

VI-3-3-3-2-1-3 管の強度計算書（主蒸気系）

目 次

VI-3-3-3-2-1-3-1 管の基本板厚計算書（主蒸気系）

VI-3-3-3-2-1-3-1 管の基本板厚計算書（主蒸気系）

## 1. 管の基本板厚計算書



## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格  | 評価区分            | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |               |                 |                 |           |
| 1    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有                | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | S55告示<br>又は告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 2    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有                | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | S55告示<br>又は告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 3    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有                | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | S55告示<br>又は告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 4    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 有                | 3.80                | 249                | 4.71                | 262                        | S55告示<br>又は告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 5    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 有                | 3.80                | 249                | 4.71                | 262                        | S55告示<br>又は告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 6    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | S55告示<br>又は告示 | 設計・建設規格又<br>は告示 | —               | SA-2      |
| 7    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | S55告示<br>又は告示 | 設計・建設規格又<br>は告示 | —               | SA-2      |
| C1   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 有                | 3.80                | 249                | 4.71                | 262                        | S55告示<br>又は告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| SP1  | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 有                | 3.80                | 249                | 4.71                | 262                        | S55告示<br>又は告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| E1   | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 1.77                | 171                        | —             | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |                    |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|--------------------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |       |                 |           | SA条件<br>温度<br>(°C) |
| E2   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格又<br>は告示 | —         | SA-2               |
| E3   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格又<br>は告示 | —         | SA-2               |
| E4   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格又<br>は告示 | —         | SA-2               |
| E5   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格又<br>は告示 | —         | SA-2               |
| E6   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格又<br>は告示 | —         | SA-2               |
| E7   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格又<br>は告示 | —         | SA-2               |
| E8   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格又<br>は告示 | —         | SA-2               |
| E9   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格又<br>は告示 | —         | SA-2               |
| E10  | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格又<br>は告示 | —         | SA-2               |
| E11  | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格又<br>は告示 | —         | SA-2               |

・評価条件整理表

| 管No.      | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか |                  | クラスアップするか |           | DBクラスアップするか      |                     | SAクラスアップするか        |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分        | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|-----------|----------------|---|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-------------|-----------------|-----------|
|           |                | クラス<br>アップ<br>の有無                       | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |             |                 |           |
| E12       | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | S55告示        | 設計・建設規格又は告示 | —               | SA-2      |
| E13       | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 1.77                | 171                        | —            | 設計・建設規格     | —               | SA-2      |
| E14       | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 1.77                | 171                        | —            | 設計・建設規格     | —               | SA-2      |
| E15       | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | S55告示        | 設計・建設規格又は告示 | —               | SA-2      |
| E16       | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 1.77                | 171                        | —            | 設計・建設規格     | —               | SA-2      |
| E17       | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 171                | 1.77                | 171                        | S55告示        | 設計・建設規格又は告示 | —               | SA-2      |
| その他<br>T1 | 既設             | 有                                       | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有*               | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | S55告示        | 既工認         | —               | SA-2      |
| その他<br>T2 | 既設             | 有                                       | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有*               | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | S55告示        | 既工認         | —               | SA-2      |
| その他<br>T3 | 既設             | 有                                       | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有*               | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | S55告示        | 既工認         | —               | SA-2      |

\* : 既工認において評価を実施しており、かつ評価条件に変更はないことから、評価結果については平成4年1月13日付け 第5回 3資庁第10518号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-3-2-1-1-1 管の基本板厚計算書」による。

・適用規格の選定

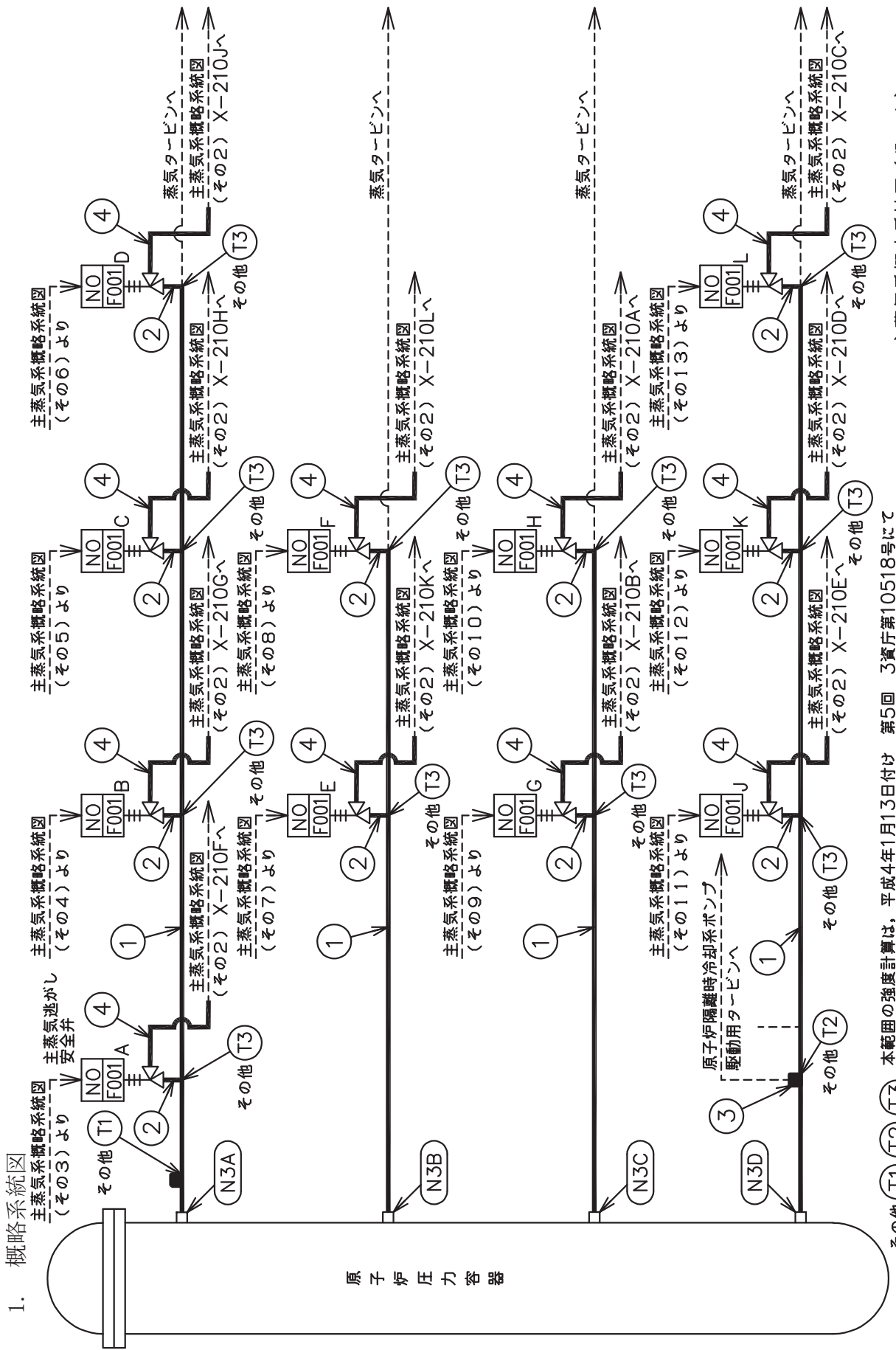
| 管No. | 評価項目     | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|----------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 許容値  | 告示第501号 |
| 3    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 許容値  | 告示第501号 |
| 4    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 許容値  | 告示第501号 |
| 6    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 7    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| C1   | 鏡板の強度計算  | 設計・建設規格<br>又は告示 | 許容値  | 告示第501号 |
| SP1  | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 許容値  | 告示第501号 |

・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目      | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|-----------|-----------------|------|---------|
| E1   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| E2   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E3   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E4   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E5   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E6   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E7   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E8   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E9   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E10  | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E11  | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E12  | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E13  | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| E14  | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| E15  | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E16  | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| E17  | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

## 目次

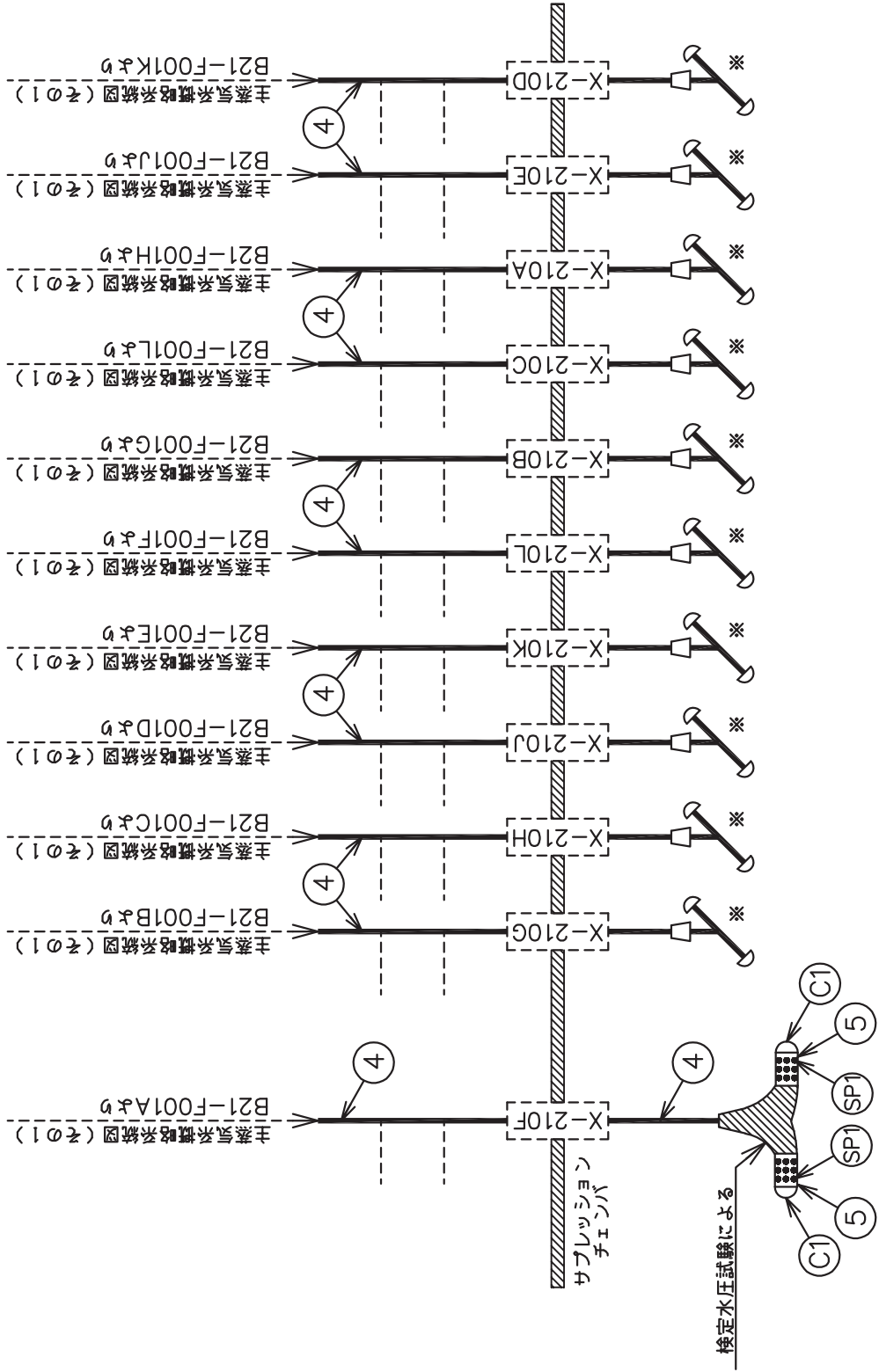
|               |    |
|---------------|----|
| 1. 概略系統図      | 1  |
| 2. 管の強度計算書    | 14 |
| 3. 鏡板の強度計算書   | 18 |
| 4. 管の穴と補強計算書  | 19 |
| 5. 伸縮継手の強度計算書 | 22 |



その他 (T1) (T2) (T3) 本範囲の強度計算は、平成4年1月13日付け 第5回 3資庁第10518号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-3-2-1-1-1 管の基本板厚計算書」による。

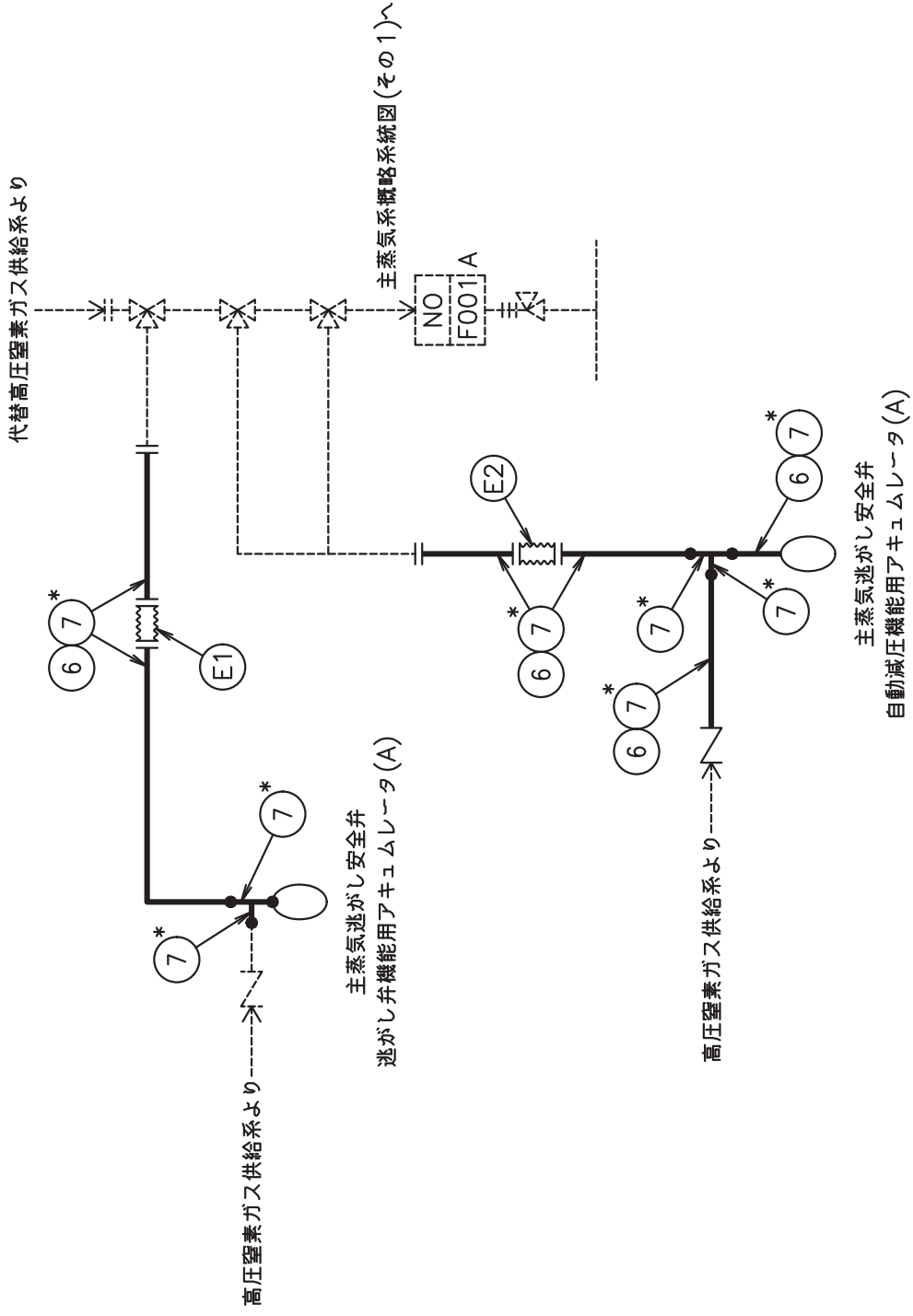
主蒸気系概略系統図 (その1)



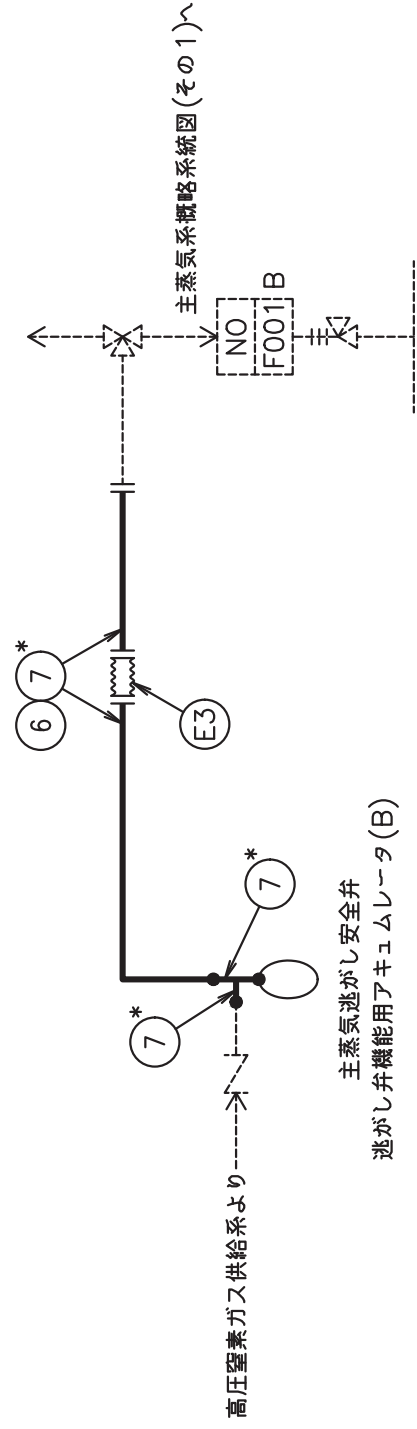


※詳細

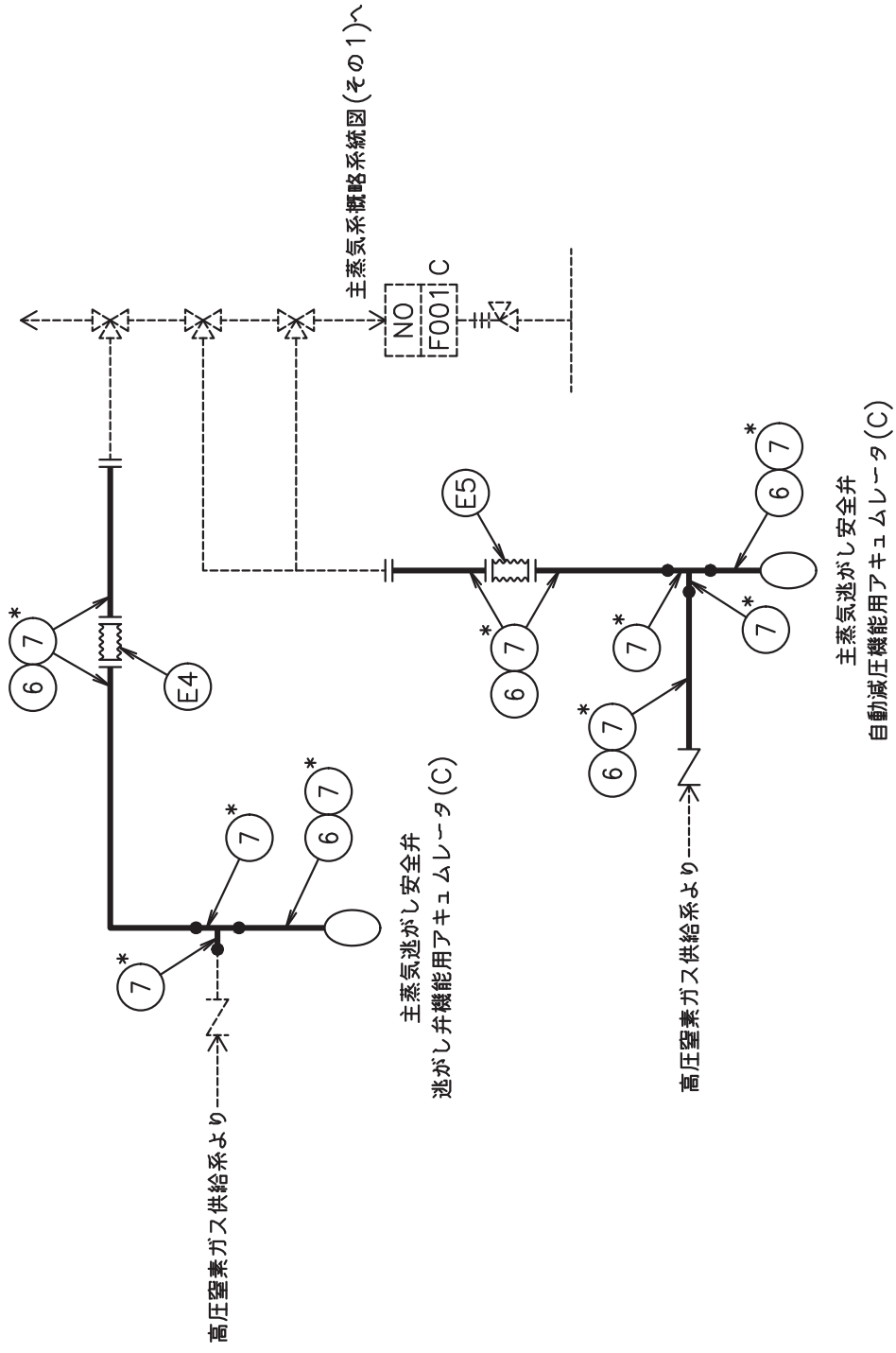
主蒸気系概略系統図 (その2)



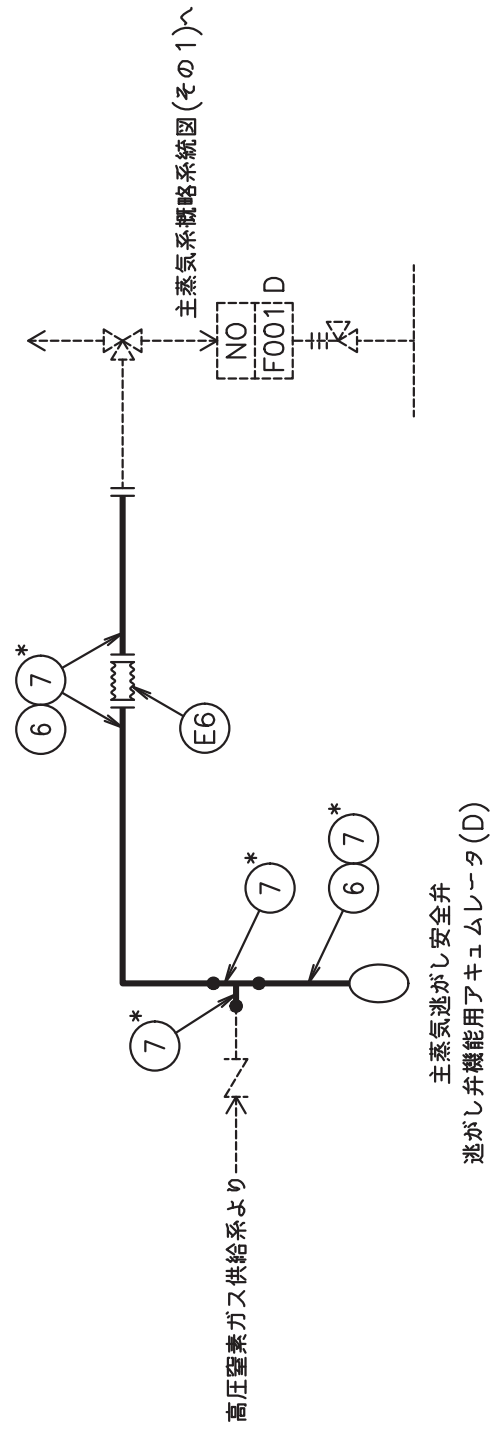
注記\*: 管継手  
主蒸気系概略系統図(その3)



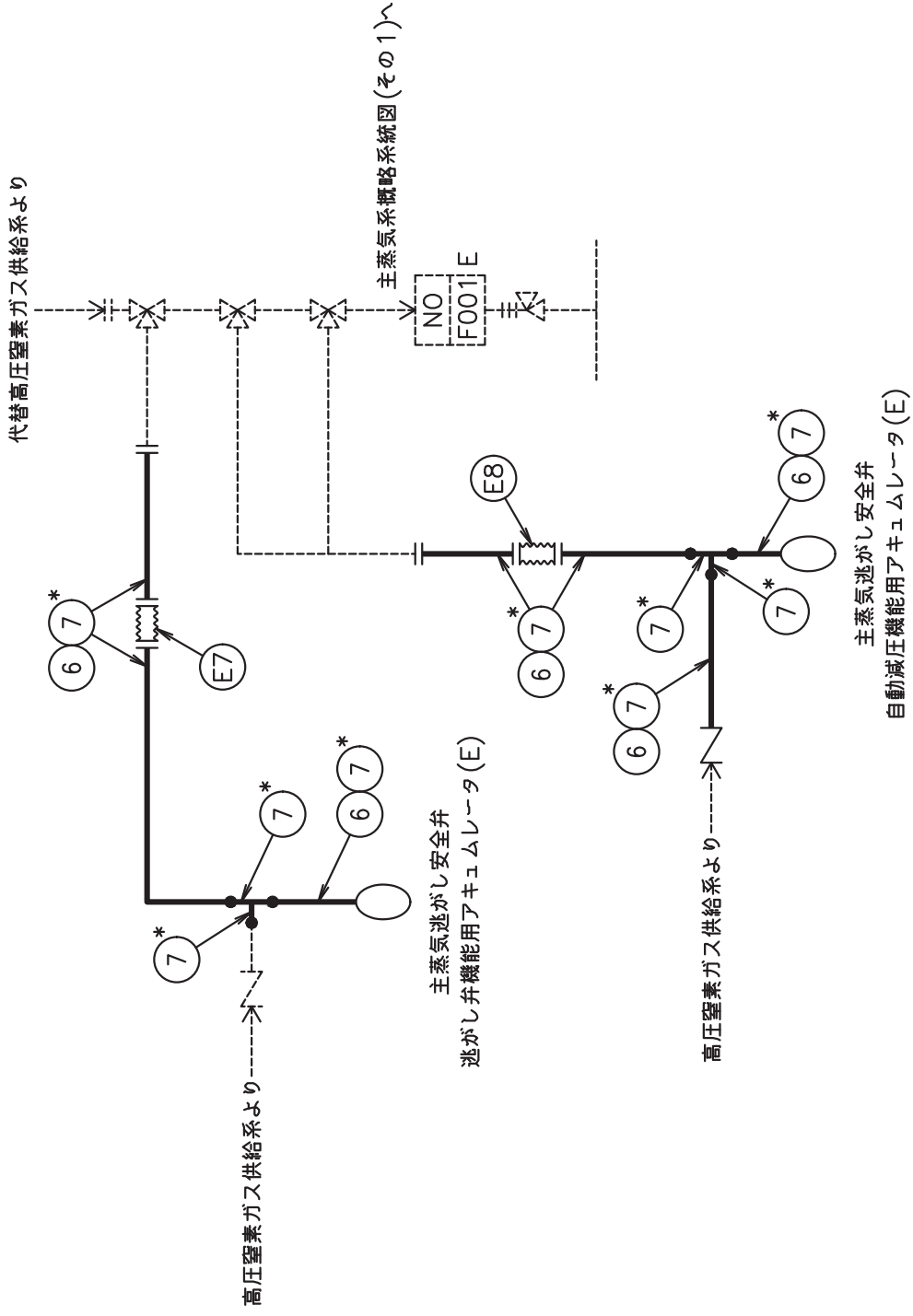
注記\*：管継手  
主蒸気系概略系統図(その4)



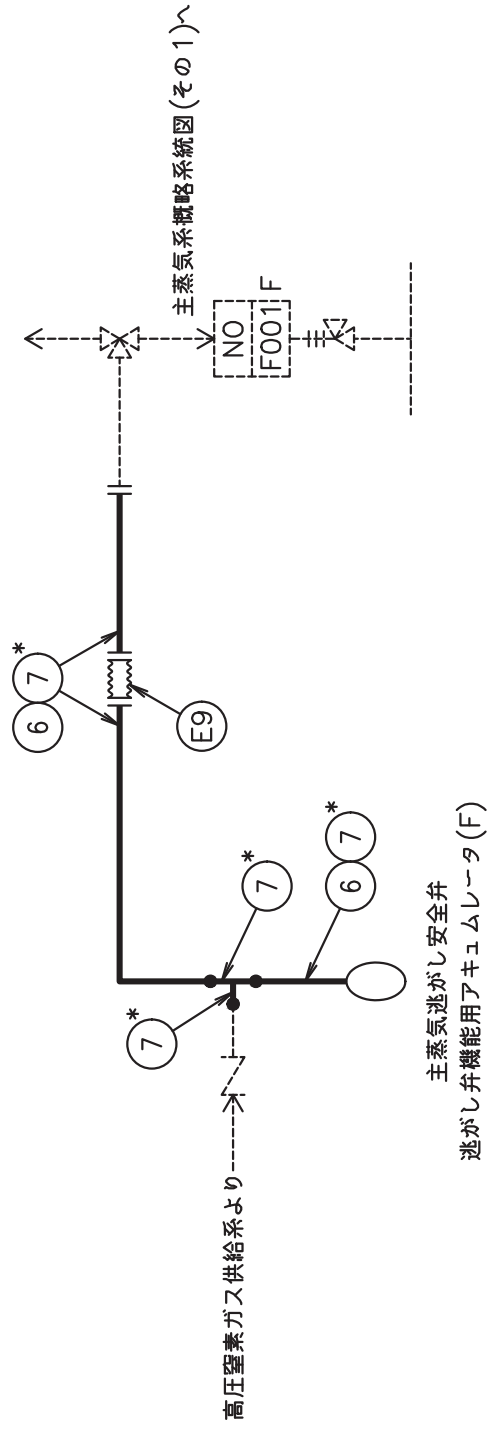
注記\*: 管継手  
主蒸気系概略系統図(その5)

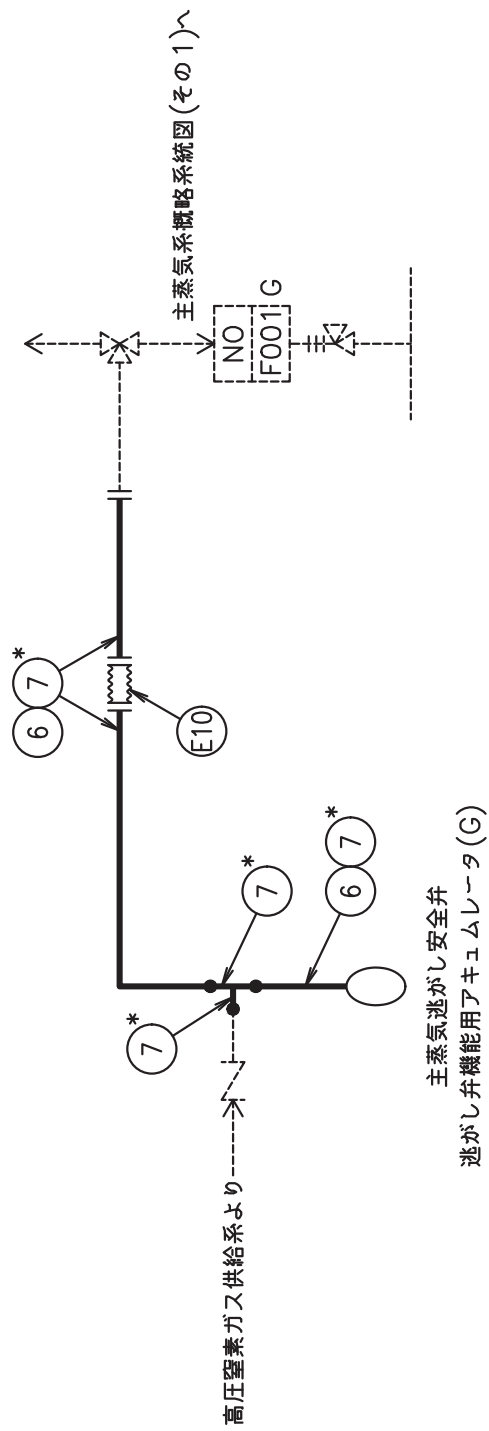


注記\*：管継手  
主蒸気系概略系統図(その6)



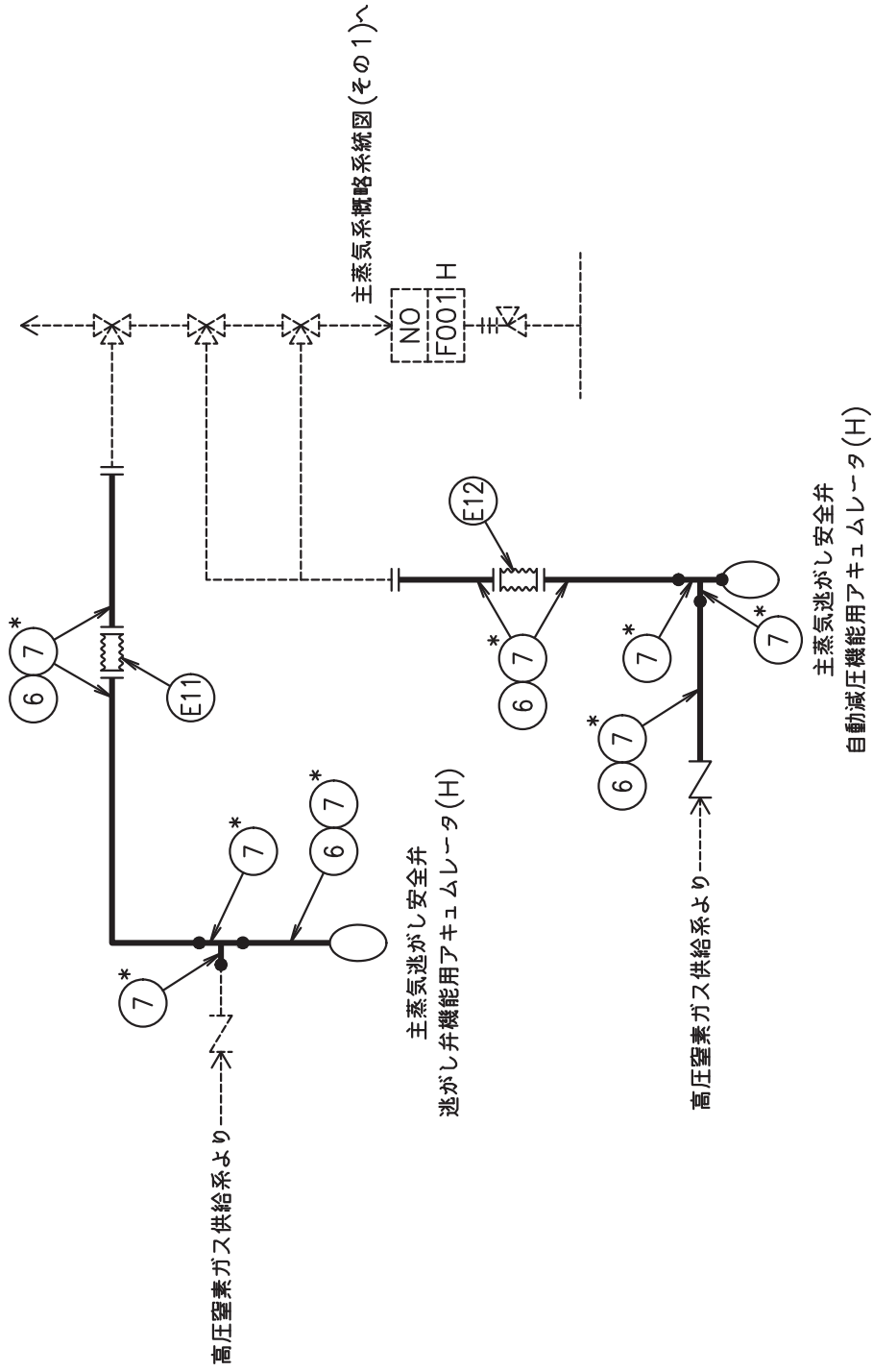
注記 \* : 管継手  
主蒸気系概略系統図 (その7)

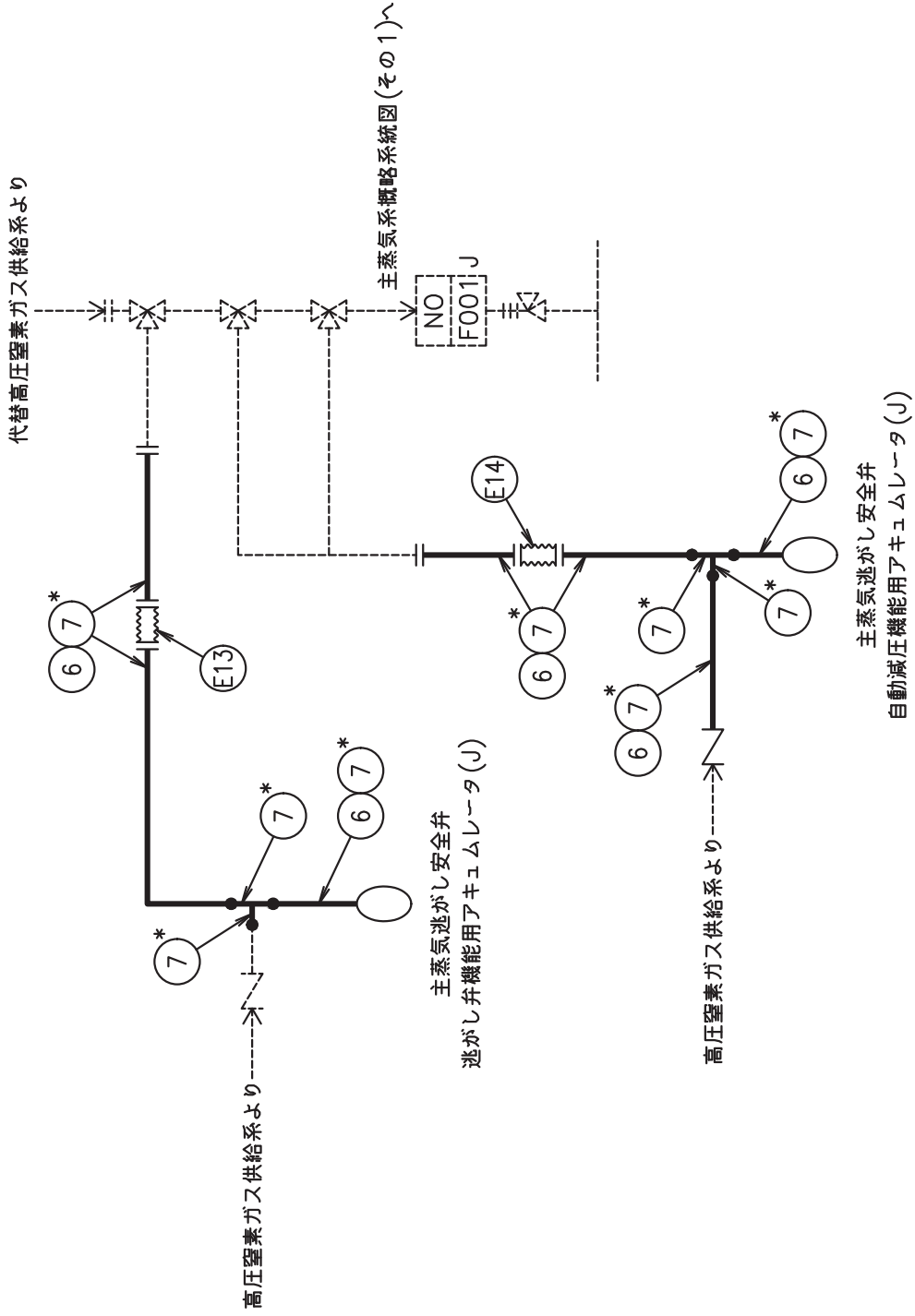




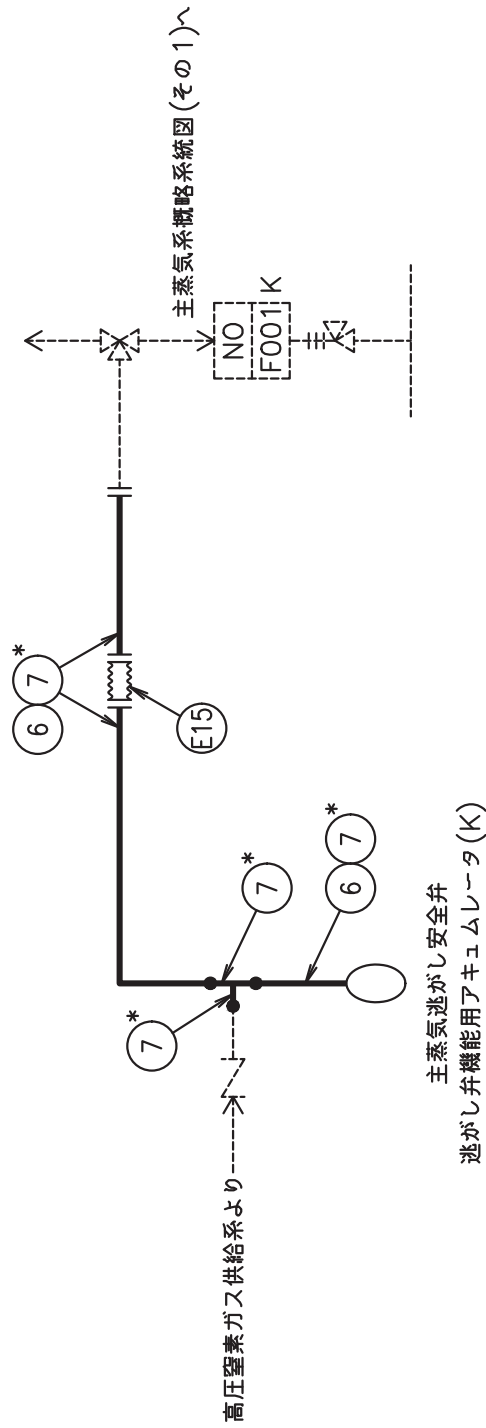
注記 \* : 管継手  
主蒸気系概略系統図(その9)



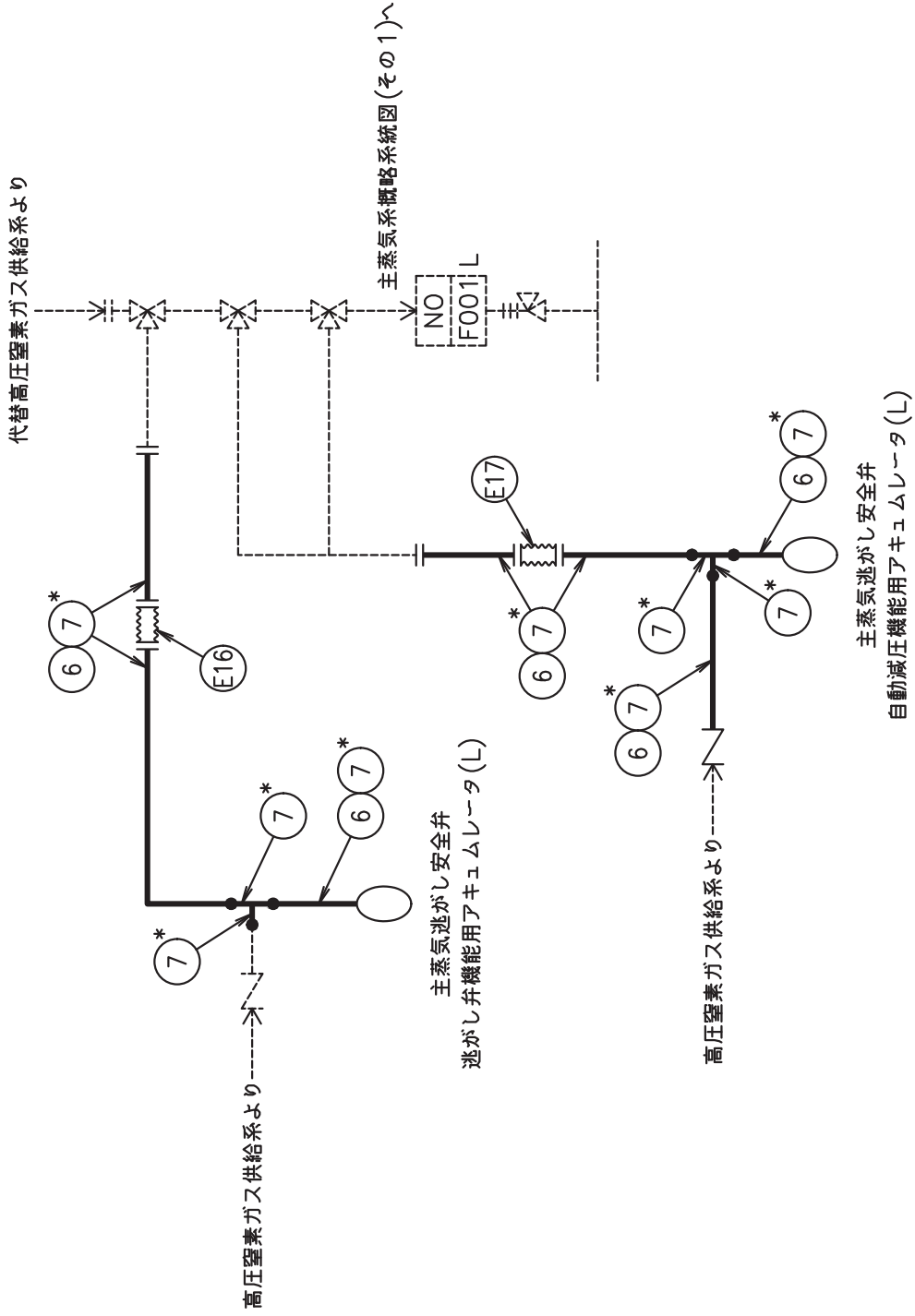




注記\*: 管継手  
主蒸気系概略系統図(その11)



注記 \* : 管継手  
主蒸気系概略系統図(その12)



注記\*: 管継手  
主蒸気系概略系統図(その13)

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス2 管)

設計・建設規格 PPB-3411 及びPPB-3561 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料               | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S <sub>m</sub><br>(MPa) | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t*<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) | 事故時圧力<br>P <sub>E</sub><br>(MPa) | 許容圧力<br>P <sub>aE</sub><br>(MPa) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|-----|-------------|-------------------------|-------|------------------------|------------|--------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1   | 8.62                 | 302                    | 609.60                        | 31.00        | STS49<br>(STS480) | S   | 1           | 138                     | 12.5% | 27.12                  | 18.58      | A      | 18.58                  | 10.34                            | 17.24                            |

\* : 最高使用圧力Pにより計算した必要厚さ。

評価 : t<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>, P<sub>E</sub> ≤ P<sub>aE</sub>, よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)  
 告示第501号第49条第1項及び第4項第2号 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S <sub>m</sub><br>(MPa) | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t*<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) | 事故時圧力<br>P <sub>E</sub><br>(MPa) | 許容圧力<br>P <sub>aE</sub><br>(MPa) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|--------|-----|-------------|-------------------------|-------|------------------------|------------|--------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 2   | 8.62                 | 302                    | 228.60                        | 33.00        | SFVC2B | S   | 1           | 122                     | 12.5% | 28.87                  | 7.86       | A      | 7.86                   | 10.34                            | 17.24                            |
| 3   | 8.62                 | 302                    | 114.30                        | 11.10        | SFVC2B | S   | 1           | 122                     | 12.5% | 9.71                   | 3.93       | A      | 3.93                   | 10.34                            | 17.24                            |

\* : 最高使用圧力Pにより計算した必要厚さ。

評価 :  $t_s \geq t_r$ ,  $P_E \leq P_{aE}$ , よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料             | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q      | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|-----|-------------|------------|------|--------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 4   | 4.71                 | 262                    | 267.40                        | 15.10        | STS42<br>STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5%  | 13.21                  | 6.01      | A      | 6.01                   |
| 6   | 1.77                 | 171                    | 60.50                         | 3.90         | SUS304TP        | S   | 2           | 113        | 1.00 | 0.50mm | 3.40                   | 0.47      | A      | 0.47                   |
| 7   | 1.77                 | 171                    | 60.50                         | 6.10         | SUS304          | S   | 2           | 113        | 1.00 |        |                        | 0.47      | A      | 0.47                   |

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>, よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

告示第501号第58条第1項 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|--------|-----|-------------|------------|------|---|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 5   | 4.71                 | 262                    | 323.90                        | 17.50        | SCS16A | S   | 2           | 89         | 1.00 |   |                        | 8.40      | A      | 8.40                   |

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>，よって十分である。



3. 鏡板の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

告示第501号第58条第2項 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 形式    | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | S<br>(MPa) | R<br>(mm) | r<br>(mm) | D<br>(mm) | 2・h<br>(mm) | K    | η    | Q | t <sub>c</sub><br>(mm) | 算<br>式 | t<br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------|------------------------------|--------------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|------|------|---|------------------------|--------|-----------|
| C1  | 4.71                 | 262                    | 半だ円形  | 323.90                       | 17.50        | SCS16A | 89         | —         | —         | —         | —           | 1.00 | 1.00 |   |                        | C      | 7.72      |
|     |                      |                        | フランジ部 | 323.90                       | 17.50        | SCS16A | 89         | —         | —         | —         | —           | —    | —    |   |                        |        | 1.00      |

評価：t<sub>c</sub> ≧ t, よって十分である。

4. 管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

NO. SP1

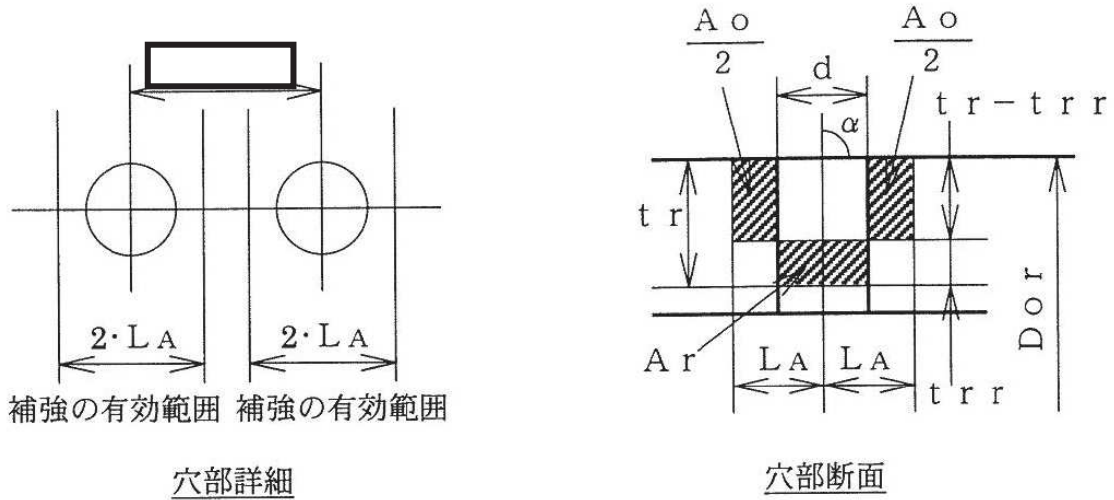


図 4-1 穴部詳細及び穴部断面

(1) 告示第501号第60条第2項第1号により，穴の補強計算を行う。

a. 主管の計算上必要な厚さ： $t_{rr}$

$$\begin{aligned}
 t_{rr} &= \frac{P \cdot D_{or}}{2 \cdot S_r \cdot \eta + 0.8 \cdot P} \\
 &= \frac{4.71 \times 323.90}{2 \times 89 \times 1.00 + 0.8 \times 4.71} \\
 &= 8.40 \text{ mm}
 \end{aligned}$$


ここで

|          |                |        |       |
|----------|----------------|--------|-------|
| P        | : 最高使用圧力（内圧）   | 4.71   | (MPa) |
|          | 最高使用温度         | 262    | (°C)  |
| $D_{or}$ | : 主管の外径        | 323.90 | (mm)  |
| $S_r$    | : 主管の材料の許容引張応力 | 89     | (MPa) |
|          | 主管材料           | SCS16A |       |
| $\eta$   | : 長手継手の効率      | 1.00   |       |

b. 穴の補強に必要な面積： $A_r$

$$\begin{aligned}
 A_r &= 1.07 \cdot d \cdot t_{rr} \cdot (2 - \sin \alpha) \\
 &= 1.07 \times \boxed{\phantom{000}} \times 8.392945953 \times (2 - \sin \boxed{\phantom{00}}) \\
 &= 90.70 \text{ (mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここで

$d$  : 断面に現われる穴の径  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)  
  
 $\alpha$  : 分岐間の中心線と主管の中心線との交角  $\boxed{\phantom{00}}^\circ$

c. 穴の補強に有効な面積の総和： $A_0$

$$\begin{aligned}
 A_0 &= (\eta \cdot t_{ro} - F \cdot t_{rr}) \cdot (2 \cdot L_A - d) \\
 &= (1.00 \times \boxed{\phantom{000}} - 1.00 \times 8.392945953) \times (2 \times \boxed{\phantom{000}} - \boxed{\phantom{000}}) \\
 &= 287.5 \text{ (mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここで

$t_{ro}$  : 主管の公称厚さ 17.50 (mm)  
 $Q_r$  : 主管の厚さの負の許容差  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)  
 $t_r$  : 主管の最小厚さ  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

$$t_r = t_{ro} - Q_r$$

$F$  : 告示第501号第60条第2項第1号ロ(イ)の図により求めた値  
1.00

$L_A$  : 補強に有効な範囲 (次の2つの式より計算したいずれか大きい方の値)

$$L_A = d = \boxed{\phantom{000}} \text{ mm}$$

$$L_A = d / 2 + t_r + t_b = \boxed{\phantom{000}} \text{ mm}$$



よって  $L_A = \boxed{\phantom{000}}$  (mm)

d. 評価

$A_0 > A_r$ , よって穴の補強は十分である。

(2) 告示第501号第60条第2項第4号により、大穴の補強の要否の判定を行う。

a. 大穴の補強を要しない限界径： $d_{frD}$

$$\begin{aligned}d_{frD} &= \frac{D_{or} - 2 \cdot t_r}{2} \\ &= \frac{323.90 - 2 \times 16.90}{2} \\ &= 145.05 \text{ (mm)}\end{aligned}$$

b. 評価

$d \leq d_{frD}$ ，よって大穴の補強計算は必要ない。  
以上より十分である。

5. 伸縮継手の強度計算書（重大事故等クラス 2 管）

設計・建設規格 PPC-3416 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 材<br>料 | 縦弾性係数<br>E<br>(MPa) | t<br>(mm) | 全伸縮量<br>δ<br>(mm) | b<br>(mm) | h<br>(mm) | n | c | 算<br>式 | 継手部応力<br>σ<br>(MPa) | N<br>×10 <sup>3</sup> | N <sub>r</sub><br>×10 <sup>3</sup> | U      |
|-----|----------------------|--------------------|--------|---------------------|-----------|-------------------|-----------|-----------|---|---|--------|---------------------|-----------------------|------------------------------------|--------|
| E1  | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 1.00      |                   |           |           |   | 1 | A      | 1101                | 3.18                  | 0.50                               | 0.1571 |
| E2  | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                   |           |           |   | 1 | A      | 1350                | 1.55                  | 0.50                               | 0.3207 |
| E3  | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                   |           |           |   | 1 | A      | 1053                | 3.72                  | 0.50                               | 0.1344 |
| E4  | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                   |           |           |   | 1 | A      | 1398                | 1.37                  | 0.50                               | 0.3624 |
| E5  | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                   |           |           |   | 1 | A      | 1398                | 1.37                  | 0.50                               | 0.3624 |
| E6  | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                   |           |           |   | 1 | A      | 1046                | 3.80                  | 0.50                               | 0.1313 |
| E7  | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                   |           |           |   | 1 | A      | 1220                | 2.22                  | 0.50                               | 0.2250 |
| E8  | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                   |           |           |   | 1 | A      | 1220                | 2.22                  | 0.50                               | 0.2250 |
| E9  | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                   |           |           |   | 1 | A      | 970                 | 4.95                  | 0.50                               | 0.1009 |

評価：U ≤ 1, よって十分である。

注 1：E1の外径は、 mm。

注 2：E2～E9の外径は、 mm。

伸縮継手の強度計算書（重大事故等クラス2管）  
設計・建設規格 PPC-3416 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 材<br>料 | 縦弾性係数<br>E<br>(MPa) | t<br>(mm) | 全伸縮量<br>$\delta$<br>(mm) | b<br>(mm) | h<br>(mm) | n | c | 算<br>式 | 継手部応力<br>$\sigma$<br>(MPa) | N<br>$\times 10^3$ | $N_r$<br>$\times 10^3$ | U      |
|-----|----------------------|--------------------|--------|---------------------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|---|---|--------|----------------------------|--------------------|------------------------|--------|
| E10 | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                          |           |           |   | 1 | A      | 985                        | 4.70               | 0.50                   | 0.1064 |
| E11 | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                          |           |           |   | 1 | A      | 1000                       | 4.45               | 0.50                   | 0.1122 |
| E12 | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                          |           |           |   | 1 | A      | 1000                       | 4.45               | 0.50                   | 0.1122 |
| E13 | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 1.00      |                          |           |           |   | 1 | A      | 1082                       | 3.38               | 0.50                   | 0.1478 |
| E14 | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 1.00      |                          |           |           |   | 1 | A      | 1517                       | 1.03               | 0.50                   | 0.4823 |
| E15 | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                          |           |           |   | 1 | A      | 1053                       | 3.72               | 0.50                   | 0.1344 |
| E16 | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 1.00      |                          |           |           |   | 1 | A      | 1186                       | 2.45               | 0.50                   | 0.2038 |
| E17 | 1.77                 | 171                | SUS304 | 184300              | 0.40      |                          |           |           |   | 1 | A      | 1322                       | 1.67               | 0.50                   | 0.2980 |

評価：U ≤ 1, よって十分である。

注1：E10, E11, E12, E15, E17の外径は,  mm。

注2：E13, E14, E16の外径は,  mm。

2. 主蒸気逃がし安全弁排気管Tークエンチャラムズヘッドの強度計算書

## 目次

|     |                                 |    |
|-----|---------------------------------|----|
| 1.  | 概要.....                         | 1  |
| 2.  | 測定方法及び測定条件.....                 | 1  |
| 3.  | 測定箇所.....                       | 1  |
| 4.  | 測定器.....                        | 3  |
| 5.  | 試験結果のまとめ.....                   | 3  |
|     | (1) 主ひずみの算出.....                | 3  |
|     | (2) 主応力の算出.....                 | 3  |
|     | (3) 検定圧力の算出.....                | 4  |
| 6.  | 測定圧力.....                       | 5  |
|     | (1) 検定水圧試験（浜岡第3号機の試験結果）.....    | 5  |
|     | (2) 検定水圧試験（試験結果に基づく線形補完結果）..... | 5  |
| 7.  | 判定基準.....                       | 5  |
|     | (1) 判定基準（設計基準対象施設）.....         | 5  |
|     | (2) 判定基準（重大事故等対処設備）.....        | 5  |
| 8.  | 設計仕様の比較.....                    | 6  |
| 9.  | Tークエンチャラムズヘッド検定水圧試験結果.....      | 6  |
|     | (1) 測定結果（設計基準対象施設）.....         | 6  |
|     | (2) 計算結果（重大事故等対処設備）.....        | 6  |
|     | (3) 検定圧力の算出.....                | 7  |
|     | (4) 結果.....                     | 7  |
| 10. | まとめ.....                        | 9  |
|     | (添付第1図)                         |    |
|     | Tークエンチャラムズヘッド測定箇所図.....         | 10 |
|     | (添付第2図)                         |    |
|     | Tークエンチャラムズヘッド形状・寸法図.....        | 11 |



## 1. 概要

主蒸気逃がし安全弁排気管Tークエンチャラムズヘッドは、発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通産省告示第501号）に定める第4種管の構造の規格第64条の規定に基づき、準用する第55条ただし書きの規定により検定水圧試験を実施している。

なお、本検定水圧試験は、女川第2号機と同一設計である浜岡第3号機において既に実施されており、本計算書ではその試験方法、判定基準、試験結果及び重大事故等対処設備としての強度評価について示すものである。

女川第2号機は、既に実施された試験の結果をもって検定水圧試験にかえるものとする。

また、既工認（平成4年1月13日付け 第5回 3資庁第10518号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-4-3 主蒸気逃がし安全弁排気管Tークエンチャラムズヘッドの強度計算書」）の結果を用いることから、既工認の結果は当時の記載単位を併記する。

## 2. 測定方法及び測定条件

- (1) あらかじめ最も弱いと推定した箇所に選定した数個の点に抵抗線ひずみ計を張りつける。
- (2) 測定方法は三軸直角型抵抗線ひずみ計を用い、アクティブダミー法で測定を行う。
- (3) 測定条件は下記とする。
  - イ. 加圧水（水圧）：3.80 MPa（最高使用圧力 3.80 MPa（38.7 kg/cm<sup>2</sup>））
  - ロ. 温度                   ：常温
- (4) 測定するひずみの値はデジタルプリンタにて記録する。

## 3. 測定箇所

添付第1図に測定箇所を、表3-1に測定箇所の選定理由を示す。

表 3-1 測定箇所を選定理由

| 測定箇所 | 選 定 理 由                           | 備 考 |
|------|-----------------------------------|-----|
| A    | ボトム部で最も弱いと推定される点                  | 外 面 |
| B    | ボトム部に近い点で補強ガセットのつけ根部              | 外 面 |
| C    | ボトム部に近い点で補強ガセットのつけ根部<br>のレジューサ側の点 | 外 面 |
| D    | ラムズヘッド部のほぼ中央の点                    | 外 面 |
| E    | エルボの側面部のほぼ中央の点                    | 外 面 |
| F    | エルボの小半径部のほぼ中央の点                   | 外 面 |
| G    | レジューサのほぼ中央の点                      | 外 面 |
| a    | ボトム部で最も弱いと推定される点                  | 内 面 |
| b    | ボトム部に近い点で補強ガセットのつけ根部              | 内 面 |
| c    | ボトム部に近い点で補強ガセットのつけ根部<br>のレジューサ側の点 | 内 面 |
| d    | ラムズヘッド部のほぼ中央の点                    | 内 面 |
| g    | レジューサのほぼ中央の点                      | 内 面 |

## 4. 測定器

デジタルストレインインディケータ  
 スイッチボックス  
 ストレインゲージ

## 5. 試験結果のまとめ

## (1) 主ひずみの算出

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{2}(\varepsilon_a + \varepsilon_c) + \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{2}(\varepsilon_a + \varepsilon_c) - \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2}$$

ここに  $\varepsilon_1$  ,  $\varepsilon_2$  : 主ひずみ  
 $\varepsilon_a$  ,  $\varepsilon_b$  ,  $\varepsilon_c$  : 測定した a, b, c 方向のひずみの読み  
 但し a, c 方向が直交するものとする。

## (2) 主応力の算出

$$\sigma_1 = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_1 + \nu\varepsilon_2) \quad (\text{MPa (kg/cm}^2))$$

$$\sigma_2 = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_2 + \nu\varepsilon_1) \quad (\text{MPa (kg/cm}^2))$$

ここに  $\sigma_1$  : 主ひずみ  $\varepsilon_1$  方向の主応力  
 $\sigma_2$  : 主ひずみ  $\varepsilon_2$  方向の主応力  
 $\nu$  : ポアソン比=0.3  
 $E$  : 縦弾性係数=1.95×10<sup>5</sup> (MPa)  
 (縦弾性係数=1.99×10<sup>4</sup> (kg/mm<sup>2</sup>))  
 (使用材料: SCS16A)

(3) 検定圧力の算出

告示501号第55条第1項第2号により検定圧力を計算するものとする。

a. 設計基準対象施設

$$P = \frac{P_0 \cdot S}{\sigma_0}$$

$P$  : 検定圧力 (MPa (kg/cm<sup>2</sup>))

$P_0$  : 予定する最高使用圧力に相当する圧力 (MPa (kg/cm<sup>2</sup>))

$\sigma_0$  : 上の方法でひずみを応力に換算して求めた値のうち絶対値が最大の応力 (MPa (kg/mm<sup>2</sup>))

$S$  : 使用温度における材料の許容引張応力 (MPa (kg/cm<sup>2</sup>))

$$P_0 = 3.80 \text{ MPa (38.7 kg/cm}^2\text{)}$$

$$S = 89.2 \text{ MPa (9.1 kg/mm}^2\text{)} \text{ (告示501号別表第6備考3の(ロ)による。)}$$

b. 重大事故等対処設備

$$P = \frac{P_E \cdot S_E}{\sigma_E}$$

$P$  : 検定圧力 (MPa)

$P_E$  : 重大事故等時の使用圧力に相当する圧力 (MPa)

$\sigma_E$  : 上の方法でひずみを応力に換算して求めた値のうち絶対値が最大の応力 (MPa)

$S_E$  : 使用温度における材料の許容引張応力 (MPa)

$$P_E = 4.71 \text{ MPa}$$

$$S_E = 89.2 \text{ MPa (告示501号別表第6備考3の(ロ)による。)}$$

## 6. 測定圧力

## (1) 検定水圧試験（浜岡第3号機の試験結果）

測定圧力は表6-1に示す0.00 MPa (0.0kg/cm<sup>2</sup>) から3.80 MPa (38.7kg/cm<sup>2</sup>) まで。

## (2) 検定水圧試験（試験結果に基づく線形補完結果）

算出圧力は表6-1に示す3.92 MPaから4.71 MPaまで。

表 6-1 測定圧力及び算出圧力

|                             |     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 圧力<br>(MPa)                 | 0.0 | 0.49 | 0.98 | 1.47 | 1.96 | 2.45 | 2.94 | 3.43 | 3.80 |
| 圧力<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 0.0 | 5.0  | 10.0 | 15.0 | 20.0 | 25.0 | 30.0 | 35.0 | 38.7 |
| 備考                          |     |      |      |      |      |      |      |      |      |

(表 6-1 続き)

|                             |      |      |            |
|-----------------------------|------|------|------------|
| 圧力<br>(MPa)                 | 3.92 | 4.41 | 4.71       |
| 圧力<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 40.0 | 45.0 | 48.0       |
| 備考                          |      |      | SA 時<br>条件 |

## 7. 判定基準

## (1) 判定基準（設計基準対象施設）

最高使用圧力（3.80 MPa (38.7 kg/cm<sup>2</sup>)) が検定圧力以下であること。

## (2) 判定基準（重大事故等対処設備）

重大事故等時の使用時の圧力（4.71 MPa）が検定圧力以下であること。

8. 設計仕様の比較

女川第2号機及び浜岡第3号機のTークエンチャラムズヘッドの仕様を表8-1に示す。また、女川第2号機の重大事故等時の使用時の圧力及び温度を表8-2に示す。

表 8-1 設計仕様の比較

| 設計仕様<br>プラント名称 | 最高使用<br>圧力<br>(MPa)                   | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>(mm)              | 厚さ<br>(mm)           | 材 料    | 製 法                 |
|----------------|---------------------------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|--------|---------------------|
| 女川第2号機         | 3.80<br>(38.7<br>kg/cm <sup>2</sup> ) | 249                | 267.4<br>323.9<br>323.9 | 15.1<br>17.5<br>17.5 | SCS16A | 継目無<br>(一 体)<br>鑄 造 |
| 浜岡第3号機         | 同 上                                   | 同 上                | 同 上                     | 同 上                  | 同 上    | 同 上                 |

表 8-2 重大事故等時の使用時の圧力及び温度

| 重大事故等時の使用時の圧力<br>(MPa) | 重大事故等時の使用時の温度<br>(°C) |
|------------------------|-----------------------|
| 4.71                   | 262                   |

添付第2図にTークエンチャラムズヘッドの形状・寸法を示す。

9. Tークエンチャラムズヘッド検定水圧試験結果

(1) 測 定 結 果 (設計基準対象施設)

ひずみの測定結果及び主ひずみ、主応力の計算結果を表9-1に、測定箇所を添付第1図に示す。

(2) 計 算 結 果 (重大事故等対処設備)

ひずみの線形補完結果及び主ひずみ、主応力の計算結果を表9-2に、測定箇所は(1)の最大値の測定箇所とする。

## (3) 検定圧力の算出

## a. 設計基準対象施設

$$P = \frac{P_0 \cdot S}{\sigma_0} = \frac{3.80 \times 89.2}{52.4} = 6.47 \text{ MPa}$$

$$\left( = \frac{38.7 \times 9.1}{5.34} = 65.95 \text{ kg/cm}^2 \right)$$

$\sigma_0$  : 最高使用圧力 ( $P_0 = 38.7 \text{ kg/cm}^2$ ) 時の表 9-1 に示す最大値 5.34  $\text{kg/mm}^2$  (b 点) である。

## b. 重大事故等対処設備

$$P = \frac{P_E \cdot S_E}{\sigma_E} = \frac{4.71 \times 89.2}{64.8} = 6.49 \text{ MPa}$$

$\sigma_E$  : 重大事故等時の圧力 ( $P_E = 4.71 \text{ MPa}$ ) 時の表 9-2 に示す最大値 64.8 MPa (b 点) である。

## (4) 結果

## a. 設計基準対象施設

$P$  (6.47 MPa (65.95  $\text{kg/cm}^2$ ))  $> P_0$  (3.80 MPa (38.7  $\text{kg/cm}^2$ )) となり検定圧力以下である。

## b. 重大事故等対処設備

$P$  (6.49 MPa)  $> P_E$  (4.71 MPa) となり検定圧力\*以下である。

\* : 検定圧力に基づく重大事故等時の使用時のひずみを線形補完して算出した圧力。

表 9-1 検定水圧試験の測定結果（設計基準対象施設）

| 計測箇所 | ひずみの測定結果×10 <sup>-6</sup> |              |              | 主ひずみ×10 <sup>-6</sup> |              | 主応力 [kg/mm <sup>2</sup> ] |            |
|------|---------------------------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|---------------------------|------------|
|      | $\epsilon_a$              | $\epsilon_b$ | $\epsilon_c$ | $\epsilon_1$          | $\epsilon_2$ | $\sigma_1$                | $\sigma_2$ |
| A    | 54                        | 93           | 0            | 98.31                 | -44.31       | 1.86                      | -0.32      |
| B    | 0                         | 40           | 96           | 96.66                 | -0.66        | 2.11                      | 0.62       |
| C    | -1                        | 56           | 110          | 110.02                | -1.02        | 2.40                      | 0.70       |
| D    | 105                       | 100          | 64           | 110.20                | 58.80        | 2.80                      | 2.01       |
| E    | 31                        | 88           | 85           | 98.36                 | 17.64        | 2.27                      | 1.03       |
| F    | 68                        | 22           | -33          | 68.20                 | -33.20       | 1.27                      | -0.28      |
| G    | 90                        | 57           | 21           | 90.03                 | 20.97        | 2.11                      | 1.05       |
| a    | -64                       | 108          | 256          | 256.45                | -64.45       | 5.19                      | 0.27       |
| b    | -84                       | 110          | 269          | 269.87                | -84.87       | 5.34                      | -0.09      |
| c    | -39                       | 87           | 160          | 163.47                | -42.47       | 3.30                      | 0.14       |
| d    | -10                       | 22           | 20           | 27.67                 | -17.67       | 0.49                      | -0.20      |
| g    | 66                        | 50           | 29           | 66.17                 | 28.83        | 1.64                      | 1.06       |

表 9-2 検定水圧試験に基づく計算結果（重大事故等対処設備）

| 評価箇所 | ひずみの測定結果×10 <sup>-6</sup> |              |              | 主ひずみ×10 <sup>-6</sup> |              | 主応力 [MPa]  |            |
|------|---------------------------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|------------|
|      | $\epsilon_a$              | $\epsilon_b$ | $\epsilon_c$ | $\epsilon_1$          | $\epsilon_2$ | $\sigma_1$ | $\sigma_2$ |
| b*   | -103                      | 135          | 332          | 332.96                | -103.96      | 64.8       | -0.9       |

\*：表 9-1 の 3.80 MPa (38.7 kg/cm<sup>2</sup>) 加圧時の測定結果に示す最大値の測定箇所 (b)。



## 10. まとめ

前項の結果より，女川第2号機の設計基準対象施設として最高使用圧力（3.80 MPa（38.7 kg/cm<sup>2</sup>））に基づき検定圧力の算出を行う。

また，重大事故等対処設備として重大事故等時の使用時の圧力（4.71 MPa）に基づき検定圧力の算出を行う。

## (1) 設計基準対象施設

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{P_0 \cdot S}{\sigma_0} \\
 &= \frac{3.80 \times 89.2}{52.4} = 6.47 \text{ MPa} \\
 &\left( = \frac{38.7 \times 9.1}{5.34} = 65.95 \text{ kg/cm}^2 \right)
 \end{aligned}$$

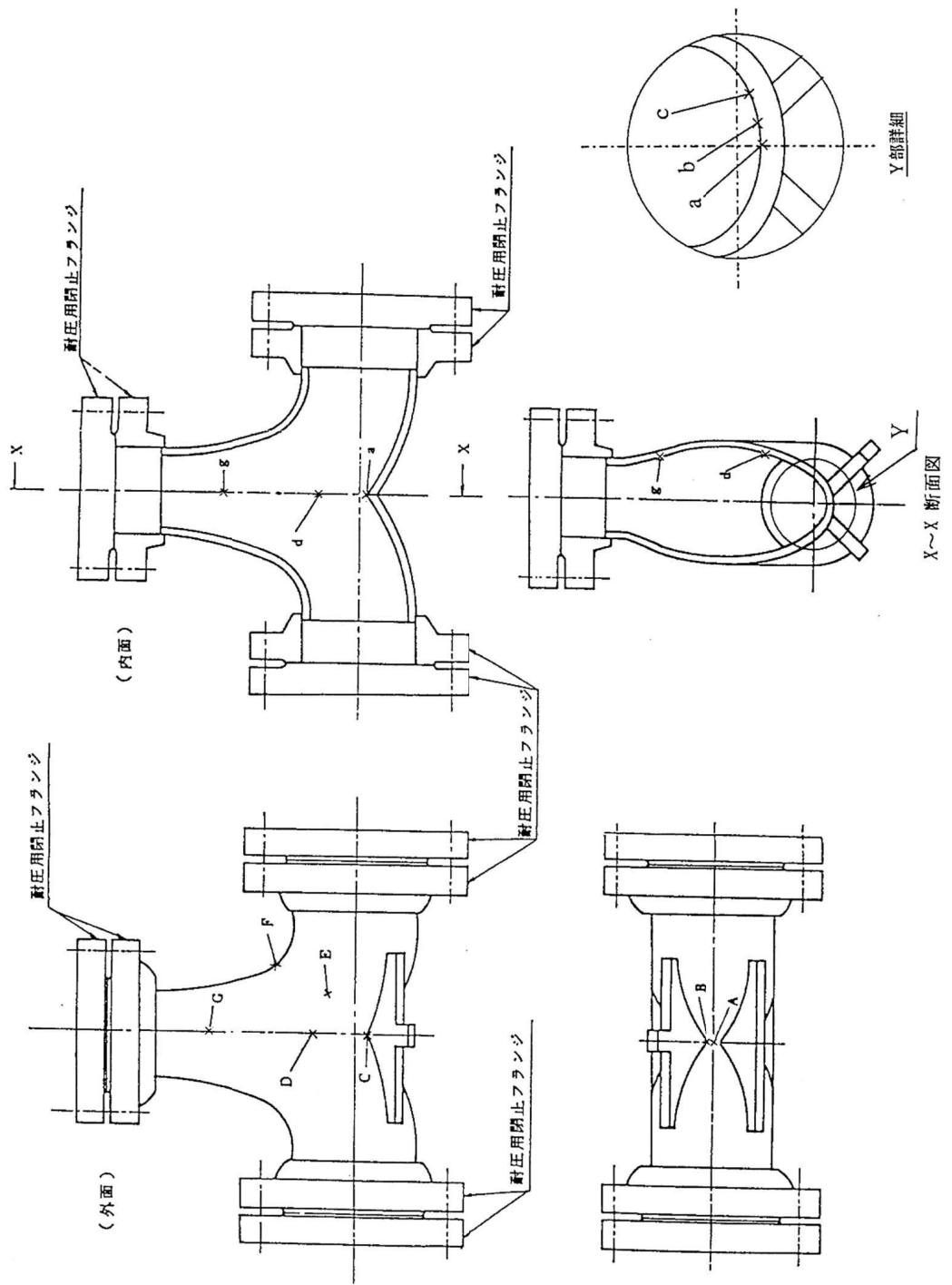
## (2) 重大事故等対処設備

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{P_E \cdot S_E}{\sigma_E} \\
 &= \frac{4.71 \times 89.2}{64.8} \\
 &= 6.49 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

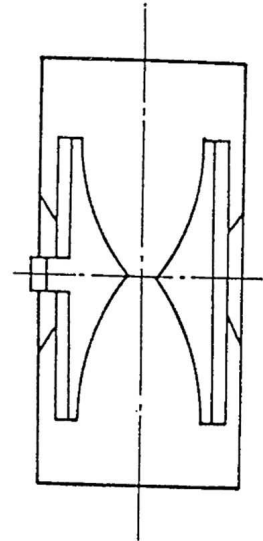
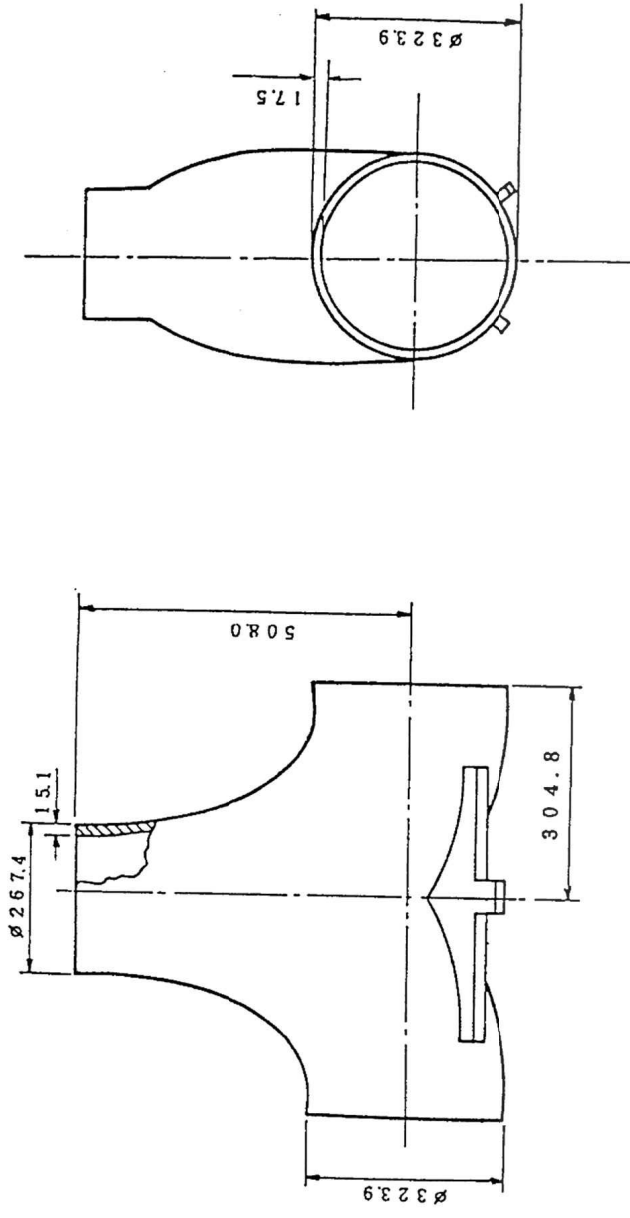
この結果より女川第2号機の最高使用圧力（3.80MPa（38.7kg/cm<sup>2</sup>））は検定圧力（6.47MPa（65.95kg/cm<sup>2</sup>））以下となる。

また，重大事故等時の使用時の圧力（4.71MPa）は検定圧力（6.49MPa）以下となる。

添付第1図 Tークエンチャラムズヘッド測定箇所図



添付第2図 T-クエンチャラムズヘッド形状・寸法図



(単位：mm)

VI-3-3-3-2-2 復水給水系の強度計算書

目 次

VI-3-3-3-2-2-1 管の強度計算書（復水給水系）

VI-3-3-3-2-2-1 管の強度計算書（復水給水系）

目 次

VI-3-3-3-2-2-1-1 管の基本板厚計算書（復水給水系）

VI-3-3-3-2-2-1-1 管の基本板厚計算書（復水給水系）



## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No.      | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |             | 条件アップするか         |             |            |       | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |      |
|-----------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-------------|------------------|-------------|------------|-------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|------|
|           |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス   | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件        |            | SA条件  |                            |              |       |                 |           |      |
|           |                |   |                   |                  |           | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C)       | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) |       | 圧力<br>(MPa)                | 温度<br>(°C)   |       |                 |           |      |
| 1         | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2        | 有                | 8.62        | 302        | 10.34 | 315                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2 |
| 2         | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2        | 有                | 8.62        | 302        | 10.34 | 315                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2 |
| 3         | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2        | 有                | 8.62        | 302        | 10.34 | 315                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2 |
| 4         | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2        | 有                | 8.62        | 302        | 10.34 | 315                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2 |
| その他1      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2        | 無                | 8.62        | 302        | 8.62  | 302                        | 有            | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2 |
| その他<br>C1 | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2        | 有*               | 8.62        | 302        | 10.34 | 315                        | 有*           | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2 |
| その他<br>T1 | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2        | 有*               | 8.62        | 302        | 10.34 | 315                        | 有*           | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2 |

\*：既工認において評価を実施しており、かつ評価条件に変更はないことから、評価結果については平成3年6月19日付け 第4回 3資庁第1003号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-8-8-1 管の基本板厚計算書」による。

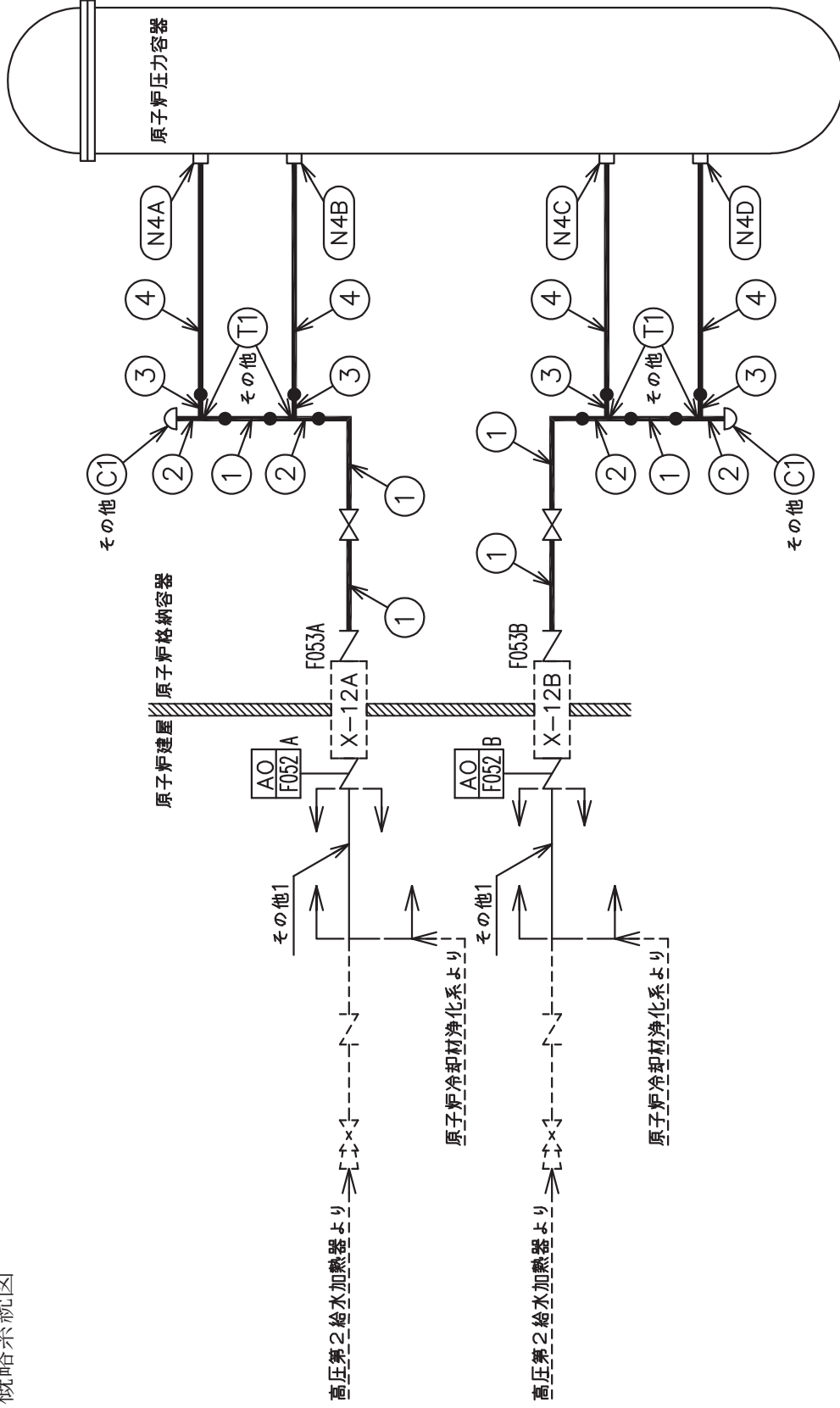
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 許容値  | 告示第501号 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 許容値  | 告示第501号 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 2 |

1. 概略系統図



その他 (C1) (T1) 本範囲の強度計算は、平成3年6月19日付け 第4回 3資料第1003号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-8-8-1 管の基本板厚計算書」による。

復水給水系概略系統図

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPB-3411 及び PPB-3561 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料               | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S <sub>m</sub><br>(MPa) | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t*<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) | 事故時圧力<br>P <sub>E</sub><br>(MPa) | 許容圧力<br>P <sub>aE</sub><br>(MPa) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|-----|-------------|-------------------------|-------|------------------------|------------|--------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1   | 8.62                 | 302                    | 457.20                        | 29.40        | STS42<br>(STS410) | S   | 1           | 122                     | 12.5% | 25.72                  | 15.71      | A      | 15.71                  | 10.34                            | 17.24                            |
| 4   | 8.62                 | 302                    | 318.50                        | 21.40        | STS42<br>(STS410) | S   | 1           | 122                     | 12.5% | 18.72                  | 10.95      | A      | 10.95                  | 10.34                            | 17.24                            |

\* : 最高使用圧力Pにより計算した必要厚さ。

評価 :  $t_s \geq t_r$ ,  $P_E \leq P_{aE}$ , よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

告示第49条第1項及び4項2号 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S <sub>m</sub><br>(MPa) | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t*<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) | 事故時圧力<br>P <sub>E</sub><br>(MPa) | 許容圧力<br>P <sub>aE</sub><br>(MPa) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|--------|-----|-------------|-------------------------|-------|------------------------|------------|--------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 2   | 8.62                 | 302                    | 457.20                        | 29.40        | SFVC2B | S   | 1           | 122                     | 12.5% | 25.72                  | 15.71      | A      | 15.71                  | 10.34                            | 17.24                            |
| 3   | 8.62                 | 302                    | 318.50                        | 21.40        | SFVC2B | S   | 1           | 122                     | 12.5% | 18.72                  | 10.95      | A      | 10.95                  | 10.34                            | 17.24                            |

\* : 最高使用圧力Pにより計算した必要厚さ。

評価 :  $t_s \geq t_r$ ,  $P_E \leq P_{aE}$ , よって十分である。

VI-3-3-3-3 残留熱除去設備の強度計算書



目 次

VI-3-3-3-3-1 残留熱除去系の強度計算書

VI-3-3-3-3-2 耐圧強化ベント系の強度計算書

VI-3-3-3-3-1 残留熱除去系の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-3-3-1-1 残留熱除去系熱交換器の強度計算書
- VI-3-3-3-3-1-2 残留熱除去系ポンプの強度計算書
- VI-3-3-3-3-1-3 残留熱除去系ストレーナの強度計算書
- VI-3-3-3-3-1-4 弁の強度計算書 (残留熱除去系)
- VI-3-3-3-3-1-5 管の強度計算書 (残留熱除去系)

VI-3-3-3-3-1-1 残留熱除去系熱交換器の強度計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」, 「VI-3-2-8 重大事故等クラス2 容器の強度計算方法」及び「VI-3-2-12 重大事故等クラス2 支持構造物（容器）の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名            | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか     |   |              |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分   | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |           |
|----------------|----------------|---|---------------|---|--------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|--------|-----------------|-----------|-----------|
|                |                |   | クラスアップ<br>の有無 |   | 施設時機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |           | SA 条件       |                            |              |        |                 |           |           |
|                |                |   | 管側            | 無 |              |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |        |                 |           | 温度<br>(℃) |
| 残留熱除去系<br>熱交換器 | 既設             | 有   | 管側            | 無 | DB-2         | DB-2      | SA-2      | 無                | 3.73        | 186       | 3.73        | 186                        | 有            | S55 告示 | 既工認             | -         | SA-2      |
|                |                |   | 胴側            | 有 | DB-3         | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18        | 70        | 1.18        | 70                         | -            | S55 告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | -         | SA-2      |

## 目次

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1. 概要                  | 1  |
| 2. 計算条件                | 2  |
| 2.1 計算部位               | 2  |
| 2.2 設計条件               | 2  |
| 3. 強度計算                | 3  |
| 3.1 容器の胴の厚さの計算         | 3  |
| 3.2 容器の鏡板の厚さの計算        | 4  |
| 3.3 容器の管台の厚さの計算        | 5  |
| 3.4 容器の補強を要しない穴の最大径の計算 | 7  |
| 3.5 容器の穴の補強計算          | 8  |
| 4. 支持構造物の強度計算書         | 12 |

## 1. 概要

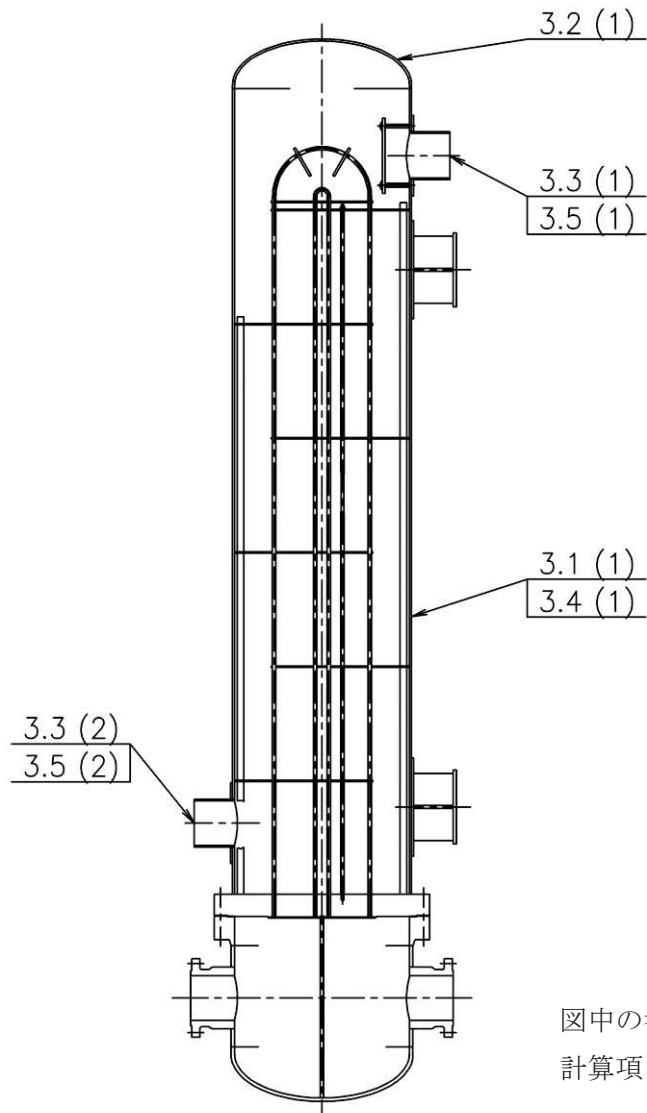
本計算書については、重大事故等対処設備としての評価結果を示すものであるが、残留熱除去系熱交換器の管側は設計基準対象施設としての使用条件を超えないことから、管側の評価結果については平成3年6月19日付け3資庁第1003号にて認可された工事計画のIV-2-1-3-1「残留熱除去系熱交換器の強度計算書」による。



## 2. 計算条件

### 2.1 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次ページ以降の  
計算項目番号を示す。

図 2-1 概要図

### 2.2 設計条件

|             |    |      |
|-------------|----|------|
| 最高使用圧力(MPa) | 胴側 | 1.18 |
| 最高使用温度(°C)  | 胴側 | 70   |

### 3. 強度計算

#### 3.1 容器の胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3120

|                             |                |       |         |
|-----------------------------|----------------|-------|---------|
| 胴板名称                        | (1) 胴側胴板       |       |         |
| 材料                          | SGV49 (SGV480) |       |         |
| 最高使用圧力                      | P              | (MPa) | 1.18    |
| 最高使用温度                      |                | (°C)  | 70      |
| 胴の内径                        | $D_i$          | (mm)  | 1300.00 |
| 許容引張応力                      | S              | (MPa) | 120     |
| 継手効率                        | $\eta$         |       | 0.70    |
| 継手の種類                       | 突合せ両側溶接        |       |         |
| 放射線検査の有無                    | 無し             |       |         |
| 必要厚さ                        | $t_1$          | (mm)  | 3.00    |
| 必要厚さ                        | $t_2$          | (mm)  | 9.21    |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t              | (mm)  | 9.21    |
| 呼び厚さ                        | $t_{s0}$       | (mm)  | 15.00   |
| 最小厚さ                        | $t_s$          | (mm)  |         |
| 評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。 |                |       |         |

### 3.2 容器の鏡板の厚さの計算

#### (1) 設計・建設規格 PVC-3210

鏡板の形状

|   |                           |          |
|---|---------------------------|----------|
| 鏡板名称  |                           | (1) 胴側鏡板 |
| 鏡板の内面における長径                                     | $D_{iL}$ (mm)             | 1300.00  |
| 鏡板の内面における短径の1/2                                 | $h$ (mm)                  | 325.00   |
| 長径と短径の比   | $D_{iL}/(2 \cdot h)$ (mm) | 2.00     |
| 評価： $D_{iL}/(2 \cdot h) \leq 2$ , よって半だ円形鏡板である。 |                           |          |

#### (2) 設計・建設規格 PVC-3220

鏡板の厚さ

|                              |               |                |
|------------------------------|---------------|----------------|
| 鏡板名称                         |               | (1) 胴側鏡板       |
| 材料                           |               | SGV49 (SGV480) |
| 最高使用圧力                       | $P$ (MPa)     | 1.18           |
| 最高使用温度                       | (°C)          | 70             |
| 胴の内径                         | $D_i$ (mm)    | 1300.00        |
| 半だ円形鏡板の形状による係数 $K$           |               | 1.00           |
| 許容引張応力                       | $S$ (MPa)     | 120            |
| 継手効率                         | $\eta$        | 1.00           |
| 継手の種類                        |               | 継手無し           |
| 放射線検査の有無                     |               | —              |
| 必要厚さ                         | $t_1$ (mm)    | 6.43           |
| 必要厚さ                         | $t_2$ (mm)    | 6.40           |
| $t_1, t_2$ の大きい値             | $t$ (mm)      | 6.43           |
| 呼び厚さ                         | $t_{co}$ (mm) | 15.00          |
| 最小厚さ                         | $t_c$ (mm)    |                |
| 評価： $t_c \geq t$ , よって十分である。 |               |                |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.3 容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                             |               |       |       |
|-----------------------------|---------------|-------|-------|
| 管台名称                        | (1) 胴体入口      |       |       |
| 材料                          | STS42(STS410) |       |       |
| 最高使用圧力                      | P             | (MPa) | 1.18  |
| 最高使用温度                      |               | (°C)  | 70    |
| 管台の外径                       | $D_o$         | (mm)  | 355.6 |
| 許容引張応力                      | S             | (MPa) | 103   |
| 継手効率                        | $\eta$        |       | 1.00  |
| 継手の種類                       | 継手無し          |       |       |
| 放射線検査の有無                    | -             |       |       |
| 必要厚さ                        | $t_1$         | (mm)  | 2.03  |
| 必要厚さ                        | $t_3$         | (mm)  | 3.80  |
| $t_1, t_3$ の大きい値            | t             | (mm)  | 3.80  |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$      | (mm)  | 11.10 |
| 最小厚さ                        | $t_n$         | (mm)  |       |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |               |       |       |

O 2 ③ VI-3-3-3-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |       |
|---------------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 管台名称                                  | (2) 胴体出口        |       |       |
| 材料                                    | STS42(STS410)   |       |       |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 1.18  |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 70    |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 355.6 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 103   |
| 継手効率                                  | $\eta$          |       | 1.00  |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |       |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |       |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 2.03  |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | 3.80  |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 3.80  |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 11.10 |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |       |
| 評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。      |                 |       |       |

O 2 ③ VI-3-3-3-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 容器の補強を要しない穴の最大径の計算  
設計・建設規格 PVC-3150(2)

|                                  |        |                    |                              |
|----------------------------------|--------|--------------------|------------------------------|
| 胴板名称                             |        |                    | (1) 胴側胴板                     |
| 材料                               |        |                    | SGV49(SGV480)                |
| 最高使用圧力                           | P      | (MPa)              | 1.18                         |
| 最高使用温度                           |        | (°C)               | 70                           |
| 胴の外径                             | D      | (mm)               | 1330.00                      |
| 許容引張応力                           | S      | (MPa)              | 120                          |
| 胴板の最小厚さ                          | $t_s$  | (mm)               |                              |
| 継手効率                             | $\eta$ |                    | 1.00                         |
| 継手の種類                            |        |                    | 継手無し                         |
| 放射線検査の有無                         |        |                    | —                            |
| $d_{r1} = (D - 2 \cdot t_s) / 4$ |        | (mm)               |                              |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値               |        | (mm)               |                              |
| K                                |        |                    |                              |
| $D \cdot t_s$                    |        | (mm <sup>2</sup> ) |                              |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値              |        | (mm)               | 167.34                       |
| 補強を要しない穴の最大径                     |        | (mm)               | 167.34                       |
| 評価：補強の計算を要する穴の名称                 |        |                    | 胴体入口(3.5(1))<br>胴体出口(3.5(2)) |

O 2 ③ VI-3-3-3-3-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.5 容器の穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 WELD-16

|                            |          |                    |                |
|----------------------------|----------|--------------------|----------------|
| 部材名称                       |          |                    | (1) 胴体入口       |
| 胴板材料                       |          |                    | SGV49 (SGV480) |
| 管台材料                       |          |                    | STS42 (STS410) |
| 強め板材料                      |          |                    | SGV49 (SGV480) |
| 最高使用圧力                     | P        | (MPa)              | 1.18           |
| 最高使用温度                     |          | (°C)               | 70             |
| 胴板の許容引張応力                  | $S_s$    | (MPa)              | 120            |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$    | (MPa)              | 103            |
| 強め板の許容引張応力                 | $S_e$    | (MPa)              | 120            |
| 穴の径                        | d        | (mm)               |                |
| 管台が取り付く穴の径                 | $d_w$    | (mm)               | 359.60         |
| 胴板の最小厚さ                    | $t_s$    | (mm)               |                |
| 管台の最小厚さ                    | $t_n$    | (mm)               |                |
| 胴板の継手効率                    | $\eta$   |                    | 1.00           |
| 係数                         | F        |                    | 1.00           |
| 胴の内径                       | $D_i$    | (mm)               | 1300.00        |
| 胴板の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$ | (mm)               | 6.43           |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$ | (mm)               |                |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$    | (mm <sup>2</sup> ) |                |
| 補強の有効範囲                    | $X_1$    | (mm)               |                |
| 補強の有効範囲                    | $X_2$    | (mm)               |                |
| 補強の有効範囲                    | X        | (mm)               |                |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$    | (mm)               |                |
| 強め板の最小厚さ                   | $t_e$    | (mm)               |                |
| 強め板の外径                     | $B_e$    | (mm)               | 600.00         |
| 管台の外径                      | $D_{on}$ | (mm)               | 355.60         |
| 溶接寸法                       | $L_1$    | (mm)               | 8.49           |
| 溶接寸法                       | $L_2$    | (mm)               | 7.85           |
| 胴板の有効補強面積                  | $A_1$    | (mm <sup>2</sup> ) |                |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$    | (mm <sup>2</sup> ) |                |
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$    | (mm <sup>2</sup> ) | 133.7          |
| 強め板の有効補強面積                 | $A_4$    | (mm <sup>2</sup> ) |                |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$    | (mm <sup>2</sup> ) |                |
| 補強： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |          |                    |                |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|  |          |
|--|----------|
| 部材名称   | (1) 胴体入口 |
| 大きい穴の補強                                      |          |
| 補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)                       | 650.00   |
| 評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。         |          |
| 溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)                          |          |
| 溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)                          |          |
| 溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)                           |          |
| 評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |          |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



容器の穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 W E L D - 16

|                            |          |                    |                |
|----------------------------|----------|--------------------|----------------|
| 部材名称                       |          |                    | (2) 胴体出口       |
| 胴板材料                       |          |                    | SGV49 (SGV480) |
| 管台材料                       |          |                    | STS42 (STS410) |
| 強め板材料                      |          |                    | SGV49 (SGV480) |
| 最高使用圧力                     | P        | (MPa)              | 1.18           |
| 最高使用温度                     |          | (°C)               | 70             |
| 胴板の許容引張応力                  | $S_s$    | (MPa)              | 120            |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$    | (MPa)              | 103            |
| 強め板の許容引張応力                 | $S_e$    | (MPa)              | 120            |
| 穴の径                        | d        | (mm)               |                |
| 管台が取り付く穴の径                 | $d_w$    | (mm)               | 359.60         |
| 胴板の最小厚さ                    | $t_s$    | (mm)               |                |
| 管台の最小厚さ                    | $t_n$    | (mm)               |                |
| 胴板の継手効率                    | $\eta$   |                    | 1.00           |
| 係数                         | F        |                    | 1.00           |
| 胴の内径                       | $D_i$    | (mm)               | 1300.00        |
| 胴板の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$ | (mm)               | 6.43           |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$ | (mm)               |                |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$    | (mm <sup>2</sup> ) |                |
| 補強の有効範囲                    | $X_1$    | (mm)               |                |
| 補強の有効範囲                    | $X_2$    | (mm)               |                |
| 補強の有効範囲                    | X        | (mm)               |                |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$    | (mm)               |                |
| 強め板の最小厚さ                   | $t_e$    | (mm)               |                |
| 強め板の外径                     | $B_e$    | (mm)               | 600.00         |
| 管台の外径                      | $D_{on}$ | (mm)               | 355.60         |
| 溶接寸法                       | $L_1$    | (mm)               | 8.49           |
| 溶接寸法                       | $L_2$    | (mm)               | 7.85           |
| 胴板の有効補強面積                  | $A_1$    | (mm <sup>2</sup> ) |                |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$    | (mm <sup>2</sup> ) |                |
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$    | (mm <sup>2</sup> ) | 133.7          |
| 強め板の有効補強面積                 | $A_4$    | (mm <sup>2</sup> ) |                |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$    | (mm <sup>2</sup> ) |                |
| 補強： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |          |                    |                |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|  |          |  |
|--|----------|--|
| 部材名称   | (2) 胴体出口 |  |
| 大きい穴の補強                                      |          |  |
| 補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)                       | 650.00   |  |
| 評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。         |          |  |
| 溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)                          |          |  |
| 溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)                          |          |  |
| 溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)                           |          |  |
| 評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |          |  |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

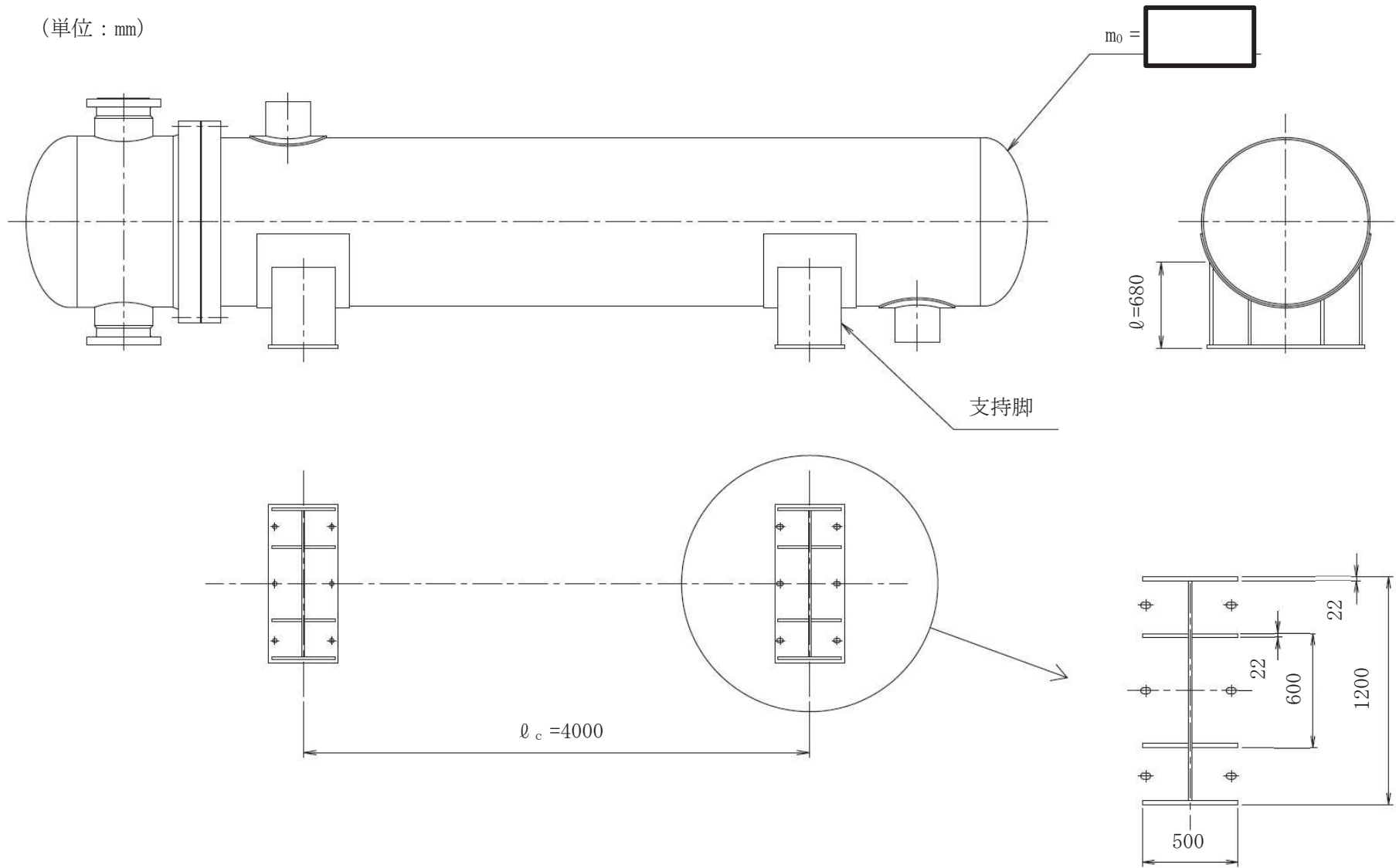
4. 支持構造物の強度計算書

(1) 一次圧縮応力及び一次曲げ応力による組合せ評価

| 種類      | 脚本数 | 材料    | 最高使用温度<br>(°C) | F 値<br>(MPa) | 鉛直荷重<br>$F_c$ (N) | 断面積<br>$A$ (mm <sup>2</sup> ) | 曲げモーメント<br>$M$ (N・mm) | 断面係数<br>$Z$ (mm <sup>3</sup> ) |
|---------|-----|-------|----------------|--------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 横置円筒形容器 | 2   | SS400 | 70             | 268          |                   | $6.846 \times 10^4$           |                       |                                |

| 一次圧縮応力<br>$\sigma_c$ (MPa) | 許容圧縮応力<br>$f_c$ (MPa) | 一次曲げ応力<br>$\sigma_b$ (MPa) | 許容曲げ応力<br>$f_b$ (MPa) | 組合せ評価<br>$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1$ | 評価                       |
|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---|--------------------------|
|                            | 176                   |                            | 178                   | 0.37  | 算出値は、許容値以下であるので強度は十分である。 |

(単位 : mm)



残留熱除去系熱交換器 支持構造物の強度計算説明図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-3-1-3 残留熱除去系ストレーナの強度計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名             | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>を対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |               |           |               | 既工認にお<br>ける<br>評価結果の<br>有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分           | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |           |
|-----------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------|-----------|---------------|----------------------------|--------------|----------------|-----------------|-----------|-----------|
|                 |                |   | クラス<br>アップの<br>有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件         |           | SA 条件         |                            |              |                |                 |           |           |
|                 |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(kPa)   | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(kPa)   |                            |              |                |                 |           | 温度<br>(℃) |
| 残留熱除去系<br>ストレーナ | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | —<br>[427] *1 | 104 *2    | —<br>[854] *1 | 200                        | —            | 設計・建設<br>規格 *3 | 設計・建設<br>規格     | —         | SA-2      |

注記\*1：残留熱除去系ストレーナは、その機能及び構造上の耐圧機能を必要としないため、最高使用圧力を設定しないが、ここではサブプレッションチェンバの最高使用圧力を [ ] 内に示す。

\*2：サブプレッションチェンバの最高使用温度を示す。

\*3：「沸騰水型原子力発電設備における非常用炉心冷却設備及び格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価及び構造強度評価について」（平成17・10・13原院第4号（平成17年10月25日））に従い、大型化改造工事時に大型化改造工認を提出。

## 目次

|   |    |
|---|----|
| 1. 概要                                       | 1  |
| 2. 一般事項                                     | 1  |
| 2.1 構造計画                                    | 1  |
| 2.2 評価方針                                    | 3  |
| 2.3 適用規格・基準等                                | 4  |
| 2.4 記号の説明                                   | 5  |
| 2.5 計算精度と数値の丸め方                             | 6  |
| 3. 評価部位                                     | 7  |
| 4. 構造強度評価                                   | 9  |
| 4.1 構造強度評価方法                                | 9  |
| 4.2 荷重の組合せ及び許容応力                            | 9  |
| 4.2.1 荷重の組合せ及び供用状態                          | 9  |
| 4.2.2 許容応力                                  | 9  |
| 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件                         | 9  |
| 4.2.4 設計荷重                                  | 13 |
| 4.3 解析モデル                                   | 19 |
| 4.4 計算方法                                    | 20 |
| 4.4.1 応力評価点                                 | 20 |
| 4.4.2 応力計算方法                                | 20 |
| 4.5 計算条件                                    | 30 |
| 4.6 応力の評価                                   | 32 |
| 4.7 設計・建設規格又は告示第501号における材料の規定によらない場合<br>の評価 | 32 |
| 4.7.1 アウタージャケット及びフランジプレートの評価結果              | 32 |
| 4.7.2 多孔プレートの評価結果                           | 33 |
| 5. 評価評価                                     | 34 |
| 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果                       | 34 |
| 6. 引用文献                                     | 36 |



## 1. 概要

本計算書は、重大事故等クラス 2 機器として兼用される残留熱除去系ストレーナについて、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、材料及び構造について評価を実施する。当該設備の評価は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という。）第 55 条（材料及び構造）に規定されており、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 1306194 号）（以下「技術基準規則の解釈」という。）に従い、設計基準対象施設の規定を準用する。

また、技術基準規則の解釈第 17 条 4 において「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））に適合することと規定されている。

本計算書は、残留熱除去系ストレーナがこれらの要求事項に対して十分な強度を有することを確認するための強度評価について示すものである。

なお、残留熱除去系ストレーナ、高圧炉心スプレイ系ストレーナ及び低圧炉心スプレイ系ストレーナは同形状を有していることから、本計算書では残留熱除去系ストレーナ、高圧炉心スプレイ系ストレーナ及び低圧炉心スプレイ系ストレーナの荷重条件で最大となる値を使用して評価している。

以下、重大事故等クラス 2 としての強度評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

残留熱除去系ストレーナ、高圧炉心スプレイ系ストレーナ及び低圧炉心スプレイ系ストレーナの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要   |  | 概略構造図    |  |
|---|--|----------|--|
| 基礎・支持構造   | 主体構造   |          |  |
| <p>ストレーナはサブレーションプール内に水没された状態で設置されており、原子炉格納容器貫通部に取り付けられたティーにフランジ及び取付ボルトにより据え付けられる。</p> | <p>外径 <input type="text"/> mm, 長さ <input type="text"/> mm (ストレーナ 1) または <input type="text"/> mm (ストレーナ 2) の鋼製構造物である。</p> |          |  |
|   |  |          |  |
|   |  | (単位: mm) |  |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2.2 評価方針

残留熱除去系ストレーナの応力評価は、「2.1 構造計画」にて示す残留熱除去系ストレーナの部位を踏まえ、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、設計荷重による応力が許容限界内に収まることを、「4. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

残留熱除去系ストレーナの応力評価のうち、解析モデルを用いる評価部位についての評価フローを図 2-1 に示す。解析モデルを用いない評価部位については、強度計算式から応力を算出し評価を行う。

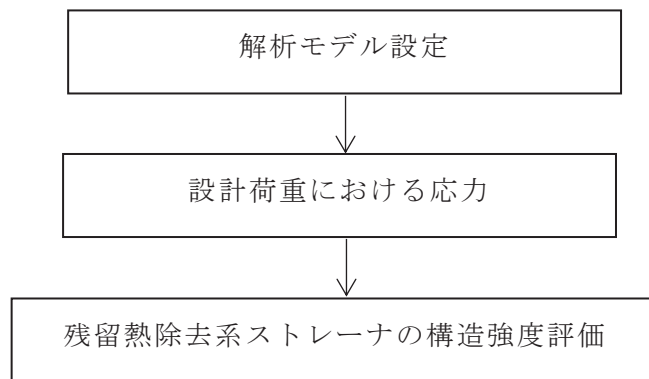


図 2-1 残留熱除去系ストレーナの応力評価フロー

### 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年追補版含む。))  
J S M E S N C 1 -2005/2007(日本機械学会 2007年9月)(以下「設計・建設規格」という。)
- (2) 非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について  
(内規)  
(平成20・02・12原院第5号(平成20年2月27日原子力安全・保安院制定))

## 2.4 記号の説明

| 記号       | 記号の説明                             | 単位          |
|----------|-----------------------------------|-------------|
| $A_A$    | 実効面積                              | $m^2$       |
| $A_J$    | アウトージャケットの有効断面積                   | $mm^2$      |
| $C_D$    | 定常ドラッグ係数                          | —           |
| $CH_A$   | チャギング時の加速度ドラッグ荷重                  | $N/m^3$     |
| $CH_D$   | チャギング時の定常ドラッグ荷重                   | $N/m^2$     |
| $CO_A$   | 蒸気凝縮時の加速度ドラッグ荷重                   | $N/m^3$     |
| $CO_D$   | 蒸気凝縮時の定常ドラッグ荷重                    | $N/m^2$     |
| $d$      | 孔径                                | $mm$        |
| $DP$     | 差圧                                | $kPa$       |
| $F_x$    | ストレーナとフランジ取合い部に加わる反力 (x 方向)       | $N$         |
| $F_y$    | ストレーナとフランジ取合い部に加わる反力 (y 方向)       | $N$         |
| $F_z$    | ストレーナとフランジ取合い部に加わる反力 (z 方向)       | $N$         |
| $h$      | 孔の間隔                              | $mm$        |
| $L$      | ストレーナ長さ                           | $mm$        |
| $M_x$    | ストレーナとフランジ取合い部に加わる配管系モーメント (x 方向) | $N \cdot m$ |
| $M_y$    | ストレーナとフランジ取合い部に加わる配管系モーメント (y 方向) | $N \cdot m$ |
| $M_z$    | ストレーナとフランジ取合い部に加わる配管系モーメント (z 方向) | $N \cdot m$ |
| $LAB_A$  | 気泡形成時の加速度ドラッグ荷重                   | $N/m^3$     |
| $LAB_D$  | 気泡形成時の定常ドラッグ荷重                    | $N/m^2$     |
| $OD$     | 外径                                | $mm$        |
| $P$      | 孔の間隔 (中心間)                        | $mm$        |
| $SRV_D$  | 逃がし安全弁作動時の定常ドラッグ荷重                | $N/m^2$     |
| $SRV_A$  | 逃がし安全弁作動時の加速度ドラッグ荷重               | $N/m^3$     |
| $t$      | アウトージャケットの厚さ                      | $mm$        |
| $FAB_A$  | フォールバック時の加速度ドラッグ荷重                | $N/m^3$     |
| $FAB_D$  | フォールバック時の定常ドラッグ荷重                 | $N/m^2$     |
| $Z$      | 断面係数                              | $mm^3$      |
| $\pi$    | 円周率                               | —           |
| $L_{cg}$ | フランジからストレーナ重心までの距離                | $mm$        |
| $V_A$    | 加速度ドラッグ体積                         | $m^3$       |
| $w$      | ウェブ幅                              | $mm$        |
| $n$      | ウェブ個数                             | —           |
| $s$      | アウトージャケットの等価肉厚                    | $mm$        |

注：ここで定義されない記号については、各計算の項目において説明する。

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類              | 単位              | 処理桁        | 処理方法 | 表示桁                    |
|--------------------|-----------------|------------|------|------------------------|
| 圧力                 | kPa             | 有効数字 4 桁目  | 四捨五入 | 有効数字 3 桁               |
| 温度                 | ℃               | 小数点以下第 1 位 | 四捨五入 | 整数位                    |
| 質量                 | kg              | 小数点以下第 1 位 | 四捨五入 | 整数位                    |
| 長さ                 | mm              | —          | —    | 整数位 <sup>*1</sup>      |
| 面積                 | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入 | 有効数字 4 桁 <sup>*2</sup> |
| モーメント              | N・m             | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入 | 有効数字 4 桁 <sup>*2</sup> |
| 力                  | N               | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入 | 有効数字 4 桁 <sup>*2</sup> |
| 計算応力               | MPa             | 小数点以下第 1 位 | 切上げ  | 整数位                    |
| 許容応力 <sup>*3</sup> | MPa             | 小数点以下第 1 位 | 切捨て  | 整数位                    |

注記\*1：設計上定める値に応じて、小数点以下第 1 位表示又は小数点以下第 2 位表示とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における許容引張応力は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 3. 評価部位

残留熱除去系ストレーナの応力評価は、「4.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、主要部品であるアウトージャケット、フランジプレート、ディスクシート(多孔プレート)、ポケットシート(多孔プレート)、フロントシート(多孔プレート)及びストレーナ取付部ボルトについて実施する。

残留熱除去系ストレーナの取付け状況を図 3-1 に、形状及び主要寸法を図 3-2 に示す。

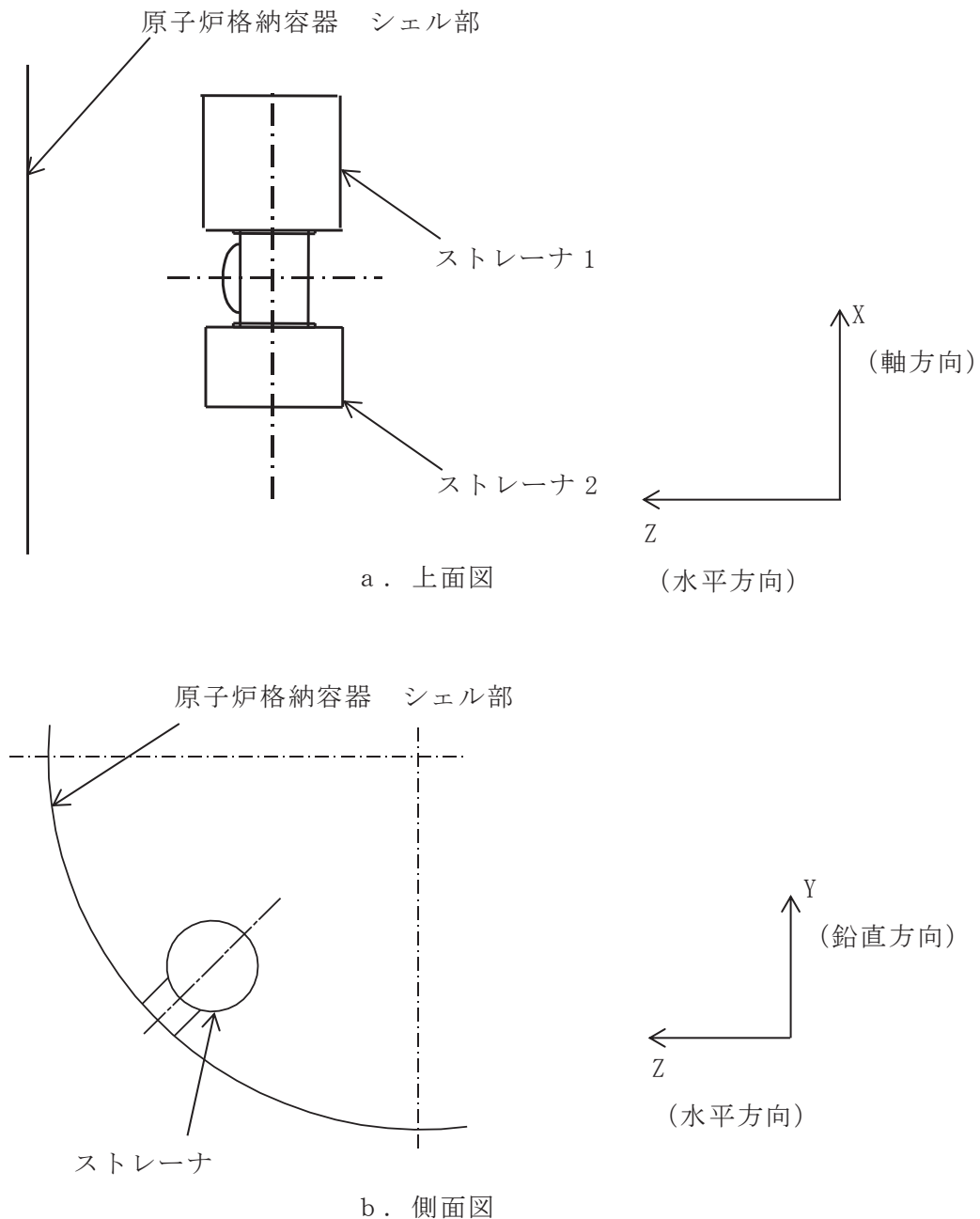
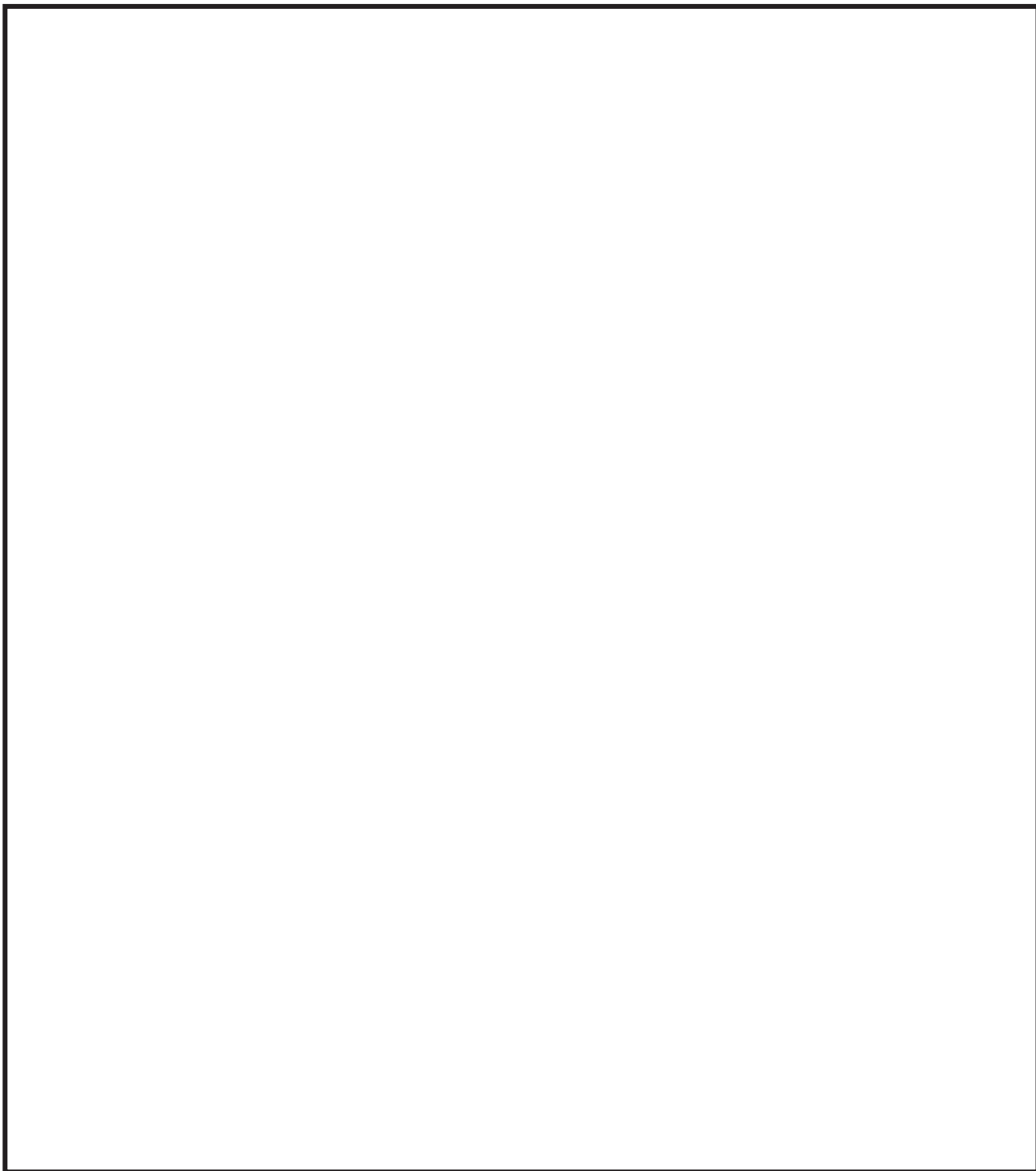


図 3-1 残留熱除去系ストレーナの取付け状況  
(原子炉格納容器貫通部 X-214A の場合)



- |                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| ① アウタージャケット        | (厚さ <input type="text"/> mm) |
| ② フランジプレート         | (厚さ <input type="text"/> mm) |
| ③ ディスクシート (多孔プレート) | (厚さ <input type="text"/> mm) |
| ④ ポケットシート (多孔プレート) | (厚さ <input type="text"/> mm) |
| ⑤ フロントシート (多孔プレート) | (厚さ <input type="text"/> mm) |

図 3-2 残留熱除去系ストレーナの形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

残留熱除去系ストレーナの質量には，ストレーナに付着する異物量を考慮し，荷重の算出において組み合わせるものとする。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び供用状態

残留熱除去系ストレーナの荷重の組合せ及び供用状態を表 4-1 に，荷重の組合せ整理表を表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

残留熱除去系ストレーナの許容応力を表 4-3 に示す。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

残留熱除去系ストレーナの許容応力評価条件を表 4-4 に示す。

なお，各評価部位の使用材料については以下のとおり。

アウタージャケット  
フランジプレート  
多孔プレート  
ストレーナ取付部ボルト



表 4-1 荷重の組合せ及び供用状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分      |                         | 機器名称               | 機器等の区分         | 荷重の組合せ                  | 供用状態    |
|-----------|-------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|---------|
| 原子炉冷却系統施設 | 残留熱除去設備                 | 残留熱除去系<br>ストレーナ    | 重大事故等<br>クラス 2 | $D + P_{SAD} + M_{SAD}$ | 重大事故等時* |
| 原子炉冷却系統施設 | 非常用炉心冷却設備<br>その他原子炉注水設備 | 残留熱除去系<br>ストレーナ    | 重大事故等<br>クラス 2 | $D + P_{SAD} + M_{SAD}$ | 重大事故等時* |
| 原子炉冷却系統施設 | 非常用炉心冷却設備<br>その他原子炉注水設備 | 高圧炉心スプレイ系<br>ストレーナ | 重大事故等<br>クラス 2 | $D + P_{SAD} + M_{SAD}$ | 重大事故等時* |
| 原子炉冷却系統施設 | 非常用炉心冷却設備<br>その他原子炉注水設備 | 低圧炉心スプレイ系<br>ストレーナ | 重大事故等<br>クラス 2 | $D + P_{SAD} + M_{SAD}$ | 重大事故等時* |
| 原子炉格納施設   | 圧力低減設備<br>その他の安全設備      | 残留熱除去系<br>ストレーナ    | 重大事故等<br>クラス 2 | $D + P_{SAD} + M_{SAD}$ | 重大事故等時* |

注記\*：重大事故等時として運転状態 V(L) は供用状態 A，運転状態 V(S) は供用状態 D の許容限界を用いる。

表 4-2 荷重の組合せ整理表(重大事故等対処設備)

| 組合せ<br>No. | 運転状態     | 死荷重 | 異物<br>荷重 | 差圧 | SRV荷重 |           | LOCA荷重                |              |               | 供用状態                 |
|------------|----------|-----|----------|----|-------|-----------|-----------------------|--------------|---------------|----------------------|
|            |          |     |          |    | 運転時   | 中小<br>破断時 | プールスウェル<br>(LAB, FAB) | 蒸気凝縮<br>(CO) | チャギング<br>(CH) |                      |
| SA-1       | 運転状態V(L) | ○   | ○        | ○  |       |           |                       |              |               | 重大事故等時 <sup>*1</sup> |
| SA-2       | 運転状態V(S) | ○   | ○        | ○  |       |           |                       | ○            |               | 重大事故等時 <sup>*1</sup> |
| SA-3       | 運転状態V(S) | ○   | ○        | ○  |       | ○         |                       |              | ○             | 重大事故等時 <sup>*1</sup> |
| SA-4       | 運転状態V(S) | ○   |          |    |       |           | ○ <sup>*2</sup>       |              |               | 重大事故等時 <sup>*1</sup> |
| SA-5       | 運転状態V(S) | ○   |          |    |       |           | ○ <sup>*3</sup>       |              |               | 重大事故等時 <sup>*1</sup> |

注記\*1：重大事故等時として運転状態V(L)は供用状態A，運転状態V(S)は供用状態Dの許容限界を用いる。

\*2：気泡形成(LAB)

\*3：フォールバック(FAB)

表 4-3 許容応力

(重大事故等クラス 2 管)

| 供用状態    | 許容限界    |  |
|---------|---------|--|
|         | 一次一般膜応力 | 一次応力<br>(曲げ応力含む)                         |
| 重大事故等時* | S       | 長期荷重 $1.5 \cdot S$<br>短期荷重 $1.8 \cdot S$ |

(重大事故クラス 2 耐圧部テンションボルト)

| 供用状態    | 許容限界        |
|---------|-------------|
| 重大事故等時* | $2 \cdot S$ |

注記\*：重大事故等時として運転状態 V (L) は供用状態 A，運転状態 V (S) は供用状態 D の許容限界を用いる。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

| 評価部材        | 材料     | 温度条件<br>(°C)           |  | S<br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (R T)<br>(MPa) |
|-------------|--------|------------------------|--|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
|             |        | アウトージャケット,<br>フランジプレート |  | 最高使用温度     | 200                     |                         | —                             |
| 多孔プレート      | 最高使用温度 | 200                    |  | —          | —                       |                         | —                             |
| ストレーナ取付部ボルト | 最高使用温度 | 200                    |  | —          | —                       |                         | —                             |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 死荷重

残留熱除去系ストレーナの自重による荷重及び残留熱除去系ストレーナに付着する異物の自重による異物荷重の2つの死荷重を考慮する。

残留熱除去系ストレーナの自重 =  (N),  (N)

異物荷重 =  (N),  (N)

##### (2) 差圧

差圧による荷重は、異物付着時の残留熱除去系ストレーナを通しての最大設計差圧より設定し、以下の通りとする。

また差圧による荷重の作用方向を図4-1に示す。

差圧荷重 =  (kPa)

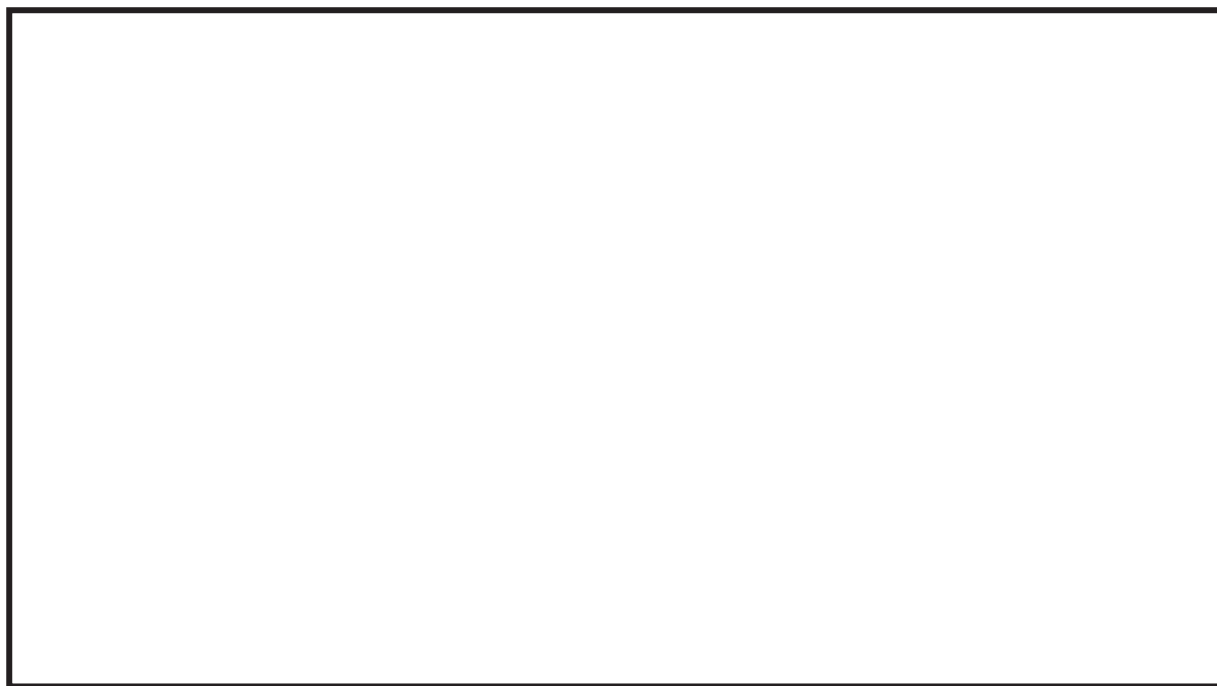


図 4-1 差圧荷重の作用方向

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 水力学的動荷重(逃がし安全弁作動時荷重及び原子炉冷却材喪失時荷重)

逃がし安全弁作動時及び原子炉冷却材喪失時には、サプレッションチェンバ内の水中構造物に様々な荷重が水力学的動荷重として作用する。これらの荷重については、原子力安全委員会が策定した評価指針(BWR・MARK I 型格納容器圧力抑制系に加わる動荷重の評価指針について(以下「MARK-I 動荷重指針」という。))に準じて荷重の評価を実施する。

なお、残留熱除去系ストレーナは、ダウンカムから下方かつ側面方向に設置されており、プールスウェル荷重の内のベントクリアリング及びプール水面上昇による荷重は十分小さいため評価対象としない。

水力学的動荷重の作用方向を図 4-2 に示す。軸方向の荷重はフロントシート及びディスクシートに作用する。軸直角方向の荷重はアウトージャケット及びポケットシートに作用する。

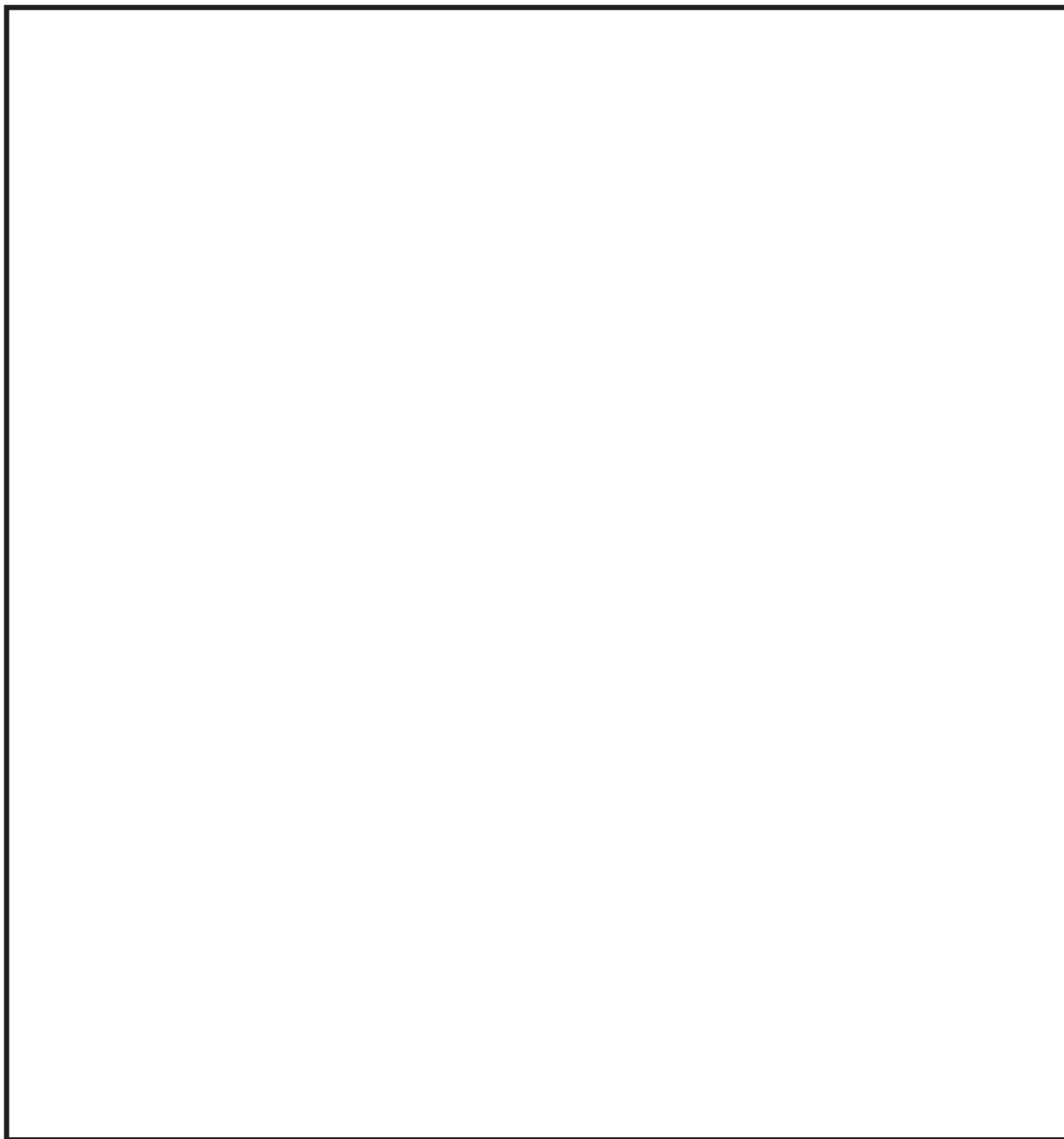


図 4-2 水力的動的荷重の作用方向

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

「MARK-I 動荷重指針」に基づき、残留熱除去系ストレーナに加わる逃がし安全弁作動時荷重を算出した結果を表 4-5 及び表 4-6 に示す。これらの表に示した荷重は、考慮すべき水力的動荷重が最大となる位置を選定して算出した値である。

なお、最終的な荷重はそれぞれ下記となる。

$$\text{定常ドラッグ荷重 (N)} = \text{下記荷重 (N/m}^2\text{)} \times A_A \times C_D$$

$$\text{加速度ドラッグ荷重 (N)} = \text{下記荷重 (N/m}^3\text{)} \times V_A$$

$A_A$ ：実効面積は荷重方向に応じたストレーナの投影面積に相当し、荷重方向に応じて端面の円の面積  又は円柱の断面積   を用いる。

$C_D$ ： を用いる。

$V_A$ ：ストレーナ 1 の軸方向に対しては 、軸直角方向には   
ストレーナ 2 の軸方向に対しては 、軸直角方向には  を用いる。

表 4-5 逃がし安全弁作動時荷重 (ストレーナ 1)

| 荷重                                  | 軸方向 | 鉛直方向 | 水平方向 | 備考        |
|-------------------------------------|-----|------|------|-----------|
| 逃がし安全弁作動時荷重*<br>(SRV <sub>D</sub> ) |     |      |      | 定常ドラッグ荷重  |
| (SRV <sub>A</sub> )                 |     |      |      | 加速度ドラッグ荷重 |

注記\*：逃がし安全弁作動時荷重は、定常ドラッグ荷重と加速度ドラッグ荷重との代数和とする。

表 4-6 逃がし安全弁作動時荷重 (ストレーナ 2)

| 荷重                                  | 軸方向 | 鉛直方向 | 水平方向 | 備考        |
|-------------------------------------|-----|------|------|-----------|
| 逃がし安全弁作動時荷重*<br>(SRV <sub>D</sub> ) |     |      |      | 定常ドラッグ荷重  |
| (SRV <sub>A</sub> )                 |     |      |      | 加速度ドラッグ荷重 |

注記\*：逃がし安全弁作動時荷重は、定常ドラッグ荷重と加速度ドラッグ荷重との代数和とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



「MARK-I 動荷重指針」に基づき、残留熱除去系ストレーナに加わる原子炉冷却材喪失時荷重を算出した結果を表 4-7 及び表 4-8 に示す。これらの表に示した荷重は、考慮すべき水力的動荷重が最大となる位置を選定して算出した値である。

$$\text{定常ドラッグ荷重 (N)} = \text{下記荷重 (N/m}^2\text{)} \times A_A \times C_D$$

$$\text{加速度ドラッグ荷重 (N)} = \text{下記荷重 (N/m}^3\text{)} \times V_A$$

表 4-7 原子炉冷却材喪失時の荷重 (ストレーナ 1)

| 荷重*                            | 軸方向 | 鉛直方向 | 水平方向 | 備考        |
|--------------------------------|-----|------|------|-----------|
| 気泡形成<br>(LAB <sub>A</sub> )    |     |      |      | 加速度ドラッグ荷重 |
| (LAB <sub>D</sub> )            |     |      |      | 定常ドラッグ荷重  |
| 蒸気凝縮<br>(CO <sub>A</sub> )     |     |      |      | 加速度ドラッグ荷重 |
| (CO <sub>D</sub> )             |     |      |      | 定常ドラッグ荷重  |
| チャギング<br>(CH <sub>A</sub> )    |     |      |      | 加速度ドラッグ荷重 |
| (CH <sub>D</sub> )             |     |      |      | 定常ドラッグ荷重  |
| フォールバック<br>(FAB <sub>A</sub> ) |     |      |      | 加速度ドラッグ荷重 |
| (FAB <sub>D</sub> )            |     |      |      | 定常ドラッグ荷重  |

注記\*：荷重は加速度ドラッグ荷重と定常ドラッグ荷重との代数和とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-8 原子炉冷却材喪失時の荷重（ストレーナ 2）

| 荷重*                              | 軸方向 | 鉛直方向 | 水平方向 | 備考        |
|----------------------------------|-----|------|------|-----------|
| 気泡形成<br>(L A B <sub>A</sub> )    |     |      |      | 加速度ドラッグ荷重 |
| (L A B <sub>D</sub> )            |     |      |      | 定常ドラッグ荷重  |
| 蒸気凝縮<br>(C O <sub>A</sub> )      |     |      |      | 加速度ドラッグ荷重 |
| (C O <sub>D</sub> )              |     |      |      | 定常ドラッグ荷重  |
| チャギング<br>(C H <sub>A</sub> )     |     |      |      | 加速度ドラッグ荷重 |
| (C H <sub>D</sub> )              |     |      |      | 定常ドラッグ荷重  |
| フォールバック<br>(F A B <sub>A</sub> ) |     |      |      | 加速度ドラッグ荷重 |
| (F A B <sub>D</sub> )            |     |      |      | 定常ドラッグ荷重  |

注記\*：荷重は加速度ドラッグ荷重と定常ドラッグ荷重との代数和とする。

O 2 ③ VI-3-3-3-1-3 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 4.3 解析モデル

残留熱除去系ストレーナの応答解析及び応力評価は、はりモデル及び三次元シェルモデルによる有限要素解析手法を適用する。なお、ストレーナ本体の応力計算に用いた三次元シェルモデル(以下「応力解析用モデル」という。)については、「4.4 計算方法」で説明する。本項においては、ストレーナから原子炉格納容器貫通部外の残留熱除去系ポンプ又はアンカサポートまでの配管をモデル化したはりモデル(以下「応答解析用モデル」という。)について説明する。解析モデルは、添付書類「VI-2-5-4-1-3 残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書」に示す応答解析用モデル及び応力解析用モデルと同じモデルである。

残留熱除去系ストレーナの応答解析用モデルの概要を以下に示す。

- (1) 応答解析用モデルでは、ストレーナから原子炉格納容器貫通部外の残留熱除去系ポンプ又はアンカサポートまでの配管を、はり要素を用いた有限要素モデルとしてモデル化して解析を行い、ストレーナとティーの取合い部に発生する荷重を算出する。
- (2) 原子炉格納容器貫通部は6軸方向拘束点とする。
- (3) ストレーナの質量は、各ストレーナの重心位置に集中質量を与える。
- (4) 本設備はサプレッションプールに水没している機器であるため、応答解析では内包水及び排除水の影響を加味し、ストレーナ質量に含める。また、異物の質量も応答解析において考慮する。
- (5) 解析コードは「ISAP」を使用し、ストレーナとティーの取合い部に発生する荷重を求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「VI-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

#### 4.4 計算方法

残留熱除去系ストレーナについて、形状、設置レベルが同一である事及び考慮すべき水力学的動荷重（逃がし安全弁作動時荷重及び原子炉冷却材喪失時荷重）として最大となる位置の値を使用して計算することから、応力評価は代表して1組の残留熱除去系ストレーナにつき実施する。

##### 4.4.1 応力評価点

残留熱除去系ストレーナの構造及び形状を考慮して、アウタージャケット、フランジプレート、多孔プレート及びストレーナ取付部ボルトを応力評価部位として選定し、評価を実施する。

なお、多孔プレートについては、軸対称で同一の構造であることから、その中の代表的な応力評価部位を選定し、各々の評価部位に対し評価を実施する。

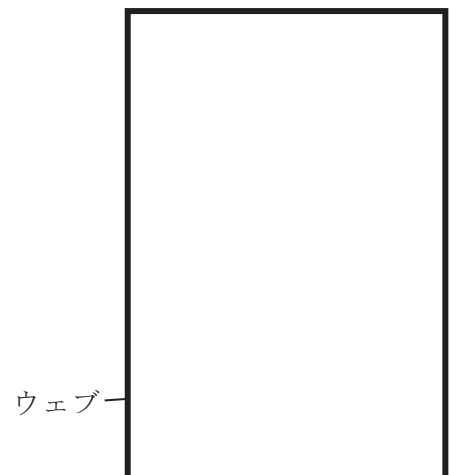
##### 4.4.2 応力計算方法

各応力評価部位の応力計算方法について、以下に示す。

###### (1) アウタージャケット

アウタージャケットの仕様を以下に示す。

外径(OD)  mm  
 アウタージャケットの厚さ(t)  mm  
 ウェブ幅(w)  mm  
 ウェブ個数(n)  個



配管系にストレーナが設置された状態で、ストレーナに水力学的動荷重が加えられる。これらの荷重に対してはアウタージャケットで強度を持たせている。従ってアウタージャケットは、ストレーナも含めた配管系の解析から得られたストレーナとティーの取合部に加わる水力学的動荷重に対する配管の反力及びモーメントを用いて、強度評価を実施する。

評価に用いた配管の反力及びモーメントは、ストレーナとそれに接続するティーを含む配管を質点-梁にモデル化して、計算機コード「ISAP」を用いて解析した結果より得られたものである。

アウタージャケットは一次応力（曲げ応力を含む）に対して評価を行うものとする。なお、二次応力については、ストレーナ端部の拘束がないことから考慮しない。また、一次一般膜応力はストレーナの構造上内圧を有さないことから考慮しない。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

アウトージャケットは円筒の片持ち梁と仮定し、ストレーナとティー取合い部に加わるモーメント及び反力を加えることで発生応力を求める。アウトージャケットの応力算出方法を以下に示す。

- ・アウトージャケットの応力評価はクラス2管の応力評価(設計・建設規格 PPC-3520)を準用する。
- ・モーメントによる応力について、ストレーナに加わる配管モーメントのうち $M_x$ は無視できるほど小さいため、 $M_y$ と $M_z$ の二乗和平方根 $M = \sqrt{M_y^2 + M_z^2}$ を求める。
- ・膜応力については、膜応力成分となる軸力( $F_x$ )から応力を求め、前記に示すモーメントより求めた応力と加えて発生応力 $\sigma = M/Z + F_x/A_J$ を求める。

なおアウトージャケットにある窓部の欠損を考慮した等価肉厚に置き換えて評価を行う。アウトージャケットの等価肉厚 $s$ は以下のとおり算出される。

$$s = n \times w \times t / \pi / OD = \boxed{\phantom{000}} \text{ mm}$$

上記等価肉厚における断面係数 $Z$ 及びアウトージャケットの有効断面積 $A_J$ は以下のとおり算出される。

$$Z : \boxed{\phantom{00000}} \text{ mm}^3, A_J : \boxed{\phantom{00000}} \text{ mm}^2$$

以上の評価式及び値を適用し、「4.5 計算条件」の表 4-9 及び表 4-10 に示す配管の反力及びモーメントを用いてアウトージャケットに発生する応力を算出する。

## (2) フランジプレート

フランジプレートについては、アウトージャケットの重心まで含む FEM モデルを用いて応力を算定する。

フランジプレートに発生する応力は、アウトージャケットの重心まで含むシェル要素でモデル化し(図 4-3 参照)、計算機コード ANSYS を使用して計算した結果を用いる。

フランジプレートはアウトージャケットに加わった水学的動荷重を受けているので、アウトージャケットと同様に「4.5 計算条件」の表 4-9 及び表 4-10 に示す配管の反力及びモーメントを用いて応力を算定する。

なお、入力荷重は既工認評価時の荷重と同じ値であることから、計算結果は既工認評価時と同じ値を用いる。

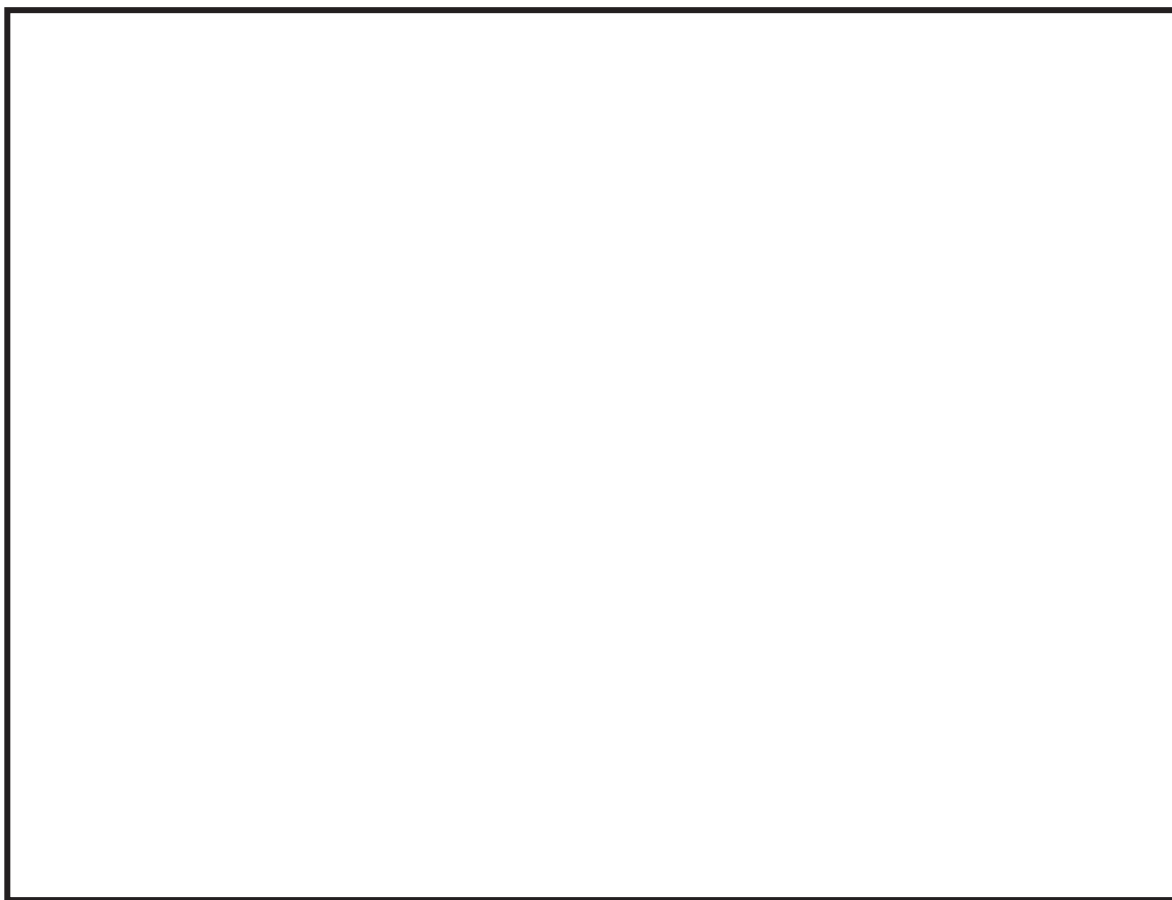


図 4-3 フランジプレートの計算モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 多孔プレート

多孔プレートについては、代表部位について作成した FEM モデルを用いて応力を算定する。多孔プレートの計算は、中身がつまった等価な平板として計算する。そのため、板の厚さとしては実肉厚を使用し、孔を補うものとして引用文献(1)で示される等価縦弾性係数及び等価ポアソン比を使用し、多孔プレートに対する応力増倍率を考慮する。

なお、等価縦弾性係数及び等価ポアソン比は、多孔プレートの下図の寸法を用いて求めた。

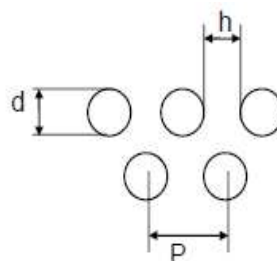
孔径 (d)



孔の間隔 (中心間) (P)



孔の間隔 (h)



多孔プレートのうちディスクシートに発生する応力は、シェル要素でモデル化し、計算機コード ANSYS を使用して計算する。ディスクシートの計算モデルを図 4-4 に示す。計算モデルはポケットシートはめ込み部、および補強プレートにより支持された部分を支持点としたモデルとする。

なお、入力荷重は既工認時の荷重と同じ値であることから、計算結果についても既工認評価時の値を用いる。

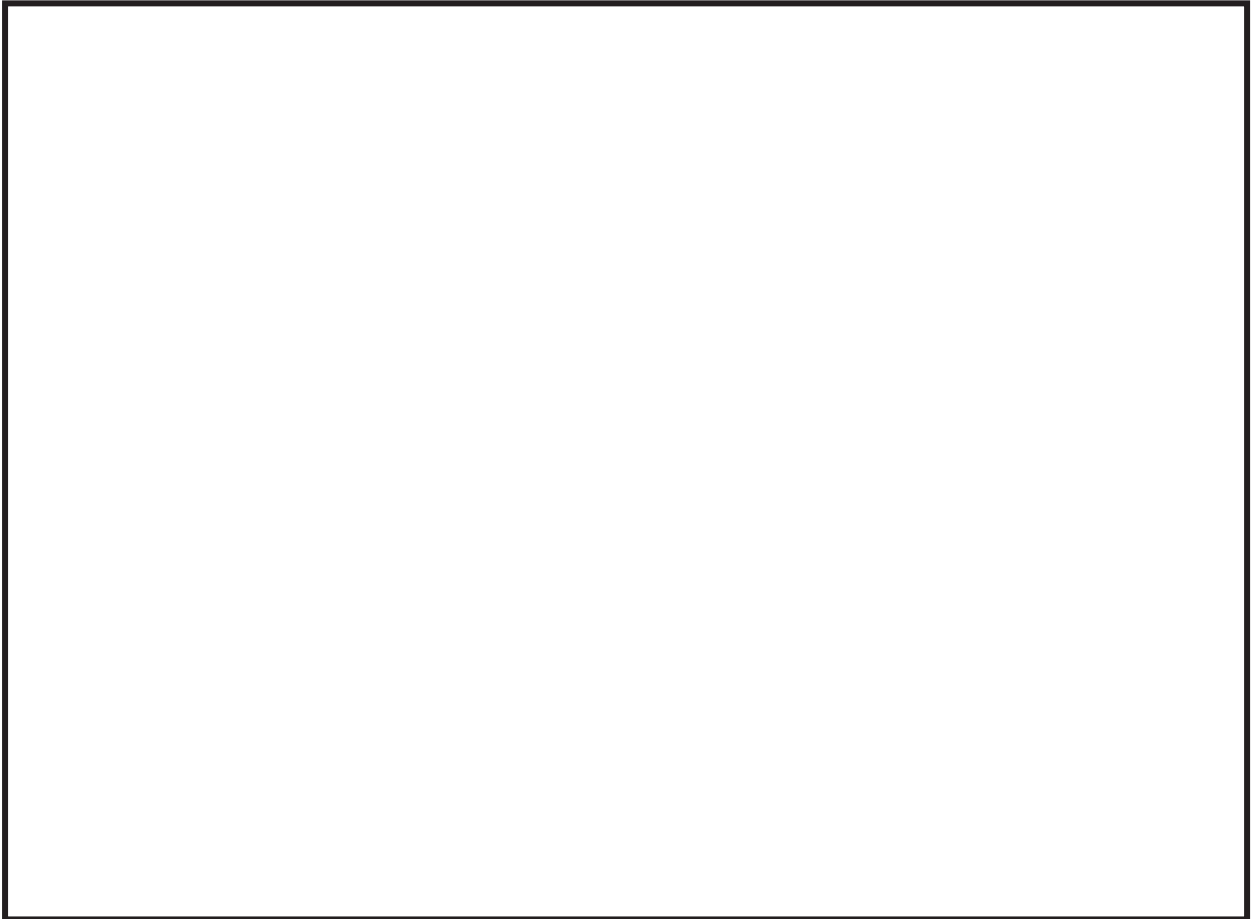


図 4-4 ディスクシートの計算モデル図



多孔プレートのうちポケットシートに発生する応力は、シェル要素でモデル化し、計算機コード ANSYS を使用して計算する。ポケットシートの多孔プレートの計算モデルを図 4-5 に示す。また、計算モデルはディスクシートにはめ込み固定する部分を支持点としたモデルとする。

なお、ストレーナ 1 の 1～9 列目及びストレーナ 2 の 1～5 列目のカセットと、ストレーナ 1 の 10 列目及びストレーナ 2 の 6 列目のカセットでは、ポケットシートのはめ込み部の形状が異なることから、解析モデルを個別に作成し、それぞれについて評価を行う。

入力荷重は既工認時の荷重と同じ値であることから、計算結果についても既工認評価時の値を用いる。

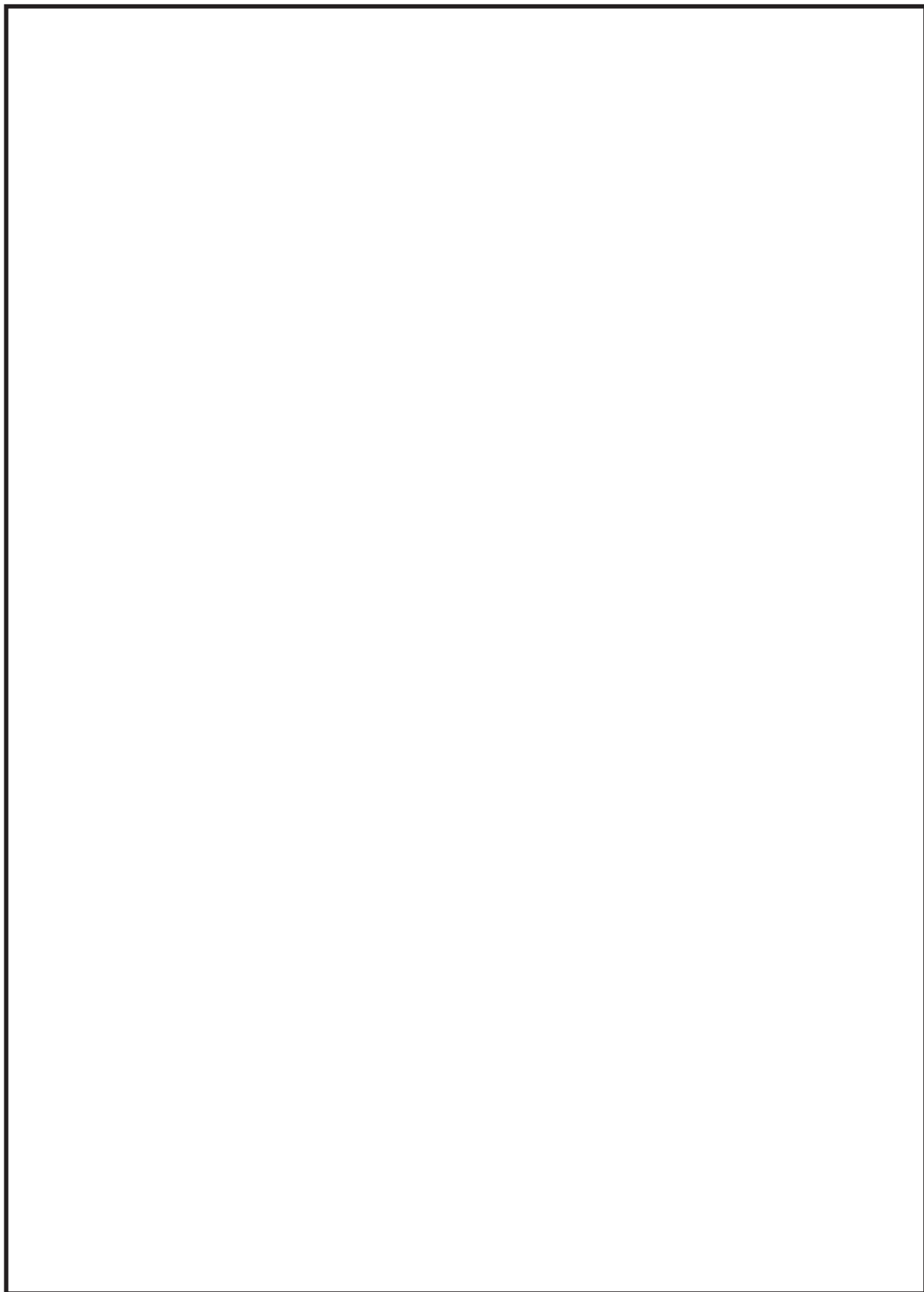


図 4-5 ポケットシートの多孔プレートの計算モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

多孔プレートのうちフロントシートに発生する応力は、シェル要素でモデル化し、計算機コード ANSYS を使用して計算する。フロントシートの多孔プレートの計算モデルを図 4-6 に示す。計算モデルはリブ、ポケットシートはめ込み部、リング部を支持点としたモデルとする。

なお、入力荷重は既工認時の荷重と同じ値であることから、計算結果についても既工認評価時の値を用いる。

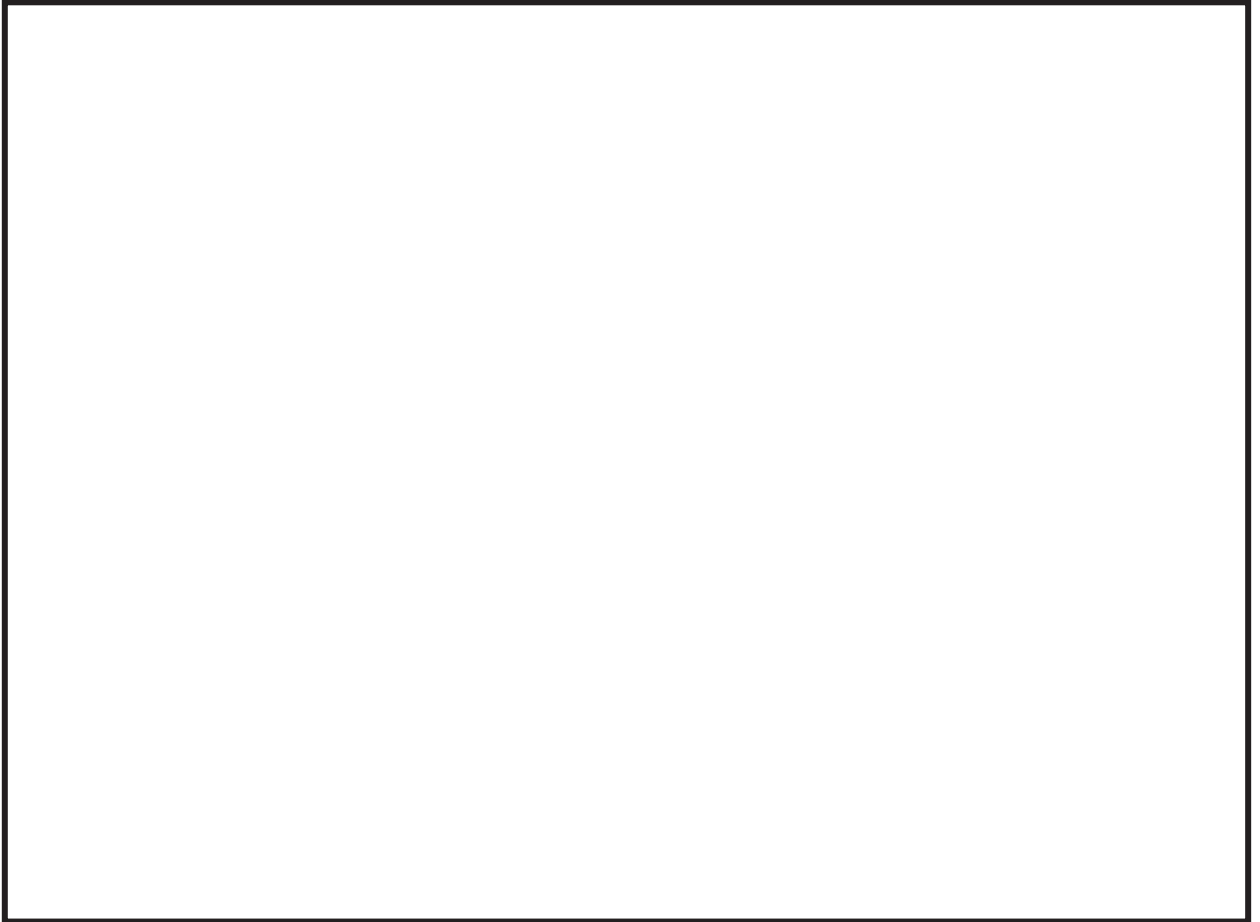


図 4-6 フロントシートの多孔プレートの計算モデル図

(4) ストレーナ取付部ボルト

ストレーナ取付部ボルトの設計荷重は、フランジプレートに作用する最大モーメントに加え、ストレーナの軸方向に発生する反力であるボルトの軸方向荷重を考慮した引張力を合算して評価を行う。フランジとボルトは摩擦接合であるため、ボルトに対するせん断力は作用しないものとする。また、計算で用いるボルト径は、安全側にボルトの谷径を用いるものとする。

図 4-7 に示すフランジの中心を通る中立軸（Z 軸）まわりのモーメントを考える。このとき、Z 軸まわりのモーメントは、各ボルトに発生する軸力とボルトの Z 軸からの距離の積から得られるモーメントとつりあっていると考えることができる。ここで、軸方向荷重によって中立軸が移動するが、軸方向荷重のボルトへの影響が小さいため、軸方向荷重による中立軸の移動は無視する。

したがって、Z 軸まわりのモーメントと各ボルトの軸力の関係は下記となる。

$$M_z = \sum_{k=1}^n F_{t k} \cdot l_k$$

ここで、 $M_z$  : Z 軸まわりのモーメント (N・mm)

$F_{t k}$  : 各ボルトに発生する軸力 (N)

$l_k$  : 任意のボルト k における Z 軸からの距離 (mm)

n : ボルトの本数 =

なお、ストレーナ重心がフランジ中心軸上に存在することから、フランジ面内方向のモーメント（ねじりモーメント）は発生しないため、ここでは評価対象としない。

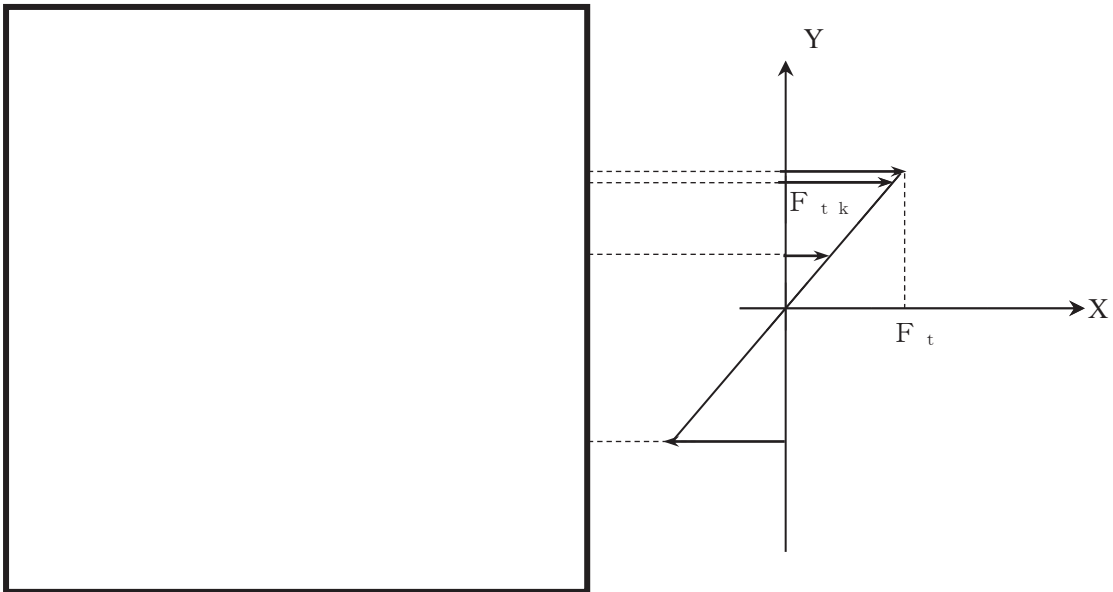


図 4-7 各ボルトに発生する軸力とモーメントアームの関係

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

また、ボルト軸力のZ軸廻りのモーメント寄与分は中立軸上ではゼロであり、図 4-7 に示すように、曲げモーメントを伝えるボルトの軸力は回転中心からの距離に比例して変化するとして算定する。この場合、ボルトに発生する最大の軸力を  $F_t$  とすると、各ボルトに発生する軸力  $F_{tk}$  は下記となる。

$$F_{tk} = F_t \cdot \frac{l_k}{D/2}$$

ここで、 $F_t$  : 最大の軸力が発生するボルトの軸力 (N)

$F_{tk}$  : 各ボルトに発生する軸力 (N)

$D$  : ボルト孔中心円直径 =  (mm)

以上より、Z軸まわりのモーメントは下記となる。

$$M_z = \frac{2 \cdot F_t}{D} \sum_{k=1}^n l_k^2 = \frac{F_t \cdot D \cdot n}{4}$$

ただし、 $l_k = \frac{D}{2} \cdot \sin\left\{\frac{2 \cdot \pi}{n} \cdot (k-1)\right\}$

よって、ボルトの軸力は以下のように算出できる。

$$F_t = \frac{4 \cdot M_{tot}}{D \cdot n}$$

$M_{tot}$  : 曲げモーメントの最大値 (N・mm)

したがって、ボルトに発生する応力は下記となる。

$$f_t = \frac{F_t}{A_s} + \frac{F_x}{A_s \cdot n}$$

ここで、 $f_t$  : ボルトの発生応力 (MPa)

$A_s$  : ボルトの有効断面積 =  (mm<sup>2</sup>)

$d_b$  : ボルトのねじ部谷径 =  (mm)

$F_x$  : ストレーナ軸方向荷重 (N)

#### 4.5 計算条件

本計算書の「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「4.4 計算方法」に示したとおり、各応力評価部位に対して、荷重値が最大となる荷重の組合せを用いて応力評価を実施する。

##### (1) アウタージャケット及びフランジプレートに加わる荷重

表 4-9 及び表 4-10 にストレーナに加わる配管荷重が最大となる自重+短期機械荷重 (F A B) の組合せの荷重を示す。当該の荷重を用いて、アウタージャケット及びフランジプレートの応力評価を実施する。

表 4-9 ストレーナ 1 に加わる最大配管荷重

| 荷重の組合せ |                      | 反力 (N)         |                |                | モーメント (N・m)    |                |                |
|--------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|        |                      | F <sub>x</sub> | F <sub>y</sub> | F <sub>z</sub> | M <sub>x</sub> | M <sub>y</sub> | M <sub>z</sub> |
| SA-5   | 自重+短期機械荷重<br>(F A B) |                |                |                |                |                |                |

表 4-10 ストレーナ 2 に加わる最大配管荷重

| 荷重の組合せ |                      | 反力 (N)         |                |                | モーメント (N・m)    |                |                |
|--------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|        |                      | F <sub>x</sub> | F <sub>y</sub> | F <sub>z</sub> | M <sub>x</sub> | M <sub>y</sub> | M <sub>z</sub> |
| SA-5   | 自重+短期機械荷重<br>(F A B) |                |                |                |                |                |                |

(2) 多孔プレートに加わる荷重

加速度ドラッグ荷重 ( $SRV_A, LAB_A, CO_A, CH_A, FAB_A$ ) は、ストレーナ各構成要素に働く水力学的重量として加わる荷重であり、多孔プレート表面に分配して加わる。

定常ドラッグ荷重 ( $SRV_D, CO_D, CH_D, LAB_D, FAB_D$ ) は、流れ中でストレーナの実効面積に比例し加わる。また、ストレーナの差圧は多孔プレートの表面を押す荷重として作用する。以上より、残留熱除去系ストレーナの多孔プレートに加わる荷重は表面荷重として与えられる。

4.2.4 項に示す荷重を用いて算出した表面荷重（等価圧力）の組合せを表 4-11 に示す。また、表 4-12 に選定した各応力評価部位の評価に用いる表面荷重（等価圧力）を示す。各応力評価部位に加わる荷重のうち、最大の荷重の組合せとなる差圧+蒸気凝縮荷重の表面荷重を選定し評価を行う。

表 4-11 多孔プレートに加わる表面荷重（等価圧力）の組合せ

| 組合せ No. | 荷重の組合せ                              | 表面荷重（等価圧力）(kPa) |
|---------|-------------------------------------|-----------------|
| SA-1    | 差圧                                  |                 |
| SA-2    | 差圧+蒸気凝縮荷重(CO)                       |                 |
| SA-3    | 差圧+逃がし安全弁作動時荷重<br>(SRV)+チャギング荷重(CH) |                 |
| SA-4    | 気泡形成荷重(LAB)                         |                 |
| SA-5    | フォールバック荷重(FAB)                      |                 |

表 4-12 多孔プレートの各応力評価部位に加わる表面荷重（等価圧力）

| 名称      | 各応力評価部位に加わる表面荷重 (kPa) |
|---------|-----------------------|
| ディスクシート |                       |
| ポケットシート |                       |
| フロントシート |                       |

(3) ストレーナ取付部ボルトに加わる荷重

ストレーナ取付部ボルトについては、アウタージャケット及びフランジプレートと同じ荷重が加わることから、発生荷重が最大となる表 4-9 の組合せの荷重を用いて、評価を行う。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.6 応力の評価

「4.4 計算方法」で求めた応力が表 4-3 及び表 4-4 を用いて算出される許容応力以下であること。

4.7 設計・建設規格又は告示第 501 号における材料の規定によらない場合の評価

4.7.1 アウタージャケット及びフランジプレートの評価結果

アウタージャケット，フランジプレートに使用している [ ] は，クラス 2 管の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されていないことから，クラス 2 管の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されている材料（ [ ] ）と機械的強度及び化学的成分を比較し，同等であることを示す。

(1) 機械的強度

|      | 引張強さ | 降伏点<br>又は耐力 | 比較結果             |
|------|------|-------------|------------------|
| 使用材料 |      |             | 引張強さ及び降伏点は同等である。 |
| 比較材料 |      |             |                  |

(2) 化学的成分

|      | 化学的成分 (%) |    |    |   |   |    |    |    |    |   |   |
|------|-----------|----|----|---|---|----|----|----|----|---|---|
|      | C         | Si | Mn | P | S | Cu | Ni | Cr | Mo | V | W |
| 使用材料 |           |    |    |   |   |    |    |    |    |   |   |
| 比較材料 |           |    |    |   |   |    |    |    |    |   |   |
| 比較結果 |           |    |    |   |   |    |    |    |    |   |   |

(3) 評価結果

(1)(2) の評価により，機械的強度，化学的成分いずれにおいても比較材料と同等であることを確認したため，本機器において [ ] を重大事故等クラス 2 材料として使用することに問題ないとする。

[ ] 枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



4.7.2 多孔プレートの評価結果

多孔プレートに使用している [ ] は、クラス2管の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されていないことから、クラス2管の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されている材料 ([ ]) と機械的強度及び化学的成分を比較し、同等であることを示す。

(1) 機械的強度

|      | 引張強さ | 降伏点<br>又は耐力 | 比較結果             |
|------|------|-------------|------------------|
| 使用材料 |      |             | 引張強さ及び降伏点は同等である。 |
| 比較材料 |      |             |                  |

(2) 化学的成分

|      | 化学的成分 (%) |    |    |   |   |    |    |    |    |   |   |
|------|-----------|----|----|---|---|----|----|----|----|---|---|
|      | C         | Si | Mn | P | S | Cu | Ni | Cr | Mo | V | W |
| 使用材料 |           |    |    |   |   |    |    |    |    |   |   |
| 比較材料 |           |    |    |   |   |    |    |    |    |   |   |
| 比較結果 |           |    |    |   |   |    |    |    |    |   |   |

(3) 評価結果

(1)(2)の評価により、機械的強度、化学的成分いずれにおいても比較材料と同等であることを確認したため、本機器において [ ] を重大事故等クラス2材料として使用することに問題ないと考える。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

残留熱除去系ストレーナの重大事故等対処設備としての強度評価結果を以下に示す。  
発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 重大事故等時に対する評価

重大事故等時に対する応力評価結果を表 5-1 に示す。

なお、各評価点における計算応力は表 4-2 に示す荷重の組合せのうち、発生値が最も高い評価を記載している。

表 5-1 重大事故等時に対する応力評価結果 (D + P<sub>SAD</sub> + M<sub>SAD</sub>)

| 評価対象設備          | 評価部位                      |   | 応力分類              | 重大事故等時        |               |                   |      |
|-----------------|---------------------------|---|-------------------|---------------|---------------|-------------------|------|
|                 |                           |   |                   | 計算応力<br>(MPa) | 許容応力<br>(MPa) | 荷重組合せ             |      |
| 残留熱除去系<br>ストレーナ | アウトージャケット                 |   | 一次応力<br>(曲げ応力を含む) |               |               | SA-5              |      |
|                 | フランジプレート                  |   | 一次一般膜応力           |               |               | SA-5              |      |
|                 |                           |   | 一次応力<br>(曲げ応力を含む) |               |               |                   |      |
|                 | ディスクシート                   |   | 一次一般膜応力           |               |               | SA-2              |      |
|                 |                           |   | 一次応力<br>(曲げ応力を含む) |               |               |                   |      |
|                 | 多孔<br>プレート<br>ポケット<br>シート | ストレーナ 1 の 1~9 列目及び<br>ストレーナ 2 の 1~5 列目のカセット |                   |               |               | 一次一般膜応力           | SA-2 |
|                 |                           |   |                   |               |               | 一次応力<br>(曲げ応力を含む) |      |
|                 |                           | ストレーナ 1 の 10 列目及び<br>ストレーナ 2 の 6 列目のカセット    |                   |               |               | 一次一般膜応力           | SA-2 |
|                 |                           |   |                   |               |               | 一次応力<br>(曲げ応力を含む) |      |
|                 | フロントシート                   |   | 一次一般膜応力           |               |               | SA-2              |      |
|                 |                           |   | 一次応力<br>(曲げ応力を含む) |               |               |                   |      |
|                 | ストレーナ取付部ボルト               |   | 引張応力              |               |               | SA-5              |      |

6. 引用文献

- (1) ASME B&PV CODE, Section III, Division 1, Appendices, Article A-8000,  
“Stresses in Perforated Flat Plates,” 1989 Edition, No addenda.

VI-3-3-3-3-1-4 弁の強度計算書 (残留熱除去系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-2 クラス1機器の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-3 クラス1弁の強度計算方法」並びに「VI-3-1-3 クラス2機器の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-5 クラス2弁の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名          | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>を対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|--------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|------------|
|              |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            | SA 条件       |                            |              |       |                 |           |            |
|              |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |       |                 |           | 温度<br>(°C) |
| E11-F008A, B | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | —         | 無                | 3.73        | 186        | —           | —                          | 無            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | DB-2       |
| E11-F016A, B | 既設             | 有   | 無                 | DB-1             | DB-1      | —         | 無                | 8.62        | 302        | —           | —                          | 無            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | DB-1       |
| E11-F018A, B | 既設             | 有   | 無                 | DB-1             | DB-1      | —         | 無                | 10.40       | 302        | —           | —                          | 無            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | DB-1       |
| E11-F021     | 既設             | 有   | 無                 | DB-1             | DB-1      | —         | 無                | 8.62        | 302        | —           | —                          | 無            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | DB-1       |

## 目次

|     |         |    |
|-----|---------|----|
| 1.  | クラス 1 弁 | 1  |
| 1.1 | 設計仕様    | 2  |
| 1.2 | 強度計算書   | 3  |
| 2.  | クラス 2 弁 | 12 |
| 2.1 | 設計仕様    | 13 |
| 2.2 | 強度計算書   | 14 |



## 1. クラス1 弁

1.1 設計仕様

系統：残留熱除去系

| 機器の区分        |     | クラス 1 弁    |       |       |       |     |
|--------------|-----|------------|-------|-------|-------|-----|
| 弁番号          | 種類  | 呼び径<br>(A) | 材料    |       |       |     |
|              |     |            | 弁箱    | 弁ふた   | 弁体    | ボルト |
| E11-F016A, B | 止め弁 | 350        | SCPH2 | SCPH2 | SCPH2 |     |
| E11-F018A, B | 止め弁 | 300        | SCPH2 | SCPH2 | S25C  |     |
| E11-F021     | 止め弁 | 100        | SCPH2 | SCPH2 | S25C  |     |

O 2 ③ VI-3-3-3-1-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 1.2 強度計算書

系統：残留熱除去系

|     |              |     |   |
|-----|--------------|-----|---|
| 弁番号 | E11-F016A, B | シート | 1 |
|-----|--------------|-----|---|

| 設計条件   |                    |          | 弁箱の一次+二次応力評価  |                 |
|--|--------------------|----------|---|-----------------|
| 最高使用圧力 P   | (MPa)              | 8.62     |   |                 |
| 最高使用温度 T <sub>m</sub>  | (°C)               | 302      | t <sub>e</sub>  | (mm)            |
| 弁箱材料   |                    | SCPH2    | T <sub>e1</sub>   | (mm)            |
| 接続管材料  |                    |          | T <sub>e2</sub>   | (mm)            |
| 接続管外径  | (mm)               |          | r <sub>i</sub>  | (mm)            |
| 接続管内径  | (mm)               |          | θ   | (°)             |
| 添付図番号  | 図 3-1              | (5)      | K   | 1.00            |
|  | 図 3-2              | (2)      | P <sub>e</sub>  | (MPa) 91        |
|  | 図 3-3              | (1), (2) | α × 10 <sup>-6</sup>  | (mm/mm°C) 12.69 |
| 内圧による弁箱の一次応力評価   |                    |          | E   | (MPa) 187600    |
|  |                    |          | C <sub>2</sub>  | 0.47            |
| P <sub>1</sub>   | (MPa)              | 6.64     | Δ T   | (°C)            |
| P <sub>2</sub>   | (MPa)              | 9.95     | C <sub>4</sub>  |                 |
| P <sub>r1</sub>  | (MPa)              | 6.90     | Δ P <sub>fm</sub>   | (MPa)           |
| P <sub>r2</sub>  | (MPa)              | 10.34    | Δ T <sub>fm</sub>   | (°C)            |
| P <sub>s</sub>   | (MPa)              | 8.96     | S <sub>n</sub> (1)  | (MPa) 180       |
| d  | (mm)               |          | S <sub>n</sub> (2)  | (MPa) 119       |
| T <sub>b</sub>   | (mm)               |          | 3 · S <sub>m</sub>  | (MPa) 399       |
| T <sub>r</sub>   | (mm)               |          | 評価： S <sub>n</sub> (1) ≤ 3 · S <sub>m</sub><br>S <sub>n</sub> (2) ≤ 3 · S <sub>m</sub><br>よって十分である。 |                 |
| L <sub>A</sub>   | (mm)               |          |   |                 |
| L <sub>N</sub>   | (mm)               |          |   |                 |
| A <sub>f</sub>   | (mm <sup>2</sup> ) |          |   |                 |
| A <sub>m</sub>   | (mm <sup>2</sup> ) |          | 弁箱の局部一次応力評価   |                 |
| r <sub>1</sub>   | (mm)               |          | S   | (MPa) 153       |
| S  | (MPa)              | 48       | 2.25 · S <sub>m</sub>   | (MPa) 299       |
| S <sub>m</sub>   | (MPa)              | 133      | 評価： S ≤ S <sub>m</sub> よって十分である。  |                 |
|  |                    |          | 評価： S ≤ 2.25 · S <sub>m</sub> よって十分である。   |                 |
| 配管反力による弁箱の二次応力評価   |                    |          | 起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ   |                 |
| A-A断面の弁外径  | (mm)               |          | C <sub>3</sub>  |                 |
| A <sub>1</sub>   | (mm <sup>2</sup> ) |          | Q <sub>r</sub>  | (MPa)           |
| A <sub>2</sub>   | (mm <sup>2</sup> ) |          | S <sub>ℓ</sub> (1)  | (MPa) 114       |
| C <sub>b</sub>   |                    | 1.0      | S <sub>ℓ</sub> (2)  | (MPa) 129       |
| Z <sub>1</sub>   | (mm <sup>3</sup> ) |          | E <sub>m</sub>  | (MPa) 184760    |
| Z <sub>2</sub>   | (mm <sup>3</sup> ) |          | N (1)   | 134683          |
| Z <sub>p</sub>   | (mm <sup>3</sup> ) |          | N (2)   | 81450           |
| S <sub>y</sub>   | (MPa)              | 200      | 評価： N (1) ≥ 2000<br>N (2) ≥ 2000<br>よって十分である。   |                 |
| P <sub>d</sub>   | (MPa)              | 44       |   |                 |
| P <sub>b</sub>   | (MPa)              | 91       |   |                 |
| P <sub>t</sub>   | (MPa)              | 91       |   |                 |
| 1.5 · S <sub>m</sub>   | (MPa)              | 199      |   |                 |
| 評価： P <sub>d</sub> ≤ 1.5 · S <sub>m</sub><br>P <sub>b</sub> ≤ 1.5 · S <sub>m</sub><br>P <sub>t</sub> ≤ 1.5 · S <sub>m</sub><br>よって十分である。 |                    |          |   |                 |

O2 ③ VI-3-3-3-1-4 RO

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

| 繰返しピーク応力強さ (疲労累積係数)   |                         |                |   |                         |                           |                                  |
|---|-------------------------|----------------|---|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| q   | A <sub>o</sub>          | B <sub>o</sub> | C <sub>5</sub>                                      | S <sub>n</sub><br>(MPa) | 3・S <sub>m</sub><br>(MPa) |                                  |
| 3.1   | 0.66                    | 2.59           | 1.02  | 131                     | 399                       |                                  |
| ΔT <sub>f</sub><br>(°C)   | S <sub>p</sub><br>(MPa) | K <sub>e</sub> | S <sub>l</sub><br>(MPa)                             | N <sub>i</sub>          | N <sub>r i</sub>          | N <sub>i</sub> /N <sub>r i</sub> |
| [Redacted]  | 830                     | —              | 415   | [Redacted]              | [Redacted]                | 0.0052                           |
|   | 764                     | —              | 382   |                         |                           | 0.0504                           |
|   | 240                     | —              | 120   |                         |                           | 0.0010                           |
|   | 216                     | —              | 108   |                         |                           | 0.0001                           |
|   | 185                     | —              | 92  |                         |                           | 0.0004                           |
|   | 143                     | —              | 72  |                         |                           | 0.0000                           |
| 評価：疲労累積係数 $I_t = \sum \frac{N_i}{N_{r i}} = 0.0570 \leq 1$<br>よって十分である。                                 |                         |                |   |                         |                           |                                  |
| 弁箱の形状規定   |                         |                | 弁体の一次応力評価   |                         |                           |                                  |
| r <sub>1</sub>  | (mm)                    | [Redacted]     | 材料  | SCPH2                   |                           |                                  |
| r <sub>2</sub>  | (mm)                    |                | 形式  | W2                      |                           |                                  |
| 0.3・t   | (mm)                    |                | P   | (MPa)                   | 8.62                      |                                  |
| 0.05・t  | (mm)                    |                | P <sub>c</sub> (P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> )   | (N)                     | [Redacted]                |                                  |
| 0.1・h   | (mm)                    |                | h   | (mm)                    | [Redacted]                |                                  |
| d <sub>n</sub> /d <sub>m</sub>  |                         |                | a   | (mm)                    | [Redacted]                |                                  |
| 評価：r <sub>1</sub> ≥ 0.3・t<br>r <sub>2</sub> ≥ Max (0.05・t, 0.1・h)<br>$\frac{d_n}{d_m} < 2$<br>よって十分である。 |                         |                | b   | (mm)                    | [Redacted]                |                                  |
|   |                         |                | σ <sub>D</sub>                                      | (MPa)                   | 55                        |                                  |
|   |                         |                | 1.5・S <sub>m</sub>                                  | (MPa)                   | 188                       |                                  |
|   |                         |                | 評価：σ <sub>D</sub> ≤ 1.5・S <sub>m</sub><br>よって十分である。 |                         |                           |                                  |

O 2 ③ VI-3-3-3-1-4 R 0

|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                                    | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|------------------------------------|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ                            |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)                                    | 8.62    |             | $d_n$ (mm)                         | □       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 302     |             | $d_n / d_m$                        |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $t_m$ (mm)                         | 21.0    |
| 弁箱材料  | SCPH2   |             | $t_{ma}$ (mm)                      | □       |
| 弁ふた材料   | SCPH2   |             | 評価： $t_{ma} \geq t_m$<br>よって十分である。 |         |
| $P_1$ (MPa)   | 6.64    | —           |                                    |         |
| $P_2$ (MPa)   | 9.95    | —           |                                    |         |
| $d_m$ (mm)  | □       |             |                                    |         |
| $t_1$ (mm)  | 18.7    | —           |                                    |         |
| $t_2$ (mm)  | 22.5    | —           |                                    |         |
| $t$ (mm)  | 21.0    | —           |                                    |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       | □       |             |                                    |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       | □       |             |                                    |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |                                    |         |

O2 ③ VI-3-3-3-1-4 R0

| フランジ及びフランジボルトの応力解析                              |                            |  |                     |
|---|----------------------------|--|---------------------|
| 設計条件  |                            | モーメントの計算   |                     |
| $P_{FD}$ (MPa)                                  | 12.11                      | $H_D$ (N)  | $1.373 \times 10^6$ |
| $P_{eq}$ (MPa)                                  | 3.49                       | $h_D$ (mm)   | 94.0                |
| $T_m$ (°C)                                      | 302                        | $M_D$ (N・mm)   | $1.290 \times 10^8$ |
| $M_e$ (N・mm)                                    |                            | $H_G$ (N)  | $8.337 \times 10^5$ |
| $F_e$ (N)                                       |                            | $h_G$ (mm)   | 95.4                |
| フランジの形式   | J I S B 8 2 6 5 附属書3 図2 7) | $M_G$ (N・mm)   | $7.950 \times 10^7$ |
| フランジ  |                            | $H_T$ (N)  | $4.450 \times 10^5$ |
| 材料  | SCPH2                      | $h_T$ (mm)   | 109.7               |
| $\sigma_{fa}$ (MPa)<br>常温 (ガスケット締付時)<br>(20 °C) | 160                        | $M_T$ (N・mm)   | $4.881 \times 10^7$ |
| $\sigma_{fb}$ (MPa)<br>最高使用温度 (使用状態)            | 125                        | $M_o$ (N・mm)   | $2.573 \times 10^8$ |
| A (mm)  |                            | $M_g$ (N・mm)   | $4.657 \times 10^8$ |
| B (mm)  |                            | フランジの厚さと係数   |                     |
| C (mm)  |                            | t (mm)   |                     |
| $g_o$ (mm)                                      |                            | K  | 1.87                |
| $g_1$ (mm)                                      |                            | $h_o$ (mm)   |                     |
| h (mm)  |                            | f  | 1.00                |
| ボルト   |                            | F  | 0.834               |
| 材料  |                            | V  | 0.309               |
| $\sigma_a$ (MPa)<br>常温 (ガスケット締付時)<br>(20 °C)    | 242                        | e (mm <sup>-1</sup> )  | 0.00656             |
| $\sigma_b$ (MPa)<br>最高使用温度 (使用状態)               | 197                        | d (mm <sup>3</sup> )   | 2669082             |
| n   |                            | L  | 1.60                |
| $d_b$ (mm)                                      |                            | T  | 1.56                |
| ガスケット   |                            | U  | 3.60                |
| 材料  |                            | Y  | 3.27                |
| ガスケット厚さ (mm)                                    |                            | Z  | 1.80                |
| G (mm)  |                            | 応力の計算  |                     |
| m   |                            | $\sigma_{Ho}$ (MPa)  | 127                 |
| y (N/mm <sup>2</sup> )                          |                            | $\sigma_{Ro}$ (MPa)  | 69                  |
| $b_o$ (mm)                                      |                            | $\sigma_{To}$ (MPa)  | 60                  |
| b (mm)  |                            | $\sigma_{Hg}$ (MPa)  | 191                 |
| N (mm)  |                            | $\sigma_{Rg}$ (MPa)  | 124                 |
| $G_s$ (mm)                                      |                            | $\sigma_{Tg}$ (MPa)  | 109                 |
| ボルトの計算  |                            | 応力の評価： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br><br>$\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br><br>よって十分である。 |                     |
| H (N)   | $1.818 \times 10^6$        |  |                     |
| $H_p$ (N)                                       | $8.337 \times 10^5$        |  |                     |
| $W_{m1}$ (N)                                    | $2.651 \times 10^6$        |  |                     |
| $W_{m2}$ (N)                                    | $7.911 \times 10^5$        |  |                     |
| $A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )                     | $1.341 \times 10^4$        |  |                     |
| $A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )                     | $3.269 \times 10^3$        |  |                     |
| $A_m$ (mm <sup>2</sup> )                        | $1.341 \times 10^4$        |  |                     |
| $A_b$ (mm <sup>2</sup> )                        |                            |  |                     |
| $W_o$ (N)                                       | $2.651 \times 10^6$        |  |                     |
| $W_g$ (N)                                       | $4.884 \times 10^6$        |  |                     |
| 評価： $A_m < A_b$                                 |                            | よって十分である。  |                     |

O 2 ③ VI-3-3-3-1-4 R O

O 2 ③ VI-3-3-3-1-4 R O

| 設計条件  |       |  | 弁箱の一次+二次応力評価  |        |
|---|-------|--|---|--------|
| 最高使用圧力 P (MPa)  | 10.40 |  | $t_e$ (mm)  |        |
| 最高使用温度 $T_m$ (°C)   | 302   |  | $T_{e1}$ (mm)   |        |
| 弁箱材料  | SCPH2 |  | $T_{e2}$ (mm)   |        |
| 接続管材料   |       |  | $r_i$ (mm)  |        |
| 接続管外径 (mm)  |       |  | $\theta$ (°)  |        |
| 接続管内径 (mm)  |       |  |   |        |
| 添付図番号   | 図 3-1 | (4)  | K   |        |
|   | 図 3-2 | (4)  | $P_e$ (MPa)   | 111    |
|   | 図 3-3 | (3), (4)   | $\alpha \times 10^{-6}$ (mm/mm°C)                           | 12.69  |
| 内圧による弁箱の一次応力評価  |       |  | E (MPa)   | 187600 |
|   |       |  | $C_2$   | 0.49   |
| $P_1$ (MPa)   | 9.95  |  | $\Delta T$ (°C)   |        |
| $P_2$ (MPa)   | 14.95 |  | $C_4$   |        |
| $P_{r1}$ (MPa)  | 10.34 |  | $\Delta P_{fm}$ (MPa)                                       |        |
| $P_{r2}$ (MPa)  | 15.51 |  | $\Delta T_{fm}$ (°C)  |        |
| $P_s$ (MPa)   | 10.81 |  | $S_n$ (1) (MPa)   | 228    |
| d (mm)  |       |  | $S_n$ (2) (MPa)   | 96     |
| $T_b$ (mm)  |       | $3 \cdot S_m$ (MPa)  | 399   |        |
| $T_r$ (mm)  |       | 評価： $S_n$ (1) $\leq 3 \cdot S_m$<br>$S_n$ (2) $\leq 3 \cdot S_m$ |   |        |
| $L_A$ (mm)  |       | よって十分である。  |   |        |
| $L_N$ (mm)  |       |  |   |        |
| $A_f$ (mm <sup>2</sup> )  |       |  |   |        |
| $A_m$ (mm <sup>2</sup> )  |       |  |   |        |
| $r_1$ (mm)  |       |  |   |        |
| S (MPa)   |       | 79   | S (MPa)   | 192    |
| $S_m$ (MPa)   |       | 133  | $2.25 \cdot S_m$ (MPa)                                      | 299    |
| 評価： $S \leq S_m$<br>よって十分である。   |       |  | 評価： $S \leq 2.25 \cdot S_m$<br>よって十分である。                    |        |
| 配管反力による弁箱の二次応力評価  |       |  | 起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ   |        |
| A-A断面の弁外径 (mm)  |       |  | $C_3$   |        |
| $A_1$ (mm <sup>2</sup> )  |       |  | $Q_T$ (MPa)   |        |
| $A_2$ (mm <sup>2</sup> )  |       |  | $S\phi$ (1) (MPa)   |        |
| $C_b$   | 1.0   |  | $S\phi$ (2) (MPa)   | 158    |
| $Z_1$ (mm <sup>3</sup> )  |       |  | $E_m$ (MPa)   | 184760 |
| $Z_2$ (mm <sup>3</sup> )  |       |  | N (1)   | 49592  |
| $Z_p$ (mm <sup>3</sup> )  |       |  | N (2)   | 35859  |
| $S_y$ (MPa)   | 200   |  | 評価： $N$ (1) $\geq 2000$<br>$N$ (2) $\geq 2000$<br>よって十分である。 |        |
| $P_d$ (MPa)   | 57    |  |   |        |
| $P_b$ (MPa)   | 111   |  |   |        |
| $P_t$ (MPa)   | 111   |  |   |        |
| $1.5 \cdot S_m$ (MPa)   | 199   |  |   |        |
| 評価： $P_d \leq 1.5 \cdot S_m$<br>$P_b \leq 1.5 \cdot S_m$<br>$P_t \leq 1.5 \cdot S_m$<br>よって十分である。 |       |  |   |        |

| 繰返しピーク応力強さ (疲労累積係数)   |                         |                |   |                         |                           |                                  |
|---|-------------------------|----------------|---|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| q   | A <sub>o</sub>          | B <sub>o</sub> | C <sub>5</sub>                                      | S <sub>n</sub><br>(MPa) | 3・S <sub>m</sub><br>(MPa) |                                  |
| 3.1   | 0.66                    | 2.59           | 0.94  | 99                      | 399                       |                                  |
| ΔT <sub>f</sub><br>(°C)   | S <sub>p</sub><br>(MPa) | K <sub>e</sub> | S <sub>ℓ</sub><br>(MPa)                             | N <sub>i</sub>          | N <sub>r i</sub>          | N <sub>i</sub> /N <sub>r i</sub> |
| [Redacted]  | 576                     | —              | 288   | [Redacted]              | [Redacted]                | 0.0017                           |
|   | 518                     | —              | 259   |                         |                           | 0.0150                           |
|   | 235                     | —              | 118   |                         |                           | 0.0009                           |
|   | 215                     | —              | 107   |                         |                           | 0.0001                           |
|   | 187                     | —              | 94  |                         |                           | 0.0004                           |
|   | 150                     | —              | 75  |                         |                           | 0.0000                           |
| 評価：疲労累積係数 $I_t = \sum \frac{N_i}{N_{r i}} = 0.0181 \leq 1$<br>よって十分である。                               |                         |                |   |                         |                           |                                  |
| 弁箱の形状規定   |                         |                | 弁体の一次応力評価   |                         |                           |                                  |
| r <sub>1</sub>  | (mm)                    | [Redacted]     | 材料  |                         | S25C                      |                                  |
| r <sub>2</sub>  | (mm)                    |                | 形式  |                         | G1                        |                                  |
| 0.3・t   | (mm)                    |                | P   |                         | (MPa)                     | 10.40                            |
| 0.05・t  | (mm)                    |                | P <sub>c</sub> (P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> )   |                         | (N)                       | [Redacted]                       |
| 0.1・h   | (mm)                    |                | h   |                         | (mm)                      |                                  |
| d <sub>n</sub> /d <sub>m</sub>  |                         |                | a   |                         | (mm)                      |                                  |
| 評価：r <sub>1</sub> ≧ 0.3・t<br>r <sub>2</sub> ≧ Max (0.05・t, 0.1・h)<br>$\frac{d}{d_m} < 2$<br>よって十分である。 |                         |                | b   |                         | (mm)                      |                                  |
|   |                         |                | σ <sub>D</sub>                                      |                         | (MPa)                     | 53                               |
|   |                         |                | 1.5・S <sub>m</sub>                                  |                         | (MPa)                     | 190                              |
|   |                         |                | 評価：σ <sub>D</sub> ≦ 1.5・S <sub>m</sub><br>よって十分である。 |                         |                           |                                  |

O 2 ③ VI-3-3-3-1-4 R 0



|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                                    | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|------------------------------------|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ                            |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)                                    | 10.40   |             | $d_n$ (mm)                         | □       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 302     |             | $d_n / d_m$                        |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $t_m$ (mm)                         | 25.8    |
| 弁箱材料  | SCPH2   |             | $t_{ma}$ (mm)                      | □       |
| 弁ふた材料   | SCPH2   |             | 評価： $t_{ma} \geq t_m$<br>よって十分である。 |         |
| $P_1$ (MPa)   | 9.95    | —           |                                    |         |
| $P_2$ (MPa)   | 14.95   | —           |                                    |         |
| $d_m$ (mm)  | □       |             |                                    |         |
| $t_1$ (mm)  | 20.5    | —           |                                    |         |
| $t_2$ (mm)  | 30.2    | —           |                                    |         |
| $t$ (mm)  | 21.4    | —           |                                    |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       | □       |             |                                    |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       | □       |             |                                    |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |                                    |         |

O2 ③ VI-3-3-3-1-4 R0

| フランジ及びフランジボルトの応力解析                              |                            |   |                     |
|---|----------------------------|---|---------------------|
| 設計条件  |                            | モーメントの計算  |                     |
| $P_{FD}$ (MPa)                                  | 19.23                      | $H_D$ (N)   | $1.489 \times 10^6$ |
| $P_{eq}$ (MPa)                                  | 8.83                       | $h_D$ (mm)  | 94.0                |
| $T_m$ (°C)                                      | 302                        | $M_D$ (N・mm)  | $1.400 \times 10^8$ |
| $M_e$ (N・mm)                                    |                            | $H_G$ (N)   | $9.616 \times 10^5$ |
| $F_e$ (N)                                       |                            | $h_G$ (mm)  | 119.6               |
| フランジの形式   | J I S B 8 2 6 5 附属書3 図2 7) | $M_G$ (N・mm)  | $1.150 \times 10^8$ |
| フランジ  |                            | $H_T$ (N)   | $3.704 \times 10^5$ |
| 材料  | SCPH2                      | $h_T$ (mm)  | 128.8               |
| $\sigma_{fa}$ (MPa)<br>常温 (ガスケット締付時)<br>(20 °C) | 160                        | $M_T$ (N・mm)  | $4.769 \times 10^7$ |
| $\sigma_{fb}$ (MPa)<br>最高使用温度 (使用状態)            | 125                        | $M_o$ (N・mm)  | $3.026 \times 10^8$ |
|   |                            | $M_g$ (N・mm)  | $5.656 \times 10^8$ |
|   |                            | フランジの厚さと係数  |                     |
| A (mm)  |                            | t (mm)  |                     |
| B (mm)  |                            | K   | 2.16                |
| C (mm)  |                            | $h_o$ (mm)  |                     |
| $g_o$ (mm)                                      |                            | f   | 1.00                |
| $g_1$ (mm)                                      |                            | F   | 0.744               |
| h (mm)  |                            | V   | 0.154               |
| ボルト   |                            | e (mm <sup>-1</sup> )   | 0.00637             |
| 材料  |                            | d (mm <sup>3</sup> )  | 4225825             |
| $\sigma_a$ (MPa)<br>常温 (ガスケット締付時)<br>(20 °C)    | 242                        | L   | 1.54                |
| $\sigma_b$ (MPa)<br>最高使用温度 (使用状態)               | 197                        | T   | 1.45                |
|   |                            | U   | 2.94                |
| n   |                            | Y   | 2.68                |
| $d_b$ (mm)                                      |                            | Z   | 1.55                |
| ガスケット   |                            | 応力の計算   |                     |
| 材料  |                            | $\sigma_{Ho}$ (MPa)   | 93                  |
| ガスケット厚さ (mm)                                    |                            | $\sigma_{Ro}$ (MPa)   | 95                  |
| G (mm)  |                            | $\sigma_{To}$ (MPa)   | 53                  |
| m   |                            | $\sigma_{Hg}$ (MPa)   | 133                 |
| y (N/mm <sup>2</sup> )                          |                            | $\sigma_{Rg}$ (MPa)   | 177                 |
| $b_o$ (mm)                                      |                            | $\sigma_{Tg}$ (MPa)   | 98                  |
| b (mm)  |                            | 応力の評価： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br><br>$\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ |                     |
| N (mm)  |                            |   |                     |
| $G_s$ (mm)                                      |                            |   |                     |
| ボルトの計算  |                            |   |                     |
| H (N)   | $1.860 \times 10^6$        |   |                     |
| $H_p$ (N)                                       | $9.616 \times 10^5$        | よって十分である。   |                     |
| $W_{m1}$ (N)                                    | $2.821 \times 10^6$        |   |                     |
| $W_{m2}$ (N)                                    | $5.742 \times 10^5$        |   |                     |
| $A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )                     | $1.427 \times 10^4$        |   |                     |
| $A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )                     | $2.373 \times 10^3$        |   |                     |
| $A_m$ (mm <sup>2</sup> )                        | $1.427 \times 10^4$        |   |                     |
| $A_b$ (mm <sup>2</sup> )                        |                            |   |                     |
| $W_o$ (N)                                       | $2.821 \times 10^6$        |   |                     |
| $W_g$ (N)                                       | $4.731 \times 10^6$        |   |                     |
| 評価： $A_m < A_b$                                 | よって十分である。                  |   |                     |

O2 ③ VI-3-3-3-1-4 RO

| 設計条件  |       | ネック部の厚さ                            |      |
|---|-------|------------------------------------|------|
| 最高使用圧力 P<br>(MPa)                                   | 8.62  | $d_n$ (mm)                         | □    |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 302   | $d_n / d_m$                        |      |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |       | $t_m$ (mm)                         | 12.7 |
| 弁箱材料  | SCPH2 | $t_{ma}$ (mm)                      | □    |
| 弁ふた材料   | SCPH2 | 評価： $t_{ma} \geq t_m$<br>よって十分である。 |      |
| $P_1$ (MPa)   | 6.64  |                                    |      |
| $P_2$ (MPa)   | 9.95  |                                    |      |
| $d_m$ (mm)  | □     |                                    |      |
| $t_1$ (mm)  | 9.4   |                                    |      |
| $t_2$ (mm)  | 9.5   |                                    |      |
| $t$ (mm)  | 9.5   |                                    |      |
| $t_{ab}$ (mm)                                       | □     |                                    |      |
| $t_{af}$ (mm)                                       | □     |                                    |      |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |       |                                    |      |

O2 ③ VI-3-3-3-1-4 R0

## 2. クラス2 弁

2.1 設計仕様

系統：残留熱除去系

| 機器の区分        |     | クラス2弁      |       |       |     |
|--------------|-----|------------|-------|-------|-----|
| 弁番号          | 種類  | 呼び径<br>(A) | 材料    |       |     |
|              |     |            | 弁箱    | 弁ふた   | ボルト |
| E11-F008A, B | 止め弁 | 350        | SCPH2 | SCPH2 |     |

O2 ③ VI-3-3-3-3-1-4 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 強度計算書

系統：残留熱除去系

|     |              |     |   |
|-----|--------------|-----|---|
| 弁番号 | E11-F008A, B | シート | 1 |
|-----|--------------|-----|---|

| 設計条件  |       | ネック部の厚さ   |      |
|---|-------|---|------|
| 最高使用圧力 P (MPa)                                      | 3.73  | $d_n$ (mm)  | [ ]  |
| 最高使用温度 $T_m$ (°C)                                   | 186   | $d_n / d_m$   |      |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |       | $\ell$ (mm)   |      |
| 弁箱材料  | SCPH2 | $t_{m1}$ (mm)   | 13.8 |
| 弁ふた材料   | SCPH2 | $t_{m2}$ (mm)   | 11.3 |
| $P_1$ (MPa)   | 2.00  | $t_{ma1}$ (mm)  | [ ]  |
| $P_2$ (MPa)   | 5.17  | $t_{ma2}$ (mm)  |      |
| $d_m$ (mm)  | [ ]   | 評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$<br>$t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |      |
| $t_1$ (mm)  | 10.6  |   |      |
| $t_2$ (mm)  | 16.3  |   |      |
| $t$ (mm)  | 13.8  |   |      |
| $t_{ab}$ (mm)                                       | [ ]   |   |      |
| $t_{af}$ (mm)                                       | [ ]   |   |      |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |       |   |      |

O2 ③ VI-3-3-3-1-4 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

O2 ③ VI-3-3-3-1-4 ROE

| フランジ及びフランジボルトの応力解析                              |                         |   |                     |
|---|-------------------------|---|---------------------|
| 設計条件  |                         | モーメントの計算  |                     |
| $P_{FD}$ (MPa)                                  | 6.77                    | $H_D$ (N)   | $9.192 \times 10^5$ |
| $P_{eq}$ (MPa)                                  | 3.04                    | $h_D$ (mm)  | 48.5                |
| $T_m$ (°C)                                      | 186                     | $M_D$ (N・mm)  | $4.458 \times 10^7$ |
| $M_e$ (N・mm)                                    |                         | $H_G$ (N)   | $3.390 \times 10^5$ |
| $F_e$ (N)                                       |                         | $h_G$ (mm)  | 36.4                |
| フランジの形式   | JIS B 8265<br>附属書3 図27) | $M_G$ (N・mm)  | $1.233 \times 10^7$ |
| フランジ  |                         | $H_T$ (N)   | $2.908 \times 10^5$ |
| 材料  | SCPH2                   | $h_T$ (mm)  | 51.7                |
| $\sigma_{fa}$ (MPa)<br>常温 (ガスケット締付時)<br>(20 °C) | 120                     | $M_T$ (N・mm)  | $1.503 \times 10^7$ |
| $\sigma_{fb}$ (MPa)<br>最高使用温度 (使用状態)            | 120                     | $M_o$ (N・mm)  | $7.193 \times 10^7$ |
| A (mm)  |                         | $M_g$ (N・mm)  | $6.286 \times 10^7$ |
| B (mm)  |                         | フランジの厚さと係数  |                     |
| C (mm)  |                         | t (mm)  |                     |
| $g_o$ (mm)                                      |                         | K   | 1.45                |
| $g_1$ (mm)                                      |                         | $h_o$ (mm)  |                     |
| h (mm)  |                         | f   | 1.00                |
| ボルト   |                         | F   | 0.838               |
| 材料  |                         | V   | 0.302               |
| $\sigma_{fa}$ (MPa)<br>常温 (ガスケット締付時)<br>(20 °C) | 173                     | e (mm <sup>-1</sup> )   | 0.00822             |
| $\sigma_b$ (MPa)<br>最高使用温度 (使用状態)               | 173                     | d (mm <sup>3</sup> )  | 1247165             |
| n   |                         | L   | 0.85                |
| $d_b$ (mm)                                      |                         | T   | 1.73                |
| ガスケット   |                         | U   | 5.91                |
| 材料  |                         | Y   | 5.38                |
| ガスケット厚さ (mm)                                    |                         | Z   | 2.80                |
| G (mm)  |                         | 応力の計算   |                     |
| m   |                         | $\sigma_{Ho}$ (MPa)   | 156                 |
| y (N/mm <sup>2</sup> )                          |                         | $\sigma_{Ro}$ (MPa)   | 155                 |
| $b_o$ (mm)                                      |                         | $\sigma_{To}$ (MPa)   | 46                  |
| b (mm)  |                         | $\sigma_{Hg}$ (MPa)   | 122                 |
| N (mm)  |                         | $\sigma_{Rg}$ (MPa)   | 136                 |
| $G_s$ (mm)                                      |                         | $\sigma_{Tg}$ (MPa)   | 41                  |
| ボルトの計算  |                         | 応力の評価：<br>$\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br><br>$\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br><br>よって十分である。 |                     |
| H (N)   | $1.210 \times 10^6$     |   |                     |
| $H_p$ (N)                                       | $3.390 \times 10^5$     |   |                     |
| $W_{m1}$ (N)                                    | $1.549 \times 10^6$     |   |                     |
| $W_{m2}$ (N)                                    | $3.070 \times 10^5$     |   |                     |
| $A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )                     | $8.953 \times 10^3$     |   |                     |
| $A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )                     | $1.775 \times 10^3$     |   |                     |
| $A_m$ (mm <sup>2</sup> )                        | $8.953 \times 10^3$     |   |                     |
| $A_b$ (mm <sup>2</sup> )                        |                         |   |                     |
| $W_o$ (N)                                       | $1.549 \times 10^6$     |   |                     |
| $W_g$ (N)                                       | $1.729 \times 10^6$     |   |                     |
| 評価： $A_m < A_b$                                 |                         |   |                     |

VI-3-3-3-3-1-5 管の強度計算書（残留熱除去系）



目 次

VI-3-3-3-1-5-1 管の基本板厚計算書（残留熱除去系）

VI-3-3-3-3-1-5-1 管の基本板厚計算書 (残留熱除去系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分            | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |                 |                 |           |
| 1    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有                | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 2    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有                | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 3    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427               | 104                | 0.854               | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 4    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427               | 104                | 0.854               | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 5    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 1.37                | 186                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 6    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 1.37                | 186                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 7    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 3.73                | 186                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 8    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 3.73                | 186                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 9    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 3.73                | 186                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 10   | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 3.73                | 186                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 11   | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427               | 104                | 0.854               | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |

| 管No.      | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分            | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|-----------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------|
|           |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |                 |                 |           |
| 12        | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 3.73                | 104                | 3.73                | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 13        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 3.73                | 200                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| T1        | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427               | 104                | 0.854               | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| その他1      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 1.37                | 186                | 1.37                | 186                        | S55告示        | 既工認             | —               | SA-2      |
| その他2      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 3.73                | 186                | 3.73                | 186                        | S55告示        | 既工認             | —               | SA-2      |
| その他3      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有*               | 10.40               | 302                | 10.40               | 315                        | S55告示        | 既工認             | —               | SA-2      |
| その他4      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 1.37                | 100                | 1.37                | 100                        | S55告示        | 既工認             | —               | SA-2      |
| その他5      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 3.73                | 100                | 3.73                | 100                        | S55告示        | 既工認             | —               | SA-2      |
| その他<br>T1 | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有*               | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | S55告示        | 既工認             | —               | SA-2      |
| その他<br>T2 | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有*               | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | S55告示        | 既工認             | —               | SA-2      |

\*：既工認において評価を実施しており、かつ評価条件に変更はないことから、評価結果については  
平成3年6月19日付け 第4回 3資庁第1003号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-3-2-1 管の基本板厚計算書」による。

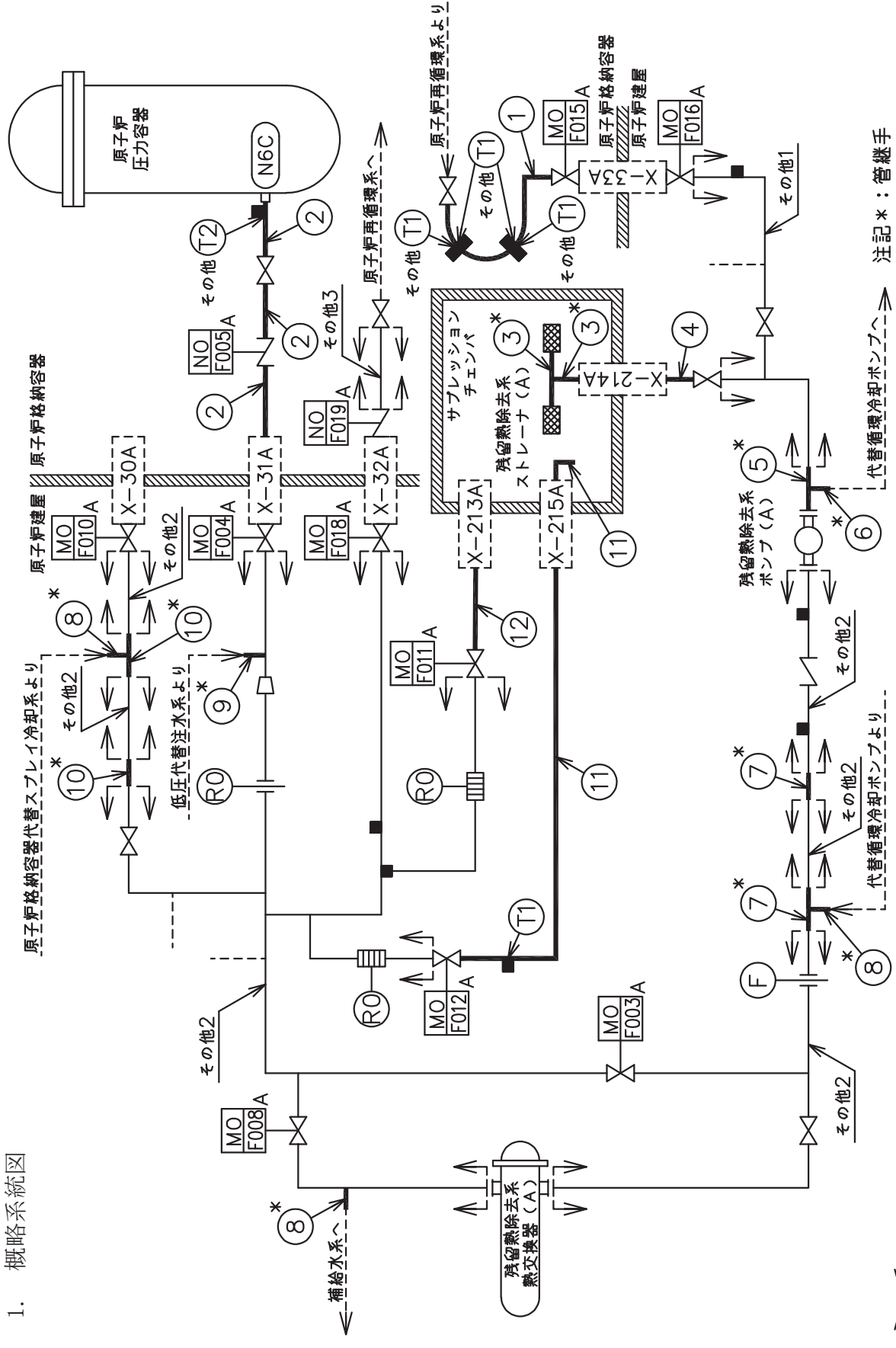
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目     | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|----------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 7    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 8    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 9    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 10   | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 11   | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 12   | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 13   | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| T1   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

目次

|                    |   |
|--------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....     | 1 |
| 2. 管の強度計算書 .....   | 3 |
| 3. 管の穴と補強計算書 ..... | 6 |

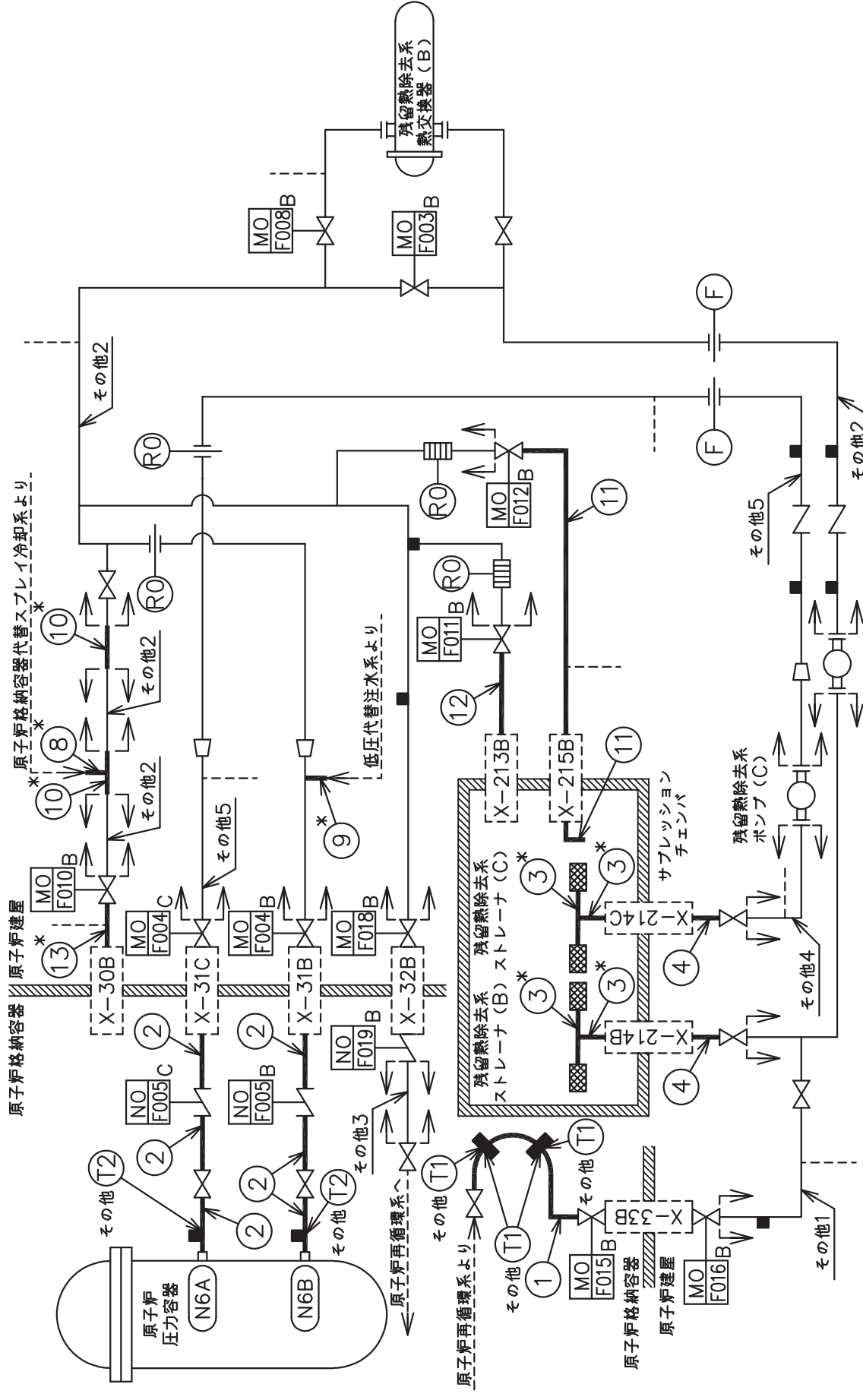
1. 概略系統図



注記\*：管継手  
残留熱除去系概略系統図（その1）

本範囲の強度計算は、平成3年6月19日付け 第4回 3資庁第1003号にて  
認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-3-2-1 管の基本板厚計算書」による。





注記\*：管継手  
残留熱除去系概略系統図（その2）

原子炉格納容器 原子炉建屋  
原子炉格納容器代替スプレイ冷却系より  
原子炉再循環系より  
低圧代注水系より  
残留熱除去系  
ストレーナ (B) ストレーナ (C)  
サブレーション チェンバ  
残留熱除去系ポンプ (B)  
残留熱除去系ポンプ (C)  
原子炉再循環系より  
原子炉格納容器 原子炉建屋  
原子炉再循環系より  
原子炉格納容器 原子炉建屋  
原子炉再循環系より  
原子炉格納容器 原子炉建屋  
原子炉再循環系より  
原子炉格納容器 原子炉建屋

本範囲の強度計算は、平成3年6月19日付け 第4回 3資庁第1003号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-3-2-1 管の基本板厚計算書」による。

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPB-3411 及び PPB-3561 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料               | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S <sub>m</sub><br>(MPa) | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t*<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) | 事故時圧力<br>P <sub>E</sub><br>(MPa) | 許容圧力<br>P <sub>all</sub><br>(MPa) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|-----|-------------|-------------------------|-------|------------------------|------------|--------|------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1   | 8.62                 | 302                    | 355.60                        | 23.80        | STS42<br>(STS410) | S   | 1           | 122                     | 12.5% | 20.82                  | 12.22      | A      | 12.22                  | 10.34                            | 17.24                             |
| 2   | 8.62                 | 302                    | 267.40                        | 18.20        | STS42<br>STS410   | S   | 1           | 122                     | 12.5% | 15.92                  | 9.19       | A      | 9.19                   | 10.34                            | 17.24                             |

\* : 最高使用圧力Pにより計算した必要厚さ。

評価 :  $t_s \geq t_r$ ,  $P_E \leq P_{all}$ , よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料               | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 3   | 0.854                | 200                    | 508.00                        | 9.50         | SM41C<br>(SM400C) | W   | 2           | 100        | 0.70 |       |                        | 3.09      | C      | 3.80                   |
| 4   | 0.854                | 200                    | 508.00                        | 9.50         | SGV42<br>(SGV410) | W   | 2           | 103        | 1.00 |       |                        | 2.10      | C      | 3.80                   |
| 5   | 1.37                 | 186                    | 508.00                        | 9.50         | STS410            | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 8.31                   | 3.36      | C      | 3.80                   |
| 6   | 1.37                 | 186                    | 267.40                        | 9.30         | STS410            | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 8.13                   | 1.77      | C      | 3.80                   |
| 7   | 3.73                 | 186                    | 355.60                        | 11.10        | STS410            | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.71                   | 6.35      | A      | 6.35                   |
| 8   | 3.73                 | 186                    | 165.20                        | 7.10         | STS42<br>STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 2.95      | C      | 3.80                   |
| 9   | 3.73                 | 186                    | 114.30                        | 6.00         | STS410            | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 5.25                   | 2.04      | C      | 3.40                   |
| 10  | 3.73                 | 186                    | 267.40                        | 9.30         | STS410            | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 8.13                   | 4.78      | A      | 4.78                   |
| 11  | 0.854                | 200                    | 318.50                        | 10.30        | STS42<br>STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.01                   | 1.32      | C      | 3.80                   |
| 12  | 3.73                 | 200                    | 114.30                        | 6.00         | STS42<br>(STS410) | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 5.25                   | 2.04      | C      | 3.40                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|--------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 13  | 3.73                 | 200                    | 267.40                        | 15.10        | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 13.21                  | 4.78      | A      | 4.78                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

3. 管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPC-3422 準用

|  |              |                |        |
|--|--------------|----------------|--------|
| NO.  |              | T1             |        |
| 形 式  |              | A              |        |
| 最高使用圧力   | P (MPa)      | 0.854          |        |
| 最高使用温度   | (°C)         | 200            |        |
| 主管と管台の角度   | $\alpha$ (°) |                |        |
| 主<br>管   | 材 料          | STS42 (STS410) |        |
|  | 許容引張応力       | $S_r$ (MPa)    | 103    |
|  | 外 径          | $D_{or}$ (mm)  | 318.50 |
|  | 内 径          | $D_{ir}$ (mm)  | 300.48 |
|  | 公称厚さ         | $t_{ro}$ (mm)  | 10.30  |
|  | 厚さの負の許容差     | $Q_r$          | 12.5 % |
|  | 最小厚さ         | $t_r$ (mm)     | 9.01   |
|  | 継手効率         | $\eta$         | 1.00   |
| 管<br>台   | 材 料          | SF50A (SF490A) |        |
|  | 外 径          | $D_{ob}$ (mm)  | 152.30 |
|  | 内 径          | $D_{ib}$ (mm)  |        |
|  | 公称厚さ         | $t_{bn}$ (mm)  | 25.00  |
| 穴の径  | d (mm)       |                |        |
| $d_{r1} = D_{ir} / 4$  |              | (mm)           | 75.12  |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値   |              | (mm)           | 61.00  |
| K  |              |                | 0.1610 |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値  |              | (mm)           | 107.89 |
| 補強不要な穴の最大径 $d_{fr}$  |              | (mm)           | 107.89 |
| <p>評価： <math>d \leq d_{fr}</math></p> <p>よって管の穴の補強計算は必要ない。</p> |              |                |        |

VI-3-3-3-3-2 耐圧強化ベント系の強度計算書

目 次

VI-3-3-3-2-1 管の強度計算書（耐圧強化ベント系）

VI-3-3-3-3-2-1 管の強度計算書（耐圧強化ベント系）



目 次

VI-3-3-3-2-1-1 管の基本板厚計算書（耐圧強化ベント系）

VI-3-3-3-2-1-2 管の応力計算書（耐圧強化ベント系）

VI-3-3-3-3-2-1-1 管の基本板厚計算書（耐圧強化ベント系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |             | 条件アップするか         |             |            |      | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス       |   |      |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-------------|------------------|-------------|------------|------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------------|---|------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス   | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件        |            | SA条件 |                            |              |       |                 |                 |   |      |
|      |                |   |                   |                  |           | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C)       | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) |      | 圧力<br>(MPa)                | 温度<br>(°C)   |       |                 |                 |   |      |
| 1    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | 0.427       | 171              | 0.854       | 200        | 有    | 0.427                      | 171          | 0.854 | 200             | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 2    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | 0.427       | 171              | 0.854       | 200        | 有    | 0.427                      | 171          | 0.854 | 200             | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 3    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | 0.427       | 171              | 0.854       | 200        | 有    | 0.427                      | 171          | 0.854 | 200             | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 4    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | 0.427       | 171              | 0.854       | 200        | 有    | 0.427                      | 171          | 0.854 | 200             | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 4    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | 0.427       | 171              | 0.854       | 200        | 有    | 0.427                      | 171          | 0.854 | 200             | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 5    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-4             | DB-4      | 0.0235      | 140              | 0.854       | 171        | 有    | 0.0235                     | 140          | 0.854 | 171             | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |

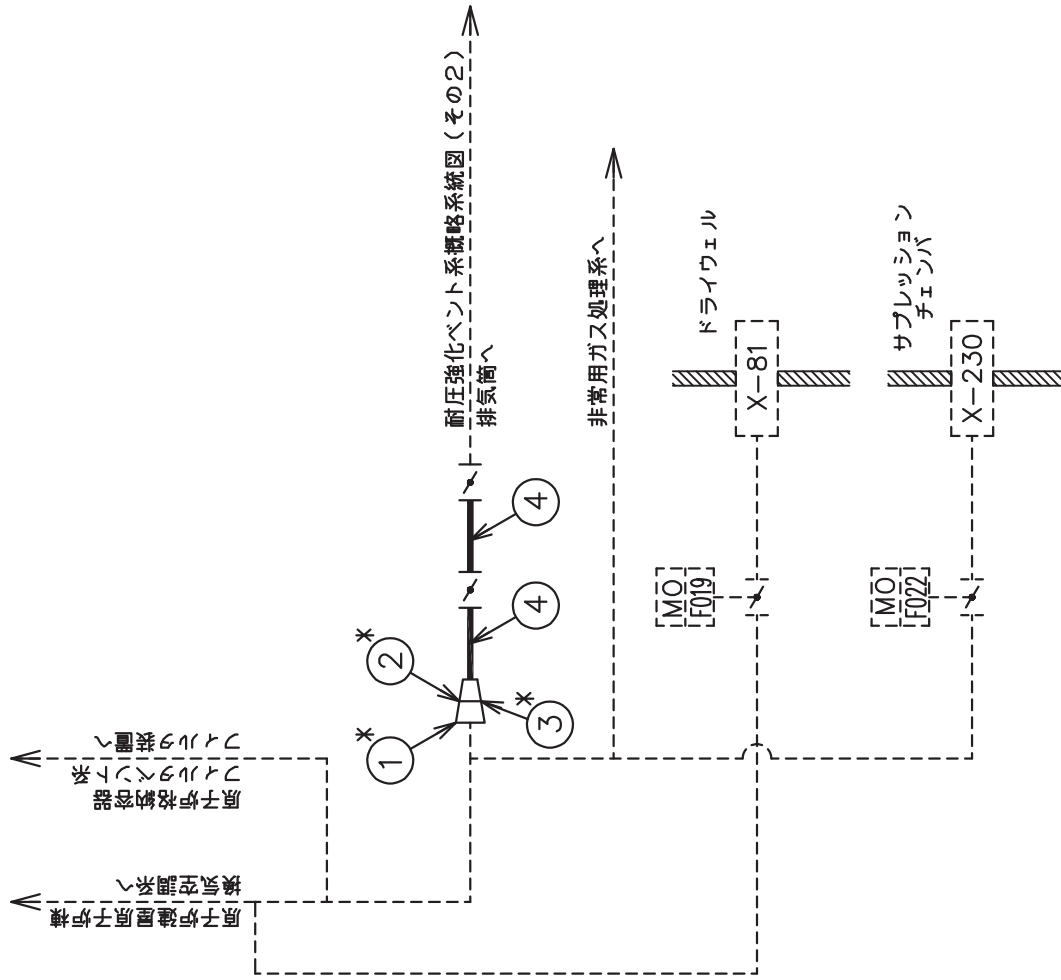
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

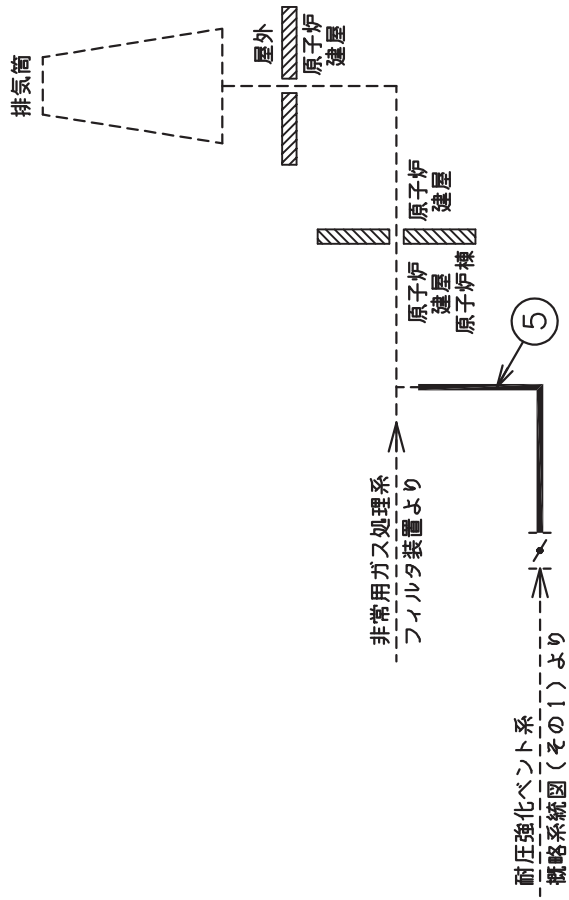
目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 3 |

1. 概略系統図



注記\*：管継手  
耐圧強化ベント系統略系統図(その1)



耐圧強化ベント系概略系統図(その2)



2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|--------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 0.854                | 200                    | 609.60                        | 9.50         | SM400C | W   | 2           | 100        | 1.00 |       |                        | 2.60      | C      | 3.80                   |
| 2   | 0.854                | 200                    | 457.20                        | 9.50         | SM400C | W   | 2           | 100        | 1.00 |       |                        | 1.95      | C      | 3.80                   |
| 3   | 0.854                | 200                    | 457.20                        | 14.30        | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 12.51                  | 1.89      | C      | 3.80                   |
| 4   | 0.854                | 200                    | 318.50                        | 10.30        | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.01                   | 1.32      | C      | 3.80                   |
| 5   | 0.854                | 171                    | 318.50                        | 10.30        | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.01                   | 1.32      | C      | 3.80                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

VI-3-3-3-3-2-1-2 管の応力計算書  
(耐圧強化ベント系)

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果は「3. 評価結果」に示す計算書に記載する。

## 重大事故等対処設備

## 目次

|                |   |
|----------------|---|
| 1. 概要 .....    | 1 |
| 2. 概略系統図 ..... | 2 |
| 3. 評価結果 .....  | 4 |

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。




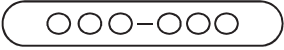

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

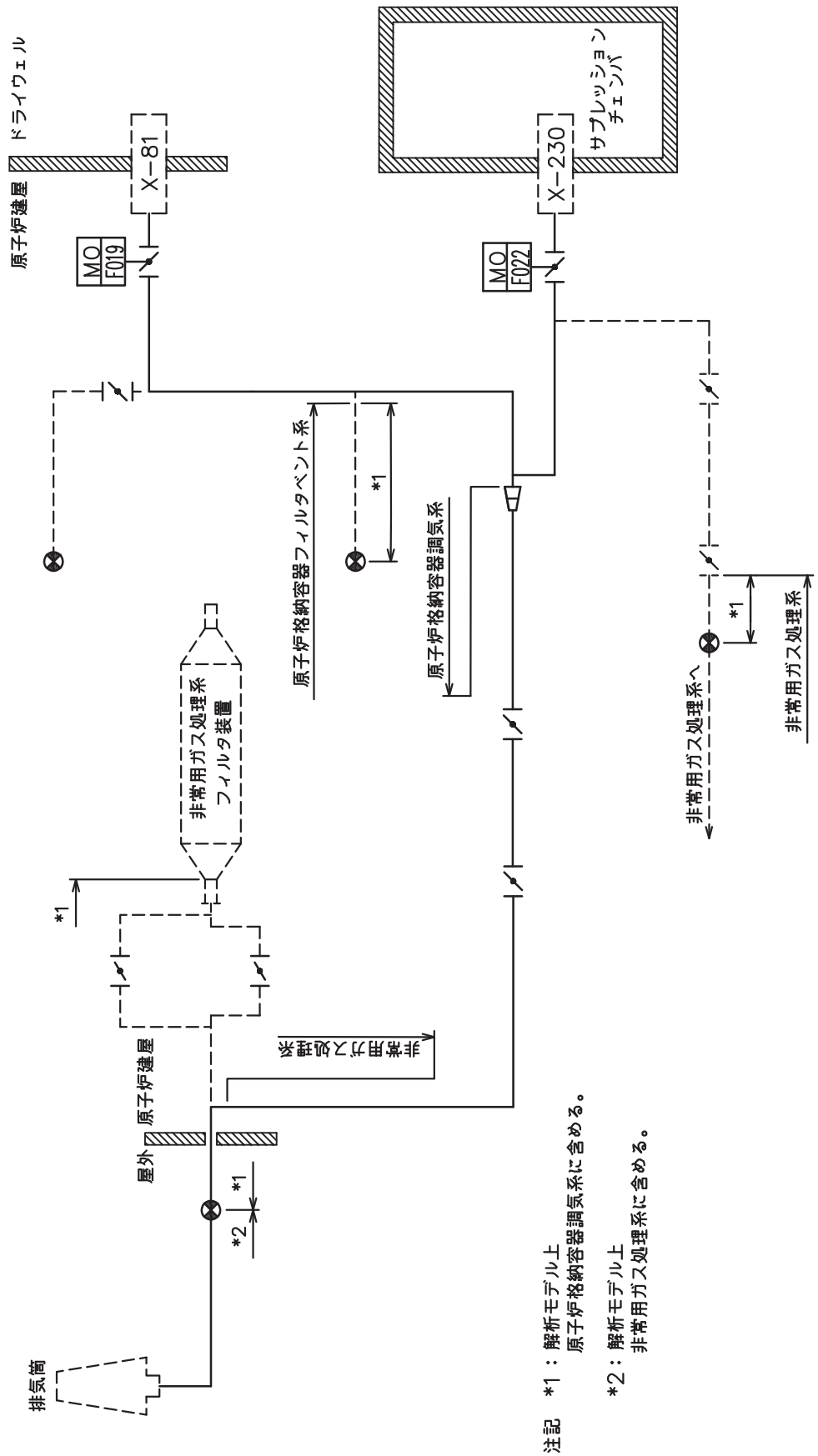
### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単元に記載する。

## 2. 概略系統図

概略系統図記号凡例

| 記号   | 内容   |
|--|--|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                             |
|  (細線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管                    |
|  (破線) | 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管 |
|     | 鳥瞰図番号  |
|     | アンカ  |



耐圧強化ベント系概略系統図



3. 評価結果

以下の計算書の重大事故等対処設備に含まれている。

「VI-3-3-6-2-9-1-2-2 管の応力計算書（原子炉格納容器調気系）」

VI-3-3-3-4 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-3-4-1 高圧炉心スプレイ系の強度計算書
- VI-3-3-3-4-2 低圧炉心スプレイ系の強度計算書
- VI-3-3-3-4-3 高圧代替注水系の強度計算書
- VI-3-3-3-4-4 原子炉隔離時冷却系の強度計算書
- VI-3-3-3-4-5 低圧代替注水系の強度計算書
- VI-3-3-3-4-6 代替水源移送系の強度計算書

VI-3-3-3-4-1 高圧炉心スプレイ系の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-3-4-1-1 高圧炉心スプレイ系ポンプの強度計算書
- VI-3-3-3-4-1-2 高圧炉心スプレイ系ストレーナの強度計算書
- VI-3-3-3-4-1-3 弁の強度計算書（高圧炉心スプレイ系）
- VI-3-3-3-4-1-4 管の強度計算書（高圧炉心スプレイ系）

VI-3-3-3-4-1-2 高圧炉心スプレイ系ストレーナの強度計算書

## 1. 概要

本計算書は、高圧炉心スプレイ系ストレーナの強度について説明するものである。

高圧炉心スプレイ系ストレーナは残留熱除去系ストレーナ及び低圧炉心スプレイ系ストレーナと同様の形状を有しており、解析モデルや評価条件については同等である。

また、添付書類「VI-3-3-3-3-1-3 残留熱除去系ストレーナの強度計算書」において、ストレーナの解析モデルを用いた強度の評価を実施しており、その荷重条件については上記のストレーナで最大となる値を用いる。

以上より、本計算書の評価結果については、添付書類「VI-3-3-3-3-1-3 残留熱除去系ストレーナの強度計算書」による。

VI-3-3-3-4-1-3 弁の強度計算書（高圧炉心スプレイ系）



## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-11 重大事故等クラス2 弁の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名      | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|----------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|------------|
|          |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            | SA 条件       |                            |              |       |                 |           |            |
|          |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |       |                 |           | 温度<br>(°C) |
| E22-F003 | 既設             | 有   | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有                | 10.79       | 302        | 10.79       | 315                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |

## 目次

|                |   |
|----------------|---|
| 1. 重大事故等クラス2 弁 | 1 |
| 1.1 設計仕様       | 2 |
| 1.2 強度計算書      | 3 |

## 1. 重大事故等クラス2 弁

1.1 設計仕様

系統：高圧炉心スプレイ系

| 機器の区分    |     | 重大事故等クラス2弁 |       |       |     |
|----------|-----|------------|-------|-------|-----|
| 弁番号      | 種類  | 呼び径<br>(A) | 材料    |       |     |
|          |     |            | 弁箱    | 弁ふた   | ボルト |
| E22-F003 | 止め弁 | 250        | SCPH2 | SCPH2 |     |

02 ③ VI-3-3-3-4-1-3 R0

1.2 強度計算書

系統：高圧炉心スプレイ系

|     |          |     |   |
|-----|----------|-----|---|
| 弁番号 | E22-F003 | シート | 1 |
|-----|----------|-----|---|

|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |   | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|---|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ   |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)                                    | 10.79   |             | $d_n$ (mm)  |         |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 315     |             | $d_n / d_m$   |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $\varnothing$ (mm)  |         |
| 弁箱材料  | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)   | 18.7    |
| 弁ふた材料   | SCPH2   |             | $t_{m2}$ (mm)   | 16.8    |
| $P_1$ (MPa)   | —       | 9.85        | $t_{ma1}$ (mm)  |         |
| $P_2$ (MPa)   | —       | 14.78       | $t_{ma2}$ (mm)  |         |
| $d_m$ (mm)  |         |             | 評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$<br>$t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |         |
| $t_1$ (mm)  | —       | 17.2        |   |         |
| $t_2$ (mm)  | —       | 25.0        |   |         |
| $t$ (mm)  | —       | 18.7        |   |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       |         |             |   |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       |         |             |   |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |   |         |

O2 ③ VI-3-3-3-4-1-3 RO

| フランジ及びフランジボルトの応力解析                              |                         |   |                     |
|---|-------------------------|---|---------------------|
| 設計条件  |                         | モーメントの計算  |                     |
| $P_{FD}$ (MPa)                                  | 14.44                   | $H_D$ (N)   | $9.532 \times 10^5$ |
| $P_{eq}$ (MPa)                                  | 3.65                    | $h_D$ (mm)  | 67.5                |
| $T_m$ (°C)                                      | 315                     | $M_D$ (N・mm)  | $6.434 \times 10^7$ |
| $M_e$ (N・mm)                                    |                         | $H_G$ (N)   | $6.805 \times 10^5$ |
| $F_e$ (N)                                       |                         | $h_G$ (mm)  | 69.6                |
| フランジの形式   | JIS B 8265<br>附属書3 図27) | $M_G$ (N・mm)  | $4.733 \times 10^7$ |
| フランジ  |                         | $H_T$ (N)   | $2.877 \times 10^5$ |
| 材料  | SCPH2                   | $h_T$ (mm)  | 79.8                |
| $\sigma_{fa}$ (MPa)<br>常温 (ガスケット締付時)<br>(20 °C) | 120                     | $M_T$ (N・mm)  | $2.295 \times 10^7$ |
| $\sigma_{fb}$ (MPa)<br>最高使用温度 (使用状態)            | 115                     | $M_o$ (N・mm)  | $1.346 \times 10^8$ |
|   |                         | $M_g$ (N・mm)  | $1.621 \times 10^8$ |
| A (mm)  |                         | フランジの厚さと係数  |                     |
| B (mm)  |                         | t (mm)  |                     |
| C (mm)  |                         | K   | 1.86                |
| $g_o$ (mm)                                      |                         | $h_o$ (mm)  |                     |
| $g_1$ (mm)                                      |                         | f   | 1.00                |
| h (mm)  |                         | F   | 0.863               |
| ボルト   |                         | V   | 0.371               |
| 材料  |                         | e (mm <sup>-1</sup> )   | 0.00863             |
| $\sigma_{fa}$ (MPa)<br>常温 (ガスケット締付時)<br>(20 °C) | 173                     | d (mm <sup>3</sup> )  | 1160757             |
| $\sigma_{fb}$ (MPa)<br>最高使用温度 (使用状態)            | 173                     | L   | 2.12                |
| n   |                         | T   | 1.56                |
| $d_b$ (mm)                                      |                         | U   | 3.62                |
| ガスケット   |                         | Y   | 3.29                |
| 材料  |                         | Z   | 1.81                |
| ガスケット厚さ (mm)                                    |                         | 応力の計算   |                     |
| G (mm)  |                         | $\sigma_{Ho}$ (MPa)   | 122                 |
| m   |                         | $\sigma_{Ro}$ (MPa)   | 46                  |
| y (N/mm <sup>2</sup> )                          |                         | $\sigma_{To}$ (MPa)   | 65                  |
| $b_o$ (mm)                                      |                         | $\sigma_{Hg}$ (MPa)   | 117                 |
| b (mm)  |                         | $\sigma_{Rg}$ (MPa)   | 55                  |
| N (mm)  |                         | $\sigma_{Tg}$ (MPa)   | 78                  |
| $G_s$ (mm)                                      |                         | 応力の評価：<br>$\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br><br>$\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>よって十分である。 |                     |
| ボルトの計算  |                         |   |                     |
| H (N)   | $1.241 \times 10^6$     |   |                     |
| $H_p$ (N)                                       | $6.805 \times 10^5$     |   |                     |
| $W_{m1}$ (N)                                    | $1.921 \times 10^6$     |   |                     |
| $W_{m2}$ (N)                                    | $5.415 \times 10^5$     |   |                     |
| $A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )                     | $1.111 \times 10^4$     |   |                     |
| $A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )                     | $3.130 \times 10^3$     |   |                     |
| $A_m$ (mm <sup>2</sup> )                        | $1.111 \times 10^4$     |   |                     |
| $A_b$ (mm <sup>2</sup> )                        |                         |   |                     |
| $W_o$ (N)                                       | $1.921 \times 10^6$     |   |                     |
| $W_g$ (N)                                       | $2.331 \times 10^6$     |   |                     |
| 評価： $A_m < A_b$                                 |                         | よって十分である。   |                     |

O 2 ③ VI-3-3-3-4-1-3 ROE

VI-3-3-3-4-1-4 管の強度計算書（高圧炉心スプレイ系）



目 次

VI-3-3-3-4-1-4-1 管の基本板厚計算書（高圧炉心スプレイ系）

VI-3-3-3-4-1-4-1 管の基本板厚計算書（高圧炉心スプレイ系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                   |                     | 施工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |                   |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|-------------------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(℃) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |       |                 |           | SA条件<br>温度<br>(℃) |
| 1    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | SA-2             | 有                   | 8.62              | 302                 | 10.34                      | 315          | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2              |
| 2    | 新設             | —                                       | —                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | SA-2             | —                   | 1.37              | 66                  | 1.37                       | 66           | —     | 設計・建設規格         | —         | SA-2              |
| 3    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —                   | —                 | —                   | 1.37                       | 66           | —     | 設計・建設規格         | —         | SA-2              |
| 4    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | SA-2             | 有                   | 0.427             | 104                 | 0.854                      | 200          | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2              |
| 5    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | SA-2             | 有                   | 0.427             | 104                 | 0.854                      | 200          | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2              |
| 6    | 新設             | —                                       | —                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | SA-2             | —                   | 10.79             | 100                 | 10.79                      | 100          | —     | 設計・建設規格         | —         | SA-2              |
| 7    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —                   | —                 | —                   | 10.79                      | 100          | —     | 設計・建設規格         | —         | SA-2              |
| 8    | 新設             | —                                       | —                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | SA-2             | —                   | 1.37              | 66                  | 1.37                       | 66           | —     | 設計・建設規格         | —         | SA-2              |
| 9    | 新設             | —                                       | —                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | SA-2             | —                   | 1.37              | 66                  | 1.37                       | 66           | —     | 設計・建設規格         | —         | SA-2              |
| 10   | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —                   | —                 | —                   | 1.37                       | 66           | —     | 設計・建設規格         | —         | SA-2              |

| 管No.      | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |       |     |       | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |      |
|-----------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------|-----|-------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|------|
|           |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件  |     | SA条件  |                            |              |       |                 |           |      |
|           |                |   |                   |                  |           |           |                  |       |     |       |                            |              |       |                 |           |      |
| その他1      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 1.37  | 66  | 1.37  | 66                         | 有            | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2 |
| その他2      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 1.37  | 100 | 1.37  | 100                        | 有            | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2 |
| その他3      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 10.79 | 100 | 10.79 | 100                        | 有            | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2 |
| その他<br>T1 | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有*               | 8.62  | 302 | 10.34 | 315                        | 有*           | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2 |

\*：既工認において評価を実施しており、かつ評価条件に変更はないことから、評価結果については  
平成3年6月19日付け 第4回 3資庁第1003号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-5-1-1  
管の基本板厚計算書」による。

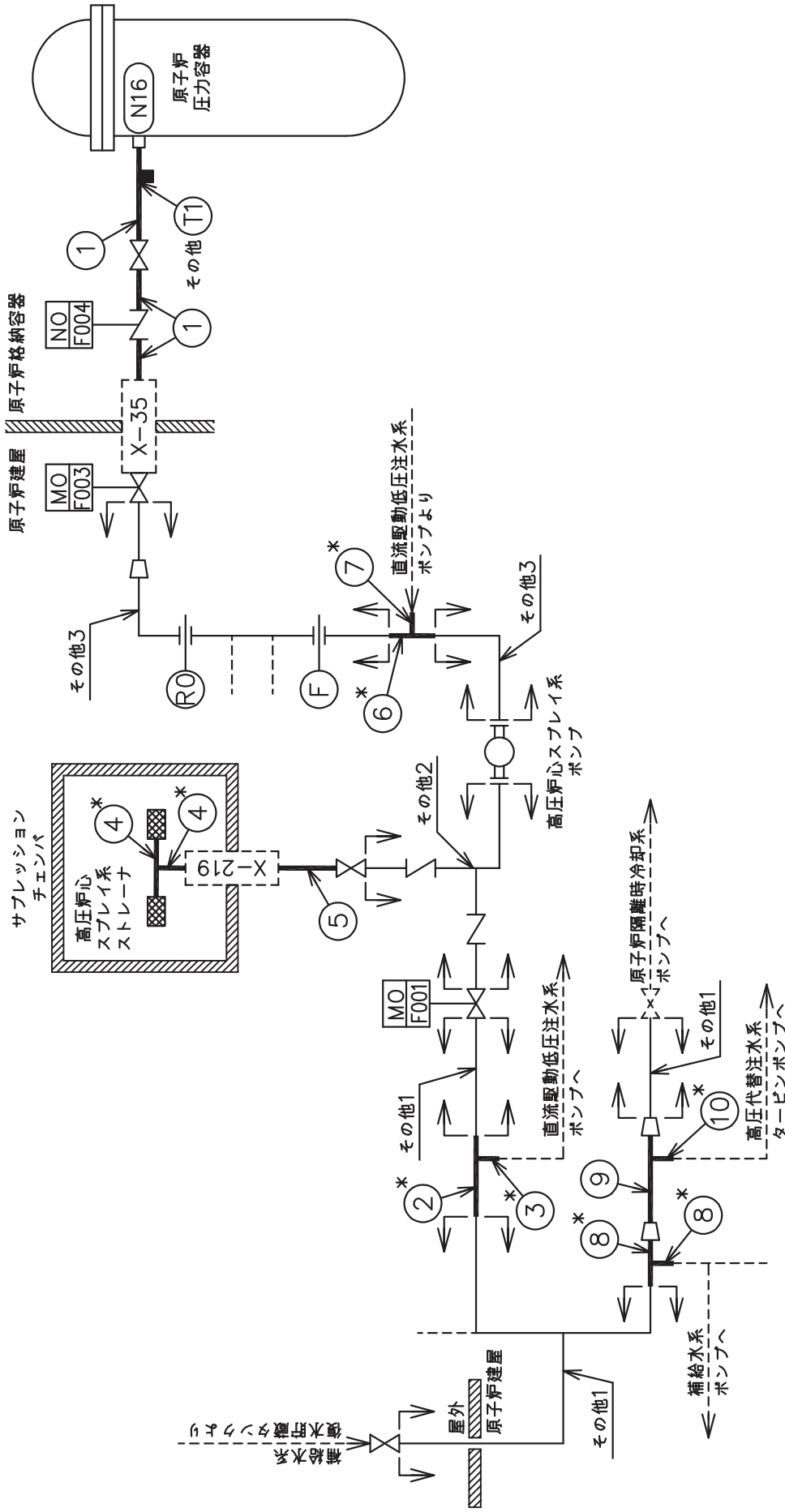
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 7    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 8    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 9    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 10   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |

目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 2 |

1. 概略系統図



注記\*：管継手  
高圧炉心スプレイ系概略系統図

本範囲の強度計算は、平成3年6月19日付け 第4回 3資行第1003号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-5-1-1 管の基本厚計算書」及び平成4年4月3日付け 第7回 4資行第1992号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-1-1-1 管の基本厚計算書」による。

その他 (T1) 本範囲の強度計算は、平成3年6月19日付け 第4回 3資行第1003号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-5-1-1 管の基本厚計算書」による。



2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス2 管)  
設計・建設規格 PPB-3411 及びPPB-3561 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料             | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S <sub>m</sub><br>(MPa) | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t*<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) | 事故時圧力<br>P <sub>E</sub><br>(MPa) | 許容圧力<br>P <sub>aE</sub><br>(MPa) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|-----|-------------|-------------------------|-------|------------------------|------------|--------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1   | 8.62                 | 302                    | 267.40                        | 18.20        | STS42<br>STS410 | S   | 1           | 122                     | 12.5% | 15.92                  | 9.19       | A      | 9.19                   | 10.34                            | 17.24                            |

\* : 最高使用圧力Pにより計算した必要厚さ。

評価 :  $t_s \geq t_r$ ,  $P_E \leq P_{aE}$ , よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材<br>料            | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|-------------------|--------|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 2   | 1.37                 | 66                 | 406.40                       | 9.50         | SUS304            | W      | 2           | 126        | 1.00 |       |                        | 2.20      | A      | 2.20                   |
| 3   | 1.37                 | 66                 | 165.20                       | 7.10         | SUS304            | W      | 2           | 126        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 0.90      | A      | 0.90                   |
| 4   | 0.854                | 200                | 508.00                       | 9.50         | SM41C<br>(SM400C) | W      | 2           | 100        | 0.70 |       |                        | 3.09      | C      | 3.80                   |
| 5   | 0.854                | 200                | 508.00                       | 9.50         | SGV42<br>(SGV410) | W      | 2           | 103        | 1.00 |       |                        | 2.10      | C      | 3.80                   |
| 6   | 10.79                | 100                | 318.50                       | 25.40        | STS410            | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 22.22                  | 16.02     | A      | 16.02                  |
| 7   | 10.79                | 100                | 165.20                       | 14.30        | STS410            | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 12.51                  | 8.31      | A      | 8.31                   |
| 8   | 1.37                 | 66                 | 406.40                       | 9.50         | SUS304TP          | S      | 2           | 126        | 1.00 | 12.5% | 8.31                   | 2.20      | A      | 2.20                   |
| 9   | 1.37                 | 66                 | 267.40                       | 9.30         | SUS304TP          | S      | 2           | 126        | 1.00 | 12.5% | 8.13                   | 1.45      | A      | 1.45                   |
| 10  | 1.37                 | 66                 | 216.30                       | 8.20         | SUS304TP          | S      | 2           | 126        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.17      | A      | 1.17                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-4-2 低圧炉心スプレイ系の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-3-4-2-1 低圧炉心スプレイ系ポンプの強度計算書
- VI-3-3-3-4-2-2 低圧炉心スプレイ系ストレーナの強度計算書
- VI-3-3-3-4-2-3 管の強度計算書（低圧炉心スプレイ系）

VI-3-3-3-4-2-2 低圧炉心スプレイ系ストレーナの強度計算書

## 1. 概要

本計算書は、低圧炉心スプレイ系ストレーナの強度について説明するものである。

低圧炉心スプレイ系ストレーナは残留熱除去系ストレーナ及び高圧炉心スプレイ系ストレーナと同様の形状を有しており、解析モデルや評価条件については同等である。

また、添付書類「VI-3-3-3-3-1-3 残留熱除去系ストレーナの強度計算書」において、ストレーナの解析モデルを用いた強度の評価を実施しており、その荷重条件については上記のストレーナで最大となる値を用いる。

以上より、本計算書の評価結果については、添付書類「VI-3-3-3-3-1-3 残留熱除去系ストレーナの強度計算書」による。

VI-3-3-3-4-2-3 管の強度計算書（低圧炉心スプレイ系）

目 次

VI-3-3-3-4-2-3-1 管の基本板厚計算書（低圧炉心スプレイ系）



VI-3-3-3-4-2-3-1 管の基本板厚計算書（低圧炉心スプレイ系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No.      | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分          | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|-----------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|---------------|-----------------|-----------|
|           |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |               |                 |           |
| 1         | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有                | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 2         | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427               | 104                | 0.854               | 200                        | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 3         | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427               | 104                | 0.854               | 200                        | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| その他1      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 1.37                | 100                | 1.37                | 100                        | 有            | S55告示         | —               | SA-2      |
| その他2      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 4.41                | 100                | 4.41                | 100                        | 有            | S55告示         | —               | SA-2      |
| その他<br>T1 | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有*               | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | 有*           | S55告示         | —               | SA-2      |

\*：既工認において評価を実施しており、かつ評価条件に変更はないことから、評価結果については、平成3年6月19日付け  
第4回 3資庁第1003号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-6-1-1 管の基本板厚計算書」による。

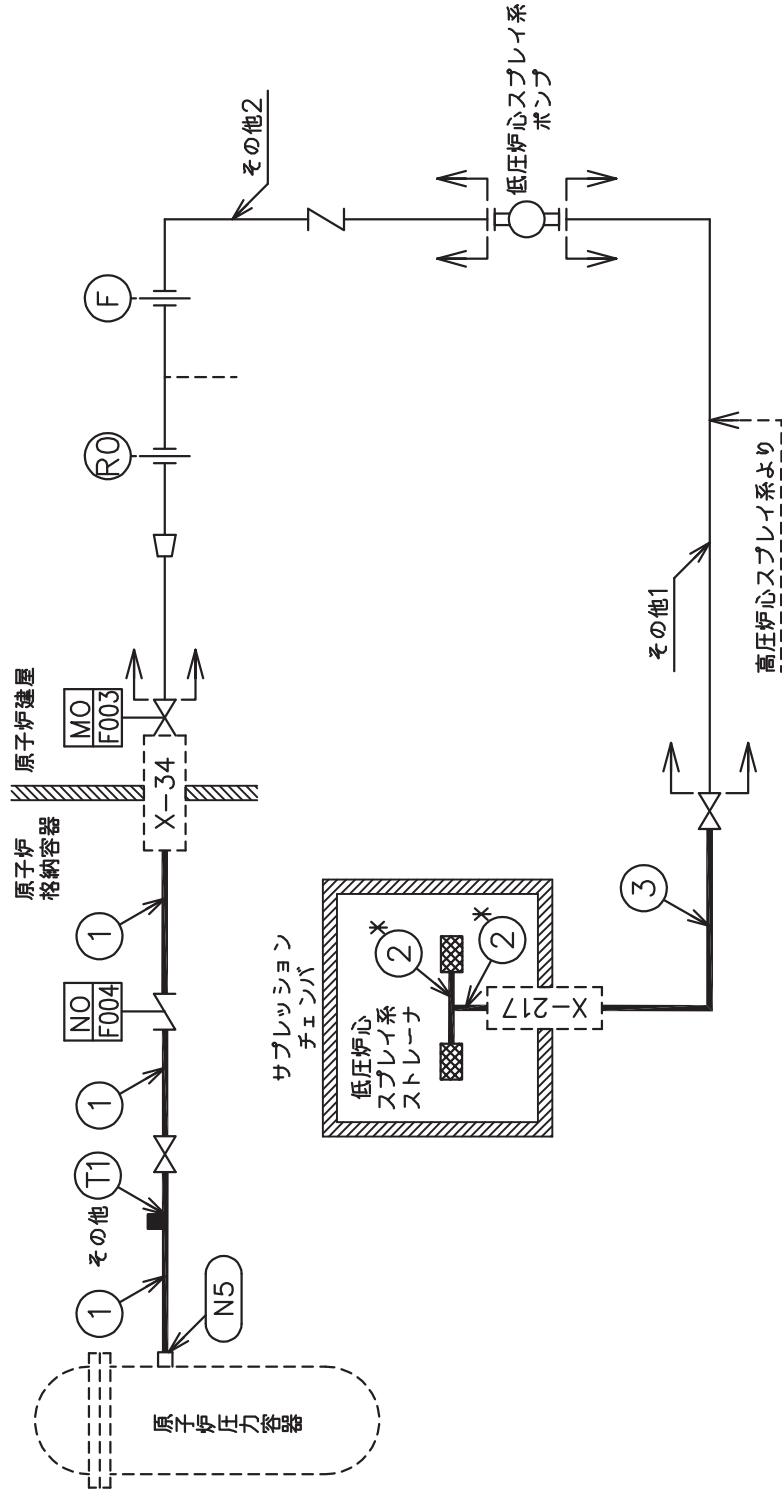
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 2 |

1. 概略系統図



注記\*：管継手  
低圧炉心スプレー系概略系統図

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

その他 (T1) 本範囲の強度計算は、平成3年6月19日付け 第4回 3資庁第1003号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-6-1-1 管の基本厚計算書」による。



2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPB-3411 及び PPB-3561 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料             | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S <sub>m</sub><br>(MPa) | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t*<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) | 事故時圧力<br>P <sub>E</sub><br>(MPa) | 許容圧力<br>P <sub>aE</sub><br>(MPa) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|-----|-------------|-------------------------|-------|------------------------|------------|--------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1   | 8.62                 | 302                    | 267.40                        | 18.20        | STS42<br>STS410 | S   | 1           | 122                     | 12.5% | 15.92                  | 9.19       | A      | 9.19                   | 10.34                            | 17.24                            |

\* : 最高使用圧力 P により計算した必要厚さ。

評価 :  $t_s \geq t_r$ ,  $P_E \leq P_{aE}$ , よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料               | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|-----|-------------|------------|------|---|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 2   | 0.854                | 200                    | 508.00                        | 9.50         | SM41C<br>(SM400C) | W   | 2           | 100        | 0.70 |   |                        | 3.09      | C      | 3.80                   |
| 3   | 0.854                | 200                    | 508.00                        | 9.50         | SGV42<br>(SGV410) | W   | 2           | 103        | 1.00 |   |                        | 2.10      | C      | 3.80                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



VI-3-3-3-4-3 高圧代替注水系の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-3-4-3-1 高圧代替注水系タービンポンプの強度計算書
- VI-3-3-3-4-3-2 弁の強度計算書（高圧代替注水系）
- VI-3-3-3-4-3-3 管の強度計算書（高圧代替注水系）

VI-3-3-3-4-3-2 弁の強度計算書（高圧代替注水系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-11 重大事故等クラス2 弁の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名      | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>を対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|----------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|------------|
|          |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            | SA 条件       |                            |              |       |                 |           |            |
|          |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |       |                 |           | 温度<br>(°C) |
| E61-F003 | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 14.0        | 302                        | —            | —     | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| E61-F050 | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 10.34       | 315                        | —            | —     | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| P15-F001 | 既設             | 有   | 有                 | Non              | Non       | SA-2      | 無                | 1.37        | 66         | 1.37        | 66                         | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |

## 目次

|                |   |
|----------------|---|
| 1. 重大事故等クラス2 弁 | 1 |
| 1.1 設計仕様       | 2 |
| 1.2 強度計算書      | 3 |

## 1. 重大事故等クラス 2 弁

1.1 設計仕様

系統：高圧代替注水系

| 機器の区分    |     | 重大事故等クラス2弁 |       |       |     |
|----------|-----|------------|-------|-------|-----|
| 弁番号      | 種類  | 呼び径<br>(A) | 材料    |       |     |
|          |     |            | 弁箱    | 弁ふた   | ボルト |
| E61-F003 | 止め弁 | 150        | SCPH2 | SCPH2 |     |
| E61-F050 | 止め弁 | 150        | SCPH2 | SCPH2 |     |
| P15-F001 | 止め弁 | 80         | SCPH2 | SCPH2 |     |

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-2 R0



1.2 強度計算書

系統：高圧代替注水系

|     |          |     |   |
|-----|----------|-----|---|
| 弁番号 | E61-F003 | シート | 1 |
|-----|----------|-----|---|

|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |   | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|---|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ   |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)                                    | 14.0    |             | $d_n$ (mm)  | □       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 302     |             | $d_n / d_m$   |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $\varnothing$ (mm)  |         |
| 弁箱材料  | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)   | 14.9    |
| 弁ふた材料   | SCPH2   |             | $t_{m2}$ (mm)   | 14.3    |
| $P_1$ (MPa)   | 9.95    | —           | $t_{ma1}$ (mm)  | □       |
| $P_2$ (MPa)   | 14.95   | —           | $t_{ma2}$ (mm)  |         |
| $d_m$ (mm)  | □       |             | 評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$<br>$t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |         |
| $t_1$ (mm)  | 11.1    | —           |   |         |
| $t_2$ (mm)  | 15.7    | —           |   |         |
| $t$ (mm)  | 14.9    | —           |   |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       | □       |             |   |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       | □       |             |   |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |   |         |

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-2 RO

| フランジ及びフランジボルトの応力解析                              |                         |   |                     |
|---|-------------------------|---|---------------------|
| 設計条件  |                         | モーメントの計算  |                     |
| $P_{FD}$ (MPa)                                  | 21.78                   | $H_D$ (N)   | $5.541 \times 10^5$ |
| $P_{eq}$ (MPa)                                  | 7.78                    | $h_D$ (mm)  | 50.0                |
| $T_m$ (°C)                                      | 302                     | $M_D$ (N・mm)  | $2.770 \times 10^7$ |
| $M_e$ (N・mm)                                    |                         | $H_G$ (N)   | $5.601 \times 10^5$ |
| $F_e$ (N)                                       |                         | $h_G$ (mm)  | 62.7                |
| フランジの形式   | JIS B 8265<br>附属書3 図27) | $M_G$ (N・mm)  | $3.510 \times 10^7$ |
| フランジ  |                         | $H_T$ (N)   | $1.623 \times 10^5$ |
| 材料  | SCPH2                   | $h_T$ (mm)  | 68.8                |
| $\sigma_{fa}$ (MPa)<br>常温 (ガスケット締付時)<br>(20 °C) | 120                     | $M_T$ (N・mm)  | $1.117 \times 10^7$ |
| $\sigma_{fb}$ (MPa)<br>最高使用温度 (使用状態)            | 117                     | $M_o$ (N・mm)  | $7.397 \times 10^7$ |
| A (mm)  |                         | $M_g$ (N・mm)  | $1.155 \times 10^8$ |
| B (mm)  |                         | フランジの厚さと係数  |                     |
| C (mm)  |                         | t (mm)  |                     |
| $g_o$ (mm)                                      |                         | K   | 2.26                |
| $g_1$ (mm)                                      |                         | $h_o$ (mm)  |                     |
| h (mm)  |                         | f   | 1.00                |
| ボルト   |                         | F   | 0.806               |
| 材料  |                         | V   | 0.272               |
| $\sigma_{fa}$ (MPa)<br>常温 (ガスケット締付時)<br>(20 °C) | 173                     | e (mm <sup>-1</sup> )   | 0.01022             |
| $\sigma_b$ (MPa)<br>最高使用温度 (使用状態)               | 173                     | d (mm <sup>3</sup> )  | 962107              |
| n   |                         | L   | 2.35                |
| $d_b$ (mm)                                      |                         | T   | 1.42                |
| ガスケット   |                         | U   | 2.79                |
| 材料  |                         | Y   | 2.53                |
| ガスケット厚さ (mm)                                    |                         | Z   | 1.49                |
| G (mm)  |                         | 応力の計算   |                     |
| m   |                         | $\sigma_{Ho}$ (MPa)   | 81                  |
| y (N/mm <sup>2</sup> )                          |                         | $\sigma_{Ro}$ (MPa)   | 43                  |
| $b_o$ (mm)                                      |                         | $\sigma_{To}$ (MPa)   | 47                  |
| b (mm)  |                         | $\sigma_{Hg}$ (MPa)   | 92                  |
| N (mm)  |                         | $\sigma_{Rg}$ (MPa)   | 68                  |
| $G_s$ (mm)                                      |                         | $\sigma_{Tg}$ (MPa)   | 73                  |
| ボルトの計算  |                         | 応力の評価：<br>$\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br><br>$\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br><br>よって十分である。 |                     |
| H (N)   | $7.163 \times 10^5$     |   |                     |
| $H_p$ (N)                                       | $5.601 \times 10^5$     |   |                     |
| $W_{m1}$ (N)                                    | $1.276 \times 10^6$     |   |                     |
| $W_{m2}$ (N)                                    | $2.954 \times 10^5$     |   |                     |
| $A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )                     | $7.378 \times 10^3$     |   |                     |
| $A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )                     | $1.707 \times 10^3$     |   |                     |
| $A_m$ (mm <sup>2</sup> )                        | $7.378 \times 10^3$     |   |                     |
| $A_b$ (mm <sup>2</sup> )                        |                         |   |                     |
| $W_o$ (N)                                       | $1.276 \times 10^6$     |   |                     |
| $W_g$ (N)                                       | $1.844 \times 10^6$     |   |                     |
| 評価： $A_m < A_b$                                 |                         | よって十分である。   |                     |

O 2 ③ VI-3-3-3-4-3-2 RO

|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |  | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|--|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ                                |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)                                    | 10.34   |             | $d_n$ (mm)                             |         |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 315     |             | $d_n / d_m$                            |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $\varnothing$ (mm)                     | —       |
| 弁箱材料  | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)                          | —       |
| 弁ふた材料   | SCPH2   |             | $t_{m2}$ (mm)                          | 13.5    |
| $P_1$ (MPa)   | 9.85    | —           | $t_{ma1}$ (mm)                         | —       |
| $P_2$ (MPa)   | 14.78   | —           | $t_{ma2}$ (mm)                         |         |
| $d_m$ (mm)  |         |             | 評価： $t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |         |
| $t_1$ (mm)  | 12.6    | —           |  |         |
| $t_2$ (mm)  | 18.6    | —           |  |         |
| $t$ (mm)  | 13.2    | —           |  |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |  |         |

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-2 RO

| フランジ及びフランジボルトの応力解析                              |                         |   |                     |
|---|-------------------------|---|---------------------|
| 設計条件  |                         | モーメントの計算  |                     |
| $P_{FD}$ (MPa)                                  | 15.67                   | $H_D$ (N)   | $4.165 \times 10^5$ |
| $P_{eq}$ (MPa)                                  | 5.33                    | $h_D$ (mm)  | 69.0                |
| $T_m$ (°C)                                      | 315                     | $M_D$ (N・mm)  | $2.874 \times 10^7$ |
| $M_e$ (N・mm)                                    |                         | $H_G$ (N)   | $5.214 \times 10^5$ |
| $F_e$ (N)                                       |                         | $h_G$ (mm)  | 66.1                |
| フランジの形式   | JIS B 8265<br>附属書3 図27) | $M_G$ (N・mm)  | $3.448 \times 10^7$ |
| フランジ  |                         | $H_T$ (N)   | $3.386 \times 10^5$ |
| 材料  | SCPH2                   | $h_T$ (mm)  | 82.1                |
| $\sigma_{fa}$ (MPa)<br>常温 (ガスケット締付時)<br>(20 °C) | 120                     | $M_T$ (N・mm)  | $2.779 \times 10^7$ |
| $\sigma_{fb}$ (MPa)<br>最高使用温度 (使用状態)            | 115                     | $M_o$ (N・mm)  | $9.101 \times 10^7$ |
|   |                         | $M_g$ (N・mm)  | $1.102 \times 10^8$ |
|   |                         | フランジの厚さと係数  |                     |
| A (mm)  |                         | t (mm)  |                     |
| B (mm)  |                         | K   | 2.45                |
| C (mm)  |                         | $h_o$ (mm)  |                     |
| $g_o$ (mm)                                      |                         | f   | 1.00                |
| $g_1$ (mm)                                      |                         | F   | 0.763               |
| h (mm)  |                         | V   | 0.174               |
| ボルト   |                         | e (mm <sup>-1</sup> )   | 0.01027             |
| 材料  |                         | d (mm <sup>3</sup> )  | 975270              |
| $\sigma_{fa}$ (MPa)<br>常温 (ガスケット締付時)<br>(20 °C) | 173                     | L   | 1.95                |
| $\sigma_b$ (MPa)<br>最高使用温度 (使用状態)               | 173                     | T   | 1.36                |
|   |                         | U   | 2.53                |
| n   |                         | Y   | 2.31                |
| $d_b$ (mm)                                      |                         | Z   | 1.40                |
|   |                         | 応力の計算   |                     |
| ガスケット   |                         | $\sigma_{Ho}$ (MPa)   | 84                  |
| 材料  |                         | $\sigma_{Ro}$ (MPa)   | 79                  |
| ガスケット厚さ (mm)                                    |                         | $\sigma_{To}$ (MPa)   | 56                  |
| G (mm)  |                         | $\sigma_{Hg}$ (MPa)   | 79                  |
| m   |                         | $\sigma_{Rg}$ (MPa)   | 95                  |
| y (N/mm <sup>2</sup> )                          |                         | $\sigma_{Tg}$ (MPa)   | 68                  |
| $b_o$ (mm)                                      |                         | 応力の評価：<br>$\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br><br>$\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>よって十分である。 |                     |
| b (mm)  |                         |   |                     |
| N (mm)  |                         |   |                     |
| $G_s$ (mm)                                      |                         |   |                     |
| ボルトの計算  |                         |   |                     |
| H (N)   | $7.551 \times 10^5$     | よって十分である。   |                     |
| $H_p$ (N)                                       | $5.214 \times 10^5$     |   |                     |
| $W_{m1}$ (N)                                    | $1.277 \times 10^6$     |   |                     |
| $W_{m2}$ (N)                                    | $3.822 \times 10^5$     |   |                     |
| $A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )                     | $7.379 \times 10^3$     |   |                     |
| $A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )                     | $2.209 \times 10^3$     |   |                     |
| $A_m$ (mm <sup>2</sup> )                        | $7.379 \times 10^3$     |   |                     |
| $A_b$ (mm <sup>2</sup> )                        |                         |   |                     |
| $W_o$ (N)                                       | $1.277 \times 10^6$     |   |                     |
| $W_g$ (N)                                       | $1.666 \times 10^6$     |   |                     |
| 評価： $A_m < A_b$                                 |                         |   |                     |

O 2 ③ VI-3-3-3-4-3-2 R O

|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |  | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|--|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ                                |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)                                    | 1.37    |             | $d_n$ (mm)                             |         |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 66      |             | $d_n / d_m$                            |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $\varnothing$ (mm)                     | —       |
| 弁箱材料  | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)                          | —       |
| 弁ふた材料   | SCPH2   |             | $t_{m2}$ (mm)                          | 6.0     |
| $P_1$ (MPa)   | —       | —           | $t_{ma1}$ (mm)                         | —       |
| $P_2$ (MPa)   | —       | —           | $t_{ma2}$ (mm)                         |         |
| $d_m$ (mm)  |         |             | 評価： $t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |         |
| $t_1$ (mm)  | —       | —           |  |         |
| $t_2$ (mm)  | —       | —           |  |         |
| $t$ (mm)  | —       | 5.9         |  |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |  |         |

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-2 R0E

VI-3-3-3-4-3-3 管の強度計算書（高圧代替注水系）

## 目 次

VI-3-3-3-4-3-3-1 管の基本板厚計算書（高圧代替注水系）

VI-3-3-3-4-3-3-2 管の応力計算書（高圧代替注水系）

VI-3-3-3-4-3-3-1 管の基本板厚計算書（高圧代替注水系）



## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。





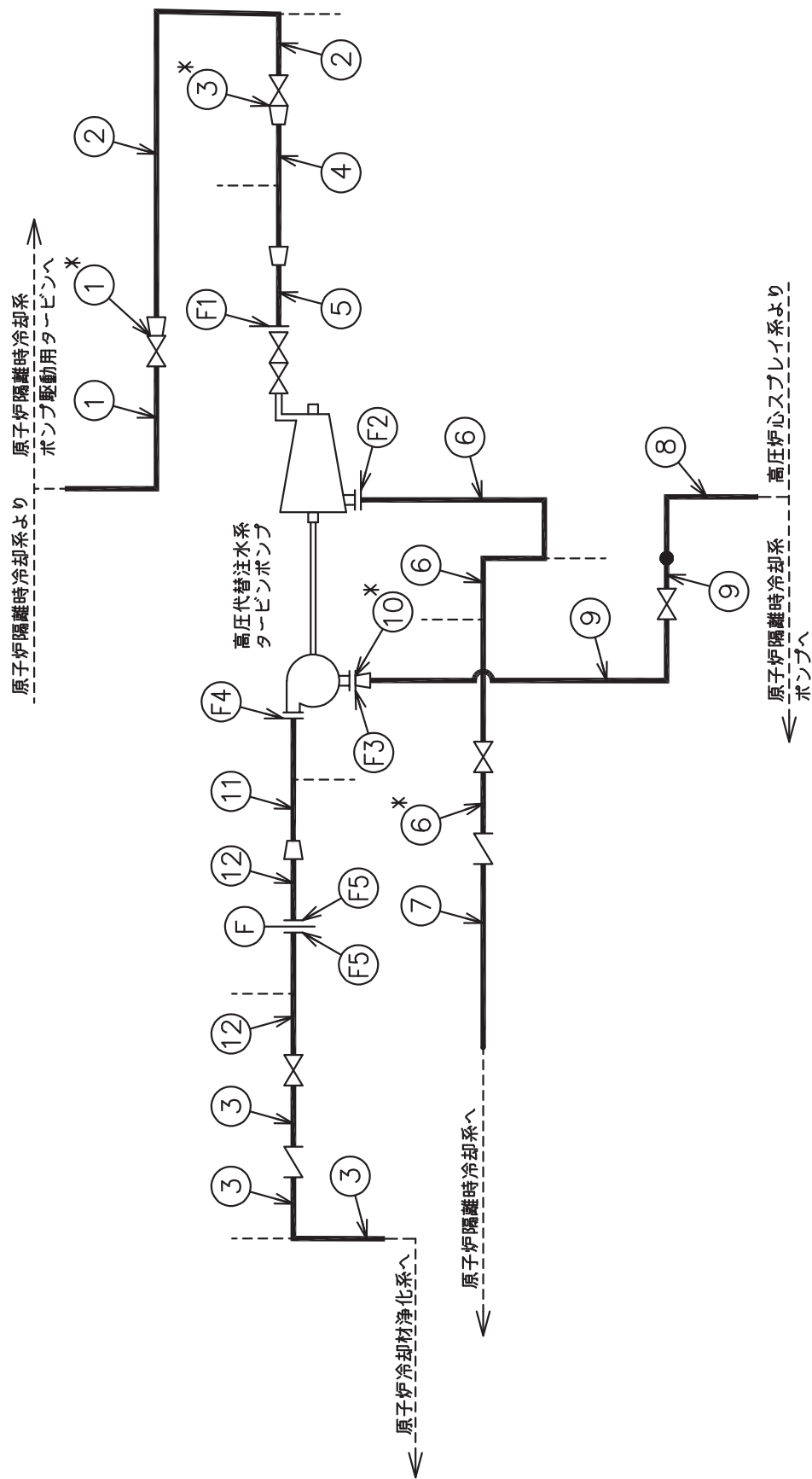
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目      | 評価区分    | 判定基準 | 適用規格    |
|------|-----------|---------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 7    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 8    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 9    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 10   | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 11   | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 12   | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| F1   | フランジの強度計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| F2   | フランジの強度計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| F3   | フランジの強度計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| F4   | フランジの強度計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| F5   | フランジの強度計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |

目次

|                     |   |
|---------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....      | 1 |
| 2. 管の強度計算書 .....    | 2 |
| 3. フランジの強度計算書 ..... | 4 |

1. 概略系統図



2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料      | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|----------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 10.34                | 315                | 114.30                       | 11.10        | STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.71                   | 5.52      | A      | 5.52                   |
| 2   | 10.34                | 315                | 165.20                       | 14.30        | STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 12.51                  | 7.98      | A      | 7.98                   |
| 3   | 8.62                 | 302                | 165.20                       | 14.30        | STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 12.51                  | 6.69      | A      | 6.69                   |
| 4   | 8.62                 | 302                | 114.30                       | 11.10        | STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.71                   | 4.63      | A      | 4.63                   |
| 5   | 8.62                 | 302                | 89.10                        | 11.10        | STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.71                   | 3.61      | A      | 3.61                   |
| 6   | 0.98                 | 184                | 216.30                       | 8.20         | STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.03      | C      | 3.80                   |
| 7   | 0.98                 | 200                | 216.30                       | 8.20         | STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.03      | C      | 3.80                   |
| 8   | 1.37                 | 66                 | 216.30                       | 8.20         | SUS304TP | S   | 2           | 126        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.17      | A      | 1.17                   |
| 9   | 1.37                 | 66                 | 216.30                       | 8.20         | STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.43      | C      | 3.80                   |
| 10  | 1.37                 | 66                 | 165.20                       | 7.10         | STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 1.10      | C      | 3.80                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材<br>料 | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|--------|--------|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 11  | 14.00                | 66                 | 114.30                       | 13.50        | STS410 | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 11.81                  | 7.37      | A      | 7.37                   |
| 12  | 14.00                | 66                 | 165.20                       | 18.20        | STS410 | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 15.92                  | 10.65     | A      | 10.65                  |

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>, よって十分である。



3. フランジの強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3414 準用  
 (J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

| 設計条件   |                       | モーメントの計算  |                     |                       |            |
|--|-----------------------|---|---------------------|-----------------------|------------|
| NO.  | F1                    | HD (N)  | $3.128 \times 10^4$ |                       |            |
| 形式   | 一体形(TYPE-4)           | hD (mm)   | 51.63               |                       |            |
| 設計圧力 P (MPa)                                     | 8.90                  | MD (N・mm)   | $1.615 \times 10^6$ |                       |            |
| 最高使用圧力 P <sub>o</sub> (MPa)                      | 8.62                  | HG (N)  | $1.211 \times 10^5$ |                       |            |
| 最高使用温度 (°C)                                      | 302                   | hG (mm)   | 47.98               |                       |            |
| フランジ   |                       | MG (N・mm)   | $5.808 \times 10^6$ |                       |            |
|  |                       | HT (N)  | $4.910 \times 10^4$ |                       |            |
| 材料   | SF490A                | hT (mm)   | 58.07               |                       |            |
| σ <sub>fa</sub> 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)        | 123                   | MT (N・mm)   | $2.851 \times 10^6$ |                       |            |
| σ <sub>fb</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)               | 123                   | M <sub>o</sub> (N・mm)   | $1.027 \times 10^7$ |                       |            |
| A (mm)   | [Redacted]            | M <sub>g</sub> (N・mm)   | $2.350 \times 10^7$ |                       |            |
| B (mm)   |                       | フランジの厚さと係数  |                     |                       |            |
| C (mm)   |                       |   |                     |                       |            |
| g <sub>o</sub> (mm)                              |                       |   |                     |                       |            |
| g <sub>1</sub> (mm)                              |                       |   |                     | h <sub>o</sub> (mm)   | [Redacted] |
| h (mm)   |                       |   |                     | f                     | 1.000      |
| ボルト  |                       |   |                     | F                     | 0.593      |
|  |                       | V   | 0.053               |                       |            |
| 材料   | [Redacted]            | K   | 3.961               |                       |            |
| σ <sub>a</sub> 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)         | 173                   | T   | 1.016               |                       |            |
| σ <sub>b</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)                | 173                   | U   | 1.603               |                       |            |
| d <sub>b</sub> (mm)                              | [Redacted]            | Y   | 1.458               |                       |            |
| d <sub>i</sub> (mm)                              |                       | Z   | 1.136               |                       |            |
| n  |                       | d (mm <sup>3</sup> )  | 101588              |                       |            |
| ガスケット  |                       | e (mm <sup>-1</sup> )   | 0.02176             |                       |            |
|  |                       | t (mm)  | [Redacted]          |                       |            |
| 材料   | [Redacted]            | L   | 3.075               |                       |            |
| ガスケット厚さ (mm)                                     |                       | 応力の計算   |                     |                       |            |
| G (mm)   |                       |   |                     |                       |            |
| G <sub>s</sub> (mm)                              |                       |   |                     | σ <sub>Ho</sub> (MPa) | 55         |
| N (mm)   |                       |   |                     | σ <sub>Ro</sub> (MPa) | 53         |
| m <sub>g</sub>                                   |                       |   |                     | σ <sub>To</sub> (MPa) | 39         |
| y (N/mm <sup>2</sup> )                           |                       |   |                     | σ <sub>Hg</sub> (MPa) | 90         |
| b <sub>o</sub> (mm)                              |                       |   |                     | σ <sub>Rg</sub> (MPa) | 120        |
| b (mm)   | σ <sub>Tg</sub> (MPa) |   |                     | 90                    |            |
| ボルトの計算   |                       | 応力の評価<br><br>$\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br><br>以上より十分である。 |                     |                       |            |
| H (N)  | $8.039 \times 10^4$   |   |                     |                       |            |
| HP (N)   | $1.211 \times 10^5$   |   |                     |                       |            |
| W <sub>m1</sub> (N)                              | $2.014 \times 10^5$   |   |                     |                       |            |
| W <sub>m2</sub> (N)                              | $1.562 \times 10^5$   |   |                     |                       |            |
| A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> )               | $1.164 \times 10^3$   |   |                     |                       |            |
| A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> )               | 902.9                 |   |                     |                       |            |
| A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> )                | [Redacted]            |   |                     |                       |            |
| A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )                | $4.497 \times 10^3$   |   |                     |                       |            |
| W <sub>o</sub> (N)                               | $2.014 \times 10^5$   |   |                     |                       |            |
| W <sub>g</sub> (N)                               | $4.897 \times 10^5$   |   |                     |                       |            |
| 評価: A <sub>m</sub> < A <sub>b</sub><br>よって十分である。 |                       |   |                     |                       |            |

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-3-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジの強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3414 準用  
 (J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

| 設計条件   |                     | モーメントの計算  |                     |                     |            |
|--|---------------------|---|---------------------|---------------------|------------|
| NO.  | F2                  | HD (N)  | $3.829 \times 10^4$ |                     |            |
| 形式   | 一体形(TYPE-4)         | hD (mm)   | 37.78               |                     |            |
| 設計圧力 P (MPa)                                     | 1.22                | MD (N・mm)   | $1.446 \times 10^6$ |                     |            |
| 最高使用圧力 P <sub>o</sub> (MPa)                      | 0.98                | HG (N)  | $4.775 \times 10^4$ |                     |            |
| 最高使用温度 (°C)                                      | 184                 | hG (mm)   | 23.29               |                     |            |
| フランジ   |                     | MG (N・mm)   | $1.112 \times 10^6$ |                     |            |
|  |                     | HT (N)  | $2.252 \times 10^4$ |                     |            |
| 材料   | SF490A              | hT (mm)   | 36.30               |                     |            |
| σ <sub>fa</sub> 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)        | 123                 | MT (N・mm)   | $8.174 \times 10^5$ |                     |            |
| σ <sub>fb</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)               | 123                 | M <sub>o</sub> (N・mm)   | $3.376 \times 10^6$ |                     |            |
| A (mm)   | [Redacted]          | M <sub>g</sub> (N・mm)   | $5.899 \times 10^6$ |                     |            |
| B (mm)   |                     | フランジの厚さと係数  |                     |                     |            |
| C (mm)   |                     |   |                     |                     |            |
| g <sub>o</sub> (mm)                              |                     |   |                     |                     |            |
| g <sub>1</sub> (mm)                              |                     |   |                     |                     |            |
| h (mm)   |                     |   |                     |                     |            |
| ボルト  |                     |   |                     | h <sub>o</sub> (mm) | [Redacted] |
| 材料   | [Redacted]          | f   | 1.000               |                     |            |
| σ <sub>a</sub> 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)         | 173                 | F   | 0.611               |                     |            |
| σ <sub>b</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)                | 173                 | V   | 0.061               |                     |            |
| d <sub>b</sub> (mm)                              | [Redacted]          | K   | 1.726               |                     |            |
| d <sub>i</sub> (mm)                              | [Redacted]          | T   | 1.615               |                     |            |
| n  | [Redacted]          | U   | 4.100               |                     |            |
| ガスケット  |                     | Y   | 3.731               |                     |            |
|  |                     | Z   | 2.011               |                     |            |
|  |                     | d (mm <sup>3</sup> )  | 182343              |                     |            |
| 材料   | [Redacted]          | e (mm <sup>-1</sup> )   | 0.01508             |                     |            |
| ガスケット厚さ (mm)                                     | [Redacted]          | t (mm)  | [Redacted]          |                     |            |
| G (mm)   | [Redacted]          | L   | 0.979               |                     |            |
| G <sub>s</sub> (mm)                              | [Redacted]          | 応力の計算   |                     |                     |            |
| N (mm)   | [Redacted]          | σ <sub>H<sub>o</sub></sub> (MPa)  | 38                  |                     |            |
| m <sub>g</sub>                                   | [Redacted]          | σ <sub>R<sub>o</sub></sub> (MPa)  | 37                  |                     |            |
| y (N/mm <sup>2</sup> )                           | [Redacted]          | σ <sub>T<sub>o</sub></sub> (MPa)  | 14                  |                     |            |
| b <sub>o</sub> (mm)                              | [Redacted]          | σ <sub>H<sub>g</sub></sub> (MPa)  | 55                  |                     |            |
| b (mm)   | [Redacted]          | σ <sub>R<sub>g</sub></sub> (MPa)  | 64                  |                     |            |
| ボルトの計算   |                     | σ <sub>T<sub>g</sub></sub> (MPa)  | 23                  |                     |            |
| H (N)  | $6.081 \times 10^4$ | 応力の評価<br><br>$\sigma_{H_o} \leq 1.5 \cdot \sigma_{f_b}$<br>$\sigma_{H_g} \leq 1.5 \cdot \sigma_{f_a}$<br>$\sigma_{R_o} \leq 1.5 \cdot \sigma_{f_b}$<br>$\sigma_{R_g} \leq 1.5 \cdot \sigma_{f_a}$<br>$\sigma_{T_o} \leq 1.5 \cdot \sigma_{f_b}$<br>$\sigma_{T_g} \leq 1.5 \cdot \sigma_{f_a}$ |                     |                     |            |
| HP (N)   | $4.775 \times 10^4$ |   |                     |                     |            |
| W <sub>m1</sub> (N)                              | $1.086 \times 10^5$ |   |                     |                     |            |
| W <sub>m2</sub> (N)                              | $1.815 \times 10^5$ |   |                     |                     |            |
| A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> )               | 627.5               |   |                     |                     |            |
| A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> )               | $1.049 \times 10^3$ |   |                     |                     |            |
| A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> )                | [Redacted]          |   |                     |                     |            |
| A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )                | $1.879 \times 10^3$ |   |                     |                     |            |
| W <sub>o</sub> (N)                               | $1.086 \times 10^5$ |   |                     |                     |            |
| W <sub>g</sub> (N)                               | $2.533 \times 10^5$ |   |                     |                     |            |
| 評価: A <sub>m</sub> < A <sub>b</sub><br>よって十分である。 |                     |   |                     | 以上より十分である。          |            |

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-3-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジの強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3414 準用  
 (J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

| 設計条件   |                       | モーメントの計算  |                              |
|--|-----------------------|---|------------------------------|
| NO.  | F3                    | HD  | (N) 3.152×10 <sup>4</sup>    |
| 形式   | 一体形(TYPE-4)           | hD  | (mm) 34.90                   |
| 設計圧力 P (MPa)                                     | 1.76                  | MD  | (N・mm) 1.100×10 <sup>6</sup> |
| 最高使用圧力 P <sub>o</sub> (MPa)                      | 1.37                  | HG  | (N) 5.264×10 <sup>4</sup>    |
| 最高使用温度 (°C)                                      | 66                    | hG  | (mm) 21.42                   |
| フランジ   |                       | MG  | (N・mm) 1.128×10 <sup>6</sup> |
|  |                       | HT  | (N) 2.293×10 <sup>4</sup>    |
| 材料   | SF490A                | hT  | (mm) 33.29                   |
| σ <sub>fa</sub> 常温(ガスケット締付時)<br>(20°C) (MPa)     | 123                   | MT  | (N・mm) 7.631×10 <sup>5</sup> |
| σ <sub>fb</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)               | 123                   | M <sub>o</sub>  | (N・mm) 2.991×10 <sup>6</sup> |
| A (mm)   | [Redacted]            | M <sub>g</sub>  | (N・mm) 4.967×10 <sup>6</sup> |
| B (mm)   |                       | フランジの厚さと係数  |                              |
| C (mm)   |                       |   |                              |
| g <sub>o</sub> (mm)                              |                       |   |                              |
| g <sub>1</sub> (mm)                              |                       |   |                              |
| h (mm)   |                       |   |                              |
| ボルト  |                       |   |                              |
| 材料   | [Redacted]            | f   | 1.000                        |
| σ <sub>a</sub> 常温(ガスケット締付時)<br>(20°C) (MPa)      | 173                   | F   | 0.599                        |
| σ <sub>b</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)                | 173                   | V   | 0.056                        |
| d <sub>b</sub> (mm)                              | [Redacted]            | K   | 1.854                        |
| d <sub>i</sub> (mm)                              |                       | T   | 1.563                        |
| n  |                       | U   | 3.641                        |
|  |                       | Y   | 3.313                        |
| ガスケット  |                       | Z   | 1.820                        |
| 材料   | [Redacted]            | d   | (mm <sup>3</sup> ) 106743    |
| ガスケット厚さ (mm)                                     | [Redacted]            | e   | (mm <sup>-1</sup> ) 0.01829  |
| G (mm)   |                       | t   | (mm) [Redacted]              |
| G <sub>s</sub> (mm)                              |                       | L   | 1.048                        |
| N (mm)   |                       | 応力の計算   |                              |
| m <sub>g</sub>                                   |                       |   |                              |
| y (N/mm <sup>2</sup> )                           |                       |   |                              |
| b <sub>o</sub> (mm)                              |                       |   |                              |
| b (mm)   |                       |   |                              |
|  |                       |   |                              |
| ボルトの計算   |                       | 応力の評価<br><br>$\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br><br>以上より十分である。 |                              |
| H (N)  | 5.444×10 <sup>4</sup> |   |                              |
| HP (N)   | 5.264×10 <sup>4</sup> |   |                              |
| W <sub>m1</sub> (N)                              | 1.071×10 <sup>5</sup> |   |                              |
| W <sub>m2</sub> (N)                              | 1.387×10 <sup>5</sup> |   |                              |
| A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> )               | 619.0                 |   |                              |
| A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> )               | 801.6                 |   |                              |
| A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> )                | [Redacted]            |   |                              |
| A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )                | 1.879×10 <sup>3</sup> |   |                              |
| W <sub>o</sub> (N)                               | 1.071×10 <sup>5</sup> |   |                              |
| W <sub>g</sub> (N)                               | 2.319×10 <sup>5</sup> |   |                              |
| 評価: A <sub>m</sub> < A <sub>b</sub><br>よって十分である。 |                       |   |                              |

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-3-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジの強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3414 準用  
 (J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

| 設計条件   |                       | モーメントの計算  |                              |
|--|-----------------------|---|------------------------------|
| NO.  | F4                    | HD  | (N) 8.811×10 <sup>4</sup>    |
| 形式   | 一体形(TYPE-4)           | hD  | (mm) 58.33                   |
| 設計圧力 P (MPa)                                     | 14.72                 | MD  | (N・mm) 5.139×10 <sup>6</sup> |
| 最高使用圧力 P <sub>o</sub> (MPa)                      | 14.00                 | HG  | (N) 2.665×10 <sup>5</sup>    |
| 最高使用温度 (°C)                                      | 66                    | hG  | (mm) 53.06                   |
| フランジ   |                       | MG  | (N・mm) 1.414×10 <sup>7</sup> |
|  |                       | HT  | (N) 1.232×10 <sup>5</sup>    |
| 材料   | SF490A                | hT  | (mm) 65.03                   |
| σ <sub>fa</sub> 常温(ガスケット締付時)<br>(20°C) (MPa)     | 123                   | MT  | (N・mm) 8.010×10 <sup>6</sup> |
| σ <sub>fb</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)               | 123                   | M <sub>o</sub>  | (N・mm) 2.729×10 <sup>7</sup> |
| A (mm)   | [Redacted]            | M <sub>g</sub>  | (N・mm) 3.331×10 <sup>7</sup> |
| B (mm)   |                       | フランジの厚さと係数  |                              |
| C (mm)   |                       |   |                              |
| g <sub>o</sub> (mm)                              |                       |   |                              |
| g <sub>1</sub> (mm)                              |                       |   |                              |
| h (mm)   |                       |   |                              |
| ボルト  |                       |   |                              |
| 材料   | [Redacted]            | V   | 0.071                        |
| σ <sub>a</sub> 常温(ガスケット締付時)<br>(20°C) (MPa)      | 173                   | K   | 3.551                        |
| σ <sub>b</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)                | 173                   | T   | 1.088                        |
| d <sub>b</sub> (mm)                              | [Redacted]            | U   | 1.760                        |
| d <sub>i</sub> (mm)                              |                       | Y   | 1.602                        |
| n  |                       | Z   | 1.172                        |
|  |                       | d (mm <sup>3</sup> )  | 154596                       |
| ガスケット  |                       | e (mm <sup>-1</sup> )   | 0.01867                      |
|  |                       | t (mm)  | [Redacted]                   |
|  |                       | L   | 2.864                        |
| 材料   | [Redacted]            | 応力の計算   |                              |
| ガスケット厚さ (mm)                                     |                       |   |                              |
| G (mm)   |                       |   |                              |
| G <sub>s</sub> (mm)                              |                       |   |                              |
| N (mm)   |                       |   |                              |
| m <sub>g</sub>                                   |                       |   |                              |
| y (N/mm <sup>2</sup> )                           |                       |   |                              |
| b <sub>o</sub> (mm)                              |                       |   |                              |
| b (mm)   |                       |   |                              |
| ボルトの計算   |                       | 応力の評価<br><br>$\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br>$\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$<br>$\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$<br><br>以上より十分である。 |                              |
| H (N)  | 2.113×10 <sup>5</sup> |   |                              |
| HP (N)   | 2.665×10 <sup>5</sup> |   |                              |
| W <sub>m1</sub> (N)                              | 4.778×10 <sup>5</sup> |   |                              |
| W <sub>m2</sub> (N)                              | 2.079×10 <sup>5</sup> |   |                              |
| A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> )               | 2.762×10 <sup>3</sup> |   |                              |
| A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> )               | 1.202×10 <sup>3</sup> |   |                              |
| A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> )                | [Redacted]            |   |                              |
| A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )                | 4.497×10 <sup>3</sup> |   |                              |
| W <sub>o</sub> (N)                               | 4.778×10 <sup>5</sup> |   |                              |
| W <sub>g</sub> (N)                               | 6.279×10 <sup>5</sup> |   |                              |
| 評価: A <sub>m</sub> < A <sub>b</sub><br>よって十分である。 |                       |   |                              |

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-3-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジの強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3414 準用  
 (J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

| 設計条件   |                     | モーメントの計算       |                             |
|--|---------------------|----------------|-----------------------------|
| NO.  | F5                  | HD             | (N) $1.849 \times 10^5$     |
| 形式   | 一体形(TYPE-4)         | hD             | (mm) 69.30                  |
| 設計圧力 P (MPa)                                     | 14.19               | MD             | (N・mm) $1.281 \times 10^7$  |
| 最高使用圧力 P <sub>o</sub> (MPa)                      | 14.00               | HG             | (N) $4.038 \times 10^5$     |
| 最高使用温度 (°C)                                      | 66                  | hG             | (mm) 61.73                  |
| フランジ   |                     | MG             | (N・mm) $2.492 \times 10^7$  |
|  |                     | HT             | (N) $2.347 \times 10^5$     |
| 材料   | SFVC2B              | hT             | (mm) 78.04                  |
| σ <sub>fa</sub> 常温(ガスケット締付時)<br>(20°C) (MPa)     | 120                 | MT             | (N・mm) $1.832 \times 10^7$  |
| σ <sub>fb</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)               | 120                 | M <sub>o</sub> | (N・mm) $5.606 \times 10^7$  |
| A (mm)   | [Redacted]          | M <sub>g</sub> | (N・mm) $7.940 \times 10^7$  |
| B (mm)   |                     | フランジの厚さと係数     |                             |
| C (mm)   |                     |                |                             |
| g <sub>o</sub> (mm)                              |                     |                |                             |
| g <sub>1</sub> (mm)                              |                     |                |                             |
| h (mm)   |                     |                |                             |
| ボルト  |                     |                |                             |
| 材料   | [Redacted]          | f              | 1.000                       |
| σ <sub>a</sub> 常温(ガスケット締付時)<br>(20°C) (MPa)      | 173                 | F              | 0.655                       |
| σ <sub>b</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)                | 173                 | V              | 0.076                       |
| d <sub>b</sub> (mm)                              | [Redacted]          | K              | 3.059                       |
| d <sub>i</sub> (mm)                              |                     | T              | 1.192                       |
| n  |                     | U              | 2.016                       |
|  |                     | Y              | 1.834                       |
| ガスケット  |                     | Z              | 1.239                       |
|  |                     | d              | (mm <sup>3</sup> ) 424770   |
|  |                     | e              | (mm <sup>-1</sup> ) 0.01352 |
| 材料   | [Redacted]          | t              | (mm) [Redacted]             |
| ガスケット厚さ (mm)                                     | [Redacted]          | L              | 3.163                       |
| G (mm)   |                     | 応力の計算          |                             |
| G <sub>s</sub> (mm)                              |                     |                |                             |
| N (mm)   |                     |                |                             |
| m <sub>g</sub>                                   |                     |                |                             |
| y (N/mm <sup>2</sup> )                           |                     |                |                             |
| b <sub>o</sub> (mm)                              |                     |                |                             |
| b (mm)   |                     |                |                             |
| ボルトの計算   |                     |                |                             |
| H (N)  | $4.196 \times 10^5$ |                |                             |
| HP (N)   | $4.038 \times 10^5$ |                |                             |
| W <sub>m1</sub> (N)                              | $8.234 \times 10^5$ |                |                             |
| W <sub>m2</sub> (N)                              | $3.267 \times 10^5$ |                |                             |
| A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> )               | $4.759 \times 10^3$ |                |                             |
| A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> )               | $1.889 \times 10^3$ |                |                             |
| A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> )                | [Redacted]          |                |                             |
| A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )                | $1.011 \times 10^4$ |                |                             |
| W <sub>o</sub> (N)                               | $8.234 \times 10^5$ |                |                             |
| W <sub>g</sub> (N)                               | $1.286 \times 10^6$ |                |                             |
| 評価: A <sub>m</sub> < A <sub>b</sub><br>よって十分である。 |                     |                |                             |

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-3-I ROE

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-4-3-3-2 管の応力計算書  
(高压代替注水系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。





## 重大事故等対処設備

## 目次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 概要                    | 1  |
| 2. 概略系統図及び鳥瞰図            | 2  |
| 2.1 概略系統図                | 2  |
| 2.2 鳥瞰図                  | 6  |
| 3. 計算条件                  | 10 |
| 3.1 設計条件                 | 10 |
| 3.2 材料及び許容応力             | 13 |
| 4. 評価結果                  | 14 |
| 5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 | 15 |

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。






### (1) 管

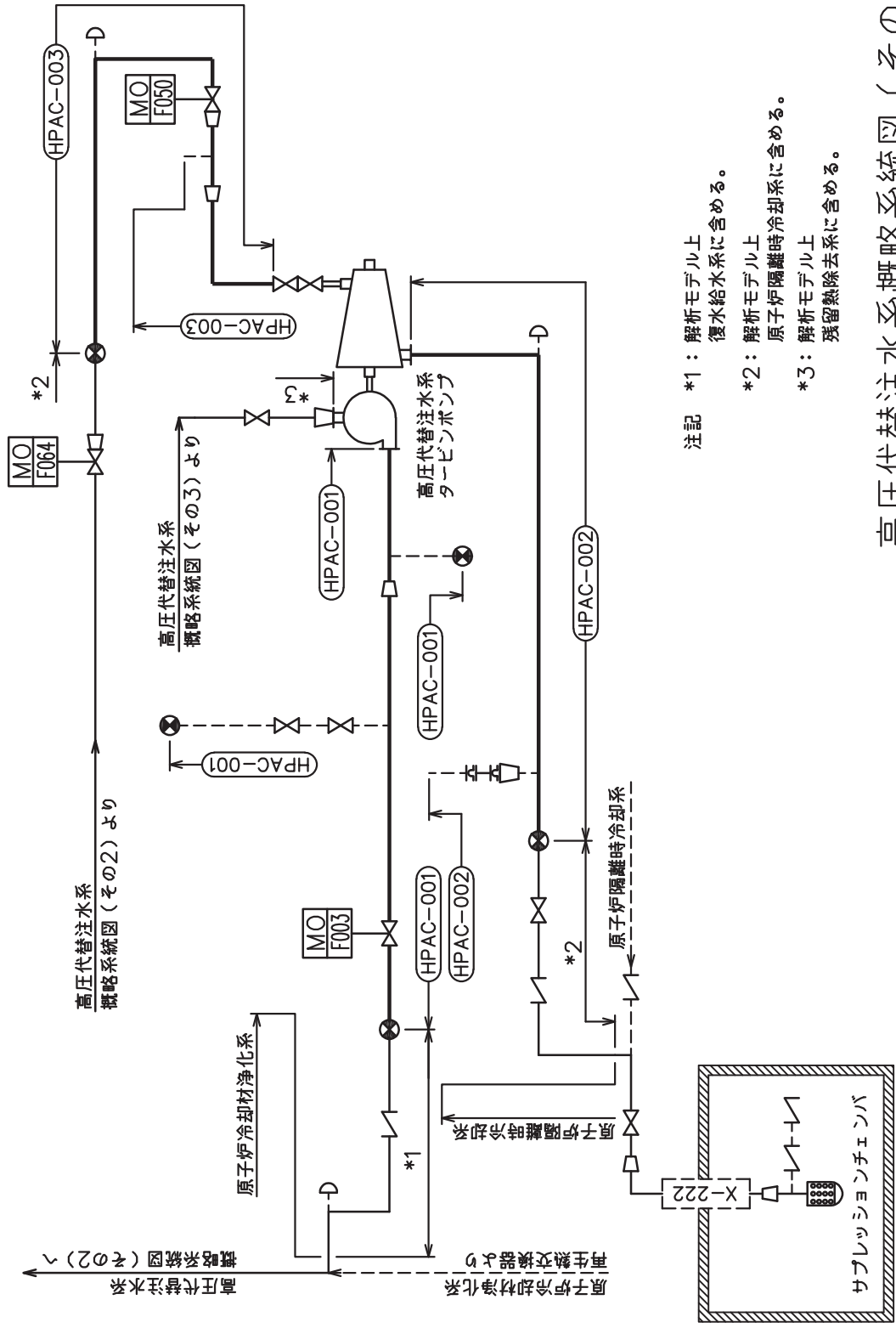
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 3 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

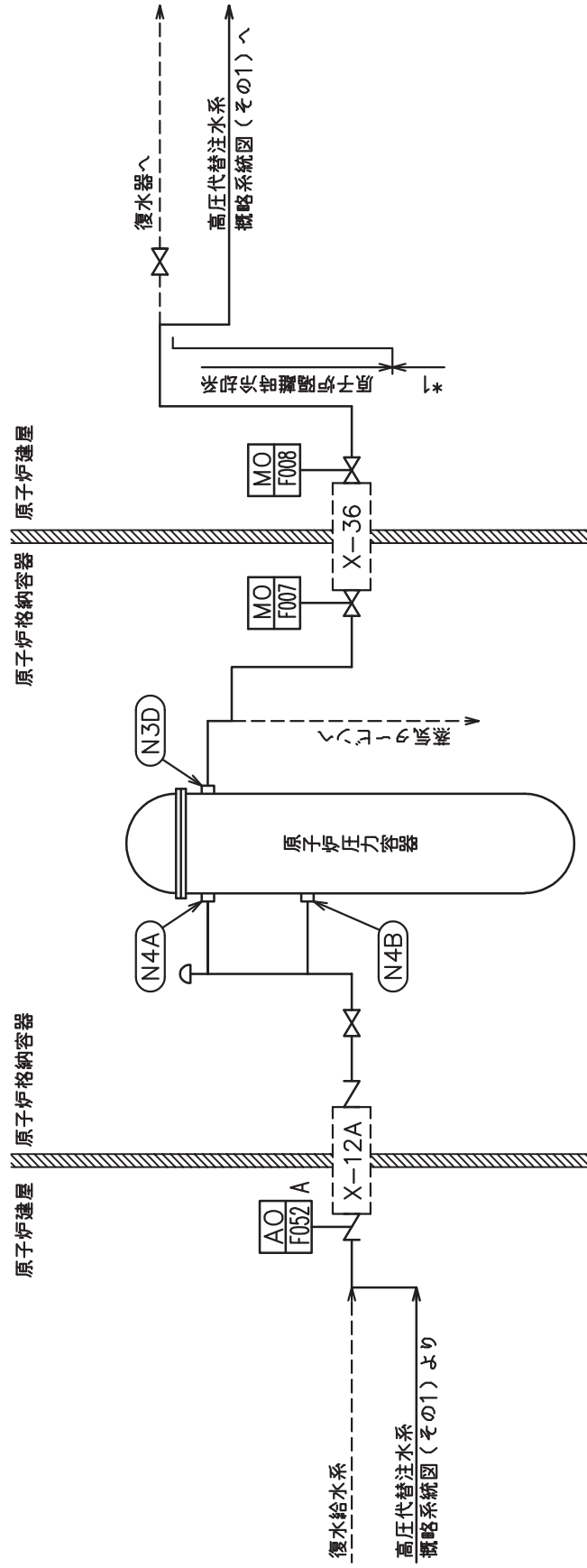
2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

| 記号   | 内容   |
|--|--|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                             |
|  (細線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管                    |
|  (破線) | 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管 |
|     | 鳥瞰図番号  |
|     | アンカ  |

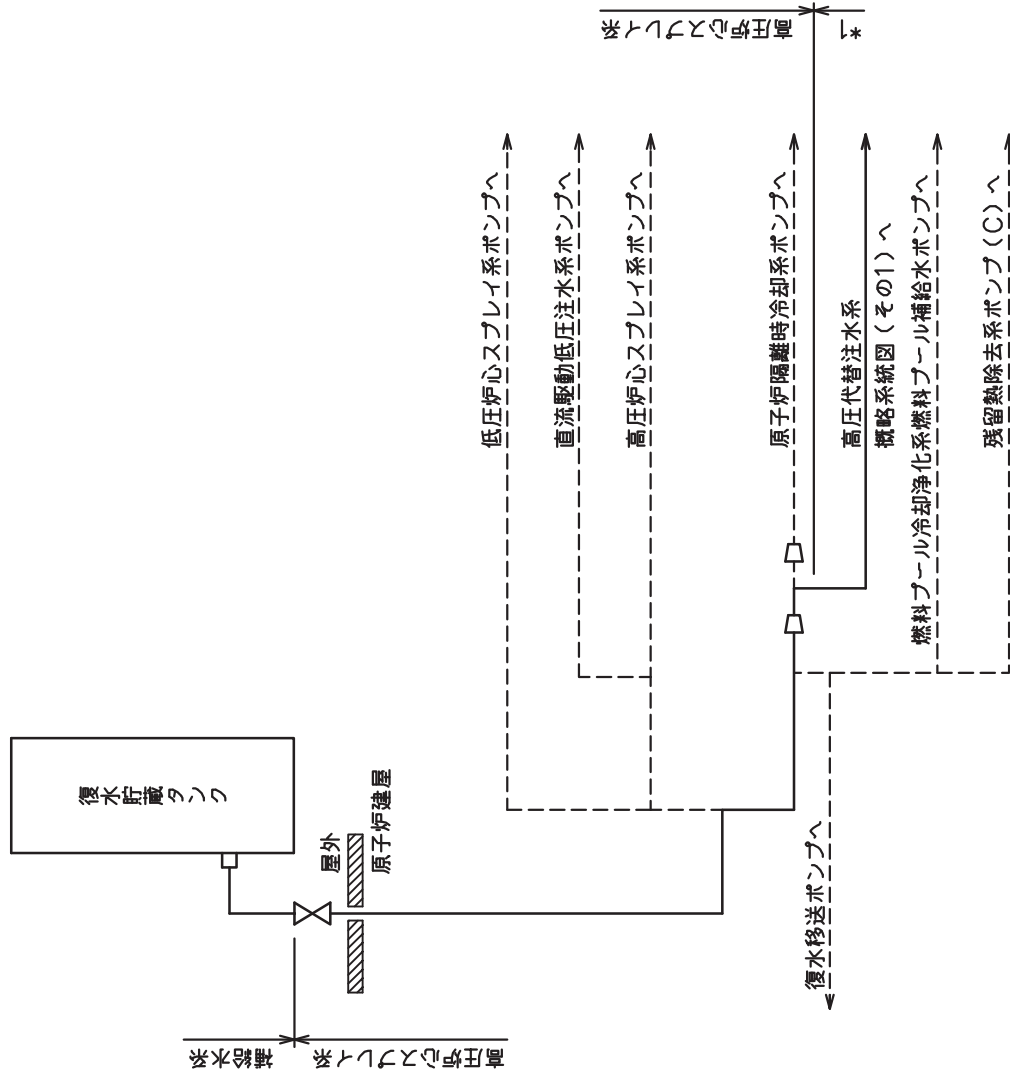


高圧代替注水系概略系統図(その1)



注記 \*1: 解析モデル上  
原子炉隔離時冷却系に含める。

## 高圧代替注水系概略系統図(その2)


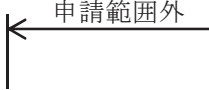


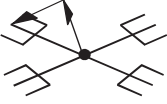
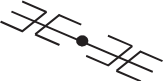



注記 \*1: 解析モデル上  
残留熱除去系に含める。

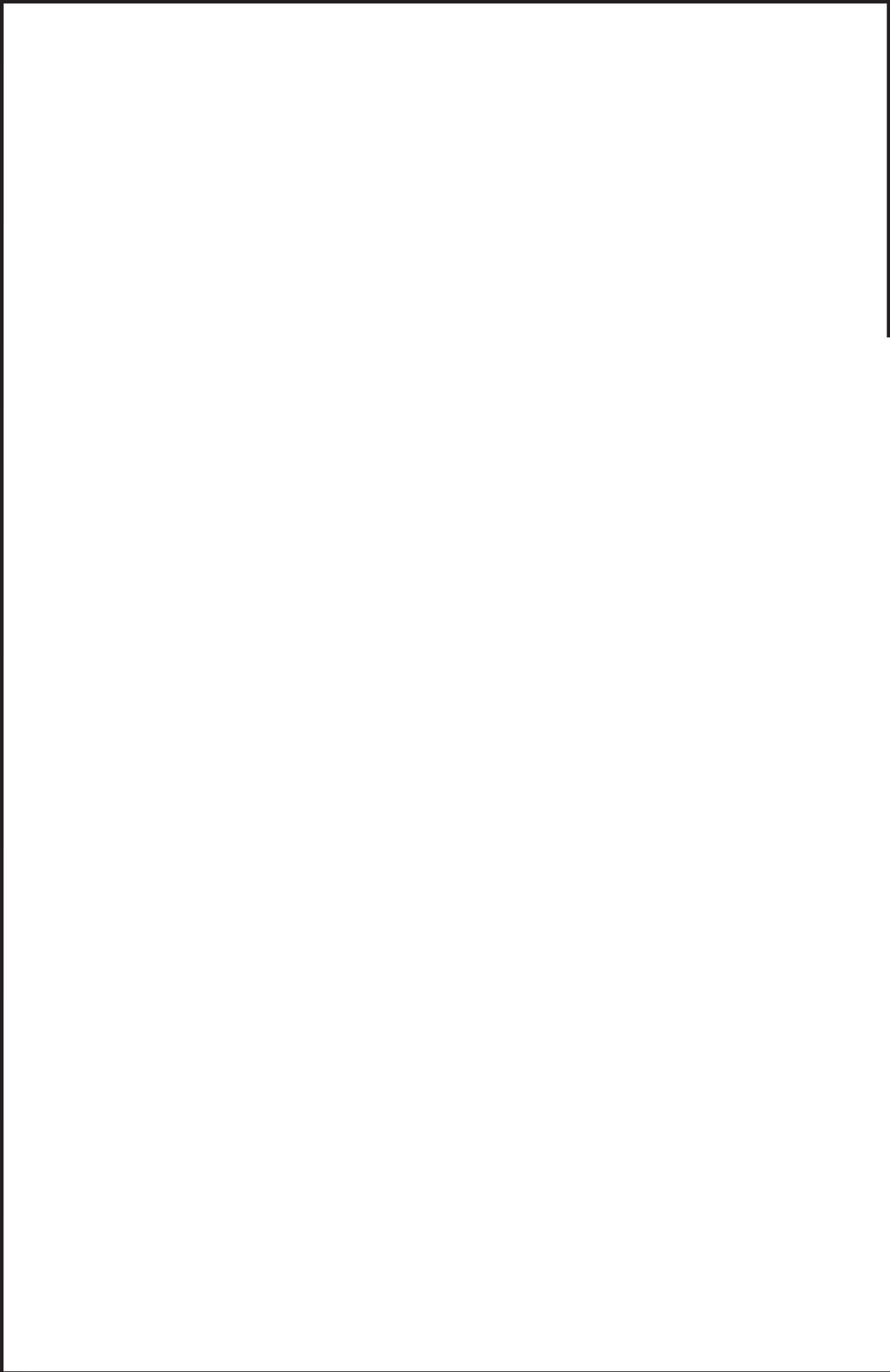
高圧代替注水系概略系統図(その3)

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

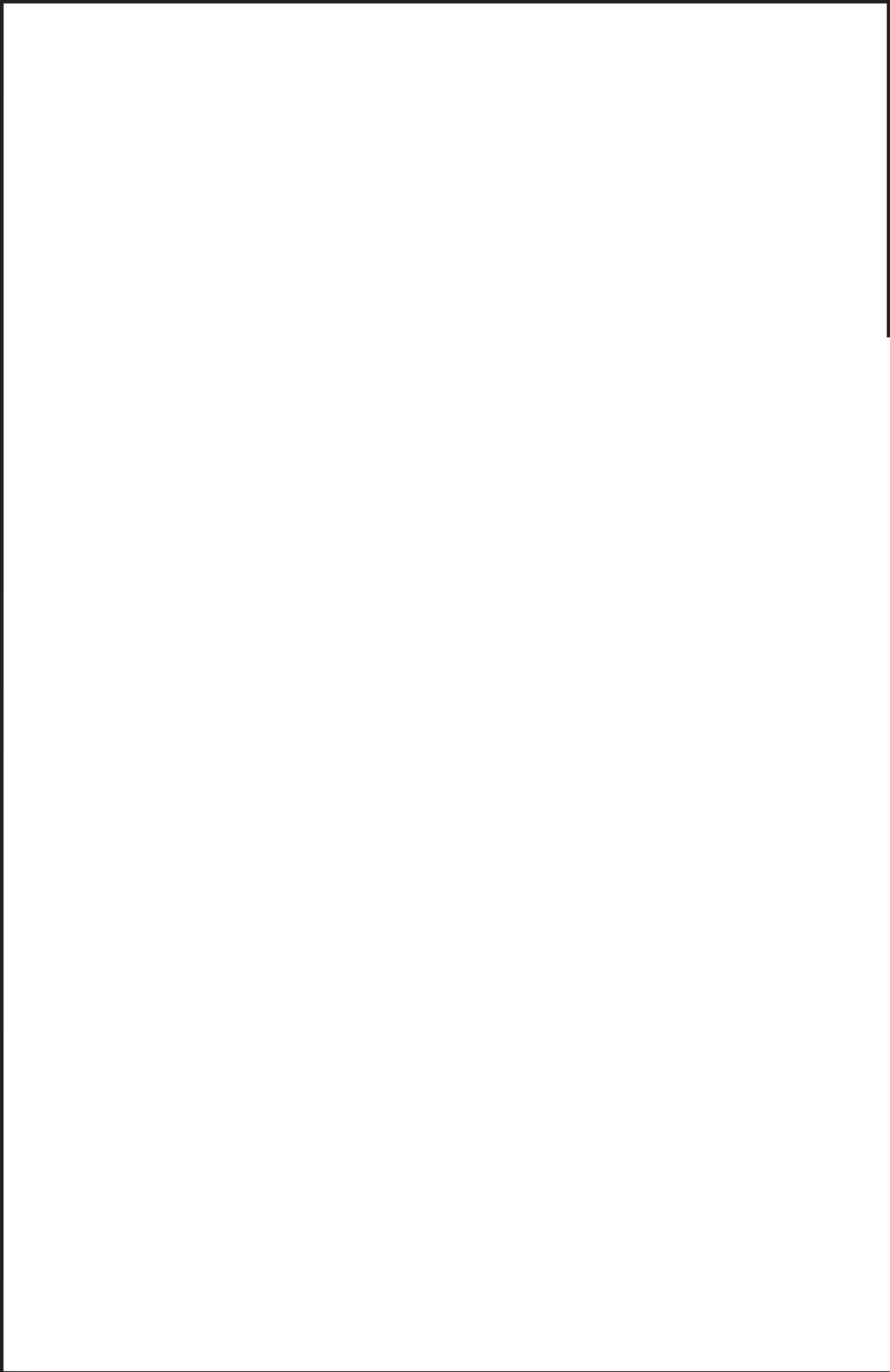
| 記号  | 内容  |
|---|---|
|    | <p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>   |
|    | <p>工事計画記載範囲外の管</p>  |
|    | <p>質点</p>   |
|   | <p>アンカ</p>  |
|  | <p>レストレイント<br/>                     (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p> |
|  | <p>スナップ</p>   |
|  | <p>ハンガ</p>  |

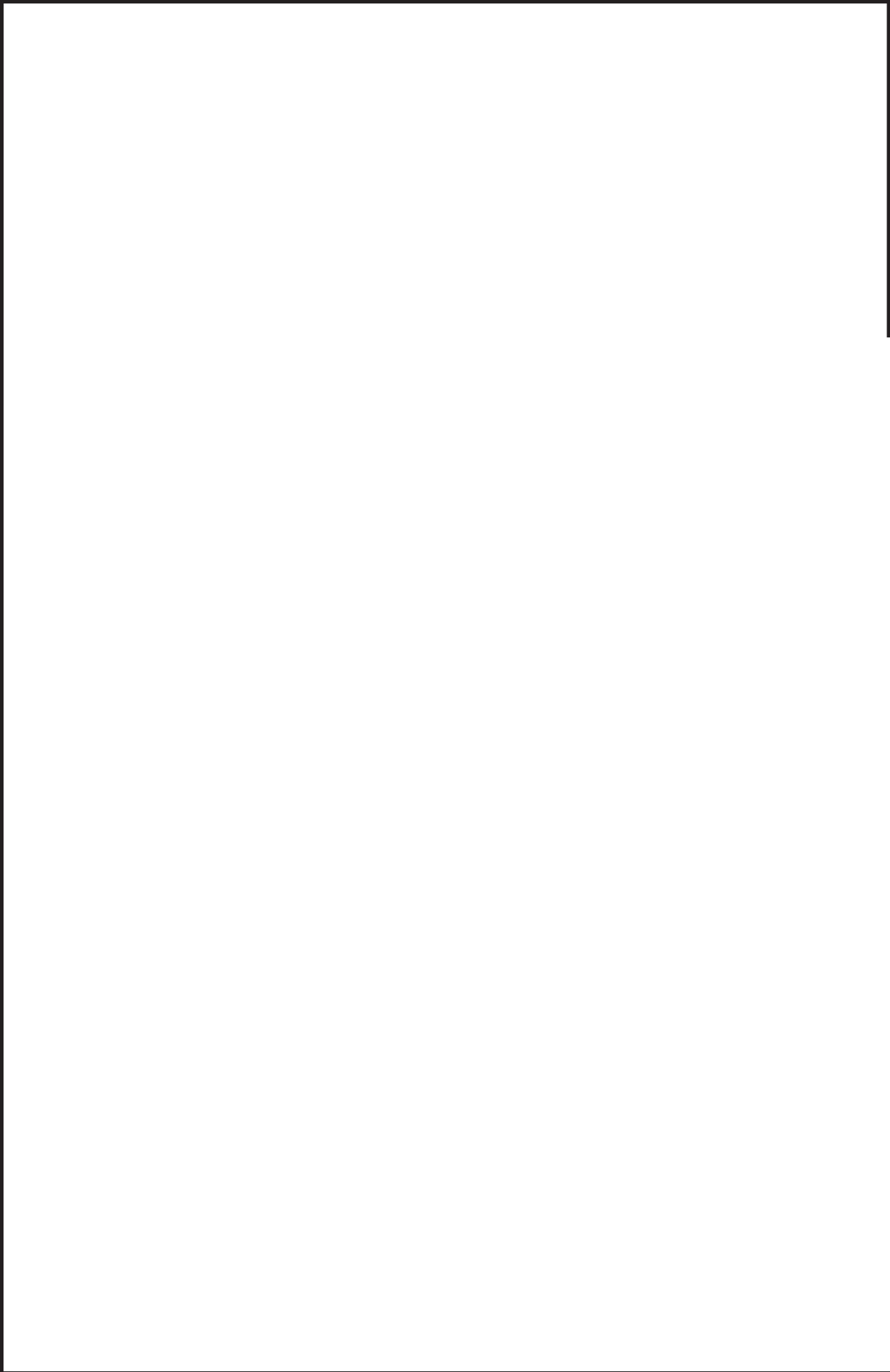




鳥瞰図 HPAC-003-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。





鳥瞰図 HPAC-003-3/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3. 計算条件

#### 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図            H P A C - 0 0 3

| 管名称 | 最高使用圧力<br>(MPa) | 最高使用温度<br>(°C) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 材料     |
|-----|-----------------|----------------|------------|------------|--------|
| 1   | 10.34           | 315            | 165.2      | 14.3       | STS410 |
| 2   | 8.62            | 302            | 165.2      | 14.3       | STS410 |
| 3   | 8.62            | 302            | 114.3      | 11.1       | STS410 |
| 4   | 8.62            | 302            | 89.1       | 11.1       | STS410 |

設計条件

管名称と対応する評価点  
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図                    H P A C - 0 0 3

| 管名称 | 対 応 す る 評 価 点 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1   | 1             | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|     | 16            | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 34 |
|     | 35            | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |    |    |
| 2   | 49            | 50 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3   | 50            | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 |
| 4   | 64            | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 |
|     | 79            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 1   |        | 16  |        | 35  |        | 53  |        | 68  |        |
| 2   |        | 17  |        | 36  |        | 54  |        | 69  |        |
| 3   |        | 18  |        | 37  |        | 55  |        | 70  |        |
| 4   |        | 19  |        | 38  |        | 56  |        | 71  |        |
| 5   |        | 20  |        | 39  |        | 57  |        | 72  |        |
| 6   |        | 21  |        | 40  |        | 58  |        | 73  |        |
| 7   |        | 22  |        | 41  |        | 59  |        | 74  |        |
| 8   |        | 23  |        | 42  |        | 60  |        | 75  |        |
| 9   |        | 24  |        | 43  |        | 61  |        | 76  |        |
| 10  |        | 25  |        | 44  |        | 62  |        | 77  |        |
| 11  |        | 26  |        | 45  |        | 63  |        | 78  |        |
| 12  |        | 27  |        | 46  |        | 64  |        | 79  |        |
| 13  |        | 28  |        | 50  |        | 65  |        |     |        |
| 14  |        | 29  |        | 51  |        | 66  |        |     |        |
| 15  |        | 34  |        | 52  |        | 67  |        |     |        |

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

| 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|
| 47  |        |
| 48  |        |
| 49  |        |
| 80  |        |
| 81  |        |

弁部の寸法を下表に示す。

| 弁NO. | 評価点 | 外径(mm) | 厚さ(mm) | 長さ(mm) |
|------|-----|--------|--------|--------|
| 弁1   | 48  |        |        |        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図            H P A C - 0 0 3

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号    | 各軸方向ばね定数 (N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad) |   |   |
|----------|-----------------|---|---|-----------------------|---|---|
|          | X               | Y | Z | X                     | Y | Z |
| 1        |                 |   |   |                       |   |   |
| 3        |                 |   |   |                       |   |   |
| 6        |                 |   |   |                       |   |   |
| 9        |                 |   |   |                       |   |   |
| 14       |                 |   |   |                       |   |   |
| 16       |                 |   |   |                       |   |   |
| 20       |                 |   |   |                       |   |   |
| 27       |                 |   |   |                       |   |   |
| 37       |                 |   |   |                       |   |   |
| 43       |                 |   |   |                       |   |   |
| 46       |                 |   |   |                       |   |   |
| 52       |                 |   |   |                       |   |   |
| 58       |                 |   |   |                       |   |   |
| 61       |                 |   |   |                       |   |   |
| 66       |                 |   |   |                       |   |   |
| ** 68 ** |                 |   |   |                       |   |   |
| 70       |                 |   |   |                       |   |   |
| 79       |                 |   |   |                       |   |   |
| ** 81 ** |                 |   |   |                       |   |   |

O 2 ③ VI-3-3-3-4-3-3-2(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

| 材料     | 最高使用温度<br>(°C) | 許容応力<br>(MPa)  |
|--------|----------------|----------------|
|        |                | S <sub>h</sub> |
| STS410 | 302            | 103            |
|        | 315            | 103            |

4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管  
設計・建設規格 PPC-3500による評価結果

| 鳥瞰図      | 最大応力<br>評価点 | 最大応力<br>区分*   | 一次応力評価<br>(MPa) |             |
|----------|-------------|---------------|-----------------|-------------|
|          |             |               | 計算応力            | 許容応力        |
| HPAC-003 | 41          | S p r m ( 1 ) | S p r m ( 1 )   | 1 . 5 ・ S h |
|          | 41          | S p r m ( 2 ) | S p r m ( 2 )   | 1 . 8 ・ S h |
|          |             |               | 61              | 154         |
|          |             |               | 61              | 185         |

注記 \* : S p r m ( 1 ) , S p r m ( 2 ) はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3520(1), (2)に基づき計算した一次応力を示す。



5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル    | 供用状態 (E) *1 |            |            |      |    | 供用状態 (E) *2 |            |            |      |    |
|-----|----------|-------------|------------|------------|------|----|-------------|------------|------------|------|----|
|     |          | 一次応力        |            |            |      |    | 一次応力        |            |            |      |    |
|     |          | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 |
| 1   | HPAC-001 | 89          | 56         | 154        | 2.75 | —  | 89          | 56         | 185        | 3.30 | —  |
| 2   | HPAC-002 | 21          | 33         | 154        | 4.66 | —  | 21          | 33         | 185        | 5.60 | —  |
| 3   | HPAC-003 | 41          | 61         | 154        | 2.52 | ○  | 41          | 61         | 185        | 3.03 | ○  |

注記\*1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

VI-3-3-3-4-4 原子炉隔離時冷却系の強度計算書

目 次

VI-3-3-3-4-4-1 弁の強度計算書（原子炉隔離時冷却系）

VI-3-3-3-4-4-1 弁の強度計算書（原子炉隔離時冷却系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-11 重大事故等クラス2 弁の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名      | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |           |
|----------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|-----------|
|          |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |           | SA 条件       |                            |              |       |                 |           |           |
|          |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |       |                 |           | 温度<br>(℃) |
| E51-F003 | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 11.77       | 302       | 11.77       | 302                        | 無            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2      |
| E51-F009 | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 8.62        | 302       | 10.34       | 315                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2      |
| E51-F017 | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 11.77       | 66        | 11.77       | 66                         | 無            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2      |
| E51-F082 | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —         | 10.34       | 315                        | —            | —     | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |
| E51-F536 | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 0.10        | 120       | 0.10        | 120                        | 無            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2      |
| E61-F064 | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —         | 10.34       | 315                        | —            | —     | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |

## 目次

|                |   |
|----------------|---|
| 1. 重大事故等クラス2 弁 | 1 |
| 1.1 設計仕様       | 2 |
| 1.2 強度計算書      | 3 |

## 1. 重大事故等クラス2 弁



1.1 設計仕様

系統：原子炉隔離時冷却系

| 機器の区分    |     | 重大事故等クラス2弁 |       |       |     |
|----------|-----|------------|-------|-------|-----|
| 弁番号      | 種類  | 呼び径<br>(A) | 材料    |       |     |
|          |     |            | 弁箱    | 弁ふた   | ボルト |
| E51-F003 | 止め弁 | 100        | SCPH2 | SCPH2 |     |
| E51-F009 | 止め弁 | 100        | SCPH2 | SCPH2 |     |
| E51-F017 | 止め弁 | 50         | S25C  | S25C  |     |
| E51-F082 | 止め弁 | 100        | SCPH2 | SCPH2 |     |
| E51-F536 | 止め弁 | 20         | S25C  | S25C  |     |
| E61-F064 | 止め弁 | 100        | SCPH2 | SCPH2 |     |
|          |     |            |       |       |     |

O 2 ③ VI-3-3-3-4-4-1 R 0

1.2 強度計算書

系統：原子炉隔離時冷却系

|     |          |     |   |
|-----|----------|-----|---|
| 弁番号 | E51-F003 | シート | 1 |
|-----|----------|-----|---|

|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                                       | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|---------------------------------------|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ                               |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)                                    | 11.77   |             | $d_n$ (mm)                            |         |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 302     |             | $d_n / d_m$                           |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $\varnothing$ (mm)                    | —       |
| 弁箱材料  | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)                         | —       |
| 弁ふた材料   | SCPH2   |             | $t_{m2}$ (mm)                         | 10.6    |
| $P_1$ (MPa)   | 9.95    | —           | $t_{ma1}$ (mm)                        | —       |
| $P_2$ (MPa)   | 14.95   | —           | $t_{ma2}$ (mm)                        |         |
| $d_m$ (mm)  |         |             | 評価 $t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |         |
| $t_1$ (mm)  | 8.5     | —           |                                       |         |
| $t_2$ (mm)  | 11.5    | —           |                                       |         |
| $t$ (mm)  | 9.6     | —           |                                       |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       |         |             |                                       |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       |         |             |                                       |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |                                       |         |

O2 ③ VI-3-3-3-4-4-1 R0

|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |  | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|--|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ                                |         |
| 最高使用圧力 P<br>(MPa)                                   | 10.34   |             | $d_n$ (mm)                             |         |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 315     |             | $d_n / d_m$                            |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $\varnothing$ (mm)                     | —       |
| 弁箱材料  | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)                          | —       |
| 弁ふた材料   | SCPH2   |             | $t_{m2}$ (mm)                          | 11.0    |
| $P_1$ (MPa)   | 9.85    | —           | $t_{ma1}$ (mm)                         | —       |
| $P_2$ (MPa)   | 14.78   | —           | $t_{ma2}$ (mm)                         |         |
| $d_m$ (mm)  |         |             | 評価： $t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |         |
| $t_1$ (mm)  | 9.5     | —           |  |         |
| $t_2$ (mm)  | 12.8    | —           |  |         |
| $t$ (mm)  | 9.9     | —           |  |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |  |         |

O2 ③ VI-3-3-3-4-4-1 R0

|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |  | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|--|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ                                |         |
| 最高使用圧力 P<br>(MPa)                                   | 11.77   |             | $d_n$ (mm)                             |         |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 66      |             | $d_n / d_m$                            |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $\varnothing$ (mm)                     | —       |
| 弁箱材料  | S25C    |             | $t_{m1}$ (mm)                          | —       |
| 弁ふた材料   | S25C    |             | $t_{m2}$ (mm)                          | 6.4     |
| $P_1$ (MPa)   | 10.34   | —           | $t_{ma1}$ (mm)                         | —       |
| $P_2$ (MPa)   | 15.51   | —           | $t_{ma2}$ (mm)                         |         |
| $d_m$ (mm)  |         |             | 評価： $t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |         |
| $t_1$ (mm)  | 5.7     | —           |  |         |
| $t_2$ (mm)  | 7.5     | —           |  |         |
| $t$ (mm)  | 6.2     | —           |  |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |  |         |

O2 ③ VI-3-3-3-4-4-1 R0

|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |  | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|--|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ                                |         |
| 最高使用圧力 P<br>(MPa)                                   | 10.34   |             | $d_n$ (mm)                             |         |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 315     |             | $d_n / d_m$                            |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $\varnothing$ (mm)                     | —       |
| 弁箱材料  | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)                          | —       |
| 弁ふた材料   | SCPH2   |             | $t_{m2}$ (mm)                          | 9.9     |
| $P_1$ (MPa)   | 9.85    | —           | $t_{ma1}$ (mm)                         | —       |
| $P_2$ (MPa)   | 14.78   | —           | $t_{ma2}$ (mm)                         |         |
| $d_m$ (mm)  |         |             | 評価： $t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |         |
| $t_1$ (mm)  | 8.8     | —           |  |         |
| $t_2$ (mm)  | 11.9    | —           |  |         |
| $t$ (mm)  | 9.2     | —           |  |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |  |         |

O2 ③ VI-3-3-3-4-4-1 R0

|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |  | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|--|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ                                |         |
| 最高使用圧力 P<br>(MPa)                                   | 0.10    |             | $d_n$ (mm)                             |         |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 120     |             | $d_n / d_m$                            |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $\ell$ (mm)                            | —       |
| 弁箱材料  | S25C    |             | $t_{m1}$ (mm)                          | —       |
| 弁ふた材料   | S25C    |             | $t_{m2}$ (mm)                          | 4.6     |
| $P_1$ (MPa)   | —       | —           | $t_{ma1}$ (mm)                         | —       |
| $P_2$ (MPa)   | —       | —           | $t_{ma2}$ (mm)                         |         |
| $d_m$ (mm)  |         |             | 評価： $t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |         |
| $t_1$ (mm)  | —       | —           |  |         |
| $t_2$ (mm)  | —       | —           |  |         |
| $t$ (mm)  | 3.1     | —           |  |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |  |         |

O2 ③ VI-3-3-3-4-4-1 R0

|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |  | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|--|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ                                |         |
| 最高使用圧力 P<br>(MPa)                                   | 10.34   |             | $d_n$ (mm)                             |         |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 315     |             | $d_n / d_m$                            |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $\ell$ (mm)                            | —       |
| 弁箱材料  | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)                          | —       |
| 弁ふた材料   | SCPH2   |             | $t_{m2}$ (mm)                          | 9.9     |
| $P_1$ (MPa)   | 9.85    | —           | $t_{ma1}$ (mm)                         | —       |
| $P_2$ (MPa)   | 14.78   | —           | $t_{ma2}$ (mm)                         |         |
| $d_m$ (mm)  |         |             | 評価： $t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |         |
| $t_1$ (mm)  | 8.8     | —           |  |         |
| $t_2$ (mm)  | 11.9    | —           |  |         |
| $t$ (mm)  | 9.2     | —           |  |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |  |         |

O2 ③ VI-3-3-3-4-4-1 ROE

VI-3-3-3-4-5 低圧代替注水系の強度計算書



## 目 次

VI-3-3-3-4-5-1 直流駆動低圧注水系ポンプの強度計算書

VI-3-3-3-4-5-2 管の強度計算書（低圧代替注水系）

VI-3-3-3-4-5-2 管の強度計算書（低圧代替注水系）

## 目 次

VI-3-3-3-4-5-2-1 管の基本板厚計算書（低圧代替注水系）

VI-3-3-3-4-5-2-2 管の応力計算書（低圧代替注水系）

VI-3-3-3-4-5-2-1 管の基本板厚計算書(低圧代替注水系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |      |      |      | 施工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス       |   |      |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|------|------|------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------------|---|------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件 |      | SA条件 |                            |              |      |                 |                 |   |      |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  |      |      |      |                            |              |      |                 |                 |   |      |
| 1    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | SA-2             | 無    | 1.37 | 66   | 1.37                       | 66           | 無    | S55告示           | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 2    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —    | —    | —    | 1.37                       | 66           | —    | —               | 設計・建設規格         | — | SA-2 |
| 3    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —    | —    | —    | 1.37                       | 66           | —    | —               | 設計・建設規格         | — | SA-2 |
| 4    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —    | —    | —    | 1.37                       | 66           | —    | —               | 設計・建設規格         | — | SA-2 |
| 5    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | SA-2             | 無    | 1.37 | 66   | 1.37                       | 66           | —    | S55告示           | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 6    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —    | —    | —    | 1.37                       | 66           | —    | —               | 設計・建設規格         | — | SA-2 |
| 7    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —    | —    | —    | 1.37                       | 66           | —    | —               | 設計・建設規格         | — | SA-2 |
| 7    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | SA-2             | 無    | 1.37 | 66   | 1.37                       | 66           | —    | S55告示           | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 8    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | SA-2             | 無    | 3.73 | 186  | 3.73                       | 186          | 無    | S55告示           | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 8    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | SA-2             | 無    | 3.73 | 186  | 3.73                       | 186          | —    | S55告示           | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 9    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | SA-2             | 無    | 1.37 | 66   | 1.37                       | 66           | —    | S55告示           | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |



・適用規格の選定

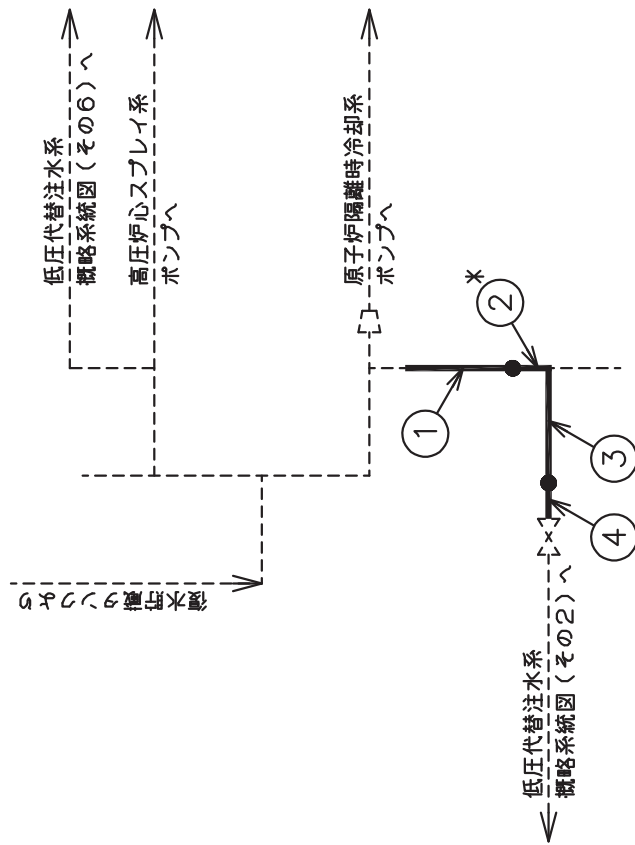
| 管No. | 評価項目   | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 7    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 7    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 8    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 9    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 10   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 11   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 12   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 13   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |



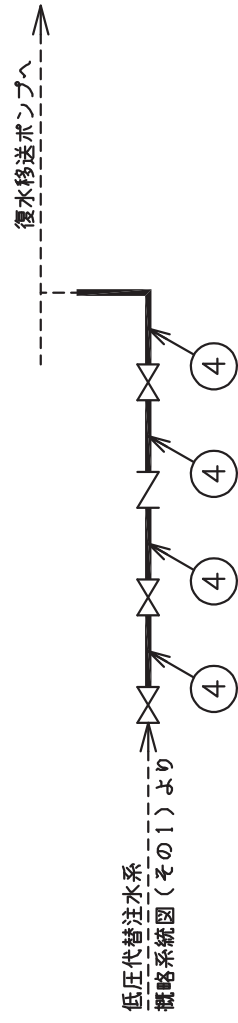
目次

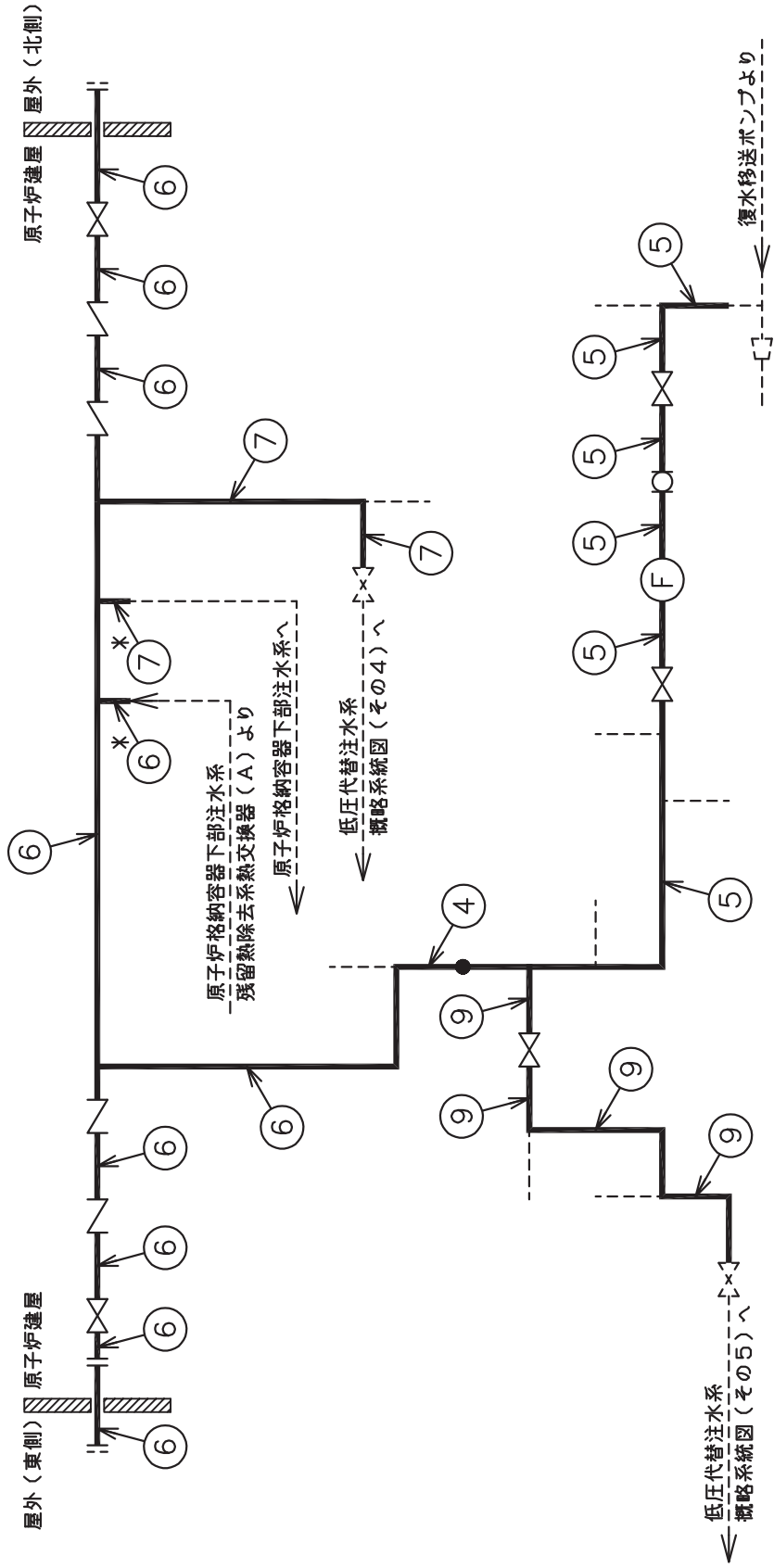
|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 7 |

1. 概略系統図

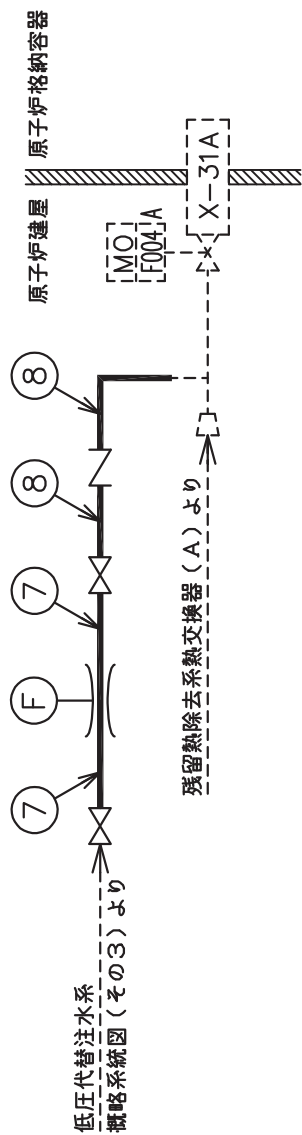


注記\*：管継手  
低圧代替注水系概略系統図(その1)

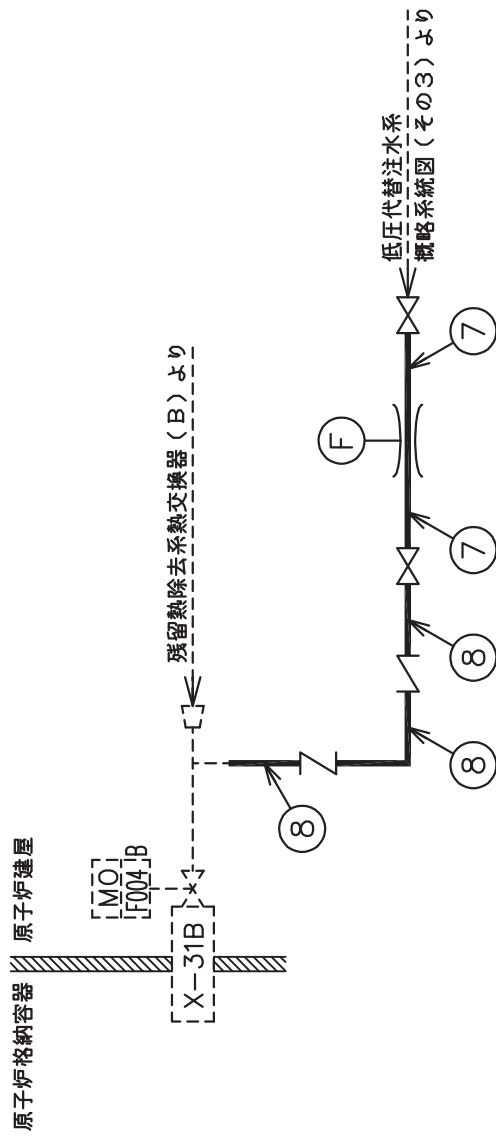




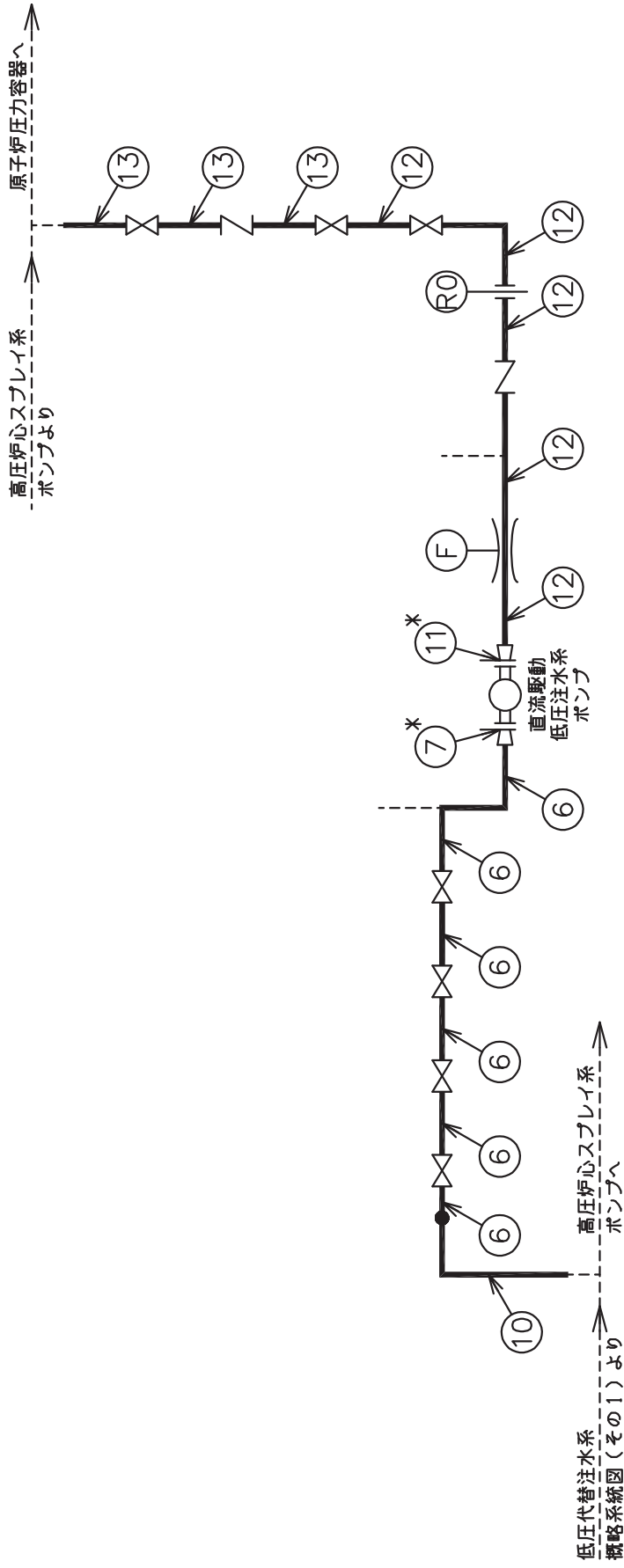
注記\*：管継手  
低圧代替注水系概略系統図（その3）



低圧代替水系概略系統図(その4)



低圧代替注水系概略系統図 (その5)



注記\*：管継手  
 低圧代替注水系概略系統図(その6)

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料               | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|-------------------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 1.37                 | 66                 | 406.40                       | 9.50         | SUS304            | W   | 2           | 126        | 1.00 |       |                        | 2.20      | A      | 2.20                   |
| 2   | 1.37                 | 66                 | 406.40                       | 9.50         | SUS304TP          | S   | 2           | 126        | 1.00 | 12.5% | 8.31                   | 2.20      | A      | 2.20                   |
| 3   | 1.37                 | 66                 | 216.30                       | 8.20         | SUS304TP          | S   | 2           | 126        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.17      | A      | 1.17                   |
| 4   | 1.37                 | 66                 | 216.30                       | 8.20         | STS410            | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.43      | C      | 3.80                   |
| 5   | 1.37                 | 66                 | 216.30                       | 8.20         | STPT38<br>STPT370 | S   | 2           | 93         | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.59      | C      | 3.80                   |
| 6   | 1.37                 | 66                 | 165.20                       | 7.10         | STS410            | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 1.10      | C      | 3.80                   |
| 7   | 1.37                 | 66                 | 114.30                       | 6.00         | STS410            | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 5.25                   | 0.76      | C      | 3.40                   |
| 8   | 3.73                 | 186                | 114.30                       | 6.00         | STS410            | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 5.25                   | 2.04      | C      | 3.40                   |
| 9   | 1.37                 | 66                 | 114.30                       | 6.00         | STPT370           | S   | 2           | 93         | 1.00 | 12.5% | 5.25                   | 0.84      | C      | 3.40                   |
| 10  | 1.37                 | 66                 | 165.20                       | 7.10         | SUS304TP          | S   | 2           | 126        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 0.90      | A      | 0.90                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|--------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 11  | 1.70                 | 66                     | 89.10                         | 5.50         | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 4.81                   | 0.73      | C      | 3.00                   |
| 12  | 1.70                 | 66                     | 165.20                        | 7.10         | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 1.36      | C      | 3.80                   |
| 13  | 10.79                | 100                    | 165.20                        | 14.30        | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 12.51                  | 8.31      | A      | 8.31                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

VI-3-3-3-4-5-2-2 管の応力計算書  
(低圧代替注水系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。



## 重大事故等対処設備

## 目次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 概要                    | 1  |
| 2. 概略系統図及び鳥瞰図            | 2  |
| 2.1 概略系統図                | 2  |
| 2.2 鳥瞰図                  | 7  |
| 3. 計算条件                  | 12 |
| 3.1 設計条件                 | 12 |
| 3.2 材料及び許容応力             | 15 |
| 4. 評価結果                  | 17 |
| 5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 | 19 |

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。






### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全7モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

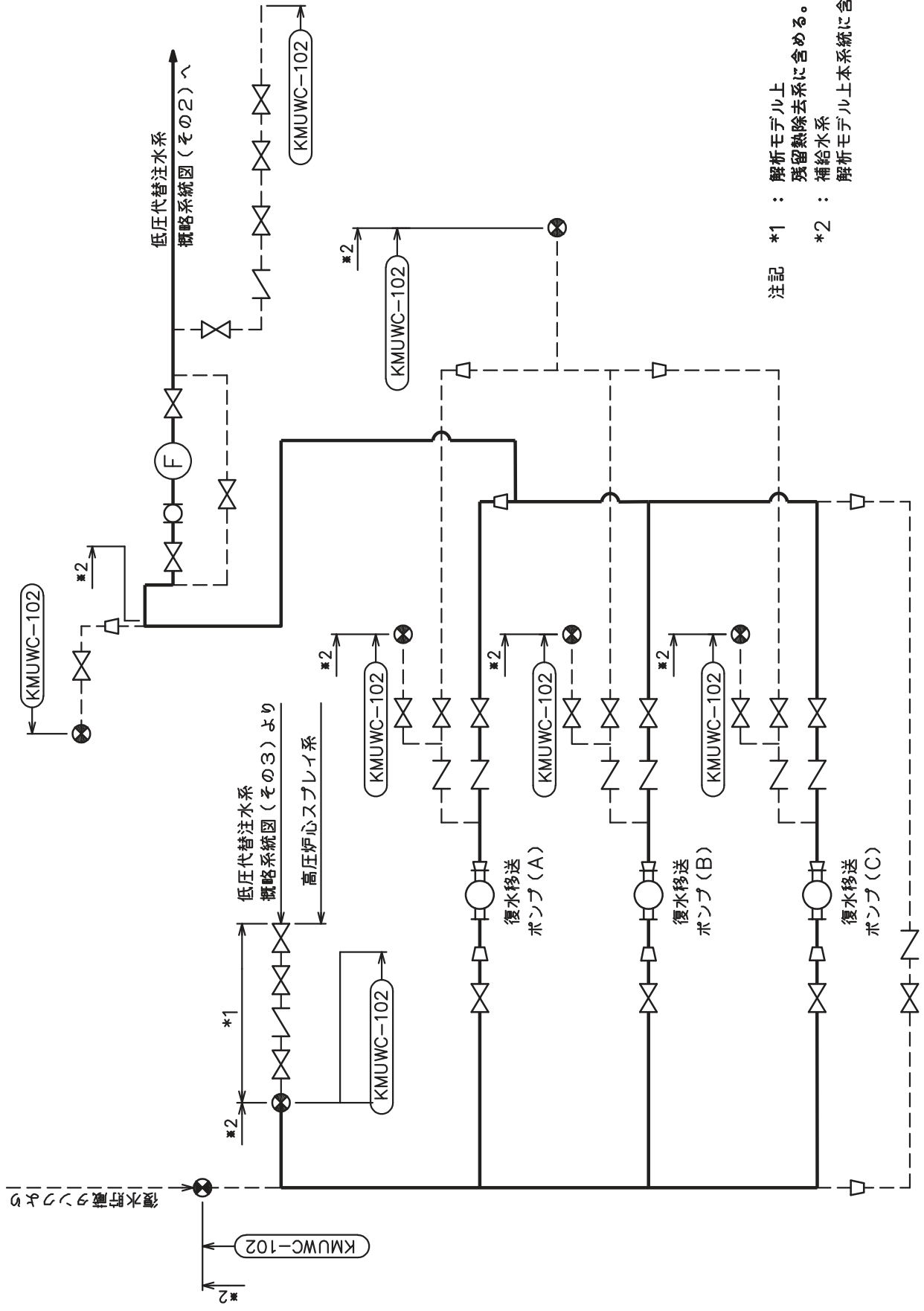
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

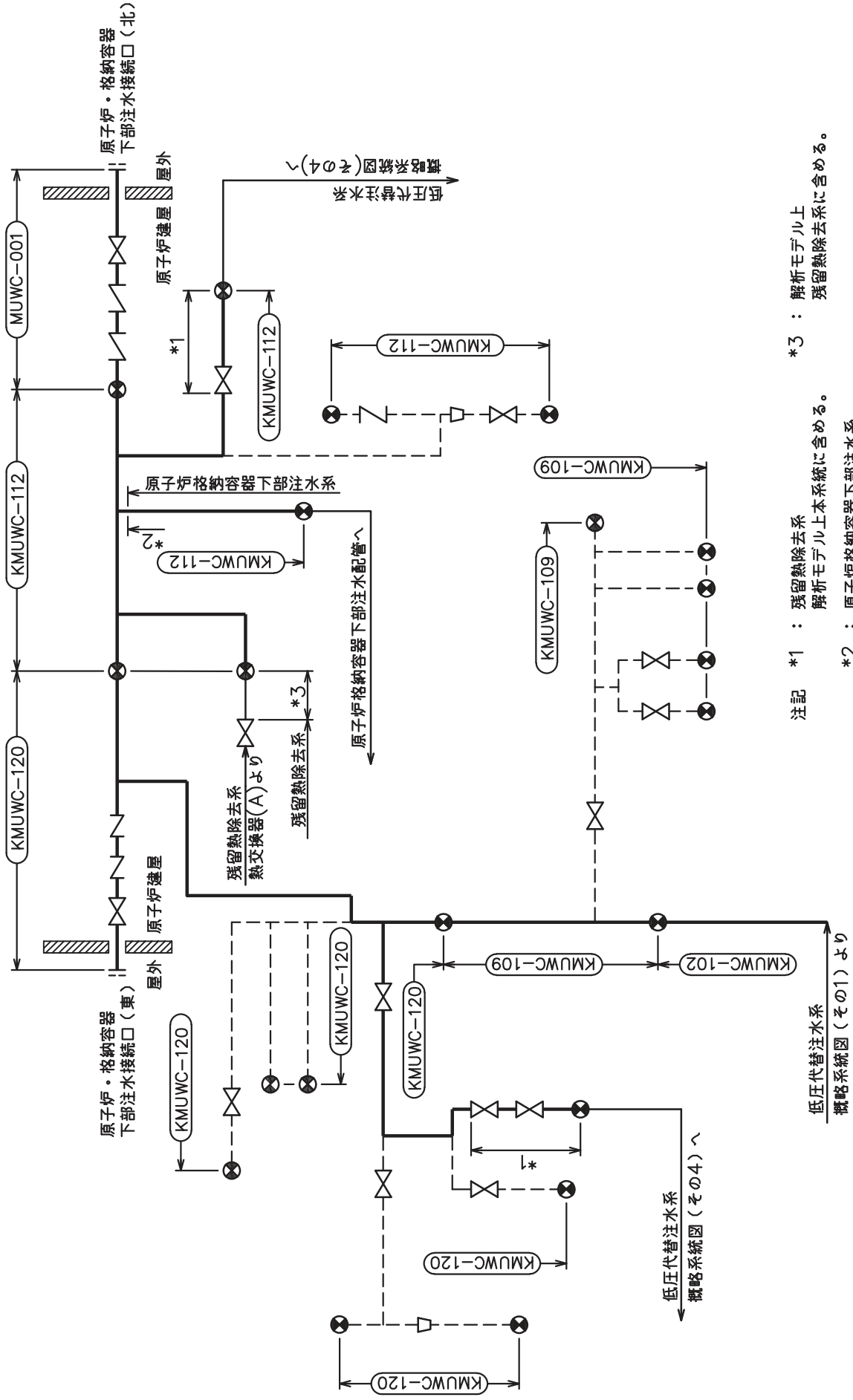
| 記号   | 内容   |
|--|--|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                             |
|  (細線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管                    |
|  (破線) | 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管 |
|     | 鳥瞰図番号  |
|     | アンカ  |





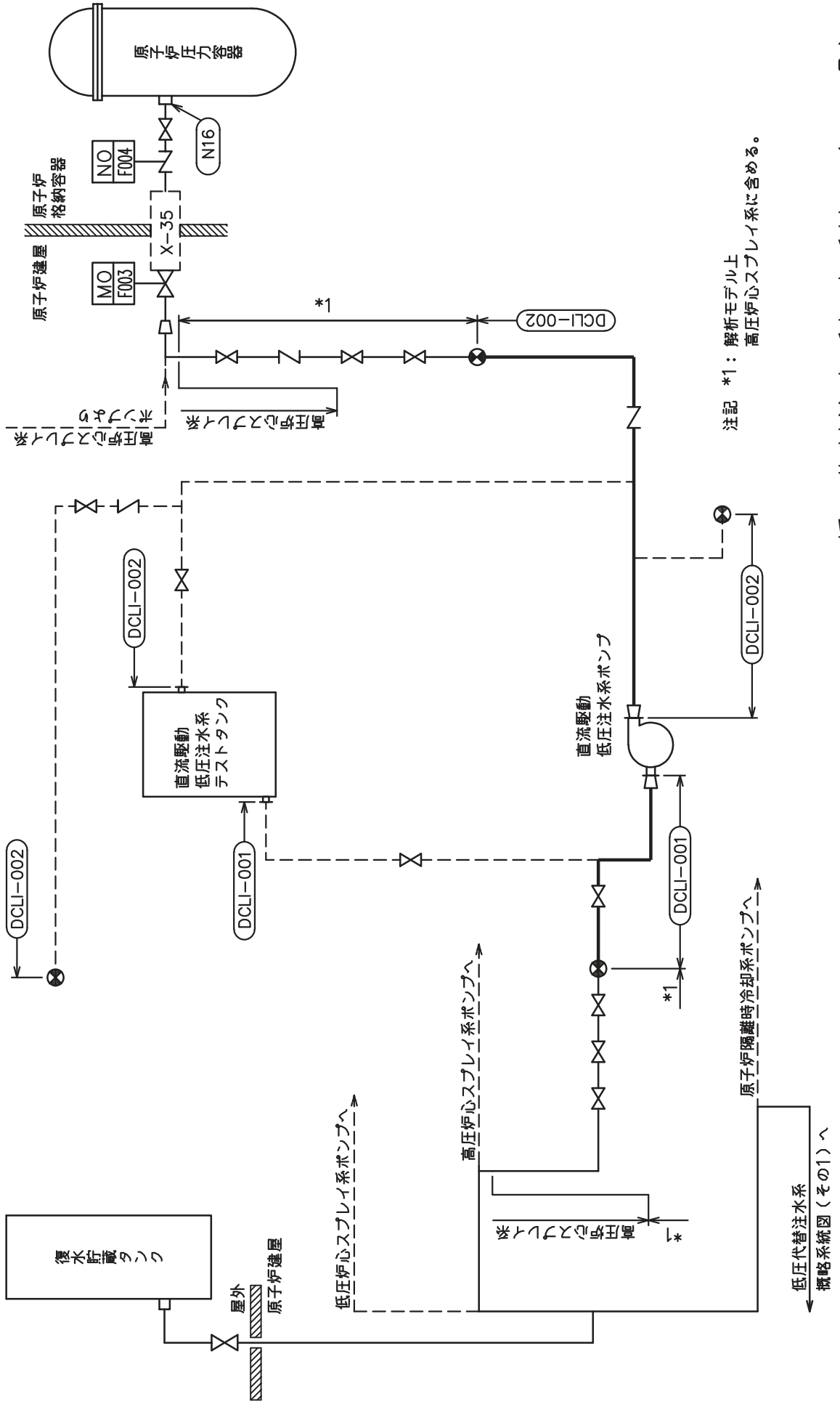
注記 \*1 : 解析モデル上  
 残留熱除去系に含める。  
 \*2 : 補給水系  
 解析モデル上本系統に含める。

低圧代替注水系概略系統図(その1)

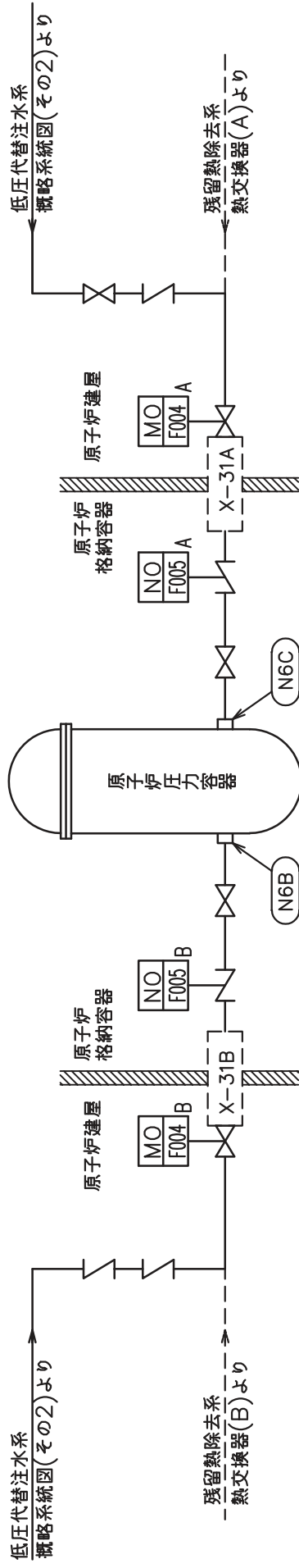


- 注記
- \*1 : 残留熱除去系 解析モデル上 残留熱除去系に含める。
  - \*2 : 原子炉格納容器下部注水系 解析モデル上本系統に含める。
  - \*3 : 解析モデル上 残留熱除去系に含める。

低圧代替注水系概略系統図(その2)


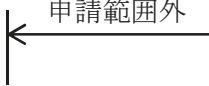


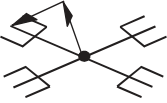


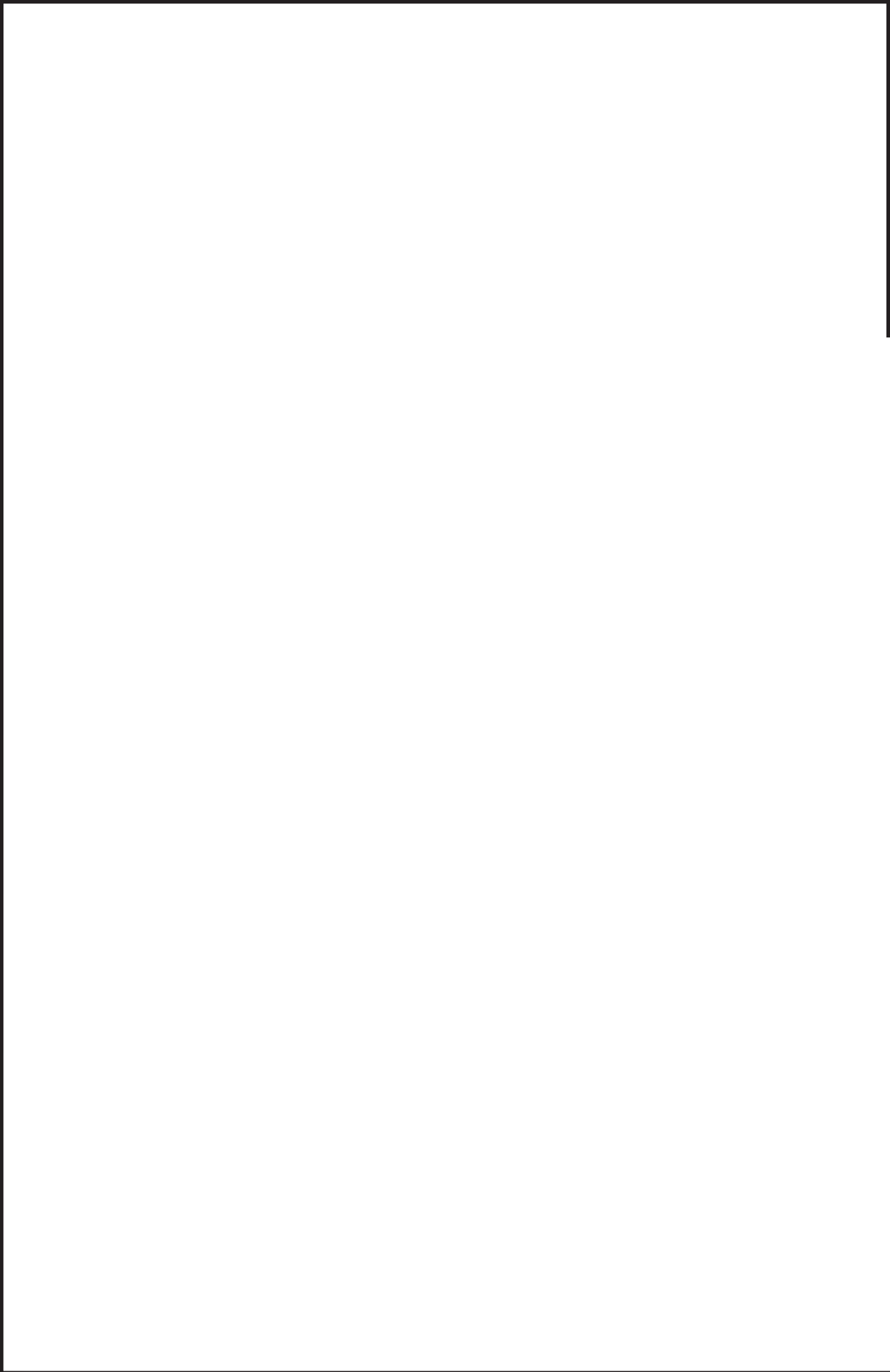
低圧代替注水系概略系統図 (その3)



## 2.2 鳥瞰図

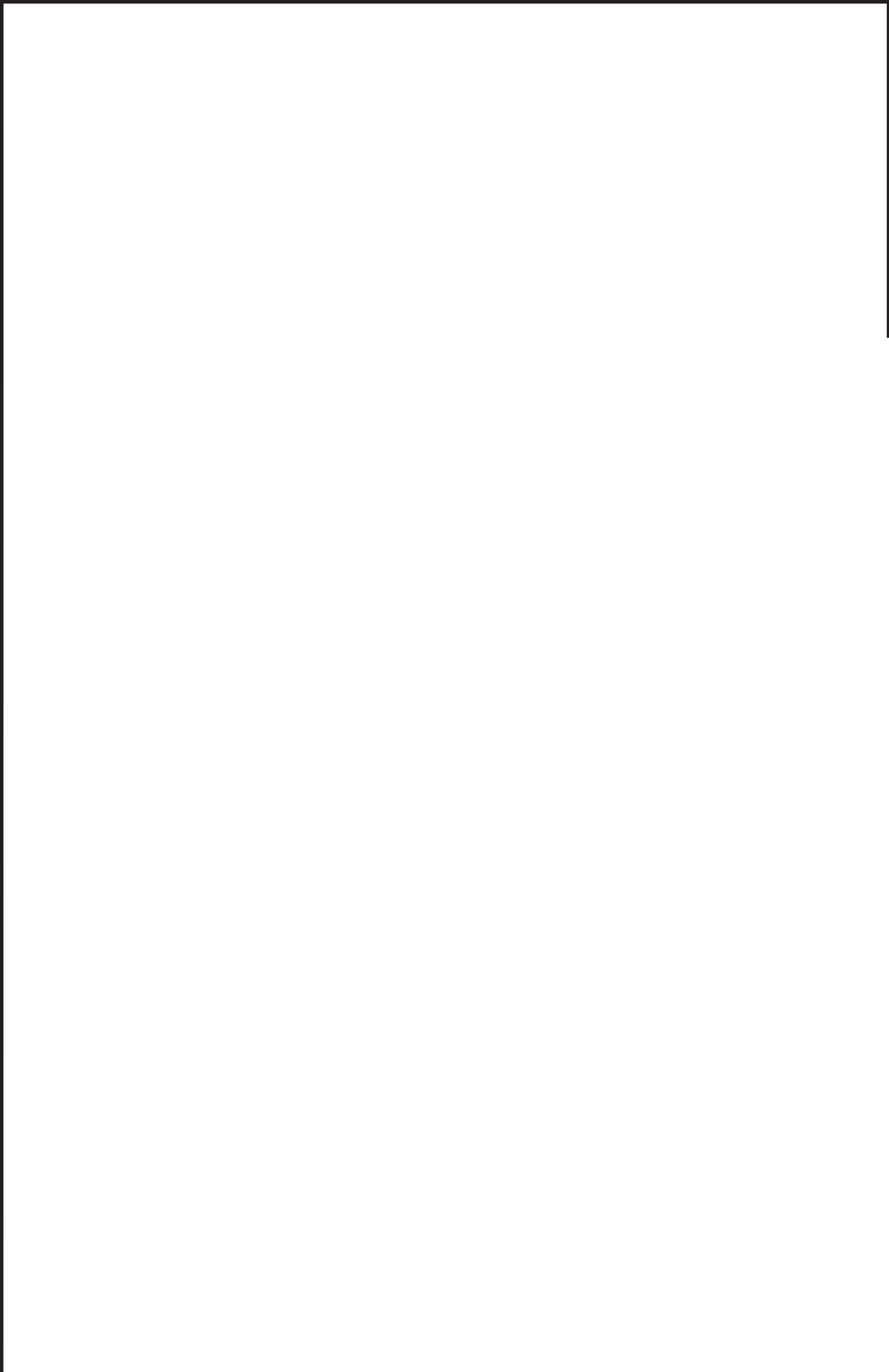
### 鳥瞰図記号凡例

| 記号  | 内容  |
|---|---|
|    | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                    |
|    | 工事計画記載範囲外の管                                 |
|    | 質点  |
|    | アンカ   |
|  | レストレイント<br>(矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。) |



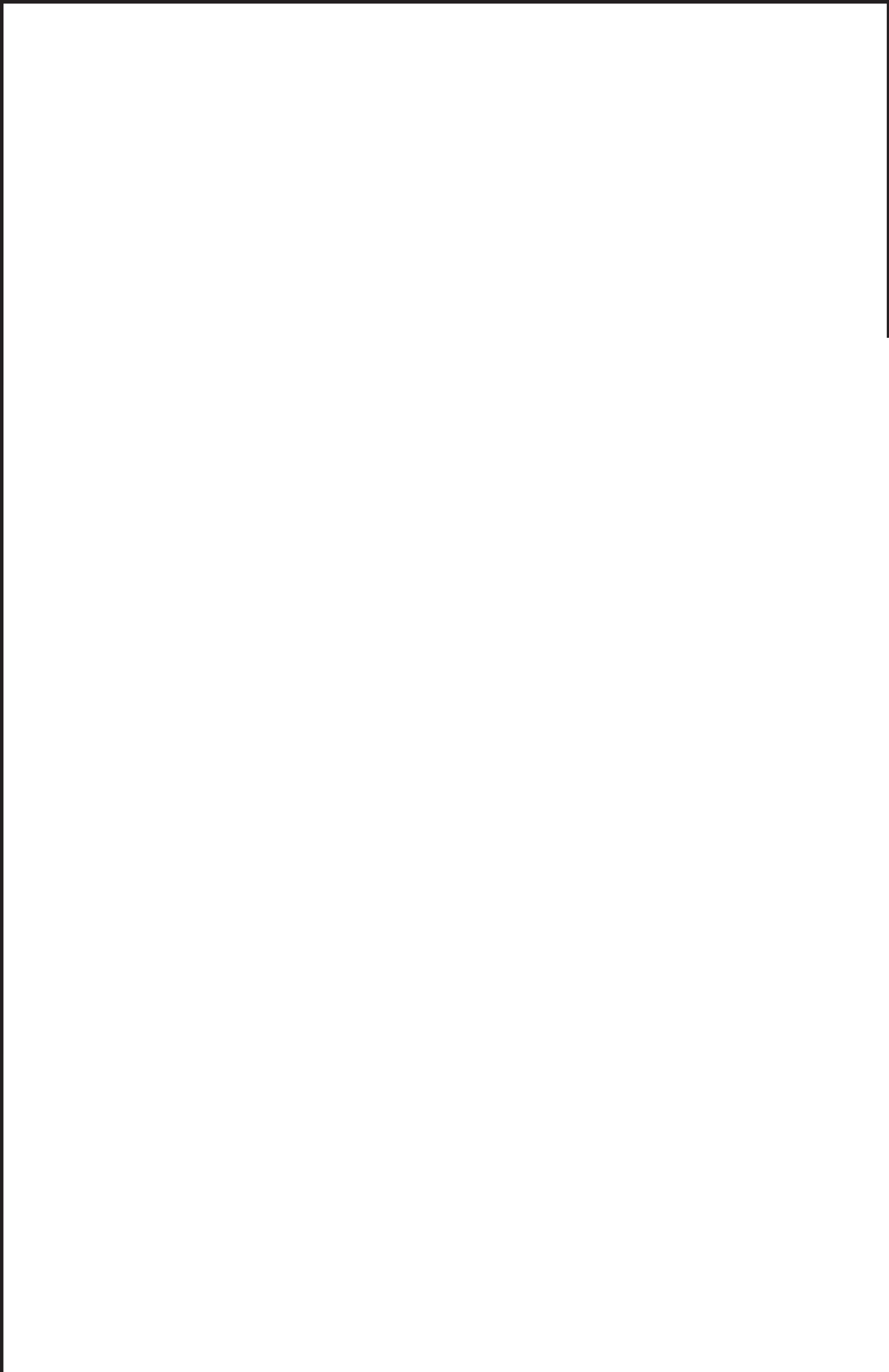
鳥瞰図 | KMUWC-109-1/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 KMJWC-109-2/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 KMJWC-109-3/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。





鳥瞰図 | KMUWC-109-4/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3. 計算条件

#### 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図            KMUWC-109

| 管名称 | 最高使用圧力<br>(MPa) | 最高使用温度<br>(°C) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 材料      |
|-----|-----------------|----------------|------------|------------|---------|
| 1   | 1.37            | 66             | 216.3      | 8.2        | STPT370 |

設計条件

管名称と対応する評価点  
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図                    KMUWC-109

| 管名称 | 対 応 す る 評 価 点 |     |     |     |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|---------------|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1   | 1             | 4   | 5   | 6   | 7  | 8  | 9   | 10  | 11  | 12  | 14  | 15  | 18  | 19  | 20  |
|     | 21            | 22  | 23  | 24  | 25 | 26 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 212 | 214 | 801 | 904 |
|     | 908           | 916 | 920 | 921 |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 1   |        | 10  |        | 20  |        | 175 |        | 801 |        |
| 4   |        | 11  |        | 21  |        | 176 |        | 904 |        |
| 5   |        | 12  |        | 22  |        | 177 |        | 908 |        |
| 6   |        | 14  |        | 23  |        | 178 |        | 916 |        |
| 7   |        | 15  |        | 24  |        | 179 |        | 920 |        |
| 8   |        | 18  |        | 25  |        | 212 |        | 921 |        |
| 9   |        | 19  |        | 26  |        | 214 |        |     |        |

O 2 ③ VI-3-3-3-4-5-2-2(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 KMUWC-109

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号 | 各軸方向ばね定数(N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) |   |   |
|-------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
|       | X              | Y | Z | X                    | Y | Z |
| 1     |                |   |   |                      |   |   |
| 4     |                |   |   |                      |   |   |
| 11    |                |   |   |                      |   |   |
| 15    |                |   |   |                      |   |   |
| 18    |                |   |   |                      |   |   |
| 22    |                |   |   |                      |   |   |
| 26    |                |   |   |                      |   |   |
| 904   |                |   |   |                      |   |   |
| 908   |                |   |   |                      |   |   |
| 920   |                |   |   |                      |   |   |
| 921   |                |   |   |                      |   |   |

○ 2 ③ VI-3-3-3-4-5-2-2(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

告示501号に規定の応力計算に用いる許容応力

| 材料      | 最高使用温度<br>(°C) | 許容応力<br>(MPa) |
|---------|----------------|---------------|
|         |                | Sh            |
| STPT370 | 66             | 93            |

## 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

| 材料      | 最高使用温度<br>(°C) | 許容応力<br>(MPa)  |
|---------|----------------|----------------|
|         |                | S <sub>h</sub> |
| STPT370 | 66             | 93             |

4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管  
告示第501号第56条による評価結果

| 鳥瞰図    | 最大応力<br>評価点 | 最大応力<br>区分*   | 一次応力評価<br>(MPa) |      |
|--------|-------------|---------------|-----------------|------|
|        |             |               | 計算応力            | 許容応力 |
| KMUWC- | 26          | S p r m ( 1 ) | 35              | 93   |
| 109    | 26          | S p r m ( 2 ) | 35              | 111  |

注記 \* : S p r m ( 1 ) , S p r m ( 2 ) はそれぞれ、告示第501号第56条第1号(イ)、(ロ)に基づき計算した一次応力を示す。

評価結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管  
設計・建設規格 PPC-3500による評価結果

| 鳥瞰図            | 最大応力<br>評価点 | 最大応力<br>区分* | 一次応力評価<br>(MPa) |            |
|----------------|-------------|-------------|-----------------|------------|
|                |             |             | 計算応力            | 許容応力       |
| KMUWC -<br>109 | 26          | S p r m (1) | S p r m (1)     | 1. 5 ・ S h |
|                | 26          | S p r m (2) | S p r m (2)     | 1. 8 ・ S h |
|                |             |             | 44              | 139        |
|                |             |             | 44              | 167        |

注記 \* : S p r m (1), S p r m (2)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3520(1), (2)に基づき計算した一次応力を示す。



5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル     | 供用状態 (V) *1 |            |            |      |    |     | 供用状態 (V) *2 |            |      |    |
|-----|-----------|-------------|------------|------------|------|----|-----|-------------|------------|------|----|
|     |           | 一次応力        |            |            |      |    |     | 一次応力        |            |      |    |
|     |           | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 | 評価点 | 計算応力 (MPa)  | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 |
| 1   | KMUWC-102 | 168         | 30         | 93         | 3.10 | —  | 168 | 30          | 111        | 3.70 | —  |
| 2   | KMUWC-109 | 26          | 35         | 93         | 2.65 | ○  | 26  | 35          | 111        | 3.17 | ○  |
| 3   | KMUWC-112 | 321         | 16         | 102        | 6.37 | —  | 321 | 16          | 122        | 7.62 | —  |
| 4   | KMUWC-120 | 916         | 27         | 102        | 3.77 | —  | 916 | 27          | 122        | 4.51 | —  |

注記\*1：告示第501号第56条第1号(イ)に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：告示第501号第56条第1号(ロ)に基づき計算した一次応力を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル     | 供用状態 (E) *1 |            |            |       |    | 供用状態 (E) *2 |            |            |       |    |
|-----|-----------|-------------|------------|------------|-------|----|-------------|------------|------------|-------|----|
|     |           | 一次応力        |            |            |       |    | 一次応力        |            |            |       |    |
|     |           | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表 | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表 |
| 1   | MUWC-001  | 8           | 20         | 154        | 7.70  | —  | 8           | 20         | 185        | 9.25  | —  |
| 2   | KMUWC-102 | 146         | 36         | 139        | 3.86  | —  | 146         | 36         | 167        | 4.63  | —  |
| 3   | KMUWC-109 | 26          | 44         | 139        | 3.15  | ○  | 26          | 44         | 167        | 3.79  | ○  |
| 4   | KMUWC-112 | 321         | 20         | 154        | 7.70  | —  | 321         | 20         | 185        | 9.25  | —  |
| 5   | KMUWC-120 | 159         | 40         | 154        | 3.85  | —  | 159         | 40         | 185        | 4.62  | —  |
| 6   | DCLI-001  | 7           | 15         | 154        | 10.26 | —  | 7           | 15         | 185        | 12.33 | —  |
| 7   | DCLI-002  | 16          | 23         | 154        | 6.69  | —  | 16          | 23         | 185        | 8.04  | —  |

注記\*1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

VI-3-3-3-4-6 代替水源移送系の強度計算書

目 次

VI-3-3-3-4-6-1 管の強度計算書（代替水源移送系）

VI-3-3-3-4-6-1 管の強度計算書（代替水源移送系）

目 次

VI-3-3-3-4-6-1-1 管の基本板厚計算書（代替水源移送系）

V-3-3-3-4-6-1-1 管の基本板厚計算書(代替水源移送系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。



・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |                    |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|--------------------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |       |                 |           | SA条件<br>温度<br>(°C) |
| 1    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | —                | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | —     | —               | —         | SA-2               |
| 2    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | —                | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | —     | —               | —         | SA-2               |
| 2    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 静水頭                 | 66                 | 静水頭                 | 66                         | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2               |

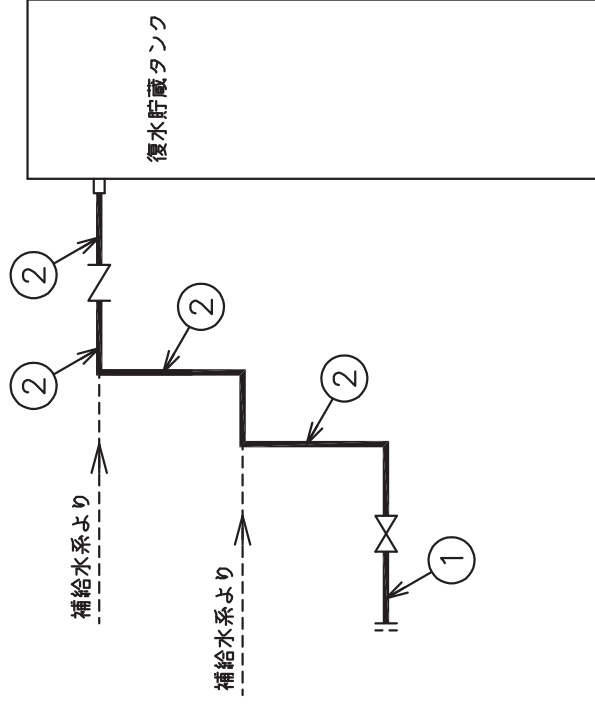
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 2 |

1. 概略系統図



2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料      | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|----------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 1.37                 | 66                     | 165.20                        | 7.10         | SUS304TP | S   | 2           | 126        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 0.90      | A      | 0.90                   |
| 2   | 静水頭                  | 66                     | 165.20                        | 7.10         | SUS304TP | S   | 2           | —          | —    | —     | —                      | —         | —      | —                      |

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>, よって十分である。

VI-3-3-3-5 原子炉冷却材補給設備の強度計算書

## 目 次

VI-3-3-3-5-1 原子炉隔離時冷却系の強度計算書

VI-3-3-3-5-2 補給水系の強度計算書

VI-3-3-3-5-1 原子炉隔離時冷却系の強度計算書



## 目 次

- VI-3-3-3-5-1-1 原子炉隔離時冷却系ポンプの強度計算書
- VI-3-3-3-5-1-2 弁の強度計算書（原子炉隔離時冷却系）
- VI-3-3-3-5-1-3 管の強度計算書（原子炉隔離時冷却系）

VI-3-3-3-5-1-2 弁の強度計算書（原子炉隔離時冷却系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-11 重大事故等クラス2 弁の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名      | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|----------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|------------|
|          |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            | SA 条件       |                            |              |       |                 |           |            |
|          |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |       |                 |           | 温度<br>(°C) |
| E51-F008 | 既設             | 有   | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有                | 8.62        | 302        | 10.34       | 315                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |

## 目次

|                |   |
|----------------|---|
| 1. 重大事故等クラス2 弁 | 1 |
| 1.1 設計仕様       | 2 |
| 1.2 強度計算書      | 3 |

## 1. 重大事故等クラス2 弁

1.1 設計仕様

系統：原子炉隔離時冷却系

| 機器の区分    |     | 重大事故等クラス2弁 |       |       |     |
|----------|-----|------------|-------|-------|-----|
| 弁番号      | 種類  | 呼び径<br>(A) | 材料    |       |     |
|          |     |            | 弁箱    | 弁ふた   | ボルト |
| E51-F008 | 止め弁 | 100        | SCPH2 | SCPH2 |     |

02 ③ VI-3-3-3-5-1-2 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.2 強度計算書

系統：原子炉隔離時冷却系

|     |          |     |   |
|-----|----------|-----|---|
| 弁番号 | E51-F008 | シート | 1 |
|-----|----------|-----|---|

|   | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |  | 設計・建設規格 |
|---|---------|-------------|--|---------|
| 設計条件  |         |             | ネック部の厚さ                                |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)                                    | 10.34   |             | $d_n$ (mm)                             |         |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)                                | 315     |             | $d_n / d_m$                            |         |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |         |             | $\varnothing$ (mm)                     | —       |
| 弁箱材料  | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)                          | —       |
| 弁ふた材料   | SCPH2   |             | $t_{m2}$ (mm)                          | 10.1    |
| $P_1$ (MPa)   | 9.85    | —           | $t_{ma1}$ (mm)                         | —       |
| $P_2$ (MPa)   | 14.78   | —           | $t_{ma2}$ (mm)                         |         |
| $d_m$ (mm)  |         |             | 評価： $t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |         |
| $t_1$ (mm)  | 8.9     | —           |  |         |
| $t_2$ (mm)  | 12.0    | —           |  |         |
| $t$ (mm)  | 9.2     | —           |  |         |
| $t_{ab}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| $t_{af}$ (mm)                                       |         |             |  |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |  |         |

O2 ③ VI-3-3-5-1-2 ROE

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



VI-3-3-3-5-1-3 管の強度計算書（原子炉隔離時冷却系）

目 次

VI-3-3-3-5-1-3-1 管の基本板厚計算書（原子炉隔離時冷却系）

VI-3-3-3-5-1-3-1 管の基本板厚計算書(原子炉隔離時冷却系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分            | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |                 |                 |           |
| 1    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有                | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 2    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 2    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 10.34               | 315                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 3    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 0.98                | 200                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 3    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.98                | 184                | 0.98                | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 4    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.98                | 184                | 0.98                | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 5    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.98                | 184                | 0.98                | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 6    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.98                | 184                | 0.98                | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| T1   | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.98                | 184                | 0.98                | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| SP1  | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.98                | 184                | 0.98                | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |

| 管No.      | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |                    |
|-----------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|--------------------|
|           |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |       |                 |           | SA条件<br>温度<br>(°C) |
| その他1      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 8.62                | 302                | 8.62                | 302                        | 有            | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2               |
| その他2      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 0.98                | 184                | 0.98                | 184                        | 有            | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2               |
| その他3      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 1.37                | 66                 | 1.37                | 66                         | 有            | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2               |
| その他4      | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 11.77               | 66                 | 11.77               | 66                         | 有            | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2               |
| その他<br>T1 | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有*               | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | 有*           | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2               |
| その他<br>T2 | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-1             | DB-1      | SA-2      | 有*               | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | 有*           | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2               |

\*：既工認において評価を実施しており、かつ評価条件に変更はないことから、評価結果については平成4年1月13日付け 第5回 3資庁第10518号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-3-2-2-1-1 管の基本板厚計算書」による。

・適用規格の選定

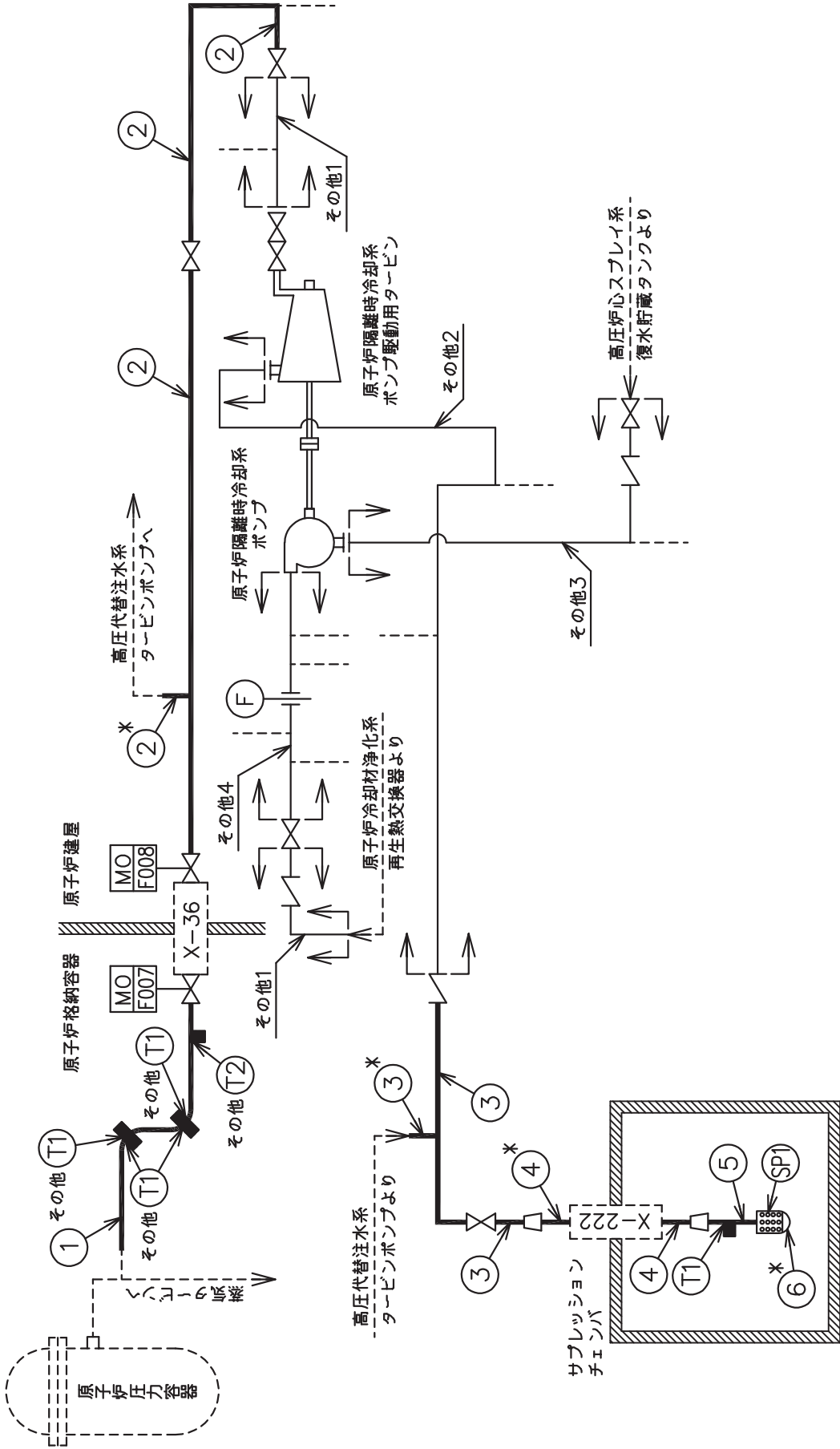
| 管No. | 評価項目     | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|----------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| T1   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| SP1  | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

目次

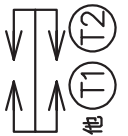
|                    |   |
|--------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....     | 1 |
| 2. 管の強度計算書 .....   | 2 |
| 3. 管の穴と補強計算書 ..... | 4 |



1. 概略系統図



本範囲の強度計算は、平成3年6月19日付け 第4回 3資庁第1003号にて  
 認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-4-1-1」管の基本板厚計算書」による。  
 本範囲の強度計算は、平成4年1月13日付け 第5回 3資庁第10518号にて  
 認可された工事計画書の添付書類「IV-3-2-2-1-1」管の基本板厚計算書」による。



注記\*：管継手

原子炉隔離時冷却系概略系統図

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)  
設計・建設規格 PPB-3411 及び PPB-3561 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S <sub>m</sub><br>(MPa) | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t*<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) | 事故時圧力<br>P <sub>E</sub><br>(MPa) | 許容圧力<br>P <sub>aE</sub><br>(MPa) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|--------|-----|-------------|-------------------------|-------|------------------------|------------|--------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1   | 8.62                 | 302                    | 114.30                        | 11.10        | STS410 | S   | 1           | 122                     | 12.5% | 9.71                   | 3.93       | A      | 3.93                   | 10.34                            | 17.24                            |

\* : 最高使用圧力 P により計算した必要厚さ。

評価 :  $t_s \geq t_r$ ,  $P_E \leq P_{aE}$ , よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)  
設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料               | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 2   | 10.34                | 315                    | 114.30                        | 11.10        | STS42<br>STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.71                   | 5.52      | A      | 5.52                   |
| 3   | 0.98                 | 200                    | 216.30                        | 8.20         | STS42<br>STS410   | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.03      | C      | 3.80                   |
| 4   | 0.98                 | 200                    | 318.50                        | 10.30        | STS42<br>(STS410) | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.01                   | 1.51      | C      | 3.80                   |
| 5   | 0.98                 | 200                    | 355.60                        | 11.10        | STS42<br>(STS410) | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.71                   | 1.69      | C      | 3.80                   |
| 6   | 0.98                 | 200                    | 355.60                        | 11.10        | SGV410            | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.71                   | 1.69      | C      | 3.80                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

3. 管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPC-3422 準用

|  |               |                |        |
|--|---------------|----------------|--------|
| NO.  |               | T1             |        |
| 形 式  |               | A              |        |
| 最高使用圧力   | P (MPa)       | 0.98           |        |
| 最高使用温度   | (°C)          | 200            |        |
| 主管と管台の角度   | $\alpha$ (°)  |                |        |
| 主<br>管   | 材 料           | STS42 (STS410) |        |
|  | 許容引張応力        | $S_r$ (MPa)    | 103    |
|  | 外 径           | $D_{or}$ (mm)  | 355.60 |
|  | 内 径           | $D_{ir}$ (mm)  | 336.18 |
|  | 公称厚さ          | $t_{ro}$ (mm)  | 11.10  |
|  | 厚さの負の許容差      | $Q_r$          | 12.5 % |
|  | 最小厚さ          | $t_r$ (mm)     | 9.71   |
|  | 継手効率          | $\eta$         | 1.00   |
| 管<br>台   | 材 料           | SF50A (SF490A) |        |
|  | 外 径           | $D_{ob}$ (mm)  | 113.90 |
|  | 内 径           | $D_{ib}$ (mm)  |        |
|  | 公称厚さ          | $t_{bn}$ (mm)  | 20.00  |
| 穴の径  | d (mm)        |                |        |
| $d_{r1} = D_{ir} / 4$  | (mm)          | 84.05          |        |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値   | (mm)          | 61.10          |        |
| K  |               | 0.1915         |        |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値  | (mm)          | 113.35         |        |
| 補強不要な穴の最大径   | $d_{fr}$ (mm) | 113.35         |        |
| <p>評価： <math>d \leq d_{fr}</math></p> <p>よって管の穴の補強計算は必要ない。</p> |               |                |        |

管の穴と補強計算書 (重大事故等クラス2管)

NO. SP1

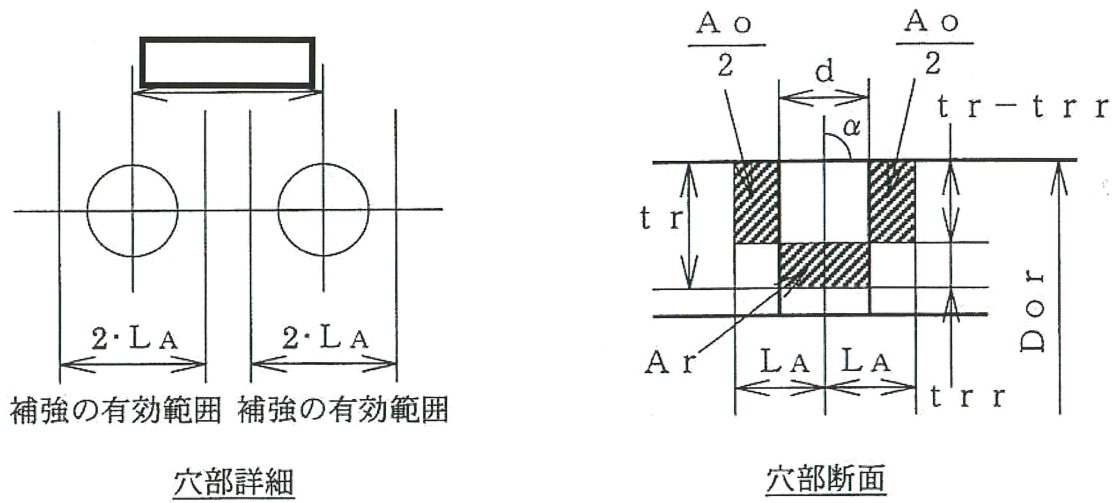


図 3-1 穴部詳細及び穴部断面

(1) 設計・建設規格 PPC-3424(1) により, 穴の補強計算を行う。

a. 主管の計算上必要な厚さ:  $t_{rr}$

$$\begin{aligned}
 t_{rr} &= \frac{P \cdot D_{or}}{2 \cdot S_r \cdot \eta + 0.8 \cdot P} \\
 &= \frac{0.98 \times 355.60}{2 \times 103 \times 1.00 + 0.8 \times 0.98} \\
 &= 1.69 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

ここで


|          |                |                |       |
|----------|----------------|----------------|-------|
| P        | : 最高使用圧力 (内圧)  | 0.98           | (MPa) |
|          | 最高使用温度         | 200            | (°C)  |
| $D_{or}$ | : 主管の外径        | 355.60         | (mm)  |
| $S_r$    | : 主管の材料の許容引張応力 | 103            | (MPa) |
|          | 主管材料           | STS42 (STS410) |       |
| $\eta$   | : 継手の効率        | 1.00           |       |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

b. 穴の補強に必要な面積： $A_r$

$$\begin{aligned} A_r &= 1.07 \cdot d \cdot t_{rr} \cdot (2 - \sin \alpha) \\ &= 1.07 \times \boxed{\phantom{000}} \times 1.68528 \times (2 - \sin(\boxed{\phantom{00}})) \\ &= 18.39 \text{ (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

ここで

$d$  : 断面に現われる穴の径  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)  
  
 $\alpha$  : 分岐管の中心線と主管の中心線との交角  $\boxed{\phantom{00}}^\circ$

c. 穴の補強に有効な面積の総和： $A_o$

$$\begin{aligned} A_o &= (\eta \cdot t_{ro} - F \cdot t_r) \cdot (2 \cdot L_A - d) \\ &= (1.00 \times 9.7215 - 1.00 \times 1.68528) \times (2 \times \boxed{\phantom{000}} - \boxed{\phantom{000}}) \\ &= 155.9 \text{ (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

ここで

$t_{ro}$  : 主管の公称厚さ 11.10 (mm)  
 $Q_r$  : 主管の厚さの負の許容差 12.5 (%)  
 $t_r$  : 主管の最小厚さ 9.71 (mm)

$$t_r = t_{ro} \cdot \left(1 - \frac{Q_r}{100}\right)$$

$F$  : 設計・建設規格 PPC-3424(1)b. より求めた値 1.00

$L_A$  : 補強に有効な範囲 (次の2つの式より計算したいずれか大きい方の値)

$$L_A = d = \boxed{\phantom{000}} \text{ mm}$$

$$L_A = d / 2 + t_r + t_b = \boxed{\phantom{000}} \text{ mm}$$

よって  $L_A = \boxed{\phantom{000}}$  (mm)

d. 評価

$A_o > A_r$ , よって穴の補強は十分である。

(2) 設計・建設規格 PPC-3424(4) により, 大穴の補強の要否の判定を行う。

a. 大穴の補強を要しない限界径:  $d_{frD}$

$$\begin{aligned}d_{frD} &= \frac{D_{or} - 2 \cdot t_r}{2} \\ &= \frac{355.60 - 2 \times 9.7125}{2} \\ &= 168.09 \text{ (mm)}\end{aligned}$$

b. 評価

$d \leq d_{frD}$ , よって大穴の補強計算は必要ない。  
以上より十分である。

VI-3-3-3-5-2 補給水系の強度計算書



目 次

- VI-3-3-3-5-2-1 復水移送ポンプの強度計算書
- VI-3-3-3-5-2-2 復水貯蔵タンクの強度計算書
- VI-3-3-3-5-2-3 管の強度計算書（補給水系）

VI-3-3-3-5-2-1 復水移送ポンプの強度計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-10 重大事故等クラス2 ポンプの強度計算方法」に基づいて計算を行う。

なお、適用規格の選定結果について以下に示す。適用規格の選定に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名     | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分   | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |           |
|---------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|--------|-----------------|-----------|-----------|
|         |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |           | SA 条件       |                            |              |        |                 |           |           |
|         |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |        |                 |           | 温度<br>(℃) |
| 復水移送ポンプ | 既設             | 有   | 有                 | Non              | Non       | SA-2      | 無                | 1.37        | 66        | 1.37        | 66                         | —            | S55 告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2      |

## 目次

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. 計算条件                 | 1 |
| 1.1 ポンプ形式               | 1 |
| 1.2 計算部位                | 1 |
| 1.3 設計条件                | 2 |
| 2. 強度計算                 | 2 |
| 2.1 ケーシングの厚さ            | 2 |
| 2.2 ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ | 2 |
| 2.3 ケーシングの各部形状          | 3 |
| 2.4 ケーシングカバーの厚さ         | 4 |
| 2.5 ボルトの平均引張応力          | 5 |

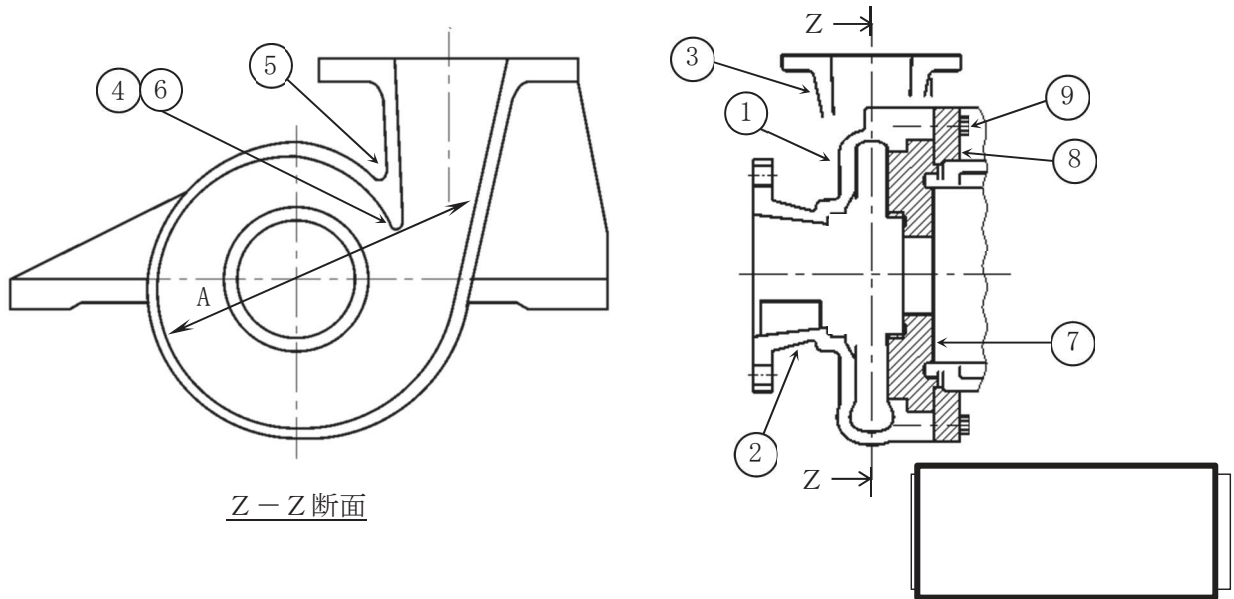
1. 計算条件

1.1 ポンプ形式

片吸込1重うず巻ポンプであって、ケーシングが軸垂直割りであるものに相当する。

1.2 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。



注記\* : ( )は新J I S  
記号を示す。

図 1-1 概要図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 設計条件

| 設計条件         |      |
|--------------|------|
| 最高使用圧力 (MPa) | 1.37 |
| 最高使用温度 (°C)  | 66   |

2. 強度計算

2.1 ケーシングの厚さ

設計・建設規格 PMC-3320

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | A<br>(mm) |
|------|----|------------|------------|-----------|
| ①    |    | 1.37       |            |           |

注記\* : ( ) は新 J I S 記号を示す。

| t<br>(mm) | t <sub>s o</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|--------------------------|------------------------|
| 6.3       | 14.0                     |                        |

評価 :  $t_s \geq t$ , よって十分である。

2.2 ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ

設計・建設規格 PMC-3330

(単位 : mm)

| 計算部位 | r <sub>i</sub> | r <sub>m</sub> | ℓ    | t   | t <sub>ℓ o</sub> | t <sub>ℓ</sub> |
|------|----------------|----------------|------|-----|------------------|----------------|
| ②    | 75.0           | 78.2           | 11.1 | 6.3 |                  |                |
| ③    | 50.0           | 53.2           | 9.2  | 6.3 |                  |                |

評価 :  $t_{\ell} \geq t$ , よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 ケーシングの各部形状

(1) ポリユート巻始めの丸みの半径

設計・建設規格 PMC-3340 (4) (単位: mm)

| 計算部位 | $r_1$ | $r_{1s0}$ | $r_{1s}$ |
|------|-------|-----------|----------|
| ④    | 0.4   |           |          |

評価:  $r_{1s} \geq r_1$ , よって十分である。

(2) クロッチの丸みの半径

設計・建設規格 PMC-3340 (5) (単位: mm)

| 計算部位 | $r_2$ | $r_{2s0}$ | $r_{2s}$ |
|------|-------|-----------|----------|
| ⑤    | 1.9   |           |          |

評価:  $r_{2s} \geq r_2$ , よって十分である。

(3) ポリユート巻始めとケーシング壁面の交わる部分のすみの丸みの半径

告示第501号第77条第7項第6号 (単位: mm)

| 計算部位 | $r_3$ | $r_{3s0}$ | $r_{3s}$ |
|------|-------|-----------|----------|
| ⑥    | 7.0   |           |          |

評価:  $r_{3s} \geq r_3$ , よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



2.4 ケーシングカバーの厚さ

(1) ケーシングカバーの厚さ

告示第501号第77条第5項第1号

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | 平板形    |   |
|------|----|------------|------------|--------|---|
|      |    |            |            | d (mm) | K |
| ⑦    |    | 1.37       |            |        |   |

| t<br>(mm) | t <sub>so</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 15.8      |                         |                        |

評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。

(2) ケーシングカバー(サポート)の厚さ

設計・建設規格 PMC-3410

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | 平板形    |   |
|------|----|------------|------------|--------|---|
|      |    |            |            | d (mm) | K |
| ⑧    |    | 1.37       |            |        |   |

| t<br>(mm) | t <sub>so</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 16.1      |                         |                        |

評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。

2.5 ボルトの平均引張応力

設計・建設規格 PMC-3510

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S <sub>b</sub><br>(MPa) | d <sub>b</sub><br>(mm) | n | A <sub>b</sub><br>(mm <sup>2</sup> ) |
|------|----|------------|-------------------------|------------------------|---|--------------------------------------|
| ⑨    |    | 1.37       |                         |                        |   |                                      |

| ガスケット材料                 | ガスケット厚さ<br>(mm) | ガスケット<br>座面形状 | G <sub>s</sub><br>(mm) | G<br>(mm) | D <sub>g</sub><br>(mm) |
|-------------------------|-----------------|---------------|------------------------|-----------|------------------------|
| セルフシール<br>ガスケット<br>(ゴム) | —               | —             | —                      | —         |                        |

| H<br>(N) | H <sub>p</sub><br>(N) | W <sub>m1</sub><br>(N) | W <sub>m2</sub><br>(N) | W<br>(N) | σ<br>(MPa) |
|----------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------|------------|
|          | —                     |                        | 0                      |          | 37         |

評価：σ ≤ S<sub>b</sub>， よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-5-2-3 管の強度計算書（補給水系）

目 次

VI-3-3-3-5-2-3-1 管の基本板厚計算書（補給水系）

VI-3-3-3-5-2-3-1 管の基本板厚計算書(補給水系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |                    |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|--------------------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |      |                 |           | SA条件<br>温度<br>(°C) |
| 1    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | —                | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | —    | —               | —         | SA-2               |
| 2    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | —                | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | —    | —               | —         | SA-2               |
| 3    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | DB-3      | SA-2             | 無                   | 1.37               | 66                  | 1.37                       | 66           | —    | —               | —         | SA-2               |
| 4    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | DB-3      | SA-2             | 無                   | 1.37               | 66                  | 1.37                       | 66           | —    | —               | —         | SA-2               |
| 5    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | DB-3      | SA-2             | 無                   | 1.37               | 66                  | 1.37                       | 66           | —    | —               | —         | SA-2               |
| 6    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | DB-3      | SA-2             | 無                   | 1.37               | 66                  | 1.37                       | 66           | —    | —               | —         | SA-2               |
| その他1 | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | DB-2      | SA-2             | 無                   | 静水頭                | 66                  | 静水頭                        | 66           | 有    | S55告示           | 既工認       | SA-2               |

・適用規格の選定

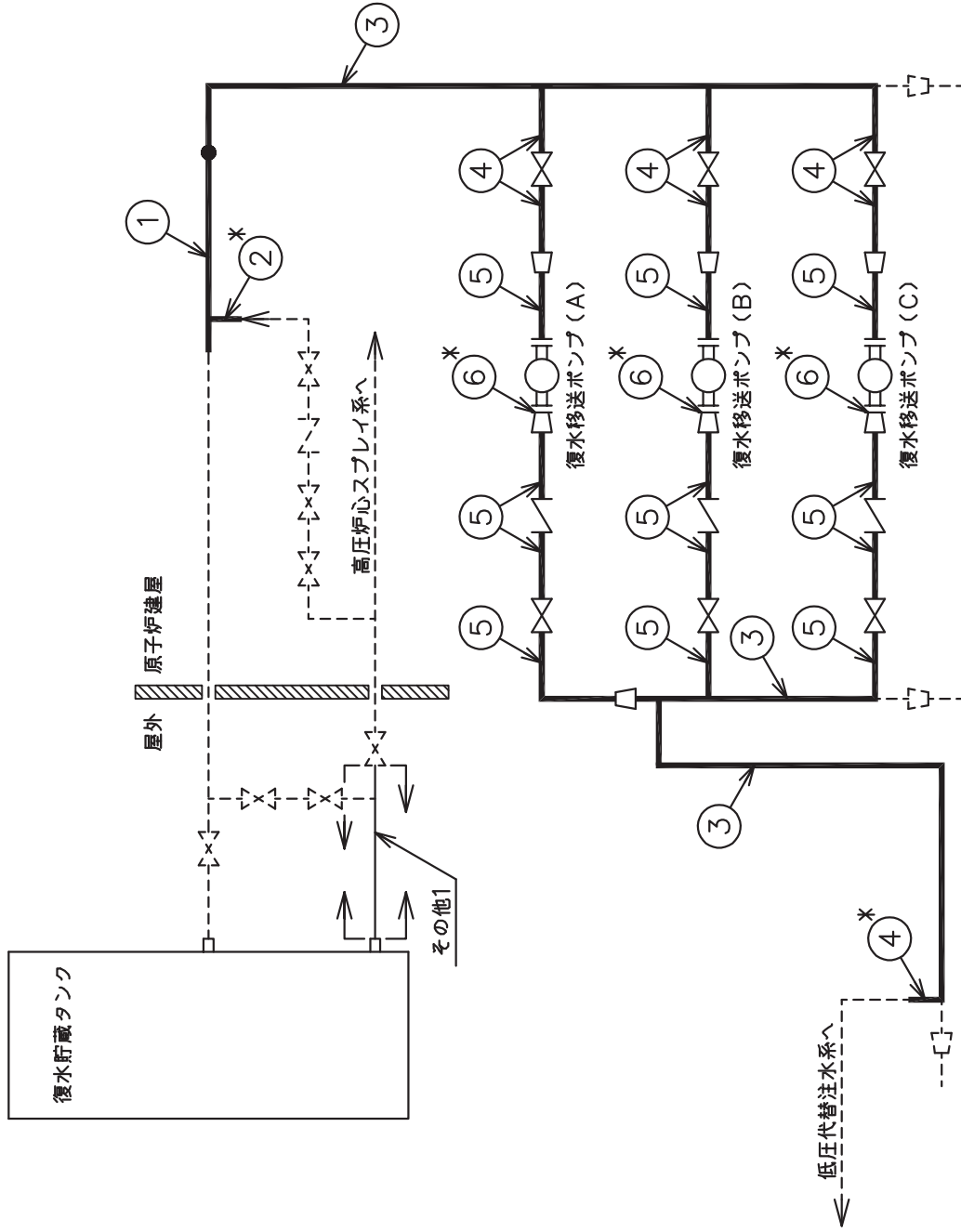
| 管No. | 評価項目   | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |



目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 2 |

1. 概略系統図



注記\*：管継手  
補給水系概略系統図

本範囲の強度計算は、平成4年4月3日付け 第7回 4資庁第1992号にて  
認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-1-2-2-1 管の基本板厚計算書」による。



2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材<br>料            | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|-------------------|--------|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 1.37                 | 66                 | 267.40                       | 9.30         | STS410            | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 8.13                   | 1.77      | C      | 3.80                   |
| 2   | 1.37                 | 66                 | 216.30                       | 8.20         | STS410            | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.43      | C      | 3.80                   |
| 3   | 1.37                 | 66                 | 267.40                       | 9.30         | STPT38<br>STPT370 | S      | 2           | 93         | 1.00 | 12.5% | 8.13                   | 1.96      | C      | 3.80                   |
| 4   | 1.37                 | 66                 | 216.30                       | 8.20         | STPT38<br>STPT370 | S      | 2           | 93         | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.59      | C      | 3.80                   |
| 5   | 1.37                 | 66                 | 165.20                       | 7.10         | STPT38<br>STPT370 | S      | 2           | 93         | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 1.21      | C      | 3.80                   |
| 6   | 1.37                 | 66                 | 114.30                       | 6.00         | STPT370           | S      | 2           | 93         | 1.00 | 12.5% | 5.25                   | 0.84      | C      | 3.40                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

VI-3-3-3-6 原子炉補機冷却設備の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-3-6-1 原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系の強度計算書
- VI-3-3-3-6-2 高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系強度計算書
- VI-3-3-3-6-3 原子炉補機代替冷却水系の強度計算書

VI-3-3-3-6-1 原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系の  
強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-3-6-1-1 原子炉補機冷却水系熱交換器の強度計算書
- VI-3-3-3-6-1-2 原子炉補機冷却水ポンプの強度計算書
- VI-3-3-3-6-1-3 原子炉補機冷却海水ポンプの強度計算書
- VI-3-3-3-6-1-4 原子炉補機冷却水サージタンクの強度計算書
- VI-3-3-3-6-1-5 原子炉補機冷却海水系ストレナーナの強度計算書
- VI-3-3-3-6-1-6 管の強度計算書（原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系）

VI-3-3-3-6-1-1 原子炉補機冷却水系熱交換器の強度計算書



## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」, 「VI-3-2-8 重大事故等クラス2 容器の強度計算方法」及び「VI-3-2-12 重大事故等クラス2 支持構造物（容器）の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名                   | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に<br>対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか     |   |              |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分   | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |           |
|-----------------------|----------------|---|---------------|---|--------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|--------|-----------------|-----------|-----------|
|                       |                |   | クラスアップ<br>の有無 |   | 施設時機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |           | SA 条件       |                            |              |        |                 |           |           |
|                       |                |   | 管側            | 有 |              |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |        |                 |           | 温度<br>(℃) |
| 原子炉補機<br>冷却水系<br>熱交換器 | 既設             | 有   | 管側            | 有 | DB-3         | DB-3      | SA-2      | 無                | 0.78        | 50        | 0.78        | 50                         | -            | S55 告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | -         | SA-2      |
|                       |                |   | 胴側            | 有 | DB-3         | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18        | 70        | 1.18        | 70                         | -            | S55 告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | -         | SA-2      |

## 目次

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1. 計算条件                | 1  |
| 1.1 計算部位               | 1  |
| 1.2 設計条件               | 1  |
| 2. 強度計算                | 2  |
| 2.1 容器の胴の厚さの計算         | 2  |
| 2.2 容器の鏡板の厚さの計算        | 4  |
| 2.3 容器の平板の厚さの計算        | 5  |
| 2.4 容器の管板の厚さの計算        | 8  |
| 2.5 容器の管台の厚さの計算        | 9  |
| 2.6 容器の補強を要しない穴の最大径の計算 | 18 |
| 2.7 容器の穴の補強計算          | 21 |
| 2.8 容器のフランジの計算         | 31 |
| 3. 支持構造物の強度計算書         | 33 |

1. 計算条件

1.1 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。

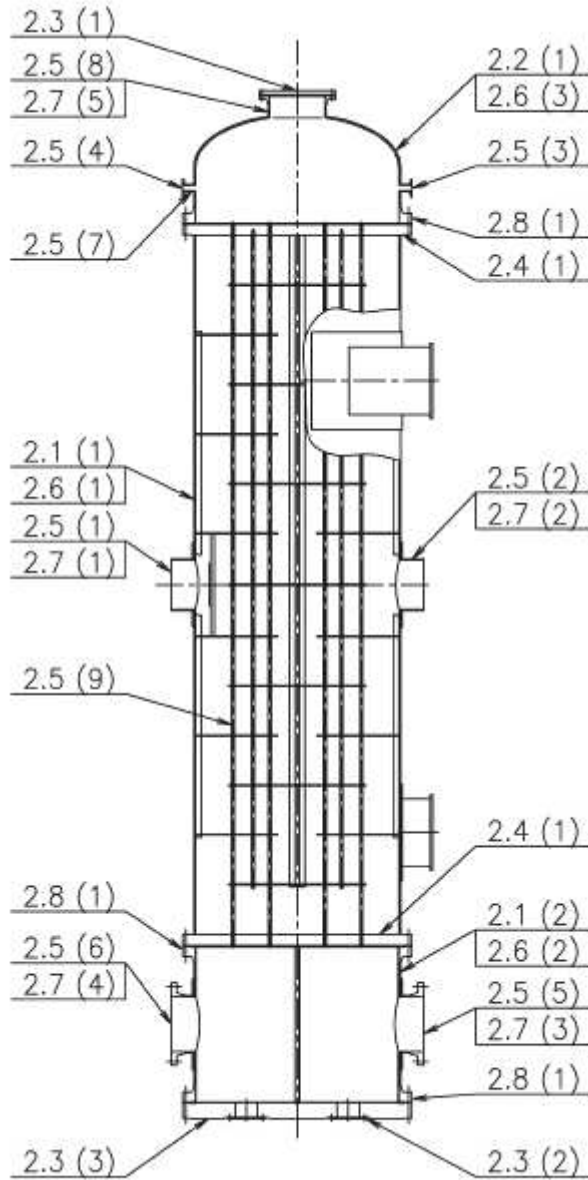


図 1-1 概要図

図中の番号は次ページ以降の  
計算項目番号を示す。

1.2 設計条件

|              |    |      |    |      |
|--------------|----|------|----|------|
| 最高使用圧力 (MPa) | 胴側 | 1.18 | 管側 | 0.78 |
| 最高使用温度 (°C)  | 胴側 | 70   | 管側 | 50   |

2. 強度計算

2.1 容器の胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3120

|                             |               |       |         |
|-----------------------------|---------------|-------|---------|
| 胴板名称                        | (1) 胴側胴板      |       |         |
| 材料                          | SM50B(SM490B) |       |         |
| 最高使用圧力                      | P             | (MPa) | 1.18    |
| 最高使用温度                      |               | (°C)  | 70      |
| 胴の内径                        | $D_i$         | (mm)  | 1800.00 |
| 許容引張応力                      | S             | (MPa) | 123     |
| 継手効率                        | $\eta$        |       | 1.00    |
| 継手の種類                       | 突合せ両側溶接       |       |         |
| 放射線検査の有無                    | 有り            |       |         |
| 必要厚さ                        | $t_1$         | (mm)  | 3.00    |
| 必要厚さ                        | $t_2$         | (mm)  | 8.69    |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t             | (mm)  | 8.69    |
| 呼び厚さ                        | $t_{s.o}$     | (mm)  | 15.00   |
| 最小厚さ                        | $t_s$         | (mm)  |         |
| 評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。 |               |       |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3120

|                             |                |       |         |
|-----------------------------|----------------|-------|---------|
| 胴板名称                        | (2) 管側胴板       |       |         |
| 材料                          | SM50B (SM490B) |       |         |
| 最高使用圧力                      | P              | (MPa) | 0.78    |
| 最高使用温度                      |                | (°C)  | 50      |
| 胴の内径                        | $D_i$          | (mm)  | 1800.00 |
| 許容引張応力                      | S              | (MPa) | 123     |
| 継手効率                        | $\eta$         |       | 0.70    |
| 継手の種類                       | 突合せ両側溶接        |       |         |
| 放射線検査の有無                    | 無し             |       |         |
| 必要厚さ                        | $t_1$          | (mm)  | 3.00    |
| 必要厚さ                        | $t_2$          | (mm)  | 8.20    |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t              | (mm)  | 8.20    |
| 呼び厚さ                        | $t_{s0}$       | (mm)  | 15.00   |
| 最小厚さ                        | $t_s$          | (mm)  |         |
| 評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。 |                |       |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 容器の鏡板の厚さの計算

(1) 設計・建設規格 PVC-3210

鏡板の形状

|   |                      |          |
|---|----------------------|----------|
| 鏡板名称  |                      | (1) 管側鏡板 |
| 鏡板の内面における長径                                     | $D_{iL}$ (mm)        | 1800.00  |
| 鏡板の内面における短径の 1/2                                | $h$ (mm)             | 450.00   |
| 長径と短径の比   | $D_{iL}/(2 \cdot h)$ | 2.00     |
| 評価： $D_{iL}/(2 \cdot h) \leq 2$ , よって半だ円形鏡板である。 |                      |          |

(2) 設計・建設規格 PVC-3220

鏡板の厚さ

|                              |               |                |
|------------------------------|---------------|----------------|
| 鏡板名称                         |               | (1) 管側鏡板       |
| 材料                           |               | SM50B (SM490B) |
| 最高使用圧力                       | $P$ (MPa)     | 0.78           |
| 最高使用温度                       | (°C)          | 50             |
| 胴の内径                         | $D_i$ (mm)    | 1800.00        |
| 半だ円形鏡板の形状による係数 $K$           |               | 1.00           |
| 許容引張応力                       | $S$ (MPa)     | 123            |
| 継手効率                         | $\eta$        | 1.00           |
| 継手の種類                        |               | 継手無し           |
| 放射線検査の有無                     |               | —              |
| 必要厚さ                         | $t_1$ (mm)    | 5.73           |
| 必要厚さ                         | $t_2$ (mm)    | 5.72           |
| $t_1, t_2$ の大きい値             | $t$ (mm)      | 5.73           |
| 呼び厚さ                         | $t_{co}$ (mm) | 15.00          |
| 最小厚さ                         | $t_c$ (mm)    |                |
| 評価： $t_c \geq t$ , よって十分である。 |               |                |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 容器の平板の厚さの計算

(1) 告示第501号第34条第1項

取付け方法及び穴の有無

|          |               |
|----------|---------------|
| 平板名称     | (1) 水室マンホール平板 |
| 平板の取付け方法 | (a)           |
| 平板の穴の有無  | 無し            |

(2) 告示第501号第34条第1項

平板の厚さ

|                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| 平板名称                        | (1) 水室マンホール平板        |
| 材料                          | SM50B(SM490B)        |
| 最高使用圧力                      | P (MPa) 0.78         |
| 最高使用温度                      | (°C) 50              |
| 許容引張応力                      | S (MPa) 123          |
| 取付け方法による係数                  | K 0.20               |
| 平板の径                        | d (mm) 620.00        |
| 必要厚さ                        | t (mm) 22.08         |
| 呼び厚さ                        | $t_{p.o}$ (mm) 35.00 |
| 最小厚さ                        | $t_p$ (mm)           |
| 評価： $t_p \geq t$ ，よって十分である。 |                      |



容器の平板の厚さの計算

(1) 告示第501号第34条第1項

取付け方法及び穴の有無

|          |                |
|----------|----------------|
| 平板名称     | (2) 水室ハンドホール平板 |
| 平板の取付け方法 | (a)            |
| 平板の穴の有無  | 無し             |

(2) 告示第501号第34条第1項

平板の厚さ

|                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| 平板名称                        | (2) 水室ハンドホール平板       |
| 材料                          | SM50B(SM490B)        |
| 最高使用圧力                      | P (MPa) 0.78         |
| 最高使用温度                      | (°C) 50              |
| 許容引張応力                      | S (MPa) 123          |
| 取付け方法による係数                  | K 0.20               |
| 平板の径                        | d (mm) 290.00        |
| 必要厚さ                        | t (mm) 10.33         |
| 呼び厚さ                        | $t_{p.o}$ (mm) 15.00 |
| 最小厚さ                        | $t_p$ (mm)           |
| 評価： $t_p \geq t$ ，よって十分である。 |                      |

O2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の平板の厚さの計算

(1) 告示第501号第34条第1項及び第2項

取付け方法及び穴の有無

|   |                            |
|---|----------------------------|
| 平板名称  | (3) 管側平板                   |
| 平板の取付け方法  | (k)                        |
| 平板の穴の有無   | 有り                         |
| 平板の径  | d (mm) 1897.00             |
| 穴の径   | d <sub>h</sub> (mm) 199.90 |
| 評価：d <sub>h</sub> ≤ d/2, よって第2項第2号イ(ロ)により計算を行う。 |                            |

(2) 告示第501号第34条第1項及び第2項

(JIS B 8265適用)

平板の厚さ

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 平板名称                             | (3) 管側平板   |
| 平板材料                             | SGV49(SGV480)  |
| ボルト材料                            | SNB7 直径 63 mm 以下   |
| ガスケット材料                          | セルフシーリングガスケット (ゴム)   |
| 最高使用圧力                           | P (MPa) 0.78   |
| 最高使用温度                           | (°C) 50  |
| 平板の許容引張応力                        | S (MPa) 120  |
| ボルトの許容引張応力                       | 常温(ガスケット締付時)(20°C) S <sub>a</sub> (MPa) 173                        |
|                                  | 最高使用温度(使用状態) S <sub>b</sub> (MPa) 173                              |
| ボルト中心円の直径                        | C (mm) 1974.00   |
| ボルト呼び                            | M24  |
| ボルト本数                            | n 52   |
| ボルト谷径                            | d <sub>b</sub> (mm) 20.752   |
| 実際のボルト総有効断面積                     | A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> ) 1.759 × 10 <sup>4</sup>          |
| ガスケット接触面の外径                      | G <sub>s</sub> (mm) 1897.00  |
| 平板の径(ガスケット有効径)                   | d = G (mm) 1897.00   |
| 内圧による全荷重                         | W = H (N) 2.205 × 10 <sup>6</sup>                                  |
| 使用状態での最小ボルト荷重                    | W <sub>m1</sub> (N) 2.205 × 10 <sup>6</sup>                        |
| ガスケット締付最小ボルト荷重                   | W <sub>m2</sub> (N) 0  |
| ボルトの所要総有効断面積                     | 使用状態 A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> ) 1.274 × 10 <sup>4</sup>    |
|                                  | ガスケット締付時 A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> ) 0                      |
|                                  | いずれか大きい値 A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> ) 1.274 × 10 <sup>4</sup> |
| ボルト荷重                            | 使用状態 W <sub>0</sub> (N) 2.205 × 10 <sup>6</sup>                    |
|                                  | ガスケット締付時 W <sub>g</sub> (N) 2.624 × 10 <sup>6</sup>                |
|                                  | いずれか大きい値 F (N) 2.624 × 10 <sup>6</sup>                             |
| モーメントアーム                         | h <sub>g</sub> (mm) 38.50  |
| 取付け方法による係数                       | K 0.3338   |
| 必要厚さ                             | t (mm) 124.97  |
| 呼び厚さ                             | t <sub>p.o</sub> (mm) 143.00                                       |
| 最小厚さ                             | t <sub>p</sub> (mm)  |
| 評価：t <sub>p</sub> ≥ t, よって十分である。 |  |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2.4 容器の管板の厚さの計算

### (1) 設計・建設規格 PVC-3510(1)

管穴の中心間距離

|                             |            |       |
|-----------------------------|------------|-------|
| 管板名称                        | (1) 管板     |       |
| 管の外径                        | $d_t$ (mm) |       |
| 必要な距離                       | $z$ (mm)   |       |
| 管穴の中心間距離                    | $P_t$ (mm) | 34.00 |
| 評価： $P_t \geq z$ ，よって十分である。 |            |       |

### (2) 設計・建設規格 PVC-3510(2)

管板の厚さ

|                             |                        |                     |
|-----------------------------|------------------------|---------------------|
| 管板名称                        | (1) 管板                 |                     |
| 材料                          | SGV49 (SGV480)         |                     |
| 最高使用圧力                      | $P$ (MPa)              | 1.18                |
| 最高使用温度                      | (°C)                   | 70                  |
| パッキンの中心円の径又は胴の内径            | $D$ (mm)               | 1800.00             |
| 胴の厚さ                        | $t_s$ (mm)             |                     |
| 管及び管板の支え方による係数              | $F$                    | 1.00<br>(伝熱管の形式：直管) |
| 管板の支え方                      | 胴側胴と一体である。             |                     |
| 任意の管の中心が囲む面積                | $A$ (mm <sup>2</sup> ) | $2.353 \times 10^6$ |
| 面積Aの周のうち穴の径以外の部分の長さ         | $L$ (mm)               | 1359.37             |
| 許容引張応力                      | $S$ (MPa)              | 120                 |
| 必要厚さ                        | $t_1$ (mm)             | 89.25               |
| 必要厚さ                        | $t_2$ (mm)             | 20.03               |
| $t_1, t_2, 10$ の大きい値        | $t$ (mm)               | 89.25               |
| 呼び厚さ                        | $t_{bo}$ (mm)          | 95.00               |
| 最小厚さ                        | $t_b$ (mm)             |                     |
| 評価： $t_b \geq t$ ，よって十分である。 |                        |                     |

## 2.5 容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                             |                |       |        |
|-----------------------------|----------------|-------|--------|
| 管台名称                        | (1) 胴体入口       |       |        |
| 材料                          | SM41C (SM400C) |       |        |
| 最高使用圧力                      | P              | (MPa) | 1.18   |
| 最高使用温度                      |                | (°C)  | 70     |
| 管台の外径                       | $D_o$          | (mm)  | 457.20 |
| 許容引張応力                      | S              | (MPa) | 100    |
| 継手効率                        | $\eta$         |       | 1.00   |
| 継手の種類                       | 突合せ両側溶接        |       |        |
| 放射線検査の有無                    | 有り             |       |        |
| 必要厚さ                        | $t_1$          | (mm)  | 2.69   |
| 必要厚さ                        | $t_3$          | (mm)  | —      |
| $t_1, t_3$ の大きい値            | t              | (mm)  | 2.69   |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$       | (mm)  | 9.50   |
| 最小厚さ                        | $t_n$          | (mm)  |        |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |                |       |        |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                             |               |       |        |
|-----------------------------|---------------|-------|--------|
| 管台名称                        | (2) 胴体出口      |       |        |
| 材料                          | SM41C(SM400C) |       |        |
| 最高使用圧力                      | P             | (MPa) | 1.18   |
| 最高使用温度                      |               | (°C)  | 70     |
| 管台の外径                       | $D_o$         | (mm)  | 457.20 |
| 許容引張応力                      | S             | (MPa) | 100    |
| 継手効率                        | $\eta$        |       | 1.00   |
| 継手の種類                       | 突合せ両側溶接       |       |        |
| 放射線検査の有無                    | 有り            |       |        |
| 必要厚さ                        | $t_1$         | (mm)  | 2.69   |
| 必要厚さ                        | $t_3$         | (mm)  | —      |
| $t_1, t_3$ の大きい値            | t             | (mm)  | 2.69   |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$      | (mm)  | 9.50   |
| 最小厚さ                        | $t_n$         | (mm)  |        |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |               |       |        |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |       |
|---------------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 管台名称                                  | (3) 水室ドレン       |       |       |
| 材料                                    | STS42 (STS410)  |       |       |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 0.78  |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 50    |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 60.50 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 103   |
| 継手効率                                  | $\eta$          |       | 1.00  |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |       |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |       |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 0.23  |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | 2.40  |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 2.40  |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 5.50  |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |       |
| 評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。      |                 |       |       |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |       |
|---------------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 管台名称                                  | (4) 水室空気抜       |       |       |
| 材料                                    | STS42 (STS410)  |       |       |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 0.78  |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 50    |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 60.50 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 103   |
| 継手効率                                  | $\eta$          |       | 1.00  |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |       |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |       |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 0.23  |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | 2.40  |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 2.40  |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 5.50  |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |       |
| 評価: t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。     |                 |       |       |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |        |
|---------------------------------------|-----------------|-------|--------|
| 管台名称                                  | (5) 水室入口        |       |        |
| 材料                                    | SFVC2B          |       |        |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 0.78   |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 50     |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 508.00 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 120    |
| 継手効率                                  | $\eta$          |       | 1.00   |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |        |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |        |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 1.65   |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | -      |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 1.65   |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 9.50   |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |        |
| 評価: t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。     |                 |       |        |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



容器の管台の厚さの計算  
 設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |        |
|---------------------------------------|-----------------|-------|--------|
| 管台名称                                  | (6) 水室出口        |       |        |
| 材料                                    | SFVC2B          |       |        |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 0.78   |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 50     |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 508.00 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 120    |
| 継手効率                                  | $\eta$          |       | 1.00   |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |        |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |        |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 1.65   |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | -      |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 1.65   |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 9.50   |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |        |
| 評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。      |                 |       |        |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |       |
|---------------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 管台名称                                  | (7) 水室逃し弁       |       |       |
| 材料                                    | STS42 (STS410)  |       |       |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 0.78  |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 50    |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 60.50 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 103   |
| 継手効率                                  | $\eta$          |       | 1.00  |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |       |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |       |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 0.23  |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | 2.40  |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 2.40  |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 5.50  |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |       |
| 評価: t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。     |                 |       |       |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |        |
|---------------------------------------|-----------------|-------|--------|
| 管台名称                                  | (8) 水室マンホール     |       |        |
| 材料                                    | SFVC2B          |       |        |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 0.78   |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 50     |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 508.00 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 120    |
| 継手効率                                  | $\eta$          |       | 1.00   |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |        |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |        |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 1.65   |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | -      |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 1.65   |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 9.50   |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |        |
| 評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。      |                 |       |        |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

|                             |           |       |       |
|-----------------------------|-----------|-------|-------|
| 管台名称                        | (9) 伝熱管   |       |       |
| 材料                          | C6870TS   |       |       |
| 最高使用圧力                      | P         | (MPa) | 0.78  |
| 外面に受ける最高の圧力                 | $P_e$     | (MPa) | 1.18  |
| 最高使用温度                      |           | (°C)  | 70    |
| 管台の外径                       | $D_o$     | (mm)  | 25.40 |
| 許容引張応力                      | S         | (MPa) | 81    |
| 継手効率                        | $\eta$    |       | 1.00  |
| 継手の種類                       | 継手無し      |       |       |
| 放射線検査の有無                    | —         |       |       |
| 必要厚さ                        | $t_1$     | (mm)  | 0.13  |
| 必要厚さ                        | $t_2$     | (mm)  | 0.69  |
| $t_1, t_2$ の大きい値            |           | (mm)  | 0.69  |
| 呼び厚さ                        | $t_{t.o}$ | (mm)  | 1.20  |
| 最小厚さ                        | $t_t$     | (mm)  |       |
| 評価： $t_t \geq t$ ，よって十分である。 |           |       |       |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

## 2.6 容器の補強を要しない穴の最大径の計算

設計・建設規格 PVC-3150 (2)

|                                  |                    |                              |
|----------------------------------|--------------------|------------------------------|
| 胴板名称                             |                    | (1) 胴側胴板                     |
| 材料                               |                    | SM50B(SM490B)                |
| 最高使用圧力                           | P (MPa)            | 1.18                         |
| 最高使用温度                           | (°C)               | 70                           |
| 胴の外径                             | D (mm)             | 1830.00                      |
| 許容引張応力                           | S (MPa)            | 123                          |
| 胴板の最小厚さ                          | $t_s$ (mm)         |                              |
| 継手効率                             | $\eta$             | 1.00                         |
| 継手の種類                            |                    | 継手無し                         |
| 放射線検査の有無                         |                    | —                            |
| $d_{r1} = (D - 2 \cdot t_s) / 4$ | (mm)               |                              |
| 6l, $d_{r1}$ の小さい値               | (mm)               |                              |
| K                                |                    |                              |
| $D \cdot t_s$                    | (mm <sup>2</sup> ) |                              |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値              | (mm)               | 148.69                       |
| 補強を要しない穴の最大径                     | (mm)               | 148.69                       |
| 評価：補強の計算を要する穴の名称                 |                    | 胴体入口(2.7(1))<br>胴体出口(2.7(2)) |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の補強を要しない穴の最大径の計算  
 設計・建設規格 PVC-3150(2)

|                                  |        |                    |                              |
|----------------------------------|--------|--------------------|------------------------------|
| 胴板名称                             |        |                    | (2) 管側胴板                     |
| 材料                               |        |                    | SM50B(SM490B)                |
| 最高使用圧力                           | P      | (MPa)              | 0.78                         |
| 最高使用温度                           |        | (°C)               | 50                           |
| 胴の外径                             | D      | (mm)               | 1830.00                      |
| 許容引張応力                           | S      | (MPa)              | 123                          |
| 胴板の最小厚さ                          | $t_s$  | (mm)               |                              |
| 継手効率                             | $\eta$ |                    | 1.00                         |
| 継手の種類                            |        |                    | 継手無し                         |
| 放射線検査の有無                         |        |                    | —                            |
| $d_{r1} = (D - 2 \cdot t_s) / 4$ |        | (mm)               |                              |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値               |        | (mm)               |                              |
| K                                |        |                    |                              |
| $D \cdot t_s$                    |        | (mm <sup>2</sup> ) |                              |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値              |        | (mm)               | 185.75                       |
| 補強を要しない穴の最大径                     |        | (mm)               | 185.75                       |
| 評価：補強の計算を要する穴の名称                 |        |                    | 水室入口(2.7(3))<br>水室出口(2.7(4)) |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の補強を要しない穴の最大径の計算  
 設計・建設規格 PVC-3230(2)

|                                  |        |                    |               |
|----------------------------------|--------|--------------------|---------------|
| 鏡板名称                             |        |                    | (3) 管側鏡板      |
| 材料                               |        |                    | SM50B(SM490B) |
| 最高使用圧力                           | P      | (MPa)              | 0.78          |
| 最高使用温度                           |        |                    | (°C) 50       |
| 鏡板のフランジ部の外径                      | D      | (mm)               | 1830.00       |
| 許容引張応力                           | S      | (MPa)              | 123           |
| 鏡板の最小厚さ                          | $t_c$  | (mm)               |               |
| 継手効率                             | $\eta$ |                    | 1.00          |
| 継手の種類                            |        |                    | 継手無し          |
| 放射線検査の有無                         |        |                    | —             |
| $d_{r1} = (D - 2 \cdot t_c) / 4$ |        | (mm)               |               |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値               |        | (mm)               |               |
| K                                |        |                    |               |
| $D \cdot t_c$                    |        | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値              |        | (mm)               | 165.79        |
| 補強を要しない穴の最大径                     |        | (mm)               | 165.79        |
| 評価：補強の計算を要する穴の名称 水室マンホール(2.7(5)) |        |                    |               |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.7 容器の穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 W E L D - 16

|                            |               |                    |         |
|----------------------------|---------------|--------------------|---------|
| 部材名称                       | (1) 胴体入口      |                    |         |
| 胴板材料                       | SM50B(SM490B) |                    |         |
| 管台材料                       | SM41C(SM400C) |                    |         |
| 強め板材料                      | SM50B(SM490B) |                    |         |
| 最高使用圧力                     | P             | (MPa)              | 1.18    |
| 最高使用温度                     |               | (°C)               | 70      |
| 胴板の許容引張応力                  | $S_s$         | (MPa)              | 123     |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$         | (MPa)              | 100     |
| 強め板の許容引張応力                 | $S_e$         | (MPa)              | 123     |
| 穴の径                        | d             | (mm)               |         |
| 管台が取り付く穴の径                 | $d_w$         | (mm)               | 461.20  |
| 胴板の最小厚さ                    | $t_s$         | (mm)               |         |
| 管台の最小厚さ                    | $t_n$         | (mm)               |         |
| 胴板の継手効率                    | $\eta$        |                    | 1.00    |
| 係数                         | F             |                    | 1.00    |
| 胴の内径                       | $D_i$         | (mm)               | 1800.00 |
| 胴板の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$      | (mm)               | 8.69    |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$      | (mm)               |         |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強の有効範囲                    | $X_1$         | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | $X_2$         | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | X             | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$         | (mm)               |         |
| 強め板の最小厚さ                   | $t_e$         | (mm)               |         |
| 強め板の外径                     | $B_e$         | (mm)               | 750.00  |
| 管台の外径                      | $D_{on}$      | (mm)               | 457.20  |
| 溶接寸法                       | $L_1$         | (mm)               | 8.50    |
| 溶接寸法                       | $L_2$         | (mm)               | 6.72    |
| 胴板の有効補強面積                  | $A_1$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$         | (mm <sup>2</sup> ) | 117.4   |
| 強め板の有効補強面積                 | $A_4$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |               |                    |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



|  |          |  |
|--|----------|--|
| 部材名称   | (1) 胴体入口 |  |
| 大きい穴の補強  |          |  |
| 補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)   | 600.00   |  |
| 評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。   |          |  |
| 溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)  |          |  |
| 溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)  |          |  |
| 溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)   |          |  |
| すみ肉溶接の許容せん断応力 $S_{w1}$ (MPa)   | 56       |  |
| 突合せ溶接の許容せん断応力 $S_{w2}$ (MPa)   | 68       |  |
| 突合せ溶接の許容引張応力 $S_{w3}$ (MPa)  | 86       |  |
| 管台壁の許容せん断応力 $S_{w4}$ (MPa)   | 70       |  |
| 応力除去の有無  | 無し       |  |
| すみ肉溶接の許容せん断応力係数 $F_1$  | 0.46     |  |
| 突合せ溶接の許容せん断応力係数 $F_2$  | 0.56     |  |
| 突合せ溶接の許容引張応力係数 $F_3$   | 0.70     |  |
| 管台壁の許容せん断応力係数 $F_4$  | 0.70     |  |
| すみ肉溶接部のせん断力 $W_{e1}$ (N)   |          |  |
| すみ肉溶接部のせん断力 $W_{e3}$ (N)   |          |  |
| 突合せ溶接部のせん断力 $W_{e4}$ (N)   |          |  |
| 突合せ溶接部のせん断力 $W_{e6}$ (N)   |          |  |
| 突合せ溶接部のせん断力 $W_{e7}$ (N)   |          |  |
| 突合せ溶接部の引張力 $W_{e8}$ (N)  |          |  |
| 突合せ溶接部の引張力 $W_{e9}$ (N)  |          |  |
| 管台のせん断力 $W_{e10}$ (N)  |          |  |
| 予想される破断箇所の強さ $W_{ebp1}$ (N)  |          |  |
| 予想される破断箇所の強さ $W_{ebp2}$ (N)  |          |  |
| 予想される破断箇所の強さ $W_{ebp3}$ (N)  |          |  |
| 予想される破断箇所の強さ $W_{ebp4}$ (N)  |          |  |
| 予想される破断箇所の強さ $W_{ebp5}$ (N)  |          |  |
| 予想される破断箇所の強さ $W_{ebp6}$ (N)  |          |  |
| 評価： $W_{ebp1} \geq W$ ， $W_{ebp2} \geq W$ ， $W_{ebp3} \geq W$ ， $W_{ebp4} \geq W$ ， $W_{ebp5} \geq W$ ， $W_{ebp6} \geq W$ 以上より十分である。 |          |  |

容器の穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 W E L D - 16

|                            |               |                    |         |
|----------------------------|---------------|--------------------|---------|
| 部材名称                       | (2) 胴体出口      |                    |         |
| 胴板材料                       | SM50B(SM490B) |                    |         |
| 管台材料                       | SM41C(SM400C) |                    |         |
| 強め板材料                      | SM50B(SM490B) |                    |         |
| 最高使用圧力                     | P             | (MPa)              | 1.18    |
| 最高使用温度                     |               | (°C)               | 70      |
| 胴板の許容引張応力                  | $S_s$         | (MPa)              | 123     |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$         | (MPa)              | 100     |
| 強め板の許容引張応力                 | $S_e$         | (MPa)              | 123     |
| 穴の径                        | d             | (mm)               |         |
| 管台が取り付く穴の径                 | $d_w$         | (mm)               | 461.20  |
| 胴板の最小厚さ                    | $t_s$         | (mm)               |         |
| 管台の最小厚さ                    | $t_n$         | (mm)               |         |
| 胴板の継手効率                    | $\eta$        |                    | 1.00    |
| 係数                         | F             |                    | 1.00    |
| 胴の内径                       | $D_i$         | (mm)               | 1800.00 |
| 胴板の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$      | (mm)               | 8.69    |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$      | (mm)               |         |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強の有効範囲                    | $X_1$         | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | $X_2$         | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | X             | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$         | (mm)               |         |
| 強め板の最小厚さ                   | $t_e$         | (mm)               |         |
| 強め板の外径                     | $B_e$         | (mm)               | 750.00  |
| 管台の外径                      | $D_{on}$      | (mm)               | 457.20  |
| 溶接寸法                       | $L_1$         | (mm)               | 8.50    |
| 溶接寸法                       | $L_2$         | (mm)               | 6.72    |
| 胴板の有効補強面積                  | $A_1$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$         | (mm <sup>2</sup> ) | 117.4   |
| 強め板の有効補強面積                 | $A_4$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |               |                    |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|  |          |  |
|--|----------|--|
| 部材名称   | (2) 胴体出口 |  |
| 大きい穴の補強  |          |  |
| 補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)   | 600.00   |  |
| 評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。   |          |  |
| 溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)  |          |  |
| 溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)  |          |  |
| 溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)   |          |  |
| すみ肉溶接の許容せん断応力 $S_{w1}$ (MPa)   | 56       |  |
| 突合せ溶接の許容せん断応力 $S_{w2}$ (MPa)   | 68       |  |
| 突合せ溶接の許容引張応力 $S_{w3}$ (MPa)  | 86       |  |
| 管台壁の許容せん断応力 $S_{w4}$ (MPa)   | 70       |  |
| 応力除去の有無  | 無し       |  |
| すみ肉溶接の許容せん断応力係数 $F_1$  | 0.46     |  |
| 突合せ溶接の許容せん断応力係数 $F_2$  | 0.56     |  |
| 突合せ溶接の許容引張応力係数 $F_3$   | 0.70     |  |
| 管台壁の許容せん断応力係数 $F_4$  | 0.70     |  |
| すみ肉溶接部のせん断力 $W_{e1}$ (N)   |          |  |
| すみ肉溶接部のせん断力 $W_{e3}$ (N)   |          |  |
| 突合せ溶接部のせん断力 $W_{e4}$ (N)   |          |  |
| 突合せ溶接部のせん断力 $W_{e6}$ (N)   |          |  |
| 突合せ溶接部のせん断力 $W_{e7}$ (N)   |          |  |
| 突合せ溶接部の引張力 $W_{e8}$ (N)  |          |  |
| 突合せ溶接部の引張力 $W_{e9}$ (N)  |          |  |
| 管台のせん断力 $W_{e10}$ (N)  |          |  |
| 予想される破断箇所の強さ $W_{ebp1}$ (N)  |          |  |
| 予想される破断箇所の強さ $W_{ebp2}$ (N)  |          |  |
| 予想される破断箇所の強さ $W_{ebp3}$ (N)  |          |  |
| 予想される破断箇所の強さ $W_{ebp4}$ (N)  |          |  |
| 予想される破断箇所の強さ $W_{ebp5}$ (N)  |          |  |
| 予想される破断箇所の強さ $W_{ebp6}$ (N)  |          |  |
| 評価： $W_{ebp1} \geq W$ ， $W_{ebp2} \geq W$ ， $W_{ebp3} \geq W$ ， $W_{ebp4} \geq W$ ， $W_{ebp5} \geq W$ ， $W_{ebp6} \geq W$ 以上より十分である。 |          |  |

容器の穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 WELD-16

|                            |               |                    |         |
|----------------------------|---------------|--------------------|---------|
| 部材名称                       | (3) 水室入口      |                    |         |
| 胴板材料                       | SM50B(SM490B) |                    |         |
| 管台材料                       | SFVC2B        |                    |         |
| 強め板材料                      | SM50B(SM490B) |                    |         |
| 最高使用圧力                     | P             | (MPa)              | 0.78    |
| 最高使用温度                     |               | (°C)               | 50      |
| 胴板の許容引張応力                  | $S_s$         | (MPa)              | 123     |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$         | (MPa)              | 120     |
| 強め板の許容引張応力                 | $S_e$         | (MPa)              | 123     |
| 穴の径                        | d             | (mm)               |         |
| 管台が取り付く穴の径                 | $d_w$         | (mm)               | 512.00  |
| 胴板の最小厚さ                    | $t_s$         | (mm)               |         |
| 管台の最小厚さ                    | $t_n$         | (mm)               |         |
| 胴板の継手効率                    | $\eta$        |                    | 1.00    |
| 係数                         | F             |                    | 1.00    |
| 胴の内径                       | $D_i$         | (mm)               | 1800.00 |
| 胴板の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$      | (mm)               | 5.73    |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$      | (mm)               |         |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強の有効範囲                    | $X_1$         | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | $X_2$         | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | X             | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$         | (mm)               |         |
| 強め板の最小厚さ                   | $t_e$         | (mm)               |         |
| 強め板の外径                     | $B_e$         | (mm)               | 800.00  |
| 管台の外径                      | $D_{on}$      | (mm)               | 508.00  |
| 溶接寸法                       | $L_1$         | (mm)               | 8.50    |
| 溶接寸法                       | $L_2$         | (mm)               | 6.72    |
| 胴板の有効補強面積                  | $A_1$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$         | (mm <sup>2</sup> ) | 117.4   |
| 強め板の有効補強面積                 | $A_4$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |               |                    |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|  |          |  |
|--|----------|--|
| 部材名称   | (3) 水室入口 |  |
| 大きい穴の補強                                      |          |  |
| 補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)                       | 600.00   |  |
| 評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。         |          |  |
| 溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)                          |          |  |
| 溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)                          |          |  |
| 溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)                           |          |  |
| 評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |          |  |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 W E L D - 16

|                            |               |                    |         |
|----------------------------|---------------|--------------------|---------|
| 部材名称                       | (4) 水室出口      |                    |         |
| 胴板材料                       | SM50B(SM490B) |                    |         |
| 管台材料                       | SFVC2B        |                    |         |
| 強め板材料                      | SM50B(SM490B) |                    |         |
| 最高使用圧力                     | P             | (MPa)              | 0.78    |
| 最高使用温度                     |               | (°C)               | 50      |
| 胴板の許容引張応力                  | $S_s$         | (MPa)              | 123     |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$         | (MPa)              | 120     |
| 強め板の許容引張応力                 | $S_e$         | (MPa)              | 123     |
| 穴の径                        | d             | (mm)               |         |
| 管台が取り付く穴の径                 | $d_w$         | (mm)               | 512.00  |
| 胴板の最小厚さ                    | $t_s$         | (mm)               |         |
| 管台の最小厚さ                    | $t_n$         | (mm)               |         |
| 胴板の継手効率                    | $\eta$        |                    | 1.00    |
| 係数                         | F             |                    | 1.00    |
| 胴の内径                       | $D_i$         | (mm)               | 1800.00 |
| 胴板の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$      | (mm)               | 5.73    |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$      | (mm)               |         |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強の有効範囲                    | $X_1$         | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | $X_2$         | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | X             | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$         | (mm)               |         |
| 強め板の最小厚さ                   | $t_e$         | (mm)               |         |
| 強め板の外径                     | $B_e$         | (mm)               | 800.00  |
| 管台の外径                      | $D_{on}$      | (mm)               | 508.00  |
| 溶接寸法                       | $L_1$         | (mm)               | 8.50    |
| 溶接寸法                       | $L_2$         | (mm)               | 6.72    |
| 胴板の有効補強面積                  | $A_1$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$         | (mm <sup>2</sup> ) | 117.4   |
| 強め板の有効補強面積                 | $A_4$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |               |                    |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|  |          |
|--|----------|
| 部材名称   | (4) 水室出口 |
| 大きい穴の補強                                      |          |
| 補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)                       | 600.00   |
| 評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。         |          |
| 溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)                          |          |
| 溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)                          |          |
| 溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)                           |          |
| 評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |          |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 W E L D - 34

|                            |                 |                    |         |
|----------------------------|-----------------|--------------------|---------|
| 部材名称                       | (5) 水室マンホール     |                    |         |
| 鏡板材料                       | SM50B (SM490B)  |                    |         |
| 管台材料                       | SFVC2B          |                    |         |
| 最高使用圧力                     | P               | (MPa)              | 0.78    |
| 最高使用温度                     |                 | (°C)               | 50      |
| 鏡板の許容引張応力                  | $S_c$           | (MPa)              | 123     |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$           | (MPa)              | 120     |
| 穴の径                        | d               | (mm)               |         |
| 管台が取り付く穴の径                 | $d_w$           | (mm)               | 508.00  |
| 鏡板の最小厚さ                    | $t_c$           | (mm)               |         |
| 管台の最小厚さ                    | $t_n$           | (mm)               |         |
| 鏡板の継手効率                    | $\eta$          |                    | 1.00    |
| 係数                         | F               |                    | 1.00    |
| 鏡板の内面における長径の $K_1$ 倍       | R               | (mm)               | 1620.00 |
| 鏡板の内面における長径                | $D_{iL}$        | (mm)               | 1800.00 |
| 鏡板の内面における短径                | $D_{iS}$        | (mm)               | 900.00  |
| 長径と短径の比                    | $D_{iL}/D_{iS}$ |                    | 2.00    |
| 係数                         | $K_1$           |                    | 0.90    |
| 鏡板の計算上必要な厚さ                | $t_{cr}$        | (mm)               | 5.14    |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$        | (mm)               |         |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$           | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強の有効範囲                    | $X_1$           | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | $X_2$           | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | X               | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$           | (mm)               |         |
| 管台の外径                      | $D_{on}$        | (mm)               | 508.00  |
| 溶接寸法                       | $L_1$           | (mm)               | 8.50    |
| 鏡板の有効補強面積                  | $A_1$           | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$           | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$           | (mm <sup>2</sup> ) | 72.25   |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$           | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |                 |                    |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



|  |             |  |
|--|-------------|--|
| 部材名称   | (5) 水室マンホール |  |
| 大きい穴の補強                                      |             |  |
| 補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)                       | 600.00      |  |
| 評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。         |             |  |
| 溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)                          |             |  |
| 溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)                          |             |  |
| 溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)                           |             |  |
| 評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |             |  |

2.8 容器のフランジの計算

設計・建設規格 PVC-3710

(JIS B 8265 附属書3適用)

(内圧を受けるフランジ)

参照附図 FLANGE-2 一体形フランジ

|                                       |                                      |                     |                     |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
| フランジ名称                                |                                      | (1) 水室フランジ          |                     |
| フランジ材料                                |                                      | SGV49(SGV480)       |                     |
| 胴又は管台材料                               |                                      | SM50B(SM490B)       |                     |
| ボルト材料                                 |                                      | SNB7 (直径 63mm 以下)   |                     |
| ガスケット材料                               |                                      | セルフシーリングガスケット (ゴム)  |                     |
| ガスケット厚さ (mm)                          |                                      | 5                   |                     |
| ガスケット座面の形状                            |                                      | -                   |                     |
| 最高使用圧力 P (MPa)                        |                                      | 0.78                |                     |
| 許容引張応力                                | 温度条件 (°C)                            | 最高使用温度 (使用状態) (50)  | 常温 (ガスケット締付時) (20)  |
|                                       | ボルト (MPa)                            | $\sigma_b = 173$    | $\sigma_a = 173$    |
|                                       | フランジ (MPa)                           | $\sigma_f = 120$    | $\sigma_{fa} = 120$ |
|                                       | 胴又は管台 (MPa)                          | $\sigma_n = 123$    | $\sigma_{na} = 123$ |
| フランジの外径 A (mm)                        | 2030.00                              |                     |                     |
| フランジの内径 B (mm)                        | 1800.00                              |                     |                     |
| ボルト中心円の直径 C (mm)                      | 1974.00                              |                     |                     |
| ガスケット有効径 G (mm)                       | 1897.00                              |                     |                     |
| ハブ先端の厚さ $g_0$ (mm)                    | 15.00                                |                     |                     |
| フランジ背面のハブの厚さ $g_1$ (mm)               | 35.00                                |                     |                     |
| ハブの長さ h (mm)                          | 60.00                                |                     |                     |
| ボルト呼び                                 | M24×3                                |                     |                     |
| ボルト本数 n                               | 52                                   |                     |                     |
| ボルト谷径 $d_b$ (mm)                      | 20.752                               |                     |                     |
| ガスケット接触面の外径 $G_s$ (mm)                | 1897.00                              |                     |                     |
| ガスケット接触面の幅 N (mm)                     | 19                                   |                     |                     |
| ガスケット係数 m                             | 0                                    |                     |                     |
| 最小設計締付圧力 y (N/mm <sup>2</sup> )       | 0                                    |                     |                     |
| ガスケット座の基本幅 $b_0$ (mm)                 | -                                    |                     |                     |
| ガスケット座の有効幅 b (mm)                     | -                                    |                     |                     |
| 内圧による全荷重 H (N)                        | $2.205 \times 10^6$                  |                     |                     |
| ガスケットに加える圧縮力 $H_p$ (N)                | 0                                    |                     |                     |
| 使用状態での最小ボルト荷重 $W_{m1}$ (N)            | $2.205 \times 10^6$                  |                     |                     |
| ガスケット締付最小ボルト荷重 $W_{m2}$ (N)           | 0                                    |                     |                     |
| ボルトの所要総有効断面積                          | 使用状態 $A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )     | $1.274 \times 10^4$ |                     |
|                                       | ガスケット締付時 $A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> ) | 0                   |                     |
|                                       | いずれか大きい値 $A_m$ (mm <sup>2</sup> )    | $1.274 \times 10^4$ |                     |
| 実際のボルト総有効断面積 $A_b$ (mm <sup>2</sup> ) | $1.759 \times 10^4$                  |                     |                     |
| 評価： $A_b > A_m$ ，よって十分である。            |                                      |                     |                     |

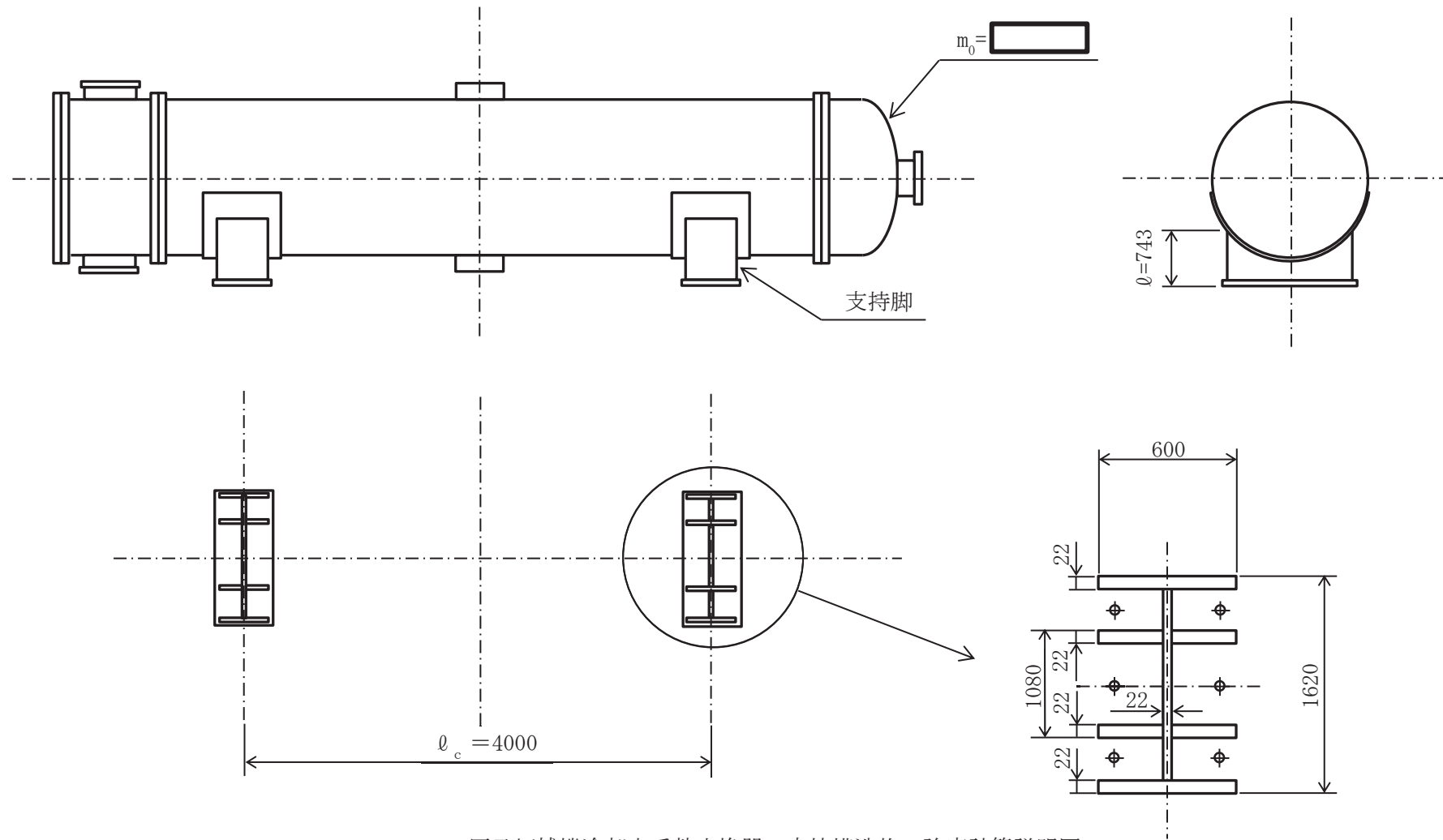
| フランジ名称           |  | (1) 水室フランジ            |  |
|------------------|--|-----------------------|--|
| ボルト荷重            | 使用状態   | $W_o$ (N)             | $2.205 \times 10^6$  |
|                  | ガスケット締付時   | $W_g$ (N)             | $2.624 \times 10^6$  |
| 距離               |  | R (mm)                | 52.00  |
| 荷重               |  | (N)                   | $H_D = 1.985 \times 10^6$  |
|                  |  |                       | $H_G = 0$  |
|                  |  |                       | $H_T = 2.197 \times 10^5$  |
| モーメントアーム         |  | (mm)                  | $h_D = 69.50$  |
|                  |  |                       | $h_G = 38.50$  |
|                  |  |                       | $h_T = 62.75$  |
| モーメント            |  | (N・mm)                | $M_D = 1.379 \times 10^8$  |
|                  |  |                       | $M_G = 0$  |
|                  |  |                       | $M_T = 1.379 \times 10^7$  |
| フランジに作用するモーメント   | 使用状態   | (N・mm)                | $M_o = 1.517 \times 10^8$  |
|                  | ガスケット締付時   | (N・mm)                | $M_g = 1.010 \times 10^8$  |
| 形状係数             |  | $h_o$ (mm)            | 164.32   |
| 係数               |  | $h/h_o$               | 0.3651   |
| 係数               |  | $g_1/g_o$             | 2.3333   |
| ハブ応力修正係数         |  | f                     | 2.4195   |
| 係数               |  | F                     | 0.8532   |
| 係数               |  | V                     | 0.2456   |
| フランジの内外径の比       |  | K                     | 1.1278   |
| 係数               |  | T                     | 1.8671   |
| 係数               |  | U                     | 17.7602  |
| 係数               |  | Y                     | 16.1618  |
| 係数               |  | Z                     | 8.3561   |
| 係数               |  | d (mm <sup>3</sup> )  | $2.674 \times 10^6$  |
| 係数               |  | e (mm <sup>-1</sup> ) | 0.005192   |
| フランジの厚さ          |  | t (mm)                | 86.50  |
| 係数               |  | L                     | 1.0182   |
| 使用状態におけるフランジの強さ  |  |                       |  |
| 応力               |  | (MPa)                 | 計算値  |
| ハブの軸方向応力         | $\sigma_H$   |                       | 164  |
| フランジの半径方向応力      | $\sigma_R$   |                       | 18   |
| フランジの周方向応力       | $\sigma_T$   |                       | 35   |
| 組合せ応力            | $(\sigma_H + \sigma_R)/2$  |                       | 91   |
|                  | $(\sigma_H + \sigma_T)/2$  |                       | 99   |
| 許容引張応力           |  |                       |  |
|                  |  |                       | $1.5 \cdot \sigma_f = 180$   |
|                  |  |                       | $2.5 \cdot \sigma_n = 307$   |
|                  |  |                       | $\sigma_f = 120$   |
|                  |  |                       | $\sigma_f = 120$   |
|                  |  |                       | $\sigma_f = 120$   |
| ガスケット締付時のフランジの強さ |  |                       |  |
| 応力               |  | (MPa)                 | 計算値  |
| ハブの軸方向応力         | $\sigma_H$   |                       | 109  |
| フランジの半径方向応力      | $\sigma_R$   |                       | 12   |
| フランジの周方向応力       | $\sigma_T$   |                       | 23   |
| 組合せ応力            | $(\sigma_H + \sigma_R)/2$  |                       | 61   |
|                  | $(\sigma_H + \sigma_T)/2$  |                       | 66   |
| 許容引張応力           |  |                       |  |
|                  |  |                       | $1.5 \cdot \sigma_{fa} = 180$  |
|                  |  |                       | $2.5 \cdot \sigma_{na} = 184$  |
|                  |  |                       | $\sigma_{fa} = 120$  |
|                  |  |                       | $\sigma_{fa} = 120$  |
|                  |  |                       | $\sigma_{fa} = 120$  |
| 応力の評価:           | $\sigma_H \leq \text{Min}(1.5 \cdot \sigma_f, 2.5 \cdot \sigma_n)$ |                       | $\sigma_H \leq \text{Min}(1.5 \cdot \sigma_{fa}, 2.5 \cdot \sigma_{na})$ |
|                  | $\sigma_R \leq \sigma_f$   |                       | $\sigma_R \leq \sigma_{fa}$  |
|                  | $\sigma_T \leq \sigma_f$   |                       | $\sigma_T \leq \sigma_{fa}$  |
|                  | $(\sigma_H + \sigma_R)/2 \leq \sigma_f$                            |                       | $(\sigma_H + \sigma_R)/2 \leq \sigma_{fa}$                               |
|                  | $(\sigma_H + \sigma_T)/2 \leq \sigma_f$                            |                       | $(\sigma_H + \sigma_T)/2 \leq \sigma_{fa}$                               |
|                  | 以上より十分である。   |                       |  |

3. 支持構造物の強度計算書

(1) 一次圧縮応力及び一次曲げ応力による組合せ評価

| 種類      | 脚本数 | 材料           | 最高使用温度<br>(°C) | F 値<br>(MPa) | 鉛直荷重<br>F <sub>c</sub> (N) | 断面積<br>A (mm <sup>2</sup> ) | 曲げモーメント<br>M (N・mm) | 断面係数<br>Z (mm <sup>3</sup> ) |
|---------|-----|--------------|----------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|
| 横置円筒形容器 | 2   | SS41 (SS400) | 70             | 268          |                            | 8.650×10 <sup>4</sup>       |                     |                              |

| 一次圧縮応力<br>σ <sub>c</sub> (MPa) | 許容圧縮応力<br>f <sub>c</sub> (MPa) | 一次曲げ応力<br>σ <sub>b</sub> (MPa) | 許容曲げ応力<br>f <sub>b</sub> (MPa) | 組合せ評価<br>$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1$ | 評価                       |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------|
|                                | 177                            |                                | 178                            | 0.56  | 算出値は、許容値以下であるので強度は十分である。 |



原子炉補機冷却水系熱交換器 支持構造物の強度計算説明図

(単位：mm)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-6-1-2 原子炉補機冷却水ポンプの強度計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-10 重大事故等クラス2 ポンプの強度計算方法」に基づいて計算を行う。

なお、適用規格の選定結果について以下に示す。適用規格の選定に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名         | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分   | 同等性<br>評価<br>区分          | 評価<br>クラス |           |
|-------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|--------|--------------------------|-----------|-----------|
|             |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |           | SA 条件       |                            |              |        |                          |           |           |
|             |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |        |                          |           | 温度<br>(℃) |
| 原子炉補機冷却水ポンプ | 既設             | 有   | 有                 | Non              | Non       | SA-2      | 無                | 1.18        | 70        | 1.18        | 70                         | —            | S55 告示 | 設計・建設規格<br>(同等性)<br>又は告示 | b. (a)*   | SA-2      |

注記\*：本範囲の強度評価のうち、ケーシングボルトの強度評価が該当する。

## 目次

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. 計算条件                 | 1 |
| 1.1 ポンプ形式               | 1 |
| 1.2 計算部位                | 1 |
| 1.3 設計条件                | 2 |
| 2. 強度計算                 | 2 |
| 2.1 ケーシングの厚さ            | 2 |
| 2.2 ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ | 2 |
| 2.3 ケーシングの各部形状          | 3 |
| 2.4 ボルトの平均引張応力          | 4 |
| 2.5 耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ  | 5 |



1. 計算条件

1.1 ポンプ形式

うず巻ポンプであって、ケーシングが軸平行割りであるものに相当する。

1.2 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。

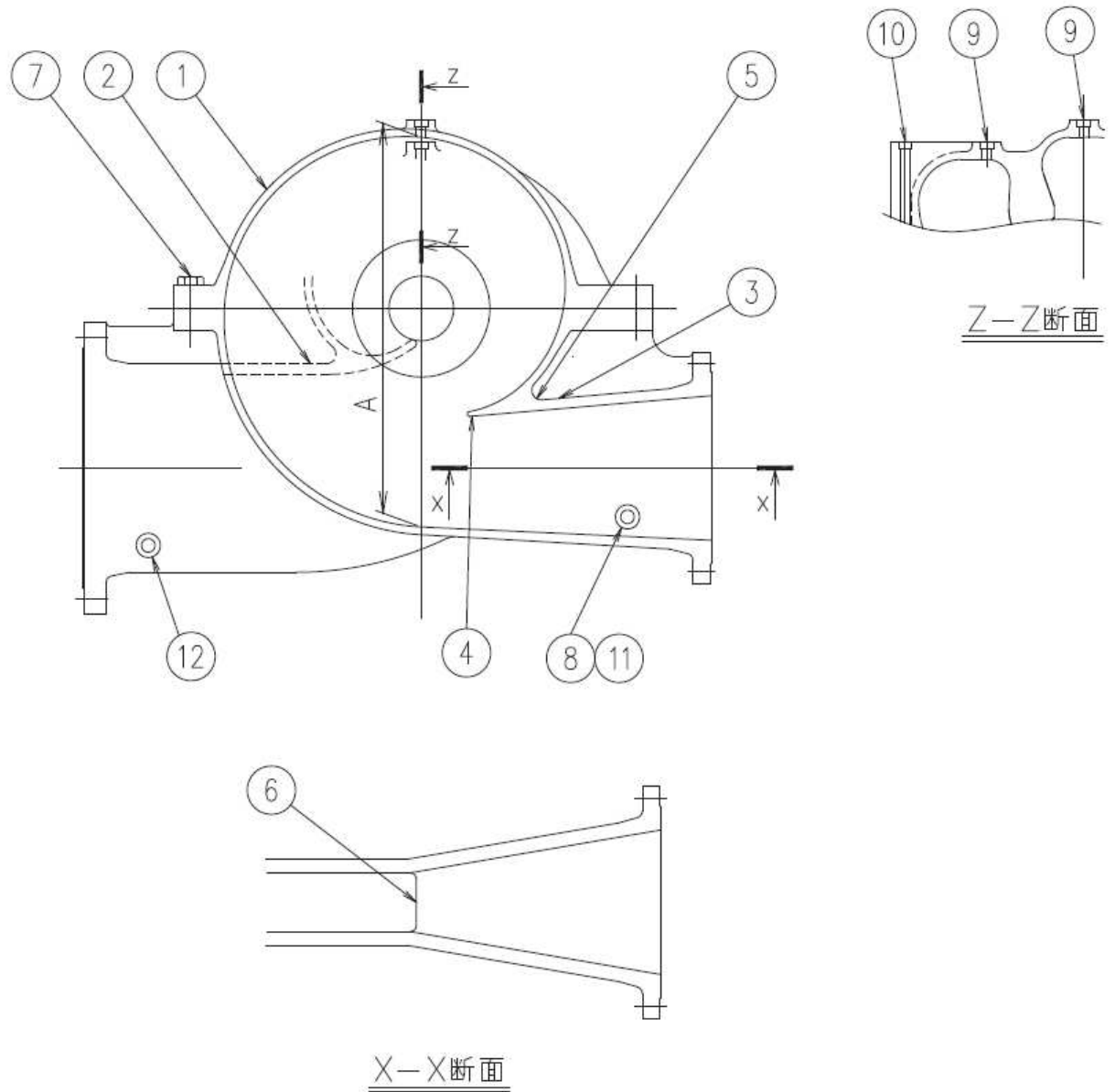


図1-1 概要図

1.3 設計条件

| 設計条件         |      |
|--------------|------|
| 最高使用圧力 (MPa) | 1.18 |
| 最高使用温度 (°C)  | 70   |

2. 強度計算

2.1 ケーシングの厚さ

設計・建設規格 PMC-3320

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | A<br>(mm) |
|------|----|------------|------------|-----------|
| ①    |    | 1.18       |            |           |

注記\* : ( ) は新 J I S 記号を示す。

| t<br>(mm) | t <sub>s0</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 5.5       |                         |                        |

評価 :  $t_s \geq t$ , よって十分である。

2.2 ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ

設計・建設規格 PMC-3330

(単位 : mm)

| 計算部位 | r <sub>i</sub> | r <sub>m</sub> | ℓ    | t   | t <sub>ℓ0</sub> | t <sub>ℓ</sub> |
|------|----------------|----------------|------|-----|-----------------|----------------|
| ②    | 219.0          | 221.8          | 17.5 | 5.5 |                 |                |
| ③    | 193.5          | 196.3          | 16.4 | 5.5 |                 |                |

評価 :  $t_{\ell} \geq t$ , よって十分である。

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-2 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 2.3 ケーシングの各部形状

(1) ポリユート巻始めの丸みの半径

設計・建設規格 PMC-3340(4) (単位：mm)

| 計算部位 | $r_1$ | $r_{1s0}$ | $r_{1s}$ |
|------|-------|-----------|----------|
| ④    | 0.3   |           |          |

評価： $r_{1s} \geq r_1$ ，よって十分である。

(2) クロッチの丸みの半径

設計・建設規格 PMC-3340(5) (単位：mm)

| 計算部位 | $r_2$ | $r_{2s0}$ | $r_{2s}$ |
|------|-------|-----------|----------|
| ⑤    | 1.7   |           |          |

評価： $r_{2s} \geq r_2$ ，よって十分である。

(3) ポリユート巻始めとケーシング壁面の交わる部分のすみの丸みの半径

告示第501号第77条第7項第6号 (単位：mm)

| 計算部位 | $r_3$ | $r_{3s0}$ | $r_{3s}$ |
|------|-------|-----------|----------|
| ⑥    | 7.0   |           |          |

評価： $r_{3s} \geq r_3$ ，よって十分である。

## 2.4 ボルトの平均引張応力

設計・建設規格 PMC-3510 及び PVB-3120

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | $S_m$<br>(MPa) | $d_b$<br>(mm) | $n_i$ | $A_b$<br>(mm <sup>2</sup> ) |
|------|----|------------|----------------|---------------|-------|-----------------------------|
| ⑦    |    | 1.18       |                |               |       |                             |

| ガスケット材料      | ガスケット厚さ<br>(mm) | ガスケット<br>座面形状 | $A_w$<br>(mm <sup>2</sup> ) | $A_G$<br>(mm <sup>2</sup> ) |
|--------------|-----------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ジョイント<br>シート | 0.5             | 全面形           |                             |                             |

| $W_{m1}$<br>(N) | $W_{m2}$<br>(N) | W<br>(N) | $\sigma$<br>(MPa) |
|-----------------|-----------------|----------|-------------------|
|                 |                 |          | 325               |

| $\sigma_m$<br>(MPa) | $2S_m$<br>(MPa) | $\sigma_m + \sigma_b$<br>(MPa) | $3S_m$<br>(MPa) |
|---------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| 333                 |                 | 344                            |                 |

評価： $\sigma_m \leq 2S_m$ 、 $\sigma_m + \sigma_b \leq 3S_m$ 、よって十分である。

2.5 耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ

設計・建設規格 PMC-3610

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | D <sub>o</sub><br>(mm) |
|------|----|------------|------------|------------------------|
| ⑧    |    | 1.18       |            |                        |
| ⑨    |    | 1.18       |            |                        |
| ⑩    |    | 1.18       |            |                        |
| ⑪    |    | 1.18       |            |                        |
| ⑫    |    | 1.18       |            |                        |

注記\* : ( ) は新 J I S 記号を示す。

| 継手の種類 | 放射線透過試験の有無 | $\eta$ |
|-------|------------|--------|
| 継手無し  | —          | 1.00   |
| 継手無し  | —          | 1.00   |
| 継手無し  | —          | 1.00   |
| 継手無し  | —          | 1.00   |
| 継手無し  | —          | 1.00   |

| t<br>(mm) | t <sub>so</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 0.2       |                         |                        |
| 0.2       |                         |                        |
| 0.2       |                         |                        |
| 0.2       |                         |                        |
| 0.2       |                         |                        |

評価 :  $t_s \geq t$ , よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-6-1-4 原子炉補機冷却水サージタンクの強度計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-8 重大事故等クラス2 容器の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

なお、適用規格の選定結果について以下に示す。適用規格の選定に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名                | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分   | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|--------------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|--------|-----------------|-----------|------------|
|                    |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            | SA 条件       |                            |              |        |                 |           |            |
|                    |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |        |                 |           | 温度<br>(°C) |
| 原子炉補機冷却水<br>サージタンク | 既設             | 有   | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 静水頭         | 70         | 静水頭         | 70                         | —            | S55 告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |



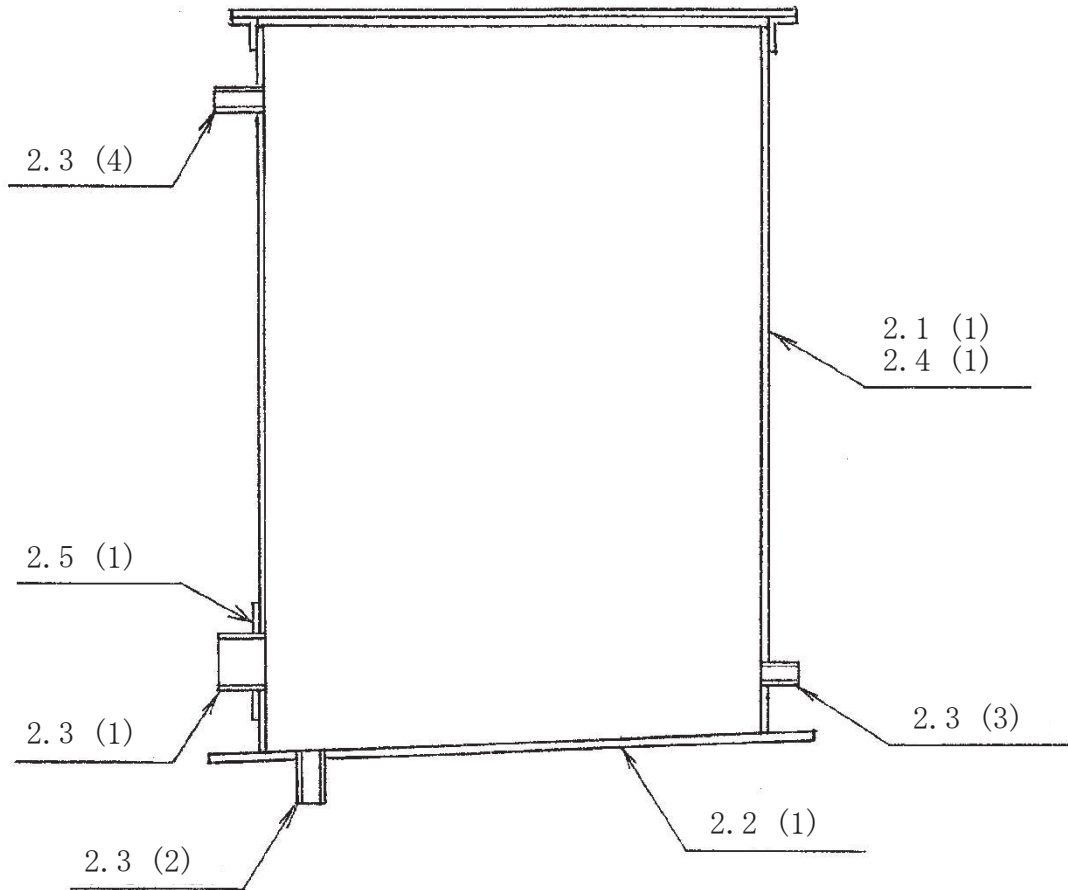
## 目次

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1. 計算条件 .....                  | 1 |
| 1.1 計算部位 .....                 | 1 |
| 1.2 設計条件 .....                 | 1 |
| 2. 強度計算 .....                  | 2 |
| 2.1 開放タンクの胴の厚さの計算 .....        | 2 |
| 2.2 開放タンクの底板の厚さの計算 .....       | 3 |
| 2.3 開放タンクの管台の厚さの計算 .....       | 4 |
| 2.4 開放タンクの補強を要しない穴の最大径の計算..... | 8 |
| 2.5 開放タンクの穴の補強計算 .....         | 9 |

1. 計算条件

1.1 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次ページ以降の  
計算項目番号を示す。

図1-1 概要図

1.2 設計条件

|              |     |
|--------------|-----|
| 最高使用圧力 (MPa) | 静水頭 |
| 最高使用温度 (°C)  | 70  |

2. 強度計算

2.1 開放タンクの胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3920

|                             |          |       |         |
|-----------------------------|----------|-------|---------|
| 胴板名称                        |          |       | (1) 胴板  |
| 材料                          |          |       | SM400B  |
| 水頭                          | H        | (m)   | 3.3503  |
| 最高使用温度                      |          |       | (°C) 70 |
| 胴の内径                        | $D_i$    | (m)   | 2.50    |
| 液体の比重                       | $\rho$   |       | 1.00    |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 100     |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 0.70    |
| 継手の種類                       |          |       | 突合せ両側溶接 |
| 放射線検査の有無                    |          |       | 無し      |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 3.00    |
| 必要厚さ                        | $t_2$    | (mm)  | 0.59    |
| 必要厚さ                        | $t_3$    | (mm)  | —       |
| $t_1, t_2, t_3$ の大きい値       | t        | (mm)  | 3.00    |
| 呼び厚さ                        | $t_{s0}$ | (mm)  | 9.00    |
| 最小厚さ                        | $t_s$    | (mm)  |         |
| 評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2.2 開放タンクの底板の厚さの計算

(1) 設計・建設規格 PVC-3960

底板の形状：平板

(2) 設計・建設規格 PVC-3970

底板の厚さ

|                             |                |                      |
|-----------------------------|----------------|----------------------|
| 底板名称                        |                | (1) 平板               |
| 材料                          |                | SM400B               |
| 必要厚さ                        | t (mm)         | 6.00                 |
| 呼び厚さ                        | $t_{b.o}$ (mm) | 15.00                |
| 最小厚さ                        | $t_b$ (mm)     | <input type="text"/> |
| 評価： $t_b \geq t$ ，よって十分である。 |                |                      |

### 2.3 開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3980

|                             |          |       |         |
|-----------------------------|----------|-------|---------|
| 管台名称                        |          |       | (1) 液出口 |
| 材料                          |          |       | STS410  |
| 水頭                          | H        | (m)   | 3.3503  |
| 最高使用温度                      |          |       | (°C) 70 |
| 管台の内径                       | $D_i$    | (m)   | 0.2979  |
| 液体の比重                       | $\rho$   |       | 1.00    |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 103     |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 1.00    |
| 継手の種類                       |          |       | 継手無し    |
| 放射線検査の有無                    |          |       | 無し      |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 0.05    |
| 必要厚さ                        | $t_2$    | (mm)  | 3.50    |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t        | (mm)  | 3.50    |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$ | (mm)  | 10.30   |
| 最小厚さ                        | $t_n$    | (mm)  |         |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3980

|                             |          |       |         |
|-----------------------------|----------|-------|---------|
| 管台名称                        |          |       | (2) ドレン |
| 材料                          |          |       | STS410  |
| 水頭                          | H        | (m)   | 3.3503  |
| 最高使用温度                      |          |       | (°C) 70 |
| 管台の内径                       | $D_i$    | (m)   | 0.0495  |
| 液体の比重                       | $\rho$   |       | 1.00    |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 103     |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 1.00    |
| 継手の種類                       |          |       | 継手無し    |
| 放射線検査の有無                    |          |       | 無し      |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 0.01    |
| 必要厚さ                        | $t_2$    | (mm)  | 2.40    |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t        | (mm)  | 2.40    |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$ | (mm)  | 5.50    |
| 最小厚さ                        | $t_n$    | (mm)  |         |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3980

|                             |          |       |                      |
|-----------------------------|----------|-------|----------------------|
| 管台名称                        |          |       | (3) 液位計              |
| 材料                          |          |       | STS410               |
| 水頭                          | H        | (m)   | 3.3503               |
| 最高使用温度                      |          |       | (°C) 70              |
| 管台の内径                       | $D_i$    | (m)   | 0.0495               |
| 液体の比重                       | $\rho$   |       | 1.00                 |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 103                  |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 1.00                 |
| 継手の種類                       |          |       | 継手無し                 |
| 放射線検査の有無                    |          |       | 無し                   |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 0.01                 |
| 必要厚さ                        | $t_2$    | (mm)  | 2.40                 |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t        | (mm)  | 2.40                 |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$ | (mm)  | 5.50                 |
| 最小厚さ                        | $t_n$    | (mm)  | <input type="text"/> |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |                      |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3980

|                             |          |       |             |
|-----------------------------|----------|-------|-------------|
| 管台名称                        |          |       | (4) オーバーフロー |
| 材料                          |          |       | STS410      |
| 水頭                          | H        | (m)   | 3.3503      |
| 最高使用温度                      |          |       | (°C) 70     |
| 管台の内径                       | $D_i$    | (m)   | 0.0495      |
| 液体の比重                       | $\rho$   |       | 1.00        |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 103         |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 1.00        |
| 継手の種類                       |          |       | 継手無し        |
| 放射線検査の有無                    |          |       | 無し          |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 0.01        |
| 必要厚さ                        | $t_2$    | (mm)  | 2.40        |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t        | (mm)  | 2.40        |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$ | (mm)  | 5.50        |
| 最小厚さ                        | $t_n$    | (mm)  |             |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |             |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



2.4 開放タンクの補強を要しない穴の最大径の計算  
設計・建設規格 PVC-3940

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| 胴板名称                       | (1) 胴板 |
| 評価:補強の計算を要する 85mm を超える穴の名称 | 液出口    |

2.5 開放タンクの穴の補強計算  
設計・建設規格 PVC-3950

参照附図 WELD-15

|                            |          |                    |        |
|----------------------------|----------|--------------------|--------|
| 部材名称                       | (1) 液出口  |                    |        |
| 胴板材料                       | SM400B   |                    |        |
| 管台材料                       | STS410   |                    |        |
| 強め板材料                      | SM400B   |                    |        |
| 最高使用圧力                     | P        | (MPa)              | 0.03   |
| 最高使用温度                     |          | (°C)               | 70     |
| 胴板の許容引張応力                  | $S_s$    | (MPa)              | 100    |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$    | (MPa)              | 103    |
| 強め板の許容引張応力                 | $S_e$    | (MPa)              | 100    |
| 穴の径                        | d        | (mm)               |        |
| 管台が取り付く穴の径                 | $d_w$    | (mm)               |        |
| 胴板の最小厚さ                    | $t_s$    | (mm)               |        |
| 管台の最小厚さ                    | $t_n$    | (mm)               |        |
| 胴板の継手効率                    | $\eta$   |                    | 1.00   |
| 係数                         | F        |                    | 1.00   |
| 胴の内径                       | $D_i$    | (m)                | 2.50   |
| 胴板の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$ | (mm)               | 0.42   |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$ | (mm)               |        |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$    | (mm <sup>2</sup> ) |        |
| 補強の有効範囲                    | $X_1$    | (mm)               |        |
| 補強の有効範囲                    | $X_2$    | (mm)               |        |
| 補強の有効範囲                    | X        | (mm)               |        |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$    | (mm)               |        |
| 強め板の最小厚さ                   | $t_e$    | (mm)               |        |
| 強め板の外径                     | $B_e$    | (mm)               | 610.00 |
| 管台の外径                      | $D_{on}$ | (mm)               | 318.50 |
| 溶接寸法                       | $L_1$    | (mm)               | 9.00   |
| 溶接寸法                       | $L_2$    | (mm)               | 7.00   |
| 胴板の有効補強面積                  | $A_1$    | (mm <sup>2</sup> ) |        |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$    | (mm <sup>2</sup> ) |        |
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$    | (mm <sup>2</sup> ) | 130.0  |
| 強め板の有効補強面積                 | $A_4$    | (mm <sup>2</sup> ) |        |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$    | (mm <sup>2</sup> ) |        |
| 評価： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |          |                    |        |

O2 ③ VI-3-3-3-6-1-4 R0

|  |            |        |
|--|------------|--------|
| 部材名称   | (1)液出口     |        |
| 大きい穴の補強                                      |            |        |
| 補強を要する穴の限界径                                  | $d_j$ (mm) | 833.33 |
| 評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。         |            |        |
| 溶接部にかかる荷重                                    | $W_1$ (N)  |        |
| 溶接部にかかる荷重                                    | $W_2$ (N)  |        |
| 溶接部の負うべき荷重                                   | $W$ (N)    |        |
| 評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |            |        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-6-1-5 原子炉補機冷却海水系ストレーナの強度計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」、「VI-3-2-8 重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法」及び「VI-3-2-12 重大事故等クラス 2 支持構造物（容器）の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名                 | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分   | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |           |
|---------------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|--------|-----------------|-----------|-----------|
|                     |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |           | SA 条件       |                            |              |        |                 |           |           |
|                     |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |        |                 |           | 温度<br>(℃) |
| 原子炉補機冷却海水系<br>ストレーナ | 既設             | 有   | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 0.78        | 50        | 0.78        | 50                         | —            | S55 告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2      |

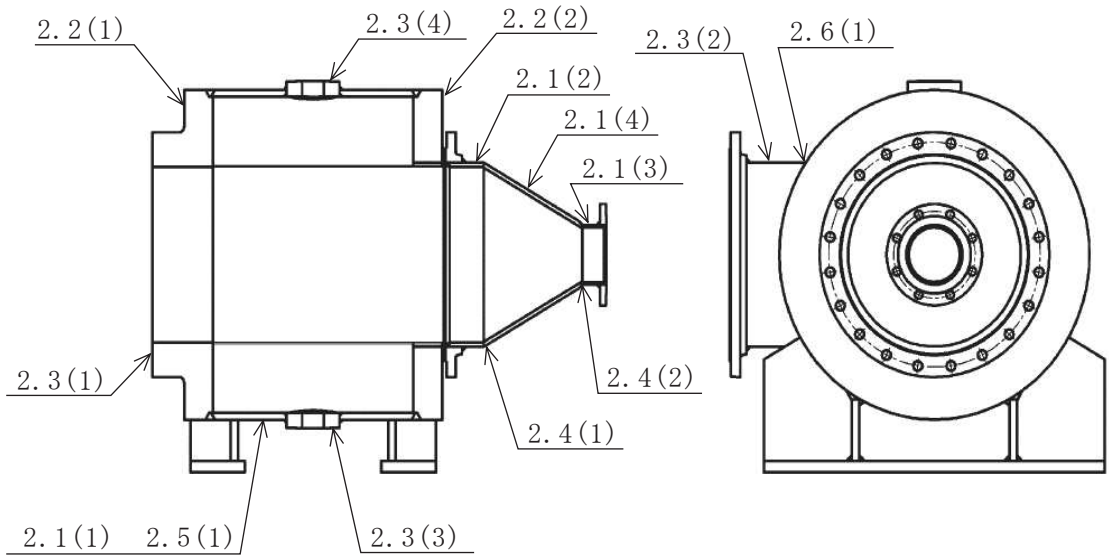
## 目次

|   |    |
|---|----|
| 1. 計算条件                                       | 1  |
| 1.1 計算部位                                      | 1  |
| 1.2 設計条件                                      | 1  |
| 2. 強度計算                                       | 2  |
| 2.1 容器の胴の厚さの計算                                | 2  |
| 2.2 容器の平板の厚さの計算                               | 6  |
| 2.3 容器の管台の厚さの計算                               | 8  |
| 2.4 容器の内面に圧力を受ける円すい形の胴と円筒形の胴との接続による<br>強め輪の計算 | 12 |
| 2.5 容器の補強を要しない穴の最大径の計算                        | 14 |
| 2.6 容器の穴の補強計算                                 | 15 |
| 3. 支持構造物の強度計算書                                | 17 |

1. 計算条件

1.1 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次頁以降の  
計算項目番号を示す。

図 1-1 概要図

1.2 設計条件

|              |      |
|--------------|------|
| 最高使用圧力 (MPa) | 0.78 |
| 最高使用温度 (°C)  | 50   |



2. 強度計算

2.1 容器の胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3120

|                             |          |       |         |
|-----------------------------|----------|-------|---------|
| 胴板名称                        |          |       | (1) 胴板  |
| 材料                          |          |       | SM400C  |
| 最高使用圧力                      | P        | (MPa) | 0.78    |
| 最高使用温度                      |          |       | 50      |
| 胴の内径                        | $D_i$    | (mm)  | 872.00  |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 100     |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 0.70    |
| 継手の種類                       |          |       | 突合せ両側溶接 |
| 放射線検査の有無                    |          |       | 無し      |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 3.00    |
| 必要厚さ                        | $t_2$    | (mm)  | 4.89    |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t        | (mm)  | 4.89    |
| 呼び厚さ                        | $t_{s0}$ | (mm)  | 19.00   |
| 最小厚さ                        | $t_s$    | (mm)  |         |
| 評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-5 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3120

|                             |          |       |               |
|-----------------------------|----------|-------|---------------|
| 胴板名称                        |          |       | (2) ふた板 (円筒部) |
| 材料                          |          |       | SM400C        |
| 最高使用圧力                      | P        | (MPa) | 0.78          |
| 最高使用温度                      |          |       | 50            |
| 胴の内径                        | $D_i$    | (mm)  | 484.00        |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 100           |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 0.70          |
| 継手の種類                       |          |       | 突合せ両側溶接       |
| 放射線検査の有無                    |          |       | 無し            |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 3.00          |
| 必要厚さ                        | $t_2$    | (mm)  | 2.72          |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t        | (mm)  | 3.00          |
| 呼び厚さ                        | $t_{s0}$ | (mm)  | 12.00         |
| 最小厚さ                        | $t_s$    | (mm)  |               |
| 評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |               |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-5 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3120

|                             |          |       |                  |
|-----------------------------|----------|-------|------------------|
| 胴板名称                        |          |       | (3) ふた板 (海水バイパス) |
| 材料                          |          |       | STPT370-S        |
| 最高使用圧力                      | P        | (MPa) | 0.78             |
| 最高使用温度                      |          | (°C)  | 50               |
| 胴の内径                        | $D_i$    | (mm)  | 151.00           |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 93               |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 1.00             |
| 継手の種類                       |          |       | 継手無し             |
| 放射線検査の有無                    |          |       | —                |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 1.50             |
| 必要厚さ                        | $t_2$    | (mm)  | 0.64             |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t        | (mm)  | 1.50             |
| 呼び厚さ                        | $t_{s0}$ | (mm)  | 7.10             |
| 最小厚さ                        | $t_s$    | (mm)  |                  |
| 評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |                  |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-5 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の胴の厚さの計算

(1)設計・建設規格 PVC-3111

胴の形状

|   |                |
|---|----------------|
| 胴板名称  | (4) ふた板 (円すい部) |
| 円すい形の胴の形                                    | (d)            |
| 円すい頂角の $1/2$ $\theta$ ( $^{\circ}$ )        | 30.0           |
| 評価： $\theta \leq 30^{\circ}$ ，よって円すい形の胴である。 |                |

(2)設計・建設規格 PVC-3120

胴の厚さ

|                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| 胴板名称                          | (4) ふた板 (円すい部) |
| 材料                            | SM400C         |
| 最高使用圧力 P (MPa)                | 0.78           |
| 最高使用温度 ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 50             |
| 胴の大径端側の内径 $D_o$ (mm)          | 484.00         |
| 許容引張応力 S (MPa)                | 100            |
| 継手効率 $\eta$                   | 0.70           |
| 継手の種類                         | 突合せ両側溶接        |
| 放射線検査の有無                      | 無し             |
| 必要厚さ $t_1$ (mm)               | 3.00           |
| 必要厚さ $t_2$ (mm)               | 3.14           |
| $t_1, t_2$ の大きい値 $t$ (mm)     | 3.14           |
| 呼び厚さ $t_{s0}$ (mm)            | 12.00          |
| 最小厚さ $t_s$ (mm)               |                |
| 評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。   |                |

2.2 容器の平板の厚さの計算

(1) 告示501号第34条第1項及び第2項

取付け方法及び穴の有無

|  |                |        |
|--|----------------|--------|
| 平板名称   | (1) 平板 (海水入口側) |        |
| 平板の取付け方法   | (i)            |        |
| 平板の穴の有無  | 有り             |        |
| 溶接部の寸法   | $t_i$ (mm)     | 79.00  |
| 胴又は管の計算上必要な厚さ  | $t_{sr}$ (mm)  | 3.42   |
| 胴又は管の最小厚さ  | $t_s$ (mm)     |        |
| $2 \cdot t_{sr}$   | (mm)           | 6.83   |
| $1.25 \cdot t_s$   | (mm)           |        |
| 平板の径   | $d$ (mm)       | 872.00 |
| 穴の径  | $d_h$ (mm)     | 484.00 |
| 評価: $t_i \geq 2 \cdot t_{sr}$ , $t_i \geq 1.25 \cdot t_s$<br>$d_h > d/2$ , よって第2項第2号ロにより計算を行う。 |                |        |

(2) 告示501号第34条第2項

平板の厚さ

|                              |                |        |
|------------------------------|----------------|--------|
| 平板名称                         | (1) 平板 (海水入口側) |        |
| 材料                           | SFVC2B         |        |
| 最高使用圧力                       | $P$ (MPa)      | 0.78   |
| 最高使用温度                       | (°C)           | 50     |
| 許容引張応力                       | $S$ (MPa)      | 120    |
| 取付け方法による係数                   | $K$            | 0.50   |
| 平板の径                         | $d$ (mm)       | 872.00 |
| 必要厚さ                         | $t$ (mm)       | 74.57  |
| 呼び厚さ                         | $t_{po}$ (mm)  | 85.00  |
| 最小厚さ                         | $t_p$ (mm)     |        |
| 評価: $t_p \geq t$ , よって十分である。 |                |        |

容器の平板の厚さの計算

(1) 告示501号第34条第1項及び第2項

取付け方法及び穴の有無

|  |                  |        |
|--|------------------|--------|
| 平板名称   | (2) 平板 (海水バイパス側) |        |
| 平板の取付け方法   | (i)              |        |
| 平板の穴の有無  | 有り               |        |
| 溶接部の寸法   | $t_i$ (mm)       | 79.00  |
| 胴又は管の計算上必要な厚さ  | $t_{sr}$ (mm)    | 3.42   |
| 胴又は管の最小厚さ  | $t_s$ (mm)       |        |
| $2 \cdot t_{sr}$   | (mm)             | 6.83   |
| $1.25 \cdot t_s$   | (mm)             |        |
| 平板の径   | $d$ (mm)         | 872.00 |
| 穴の径  | $d_h$ (mm)       | 508.00 |
| 評価: $t_i \geq 2 \cdot t_{sr}$ , $t_i \geq 1.25 \cdot t_s$<br>$d_h > d/2$ , よって第2項第2号ロにより計算を行う。 |                  |        |

(2) 告示501号第34条第2項

平板の厚さ

|                              |                  |        |
|------------------------------|------------------|--------|
| 平板名称                         | (2) 平板 (海水バイパス側) |        |
| 材料                           | SFVC2B           |        |
| 最高使用圧力                       | $P$ (MPa)        | 0.78   |
| 最高使用温度                       | (°C)             | 50     |
| 許容引張応力                       | $S$ (MPa)        | 120    |
| 取付け方法による係数                   | $K$              | 0.50   |
| 平板の径                         | $d$ (mm)         | 872.00 |
| 必要厚さ                         | $t$ (mm)         | 74.57  |
| 呼び厚さ                         | $t_{po}$ (mm)    | 85.00  |
| 最小厚さ                         | $t_p$ (mm)       |        |
| 評価: $t_p \geq t$ , よって十分である。 |                  |        |

### 2.3 容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                             |          |       |          |
|-----------------------------|----------|-------|----------|
| 管台名称                        |          |       | (1) 海水入口 |
| 材料                          |          |       | SFVC2B   |
| 最高使用圧力                      | P        | (MPa) | 0.78     |
| 最高使用温度                      |          |       | 50       |
| 管台の外径                       | $D_o$    | (mm)  | 675.00   |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 120      |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 1.00     |
| 継手の種類                       |          |       | 継手無し     |
| 放射線検査の有無                    |          |       | —        |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 2.19     |
| 必要厚さ                        | $t_3$    | (mm)  | 3.80     |
| $t_1, t_3$ の大きい値            | t        | (mm)  | 3.80     |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$ | (mm)  | 95.50    |
| 最小厚さ                        | $t_n$    | (mm)  |          |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |          |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-5 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                             |          |       |          |
|-----------------------------|----------|-------|----------|
| 管台名称                        |          |       | (2) 海水出口 |
| 材料                          |          |       | SM400C   |
| 最高使用圧力                      | P        | (MPa) | 0.78     |
| 最高使用温度                      |          | (°C)  | 50       |
| 管台の外径                       | $D_o$    | (mm)  | 508.00   |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 100      |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 0.70     |
| 継手の種類                       | 突合せ両側溶接  |       |          |
| 放射線検査の有無                    | 無し       |       |          |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 2.82     |
| 必要厚さ                        | $t_3$    | (mm)  | 3.80     |
| $t_1, t_3$ の大きい値            | t        | (mm)  | 3.80     |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$ | (mm)  | 12.00    |
| 最小厚さ                        | $t_n$    | (mm)  |          |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |          |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-5 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                      |        |
|---------------------------------------|----------------------|--------|
| 管台名称                                  |                      | (3) 排水 |
| 材料                                    |                      | SFVC2B |
| 最高使用圧力                                | P (MPa)              | 0.78   |
| 最高使用温度                                | (°C)                 | 50     |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub> (mm)  | 155.00 |
| 許容引張応力                                | S (MPa)              | 120    |
| 継手効率                                  | $\eta$               | 1.00   |
| 継手の種類                                 |                      | 継手無し   |
| 放射線検査の有無                              |                      | —      |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub> (mm)  | 0.51   |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub> (mm)  | 3.80   |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t (mm)               | 3.80   |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> (mm) | 45.00  |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub> (mm)  |        |
| 評価: t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。     |                      |        |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-5 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                             |               |         |
|-----------------------------|---------------|---------|
| 管台名称                        |               | (4) 空気抜 |
| 材料                          |               | SFVC2B  |
| 最高使用圧力                      | P (MPa)       | 0.78    |
| 最高使用温度                      | (°C)          | 50      |
| 管台の外径                       | $D_o$ (mm)    | 155.00  |
| 許容引張応力                      | S (MPa)       | 120     |
| 継手効率                        | $\eta$        | 1.00    |
| 継手の種類                       |               | 継手無し    |
| 放射線検査の有無                    |               | —       |
| 必要厚さ                        | $t_1$ (mm)    | 0.51    |
| 必要厚さ                        | $t_3$ (mm)    | 3.80    |
| $t_1, t_3$ の大きい値            | $t$ (mm)      | 3.80    |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$ (mm) | 45.00   |
| 最小厚さ                        | $t_n$ (mm)    |         |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |               |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-5 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.4 容器の内面に圧力を受ける円すい形の胴と円筒形の胴との接続による強め輪の計算設計・建設規格 PVC-3171, PVC-3172, PVC-3173(1), PVC-3173(3)

強め輪の要否

|  |                |      |
|--|----------------|------|
| 胴板名称                                       | (1) ふた板 (円すい部) |      |
| 円すい形の胴の形                                   | (d)            |      |
| 材料   | SM400C         |      |
| 最高使用圧力                                     | P (MPa)        | 0.78 |
| 最高使用温度                                     | (°C)           | 50   |
| 許容引張応力                                     | S (MPa)        | 100  |
| 継手効率                                       | $\eta$         | 0.70 |
| $100 \cdot P / (S \cdot \eta)$             |                | 1.11 |
| $\theta_1$                                 | (°)            | 30.0 |
| 円すいの頂角の 1/2                                | $\theta$ (°)   | 30.0 |
| 評価： $\theta_1 \geq \theta$ , よって強め輪は不要である。 |                |      |

容器の内面に圧力を受ける円すい形の胴と円筒形の胴との接続による強め輪の計算設計・建設規格 PVC-3171, PVC-3174, PVC-3175(1), PVC-3175(3)

強め輪の要否

|  |                |      |
|--|----------------|------|
| 胴板名称                                   | (2) ふた板 (円すい部) |      |
| 円すい形の胴の形                               | (d)            |      |
| 材料                                     | SM400C         |      |
| 最高使用圧力                                 | P (MPa)        | 0.78 |
| 最高使用温度                                 | (°C)           | 50   |
| 許容引張応力                                 | S (MPa)        | 100  |
| 継手効率                                   | $\eta$         | 0.70 |
| $100 \cdot P / (S \cdot \eta)$         |                | 1.11 |
| $\theta_2$                             | (°)            | 9.4  |
| 円すいの頂角の1/2                             | $\theta$ (°)   | 30.0 |
| 評価： $\theta_2 < \theta$ ，よって強め輪は必要である。 |                |      |

強め輪の計算

|                             |                          |                     |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------|
| 胴板名称                        | (2) ふた板 (円すい部)           |                     |
| 小径端に接続する胴の内径                | $D_s$ (mm)               | 151.00              |
| 小径端に接続する胴の最小厚さ              | $t_s$ (mm)               |                     |
| 円筒形の胴の計算上必要な厚さ              | $t'$ (mm)                | 0.64                |
| 円すい形の胴の最小厚さ                 | $t$ (mm)                 |                     |
| 円筒形の胴の余肉の割合                 | $m_1$                    | 8.40                |
| 円すい形の胴の余肉の割合                | $m_2$                    | 11.43               |
| $m_1, m_2$ の小さい値            | $m$                      | 8.40                |
| 接続部からの有効距離                  | $a$ (mm)                 | 20.76               |
| 強め輪に必要な断面積                  | $A$ (mm <sup>2</sup> )   | 12.59               |
| 強め輪の有効断面積                   | $A_e$ (mm <sup>2</sup> ) | $2.321 \times 10^3$ |
| 評価： $A_e \geq A$ ，よって十分である。 |                          |                     |

2.5 容器の補強を要しない穴の最大径の計算

設計・建設規格 PVC-3150(2)

|                                  |                    |               |
|----------------------------------|--------------------|---------------|
| 胴板名称                             |                    | (1) 胴板        |
| 材料                               |                    | SM400C        |
| 最高使用圧力                           | P (MPa)            | 0.78          |
| 最高使用温度                           | (°C)               | 50            |
| 胴の外径                             | D (mm)             | 910.00        |
| 許容引張応力                           | S (MPa)            | 100           |
| 胴板の最小厚さ                          | $t_s$ (mm)         |               |
| 継手効率                             | $\eta$             | 1.00          |
| 継手の種類                            |                    | 継手無し          |
| 放射線検査の有無                         |                    | -             |
| $d_{r1} = (D - 2 \cdot t_s) / 4$ | (mm)               |               |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値               | (mm)               | 61.00         |
| K                                |                    |               |
| $D \cdot t_s$                    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値              | (mm)               | 177.40        |
| 補強を要しない穴の最大径                     | (mm)               | 177.40        |
| 評価：補強の計算を要する穴の名称                 |                    | 海水出口 (2.6(1)) |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-1-5 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.6 容器の穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 W E L D - 3

|                             |          |                    |                     |
|-----------------------------|----------|--------------------|---------------------|
| 部材名称                        | (1) 海水出口 |                    |                     |
| 胴板材料                        | SM400C   |                    |                     |
| 管台材料                        | SM400C   |                    |                     |
| 最高使用圧力                      | P        | (MPa)              | 0.78                |
| 最高使用温度                      |          | (°C)               | 50                  |
| 胴板の許容引張応力                   | $S_s$    | (MPa)              | 100                 |
| 管台の許容引張応力                   | $S_n$    | (MPa)              | 100                 |
| 穴の径                         | d        | (mm)               |                     |
| 管台が取り付く穴の径                  | $d_w$    | (mm)               |                     |
| 胴板の最小厚さ                     | $t_s$    | (mm)               |                     |
| 管台の最小厚さ                     | $t_n$    | (mm)               |                     |
| 胴板の継手効率                     | $\eta$   |                    |                     |
| 係数                          | F        |                    | 1.00                |
| 胴の内径                        | $D_i$    | (mm)               | 872.00              |
| 胴板の計算上必要な厚さ                 | $t_{sr}$ | (mm)               | 3.42                |
| 管台の計算上必要な厚さ                 | $t_{nr}$ | (mm)               |                     |
| 穴の補強に必要な面積                  | $A_r$    | (mm <sup>2</sup> ) |                     |
| 補強の有効範囲                     | $X_1$    | (mm)               |                     |
| 補強の有効範囲                     | $X_2$    | (mm)               |                     |
| 補強の有効範囲                     | X        | (mm)               |                     |
| 補強の有効範囲                     | $Y_1$    | (mm)               |                     |
| 管台の外径                       | $D_{on}$ | (mm)               | 508.00              |
| 溶接寸法                        | $L_1$    | (mm)               | 9.00                |
| 胴板の有効補強面積                   | $A_1$    | (mm <sup>2</sup> ) |                     |
| 管台の有効補強面積                   | $A_2$    | (mm <sup>2</sup> ) |                     |
| すみ肉溶接部の有効補強面積               | $A_3$    | (mm <sup>2</sup> ) |                     |
| 補強に有効な総面積                   | $A_0$    | (mm <sup>2</sup> ) | $3.653 \times 10^3$ |
| 補強： $A_0 > A_r$ , よって十分である。 |          |                    |                     |

注記\*： $X_1$ 、 $X_2$ は構造上取り得る範囲とした。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|   |                             |        |
|---|-----------------------------|--------|
| 部材名称  | (1) 海水出口                    |        |
| 大きい穴の補強                                       |                             |        |
| 補強を要する穴の限界径                                   | $d_j$ (mm)                  | 436.00 |
| 評価： $d > d_j$ , よって大きい穴の補強計算は必要である。           |                             |        |
| 補強の有効範囲                                       | $X_{j1}$ (mm)               |        |
| 補強の有効範囲                                       | $X_{j2}$ (mm)               |        |
| 補強の有効範囲                                       | $X_j$ (mm)                  |        |
| 穴の補強に必要な面積                                    | $A_{jr}$ (mm <sup>2</sup> ) |        |
| 胴板の有効補強面積                                     | $A_{j1}$ (mm <sup>2</sup> ) |        |
| 管台の有効補強面積                                     | $A_{j2}$ (mm <sup>2</sup> ) |        |
| すみ肉溶接部の有効補強面積                                 | $A_{j3}$ (mm <sup>2</sup> ) |        |
| 補強に有効な総面積                                     | $A_{j0}$ (mm <sup>2</sup> ) |        |
| 評価： $A_{j0} > A_{jr}$ , よって十分である。             |                             |        |
| 溶接部にかかる荷重                                     | $W_1$ (N)                   |        |
| 溶接部にかかる荷重                                     | $W_2$ (N)                   |        |
| 溶接部の負うべき荷重                                    | $W$ (N)                     |        |
| 評価： $W < 0$ , よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |                             |        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

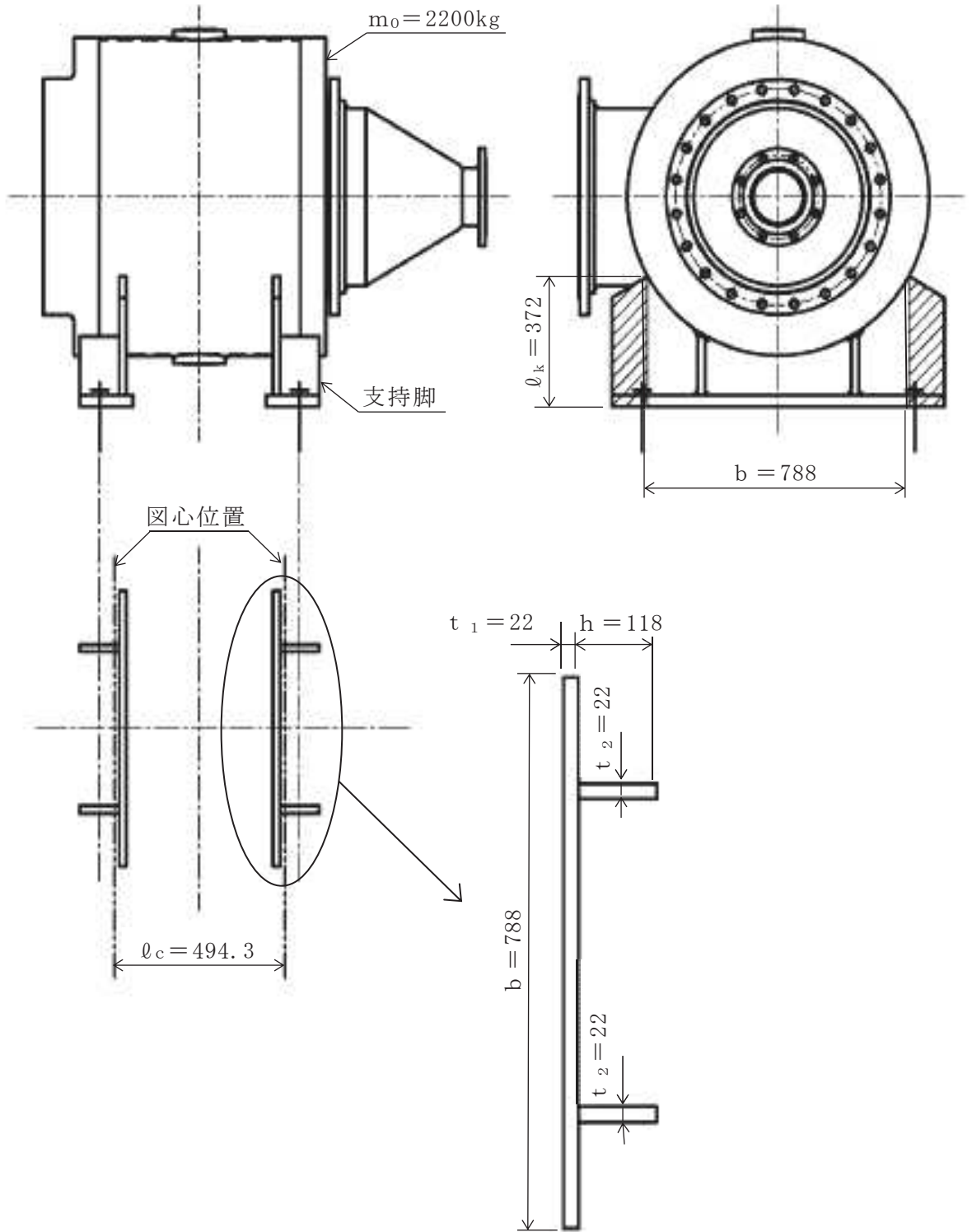
3. 支持構造物の強度計算書

(1) 一次圧縮応力及び一次曲げ応力による組合せ評価

| 種類      | 脚本数 | 材料    | 最高使用温度<br>(°C) | F 値<br>(MPa) | 鉛直荷重<br>$F_c$ (N) | 断面積<br>A (mm <sup>2</sup> ) | 曲げモーメント<br>M (N・mm) | 断面係数<br>Z (mm <sup>3</sup> ) |
|---------|-----|-------|----------------|--------------|-------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|
| 横置円筒形容器 | 2   | SS400 | 50             | 231          |                   |                             |                     |                              |

| 一次圧縮応力<br>$\sigma_c$ (MPa) | 許容圧縮応力<br>$f_c$ (MPa) | 一次曲げ応力<br>$\sigma_b$ (MPa) | 許容曲げ応力<br>$f_b$ (MPa) | 組合せ評価<br>$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1$ | 評価                       |
|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---|--------------------------|
|                            |                       |                            |                       | 0.08  | 算出値は、許容値以下であるので強度は十分である。 |





(単位 : mm)

原子炉補機冷却海水系ストレーナ 支持構造物の強度計算説明図

VI-3-3-3-6-1-6 管の強度計算書（原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系）

目 次

VI-3-3-3-6-1-6-1 管の基本板厚計算書（原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系）

VI-3-3-3-6-1-6-1 管の基本板厚計算書  
(原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系)

1. 原子炉補機冷却水系

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                   |                     | 施工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分            | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(℃) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |                 |                 |           |
| 1    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示   | —               | SA-2      |
| 2    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示   | —               | SA-2      |
| 3    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示   | —               | SA-2      |
| 4    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示   | —               | SA-2      |
| 5    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示   | —               | SA-2      |
| 6    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示   | —               | SA-2      |
| 7    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示   | —               | SA-2      |
| 8    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示   | —               | SA-2      |
| 9    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示   | —               | SA-2      |
| 9    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                 | —                   | 70                         | —            | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                   |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分            | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(℃) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |                 |                 |           |
| 10   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 11   | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                 | 1.18                | 70                         | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 12   | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                 | 1.18                | 70                         | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 13   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 13   | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                 | 1.18                | 70                         | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 14   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 15   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 15   | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                 | 1.18                | 70                         | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 16   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                | 1.18                | 70                         | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 16   | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                 | 1.18                | 70                         | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 17   | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                 | 1.18                | 70                         | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |



| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか |                  | クラスアップするか |           |                  |                     | 条件アップするか           |                     |                    |   | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格    | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|------|----------------|---|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---|----------------------------|-----------------|------|-----------------|-----------|
|      |                | クラス<br>アップ<br>の有無                       | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) | SA条件<br>温度<br>(°C) |   |                            |                 |      |                 |           |
| 18   | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                 | — | S55告示                      | 設計・建設規格<br>又は告示 | —    | SA-2            |           |
| 18   | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 1.18                | 70                 | — | —                          | 設計・建設規格         | —    | SA-2            |           |
| 19   | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                 | — | S55告示                      | 設計・建設規格<br>又は告示 | —    | SA-2            |           |
| 20   | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 1.18                | 70                 | — | —                          | 設計・建設規格         | —    | SA-2            |           |
| 21   | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 1.18                | 70                 | — | —                          | 設計・建設規格         | —    | SA-2            |           |
| 21   | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                 | — | S55告示                      | 設計・建設規格<br>又は告示 | —    | SA-2            |           |

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか |                  |           |           | クラスアップするか        |                     |                    |                     | 条件アップするか           |   |      |    | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格  | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|------|----------------|---|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---|------|----|----------------------------|---------------|------|-----------------|-----------|
|      |                | クラス<br>アップ<br>の有無                       | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) | SA条件<br>温度<br>(°C) |   |      |    |                            |               |      |                 |           |
| T1   | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                 | 無 | 1.18 | 70 | —                          | S55告示<br>又は告示 | —    | SA-2            |           |
| T2   | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                 | 無 | 1.18 | 70 | —                          | S55告示<br>又は告示 | —    | SA-2            |           |
| T3   | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                 | 無 | 1.18 | 70 | —                          | S55告示<br>又は告示 | —    | SA-2            |           |
| T4   | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                 | 無 | 1.18 | 70 | —                          | S55告示<br>又は告示 | —    | SA-2            |           |
| T5   | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                 | 無 | 1.18 | 70 | —                          | S55告示<br>又は告示 | —    | SA-2            |           |
| T6   | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                 | 無 | 1.18 | 70 | —                          | S55告示<br>又は告示 | —    | SA-2            |           |
| T7   | 既設             | 有                                       | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                 | 無 | 1.18 | 70 | —                          | S55告示<br>又は告示 | —    | SA-2            |           |

・適用規格の選定

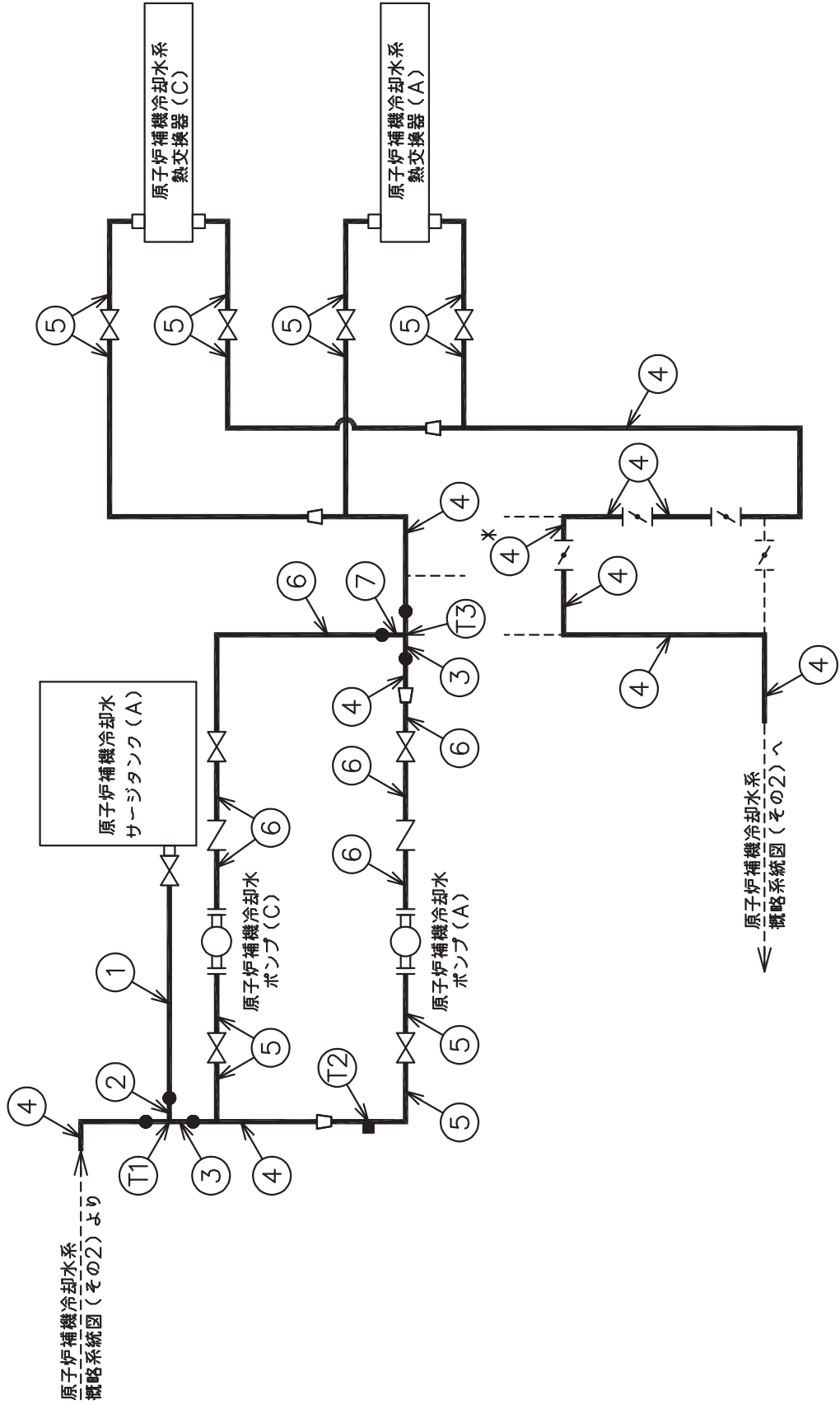
| 管No. | 評価項目   | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 7    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 8    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 9    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 9    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 10   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 11   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 12   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 13   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 13   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 14   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 15   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 15   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 16   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 16   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 17   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |

| 管No. | 評価項目     | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|----------|-----------------|------|---------|
| 18   | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 18   | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 19   | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 20   | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 21   | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 21   | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| T1   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| T2   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| T3   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| T4   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| T5   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| T6   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| T7   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

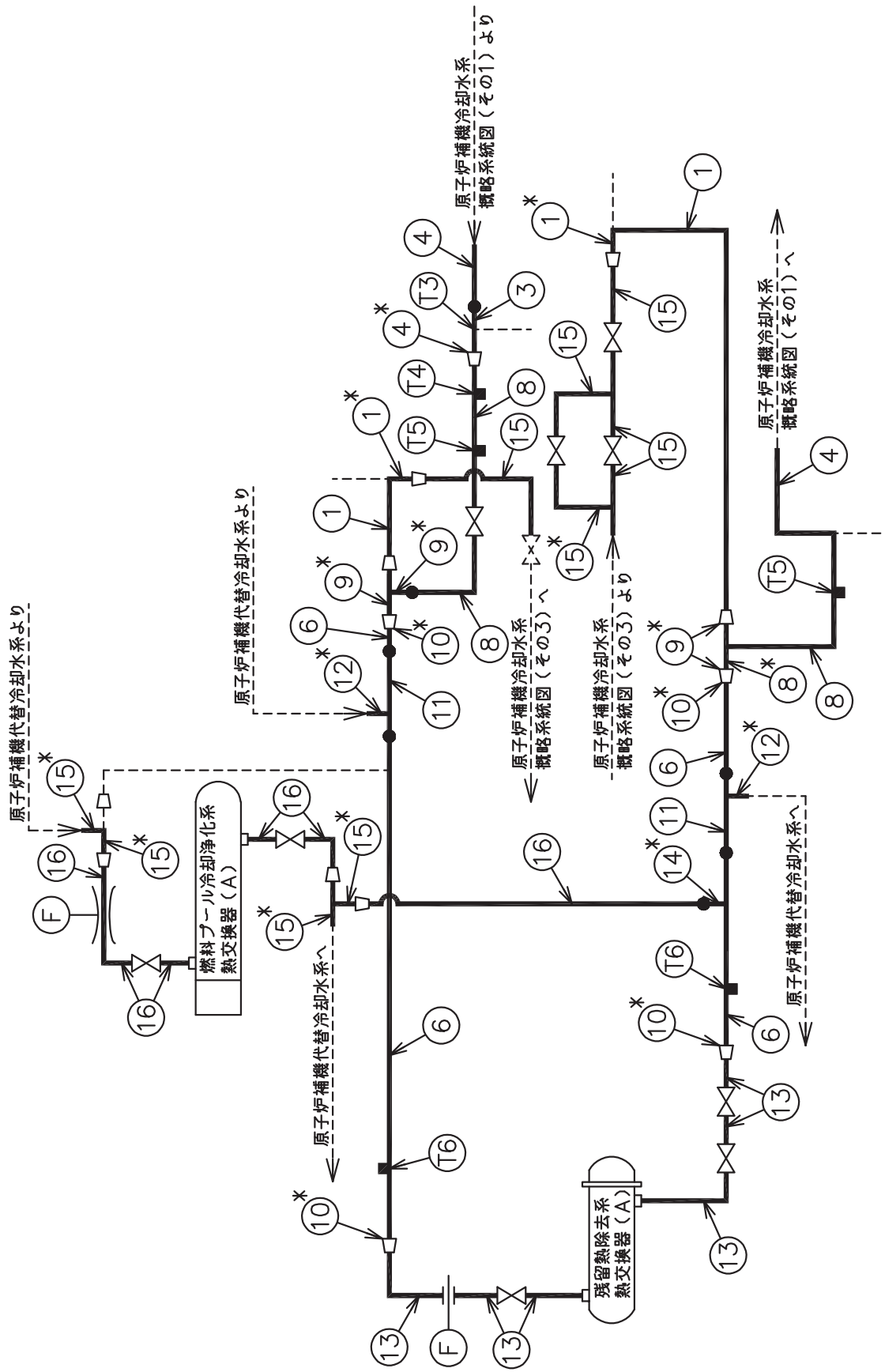
目次

|                    |    |
|--------------------|----|
| 1. 概略系統図 .....     | 1  |
| 2. 管の強度計算書 .....   | 7  |
| 3. 管の穴と補強計算書 ..... | 10 |

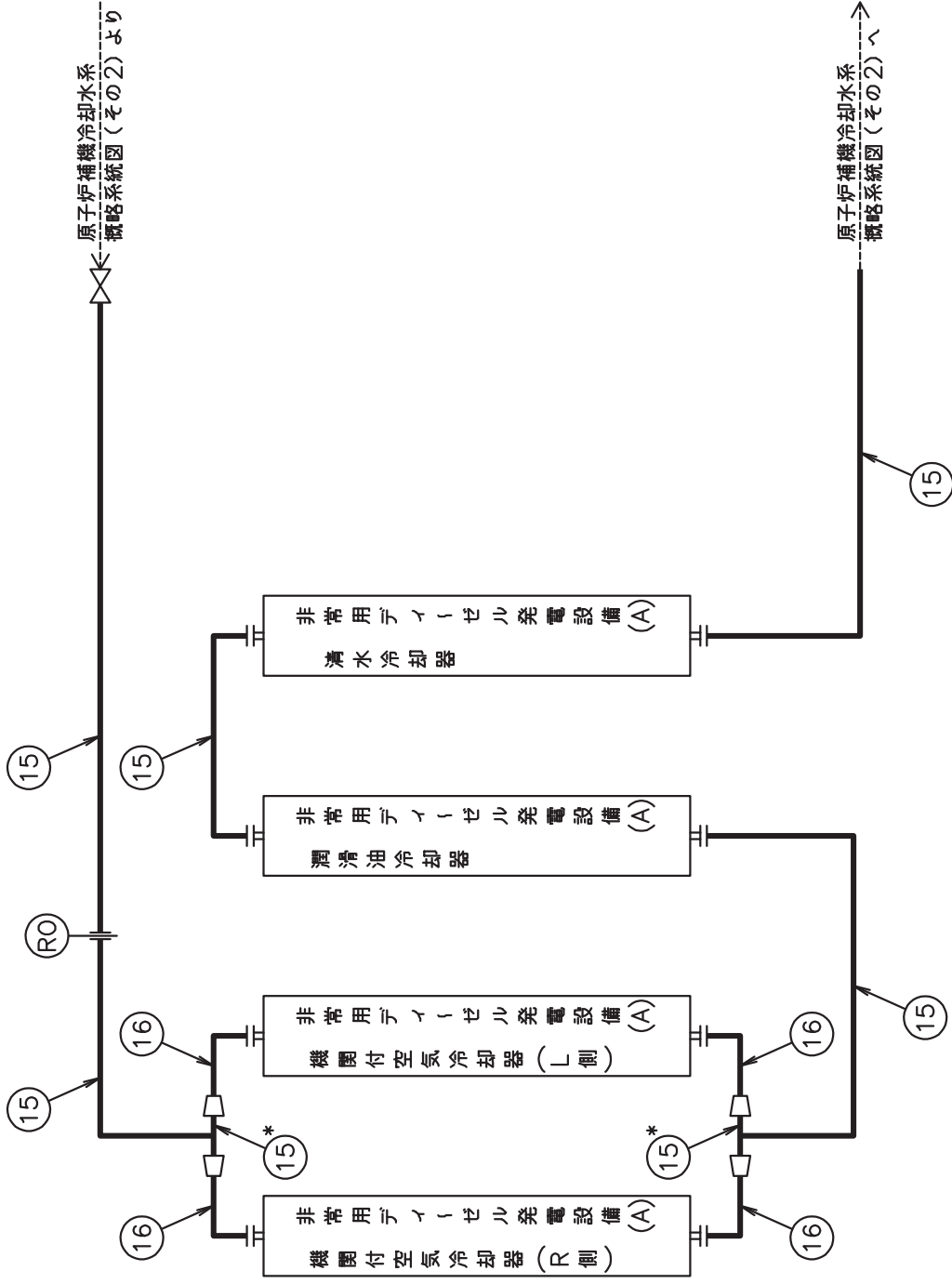
1. 概略系統図



注記\*：管継手  
原子炉補機冷却水系概略系統図(その1)

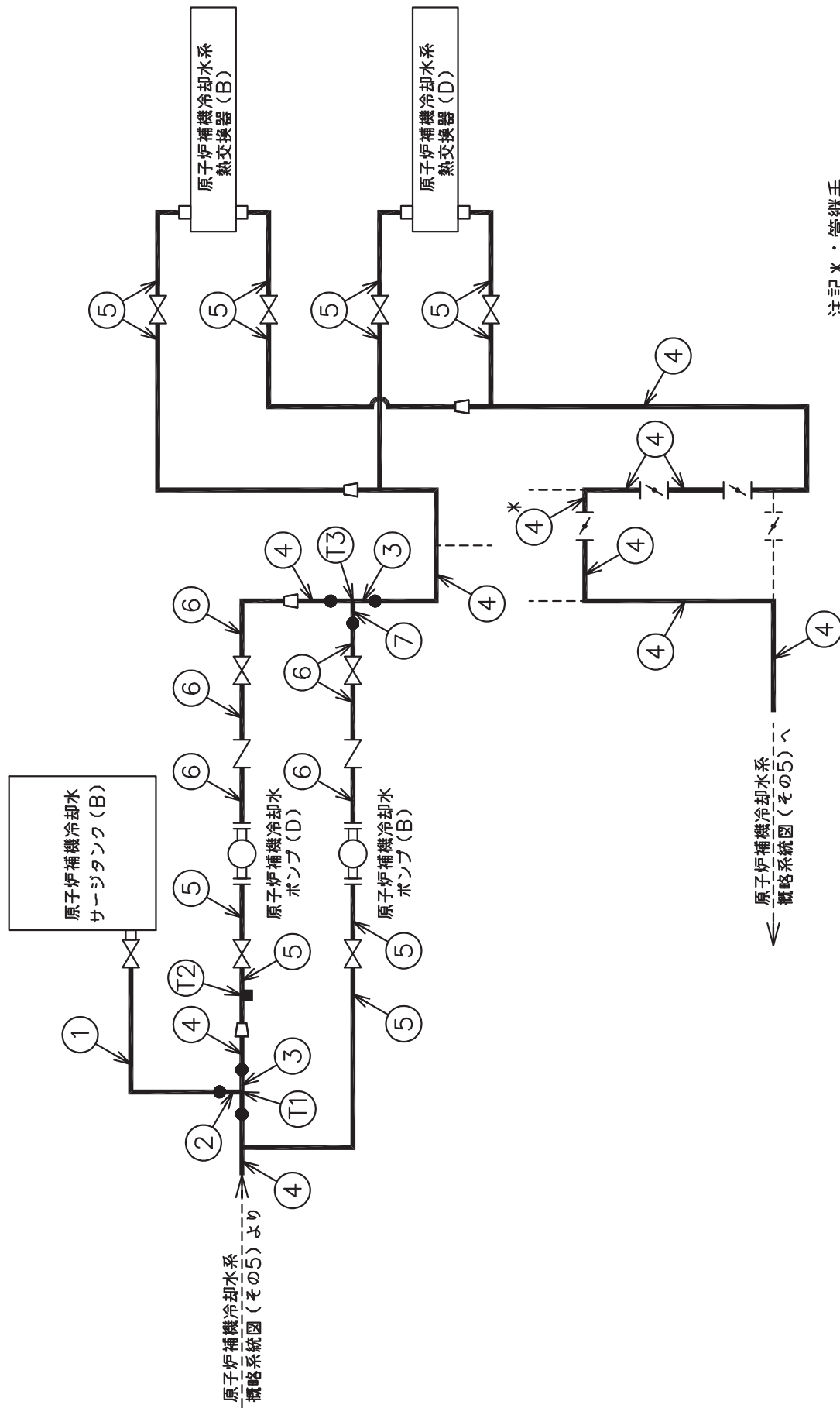


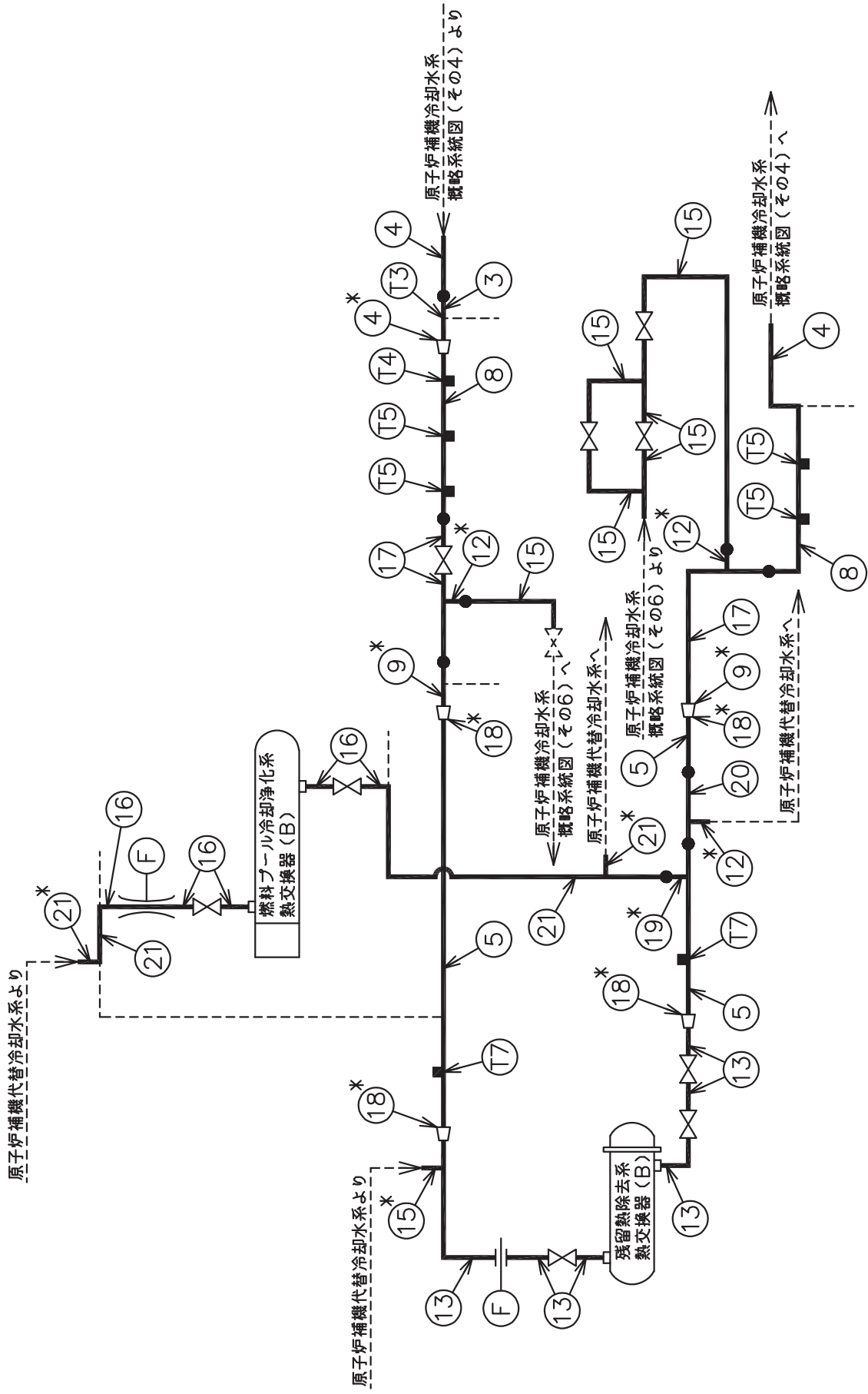
注記\*: 管継手  
原子炉補機冷却水系概略系統図(その2)



注記\*：管継手  
原子炉補機冷却水系概略系統図(その3)

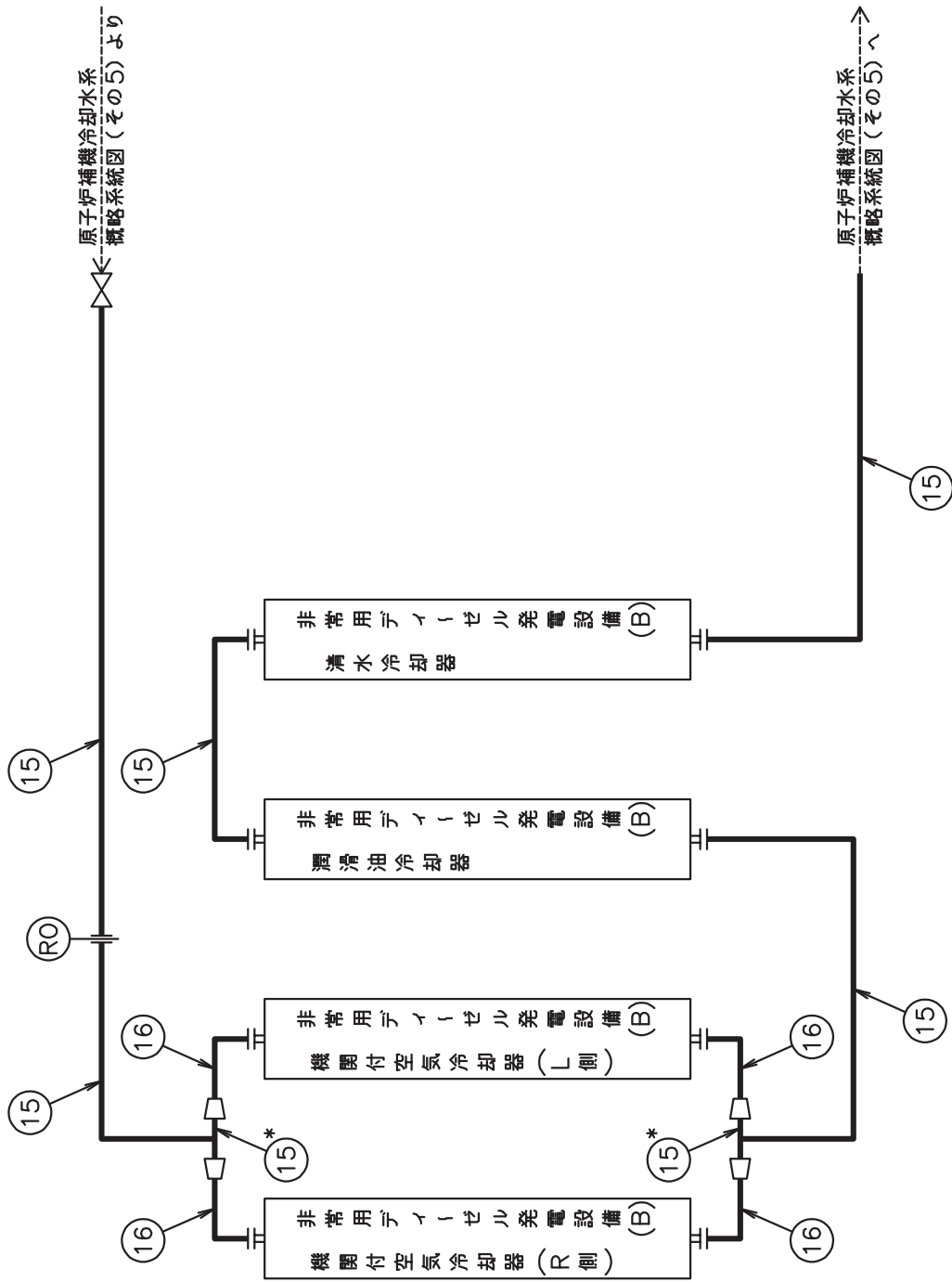






注記\*：管継手

原子炉補機冷却水系概略系統図 (その5)



注記\*：管継手  
原子炉補機冷却水系概略系統図(その6)

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材<br>料            | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q      | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|-------------------|--------|-------------|------------|------|--------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 1.18                 | 70                 | 318.50                       | 10.30        | STS42<br>STS410   | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5%  | 9.01                   | 1.82      | C      | 3.80                   |
| 2   | 1.18                 | 70                 | 318.50                       | 10.30        | SM41C<br>(SM400C) | W      | 2           | 100        | 0.70 | 1.00mm | 9.30                   | 2.67      | C      | 3.80                   |
| 3   | 1.18                 | 70                 | 609.60                       | 17.50        | SM41C<br>(SM400C) | W      | 2           | 100        | 0.70 | 1.00mm | 16.50                  | 5.11      | A      | 5.11                   |
| 4   | 1.18                 | 70                 | 609.60                       | 9.50         | SM41C<br>(SM400C) | W      | 2           | 100        | 0.70 | 1.00mm | 8.50                   | 5.11      | A      | 5.11                   |
| 5   | 1.18                 | 70                 | 457.20                       | 9.50         | SM41C<br>SM400C   | W      | 2           | 100        | 0.70 | 1.00mm | 8.50                   | 3.83      | A      | 3.83                   |
| 6   | 1.18                 | 70                 | 406.40                       | 9.50         | SM41C<br>SM400C   | W      | 2           | 100        | 0.70 | 1.00mm | 8.50                   | 3.41      | C      | 3.80                   |
| 7   | 1.18                 | 70                 | 406.40                       | 12.70        | SM41C<br>(SM400C) | W      | 2           | 100        | 0.70 | 1.00mm | 11.70                  | 3.41      | C      | 3.80                   |
| 8   | 1.18                 | 70                 | 508.00                       | 9.50         | SM41C<br>SM400C   | W      | 2           | 100        | 0.70 | 1.00mm | 8.50                   | 4.26      | A      | 4.26                   |
| 9   | 1.18                 | 70                 | 508.00                       | 9.50         | STS410            | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5%  | 8.31                   | 2.90      | C      | 3.80                   |
| 10  | 1.18                 | 70                 | 406.40                       | 9.50         | STS410            | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5%  | 8.31                   | 2.32      | C      | 3.80                   |

評価:  $t_s \geq t_r$  によって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材<br>料          | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q      | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|-----------------|--------|-------------|------------|------|--------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 11  | 1.18                 | 70                 | 406.40                       | 9.50         | SM400C          | W      | 2           | 100        | 1.00 | 1.00mm | 8.50                   | 2.39      | C      | 3.80                   |
| 12  | 1.18                 | 70                 | 216.30                       | 8.20         | SM400C          | W      | 2           | 100        | 1.00 | 1.00mm | 7.20                   | 1.27      | C      | 3.80                   |
| 13  | 1.18                 | 70                 | 355.60                       | 11.10        | STS42<br>STS410 | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5%  | 9.71                   | 2.03      | C      | 3.80                   |
| 14  | 1.18                 | 70                 | 165.20                       | 7.10         | SM400C          | W      | 2           | 100        | 0.70 | 12.5%  | 6.21                   | 1.39      | C      | 3.80                   |
| 15  | 1.18                 | 70                 | 216.30                       | 8.20         | STS42<br>STS410 | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5%  | 7.17                   | 1.24      | C      | 3.80                   |
| 16  | 1.18                 | 70                 | 165.20                       | 7.10         | STS410          | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5%  | 6.21                   | 0.95      | C      | 3.80                   |
| 17  | 1.18                 | 70                 | 508.00                       | 9.50         | SM400C          | W      | 2           | 100        | 1.00 | 1.00mm | 8.50                   | 2.99      | C      | 3.80                   |
| 18  | 1.18                 | 70                 | 457.20                       | 9.50         | STS410          | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5%  | 8.31                   | 2.61      | C      | 3.80                   |
| 19  | 1.18                 | 70                 | 267.40                       | 9.30         | SM400C          | W      | 2           | 100        | 0.70 | 1.00mm | 8.30                   | 2.24      | C      | 3.80                   |
| 20  | 1.18                 | 70                 | 457.20                       | 9.50         | SM400C          | W      | 2           | 100        | 1.00 | 1.00mm | 8.50                   | 2.69      | C      | 3.80                   |

評価: t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>, よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材<br>料          | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|-----------------|--------|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 21  | 1.18                 | 70                 | 267.40                       | 9.30         | STS42<br>STS410 | S      | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 8.13                   | 1.53      | C      | 3.80                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

3. 管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3420 準用

|                               |                |                                       |                   |   |
|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------|---|
| NO.                           | T1             | $A_r$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | $1.149 \times 10^3$                               |
| 形式                            | C              | $A_0$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | $4.224 \times 10^3$                               |
| 最高使用圧力 (MPa)                  | 1.18           | $A_1$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | $3.875 \times 10^3$                               |
| 最高使用温度 ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 70             | $A_2$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | 349.2   |
| 主管と管台の角度 ( $^{\circ}$ )       |                | $A_3$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | —   |
|                               |                | $A_4$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | —   |
| 主管材料                          | SM41C (SM400C) | 詳細： $A_0 > A_r$<br>よって十分である。          |                   |   |
| $S_r$ (MPa)                   | 100            |                                       |                   |   |
| $D_{or}$ (mm)                 | 609.60         |                                       |                   |   |
| $D_{ir}$ (mm)                 |                |                                       |                   |   |
| $t_{ro}$ (mm)                 | 17.50          |                                       |                   |   |
| $Q_r$                         |                | $d_{rD}$                              | (mm)              |   |
| $t_r$ (mm)                    |                | $L_{AD}$                              | (mm)              |   |
| $t_{rr}$ (mm)                 | 3.58           | $L_{ND}$                              | (mm)              |   |
| $\eta$                        | 1.00           | $A_{rD}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | 765.9   |
|                               |                | $A_{0D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | $2.287 \times 10^3$                               |
|                               |                | $A_{1D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | $1.937 \times 10^3$                               |
| 管台材料                          | SM41C (SM400C) | $A_{2D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | 349.2   |
| $S_b$ (MPa)                   | 100            | $A_{3D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | —   |
| $D_{ob}$ (mm)                 | 318.50         | $A_{4D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | —   |
| $D_{ib}$ (mm)                 |                | 詳細： $A_{0D} \geq A_{rD}$<br>よって十分である。 |                   |   |
| $t_{bn}$ (mm)                 | 10.30          |                                       |                   |   |
| $Q_b$                         |                |                                       |                   |   |
| $t_b$ (mm)                    |                |                                       |                   |   |
| $t_{br}$ (mm)                 | 1.79           |                                       |                   |   |
|                               |                | $W$                                   | (N)               | —   |
|                               |                | $F_1$                                 |                   | —   |
|                               |                | $F_2$                                 |                   | —   |
| 強め材材料                         | —              | $F_3$                                 |                   | —   |
| $S_e$ (MPa)                   | —              | $S_{w1}$                              | (MPa)             | —   |
| $D_{oe}$ (mm)                 | —              | $S_{w2}$                              | (MPa)             | —   |
| $t_e$ (mm)                    | —              | $S_{w3}$                              | (MPa)             | —   |
|                               |                | $W_{e1}$                              | (N)               | —   |
| 穴の径 $d$ (mm)                  |                | $W_{e2}$                              | (N)               | —   |
| $K$                           |                | $W_{e3}$                              | (N)               | —   |
| $d_{fr}$ (mm)                 |                | $W_{e4}$                              | (N)               | —   |
| $L_A$ (mm)                    |                | $W_{e5}$                              | (N)               | —   |
| $L_N$ (mm)                    |                | $W_{ebp}$                             | (N)               | —   |
| $L_1$ (mm)                    |                | $W_{ebp}$                             | (N)               | —   |
| $L_2$ (mm)                    |                | $W_{ebp}$                             | (N)               | —   |
|                               |                |                                       |                   | 詳細： $W \leq 0$<br>よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPC-3422 準用

|  |               |               |        |
|--|---------------|---------------|--------|
| NO.  |               | T2            |        |
| 形 式  |               | A             |        |
| 最高使用圧力   | P (MPa)       | 1.18          |        |
| 最高使用温度   | (°C)          | 70            |        |
| 主管と管台の角度   | $\alpha$ (°)  |               |        |
| 主<br>管   | 材 料           | SM41C(SM400C) |        |
|  | 許容引張応力        | $S_r$ (MPa)   | 100    |
|  | 外 径           | $D_{or}$ (mm) | 457.20 |
|  | 内 径           | $D_{ir}$ (mm) | 440.20 |
|  | 公称厚さ          | $t_{ro}$ (mm) | 9.50   |
|  | 厚さの負の許容差      | $Q_r$         | 1.00mm |
|  | 最小厚さ          | $t_r$ (mm)    | 8.50   |
|  | 継手効率          | $\eta$        | 1.00   |
| 管<br>台   | 材 料           | SF50A(SF490A) |        |
|  | 外 径           | $D_{ob}$ (mm) | 152.30 |
|  | 内 径           | $D_{ib}$ (mm) |        |
|  | 公称厚さ          | $t_{bn}$ (mm) | 25.00  |
| 穴の径  | d (mm)        |               |        |
| $d_{r1} = D_{ir} / 4$  | (mm)          | 110.05        |        |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値   | (mm)          | 61.00         |        |
| K  |               | 0.3487        |        |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値  | (mm)          | 109.70        |        |
| 補強不要な穴の最大径   | $d_{fr}$ (mm) | 109.70        |        |
| <p>評価： <math>d \leq d_{fr}</math></p> <p>よって管の穴の補強計算は必要ない。</p> |               |               |        |

O2 ③ VI-3-3-3-6-1-6-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3420 準用

|                               |                |                                       |                   |   |
|-------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------|---|
| NO.                           | T3             | $A_r$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | $1.467 \times 10^3$                               |
| 形式                            | C              | $A_0$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | $5.499 \times 10^3$                               |
| 最高使用圧力 (MPa)                  | 1.18           | $A_1$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | $4.948 \times 10^3$                               |
| 最高使用温度 ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 70             | $A_2$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | 551.1   |
| 主管と管台の角度 ( $^{\circ}$ )       |                | $A_3$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | —   |
|                               |                | $A_4$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | —   |
| 主管材料                          | SM41C (SM400C) | 詳細： $A_0 > A_r$<br>よって十分である。          |                   |   |
| $S_r$ (MPa)                   | 100            |                                       |                   |   |
| $D_{or}$ (mm)                 | 609.60         |                                       |                   |   |
| $D_{ir}$ (mm)                 |                |                                       |                   |   |
| $t_{ro}$ (mm)                 | 17.50          |                                       |                   |   |
| $Q_r$                         |                | $d_{f r D}$                           | (mm)              |   |
| $t_r$ (mm)                    |                | $L_{AD}$                              | (mm)              |   |
| $t_{rr}$ (mm)                 | 3.58           | $L_{ND}$                              | (mm)              |   |
| $\eta$                        | 1.00           | $A_{rD}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | 978.1   |
|                               |                | $A_{0D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | $3.025 \times 10^3$                               |
|                               |                | $A_{1D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | $2.474 \times 10^3$                               |
| 管台材料                          | SM41C (SM400C) | $A_{2D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | 551.1   |
| $S_b$ (MPa)                   | 100            | $A_{3D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | —   |
| $D_{ob}$ (mm)                 | 406.40         | $A_{4D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | —   |
| $D_{ib}$ (mm)                 |                | 詳細： $A_{0D} \geq A_{rD}$<br>よって十分である。 |                   |   |
| $t_{bn}$ (mm)                 | 12.70          |                                       |                   |   |
| $Q_b$                         |                |                                       |                   |   |
| $t_b$ (mm)                    |                |                                       |                   |   |
| $t_{br}$ (mm)                 | 2.28           |                                       |                   |   |
|                               |                | $W$                                   | (N)               | —   |
|                               |                | $F_1$                                 |                   | —   |
|                               |                | $F_2$                                 |                   | —   |
| 強め材材料                         | —              | $F_3$                                 |                   | —   |
| $S_e$ (MPa)                   | —              | $S_{w1}$                              | (MPa)             | —   |
| $D_{oe}$ (mm)                 | —              | $S_{w2}$                              | (MPa)             | —   |
| $t_e$ (mm)                    | —              | $S_{w3}$                              | (MPa)             | —   |
|                               |                | $W_{e1}$                              | (N)               | —   |
| 穴の径 $d$ (mm)                  |                | $W_{e2}$                              | (N)               | —   |
| $K$                           |                | $W_{e3}$                              | (N)               | —   |
| $d_{fr}$ (mm)                 |                | $W_{e4}$                              | (N)               | —   |
| $L_A$ (mm)                    |                | $W_{e5}$                              | (N)               | —   |
| $L_N$ (mm)                    |                | $W_{ebp}$                             | (N)               | —   |
| $L_1$ (mm)                    |                | $W_{ebp}$                             | (N)               | —   |
| $L_2$ (mm)                    |                | $W_{ebp}$                             | (N)               | —   |
|                               |                |                                       |                   | 詳細： $W \leq 0$<br>よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPC-3422 準用

|  |               |                      |
|--|---------------|----------------------|
| NO.  |               | T4                   |
| 形 式  |               | A                    |
| 最高使用圧力   | P (MPa)       | 1.18                 |
| 最高使用温度   | (°C)          | 70                   |
| 主管と管台の角度   | $\alpha$ (°)  |                      |
| 主<br>管   | 材 料           | SM41C(SM400C)        |
|  | 許容引張応力        | $S_r$ (MPa) 100      |
|  | 外 径           | $D_{or}$ (mm) 508.00 |
|  | 内 径           | $D_{ir}$ (mm) 491.00 |
|  | 公称厚さ          | $t_{ro}$ (mm) 9.50   |
|  | 厚さの負の許容差      | $Q_r$ 1.00mm         |
|  | 最小厚さ          | $t_r$ (mm) 8.50      |
|  | 継手効率          | $\eta$ 1.00          |
| 管<br>台   | 材 料           | SF50A(SF490A)        |
|  | 外 径           | $D_{ob}$ (mm) 152.30 |
|  | 内 径           | $D_{ib}$ (mm)        |
|  | 公称厚さ          | $t_{bn}$ (mm) 25.00  |
| 穴の径  | d (mm)        |                      |
| $d_{r1} = D_{ir} / 4$  | (mm)          | 122.75               |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値   | (mm)          | 61.00                |
| K  |               | 0.3875               |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値  | (mm)          | 111.33               |
| 補強不要な穴の最大径   | $d_{fr}$ (mm) | 111.33               |
| <p>評価： <math>d \leq d_{fr}</math></p> <p>よって管の穴の補強計算は必要ない。</p> |               |                      |

O2 ③ VI-3-3-3-6-1-6-1 R0

管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPC-3422 準用

|  |               |               |        |
|--|---------------|---------------|--------|
| NO.  |               | T5            |        |
| 形 式  |               | A             |        |
| 最高使用圧力   | P (MPa)       | 1.18          |        |
| 最高使用温度   | (°C)          | 70            |        |
| 主管と管台の角度   | $\alpha$ (°)  |               |        |
| 主<br>管   | 材 料           | SM41C(SM400C) |        |
|  | 許容引張応力        | $S_r$ (MPa)   | 100    |
|  | 外 径           | $D_{or}$ (mm) | 508.00 |
|  | 内 径           | $D_{ir}$ (mm) | 491.00 |
|  | 公称厚さ          | $t_{ro}$ (mm) | 9.50   |
|  | 厚さの負の許容差      | $Q_r$         | 1.00mm |
|  | 最小厚さ          | $t_r$ (mm)    | 8.50   |
|  | 継手効率          | $\eta$        | 1.00   |
| 管<br>台   | 材 料           | SF50A(SF490A) |        |
|  | 外 径           | $D_{ob}$ (mm) | 118.10 |
|  | 内 径           | $D_{ib}$ (mm) |        |
|  | 公称厚さ          | $t_{bn}$ (mm) | 20.00  |
| 穴の径  | d (mm)        |               |        |
| $d_{r1} = D_{ir} / 4$  | (mm)          | 122.75        |        |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値   | (mm)          | 61.00         |        |
| K  |               | 0.3875        |        |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値  | (mm)          | 111.33        |        |
| 補強不要な穴の最大径   | $d_{fr}$ (mm) | 111.33        |        |
| <p>評価： <math>d \leq d_{fr}</math></p> <p>よって管の穴の補強計算は必要ない。</p> |               |               |        |

O2 ③ VI-3-3-3-6-1-6-1 R0

管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPC-3422 準用

|  |               |               |        |
|--|---------------|---------------|--------|
| NO.  |               | T6            |        |
| 形 式  |               | A             |        |
| 最高使用圧力   | P (MPa)       | 1.18          |        |
| 最高使用温度   | (°C)          | 70            |        |
| 主管と管台の角度   | $\alpha$ (°)  |               |        |
| 主<br>管   | 材 料           | SM400C        |        |
|  | 許容引張応力        | $S_r$ (MPa)   | 100    |
|  | 外 径           | $D_{or}$ (mm) | 406.40 |
|  | 内 径           | $D_{ir}$ (mm) | 389.40 |
|  | 公称厚さ          | $t_{ro}$ (mm) | 9.50   |
|  | 厚さの負の許容差      | $Q_r$         | 1.00mm |
|  | 最小厚さ          | $t_r$ (mm)    | 8.50   |
|  | 継手効率          | $\eta$        | 1.00   |
| 管<br>台   | 材 料           | SF50A(SF490A) |        |
|  | 外 径           | $D_{ob}$ (mm) | 152.30 |
|  | 内 径           | $D_{ib}$ (mm) |        |
|  | 公称厚さ          | $t_{bn}$ (mm) | 25.00  |
| 穴の径  | d (mm)        |               |        |
| $d_{r1} = D_{ir} / 4$  | (mm)          | 97.35         |        |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値   | (mm)          | 61.00         |        |
| K  |               | 0.3100        |        |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値  | (mm)          | 107.53        |        |
| 補強不要な穴の最大径   | $d_{fr}$ (mm) | 107.53        |        |
| <p>評価： <math>d \leq d_{fr}</math></p> <p>よって管の穴の補強計算は必要ない。</p> |               |               |        |

O2 ③ VI-3-3-3-6-1-6-1 R0

管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPC-3422 準用

|  |               |                      |
|--|---------------|----------------------|
| NO.  |               | T7                   |
| 形 式  |               | A                    |
| 最高使用圧力   | P (MPa)       | 1.18                 |
| 最高使用温度   | (°C)          | 70                   |
| 主管と管台の角度   | $\alpha$ (°)  |                      |
| 主<br>管   | 材 料           | SM41C (SM400C)       |
|  | 許容引張応力        | $S_r$ (MPa) 100      |
|  | 外 径           | $D_{or}$ (mm) 457.20 |
|  | 内 径           | $D_{ir}$ (mm) 440.20 |
|  | 公称厚さ          | $t_{ro}$ (mm) 9.50   |
|  | 厚さの負の許容差      | $Q_r$ 1.00mm         |
|  | 最小厚さ          | $t_r$ (mm) 8.50      |
|  | 継手効率          | $\eta$ 1.00          |
| 管<br>台   | 材 料           | SF50A (SF490A)       |
|  | 外 径           | $D_{ob}$ (mm) 105.90 |
|  | 内 径           | $D_{ib}$ (mm)        |
|  | 公称厚さ          | $t_{bn}$ (mm) 20.00  |
| 穴の径  | d (mm)        |                      |
| $d_{r1} = D_{ir} / 4$  | (mm)          | 110.05               |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値   | (mm)          | 61.00                |
| K  |               | 0.3487               |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値  | (mm)          | 109.70               |
| 補強不要な穴の最大径   | $d_{fr}$ (mm) | 109.70               |
| <p>評価： <math>d \leq d_{fr}</math></p> <p>よって管の穴の補強計算は必要ない。</p> |               |                      |

O2 ③ VI-3-3-3-6-1-6-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2. 原子炉補機冷却海水系

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |                    |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|--------------------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |       |                 |           | SA条件<br>温度<br>(°C) |
| 1    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 0.78                | 50                 | 0.78                | 50                         | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2               |
| T1   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 0.78                | 50                 | 0.78                | 50                         | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2               |
| T2   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 0.78                | 50                 | 0.78                | 50                         | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2               |



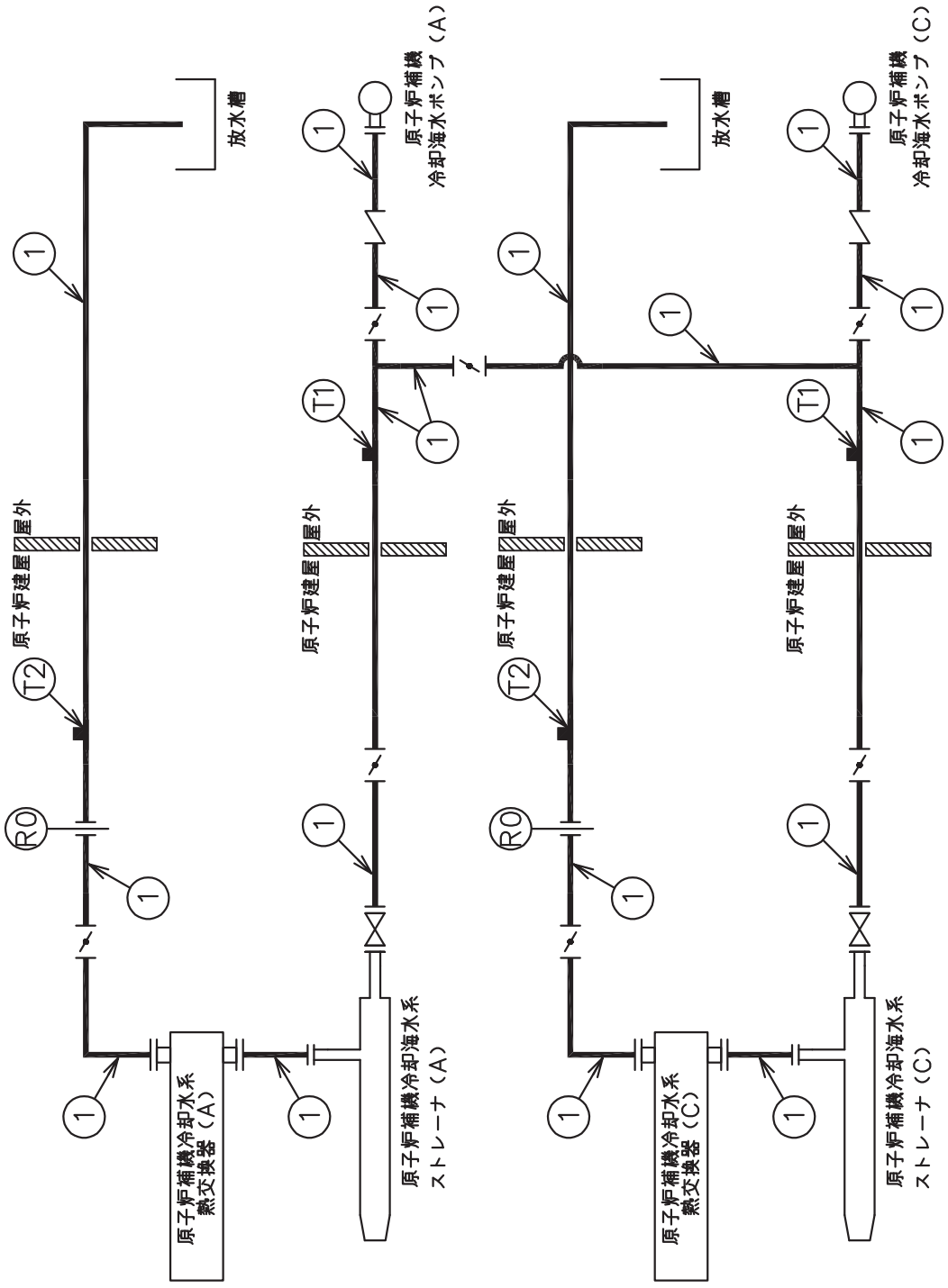
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目     | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|----------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| T1   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| T2   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

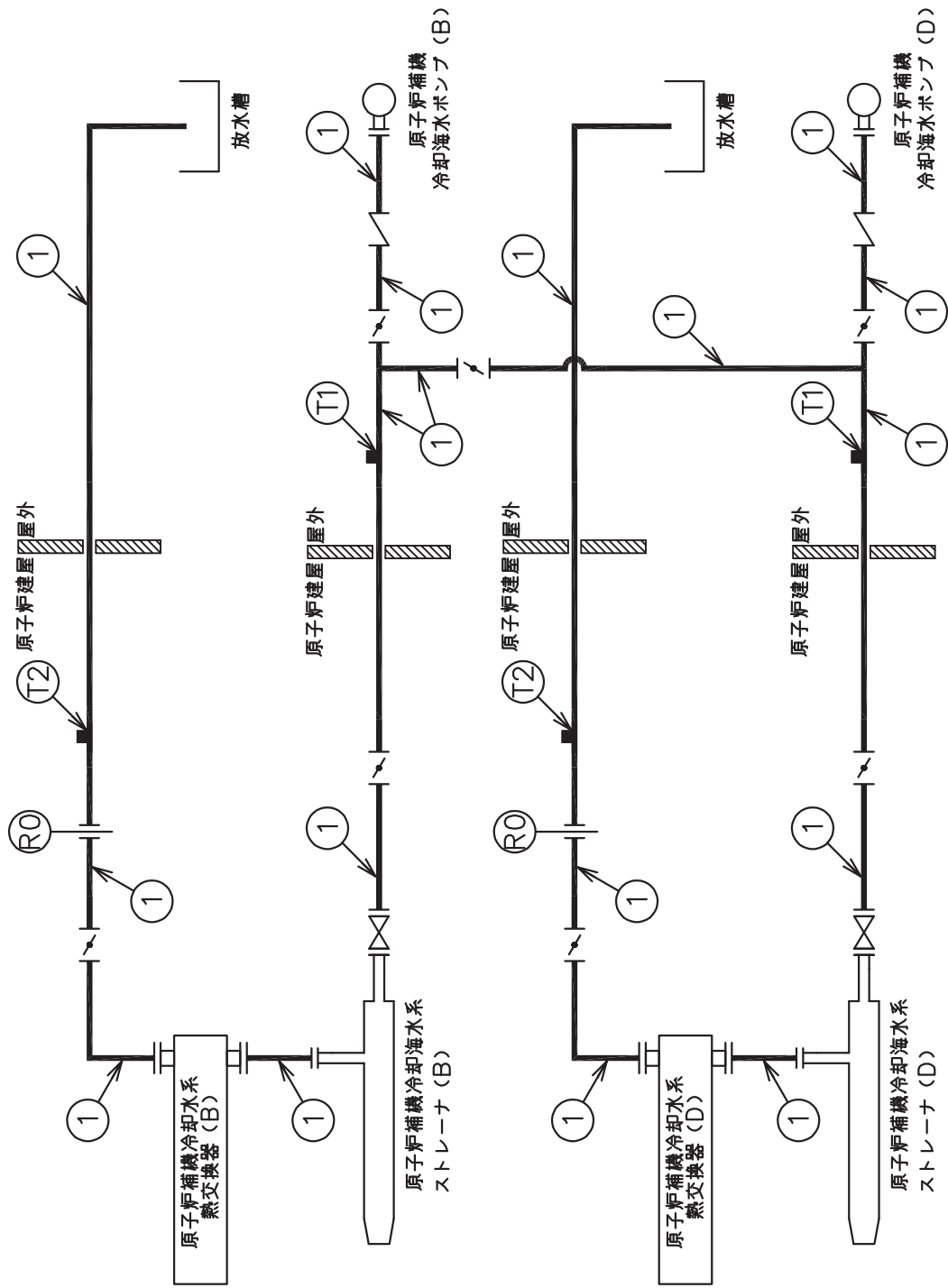
## 目次

|                    |   |
|--------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....     | 1 |
| 2. 管の強度計算書 .....   | 3 |
| 3. 管の穴と補強計算書 ..... | 4 |

1. 概略系統図



原子炉補機冷却海水系概略系統図 (その1)



原子炉補機冷却海水系概略系統図 (その2)

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材<br>料          | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | $\eta$ | Q      | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|-----------------|--------|-------------|------------|--------|--------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 0.78                 | 50                 | 508.00                       | 9.50         | SM41C<br>SM400C | W      | 2           | 100        | 0.70   | 1.00mm | 8.50                   | 2.82      | C      | 3.80                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

3. 管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPC-3422 準用

|  |               |               |         |
|--|---------------|---------------|---------|
| NO.  |               | T1            |         |
| 形 式  |               | A             |         |
| 最高使用圧力   | P (MPa)       | 0.78          |         |
| 最高使用温度   | (°C)          | 50            |         |
| 主管と管台の角度   | $\alpha$ (°)  |               |         |
| 主<br>管   | 材 料           | SM41C SM400C  |         |
|  | 許容引張応力        | $S_r$ (MPa)   | 100     |
|  | 外 径           | $D_{or}$ (mm) | 508.00  |
|  | 内 径           | $D_{ir}$ (mm) | 491.00  |
|  | 公称厚さ          | $t_{ro}$ (mm) | 9.50    |
|  | 厚さの負の許容差      | $Q_r$         | 1.00 mm |
|  | 最小厚さ          | $t_r$ (mm)    | 8.50    |
|  | 継手効率          | $\eta$        | 1.00    |
| 管<br>台   | 材 料           | SF50A(SF490A) |         |
|  | 外 径           | $D_{ob}$ (mm) | 118.10  |
|  | 内 径           | $D_{ib}$ (mm) |         |
|  | 公称厚さ          | $t_{bn}$ (mm) | 20.00   |
| 穴の径  | d (mm)        |               |         |
| $d_{r1} = D_{ir} / 4$  | (mm)          | 122.75        |         |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値   | (mm)          | 61.00         |         |
| K  |               | 0.2561        |         |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値  | (mm)          | 118.77        |         |
| 補強不要な穴の最大径   | $d_{fr}$ (mm) | 118.77        |         |
| <p>評価： <math>d \leq d_{fr}</math></p> <p>よって管の穴の補強計算は必要ない。</p> |               |               |         |

管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3420 準用

|                               |               |                                       |   |                      |
|-------------------------------|---------------|---------------------------------------|---|----------------------|
| NO.                           | T2            | $A_r$                                 | ( $\text{mm}^2$ )                                 | 321.0                |
| 形式                            | A             | $A_0$                                 | ( $\text{mm}^2$ )                                 | $2.303 \times 10^3$  |
| 最高使用圧力 (MPa)                  | 0.78          | $A_1$                                 | ( $\text{mm}^2$ )                                 | 987.8                |
| 最高使用温度 ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 50            | $A_2$                                 | ( $\text{mm}^2$ )                                 | $1.244 \times 10^3$  |
| 主管と管台の角度 ( $^{\circ}$ )       |               | $A_3$                                 | ( $\text{mm}^2$ )                                 | 72.08                |
|                               |               | $A_4$                                 | ( $\text{mm}^2$ )                                 | —                    |
| 主管材料                          | SM41C SM400C  | 詳細： $A_0 > A_r$<br>よって十分である。          |   |                      |
| $S_r$ (MPa)                   | 100           |                                       |   |                      |
| $D_{or}$ (mm)                 | 508.00        |                                       |   |                      |
| $D_{ir}$ (mm)                 |               |                                       |   |                      |
| $t_{ro}$ (mm)                 | 9.50          |                                       |   |                      |
| $Q_r$                         |               | $d_{f r D}$ (mm)                      |   |                      |
| $t_r$ (mm)                    |               | $L_{AD}$ (mm)                         |   |                      |
| $t_{rr}$ (mm)                 | 1.98          | $L_{ND}$ (mm)                         |   |                      |
| $\eta$                        | 1.00          | $A_{rD}$ ( $\text{mm}^2$ )            |   | —                    |
|                               |               | $A_{0D}$ ( $\text{mm}^2$ )            |   | —                    |
|                               |               | $A_{1D}$ ( $\text{mm}^2$ )            |   | —                    |
| 管台材料                          | SF50A(SF490A) | $A_{2D}$ ( $\text{mm}^2$ )            |   | —                    |
| $S_b$ (MPa)                   | 123           | $A_{3D}$ ( $\text{mm}^2$ )            |   | —                    |
| $D_{ob}$ (mm)                 | 211.00        | $A_{4D}$ ( $\text{mm}^2$ )            |   | —                    |
| $D_{ib}$ (mm)                 |               | 詳細： $A_{0D} \geq A_{rD}$<br>よって十分である。 |   |                      |
| $t_{bn}$ (mm)                 | 30.00         |                                       |   |                      |
| $Q_b$                         |               |                                       |   |                      |
| $t_b$ (mm)                    |               |                                       |   |                      |
| $t_{br}$ (mm)                 | 0.49          |                                       |   |                      |
|                               |               | $W$ (N)                               |   | $-6.878 \times 10^4$ |
|                               |               | $F_1$                                 |   | —                    |
|                               |               | $F_2$                                 |   | —                    |
| 強め材材料                         | —             | $F_3$                                 |   | —                    |
| $S_e$ (MPa)                   | —             | $S_{w1}$ (MPa)                        |   | —                    |
| $D_{oe}$ (mm)                 | —             | $S_{w2}$ (MPa)                        |   | —                    |
| $t_e$ (mm)                    | —             | $S_{w3}$ (MPa)                        |   | —                    |
|                               |               | $W_{e1}$ (N)                          |   | —                    |
| 穴の径 $d$ (mm)                  |               | $W_{e2}$ (N)                          |   | —                    |
| $K$                           |               | $W_{e3}$ (N)                          |   | —                    |
| $d_{fr}$ (mm)                 |               | $W_{e4}$ (N)                          |   | —                    |
| $L_A$ (mm)                    |               | $W_{e5}$ (N)                          |   | —                    |
| $L_N$ (mm)                    |               | $W_{ebp}$ (N)                         |   | —                    |
| $L_1$ (mm)                    |               | $W_{ebp}$ (N)                         |   | —                    |
| $L_2$ (mm)                    |               | $W_{ebp}$ (N)                         |   | —                    |
|                               |               |                                       | 詳細： $W \leq 0$<br>よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |                      |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-6-2 高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機  
冷却海水系の強度計算書



## 目 次

- VI-3-3-3-6-2-1 高圧炉心スプレイ補機冷却水系熱交換器の強度計算書
- VI-3-3-3-6-2-2 高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプの強度計算書
- VI-3-3-3-6-2-3 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの強度計算書
- VI-3-3-3-6-2-4 高圧炉心スプレイ補機冷却水サージタンクの強度計算書
- VI-3-3-3-6-2-5 管の強度計算書（高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系）

VI-3-3-3-6-2-1 高圧炉心スプレイ補機冷却水系熱交換器の強度計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」, 「VI-3-2-8 重大事故等クラス2 容器の強度計算方法」及び「VI-3-2-12 重大事故等クラス2 支持構造物（容器）の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名                            | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか     |   |              |           | 条件アップするか  |                  |             |            | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス       |             |            |
|--------------------------------|----------------|---|---------------|---|--------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------------|-------------|------------|
|                                |                |   | クラスアップ<br>の有無 |   | 施設時機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            |                            |              |      |                 |                 | SA 条件       |            |
|                                |                |   | 管側            | 有 |              |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) |                            |              |      |                 |                 | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) |
| 高圧炉心ス<br>プレイ補機<br>冷却水系<br>熱交換器 | 既設             | 有   | 管側            | 有 | DB-3         | DB-3      | SA-2      | 無                | 0.78        | 50         | 0.78                       | 50           | -    | S55 告示          | 設計・建設規格<br>又は告示 | -           | SA-2       |
|                                |                |   | 胴側            | 有 | DB-3         | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18        | 70         | 1.18                       | 70           | -    | S55 告示          | 設計・建設規格<br>又は告示 | -           | SA-2       |

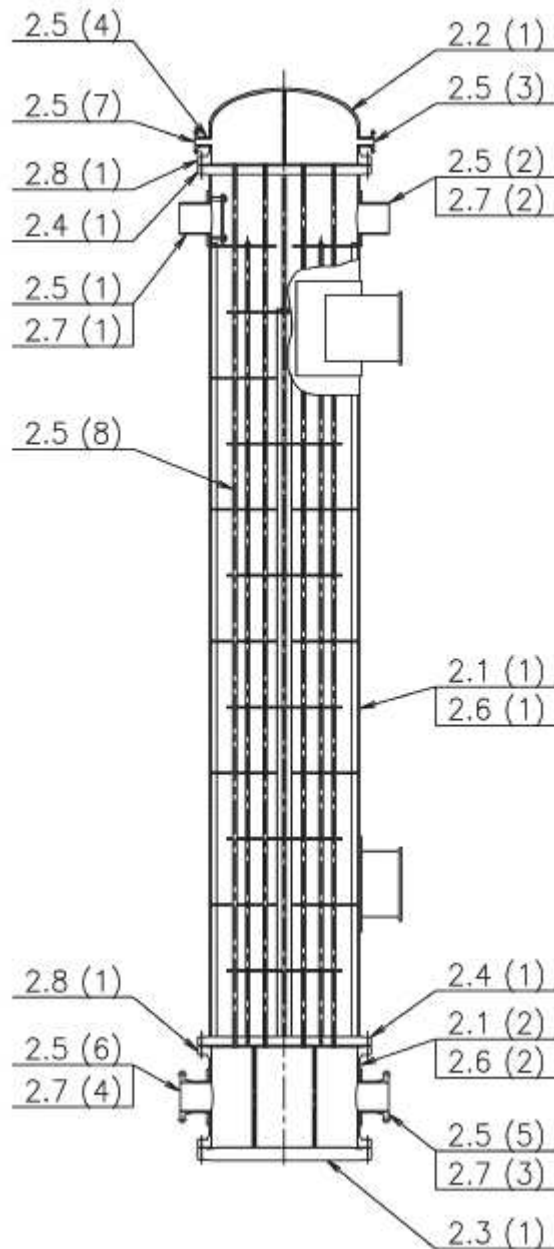
## 目次

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1. 計算条件                | 1  |
| 1.1 計算部位               | 1  |
| 1.2 設計条件               | 1  |
| 2. 強度計算                | 2  |
| 2.1 容器の胴の厚さの計算         | 2  |
| 2.2 容器の鏡板の厚さの計算        | 4  |
| 2.3 容器の平板の厚さの計算        | 5  |
| 2.4 容器の管板の厚さの計算        | 6  |
| 2.5 容器の管台の厚さの計算        | 7  |
| 2.6 容器の補強を要しない穴の最大径の計算 | 15 |
| 2.7 容器の穴の補強計算          | 17 |
| 2.8 容器のフランジの計算         | 25 |
| 3. 支持構造物の強度計算書         | 27 |

1. 計算条件

1.1 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次ページ以降の計算項目番号を示す。

図 1-1 概要図

1.2 設計条件

|             |    |      |    |      |
|-------------|----|------|----|------|
| 最高使用圧力(MPa) | 胴側 | 1.18 | 管側 | 0.78 |
| 最高使用温度(°C)  | 胴側 | 70   | 管側 | 50   |

2. 強度計算

2.1 容器の胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3120

|                             |               |       |         |
|-----------------------------|---------------|-------|---------|
| 胴板名称                        | (1) 胴側胴板      |       |         |
| 材料                          | SM50B(SM490B) |       |         |
| 最高使用圧力                      | P             | (MPa) | 1.18    |
| 最高使用温度                      |               | (°C)  | 70      |
| 胴の内径                        | $D_i$         | (mm)  | 1000.00 |
| 許容引張応力                      | S             | (MPa) | 123     |
| 継手効率                        | $\eta$        |       | 0.7     |
| 継手の種類                       | 突合せ両側溶接       |       |         |
| 放射線検査の有無                    | 無し            |       |         |
| 必要厚さ                        | $t_1$         | (mm)  | 3.00    |
| 必要厚さ                        | $t_2$         | (mm)  | 6.91    |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t             | (mm)  | 6.91    |
| 呼び厚さ                        | $t_{s0}$      | (mm)  | 15.00   |
| 最小厚さ                        | $t_s$         | (mm)  |         |
| 評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。 |               |       |         |

容器の胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3120

|                             |               |       |         |
|-----------------------------|---------------|-------|---------|
| 胴板名称                        | (2) 管側胴板      |       |         |
| 材料                          | SM50B(SM490B) |       |         |
| 最高使用圧力                      | P             | (MPa) | 0.78    |
| 最高使用温度                      |               | (°C)  | 50      |
| 胴の内径                        | $D_i$         | (mm)  | 1000.00 |
| 許容引張応力                      | S             | (MPa) | 123     |
| 継手効率                        | $\eta$        |       | 0.7     |
| 継手の種類                       | 突合せ両側溶接       |       |         |
| 放射線検査の有無                    | 無し            |       |         |
| 必要厚さ                        | $t_1$         | (mm)  | 3.00    |
| 必要厚さ                        | $t_2$         | (mm)  | 4.56    |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t             | (mm)  | 4.56    |
| 呼び厚さ                        | $t_{s0}$      | (mm)  | 15.00   |
| 最小厚さ                        | $t_s$         | (mm)  |         |
| 評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。 |               |       |         |



2.2 容器の鏡板の厚さの計算

(1) 設計・建設規格 PVC-3210

鏡板の形状

|  |                      |          |
|--|----------------------|----------|
| 鏡板名称   |                      | (1) 管側鏡板 |
| 鏡板の内面における長径                                    | $D_{iL}$ (mm)        | 1000.00  |
| 鏡板の内面における短径の 1/2                               | $h$ (mm)             | 250.00   |
| 長径と短径の比  | $D_{iL}/(2 \cdot h)$ | 2.00     |
| 評価： $D_{iL}/(2 \cdot h) \leq 2$ ，よって半だ円形鏡板である。 |                      |          |

(2) 設計・建設規格 PVC-3220

鏡板の厚さ

|                             |               |                |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| 鏡板名称                        |               | (1) 管側鏡板       |
| 材料                          |               | SM50B (SM490B) |
| 最高使用圧力                      | $P$ (MPa)     | 0.78           |
| 最高使用温度                      | (°C)          | 50             |
| 胴の内径                        | $D_i$ (mm)    | 1000.00        |
| 半だ円形鏡板の形状による係数 $K$          |               | 1.00           |
| 許容引張応力                      | $S$ (MPa)     | 123            |
| 継手効率                        | $\eta$        | 1.00           |
| 継手の種類                       |               | 継手無し           |
| 放射線検査の有無                    |               | —              |
| 必要厚さ                        | $t_1$ (mm)    | 3.19           |
| 必要厚さ                        | $t_2$ (mm)    | 3.18           |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | $t$ (mm)      | 3.19           |
| 呼び厚さ                        | $t_{co}$ (mm) | 15.00          |
| 最小厚さ                        | $t_c$ (mm)    |                |
| 評価： $t_c \geq t$ ，よって十分である。 |               |                |

2.3 容器の平板の厚さの計算

(1) 告示第501号第34条第1項及び第2項

取付け方法及び穴の有無

|   |                     |         |
|---|---------------------|---------|
| 平板名称  | (1) 管側平板            |         |
| 平板の取付け方法  | (k)                 |         |
| 平板の穴の有無   | 無し                  |         |
| 平板の径  | d (mm)              | 1057.00 |
| 穴の径   | d <sub>h</sub> (mm) | 0       |
| 評価：d <sub>h</sub> ≤ d/2, よって第2項第2号イ(ロ)により計算を行う。 |                     |         |

(2) 告示第501号第34条第1項及び第2項

(JIS B 8265適用)

平板の厚さ

|                                  |   |                         |
|----------------------------------|---|-------------------------|
| 平板名称                             | (1) 管側平板                                    |                         |
| 平板材料                             | SFV49(SGV480)                               |                         |
| ボルト材料                            | SNB7 直径 63 mm 以下                            |                         |
| ガスケット材料                          | セルフシーリングガスケット (ゴム)                          |                         |
| 最高使用圧力                           | P (MPa)                                     | 0.78                    |
| 最高使用温度                           | (°C)  | 50                      |
| 平板の許容引張応力                        | S (MPa)                                     | 120                     |
| ボルトの許容引張応力                       | 常温(ガスケット締付時)(20°C) S <sub>a</sub> (MPa)     | 173                     |
|                                  | 最高使用温度(使用状態) S <sub>b</sub> (MPa)           | 173                     |
| ボルト中心円の直径                        | C (mm)                                      | 1130.00                 |
| ボルト呼び                            | M20   |                         |
| ボルト本数                            | n   | 24                      |
| ボルト谷径                            | d <sub>b</sub> (mm)                         | 17.294                  |
| 実際のボルト総有効断面積                     | A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )           | 5.638 × 10 <sup>3</sup> |
| ガスケット接触面の外径                      | G <sub>s</sub> (mm)                         | 1057.00                 |
| 平板の径(ガスケット有効径)                   | d = G (mm)                                  | 1057.00                 |
| 内圧による全荷重                         | W = H (N)                                   | 6.844 × 10 <sup>5</sup> |
| 使用状態での最小ボルト荷重                    | W <sub>m1</sub> (N)                         | 6.844 × 10 <sup>5</sup> |
| ガスケット締付最小ボルト荷重                   | W <sub>m2</sub> (N)                         | 0                       |
| ボルトの所要総有効断面積                     | 使用状態 A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> )     | 3.956 × 10 <sup>3</sup> |
|                                  | ガスケット締付時 A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> ) | 0                       |
|                                  | いずれか大きい値 A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> )  | 3.956 × 10 <sup>3</sup> |
| ボルト荷重                            | 使用状態 W <sub>0</sub> (N)                     | 6.844 × 10 <sup>5</sup> |
|                                  | ガスケット締付時 W <sub>g</sub> (N)                 | 8.299 × 10 <sup>5</sup> |
|                                  | いずれか大きい値 F (N)                              | 8.299 × 10 <sup>5</sup> |
| モーメントアーム                         | h <sub>g</sub> (mm)                         | 36.50                   |
| 取付け方法による係数                       | K   | 0.3586                  |
| 必要厚さ                             | t (mm)                                      | 51.04                   |
| 呼び厚さ                             | t <sub>p.o</sub> (mm)                       | 88.00                   |
| 最小厚さ                             | t <sub>p</sub> (mm)                         |                         |
| 評価：t <sub>p</sub> ≥ t, よって十分である。 |   |                         |

## 2.4 容器の管板の厚さの計算

### (1) 設計・建設規格 PVC-3510(1)

管穴の中心間距離

|                             |            |       |
|-----------------------------|------------|-------|
| 管板名称                        | (1) 管板     |       |
| 管の外径                        | $d_t$ (mm) |       |
| 必要な距離                       | $z$ (mm)   |       |
| 管穴の中心間距離                    | $P_t$ (mm) | 34.00 |
| 評価： $P_t \geq z$ ，よって十分である。 |            |       |

### (2) 設計・建設規格 PVC-3510(2)

管板の厚さ

|                             |                        |                     |
|-----------------------------|------------------------|---------------------|
| 管板名称                        | (1) 管板                 |                     |
| 材料                          | SFV49 (SGV480)         |                     |
| 最高使用圧力                      | $P$ (MPa)              | 1.18                |
| 最高使用温度                      | (°C)                   | 70                  |
| パッキンの中心円の径又は胴の内径            | $D$ (mm)               | 1000.00             |
| 胴の厚さ                        | $t_s$ (mm)             |                     |
| 管及び管板の支え方による係数              | $F$                    | 1.00<br>(伝熱管の形式：直管) |
| 管板の支え方                      | 胴側胴と一体である。             |                     |
| 任意の管の中心が囲む面積                | $A$ (mm <sup>2</sup> ) | $6.855 \times 10^5$ |
| 面積Aの周のうち穴の径以外の部分の長さ         | $L$ (mm)               | 733.74              |
| 許容引張応力                      | $S$ (MPa)              | 120                 |
| 必要厚さ                        | $t_1$ (mm)             | 49.59               |
| 必要厚さ                        | $t_2$ (mm)             | 10.81               |
| $t_1, t_2, 10$ の大きい値        | $t$ (mm)               | 49.59               |
| 呼び厚さ                        | $t_{bo}$ (mm)          | 55.00               |
| 最小厚さ                        | $t_b$ (mm)             |                     |
| 評価： $t_b \geq t$ ，よって十分である。 |                        |                     |

## 2.5 容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                             |                |       |        |
|-----------------------------|----------------|-------|--------|
| 管台名称                        | (1) 胴体入口       |       |        |
| 材料                          | STS42 (STS410) |       |        |
| 最高使用圧力                      | P              | (MPa) | 1.18   |
| 最高使用温度                      |                | (°C)  | 70     |
| 管台の外径                       | $D_o$          | (mm)  | 216.30 |
| 許容引張応力                      | S              | (MPa) | 103    |
| 継手効率                        | $\eta$         |       | 1.00   |
| 継手の種類                       | 継手無し           |       |        |
| 放射線検査の有無                    | -              |       |        |
| 必要厚さ                        | $t_1$          | (mm)  | 1.24   |
| 必要厚さ                        | $t_3$          | (mm)  | 3.80   |
| $t_1, t_3$ の大きい値            | t              | (mm)  | 3.80   |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$       | (mm)  | 8.20   |
| 最小厚さ                        | $t_n$          | (mm)  |        |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |                |       |        |

容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |        |
|---------------------------------------|-----------------|-------|--------|
| 管台名称                                  | (2) 胴体出口        |       |        |
| 材料                                    | STS42 (STS410)  |       |        |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 1.18   |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 70     |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 216.30 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 103    |
| 継手効率                                  | $\eta$          |       | 1.00   |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |        |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |        |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 1.24   |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | 3.80   |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 3.80   |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 8.20   |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |        |
| 評価: t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。     |                 |       |        |

容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |       |
|---------------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 管台名称                                  | (3) 水室ドレン       |       |       |
| 材料                                    | STS42 (STS410)  |       |       |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 0.78  |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 50    |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 60.50 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 103   |
| 継手効率                                  | $\eta$          |       | 1.00  |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |       |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |       |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 0.23  |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | 2.40  |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 2.40  |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 5.50  |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |       |
| 評価: t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。     |                 |       |       |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-2-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の管台の厚さの計算  
 設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |       |
|---------------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 管台名称                                  | (4) 水室空気抜       |       |       |
| 材料                                    | STS42 (STS410)  |       |       |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 0.78  |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 50    |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 60.50 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 103   |
| 継手効率                                  | $\eta$          |       | 1.00  |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |       |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |       |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 0.23  |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | 2.40  |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 2.40  |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 5.50  |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |       |
| 評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。      |                 |       |       |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-2-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |        |
|---------------------------------------|-----------------|-------|--------|
| 管台名称                                  | (5) 水室入口        |       |        |
| 材料                                    | SFVC2B          |       |        |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 0.78   |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 50     |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 216.30 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 120    |
| 継手効率                                  | $\eta$          |       | 1.00   |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |        |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |        |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 0.71   |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | -      |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 0.71   |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 8.20   |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |        |
| 評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。      |                 |       |        |



容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |        |
|---------------------------------------|-----------------|-------|--------|
| 管台名称                                  | (6) 水室出口        |       |        |
| 材料                                    | SFVC2B          |       |        |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 0.78   |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 50     |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 216.30 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 120    |
| 継手効率                                  | $\eta$          |       | 1.00   |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |        |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |        |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 0.71   |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | -      |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 0.71   |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 8.20   |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |        |
| 評価：t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。      |                 |       |        |

容器の管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3610

|                                       |                 |       |       |
|---------------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 管台名称                                  | (7) 水室逃し弁       |       |       |
| 材料                                    | STS42 (STS410)  |       |       |
| 最高使用圧力                                | P               | (MPa) | 0.78  |
| 最高使用温度                                |                 | (°C)  | 50    |
| 管台の外径                                 | D <sub>o</sub>  | (mm)  | 60.50 |
| 許容引張応力                                | S               | (MPa) | 103   |
| 継手効率                                  | η               |       | 1.00  |
| 継手の種類                                 | 継手無し            |       |       |
| 放射線検査の有無                              | -               |       |       |
| 必要厚さ                                  | t <sub>1</sub>  | (mm)  | 0.23  |
| 必要厚さ                                  | t <sub>3</sub>  | (mm)  | 2.40  |
| t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値 | t               | (mm)  | 2.40  |
| 呼び厚さ                                  | t <sub>no</sub> | (mm)  | 5.50  |
| 最小厚さ                                  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |       |
| 評価: t <sub>n</sub> ≥ t, よって十分である。     |                 |       |       |

容器の管台の厚さの計算  
設計・建設規格 PVC-3610

|                             |           |       |           |
|-----------------------------|-----------|-------|-----------|
| 管台名称                        | (8) 伝熱管   |       |           |
| 材料                          | C6870TS   |       |           |
| 最高使用圧力                      | P         | (MPa) | 0.78      |
| 外面に受ける最高の圧力                 | $P_e$     | (MPa) | 1.18      |
| 最高使用温度                      |           |       | (°C) 70   |
| 管台の外径                       | $D_o$     | (mm)  |           |
| 許容引張応力                      | S         | (MPa) | 81        |
| 継手効率                        | $\eta$    |       | 1.00      |
| 継手の種類                       | 継手無し      |       |           |
| 放射線検査の有無                    | —         |       |           |
| 必要厚さ                        | $t_1$     | (mm)  | 0.13      |
| 必要厚さ                        | $t_2$     | (mm)  | 0.69      |
| $t_1, t_2$ の大きい値            |           |       | (mm) 0.69 |
| 呼び厚さ                        | $t_{t_o}$ | (mm)  |           |
| 最小厚さ                        | $t_t$     | (mm)  |           |
| 評価： $t_t \geq t$ ，よって十分である。 |           |       |           |

## 2.6 容器の補強を要しない穴の最大径の計算

設計・建設規格 PVC-3150(2)

|                                  |        |                    |                              |
|----------------------------------|--------|--------------------|------------------------------|
| 胴板名称                             |        |                    | (1) 胴側胴板                     |
| 材料                               |        |                    | SM50B(SM490B)                |
| 最高使用圧力                           | P      | (MPa)              | 1.18                         |
| 最高使用温度                           |        |                    | 70                           |
| 胴の外径                             | D      | (mm)               | 1030.00                      |
| 許容引張応力                           | S      | (MPa)              | 123                          |
| 胴板の最小厚さ                          | $t_s$  | (mm)               |                              |
| 継手効率                             | $\eta$ |                    | 1.00                         |
| 継手の種類                            |        |                    | 継手無し                         |
| 放射線検査の有無                         |        |                    | —                            |
| $d_{r1} = (D - 2 \cdot t_s) / 4$ |        | (mm)               |                              |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値               |        | (mm)               |                              |
| K                                |        |                    |                              |
| $D \cdot t_s$                    |        | (mm <sup>2</sup> ) |                              |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値              |        | (mm)               | 160.26                       |
| 補強を要しない穴の最大径                     |        | (mm)               | 160.26                       |
| 評価：補強の計算を要する穴の名称                 |        |                    | 胴体入口(2.7(1))<br>胴体出口(2.7(2)) |

容器の補強を要しない穴の最大径の計算  
 設計・建設規格 PVC-3150(2)

|                                  |        |                    |                              |
|----------------------------------|--------|--------------------|------------------------------|
| 胴板名称                             |        |                    | (2) 管側胴板                     |
| 材料                               |        |                    | SM50B(SM490B)                |
| 最高使用圧力                           | P      | (MPa)              | 0.78                         |
| 最高使用温度                           |        | (°C)               | 50                           |
| 胴の外径                             | D      | (mm)               | 1030.00                      |
| 許容引張応力                           | S      | (MPa)              | 123                          |
| 胴板の最小厚さ                          | $t_s$  | (mm)               |                              |
| 継手効率                             | $\eta$ |                    | 1.00                         |
| 継手の種類                            |        |                    | 継手無し                         |
| 放射線検査の有無                         |        |                    | —                            |
| $d_{r1} = (D - 2 \cdot t_s) / 4$ |        | (mm)               |                              |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値               |        | (mm)               |                              |
| K                                |        |                    |                              |
| $D \cdot t_s$                    |        | (mm <sup>2</sup> ) |                              |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値              |        | (mm)               | 172.19                       |
| 補強を要しない穴の最大径                     |        | (mm)               | 172.19                       |
| 評価：補強の計算を要する穴の名称                 |        |                    | 水室入口(2.7(3))<br>水室出口(2.7(4)) |

2.7 容器の穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 WELD-16

|                            |          |                    |               |
|----------------------------|----------|--------------------|---------------|
| 部材名称                       |          |                    | (1) 胴体入口      |
| 胴板材料                       |          |                    | SM50B(SM490B) |
| 管台材料                       |          |                    | STS42(STS410) |
| 強め板材料                      |          |                    | SM50B(SM490B) |
| 最高使用圧力                     | P        | (MPa)              | 1.18          |
| 最高使用温度                     |          | (°C)               | 70            |
| 胴板の許容引張応力                  | $S_s$    | (MPa)              | 123           |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$    | (MPa)              | 103           |
| 強め板の許容引張応力                 | $S_e$    | (MPa)              | 123           |
| 穴の径                        | d        | (mm)               |               |
| 管台が取り付く穴の径                 | $d_w$    | (mm)               | 220.30        |
| 胴板の最小厚さ                    | $t_s$    | (mm)               |               |
| 管台の最小厚さ                    | $t_n$    | (mm)               |               |
| 胴板の継手効率                    | $\eta$   |                    | 1.00          |
| 係数                         | F        |                    | 1.00          |
| 胴の内径                       | $D_i$    | (mm)               | 1000.00       |
| 胴板の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$ | (mm)               | 4.83          |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$ | (mm)               |               |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 補強の有効範囲                    | $X_1$    | (mm)               |               |
| 補強の有効範囲                    | $X_2$    | (mm)               |               |
| 補強の有効範囲                    | X        | (mm)               |               |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$    | (mm)               |               |
| 強め板の最小厚さ                   | $t_e$    | (mm)               |               |
| 強め板の外径                     | $B_e$    | (mm)               | 380.00        |
| 管台の外径                      | $D_{on}$ | (mm)               | 216.30        |
| 溶接寸法                       | $L_1$    | (mm)               | 8.12          |
| 溶接寸法                       | $L_2$    | (mm)               | 5.80          |
| 胴板の有効補強面積                  | $A_1$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$    | (mm <sup>2</sup> ) | 99.57         |
| 強め板の有効補強面積                 | $A_4$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 補強： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |          |                    |               |

O2 ③ VI-3-3-3-6-2-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|  |          |
|--|----------|
| 部材名称   | (1) 胴体入口 |
| 大きい穴の補強                                      |          |
| 補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)                       | 500.00   |
| 評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。         |          |
| 溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)                          |          |
| 溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)                          |          |
| 溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)                           |          |
| 評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |          |

容器の穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 WELD-16

|                            |               |                    |         |
|----------------------------|---------------|--------------------|---------|
| 部材名称                       | (2) 胴体出口      |                    |         |
| 胴板材料                       | SM50B(SM490B) |                    |         |
| 管台材料                       | STS42(STS410) |                    |         |
| 強め板材料                      | SM50B(SM490B) |                    |         |
| 最高使用圧力                     | P             | (MPa)              | 1.18    |
| 最高使用温度                     |               | (°C)               | 70      |
| 胴板の許容引張応力                  | $S_s$         | (MPa)              | 123     |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$         | (MPa)              | 103     |
| 強め板の許容引張応力                 | $S_e$         | (MPa)              | 123     |
| 穴の径                        | d             | (mm)               |         |
| 管台が取り付く穴の径                 | $d_w$         | (mm)               | 220.30  |
| 胴板の最小厚さ                    | $t_s$         | (mm)               |         |
| 管台の最小厚さ                    | $t_n$         | (mm)               |         |
| 胴板の継手効率                    | $\eta$        |                    | 1.00    |
| 係数                         | F             |                    | 1.00    |
| 胴の内径                       | $D_i$         | (mm)               | 1000.00 |
| 胴板の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$      | (mm)               | 4.83    |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$      | (mm)               |         |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強の有効範囲                    | $X_1$         | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | $X_2$         | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | X             | (mm)               |         |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$         | (mm)               |         |
| 強め板の最小厚さ                   | $t_e$         | (mm)               |         |
| 強め板の外径                     | $B_e$         | (mm)               | 380.00  |
| 管台の外径                      | $D_{on}$      | (mm)               | 216.30  |
| 溶接寸法                       | $L_1$         | (mm)               | 8.12    |
| 溶接寸法                       | $L_2$         | (mm)               | 5.80    |
| 胴板の有効補強面積                  | $A_1$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$         | (mm <sup>2</sup> ) | 99.57   |
| 強め板の有効補強面積                 | $A_4$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$         | (mm <sup>2</sup> ) |         |
| 補強： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |               |                    |         |

O2 ③ VI-3-3-3-6-2-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



|  |          |
|--|----------|
| 部材名称   | (2) 胴体出口 |
| 大きい穴の補強                                      |          |
| 補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)                       | 500.00   |
| 評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。         |          |
| 溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)                          |          |
| 溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)                          |          |
| 溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)                           |          |
| 評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |          |

容器の穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 W E L D - 16

|                            |          |                    |               |
|----------------------------|----------|--------------------|---------------|
| 部材名称                       |          |                    | (3) 水室入口      |
| 胴板材料                       |          |                    | SM50B(SM490B) |
| 管台材料                       |          |                    | SFVC2B        |
| 強め板材料                      |          |                    | SM50B(SM490B) |
| 最高使用圧力                     | P        | (MPa)              | 0.78          |
| 最高使用温度                     |          | (°C)               | 50            |
| 胴板の許容引張応力                  | $S_s$    | (MPa)              | 123           |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$    | (MPa)              | 120           |
| 強め板の許容引張応力                 | $S_e$    | (MPa)              | 123           |
| 穴の径                        | d        | (mm)               |               |
| 管台が取り付く穴の径                 | $d_w$    | (mm)               | 220.30        |
| 胴板の最小厚さ                    | $t_s$    | (mm)               |               |
| 管台の最小厚さ                    | $t_n$    | (mm)               |               |
| 胴板の継手効率                    | $\eta$   |                    | 1.00          |
| 係数                         | F        |                    | 1.00          |
| 胴の内径                       | $D_i$    | (mm)               | 1000.00       |
| 胴板の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$ | (mm)               | 3.19          |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$ | (mm)               |               |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 補強の有効範囲                    | $X_1$    | (mm)               |               |
| 補強の有効範囲                    | $X_2$    | (mm)               |               |
| 補強の有効範囲                    | X        | (mm)               |               |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$    | (mm)               |               |
| 強め板の最小厚さ                   | $t_e$    | (mm)               |               |
| 強め板の外径                     | $B_e$    | (mm)               | 380.00        |
| 管台の外径                      | $D_{on}$ | (mm)               | 216.30        |
| 溶接寸法                       | $L_1$    | (mm)               | 8.12          |
| 溶接寸法                       | $L_2$    | (mm)               | 5.80          |
| 胴板の有効補強面積                  | $A_1$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$    | (mm <sup>2</sup> ) | 99.57         |
| 強め板の有効補強面積                 | $A_4$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 補強： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |          |                    |               |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-2-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|  |          |
|--|----------|
| 部材名称   | (3) 水室入口 |
| 大きい穴の補強                                      |          |
| 補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)                       | 500.00   |
| 評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。         |          |
| 溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)                          |          |
| 溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)                          |          |
| 溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)                           |          |
| 評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |          |

容器の穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3160

参照附図 WELD-16

|                            |          |                    |               |
|----------------------------|----------|--------------------|---------------|
| 部材名称                       |          |                    | (4) 水室出口      |
| 胴板材料                       |          |                    | SM50B(SM490B) |
| 管台材料                       |          |                    | SFVC2B        |
| 強め板材料                      |          |                    | SM50B(SM490B) |
| 最高使用圧力                     | P        | (MPa)              | 0.78          |
| 最高使用温度                     |          | (°C)               | 50            |
| 胴板の許容引張応力                  | $S_s$    | (MPa)              | 123           |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$    | (MPa)              | 120           |
| 強め板の許容引張応力                 | $S_e$    | (MPa)              | 123           |
| 穴の径                        | d        | (mm)               |               |
| 管台が取り付く穴の径                 | $d_w$    | (mm)               | 220.30        |
| 胴板の最小厚さ                    | $t_s$    | (mm)               |               |
| 管台の最小厚さ                    | $t_n$    | (mm)               |               |
| 胴板の継手効率                    | $\eta$   |                    | 1.00          |
| 係数                         | F        |                    | 1.00          |
| 胴の内径                       | $D_i$    | (mm)               | 1000.00       |
| 胴板の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$ | (mm)               | 3.19          |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$ | (mm)               |               |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$    | (mm <sup>2</sup> ) | 643.9         |
| 補強の有効範囲                    | $X_1$    | (mm)               | 201.50        |
| 補強の有効範囲                    | $X_2$    | (mm)               | 201.50        |
| 補強の有効範囲                    | X        | (mm)               | 403.00        |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$    | (mm)               |               |
| 強め板の最小厚さ                   | $t_e$    | (mm)               |               |
| 強め板の外径                     | $B_e$    | (mm)               | 380.00        |
| 管台の外径                      | $D_{on}$ | (mm)               | 216.30        |
| 溶接寸法                       | $L_1$    | (mm)               | 8.12          |
| 溶接寸法                       | $L_2$    | (mm)               | 5.80          |
| 胴板の有効補強面積                  | $A_1$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$    | (mm <sup>2</sup> ) | 99.57         |
| 強め板の有効補強面積                 | $A_4$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 補強： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |          |                    |               |

O2 ③ VI-3-3-3-6-2-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|  |          |
|--|----------|
| 部材名称   | (4) 水室出口 |
| 大きい穴の補強                                      |          |
| 補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)                       | 500.00   |
| 評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。         |          |
| 溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)                          |          |
| 溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)                          |          |
| 溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)                           |          |
| 評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |          |

2.8 容器のフランジの計算

設計・建設規格 PVC-3710

(JIS B 8265 附属書3適用)

(内圧を受けるフランジ)

参照附図 FLANGE-2 一体形フランジ

|                                       |                                      |                     |                     |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
| フランジ名称                                |                                      | (1) 水室フランジ          |                     |
| フランジ材料                                |                                      | SFVC2B              |                     |
| 胴又は管台材料                               |                                      | SM50B(SM490B)       |                     |
| ボルト材料                                 |                                      | SNB7 (直径 63mm 以下)   |                     |
| ガスケット材料                               |                                      | セルフシーリングガスケット (ゴム)  |                     |
| ガスケット厚さ (mm)                          |                                      | 5                   |                     |
| ガスケット座面の形状                            |                                      | -                   |                     |
| 最高使用圧力 P (MPa)                        |                                      | 0.78                |                     |
| 許容引張応力                                | 温度条件 (°C)                            | 最高使用温度 (使用状態) (50)  | 常温 (ガスケット締付時) (20)  |
|                                       | ボルト (MPa)                            | $\sigma_b = 173$    | $\sigma_a = 173$    |
|                                       | フランジ (MPa)                           | $\sigma_f = 120$    | $\sigma_{fa} = 120$ |
|                                       | 胴又は管台 (MPa)                          | $\sigma_n = 123$    | $\sigma_{na} = 123$ |
| フランジの外径 A (mm)                        | 1180.00                              |                     |                     |
| フランジの内径 B (mm)                        | 1000.00                              |                     |                     |
| ボルト中心円の直径 C (mm)                      | 1130.00                              |                     |                     |
| ガスケット有効径 G (mm)                       | 1057.00                              |                     |                     |
| ハブ先端の厚さ $g_0$ (mm)                    | 15.00                                |                     |                     |
| フランジ背面のハブの厚さ $g_1$ (mm)               | 25.00                                |                     |                     |
| ハブの長さ h (mm)                          | 30.00                                |                     |                     |
| ボルト呼び                                 | M20                                  |                     |                     |
| ボルト本数 n                               | 24                                   |                     |                     |
| ボルト谷径 $d_b$ (mm)                      | 17.294                               |                     |                     |
| ガスケット接触面の外径 $G_s$ (mm)                | 1057.00                              |                     |                     |
| ガスケット接触面の幅 N (mm)                     | 19                                   |                     |                     |
| ガスケット係数 m                             | 0                                    |                     |                     |
| 最小設計締付圧力 y (N/mm <sup>2</sup> )       | 0                                    |                     |                     |
| ガスケット座の基本幅 $b_0$ (mm)                 | -                                    |                     |                     |
| ガスケット座の有効幅 b (mm)                     | -                                    |                     |                     |
| 内圧による全荷重 H (N)                        | $6.844 \times 10^5$                  |                     |                     |
| ガスケットに加える圧縮力 $H_p$ (N)                | 0                                    |                     |                     |
| 使用状態での最小ボルト荷重 $W_{m1}$ (N)            | $6.844 \times 10^5$                  |                     |                     |
| ガスケット締付最小ボルト荷重 $W_{m2}$ (N)           | 0                                    |                     |                     |
| ボルトの所要総有効断面積                          | 使用状態 $A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )     | $3.956 \times 10^3$ |                     |
|                                       | ガスケット締付時 $A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> ) | 0                   |                     |
|                                       | いずれか大きい値 $A_m$ (mm <sup>2</sup> )    | $3.956 \times 10^3$ |                     |
| 実際のボルト総有効断面積 $A_b$ (mm <sup>2</sup> ) | $5.638 \times 10^3$                  |                     |                     |
| 評価: $A_b > A_m$ , よって十分である。           |                                      |                     |                     |

| フランジ名称           |   | (1) 水室フランジ        |                               |
|------------------|---|-------------------|-------------------------------|
| ボルト荷重            | 使用状態  | $W_o$ (N)         | $6.844 \times 10^5$           |
|                  | ガスケット締付時  | $W_g$ (N)         | $8.299 \times 10^5$           |
| 距離               |   | $R$ (mm)          | 40.00                         |
| 荷重               |   | (N)               | $H_D = 6.126 \times 10^5$     |
|                  |   |                   | $H_G = 0$                     |
|                  |   |                   | $H_T = 7.183 \times 10^4$     |
| モーメントアーム         |   | (mm)              | $h_D = 52.50$                 |
|                  |   |                   | $h_G = 36.50$                 |
|                  |   |                   | $h_T = 50.75$                 |
| モーメント            |   | (N・mm)            | $M_D = 3.216 \times 10^7$     |
|                  |   |                   | $M_G = 0$                     |
|                  |   |                   | $M_T = 3.645 \times 10^6$     |
| フランジに作用するモーメント   | 使用状態  | (N・mm)            | $M_o = 3.581 \times 10^7$     |
|                  | ガスケット締付時  | (N・mm)            | $M_g = 3.029 \times 10^7$     |
| 形状係数             |   | $h_o$ (mm)        | 122.47                        |
| 係数               |   | $h/h_o$           | 0.2450                        |
| 係数               |   | $g_1/g_o$         | 1.6667                        |
| ハブ応力修正係数         |   | $f$               | 1.6412                        |
| 係数               |   | $F$               | 0.8843                        |
| 係数               |   | $V$               | 0.3673                        |
| フランジの内外径の比       |   | $K$               | 1.1800                        |
| 係数               |   | $T$               | 1.8470                        |
| 係数               |   | $U$               | 12.9832                       |
| 係数               |   | $Y$               | 11.8147                       |
| 係数               |   | $Z$               | 6.0968                        |
| 係数               |   | $d$ ( $mm^3$ )    | $9.741 \times 10^5$           |
| 係数               |   | $e$ ( $mm^{-1}$ ) | $7.220 \times 10^{-3}$        |
| フランジの厚さ          |   | $t$ (mm)          | 51.50                         |
| 係数               |   | $L$               | 0.88297                       |
| 使用状態におけるフランジの強さ  |   |                   |                               |
| 応力               |   | (MPa)             | 計算値                           |
| ハブの軸方向応力         | $\sigma_H$  | 107               | 許容引張応力                        |
|                  |   |                   | $1.5 \cdot \sigma_f = 180$    |
|                  |   |                   | $2.5 \cdot \sigma_n = 307$    |
| フランジの半径方向応力      | $\sigma_R$  | 23                | $\sigma_f = 120$              |
| フランジの周方向応力       | $\sigma_T$  | 21                | $\sigma_f = 120$              |
| 組合せ応力            | $(\sigma_H + \sigma_R)/2$   | 65                | $\sigma_f = 120$              |
|                  | $(\sigma_H + \sigma_T)/2$   | 64                | $\sigma_f = 120$              |
| ガスケット締付時のフランジの強さ |   |                   |                               |
| 応力               |   | (MPa)             | 計算値                           |
| ハブの軸方向応力         | $\sigma_H$  | 91                | 許容引張応力                        |
|                  |   |                   | $1.5 \cdot \sigma_{fa} = 180$ |
|                  |   |                   | $2.5 \cdot \sigma_{na} = 307$ |
| フランジの半径方向応力      | $\sigma_R$  | 20                | $\sigma_{fa} = 120$           |
| フランジの周方向応力       | $\sigma_T$  | 18                | $\sigma_{fa} = 120$           |
| 組合せ応力            | $(\sigma_H + \sigma_R)/2$   | 55                | $\sigma_{fa} = 120$           |
|                  | $(\sigma_H + \sigma_T)/2$   | 54                | $\sigma_{fa} = 120$           |
| 応力の評価:           | $\sigma_H \leq \text{Min}(1.5 \cdot \sigma_f, 2.5 \cdot \sigma_n)$ $\sigma_H \leq \text{Min}(1.5 \cdot \sigma_{fa}, 2.5 \cdot \sigma_{na})$<br>$\sigma_R \leq \sigma_f$ $\sigma_R \leq \sigma_{fa}$<br>$\sigma_T \leq \sigma_f$ $\sigma_T \leq \sigma_{fa}$<br>$(\sigma_H + \sigma_R)/2 \leq \sigma_f$ $(\sigma_H + \sigma_R)/2 \leq \sigma_{fa}$<br>$(\sigma_H + \sigma_T)/2 \leq \sigma_f$ $(\sigma_H + \sigma_T)/2 \leq \sigma_{fa}$<br>以上より十分である。 |                   |                               |

3 支持構造物の強度計算書

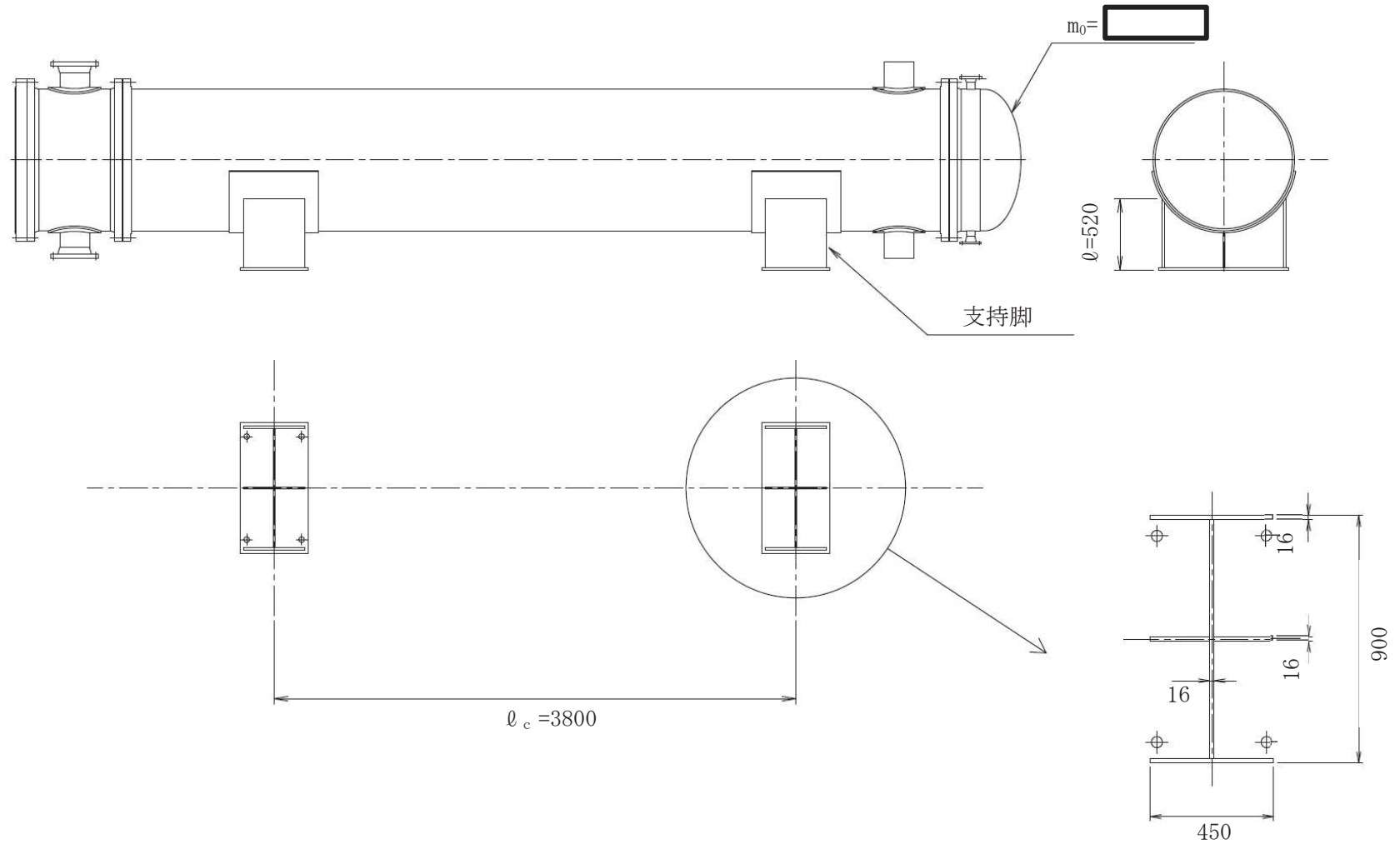
(1) 一次圧縮応力及び一次曲げ応力による組合せ評価

| 種類      | 脚本数 | 材料    | 最高使用温度<br>(°C) | F 値<br>(MPa) | 鉛直荷重<br>F <sub>c</sub> (N) | 断面積<br>A (mm <sup>2</sup> ) | 曲げモーメント<br>M (N・mm) | 断面係数<br>Z (mm <sup>3</sup> ) |
|---------|-----|-------|----------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|
| 横置円筒形容器 | 2   | SS400 | 70             |              | 7.818×10 <sup>4</sup>      | 3.523×10 <sup>4</sup>       |                     |                              |

| 一次圧縮応力<br>σ <sub>c</sub> (MPa) | 許容圧縮応力<br>f <sub>c</sub> (MPa) | 一次曲げ応力<br>σ <sub>b</sub> (MPa) | 許容曲げ応力<br>f <sub>b</sub> (MPa) | 組合せ評価<br>$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1$ | 評価                       |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------|
|                                | 177                            |                                | 178                            | 0.54  | 算出値は、許容値以下であるので強度は十分である。 |



(単位 : mm)



高压炉心スプレイ補機冷却水系熱交換器 支持構造物の強度計算説明図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-6-2-2 高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプの強度計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-10 重大事故等クラス2 ポンプの強度計算方法」に基づいて計算を行う。

なお、適用規格の選定結果について以下に示す。適用規格の選定に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名                  | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分   | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |           |
|----------------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|--------|-----------------|-----------|-----------|
|                      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |           | SA 条件       |                            |              |        |                 |           |           |
|                      |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |        |                 |           | 温度<br>(℃) |
| 高圧炉心スプレイ補機冷却水<br>ポンプ | 既設             | 有   | 有                 | Non              | Non       | SA-2      | 無                | 1.18        | 70        | 1.18        | 70                         | —            | S55 告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2      |

## 目次

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. 計算条件                 | 1 |
| 1.1 ポンプ形式               | 1 |
| 1.2 計算部位                | 1 |
| 1.3 設計条件                | 2 |
| 2. 強度計算                 | 2 |
| 2.1 ケーシングの厚さ            | 2 |
| 2.2 ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ | 2 |
| 2.3 ケーシングの各部形状          | 3 |
| 2.4 ケーシングカバーの厚さ         | 4 |
| 2.5 ボルトの平均引張応力          | 4 |
| 2.6 耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ  | 5 |

1. 計算条件

1.1 ポンプ形式

うず巻ポンプであって、ケーシングが軸垂直割りであるものに相当する。

1.2 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。

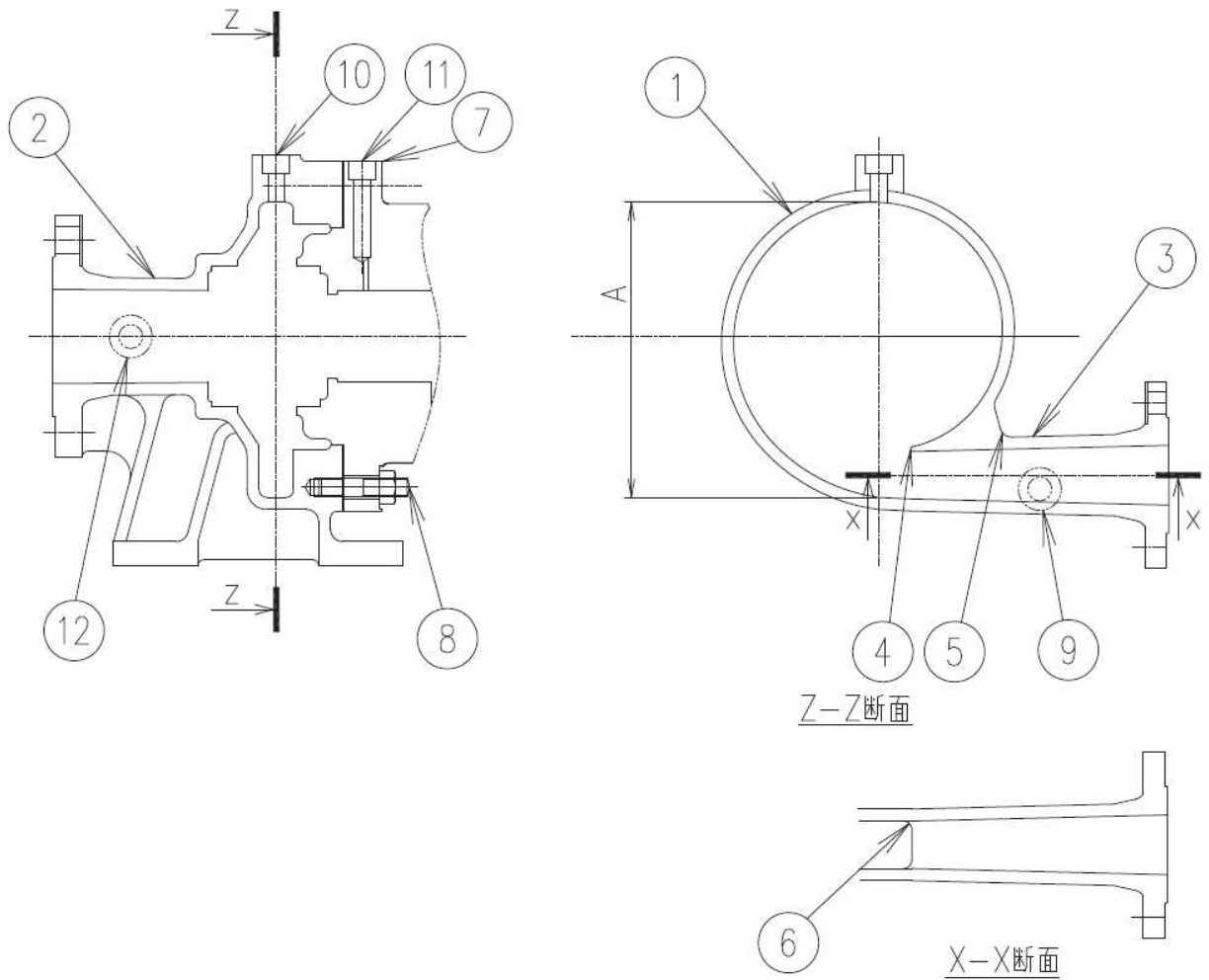


図1-1 概要図

1.3 設計条件

| 設計条件         |      |
|--------------|------|
| 最高使用圧力 (MPa) | 1.18 |
| 最高使用温度 (°C)  | 70   |

2. 強度計算

2.1 ケーシングの厚さ

設計・建設規格 PMC-3320

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | A<br>(mm) |
|------|----|------------|------------|-----------|
| ①    |    | 1.18       |            |           |

注記\* : ( ) は新 J I S 記号を示す。

| t<br>(mm) | t <sub>s0</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 6.4       |                         |                        |

評価 :  $t_s \geq t$ , よって十分である。

2.2 ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ

設計・建設規格 PMC-3330

(単位 : mm)

| 計算部位 | r <sub>i</sub> | r <sub>m</sub> | ℓ    | t   | t <sub>ℓ0</sub> | t <sub>ℓ</sub> |
|------|----------------|----------------|------|-----|-----------------|----------------|
| ②    | 100.0          | 103.2          | 12.8 | 6.4 |                 |                |
| ③    | 75.5           | 78.7           | 11.2 | 6.4 |                 |                |

評価 :  $t_{\ell} \geq t$ , よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2.3 ケーシングの各部形状

## (1) ポリユート巻始めの丸みの半径

設計・建設規格 PMC-3340(4) (単位：mm)

| 計算部位 | $r_1$ | $r_{1s0}$ | $r_{1s}$ |
|------|-------|-----------|----------|
| ④    | 0.4   |           |          |

評価： $r_{1s} \geq r_1$ ，よって十分である。

## (2) クロッチの丸みの半径

設計・建設規格 PMC-3340(5) (単位：mm)

| 計算部位 | $r_2$ | $r_{2s0}$ | $r_{2s}$ |
|------|-------|-----------|----------|
| ⑤    | 2.0   |           |          |

評価： $r_{2s} \geq r_2$ ，よって十分である。

## (3) ポリユート巻始めとケーシング壁面の交わる部分のすみの丸みの半径

告示第501号第77条第7項第6号 (単位：mm)

| 計算部位 | $r_3$ | $r_{3s0}$ | $r_{3s}$ |
|------|-------|-----------|----------|
| ⑥    | 7.0   |           |          |

評価： $r_{3s} \geq r_3$ ，よって十分である。



## 2.4 ケーシングカバーの厚さ

告示第501号第77条第5項第1号

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | 平板形    |   |
|------|----|------------|------------|--------|---|
|      |    |            |            | d (mm) | K |
| ⑦    |    | 1.18       |            |        |   |

| t<br>(mm) | t <sub>so</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 20.9      |                         |                        |

評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。

## 2.5 ボルトの平均引張応力

設計・建設規格 PMC-3510

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S <sub>b</sub><br>(MPa) | d <sub>b</sub><br>(mm) | n <sub>i</sub> | A <sub>b</sub><br>(mm <sup>2</sup> ) |
|------|----|------------|-------------------------|------------------------|----------------|--------------------------------------|
| ⑧    |    | 1.18       |                         |                        |                |                                      |

| ガスケット材料      | ガスケット厚さ<br>(mm) | ガスケット<br>座面形状 | A <sub>w</sub><br>(mm <sup>2</sup> ) | A <sub>G</sub><br>(mm <sup>2</sup> ) |
|--------------|-----------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ジョイント<br>シート | 1.0             | 全面形           |                                      |                                      |

| W <sub>m1</sub><br>(N) | W <sub>m2</sub><br>(N) | W<br>(N) | σ<br>(MPa) |
|------------------------|------------------------|----------|------------|
|                        |                        |          | 180        |

評価： $\sigma \leq S_b$ ，よって十分である。

2.6 耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ

設計・建設規格 PMC-3610

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | D <sub>o</sub><br>(mm) |
|------|----|------------|------------|------------------------|
| ⑨    |    | 1.18       |            |                        |
| ⑩    |    | 1.18       |            |                        |
| ⑪    |    | 1.18       |            |                        |
| ⑫    |    | 1.18       |            |                        |

注記\* : ( ) は新 J I S 記号を示す。

| 継手の種類 | 放射線透過試験の有無 | $\eta$ |
|-------|------------|--------|
| 継手無し  | —          | 1.00   |
| 継手無し  | —          | 1.00   |
| 継手無し  | —          | 1.00   |
| 継手無し  | —          | 1.00   |

| t<br>(mm) | t <sub>so</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 0.2       |                         |                        |
| 0.2       |                         |                        |
| 0.2       |                         |                        |
| 0.2       |                         |                        |

評価 :  $t_s \geq t$ , よって十分である。

O 2 ③ VI-3-3-3-6-2-2 R O E

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-6-2-3 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの強度計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-10 重大事故等クラス2ポンプの強度計算方法」に基づいて計算を行う。

なお、適用規格の選定結果について以下に示す。適用規格の選定に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名                   | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分   | 同等性<br>評価<br>区分          | 評価<br>クラス |           |
|-----------------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|--------|--------------------------|-----------|-----------|
|                       |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |           | SA 条件       |                            |              |        |                          |           |           |
|                       |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |        |                          |           | 温度<br>(℃) |
| 高圧炉心スプレイ補機冷却海水<br>ポンプ | 既設             | 有   | 有                 | Non              | Non       | SA-2      | 無                | 0.78        | 50        | 0.78        | 50                         | —            | S55 告示 | 設計・建設規格<br>(同等性)<br>又は告示 | a. (b)    | SA-2      |

## 目次

|                |   |
|----------------|---|
| 1. 計算条件        | 1 |
| 1.1 ポンプ形式      | 1 |
| 1.2 計算部位       | 1 |
| 1.3 設計条件       | 2 |
| 2. 強度計算        | 2 |
| 2.1 ケーシングの厚さ   | 2 |
| 2.2 ボルトの平均引張応力 | 3 |

1. 計算条件

1.1 ポンプ形式

ターボポンプであって、軸垂直割りケーシングをもった1段の立形ポンプに相当する。

1.2 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。

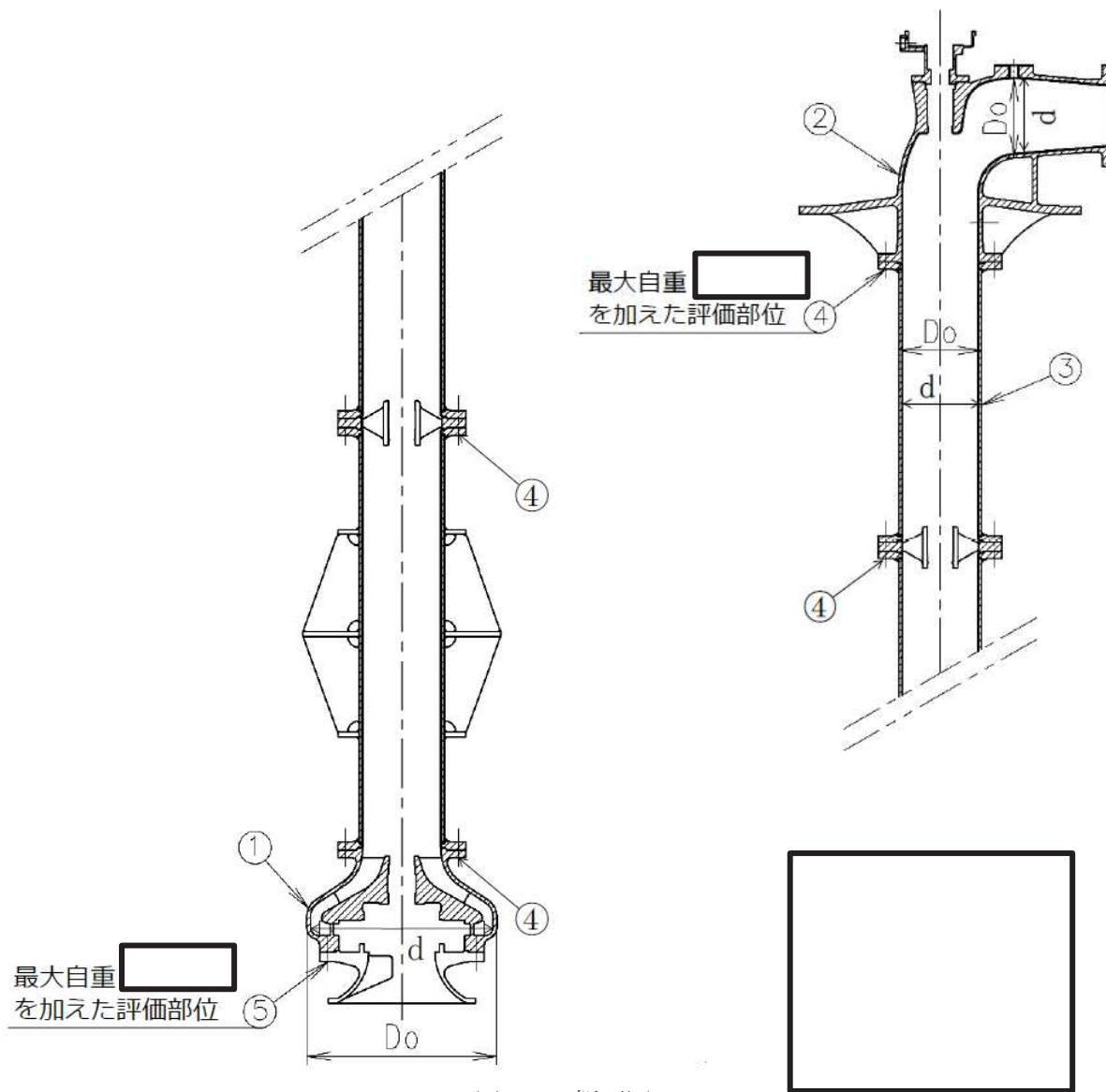


図 1-1 概要図

1.3 設計条件

| 設計条件         |      |
|--------------|------|
| 最高使用圧力 (MPa) | 0.78 |
| 最高使用温度 (°C)  | 50   |

2. 強度計算

2.1 ケーシングの厚さ

設計・建設規格 PMD-3310

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | D <sub>o</sub><br>(mm) | 継手の種類   | 放射線透過試験<br>の有無 |
|------|----|------------|------------|------------------------|---------|----------------|
| ①    |    | 0.78       |            |                        | 継手無し    | —              |
| ②    |    | 0.78       |            |                        | 継手無し    | —              |
| ③    |    | 0.78       |            |                        | 突合せ両側溶接 | —              |
|      |    | 0.78       |            |                        | 継手無し    | —              |

| $\eta$ | y   | d<br>(mm) | t<br>(mm) | t <sub>s0</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|--------|-----|-----------|-----------|-------------------------|------------------------|
| 1.00   | 0.4 |           | 2.7       |                         |                        |
| 1.00   | 0.4 |           | 1.3       |                         |                        |
| 0.70   | 0.4 |           | 1.2       |                         |                        |
| 1.00   | 0.4 |           | 0.8       |                         |                        |

評価：  $t_s \geq t$ ， よって十分である。



## 2.2 ボルトの平均引張応力

設計・建設規格 PMC-3510

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S <sub>b</sub><br>(MPa) | d <sub>b</sub><br>(mm) | n <sub>i</sub> | A <sub>b</sub><br>(mm <sup>2</sup> ) |
|------|----|------------|-------------------------|------------------------|----------------|--------------------------------------|
| ④    |    | 0.78       |                         |                        |                |                                      |
| ⑤    |    | 0.78       |                         |                        |                |                                      |

| ガスケット材料 | ガスケット厚さ<br>(mm) | ガスケット<br>座面形状 | A <sub>w</sub><br>(mm <sup>2</sup> ) | A <sub>G</sub><br>(mm <sup>2</sup> ) |
|---------|-----------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 植物繊維    | 0.25            | 全面形           |                                      |                                      |
| 植物繊維    | 0.25            | 全面形           |                                      |                                      |

| W <sub>m1</sub><br>(N) | W <sub>m2</sub><br>(N) | W<br>(N) | σ<br>(MPa) |
|------------------------|------------------------|----------|------------|
|                        |                        |          | 63         |
|                        |                        |          | 53         |

評価：σ ≤ S<sub>b</sub>，よって十分である。

VI-3-3-3-6-2-4 高圧炉心スプレイ補機冷却水サージタンクの強度計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-8 重大事故等クラス2 容器の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

なお、適用規格の選定結果について以下に示す。適用規格の選定に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名                     | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分   | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|-------------------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|--------|-----------------|-----------|------------|
|                         |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            | SA 条件       |                            |              |        |                 |           |            |
|                         |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |        |                 |           | 温度<br>(°C) |
| 高圧炉心スプレイ補機冷却水<br>サージタンク | 既設             | 有   | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 静水頭         | 70         | 静水頭         | 70                         | -            | S55 告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | -         | SA-2       |

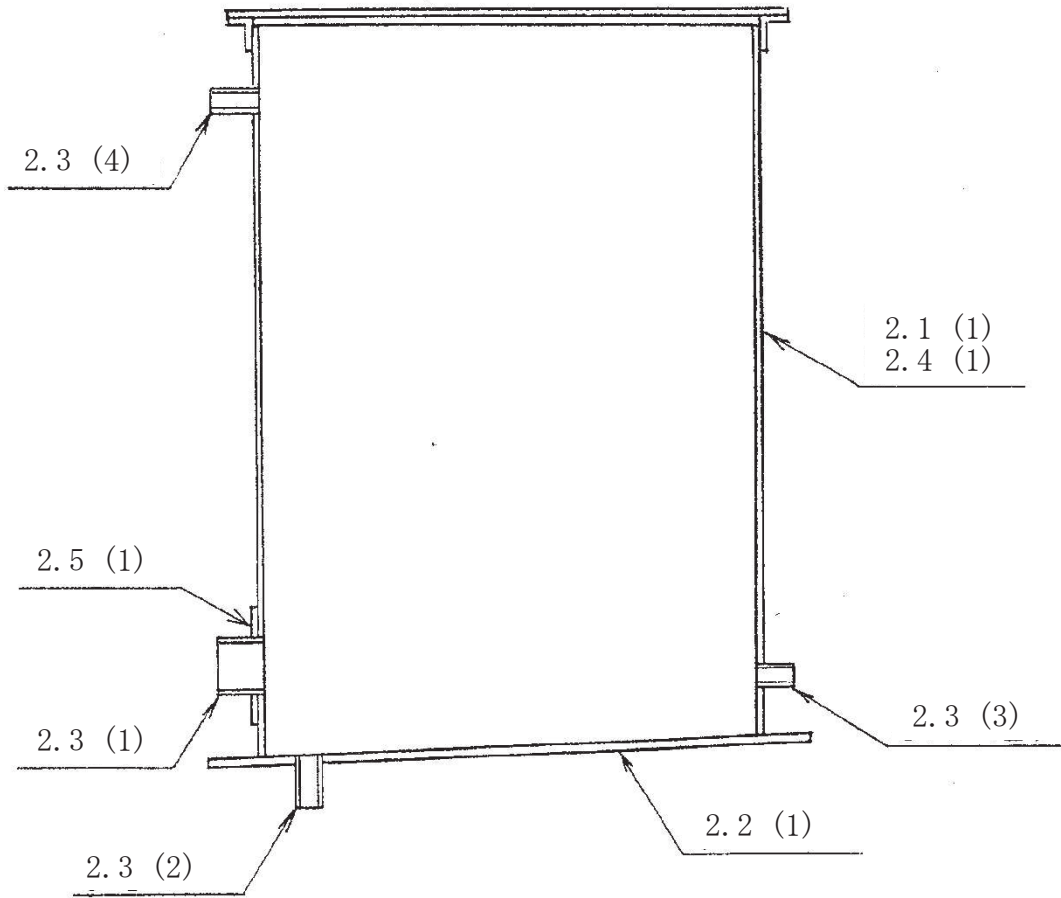
## 目次

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1. 計算条件 .....                  | 1 |
| 1.1 計算部位 .....                 | 1 |
| 1.2 設計条件 .....                 | 1 |
| 2. 強度計算 .....                  | 2 |
| 2.1 開放タンクの胴の厚さの計算 .....        | 2 |
| 2.2 開放タンクの底板の厚さの計算 .....       | 3 |
| 2.3 開放タンクの管台の厚さの計算 .....       | 4 |
| 2.4 開放タンクの補強を要しない穴の最大径の計算..... | 8 |
| 2.5 開放タンクの穴の補強計算 .....         | 9 |

1. 計算条件

1.1 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次ページ以降の  
計算項目番号を示す。

図1-1 概要図

1.2 設計条件

|              |     |
|--------------|-----|
| 最高使用圧力 (MPa) | 静水頭 |
| 最高使用温度 (°C)  | 70  |

2. 強度計算

2.1 開放タンクの胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3920

|                             |           |       |         |
|-----------------------------|-----------|-------|---------|
| 胴板名称                        |           |       | (1) 胴板  |
| 材料                          |           |       | SM400B  |
| 水頭                          | H         | (m)   | 2.2203  |
| 最高使用温度                      |           |       | (°C) 70 |
| 胴の内径                        | $D_i$     | (m)   | 1.20    |
| 液体の比重                       | $\rho$    |       | 1.00    |
| 許容引張応力                      | S         | (MPa) | 100     |
| 継手効率                        | $\eta$    |       | 0.70    |
| 継手の種類                       |           |       | 突合せ両側溶接 |
| 放射線検査の有無                    |           |       | 無し      |
| 必要厚さ                        | $t_1$     | (mm)  | 3.00    |
| 必要厚さ                        | $t_2$     | (mm)  | 0.19    |
| 必要厚さ                        | $t_3$     | (mm)  | —       |
| $t_1, t_2, t_3$ の大きい値       | t         | (mm)  | 3.00    |
| 呼び厚さ                        | $t_{s.o}$ | (mm)  | 9.00    |
| 最小厚さ                        | $t_s$     | (mm)  |         |
| 評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。 |           |       |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-2-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2.2 開放タンクの底板の厚さの計算

(1) 設計・建設規格 PVC-3960

底板の形状：平板

(2) 設計・建設規格 PVC-3970

底板の厚さ

|                             |                |        |
|-----------------------------|----------------|--------|
| 底板名称                        |                | (1) 平板 |
| 材料                          |                | SM400B |
| 必要厚さ                        | t (mm)         | 6.00   |
| 呼び厚さ                        | $t_{b.o}$ (mm) | 15.00  |
| 最小厚さ                        | $t_b$ (mm)     |        |
| 評価： $t_b \geq t$ ，よって十分である。 |                |        |



### 2.3 開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3980

|                             |          |       |               |
|-----------------------------|----------|-------|---------------|
| 管台名称                        |          |       | (1) 液出口       |
| 材料                          |          |       | STS42(STS410) |
| 水頭                          | H        | (m)   | 2.2203        |
| 最高使用温度                      |          |       | (°C) 70       |
| 管台の内径                       | $D_i$    | (m)   | 0.1023        |
| 液体の比重                       | $\rho$   |       | 1.00          |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 103           |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 1.00          |
| 継手の種類                       |          |       | 継手無し          |
| 放射線検査の有無                    |          |       | 無し            |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 0.02          |
| 必要厚さ                        | $t_2$    | (mm)  | 3.50          |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t        | (mm)  | 3.50          |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$ | (mm)  | 6.00          |
| 最小厚さ                        | $t_n$    | (mm)  |               |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |               |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-2-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3980

|                             |          |       |         |
|-----------------------------|----------|-------|---------|
| 管台名称                        |          |       | (2) ドレン |
| 材料                          |          |       | STS410  |
| 水頭                          | H        | (m)   | 2.2203  |
| 最高使用温度                      |          |       | (°C) 70 |
| 管台の内径                       | $D_i$    | (m)   | 0.0495  |
| 液体の比重                       | $\rho$   |       | 1.00    |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 103     |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 1.00    |
| 継手の種類                       |          |       | 継手無し    |
| 放射線検査の有無                    |          |       | 無し      |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 0.01    |
| 必要厚さ                        | $t_2$    | (mm)  | 2.40    |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t        | (mm)  | 2.40    |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$ | (mm)  | 5.50    |
| 最小厚さ                        | $t_n$    | (mm)  |         |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-2-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3980

|                             |          |       |         |
|-----------------------------|----------|-------|---------|
| 管台名称                        |          |       | (3) 液位計 |
| 材料                          |          |       | STS410  |
| 水頭                          | H        | (m)   | 2.2203  |
| 最高使用温度                      |          |       | (°C) 70 |
| 管台の内径                       | $D_i$    | (m)   | 0.0495  |
| 液体の比重                       | $\rho$   |       | 1.00    |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 103     |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 1.00    |
| 継手の種類                       |          |       | 継手無し    |
| 放射線検査の有無                    |          |       | 無し      |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 0.01    |
| 必要厚さ                        | $t_2$    | (mm)  | 2.40    |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t        | (mm)  | 2.40    |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$ | (mm)  | 5.50    |
| 最小厚さ                        | $t_n$    | (mm)  |         |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |         |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-2-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3980

|                             |          |       |             |
|-----------------------------|----------|-------|-------------|
| 管台名称                        |          |       | (4) オーバーフロー |
| 材料                          |          |       | STS410      |
| 水頭                          | H        | (m)   | 2.2203      |
| 最高使用温度                      |          |       | (°C) 70     |
| 管台の内径                       | $D_i$    | (m)   | 0.0495      |
| 液体の比重                       | $\rho$   |       | 1.00        |
| 許容引張応力                      | S        | (MPa) | 103         |
| 継手効率                        | $\eta$   |       | 1.00        |
| 継手の種類                       |          |       | 継手無し        |
| 放射線検査の有無                    |          |       | 無し          |
| 必要厚さ                        | $t_1$    | (mm)  | 0.01        |
| 必要厚さ                        | $t_2$    | (mm)  | 2.40        |
| $t_1, t_2$ の大きい値            | t        | (mm)  | 2.40        |
| 呼び厚さ                        | $t_{no}$ | (mm)  | 5.50        |
| 最小厚さ                        | $t_n$    | (mm)  |             |
| 評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。 |          |       |             |

O 2 ③ VI-3-3-3-6-2-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.4 開放タンクの補強を要しない穴の最大径の計算

設計・建設規格 PVC-3940

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| 胴板名称                       | (1) 胴板 |
| 評価:補強の計算を要する 85mm を超える穴の名称 | 液出口    |

2.5 開放タンクの穴の補強計算

設計・建設規格 PVC-3950

参照附図 WELD-15

|             |          |                    |               |
|-------------|----------|--------------------|---------------|
| 部材名称        |          |                    | (1) 液出口       |
| 胴板材料        |          |                    | SM400B        |
| 管台材料        |          |                    | STS42(STS410) |
| 強め板材料       |          |                    | SM400B        |
| 最高使用圧力      | P        | (MPa)              | 0.02          |
| 最高使用温度      |          | (°C)               | 70            |
| 胴板の許容引張応力   | $S_s$    | (MPa)              | 100           |
| 管台の許容引張応力   | $S_n$    | (MPa)              | 103           |
| 強め板の許容引張応力  | $S_e$    | (MPa)              | 100           |
| 穴の径         | d        | (mm)               |               |
| 管台が取り付く穴の径  | $d_w$    | (mm)               |               |
| 胴板の最小厚さ     | $t_s$    | (mm)               |               |
| 管台の最小厚さ     | $t_n$    | (mm)               |               |
| 胴板の継手効率     | $\eta$   |                    | 1.00          |
| 係数          | F        |                    | 1.00          |
| 胴の内径        | $D_i$    | (m)                | 1.20          |
| 胴板の計算上必要な厚さ | $t_{sr}$ | (mm)               | 0.14          |
| 管台の計算上必要な厚さ | $t_{nr}$ | (mm)               |               |
| 穴の補強に必要な面積  | $A_r$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 補強の有効範囲     | $X_1$    | (mm)               |               |
| 補強の有効範囲     | $X_2$    | (mm)               |               |
| 補強の有効範囲     | X        | (mm)               |               |
| 補強の有効範囲     | $Y_1$    | (mm)               |               |
| 強め板の最小厚さ    | $t_e$    | (mm)               |               |
| 強め板の外径      | $B_e$    | (mm)               | 280.00        |
| 管台の外径       | $D_{on}$ | (mm)               | 114.30        |
| 溶接寸法        | $L_1$    | (mm)               | 6.00          |
| 溶接寸法        | $L_2$    | (mm)               | 5.00          |
| 胴板の有効補強面積   | $A_1$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |
| 管台の有効補強面積   | $A_2$    | (mm <sup>2</sup> ) |               |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|                            |       |                   |                     |
|----------------------------|-------|-------------------|---------------------|
| すみ肉溶接部の有効補強面積              | $A_3$ | ( $\text{mm}^2$ ) | 61.0                |
| 強め板の有効補強面積                 | $A_4$ | ( $\text{mm}^2$ ) |                     |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$ | ( $\text{mm}^2$ ) | $1.659 \times 10^3$ |
| 評価： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |       |                   |                     |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|   |            |     |
|---|------------|-----|
| 部材名称  | (1) 液出口    |     |
| 大きい穴の補強                                       |            |     |
| 補強を要する穴の限界径                                   | $d_j$ (mm) | 500 |
| 評価： $d \leq d_j$ , よって大きい穴の補強計算は必要ない。         |            |     |
| 溶接部にかかる荷重                                     | $W_1$ (N)  |     |
| 溶接部にかかる荷重                                     | $W_2$ (N)  |     |
| 溶接部の負うべき荷重                                    | $W$ (N)    |     |
| 評価： $W < 0$ , よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |            |     |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



VI-3-3-3-6-2-5 管の強度計算書（高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び  
高圧炉心スプレイ補機冷却海水系）

目 次

VI-3-3-3-6-2-5-1 管の基本板厚計算書（高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系）

VI-3-3-3-6-2-5-1 管の基本板厚計算書

(高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系)

1. 高圧炉心スプレイ補機冷却水系

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分          | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|---------------|-----------------|-----------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |               |                 |           |
| 1    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 2    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 3    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 4    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 5    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 6    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| T1   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.18                | 70                 | 1.18                | 70                         | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |

・適用規格の選定

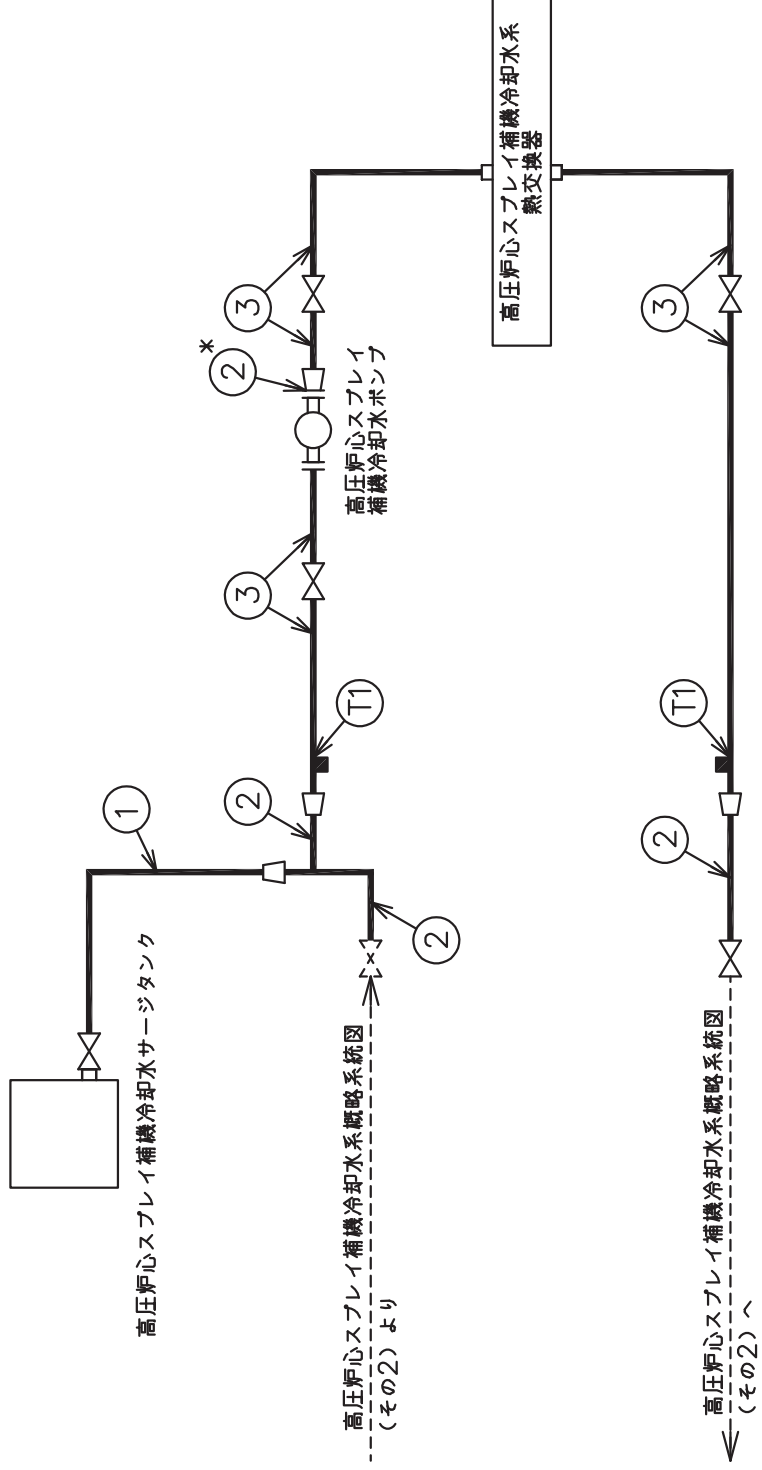
| 管No. | 評価項目     | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|----------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| T1   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

目次

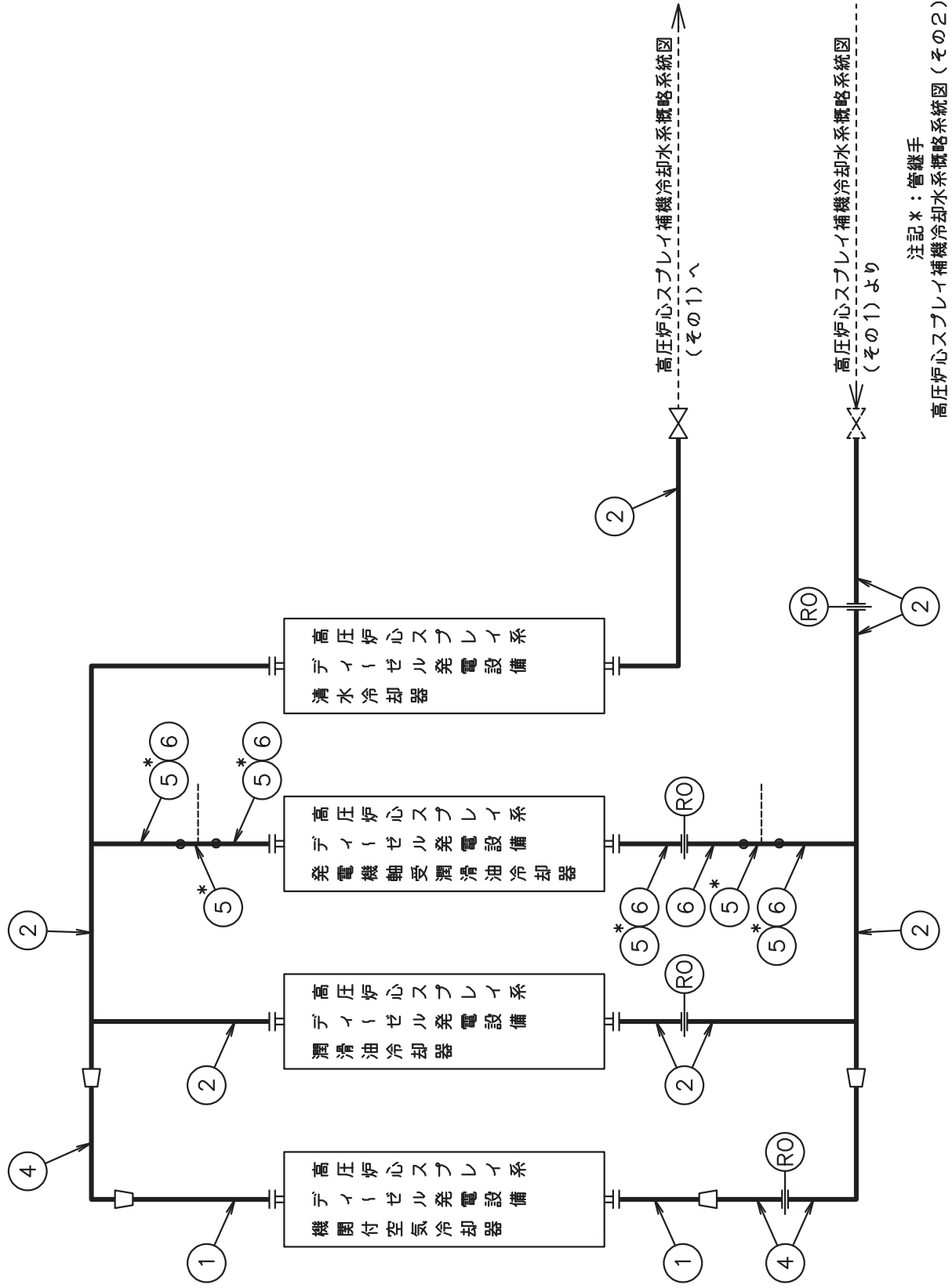
|                    |   |
|--------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....     | 1 |
| 2. 管の強度計算書 .....   | 3 |
| 3. 管の穴と補強計算書 ..... | 4 |



1. 概略系統図



注記\*：管継手  
 高圧炉心スプレイ補機冷却水系概略系統図（その1）



注記\*: 管継手  
高圧炉心スプレー補機冷却水系概略図 (その2)

2. 管の強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料             | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 1.18                 | 70                     | 114.30                        | 6.00         | STS42<br>STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 5.25                   | 0.66      | C      | 3.40                   |
| 2   | 1.18                 | 70                     | 165.20                        | 7.10         | STS42<br>STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 0.95      | C      | 3.80                   |
| 3   | 1.18                 | 70                     | 216.30                        | 8.20         | STS42<br>STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.24      | C      | 3.80                   |
| 4   | 1.18                 | 70                     | 139.80                        | 6.60         | STS42<br>STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 5.77                   | 0.80      | C      | 3.80                   |
| 5   | 1.18                 | 70                     | 60.50                         | 6.10         | S25C            | S   | 2           | 103        | 1.00 |       |                        | 0.35      | C      | 2.40                   |
| 6   | 1.18                 | 70                     | 60.50                         | 5.50         | STS410          | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 4.81                   | 0.35      | C      | 2.40                   |

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>，よって十分である。

3. 管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPC-3422 準用

|  |              |               |        |
|--|--------------|---------------|--------|
| NO.  |              | T1            |        |
| 形 式  |              | A             |        |
| 最高使用圧力   | P (MPa)      | 1.18          |        |
| 最高使用温度   | (°C)         | 70            |        |
| 主管と管台の角度   | $\alpha$ (°) |               |        |
| 主<br>管   | 材 料          | STS410        |        |
|  | 許容引張応力       | $S_r$ (MPa)   | 103    |
|  | 外 径          | $D_{or}$ (mm) | 216.30 |
|  | 内 径          | $D_{ir}$ (mm) | 201.96 |
|  | 公称厚さ         | $t_{ro}$ (mm) | 8.20   |
|  | 厚さの負の許容差     | $Q_r$         | 12.5 % |
|  | 最小厚さ         | $t_r$ (mm)    | 7.17   |
|  | 継手効率         | $\eta$        | 1.00   |
| 管<br>台   | 材 料          | SF490A        |        |
|  | 外 径          | $D_{ob}$ (mm) | 118.10 |
|  | 内 径          | $D_{ib}$ (mm) |        |
|  | 公称厚さ         | $t_{bn}$ (mm) | 20.00  |
| 穴の径  | d (mm)       |               |        |
| $d_{r1} = D_{ir} / 4$  |              | (mm)          | 50.49  |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値   |              | (mm)          | 50.49  |
| K  |              |               | 0.1899 |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値  |              | (mm)          | 86.86  |
| 補強不要な穴の最大径   |              | $d_{fr}$ (mm) | 86.86  |
| <p>評価： <math>d \leq d_{fr}</math></p> <p>よって管の穴の補強計算は必要ない。</p> |              |               |        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2. 高圧炉心スプレイ補機冷却海水系

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |      |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |   |       |                 |   |      |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------|-------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|---|-------|-----------------|---|------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件        |      | SA条件        |                            |              |      |                 |           |   |       |                 |   |      |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  |             |      |             |                            |              |      |                 |           |   |       |                 |   |      |
| 1    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 圧力<br>(MPa) | 0.78 | 圧力<br>(MPa) | 0.78                       | 温度<br>(°C)   | 50   | 温度<br>(°C)      | 50        | — | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |

・適用規格の選定

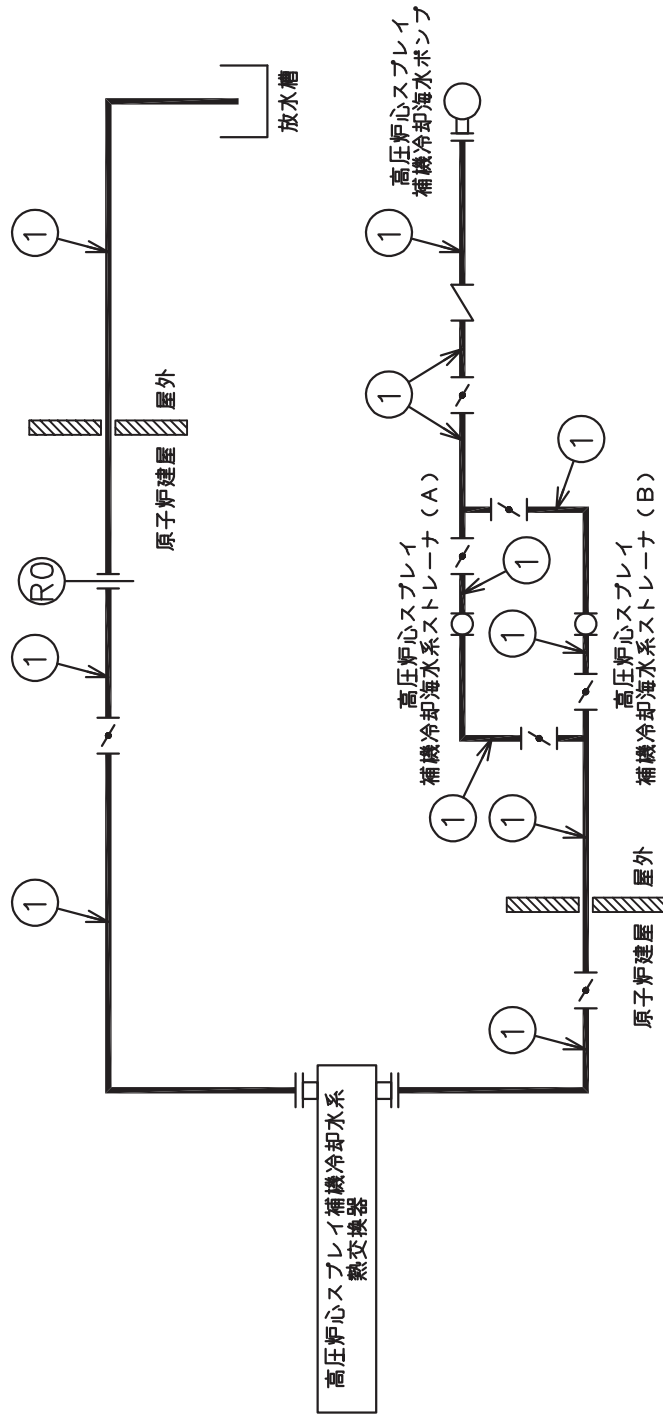
| 管No. | 評価項目   | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |



目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 2 |

1. 概略系統図



高圧炉心スプレー補機冷却海水系概略系統図

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料             | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 0.78                 | 50                     | 216.30                        | 8.20         | STS42<br>STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 0.82      | C      | 3.80                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

VI-3-3-3-6-3 原子炉補機代替冷却水系の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-3-6-3-1 原子炉補機代替冷却水系熱交換器ユニット（熱交換器）の強度評価書
- VI-3-3-3-6-3-2 原子炉補機代替冷却水系熱交換器ユニット（ポンプ）の強度評価書
- VI-3-3-3-6-3-3 原子炉補機代替冷却水系熱交換器ユニット（ストレータ）の強度評価書
- VI-3-3-3-6-3-4 管の強度計算書（原子炉補機代替冷却水系）

VI-3-3-3-6-3-1 原子炉補機代替冷却水系熱交換器ユニット（熱交換器）  
の強度評価書

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカー規格及び基準）（原子炉補機代替冷却水系熱交換器ユニット（熱交換器））

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境、材料及び使用条件

| 種類    | 使用目的及び使用環境   | 材料  | 最高使用圧力 (MPa)           | 最高使用温度 (°C)        |
|-------|--|---|------------------------|--------------------|
| プレート式 | 重大事故等が発生した場合において、原子炉補機冷却水系に接続し、大容量送水ポンプ（タイプI）により海水を送水することで熱を最終的な熱の逃がし場である海へ輸送することを目的とする。使用環境として屋外に設置した熱交換器ユニットに搭載され、ユニット内で淡水と海水を熱交換する。 | 側板： <input type="text"/><br>伝熱板： <input type="text"/> | 淡水側：1.18*<br>海水側：1.20* | 淡水側：70*<br>海水側：50* |

注記 \*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

| 機器名   | 使用目的及び想定している使用環境  | 材料  | 最高使用圧力 (MPa)         | 最高使用温度 (°C)      | 規格及び基準に基づく試験                      |
|-------|---|---|----------------------|------------------|-----------------------------------|
| プレート式 | 側板とガイドバーで固定された積層伝熱板間に、高温流体（淡水）と低温流体（海水）を流し、伝熱板を介して熱交換を行うことを目的とする。使用環境として屋内外に設置した熱交換器ユニット内で淡水と海水を熱交換することを想定している。 | 側板： <input type="text"/><br>伝熱板： <input type="text"/> | 淡水側：1.18<br>海水側：1.20 | 淡水側：70<br>海水側：50 | 耐圧試験（試験圧力：1.8MPa、試験保持時間：20分間）を実施。 |

III. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該熱交換器は、重大事故等時に原子炉補機冷却水系から供給される淡水を、海水により伝熱板を介して熱交換を行うために屋外（ユニット内）で使用する熱交換器である。一方、本メーカー規格及び基準は、化学、鉄鋼、電力、機械工業などで幅広く使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり、当該熱交換器は屋内外（ユニット内）で淡水及び海水での使用を想定している。重大事故等時における当該熱交換器の使用目的及び使用環境は、本規格の想定している使用環境の範囲内である。

(b-2) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較、IとIIの使用条件の比較）

当該熱交換器に使用されている材料は、JIS G 3101「一般構造用圧延鋼材」とJIS H 4600「チタン及びチタン合金—板及び条」で使用可能な材料とされている  である。また、これらの材料は設計・建設規格のクラス3容器に使用可能であると規定されている。

当該熱交換器の最高使用圧力及び最高使用温度はメーカー仕様の範囲内であり、設計・建設規格 PHT-2311 で規定されている耐圧試験（試験圧力：最高使用圧力×1.5倍）と同等の試験条件の耐圧試験に合格していることを検査成績書等により確認できる。耐圧試験による機器の健全性は、耐圧部全体に圧力が付加される適切な試験保持時間（設計・建設規格解説 PHT-4000）により確認している。なお、設計・建設規格のクラス3機器の最高許容耐圧試験圧力は機器の応力制限（降伏点）を基に定められており、耐圧試験の規定では、耐圧試験圧力は最高使用圧力の1.5倍の106%を超えないこととしている。一方、設計・建設規格のクラス3機器の設計許容応力は降伏点に対して5/8を基準にしており、この設計許容応力以下となる必要板厚は、最高使用圧力を条件として評価式により求めている。よって、設計・建設規格 PHT-2311 で規定されている耐圧試験と同等の試験条件の耐圧試験に合格することで、メーカー規格及び基準の設計が設計・建設規格と同等の裕度を持っているものとみなせる。

また、当該熱交換器の付属品である燃料タンクについても、鋼製であり最高使用圧力が静水頭に対して水張試験を実施している。よって、当該熱交換器は完成品として要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し、使用材料の特性を踏まえた上で、燃料タンクを含めた一体構造品の完成品として重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

VI-3-3-3-6-3-2 原子炉補機代替冷却水系熱交換器ユニット（ポンプ）の  
強度評価書



一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカー規格及び基準）（原子炉補機代替冷却水系熱交換器ユニット（ポンプ））

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境、材料及び使用条件

| 種類   | 使用目的及び使用環境   | 材料 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) |
|------|--|----|--------------|-------------|
| うず巻型 | 重大事故等が発生した場合において、原子炉補機冷却水系に接続し、大容量送水ポンプ（タイプI）により海水を送水することで熱を最終的な熱の逃がし場である海へ輸送することを目的とする。使用環境として屋外に設置した熱交換器ユニットに搭載され、ユニット内で淡水を送水する。 | □  | 1.18*        | 70*         |

注記 \*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

| 機器名  | 使用目的及び想定している使用環境   | 材料 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) | 規格及び基準に基づく試験                      |
|------|--|----|--------------|-------------|-----------------------------------|
| うず巻型 | 淡水を送水することを目的とする。使用環境として屋内外に設置した熱交換器ユニット内で淡水を送水することを想定している。 | □  | 1.18         | 70          | 耐圧試験（試験圧力：1.77MPa、試験保持時間：10分）を実施。 |

III. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ポンプは、重大事故等時に淡水を送水するために屋外（ユニット内）で使用するポンプである。一方、本メーカー規格及び基準は、化学、鉄鋼、電力、機械工業などで幅広く使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり、当該ポンプは屋内外（ユニット内）で淡水を送水することを想定している。重大事故等時における当該ポンプの使用目的及び使用環境は、想定している使用環境の範囲内である。

(b-2) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較、IとIIの使用条件の比較）

当該ポンプに使用されている材料は、JIS G 5121「ステンレス鋼鋳鋼品」で使用可能な材料とされている□である。また、これらの材料は設計・建設規格のクラス3ポンプに使用可能であると規定されている。

当該ポンプの最高使用圧力及び最高使用温度はメーカー仕様の範囲内であり、設計・建設規格 PHT-2311 及び PHT-4000 で規定されている耐圧試験（試験圧力：最高使用圧力×1.5倍、試験保持時間：10分間）と同等の試験条件の耐圧試験に合格していることを検査成績書等により確認できる。設計・建設規格のクラス3機器の最高許容耐圧試験圧力は機器の応力制限（降伏点）を基に定められており、耐圧試験の規定では、耐圧試験圧力は最高使用圧力の1.5倍の106%を超えないこととしている。一方、設計・建設規格のクラス3機器の設計許容応力は降伏点に対して5/8を基準にしており、この設計許容応力以下となる必要板厚は、最高使用圧力を条件として評価式により求めている。よって、設計・建設規格 PHT-2311 で規定されている耐圧試験と同等の試験条件の耐圧試験に合格することで、メーカー規格及び基準の設計が設計・建設規格と同等の裕度を持っているものとみなせるため、当該ポンプは完成品として要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し、使用材料の特性を踏まえた上で、重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-6-3-3 原子炉補機代替冷却水系熱交換器ユニット(ストレーナ)  
の強度評価書

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカー規格及び基準）（原子炉補機代替冷却水系熱交換器ユニット（ストレーナ））

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

| 種類     | 使用目的及び使用環境   | 材料   | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) |
|--------|--|--|--------------|-------------|
| サイクロン型 | 重大事故等が発生した場合において，原子炉補機冷却水系に接続し，大容量送水ポンプ（タイプI）により海水を送水することで熱を最終的な熱の逃がし場である海へ輸送することを目的とする。使用環境として屋外に設置した熱交換器ユニットに搭載され，ユニット内で海水をろ過する。 | 胴板： <input type="text"/><br>底板，ふた板： <input type="text"/> | 1.20*        | 50*         |

注記 \*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

| 機器名    | 使用目的及び想定している使用環境   | 材料   | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) | 規格及び基準に基づく試験                     |
|--------|--|--|--------------|-------------|----------------------------------|
| サイクロン型 | 配管中に設け，流体中のごみ等を捕捉することを目的とする。使用環境として屋内外に設置した熱交換器ユニット内で海水をろ過することを想定している。 | 胴板： <input type="text"/><br>底板，ふた板： <input type="text"/> | 1.20         | 50          | 耐圧試験（試験圧力：1.8MPa，試験保持時間：10分）を実施。 |

III. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ポンプは，重大事故等時に海水をろ過するために屋外（ユニット内）で使用するストレーナである。一方，本メーカー規格及び基準は，発電，製鉄プラントなどで使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり，当該ストレーナは屋内外（ユニット内）で海水をろ過することを想定している。重大事故等時における当該ストレーナの使用目的及び使用環境は，想定している使用環境の範囲内である。

(b-2) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較，IとIIの使用条件の比較）

当該ストレーナに使用されている材料は，JIS G 3101「一般構造用圧延鋼材」とで使用可能な材料とされているである。また，これらの材料は設計・建設規格クラス3容器に使用可能であると規定されている。

当該ストレーナの最高使用圧力及び最高使用温度はメーカー仕様の範囲内であり，設計・建設規格 PHT-2311 及び PHT-4000 で規定されている耐圧試験（試験圧力：最高使用圧力×1.5倍，試験保持時間：10分間）と同等の試験条件の耐圧試験に合格していることを検査成績書等により確認できる。設計・建設規格のクラス3機器の最高許容耐圧試験圧力は機器の応力制限（降伏点）を基に定められており，耐圧試験の規定では，耐圧試験圧力は最高使用圧力の1.5倍の106%を超えないこととしている。一方，設計・建設規格のクラス3機器の設計許容応力は降伏点に対して5/8を基準にしており，この設計許容応力以下となる必要板厚は，最高使用圧力を条件として評価式により求めている。よって，設計・建設規格 PHT-2311 で規定されている耐圧試験と同等の試験条件の耐圧試験に合格することで，メーカー規格及び基準の設計が設計・建設規格と同等の裕度を持っているものとみなせるため，当該ストレーナは完成品として要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は，一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し，使用材料の特性を踏まえた上で，重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-6-3-4 管の強度計算書（原子炉補機代替冷却水系）

## 目 次

- VI-3-3-3-6-3-4-1 管の基本板厚計算書（原子炉補機代替冷却水系）
- VI-3-3-3-6-3-4-2 管の応力計算書（原子炉補機代替冷却水系）
- VI-3-3-3-6-3-4-3 管（可搬型）の強度評価書（原子炉補機代替冷却水系）

VI-3-3-3-6-3-4-1 管の基本板厚計算書(原子炉補機代替冷却水系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。





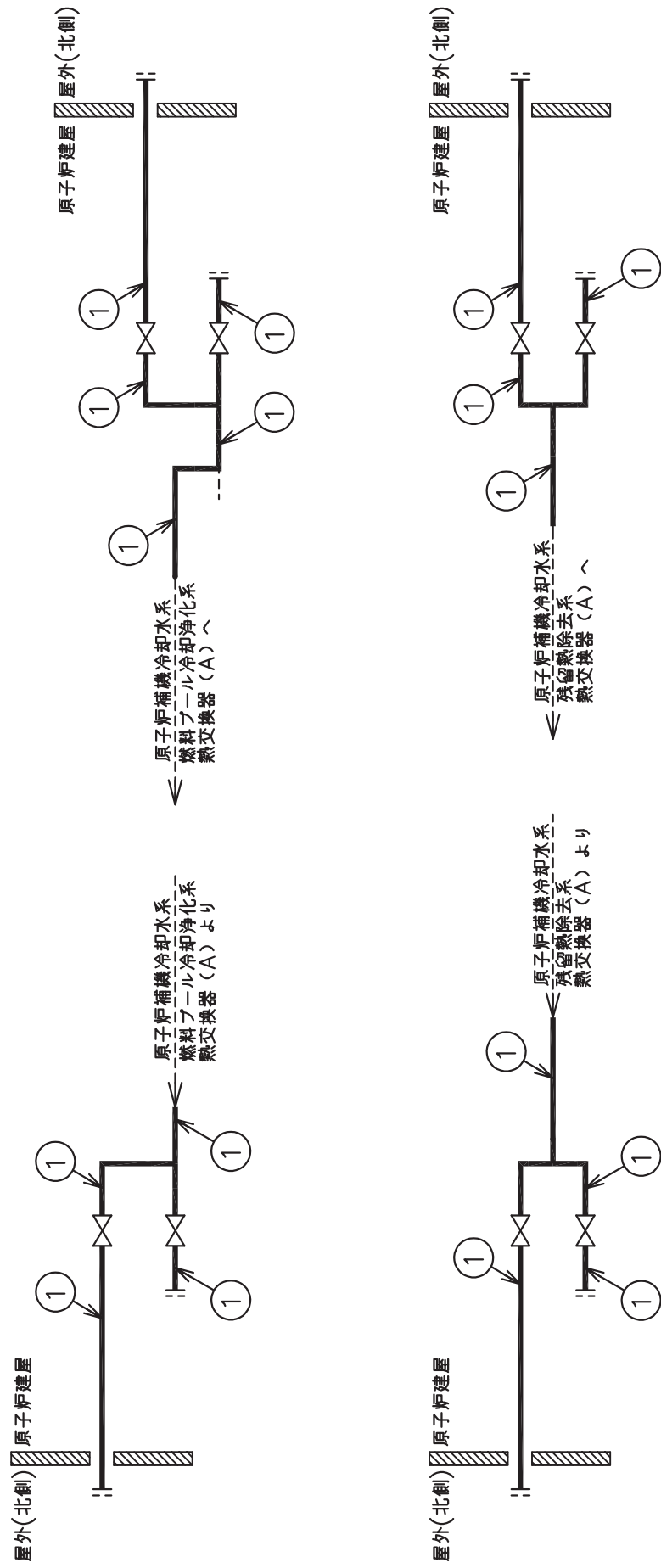
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分    | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|---------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |

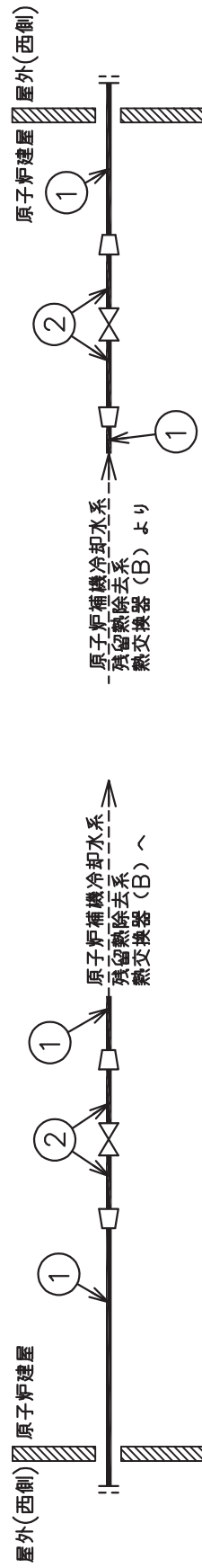
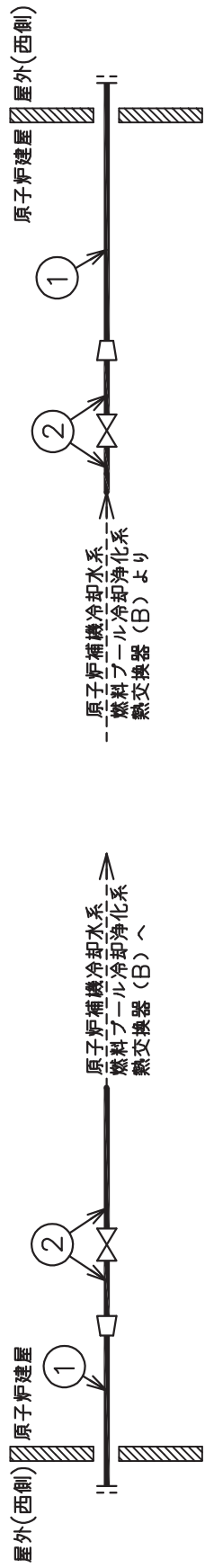
目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 3 |

1. 概略系統図



原子炉補機代替冷却水系概略系統図 (その1)



原子炉補機代替冷却水系概略系統図 (その2)

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|--------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 1.18                 | 70                     | 216.30                        | 8.20         | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 1.24      | C      | 3.80                   |
| 2   | 1.18                 | 70                     | 267.40                        | 9.30         | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 8.13                   | 1.53      | C      | 3.80                   |

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>, よって十分である。

VI-3-3-3-6-3-4-2 管の応力計算書  
(原子炉補機代替冷却水系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 応力計算<br>モデルNo. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認<br>における<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分    | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|----------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|---------|-----------------|-----------|
|                |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |         |                 |           |
| RCW-031        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-032        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-033        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-034        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-035        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-036        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-037        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-038        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-039        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-040        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-041        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-042        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-043        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| RCW-044        | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |





## 重大事故等対処設備

## 目次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 概要                    | 1  |
| 2. 概略系統図及び鳥瞰図            | 2  |
| 2.1 概略系統図                | 2  |
| 2.2 鳥瞰図                  | 7  |
| 3. 計算条件                  | 10 |
| 3.1 設計条件                 | 10 |
| 3.2 材料及び許容応力             | 13 |
| 4. 評価結果                  | 14 |
| 5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 | 15 |

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。






### (1) 管

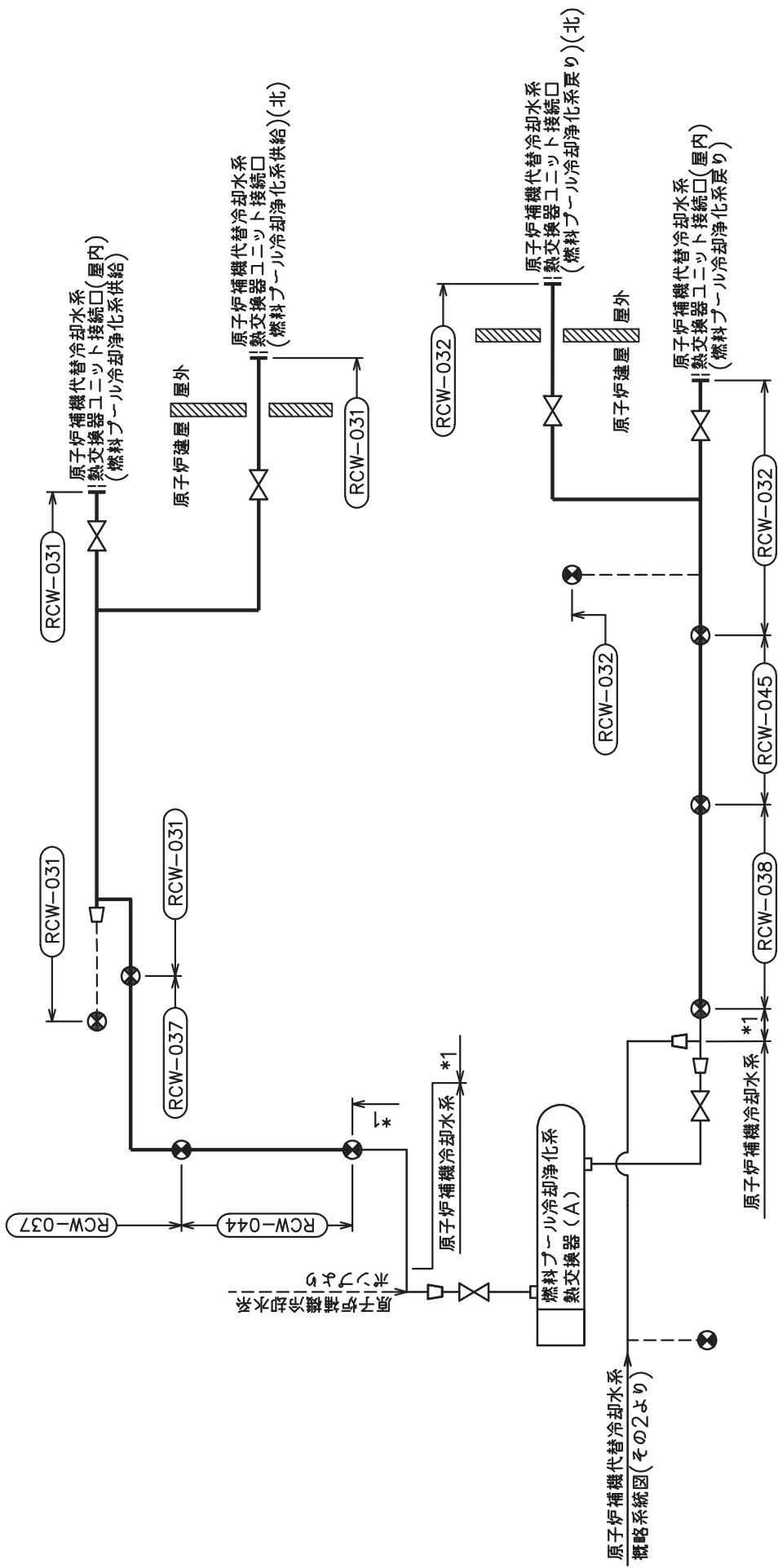
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 16 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

## 2. 概略系統図及び鳥瞰図

### 2.1 概略系統図

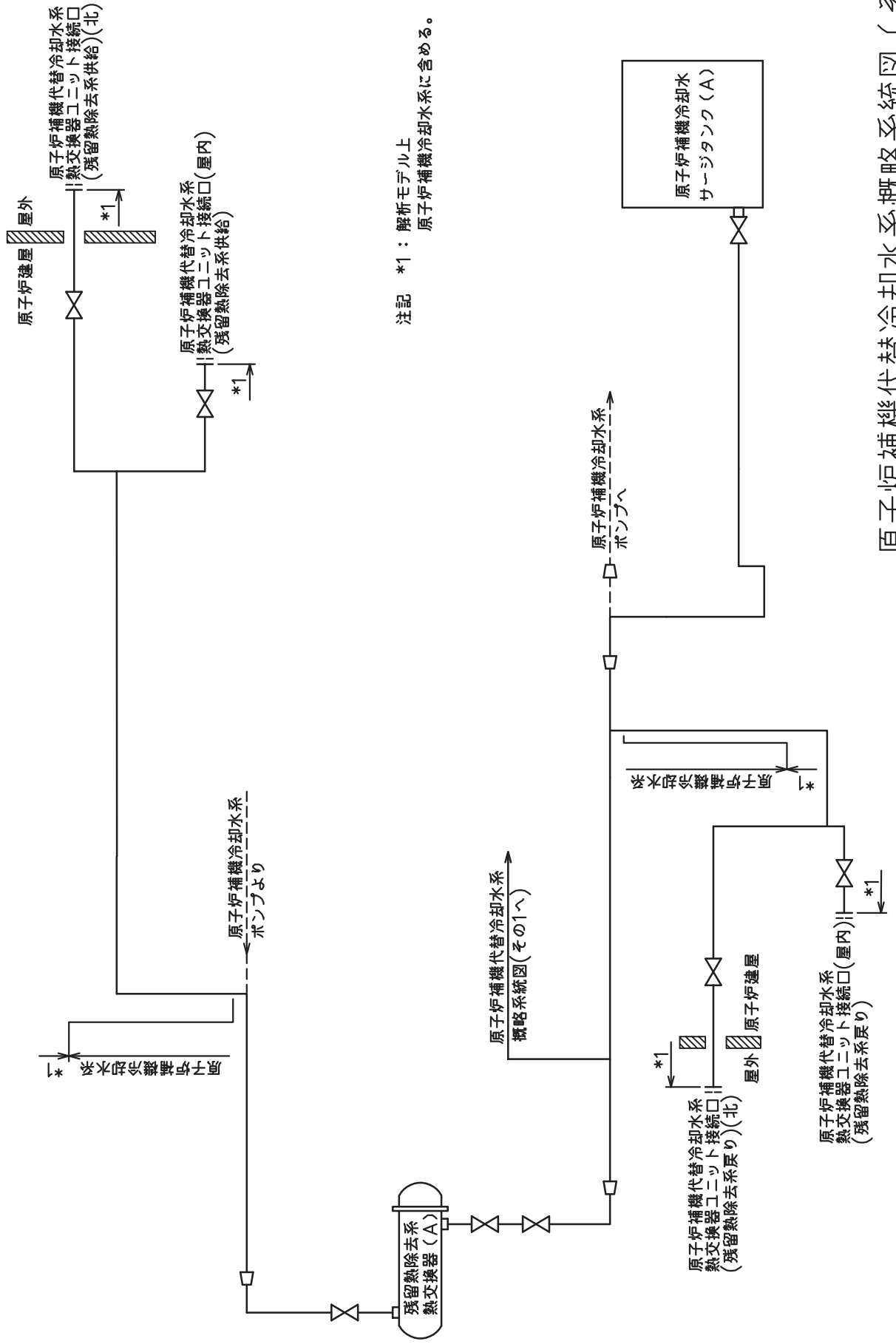
概略系統図記号凡例

| 記号   | 内容   |
|--|--|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                             |
|  (細線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管                    |
|  (破線) | 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管 |
|     | 鳥瞰図番号  |
|     | アンカ  |

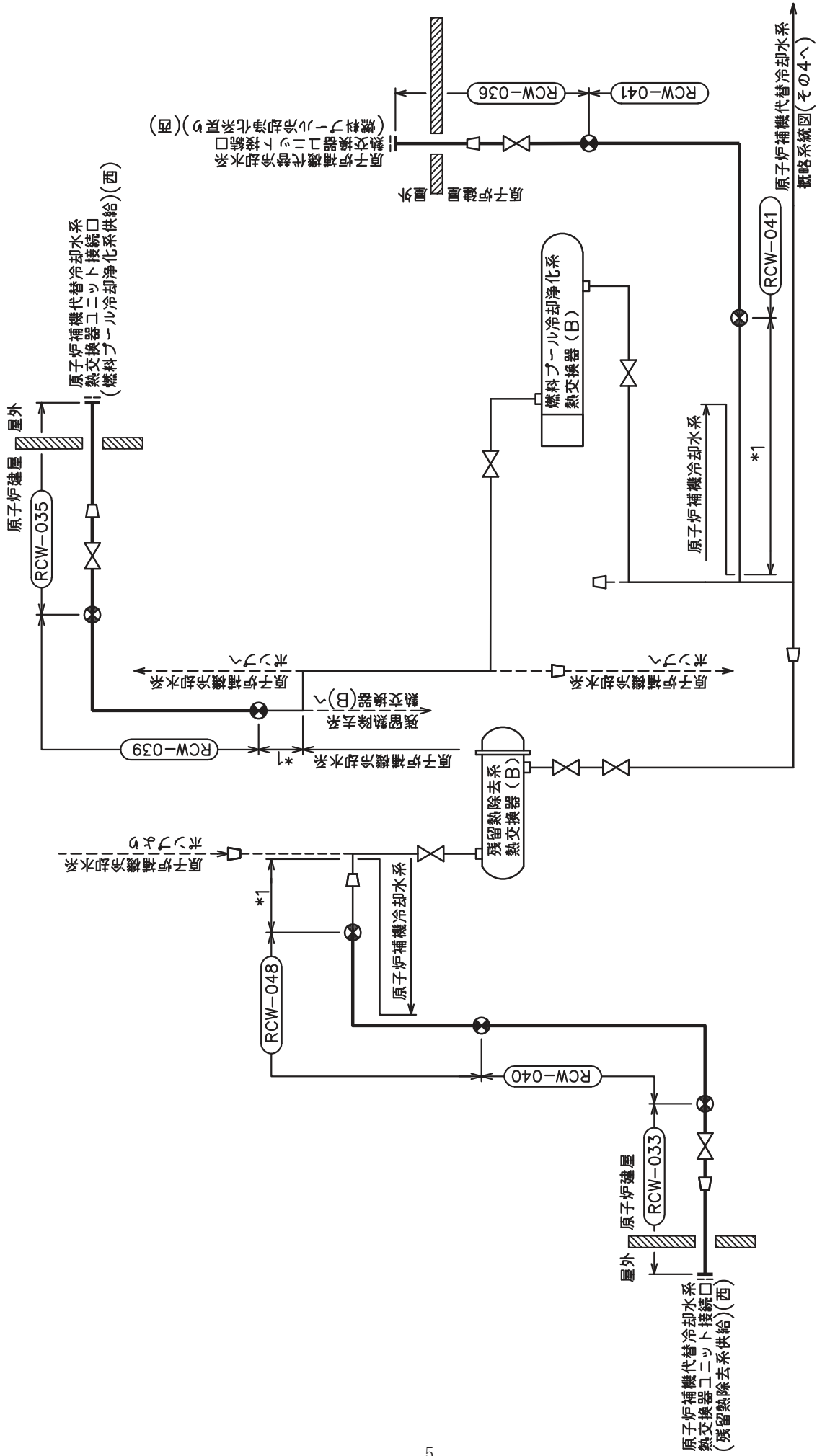


注記 \*1: 解析モデル上  
原子炉補機代替冷却水系に含める。

原子炉補機代替冷却水系概略系統図(その1)



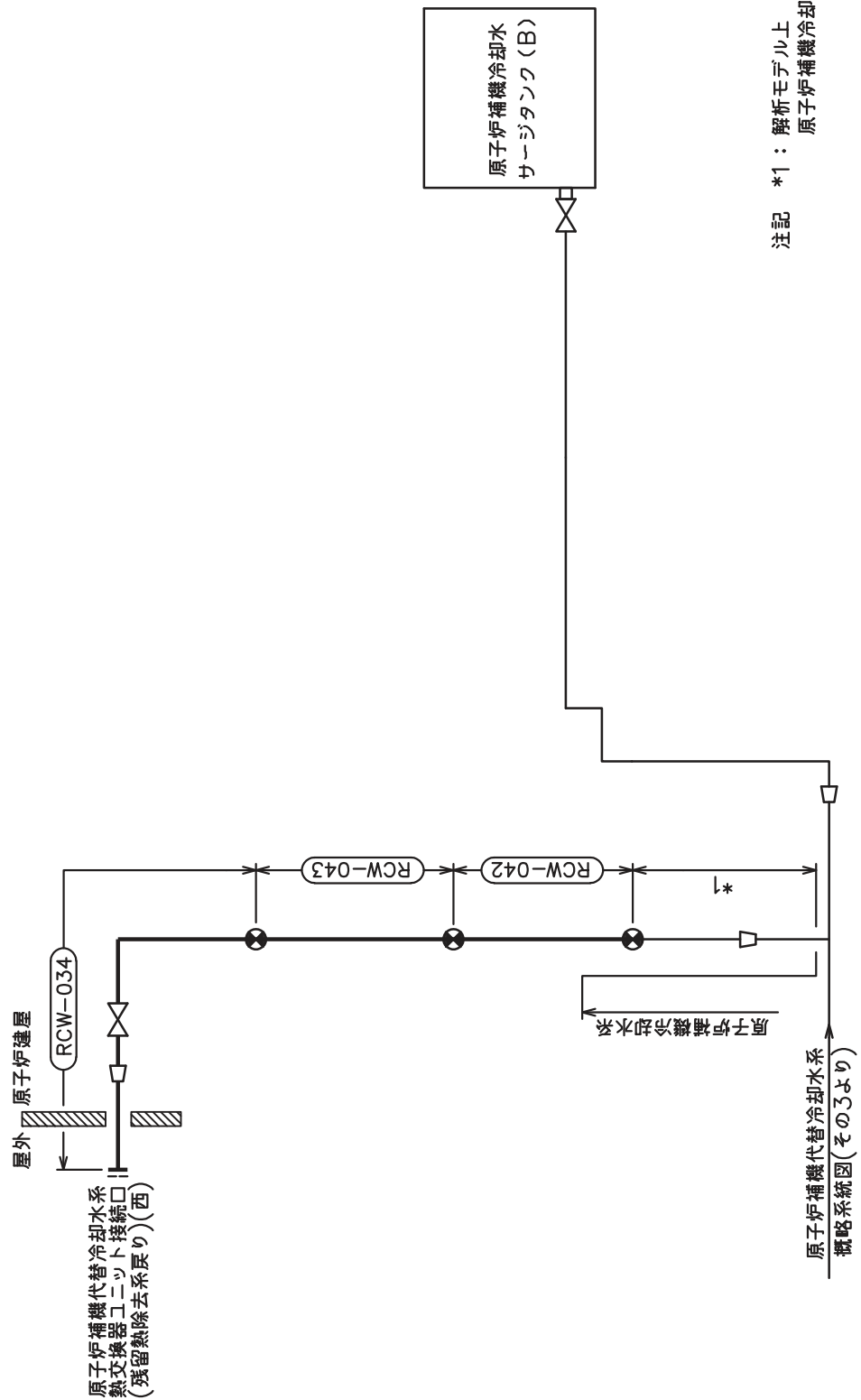
原子炉補機代替冷却水系概略系統図(その2)



注記 \*1：解析モデル上  
原子炉補機代替冷却水系に含める。

原子炉補機代替冷却水系概略系統図 (その3)






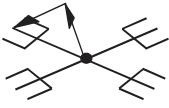


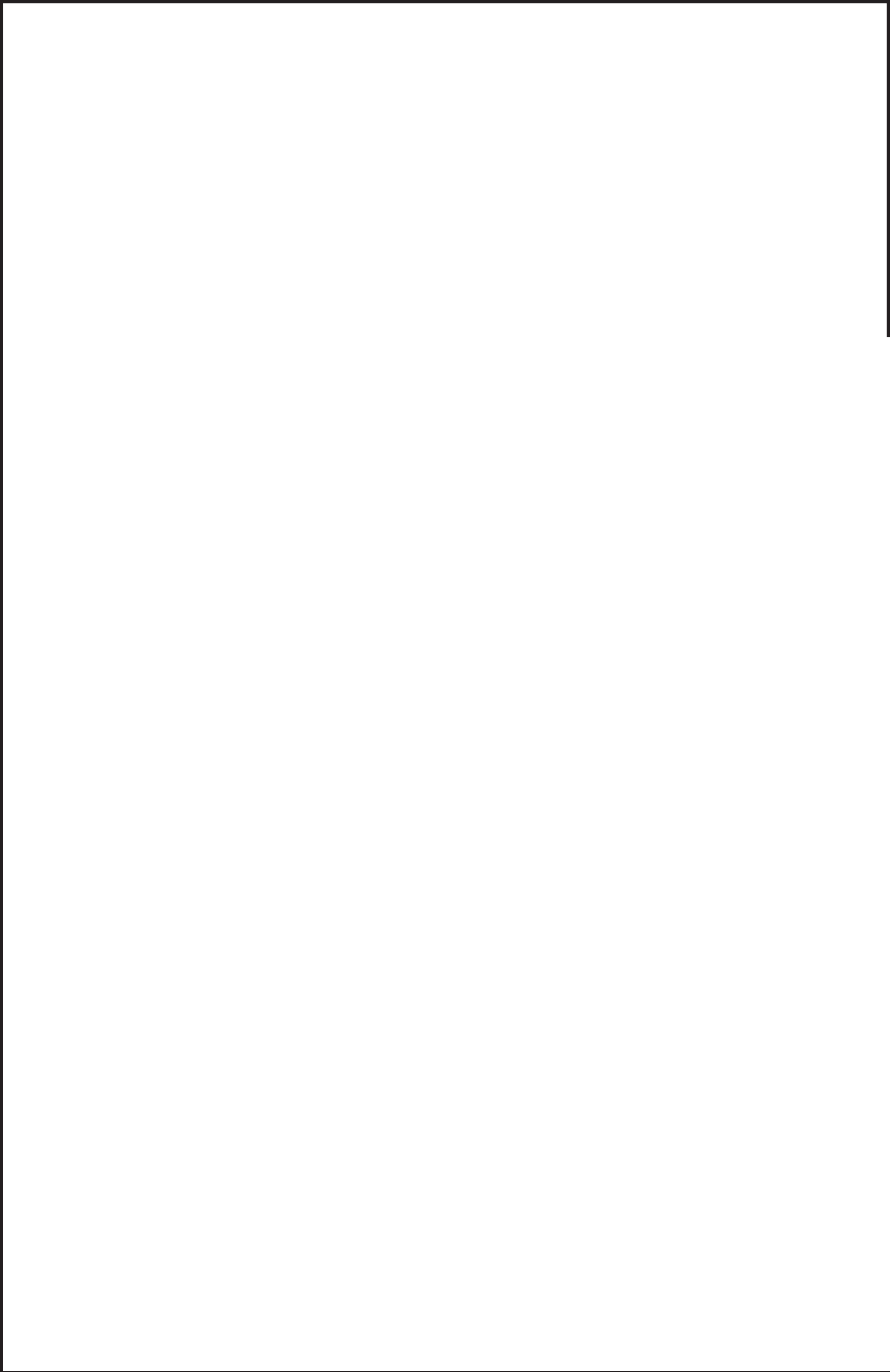
注記 \*1： 解析モデル上  
原子炉補機冷却水系に含める。

原子炉補機代替冷却水系概略系統図（その4）

## 2.2 鳥瞰図

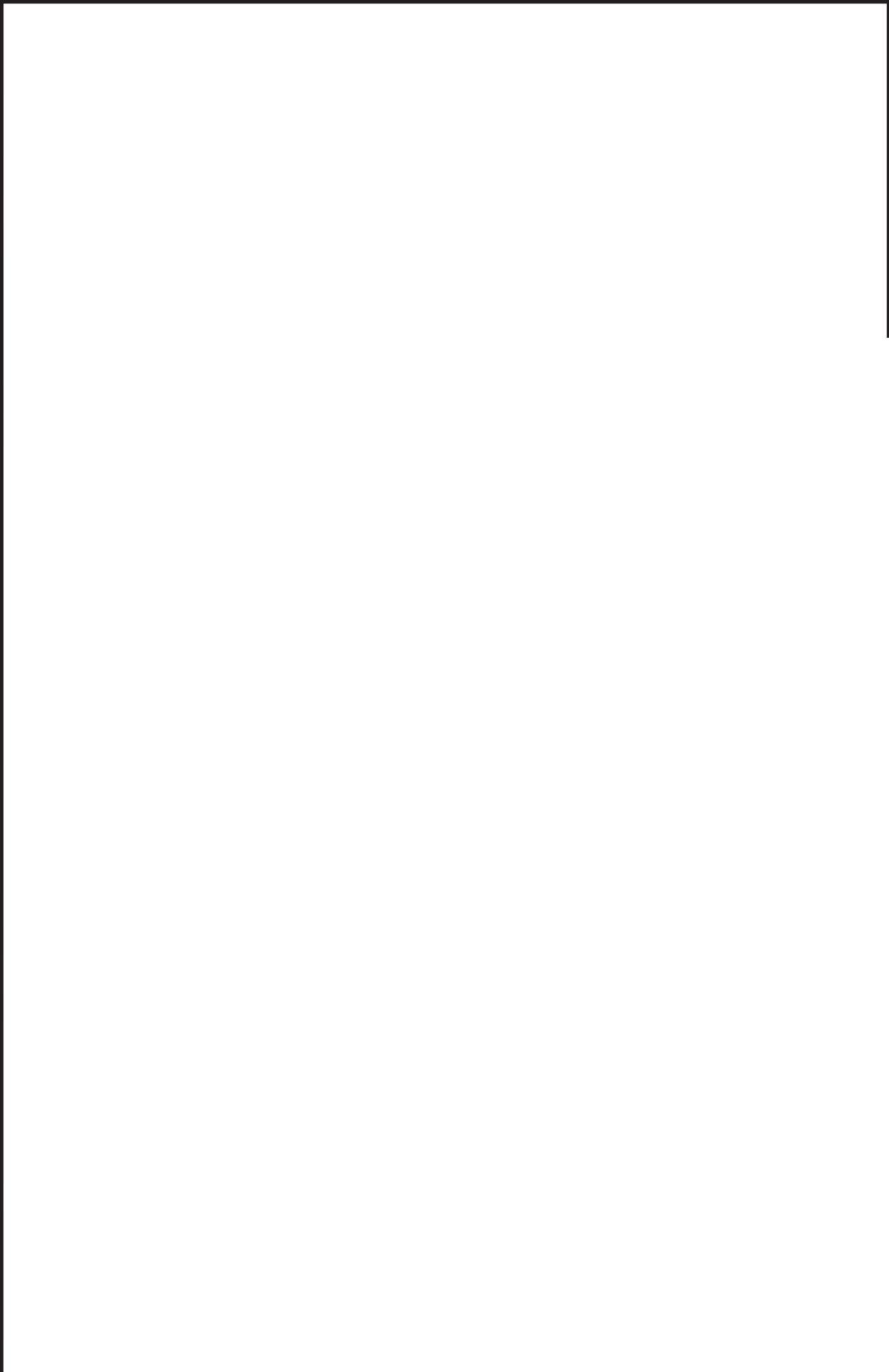
### 鳥瞰図記号凡例

| 記号   | 内容  |
|--|---|
|   | <p>工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管</p>                     |
|   | <p>質点</p>   |
|   | <p>アンカ</p>  |
|  | <p>レストレイント<br/>(矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。)</p> |



鳥瞰図 RCW-036-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCW-036-2/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3. 計算条件

#### 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図            R C W - 0 3 6

| 管名称 | 最高使用圧力<br>(MPa) | 最高使用温度<br>(°C) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 材料     |
|-----|-----------------|----------------|------------|------------|--------|
| 1   | 1.18            | 70             | 267.4      | 9.3        | STS410 |
| 2   | 1.18            | 70             | 216.3      | 8.2        | STS410 |

設計条件

管名称と対応する評価点  
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 R C W - 0 3 6

| 管名称 | 対 応 す る 評 価 点 |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1   | 1             | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|     | 16            | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|     | 31            | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 |
|     | 46            | 47  | 48  | 49  | 50  | 51  | 52  | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|     | 61            | 62  | 63  | 64  | 65  | 66  | 67  | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |
|     | 76            | 77  | 78  | 79  | 80  | 81  | 82  | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 89 | 90 | 91 |
|     | 92            | 801 | 802 | 803 | 804 | 805 | 806 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2   | 92            | 93  | 94  | 95  |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 1   |        | 21  |        | 41  |        | 61  |        | 81  |        |
| 2   |        | 22  |        | 42  |        | 62  |        | 82  |        |
| 3   |        | 23  |        | 43  |        | 63  |        | 83  |        |
| 4   |        | 24  |        | 44  |        | 64  |        | 84  |        |
| 5   |        | 25  |        | 45  |        | 65  |        | 85  |        |
| 6   |        | 26  |        | 46  |        | 66  |        | 86  |        |
| 7   |        | 27  |        | 47  |        | 67  |        | 90  |        |
| 8   |        | 28  |        | 48  |        | 68  |        | 91  |        |
| 9   |        | 29  |        | 49  |        | 69  |        | 92  |        |
| 10  |        | 30  |        | 50  |        | 70  |        | 93  |        |
| 11  |        | 31  |        | 51  |        | 71  |        | 94  |        |
| 12  |        | 32  |        | 52  |        | 72  |        | 95  |        |
| 13  |        | 33  |        | 53  |        | 73  |        | 801 |        |
| 14  |        | 34  |        | 54  |        | 74  |        | 802 |        |
| 15  |        | 35  |        | 55  |        | 75  |        | 803 |        |
| 16  |        | 36  |        | 56  |        | 76  |        | 804 |        |
| 17  |        | 37  |        | 57  |        | 77  |        | 805 |        |
| 18  |        | 38  |        | 58  |        | 78  |        | 806 |        |
| 19  |        | 39  |        | 59  |        | 79  |        |     |        |
| 20  |        | 40  |        | 60  |        | 80  |        |     |        |

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

| 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|
| 87  |        |
| 88  |        |
| 89  |        |

弁部の寸法を下表に示す。

| 弁NO. | 評価点 | 外径(mm) | 厚さ(mm) | 長さ(mm) |
|------|-----|--------|--------|--------|
| 弁1   |     |        |        |        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図          R C W - 0 3 6

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号 | 各軸方向ばね定数(N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) |   |   |
|-------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
|       | X              | Y | Z | X                    | Y | Z |
| 1     |                |   |   |                      |   |   |
| 3     |                |   |   |                      |   |   |
| 12    |                |   |   |                      |   |   |
| 15    |                |   |   |                      |   |   |
| 17    |                |   |   |                      |   |   |
| 22    |                |   |   |                      |   |   |
| 24    |                |   |   |                      |   |   |
| 29    |                |   |   |                      |   |   |
| 31    |                |   |   |                      |   |   |
| 40    |                |   |   |                      |   |   |
| 43    |                |   |   |                      |   |   |
| 46    |                |   |   |                      |   |   |
| 55    |                |   |   |                      |   |   |
| 57    |                |   |   |                      |   |   |
| 59    |                |   |   |                      |   |   |
| 62    |                |   |   |                      |   |   |
| 67    |                |   |   |                      |   |   |
| 70    |                |   |   |                      |   |   |
| 74    |                |   |   |                      |   |   |
| 78    |                |   |   |                      |   |   |
| 82    |                |   |   |                      |   |   |
| 86    |                |   |   |                      |   |   |
| 90    |                |   |   |                      |   |   |
| 94    |                |   |   |                      |   |   |

○ 2    ③    VI-3-3-3-6-3-4-2(重)    R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

| 材料     | 最高使用温度<br>(°C) | 許容応力<br>(MPa)  |
|--------|----------------|----------------|
|        |                | S <sub>h</sub> |
| STS410 | 70             | 103            |



4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管  
設計・建設規格 PPC-3500による評価結果

| 鳥瞰図     | 最大応力<br>評 価 点 | 最大応力<br>区分*   | 一次応力評価<br>(MPa) |             |
|---------|---------------|---------------|-----------------|-------------|
|         |               |               | 計算応力            | 許容応力        |
| RCW-036 | 79            | S p r m ( 1 ) | S p r m ( 1 )   | 1 . 5 ・ S h |
|         | 79            | S p r m ( 2 ) | S p r m ( 2 )   | 1 . 8 ・ S h |

注記 \* : S p r m ( 1 ) , S p r m ( 2 ) はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3520(1), (2)に基づき計算した一次応力を示す。

5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル   | 供用状態 (E) *1 |            |            |      | 供用状態 (E) *2 |     |            |            |       |    |
|-----|---------|-------------|------------|------------|------|-------------|-----|------------|------------|-------|----|
|     |         | 一次応力        |            |            |      | 一次応力        |     |            |            |       |    |
|     |         | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表          | 評価点 | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表 |
| 1   | RCW-031 | 14          | 20         | 154        | 7.70 | —           | 14  | 20         | 185        | 9.25  | —  |
| 2   | RCW-032 | 46          | 22         | 154        | 7.00 | —           | 46  | 22         | 185        | 8.40  | —  |
| 3   | RCW-033 | 6           | 18         | 154        | 8.55 | —           | 6   | 18         | 185        | 10.27 | —  |
| 4   | RCW-034 | 18          | 19         | 154        | 8.10 | —           | 18  | 19         | 185        | 9.73  | —  |
| 5   | RCW-035 | 14          | 27         | 154        | 5.70 | —           | 14  | 27         | 185        | 6.85  | —  |
| 6   | RCW-036 | 79          | 31         | 154        | 4.96 | ○           | 79  | 31         | 185        | 5.96  | ○  |
| 7   | RCW-037 | 13          | 20         | 154        | 7.70 | —           | 13  | 20         | 185        | 9.25  | —  |
| 8   | RCW-038 | 41          | 29         | 154        | 5.31 | —           | 41  | 29         | 185        | 6.37  | —  |
| 9   | RCW-039 | 73          | 23         | 154        | 6.69 | —           | 73  | 23         | 185        | 8.04  | —  |
| 10  | RCW-040 | 81          | 22         | 154        | 7.00 | —           | 81  | 22         | 185        | 8.40  | —  |

注記\* 1 : 設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\* 2 : 設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル   | 供用状態 (E) *1 |            |            |      | 供用状態 (E) *2 |     |            |            |       |    |
|-----|---------|-------------|------------|------------|------|-------------|-----|------------|------------|-------|----|
|     |         | 一次応力        |            |            |      | 一次応力        |     |            |            |       |    |
|     |         | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表          | 評価点 | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表 |
| 11  | RCW-041 | 71          | 19         | 154        | 8.10 | —           | 71  | 19         | 185        | 9.73  | —  |
| 12  | RCW-042 | 45          | 21         | 154        | 7.33 | —           | 45  | 21         | 185        | 8.80  | —  |
| 13  | RCW-043 | 27          | 25         | 154        | 6.16 | —           | 27  | 25         | 185        | 7.40  | —  |
| 14  | RCW-044 | 13          | 27         | 154        | 5.70 | —           | 13  | 27         | 185        | 6.85  | —  |
| 15  | RCW-045 | 15          | 18         | 154        | 8.55 | —           | 15  | 18         | 185        | 10.27 | —  |
| 16  | RCW-048 | 47          | 27         | 154        | 5.70 | —           | 47  | 27         | 185        | 6.85  | —  |

注記\*1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

VI-3-3-3-6-3-4-3 管(可搬型)の強度評価書(原子炉補機代替冷却水系)

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカー規格及び基準）（耐熱ホース(300A：2m, 5m, 10m)）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

| 種類  | 使用目的及び使用環境   | 材料 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) |
|-----|--|----|--------------|-------------|
| ホース | 原子炉補機代替冷却水熱交換器ユニットと除熱用ヘッダを接続し，除熱用ヘッダへ送水するためのホースとして使用することを目的とする。使用環境として，屋外で淡水を送水する。 | □  | 1.3*         | 70*         |

注記 \*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

| 機器名                      | 使用目的及び想定している使用環境  | 材料 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) | 規格及び基準に基づく試験                    |
|--------------------------|---|----|--------------|-------------|---------------------------------|
| ジェットホース<br>JET MEGA FLOW | 消防用ホースであり，火災等の災害時に被害を軽減するための送水用ホースとして使用することを目的とする。使用環境として，屋内外で淡水又は海水を送水することを想定している。 | □  | 1.3          | 70          | 耐圧試験（試験圧力：2.0MPa，試験保持時間：5分）を実施。 |

III. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ホースは，重大事故等時に屋外で淡水を送水するためのホースである。一方，本メーカー規格及び基準は，消防用として使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり，屋内外での淡水又は海水の送水を想定している。重大事故等時における当該ホースの使用目的及び使用環境は，本規格の仕様目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-2) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較，IとIIの使用条件の比較）

当該ホースの型式については，「消防法」に基づくものとして承認又は届出されており，「消防法」に従った適切な材料が使用されていることを型式承認の結果又は届出番号により確認できる。

当該ホースの最高使用温度及び最高使用圧力はメーカー仕様の範囲内であり，「消防法」に基づく「消防用ホースの技術上の規格を定める省令」で規定されている耐圧試験（試験圧力：まっすぐにした状態で2.0MPa，試験保持時間：5分間）と同等の試験に合格していることを検査成績書等で確認できることから，当該ホースは要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は，一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し，使用材料の特性を踏まえた上で，重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカー規格及び基準）（除熱用ヘッダ）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

| 種類    | 使用目的及び使用環境  | 材料 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) |
|-------|---|----|--------------|-------------|
| 可搬型配管 | 原子炉補機代替冷却水系熱交換器ユニットから各系統へ冷却水を送水するための流路として使用することを目的とする。使用環境として，屋外で淡水を送水する。 | □  | 1.18*        | 70*         |

注記 \*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

| 機器名 | 使用目的及び想定している使用環境  | 材料 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) | 規格及び基準に基づく試験                      |
|-----|---|----|--------------|-------------|-----------------------------------|
| 分岐管 | 淡水を送水するための可搬型の配管であり，消防用ホースを効率よく敷設するために使用することを目的としている。使用環境として，屋外で淡水を送水することを想定している。 | □  | 1.18         | 70          | 耐圧試験（試験圧力：1.77MPa，試験保持時間：10分）を実施。 |

III. 確認項目

(a)：規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該除熱用ヘッダは，重大事故等時に原子炉補機代替冷却水系熱交換器ユニットから各系統へ冷却水を送水するための流路として屋外で使用される可搬型配管である。一方，本メーカー規格及び基準は，消防用ホースを当該除熱用ヘッダの上流及び下流に接続することから，消防用として使用することを目的とした一般産業品に対する規格に準拠しており屋外での淡水の送水を想定している。重大事故等時における当該除熱用ヘッダの使用目的及び使用環境は，本規格の使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-2)：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較，IとIIの使用条件の比較）

当該除熱用ヘッダに使用されている材料は，設計・建設規格クラス3配管に使用可能であると規定されているアルミニウム合金と同種類の材料である。

当該除熱用ヘッダの最高使用圧力及び最高使用温度はメーカー仕様の範囲内であり，設計・建設規格 PHT-2311 及び PHT-4000 で規定されている耐圧試験（試験圧力：最高使用圧力×1.5倍，試験保持時間10分間）と同等の試験条件の耐圧試験に合格していることを検査成績書等により確認できる。設計・建設規格のクラス3機器の最高許容耐圧試験圧力は機器の応力制限（降伏点）を基に定められており，耐圧試験の規定では，耐圧試験圧力は最高使用圧力の1.5倍の106%を超えないこととしている。一方，設計・建設規格のクラス3機器の設計許容応力は降伏点に対して5/8を基準にしており，この設計許容応力以下となる必要板厚は，最高使用圧力を条件として評価式により求めている。よって，設計・建設規格 PHT-2311 で規定されている耐圧試験と同等の試験条件の耐圧試験に合格することで，メーカー規格及び基準の設計が設計・建設規格と同等の裕度を持っているとみなせるため，当該除熱用ヘッダは要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は，一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し，使用材料の特性を踏まえた上で，重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカー規格及び基準）（耐熱ホース（201A：5m, 10m））

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境、材料及び使用条件

| 種類  | 使用目的及び使用環境   | 材料 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) |
|-----|--|----|--------------|-------------|
| ホース | 除熱用ヘッダと各接続口を接続し、残留熱除去系熱交換器及び燃料プール冷却浄化系熱交換器に冷却水を送水するためのホースとして使用することを目的とする。使用環境として、屋外で淡水を送水する。 | □  | 1.3*         | 70*         |

注記 \*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

| 機器名                      | 使用目的及び想定している使用環境  | 材料 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) | 規格及び基準に基づく試験                    |
|--------------------------|---|----|--------------|-------------|---------------------------------|
| ジェットホース<br>JET MEGA FLOW | 消防用ホースであり、火災等の災害時に被害を軽減するための送水用ホースとして使用することを目的とする。使用環境として、屋内外で淡水又は海水を送水することを想定している。 | □  | 1.3          | 70          | 耐圧試験（試験圧力：2.4MPa，試験保持時間：5分）を実施。 |

III. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ホースは、重大事故等時に屋外で淡水を送水するためのホースである。一方、本メーカー規格及び基準は、消防用として使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり、屋内外での淡水又は海水の送水を想定している。重大事故等時における当該ホースの使用目的及び使用環境は、本規格の仕様目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-2) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較，IとIIの使用条件の比較）

当該ホースの型式については、「消防法」に基づくものとして承認又は届出されており、「消防法」に従った適切な材料が使用されていることを型式承認の結果又は届出番号により確認できる。

当該ホースの最高使用温度及び最高使用圧力はメーカー仕様の範囲内であり、「消防法」に基づく「消防用ホースの技術上の規格を定める省令」で規定されている耐圧試験（試験圧力：まっすぐにした状態で2.4MPa，試験保持時間：5分間）と同等の試験に合格していることを検査成績書等で確認できることから、当該ホースは要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し、使用材料の特性を踏まえた上で、重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-7 原子炉冷却材浄化設備の強度計算書



目 次

VI-3-3-3-7-1 原子炉冷却材浄化系の強度計算書

VI-3-3-3-7-1 原子炉冷却材浄化系の強度計算書

目 次

VI-3-3-3-7-1-1 管の強度計算書（原子炉冷却材浄化系）

VI-3-3-3-7-1-1 管の強度計算書（原子炉冷却材浄化系）

目 次

VI-3-3-3-7-1-1-1 管の基本板厚計算書（原子炉冷却材浄化系）

VI-3-3-3-7-1-1-1 管の基本板厚計算書(原子炉冷却材浄化系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |      |   |      | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |   |              |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|------|---|------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|---|--------------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件 |   | SA条件 |                            |              |      |                 |           |   |              |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  |      |   |      |                            |              |      |                 |           |   |              |
| 1    | 新設             | —                                       | —                 | —                | DB-2      | SA-2      | —                | —    | — | 8.62 | 302                        | 8.62         | 302  | —               | 設計・建設規格   | — | DB-2<br>SA-2 |
| 2    | 新設             | —                                       | —                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | —                | —    | — | 8.62 | 302                        | 8.62         | 302  | —               | 設計・建設規格   | — | DB-2<br>SA-2 |
| その他1 | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 無    | 無 | 8.62 | 302                        | 8.62         | 302  | 有               | 既工認       | — | SA-2         |



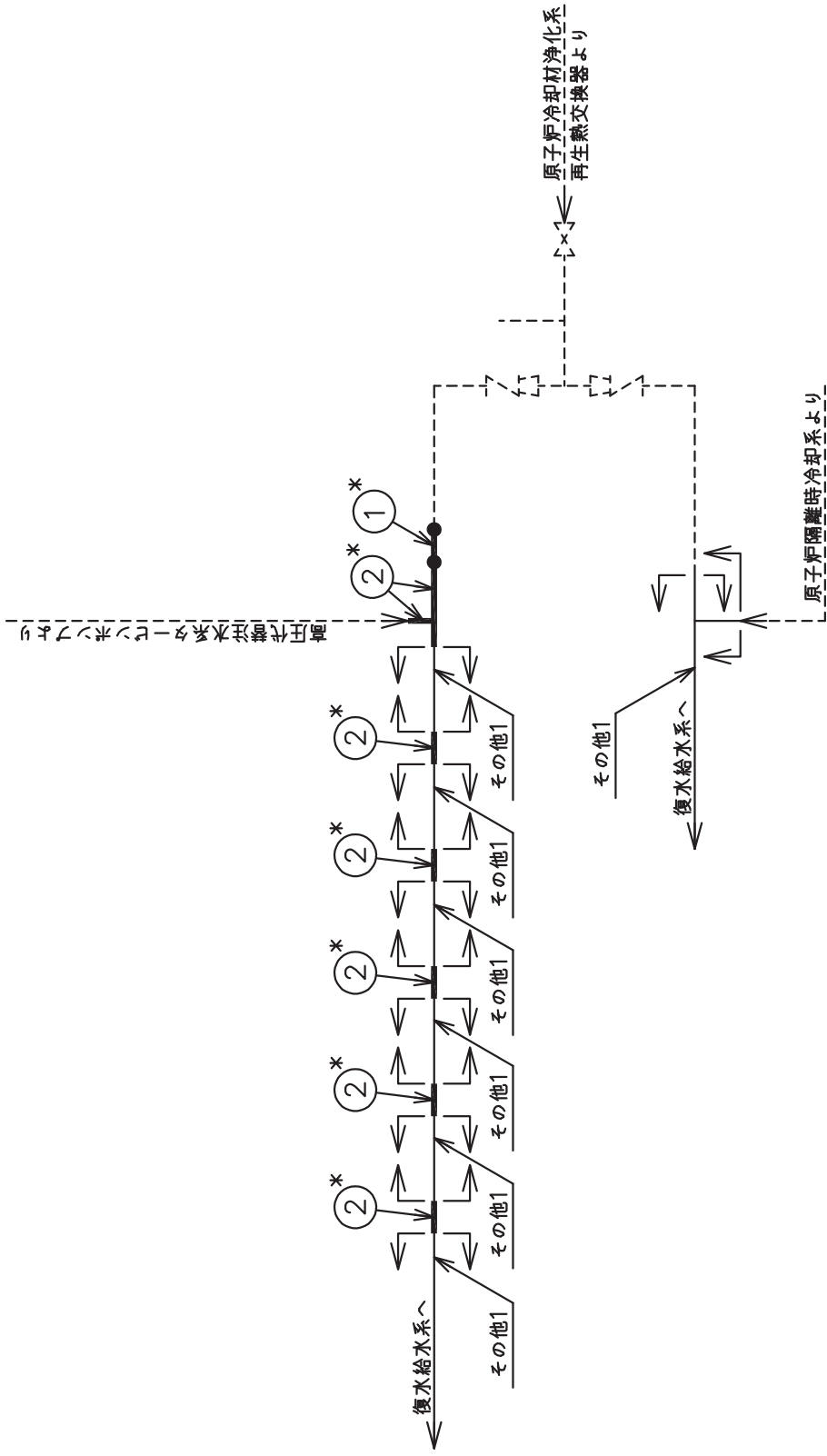
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分    | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|---------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |

目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 2 |

1. 概略系統図



注記\*：管継手

原子炉冷却材浄化系概略系統図

本範囲の強度計算は、平成3年6月19日付け 第4回 3資料第1003号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-1-2-4-1 管の基本厚計算書」による。



2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|--------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 8.62                 | 302                    | 165.20                        | 14.30        | SFVC2B | S   | 2           | 120        | 1.00 | 12.5% | 12.51                  | 5.77      | A      | 5.77                   |
| 2   | 8.62                 | 302                    | 165.20                        | 14.30        | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 12.51                  | 6.69      | A      | 6.69                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

#### VI-3-3-4 計測制御系統施設の強度に関する説明書

## 目 次

- VI-3-3-4-1 制御材駆動装置の強度計算書
- VI-3-3-4-2 ほう酸水注入設備の強度計算書
- VI-3-3-4-3 制御用空気設備の強度計算書

VI-3-3-4-2 ほう酸水注入設備の強度計算書

目 次

VI-3-3-4-2-1 ほう酸水注入系の強度計算書



VI-3-3-4-2-1 ほろ酸水注入系の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-4-2-1-1 ほう酸水注入系ポンプの強度計算書
- VI-3-3-4-2-1-2 ほう酸水注入系貯蔵タンクの強度計算書
- VI-3-3-4-2-1-3 管の強度計算書（ほう酸水注入系）

VI-3-3-4-2-1-1 ほう酸水注入系ポンプの強度計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-10 重大事故等クラス2 ポンプの強度計算方法」に基づいて計算を行う。

なお、適用規格の選定結果について以下に示す。適用規格の選定に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名        | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分   | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |           |
|------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|--------|-----------------|-----------|-----------|
|            |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |           | SA 条件       |                            |              |        |                 |           |           |
|            |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |        |                 |           | 温度<br>(℃) |
| ほう酸水注入系ポンプ | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 10.79       | 66        | 10.79       | 66                         | 無            | S55 告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2      |

## 目次

|                              |   |
|------------------------------|---|
| 1. 計算条件 .....                | 1 |
| 1.1 ポンプ形式 .....              | 1 |
| 1.2 計算部位 .....               | 1 |
| 1.3 設計条件 .....               | 3 |
| 2. 強度計算 .....                | 3 |
| 2.1 ケーシングの厚さ .....           | 3 |
| 2.2 ケーシングカバーの厚さ .....        | 4 |
| 2.3 ボルトの平均引張応力 .....         | 4 |
| 2.4 耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ ..... | 6 |

1. 計算条件

1.1 ポンプ形式

往復ポンプに相当する。

1.2 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。

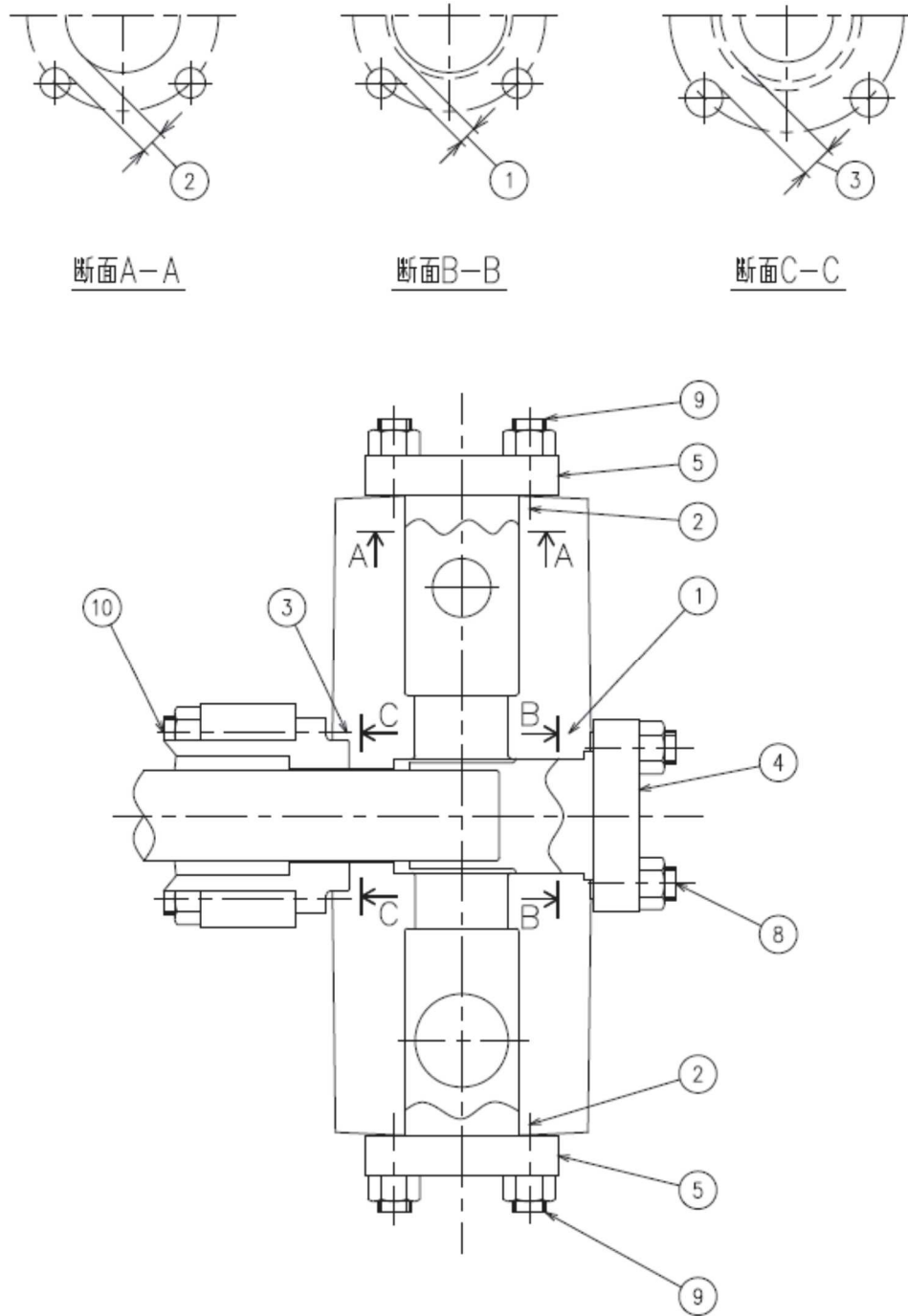


図1-1 概要図 (その1)

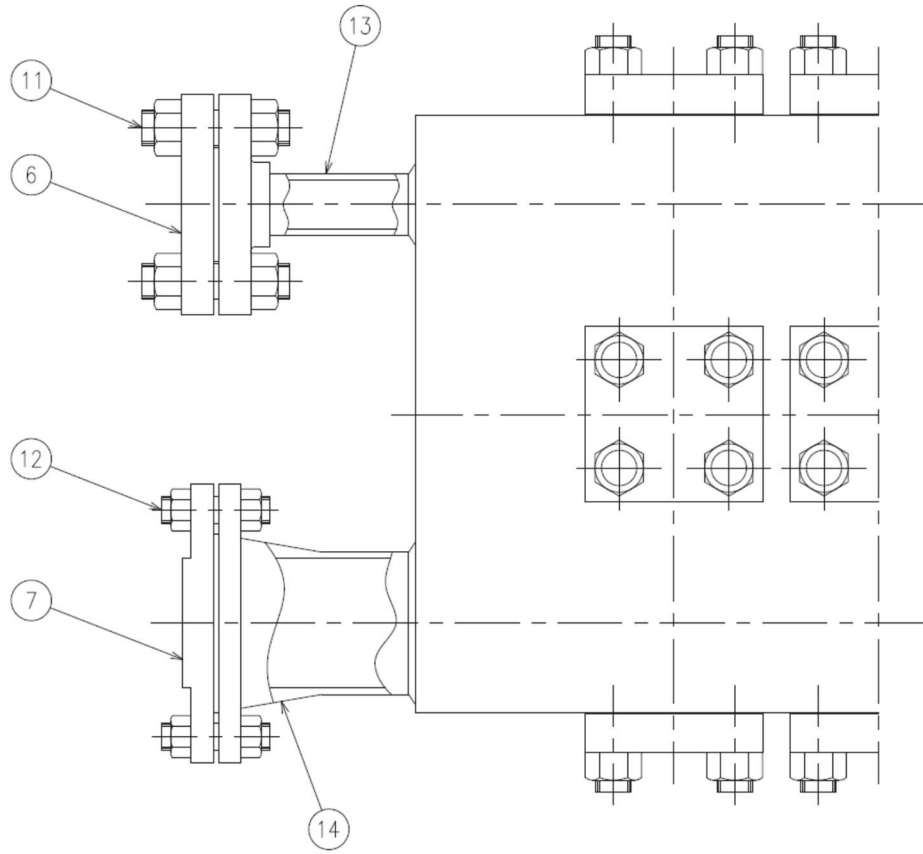


図1-2 概要図 (その2)



1.3 設計条件

| 設計条件         | 吐出側   | 吸込側  |
|--------------|-------|------|
| 最高使用圧力 (MPa) | 10.79 | 1.18 |
| 最高使用温度 (°C)  | 66    | 66   |

2. 強度計算

2.1 ケーシングの厚さ

設計・建設規格 PMC-3350

| 計算部位 | 材料                   | P<br>(MPa) | S<br>(MPa)           | D <sub>i</sub><br>(mm) | R <sub>i</sub><br>(mm) |
|------|----------------------|------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| ①    | <input type="text"/> | 10.79      | <input type="text"/> | <input type="text"/>   | <input type="text"/>   |
| ②    | <input type="text"/> | 10.79      | <input type="text"/> | <input type="text"/>   | <input type="text"/>   |
| ③    | <input type="text"/> | 10.79      | <input type="text"/> | <input type="text"/>   | <input type="text"/>   |

| Z     | 継手の種類 | 放射線透過試験の有無 | $\eta$ |
|-------|-------|------------|--------|
| —     | 継手無し  | —          | 1.00   |
| —     | 継手無し  | —          | 1.00   |
| 1.187 | 継手無し  | —          | 1.00   |

| t<br>(mm) | t <sub>so</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 4.0       | <input type="text"/>    | <input type="text"/>   |
| 3.4       | <input type="text"/>    | <input type="text"/>   |
| 3.8       | <input type="text"/>    | <input type="text"/>   |

評価：  $t_s \geq t$ ， よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 ケーシングカバーの厚さ

告示第501号第77条第5項第1号

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | 平板形    |   |
|------|----|------------|------------|--------|---|
|      |    |            |            | d (mm) | K |
| ④    |    | 10.79      |            |        |   |
| ⑤    |    | 10.79      |            |        |   |
| ⑥    |    | 10.79      |            |        |   |
| ⑦    |    | 1.18       |            |        |   |

| t<br>(mm) | t <sub>so</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 22.4      |                         |                        |
| 20.4      |                         |                        |
| 25.9      |                         |                        |
| 19.1      |                         |                        |








評価：t<sub>s</sub> ≥ t，よって十分である。

2.3 ボルトの平均引張応力

設計・建設規格 PMC-3510

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S <sub>b</sub><br>(MPa) | d <sub>b</sub><br>(mm) | n | A <sub>b</sub><br>(mm <sup>2</sup> ) |
|------|----|------------|-------------------------|------------------------|---|--------------------------------------|
| ⑧    |    | 10.79      |                         |                        |   |                                      |
| ⑨    |    | 10.79      |                         |                        |   |                                      |
| ⑩    |    | 10.79      |                         |                        |   |                                      |
| ⑪    |    | 10.79      |                         |                        |   |                                      |
| ⑫    |    | 1.18       |                         |                        |   |                                      |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

| ガスケット材料                 | ガスケット厚さ<br>(mm) | ガスケット<br>座面形状 | $G_s$<br>(mm)   | $G$<br>(mm)  | $D_g$<br>(mm)   |
|-------------------------|-----------------|---------------|---|--|---|
| セルフシール<br>ガスケット<br>(ゴム) | —               | —             | —   | —  |  |
| セルフシール<br>ガスケット<br>(ゴム) | —               | —             | —   | —  |  |
| セルフシール<br>ガスケット<br>(ゴム) | —               | —             | —   | —  |  |
| 渦巻形<br>金属ガスケット<br>(非石綿) | 4.5             | 1a            |   |   | —   |
| 渦巻形<br>金属ガスケット<br>(非石綿) | 4.5             | 1a            |  |  | —   |

| H<br>(N) | $H_p$<br>(N) | $W_{m1}$<br>(N) | $W_{m2}$<br>(N) | W (N) | $\sigma$ (MPa) |
|----------|--------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|
|          |              |                 |                 |       | 46             |
|          |              |                 |                 |       | 36             |
|          |              |                 |                 |       | 46             |
|          |              |                 |                 |       | 64             |
|          |              |                 |                 |       | 54             |

評価： $\sigma \leq S_b$ ，よって十分である。

2.4 耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ

設計・建設規格 PMC-3610

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | D <sub>o</sub><br>(mm) |
|------|----|------------|------------|------------------------|
| ⑬    |    | 10.79      |            |                        |
| ⑭    |    | 1.18       |            |                        |

| 継手の種類 | 放射線透過試験の有無 | $\eta$ |
|-------|------------|--------|
| 継手無し  | —          | 1.00   |
| 継手無し  | —          | 1.00   |

| t<br>(mm) | t <sub>s o</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|--------------------------|------------------------|
| 2.1       |                          |                        |
| 0.5       |                          |                        |

評価：  $t_s \geq t$ ， よって十分である。

VI-3-3-4-2-1-3 管の強度計算書（ほう酸水注入系）

## 目 次

VI-3-3-4-2-1-3-1 管の基本板厚計算書（ほう酸水注入系）

VI-3-3-4-2-1-3-2 管の応力計算書（ほう酸水注入系）

VI-3-3-4-2-1-3-1 管の基本板厚計算書(ほう酸水注入系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。



・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |       |     |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分       | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス       |   |      |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------|-----|-------------|----------------------------|--------------|------------|-----------------|-----------------|---|------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件  |     | SA条件        |                            |              |            |                 |                 |   |      |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  |       |     | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C)                 | 圧力<br>(MPa)  | 温度<br>(°C) |                 |                 |   |      |
| 1    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 8.62  | 302 | 10.34       | 315                        | 8.62         | 302        | —               | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 2    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 8.62  | 302 | 10.34       | 315                        | 8.62         | 302        | —               | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 3    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 8.62  | 302 | 10.34       | 315                        | 8.62         | 302        | —               | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 4    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 8.62  | 302 | 10.34       | 315                        | 8.62         | 302        | —               | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| その他1 | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 1.18  | 66  | 1.18        | 66                         | 1.18         | 66         | 有               | 既工認             | — | SA-2 |
| その他2 | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 10.79 | 66  | 10.79       | 66                         | 10.79        | 66         | 有               | 既工認             | — | SA-2 |

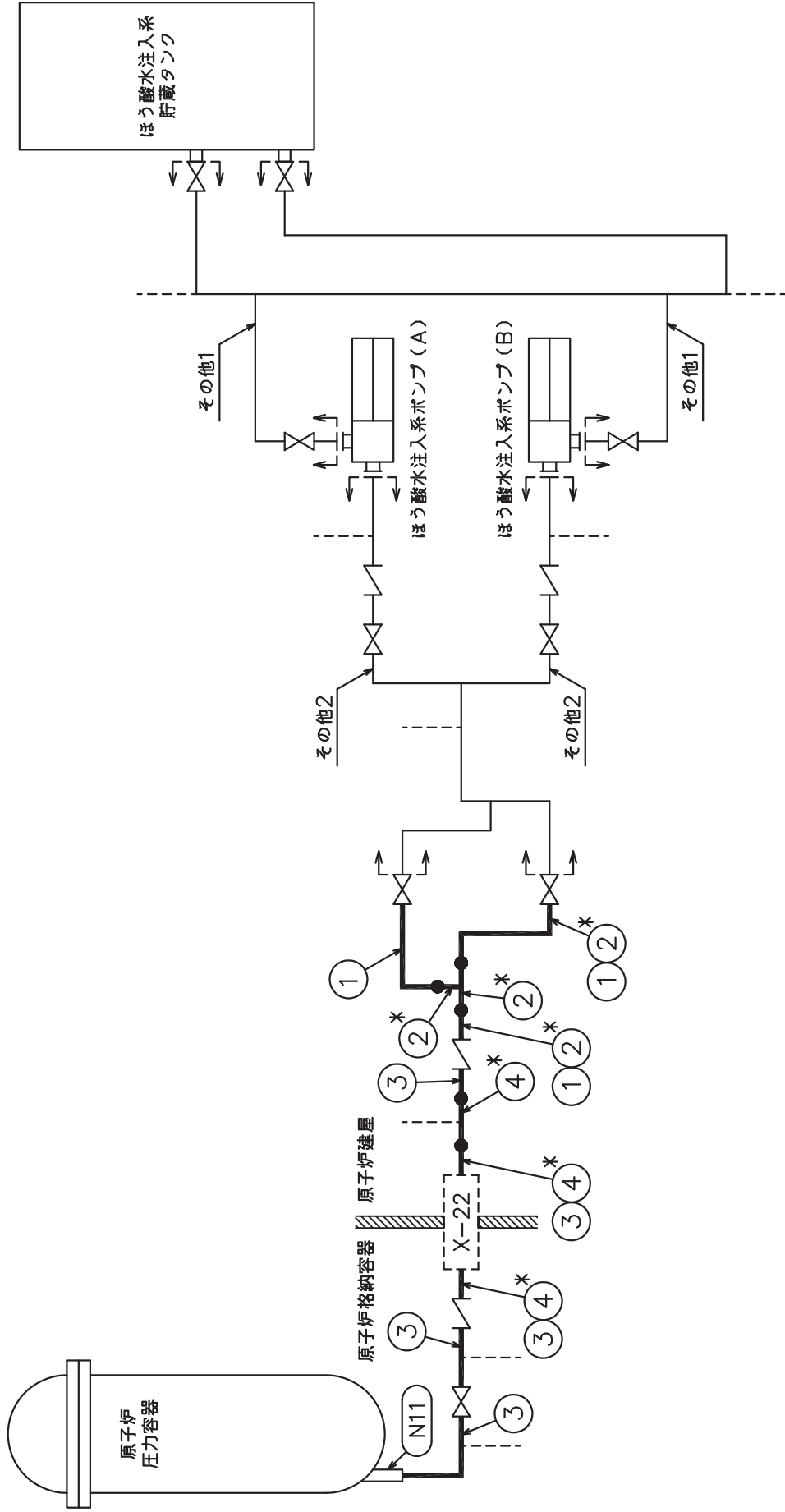
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 2 |

1. 概略系統図



注記\*：管継手  
ほう酸水注入系概略系統図

本範囲の強度計算は、平成4年1月13日付け 第5回 3資料第10518号にて  
認可された工事計画書の添付書類「IV-3-3-1-3-3-2-1 管の基本板厚計算書」による。



2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料       | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-----------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 10.34                | 315                    | 48.60                         | 5.10         | SUS304TP  | S   | 2           | 110        | 1.00 | 12.5% | 4.46                   | 2.21      | A      | 2.21                   |
| 2   | 10.34                | 315                    | 48.60                         | 5.60         | SUS304    | S   | 2           | 110        | 1.00 |       |                        | 2.21      | A      | 2.21                   |
| 3   | 10.34                | 315                    | 48.60                         | 5.10         | SUS316LTP | S   | 2           | 93         | 1.00 | 12.5% | 4.46                   | 2.59      | A      | 2.59                   |
| 4   | 10.34                | 315                    | 48.60                         | 5.60         | SUS316L   | S   | 2           | 93         | 1.00 |       |                        | 2.59      | A      | 2.59                   |

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>, よって十分である。

VI-3-3-4-2-1-3-2 管の応力計算書  
(ほう酸水注入系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 応力計算<br>モデルNo. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認<br>における<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |                    |
|----------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|--------------------|
|                |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |       |                 |           | SA条件<br>温度<br>(°C) |
| SLC-001        | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 1.18                | 66                 | 1.18                | 66                         | 有            | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2               |
|                | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 10.79               | 66                 | 10.79               | 66                         | 有            | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2               |
| SLC-002        | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 無                | 10.79               | 66                 | 10.79               | 66                         | 有            | S55告示 | 既工認             | —         | SA-2               |
|                | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2               |
| SLC-003        | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2               |
| SLC-004        | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 8.62                | 302                | 10.34               | 315                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2               |



## 重大事故等対処設備

## 目次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 概要                    | 1  |
| 2. 概略系統図及び鳥瞰図            | 2  |
| 2.1 概略系統図                | 2  |
| 2.2 鳥瞰図                  | 4  |
| 3. 計算条件                  | 7  |
| 3.1 設計条件                 | 7  |
| 3.2 材料及び許容応力             | 10 |
| 4. 評価結果                  | 12 |
| 5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 | 14 |

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。




### (1) 管

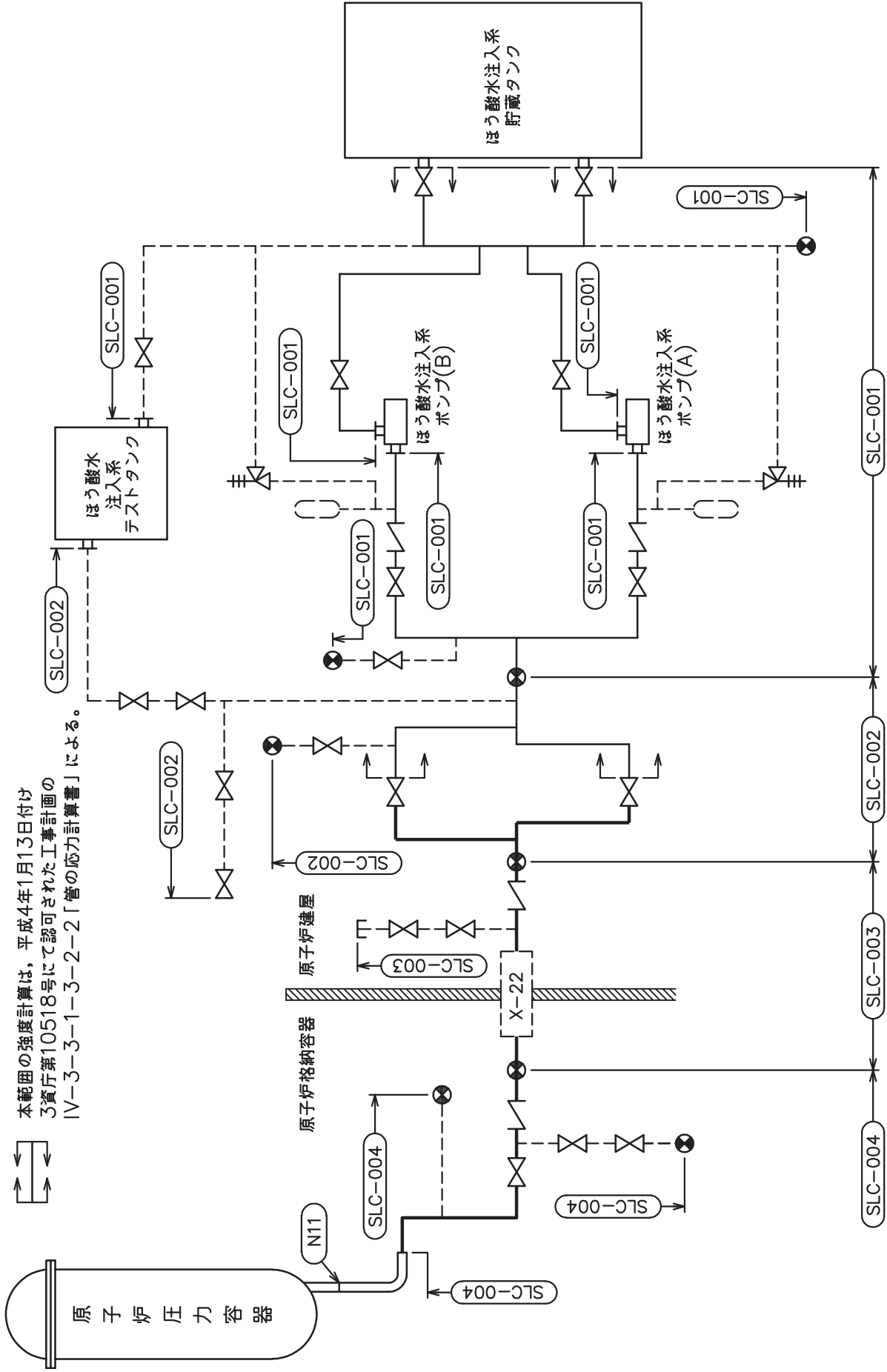
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 3 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

## 2. 概略系統図及び鳥瞰図

### 2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

| 記号   | 内容   |
|--|--|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                             |
|  (細線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管                    |
|  (破線) | 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管 |
|     | 鳥瞰図番号  |
|     | アンカ  |


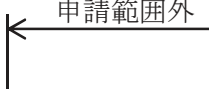


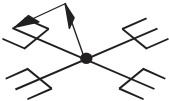


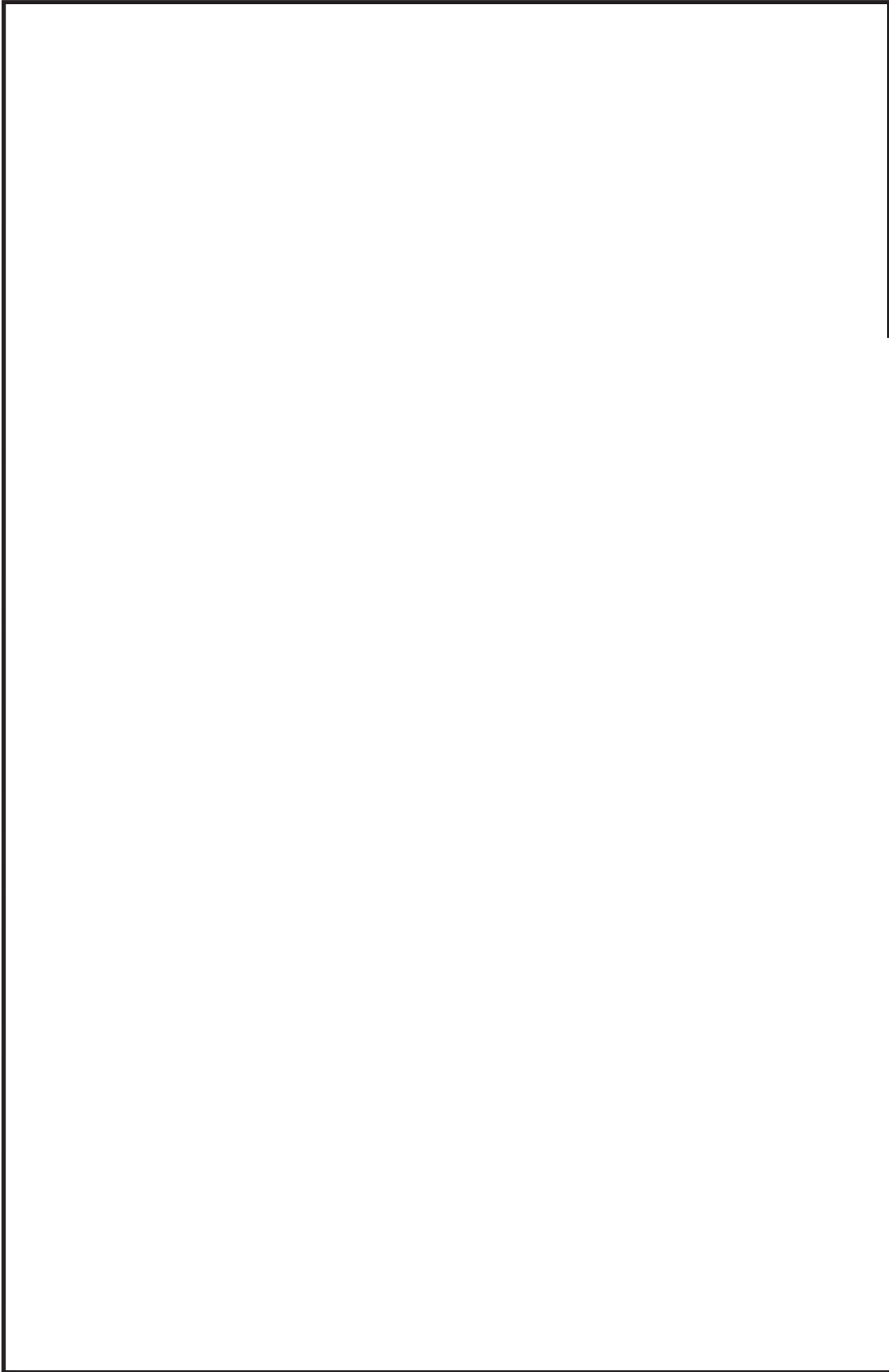
本範囲の強度計算は、平成4年1月13日付け  
3資庁第10518号にて認可された工事計画の  
IV-3-3-1-3-2-2「管の応力計算書」による。

ほう酸水注入系概略系統図

2.2 鳥瞰図

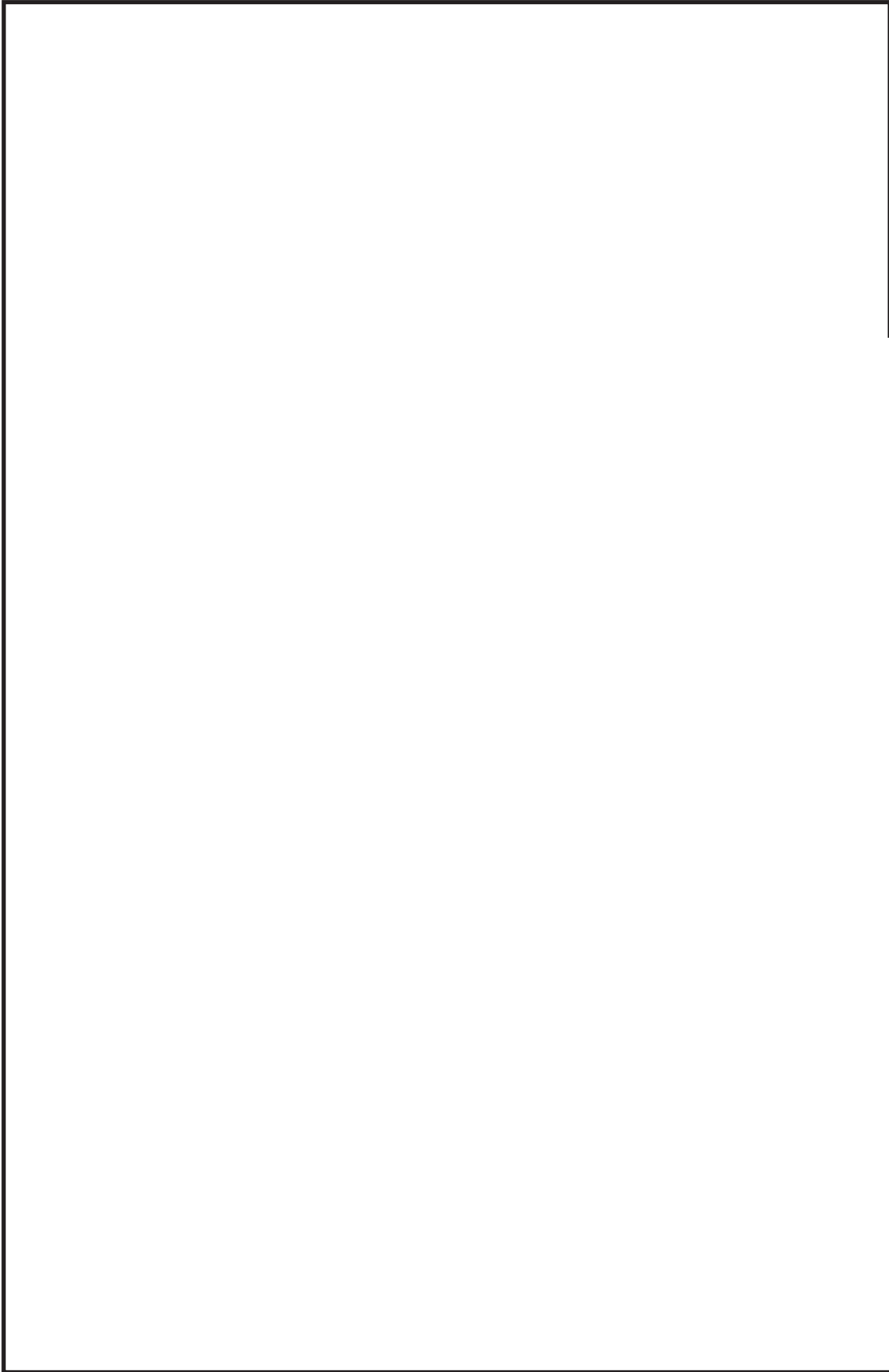
鳥瞰図記号凡例

| 記号  | 内容  |
|---|---|
|    | <p>工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管</p>                     |
|    | <p>工事計画記載範囲外の管</p>                                  |
|    | <p>質点</p>   |
|    | <p>アンカ</p>  |
|  | <p>レストレイント<br/>(矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。)</p> |



鳥瞰図 SLC-002-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 SLC-002-2/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



### 3. 計算条件

#### 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図            S L C - 0 0 2

| 管名称 | 最高使用圧力<br>(MPa) | 最高使用温度<br>(°C) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 材料       |
|-----|-----------------|----------------|------------|------------|----------|
| 1   | 10.34           | 315            | 48.6       | 5.1        | SUS304TP |

設計条件

管名称と対応する評価点  
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図                      S L C - 0 0 2

| 管名称 | 対 応 す る 評 価 点 |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1   | 12            | 13  | 14  | 15  | 16  | 17 | 18 | 19 | 36 | 37 | 38 | 55 | 56 | 57 | 58 |
|     | 810           | 811 | 812 | 816 | 904 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 13  |        | 17  |        | 38  |        | 58  |        | 816 |        |
| 14  |        | 18  |        | 55  |        | 810 |        | 904 |        |
| 15  |        | 19  |        | 56  |        | 811 |        |     |        |
| 16  |        | 37  |        | 57  |        | 812 |        |     |        |

弁部の質量を下表に示す。

弁 1                                      弁 2

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|
| 10  |        | 34  |        |
| 11  |        | 35  |        |
| 12  |        | 36  |        |
| 51  |        | 53  |        |
| 52  |        | 54  |        |

弁部の寸法を下表に示す。

| 弁NO. | 評価点 | 外径(mm) | 厚さ(mm) | 長さ(mm) |
|------|-----|--------|--------|--------|
| 弁1   | 11  |        |        |        |
| 弁2   | 35  |        |        |        |

O 2 ③ VI-3-3-4-2-1-3-2(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 S L C - 0 0 2

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号     | 各軸方向ばね定数 (N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad) |   |   |
|-----------|-----------------|---|---|-----------------------|---|---|
|           | X               | Y | Z | X                     | Y | Z |
| 14        |                 |   |   |                       |   |   |
| 19        |                 |   |   |                       |   |   |
| 38        |                 |   |   |                       |   |   |
| ** 52 **  |                 |   |   |                       |   |   |
|           |                 |   |   |                       |   |   |
|           |                 |   |   |                       |   |   |
| ** 54 **  |                 |   |   |                       |   |   |
|           |                 |   |   |                       |   |   |
|           |                 |   |   |                       |   |   |
| 58        |                 |   |   |                       |   |   |
| ** 904 ** |                 |   |   |                       |   |   |
|           |                 |   |   |                       |   |   |
|           |                 |   |   |                       |   |   |

[Redacted box]

O 2 ③ VI-3-3-4-2-1-3-2 (重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

告示第501号に規定の応力計算に用いる許容応力

| 材料       | 最高使用温度<br>(°C) | 許容応力<br>(MPa)  |
|----------|----------------|----------------|
|          |                | S <sub>h</sub> |
| SUS304TP | 315            | 109            |

### 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

| 材料       | 最高使用温度<br>(°C) | 許容応力<br>(MPa)  |
|----------|----------------|----------------|
|          |                | S <sub>h</sub> |
| SUS304TP | 315            | 110            |

4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管  
告示第501号第56条による評価結果

| 鳥瞰図           | 最大応力<br>評価点 | 最大応力<br>区分*   | 一次応力評価<br>(MPa) |             |
|---------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|
|               |             |               | 計算応力            | 許容応力        |
| S L C - 0 0 2 | 38          | S p r m ( 1 ) | 45              | S h         |
|               | 38          | S p r m ( 2 ) | 45              | 1 . 2 ・ S h |

注記 \* : S p r m ( 1 ) , S p r m ( 2 ) はそれぞれ, 告示第501号第56条第1号(イ), (ロ)に基づき計算した一次応力を示す。

評価結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管  
設計・建設規格 PPC-3500による評価結果

| 鳥瞰図           | 最大応力<br>評 価 点 | 最大応力<br>区分*   | 一次応力評価<br>(MPa) |             |
|---------------|---------------|---------------|-----------------|-------------|
|               |               |               | 計算応力            | 許容応力        |
| S L C - 0 0 2 | 38            | S p r m ( 1 ) | S p r m ( 1 )   | 1 . 5 ・ S h |
|               | 38            | S p r m ( 2 ) | S p r m ( 2 )   | 1 . 8 ・ S h |

注記 \* : S p r m ( 1 ) , S p r m ( 2 ) はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3520(1), (2)に基づき計算した一次応力を示す。

5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル   | 運転状態 (V) *1 |            |            |      |    |     | 運転状態 (V) *2 |            |      |    |
|-----|---------|-------------|------------|------------|------|----|-----|-------------|------------|------|----|
|     |         | 一次応力        |            |            |      |    |     | 一次応力        |            |      |    |
|     |         | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 | 評価点 | 計算応力 (MPa)  | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 |
| 1   | SLC-002 | 38          | 45         | 109        | 2.42 | ○  | 38  | 45          | 130        | 2.88 | ○  |
| 2   | SLC-003 | 57          | 35         | 93         | 2.65 | —  | 57  | 35          | 111        | 3.17 | —  |
| 3   | SLC-004 | 2           | 34         | 93         | 2.73 | —  | 2   | 34          | 111        | 3.26 | —  |

注記\*1：告示第501号第56条第1号（イ）に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：告示第501号第56条第1号（ロ）に基づき計算した一次応力を示す。



代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル   | 供用状態 (E) *1 |            |            |      |    | 供用状態 (E) *2 |            |            |      |    |
|-----|---------|-------------|------------|------------|------|----|-------------|------------|------------|------|----|
|     |         | 一次応力        |            |            |      |    | 一次応力        |            |            |      |    |
|     |         | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 |
| 1   | SLC-002 | 38          | 58         | 165        | 2.84 | ○  | 38          | 58         | 198        | 3.41 | ○  |
| 2   | SLC-003 | 57          | 48         | 139        | 2.89 | —  | 57          | 48         | 167        | 3.47 | —  |
| 3   | SLC-004 | 2           | 47         | 139        | 2.95 | —  | 2           | 47         | 167        | 3.55 | —  |

注記\*1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

## VI-3-3-4-3 制御用空気設備の強度計算書

## 目 次

VI-3-3-4-3-1 高压窒素ガス供給系の強度計算書

VI-3-3-4-3-2 代替高压窒素ガス供給系の強度計算書

VI-3-3-4-3-1 高圧窒素ガス供給系の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-4-3-1-1 高圧窒素ガスポンベの強度評価書
- VI-3-3-4-3-1-2 管の強度計算書（高圧窒素ガス供給系）

VI-3-3-4-3-1-1 高压窒素ガスボンベの強度評価書

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（法令又は法的な規格）（高圧窒素ガスポンペ）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境、材料及び使用条件

| 種類             | 使用目的及び使用環境   | 材料    | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) |
|----------------|--|-------|--------------|-------------|
| 一般継目なし<br>鋼製容器 | 主蒸気逃がし安全弁の作動に必要な窒素を貯蔵する容器として使用することを目的とする。使用環境として、窒素を貯蔵し、屋内で使用する。 | マンガン鋼 | 14.7*        | 40*         |

注記 \*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. 法令又は公的な規格に規定されている事項

| 規格及び基準 | 「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」   |   |  |                  |  |
|--------|---|---|--|------------------|--|
| 機器名    | 使用目的及び想定している使用環境  | 材料  | 最高使用圧力 (MPa)   | 最高使用温度 (°C)      | 規格及び基準に基づく試験   |
| 継目なし容器 | 高圧ガスを充填し、貯蔵、移動等をするための容器として使用することを目的とする。使用環境として、屋内外* <sup>1</sup> で高圧ガスを充填することを想定している。 | 充填する高圧ガスの種類、充填圧力、使用温度及び使用される環境に応じた適切な材料を使用して製造すること。 | 温度35°Cにおいてその容器に充填することができるガスの圧力のうち最高のものの数値。* <sup>2</sup> | 40* <sup>1</sup> | 耐圧試験（試験圧力：最高充填圧力の5/3倍）等の容器検査に合格したものに、刻印又は標章の掲示がなされる。 |

注記 \*<sup>1</sup>：容器等を常に温度40°C以下に保つ必要があり、直射日光等による温度上昇を防ぐため、屋根、障壁を設ける等の措置を講じることが、「高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について（内規）」に記載されている。

\*<sup>2</sup>：「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に規定される最高充填圧力であり、当該ポンペにおいては14.7 MPa である。

III. メーカー仕様

| 機器名            | 使用目的及び想定している使用環境  | 材料    | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) | 規格及び基準に基づく試験   |
|----------------|---|-------|--------------|-------------|--|
| 一般継目なし<br>鋼製容器 | 1 MPa を超えるような高圧の窒素を充填し、保安・運搬等をするための容器として使用することを目的とする。使用環境として、屋内外*で高圧ガスを充填することを想定している。 | マンガン鋼 | 14.7         | 40*         | 「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」による耐圧試験（試験圧力：最高充填圧力の5/3倍）等の容器検査に合格している。 |

注記 \*：「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」に従い使用する。

IV. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ポンペは、重大事故等時に窒素供給用として屋内で使用される。一方、「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」は、高圧ガスを貯蔵する容器の技術上の規定を定めた一般産業品に対する規格であり、高圧ガスを貯蔵する容器は40°C以下で使用し、直射日光等による温度上昇を防ぐよう規定されている。重大事故等時における当該ポンペの使用目的及び使用環境は、本規格で定める使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-1) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIとIIIの材料及び試験条件の比較、IとIIIの使用条件の比較）

当該ポンペには、「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に従った適切な材料であるマンガン鋼が使用されていることを容器検査成績書等により確認できる。

当該ポンペの最高使用温度は「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」で定める40°C以下、最高使用圧力はメーカー仕様の範囲内であり、「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に従った試験に合格していることを容器検査成績書等により確認できることから、当該ポンペは要求される強度を有している。

V. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品として「高圧ガス保安法」（「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」含む）に適合し、使用材料の特性を踏まえた上で、重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

VI-3-3-4-3-1-2 管の強度計算書（高圧窒素ガス供給系）



## 目 次

VI-3-3-4-3-1-2-1 管の基本板厚計算書（高圧窒素ガス供給系）

VI-3-3-4-3-1-2-3 管（可搬型）の強度評価書（高圧窒素ガス供給系）

VI-3-3-4-3-1-2-1 管の基本板厚計算書（高圧窒素ガス供給系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件<br>アップ<br>の有無 | 条件アップするか            |                    |                     |                    | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格    | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|------|-----------------|-----------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス |                  | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) | SA条件<br>温度<br>(°C) |                            |                 |      |                 |           |
| 1    | 既設             | 有   | 有                 | Non              | —         | SA-2      | 無                | —                   | —                  | 19.62               | 66                 | —                          | S55告示<br>又は告示   | —    | —               | SA-2      |
| 2    | 既設             | 有   | 有                 | Non              | —         | SA-2      | 無                | —                   | —                  | 19.62               | 66                 | —                          | 設計・建設規格<br>又は告示 | —    | —               | SA-2      |
| 3    | 既設             | 有   | 有                 | Non              | —         | SA-2      | 無                | —                   | —                  | 19.62               | 66                 | —                          | 設計・建設規格<br>又は告示 | —    | —               | SA-2      |
| 4    | 既設             | 有   | 有                 | Non              | —         | SA-2      | 無                | —                   | —                  | 19.62               | 66                 | —                          | 設計・建設規格<br>又は告示 | —    | —               | SA-2      |
| 5    | 既設             | 有   | 有                 | Non              | —         | SA-2      | 無                | —                   | —                  | 1.77                | 66                 | —                          | 設計・建設規格<br>又は告示 | —    | —               | SA-2      |
| 5    | 既設             | 有   | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 66                 | 1.77                | 66                 | —                          | 設計・建設規格<br>又は告示 | —    | —               | SA-2      |
| 6    | 既設             | 有   | 有                 | Non              | —         | SA-2      | 無                | —                   | —                  | 1.77                | 66                 | —                          | 設計・建設規格<br>又は告示 | —    | —               | SA-2      |
| 6    | 既設             | 有   | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | 無                | 1.77                | 66                 | 1.77                | 66                 | —                          | 設計・建設規格<br>又は告示 | —    | —               | SA-2      |
| 7    | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 1.77                | 171                | 1.77                | 200                | —                          | 設計・建設規格<br>又は告示 | —    | —               | SA-2      |

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |      |             |      | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分        | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス  |     |   |                 |   |      |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|------|-------------|------|----------------------------|--------------|-------------|-----------------|------------|-----|---|-----------------|---|------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件 |             | SA条件 |                            |              |             |                 |            |     |   |                 |   |      |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  |      |             |      |                            |              |             |                 |            |     |   |                 |   |      |
| 8    | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | SA-2             | 有    | 圧力<br>(MPa) | 1.77 | 温度<br>(°C)                 | 171          | 圧力<br>(MPa) | 1.77            | 温度<br>(°C) | 200 | — | S55告示<br>又は告示   | — | SA-2 |
| 9    | 既設             | 有   | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | SA-2             | 無    | 圧力<br>(MPa) | 1.77 | 温度<br>(°C)                 | 171          | 圧力<br>(MPa) | 1.77            | 温度<br>(°C) | 171 | — | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 10   | 既設             | 有   | 有                 | DB-3             | DB-3      | SA-2      | SA-2             | 無    | 圧力<br>(MPa) | 1.77 | 温度<br>(°C)                 | 171          | 圧力<br>(MPa) | 1.77            | 温度<br>(°C) | 171 | — | 設計・建設規格<br>又は告示 | — | SA-2 |
| 11   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —    | 圧力<br>(MPa) | —    | 温度<br>(°C)                 | —            | 圧力<br>(MPa) | 2.06            | 温度<br>(°C) | 171 | — | 設計・建設規格         | — | SA-2 |
| 12   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —    | 圧力<br>(MPa) | —    | 温度<br>(°C)                 | —            | 圧力<br>(MPa) | 2.06            | 温度<br>(°C) | 171 | — | 設計・建設規格         | — | SA-2 |
| 13   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —    | 圧力<br>(MPa) | —    | 温度<br>(°C)                 | —            | 圧力<br>(MPa) | 2.06            | 温度<br>(°C) | 200 | — | 設計・建設規格         | — | SA-2 |
| 14   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —    | 圧力<br>(MPa) | —    | 温度<br>(°C)                 | —            | 圧力<br>(MPa) | 2.06            | 温度<br>(°C) | 200 | — | 設計・建設規格         | — | SA-2 |
| 15   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —    | 圧力<br>(MPa) | —    | 温度<br>(°C)                 | —            | 圧力<br>(MPa) | 2.06            | 温度<br>(°C) | 171 | — | 設計・建設規格         | — | SA-2 |
| E1   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —    | 圧力<br>(MPa) | —    | 温度<br>(°C)                 | —            | 圧力<br>(MPa) | 2.06            | 温度<br>(°C) | 171 | — | 設計・建設規格         | — | SA-2 |
| E2   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | SA-2             | —    | 圧力<br>(MPa) | —    | 温度<br>(°C)                 | —            | 圧力<br>(MPa) | 2.06            | 温度<br>(°C) | 171 | — | 設計・建設規格         | — | SA-2 |

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | SA<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件アップするか         |            |             |            | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |      |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|------------|-------------|------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス |           |           |           | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件       | SA条件        | DB条件       |                            |              |      |                 |           | SA条件 |
|      |                |   |                   |                  |           |           |           |           |           | 圧力<br>(MPa)      | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) |                            |              |      |                 |           |      |
| E3   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —         | —         | —         | —                | 171        | 2.06        | —          | 171                        | —            | —    | —               | —         | SA-2 |
| E4   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —         | —         | —         | —                | 171        | 2.06        | —          | 171                        | —            | —    | —               | —         | SA-2 |

・適用規格の選定

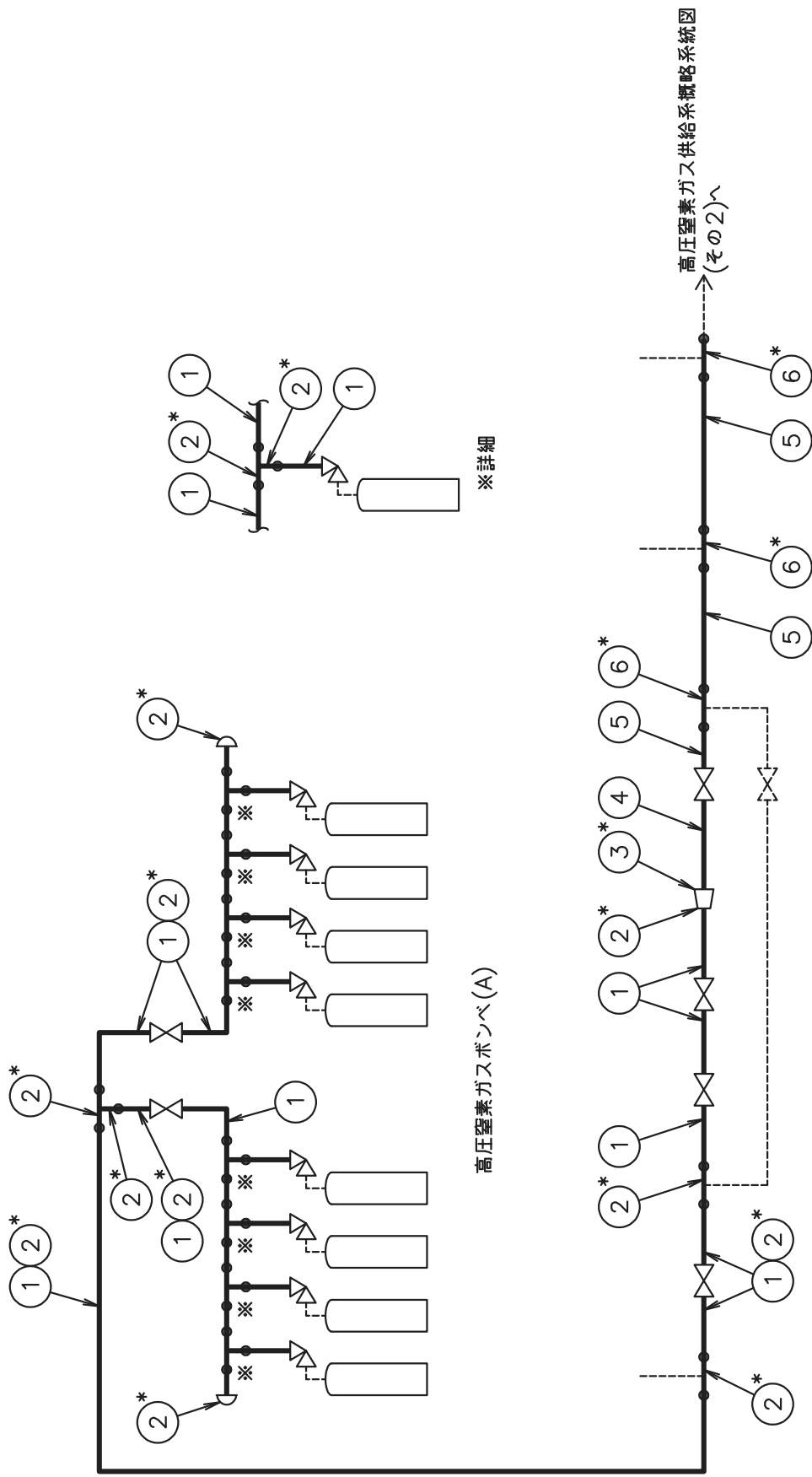
| 管No. | 評価項目      | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|-----------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 7    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 8    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 9    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 10   | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 11   | 管の板厚計算    | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 12   | 管の板厚計算    | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 13   | 管の板厚計算    | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 14   | 管の板厚計算    | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 15   | 管の板厚計算    | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| E1   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| E2   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| E3   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| E4   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |

## 目次

|                     |    |
|---------------------|----|
| 1. 概略系統図 .....      | 1  |
| 2. 管の強度計算書 .....    | 9  |
| 3. 伸縮継手の強度計算書 ..... | 11 |

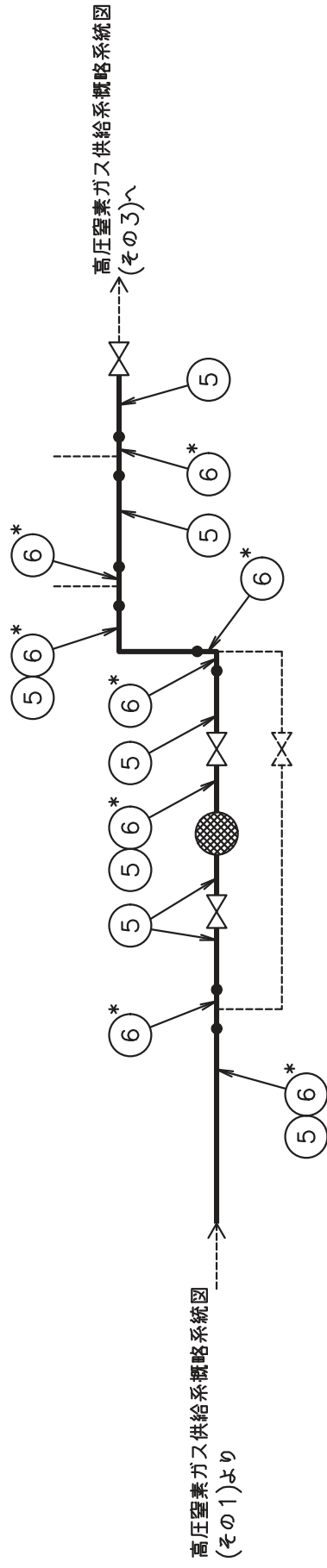


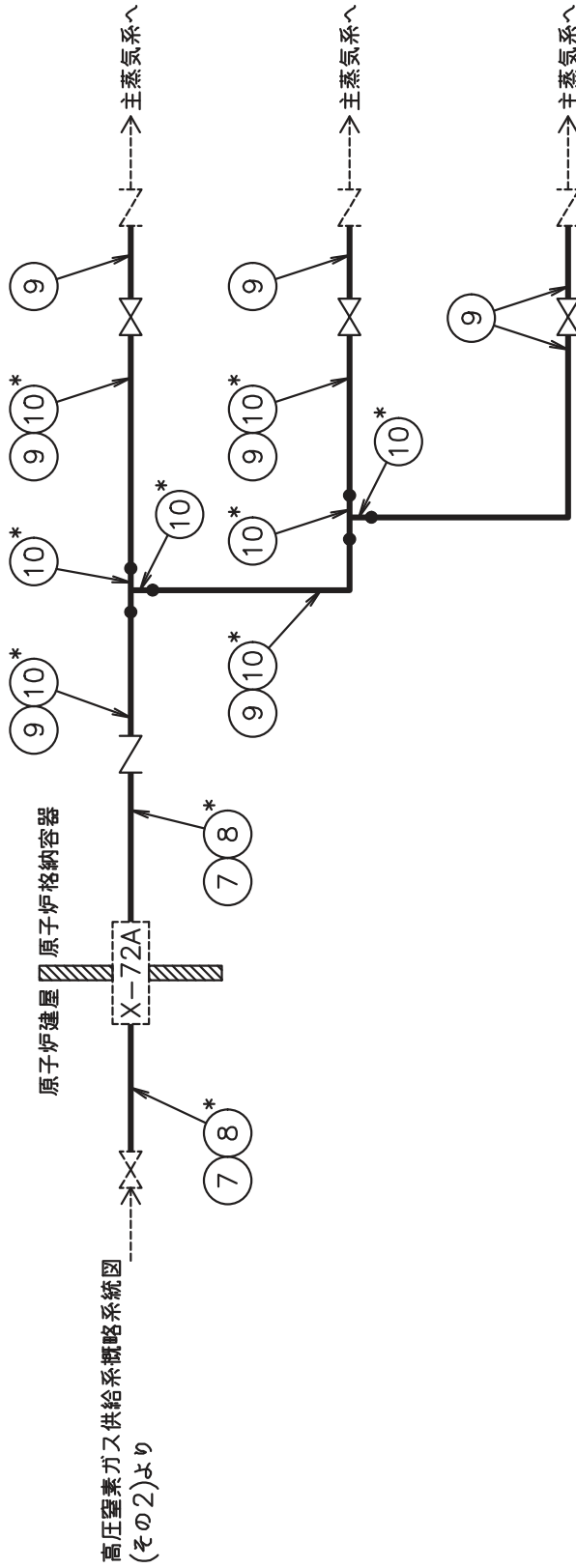
1. 概略系統図

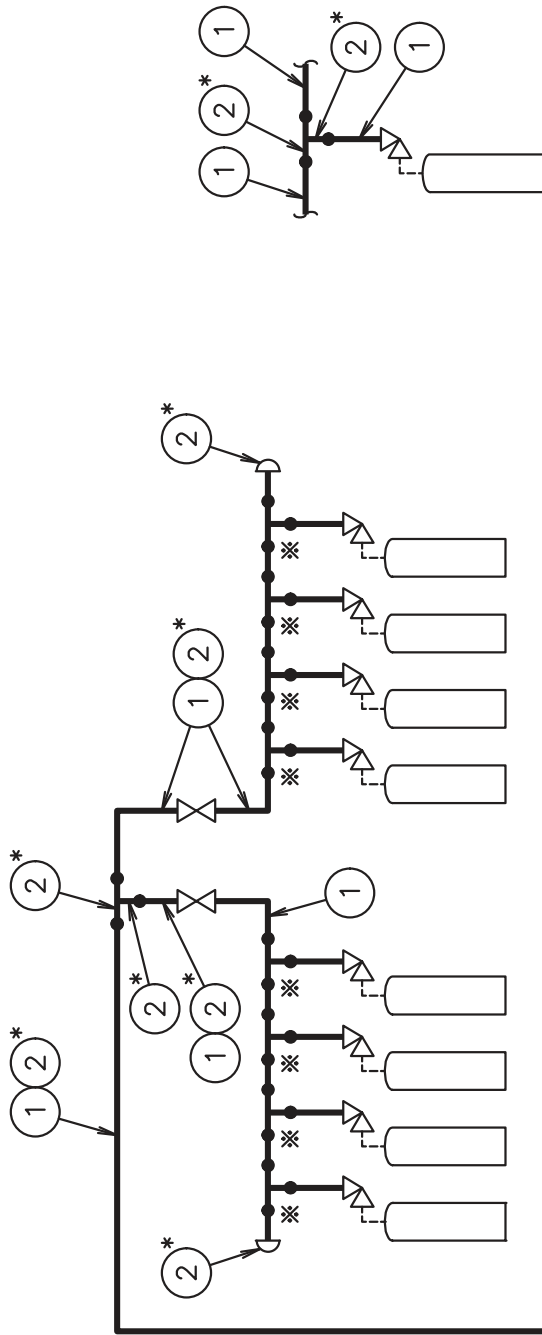


高圧窒素ガスポンベ(A)

注記\*: 管継手  
高圧窒素ガス供給系統図(その1)

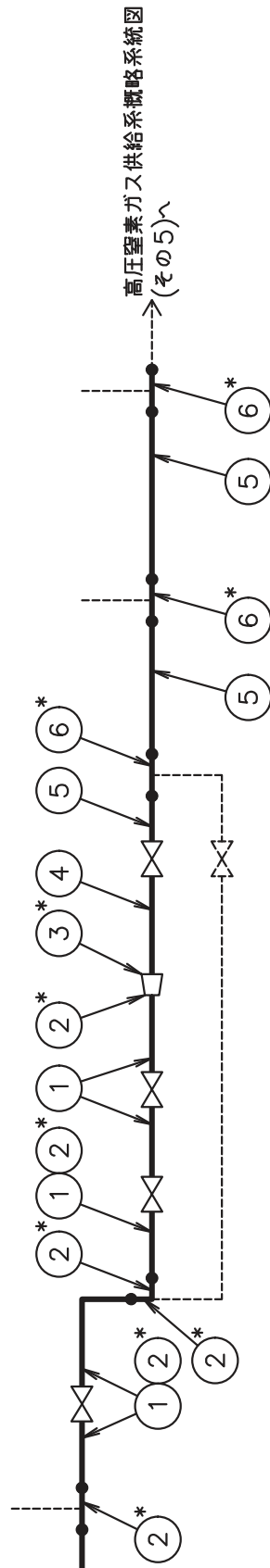




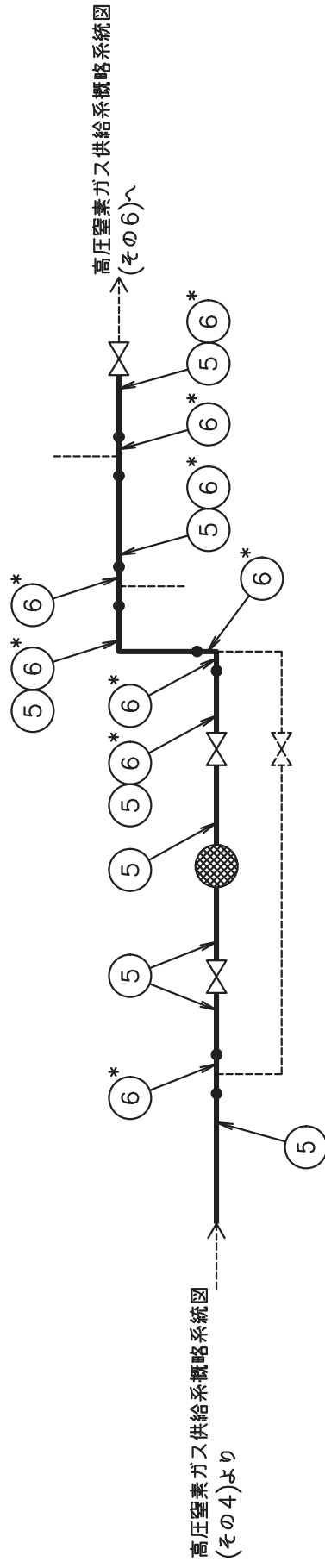


※詳細

高圧窒素ガスポンプ(B)

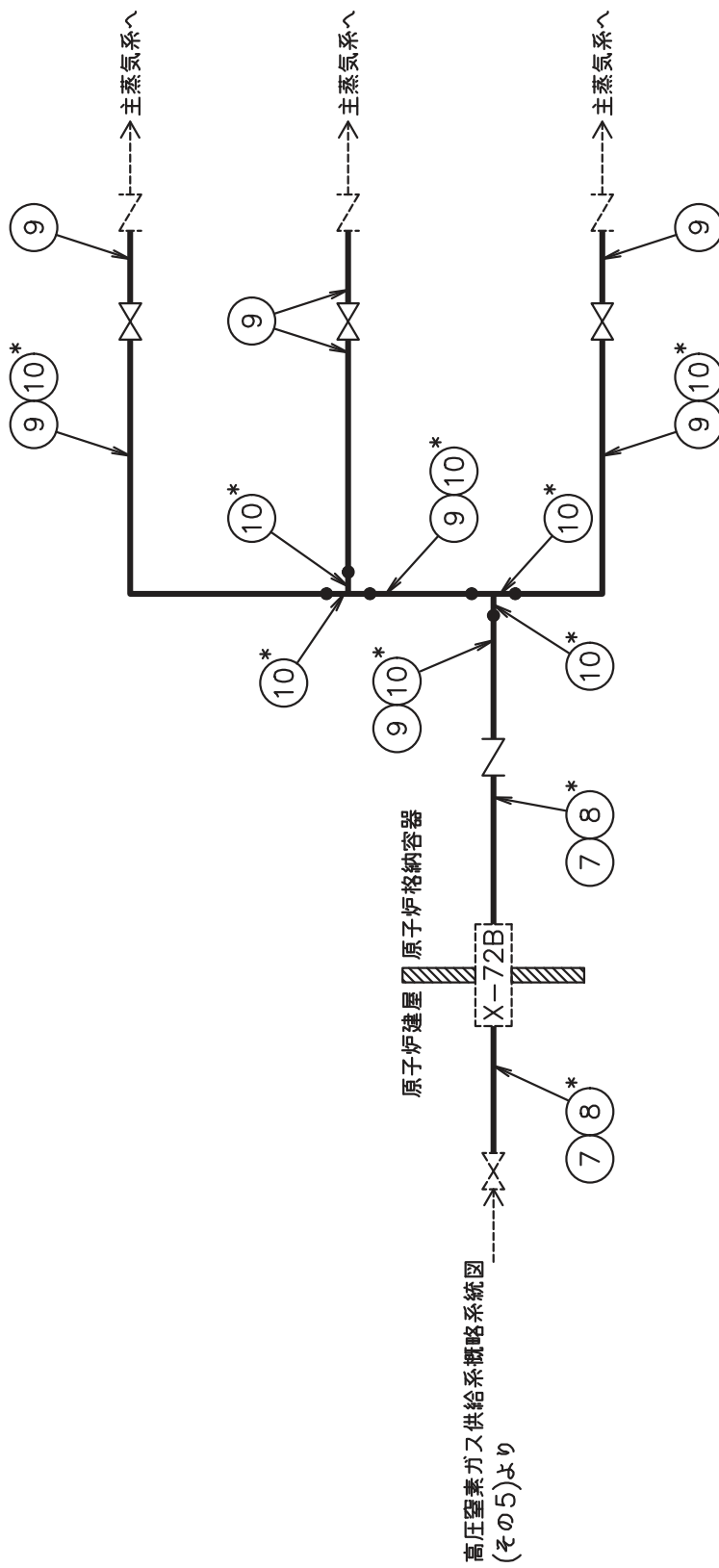


注記\*：管継手  
高圧窒素ガス供給系概略系統図(その4)



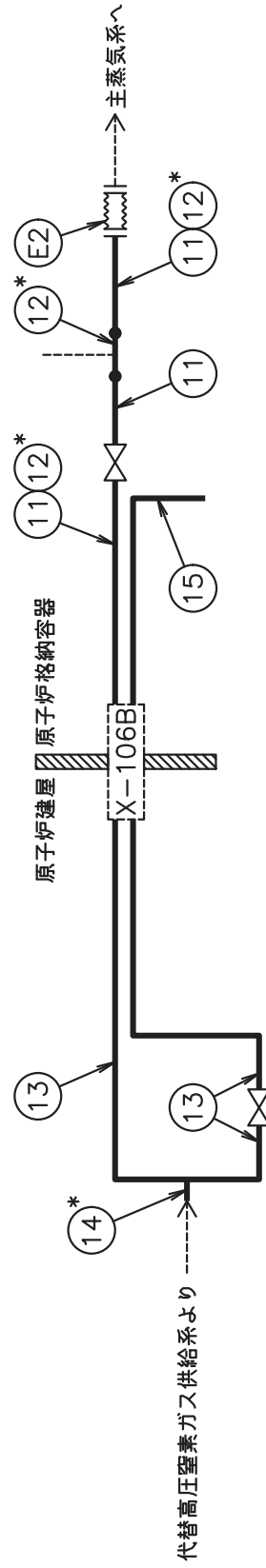
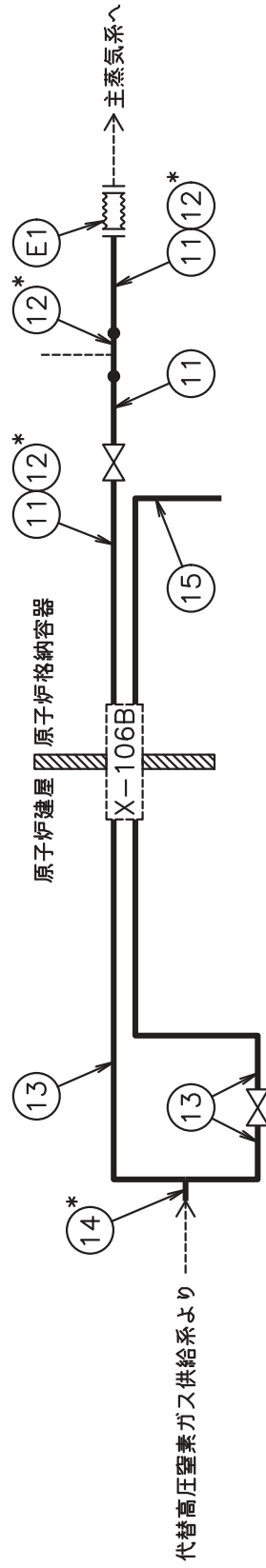
注記\*: 管継手

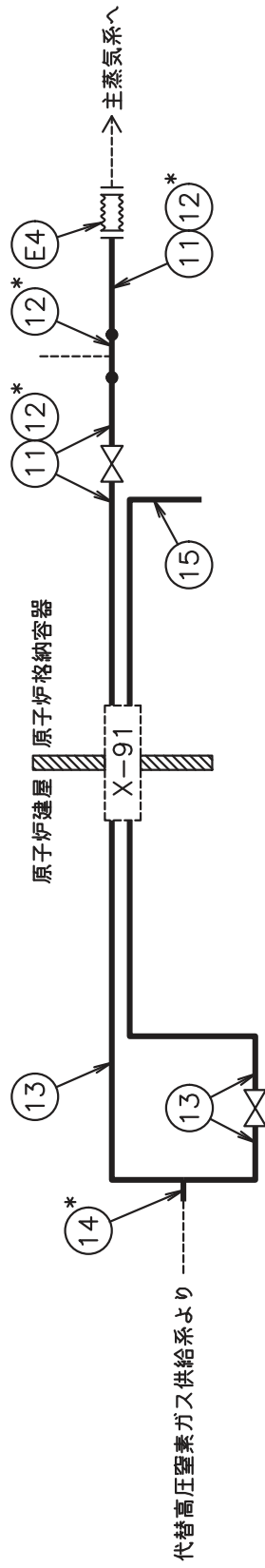
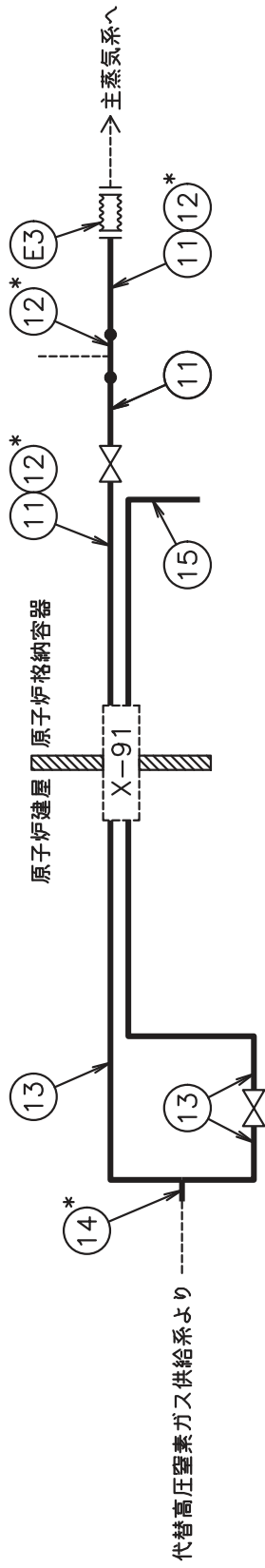
高圧窒素ガス供給系概略系統図(その5)



高圧窒素ガス供給系概略系統図  
(その5)より

注記 \* : 管継手  
高圧窒素ガス供給系概略系統図(その6)





注記 \*：管継手

高圧窒素ガス供給系概略系統図(その8)



2. 管の強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料       | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | $\eta$ | Q      | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|---------------------|-------------------------------|--------------|-----------|-----|-------------|------------|--------|--------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 19.62                | 66                  | 34.00                         | 6.40         | SUS304TP  | S   | 2           | 126        | 1.00   | 12.5%  | 5.60                   | 2.50      | A      | 2.50                   |
| 2   | 19.62                | 66                  | 34.00                         | 7.00         | SUS304    | S   | 2           | 126        | 1.00   |        |                        | 2.50      | A      | 2.50                   |
| 3   | 19.62                | 66                  | 60.50                         | 9.60         | SUS304    | S   | 2           | 126        | 1.00   |        |                        | 4.44      | A      | 4.44                   |
| 4   | 19.62                | 66                  | 60.50                         | 8.70         | SUS304TP  | S   | 2           | 126        | 1.00   | 12.5%  | 7.61                   | 4.44      | A      | 4.44                   |
| 5   | 1.77                 | 66                  | 60.50                         | 3.90         | SUS304TP  | S   | 2           | 126        | 1.00   | 0.50mm | 3.40                   | 0.43      | A      | 0.43                   |
| 6   | 1.77                 | 66                  | 60.50                         | 6.10         | SUS304    | S   | 2           | 126        | 1.00   |        |                        | 0.43      | A      | 0.43                   |
| 7   | 1.77                 | 200                 | 60.50                         | 5.50         | SUS316LTP | S   | 2           | 107        | 1.00   | 12.5%  | 4.81                   | 0.50      | A      | 0.50                   |
| 8   | 1.77                 | 200                 | 60.50                         | 6.10         | SUS316L   | S   | 2           | 107        | 1.00   |        |                        | 0.50      | A      | 0.50                   |
| 9   | 1.77                 | 171                 | 60.50                         | 3.90         | SUS304TP  | S   | 2           | 113        | 1.00   | 0.50mm | 3.40                   | 0.47      | A      | 0.47                   |
| 10  | 1.77                 | 171                 | 60.50                         | 6.10         | SUS304    | S   | 2           | 113        | 1.00   |        |                        | 0.47      | A      | 0.47                   |

評価：t<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料      | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | $\eta$ | Q      | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|---------------------|-------------------------------|--------------|----------|-----|-------------|------------|--------|--------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 11  | 2.06                 | 171                 | 60.50                         | 3.90         | SUS304TP | S   | 2           | 113        | 1.00   | 0.50mm | 3.40                   | 0.55      | A      | 0.55                   |
| 12  | 2.06                 | 171                 | 60.50                         | 6.10         | SUS304   | S   | 2           | 113        | 1.00   |        |                        | 0.55      | A      | 0.55                   |
| 13  | 2.06                 | 200                 | 60.50                         | 3.90         | SUS304TP | S   | 2           | 111        | 1.00   | 0.50mm | 3.40                   | 0.56      | A      | 0.56                   |
| 14  | 2.06                 | 200                 | 34.00                         | 3.40         | SUS304TP | S   | 2           | 111        | 1.00   | 0.50mm | 2.90                   | 0.32      | A      | 0.32                   |
| 15  | 2.06                 | 171                 | 60.50                         | 5.50         | SUS304TP | S   | 2           | 113        | 1.00   | 12.5%  | 4.81                   | 0.55      | A      | 0.55                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

3. 伸縮継手の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3416 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 材<br>料 | 縦弾性係数<br>E<br>(MPa) | t<br>(mm) | 全伸縮量<br>$\delta$<br>(mm) | b<br>(mm) | h<br>(mm) | n | c | 算<br>式 | 継手部応力<br>$\sigma$<br>(MPa) | N<br>$\times 10^3$ | $N_r$<br>$\times 10^3$ | U      |
|-----|----------------------|--------------------|--------|---------------------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|---|---|--------|----------------------------|--------------------|------------------------|--------|
| E1  | 2.06                 | 171                | SUS304 | 184300              | 1.00      |                          |           |           |   | 1 | A      | 1085                       | 3.35               | 0.50                   | 0.1493 |
| E2  | 2.06                 | 171                | SUS304 | 184300              | 1.00      |                          |           |           |   | 1 | A      | 1003                       | 4.41               | 0.50                   | 0.1134 |
| E3  | 2.06                 | 171                | SUS304 | 184300              | 1.00      |                          |           |           |   | 1 | A      | 793                        | 10.0               | 0.50                   | 0.0498 |
| E4  | 2.06                 | 171                | SUS304 | 184300              | 1.00      |                          |           |           |   | 1 | A      | 1199                       | 2.36               | 0.50                   | 0.2117 |

評価：U $\leq$ 1, よって十分である。

注：E1~E4の外径は、

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-4-3-2 代替高圧窒素ガス供給系の強度計算書

目 次

VI-3-3-4-3-2-1 管の強度計算書（代替高压窒素ガス供給系）

VI-3-3-4-3-2-1 管の強度計算書（代替高圧窒素ガス供給系）

## 目 次

- VI-3-3-4-3-2-1-1 管の基本板厚計算書（代替高圧窒素ガス供給系）
- VI-3-3-4-3-2-1-3 管（可搬型）の強度評価書（代替高圧窒素ガス供給系）

VI-3-3-4-3-2-1-1 管の基本板厚計算書(代替高圧窒素ガス供給系)



## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。



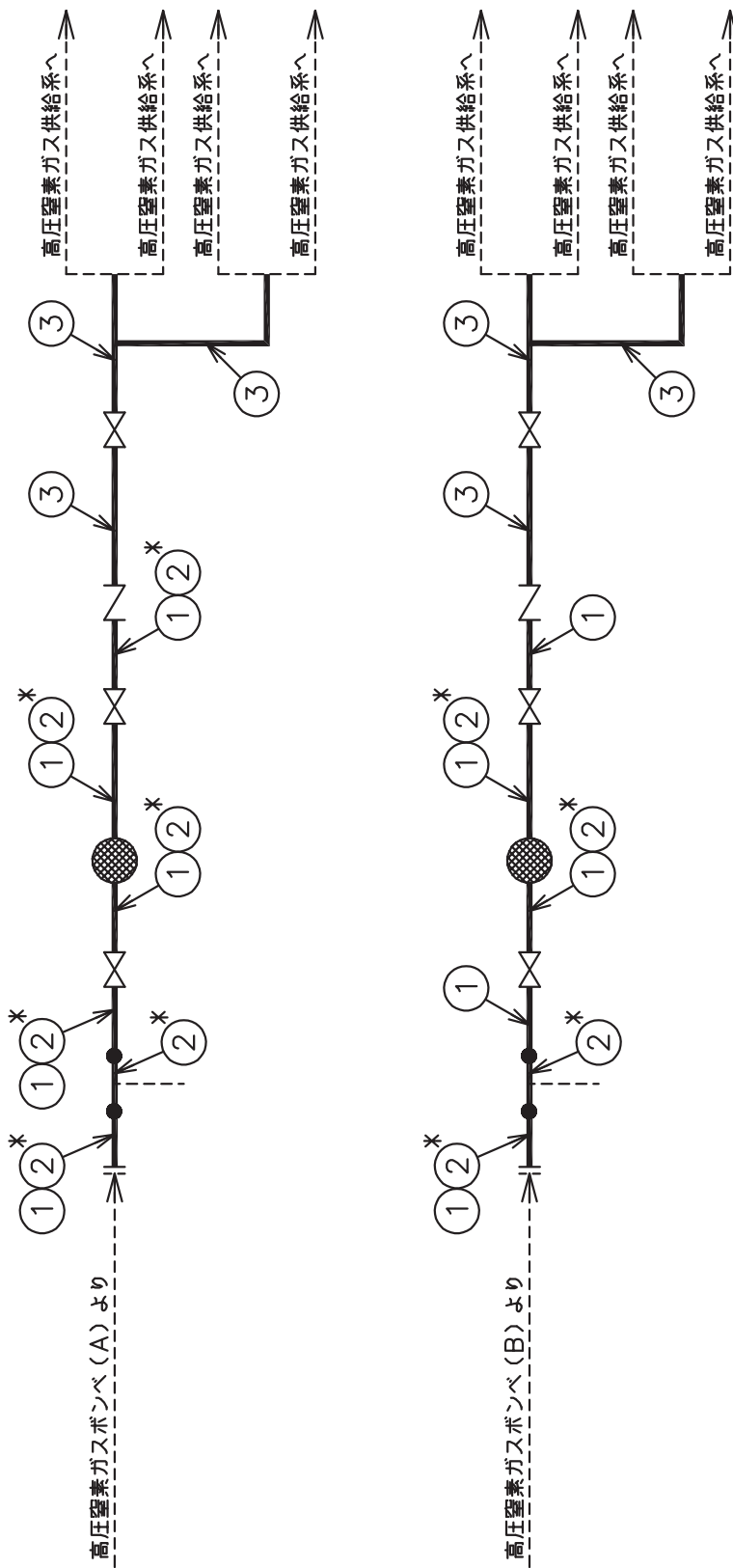
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分    | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|---------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |

目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 2 |

1. 概略系統図



注記＊：管継手

代替高圧窒素ガス供給系概略系統図

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料      | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q      | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|----------|-----|-------------|------------|------|--------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 2.06                 | 66                     | 34.00                         | 3.40         | SUS304TP | S   | 2           | 126        | 1.00 | 0.50mm | 2.90                   | 0.28      | A      | 0.28                   |
| 2   | 2.06                 | 66                     | 34.00                         | 5.00         | SUS304   | S   | 2           | 126        | 1.00 |        |                        | 0.28      | A      | 0.28                   |
| 3   | 2.06                 | 200                    | 34.00                         | 3.40         | SUS304TP | S   | 2           | 111        | 1.00 | 0.50mm | 2.90                   | 0.32      | A      | 0.32                   |

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>，よって十分である。

VI-3-3-5 放射線管理施設の強度に関する説明書

目 次

VI-3-3-5-1 換気設備の強度計算書



VI-3-3-5-1 換気設備の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-5-1-1 中央制御室換気空調系の強度計算書
- VI-3-3-5-1-2 緊急時対策所換気空調系の強度計算書
- VI-3-3-5-1-3 中央制御室待避所加圧空気供給系の強度計算書
- VI-3-3-5-1-4 緊急時対策所加圧空気供給系の強度計算書

VI-3-3-5-1-1 中央制御室換気空調系の強度計算書

目 次

VI-3-3-5-1-1-1 ダクトの強度計算書（中央制御室換気空調系）

VI-3-3-5-1-1-1 ダクトの強度計算書（中央制御室換気空調系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管 No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                               |           |                               | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |           |
|-------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|-----------|
|       |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件                         |           | SA 条件                         |                            |              |      |                 |           |           |
|       |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa)                   | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa)                   |                            |              |      |                 |           | 温度<br>(℃) |
| 1     | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40        | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2      |
| 2     | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40        | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2      |
| 3     | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40        | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2      |
| 4     | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40        | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2      |
| 5     | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40        | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2      |
| 6     | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40        | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |
| 7     | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $2.94 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40        | $2.94 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2      |
| 8     | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $2.94 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40        | $2.94 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2      |
| 9     | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $2.94 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40        | $2.94 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |
| 10    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40        | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2      |

| 管 No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                               |            |                               | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|-------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|------------|
|       |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件                         |            | SA 条件                         |                            |              |      |                 |           |            |
|       |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa)                   | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa)                   |                            |              |      |                 |           | 温度<br>(°C) |
| 11    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 12    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 13    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 14    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 15    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $3.92 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $3.92 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 16    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $3.92 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $3.92 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 17    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $2.94 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $2.94 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 18    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $2.94 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $2.94 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 19    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 20    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |



| 管 No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                               |            |                               | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|-------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|------------|
|       |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件                         |            | SA 条件                         |                            |              |      |                 |           |            |
|       |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa)                   | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa)                   |                            |              |      |                 |           | 温度<br>(°C) |
| 21    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 22    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 23    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 24    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 25    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 26    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 27    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 28    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 29    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 30    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |

| 管 No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                               |            |                               | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|-------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|------------|
|       |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件                         |            | SA 条件                         |                            |              |      |                 |           |            |
|       |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa)                   | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa)                   |                            |              |      |                 |           | 温度<br>(°C) |
| 31    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 32    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 33    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 34    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 35    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 36    | 既設             | 無   | —                 | Non              | Non       | SA-2      | —                | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40         | $1.08 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |

## 目次

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 1. 概要                          | 1  |
| 2. 中央制御室換気空調系ダクトの強度計算方法        | 2  |
| 2.1 記号の定義                      | 2  |
| 2.2 強度計算方法                     | 8  |
| 3. 換気空調設備の重大事故等クラス2管の使用材料の評価結果 | 18 |
| 3.1 評価対象材料及び仕様                 | 18 |
| 3.2 評価結果                       | 19 |
| 4. 評価結果                        | 20 |

## 1. 概要

本計算書は、重大事故等クラス2管が十分な強度を有することを確認するための方法として適用する「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む））＜第I編軽水炉規格＞J SME S NC 1-2005/2007」（（社）日本機械学会 2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）の規定に基づく強度計算方法について説明するものである。

重大事故等クラス2管の強度計算方法及び計算式については、設計・建設規格クラス2管の規定に基づくものとする。

設計・建設規格クラス2管の規定によらない場合の評価方法として、機械工学便覧の規定を用いる。ただし、設計・建設規格に計算式の規定がない応力計算については、「日本産業規格」（以下「JIS」という。）を準用する。

応力解析による評価を用いる場合は、一次応力強さを許容引張応力の1.5倍以下とすることで、設備の全体的な変形が弾性域内であることを確認する。

本資料は、上記概要を踏まえたうえで、女川原子力発電所第2号機の中央制御室換気空調系ダクトの強度計算方法及び評価結果について説明するものである。

## 2. 中央制御室換気空調系ダクトの強度計算方法

中央制御室換気空調設備のうち、円形ダクト、矩形ダクトの強度評価式はクラス2管には定められていないことから、設計・建設規格を準用した評価式又は設計・建設規格に規定されていない評価式を用いた強度計算方法並びに計算式について説明する。

### 2.1 記号の定義

ダクトの厚さ計算、フランジの応力計算、ダクトの応力計算に用いる記号については、次のとおりである。

#### (1) ダクトの厚さ計算に使用するもの

##### a. 円形のダクト

|                 | 記号     | 単位  | 定義  |
|-----------------|--------|-----|---|
| ダクトの厚さ計算に使用するもの | B      | —   | 設計・建設規格 付録材料図表 Part7 図1から図20より求めた値              |
|                 | $D_o$  | mm  | ダクトの外径  |
|                 | P      | MPa | 最高使用圧力  |
|                 | $P_e$  | MPa | 外面に受ける最高の圧力                                     |
|                 | S      | MPa | 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に規定する材料の許容引張応力 |
|                 | t      | mm  | ダクトの計算上必要な厚さ                                    |
|                 | $\eta$ | —   | 長手継手の効率*  |

注記\*：継手の効率については、設計・建設規格 PVC-3130 の値を用いる。

b. 矩形のダクト

|                 | 記号             | 単位                 | 定義  |
|-----------------|----------------|--------------------|---|
| ダクトの厚さ計算に使用するもの | a              | mm                 | ダクト幅（長辺）  |
|                 | c              | mm                 | ダクト接続材・補強材の接続ピッチ                                  |
|                 | $D_P$          | kg/mm <sup>2</sup> | 単位面積当たりのダクト板の質量                                   |
|                 | E              | MPa                | 縦弾性係数   |
|                 | g              | m/s <sup>2</sup>   | 重力加速度   |
|                 | P              | MPa                | 最高使用圧力  |
|                 | S              | MPa                | 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に規定する材料の許容引張応力 |
|                 | t              | mm                 | ダクトの計算上必要な厚さ                                      |
|                 | $\nu$          | —                  | ポアソン比   |
|                 | $\delta_{max}$ | mm                 | 面外荷重によるダクト板の最大変位量                                 |

## (2) フランジの応力計算に使用するもの

## a. 円形のダクト

| 記号              | 単位                       | 定義  |
|-----------------|--------------------------|---|
| $A_b$           | $\text{mm}^2$            | ボルトの総有効断面積  |
| $B$             | $\text{mm}$              | フランジの内径 (図 2-1 による)                                   |
| $C$             | $\text{mm}$              | ボルト穴の中心円の直径 (図 2-1 による)                               |
| $G$             | $\text{mm}$              | ガスケット反力円直径  |
| $G_0$           | $\text{mm}$              | ガスケット外径又はフランジ外径のいずれか小さい値 (図 2-1 による)                  |
| $H$             | $\text{N}$               | 内圧力によってフランジに加わる全荷重                                    |
| $H_D$           | $\text{N}$               | 内圧力によってフランジの内径面に加わる荷重 (図 2-1 による)                     |
| $H_P$           | $\text{N}$               | 気密を十分に保つためのガスケット圧縮力 (図 2-1 による)                       |
| $H_R$           | $\text{N}$               | 平衡反力 (図 2-1 による)                                      |
| $H_T$           | $\text{N}$               | 内圧力によってフランジに加わる全荷重とフランジの内径面に加わる荷重との差 (図 2-1 による)      |
| $M$             | $\text{N}\cdot\text{mm}$ | 自重によりフランジに作用する全モーメント                                  |
| $M_0$           | $\text{N}\cdot\text{mm}$ | 使用状態でフランジに作用する全モーメント                                  |
| $P$             | $\text{MPa}$             | 最高使用圧力  |
| $P_{FD}$        | $\text{MPa}$             | フランジ応力算定用圧力   |
| $P_{eq}$        | $\text{MPa}$             | 管の自重及びその他機械的荷重によりフランジ部に作用する曲げモーメントを圧力に換算した等価圧力        |
| $W_m$           | $\text{N}$               | 使用状態のボルト荷重 (図 2-1 による)                                |
| $b''$           | $\text{mm}$              | 使用状態でのガスケット座の有効幅 $2b'' = 5$                           |
| $d_b$           | $\text{mm}$              | ボルトのねじ部の谷の径と軸部の径の最小部の小さい方の径                           |
| $d_h$           | $\text{mm}$              | ボルト穴直径  |
| $h_D$           | $\text{mm}$              | ボルト穴中心円から $H_D$ 作用点までの半径方向の距離 (図 2-1 による)             |
| $h_P$           | $\text{mm}$              | ボルト穴中心円から $H_P$ 作用点までの半径方向の距離 (図 2-1 による)             |
| $h_R$           | $\text{mm}$              | ボルト穴中心円から $H_R$ 作用点までの半径方向の距離 (図 2-1 による)             |
| $h_T$           | $\text{mm}$              | ボルト穴中心円から $H_T$ 作用点までの半径方向の距離 (図 2-1 による)             |
| $m$             | —                        | ガスケット係数   |
| $n$             | —                        | ボルトの本数  |
| $t$             | $\text{mm}$              | フランジの厚さ (図 2-1 による)                                   |
| $\sigma_b$      | $\text{MPa}$             | 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 7 に規定するボルト材料の許容引張応力  |
| $\sigma_f$      | $\text{MPa}$             | 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に規定するフランジ材料の許容引張応力 |
| $\sigma_{max}$  | $\text{MPa}$             | 使用状態でフランジに作用する発生応力                                    |
| $\sigma'_{max}$ | $\text{MPa}$             | 使用状態でボルトに作用する発生応力                                     |

ダクトのフランジ・ボルトの応力計算に使用するもの

b. 矩形のダクト

| 記号              | 単位              | 定義  |
|-----------------|-----------------|---|
| $A_b$           | mm <sup>2</sup> | ボルトの有効断面積   |
| $B_1$           | mm              | フランジの内面幅（長辺側）（図 2-2 による）                              |
| $B_2$           | mm              | フランジの内面幅（短辺側）（図 2-2 による）                              |
| $C_1$           | mm              | ボルト穴間の距離（長辺側）（図 2-2 による）                              |
| $C_2$           | mm              | ボルト穴間の距離（短辺側）（図 2-2 による）                              |
| $G_0$           | mm              | ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値（図 2-2 による）          |
| $G_1$           | mm              | ガスケット反力距離（長辺側）  |
| $G_2$           | mm              | ガスケット反力距離（短辺側）  |
| $H$             | N               | 内圧力によってフランジに加わる全荷重                                    |
| $H_D$           | N               | 内圧力によってフランジの内面に加わる荷重（図 2-2 による）                       |
| $H_P$           | N               | 気密を十分に保つためのガスケット圧縮力（図 2-2 による）                        |
| $H_R$           | N               | 平衡反力（図 2-2 による）                                       |
| $H_T$           | N               | 内圧力によってフランジに加わる全荷重とフランジの内面に加わる荷重との差（図 2-2 による）        |
| $M$             | N・mm            | 自重によりフランジに作用する全モーメント                                  |
| $M_0$           | N・mm            | 使用状態でフランジに作用する全モーメント                                  |
| $P$             | MPa             | 最高使用圧力  |
| $P_{FD}$        | MPa             | フランジ応力算定用圧力   |
| $P_{eq}$        | MPa             | 管の自重及びその他機械的荷重によりフランジ部に作用する曲げモーメントを圧力に換算した等価圧力        |
| $W_m$           | N               | 使用状態のボルト荷重（図 2-2 による）                                 |
| $b''$           | mm              | 使用状態でのガスケット座の有効幅 $2b'' = 5$                           |
| $d_b$           | mm              | ボルトのねじ部の谷の径と軸部の径の最小部の小さい方の径                           |
| $d_h$           | mm              | ボルト穴の直径   |
| $h_D$           | mm              | ボルト穴中心から $H_D$ 作用点までの距離（図 2-2 による）                    |
| $h_P$           | mm              | ボルト穴中心から $H_P$ 作用点までの距離（図 2-2 による）                    |
| $h_R$           | mm              | ボルト穴中心から $H_R$ 作用点までの距離（図 2-2 による）                    |
| $h_T$           | mm              | ボルト穴中心から $H_T$ 作用点までの距離（図 2-2 による）                    |
| $m$             | —               | ガスケット係数   |
| $n$             | 本               | ボルト本数   |
| $t$             | mm              | フランジの厚さ（図 2-2 による）                                    |
| $\sigma_b$      | MPa             | 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 7 に規定するボルト材料の許容引張応力  |
| $\sigma_f$      | MPa             | 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に規定するフランジ材料の許容引張応力 |
| $\sigma_{max}$  | MPa             | 使用状態でフランジに作用する発生応力                                    |
| $\sigma'_{max}$ | MPa             | 使用状態でボルトに作用する発生応力                                     |

ダクトのフランジ・ボルトの応力計算に使用するもの



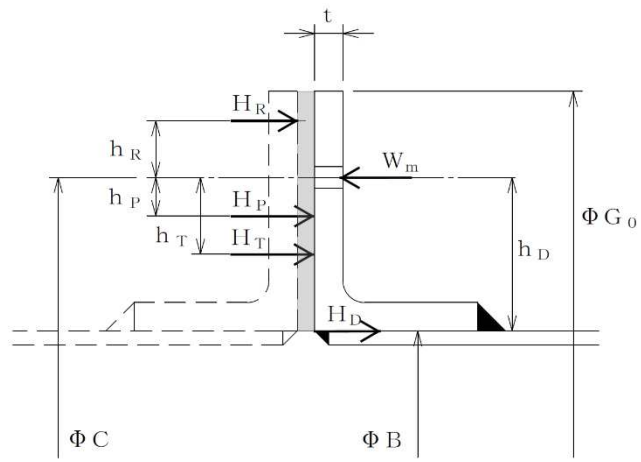


図 2-1 フランジの寸法 (円形ダクト)

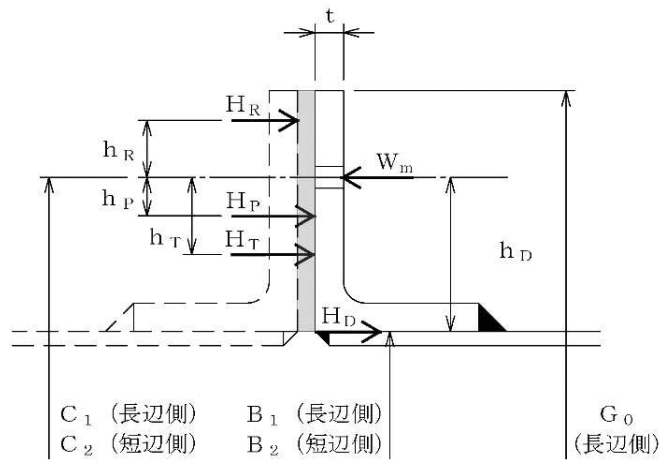


図 2-2 フランジの寸法 (矩形ダクト)

(3) ダクトの応力計算に使用するもの

a. 円形のダクト

|                 | 記号                | 単位              | 定義  |
|-----------------|-------------------|-----------------|---|
| ダクトの応力計算に使用するもの | B <sub>1</sub>    | —               | 設計・建設規格 PPB-3810 に規定する応力係数                        |
|                 | B <sub>2</sub>    | —               |   |
|                 | D <sub>0</sub>    | mm              | ダクトの外径  |
|                 | M <sub>a</sub>    | N・mm            | ダクトの機械的荷重（自重その他の長期的荷重に限る）により生じるモーメント              |
|                 | P                 | MPa             | 最高使用圧力  |
|                 | S <sub>h</sub>    | MPa             | 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に規定する材料の許容引張応力 |
|                 | S <sub>pr m</sub> | MPa             | 一次応力  |
|                 | t                 | mm              | ダクトの厚さ  |
|                 | Z                 | mm <sup>3</sup> | ダクトの断面係数  |

b. 矩形のダクト

|                 | 記号                | 単位                 | 定義  |
|-----------------|-------------------|--------------------|---|
| ダクトの応力計算に使用するもの | a                 | mm                 | ダクト幅（長辺）  |
|                 | c                 | mm                 | ダクト接続材・補強材の接続ピッチ                                  |
|                 | D <sub>p</sub>    | kg/mm <sup>2</sup> | 単位面積当たりのダクト板の質量                                   |
|                 | E                 | MPa                | 縦弾性係数   |
|                 | g                 | m/s <sup>2</sup>   | 重力加速度   |
|                 | P                 | MPa                | 最高使用圧力  |
|                 | S <sub>h</sub>    | MPa                | 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に規定する材料の許容引張応力 |
|                 | S <sub>pr m</sub> | MPa                | 一次応力  |
|                 | t                 | mm                 | ダクトの厚さ  |
|                 | ν                 | —                  | ポアソン比   |
|                 | δ <sub>max</sub>  | mm                 | 面外荷重によるダクト板の最大変位量                                 |

## 2.2 強度計算方法

ここでは、中央制御室換気空調設備を構成する円形のダクト、矩形のダクトの計算方法並びに計算式を示す。

材料の許容引張応力は、設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 及び表 7 に応じた値を用いる。

設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 及び表 7 記載の温度の中間の値の場合は比例法を用いて計算し、小数点第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

強度計算は、設計・建設規格又は機械工学便覧に基づき、適切な裕度を持った許容値を使用して実施することから、強度計算に用いる寸法は公称値を使用する。

### (1) 応力の制限（設計・建設規格 PPC-3111 準用）

ダクトの耐圧設計は、設計・建設規格 PPC-3400 の規定に従って行う。

### (2) ダクトの厚さの計算（設計・建設規格 PPC-3411 準用及び機械工学便覧（設計・建設規格 PPC-3411 参考））

ダクトの厚さは、次の計算式により求められる計算上必要な厚さ以上であることを確認する。

#### a. 円形のダクト

円形のダクトは薄肉円筒構造であり、設計・建設規格 PPC-3411 に規定されている下式を用いて、計算上必要な厚さを求める。なお、ダクトの外面に圧力を受けるものにあつては、外面圧に対する厚さ計算を行う。

| 区 分       | 適用規格番号                   | 計 算 式  |
|-----------|--------------------------|--|
| 内圧を受けるダクト | 設計・建設規格<br>PPC-3411(1)準用 | $t = \frac{P \cdot D_0}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$ |
| 外圧を受けるダクト | 設計・建設規格<br>PPC-3411(2)準用 | $t = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_0}{4 \cdot B}$                |

b. 矩形のダクト

矩形ダクトの任意のダクト板面に着目すると、ダクト板面は両サイドを他の2つの側面のダクト板で、軸方向（流れ方向）を接続部材（及び補強部材）で支持された長方形の板とみなすことができる。ここで、両サイドの2つの側面のダクト板は支持しているダクト板面（評価対象面）に作用する圧力及び自重（面外荷重）を面内で受けている。また、接続部材（及び補強部材）は支持しているダクト板面（評価対象面）に取り付けられており、本部位は評価対象面本体よりも面外荷重に対する剛性が增強されている。したがって、評価対象面は、面外に等分布荷重を受ける4辺単純支持の長方形板とみなせ、長方形板の大たわみ式（出典：機械工学便覧）を用いて、計算上必要な厚さを求めることができる。（図2-3 参照）

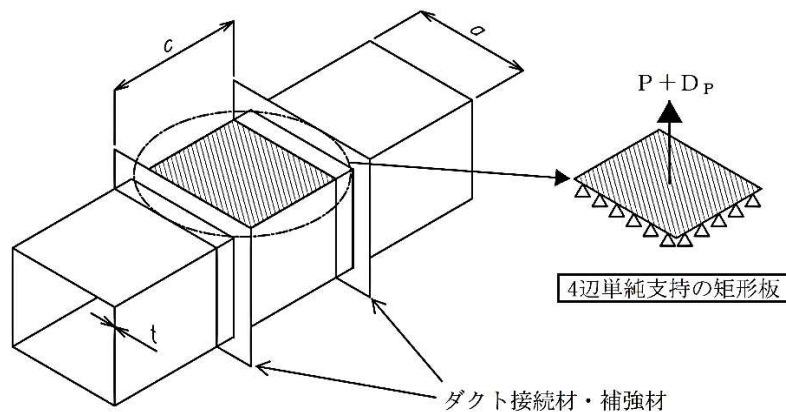


図 2-3 板材の面外荷重に対する評価モデル

| 区分     | 適用規格番号                                 | 計算式   |
|--------|--|---|
| 矩形のダクト | 機械工学便覧<br>設計・建設規格<br>PPC-3411(1)<br>参考 | $\frac{256 \cdot (1 - \nu^2)}{\pi \cdot E \cdot t^4} \cdot (P + g \cdot D_P) = \frac{4}{3} \cdot \left( \frac{1}{a^2} + \frac{1}{c^2} \right)^2 \cdot \frac{\delta_{max}}{t}$ $+ \left\{ \frac{4 \cdot \nu}{a \cdot c} + (3 - \nu^2) \cdot \left( \frac{1}{a^4} + \frac{1}{c^4} \right) \right\} \cdot \left( \frac{\delta_{max}}{t} \right)^3 \dots \dots (2.1)$ $S = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot \delta_{max}}{8 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left\{ \frac{(2 - \nu^2) \cdot \delta_{max} + 4 \cdot t}{a^2} + \frac{\nu \cdot (\delta_{max} + 4 \cdot t)}{c^2} \right\} \dots \dots (2.2)$ |

(2.1)式及び(2.2)式を解いて、両式を満足する  $\delta_{max}$  及び  $t$  を求める。このときの  $t$  を矩形のダクトの計算上必要な厚さと定義する。なお、縦弾性係数は設計・建設規格 付録材料図表 Part6 の値を用いて算出し、ポアソン比を 0.3 として計算を行う。

(3) フランジ (設計・建設規格 PPC-3414 準用)

a. 円形のダクト

円形のアンクルフランジ構造であり、J I S B 8 2 6 5 (2003)「圧力容器の構造一般事項」に規定するルーズ形フランジと断面形状が類似しており、同様な寸法の取り方が可能であるため、図 2-4「フランジ型式」に示すルーズ形フランジとみなして、設計・建設規格 PPC-3414(2)に従い、J I S B 8 2 6 5 (2003)「圧力容器の構造一般事項」に規定するフランジの応力計算に準じて応力を評価し、必要な強度を有することを確認する。

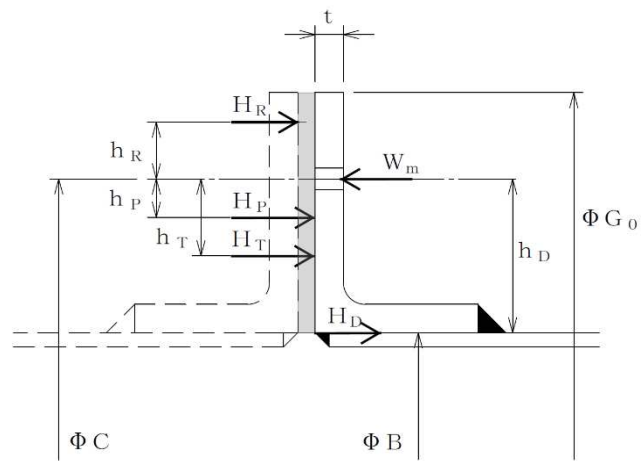


図 2-4 フランジ型式 (円形アンクルフランジ)

| 項 目         |  | 計 算 式   |
|-------------|--|---|
| 計算上必要なボルト荷重 | ダクトの自重及びその他機械的荷重によりフランジ部に作用する曲げモーメントを圧力に換算した等価圧力 | $P_{e q} = \frac{16 \cdot M}{\pi \cdot G^3}$                      |
|             | フランジ応力算定用圧力                                      | $P_{F D} = P + P_{e q}$   |
|             | 使用状態におけるガスケット座有効幅                                | $b'' = \frac{5}{2}$   |
|             | ガスケット反力円直径                                       | $G = C - (d_h + 2 \cdot b'')$                                     |
|             | 内圧力によってフランジに加わる全荷重                               | $H = \frac{\pi}{4} (C - d_h)^2 \cdot P_{F D}$                     |
|             | 気密を十分に保つためのガスケット圧縮力                              | $H_P = 2 \cdot \pi \cdot b'' \cdot G \cdot m \cdot P_{F D}$       |
|             | 平衡反力   | $H_R = \frac{H_D \cdot h_D + H_T \cdot h_T + H_P \cdot h_P}{h_R}$ |
|             | 使用状態のボルト荷重                                       | $W_m = H + H_P + H_R$   |
| ボルトの発生応力    | ボルトの総有効断面積                                       | $A_b = n \cdot \frac{\pi}{4} d_b^2$                               |
|             | 使用状態でボルトに作用する発生応力                                | $\sigma'_{max} = \frac{W_m}{A_b}$                                 |
|             | 評 価  | $\sigma'_{max}$ が $\sigma_b$ 以下となることを確認する。                        |

| 項 目            |                                       | 計 算 式  |
|----------------|---------------------------------------|--|
| フランジに作用するモーメント | 内圧力によってフランジの内径面に加わる荷重                 | $H_D = \frac{\pi}{4} \cdot B^2 \cdot P_{FD}$                         |
|                | フランジに加わる荷重とフランジの内径面に加わる荷重との差          | $H_T = H - H_D$  |
|                | ボルト穴中心円からH <sub>D</sub> 作用点までの半径方向の距離 | $h_D = \frac{C - B}{2}$  |
|                | ボルト穴中心円からH <sub>P</sub> 作用点までの半径方向の距離 | $h_P = \frac{d_h + 2 \cdot b''}{2}$                                  |
|                | ボルト穴中心円からH <sub>R</sub> 作用点までの半径方向の距離 | $h_R = \frac{G_0 - (C + d_h)}{4} + \frac{d_h}{2}$                    |
|                | ボルト穴中心円からH <sub>T</sub> 作用点までの半径方向の距離 | $h_T = \frac{(C + d_h + 2 \cdot b'') - B}{4}$                        |
|                | 使用状態でフランジに作用する全モーメント                  | $M_0 = H_R \cdot h_R$  |
| フランジに生じる応力     | 使用状態でフランジに作用する発生応力                    | $\sigma_{max} = \frac{6 \cdot M_0}{t^2 (\pi \cdot C - n \cdot d_h)}$ |
|                | 評 価                                   | $\sigma_{max}$ が1.5 $\sigma_f$ 以下となることを確認する。                         |

b. 矩形のダクト

矩形のアンゲルフランジ構造であり、JIS B 8265 (2003)「圧力容器の構造一般事項」に規定するルーズ形フランジと断面形状が類似しており、矩形と円形の形状の違いを考慮することにより、同様な寸法の取り方が可能であるため、図 2-5「フランジ型式」に示すルーズ形フランジに準じた形状にモデル化し、JIS B 8265 (2003)「圧力容器の構造一般事項」に規定するフランジの応力計算に準じてボルトに発生する応力を評価し、必要な強度を有することを確認する。

なお、フランジについては、図 2-5「フランジ型式」に示す断面形状が等ボルト間隔で直線状に配列されるものとして、フランジに作用する曲げ応力を評価し、必要な強度を有することを確認する。

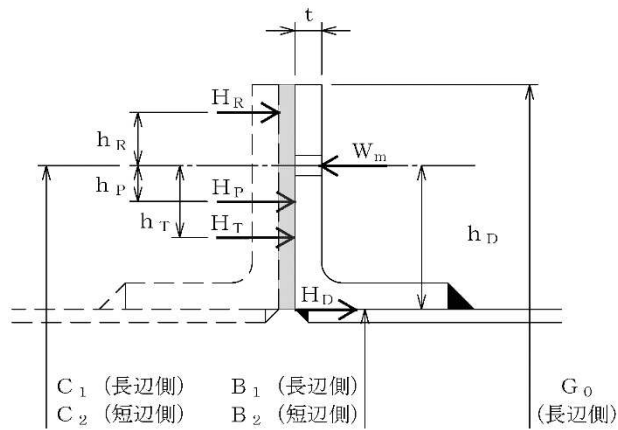


図 2-5 フランジ型式 (矩形アンゲルフランジ)



|             | 項 目  | 計 算 式   |
|-------------|--|---|
| 計算上必要なボルト荷重 | ダクトの自重及びその他機械的荷重によりフランジ部に作用する曲げモーメントを圧力に換算した等価圧力 | $P_{eq} = \frac{3 \cdot M}{G_1 \cdot G_2}$                        |
|             | フランジ応力算定用圧力                                      | $P_{FD} = P + P_{eq}$   |
|             | 使用状態におけるガスケット座有効幅                                | $b'' = \frac{5}{2}$   |
|             | ガスケット圧縮力 $H_P$ が作用する位置の距離（長辺側）                   | $G_1 = C_1 - (d_h + 2 \cdot b'')$                                 |
|             | ガスケット圧縮力 $H_P$ が作用する位置の距離（短辺側）                   | $G_2 = C_2 - (d_h + 2 \cdot b'')$                                 |
|             | 内圧力によってフランジに加わる全圧力                               | $H = (C_1 - d_h)(C_2 - d_h) \cdot P_{FD}$                         |
|             | 内圧力によってフランジの内面に加わる荷重                             | $H_D = B_1 \cdot B_2 \cdot P_{FD}$                                |
|             | 気密を十分に保つためのガスケット圧縮力                              | $H_P = 4 \cdot (G_1 + G_2) \cdot b'' \cdot m \cdot P_{FD}$        |
|             | 平衡反力   | $H_R = \frac{H_D \cdot h_D + H_T \cdot h_T + H_P \cdot h_P}{h_R}$ |
|             | 内圧力によってフランジに加わる全荷重とフランジの内面に加わる荷重の差               | $H_T = H - H_D$   |
|             | ボルト穴中心から $H_D$ 作用点までの距離                          | $h_D = \frac{C_1 - B_1}{2}$                                       |
|             | ボルト穴中心から $H_P$ 作用点までの距離                          | $h_P = \frac{d_h + 2 \cdot b''}{2}$                               |
|             | ボルト穴中心から $H_R$ 作用点までの距離                          | $h_R = \frac{G_0 - (C_1 + d_h)}{4} + \frac{d_h}{2}$               |
|             | ボルト穴中心から $H_T$ 作用点までの距離                          | $h_T = \frac{(C_1 + d_h + 2 \cdot b'') - B_1}{4}$                 |
| 使用状態のボルト荷重  | $W_m = H + H_P + H_R$                            |   |

| 項 目      |                         | 計 算 式                                      |
|----------|-------------------------|--|
| ボルトの発生応力 | ボルト総有効断面積               | $A_b = n \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_b^2$  |
|          | 使用状態でのボルト荷重により生じる平均引張応力 | $\sigma'_{max} = \frac{W_m}{A_b}$          |
|          | 評 価                     | $\sigma'_{max}$ が $\sigma_b$ 以下となることを確認する。 |

| 項 目              |                      | 計 算 式  |
|------------------|----------------------|--|
| するフランジに作用するモーメント | 使用状態でフランジに作用する全モーメント | $M_0 = H_R \cdot h_R$  |
| 応力               | 使用状態でフランジに作用する発生応力   | $\sigma_{max} = \frac{6 \cdot M_0}{t^2 \cdot (2 \cdot (C_1 + C_2) - n \cdot d_h)}$ |
|                  | 評 価                  | $\sigma_{max}$ が $1.5 \sigma_f$ 以下となることを確認する。                                      |

(4) 穴の補強計算 (設計・建設規格 PPC-3420 準用)

穴の補強計算は、管の計算上必要な厚さに相当する穴の欠損面積（補強に必要な面積）を管の計算上必要な厚さを上回る部分の面積（補強に有効な面積）が補充していることを確認するものである。したがって、管の計算上必要な厚さが実際の管厚さに対して小さければ、補強に有効な面積が補強に必要な面積を下回ることはない。

中央制御室換気空調系ダクトの圧力は最も高くなる箇所でも  $3.92 \times 10^{-3}$ MPa と微圧であり、一般に、前述する(2)項にて定義する計算上必要な厚さは、小さい値となる。このため、補強に必要な面積も小さい値となり、補強に有効な面積を上回ることはない。したがって、中央制御室換気空調系のダクトの厚さが計算上必要な厚さに比べて、余裕があることを確認することによって、補強に有効な面積が補強に必要な面積よりも大きくなることを確認できるので、穴の補強計算は省略する。

(5) 応力計算（設計・建設規格 PPC-3500, 3700 及び 3800 準用）

縦弾性係数は、設計・建設規格 付録材料図表 Part6 の値を用いて算出し、ポアソン比を 0.3 として以下の応力計算を行う。

a. 一次応力（設計・建設規格 PPC-3510 準用）

(a) 円形のダクト

円形のダクトは薄肉円筒構造であり、一次応力は、設計・建設規格 PPC-3520 に規定されている次の計算式により求められる値が、最高使用温度における材料の許容応力を超えないことを確認する。機械的荷重（短期的）を生じる逃がし弁等が設置されていないため、設計・建設規格 PPC-3520(2)による応力計算は行わない。

| 適用規格番号                     | 計 算 式   | 許容応力               |
|----------------------------|---|--------------------|
| 設計・建設規格<br>PPC-3520(1)b 準用 | 管台及び突合せ溶接式ティー以外の管<br>$S_{pr m} = \frac{B_1 \cdot P \cdot D_0}{2 \cdot t} + \frac{B_2 \cdot M_a}{Z}$ | 1.5 S <sub>h</sub> |

(b) 矩形のダクト

矩形のダクトの任意のダクト板面に着目すると、ダクト板面は両サイドを他の2つの側面のダクト板で、軸方向（流れ方向）を補強部材（及び接続部材）で支持された長方形の板と見なすことができる。したがって、次の計算式（等分布荷重を受ける4辺単純支持の長方形板の大たわみ式（出典：機械工学便覧；前述する2.2(2)項（厚さ計算）の式と同一））により求められる応力値が、最高使用温度における材料の許容応力を超えないことを確認する。

| 適用規格番号                                  | 計 算 式  | 許容応力      |
|---|--|-----------|
| 機械工学便覧<br>設計・建設規格<br>PPC-3520(1)b<br>参考 | $\frac{256 \cdot (1 - \nu^2)}{\pi^6 \cdot E \cdot t^4} (P + g \cdot D_P) = \frac{4}{3} \cdot \left( \frac{1}{a^2} + \frac{1}{c^2} \right)^2 \cdot \frac{\delta_{\max}}{t}$ $+ \left\{ \frac{4 \cdot \nu}{a^2 \cdot c^2} + (3 - \nu^2) \cdot \left( \frac{1}{a^4} + \frac{1}{c^4} \right) \right\} \cdot \left( \frac{\delta_{\max}}{t} \right)^3 \dots (2.3)$ $S_{\text{pr m}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot \delta_{\max}}{8 \cdot (1 - \nu^2)}$ $\cdot \left\{ \frac{(2 - \nu^2) \cdot \delta_{\max} + 4 \cdot t}{a^2} + \frac{\nu \cdot (\delta_{\max} + 4 \cdot t)}{c^2} \right\}$ $\dots (2.4)$ | $1.5 S_h$ |

(2.3)式及び(2.4)式を解いて、両式を満足する $\delta_{\max}$ 及び $S_{\text{pr m}}$ を求める。このときの $S_{\text{pr m}}$ を矩形の一次応力と定義する。

3. 換気空調設備の重大事故等クラス2管の使用材料の評価結果

3.1 評価対象材料及び仕様

| 番号 | 使用箇所           | 使用条件                      |                           |                     |    | 使用材料<br>規 格                 | 比較材料<br>規 格                  |
|----|----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|----|-----------------------------|------------------------------|
|    |                | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)      |                           | 最高使用<br>温 度<br>(°C) |    |                             |                              |
|    |                | DB                        | SA                        | DB                  | SA |                             |                              |
| 1  | ダクト<br>(中央制御室) | $\pm 3.92 \times 10^{-3}$ | $\pm 3.92 \times 10^{-3}$ | 40                  | 40 | SS400<br>J I S<br>G 3 1 0 1 | SM400B<br>J I S<br>G 3 1 0 6 |

### 3.2 評価結果

番号1（使用材料規格：J I S G 3 1 0 1（1987）SS400）の評価結果

#### (1) 機械的強度

|      | 引張強さ                      | 降伏点又は耐力                   | 比較結果                     |
|------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 使用材料 | 400～510 N/mm <sup>2</sup> | 245 N/mm <sup>2</sup> 以上* | 最小引張強さ及び<br>最小降伏点は同値である。 |
| 比較材料 | 400～510 N/mm <sup>2</sup> | 245 N/mm <sup>2</sup> 以上* |                          |

注記\*：鋼板の厚さが16mm以下の場合の値

#### (2) 化学的成分

|      | 化学的成分 (%)   |            |                   |             |             |    |    |    |    |   |
|------|---|------------|-------------------|-------------|-------------|----|----|----|----|---|
|      | C   | Si         | Mn                | P           | S           | Cu | Ni | Cr | Mo | V |
| 使用材料 | —   | —          | —                 | 0.050<br>以下 | 0.050<br>以下 | —  | —  | —  | —  | — |
| 比較材料 | 0.20*<br>以下   | 0.35<br>以下 | 0.60<br>～<br>1.40 | 0.035<br>以下 | 0.035<br>以下 | —  | —  | —  | —  | — |
| 比較結果 | <p>使用材料と比較材料において、化学的成分規定値に差異がある成分はP及びSの2成分であり、C、Si及びMnについては使用材料で規定されていないが、以下により本設備の環境下での使用は問題無いと考える。</p> <p>機械的強度については、影響を及ぼす化学的成分規定値に差異はあるものの、(1)の機械的強度の比較結果より十分な機械的強度を有していることを確認できるため問題はない。</p> <p>じん性については、影響を及ぼす化学的成分規定値に差異はあるものの、本部品において使用される材料は、薄肉(16mm未満の2.3mm、3.2mm及び4.5mm)であるため、脆性破壊が発生しがたい寸法の材料であること、さらには、設計・建設規格クラス2配管の規定でも破壊じん性試験が要求されない範囲であるため問題はない。</p> |            |                   |             |             |    |    |    |    |   |

注記\*：鋼板の厚さが50mm以下の場合の値

#### (3) 評価結果

J I S G 3 1 0 1 SS400 はクラス2管に使用可能な材料として規定されている J I S G 3 1 0 6 SM400B と比較した結果、機械的強度は同等であり、化学的成分は材料に悪影響を与える差異はないため、使用条件に対してクラス2管に適用する材料として適切である。

4. 評価結果

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-I ダクトの厚さ計算結果

(1/1) 円形のダクト

設備区分

放射線管理施設

換気設備 中央制御室換気空調系ダクト

| 管 No. | ダクトサイズ<br>(口径×板厚×長さ)                   | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)   | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 材 料   | 許容引張応力<br>S<br>(MPa) | 長手継手<br>の効率<br>$\eta$ | 外 径<br>(mm) | 計算上<br>必要な厚さ<br>t<br>(mm) | ダクト厚さ<br>(最小厚さ)<br>(mm) |
|-------|--|------------------------|---------------------|-------|----------------------|-----------------------|-------------|---------------------------|-------------------------|
| 6     | $\phi 650 \times 2.3 \times \square$   | $-1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | —*                   | —*                    | 654.6       | 0.04                      | 2.3<br>$\square$        |
| 9     | $\phi 502.6 \times 3.2 \times \square$ | $-2.94 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | —*                   | —*                    | 509.0       | 0.05                      | 3.2<br>$\square$        |
| 16    | $\phi 1118 \times 4.5 \times \square$  | $-3.92 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | —*                   | —*                    | 1127.0      | 0.12                      | 4.5<br>$\square$        |
| 22    | $\phi 250 \times 2.3 \times \square$   | $-1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | —*                   | —*                    | 254.6       | 0.02                      | 2.3<br>$\square$        |
| 23    | $\phi 250 \times 3.2 \times \square$   | $-1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | —*                   | —*                    | 256.4       | 0.01                      | 3.2<br>$\square$        |
| 32    | $\phi 453.6 \times 3.2 \times \square$ | $-1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | —*                   | —*                    | 460.0       | 0.02                      | 3.2<br>$\square$        |
| 35    | $\phi 550 \times 3.2 \times \square$   | $1.08 \times 10^{-3}$  | 40                  | SS400 | 100                  | 0.6                   | 556.4       | 0.01                      | 3.2<br>$\square$        |
| 36    | $\phi 550 \times 2.3 \times \square$   | $1.08 \times 10^{-3}$  | 40                  | SS400 | 100                  | 0.6                   | 554.6       | 0.01                      | 2.3<br>$\square$        |

評 価：上記ダクトの最小厚さは、すべて計算上必要な厚さ以上である。

注記\*：外圧を受ける円形ダクトの厚さ計算においては、許容引張応力及び長手継手の効率を用いていないため「—」とする。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-II ダクトの厚さ計算結果

(1/4) 矩形のダクト

設備区分

放射線管理施設

換気設備

中央制御室換気空調系ダクト

| 管 No.                                    | ダクトサイズ<br>(長辺×短辺×板厚×長さ)             | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)  | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 材 料   | 許容引張応力<br>S<br>(MPa) | 計算上<br>必要な厚さ<br>t<br>(mm) | ダクト厚さ<br>(最小厚さ)<br>(mm)     |
|--|-------------------------------------|-----------------------|---------------------|-------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1  | 2000×900×2.3× <input type="text"/>  | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.12                      | 2.3<br><input type="text"/> |
| 2  | 2000×900×3.2× <input type="text"/>  | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.13                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| 3  | 1400×1400×3.2× <input type="text"/> | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.13                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| 4  | 1400×1400×2.3× <input type="text"/> | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.12                      | 2.3<br><input type="text"/> |
| 5  | 850×600×2.3× <input type="text"/>   | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.10                      | 2.3<br><input type="text"/> |
| 7  | 800×400×3.2× <input type="text"/>   | $2.94 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.25                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| 8  | 600×550×3.2× <input type="text"/>   | $2.94 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.17                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| <p>評 価：上記ダクトの最小厚さは、すべて計算上必要な厚さ以上である。</p> |                                     |                       |                     |       |                      |                           |                             |



中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-II ダクトの厚さ計算結果

(2/4) 矩形のダクト

設備区分

放射線管理施設

換気設備

中央制御室換気空調系ダクト

| 管 No.                                    | ダクトサイズ<br>(長辺×短辺×板厚×長さ)                | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)  | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 材 料   | 許容引張応力<br>S<br>(MPa) | 計算上<br>必要な厚さ<br>t<br>(mm) | ダクト厚さ<br>(最小厚さ)<br>(mm)     |
|--|--|-----------------------|---------------------|-------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 10                                       | 481.6×378.6×3.2× <input type="text"/>  | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.10                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| 11                                       | 600×550×3.2× <input type="text"/>      | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.11                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| 12                                       | 600×550×2.3× <input type="text"/>      | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.10                      | 2.3<br><input type="text"/> |
| 13                                       | 1850×1300×3.2× <input type="text"/>    | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.13                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| 14                                       | 1850×1300×2.3× <input type="text"/>    | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.12                      | 2.3<br><input type="text"/> |
| 15                                       | 1600×1350×4.5× <input type="text"/>    | $3.92 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.55                      | 4.5<br><input type="text"/> |
| 17                                       | 1183.6×850.6×3.2× <input type="text"/> | $2.94 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.31                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| <p>評 価：上記ダクトの最小厚さは、すべて計算上必要な厚さ以上である。</p> |  |                       |                     |       |                      |                           |                             |

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-II ダクトの厚さ計算結果

(3/4) 矩形のダクト

設備区分

放射線管理施設

換気設備

中央制御室換気空調系ダクト

| 管 No.                                    | ダクトサイズ<br>(長辺×短辺×板厚×長さ)             | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)  | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 材 料   | 許容引張応力<br>S<br>(MPa) | 計算上<br>必要な厚さ<br>t<br>(mm) | ダクト厚さ<br>(最小厚さ)<br>(mm)     |
|--|-------------------------------------|-----------------------|---------------------|-------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 18                                       | 2000×1000×3.2× <input type="text"/> | $2.94 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.33                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| 19                                       | 2000×1000×2.3× <input type="text"/> | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.12                      | 2.3<br><input type="text"/> |
| 20                                       | 500×500×2.3× <input type="text"/>   | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.09                      | 2.3<br><input type="text"/> |
| 21                                       | 900×900×2.3× <input type="text"/>   | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.10                      | 2.3<br><input type="text"/> |
| 24                                       | 200×200×3.2× <input type="text"/>   | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.05                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| 25                                       | 200×200×2.3× <input type="text"/>   | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.04                      | 2.3<br><input type="text"/> |
| 26                                       | 650×300×2.3× <input type="text"/>   | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.10                      | 2.3<br><input type="text"/> |
| <p>評 価：上記ダクトの最小厚さは、すべて計算上必要な厚さ以上である。</p> |                                     |                       |                     |       |                      |                           |                             |

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-II ダクトの厚さ計算結果

(4/4) 矩形のダクト

設備区分

放射線管理施設

換気設備

中央制御室換気空調系ダクト

| 管 No.                                    | ダクトサイズ<br>(長辺×短辺×板厚×長さ)               | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)  | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 材 料   | 許容引張応力<br>S<br>(MPa) | 計算上<br>必要な厚さ<br>t<br>(mm) | ダクト厚さ<br>(最小厚さ)<br>(mm)     |
|--|---------------------------------------|-----------------------|---------------------|-------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 27                                       | 650×300×3.2× <input type="text"/>     | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.11                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| 28                                       | 500×400×3.2× <input type="text"/>     | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.10                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| 29                                       | 500×400×2.3× <input type="text"/>     | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.09                      | 2.3<br><input type="text"/> |
| 30                                       | 500×450×3.2× <input type="text"/>     | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.10                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| 31                                       | 500×450×2.3× <input type="text"/>     | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.09                      | 2.3<br><input type="text"/> |
| 33                                       | 427.6×342.6×3.2× <input type="text"/> | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.09                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| 34                                       | 426.6×337.6×3.2× <input type="text"/> | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | SS400 | 100                  | 0.09                      | 3.2<br><input type="text"/> |
| <p>評 価：上記ダクトの最小厚さは、すべて計算上必要な厚さ以上である。</p> |                                       |                       |                     |       |                      |                           |                             |

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-III ダクトの応力計算結果

(1/1) 円形のダクト

設備区分

放射線管理施設

換気設備

中央制御室換気空調系ダクト

| 管<br>No.                                   | ダクトサイズ<br>(口径×板厚×長さ)              | 外 径<br>(mm) | 厚 さ<br>(mm) | 材 料   | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)  | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 一 次 応 力       |               |
|--|-----------------------------------|-------------|-------------|-------|-----------------------|---------------------|---------------|---------------|
|  |                                   |             |             |       |                       |                     | 合計応力<br>(MPa) | 許容応力<br>(MPa) |
| 6  | φ 650×2.3× <input type="text"/>   | 654.6       | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 2             | 150           |
| 9  | φ 502.6×3.2× <input type="text"/> | 509.0       | 3.2         | SS400 | $2.94 \times 10^{-3}$ | 40                  | 2             | 150           |
| 16   | φ 1118×4.5× <input type="text"/>  | 1127.0      | 4.5         | SS400 | $3.92 \times 10^{-3}$ | 40                  | 2             | 150           |
| 22   | φ 250×2.3× <input type="text"/>   | 254.6       | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 4             | 150           |
| 23   | φ 250×3.2× <input type="text"/>   | 256.4       | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 4             | 150           |
| 32   | φ 453.6×3.2× <input type="text"/> | 460.0       | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 2             | 150           |
| 35   | φ 550×3.2× <input type="text"/>   | 556.4       | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 2             | 150           |
| 36   | φ 550×2.3× <input type="text"/>   | 554.6       | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 2             | 150           |
| <p>評 価：ダクトの合計応力は、許容応力以下であるので、強度は十分である。</p> |                                   |             |             |       |                       |                     |               |               |

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-IV ダクトの応力計算結果








(1/4) 矩形のダクト

設備区分

放射線管理施設

換気設備

中央制御室換気空調系ダクト

| 管<br>No. | ダクトサイズ<br>(長辺×短辺×板厚×長さ)  | 厚 さ<br>(mm) | 材 料   | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)  | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 一 次 応 力       |               |
|----------|--|-------------|-------|-----------------------|---------------------|---------------|---------------|
|          |  |             |       |                       |                     | 合計応力<br>(MPa) | 許容応力<br>(MPa) |
| 1        | 2000×900×2.3×   | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 31            | 150           |
| 2        | 2000×900×3.2×   | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 28            | 150           |
| 3        | 1400×1400×3.2×  | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 27            | 150           |
| 4        | 1400×1400×2.3×  | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 30            | 150           |
| 5        | 850×600×2.3×   | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 27            | 150           |
| 7        | 800×400×3.2×  | 3.2         | SS400 | $2.94 \times 10^{-3}$ | 40                  | 39            | 150           |
| 8        | 600×550×3.2×  | 3.2         | SS400 | $2.94 \times 10^{-3}$ | 40                  | 31            | 150           |

評 価：ダクトの合計応力は、許容応力以下であるので、強度は十分である。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-IV ダクトの応力計算結果

(2/4) 矩形のダクト

設備区分

放射線管理施設

換気設備

中央制御室換気空調系ダクト

| 管<br>No. | ダクトサイズ<br>(長辺×短辺×板厚×長さ)                | 厚 さ<br>(mm) | 材 料   | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)  | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 一 次 応 力       |               |
|----------|--|-------------|-------|-----------------------|---------------------|---------------|---------------|
|          |  |             |       |                       |                     | 合計応力<br>(MPa) | 許容応力<br>(MPa) |
| 10       | 481.6×378.6×3.2× <input type="text"/>  | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 20            | 150           |
| 11       | 600×550×3.2× <input type="text"/>      | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 23            | 150           |
| 12       | 600×550×2.3× <input type="text"/>      | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 27            | 150           |
| 13       | 1850×1300×3.2× <input type="text"/>    | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 28            | 150           |
| 14       | 1850×1300×2.3× <input type="text"/>    | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 31            | 150           |
| 15       | 1600×1350×4.5× <input type="text"/>    | 4.5         | SS400 | $3.92 \times 10^{-3}$ | 40                  | 52            | 150           |
| 17       | 1183.6×850.6×3.2× <input type="text"/> | 3.2         | SS400 | $2.94 \times 10^{-3}$ | 40                  | 45            | 150           |

評 価：ダクトの合計応力は、許容応力以下であるので、強度は十分である。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-IV ダクトの応力計算結果

(3/4) 矩形のダクト

設備区分

放射線管理施設

換気設備

中央制御室換気空調系ダクト

| 管<br>No. | ダクトサイズ<br>(長辺×短辺×板厚×長さ)             | 厚 さ<br>(mm) | 材 料   | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)  | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 一 次 応 力       |               |
|----------|-------------------------------------|-------------|-------|-----------------------|---------------------|---------------|---------------|
|          |                                     |             |       |                       |                     | 合計応力<br>(MPa) | 許容応力<br>(MPa) |
| 18       | 2000×1000×3.2× <input type="text"/> | 3.2         | SS400 | $2.94 \times 10^{-3}$ | 40                  | 48            | 150           |
| 19       | 2000×1000×2.3× <input type="text"/> | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 31            | 150           |
| 20       | 500×500×2.3× <input type="text"/>   | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 27            | 150           |
| 21       | 900×900×2.3× <input type="text"/>   | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 27            | 150           |
| 24       | 200×200×3.2× <input type="text"/>   | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 5             | 150           |
| 25       | 200×200×2.3× <input type="text"/>   | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 9             | 150           |
| 26       | 650×300×2.3× <input type="text"/>   | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 27            | 150           |

評 価：ダクトの合計応力は、許容応力以下であるので、強度は十分である。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-IV ダクトの応力計算結果

(4/4) 矩形のダクト

設備区分

放射線管理施設

換気設備

中央制御室換気空調系ダクト

| 管<br>No. | ダクトサイズ<br>(長辺×短辺×板厚×長さ)               | 厚 さ<br>(mm) | 材 料   | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)  | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 一 次 応 力       |               |
|----------|---------------------------------------|-------------|-------|-----------------------|---------------------|---------------|---------------|
|          |                                       |             |       |                       |                     | 合計応力<br>(MPa) | 許容応力<br>(MPa) |
| 27       | 650×300×3.2× <input type="text"/>     | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 23            | 150           |
| 28       | 500×400×3.2× <input type="text"/>     | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 20            | 150           |
| 29       | 500×400×2.3× <input type="text"/>     | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 27            | 150           |
| 30       | 500×450×3.2× <input type="text"/>     | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 20            | 150           |
| 31       | 500×450×2.3× <input type="text"/>     | 2.3         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 27            | 150           |
| 33       | 427.6×342.6×3.2× <input type="text"/> | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 17            | 150           |
| 34       | 426.6×337.6×3.2× <input type="text"/> | 3.2         | SS400 | $1.08 \times 10^{-3}$ | 40                  | 17            | 150           |

評 価：ダクトの合計応力は、許容応力以下であるので、強度は十分である。



中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-V フランジの強度計算結果

(1/8) 円形のダクト

ダクトサイズ:  $\phi 650 \times 2.3 \times$   

フランジサイズ:  

管 No.

6

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                   | ボルト   |                                   |      | ガスケット   |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|------|---|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_f$ (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_b$ (MPa) | 本数 n | ボルトの谷径 $d_b$ (mm)   | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| $1.08 \times 10^{-3}$ | 40          | 780                   | SS400 | 100                               | SS400 | 61                                | 28   | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

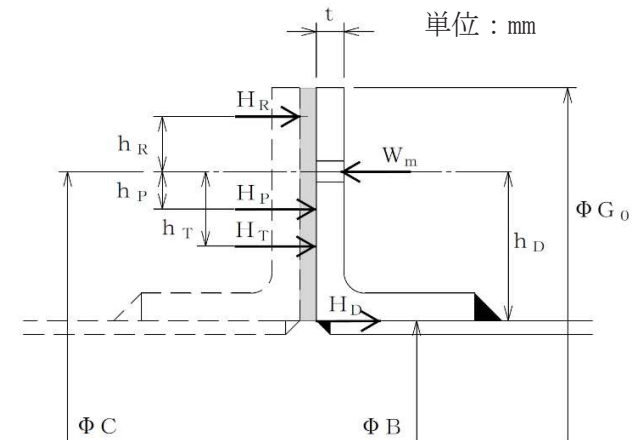
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                |                           |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 $\sigma_{max}$ (MPa) | 許容応力 $1.5 \sigma_f$ (MPa) |
| $2.180 \times 10^5$   | 19                        | 150                       |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力              |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 計算応力 $\sigma'_{max}$ (MPa) | 許容応力 $\sigma_b$ (MPa) |
| 14                         | 61                    |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外径又はフランジ外径のいずれか小さい値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-V フランジの強度計算結果

(2/8) 円形のダクト

ダクトサイズ:  $\phi 502.6 \times 3.2 \times$   

フランジサイズ:  

管 No.

9

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | $G_0^*$ (mm) | フランジ  |                                   | ボルト   |                                   |      | ガスケット  |              |           |                |
|-----------------------|-------------|--------------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|------|--|--------------|-----------|----------------|
|                       |             |              | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_f$ (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_b$ (MPa) | 本数 n | ボルトの谷径 $d_b$ (mm)  | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 $b''$ (mm) |
| $2.94 \times 10^{-3}$ | 40          | 611          | SS400 | 100                               | SS400 | 61                                | 20   | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 10px;"> </span> | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5            |

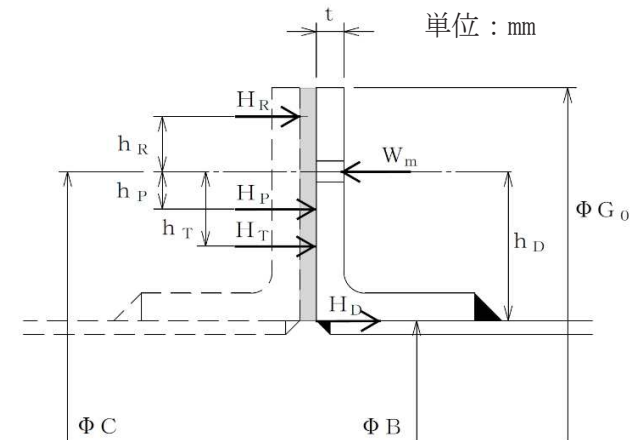
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント      | フランジに生じる応力                |                           |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| $M_0$ (N·mm)        | 計算応力 $\sigma_{max}$ (MPa) | 許容応力 $1.5 \sigma_f$ (MPa) |
| $2.137 \times 10^5$ | 23                        | 150                       |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力              |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 計算応力 $\sigma'_{max}$ (MPa) | 許容応力 $\sigma_b$ (MPa) |
| 34                         | 61                    |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*: ガスケット外径又はフランジ外径のいずれか小さい値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-V フランジの強度計算結果

(3/8) 円形のダクト

ダクトサイズ:  $\phi 1118 \times 4.5 \times$   

フランジサイズ:  

管 No.

16

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | $G_0^*$ (mm) | フランジ  |                                   | ボルト   |                                   |      | ガスケット  |              |           |                |
|-----------------------|-------------|--------------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|------|--|--------------|-----------|----------------|
|                       |             |              | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_f$ (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_b$ (MPa) | 本数 n | ボルトの谷径 $d_b$ (mm)  | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 $b''$ (mm) |
| $3.92 \times 10^{-3}$ | 40          | 1261         | SS400 | 100                               | SS400 | 61                                | 40   | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 10px;"> </span> | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5            |

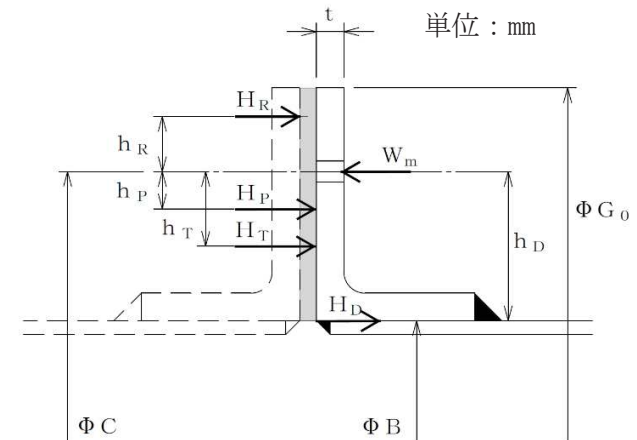
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント      | フランジに生じる応力                |                           |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| $M_0$ (N·mm)        | 計算応力 $\sigma_{max}$ (MPa) | 許容応力 $1.5 \sigma_f$ (MPa) |
| $6.185 \times 10^5$ | 33                        | 150                       |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力              |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 計算応力 $\sigma'_{max}$ (MPa) | 許容応力 $\sigma_b$ (MPa) |
| 16                         | 61                    |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外径又はフランジ外径のいずれか小さい値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-V フランジの強度計算結果

(4/8) 円形のダクト

ダクトサイズ:  $\phi 250 \times 2.3 \times$   

フランジサイズ:  

管 No.

22

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                   | ボルト   |                                   |      | ガスケット  |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|------|--|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_f$ (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_b$ (MPa) | 本数 n | ボルトの谷径 $d_b$ (mm)  | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| $1.08 \times 10^{-3}$ | 40          | 314.6                 | SS400 | 100                               | SS400 | 61                                | 12   | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 10px;"> </span> | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

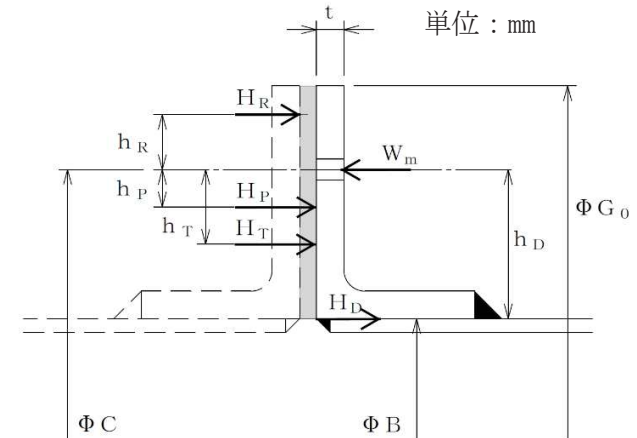
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                |                           |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 $\sigma_{max}$ (MPa) | 許容応力 $1.5 \sigma_f$ (MPa) |
| $9.148 \times 10^4$   | 79                        | 150                       |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力              |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 計算応力 $\sigma'_{max}$ (MPa) | 許容応力 $\sigma_b$ (MPa) |
| 38                         | 61                    |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



33

注記\* : ガスケット外径又はフランジ外径のいずれか小さい値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-V フランジの強度計算結果

(5/8) 円形のダクト

ダクトサイズ:  $\phi 250 \times 3.2 \times$   

フランジサイズ:  

管 No.

23

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | $G_0^*$ (mm) | フランジ  |                                   | ボルト   |                                   |      | ガスケット  |              |           |                |
|-----------------------|-------------|--------------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|------|--|--------------|-----------|----------------|
|                       |             |              | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_f$ (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_b$ (MPa) | 本数 n | ボルトの谷径 $d_b$ (mm)  | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 $b''$ (mm) |
| $1.08 \times 10^{-3}$ | 40          | 316.4        | SS400 | 100                               | SS400 | 61                                | 12   | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 10px;"> </span> | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5            |

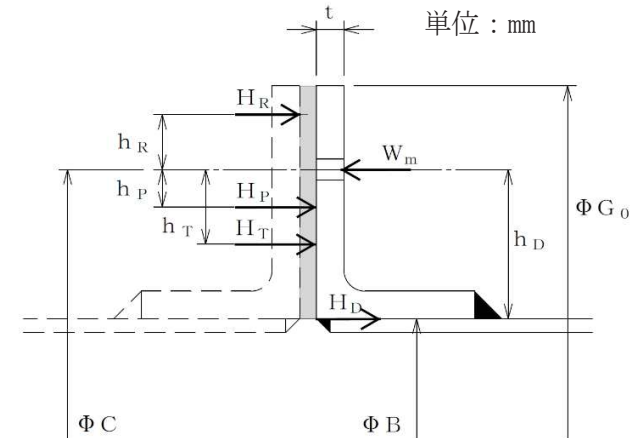
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント      | フランジに生じる応力                |                           |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| $M_0$ (N·mm)        | 計算応力 $\sigma_{max}$ (MPa) | 許容応力 $1.5 \sigma_f$ (MPa) |
| $1.186 \times 10^5$ | 102                       | 150                       |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力              |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 計算応力 $\sigma'_{max}$ (MPa) | 許容応力 $\sigma_b$ (MPa) |
| 49                         | 61                    |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外径又はフランジ外径のいずれか小さい値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-V フランジの強度計算結果

(6/8) 円形のダクト

ダクトサイズ:  $\phi 453.6 \times 3.2 \times$   

フランジサイズ:  

管 No.

32

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | $G_0^*$ (mm) | フランジ  |                                   | ボルト   |                                   |      | ガスケット   |              |           |                |
|-----------------------|-------------|--------------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|------|---|--------------|-----------|----------------|
|                       |             |              | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_f$ (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_b$ (MPa) | 本数 n | ボルトの谷径 $d_b$ (mm)   | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 $b''$ (mm) |
| $1.08 \times 10^{-3}$ | 40          | 560          | SS400 | 100                               | SS400 | 61                                | 16   | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5            |

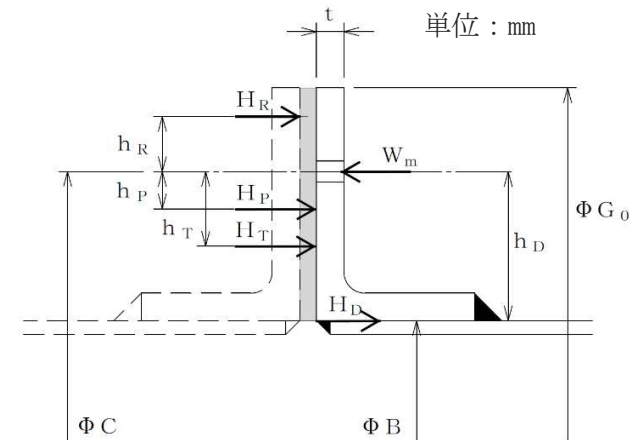
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント      | フランジに生じる応力                |                           |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| $M_0$ (N·mm)        | 計算応力 $\sigma_{max}$ (MPa) | 許容応力 $1.5 \sigma_f$ (MPa) |
| $2.002 \times 10^5$ | 24                        | 150                       |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力              |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 計算応力 $\sigma'_{max}$ (MPa) | 許容応力 $\sigma_b$ (MPa) |
| 25                         | 61                    |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*: ガスケット外径又はフランジ外径のいずれか小さい値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-V フランジの強度計算結果

(7/8) 円形のダクト

ダクトサイズ:  $\phi 550 \times 3.2 \times$   

フランジサイズ:  

管 No.

35

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | $G_0^*$ (mm) | フランジ  |                                   | ボルト   |                                   |      | ガスケット  |              |           |                |
|-----------------------|-------------|--------------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|------|--|--------------|-----------|----------------|
|                       |             |              | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_f$ (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_b$ (MPa) | 本数 n | ボルトの谷径 $d_b$ (mm)  | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 $b''$ (mm) |
| $1.08 \times 10^{-3}$ | 40          | 616.4        | SS400 | 100                               | SS400 | 61                                | 20   | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 10px;"> </span> | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5            |

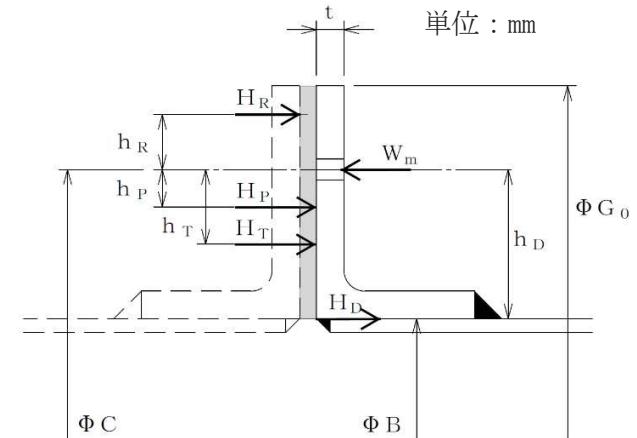
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント      | フランジに生じる応力                |                           |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| $M_0$ (N·mm)        | 計算応力 $\sigma_{max}$ (MPa) | 許容応力 $1.5 \sigma_f$ (MPa) |
| $1.231 \times 10^5$ | 50                        | 150                       |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力              |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 計算応力 $\sigma'_{max}$ (MPa) | 許容応力 $\sigma_b$ (MPa) |
| 30                         | 61                    |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*: ガスケット外径又はフランジ外径のいずれか小さい値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-V フランジの強度計算結果

(8/8) 円形のダクト

ダクトサイズ:  $\phi 550 \times 2.3 \times$   

フランジサイズ:  

管 No.

36

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | $G_0^*$ (mm) | フランジ  |                                   | ボルト   |                                   |      | ガスケット  |              |           |                |
|-----------------------|-------------|--------------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|------|--|--------------|-----------|----------------|
|                       |             |              | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_f$ (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 $\sigma_b$ (MPa) | 本数 n | ボルトの谷径 $d_b$ (mm)  | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 $b''$ (mm) |
| $1.08 \times 10^{-3}$ | 40          | 614.6        | SS400 | 100                               | SS400 | 61                                | 20   | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 10px;"> </span> | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5            |

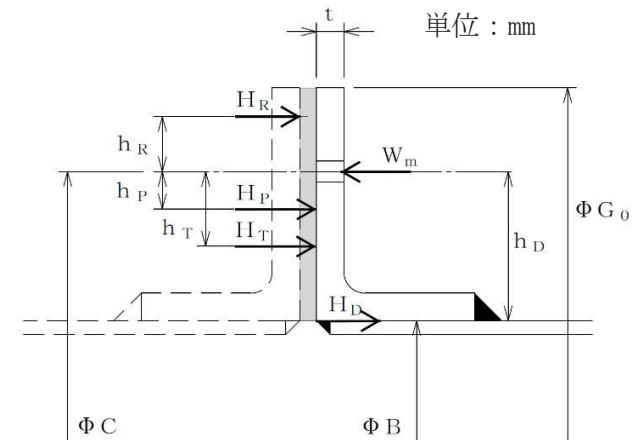
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント      | フランジに生じる応力                |                           |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| $M_0$ (N·mm)        | 計算応力 $\sigma_{max}$ (MPa) | 許容応力 $1.5 \sigma_f$ (MPa) |
| $9.502 \times 10^4$ | 39                        | 150                       |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力              |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 計算応力 $\sigma'_{max}$ (MPa) | 許容応力 $\sigma_b$ (MPa) |
| 23                         | 61                    |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*: ガスケット外径又はフランジ外径のいずれか小さい値。



中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(1/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ：2000×900×2.3×

フランジサイズ：

管 No.

1

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 2104.6                | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          |                            | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

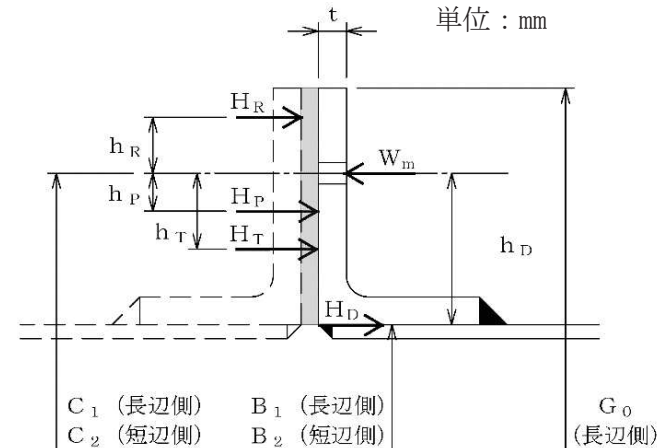
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 6.063×10 <sup>5</sup> | 20                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 19                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(2/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ：2000×900×3.2×

フランジサイズ

管 No.

2

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 2106.4                | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          |                            | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

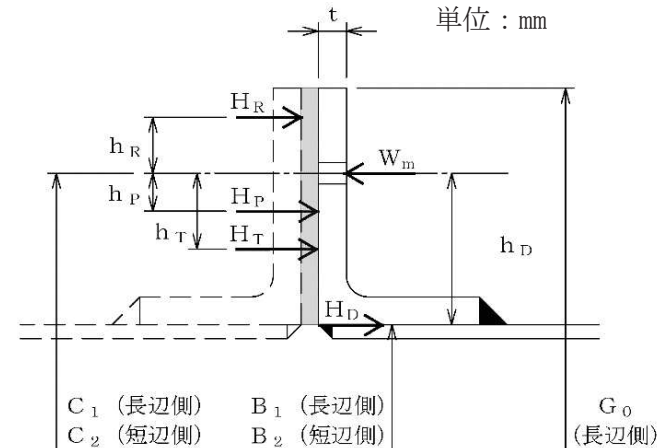
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 7.387×10 <sup>5</sup> | 24                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 23                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(3/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ: 1400×1400×3.2×

フランジサイズ:

管 No.

3

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 1506.4                | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

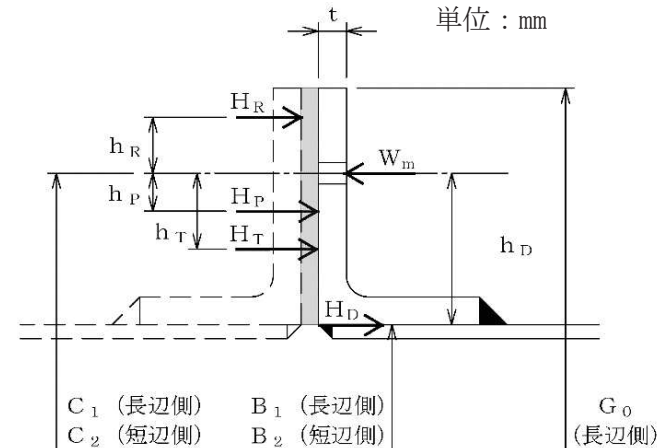
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 4.140×10 <sup>5</sup> | 14                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 14                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*: ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(4/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ: 1400×1400×2.3×

フランジサイズ:

管 No.

4

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 1504.6                | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

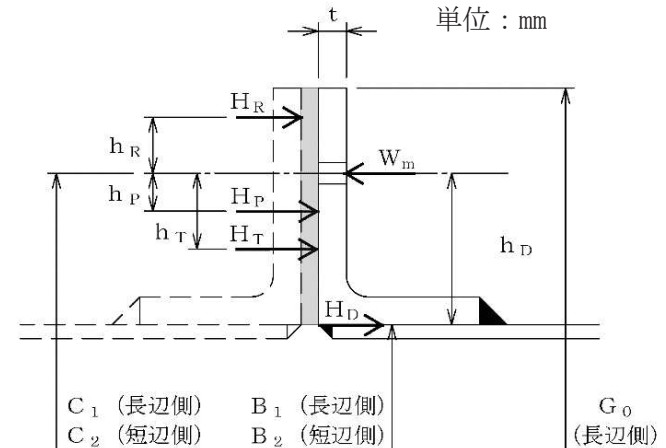
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 3.448×10 <sup>5</sup> | 12                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 11                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*: ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(5/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ：850×600×2.3×

フランジサイズ：

管 No.

5

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 954.6                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

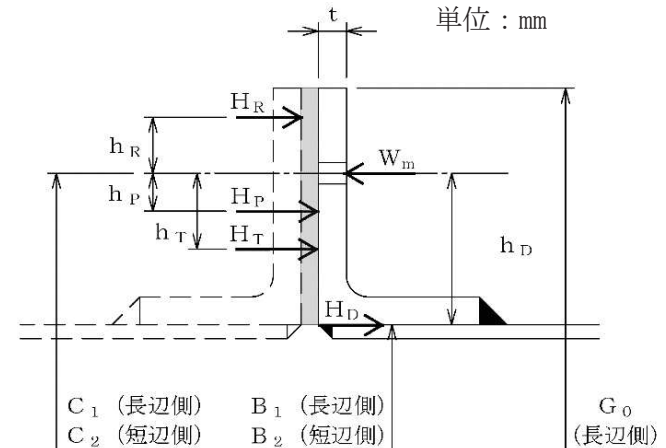
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 2.638×10 <sup>5</sup> | 37                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 15                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(6/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ：800×400×3.2×

フランジサイズ：

管 No.

7

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 2.94×10 <sup>-3</sup> | 40          | 886.4                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

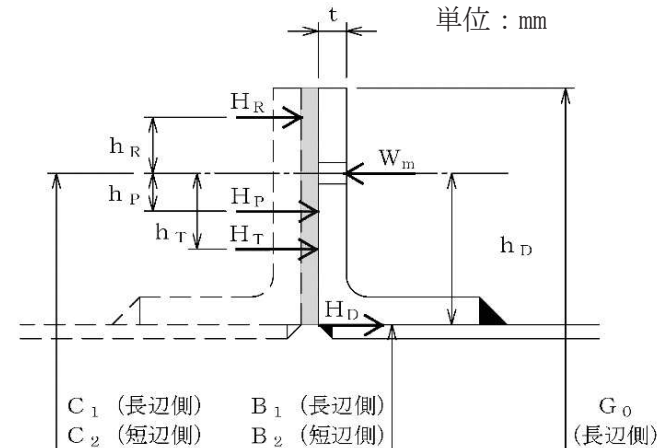
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 3.101×10 <sup>5</sup> | 92                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 26                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

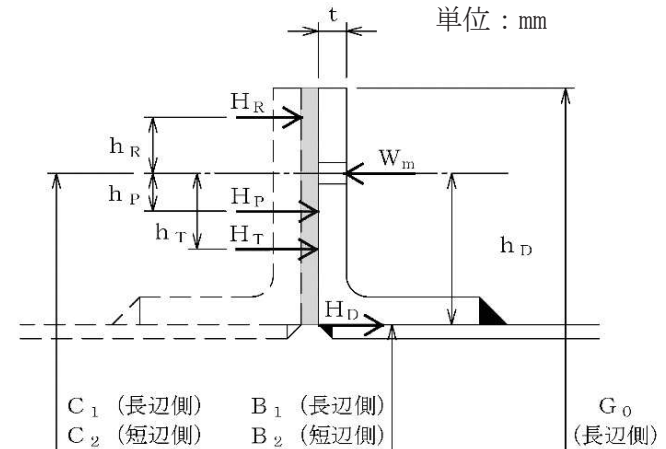
FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(7/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ：600×550×3.2×

フランジサイズ：

|                         |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              | 管 No.     | 8            |
|-------------------------|--|-----------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
| フランジ及びボルトの応力            |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| (1) 設計条件及び諸元            |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| 最高使用圧力 (MPa)            | 最高使用温度 (°C)  | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ                   |                                       | ボルト                     |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|                         |  |                       | 材料                     | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料                      | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 φ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 2.94×10 <sup>-3</sup>   | 40   | 686.4                 | SS400                  | 100                                   | SS400                   | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |
| (2) フランジの応力             |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| フランジに作用するモーメント          |  |                       | フランジに生じる応力             |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| M <sub>0</sub> (N・mm)   |  |                       | 計算応力                   |                                       | 許容応力                    |                                       |              |                            |              |           |              |
| 1.838×10 <sup>5</sup>   |  |                       | σ <sub>max</sub> (MPa) |                                       | 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |                                       |              |                            |              |           |              |
| 57                      |  |                       | 150                    |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| (3) ボルトの応力              |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| ボルトに生じる平均引張応力           |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| 計算応力                    |  |                       | 許容応力                   |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| σ' <sub>max</sub> (MPa) |  |                       | σ <sub>b</sub> (MPa)   |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| 17                      |  |                       | 61                     |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| 評 価                     | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(8/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ: 481.6×378.6×3.2×

フランジサイズ:

管 No.

10

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 568                   | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

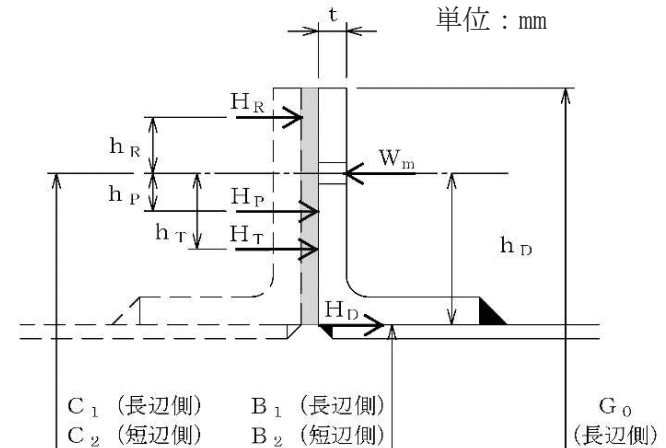
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.745×10 <sup>5</sup> | 71                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 19                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*: ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。



中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(9/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ：600×550×3.2×

フランジサイズ：

管 No.

11

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 686.4                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

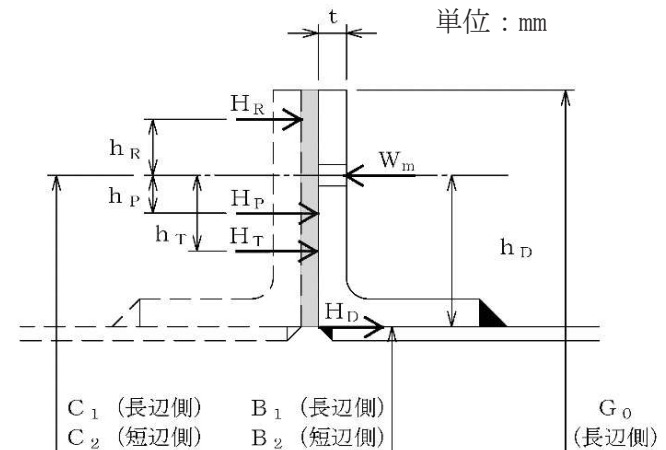
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.668×10 <sup>5</sup> | 52                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 15                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(10/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 600×550×2.3×

フランジサイズ :

管 No.

12

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 684.6                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

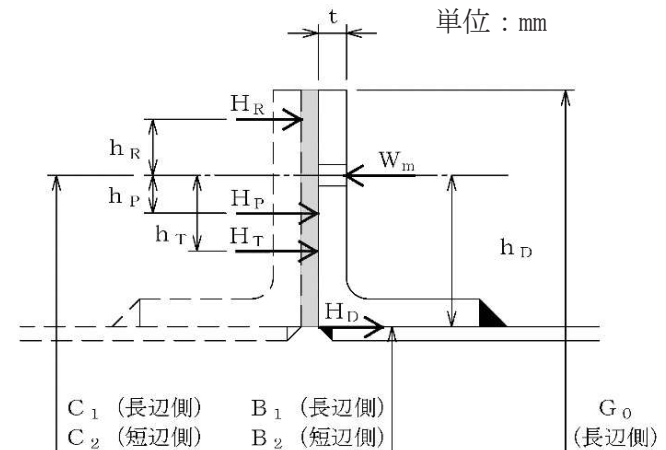
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.305×10 <sup>5</sup> | 41                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 12                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(11/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 1850×1300×3.2×

フランジサイズ :

管 No.

13

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 1956.4                | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

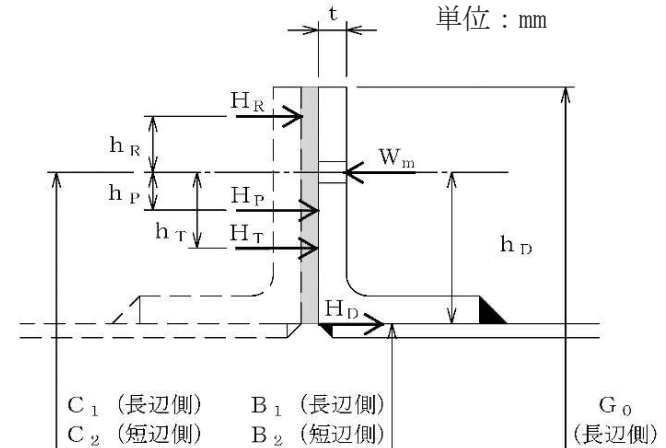
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 5.918×10 <sup>5</sup> | 18                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 17                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(12/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 1850×1300×2.3×

フランジサイズ :

管 No.

14

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 1954.6                | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

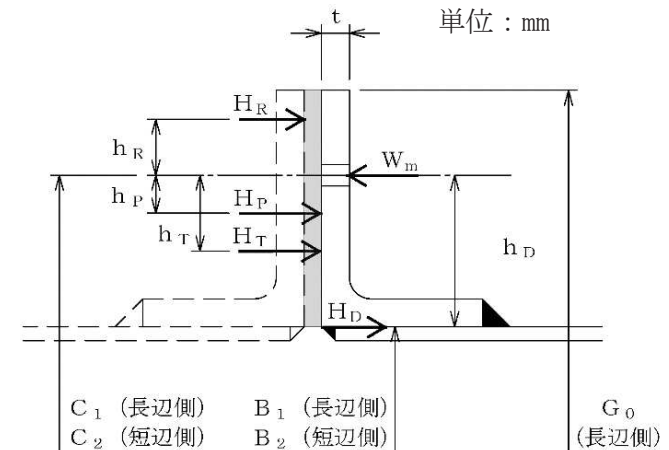
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 4.906×10 <sup>5</sup> | 15                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 14                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(13/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 1600×1350×4.5×

フランジサイズ :

管 No.

15

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 3.92×10 <sup>-3</sup> | 40          | 1709                  | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          |                            | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

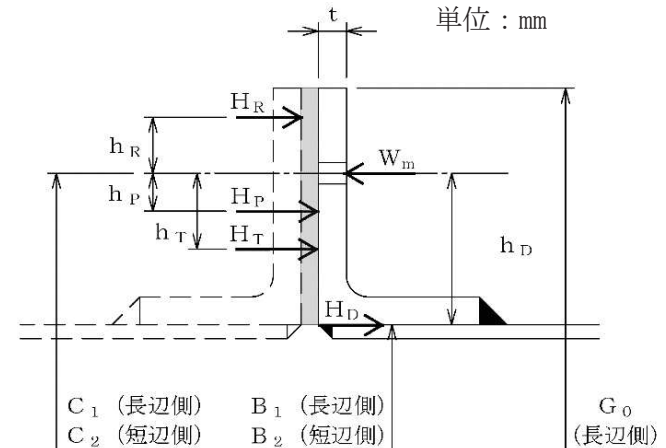
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 8.719×10 <sup>5</sup> | 28                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 18                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(14/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 1183.6 × 850.6 × 3.2 ×  

フランジサイズ :  

管 No.

17

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)            | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット   |              |           |              |
|-------------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|---|--------------|-----------|--------------|
|                         |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm)                                      | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 2.94 × 10 <sup>-3</sup> | 40          | 1290                  | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

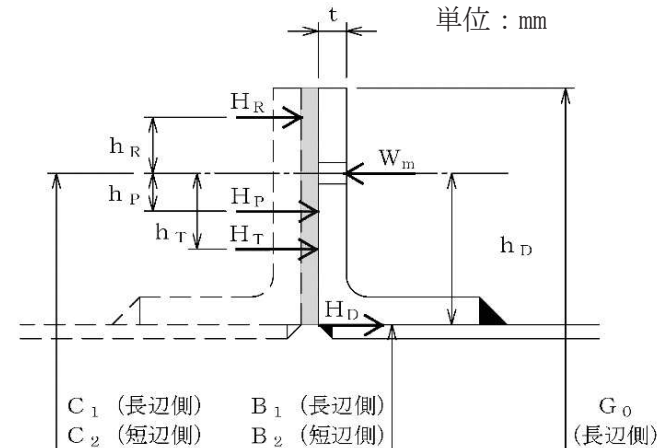
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント          | フランジに生じる応力                  |                              |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm)   | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 4.239 × 10 <sup>5</sup> | 20                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 12                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(15/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 2000×1000×3.2×

フランジサイズ :

管 No.

18

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 2.94×10 <sup>-3</sup> | 40          | 2106.4                | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

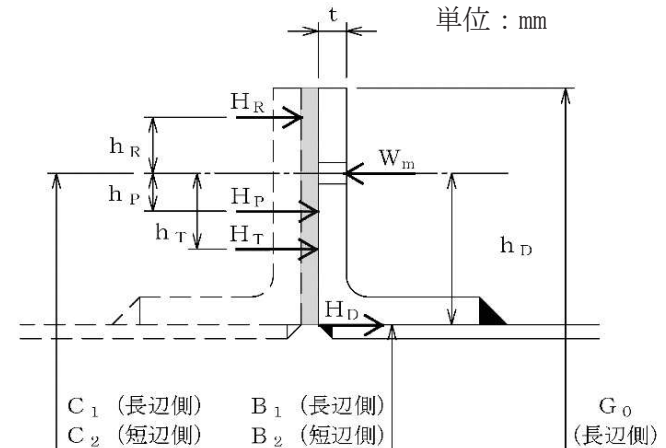
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 8.663×10 <sup>5</sup> | 28                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 18                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(16/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 2000×1000×2.3×

フランジサイズ :

管 No.

19

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 2104.6                | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          |                            | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

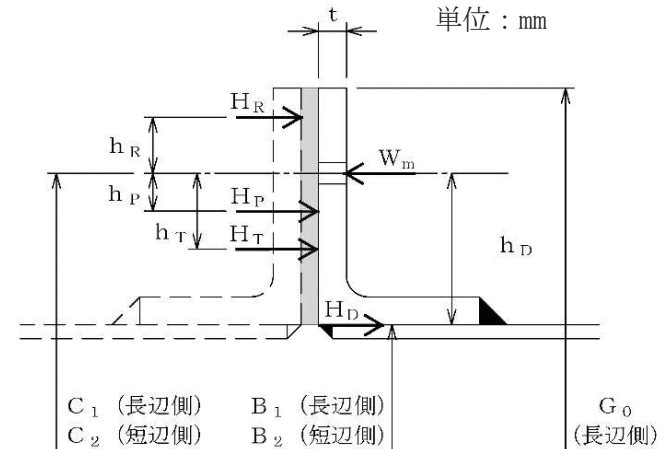
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 5.756×10 <sup>5</sup> | 18                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 18                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。



中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(17/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 500×500×2.3

フランジサイズ :

管 No.

20

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 584.6                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          |                            | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

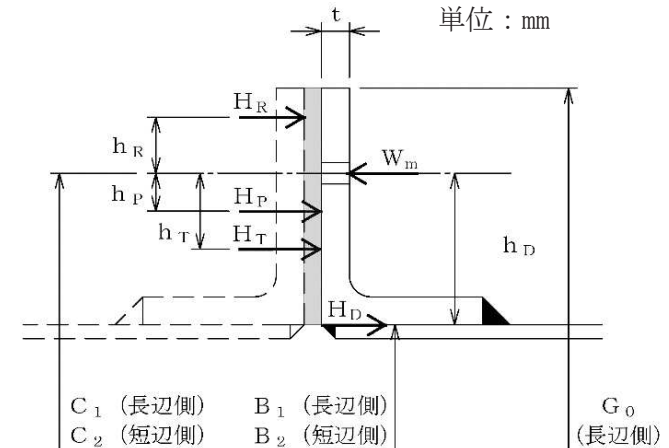
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.232×10 <sup>5</sup> | 44                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 12                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(18/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 900×900×2.3×

フランジサイズ :

管 No.

21

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 1004.6                | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

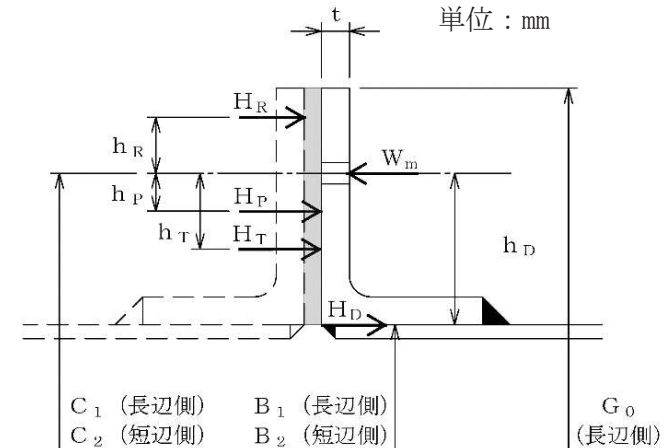
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 2.330×10 <sup>5</sup> | 27                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 12                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(19/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 200×200×3.2×

フランジサイズ :

管 No.

24

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 286.4                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

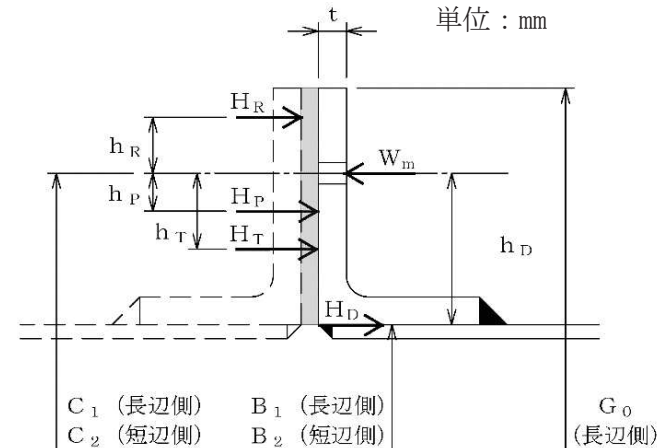
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.461×10 <sup>5</sup> | 116                         | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 29                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(20/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 200×200×2.3×

フランジサイズ :

管 No.

25

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 284.6                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

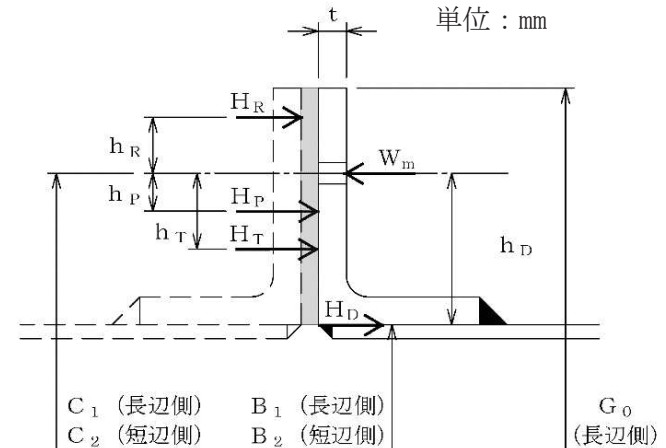
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.139×10 <sup>5</sup> | 91                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 23                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(21/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 650×300×2.3×

フランジサイズ :

管 No.

26

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 734.6                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

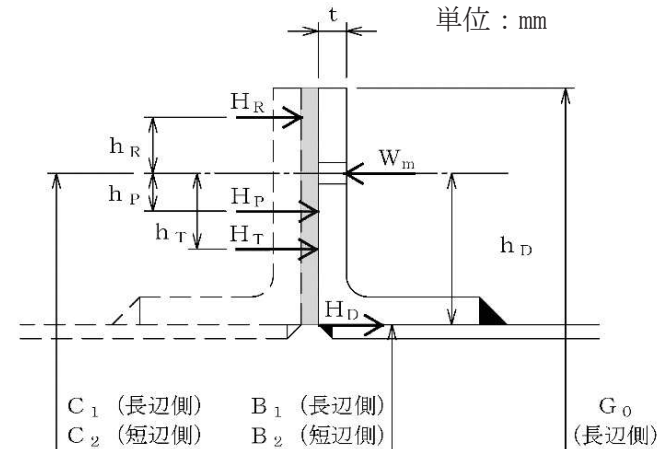
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.842×10 <sup>5</sup> | 68                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 20                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(22/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 650×300×3.2

フランジサイズ :

管 No.

27

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 736.4                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | □                          | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

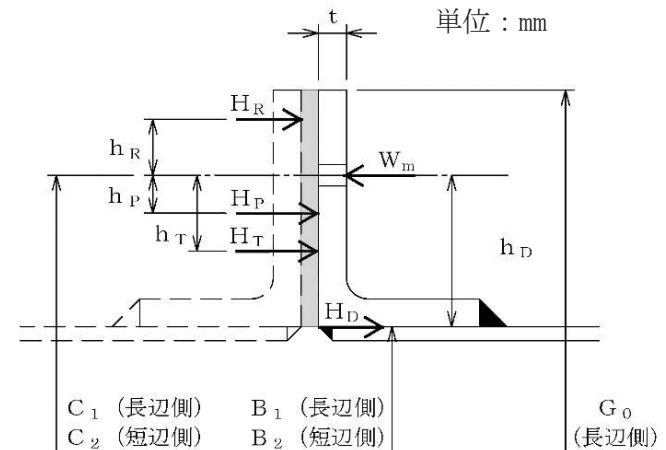
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 2.366×10 <sup>5</sup> | 87                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 26                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(23/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 500×400×3.2× 

フランジサイズ :  

管 No.

28

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット   |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|---|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm)                                      | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 586.4                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

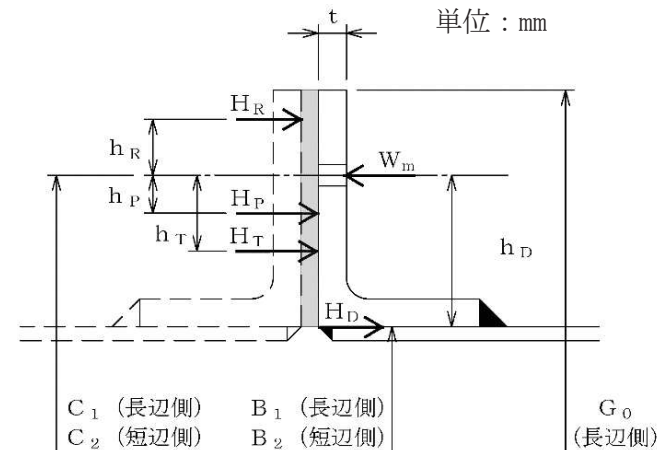
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.738×10 <sup>5</sup> | 68                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 19                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(24/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 500×400×2.3

フランジサイズ :

管 No.

29

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 584.6                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          |                            | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

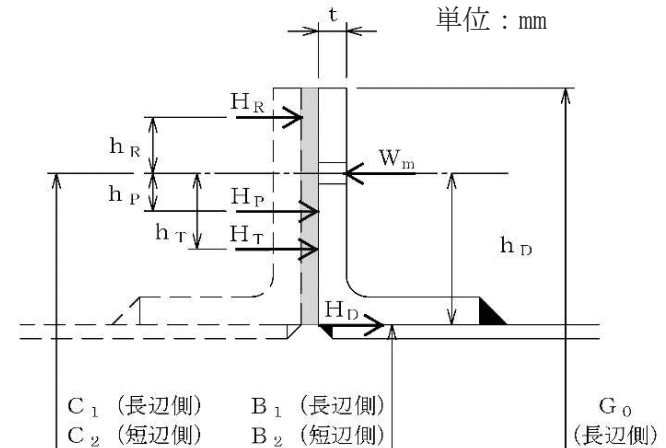
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.354×10 <sup>5</sup> | 53                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 15                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。



中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(25/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 500×450×3.2

フランジサイズ :

管 No.

30

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 586.4                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          |                            | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

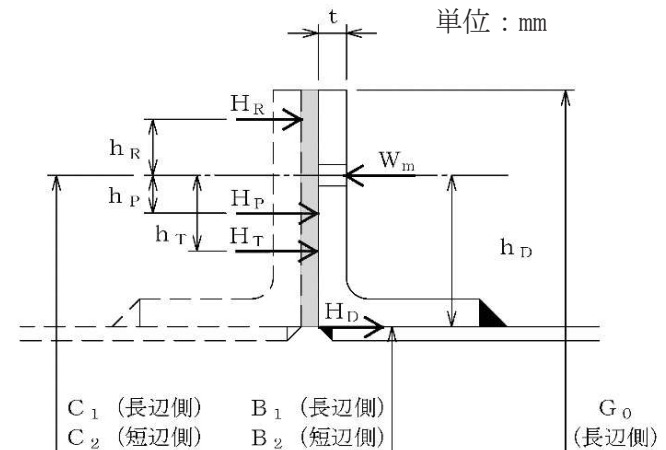
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.648×10 <sup>5</sup> | 61                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 18                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(26/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 500×450×2.3×

フランジサイズ :

管 No.

31

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08×10 <sup>-3</sup> | 40          | 584.6                 | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

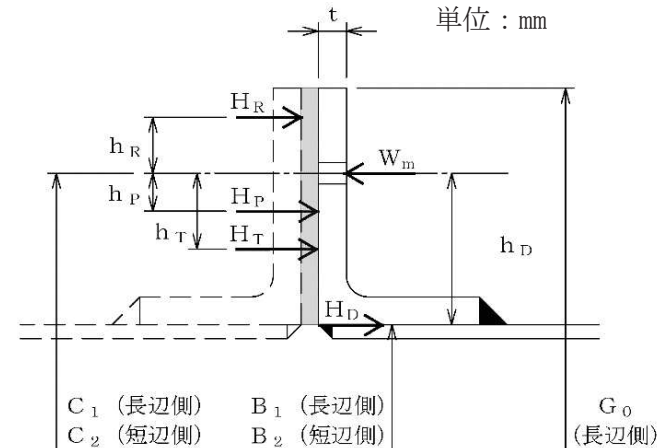
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.286×10 <sup>5</sup> | 48                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 14                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(27/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 427.6 × 342.6 × 3.2 ×  

フランジサイズ :  

管 No.

33

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)            | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット   |              |           |              |
|-------------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|---|--------------|-----------|--------------|
|                         |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm)                                      | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08 × 10 <sup>-3</sup> | 40          | 514                   | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

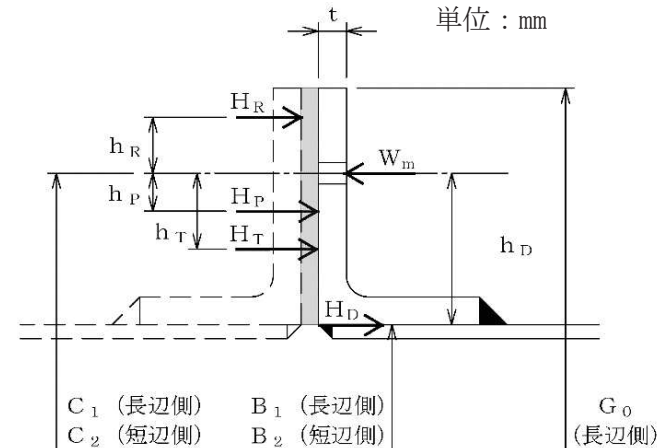
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント          | フランジに生じる応力                  |                              |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm)   | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.709 × 10 <sup>5</sup> | 76                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 23                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

中央制御室換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(28/28) 矩形のダクト

ダクトサイズ : 426.6 × 337.6 × 3.2 ×  

フランジサイズ :  

管 No.

34

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)            | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ  |                                       | ボルト   |                                       |              | ガスケット   |              |           |              |
|-------------------------|-------------|-----------------------|-------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|---|--------------|-----------|--------------|
|                         |             |                       | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料    | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm)                                      | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 1.08 × 10 <sup>-3</sup> | 40          | 513                   | SS400 | 100                                   | SS400 | 61                                    | 100          | <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

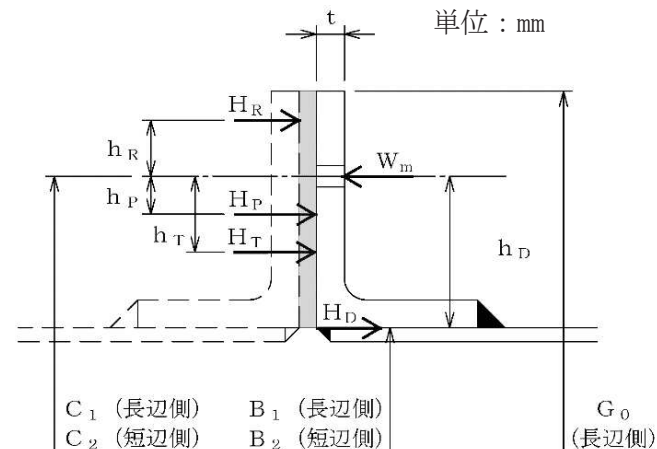
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント          | フランジに生じる応力                  |                              |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm)   | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 1.719 × 10 <sup>5</sup> | 77                          | 150                          |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 23                           | 61                        |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\* : ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値。

VI-3-3-5-1-2 緊急時対策所換気空調系の強度計算書

目 次

VI-3-3-5-1-2-1 管の強度計算書（緊急時対策所換気空調系）

VI-3-3-5-1-2-1 管の強度計算書（緊急時対策所換気空調系）

## 目 次

- VI-3-3-5-1-2-1-1 管の基本板厚計算書（緊急時対策所換気空調系）
- VI-3-3-5-1-2-1-2 管の応力計算書（緊急時対策所換気空調系）
- VI-3-3-5-1-2-1-3 ダクトの強度計算書（緊急時対策所換気空調系）



VI-3-3-5-1-2-1-1 管の基本板厚計算書（緊急時対策所換気空調系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分    | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |  |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|---------|-----------------|-----------|--|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件        |            | SA条件        |                            |              |         |                 |           |  |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(kPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(kPa) | 温度<br>(°C)                 |              |         |                 |           |  |
| 1    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | 5.00        | 40         | 5.00        | 40                         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| 2    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | 5.00        | 40         | 5.00        | 40                         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| 3    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | 0.00        | 40         | 0.00        | 40                         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| E1   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | 5.00        | 40         | 5.00        | 40                         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| E2   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | 5.00        | 40         | 5.00        | 40                         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |

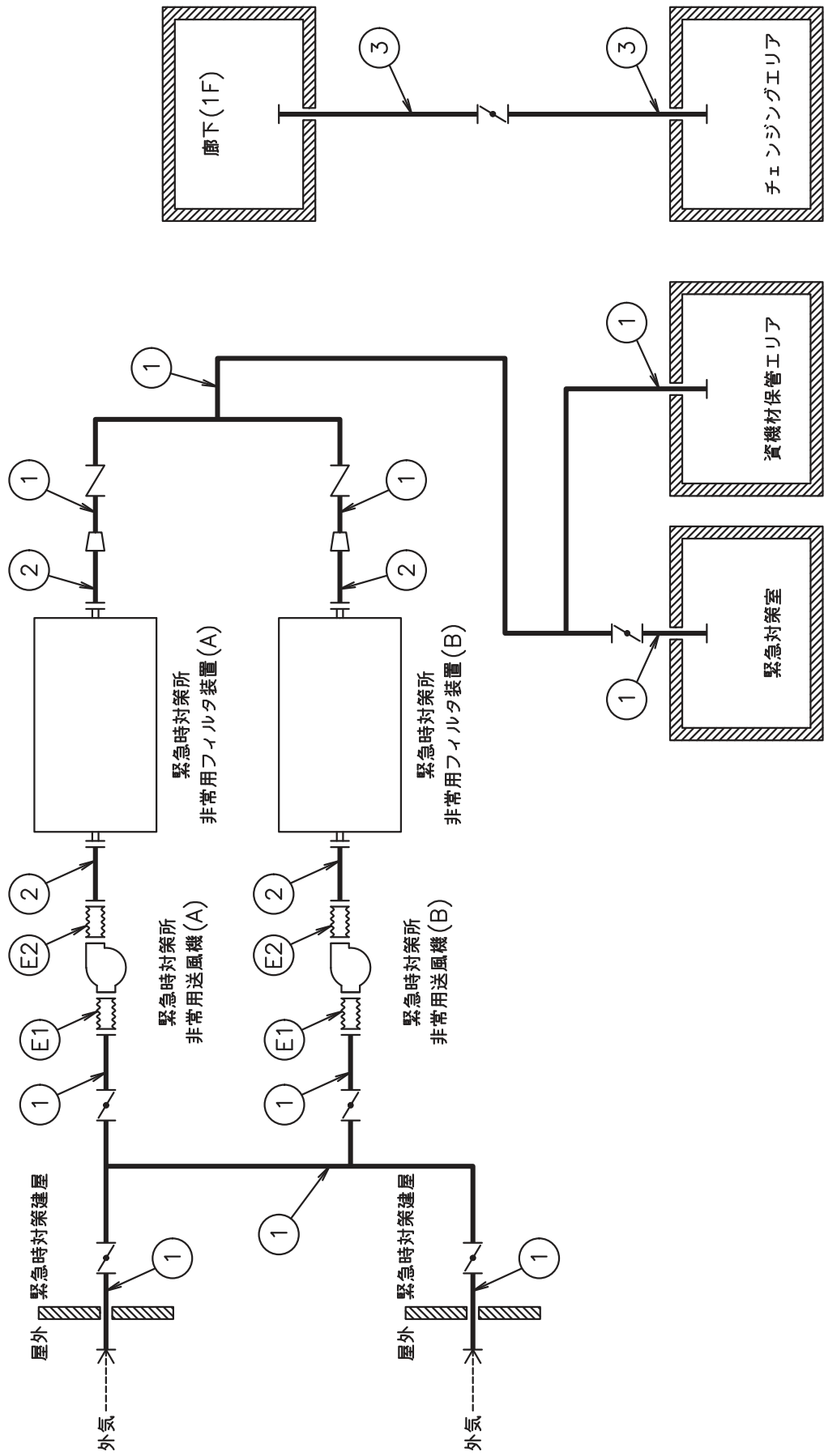
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目      | 評価区分    | 判定基準 | 適用規格    |
|------|-----------|---------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| E1   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| E2   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |

## 目次

|                     |   |
|---------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....      | 1 |
| 2. 管の強度計算書 .....    | 2 |
| 3. 伸縮継手の強度計算書 ..... | 3 |

1. 概略系統図



2. 管の強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(kPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | $\eta$ | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|--------|--------|-------------|------------|--------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 5.00                 | 40                     | 267.40                        | 9.30         | STS410 | S      | 2           | 103        | 1.00   | 12.5% | 8.13                   | 0.01      | C      | 3.80                   |
| 2   | 5.00                 | 40                     | 318.50                        | 10.30        | STS410 | S      | 2           | 103        | 1.00   | 12.5% | 9.01                   | 0.01      | C      | 3.80                   |
| 3   | 0.00                 | 40                     | 355.60                        | 11.10        | STS410 | S      | 2           | 103        | 1.00   | 12.5% | 9.71                   | 0.00      | C      | 3.80                   |

評価：t<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，よって十分である。

3. 伸縮継手の強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3416 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(kPa) | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 材 料    | 縦弾性係数<br>E<br>(MPa) | t<br>(mm) | 全伸縮量<br>$\delta$<br>(mm) | b<br>(mm) | h<br>(mm) | n | c | 算<br>式 | 継手部応力<br>$\sigma$<br>(MPa) | N<br>$\times 10^5$ | $N_r$<br>$\times 10^5$ | U      |
|-----|----------------------|---------------------|--------|---------------------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|---|---|--------|----------------------------|--------------------|------------------------|--------|
| E1  | 5.00                 | 40                  | SUS304 | 193700              | 1.20      |                          |           |           |   |   |        | 101                        | 136                | 0.03                   | 0.0003 |
| E2  | 5.00                 | 40                  | SUS304 | 193700              | 1.20      |                          |           |           |   |   |        | 176                        | 19.4               | 0.03                   | 0.0016 |

評価：U ≤ 1, よって十分である。

注 1：E1 の外径は、 mm。

注 2：E2 の外径は、 mm。



VI-3-3-5-1-2-1-2 管の応力計算書（緊急時対策所換気空調系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 応力計算モデルNo. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |            |             |            | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分    | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |  |
|------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|------------|-------------|------------|----------------------------|--------------|---------|-----------------|-----------|--|
|            |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件       |             | SA条件       |                            |              |         |                 |           |  |
|            |                |   |                   |                  |           |           | 圧力<br>(kPa)      | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(kPa) | 温度<br>(°C) |                            |              |         |                 |           |  |
| HVAC1-1    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | 5.00             | —          | 5.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HVAC1-2    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | 5.00             | —          | 5.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HVAC1-3    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | 5.00             | —          | 5.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HVAC3-1    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | 5.00             | —          | 5.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HVAC4-1    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | 5.00             | —          | 5.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HVAC4-2    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | 5.00             | —          | 5.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HVAC4-3    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | 5.00             | —          | 5.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HVAC6-1    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | 5.00             | —          | 5.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HVAC11-1   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | 0.00             | —          | 0.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HVAC11-2   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | 0.00             | —          | 0.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |

・評価条件整理表

| 応力計算モデルNo. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |            |             |            | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分    | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |      |
|------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|------------|-------------|------------|----------------------------|--------------|---------|-----------------|-----------|------|
|            |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件       |             | SA条件       |                            |              |         |                 |           |      |
|            |                |   |                   |                  |           |           | 圧力<br>(kPa)      | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(kPa) | 温度<br>(°C) |                            |              |         |                 |           |      |
| HVAC14     | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 5.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | —         | SA-2 |
| HVAC36-1   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 5.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | —         | SA-2 |
| HVAC36-2   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 5.00        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | —         | SA-2 |

## 重大事故等対処設備

## 目次

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1. 概要 .....                   | 1  |
| 2. 概略系統図及び鳥瞰図 .....           | 2  |
| 2.1 概略系統図 .....               | 2  |
| 2.2 鳥瞰図 .....                 | 4  |
| 3. 計算条件 .....                 | 12 |
| 3.1 設計条件 .....                | 12 |
| 3.2 材料及び許容応力 .....            | 17 |
| 4. 評価結果 .....                 | 18 |
| 5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果..... | 19 |

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。



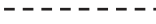
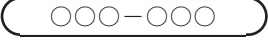

### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全13モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果についても記載する。

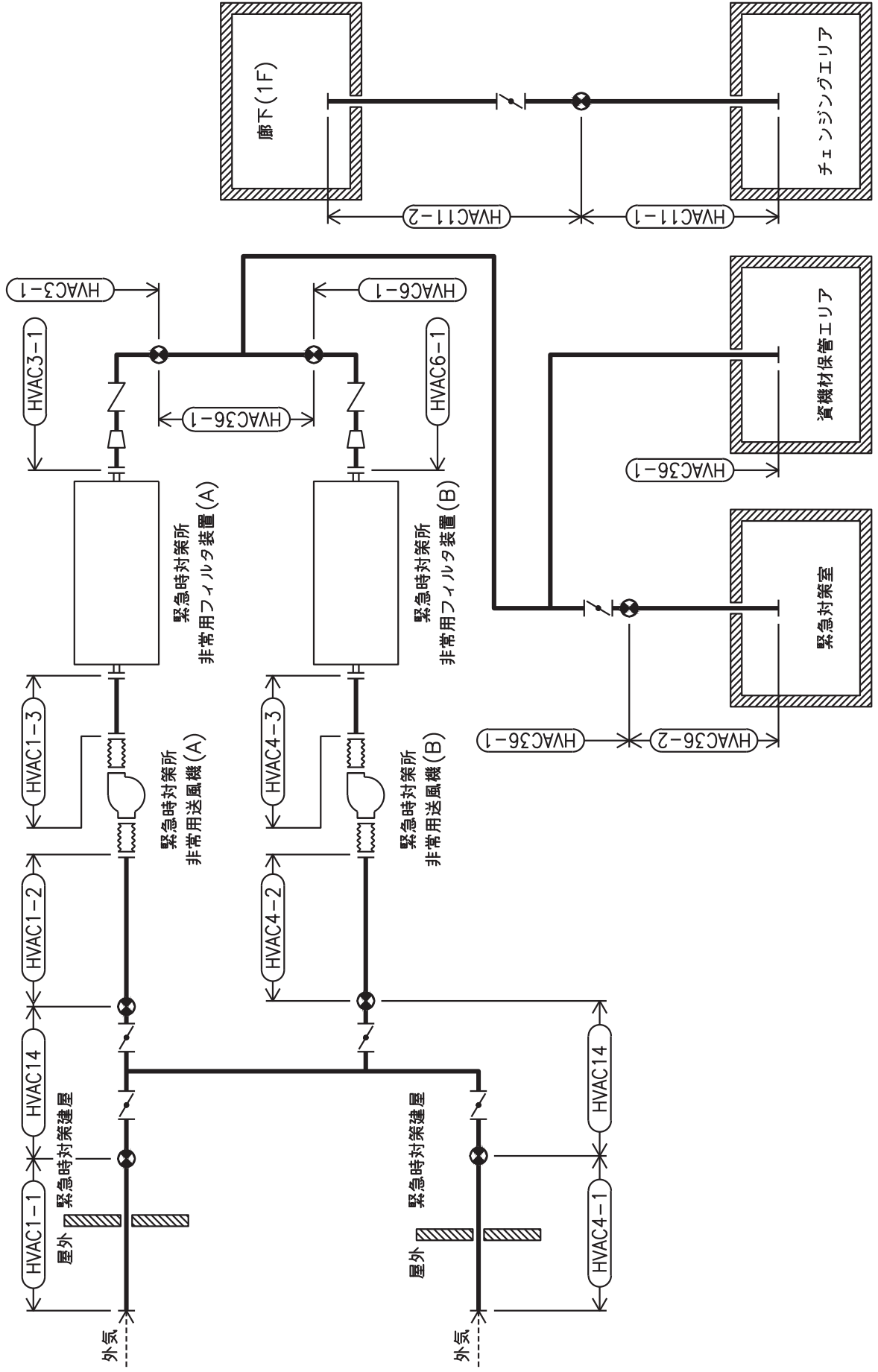
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

| 記号   | 内容   |
|--|--|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                             |
|  (細線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管                    |
|  (破線) | 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管 |
|     | 鳥瞰図番号  |
|     | アンカ  |

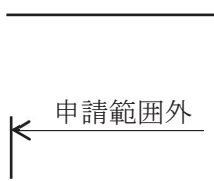


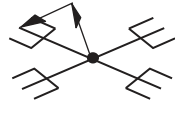


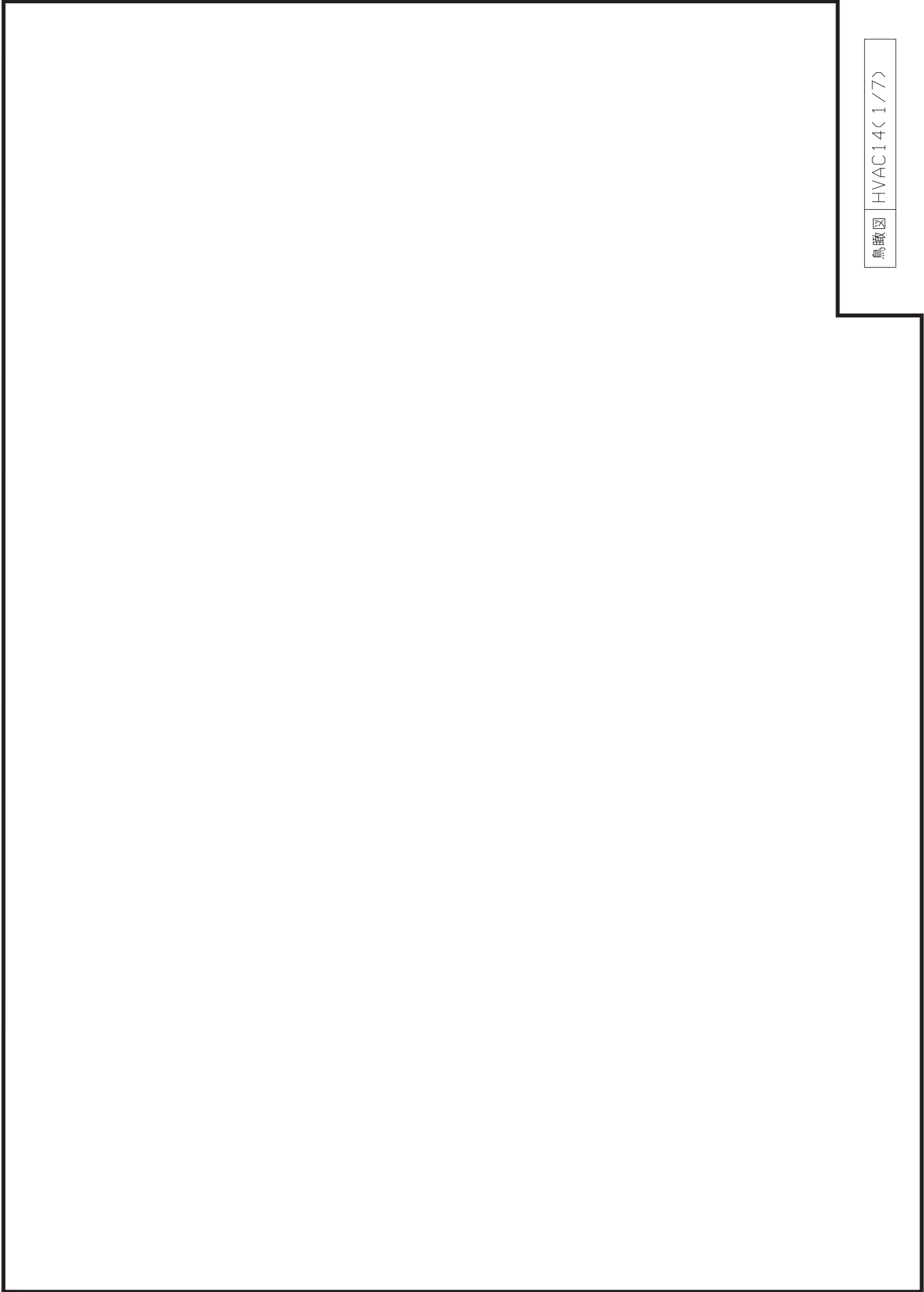


緊急時対策所換気空調系統略図(その1)

2.2 鳥瞰図

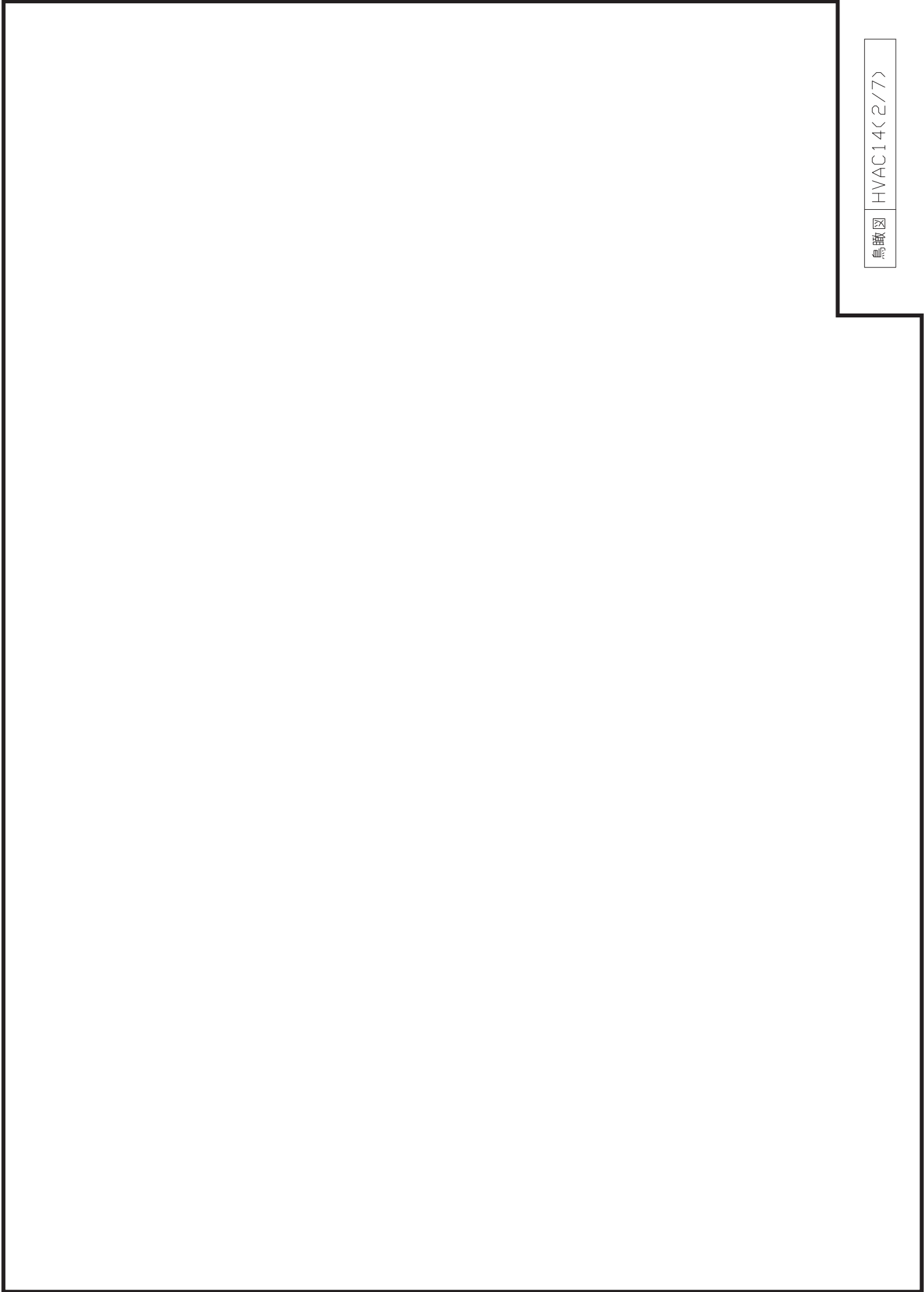
鳥瞰図記号凡例

| 記号  | 内容  |
|---|---|
|    | <p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p> <p>工事計画記載範囲外の管</p>  |
|    | <p>質点</p>   |
|    | <p>アンカ</p>  |
|  | <p>レストレイント<br/>(矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。)</p> |



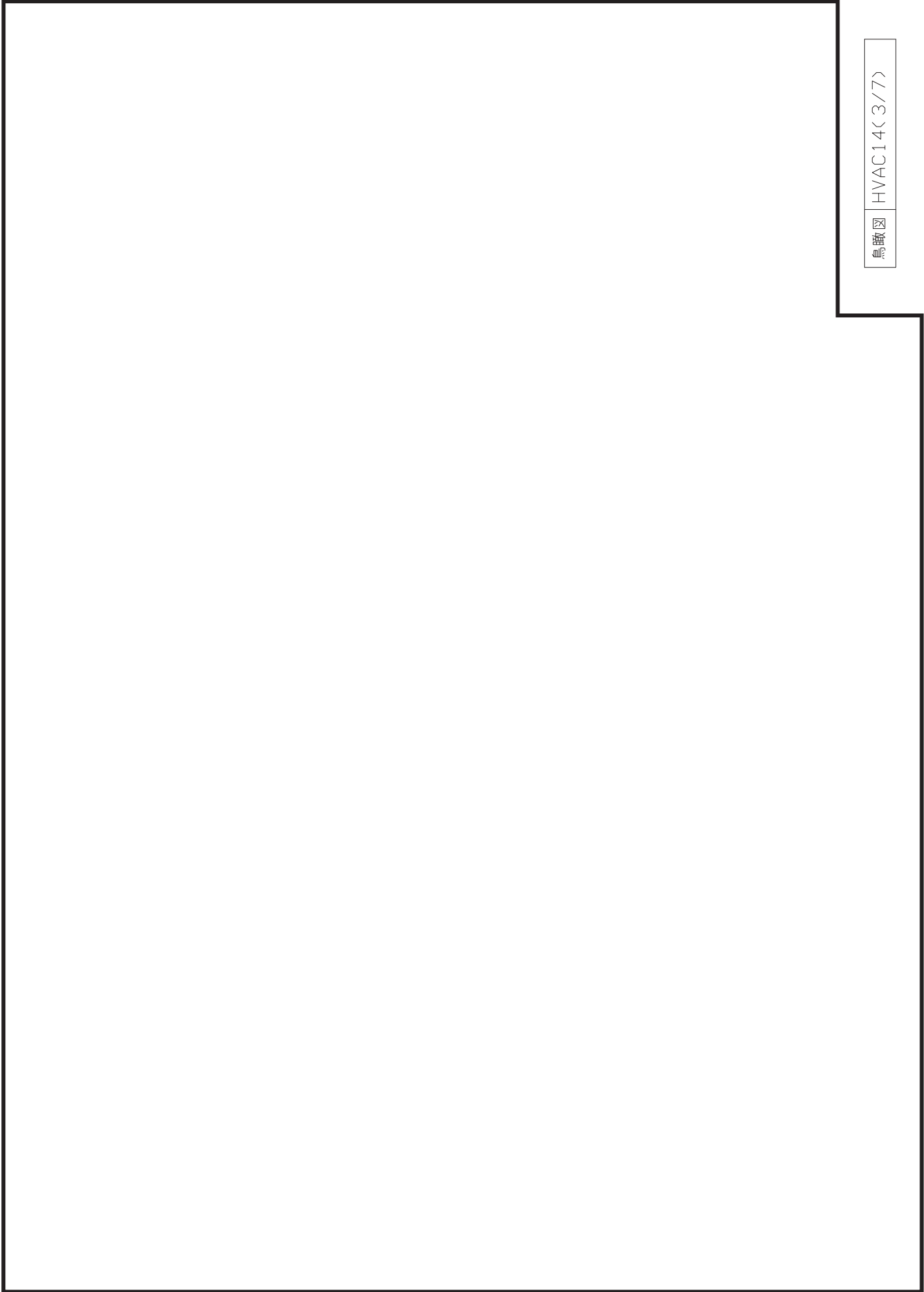
鳥瞰図 HVAC14<1/7>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



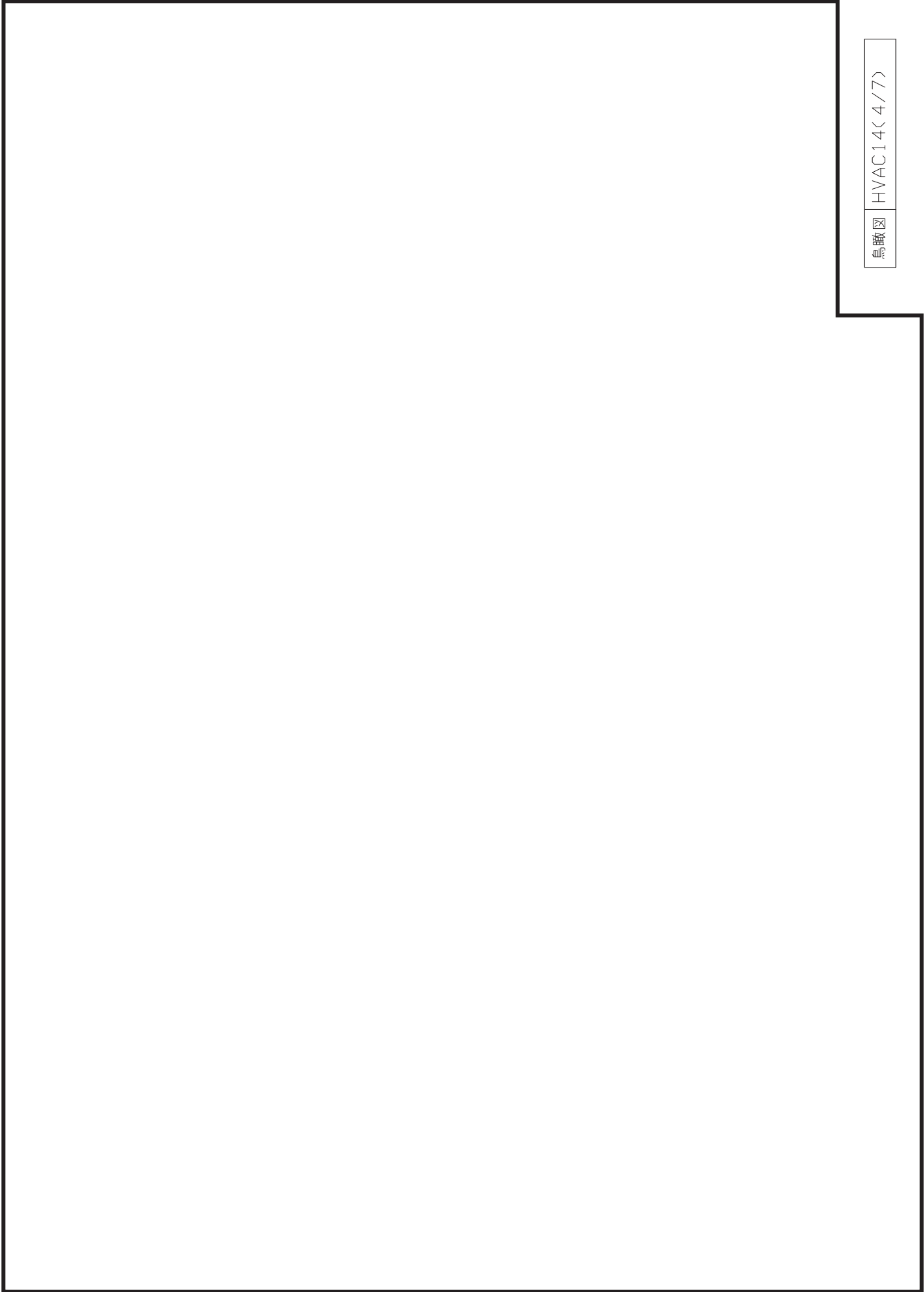
鳥瞰図 HVAC14<2/7>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



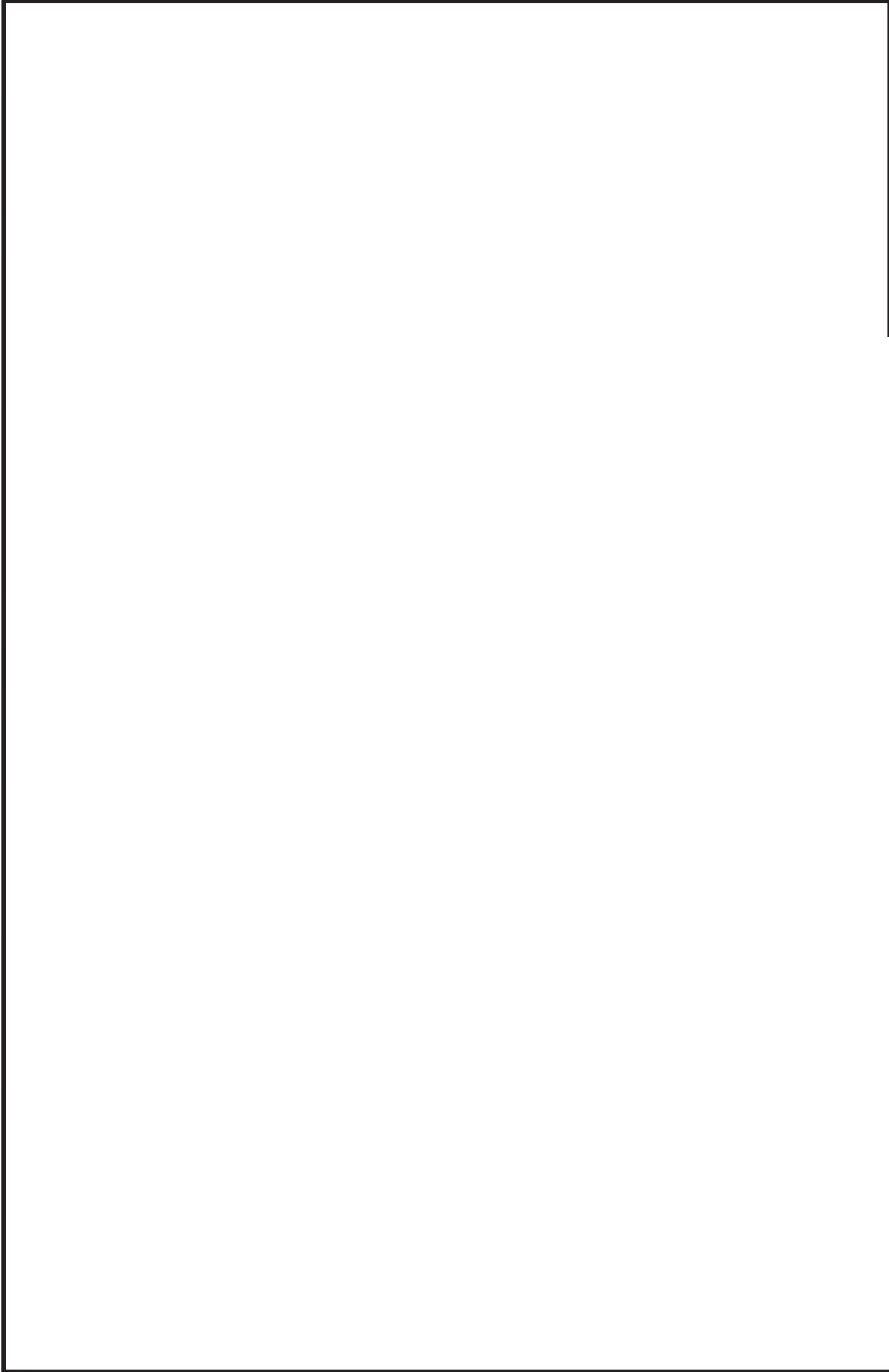
鳥瞰図 HVAC14<3/7>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



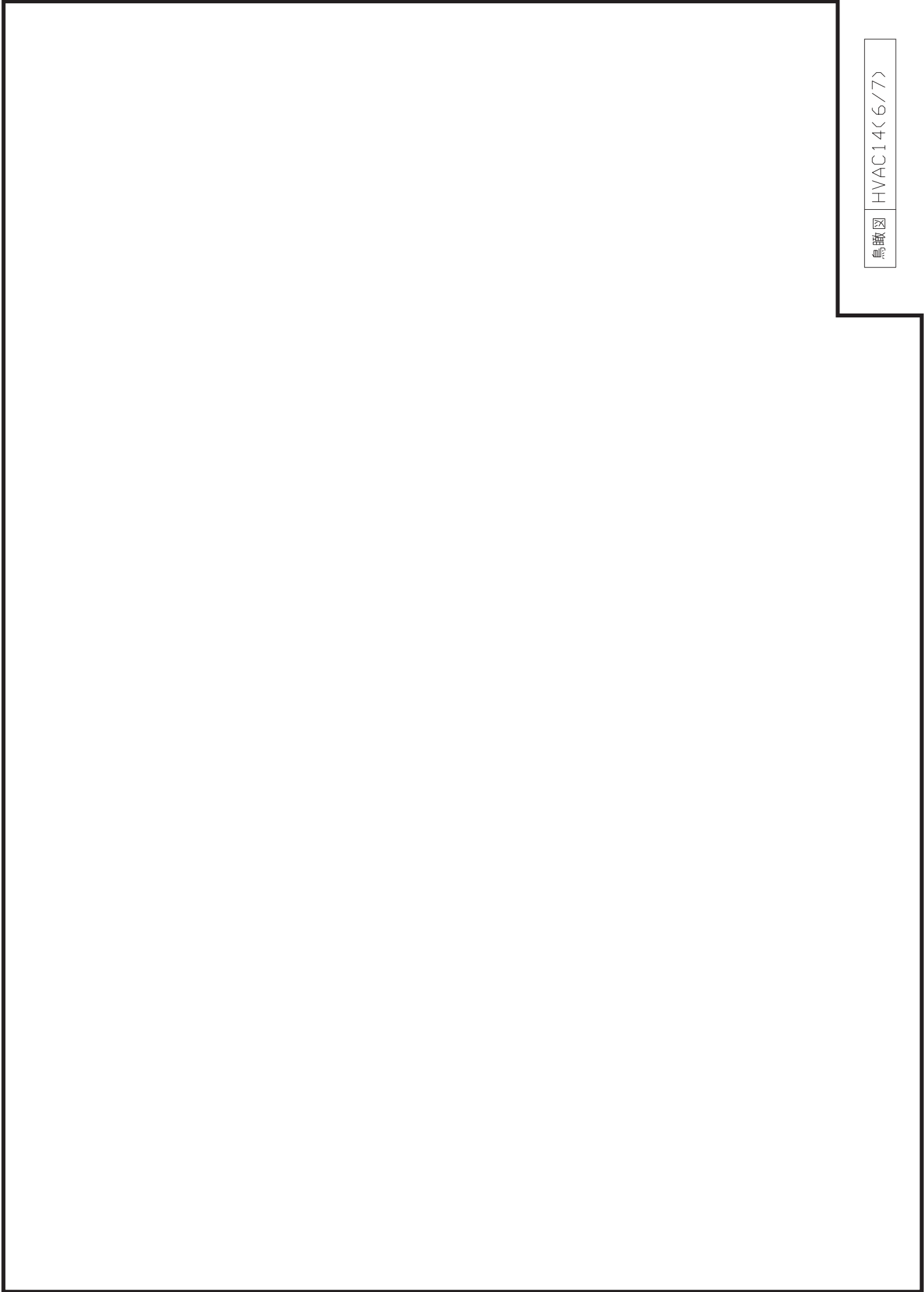
鳥瞰図 HVAC14<4/7>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HVAC14<5/7>

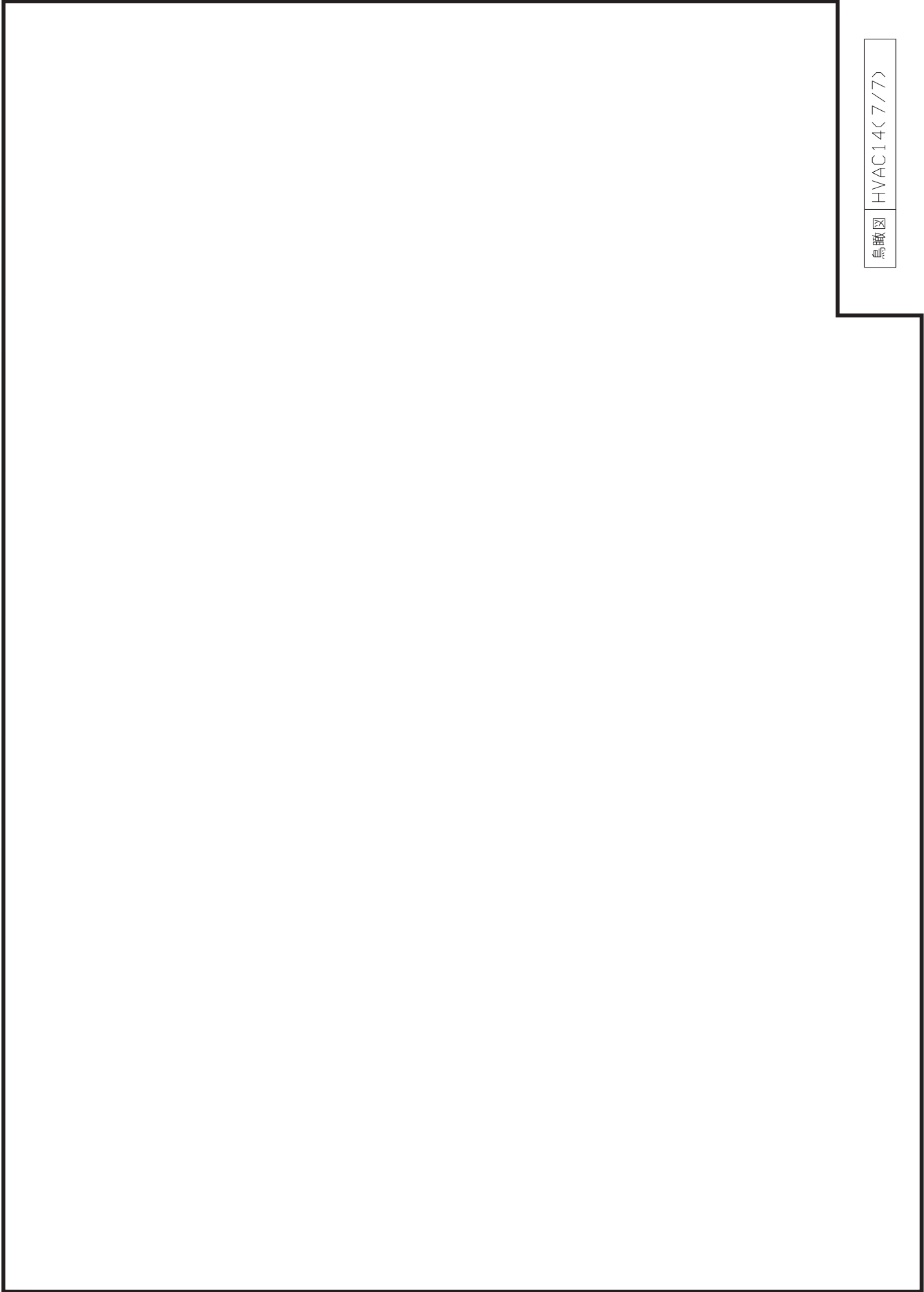
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HVAC14<6/7>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。





鳥瞰図 HVAC14<7/7>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3. 計算条件

#### 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図                      H V A C 1 4

| 管名称 | 最高使用圧力<br>(MPa) | 最高使用温度<br>(°C) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 材料     |
|-----|-----------------|----------------|------------|------------|--------|
| 1   | 0.005           | 40             | 267.4      | 9.3        | STS410 |

管名称と対応する評価点  
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図                    H V A C 1 4

| 管名称 | 対応する評価点 |    |    |    |    |     |     |    |    |    |    |    |    |
|-----|---------|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|
| 1   | 1       | 2  | 3  | 4  | 5  | 6   | 7   | 8  | 9  | 10 | 11 | 13 | 14 |
|     | 15      | 16 | 17 | 18 | 19 | 20  | 21  | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
|     | 28      | 29 | 30 | 32 | 33 | 34  | 35  | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 |
|     | 42      | 43 | 44 | 45 | 46 | 47  | 48  | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 |
|     | 55      | 56 | 57 | 58 | 59 | 60  | 61  | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 |
|     | 68      | 69 | 70 | 71 | 72 | 73  | 74  | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |
|     | 81      | 82 | 83 | 85 | 86 | 87  | 88  | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 |
|     | 95      | 96 | 97 | 98 | 99 | 101 | 102 |    |    |    |    |    |    |

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 HVAC14

評価点の質量を下表に示す。

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 1   |        | 22  |        | 43  |        | 61  |        | 79  |        |
| 2   |        | 23  |        | 44  |        | 62  |        | 80  |        |
| 3   |        | 24  |        | 45  |        | 63  |        | 81  |        |
| 4   |        | 25  |        | 46  |        | 64  |        | 82  |        |
| 5   |        | 26  |        | 47  |        | 65  |        | 86  |        |
| 6   |        | 27  |        | 48  |        | 66  |        | 87  |        |
| 7   |        | 28  |        | 49  |        | 67  |        | 88  |        |
| 8   |        | 29  |        | 50  |        | 68  |        | 89  |        |
| 9   |        | 33  |        | 51  |        | 69  |        | 90  |        |
| 10  |        | 34  |        | 52  |        | 70  |        | 91  |        |
| 14  |        | 35  |        | 53  |        | 71  |        | 92  |        |
| 15  |        | 36  |        | 54  |        | 72  |        | 93  |        |
| 16  |        | 37  |        | 55  |        | 73  |        | 94  |        |
| 17  |        | 38  |        | 56  |        | 74  |        | 95  |        |
| 18  |        | 39  |        | 57  |        | 75  |        | 96  |        |
| 19  |        | 40  |        | 58  |        | 76  |        | 97  |        |
| 20  |        | 41  |        | 59  |        | 77  |        | 98  |        |
| 21  |        | 42  |        | 60  |        | 78  |        | 102 |        |

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

弁 2

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|
| 11  |        | 83  |        |
| 12  |        | 84  |        |
| 13  |        | 85  |        |
| 103 |        | 107 |        |
| 104 |        | 108 |        |
| 106 |        | 110 |        |

弁 3

弁 4

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|
| 30  |        | 99  |        |
| 31  |        | 100 |        |
| 32  |        | 101 |        |

弁部の寸法を下表に示す。

| 弁NO. | 評価点 | 外径(mm) | 厚さ(mm) | 長さ(mm) |
|------|-----|--------|--------|--------|
| 弁 1  | 12  |        |        |        |
| 弁 2  | 84  |        |        |        |
| 弁 3  | 31  |        |        |        |
| 弁 4  | 100 |        |        |        |

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図           HVAC14

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号 | 各軸方向ばね定数(N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) |   |   |
|-------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
|       | X              | Y | Z | X                    | Y | Z |
| 1     |                |   |   |                      |   |   |
| 4     |                |   |   |                      |   |   |
| 7     |                |   |   |                      |   |   |
| 14    |                |   |   |                      |   |   |
| 19    |                |   |   |                      |   |   |
| 25    |                |   |   |                      |   |   |
| 33    |                |   |   |                      |   |   |
| 35    |                |   |   |                      |   |   |
| 40    |                |   |   |                      |   |   |
| 42    |                |   |   |                      |   |   |
| 47    |                |   |   |                      |   |   |
| 49    |                |   |   |                      |   |   |
| 51    |                |   |   |                      |   |   |
| 53    |                |   |   |                      |   |   |
| 58    |                |   |   |                      |   |   |
| 61    |                |   |   |                      |   |   |
| 64    |                |   |   |                      |   |   |
| 66    |                |   |   |                      |   |   |
| 71    |                |   |   |                      |   |   |
| 73    |                |   |   |                      |   |   |
| 75    |                |   |   |                      |   |   |
| 80    |                |   |   |                      |   |   |
| 86    |                |   |   |                      |   |   |
| 89    |                |   |   |                      |   |   |
| 92    |                |   |   |                      |   |   |
| 94    |                |   |   |                      |   |   |
| 96    |                |   |   |                      |   |   |
| 102   |                |   |   |                      |   |   |
| 105   |                |   |   |                      |   |   |
| 109   |                |   |   |                      |   |   |

O2 ③ VI-3-3-5-1-2-1-2 (重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

| 材料     | 最高使用温度<br>(°C) | 許容応力<br>(MPa) |
|--------|----------------|---------------|
|        |                | S h           |
| STS410 | 40             | 103           |

4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

設計・建設規格 PPC-3500による評価結果

| 鳥瞰図    | 最大応力<br>評価点 | 最大応力<br>区分*                | 一次応力評価(MPa)                        |                              |
|--------|-------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|
|        |             |                            | 計算応力<br>S p r m (1)<br>S p r m (2) | 許容応力<br>1. 5 S h<br>1. 8 S h |
| HVAC14 | 82<br>82    | S p r m (1)<br>S p r m (2) | 8<br>8                             | 154<br>185                   |

注記 \* : S p r m (1), S p r m (2) はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3520(1), (2)に基づき計算した一次応力を示す。



5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果  
 代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル   | 供用状態 (E) *1 |            |            |        |    |     | 供用状態 (E) *2 |            |        |      |     |            |            |        |    |
|-----|---------|-------------|------------|------------|--------|----|-----|-------------|------------|--------|------|-----|------------|------------|--------|----|
|     |         | 一次応力        |            |            | 一次応力   |    |     | 一次応力        |            |        | 一次応力 |     |            |            |        |    |
|     |         | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度     | 代表 | 評価点 | 計算応力 (MPa)  | 許容応力 (MPa) | 裕度     | 代表   | 評価点 | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度     | 代表 |
| 1   | HVAC1-1 | 6           | 4          | 154        | 38.50  | —  | 6   | 4           | 185        | 46.25  | —    | 6   | 4          | 185        | 46.25  | —  |
| 2   | HVAC1-2 | 2           | 5          | 154        | 30.80  | —  | 2   | 5           | 185        | 37.00  | —    | 2   | 5          | 185        | 37.00  | —  |
| 3   | HVAC1-3 | 4           | 1          | 154        | 154.00 | —  | 4   | 1           | 185        | 185.00 | —    | 4   | 1          | 185        | 185.00 | —  |
| 4   | HVAC3-1 | 5           | 3          | 154        | 51.33  | —  | 5   | 3           | 185        | 61.66  | —    | 5   | 3          | 185        | 61.66  | —  |
| 5   | HVAC4-1 | 6           | 4          | 154        | 38.50  | —  | 6   | 4           | 185        | 46.25  | —    | 6   | 4          | 185        | 46.25  | —  |
| 6   | HVAC4-2 | 2           | 3          | 154        | 51.33  | —  | 2   | 3           | 185        | 61.66  | —    | 2   | 3          | 185        | 61.66  | —  |
| 7   | HVAC4-3 | 4           | 1          | 154        | 154.00 | —  | 4   | 1           | 185        | 185.00 | —    | 4   | 1          | 185        | 185.00 | —  |
| 8   | HVAC6-1 | 5           | 3          | 154        | 51.33  | —  | 5   | 3           | 185        | 61.66  | —    | 5   | 3          | 185        | 61.66  | —  |

注記\*1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル    | 供用状態 (E) *1 |            |            |       |     | 供用状態 (E) *2 |            |            |       |     |
|-----|----------|-------------|------------|------------|-------|-----|-------------|------------|------------|-------|-----|
|     |          | 一次応力        |            |            |       |     | 一次応力        |            |            |       |     |
|     |          | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表  | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表  |
| 9   | HVAC11-1 | 1           | 0          | 154        | —     | —   | 1           | 0          | 185        | —     | —   |
| 10  | HVAC11-2 | 7           | 2          | 154        | 77.00 | —   | 7           | 2          | 185        | 92.50 | —   |
| 11  | HVAC14   | 82          | 8          | 154        | 19.25 | ○*3 | 82          | 8          | 185        | 23.12 | ○*3 |
| 12  | HVAC36-1 | 66          | 8          | 154        | 19.25 | —*3 | 66          | 8          | 185        | 23.12 | —*3 |
| 13  | HVAC36-2 | 2           | 2          | 154        | 77.00 | —   | 2           | 2          | 185        | 92.50 | —   |

注記\*1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

\*3：HVAC14とHVAC36-1は裕度が同じであるが、端数処理前の数値を比較し、HVAC14を代表としている。

VI-3-3-5-1-2-1-3 ダクトの強度計算書（緊急時対策所換気空調系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管 No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |                               | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|-------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|------------|
|       |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            | SA 条件                         |                            |              |      |                 |           |            |
|       |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa)                   |                            |              |      |                 |           | 温度<br>(°C) |
| 1     | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | $0.60 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 2     | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | $0.60 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 3     | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | $0.60 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 4     | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | $0.60 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 5     | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | $0.60 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 6     | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | $0.60 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |
| 7     | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | $0.60 \times 10^{-3}$<br>(差圧) | 40                         | —            | —    | 同等性             | a. (a)    | SA-2       |

## 目次

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 1. 概要 .....                    | 1  |
| 2. 緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算方法 ..... | 2  |
| 2.1 記号の定義 .....                | 2  |
| 2.2 強度計算方法 .....               | 5  |
| 3. 評価結果 .....                  | 10 |

## 1. 概要

本計算書は、重大事故等クラス2管が十分な強度を有することを確認するための方法として適用する「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む）＜第I編軽水炉規格＞J SME S NC 1-2005/2007」（日本機械学会 2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）の規定に基づく強度計算方法について説明するものである。

重大事故等クラス2管の強度計算方法及び計算式については、設計・建設規格クラス2管の規定に基づくものとする。

設計・建設規格クラス2管の規定によらない場合の評価方法として、機械工学便覧の規定を用いる。ただし、設計・建設規格に計算式の規定がない応力計算については、「日本産業規格」（以下「JIS」という。）を準用する。

応力解析による評価を用いる場合は、一次応力強さを許容引張応力の1.5倍以下とすることで、設備の全体的な変形が弾性域内であることを確認する。

本資料は、上記概要を踏まえたうえで、女川原子力発電所第2号機の緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算方法及び評価結果について説明するものである。

## 2. 緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算方法

緊急時対策所換気空調設備のうち、矩形ダクトの強度評価式はクラス2管には定められていないことから、設計・建設規格を準用した評価式、又は設計・建設規格に規定されていない評価式を用いた強度計算方法並びに計算式について説明する。

### 2.1 記号の定義

ダクトの厚さ計算、フランジの応力計算、ダクトの応力計算に用いる記号については、次のとおりである。

#### (1) ダクトの厚さ計算に使用するもの

| 記号             | 単位                 | 定義  |
|----------------|--------------------|---|
| a              | mm                 | ダクト幅（長辺）  |
| c              | mm                 | ダクト接続材・補強材の接続ピッチ                                |
| $D_P$          | kg/mm <sup>2</sup> | 単位面積当たりのダクト板の質量                                 |
| E              | MPa                | 縦弾性係数   |
| g              | m/s <sup>2</sup>   | 重力加速度   |
| P              | MPa                | 最高使用圧力  |
| S              | MPa                | 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に規定する材料の許容引張応力 |
| t              | mm                 | ダクトの計算上必要な厚さ                                    |
| $\nu$          | —                  | ポアソン比   |
| $\delta_{max}$ | mm                 | 面外荷重によるダクト板の最大変位量                               |



## (2) フランジの応力計算に使用するもの

| 記号              | 単位              | 定義  |
|-----------------|-----------------|---|
| $A_b$           | mm <sup>2</sup> | ボルトの有効断面積   |
| $B_1$           | mm              | フランジの内面幅 (長辺側) (図 2-1 による)                            |
| $B_2$           | mm              | フランジの内面幅 (短辺側) (図 2-1 による)                            |
| $C_1$           | mm              | ボルト穴間の距離 (長辺側) (図 2-1 による)                            |
| $C_2$           | mm              | ボルト穴間の距離 (短辺側) (図 2-1 による)                            |
| $G_0$           | mm              | ガスケット外面幅 (長辺側) とフランジ外面幅 (長辺側) の小さい方の値 (図 2-1 による)     |
| $G_1$           | mm              | ガスケット反力距離 (長辺側)                                       |
| $G_2$           | mm              | ガスケット反力距離 (短辺側)                                       |
| $H$             | N               | 内圧力によってフランジに加わる全荷重                                    |
| $H_D$           | N               | 内圧力によってフランジの内面に加わる荷重 (図 2-1 による)                      |
| $H_P$           | N               | 気密を十分に保つためのガスケット圧縮力 (図 2-1 による)                       |
| $H_R$           | N               | 平衡反力 (図 2-1 による)                                      |
| $H_T$           | N               | 内圧力によってフランジに加わる全荷重とフランジの内面に加わる荷重との差 (図 2-1 による)       |
| $M$             | N・mm            | 自重によりフランジに作用する全モーメント                                  |
| $M_0$           | N・mm            | 使用状態でフランジに作用する全モーメント                                  |
| $P$             | MPa             | 最高使用圧力  |
| $P_{FD}$        | MPa             | フランジ応力算定用圧力   |
| $P_{eq}$        | MPa             | 管の自重及びその他機械的荷重によりフランジ部に作用する曲げモーメントを圧力に換算した等価圧力        |
| $W_m$           | N               | 使用状態のボルト荷重 (図 2-1 による)                                |
| $b''$           | mm              | 使用状態でのガスケット座の有効幅 $2b'' = 5$                           |
| $d_b$           | mm              | ボルトのねじ部の谷の径と軸部の径の最小部の小さい方の径                           |
| $d_h$           | mm              | ボルト穴の直径   |
| $h_D$           | mm              | ボルト穴中心から $H_D$ 作用点までの距離 (図 2-1 による)                   |
| $h_P$           | mm              | ボルト穴中心から $H_P$ 作用点までの距離 (図 2-1 による)                   |
| $h_R$           | mm              | ボルト穴中心から $H_R$ 作用点までの距離 (図 2-1 による)                   |
| $h_T$           | mm              | ボルト穴中心から $H_T$ 作用点までの距離 (図 2-1 による)                   |
| $m$             | —               | ガスケット係数   |
| $n$             | 本               | ボルト本数   |
| $t$             | mm              | フランジの厚さ (図 2-1 による)                                   |
| $\sigma_b$      | MPa             | 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 7 に規定するボルト材料の許容引張応力  |
| $\sigma_f$      | MPa             | 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に規定するフランジ材料の許容引張応力 |
| $\sigma_{max}$  | MPa             | 使用状態でフランジに作用する発生応力                                    |
| $\sigma'_{max}$ | MPa             | 使用状態でボルトに作用する発生応力                                     |

ダクトのフランジ・ボルトの応力計算に使用するもの

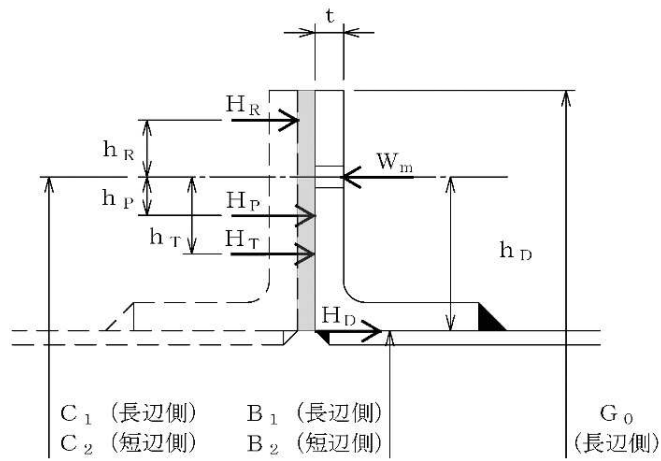


図 2-1 フランジの寸法 (矩形ダクト)

(3) ダクトの応力計算に使用するもの

|                 | 記号         | 単位                 | 定義  |
|-----------------|------------|--------------------|---|
| ダクトの応力計算に使用するもの | a          | mm                 | ダクト幅 (長辺)   |
|                 | c          | mm                 | ダクト接続材・補強材の接続ピッチ                                  |
|                 | $D_P$      | kg/mm <sup>2</sup> | 単位面積当たりのダクト板の質量                                   |
|                 | E          | MPa                | 縦弾性係数   |
|                 | g          | m/s <sup>2</sup>   | 重力加速度   |
|                 | P          | MPa                | 最高使用圧力  |
|                 | $S_h$      | MPa                | 最高使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に規定する材料の許容引張応力 |
|                 | $S_{pr m}$ | MPa                | 一次応力  |
|                 | t          | mm                 | ダクトの厚さ  |
|                 | $\nu$      | —                  | ポアソン比   |
| $\delta_{max}$  | mm         | 面外荷重によるダクト板の最大変位量  |   |

## 2.2 強度計算方法

ここでは緊急時対策所換気空調設備を構成する矩形のダクトの計算方法並びに計算式を示す。材料の許容引張応力は、設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 及び表 7 に応じた値を用いる。

設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 及び表 7 記載の温度の中間の値の場合は比例法を用いて計算し、小数点第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

強度計算は設計・建設規格又は機械工学便覧に基づき、適切な裕度を持った許容値を使用して実施することから、強度計算に用いる寸法は公称値を使用する。

### (1) 応力の制限（設計・建設規格 PPC-3111 準用）

ダクトの耐圧設計は設計・建設規格 PPC-3400 の規定に従って行う。

### (2) ダクトの厚さの計算（設計・建設規格 PPC-3411 準用及び機械工学便覧（設計・建設規格 PPC-3411 参考））

ダクトの厚さは、次の計算式により求められる計算上必要な厚さ以上であることを確認する。

矩形ダクトの任意のダクト板面に着目すると、ダクト板面は両サイドを他の 2 つの側面のダクト板で、軸方向（流れ方向）を接続部材（及び補強部材）で支持された長方形の板とみなすことができる。ここで、両サイドの 2 つの側面のダクト板は支持しているダクト板面（評価対象面）に作用する圧力及び自重（面外荷重）を面内で受けている。また、接続部材（及び補強部材）は支持しているダクト板面（評価対象面）に取り付けられており、本部位は評価対象面本体よりも面外荷重に対する剛性が增強されている。したがって、評価対象面は、面外に等分布荷重を受ける 4 辺単純支持の長方形板とみなせ、長方形板の大たわみ式（出典：機械工学便覧）を用いて、計算上必要な厚さを求めることができる。（図 2-2 参照）

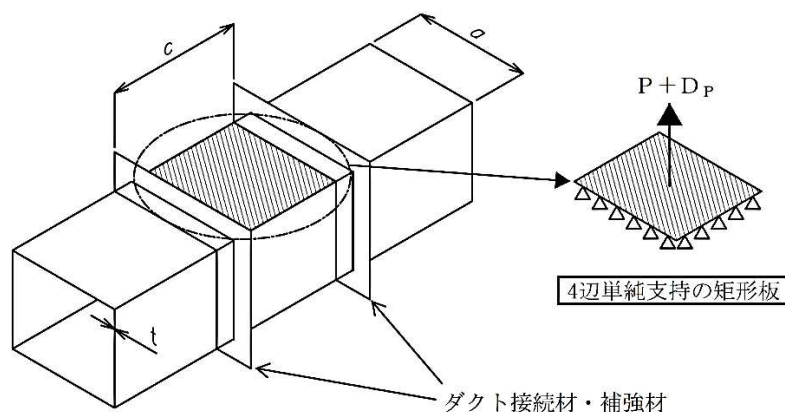


図 2-2 板材の面外荷重に対する評価モデル

| 区 分        | 適用規格番号                                 | 計 算 式  |
|------------|--|--|
| 矩形の<br>ダクト | 機械工学便覧<br>設計・建設規格<br>PPC-3411(1)<br>参考 | $\frac{256 \cdot (1 - \nu^2)}{\pi \cdot E \cdot t^4} \cdot (P + g \cdot D_P) = \frac{4}{3} \cdot \left( \frac{1}{a^2} + \frac{1}{c^2} \right)^2 \cdot \frac{\delta_{\max}}{t}$ $+ \left\{ \frac{4 \cdot \nu}{a^2 \cdot c^2} + (3 - \nu^2) \cdot \left( \frac{1}{a^4} + \frac{1}{c^4} \right) \right\} \cdot \left( \frac{\delta_{\max}}{t} \right)^3 \quad \dots \dots (2.1)$ $S = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot \delta_{\max}}{8 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left\{ \frac{(2 - \nu^2) \cdot \delta_{\max} + 4 \cdot t}{a^2} + \frac{\nu \cdot (\delta_{\max} + 4 \cdot t)}{c^2} \right\} \quad \dots \dots (2.2)$ |

(2.1)式及び(2.2)式を解いて、両式を満足する  $\delta_{\max}$  及び  $t$  を求める。このときの  $t$  を矩形のダクトの計算上必要な厚さと定義する。なお、縦弾性係数は設計・建設規格 付録材料図表 Part6 の値を用いて算出し、ポアソン比を 0.3 として計算を行う。

(3) フランジ (設計・建設規格 PPC-3414 準用)

矩形のアンクルフランジ構造であり、J I S B 8 2 6 5 (2003)「圧力容器の構造—一般事項」に規定するルーズ形フランジと断面形状が類似しており、矩形と円形の形状の違いを考慮することにより、同様な寸法の取り方が可能であるため、図 2-3「フランジ型式」に示すルーズ形フランジに準じた形状にモデル化し、J I S B 8 2 6 5 (2003)「圧力容器の構造—一般事項」に規定するフランジの応力計算に準じてボルトに発生する応力を評価し、必要な強度を有することを確認する。

なお、フランジについては、図 2-3「フランジ型式」に示す断面形状が等ボルト間隔で直線状に配列されるものとして、フランジに作用する曲げ応力を評価し、必要な強度を有することを確認する。

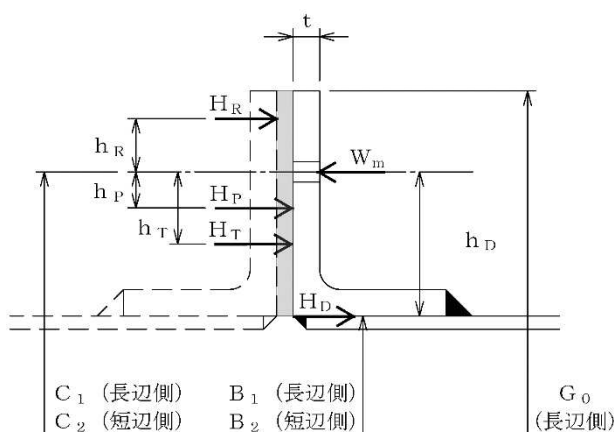


図 2-3 フランジ型式 (矩形アンクルフランジ)

| 項 目  | 計 算 式   |
|--|---|
| ダクトの自重及びその他機械的荷重によりフランジ部に作用する曲げモーメントを圧力に換算した等価圧力 | $P_{eq} = \frac{3 \cdot M}{G_1 \cdot G_2}$                        |
| フランジ応力算定用圧力                                      | $P_{FD} = P + P_{eq}$   |
| 使用状態におけるガスケット座有効幅                                | $b'' = \frac{5}{2}$   |
| ガスケット圧縮力 $H_P$ が作用する位置の距離（長辺側）                   | $G_1 = C_1 - (d_h + 2 \cdot b'')$                                 |
| ガスケット圧縮力 $H_P$ が作用する位置の距離（短辺側）                   | $G_2 = C_2 - (d_h + 2 \cdot b'')$                                 |
| 内圧力によってフランジに加わる全圧力                               | $H = (C_1 - d_h)(C_2 - d_h) \cdot P_{FD}$                         |
| 内圧力によってフランジの内面に加わる荷重                             | $H_D = B_1 \cdot B_2 \cdot P_{FD}$                                |
| 気密を十分に保つためのガスケット圧縮力                              | $H_P = 4 \cdot (G_1 + G_2) \cdot b'' \cdot m \cdot P_{FD}$        |
| 平衡反力   | $H_R = \frac{H_D \cdot h_D + H_T \cdot h_T + H_P \cdot h_P}{h_R}$ |
| 内圧力によってフランジに加わる全荷重とフランジの内面に加わる荷重の差               | $H_T = H - H_D$   |
| ボルト穴中心から $H_D$ 作用点までの距離                          | $h_D = \frac{C_1 - B_1}{2}$                                       |
| ボルト穴中心から $H_P$ 作用点までの距離                          | $h_P = \frac{d_h + 2 \cdot b''}{2}$                               |
| ボルト穴中心から $H_R$ 作用点までの距離                          | $h_R = \frac{G_0 - (C_1 + d_h)}{4} + \frac{d_h}{2}$               |
| ボルト穴中心から $H_T$ 作用点までの距離                          | $h_T = \frac{(C_1 + d_h + 2 \cdot b'') - B_1}{4}$                 |
| 使用状態のボルト荷重                                       | $W_m = H + H_P + H_R$   |

計算上必要なボルト荷重

| 項 目      |                         | 計 算 式                                      |
|----------|-------------------------|--|
| ボルトの発生応力 | ボルト総有効断面積               | $A_b = n \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_b^2$  |
|          | 使用状態でのボルト荷重により生じる平均引張応力 | $\sigma'_{max} = \frac{W_m}{A_b}$          |
|          | 評 価                     | $\sigma'_{max}$ が $\sigma_b$ 以下となることを確認する。 |

| 項 目              |                      | 計 算 式  |
|------------------|----------------------|--|
| するフランジに作用するモーメント | 使用状態でフランジに作用する全モーメント | $M_0 = H_R \cdot h_R$  |
| 応力フランジに生じる       | 使用状態でフランジに作用する発生応力   | $\sigma_{max} = \frac{6 \cdot M_0}{t^2 \cdot (2 \cdot (C_1 + C_2) - n \cdot d_h)}$ |
|                  | 評 価                  | $\sigma_{max}$ が $1.5 \sigma_f$ 以下となることを確認する。                                      |

(4) 穴の補強計算 (設計・建設規格 PPC-3420 準用)

穴の補強計算は、管の計算上必要な厚さに相当する穴の欠損面積（補強に必要な面積）を管の計算上必要な厚さを上回る部分の面積（補強に有効な面積）が補充していることを確認するものである。したがって、管の計算上必要な厚さが実際の管厚さに対して小さければ、補強に有効な面積が補強に必要な面積を下回ることはない。

緊急時対策所換気空調系ダクトの圧力は最も高くなる箇所でも  $0.60 \times 10^{-3} \text{MPa}$  と微圧であり、一般に、前述する(2)項にて定義する計算上必要な厚さは、小さい値となる。このため、補強に必要な面積も小さい値となり、補強に有効な面積を上回ることはない。したがって、緊急時対策所換気空調系のダクトの厚さが計算上必要な厚さに比べて、余裕があることを確認することによって、補強に有効な面積が補強に必要な面積よりも大きくなることを確認できるので、穴の補強計算は省略する。

(5) 応力計算（設計・建設規格 PPC-3500 及び 3700 準用）

縦弾性係数は設計・建設規格 付録材料図表 Part6 の値を用いて算出し、ポアソン比を 0.3 として以下の応力計算を行う。

a. 一次応力（設計・建設規格 PPC-3510 準用）

矩形のダクトの任意のダクト板面に着目すると、ダクト板面は両サイドを他の 2 つの側面のダクト板で、軸方向（流れ方向）を補強部材（及び接続部材）で支持された長方形の板と見なすことができる。したがって、次の計算式（等分布荷重を受ける 4 辺単純支持の長方形板の大たわみ式（出典：機械工学便覧；前述する 2.2(2) 項（厚さ計算）の式と同一）により求められる応力値が、最高使用温度における材料の許容応力を超えないことを確認する。

| 適用規格番号   | 計 算 式  | 許容応力                     |
|--|--|--------------------------|
| <p style="text-align: center;">機械工学便覧<br/>                     （設計・建設規格<br/>                     PPC-3520(1)b<br/>                     参考）</p> | $\frac{256 \cdot (1 - \nu^2)}{\pi^6 \cdot E \cdot t^4} (P + g \cdot D_P) = \frac{4}{3} \cdot \left( \frac{1}{a^2} + \frac{1}{c^2} \right)^2 \cdot \frac{\delta_{\max}}{t}$ $+ \left\{ \frac{4 \cdot \nu}{a^2 \cdot c^2} + (3 - \nu^2) \cdot \left( \frac{1}{a^4} + \frac{1}{c^4} \right) \right\} \cdot \left( \frac{\delta_{\max}}{t} \right)^3 \dots \dots (2.3)$ $S_{\text{pr m}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot \delta_{\max}}{8 \cdot (1 - \nu^2)}$ $\cdot \left\{ \frac{(2 - \nu^2) \cdot \delta_{\max} + 4 \cdot t}{a^2} + \frac{\nu \cdot (\delta_{\max} + 4 \cdot t)}{c^2} \right\}$ $\dots \dots (2.4)$ | <p>1.5 S<sub>h</sub></p> |

(2.3) 式及び(2.4) 式を解いて、両式を満足する  $\delta_{\max}$  及び  $S_{\text{pr m}}$  を求める。このときの  $S_{\text{pr m}}$  を矩形の一次応力と定義する。

3. 評価結果

緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-II ダクトの厚さ計算結果

(1/1) 矩形のダクト

設備区分

放射線管理施設

換気設備

緊急時対策所換気空調系ダクト

| 管 No.                                    | ダクトサイズ<br>(長辺×短辺×板厚×長さ)           | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)  | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 材 料                  | 許容引張応力<br>S<br>(MPa) | 計算上<br>必要な厚さ<br>t<br>(mm) | ダクト厚さ<br>(最小厚さ)<br>(mm)     |
|--|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1  | 150×150×0.8× <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 0.01                      | 0.8<br><input type="text"/> |
| 2  | 150×150×2.0× <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  |                      |                      | 0.02                      | 2.0<br><input type="text"/> |
| 3  | 350×350×0.8× <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  |                      |                      | 0.03                      | 0.8<br><input type="text"/> |
| 4  | 350×350×2.0× <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  |                      |                      | 0.03                      | 2.0<br><input type="text"/> |
| 5  | 200×200×0.8× <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  |                      |                      | 0.02                      | 0.8<br><input type="text"/> |
| 6  | 400×200×0.8× <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  |                      |                      | 0.03                      | 0.8<br><input type="text"/> |
| 7  | 300×300×0.8× <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  |                      |                      | 0.02                      | 0.8<br><input type="text"/> |
| <p>評 価：上記ダクトの最小厚さは、すべて計算上必要な厚さ以上である。</p> |                                   |                       |                     |                      |                      |                           |                             |

10



緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-IV ダクトの応力計算結果

(1/1) 矩形のダクト

| 管<br>No.                            | ダクトサイズ<br>(長辺×短辺×板厚×長さ)           | 厚 さ<br>(mm) | 材 料                  | 最高使用<br>圧 力<br>(MPa)  | 最高使用<br>温 度<br>(°C) | 一 次 応 力       |                      |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------|----------------------|
|                                     |                                   |             |                      |                       |                     | 合計応力<br>(MPa) | 許容応力<br>(MPa)        |
| 1                                   | 150×150×0.8× <input type="text"/> | 0.8         | <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  | 19            | <input type="text"/> |
| 2                                   | 150×150×2.0× <input type="text"/> | 2.0         | <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  | 5             | <input type="text"/> |
| 3                                   | 350×350×0.8× <input type="text"/> | 0.8         | <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  | 24            | <input type="text"/> |
| 4                                   | 350×350×2.0× <input type="text"/> | 2.0         | <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  | 19            | <input type="text"/> |
| 5                                   | 200×200×0.8× <input type="text"/> | 0.8         | <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  | 22            | <input type="text"/> |
| 6                                   | 400×200×0.8× <input type="text"/> | 0.8         | <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  | 24            | <input type="text"/> |
| 7                                   | 300×300×0.8× <input type="text"/> | 0.8         | <input type="text"/> | $0.60 \times 10^{-3}$ | 40                  | 23            | <input type="text"/> |
| 評 価：ダクトの合計応力は、許容応力以下であるので、強度は十分である。 |                                   |             |                      |                       |                     |               |                      |

11

緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算

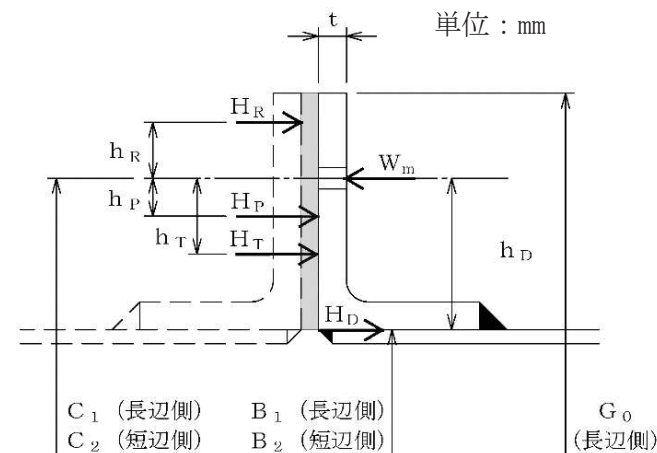
FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(1/7) 矩形のダクト

ダクトサイズ：150×150×0.8×

フランジサイズ：

|                         |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              | 管 No.     | 1            |
|-------------------------|--|-----------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
| フランジ及びボルトの応力            |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| (1) 設計条件及び諸元            |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| 最高使用圧力 (MPa)            | 最高使用温度 (°C)  | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ                   |                                       | ボルト                     |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|                         |  |                       | 材料                     | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料                      | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 0.60×10 <sup>-3</sup>   | 40   | 201.6                 | <input type="text"/>   |                                       |                         |                                       | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |
| (2) フランジの応力             |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| フランジに作用するモーメント          |  |                       | フランジに生じる応力             |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| M <sub>0</sub> (N・mm)   |  |                       | 計算応力                   |                                       | 許容応力                    |                                       |              |                            |              |           |              |
| 1.597×10 <sup>4</sup>   |  |                       | σ <sub>max</sub> (MPa) |                                       | 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |                                       |              |                            |              |           |              |
| 17                      |  |                       | <input type="text"/>   |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| (3) ボルトの応力              |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| ボルトに生じる平均引張応力           |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| 計算応力                    |  |                       | 許容応力                   |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| σ' <sub>max</sub> (MPa) |  |                       | σ <sub>b</sub> (MPa)   |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| 12                      |  |                       | <input type="text"/>   |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| 評価                      | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。

緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(2/7) 矩形のダクト

ダクトサイズ：150×150×2.0×

フランジサイズ：

管 No.

2

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ                 |                                       | ボルト                  |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料                   | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料                   | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 0.60×10 <sup>-3</sup> | 40          | 204                   | <input type="text"/> | <input type="text"/>                  | <input type="text"/> | <input type="text"/>                  | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

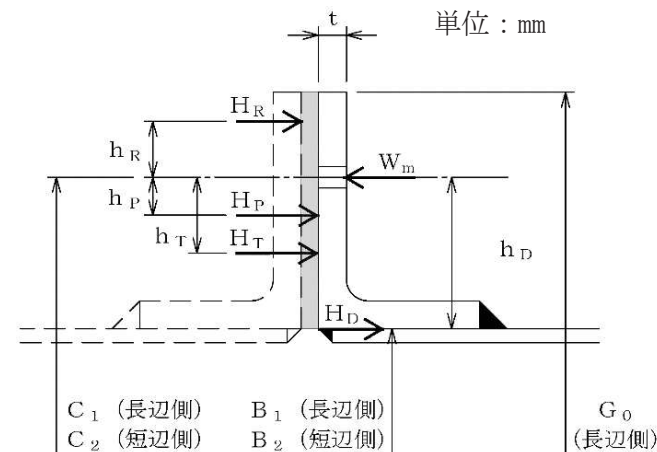
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 4.711×10 <sup>4</sup> | 50                          | <input type="text"/>         |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 34                           | <input type="text"/>      |

評価 フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。

緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(3/7) 矩形のダクト

ダクトサイズ：350×350×0.8×

フランジサイズ：

管 No.

3

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ                 |                                       | ボルト                  |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料                   | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料                   | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 φ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 0.60×10 <sup>-3</sup> | 40          | 401.6                 | <input type="text"/> | <input type="text"/>                  | <input type="text"/> | <input type="text"/>                  | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

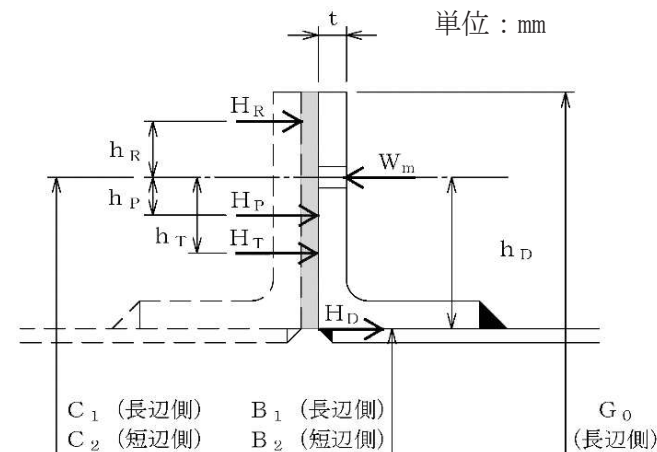
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 2.079×10 <sup>4</sup> | 11                          | <input type="text"/>         |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 8                            | <input type="text"/>      |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。

緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(4/7) 矩形のダクト

ダクトサイズ：350×350×2.0×

フランジサイズ：

管 No.

4

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ                 |                                       | ボルト                  |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料                   | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料                   | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 0.60×10 <sup>-3</sup> | 40          | 404                   | <input type="text"/> | <input type="text"/>                  | <input type="text"/> | <input type="text"/>                  | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

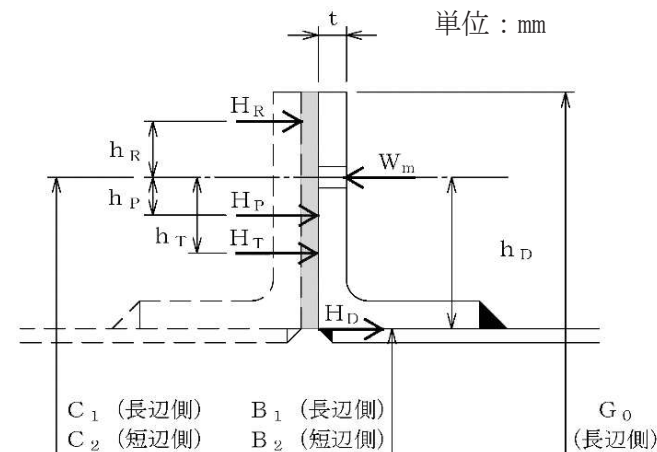
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 5.534×10 <sup>4</sup> | 28                          | <input type="text"/>         |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 20                           | <input type="text"/>      |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。

緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算

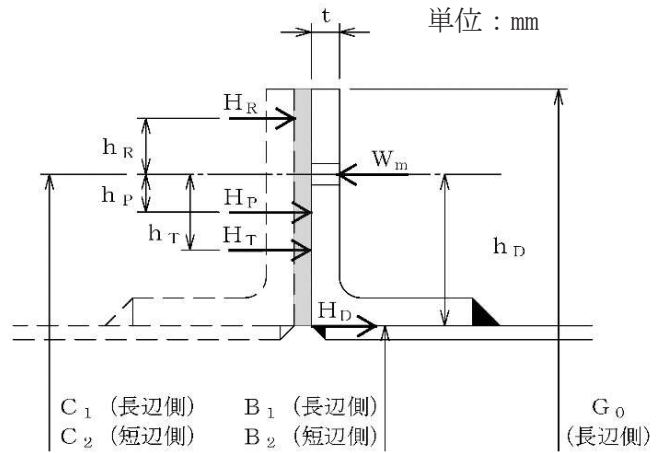
FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(5/7) 矩形のダクト

ダクトサイズ：200×200×0.8×

フランジサイズ：

|                              |  |                       |                             |                                       |                              |                                       |              |                            |              | 管 No.     | 5            |
|------------------------------|--|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
| フランジ及びボルトの応力                 |  |                       |                             |                                       |                              |                                       |              |                            |              |           |              |
| (1) 設計条件及び諸元                 |  |                       |                             |                                       |                              |                                       |              |                            |              |           |              |
| 最高使用圧力 (MPa)                 | 最高使用温度 (°C)  | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ                        |                                       | ボルト                          |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|                              |  |                       | 材料                          | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料                           | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 0.60×10 <sup>-3</sup>        | 40   | 251.6                 | <input type="text"/>        |                                       |                              |                                       | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |
| (2) フランジの応力                  |  |                       |                             |                                       |                              |                                       |              |                            |              |           |              |
| フランジに作用するモーメント               |  |                       | フランジに生じる応力                  |                                       |                              |                                       |              |                            |              |           |              |
| M <sub>0</sub> (N・mm)        |  |                       | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) |                                       | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |                                       |              |                            |              |           |              |
| 2.079×10 <sup>4</sup>        |  |                       | 18                          |                                       | <input type="text"/>         |                                       |              |                            |              |           |              |
| (3) ボルトの応力                   |  |                       |                             |                                       |                              |                                       |              |                            |              |           |              |
| ボルトに生じる平均引張応力                |  |                       |                             |                                       |                              |                                       |              |                            |              |           |              |
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) |  |                       | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa)   |                                       |                              |                                       |              |                            |              |           |              |
| 10                           |  |                       | <input type="text"/>        |                                       |                              |                                       |              |                            |              |           |              |
| 評価                           | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |                       |                             |                                       |                              |                                       |              |                            |              |           |              |



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。

緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算

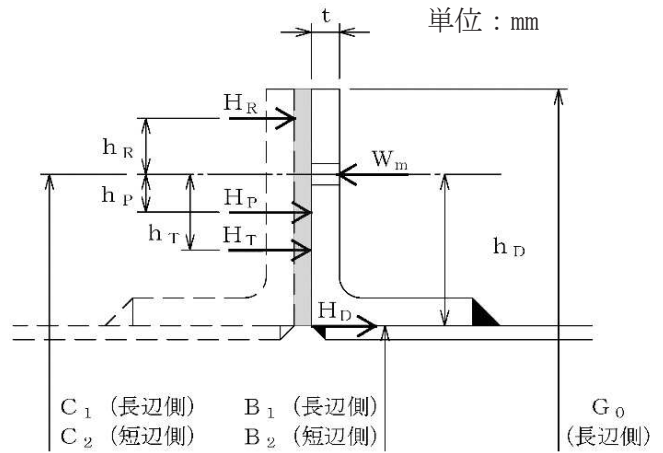
FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(6/7) 矩形のダクト

ダクトサイズ：400×200×0.8×

フランジサイズ：

|                         |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              | 管 No.     | 6            |
|-------------------------|--|-----------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
| フランジ及びボルトの応力            |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| (1) 設計条件及び諸元            |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| 最高使用圧力 (MPa)            | 最高使用温度 (°C)  | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ                   |                                       | ボルト                     |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|                         |  |                       | 材料                     | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料                      | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 0.60×10 <sup>-3</sup>   | 40   | 451.6                 | <input type="text"/>   |                                       |                         |                                       | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |
| (2) フランジの応力             |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| フランジに作用するモーメント          |  |                       | フランジに生じる応力             |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| M <sub>0</sub> (N・mm)   |  |                       | 計算応力                   |                                       | 許容応力                    |                                       |              |                            |              |           |              |
| 1.989×10 <sup>4</sup>   |  |                       | σ <sub>max</sub> (MPa) |                                       | 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |                                       |              |                            |              |           |              |
| 12                      |  |                       | <input type="text"/>   |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| (3) ボルトの応力              |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| ボルトに生じる平均引張応力           |  |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| 計算応力                    |  |                       | 許容応力                   |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| σ' <sub>max</sub> (MPa) |  |                       | σ <sub>b</sub> (MPa)   |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| 7                       |  |                       | <input type="text"/>   |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |
| 評価                      | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |                       |                        |                                       |                         |                                       |              |                            |              |           |              |



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。

緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算

FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(7/7) 矩形のダクト

ダクトサイズ：300×300×0.8×

フランジサイズ：

管 No.

7

フランジ及びボルトの応力

(1) 設計条件及び諸元

| 最高使用圧力 (MPa)          | 最高使用温度 (°C) | G <sub>0</sub> * (mm) | フランジ                 |                                       | ボルト                  |                                       |              | ガスケット                      |              |           |              |
|-----------------------|-------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------|--------------|
|                       |             |                       | 材料                   | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>f</sub> (MPa) | 材料                   | 最高使用温度における許容引張応力 σ <sub>b</sub> (MPa) | ボルト間隔 ℓ (mm) | ボルトの谷径 d <sub>b</sub> (mm) | 材料           | ガスケット係数 m | 有効幅 b'' (mm) |
| 0.60×10 <sup>-3</sup> | 40          | 351.6                 | <input type="text"/> | <input type="text"/>                  | <input type="text"/> | <input type="text"/>                  | 100          | <input type="text"/>       | クロロプレ<br>ンゴム | 0.5       | 2.5          |

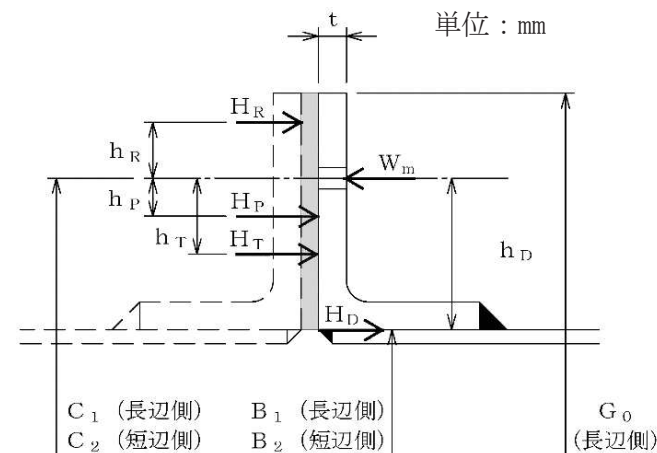
(2) フランジの応力

| フランジに作用するモーメント        | フランジに生じる応力                  |                              |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M <sub>0</sub> (N・mm) | 計算応力 σ <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 1.5σ <sub>f</sub> (MPa) |
| 2.074×10 <sup>4</sup> | 12                          | <input type="text"/>         |

(3) ボルトの応力

| ボルトに生じる平均引張応力                |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| 計算応力 σ' <sub>max</sub> (MPa) | 許容応力 σ <sub>b</sub> (MPa) |
| 8                            | <input type="text"/>      |

|    |  |
|----|--|
| 評価 | フランジに生じる応力及びボルトに生じる応力は、設計・建設規格 PPC-3414 に規定される許容応力以下であるので強度は十分である。 |
|----|--|



注記\*：ガスケット外面幅（長辺側）とフランジ外面幅（長辺側）の小さい方の値。



VI-3-3-5-1-3 中央制御室待避所加圧空気供給系の強度計算書

## 目 次

VI-3-3-5-1-3-1 中央制御室待避所加圧設備（空気ポンベ）の強度評価書

VI-3-3-5-1-3-2 管の強度計算書（中央制御室待避所加圧空気供給系）

VI-3-3-5-1-3-1 中央制御室待避所加圧設備（空気ボンベ）の  
強度評価書

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（法令又は公的な規格）（中央制御室待避所加圧設備（空気ポンベ））

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

| 種類             | 使用目的及び使用環境   | 材料        | 最高使用圧力（MPa） | 最高使用温度（℃） |
|----------------|--|-----------|-------------|-----------|
| 継目無し<br>高圧ガス容器 | 中央制御室待避所に待避している運転員の被ばく低減のための空気を貯蔵する容器として使用することを目的とする。使用環境として，空気を貯蔵し，屋内で使用する。 | クロムモリブデン鋼 | 19.6*       | 40*       |

注記\*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. 法令又は公的な規格に規定されている事項

| 規格及び基準 | 「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」   |   |  |                  |   |
|--------|---|---|--|------------------|---|
| 機器名    | 使用目的及び想定している使用環境  | 材料  | 最高使用圧力（MPa）  | 最高使用温度（℃）        | 規格及び基準に基づく試験  |
| 継目なし容器 | 高圧ガスを充填し，貯蔵，移動等をするための容器として使用することを目的とする。使用環境として，屋内外* <sup>1</sup> で高圧ガスを充填することを想定している。 | 充填する高圧ガスの種類，充填圧力，使用温度及び使用される環境に応じた適切な材料を使用して製造すること。 | 温度 35℃においてその容器に充填することができるガスの圧力のうち最高のものの数値。* <sup>2</sup> | 40* <sup>1</sup> | 耐圧試験（試験圧力：最高充填圧力の5/3倍）等の容器検査に合格したものに，刻印または標章の掲示がなされる。 |

注記\*<sup>1</sup>：容器等を常に温度 40℃以下に保つ必要があり，直射日光等による温度上昇を防ぐため，屋根，障壁を設ける等の措置を講じることが，「高圧ガス保安法及び関係政省令の運用及び解釈について（内規）」に記載されている。

\*<sup>2</sup>：「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に規定される最高充填圧力であり，当該ポンベにおいては 19.6MPa である。

III. メーカー仕様

| 機器名            | 使用目的及び想定している使用環境   | 材料        | 最高使用圧力（MPa） | 最高使用温度（℃） | 規格及び基準に基づく試験   |
|----------------|--|-----------|-------------|-----------|--|
| 継目無し<br>高圧ガス容器 | 1 MPa を超えるような高圧ガスを充填し，保安・運搬等をするための容器として使用することを目的とする。使用環境として，屋内外*で高圧ガスを充填することを想定している。 | クロムモリブデン鋼 | 19.6        | 40*       | 高圧ガス保安法に基づく容器保安規則による耐圧試験（試験圧力：最高充填圧力の5/3倍）等の容器検査に合格している。 |

注記\*：「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」に従い使用する。

IV. 確認項目

(a)：規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ポンベは，重大事故等時に空気供給用として屋内で使用される。一方，「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」は，高圧ガスを貯蔵する容器の技術上の規定を定めた一般産業品に対する規格であり，高圧ガスを貯蔵する容器は 40℃以下で使用し，直射日光等による温度上昇を防ぐよう規定されている。重大事故等時における当該ポンベの使用目的及び使用環境は，本規格で定める使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-1)：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（ⅡとⅢの材料及び試験条件の比較，ⅠとⅢの使用条件の比較）

当該ポンベには、「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に従った適切な材料であるクロムモリブデン鋼が使用されていることを容器検査成績書等により確認できる。

当該ポンベの最高使用温度は「一般高圧ガス保安規則」で定める 40℃以下，最高使用圧力はメーカー仕様の範囲内であり，「高圧ガス保安法」に基づく「容器保安規則」に従った最高使用圧力を上回る耐圧試験に合格していることを容器検査成績書等により確認できることから，当該ポンベは要求される強度を有している。

#### V. 評価結果

上記の重大事故等クラス 3 機器は，一般産業品として「高圧ガス保安法」（「容器保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則」含む）に適合し，使用材料の特性を踏まえた上で，重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

VI-3-3-5-1-3-2 管の強度計算書（中央制御室待避所加圧空気供給系）

## 目 次

- VI-3-3-5-1-3-2-1 管の基本板厚計算書（中央制御室待避所加圧空気供給系）
- VI-3-3-5-1-3-2-2 管の応力計算書（中央制御室待避所加圧空気供給系）
- VI-3-3-5-1-3-2-3 管（可搬型）の強度評価書（中央制御室待避所加圧空気供給系）

VI-3-3-5-1-3-2-1 管の基本板厚計算書（中央制御室待避所加圧空気供給系）

02 ③ VI-3-3-5-1-3-2-1 R0



## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する既設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|------------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件        |            | SA条件        |                            |              |      |                 |           |            |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |      |                 |           | 温度<br>(°C) |
| 1    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 22.00       | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 2    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 22.00       | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 3    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 22.00       | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 4    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 22.00       | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 5    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 22.00       | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 6    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 22.00       | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 7    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 22.00       | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 8    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 9    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 10   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する既設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|------------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件        |            | SA条件        |                            |              |      |                 |           |            |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |      |                 |           | 温度<br>(°C) |
| 11   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 12   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 13   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 14   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 15   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 16   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 17   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |
| 18   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —          | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2       |

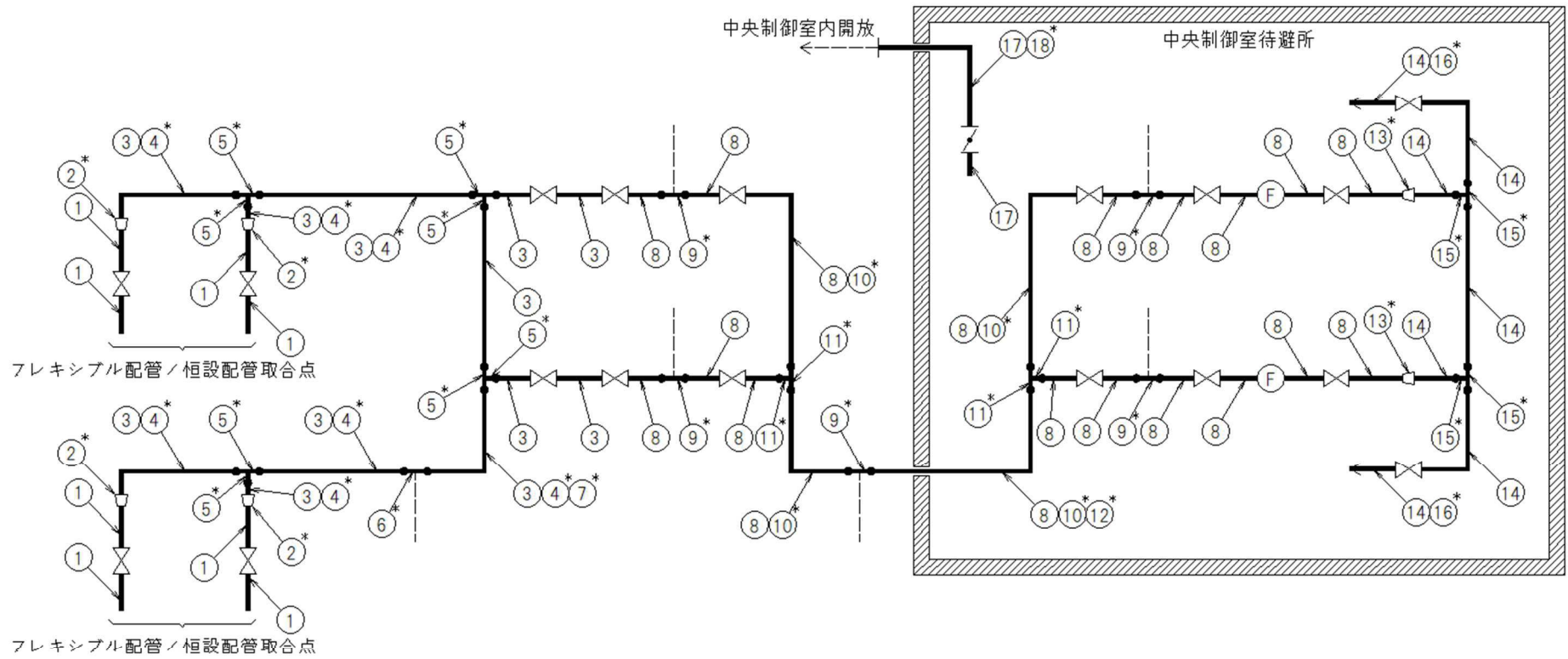
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分    | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|---------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 7    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 8    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 9    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 10   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 11   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 12   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 13   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 14   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 15   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 16   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 17   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 18   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |

目次

|            |   |
|------------|---|
| 1. 概略系統図   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 | 2 |

1. 概略系統図



注記\* 管継手  
中央制御室待避所加圧空気供給系概略系統図

2. 管の強度計算書（重大事故等クラス 2 管）

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| No. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料      | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | $\eta$ | Q      | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------------------|--------------|----------|--------|-------------|------------|--------|--------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 22.00                | 40                 | 21.7                          | 3.70         | SUS304TP | S      | 2           | 129        | 1.00   | 10%    | 3.33                   | 1.74      | A      | 1.74                   |
| 2   | 22.00                | 40                 | 50.0                          | 7.75         | SUSF304  | S      | 2           | 129        | 1.00   | 0.75mm | 7.00                   | 4.00      | A      | 4.00                   |
| 3   | 22.00                | 40                 | 34.0                          | 4.50         | SUS304TP | S      | 2           | 129        | 1.00   | 12.5%  | 3.93                   | 2.72      | A      | 2.72                   |
| 4   | 22.00                | 40                 | 57.0                          | 11.25        | SUSF304  | S      | 2           | 129        | 1.00   | 4.25mm | 7.00                   | 4.56      | A      | 4.56                   |
| 5   | 22.00                | 40                 | 57.0                          | 11.25        | SUSF304  | S      | 2           | 129        | 1.00   | 4.25mm | 7.00                   | 4.56      | A      | 4.56                   |
| 6   | 22.00                | 40                 | 57.0                          | 11.25        | SUSF304  | S      | 2           | 129        | 1.00   | 4.25mm | 7.00                   | 4.56      | A      | 4.56                   |
| 7   | 22.00                | 40                 | 50.0                          | 7.75         | SUSF304  | S      | 2           | 129        | 1.00   | 0.75mm | 7.00                   | 4.00      | A      | 4.00                   |
| 8   | 0.86                 | 40                 | 34.0                          | 3.40         | SUS304TP | S      | 2           | 129        | 1.00   | 0.5mm  | 2.90                   | 0.12      | A      | 0.12                   |
| 9   | 0.86                 | 40                 | 47.0                          | 6.25         | SUSF304  | S      | 2           | 129        | 1.00   | 1.25mm | 5.00                   | 0.16      | A      | 0.16                   |
| 10  | 0.86                 | 40                 | 47.0                          | 6.25         | SUSF304  | S      | 2           | 129        | 1.00   | 1.25mm | 5.00                   | 0.16      | A      | 0.16                   |

評価：t<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，よって十分である。

管の強度計算書（重大事故等クラス 2 管）

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| No. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料      | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | $\eta$ | Q      | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------------------|--------------|----------|--------|-------------|------------|--------|--------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 11  | 0.86                 | 40                 | 47.0                          | 6.25         | SUSF304  | S      | 2           | 129        | 1.00   | 1.25mm | 5.00                   | 0.16      | A      | 0.16                   |
| 12  | 0.86                 | 40                 | 46.0                          | 5.75         | SUSF304  | S      | 2           | 129        | 1.00   | 0.75mm | 5.00                   | 0.16      | A      | 0.16                   |
| 13  | 0.86                 | 40                 | 75.0                          | 6.95         | SUSF304  | S      | 2           | 129        | 1.00   | 0.85mm | 6.10                   | 0.25      | A      | 0.25                   |
| 14  | 0.86                 | 40                 | 60.5                          | 3.90         | SUS304TP | S      | 2           | 129        | 1.00   | 0.5mm  | 3.40                   | 0.21      | A      | 0.21                   |
| 15  | 0.86                 | 40                 | 76.0                          | 7.45         | SUSF304  | S      | 2           | 129        | 1.00   | 1.35mm | 6.10                   | 0.26      | A      | 0.26                   |
| 16  | 0.86                 | 40                 | 76.0                          | 7.45         | SUSF304  | S      | 2           | 129        | 1.00   | 1.35mm | 6.10                   | 0.26      | A      | 0.26                   |
| 17  | 0.86                 | 40                 | 89.1                          | 5.50         | SUS304TP | S      | 2           | 129        | 1.00   | 12.5%  | 4.81                   | 0.30      | A      | 0.30                   |
| 18  | 0.86                 | 40                 | 89.1                          | 5.50         | SUS304TP | S      | 2           | 129        | 1.00   | 12.5%  | 4.81                   | 0.30      | A      | 0.30                   |

評価：  $t_s \geq t_r$ ， よって十分である。



VI-3-3-5-1-3-2-2 管の応力計算書（中央制御室待避所加圧空気供給系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 応力計算<br>モデルNo. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |           |
|----------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|-----------|
|                |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件        |           | SA条件        |                            |              |      |                 |           |           |
|                |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |      |                 |           | 温度<br>(℃) |
| MHAPS-001      | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —         | 22.00       | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |
| MHAPS-002      | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —         | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |
| MHAPS-003      | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —         | 0.86        | 40                         | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |

## 重大事故等対処設備

## 目次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 概要                    | 1  |
| 2. 概略系統図及び鳥瞰図            | 2  |
| 2.1 概略系統図                | 2  |
| 2.2 鳥瞰図                  | 4  |
| 3. 計算条件                  | 9  |
| 3.1 設計条件                 | 9  |
| 3.2 材料及び許容応力             | 18 |
| 4. 計算結果                  | 19 |
| 5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 | 20 |

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。




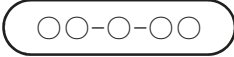

### (1) 管

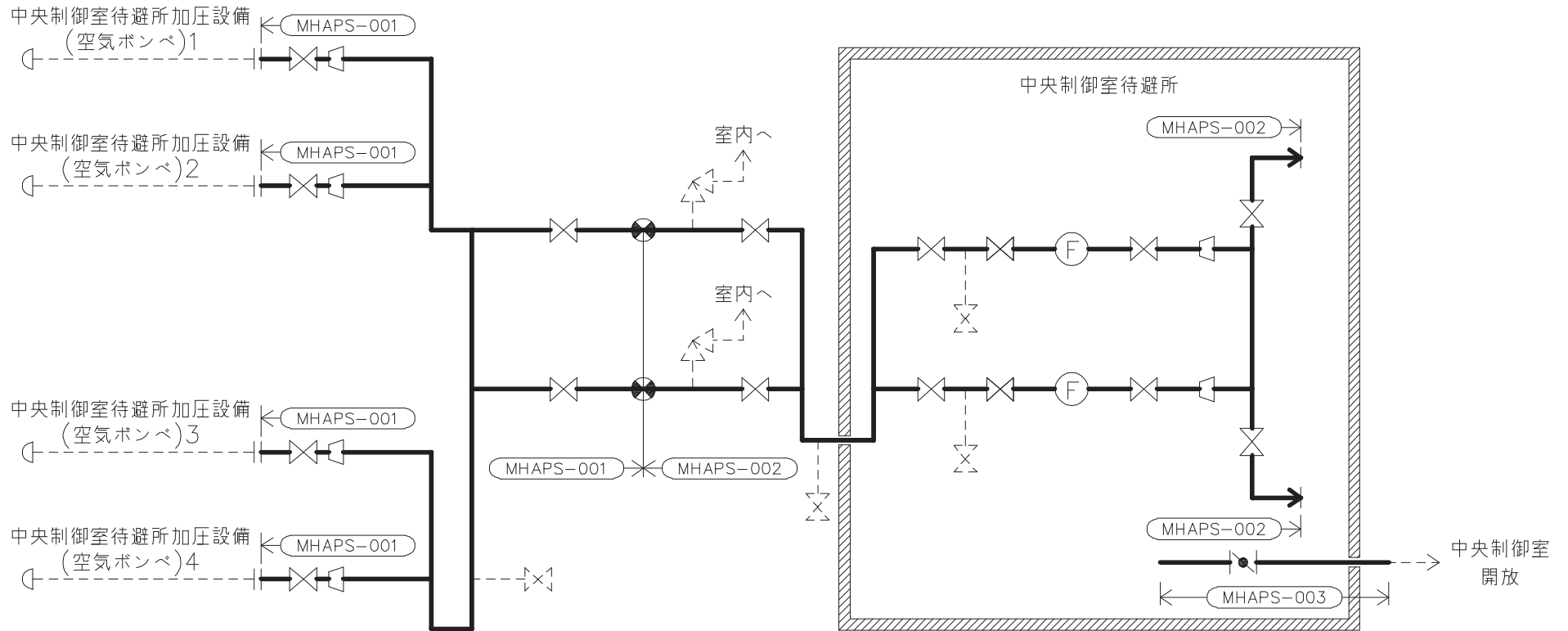
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果についても記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

| 記号   | 内容   |
|--|--|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                             |
|  (細線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管                    |
|  (破線) | 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管 |
|       | 鳥瞰図番号  |
|      | アンカ  |


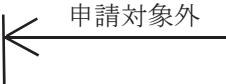


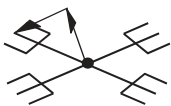
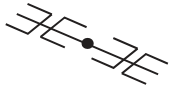
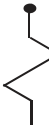
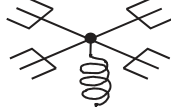


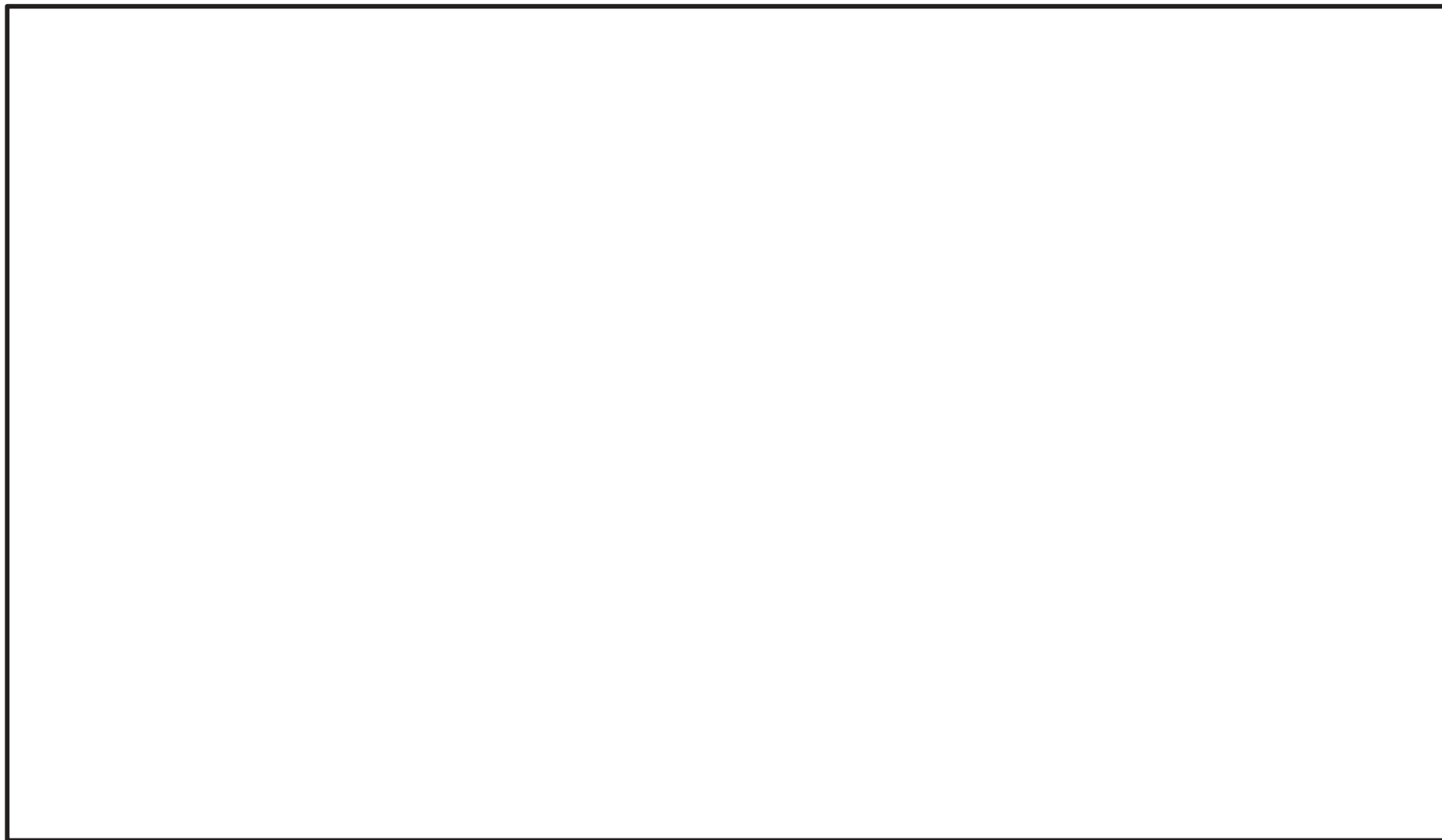
中央制御室待避所加圧空気供給系概略系統図

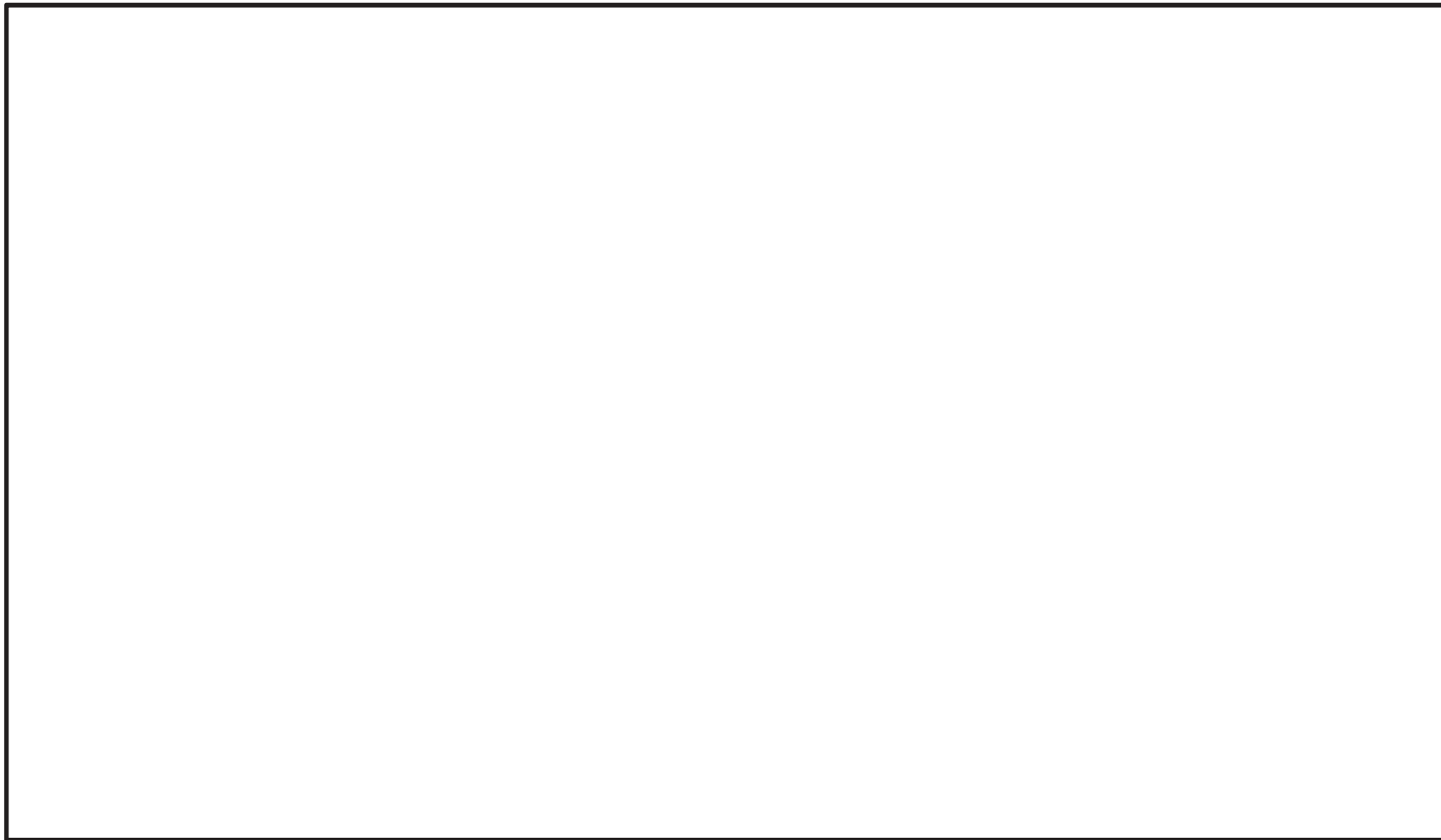


2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

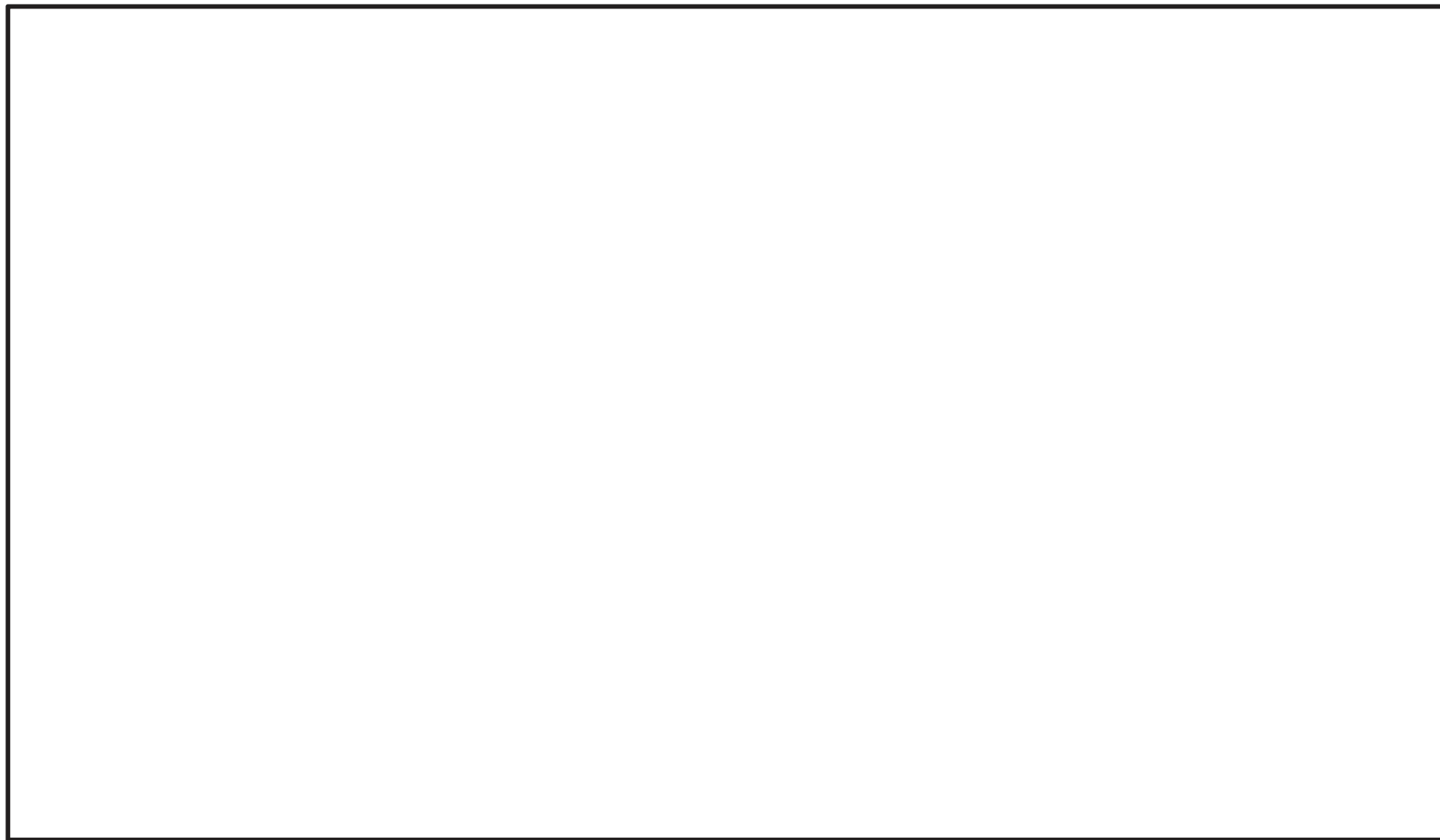
| 記号  | 内容   |
|---|--|
|    | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                                   |
|    | 工事計画記載範囲外の管  |
|    | 質点   |
|    | アンカ  |
|   | レストレイント<br>(矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。) |
|  | スナップ   |
|  | ハンガ  |
|  | ガイド  |





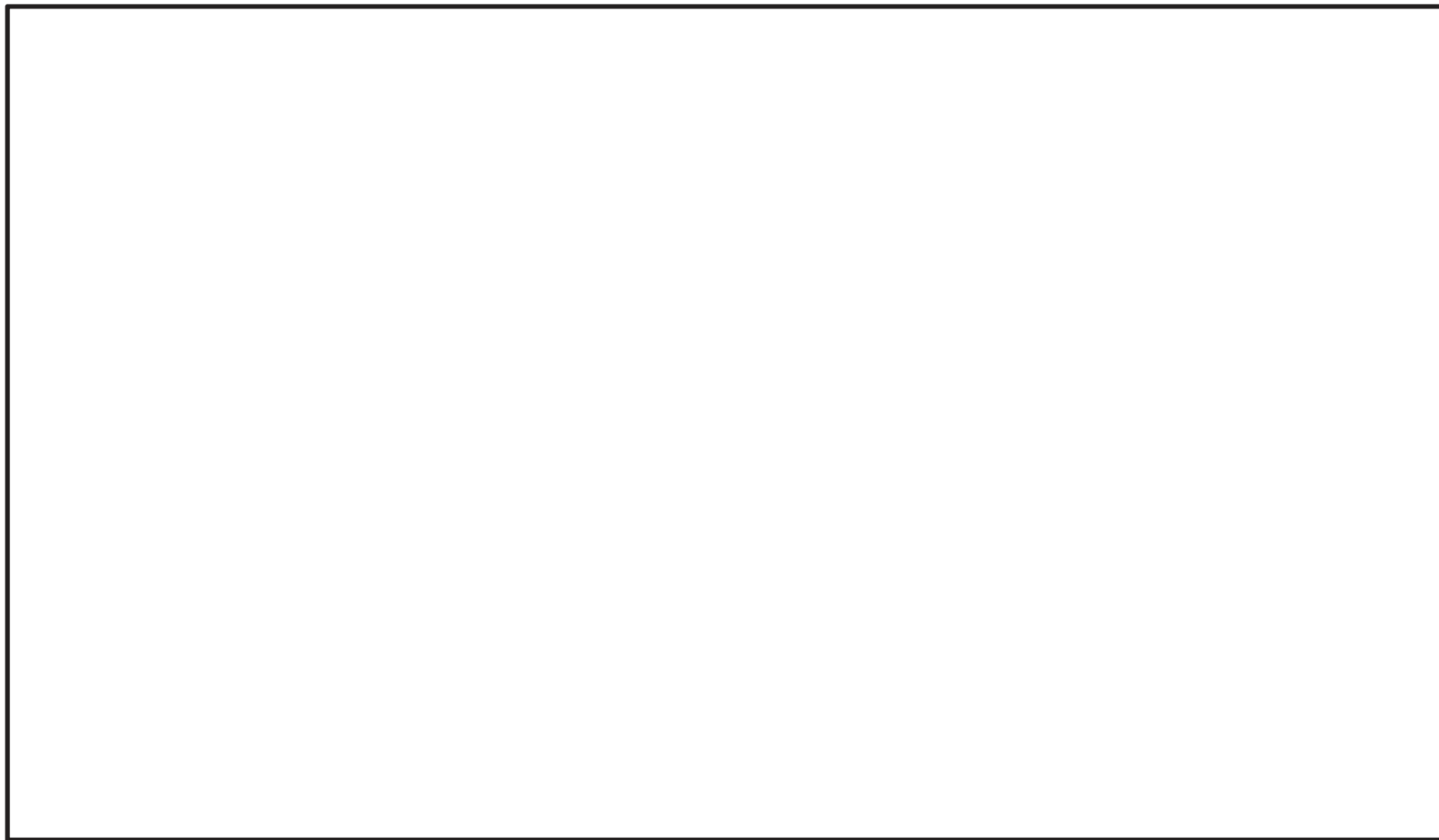
鳥瞰図

MHAPS-002 (2/4)



|     |                 |
|-----|-----------------|
| 鳥瞰図 | MHAPS-002 (3/4) |
|-----|-----------------|

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図

MHAPS-002 (4/4)

### 3. 計算条件

#### 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し、管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MHAPS-002

| 管名称 | 最高使用圧力<br>(MPa) | 最高使用温度<br>(°C) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 材料       |
|-----|-----------------|----------------|------------|------------|----------|
| 1   | 0.86            | 40             | 21.7       | 2.8        | SUS304TP |
| 2   | 0.86            | 40             | 34.0       | 3.4        | SUS304TP |
| 3   | 0.86            | 40             | 60.5       | 3.9        | SUS304TP |
| 4   | 0.86            | 40             | 21.7       | 2.8        | SUS304TP |
| 5   | 0.86            | 40             | 34.0       | 3.4        | SUS304TP |
| 6   | 0.86            | 40             | 30.0       | 3.0        | SUS304TP |
| 7   | 0.86            | 40             | 10.5       | 1.7        | SUS304TP |
| 8   | 22.00           | 40             | 34.0       | 3.4        | SUS304TP |
| 9   | 0.00            | 40             | 60.5       | 3.9        | SUS304TP |

管名称と対応する評価点  
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥瞰図番号 MHAPS-002

| 管名称 | 対 応 す る 評 価 点 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1   | 125           | 126 | 127 | 128 | 138 | 139 | 140 | 141 |     |     |     |     |
| 2   | 2             | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
|     | 14            | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  |
|     | 26            | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  |
|     | 38            | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  |
|     | 50            | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  | 58  | 59  | 60  | 61  |
|     | 62            | 63  | 64  | 65  | 66  | 67  | 68  | 69  | 70  | 71  | 72  | 73  |
|     | 74            | 75  | 76  | 77  | 78  | 79  | 80  | 81  | 82  | 83  | 84  | 85  |
|     | 86            | 87  | 88  | 89  | 90  | 91  | 92  | 93  | 94  | 95  | 96  | 97  |
|     | 98            | 99  | 101 | 102 | 103 | 104 | 114 | 115 | 116 | 117 | 119 | 120 |
|     | 121           | 122 | 123 | 124 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 136 | 137 | 143 |
| 3   | 144           | 150 | 151 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 184 | 185 |     |     |
|     | 105           | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 163 | 164 | 165 |
|     | 166           | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 |
|     | 179           | 180 | 181 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 4   | 124           | 125 | 137 | 138 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 5   | 104           | 105 | 113 | 114 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 6   | 99            | 100 | 101 | 117 | 118 | 119 | 182 | 183 |     |     |     |     |
| 7   | 128           | 129 | 141 | 142 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 8   | 1             | 2   | 134 | 135 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 9   | 146           | 147 | 148 | 149 | 153 | 154 | 155 | 156 |     |     |     |     |

O2 ③ VI-3-3-5-1-3-2-2 (重) R0

配管の質量（付加質量含む）  
評価点の質量を下表に示す。

鳥瞰図番号 MHAPS-002

| 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) |
|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|
|     |            |     |            |     |            |     |            |     |            |

02 ③ VI-3-3-5-1-3-2-2 (重) R0



鳥瞰図番号 MHAPS-002

| 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) |
|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|
|     |            |     |            |     |            |     |            |     |            |

02 ③ VI-3-3-5-1-3-2-2 (重) R0

弁部の質量を下表に示す。

鳥瞰図番号 MHAPS-002

弁 1

弁 2

| 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) |
|-----|------------|-----|------------|
|     |            |     |            |

弁 3

弁 4

| 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) |
|-----|------------|-----|------------|
|     |            |     |            |

弁 5

弁 6

弁 7

弁 8

弁 9

| 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) |
|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|
|     |            |     |            |     |            |     |            |     |            |

弁 1 0

弁 1 1

弁 1 2

弁 1 3

弁 1 4

| 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) |
|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|
|     |            |     |            |     |            |     |            |     |            |

弁 1 5

弁 1 6

弁 1 7

| 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) | 評価点 | 質量<br>(kg) |
|-----|------------|-----|------------|-----|------------|
|     |            |     |            |     |            |

弁部の寸法を下表に示す。

鳥瞰図番号 MHAPS-002

| 弁 No. | 評価点 | 外径(mm) | 厚さ(mm) | 長さ(mm) |
|-------|-----|--------|--------|--------|
| 弁 1   | 1   | 34.0   | 3.4    | 250    |
| 弁 2   | 135 | 34.0   | 3.4    | 250    |
| 弁 3   | 145 | 46.0   | 9.0    | 105    |
| 弁 4   | 152 | 46.0   | 9.0    | 105    |
| 弁 5   | 5   | 34.0   | 3.4    | —      |
| 弁 6   | 131 | 34.0   | 3.4    | —      |
| 弁 7   | 157 | 34.0   | 3.4    | —      |
| 弁 8   | 95  | 34.0   | 3.4    | —      |
| 弁 9   | 98  | 34.0   | 3.4    | —      |
| 弁 1 0 | 103 | 34.0   | 3.4    | —      |
| 弁 1 1 | 139 | 21.7   | 2.8    | —      |
| 弁 1 2 | 160 | 34.0   | 3.4    | —      |
| 弁 1 3 | 120 | 34.0   | 3.4    | —      |
| 弁 1 4 | 115 | 34.0   | 3.4    | —      |
| 弁 1 5 | 126 | 21.7   | 2.8    | —      |
| 弁 1 6 | 176 | 60.5   | 3.9    | —      |
| 弁 1 7 | 166 | 60.5   | 3.9    | —      |

支持点部のばね定数を下表に示す。

鳥瞰図番号 MHAPS-002

| 支持点番号 | 各軸方向のばね定数 (N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad) |   |   |
|-------|------------------|---|---|-----------------------|---|---|
|       | X                | Y | Z | X                     | Y | Z |
| 1     |                  |   |   |                       |   |   |
| 135   |                  |   |   |                       |   |   |
| 4     |                  |   |   |                       |   |   |
| 143   |                  |   |   |                       |   |   |
| 148   |                  |   |   |                       |   |   |
| 6     |                  |   |   |                       |   |   |
| 132   |                  |   |   |                       |   |   |
| 150   |                  |   |   |                       |   |   |
| 155   |                  |   |   |                       |   |   |
| 130   |                  |   |   |                       |   |   |
| 9     |                  |   |   |                       |   |   |
| 11    |                  |   |   |                       |   |   |
| 158   |                  |   |   |                       |   |   |
| 14    |                  |   |   |                       |   |   |
| 18    |                  |   |   |                       |   |   |
| 20    |                  |   |   |                       |   |   |
| 22    |                  |   |   |                       |   |   |
| 24    |                  |   |   |                       |   |   |
| 27    |                  |   |   |                       |   |   |
| 29    |                  |   |   |                       |   |   |
| 31    |                  |   |   |                       |   |   |
| 33    |                  |   |   |                       |   |   |
| 35    |                  |   |   |                       |   |   |
| 37    |                  |   |   |                       |   |   |
| 42    |                  |   |   |                       |   |   |
| 44    |                  |   |   |                       |   |   |
| 46    |                  |   |   |                       |   |   |
| 48    |                  |   |   |                       |   |   |
| 50    |                  |   |   |                       |   |   |
| 52    |                  |   |   |                       |   |   |
| 54    |                  |   |   |                       |   |   |
| 56    |                  |   |   |                       |   |   |

O 2 ③ VI-3-3-5-1-3-2-2 (重) R 0

鳥瞰図番号 MHAPS-002

| 支持点番号 | 各軸方向のばね定数 (N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad) |   |   |
|-------|------------------|---|---|-----------------------|---|---|
|       | X                | Y | Z | X                     | Y | Z |
| 58*   |                  |   |   |                       |   |   |
| 60    |                  |   |   |                       |   |   |
| 62    |                  |   |   |                       |   |   |
| 64    |                  |   |   |                       |   |   |
| 66    |                  |   |   |                       |   |   |
| 68*   |                  |   |   |                       |   |   |
| 70    |                  |   |   |                       |   |   |
| 72    |                  |   |   |                       |   |   |
| 74    |                  |   |   |                       |   |   |
| 76    |                  |   |   |                       |   |   |
| 78    |                  |   |   |                       |   |   |
| 80    |                  |   |   |                       |   |   |
| 82    |                  |   |   |                       |   |   |
| 84    |                  |   |   |                       |   |   |
| 86    |                  |   |   |                       |   |   |
| 88    |                  |   |   |                       |   |   |
| 90    |                  |   |   |                       |   |   |
| 92    |                  |   |   |                       |   |   |
| 94    |                  |   |   |                       |   |   |
| 97    |                  |   |   |                       |   |   |
| 102   |                  |   |   |                       |   |   |
| 106   |                  |   |   |                       |   |   |
| 173   |                  |   |   |                       |   |   |
| 175   |                  |   |   |                       |   |   |
| 177   |                  |   |   |                       |   |   |
| 179   |                  |   |   |                       |   |   |
| 108   |                  |   |   |                       |   |   |
| 110   |                  |   |   |                       |   |   |
| 163   |                  |   |   |                       |   |   |
| 165   |                  |   |   |                       |   |   |

注記：\*印は斜め拘束を示す。また、下段は方向余弦を示す。

O 2 ③ VI-3-3-5-1-3-2-2 (重) R 0

鳥瞰図番号 MHAPS-002

| 支持点番号 | 各軸方向のばね定数 (N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad) |   |   |
|-------|------------------|---|---|-----------------------|---|---|
|       | X                | Y | Z | X                     | Y | Z |
| 167   |                  |   |   |                       |   |   |
| 169   |                  |   |   |                       |   |   |
| 161   |                  |   |   |                       |   |   |
| 121   |                  |   |   |                       |   |   |
| 116   |                  |   |   |                       |   |   |
| 112   |                  |   |   |                       |   |   |
| 40    |                  |   |   |                       |   |   |
| 127   |                  |   |   |                       |   |   |
| 184   |                  |   |   |                       |   |   |
| 140   |                  |   |   |                       |   |   |
| 185   |                  |   |   |                       |   |   |

O 2 ③ VI-3-3-5-1-3-2-2 (重) R 0

### 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

| 材料       | 最高使用温度<br>(°C) | 許容応力<br>(MPa)  |
|----------|----------------|----------------|
|          |                | S <sub>h</sub> |
| SUS304TP | 40             | 129            |

4. 計算結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 以下の管

設計・建設規格 PPC-3520 の規定に基づく評価

| 鳥瞰図       | 最大応力評価点 | 最大応力区分*        | 一次応力評価 (MPa)   |           |
|-----------|---------|----------------|----------------|-----------|
|           |         |                | 計算応力           | 許容応力      |
|           |         |                | $S_{pr m} (1)$ | $1.5 S_h$ |
| MHAPS-002 | 1       | $S_{pr m} (1)$ | 90             | 193       |
|           | 1       | $S_{pr m} (2)$ | 98             | 232       |

注記 \* :  $S_{pr m} (1)$  ,  $S_{pr m} (2)$  はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3520 (1), (2) に基づき計算した一次応力を示す。



5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 (重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 以下の管)

| No. | 配管モデル     | 供用状態 (E) * 1 |            |            |       |    | 供用状態 (E) * 2 |            |            |       |    |
|-----|-----------|--------------|------------|------------|-------|----|--------------|------------|------------|-------|----|
|     |           | 一次応力         |            |            |       |    | 一次応力         |            |            |       |    |
|     |           | 評価点          | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表 | 評価点          | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表 |
| 1   | MHAPS-001 | 134          | 81         | 193        | 2.38  | —  | 134          | 87         | 232        | 2.66  | —  |
| 2   | MHAPS-002 | 1            | 90         | 193        | 2.14  | ○  | 1            | 98         | 232        | 2.36  | ○  |
| 3   | MHAPS-003 | 3            | 8          | 193        | 24.12 | —  | 3            | 8          | 232        | 29.00 | —  |

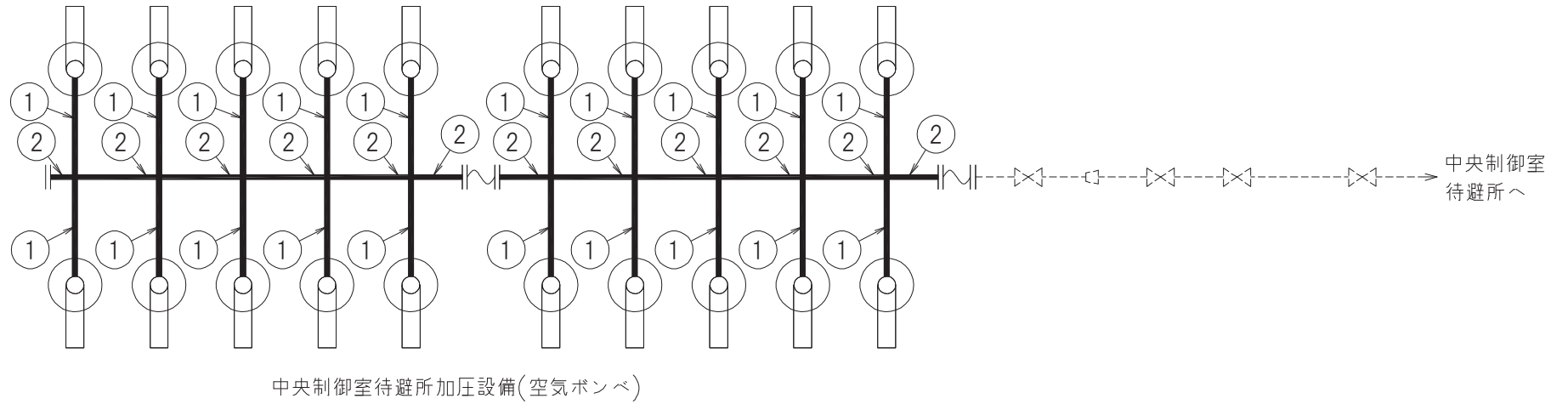
注記 \* 1 : 設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\* 2 : 設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

VI-3-3-5-1-3-2-3 管（可搬型）の強度評価書  
（中央制御室待避所加圧空気供給系）

1. 設計・建設規格に定められたクラス 3 管の規定を準用した強度計算結果

(1) 概略系統図



中央制御室待避所加圧空気供給系概略系統図

(2) 管の強度計算書 (重大事故等クラス 3 管)

設計・建設規格 PPD-3411 準用

| No. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料      | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|----------|--------|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 22.00                | 40                     | 8.0                           | 1.5          | SUS304TP | S      | -           | 129        | 1.00 | 0.2mm | 1.30                   | 0.64      | A      | 0.64                   |
| 2   | 22.00                | 40                     | 21.7                          | 3.7          | SUS304TP | S      | -           | 129        | 1.00 | 10%   | 3.33                   | 1.74      | A      | 1.74                   |

評価 :  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

2. 完成品として一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（法令又は公的な規格）（フレキシブル配管）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

| 種類 | 使用目的及び使用環境   | 材料       | 最高使用圧力（MPa） | 最高使用温度（℃） |
|----|--|----------|-------------|-----------|
| 配管 | 中央制御室待避所加圧設備（空気ポンプ）より，中央制御室待避所内へ空気を供給する配管として使用することを目的とする。使用環境として，屋内で空気を供給する。 | SUS316TP | 22*         | 40*       |

注記\*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. 法令又は公的な規格に規定されている事項

| 規格及び基準 | 「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」  |  |                    |                    |   |
|--------|--|--|--------------------|--------------------|---|
| 機器名    | 使用目的及び想定している使用環境   | 材料   | 最高使用圧力（MPa）        | 最高使用温度（℃）          | 規格及び基準に基づく試験  |
| 配管     | 高圧ガス用の配管であり，高圧ガスを供給するために使用することを目的とする。使用環境として，屋内外で高圧ガスを供給することを想定している。 | 常用の圧力又は常用の温度において発生する最大の応力に対し，当該設備の形状，寸法，常用の圧力，常用の温度における材料の許容応力，溶接継手の効率等に応じ，十分な強度を有するものであること。 | 十分な強度を有することが可能な圧力。 | 十分な強度を有することが可能な温度。 | 常用の圧力の一・五倍以上の圧力で水その他の安全な液体を使用して行う耐圧試験（液体を使用することが困難であると認められるときは，常用の圧力の一・二五倍以上の圧力で空気，窒素等の気体を使用して行う耐圧試験）及び常用の圧力以上の圧力で行う気密試験又は経済産業大臣がこれらと同等以上のものと認める試験。 |

III. メーカー仕様

| 機器名      | 使用目的及び想定している使用環境  | 材料       | 最高使用圧力（MPa） | 最高使用温度（℃） | 規格及び基準に基づく試験  |
|----------|---|----------|-------------|-----------|---|
| フレキシブル配管 | 高圧ガス用の配管であり，高圧ガスを供給するために使用することを目的とする。使用環境として，屋内で高圧ガスを供給することを想定している。 | SUS316TP | 22          | 40        | 気体による耐圧試験（試験圧力：27.5MPa，試験保持時間：10分間）及び気密試験（試験圧力：22MPa，試験保持時間：15分間）に合格している。 |

IV. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該配管は，重大事故等時に空気供給用として屋内で使用される。一方，「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」は，高圧ガスを供給する配管の技術上の規定を定めた一般産業品に対する規格であり，常用の圧力又は常用の温度において発生する最大の応力に対し十分な強度を有するよう規定されている。重大事故等時における当該配管の使用目的および使用環境は，本法令で定める使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-1)：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（ⅡとⅢの材料及び試験条件の比較，ⅠとⅢの使用条件の比較）

当該配管には、「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則の機能性基準の運用について」に従った適切な材料であるステンレス鋼が使用されていることを材料検査成績書等により確認できる。

当該配管の最高使用温度及び最高使用圧力は本設備の最高使用圧力及び最高使用温度に合わせて設計しており、「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」に従った試験に合格していることを試験検査記録等により確認できることから、当該配管は要求される強度を有している。

#### V. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品として「高圧ガス保安法」（「一般高圧ガス保安規則」含む）に適合し、使用材料の特性を踏まえた上で、重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

VI-3-3-5-1-4 緊急時対策所加圧空気供給系の強度計算書

## 目 次

VI-3-3-5-1-4-1 緊急時対策所加圧設備（空気ポンペ）の強度評価書

VI-3-3-5-1-4-2 管の強度計算書（緊急時対策所加圧空気供給系）



VI-3-3-5-1-4-2 管の強度計算書（緊急時対策所加圧空気供給系）

## 目 次

- VI-3-3-5-1-4-2-1 管の基本板厚計算書（緊急時対策所加圧空気供給系）
- VI-3-3-5-1-4-2-2 管の応力計算書（緊急時対策所加圧空気供給系）
- VI-3-3-5-1-4-2-3 管（可搬型）の強度評価書（緊急時対策所加圧空気供給系）

VI-3-3-5-1-4-2-1 管の基本板厚計算書（緊急時対策所加圧空気供給系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |      |   |      | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |      |  |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|------|---|------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|------|--|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件 |   | SA条件 |                            |              |      |                 |           |      |  |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  |      |   |      | 圧力<br>(MPa)                | 温度<br>(°C)   |      |                 |           |      |  |
| 1    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —    | — | —    | 22.00                      | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2 |  |
| 2    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —    | — | —    | 22.00                      | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2 |  |
| 3    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —    | — | —    | 22.00                      | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2 |  |
| 4    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —    | — | —    | 22.00                      | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2 |  |
| 5    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —    | — | —    | 0.86                       | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2 |  |
| 6    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —    | — | —    | 0.86                       | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2 |  |
| 7    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —    | — | —    | 0.86                       | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2 |  |
| 8    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —    | — | —    | 0.86                       | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2 |  |
| 9    | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —    | — | —    | 0.86                       | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2 |  |
| 10   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —    | — | —    | 0.86                       | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2 |  |

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |            |             |            | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分    | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |      |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|------------|-------------|------------|----------------------------|--------------|---------|-----------------|-----------|------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件       |             | SA条件       |                            |              |         |                 |           |      |
|      |                |   |                   |                  |           |           | 圧力<br>(MPa)      | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) |                            |              |         |                 |           |      |
| 11   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 0.86        | 66         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | —         | SA-2 |
| 12   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 0.86        | 40         | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | —         | SA-2 |

・適用規格の選定

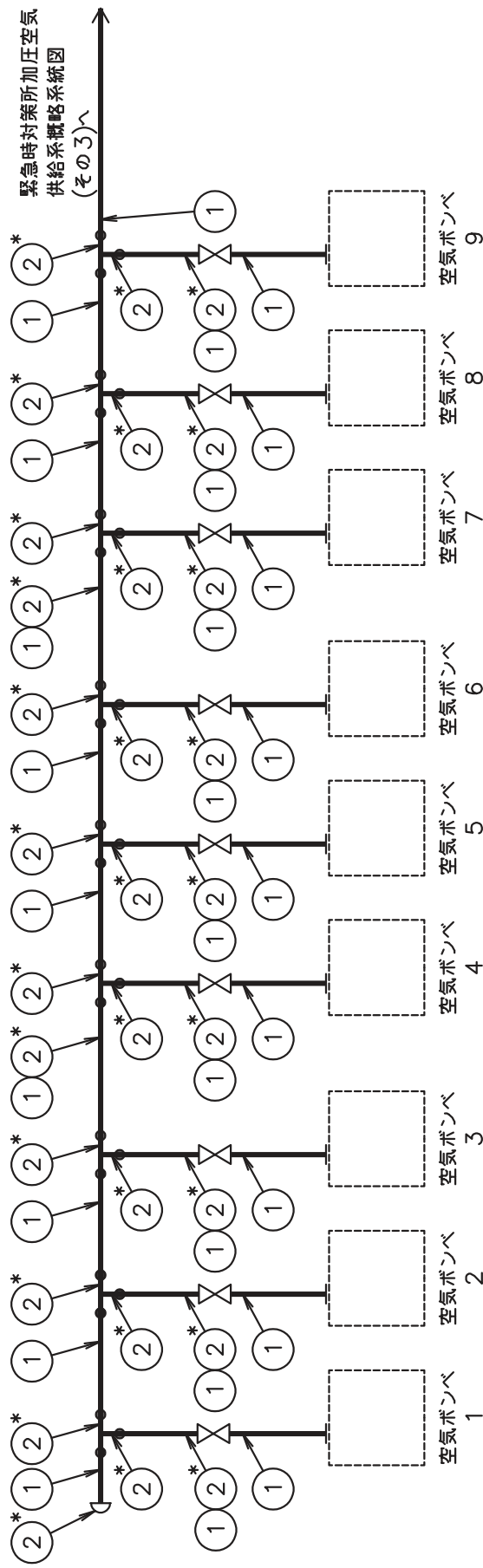
| 管No. | 評価項目   | 評価区分    | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|---------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 7    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 8    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 9    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 10   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 11   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 12   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |

## 目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 5 |

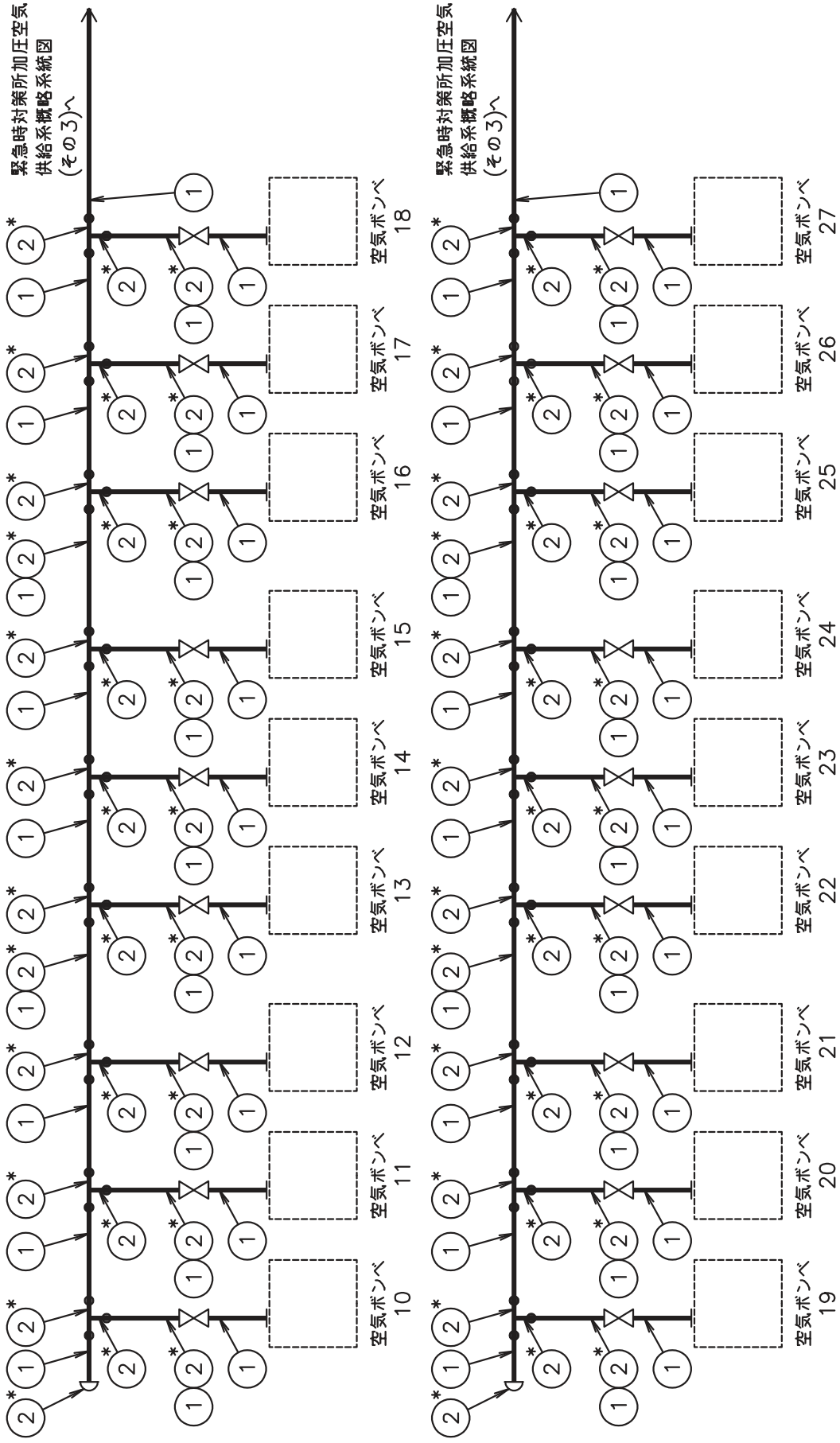


1. 概略系統図



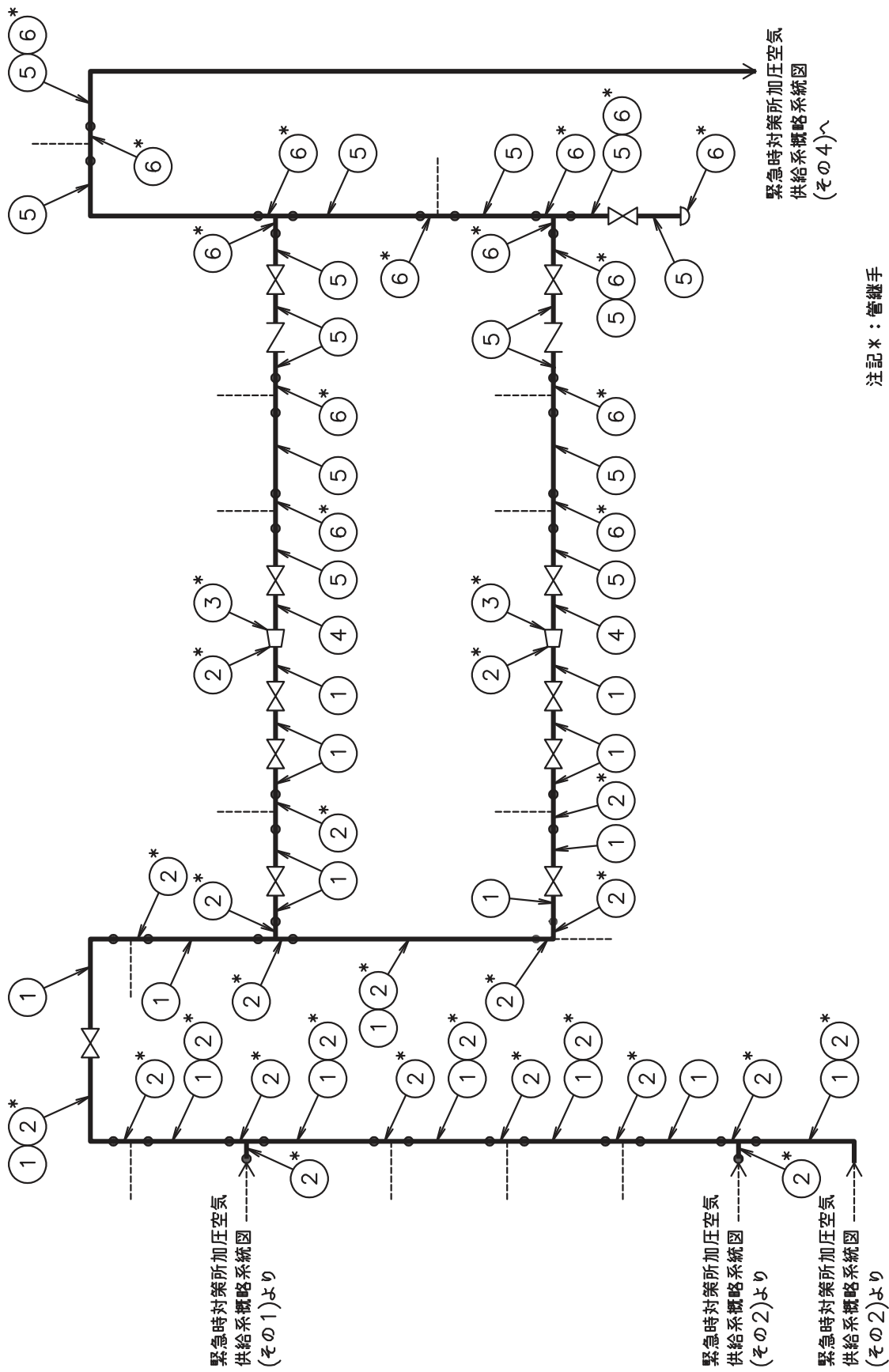
注記 \* : 管継手

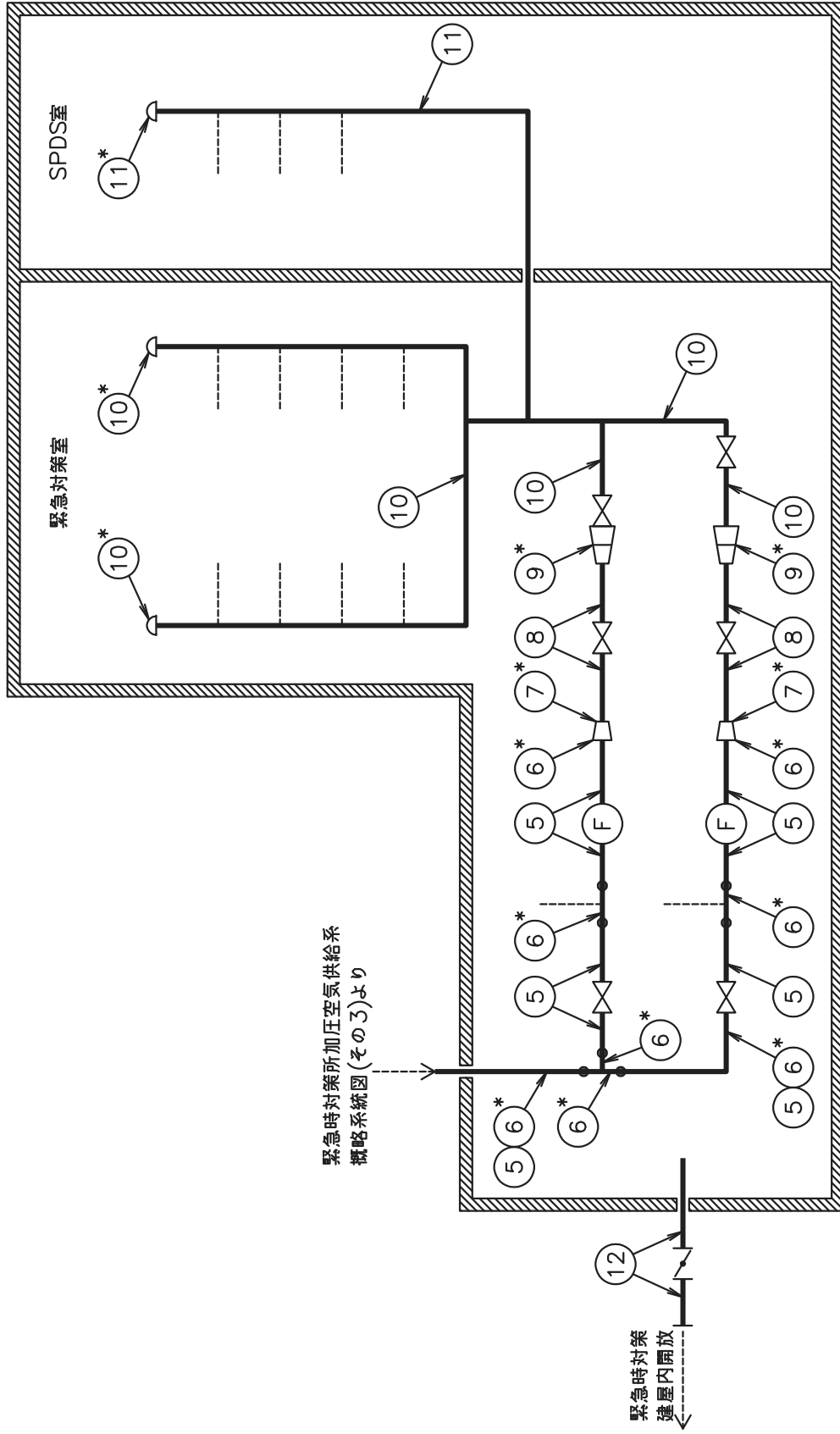
緊急時対策所加圧空気供給系概略系統図 (その1)



注記\*: 管継手

緊急時対策所加圧空気供給系概略系統図 (その2)





注記\*：管継手  
緊急時対策所加圧空気供給系概略系統図(その4)

2. 管の強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材<br>料   | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | $\eta$ | Q      | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|----------|--------|-------------|------------|--------|--------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 22.00                | 66                 | 34.00                        | 6.40         | SUS304TP | S      | 2           | 126        | 1.00   | 12.5%  | 5.60                   | 2.78      | A      | 2.78                   |
| 2   | 22.00                | 66                 | 34.00                        | 7.00         | SUS304   | S      | 2           | 126        | 1.00   |        |                        | 2.78      | A      | 2.78                   |
| 3   | 22.00                | 66                 | 60.50                        | 9.60         | SUS304   | S      | 2           | 126        | 1.00   |        |                        | 4.94      | A      | 4.94                   |
| 4   | 22.00                | 66                 | 60.50                        | 8.70         | SUS304TP | S      | 2           | 126        | 1.00   | 12.5%  | 7.61                   | 4.94      | A      | 4.94                   |
| 5   | 0.86                 | 66                 | 60.50                        | 3.90         | SUS304TP | S      | 2           | 126        | 1.00   | 0.50mm | 3.40                   | 0.21      | A      | 0.21                   |
| 6   | 0.86                 | 66                 | 60.50                        | 6.10         | SUS304   | S      | 2           | 126        | 1.00   |        |                        | 0.21      | A      | 0.21                   |
| 7   | 0.86                 | 66                 | 34.00                        | 5.00         | SUS304   | S      | 2           | 126        | 1.00   |        |                        | 0.12      | A      | 0.12                   |
| 8   | 0.86                 | 66                 | 34.00                        | 3.40         | SUS304TP | S      | 2           | 126        | 1.00   | 0.50mm | 2.90                   | 0.12      | A      | 0.12                   |
| 9   | 0.86                 | 66                 | 76.30                        | 5.20         | SUS304TP | S      | 2           | 126        | 1.00   | 12.5%  | 4.55                   | 0.26      | A      | 0.26                   |
| 10  | 0.86                 | 66                 | 165.20                       | 7.10         | SUS304TP | S      | 2           | 126        | 1.00   | 12.5%  | 6.21                   | 0.57      | A      | 0.57                   |

評価：t<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料      | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | $\eta$ | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|----------|--------|-------------|------------|--------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 11  | 0.86                 | 66                     | 89.10                         | 5.50         | SUS304TP | S      | 2           | 126        | 1.00   | 12.5% | 4.81                   | 0.31      | A      | 0.31                   |
| 12  | 0.86                 | 40                     | 267.40                        | 9.30         | STS410   | S      | 2           | 103        | 1.00   | 12.5% | 8.13                   | 1.12      | C      | 3.80                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

VI-3-3-5-1-4-2-2 管の応力計算書（緊急時対策所加圧空気供給系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。



・評価条件整理表

| 応力計算モデルNo. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |            |             |            | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分    | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |  |
|------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|------------|-------------|------------|--------------|---------|-----------------|-----------|--|
|            |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件       |             | SA条件       |              |         |                 |           |  |
|            |                |   |                   |                  |           |           | 圧力<br>(MPa)      | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) |              |         |                 |           |  |
| HAPS-001   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 22.00       | 66         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HAPS-002   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 22.00       | 66         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
|            | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 0.86        | 66         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HAPS-003   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 0.86        | 66         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HAPS-004   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 0.86        | 66         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HAPS-005   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 0.86        | 66         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HAPS-008   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 0.86        | 40         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HAPS-009   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 0.86        | 40         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HAPS-011-1 | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 0.86        | 66         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |
| HAPS-101   | 新設             | —   | —                 | —                | —         | —         | —                | —          | 22.00       | 66         | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |  |

## 重大事故等対処設備

## 目次

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1. 概要 .....                   | 1  |
| 2. 概略系統図及び鳥瞰図 .....           | 2  |
| 2.1 概略系統図 .....               | 2  |
| 2.2 鳥瞰図 .....                 | 6  |
| 3. 計算条件 .....                 | 16 |
| 3.1 設計条件 .....                | 16 |
| 3.2 材料及び許容応力 .....            | 22 |
| 4. 評価結果 .....                 | 23 |
| 5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果..... | 24 |

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。



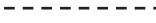


評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

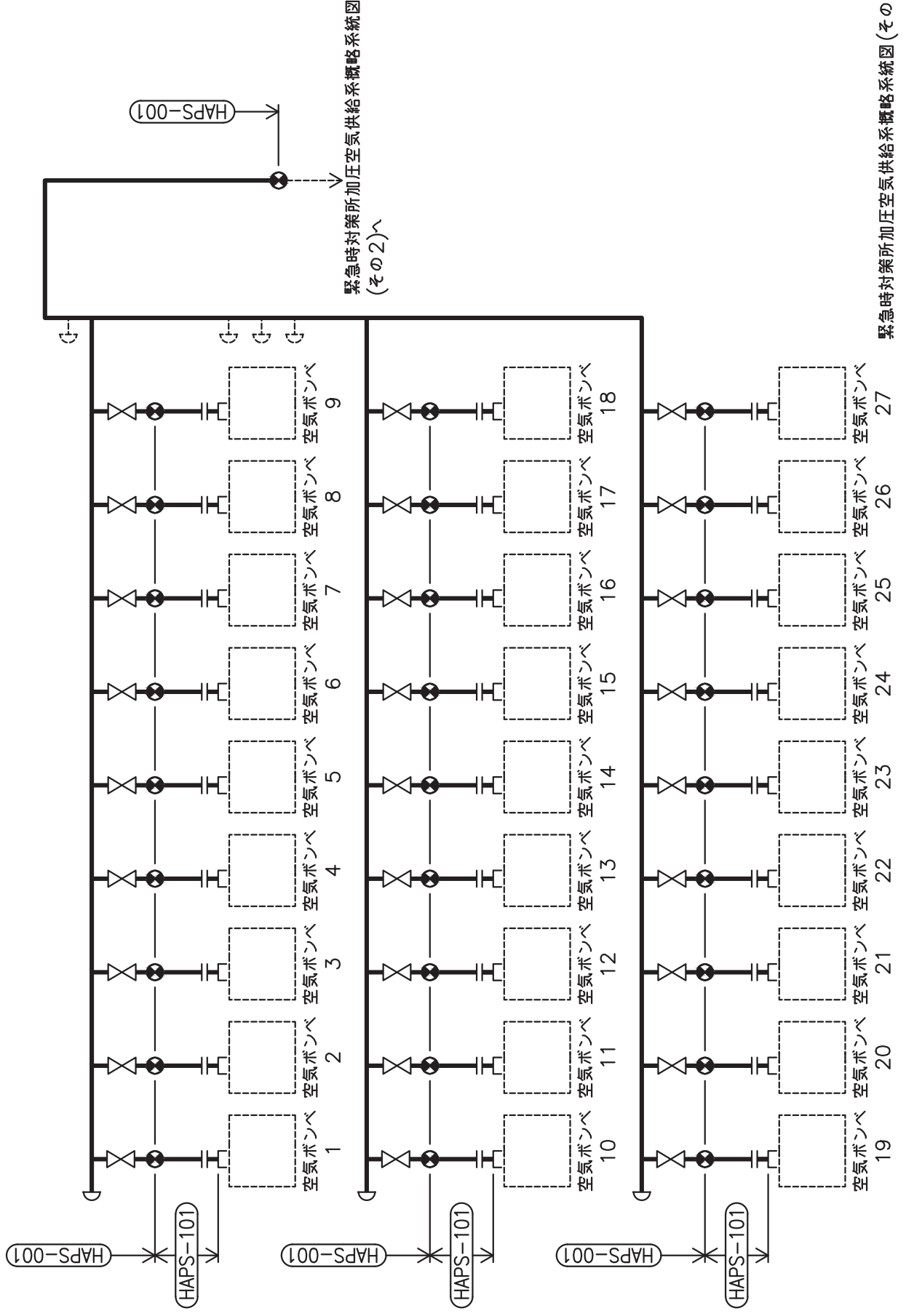
### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全9モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果についても記載する。

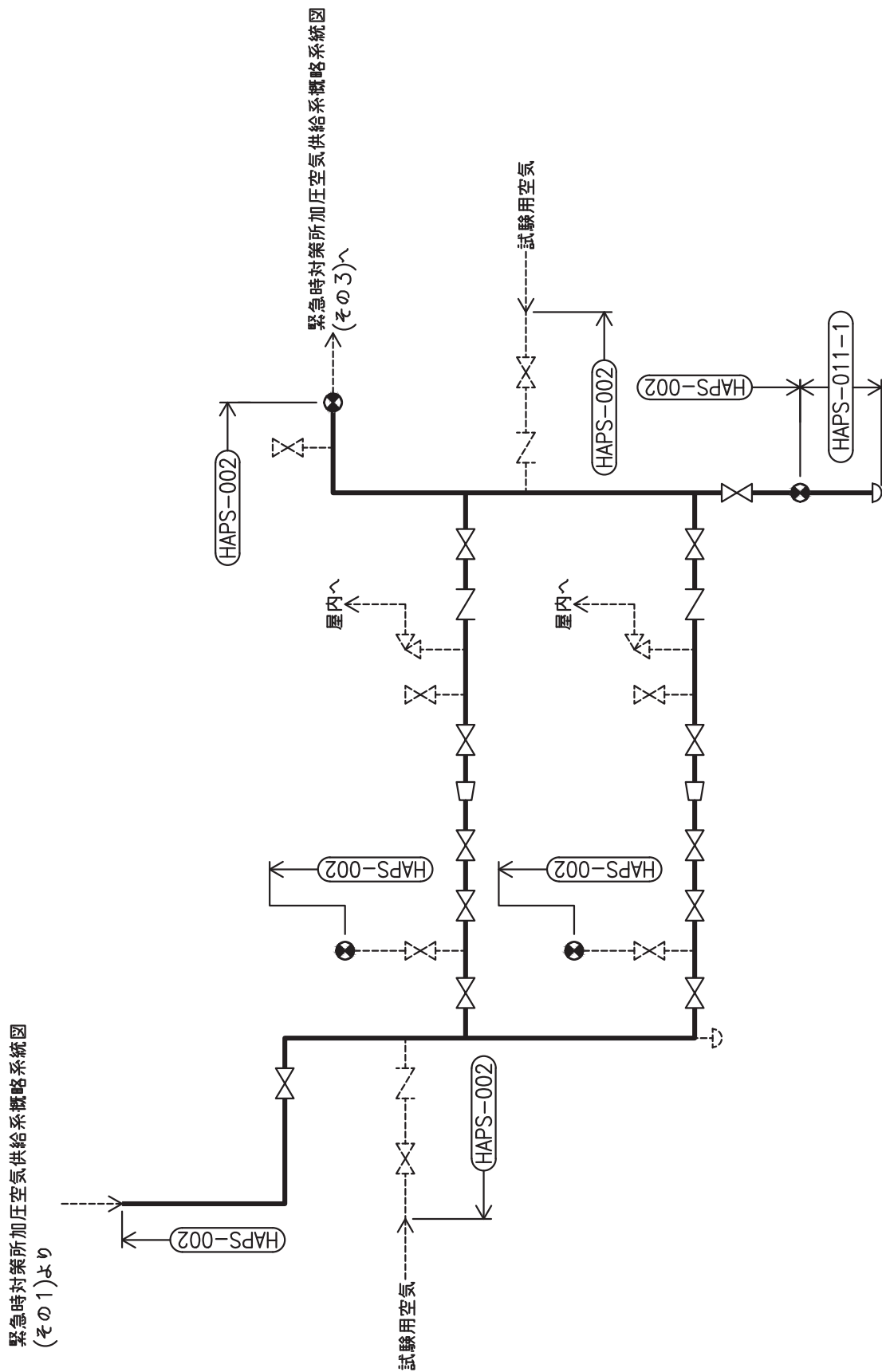
2. 概略系統図及び鳥瞰図  
 2.1 概略系統図

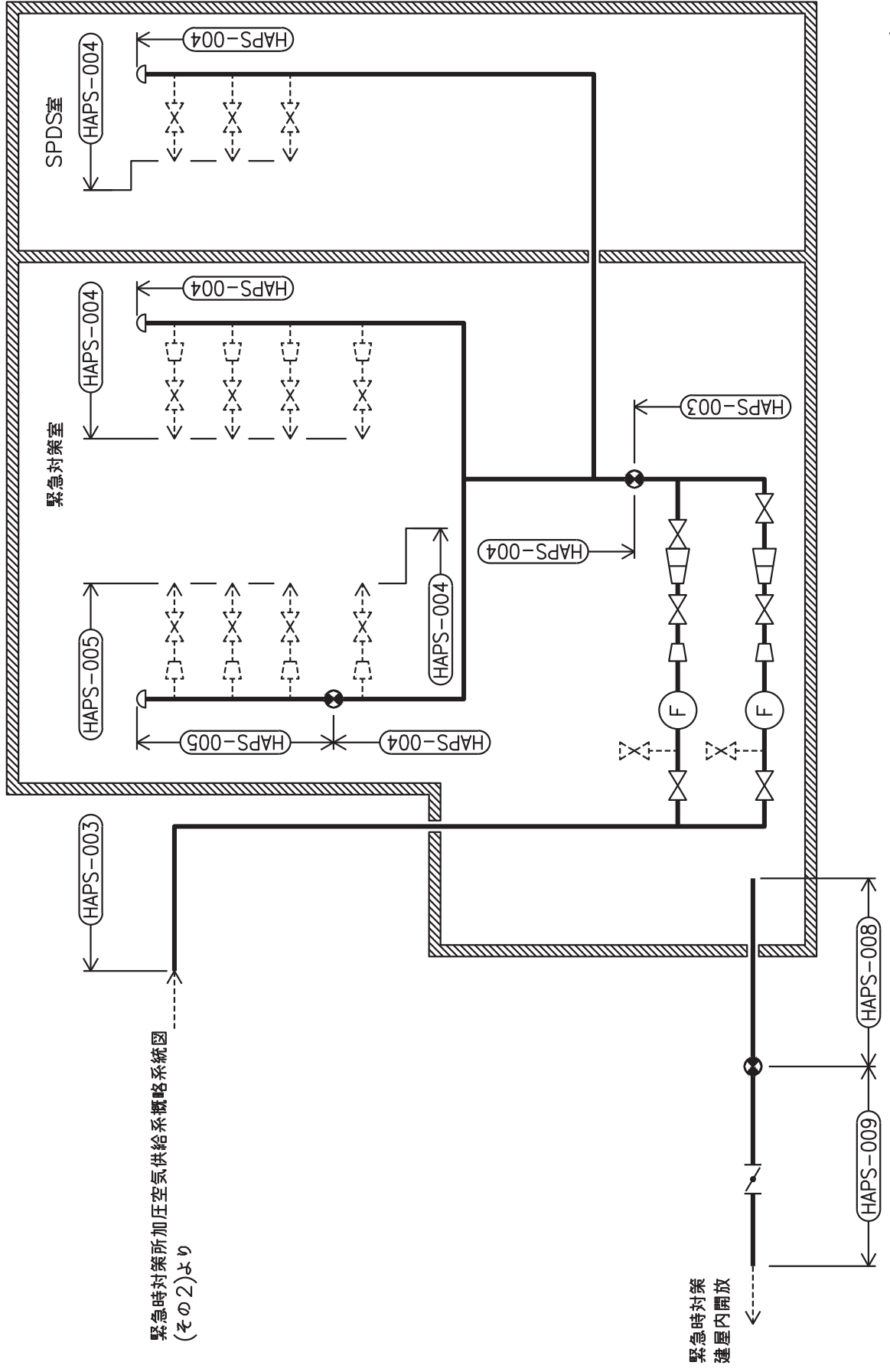
概略系統図記号凡例

| 記号   | 内容   |
|--|--|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                             |
|  (細線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管                    |
|  (破線) | 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管 |
|     | 鳥瞰図番号  |
|     | アンカ  |



緊急時対策所加圧空気供給系概略系統図(その1)



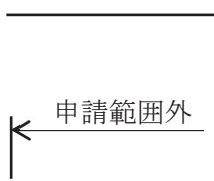


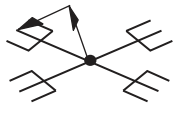


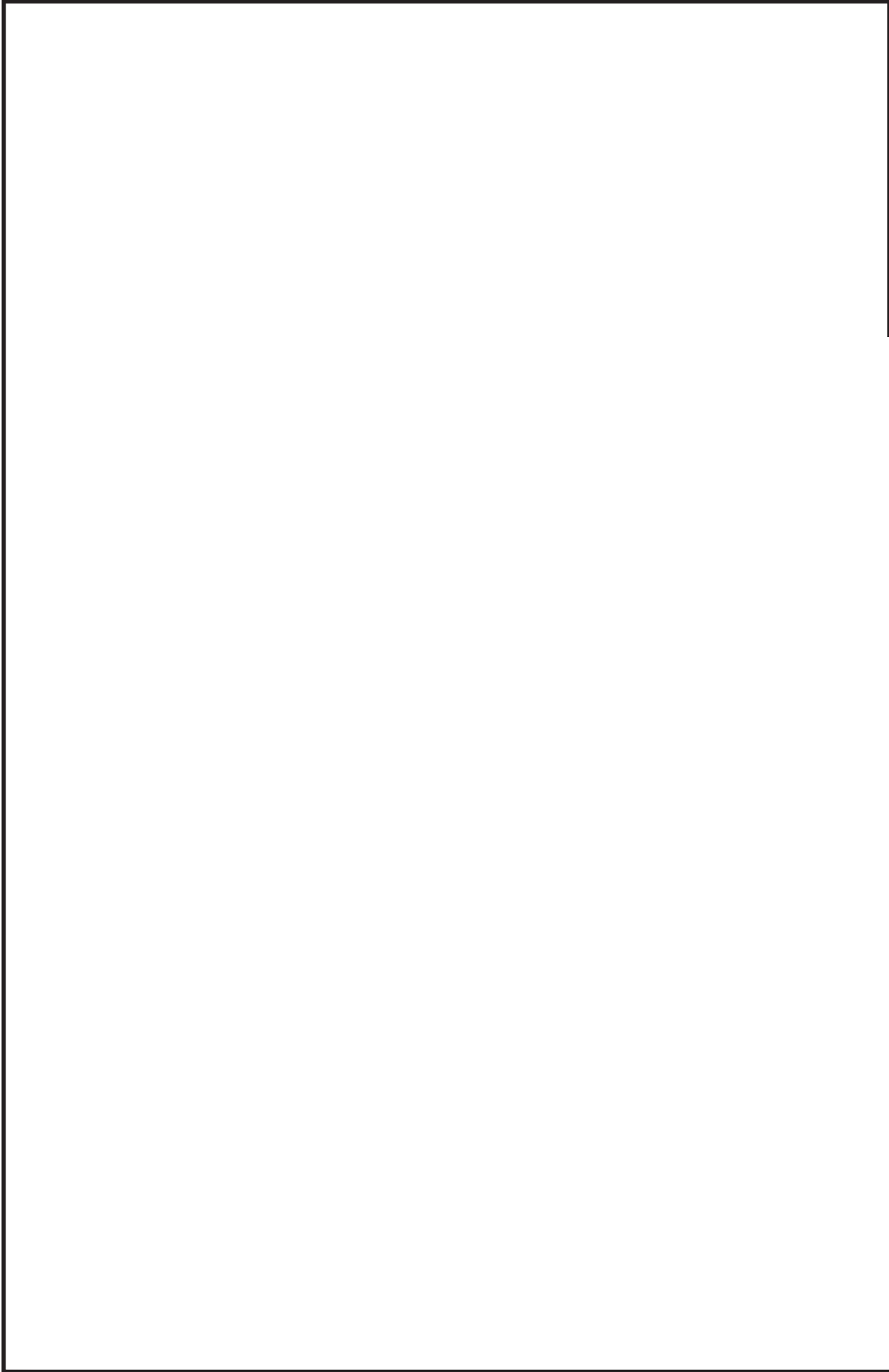
緊急時対策所加圧空気供給系概略系統図 (その3)



2.2 鳥瞰図

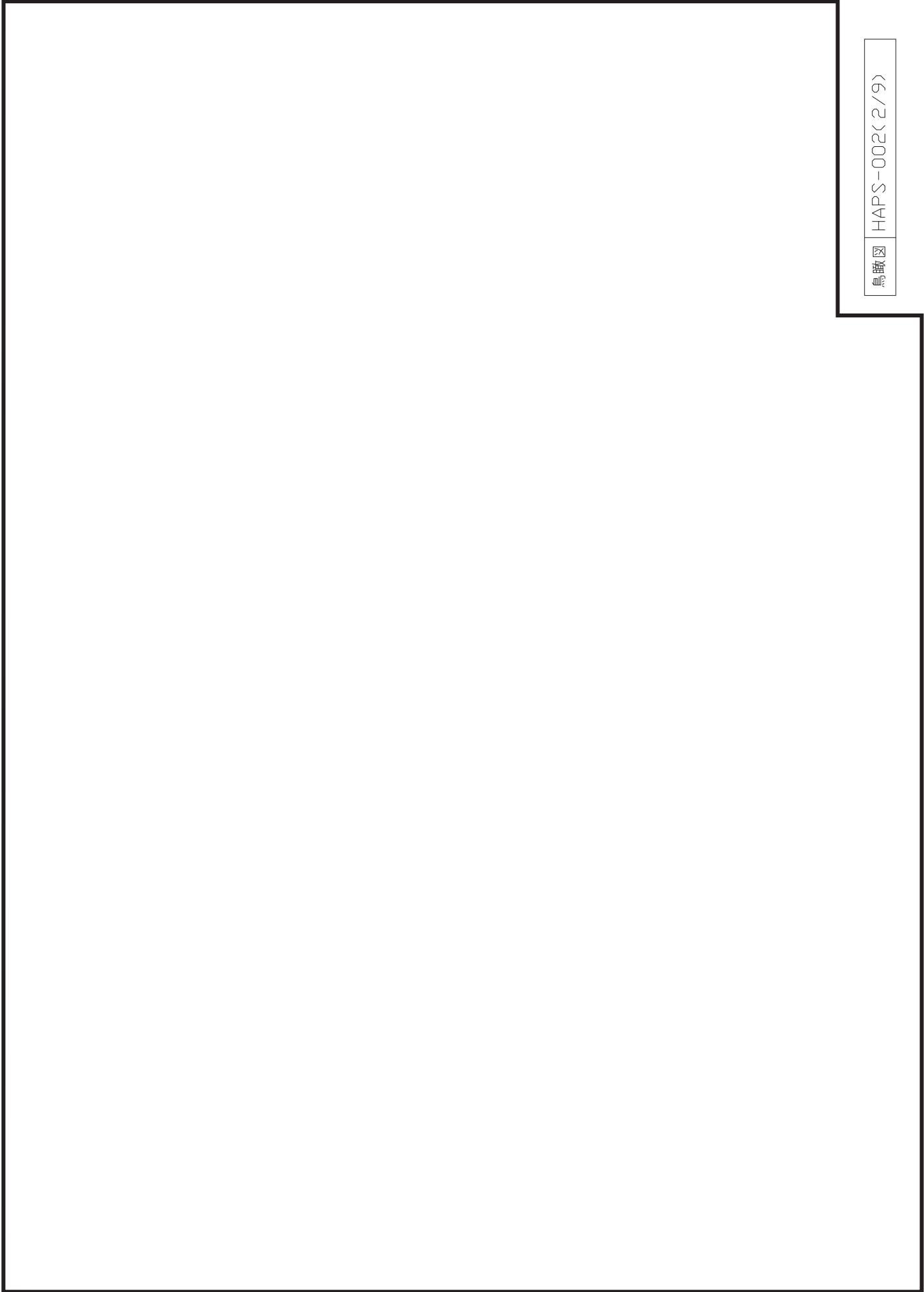
鳥瞰図記号凡例

| 記号  | 内容  |
|---|---|
|    | <p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p> <p>工事計画記載範囲外の管</p> <p>質点</p> <p>アンカ</p> <p>レストレイント<br/>(矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。)</p> |
|    |   |
|    |   |
|  |   |



鳥瞰図 HAPS-002<1/9>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HAPS-002<2/9>

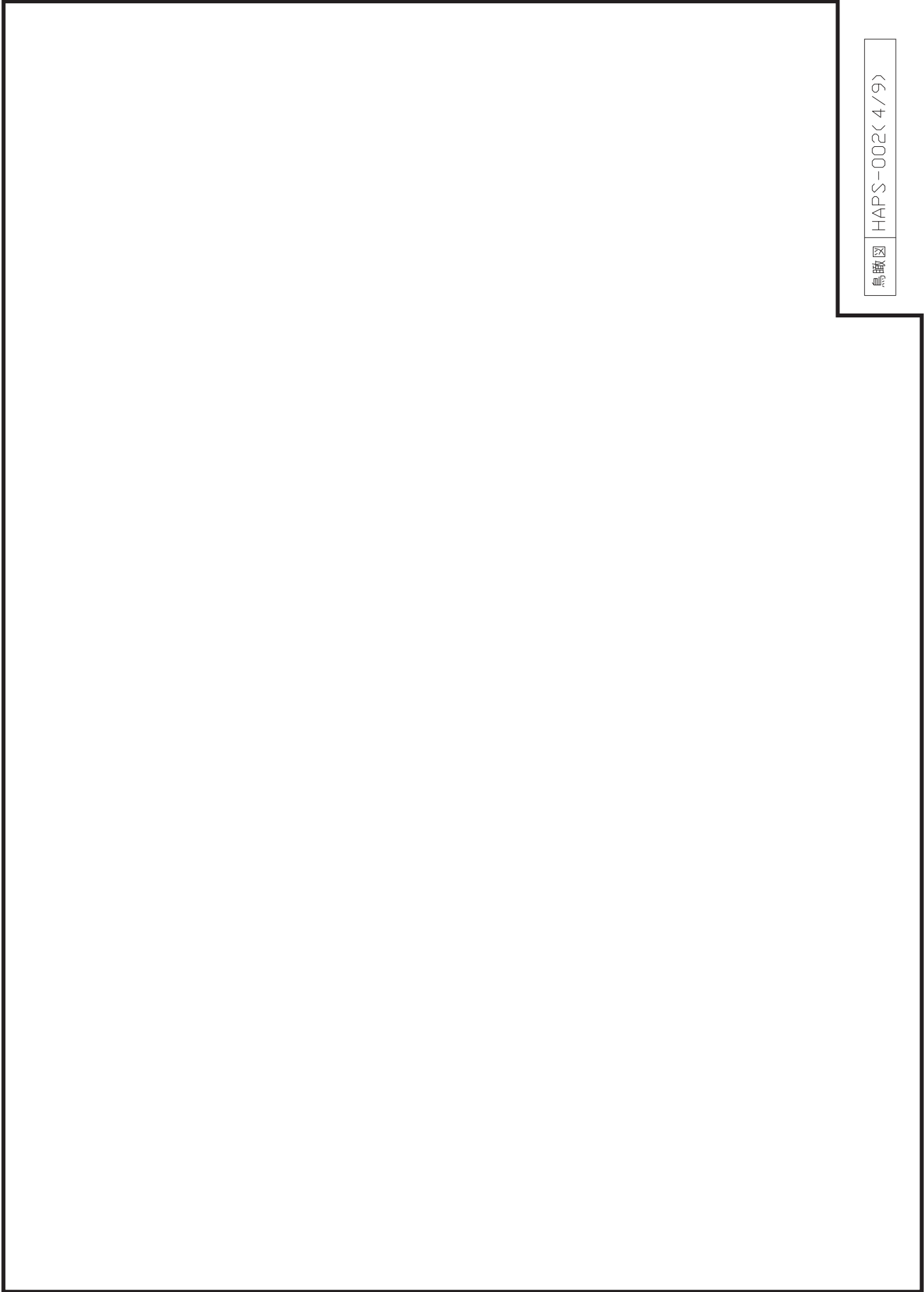
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図

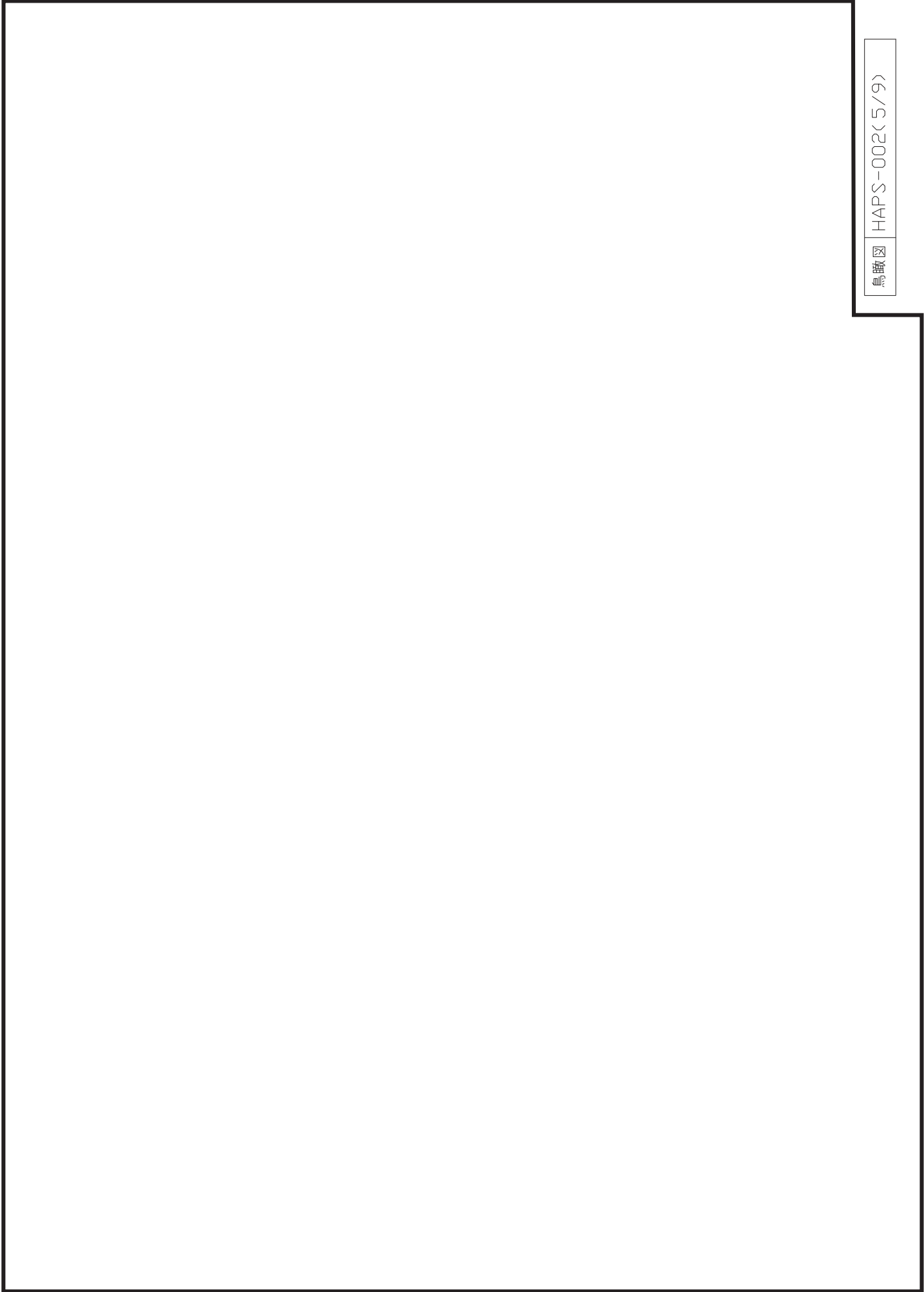
HAPS-002<3/9>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



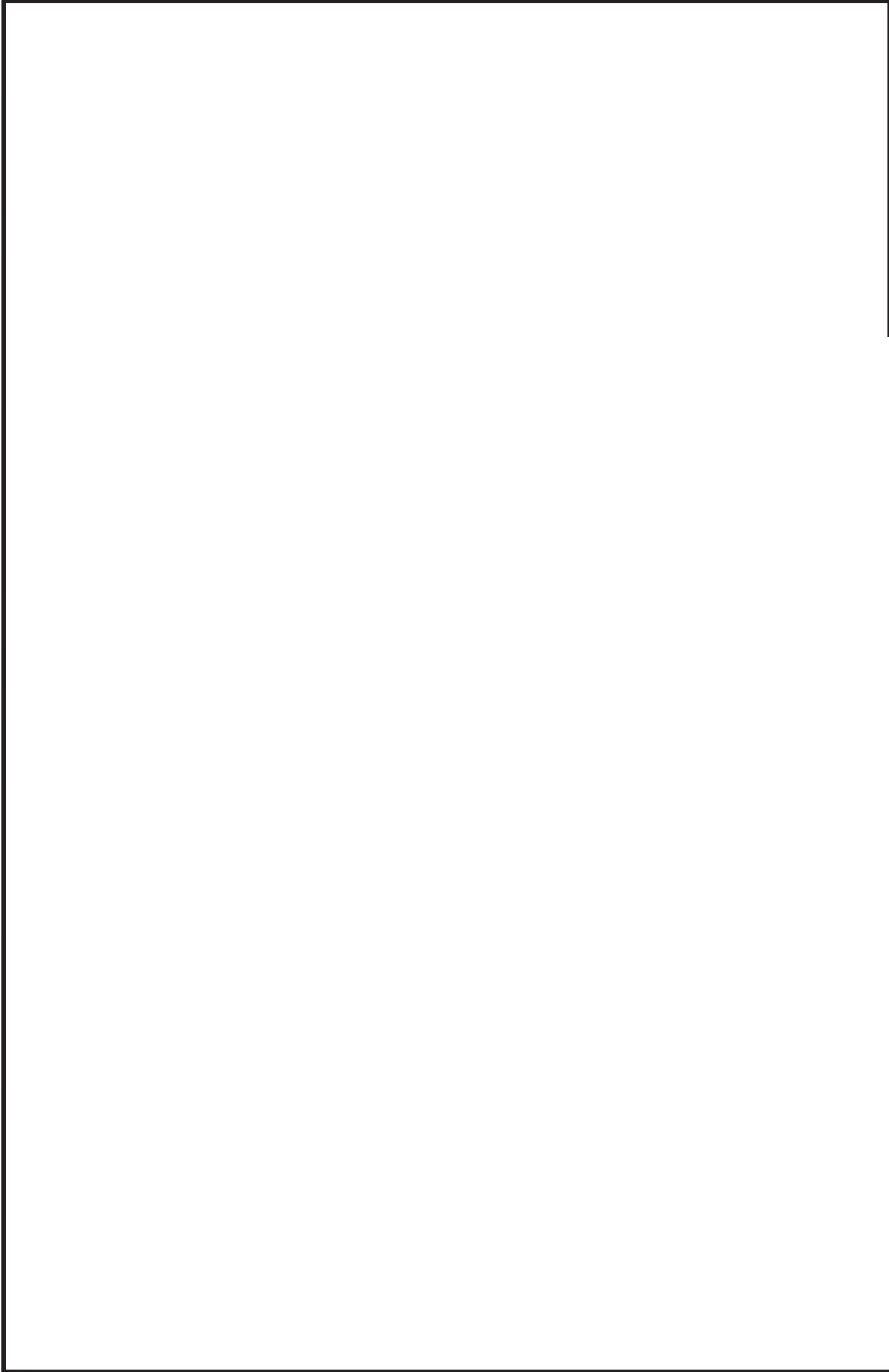
鳥瞰図 HAPS-002<4/9>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



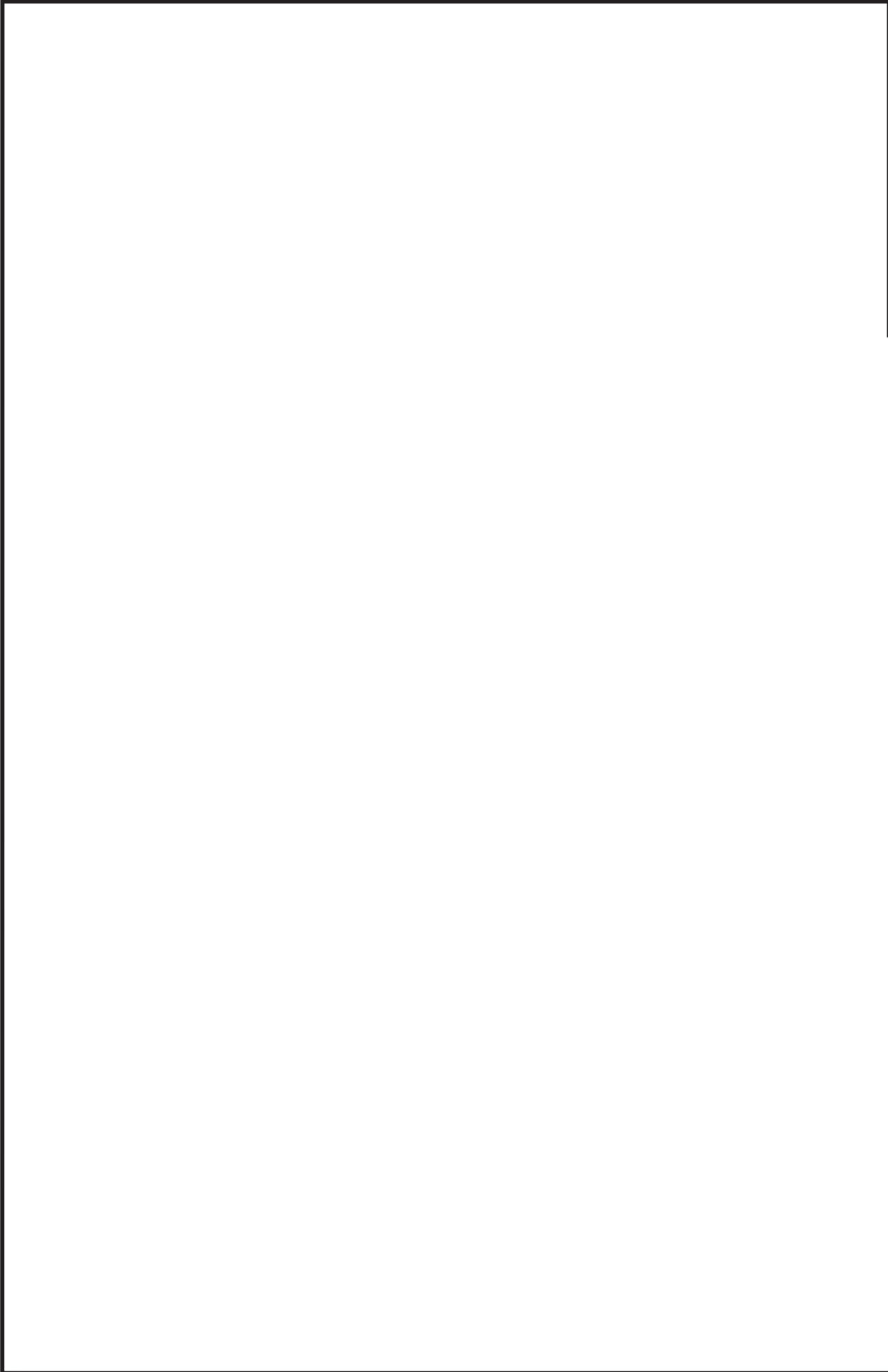
鳥瞰図 HAPS-002<5/9>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HAPS-002<6/9>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

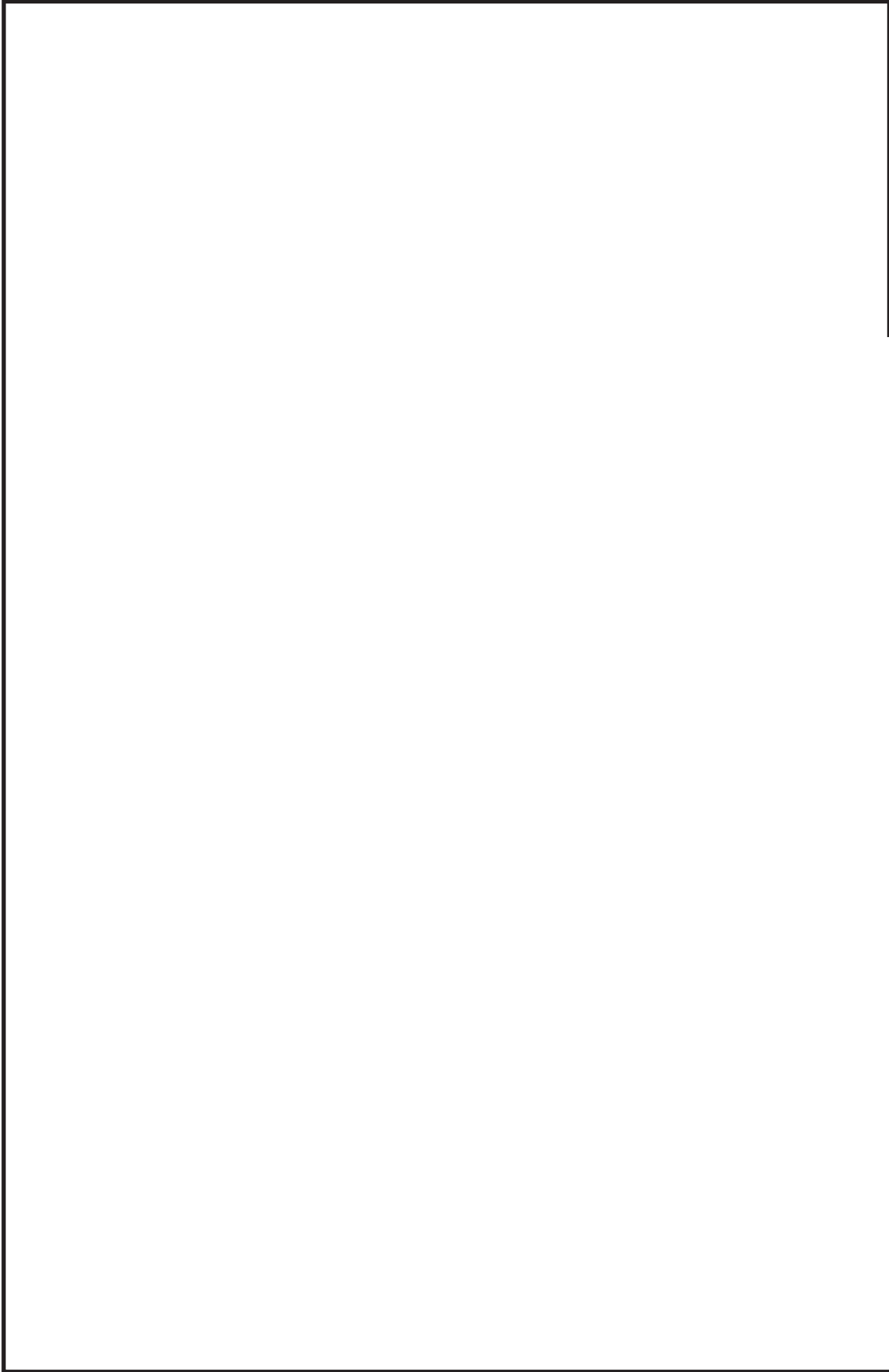


鳥瞰図

HAPS-002<7/9>

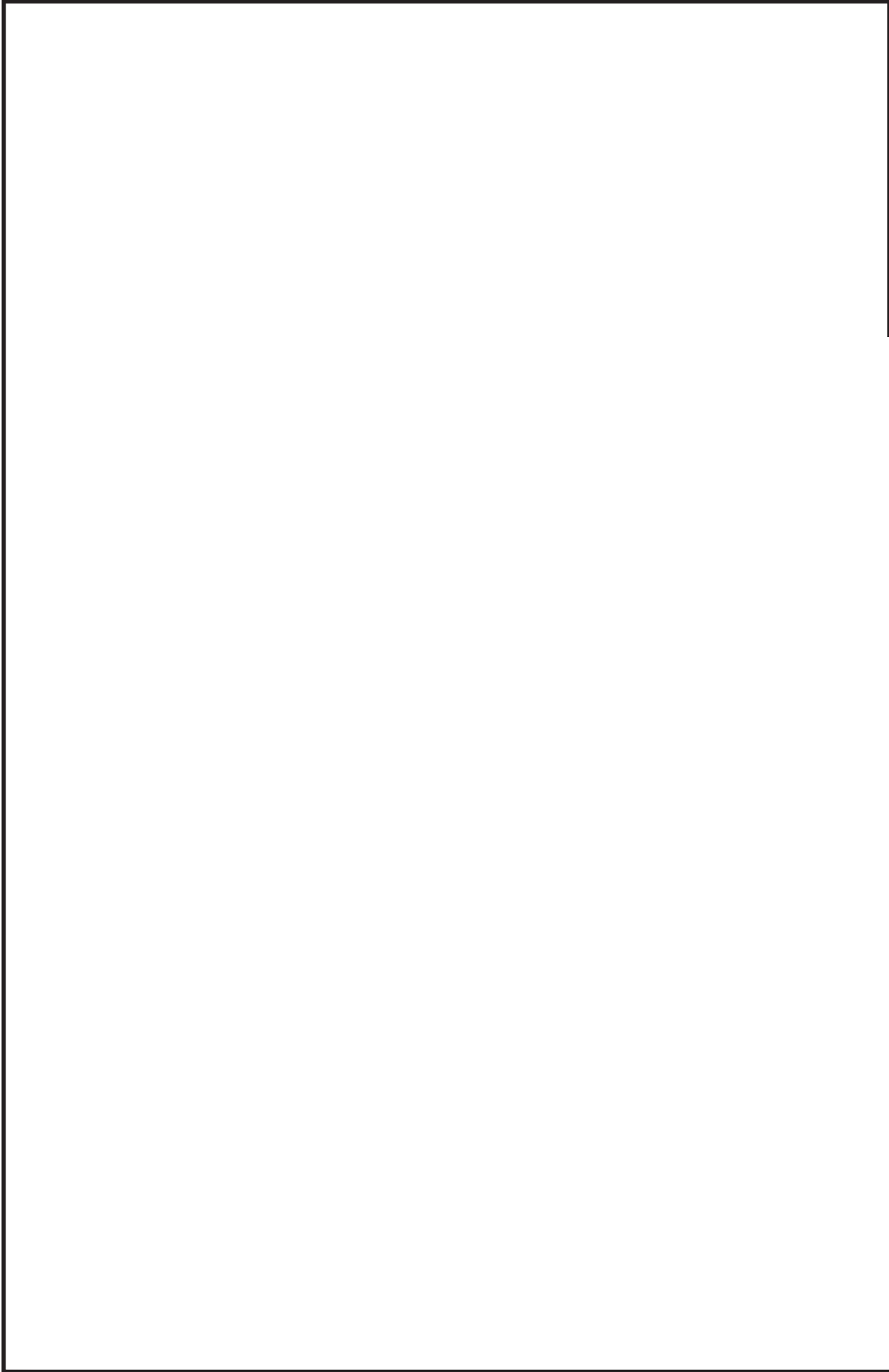
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。





鳥瞰図 HAPS-002<8/9>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HAPS-002<9/9>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3. 計算条件

#### 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し、管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図                    H A P S - 0 0 2

| 管名称 | 最高使用圧力<br>(MPa) | 最高使用温度<br>(°C) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 材料       |
|-----|-----------------|----------------|------------|------------|----------|
| 1   | 22.00           | 66             | 34.0       | 6.4        | SUS304TP |
| 2   | 22.00           | 66             | 60.5       | 8.7        | SUS304TP |
| 3   | 0.86            | 66             | 60.5       | 3.9        | SUS304TP |

管名称と対応する評価点  
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図                      H A P S - 0 0 2

| 管名称 | 対応する評価点 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
| 1   | 1       | 2   | 3   | 4   | 5   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |  |  |  |
|     | 15      | 16  | 17  | 18  | 19  | 21  | 22  | 23  | 24  | 26  | 27  | 28  | 29  |  |  |  |
|     | 30      | 31  | 32  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  |  |  |  |
|     | 100     | 101 | 102 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 111 | 112 | 113 | 114 |  |  |  |
|     | 115     | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| 2   | 44      | 45  | 46  | 47  | 121 | 122 | 123 | 124 |     |     |     |     |     |  |  |  |
| 3   | 49      | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  | 59  | 60  | 62  | 63  |  |  |  |
|     | 64      | 65  | 66  | 67  | 68  | 70  | 71  | 72  | 73  | 74  | 75  | 76  | 77  |  |  |  |
|     | 78      | 79  | 80  | 81  | 82  | 83  | 84  | 85  | 86  | 87  | 88  | 89  | 90  |  |  |  |
|     | 91      | 92  | 93  | 94  | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 |  |  |  |
|     | 135     | 137 | 138 | 139 | 141 | 142 |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 H A P S - 0 0 2

評価点の質量を下表に示す。

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 1   |        | 27  |        | 55  |        | 83  |        | 113 |        |
| 2   |        | 28  |        | 56  |        | 84  |        | 114 |        |
| 3   |        | 29  |        | 63  |        | 85  |        | 118 |        |
| 4   |        | 30  |        | 64  |        | 86  |        | 119 |        |
| 8   |        | 31  |        | 65  |        | 87  |        | 120 |        |
| 9   |        | 35  |        | 66  |        | 88  |        | 121 |        |
| 10  |        | 36  |        | 67  |        | 89  |        | 122 |        |
| 11  |        | 37  |        | 71  |        | 90  |        | 123 |        |
| 12  |        | 41  |        | 72  |        | 91  |        | 127 |        |
| 13  |        | 42  |        | 73  |        | 92  |        | 128 |        |
| 14  |        | 43  |        | 74  |        | 93  |        | 129 |        |
| 15  |        | 44  |        | 75  |        | 94  |        | 130 |        |
| 16  |        | 45  |        | 76  |        | 100 |        | 131 |        |
| 17  |        | 46  |        | 77  |        | 101 |        | 132 |        |
| 18  |        | 50  |        | 78  |        | 105 |        | 133 |        |
| 19  |        | 51  |        | 79  |        | 106 |        | 134 |        |
| 21  |        | 52  |        | 80  |        | 107 |        | 138 |        |
| 22  |        | 53  |        | 81  |        | 108 |        | 142 |        |
| 23  |        | 54  |        | 82  |        | 112 |        |     |        |

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

弁 2

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|
| 32  |        | 109 |        |
| 33  |        | 110 |        |
| 34  |        | 111 |        |
| 215 |        | 212 |        |
| 217 |        | 214 |        |

弁 3

弁 4

弁 5

弁 6

弁 7

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 5   |        | 24  |        | 38  |        | 47  |        | 57  |        |
| 6   |        | 25  |        | 39  |        | 48  |        | 58  |        |
| 7   |        | 26  |        | 40  |        | 49  |        | 59  |        |

弁 8

弁 9

弁 1 0

弁 1 1

弁 1 2

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 60  |        | 68  |        | 139 |        | 135 |        | 124 |        |
| 61  |        | 69  |        | 140 |        | 136 |        | 125 |        |
| 62  |        | 70  |        | 141 |        | 137 |        | 126 |        |

弁 1 3

弁 1 4

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|
| 115 |        | 102 |        |
| 116 |        | 103 |        |
| 117 |        | 104 |        |

弁部の寸法を下表に示す。

| 弁NO.  | 評価点 | 外径(mm) | 厚さ(mm) | 長さ(mm) |
|-------|-----|--------|--------|--------|
| 弁 1   | 33  |        |        |        |
| 弁 2   | 110 |        |        |        |
| 弁 3   | 6   |        |        |        |
| 弁 4   | 25  |        |        |        |
| 弁 5   | 39  |        |        |        |
| 弁 6   | 48  |        |        |        |
| 弁 7   | 58  |        |        |        |
| 弁 8   | 61  |        |        |        |
| 弁 9   | 69  |        |        |        |
| 弁 1 0 | 140 |        |        |        |
| 弁 1 1 | 136 |        |        |        |
| 弁 1 2 | 125 |        |        |        |
| 弁 1 3 | 116 |        |        |        |
| 弁 1 4 | 103 |        |        |        |

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 H A P S - 0 0 2

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号 | 各軸方向ばね定数 (N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad) |   |   |
|-------|-----------------|---|---|-----------------------|---|---|
|       | X               | Y | Z | X                     | Y | Z |
| 1     |                 |   |   |                       |   |   |
| 4     |                 |   |   |                       |   |   |
| 11    |                 |   |   |                       |   |   |
| 16    |                 |   |   |                       |   |   |
| 22    |                 |   |   |                       |   |   |
| 27    |                 |   |   |                       |   |   |
| 31    |                 |   |   |                       |   |   |
| 35    |                 |   |   |                       |   |   |
| 37    |                 |   |   |                       |   |   |
| 41    |                 |   |   |                       |   |   |
| 46    |                 |   |   |                       |   |   |
| 50    |                 |   |   |                       |   |   |
| 64    |                 |   |   |                       |   |   |
| 67    |                 |   |   |                       |   |   |
| 73    |                 |   |   |                       |   |   |
| 75    |                 |   |   |                       |   |   |
| 84    |                 |   |   |                       |   |   |
| 92    |                 |   |   |                       |   |   |
| 94    |                 |   |   |                       |   |   |
| 101   |                 |   |   |                       |   |   |
| 108   |                 |   |   |                       |   |   |
| 112   |                 |   |   |                       |   |   |
| 114   |                 |   |   |                       |   |   |
| 118   |                 |   |   |                       |   |   |
| 123   |                 |   |   |                       |   |   |
| 127   |                 |   |   |                       |   |   |
| 138   |                 |   |   |                       |   |   |
| 213   |                 |   |   |                       |   |   |
| 216   |                 |   |   |                       |   |   |

O 2 ③ VI-3-3-5-1-4-2-2 (重) R 0



### 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

| 材料       | 最高使用温度<br>(℃) | 許容応力<br>(MPa) |
|----------|---------------|---------------|
|          |               | S h           |
| SUS304TP | 66            | 126           |

4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

設計・建設規格 PPC-3500による評価結果

| 鳥瞰図             | 最大応力<br>評価点 | 最大応力<br>区分*                    | 一次応力評価(MPa)                            |                                |
|-----------------|-------------|--------------------------------|--|--------------------------------|
|                 |             |                                | 計算応力<br>S p r m ( 1 )<br>S p r m ( 2 ) | 許容応力<br>1 . 5 S h<br>1 . 8 S h |
| H A P S - 0 0 2 | 32<br>32    | S p r m ( 1 )<br>S p r m ( 2 ) | 76<br>81                               | 189<br>226                     |

注記\* : S p r m ( 1 ) , S p r m ( 2 ) はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3520(1), (2)に基づき計算した一次応力を示す。

5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管）

| No. | 配管モデル      | 供用状態 (E) *1 |            |            |       |    |     | 供用状態 (E) *2 |            |       |      |     |            |            |       |    |
|-----|------------|-------------|------------|------------|-------|----|-----|-------------|------------|-------|------|-----|------------|------------|-------|----|
|     |            | 一次応力        |            |            | 一次応力  |    |     | 一次応力        |            |       | 一次応力 |     |            |            |       |    |
|     |            | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表 | 評価点 | 計算応力 (MPa)  | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表   | 評価点 | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表 |
| 1   | HAPS-001   | 76          | 52         | 189        | 3.63  | —  | 76  | 57          | 226        | 3.96  | —    | 76  | 57         | 226        | 3.96  | —  |
| 2   | HAPS-002   | 32          | 76         | 189        | 2.48  | ○  | 32  | 81          | 226        | 2.79  | ○    | 32  | 81         | 226        | 2.79  | ○  |
| 3   | HAPS-003   | 55          | 32         | 189        | 5.90  | —  | 55  | 33          | 226        | 6.84  | —    | 55  | 33         | 226        | 6.84  | —  |
| 4   | HAPS-004   | 39          | 12         | 189        | 15.75 | —  | 44  | 13          | 226        | 17.38 | —    | 44  | 13         | 226        | 17.38 | —  |
| 5   | HAPS-005   | 7           | 12         | 189        | 15.75 | —  | 7   | 13          | 226        | 17.38 | —    | 7   | 13         | 226        | 17.38 | —  |
| 6   | HAPS-008   | 5           | 12         | 154        | 12.83 | —  | 5   | 13          | 185        | 14.23 | —    | 5   | 13         | 185        | 14.23 | —  |
| 7   | HAPS-009   | 1           | 15         | 154        | 10.26 | —  | 1   | 16          | 185        | 11.56 | —    | 1   | 16         | 185        | 11.56 | —  |
| 8   | HAPS-011-1 | 1           | 6          | 189        | 31.50 | —  | 1   | 7           | 226        | 32.28 | —    | 1   | 7          | 226        | 32.28 | —  |

注記\*1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管）

| No. | 配管モデル    | 供用状態 (E) *1 |            |            |      |    | 供用状態 (E) *2 |            |            |      |    |
|-----|----------|-------------|------------|------------|------|----|-------------|------------|------------|------|----|
|     |          | 一次応力        |            |            |      |    | 一次応力        |            |            |      |    |
|     |          | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 |
| 9   | HAPS-101 | 1           | 44         | 189        | 4.29 | —  | 1           | 49         | 226        | 4.61 | —  |

注記\*1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

VI-3-3-5-1-4-2-3 管（可搬型）の強度評価書  
（緊急時対策所加圧空気供給系）

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（法令又は公的な規格）（緊急時対策所加圧設備(空気ポンペ)～フレキシブル配管／恒設配管取合点）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

| 種類 | 使用目的及び使用環境   | 材料                 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) |
|----|--|--------------------|--------------|-------------|
| 配管 | 空気ポンペより緊急時対策所へ空気を供給する配管として使用することを目的とする。使用環境として，屋内で空気を供給する。 | SUS304TP, SUS316TP | 22*          | 66*         |

注記\*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. 法令又は公的な規格に規定されている事項

| 規格及び基準 | 「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」  |  |                    |                    |   |
|--------|--|--|--------------------|--------------------|---|
| 種類     | 使用目的及び想定している使用環境   | 材料   | 最高使用圧力 (MPa)       | 最高使用温度 (°C)        | 規格及び基準に基づく試験  |
| 配管     | 高圧ガス用の配管であり，高圧ガスを供給するために使用することを目的とする。使用環境として，屋内外で高圧ガスを供給することを想定している。 | 常用の圧力又は常用の温度において発生する最大の応力に対し，当該設備の形状，寸法，常用の圧力，常用の温度における材料の許容応力，溶接継手の効率等に応じ，十分な強度を有するものであること。 | 十分な強度を有することが可能な圧力。 | 十分な強度を有することが可能な温度。 | 常用の圧力の一・五倍以上の圧力で水その他の安全な液体を使用して行う耐圧試験（液体を使用することが困難であると認められるときは，常用の圧力の一・二五倍以上の圧力で空気，窒素等の気体を使用して行う耐圧試験）及び常用の圧力以上の圧力で行う気密試験又は経済産業大臣がこれらと同等以上のものと認める試験。 |

III. メーカー仕様

| 機器名                     | 使用目的及び想定している使用環境  | 材料                 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) | 規格及び基準に基づく試験  |
|-------------------------|---|--------------------|--------------|-------------|---|
| 連結管<br>機内配管<br>フレキシブル配管 | 高圧ガス用の配管であり，高圧ガスを供給するために使用することを目的とする。使用環境として，屋内で高圧ガスを供給することを想定している。 | SUS304TP, SUS316TP | 22           | 66          | 空気による耐圧試験（試験圧力：27.5MPa，試験保持時間：10分間）及び気密試験（試験圧力：22MPa，試験保持時間：30分間）に合格している。 |

IV. 確認項目

(a)：規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該配管は，重大事故等時に空気供給用として屋内で使用される。一方，「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」は，高圧ガスを供給する配管の技術上の規定を定めた一般産業品に対する規格であり，常用の圧力又は常用の温度において発生する最大の応力に対し十分な強度を有するよう規定されている。重大事故等時における当該配管の使用目的及び使用環境は，本法令で定める使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-1)：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIとIIIの材料及び試験条件の比較，IとIIIの使用条件の比較）

当該配管には，「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」及び「一般高圧ガス保安規則の機能性基準の運用について」に従った適切な材料であるステンレス鋼が使用されていることを材料検査成績書等により確認できる。

当該配管の最高使用温度及び最高使用圧力は本設備の最高使用圧力及び最高使用温度に合わせて設計しており，「高圧ガス保安法」に基づく「一般高圧ガス保安規則」に従った試験に合格していることを試験検査記録等により確認できることから，当該配管は要求される強度を有している。

V. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は，一般産業品として「高圧ガス保安法」（「一般高圧ガス保安規則」含む）に適合し，使用材料の特性を踏まえた上で，重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

VI-3-3-6 原子炉格納施設の強度に関する説明書

## 目 次

VI-3-3-6-1 原子炉格納容器の強度計算書

VI-3-3-6-2 圧力低減設備その他の安全設備の強度計算書



## VI-3-3-6-1 原子炉格納容器の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-6-1-1 原子炉格納容器本体の強度計算書
- VI-3-3-6-1-2 機器搬出入口の強度計算書
- VI-3-3-6-1-3 エアロックの強度計算書
- VI-3-3-6-1-4 原子炉格納容器配管貫通部及び電気配線貫通部の強度計算書

VI-3-3-6-1-1 原子炉格納容器本体の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-6-1-1-1 ドライウエルの基本板厚計算書
- VI-3-3-6-1-1-2 ドライウエルの強度計算書
- VI-3-3-6-1-1-3 ドライウエル主フランジの強度計算書
- VI-3-3-6-1-1-5 ジェットデフレクタの強度計算書
- VI-3-3-6-1-1-6 サプレッションチェンバの基本板厚計算書
- VI-3-3-6-1-1-7 サプレッションチェンバの強度計算書
- VI-3-3-6-1-1-8 ボックスサポートの強度計算書
- VI-3-3-6-1-1-9 ジェット力を考慮した強度計算書

VI-3-3-6-1-1-1 ドライウェルの基本板厚計算書

## 目次

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1. 一般事項                     | 1  |
| 1.1 概要                      | 1  |
| 1.2 適用基準                    | 1  |
| 1.3 計算精度と数値の丸め方             | 1  |
| 2. 設計条件                     | 2  |
| 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度 | 2  |
| 2.2 材料及び許容応力                | 2  |
| 3. ドライウエルの基本板厚計算            | 3  |
| 3.1 上鏡                      | 3  |
| 3.1.1 鏡板                    | 3  |
| 3.2 上部円筒部                   | 6  |
| 3.2.1 円筒胴                   | 6  |
| 3.3 球形部                     | 8  |
| 3.3.1 球形胴                   | 8  |
| 3.3.2 球形胴                   | 10 |
| 3.4 球形部と上部円筒部との接続部          | 12 |
| 3.5 下部円筒部                   | 13 |
| 3.5.1 円筒胴                   | 13 |
| 3.6 下鏡                      | 15 |
| 3.6.1 鏡板                    | 15 |

## 1. 一般事項

### 1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器ドライウエルの基本板厚計算書である。

ドライウエルは、設計基準対象施設のドライウエルを重大事故等クラス 2 容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス 2 容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法」に準じて、ドライウエルの構造強度評価を示す。

### 1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第 501号）（以下「告示第501号」という。）

### 1.3 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表 1-1 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  |          | 単位  | 処理桁        | 処理方法 | 表示桁        |
|--------|----------|-----|------------|------|------------|
| 最高使用圧力 |          | MPa | —          | —    | 有効数字 3 桁   |
| 温度     |          | ℃   | —          | —    | 整数位        |
| 許容応力*  |          | MPa | 小数点以下第 1 位 | 切捨て  | 整数位        |
| 長さ     | 下記以外の長さ  | mm  | 小数点以下第 3 位 | 四捨五入 | 小数点以下第 2 位 |
|        | 計算上必要な厚さ | mm  | 小数点以下第 3 位 | 切上げ  | 小数点以下第 2 位 |
|        | 最小厚さ     | mm  | 小数点以下第 3 位 | 切捨て  | 小数点以下第 2 位 |

注記\*：告示第 501 号別表に記載された温度の中間における許容引張応力、設計降伏点及び設計引張強さは、比例法により補間した値の小数点以下第 2 位を切り捨て、小数点以下第 1 位までの値として算出する。得られた値を SI 単位に換算し、SI 単位に換算した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

2. 設計条件

2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

内圧 P            854kPa  
 温度 T            200℃

2.2 材料及び許容応力

(1) 材料

使用する材料を表 2-1 に示す。

表 2-1 使用材料表

| 使用部位        | 使用材料  |
|-------------|-------|
| ドライウエル上鏡    | SGV49 |
| ドライウエル上部円筒部 | SGV49 |
| ドライウエル球形部   | SGV49 |
| ドライウエル球形部   | SPV50 |
| ドライウエル下部円筒部 | SPV50 |
| ドライウエル下鏡    | SPV50 |

(2) 許容引張応力

使用材料の許容引張応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値の 0.6 倍とする。

SGV49                     $S_n^* = 253 \text{ MPa}$

SPV50                     $S_s^* = 327 \text{ MPa}$

注記\* :  $S_n$ 及び $S_s$ は $0.6 \cdot S_u$ とする。ここで、 $S_u$ は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。



3. ドライウェルの基本板厚計算

「2. 設計条件」に示す重大事故等時の条件に基づき、ドライウェル各部の板厚計算を行った結果を以下に示す。

3.1 上鏡

3.1.1 鏡板

鏡板の形状及び寸法を図 3-1 に示す。

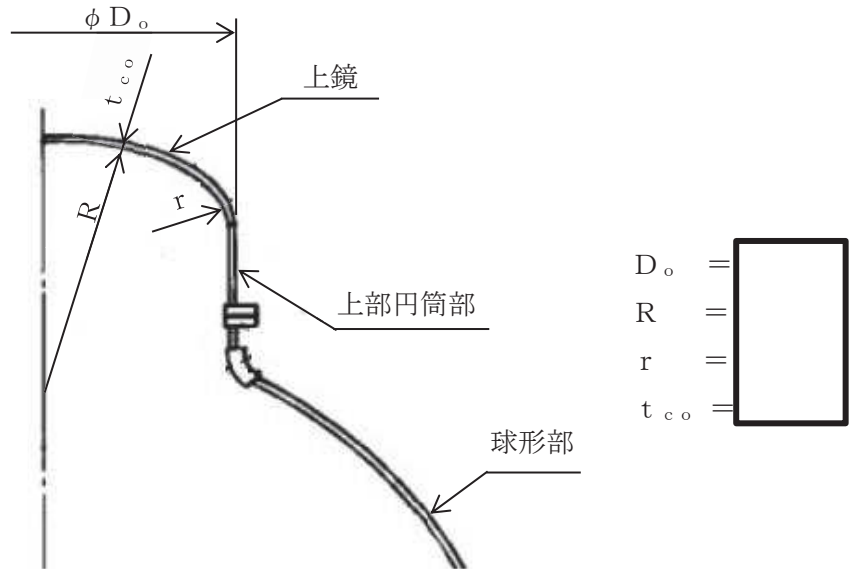


図 3-1 鏡板の形状及び寸法 (単位 : mm)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示 | 表示内容  | 単位 |
|----------------|--------|-------|----|
| t              | $t_R$  | 必要な厚さ | mm |

(2) 形状制限（告示第501号第23条第1項第1号イ及びロ）

鏡板の形状制限の確認結果を表3-1に示す。

これより、鏡板はさら形鏡板の形状制限の条件を満足している。

表3-1 鏡板の形状制限

|  |       |      |  |
|--|-------|------|--|
| 鏡板の外径  | $D_o$ | (mm) |  |
| 鏡板の中央部における内面の半径  | R     | (mm) |  |
| 鏡板のすみの丸みの内半径   | r     | (mm) |  |
| $3 \cdot t_{c.o.}$   |       | (mm) |  |
| $0.06 \cdot D_o$   |       | (mm) |  |
| 評価： $D_o \geq R$ , $r \geq 3 \cdot t_{c.o.}$ , $r \geq 0.06 \cdot D_o$ , $r \geq 50$ , よって十分である。 |       |      |  |

(3) 中低面の圧力に対する必要厚さ（告示第501号第23条第2項第1号）

鏡板の中低面の圧力に対する必要板厚の算出式を以下に示し，計算結果を表3-2に示す。

これより，鏡板は告示第501号の条件を満足している。

$$t_R = \frac{P \cdot R \cdot W}{2 \cdot S \cdot \eta - 0.2 \cdot P}$$

ここに， $W = \frac{1}{4} \cdot \left( 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$

表 3-2 鏡板の板厚計算結果

|                               |               |                      |
|-------------------------------|---------------|----------------------|
| 鏡板名称                          |               | 上鏡                   |
| 材料                            |               | SGV49                |
| 最高使用圧力                        | P (MPa)       | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                        | (°C)          | 200                  |
| 鏡板の中央部における内面の半径               | R (mm)        |                      |
| 鏡板のすみの丸みの内半径                  | r (mm)        |                      |
| さら形鏡板の形状による係数                 | W             | 1.32                 |
| 許容引張応力                        | S* (MPa)      | 253                  |
| 継手効率                          | $\eta$        | 1.00                 |
| 継手の種類                         |               | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                      |               | 有り                   |
| 必要厚さ                          | $t_R$ (mm)    | 18.62                |
| 呼び厚さ                          | $t_{co}$ (mm) |                      |
| 最小厚さ                          | $t_c$ (mm)    |                      |
| 評価： $t_c \geq t_R$ ，よって十分である。 |               |                      |

注記\*：Sは $0.6 \cdot S_u$ とする。

### 3.2 上部円筒部

#### 3.2.1 円筒胴

円筒胴の形状及び寸法を図 3-2 に示す。

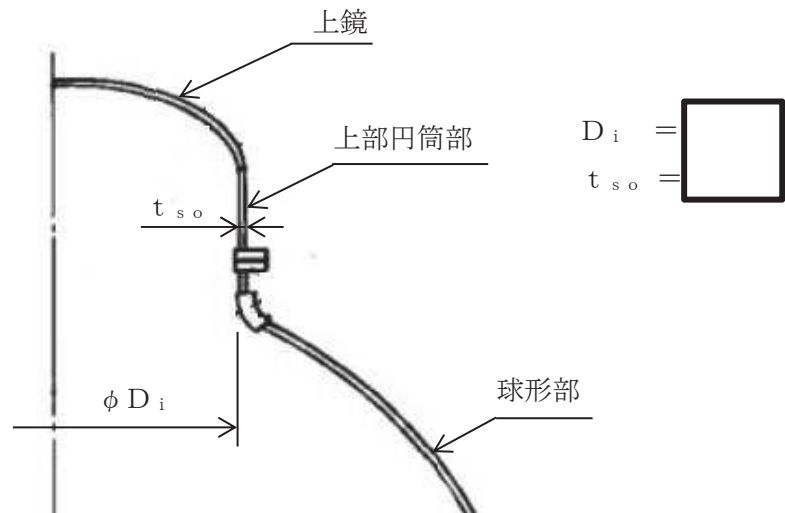


図 3-2 円筒胴の形状及び寸法 (単位 : mm)

## (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

## (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号イ）

円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-3に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表3-3 円筒胴の板厚計算結果

|  |                 |       |                      |
|--|-----------------|-------|----------------------|
| 円筒胴名称  |                 |       | 上部円筒部                |
| 材料   |                 |       | SGV49                |
| 最高使用圧力   | P               | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度   |                 |       | 200                  |
| 胴の内径   | D <sub>i</sub>  | (mm)  |                      |
| 許容引張応力   | S*              | (MPa) | 253                  |
| 継手効率   | η               |       | 1.00                 |
| 継手の種類  |                 |       | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                       |                 |       | 有り                   |
| 必要厚さ   | t <sub>R1</sub> | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ   | t <sub>R2</sub> | (mm)  | 15.60                |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値        | t <sub>R</sub>  | (mm)  | 15.60                |
| 呼び厚さ   | t <sub>so</sub> | (mm)  |                      |
| 最小厚さ   | t <sub>s</sub>  | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> , よって十分である。 |                 |       |                      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.3 球形部

#### 3.3.1 球形胴

球形胴の形状及び寸法を図 3-3 に示す。

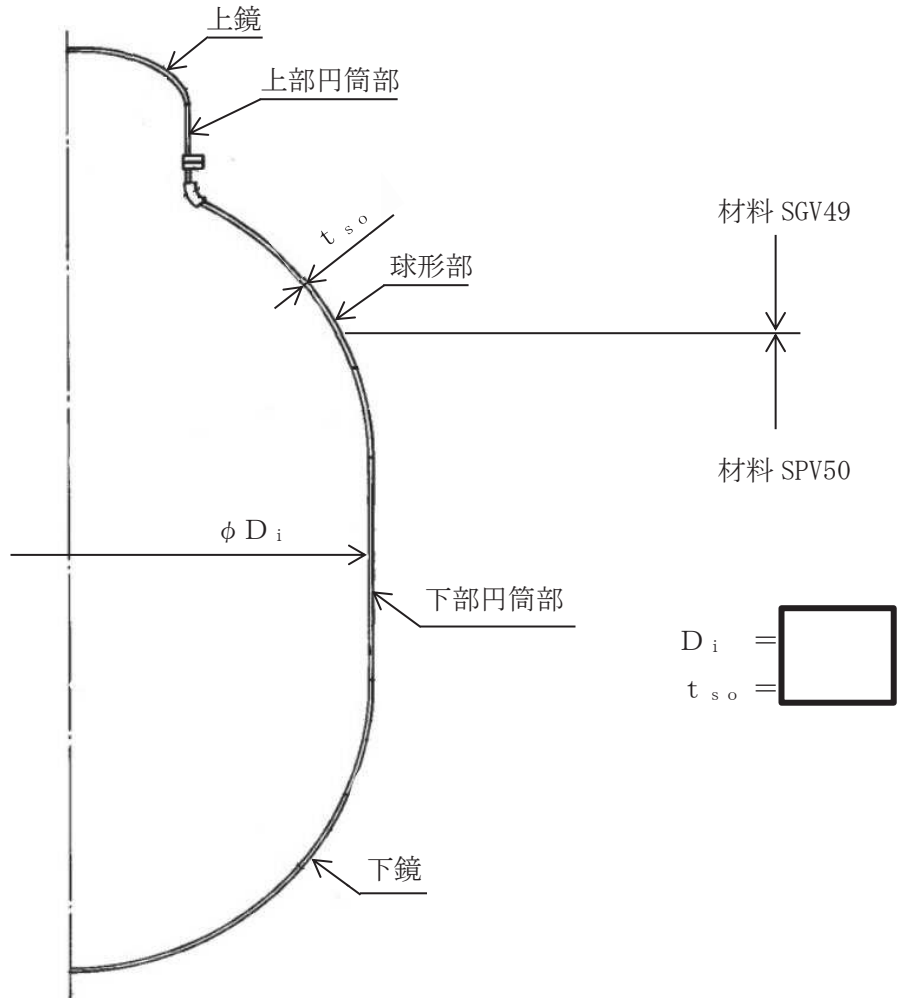


図 3-3 球形胴の形状及び寸法 (単位 : mm)

(1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

(2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号ホ）

球形胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-4に示す。  
これより、球形胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{4 \cdot S \cdot \eta - 0.4 \cdot P}$$

表 3-4 球形胴の板厚計算結果

|  |                      |                      |
|--|----------------------|----------------------|
| 球形胴名称  |                      | 球形部                  |
| 材料   |                      | SGV49                |
| 最高使用圧力   | P (MPa)              | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度   | (°C)                 | 200                  |
| 胴の内径   | D <sub>i</sub> (mm)  |                      |
| 許容引張応力   | S* (MPa)             | 253                  |
| 継手効率   | η                    | 1.00                 |
| 継手の種類  |                      | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                       |                      | 有り                   |
| 必要厚さ   | t <sub>R1</sub> (mm) | 3.00                 |
| 必要厚さ   | t <sub>R2</sub> (mm) | 19.25                |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値        | t <sub>R</sub> (mm)  | 19.25                |
| 呼び厚さ   | t <sub>so</sub> (mm) |                      |
| 最小厚さ   | t <sub>s</sub> (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> , よって十分である。 |                      |                      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.3.2 球形胴

球形胴の形状及び寸法を図 3-4 に示す。

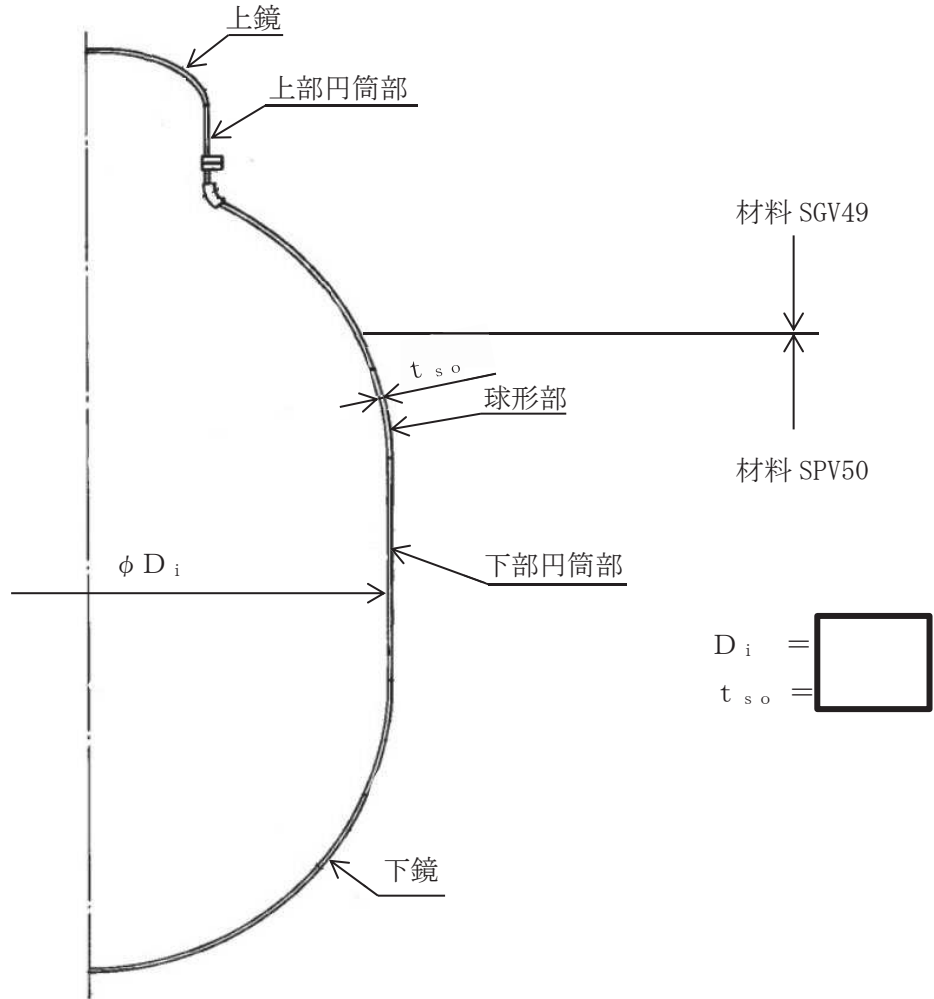


図 3-4 球形胴の形状及び寸法 (単位 : mm)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示   | 表示内容       | 単位 |
|----------------|----------|------------|----|
| t              | $t_R$    | 必要な厚さ      | mm |
|                | $t_{R1}$ | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | $t_{R2}$ | 計算上必要な厚さ   | mm |

(2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号ホ）

球形胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-5に示す。  
これより、球形胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{4 \cdot S \cdot \eta - 0.4 \cdot P}$$

表 3-5 球形胴の板厚計算結果

|                               |               |                      |
|-------------------------------|---------------|----------------------|
| 球形胴名称                         |               | 球形部                  |
| 材料                            |               | SPV50                |
| 最高使用圧力                        | P (MPa)       | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                        | (°C)          | 200                  |
| 胴の内径                          | $D_i$ (mm)    |                      |
| 許容引張応力                        | $S^*$ (MPa)   | 327                  |
| 継手効率                          | $\eta$        | 1.00                 |
| 継手の種類                         |               | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                      |               | 有り                   |
| 必要厚さ                          | $t_{R1}$ (mm) | 3.00                 |
| 必要厚さ                          | $t_{R2}$ (mm) | 14.91                |
| $t_{R1}$ , $t_{R2}$ の大きい値     | $t_R$ (mm)    | 14.91                |
| 呼び厚さ                          | $t_{so}$ (mm) |                      |
| 最小厚さ                          | $t_s$ (mm)    |                      |
| 評価： $t_s \geq t_R$ ，よって十分である。 |               |                      |

注記\*：Sは $0.6 \cdot S_u$ とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 3.4 球形部と上部円筒部との接続部

球形部と上部円筒部との接続部は、告示第501号第21条第2項の規定に従い、下記の強度計算書において別途評価を行う。

添付書類「VI-3-3-6-1-1-2 ドライウエルの強度計算書」

### 3.5 下部円筒部

#### 3.5.1 円筒胴

円筒胴の形状及び寸法を図 3-5 に示す。

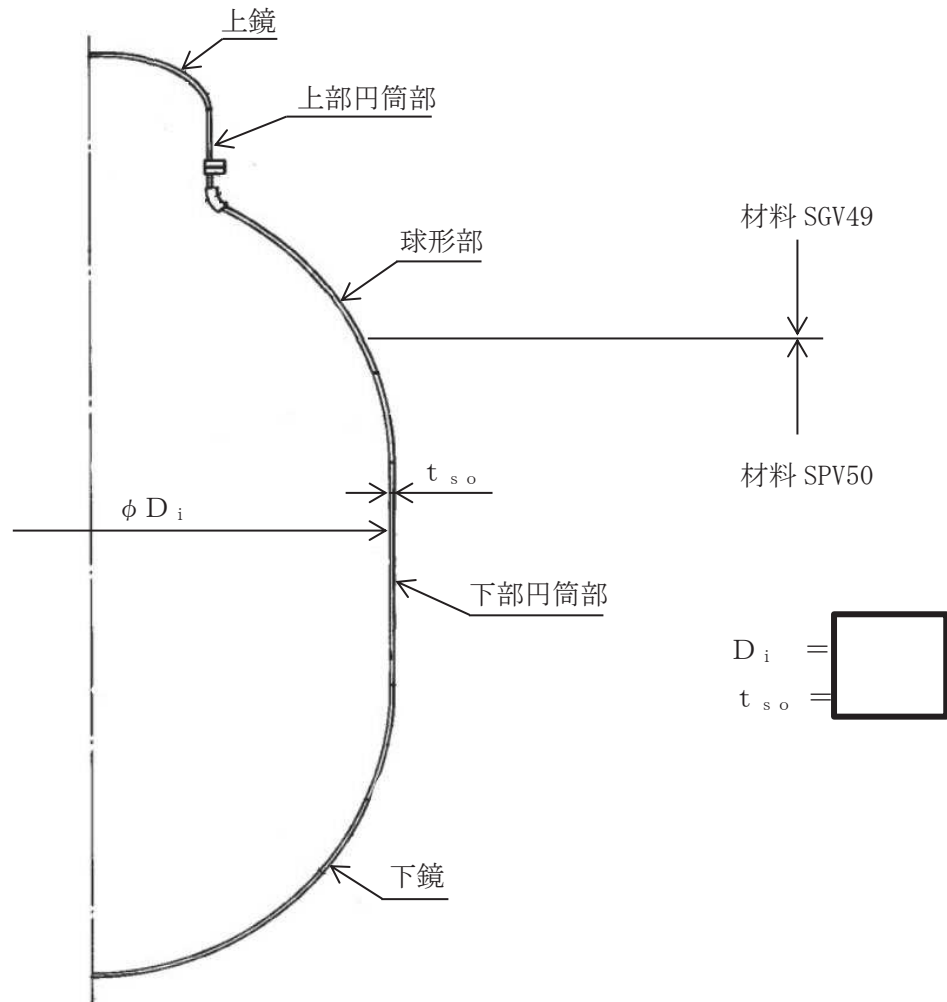


図 3-5 円筒胴の形状及び寸法 (単位 : mm)

(1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

(2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号イ）

円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-6に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表 3-6 円筒胴の板厚計算結果

|  |                 |       |                      |
|--|-----------------|-------|----------------------|
| 円筒胴名称  |                 |       | 下部円筒部                |
| 材料   |                 |       | SPV50                |
| 最高使用圧力   | P               | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度   |                 |       | 200                  |
| 胴の内径   | D <sub>i</sub>  | (mm)  |                      |
| 許容引張応力   | S*              | (MPa) | 327                  |
| 継手効率   | η               |       | 1.00                 |
| 継手の種類  |                 |       | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                       |                 |       | 有り                   |
| 必要厚さ   | t <sub>R1</sub> | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ   | t <sub>R2</sub> | (mm)  | 29.86                |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値        | t <sub>R</sub>  | (mm)  | 29.86                |
| 呼び厚さ   | t <sub>so</sub> | (mm)  |                      |
| 最小厚さ   | t <sub>s</sub>  | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> , よって十分である。 |                 |       |                      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.6 下鏡

#### 3.6.1 鏡板

鏡板の形状及び寸法を図 3-6 に示す。

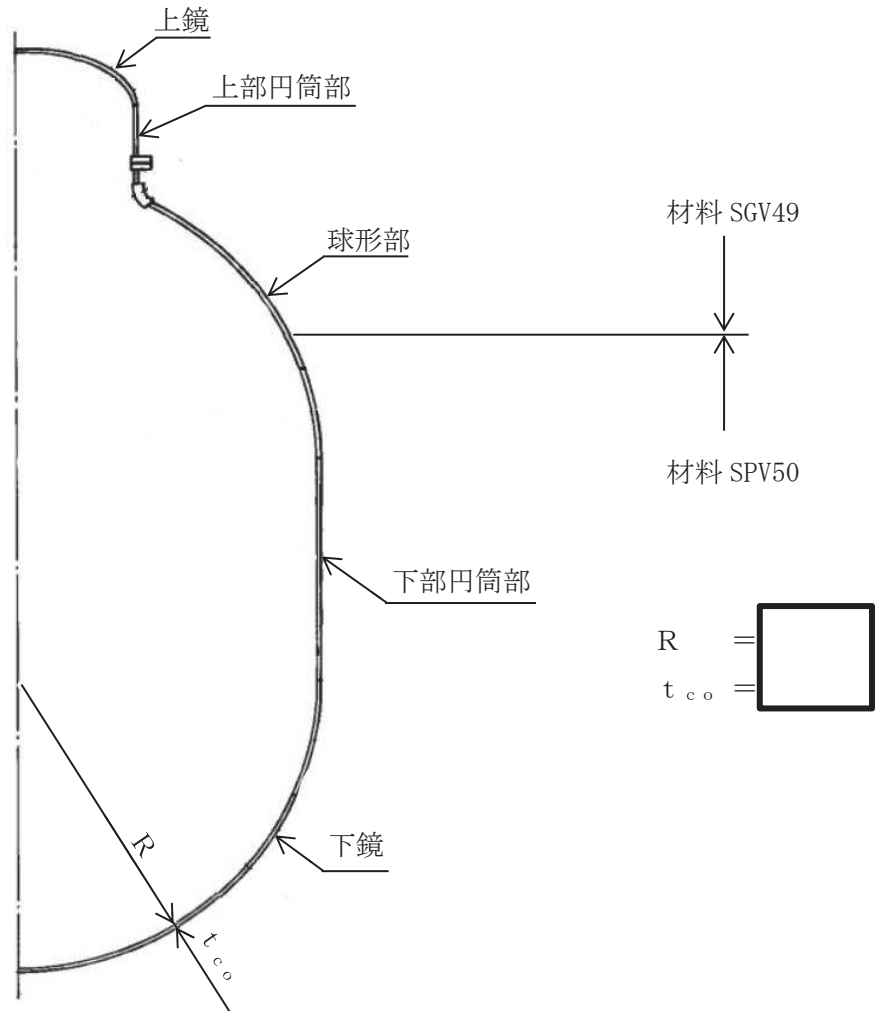


図 3-6 鏡板の形状及び寸法 (単位 : mm)

(1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示         | 表示内容  | 単位 |
|----------------|----------------|-------|----|
| t              | t <sub>R</sub> | 必要な厚さ | mm |

(2) 中低面の圧力に対する必要厚さ（告示第501号第23条第2項第3号）

鏡板の中低面の圧力に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-7に示す。

これより、鏡板は告示第501号の条件を満足している。

$$t_R = \frac{P \cdot R}{2 \cdot S \cdot \eta - 0.2 \cdot P}$$

表3-7 鏡板の板厚計算結果

|   |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|
| 鏡板名称  |                      | 下鏡                   |
| 材料  |                      | SPV50                |
| 最高使用圧力  | P (MPa)              | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  | (°C)                 | 200                  |
| 鏡板の内半径  | R (mm)               |                      |
| 許容引張応力  | S* (MPa)             | 327                  |
| 継手効率  | η                    | 1.00                 |
| 継手の種類   |                      | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                      |                      | 有り                   |
| 必要厚さ  | t <sub>R</sub> (mm)  | 14.91                |
| 呼び厚さ  | t <sub>co</sub> (mm) |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>c</sub> (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>c</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                      |                      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-6-1-1-2 ドライウェルの強度計算書

## 目次

|       |                   |    |
|-------|-------------------|----|
| 1.    | 概要                | 1  |
| 2.    | 一般事項              | 1  |
| 2.1   | 構造計画              | 1  |
| 2.2   | 評価方針              | 3  |
| 2.3   | 適用基準              | 3  |
| 2.4   | 記号の説明             | 4  |
| 2.5   | 計算精度と数値の丸め方       | 5  |
| 3.    | 評価部位              | 6  |
| 4.    | 強度評価              | 9  |
| 4.1   | 強度評価方法            | 9  |
| 4.2   | 荷重の組合せ及び許容応力      | 9  |
| 4.2.1 | 荷重の組合せ及び許容応力状態    | 9  |
| 4.2.2 | 許容応力              | 9  |
| 4.2.3 | 使用材料の許容応力評価条件     | 9  |
| 4.2.4 | 設計荷重              | 13 |
| 4.3   | 計算方法              | 13 |
| 4.4   | 計算条件              | 15 |
| 4.5   | 応力の評価             | 15 |
| 5.    | 評価結果              | 16 |
| 5.1   | 重大事故等対処設備としての評価結果 | 16 |
| 6.    | 参照図書              | 18 |



## 1. 概要

本計算書は、ドライウエルの強度計算書である。

ドライウエルは、設計基準対象施設のドライウエルを重大事故等クラス 2 容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス 2 容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、ドライウエルの強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）（以下「既工認」という。）に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ドライウエルの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要   |   | 概略構造図                                     |
|---|---|---|
| 基礎・支持構造   | 主体構造  |   |
| <p>ドライウェルは、原子炉格納容器シヤラグ及び基部（サンドクッション部）を原子炉建屋により拘束された構造であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。</p> | <p>内半径 [ ] mm, 板厚 [ ] mm の上鏡, 内径 [ ] mm, 板厚 [ ] mm の円筒部, 板厚 [ ] mm のナックル部, 内半径 [ ] mm, 板厚 [ ] mm の上部球形部, 内径 [ ] mm, 板厚 [ ] mm の円筒部, 内半径 [ ] mm, 板厚 [ ] mm の下鏡で構成される鋼製構造物である。<br/>ドライウェル基部外側には、サンドクッションを備える。</p> | <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p> |

## 2.2 評価方針

ドライウエルの応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において重大事故等時における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

ドライウエルの強度評価フローを図 2-1 に示す。

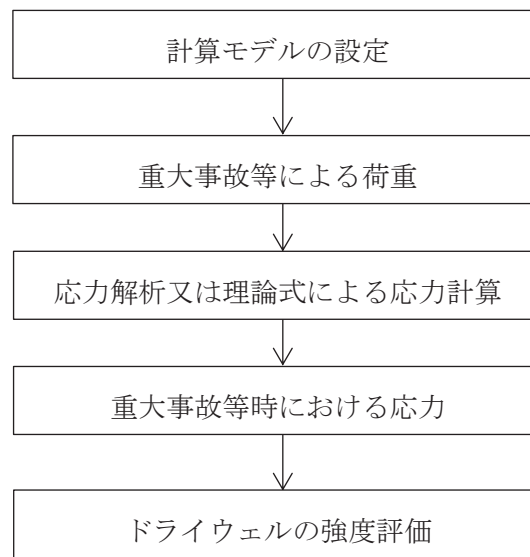


図 2-1 ドライウエルの強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号         | 記号の説明                      | 単位  |
|------------|----------------------------|-----|
| D          | 死荷重                        | —   |
| $D_i$      | 直径 ( $i = 1, 2$ )          | mm  |
| $l_i$      | 長さ ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) | mm  |
| $M_{SA}$   | 機械的荷重 (SA 短期機械的荷重)         | —   |
| $P_{SA}$   | 圧力 (SA 短期圧力)               | kPa |
| $R_i$      | 半径 ( $i = 1, 2, 3$ )       | mm  |
| S          | 許容引張応力                     | MPa |
| $S_u$      | 設計引張強さ                     | MPa |
| $S_y$      | 設計降伏点                      | MPa |
| $S_y (RT)$ | 40°Cにおける設計降伏点              | MPa |
| $t_i$      | 厚さ ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) | mm  |
| $T_{SA}$   | 温度 (SA 短期温度)               | °C  |
| ASS        | オーステナイト系ステンレス鋼             | —   |
| HNA        | 高ニッケル合金                    | —   |

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

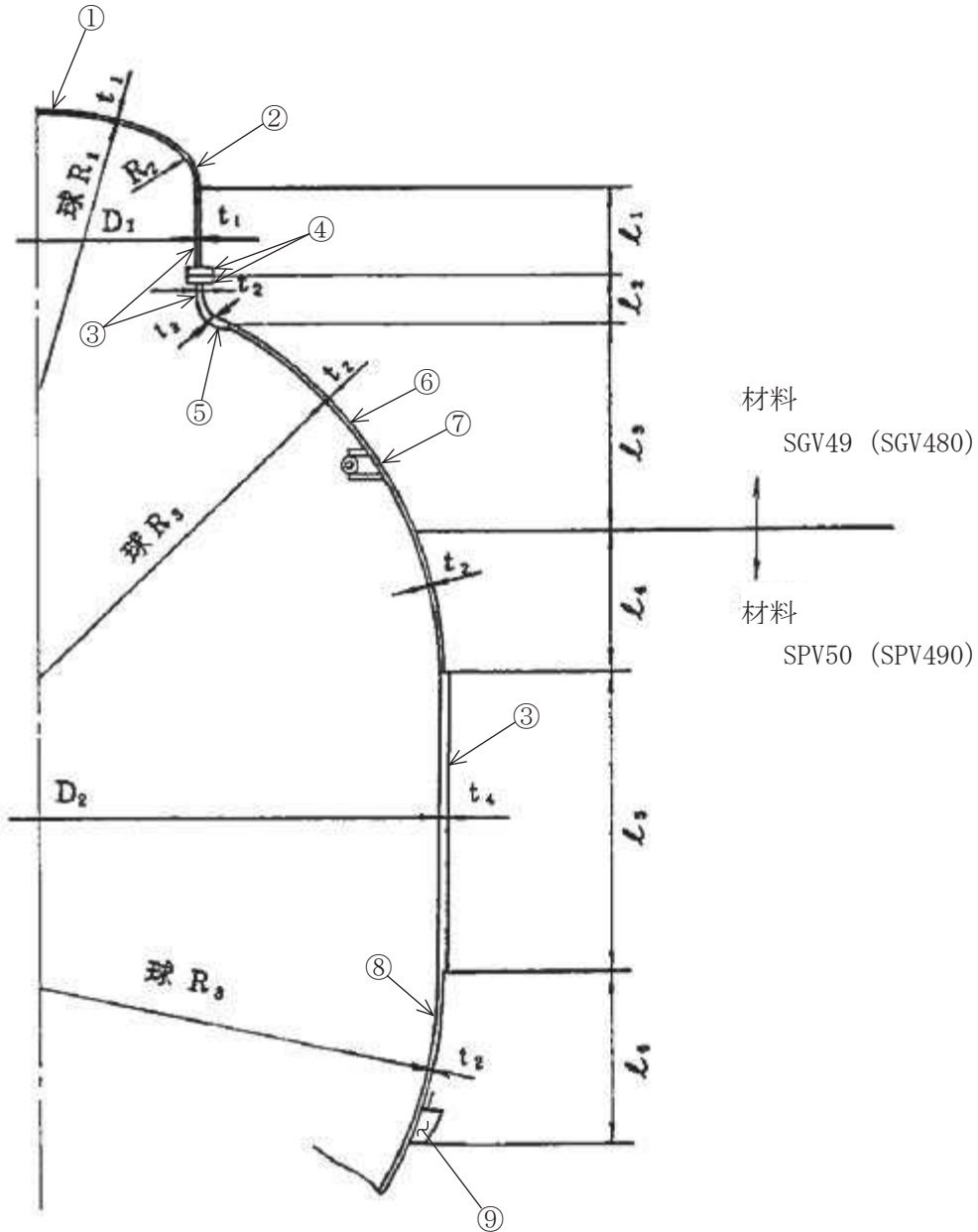
表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位  | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁 |
|--------|-----|----------|------|-----|
| 最高使用圧力 | kPa | —        | —    | 整数位 |
| 温度     | ℃   | —        | —    | 整数位 |
| 許容応力*  | MPa | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位 |
| 算出応力   | MPa | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位 |

注記\*：告示第501号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

ドライウエルの形状及び主要寸法を図 3-1 及び図 3-2 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



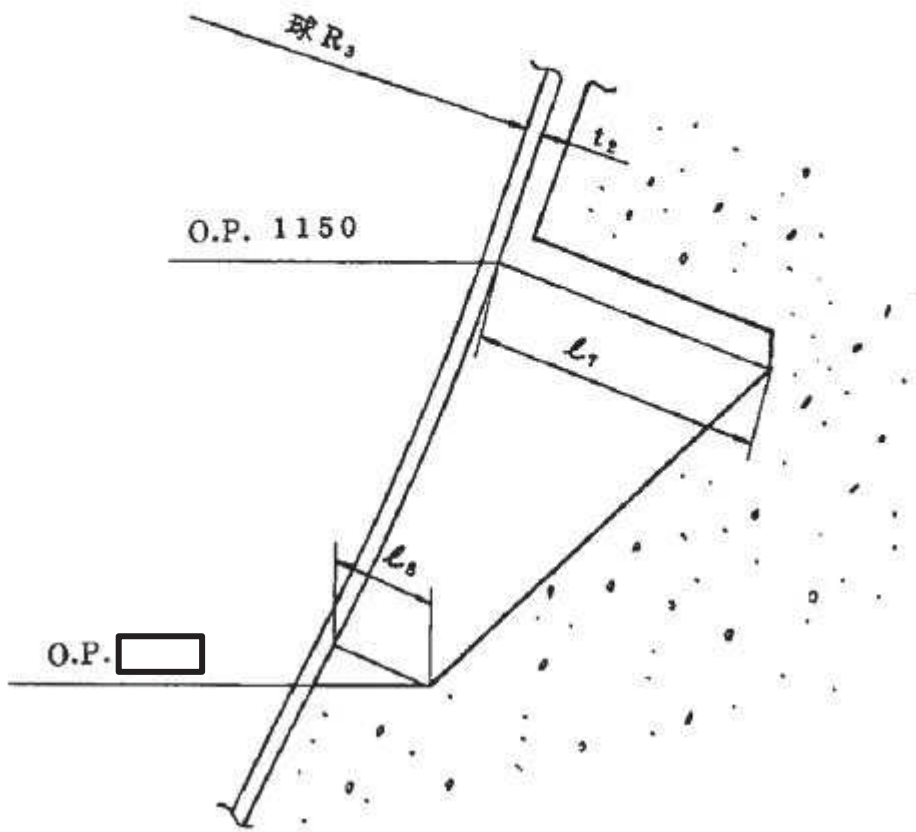
- ①上鏡球形部    ②上鏡ナックル部    ③円筒部    ④フランジ    ⑤ナックル部  
 ⑥上部球形部    ⑦ドライウエルスプレイ管取付部    ⑧下鏡    ⑨サンドクッション部

|         |                      |         |                      |           |                      |         |                      |           |                      |
|---------|----------------------|---------|----------------------|-----------|----------------------|---------|----------------------|-----------|----------------------|
| $D_1 =$ | <input type="text"/> | $D_2 =$ | <input type="text"/> | 球 $R_1 =$ | <input type="text"/> | $R_2 =$ | <input type="text"/> | 球 $R_3 =$ | <input type="text"/> |
| $l_1 =$ | <input type="text"/> | $l_2 =$ | <input type="text"/> | $l_3 =$   | <input type="text"/> | $l_4 =$ | <input type="text"/> | $l_5 =$   | <input type="text"/> |
| $l_6 =$ | <input type="text"/> | $t_1 =$ | <input type="text"/> | $t_2 =$   | <input type="text"/> | $t_3 =$ | <input type="text"/> | $t_4 =$   | <input type="text"/> |

(単位：mm)

図 3-1 ドライウエルの形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



球  $R_3$  =      $l_7$  =      $l_8$  =      $t_2$  =

(単位：mm)

図 3-2 サンドクッション部の形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

| 使用部位   | 使用材料                             | 備考 |
|--------|----------------------------------|----|
| ドライウエル | SGV49 (SGV480)<br>SPV50 (SPV490) |    |



#### 4. 強度評価

##### 4.1 強度評価方法

- (1) ドライウェルは、原子炉格納容器シヤラグ及び基部（サンドクッション部）を原子炉建屋により拘束された構造であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。

ドライウェルの強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

- (2) 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドライウェルの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

###### 4.2.2 許容応力

ドライウェルの許容応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、表 4-2 に示すとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウェルの使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |         | 機器名称   | 機器等の区分      | 荷重の組合せ*1              |                      | 許容応力状態   |
|---------|---------|--------|-------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 原子炉格納施設 | 原子炉格納容器 | ドライウエル | 重大事故等クラス2容器 | $D + P_{SA} + M_{SA}$ | (V(S)-1)<br>(V(S)-2) | 重大事故等時*2 |

注記\*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-2 許容応力 (第2種容器)

| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | 一次一般膜応力   | 一次膜応力+一次曲げ応力  |
|--------------------|---|---------------|
| 重大事故等時*            | 構造上の連続な部分は $0.6 \cdot S_u$ 、不連続な部分は $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。ただし、ASS及びHNAについては、構造上の連続な部分は $2 \cdot S$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方、不連続な部分は $1.2 \cdot S$ とする。 | 左欄の<br>1.5倍の値 |

注記\*：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材              | 材料         | 温度条件<br>(°C) |                   | S<br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (R T)<br>(MPa) |
|-------------------|------------|--------------|-------------------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
|                   |            | ドライウエル       | SGV49<br>(SGV480) | 周囲環境<br>温度 | 200                     | —                       | 225                           |
| SPV50<br>(SPV490) | 周囲環境<br>温度 |              | 200               | —          | 416                     | 545                     | —                             |

#### 4.2.4 設計荷重

(1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|             |                |
|-------------|----------------|
| 内圧 $P_{SA}$ | 854kPa (SA 短期) |
| 温度 $T_{SA}$ | 200°C (SA 短期)  |

#### 4.3 計算方法

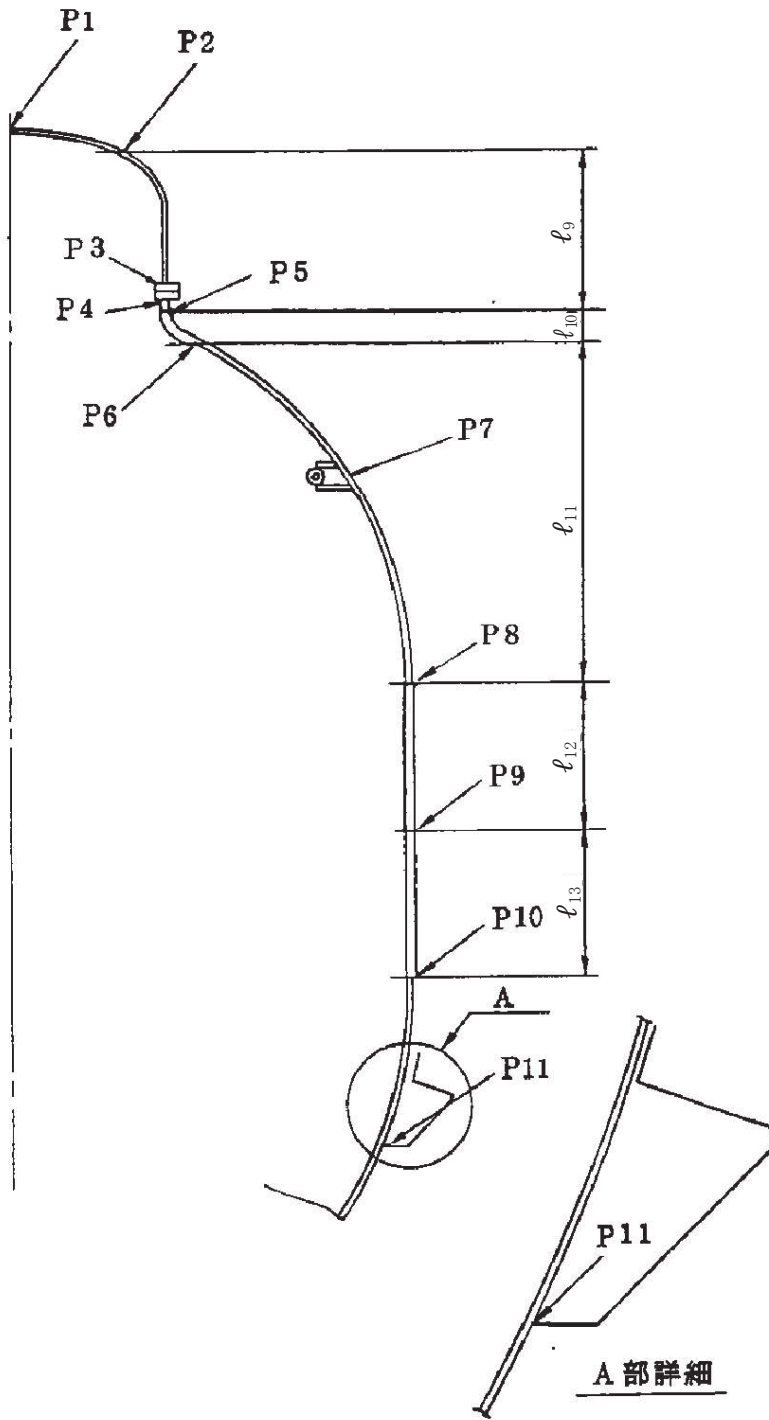
ドライウエルの応力評価点は、ドライウエルを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-4 及び図 4-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

応力評価点 P1～P11 は既工認の各荷重による応力を比倍（圧力比等）し評価する。

表 4-4 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点             |
|---------|-------------------|
| P1      | 上鏡球形部             |
| P2      | 上鏡球形部と上鏡ナックル部の接合部 |
| P3      | 円筒部と上フランジの接合部     |
| P4      | 下フランジと円筒部の接合部     |
| P5      | 円筒部とナックル部の接合部     |
| P6      | ナックル部と上部球形部の接合部   |
| P7      | ドライウエルスプレイ管取付部    |
| P8      | 上部球形部と円筒部の接合部     |
| P9      | 円筒部中心部            |
| P10     | 円筒部と下鏡の接合部        |
| P11     | サンドクッション部         |



$l_9 =$       $l_{10} =$       $l_{11} =$       $l_{12} =$       $l_{13} =$

(単位：mm)

図 4-1 ドライウェルの応力評価点

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ドライウエルの重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 に示す。



表 5-1 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>)

| 評価対象設備 | 評価部位       |                   | 応力分類         | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|--------|------------|-------------------|--------------|--------|------|----|----|
|        |            |                   |              | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|        |            |                   |              | MPa    | MPa  |    |    |
| ドライウエル | P1         | 上鏡球形部             | 一次一般膜応力      | 148    | 253  | ○  |    |
|        |            |                   | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 148    | 379  | ○  |    |
|        | P2         | 上鏡球形部と上鏡ナックル部の接合部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 215    | 379  | ○  |    |
|        | P3         | 円筒部と上フランジの接合部     | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 82     | 379  | ○  |    |
|        | P4         | 下フランジと円筒部の接合部     | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 58     | 379  | ○  |    |
|        | P5         | 円筒部とナックル部の接合部     | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 103    | 379  | ○  |    |
|        | P6         | ナックル部と上部球形部の接合部   | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 312    | 379  | ○  |    |
|        | P7         | ドライウエルスプレイ管取付部    | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 141    | 379  | ○  |    |
|        | P8         | 上部球形部と円筒部の接合部     | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 210    | 490  | ○  |    |
|        | P9         | 円筒部中心部            | 一次一般膜応力      | 271    | 327  | ○  |    |
|        |            |                   | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 271    | 490  | ○  |    |
| P10    | 円筒部と下鏡の接合部 | 一次膜応力+一次曲げ応力      | 185          | 490    | ○    |    |    |
| P11    | サンドクッション部  | 一次膜応力+一次曲げ応力      | 141          | 490    | ○    |    |    |

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-1-4 ドライウエルの強度計算書」

VI-3-3-6-1-1-3 ドライウェル主フランジの強度計算書

## 目次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 概要                 | 1  |
| 2. 一般事項               | 1  |
| 2.1 構造計画              | 1  |
| 2.2 評価方針              | 3  |
| 2.3 適用基準              | 3  |
| 2.4 記号の説明             | 4  |
| 2.5 計算精度と数値の丸め方       | 5  |
| 3. 評価部位               | 6  |
| 4. 強度評価               | 8  |
| 4.1 強度評価方法            | 8  |
| 4.2 荷重の組合せ及び許容応力      | 8  |
| 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態  | 8  |
| 4.2.2 許容応力            | 8  |
| 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件   | 8  |
| 4.2.4 設計荷重            | 12 |
| 4.3 計算方法              | 13 |
| 4.4 計算条件              | 14 |
| 4.5 応力の評価             | 14 |
| 5. 評価結果               | 15 |
| 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 15 |
| 6. 参照図書               | 17 |

## 1. 概要

本計算書は、ドライウェル主フランジの強度計算書である。

ドライウェル主フランジは、設計基準対象施設のドライウェル主フランジを重大事故等クラス 2 容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス 2 容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、ドライウェル主フランジの強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）（以下「既工認」という。）に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ドライウェル主フランジの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要  |   | 概略構造図  |
|--|---|--|
| 基礎・支持構造  | 主体構造  |  |
| <p>ドライウエル主フランジは、ドライウエル上鏡円筒胴及びドライウエル円筒胴に取り付けられた構造であり、荷重は原子炉格納容器シヤラグ及びドライウエル基部を介して原子炉建屋に伝達される。</p> | <p>ドライウエル主フランジは、内径 <input type="text"/> mm、板厚 <input type="text"/> mm のドライウエル上鏡円筒胴、内径 <input type="text"/> mm、板厚 <input type="text"/> mm のドライウエル円筒胴に取り付けられる、板厚 <input type="text"/> mm の鋼製構造物である。</p> | <p style="text-align: center;">A部詳細図<br/>(ドライウエル主フランジ詳細)</p> |

## 2.2 評価方針

ドライウエル主フランジの応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において重大事故等時における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

ドライウエル主フランジの強度評価フローを図 2-1 に示す。

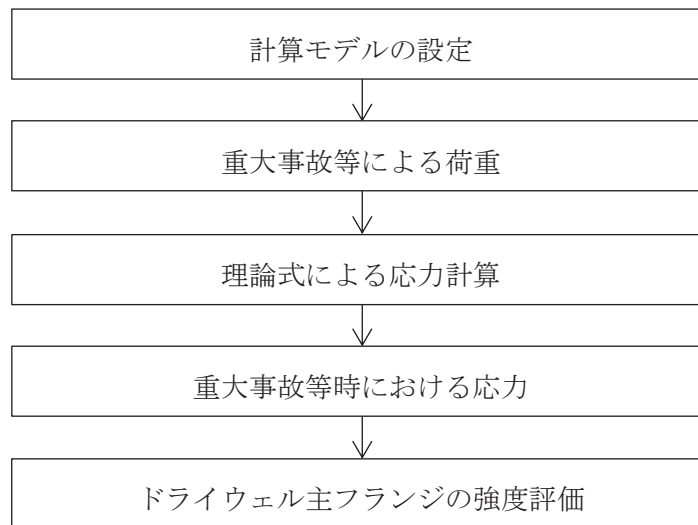


図 2-1 ドライウエル主フランジの強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号            | 記号の説明                 | 単位    |
|---------------|-----------------------|-------|
| A             | フランジ外径                | mm    |
| B             | フランジ内径                | mm    |
| C             | ボルト中心円直径              | mm    |
| D             | 死荷重, ボルト穴直径           | —, mm |
| $g_0$         | ハブ先端の厚さ               | mm    |
| $g_1$         | フランジ背面のハブの厚さ          | mm    |
| G             | ガスケット平均直径             | mm    |
| $G_i$         | 内側ガスケット直径             | mm    |
| $G_o$         | 外側ガスケット直径             | mm    |
| h             | ハブの長さ                 | mm    |
| $M_{SA}$      | 機械的荷重 (SA短期機械的荷重)     | —     |
| $P_{SA}$      | 圧力 (SA短期圧力)           | kPa   |
| S             | 許容引張応力                | MPa   |
| $S_u$         | 設計引張強さ                | MPa   |
| $S_y$         | 設計降伏点                 | MPa   |
| $S_y (RT)$    | 40℃における設計降伏点          | MPa   |
| t             | フランジの厚さ               | mm    |
| $T_{SA}$      | 温度 (SA短期温度)           | ℃     |
| $\sigma_{H1}$ | 円筒胴のフランジとの結合部の軸方向応力   | MPa   |
| $\sigma_{H2}$ | 円筒胴のフランジとの結合部の周方向応力   | MPa   |
| $\sigma_R$    | フランジの半径方向応力           | MPa   |
| $\sigma_R'$   | ボルト中心円におけるフランジの半径方向応力 | MPa   |
| $\sigma_T$    | フランジの周方向応力            | MPa   |
| ASS           | オーステナイト系ステンレス鋼        | —     |
| HNA           | 高ニッケル合金               | —     |



## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

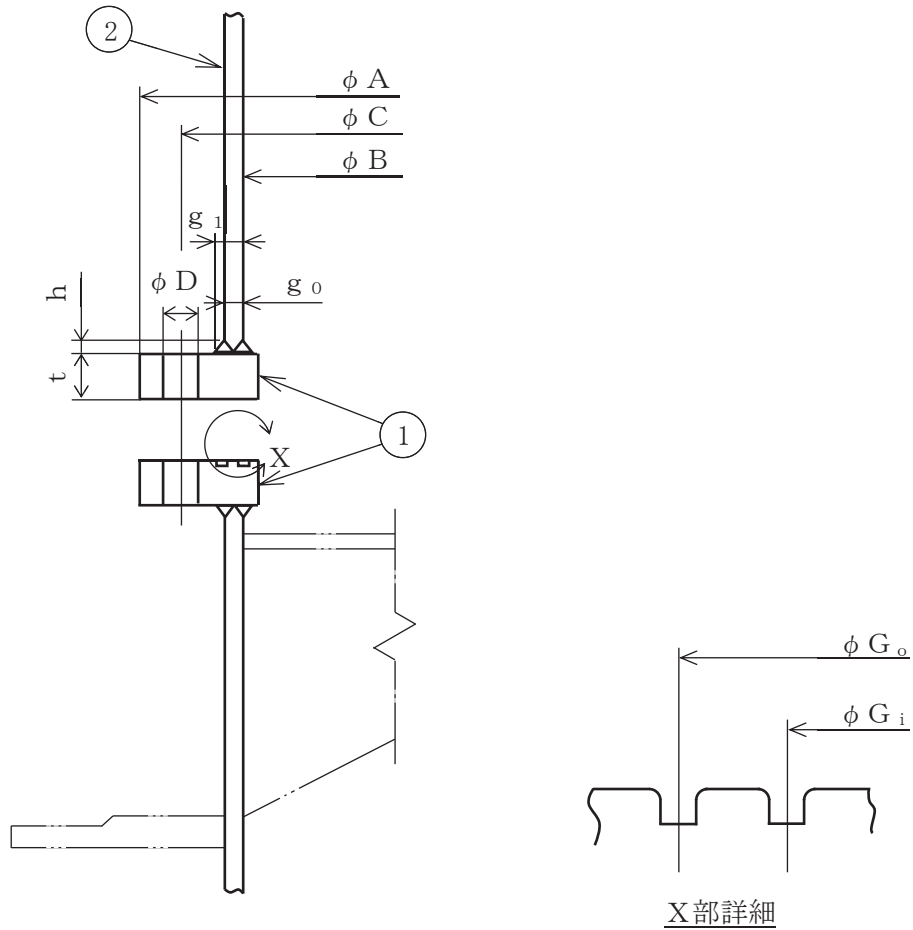
表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位  | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁 |
|--------|-----|----------|------|-----|
| 最高使用圧力 | kPa | —        | —    | 整数位 |
| 温度     | ℃   | —        | —    | 整数位 |
| 許容応力*  | MPa | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位 |
| 算出応力   | MPa | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位 |

注記\*：告示第501号別表に記載された温度の間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

ドライウエル主フランジの形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



①フランジ ②ドライウエル上鏡円筒胴

|                           |                           |                           |                          |                           |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| A = <input type="text"/>  | B = <input type="text"/>  | C = <input type="text"/>  | D = <input type="text"/> | Go = <input type="text"/> |
| Gi = <input type="text"/> | g0 = <input type="text"/> | g1 = <input type="text"/> | h = <input type="text"/> | t = <input type="text"/>  |

(単位：mm)

図 3-1 ドライウエル主フランジの形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

| 使用部位 | 使用材料   | 備考 |
|------|--|----|
| フランジ | SGV49 (SGV480)   |    |
| ボルト  | <div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px; display: inline-block;"></div> |    |

O2 ③ VI-3-3-6-1-1-3 RO

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 4. 強度評価

### 4.1 強度評価方法

- (1) ドライウェル主フランジは、ドライウェル上鏡円筒胴及びドライウェル円筒胴に取り付けられた構造であり、荷重は原子炉格納容器シヤラグ及びドライウェル基部を介して原子炉建屋に伝達される。

ドライウェル主フランジの強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

- (2) 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドライウェル主フランジの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

#### 4.2.2 許容応力

ドライウェル主フランジの許容応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき表 4-2 及び表 4-3 に示すとおりとする。

#### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウェル主フランジの使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-4 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |         | 機器名称        | 機器等の区分      | 荷重の組合せ*1              |                      | 許容応力状態   |
|---------|---------|-------------|-------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 原子炉格納施設 | 原子炉格納容器 | ドライウエル主フランジ | 重大事故等クラス2容器 | $D + P_{SA} + M_{SA}$ | (V(S)-1)<br>(V(S)-2) | 重大事故等時*2 |

注記\*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-2 許容応力 (第2種容器)

| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | 一次一般膜応力   | 一次膜応力+一次曲げ応力  |
|--------------------|---|---------------|
| 重大事故等時*            | 構造上の連続な部分は $0.6 \cdot S_u$ 、不連続な部分は $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。ただし、ASS及びHNAについては、構造上の連続な部分は $2 \cdot S$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方、不連続な部分は $1.2 \cdot S$ とする。 | 左欄の<br>1.5倍の値 |

注記\*：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-3 許容応力 (第2種容器耐圧部テンションボルト)

| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | 平均引張応力  | 平均引張応力+曲げ応力   |
|--------------------|---|---------------|
| 重大事故等時*            | $2/3 \cdot S_u$ 。ただし、ASS及びHNAについては、 $2.4 \cdot S$ と $2/3 \cdot S_u$ の小さい方とする。 | 左欄の<br>1.5倍の値 |

注記\*：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-4 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材 | 材料                   | 温度条件<br>(°C) |     | S<br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (RT)<br>(MPa) |
|------|----------------------|--------------|-----|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
|      |                      | 周囲環境<br>温度   |     |            |                         |                         |                              |
| フランジ | SGV49 (SGV480)       | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | 225                     | 421                     | —                            |
| ボルト  | <input type="text"/> | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | —                       | <input type="text"/>    | —                            |

1

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

内圧  $P_{SA}$                       854kPa (SA 短期)

温度  $T_{SA}$                       200℃ (SA 短期)



### 4.3 計算方法

ドライウェル主フランジの応力評価点は、ドライウェル主フランジを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-5 及び図 4-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

表 4-5 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点 |
|---------|-------|
| P1      | フランジ  |
| P2      | ボルト   |

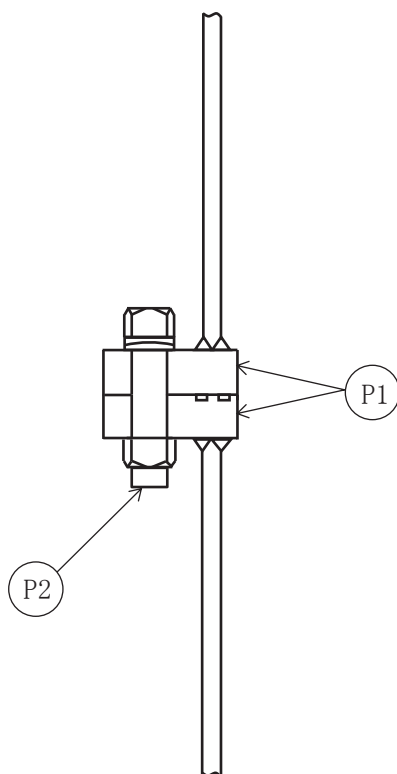


図 4-1 ドライウェル主フランジの応力評価点

#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ドライウェル主フランジの重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>)

| 評価対象設備          | 評価部位 |      | 応力分類                      |               |                                    | 重大事故等時 |      | 判定  | 備考 |   |  |
|-----------------|------|------|---------------------------|---------------|------------------------------------|--------|------|-----|----|---|--|
|                 |      |      |                           |               |                                    | 算出応力   | 許容応力 |     |    |   |  |
|                 |      |      |                           |               |                                    | MPa    | MPa  |     |    |   |  |
| ドライウェル<br>主フランジ | P1   | フランジ | ボルト中心円における<br>フランジの半径方向応力 | $\sigma_{R'}$ | 接触面                                | 212    | 225  | ○   |    |   |  |
|                 |      |      |                           |               | 裏面                                 | -212   | 225  | ○   |    |   |  |
|                 |      |      | フランジの半径方向応力               | $\sigma_R$    | 接触面                                | 13     | 225  | ○   |    |   |  |
|                 |      |      |                           |               | 裏面                                 | -17    | 225  | ○   |    |   |  |
|                 |      |      | フランジの周方向応力                | $\sigma_T$    | 接触面                                | 53     | 225  | ○   |    |   |  |
|                 |      |      |                           |               | 裏面                                 | 26     | 225  | ○   |    |   |  |
|                 |      |      | 円筒胴のフランジとの結合部<br>の軸方向応力   | $\sigma_{H1}$ | 内面                                 | 154    | 338  | ○   |    |   |  |
|                 |      |      |                           |               | 外面                                 | -39    | 338  | ○   |    |   |  |
|                 |      |      | 円筒胴のフランジとの結合部<br>の周方向応力   | $\sigma_{H2}$ | 内面                                 | 96     | 338  | ○   |    |   |  |
|                 |      |      |                           |               | 外面                                 | 39     | 338  | ○   |    |   |  |
|                 |      |      | 組合せ応力                     |               | $(\sigma_{H^*} + \sigma_{R'}) / 2$ |        | 184  | 225 | ○  |   |  |
|                 |      |      |                           |               | $(\sigma_{H^*} + \sigma_T) / 2$    |        | 104  | 225 | ○  |   |  |
|                 |      |      | P2                        | ボルト           | 平均引張応力                             |        |      | 391 |    | ○ |  |

注記\* :  $\sigma_H$ は $\sigma_{H1}$ と $\sigma_{H2}$ のいずれか大きい値とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-1-5 ドライウェル主フランジの強度計算書」

VI-3-3-6-1-1-5 ジェットデフレクタの強度計算書

本計算書の評価結果については、平成2年5月24日付け元資庁第14466号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-3-1-1-12 ジェットデフレクタの強度計算書」による。

O2 ③ VI-3-3-6-1-1-5 ROE

VI-3-3-6-1-1-6 サプレッションチェンバの基本板厚計算書



## 目次

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. 一般事項                     | 1 |
| 1.1 概要                      | 1 |
| 1.2 適用基準                    | 1 |
| 1.3 計算精度と数値の丸め方             | 1 |
| 2. 設計条件                     | 2 |
| 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度 | 2 |
| 2.2 水荷重                     | 2 |
| 2.3 材料及び許容応力                | 2 |
| 3. サプレッションチェンバの基本板厚計算       | 3 |
| 3.1 円筒部                     | 4 |
| 3.1.1 円筒胴                   | 4 |

1. 一般事項

1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器サプレッションチェンバの基本板厚計算書である。

サプレッションチェンバは、設計基準対象施設のサプレッションチェンバを重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス2容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス2容器の強度計算方法」に準じて、サプレッションチェンバの構造強度評価を示す。

1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

1.3 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表 1-1 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位       | 処理桁      | 処理方法     | 表示桁    |          |
|--------|----------|----------|----------|--------|----------|
| 最高使用圧力 | MPa      | —        | —        | 有効数字3桁 |          |
| 温度     | ℃        | —        | —        | 整数位    |          |
| 許容応力*  | MPa      | 小数点以下第1位 | 切捨て      | 整数位    |          |
| 長さ     | 下記以外の長さ  | mm       | 小数点以下第3位 | 四捨五入   | 小数点以下第2位 |
|        | 計算上必要な厚さ | mm       | 小数点以下第3位 | 切上げ    | 小数点以下第2位 |
|        | 最小厚さ     | mm       | 小数点以下第3位 | 切捨て    | 小数点以下第2位 |

注記\*：告示第501号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

## 2. 設計条件

### 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|      |        |
|------|--------|
| 内圧 P | 854kPa |
| 温度 T | 200℃   |

### 2.2 水荷重

サプレッションチェンバにおいては、重大事故等対処設備の評価に用いる水荷重として、没水時における下記の水位による水頭圧を考慮するが、この水頭圧は 2.1 項の内圧 P に包絡されている。

|         |         |
|---------|---------|
| 水位 O.P. | -1514mm |
|---------|---------|

### 2.3 材料及び許容応力

#### (1) 材料

使用する材料を表 2-1 に示す。

表 2-1 使用材料表

| 使用部位           | 使用材料  |
|----------------|-------|
| サプレッションチェンバ円筒部 | SGV49 |

#### (2) 許容引張応力

使用材料の許容引張応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値の 0.6 倍とする。

$$\text{SGV49} \quad S^* = 253 \text{ MPa}$$

注記\* : S は  $0.6 \cdot S_u$  とする。ここで、 $S_u$  は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。

3. サプレッションチェンバの基本板厚計算  
 サプレッションチェンバの形状及び寸法を図 3-1 に示す。

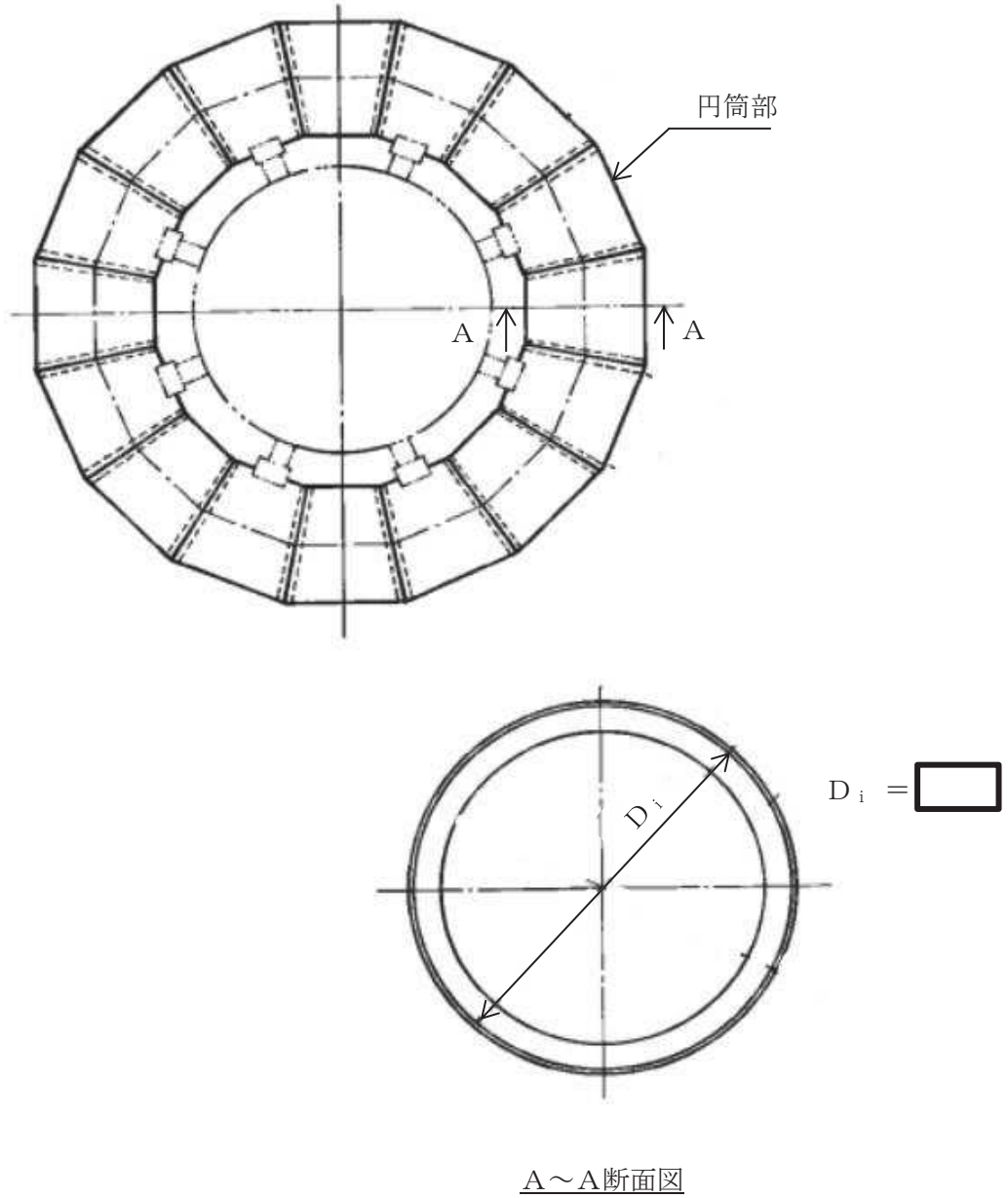


図 3-1 サプレッションチェンバの形状及び寸法 (単位 : mm)

「2. 設計条件」に示す重大事故等時の条件に基づき、サプレッションチェンバの板厚計算を行った結果を以下に示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.1 円筒部

#### 3.1.1 円筒胴

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

##### (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号イ）

円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-1に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表3-1 円筒胴の板厚計算結果

|   |                 |       |                      |
|---|-----------------|-------|----------------------|
| 円筒胴名称   |                 |       | 円筒部                  |
| 材料  |                 |       | SGV49                |
| 最高使用圧力  | P               | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                 |       | 200                  |
| 胴の内径  | D <sub>i</sub>  | (mm)  |                      |
| 許容引張応力  | S*              | (MPa) | 253                  |
| 継手効率  | η               |       | 1.00                 |
| 継手の種類   |                 |       | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                      |                 |       | 有り                   |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub> | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub> | (mm)  | 15.90                |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>  | (mm)  | 15.90                |
| 呼び厚さ  | t <sub>so</sub> | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>s</sub>  | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                 |       |                      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-6-1-1-7 サプレッションチェンバの強度計算書

## 目次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 概要                 | 1  |
| 2. 一般事項               | 1  |
| 2.1 構造計画              | 1  |
| 2.2 評価方針              | 3  |
| 2.3 適用基準              | 3  |
| 2.4 記号の説明             | 4  |
| 2.5 計算精度と数値の丸め方       | 5  |
| 3. 評価部位               | 6  |
| 4. 強度評価               | 9  |
| 4.1 強度評価方法            | 9  |
| 4.2 荷重の組合せ及び許容応力      | 9  |
| 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態  | 9  |
| 4.2.2 許容応力            | 9  |
| 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件   | 9  |
| 4.2.4 設計荷重            | 13 |
| 4.3 計算方法              | 13 |
| 4.3.1 応力評価点           | 13 |
| 4.3.2 解析モデル及び諸元       | 15 |
| 4.3.3 応力計算方法          | 18 |
| 4.4 計算条件              | 18 |
| 4.5 応力の評価             | 18 |
| 5. 評価結果               | 19 |
| 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 19 |
| 6. 参照図書               | 21 |

## 1. 概要

本計算書は、サプレッションチェンバの強度計算書である。

サプレッションチェンバは、設計基準対象施設のサプレッションチェンバを重大事故等クラス 2 容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス 2 容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、サプレッションチェンバの強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）（以下「既工認」という。）に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

サプレッションチェンバの構造計画を表 2-1 に示す。



表 2-1 構造計画

| 計画の概要   |  | 概略構造図                                     |
|---|--|---|
| 基礎・支持構造   | 主体構造   |   |
| <p>サプレッションチェンバは、ボックスサポートにより拘束支持された円環状の円筒構造であり、荷重はボックスサポートを介して原子炉建屋に伝達される。</p> | <p>内直径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm の円筒胴で構成される半径 <input type="text"/> mm の円環状の構成構造物である。円筒胴内部に強め輪を備える。</p> | <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p> |

## 2.2 評価方針

サブプレッションチェンバの応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において重大事故等時における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

サブプレッションチェンバの強度評価フローを図 2-1 に示す。

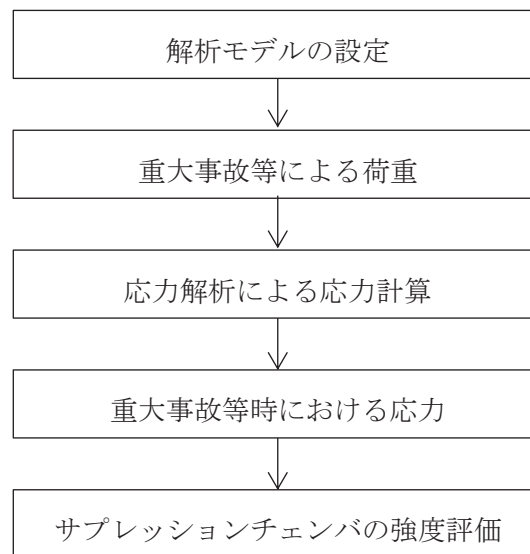


図 2-1 サブプレッションチェンバの強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号         | 記号の説明                | 単位  |
|------------|----------------------|-----|
| D          | 死荷重                  | —   |
| $D_1$      | 直径                   | mm  |
| E          | 縦弾性係数                | MPa |
| $l_i$      | 長さ ( $i = 1, 2, 3$ ) | mm  |
| $M_{SA}$   | 機械的荷重 (SA 短期機械的荷重)   | —   |
| $P_{SA}$   | 圧力 (SA 短期圧力)         | kPa |
| $R_1$      | 半径                   | mm  |
| S          | 許容引張応力               | MPa |
| $S_u$      | 設計引張強さ               | MPa |
| $S_y$      | 設計降伏点                | MPa |
| $S_y (RT)$ | 40°Cにおける設計降伏点        | MPa |
| $t_1$      | 厚さ                   | mm  |
| T          | 温度                   | °C  |
| $T_{SA}$   | 温度 (SA 短期温度)         | °C  |
| $\theta_1$ | 角度                   | °   |
| $\nu$      | ポアソン比                | —   |
| ASS        | オーステナイト系ステンレス鋼       | —   |
| HNA        | 高ニッケル合金              | —   |

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

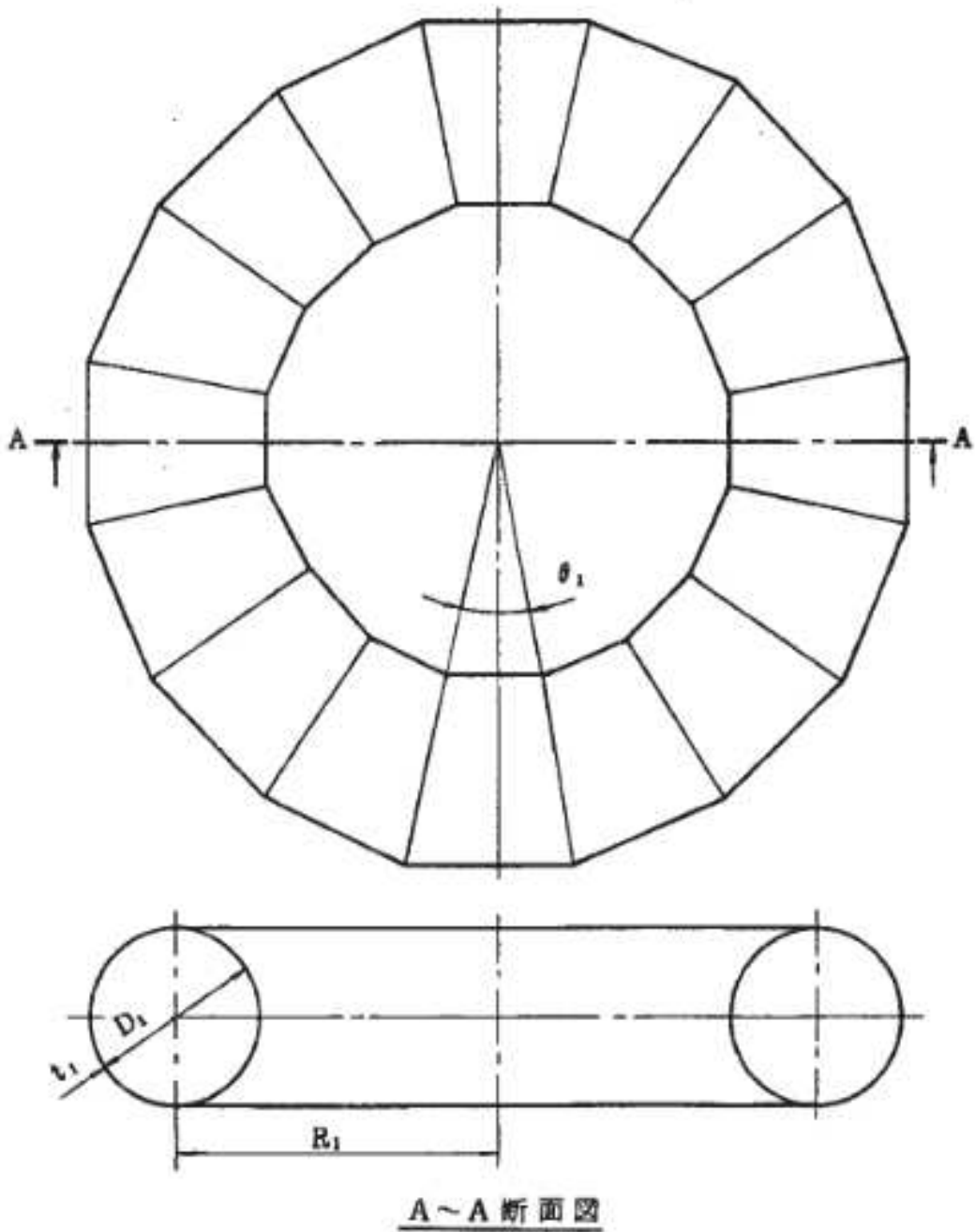
表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位  | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁 |
|--------|-----|----------|------|-----|
| 最高使用圧力 | kPa | —        | —    | 整数位 |
| 温度     | ℃   | —        | —    | 整数位 |
| 許容応力*  | MPa | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位 |
| 算出応力   | MPa | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位 |

注記\*：告示第501号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

サプレッションチェンバの形状及び主要寸法を図 3-1 及び図 3-2 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。

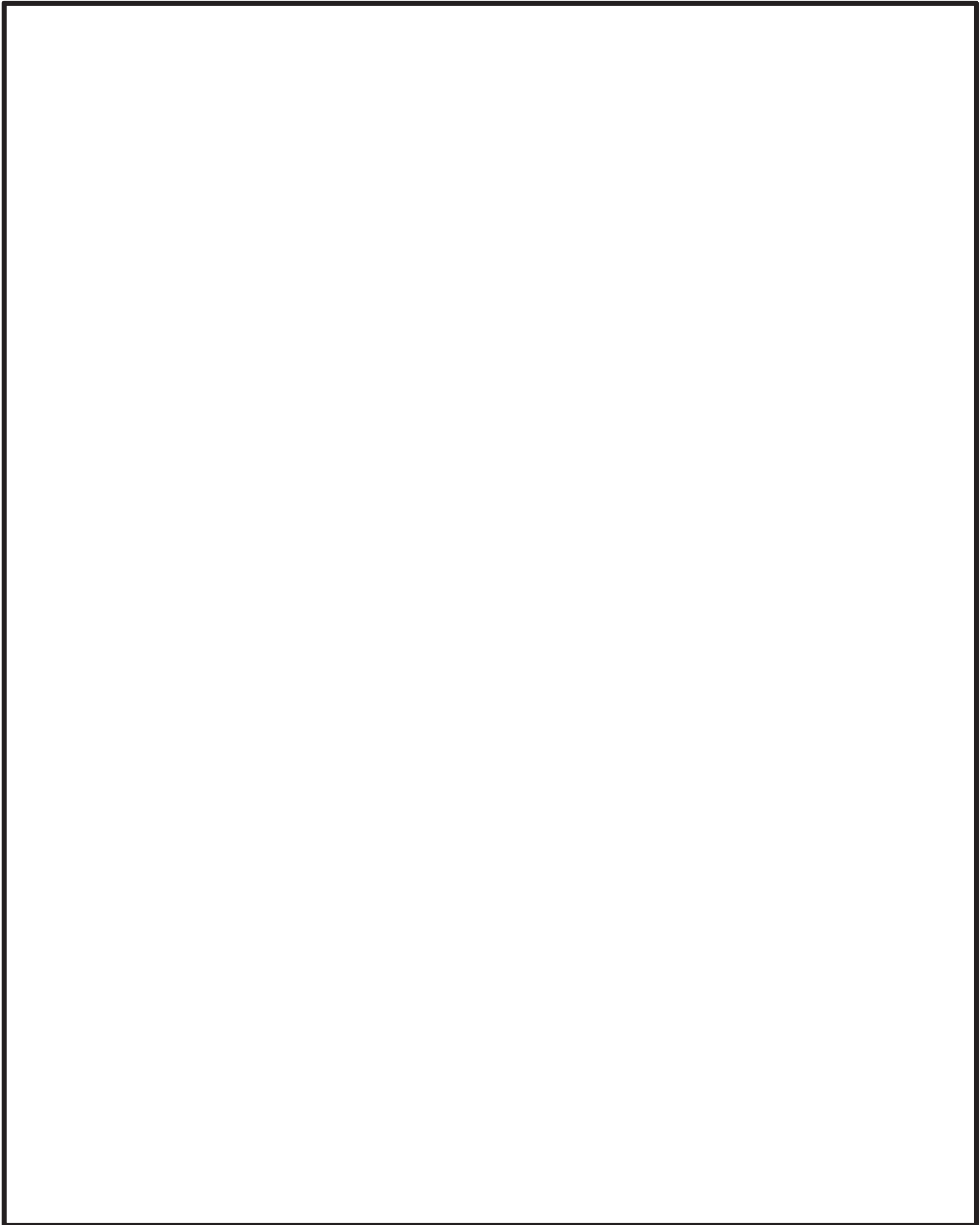


$D_1 = \square$      $R_1 = \square$      $t_1 = \square$      $\theta_1 = \square$

(単位：mm)

図 3-1 サプレッションチェンバの形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



$l_1 =$    $l_2 =$    $l_3 =$

(単位：mm)

図 3-2 サプレッションチェンバ強め輪の形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

| 使用部位        | 使用材料           | 備考 |
|-------------|----------------|----|
| サプレッションチェンバ | SGV49 (SGV480) |    |

## 4. 強度評価

### 4.1 強度評価方法

- (1) サプレッションチェンバは、ボックスサポートにより拘束支持された円環状の円筒構造であり、荷重はボックスサポートを介して原子炉建屋に伝達される。

サプレッションチェンバの強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、「4.3 計算方法」に示す方法に従い強度評価を行う。

- (2) 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

サプレッションチェンバの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

#### 4.2.2 許容応力

サプレッションチェンバの許容応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、表 4-2 に示すとおりとする。

#### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

サプレッションチェンバの使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。



表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |         | 機器名称        | 機器等の区分      | 荷重の組合せ*1              |                      | 許容応力状態   |
|---------|---------|-------------|-------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 原子炉格納施設 | 原子炉格納容器 | サプレッションチェンバ | 重大事故等クラス2容器 | $D + P_{SA} + M_{SA}$ | (V(S)-1)<br>(V(S)-2) | 重大事故等時*2 |

注記\*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-2 許容応力 (第2種容器)

| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | 一次一般膜応力   | 一次膜応力+一次曲げ応力  |
|--------------------|---|---------------|
| 重大事故等時*            | 構造上の連続な部分は $0.6 \cdot S_u$ 、不連続な部分は $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。ただし、ASS及びHNAについては、構造上の連続な部分は $2 \cdot S$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方、不連続な部分は $1.2 \cdot S$ とする。 | 左欄の<br>1.5倍の値 |

注記\*：重大事故等時として $IV_A$ の許容限界を用いる。

表4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材        | 材料                | 温度条件<br>(°C) |     | S<br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (R T)<br>(MPa) |
|-------------|-------------------|--------------|-----|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
|             |                   | 周囲環境<br>温度   |     |            |                         |                         |                               |
| サプレッションチェンバ | SGV49<br>(SGV480) |              | 200 | —          | —                       | 421                     | —                             |

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

内圧  $P_{SA}$             854kPa (SA 短期)  
 温度  $T_{SA}$             200°C (SA 短期)

##### (2) 水力的動的荷重

重大事故等対処設備としての水力的動的荷重のうち、チャギング荷重は、6. 参照図書 (1) に示すとおりである。重大事故等対処設備としての逃がし安全弁作動時荷重は、以下のとおりとする。

最大正圧             kPa  
 最大負圧             kPa

#### 4.3 計算方法

##### 4.3.1 応力評価点

サプレッションチェンバの応力評価点は、サプレッションチェンバを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-4 及び図 4-1 に示す。

表 4-4 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点         |
|---------|---------------|
| P1      | 胴中央部外側        |
| P2      | 胴中央部底部        |
| P3      | 胴中央部内側        |
| P4      | 胴中央部頂部        |
| P5      | 胴エビ継手部外側      |
| P6      | 胴エビ継手部底部      |
| P7      | 胴エビ継手部内側      |
| P8      | 胴エビ継手部頂部      |
| P9      | 内側ボックスサポート取付部 |
| P10     | 外側ボックスサポート取付部 |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

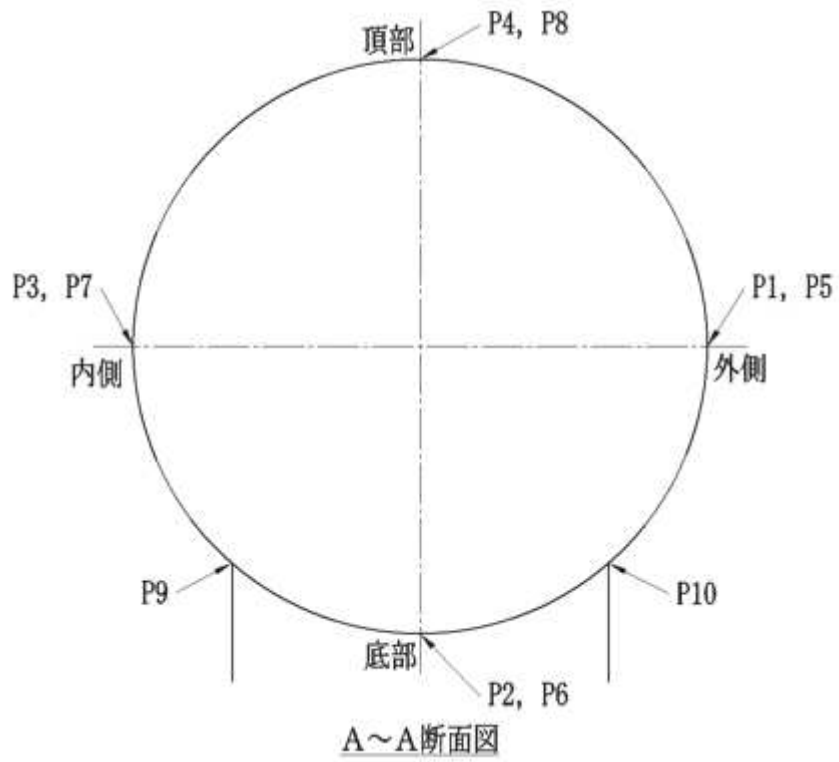
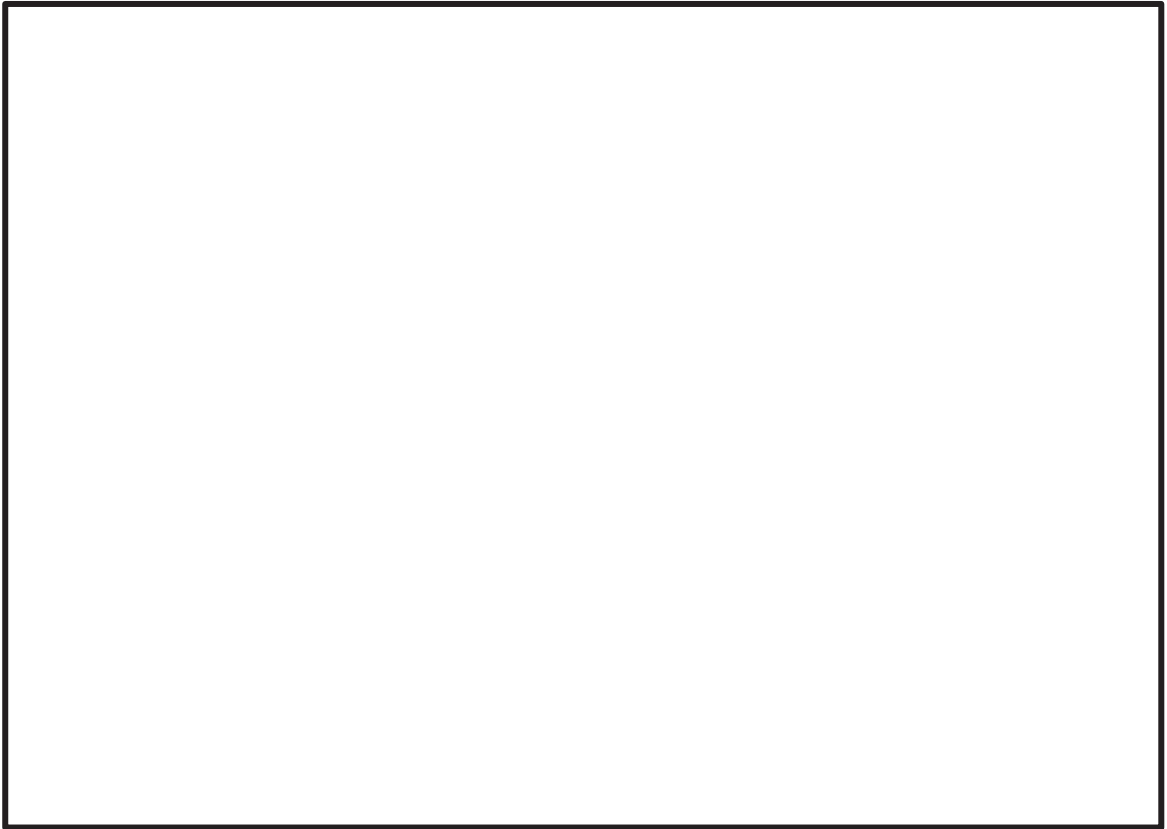


図 4-1 サプレッションチェンバの応力評価点

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4.3.2 解析モデル及び諸元

評価には、以下の 3 つの解析モデルを用いる。解析コードは「MSC NASTRAN」を使用する。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

##### (1) サプレッションチェンバ全体はりモデル

(3)のサプレッションチェンバ部分シェルモデルに与える強制変位は、サプレッションチェンバ全体をはり要素にモデル化して計算する。解析モデルを図 4-2 に、諸元を表 4-5 に示す。ボックスサポート下端を [ ]

##### (2) サプレッションチェンバ部分シェルモデル（圧力荷重）

応力評価点 P1～P10 の圧力による応力は、サプレッションチェンバを構成する円筒のうち 2 個をシェル要素にモデル化して計算する。解析モデルを図 4-3 に、諸元を表 4-5 に示す。円筒部の端面を [ ] また、ボックスサポート下端を、 [ ]

##### (3) サプレッションチェンバ部分シェルモデル（強制変位荷重）

応力評価点 P1～P10 の死荷重による応力は、サプレッションチェンバを構成する円筒のうち 2 個をシェル要素にモデル化して計算する。解析モデルを図 4-4 に、諸元を表 4-5 に示す。円筒部端面の各節点を [ ]

[ ] また、ボックスサポート下端に対し、 [ ]

[ ]

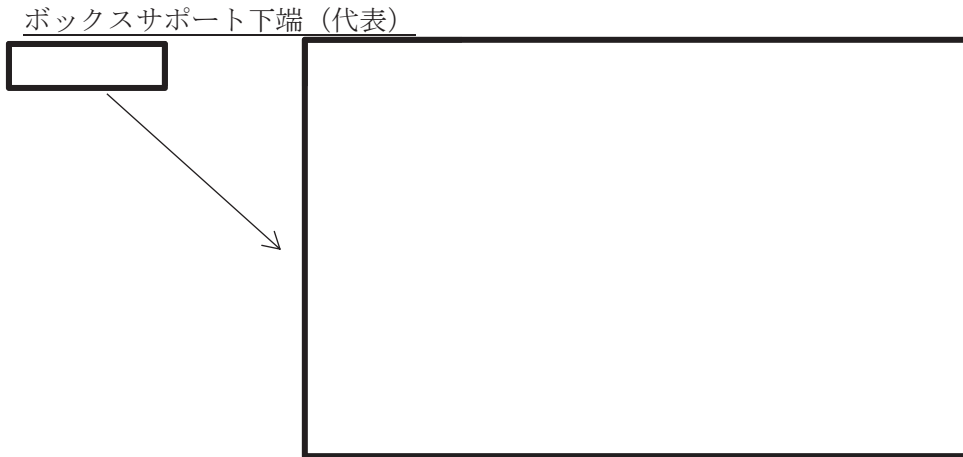


図 4-2 解析モデル(1) サプレッションチェンバ全体はりモデル

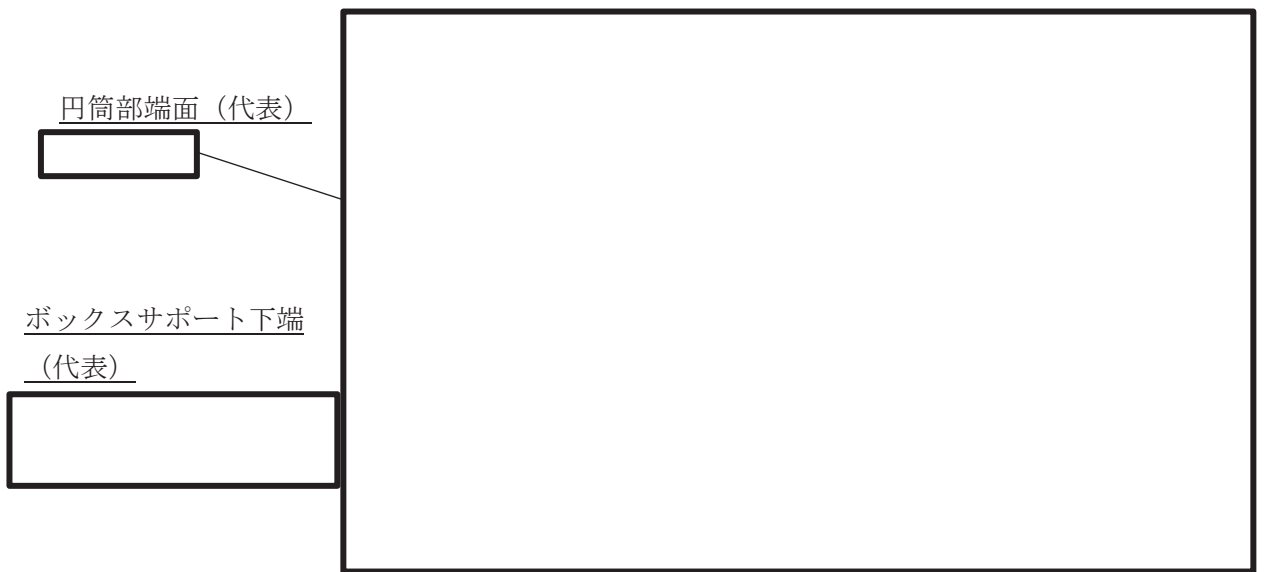


図 4-3 解析モデル(2) サプレッションチェンバ部分シェルモデル (圧力荷重)



図 4-4 解析モデル(3) サプレッションチェンバ部分シェルモデル (強制変位荷重)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-5(1) 機器諸元 (その 1)

| 項目    | 記号    | 単位                 | 入力値            |
|-------|-------|--------------------|----------------|
| 材質    | —     | —                  | SGV49 (SGV480) |
| 機器質量  | —     | ton                | [ ]            |
| 水密度   | —     | ton/m <sup>3</sup> |                |
| 水位    | —     | mm                 | 0. P. -1514    |
| 温度条件  | T     | ℃                  | [ ]            |
| 縦弾性係数 | E     | MPa                |                |
| ポアソン比 | $\nu$ | —                  |                |

表 4-5(2) 機器諸元 (その 2)

| 項目  |                                  | 個数  |
|-----|----------------------------------|-----|
| 要素数 | (1) サプレッションチェンバ全体はりモデル           | [ ] |
|     | (2) サプレッションチェンバ部分シェルモデル (圧力荷重)   |     |
|     | (3) サプレッションチェンバ部分シェルモデル (強制変位荷重) |     |
| 節点数 | (1) サプレッションチェンバ全体はりモデル           |     |
|     | (2) サプレッションチェンバ部分シェルモデル (圧力荷重)   |     |
|     | (3) サプレッションチェンバ部分シェルモデル (強制変位荷重) |     |

O 2 ③ VI-3-3-6-1-1-7 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



#### 4.3.3 応力計算方法

サプレッションチェンバの応力計算方法について以下に示す。

##### (1) 重大事故等対処設備としての応力計算

重大事故等対処設備における応力は、応力評価点 P1～P10 に対し、「4.3.2 解析モデル及び諸元」に示すサプレッションチェンバ部分シェルモデルにより算出する。水学的動荷重の既工認からの変更に対し、参照図書(1)に示す水学的動荷重による応力を比例倍して算出する。

#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

サブレッションチェンバの重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>)

| 評価対象設備           | 評価部位          |              | 応力分類         | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|------------------|---------------|--------------|--------------|--------|------|----|----|
|                  |               |              |              | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|                  |               |              |              | MPa    | MPa  |    |    |
| サプレッション<br>ンチェンバ | P1            | 胴中央部外側       | 一次一般膜応力      | 212    | 253  | ○  |    |
|                  |               |              | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 212    | 379  | ○  |    |
|                  | P2            | 胴中央部底部       | 一次一般膜応力      | 212    | 253  | ○  |    |
|                  |               |              | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 212    | 379  | ○  |    |
|                  | P3            | 胴中央部内側       | 一次一般膜応力      | 212    | 253  | ○  |    |
|                  |               |              | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 212    | 379  | ○  |    |
|                  | P4            | 胴中央部頂部       | 一次一般膜応力      | 211    | 253  | ○  |    |
|                  |               |              | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 211    | 379  | ○  |    |
|                  | P5            | 胴エビ継手部外側     | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 87     | 379  | ○  |    |
|                  | P6            | 胴エビ継手部底部     | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 107    | 379  | ○  |    |
|                  | P7            | 胴エビ継手部内側     | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 153    | 379  | ○  |    |
|                  | P8            | 胴エビ継手部頂部     | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 128    | 379  | ○  |    |
| P9               | 内側ボックスサポート取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 227          | 379    | ○    |    |    |
| P10              | 外側ボックスサポート取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 227          | 379    | ○    |    |    |

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-1-13 サプレッションチェンバの強度計算書」

VI-3-3-6-1-1-8 ボックスサポートの強度計算書

## 目次

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1. 概要                                 | 1  |
| 2. 一般事項                               | 1  |
| 2.1 構造計画                              | 1  |
| 2.2 評価方針                              | 3  |
| 2.3 適用基準                              | 3  |
| 2.4 記号の説明                             | 4  |
| 2.5 計算精度と数値の丸め方                       | 5  |
| 3. 評価部位                               | 6  |
| 4. 強度評価                               | 9  |
| 4.1 強度評価方法                            | 9  |
| 4.2 荷重の組合せ及び許容応力                      | 9  |
| 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態                  | 9  |
| 4.2.2 許容応力                            | 9  |
| 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件                   | 9  |
| 4.2.4 設計荷重                            | 13 |
| 4.3 計算方法                              | 14 |
| 4.3.1 応力評価点                           | 14 |
| 4.3.2 ボックスプレート（応力評価点 P1）              | 16 |
| 4.3.3 フランジプレート及びベースプレート（応力評価点 P6, P7） | 17 |
| 4.3.4 コンクリート（ベースプレート下面）（応力評価点 P9）     | 20 |
| 4.4 計算条件                              | 21 |
| 4.5 応力の評価                             | 21 |
| 5. 評価結果                               | 22 |
| 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果                 | 22 |
| 6. 参照図書                               | 24 |

## 1. 概要

本計算書は、ボックスサポートの強度計算書である。

ボックスサポートは、設計基準対象施設のボックスサポートを重大事故等クラス 2 支持構造物として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス 2 支持構造物として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、ボックスサポートの強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（6. 参照図書(1)）（以下「既工認」という。）に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ボックスサポートの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要  |  | 概略構造図 |
|--|--|-------|
| 基礎・支持構造  | 主体構造   |       |
| <p>ボックスサポートは、原子炉建屋基礎版に拘束支持される。サブプレッションチェンバの荷重は、ボックスサポートを介し原子炉建屋に伝達させる。</p> | <p>ボックスプレート、フランジプレート、シヤラグ、ベースプレート、シヤコネクタ、基礎ボルト等からなる鋼製構造物である。</p> |       |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



## 2.2 評価方針

ボックスサポートの応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において重大事故等時における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

ボックスサポートの応力評価フローを図 2-1 に示す。

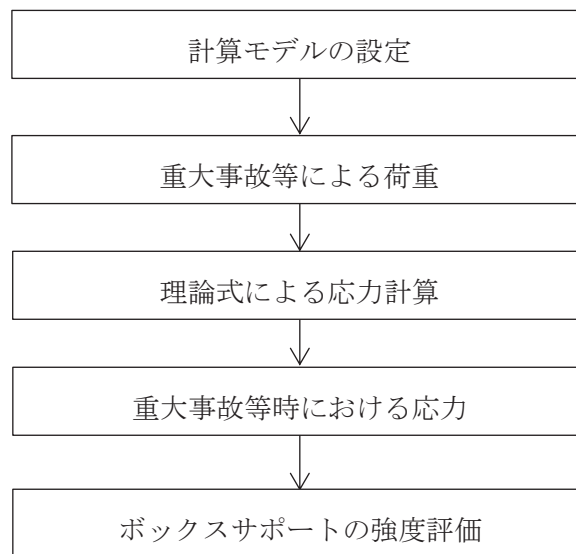


図 2-1 ボックスサポートの耐震評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601・補-1984（（社）日本電気協会）

## 2.4 記号の説明

| 記号                   | 記号の説明                    | 単位                 |
|----------------------|--------------------------|--------------------|
| A                    | 断面積                      | mm <sup>2</sup>    |
| A <sub>b</sub>       | ボルトの断面積                  | mm <sup>2</sup>    |
| D                    | 死荷重                      | —                  |
| E <sub>c</sub>       | コンクリートの縦弾性係数             | MPa                |
| E <sub>s</sub>       | ボルトの縦弾性係数                | MPa                |
| f <sub>b</sub>       | 許容曲げ応力度                  | MPa                |
| f <sub>c</sub>       | 許容圧縮応力度                  | MPa                |
| f <sub>p</sub>       | 許容支圧応力度                  | MPa                |
| f <sub>s</sub>       | 許容せん断応力度                 | MPa                |
| f <sub>t</sub>       | 許容引張応力度                  | MPa                |
| F                    | 荷重                       | N                  |
| F <sub>c</sub>       | コンクリートの設計基準強度            | kg/cm <sup>2</sup> |
| ℓ <sub>i</sub>       | 長さ (i = 1, 2, 3…)        | mm                 |
| M                    | モーメント                    | N・mm               |
| M <sub>SA</sub>      | 機械的荷重 (S A短期機械的荷重)       | —                  |
| n                    | ボルトの縦弾性係数とコンクリートの縦弾性係数の比 | —                  |
| N                    | ボルトの本数                   | —                  |
| P <sub>SA</sub>      | 圧力 (S A短期圧力)             | —                  |
| R <sub>i</sub>       | 半径                       | mm                 |
| R <sub>o</sub>       | 半径                       | mm                 |
| S                    | 許容引張応力                   | MPa                |
| S <sub>u</sub>       | 設計引張強さ                   | MPa                |
| S <sub>y</sub>       | 設計降伏点                    | MPa                |
| S <sub>y</sub> (R T) | 40℃における設計降伏点             | MPa                |
| t <sub>i</sub>       | 厚さ (i = 1, 2, 3…)        | mm                 |
| T <sub>SA</sub>      | 温度 (S A短期温度)             | ℃                  |
| Z                    | 断面係数                     | mm <sup>3</sup>    |
| σ <sub>b</sub>       | 曲げ応力                     | MPa                |
| σ <sub>c</sub>       | 圧縮応力                     | MPa                |
| τ                    | せん断応力                    | MPa                |

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

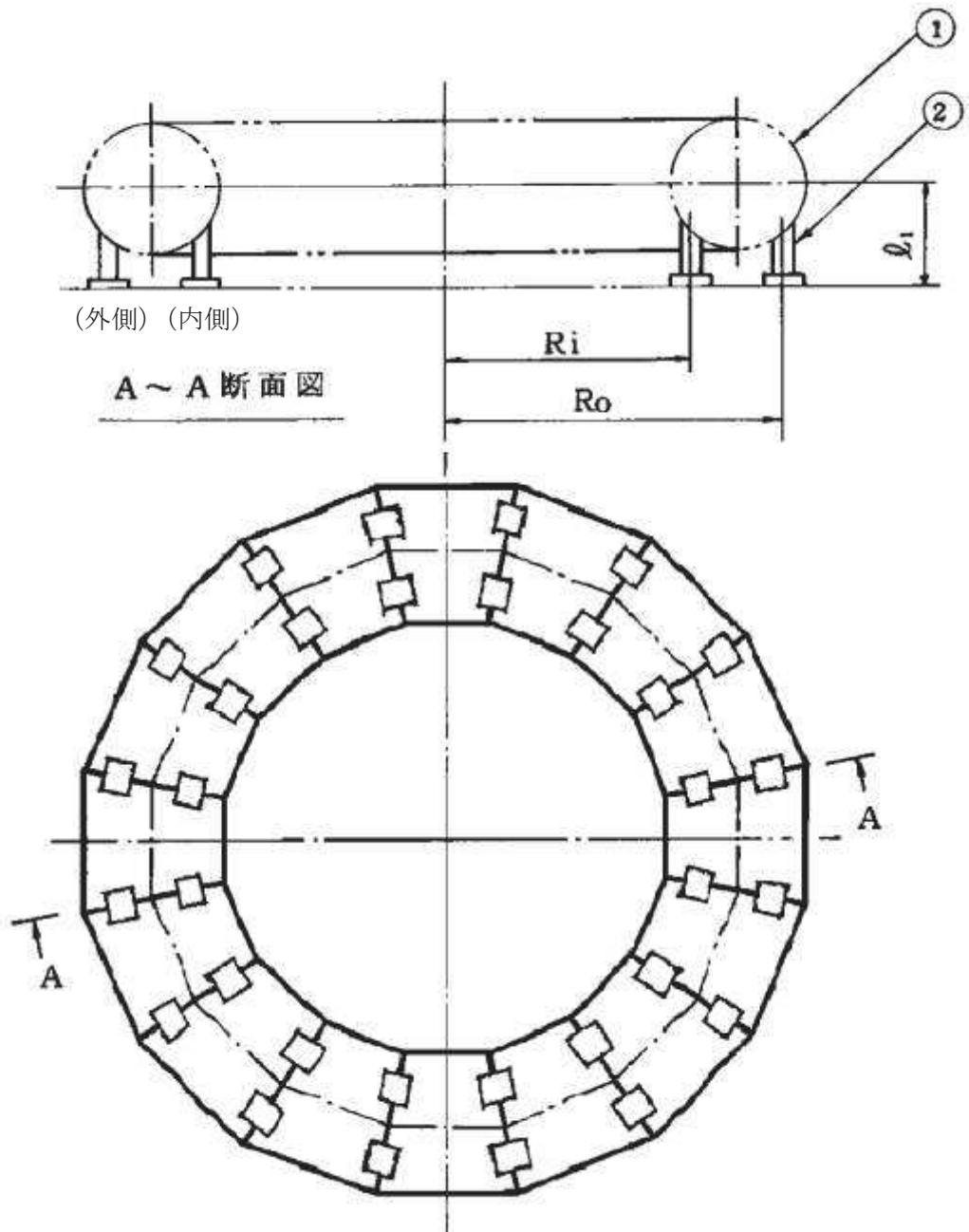
| 数値の種類              | 単位  | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁               |
|--------------------|-----|----------|------|-------------------|
| 最高使用圧力             | kPa | —        | —    | 整数位               |
| 温度                 | ℃   | —        | —    | 整数位               |
| 許容応力* <sup>1</sup> | MPa | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位* <sup>2</sup> |
| 算出応力               | MPa | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位* <sup>2</sup> |

注記\*1：告示第501号別表に記載された温度の間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

\*2：必要に応じ，小数点以下第1位または小数点以下第2位を用いる。

3. 評価部位

ボックスサポートの形状及び主要寸法を図 3-1 に，使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



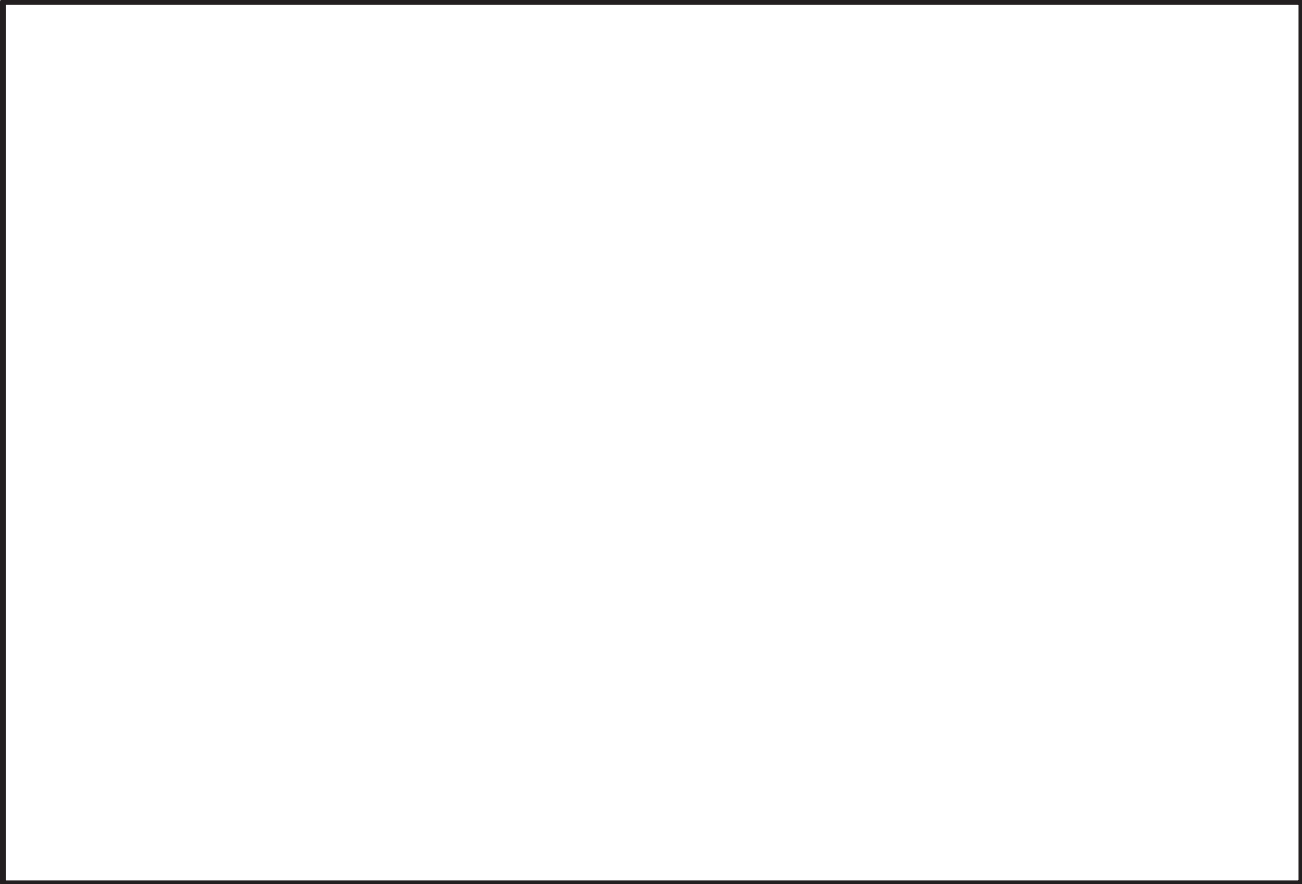
- ① サプレッションチェンバ      ② ボックスサポート

$R_i =$         $R_o =$         $l_1 =$

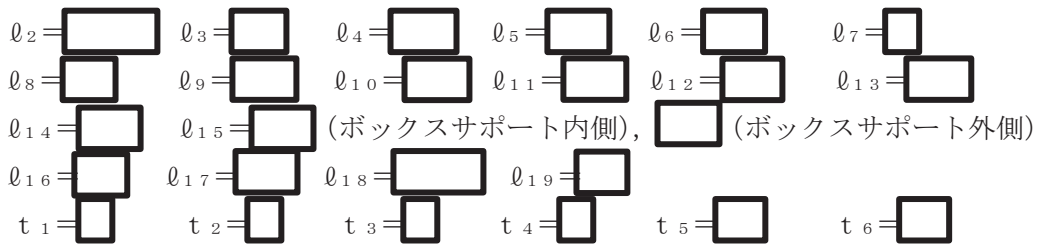
(単位：mm)

図 3-1 ボックスサポートの形状及び主要寸法 (その 1)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



- ① ボックスプレート    ② フランジプレート    ③ シヤラグ    ④ 基礎ボルト
- ⑤ ベースプレート    ⑥ シヤコネクタ    ⑦ シヤプレート
- ⑧ 補強リブ    ⑨ ベースプレート (外側)    ⑩ シヤコネクタ (外側)
- ⑪ パッド



(単位：mm)

図 3-1 ボックスサポートの形状及び主要寸法 (その 2)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

| 使用部位        | 使用材料                                   | 備考 |
|-------------|--|----|
| ボックスプレート    | SM41B (SM400B)                         |    |
| フランジプレート    | SM41B (SM400B)                         |    |
| シヤラグ        | SM41B (SM400B)                         |    |
| ベースプレート     | SM41B (SM400B)                         |    |
| シヤコネクタ (外側) |  |    |
| 補強リブ        |  |    |
| パッド         |  |    |
| 基礎ボルト       |  |    |
| コンクリート      | コンクリート ( $F_c = 330 \text{ kg/cm}^2$ ) |    |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 4. 強度評価

### 4.1 強度評価方法

- (1) ボックスサポートは、サブプレッションチェンバに溶接された箱型の支持構造であり、荷重はボックスサポート、フランジプレート、ベースプレート及び基礎ボルト等を介して原子炉建屋に伝達される。

ボックスサポートの強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、「4.3 計算方法」に示す方法に従い強度評価を行う。

- (2) 構造強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。
- (3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ボックスサポートの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

#### 4.2.2 許容応力

ボックスサポートの許容応力及び許容応力度は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 及び表 4-3 に示すとおりとする。

#### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ボックスサポートの使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-4 に示す。

表4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |         | 機器名称     | 機器等の区分         | 荷重の組合せ*1              |                      | 許容応力状態   |
|---------|---------|----------|----------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 原子炉格納施設 | 原子炉格納容器 | ボックスサポート | 重大事故等クラス2支持構造物 | $D + P_{SA} + M_{SA}$ | (V(S)-1)<br>(V(S)-2) | 重大事故等時*2 |

注記\*1：( ) 内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7 の荷重の組合せのNo. を示す。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。



表4-2 重大事故等クラス2支持構造物の許容応力

| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | ボルト等以外            |                   |                   |                   |                   | ボルト等              |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 一次応力              |                   |                   |                   |                   | 一次応力              |
|                    | 引張                | せん断               | 圧縮                | 曲げ                | 支圧                | 引張                |
| 重大事故等時*            | $1.5 \cdot f_t^*$ | $1.5 \cdot f_s^*$ | $1.5 \cdot f_c^*$ | $1.5 \cdot f_b^*$ | $1.5 \cdot f_p^*$ | $1.5 \cdot f_t^*$ |

注記\*：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-3 コンクリート部の許容応力度

| 応力分類<br>許容応力状態 | コンクリート部 (単位：N/mm <sup>2</sup> ) |   |
|----------------|---------------------------------|---|
|                | 圧縮応力度                           | せん断応力度  |
| 重大事故等時*        | $0.75 \cdot F_c$                | $1.5 \cdot \min\left(\frac{F_c}{30}, 0.49 + \frac{F_c}{100}\right)$ |

注記\*：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

| 評価部材   | 材料                | 温度条件<br>(°C) |     | S<br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (R T)<br>(MPa) |
|--|-------------------|--------------|-----|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
|  |                   | 周囲環境<br>温度   | 200 |            |                         |                         |                               |
| ボックスプレート,<br>フランジプレート, シヤラグ,<br>シヤラグ取付部, ベースプレート | SM41B<br>(SM400B) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | 169                     | 372                     | —                             |

4.2.4 設計荷重

(1) 重大事故等対処設備としての評価温度

重大事故等対処設備としての評価温度は、以下のとおりとする。

温度  $T_{SA}$                       200℃ (SA 短期)

(2) 水力的動荷重

重大事故等対処設備としての水力的動荷重のうち、チャギング荷重は、参照図書(1)に示すとおりである。重大事故等対処設備としての逃がし安全弁作動時荷重は、参照図書(1)の既工認の設定に対し、余裕を考慮する。

(3) ボックスサポート 1 個あたりに作用する鉛直荷重

前記(1)及び(2)の条件下における、添付書類「VI-2-9-2-1-2 サプレッションチェンバの耐震性についての計算書」に示すサプレッションチェンバ及びボックスサポートの応力解析で計算された、ボックスサポート 1 個あたりに作用する鉛直方向荷重を表 4-5 に示す。

表 4-5 ボックスサポート 1 個あたりに作用する鉛直荷重 (重大事故等対処設備)

| 荷重                  | 鉛直方向荷重*1   |      |
|---------------------|------------|------|
|                     | (N)        |      |
|                     | F          |      |
|                     | 内側*2       | 外側*2 |
| 死荷重                 | [Redacted] |      |
| チャギング荷重 (最大上向)      |            |      |
| チャギング荷重 (最大下向)      |            |      |
| 逃がし安全弁作動時の荷重 (最大上向) |            |      |
| 逃がし安全弁作動時の荷重 (最大下向) |            |      |

注記\*1：+は上向き（引張），-は下向き（圧縮）荷重であることを示す。

\*2：内側はサプレッションチェンバ大円の内側に設置されたボックスサポート，外側はサプレッションチェンバ大円の外側に設置されたボックスサポートを示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 4.3 計算方法

#### 4.3.1 応力評価点

ボックスサポートの応力評価点は、ボックスサポートを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-6 及び図 4-1 に示す。

表 4-6 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点                |
|---------|----------------------|
| P1      | ボックスプレート             |
| P2 *    | ボックスプレート取付部          |
| P2' *   | ボックスプレート（上側）取付部      |
| P3 *    | フランジプレートとシヤラグ接触部     |
| P4 *    | シヤラグ取付部              |
| P5 *    | 基礎ボルト                |
| P6      | フランジプレート             |
| P6' *   | フランジプレート（外側）         |
| P7      | ベースプレート              |
| P8 *    | シヤコネクタ（外側）取付部        |
| P9      | コンクリート（ベースプレート下面）    |
| P10 *   | コンクリート（シヤコネクタ（外側）側面） |
| P11 *   | コンクリート（シヤプレート上面）     |
| P12 *   | パッド取付部               |

注記\*：重大事故等時における荷重値が小さく無視できるので評価を行わない。



図 4-1 ボックスサポートの応力評価点

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 4.3.2 ボックスプレート（応力評価点 P1）

ボックスプレートに作用する荷重の状態を図 4-2 に示す。

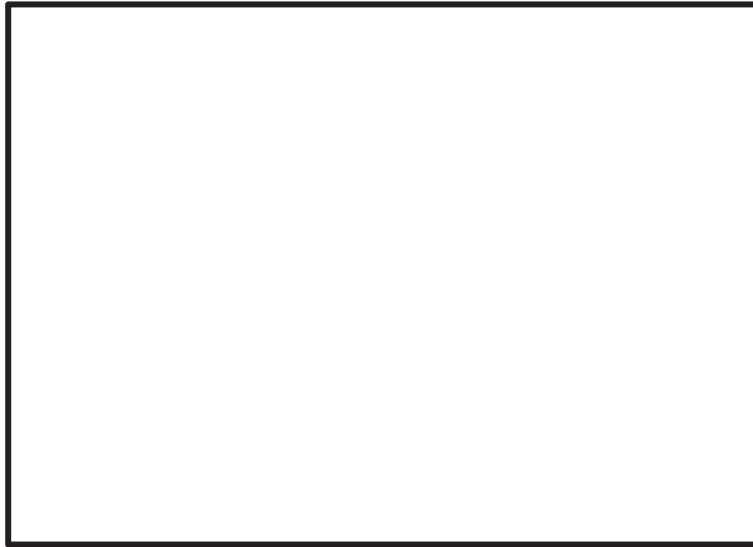


図 4-2 ボックスプレートに作用する荷重の状態

(1) 荷重

図 4-2 の応力評価点 P1 に作用する荷重は，表 4-5 に示す鉛直方向荷重 F を用いる。

(2) 断面性能

応力評価点 P1 における断面性能を表 4-7 に示す。

表 4-7 ボックスプレートの断面性能

| 位置         | 断面積 A |
|------------|-------|
| 内側ボックスサポート |       |
| 外側ボックスサポート |       |

(3) 応力計算

前記(1)の荷重作用時の応力計算方法を示す。

応力評価点 P1（内側ボックスサポート及び外側ボックスサポート）

圧縮応力

$$\sigma_c = \frac{F}{A}$$

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.3.3 フランジプレート及びベースプレート(応力評価点 P6, P7)

フランジプレート及びベースプレートに作用する荷重の状態を図 4-3 に示す。

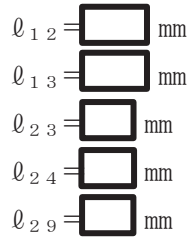


図 4-3 フランジプレート及びベースプレートに作用する荷重の状態

(1) 荷重

図 4-3 の応力評価点 P6, P7 に作用する荷重は, 表 4-5 に示す鉛直方向荷重 F を用いる。コンクリートの圧縮応力  $\sigma_c$  は,

$$\sigma_c = \frac{F}{\ell_{12} \times \ell_{13} + 8 \times n \times A_b}$$

ここに,

n :  $n = E_s / E_c = 15$

$E_s$  : ボルトの縦弾性係数

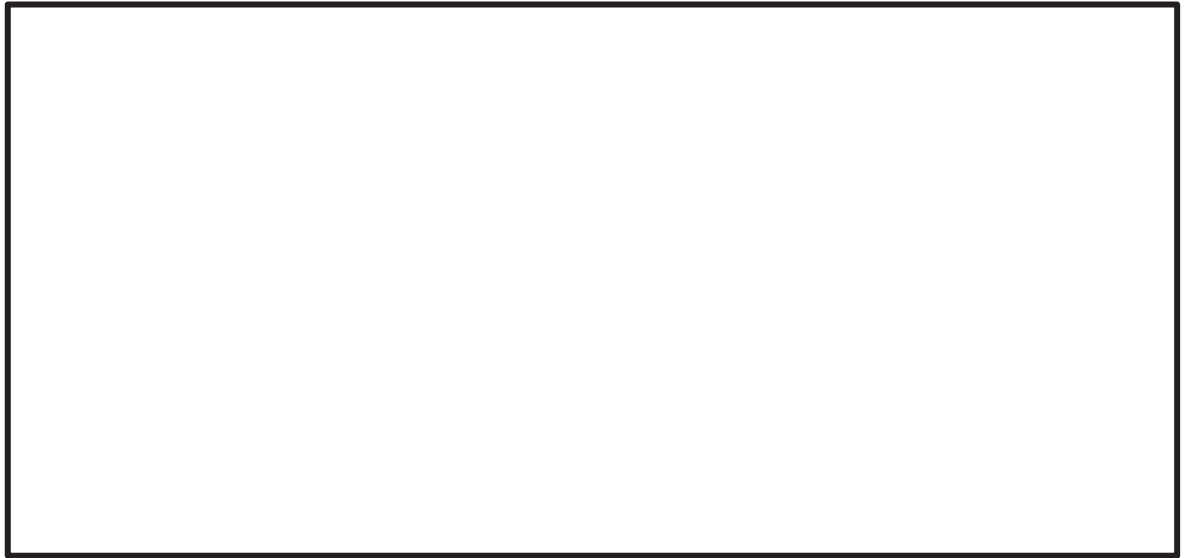
$E_c$  : コンクリートの縦弾性係数

$A_b$  : ボルト一本の断面積 (呼び径 )

$A_b =$    $\text{mm}^2$

コンクリート及び基礎ボルトからベースプレートが受ける反力を, 図 4-4 のように考慮し, P6 に対しては B 点, P7 に対しては B' 点における応力を計算する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(a) フランジプレート

(b) ベースプレート

図 4-4 フランジプレート及びベースプレートの計算モデル

(a) フランジプレート

ボルトからの反力は,

$$F_{CB} = N \cdot A_b \cdot n \cdot \sigma_c$$

B 点より右側のコンクリートからの反力は,

$$F_{CC} = \ell_{24} \cdot \ell_{12} \cdot \sigma_c$$

(b) ベースプレート

B 点より右側のコンクリートからの反力は,

$$F_{CC} = \ell_{29} \cdot \ell_{12} \cdot \sigma_c$$

(2) 断面性能

(a) フランジプレート

応力評価点 P6 における断面性能は、フランジプレートとベースプレートに加え、ボックスプレート補強リブの剛性を考慮する。

断面積

$$A = \boxed{\phantom{000000}} \text{ mm}^2$$

断面係数

$$Z = \boxed{\phantom{000000}} \text{ mm}^3$$



## (b) ベースプレート

応力評価点 P7 における断面性能は、保守的にフランジプレートと同一であると仮定する。

断面積

$$A = \boxed{\phantom{000000}} \text{ mm}^2$$

断面係数

$$Z = \boxed{\phantom{000000}} \text{ mm}^3$$

## (3) 応力計算

前記(1)の荷重作用時の応力計算方法を示す。

応力評価点 P6

せん断応力

$$\tau = \frac{F_{CB} + F_{CC}}{A}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここに、

M : B点に生じるモーメント

$$M = F_{CB} \cdot \ell_{23} + F_{CC} \cdot \frac{\ell_{24}}{2}$$

応力評価点 P7

せん断応力

$$\tau = \frac{F_{CC}}{A}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここに、

M : B' 点に生じるモーメント

$$M = F_{CC} \cdot \frac{\ell_{29}}{2}$$

#### 4.3.4 コンクリート（ベースプレート下面）（応力評価点 P9）

ベースプレート下面コンクリートの圧縮応力は、「4.3.3 フランジプレート及びベースプレート（応力評価点 P6, P7）」で求めた  $\sigma_c$  とする。

#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ボックスサポートの重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>)

| 評価対象設備       | 評価部位 |          | 応力分類 |      | 重大事故等時                |      | 判定   | 備考 |
|--------------|------|----------|------|------|-----------------------|------|------|----|
|              |      |          |      |      | 算出応力                  | 許容応力 |      |    |
|              |      |          |      |      | MPa                   | MPa  |      |    |
| ボックス<br>サポート | P1   | ボックスプレート | 一次応力 | 圧縮   | 22                    |      | ○    |    |
|              | P6   | フランジプレート |      | 一次応力 | せん断                   |      | 4    | ○  |
|              |      |          | 曲げ   |      | 21                    |      | ○    |    |
|              |      |          | 組合せ  |      | 23                    |      | ○    |    |
|              |      |          | せん断  |      | 3                     |      | ○    |    |
|              | P7   | ベースプレート  | 一次応力 | 曲げ   | 19                    |      | ○    |    |
|              |      |          |      | 組合せ  | 20                    |      | ○    |    |
|              |      |          |      | P9   | コンクリート<br>(ベースプレート下面) |      | 一次応力 | 圧縮 |

注記\* : 許容引張応力の値を用いる。

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-1-15 ボックスサポートの強度計算書」

VI-3-3-6-1-1-9 ジェット力を考慮した強度計算書

## 目次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 概要                 | 1  |
| 2. 一般事項               | 1  |
| 2.1 構造計画              | 1  |
| 2.2 評価方針              | 3  |
| 2.3 適用基準              | 3  |
| 2.4 記号の説明             | 4  |
| 2.5 計算精度と数値の丸め方       | 5  |
| 3. 評価部位               | 6  |
| 4. 強度評価               | 8  |
| 4.1 強度評価方法            | 8  |
| 4.2 荷重の組合せ及び許容応力      | 8  |
| 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態  | 8  |
| 4.2.2 許容応力            | 8  |
| 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件   | 8  |
| 4.2.4 設計荷重            | 11 |
| 4.3 計算方法              | 12 |
| 4.4 計算条件              | 13 |
| 4.5 応力の評価             | 13 |
| 5. 評価結果               | 14 |
| 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 14 |
| 6. 参照図書               | 16 |



## 1. 概要

本計算書は、原子炉格納容器において、ドライウエル内原子炉系配管の破断を想定すると、ドライウエル内面は破断口から噴出する流体のためジェット力を受けるので、この場合のドライウエルの健全性を確認した強度計算書である。

ドライウエルは、設計基準対象施設のドライウエルを重大事故等クラス 2 容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス 2 容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、ドライウエルの強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）（以下「既工認」という。）に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ドライウエルの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要   |  | 概略構造図                                     |
|---|--|---|
| 基礎・支持構造   | 主体構造   |   |
| <p>ドライウエルは、原子炉格納容器シヤラグ及び基部（サンドクッション部）を原子炉建屋により拘束された構造であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。</p> | <p>内半径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm の上鏡, 内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm の円筒部, 板厚 <input type="text"/> mm のナックル部, 内半径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm の上部球形部, 内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm の円筒部, 内半径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm の下鏡で構成される鋼製構造物である。<br/>ドライウエル基部外側には、サンドクッションを備える。</p> | <p>ドライウエル 拡大図<br/>ドライウエル 詳細図 (単位: mm)</p> |

## 2.2 評価方針

ジェット力を考慮したドライウエルの応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において重大事故等時におけるドライウエル内原子炉系配管の破断口から噴出する流体のためジェット力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

ジェット力を考慮したドライウエルの強度評価フローを図 2-1 に示す。

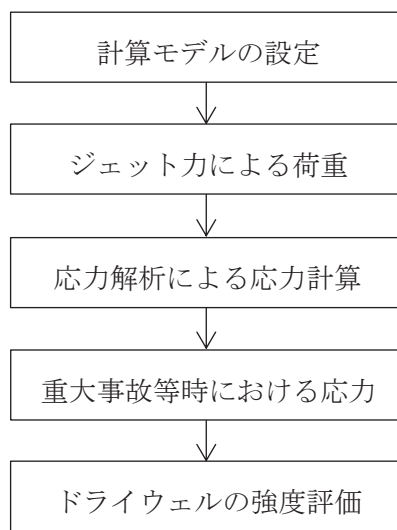


図 2-1 ジェット力を考慮したドライウエルの強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和 55 年 10 月 30 日 通商産業省告示第 501 号）（以下「告示第 501 号」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号       | 記号の説明                | 単位    |
|----------|----------------------|-------|
| D        | 直径, 死荷重              | mm, — |
| M        | 機械的荷重                | —     |
| $R_i$    | 半径 ( $i = 1, 2, 3$ ) | mm    |
| $l_i$    | 長さ ( $i = 1, 2, 3$ ) | mm    |
| $t_i$    | 厚さ ( $i = 1, 2, 3$ ) | mm    |
| S        | 許容引張応力               | MPa   |
| $S_m$    | 設計応力強さ               | MPa   |
| $S_u$    | 設計引張強さ               | MPa   |
| $S_y$    | 設計降伏点                | MPa   |
| $P_C$    | ジェット流作用面での中心圧力       | kPa   |
| $T_{SA}$ | 温度 (SA後温度)           | °C    |

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

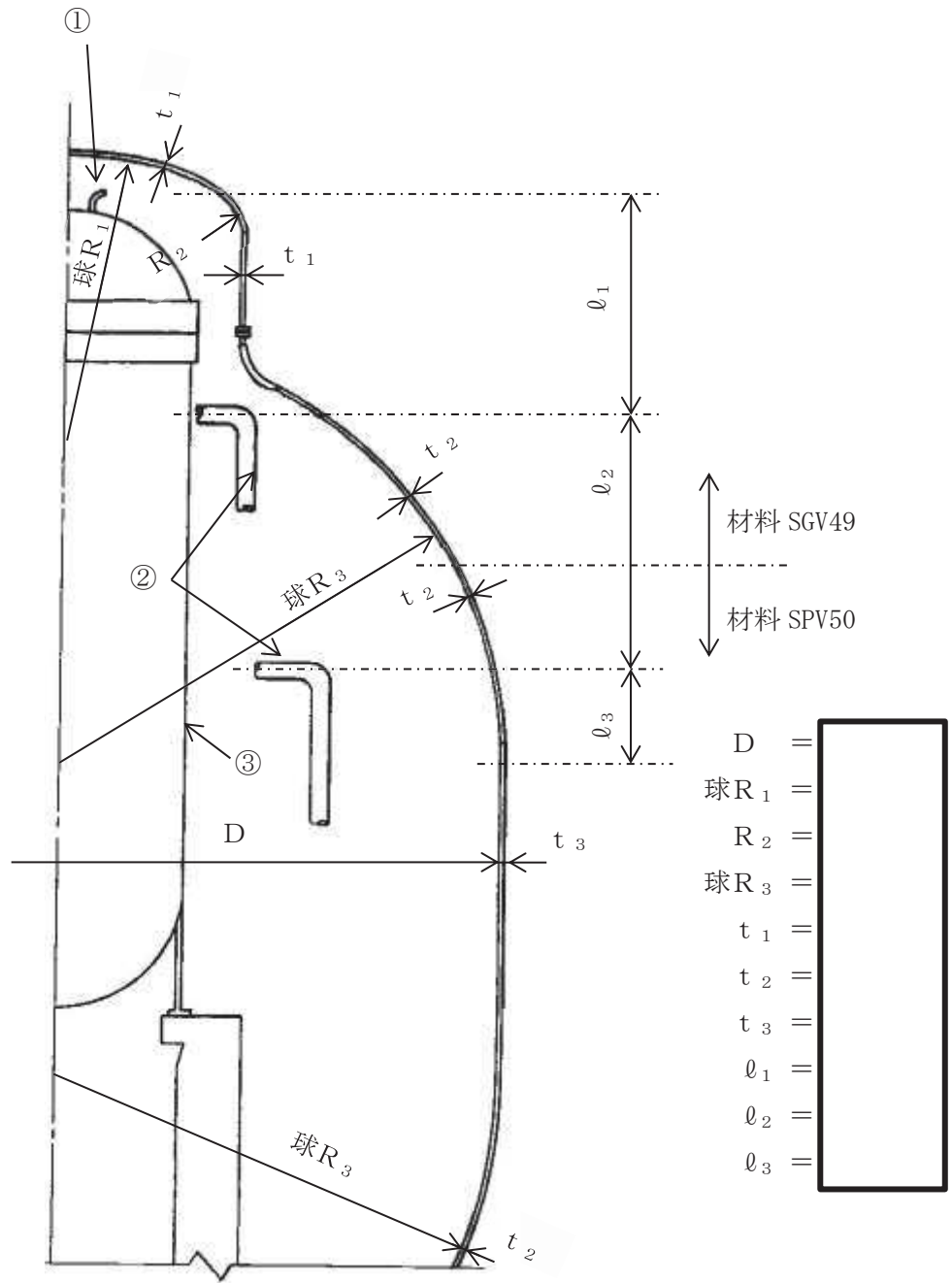
表2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類 | 単位  | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁 |
|-------|-----|----------|------|-----|
| 圧力    | kPa | —        | —    | 整数位 |
| 温度    | ℃   | —        | —    | 整数位 |
| 許容応力* | MPa | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位 |
| 算出応力  | MPa | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位 |

注記\*：告示第501号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

ドライウエルの形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



① RPV ヘッドスプレイ配管    ② 主蒸気配管    ③ 原子炉压力容器

図 3-1 ドライウエルの形状及び主要寸法 (単位 : mm)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

| 使用部位   | 使用材料                             |
|--------|----------------------------------|
| ドライウエル | SGV49 (SGV480)<br>SPV50 (SPV490) |

#### 4. 強度評価

##### 4.1 強度評価方法

- (1) ドライウェルは、原子炉格納容器シヤラグ及び基部（サンドクッション部）を原子炉建屋により拘束された構造であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。

ドライウェルの強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

- (2) 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ジェット力を考慮した場合のドライウェルに対する荷重の組合せ及び許容応力状態を表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

ドライウェルの許容応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき表 4-2 に示すとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウェルの使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。



表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |         | 機器名称   | 機器等の区分          | 荷重の組合せ | 状態     |
|---------|---------|--------|-----------------|--------|--------|
| 原子炉格納施設 | 原子炉格納容器 | ドライウエル | 重大事故等<br>クラス2容器 | D + M  | 重大事故等時 |

表4-2 許容応力（告示第501号第21条第2項第2号ハ）

| 状態 | 応力分類   | 一次応力<br>(曲げ応力を含む。)        |
|----|--------|---------------------------|
|    | 運転状態V* | $0.6 \cdot S_u \cdot 1.5$ |

注記\*：冷却材喪失事故時のジェット力を考慮する。

表4-3 告示第501号に基づく強度評価に用いる使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材   | 材料                | 温度条件<br>(°C) |     | S <sub>m</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S<br>(MPa) |
|--------|-------------------|--------------|-----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|
|        |                   | 周囲環境<br>温度   |     |                         |                         |                         |            |
| ドライウエル | SGV49<br>(SGV480) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —                       | —                       | 421                     | —          |
|        | SPV50<br>(SPV490) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —                       | —                       | 545                     | —          |

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|                      |                |
|----------------------|----------------|
| ジェット流作用面での中心圧力 $P_c$ | 365kPa         |
| 温度                   | $T_{SA}$ 200°C |

### 4.3 計算方法

ドライウエルの応力評価点は、RPV ヘッドスプレイ配管及び主蒸気配管破断を想定した場合、その影響を最も受けやすく、強度的に厳しい表 4-4 及び図 4-1 に示す応力評価点を設定する。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

評価の概要を以下に示す。

評価点 P1～P3 は既工認の各荷重による応力を応力係数比倍し評価する。

表 4-4 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点           | 破断想定配管        |
|---------|-----------------|---------------|
| P1      | 上鏡ナックル部         | RPV ヘッドスプレイ配管 |
| P2      | ナックル部と上部球形部の接合点 | 主蒸気配管         |
| P3      | 球形胴             | 主蒸気配管         |

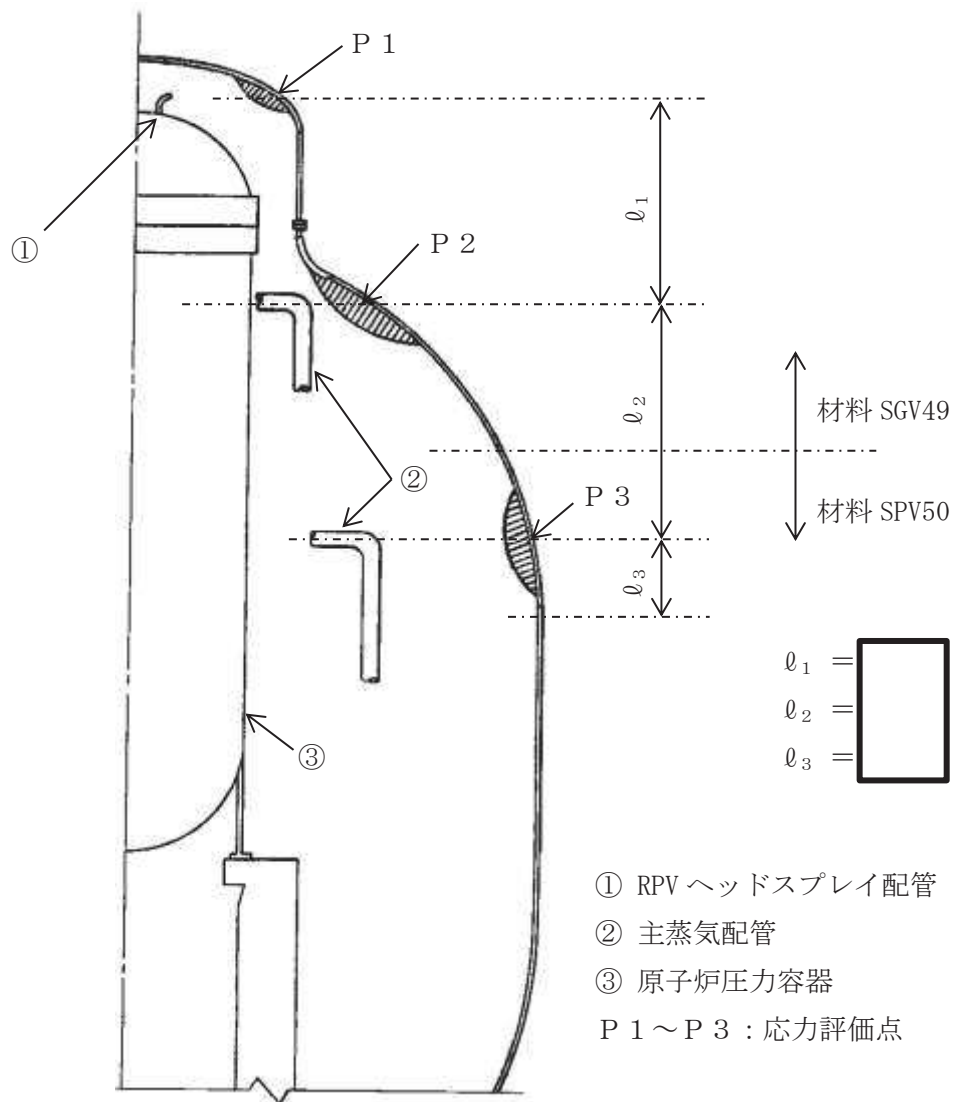


図 4-1 ドライウエルの応力評価点 (単位: mm)

#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ドライウエルの重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 重大事故等時に対する評価結果 (D+M)

| 評価対象設備 | 評価部位 |                 | 応力分類 | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|--------|------|-----------------|------|--------|------|----|----|
|        |      |                 |      | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|        |      |                 |      | MPa    | MPa  |    |    |
| ドライウエル | P 1  | 上鏡ナックル部         | 一次応力 | 12     | 379  | ○  |    |
|        | P 2  | ナックル部と上部球形部の接合点 | 一次応力 | 46     | 379  | ○  |    |
|        | P 3  | 球形胴             | 一次応力 | 60     | 490  | ○  |    |

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-1-16 ジェット力を考慮した強度計算書」



VI-3-3-6-1-2 機器搬出入口の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-6-1-2-1 機器搬出入用ハッチの基本板厚計算書
- VI-3-3-6-1-2-2 機器搬出入用ハッチの強度計算書
- VI-3-3-6-1-2-3 逃がし安全弁搬出入口の基本板厚計算書
- VI-3-3-6-1-2-4 逃がし安全弁搬出入口の強度計算書
- VI-3-3-6-1-2-5 制御棒駆動機構搬出入口の基本板厚計算書
- VI-3-3-6-1-2-6 制御棒駆動機構搬出入口の強度計算書
- VI-3-3-6-1-2-7 サプレッションチェンバ出入口の基本板厚計算書
- VI-3-3-6-1-2-8 サプレッションチェンバ出入口の強度計算書

VI-3-3-6-1-2-1 機器搬出入用ハッチの基本板厚計算書

## 目次

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. 一般事項                     | 1 |
| 1.1 概要                      | 1 |
| 1.2 適用基準                    | 1 |
| 1.3 計算精度と数値の丸め方             | 2 |
| 2. 設計条件                     | 3 |
| 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度 | 3 |
| 2.2 材料及び許容応力                | 3 |
| 3. 機器搬出入用ハッチの基本板厚計算         | 4 |
| 3.1 円筒部                     | 5 |
| 3.1.1 円筒胴                   | 5 |
| 3.2 鏡板                      | 6 |
| 3.2.1 鏡板                    | 6 |
| 3.3 穴の補強計算                  | 7 |

## 1. 一般事項

### 1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器機器搬出入用ハッチの基本板厚計算書である。

機器搬出入用ハッチは、設計基準対象施設の機器搬出入用ハッチを重大事故等クラス 2 容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス 2 容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法」に準じて、機器搬出入用ハッチの構造強度評価を示す。

### 1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和 55 年 10 月 30 日 通商産業省告示第 5 0 1 号）（以下「告示第 5 0 1 号」という。）

### 1.3 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表 1-1 表示する数値の丸め方

| 数値の種類              | 単位       | 処理桁             | 処理方法       | 表示桁                    |                        |
|--------------------|----------|-----------------|------------|------------------------|------------------------|
| 最高使用圧力             | MPa      | —               | —          | 有効数字 3 桁               |                        |
| 温度                 | ℃        | —               | —          | 整数位                    |                        |
| 許容応力* <sup>1</sup> | MPa      | 小数点以下第 1 位      | 切捨て        | 整数位                    |                        |
| 長さ                 | 下記以外の長さ  | mm              | 小数点以下第 3 位 | 四捨五入                   | 小数点以下第 2 位             |
|                    | 計算上必要な厚さ | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切上げ                    | 小数点以下第 2 位             |
|                    | 最小厚さ     | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切捨て                    | 小数点以下第 2 位             |
| 面積                 | 下記以外の面積  | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入                   | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
|                    | 必要な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切上げ                    | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
|                    | 有効な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切捨て                    | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
| 力                  | N        | 有効数字 5 桁目       | 四捨五入       | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |                        |

注記\*1：告示第 5 0 1 号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第 2 位を切り捨て，小数点以下第 1 位までの値として算出する。得られた値を SI 単位に換算し，SI 単位に換算した値の小数点以下第 1 位を切り捨て，整数位までの値とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

## 2. 設計条件

### 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|      |        |
|------|--------|
| 内圧 P | 854kPa |
| 温度 T | 200℃   |

### 2.2 材料及び許容応力

#### (1) 材料

使用する材料を表 2-1 に示す。

表 2-1 使用材料表

| 使用部位         | 使用材料  |
|--------------|-------|
| 機器搬出入用ハッチ円筒部 | SGV49 |
| 機器搬出入用ハッチ鏡板  | SGV49 |
| ドライウエル下部円筒部  | SPV50 |

#### (2) 許容引張応力

使用材料の許容引張応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値の 0.6 倍とする。

$$\text{SGV49} \quad S_n^* = 253 \text{ MPa}$$

$$\text{SPV50} \quad S_s^* = 327 \text{ MPa}$$

注記\* :  $S_n$ 及び $S_s$ は $0.6 \cdot S_u$ とする。ここで、 $S_u$ は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。

3. 機器搬出入用ハッチの基本板厚計算

機器搬出入用ハッチの形状及び寸法を図 3-1 に示す。

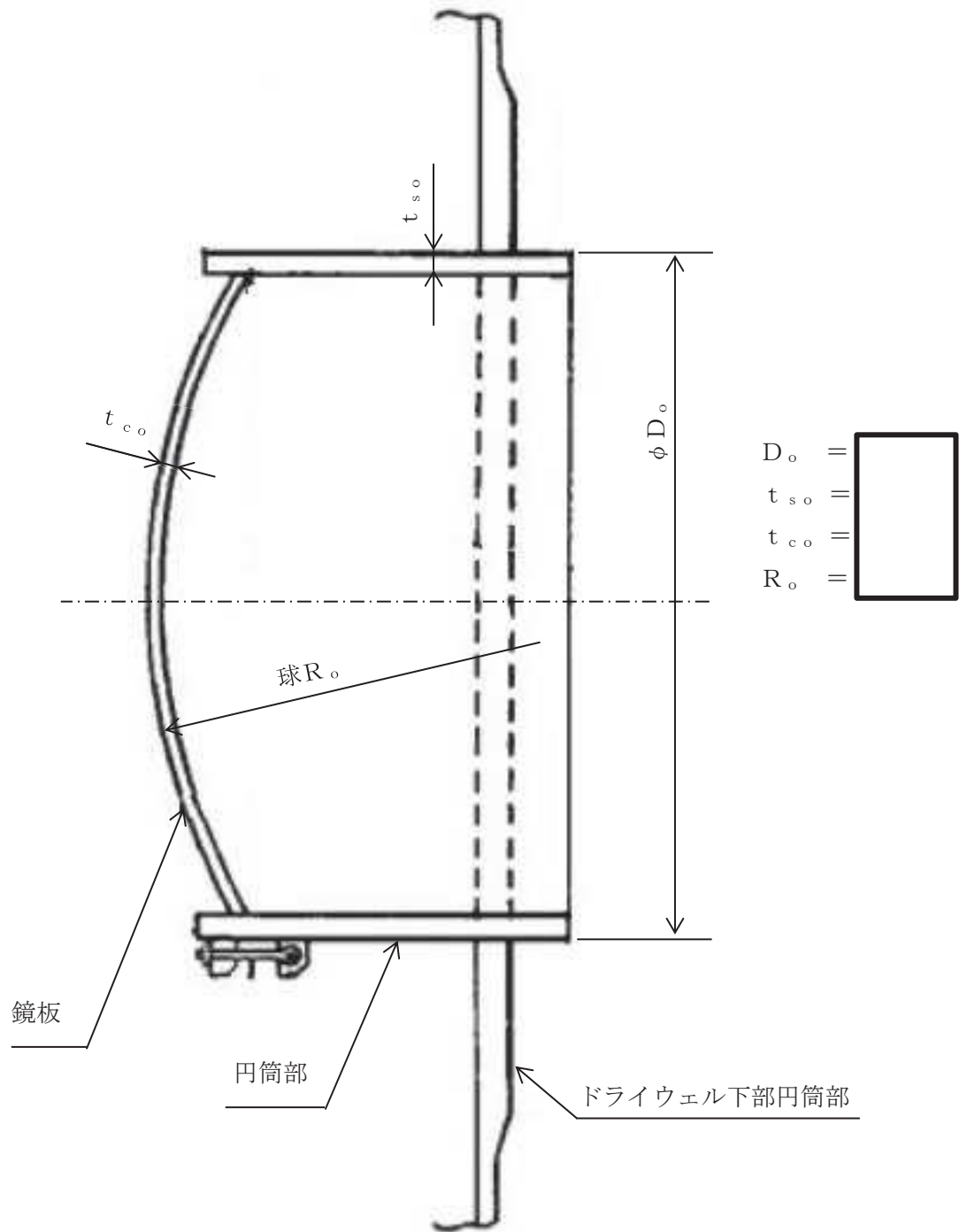


図 3-1 機器搬出入用ハッチの形状及び寸法 (単位 : mm)

「2. 設計条件」に示す重大事故等時の条件に基づき、機器搬出入用ハッチの板厚計算を行った結果を以下に示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



### 3.1 円筒部

#### 3.1.1 円筒胴

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

##### (2) 外圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号ハ）

円筒胴の外圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-1に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_o}{4 \cdot B}$$

表 3-1 円筒胴の板厚計算結果

| 円筒胴名称   |                  |       | 円筒部                  |
|---|------------------|-------|----------------------|
| 材料  |                  |       | SGV49                |
| 最高使用圧力  | P <sub>e</sub> * | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                  | (°C)  | 200                  |
| 胴の外径  | D <sub>o</sub>   | (mm)  |                      |
|   | B                | (MPa) |                      |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub>  | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub>  | (mm)  | 22.66                |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>   | (mm)  | 22.66                |
| 呼び厚さ  | t <sub>so</sub>  | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>s</sub>   | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                  |       |                      |

注記\*：原子炉格納容器の内圧を使用。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 鏡板

#### 3.2.1 鏡板

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示   | 表示内容       | 単位 |
|----------------|----------|------------|----|
| t              | $t_R$    | 必要な厚さ      | mm |
|                | $t_{R1}$ | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | $t_{R2}$ | 計算上必要な厚さ   | mm |

- (2) 外圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号ト）  
鏡板の外圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-2に示す。  
これより、鏡板は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P_e \cdot R_o}{B}$$

表 3-2 鏡板の板厚計算結果

|                               |            |       |  |
|-------------------------------|------------|-------|--|
| 鏡板名称                          | 鏡板         |       |  |
| 材料                            | SGV49      |       |  |
| 最高使用圧力                        | $P_e^{*1}$ | (MPa) | $854 \times 10^{-3}$                   |
| 最高使用温度                        |            | (°C)  | 200                                    |
| 胴の外半径                         | $R_o$      | (mm)  |  |
|                               | B          | (MPa) |  |
| 必要厚さ                          | $t_{R1}$   | (mm)  | 3.00                                   |
| 必要厚さ                          | $t_{R2}$   | (mm)  | $24.32^{*2}$ ( $36.48$ ) <sup>*3</sup> |
| $t_{R1}$ , $t_{R2}$ の大きい値     | $t_R$      | (mm)  | 24.32                                  |
| 呼び厚さ                          | $t_{co}$   | (mm)  |  |
| 最小厚さ                          | $t_c$      | (mm)  |  |
| 評価： $t_c \geq t_R$ ，よって十分である。 |            |       |  |

注記\*1：原子炉格納容器の内圧を使用。

\*2：告示第501号第29条「第2種容器の材料及び構造の特例」を適用した必要厚さ。

\*3：\*2を適用しない場合の必要厚さ。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.3 穴の補強計算

ドライウェル下部円筒部と機器搬出入用ハッチとの結合部の形状及び寸法を図 3-2 に示す。



図 3-2 結合部の形状及び寸法

02 ③ VI-3-3-6-1-2-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示    | 表示内容                 | 単位            |
|----------------|-----------|----------------------|---------------|
| A              | $A_0$     | 補強に有効な総面積            | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{01}$  | 穴の中心線の両側に有効な面積       | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_1$     | 胴、鏡板又は平板の部分の補強に有効な面積 | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_2$     | 管台の部分の補強に有効な面積       | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_3$     | すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積    | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_4$     | 強め材の部分の補強に有効な面積      | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_5$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_6$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_7$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_9$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
| $A_r$          | $A_{10}$  | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{11}$  | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_r$     | 穴の補強に必要な面積           | $\text{mm}^2$ |
| $D_i$          | $A_{rD}$  | 片側断面についての穴の補強に必要な面積  | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{w1}$  | すみ肉溶接部の面積            | $\text{mm}^2$ |
|                | $D_i$     | 管台の内径                | mm            |
|                | $F_{ws1}$ | すみ肉溶接部のせん断強さ         | N             |
|                | $G_{wT1}$ | 突合せ溶接部の引張強さ          | N             |
|                | H         | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_1$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_2$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_i$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_o$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $F_n$     | 管台壁のせん断強さ            | N             |
|                | p         | 穴の補強に有効な範囲           | mm            |
|                | R         | 容器の内半径               | mm            |
|                | r         | 管台の内半径               | mm            |
|                | $R_{rf}$  | 強め材の最小半径             | mm            |
|                | $r_m$     | 管台の平均半径              | mm            |
|                | $S_{DS}$  | すみ肉溶接部の許容せん断応力       | MPa           |
|                | $S_{DT}$  | 突合せ溶接部の許容引張応力        | MPa           |

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示   | 表示内容                      | 単位  |
|----------------|----------|---------------------------|-----|
| S              | $S_n$    | 実際の材料の引張強度から求めた管台材の許容引張応力 | MPa |
|                | $S_{NS}$ | 管台壁の許容せん断応力               | MPa |
| S              | $S_s$    | 実際の材料の引張強度から求めた胴板材の許容引張応力 | MPa |
| $t_n$          | $t_n$    | 管台の最小厚さ                   | mm  |
| $t_{nr}$       | $t_{nr}$ | 管台の計算上必要な厚さ               | mm  |
|                | $t_{rf}$ | 強め材表面と容器表面との距離            | mm  |
| $t_s$          | $t_s$    | 胴の最小厚さ                    | mm  |
| $t_{sr}$       | $t_{sr}$ | 胴の継目がない場合の計算上必要な厚さ        | mm  |
|                | $W_1$    | 破断形式Ⅰの有効強さ                | N   |
|                | $W_2$    | 破断形式Ⅱの有効強さ                | N   |
|                | $W_{L1}$ | 溶接の脚長                     | mm  |
|                | $W_R$    | 溶接部の負うべき荷重                | N   |
|                | $W_{R1}$ | 溶接部にかかる荷重                 | N   |
|                | $W_{R2}$ | 溶接部にかかる荷重                 | N   |
|                | Y        | 補強の有効範囲                   | mm  |
|                | $Y_1$    | 補強の有効範囲                   | mm  |
|                | $Y_2$    | 補強の有効範囲                   | mm  |
| $\theta$       | $\gamma$ | 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角度     | rad |
|                | $\pi$    | 円周率                       | —   |

(2) 穴の補強計算

- a. 補強に必要な面積（告示第501号第22条第8項第1号ハ（イ）準用）

$$A_r = t_{sr} \cdot \frac{D_i + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)}{\cos \gamma}$$

ここに、

$t_{sr}$  : 容器の計算上必要な厚さ

$t_n$  : 管台の呼び厚さ

$S_n$  : 管台の実際の引張強度から求めた許容引張応力

$S_s$  : 容器の実際の引張強度から求めた許容引張応力

$\gamma$  : 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角度

なお、管台と容器の許容引張応力差の補正として  $2 \cdot t_{sr} \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)$  を考慮している。

- b. 補強に有効な範囲（告示第501号第22条第8項第1号イ）

- (a) 胴板の面に沿う範囲Y

Yは、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$Y_1 = \frac{D_i}{\cos \gamma}$$

$$Y_2 = \frac{D_i}{2 \cdot \cos \gamma} + t_n + t_s$$

ここに、

$t_s$  : 円筒胴の呼び厚さ

ただし、強め材の最小半径までとする。

- (b) 胴板の面に垂直な範囲H

$H_o$ は、円筒胴の外側突出量とする。

$H_i$ は、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$H_1 = 0.5 \cdot \sqrt{r_m \cdot t_n}$$

$$H_2 = 2.5 \cdot t_n$$

ここに、

$r_m$  : 円筒胴の平均半径

$$= (D_i + t_n) / 2$$

c. 補強に有効な面積（告示第501号第22条第8項第1号口準用）

$$A_1 = (t_s - t_{sr}) \cdot \left\{ 2 \cdot Y - \frac{D_i + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)}{\cos \gamma} \right\}$$

$$A_2 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot H_i \cdot \frac{(S_n / S_s)}{\cos \gamma}$$

ここに,

$t_{nr}$  : 円筒胴の計算上必要な厚さ (3.1.1 (2) 項参照)

$$A_3 = 2 \cdot t_n \cdot H_o \cdot \frac{(S_n / S_s)}{\cos \gamma}$$

$$A_4 = t_{rf} \cdot \left( 2 \cdot R_{rf} - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma} \right) - 3 \cdot t_{rf}^2$$

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

d. 結論

穴の補強の計算結果を表 3-3 に示す。

これより、ドライウエル下部円筒部と機器搬出入用ハッチとの結合部の補強は十分である。

表 3-3 穴の補強計算結果

| 部材名称                       | ドライウエル下部円筒部と<br>機器搬出入用ハッチとの結合部 |                      |
|----------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 管台の使用材料                    | SGV49                          |                      |
| 容器の使用材料                    | SPV50                          |                      |
| 最高使用圧力                     | P (MPa)                        | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                     | (°C)                           | 200                  |
| 容器の半径                      | R (mm)                         |                      |
| 管台の許容引張応力*                 | $S_n$ (MPa)                    |                      |
| 容器の許容引張応力*                 | $S_s$ (MPa)                    |                      |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$ (mm)                  | 22.66                |
| 容器の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$ (mm)                  | 27.62                |
| 管台の中心線と容器表面に垂直な<br>線のなす角   | $\gamma$ (rad)                 |                      |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )       | $1.023 \times 10^5$  |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$ (mm)                     |                      |
| 補強の有効範囲                    | $Y_2$ (mm)                     |                      |
| 補強の有効範囲                    | Y (mm)                         |                      |
| 補強の有効範囲                    | $H_1$ (mm)                     |                      |
| 補強の有効範囲                    | $H_2$ (mm)                     |                      |
| 補強の有効範囲 (外側)               | $H_o$ (mm)                     |                      |
| 補強の有効範囲 (内側)               | $H_i$ (mm)                     |                      |
| 容器の有効補強面積                  | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )       |                      |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )       | $1.674 \times 10^4$  |
| 管台の有効補強面積                  | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )       | $2.500 \times 10^4$  |
| 管台の有効補強面積                  | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )       | $7.561 \times 10^4$  |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )       | $1.324 \times 10^5$  |
| 評価： $A_0 > A_r$ 、よって十分である。 |                                |                      |

注記\*：実際の材料の引張強度から算出した値。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(3) 補強に有効な面積の制限 (告示第501号第22条第8項第4号準用)

a. 穴の補強に有効な面積の3分の2を満たす穴の中心からの範囲

$$p = r + 0.5 \cdot \sqrt{(R + t_s / 2) \cdot t_s}$$

$$r = \frac{D_i}{2 \cdot \cos \gamma}$$

b. 補強に有効な面積

$$A_1' = (t_s - t_{sr}) \cdot \left\{ 2 \cdot p - \frac{D_i + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)}{\cos \gamma} \right\}$$

$$A_4' = t_{rf} \cdot \left( 2 \cdot p - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma} \right)$$

$$A_0' = A_1' + A_2 + A_3 + A_4'$$

c. 結論

穴の補強に有効な面積の3分の2の範囲に対する制限の確認結果を表3-4に示す。  
これより、穴の補強に有効な面積の3分の2の範囲に対する制限を満足している。

表 3-4 穴の中心からの距離の補強に対する制限

| 部材名称                                     | ドライウエル下部円筒部と<br>機器搬出入用ハッチとの結合部       |                     |
|--|--------------------------------------|---------------------|
| 穴の補強に有効な面積の3分の2<br>を満たす穴の中心からの範囲         | p (mm)                               |                     |
| 容器の平均半径                                  | r (mm)                               |                     |
| 補強に必要な面積の3分の2                            | $2 \cdot A_r / 3$ (mm <sup>2</sup> ) | $6.818 \times 10^4$ |
| 補強に有効な面積                                 | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> )            | $7.032 \times 10^4$ |
| 評価： $A_0' > 2 \cdot A_r / 3$ , よって十分である。 |                                      |                     |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(4) 補強に有効な面積の制限（告示第501号第22条第8項第5号準用）

a. 穴の中心線の両側に必要な補強面積

$$A_{rD} = \frac{A_r}{2}$$

b. 穴の中心線の両側に有効な面積

$$A_{01} = \frac{A_0}{2}$$

c. 結論

穴の中心線の両側の補強に対する制限の確認結果を表3-5に示す。

これより、穴の中心線の両側の補強に対する制限を満足している。

表 3-5 穴の中心線の両側の補強に対する制限

| 部材名称                             | ドライウエル下部円筒部と<br>機器搬出入用ハッチとの結合部 |                   |                     |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------|
| 穴の補強に必要な面積                       | $A_r$                          | ( $\text{mm}^2$ ) | $1.023 \times 10^5$ |
| 穴の中心線の両側に必要な<br>補強面積             | $A_{rD}$                       | ( $\text{mm}^2$ ) | $5.114 \times 10^4$ |
| 補強に有効な総面積                        | $A_0$                          | ( $\text{mm}^2$ ) | $1.324 \times 10^5$ |
| 穴の中心線の両側に有効な面積                   | $A_{01}$                       | ( $\text{mm}^2$ ) | $6.624 \times 10^4$ |
| 評価： $A_{01} > A_{rD}$ ，よって十分である。 |                                |                   |                     |

- (5) 強め材取付部の強さ（告示第501号第22条第8項第8号及び第9号準用）  
強め材取付部の面積の記号を図3-3に示す。

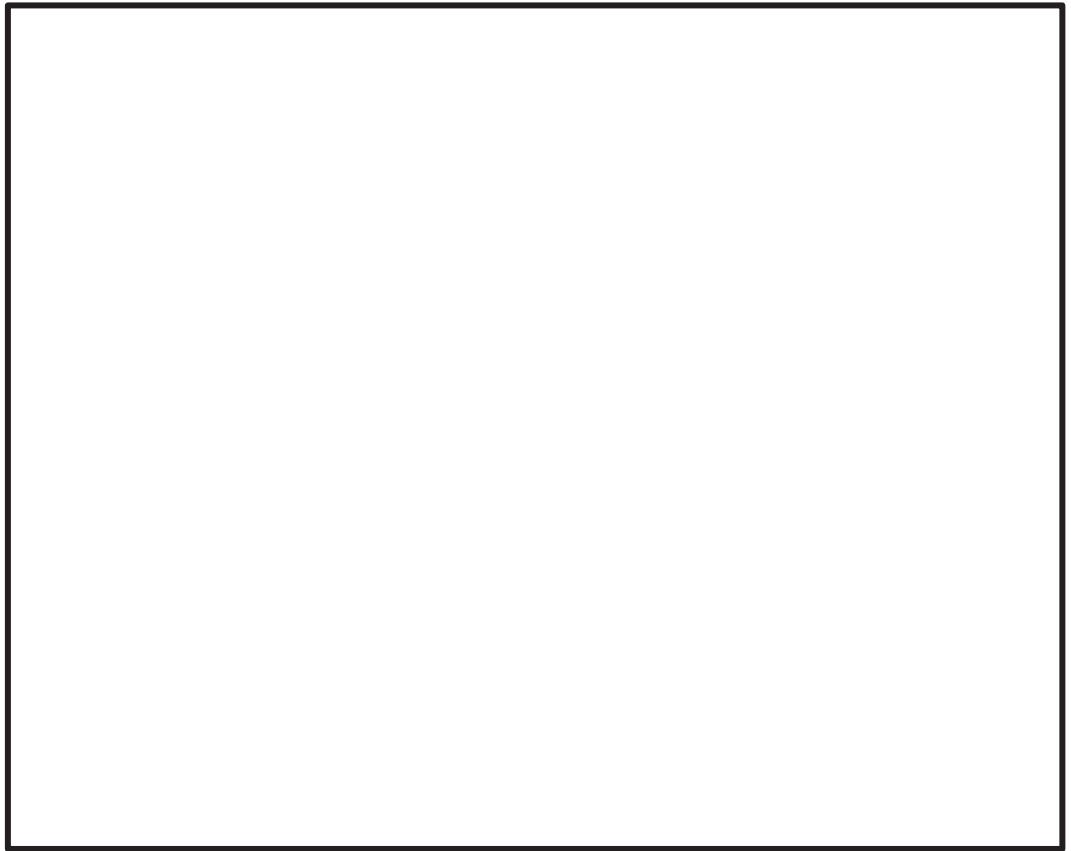


図3-3 強め材取付部の面積の記号

強め材取付部の形状及び寸法を図3-4に示す。

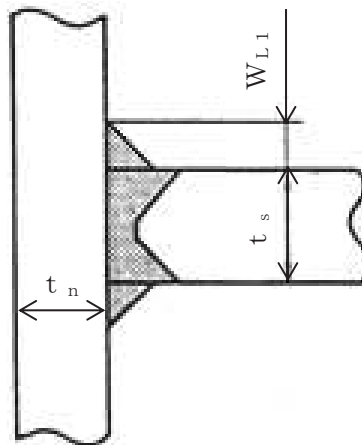


図3-4 取付部の形状及び寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

a. 強め材取付部の必要強さ

次の2式のうちいずれか小さい方の値。

$$W_{R1} = (A_5 + A_6 + A_7) \cdot S_n + A_{W1} \cdot S_n$$

$$W_{R2} = (A_9 - A_{10} - A_{11}) \cdot S_s$$

ここに,

$$A_5 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot \frac{H_i}{\cos \gamma}$$

$$A_6 = 2 \cdot t_n \cdot \frac{(t_s - t_{sr})}{\cos \gamma}$$

$$A_7 = 2 \cdot t_n \cdot \frac{H_o}{\cos \gamma}$$

$$A_9 = (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot \frac{t_{sr}}{\cos \gamma}$$

$$A_{10} = (2 \cdot Y - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma}) \cdot (t_s - t_{sr})$$

$$A_{11} = A_4$$

$$A_{W1} = 2 \cdot W_{L1}^2$$

b. 強め材取付部の単位面積当たりの強さ

すみ肉溶接のせん断  $S_{DS} = 0.49 \cdot S_n$

管台壁のせん断  $S_{NS} = 0.70 \cdot S_n$

突合せ溶接の引張り  $S_{DT} = 0.74 \cdot S_n$

c. 強め材取付部の強さ

$$F_{WS1} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot W_{L1} \cdot S_{DS}$$

$$G_{WT1} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot (t_s + t_{rf}) \cdot S_{DT}$$

$$F_n = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + t_n) \cdot t_n \cdot S_{NS}$$

- d. 強め材取付部の有効強さ  
強め材取付部の破断形式を図 3-5 に示す。

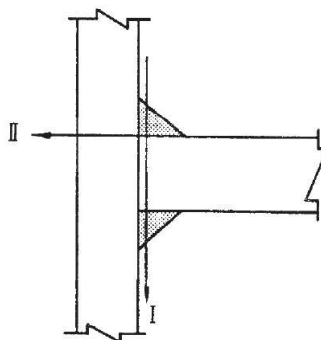


図 3-5 取付部の破断形式

破断形式 I

$$W_1 = 2 \cdot F_{WS1} + G_{WT1}$$

破断形式 II

$$W_2 = F_{WS1} + F_n$$

e. 結論

強め材取付部の強さの計算結果を表 3-6 に示す。

これより、ドライウエル下部円筒胴と機器搬出入用ハッチとの結合部の強め材取付部の強さは十分である。

表 3-6 強め材取付部の強さの計算結果

| 部材名称  | ドライウエル下部円筒胴と<br>機器搬出入用ハッチとの<br>結合部の強め材取付部 |       |                     |
|---|---|-------|---------------------|
| 溶接部にかかる荷重   | $W_{R1}$                                  | (N)   | $1.512 \times 10^7$ |
| 溶接部にかかる荷重   | $W_{R2}$                                  | (N)   | 0                   |
| 溶接部の負うべき荷重  | $W_R$                                     | (N)   | 0                   |
| すみ肉溶接の許容せん断応力                                     | $S_{DS}$                                  | (MPa) |                     |
| 管台壁の許容せん断応力                                       | $S_{NS}$                                  | (MPa) |                     |
| 突合せ溶接の引張応力  | $S_{DT}$                                  | (MPa) |                     |
| 応力除去の有無   | 有り  |       |                     |
| 破断形式Ⅰの有効強さ  | $W_1$                                     | (N)   | $1.109 \times 10^8$ |
| 破断形式Ⅱの有効強さ  | $W_2$                                     | (N)   | $9.160 \times 10^7$ |
| 評価： $W_1 \geq W_R$ , $W_2 \geq W_R$<br>以上より十分である。 |   |       |                     |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-6-1-2-2 機器搬出入用ハッチの強度計算書

## 目次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 概要                 | 1  |
| 2. 一般事項               | 1  |
| 2.1 構造計画              | 1  |
| 2.2 評価方針              | 3  |
| 2.3 適用基準              | 3  |
| 2.4 記号の説明             | 4  |
| 2.5 計算精度と数値の丸め方       | 5  |
| 3. 評価部位               | 6  |
| 4. 強度評価               | 8  |
| 4.1 強度評価方法            | 8  |
| 4.2 荷重の組合せ及び許容応力      | 8  |
| 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態  | 8  |
| 4.2.2 許容応力            | 8  |
| 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件   | 8  |
| 4.2.4 設計荷重            | 12 |
| 4.3 計算方法              | 12 |
| 4.4 計算条件              | 14 |
| 4.5 応力の評価             | 14 |
| 5. 評価結果               | 15 |
| 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 15 |
| 6. 参照図書               | 17 |



## 1. 概要

本計算書は、機器搬出入用ハッチの強度計算書である。

機器搬出入用ハッチは、設計基準対象施設の機器搬出入用ハッチを重大事故等クラス 2 容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス 2 容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、機器搬出入用ハッチの強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）（以下「既工認」という。）に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

機器搬出入用ハッチの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要   |   | 概略構造図                                      |
|---|---|--|
| 基礎・支持構造   | 主体構造  |  |
| <p>機器搬出入用ハッチはドライウエルに支持される。<br/>水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。</p> | <p>内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm, 長さ <input type="text"/> mm の円筒胴及び板厚 <input type="text"/> mm の鏡板, フランジで構成される鋼製構造物である。</p> | <p style="text-align: right;">(単位: mm)</p> |

## 2.2 評価方針

機器搬出入用ハッチの応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において重大事故等時における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

機器搬出入用ハッチの強度評価フローを図 2-1 に示す。

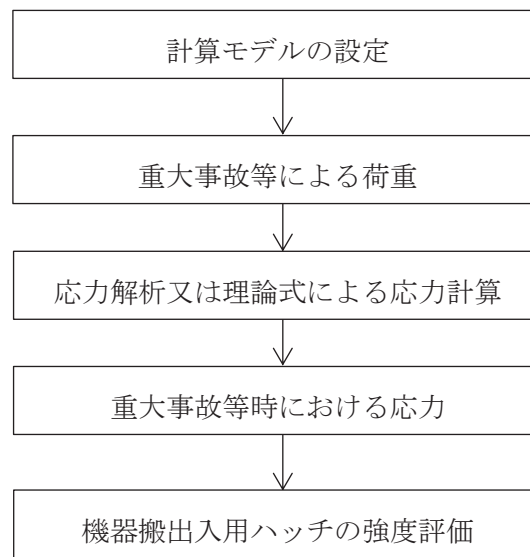


図 2-1 機器搬出入用ハッチの強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号         | 記号の説明                      | 単位  |
|------------|----------------------------|-----|
| D          | 死荷重                        | —   |
| $d_i$      | 直径                         | mm  |
| $l_i$      | 長さ ( $i = 1, 2, 3$ )       | mm  |
| $M_{SA}$   | 機械的荷重 (SA 短期機械的荷重)         | —   |
| $P_{SA}$   | 圧力 (SA 短期圧力)               | kPa |
| R          | 半径                         | mm  |
| $R_h$      | 半径                         | mm  |
| S          | 許容引張応力                     | MPa |
| $S_u$      | 設計引張強さ                     | MPa |
| $S_y$      | 設計降伏点                      | MPa |
| $S_y (RT)$ | 40°Cにおける設計降伏点              | MPa |
| $t_i$      | 厚さ ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) | mm  |
| $T_{SA}$   | 温度 (SA 短期温度)               | °C  |
| ASS        | オーステナイト系ステンレス鋼             | —   |
| HNA        | 高ニッケル合金                    | —   |

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

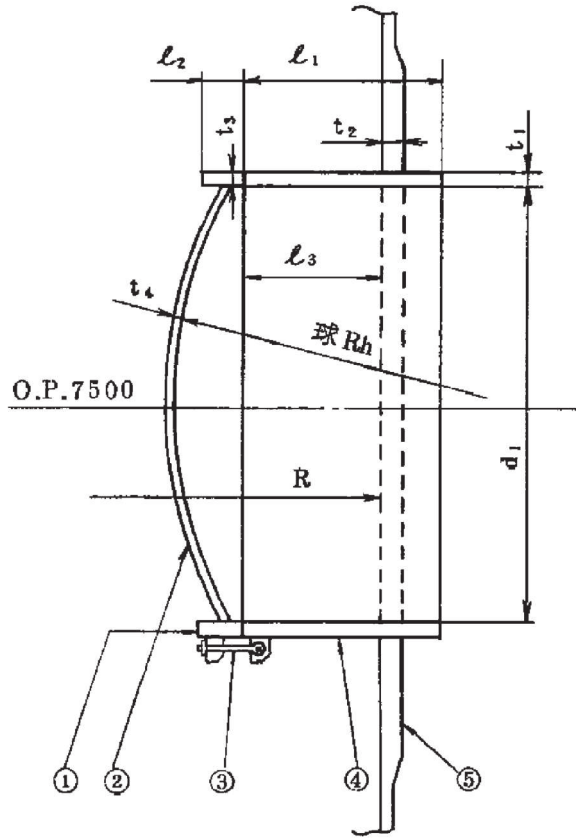
表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位  | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁 |
|--------|-----|----------|------|-----|
| 最高使用圧力 | kPa | —        | —    | 整数位 |
| 温度     | ℃   | —        | —    | 整数位 |
| 許容応力*  | MPa | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位 |
| 算出応力   | MPa | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位 |

注記\*：告示第501号別表に記載された温度の間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

機器搬出入用ハッチの形状及び主要寸法を図3-1に、使用材料及び使用部位を表3-1に示す。



- ① 蓋フランジ      ② 鏡板      ③ ヒンジボルト      ④ 円筒胴      ⑤ 補強板

$d_1 =$         $R =$        球  $R_h =$    
 $l_1 =$         $l_2 =$         $l_3 =$    
 $t_1 =$         $t_2 =$         $t_3 =$         $t_4 =$

(単位：mm)

図 3-1 機器搬出入用ハッチの形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

| 使用部位  | 使用材料           | 備考 |
|-------|----------------|----|
| 蓋フランジ | SGV49 (SGV480) |    |
| 鏡板    | SGV49 (SGV480) |    |
| 円筒胴   | SGV49 (SGV480) |    |
| 補強板   | SPV50 (SPV490) |    |

## 4. 強度評価

### 4.1 強度評価方法

- (1) 機器搬出入用ハッチは、円筒胴がドライウェルに支持された構造であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。

機器搬出入用ハッチの強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

- (2) 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

機器搬出入用ハッチの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

#### 4.2.2 許容応力

機器搬出入用ハッチの許容応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、表 4-2 に示すとおりとする。

#### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

機器搬出入用ハッチの使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。



表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |         | 機器名称      | 機器等の区分      | 荷重の組合せ*1              |                      | 許容応力状態   |
|---------|---------|-----------|-------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 原子炉格納施設 | 原子炉格納容器 | 機器搬出入用ハッチ | 重大事故等クラス2容器 | $D + P_{SA} + M_{SA}$ | (V(S)-1)<br>(V(S)-2) | 重大事故等時*2 |

注記\*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-2 許容応力 (第2種容器)

| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | 一次一般膜応力   | 一次膜応力+一次曲げ応力  |
|--------------------|---|---------------|
| 重大事故等時*            | 構造上の連続な部分は $0.6 \cdot S_u$ 、不連続な部分は $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。ただし、ASS及びHNAについては、構造上の連続な部分は $2 \cdot S$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方、不連続な部分は $1.2 \cdot S$ とする。 | 左欄の<br>1.5倍の値 |

注記\*：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材         | 材料                | 温度条件<br>(°C) |     | S<br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (RT)<br>(MPa) |
|--------------|-------------------|--------------|-----|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
|              |                   | 周囲環境<br>温度   |     |            |                         |                         |                              |
| 鏡板, 蓋フランジ    | SGV49<br>(SGV480) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | 225                     | 421                     | —                            |
| 機器搬出入用ハッチ取付部 | SPV50<br>(SPV490) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | 416                     | 545                     | —                            |

#### 4.2.4 設計荷重

(1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|             |                |
|-------------|----------------|
| 内圧 $P_{SA}$ | 854kPa (SA 短期) |
| 温度 $T_{SA}$ | 200°C (SA 短期)  |

#### 4.3 計算方法

機器搬出入用ハッチの応力評価点は、機器搬出入用ハッチを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-4 及び図 4-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

応力評価点 P1～P5 は既工認の各荷重による応力を比倍（圧力比等）し評価する。

表 4-4 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点        |
|---------|--------------|
| P1      | 鏡板中央部        |
| P2      | 蓋フランジ        |
| P3～P5   | 機器搬出入用ハッチ取付部 |

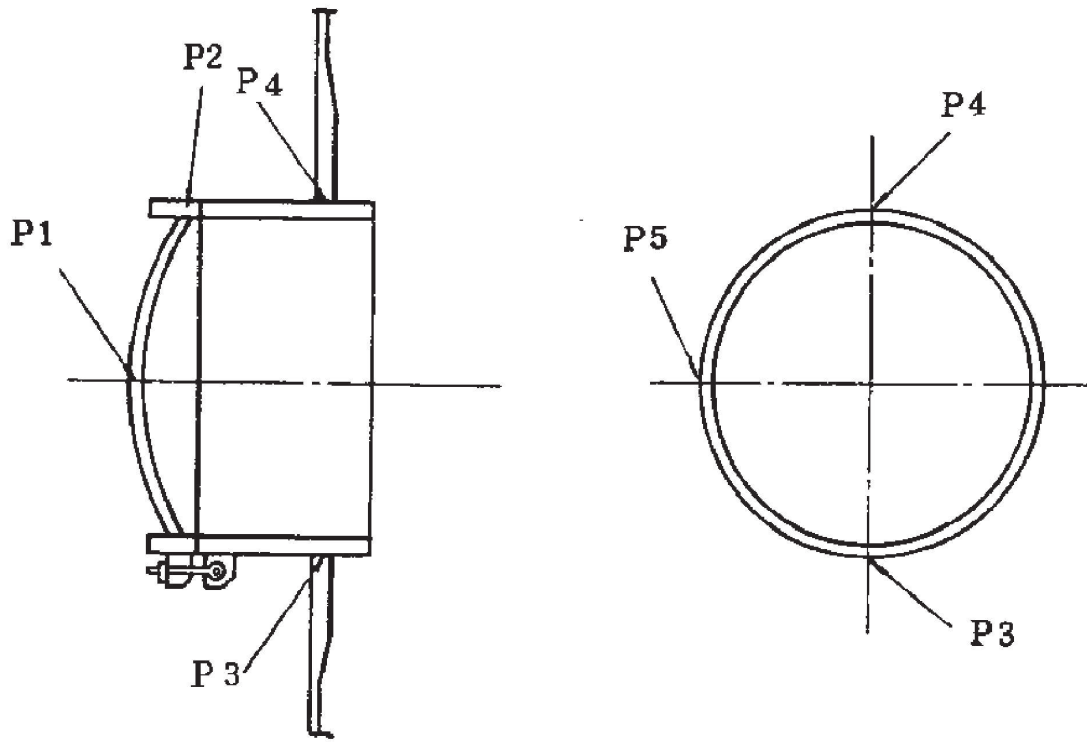


図 4-1 機器搬出入用ハッチの応力評価点

#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

機器搬出入用ハッチの重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。  
発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>)

| 評価対象設備        | 評価部位 |              | 応力分類         | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|---------------|------|--------------|--------------|--------|------|----|----|
|               |      |              |              | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|               |      |              |              | MPa    | MPa  |    |    |
| 機器搬出入用<br>ハッチ | P1   | 鏡板中央部        | 応力強さ         | 51     | 253  | ○  |    |
|               | P2   | 蓋フランジ        | 応力強さ         | 93     | 338  | ○  |    |
|               | P3   | 機器搬出入用ハッチ取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 273    | 490  | ○  |    |
|               | P4   | 機器搬出入用ハッチ取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 271    | 490  | ○  |    |
|               | P5   | 機器搬出入用ハッチ取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 271    | 490  | ○  |    |



6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付資料「IV-3-1-1-7 機器搬出入用ハッチの強度計算書」

VI-3-3-6-1-2-3 逃がし安全弁搬出入口の基本板厚計算書

## 目次

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. 一般事項                     | 1 |
| 1.1 概要                      | 1 |
| 1.2 適用基準                    | 1 |
| 1.3 計算精度と数値の丸め方             | 2 |
| 2. 設計条件                     | 3 |
| 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度 | 3 |
| 2.2 材料及び許容応力                | 3 |
| 3. 逃がし安全弁搬出入口の基本板厚計算        | 4 |
| 3.1 円筒部                     | 5 |
| 3.1.1 円筒胴                   | 5 |
| 3.2 鏡板                      | 6 |
| 3.2.1 鏡板                    | 6 |
| 3.3 穴の補強計算                  | 7 |

## 1. 一般事項

### 1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器逃がし安全弁搬出入口の基本板厚計算書である。

逃がし安全弁搬出入口は、設計基準対象施設の逃がし安全弁搬出入口を重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス2容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス2容器の強度計算方法」に準じて、逃がし安全弁搬出入口の構造強度評価を示す。

### 1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

### 1.3 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表 1-1 表示する数値の丸め方

| 数値の種類              | 単位       | 処理桁             | 処理方法       | 表示桁                    |                        |
|--------------------|----------|-----------------|------------|------------------------|------------------------|
| 最高使用圧力             | MPa      | —               | —          | 有効数字 3 桁               |                        |
| 温度                 | ℃        | —               | —          | 整数位                    |                        |
| 許容応力* <sup>1</sup> | MPa      | 小数点以下第 1 位      | 切捨て        | 整数位                    |                        |
| 長さ                 | 下記以外の長さ  | mm              | 小数点以下第 3 位 | 四捨五入                   | 小数点以下第 2 位             |
|                    | 計算上必要な厚さ | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切上げ                    | 小数点以下第 2 位             |
|                    | 最小厚さ     | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切捨て                    | 小数点以下第 2 位             |
| 面積                 | 下記以外の面積  | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入                   | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
|                    | 必要な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切上げ                    | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
|                    | 有効な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切捨て                    | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
| 力                  | N        | 有効数字 5 桁目       | 四捨五入       | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |                        |

注記\*1：告示第 5 0 1 号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第 2 位を切り捨て，小数点以下第 1 位までの値として算出する。得られた値を SI 単位に換算し，SI 単位に換算した値の小数点以下第 1 位を切り捨て，整数位までの値とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

## 2. 設計条件

### 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|      |        |
|------|--------|
| 内圧 P | 854kPa |
| 温度 T | 200℃   |

### 2.2 材料及び許容応力

#### (1) 材料

使用する材料を表 2-1 に示す。

表 2-1 使用材料表

| 使用部位          | 使用材料  |
|---------------|-------|
| 逃がし安全弁搬出入口円筒部 | SGV49 |
| 逃がし安全弁搬出入口鏡板  | SGV49 |
| ドライウェル球形部     | SPV50 |

#### (2) 許容引張応力

使用材料の許容引張応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値の 0.6 倍とする。

$$\text{SGV49} \quad S_n^* = 253 \text{ MPa}$$

$$\text{SPV50} \quad S_s^* = 327 \text{ MPa}$$

注記\* :  $S_n$ 及び $S_s$ は $0.6 \cdot S_u$ とする。ここで、 $S_u$ は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。

3. 逃がし安全弁搬出入口の基本板厚計算

逃がし安全弁搬出入口の形状及び寸法を図 3-1 に示す。

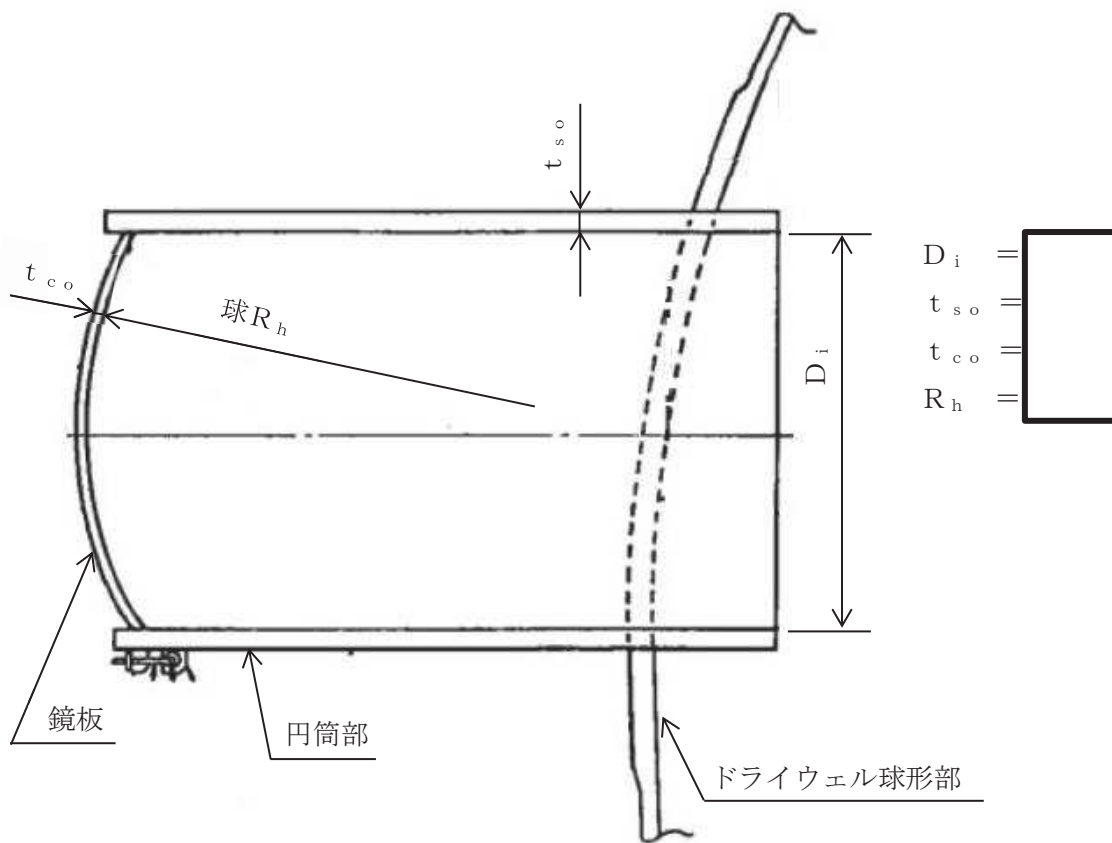


図 3-1 逃がし安全弁搬出入口の形状及び寸法 (単位: mm)

「2. 設計条件」に示す重大事故等時の条件に基づき、逃がし安全弁搬出入口の板厚計算を行った結果を以下に示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.1 円筒部

#### 3.1.1 円筒胴

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

##### (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号イ）

円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-1に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S_n \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表3-1 円筒胴の板厚計算結果

|  |                  |       |                      |
|--|------------------|-------|----------------------|
| 円筒胴板名称   |                  |       | 円筒部                  |
| 材料   |                  |       | SGV49                |
| 最高使用圧力   | P                | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度   |                  |       | 200                  |
| 胴の内径   | D <sub>i</sub>   | (mm)  |                      |
| 許容引張応力   | S <sub>n</sub> * | (MPa) | 253                  |
| 継手効率   | η                |       | 1.00                 |
| 継手の種類  |                  |       | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                       |                  |       | 有り                   |
| 必要厚さ   | t <sub>R1</sub>  | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ   | t <sub>R2</sub>  | (mm)  | 3.39                 |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値        | t <sub>R</sub>   | (mm)  | 3.39                 |
| 呼び厚さ   | t <sub>so</sub>  | (mm)  |                      |
| 最小厚さ   | t <sub>s</sub>   | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> , よって十分である。 |                  |       |                      |

注記\*：S<sub>n</sub>は0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



### 3.2 鏡板

#### 3.2.1 鏡板

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示   | 表示内容       | 単位 |
|----------------|----------|------------|----|
| t              | $t_R$    | 必要な厚さ      | mm |
|                | $t_{R1}$ | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | $t_{R2}$ | 計算上必要な厚さ   | mm |

- (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号ホ）  
鏡板の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-2に示す。  
これより、鏡板は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{4 \cdot S_n \cdot \eta - 0.4 \cdot P}$$

表 3-2 鏡板の板厚計算結果

|                                |                          |                      |
|--------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 鏡板名称                           | 鏡板                       |                      |
| 材料                             | SGV49                    |                      |
| 最高使用圧力                         | P (MPa)                  | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                         | (°C)                     | 200                  |
| 胴の内径                           | $D_i = 2 \cdot R_h$ (mm) |                      |
| 許容引張応力                         | $S_n^*$ (MPa)            | 253                  |
| 継手効率                           | $\eta$                   | 1.00                 |
| 継手の種類                          | 継手無し                     |                      |
| 放射線検査の有無                       | —                        |                      |
| 必要厚さ                           | $t_{R1}$ (mm)            | 3.00                 |
| 必要厚さ                           | $t_{R2}$ (mm)            | 3.38                 |
| $t_{R1}$ , $t_{R2}$ の大きい値      | $t_R$ (mm)               | 3.38                 |
| 呼び厚さ                           | $t_{co}$ (mm)            |                      |
| 最小厚さ                           | $t_c$ (mm)               |                      |
| 評価： $t_c \geq t_R$ , よって十分である。 |                          |                      |

注記\*： $S_n$ は $0.6 \cdot S_u$ とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.3 穴の補強計算

ドライウェル球形部と逃がし安全弁搬出入口との結合部の形状及び寸法を図 3-2 に示す。

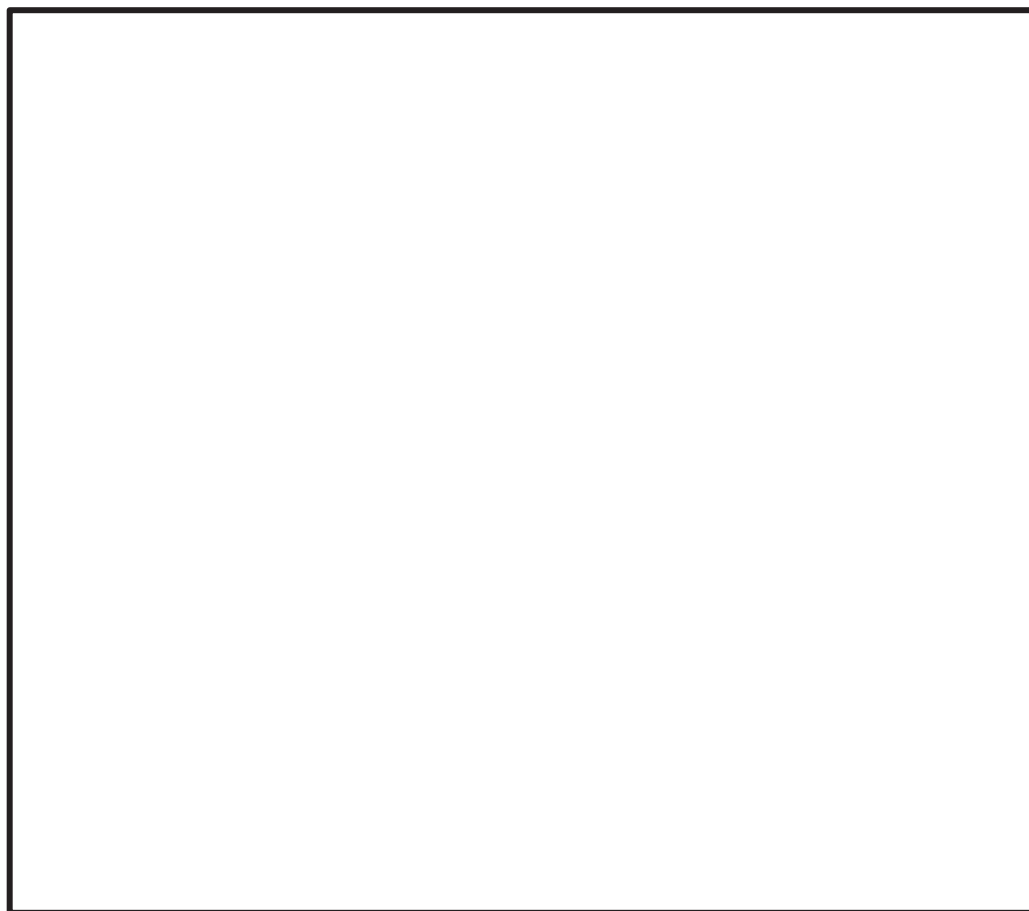


図 3-2 結合部の形状及び寸法

02 ③ VI-3-3-6-1-2-3 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示    | 表示内容                 | 単位            |
|----------------|-----------|----------------------|---------------|
| A              | $A_0$     | 補強に有効な総面積            | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{01}$  | 穴の中心線の両側に有効な面積       | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_1$     | 胴、鏡板又は平板の部分の補強に有効な面積 | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_2$     | 管台の部分の補強に有効な面積       | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_3$     | すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積    | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_4$     | 強め材の部分の補強に有効な面積      | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_5$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_6$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_7$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_9$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
| $A_r$          | $A_{10}$  | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{11}$  | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_r$     | 穴の補強に必要な面積           | $\text{mm}^2$ |
| $D_i$          | $A_{rD}$  | 片側断面についての穴の補強に必要な面積  | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{w1}$  | すみ肉溶接部の面積            | $\text{mm}^2$ |
|                | $D_i$     | 管台の内径                | mm            |
|                | $F_{ws1}$ | すみ肉溶接部のせん断強さ         | N             |
|                | $G_{wT1}$ | 突合せ溶接部の引張強さ          | N             |
|                | H         | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_1$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_2$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_i$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_o$     | 補強の有効範囲              | mm            |
| S              | $F_n$     | 管台壁のせん断強さ            | N             |
|                | p         | 穴の補強に有効な範囲           | mm            |
|                | R         | 容器の内半径               | mm            |
|                | r         | 管台の内半径               | mm            |
|                | $R_{rf}$  | 強め材の最小半径             | mm            |
|                | $r_m$     | 管台の平均半径              | mm            |
|                | $S_{DS}$  | すみ肉溶接部の許容せん断応力       | MPa           |
|                | $S_{DT}$  | 突合せ溶接部の許容引張応力        | MPa           |
|                | $S_n$     | 管台材の許容引張応力           | MPa           |

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示   | 表示内容                         | 単位  |
|----------------|----------|------------------------------|-----|
| S              | $S_{NS}$ | 管台壁の許容せん断応力                  | MPa |
|                | $S_s$    | 胴板材の許容引張応力                   | MPa |
| $t_e$          | $t_e$    | 強め材の厚さ又は胴の厚さの2.5倍のうちいずれか小さい方 | mm  |
| $t_n$          | $t_n$    | 管台の最小厚さ                      | mm  |
| $t_{nr}$       | $t_{nr}$ | 管台の計算上必要な厚さ                  | mm  |
| $t_s$          | $t_{rf}$ | 強め材表面と容器表面との距離               | mm  |
|                | $t_s$    | 胴の最小厚さ                       | mm  |
| $t_{sr}$       | $t_{sr}$ | 胴の継目がない場合の計算上必要な厚さ           | mm  |
| $\theta$       | $W_1$    | 破断形式Ⅰの有効強さ                   | N   |
|                | $W_2$    | 破断形式Ⅱの有効強さ                   | N   |
| $\theta$       | $W_{L1}$ | 溶接の脚長                        | mm  |
|                | $W_R$    | 溶接部の負うべき荷重                   | N   |
| $\theta$       | $W_{R1}$ | 溶接部にかかる荷重                    | N   |
|                | $W_{R2}$ | 溶接部にかかる荷重                    | N   |
| $\theta$       | Y        | 補強の有効範囲                      | mm  |
|                | $Y_1$    | 補強の有効範囲                      | mm  |
|                | $Y_2$    | 補強の有効範囲                      | mm  |
| $\theta$       | $\gamma$ | 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角度        | rad |
|                | $\pi$    | 円周率                          | —   |

(2) 穴の補強計算

- a. 補強に必要な面積 (告示第501号第22条第8項第1号ハ (ロ))

$$A_r = t_{sr} \cdot \frac{D_i + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)}{\cos \gamma}$$

ここに,

$t_{sr}$  : 容器の計算上必要な厚さ

$t_n$  : 管台の最小厚さ

$S_n$  : 管台の許容引張応力

$S_s$  : 容器の許容引張応力

$\gamma$  : 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角度

なお、管台と容器の許容引張応力差の補正として  $2 \cdot t_{sr} \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)$  を考慮している。

- b. 補強に有効な範囲 (告示第501号第22条第8項第1号イ)

- (a) 胴板の面に沿う範囲Y

Yは、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$Y_1 = \frac{D_i}{\cos \gamma}$$

$$Y_2 = \frac{D_i}{2 \cdot \cos \gamma} + t_n + t_s$$

- (b) 胴板の面に垂直な範囲H

$H_i$  は、円筒胴の内側突出量とする。

$H_o$  は、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$H_1 = 0.5 \cdot \sqrt{r_m \cdot t_n + t_e}$$

$$H_2 = 2.5 \cdot t_n + t_e$$

ここに,

$r_m$  : 円筒胴の平均半径

$$= (D_i + t_n) / 2$$

$t_e$  : 強め材の厚さ又は胴の厚さの2.5倍のうちいずれか小さい方

c. 補強に有効な面積 (告示第501号第22条第8項第1号ロ)

$$A_1 = (t_s - t_{sr}) \cdot \left\{ 2 \cdot Y - \frac{D_i + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)}{\cos \gamma} \right\}$$

$$A_2 = 2 \cdot t_n \cdot H_i \cdot \frac{(S_n / S_s)}{\cos \gamma}$$

$$A_3 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot H_o \cdot \frac{(S_n / S_s)}{\cos \gamma}$$

ここに,

$t_{nr}$ : 円筒胴の計算上必要な厚さ (3.1.1 (2) 項参照)

$$A_4 = t_{rf} \cdot \left( 2 \cdot R_{rf} - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma} \right) - 3 \cdot t_{rf}^2$$

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

d. 結論

穴の補強の計算結果を表 3-3 に示す。

これより、ドライウェル球形部と逃がし安全弁搬出入口との結合部の補強は十分である。

表 3-3 穴の補強計算結果

| 部材名称                       | ドライウェル球形部と<br>逃がし安全弁搬出入口との結合部 |                      |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 管台の使用材料                    | SGV49                         |                      |
| 容器の使用材料                    | SPV50                         |                      |
| 最高使用圧力                     | $P$ (MPa)                     | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                     | ( $^{\circ}\text{C}$ )        | 200                  |
| 容器の半径                      | $R$ (mm)                      |                      |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$ (MPa)                   | 253                  |
| 容器の許容引張応力                  | $S_s$ (MPa)                   | 327                  |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$ (mm)                 | 3.39                 |
| 容器の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$ (mm)                 | 14.89                |
| 管台の中心線と容器表面に垂直な<br>線のなす角   | $\gamma$ (rad)                |                      |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$ ( $\text{mm}^2$ )       | $3.100 \times 10^4$  |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$ (mm)                    |                      |
| 補強の有効範囲                    | $Y_2$ (mm)                    |                      |
| 補強の有効範囲                    | $Y$ (mm)                      |                      |
| 補強の有効範囲                    | $H_1$ (mm)                    |                      |
| 補強の有効範囲                    | $H_2$ (mm)                    |                      |
| 補強の有効範囲 (外側)               | $H_o$ (mm)                    |                      |
| 補強の有効範囲 (内側)               | $H_i$ (mm)                    |                      |
| 容器の有効補強面積                  | $A_1$ ( $\text{mm}^2$ )       |                      |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$ ( $\text{mm}^2$ )       | $2.060 \times 10^4$  |
| 管台の有効補強面積                  | $A_3$ ( $\text{mm}^2$ )       | $2.514 \times 10^4$  |
| 管台の有効補強面積                  | $A_4$ ( $\text{mm}^2$ )       | $2.787 \times 10^4$  |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$ ( $\text{mm}^2$ )       | $1.091 \times 10^5$  |
| 評価： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |                               |                      |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 補強に有効な面積の制限 (告示第 5 0 1 号第 22 条第 8 項第 4 号)

a. 穴の補強に有効な面積の 3 分の 2 を満たす穴の中心からの範囲

$$p = r + 0.5 \cdot \sqrt{(R + t_s / 2) \cdot t_s}$$

$$r = \frac{D_i}{2 \cdot \cos \gamma}$$

b. 補強に有効な面積

$$A_1' = (t_s - t_{sr}) \cdot \left\{ 2 \cdot p - \frac{D_i + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)}{\cos \gamma} \right\}$$

$$A_4' = t_{rf} \cdot \left( 2 \cdot p - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma} \right)$$

$$A_0' = A_1' + A_2 + A_3 + A_4'$$

c. 結論

穴の補強に有効な面積の 3 分の 2 の範囲に対する制限の確認結果を表 3-4 に示す。  
これより、穴の補強に有効な面積の 3 分の 2 の範囲に対する制限を満足している。

表 3-4 穴の中心からの距離の補強に対する制限

| 部材名称                                     | ドライウエル球形部と<br>逃がし安全弁搬出入口との結合部        |                     |
|--|--------------------------------------|---------------------|
| 穴の補強に有効な面積の 3 分の 2<br>を満たす穴の中心からの範囲      | p (mm)                               |                     |
| 容器の平均半径                                  | r (mm)                               |                     |
| 補強に必要な面積の 3 分の 2                         | $2 \cdot A_r / 3$ (mm <sup>2</sup> ) | $2.066 \times 10^4$ |
| 補強に有効な面積                                 | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> )            | $6.760 \times 10^4$ |
| 評価: $A_0' > 2 \cdot A_r / 3$ , よって十分である。 |                                      |                     |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(4) 補強に有効な面積の制限（告示第501号第22条第8項第5号）

a. 穴の中心線の両側に必要な補強面積

$$A_{rD} = \frac{A_r}{2}$$

b. 穴の中心線の両側に有効な面積

$$A_{01} = \frac{A_0}{2}$$

c. 結論

穴の中心線の両側の補強に対する制限の確認結果を表3-5に示す。

これより、穴の中心線の両側の補強に対する制限を満足している。

表 3-5 穴の中心線の両側の補強に対する制限

| 部材名称                             |          |                   | ドライウエル球形部と<br>逃がし安全弁搬出入口との結合部 |
|----------------------------------|----------|-------------------|-------------------------------|
| 穴の補強に必要な面積                       | $A_r$    | ( $\text{mm}^2$ ) | $3.100 \times 10^4$           |
| 穴の中心線の両側に必要な<br>補強面積             | $A_{rD}$ | ( $\text{mm}^2$ ) | $1.550 \times 10^4$           |
| 補強に有効な総面積                        | $A_0$    | ( $\text{mm}^2$ ) | $1.091 \times 10^5$           |
| 穴の中心線の両側に有効な面積                   | $A_{01}$ | ( $\text{mm}^2$ ) | $5.458 \times 10^4$           |
| 評価： $A_{01} > A_{rD}$ ，よって十分である。 |          |                   |                               |

- (5) 強め材取付部の強さ（告示第501号第22条第8項第8号及び第9号）  
強め材取付部の面積の記号を図3-3に示す。

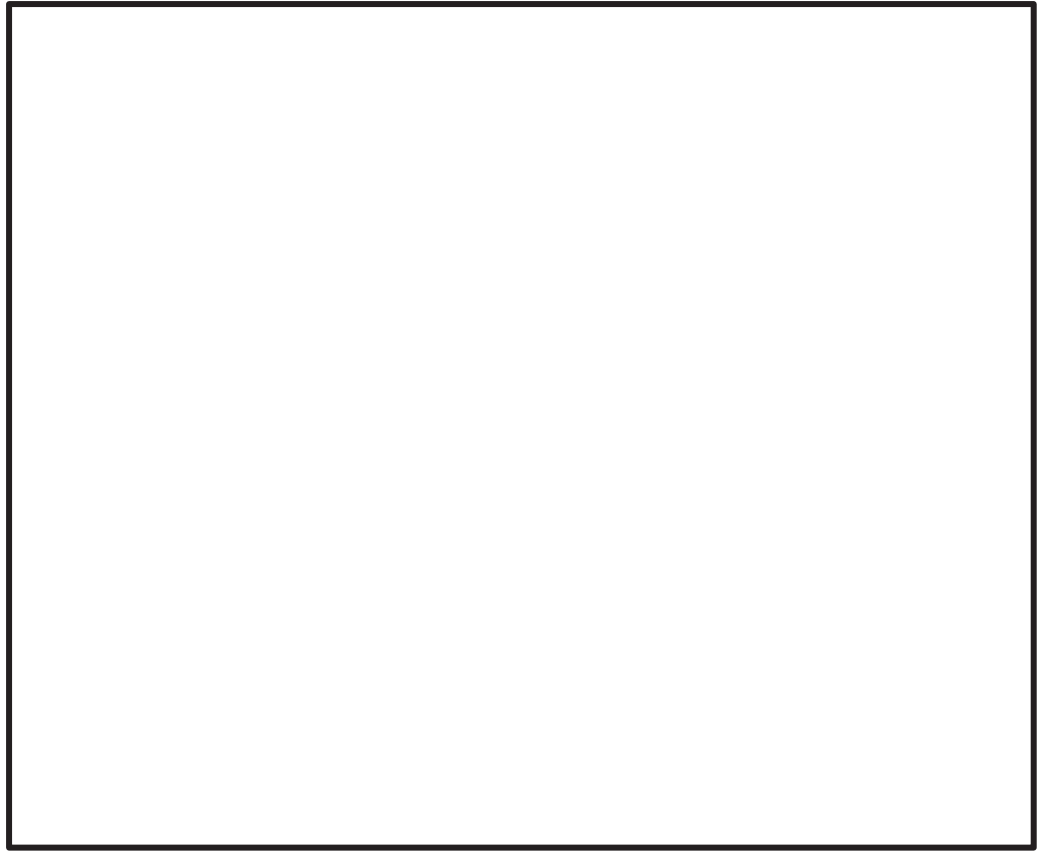


図3-3 強め材取付部の面積の記号

強め材取付部の形状及び寸法を図3-4に示す。

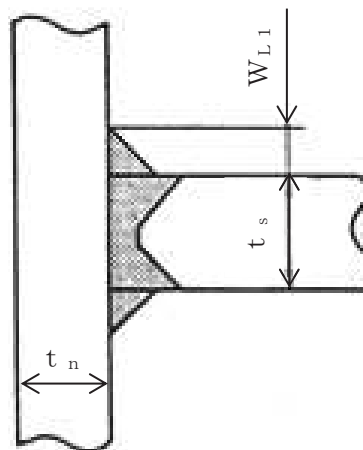


図3-4 取付部の形状及び寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

a. 強め材取付部の必要強さ

次の2式のうちいずれか小さい方の値。

$$W_{R1} = (A_5 + A_6 + A_7) \cdot S_n + A_{W1} \cdot S_n$$

$$W_{R2} = (A_9 - A_{10} - A_{11}) \cdot S_s$$

ここで,

$$A_5 = 2 \cdot t_n \cdot \frac{H_i}{\cos \gamma}$$

$$A_6 = 2 \cdot t_n \cdot \frac{(t_s - t_{sr})}{\cos \gamma}$$

$$A_7 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot \frac{H_o}{\cos \gamma}$$

$$A_9 = (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot \frac{t_{sr}}{\cos \gamma}$$

$$A_{10} = (2 \cdot Y - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma}) \cdot (t_s - t_{sr})$$

$$A_{11} = A_4$$

$$A_{W1} = 2 \cdot W_{L1}^2$$

b. 強め材取付部の単位面積当たりの強さ

すみ肉溶接のせん断  $S_{DS} = 0.49 \cdot S_n$

管台壁のせん断  $S_{NS} = 0.70 \cdot S_n$

突合せ溶接の引張り  $S_{DT} = 0.74 \cdot S_n$

c. 強め材取付部の強さ

$$F_{WS1} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot W_{L1} \cdot S_{DS}$$

$$G_{WT1} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot (t_s + t_{rf}) \cdot S_{DT}$$

$$F_n = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + t_n) \cdot t_n \cdot S_{NS}$$

d. 強め材取付部の有効強さ

強め材取付部の破断形式を図 3-5 に示す。

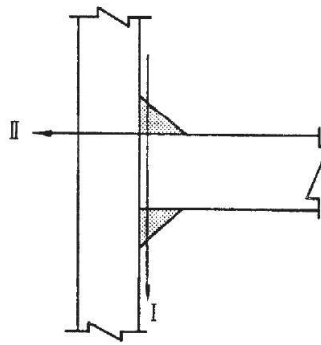


図 3-5 取付部の破断形式

破断形式 I

$$W_1 = 2 \cdot F_{WS1} + G_{WT1}$$

破断形式 II

$$W_2 = F_{WS1} + F_n$$

e. 結論

強め材取付部の強さの計算結果を表 3-6 に示す。

これより，ドライウエル球形部と逃がし安全弁搬出入口との結合部の強め材取付部の強さは十分である。

表 3-6 強め材取付部の強さの計算結果

| 部材名称  |          |       | ドライウエル球形部と<br>逃がし安全弁搬出入口との<br>結合部の強め材取付部 |
|---|----------|-------|--|
| 溶接部にかかる荷重   | $W_{R1}$ | (N)   | $1.568 \times 10^7$                      |
| 溶接部にかかる荷重   | $W_{R2}$ | (N)   | 0  |
| 溶接部の負うべき荷重  | $W_R$    | (N)   | 0  |
| すみ肉溶接の許容せん断応力                                     | $S_{DS}$ | (MPa) | 123                                      |
| 管台壁の許容せん断応力                                       | $S_{NS}$ | (MPa) | 177                                      |
| 突合せ溶接の引張応力  | $S_{DT}$ | (MPa) | 187                                      |
| 応力除去の有無   |          |       | 有り                                       |
| 破断形式 I の有効強さ                                      | $W_1$    | (N)   | $4.449 \times 10^7$                      |
| 破断形式 II の有効強さ                                     | $W_2$    | (N)   | $4.799 \times 10^7$                      |
| 評価： $W_1 \geq W_R$ ， $W_2 \geq W_R$<br>以上より十分である。 |          |       |  |

VI-3-3-6-1-2-4 逃がし安全弁搬出入口の強度計算書

## 目次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 概要                 | 1  |
| 2. 一般事項               | 1  |
| 2.1 構造計画              | 1  |
| 2.2 評価方針              | 3  |
| 2.3 適用基準              | 3  |
| 2.4 記号の説明             | 4  |
| 2.5 計算精度と数値の丸め方       | 5  |
| 3. 評価部位               | 6  |
| 4. 強度評価               | 8  |
| 4.1 強度評価方法            | 8  |
| 4.2 荷重の組合せ及び許容応力      | 8  |
| 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態  | 8  |
| 4.2.2 許容応力            | 8  |
| 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件   | 8  |
| 4.2.4 設計荷重            | 12 |
| 4.3 計算方法              | 12 |
| 4.4 計算条件              | 14 |
| 4.5 応力の評価             | 14 |
| 5. 評価結果               | 15 |
| 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 15 |
| 6. 参照図書               | 17 |

## 1. 概要

本計算書は、逃がし安全弁搬出入口の強度計算書である。

逃がし安全弁搬出入口は、設計基準対象施設の逃がし安全弁搬出入口を重大事故等クラス 2 容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス 2 容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、逃がし安全弁搬出入口の強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）（以下「既工認」という。）に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

逃がし安全弁搬出入口の構造計画を表 2-1 に示す。



表 2-1 構造計画

| 計画の概要   |  | 概略構造図                                      |
|---|--|--|
| 基礎・支持構造   | 主体構造   |  |
| <p>逃がし安全弁搬出入口はドライウェルに支持される。</p> <p>水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。</p> | <p>内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm, 長さ <input type="text"/> mm の円筒胴及び板厚 <input type="text"/> mm の鏡板, 蓋フランジで構成される鋼製構造物である。</p> | <p style="text-align: right;">(単位: mm)</p> |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2.2 評価方針

逃がし安全弁搬出入口の応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において重大事故等時における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

逃がし安全弁搬出入口の強度評価フローを図 2-1 に示す。

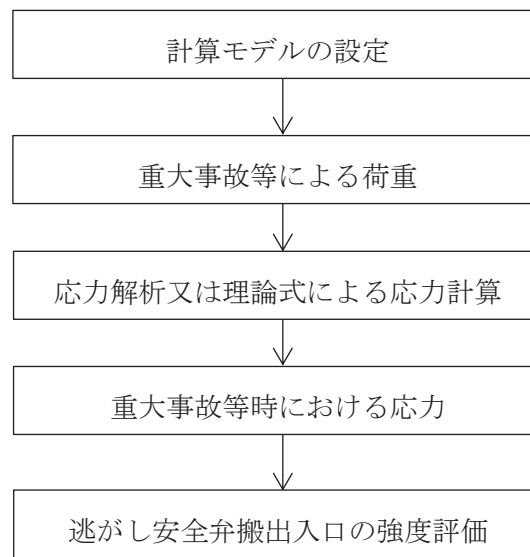


図 2-1 逃がし安全弁搬出入口の強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号         | 記号の説明                      | 単位  |
|------------|----------------------------|-----|
| D          | 死荷重                        | —   |
| $d_1$      | 直径                         | mm  |
| $d_h$      | 直径                         | mm  |
| $d_p$      | 直径                         | mm  |
| $l_i$      | 長さ ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) | mm  |
| $M_{SA}$   | 機械的荷重 (SA 短期機械的荷重)         | —   |
| $P_{SA}$   | 圧力 (SA 短期圧力)               | kPa |
| R          | 半径                         | mm  |
| $R_h$      | 半径                         | mm  |
| $r_b$      | 半径                         | mm  |
| S          | 許容引張応力                     | MPa |
| $S_u$      | 設計引張強さ                     | MPa |
| $S_y$      | 設計降伏点                      | MPa |
| $S_y (RT)$ | 40°Cにおける設計降伏点              | MPa |
| $t_i$      | 厚さ ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) | mm  |
| $T_{SA}$   | 温度 (SA 短期温度)               | °C  |
| ASS        | オーステナイト系ステンレス鋼             | —   |
| HNA        | 高ニッケル合金                    | —   |

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

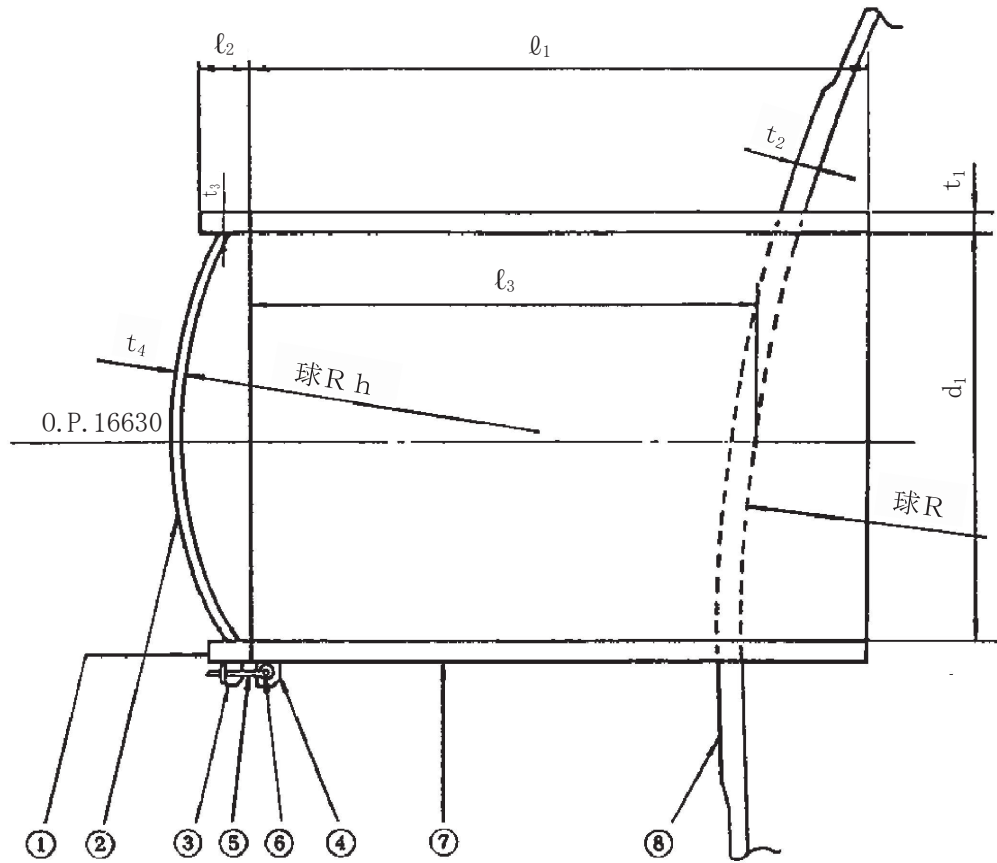
表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位  | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁 |
|--------|-----|----------|------|-----|
| 最高使用圧力 | kPa | —        | —    | 整数位 |
| 温度     | ℃   | —        | —    | 整数位 |
| 許容応力*  | MPa | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位 |
| 算出応力   | MPa | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位 |

注記\*：告示第501号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

逃がし安全弁搬出入口の形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



- |         |     |        |        |
|---------|-----|--------|--------|
| ①蓋フランジ  | ②鏡板 | ③ブラケット | ④ブラケット |
| ⑤ヒンジボルト | ⑥ピン | ⑦円筒胴   | ⑧補強板   |

|         |                      |         |                      |                    |                      |
|---------|----------------------|---------|----------------------|--------------------|----------------------|
| $d_1 =$ | <input type="text"/> | 球 R =   | <input type="text"/> | 球 R <sub>h</sub> = | <input type="text"/> |
| $l_1 =$ | <input type="text"/> | $l_2 =$ | <input type="text"/> | $l_3 =$            | <input type="text"/> |
| $t_1 =$ | <input type="text"/> | $t_2 =$ | <input type="text"/> | $t_3 =$            | <input type="text"/> |
|         |                      |         |                      | $t_4 =$            | <input type="text"/> |

(単位：mm)

図 3-1 逃がし安全弁搬出入口の形状及び主要寸法

表 3-1 使用材料表

| 使用部位   | 使用材料              | 備考 |
|--------|-------------------|----|
| 蓋フランジ  | SGV49<br>(SGV480) |    |
| 鏡板     | SGV49<br>(SGV480) |    |
| ブラケット  | SGV49<br>(SGV480) |    |
| ヒンジボルト |                   |    |
| ピン     |                   |    |
| 円筒胴    | SGV49<br>(SGV480) |    |
| 補強板    | SPV50<br>(SPV490) |    |

02 ③ VI-3-3-6-1-2-4 RO

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4. 強度評価

##### 4.1 強度評価方法

- (1) 逃がし安全弁搬出入口は、円筒胴がドライウェルに支持された構造であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。

逃がし安全弁搬出入口の強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

- (2) 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

逃がし安全弁搬出入口の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

###### 4.2.2 許容応力

逃がし安全弁搬出入口の許容応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、表 4-2 及び表 4-3 に示すとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

逃がし安全弁搬出入口の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-4 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |         | 機器名称       | 機器等の区分      | 荷重の組合せ*1              |                      | 許容応力状態   |
|---------|---------|------------|-------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 原子炉格納施設 | 原子炉格納容器 | 逃がし安全弁搬出入口 | 重大事故等クラス2容器 | $D + P_{SA} + M_{SA}$ | (V(S)-1)<br>(V(S)-2) | 重大事故等時*2 |

注記\*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。



表4-2 許容応力 (第2種容器)

| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | 一次一般膜応力   | 一次膜応力+一次曲げ応力  |
|--------------------|---|---------------|
| 重大事故等時*            | 構造上の連続な部分は $0.6 \cdot S_u$ 、不連続な部分は $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。ただし、ASS及びHNAについては、構造上の連続な部分は $2 \cdot S$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方、不連続な部分は $1.2 \cdot S$ とする。 | 左欄の<br>1.5倍の値 |

注記\*：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-3 許容応力 (第2種容器耐圧部テンションボルト)

| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | 平均引張応力  | 平均引張応力+曲げ応力   |
|--------------------|---|---------------|
| 重大事故等時*            | $2/3 \cdot S_u$ 。ただし、ASS及びHNAについては、 $2.4 \cdot S$ と $2/3 \cdot S_u$ の小さい方とする。 | 左欄の<br>1.5倍の値 |

注記\*：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-4 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材   | 材料                | 温度条件<br>(°C) |     | S<br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (RT)<br>(MPa) |
|--|-------------------|--------------|-----|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
|  |                   | 周囲環境<br>温度   |     |            |                         |                         |                              |
| 鏡板中央部，蓋フランジ，<br>蓋フランジのブラケット取付部，<br>円筒胴のブラケット取付部<br>及びピン取付部 | SGV49<br>(SGV480) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | 225                     | 421                     | —                            |
| 逃がし安全弁搬出入口取付部  | SPV50<br>(SPV490) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | 416                     | 545                     | —                            |
| ヒンジボルトのねじ部，<br>ヒンジボルトのピン貫通部<br>及びピン                        | □                 | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | □                       | □                       | —                            |

11

4.2.4 設計荷重

(1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|             |                |
|-------------|----------------|
| 内圧 $P_{SA}$ | 854kPa (SA 短期) |
| 温度 $T_{SA}$ | 200℃ (SA 短期)   |

4.3 計算方法

逃がし安全弁搬出入口の応力評価点は、逃がし安全弁搬出入口を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-5 及び図 4-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

応力評価点 P1, P2 及び P9~P11 は既工認の各荷重による応力を比倍（圧力比等）し評価する。

表 4-5 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点          |
|---------|----------------|
| P1      | 鏡板中央部          |
| P2      | 蓋フランジ          |
| P3      | 蓋フランジのブラケット取付部 |
| P4      | 円筒胴のブラケット取付部   |
| P5      | ピン取付部          |
| P6      | ヒンジボルトのねじ部     |
| P7      | ヒンジボルトのピン貫通部   |
| P8      | ピン             |
| P9~P11  | 逃がし安全弁搬出入口取付部  |

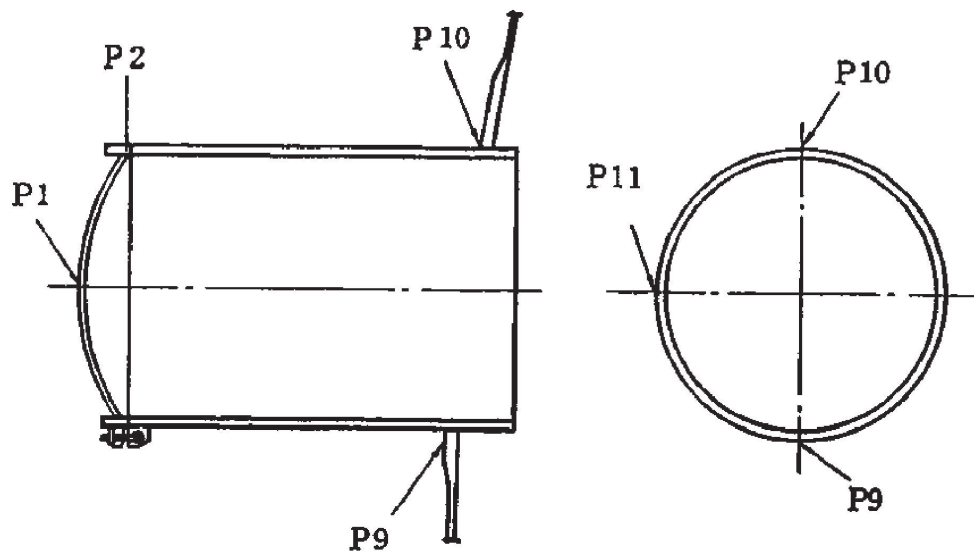
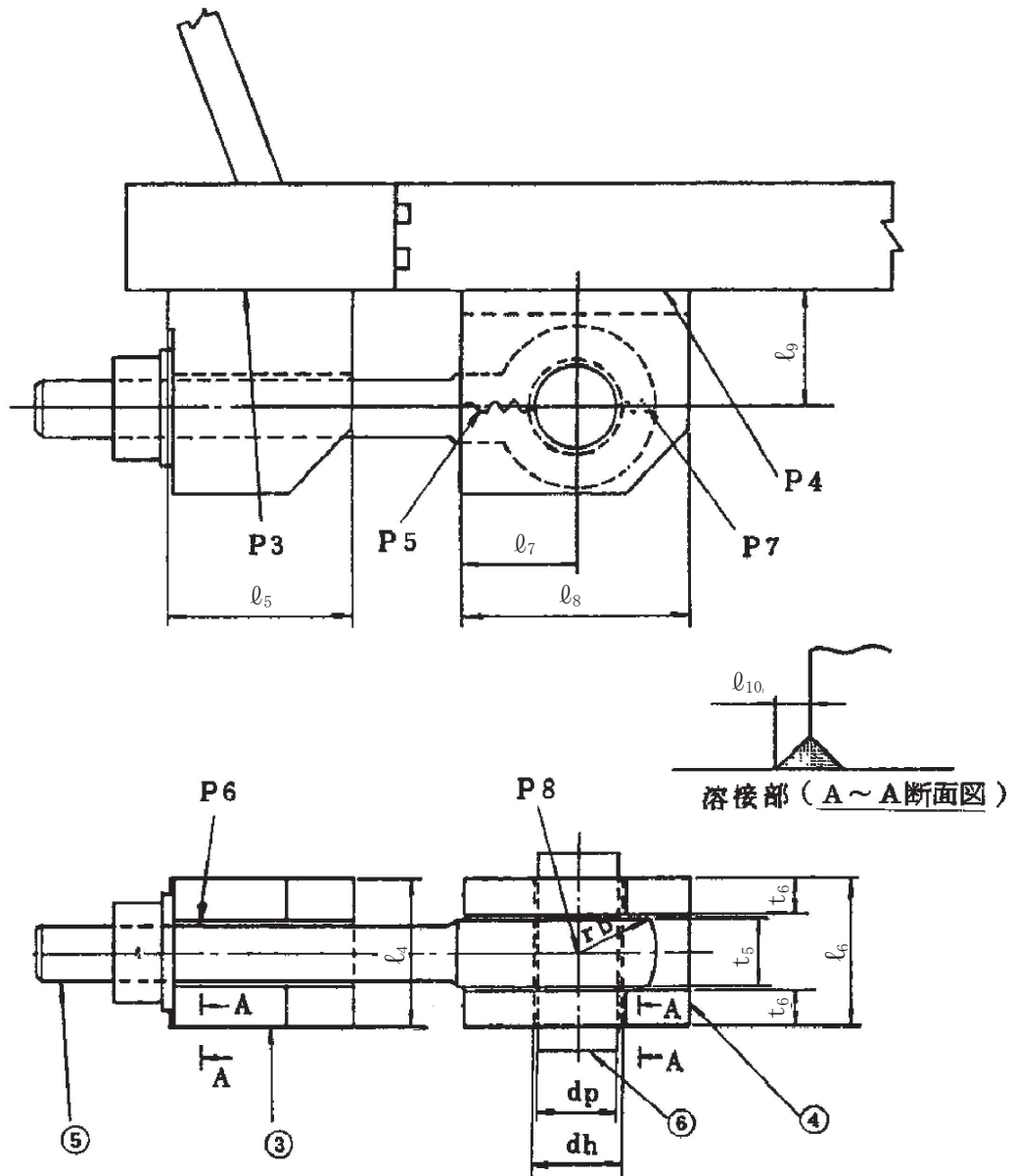


図 4-1 逃がし安全弁搬出入口の応力評価点（その 1）



③ブラケット      ④ブラケット      ⑤ヒンジボルト      ⑥ピン

|         |            |         |         |
|---------|------------|---------|---------|
| $d_h =$ | $d_p =$    | $r_b =$ | $l_4 =$ |
| $l_5 =$ | $l_6 =$    | $l_7 =$ | $l_8 =$ |
| $l_9 =$ | $l_{10} =$ | $t_5 =$ | $t_6 =$ |

(単位：mm)

図 4-1 逃がし安全弁搬出入口の応力評価点 (その 2)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

逃がし安全弁搬出入口の重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。  
発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>)

| 評価対象設備         | 評価部位 |                | 応力分類         | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|----------------|------|----------------|--------------|--------|------|----|----|
|                |      |                |              | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|                |      |                |              | MPa    | MPa  |    |    |
| 逃がし安全弁<br>搬出入口 | P1   | 鏡板中央部          | 応力強さ         | 30     | 253  | ○  |    |
|                | P2   | 蓋フランジ          | 応力強さ         | 42     | 338  | ○  |    |
|                | P3   | 蓋フランジのブラケット取付部 | 応力強さ         | 120    | 189  | ○  |    |
|                | P4   | 円筒胴のブラケット取付部   | 応力強さ         | 99     | 189  | ○  |    |
|                | P5   | ピン取付部          | 応力強さ         | 104    | 379  | ○  |    |
|                | P6   | ヒンジボルトのねじ部     | 平均引張応力       | 144    |      | ○  |    |
|                | P7   | ヒンジボルトのピン貫通部   | 平均引張応力       | 266    |      | ○  |    |
|                | P8   | ピン             | 応力強さ         | 161    |      | ○  |    |
|                | P9   | 逃がし安全弁搬出入口取付部  | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 140    | 490  | ○  |    |
|                | P10  | 逃がし安全弁搬出入口取付部  | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 151    | 490  | ○  |    |
|                | P11  | 逃がし安全弁搬出入口取付部  | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 145    | 490  | ○  |    |

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-1-8 逃がし安全弁搬出入口の強度計算書」



VI-3-3-6-1-2-5 制御棒駆動機構搬出入口の基本板厚計算書

## 目次

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. 一般事項                     | 1 |
| 1.1 概要                      | 1 |
| 1.2 適用基準                    | 1 |
| 1.3 計算精度と数値の丸め方             | 2 |
| 2. 設計条件                     | 3 |
| 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度 | 3 |
| 2.2 材料及び許容応力                | 3 |
| 3. 制御棒駆動機構搬出入口の基本板厚計算       | 4 |
| 3.1 円筒部                     | 5 |
| 3.1.1 円筒胴                   | 5 |
| 3.2 鏡板                      | 6 |
| 3.2.1 鏡板                    | 6 |
| 3.3 穴の補強計算                  | 7 |

## 1. 一般事項

### 1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器制御棒駆動機構搬出入口の基本板厚計算書である。

制御棒駆動機構搬出入口は、設計基準対象施設の制御棒駆動機構搬出入口を重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス2容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス2容器の強度計算方法」に準じて、制御棒駆動機構搬出入口の構造強度評価を示す。

### 1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

### 1.3 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表 1-1 表示する数値の丸め方

| 数値の種類              | 単位       | 処理桁             | 処理方法       | 表示桁                    |                        |
|--------------------|----------|-----------------|------------|------------------------|------------------------|
| 最高使用圧力             | MPa      | —               | —          | 有効数字 3 桁               |                        |
| 温度                 | ℃        | —               | —          | 整数位                    |                        |
| 許容応力* <sup>1</sup> | MPa      | 小数点以下第 1 位      | 切捨て        | 整数位                    |                        |
| 長さ                 | 下記以外の長さ  | mm              | 小数点以下第 3 位 | 四捨五入                   | 小数点以下第 2 位             |
|                    | 計算上必要な厚さ | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切上げ                    | 小数点以下第 2 位             |
|                    | 最小厚さ     | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切捨て                    | 小数点以下第 2 位             |
| 面積                 | 下記以外の面積  | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入                   | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
|                    | 必要な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切上げ                    | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
|                    | 有効な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切捨て                    | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
| 力                  | N        | 有効数字 5 桁目       | 四捨五入       | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |                        |

注記\*1：告示第 5 0 1 号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第 2 位を切り捨て，小数点以下第 1 位までの値として算出する。得られた値を SI 単位に換算し，SI 単位に換算した値の小数点以下第 1 位を切り捨て，整数位までの値とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

2. 設計条件

2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

内圧 P            854kPa  
 温度 T            200℃

2.2 材料及び許容応力

(1) 材料

使用する材料を表 2-1 に示す。

表 2-1 使用材料表

| 使用部位           | 使用材料  |
|----------------|-------|
| 制御棒駆動機構搬出入口円筒部 | SGV49 |
| 制御棒駆動機構搬出入口鏡板  | SGV49 |
| ドライウエル下鏡       | SPV50 |

(2) 許容引張応力

使用材料の許容引張応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値の 0.6 倍とする。

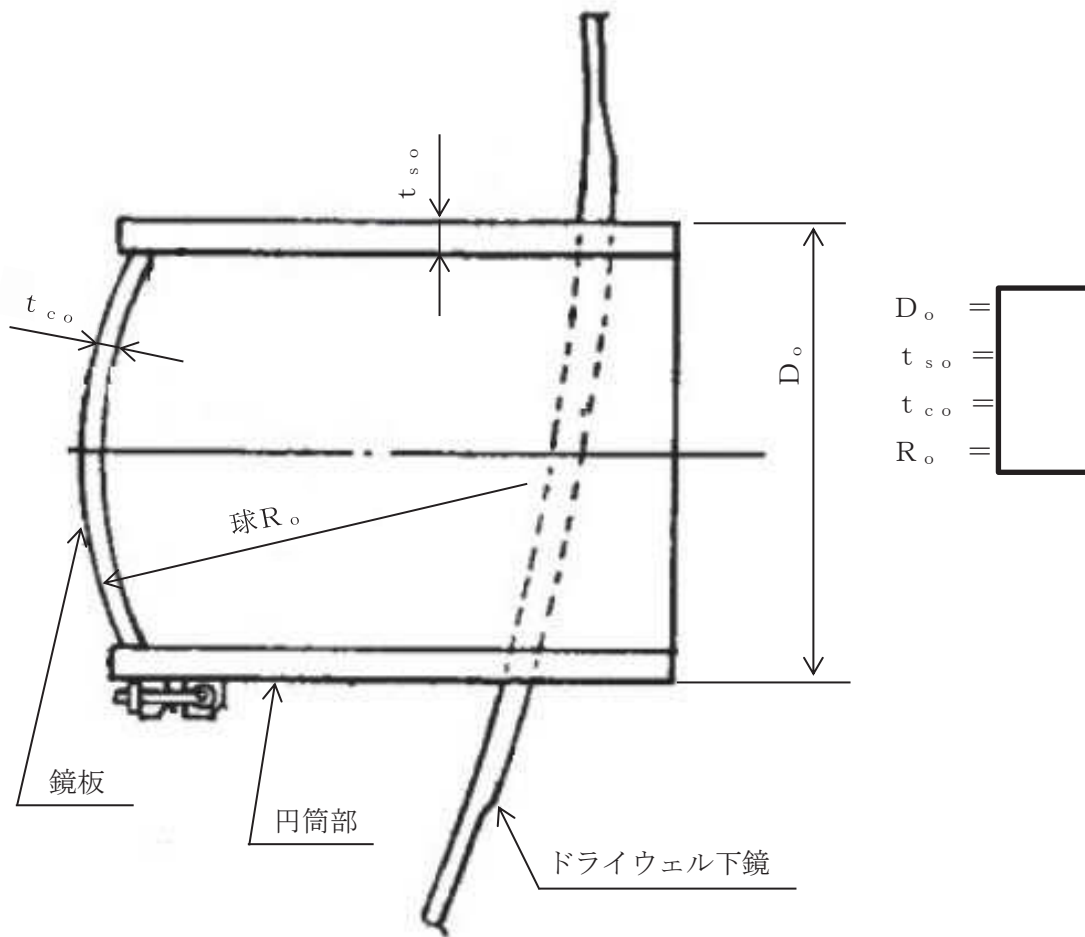
SGV49             $S_n^* = 253 \text{ MPa}$

SPV50             $S_s^* = 327 \text{ MPa}$

注記\* :  $S_n$ 及び $S_s$ は $0.6 \cdot S_u$ とする。ここで、 $S_u$ は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。

3. 制御棒駆動機構搬出入口の基本板厚計算

制御棒駆動機構搬出入口の形状及び寸法を図 3-1 に示す。



O2 ③ VI-3-3-6-1-2-5 RO

図 3-1 制御棒駆動機構搬出入口の形状及び寸法 (単位: mm)

「2. 設計条件」に示す重大事故等時の条件に基づき、制御棒駆動機構搬出入口の板厚計算を行った結果を以下に示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.1 円筒部

#### 3.1.1 円筒胴

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

##### (2) 外圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号ハ）

円筒胴の外圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-1に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_o}{4 \cdot B}$$

表 3-1 円筒胴の板厚計算結果

| 円筒胴名称   |                  |       | 円筒部                  |
|---|------------------|-------|----------------------|
| 材料  |                  |       | SGV49                |
| 最高使用圧力  | P <sub>e</sub> * | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                  | (°C)  | 200                  |
| 胴の外径  | D <sub>o</sub>   | (mm)  |                      |
|   | B                | (MPa) |                      |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub>  | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub>  | (mm)  | 10.69                |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>   | (mm)  | 10.69                |
| 呼び厚さ  | t <sub>so</sub>  | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>s</sub>   | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                  |       |                      |

注記\*：原子炉格納容器の内圧を使用。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 鏡板

#### 3.2.1 鏡板

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

- (2) 外圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号ト）  
鏡板の外圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-2に示す。  
これより、鏡板は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P_e \cdot R_o}{B}$$

表 3-2 鏡板の板厚計算結果

|   |                  |       |                      |
|---|------------------|-------|----------------------|
| 鏡板名称  |                  |       | 鏡板                   |
| 材料  |                  |       | SGV49                |
| 最高使用圧力  | P <sub>e</sub> * | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                  |       | 200                  |
| 胴の外半径   | R <sub>o</sub>   | (mm)  |                      |
|   | B                | (MPa) |                      |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub>  | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub>  | (mm)  | 14.78                |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>   | (mm)  | 14.78                |
| 呼び厚さ  | t <sub>co</sub>  | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>c</sub>   | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>c</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                  |       |                      |

注記\*：原子炉格納容器の内圧を使用。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



### 3.3 穴の補強計算

ドライウエル下鏡と制御棒駆動機構搬出入口との結合部の形状及び寸法を図 3-2 に示す。

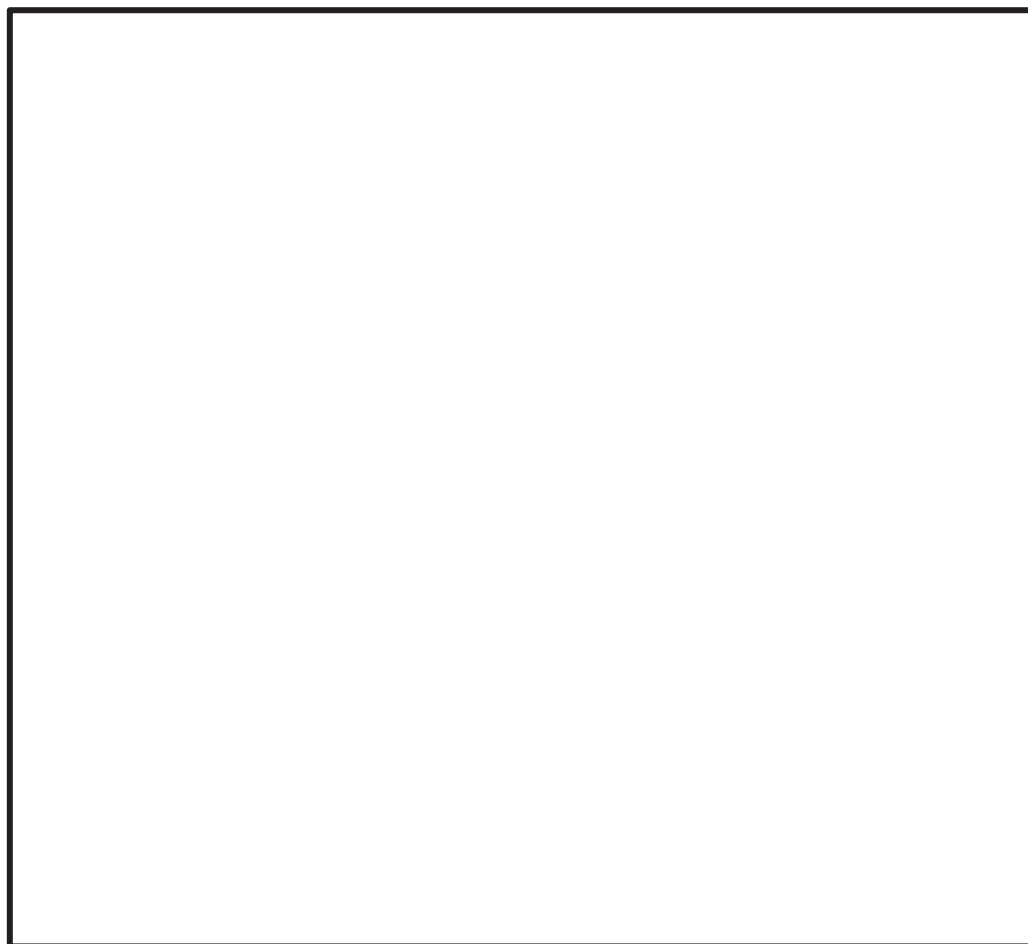


図 3-2 結合部の形状及び寸法

## (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示    | 表示内容                 | 単位            |
|----------------|-----------|----------------------|---------------|
| A              | $A_0$     | 補強に有効な総面積            | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{01}$  | 穴の中心線の両側に有効な面積       | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_1$     | 胴、鏡板又は平板の部分の補強に有効な面積 | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_2$     | 管台の部分の補強に有効な面積       | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_3$     | すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積    | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_4$     | 強め材の部分の補強に有効な面積      | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_5$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_6$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_7$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_9$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
| $A_r$          | $A_{10}$  | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{11}$  | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_r$     | 穴の補強に必要な面積           | $\text{mm}^2$ |
| $D_i$          | $A_{rD}$  | 片側断面についての穴の補強に必要な面積  | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{w1}$  | すみ肉溶接部の面積            | $\text{mm}^2$ |
|                | $D_i$     | 管台の内径                | mm            |
|                | $F_{ws1}$ | すみ肉溶接部のせん断強さ         | N             |
|                | $G_{wT1}$ | 突合せ溶接部の引張強さ          | N             |
|                | H         | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_1$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_2$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_i$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_o$     | 補強の有効範囲              | mm            |
| S              | $F_n$     | 管台壁のせん断強さ            | N             |
|                | p         | 穴の補強に有効な範囲           | mm            |
|                | R         | 容器の内半径               | mm            |
|                | r         | 管台の内半径               | mm            |
|                | $R_{rf}$  | 強め材の最小半径             | mm            |
|                | $r_m$     | 管台の平均半径              | mm            |
|                | $S_{DS}$  | すみ肉溶接部の許容せん断応力       | MPa           |
|                | $S_{DT}$  | 突合せ溶接部の許容引張応力        | MPa           |
|                | $S_n$     | 管台材の許容引張応力           | MPa           |

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示   | 表示内容                  | 単位  |
|----------------|----------|-----------------------|-----|
| t              | $S_{NS}$ | 管台壁の許容せん断応力           | MPa |
|                | $S_s$    | 胴板材の許容引張応力            | MPa |
|                | $t_n$    | 管台の最小厚さ               | mm  |
|                | $t_{nr}$ | 管台の計算上必要な厚さ           | mm  |
|                | $t_{rf}$ | 強め材表面と容器表面との距離        | mm  |
|                | $t_s$    | 胴の最小厚さ                | mm  |
|                | $t_{sr}$ | 胴の継目がない場合の計算上必要な厚さ    | mm  |
|                | $W_1$    | 破断形式Ⅰの有効強さ            | N   |
|                | $W_2$    | 破断形式Ⅱの有効強さ            | N   |
|                | $W_{L1}$ | 溶接の脚長                 | mm  |
|                | $W_R$    | 溶接部の負うべき荷重            | N   |
|                | $W_{R1}$ | 溶接部にかかる荷重             | N   |
|                | $W_{R2}$ | 溶接部にかかる荷重             | N   |
|                | $Y$      | 補強の有効範囲               | mm  |
|                | $Y_1$    | 補強の有効範囲               | mm  |
|                | $Y_2$    | 補強の有効範囲               | mm  |
| $\theta$       | $\gamma$ | 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角度 | rad |
|                | $\pi$    | 円周率                   | —   |

(2) 穴の補強計算

- a. 補強に必要な面積 (告示第501号第22条第8項第1号ハ(ロ))

$$A_r = t_{sr} \cdot \frac{D_i + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)}{\cos \gamma}$$

ここに,

$t_{sr}$  : 容器の計算上必要な厚さ

$t_n$  : 管台の最小厚さ

$S_n$  : 管台の許容引張応力

$S_s$  : 容器の許容引張応力

$\gamma$  : 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角度

なお、管台と容器の許容引張応力差の補正として  $2 \cdot t_{sr} \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)$  を考慮している。

- b. 補強に有効な範囲 (告示第501号第22条第8項第1号イ)

- (a) 胴板の面に沿う範囲Y

Yは、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$Y_1 = \frac{D_i}{\cos \gamma}$$

$$Y_2 = \frac{D_i}{2 \cdot \cos \gamma} + t_n + t_s$$

- (b) 胴板の面に垂直な範囲H

$H_o$ は、円筒胴の外側突出量とする。

$H_i$ は、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$H_1 = 0.5 \cdot \sqrt{r_m \cdot t_n}$$

$$H_2 = 2.5 \cdot t_n$$

ここに,

$r_m$  : 円筒胴の平均半径

$$= (D_i + t_n) / 2$$

c. 補強に有効な面積 (告示第501号第22条第8項第1号ロ)

$$A_1 = (t_s - t_{sr}) \cdot \left\{ 2 \cdot Y - \frac{D_i + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)}{\cos \gamma} \right\}$$

$$A_2 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot H_i \cdot \frac{(S_n / S_s)}{\cos \gamma}$$

ここに,

$t_{nr}$  : 円筒胴の計算上必要な厚さ (3.1.1 (2) 項参照)

$$A_3 = 2 \cdot t_n \cdot H_o \cdot \frac{(S_n / S_s)}{\cos \gamma}$$

$$A_4 = t_{rf} \cdot \left( 2 \cdot R_{rf} - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma} \right) - 3 \cdot t_{rf}^2$$

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

d. 結論

穴の補強の計算結果を表 3-3 に示す。

これより、ドライウエル下鏡と制御棒駆動機構搬出入口との結合部の補強は十分である。

表 3-3 穴の補強計算結果

| 部材名称                       | ドライウエル下鏡と<br>制御棒駆動機構搬出入口との<br>結合部 |                      |
|----------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 管台の使用材料                    | SGV49                             |                      |
| 容器の使用材料                    | SPV50                             |                      |
| 最高使用圧力                     | P (MPa)                           | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                     | (°C)                              | 200                  |
| 容器の半径                      | R (mm)                            |                      |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$ (MPa)                       | 253                  |
| 容器の許容引張応力                  | $S_s$ (MPa)                       | 327                  |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$ (mm)                     | 10.69                |
| 容器の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$ (mm)                     | 14.89                |
| 管台の中心線と容器表面に垂直な<br>線のなす角   | $\gamma$ (rad)                    |                      |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )          | $2.226 \times 10^4$  |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$ (mm)                        |                      |
| 補強の有効範囲                    | $Y_2$ (mm)                        |                      |
| 補強の有効範囲                    | Y (mm)                            |                      |
| 補強の有効範囲                    | $H_1$ (mm)                        |                      |
| 補強の有効範囲                    | $H_2$ (mm)                        |                      |
| 補強の有効範囲 (外側)               | $H_o$ (mm)                        |                      |
| 補強の有効範囲 (内側)               | $H_i$ (mm)                        |                      |
| 容器の有効補強面積                  | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )          |                      |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )          | $1.963 \times 10^4$  |
| 管台の有効補強面積                  | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )          | $1.312 \times 10^4$  |
| 管台の有効補強面積                  | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )          | $1.109 \times 10^4$  |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )          | $6.904 \times 10^4$  |
| 評価： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |                                   |                      |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

- (3) 補強に有効な面積の制限 (告示第 5 0 1 号第 22 条第 8 項第 4 号)
- a. 穴の補強に有効な面積の 3 分の 2 を満たす穴の中心からの範囲

$$p = r + 0.5 \cdot \sqrt{(R + t_s / 2) \cdot t_s}$$

$$r = \frac{D_i}{2 \cdot \cos \gamma}$$

- b. 補強に有効な面積

$$A_1' = (t_s - t_{sr}) \cdot \left\{ 2 \cdot p - \frac{D_i + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)}{\cos \gamma} \right\}$$


$$A_4' = t_{rf} \cdot \left( 2 \cdot p - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma} \right)$$

$$A_0' = A_1' + A_2 + A_3 + A_4'$$

- c. 結論

穴の補強に有効な面積の 3 分の 2 の範囲に対する制限の確認結果を表 3-4 に示す。  
これより、穴の補強に有効な面積の 3 分の 2 の範囲に対する制限を満足している。

表 3-4 穴の中心からの距離の補強に対する制限

| 部材名称                                     |                                      | ドライウエル下鏡と<br>制御棒駆動機構搬出入口との<br>結合部   |
|--|--------------------------------------|---|
| 穴の補強に有効な面積の 3 分の 2 を満たす穴の中心からの範囲         | p (mm)                               |  |
| 容器の平均半径                                  | r (mm)                               |   |
| 補強に必要な面積の 3 分の 2                         | $2 \cdot A_r / 3$ (mm <sup>2</sup> ) | $1.484 \times 10^4$   |
| 補強に有効な面積                                 | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> )            | $5.017 \times 10^4$   |
| 評価： $A_0' > 2 \cdot A_r / 3$ , よって十分である。 |                                      |   |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(4) 補強に有効な面積の制限（告示第501号第22条第8項第5号）

a. 穴の中心線の両側に必要な補強面積

$$A_{rD} = \frac{A_r}{2}$$

b. 穴の中心線の両側に有効な面積

$$A_{o1} = \frac{A_o}{2}$$

c. 結論

穴の中心線の両側の補強に対する制限の確認結果を表3-5に示す。

これより、穴の中心線の両側の補強に対する制限を満足している。

表 3-5 穴の中心線の両側の補強に対する制限

| 部材名称                             |          |                   | ドライウエル下鏡と<br>制御棒駆動機構搬出入口との<br>結合部 |
|----------------------------------|----------|-------------------|-----------------------------------|
| 穴の補強に必要な面積                       | $A_r$    | ( $\text{mm}^2$ ) | $2.226 \times 10^4$               |
| 穴の中心線の両側に必要な<br>補強面積             | $A_{rD}$ | ( $\text{mm}^2$ ) | $1.113 \times 10^4$               |
| 補強に有効な総面積                        | $A_o$    | ( $\text{mm}^2$ ) | $6.904 \times 10^4$               |
| 穴の中心線の両側に有効な面積                   | $A_{o1}$ | ( $\text{mm}^2$ ) | $3.452 \times 10^4$               |
| 評価： $A_{o1} > A_{rD}$ 、よって十分である。 |          |                   |                                   |



- (5) 強め材取付部の強さ（告示第501号第22条第8項第8号及び第9号）  
強め材取付部の面積の記号を図3-3に示す。

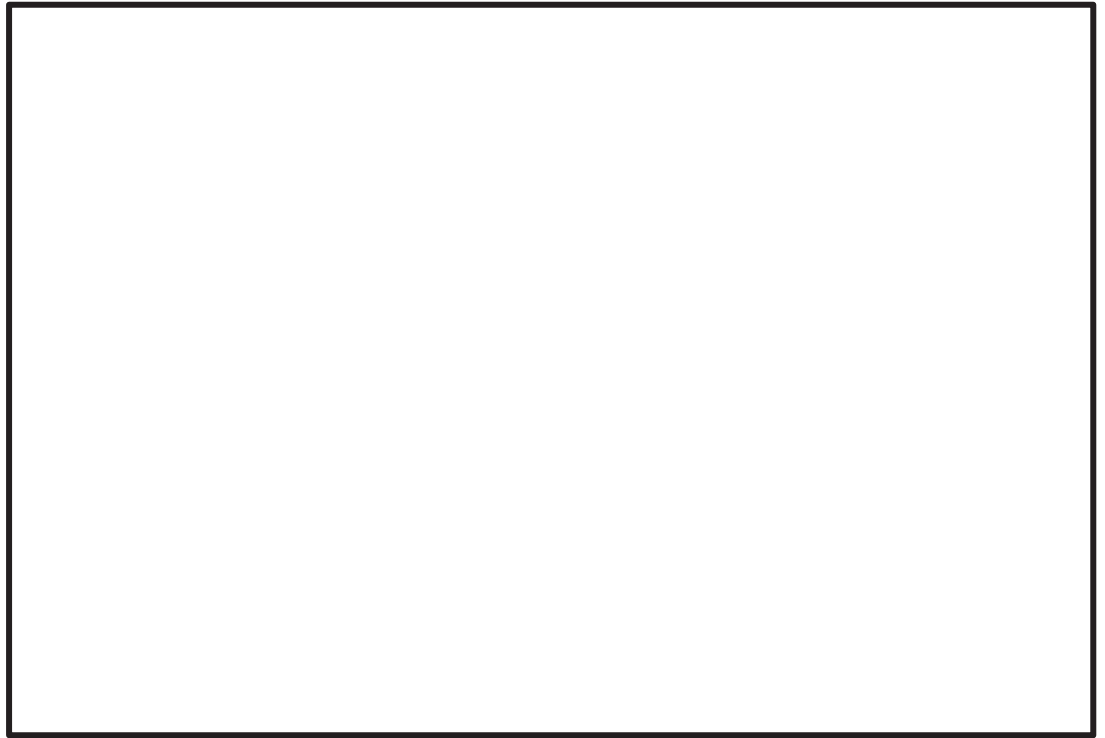


図3-3 強め材取付部の面積の記号

強め材取付部の形状及び寸法を図3-4に示す。

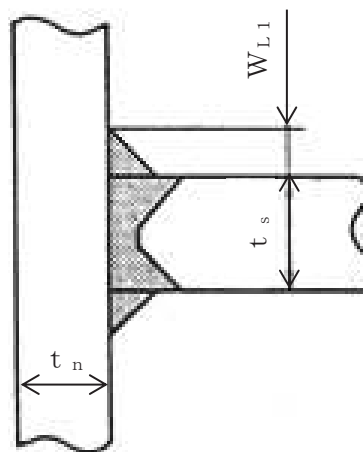


図3-4 取付部の形状及び寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

a. 強め材取付部の必要強さ

次の 2 式のうちいずれか小さい方の値。

$$W_{R1} = (A_5 + A_6 + A_7) \cdot S_n + A_{W1} \cdot S_n$$

$$W_{R2} = (A_9 - A_{10} - A_{11}) \cdot S_s$$

ここで,

$$A_5 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot \frac{H_i}{\cos \gamma}$$

$$A_6 = 2 \cdot t_n \cdot \frac{(t_s - t_{sr})}{\cos \gamma}$$

$$A_7 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot \frac{H_o}{\cos \gamma}$$

$$A_9 = (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot \frac{t_{sr}}{\cos \gamma}$$

$$A_{10} = (2 \cdot Y - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma}) \cdot (t_s - t_{sr})$$

$$A_{11} = A_4$$

$$A_{W1} = 2 \cdot W_{L1}^2$$

b. 強め材取付部の単位面積当たりの強さ

すみ肉溶接のせん断  $S_{DS} = 0.49 \cdot S_n$

管台壁のせん断  $S_{NS} = 0.70 \cdot S_n$

突合せ溶接の引張り  $S_{DT} = 0.74 \cdot S_n$

c. 強め材取付部の強さ

$$F_{WS1} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot W_{L1} \cdot S_{DS}$$

$$G_{WT1} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot (t_s + t_{rf}) \cdot S_{DT}$$

$$F_n = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + t_n) \cdot t_n \cdot S_{NS}$$

- d. 強め材取付部の有効強さ  
強め材取付部の破断形式を図 3-5 に示す。

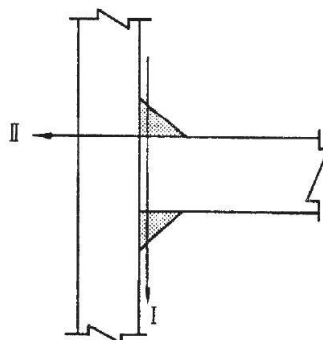


図 3-5 取付部の破断形式

破断形式 I

$$W_1 = 2 \cdot F_{WS1} + G_{WT1}$$

破断形式 II

$$W_2 = F_{WS1} + F_n$$

e. 結論

強め材取付部の強さの計算結果を表 3-6 に示す。

これより、ドライウエル下鏡と制御棒駆動機構搬出入口との結合部の強め材取付部の強さは十分である。

表 3-6 強め材取付部の強さの計算結果

| 部材名称  |          |       | ドライウエル下鏡と<br>制御棒駆動機構搬出入口との<br>結合部の強め材取付部 |
|---|----------|-------|--|
| 溶接部にかかる荷重   | $W_{R1}$ | (N)   | $5.015 \times 10^6$                      |
| 溶接部にかかる荷重   | $W_{R2}$ | (N)   | 0  |
| 溶接部の負うべき荷重  | $W_R$    | (N)   | 0  |
| すみ肉溶接の許容せん断応力                                     | $S_{DS}$ | (MPa) | 123                                      |
| 管台壁の許容せん断応力                                       | $S_{NS}$ | (MPa) | 177                                      |
| 突合せ溶接の引張応力  | $S_{DT}$ | (MPa) | 187                                      |
| 応力除去の有無   |          |       | 有り                                       |
| 破断形式Ⅰの有効強さ  | $W_1$    | (N)   | $2.846 \times 10^7$                      |
| 破断形式Ⅱの有効強さ  | $W_2$    | (N)   | $3.531 \times 10^7$                      |
| 評価： $W_1 \geq W_R$ , $W_2 \geq W_R$<br>以上より十分である。 |          |       |  |

VI-3-3-6-1-2-6 制御棒駆動機構搬出入口の強度計算書

## 目次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 概要                 | 1  |
| 2. 一般事項               | 1  |
| 2.1 構造計画              | 1  |
| 2.2 評価方針              | 3  |
| 2.3 適用基準              | 3  |
| 2.4 記号の説明             | 4  |
| 2.5 計算精度と数値の丸め方       | 5  |
| 3. 評価部位               | 6  |
| 4. 強度評価               | 8  |
| 4.1 強度評価方法            | 8  |
| 4.2 荷重の組合せ及び許容応力      | 8  |
| 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態  | 8  |
| 4.2.2 許容応力            | 8  |
| 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件   | 8  |
| 4.2.4 設計荷重            | 12 |
| 4.3 計算方法              | 12 |
| 4.4 計算条件              | 14 |
| 4.5 応力の評価             | 14 |
| 5. 評価結果               | 15 |
| 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 15 |
| 6. 参照図書               | 17 |

## 1. 概要

本計算書は、制御棒駆動機構搬出入口の強度計算書である。

制御棒駆動機構搬出入口は、設計基準対象施設の制御棒駆動機構搬出入口を重大事故等クラス 2 容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス 2 容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、制御棒駆動機構搬出入口の強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）（以下「既工認」という。）に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

制御棒駆動機構搬出入口の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要   |  | 概略構造図                                       |
|---|--|---|
| 基礎・支持構造   | 主体構造   |   |
| <p>制御棒駆動機構搬出入口はドライウェルに支持される。<br/>水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。</p> | <p>内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm, 長さ <input type="text"/> mm の円筒胴及び板厚 <input type="text"/> mm の鏡板, 蓋フランジで構成される鋼製構造物である。</p> | <p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p> |



## 2.2 評価方針

制御棒駆動機構搬出入口の応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において重大事故等時における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

制御棒駆動機構搬出入口の強度評価フローを図 2-1 に示す。

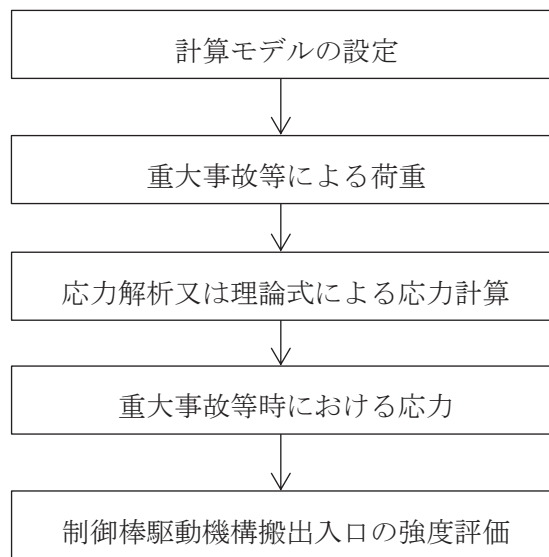


図 2-1 制御棒駆動機構搬出入口の強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号         | 記号の説明                      | 単位  |
|------------|----------------------------|-----|
| D          | 死荷重                        | —   |
| $d_i$      | 直径                         | mm  |
| $l_i$      | 長さ ( $i = 1, 2, 3$ )       | mm  |
| $M_{SA}$   | 機械的荷重 (SA 短期機械的荷重)         | —   |
| $P_{SA}$   | 圧力 (SA 短期圧力)               | kPa |
| R          | 半径                         | mm  |
| $R_h$      | 半径                         | mm  |
| S          | 許容引張応力                     | MPa |
| $S_u$      | 設計引張強さ                     | MPa |
| $S_y$      | 設計降伏点                      | MPa |
| $S_y (RT)$ | 40°Cにおける設計降伏点              | MPa |
| $t_i$      | 厚さ ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) | mm  |
| $T_{SA}$   | 温度 (SA 短期温度)               | °C  |
| ASS        | オーステナイト系ステンレス鋼             | —   |
| HNA        | 高ニッケル合金                    | —   |

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

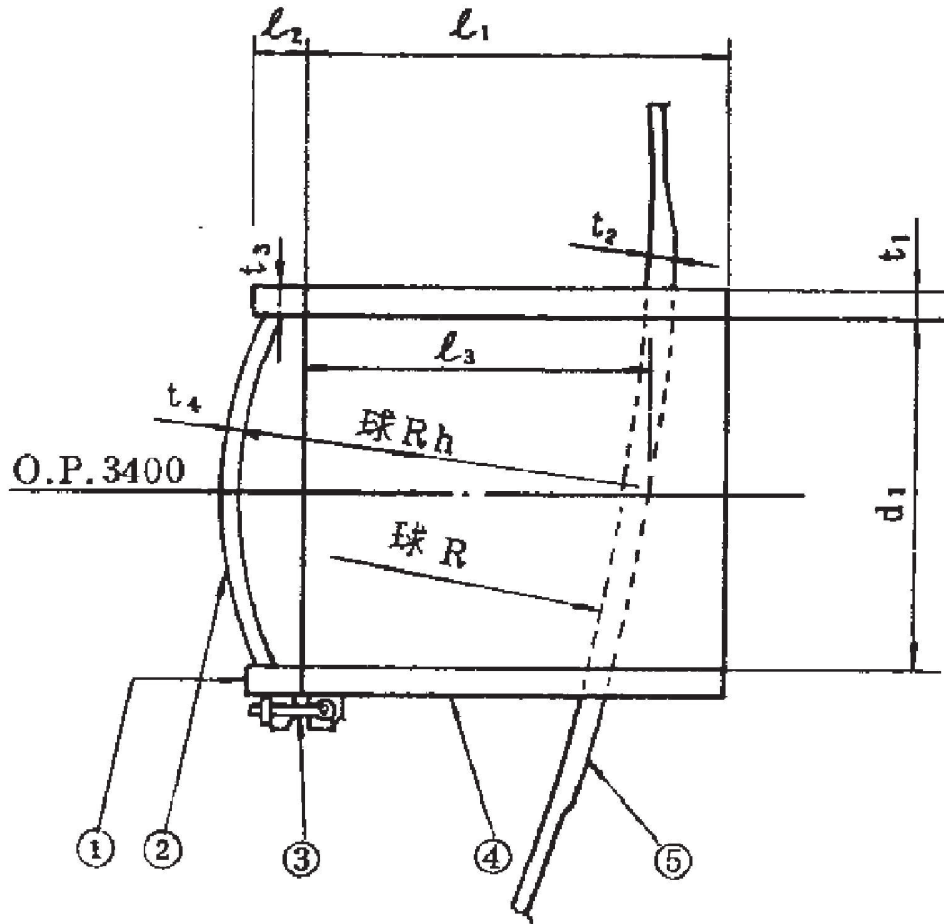
表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位  | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁 |
|--------|-----|----------|------|-----|
| 最高使用圧力 | kPa | —        | —    | 整数位 |
| 温度     | ℃   | —        | —    | 整数位 |
| 許容応力*  | MPa | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位 |
| 算出応力   | MPa | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位 |

注記\*：告示第501号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

制御棒駆動機構搬出入口の形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



- ① 蓋フランジ      ② 鏡板      ③ ヒンジボルト      ④ 円筒胴  
 ⑤ 補強板



(単位：mm)

図 3-1 制御棒駆動機構搬出入口の形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

| 使用部位  | 使用材料              | 備考 |
|-------|-------------------|----|
| 蓋フランジ | SGV49<br>(SGV480) |    |
| 鏡板    | SGV49<br>(SGV480) |    |
| 円筒胴   | SGV49<br>(SGV480) |    |
| 補強板   | SPV50<br>(SPV490) |    |

## 4. 強度評価

### 4.1 強度評価方法

- (1) 制御棒駆動機構搬出入口は、円筒胴がドライウエルに支持された構造であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。

制御棒駆動機構搬出入口の強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

- (2) 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

制御棒駆動機構搬出入口の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

#### 4.2.2 許容応力

制御棒駆動機構搬出入口の許容応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、表 4-2 に示すとおりとする。

#### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

制御棒駆動機構搬出入口の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |         | 機器名称        | 機器等の区分      | 荷重の組合せ*1              |                      | 許容応力状態   |
|---------|---------|-------------|-------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 原子炉格納施設 | 原子炉格納容器 | 制御棒駆動機構搬出入口 | 重大事故等クラス2容器 | $D + P_{SA} + M_{SA}$ | (V(S)-1)<br>(V(S)-2) | 重大事故等時*2 |

注記\*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-2 許容応力 (第2種容器)

| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | 一次一般膜応力   | 一次膜応力+一次曲げ応力  |
|--------------------|---|---------------|
| 重大事故等時*            | 構造上の連続な部分は $0.6 \cdot S_u$ 、不連続な部分は $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。ただし、ASS及びHNAについては、構造上の連続な部分は $2 \cdot S$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方、不連続な部分は $1.2 \cdot S$ とする。 | 左欄の<br>1.5倍の値 |

注記\*：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。



表4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材           | 材料                | 温度条件<br>(°C) |     | S<br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (RT)<br>(MPa) |
|----------------|-------------------|--------------|-----|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
|                |                   | 周囲環境<br>温度   |     |            |                         |                         |                              |
| 鏡板中央部, 蓋フランジ   | SGV49<br>(SGV480) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | 225                     | 421                     | —                            |
| 制御棒駆動機構搬出入口取付部 | SPV50<br>(SPV490) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | 416                     | 545                     | —                            |

#### 4.2.4 設計荷重

(1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|             |                |
|-------------|----------------|
| 内圧 $P_{SA}$ | 854kPa (SA 短期) |
| 温度 $T_{SA}$ | 200°C (SA 短期)  |

#### 4.3 計算方法

制御棒駆動機構搬出入口の応力評価点は、制御棒駆動機構搬出入口を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-4 及び図 4-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

応力評価点 P1～P5 は既工認の各荷重による応力を比倍（圧力比等）し評価する。

表 4-4 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点          |
|---------|----------------|
| P1      | 鏡板中央部          |
| P2      | 蓋フランジ          |
| P3～P5   | 制御棒駆動機構搬出入口取付部 |

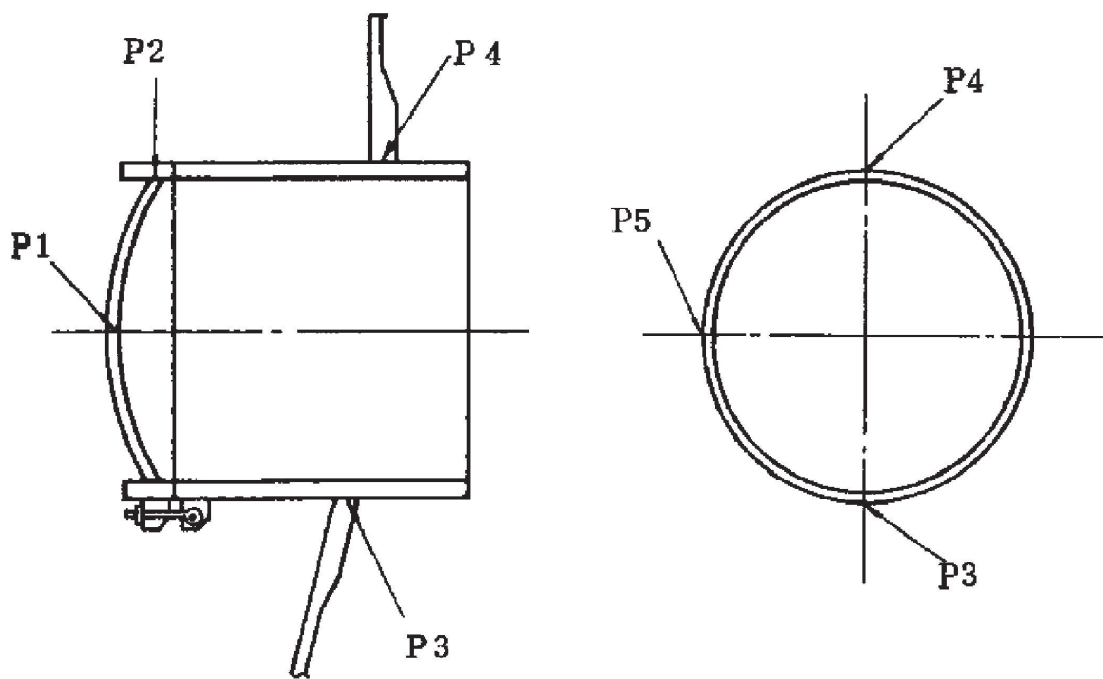


図 4-1 制御棒駆動機構搬出入口の応力評価点

#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

制御棒駆動機構搬出入口の重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>)

| 評価対象設備      | 評価部位 |                | 応力分類         | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|-------------|------|----------------|--------------|--------|------|----|----|
|             |      |                |              | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|             |      |                |              | MPa    | MPa  |    |    |
| 制御棒駆動機構搬出入口 | P1   | 鏡板中央部          | 応力強さ         | 22     | 253  | ○  |    |
|             | P2   | 蓋フランジ          | 応力強さ         | 24     | 338  | ○  |    |
|             | P3   | 制御棒駆動機構搬出入口取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 156    | 490  | ○  |    |
|             | P4   | 制御棒駆動機構搬出入口取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 157    | 490  | ○  |    |
|             | P5   | 制御棒駆動機構搬出入口取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 141    | 490  | ○  |    |

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-1-9 制御棒駆動機構搬出入口の強度計算書」

VI-3-3-6-1-2-7 サプレッションチェンバ出入口の基本板厚計算書



## 目次

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1. 一般事項                     | 1  |
| 1.1 概要                      | 1  |
| 1.2 適用基準                    | 1  |
| 1.3 計算精度と数値の丸め方             | 2  |
| 2. 設計条件                     | 3  |
| 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度 | 3  |
| 2.2 材料及び許容応力                | 3  |
| 3. サプレッションチェンバ出入口の基本板厚計算    | 4  |
| 3.1 円筒部                     | 4  |
| 3.1.1 円筒胴                   | 4  |
| 3.2 穴の補強計算                  | 6  |
| 3.3 フランジ                    | 18 |
| 3.3.1 フランジ                  | 18 |
| 3.4 ボルト締付平板                 | 23 |
| 3.4.1 平板                    | 23 |

## 1. 一般事項

### 1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器サブプレッションチェンバ出入口の基本板厚計算書である。

サブプレッションチェンバ出入口は、設計基準対象施設のサブプレッションチェンバ出入口を重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス2容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス2容器の強度計算方法」に準じて、サブプレッションチェンバ出入口の構造強度評価を示す。

### 1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

### 1.3 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表 1-1 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  |          | 単位              | 処理桁        | 処理方法 | 表示桁        |
|--------|----------|-----------------|------------|------|------------|
| 最高使用圧力 |          | MPa             | —          | —    | 有効数字 3 桁   |
| 温度     |          | ℃               | —          | —    | 整数位        |
| 許容応力*1 |          | MPa             | 小数点以下第 1 位 | 切捨て  | 整数位        |
| 長さ     | 下記以外の長さ  | mm              | 小数点以下第 3 位 | 四捨五入 | 小数点以下第 2 位 |
|        | 計算上必要な厚さ | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切上げ  | 小数点以下第 2 位 |
|        | 最小厚さ     | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切捨て  | 小数点以下第 2 位 |
| 面積     | 下記以外の面積  | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入 | 有効数字 4 桁*2 |
|        | 必要な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切上げ  | 有効数字 4 桁*2 |
|        | 有効な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切捨て  | 有効数字 4 桁*2 |
| 力      |          | N               | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入 | 有効数字 4 桁*2 |

注記\*1：告示第 5 0 1 号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第 2 位を切り捨て，小数点以下第 1 位までの値として算出する。得られた値を SI 単位に換算し，SI 単位に換算した値の小数点以下第 1 位を切り捨て，整数位までの値とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

2. 設計条件

2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

内圧 P                      854kPa  
 温度 T                      200℃

2.2 材料及び許容応力

(1) 材料

使用する材料を表 2-1 に示す。

表 2-1 使用材料表

| 使用部位                | 使用材料   |
|---------------------|--------|
| サブプレッションチェンバ出入口円筒部  | SGV49  |
| サブプレッションチェンバ出入口フランジ | SFVC2B |
| サブプレッションチェンバ出入口平板   | SGV49  |
| サブプレッションチェンバ出入口ボルト  |        |
| サブプレッションチェンバ円筒部     | SGV49  |

(2) 許容引張応力

使用材料の許容引張応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値の 0.6 倍とする。

SGV49             $S_n^{*1}$  (又は  $S_s^{*1}$ ) = 253 MPa

SFVC2B             $S_f^{*2}$  = 206 MPa

$S_b^{*1}$  =  MPa

注記\*1:  $S_n$ ,  $S_s$ 及び $S_b$ は  $0.6 \cdot S_u$ とする。ここで、 $S_u$ は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。

\*2:  $S_f$ は、 $S_y$ と  $0.6 \cdot S_u$ の小さい方とする。ここで、 $S_y$ は告示第 5 0 1 号別表第 9 に、 $S_u$ は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. サプレッションチェンバ出入口の基本板厚計算

「2. 設計条件」に示す重大事故等時の条件に基づき、サプレッションチェンバ出入口の板厚計算を行った結果を以下に示す。

3.1 円筒部

3.1.1 円筒胴

円筒胴の形状及び寸法を図 3-1 に示す。

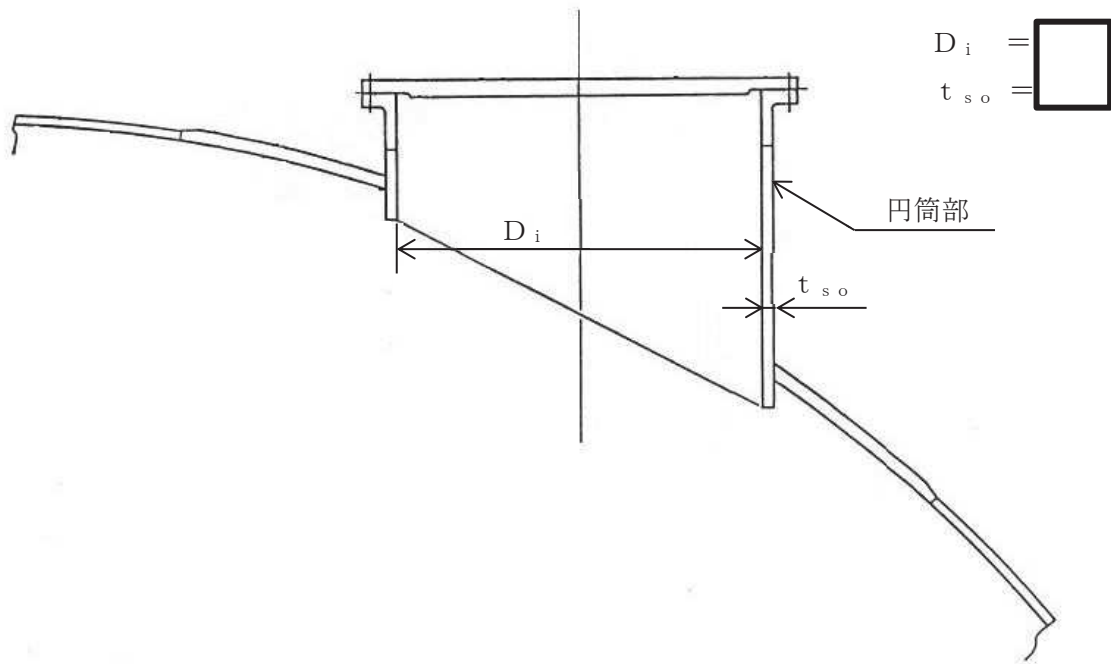


図 3-1 円筒胴の形状及び寸法 (単位 : mm)

(1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

(2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号）

円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-1に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S_n \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表 3-1 円筒胴の板厚計算結果

|   |                  |       |                        |
|---|------------------|-------|------------------------|
| 円筒胴名称   |                  |       | 円筒部                    |
| 材料  |                  |       | SGV49                  |
| 最高使用圧力  | P                | (MPa) | 854 × 10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                  |       | 200                    |
| 胴の内径  | D <sub>i</sub>   | (mm)  |                        |
| 許容引張応力  | S <sub>n</sub> * | (MPa) | 253                    |
| 継手効率  | η                |       | 1.00                   |
| 継手の種類   |                  |       | 突合せ両側溶接                |
| 放射線検査の有無                                      |                  |       | 有り                     |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub>  | (mm)  | 3.00                   |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub>  | (mm)  | 2.20                   |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>   | (mm)  | 3.00                   |
| 呼び厚さ  | t <sub>so</sub>  | (mm)  |                        |
| 最小厚さ  | t <sub>s</sub>   | (mm)  |                        |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                  |       |                        |

注記\*：S<sub>n</sub>は0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 穴の補強計算

サプレッションチェンバ円筒部とサプレッションチェンバ出入口との結合部の形状及び寸法を図 3-2 に示す。

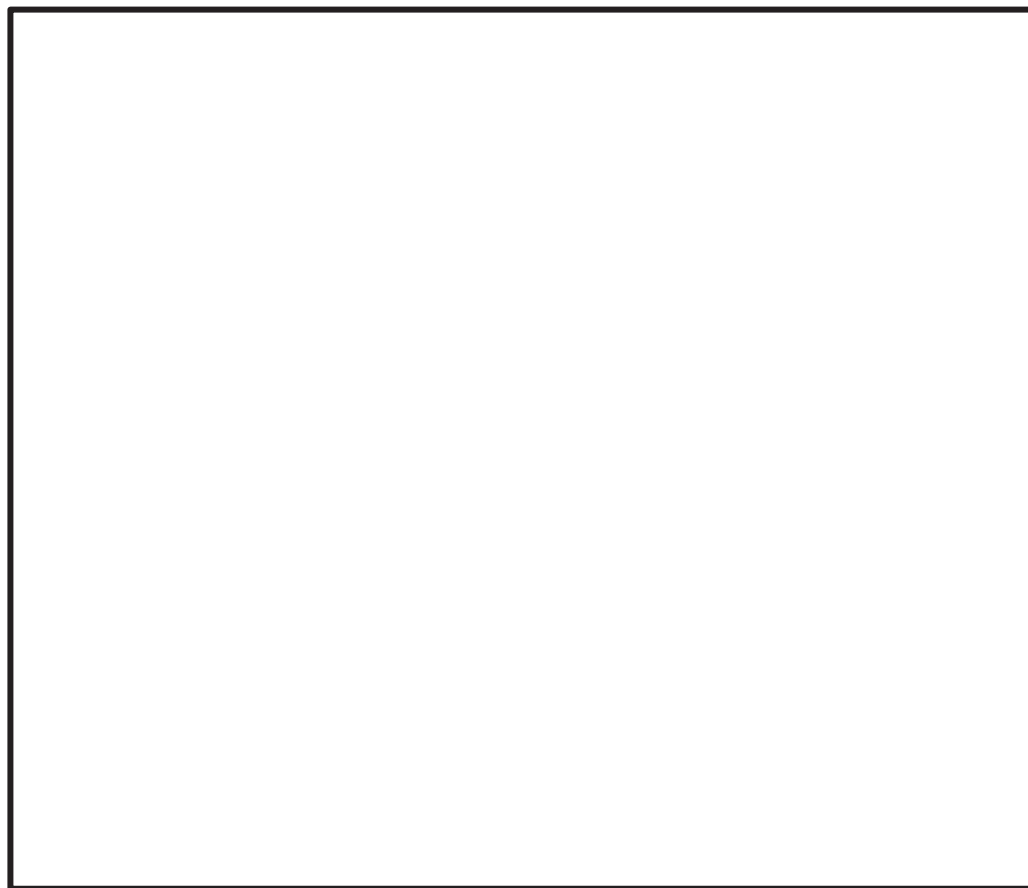


図 3-2 結合部の形状及び寸法

02 ③ VI-3-3-6-1-2-7 RO

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示    | 表示内容                 | 単位            |
|----------------|-----------|----------------------|---------------|
| A              | $A_0$     | 補強に有効な総面積            | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{01}$  | 穴の中心線の両側に有効な面積       | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_1$     | 胴、鏡板又は平板の部分の補強に有効な面積 | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_2$     | 管台の部分の補強に有効な面積       | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_3$     | すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積    | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_4$     | 強め材の部分の補強に有効な面積      | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_5$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_6$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_7$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_9$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
| $A_r$          | $A_{10}$  | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{11}$  | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_r$     | 穴の補強に必要な面積           | $\text{mm}^2$ |
| $D_i$          | $A_{rD}$  | 片側断面についての穴の補強に必要な面積  | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{w1}$  | すみ肉溶接部の面積            | $\text{mm}^2$ |
|                | $D_i$     | 管台の内径                | mm            |
|                | $F_{ws1}$ | すみ肉溶接部のせん断強さ         | N             |
|                | $G_{wT1}$ | 突合せ溶接部の引張強さ          | N             |
|                | H         | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_1$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_2$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_i$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_o$     | 補強の有効範囲              | mm            |
| S              | $F_n$     | 管台壁のせん断強さ            | N             |
|                | p         | 穴の補強に有効な範囲           | mm            |
|                | R         | 容器の内半径               | mm            |
|                | r         | 管台の内半径               | mm            |
|                | $R_{rf}$  | 強め材の最小半径             | mm            |
|                | $r_m$     | 管台の平均半径              | mm            |
|                | $S_{DS}$  | すみ肉溶接部の許容せん断応力       | MPa           |
|                | $S_{DT}$  | 突合せ溶接部の許容引張応力        | MPa           |
|                | $S_n$     | 管台材の許容引張応力           | MPa           |



| 告示第 5 0 1 号<br>の記号 | 計算書の表示   | 表示内容                           | 単位  |
|--------------------|----------|--------------------------------|-----|
| S                  | $S_{NS}$ | 管台壁の許容せん断応力                    | MPa |
|                    | $S_s$    | 胴板材の許容引張応力                     | MPa |
| $t_e$              | $t_e$    | 強め材の厚さ又は胴の厚さの 2.5 倍のうちいずれか小さい方 | mm  |
| $t_n$              | $t_n$    | 管台の最小厚さ                        | mm  |
| $t_{nr}$           | $t_{nr}$ | 管台の計算上必要な厚さ                    | mm  |
| $t_s$              | $t_{rf}$ | 強め材表面と容器表面との距離                 | mm  |
|                    | $t_s$    | 胴の最小厚さ                         | mm  |
| $t_{sr}$           | $t_{sr}$ | 胴の継目がない場合の計算上必要な厚さ             | mm  |
| $\theta$           | $W_1$    | 破断形式 I の有効強さ                   | N   |
|                    | $W_2$    | 破断形式 II の有効強さ                  | N   |
| $\theta$           | $W_{L1}$ | 溶接の脚長                          | mm  |
|                    | $W_R$    | 溶接部の負うべき荷重                     | N   |
| $\theta$           | $W_{R1}$ | 溶接部にかかる荷重                      | N   |
|                    | $W_{R2}$ | 溶接部にかかる荷重                      | N   |
| $\theta$           | Y        | 補強の有効範囲                        | mm  |
|                    | $Y_1$    | 補強の有効範囲                        | mm  |
|                    | $Y_2$    | 補強の有効範囲                        | mm  |
| $\theta$           | $\gamma$ | 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角度          | rad |
|                    | $\pi$    | 円周率                            | —   |

(2) 穴の補強計算

- a. 補強に必要な面積（告示第501号第22条第8項第1号ハ（イ））

$$A_r = t_{sr} \cdot \frac{D_i}{\cos \gamma}$$

ここに、

$t_{sr}$  : 容器の計算上必要な厚さ

$\gamma$  : 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角度

なお、管台と容器の許容引張応力差の補正として  $2 \cdot t_{sr} \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)$  を考慮している。

- b. 補強に有効な範囲（告示第501号第22条第8項第1号イ）

- (a) 胴板の面に沿う範囲Y

Yは、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$Y_1 = \frac{D_i}{\cos \gamma}$$

$$Y_2 = \frac{D_i}{2 \cdot \cos \gamma} + t_n + t_s$$

- (b) 胴板の面に垂直な範囲H

$H_i$ は、円筒胴の内側突出量とする。

$H_o$ は、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$H_1 = 0.5 \cdot \sqrt{r_m \cdot t_n + t_e}$$

$$H_2 = 2.5 \cdot t_n + t_e$$

ここに、

$r_m$  : 円筒胴の平均半径

$$= (D_i + t_n) / 2$$

$t_e$  : 強め材の厚さ又は胴の厚さの2.5倍のうちいずれか小さい方

c. 補強に有効な面積（告示第501号第22条第8項第1号ロ）

$$A_1 = (t_s - t_{sr}) \cdot \left(2 \cdot Y - \frac{D_i}{\cos \gamma}\right)$$

$$A_2 = 2 \cdot t_n \cdot \frac{H_i}{\cos \gamma}$$

$$A_3 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot \frac{H_o}{\cos \gamma}$$

$$A_4 = t_{rf} \cdot \left(2 \cdot R_{rf} - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma}\right) - 3 \cdot t_{rf}^2$$

ここに,

$t_{rf}$  : 強め材表面と容器表面との距離

$R_{rf}$  : 強め材の最小半径

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

d. 結論

穴の補強の計算結果を表 3-2 に示す。

これより，サプレッションチェンバ円筒部とサプレッションチェンバ出入口との結合部の補強は十分である。

表 3-2 穴の補強計算結果

| 部材名称                       | サプレッションチェンバ円筒部とサプレッションチェンバ出入口との結合部 |                      |
|----------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 管台の使用材料                    | SGV49                              |                      |
| 容器の使用材料                    | SGV49                              |                      |
| 最高使用圧力                     | P (MPa)                            | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                     | (°C)                               | 200                  |
| 容器の半径                      | R (mm)                             |                      |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$ (MPa)                        | 253                  |
| 容器の許容引張応力                  | $S_s$ (MPa)                        | 253                  |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$ (mm)                      | 2.20                 |
| 容器の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$ (mm)                      | 15.90                |
| 管台の中心線と容器面に垂直な線のなす角度       | $\gamma$ (rad)                     |                      |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )           | $2.347 \times 10^4$  |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$ (mm)                         |                      |
| 補強の有効範囲                    | $Y_2$ (mm)                         |                      |
| 補強の有効範囲                    | Y (mm)                             |                      |
| 補強の有効範囲                    | $H_1$ (mm)                         |                      |
| 補強の有効範囲                    | $H_2$ (mm)                         |                      |
| 補強の有効範囲 (外側)               | $H_o$ (mm)                         |                      |
| 補強の有効範囲 (内側)               | $H_i$ (mm)                         |                      |
| 容器の有効補強面積                  | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )           |                      |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )           | $6.483 \times 10^3$  |
| 管台の有効補強面積                  | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )           | $8.407 \times 10^3$  |
| 管台の有効補強面積                  | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )           | $7.137 \times 10^3$  |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )           | $2.505 \times 10^4$  |
| 評価： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |                                    |                      |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 補強に有効な面積の制限（告示第 5 0 1 号第 22 条第 8 項第 4 号）

a. 穴の補強に有効な面積の 3 分の 2 を満たす穴の中心からの範囲

$$p = r + 0.5 \cdot \sqrt{(R + t_s / 2) \cdot t_s}$$

$$r = \frac{D_i}{2 \cdot \cos \gamma}$$

b. 補強に有効な面積

$$A_1' = (t_s - t_{sr}) \cdot \left\{ 2 \cdot p - \frac{D_i}{\cos \gamma} \right\}$$

$$A_4' = t_{rf} \cdot \left( 2 \cdot p - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma} \right)$$

$$A_0' = A_1' + A_2 + A_3 + A_4'$$

c. 結論

穴の補強に有効な面積の 3 分の 2 の範囲に対する制限の確認結果を表 3-3 に示す。  
これより、穴の補強に有効な面積の 3 分の 2 の範囲に対する制限を満足している。

表 3-3 穴の中心からの距離の補強に対する制限

| 部材名称                                    | サブプレッションチェンバ円筒部と<br>サブプレッションチェンバ出入口<br>との結合部 |                         |
|---|--|-------------------------|
| 穴の補強に有効な面積の 3 分の 2<br>を満たす穴の中心からの範囲     | p (mm)                                       |                         |
| 容器の平均半径                                 | r (mm)                                       |                         |
| 補強に必要な面積の 3 分の 2                        | $2 \cdot A_r / 3$ (mm <sup>2</sup> )         | 1.565 × 10 <sup>4</sup> |
| 補強に有効な面積                                | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> )                    | 1.989 × 10 <sup>4</sup> |
| 評価： $A_0' > 2 \cdot A_r / 3$ ，よって十分である。 |  |                         |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(4) 補強に有効な面積の制限（告示第501号第22条第8項第5号）

a. 穴の中心線の両側に必要な補強面積

$$A_{rD} = \frac{A_r}{2}$$

b. 穴の中心線の両側に有効な面積

$$A_{o1} = \frac{A_o}{2}$$

c. 結論

穴の中心線の両側の補強に対する制限の確認結果を表3-4に示す。

これより、穴の中心線の両側の補強に対する制限を満足している。

表 3-4 穴の中心線の両側の補強に対する制限

| 部材名称                             |          |                   | サプレッションチェンバ円筒部と<br>サプレッションチェンバ出入口<br>との結合部 |
|----------------------------------|----------|-------------------|--|
| 穴の補強に必要な面積                       | $A_r$    | ( $\text{mm}^2$ ) | $2.347 \times 10^4$                        |
| 穴の中心線の両側に必要な<br>補強面積             | $A_{rD}$ | ( $\text{mm}^2$ ) | $1.174 \times 10^4$                        |
| 補強に有効な総面積                        | $A_o$    | ( $\text{mm}^2$ ) | $2.505 \times 10^4$                        |
| 穴の中心線の両側に有効な面積                   | $A_{o1}$ | ( $\text{mm}^2$ ) | $1.252 \times 10^4$                        |
| 評価： $A_{o1} > A_{rD}$ ，よって十分である。 |          |                   |  |

- (5) 強め材取付部の強さ（告示第 5 0 1 号第 22 条第 8 項第 8 号及び第 9 号）  
強め材取付部の面積の記号を図 3-3 に示す。

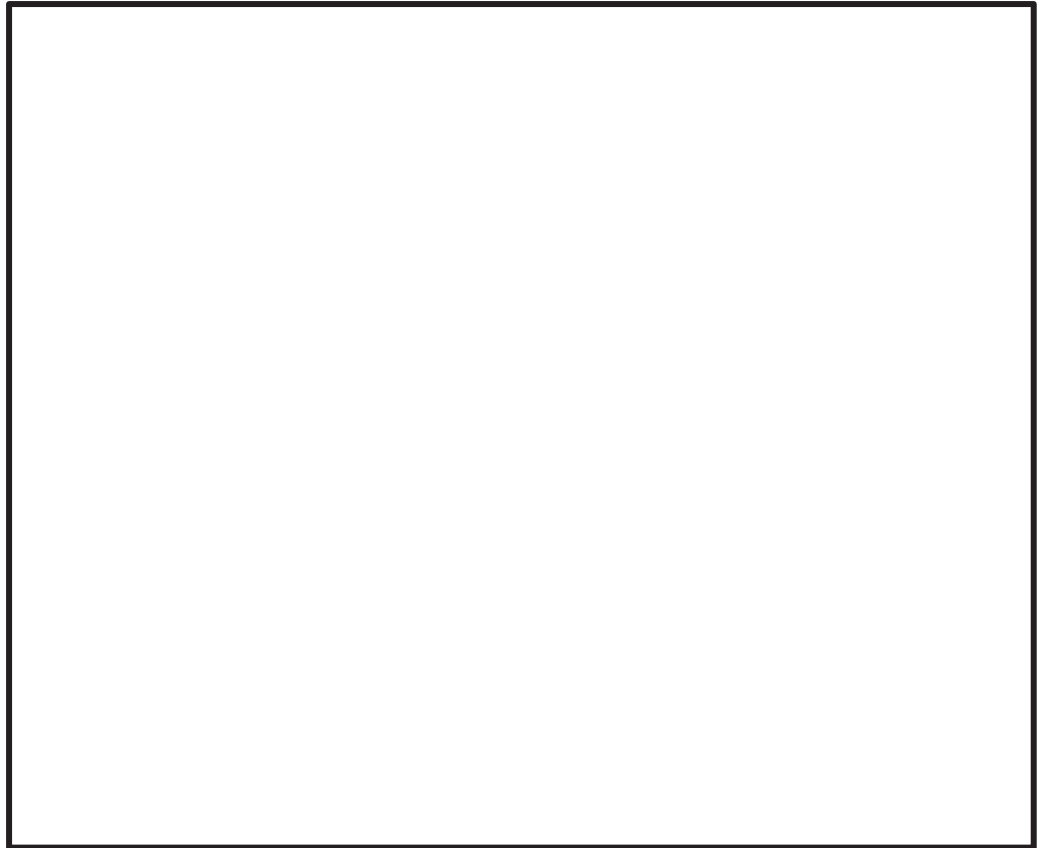


図 3-3 強め材取付部の面積の記号

強め材取付部の形状及び寸法を図 3-4 に示す。

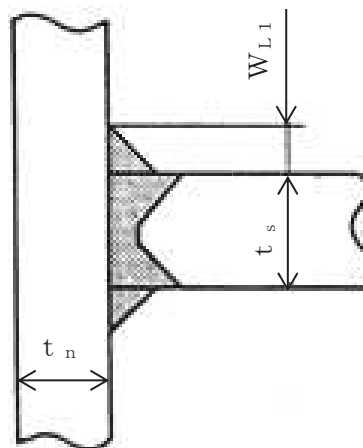


図 3-4 取付部の形状及び寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

a. 強め材取付部の必要強さ

次の2式のうちいずれか小さい方の値。

$$W_{R1} = (A_5 + A_6 + A_7) \cdot S_n + A_{W1} \cdot S_n$$

$$W_{R2} = (A_9 - A_{10} - A_{11}) \cdot S_s$$

ここで,

$$A_5 = 2 \cdot t_n \cdot \frac{H_i}{\cos \gamma}$$

$$A_6 = 2 \cdot t_n \cdot \frac{(t_s - t_{sr})}{\cos \gamma}$$

$$A_7 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot \frac{H_o}{\cos \gamma}$$

$$A_9 = (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot \frac{t_{sr}}{\cos \gamma}$$

$$A_{10} = (2 \cdot R_{rf} - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma}) \cdot (t_s - t_{sr})$$

$$A_{11} = A_4$$

$$A_{W1} = 2 \cdot W_{L1}^2$$

b. 強め材取付部の単位面積当たりの強さ

すみ肉溶接のせん断  $S_{DS} = 0.49 \cdot S_n$

管台壁のせん断  $S_{NS} = 0.70 \cdot S_n$

突合せ溶接の引張り  $S_{DT} = 0.74 \cdot S_n$



c. 強め材取付部の強さ

$$F_{WS1} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot W_{L1} \cdot S_{DS}$$

$$G_{WT1} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot t_s \cdot S_{DT}$$

$$F_n = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + t_n) \cdot t_n \cdot S_{NS}$$

d. 強め材取付部の有効強さ

強め材取付部の破断形式を図 3-5 に示す。

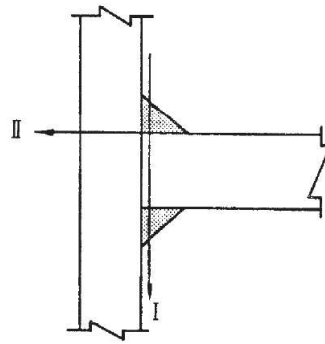


図 3-5 取付部の破断形式

破断形式 I

$$W_1 = 2 \cdot F_{WS1} + G_{WT1}$$

破断形式 II

$$W_2 = F_{WS1} + F_n$$

e. 結論

強め材取付部の強さの計算結果を表 3-5 に示す。

これより、サプレッションチェンバ円筒部とサプレッションチェンバ出入口との結合部の強め材取付部の強さは十分である。

表 3-5 強め材取付部の強さの計算結果

| 部材名称  |          |       | サプレッションチェンバ円筒部と<br>サプレッションチェンバ出入口との<br>結合部の強め材取付部 |
|---|----------|-------|---|
| 溶接部にかかる荷重   | $W_{R1}$ | (N)   | $3.851 \times 10^6$                               |
| 溶接部にかかる荷重   | $W_{R2}$ | (N)   | $3.735 \times 10^6$                               |
| 溶接部の負うべき荷重  | $W_R$    | (N)   | $3.735 \times 10^6$                               |
| すみ肉溶接の許容せん断応力                                     | $S_{DS}$ | (MPa) | 123   |
| 管台壁の許容せん断応力                                       | $S_{NS}$ | (MPa) | 177   |
| 突合せ溶接の引張応力  | $S_{DT}$ | (MPa) | 187   |
| 応力除去の有無   |          |       | 有り  |
| 破断形式Ⅰの有効強さ  | $W_1$    | (N)   | $2.058 \times 10^7$                               |
| 破断形式Ⅱの有効強さ  | $W_2$    | (N)   | $1.576 \times 10^7$                               |
| 評価： $W_1 \geq W_R$ ， $W_2 \geq W_R$<br>以上より十分である。 |          |       |   |

### 3.3 フランジ

#### 3.1.1 フランジ

フランジの形状及び寸法を図 3-6 に示す。

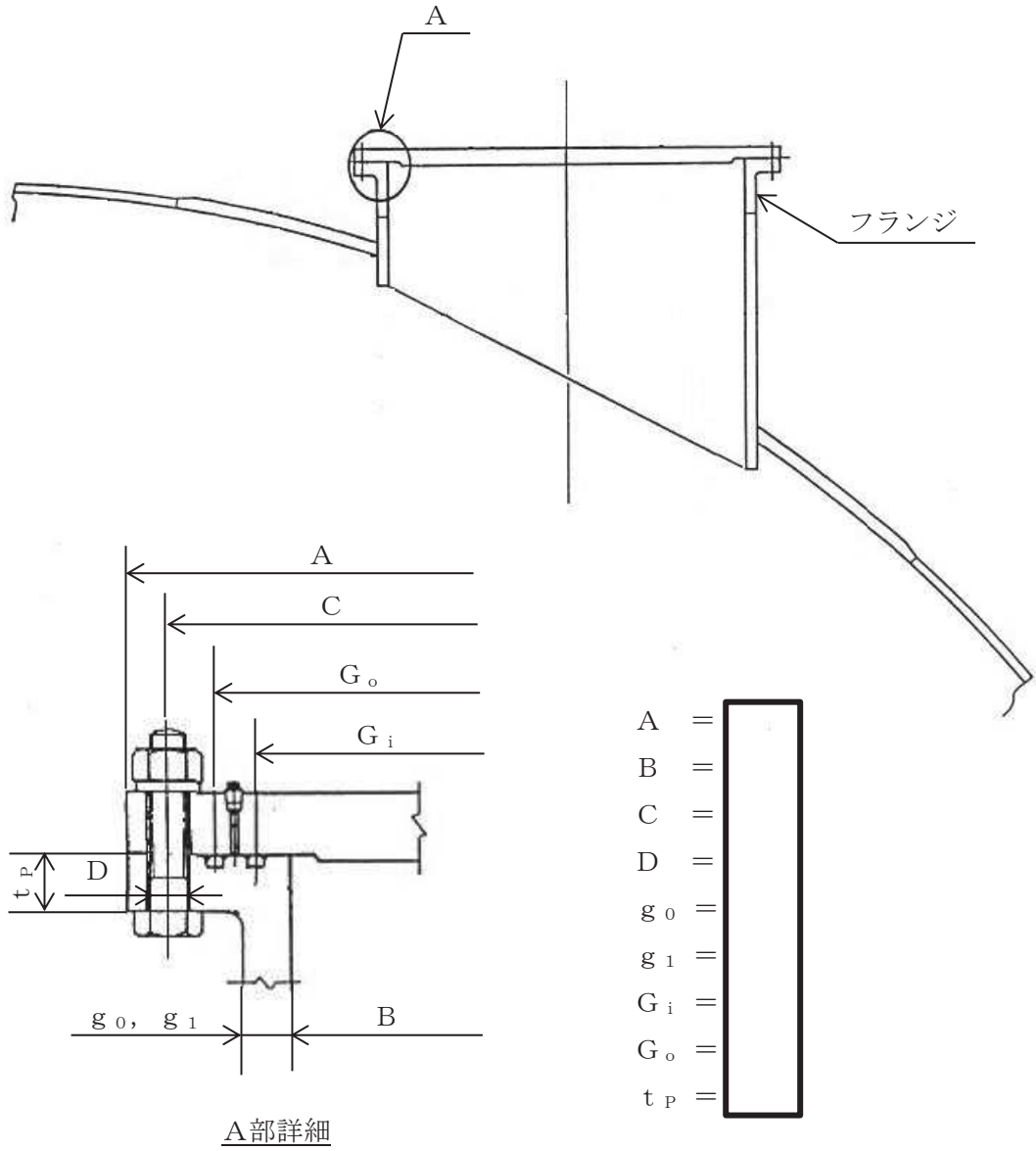


図 3-6 フランジの形状及び寸法 (単位 : mm)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

- (1) J I S B 8 2 4 3 (1981) 附属書 2 フランジの応力計算方法による  
 (内圧を受けるフランジ) 参照附図 F L A N G E - 4 金属面接触の平面フランジ  
 フランジの応力計算結果を表 3-6 に示す。  
 これより, フランジは告示第 5 0 1 号の条件を満足している。

表 3-6 フランジの応力計算結果 (その 1)

|             |            |       |                      |
|-------------|------------|-------|----------------------|
| フランジの使用材料   |            |       | SFVC2B               |
| 胴の使用材料      |            |       | SGV49                |
| ボルトの使用材料    |            |       |                      |
| ガスケットの使用材料  |            |       | セルフシーリングガスケット        |
| 最高使用圧力      | P          | (MPa) | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度      |            | (°C)  | 200                  |
| フランジの許容引張応力 | $S_f^{*1}$ | (MPa) | 206                  |
| 胴の許容引張応力    | $S_n^{*2}$ | (MPa) | 253                  |
| ボルトの許容引張応力  | $S_b^{*2}$ | (MPa) |                      |
| フランジの縦弾性係数  | $E_f$      | (MPa) | $1.86 \times 10^5$   |
| ボルトの縦弾性係数   | $E_b$      | (MPa) | $1.97 \times 10^5$   |
| フランジの外径     | A          | (mm)  |                      |
| フランジの内径     | B          | (mm)  |                      |
| ボルト中心円の直径   | C          | (mm)  |                      |
| ボルト穴の直径     | D          | (mm)  |                      |
| ハブ先端の厚さ     | $g_0$      | (mm)  |                      |
| ハブ背面の厚さ     | $g_1$      | (mm)  |                      |
| ハブの長さ       | h          | (mm)  |                      |
| ボルトの呼び      |            | (mm)  |                      |
| ボルトの本数      | n          |       |                      |
| ボルトの谷径      |            | (mm)  |                      |
| 内側ガスケットの平均径 | $G_i$      | (mm)  |                      |
| 外側ガスケットの平均径 | $G_o$      | (mm)  |                      |

注記\*1: フランジの許容引張応力は,  $S_y$ と  $0.6 \cdot S_u$ の小さい方を用いる。

\*2:  $S_n$ 及び $S_b$ は  $0.6 \cdot S_u$ とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-6 フランジの応力計算結果 (その 2)

|                                   |                |        |         |
|-----------------------------------|----------------|--------|---------|
| 荷重                                | H              | (N)    |         |
| 荷重                                | H <sub>D</sub> | (N)    |         |
| 荷重                                | H <sub>G</sub> | (N)    |         |
| 荷重                                | H <sub>T</sub> | (N)    |         |
| モーメントアーム                          |                | (mm)   |         |
| モーメントアーム                          | h <sub>D</sub> | (mm)   |         |
| モーメントアーム                          | h <sub>G</sub> | (mm)   |         |
| モーメントアーム                          | h <sub>T</sub> | (mm)   |         |
| モーメント                             |                | (N・mm) |         |
| モーメント                             | M <sub>D</sub> | (N・mm) |         |
| モーメント                             | M <sub>G</sub> | (N・mm) |         |
| モーメント                             | M <sub>T</sub> | (N・mm) |         |
| フランジに作用するモーメント                    | M <sub>P</sub> | (N・mm) |         |
| フランジの必要厚さ                         | t              | (mm)   | 32.39   |
| フランジの実際の使用厚さ                      | t <sub>P</sub> | (mm)   |         |
| 評価： t <sub>P</sub> > t, よって十分である。 |                |        |         |
| 係数                                | h <sub>O</sub> |        | 222.26  |
| 係数                                | B <sub>1</sub> |        | 1338.00 |
| ボルト初期締付応力                         | σ <sub>i</sub> | (MPa)  |         |
| 初期締付係数                            | r <sub>s</sub> |        |         |
| 縦弾性係数比                            | r <sub>e</sub> |        |         |
| 係数                                | r <sub>B</sub> |        | 0.0030  |
| ボルトの計算長さ                          | ℓ              | (mm)   |         |
| 係数                                | a <sub>1</sub> |        | 1.1510  |
| 係数                                | β              |        | 1.0624  |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-6 フランジの応力計算結果 (その 3)

|                             |                          |        |
|-----------------------------|--------------------------|--------|
| 係数                          | $h / h_0$                | 0.0000 |
| 係数                          | $g_1 / g_0$              | 1.0000 |
| 係数                          | $C_1$                    | 1.00   |
| 係数                          | $C_2$                    | 1.00   |
| 係数                          | $C_3$                    | 1.00   |
| 係数                          | $C_4$                    | 0.85   |
| 係数                          | $C_5$                    | 0.00   |
| 係数                          | $Z$                      | 5.28   |
| 係数                          | $\kappa$                 | 0.32   |
| モーメントアーム                    | $h = h_{cmax}$ (mm)      |        |
| 係数                          | $j$                      | 2.480  |
| 係数                          | $J_1$                    | 4.213  |
| 係数                          | $J_2$                    | 58.676 |
| 係数                          | $J_3$                    | 1.494  |
| 係数                          | $J_4$                    | 47.313 |
| 係数                          | $J_5$                    | 0.260  |
| 係数                          | $J_6$                    | 0.158  |
| フランジ面の外径端における傾き             | $E_{\theta A}$ (MPa)     |        |
| フランジ面の内径端における傾き             | $E_{\theta B}$ (MPa)     |        |
| モーメント                       | $M_H$ (N・mm)             |        |
| せん断力                        | $Q$ (N)                  |        |
| モーメント                       | $M_S$ (N・mm)             |        |
| フランジの接面反力                   | $H_C$ (N)                |        |
| ボルトの最小荷重                    | $W_{m1}$ (N)             |        |
| ボルトの所要総断面積                  | $A_m$ (mm <sup>2</sup> ) |        |
| 実際のボルト総断面積                  | $A_b$ (mm <sup>2</sup> ) |        |
| 評価： $A_b > A_m$ , よって十分である。 |                          |        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-6 フランジの応力計算結果 (その 4)

| 応力の計算値   |                               | (MPa) | 許容引張応力 (MPa)      |                             |
|--|-------------------------------|-------|-------------------|-----------------------------|
| ボルト中心円における<br>フランジの半径方向<br>応力 $\sigma_{R'}$              | 接触面                           | 28    | $\leq \sigma_f =$ |                             |
|  | 裏面                            | -28   |                   |                             |
| フランジの半径方向<br>応力 $\sigma_R$                               | 接触面                           | -35   |                   |                             |
|  | 裏面                            | 36    |                   |                             |
| フランジの周方向応力 $\sigma_T$                                    | 接触面                           | -7    |                   |                             |
|  | 裏面                            | -1    |                   |                             |
| フランジと胴との<br>接合部の軸方向応力 $\sigma_{H1}$                      | 内面                            | -46   |                   | $\leq 1.5 \cdot \sigma_f =$ |
|  | 外面                            | 61    |                   |                             |
| フランジと胴との接合<br>部の周方向応力 $\sigma_{H2}$                      | 内面                            | -10   |                   | $\leq 1.5 \cdot \sigma_f =$ |
|  | 外面                            | 23    |                   |                             |
| 組合せ応力  | $(\sigma_H + \sigma_R) / 2 =$ | 49    |                   | $\leq \sigma_f =$           |
|  | $(\sigma_H + \sigma_T) / 2 =$ | 34    |                   |                             |
| なお、 $\sigma_H$ は $\sigma_{H1}$ と $\sigma_{H2}$ の大きい値とする。 |                               |       |                   |                             |
| 評価：よって十分である。   |                               |       |                   |                             |

O 2 ③ VI-3-3-6-1-2-7 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.4 ボルト締付平板

#### 3.4.1 平板

平板の形状及び寸法を図 3-7 に示す。

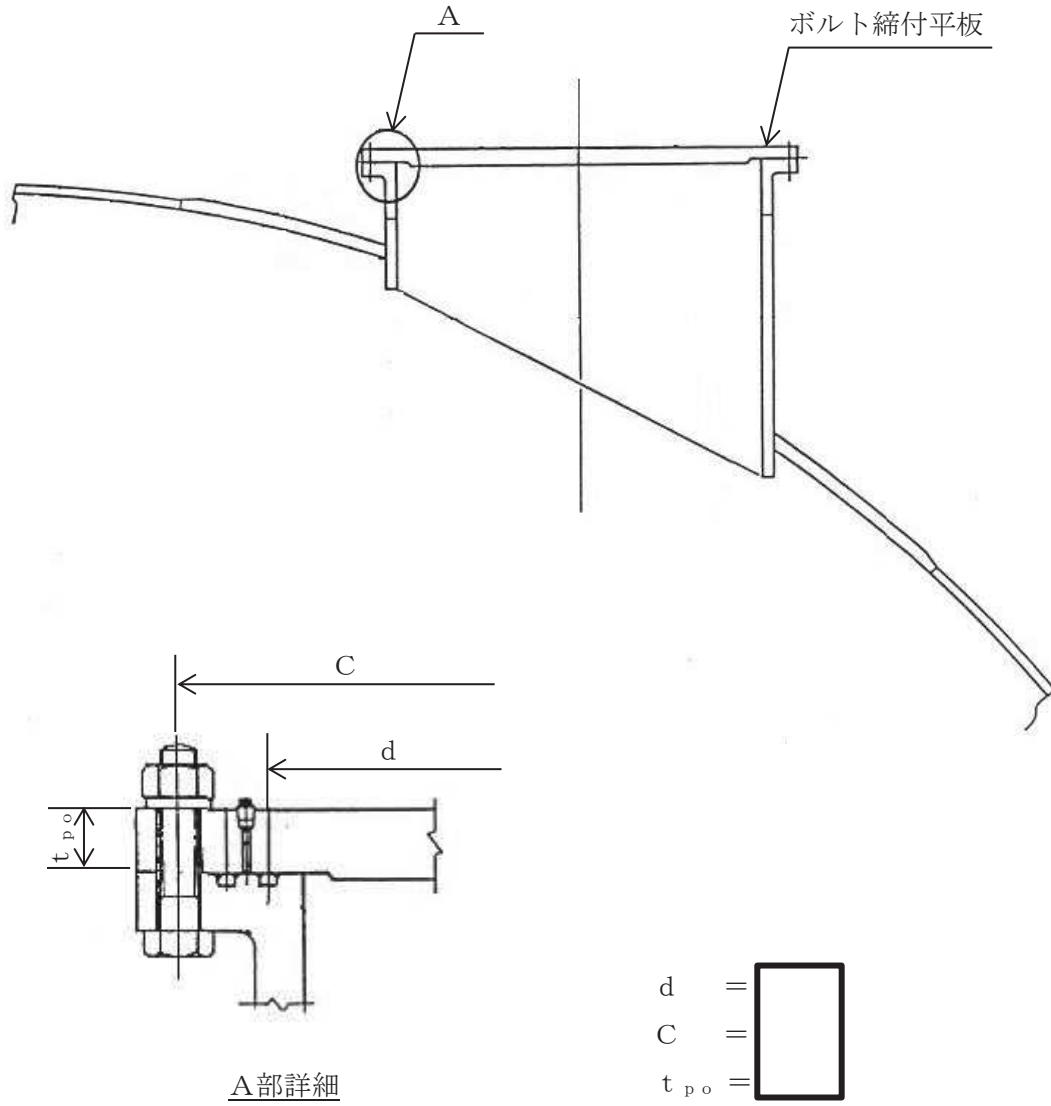


図 3-7 平板の形状及び寸法 (単位 : mm)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示         | 表示内容  | 単位 |
|----------------|----------------|-------|----|
| t              | t <sub>R</sub> | 必要な厚さ | mm |

(2) 平板の必要厚さ（告示第501号第24条第1項）

平板の取付方法(i)に対する必要板厚の算出式を以下に示す。

$$t_R = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S_n}}$$

(3) 係数Kに関する計算（告示第501号第24条第1項の取付方法(i)）

$$K = 0.45$$

係数Kの算出式を以下に示し、係数Kの確認結果を表3-7に示す。

$$K = 0.30 + \frac{1.4 \cdot F \cdot h_g}{W \cdot d}$$

(4) 結論

平板の必要厚さの計算結果を表3-8に示す。

表3-7及び表3-8より、平板は告示第501号の条件を満足している。

表 3-7 係数Kの確認結果

|               |          |       |     |
|---------------|----------|-------|-----|
| 平板の径          | d        | (mm)  |     |
| ボルト中心円の直径     | C        | (mm)  |     |
| 使用状態での最小ボルト荷重 | $W_{m1}$ | (N)   |     |
| ボルト<br>荷重     | 使用状態     | $W_o$ | (N) |
|               | ガスケット締付時 | $W_g$ | (N) |
|               | いずれか大きい値 | F     | (N) |
| 圧力による荷重       | W        | (N)   |     |
| モーメントアーム      | $h_g$    | (mm)  |     |

表 3-8 平板の板厚計算結果

|                               |          |       |                      |
|-------------------------------|----------|-------|----------------------|
| 平板の使用材料                       |          |       | SGV49                |
| ボルトの使用材料                      |          |       |                      |
| ガスケットの使用材料                    |          |       | セルフシーリングガスケット        |
| 最高使用圧力                        | P        | (MPa) | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                        |          |       | 200                  |
| 許容引張応力                        |          |       |                      |
| 平板                            | $S_n^*$  | (MPa) | 253                  |
| 平板の径                          | d        | (mm)  |                      |
| 平板の穴の有無                       |          |       | 無し                   |
| 取付方法による係数                     | K        |       | 0.45                 |
| 必要厚さ                          | $t_R$    | (mm)  | 53.00                |
| 呼び厚さ                          | $t_{po}$ | (mm)  |                      |
| 最小厚さ                          | $t_p$    | (mm)  |                      |
| 評価： $t_p \geq t_R$ ，よって十分である。 |          |       |                      |

注記\*： $S_n$ は $0.6 \cdot S_u$ とする。

VI-3-3-6-1-2-8 サプレッションチェンバ出入口の強度計算書

## 目次

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | 概要   | 1  |
| 2.    | 一般事項                                       | 1  |
| 2.1   | 構造計画                                       | 1  |
| 2.2   | 評価方針                                       | 3  |
| 2.3   | 適用基準                                       | 3  |
| 2.4   | 記号の説明                                      | 4  |
| 2.5   | 計算精度と数値の丸め方                                | 5  |
| 3.    | 評価部位                                       | 6  |
| 4.    | 強度評価                                       | 8  |
| 4.1   | 強度評価方法                                     | 8  |
| 4.2   | 荷重の組合せ及び許容応力                               | 8  |
| 4.2.1 | 荷重の組合せ及び許容応力状態                             | 8  |
| 4.2.2 | 許容応力                                       | 8  |
| 4.2.3 | 使用材料の許容応力評価条件                              | 8  |
| 4.2.4 | 設計荷重                                       | 12 |
| 4.3   | 計算方法                                       | 13 |
| 4.3.1 | 蓋板（応力評価点 P1）                               | 14 |
| 4.3.2 | ボルト（応力評価点 P3）                              | 15 |
| 4.3.3 | サプレッションチェンバ出入口円筒胴及び取付部<br>（応力評価点 P4 及び P5） | 17 |
| 4.4   | 計算条件                                       | 21 |
| 4.5   | 応力の評価                                      | 21 |
| 5.    | 評価結果                                       | 22 |
| 5.1   | 重大事故等対処設備としての評価結果                          | 22 |
| 6.    | 参照図書                                       | 24 |

## 1. 概要

本計算書は、サブプレッションチェンバ出入口の強度計算書である。

サブプレッションチェンバ出入口は、設計基準対象施設のサブプレッションチェンバ出入口を重大事故等クラス 2 容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス 2 容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、サブプレッションチェンバ出入口の強度評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

サブプレッションチェンバ出入口の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要   |   | 概略構造図  |
|---|---|--|
| 基礎・支持構造   | 主体構造  |  |
| <p>サプレッションチェンバ<br/>                     出入口はサプレッション<br/>                     チェンバに支持される。<br/>                     鉛直方向荷重及び水平方<br/>                     向荷重は、サプレッショ<br/>                     ンチェンバ及びボックス<br/>                     サポートを介して原子炉<br/>                     建屋に伝達される。</p> | <p>内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/><br/>                     mm の円筒胴及び板厚 <input type="text"/><br/>                     mm の蓋板, フランジで<br/>                     構成される鋼製構造物<br/>                     である。</p> | <p>フランジ</p> <p>蓋板</p> <p>円筒胴</p> <p>サプレッションチェンバ出入口 拡大図</p> <p>サプレッションチェンバ出入口</p> |

(単位: mm)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2.2 評価方針

サプレッションチェンバ出入口の応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において重大事故等時における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

サプレッションチェンバ出入口の強度評価フローを図 2-1 に示す。

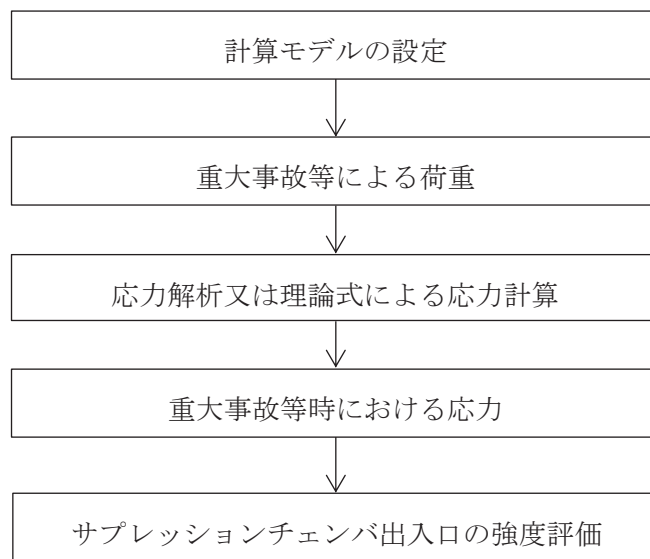


図 2-1 サプレッションチェンバ出入口の強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号         | 記号の説明                | 単位  |
|------------|----------------------|-----|
| D          | 死荷重                  | —   |
| $d_i$      | 直径 ( $i = 1, 2, 3$ ) | mm  |
| $l_i$      | 長さ ( $i = 1, 2$ )    | mm  |
| $M_{SA}$   | 機械的荷重 (SA 短期機械的荷重)   | —   |
| $P_{SA}$   | 圧力 (SA 短期圧力)         | kPa |
| R          | 半径                   | mm  |
| S          | 許容引張応力               | MPa |
| $S_u$      | 設計引張強さ               | MPa |
| $S_y$      | 設計降伏点                | MPa |
| $S_y (RT)$ | 40°Cにおける設計降伏点        | MPa |
| $t_i$      | 厚さ ( $i = 1, 2, 3$ ) | mm  |
| $T_{SA}$   | 温度 (SA 短期温度)         | °C  |
| W          | 荷重                   | N   |
| ASS        | オーステナイト系ステンレス鋼       | —   |
| HNA        | 高ニッケル合金              | —   |



## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

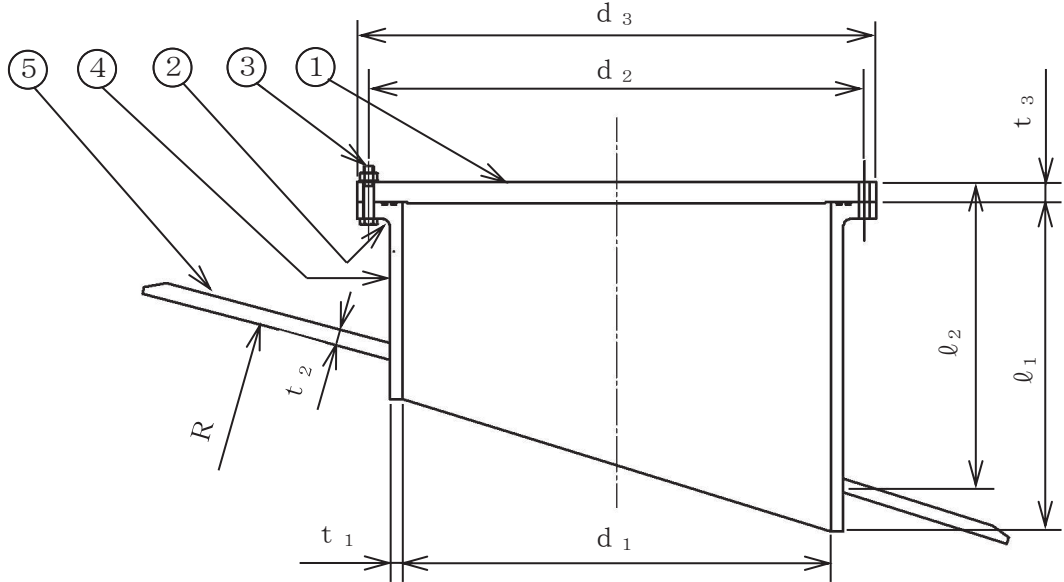
表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位  | 処理桁        | 処理方法 | 表示桁      |
|--------|-----|------------|------|----------|
| 最高使用圧力 | MPa | —          | —    | 有効数字 3 桁 |
| 温度     | ℃   | —          | —    | 整数位      |
| 許容応力*  | MPa | 小数点以下第 1 位 | 切捨て  | 整数位      |
| 算出応力   | MPa | 小数点以下第 1 位 | 切上げ  | 整数位      |

注記\*：告示第 5 0 1 号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第 2 位を切り捨て，小数点以下第 1 位までの値として算出する。得られた値を SI 単位に換算し，SI 単位に換算した値の小数点以下第 1 位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

サプレッションチェンバ出入口の形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



- ① 蓋板
- ② フランジ
- ③ ボルト
- ④ 円筒胴
- ⑤ 補強板



(単位 : mm)

図 3-1 サプレッションチェンバ出入口の形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

| 使用部位 | 使用材料              | 備考 |
|------|-------------------|----|
| 蓋板   | SGV49<br>(SGV480) |    |
| フランジ | SFVC2B            |    |
| ボルト  |                   |    |
| 円筒胴  | SGV49<br>(SGV480) |    |
| 補強板  | SGV49<br>(SGV480) |    |

02 ③ VI-3-3-6-1-2-8 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4. 強度評価

##### 4.1 強度評価方法

- (1) サプレッションチェンバ出入口は、円筒胴がサプレッションチェンバに支持された構造であり、荷重はサプレッションチェンバ及びボックスサポートを介して原子炉建屋に伝達される。

サプレッションチェンバ出入口の強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

- (2) 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

サプレッションチェンバ出入口の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

###### 4.2.2 許容応力

サプレッションチェンバ出入口の許容応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、表 4-2 に示すとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

サプレッションチェンバ出入口の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |         | 機器名称           | 機器等の区分      | 荷重の組合せ*1              |                      | 許容応力状態   |
|---------|---------|----------------|-------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 原子炉格納施設 | 原子炉格納容器 | サプレッションチェンバ出入口 | 重大事故等クラス2容器 | $D + P_{SA} + M_{SA}$ | (V(S)-1)<br>(V(S)-2) | 重大事故等時*2 |

注記\*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-2 許容応力 (第2種容器)

| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | 一次一般膜応力   | 一次膜応力+一次曲げ応力  |
|--------------------|---|---------------|
| 重大事故等時*            | 構造上の連続な部分は $0.6 \cdot S_u$ 、不連続な部分は $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。ただし、ASS及びHNAについては、構造上の連続な部分は $2 \cdot S$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方、不連続な部分は $1.2 \cdot S$ とする。 | 左欄の<br>1.5倍の値 |

注記\*：重大事故等時として $IV_A$ の許容限界を用いる。

表4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材   | 材料                   | 温度条件<br>(°C) |     | S<br>(MPa)           | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (RT)<br>(MPa) |
|--|----------------------|--------------|-----|----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
|  |                      | 周囲環境<br>温度   |     |                      |                         |                         |                              |
| 蓋板,<br>サブプレッションチェンバ出入口円筒胴,<br>サブプレッションチェンバ出入口取付部 | SGV49<br>(SGV480)    | 周囲環境<br>温度   | 200 | —                    | 225                     | 421                     | —                            |
| ボルト  | <input type="text"/> | 周囲環境<br>温度   | 200 | <input type="text"/> | —                       | —                       | —                            |

#### 4.2.4 設計荷重

- (1) 重大事故等対処設備としての評価圧力，評価温度及び死荷重

重大事故等対処設備としての評価圧力，評価温度及び死荷重は，以下のとおりとする。

内圧  $P_{SA}$             854kPa (SA 短期)

温度  $T_{SA}$             200℃ (SA 短期)

死荷重  $D$             サプレッションチェンバ出入口の自重を死荷重とする。

$$W = \boxed{\phantom{000000}} \text{ N}$$

- (2) 重大事故等対処設備としての逃がし安全弁作動時荷重

重大事故等対処設備としての逃がし安全弁作動時荷重は設計基準対象施設としての荷重と同じであるため，参照図書(2)に示すとおりである。

- (3) 重大事故等対処設備としての冷却材喪失事故時チャギング荷重

重大事故等対処設備としての冷却材喪失事故時チャギング荷重は設計基準対象施設としての荷重と同じであるため，参照図書(2)に示すとおりである。



### 4.3 計算方法

サプレッションチェンバ出入口の応力評価点は、サプレッションチェンバ出入口を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-4 及び図 4-1 に示す。

表 4-4 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点             |
|---------|-------------------|
| P1      | 蓋板中央部             |
| P2*     | フランジ              |
| P3      | ボルト               |
| P4      | サプレッションチェンバ出入口円筒胴 |
| P5      | サプレッションチェンバ出入口取付部 |

注記\*：応力評価点 P2 については、添付書類「VI-3-3-6-1-2-7 サプレッションチェンバ出入口の基本板厚計算書」に応力評価を示す。

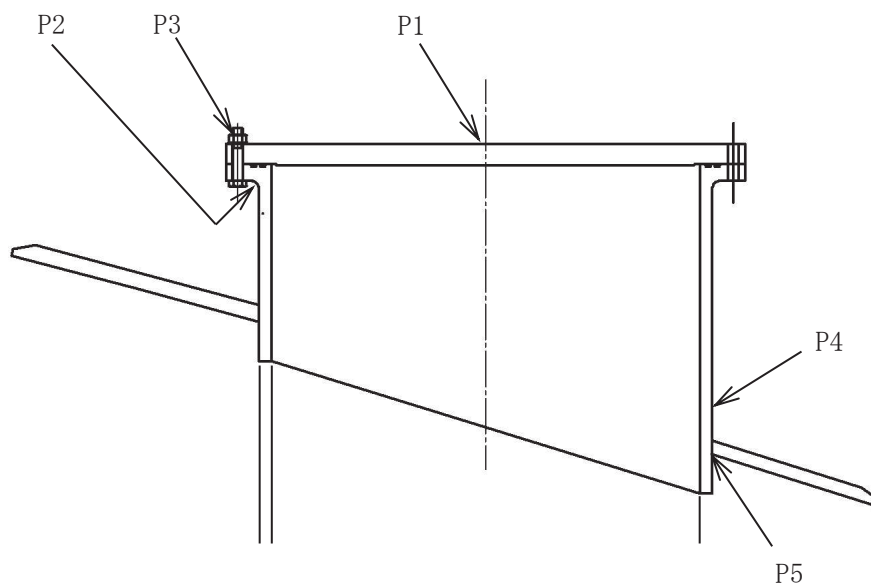


図 4-1 サプレッションチェンバ出入口の応力評価点

#### 4.3.1 蓋板（応力評価点 P1）

内圧により蓋板に生じる応力は，図 4-2 に示すように，蓋板を等分布荷重を受ける外周支持の円板にモデル化し，参照図書(3)に基づき計算する。

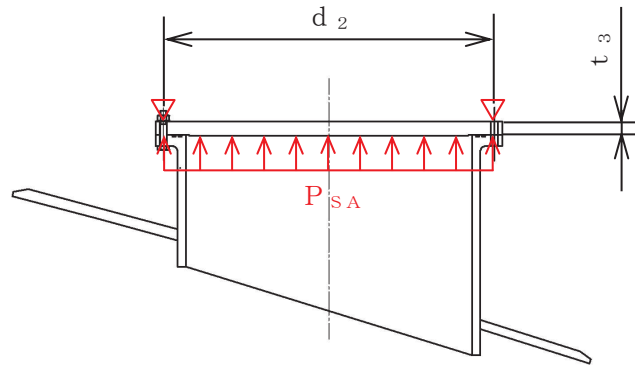


図 4-2 計算モデル

内圧作用時の応力計算方法を示す。

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{3(3+\nu) \cdot \left(\frac{d_2}{2}\right)^2}{8 \cdot t_3} P_{SA}$$

### 4.3.2 ボルト（応力評価点 P3）

内圧によりボルトに生じる応力は、参照図書(4)に基づき計算する。参照図書(4)に基づく計算値を表 4-5 に示す。なお、ここで使用する記号はすべて参照図書(4)に従う。

表 4-5 金属面接触の平面フランジに対する計算(その 1)

|                  |                |                  |                      |
|------------------|----------------|------------------|----------------------|
| フランジの使用材料        | SFVC2B         |                  |                      |
| 胴の使用材料           | SGV49 (SGV480) |                  |                      |
| ボルトの使用材料         | [ ]            |                  |                      |
| ガスケットの使用材料       | セルフシーリングガスケット  |                  |                      |
| 最高使用圧力           | P              | (MPa)            | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度           |                | (°C)             | 200                  |
| ボルトの許容引張応力       | $\sigma_b$     | (MPa)            | [ ]                  |
| フランジの縦弾性係数       | $E_f$          | (MPa)            |                      |
| ボルトの縦弾性係数        | $E_b$          | (MPa)            |                      |
| フランジの外径          | A              | (mm)             |                      |
| フランジの内径          | B              | (mm)             |                      |
| ボルト中心円の直径        | C              | (mm)             |                      |
| ボルト穴の直径          | D              | (mm)             |                      |
| ハブ先端の厚さ          | $g_o$          | (mm)             |                      |
| ハブ背面の厚さ          | $g_i$          | (mm)             |                      |
| ハブの長さ            | h              | (mm)             |                      |
| ボルトの呼び           |                |                  |                      |
| ボルトの本数           | n              |                  |                      |
| ボルトの谷径           |                | (mm)             |                      |
| 内側ガスケットの平均径      | $G_i$          | (mm)             |                      |
| 外側ガスケットの平均径      | $G_o$          | (mm)             |                      |
| 荷重               | (N)            | モーメントアーム         | (mm)                 |
| H =              | [ ]            |                  |                      |
| H <sub>D</sub> = | [ ]            | h <sub>D</sub> = | [ ]                  |
| H <sub>G</sub> = | [ ]            | h <sub>G</sub> = | [ ]                  |
| H <sub>T</sub> = | [ ]            | h <sub>T</sub> = | [ ]                  |
| フランジに作用するモーメント   |                | M <sub>p</sub>   | (N・mm)               |
|                  |                |                  | [ ]                  |

O 2 ③ VI-3-3-6-1-2-8 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-5 金属面接触の平面フランジに対する計算(その2)

|                             |                          |        |           |
|-----------------------------|--------------------------|--------|-----------|
| 係数                          | $h_0$                    | 222.26 |           |
| 係数                          | $B_1$                    | 1338.0 |           |
| ボルト初期締付応力                   | $\sigma_i$ (MPa)         |        |           |
| 初期締付係数                      | $r_s$                    | 0.6364 |           |
| 縦弾性係数比                      | $r_e$                    | 0.9453 |           |
| 係数                          | $r_B$                    | 0.0030 |           |
| ボルトの計算長さ                    | $l$ (mm)                 |        |           |
| 係数                          | $a_1$                    | 1.1510 |           |
| 係数                          | $\beta$                  | 1.0624 |           |
| 係数                          | $h/h_0$                  | 0      |           |
| 係数                          | $g_1/g_0$                | 1      |           |
| 係数                          | $C_1$                    | 1      |           |
| 係数                          | $C_2$                    | 1      |           |
| 係数                          | $C_3$                    | 1      |           |
| 係数                          | $C_4$                    | 0.85   |           |
| 係数                          | $C_5$                    | 0      |           |
| 係数                          | $Z$                      | 5.28   |           |
| 係数                          | $\kappa$                 | 0.32   |           |
| モーメントアーム                    | $h = h_{cmax}$ (mm)      |        |           |
| 係数                          | $j$                      | 2.480  |           |
| 係数                          | $J_1$                    | 4.213  |           |
| 係数                          | $J_2$                    | 58.676 |           |
| 係数                          | $J_3$                    | 1.494  |           |
| 係数                          | $J_4$                    | 47.313 |           |
| 係数                          | $J_5$                    | 0.260  |           |
| 係数                          | $J_6$                    | 0.158  |           |
| フランジ面の外径端における傾き             | $E\theta_A$ (MPa)        |        |           |
| フランジ面の内径端における傾き             | $E\theta_B$ (MPa)        |        |           |
| モーメント                       | $M_H$ (N・mm)             |        |           |
| せん断力                        | $Q$ (N)                  |        |           |
| モーメント                       | $M_S$ (N・mm)             |        |           |
| フランジの接面反力                   | $H_C$ (N)                |        |           |
| ボルト最小荷重                     | $W_{m1}$ (N)             |        |           |
| ボルトの所要総断面積                  | $A_m$ (mm <sup>2</sup> ) |        | 1.118E+04 |
| 実際のボルト総断面積                  | $A_b$ (mm <sup>2</sup> ) |        | 1.726E+04 |
| 評価: $A_b > A_m$ , よって十分である。 |                          |        |           |

内圧作用時の応力計算方法を示す。

平均引張応力

$$\sigma_b = \frac{W_{m1}}{A_b}$$

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4.3.3 サプレッションチェンバ出入口円筒胴及び取付部（応力評価点 P4 及び P5）

##### (1) サプレッションチェンバに作用する荷重による応力

応力計算方法は、添付書類「VI-3-3-6-1-1-7 サプレッションチェンバの強度計算書」に示す方法と同じであり、サプレッションチェンバ出入口の取付位置を考慮する。

##### (2) サプレッションチェンバ出入口に作用する荷重による応力

応力計算方法は、参照図書(1)に示す方法と同じであり、サプレッションチェンバ出入口の自重、寸法等を考慮する。応力評価点 P4, P5 に作用する荷重を表 4-6 に示す。

表 4-6 応力評価点 P4, P5 に作用する荷重\*2

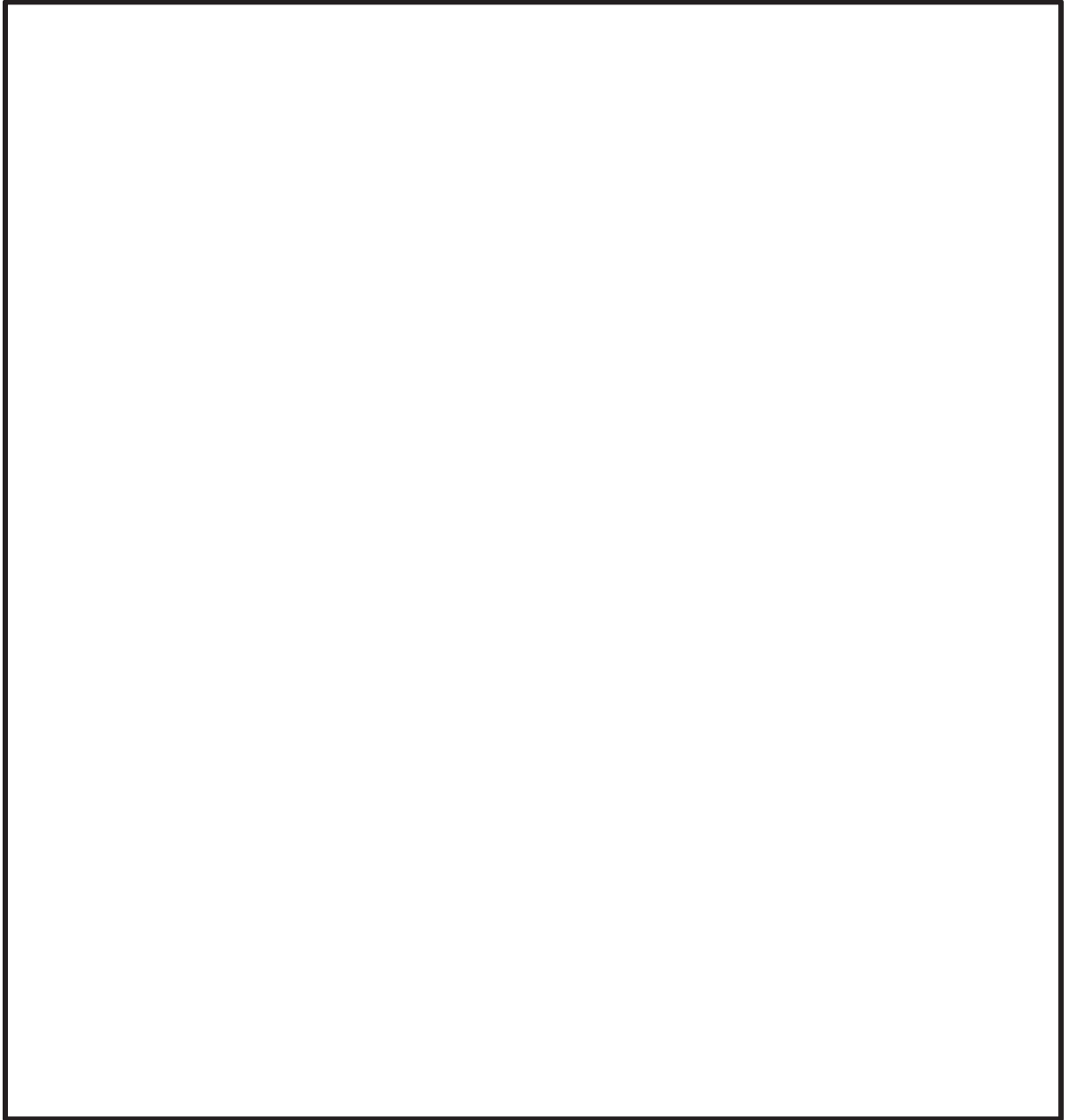
| 荷重の種類*1        | 死荷重 |
|----------------|-----|
| P              | W   |
| M <sub>L</sub> | —   |
| M <sub>C</sub> | —   |

注記\*1：図 4-3 に示す荷重の記号による。

\*2：応力評価点 P4 に対し、「4.2.4 設計荷重」に示す圧力も作用する。

表 4-6 の荷重によりサプレッションチェンバ出入口取付部に生じる応力を、参照図書(2)に基づき計算する方法を以下に示す。

なお、ここで使用する記号はすべて参照図書(2)に従う。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

荷重Pによる応力

| 方向 | 応力<br>評価点 | 位置 | 図の<br>番号 | 図からの<br>読取值 | 図からの読取值に<br>乗じる値 | 応力の<br>絶対値 |
|----|-----------|----|----------|-------------|------------------|------------|
|    |           |    |          |             |                  |            |

02 ③ VI-3-3-6-1-2-8 RO

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

荷重 $M_L$ による応力

| 方向 | 応力<br>評価点 | 位置 | 図の<br>番号 | 図からの<br>読取值 | 図からの読取值に<br>乗じる値 | 応力の<br>絶対値 |
|----|-----------|----|----------|-------------|------------------|------------|
|    |           |    |          |             |                  |            |

荷重 $M_C$ による応力

| 方向 | 応力<br>評価点 | 位置 | 図の<br>番号 | 図からの<br>読取值 | 図からの読取值に<br>乗じる値 | 応力の<br>絶対値 |
|----|-----------|----|----------|-------------|------------------|------------|
|    |           |    |          |             |                  |            |

O 2 ③ VI-3-3-6-1-2-8 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

サブレーションチェンバ出入口の重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>)

| 評価対象設備                  | 評価部位 |                        | 応力分類         | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|-------------------------|------|------------------------|--------------|--------|------|----|----|
|                         |      |                        |              | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|                         |      |                        |              | MPa    | MPa  |    |    |
| サブプレッショ<br>ンチェンバ出<br>入口 | P1   | 蓋板中央部                  | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 156    | 379  | ○  |    |
|                         | P3   | ボルト                    | 平均引張応力       | 140    |      | ○  |    |
|                         | P4   | サブプレッショ<br>ンチェンバ出入口円筒胴 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 15     | 379  | ○  |    |
|                         | P5   | サブプレッショ<br>ンチェンバ出入口取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 210    | 379  | ○  |    |

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-2-4 原子炉格納容器配管貫通部の強度計算書」
- (2) K. R. WICHMAN, A. G. HOPPER AND J. L. MERSHON :  
LOCAL STRESSES IN SPHERICAL AND CYLINDRICAL SHELLS DUE TO EXTERNAL LOADINGS.  
WELDING RESEARCH COUNCIL BULLETIN, #107 AUGUST 1965
- (3) RAYMOND J. ROARK, WARREN C. YOUNG, RICHARD G. BUDYNAS :  
ROARK'S FORMULAS FOR STRESS AND STRAIN. SEVENTH EDITION
- (4) J I S B 8 2 4 3 -1981 圧力容器の構造 附属書2 フランジの応力計算方法

VI-3-3-6-1-3 エアロックの強度計算書

目 次

VI-3-3-6-1-3-1 所員用エアロックの基本板厚計算書

VI-3-3-6-1-3-2 所員用エアロックの強度計算書

VI-3-3-6-1-3-1 所員用エアロックの基本板厚計算書

## 目次

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. 一般事項                     | 1 |
| 1.1 概要                      | 1 |
| 1.2 適用基準                    | 1 |
| 1.3 計算精度と数値の丸め方             | 2 |
| 2. 設計条件                     | 3 |
| 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度 | 3 |
| 2.2 材料及び許容応力                | 3 |
| 3. 所員用エアロックの基本板厚計算          | 4 |
| 3.1 円筒部                     | 5 |
| 3.1.1 外側円筒胴                 | 5 |
| 3.1.2 内側円筒胴                 | 6 |
| 3.2 穴の補強計算                  | 7 |



## 1. 一般事項

### 1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器所員用エアロックの基本板厚計算書である。

所員用エアロックは、設計基準対象施設の所員用エアロックを重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス2容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス2容器の強度計算方法」に準じて、所員用エアロックの構造強度評価を示す。

### 1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

### 1.3 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表 1-1 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位       | 処理桁             | 処理方法       | 表示桁        |            |
|--------|----------|-----------------|------------|------------|------------|
| 最高使用圧力 | MPa      | —               | —          | 有効数字 3 桁   |            |
| 温度     | ℃        | —               | —          | 整数位        |            |
| 許容応力*1 | MPa      | 小数点以下第 1 位      | 切捨て        | 整数位        |            |
| 長さ     | 下記以外の長さ  | mm              | 小数点以下第 3 位 | 四捨五入       | 小数点以下第 2 位 |
|        | 計算上必要な厚さ | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切上げ        | 小数点以下第 2 位 |
|        | 最小厚さ     | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切捨て        | 小数点以下第 2 位 |
| 面積     | 下記以外の面積  | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入       | 有効数字 4 桁*2 |
|        | 必要な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切上げ        | 有効数字 4 桁*2 |
|        | 有効な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切捨て        | 有効数字 4 桁*2 |
| 力      | N        | 有効数字 5 桁目       | 四捨五入       | 有効数字 4 桁*2 |            |

注記\*1：告示第 5 0 1 号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第 2 位を切り捨て，小数点以下第 1 位までの値として算出する。得られた値を SI 単位に換算し，SI 単位に換算した値の小数点以下第 1 位を切り捨て，整数位までの値とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

## 2. 設計条件

### 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|                   |         |
|-------------------|---------|
| 内圧 P              | 854kPa  |
| 外圧 P <sub>e</sub> | 13.7kPa |
| 温度 T              | 200℃    |

### 2.2 材料及び許容応力

#### (1) 材料

使用する材料を表 2-1 に示す。

表 2-1 使用材料表

| 使用部位        | 使用材料  |
|-------------|-------|
| 所員用エアロック円筒部 | SGV49 |
| ドライウエル球形部   | SPV50 |

#### (2) 許容引張応力

使用材料の許容引張応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値の 0.6 倍とする。

$$\text{SGV49} \quad S_n^* = 253 \text{ MPa}$$

$$\text{SPV50} \quad S_s^* = 327 \text{ MPa}$$

注記\* :  $S_n$ 及び $S_s$ は  $0.6 \cdot S_u$ とする。ここで、 $S_u$ は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。

3. 所員用エアロックの基本板厚計算

所員用エアロックの形状及び寸法を図 3-1 に示す。

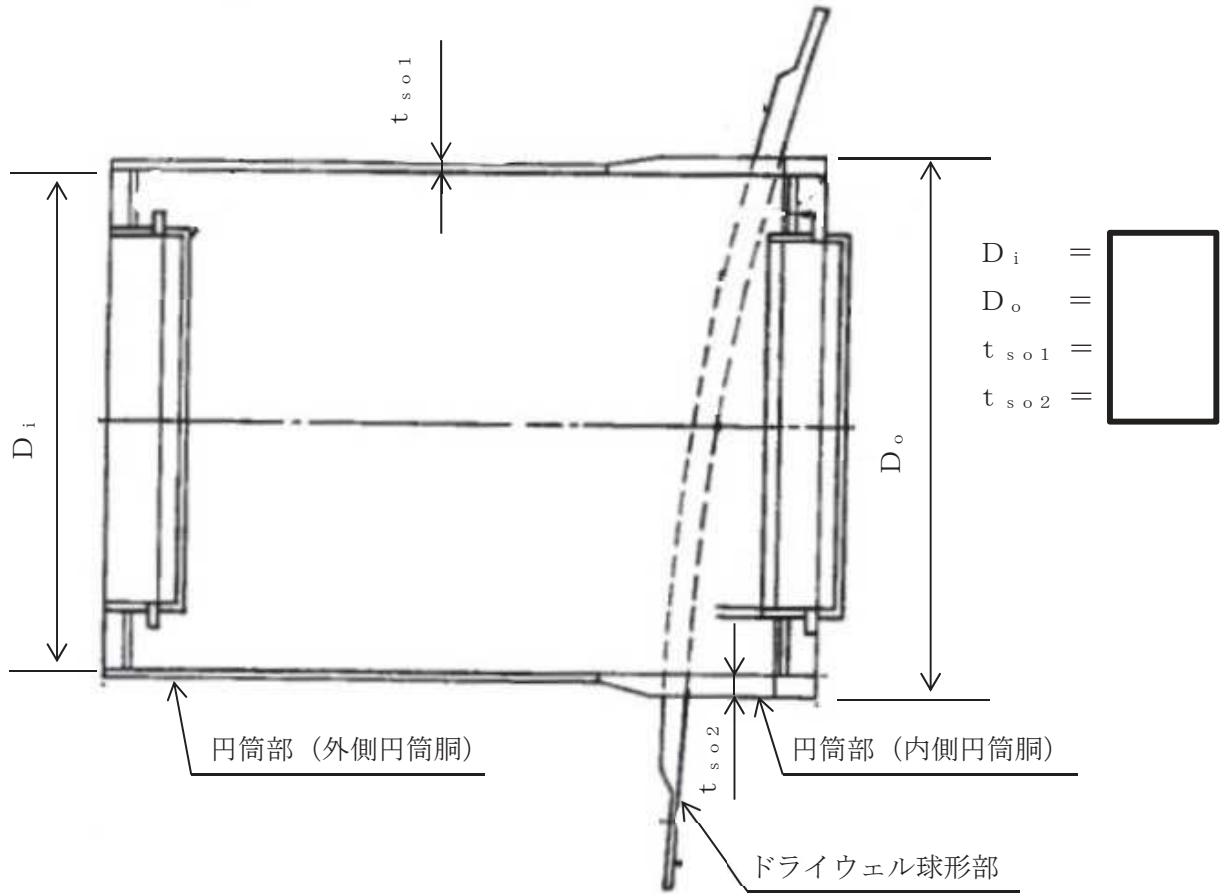


図 3-1 所員用エアロックの形状及び寸法 (単位: mm)

「2. 設計条件」に示す重大事故等時の条件に基づき、所員用エアロックの板厚計算を行った結果を以下に示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.1 円筒部

#### 3.1.1 外側円筒胴

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

##### (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号イ）

外側円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-1に示す。  
これより、外側円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S_n \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表 3-1 外側円筒胴の板厚計算結果

|   |                  |       |                      |
|---|------------------|-------|----------------------|
| 外側円筒胴名称                                       | 円筒部              |       |                      |
| 材料  | SGV49            |       |                      |
| 最高使用圧力  | P                | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                  | (°C)  | 200                  |
| 胴の内径  | D <sub>i</sub>   | (mm)  |                      |
| 許容引張応力  | S <sub>n</sub> * | (MPa) | 253                  |
| 継手効率  | η                |       | 1.00                 |
| 継手の種類   | 突合せ両側溶接          |       |                      |
| 放射線検査の有無                                      | 有り               |       |                      |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub>  | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub>  | (mm)  | 4.40                 |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>   | (mm)  | 4.40                 |
| 呼び厚さ  | t <sub>s01</sub> | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>s</sub>   | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                  |       |                      |

注記\*：S<sub>n</sub>は0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.1.2 内側円筒胴

#### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

#### (2) 外圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号ハ）

内側円筒胴はドライウェル内圧が外圧として作用するので、外圧として最高使用圧力（854kPa）を考える。内側円筒胴における、外圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-2に示す。

これより、内側円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_o}{4 \cdot B}$$

表 3-2 内側円筒胴の板厚計算結果

| 内側円筒胴名称                                       |                  |       | 円筒部                  |
|---|------------------|-------|----------------------|
| 材料  |                  |       | SGV49                |
| 最高使用圧力  | P <sub>e</sub> * | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                  |       | 200                  |
| 胴の外径  | D <sub>o</sub>   | (mm)  |                      |
|   | B                | (MPa) |                      |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub>  | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub>  | (mm)  | 17.08                |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>   | (mm)  | 17.08                |
| 呼び厚さ  | t <sub>s02</sub> | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>s</sub>   | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                  |       |                      |

注記\*：原子炉格納容器の内圧を使用。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 穴の補強計算

ドライウェル球形部と所員用エアロックとの結合部の形状及び寸法を図 3-2 に示す。

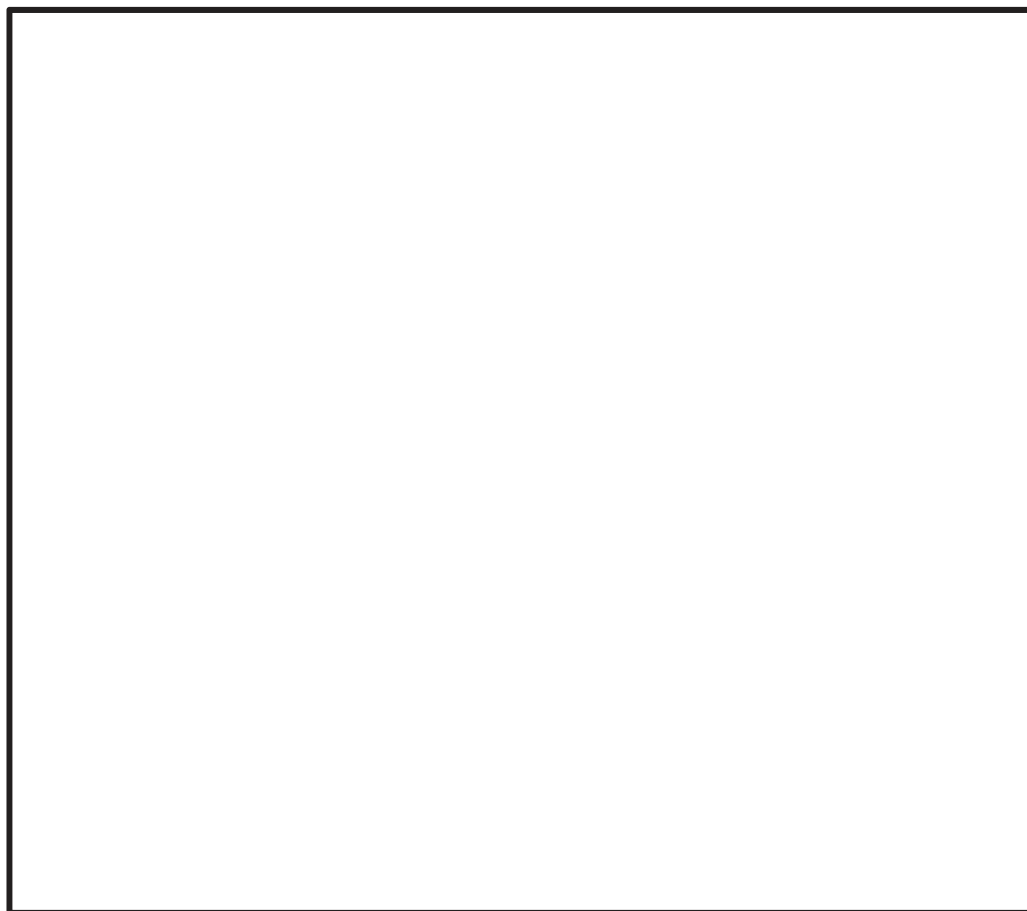


図 3-2 結合部の形状及び寸法

02 ③ VI-3-3-6-1-3-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示    | 表示内容                 | 単位            |
|----------------|-----------|----------------------|---------------|
| A              | $A_0$     | 補強に有効な総面積            | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{01}$  | 穴の中心線の両側に有効な面積       | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_1$     | 胴、鏡板又は平板の部分の補強に有効な面積 | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_2$     | 管台の部分の補強に有効な面積       | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_3$     | すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積    | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_4$     | 強め材の部分の補強に有効な面積      | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_5$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_6$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_7$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_9$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{10}$  | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
| $A_r$          | $A_{11}$  | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_r$     | 穴の補強に必要な面積           | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{rD}$  | 片側断面についての穴の補強に必要な面積  | $\text{mm}^2$ |
| $D_i$          | $A_{w1}$  | すみ肉溶接部の面積            | $\text{mm}^2$ |
|                | $D_i$     | 管台の内径                | mm            |
|                | $F_{ws1}$ | すみ肉溶接部のせん断強さ         | N             |
|                | $G_{wT1}$ | 突合せ溶接部の引張強さ          | N             |
|                | H         | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_1$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_2$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_i$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_o$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $F_n$     | 管台壁のせん断強さ            | N             |
|                | p         | 穴の補強に有効な範囲           | mm            |
|                | R         | 容器の内半径               | mm            |
|                | r         | 管台の内半径               | mm            |
|                | $R_{rf}$  | 強め材の最小半径             | mm            |
| $r_m$          | 管台の平均半径   | mm                   |               |
| S              | $S_{DS}$  | すみ肉溶接部の許容せん断応力       | MPa           |
|                | $S_{DT}$  | 突合せ溶接部の許容引張応力        | MPa           |
|                | $S_n$     | 管台材の許容引張応力           | MPa           |



| 告示第 5 0 1 号<br>の記号 | 計算書の表示   | 表示内容                           | 単位  |
|--------------------|----------|--------------------------------|-----|
| S                  | $S_{NS}$ | 管台壁の許容せん断応力                    | MPa |
|                    | $S_s$    | 胴板材の許容引張応力                     | MPa |
|                    | $t_e$    | 強め材の厚さ又は胴の厚さの 2.5 倍のうちいずれか小さい方 | mm  |
| $t_n$              | $t_n$    | 管台の最小厚さ                        | mm  |
| $t_{nr}$           | $t_{nr}$ | 管台の計算上必要な厚さ                    | mm  |
|                    | $t_{rf}$ | 強め材表面と容器表面との距離                 | mm  |
| $t_s$              | $t_s$    | 胴の最小厚さ                         | mm  |
| $t_{sr}$           | $t_{sr}$ | 胴の継目がない場合の計算上必要な厚さ             | mm  |
|                    | $W_1$    | 破断形式 I の有効強さ                   | N   |
|                    | $W_2$    | 破断形式 II の有効強さ                  | N   |
|                    | $W_{L1}$ | 溶接の脚長                          | mm  |
|                    | $W_R$    | 溶接部の負うべき荷重                     | N   |
|                    | $W_{R1}$ | 溶接部にかかる荷重                      | N   |
|                    | $W_{R2}$ | 溶接部にかかる荷重                      | N   |
|                    | Y        | 補強の有効範囲                        | mm  |
|                    | $Y_1$    | 補強の有効範囲                        | mm  |
|                    | $Y_2$    | 補強の有効範囲                        | mm  |
| $\theta$           | $\gamma$ | 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角度          | rad |
|                    | $\pi$    | 円周率                            | —   |

(2) 穴の補強計算

- a. 補強に必要な面積 (告示第501号第22条第8項第1号ハ (ロ))

$$A_r = t_{sr} \cdot \frac{D_i + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)}{\cos \gamma}$$

ここに,

$t_{sr}$  : 容器の計算上必要な厚さ

$t_n$  : 管台の最小厚さ

$S_n$  : 管台の許容引張応力

$S_s$  : 容器の許容引張応力

$\gamma$  : 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角度

なお、管台と容器の許容引張応力差の補正として  $2 \cdot t_{sr} \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)$  を考慮している。

- b. 補強に有効な範囲 (告示第501号第22条第8項第1号イ)

- (a) 胴板の面に沿う範囲Y

Yは、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$Y_1 = \frac{D_i}{\cos \gamma}$$

$$Y_2 = \frac{D_i}{2 \cdot \cos \gamma} + t_n + t_s$$

- (b) 胴板の面に垂直な範囲H

$H_i$ は、内側円筒胴の内側突出量とする。

$H_o$ は、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$H_i = 0.5 \cdot \sqrt{r_m \cdot t_n + t_e}$$

$$H_2 = 2.5 \cdot t_n + t_e$$

ここに,

$r_m$  : 内側円筒胴の平均半径

$$= (D_i + t_n) / 2$$

$t_e$  : 強め材の厚さ又は胴の厚さの2.5倍のうちいずれか小さい方

c. 補強に有効な面積（告示第501号第22条第8項第1号ロ）

$$A_1 = (t_s - t_{sr}) \cdot \left\{ 2 \cdot Y - \frac{D_i + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)}{\cos \gamma} \right\}$$

$$A_2 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot H_i \cdot \frac{(S_n / S_s)}{\cos \gamma}$$

$$A_3 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot H_o \cdot \frac{(S_n / S_s)}{\cos \gamma}$$

ここに,

$t_{nr}$  : 内側円筒胴の計算上必要な厚さ（3.1.2（2）項参照）

$$A_4 = t_{rf} \cdot \left( 2 \cdot R_{rf} - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma} \right) - 3 \cdot t_{rf}^2$$

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

d. 結論

穴の補強の計算結果を表 3-3 に示す。

これより、ドライウェル球形部と所員用エアロックとの結合部の補強は十分である。

表 3-3 穴の補強計算結果

| 部材名称                       | ドライウェル球形部と<br>所員用エアロックとの結合部 |                      |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 管台の使用材料                    | SGV49                       |                      |
| 容器の使用材料                    | SPV50                       |                      |
| 最高使用圧力                     | P (MPa)                     | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                     | (°C)                        | 200                  |
| 容器の半径                      | R (mm)                      |                      |
| 管台の許容引張応力                  | $S_n$ (MPa)                 | 253                  |
| 容器の許容引張応力                  | $S_s$ (MPa)                 | 327                  |
| 管台の計算上必要な厚さ                | $t_{nr}$ (mm)               | 17.08                |
| 容器の計算上必要な厚さ                | $t_{sr}$ (mm)               | 14.89                |
| 管台の中心線と容器表面に垂直な<br>線のなす角   | $\gamma$ (rad)              |                      |
| 穴の補強に必要な面積                 | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )    | $4.055 \times 10^4$  |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$ (mm)                  |                      |
| 補強の有効範囲                    | $Y_2$ (mm)                  |                      |
| 補強の有効範囲                    | Y (mm)                      |                      |
| 補強の有効範囲                    | $H_1$ (mm)                  |                      |
| 補強の有効範囲                    | $H_2$ (mm)                  |                      |
| 補強の有効範囲 (外側)               | $H_o$ (mm)                  |                      |
| 補強の有効範囲 (内側)               | $H_i$ (mm)                  |                      |
| 容器の有効補強面積                  | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )    |                      |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )    | $1.618 \times 10^4$  |
| 管台の有効補強面積                  | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )    | $2.160 \times 10^4$  |
| 管台の有効補強面積                  | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )    | $6.448 \times 10^4$  |
| 補強に有効な総面積                  | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )    | $1.461 \times 10^5$  |
| 評価： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。 |                             |                      |

O 2 ③ VI-3-3-6-1-3-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 補強に有効な面積の制限（告示第501号第22条第8項第4号）

a. 穴の補強に有効な面積の3分の2を満たす穴の中心からの範囲

$$p = r + 0.5 \cdot \sqrt{(R + t_s/2) \cdot t_s}$$

$$r = \frac{D_i}{2 \cdot \cos \gamma}$$

b. 補強に有効な面積

$$A_1' = (t_s - t_{sr}) \cdot \left\{ 2 \cdot p - \frac{D_i + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n/S_s)}{\cos \gamma} \right\}$$

$$A_4' = t_{rf} \cdot \left( 2 \cdot p - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma} \right)$$

$$A_0' = A_1' + A_2 + A_3 + A_4'$$

c. 結論

穴の補強に有効な面積の3分の2の範囲に対する制限の確認結果を表3-4に示す。  
これより、穴の補強に有効な面積の3分の2の範囲に対する制限を満足している。

表3-4 穴の中心からの距離の補強に対する制限

| 部材名称                                    | ドライウエル球形部と<br>所員用エアロックとの結合部          |                     |
|---|--------------------------------------|---------------------|
| 穴の補強に有効な面積の3分の2<br>を満たす穴の中心からの範囲        | p (mm)                               |                     |
| 管台の平均半径                                 | r (mm)                               |                     |
| 補強に必要な面積の3分の2                           | $2 \cdot A_r / 3$ (mm <sup>2</sup> ) | $2.703 \times 10^4$ |
| 補強に有効な面積                                | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> )            | $6.407 \times 10^4$ |
| 評価： $A_0' > 2 \cdot A_r / 3$ ，よって十分である。 |                                      |                     |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(4) 補強に有効な面積の制限（告示第501号第22条第8項第5号）

a. 穴の中心線の両側に必要な補強面積

$$A_{rD} = \frac{A_r}{2}$$

b. 穴の中心線の両側に有効な面積

$$A_{01} = \frac{A_0}{2}$$

c. 結論

穴の中心線の両側の補強に対する制限の確認結果を表3-5に示す。

これより、穴の中心線の両側の補強に対する制限を満足している。

表3-5 穴の中心線の両側の補強に対する制限

| 部材名称                             |          |                   | ドライウエル球形部と<br>所員用エアロックとの結合部 |
|----------------------------------|----------|-------------------|-----------------------------|
| 穴の補強に必要な面積                       | $A_r$    | ( $\text{mm}^2$ ) | $4.055 \times 10^4$         |
| 穴の中心線の両側に必要な<br>補強面積             | $A_{rD}$ | ( $\text{mm}^2$ ) | $2.028 \times 10^4$         |
| 補強に有効な総面積                        | $A_0$    | ( $\text{mm}^2$ ) | $1.461 \times 10^5$         |
| 穴の中心線の両側に有効な面積                   | $A_{01}$ | ( $\text{mm}^2$ ) | $7.308 \times 10^4$         |
| 評価： $A_{01} > A_{rD}$ ，よって十分である。 |          |                   |                             |

- (5) 強め材取付部の強さ（告示第501号第22条第8項第8号及び第9号）  
強め材取付部の面積の記号を図3-3に示す。

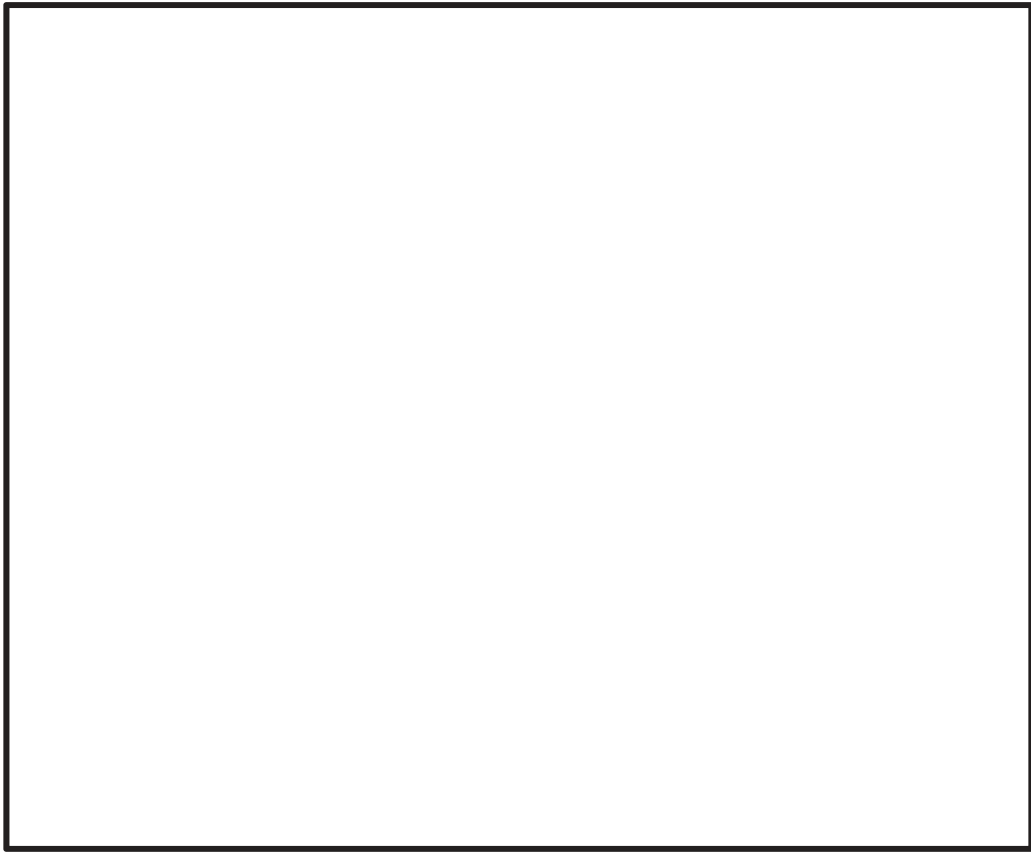


図3-3 強め材取付部の面積の記号

強め材取付部の形状及び寸法を図3-4に示す。

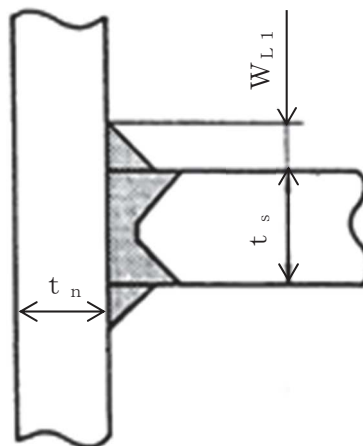


図3-4 取付部の形状及び寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

a. 強め材取付部の必要強さ

次の2式のうちいずれか小さい方の値。

$$W_{R1} = (A_5 + A_6 + A_7) \cdot S_n + A_{W1} \cdot S_n$$

$$W_{R2} = (A_9 - A_{10} - A_{11}) \cdot S_s$$

ここで,

$$A_5 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot \frac{H_i}{\cos \gamma}$$

$$A_6 = 2 \cdot t_n \cdot \frac{(t_s - t_{sr})}{\cos \gamma}$$

$$A_7 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot \frac{H_o}{\cos \gamma}$$

$$A_9 = (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot \frac{t_{sr}}{\cos \gamma}$$

$$A_{10} = (2 \cdot Y - \frac{D_i + 2 \cdot t_n}{\cos \gamma}) \cdot (t_s - t_{sr})$$

$$A_{11} = A_4$$

$$A_{W1} = 2 \cdot W_{L1}^2$$

b. 強め材取付部の単位面積当たりの強さ

すみ肉溶接のせん断  $S_{DS} = 0.49 \cdot S_n$

管台壁のせん断  $S_{NS} = 0.70 \cdot S_n$

突合せ溶接の引張り  $S_{DT} = 0.74 \cdot S_n$



c. 強め材取付部の強さ

$$F_{WS1} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot W_{L1} \cdot S_{DS}$$

$$G_{WT1} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot (t_s + t_{rf}) \cdot S_{DT}$$

$$F_n = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + t_n) \cdot t_n \cdot S_{NS}$$

d. 強め材取付部の有効強さ

強め材取付部の破断形式を図 3-5 に示す。

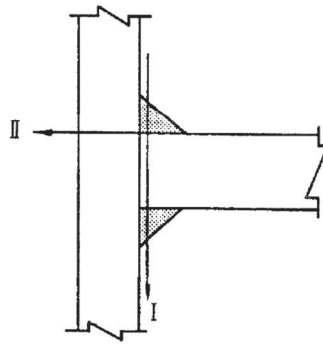


図 3-5 取付部の破断形式

破断形式 I

$$W_1 = 2 \cdot F_{WS1} + G_{WT1}$$

破断形式 II

$$W_2 = F_{WS1} + F_n$$

e. 結論

強め材取付部の強さの計算結果を表 3-6 に示す。

これより、ドライウエル球形部と所員用エアロックとの結合部の強め材取付部の強さは十分である。

表 3-6 強め材取付部の強さの計算結果

| 部材名称  | ドライウエル球形部と所員用エアロックとの結合部の強め材取付部 |       |
|---|--------------------------------|-------|
| 溶接部にかかる荷重   | $W_{R1}$                       | (N)   |
| 溶接部にかかる荷重   | $W_{R2}$                       | (N)   |
| 溶接部の負うべき荷重  | $W_R$                          | (N)   |
| すみ肉溶接の許容せん断応力                                     | $S_{DS}$                       | (MPa) |
| 管台壁の許容せん断応力                                       | $S_{NS}$                       | (MPa) |
| 突合せ溶接の許容引張応力                                      | $S_{DT}$                       | (MPa) |
| 応力除去の有無   | 有り                             |       |
| 破断形式Ⅰの有効強さ  | $W_1$                          | (N)   |
| 破断形式Ⅱの有効強さ  | $W_2$                          | (N)   |
| 評価： $W_1 \geq W_R$ , $W_2 \geq W_R$<br>以上より十分である。 |                                |       |

VI-3-3-6-1-3-2 所員用エアロックの強度計算書

## 目次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 概要                 | 1  |
| 2. 一般事項               | 1  |
| 2.1 構造計画              | 1  |
| 2.2 評価方針              | 3  |
| 2.3 適用基準              | 3  |
| 2.4 記号の説明             | 4  |
| 2.5 計算精度と数値の丸め方       | 5  |
| 3. 評価部位               | 6  |
| 4. 強度評価               | 8  |
| 4.1 強度評価方法            | 8  |
| 4.2 荷重の組合せ及び許容応力      | 8  |
| 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態  | 8  |
| 4.2.2 許容応力            | 8  |
| 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件   | 8  |
| 4.2.4 設計荷重            | 12 |
| 4.3 計算方法              | 12 |
| 4.4 計算条件              | 14 |
| 4.5 応力の評価             | 14 |
| 5. 評価結果               | 15 |
| 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 15 |
| 6. 参照図書               | 17 |

## 1. 概要

本計算書は、所員用エアロックの強度計算書である。

所員用エアロックは、設計基準対象施設の所員用エアロックを重大事故等クラス 2 容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス 2 容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、所員用エアロックの強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）（以下「既工認」という。）に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

所員用エアロックの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要   |  | 概略構造図  |
|---|--|--|
| 基礎・支持構造   | 主体構造   |  |
| <p>所員用エアロックはドライウェルに支持される。水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。</p> | <p>内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm, 長さ <input type="text"/> mm の円筒胴及び板厚 <input type="text"/> mm の扉板等で構成される鋼製構造物である。</p> | <p>所員用エアロック</p> <p>所員用エアロック 拡大図</p> <p>(単位：mm)</p> |

## 2.2 評価方針

所員用エアロックの応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において重大事故等時における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

所員用エアロックの強度評価フローを図 2-1 に示す。

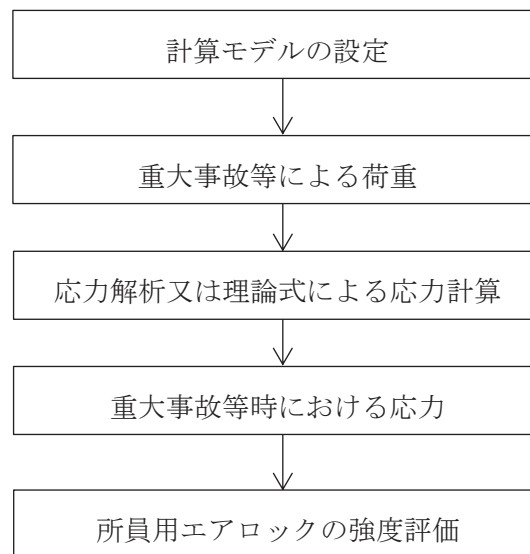


図 2-1 所員用エアロックの強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号         | 記号の説明                      | 単位  |
|------------|----------------------------|-----|
| D          | 死荷重                        | —   |
| $d_i$      | 直径                         | mm  |
| $l_i$      | 長さ ( $i = 1, 2$ )          | mm  |
| $M_{SA}$   | 機械的荷重 (SA 短期機械的荷重)         | —   |
| $P_{SA}$   | 圧力 (SA 短期圧力)               | kPa |
| R          | 半径                         | mm  |
| S          | 許容引張応力                     | MPa |
| $S_u$      | 設計引張強さ                     | MPa |
| $S_y$      | 設計降伏点                      | MPa |
| $S_y (RT)$ | 40°Cにおける設計降伏点              | MPa |
| $t_i$      | 厚さ ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) | mm  |
| $T_{SA}$   | 温度 (SA 短期温度)               | °C  |
| ASS        | オーステナイト系ステンレス鋼             | —   |
| HNA        | 高ニッケル合金                    | —   |



## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

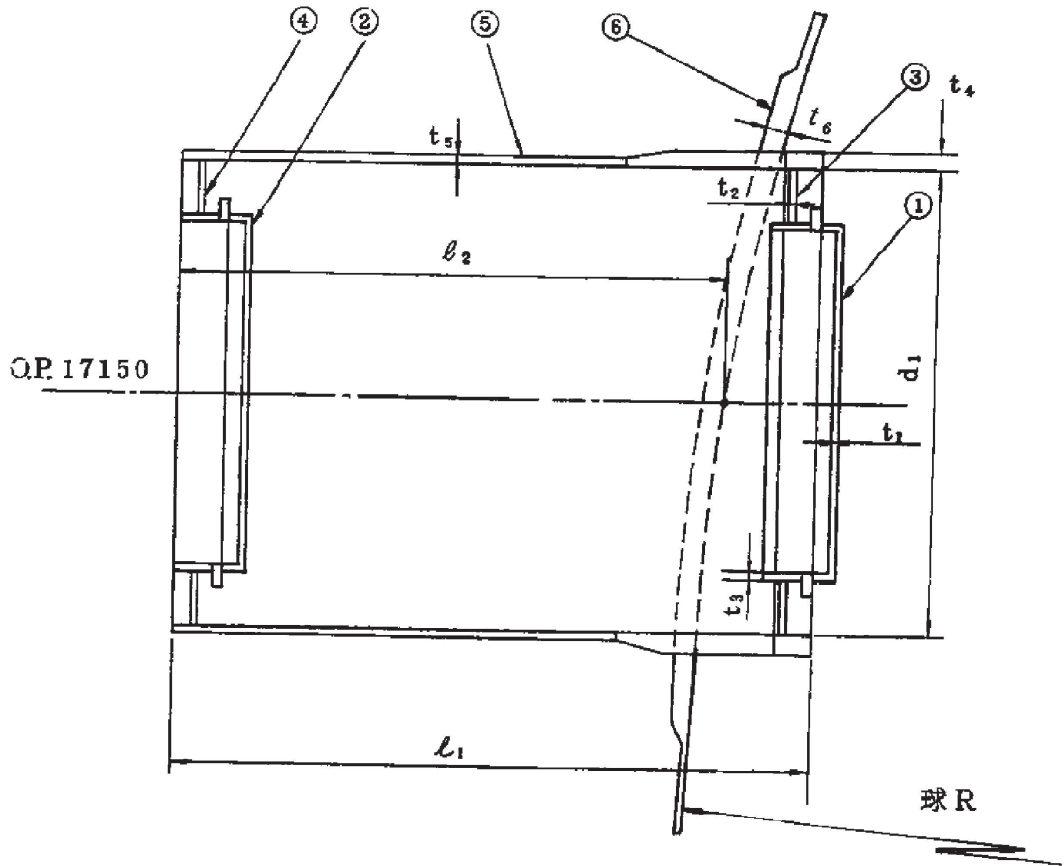
表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位  | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁 |
|--------|-----|----------|------|-----|
| 最高使用圧力 | kPa | —        | —    | 整数位 |
| 温度     | ℃   | —        | —    | 整数位 |
| 許容応力*  | MPa | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位 |
| 算出応力   | MPa | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位 |

注記\*：告示第501号別表に記載された温度の間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

所員用エアロックの形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



- ①内側扉    ②外側扉    ③内側隔壁    ④外側隔壁    ⑤円筒胴    ⑥補強板

|                              |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| $d_1 =$ <input type="text"/> | 球R = <input type="text"/>    |                              |
| $l_1 =$ <input type="text"/> | $l_2 =$ <input type="text"/> |                              |
| $t_1 =$ <input type="text"/> | $t_2 =$ <input type="text"/> | $t_3 =$ <input type="text"/> |
| $t_4 =$ <input type="text"/> | $t_5 =$ <input type="text"/> | $t_6 =$ <input type="text"/> |

(単位：mm)

図 3-1 所員用エアロックの形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

| 使用部位      | 使用材料           | 備考 |
|-----------|----------------|----|
| 内側扉       | SGV49 (SGV480) |    |
| 外側扉       | SGV49 (SGV480) |    |
| 内側隔壁      | SGV49 (SGV480) |    |
| 外側隔壁      | SGV49 (SGV480) |    |
| 水平及び垂直ビーム | SGV49 (SGV480) |    |
| 円筒胴       | SGV49 (SGV480) |    |
| 補強板       | SPV50 (SPV490) |    |

## 4. 強度評価

### 4.1 強度評価方法

- (1) 所員用エアロックは、円筒胴がドライウエルに支持された構造であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。

所員用エアロックの強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

- (2) 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

所員用エアロックの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

#### 4.2.2 許容応力

所員用エアロックの許容応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、表 4-2 に示すとおりとする。

#### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

所員用エアロックの使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |         | 機器名称     | 機器等の区分      | 荷重の組合せ*1              |                      | 許容応力状態   |
|---------|---------|----------|-------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 原子炉格納施設 | 原子炉格納容器 | 所員用エアロック | 重大事故等クラス2容器 | $D + P_{SA} + M_{SA}$ | (V(S)-1)<br>(V(S)-2) | 重大事故等時*2 |

注記\*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-2 許容応力 (第2種容器)

| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | 一次一般膜応力   | 一次膜応力+一次曲げ応力  |
|--------------------|---|---------------|
| 重大事故等時*            | 構造上の連続な部分は $0.6 \cdot S_u$ 、不連続な部分は $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。ただし、ASS及びHNAについては、構造上の連続な部分は $2 \cdot S$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方、不連続な部分は $1.2 \cdot S$ とする。 | 左欄の<br>1.5倍の値 |

注記\*：重大事故等時として $IV_A$ の許容限界を用いる。

表4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材  | 材料                | 温度条件<br>(°C) |     | S<br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (R T)<br>(MPa) |
|---|-------------------|--------------|-----|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
|   |                   | 周囲環境<br>温度   |     |            |                         |                         |                               |
| 内外扉垂直部材,<br>内外扉水平部材,<br>内外隔壁外側水平部材,<br>内外隔壁内側垂直部材及び<br>内外隔壁内側水平部材 | SGV49<br>(SGV480) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | 225                     | 421                     | —                             |
| 所員用エアロック取付部   | SPV50<br>(SPV490) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | 416                     | 545                     | —                             |

#### 4.2.4 設計荷重

(1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

内圧  $P_{SA}$                       854kPa (SA 短期)

温度  $T_{SA}$                       200℃ (SA 短期)

#### 4.3 計算方法

所員用エアロックの応力評価点は、所員用エアロックを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-4 及び図 4-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

応力評価点 P6～P8 は既工認の各荷重による応力を比倍（圧力比等）し評価する。

表 4-4 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点       |
|---------|-------------|
| P1      | 内外扉垂直部材     |
| P2      | 内外扉水平部材     |
| P3      | 内外隔壁外側水平部材  |
| P4      | 内外隔壁内側垂直部材  |
| P5      | 内外隔壁内側水平部材  |
| P6～P8   | 所員用エアロック取付部 |



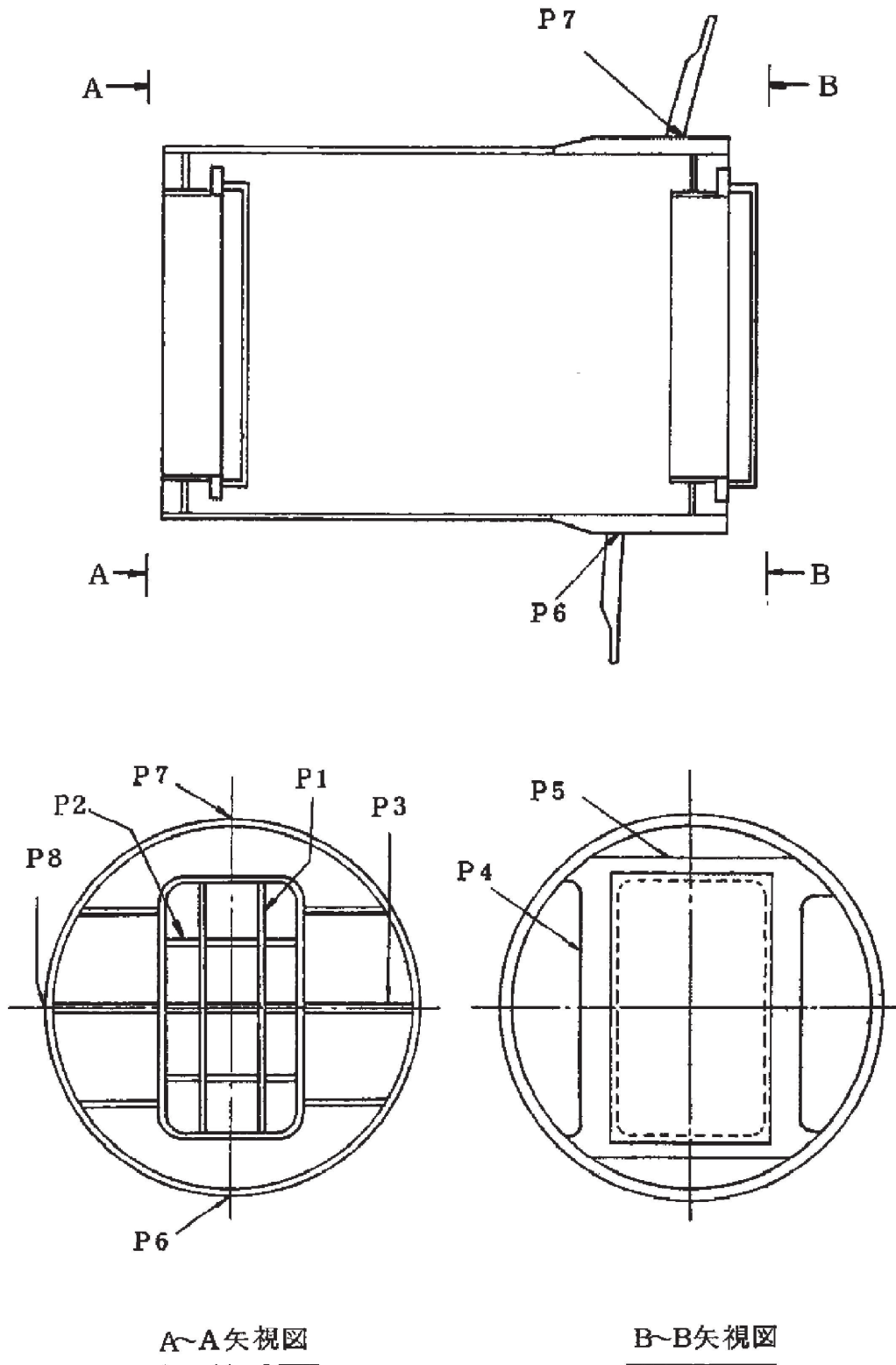


図 4-1 所員用エアロックの応力評価点

#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

所員用エアロックの重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>)

| 評価対象設備       | 評価部位 |             | 応力分類         | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|--------------|------|-------------|--------------|--------|------|----|----|
|              |      |             |              | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|              |      |             |              | MPa    | MPa  |    |    |
| 所員用エアロ<br>ック | P1   | 内外扉垂直部材     | 応力強さ         | 35     | 379  | ○  |    |
|              | P2   | 内外扉水平部材     | 応力強さ         | 148    | 379  | ○  |    |
|              | P3   | 内外隔壁外側水平部材  | 応力強さ         | 198    | 379  | ○  |    |
|              | P4   | 内外隔壁内側垂直部材  | 応力強さ         | 113    | 379  | ○  |    |
|              | P5   | 内外隔壁内側水平部材  | 応力強さ         | 258    | 379  | ○  |    |
|              | P6   | 所員用エアロック取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 139    | 490  | ○  |    |
|              | P7   | 所員用エアロック取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 153    | 490  | ○  |    |
|              | P8   | 所員用エアロック取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 145    | 490  | ○  |    |

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-1-6 所員用エアロックの強度計算書」

VI-3-3-6-1-4 原子炉格納容器配管貫通部及び電気配線貫通部の強度  
計算書

## 目 次

- VI-3-3-6-1-4-1 原子炉格納容器配管貫通部の基本板厚計算書
- VI-3-3-6-1-4-2 原子炉格納容器配管貫通部の強度計算書
- VI-3-3-6-1-4-3 原子炉格納容器配管貫通部ベローズの強度計算書
- VI-3-3-6-1-4-4 原子炉格納容器電気配線貫通部の基本板厚計算書
- VI-3-3-6-1-4-5 原子炉格納容器電気配線貫通部の強度計算書

VI-3-3-6-1-4-1 原子炉格納容器配管貫通部の基本板厚計算書



- (1) 原子炉格納容器配管貫通部（既設）の基本板厚計算書
- (2) 原子炉格納容器配管貫通部（X-91, X-92, X-93, X-106B, X-230, X-231, X-233, X-243 及び X-281）の基本板厚計算書

(1) 原子炉格納容器配管貫通部（既設）の基本板厚計算書

## 目次

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1. 一般事項                     | 1  |
| 1.1 概要                      | 1  |
| 1.2 適用基準                    | 1  |
| 1.3 計算精度と数値の丸め方             | 2  |
| 2. 設計条件                     | 3  |
| 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度 | 3  |
| 2.2 材料及び許容応力                | 5  |
| 3. 原子炉格納容器配管貫通部の基本板厚計算      | 6  |
| 3.1 スリーブ及び管                 | 6  |
| 3.2 端板                      | 21 |
| 3.3 穴あき端板                   | 26 |
| 3.3.1 二重管型貫通部               | 27 |
| 3.3.2 計装用貫通部                | 40 |
| 3.4 ボルト締め端板 (X-5 に付く端板)     | 46 |
| 3.5 鏡板                      | 48 |
| 3.6 フランジ                    | 50 |
| 3.6.1 評価部位                  | 50 |
| 3.6.2 強度評価                  | 52 |
| 3.6.3 計算方法                  | 55 |
| 3.6.4 計算条件                  | 55 |
| 3.6.5 応力の評価                 | 55 |
| 3.6.6 評価結果                  | 55 |
| 3.7 穴の補強計算                  | 59 |
| 4. 参照図書                     | 79 |

## 1. 一般事項

### 1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器配管貫通部の基本板厚計算書である。

原子炉格納容器配管貫通部は、設計基準対象施設の原子炉格納容器配管貫通部を重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス2容器として添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス2容器の強度計算方法」に準じて、原子炉格納容器配管貫通部の構造強度評価を示す。

### 1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

### 1.3 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表 1-1 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  |          | 単位              | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁        |
|--------|----------|-----------------|----------|------|------------|
| 圧力     |          | MPa             | —        | —    | 小数点以下第2位*3 |
| 圧力     |          | kPa             | —        | —    | 整数位        |
| 温度     |          | ℃               | —        | —    | 整数位        |
| 許容応力*1 |          | MPa             | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位        |
| 算出応力   |          | MPa             | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位        |
| 長さ     | 下記以外の長さ  | mm              | 小数点以下第1位 | 四捨五入 | 整数位*4      |
|        | 計算上必要な厚さ | mm              | 小数点以下第2位 | 切上げ  | 小数点以下第1位   |
|        | 最小厚さ     | mm              | 小数点以下第2位 | 切捨て  | 小数点以下第1位   |
| 面積     | 下記以外の面積  | mm <sup>2</sup> | 有効数字4桁目  | 四捨五入 | 有効数字3桁*2   |
|        | 必要な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字4桁目  | 切上げ  | 有効数字3桁*2   |
|        | 有効な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字4桁目  | 切捨て  | 有効数字3桁*2   |

注記\*1：告示第501号別表に記載された温度の間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

\*2：絶対値が1000以上のときはべき数表示とする。

\*3：必要に応じて小数点以下第1位又は小数点以下第3位を用いる。

\*4：必要に応じて小数点以下第1位又は小数点以下第2位を用いる。

2. 設計条件

2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

以下の条件と異なるスリーブの設計条件を表 2-1～表 2-3 に示す。

内圧  $P_{SA}$                       854kPa (SA 後)

温度  $T_{SA}$                       200℃ (SA 後)

表 2-1 設計条件の異なるスリーブ (ドライウエル)

| 貫通部番号              | 評価圧力        |           | 評価温度<br>(℃) |
|--------------------|-------------|-----------|-------------|
|                    | 内圧          | 外圧        |             |
| X-20, 21           | 13.8 (MPa)  | —         | 200         |
| X-30A, B           | 3.73 (MPa)  | —         | 200         |
| X-51               | 0.981 (MPa) | —         | 200         |
| X-60               | 1.37 (MPa)  | —         | 200         |
| X-61A, B, X-62A, B | 1.18 (MPa)  | —         | 200         |
| X-70               | 0.863 (MPa) | —         | 200         |
| X-151A, B          | —           | 854 (kPa) | 200         |

表 2-2 設計条件の異なるベローズ付貫通部及び二重管型貫通部の端板と管 (ドライウエル)

(その 1)

| 貫通部番号    | 評価圧力      |             | 評価温度(℃) |     |
|----------|-----------|-------------|---------|-----|
|          | 端板        | 管           | 端板      | 管   |
| X-10A～D  | 854 (kPa) | 10.34 (MPa) | 315     | 315 |
| X-11     | 854 (kPa) | 10.34 (MPa) | 315     | 315 |
| X-12A, B | 854 (kPa) | 10.34 (MPa) | 315     | 315 |
| X-13A, B | 854 (kPa) | 10.34 (MPa) | 315     | 315 |
| X-14     | 854 (kPa) | 10.40 (MPa) | 315     | 315 |
| X-22     | 854 (kPa) | 10.34 (MPa) | 315     | 315 |
| X-31A～C  | 854 (kPa) | 10.34 (MPa) | 315     | 315 |
| X-32A, B | 854 (kPa) | 10.40 (MPa) | 315     | 315 |
| X-33A, B | 854 (kPa) | 10.34 (MPa) | 315     | 315 |
| X-34     | 854 (kPa) | 10.34 (MPa) | 315     | 315 |
| X-35     | 854 (kPa) | 10.34 (MPa) | 315     | 315 |
| X-36     | 854 (kPa) | 10.34 (MPa) | 315     | 315 |
| X-37     | 854 (kPa) | 10.34 (MPa) | 315     | 315 |
| X-50     | 854 (kPa) | 10.34 (MPa) | 315     | 315 |

表 2-2 設計条件の異なるベローズ付貫通部及び二重管型貫通部の端板と管（ドライウェル）  
（その 2）

| 貫通部番号     | 評価圧力      |              | 評価温度(°C) |     |
|-----------|-----------|--------------|----------|-----|
|           | 端板        | 管            | 端板       | 管   |
| X-52      | 854 (kPa) | 981 (kPa)    | 200      | 200 |
| X-63      | 854 (kPa) | 1. 27 (MPa)  | 200      | 200 |
| X-64      | 854 (kPa) | 1. 27 (MPa)  | 200      | 200 |
| X-71      | 854 (kPa) | 863 (kPa)    | 200      | 200 |
| X-72A, B  | 854 (kPa) | 1. 77 (MPa)  | 200      | 200 |
| X-73      | 854 (kPa) | 1. 77 (MPa)  | 200      | 200 |
| X-130A~D  | 854 (kPa) | 10. 34 (MPa) | 315      | 315 |
| X-131     | 854 (kPa) | 10. 34 (MPa) | 315      | 315 |
| X-132A~D  | 854 (kPa) | 10. 34 (MPa) | 315      | 315 |
| X-133A~D  | 854 (kPa) | 10. 34 (MPa) | 315      | 315 |
| X-134A~D  | 854 (kPa) | 10. 34 (MPa) | 315      | 315 |
| X-135A~D  | 854 (kPa) | 10. 34 (MPa) | 315      | 315 |
| X-136A, B | 854 (kPa) | 10. 40 (MPa) | 315      | 315 |
| X-137A~D  | 854 (kPa) | 10. 34 (MPa) | 315      | 315 |
| X-138     | 854 (kPa) | 10. 34 (MPa) | 315      | 315 |
| X-139A, B | 854 (kPa) | 10. 34 (MPa) | 315      | 315 |
| X-140A, B | 854 (kPa) | 10. 34 (MPa) | 315      | 315 |
| X-154     | 854 (kPa) | 10. 34 (MPa) | 315      | 315 |

表 2-3 設計条件の異なるスリーブ（サプレッションチェンバ）

| 貫通部番号         | 評価圧力         |    | 評価温度<br>(°C) |
|---------------|--------------|----|--------------|
|               | 内圧           | 外圧 |              |
| X-210A~H, J~L | 4. 71 (MPa)  | —  | 262          |
| X-213A, B     | 3. 73 (MPa)  | —  | 200          |
| X-222         | 0. 981 (MPa) | —  | 200          |
| X-270A~F      | 0. 863 (MPa) | —  | 200          |

## 2.2 材料及び許容応力

### (1) 材料

使用する材料を表 2-3 に示す。なお、フランジについては「3.6 フランジ」に示す。

### (2) 許容引張応力

使用材料の許容引張応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値の 0.6 倍とする。なお、スリーブの外圧評価における使用材料の許容引張応力は、告示第 5 0 1 号別表第 4 に規定されている値とする。使用材料の許容引張応力を表 2-4 に示す。

表 2-4 使用材料表

| 使用部位 | 使用材料              | 温度条件<br>(°C) | 許容引張応力 (MPa)         |          | 備考 |
|------|-------------------|--------------|----------------------|----------|----|
|      |                   |              | $0.6 \cdot S_u^{*1}$ | $S^{*2}$ |    |
| スリーブ | SGV49<br>(SGV480) | 200          | 253                  | —        |    |
|      | STS42<br>(STS410) | 200          | 242                  | 113      |    |
|      |                   | 262          | 242                  | —        |    |
|      | SUS316LTP         | 200          | 244                  | —        |    |
| 315  |                   | 223          | —                    |          |    |
| 端板   | SFVC2B            | 200          | 263                  | —        |    |
|      |                   | 315          | 263                  | —        |    |
|      | SGV49<br>(SGV480) | 200          | 253                  | —        |    |
|      | SUSF316L          | 200          | 229                  | —        |    |
|      |                   | 315          | 209                  | —        |    |
|      | SUS316L           | 200          | 244                  | —        |    |
| 315  |                   | 223          | —                    |          |    |
| 管    | SFVC2B            | 315          | 263                  | —        |    |
|      | STS42<br>(STS410) | 200          | 242                  | —        |    |
|      |                   | 200          | 244                  | —        |    |
|      | SUS316LTP         | 200          | 244                  | —        |    |
| 315  |                   | 223          | —                    |          |    |

注記\*1：許容引張応力  $S$  は  $0.6 \cdot S_u$  とする。ここで、 $S_u$  は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。

\*2：許容引張応力  $S$  は告示第 5 0 1 号別表第 4 に規定されている値である。



3. 原子炉格納容器配管貫通部の基本板厚計算

「2. 設計条件」に示す重大事故等時の条件に基づき、原子炉格納容器配管貫通部各部の板厚計算を行った結果を以下に示す。

3.1 スリーブ及び管

スリーブ及び管の形状を図3-1に示し、各寸法を表3-1～表3-5に示す。

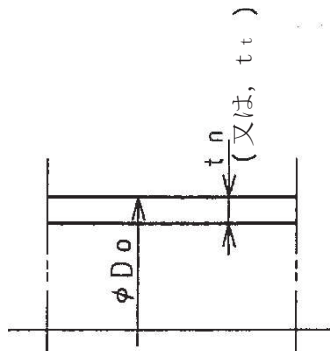


図3-1 スリーブ及び管の形状

(1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示           | 表示内容       | 単位 |
|----------------|------------------|------------|----|
| t              | t                | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R</sub>   | 計算上必要な厚さ   | mm |
|                | t <sub>R</sub> ' | 規格上必要な最小厚さ | mm |

(2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第26条第1項第1号）

スリーブ及び管の内圧に対する必要厚さの算出式を以下に示し、計算結果を表3-1～表3-4に示す。

$$t_R = \frac{P \cdot D_0}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

(3) 外圧に対する厚さ（告示第501号第26条第1項第2号）

貫通部の外圧に対するスリーブ及び管の必要厚さの評価結果を表3-5に示す。

(4) 結論

内圧を受けるスリーブ及び管の最小厚さは必要厚さより大きく、また、外圧を受けるスリーブ及び管の最小厚さは必要厚さより大きいので、告示第501号の要求を満足している。

表 3-1 スリーブの板厚計算結果（ドライウエル）（その 1）

|  |  |                |                        |                |  |
|--|--|----------------|------------------------|----------------|--|
| 貫通部番号  | X-5,<br>X-150,<br>X-152A~D,<br>X-153,<br>X-155 | X-10A~D        | X-11,<br>X-63,<br>X-64 | X-12A, B       | X-13A, B, X-22,<br>X-52, X-71,<br>X-72A, B, X-73 |
| 材料   | STS42 (STS410)                                 | SGV49 (SGV480) | STS42 (STS410)         | SGV49 (SGV480) | STS42 (STS410)                                   |
| 最高使用圧力 P (MPa)                                 | 0.854  | 0.854          | 0.854                  | 0.854          | 0.854  |
| 最高使用温度 (°C)                                    | 200  | 200            | 200                    | 200            | 200  |
| 管台の外径 D <sub>o</sub> (mm)                      | 318.5  | 1066.8         | 457.2                  | 914.4          | 165.2  |
| 許容引張応力 S <sup>*1</sup> (MPa)                   | 242  | 253            | 242                    | 253            | 242  |
| 継手効率 η   | 1.00   | 1.00           | 1.00                   | 1.00           | 1.00   |
| 継手の種類  | 継手無し   | 突合せ両側溶接        | 継手無し                   | 突合せ両側溶接        | 継手無し   |
| 放射線検査の有無                                       | —  | 有り             | —                      | 有り             | —  |
| 計算上必要な厚さ t <sub>R</sub> (mm)                   | 0.6  | 1.8            | 0.8                    | 1.6            | 0.3  |
| 必要厚さ <sup>*2</sup> t <sub>R</sub> ' (mm)       | 3.8  | 3.8            | 3.8                    | 3.8            | 3.8  |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 t (mm) | 3.8  | 3.8            | 3.8                    | 3.8            | 3.8  |
| 呼び厚さ t <sub>p</sub> (mm)                       |  |                |                        |                |  |
| 最小厚さ t <sub>pm</sub> (mm)                      |  |                |                        |                |  |
| 評価: t <sub>pm</sub> ≥ t であること。                 | ○  | ○              | ○                      | ○              | ○  |

注記\*1: Sは 0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2: 告示第 5 0 1 号第 26 条第 1 項第 3 号による必要厚さ。

表 3-1 スリーブの板厚計算結果（ドライウエル）（その 2）

| 貫通部番号                                   |                       | X-14              | X-20      | X-20(予備)  | X-21      | X-21(予備)  | X-30A, B          |
|---|-----------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| 材料                                      |                       | STS42<br>(STS410) | SUS316LTP | SUS316LTP | SUS316LTP | SUS316LTP | STS42<br>(STS410) |
| 最高使用圧力                                  | P (MPa)               | 0.854             | 13.8      | 0.854     | 13.8      | 0.854     | 3.73              |
| 最高使用温度                                  | (°C)                  | 200               | 200       | 200       | 200       | 200       | 200               |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub> (mm)   | 216.3             | 42.7      | 42.7      | 34.0      | 34.0      | 267.4             |
| 許容引張応力                                  | S <sup>*1</sup> (MPa) | 242               | 244       | 244       | 244       | 244       | 242               |
| 継手効率                                    | η                     | 1.00              | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00              |
| 継手の種類                                   |                       | 継手無し              | 継手無し      | 継手無し      | 継手無し      | 継手無し      | 継手無し              |
| 放射線検査の有無                                |                       | —                 | —         | —         | —         | —         | —                 |
| 計算上必要な厚さ                                | t <sub>R</sub> (mm)   | 0.4               | 1.2       | 0.1       | 1.0       | 0.1       | 2.1               |
| 必要厚さ <sup>*2</sup>                      | t <sub>R</sub> ' (mm) | 3.8               | —         | —         | —         | —         | 3.8               |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t (mm)                | 3.8               | 1.2       | 0.1       | 1.0       | 0.1       | 3.8               |
| 呼び厚さ                                    | t <sub>p</sub> (mm)   |                   |           |           |           |           |                   |
| 最小厚さ                                    | t <sub>pm</sub> (mm)  |                   |           |           |           |           |                   |
| 評価：t <sub>pm</sub> ≥ t であること。           |                       | ○                 | ○         | ○         | ○         | ○         | ○                 |

注記\*1：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2：告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。

表 3-1 スリーブの板厚計算結果（ドライウェル）（その 3）

| 貫通部番号  | X-31A~C,<br>X-34,<br>X-35 | X-32A, B          | X-33A, B          | X-36,<br>X-37     | X-50,<br>X-80,<br>X-81 | X-51              |
|--|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| 材料   | SGV49<br>(SGV480)         | SGV49<br>(SGV480) | SGV49<br>(SGV480) | STS42<br>(STS410) | STS42<br>(STS410)      | STS42<br>(STS410) |
| 最高使用圧力 P (MPa)                                 | 0.854                     | 0.854             | 0.854             | 0.854             | 0.854                  | 0.981             |
| 最高使用温度 (°C)                                    | 200                       | 200               | 200               | 200               | 200                    | 200               |
| 管台の外径 D <sub>o</sub> (mm)                      | 660.4                     | 711.2             | 762.0             | 508.0             | 609.6                  | 89.1              |
| 許容引張応力 S <sup>*1</sup> (MPa)                   | 253                       | 253               | 253               | 242               | 242                    | 242               |
| 継手効率 η   | 1.00                      | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00                   | 1.00              |
| 継手の種類  | 突合せ両側溶接                   | 突合せ両側溶接           | 突合せ両側溶接           | 継手無し              | 継手無し                   | 継手無し              |
| 放射線検査の有無                                       | 有り                        | 有り                | 有り                | —                 | —                      | —                 |
| 計算上必要な厚さ t <sub>R</sub> (mm)                   | 1.2                       | 1.2               | 1.3               | 0.9               | 1.1                    | 0.2               |
| 必要厚さ <sup>*2</sup> t <sub>R</sub> ' (mm)       | 3.8                       | 3.8               | 3.8               | 3.8               | 3.8                    | 3.0               |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 t (mm) | 3.8                       | 3.8               | 3.8               | 3.8               | 3.8                    | 3.0               |
| 呼び厚さ t <sub>p</sub> (mm)                       |                           |                   |                   |                   |                        |                   |
| 最小厚さ t <sub>pm</sub> (mm)                      |                           |                   |                   |                   |                        |                   |
| 評価：t <sub>pm</sub> ≥ t であること。                  | ○                         | ○                 | ○                 | ○                 | ○                      | ○                 |

注記\*1：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2：告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。

表 3-1 スリーブの板厚計算結果（ドライウェル）（その 4）

| 貫通部番号                                   |                       | X-60          | X-61A, B,<br>X-62A, B | X-70          | X-82A, B,<br>X-131,<br>X-132A~D,<br>X-133A~D,<br>X-134A~D,<br>X-154 | X-90, X-130A~D,<br>X-135A~D, X-136A, B,<br>X-137A~D, X-138,<br>X-139A, B, X-140A, B,<br>X-190A, B, X-191A, B |
|---|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|---|--|
| 材料                                      |                       | STS42(STS410) | STS42(STS410)         | STS42(STS410) | STS42(STS410)   | STS42(STS410)  |
| 最高使用圧力                                  | P (MPa)               | 1.37          | 1.18                  | 0.863         | 0.854   | 0.854  |
| 最高使用温度                                  | (°C)                  | 200           | 200                   | 200           | 200   | 200  |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub> (mm)   | 89.1          | 165.2                 | 89.1          | 114.3   | 406.4  |
| 許容引張応力                                  | S <sup>*1</sup> (MPa) | 242           | 242                   | 242           | 242   | 242  |
| 継手効率                                    | η                     | 1.00          | 1.00                  | 1.00          | 1.00  | 1.00   |
| 継手の種類                                   |                       | 継手無し          | 継手無し                  | 継手無し          | 継手無し  | 継手無し   |
| 放射線検査の有無                                |                       | —             | —                     | —             | —   | —  |
| 計算上必要な厚さ                                | t <sub>R</sub> (mm)   | 0.3           | 0.4                   | 0.2           | 0.2   | 0.8  |
| 必要厚さ <sup>*2</sup>                      | t <sub>R</sub> ' (mm) | 3.0           | 3.8                   | 3.0           | 3.4   | 3.8  |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t (mm)                | 3.0           | 3.8                   | 3.0           | 3.4   | 3.8  |
| 呼び厚さ                                    | t <sub>p</sub> (mm)   |               |                       |               |   |  |
| 最小厚さ                                    | t <sub>pm</sub> (mm)  |               |                       |               |   |  |
| 評価：t <sub>pm</sub> ≥ t であること。           |                       | ○             | ○                     | ○             | ○   | ○  |

注記\*1：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2：告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。

表 3-1 スリーブの板厚計算結果 (ドライウエル) (その 5)

|   |                    |       |       |
|---|--------------------|-------|-------|
| 貫通部番号                                   | X-160A~D,<br>X-161 |       |       |
| 材料                                      | STS42(STS410)      |       |       |
| 最高使用圧力                                  | P                  | (MPa) | 0.854 |
| 最高使用温度                                  |                    | (°C)  | 200   |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub>     | (mm)  | 48.6  |
| 許容引張応力                                  | S <sup>*1</sup>    | (MPa) | 242   |
| 継手効率                                    | η                  |       | 1.00  |
| 継手の種類                                   | 継手無し               |       |       |
| 放射線検査の有無                                | —                  |       |       |
| 計算上必要な厚さ                                | t <sub>R</sub>     | (mm)  | 0.1   |
| 必要厚さ <sup>*2</sup>                      | t <sub>R</sub> '   | (mm)  | 2.2   |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t                  | (mm)  | 2.2   |
| 呼び厚さ                                    | t <sub>p</sub>     | (mm)  |       |
| 最小厚さ                                    | t <sub>pm</sub>    | (mm)  |       |
| 評価: t <sub>pm</sub> ≥ t であること。          | ○                  |       |       |

注記\*1: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2: 告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。

表 3-2 スリーブの板厚計算結果 (サブプレッションチェンバ) (その 1)

| 貫通部番号                                   |                       | X-202A~F       | X-203A~H       | X-204,<br>X-212,<br>X-223 | X-205A, B      | X-210A~H,<br>J~L |
|---|-----------------------|----------------|----------------|---------------------------|----------------|------------------|
| 材料                                      |                       | SGV49 (SGV480) | SGV49 (SGV480) | STS42 (STS410)            | STS42 (STS410) | STS42 (STS410)   |
| 最高使用圧力                                  | P (MPa)               | 0.854          | 0.854          | 0.854                     | 0.854          | 4.71             |
| 最高使用温度                                  | (°C)                  | 200            | 200            | 200                       | 200            | 262              |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub> (mm)   | 768.0          | 55.0           | 60.5                      | 216.3          | 267.4            |
| 許容引張応力                                  | S <sup>*1</sup> (MPa) | 253            | 253            | 242                       | 242            | 242              |
| 継手効率                                    | η                     | 1.00           | 1.00           | 1.00                      | 1.00           | 1.00             |
| 継手の種類                                   |                       | 突合せ両側溶接        | 継手無し           | 継手無し                      | 継手無し           | 継手無し             |
| 放射線検査の有無                                |                       | 有り             | —              | —                         | —              | —                |
| 計算上必要な厚さ                                | t <sub>R</sub> (mm)   | 1.3            | 0.1            | 0.1                       | 0.4            | 2.6              |
| 必要厚さ <sup>*2</sup>                      | t <sub>R</sub> ' (mm) | 3.8            | 2.2            | 2.4                       | 3.8            | 3.8              |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t (mm)                | 3.8            | 2.2            | 2.4                       | 3.8            | 3.8              |
| 呼び厚さ                                    | t <sub>p</sub> (mm)   |                |                |                           |                |                  |
| 最小厚さ                                    | t <sub>pm</sub> (mm)  |                |                |                           |                |                  |
| 評価: t <sub>pm</sub> ≥ t であること。          |                       | ○              | ○              | ○                         | ○              | ○                |

注記\*1: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2: 告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。

表 3-2 スリーブの板厚計算結果 (サブプレッションチェンバ) (その 2)

| 貫通部番号                                   |                       | X-213A, B      | X-214A~C,<br>X-217,<br>X-219 | X-215A, B,     | X-218,<br>X-220 | X-221,<br>X-232A, B,<br>X-241,<br>X-242 | X-222          |
|---|-----------------------|----------------|------------------------------|----------------|-----------------|---|----------------|
| 材料                                      |                       | STS42 (STS410) | STS42 (STS410)               | STS42 (STS410) | STS42 (STS410)  | STS42 (STS410)                          | STS42 (STS410) |
| 最高使用圧力                                  | P (MPa)               | 3.73           | 0.854                        | 0.854          | 0.854           | 0.854                                   | 0.981          |
| 最高使用温度                                  | (°C)                  | 200            | 200                          | 200            | 200             | 200                                     | 200            |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub> (mm)   | 114.3          | 508.0                        | 318.5          | 267.4           | 165.2                                   | 318.5          |
| 許容引張応力                                  | S <sup>*1</sup> (MPa) | 242            | 242                          | 242            | 242             | 242                                     | 242            |
| 継手効率                                    | η                     | 1.00           | 1.00                         | 1.00           | 1.00            | 1.00                                    | 1.00           |
| 継手の種類                                   |                       | 継手無し           | 継手無し                         | 継手無し           | 継手無し            | 継手無し                                    | 継手無し           |
| 放射線検査の有無                                |                       | —              | —                            | —              | —               | —                                       | —              |
| 計算上必要な厚さ                                | t <sub>R</sub> (mm)   | 0.9            | 0.9                          | 0.6            | 0.5             | 0.3                                     | 0.7            |
| 必要厚さ <sup>*2</sup>                      | t <sub>R</sub> ' (mm) | 3.4            | 3.8                          | 3.8            | 3.8             | 3.8                                     | 3.8            |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t (mm)                | 3.4            | 3.8                          | 3.8            | 3.8             | 3.8                                     | 3.8            |
| 呼び厚さ                                    | t <sub>p</sub> (mm)   |                |                              |                |                 |   |                |
| 最小厚さ                                    | t <sub>pm</sub> (mm)  |                |                              |                |                 |   |                |
| 評価: t <sub>pm</sub> ≥ t であること。          |                       | ○              | ○                            | ○              | ○               | ○                                       | ○              |

注記\*1: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2: 告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。



表 3-2 スリーブの板厚計算結果 (サブプレッションチェンバ) (その 3)

|   |                       |               |   |           |                        |
|---|-----------------------|---------------|---|-----------|------------------------|
| 貫通部番号                                   |                       | X-240         | X-260A, B, X-261A, B,<br>X-262A, B, X-263,<br>X-271A, B, X-272B, D, F | X-270A~F  | X-272A, C, E,<br>X-280 |
| 材料                                      |                       | STS42(STS410) | SUS316LTP   | SUS316LTP | SUS316LTP              |
| 最高使用圧力                                  | P (MPa)               | 0.854         | 0.854   | 0.863     | 0.854                  |
| 最高使用温度                                  | (°C)                  | 200           | 200   | 200       | 200                    |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub> (mm)   | 114.3         | 27.2  | 27.2      | 34.0                   |
| 許容引張応力                                  | S <sup>*1</sup> (MPa) | 242           | 244   | 244       | 244                    |
| 継手効率                                    | $\eta$                | 1.00          | 1.00  | 1.00      | 1.00                   |
| 継手の種類                                   |                       | 継手無し          | 継手無し  | 継手無し      | 継手無し                   |
| 放射線検査の有無                                |                       | —             | —   | —         | —                      |
| 計算上必要な厚さ                                | t <sub>R</sub> (mm)   | 0.2           | 0.1   | 0.1       | 0.1                    |
| 必要厚さ <sup>*2</sup>                      | t <sub>R</sub> ' (mm) | 3.4           | —   | —         | —                      |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t (mm)                | 3.4           | 0.1   | 0.1       | 0.1                    |
| 呼び厚さ                                    | t <sub>p</sub> (mm)   |               |   |           |                        |
| 最小厚さ                                    | t <sub>pm</sub> (mm)  |               |   |           |                        |
| 評価: t <sub>pm</sub> ≥ t であること。          |                       | ○             | ○   | ○         | ○                      |

注記\*1: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2: 告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。

表 3-3 管の板厚計算結果 (ドライウェル) (その 1)

| 貫通部番号  | X-10A~D | X-11   | X-12A, B | X-13A, B  | X-14      | X-22      | X-31A~C |
|--|---------|--------|----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 材料   | SFVC2B  | SFVC2B | SFVC2B   | SUS316LTP | SUS316LTP | SUS316LTP | SFVC2B  |
| 最高使用圧力 P (MPa)                                 | 10.34   | 10.34  | 10.34    | 10.34     | 10.40     | 10.34     | 10.34   |
| 最高使用温度 (°C)                                    | 315     | 315    | 315      | 315       | 315       | 315       | 315     |
| 管台の外径 D <sub>o</sub> (mm)                      | 609.6   | 89.1   | 457.2    | 27.2      | 27.2      | 48.6      | 267.4   |
| 許容引張応力 S* <sup>1</sup> (MPa)                   | 263     | 263    | 263      | 223       | 223       | 223       | 263     |
| 継手効率 η   | 1.00    | 1.00   | 1.00     | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00    |
| 継手の種類  | 継手無し    | 継手無し   | 継手無し     | 継手無し      | 継手無し      | 継手無し      | 継手無し    |
| 放射線検査の有無                                       | —       | —      | —        | —         | —         | —         | —       |
| 計算上必要な厚さ t <sub>R</sub> (mm)                   | 11.8    | 1.8    | 8.9      | 0.7       | 0.7       | 1.1       | 5.2     |
| 必要厚さ* <sup>2</sup> t <sub>R</sub> ' (mm)       | 3.8     | 3.0    | 3.8      | —         | —         | —         | 3.8     |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 t (mm) | 11.8    | 3.0    | 8.9      | 0.7       | 0.7       | 1.1       | 5.2     |
| 呼び厚さ t <sub>p</sub> (mm)                       |         |        |          |           |           |           |         |
| 最小厚さ t <sub>pm</sub> (mm)                      |         |        |          |           |           |           |         |
| 評価: t <sub>pm</sub> ≥ t であること。                 | ○       | ○      | ○        | ○         | ○         | ○         | ○       |

注記\*1: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2: 告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。

表 3-3 管の板厚計算結果 (ドライウエル) (その 2)

| 貫通部番号                                   |                       | X-32A, B | X-33A, B | X-34   | X-35   | X-36   | X-37   | X-50   |
|---|-----------------------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 材料                                      |                       | SFVC2B   | SFVC2B   | SFVC2B | SFVC2B | SFVC2B | SFVC2B | SFVC2B |
| 最高使用圧力                                  | P (MPa)               | 10.40    | 10.34    | 10.34  | 10.34  | 10.34  | 10.34  | 10.34  |
| 最高使用温度                                  | (°C)                  | 315      | 315      | 315    | 315    | 315    | 315    | 315    |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub> (mm)   | 318.5    | 355.6    | 267.4  | 267.4  | 114.3  | 114.3  | 216.3  |
| 許容引張応力                                  | S <sup>*1</sup> (MPa) | 263      | 263      | 263    | 263    | 263    | 263    | 263    |
| 継手効率                                    | η                     | 1.00     | 1.00     | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   |
| 継手の種類                                   |                       | 継手無し     | 継手無し     | 継手無し   | 継手無し   | 継手無し   | 継手無し   | 継手無し   |
| 放射線検査の有無                                |                       | —        | —        | —      | —      | —      | —      | —      |
| 計算上必要な厚さ                                | t <sub>R</sub> (mm)   | 6.2      | 6.9      | 5.2    | 5.2    | 2.3    | 2.3    | 4.2    |
| 必要厚さ <sup>*2</sup>                      | t <sub>R</sub> ' (mm) | 3.8      | 3.8      | 3.8    | 3.8    | 3.4    | 3.4    | 3.8    |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t (mm)                | 6.2      | 6.9      | 5.2    | 5.2    | 3.4    | 3.4    | 4.2    |
| 呼び厚さ                                    | t <sub>p</sub> (mm)   |          |          |        |        |        |        |        |
| 最小厚さ                                    | t <sub>pm</sub> (mm)  |          |          |        |        |        |        |        |
| 評価: t <sub>pm</sub> ≥ t であること。          |                       | ○        | ○        | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      |

注記\*1: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2: 告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。

表 3-3 管の板厚計算結果 (ドライウエル) (その 3)

| 貫通部番号                                   |                       | X-52      | X-63              | X-64              | X-71      | X-72A, B  | X-73      |
|---|-----------------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| 材料                                      |                       | SUS316LTP | STS42<br>(STS410) | STS42<br>(STS410) | SUS316LTP | SUS316LTP | SUS316LTP |
| 最高使用圧力                                  | P (MPa)               | 0.981     | 1.27              | 1.27              | 0.863     | 1.77      | 1.77      |
| 最高使用温度                                  | (°C)                  | 200       | 200               | 200               | 200       | 200       | 200       |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub> (mm)   | 76.3      | 216.3             | 216.3             | 60.5      | 60.5      | 60.5      |
| 許容引張応力                                  | S <sup>*1</sup> (MPa) | 244       | 242               | 242               | 244       | 244       | 244       |
| 継手効率                                    | η                     | 1.00      | 1.00              | 1.00              | 1.00      | 1.00      | 1.00      |
| 継手の種類                                   |                       | 継手無し      | 継手無し              | 継手無し              | 継手無し      | 継手無し      | 継手無し      |
| 放射線検査の有無                                |                       | —         | —                 | —                 | —         | —         | —         |
| 計算上必要な厚さ                                | t <sub>R</sub> (mm)   | 0.2       | 0.6               | 0.6               | 0.1       | 0.3       | 0.3       |
| 必要厚さ <sup>*2</sup>                      | t <sub>R</sub> ' (mm) | —         | 3.8               | 3.8               | —         | —         | —         |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t (mm)                | 0.2       | 3.8               | 3.8               | 0.1       | 0.3       | 0.3       |
| 呼び厚さ                                    | t <sub>p</sub> (mm)   |           |                   |                   |           |           |           |
| 最小厚さ                                    | t <sub>pm</sub> (mm)  |           |                   |                   |           |           |           |
| 評価: t <sub>pm</sub> ≥ t であること。          |                       | ○         | ○                 | ○                 | ○         | ○         | ○         |

注記\*1: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2: 告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。

表 3-3 管の板厚計算結果 (ドライウエル) (その 4)

| 貫通部番号  | 計装管台      |           |           | 計装管台<br>(予備) |
|--|-----------|-----------|-----------|--------------|
| 材料   | SUS316LTP | SUS316LTP | SUS316LTP | SUS316LTP    |
| 最高使用圧力 P (MPa)                                 | 0.854     | 10.4      | 0.854     | 0.854        |
| 最高使用温度 (°C)                                    | 200       | 315       | 200       | 200          |
| 管台の外径 D <sub>o</sub> (mm)                      | 27.2      | 27.2      | 34.0      | 27.2         |
| 許容引張応力 S <sup>*1</sup> (MPa)                   | 244       | 223       | 244       | 244          |
| 継手効率 η   | 1.00      | 1.00      | 1.00      | 1.00         |
| 継手の種類  | 継手無し      | 継手無し      | 継手無し      | 継手無し         |
| 放射線検査の有無                                       | —         | —         | —         | —            |
| 計算上必要な厚さ t <sub>R</sub> (mm)                   | 0.1       | 0.7       | 0.1       | 0.1          |
| 必要厚さ <sup>*2</sup> t <sub>R</sub> (mm)         | —         | —         | —         | —            |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 t (mm) |           |           |           |              |
| 呼び厚さ t <sub>p</sub> (mm)                       |           |           |           |              |
| 最小厚さ t <sub>pm</sub> (mm)                      | 3.4       | 3.4       | 3.9       | 3.4          |
| 評価: t <sub>pm</sub> ≥ t であること。                 | ○         | ○         | ○         | ○            |

注記\*1: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2: 告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。

表 3-4 管の板厚計算結果 (サブプレッションチェンバ)

|   |                  |       |           |
|---|------------------|-------|-----------|
| 貫通部番号                                   |                  |       | ベント管計装管台  |
| 材料                                      |                  |       | SUS316LTP |
| 最高使用圧力                                  | P                | (MPa) | 0.854     |
| 最高使用温度                                  |                  | (°C)  | 200       |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub>   | (mm)  | 13.8      |
| 許容引張応力                                  | S <sup>*1</sup>  | (MPa) | 244       |
| 継手効率                                    | η                |       | 1.00      |
| 継手の種類                                   |                  |       | 継手無し      |
| 放射線検査の有無                                |                  |       | —         |
| 計算上必要な厚さ                                | t                | (mm)  | 0.1       |
| 必要厚さ <sup>*2</sup>                      | t <sub>R</sub> ' | (mm)  | —         |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t                | (mm)  | 0.1       |
| 呼び厚さ                                    | t <sub>p</sub>   | (mm)  |           |
| 最小厚さ                                    | t <sub>p,m</sub> | (mm)  |           |
| 評価: t <sub>p,m</sub> ≥ t であること。         |                  |       | ○         |

注記\*1: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2: 告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。

表 3-5 スリーブの許容外圧

|                         |                        |                |
|-------------------------|------------------------|----------------|
| 貫通部番号                   |                        | X-151A, B      |
| 材料                      |                        | STS42 (STS410) |
| 最高使用圧力                  | $P$ (MPa)              | —              |
| 外面に受ける最高の圧力             | $P_o$ (MPa)            | 0.854          |
| 最高使用温度                  | ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 200            |
| 管台の外径                   | $D_o$ (mm)             | 267.4          |
| 許容引張応力                  | $S$ (MPa)              | 113            |
| 継手効率                    | $\eta$                 | 1.00           |
| 継手の種類                   |                        | 継手無し           |
| 放射線検査の有無                |                        | —              |
| 必要厚さ                    | $t_1$ (mm)             | 3.8            |
| 必要厚さ                    | $t_2$ (mm)             | 6.5            |
| $t_1, t_2$ の大きい値        | $t$ (mm)               | 6.5            |
| 呼び厚さ                    | $t_{to}$ (mm)          |                |
| 最小厚さ                    | $t_t$ (mm)             |                |
| 評価： $t_t \geq t$ であること。 |                        | ○              |

### 3.2 端板

端板の形状を図 3-2 に示し、各寸法を表 3-6 及び表 3-7 に示す。

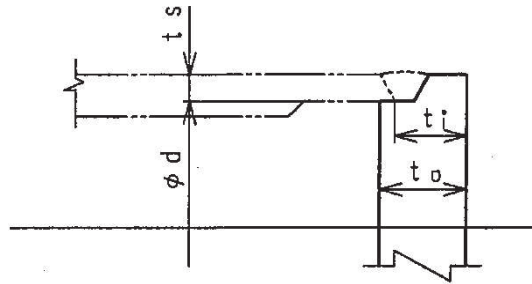


図 3-2 端板の形状

#### (1) 記号の説明

| 告示第 5 0 1 号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容     | 単位 |
|--------------------|-----------------|----------|----|
| t                  | t <sub>or</sub> | 計算上必要な厚さ | mm |

#### (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第 5 0 1 号第 24 条第 1 項）

##### a. 計算式

端板の内圧に対する必要厚さの算出式を以下に示し、計算結果を表 3-7 に示す。

$$t_{or} = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

##### b. 係数 K に関する計算

K = 0.50（告示第 5 0 1 号第 24 条第 1 項の取付方法 (g)）

ただし、 $t_i \geq 2 \cdot t_{nr}$ （又は  $2 \cdot t_{pr}$ ）

$$t_i \geq 1.25 \cdot t_s$$

$t_{nr}$ 、 $t_{pr}$  はそれぞれスリーブの計算上必要な厚さを示し、

表 3-1～表 3-4 に示す  $t_R$  の値

端板の取付方法による係数 K の確認結果を表 3-6 に示す。

##### c. 結論

表 3-6 及び表 3-7 より、端板は告示第 5 0 1 号の要求を満足している。



表 3-6 係数Kの確認結果 (その1)

| 貫通部番号   | X-90,<br>X-190A, B,<br>X-191A, B | X-205A, B | X-240 | X-241,<br>X-242 | X-280 | X-20<br>(予備) | X-21<br>(予備) |
|---|----------------------------------|-----------|-------|-----------------|-------|--------------|--------------|
| 最小内のり<br>d (mm)   |                                  |           |       |                 |       |              |              |
| スリーブの<br>計算上必要な厚さ<br>t <sub>nr</sub> (mm)   | 0.8                              | 0.4       | 0.2   | 0.3             | 0.1   | 0.1          | 0.1          |
| スリーブ厚さ<br>t <sub>s</sub> (mm)   |                                  |           |       |                 |       |              |              |
| 2・t <sub>nr</sub> (mm)  | 1.6                              | 0.8       | 0.4   | 0.6             | 0.2   | 0.2          | 0.2          |
| 1.25・t <sub>s</sub> (mm)  |                                  |           |       |                 |       |              |              |
| t <sub>i</sub> (mm)   |                                  |           |       |                 |       |              |              |
| 評価：t <sub>i</sub> ≥ 2・t <sub>nr</sub> 及び<br>t <sub>i</sub> ≥ 1.25・t <sub>s</sub> であること。 | ○                                | ○         | ○     | ○               | ○     | ○            | ○            |

表 3-6 係数Kの確認結果 (その2)

| 貫通部番号  | ドライウエル<br>計装管台の予備 |     |
|--|-------------------|-----|
| 最小内のり $d$ (mm)   | [Redacted]        |     |
| スリーブの<br>計算上必要な厚さ $t_{pr}$ (mm)                                      | 0.1               | 0.1 |
| スリーブ厚さ $t_s$ (mm)  | [Redacted]        |     |
| $2 \cdot t_{nr}$ (mm)  | 0.2               | 0.2 |
| $1.25 \cdot t_s$ (mm)  | [Redacted]        |     |
| $t_i$ (mm)   | [Redacted]        |     |
| 評価： $t_i \geq 2 \cdot t_{nr}$ 及び<br>$t_i \geq 1.25 \cdot t_s$ であること。 | ○                 | ○   |

表 3-7 端板の板厚計算結果 (その 1)

| 貫通部番号  | X-90,<br>X-190A, B,<br>X-191A, B | X-205A, B      | X-240          | X-241,<br>X-242 | X-280    |
|--|----------------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------|
| 材料*1   | SGV49 (SGV480)                   | SGV49 (SGV480) | SGV49 (SGV480) | SGV49 (SGV480)  | SUSF316L |
| 最小内のり<br>d (mm)                                |                                  |                |                |                 |          |
| 最高使用圧力<br>P (MPa)                              | 0.854                            | 0.854          | 0.854          | 0.854           | 0.854    |
| 最高使用温度<br>(°C)                                 | 200                              | 200            | 200            | 200             | 200      |
| 係数<br>K (-)                                    | 0.50                             | 0.50           | 0.50           | 0.50            | 0.50     |
| 許容引張応力<br>S* (MPa)                             | 253                              | 253            | 253            | 253             | 229      |
| 呼び厚さ<br>t <sub>o</sub> (mm)                    |                                  |                |                |                 |          |
| 最小厚さ<br>t <sub>o,m</sub> (mm)                  |                                  |                |                |                 |          |
| 計算上必要な厚さ<br>t <sub>o,r</sub> (mm)              | 15.7                             | 8.0            | 4.1            | 6.0             | 1.1      |
| 評価: t <sub>o,m</sub> ≥ t <sub>o,r</sub> であること。 | ○                                | ○              | ○              | ○               | ○        |

注記\*: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

表 3-7 端板の板厚計算結果 (その 2)

| 貫通部番号  | X-20<br>(予備)         | X-21<br>(予備) | ドライウエル<br>計装管台の予備 |          |
|--|----------------------|--------------|-------------------|----------|
| 材料   | SUSF316L             | SUSF316L     | SUSF316L          | SUSF316L |
| 最小内のり  | d (mm)               |              |                   |          |
| 最高使用圧力                                       | P (MPa)              | 0.854        | 0.854             | 0.854    |
| 最高使用温度                                       | (°C)                 | 200          | 200               | 200      |
| 係数   | K (-)                | 0.50         | 0.50              | 0.50     |
| 許容引張応力                                       | S* (MPa)             | 229          | 229               | 229      |
| 呼び厚さ   | t <sub>o</sub> (mm)  |              |                   |          |
| 最小厚さ   | t <sub>om</sub> (mm) |              |                   |          |
| 計算上必要な厚さ                                     | t <sub>or</sub> (mm) | 1.9          | 1.5               | 1.1      |
| 評価: t <sub>om</sub> ≥ t <sub>or</sub> であること。 |                      | ○            | ○                 | ○        |

注記\*: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

### 3.3 穴あき端板

#### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示   | 表示内容     | 単位            |
|----------------|----------|----------|---------------|
| t              | $A_o$    | 補強に有効な面積 | $\text{mm}^2$ |
|                | $t_{or}$ | 計算上必要な厚さ | mm            |
|                | Y        | 補強の有効範囲  | mm            |
|                | $Y_1$    | 補強の有効範囲  | mm            |
|                | $Y_2$    | 補強の有効範囲  | mm            |

### 3.3.1 二重管型貫通部

二重管型貫通部の穴あき端板は, 図 3-3 及び図 3-4 に示す型式 1, 2 に分類される。  
型式 1 の各寸法を表 3-8 に, 型式 2 の各寸法を表 3-9 に示す。

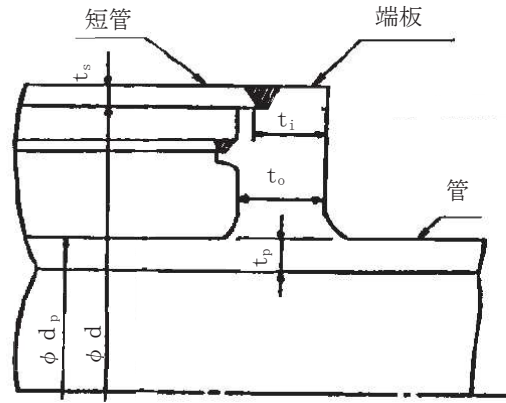


図 3-3 穴あき端板の形状 (型式 1)

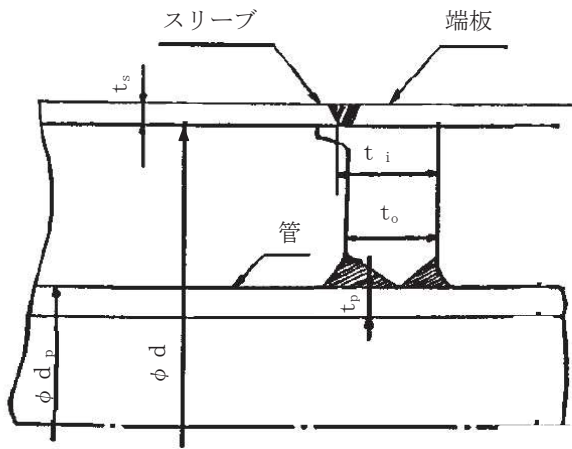


図 3-4 穴あき端板の形状 (型式 2)

表 3-8 穴あき端板の寸法 (型式 1)

(単位 : mm)

| 貫通部番号    | d      | $t_s$ | $t_i$ | $t_{om}^{*1}$ | $t_{pm}^{*2}$ | $d_p$ |
|----------|--------|-------|-------|---------------|---------------|-------|
| X-10A~D  | 1026.8 |       |       |               |               |       |
| X-11     | 417.2  |       |       |               |               |       |
| X-12A, B | 874.4  |       |       |               |               |       |
| X-31A~C  | 620.4  |       |       |               |               |       |
| X-32A, B | 671.2  |       |       |               |               |       |
| X-33A, B | 722.0  |       |       |               |               |       |
| X-34     | 620.4  |       |       |               |               |       |
| X-35     | 620.4  |       |       |               |               |       |
| X-36     | 468.0  |       |       |               |               |       |
| X-37     | 468.0  |       |       |               |               |       |
| X-50     | 569.6  |       |       |               |               |       |

注記\*1 :  $t_o$  の最小厚さ

\*2 :  $t_p$  の最小厚さ

表 3-9 穴あき端板の寸法 (型式 2)

(単位 : mm)

| 貫通部番号    | d     | $t_s$ | $t_i$ | $t_{om}^{*1}$ | $t_{pm}^{*2}$ | $d_p$ |
|----------|-------|-------|-------|---------------|---------------|-------|
| X-13A, B | 145.1 |       |       |               |               |       |
| X-14     | 192.4 |       |       |               |               |       |
| X-22     | 145.1 |       |       |               |               |       |
| X-52     | 145.1 |       |       |               |               |       |
| X-63     | 422.3 |       |       |               |               |       |
| X-64     | 422.3 |       |       |               |               |       |
| X-71     | 145.1 |       |       |               |               |       |
| X-72A, B | 145.1 |       |       |               |               |       |
| X-73     | 145.1 |       |       |               |               |       |

注記\*1 :  $t_o$  の最小厚さ

\*2 :  $t_p$  の最小厚さ

(1) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第24条第1項）

a. 計算式

端板の内圧に対する必要厚さの算出式を以下に示し、計算結果を表3-12及び表3-13に示す。

$$t_{or} = d \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

b. 係数Kに関する計算

$K=0.5$ （告示第501号第24条第1項の取付方法(g)）

ただし、 $t_i \geq 2 \cdot t_{nr}$

$$t_i \geq 1.25 \cdot t_s$$

$t_{nr}$ はスリーブの計算上必要な厚さを示し、表3-1に示す $t_R$ の値

端板の取付方法による係数Kの確認結果を表3-10及び表3-11に示す。

c. 結論

表3-10～表3-13より、端板は告示第501号の要求を満足している。



表 3-10 係数Kの確認結果 (型式1) (その1)

| 貫通部番号   | X-10A~D    | X-11 | X-12A, B | X-31A~C | X-32A, B | X-33A, B |
|---|------------|------|----------|---------|----------|----------|
| 最小内のり d (mm)  | [Redacted] |      |          |         |          |          |
| スリーブの計算上必要な厚さ $t_{nr}$ (mm)                                       | 1.8        | 0.8  | 1.6      | 1.2     | 1.2      | 1.3      |
| スリーブの厚さ $t_s$ (mm)  | [Redacted] |      |          |         |          |          |
| $2 \cdot t_{nr}$ (mm)   | 3.6        | 1.6  | 3.2      | 2.4     | 2.4      | 2.6      |
| $1.25 \cdot t_s$ (mm)   | [Redacted] |      |          |         |          |          |
| $t_i$ (mm)  | [Redacted] |      |          |         |          |          |
| 評価: $t_i \geq 2 \cdot t_{nr}$ 及び $t_i \geq 1.25 \cdot t_s$ であること。 | ○          | ○    | ○        | ○       | ○        | ○        |

表 3-10 係数Kの確認結果 (型式1) (その2)

| 貫通部番号   | X-34       | X-35 | X-36 | X-37 | X-50 |
|---|------------|------|------|------|------|
| 最小内のり d (mm)  | [Redacted] |      |      |      |      |
| スリーブの計算上必要な厚さ $t_{nr}$ (mm)                                       | 1.2        | 1.2  | 0.9  | 0.9  | 1.1  |
| スリーブの厚さ $t_s$ (mm)  | [Redacted] |      |      |      |      |
| $2 \cdot t_{nr}$ (mm)   | 2.4        | 2.4  | 1.8  | 1.8  | 2.2  |
| $1.25 \cdot t_s$ (mm)   | [Redacted] |      |      |      |      |
| $t_i$ (mm)  | [Redacted] |      |      |      |      |
| 評価: $t_i \geq 2 \cdot t_{nr}$ 及び $t_i \geq 1.25 \cdot t_s$ であること。 | ○          | ○    | ○    | ○    | ○    |

表 3-11 係数Kの確認結果 (型式 2) (その 1)

| 貫通部番号   |               | X-13A, B | X-14 | X-22 | X-52 | X-63 |
|---|---------------|----------|------|------|------|------|
| 最小内のり   | d (mm)        |          |      |      |      |      |
| スリーブの計算上必要な厚さ   | $t_{nr}$ (mm) | 0.3      | 0.4  | 0.3  | 0.3  | 0.8  |
| スリーブの厚さ   | $t_s$ (mm)    |          |      |      |      |      |
| $2 \cdot t_{nr}$  | (mm)          | 0.6      | 0.8  | 0.6  | 0.6  | 1.6  |
| $1.25 \cdot t_s$  | (mm)          |          |      |      |      |      |
| $t_i$   | (mm)          |          |      |      |      |      |
| 評価: $t_i \geq 2 \cdot t_{nr}$ 及び $t_i \geq 1.25 \cdot t_s$ であること。 |               | ○        | ○    | ○    | ○    | ○    |

表 3-11 係数Kの確認結果 (型式 2) (その 2)

| 貫通部番号   |               | X-64 | X-71 | X-72A, B | X-73 |
|---|---------------|------|------|----------|------|
| 最小内のり   | d (mm)        |      |      |          |      |
| スリーブの計算上必要な厚さ   | $t_{nr}$ (mm) | 0.8  | 0.3  | 0.3      | 0.3  |
| スリーブの厚さ   | $t_s$ (mm)    |      |      |          |      |
| $2 \cdot t_{nr}$  | (mm)          | 1.6  | 0.6  | 0.6      | 0.6  |
| $1.25 \cdot t_s$  | (mm)          |      |      |          |      |
| $t_i$   | (mm)          |      |      |          |      |
| 評価: $t_i \geq 2 \cdot t_{nr}$ 及び $t_i \geq 1.25 \cdot t_s$ であること。 |               | ○    | ○    | ○        | ○    |

表 3-12 穴あき端板の必要厚さ (型式 1) (その 1)

| 貫通部番号  | X-10A~D    | X-11   | X-12A, B | X-31A~C | X-32A, B | X-33A, B |
|--|------------|--------|----------|---------|----------|----------|
| 材料   | SFVC2B     | SFVC2B | SFVC2B   | SFVC2B  | SFVC2B   | SFVC2B   |
| 最小内径 d (mm)                                  | [Redacted] |        |          |         |          |          |
| 最高使用圧力 P (MPa)                               | 0.854      | 0.854  | 0.854    | 0.854   | 0.854    | 0.854    |
| 最高使用温度 (°C)                                  | 315        | 315    | 315      | 315     | 315      | 315      |
| 係数 K (-)                                     | 0.50       | 0.50   | 0.50     | 0.50    | 0.50     | 0.50     |
| 許容引張応力 S* (MPa)                              | 263        | 263    | 263      | 263     | 263      | 263      |
| 呼び厚さ t <sub>o</sub> (mm)                     | [Redacted] |        |          |         |          |          |
| 最小厚さ t <sub>om</sub> (mm)                    | [Redacted] |        |          |         |          |          |
| 計算上必要な厚さ t <sub>or</sub> (mm)                | 41.4       | 16.8   | 35.3     | 25.0    | 27.1     | 29.1     |
| 評価: t <sub>om</sub> ≥ t <sub>or</sub> であること。 | ○          | ○      | ○        | ○       | ○        | ○        |

注記\* : Sは  $0.6 \cdot S_u$  とする。

表 3-12 穴あき端板の必要厚さ (型式 1) (その 2)

| 貫通部番号  | X-34   | X-35   | X-36   | X-37   | X-50   |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| 材料   | SFVC2B | SFVC2B | SFVC2B | SFVC2B | SFVC2B |
| 最小内のり d (mm)                                 |        |        |        |        |        |
| 最高使用圧力 P (MPa)                               | 0.854  | 0.854  | 0.854  | 0.854  | 0.854  |
| 最高使用温度 (°C)                                  | 315    | 315    | 315    | 315    | 315    |
| 係数 K (-)                                     | 0.50   | 0.50   | 0.50   | 0.50   | 0.50   |
| 許容引張応力 S* (MPa)                              | 263    | 263    | 263    | 263    | 263    |
| 呼び厚さ t <sub>o</sub> (mm)                     |        |        |        |        |        |
| 最小厚さ t <sub>om</sub> (mm)                    |        |        |        |        |        |
| 計算上必要な厚さ t <sub>or</sub> (mm)                | 25.0   | 25.0   | 18.9   | 18.9   | 23.0   |
| 評価: t <sub>om</sub> ≥ t <sub>or</sub> であること。 | ○      | ○      | ○      | ○      | ○      |

注記\* : S は  $0.6 \cdot S_u$  とする。

表 3-13 穴あき端板の必要厚さ (型式 2) (その 1)

| 貫通部番号  | X-13A, B | X-14     | X-22     | X-52     | X-63   |
|--|----------|----------|----------|----------|--------|
| 材料   | SUSF316L | SUSF316L | SUSF316L | SUSF316L | SFVC2B |
| 最小内のり<br>d (mm)                              |          |          |          |          |        |
| 最高使用圧力<br>P (MPa)                            | 0.854    | 0.854    | 0.854    | 0.854    | 0.854  |
| 最高使用温度<br>(°C)                               | 315      | 315      | 315      | 200      | 200    |
| 係数<br>K (-)                                  | 0.50     | 0.50     | 0.50     | 0.50     | 0.50   |
| 許容引張応力<br>S* (MPa)                           | 209      | 209      | 209      | 229      | 263    |
| 呼び厚さ<br>t <sub>o</sub> (mm)                  |          |          |          |          |        |
| 最小厚さ<br>t <sub>om</sub> (mm)                 |          |          |          |          |        |
| 計算上必要な厚さ<br>t <sub>or</sub> (mm)             | 6.6      | 8.7      | 6.6      | 6.3      | 17.0   |
| 評価: t <sub>om</sub> ≥ t <sub>or</sub> であること。 | ○        | ○        | ○        | ○        | ○      |

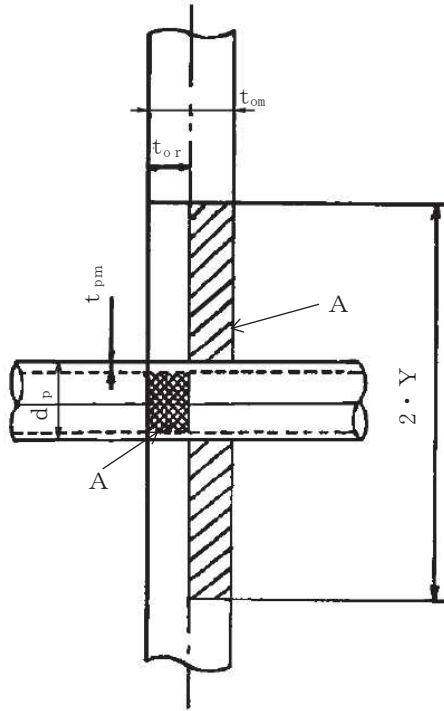
注記\*: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

表 3-13 穴あき端板の必要厚さ (型式 2) (その 2)

| 貫通部番号  | X-64       | X-71     | X-72A, B | X-73     |
|--|------------|----------|----------|----------|
| 材料   | SFVC2B     | SUSF316L | SUSF316L | SUSF316L |
| 最小内のり<br>d (mm)                              | [Redacted] |          |          |          |
| 最高使用圧力<br>P (MPa)                            | 0.854      | 0.854    | 0.854    | 0.854    |
| 最高使用温度<br>(°C)                               | 200        | 200      | 200      | 200      |
| 係数<br>K (-)                                  | 0.50       | 0.50     | 0.50     | 0.50     |
| 許容引張応力<br>S* (MPa)                           | 263        | 229      | 229      | 229      |
| 呼び厚さ<br>t <sub>o</sub> (mm)                  | [Redacted] |          |          |          |
| 最小厚さ<br>t <sub>om</sub> (mm)                 | [Redacted] |          |          |          |
| 計算上必要な厚さ<br>t <sub>or</sub> (mm)             | 17.0       | 6.3      | 6.3      | 6.3      |
| 評価: t <sub>om</sub> ≥ t <sub>or</sub> であること。 | ○          | ○        | ○        | ○        |

注記\* : Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

- (2) 穴の補強計算（告示第501号第24条第2項）  
 穴部の形状を図3-5に示す。



注：各貫通部の寸法は表3-8、表3-9、表3-12及び表3-13に示す。

図3-5 穴部の形状

- (a) 補強に必要な面積の1/2

$$\frac{A_r}{2} = \frac{d_i \cdot t_{or}}{2}$$

ここに、

$d_i$  : 穴の径

$$= d_p - 2 \cdot t_{pm}$$

$t_{or}$  : 端板の計算上必要な厚さ（表3-12及び表3-13参照）

- (b) 補強に有効な範囲 Y

Yは、次の計算式により求めた値のうち、いずれか大きいもの。

$$Y_1 = \frac{d_i}{2} + t_{pm} + t_{om}$$

$$Y_2 = d_i$$

ただし、 $Y \leq \frac{d}{2}$  である。

ここに、

d : 端板取付部の最小内のり（表3-8及び表3-9参照）

(c) 補強に有効な面積  $A_o$ 。

$$A_o = (2 \cdot Y - d_p) \cdot (t_{om} - t_{or})$$

(d) 結論

穴あき端板の穴の補強の計算結果を表 3-14 に示す。

これより、穴あき端板の穴の補強は十分である。

(3) 結論

穴あき端板の最小厚さは表 3-12 及び表 3-13 に示すように必要厚さより大きく、また表 3-14 に示すように補強に有効な面積は補強に必要な面積の  $1/2$  より大きいので、告示第 501 号の要求を満足している。



表 3-14(1) 穴あき端板の穴の補強計算結果 (型式 1) (その 1)

| 貫通部番号                    |                            | X-10A~D  | X-11     | X-12A, B | X-31A~C  | X-32A, B | X-33A, B |
|--------------------------|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 穴の径                      | $d_i$ (mm)                 |          |          |          |          |          |          |
| 計算上必要な厚さ                 | $t_{or}$ (mm)              | 41.4     | 16.8     | 35.3     | 25.0     | 27.1     | 29.1     |
| 補強の有効範囲                  | $Y_1$ (mm)                 |          |          |          |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $Y_2$ (mm)                 |          |          |          |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $d/2$ (mm)                 |          |          |          |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $Y$ (mm)                   |          |          |          |          |          |          |
| 補強に必要な面積の 1/2            | $A_r/2$ (mm <sup>2</sup> ) | 1.15E+04 | 586      | 7.17E+03 | 2.95E+03 | 3.72E+03 | 4.57E+03 |
| 補強に有効な面積                 | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )   | 1.61E+04 | 1.27E+03 | 1.05E+04 | 1.01E+04 | 1.67E+04 | 1.79E+04 |
| 評価: $A_0 > A_r/2$ であること。 |                            | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        |

表 3-14(1) 穴あき端板の穴の補強計算結果 (型式 1) (その 2)

| 貫通部番号                    |                            | X-34     | X-35     | X-36     | X-37     | X-50     |
|--------------------------|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 穴の径                      | $d_i$ (mm)                 |          |          |          |          |          |
| 計算上必要な厚さ                 | $t_{or}$ (mm)              | 25.0     | 25.0     | 18.9     | 18.9     | 23.0     |
| 補強の有効範囲                  | $Y_1$ (mm)                 |          |          |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $Y_2$ (mm)                 |          |          |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $d/2$ (mm)                 |          |          |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $Y$ (mm)                   |          |          |          |          |          |
| 補強に必要な面積の 1/2            | $A_r/2$ (mm <sup>2</sup> ) | 2.95E+03 | 2.95E+03 | 897      | 897      | 2.19E+03 |
| 補強に有効な面積                 | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )   | 1.01E+04 | 1.01E+04 | 1.21E+03 | 2.34E+03 | 3.59E+03 |
| 評価: $A_0 > A_r/2$ であること。 |                            | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        |

表 3-14(2) 穴あき端板の穴の補強計算結果 (型式 2) (その 1)

| 貫通部番号                    |                            | X-13A, B | X-14 | X-22 | X-52     | X-63     |     |     |     |     |      |
|--------------------------|----------------------------|----------|------|------|----------|----------|-----|-----|-----|-----|------|
| 穴の径                      | $d_i$ (mm)                 |          |      |      |          |          |     |     |     |     |      |
| 計算上必要な厚さ                 | $t_{or}$ (mm)              |          |      |      |          |          | 6.6 | 8.7 | 6.6 | 6.3 | 17.0 |
| 補強の有効範囲                  | $Y_1$ (mm)                 |          |      |      |          |          |     |     |     |     |      |
| 補強の有効範囲                  | $Y_2$ (mm)                 |          |      |      |          |          |     |     |     |     |      |
| 補強の有効範囲                  | $d/2$ (mm)                 |          |      |      |          |          |     |     |     |     |      |
| 補強の有効範囲                  | $Y$ (mm)                   |          |      |      |          |          |     |     |     |     |      |
| 補強に必要な面積の 1/2            | $A_r/2$ (mm <sup>2</sup> ) | 67.4     | 88.8 | 132  | 212      | 1.72E+03 |     |     |     |     |      |
| 補強に有効な面積                 | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )   | 252      | 452  | 536  | 1.09E+03 | 3.38E+03 |     |     |     |     |      |
| 評価: $A_0 > A_r/2$ であること。 |                            | ○        | ○    | ○    | ○        | ○        |     |     |     |     |      |

表 3-14(2) 穴あき端板の穴の補強計算結果 (型式 2) (その 2)

| 貫通部番号                    |                            | X-64     | X-71 | X-72A, B | X-73 |      |     |     |     |
|--------------------------|----------------------------|----------|------|----------|------|------|-----|-----|-----|
| 穴の径                      | $d_i$ (mm)                 |          |      |          |      |      |     |     |     |
| 計算上必要な厚さ                 | $t_{or}$ (mm)              |          |      |          |      | 17.0 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| 補強の有効範囲                  | $Y_1$ (mm)                 |          |      |          |      |      |     |     |     |
| 補強の有効範囲                  | $Y_2$ (mm)                 |          |      |          |      |      |     |     |     |
| 補強の有効範囲                  | $d/2$ (mm)                 |          |      |          |      |      |     |     |     |
| 補強の有効範囲                  | $Y$ (mm)                   |          |      |          |      |      |     |     |     |
| 補強に必要な面積の 1/2            | $A_r/2$ (mm <sup>2</sup> ) | 1.72E+03 | 161  | 161      | 161  |      |     |     |     |
| 補強に有効な面積                 | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )   | 3.38E+03 | 933  | 933      | 933  |      |     |     |     |
| 評価: $A_0 > A_r/2$ であること。 |                            | ○        | ○    | ○        | ○    |      |     |     |     |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.3.2 計装用貫通部

計装用貫通部の穴あき端板の形状を図 3-6 に示し、寸法を表 3-15 に示す。

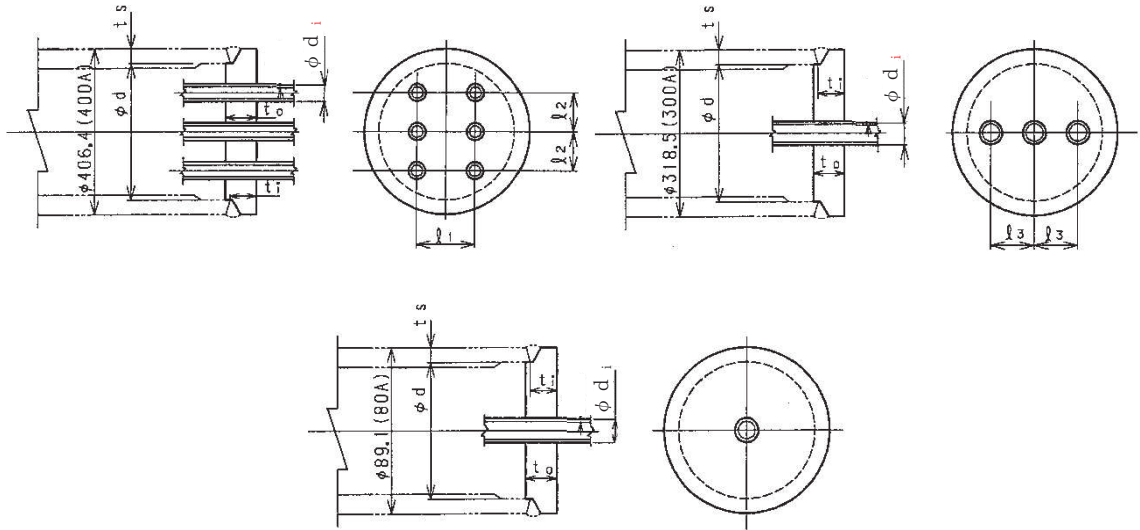


図 3-6 穴あき端板の形状 (単位 : mm)

表 3-15 穴あき端板の寸法

(単位 : mm)

| 部材<br>記号<br>呼び径 | スリーブ |                | 端板             |                    |                |                |                | 管   |                |
|-----------------|------|----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|-----|----------------|
|                 | d    | t <sub>s</sub> | t <sub>i</sub> | t <sub>o m</sub> * | l <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> | l <sub>3</sub> | 呼び径 | d <sub>i</sub> |
| 400A            |      |                |                |                    |                |                |                |     |                |
| 300A            |      |                |                |                    |                |                |                |     |                |
| 100A            |      |                |                |                    |                |                |                |     |                |
| 50A             |      |                |                |                    |                |                |                |     |                |

注記\* : t<sub>o</sub>の最小厚さ

(1) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第24条第1項）

a. 計算式

端板の内圧に対する必要厚さの算出式を以下に示し、計算結果を表3-17に示す。

$$t_{or} = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

b. 係数Kに関する計算

$K = 0.50$ （告示第501号第24条第1項の取付方法(g)）

ただし、 $t_i \geq 2 \cdot t_{nr}$

$$t_i \geq 1.25 \cdot t_s$$

$t_{nr}$ はスリーブの計算上必要な厚さを示し、表3-1及び表3-2に示す $t_R$ の値

係数Kの確認結果を表3-16に示す。

c. 結論

表3-16及び表3-17より、端板は告示第501号の要求を満足している。

表 3-16 係数Kの確認結果

| 呼び径   |                 | 400A       | 300A | 100A | 50A |
|---|-----------------|------------|------|------|-----|
| 最小内のり   | d (mm)          | [Redacted] |      |      |     |
| スリーブの計算上必要な厚さ   | $t_{nr}^*$ (mm) | 0.8        | 0.6  | 0.2  | 0.1 |
| スリーブの厚さ   | $t_s$ (mm)      | [Redacted] |      |      |     |
| $2 \cdot t_{nr}$  | (mm)            | 1.6        | 1.2  | 0.4  | 0.2 |
| $1.25 \cdot t_s$  | (mm)            | [Redacted] |      |      |     |
| $t_i$   | (mm)            | [Redacted] |      |      |     |
| 評価： $t_i \geq 2 \cdot t_{nr}$ 及び $t_i \geq 1.25 \cdot t_s$ であること。 |                 | ○          | ○    | ○    | ○   |

注記\*1： $t_{nr}$ は表 3-1 及び表 3-2 に示す  $t_R$ の大きい方を用いる。

表 3-17 穴あき端板の必要厚さ

| 名称   | ドライウエル<br>計装用貫通部 |         |          | サプレッションチェンバ<br>計装用貫通部 |
|--|------------------|---------|----------|-----------------------|
|  | 400A             | 300A    | 100A     | 50A                   |
| 呼び径  | 400A             | 300A    | 100A     | 50A                   |
| 材料   | SUS316L          | SUS316L | SUSF316L | SUSF316L              |
| 最小内のり d (mm)                                 |                  |         |          |                       |
| 最高使用圧力 P (MPa)                               | 0.854            | 0.854   | 0.854    | 0.854                 |
| 最高使用温度 (°C)                                  | 315              | 200     | 315      | 200                   |
| 係数 K (-)                                     | 0.50             | 0.50    | 0.50     | 0.50                  |
| 許容引張応力 S* (MPa)                              | 223              | 244     | 209      | 229                   |
| 呼び厚さ t <sub>o</sub> (mm)                     |                  |         |          |                       |
| 最小厚さ t <sub>om</sub> (mm)                    |                  |         |          |                       |
| 計算上必要な厚さ t <sub>or</sub> (mm)                | 16.8             | 12.4    | 4.5      | 2.2                   |
| 評価: t <sub>om</sub> ≥ t <sub>or</sub> であること。 | ○                | ○       | ○        | ○                     |

注記\* : Sは  $0.6 \cdot S_u$  とする。

## (2) 穴の補強計算 (告示第 5 0 1 号第 24 条第 2 項)

- a. 補強に必要な面積の
- $1/2$

$$\frac{A_r}{2} = \frac{d_i \cdot t_{or}}{2}$$

ここに,

 $d_i$  : 穴の径 $t_{or}$  : 端板の計算上必要な厚さ (表 3-17 参照)

- b. 補強に有効な面積

$$\begin{aligned} A_o &= (2 \cdot Y - d_i) \cdot (t_{om} - t_{or}) \\ &= (d_i) \cdot (t_{om} - t_{or}) \end{aligned}$$

ここに,  $t_{om}$  : 最小厚さ (表 3-17 参照) $Y$  : 端板の面に沿う有効範囲を示し,  $d_i$  とする。

また, 端板の面に直角な補強に有効な範囲の管断面積は考慮しない。

また,  $l > 2 \cdot Y$  であること。

- c. 評価

穴の補強に有効な面積が補強に必要な面積の  $1/2$  より大きいこと。

- d. 計算結果

端板の穴の補強の計算結果を表 3-18 に示す。

## (3) 結論

端板の最小厚さは表 3-17 に示すように必要厚さより大きく, また表 3-18 に示すように補強に有効な面積は補強に必要な面積の  $1/2$  より大きいので, 告示第 5 0 1 号の要求を満足している。

表 3-18 穴あき端板の穴の補強計算結果

| 呼び径   |             |                    | 400A | 300A  |       | 100A | 50A  |
|---|-------------|--------------------|------|-------|-------|------|------|
|   |             |                    |      | 25A 管 | 20A 管 |      |      |
| 穴の径   | $d_i$       | (mm)               |      |       |       |      |      |
| 計算上必要な厚さ                                      | $t_{or}$    | (mm)               | 16.8 | 12.4  | 12.4  | 4.5  | 2.2  |
| 補強の有効範囲                                       | $Y = d_i$   | (mm)               |      |       |       |      |      |
| 補強の有効範囲                                       | $2 \cdot Y$ | (mm)               |      |       |       |      |      |
| 隣接する穴の距離                                      | $l_2$       | (mm)               |      |       |       |      |      |
| 隣接する穴の距離                                      | $l_3$       | (mm)               |      |       |       |      |      |
| 補強に必要な面積の 1/2                                 | $A_r / 2$   | (mm <sup>2</sup> ) | 232  | 213   | 171   | 61.9 | 15.6 |
| 補強に有効な面積                                      | $A_o$       | (mm <sup>2</sup> ) | 343  | 579   | 464   | 707  | 197  |
| 評価 : $l > 2 \cdot Y$ , $A_o > A_r / 2$ であること。 |             |                    | ○    | ○     | ○     | ○    | ○    |

45



3.4 ボルト締め端板 (X-5 に付く端板)

ボルト締め端板の形状及び寸法を図 3-7 に示す。

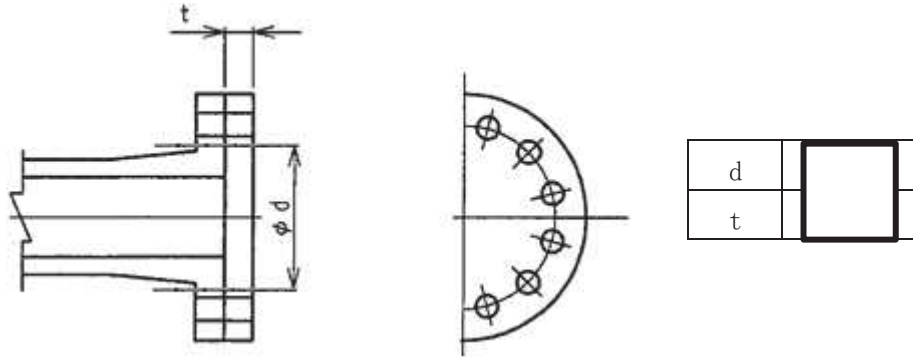


図 3-7 ボルト締め端板の形状及び寸法 (単位 : mm)

(1) 記号の説明

| 告示第 5 0 1 号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容     | 単位 |
|--------------------|-----------------|----------|----|
| t                  | t <sub>or</sub> | 計算上必要な厚さ | mm |

(2) 内圧に対する必要厚さ (告示第 5 0 1 号第 24 条第 1 項)

端板の内圧に対する必要厚さの算出式を以下に示し, 計算結果を表 3-20 に示す。

$$t_{or} = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

ここに,

K : 係数 (告示第 5 0 1 号第 24 条第 1 項の取付方法 (i))

$$= 0.30 + \frac{1.4 \cdot F \cdot h_G}{W \cdot d}$$

ここに,

h<sub>G</sub> : ボルトのピッチ円の直径と d との差の 1/2

W = 「3.6 フランジ」で計算される荷重

F = 「3.6 フランジ」で計算される荷重

係数 K の計算結果を表 3-19 に示す。

(3) 結論

表 3-19 及び表 3-20 より, 端板は告示第 5 0 1 号の要求を満足している。

表 3-19 係数Kの計算結果

|                         |       |      |      |
|-------------------------|-------|------|------|
| 貫通部番号                   |       |      | X-5* |
| 最小内のり                   | d     | (mm) |      |
| ボルトのピッチ円の直径と d との差の 1/2 | $h_G$ | (mm) |      |
| フランジのボルト荷重              | W     | (N)  |      |
|                         | F     | (N)  |      |
| 係数                      | K     | (-)  | 0.87 |

注記\*：計算に用いるボルトの許容応力として許容引張応力 S の値を用いる。

表 3-20 端板の板厚計算結果

|                                 |          |       |               |
|---------------------------------|----------|-------|---------------|
| 貫通部番号                           |          |       | X-5*2         |
| 最小内のり                           | d        | (mm)  |               |
| 材料                              |          |       | SGV49(SGV480) |
| 最高使用圧力                          | P        | (MPa) | 0.854         |
| 最高使用温度                          |          |       | 200           |
| 係数                              | K        | (-)   |               |
| 許容引張応力                          | $S^{*1}$ | (MPa) | 253           |
| 呼び厚さ                            | $t_o$    | (mm)  |               |
| 最小厚さ                            | $t_{om}$ | (mm)  |               |
| 計算上必要な厚さ                        | $t_{or}$ | (mm)  | 17.6          |
| 評価： $t_{om} \geq t_{or}$ であること。 |          |       | ○             |

注記\*1：Sは $0.6 \cdot S_u$ とする。

\*2：計算に用いるボルトの許容応力として許容引張応力 S の値を用いる。

### 3.5 鏡板

鏡板の形状及び寸法を図 3-8 に示す。

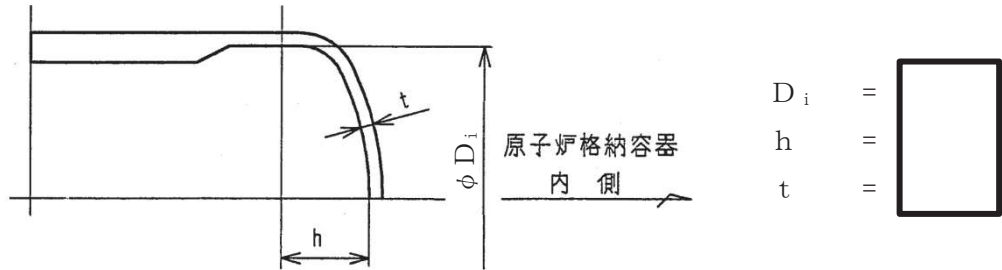


図 3-8 鏡板の形状

#### (1) 記号の説明

| 告示第 5 0 1 号<br>の記号 | 計算書の表示 | 表示内容     | 単位 |
|--------------------|--------|----------|----|
| t                  | $t_R$  | 計算上必要な厚さ | mm |

#### (2) 形状制限（告示第 5 0 1 号第 23 条第 1 項第 3 号）

鏡板の形状制限の確認結果を表 3-21 に示す。

これより、鏡板は半だ円形鏡板の形状制限条件を満足している。

表 3-21 鏡板の形状制限

|  |             |      |  |
|--|-------------|------|--|
| 鏡板の内径における長径                                      | $D_{iL}$    | (mm) |  |
| 鏡板の内面における短径                                      | $2 \cdot h$ | (mm) |  |
| 長径／短径  | r           | (mm) |  |
| 評価： $2 \geq \text{長径} / \text{短径}$ ，よって半だ円形鏡板である |             |      |  |

- (3) 外圧に対する必要厚さ（告示第501号第23条第2項第6号）  
鏡板の外圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し，計算結果を表3-22に示す。  
これより，鏡板は告示第501号の条件を満足している。

$$t_R = \frac{P_e \cdot R_o}{B}$$

表3-22 鏡板の板厚計算結果

|                             |               |                |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| 貫通部番号                       |               | X-151A, B      |
| 材料                          |               | SGV49 (SGV480) |
| 最高使用圧力                      | $P_e$ (MPa)   | 0.854          |
| 最高使用温度                      | (°C)          | 200            |
| 鏡板の外面で測った長径に<br>係数Kを乗じた値*   | $R_o$ (MPa)   |                |
| 別図第6より求めた値                  | B (mm)        |                |
| 計算上必要な厚さ                    | $t_R$ (mm)    | 4.6            |
| 呼び厚さ                        | $t_{co}$ (mm) |                |
| 最小厚さ                        | $t_c$ (mm)    |                |
| 評価： $t_c \geq t$ ，よって十分である。 |               |                |

注記\*：係数Kは告示501号第23条第2項第6号の表により求めた値。

### 3.6 フランジ

貫通部番号 X-5, X-160A~D, X-161 及び X-202A~F に取り付けられるフランジの最高使用圧力による応力は、平成 2 年 5 月 24 日付元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)（以下「既工認」という。）による。）に示す手法に従い評価する。

#### 3.6.1 評価部位

フランジの形状を図 3-9 に、寸法を表 3-23 に、使用材料及び使用部位を表 3-24 に示す。

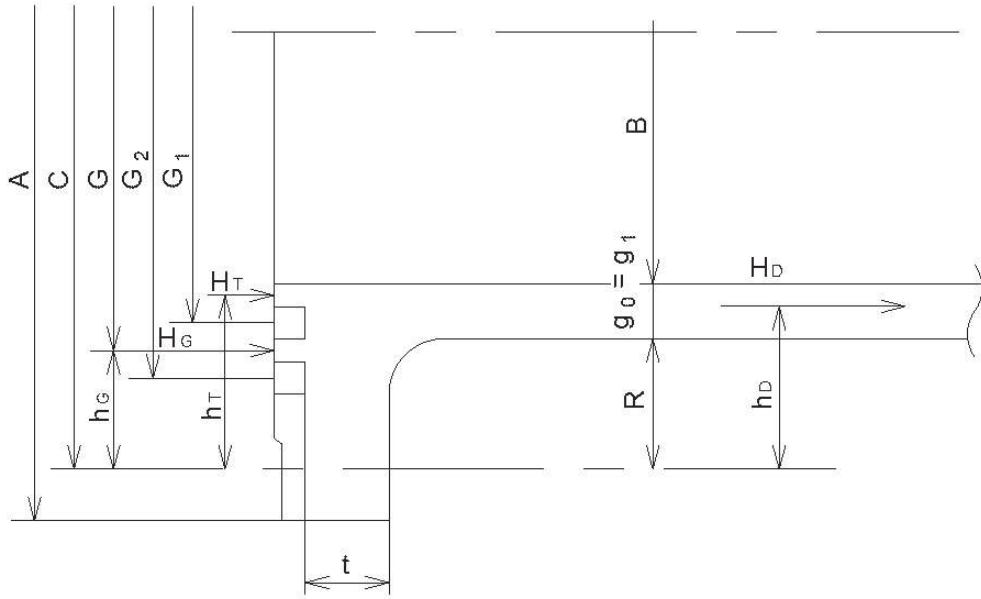


図 3-9(1) フランジの形状（貫通部番号 X-5 及び X-202A~F）

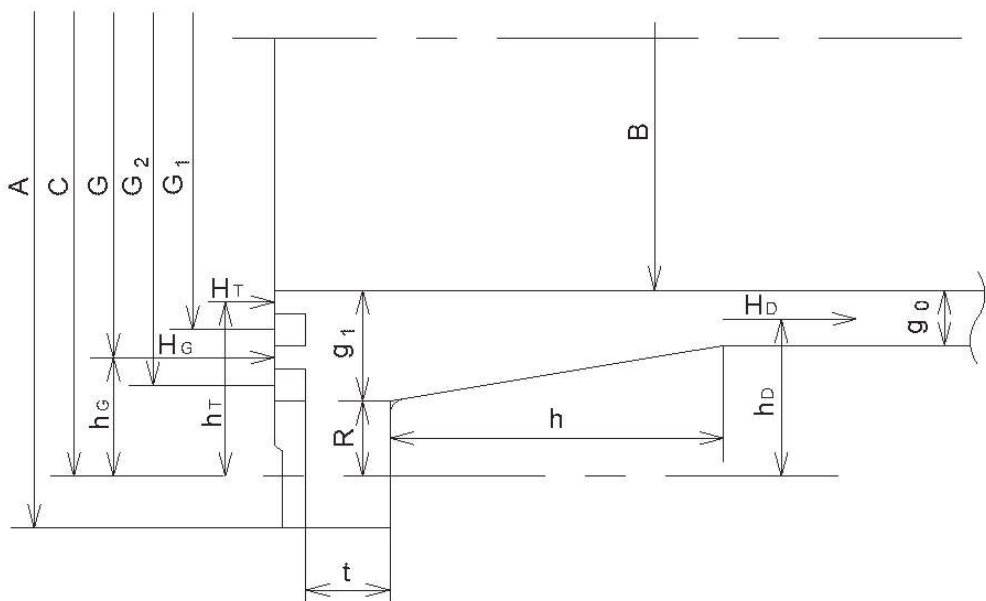


図 3-9(2) フランジの形状（貫通部番号 X-160A~D 及び X-161）

表 3-23 フランジの主要寸法 (その 1) (単位 : mm)

| 貫通部番号             | A (直径) | B (直径) | C (直径) | G (直径) | G <sub>1</sub> (直径) | G <sub>2</sub> (直径) |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------|---------------------|
| X-5               |        |        |        |        |                     |                     |
| X160A~D,<br>X-161 |        |        |        |        |                     |                     |
| X-202A~F          |        |        |        |        |                     |                     |

表 3-23 フランジの主要寸法 (その 2) (単位 : mm)

| 貫通部番号             | g <sub>0</sub> | g <sub>1</sub> | h (ハブ長さ) | R | t |
|-------------------|----------------|----------------|----------|---|---|
| X-5               |                |                |          |   |   |
| X160A~D,<br>X-161 |                |                |          |   |   |
| X-202A~F          |                |                |          |   |   |

表 3-24 使用材料表

| 使用部位 | 使用材料   | 備考 |
|------|--------|----|
| フランジ | SFVC2B | —  |

### 3.6.2 強度評価

#### (1) 強度評価方法

- a. フランジは、貫通部スリーブに取り付けられた構造であり、荷重は原子炉格納容器を介して原子炉建屋に伝達される。

フランジの強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

- b. 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

#### (2) 荷重の組合せ及び許容応力状態

フランジの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-25 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

#### (3) 許容応力

フランジの許容応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき表 3-26 に示すとおりとする。

#### (4) 使用材料の許容応力評価条件

フランジの使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-27 に示す。

#### (5) 設計荷重

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、「2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度」に示す。

表 3-25 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |         | 機器名称 | 機器等の区分      | 荷重の組合せ*1              |                      | 許容応力状態   |
|---------|---------|------|-------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 原子炉格納施設 | 原子炉格納容器 | フランジ | 重大事故等クラス2容器 | $D + P_{SA} + M_{SA}$ | (V(S)-1)<br>(V(S)-2) | 重大事故等時*2 |

注記\*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。



表3-26 許容応力（第2種容器）

|                    |   |              |
|--------------------|---|--------------|
| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | 一次一般膜応力   | 一次膜応力＋一次曲げ応力 |
| 重大事故等時*            | 構造上の連続な部分は $0.6 \cdot S_u$ ，不連続な部分は $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。ただし，ASS及びHNAについては，構造上の連続な部分は $2 \cdot S$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方，不連続な部分は $1.2 \cdot S$ とする。 | 左欄の1.5倍の値    |

注記\*：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表3-27 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材 | 材料     | 温度条件<br>(°C) |     | S<br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (RT)<br>(MPa) |
|------|--------|--------------|-----|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
|      |        | 周囲環境<br>温度   |     |            |                         |                         |                              |
| フランジ | SFVC2B |              | 200 | —          | 206                     | 438                     | —                            |

### 3.6.3 計算方法

フランジの応力評価点は、フランジを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)及び(2)に示すとおりである。

### 3.6.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「2. 設計条件」に示す。

### 3.6.5 応力の評価

「3.6.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

### 3.6.6 評価結果

#### (1) 重大事故等対処設備としての評価結果

フランジの重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

#### a. 強度評価結果

強度評価結果を表 3-28 に示す。

表 3-28(1) 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>) (貫通部番号 X-5)

| 評価対象設備                 | 評価部位 |      | 応力分類                    |                                   | 重大事故等時         |               | 判定 | 備考 |
|------------------------|------|------|-------------------------|-----------------------------------|----------------|---------------|----|----|
|                        |      |      |                         |                                   | 算出応力*<br>(MPa) | 許容応力<br>(MPa) |    |    |
| フランジ<br>(貫通部番号<br>X-5) | P1   | フランジ | フランジの半径方向応力             | $\sigma_R$                        | 22             | 206           | ○  |    |
|                        |      |      | フランジの周方向応力              | $\sigma_T$                        | 8              | 206           | ○  |    |
|                        |      |      | 円筒胴のフランジとの<br>結合部の軸方向応力 | $\sigma_H$                        | 58             | 309           | ○  |    |
|                        |      |      | 組合せ応力                   | $\frac{(\sigma_H + \sigma_R)}{2}$ | 40             | 206           | ○  |    |
|                        |      |      |                         | $\frac{(\sigma_H + \sigma_T)}{2}$ | 33             | 206           | ○  |    |

注記\* : 計算に用いるボルトの許容応力として許容引張応力Sの値を用いる。

表 3-28(2) 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>) (貫通部番号 X-160A~D, X-161)

| 評価対象設備                                | 評価部位 |      | 応力分類                    |                                   | 重大事故等時         |               | 判定 | 備考 |
|---------------------------------------|------|------|-------------------------|-----------------------------------|----------------|---------------|----|----|
|                                       |      |      |                         |                                   | 算出応力*<br>(MPa) | 許容応力<br>(MPa) |    |    |
| フランジ<br>(貫通部番号<br>X-160A~D,<br>X-161) | P1   | フランジ | フランジの半径方向応力             | $\sigma_R$                        | 5              | 206           | ○  |    |
|                                       |      |      | フランジの周方向応力              | $\sigma_T$                        | 3              | 206           | ○  |    |
|                                       |      |      | 円筒胴のフランジとの<br>結合部の軸方向応力 | $\sigma_H$                        | 4              | 309           | ○  |    |
|                                       |      |      | 組合せ応力                   | $\frac{(\sigma_H + \sigma_R)}{2}$ | 5              | 206           | ○  |    |
|                                       |      |      |                         | $\frac{(\sigma_H + \sigma_T)}{2}$ | 3              | 206           | ○  |    |

注記\* : 計算に用いるボルトの許容応力として設計引張強さ S<sub>u</sub> の 2/3 倍の値を用いる。

表 3-28(3) 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>) (貫通部番号 X-202A~F)

| 評価対象設備                      | 評価部位 |      | 応力分類                    |                                   | 重大事故等時         |               | 判定 | 備考 |
|-----------------------------|------|------|-------------------------|-----------------------------------|----------------|---------------|----|----|
|                             |      |      |                         |                                   | 算出応力*<br>(MPa) | 許容応力<br>(MPa) |    |    |
| フランジ<br>(貫通部番号<br>X-202A~F) | P1   | フランジ | フランジの半径方向応力             | $\sigma_R$                        | 26             | 206           | ○  |    |
|                             |      |      | フランジの周方向応力              | $\sigma_T$                        | 9              | 206           | ○  |    |
|                             |      |      | 円筒胴のフランジとの<br>結合部の軸方向応力 | $\sigma_H$                        | 76             | 309           | ○  |    |
|                             |      |      | 組合せ応力                   | $\frac{(\sigma_H + \sigma_R)}{2}$ | 51             | 206           | ○  |    |
|                             |      |      |                         | $\frac{(\sigma_H + \sigma_T)}{2}$ | 42             | 206           | ○  |    |

注記\* : 計算に用いるボルトの許容応力として許容引張応力 S の値を用いる。

### 3.7 穴の補強計算

原子炉格納容器を貫通する貫通部について補強計算を行う。

#### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示 | 表示内容          | 単位            |
|----------------|--------|---------------|---------------|
|                | $A_0$  | 補強に有効な総面積     | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_0'$ | 補強に有効な総面積     | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_1$  | 鏡板の有効補強面積     | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_2$  | 管台の有効補強面積（内側） | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_3$  | 管台の有効補強面積（外側） | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_4$  | 強め板の有効補強面積    | $\text{mm}^2$ |
|                | $H_1$  | 補強の有効範囲       | mm            |
|                | $H_2$  | 補強の有効範囲       | mm            |
|                | R F    | 補強板の最小半径      | mm            |
|                | T P    | 補強板の厚さ        | mm            |
|                | $W_1$  | 強め材取付部の強さ     | N             |
|                | $W_2$  | 強め材取付部の強さ     | N             |
|                | $W_R$  | 溶接部の負うべき荷重    | N             |
|                | $Y_1$  | 補強の有効範囲       | mm            |
|                | $Y_2$  | 補強の有効範囲       | mm            |

(2) 穴の補強計算

貫通部の形状を図 3-10 に示し、寸法を表 3-29 に示す。

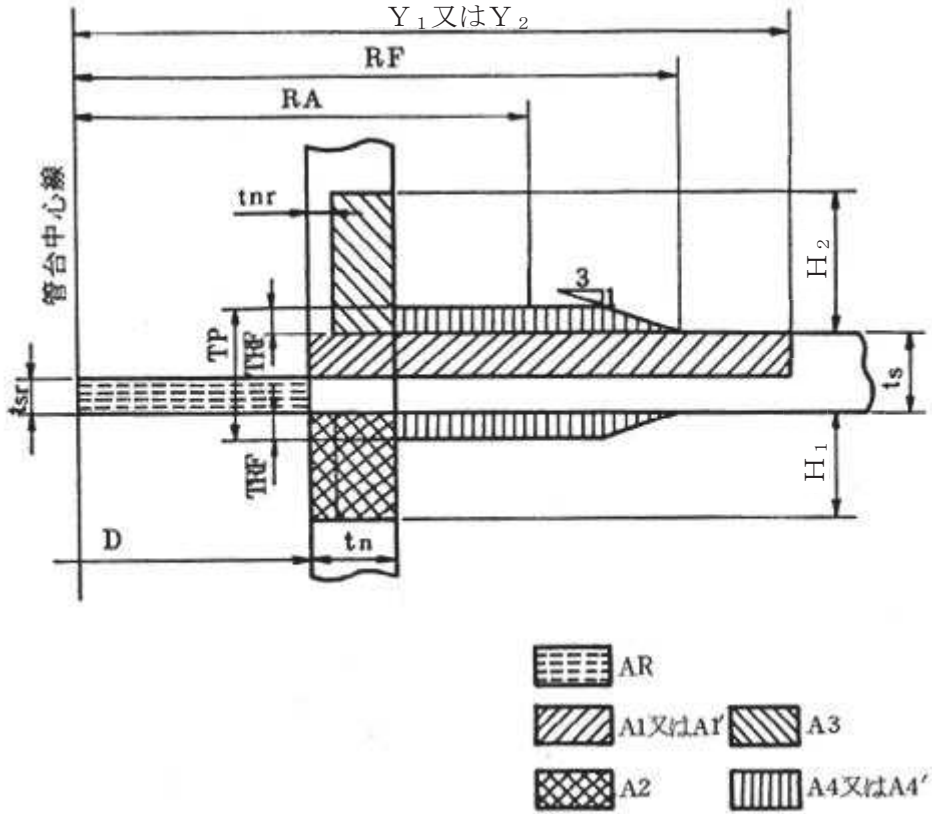


図 3-10 貫通部取付部の形状

a. 穴の補強計算

(a) 補強に必要な面積 (告示第 5 0 1 号第 22 条第 8 項第 1 号ハ (ロ))

$$A_r = t_{sr} \cdot \{D + 2 \cdot t_{nm} \cdot (1 - S_n / S_s)\} / \cos \gamma$$

ここに、

$t_{sr}$  : 格納容器胴の計算上必要な厚さ

$t_{nm}$  :  $t_n$  の最小厚さ

$S_n$  : 管台の許容引張応力

$S_s$  : 容器の許容引張応力

$\gamma$  : 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角

(b) 容器の面に測った補強に有効な範囲（告示第501号第22条第8項第1号イ）

イ. 容器の面に沿う範囲  $Y_1$

$Y_1$ は、次の計算式により求めた値のうちのいずれか大きいもの。

$$Y = D / \cos \gamma$$

$$Y = \frac{D}{2 \cdot \cos \gamma} + t_{sm} + t_{nm}$$

ここに、 $t_{sm}$ ： $t_s$ の最小厚さ

ロ. 容器の面に垂直な範囲  $H_1, H_2$

$H_1, H_2$ は、次の計算式により求めた値のうちのいずれか大きいもの。

$$H = 0.5 \cdot \sqrt{r_m \cdot t_{nm} + TE}$$

$$H = 2.5 \cdot t_{nm} + TE$$

ここに、 $r_m$ ：管台の平均半径

$$= (d_o - t_{nm}) / 2$$

$TE$ ：強め材の厚さ（ $TRF + TA$ ）又は容器の厚さの2.5倍

（ $2.5 \times t_{sm}$ ）の小さいほう

$H_1$ ：容器の内面に垂直な範囲

$H_2$ ：容器の外面に垂直な範囲

(c) 補強に有効な面積（告示第501号第22条第8項第1号ロ）

イ. 容器の補強に有効な面積  $A_1$

$$A_1 = (t_{sm} - t_{sr}) \cdot \{2 \cdot Y_1 - (D + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)) / \cos \gamma\}$$

ロ. 管台（内側）の補強に有効な面積  $A_2$

(イ) 管台に内圧が作用する場合

$$A_2 = 2 \cdot (t_{nm} - t_{nr}) \cdot H_1 \cdot S_n / S_s / \cos \gamma$$

ここに、 $t_{nr}$ ：管台の計算上必要な厚さ（表3-1に示す $t_R$ の値を参照）

(ロ) 管台に内圧が作用しない場合

$$A_2 = 2 \cdot t_{nm} \cdot H_1 \cdot S_n / S_s / \cos \gamma$$

ハ. 管台（外側）の補強に有効な面積  $A_3$

$$A_3 = 2 \cdot (t_{nm} - t_{nr}) \cdot H_2 \cdot S_n / S_s / \cos \gamma$$

ニ. 強め材の補強に有効な面積  $A_4$

(イ)  $Y_1 \geq RF$ の場合

$$A_4 = TRF \cdot \{2 \cdot RF - (D + 2 \cdot t_{nm}) / \cos \gamma\} - 3 \cdot TRF^2$$

ここに、 $TRF$ ：強め材の厚さ（ $TP - t_{sm}$ ）

(ロ)  $Y_1 < RF$ かつ $Y_1 > RF - 3 \cdot TRF$ の場合

$$A_4 = 2 \cdot TRF \cdot \{RF - 3 \cdot TRF - (D / 2 + t_{nm}) / \cos \gamma\} + 3 \cdot TRF^2 - 1 / 3 \cdot (RF - Y_1)^2$$



(ハ)  $Y_1 < RF$ かつ $Y_1 \leq RF - 3 \cdot TRF$ の場合

$$A_4 = 2 \cdot TRF \cdot \{Y_1 - (D/2 + t_{nm}) / \cos \gamma\}$$

ホ. 補強に有効な総面積  $A_0$

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

(d) 容器の面に測った補強に有効な範囲 (告示第501号第22条第8項第4号)

イ. 容器の面に沿う範囲  $Y_2$

$Y_2$ は, 次の計算式により求めた値。

$$Y_2 = r + 0.5 \cdot \sqrt{R \cdot t_{sm}}$$

(e) 補強に有効な面積 (告示第501号第22条第8項第4号)

イ. 容器の補強に有効な面積  $A_1'$

$$A_1' = (t_{sm} - t_{sr}) \cdot \{2 \cdot Y_2 - D + 2 \cdot t_{nm} \cdot (1 - S_n / S_s) / \cos \gamma\}$$

ロ. 管台 (内側) の補強に有効な面積  $A_2$

$$A_2' = A_2$$

ハ. 管台 (外側) の補強に有効な面積  $A_3$

$$A_3' = A_3$$

ニ. 強め材の補強に有効な面積  $A_4$

(イ)  $Y_2 \geq RF$ の場合

$$A_4 = TRF \cdot \{2 \cdot RF - (D + 2 \cdot t_{nm}) / \cos \gamma\} - 3 \cdot TRF^2$$

(ロ)  $Y_2 < RF$ かつ $Y_2 > RF - 3 \cdot TRF$ の場合

$$A_4 = 2 \cdot TRF \cdot \{RF - 3 \cdot TRF - (D/2 + t_{nm}) / \cos \gamma\} + 3 \cdot TRF^2 - 1/3 \cdot (RF - Y_2)^2$$

(ハ)  $Y_2 < RF$ かつ $Y_2 \leq RF - 3 \cdot TRF$ の場合

$$A_4 = 2 \cdot TRF \cdot \{Y_2 - (D/2 + t_{nm}) / \cos \gamma\}$$

ホ. 補強に有効な総面積  $A_0$

$$A_0' = A_1' + A_2' + A_3' + A_4'$$

(f) 結論

穴の補強の計算結果を表3-29に示す。

これより, 貫通部の穴の補強は十分である。

表 3-29 穴の補強計算結果(その 1)

| 貫通部番号   |                           | X-5      | X-10A, D | X-10B, C | X-11     | X-12A, B | X-13A, B |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
|---|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|
| 管台の最小厚さ   | $t_{nm}$ (mm)             |          |          |          |          |          |          |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の直径   | (mm)                      |          |          |          |          |          |          | 318.5 | 1066.8 | 1066.8 | 457.2 | 914.4 | 165.2 |  |  |  |  |  |  |
| 容器の最小厚さ   | $t_{sm}$ (mm)             |          |          |          |          |          |          |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の内半径  | R (mm)                    |          |          |          |          |          |          |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の計算上必要な厚さ                                     | $t_{sr}$ (mm)             | 15.0     | 29.9     | 29.9     | 29.9     | 29.9     | 15.0     |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の計算上必要な厚さ                                     | $t_{nr}$ (mm)             | 0.6      | 1.8      | 1.8      | 0.8      | 1.6      | 0.3      |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強板の直径  | $2RF$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強板の厚さ  | T (mm)                    |          |          |          |          |          |          |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 穴の補強に必要な面積                                      | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )  | 4.50E+03 | 3.10E+04 | 2.98E+04 | 1.28E+04 | 2.56E+04 | 2.38E+03 |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $Y_1$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $Y_2$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $H_1$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $H_2$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の有効補強面積                                       | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )  | 5.05E+03 | 5.04E+03 | 4.86E+03 | 2.06E+03 | 4.13E+03 | 2.63E+03 |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の有効補強面積 (内側)                                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )  | 877      | 9.09E+03 | 8.76E+03 | 1.61E+03 | 8.58E+03 | 363      |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の有効補強面積 (外側)                                  | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )  | 976      | 9.77E+03 | 9.42E+03 | 2.55E+03 | 9.60E+03 | 439      |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 強め板の有効補強面積                                      | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.17E+03 | 9.88E+03 | 1.04E+04 | 1.01E+04 | 7.09E+03 | 795      |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )  | 8.08E+03 | 3.37E+04 | 3.34E+04 | 1.63E+04 | 2.94E+04 | 4.23E+03 |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> ) | 8.08E+03 | 2.94E+04 | 2.88E+04 | 1.63E+04 | 2.83E+04 | 4.23E+03 |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 評価: $A_0 > A_r$ , $A_0' > 2/3 \cdot A_r$ であること。 |                           | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        |       |        |        |       |       |       |  |  |  |  |  |  |

63

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-29 穴の補強計算結果(その 2)

| 貫通部番号  | X-14     | X-22, X-71,<br>X-72A, B,<br>X-73 | X-30A, B | X-31A    | X-31B    | X-31C    |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
|--|----------|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|
| 管台の最小厚さ $t_{nm}$ (mm)                        |          |                                  |          |          |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の直径 (mm)                                   |          |                                  |          |          |          |          | 216.3 | 165.2 | 267.4 | 660.4 | 660.4 | 660.4 |  |  |  |  |  |  |
| 容器の最小厚さ $t_{sm}$ (mm)                        |          |                                  |          |          |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の内半径 R (mm)                                |          |                                  |          |          |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の計算上必要な厚さ $t_{sr}$ (mm)                    | 29.9     | 15.0                             | 15.0     | 29.9     | 29.9     | 29.9     |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の計算上必要な厚さ $t_{nr}$ (mm)                    | 0.4      | 0.3                              | 2.1      | 1.2      | 1.2      | 1.2      |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強板の直径 $2RF$ (mm)                            |          |                                  |          |          |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強板の厚さ T (mm)                                |          |                                  |          |          |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 穴の補強に必要な面積 $A_r$ (mm <sup>2</sup> )          | 5.97E+03 | 2.27E+03                         | 4.11E+03 | 1.81E+03 | 1.83E+04 | 1.89E+04 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲 $Y_1$ (mm)                           |          |                                  |          |          |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲 $Y_2$ (mm)                           |          |                                  |          |          |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲 $H_1$ (mm)                           |          |                                  |          |          |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲 $H_2$ (mm)                           |          |                                  |          |          |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の有効補強面積 $A_1$ (mm <sup>2</sup> )           | 958      | 2.50E+03                         | 4.60E+03 | 2.92E+03 | 2.95E+03 | 3.66E+03 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の有効補強面積 (内側) $A_2$ (mm <sup>2</sup> )      | 458      | 345                              | 608      | 4.97E+03 | 5.03E+03 | 5.87E+03 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の有効補強面積 (外側) $A_3$ (mm <sup>2</sup> )      | 825      | 418                              | 717      | 5.57E+03 | 5.63E+03 | 6.54E+03 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 強め板の有効補強面積 $A_4$ (mm <sup>2</sup> )          | 4.12E+03 | 756                              | 1.10E+03 | 4.98E+03 | 4.88E+03 | 4.53E+03 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強に有効な総面積 $A_0$ (mm <sup>2</sup> )           | 6.36E+03 | 4.02E+03                         | 7.02E+03 | 1.84E+04 | 1.85E+04 | 2.06E+04 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強に有効な総面積 $A_0'$ (mm <sup>2</sup> )          | 6.36E+03 | 4.02E+03                         | 7.02E+03 | 1.84E+04 | 1.85E+04 | 2.06E+04 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 評価: $A_0 > A_r, A_0' > 2/3 \cdot A_r$ であること。 | ○        | ○                                | ○        | ○        | ○        | ○        |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |

注記\*: 呼び厚さを示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-29 穴の補強計算結果(その 3)

| 貫通部番号   |                           | X-32A, B | X-33A, B | X-34,<br>X-35 | X-36     | X-37     | X-50     |
|---|---------------------------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|
| 管台の最小厚さ   | $t_{nm}$ (mm)             |          |          |               |          |          |          |
| 管台の直径   | (mm)                      | 711.2    | 762.0    | 660.4         | 508.0    | 508.0    | 609.6    |
| 容器の最小厚さ   | $t_{sm}$ (mm)             |          |          |               |          |          |          |
| 容器の内半径  | R (mm)                    |          |          |               |          |          |          |
| 容器の計算上必要な厚さ                                     | $t_{sr}$ (mm)             | 15.0     | 15.0     | 29.9          | 15.0     | 15.0     | 15.0     |
| 管台の計算上必要な厚さ                                     | $t_{nr}$ (mm)             | 1.2      | 1.3      | 1.2           | 0.9      | 0.9      | 1.1      |
| 補強板の直径  | 2R F (mm)                 |          |          |               |          |          |          |
| 補強板の厚さ  | T (mm)                    |          |          |               |          |          |          |
| 穴の補強に必要な面積                                      | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )  | 9.88E+03 | 1.07E+04 | 1.82E+04      | 7.25E+03 | 7.22E+03 | 8.58E+03 |
| 補強の有効範囲   | $Y_1$ (mm)                |          |          |               |          |          |          |
| 補強の有効範囲   | $Y_2$ (mm)                |          |          |               |          |          |          |
| 補強の有効範囲   | $H_1$ (mm)                |          |          |               |          |          |          |
| 補強の有効範囲   | $H_2$ (mm)                |          |          |               |          |          |          |
| 容器の有効補強面積                                       | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.11E+04 | 1.20E+04 | 2.93E+03      | 8.17E+03 | 8.14E+03 | 9.67E+03 |
| 管台の有効補強面積 (内側)                                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )  | 5.01E+03 | 5.01E+03 | 4.99E+03      | 1.99E+03 | 1.99E+03 | 2.75E+03 |
| 管台の有効補強面積 (外側)                                  | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )  | 5.17E+03 | 5.15E+03 | 5.59E+03      | 2.11E+03 | 2.11E+03 | 2.87E+03 |
| 強め板の有効補強面積                                      | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )  | 2.51E+03 | 2.80E+03 | 4.95E+03      | 1.19E+03 | 1.20E+03 | 1.93E+03 |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )  | 2.38E+04 | 2.50E+04 | 1.84E+04      | 1.34E+04 | 1.34E+04 | 1.72E+04 |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> ) | 2.32E+04 | 2.34E+04 | 1.84E+04      | 1.34E+04 | 1.34E+04 | 1.72E+04 |
| 評価: $A_0 > A_r$ , $A_0' > 2/3 \cdot A_r$ であること。 |                           | ○        | ○        | ○             | ○        | ○        | ○        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-29 穴の補強計算結果(その 4)

| 貫通部番号   |                           | X-51     | X-52     | X-60     | X-61A, B | X-62A, B | X-63     |
|---|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 管台の最小厚さ   | $t_{nm}$ (mm)             |          |          |          |          |          |          |
| 管台の直径   | (mm)                      | 89.1     | 165.2    | 89.1     | 165.2    | 165.2    | 457.2    |
| 容器の最小厚さ   | $t_{sm}$ (mm)             |          |          |          |          |          |          |
| 容器の内半径  | R (mm)                    |          |          |          |          |          |          |
| 容器の計算上必要な厚さ                                     | $t_{sr}$ (mm)             | 15.0     | 15.0     | 29.9     | 15.0     | 15.0     | 29.9     |
| 管台の計算上必要な厚さ                                     | $t_{nr}$ (mm)             | 0.2      | 0.3      | 0.3      | 0.4      | 0.4      | 0.8      |
| 補強板の直径  | $2RF$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |
| 補強板の厚さ  | T (mm)                    |          |          |          |          |          |          |
| 穴の補強に必要な面積                                      | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.23E+03 | 2.33E+03 | 2.37E+03 | 2.34E+03 | 2.38E+03 | 1.35E+04 |
| 補強の有効範囲   | $Y_1$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |
| 補強の有効範囲   | $Y_2$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |
| 補強の有効範囲   | $H_1$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |
| 補強の有効範囲   | $H_2$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |
| 容器の有効補強面積                                       | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.32E+03 | 2.58E+03 | 406      | 2.59E+03 | 2.63E+03 | 2.17E+03 |
| 管台の有効補強面積 (内側)                                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )  | 169      | 356      | 164      | 342      | 348      | 1.70E+03 |
| 管台の有効補強面積 (外側)                                  | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )  | 224      | 430      | 385      | 427      | 434      | 2.70E+03 |
| 強め板の有効補強面積                                      | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )  | 384      | 779      | 1.67E+03 | 782      | 795      | 9.33E+03 |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )  | 2.10E+03 | 4.14E+03 | 2.63E+03 | 4.14E+03 | 4.21E+03 | 1.59E+04 |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> ) | 2.10E+03 | 4.14E+03 | 2.63E+03 | 4.14E+03 | 4.21E+03 | 1.59E+04 |
| 評価: $A_0 > A_r$ , $A_0' > 2/3 \cdot A_r$ であること。 |                           | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        |

表 3-29 穴の補強計算結果(その 5)

| 貫通部番号   |                           | X-64     | X-70     | X-80     | X-81     | X-82A, B | X-90     |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
|---|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|
| 管台の最小厚さ   | $t_{nm}$ (mm)             |          |          |          |          |          |          |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の直径   | (mm)                      |          |          |          |          |          |          | 457.2 | 89.1 | 609.6 | 609.6 | 114.3 | 406.4 |  |  |  |  |  |  |
| 容器の最小厚さ   | $t_{sm}$ (mm)             |          |          |          |          |          |          |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の内半径  | R (mm)                    |          |          |          |          |          |          |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の計算上必要な厚さ                                     | $t_{sr}$ (mm)             | 29.9     | 15.0     | 15.0     | 15.0     | 19.3     | 15.0     |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の計算上必要な厚さ                                     | $t_{nr}$ (mm)             | 0.8      | 0.2      | 1.1      | 1.1      | 0.2      | 0.8      |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強板の直径  | $2RF$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強板の厚さ  | T (mm)                    |          |          |          |          |          |          |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 穴の補強に必要な面積                                      | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.31E+04 | 1.19E+03 | 8.55E+03 | 8.93E+03 | 2.33E+03 | 5.76E+03 |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $Y_1$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $Y_2$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $H_1$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $H_2$ (mm)                |          |          |          |          |          |          |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の有効補強面積                                       | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )  | 2.11E+03 | 1.32E+03 | 9.64E+03 | 1.00E+04 | 1.59E+03 | 6.48E+03 |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の有効補強面積 (内側)                                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.64E+03 | 164      | 2.63E+03 | 2.75E+03 | 319      | 1.32E+03 |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の有効補強面積 (外側)                                  | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )  | 2.62E+03 | 218      | 2.87E+03 | 2.99E+03 | 419      | 1.43E+03 |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 強め板の有効補強面積                                      | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )  | 9.83E+03 | 386      | 1.95E+03 | 1.79E+03 | 605      | 1.23E+03 |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.62E+04 | 2.09E+03 | 1.71E+04 | 1.76E+04 | 2.93E+03 | 1.04E+04 |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> ) | 1.62E+04 | 2.09E+03 | 1.71E+04 | 1.76E+04 | 2.93E+03 | 1.04E+04 |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 評価: $A_0 > A_r$ , $A_0' > 2/3 \cdot A_r$ であること。 |                           | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        |       |      |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |

67

表 3-29 穴の補強計算結果(その 6)

| 貫通部番号   | X-130A~D,<br>X-135A~D,<br>X-139A, B,<br>X-140A, B | X-131,<br>X-132A, C, D | X-132B   | X-133A~D | X-134A, D | X-134B, C,<br>X-154 |
|---|---|------------------------|----------|----------|-----------|---------------------|
| 管台の最小厚さ $t_{nm}$ (mm)                           |   |                        |          |          |           |                     |
| 管台の直径 (mm)                                      | 406.4   | 114.3                  | 114.3    | 114.3    | 114.3     | 114.3               |
| 容器の最小厚さ $t_{sm}$ (mm)                           |   |                        |          |          |           |                     |
| 容器の内半径 R (mm)                                   |   |                        |          |          |           |                     |
| 容器の計算上必要な厚さ $t_{sr}$ (mm)                       | 29.9  | 15.0                   | 15.0     | 15.0     | 29.9      | 29.9                |
| 管台の計算上必要な厚さ $t_{nr}$ (mm)                       | 0.8   | 0.2                    | 0.2      | 0.2      | 0.2       | 0.2                 |
| 補強板の直径 $2RF$ (mm)                               |   |                        |          |          |           |                     |
| 補強板の厚さ T (mm)                                   |   |                        |          |          |           |                     |
| 穴の補強に必要な面積 $A_r$ (mm <sup>2</sup> )             | 1.13E+04  | 1.73E+03               | 1.74E+03 | 1.63E+03 | 3.10E+03  | 3.08E+03            |
| 補強の有効範囲 $Y_1$ (mm)                              |   |                        |          |          |           |                     |
| 補強の有効範囲 $Y_2$ (mm)                              |   |                        |          |          |           |                     |
| 補強の有効範囲 $H_1$ (mm)                              |   |                        |          |          |           |                     |
| 補強の有効範囲 $H_2$ (mm)                              |   |                        |          |          |           |                     |
| 容器の有効補強面積 $A_1$ (mm <sup>2</sup> )              | 1.82E+03  | 1.89E+03               | 1.90E+03 | 1.78E+03 | 488       | 485                 |
| 管台の有効補強面積 (内側) $A_2$ (mm <sup>2</sup> )         | 1.30E+03  | 236                    | 237      | 222      | 211       | 210                 |
| 管台の有効補強面積 (外側) $A_3$ (mm <sup>2</sup> )         | 2.15E+03  | 302                    | 303      | 284      | 577       | 573                 |
| 強め板の有効補強面積 $A_4$ (mm <sup>2</sup> )             | 8.51E+03  | 562                    | 564      | 529      | 2.88E+03  | 2.86E+03            |
| 補強に有効な総面積 $A_0$ (mm <sup>2</sup> )              | 1.38E+04  | 2.99E+03               | 3.01E+03 | 2.82E+03 | 4.15E+03  | 4.13E+03            |
| 補強に有効な総面積 $A_0'$ (mm <sup>2</sup> )             | 1.38E+04  | 2.99E+03               | 3.01E+03 | 2.82E+03 | 4.15E+03  | 4.13E+03            |
| 評価: $A_0 > A_r$ , $A_0' > 2/3 \cdot A_r$ であること。 | ○   | ○                      | ○        | ○        | ○         | ○                   |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-29 穴の補強計算結果(その 7)

| 貫通部番号   |                           | X-136A, B,<br>X-137B, D | X-137A, C,<br>X-138 | X-150,<br>X-153 | X-152A~D | X-155    | X-190A, B |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
|---|---------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------|----------|----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|
| 管台の最小厚さ   | $t_{nm}$ (mm)             |                         |                     |                 |          |          |           |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の直径   | (mm)                      |                         |                     |                 |          |          |           | 406.4 | 406.4 | 318.5 | 318.5 | 318.5 | 406.4 |  |  |  |  |  |  |
| 容器の最小厚さ   | $t_{sm}$ (mm)             |                         |                     |                 |          |          |           |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の内半径  | R (mm)                    |                         |                     |                 |          |          |           |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の計算上必要な厚さ                                     | $t_{sr}$ (mm)             | 15.0                    | 15.0                | 15.0            | 15.0     | 15.0     | 29.9      |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の計算上必要な厚さ                                     | $t_{nr}$ (mm)             | 0.8                     | 0.8                 | 0.6             | 0.6      | 0.6      | 0.8       |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強板の直径  | 2R F (mm)                 |                         |                     |                 |          |          |           |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強板の厚さ  | T (mm)                    |                         |                     |                 |          |          |           |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 穴の補強に必要な面積                                      | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )  | 5.80E+03                | 5.68E+03            | 4.61E+03        | 4.64E+03 | 4.94E+03 | 1.13E+04  |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $Y_1$ (mm)                |                         |                     |                 |          |          |           |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $Y_2$ (mm)                |                         |                     |                 |          |          |           |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $H_1$ (mm)                |                         |                     |                 |          |          |           |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $H_2$ (mm)                |                         |                     |                 |          |          |           |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の有効補強面積                                       | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )  | 6.52E+03                | 6.39E+03            | 5.17E+03        | 5.20E+03 | 5.54E+03 | 1.82E+03  |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の有効補強面積 (内側)                                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.33E+03                | 1.30E+03            | 898             | 903      | 962      | 1.30E+03  |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の有効補強面積 (外側)                                  | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.44E+03                | 1.41E+03            | 1.00E+03        | 1.00E+03 | 1.07E+03 | 2.15E+03  |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 強め板の有効補強面積                                      | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.21E+03                | 1.26E+03            | 1.12E+03        | 1.11E+03 | 985      | 8.51E+03  |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.05E+04                | 1.03E+04            | 8.20E+03        | 8.23E+03 | 8.56E+03 | 1.38E+04  |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> ) | 1.05E+04                | 1.03E+04            | 8.20E+03        | 8.23E+03 | 8.56E+03 | 1.38E+04  |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 評価: $A_0 > A_r$ , $A_0' > 2/3 \cdot A_r$ であること。 |                           | ○                       | ○                   | ○               | ○        | ○        | ○         |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



表 3-29 穴の補強計算結果(その 8)

| 貫通部番号  |                           | X-191A, B | X-201A~H | X-202A~F | X-205A, B | X-210A, B,<br>D~F, H, J, L |
|--|---------------------------|-----------|----------|----------|-----------|----------------------------|
| 管台の最小厚さ                                      | $t_{nm}$ (mm)             |           |          |          |           |                            |
| 管台の直径  | (mm)                      | 406.4     | 1876.0   | 768.0    | 216.3     | 267.4                      |
| 容器の最小厚さ                                      | $t_{sm}$ (mm)             |           |          |          |           |                            |
| 容器の内半径                                       | R (mm)                    |           |          |          |           |                            |
| 容器の計算上必要な厚さ                                  | $t_{sr}$ (mm)             | 15.0      | 15.9     | 2.7      | 15.9      | 2.7                        |
| 管台の計算上必要な厚さ                                  | $t_{nr}$ (mm)             | 0.8       | 3.1      | 1.3      | 0.4       | 2.6                        |
| 補強板の直径                                       | 2R F (mm)                 |           |          |          |           |                            |
| 補強板の厚さ                                       | T (mm)                    |           |          |          |           |                            |
| 穴の補強に必要な面積                                   | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )  | 5.79E+03  | 3.11E+04 | 2.13E+03 | 3.10+03   | 713                        |
| 補強の有効範囲                                      | $Y_1$ (mm)                |           |          |          |           |                            |
| 補強の有効範囲                                      | $Y_2$ (mm)                |           |          |          |           |                            |
| 補強の有効範囲                                      | $H_1$ (mm)                |           |          |          |           |                            |
| 補強の有効範囲                                      | $H_2$ (mm)                |           |          |          |           |                            |
| 容器の有効補強面積                                    | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )  | 6.51E+03  | 6.07E+03 | 7.75E+03 | 396       | 989                        |
| 管台の有効補強面積 (内側)                               | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.33E+03  | 7.84E+03 | 1.69E+03 | 0         | 732                        |
| 管台の有効補強面積 (外側)                               | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.44E+03  | 8.81E+03 | 2.53E+03 | 1.00E+03  | 1.09E+03                   |
| 強め板の有効補強面積                                   | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.22E+03  | 1.80E+04 | 0        | 3.36E+03  | 5.46E+03                   |
| 補強に有効な総面積                                    | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.05E+04  | 4.07E+04 | 1.19E+04 | 4.76E+03  | 8.28E+03                   |
| 補強に有効な総面積                                    | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> ) | 1.05E+04  | 2.21E+04 | 5.62E+03 | 4.76E+03  | 3.50E+03                   |
| 評価: $A_0 > A_r, A_0' > 2/3 \cdot A_r$ であること。 |                           | ○         | ○        | ○        | ○         | ○                          |

注記\*: 呼び厚さを示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-29 穴の補強計算結果(その 9)

| 貫通部番号   |                           | X-210C, G, K | X-213A, B | X-214A~C,<br>X-217,<br>X-219 | X-215A, B | X-218,<br>X-220 | X-221    |
|---|---------------------------|--------------|-----------|------------------------------|-----------|-----------------|----------|
| 管台の最小厚さ   | $t_{nm}$ (mm)             | [Redacted]   |           |                              |           |                 |          |
| 管台の直径   | (mm)                      | 267.4        | 114.3     | 508.0                        | 318.5     | 267.4           | 165.2    |
| 容器の最小厚さ   | $t_{sm}$ (mm)             | [Redacted]   |           |                              |           |                 |          |
| 容器の内半径  | R (mm)                    | [Redacted]   |           |                              |           |                 |          |
| 容器の計算上必要な厚さ                                     | $t_{sr}$ (mm)             | 2.7          | 15.9      | 15.9                         | 15.9      | 15.9            | 15.9     |
| 管台の計算上必要な厚さ                                     | $t_{nr}$ (mm)             | 2.6          | 0.9       | 0.9                          | 0.6       | 0.5             | 0.3      |
| 補強板の直径  | 2R F (mm)                 | [Redacted]   |           |                              |           |                 |          |
| 補強板の厚さ  | T (mm)                    | [Redacted]   |           |                              |           |                 |          |
| 穴の補強に必要な面積                                      | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )  | 655          | 1.72E+03  | 7.38E+03                     | 5.21E+03  | 4.36E+03        | 2.34E+03 |
| 補強の有効範囲   | $Y_1$ (mm)                | [Redacted]   |           |                              |           |                 |          |
| 補強の有効範囲   | $Y_2$ (mm)                | [Redacted]   |           |                              |           |                 |          |
| 補強の有効範囲   | $H_1$ (mm)                | [Redacted]   |           |                              |           |                 |          |
| 補強の有効範囲   | $H_2$ (mm)                | [Redacted]   |           |                              |           |                 |          |
| 容器の有効補強面積                                       | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )  | 909          | 219       | 945                          | 666       | 557             | 298      |
| 管台の有効補強面積 (内側)                                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )  | 673          | 259       | 2.51E+03                     | 1.25E+03  | 946             | 443      |
| 管台の有効補強面積 (外側)                                  | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.00E+03     | 548       | 3.30E+03                     | 1.87E+03  | 1.49E+03        | 806      |
| 強め板の有効補強面積                                      | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )  | 5.82E+03     | 1.91E+03  | 4.80E+03                     | 3.70E+03  | 4.06E+03        | 2.65E+03 |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )  | 8.41E+03     | 2.94E+03  | 1.15E+04                     | 7.50E+03  | 7.06E+03        | 4.20E+03 |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> ) | 3.43E+03     | 2.94E+03  | 1.10E+04                     | 7.43E+03  | 7.06E+03        | 4.20E+03 |
| 評価: $A_0 > A_r$ , $A_0' > 2/3 \cdot A_r$ であること。 |                           | ○            | ○         | ○                            | ○         | ○               | ○        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-29 穴の補強計算結果(その 10)

| 貫通部番号   |                           | X-222    | X-232A, B | X-240    | X-241,<br>X-242 |
|---|---------------------------|----------|-----------|----------|-----------------|
| 管台の最小厚さ   | $t_{nm}$ (mm)             |          |           |          |                 |
| 管台の直径   | (mm)                      | 318.5    | 165.2     | 114.3    | 165.2           |
| 容器の最小厚さ   | $t_{sm}$ (mm)             |          |           |          |                 |
| 容器の内半径  | R (mm)                    |          |           |          |                 |
| 容器の計算上必要な厚さ                                     | $t_{sr}$ (mm)             | 15.9     | 15.9      | 15.9     | 15.9            |
| 管台の計算上必要な厚さ                                     | $t_{nr}$ (mm)             | 0.7      | 0.3       | 0.2      | 0.3             |
| 補強板の直径  | 2RF (mm)                  |          |           |          |                 |
| 補強板の厚さ  | T (mm)                    |          |           |          |                 |
| 穴の補強に必要な面積                                      | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )  | 4.60E+03 | 2.39E+03  | 1.64E+03 | 2.40E+03        |
| 補強の有効範囲   | $Y_1$ (mm)                |          |           |          |                 |
| 補強の有効範囲   | $Y_2$ (mm)                |          |           |          |                 |
| 補強の有効範囲   | $H_1$ (mm)                |          |           |          |                 |
| 補強の有効範囲   | $H_2$ (mm)                |          |           |          |                 |
| 容器の有効補強面積                                       | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )  | 588      | 305       | 208      | 306             |
| 管台の有効補強面積 (内側)                                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.11E+03 | 454       | 279      | 456             |
| 管台の有効補強面積 (外側)                                  | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.64E+03 | 824       | 574      | 829             |
| 強め板の有効補強面積                                      | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )  | 4.54E+03 | 2.70E+03  | 1.81E+03 | 2.71E+03        |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )  | 7.88E+03 | 4.28E+03  | 2.87E+03 | 4.30E+03        |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> ) | 7.88E+03 | 4.28E+03  | 2.87E+03 | 4.30E+03        |
| 評価： $A_0 > A_r$ , $A_0' > 2/3 \cdot A_r$ であること。 |                           | ○        | ○         | ○        | ○               |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

- b. 強め材取付部の強さ（告示第501号第22条第8項第8号及び第9号）  
スリーブ取付部の形状を図3-11に示し、寸法を表3-30に示す。

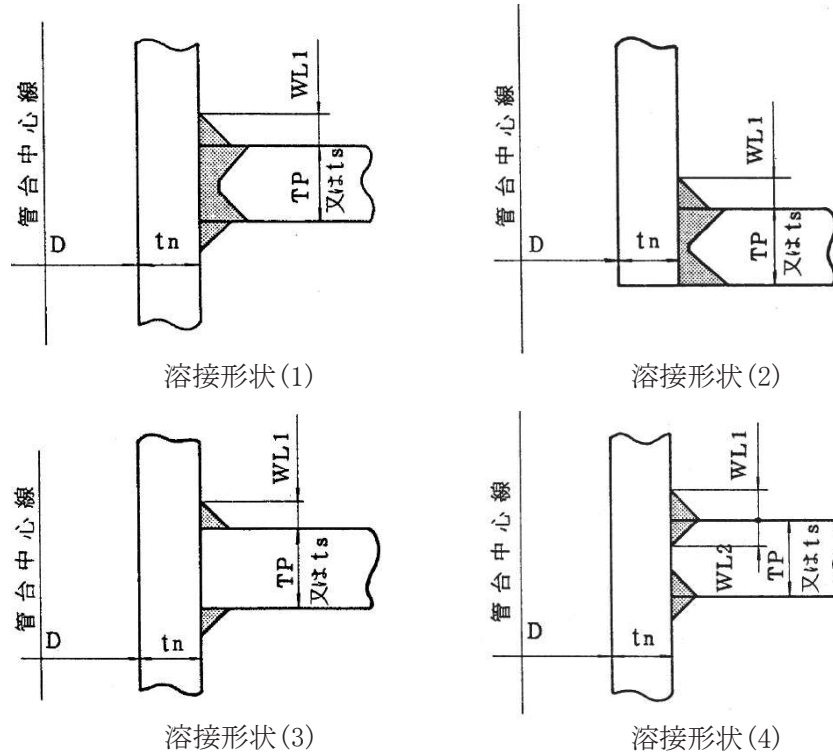


図 3-11 スリーブ取付部の形状

- (a) 強材取付部の必要強さ

次の2式のうちいずれか小さい方の値

$$W_{R1} = (A_5 + A_6 + A_7) \cdot S_n + (AW_1 + AW_2) \cdot S$$

$$W_{R2} = (A_8 - A_9 - A_{10}) \cdot S_s$$

ここで、Sは $S_n$ と $S_s$ の小さい方、 $W_{R2} < 0$ の場合 $W_{R2} = 0$ とする。

$$A_5 = 2 \cdot t_{nm} \cdot H_1 / \cos \gamma \quad (\text{管台に内圧が作用しない場合})$$

$$= 2 \cdot (t_{nm} - t_{nr}) \cdot H_1 / \cos \gamma \quad (\text{管台に内圧が作用する場合})$$

$$A_6 = 2 \cdot t_{nm} \cdot (t_{sm} - t_{sr}) / \cos \gamma$$

$$A_7 = 2 \cdot (t_{nm} - t_{nr}) \cdot H_2 / \cos \gamma$$

$$A_8 = (D + 2 \cdot t_{nm}) \cdot t_{sr} / \cos \gamma$$

$$A_9 = \{2 \cdot Y_1 - (D + 2 \cdot t_{nm}) / \cos \gamma\} \cdot (t_{sm} - t_{sr})$$

$$A_{10} = A_4$$

$$AW_1 = WL_1^2 \quad (\text{溶接形状(2)のとき})$$

$$= 2 \cdot WL_1^2 \quad (\text{溶接形状(1), (3)及び(4)のとき})$$

$$AW_2 = 0$$

ここに、 $t_{nm}$ ： $t_n$ の最小厚さ

$t_{sm}$ ： $t_s$ の最小厚さ

- (b) 強め材取付部の有効強さ  
 強め材取付部の破断型式を図 3-12 に示す。

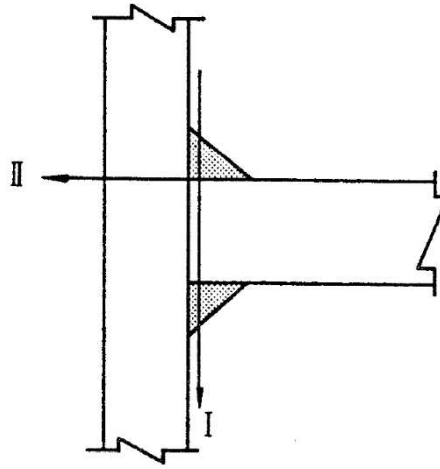


図 3-12 強め材取付部の破断型式

- イ. 強め材を取り付ける単位面積当たりの強さ
- 突合せ溶接部の引張り  $S D T = 0.74 \cdot S$
  - 管台壁のせん断  $S N S = 0.70 \cdot S$
  - すみ肉溶接部のせん断  $S D S = 0.49 \cdot S$
- ここで、 $S$  は  $S_n$  と  $S_s$  の小さい方
- ロ. 強め材を取り付ける強さ
- (イ) すみ肉溶接部のせん断強さ
    - $F W S_1 = \pi / 2 \cdot (D + 2 \cdot t_{nm}) \cdot W L_1 \cdot S D S$
    - $F W S_2 = \pi / 2 \cdot (D + 2 \cdot t_{nm}) \cdot W L_2 \cdot S D S$
  - (ロ) 管台壁のせん断強さ
    - $N W S = \pi / 2 \cdot (D + t_{nm}) \cdot t_{nm} \cdot S N S$
  - (ハ) 管台壁のせん断強さ
    - $G W S = \pi / 2 \cdot (D + 2 \cdot t_{nm}) \cdot T P \cdot S D T$
- ハ. 強め材取付部の有効強さ
- 破断形式 I, II の強め材取付部の有効強さを  $W_1, W_2$  とする。
- (イ) 溶接型式(1)に対して
    - $W_1 = 2 \cdot F W S_1$
    - $W_2 = F W S_1 + N W S$
  - (ロ) 溶接型式(2)に対して
    - $W_1 = F W S_1 + G W T_1$
    - $W_2 = F W S_1 + N W S$

(ハ) 溶接型式(3)に対して

$$W_1 = 2 \cdot FWS_1 + GWT_1$$

$$W_2 = FWS_1 + NWS$$

(ニ) 溶接型式(4)に対して

$$W_1 = 2 \cdot FWS_1 + 2 \cdot FWS_2$$

$$W_2 = FWS_1 + NWS$$

(c) 結論

強め材取付部の強さの計算結果を表 3-30 に示す。

これより、原子炉格納容器と貫通部取付部の強め材取付部の強さは十分である。

表 3-30 強め材取付部の強さの計算結果(その 1)

|                                      |               |  |          |          |          |          |  |
|--------------------------------------|---------------|--|----------|----------|----------|----------|--|
| 貫通部番号                                |               | X-5, X-150,<br>X152A~D,<br>X-153, X155 | X-10A, D | X-10B, C | X-11     | X-12A, B | X-13A, B, X-22, X-52,<br>X-61A, B, X-62A, B, X-71,<br>X-72A, B, X-73, X-221,<br>X-232A, B, X-241, X242 |
| 溶接の脚長                                | $W_{L1}$ (mm) |  |          |          |          |          |  |
| 溶接の脚長                                | $W_{L2}$ (mm) |  |          |          |          |          |  |
| 溶接部の負うべき荷重                           | $W_R$ (N)     | 0                                      | 6.10E+06 | 5.58E+06 | 5.28E+05 | 5.54E+06 | 0  |
| 強め材取付部の強さ                            | $W_1$ (N)     | 2.25E+06                               | 8.72E+06 | 8.72E+06 | 3.58E+06 | 7.47E+06 | 9.85E+05   |
| 強め材取付部の強さ                            | $W_2$ (N)     | 1.76E+06                               | 1.53E+07 | 1.53E+07 | 3.18E+06 | 1.30E+07 | 6.76E+05   |
| 評価： $W_R < W_1$ , $W_R < W_2$ であること。 |               | ○                                      | ○        | ○        | ○        | ○        | ○  |

表 3-30 強め材取付部の強さの計算結果(その 2)

|                                      |               |          |          |          |          |          |          |          |
|--------------------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 貫通部番号                                |               | X-14     | X-30A, B | X-31A    | X-31B    | X-31C    | X-32A, B | X-33A, B |
| 溶接の脚長                                | $W_{L1}$ (mm) |          |          |          |          |          |          |          |
| 溶接の脚長                                | $W_{L2}$ (mm) |          |          |          |          |          |          |          |
| 溶接部の負うべき荷重                           | $W_R$ (N)     | 4.77E+05 | 0        | 3.58E+06 | 3.62E+06 | 3.76E+06 | 0        | 0        |
| 強め材取付部の強さ                            | $W_1$ (N)     | 1.29E+06 | 3.79E+06 | 5.40E+06 | 5.40E+06 | 5.40E+06 | 5.81E+06 | 6.23E+06 |
| 強め材取付部の強さ                            | $W_2$ (N)     | 9.70E+05 | 1.34E+06 | 7.37E+06 | 7.37E+06 | 7.37E+06 | 7.97E+06 | 8.57E+06 |
| 評価： $W_R < W_1$ , $W_R < W_2$ であること。 |               | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-30 強め材取付部の強さの計算結果(その 3)

| 貫通部番号                                |               | X-34, 35 | X-36, 37 | X-50     | X-51,<br>X-70 | X-60     | X-63     | X-64     |
|--------------------------------------|---------------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|
| 溶接の脚長                                | $W_{L1}$ (mm) |          |          |          |               |          |          |          |
| 溶接の脚長                                | $W_{L2}$ (mm) |          |          |          |               |          |          |          |
| 溶接部の負うべき荷重                           | $W_R$ (N)     | 3.60E+06 | 0        | 0        | 0             | 2.05E+05 | 1.01E+06 | 7.21E+05 |
| 強め材取付部の強さ                            | $W_1$ (N)     | 5.40E+06 | 3.97E+06 | 4.77E+06 | 4.65E+05      | 4.65E+05 | 1.04E+07 | 1.04E+07 |
| 強め材取付部の強さ                            | $W_2$ (N)     | 7.37E+06 | 3.81E+06 | 5.23E+06 | 2.95E+05      | 2.95E+05 | 3.18E+06 | 3.18E+06 |
| 評価： $W_R < W_1$ , $W_R < W_2$ であること。 |               | ○        | ○        | ○        | ○             | ○        | ○        | ○        |

表 3-30 強め材取付部の強さの計算結果(その 4)

| 貫通部番号                                |               | X-80,<br>X-81 | X-82A, B | X-90     | X-130A~D,<br>X-135A~D,<br>X-139A, B,<br>X-140A, B | X-131, X-132A~D,<br>X-133A~D, X-213A, B,<br>X-240 | X-134A, D |
|--------------------------------------|---------------|---------------|----------|----------|---|---|-----------|
| 溶接の脚長                                | $W_{L1}$ (mm) |               |          |          |   |   |           |
| 溶接の脚長                                | $W_{L2}$ (mm) |               |          |          |   |   |           |
| 溶接部の負うべき荷重                           | $W_R$ (N)     | 0             | 1.76E+05 | 0        | 6.33E+05  | 0   | 4.02E+04  |
| 強め材取付部の強さ                            | $W_1$ (N)     | 8.66E+06      | 6.39E+05 | 5.77E+06 | 3.18E+06  | 6.39E+05  | 6.39E+05  |
| 強め材取付部の強さ                            | $W_2$ (N)     | 5.23E+06      | 4.05E+05 | 2.61E+06 | 2.61E+06  | 4.05E+05  | 4.05E+05  |
| 評価： $W_R < W_1$ , $W_R < W_2$ であること。 |               | ○             | ○        | ○        | ○   | ○   | ○         |



表 3-30 強め材取付部の強さの計算結果(その 5)

| 貫通部番号                             | X-134B, C,<br>X-154 | X-136A, B,<br>X-137A~D,<br>X-138,<br>X-191A, B | X-190A, B | X-201A~H | X-202A~F | X-205A, B |
|-----------------------------------|---------------------|--|-----------|----------|----------|-----------|
| 溶接の脚長 $W_{L1}$ (mm)               |                     |  |           |          |          |           |
| 溶接の脚長 $W_{L2}$ (mm)               |                     |  |           |          |          |           |
| 溶接部の負うべき荷重 $W_R$ (N)              | 4.00E+04            | 0  | 6.32E+05  | 2.62E+06 | 0        | 0         |
| 強め材取付部の強さ $W_1$ (N)               | 6.39E+05            | 3.18E+06                                       | 3.18E+06  | 2.80E+07 | 5.52E+06 | 2.73E+06  |
| 強め材取付部の強さ $W_2$ (N)               | 4.05E+05            | 2.61E+06                                       | 2.61E+06  | 2.15E+07 | 5.95E+06 | 9.70E+05  |
| 評価: $W_R < W_1, W_R < W_2$ であること。 | ○                   | ○  | ○         | ○        | ○        | ○         |

表 3-30 強め材取付部の強さの計算結果(その 6)

| 貫通部番号                             | X-210A~H,<br>J~L | X-214A~C,<br>X-217,<br>X-219 | X-215A, B | X-218,<br>X-220 | X-222    |
|-----------------------------------|------------------|------------------------------|-----------|-----------------|----------|
| 溶接の脚長 $W_{L1}$ (mm)               |                  |                              |           |                 |          |
| 溶接の脚長 $W_{L2}$ (mm)               |                  |                              |           |                 |          |
| 溶接部の負うべき荷重 $W_R$ (N)              | 0                | 6.11E+05                     | 3.60E+05  | 6.25E+04        | 0        |
| 強め材取付部の強さ $W_1$ (N)               | 3.82E+06         | 7.27E+06                     | 4.56E+06  | 3.82E+06        | 4.56E+06 |
| 強め材取付部の強さ $W_2$ (N)               | 1.34E+06         | 3.81E+06                     | 1.76E+06  | 1.34E+06        | 1.76E+06 |
| 評価: $W_R < W_1, W_R < W_2$ であること。 | ○                | ○                            | ○         | ○               | ○        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-2-1 ドライウェルスリーブの基本板厚計算書」
  
- (2) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-2-2 サプレッションチェンバスリーブの基本板厚計算書」

- (2) 原子炉格納容器配管貫通部 (X-91, X-92, X-93, X-106B, X-230, X-231, X-233, X-243 及び X-281) の基本板厚計算書

## 目次

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1. 一般事項                     | 1  |
| 1.1 概要                      | 1  |
| 1.2 適用基準                    | 1  |
| 1.3 計算精度と数値の丸め方             | 2  |
| 2. 設計条件                     | 3  |
| 2.1 設計基準対象施設としての評価圧力及び評価温度  | 3  |
| 2.2 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度 | 3  |
| 2.3 材料及び許容応力                | 4  |
| 3. 原子炉格納容器配管貫通部の基本板厚計算      | 5  |
| 3.1 スリーブ及び管                 | 5  |
| 3.2 端板                      | 13 |
| 3.3 穴あき端板                   | 16 |
| 3.3.1 二重管型貫通部               | 17 |
| 3.4 穴の補強計算                  | 25 |

## 1. 一般事項

### 1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器配管貫通部（X-91, X-92, X-93, X-106B, X-230, X-231, X-233, X-243 及び X-281）の基本板厚計算書である。

原子炉格納容器配管貫通部は、設計基準対象施設の原子炉格納容器配管貫通部を重大事故等クラス 2 容器として兼用する機器である。

以下、設計基準対象施設の原子炉格納容器配管貫通部として、添付書類「VI-3-1-7 原子炉格納容器の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-2-8 重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法」に準じて、原子炉格納容器配管貫通部の構造強度評価を示す。

また重大事故等対処設備として、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-2-8 重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法」に準じて、原子炉格納容器配管貫通部の構造強度評価を示す。

### 1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。）） J S M E S N C 1-2005/2007）（日本機械学会 2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）

### 1.3 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表 1-1 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  |          | 単位              | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁        |
|--------|----------|-----------------|----------|------|------------|
| 圧力     |          | MPa             | —        | —    | 小数点以下第2位*1 |
| 圧力     |          | kPa             | —        | —    | 整数位        |
| 温度     |          | ℃               | —        | —    | 整数位        |
| 許容応力*2 |          | MPa             | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位        |
| 長さ     | 下記以外の長さ  | mm              | 小数点以下第2位 | 四捨五入 | 小数点以下第1位   |
|        | 計算上必要な厚さ | mm              | 小数点以下第2位 | 切上げ  | 小数点以下第1位   |
|        | 最小厚さ     | mm              | 小数点以下第2位 | 切捨て  | 小数点以下第1位   |
| 面積     | 下記以外の面積  | mm <sup>2</sup> | 有効数字4桁目  | 四捨五入 | 有効数字3桁*3   |
|        | 必要な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字4桁目  | 切上げ  | 有効数字3桁*3   |
|        | 有効な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字4桁目  | 切捨て  | 有効数字3桁*3   |

注記\*1：必要に応じて小数点以下第3位及び小数点以下第4位を用いる。

\*2：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値として算出する。

\*3：絶対値が1000以上のときはべき数表示とする。

## 2. 設計条件

### 2.1 設計基準対象施設としての評価圧力及び評価温度

設計基準対象施設としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|          |   |
|----------|---|
| 内圧 $P_1$ | 427kPa  |
| 外圧 $P_2$ | 13.7kPa   |
| 温度 $T$   | 171°C (X-91, X-92, X-93 及び X-106B)<br>104°C (X-230, X-231, X-233, X-243 及び X-281) |

### 2.2 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|             |               |
|-------------|---------------|
| 内圧 $P_{SA}$ | 854kPa (SA 後) |
| 温度 $T_{SA}$ | 200°C (SA 後)  |

## 2.3 材料及び許容応力

### (1) 材料

使用する材料を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

### (2) 許容引張応力

使用材料の許容引張応力は、設計基準対象施設においては、設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 3 の値とし、重大事故等対処設備においては、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に準じて、設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に規定されている値の 0.6 倍とする。なお、スリーブの外圧評価における使用材料の許容引張応力は、設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 3 に規定されている値とする。使用材料の許容引張応力を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 使用材料表（設計基準対象施設）

| 使用部位 | 使用材料      | 温度条件<br>(°C) | 許容引張応力<br>(MPa) | 備考 |
|------|-----------|--------------|-----------------|----|
| スリーブ | STS42     | 104          | 114             |    |
|      | (STS410)  | 171          | 114             |    |
|      | SUS316LTP | 104          | 120             |    |
| 端板   | SGV480    | 104          | 131             |    |
|      |           | 171          | 131             |    |
|      | SFVC2B    | 171          | 132             |    |
|      | SUSF304L  | 171          | 106             |    |
| 管    | SUS304LTP | 171          | 114             |    |
|      | STS410    | 171          | 114             |    |

表 2-2 使用材料表（重大事故等対処設備）

| 使用部位 | 使用材料      | 温度条件<br>(°C) | 許容引張応力*<br>(MPa) | 備考 |
|------|-----------|--------------|------------------|----|
| スリーブ | STS42     | 200          | 242              |    |
|      | (STS410)  |              |                  |    |
|      | SUS316LTP | 200          | 244              |    |
| 端板   | SGV480    | 200          | 253              |    |
|      | SFVC2B    | 200          | 262              |    |
|      | SUSF304L  | 200          | 209              |    |
|      |           |              |                  |    |
| 管    | SUS304LTP | 200          | 223              |    |
|      | STS410    | 200          | 242              |    |

注記\*：許容引張応力 S は  $0.6 \cdot S_u$  とする。ここで、 $S_u$  は設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に規定されている値である。



3. 原子炉格納容器配管貫通部の基本板厚計算

「2. 設計条件」に示す条件に基づき，原子炉格納容器配管貫通部各部の板厚計算を行った結果を以下に示す。

3.1 スリーブ及び管

スリーブ及びの形状を図 3-1 に示し，各寸法を表 3-1～表 3-7 に示す。

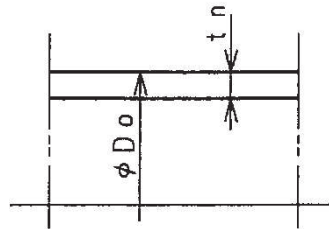


図 3-1 スリーブ及び管の形状

(1) 記号の説明

| 設計・建設規格の記号 | 計算書の表示 | 表示内容       | 単位 |
|------------|--------|------------|----|
| t          | t      | 必要な厚さ      | mm |
|            | $t_R$  | 計算上必要な厚さ   | mm |
|            | $t_R'$ | 規格上必要な最小厚さ | mm |

(2) 内圧に対する必要厚さ（設計・建設規格 PVE-3611）

スリーブ及び管の内圧に対する必要厚さの算出式を以下に示し，設計基準対象施設の計算結果を表 3-1，表 3-2 及び表 3-6 に，重大事故等対処設備の計算結果を表 3-3，表 3-4 及び表 3-7 に示す。

$$t_R = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

(3) 外圧に対する厚さ（設計・建設規格 PVE-3612）

貫通部の外圧に対する評価結果として，スリーブの許容外圧を表 3-5 に示す。

(4) 結論

内圧を受けるスリーブ及び管の最小厚さは必要厚さより大きく，また，外圧を受けるスリーブの許容外圧は外面に受ける最高の圧力より大きいので，設計・建設規格の要求を満足している。

表 3-1 スリーブの板厚計算結果（ドライウェル）（設計基準対象施設）

|   |                  |               |                       |       |
|---|------------------|---------------|-----------------------|-------|
| 貫通部番号                                   |                  | X-91          | X-92, X-93,<br>X-106B |       |
| 材料                                      |                  | STS42(STS410) | STS42(STS410)         |       |
| 最高使用圧力                                  | P                | (MPa)         | 0.427                 | 0.427 |
| 最高使用温度                                  |                  | (°C)          | 171                   | 171   |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub>   | (mm)          | 406.4                 | 318.5 |
| 許容引張応力                                  | S                | (MPa)         | 114                   | 114   |
| 継手効率                                    | $\eta$           |               | 1.00                  | 1.00  |
| 継手の種類                                   |                  |               | 継手無し                  | 継手無し  |
| 放射線検査の有無                                |                  |               | —                     | —     |
| 計算上必要な厚さ                                | t <sub>R</sub>   |               | 0.8                   | 0.6   |
| 必要厚さ*                                   | t <sub>R</sub> ' | (mm)          | 3.8                   | 3.8   |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t                | (mm)          | 3.8                   | 3.8   |
| 呼び厚さ                                    | t <sub>p</sub>   | (mm)          |                       |       |
| 最小厚さ                                    | t <sub>pm</sub>  | (mm)          |                       |       |
| 評価： t <sub>pm</sub> ≥ t であること。          |                  |               | ○                     | ○     |

注記\*：設計・建設規格 PVE-3613 による必要厚さ。

表 3-2 スリーブの板厚計算結果 (サブプレッションチェンバ) (設計基準対象施設)

| 貫通部番号  | X-230, X-231   | X-233          | X-243          | X-281     |
|--|----------------|----------------|----------------|-----------|
| 材料   | STS42 (STS410) | STS42 (STS410) | STS42 (STS410) | SUS316LTP |
| 最高使用圧力 P (MPa)                                 | 0.427          | 0.462          | 0.427          | 0.427     |
| 最高使用温度 (°C)                                    | 104            | 104            | 104            | 104       |
| 管台の外径 D <sub>o</sub> (mm)                      | 609.6          | 114.3          | 114.3          | 34.0      |
| 許容引張応力 S (MPa)                                 | 114            | 114            | 114            | 120       |
| 継手効率 η   | 1.00           | 1.00           | 1.00           | 1.00      |
| 継手の種類  | 継手無し           | 継手無し           | 継手無し           | 継手無し      |
| 放射線検査の有無                                       | —              | —              | —              | —         |
| 計算上必要な厚さ t <sub>R</sub>                        | 1.2            | 0.3            | 0.3            | 0.1       |
| 必要厚さ* t <sub>R</sub> ' (mm)                    | 3.8            | 3.4            | 3.4            | —         |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 t (mm) | 3.8            | 3.4            | 3.4            | 0.1       |
| 呼び厚さ t <sub>p</sub> (mm)                       | [Redacted]     |                |                |           |
| 最小厚さ t <sub>p,m</sub> (mm)                     |                |                |                |           |
| 評価: t <sub>p,m</sub> ≥ t であること。                | ○              | ○              | ○              | ○         |

注記\* : 設計・建設規格 PVE-3613 による必要厚さ。

表 3-3 スリーブの板厚計算結果（ドライウェル）（重大事故等対処設備）

|   |                       |               |                       |
|---|-----------------------|---------------|-----------------------|
| 貫通部番号                                   |                       | X-91          | X-92, X-93,<br>X-106B |
| 材料                                      |                       | STS42(STS410) | STS42(STS410)         |
| 最高使用圧力                                  | P (MPa)               | 0.854         | 0.854                 |
| 最高使用温度                                  | (°C)                  | 200           | 200                   |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub> (mm)   | 406.4         | 318.5                 |
| 許容引張応力                                  | S <sup>*1</sup> (MPa) | 242           | 242                   |
| 継手効率                                    | $\eta$                | 1.00          | 1.00                  |
| 継手の種類                                   |                       | 継手無し          | 継手無し                  |
| 放射線検査の有無                                |                       | —             | —                     |
| 計算上必要な厚さ                                | t <sub>R</sub>        | 0.8           | 0.6                   |
| 必要厚さ <sup>*2</sup>                      | t <sub>R</sub> ' (mm) | 3.8           | 3.8                   |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t (mm)                | 3.8           | 3.8                   |
| 呼び厚さ                                    | t (mm)                |               |                       |
| 最小厚さ                                    | t <sub>pm</sub> (mm)  |               |                       |
| 評価：t <sub>pm</sub> ≥ t であること。           |                       | ○             | ○                     |

注記\*1：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2：設計・建設規格 PVE-3613 による必要厚さ。

表 3-4 スリーブの板厚計算結果（サブプレッションチェンバ）（重大事故等対処設備）

| 貫通部番号                            | X-230, X-231  | X-233         | X-243         | X-281     |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| 材料                               | STS42(STS410) | STS42(STS410) | STS42(STS410) | SUS316LTP |
| 最高使用圧力 P (MPa)                   | 0.854         | 0.854         | 0.854         | 0.854     |
| 最高使用温度 (°C)                      | 200           | 200           | 200           | 200       |
| 管台の外径 $D_o$ (mm)                 | 609.6         | 114.3         | 114.3         | 34.0      |
| 許容引張応力 $S^{*1}$ (MPa)            | 242           | 242           | 242           | 244       |
| 継手効率 $\eta$                      | 1.00          | 1.00          | 1.00          | 1.00      |
| 継手の種類                            | 継手無し          | 継手無し          | 継手無し          | 継手無し      |
| 放射線検査の有無                         | —             | —             | —             | —         |
| 計算上必要な厚さ $t_R$                   | 1.1           | 0.3           | 0.2           | 0.1       |
| 必要厚さ <sup>*2</sup> $t_{R'}$ (mm) | 3.8           | 3.4           | 3.4           | —         |
| $t_R, t_{R'}$ の大きい値 $t$ (mm)     | 3.8           | 3.4           | 3.4           | 0.1       |
| 呼び厚さ $t$ (mm)                    |               |               |               |           |
| 最小厚さ $t_{pm}$ (mm)               |               |               |               |           |
| 評価： $t_{pm} \geq t$ であること。       | ○             | ○             | ○             | ○         |

注記\*1： Sは  $0.6 \cdot S_u$  とする。

\*2： 設計・建設規格 PVE-3613 による必要厚さ。

表 3-5 スリーブの許容外圧 (設計基準対象施設)

| 貫通部番号                         | X-91              | X-92, X-93<br>X-106B | X-230,<br>X-231   | X-233             | X-243             | X-281     |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| 材料                            | STS42<br>(STS410) | STS42<br>(STS410)    | STS42<br>(STS410) | STS42<br>(STS410) | STS42<br>(STS410) | SUS316LTP |
| 外面に受ける最高の圧力 P (MPa)           | 0.0137            | 0.0137               | 0.0137            | 0.0137            | 0.0137            | 0.0137    |
| 最高使用温度                        | 171               | 171                  | 104               | 104               | 104               | 104       |
| 管台の外径 D <sub>o</sub> (mm)     | 406.4             | 318.5                | 609.6             | 114.3             | 114.3             | 34.0      |
| 許容引張応力 S (MPa)                | 114               | 114                  | 114               | 114               | 114               | 120       |
| 必要厚さ t (mm)                   | 8.2               | 6.4                  | 12.2              | 2.3               | 2.3               | 0.7       |
| 呼び厚さ t <sub>to</sub> (mm)     |                   |                      |                   |                   |                   |           |
| 最小厚さ t <sub>t</sub> (mm)      |                   |                      |                   |                   |                   |           |
| 評価: t <sub>t</sub> ≥ t であること。 | ○                 | ○                    | ○                 | ○                 | ○                 | ○         |

表 3-6 管の板厚計算結果（ドライウエル）（設計基準対象施設）

| 貫通部番号                                   |                       | X-91      | X-92   | X-93      | X-106B    |
|---|-----------------------|-----------|--------|-----------|-----------|
| 材料                                      |                       | SUS304LTP | STS410 | SUS304LTP | SUS304LTP |
| 最高使用圧力                                  | P (MPa)               | 0.427     | 0.427  | 0.427     | 0.427     |
| 最高使用温度                                  | (°C)                  | 171       | 171    | 171       | 171       |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub> (mm)   | 60.5      | 114.3  | 76.3      | 60.5      |
| 許容引張応力                                  | S (MPa)               | 114       | 114    | 114       | 114       |
| 継手効率                                    | $\eta$                | 1.00      | 1.00   | 1.00      | 1.00      |
| 継手の種類                                   |                       | 継手無し      | 継手無し   | 継手無し      | 継手無し      |
| 放射線検査の有無                                |                       | —         | —      | —         | —         |
| 計算上必要な厚さ                                | t <sub>R</sub> (mm)   | 0.2       | 0.3    | 0.2       | 0.2       |
| 必要厚さ*                                   | t <sub>R</sub> ' (mm) | —         | 3.4    | —         | —         |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t (mm)                | 0.2       | 3.4    | 0.2       | 0.2       |
| 呼び厚さ                                    | t <sub>p</sub> (mm)   |           |        |           |           |
| 最小厚さ                                    | t <sub>p,m</sub> (mm) |           |        |           |           |
| 評価：t <sub>p,m</sub> ≥ t であること。          |                       | ○         | ○      | ○         | ○         |

注記\*：設計・建設規格 PVE-3613 による必要厚さ。

表 3-7 管の板厚計算結果（ドライウエル）（重大事故等対処設備）

| 貫通部番号                                   |                       | X-91      | X-92   | X-93      | X-106B    |
|---|-----------------------|-----------|--------|-----------|-----------|
| 材料                                      |                       | SUS304LTP | STS410 | SUS304LTP | SUS304LTP |
| 最高使用圧力                                  | P (MPa)               | 2.06      | 0.854  | 2.00      | 2.06      |
| 最高使用温度                                  | (°C)                  | 200       | 200    | 200       | 200       |
| 管台の外径                                   | D <sub>o</sub> (mm)   | 60.5      | 114.3  | 76.3      | 60.5      |
| 許容引張応力                                  | S* <sup>1</sup> (MPa) | 223       | 242    | 223       | 223       |
| 継手効率                                    | η                     | 1.00      | 1.00   | 1.00      | 1.00      |
| 継手の種類                                   |                       | 継手無し      | 継手無し   | 継手無し      | 継手無し      |
| 放射線検査の有無                                |                       | —         | —      | —         | —         |
| 計算上必要な厚さ                                | t <sub>R</sub> (mm)   | 0.3       | 0.2    | 0.4       | 0.3       |
| 必要厚さ* <sup>2</sup>                      | t <sub>R</sub> ' (mm) | —         | 3.4    | —         | —         |
| t <sub>R</sub> , t <sub>R</sub> ' の大きい値 | t (mm)                | 0.3       | 3.4    | 0.4       | 0.3       |
| 呼び厚さ                                    | t <sub>p</sub> (mm)   |           |        |           |           |
| 最小厚さ                                    | t <sub>p,m</sub> (mm) |           |        |           |           |
| 評価： t <sub>p,m</sub> ≥ t であること。         |                       | ○         | ○      | ○         | ○         |

注記\*1： Sは 0.6・S<sub>u</sub>とする。

\*2：設計・建設規格 PVE-3613 による必要厚さ。



### 3.2 端板

端板の形状を図 3-2 に示し，各寸法を表 3-8 に示す。

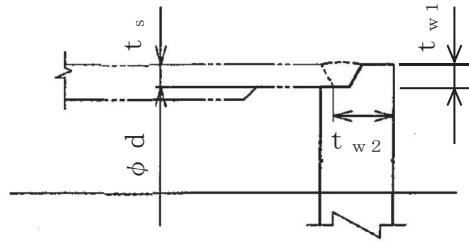


図 3-2 端板の形状

#### (1) 記号の説明

| 設計・建設規格<br>の記号 | 計算書の表示           | 表示内容     | 単位 |
|----------------|------------------|----------|----|
| t              | t <sub>o,r</sub> | 計算上必要な厚さ | mm |

#### (2) 内圧に対する必要厚さ（設計・建設規格 PVE-3410）

##### a. 計算式

端板の内圧に対する必要厚さの算出式を以下に示し，設計基準対象施設の計算結果を表 3-9 に，重大事故等対処設備の計算結果を表 3-10 に示す。

$$t_{o,r} = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

##### b. 係数Kに関する計算

K=0.33（設計・建設規格 表 PVE-3410-1 の取付方法(g)）

ただし， $t_{w1} + t_{w2} \geq 2 \cdot t_s$

$$t_{w1} \geq t_s$$

端板の取付方法による係数Kの確認結果を表 3-8 に示す。

##### c. 結論

表 3-9 及び表 3-10 より，端板は設計・建設規格の要求を満足している。

表 3-8 係数Kの確認結果

|   |       |
|---|-------|
| 貫通部番号   | X-233 |
| 最小内のり d (mm)  |       |
| スリーブ厚さ $t_s$ (mm)   |       |
| $t_{w1} + t_{w2}$ (mm)  |       |
| $t_{w1}$ (mm)   |       |
| 評価： $t_{w1} + t_{w2} \geq 2 \cdot t_s$ 及び<br>$t_{w1} \geq t_s$ であること。 | ○     |

表 3-9 端板の板厚計算結果（設計基準対象施設）

|   |                 |       |       |
|---|-----------------|-------|-------|
| 貫通部番号                                       | X-233           |       |       |
| 材料*1  | SGV480          |       |       |
| 最小内のり                                       | d               | (mm)  |       |
| 最高使用圧力                                      | P               | (MPa) | 0.462 |
| 最高使用温度                                      |                 | (°C)  | 104   |
| 係数  | K               | (-)   | 0.33  |
| 許容引張応力                                      | S               | (MPa) | 131   |
| 呼び厚さ  | t <sub>o</sub>  | (mm)  |       |
| 最小厚さ  | t <sub>om</sub> | (mm)  |       |
| 計算上必要な厚さ                                    | t <sub>or</sub> | (mm)  | 3.4   |
| 評価：t <sub>om</sub> ≥ t <sub>or</sub> であること。 | ○               |       |       |

表 3-10 端板の板厚計算結果（重大事故等対処設備）

|   |                 |       |       |
|---|-----------------|-------|-------|
| 貫通部番号                                       | X-233           |       |       |
| 材料*1  | SGV480          |       |       |
| 最小内のり                                       |                 | (mm)  |       |
| 最高使用圧力                                      |                 | (MPa) | 0.854 |
| 最高使用温度                                      |                 | (°C)  | 200   |
| 係数  | K               | (-)   | 0.33  |
| 許容引張応力                                      | S*1             | (MPa) | 253   |
| 呼び厚さ  | t <sub>o</sub>  | (mm)  |       |
| 最小厚さ  | t <sub>om</sub> | (mm)  |       |
| 計算上必要な厚さ                                    | t <sub>or</sub> | (mm)  | 3.3   |
| 評価：t <sub>om</sub> ≥ t <sub>or</sub> であること。 | ○               |       |       |

注記\*1：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

### 3.3 穴あき端板

#### (1) 記号の説明

| 設計・建設規格の<br>記号 | 計算書の表示           | 表示内容     | 単位              |
|----------------|------------------|----------|-----------------|
| t              | A <sub>o</sub>   | 補強に有効な面積 | mm <sup>2</sup> |
|                | t <sub>o,r</sub> | 計算上必要な厚さ | mm              |
|                | Y                | 補強の有効範囲  | mm              |
|                | Y <sub>1</sub>   | 補強の有効範囲  | mm              |
|                | Y <sub>2</sub>   | 補強の有効範囲  | mm              |

3.3.1 二重管型貫通部

二重管型貫通部の穴あき端板の形状を図 3-3 に示し、各寸法を表 3-11 に示す。

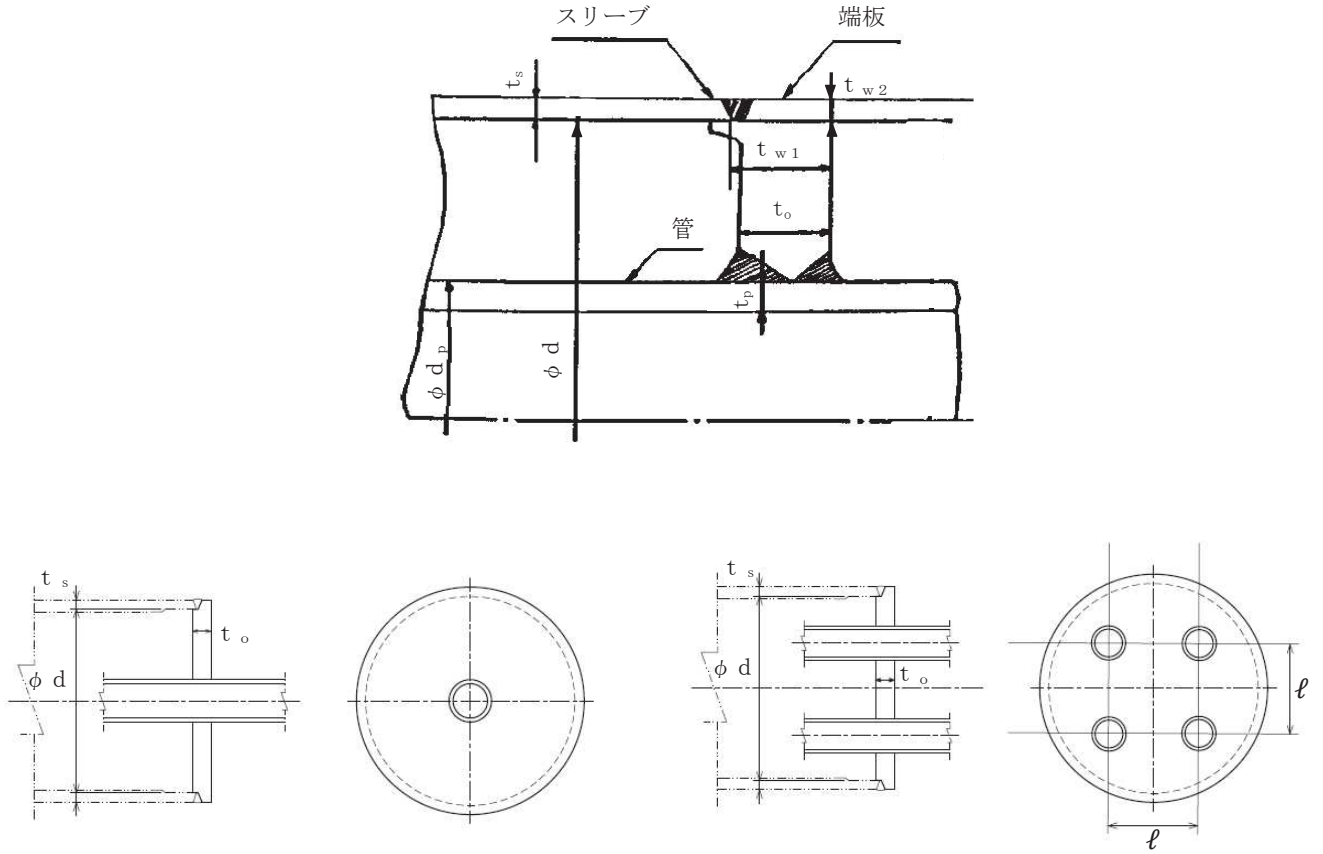


図 3-3 穴あき端板の形状

表 3-11 穴あき端板の寸法

(単位：mm)

| 貫通部番号  | d     | t <sub>s</sub> | t <sub>w1</sub> | t <sub>w2</sub> | t <sub>om</sub> *1 | ℓ | t <sub>pm</sub> *2 | d <sub>p</sub> |
|--------|-------|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|---|--------------------|----------------|
| X-91   | 382.4 |                |                 |                 |                    |   |                    |                |
| X-92   | 286.5 |                |                 |                 |                    |   |                    |                |
| X-93   | 286.5 |                |                 |                 |                    |   |                    |                |
| X-106B | 294.5 |                |                 |                 |                    |   |                    |                |

注記\*1：t<sub>o</sub>の最小厚さ

\*2：t<sub>p</sub>の最小厚さ

(1) 内圧に対する必要厚さ（設計・建設規格 PVE-3410）

a. 計算式

端板の内圧に対する必要厚さの算出式を以下に示し，設計基準対象施設の計算結果を表 3-13 に，重大事故等対処設備の計算結果を表 3-14 に示す。

$$t_{or} = d \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

b. 係数Kに関する計算

$K = 0.33$ （設計・建設規格 表 PVE-3410-1 の取付け方法(g)）

ただし， $t_{w1} + t_{w2} \geq 2 \cdot t_s$

$$t_{w1} \geq t_s$$

端板の取付方法による係数Kの計算結果を表 3-12 に示す。

c. 結論

表 3-12～表 3-14 より，端板は設計・建設規格の要求を満足している。

表 3-12 係数Kの確認結果

| 貫通部番号  |            | X-91       | X-92 | X-93 | X-106B |
|--|------------|------------|------|------|--------|
| 最小内のり  | d (mm)     | [Redacted] |      |      |        |
| スリーブの厚さ  | $t_s$ (mm) |            |      |      |        |
| $t_{w1} + t_{w2}$  | (mm)       |            |      |      |        |
| $t_{w1}$   | (mm)       |            |      |      |        |
| $2 \cdot t_s$  | (mm)       |            |      |      |        |
| 評価： $t_{w1} + t_{w2} \geq 2 \cdot t_s$ 及び $t_{w1} \geq t_s$ であること。 |            | ○          | ○    | ○    | ○      |

表 3-13 穴あき端板の必要厚さ (設計基準対象施設)

| 貫通部番号  | X-91   | X-92   | X-93     | X-106B |
|--|--------|--------|----------|--------|
| 材料   | SGV480 | SFVC2B | SUSF304L | SGV480 |
| 最小内のり<br>d (mm)                              |        |        |          |        |
| 最高使用圧力<br>P (MPa)                            | 0.427  | 0.427  | 0.427    | 0.427  |
| 最高使用温度<br>(°C)                               | 171    | 171    | 171      | 171    |
| 係数<br>K (-)                                  | 0.33   | 0.33   | 0.33     | 0.33   |
| 許容引張応力<br>S (MPa)                            | 131    | 132    | 106      | 131    |
| 呼び厚さ<br>t <sub>o</sub> (mm)                  |        |        |          |        |
| 最小厚さ<br>t <sub>om</sub> (mm)                 |        |        |          |        |
| 計算上必要な厚さ<br>t <sub>or</sub> (mm)             | 12.6   | 9.4    | 10.5     | 9.7    |
| 評価: t <sub>om</sub> ≥ t <sub>or</sub> であること。 | ○      | ○      | ○        | ○      |

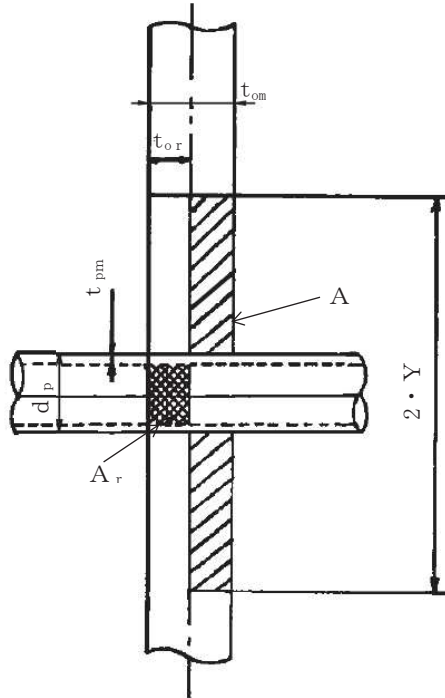


表 3-14 穴あき端板の必要厚さ（重大事故等対処設備）

| 貫通部番号                                       | X-91       | X-92   | X-93     | X-106B |
|---|------------|--------|----------|--------|
| 材料  | SGV480     | SFVC2B | SUSF304L | SGV480 |
| 最小内のり<br>d (mm)                             | [Redacted] |        |          |        |
| 最高使用圧力<br>P (MPa)                           | 0.854      | 0.854  | 0.854    | 0.854  |
| 最高使用温度<br>(°C)                              | 200        | 200    | 200      | 200    |
| 係数<br>K (-)                                 | 0.33       | 0.33   | 0.33     | 0.33   |
| 許容引張応力<br>S* (MPa)                          | 253        | 262    | 209      | 253    |
| 呼び厚さ<br>t <sub>o</sub> (mm)                 | [Redacted] |        |          |        |
| 最小厚さ<br>t <sub>om</sub> (mm)                | [Redacted] |        |          |        |
| 計算上必要な厚さ<br>t <sub>or</sub> (mm)            | 12.8       | 9.4    | 10.6     | 9.9    |
| 評価：t <sub>om</sub> ≥ t <sub>or</sub> であること。 | ○          | ○      | ○        | ○      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

- (2) 穴の補強計算（設計・建設規格 PVE-3420）  
 穴部の形状を図 3-4 に示す。



注：各貫通部の寸法は表 3-8，表 3-10 及び表 3-11 に示す。

図 3-4 穴部の形状

- a. 補強に必要な面積の 1/2

$$\frac{A_r}{2} = \frac{d_i \cdot t_{or}}{2}$$

ここに，

$d_i$  : 穴の径

$$= d_p - 2 \cdot t_{pm}$$

ただし， $1.5 d_i \leq \ell$  である。

$\ell$  : 隣接する穴の中心間の距離（表 3-11 参照）

$t_{or}$  : 端板の計算上必要な厚さ（表 3-13 及び表 3-14 参照）

- b. 補強に有効な範囲 Y

Y は，次の計算式により求めた値のうち，いずれか大きいもの。

$$Y_1 = \frac{d_i}{2} + t_{pm} + t_{om}$$

$$Y_2 = d_i$$

ただし， $Y \leq \frac{d}{2}$ ， $Y \leq \frac{\ell}{2}$  である。

ここに，

d : 端板取付部の最小内のり（表 3-8 参照）

c. 補強に有効な面積  $A_o$ 。

$$A_o = (2 \cdot Y - d_p) \cdot (t_{om} - t_{or})$$

d. 結論

穴あき端板の穴の補強の設計基準対象施設の計算結果を表 3-15 に、重大事故等対処設備の計算結果を表 3-16 に示す。

これより、穴あき端板の穴の補強は十分である。

(3) 結論

穴あき端板の最小厚さは表 3-13 及び表 3-14 に示すように必要厚さより大きく、また表 3-15 及び表 3-16 に示すように補強に有効な面積は補強に必要な面積の  $1/2$  より大きいので、設計・建設規格の要求を満足している。

表 3-15 穴あき端板の穴の補強計算結果 (設計基準対象施設)

| 貫通部番号                    |                            | X-91       | X-92     | X-93     | X-106B   |
|--------------------------|----------------------------|------------|----------|----------|----------|
| 穴の径                      | $d_i$ (mm)                 | [Redacted] |          |          |          |
| 計算上必要な厚さ                 | $t_{or}$ (mm)              | 12.6       | 9.4      | 10.5     | 9.7      |
| 補強の有効範囲                  | $Y_1$ (mm)                 | [Redacted] |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $Y_2$ (mm)                 |            |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $d/2$ (mm)                 |            |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $l/2$ (mm)                 |            |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $Y$ (mm)                   |            |          |          |          |
| 補強に必要な面積の 1/2            | $A_r/2$ (mm <sup>2</sup> ) | 321        | 489      | 354      | 249      |
| 補強に有効な面積                 | $A_o$ (mm <sup>2</sup> )   | 1.79E+03   | 1.85E+03 | 1.09E+03 | 1.58E+03 |
| 評価: $A_o > A_r/2$ であること。 |                            | ○          | ○        | ○        | ○        |

表 3-16 穴あき端板の穴の補強計算結果 (重大事故等対処設備)

| 貫通部番号                    |                            | X-91       | X-92     | X-93     | X-106B   |
|--------------------------|----------------------------|------------|----------|----------|----------|
| 穴の径                      | $d_i$ (mm)                 | [Redacted] |          |          |          |
| 計算上必要な厚さ                 | $t_{or}$ (mm)              | 12.8       | 9.4      | 10.6     | 9.9      |
| 補強の有効範囲                  | $Y_1$ (mm)                 | [Redacted] |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $Y_2$ (mm)                 |            |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $d/2$ (mm)                 |            |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $l/2$ (mm)                 |            |          |          |          |
| 補強の有効範囲                  | $Y$ (mm)                   |            |          |          |          |
| 補強に必要な面積の 1/2            | $A_r/2$ (mm <sup>2</sup> ) | 326        | 489      | 357      | 252      |
| 補強に有効な面積                 | $A_o$ (mm <sup>2</sup> )   | 1.77E+03   | 1.85E+03 | 1.08E+03 | 1.56E+03 |
| 評価: $A_o > A_r/2$ であること。 |                            | ○          | ○        | ○        | ○        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.4 穴の補強計算

原子炉格納容器を貫通する貫通部について補強計算を行う。

#### (1) 記号の説明

| 設計・建設規格の<br>記号 | 計算書の表示 | 表示内容          | 単位            |
|----------------|--------|---------------|---------------|
|                | $A_0$  | 補強に有効な総面積     | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_0'$ | 補強に有効な総面積     | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_1$  | 鏡板の有効補強面積     | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_2$  | 管台の有効補強面積（内側） | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_3$  | 管台の有効補強面積（外側） | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_4$  | 強め板の有効補強面積    | $\text{mm}^2$ |
|                | $H_1$  | 補強の有効範囲       | mm            |
|                | $H_2$  | 補強の有効範囲       | mm            |
|                | R F    | 補強板の最小半径      | mm            |
|                | T P    | 補強板の厚さ        | mm            |
|                | $W_1$  | 強め材取付部の強さ     | N             |
|                | $W_2$  | 強め材取付部の強さ     | N             |
|                | $W_R$  | 溶接部の負うべき荷重    | N             |
|                | $Y_1$  | 補強の有効範囲       | mm            |
|                | $Y_2$  | 補強の有効範囲       | mm            |

(2) 穴の補強計算

貫通部の形状を図 3-5 に示し、寸法を表 3-17 及び表 3-18 に示す。

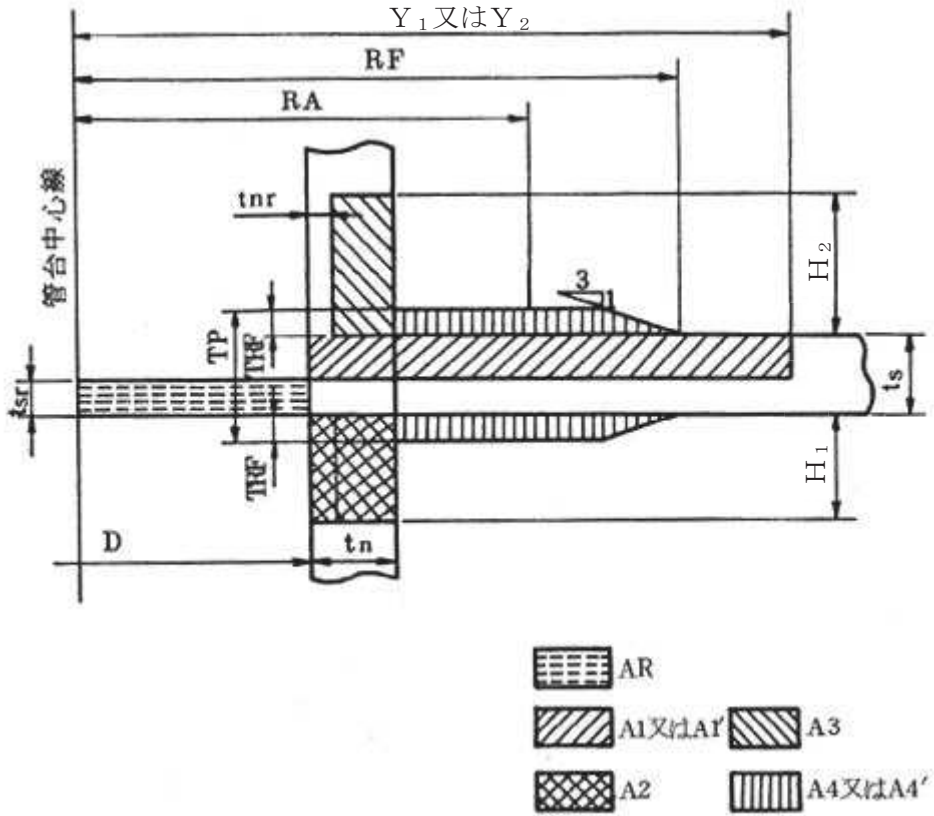


図 3-5 貫通部取付部の形状

a. 穴の補強計算

(a) 補強に必要な面積 (設計・建設規格 PVE-3281(3))

$$A_r = t_{sr} \cdot \{D + 2 \cdot t_{nm} \cdot (1 - S_n / S_s)\} / \cos \gamma$$

ここに、

$t_{sr}$  : 格納容器胴の計算上必要な厚さ

$t_{nm}$  :  $t_n$  の最小厚さ

$S_n$  : 管台の許容引張応力

$S_s$  : 容器の許容引張応力

$\gamma$  : 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角

(b) 容器の面に測った補強に有効な範囲（設計・建設規格 PVE-3281(1)）

イ. 容器の面に沿う範囲  $Y_1$

$Y_1$ は、次の計算式により求めた値のうちのいずれか大きいもの。

$$Y = D / \cos \gamma$$

$$Y = \frac{D}{2 \cdot \cos \gamma} + t_{sm} + t_{nm}$$

ここに、 $t_{sm}$ ： $t_s$ の最小厚さ

ロ. 容器の面に垂直な範囲  $H_1, H_2$

$H_1$ 及び $H_2$ は、次の計算式により求めた値のうちのいずれか大きいもの。

$$H = 0.5 \cdot \sqrt{r_m \cdot t_{nm} + TE}$$

$$H = 2.5 \cdot t_{nm} + TE$$

ここに、 $r_m$ ：管台の平均半径

$$= (d_o - t_{nm}) / 2$$

$TE$ ：強め材の厚さ（ $TRF + TA$ ）又は容器の厚さの2.5倍

（ $2.5 \times t_{sm}$ ）の小さいほう

$H_1$ ：容器の内面に垂直な範囲

$H_2$ ：容器の外面に垂直な範囲

(c) 補強に有効な面積（設計・建設規格 PVE-3281(2)）

イ. 容器の補強に有効な面積  $A_1$

$$A_1 = (t_{sm} - t_{sr}) \cdot \{2 \cdot Y_1 - (D + 2 \cdot t_n \cdot (1 - S_n / S_s)) / \cos \gamma\}$$

ロ. 管台（内側）の補強に有効な面積  $A_2$

(イ) 管台に内圧が作用する場合

$$A_2 = 2 \cdot (t_{nm} - t_{nr}) \cdot H_1 \cdot S_n / S_s / \cos \gamma$$

ここに、 $t_{nr}$ ：管台の計算上必要な厚さ（表3-1に示す $t_R$ の値を参照）

(ロ) 管台に内圧が作用しない場合

$$A_2 = 2 \cdot t_{nm} \cdot H_1 \cdot S_n / S_s / \cos \gamma$$

ハ. 管台（外側）の補強に有効な面積  $A_3$

$$A_3 = 2 \cdot (t_{nm} - t_{nr}) \cdot H_2 \cdot S_n / S_s / \cos \gamma$$

ニ. 強め材の補強に有効な面積  $A_4$

(イ)  $Y_1 \geq RF$ の場合

$$A_4 = TRF \cdot \{2 \cdot RF - (D + 2 \cdot t_{nm}) / \cos \gamma\} - 3 \cdot TRF^2$$

ここに、 $TRF$ ：強め材の厚さ（ $TP - t_{sm}$ ）

(ロ)  $Y_1 < RF$ かつ $Y_1 > RF - 3 \cdot TRF$ の場合

$$A_4 = 2 \cdot TRF \cdot \{RF - 3 \cdot TRF - (D / 2 + t_{nm}) / \cos \gamma\} + 3 \cdot TRF^2 - 1 / 3 \cdot (RF - Y_1)^2$$

(ハ)  $Y_1 < RF$ かつ $Y_1 \leq RF - 3 \cdot TRF$ の場合

$$A_4 = 2 \cdot TRF \cdot \{Y_1 - (D/2 + t_{nm}) / \cos \gamma\}$$

ホ. 補強に有効な総面積  $A_0$

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

(d) 容器の面に測った補強に有効な範囲 (設計・建設規格 PVE-3283(1))

イ. 容器の面に沿う範囲  $Y_2$

$Y_2$ は, 次の計算式により求めた値のうちのいずれか大きいもの。

$$Y = r + 0.5 \cdot \sqrt{R \cdot t_{sm}}$$

$$Y = r + 2/3 \cdot (t_{sm} + t_{nm})$$

(e) 補強に有効な面積 (設計・建設規格 PVE-3283(1))

イ. 容器の補強に有効な面積  $A_1'$

$$A_1' = (t_{sm} - t_{sr}) \cdot \{2 \cdot Y_2 - D + 2 \cdot t_{nm} \cdot (1 - S_n / S_s) / \cos \gamma\}$$

ロ. 管台 (内側) の補強に有効な面積  $A_2$

$$A_2' = A_2$$

ハ. 管台 (外側) の補強に有効な面積  $A_3$

$$A_3' = A_3$$

ニ. 強め材の補強に有効な面積  $A_4$

(イ)  $Y_2 \geq RF$ の場合

$$A_4 = TRF \cdot \{2 \cdot RF - (D + 2 \cdot t_{nm}) / \cos \gamma\} - 3 \cdot TRF^2$$

(ロ)  $Y_2 < RF$ かつ $Y_2 > RF - 3 \cdot TRF$ の場合

$$A_4 = 2 \cdot TRF \cdot \{RF - 3 \cdot TRF - (D/2 + t_{nm}) / \cos \gamma\} + 3 \cdot TRF^2 - 1/3 \cdot (RF - Y_2)^2$$

(ハ)  $Y_2 < RF$ かつ $Y_2 \leq RF - 3 \cdot TRF$ の場合

$$A_4 = 2 \cdot TRF \cdot \{Y_2 - (D/2 + t_{nm}) / \cos \gamma\}$$

ホ. 補強に有効な総面積  $A_0$

$$A_0' = A_1' + A_2' + A_3' + A_4'$$

(f) 結論

穴の補強の設計基準対象施設の計算結果を表 3-17 に, 重大事故等対処設備の計算結果を表 3-18 に示す。

これより, 貫通部の穴の補強は十分である。



表 3-17 穴の補強計算結果 (設計基準対象施設)

| 貫通部番号   |                           | X-91     | X-92, X-93 | X-106B   | X-230, X-231 | X-233    | X-243    |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
|---|---------------------------|----------|------------|----------|--------------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|
| 管台の最小厚さ   | $t_{nm}$ (mm)             |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の直径   | (mm)                      |          |            |          |              |          |          | 406.4 | 318.5 | 318.5 | 609.6 | 114.3 | 114.3 |  |  |  |  |  |  |
| 容器の最小厚さ   | $t_{sm}$ (mm)             |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の内半径  | R (mm)                    |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の計算上必要な厚さ                                     | $t_{sr}$ (mm)             | 14.6     | 29.2       | 14.6     | 15.4         | 16.7     | 15.4     |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の計算上必要な厚さ                                     | $t_{nr}$ (mm)             | 0.8      | 0.6        | 0.6      | 1.2          | 0.3      | 0.3      |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強板の直径  | $2RF$ (mm)                |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強板の厚さ  | TP (mm)                   |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 穴の補強に必要な面積                                      | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )  | 5.66E+03 | 8.70E+03   | 4.44E+03 | 9.35E+03     | 1.68E+03 | 1.60E+03 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $Y_1$ (mm)                |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $Y_2$ (mm)                |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $H_1$ (mm)                |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $H_2$ (mm)                |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の有効補強面積                                       | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )  | 6.56E+03 | 1.60E+03   | 5.13E+03 | 1.54E+03     | 130      | 260      |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の有効補強面積 (内側)                                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.22E+03 | 791        | 809      | 3.46E+03     | 0        | 253      |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の有効補強面積 (外側)                                  | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.31E+03 | 1.23E+03   | 899      | 4.34E+03     | 505      | 521      |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 強め板の有効補強面積                                      | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.23E+03 | 5.88E+03   | 1.16E+03 | 4.97E+03     | 1.76E+03 | 1.81E+03 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.03E+04 | 9.51E+03   | 8.01E+03 | 1.43E+04     | 2.40E+03 | 2.85E+03 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> ) | 1.03E+04 | 9.51E+03   | 8.01E+03 | 1.31E+04     | 2.40E+03 | 2.85E+03 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 評価: $A_0 > A_r$ , $A_0' > 2/3 \cdot A_r$ であること。 |                           | ○        | ○          | ○        | ○            | ○        | ○        |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |

表 3-18 穴の補強計算結果（重大事故等対処設備）

| 貫通部番号   |                           | X-91     | X-92, X-93 | X-106B   | X-230, X-231 | X-233    | X-243    |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
|---|---------------------------|----------|------------|----------|--------------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|
| 管台の最小厚さ   | $t_{nm}$ (mm)             |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の直径   | (mm)                      |          |            |          |              |          |          | 406.4 | 318.5 | 318.5 | 609.6 | 114.3 | 114.3 |  |  |  |  |  |  |
| 容器の最小厚さ   | $t_{sm}$ (mm)             |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の内半径  | R (mm)                    |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の計算上必要な厚さ                                     | $t_{sr}$ (mm)             | 14.9     | 29.9       | 14.9     | 15.9         | 15.9     | 15.9     |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の計算上必要な厚さ                                     | $t_{nr}$ (mm)             | 0.8      | 0.6        | 0.6      | 1.1          | 0.2      | 0.2      |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強板の直径  | $2RF$ (mm)                |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強板の厚さ  | TP (mm)                   |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 穴の補強に必要な面積                                      | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )  | 5.75E+03 | 8.83E+03   | 4.51E+03 | 9.60E+03     | 1.59E+03 | 1.64E+03 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $Y_1$ (mm)                |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $Y_2$ (mm)                |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $H_1$ (mm)                |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強の有効範囲   | $H_2$ (mm)                |          |            |          |              |          |          |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 容器の有効補強面積                                       | $A_1$ (mm <sup>2</sup> )  | 6.48E+03 | 1.43E+03   | 5.07E+03 | 1.22E+03     | 202      | 208      |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の有効補強面積（内側）                                   | $A_2$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.32E+03 | 858        | 878      | 3.81E+03     | 0        | 278      |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 管台の有効補強面積（外側）                                   | $A_3$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.43E+03 | 1.34E+03   | 977      | 4.79E+03     | 557      | 573      |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 強め板の有効補強面積                                      | $A_4$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.23E+03 | 5.88E+03   | 1.16E+03 | 4.97E+03     | 1.76E+03 | 1.81E+03 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0$ (mm <sup>2</sup> )  | 1.04E+04 | 9.52E+03   | 8.09E+03 | 1.48E+04     | 2.52E+03 | 2.87E+03 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 補強に有効な総面積                                       | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> ) | 1.04E+04 | 9.52E+03   | 8.09E+03 | 1.37E+04     | 2.52E+03 | 2.87E+03 |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |
| 評価： $A_0 > A_r$ , $A_0' > 2/3 \cdot A_r$ であること。 |                           | ○        | ○          | ○        | ○            | ○        | ○        |       |       |       |       |       |       |  |  |  |  |  |  |

- b. 強め材取付部の強さ（設計・建設規格 PVE-3285 及び PVE-3286）  
スリーブ取付部の形状を図 3-6 に示し、寸法を表 3-19 示す。

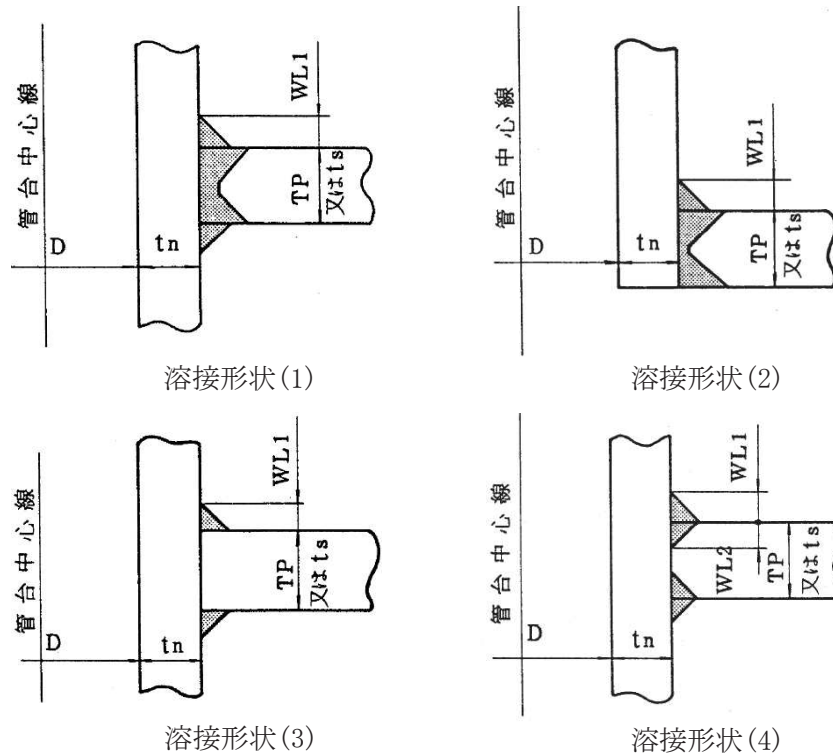


図 3-6 スリーブ取付部の形状

- (a) 強材取付部の必要強さ

次の 2 式のうちいずれか小さい方の値

$$W_{R1} = (A_5 + A_6 + A_7) \cdot S_n + (AW_1 + AW_2) \cdot S$$

$$W_{R2} = (A_8 - A_9 - A_{10}) \cdot S_s$$

ここで、 $S$  は  $S_n$  と  $S_s$  の小さい方、 $W_{R2} < 0$  の場合  $W_{R2} = 0$  とする。

$$A_5 = 2 \cdot t_{nm} \cdot H_1 / \cos \gamma \quad (\text{管台に内圧が作用しない場合})$$

$$= 2 \cdot (t_{nm} - t_{nr}) \cdot H_1 / \cos \gamma \quad (\text{管台に内圧が作用する場合})$$

$$A_6 = 2 \cdot t_{nm} \cdot (t_{sm} - t_{sr}) / \cos \gamma$$

$$A_7 = 2 \cdot (t_{nm} - t_{nr}) \cdot H_2 / \cos \gamma$$

$$A_8 = (D + 2 \cdot t_{nm}) \cdot t_{sr} / \cos \gamma$$

$$A_9 = \{2 \cdot Y_1 - (D + 2 \cdot t_{nm}) / \cos \gamma\} \cdot (t_{sm} - t_{sr})$$

$$A_{10} = A_4$$

$$AW_1 = WL_1^2 \quad (\text{溶接形状(2)のとき})$$

$$= 2 \cdot WL_1^2 \quad (\text{溶接形状(1), (3)及び(4)のとき})$$

$$AW_2 = 0$$

ここに、 $t_{nm}$  :  $t_n$  の最小厚さ

$t_{sm}$  :  $t_s$  の最小厚さ

- (b) 強め材取付部の有効強さ  
 強め材取付部の破断型式を図 3-7 に示す。

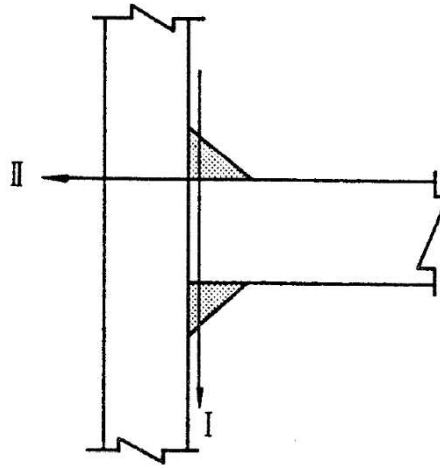


図 3-7 強め材取付部の破断型式

- イ. 強め材を取り付ける単位面積当たりの強さ
- 突合せ溶接部の引張り  $S D T = 0.74 \cdot S$
  - 管台壁のせん断  $S N S = 0.70 \cdot S$
  - すみ肉溶接部のせん断  $S D S = 0.49 \cdot S$
- ここで、 $S$  は  $S_n$  と  $S_s$  の小さい方
- ロ. 強め材を取り付ける強さ
- (イ) すみ肉溶接部のせん断強さ
    - $F W S_1 = \pi / 2 \cdot (D + 2 \cdot t_{nm}) \cdot W L_1 \cdot S D S$
    - $F W S_2 = \pi / 2 \cdot (D + 2 \cdot t_{nm}) \cdot W L_2 \cdot S D S$
  - (ロ) 管台壁のせん断強さ
    - $N W S = \pi / 2 \cdot (D + t_{nm}) \cdot t_{nm} \cdot S N S$
  - (ハ) 管台壁のせん断強さ
    - $G W S = \pi / 2 \cdot (D + 2 \cdot t_{nm}) \cdot T P \cdot S D T$
- ハ. 強め材取付部の有効強さ
- 破断形式 I, II の強め材取付部の有効強さを  $W_1, W_2$  とする。
- (イ) 溶接型式(1)に対して
    - $W_1 = 2 \cdot F W S_1$
    - $W_2 = F W S_1 + N W S$
  - (ロ) 溶接型式(2)に対して
    - $W_1 = F W S_1 + G W T_1$
    - $W_2 = F W S_1 + N W S$

(ハ) 溶接型式(3)に対して

$$W_1 = 2 \cdot FWS_1 + GWT_1$$

$$W_2 = FWS_1 + NWS$$

(ニ) 溶接型式(4)に対して

$$W_1 = 2 \cdot FWS_1 + 2 \cdot FWS_2$$

$$W_2 = FWS_1 + NWS$$

(c) 結論

強め材取付部の強さの設計基準対象施設の計算結果を表 3-19 に、重大事故等対処設備の計算結果を表 3-20 示す。

これより、原子炉格納容器と貫通部取付部の強め材取付部の強さは十分である。

表 3-19 強め材取付部の強さの計算結果(設計基準対象施設)

| 貫通部番号                                |  | X-91     | X-92,<br>X-93 | X-106B   | X-230,<br>X-231 | X-233    | X-243    |
|--------------------------------------|--|----------|---------------|----------|-----------------|----------|----------|
| 溶接の脚長 $W_{L1}$ (mm)                  |  |          |               |          |                 |          |          |
| 溶接の脚長 $W_{L2}$ (mm)                  |  |          |               |          |                 |          |          |
| 溶接部の負うべき荷重 $W_R$ (N)                 |  | 0        | 3.23E+05      | 0        | 4.90E+05        | 2.37E+03 | 0        |
| 強め材取付部の強さ $W_1$ (N)                  |  | 2.71E+06 | 2.99E+06      | 1.06E+06 | 4.10E+06        | 6.80E+05 | 3.00E+05 |
| 強め材取付部の強さ $W_2$ (N)                  |  | 1.23E+06 | 8.30E+05      | 8.30E+05 | 2.46E+06        | 1.91E+05 | 1.91E+05 |
| 評価： $W_R < W_1$ , $W_R < W_2$ であること。 |  | ○        | ○             | ○        | ○               | ○        | ○        |

表 3-20 強め材取付部の強さの計算結果(重大事故等対処設備)

| 貫通部番号                                |  | X-91     | X-92,<br>X-93 | X-106B   | X-230,<br>X-231 | X-233    | X-243    |
|--------------------------------------|--|----------|---------------|----------|-----------------|----------|----------|
| 溶接の脚長 $W_{L1}$ (mm)                  |  |          |               |          |                 |          |          |
| 溶接の脚長 $W_{L2}$ (mm)                  |  |          |               |          |                 |          |          |
| 溶接部の負うべき荷重 $W_R$ (N)                 |  | 0        | 7.51E+05      | 0        | 1.12E+06        | 0        | 0        |
| 強め材取付部の強さ $W_1$ (N)                  |  | 5.76E+06 | 6.34E+06      | 2.25E+06 | 8.72E+06        | 1.44E+06 | 6.38E+05 |
| 強め材取付部の強さ $W_2$ (N)                  |  | 2.61E+06 | 1.76E+06      | 1.76E+06 | 5.22E+06        | 4.05E+05 | 4.05E+05 |
| 評価： $W_R < W_1$ , $W_R < W_2$ であること。 |  | ○        | ○             | ○        | ○               | ○        | ○        |

VI-3-3-6-1-4-2 原子炉格納容器配管貫通部の強度計算書

## 目次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 概要                 | 1  |
| 2. 一般事項               | 1  |
| 2.1 構造計画              | 1  |
| 2.2 評価方針              | 3  |
| 2.3 適用基準              | 3  |
| 2.4 記号の説明             | 4  |
| 2.5 計算精度と数値の丸め方       | 5  |
| 3. 評価部位               | 6  |
| 4. 強度評価               | 8  |
| 4.1 強度評価方法            | 8  |
| 4.2 荷重の組合せ及び許容応力      | 8  |
| 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態  | 8  |
| 4.2.2 許容応力            | 8  |
| 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件   | 8  |
| 4.2.4 設計荷重            | 13 |
| 4.3 計算方法              | 16 |
| 4.4 計算条件              | 18 |
| 4.5 応力の評価             | 18 |
| 5. 評価結果               | 19 |
| 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 19 |
| 6. 参照図書               | 21 |



## 1. 概要

本計算書は、原子炉格納容器配管貫通部の強度計算書である。

原子炉格納容器配管貫通部は、設計基準対象施設の原子炉格納容器配管貫通部を重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

表2-1に示す貫通部形式のうち、形式1は管口径が大きく反力の大きい配管類の貫通部に用いている。この形式の貫通部は、原子炉格納容器外側で原子炉建屋にアンカされ、ベローズによって建屋とドライウェルの相対変位を吸収する構造となっている。このため貫通部への反力は極めて小さい。したがって、貫通部の構造強度評価は省略する。

形式2及び形式3の貫通部は配管の反力が直接作用する。したがって、貫通部の構造強度評価を実施する。本計算書では、口径が大きく、荷重の大きくなるX-81及びX-230を代表貫通部として構造強度評価を実施する。

以下、重大事故等クラス2容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、原子炉格納容器配管貫通部の強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、平成2年5月24日付け元資庁第14466号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）（以下「既工認」という。）に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

原子炉格納容器配管貫通部の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要   |   | 概略構造図   |
|---|---|---|
| 基礎・支持構造   | 主体構造  |   |
| <p>原子炉格納容器配管貫通部は原子炉格納容器（ドライウェルまたはサプレッションチェンバ）に支持される。形式1にベローズ、形式1と形式2に端板を備える。</p> <p>原子炉格納容器配管貫通部は、原子炉格納容器と一体構造となっており、鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、原子炉格納容器シヤラグ、ドライウェル底部またはサプレッションチェンバボックスサポートを介して原子炉建屋に伝達される。</p> | <p>鋼製のスリーブ（貫通部管台）が原子炉格納容器に溶接支持される構造である。形式1にベローズ、形式1と形式2に端板を備える。</p> | <p>原子炉格納容器配管貫通部（代表）</p> <p>原子炉格納容器（ドライウェル）</p> <p>原子炉格納容器（サプレッションチェンバ）</p> <p>ベローズ</p> <p>スリーブ（貫通部管台）</p> <p>端板</p> <p>形式 1</p> <p>原子炉格納容器</p> <p>形式 2</p> <p>スリーブ（貫通部管台）</p> <p>端板</p> <p>原子炉格納容器</p> <p>形式 3</p> <p>スリーブ（貫通部管台）</p> <p>原子炉格納容器</p> <p>原子炉格納容器配管貫通部 拡大</p> |

## 2.2 評価方針

原子炉格納容器配管貫通部の応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において重大事故等時における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

原子炉格納容器配管貫通部の強度評価フローを図 2-1 に示す。

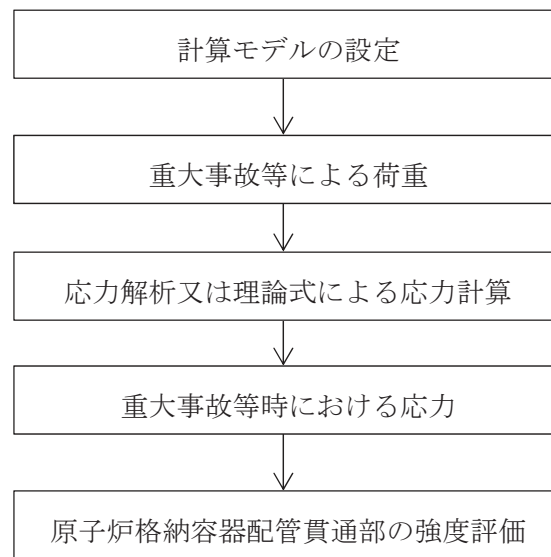


図 2-1 原子炉格納容器配管貫通部の強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号         | 記号の説明                | 単位   |
|------------|----------------------|------|
| d          | 直径                   | mm   |
| D          | 死荷重                  | —    |
| $M_i$      | モーメント ( $i = 1, 2$ ) | N・mm |
| $M_{SA}$   | 機械的荷重 (SA 短期機械的荷重)   | —    |
| P          | 軸力                   | N    |
| $P_{SA}$   | 圧力 (SA 短期圧力)         | kPa  |
| R          | 半径                   | mm   |
| S          | 許容引張応力               | MPa  |
| $S_u$      | 設計引張強さ               | MPa  |
| $S_y$      | 設計降伏点                | MPa  |
| $S_y (RT)$ | 40°Cにおける設計降伏点        | MPa  |
| t          | 厚さ                   | mm   |
| T          | 厚さ                   | mm   |
| $T_{SA}$   | 温度 (SA 短期温度)         | °C   |
| ASS        | オーステナイト系ステンレス鋼       | —    |
| HNA        | 高ニッケル合金              | —    |

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

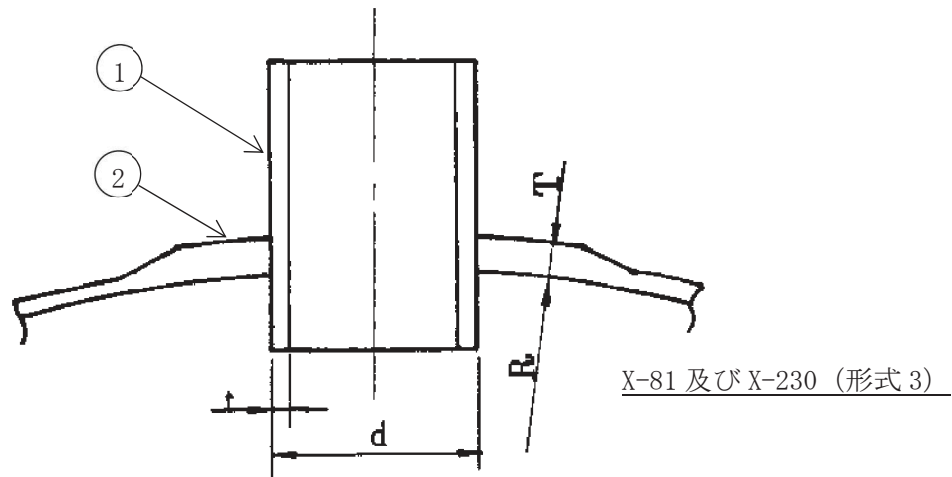
表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位  | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁 |
|--------|-----|----------|------|-----|
| 最高使用圧力 | kPa | —        | —    | 整数位 |
| 温度     | ℃   | —        | —    | 整数位 |
| 許容応力*  | MPa | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位 |
| 算出応力   | MPa | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位 |

注記\*：告示第501号別表に記載された温度の間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

### 3. 評価部位

代表的な原子炉格納容器配管貫通部 X-81 及び X-230 の形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



①貫通部管台

②補強板

| 貫通部<br>番号 | 形式 | 名称 | d    | t    | T    | R    |
|-----------|----|----|------|------|------|------|
|           |    |    | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
| X-81      | 3  |    |      |      |      |      |
| X-230     | 3  |    |      |      |      |      |

図 3-1 代表的な原子炉格納容器配管貫通部の形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

| 使用部位  | 貫通部番号 | 使用材料           | 備考 |
|-------|-------|----------------|----|
| 貫通部管台 | X-81  | STS42 (STS410) |    |
|       | X-230 | STS42 (STS410) |    |
| 補強板   | X-81  | SPV50 (SPV490) |    |
|       | X-230 | SGV49 (SGV480) |    |

## 4. 強度評価

### 4.1 強度評価方法

- (1) 原子炉格納容器配管貫通部は、貫通部管台が原子炉格納容器に支持された構造であり、鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、原子炉格納容器シヤラグ、ドライウエル底部またはサプレッションチェンバボックスサポートを介して原子炉建屋に伝達される。

原子炉格納容器配管貫通部の強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

- (2) 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉格納容器配管貫通部の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

#### 4.2.2 許容応力

原子炉格納容器配管貫通部の許容応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、表 4-2 に示すとおりとする。

#### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉格納容器配管貫通部の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。



表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |         | 機器名称         | 機器等の区分      | 荷重の組合せ*1              |                      | 許容応力状態   |
|---------|---------|--------------|-------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 原子炉格納施設 | 原子炉格納容器 | 原子炉格納容器配管貫通部 | 重大事故等クラス2容器 | $D + P_{SA} + M_{SA}$ | (V(S)-1)<br>(V(S)-2) | 重大事故等時*2 |

注記\*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-2 許容応力（第2種容器）

| 応力分類<br>許容<br>応力状態 | 一次一般膜応力   | 一次膜応力＋一次曲げ応力  |
|--------------------|---|---------------|
| 重大事故等時*            | 構造上の連続な部分は $0.6 \cdot S_u$ ，不連続な部分は $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。ただし，ASS及びHNAについては，構造上の連続な部分は $2 \cdot S$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方，不連続な部分は $1.2 \cdot S$ とする。 | 左欄の<br>1.5倍の値 |

注記\*：重大事故等時として $IV_A$ の許容限界を用いる。

表4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材     | 貫通部番号         | 材料                | 温度条件<br>(°C) |     | S<br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (RT)<br>(MPa) |
|----------|---------------|-------------------|--------------|-----|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
|          |               |                   |              |     |            |                         |                         |                              |
| 貫通部管台取付部 | X-81          | SPV50<br>(SPV490) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | —                       | 545                     | —                            |
| 貫通部管台取付部 | X-230         | SGV49<br>(SGV480) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | —                       | 421                     | —                            |
| 貫通部管台    | X-81<br>X-230 | STS42<br>(STS410) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —          | —                       | 404                     | —                            |

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

内圧  $P_{SA}$                       854kPa (SA 短期)

温度  $T_{SA}$                       200°C (SA 短期)

##### (2) 配管荷重

図 3-1 の原子炉格納容器配管貫通部に作用する配管荷重による設計荷重を表 4-4 に示す。原子炉格納容器配管貫通部の荷重作用方向を図 4-1 に示す。

表 4-4 原子炉格納容器配管貫通部の設計荷重（重大事故等対処設備）

| 貫通部<br>番号 | 最高使用圧力<br>(kPa) |    | 許容応力状態 | 死荷重       |                 |                |
|-----------|-----------------|----|--------|-----------|-----------------|----------------|
|           |                 |    |        | 軸力<br>(N) | モーメント<br>(N・mm) |                |
|           | 内圧              | 外圧 |        | P         | M <sub>1</sub>  | M <sub>2</sub> |
| X-81      | 854             | —  | 重大事故等時 |           |                 |                |
| X-230     | 854             | —  | 重大事故等時 |           |                 |                |

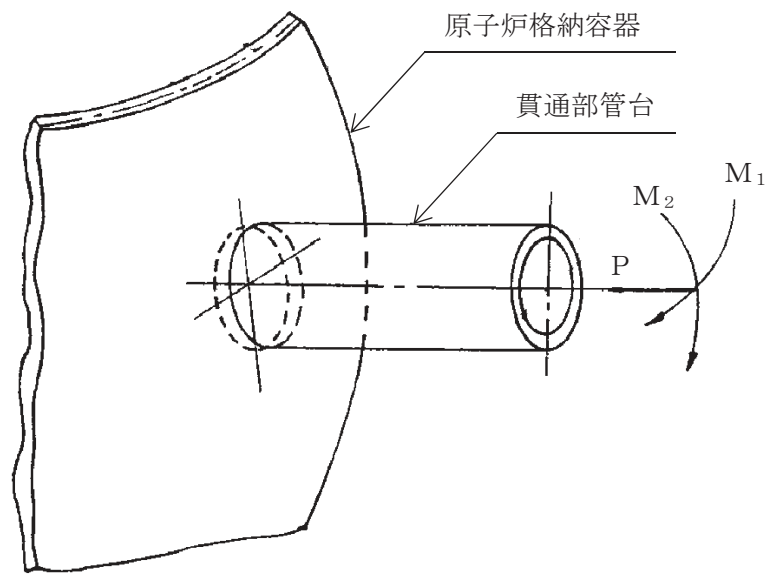


図 4-1 原子炉格納容器配管貫通部の荷重作用方向

### 4.3 計算方法

原子炉格納容器配管貫通部の応力評価点は、原子炉格納容器配管貫通部を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-5 及び図 4-2 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。貫通部 X-81 高さにおける断面性能等を考慮する。



応力評価点 P1 は 6. 参照図書 (1) に示す方法により計算された応力を、各荷重により比倍(圧力比等) し評価する。

表 4-5 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点          |
|---------|----------------|
| P1      | X-81 貫通部管台取付部  |
| P2      | X-230 貫通部管台取付部 |
| P3      | X-81 貫通部管台     |
| P4      | X-230 貫通部管台    |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

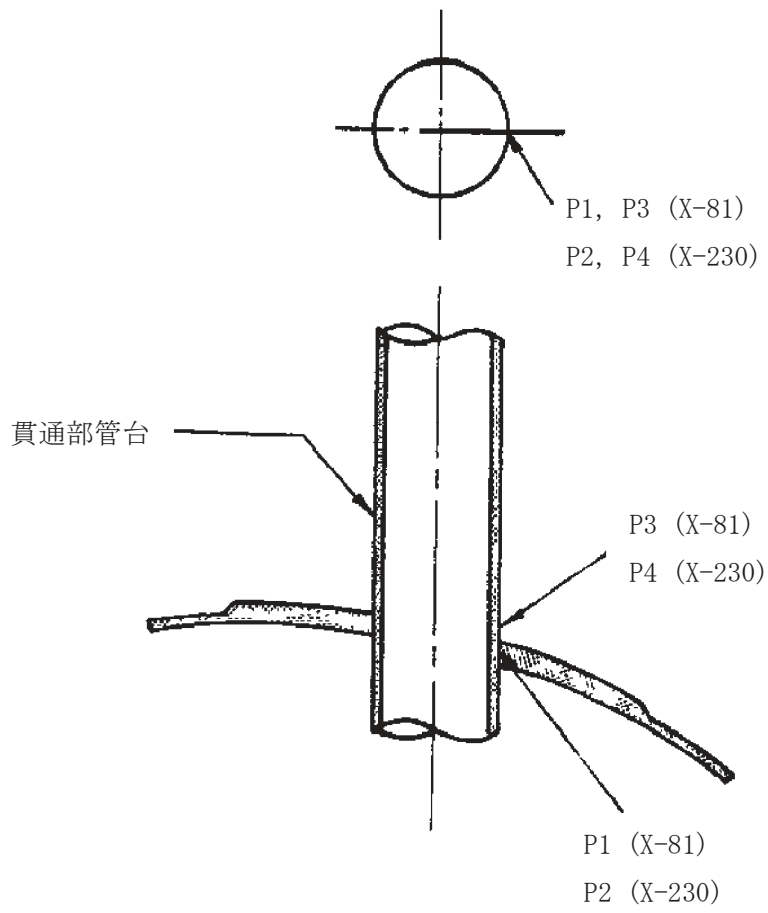


図 4-2 原子炉格納容器配管貫通部の応力評価点



#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉格納容器配管貫通部の重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>)

| 評価対象設備               | 評価部位 |                | 応力分類         | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|----------------------|------|----------------|--------------|--------|------|----|----|
|                      |      |                |              | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|                      |      |                |              | MPa    | MPa  |    |    |
| 原子炉<br>格納容器<br>配管貫通部 | P1   | X-81 貫通部管台取付部  | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 146    | 490  | ○  |    |
|                      | P2   | X-230 貫通部管台取付部 | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 208    | 379  | ○  |    |
|                      | P3   | X-81 貫通部管台     | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 8      | 362  | ○  |    |
|                      | P4   | X-230 貫通部管台    | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 8      | 362  | ○  |    |

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-2-4 原子炉格納容器配管貫通部の強度計算書」

VI-3-3-6-1-4-3 原子炉格納容器配管貫通部ベローズの強度計算書

## 目次

|     |             |    |
|-----|-------------|----|
| 1.  | 概要          | 1  |
| 2.  | 一般事項        | 1  |
| 2.1 | 構造計画        | 1  |
| 2.2 | 評価方針        | 3  |
| 2.3 | 適用基準        | 3  |
| 2.4 | 記号の説明       | 4  |
| 2.5 | 計算精度と数値の丸め方 | 4  |
| 3.  | 評価部位        | 5  |
| 3.1 | 形状及び主要寸法    | 5  |
| 3.2 | 材料及び縦弾性係数   | 6  |
| 4.  | 強度評価        | 7  |
| 4.1 | 疲労評価方法      | 7  |
| 4.2 | 評価条件        | 7  |
| 4.3 | 設計繰返し回数     | 7  |
| 4.4 | ベローズの全伸縮量   | 8  |
| 4.5 | 許容繰返し回数の計算  | 9  |
| 4.6 | 評価          | 9  |
| 5.  | 評価結果        | 11 |

## 1. 概要

本計算書は、原子炉格納容器配管貫通部ベローズ（以下「ベローズ」という。）の強度計算書である。

ベローズは、原子炉格納容器の配管貫通部に設けられており、設計基準対象施設の原子格納容器と同様に重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

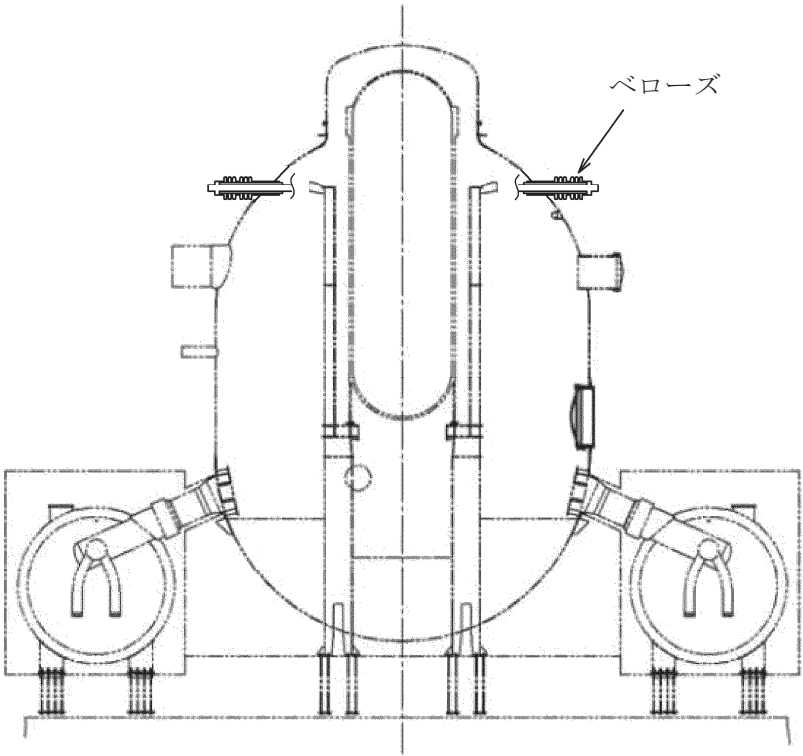
以下、重大事故等クラス2容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、ベローズの強度評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ベローズの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要                              |                                       | 概略構造図  |
|------------------------------------|---------------------------------------|--|
| 基礎・支持構造                            | 主体構造                                  |  |
| <p>ベローズは原子炉格納容器配管貫通部の一部に設けられる。</p> | <p>2層の複層板からなる断面蛇腹形状のステンレス製構造物である。</p> |  <p>The diagram shows a cross-section of a reactor containment vessel. It features a central vertical cylindrical vessel with a hemispherical top and bottom. Two large circular access doors are located at the base of the vessel. Two pipe penetrations are shown on the upper part of the vessel, each equipped with a bellows seal. An arrow points to one of these seals with the label 'ベローズ' (Bellows). The entire vessel is supported by a base structure with four legs.</p> |



## 2.2 評価方針

ベローズの強度評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、「4. 強度評価」に示す方法にて疲労評価することで実施する。評価結果を「5. 評価結果」に示す。

ベローズの強度評価フローを図 2-1 に示す。

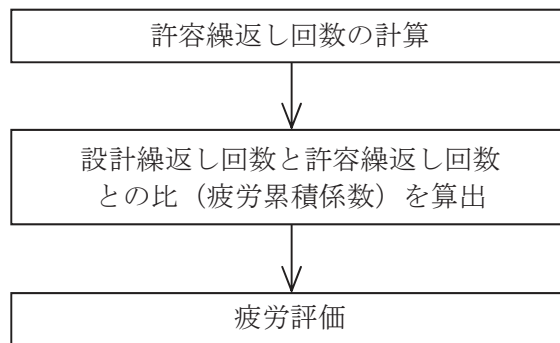


図 2-1 ベローズの強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和 55 年 10 月 30 日 通商産業省告示第 501 号）（以下「告示第 501 号」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号              | 記号の説明        | 単位  |
|-----------------|--------------|-----|
| b               | 長さ           | mm  |
| c               | 層数           | —   |
| E               | 縦弾性係数        | MPa |
| h               | 高さ           | mm  |
| N               | 設計繰返し回数      | —   |
| N <sub>s</sub>  | 許容繰返し回数      | —   |
| n               | 波数の2倍の値      | —   |
| P <sub>D</sub>  | 圧力 (最高使用圧力)  | kPa |
| P <sub>SA</sub> | 圧力 (SA 短期圧力) | kPa |
| T <sub>O</sub>  | 温度 (通常運転時)   | °C  |
| T <sub>D</sub>  | 温度 (最高使用温度)  | °C  |
| T <sub>SA</sub> | 温度 (SA 短期温度) | °C  |
| t               | 板厚           | mm  |
| δ               | 伸縮量          | mm  |
| σ               | 応力           | MPa |

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

表2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類   | 単位 | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁    |
|---------|----|----------|------|--------|
| 全伸縮量    | mm | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位    |
| 許容繰返し回数 | —  | 有効数字5桁目  | 切捨て  | 有効数字4桁 |
| 疲労累積係数  | —  | 有効数字4桁目  | 切上げ  | 有効数字3桁 |

### 3. 評価部位

#### 3.1 形状及び主要寸法

ベローズの形状を図 3-1 に、ベローズの主要寸法を表 3-1 に示す。

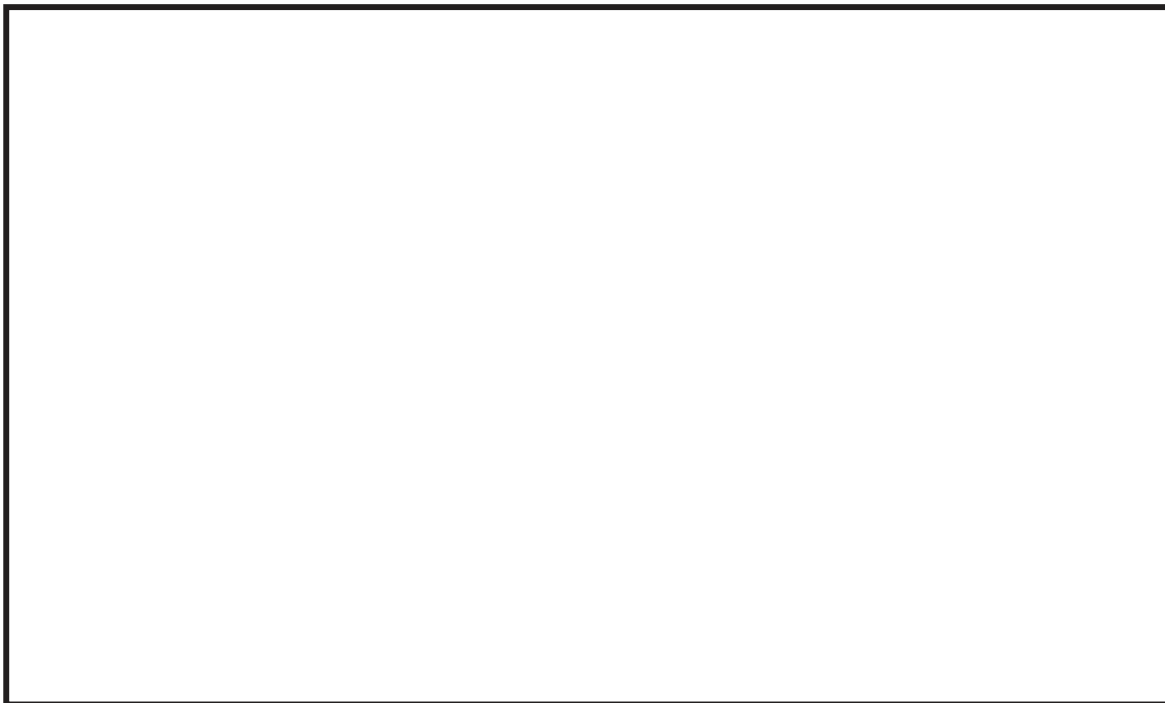


図 3-1 ベローズの形状

○ 2 ③ VI-3-3-6-1-4-3 R 0

表 3-1 ベローズの主要寸法

(単位：mm)

| 貫通部番号          | 形 状 |     |     |     |     |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                | b * | h * | t * | n * | c * |
| X-10A, B, C, D |     |     |     |     |     |
| X-11           |     |     |     |     |     |
| X-12A, B       |     |     |     |     |     |
| X-31A, B, C    |     |     |     |     |     |
| X-32A, B       |     |     |     |     |     |
| X-33A, B       |     |     |     |     |     |
| X-34           |     |     |     |     |     |
| X-35           |     |     |     |     |     |
| X-36           |     |     |     |     |     |
| X-37           |     |     |     |     |     |
| X-50           |     |     |     |     |     |

注記\*：記号の説明は図 3-1 参照

O 2 ③ VI-3-3-6-1-4-3 R 0

### 3.2 材料及び縦弾性係数

(1) 材料

ベローズ

SUS316L

(2) 縦弾性係数

縦弾性係数E

$1.93 \times 10^5$  MPa (57°C)

$1.86 \times 10^5$  MPa (171°C)

$1.83 \times 10^5$  MPa (200°C)

4. 強度評価

4.1 疲労評価方法

設計繰返し回数が、告示第501号第28条より算出した許容繰返し回数を超えないことを確認する。

設計繰返し回数は、通常運転、設計条件（地震時含む）及び重大事故条件の3種類であるため、設計繰返し回数と許容繰返し回数との比をそれぞれ加えた値（疲労累積係数）が許容値以下であることを確認する。

4.2 評価条件

(1) 設計基準対象施設としての圧力及び温度

|        |       |         |
|--------|-------|---------|
| 通常運転温度 | $T_O$ | 57℃     |
| 最高使用圧力 | $P_D$ | 427 kPa |
| 最高使用温度 | $T_D$ | 171℃    |

(2) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

|    |          |         |
|----|----------|---------|
| 内圧 | $P_{SA}$ | 854 kPa |
| 温度 | $T_{SA}$ | 200℃    |

(3) ベローズ設計変位量

重大事故条件のベローズ設計変位量を表4-1に示す。表4-1に示す変位量は、すべての貫通部を包絡する値を用いる。

表 4-1 ベローズの設計変位量

(単位：mm)

| $\delta_x$ | $\delta_y$ | $\delta_z$ |
|------------|------------|------------|
|            |            |            |

4.3 設計繰返し回数

設計繰返し回数Nを表4-2に示す。

表 4-2 設計繰返し回数

(単位：回)

| 通常運転 $N_1$ | 設計条件 $N_2$ | 重大事故条件 $N_3$ |
|------------|------------|--------------|
|            |            |              |

4.4 ベローズの全伸縮量

ベローズの全伸縮量  $\delta$  を表 4-3 に示す。

表 4-3 ベローズの全伸縮量

(単位：mm)

| 貫通部番号 | 全伸縮量 $\delta$ |      |        |
|-------|---------------|------|--------|
|       | 通常運転          | 設計条件 | 重大事故条件 |
| X-10A |               |      |        |
| X-10B |               |      |        |
| X-10C |               |      |        |
| X-10D |               |      |        |
| X-11  |               |      |        |
| X-12A |               |      |        |
| X-12B |               |      |        |
| X-31A |               |      |        |
| X-31B |               |      |        |
| X-31C |               |      |        |
| X-32A |               |      |        |
| X-32B |               |      |        |
| X-33A |               |      |        |
| X-33B |               |      |        |
| X-34  |               |      |        |
| X-35  |               |      |        |
| X-36  |               |      |        |
| X-37  |               |      |        |
| X-50  |               |      |        |

全伸縮量  $\delta$  は、次の計算式より計算した値

$$\delta = \delta_x + \frac{3 \cdot D_b \cdot \sqrt{\delta_y^2 + \delta_z^2}}{L + \ell \{(\ell/L) + 1\}}$$

ここに、

- $D_b$  : ベローズ平均径 (mm)
- $L$  : ベローズ間距離 (mm)
- $\ell$  : 中間パイプ長さ (mm)
- $\delta_x$  : 貫通部軸方向の変位量 (mm)
- $\delta_y, \delta_z$  : 互いに直交する貫通部軸直角方向の変位量 (mm)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4.5 許容繰返し回数の計算

ベローズの許容繰返し回数は

$$N_s = \left( \frac{11032}{\sigma} \right)^{3.5}$$

ここに、 $\sigma$  はベローズに生じる応力であって次の計算式より計算した値

$$\sigma = \frac{1.5 \cdot E \cdot t \cdot \delta}{n \cdot \sqrt{b \cdot h^3}} + \frac{P \cdot h^2}{2 \cdot t^2 \cdot c} \quad (\text{調整リングが付いていない場合})$$

$$\sigma = \frac{1.5 \cdot E \cdot t \cdot \delta}{n \cdot \sqrt{b \cdot h^3}} + \frac{P \cdot h}{t \cdot c} \quad (\text{調整リングが付いている場合})$$

当該ベローズは調整リング付きであるものの、調整リングがベローズの外側に取付けられているので、通常運転時（外圧付加時）は調整リングが付いていない場合の式により計算する。設計条件及び重大事故条件（内圧付加時）は、調整リングが付いている場合の式によりベローズに生じる応力を計算する。

#### 4.6 評価

設計繰返し回数と許容繰返し回数との比をそれぞれ加えた値（疲労累積係数）が許容値以下であることを確認する。

$$\frac{N_1}{N_{s1}} + \frac{N_2}{N_{s2}} + \frac{N_3}{N_{s3}} < 1$$

表 4-4 ベローズの設計繰返し回数と許容繰返し回数の比

| 貫通部番号 | $N_{S1}$ | $\frac{N_1}{N_{S1}}$  | $N_{S2}$ | $\frac{N_2}{N_{S2}}$  | $N_{S3}$ | $\frac{N_3}{N_{S3}}$  |
|-------|----------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|-----------------------|
| X-10A |          | $3.12 \times 10^{-2}$ |          | $6.94 \times 10^{-2}$ |          | $3.11 \times 10^{-3}$ |
| X-10B |          | $3.85 \times 10^{-2}$ |          | $9.01 \times 10^{-2}$ |          | $3.11 \times 10^{-3}$ |
| X-10C |          | $4.69 \times 10^{-2}$ |          | $1.30 \times 10^{-1}$ |          | $3.11 \times 10^{-3}$ |
| X-10D |          | $5.66 \times 10^{-2}$ |          | $1.87 \times 10^{-1}$ |          | $3.11 \times 10^{-3}$ |
| X-11  |          | $3.88 \times 10^{-1}$ |          | $5.15 \times 10^{-1}$ |          | $1.98 \times 10^{-3}$ |
| X-12A |          | $8.86 \times 10^{-2}$ |          | $1.30 \times 10^{-1}$ |          | $2.25 \times 10^{-3}$ |
| X-12B |          | $1.10 \times 10^{-1}$ |          | $2.11 \times 10^{-1}$ |          | $2.25 \times 10^{-3}$ |
| X-31A |          | $9.65 \times 10^{-3}$ |          | $4.91 \times 10^{-2}$ |          | $1.17 \times 10^{-3}$ |
| X-31B |          | $7.03 \times 10^{-3}$ |          | $3.47 \times 10^{-2}$ |          | $1.17 \times 10^{-3}$ |
| X-31C |          | $7.49 \times 10^{-3}$ |          | $3.96 \times 10^{-2}$ |          | $1.17 \times 10^{-3}$ |
| X-32A |          | $2.59 \times 10^{-3}$ |          | $5.87 \times 10^{-3}$ |          | $1.33 \times 10^{-3}$ |
| X-32B |          | $4.28 \times 10^{-3}$ |          | $1.13 \times 10^{-2}$ |          | $1.33 \times 10^{-3}$ |
| X-33A |          | $4.61 \times 10^{-3}$ |          | $1.23 \times 10^{-2}$ |          | $1.53 \times 10^{-3}$ |
| X-33B |          | $3.64 \times 10^{-3}$ |          | $6.86 \times 10^{-3}$ |          | $1.53 \times 10^{-3}$ |
| X-34  |          | $7.97 \times 10^{-3}$ |          | $3.24 \times 10^{-2}$ |          | $1.17 \times 10^{-3}$ |
| X-35  |          | $3.64 \times 10^{-3}$ |          | $1.08 \times 10^{-2}$ |          | $1.17 \times 10^{-3}$ |
| X-36  |          | $1.81 \times 10^{-1}$ |          | $3.83 \times 10^{-1}$ |          | $2.31 \times 10^{-3}$ |
| X-37  |          | $1.18 \times 10^{-1}$ |          | $3.01 \times 10^{-1}$ |          | $2.31 \times 10^{-3}$ |
| X-50  |          | $1.40 \times 10^{-1}$ |          | $1.35 \times 10^{-1}$ |          | $1.02 \times 10^{-3}$ |

O 2 ③ VI-3-3-6-1-4-3 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



5. 評価結果

ベローズの重大事故等対処設備としての強度評価結果を以下に示す。

疲労累積係数は許容値を満足している。

表 5-1 評価結果

| 評価部位  | $\frac{N_1}{N_{S1}}$ | $\frac{N_2}{N_{S2}}$ | $\frac{N_3}{N_{S3}}$ | 疲労累積係数<br>$(\frac{N_1}{N_{S1}} + \frac{N_2}{N_{S2}} + \frac{N_3}{N_{S3}})$ | 許容値 | 判定 |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|--|-----|----|
| X-10A |                      |                      |                      | $1.04 \times 10^{-1}$  | 1   | ○  |
| X-10B |                      |                      |                      | $1.32 \times 10^{-1}$  | 1   | ○  |
| X-10C |                      |                      |                      | $1.80 \times 10^{-1}$  | 1   | ○  |
| X-10D |                      |                      |                      | $2.46 \times 10^{-1}$  | 1   | ○  |
| X-11  |                      |                      |                      | $9.05 \times 10^{-1}$  | 1   | ○  |
| X-12A |                      |                      |                      | $2.20 \times 10^{-1}$  | 1   | ○  |
| X-12B |                      |                      |                      | $3.23 \times 10^{-1}$  | 1   | ○  |
| X-31A |                      |                      |                      | $5.99 \times 10^{-2}$  | 1   | ○  |
| X-31B |                      |                      |                      | $4.29 \times 10^{-2}$  | 1   | ○  |
| X-31C |                      |                      |                      | $4.82 \times 10^{-2}$  | 1   | ○  |
| X-32A |                      |                      |                      | $9.79 \times 10^{-3}$  | 1   | ○  |
| X-32B |                      |                      |                      | $1.69 \times 10^{-2}$  | 1   | ○  |
| X-33A |                      |                      |                      | $1.84 \times 10^{-2}$  | 1   | ○  |
| X-33B |                      |                      |                      | $1.21 \times 10^{-2}$  | 1   | ○  |
| X-34  |                      |                      |                      | $4.15 \times 10^{-2}$  | 1   | ○  |
| X-35  |                      |                      |                      | $1.56 \times 10^{-2}$  | 1   | ○  |
| X-36  |                      |                      |                      | $5.65 \times 10^{-1}$  | 1   | ○  |
| X-37  |                      |                      |                      | $4.21 \times 10^{-1}$  | 1   | ○  |
| X-50  |                      |                      |                      | $2.76 \times 10^{-1}$  | 1   | ○  |

VI-3-3-6-1-4-4 原子炉格納容器電気配線貫通部の基本板厚計算書

## 目次

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1. 一般事項 .....                    | 1 |
| 1.1 概要 .....                     | 1 |
| 1.2 適用基準 .....                   | 1 |
| 1.3 計算精度と数値の丸め方.....             | 2 |
| 2. 設計条件 .....                    | 3 |
| 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度..... | 3 |
| 2.2 材料及び許容応力.....                | 3 |
| 3. 原子炉格納容器電気配線貫通部の基本板厚計算.....    | 4 |
| 3.1 スリーブ .....                   | 4 |
| 3.2 端板 .....                     | 6 |
| 3.3 アダプタ及びヘッド.....               | 9 |

## 1. 一般事項

### 1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器配電気配線貫通部の基本板厚計算書である。

原子炉格納容器電気配線貫通部は、設計基準対象施設の原子炉格納容器電気配線貫通部を重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス2容器として添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス2容器の強度計算方法」に準じて、原子炉格納容器電気配線貫通部の構造強度評価を示す。

### 1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

### 1.3 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 1-1 に示すとおりとする。

表 1-1 表示する数値の丸め方

| 数値の種類              |          | 単位              | 処理桁        | 処理方法 | 表示桁                    |
|--------------------|----------|-----------------|------------|------|------------------------|
| 最高使用圧力             |          | MPa             | —          | —    | 有効数字 3 桁               |
| 温度                 |          | ℃               | —          | —    | 整数位                    |
| 許容応力* <sup>1</sup> |          | MPa             | 小数点以下第 1 位 | 切捨て  | 整数位                    |
| 長さ                 | 下記以外の長さ  | mm              | 小数点以下第 3 位 | 四捨五入 | 小数点以下第 2 位             |
|                    | 計算上必要な厚さ | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切上げ  | 小数点以下第 2 位             |
|                    | 最小厚さ     | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切捨て  | 小数点以下第 2 位             |
| 面積                 | 下記以外の面積  | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入 | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
|                    | 必要な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切上げ  | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
|                    | 有効な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切捨て  | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
| 角度                 |          | °               | 小数点以下第 2 位 | 四捨五入 | 小数点以下第 1 位             |

注記\*1：告示第 5 0 1 号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第 2 位を切り捨て，小数点以下第 1 位までの値として算出する。得られた値を SI 単位に換算し，SI 単位に換算した値の小数点以下第 1 位を切り捨て，整数位までの値とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときは，べき数表示とする。

## 2. 設計条件

### 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|      |        |
|------|--------|
| 内圧 P | 854kPa |
| 温度 T | 200℃   |

### 2.2 材料及び許容応力

#### (1) 材料

使用する材料を表 2-1 に示す。

#### (2) 許容引張応力

使用材料の許容引張応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値の 0.6 倍とする。

表 2-1 使用材料表

| 使用部位       | 使用材料   | 温度条件<br>(℃) | 許容引張応力 (MPa)      |
|------------|--------|-------------|-------------------|
|            |        |             | $0.6 \cdot S_u^*$ |
| スリーブ, アダプタ | STS42  | 200         | 242               |
| ヘッド        | SUS304 | 200         | 241               |
| 端板         | SGV49  | 200         | 253               |

注記\* :  $S$  は  $0.6 \cdot S_u$  とする。ここで、 $S_u$  は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。

### 3. 原子炉格納容器電気配線貫通部の基本板厚計算

「2. 設計条件」に示す重大事故等時の条件に基づき，原子炉格納容器電気配線貫通部各部の板厚計算を行った結果を以下に示す。

#### 3.1 スリーブ

スリーブの形状を図 3-1 に示し，各寸法を表 3-1 に示す。

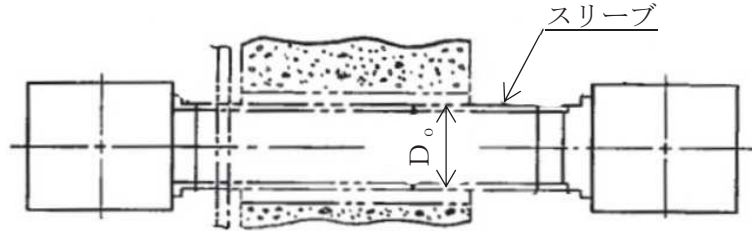


図 3-1 スリーブの形状

#### (1) 記号の説明

| 告示第 5 0 1 号の<br>記号 | 計算書の表示           | 表示内容       | 単位 |
|--------------------|------------------|------------|----|
| t                  | t                | 必要な厚さ      | mm |
|                    | t <sub>R</sub>   | 計算上必要な厚さ   | mm |
|                    | t <sub>R</sub> ' | 規格上必要な最小厚さ | mm |

#### (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第 5 0 1 号第 26 条第 1 項第 1 号）

スリーブの内圧に対する必要厚さの算出式を以下に示し，計算結果を表 3-1 に示す。

$$t_R = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

#### (3) 結論

内圧を受けるスリーブの最小厚さは必要厚さより大きいので，告示第 5 0 1 号の要求を満足している。

表 3-1 スリーブの板厚計算結果

|                            |                |                      |  |
|----------------------------|----------------|----------------------|--|
| 貫通部番号                      |                | X-101A~D             | X-100A~D, X-102A~E,<br>X-103A~C, X-104A~D,<br>X-105A~D, X-250A~B |
| 材料                         |                | STS42                | STS42  |
| 最高使用圧力                     | P (MPa)        | $854 \times 10^{-3}$ | $854 \times 10^{-3}$   |
| 最高使用温度                     | (°C)           | 200                  | 200  |
| 胴の外径                       | $D_o$ (mm)     | 457.20               | 318.50   |
| 許容引張応力                     | $S^{*1}$ (MPa) | 242                  | 242  |
| 継手効率                       | $\eta$         | 1.00                 | 1.00   |
| 継手の種類                      |                | 継手無し                 | 継手無し   |
| 放射線検査の有無                   |                | —                    | —  |
| 計算上必要な厚さ                   | $t_R$ (mm)     | 0.81                 | 0.56   |
| 必要厚さ <sup>*2</sup>         | $t_R'$ (mm)    | 3.80                 | 3.80   |
| $t_R, t_R'$ の大きい値          | t (mm)         | 3.80                 | 3.80   |
| 呼び厚さ                       | $t_n$ (mm)     |                      |  |
| 最小厚さ                       | $t_{nm}$ (mm)  |                      |  |
| 評価: $t_{nm} \geq t$ であること。 |                | ○                    | ○  |

注記\*1: Sは $0.6 \cdot S_u$ とする。

\*2: 告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。



### 3.2 端板

端板の形状を図 3-2 に示し、各寸法を表 3-2 及び表 3-3 に示す。

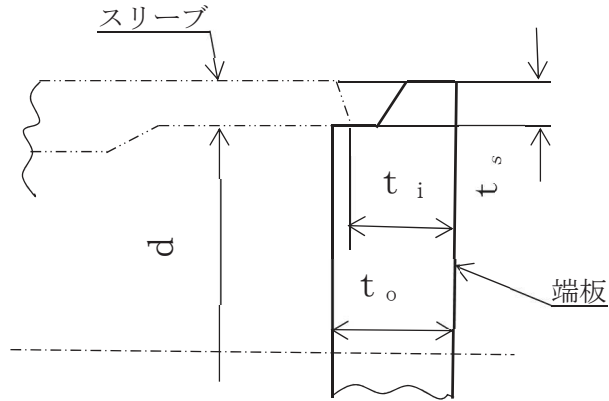


図 3-2 端板の形状

#### (1) 記号の説明

| 告示第 5 0 1 号の<br>記号 | 計算書の表示           | 表示内容     | 単位 |
|--------------------|------------------|----------|----|
| t                  | t <sub>o,r</sub> | 計算上必要な厚さ | mm |

#### (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第 5 0 1 号第 24 条第 1 項）

##### a. 計算式

端板の内圧に対する必要厚さの算出式を以下に示し、計算結果を表 3-3 に示す。

$$t_{o,r} = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

##### b. 係数 K に関する計算

K=0.50（告示第 5 0 1 号第 24 条第 1 項の取付方法(g)）

ただし、 $t_i \geq 2 \cdot t_{nr}$

$$t_i \geq 1.25 \cdot t_s$$

$t_{nr}$  はスリーブの計算上必要な厚さを示す。

端板の取付方法による係数 K の確認結果を表 3-2 に示す。

##### c. 結論

表 3-2 及び表 3-3 より、端板は告示第 5 0 1 号の要求を満足している。

表 3-2 係数Kの確認結果

|   |               |        |
|---|---------------|--------|
| 貫通部番号   |               | X-106A |
| 最小内のり   | d (mm)        |        |
| スリーブの<br>計算上必要な厚さ   | $t_{nr}$ (mm) | 0.54   |
| スリーブの厚さ   | $t_s$ (mm)    |        |
| $2 \cdot t_{nr}$  | (mm)          | 1.08   |
| $1.25 \cdot t_s$  | (mm)          |        |
| $t_i$   | (mm)          |        |
| 評価： $t_i \geq 2 \cdot t_{nr}$ 及び $t_i \geq 1.25 \cdot t_s$ であること。 |               | ○      |

|        |             |                      |
|--------|-------------|----------------------|
| 貫通部番号  |             | X-106A               |
| 材料     |             | SGV49                |
| 最高使用圧力 | P (MPa)     | $854 \times 10^{-3}$ |
| 胴の外径   | $D_o$ (mm)  | 318.50               |
| 許容引張応力 | $S^*$ (MPa) | 253                  |
| 継手効率   | $\eta$      | 1.00                 |

注記\*：Sは $0.6 \cdot S_u$ とする。

表 3-3 端板の板厚計算結果

|  |                  |       |                      |
|--|------------------|-------|----------------------|
| 貫通部番号  | X-106A           |       |                      |
| 材料   | SGV49            |       |                      |
| 最小内のり  | d                | (mm)  |                      |
| 最高使用圧力   | P                | (MPa) | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度   |                  | (°C)  | 200                  |
| 係数   | K                | (-)   | 0.5                  |
| 許容引張応力   | S *              | (MPa) | 253                  |
| 呼び厚さ   | t <sub>o</sub>   | (mm)  |                      |
| 最小厚さ   | t <sub>o,m</sub> | (mm)  |                      |
| 計算上必要な厚さ                                       | t <sub>o,r</sub> | (mm)  | 12.10                |
| 評価: t <sub>o,m</sub> ≥ t <sub>o,r</sub> であること。 | ○                |       |                      |

注記\* : S は  $0.6 \cdot S_u$  とする。

### 3.3 アダプタ及びヘッド

原子炉格納容器電気配線貫通部のアダプタ及びヘッドの形状及び必要厚さに用いる寸法を  
図 3-3～図 3-5 に示す。

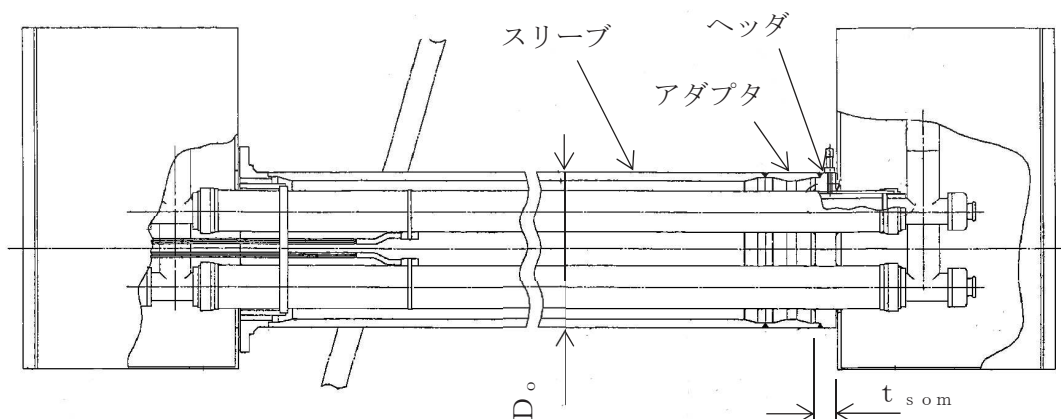


図 3-3 アダプタ及びヘッドの必要厚さの計算に用いる寸法 (貫通部番号 : X-101A～D)

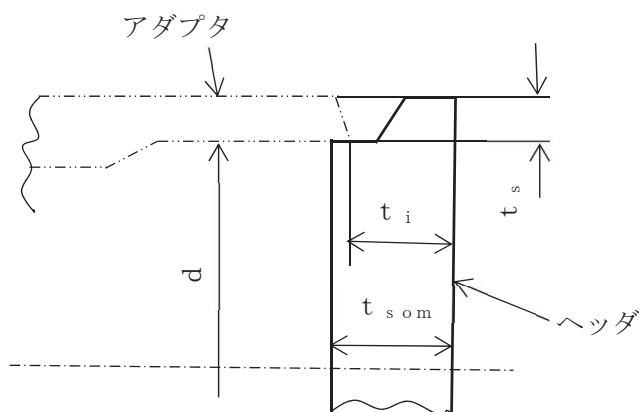


図 3-4 ヘッドの必要厚さの計算に用いる寸法 (貫通部番号 : X-101A～D)

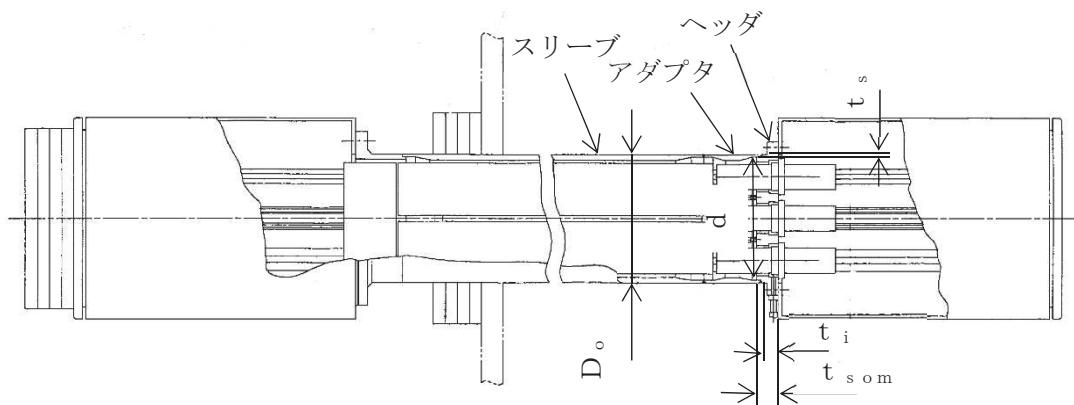


図 3-5 アダプタ及びヘッドの必要厚さの計算に用いる寸法 (貫通部番号 : X-100A～D,  
X-102A～E, X-103A～C, X-104A～D, X-105A～D, X-250A～B)

(1) 記号の説明

| 告示第501号の<br>記号 | 計算書の表示         | 表示内容     | 単位              |
|----------------|----------------|----------|-----------------|
| t              | A <sub>o</sub> | 補強に有効な面積 | mm <sup>2</sup> |
|                | t <sub>R</sub> | 計算上必要な厚さ | mm              |
|                | Y              | 補強の有効範囲  | mm              |

(2) 内圧に対する必要厚さ

a. アダプタの内圧に対する必要厚さ（告示第501号第26条第1項第1号）

(a) 計算式

内圧に対する必要厚さの算出式を以下に示し、計算結果を表3-4に示す。

$$t_R = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

(b) 結論

表3-4より、アダプタの最小厚さは必要厚さより大きく、告示第501号の要求を満足している。

b. ヘッダの内圧に対する必要厚さ（告示第501号第24条第1項）

(a) 計算式

内圧に対する必要厚さの算出式を以下に示し、計算結果を表3-6に示す。

$$t_{or} = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

(b) 係数Kに関する計算

K=0.50（告示第501号第24条第1項の取付方法(g)）

ただし、 $t_i \geq 2 \cdot t_{s \cdot or}$

$$t_i \geq 1.25 \cdot t_s$$

$t_{s \cdot or}$ はアダプタの計算上必要な厚さを示し、

表3-4に示す $t_R$ の値

係数Kの確認結果を表3-5に示す。

(c) 結論

表3-5及び表3-6より、ヘッダは告示第501号の要求を満足している。

表 3-4 原子炉格納容器電気配線貫通部（アダプタ）の板厚計算結果

|                            |          |          |  |
|----------------------------|----------|----------|--|
| 貫通部番号                      |          | X-101A~D | X-100A~D, X-102A~E,<br>X-103A~C, X-104A~D,<br>X-105A~D, X-250A~B |
| 材料                         |          | STS42    | STS42  |
| 最高使用圧力                     | P        | (MPa)    | $854 \times 10^{-3}$   |
| 最高使用温度                     |          | (°C)     | 200  |
| アダプタの外径                    | $D_o$    | (mm)     | 457.20   |
| 許容引張応力                     | $S^{*1}$ | (MPa)    | 242  |
| 継手効率                       | $\eta$   |          | 1.00   |
| 継手の種類                      |          |          | 継手無し   |
| 放射線検査の有無                   |          |          | —  |
| 計算上必要な厚さ                   | $t_R$    | (mm)     | 0.81   |
| 必要厚さ <sup>*2</sup>         | $t_R'$   | (mm)     | 3.80   |
| $t_R, t_R'$ の大きい値          | t        | (mm)     | 3.80   |
| 呼び厚さ                       | $t_n$    | (mm)     |  |
| 最小厚さ                       | $t_{nm}$ | (mm)     |  |
| 評価： $t_{nm} \geq t$ であること。 |          |          | ○ ○  |

注記\*1：Sは $0.6 \cdot S_u$ とする。

\*2：告示第501号第26条第1項第3号による必要厚さ。

表 3-5 原子炉格納容器電気配線貫通部（ヘッド）の係数Kの確認結果

| 貫通部番号   |  | X-101A~D   | X-100A~D, X-102A~E,<br>X-103A~C, X-104A~D,<br>X-105A~D, X-250A~B |
|---|--|------------|--|
| 平板の径又は最小内のり d (mm)  |  | [Redacted] |  |
| アダプタの計算上必要な厚さ $t_{s \text{ or } s}$ (mm)  |  | 0.81       | 0.56   |
| アダプタの厚さ $t_s$ (mm)  |  | [Redacted] |  |
| $2 \cdot t_{s \text{ or } s}$ (mm)  |  | 1.61       | 1.12   |
| $1.25 \cdot t_s$ (mm)   |  | [Redacted] |  |
| $t_i$ (mm)  |  | [Redacted] |  |
| 評価： $t_i \geq 2 \cdot t_{s \text{ or } s}$ 及び<br>$t_i \geq 1.25 \cdot t_s$ であること。 |  | ○          | ○  |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-6 原子炉格納容器電気配線貫通部（ヘッド）の必要厚さ

|  |                    |          |  |
|--|--------------------|----------|--|
| 貫通部番号  |                    | X-101A~D | X-100A~D, X-102A~E,<br>X-103A~C, X-104A~D,<br>X-105A~D, X-250A~B |
| 材料   |                    | SUS304   | SUS304   |
| 平板の径又は最小内のり  | d                  | (mm)     |  |
| 最高使用圧力   | P                  | (MPa)    | $854 \times 10^{-3}$ $854 \times 10^{-3}$                        |
| 最高使用温度   |                    | (°C)     | 200      200   |
| 係数   | K                  | (-)      | 0.5      0.5   |
| 許容引張応力   | S*                 | (MPa)    | 241      241   |
| 呼び厚さ   | t <sub>o</sub>     | (mm)     |  |
| 最小厚さ   | t <sub>s o m</sub> | (mm)     |  |
| 計算上必要な厚さ   | t <sub>s o r</sub> | (mm)     | 18.32      12.63   |
| 評価: t <sub>s o m</sub> ≥ t <sub>s o r</sub> であること。 |                    |          | ○      ○   |

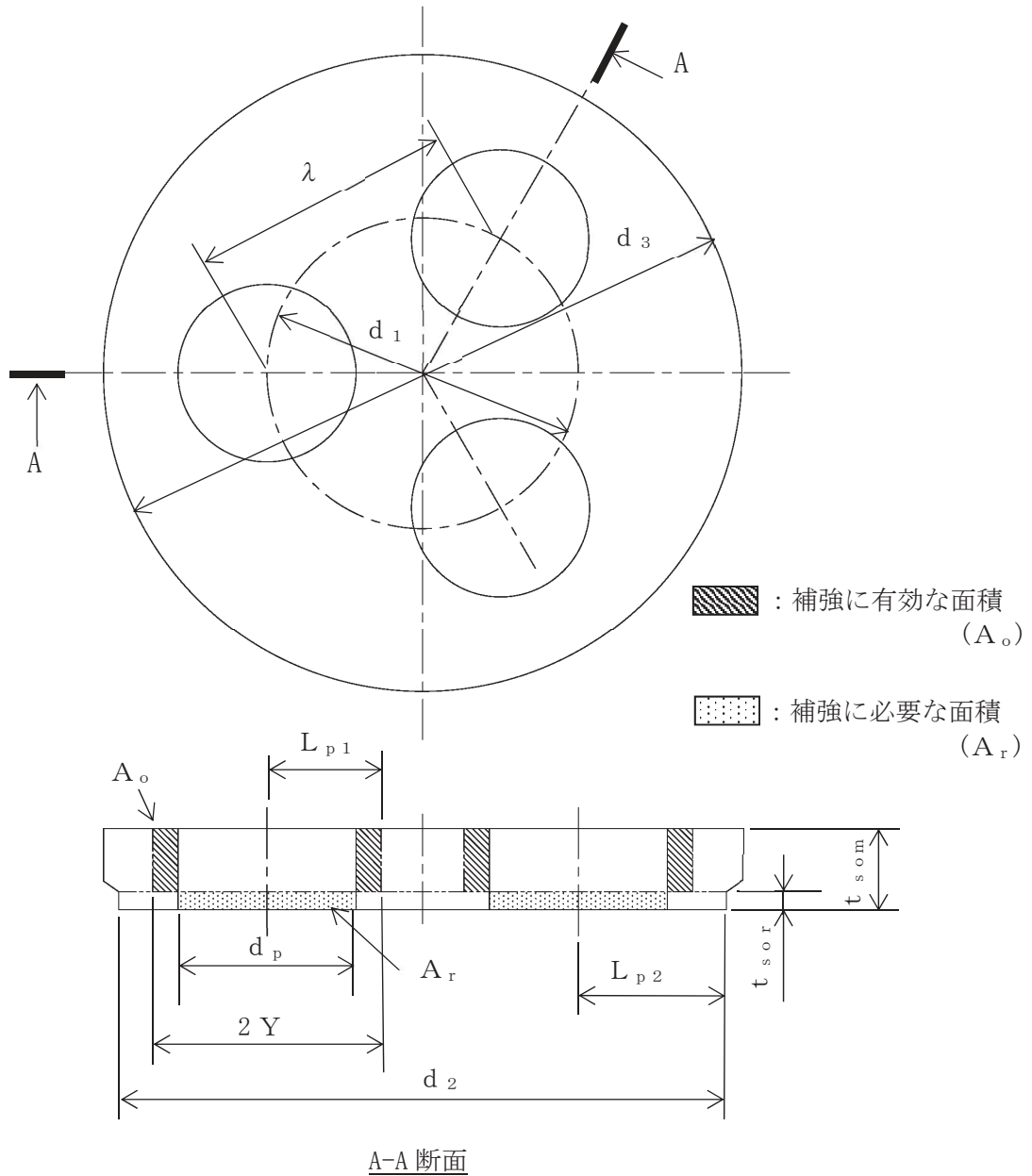
注記\*: Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(3) 穴の補強計算

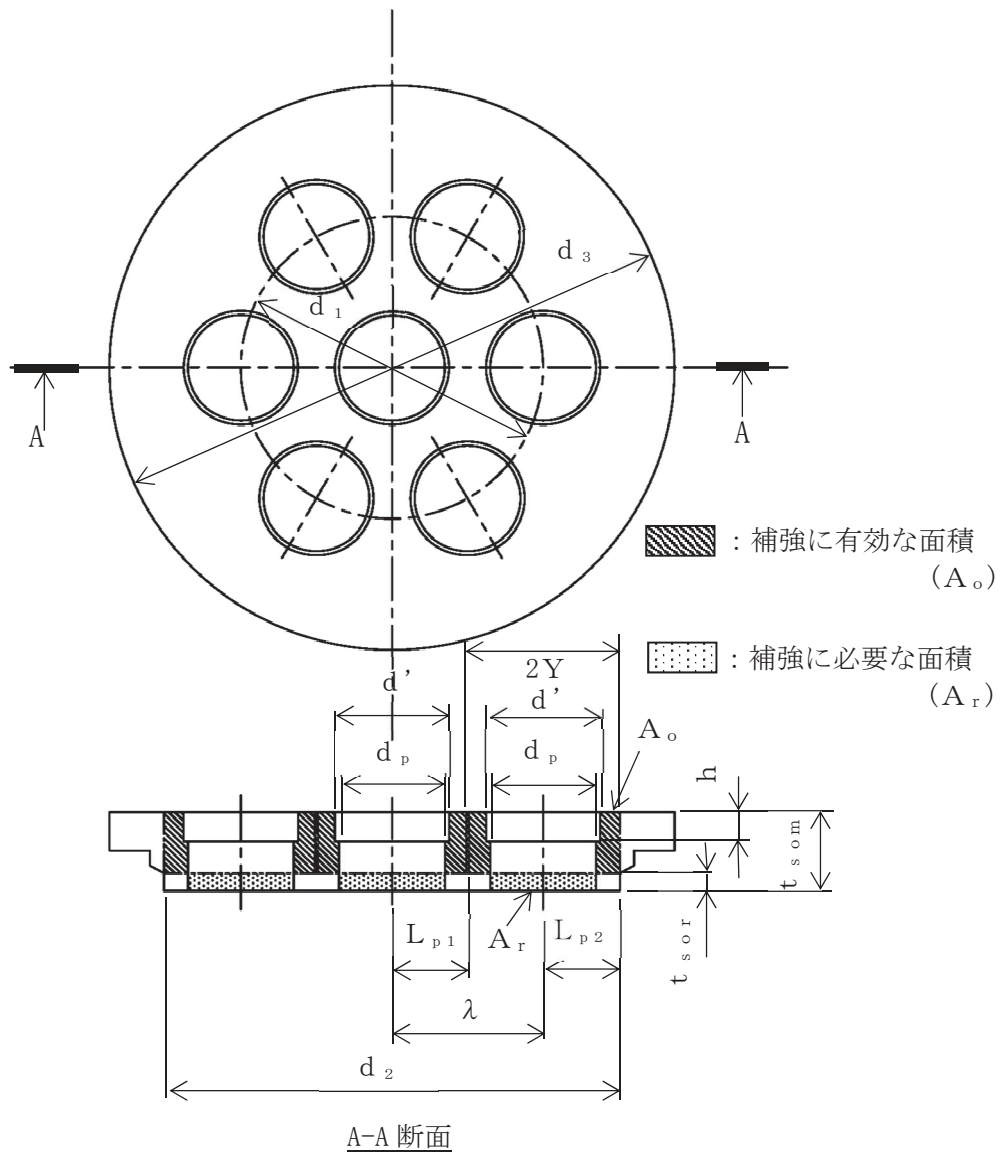
ヘッダ（貫通部番号：X-101A～D）の穴の補強計算に用いる寸法を図 3-6 に、ヘッダ（貫通部番号：X-100A～D, X-102A～E, X-103A～C, X-104A～D, X-105A～D, X-250A～B）の穴の補強計算に用いる寸法を図 3-7 に示す。



$$\begin{aligned}
 t_{s\ o\ m} &= \boxed{\phantom{000}} \\
 d_1 &= \boxed{\phantom{000}} & d_2 &= \boxed{\phantom{000}} & d_3 &= \boxed{\phantom{000}} & d_p &= \boxed{\phantom{000}} \\
 \lambda &= d_1 \cdot \cos 30^\circ = \boxed{\phantom{000}} \\
 L_{p\ 1} &= Y = d_p = \boxed{\phantom{000}} & L_{p\ 2} &= (d_2 - d_1) / 2 = \boxed{\phantom{000}} \\
 L_{p\ 3} &= \lambda / 2 = \boxed{\phantom{000}}
 \end{aligned}$$

図 3-6 ヘッダの穴の補強計算に用いる寸法（貫通部番号：X-101A～D）（単位：mm）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



$$\begin{aligned}
 t_{s\ om} &= \boxed{\phantom{000}} & h &= \boxed{\phantom{000}} & d_3 &= \boxed{\phantom{000}} \\
 d_1 &= \boxed{\phantom{000}} & d_2 &= \boxed{\phantom{000}} & & \\
 d_p &= \boxed{\phantom{000}} & d' &= \boxed{\phantom{000}} & & \\
 \lambda &= d_1/2 = \boxed{\phantom{000}} & & & & \\
 L_{p\ 1} &= \lambda/2 = \boxed{\phantom{000}} & L_{p\ 2} &= d_2/2 - \lambda = \boxed{\phantom{000}} & & 
 \end{aligned}$$

図 3-7 ヘッダの穴の補強計算に用いる寸法 (貫通部番号: X-100A~D, X-102A~E, X-103A~C, X-104A~D, X-105A~D, X-250A~B) (単位: mm)

a. 穴の補強計算（告示第501号第22条第8項第1号）

(a) 補強に必要な面積の1/2

$$\frac{A_r}{2} = \frac{d_p \cdot t_{s o r} \cdot F}{2}$$

ここに、

$t_{s o r}$  : ヘッダの計算上必要な厚さ（表3-7参照）

F : 係数（1.00とする。）

(b) 補強に有効な面積

イ. 貫通部番号 X-101A

$$A_o = (2 \cdot Y - d_p) \cdot (t_{s o m} - t_{s o r})$$

ここに、 $t_{s o m}$  : 最小厚さ（表3-6参照）

Y : ヘッダの面に沿う有効範囲を示し、 $d_p$ とする。

ただし、貫通部番号 : X-101A~D は形状による制限により、

$Y (= d_p = L_{p1}) > L_{p2} > L_{p3}$ であるため、 $Y = L_{p3}$ とする。

ロ. 貫通部番号 X-105A

$$A_o = (2 \cdot Y - d_p) \cdot (t_{s o m} - t_{s o r} - h) + (2 \cdot Y - d') \cdot h$$

ここに、 $t_{s o m}$  : 最小厚さ（表3-6参照）

Y : ヘッダの面に沿う有効範囲を示し、 $d_p$ とする。

ただし、貫通部番号 : X-100A~D, X-102A~E, X-103A~C, X-104A~D,

X-105A~D, X-250A~B は形状による制限により、

$Y (= d_p) > L_{p1} > L_{p2}$ であるため、 $Y = L_{p2}$ とする。

(c) 結論

穴の補強の計算結果を表3-7に示す。

これより、ヘッダの穴の補強は十分である。

b. 隣接する 2 つの穴 (告示第 5 0 1 号第 22 条第 8 項第 2 号)

(a) 隣接する 2 つの穴の中心間の距離  $\lambda$

ヘッダ (貫通部番号: X-101A~D)  $\lambda = d_1 \cdot \cos 30^\circ$

ヘッダ (貫通部番号: X-100A~D, X-102A~E, X-103A~C,  
X-104A~D, X-105A~D, X-250A~B)

$$\lambda = \frac{d_1}{2}$$

(b) 穴の平均径の 1.5 倍  $d_m$

$$d_m = 1.5 \cdot d_p$$

(c) 2 つの穴の間にある補強に必要な面積の 1/2  $A_{fr}$

$$A_{fr} = \frac{A_r}{2}$$

(d) 2 つの穴の間にある補強に有効な面積  $A_{fo}$

$$A_{fo} = \frac{A_o}{2}$$

(e) 結論

隣接する 2 つの穴に対する確認結果を表 3-8 に示す。

これより、ヘッダは、隣接する 2 つの穴の規定を満足している。

c. 補強に有効な面積の制限 (告示第 5 0 1 号第 22 条第 8 項第 5 号)

(a) 穴の中心線の両側に必要な補強面積  $A_{er}$

$$A_{er} = \frac{A_r}{2}$$

(b) 穴の中心線の両側に有効な面積  $A_{eo}$

$$A_{eo} = \frac{A_o}{2}$$

(c) 結論

補強に有効な面積の制限に対する確認結果を表 3-9 に示す。

これより、ヘッダは、穴の中心線の両側の補強に対する制限を満足している。

表 3-7 ヘッダの穴の補強計算結果

|                          |                            |                     |  |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|--|
| 貫通部番号                    |                            | X-101A~D            | X-100A~D, X-102A~E,<br>X-103A~C, X-104A~D,<br>X-105A~D, X-250A~B |
| 計算による必要厚さ                | $t_{sor}$ (mm)             | 18.32               | 12.63  |
| 補強の有効範囲                  | Y (mm)                     |                     |  |
| 補強に必要な面積                 | $A_r$ (mm <sup>2</sup> )   |                     |  |
| 補強に必要な面積の 1/2            | $A_r/2$ (mm <sup>2</sup> ) |                     |  |
| 補強に有効な面積                 | $A_o$ (mm <sup>2</sup> )   | $2.580 \times 10^3$ | $1.085 \times 10^3$  |
| 評価: $A_o > A_r/2$ であること。 |                            | ○                   | ○  |

表 3-8 ヘッダの隣接する 2 つの穴に対する確認結果

|   |                             |                     |  |
|---|-----------------------------|---------------------|--|
| 貫通部番号                                       |                             | X-101A~D            | X-100A~D, X-102A~E,<br>X-103A~C, X-104A~D,<br>X-105A~D, X-250A~B |
| 隣接する 2 つの穴の中心間の距離                           | $\lambda$ (mm)              |                     |  |
| 穴の平均径の 1.5 倍                                | $d_m$ (mm)                  |                     |  |
| 2 つの穴の間にある補強に必要な面積の 1/2                     | $A_{fr}$ (mm <sup>2</sup> ) |                     |  |
| 2 つの穴の間にある補強に有効な面積                          | $A_{fo}$ (mm <sup>2</sup> ) | $1.290 \times 10^3$ | 542.8  |
| 評価: $\lambda > d_m, A_{fo} > A_{fr}$ であること。 |                             | ○                   | ○  |

表 3-9 ヘッドの補強に有効な面積の制限に対する確認結果

| 貫通部番号                          |                              | X-101A~D            | X-100A~D, X-102A~E,<br>X-103A~C, X-104A~D,<br>X-105A~D, X-250A~B |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------|--|
| 穴の中心線の両側に必要な補強面積               | $A_{e_r}$ (mm <sup>2</sup> ) |                     |  |
| 穴の中心線の両側に有効な面積                 | $A_{e_o}$ (mm <sup>2</sup> ) | $1.290 \times 10^3$ | 542.8  |
| 評価： $A_{e_o} > A_{e_r}$ であること。 |                              | ○                   | ○  |

VI-3-3-6-1-4-5 原子炉格納容器電気配線貫通部の強度計算書

## 目次

|       |                   |    |
|-------|-------------------|----|
| 1.    | 概要                | 1  |
| 2.    | 一般事項              | 1  |
| 2.1   | 構造計画              | 1  |
| 2.2   | 評価方針              | 3  |
| 2.3   | 適用基準              | 3  |
| 2.4   | 記号の説明             | 4  |
| 2.5   | 計算精度と数値の丸め方       | 5  |
| 3.    | 評価部位              | 6  |
| 4.    | 強度評価              | 7  |
| 4.1   | 強度評価方法            | 7  |
| 4.2   | 荷重の組合せ及び許容応力      | 7  |
| 4.2.1 | 荷重の組合せ及び許容応力状態    | 7  |
| 4.2.2 | 許容応力              | 7  |
| 4.2.3 | 使用材料の許容応力評価条件     | 7  |
| 4.2.4 | 設計荷重              | 10 |
| 4.3   | 計算方法              | 12 |
| 4.4   | 計算条件              | 13 |
| 4.5   | 応力の評価             | 13 |
| 5.    | 評価結果              | 14 |
| 5.1   | 重大事故等対象施設としての評価結果 | 14 |
| 6.    | 参照図書              | 16 |



## 1. 概要

本計算書は、原子炉格納容器電気配線貫通部の強度計算書である。

原子炉格納容器電気配線貫通部は、設計基準対象施設の原子炉格納容器電気配線貫通部を重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス2容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、原子炉格納容器電気配線貫通部の強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、平成2年5月24日付け元資庁第14466号にて認可された工事計画の添付書類(6.参照図書(1)) (以下「既工認」という。) に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

原子炉格納容器電気配線貫通部の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要   |   | 概略構造図                     |
|---|---|---------------------------|
| 基礎・支持構造   | 主体構造  |                           |
| <p>原子炉格納容器電気配線貫通部は原子炉格納容器（ドライウエルまたはサプレッションチェンバ）に支持される。</p> <p>原子炉格納容器電気配線貫通部は，原子炉格納容器と一体構造となっており，鉛直方向荷重及び水平方向荷重は，原子炉格納容器シヤラグ，ドライウエル底部またはサプレッションチェンバボックスサポートを介して原子炉建屋に伝達される。</p> | <p>原子炉格納容器に円筒形スリーブ，アダプタ及びヘッダが取り付けられた鋼製構造物である。</p> | <p>原子炉格納容器電気配線貫通部 拡大図</p> |

## 2.2 評価方針

原子炉格納容器電気配線貫通部の応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において重大事故等における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

原子炉格納容器電気配線貫通部の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

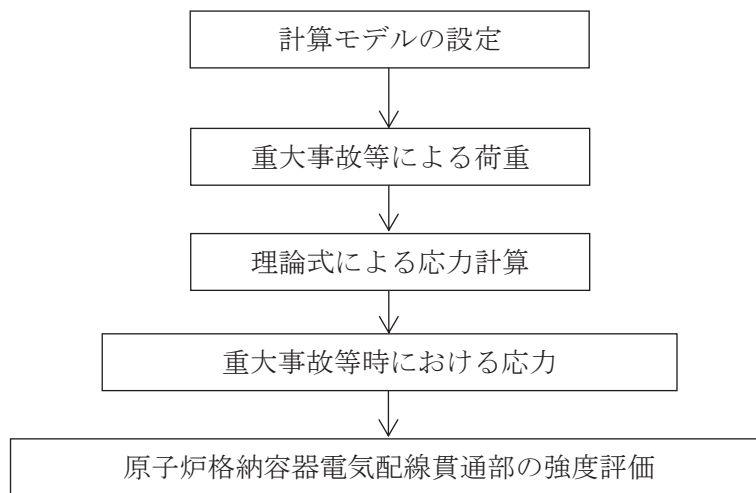


図 2-1 原子炉格納容器電気配線貫通部の強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和 55 年 10 月 30 日 通商産業省告示第 501 号）（以下「告示第 501 号」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号        | 記号の説明              | 単位  |
|-----------|--------------------|-----|
| D         | 死荷重                | —   |
| $D_o$     | スリーブ外径             | mm  |
| $D_i$     | スリーブ内径             | mm  |
| L         | スリーブ長さ             | mm  |
| $M_{SA}$  | 機械的荷重 (SA 短期機械的荷重) | —   |
| $P_{SA}$  | 圧力 (SA 短期圧力)       | kPa |
| $T_{SA}$  | 温度 (SA 短期温度)       | °C  |
| S         | 許容引張応力             | MPa |
| $S_u$     | 設計引張強さ             | MPa |
| $S_y$     | 設計降伏点              | MPa |
| $S_y(RT)$ | 40°Cにおける設計降伏点      | MPa |
| ASS       | オーステナイト系ステンレス鋼     | —   |
| HNA       | 高ニッケル合金            | —   |

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

計算の精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類              | 単位   | 処理桁        | 処理方法 | 表示桁                    |
|--------------------|------|------------|------|------------------------|
| 最高使用圧力             | kPa  | —          | —    | 整数位                    |
| 温度                 | ℃    | —          | —    | 整数位                    |
| 許容応力* <sup>1</sup> | MPa  | 小数点以下第 1 位 | 切捨て  | 整数位                    |
| 算出応力               | MPa  | 小数点以下第 1 位 | 切上げ  | 整数位                    |
| 力                  | N    | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入 | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
| モーメント              | N・mm | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入 | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |

注記\*1：告示第 5 0 1 号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第 2 位を切り捨て，小数点以下第 1 位までの値として算出する。得られた値を SI 単位に換算し，SI 単位に換算した値の小数点以下第 1 位を切り捨て，整数位までの値とする。

\*2：絶対値が 1,000 以上のときは，べき数表示とする。

3. 評価部位

原子炉格納容器電気配線貫通部の形状を図 3-1 に、仕様を表 3-1 に示す。

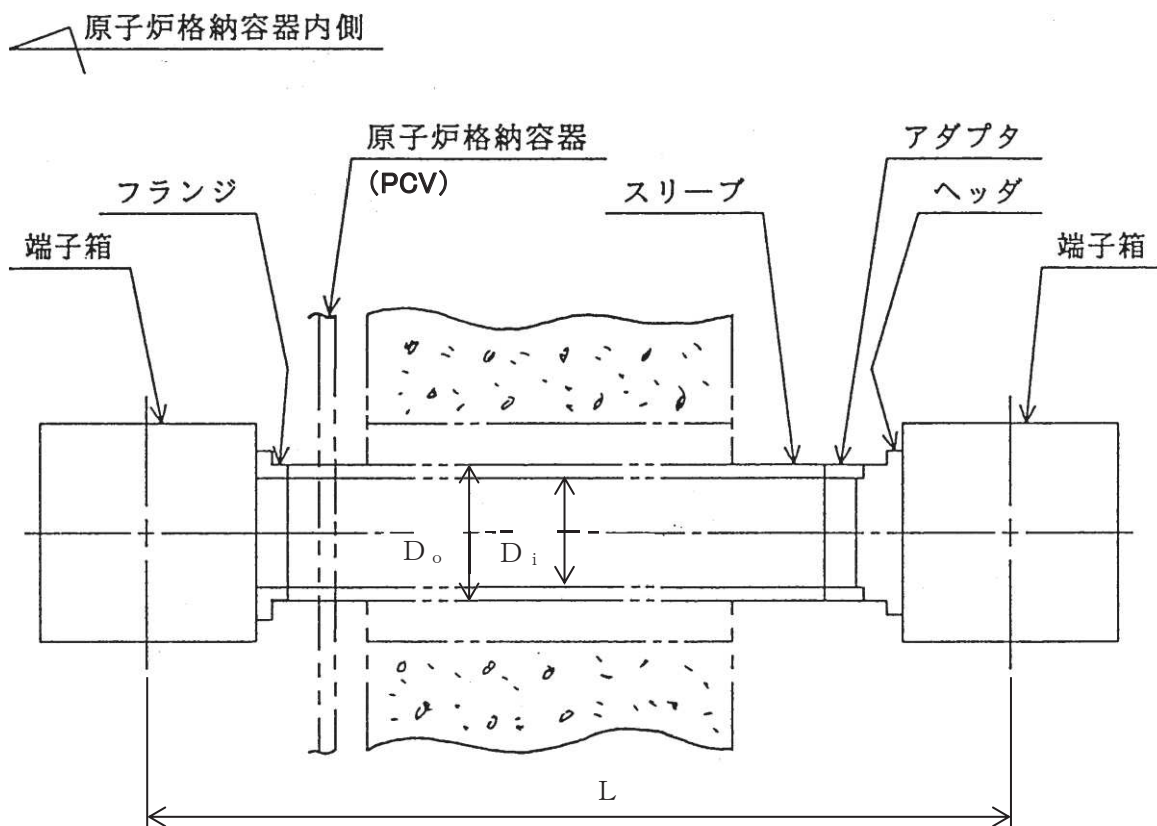


図 3-1 原子炉格納容器電気配線貫通部の形状

表 3-1 原子炉格納容器電気配線貫通部の仕様 (mm)

| 貫通部番号  | スリーブ外形<br>$D_o$ | スリーブ内径<br>$D_i$ | スリーブ長さ<br>$L$ |
|--------|-----------------|-----------------|---------------|
| X-101A |                 |                 |               |
| X-105A |                 |                 |               |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 4. 強度評価

### 4.1 強度評価方法

- (1) 原子炉格納容器電気配線貫通部は、鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、原子炉格納容器シヤラグ、ドライウェル底部またはサブプレッションチェンバボックスサポートを介して原子炉建屋に伝達される。

原子炉格納容器電気配線貫通部の強度評価として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」において設定された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

- (2) 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉格納容器電気配線貫通部の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

#### 4.2.2 許容応力

原子炉格納容器電気配線貫通部の許容応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき表 4-2 に示すとおりとする。

#### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉格納容器電気配線貫通部の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分        |             | 機器名称               | 機器等の区分          | 荷重の組合せ*1              |                      | 許容応力状態   |
|-------------|-------------|--------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 原子炉<br>格納施設 | 原子炉<br>格納容器 | 原子炉格納容器<br>電気配線貫通部 | 重大事故等<br>クラス2容器 | $D + P_{SA} + M_{SA}$ | (V(S)-1)<br>(V(S)-2) | 重大事故等時*2 |

注記\*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表 3-7 の荷重の組合せの No. を示す。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表 4-2 許容応力（第2種容器）

| 応力分類       | 一次一般膜応力   | 一次膜応力＋一次曲げ応力 |
|------------|---|--------------|
| 許容<br>応力状態 |   |              |
| 重大事故等時*    | 構造上の連続な部分は $0.6 \cdot S_u$ ，不連続な部分は $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。<br>ただし，ASS及びHNAについては，構造上の連続な部分は $2 \cdot S$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方，不連続な部分は $1.2 \cdot S$ とする。 | 左欄の1.5倍の値    |

注記\*：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。



表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

| 評価部材 | 材料                | 温度条件<br>(°C) |     | S<br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub> (R T)<br>(MPa) |
|------|-------------------|--------------|-----|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
|      |                   | 周囲環境<br>温度   |     |            |                         |                         |                               |
| ヘッド  | SUS304            | 周囲環境<br>温度   | 200 | 122        | 144                     | 402                     | —                             |
| アダプタ | STS42<br>(STS410) | 周囲環境<br>温度   | 200 | 113        | 206                     | 404                     | —                             |
| スリーブ | STS42<br>(STS410) | 周囲環境<br>温度   | 200 | 113        | 206                     | 404                     | —                             |
| フランジ | STS42<br>(STS410) | 周囲環境<br>温度   | 200 | 113        | 206                     | 404                     | —                             |

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

内圧  $P_{SA}$                       854kPa (SA 短期)

温度  $T_{SA}$                       200°C (SA 短期)

##### (2) 原子炉格納容器電気配線貫通部の設計荷重

図 3-1 の原子炉格納容器電気配線貫通部に作用する設計荷重を表 4-4 に示す。

表 4-4 原子炉格納容器電気配線貫通部の設計荷重

| 貫通部<br>番号 | 応力<br>評価点* | 荷重(N)又は<br>曲げモーメント(N・mm) | 自重のみに<br>起因 |
|-----------|------------|--------------------------|-------------|
| X-101A    | P1         | 荷重                       |             |
|           |            | 曲げモーメント                  |             |
|           | P2         | 荷重                       |             |
|           |            | 曲げモーメント                  |             |
|           | P3         | 荷重                       |             |
|           |            | 曲げモーメント                  |             |
| X-105A    | P1         | 荷重                       |             |
|           |            | 曲げモーメント                  |             |
|           | P2         | 荷重                       |             |
|           |            | 曲げモーメント                  |             |
|           | P3         | 荷重                       |             |
|           |            | 曲げモーメント                  |             |

注記\*：応力評価点の位置は，図 4-2 参照のこと。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 4.3 計算方法

原子炉格納容器電気配線貫通部の応力評価点は、原子炉格納容器電気配線貫通部を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-5 及び図 4-2 に示す。

応力計算方法は既工認からの変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

評価の概要を以下に示す。

一端固定、他端自由の片持はりとしてモデル化し評価する。

表 4-5 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点        |
|---------|--------------|
| P 1     | フランジとスリーブの継手 |
| P 2     | スリーブとアダプタの継手 |
| P 3     | アダプタとヘッドの継手  |

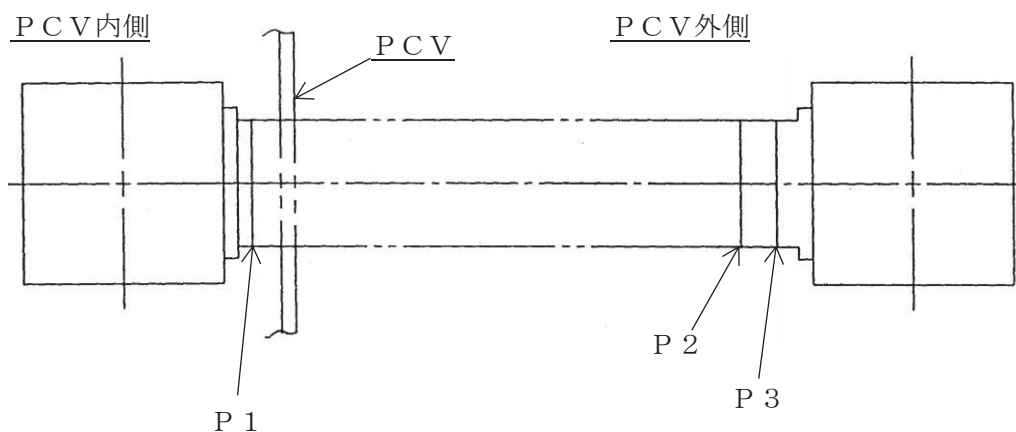


図 4-2 原子炉格納容器電気配線貫通部の応力評価点

#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

応力評価に用いる荷重の組合せは，表 4-1 に記載の組合せのうち評価上最も厳しくなる V(S)-1 とする。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対象施設としての評価結果

原子炉格納容器電気配線貫通部の重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果の結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 重大事故時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>)

| 評価対象<br>設備                             | 評価部位 |                  | 応力分類         | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|--|------|------------------|--------------|--------|------|----|----|
|  |      |                  |              | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|  |      |                  |              | MPa    | MPa  |    |    |
| 原子炉<br>格納容器<br>電気配線<br>貫通部<br>(X-101A) | P1   | フランジと<br>スリーブの継手 | 一次一般膜応力      | 1      | 242  | ○  |    |
|  |      |                  | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 1      | 362  | ○  |    |
|  | P2   | スリーブと<br>アダプタの継手 | 一次一般膜応力      | 17     | 242  | ○  |    |
|  |      |                  | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 17     | 362  | ○  |    |
|  | P3   | アダプタと<br>ヘッダの継手  | 一次一般膜応力      | —      | 241  | ○  |    |
|  |      |                  | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 17     | 361  | ○  |    |
| 原子炉<br>格納容器<br>電気配線<br>貫通部<br>(X-105A) | P1   | フランジと<br>スリーブの継手 | 一次一般膜応力      | 3      | 242  | ○  |    |
|  |      |                  | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 3      | 362  | ○  |    |
|  | P2   | スリーブと<br>アダプタの継手 | 一次一般膜応力      | 14     | 242  | ○  |    |
|  |      |                  | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 14     | 362  | ○  |    |
|  | P3   | アダプタと<br>ヘッダの継手  | 一次一般膜応力      | —      | 241  | ○  |    |
|  |      |                  | 一次膜応力+一次曲げ応力 | 14     | 361  | ○  |    |

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-2-5 原子炉格納容器電気配線貫通部の強度計算書」



VI-3-3-6-2 圧力低減設備その他の安全設備の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-6-2-1 ダウンカメラ及びベントヘッダの基本板厚計算書
- VI-3-3-6-2-4 ベント管の基本板厚計算書
- VI-3-3-6-2-7 原子炉格納容器安全設備の強度計算書
- VI-3-3-6-2-8 放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備の強度計算書
- VI-3-3-6-2-9 原子炉格納容器調気設備の強度計算書
- VI-3-3-6-2-10 圧力逃がし装置の強度計算書

VI-3-3-6-2-1 ダウンカメラ及びベントヘッダの基本板厚計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法」に準じて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 評価部位 | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価<br>区分 | 同等性<br>評価<br>区分     | 評価<br>クラス |           |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|----------|---------------------|-----------|-----------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |           | SA 条件       |                            |              |          |                     |           |           |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |          |                     |           | 温度<br>(℃) |
| 管    | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427       | 171       | 0.854       | 200                        | —            | S55 告示   | 設計・<br>建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2      |
| 円筒胴  | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427       | 171       | 0.854       | 200                        | —            | S55 告示   | 設計・<br>建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2      |
| 強め輪  | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427       | 171       | 0.854       | 200                        | —            | S55 告示   | 設計・<br>建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2      |

・適用規格の選定

| 評価部位 | 評価項目           | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|----------------|-----------------|------|---------|
| 管    | 管の強度計算         | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 告示第501号 |
| 円筒胴  | 円筒形の胴の<br>強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 告示第501号 |
| 強め輪  | 円筒形の胴の<br>強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 告示第501号 |

## 目次

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1. 一般事項                     | 1  |
| 1.1 概要                      | 1  |
| 1.2 適用基準                    | 1  |
| 1.3 計算精度と数値の丸め方             | 2  |
| 2. 設計条件                     | 3  |
| 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度 | 3  |
| 2.2 材料及び許容応力                | 3  |
| 3. ダウンカマ及びベントヘッダの基本板厚計算     | 4  |
| 3.1 ダウンカマ                   | 5  |
| 3.1.1 管                     | 5  |
| 3.2 ベントヘッダ                  | 7  |
| 3.2.1 円筒胴                   | 7  |
| 3.2.2 強め輪                   | 9  |
| 3.3 穴の補強計算                  | 10 |

## 1. 一般事項

### 1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器ダウンカマ及びベントヘッダの基本板厚計算書である。

ダウンカマは、設計基準対象施設のダウンカマを重大事故等クラス2管として兼用する機器である。ベントヘッダは、設計基準対象施設のベントヘッダを重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス2管及び容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス2容器の強度計算方法」に準じて、ダウンカマ及びベントヘッダの構造強度評価を示す。

### 1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）



### 1.3 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 1-1 に示すとおりとする。

表 1-1 表示する数値の丸め方

| 数値の種類              | 単位              | 処理桁             | 処理方法       | 表示桁                    |                        |
|--------------------|-----------------|-----------------|------------|------------------------|------------------------|
| 最高使用圧力             | MPa             | —               | —          | 有効数字 3 桁               |                        |
| 温度                 | ℃               | —               | —          | 整数位                    |                        |
| 許容応力* <sup>1</sup> | MPa             | 小数点以下第 1 位      | 切捨て        | 整数位                    |                        |
| 長さ                 | 下記以外の長さ         | mm              | 小数点以下第 3 位 | 四捨五入                   | 小数点以下第 2 位             |
|                    | 計算上必要な厚さ        | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切上げ                    | 小数点以下第 2 位             |
| 面積                 | 下記以外の面積         | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入                   | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
|                    | 必要な面積           | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切上げ                    | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
|                    | 有効な面積           | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切捨て                    | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |
| 力                  | N               | 有効数字 5 桁目       | 四捨五入       | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |                        |
| 慣性モーメント            | mm <sup>4</sup> | 有効数字 5 桁目       | 四捨五入       | 有効数字 4 桁* <sup>2</sup> |                        |

注記\*1：告示第 5 0 1 号別表に記載された温度の中間における設計引張強さは、比例法により補間した値の小数点以下第 2 位を切り捨て、小数点以下第 1 位までの値として算出する。得られた値を SI 単位に換算し、SI 単位に換算した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

## 2. 設計条件

### 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|                   |         |
|-------------------|---------|
| 内圧 P              | 854kPa  |
| 外圧 P <sub>e</sub> | 13.7kPa |
| 温度 T              | 200℃    |

### 2.2 材料及び許容応力

#### (1) 材料

使用する材料を表 2-1 に示す。

表 2-1 使用材料表

| 使用部位   | 使用材料  |
|--------|-------|
| ダウンカマ  | SGV49 |
| ベントヘッド | SGV49 |

#### (2) 許容引張応力

使用材料の許容引張応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値の 0.6 倍とする。

$$\text{SGV49} \quad S^* = 253 \text{ MPa}$$

注記\* : S は  $0.6 \cdot S_u$  とする。ここで、 $S_u$  は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。

3. ダウンカマ及びベントヘッダの基本板厚計算

ダウンカマ及びベントヘッダの形状及び寸法を図 3-1 に示す。

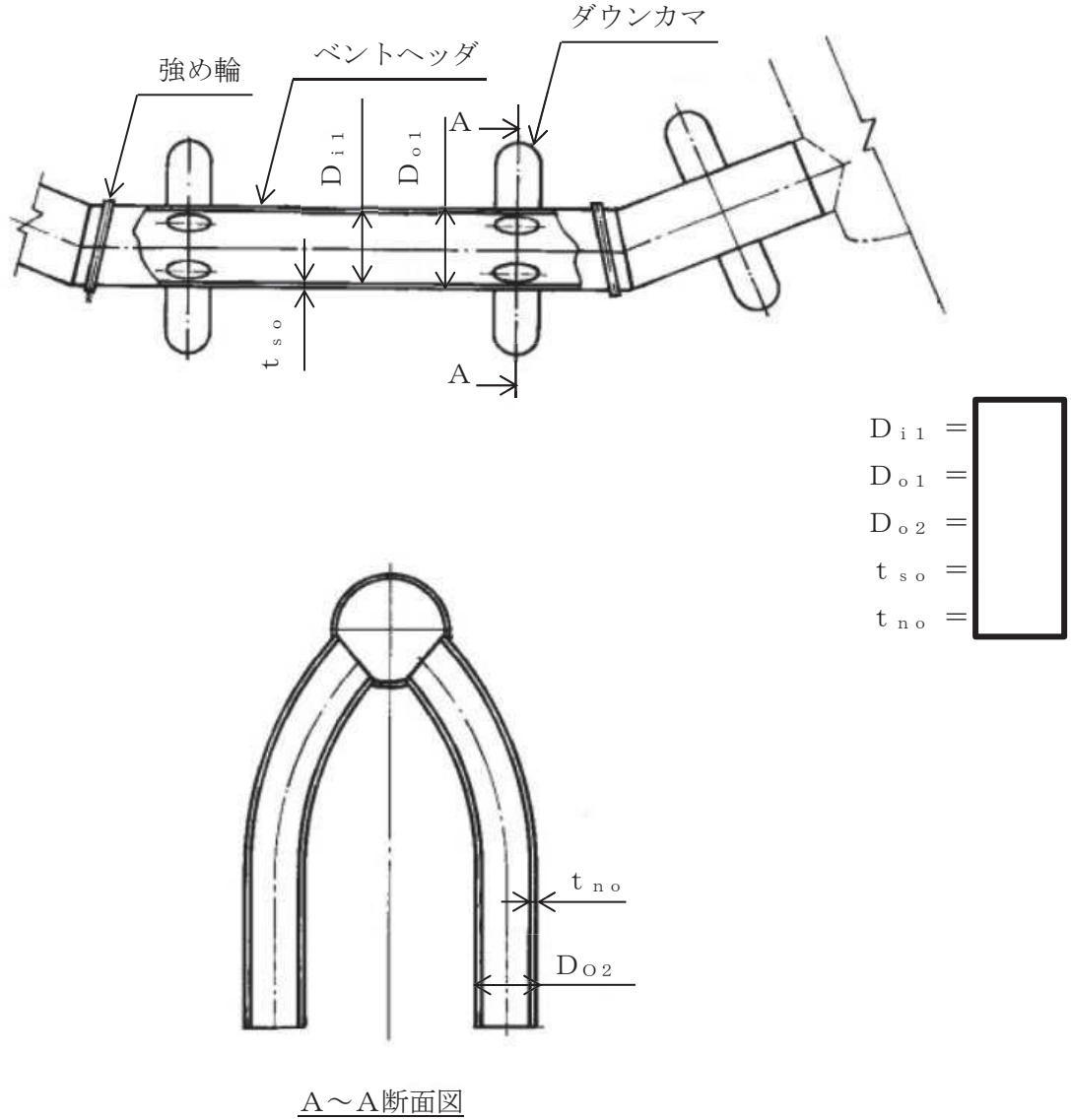


図 3-1 ダウンカマ及びベントヘッダの形状及び寸法 (単位: mm)

「2. 設計条件」に示す重大事故等時の条件に基づき、ダウンカマ及びベントヘッダ各部の板厚計算を行った結果を以下に示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.1 ダウンカマ

3.1.1 管

(1) 記号の説明

| 告示501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|---------------|-----------------|------------|----|
| t             | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|               | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|               | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

(2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第58条第1項第1号及び第3号）

管の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-1に示す。

これより、管は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_{o2}}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

表 3-1 管の板厚計算結果

|   |                 |       |                      |
|---|-----------------|-------|----------------------|
| 管の名称  |                 |       | ダウンカマ                |
| 材料  |                 |       | SGV49                |
| 最高使用圧力  | P               | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                 | (°C)  | 200                  |
| 管の外径  | D <sub>o2</sub> | (mm)  |                      |
| 許容引張応力  | S*              | (MPa) | 253                  |
| 継手効率  | η               |       | 1.00                 |
| 継手の種類   |                 |       | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                      |                 |       | 有り                   |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub> | (mm)  | 3.80                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub> | (mm)  | 1.03                 |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>  | (mm)  | 3.80                 |
| 呼び厚さ  | t <sub>no</sub> | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>n</sub>  | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>n</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                 |       |                      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

- (3) 外圧に対する必要厚さ（告示第501号第58条第1項第2号及び第3号）  
 管の外圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し，計算結果を表3-2に示す。  
 これより，管は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_{o2}}{4 \cdot B}$$

表 3-2 管の板厚計算結果

|                               |          |       |                       |
|-------------------------------|----------|-------|-----------------------|
| 管の名称                          |          |       | ダウンカマ                 |
| 材料                            |          |       | SGV49                 |
| 最高使用圧力                        | $P_e$    | (MPa) | $13.7 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                        |          |       | 200                   |
| 管の外径                          | $D_{o2}$ | (mm)  |                       |
|                               | B        | (MPa) |                       |
| 必要厚さ                          | $t_{R1}$ | (mm)  | 3.80                  |
| 必要厚さ                          | $t_{R2}$ | (mm)  | 2.05                  |
| $t_{R1}$ ， $t_{R2}$ の大きい値     | $t_R$    | (mm)  | 3.80                  |
| 呼び厚さ                          | $t_{no}$ | (mm)  |                       |
| 最小厚さ                          | $t_n$    | (mm)  |                       |
| 評価： $t_n \geq t_R$ ，よって十分である。 |          |       |                       |

### 3.2 ベントヘッダ

#### 3.2.1 円筒胴

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

##### (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第32条第3項第1号及び第2号イ）

円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-3に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_{i1}}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表 3-3 円筒胴の板厚計算結果

|   |                 |       |                      |
|---|-----------------|-------|----------------------|
| 円筒胴名称   |                 |       | ベントヘッダ               |
| 材料  |                 |       | SGV49                |
| 最高使用圧力  | P               | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                 |       | 200                  |
| 胴の内径  | D <sub>i1</sub> | (mm)  |                      |
| 許容引張応力  | S*              | (MPa) | 253                  |
| 継手効率  | η               |       | 1.00                 |
| 継手の種類   |                 |       | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                      |                 |       | 有り                   |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub> | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub> | (mm)  | 1.95                 |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>  | (mm)  | 3.00                 |
| 呼び厚さ  | t <sub>so</sub> | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>s</sub>  | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                 |       |                      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

- (3) 外圧に対する必要厚さ（告示第501号第32条第3項第1号及び第2号ハ）  
 円筒胴の外圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し，計算結果を表3-4に示す。  
 これより，円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_{o1}}{4 \cdot B}$$

表 3-4 円筒胴の板厚計算結果

|                               |          |       |                       |
|-------------------------------|----------|-------|-----------------------|
| 円筒胴名称                         |          |       | ベントヘッダ                |
| 材料                            |          |       | SGV49                 |
| 最高使用圧力                        | $P_e$    | (MPa) | $13.7 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                        |          |       | 200                   |
| 胴の外径                          | $D_{o1}$ | (mm)  |                       |
|                               | B        | (MPa) |                       |
| 必要厚さ                          | $t_{R1}$ | (mm)  | 3.00                  |
| 必要厚さ                          | $t_{R2}$ | (mm)  | 3.60                  |
| $t_{R1}$ ， $t_{R2}$ の大きい値     | $t_R$    | (mm)  | 3.60                  |
| 呼び厚さ                          | $t_{so}$ | (mm)  |                       |
| 最小厚さ                          | $t_s$    | (mm)  |                       |
| 評価： $t_s \geq t_R$ ，よって十分である。 |          |       |                       |

### 3.2.2 強め輪

(1) 強め輪の計算（告示第501号第32条第9項第1号）

強め輪の算出式を以下に示し，計算結果を表3-5に示す。

これより，強め輪は告示第501号の条件を満足している。

$$I = \frac{D_{o1}^2 \cdot \ell \cdot (t + a / \ell) \cdot A}{14}$$

$$B = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_{o1}}{4 \cdot (t + a / \ell)}$$

表 3-5 強め輪の計算結果

|                              |          |                        |                       |
|------------------------------|----------|------------------------|-----------------------|
| 円筒胴名称                        |          |                        | ベントヘッド                |
| 材料                           |          |                        | SGV49                 |
| 最高使用圧力                       | $P_e$    | (MPa)                  | $13.7 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                       |          |                        | 200                   |
| 胴の外径                         | $D_{o1}$ | (mm)                   |                       |
| 胴の軸方向の長さ                     | $\ell$   | (mm)                   |                       |
| 胴の厚さ                         | $t$      | (mm)                   |                       |
| 強め輪の寸法                       | $b_1$    | (mm)                   |                       |
| 強め輪の厚さ                       | $t_1$    | (mm)                   |                       |
| 強め輪の断面積                      | $a$      | (mm <sup>2</sup> )     |                       |
|                              | $B$      | 1.649                  |                       |
|                              | $A$      | $1.700 \times 10^{-5}$ |                       |
| 強め輪に必要な慣性モーメント               | $I$      | (mm <sup>4</sup> )     |                       |
| 強め輪の慣性モーメント                  | $I_A$    | (mm <sup>4</sup> )     |                       |
| 評価： $I_A \geq I$ ， よって十分である。 |          |                        |                       |



### 3.3 穴の補強計算

ベントヘッダとダウンカムとの結合部の形状及び寸法を図 3-2 に示す。

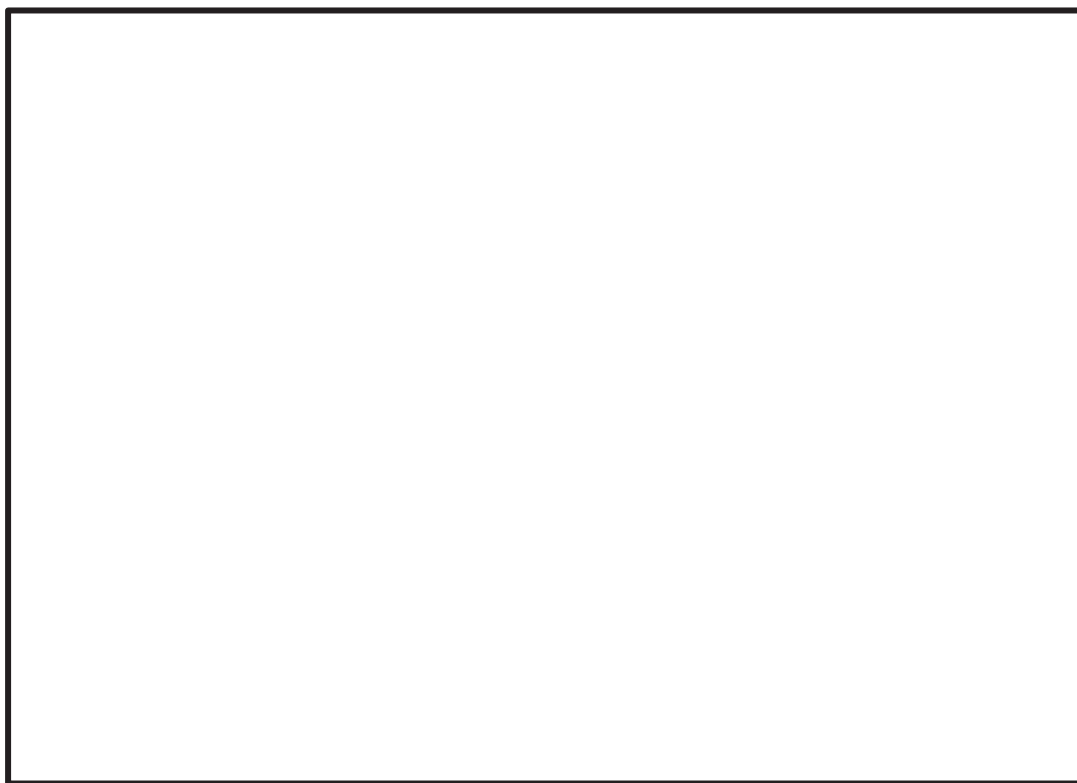


図 3-2 結合部の形状及び寸法

## (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示   | 表示内容                   | 単位            |
|----------------|----------|------------------------|---------------|
| A              | $A_0$    | 補強に有効な総面積              | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_1$    | 胴の部分の補強に有効な面積          | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{11}$ | 胴の部分の補強に有効な面積          | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{12}$ | 胴の部分の補強に有効な面積          | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_2$    | 管台の部分の補強に有効な面積         | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_3$    | すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積      | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{j0}$ | 大きい穴の補強に有効な総面積         | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{j1}$ | 大きい穴の胴板の部分の補強に有効な面積    | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{j2}$ | 大きい穴の管台の部分の補強に有効な面積    | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{j3}$ | 大きい穴のすみ肉溶接の部分の補強に有効な面積 | $\text{mm}^2$ |
| $A_r$          | $A_r$    | 穴の補強に必要な面積             | $\text{mm}^2$ |
| d              | d        | 管台の内径                  | mm            |
| D <sub>i</sub> | $D_{i1}$ | 胴の内径                   | mm            |
|                | $D_j$    | 大きい穴の補強を要する限界径         | mm            |
|                | $D_{j1}$ | 大きい穴の補強を要する限界径         | mm            |
|                | $D_{j2}$ | 大きい穴の補強を要する限界径         | mm            |
| F              | $D_{on}$ | 管台の外径                  | mm            |
|                | $d_w$    | 管台の取り付く穴の径             | mm            |
|                | F        | 断面が長手軸となす角度により定まる係数    | —             |
|                | $L_1$    | 溶接の脚長                  | mm            |
|                | $L_3$    | 溶接の脚長                  | mm            |
|                | $S_{DS}$ | すみ肉溶接部の許容せん断応力         | MPa           |
|                | $S_{DT}$ | 突合せ溶接部の許容引張応力          | MPa           |
| S              | $S_n$    | 管台材の許容引張応力             | MPa           |
|                | $S_{NS}$ | 管台壁の許容せん断応力            | MPa           |
| S              | $S_s$    | 胴板材の許容引張応力             | MPa           |
|                | $t_e$    | 強め材の厚さ                 | mm            |
| $t_n$          | $t_n$    | 管台の最小厚さ                | mm            |
| $t_{nr}$       | $t_{nr}$ | 管台の計算上必要な厚さ            | mm            |
| $t_s$          | $t_s$    | 胴の最小厚さ                 | mm            |
| $t_{sr}$       | $t_{sr}$ | 継目がない胴の場合の計算上必要な厚さ     | mm            |
|                | $W_1$    | 破断形式Ⅰの有効強さ             | N             |
|                | $W_2$    | 破断形式Ⅱの有効強さ             | N             |
|                | $W_{e1}$ | すみ肉溶接部のせん断力            | N             |

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示    | 表示内容          | 単位      |   |
|----------------|-----------|---------------|---------|---|
| $\eta$         | $W_{e2}$  | すみ肉溶接部のせん断力   | N       |   |
|                | $W_{e10}$ | 管台のせん断力       | N       |   |
|                | $W_R$     | 溶接部の負うべき荷重    | N       |   |
|                | $W_{R1}$  | 溶接部にかかる荷重     | N       |   |
|                | $W_{R2}$  | 溶接部にかかる荷重     | N       |   |
|                | $X$       | 補強の有効範囲       | mm      |   |
|                | $X_1$     | 補強の有効範囲       | mm      |   |
|                | $X_2$     | 補強の有効範囲       | mm      |   |
|                | $X_j$     | 大きい穴の補強に有効な範囲 | mm      |   |
|                | $X_{j1}$  | 大きい穴の補強に有効な範囲 | mm      |   |
|                | $X_{j2}$  | 大きい穴の補強に有効な範囲 | mm      |   |
|                | $Y$       | 補強の有効範囲       | mm      |   |
|                | $Y_1$     | 補強の有効範囲       | mm      |   |
|                | $Y_{11}$  | 補強の有効範囲       | mm      |   |
|                | $Y_{12}$  | 補強の有効範囲       | mm      |   |
|                | $Y_2$     | 補強の有効範囲       | mm      |   |
|                |           | $\eta$        | 胴板の継手効率 | — |
|                |           | $\pi$         | 円周率     | — |

(2) 穴の補強の要否（告示第501号第32条第6項第2号）

穴の補強の要否の確認結果を表3-6に示す。

管台の内径  $d$  は 61mm, かつ, 胴の内径の  $1/4$  より大きい。したがって, 告示第501号第32条第6項第2号イに該当しない。

また, 管台の内径  $d$  は 200mm より大きいため告示第501号第32条第6項第2号ロに該当しない。したがって, 補強計算を必要とする。

表 3-6 穴の補強の要否の計算結果

|  |            |      |  |
|--|------------|------|--|
| 胴の内径   | $D_{i1}$   | (mm) |  |
| 胴の内径の $1/4$  | $D_{i1}/4$ | (mm) |  |
| 管台の内径  | $d$        | (mm) |  |
| 評価: $d > 61$ , $d > D_{i1}/4$ , $d > 200$ , よって補強計算を必要とする。 |            |      |  |

(3) 穴の補強計算（告示第501号第32条第7項）

a. 補強に必要な面積（告示第501号第32条第7項第1号ハ（イ））

$$A_r = d \cdot t_{sr} \cdot F$$

ここに,

$t_{sr}$ : 継目がない胴の計算上必要な厚さ

$F$ : 断面が長手軸となす角度により定まる係数

b. 補強に有効な範囲（告示第501号第32条第7項第1号イ）

(a) 胴板の面に沿う範囲  $X$

$X$ は, 次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$X_1 = \frac{d}{2} + t_n + t_s$$

$$X_2 = d$$

(b) 胴板の面に垂直な範囲  $Y$

$Y_1$ 及び $Y_2$ は, 次の計算式により求めた値のうちいずれか小さいもの。

$$Y_{11} = 2.5 \cdot t_s$$

$$Y_{12} = 2.5 \cdot t_n + t_e$$

ここに,

$t_e$ : 強め材の厚さ

- c. 補強に有効な面積（告示第501号第32条第7項第1号ロ）  
 $A_1$ は、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$A_{11} = (\eta \cdot t_s - F \cdot t_{sr}) \cdot d$$

$$A_{12} = 2 \cdot (\eta \cdot t_s - F \cdot t_{sr}) \cdot (t_s + t_n)$$

ここに、

$\eta$ ：胴板の継手効率

（安全側に1.00とする。）

$$A_2 = 2 \cdot \{(t_n - t_{sr}) \cdot Y_1 + t_n \cdot Y_2\} \cdot S_s / S_n$$

$$A_3 = 2 \cdot (L_1 \cdot L_3)$$

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3$$

d. 結論

穴の補強計算結果を表 3-7 に示す。

これより、ベントヘッドとダウンカマとの結合部の補強は十分である。

表 3-7 穴の補強計算結果

| 胴板 (管台) 名称                                       |                  |                    | ベントヘッド (ダウンカマ)       |                       |
|--|------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| 胴板の使用材料  |                  |                    | SGV49                |                       |
| 管台の使用材料  |                  |                    | SGV49                |                       |
| 最高使用圧力 (内圧)                                      | P                | (MPa)              | $854 \times 10^{-3}$ | —                     |
| 最高使用圧力 (外圧)                                      | P <sub>e</sub>   | (MPa)              | —                    | $13.7 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度   |                  | (°C)               | 200                  | 200                   |
| 胴板の許容引張応力  | S <sub>s</sub>   | (MPa)              | 253                  | 253                   |
| 管台の許容引張応力  | S <sub>n</sub>   | (MPa)              | 253                  | 253                   |
| 管台の内径  | d                | (mm)               |                      |                       |
| 管台の外径  | D <sub>o n</sub> | (mm)               |                      |                       |
| 胴板の最小厚さ  | t <sub>s</sub>   | (mm)               |                      |                       |
| 管台の最小厚さ  | t <sub>n</sub>   | (mm)               |                      |                       |
| 胴板の継手効率  | η                |                    | 1.00                 |                       |
| 断面が長手軸となす角度の係数                                   | F                |                    | 1.00                 |                       |
| 胴の内径   | D <sub>i 1</sub> | (mm)               |                      |                       |
| 胴板の計算上必要な厚さ                                      | t <sub>s r</sub> | (mm)               | 1.95                 | 3.60                  |
| 管台の計算上必要な厚さ                                      | t <sub>n r</sub> | (mm)               | 1.01                 | 2.05                  |
| 穴の補強に必要な面積                                       | A <sub>r</sub>   | (mm <sup>2</sup> ) | $1.161 \times 10^3$  | $2.148 \times 10^3$   |
| 補強に有効な範囲   | X <sub>1</sub>   | (mm)               |                      |                       |
| 補強に有効な範囲   | X <sub>2</sub>   | (mm)               |                      |                       |
| 補強に有効な範囲   | X                | (mm)               |                      |                       |
| 補強に有効な範囲   | Y <sub>1</sub>   | (mm)               |                      |                       |
| 補強に有効な範囲   | Y <sub>2</sub>   | (mm)               |                      |                       |
| 溶接の脚長  | L <sub>1</sub>   | (mm)               |                      |                       |
| 溶接の脚長  | L <sub>3</sub>   | (mm)               |                      |                       |
| 胴板の補強に有効な面積                                      | A <sub>1</sub>   | (mm <sup>2</sup> ) | $2.719 \times 10^3$  | $1.732 \times 10^3$   |
| 管台の補強に有効な面積                                      | A <sub>2</sub>   | (mm <sup>2</sup> ) | 389.6                | 356.1                 |
| すみ肉溶接部の補強に有効な面積                                  | A <sub>3</sub>   | (mm <sup>2</sup> ) | 288.0                | 288.0                 |
| 補強に有効な総面積  | A <sub>0</sub>   | (mm <sup>2</sup> ) | $3.397 \times 10^3$  | $2.376 \times 10^3$   |
| 評価 : A <sub>0</sub> > A <sub>r</sub> , よって十分である。 |                  |                    |                      |                       |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(4) 大きい穴の補強計算（告示第501号第32条第7項第4号）

a. 大きい穴の補強を要する限界径

大きい穴の補強を要する限界径 $D_j$ は次の値のうち、いずれか小さいもの。

$$D_{j1} = D_{i1} / 2$$

$$D_{j2} = 500\text{mm}$$

b. 結論

大きい穴の補強の計算結果を表3-8に示す。

管台の内径 $d$ は大きい穴の補強を要する限界径 $D_j$ より大きい。

したがって、大きい穴に対する補強を必要とする。

ここで、補強に有効な面積 $A_{j0}$ は補強に必要な面積 $A_r$ の $2/3$ より大きい。

これより、穴の補強は告示第501号の条件を満足している。

表 3-8 大きい穴の補強計算結果

|  |                   |                    |                      |                       |
|--|-------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| 最高使用圧力（内圧）                                   | $P$               | (MPa)              | $854 \times 10^{-3}$ | —                     |
| 最高使用圧力（外圧）                                   | $P_e$             | (MPa)              | —                    | $13.7 \times 10^{-3}$ |
| 胴の内径   | $D_{i1}$          | (mm)               |                      |                       |
| 大きい穴の補強を要する限界径                               | $D_{j1}$          | (mm)               |                      |                       |
| 大きい穴の補強を要する限界径                               | $D_{j2}$          | (mm)               | 500.00               |                       |
| 大きい穴の補強を要する限界径                               | $D_j$             | (mm)               |                      |                       |
| 管台の内径  | $d$               | (mm)               |                      |                       |
| 評価： $d > D_j$ ，よって大きい穴に対する補強を必要とする。          |                   |                    |                      |                       |
| 胴板の補強に有効な面積                                  | $A_{j1}$          | (mm <sup>2</sup> ) | $1.359 \times 10^3$  | 866.3                 |
| 管台の補強に有効な面積                                  | $A_{j2}$          | (mm <sup>2</sup> ) | 389.6                | 356.1                 |
| すみ肉溶接部の補強に有効な面積                              | $A_{j3}$          | (mm <sup>2</sup> ) | 288.0                | 288.0                 |
| 補強に有効な総面積                                    | $A_{j0}$          | (mm <sup>2</sup> ) | $2.037 \times 10^3$  | $1.510 \times 10^3$   |
| 補強に有効な範囲                                     | $X_{j1}$          | (mm)               |                      |                       |
| 補強に有効な範囲                                     | $X_{j2}$          | (mm)               |                      |                       |
| 補強に有効な範囲                                     | $X_j$             | (mm)               |                      |                       |
| 補強に必要な面積の $2/3$                              | $2 \cdot A_r / 3$ | (mm <sup>2</sup> ) | 774.1                | $1.432 \times 10^3$   |
| 評価： $A_{j0} \geq 2 \cdot A_r / 3$ ，よって十分である。 |                   |                    |                      |                       |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(5) 強め材取付部の強さ (告示第 5 0 1 号第 32 条第 7 項第 8 号及び第 9 号)

a. 強め材取付部の必要強さ

次の 2 式のうちいずれか小さい方の値。

$$W_{R1} = A_0 \cdot S_n$$

$$W_{R2} = (D_{on} \cdot t_{sr} - A_1) \cdot S_s$$

b. 強め材取付部の単位面積当たりの強さ

すみ肉溶接のせん断  $S_{DS} = 0.49 \cdot S_n$

管台壁のせん断  $S_{NS} = 0.70 \cdot S_n$

突合せ溶接の引張り  $S_{DT} = 0.74 \cdot S_n$

c. 強め材取付部の強さ

$$W_{e1} = \frac{\pi}{2} \cdot D_{on} \cdot L_1 \cdot S_{DS}$$

$$W_{e2} = \frac{\pi}{2} \cdot D_{on} \cdot L_3 \cdot S_{DS}$$

$$W_{e10} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_{on} + d) / 2 \cdot t_n \cdot S_{NS}$$

d. 強め材取付部の有効強さ

強め材取付部の破断形式を図 3-3 に示す。

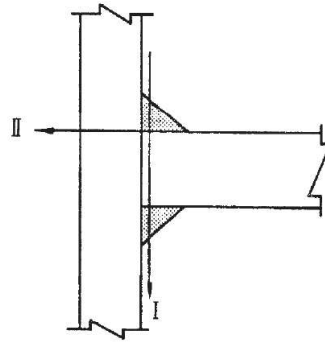


図 3-3 取付部の破断形式

破断形式 I

$$W_1 = W_{e1} + W_{e2}$$

破断形式 II

$$W_2 = W_{e1} + W_{e10}$$



e. 結論

強め材取付部の強さの計算結果を表 3-9 に示す。

これより、ベントヘッドとダウンカムとの結合部の強め材取付部の強さは十分である。

表 3-9 強め材取付部の強さの計算結果

| 部材名称   |                                   |  | ベントヘッドとダウンカムとの<br>結合部の強め材取付部 |                       |
|--|-----------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| 胴板の使用材料  |                                   |  | SGV49                        |                       |
| 管台の使用材料  |                                   |  | SGV49                        |                       |
| 最高使用圧力 (内圧)  | P (MPa)                           |  | $854 \times 10^{-3}$         | —                     |
| 最高使用圧力 (外圧)  | P <sub>e</sub> (MPa)              |  | —                            | $13.7 \times 10^{-3}$ |
| 許容引張応力   | S (MPa)                           |  | 253                          |                       |
| 管台の外径  | D <sub>on</sub> (mm)              |  |                              |                       |
| 胴板の計算上必要な厚さ  | t <sub>sr</sub> (mm)              |  | 1.95                         | 3.60                  |
| 補強に有効な総面積  | A <sub>0</sub> (mm <sup>2</sup> ) |  | $3.397 \times 10^3$          | $2.376 \times 10^3$   |
| 胴板の補強に有効な面積  | A <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> ) |  | $2.719 \times 10^3$          | $1.732 \times 10^3$   |
| 溶接部にかかる荷重  | W <sub>R1</sub> (N)               |  | $8.596 \times 10^5$          | $6.014 \times 10^5$   |
| 溶接部にかかる荷重  | W <sub>R2</sub> (N)               |  | $-3.880 \times 10^5$         | $1.168 \times 10^5$   |
| 溶接部の負うべき荷重   | W <sub>R</sub> (N)                |  | $-3.880 \times 10^5$         | $1.169 \times 10^5$   |
| すみ肉溶接の許容せん断応力  | S <sub>DS</sub> (MPa)             |  | 123                          | 123                   |
| 管台壁の許容せん断応力  | S <sub>NS</sub> (MPa)             |  | 177                          | 177                   |
| 突合せ溶接の引張応力   | S <sub>DT</sub> (MPa)             |  | 187                          | 187                   |
| 応力除去の有無  |                                   |  | 有り                           |                       |
| 管台が取り付く穴の径   | d <sub>w</sub> (mm)               |  |                              |                       |
| すみ肉溶接部のせん断力  | W <sub>e1</sub> (N)               |  | $1.426 \times 10^6$          | $1.426 \times 10^6$   |
| すみ肉溶接部のせん断力  | W <sub>e2</sub> (N)               |  | $1.426 \times 10^6$          | $1.426 \times 10^6$   |
| 管台のせん断力  | W <sub>e10</sub> (N)              |  | $1.092 \times 10^6$          | $1.092 \times 10^6$   |
| 予想される破断個所の強さ   | W <sub>1</sub> (N)                |  | $2.851 \times 10^6$          | $2.851 \times 10^6$   |
| 予想される破断個所の強さ   | W <sub>2</sub> (N)                |  | $2.517 \times 10^6$          | $2.517 \times 10^6$   |
| 評価：W <sub>1</sub> ≥ W <sub>R</sub> , W <sub>2</sub> ≥ W <sub>R</sub> , よって十分である。 |                                   |  |                              |                       |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-6-2-4 ベント管の基本板厚計算書

## 目次

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1. 一般事項                     | 1  |
| 1.1 概要                      | 1  |
| 1.2 適用基準                    | 1  |
| 1.3 計算精度と数値の丸め方             | 2  |
| 2. 設計条件                     | 3  |
| 2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度 | 3  |
| 2.2 材料及び許容応力                | 3  |
| 3. ベント管の基本板厚計算              | 4  |
| 3.1 円筒部A                    | 5  |
| 3.1.1 円筒胴                   | 5  |
| 3.2 円筒部B                    | 6  |
| 3.2.1 円筒胴                   | 6  |
| 3.3 円筒部C                    | 8  |
| 3.3.1 円筒胴                   | 8  |
| 3.4 円すい部                    | 10 |
| 3.4.1 円すい胴                  | 10 |
| 3.4.2 円すい形の胴の大径端と円筒形の胴との接続部 | 12 |
| 3.4.3 円すい形の胴の小径端と円筒形の胴との接続部 | 14 |
| 3.5 鏡板                      | 16 |
| 3.5.1 鏡板                    | 16 |
| 3.6 円筒部Bの穴の補強計算             | 19 |
| 3.7 ベント管ベローズ                | 31 |
| 3.7.1 円筒胴1                  | 31 |
| 3.7.2 円筒胴2                  | 32 |

## 1. 一般事項

### 1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器ベント管の基本板厚計算書である。

ベント管は、設計基準対象施設のベント管を重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス2容器として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス2容器の強度計算方法」に準じて、ベント管が十分な構造強度を有していることを説明するものである。

### 1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）

### 1.3 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表 1-1 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位       | 処理桁             | 処理方法       | 表示桁        |            |
|--------|----------|-----------------|------------|------------|------------|
| 最高使用圧力 | MPa      | —               | —          | 有効数字 3 桁   |            |
| 温度     | ℃        | —               | —          | 整数位        |            |
| 許容応力*1 | MPa      | 小数点以下第 1 位      | 切捨て        | 整数位        |            |
| 長さ     | 下記以外の長さ  | mm              | 小数点以下第 3 位 | 四捨五入       | 小数点以下第 2 位 |
|        | 計算上必要な厚さ | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切上げ        | 小数点以下第 2 位 |
|        | 最小厚さ     | mm              | 小数点以下第 3 位 | 切捨て        | 小数点以下第 2 位 |
| 面積     | 下記以外の面積  | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 四捨五入       | 有効数字 4 桁*2 |
|        | 必要な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切上げ        | 有効数字 4 桁*2 |
|        | 有効な面積    | mm <sup>2</sup> | 有効数字 5 桁目  | 切捨て        | 有効数字 4 桁*2 |
| 力      | N        | 有効数字 5 桁目       | 四捨五入       | 有効数字 4 桁*2 |            |

注記\*1：告示第 5 0 1 号別表に記載された温度の中間における許容引張応力及び設計降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第位を切り捨て、小数点以下第 1 位までの値として算出する。得られた値を SI 単位に換算し、SI 単位に換算した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

2. 設計条件

2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|                   |         |
|-------------------|---------|
| 内圧 P              | 854kPa  |
| 外圧 P <sub>e</sub> | 13.7kPa |
| 温度 T              | 200℃    |

2.2 材料及び許容応力

(1) 材料

使用する材料を表 2-1 に示す。

表 2-1 使用材料表

| 使用部位        | 使用材料    |
|-------------|---------|
| ベント管円筒部 A   | SGV49   |
| ベント管円筒部 B   | SGV49   |
| ベント管円筒部 C   | SGV49   |
| ベント管円すい部    | SGV49   |
| ベント管鏡板      | SGV49   |
| ベント管ベローズ円筒部 | SGV49   |
| ベント管ベローズ    | SUS316L |

(2) 許容引張応力

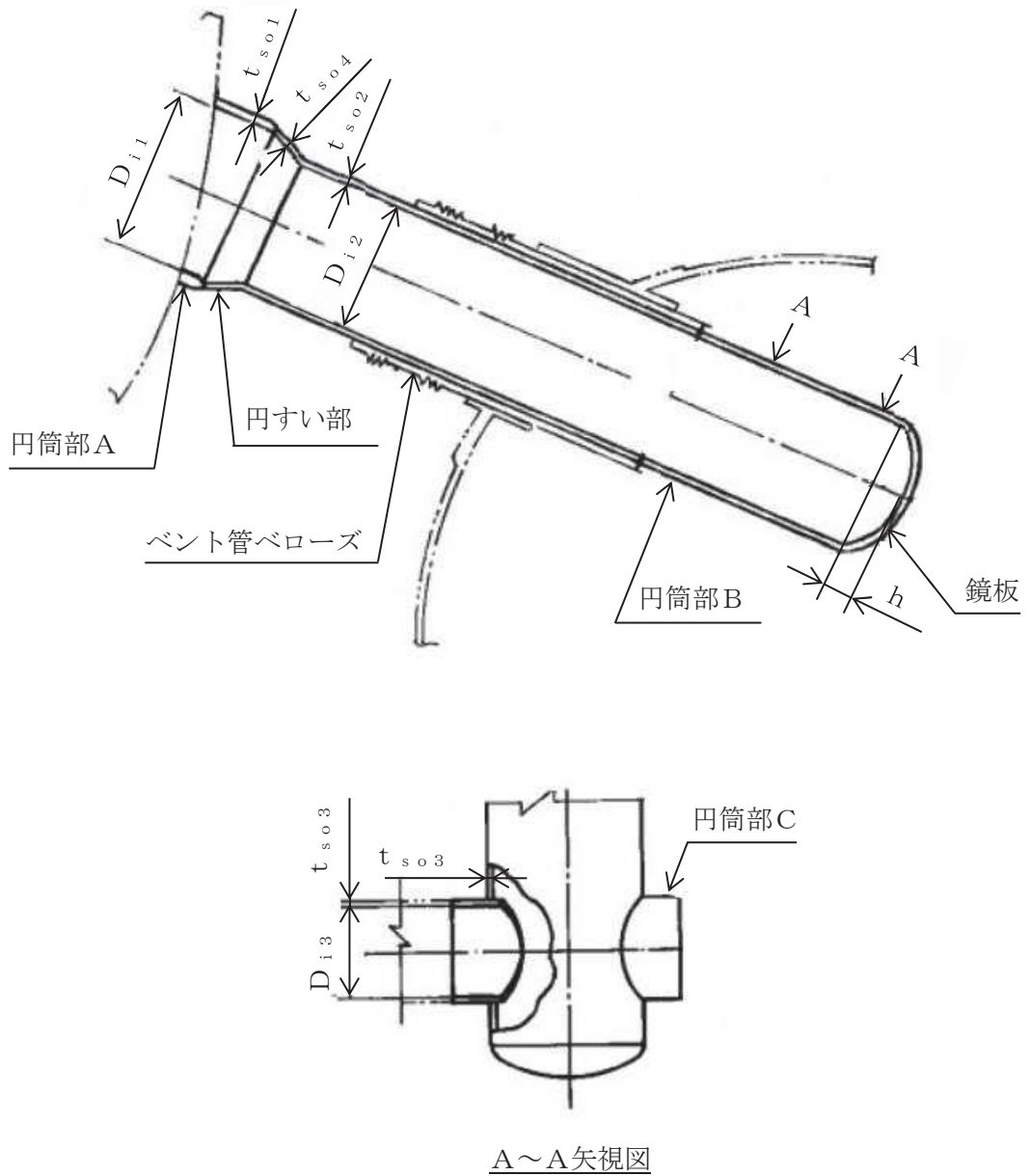
使用材料の許容引張応力は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」に基づき、告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値の 0.6 倍とする。

SGV49  $S^* = 253 \text{ MPa}$

注記\* : S は  $0.6 \cdot S_u$  とする。ここで、 $S_u$  は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。

3. ベント管の基本板厚計算

ベント管の形状及び寸法を図 3-1 に示す。



$$\begin{array}{cccc}
 D_{i1} = \square & D_{i2} = \square & D_{i3} = \square & h = \square \\
 t_{so1} = \square & t_{so2} = \square & t_{so3} = \square & t_{so4} = \square
 \end{array}$$

図 3-1 ベント管の形状及び寸法 (単位: mm)

「2. 設計条件」に示す重大事故等時の条件に基づき、ベント管各部の板厚計算を行った結果を以下に示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.1 円筒部A

#### 3.1.1 円筒胴

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

##### (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号イ）

円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-1に示す。

これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_{i1}}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表 3-1 円筒胴の板厚計算結果

|   |                  |       |                      |
|---|------------------|-------|----------------------|
| 円筒胴の名称  |                  |       | 円筒部A                 |
| 材料  |                  |       | SGV49                |
| 最高使用圧力  | P                | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                  |       | 200                  |
| 胴の内径  | D <sub>i1</sub>  | (mm)  |                      |
| 許容引張応力  | S*               | (MPa) | 253                  |
| 継手効率  | η                |       | 1.00                 |
| 継手の種類   |                  |       | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                      |                  |       | 有り                   |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub>  | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub>  | (mm)  | 3.39                 |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>   | (mm)  | 3.39                 |
| 呼び厚さ  | t <sub>s01</sub> | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>s</sub>   | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                  |       |                      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



### 3.2 円筒部B

#### 3.2.1 円筒胴

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

- (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号イ）  
円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-2に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_{i2}}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表 3-2 円筒胴の板厚計算結果

|   |                  |       |                      |
|---|------------------|-------|----------------------|
| 円筒胴の名称  |                  |       | 円筒部B                 |
| 材料  |                  |       | SGV49                |
| 最高使用圧力  | P                | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                  | (°C)  | 200                  |
| 胴の内径  | D <sub>i2</sub>  | (mm)  |                      |
| 許容引張応力  | S*               | (MPa) | 253                  |
| 継手効率  | η                |       | 1.00                 |
| 継手の種類   |                  |       | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                      |                  |       | 有り                   |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub>  | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub>  | (mm)  | 2.71                 |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>   | (mm)  | 3.00                 |
| 呼び厚さ  | t <sub>s02</sub> | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>s</sub>   | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                  |       |                      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

- (3) 外圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号ハ）  
 円筒胴の外圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し，計算結果を表3-3に示す。  
 これより，円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_o}{4 \cdot B}$$

表 3-3 円筒胴の板厚計算結果

| 円筒胴の名称                        |           |       | 円筒部B                  |
|-------------------------------|-----------|-------|-----------------------|
| 材料                            |           |       | SGV49                 |
| 最高使用圧力                        | $P_e$     | (MPa) | $13.7 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                        |           | (°C)  | 200                   |
| 胴の外径                          | $D_o$     | (mm)  |                       |
|                               | B         | (MPa) |                       |
| 必要厚さ                          | $t_{R1}$  | (mm)  | 3.00                  |
| 必要厚さ                          | $t_{R2}$  | (mm)  | 4.60                  |
| $t_{R1}$ , $t_{R2}$ の大きい値     | $t_R$     | (mm)  | 4.60                  |
| 呼び厚さ                          | $t_{s02}$ | (mm)  |                       |
| 最小厚さ                          | $t_s$     | (mm)  |                       |
| 評価： $t_s \geq t_R$ ，よって十分である。 |           |       |                       |

O 2 ③ VI-3-3-6-2-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.3 円筒部C

#### 3.3.1 円筒胴

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

- (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号イ）  
円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-4に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_{i3}}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表 3-4 円筒胴の板厚計算結果

|   |                  |       |                      |
|---|------------------|-------|----------------------|
| 円筒胴の名称  |                  |       | 円筒部C                 |
| 材料  |                  |       | SGV49                |
| 最高使用圧力  | P                | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                  | (°C)  | 200                  |
| 胴の内径  | D <sub>i3</sub>  | (mm)  |                      |
| 許容引張応力  | S*               | (MPa) | 253                  |
| 継手効率  | η                |       | 1.00                 |
| 継手の種類   |                  |       | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                      |                  |       | 有り                   |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub>  | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub>  | (mm)  | 1.95                 |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>   | (mm)  | 3.00                 |
| 呼び厚さ  | t <sub>s03</sub> | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>s</sub>   | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                  |       |                      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

- (3) 外圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号ハ）  
 円筒胴の外圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し，計算結果を表3-5に示す。  
 これより，円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_o}{4 \cdot B}$$

表 3-5 円筒胴の板厚計算結果

| 円筒胴の名称                        |           |       | 円筒部C                  |
|-------------------------------|-----------|-------|-----------------------|
| 材料                            |           |       | SGV49                 |
| 最高使用圧力                        | $P_e$     | (MPa) | $13.7 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                        |           |       | 200                   |
| 胴の外径                          | $D_o$     | (mm)  |                       |
|                               | B         | (MPa) |                       |
| 必要厚さ                          | $t_{R1}$  | (mm)  | 3.00                  |
| 必要厚さ                          | $t_{R2}$  | (mm)  | 2.85                  |
| $t_{R1}$ , $t_{R2}$ の大きい値     | $t_R$     | (mm)  | 3.00                  |
| 呼び厚さ                          | $t_{s03}$ | (mm)  |                       |
| 最小厚さ                          | $t_s$     | (mm)  |                       |
| 評価： $t_s \geq t_R$ ，よって十分である。 |           |       |                       |

### 3.4 円すい部

#### 3.4.1 円すい胴

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示   | 表示内容       | 単位 |
|----------------|----------|------------|----|
| t              | $t_R$    | 必要な厚さ      | mm |
|                | $t_{R1}$ | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | $t_{R2}$ | 計算上必要な厚さ   | mm |

##### (2) 形状制限（告示第501号第22条第1項第1号）

円すい胴の形状制限の確認結果を表3-6に示す。

これより、円すい胴は円すい形の胴の形状制限の条件を満足している。

表3-6 円すい胴の形状制限

|                                       |          |     |  |
|---------------------------------------|----------|-----|--|
| 円すいの頂角の1/2                            | $\theta$ | (°) |  |
| 評価： $\theta \leq 30^\circ$ ，よって十分である。 |          |     |  |

- (3) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号チ）  
 円すい胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し，計算結果を表3-7に示す。  
 これより，円すい胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot \cos \theta \cdot (S \cdot \eta - 0.6 \cdot P)}$$

表3-7 円すい胴の板厚計算結果

|                               |                |                      |
|-------------------------------|----------------|----------------------|
| 円すい胴の名称                       |                | 円すい部                 |
| 材料                            |                | SGV49                |
| 最高使用圧力                        | P (MPa)        | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                        | (°C)           | 200                  |
| 胴の大径端側の内径                     | $D_i$ (mm)     |                      |
| 許容引張応力                        | $S^*$ (MPa)    | 253                  |
| 継手効率                          | $\eta$         | 1.00                 |
| 継手の種類                         |                | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                      |                | 有り                   |
| 必要厚さ                          | $t_{R1}$ (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ                          | $t_{R2}$ (mm)  | 3.71                 |
| $t_{R1}$ , $t_{R2}$ の大きい値     | $t_R$ (mm)     | 3.71                 |
| 呼び厚さ                          | $t_{s04}$ (mm) |                      |
| 最小厚さ                          | $t_s$ (mm)     |                      |
| 評価： $t_s \geq t_R$ ，よって十分である。 |                |                      |

注記\*：Sは $0.6 \cdot S_u$ とする。

3.4.2 円すい形の胴の大径端と円筒形の胴との接続部

(1) 強め輪の要否（告示第501号第22条第9項第1号及び第2号）

円すい胴の強め輪の要否の確認結果を表3-8に示す。

これより、円すい胴の大径端と円筒胴との接続部に強め輪が必要である。

表3-8 強め輪の要否確認結果

|  |                |                      |
|--|----------------|----------------------|
| 材料                                     |                | SGV49                |
| 最高使用圧力                                 | P (MPa)        | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                                 | (°C)           | 200                  |
| 許容引張応力                                 | S* (MPa)       | 253                  |
| 継手効率                                   | $\eta$         | 1.00                 |
| $100 \cdot P / (S \cdot \eta)$         |                | 0.3375               |
|  | $\theta_1$ (°) |                      |
| 円すいの頂点の1/2                             | $\theta$ (°)   |                      |
| 評価： $\theta_1 < \theta$ ，よって強め輪は必要である。 |                |                      |

注記\*：Sは $0.6 \cdot S_u$ とする。

(2) 強め輪の計算 (告示第501号第22条第9項第3号)

円すい胴の強め輪の算出式を以下に示し、計算結果を表3-9に示す。

これより、強め輪は告示第501号の条件を満足している。

$$A = \frac{P \cdot D_o^2}{8 \cdot S \cdot \eta} \cdot \left(1 - \frac{\theta_1}{\theta}\right) \cdot \tan \theta, \quad a = \sqrt{\frac{D_o \cdot t_o}{2}}$$

$$t_{e1} = t_o - t', \quad t_{e2} = t - \frac{t'}{\cos \theta}$$

$$A_e = 4 \cdot t_e \cdot \sqrt{\frac{D_o \cdot t_o}{2}}$$

表 3-9 強め輪の計算結果

|                             |       |                    |                     |
|-----------------------------|-------|--------------------|---------------------|
| 大径端に接続する胴の内径                | $D_o$ | (mm)               |                     |
| 大径端に接続する胴の厚さ                | $t_o$ | (mm)               |                     |
| 円筒形の胴の計算上必要な厚さ              | $t'$  | (mm)               |                     |
| 円すい形の胴の厚さ                   | $t$   | (mm)               |                     |
| $t_{e1}$                    |       | (mm)               |                     |
| $t_{e2}$                    |       | (mm)               |                     |
| $t_{e1}$ , $t_{e2}$ の小さい値   | $t_e$ | (mm)               |                     |
| 接続部からの有効距離                  | $a$   | (mm)               |                     |
| 強め輪に必要な断面積                  | $A$   | (mm <sup>2</sup> ) | 77.23               |
| 強め輪の有効断面積                   | $A_e$ | (mm <sup>2</sup> ) | $8.324 \times 10^3$ |
| 評価： $A_e \geq A$ ，よって十分である。 |       |                    |                     |



3.4.3 円すい形の胴の小径端と円筒形の胴との接続部

(1) 強め輪の要否（告示第501号第22条第9項第1号及び第4号）

円すい胴の強め輪の要否の確認結果を表3-10に示す。

これより、円すい胴の小径端と円筒胴との接続部に強め輪が必要である。

表3-10 強め輪の要否確認結果

|  |                |                      |
|--|----------------|----------------------|
| 材料                                     |                | SGV49                |
| 最高使用圧力                                 | P (MPa)        | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                                 | (°C)           | 200                  |
| 許容引張応力                                 | S* (MPa)       | 253                  |
| 継手効率                                   | $\eta$         | 1.00                 |
| $100 \cdot P / (S \cdot \eta)$         |                | 0.3375               |
|  | $\theta_2$ (°) |                      |
| 円すいの頂点の1/2                             | $\theta$ (°)   |                      |
| 評価： $\theta_2 < \theta$ ，よって強め輪は必要である。 |                |                      |

注記\*：Sは $0.6 \cdot S_u$ とする。

(2) 強め輪の計算 (告示第501号第22条第9項第5号)

円すい胴の強め輪の算出式を以下に示し, 計算結果を表3-11に示す。

これより, 強め輪は告示第501号の条件を満足している。

$$A = \frac{P \cdot D_s^2}{8 \cdot S \cdot \eta} \cdot \left(1 - \frac{\theta_2}{\theta}\right) \cdot \tan \theta, \quad a = \sqrt{\frac{D_s \cdot t_s}{2}}$$

$$m_1 = \frac{t_s}{t'} \cdot \cos(\theta - \theta_2), \quad m_2 = \frac{t \cdot \cos \theta \cdot \cos(\theta - \theta_2)}{t'}$$

$$A_e = m \cdot \sqrt{\frac{D_s \cdot t_s}{2}} \cdot \left\{ \left(t - \frac{t'}{\cos \theta}\right) + (t_s - t') \right\}$$

表3-11 強め輪の計算結果

|                              |       |                    |                     |  |
|------------------------------|-------|--------------------|---------------------|--|
| 小径端に接続する胴の内径                 | $D_s$ | (mm)               |                     |  |
| 小径端に接続する胴の厚さ                 | $t_s$ | (mm)               |                     |  |
| 円筒形の胴の計算上必要な厚さ               | $t'$  | (mm)               |                     |  |
| 円すい形の胴の厚さ                    | $t$   | (mm)               |                     |  |
| $m_1$                        |       | (mm)               |                     |  |
| $m_2$                        |       | (mm)               |                     |  |
| $m_1, m_2$ の小さい値             | $m$   | (mm)               |                     |  |
| 接続部からの有効距離                   | $a$   | (mm)               |                     |  |
| 強め輪に必要な断面積                   | $A$   | (mm <sup>2</sup> ) | 330.8               |  |
| 強め輪の有効断面積                    | $A_e$ | (mm <sup>2</sup> ) | $9.258 \times 10^3$ |  |
| 評価: $A_e \geq A$ , よって十分である。 |       |                    |                     |  |

### 3.5 鏡板

#### 3.5.1 鏡板

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示 | 表示内容  | 単位 |
|----------------|--------|-------|----|
| t              | $t_R$  | 必要な厚さ | mm |

##### (2) 形状制限（告示第501号第23条第1項第3号）

鏡板の形状制限の確認結果を表3-12に示す。

これより、鏡板は半だ円形鏡板の形状制限の条件を満足している。

表 3-12 鏡板の形状制限

|  |                        |      |   |
|--|------------------------|------|---|
| 鏡板の内面における長径                                  | $D_{iL}$               | (mm) | □ |
| 鏡板の内面における短径の1/2                              | h                      | (mm) |   |
| 長径と短径の比                                      | $D_{iL} / (2 \cdot h)$ |      |   |
| 評価： $D_{iL} / (2 \cdot h) \leq 2$ ，よって十分である。 |                        |      |   |

(3) 中低面の圧力に対する必要厚さ（告示第501号第23条第2項第5号）

鏡板の中低面の圧力に対する必要板厚の算出式を以下に示し，計算結果を表3-13に示す。

これより，鏡板は告示第501号の条件を満足している。

$$t_R = \frac{P \cdot D_{iL} \cdot K}{2 \cdot S \cdot \eta - 0.2 \cdot P}, \quad K = \frac{1}{6} \cdot \left\{ 2 + \left( \frac{D_{iL}}{2 \cdot h} \right)^2 \right\}$$

表3-13 鏡板の板厚計算結果

|                               |               |                      |
|-------------------------------|---------------|----------------------|
| 鏡板の名称                         | 鏡板            |                      |
| 材料                            | SGV49         |                      |
| 最高使用圧力                        | P (MPa)       | $854 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                        | (°C)          | 200                  |
| 鏡板の内面における長径                   | $D_{iL}$ (mm) |                      |
| 鏡板の内面における短径の1/2               | h (mm)        |                      |
| 半だ円形鏡板の形状による係数                | K             | 1.00                 |
| 許容引張応力                        | $S^*$ (MPa)   | 253                  |
| 継手効率                          | $\eta$        | 1.00                 |
| 継手の種類                         | 継手無し          |                      |
| 放射線検査の有無                      | —             |                      |
| 必要厚さ                          | $t_R$ (mm)    | 2.71                 |
| 呼び厚さ                          | $t_{co}$ (mm) |                      |
| 最小厚さ                          | $t_c$ (mm)    |                      |
| 評価： $t_c \geq t_R$ ，よって十分である。 |               |                      |

注記\*：Sは $0.6 \cdot S_u$ とする。

(4) 中高面の圧力に対する必要厚さ（告示第501号第23条第2項第6号）

鏡板の中高面の圧力に対する必要板厚の算出式を以下に示し，計算結果を表3-14に示す。

これより，鏡板は告示第501号の条件を満足している。

$$t_R = \frac{P_e \cdot R_o}{B}$$

表3-14 鏡板の板厚計算結果

|                               |          |       |                       |
|-------------------------------|----------|-------|-----------------------|
| 鏡板の名称                         |          |       | 鏡板                    |
| 材料                            |          |       | SGV49                 |
| 最高使用圧力                        | $P_e$    | (MPa) | $13.7 \times 10^{-3}$ |
| 最高使用温度                        |          |       | 200                   |
| 鏡板の外面上における長径                  | $D_{oL}$ | (mm)  |                       |
| 鏡板の外面上における短径                  | $D_{oS}$ | (mm)  |                       |
|                               | $K_o$    |       | 0.88                  |
| $D_{oL} \cdot K_o$            | $R_o$    | (mm)  |                       |
|                               | $B$      | (MPa) | 13.00                 |
| 必要厚さ                          | $t_R$    | (mm)  | 1.52                  |
| 呼び厚さ                          | $t_{co}$ | (mm)  |                       |
| 最小厚さ                          | $t_c$    | (mm)  |                       |
| 評価： $t_c \geq t_R$ ，よって十分である。 |          |       |                       |

### 3.6 円筒部Bの穴の補強計算

ベント管とベントヘッダとの結合部の形状及び寸法を図 3-2 に示す。

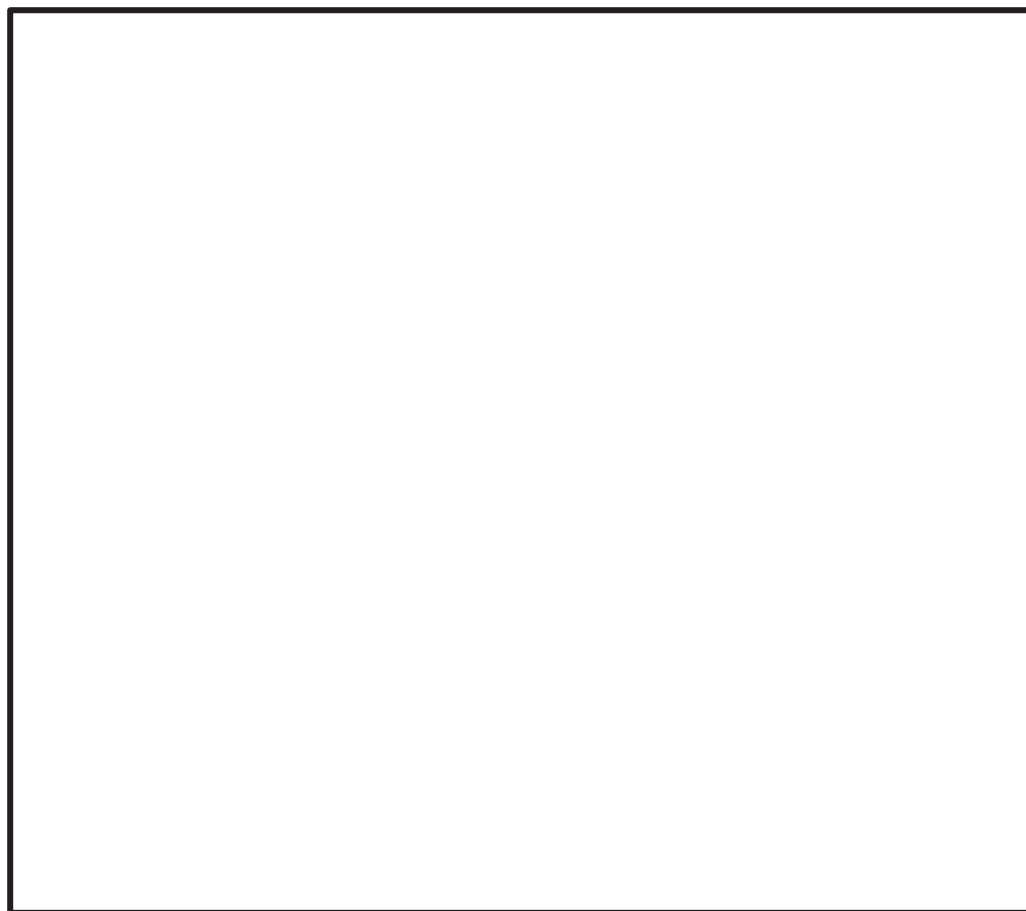


図 3-2 結合部の形状及び寸法

## (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示    | 表示内容                 | 単位            |
|----------------|-----------|----------------------|---------------|
| A              | $A_0$     | 補強に有効な総面積            | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{01}$  | 穴の中心線の両側に有効な面積       | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_1$     | 胴、鏡板又は平板の部分の補強に有効な面積 | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_2$     | 管台の部分の補強に有効な面積       | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_3$     | すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積    | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_5$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_6$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_7$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_9$     | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{10}$  | 強め材の面積               | $\text{mm}^2$ |
| $A_r$          | $A_r$     | 穴の補強に必要な面積           | $\text{mm}^2$ |
|                | $A_{rD}$  | 片側断面についての穴の補強に必要な面積  | $\text{mm}^2$ |
| $D_i$          | $A_{w1}$  | すみ肉溶接部の面積            | $\text{mm}^2$ |
|                | $D_i$     | 管台の内径                | mm            |
|                | $F_{ws1}$ | すみ肉溶接部のせん断強さ         | N             |
|                | $G_{wT1}$ | 突合せ溶接部の引張強さ          | N             |
|                | H         | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_1$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_2$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_i$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $H_o$     | 補強の有効範囲              | mm            |
|                | $F_n$     | 管台壁のせん断強さ            | N             |
| S              | p         | 穴の補強に有効な範囲           | mm            |
|                | R         | 容器の内半径               | mm            |
|                | r         | 管台の内半径               | mm            |
|                | $r_m$     | 管台の平均半径              | mm            |
|                | S         | 許容引張応力               | MPa           |
|                | $S_{DS}$  | すみ肉溶接部の許容せん断応力       | MPa           |
|                | $S_{DT}$  | 突合せ溶接部の許容引張応力        | MPa           |
|                | $S_{NS}$  | 管台壁の許容せん断応力          | MPa           |

| 告示第 5 0 1 号<br>の記号 | 計算書の表示   | 表示内容               | 単位                    |
|--------------------|----------|--------------------|-----------------------|
| t                  | $t_n$    | 管台の最小厚さ            | mm                    |
|                    | $t_{nr}$ | 管台の計算上必要な厚さ        | mm                    |
|                    | $t_s$    | 胴の最小厚さ             | mm                    |
|                    | $t_{sr}$ | 胴の継目がない場合の計算上必要な厚さ | mm                    |
|                    | $W_1$    | 破断形式 I の有効強さ       | N                     |
|                    | $W_2$    | 破断形式 II の有効強さ      | N                     |
|                    | $W_{L1}$ | 溶接の脚長              | mm                    |
|                    | $W_R$    | 溶接部の負うべき荷重         | N                     |
|                    | $W_{R1}$ | 溶接部にかかる荷重          | N                     |
|                    | $W_{R2}$ | 溶接部にかかる荷重          | N                     |
|                    | Y        | 補強の有効範囲            | mm                    |
|                    | $Y_1$    | 補強の有効範囲            | mm                    |
|                    | $Y_2$    | 補強の有効範囲            | mm                    |
|                    | $\theta$ | $\gamma$           | 管台の中心線と容器表面に垂直な線のなす角度 |
| $\pi$              |          | 円周率                | —                     |



(2) 穴の補強計算

- a. 補強に必要な面積（告示第501号第22条第8項第1号ハ（イ））

$$A_r = t_{sr} \cdot D_i$$

ここに、

$t_{sr}$ ：容器の計算上必要な厚さ

- b. 補強に有効な範囲（告示第501号第22条第8項第1号イ）

- (a) 胴板の面に沿う範囲Y

Yは、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$Y_1 = D_i$$

$$Y_2 = \frac{D_i}{2} + t_n + t_s$$

- (b) 胴板の面に垂直な範囲H

$H_i$ は、円筒胴の外側突出量とする。

$H_o$ は、次の計算式により求めた値のうちいずれか大きいもの。

$$H_1 = 0.5 \cdot \sqrt{r_m \cdot t_n}$$

$$H_2 = 2.5 \cdot t_n$$

ここに、

$r_m$ ：円筒胴の平均半径

$$= (D_i + t_n) / 2$$

- c. 補強に有効な面積（告示第501号第22条第8項第1号ロ）

$$A_1 = (t_s - t_{sr}) \cdot (2 \cdot Y - D_i)$$

$$A_2 = 2 \cdot t_n \cdot H_i$$

$$A_3 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot H_o$$

ここに,

$t_{nr}$  : 円筒胴の計算上必要な厚さ (3.3.1 (2) 項参照)

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3$$

d. 結論

穴の補強の計算結果を表 3-15 に示す。

これより、ベント管とベントヘッダとの結合部の補強は十分である。

表 3-15 穴の補強計算結果

| 部材名称                       | ベント管とベントヘッダとの<br>結合部     |   |
|----------------------------|--------------------------|---|
| 管台の使用材料                    | SGV49                    |   |
| 容器の使用材料                    | SGV49                    |   |
| 最高使用圧力*                    | P (MPa)                  | $427 \times 10^{-3}$ ( $854 \times 10^{-3}$ ) |
| 最高使用温度                     | (°C)                     | 200   |
| 容器の半径                      | R (mm)                   |   |
| 管台の計算上必要な厚さ*               | $t_{nr}$ (mm)            | 0.98 (1.95)                                   |
| 容器の計算上必要な厚さ*               | $t_{sr}$ (mm)            | 1.36 (2.71)                                   |
| 管台の中心線と容器表面に垂直な<br>線のなす角   | $\gamma$ (rad)           |   |
| 穴の補強に必要な面積*                | $A_r$ (mm <sup>2</sup> ) | $1.555 \times 10^3$ ( $3.112 \times 10^3$ )   |
| 補強の有効範囲                    | $Y_1$ (mm)               |   |
| 補強の有効範囲                    | $Y_2$ (mm)               |   |
| 補強の有効範囲                    | Y (mm)                   |   |
| 補強の有効範囲                    | $H_1$ (mm)               |   |
| 補強の有効範囲                    | $H_2$ (mm)               |   |
| 補強の有効範囲 (外側)               | $H_o$ (mm)               |   |
| 補強の有効範囲 (内側)               | $H_i$ (mm)               |   |
| 容器の有効補強面積*                 | $A_1$ (mm <sup>2</sup> ) | $4.629 \times 10^3$ ( $3.992 \times 10^3$ )   |
| 管台の有効補強面積                  | $A_2$ (mm <sup>2</sup> ) | 448.0   |
| 管台の有効補強面積*                 | $A_3$ (mm <sup>2</sup> ) | 824.8 (746.3)                                 |
| 補強に有効な総面積*                 | $A_0$ (mm <sup>2</sup> ) | $5.901 \times 10^3$ ( $5.186 \times 10^3$ )   |
| 評価： $A_0 > A_r$ 、よって十分である。 |                          |   |

注記\*：円筒部Bに作用する差圧の包絡値 427kPa に対する値を示す。( )内は最高使用圧力に対する値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 補強に有効な面積の制限（告示第501号第22条第8項第4号）

a. 穴の補強に有効な面積の3分の2を満たす穴の中心からの範囲

$$p = r + 0.5 \cdot \sqrt{(R + t_s / 2) \cdot t_s}$$

$$r = \frac{D_i}{2}$$

b. 補強に有効な面積

$$A_1' = (t_s - t_{s,r}) \cdot (2 \cdot p - D_i)$$

$$A_0' = A_1' + A_2 + A_3$$

c. 結論

穴の補強に有効な面積の3分の2の範囲に対する制限の確認結果を表3-16に示す。

これより、穴の補強に有効な面積の3分の2の範囲に対する制限を満足している。

表3-16 穴の中心からの距離の補強に対する制限

| 部材名称                                    | ベント管とベントヘッダとの結合部                     |   |
|---|--------------------------------------|---|
| 穴の補強に有効な面積の3分の2を満たす穴の中心からの範囲            | p (mm)                               |   |
| 容器の平均半径                                 | r (mm)                               |   |
| 補強に必要な面積の3分の2*                          | $2 \cdot A_r / 3$ (mm <sup>2</sup> ) | $1.037 \times 10^3$ ( $2.075 \times 10^3$ ) |
| 補強に有効な面積*                               | $A_0'$ (mm <sup>2</sup> )            | $2.208 \times 10^3$ ( $2.001 \times 10^3$ ) |
| 評価： $A_0' > 2 \cdot A_r / 3$ ，よって十分である。 |                                      |   |

注記\*：円筒部Bに作用する差圧の包絡値427kPaに対する値を示す。（ ）内は最高使用圧力に対する値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(4) 補強に有効な面積の制限（告示第501号第22条第8項第5号）

a. 穴の中心線の両側に必要な補強面積

$$A_{rD} = \frac{A_r}{2}$$

b. 穴の中心線の両側に有効な面積

$$A_{01} = \frac{A_0}{2}$$

c. 結論

穴の中心線の両側の補強に対する制限の確認結果を表3-17に示す。

これより、穴の中心線の両側の補強に対する制限を満足している。

表3-17 穴の中心線の両側の補強に対する制限

| 部材名称                             | ベント管とベントヘッドとの<br>結合部 |                    |   |
|----------------------------------|----------------------|--------------------|---|
| 穴の補強に必要な面積*                      | $A_r$                | (mm <sup>2</sup> ) | $1.555 \times 10^3$ ( $3.112 \times 10^3$ ) |
| 穴の中心線の両側に必要な補強面積*                | $A_{rD}$             | (mm <sup>2</sup> ) | 777.2 ( $1.556 \times 10^3$ )               |
| 補強に有効な総面積*                       | $A_0$                | (mm <sup>2</sup> ) | $5.901 \times 10^3$ ( $5.186 \times 10^3$ ) |
| 穴の中心線の両側に有効な面積*                  | $A_{01}$             | (mm <sup>2</sup> ) | $2.950 \times 10^3$ ( $2.593 \times 10^3$ ) |
| 評価： $A_{01} > A_{rD}$ ，よって十分である。 |                      |                    |   |

注記\*：円筒部Bに作用する差圧の包絡値427kPaに対する値を示す。（ ）内は最高使用圧力に対する値を示す。

- (5) 強め材取付部の強さ（告示第501号第22条第8項第8号及び第9号）  
強め材取付部の面積の記号を図3-3に示す。

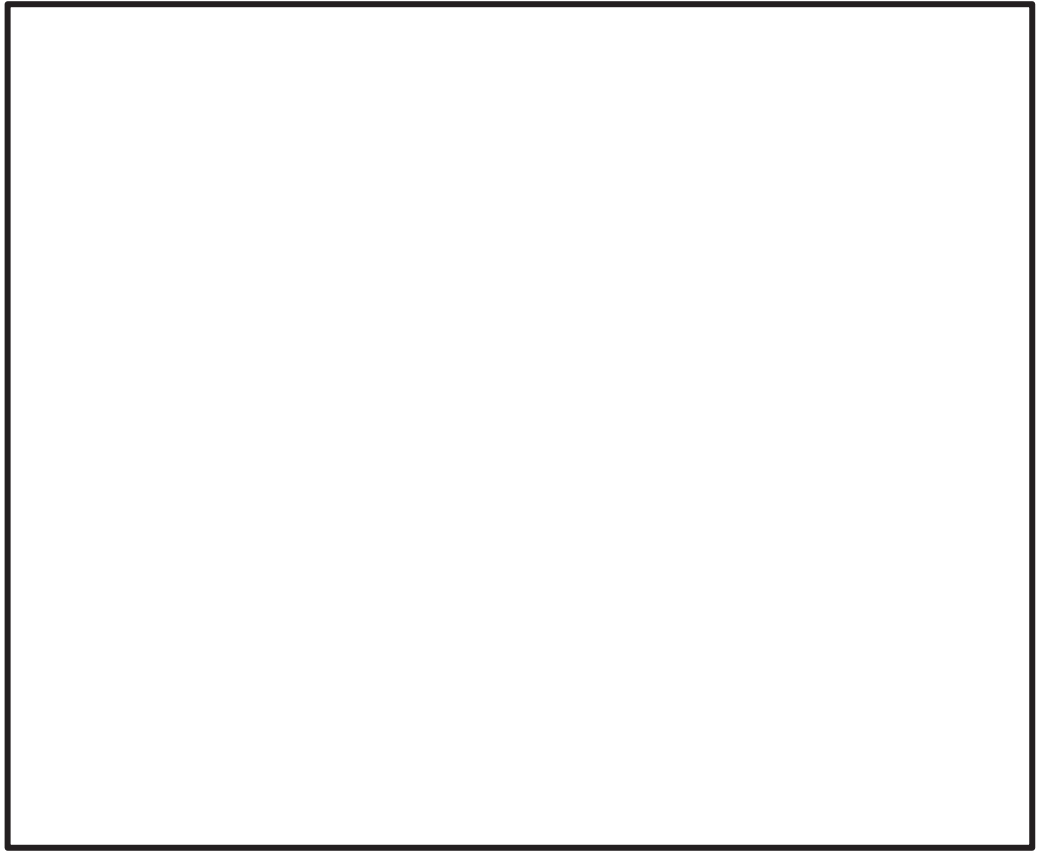


図 3-3 強め材取付部の面積の記号

強め材取付部の形状及び寸法を図3-4に示す。

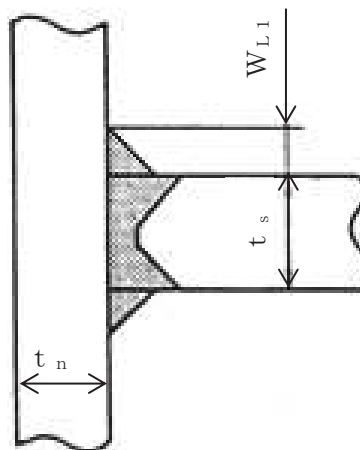


図 3-4 取付部の形状及び寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## a. 強め材取付部の必要強さ

次の2式のうちいずれか小さい方の値。

$$W_{R1} = (A_5 + A_6 + A_7) \cdot S_n + A_{W1} \cdot S_n$$

$$W_{R2} = (A_9 - A_{10}) \cdot S_s$$

ここで,

$$A_5 = 2 \cdot t_n \cdot Y_2$$

$$A_6 = 2 \cdot t_n \cdot (t_s - t_{sr})$$

$$A_7 = 2 \cdot (t_n - t_{nr}) \cdot H_o$$

$$A_9 = (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot t_{sr}$$

$$A_{10} = \{2 \cdot Y - (D_i + 2 \cdot t_n)\} \cdot (t_s - t_{sr})$$

$$A_{W1} = 2 \cdot W_{L1}^2$$

## b. 強め材取付部の単位面積当たりの強さ

すみ肉溶接のせん断  $S_{DS} = 0.49 \cdot S_n$

管台壁のせん断  $S_{NS} = 0.70 \cdot S_n$

突合せ溶接の引張り  $S_{DT} = 0.74 \cdot S_n$

## c. 強め材取付部の強さ

$$F_{WS1} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot W_{L1} \cdot S_{DS}$$

$$G_{WT1} = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + 2 \cdot t_n) \cdot (t_s + t_{rf}) \cdot S_{DT}$$

$$F_n = \frac{\pi}{2} \cdot (D_i + t_n) \cdot t_n \cdot S_{NS}$$

- d. 強め材取付部の有効強さ  
強め材取付部の破断形式を図 3-5 に示す。

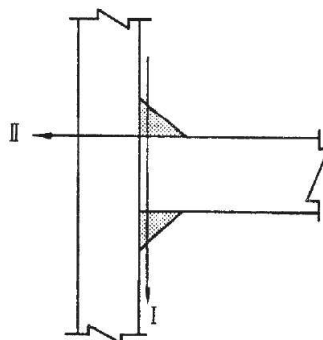


図 3-5 取付部の破断形式

破断形式 I

$$W_1 = 2 \cdot F_{WS1} + G_{WT1}$$

破断形式 II

$$W_2 = F_{WS1} + F_n$$



e. 結論

強め材取付部の強さの計算結果を表 3-18 に示す。

これより、ベント管とベントヘッドとの結合部の強め材取付部の強さは十分である。

表 3-18 強め材取付部の強さの計算結果

| 部材名称  | ベント管とベントヘッドとの<br>結合部の強め材取付部 |       |   |
|---|-----------------------------|-------|---|
| 溶接部にかかる荷重   | $W_{R1}$                    | (N)   | $4.188 \times 10^5$ ( $3.913 \times 10^5$ ) |
| 溶接部にかかる荷重   | $W_{R2}$                    | (N)   | 0   |
| 溶接部の負うべき荷重  | $W_R$                       | (N)   | 0   |
| すみ肉溶接の許容せん断応力                                     | $S_{DS}$                    | (MPa) | 123   |
| 管台壁の許容せん断応力                                       | $S_{NS}$                    | (MPa) | 177   |
| 突合せ溶接の引張応力  | $S_{DT}$                    | (MPa) | 187   |
| 応力除去の有無   |                             |       | 有り  |
| 破断形式Ⅰの有効強さ  | $W_1$                       | (N)   | $7.971 \times 10^6$                         |
| 破断形式Ⅱの有効強さ  | $W_2$                       | (N)   | $5.672 \times 10^6$                         |
| 評価： $W_1 \geq W_R$ , $W_2 \geq W_R$<br>以上より十分である。 |                             |       |   |

### 3.7 ベント管ベローズ

#### 3.7.1 円筒胴 1

##### (1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

- (2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号イ）  
円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-19に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表 3-19 円筒胴の板厚計算結果

|   |                 |       |                      |
|---|-----------------|-------|----------------------|
| 円筒胴の名称  |                 |       | ベント管ベローズ             |
| 材料  |                 |       | SGV49                |
| 最高使用圧力  | P               | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                 |       | 200                  |
| 胴の内径  | D <sub>i</sub>  | (mm)  |                      |
| 許容引張応力  | S*              | (MPa) | 253                  |
| 継手効率  | η               |       | 1.00                 |
| 継手の種類   |                 |       | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                      |                 |       | 有り                   |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub> | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub> | (mm)  | 3.05                 |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>  | (mm)  | 3.05                 |
| 呼び厚さ  | t <sub>so</sub> | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>s</sub>  | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。 |                 |       |                      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.7.2 円筒胴 2

(1) 記号の説明

| 告示第501号<br>の記号 | 計算書の表示          | 表示内容       | 単位 |
|----------------|-----------------|------------|----|
| t              | t <sub>R</sub>  | 必要な厚さ      | mm |
|                | t <sub>R1</sub> | 規格上必要な最小厚さ | mm |
|                | t <sub>R2</sub> | 計算上必要な厚さ   | mm |

(2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号イ）

円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-20に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表 3-20 円筒胴の板厚計算結果

|   |                 |       |                      |
|---|-----------------|-------|----------------------|
| 円筒胴の名称  |                 |       | ベント管ベローズ             |
| 材料  |                 |       | SGV49                |
| 最高使用圧力  | P               | (MPa) | 854×10 <sup>-3</sup> |
| 最高使用温度  |                 |       | 200                  |
| 胴の内径  | D <sub>i</sub>  | (mm)  |                      |
| 許容引張応力  | S*              | (MPa) | 253                  |
| 継手効率  | η               |       | 1.00                 |
| 継手の種類   |                 |       | 突合せ両側溶接              |
| 放射線検査の有無                                      |                 |       | 有り                   |
| 必要厚さ  | t <sub>R1</sub> | (mm)  | 3.00                 |
| 必要厚さ  | t <sub>R2</sub> | (mm)  | 3.05                 |
| t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値       | t <sub>R</sub>  | (mm)  | 3.05                 |
| 呼び厚さ  | t <sub>so</sub> | (mm)  |                      |
| 最小厚さ  | t <sub>s</sub>  | (mm)  |                      |
| 評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> 、よって十分である。 |                 |       |                      |

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-6-2-7 原子炉格納容器安全設備の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-6-2-7-1 原子炉格納容器スプレイ冷却系の強度計算書
- VI-3-3-6-2-7-2 原子炉格納容器下部注水系の強度計算書
- VI-3-3-6-2-7-3 原子炉格納容器代替スプレイ冷却系の強度計算書
- VI-3-3-6-2-7-4 代替循環冷却系の強度計算書

VI-3-3-6-2-7-1 原子炉格納容器スプレイ冷却系の強度計算書

目 次

VI-3-3-6-2-7-1-1 管の強度計算書（原子炉格納容器スプレイ冷却系）

VI-3-3-6-2-7-1-1 管の強度計算書（原子炉格納容器スプレイ冷却系）



## 目 次

VI-3-3-6-2-7-1-1-1 ドライウェルスプレイ管の強度計算書

VI-3-3-6-2-7-1-1-2 サプレッションチェンバスプレイ管の強度計算書

VI-3-3-6-2-7-1-1-1 ドライウェルスプレイ管の強度計算書

## 目 次

VI-3-3-6-2-7-1-1-1-1 ドライウェルスプレイ管の基本板厚計算書

VI-3-3-6-2-7-1-1-1-2 ドライウェルスプレイ管の応力計算書

VI-3-3-6-2-7-1-1-1-1 ドライウェルスプレイ管の基本板厚計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 評価部位 | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価<br>区分 | 同等性<br>評価<br>区分     | 評価<br>クラス |            |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|----------|---------------------|-----------|------------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            | SA 条件       |                            |              |          |                     |           |            |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |          |                     |           | 温度<br>(°C) |
| 1    | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 3.73        | 171        | 3.73        | 200                        | —            | S55 告示   | 設計・<br>建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |
| 2    | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 3.73        | 171        | 3.73        | 200                        | —            | S55 告示   | 設計・<br>建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |
| SP1  | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 3.73        | 171        | 3.73        | 200                        | —            | S55 告示   | 設計・<br>建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |

・適用規格の選定

| NO. | 評価項目     | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|-----|----------|-----------------|------|---------|
| 1   | 管の強度計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2   | 管の強度計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| SP1 | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

目次

|                    |   |
|--------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....     | 1 |
| 2. 管の強度計算書 .....   | 2 |
| 3. 管の穴と補強計算書 ..... | 3 |



1. 概略系統図

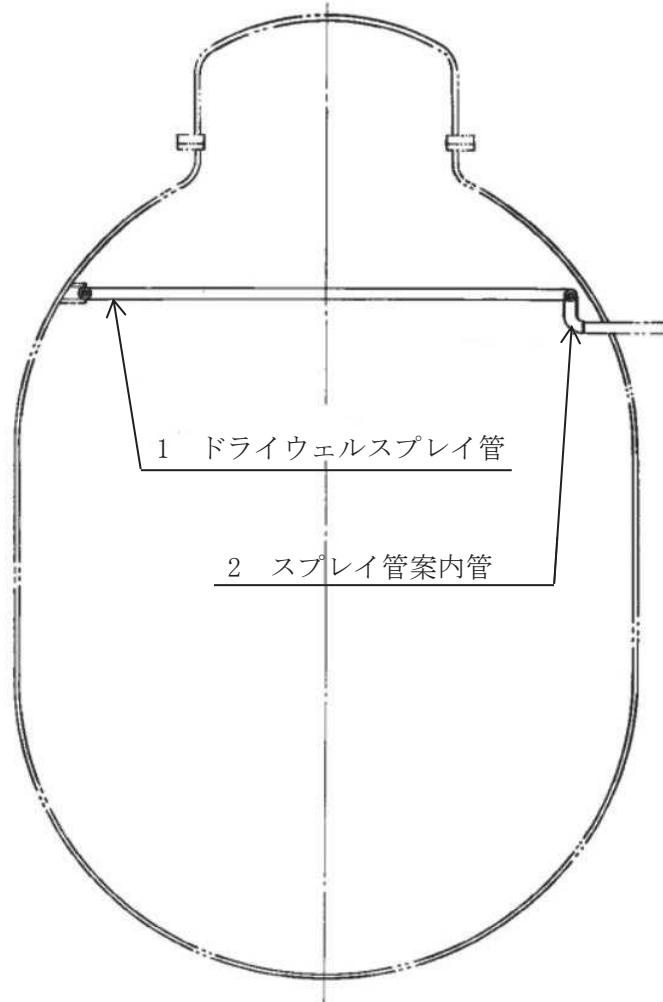


図 1-1 ドライウェルスプレイ管の形状

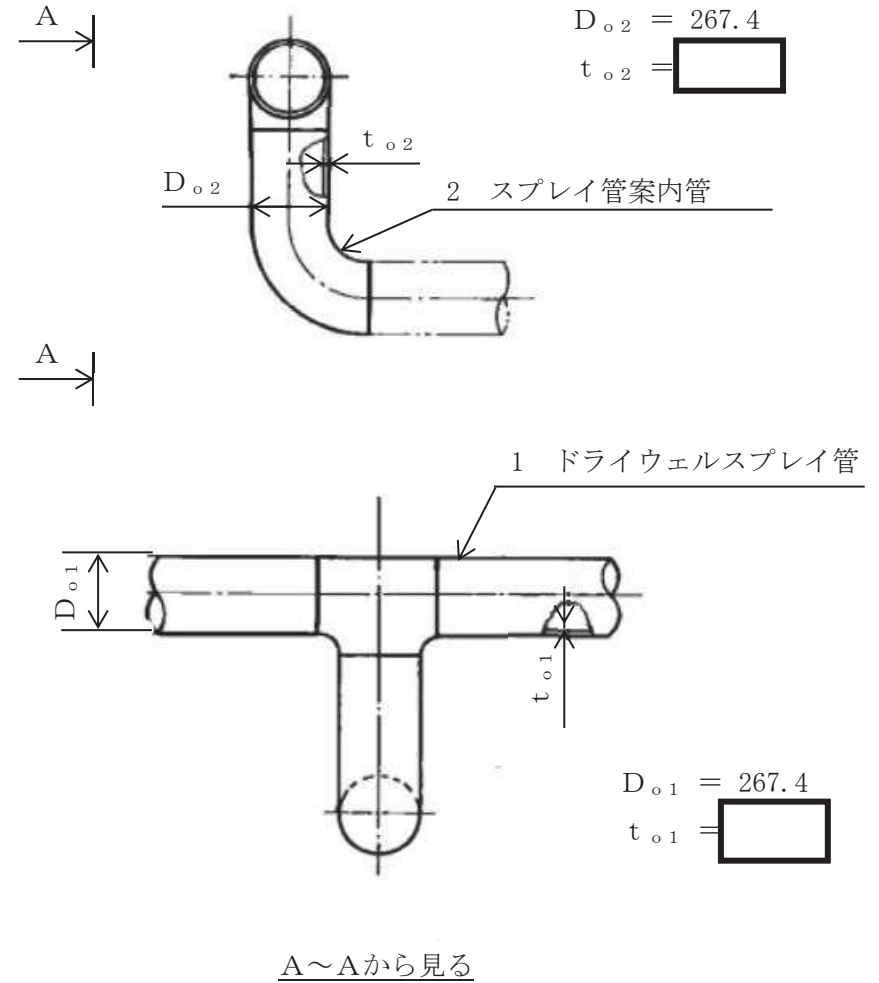


図 1-2 ドライウェルスプレイ管の形状及び主要寸法 (単位: mm)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2. 管の強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用<br>圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>t <sub>o</sub><br>(mm) | 材料                | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|--------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------|-------------|------------|------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 3.73                     | 200                | 267.40                       |                                | STS42<br>(STS410) | S      | 2           |            | 1.00 |                        | 3.80      | A      | 4.78                   |
| 2   | 3.73                     | 200                | 267.40                       |                                | STS42<br>(STS410) | S      | 2           |            | 1.00 |                        | 3.80      | A      | 4.78                   |

㊟ 評価：  $t_s \geq t_r$ ， よって十分である。

3. 管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPC-3422 準用

|  |                    |                |        |
|--|--------------------|----------------|--------|
| No.  |                    | SP1            |        |
| 形 式  |                    | —              |        |
| 最高使用圧力                                     | P (MPa)            | 3.73           |        |
| 最高使用温度                                     | (°C)               | 200            |        |
| 主管と管台の角度                                   | $\alpha$ (°)       | —              |        |
| 主<br>管                                     | 材 料                | STS42 (STS410) |        |
|  | 引張許容応力             | S (MPa)        |        |
|  | 外 径                | $D_o$ (mm)     | 267.40 |
|  | 内 径                | $D_i$ (mm)     |        |
|  | 公称厚さ               | $t_{o1}$ (mm)  |        |
|  | 最小厚さ               | $t_s$ (mm)     |        |
|  | 継手効率               | $\eta$         | 1.00   |
| 管<br>台                                     | 材 料                | —              |        |
|  | 外 径                | (mm)           | —      |
|  | 内 径                | (mm)           | —      |
|  | 公称厚さ               | (mm)           | —      |
| 穴の径  | d (mm)             |                |        |
| $D_i/4$                                    | $d_{r1}$ (mm)      |                |        |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値                         | (mm)               |                |        |
| K  |                    |                |        |
| $D_o \cdot t_s$                            | (mm <sup>2</sup> ) |                |        |
| 図より求めた値                                    | $d_{r2}$ (mm)      |                |        |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値                        | (mm)               |                |        |
| 補強不要な穴の最大径                                 | $d_{fr}$ (mm)      |                |        |
| 評価： $d \leq d_{fr}$ ，<br>よって管の穴の補強計算は必要ない。 |                    |                |        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-6-2-7-1-1-1-2 ドライウェルスプレイ管の応力計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名称            | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価<br>区分 | 同等性<br>評価<br>区分     | 評価<br>クラス |            |
|-----------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|----------|---------------------|-----------|------------|
|                 |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            | SA 条件       |                            |              |          |                     |           |            |
|                 |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |          |                     |           | 温度<br>(°C) |
| ドライウェル<br>スプレイ管 | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 3.73        | 171        | 3.73        | 200                        | —            | S55 告示   | 設計・<br>建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |

## 目次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 概要                 | 1  |
| 2. 一般事項               | 1  |
| 2.1 構造計画              | 1  |
| 2.2 評価方針              | 3  |
| 2.3 適用基準              | 3  |
| 2.4 記号の説明             | 4  |
| 2.5 計算精度と数値の丸め方       | 4  |
| 3. 形状及び主要寸法           | 5  |
| 4. 強度評価               | 7  |
| 4.1 強度評価方法            | 7  |
| 4.2 荷重の組合せ及び許容応力      | 7  |
| 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態  | 7  |
| 4.2.2 許容応力            | 7  |
| 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件   | 7  |
| 4.2.4 設計荷重            | 10 |
| 4.3 計算方法              | 11 |
| 4.4 計算条件              | 12 |
| 4.5 応力の評価             | 12 |
| 5. 評価結果               | 13 |
| 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 13 |
| 6. 参照図書               | 16 |

## 1. 概要

本計算書は、ドライウェルスプレイ管の強度計算書である。

ドライウェルスプレイ管は、設計基準対象施設のドライウェルスプレイ管を重大事故等クラス2管として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス2管として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、ドライウェルスプレイ管の強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、1990年5月24日付け元資庁第14466号にて認可された工事計画の添付書類（6. 参照図書(1)）（以下「既工認」という。）に示す手法に従い強度評価を行う。

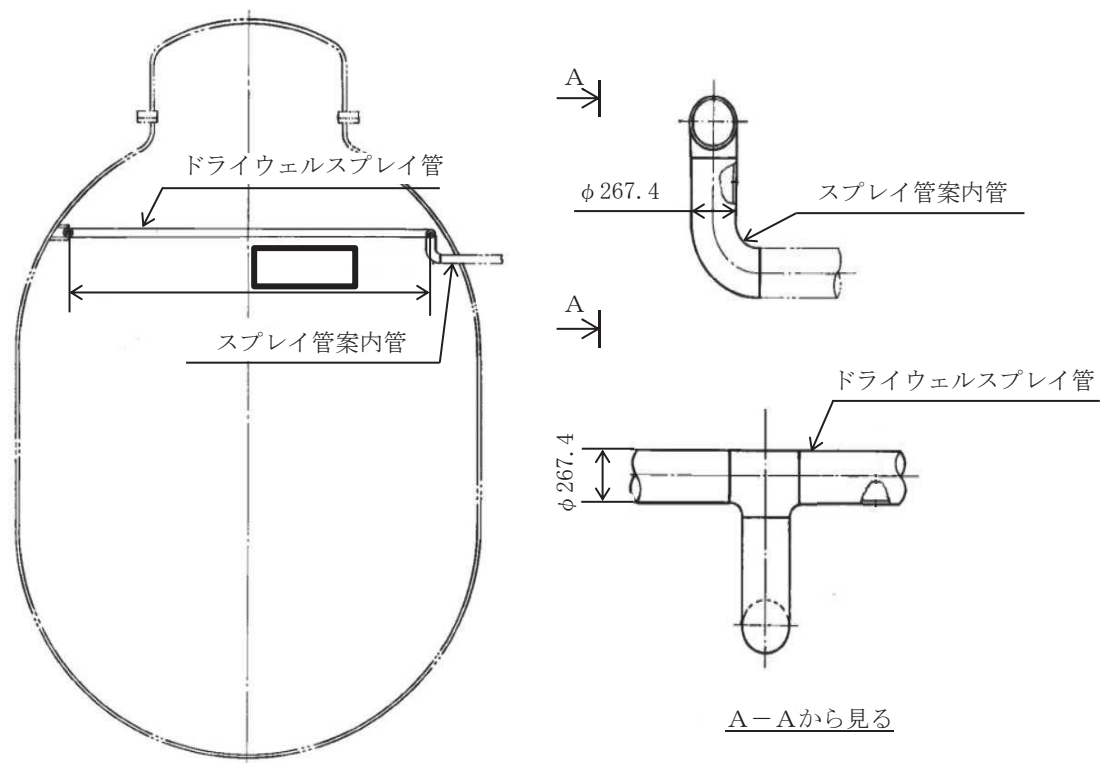
## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ドライウェルスプレイ管の構造計画を表2-1に示す。



表 2-1 構造計画

| 計画の概要  |   | 概略構造図   |
|--|---|---|
| 基礎・支持構造  | 主体構造  |   |
| <p>ドライウェルスプレイ管は、上下部サポートを介して原子炉格納容器球形部に支持される。<br/>                     ドライウェルスプレイ管案内管は原子炉格納容器貫通部に支持される。<br/>                     ドライウェルスプレイ管は上下部サポートを介して鉛直方向荷重及び水平方向荷重が原子炉格納容器に伝達される。</p> | <p>ドライウェルスプレイ管は、外径 267.4 mm 及び厚さ <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 15px;"></span> mm のパイプで作られ、直径 <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 15px;"></span> mm の円環構造である。<br/>                     ドライウェルスプレイ管案内管は、外径 267.4 mm 及び厚さ <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 15px;"></span> mm のパイプで作られ、スプレイ管と原子炉格納容器をつなぐ構造である。</p> |  <p style="text-align: center;">A-Aから見る</p> <p style="text-align: center;">ドライウェルスプレイ管 詳細図<br/>(単位：mm)</p> |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2.2 評価方針

ドライウェルスプレイ管の応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 形状及び主要寸法」にて設定する箇所において重大事故等時における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

ドライウェルスプレイ管の強度評価フローを図2-1に示す。

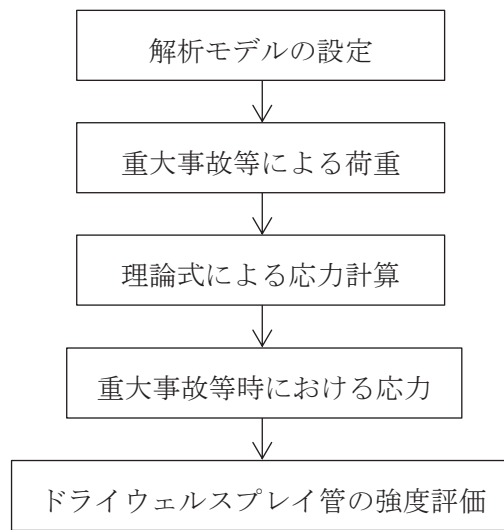


図2-1 ドライウェルスプレイ管の強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第501号）（以下「告示第501号」という。）
- (2) 発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。））J S M E S N C 1 - 2005/2007）（日本機械学会 2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）

## 2.4 記号の説明

| 記号             | 記号の説明  | 単位  |
|----------------|--------|-----|
| D              | 死荷重    | —   |
| M              | 機械的荷重  | —   |
| P              | 圧力     | kPa |
| S <sub>h</sub> | 許容引張応力 | MPa |
| S <sub>m</sub> | 設計応力強さ | MPa |
| S <sub>u</sub> | 設計引張強さ | MPa |
| S <sub>y</sub> | 設計降伏点  | MPa |
| T              | 温度     | ℃   |

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

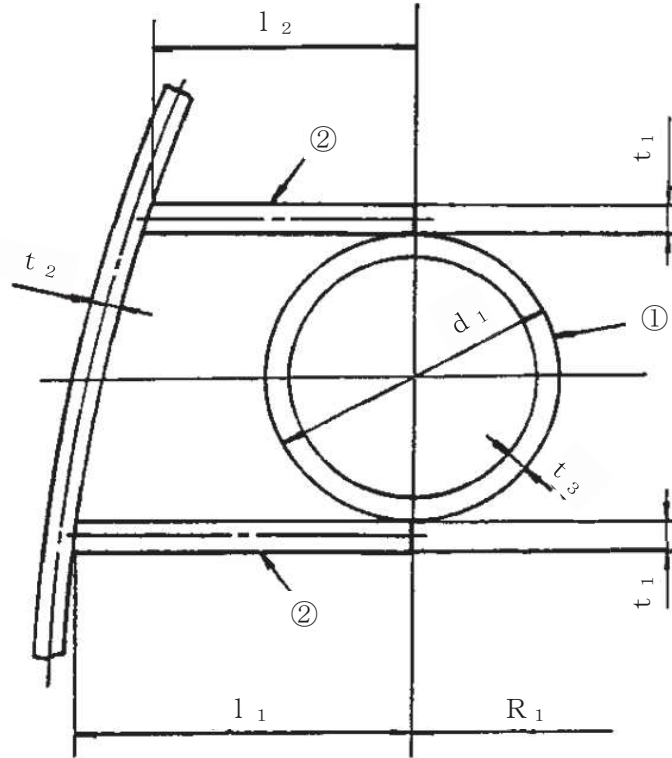
表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類 | 単位  | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁      |
|-------|-----|----------|------|----------|
| 圧力    | kPa | —        | —    | 整数位      |
| 温度    | ℃   | —        | —    | 整数位      |
| 許容応力* | MPa | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位      |
| 算出応力  | MPa | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位      |
| 長さ    | mm  | —        | —    | 小数点以下第1位 |

注記\*：告示第501号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 形状及び主要寸法

ドライウェルスプレイ管及びプレイ管サポートの形状及び主要寸法を図 3-1 に、プレイ管案内管の形状及び主要寸法を図 3-2 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



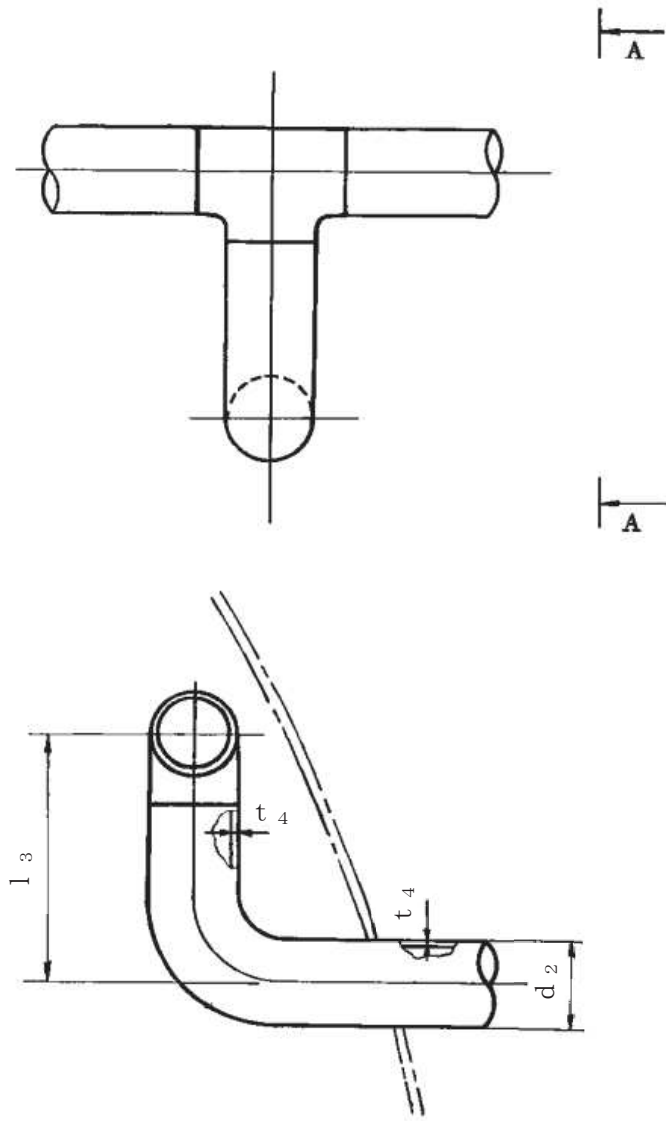
- ① ドライウェルスプレイ管
- ② スプレイ管サポート

(単位：mm)

| 部材    | ドライウェルスプレイ管<br>及びスプレイ管サポート |
|-------|----------------------------|
| $l_1$ | [Redacted]                 |
| $l_2$ |                            |
| $t_1$ |                            |
| $t_2$ |                            |
| $t_3$ |                            |
| $d_1$ |                            |
| $R_1$ | [Redacted]                 |

図 3-1 ドライウェルスプレイ管及びスプレイ管サポートの形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



A-A断面図

(単位：mm)

| 部材    | スプレイ管案内管 |
|-------|----------|
| $l_3$ |          |
| $t_4$ |          |
| $d_2$ | 267.4    |

図 3-2 スプレイ管案内管の形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

| 使用部位                     | 使用材料              |
|--------------------------|-------------------|
| ドライウェルスプレイ管<br>及びプレイ管案内管 | STS42<br>(STS410) |
| プレイ管サポート<br>及びドライウェルス    | SGV49<br>(SGV480) |

#### 4. 強度評価

##### 4.1 強度評価方法

(1) ドライウェルスプレイ管は、上下部サポートを介して原子炉格納容器球形部に支持された構造であり、荷重はプレイ管サポートを介して原子炉格納容器に伝達される。

ドライウェルスプレイ管の強度評価として、6. 参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

(2) 強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドライウェルスプレイ管の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重の組合せは、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

###### 4.2.2 許容応力

ドライウェルスプレイ管の許容応力は、添付書類「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」に基づき表 4-2 及び表 4-3 に示すとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウェルスプレイ管の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-4 及び表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |                    | 機器名称            | 機器等の区分         | 荷重の組合せ    | 状態             |
|---------|--------------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|
| 原子炉格納施設 | 圧力低減設備<br>その他の安全設備 | ドライウエル<br>スプレイ管 | 重大事故等<br>クラス2管 | P + D + M | 運転状態V<br>供用状態E |

表4-2 許容応力（告示第501号第56条）

| 状態     | 応力分類 | 一次応力<br>(曲げ応力を含む。) |
|--------|------|--------------------|
| 運転状態V* |      | $1.2 \cdot S_h$    |

注記\*：重大事故時の状態。告示第501号の設計条件での許容応力を用いる。

表4-3 許容応力（設計・建設規格 PPC-3520）

| 状態     | 応力分類 | 一次応力<br>(曲げ応力を含む。) |
|--------|------|--------------------|
| 供用状態E* |      | $1.8 \cdot S_h$    |

注記\*：重大事故時の状態。設計・建設規格の設計条件での許容応力を用いる。

表4-4 告示第501号に基づく強度評価に用いる使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材                     | 材料                | 温度条件<br>(°C) |     | S <sub>m</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>h</sub><br>(MPa) |
|--------------------------|-------------------|--------------|-----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                          |                   | 周囲環境<br>温度   |     |                         |                         |                         |                         |
| ドライウェルスプレイ管及び<br>プレイ管案内管 | STS42<br>(STS410) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —                       | —                       | —                       | 102                     |
| プレイ管サポート及びドラ<br>イウェル     | SGV49<br>(SGV480) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —                       | —                       | —                       | 119                     |

表4-5 設計・建設規格に基づく強度評価に用いる使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材                     | 材料                | 温度条件<br>(°C) |     | S <sub>m</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>h</sub><br>(MPa) |
|--------------------------|-------------------|--------------|-----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                          |                   | 周囲環境<br>温度   |     |                         |                         |                         |                         |
| ドライウェルスプレイ管及び<br>プレイ管案内管 | STS42<br>(STS410) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —                       | —                       | —                       | 103                     |
| プレイ管サポート及びドラ<br>イウェル     | SGV49<br>(SGV480) | 周囲環境<br>温度   | 200 | —                       | —                       | —                       | 120                     |



#### 4.2.4 設計荷重

(1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|           |   |               |
|-----------|---|---------------|
| 原子炉格納容器内圧 | P | 854kPa (SA 後) |
| 温度        | T | 200°C (SA 後)  |

注：重大事故等時においては、ドライウェルスプレイ管の最高使用圧力（3.73MPa）を用いて評価する。

### 4.3 計算方法

ドライウェルスプレイ管の応力評価点は、ドライウェルスプレイ管を構成する各部材において、発生応力が最も大きくなる箇所とする。選定した応力評価点を表 4-6 及び図 4-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、6. 参照図書(1)に示すとおりである。

評価の概要を以下に示す。

評価点 P1～P3 は既工認の各荷重による応力を応力係数比倍し評価する。

表 4-6 応力評価点

| 応力評価点番号 | 応力評価点                          |
|---------|--------------------------------|
| P1      | ドライウェルスプレイ管及びスプレイ管サポート         |
| P2      | ドライウェルスプレイ管案内管とドライウェルスプレイ管の接続部 |
| P3      | ドライウェルスプレイ管案内管                 |
| P4      | ドライウェルスプレイ管案内管と原子炉格納容器の接続部     |

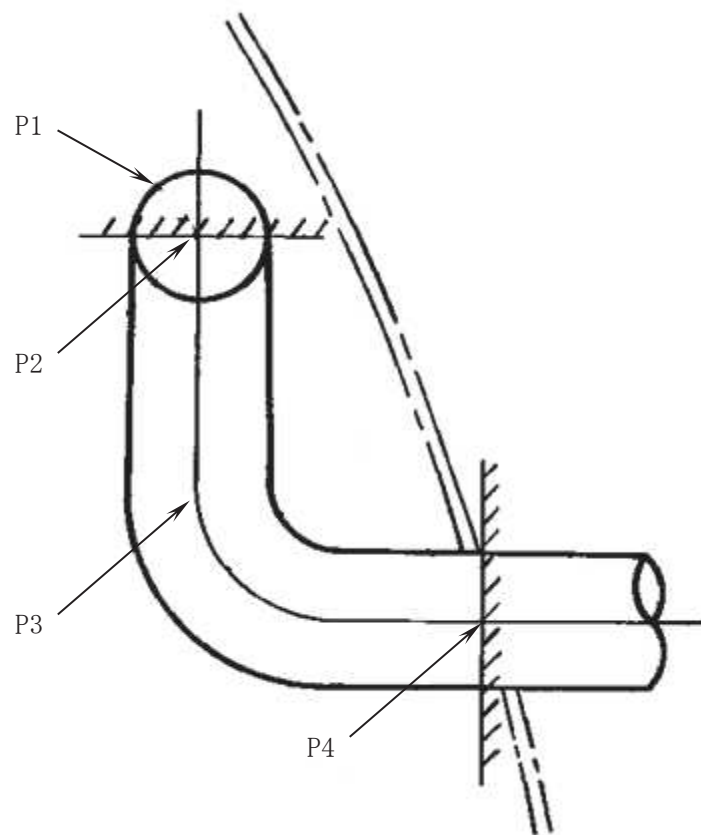


図 4-1 ドライウェルスプレイ管の応力評価点

#### 4.4 計算条件

応力計算に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ドライウェルスプレイ管の重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 及び表 5-2 に示す。

表 5-1 告示第 5 0 1 号に基づく重大事故等時に対する評価結果 (P + D + M)

| 評価対象設備          | 応力評価点 |  | 応力分類 | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|-----------------|-------|--|------|--------|------|----|----|
|                 |       |  |      | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|                 |       |  |      | MPa    | MPa  |    |    |
| ドライウェル<br>スプレイ管 | P1    | ドライウェルスプレイ管<br>及びスプレイ管サポート             | 一次応力 | 46     | 123  | ○  |    |
|                 | P2    | ドライウェルスプレイ管<br>案内管とドライウェルス<br>プレイ管の接続部 | 一次応力 | 53     | 123  | ○  |    |
|                 | P3    | ドライウェルスプレイ管<br>案内管                     | 一次応力 | 22     | 123  | ○  |    |
|                 | P4    | ドライウェルスプレイ管<br>案内管と原子炉格納容器<br>の接続部     | 一次応力 | 63     | 123  | ○  |    |

表 5-2 設計・建設規格に基づく重大事故等時に対する評価結果 (P + D + M)

| 評価対象設備          | 応力評価点 |  | 応力分類 | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|-----------------|-------|--|------|--------|------|----|----|
|                 |       |  |      | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|                 |       |  |      | MPa    | MPa  |    |    |
| ドライウェル<br>スプレイ管 | P1    | ドライウェルスプレイ管<br>及びスプレイ管サポート             | 一次応力 | 46     | 185  | ○  |    |
|                 | P2    | ドライウェルスプレイ管<br>案内管とドライウェルス<br>プレイ管の接続部 | 一次応力 | 53     | 185  | ○  |    |
|                 | P3    | ドライウェルスプレイ管<br>案内管                     | 一次応力 | 22     | 185  | ○  |    |
|                 | P4    | ドライウェルスプレイ管<br>案内管と原子炉格納容器<br>の接続部     | 一次応力 | 63     | 185  | ○  |    |

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書  
添付書類「IV-3-1-3-6 ドライウェルスプレイ管の強度計算書」

VI-3-3-6-2-7-1-1-2 サプレッションチェンバスプレイ管の強度計算書



## 目 次

VI-3-3-6-2-7-1-1-2-1 サプレッションチェンバスプレイ管の基本板厚計算書

VI-3-3-6-2-7-1-1-2-2 サプレッションチェンバスプレイ管の応力計算書

VI-3-3-6-2-7-1-1-2-1 サプレッションチェンバ  
スプレイ管の基本板厚計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 評価部位 | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価<br>区分 | 同等性<br>評価<br>区分     | 評価<br>クラス |            |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|----------|---------------------|-----------|------------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            | SA 条件       |                            |              |          |                     |           |            |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |          |                     |           | 温度<br>(°C) |
| 1    | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 3.73        | 104        | 3.73        | 200                        | —            | S55 告示   | 設計・<br>建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |
| 2    | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 3.73        | 104        | 3.73        | 200                        | —            | S55 告示   | 設計・<br>建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |
| SP1  | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 3.73        | 104        | 3.73        | 200                        | —            | S55 告示   | 設計・<br>建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |

・適用規格の選定

| 評価部位 | 評価項目      | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|-----------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の強度計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の強度計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| SP1  | 管の穴の補強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

## 目次

|                    |   |
|--------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....     | 1 |
| 2. 管の強度計算書 .....   | 2 |
| 3. 管の穴と補強計算書 ..... | 3 |

1. 概略系統図

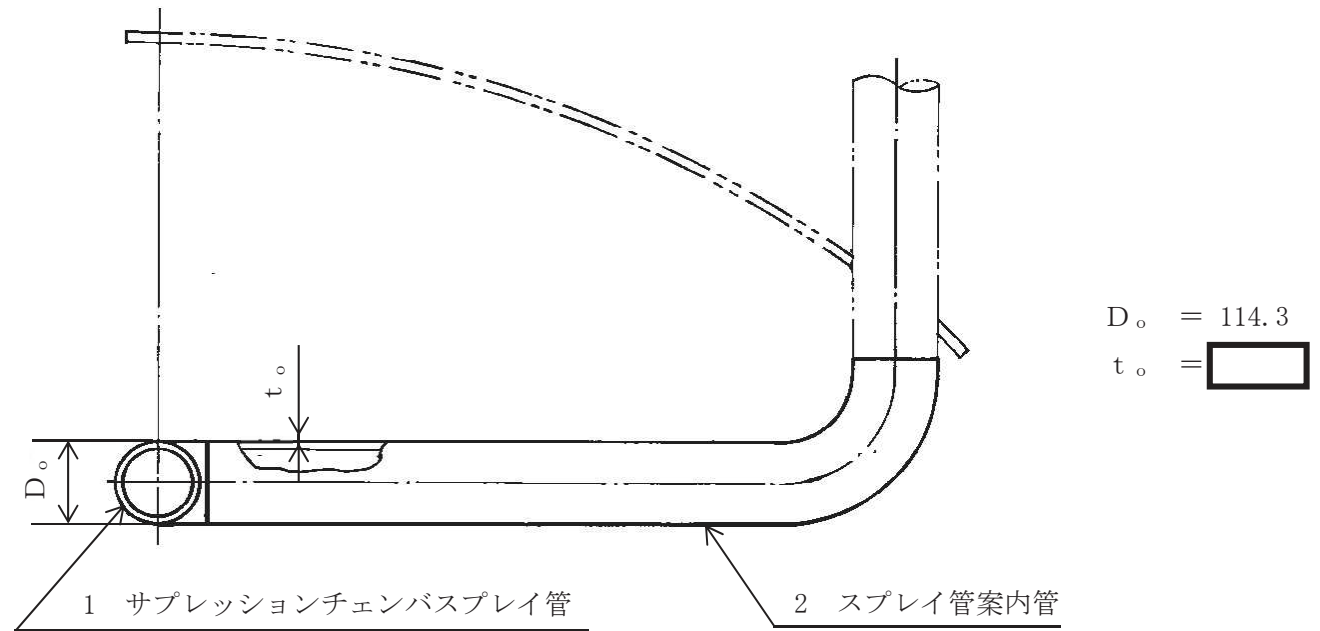


図 1-1 サプレッションチェンバスプレイ管の形状及び寸法 (単位: mm)

2. 管の強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用<br>圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>t <sub>o</sub><br>(mm) | 材料                | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|--------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------|-------------|------------|------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 3.73                     | 200                | 114.30                       |                                | STS42<br>(STS410) | S      | 2           |            | 1.00 |                        | 3.40      | A      | 2.04                   |
| 2   | 3.73                     | 200                | 114.30                       |                                | STS42<br>(STS410) | S      | 2           |            | 1.00 |                        | 3.40      | A      | 2.04                   |

〽 評価：  $t_s \geq t_r$ ， よって十分である。



3. 管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPC-3422 準用

|  |                    |                |        |
|--|--------------------|----------------|--------|
| No.  |                    | SP1            |        |
| 形 式  |                    | —              |        |
| 最高使用圧力                                     | P (MPa)            | 3.73           |        |
| 最高使用温度                                     | (°C)               | 200            |        |
| 主管と管台の角度                                   | $\alpha$ (°)       | —              |        |
| 主<br>管                                     | 材 料                | STS42 (STS410) |        |
|  | 引張許容応力             | S (MPa)        |        |
|  | 外 径                | $D_o$ (mm)     | 114.30 |
|  | 内 径                | $D_i$ (mm)     |        |
|  | 公称厚さ               | $t_o$ (mm)     |        |
|  | 最小厚さ               | $t_s$ (mm)     |        |
|  | 継手効率               | $\eta$         | 1.00   |
| 管<br>台                                     | 材 料                | —              |        |
|  | 外 径                | (mm)           | —      |
|  | 内 径                | (mm)           | —      |
|  | 公称厚さ               | (mm)           | —      |
| 穴の径  | d (mm)             |                |        |
| $D_i/4$                                    | $d_{r1}$ (mm)      |                |        |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値                         | (mm)               |                |        |
| K  |                    |                |        |
| $D_o \cdot t_s$                            | (mm <sup>2</sup> ) |                |        |
| 図より求めた値                                    | $d_{r2}$ (mm)      |                |        |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値                        | (mm)               |                |        |
| 補強不要な穴の最大径                                 | $d_{fr}$ (mm)      |                |        |
| 評価： $d \leq d_{fr}$ ，<br>よって管の穴の補強計算は必要ない。 |                    |                |        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-6-2-7-1-1-2-2 サプレッションチェンバスプレイ管の  
応力計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名称                     | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価<br>区分 | 同等性<br>評価<br>区分     | 評価<br>クラス |            |
|--------------------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|----------|---------------------|-----------|------------|
|                          |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            | SA 条件       |                            |              |          |                     |           |            |
|                          |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |          |                     |           | 温度<br>(°C) |
| サプレッション<br>チェンバ<br>スプレイ管 | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 3.73        | 104        | 3.73        | 200                        | —            | S55 告示   | 設計・<br>建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |

## 目次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 概要                 | 1  |
| 2. 一般事項               | 1  |
| 2.1 構造計画              | 1  |
| 2.2 評価方針              | 3  |
| 2.3 適用基準              | 3  |
| 2.4 記号の説明             | 4  |
| 2.5 計算精度と数値の丸め方       | 4  |
| 3. 形状及び主要寸法           | 5  |
| 4. 強度評価               | 7  |
| 4.1 強度評価方法            | 7  |
| 4.2 荷重の組合せ及び許容応力      | 7  |
| 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態  | 7  |
| 4.2.2 許容応力            | 7  |
| 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件   | 7  |
| 4.2.4 設計荷重            | 10 |
| 4.3 計算方法              | 10 |
| 4.4 計算条件              | 10 |
| 4.5 応力の評価             | 10 |
| 5. 評価結果               | 11 |
| 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 11 |
| 6. 参照図書               | 13 |

## 1. 概要

本計算書は、サプレッションチェンバスプレイ管の強度計算書である。

サプレッションチェンバスプレイ管は、設計基準対象施設のサプレッションチェンバスプレイ管を重大事故等クラス 2 管として兼用する機器である。

以下、重大事故クラス 2 管として、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-3-2-9 重大事故クラス 2 管の強度計算方法」に基づき、サプレッションチェンバスプレイ管の強度評価を示す。

なお、本計算書においては、重大事故時における荷重に対して、平成 2 年 5 月 24 日付元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類 (6. 参照図書(1)) (以下「既工認」という。) に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

サプレッションチェンバスプレイ管の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

| 計画の概要   |  | 概略構造図     |
|---|--|-----------|
| 基礎・支持構造   | 主体構造   |           |
| <p>サプレッションチェンバ<br/>スプレイ管の配管サポ<br/>ートは、サプレッション<br/>チェンバに支持される。<br/>サプレッションチェンバ<br/>スプレイ管案内管は原子<br/>炉格納容器貫通部に支持<br/>される。<br/>サプレッションチェンバ<br/>スプレイ管はサプレッシ<br/>ョンチェンバを介して鉛<br/>直方向荷重及び水平方向<br/>荷重が原子炉建屋に伝達<br/>される。</p> | <p>サプレッションチェンバ<br/>スプレイ管は、外径 114.3<br/>mm 及び厚さ <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 15px;"></span> mm のパイ<br/>プで作られ、直径 <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 15px;"></span><br/>mm の円環構造である。<br/>サプレッションチェンバ<br/>スプレイ管案内管は、外<br/>径 114.3 mm 及び厚さ <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 15px;"></span><br/>mm のパイプで作られ、ス<br/>プレイ管と原子炉格納容<br/>器をつなぐ構造である。</p> |           |
|   |  | (単位 : mm) |

2

## 2.2 評価方針

サプレッションチェンバスプレイ管の応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 形状及び主要寸法」にて設定する箇所において重大事故等時における温度、圧力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 強度評価」にて示す方法で確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

サプレッションチェンバスプレイ管の強度評価フローを図 2-1 に示す。

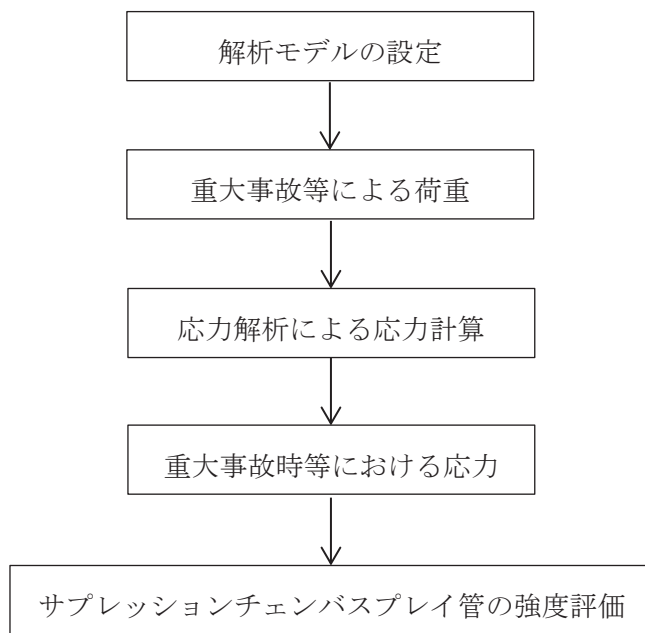


図 2-1 サプレッションチェンバスプレイ管の強度評価フロー

## 2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和 55 年 10 月 30 日 通商産業省告示第 501 号）（以下「告示第 501 号」という。）
- (2) 発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補版含む。）） J S M E S N C 1 - 2005/2007）（日本機械学会 2007 年 9 月）（以下「設計・建設規格」という。）



## 2.4 記号の説明

| 記号             | 記号の説明  | 単位  |
|----------------|--------|-----|
| D              | 死荷重    | —   |
| P              | 圧力     | kPa |
| S <sub>h</sub> | 許容引張応力 | MPa |
| S <sub>m</sub> | 設計応力強さ | MPa |
| S <sub>u</sub> | 設計引張強さ | MPa |
| S <sub>y</sub> | 設計降伏点  | MPa |
| T              | 温度     | ℃   |

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

| 数値の種類  | 単位  | 処理桁      | 処理方法 | 表示桁      |
|--------|-----|----------|------|----------|
| 最高使用圧力 | kPa | —        | —    | 整数位      |
| 温度     | ℃   | —        | —    | 整数位      |
| 許容応力*  | MPa | 小数点以下第1位 | 切捨て  | 整数位      |
| 算出応力   | MPa | 小数点以下第1位 | 切上げ  | 整数位      |
| 長さ     | mm  | —        | —    | 小数点以下第1位 |

注記\*：告示第501号別表に記載された温度の中間における許容引張応力，設計降伏点及び設計引張強さは，比例法により補間した値の小数点以下第2位を切り捨て，小数点以下第1位までの値として算出する。得られた値をSI単位に換算し，SI単位に換算した値の小数点以下第1位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 形状及び主要寸法

サプレッションチェンバスプレイ管及びプレイ管案内管の形状及び主要寸法を図 3-1 及び表 3-1 に示す。また、使用材料及び使用部位を表 3-2 に示す。

表 3-1 主要寸法


| 部材               | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm)  |
|------------------|------------|---|
| サプレッションチェンバスプレイ管 | 114.3      |  |
| プレイ管案内管          |            |   |

表 3-2 使用材料表

| 使用部位             | 使用材料  | 備考        |
|------------------|-------|-----------|
| サプレッションチェンバスプレイ管 | STS42 | STS410 相当 |
| プレイ管案内管          | STS42 | STS410 相当 |

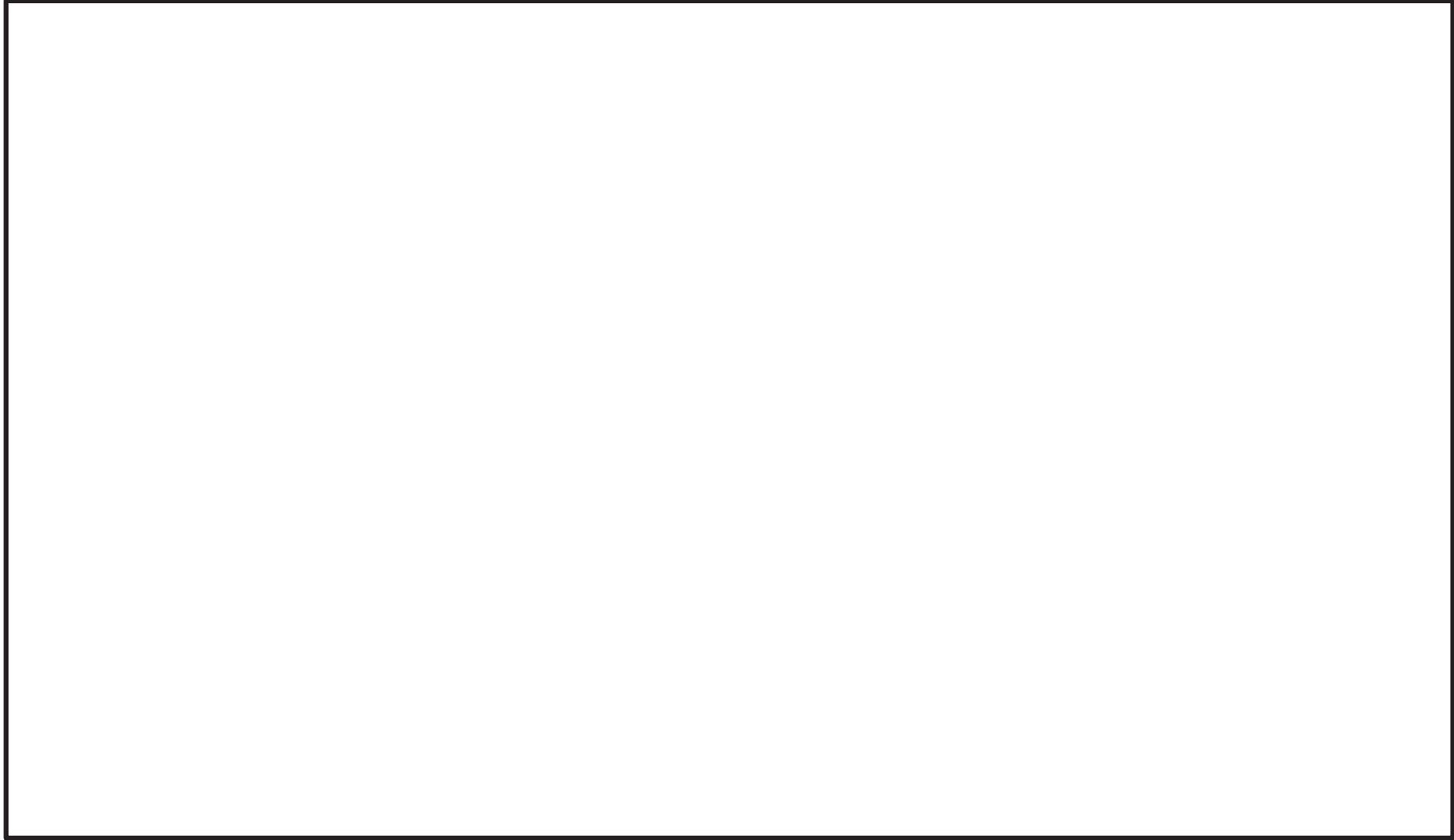


図 3-1 サプレッションチェンバースプレイ管及びスプレイ管  
案内管の形状及び主要寸法（単位：mm）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4. 強度評価

##### 4.1 強度評価方法

(1) サプレッションチェンバスプレイ管は、配管サポートがサプレッションチェンバに支持された構造であり、荷重はサプレッションチェンバを介して原子炉建屋に伝達される。

サプレッションチェンバスプレイ管の強度評価として、6. 参照図書(1)に示す既工認の手法に従い強度評価を行う。

(2) 強度評価に用いる寸法は、公称値とする。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

サプレッションチェンバスプレイ管の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

詳細な荷重組合せは、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

###### 4.2.2 許容応力

サプレッションチェンバスプレイ管の許容応力は、添付書類「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」に基づき表 4-2 及び表 4-3 に示すとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

サプレッションチェンバスプレイ管の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-4 及び表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

| 施設区分    |                    | 機器名称                     | 機器等の区分         | 荷重の組合せ | 状態             |
|---------|--------------------|--------------------------|----------------|--------|----------------|
| 原子炉格納施設 | 圧力低減設備<br>その他の安全設備 | サプレッション<br>チェンバ<br>スプレイ管 | 重大事故等<br>クラス2管 | P + D  | 運転状態V<br>供用状態E |

表4-2 許容応力（告示第501号第56条）

| 状態     | 応力分類 | 一次応力<br>(曲げ応力を含む。) |
|--------|------|--------------------|
| 運転状態V* |      | $S_h$              |

注記\*：重大事故時の状態。告示第501号の設計条件での許容応力を用いる。

表4-3 許容応力（設計・建設規格 PPC-3520）

| 状態     | 応力分類 | 一次応力<br>(曲げ応力を含む。) |
|--------|------|--------------------|
| 供用状態E* |      | $1.5 \cdot S_h$    |

注記\*：重大事故時の状態。設計・建設規格の設計条件での許容応力を用いる。

表4-4 告示501号に基づく強度評価に用いる使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材                          | 材料     | 温度条件<br>(°C) |     | S <sub>m</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>h</sub><br>(MPa) |
|-------------------------------|--------|--------------|-----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                               |        | 周囲環境温度       | 200 |                         |                         |                         |                         |
| サプレッションチェンバスプレイ管<br>及びプレイ管案内管 | STS42* | 周囲環境温度       | 200 | —                       | —                       | —                       | 102                     |

注記\* : STS410 相当

表4-5 設計・建設規格に基づく強度評価に用いる使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

| 評価部材                          | 材料     | 温度条件<br>(°C) |     | S <sub>m</sub><br>(MPa) | S <sub>y</sub><br>(MPa) | S <sub>u</sub><br>(MPa) | S <sub>h</sub><br>(MPa) |
|-------------------------------|--------|--------------|-----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                               |        | 周囲環境温度       | 200 |                         |                         |                         |                         |
| サプレッションチェンバスプレイ管<br>及びプレイ管案内管 | STS42* | 周囲環境温度       | 200 | —                       | —                       | —                       | 103                     |

注記\* : STS410 相当

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

|           |   |               |
|-----------|---|---------------|
| 原子炉格納容器内圧 | P | 854kPa (SA 後) |
| 温度        | T | 200°C (SA 後)  |

注：重大事故等時においては，サブプレッションチェンバスプレイ管の最高使用圧力（3.73MPa）を用いて評価する。

#### 4.3 計算方法

サブプレッションチェンバスプレイ管の応力評価点は，サブプレッションチェンバスプレイ管を構成する各部材において，発生応力が最も大きくなる箇所とする。選定した応力評価点を表 4-6 に示す。

応力計算方法は既工認から変化はなく，6. 参照図書(1)に示すとおりである。

評価の概要を以下に示す。

評価点 15, 26, 49, 2034 は既工認の各荷重による応力を応力係数比倍し評価する。

表 4-6 応力評価点

| 応力評価点番号* | 応力評価点 |
|----------|-------|
| 15       | スプレイ管 |
| 26       | ティー部  |
| 49       | スプレイ管 |
| 2034     | コーナ部  |

注記\*：応力評価点番号については，図 3-1 参照。

#### 4.4 計算条件

応力評価に用いる荷重を，「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す。

#### 4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

サブプレッションチェンバスプレイ管の重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容応力を満足している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 及び表 5-2 に示す。



表 5-1 告示第 5 0 1 号に基づく重大事故等時に対する評価結果 (P + D)

| 評価対象設備                   | 評価部位 |       | 応力分類 | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|--------------------------|------|-------|------|--------|------|----|----|
|                          |      |       |      | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|                          |      |       |      | MPa    | MPa  |    |    |
| サプレッション<br>チェンバ<br>スプレイ管 | 15   | スプレイ管 | 一次応力 | 25     | 102  | ○  |    |
|                          | 26   | ティー部  | 一次応力 | 29     | 102  | ○  |    |
|                          | 49   | スプレイ管 | 一次応力 | 42     | 102  | ○  |    |
|                          | 2034 | コーナ部  | 一次応力 | 31     | 102  | ○  |    |

表 5-2 設計・建設規格に基づく重大事故等時に対する評価結果 (P + D)

| 評価対象設備                   | 評価部位 |       | 応力分類 | 重大事故等時 |      | 判定 | 備考 |
|--------------------------|------|-------|------|--------|------|----|----|
|                          |      |       |      | 算出応力   | 許容応力 |    |    |
|                          |      |       |      | MPa    | MPa  |    |    |
| サプレッション<br>チェンバ<br>スプレイ管 | 15   | スプレイ管 | 一次応力 | 25     | 154  | ○  |    |
|                          | 26   | ティー部  | 一次応力 | 29     | 154  | ○  |    |
|                          | 49   | スプレイ管 | 一次応力 | 42     | 154  | ○  |    |
|                          | 2034 | コーナ部  | 一次応力 | 31     | 154  | ○  |    |

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書

IV-3-1-3-7「サプレッションチェンバースプレイ管の強度計算書」

VI-3-3-6-2-7-2 原子炉格納容器下部注水系の強度計算書

目 次

VI-3-3-6-2-7-2-1 管の強度計算書（原子炉格納容器下部注水系）

VI-3-3-6-2-7-2-1 管の強度計算書（原子炉格納容器下部注水系）

## 目 次

VI-3-3-6-2-7-2-1-1 管の基本板厚計算書（原子炉格納容器下部注水系）

VI-3-3-6-2-7-2-1-2 管の応力計算書（原子炉格納容器下部注水系）

VI-3-3-6-2-7-2-1-1 管の基本板厚計算書（原子炉格納容器下部注水系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。





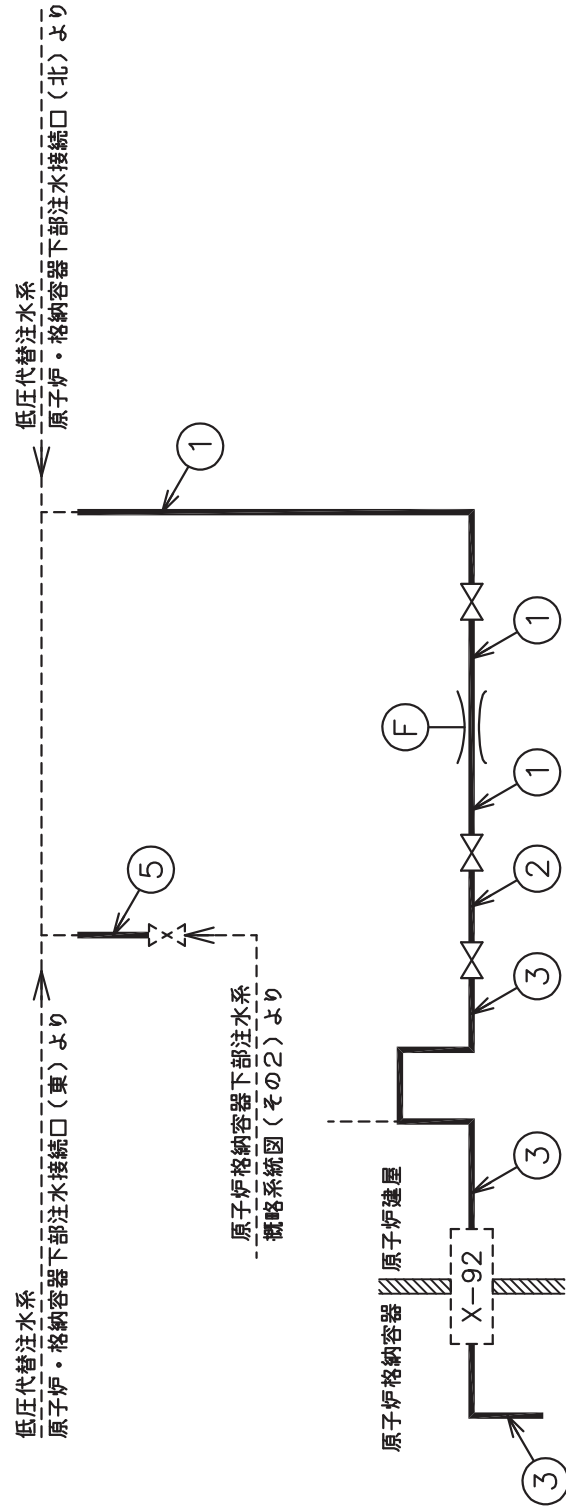
・適用規格の選定

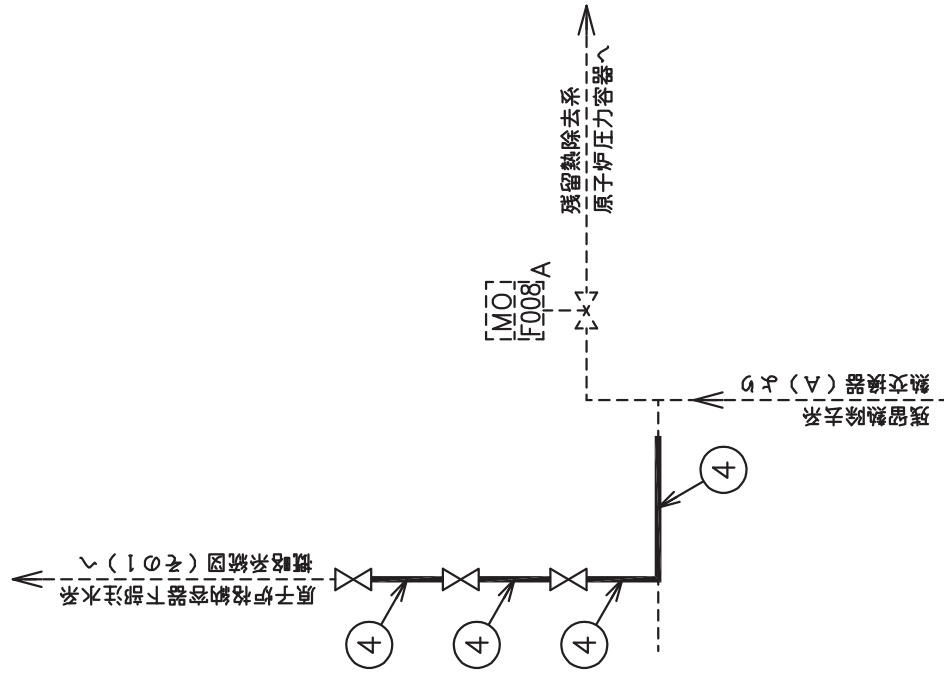
| 管No. | 評価項目   | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |

目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 3 |

1. 概略系統図





原子炉格納容器下部注水系統概略図(その2)

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料             | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 1.37                 | 66                 | 114.30                        | 6.00         | STS410          | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 5.25                   | 0.76      | C      | 3.40                   |
| 2   | 1.37                 | 200                | 114.30                        | 6.00         | STS410          | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 5.25                   | 0.76      | C      | 3.40                   |
| 3   | 0.854                | 200                | 114.30                        | 6.00         | STS410          | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 5.25                   | 0.48      | C      | 3.40                   |
| 4   | 3.73                 | 186                | 165.20                        | 7.10         | STS42<br>STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 2.95      | C      | 3.80                   |
| 5   | 1.37                 | 66                 | 165.20                        | 7.10         | STS410          | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 1.10      | C      | 3.80                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

VI-3-3-6-2-7-2-1-2 管の応力計算書  
(原子炉格納容器下部注水系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。





## 重大事故等対処設備

## 目次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 概要                    | 1  |
| 2. 概略系統図及び鳥瞰図            | 2  |
| 2.1 概略系統図                | 2  |
| 2.2 鳥瞰図                  | 7  |
| 3. 計算条件                  | 14 |
| 3.1 設計条件                 | 14 |
| 3.2 材料及び許容応力             | 20 |
| 4. 評価結果                  | 21 |
| 5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 | 22 |

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。






### (1) 管

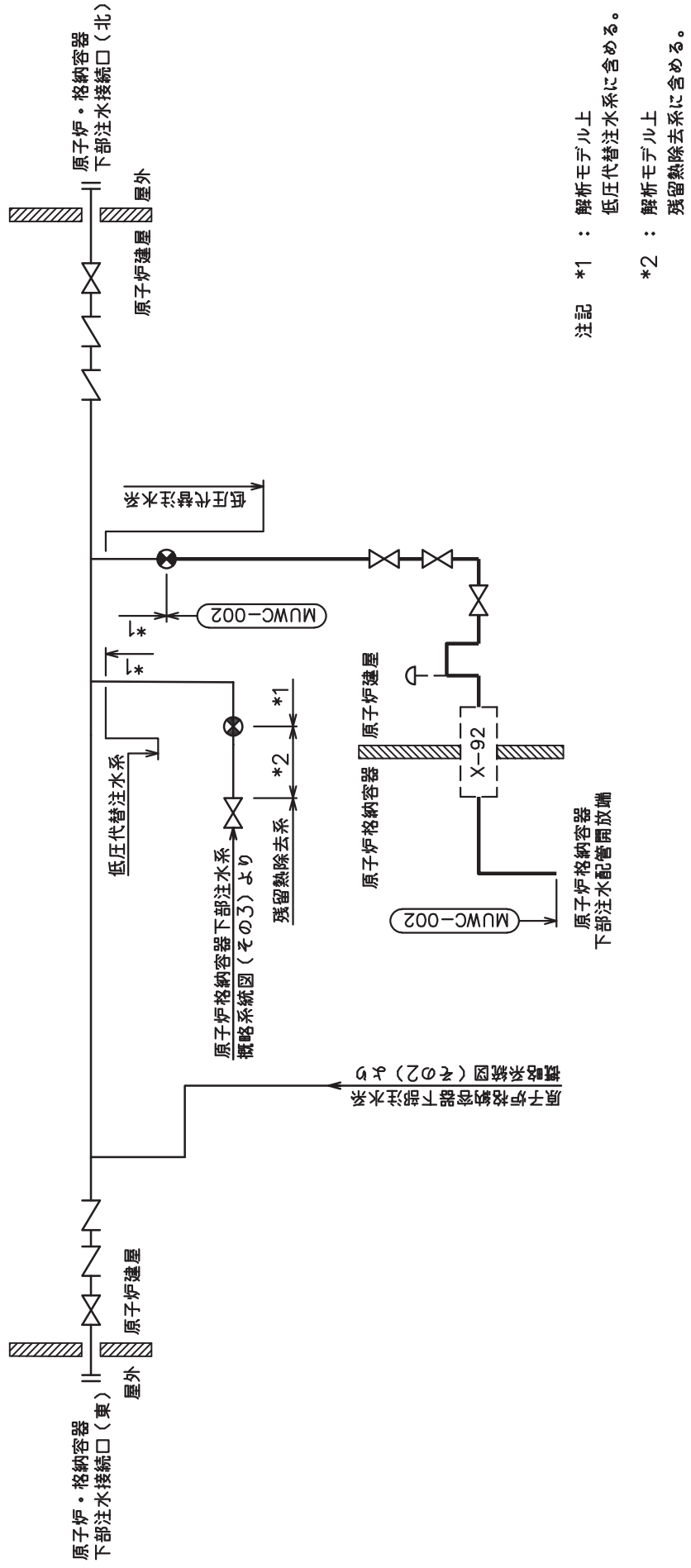
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全1モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

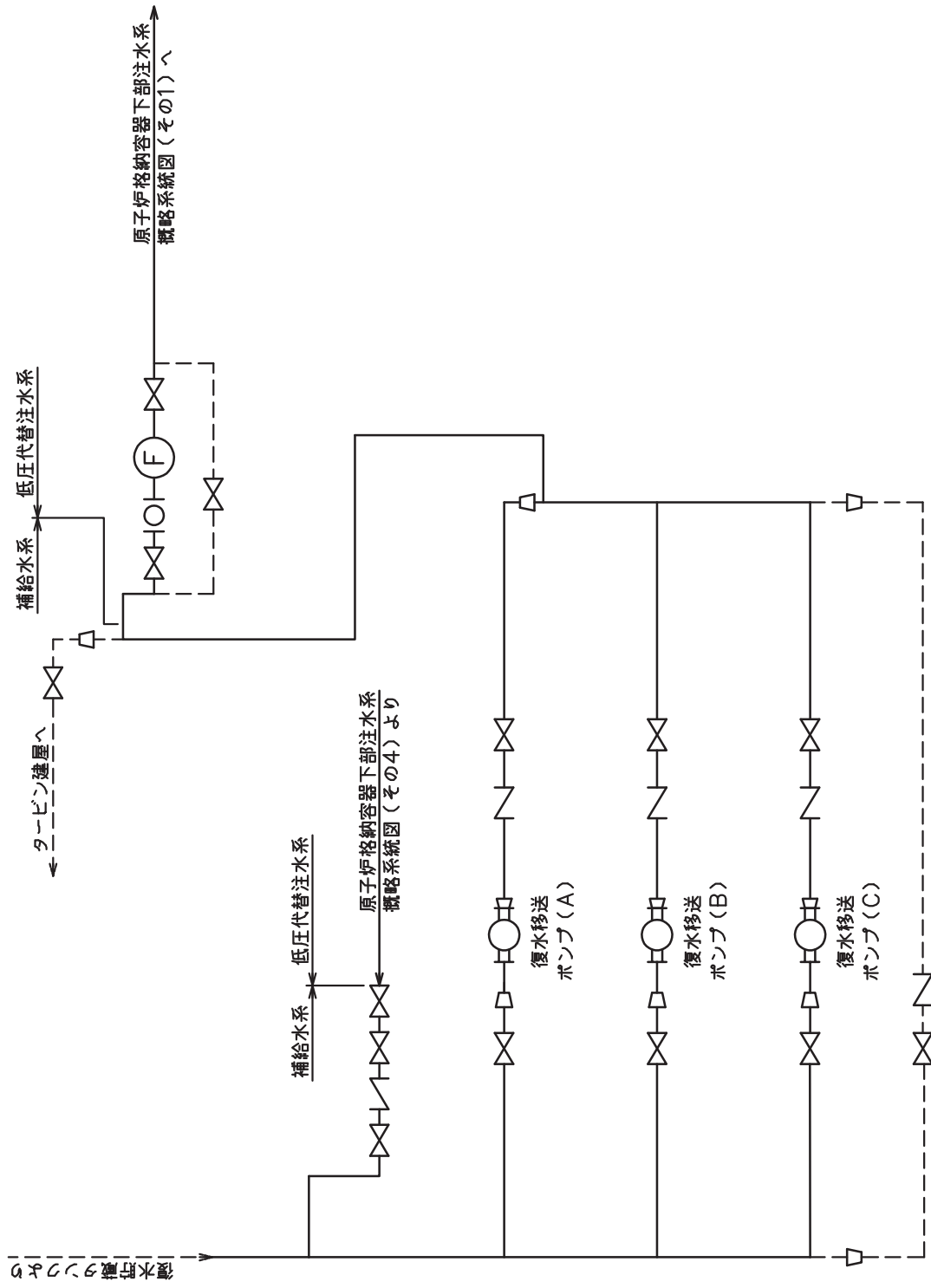
2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

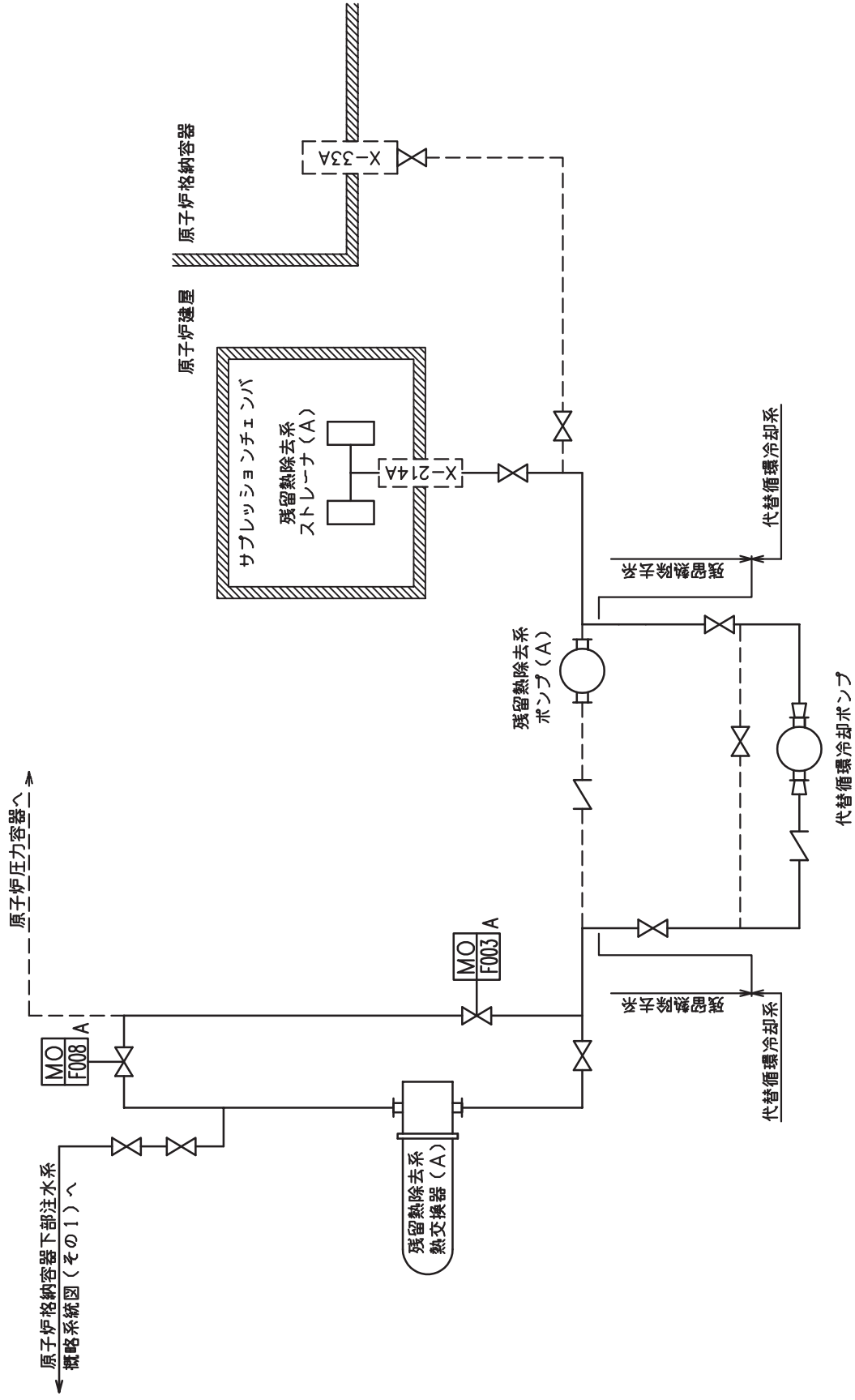
| 記号   | 内容   |
|--|--|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                             |
|  (細線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管                    |
|  (破線) | 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管 |
|     | 鳥瞰図番号  |
|     | アンカ  |



原子炉格納容器下部注水系概略系統図(その1)

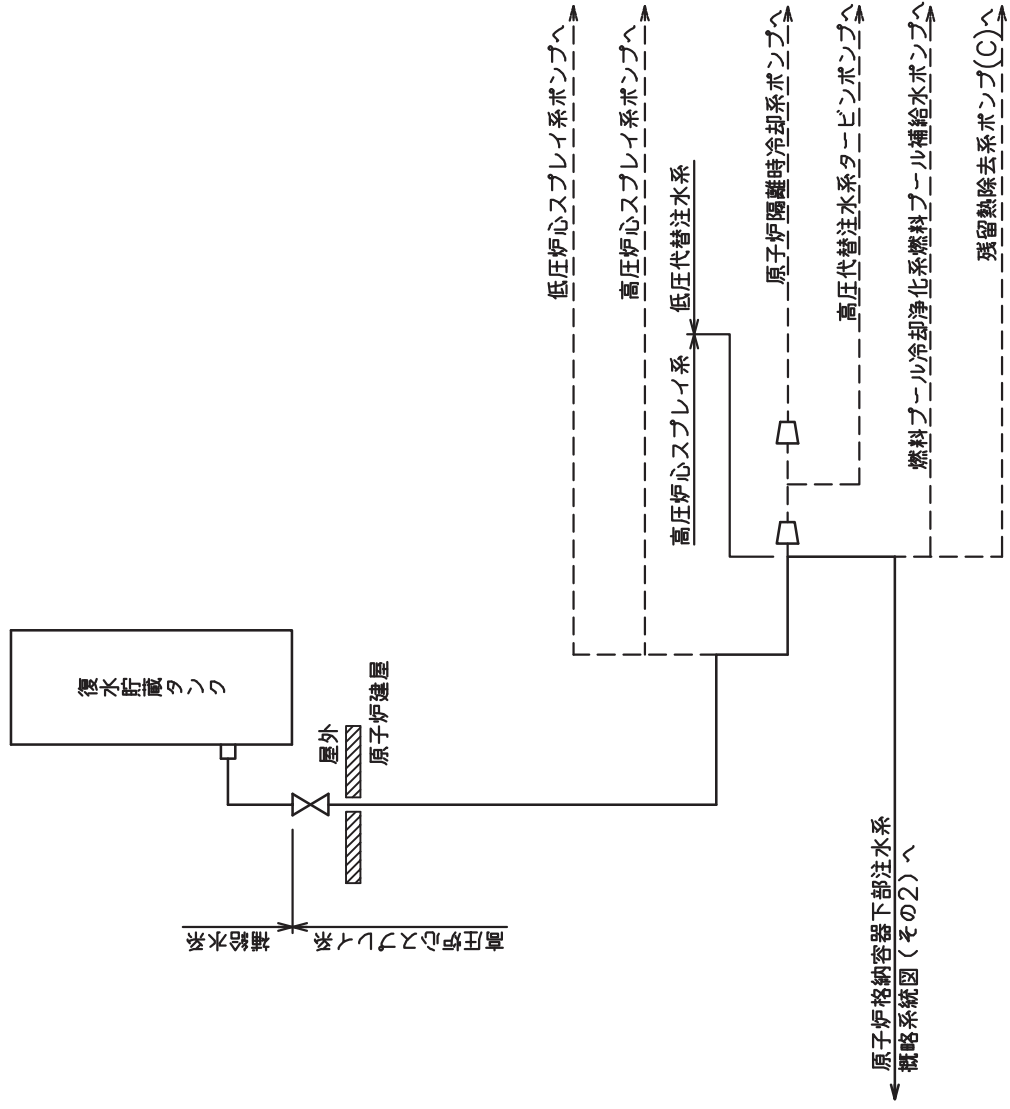


原子炉格納容器下部注水系概略系統図(その2)



原子炉格納容器下部注水系概略系統図(その3)


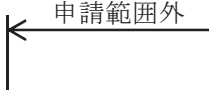


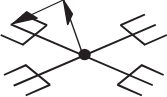
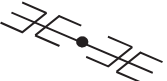




原子炉格納容器下部注水系概略系統図(その4)

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

| 記号  | 内容  |
|---|---|
|    | <p>工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管</p>   |
|    | <p>工事計画記載範囲外の管</p>  |
|    | <p>質点</p>   |
|    | <p>アンカ</p>  |
|  | <p>レストレイント<br/>                     (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p> |
|  | <p>スナップ</p>   |

鳥瞰図 MUWC-002-1/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 MUWC-002-2/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 MUWC-002-3/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 MUWC-002-4/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 | MUWC-002-5/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 MUWC-002-6/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



### 3. 計算条件

#### 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MUWC-002

| 管名称 | 最高使用圧力<br>(MPa)      | 最高使用温度<br>(°C) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 材料     |
|-----|----------------------|----------------|------------|------------|--------|
| 1   | 1.37                 | 66             | 114.3      | 6.0        | STS410 |
| 2   | 1.37                 | 200            | 114.3      | 6.0        | STS410 |
| 3   | 854kPa<br>(0.854MPa) | 200            | 114.3      | 6.0        | STS410 |
| 4   | 854kPa<br>(0.854MPa) | 200            | 114.3      | 6.0        | STS410 |
| 5   | 1.37                 | 66             | 114.3      | 6.0        | STS410 |

設計条件

管名称と対応する評価点  
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 MUWC-002

| 管名称 | 対 応 す る 評 価 点 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 1   | 1             | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  |  |
|     | 17            | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  |  |
|     | 32            | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  |  |
|     | 47            | 48  | 49  | 50  | 51  | 52  | 53  |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 2   | 60            | 61  | 62  | 63  | 64  | 65  | 66  | 67  | 68  | 69  |     |     |     |     |     |  |
| 3   | 71            | 72  | 73  | 76  | 77  | 78  | 79  | 80  | 215 | 216 | 217 |     |     |     |     |  |
| 4   | 80            | 81  | 82  | 83  | 88  | 89  | 90  | 91  | 92  | 93  | 94  | 95  | 96  | 97  | 98  |  |
|     | 99            | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 |  |
|     | 114           | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 |  |
|     | 129           | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 |  |
|     | 144           | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 |  |
|     | 159           | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 174 |     |     |     |     |     |  |
| 5   | 53            | 54  | 55  | 56  | 57  | 58  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 MUWC-002

評価点の質量を下表に示す。

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 1   |        | 36  |        | 76  |        | 112 |        | 144 |        |
| 2   |        | 37  |        | 77  |        | 113 |        | 145 |        |
| 3   |        | 38  |        | 78  |        | 114 |        | 146 |        |
| 4   |        | 39  |        | 79  |        | 115 |        | 147 |        |
| 5   |        | 40  |        | 80  |        | 116 |        | 148 |        |
| 6   |        | 41  |        | 81  |        | 117 |        | 149 |        |
| 7   |        | 42  |        | 82  |        | 118 |        | 150 |        |
| 11  |        | 43  |        | 83  |        | 119 |        | 151 |        |
| 12  |        | 44  |        | 88  |        | 120 |        | 152 |        |
| 13  |        | 45  |        | 89  |        | 121 |        | 153 |        |
| 14  |        | 46  |        | 90  |        | 122 |        | 154 |        |
| 15  |        | 47  |        | 91  |        | 123 |        | 155 |        |
| 16  |        | 48  |        | 92  |        | 124 |        | 156 |        |
| 17  |        | 49  |        | 93  |        | 125 |        | 157 |        |
| 18  |        | 50  |        | 94  |        | 126 |        | 158 |        |
| 19  |        | 51  |        | 95  |        | 127 |        | 159 |        |
| 20  |        | 52  |        | 96  |        | 128 |        | 160 |        |
| 21  |        | 53  |        | 97  |        | 129 |        | 161 |        |
| 22  |        | 54  |        | 98  |        | 130 |        | 162 |        |
| 23  |        | 55  |        | 99  |        | 131 |        | 163 |        |
| 24  |        | 56  |        | 100 |        | 132 |        | 164 |        |
| 25  |        | 57  |        | 101 |        | 133 |        | 165 |        |
| 26  |        | 61  |        | 102 |        | 134 |        | 166 |        |
| 27  |        | 62  |        | 103 |        | 135 |        | 167 |        |
| 28  |        | 63  |        | 104 |        | 136 |        | 174 |        |
| 29  |        | 64  |        | 105 |        | 137 |        | 215 |        |
| 30  |        | 65  |        | 106 |        | 138 |        | 216 |        |
| 31  |        | 66  |        | 107 |        | 139 |        | 217 |        |
| 32  |        | 67  |        | 108 |        | 140 |        |     |        |
| 33  |        | 68  |        | 109 |        | 141 |        |     |        |
| 34  |        | 72  |        | 110 |        | 142 |        |     |        |
| 35  |        | 73  |        | 111 |        | 143 |        |     |        |

弁部の質量を下表に示す。

| 弁 1 |        | 弁 2 |        | 弁 3 |        |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
| 8   |        | 58  |        | 69  |        |
| 9   |        | 59  |        | 70  |        |
| 10  |        | 60  |        | 71  |        |
|     |        | 168 |        | 170 |        |
|     |        | 169 |        | 171 |        |

弁部の寸法を下表に示す。

| 弁NO. | 評価点 | 外径(mm) | 厚さ(mm) | 長さ(mm) |
|------|-----|--------|--------|--------|
| 弁1   | 9   |        |        |        |
| 弁2   | 59  |        |        |        |
| 弁3   | 70  |        |        |        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MUWC-002

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号     | 各軸方向ばね定数(N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) |   |   |
|-----------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
|           | X              | Y | Z | X                    | Y | Z |
| 1         |                |   |   |                      |   |   |
| 4         |                |   |   |                      |   |   |
| 6         |                |   |   |                      |   |   |
| 11        |                |   |   |                      |   |   |
| ** 11 **  |                |   |   |                      |   |   |
| 17        |                |   |   |                      |   |   |
| ** 17 **  |                |   |   |                      |   |   |
| ** 20 **  |                |   |   |                      |   |   |
| 25        |                |   |   |                      |   |   |
| 28        |                |   |   |                      |   |   |
| 33        |                |   |   |                      |   |   |
| 38        |                |   |   |                      |   |   |
| 43        |                |   |   |                      |   |   |
| 46        |                |   |   |                      |   |   |
| 48        |                |   |   |                      |   |   |
| 53        |                |   |   |                      |   |   |
| 61        |                |   |   |                      |   |   |
| 64        |                |   |   |                      |   |   |
| ** 68 **  |                |   |   |                      |   |   |
| 73        |                |   |   |                      |   |   |
| 77        |                |   |   |                      |   |   |
| 89        |                |   |   |                      |   |   |
| 99        |                |   |   |                      |   |   |
| ** 99 **  |                |   |   |                      |   |   |
| 103       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 103 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 105       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 105 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 109       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 109 ** |                |   |   |                      |   |   |



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MUWC-002

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号     | 各軸方向ばね定数(N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) |   |   |
|-----------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
|           | X              | Y | Z | X                    | Y | Z |
| 112       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 112 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 115       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 115 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 120       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 120 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 123       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 123 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 131       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 131 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 138       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 138 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 140       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 140 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 143       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 143 ** |                |   |   |                      |   |   |
| ** 146 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 149       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 152 ** |                |   |   |                      |   |   |
| ** 154 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 157       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 157 ** |                |   |   |                      |   |   |



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MUWC-002

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号     | 各軸方向ばね定数(N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) |   |   |
|-----------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
|           | X              | Y | Z | X                    | Y | Z |
| ** 160 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 163       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 163 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 165       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 165 ** |                |   |   |                      |   |   |
| ** 169 ** |                |   |   |                      |   |   |
| ** 171 ** |                |   |   |                      |   |   |
| ** 172 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 172       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 172 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 174       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 174 ** |                |   |   |                      |   |   |



O 2 ③ VI-3-3-6-2-7-2-1-2(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

| 材料     | 最高使用温度<br>(°C) | 許容応力<br>(MPa)  |
|--------|----------------|----------------|
|        |                | S <sub>h</sub> |
| STS410 | 66             | 103            |
|        | 200            | 103            |

4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管  
設計・建設規格 PPC-3500による評価結果

| 鳥瞰図      | 最大応力<br>評価点 | 最大応力<br>区分* | 一次応力評価<br>(MPa) |          |
|----------|-------------|-------------|-----------------|----------|
|          |             |             | 計算応力            | 許容応力     |
| MUWC-002 | 62          | S p r m (1) | S p r m (1)     | 1. 5・S h |
|          | 62          | S p r m (2) | S p r m (2)     | 1. 8・S h |
|          |             |             | 39              | 154      |
|          |             |             | 39              | 185      |

注記 \* : S p r m (1), S p r m (2)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3520(1), (2)に基づき計算した一次応力を示す。



5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル    | 供用状態 (E) *1 |            |            |      | 供用状態 (E) *2 |     |            |            |      |    |
|-----|----------|-------------|------------|------------|------|-------------|-----|------------|------------|------|----|
|     |          | 一次応力        |            |            |      | 一次応力        |     |            |            |      |    |
|     |          | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表          | 評価点 | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 |
| 1   | MUWC-002 | 62          | 39         | 154        | 3.94 | ○           | 62  | 39         | 185        | 4.74 | ○  |

注記\*1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

VI-3-3-6-2-7-3 原子炉格納容器代替スプレイ冷却系の強度計算書

目 次

VI-3-3-6-2-7-3-1 管の強度計算書（原子炉格納容器代替スプレイ冷却系）

VI-3-3-6-2-7-3-1 管の強度計算書（原子炉格納容器代替スプレイ冷却系）

## 目 次

VI-3-3-6-2-7-3-1-1 管の基本板厚計算書（原子炉格納容器代替スプレイ冷却系）

VI-3-3-6-2-7-3-1-2 管の応力計算書（原子炉格納容器代替スプレイ冷却系）

VI-3-3-6-2-7-3-1-1 管の基本板厚計算書  
(原子炉格納容器代替スプレイ冷却系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |      |   |      | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分        | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |         |      |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|------|---|------|----------------------------|--------------|-------------|-----------------|-----------|---------|------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件 |   | SA条件 |                            |              |             |                 |           |         |      |
|      |                |   |                   |                  |           |           |                  |      |   |      |                            |              |             |                 |           |         |      |
| 1    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | —                | —    | — | —    | 圧力<br>(MPa)                | 温度<br>(°C)   | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C)      | —         | 設計・建設規格 | SA-2 |
| 2    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | —                | —    | — | —    | —                          | —            | 3.73        | 186             | —         | 設計・建設規格 | SA-2 |



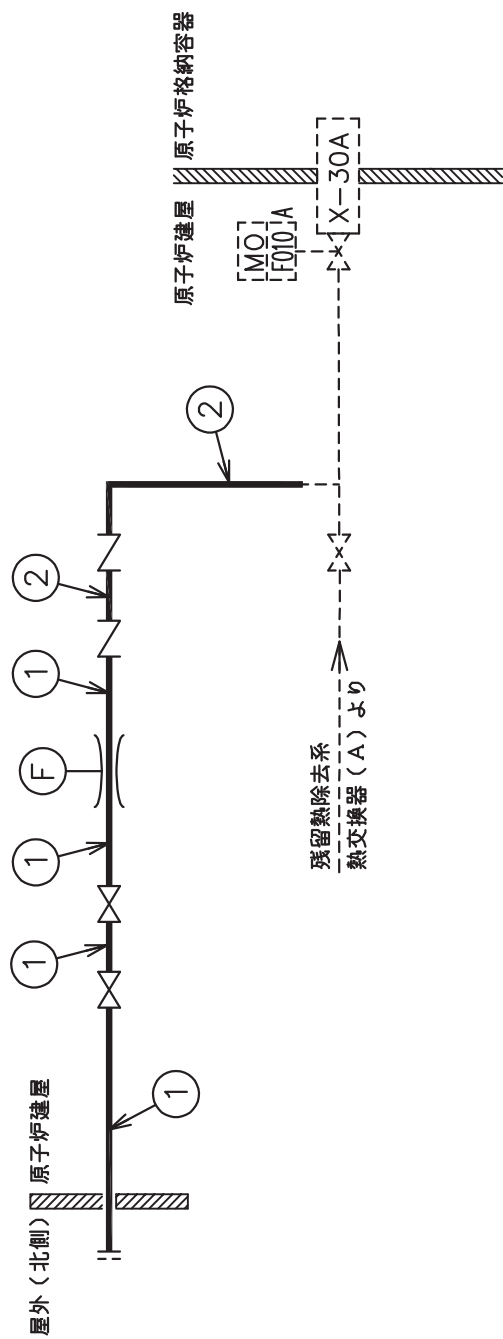
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分    | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|---------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |

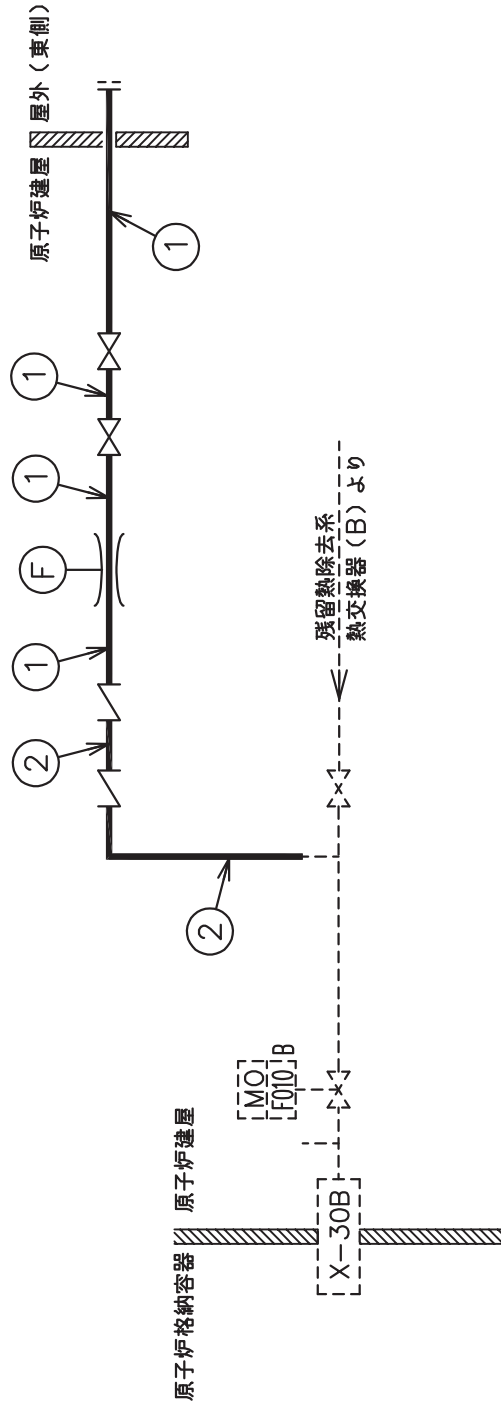
目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 3 |

1. 概略系統図



原子炉格納容器代替スプレイ冷却系概略系統図(その1)



原子炉格納容器代替スプレイ冷却系概略系統図(その2)

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|--------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 1.37                 | 60                     | 165.20                        | 7.10         | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 1.10      | C      | 3.80                   |
| 2   | 3.73                 | 186                    | 165.20                        | 7.10         | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 2.95      | C      | 3.80                   |

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>, よって十分である。

VI-3-3-6-2-7-3-1-2 管の応力計算書  
(原子炉格納容器代替スプレイ冷却系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。





## 重大事故等対処設備

## 目次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 概要                    | 1  |
| 2. 概略系統図及び鳥瞰図            | 2  |
| 2.1 概略系統図                | 2  |
| 2.2 鳥瞰図                  | 7  |
| 3. 計算条件                  | 12 |
| 3.1 設計条件                 | 12 |
| 3.2 材料及び許容応力             | 17 |
| 4. 評価結果                  | 18 |
| 5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 | 19 |

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。






### (1) 管

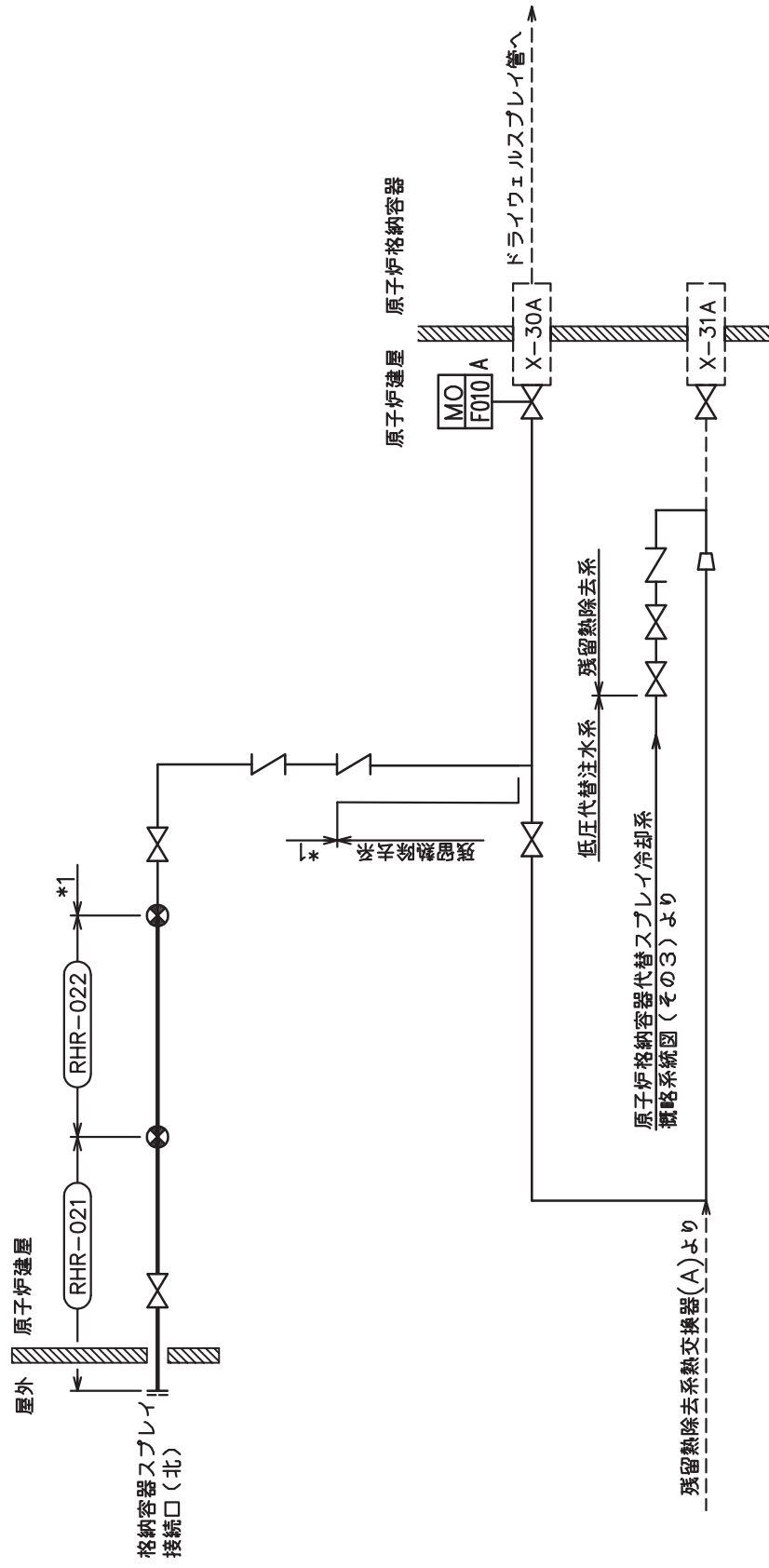
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

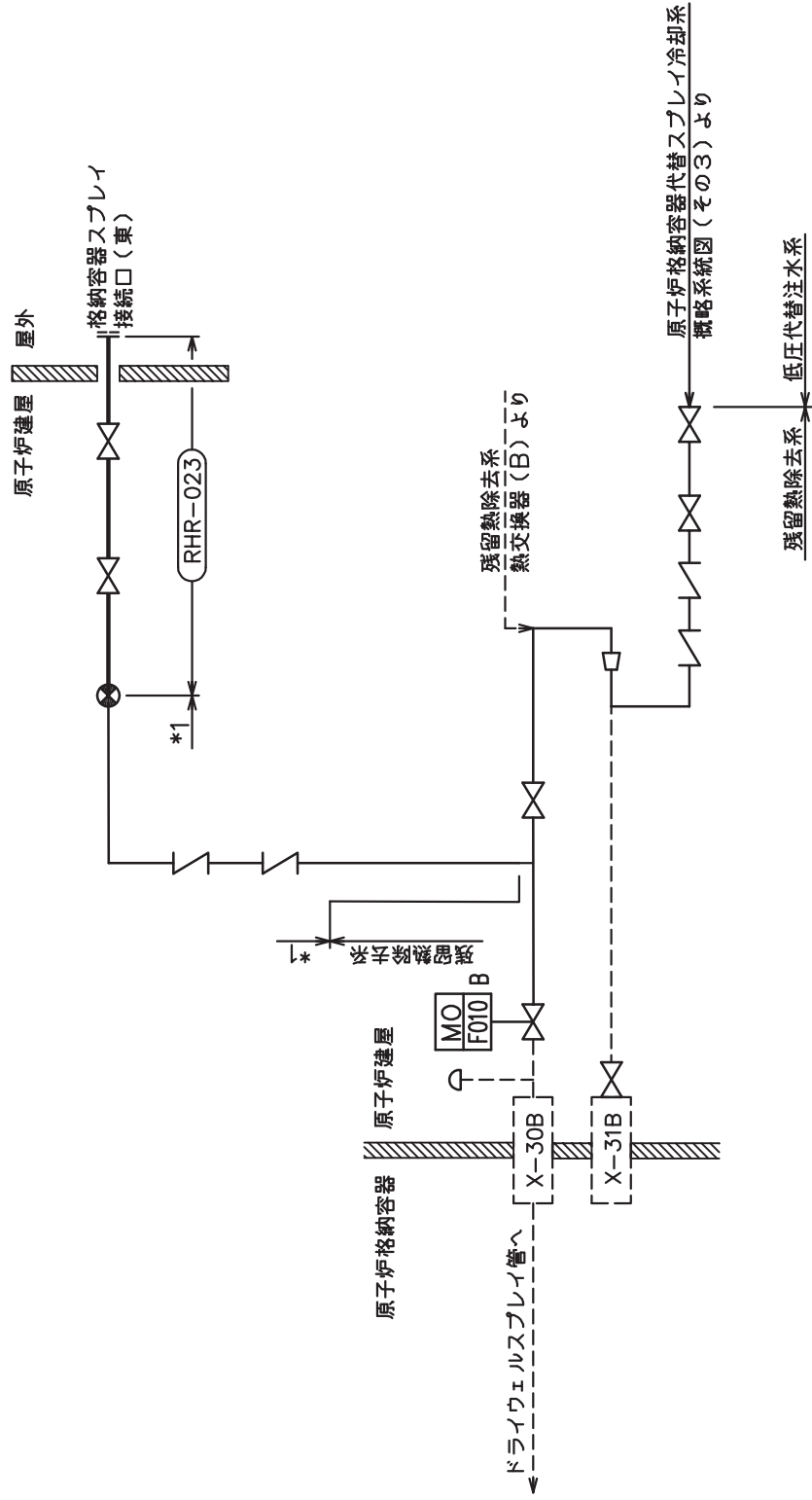
概略系統図記号凡例

| 記号   | 内容   |
|--|--|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                             |
|  (細線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管                    |
|  (破線) | 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管 |
|     | 鳥瞰図番号  |
|     | アンカ  |



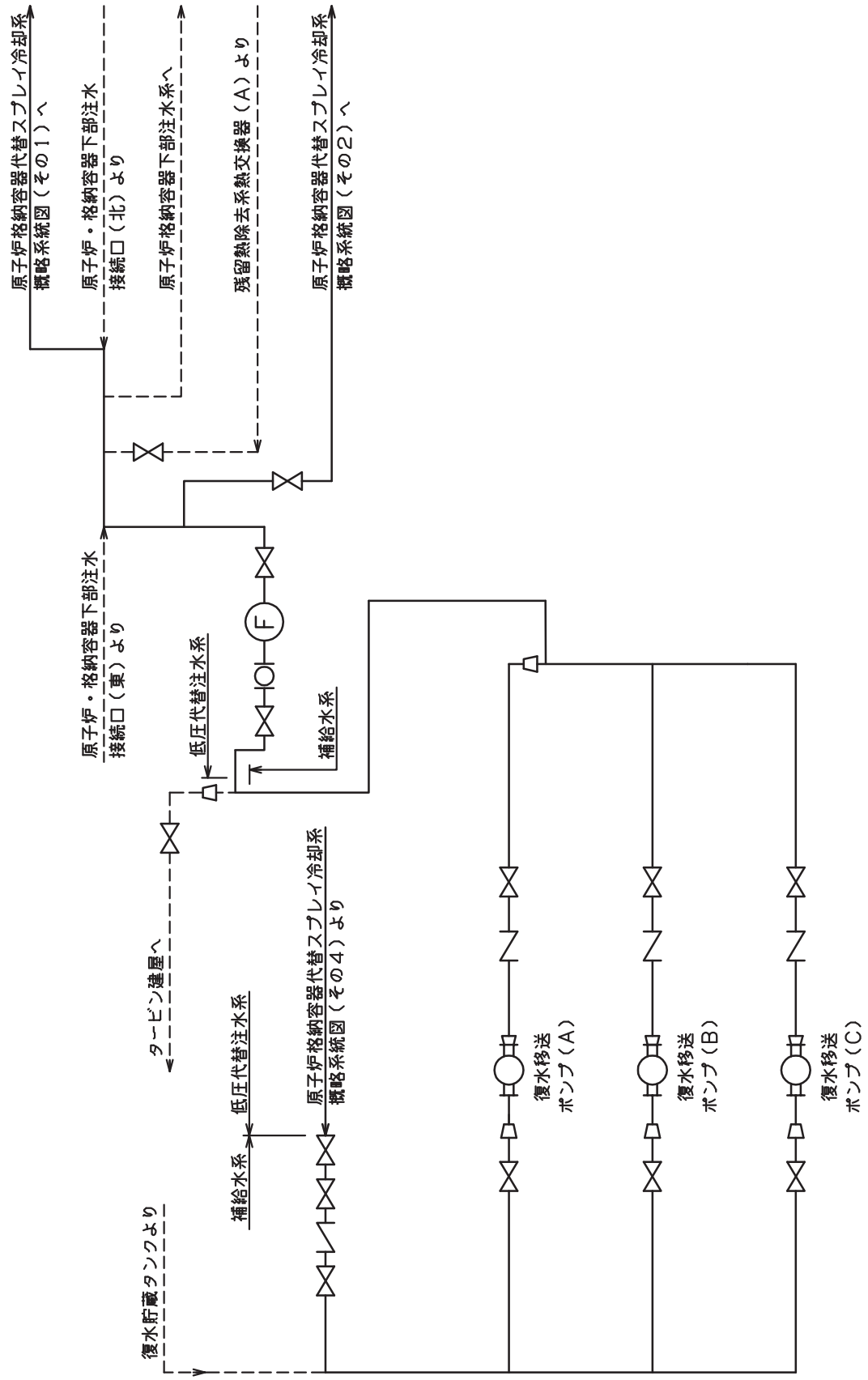
注記 \*1: 解析モデル上  
残留熱除去系に含める。

原子炉格納容器代替スプレー冷却系概略系統図(その1)

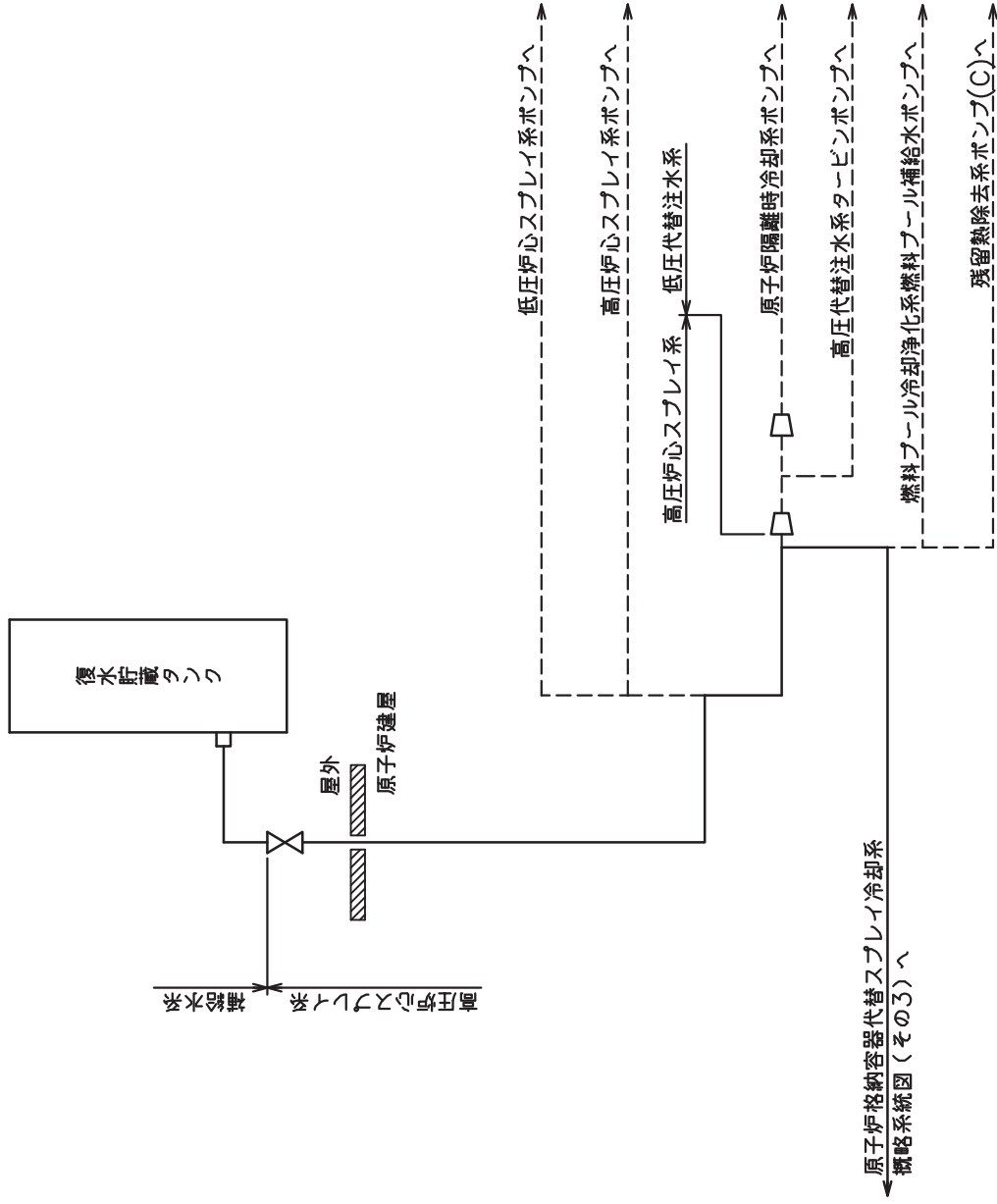


注記 \*1: 解析モデル上  
残留熱除去系に含める。

原子炉格納容器代替スプレー冷却系概略系統図 (その2)



原子炉格子容器代替スプレイ冷却系概略系統図(その3)




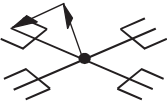


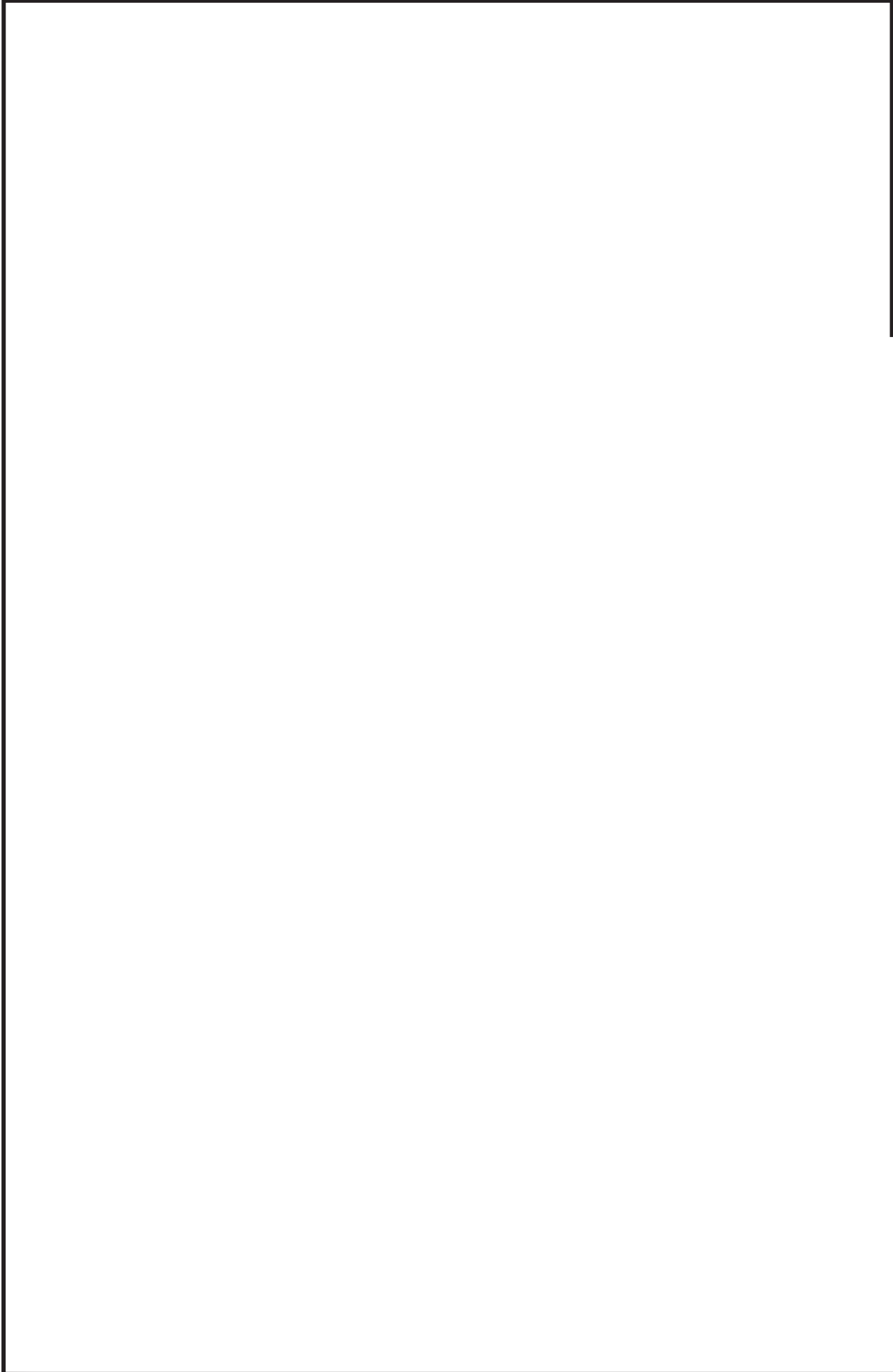
原子炉格納容器代替スプレイ冷却系概略系統図(その4)



## 2.2 鳥瞰図

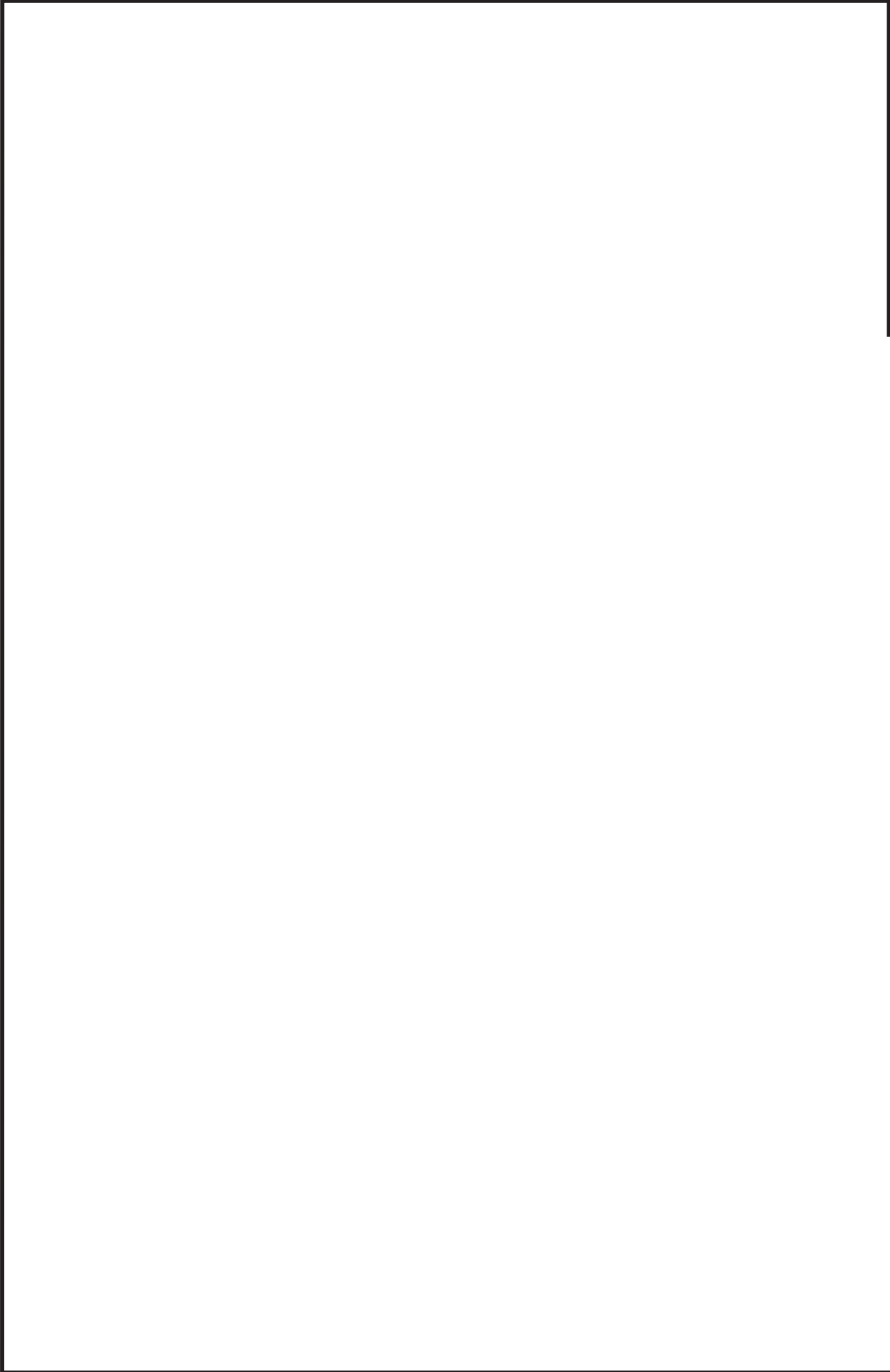
### 鳥瞰図記号凡例

| 記号   | 内容  |
|--|---|
|   | <p>工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管</p>                     |
|   | <p>質点</p>   |
|   | <p>アンカ</p>  |
|  | <p>レストレイント<br/>(矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。)</p> |



鳥瞰図 RHR-021-1/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

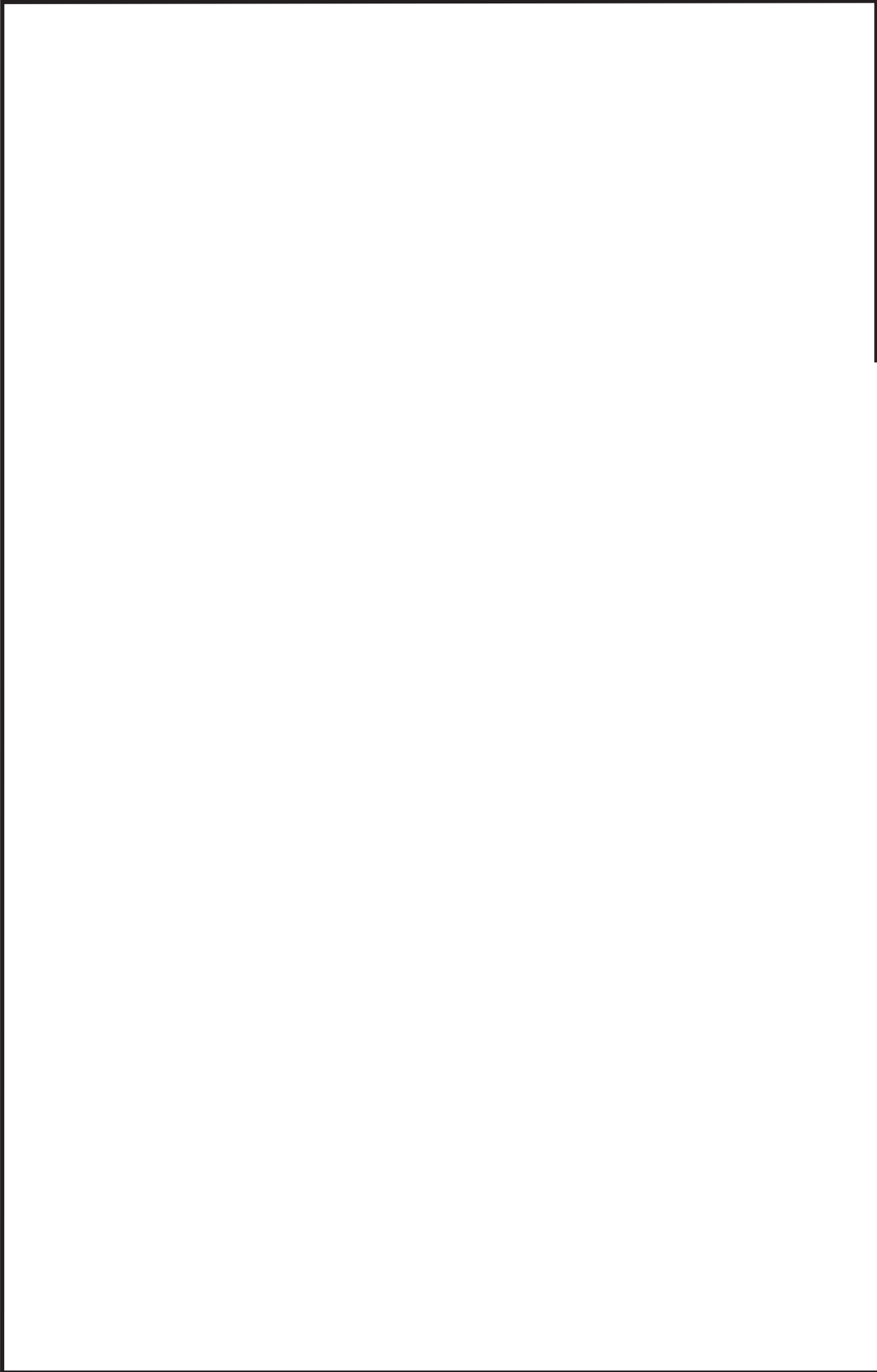


鳥瞰図 RHR-021-2/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 RHR-021-3/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-021-4/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3. 計算条件

#### 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 R H R - 0 2 1

| 管名称 | 最高使用圧力<br>(MPa) | 最高使用温度<br>(°C) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 材料     |
|-----|-----------------|----------------|------------|------------|--------|
| 1   | 1.37            | 60             | 165.2      | 7.1        | STS410 |
| 2   | 1.37            | 60             | 165.2      | 7.1        | STS410 |

設計条件

管名称と対応する評価点  
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 RHR-021

| 管名称 | 対 応 す る 評 価 点 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|-----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 1   | 1             | 2   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 2   | 2             | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 15  | 16  | 17  |  |
|     | 18            | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  | 32  |  |
|     | 33            | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  |  |
|     | 48            | 49  | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  | 58  | 59  | 60  | 61  | 62  |  |
|     | 63            | 64  | 65  | 66  | 67  | 68  | 69  | 70  | 71  | 72  | 73  | 74  | 75  | 76  | 77  |  |
|     | 78            | 79  | 80  | 81  | 82  | 83  | 84  | 85  | 86  | 87  | 88  | 89  | 90  | 91  | 92  |  |
|     | 93            | 94  | 95  | 96  | 97  | 98  | 99  | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 |  |
|     | 108           | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 |  |
|     | 123           | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 |  |
|     | 138           | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 |     |     |     |     |     |  |

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 RHR-021

評価点の質量を下表に示す。

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 1   |        | 33  |        | 62  |        | 91  |        | 120 |        |
| 2   |        | 34  |        | 63  |        | 92  |        | 121 |        |
| 3   |        | 35  |        | 64  |        | 93  |        | 122 |        |
| 4   |        | 36  |        | 65  |        | 94  |        | 123 |        |
| 5   |        | 37  |        | 66  |        | 95  |        | 124 |        |
| 6   |        | 38  |        | 67  |        | 96  |        | 125 |        |
| 7   |        | 39  |        | 68  |        | 97  |        | 126 |        |
| 8   |        | 40  |        | 69  |        | 98  |        | 127 |        |
| 9   |        | 41  |        | 70  |        | 99  |        | 128 |        |
| 10  |        | 42  |        | 71  |        | 100 |        | 129 |        |
| 11  |        | 43  |        | 72  |        | 101 |        | 130 |        |
| 12  |        | 44  |        | 73  |        | 102 |        | 131 |        |
| 16  |        | 45  |        | 74  |        | 103 |        | 132 |        |
| 17  |        | 46  |        | 75  |        | 104 |        | 133 |        |
| 18  |        | 47  |        | 76  |        | 105 |        | 134 |        |
| 19  |        | 48  |        | 77  |        | 106 |        | 135 |        |
| 20  |        | 49  |        | 78  |        | 107 |        | 136 |        |
| 21  |        | 50  |        | 79  |        | 108 |        | 137 |        |
| 22  |        | 51  |        | 80  |        | 109 |        | 138 |        |
| 23  |        | 52  |        | 81  |        | 110 |        | 139 |        |
| 24  |        | 53  |        | 82  |        | 111 |        | 140 |        |
| 25  |        | 54  |        | 83  |        | 112 |        | 141 |        |
| 26  |        | 55  |        | 84  |        | 113 |        | 142 |        |
| 27  |        | 56  |        | 85  |        | 114 |        | 143 |        |
| 28  |        | 57  |        | 86  |        | 115 |        | 144 |        |
| 29  |        | 58  |        | 87  |        | 116 |        | 145 |        |
| 30  |        | 59  |        | 88  |        | 117 |        | 146 |        |
| 31  |        | 60  |        | 89  |        | 118 |        | 147 |        |
| 32  |        | 61  |        | 90  |        | 119 |        |     |        |

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

| 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|
| 13  |        |
| 14  |        |
| 15  |        |
| 148 |        |
| 149 |        |

弁部の寸法を下表に示す。

| 弁NO. | 評価点 | 外径(mm) | 厚さ(mm) | 長さ(mm) |
|------|-----|--------|--------|--------|
| 弁1   | 14  |        |        |        |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-021

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号    | 各軸方向ばね定数(N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) |   |   |
|----------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
|          | X              | Y | Z | X                    | Y | Z |
| 2        |                |   |   |                      |   |   |
| 4        |                |   |   |                      |   |   |
| 8        |                |   |   |                      |   |   |
| ** 8 **  |                |   |   |                      |   |   |
| 11       |                |   |   |                      |   |   |
| 17       |                |   |   |                      |   |   |
| 26       |                |   |   |                      |   |   |
| 29       |                |   |   |                      |   |   |
| 31       |                |   |   |                      |   |   |
| 34       |                |   |   |                      |   |   |
| 40       |                |   |   |                      |   |   |
| 42       |                |   |   |                      |   |   |
| 46       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 46 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 53       |                |   |   |                      |   |   |
| 57       |                |   |   |                      |   |   |
| 62       |                |   |   |                      |   |   |
| 65       |                |   |   |                      |   |   |
| 67       |                |   |   |                      |   |   |
| 72       |                |   |   |                      |   |   |
| 75       |                |   |   |                      |   |   |
| 78       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 78 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 81       |                |   |   |                      |   |   |
| 83       |                |   |   |                      |   |   |
| 86       |                |   |   |                      |   |   |
| 89       |                |   |   |                      |   |   |
| 91       |                |   |   |                      |   |   |
| 94       |                |   |   |                      |   |   |
| 99       |                |   |   |                      |   |   |
| 102      |                |   |   |                      |   |   |
| 105      |                |   |   |                      |   |   |
| 108      |                |   |   |                      |   |   |
| 111      |                |   |   |                      |   |   |
| 114      |                |   |   |                      |   |   |
| 116      |                |   |   |                      |   |   |
| 118      |                |   |   |                      |   |   |
| 123      |                |   |   |                      |   |   |
| 129      |                |   |   |                      |   |   |



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-021

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号     | 各軸方向ばね定数(N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) |   |   |
|-----------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
|           | X              | Y | Z | X                    | Y | Z |
| 132       |                |   |   |                      |   |   |
| 134       |                |   |   |                      |   |   |
| 136       |                |   |   |                      |   |   |
| 140       |                |   |   |                      |   |   |
| 142       |                |   |   |                      |   |   |
| 147       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 149 ** |                |   |   |                      |   |   |

02 ③ VI-3-3-6-2-7-3-1-2(重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

| 材料     | 最高使用温度<br>(°C) | 許容応力<br>(MPa)  |
|--------|----------------|----------------|
|        |                | S <sub>h</sub> |
| STS410 | 60             | 103            |

4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管  
設計・建設規格 PPC-3500による評価結果

| 鳥瞰図     | 最大応力<br>評価点 | 最大応力<br>区分* | 一次応力評価<br>(MPa) |          |
|---------|-------------|-------------|-----------------|----------|
|         |             |             | 計算応力            | 許容応力     |
| RHR-021 | 23          | S p r m (1) | S p r m (1)     | 1. 5・S h |
|         | 23          | S p r m (2) | S p r m (2)     | 1. 8・S h |
|         |             |             | 23              | 154      |
|         |             |             | 23              | 185      |

注記 \* : S p r m (1), S p r m (2)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3520(1), (2)に基づき計算した一次応力を示す。

5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル   | 供用状態 (E) *1 |            |            |      |    |     | 供用状態 (E) *2 |            |      |    |
|-----|---------|-------------|------------|------------|------|----|-----|-------------|------------|------|----|
|     |         | 一次応力        |            |            |      |    |     | 一次応力        |            |      |    |
|     |         | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 | 評価点 | 計算応力 (MPa)  | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 |
| 1   | RHR-021 | 23          | 23         | 154        | 6.69 | ○  | 23  | 23          | 185        | 8.04 | ○  |
| 2   | RHR-022 | 57          | 20         | 154        | 7.70 | —  | 57  | 20          | 185        | 9.25 | —  |
| 3   | RHR-023 | 24          | 21         | 154        | 7.33 | —  | 24  | 21          | 185        | 8.80 | —  |

注記\* 1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\* 2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

VI-3-3-6-2-7-4 代替循環冷却系の強度計算書

目 次

- VI-3-3-6-2-7-4-1 代替循環冷却ポンプの強度計算書
- VI-3-3-6-2-7-4-2 管の強度計算書（代替循環冷却系）

VI-3-3-6-2-7-4-1 代替循環冷却ポンプの強度計算書



## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」, 「VI-3-2-10 重大事故等クラス2 ポンプの強度計算方法」及び「VI-3-2-13 重大事故等クラス2 支持構造物（ポンプ）の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

なお、適用規格の選定結果について以下に示す。適用規格の選定に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名       | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |           |
|-----------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|-----------|
|           |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |           | SA 条件       |                            |              |      |                 |           |           |
|           |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |      |                 |           | 温度<br>(℃) |
| 代替循環冷却ポンプ | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —         | 3.73        | 186                        | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |

## 目次

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. 計算条件                 | 1 |
| 1.1 ポンプ形式               | 1 |
| 1.2 計算部位                | 1 |
| 1.3 設計条件                | 2 |
| 2. 強度計算                 | 2 |
| 2.1 ケーシングの厚さ            | 2 |
| 2.2 ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ | 2 |
| 2.3 ケーシングカバーの厚さ         | 3 |
| 2.4 ボルトの平均引張応力          | 3 |
| 2.5 耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ  | 4 |
| 3. 支持構造物の強度計算書          | 5 |

1. 計算条件

1.1 ポンプ形式

ターボポンプであって、ケーシングが軸垂直割りで軸対称であるものに相当する。

1.2 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。

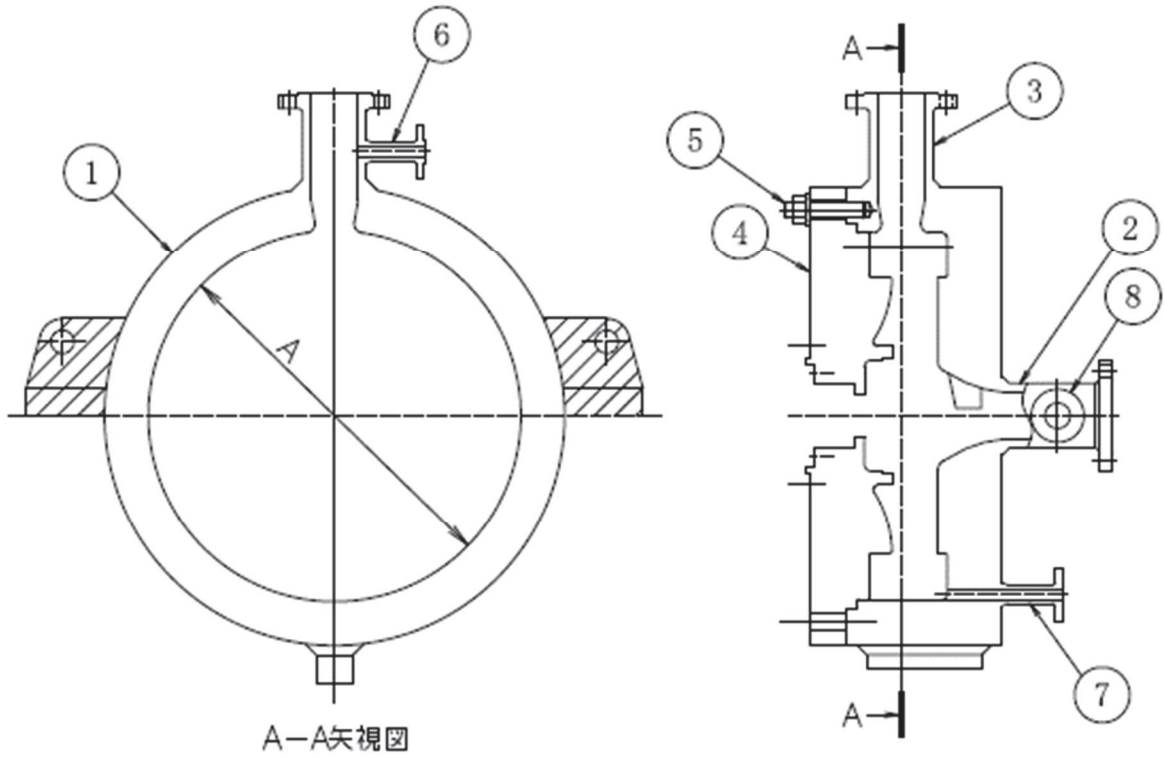


図 1-1 概要図

### 1.3 設計条件

| 設計条件         | 吐出側  | 吸込側  |
|--------------|------|------|
| 最高使用圧力 (MPa) | 3.73 | 1.37 |
| 最高使用温度 (°C)  | 186  | 186  |

## 2. 強度計算

### 2.1 ケーシングの厚さ

設計・建設規格 PMC-3320

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | A<br>(mm) |
|------|----|------------|------------|-----------|
| ①    |    | 3.73       |            |           |

| t<br>(mm) | t <sub>so</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 11.5      |                         |                        |

評価：  $t_s \geq t$ ， よって十分である。

### 2.2 ケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さ

設計・建設規格 PMC-3330

(単位：mm)

| 計算部位 | r <sub>i</sub> | r <sub>m</sub> | ℓ    | t    | t <sub>eo</sub> | t <sub>e</sub> |
|------|----------------|----------------|------|------|-----------------|----------------|
| ②    | 75.5           | 81.3           | 15.3 | 11.5 |                 |                |
| ③    | 51.2           | 57.0           | 12.8 | 11.5 |                 |                |

評価：  $t_\ell \geq t$ ， よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 2.3 ケーシングカバーの厚さ

設計・建設規格 PMC-3410

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | 平板形    |   |
|------|----|------------|------------|--------|---|
|      |    |            |            | d (mm) | K |
| ④    |    | 3.73       |            |        |   |

| t<br>(mm) | t <sub>s o</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|--------------------------|------------------------|
| 62.5      |                          |                        |

評価：  $t_s \geq t$ ， よって十分である。

### 2.4 ボルトの平均引張応力

設計・建設規格 PMC-3510

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S <sub>b</sub><br>(MPa) | d <sub>b</sub><br>(mm) | n | A <sub>b</sub><br>(mm <sup>2</sup> ) |
|------|----|------------|-------------------------|------------------------|---|--------------------------------------|
| ⑤    |    | 3.73       |                         |                        |   |                                      |

| ガスケット材料                          | ガスケット厚さ<br>(mm) | ガスケット<br>座面形状 | G <sub>s</sub><br>(mm) | G<br>(mm) | D <sub>g</sub><br>(mm) |
|----------------------------------|-----------------|---------------|------------------------|-----------|------------------------|
| 渦巻形金属ガスケット<br>(非石綿) (ステンレス<br>鋼) | 4.5             | 1a            |                        |           | —                      |

| H<br>(N) | H <sub>p</sub><br>(N) | W <sub>m1</sub><br>(N) | W <sub>m2</sub><br>(N) | W<br>(N) | σ<br>(MPa) |
|----------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------|------------|
|          |                       |                        |                        |          | 132        |

評価：  $\sigma \leq S_b$ ， よって十分である。

2.5 耐圧部分等のうち管台に係るものの厚さ

設計・建設規格 PMC-3610

| 計算部位 | 材料 | P<br>(MPa) | S<br>(MPa) | D <sub>o</sub><br>(mm) |
|------|----|------------|------------|------------------------|
| ⑥    |    | 3.73       |            |                        |
| ⑦    |    | 3.73       |            |                        |
| ⑧    |    | 1.37       |            |                        |

| 継手の種類 | 放射線透過試験の有無 | $\eta$ |
|-------|------------|--------|
| 継手無し  | —          | 1.00   |
| 継手無し  | —          | 1.00   |
| 継手無し  | —          | 1.00   |

| t<br>(mm) | t <sub>so</sub><br>(mm) | t <sub>s</sub><br>(mm) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 0.6       |                         |                        |
| 0.7       |                         |                        |
| 0.3       |                         |                        |

評価：  $t_s \geq t$ ， よって十分である。

3. 支持構造物の強度計算書

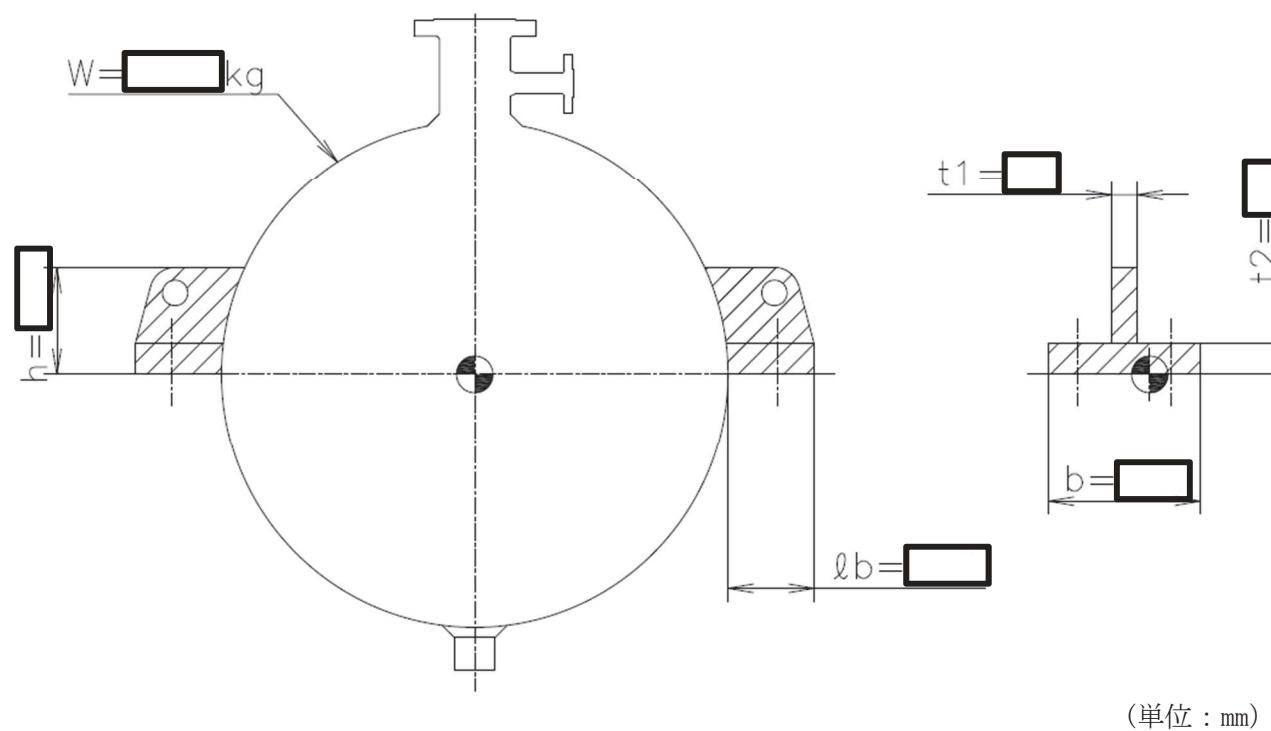
代替循環冷却ポンプ 支持構造物 (凸形)

(1) 一次せん断応力評価

| 種類   | 脚本数 | 材料 | 最高使用温度 (°C) | F 値 (MPa) | 鉛直荷重 $F_c$ (N) | 断面積 $A_s$ (mm <sup>2</sup> ) | 一次せん断応力 $\sigma_s$ (MPa) | 許容せん断応力 $f_s$ (MPa) | 評価                              |
|------|-----|----|-------------|-----------|----------------|------------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------------|
| 取付ラグ | 2   |    | 186         |           |                |                              | 1                        |                     | 計算応力は、許容応力以下であるため、取付ラグの強度は問題ない。 |

(2) 一次曲げ応力評価

| 種類   | 脚本数 | 材料 | 最高使用温度 (°C) | F 値 (MPa) | 鉛直荷重 $F_c$ (N) | 曲げモーメント $M$ (N・mm) | 断面係数 $Z$ (mm <sup>3</sup> ) | 一次曲げ応力 $\sigma_b$ (MPa) | 許容曲げ応力 $f_b$ (MPa) | 評価                              |
|------|-----|----|-------------|-----------|----------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------------|
| 取付ラグ | 2   |    | 186         |           |                |                    |                             | 3                       |                    | 計算応力は、許容応力以下であるため、取付ラグの強度は問題ない。 |



【代替循環冷却ポンプ 支持構造物の強度計算説明図】



VI-3-3-6-2-7-4-2 管の強度計算書（代替循環冷却系）

## 目 次

VI-3-3-6-2-7-4-2-1 管の基本板厚計算書（代替循環冷却系）

VI-3-3-6-2-7-4-2-2 管の応力計算書（代替循環冷却系）

VI-3-3-6-2-7-4-2-1 管の基本板厚計算書（代替循環冷却系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。



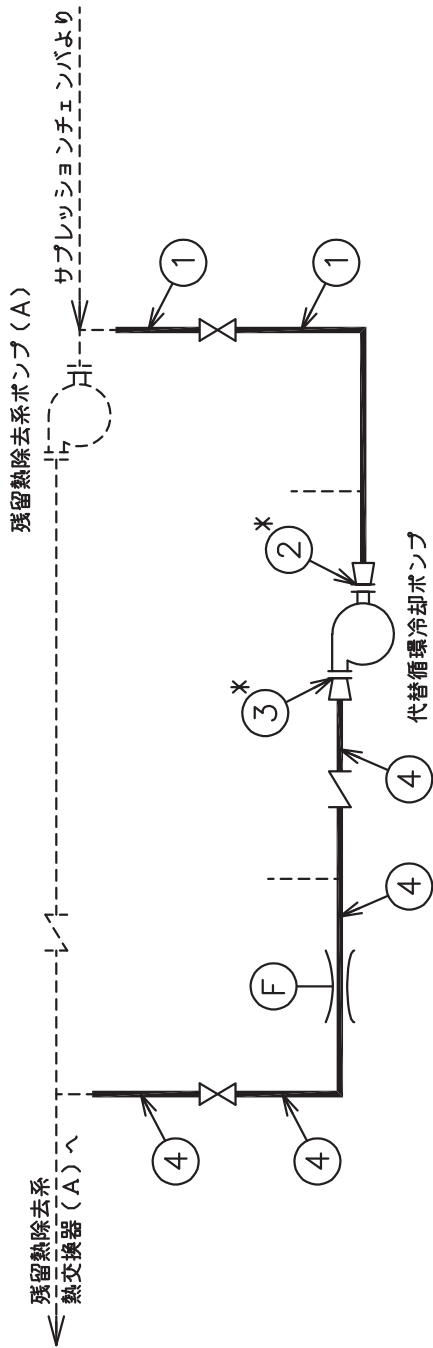
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分    | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|---------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |

目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 2 |

1. 概略系統図



代替循環冷却系概略系統図



2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|--------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 1.37                 | 186                | 267.40                       | 9.30         | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 8.13                   | 1.77      | C      | 3.80                   |
| 2   | 1.37                 | 186                | 165.20                       | 7.10         | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 1.10      | C      | 3.80                   |
| 3   | 3.73                 | 186                | 114.30                       | 6.00         | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 5.25                   | 2.04      | C      | 3.40                   |
| 4   | 3.73                 | 186                | 165.20                       | 7.10         | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 6.21                   | 2.95      | C      | 3.80                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

VI-3-3-6-2-7-4-2-2 管の応力計算書  
(代替循環冷却系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。



## 重大事故等対処設備

## 目次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 概要                    | 1  |
| 2. 概略系統図及び鳥瞰図            | 2  |
| 2.1 概略系統図                | 2  |
| 2.2 鳥瞰図                  | 5  |
| 3. 計算条件                  | 9  |
| 3.1 設計条件                 | 9  |
| 3.2 材料及び許容応力             | 13 |
| 4. 評価結果                  | 14 |
| 5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 | 15 |

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。






### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全1モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

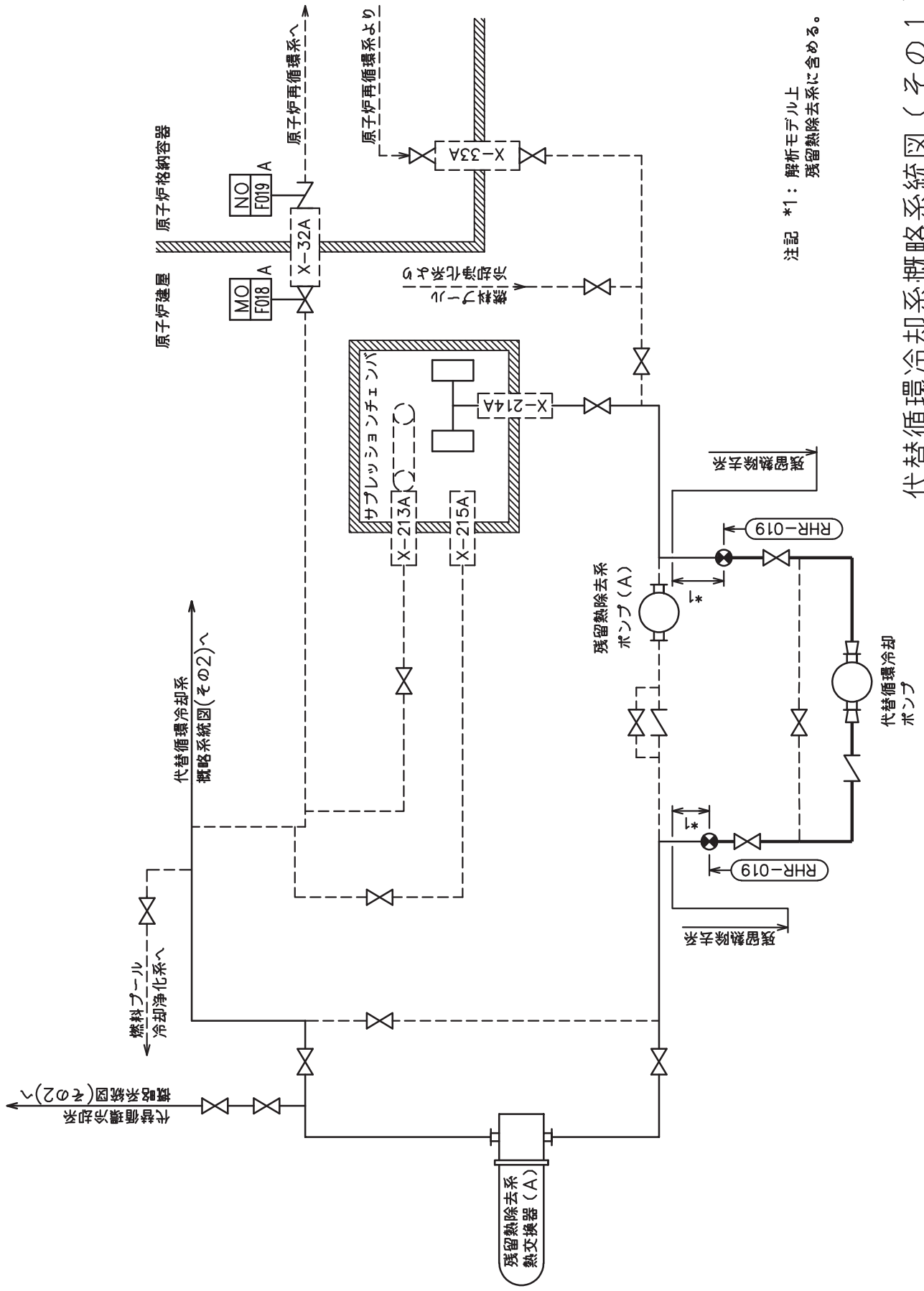
## 2. 概略系統図及び鳥瞰図

### 2.1 概略系統図

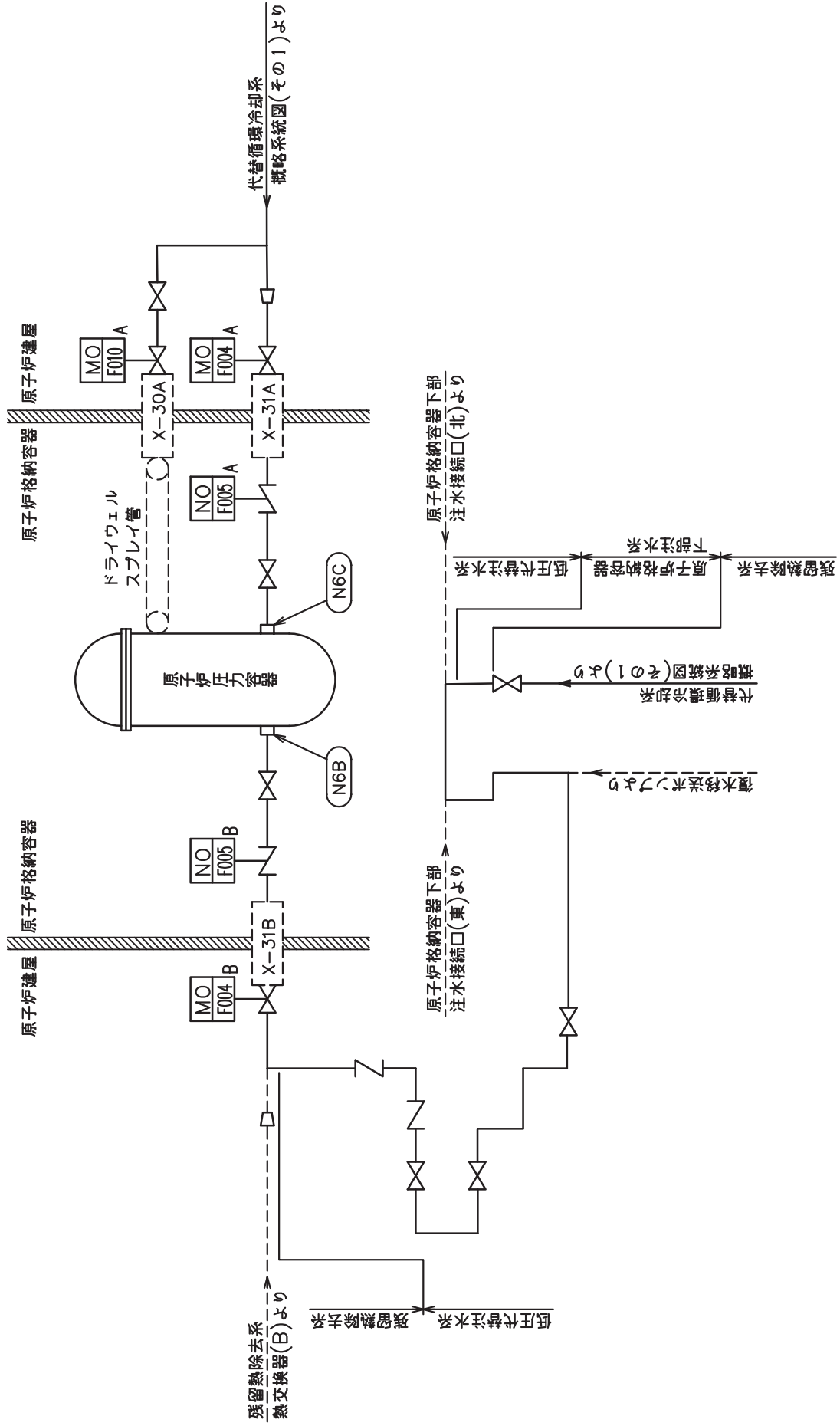
概略系統図記号凡例

| 記号   | 内容   |
|--|--|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                             |
|  (細線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管                    |
|  (破線) | 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管 |
|     | 鳥瞰図番号  |
|     | アンカ  |








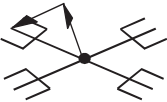
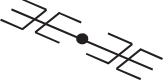
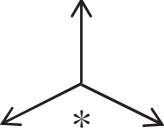
代替循環冷却系概略系統図(その1)

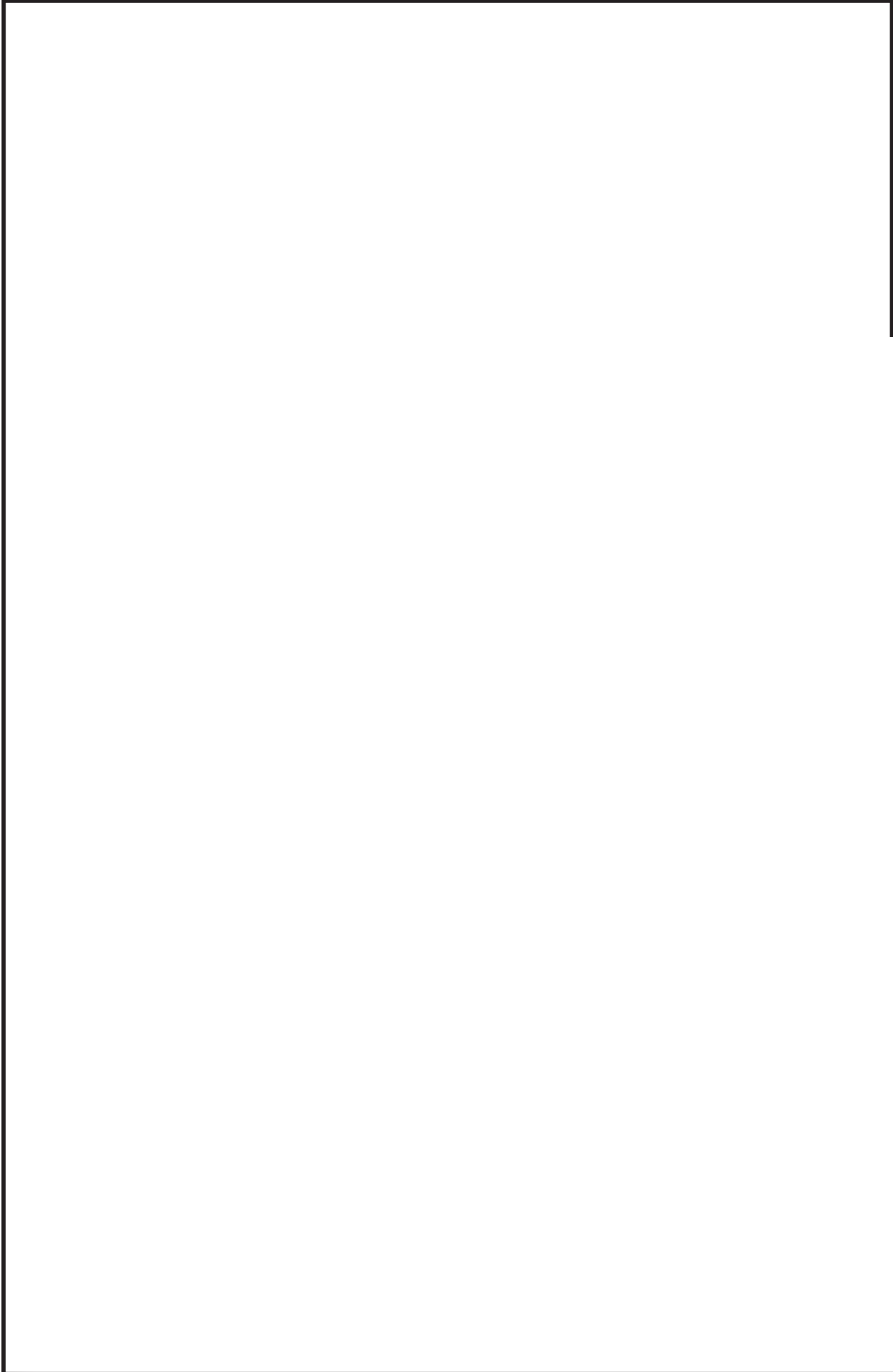


代替循環冷却系概略系統図(その2)

2.2 鳥瞰図

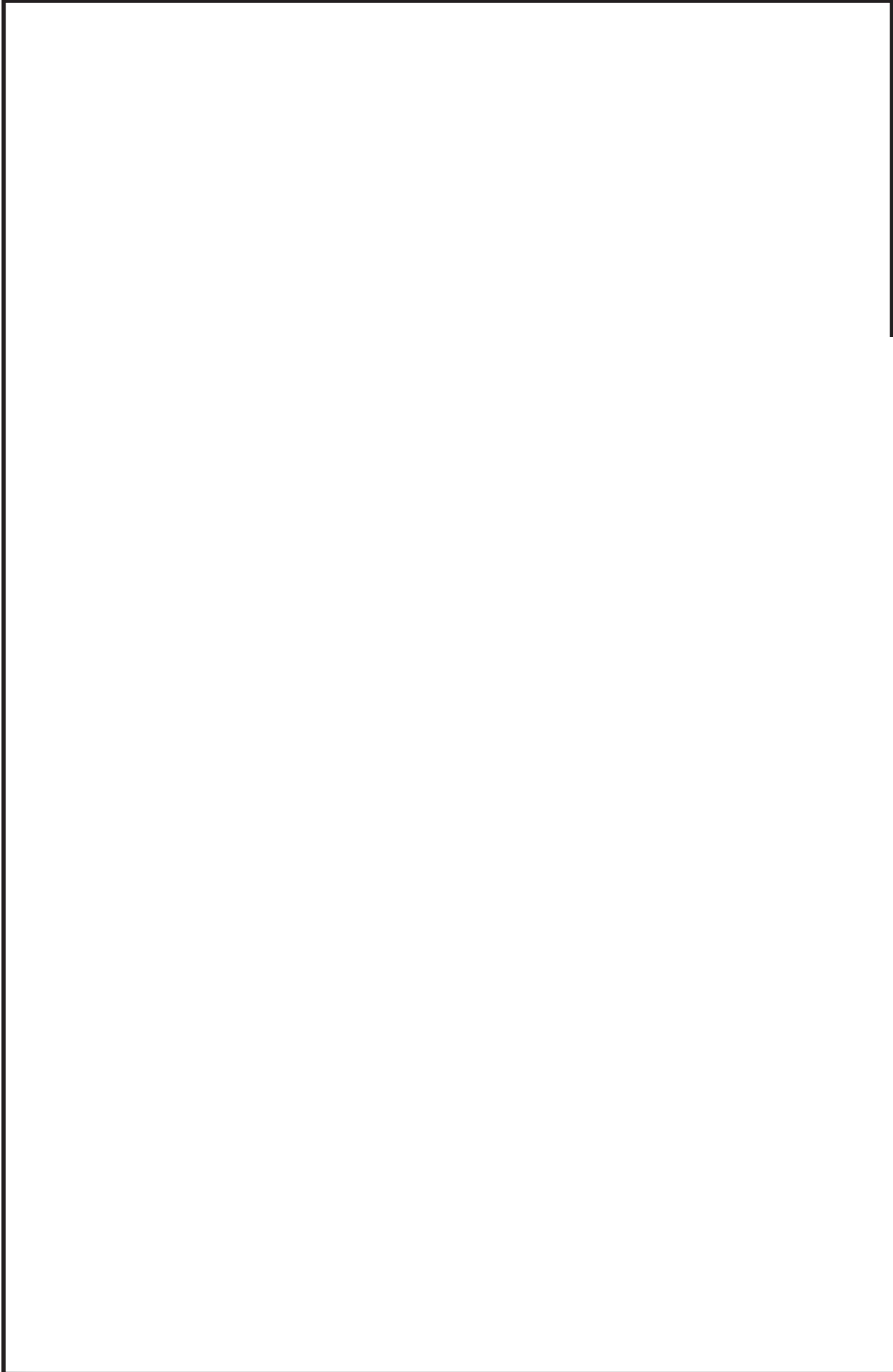
鳥瞰図記号凡例

| 記号  | 内容  |
|---|---|
|    | <p>工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管</p>   |
|    | <p>質点</p>   |
|    | <p>アンカ</p>  |
|   | <p>レストレイント<br/>                     (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p> |
|  | <p>スナップ</p>   |
|  | <p>拘束点の地震による熱変位量(mm)<br/>                     (*は評価点番号，矢印は拘束方向を示す。また，変位量を記載する。)</p>     |



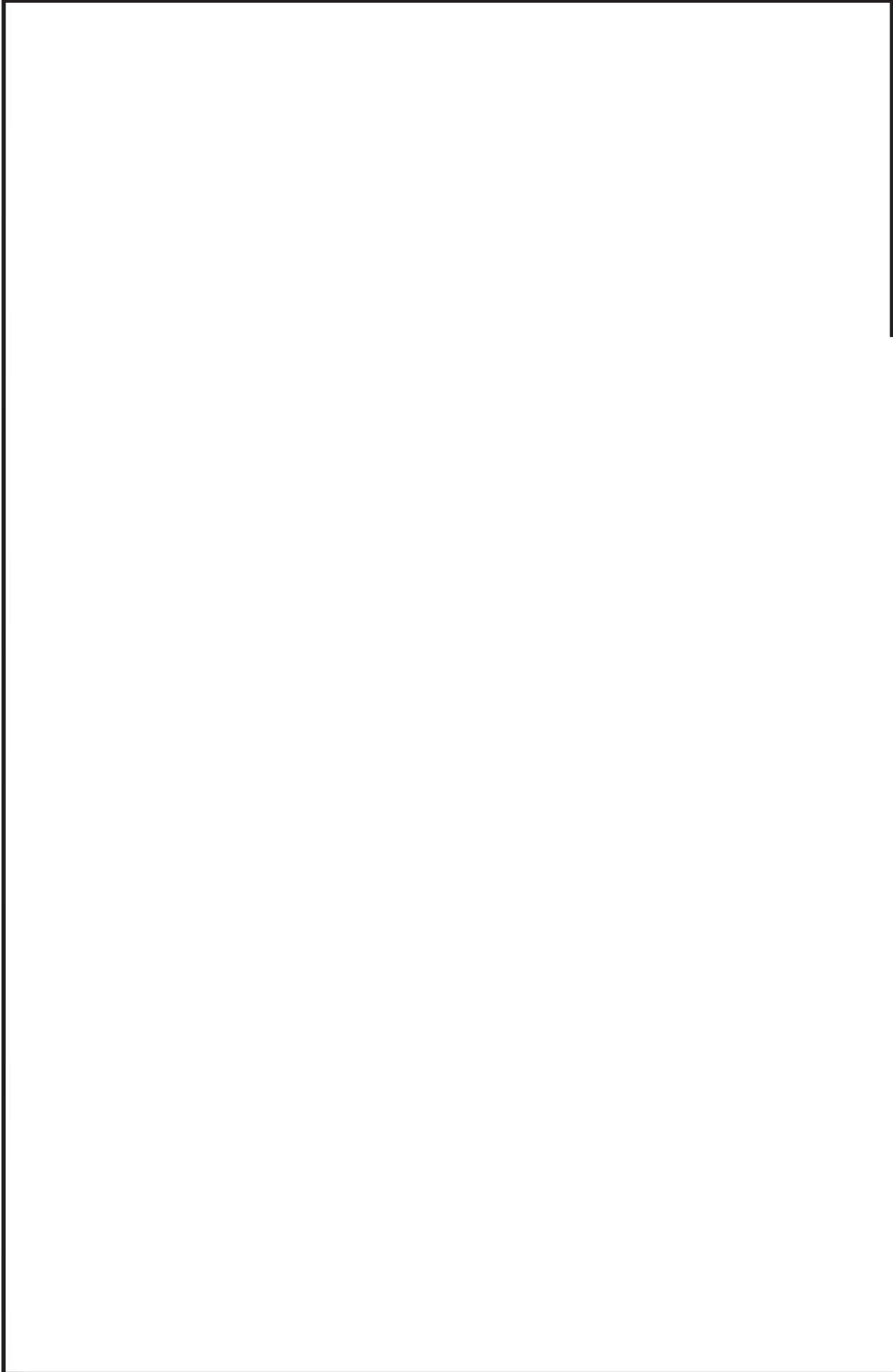
鳥瞰図 RHR-019-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-019-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-019-3/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3. 計算条件

#### 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-019

| 管名称 | 最高使用圧力<br>(MPa) | 最高使用温度<br>(°C) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 材料     |
|-----|-----------------|----------------|------------|------------|--------|
| 1   | 1.37            | 186            | 267.4      | 9.3        | STS410 |
| 2   | 1.37            | 186            | 267.4      | 9.3        | STS410 |
| 3   | 1.37            | 186            | 165.2      | 7.1        | STS410 |
| 4   | 3.73            | 186            | 114.3      | 6.0        | STS410 |
| 5   | 3.73            | 186            | 165.2      | 7.1        | STS410 |
| 6   | 3.73            | 186            | 165.2      | 7.1        | STS410 |

設計条件

管名称と対応する評価点  
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 RHR-019

| 管名称 | 対 応 す る 評 価 点 |    |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|---------------|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1   | 1             | 2  | 3   | 4  | 5  | 6  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2   | 8             | 9  | 10  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|     | 23            | 24 | 25  | 26 | 27 | 28 | 29 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3   | 29            | 30 | 100 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4   | 33            | 34 | 101 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5   | 34            | 35 | 36  | 37 | 38 | 39 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 |
|     | 50            | 51 | 52  | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 |
|     | 65            | 66 | 67  | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 |    |    |    |    |    |    |
| 6   | 75            | 76 | 77  | 78 | 79 | 80 | 81 |    |    |    |    |    |    |    |    |



配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 RHR-019

評価点の質量を下表に示す。

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 1   |        | 19  |        | 36  |        | 54  |        | 69  |        |
| 2   |        | 20  |        | 37  |        | 55  |        | 70  |        |
| 3   |        | 21  |        | 38  |        | 56  |        | 71  |        |
| 4   |        | 22  |        | 42  |        | 57  |        | 72  |        |
| 5   |        | 23  |        | 43  |        | 58  |        | 76  |        |
| 9   |        | 24  |        | 44  |        | 59  |        | 77  |        |
| 10  |        | 25  |        | 45  |        | 60  |        | 78  |        |
| 11  |        | 26  |        | 46  |        | 61  |        | 79  |        |
| 12  |        | 27  |        | 47  |        | 62  |        | 80  |        |
| 13  |        | 28  |        | 48  |        | 63  |        | 81  |        |
| 14  |        | 29  |        | 49  |        | 64  |        | 100 |        |
| 15  |        | 30  |        | 50  |        | 65  |        | 101 |        |
| 16  |        | 33  |        | 51  |        | 66  |        |     |        |
| 17  |        | 34  |        | 52  |        | 67  |        |     |        |
| 18  |        | 35  |        | 53  |        | 68  |        |     |        |

弁部の質量を下表に示す。

| 弁 1 |        | 弁 2 |        | 弁 3 |        |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
| 6   |        | 39  |        | 73  |        |
| 7   |        | 40  |        | 74  |        |
| 8   |        | 41  |        | 75  |        |
| 31  |        |     |        | 82  |        |
| 32  |        |     |        | 83  |        |

弁部の寸法を下表に示す。

| 弁NO. | 評価点 | 外径(mm) | 厚さ(mm) | 長さ(mm) |
|------|-----|--------|--------|--------|
| 弁1   | 7   |        |        |        |
| 弁2   | 40  |        |        |        |
| 弁3   | 74  |        |        |        |

O 2 ③ VI-3-3-6-2-7-4-2-2(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-019

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号    | 各軸方向ばね定数(N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) |   |   |
|----------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
|          | X              | Y | Z | X                    | Y | Z |
| 1        |                |   |   |                      |   |   |
| 5        |                |   |   |                      |   |   |
| ** 5 **  |                |   |   |                      |   |   |
| 15       |                |   |   |                      |   |   |
| 18       |                |   |   |                      |   |   |
| 25       |                |   |   |                      |   |   |
| 30       |                |   |   |                      |   |   |
| 32       |                |   |   |                      |   |   |
| 33       |                |   |   |                      |   |   |
| 42       |                |   |   |                      |   |   |
| 47       |                |   |   |                      |   |   |
| 50       |                |   |   |                      |   |   |
| 60       |                |   |   |                      |   |   |
| 63       |                |   |   |                      |   |   |
| 70       |                |   |   |                      |   |   |
| 72       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 72 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 76       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 76 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 81       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 83 ** |                |   |   |                      |   |   |

[Redacted area]

O2 ③ VI-3-3-6-2-2-7-4-2-2(重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

| 材料     | 最高使用温度<br>(°C) | 許容応力<br>(MPa)  |
|--------|----------------|----------------|
|        |                | S <sub>h</sub> |
| STS410 | 186            | 103            |

4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管  
設計・建設規格 PPC-3500による評価結果

| 鳥瞰図     | 最大応力<br>評価点 | 最大応力<br>区分* | 一次応力評価<br>(MPa) |          |
|---------|-------------|-------------|-----------------|----------|
|         |             |             | 計算応力            | 許容応力     |
| RHR-019 | 77          | S p r m (1) | S p r m (1)     | 1. 5・S h |
|         | 77          | S p r m (2) | S p r m (2)     | 1. 8・S h |
|         |             |             | 57              | 154      |
|         |             |             | 57              | 185      |

注記 \* : S p r m (1), S p r m (2)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3520(1), (2)に基づき計算した一次応力を示す。

5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル   | 供用状態 (E) *1 |            |            |      | 供用状態 (E) *2 |     |            |            |      |    |
|-----|---------|-------------|------------|------------|------|-------------|-----|------------|------------|------|----|
|     |         | 一次応力        |            |            |      | 一次応力        |     |            |            |      |    |
|     |         | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表          | 評価点 | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度   | 代表 |
| 1   | RHR-019 | 77          | 57         | 154        | 2.70 | ○           | 77  | 57         | 185        | 3.24 | ○  |

注記\*1：設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

VI-3-3-6-2-8 放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備  
並びに格納容器再循環設備の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-6-2-8-1 非常用ガス処理系の強度計算書
- VI-3-3-6-2-8-2 放射性物質拡散抑制系の強度計算書
- VI-3-3-6-2-8-3 可搬型窒素ガス供給系の強度計算書

VI-3-3-6-2-8-1 非常用ガス処理系の強度計算書



## 目 次

- VI-3-3-6-2-8-1-1 非常用ガス処理系空気乾燥装置の強度計算書
- VI-3-3-6-2-8-1-2 管の強度計算書（非常用ガス処理系）
- VI-3-3-6-2-8-1-3 非常用ガス処理系フィルタ装置の強度計算書

VI-3-3-6-2-8-1-1 非常用ガス処理系空気乾燥装置の強度計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名                | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                       |            |                       | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価区分 | 評価<br>クラス |            |
|--------------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-----------------------|------------|-----------------------|----------------------------|--------------|------|-------------|-----------|------------|
|                    |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件                 |            | SA 条件                 |                            |              |      |             |           |            |
|                    |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa)           | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa)           |                            |              |      |             |           | 温度<br>(°C) |
| 非常用ガス処理系<br>空気乾燥装置 | 既設             | 無   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | $1.37 \times 10^{-2}$ | 140        | $1.37 \times 10^{-2}$ | 140                        | —            | —    | 同等性         | a. (a)    | SA-2       |

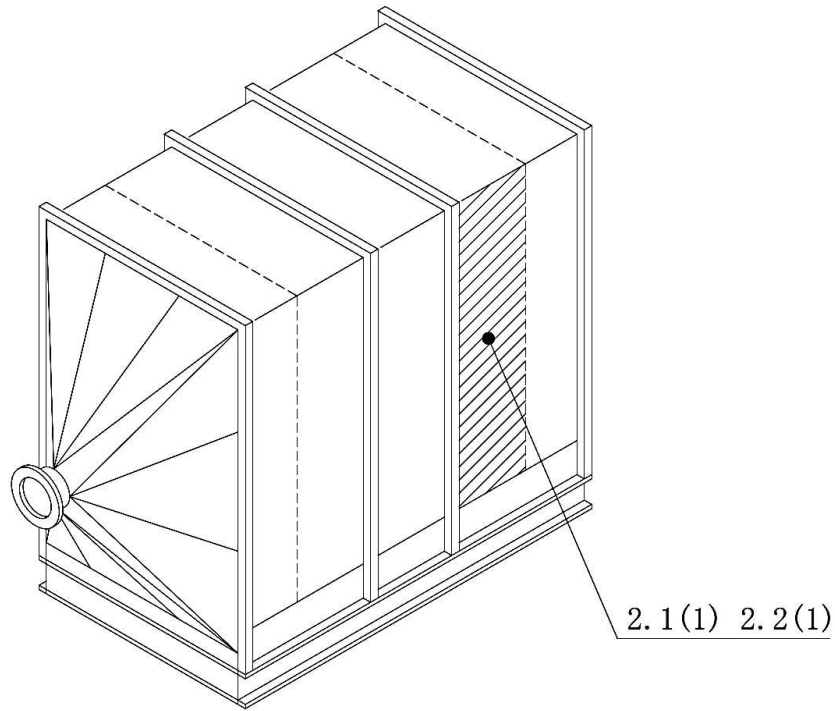
## 目次

|              |   |
|--------------|---|
| 1. 計算条件      | 1 |
| 1.1 計算部位     | 1 |
| 1.2 設計条件     | 1 |
| 2. 強度計算      | 2 |
| 2.1 ダクトの厚さ計算 | 2 |
| 2.2 ダクトの応力計算 | 2 |

1. 計算条件

1.1 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次頁以降の  
計算項目番号を示す。

図 1-1 概要図

1.2 設計条件

|              |                       |
|--------------|-----------------------|
| 最高使用圧力 (MPa) | $1.37 \times 10^{-2}$ |
| 最高使用温度 (°C)  | 140                   |

2. 強度計算

2.1 ダクトの厚さ計算

機械工学便覧（設計・建設規格 PPC-3411(1) 参考）

|  |                |                       |                       |
|--|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 名称   | (1)ケーシング       |                       |                       |
| 材料   | □              |                       |                       |
| ダクト長辺寸法  | a              | (mm)                  | 1700                  |
| ダクト接続材・補強材の接続ピッチ                                       | c              | (mm)                  | 500                   |
| 単位面積当たりのダクト鋼板の質量                                       | $D_p$          | (kg/mm <sup>2</sup> ) | □                     |
| 縦弾性係数  | E              | (MPa)                 | □                     |
| 最高使用圧力   | P              | (MPa)                 | $1.37 \times 10^{-2}$ |
| 最高使用温度における設計・建設規格<br>付録材料図表 Part5 表5に規定する<br>材料の許容引張応力 | S              | (MPa)                 | □                     |
| ダクトの計算上必要な厚さ   | t              | (mm)                  | 1.51                  |
| 面外荷重によるダクト板の最大変位量                                      | $\delta_{max}$ | (mm)                  | 6.251                 |
| 最小厚さ   |                | (mm)                  | □                     |
| 評価：最小厚さはダクトの計算上必要な厚さ以上であり，強度は十分である。                    |                |                       |                       |

2.2 ダクトの応力計算

機械工学便覧（設計・建設規格 PPC-3411(1) 参考）

|  |                |                       |                       |
|--|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 名称   | (1)ケーシング       |                       |                       |
| 材料   | □              |                       |                       |
| ダクト長辺寸法  | a              | (mm)                  | 1700                  |
| ダクト接続材・補強材の接続ピッチ                                       | c              | (mm)                  | 500                   |
| 単位面積当たりのダクト鋼板の質量                                       | $D_p$          | (kg/mm <sup>2</sup> ) | □                     |
| 縦弾性係数  | E              | (MPa)                 | □                     |
| 最高使用圧力   | P              | (MPa)                 | $1.37 \times 10^{-2}$ |
| 最高使用温度における設計・建設規格<br>付録材料図表 Part5 表5に規定する<br>材料の許容引張応力 | $S_h$          | (MPa)                 | □                     |
| 一次応力   | $S_{prm}$      | (MPa)                 | 62                    |
| ダクトの厚さ   | t              | (mm)                  | 7.0                   |
| 面外荷重によるダクト板の最大変位量                                      | $\delta_{max}$ | (mm)                  | 1.877                 |
| 許容応力   |                | (MPa)                 | □                     |
| 評価：一次応力は許容応力以下であり，強度は十分である。                            |                |                       |                       |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-6-2-8-1-2 管の強度計算書（非常用ガス処理系）

目 次

VI-3-3-6-2-8-1-2-1 管の基本板厚計算書（非常用ガス処理系）



VI-3-3-6-2-8-1-2-1 管の基本板厚計算書(非常用ガス処理系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分          | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|---------------|-----------------|-----------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(kPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(kPa) |                            |              |               |                 |           |
| 1    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-4             | DB-4      | SA-2      | 無                | 13.7                | 100                | 13.7                | 100                        | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 2    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-4             | DB-4      | SA-2      | 無                | 23.5                | 140                | 23.5                | 140                        | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 3    | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-4             | DB-4      | SA-2      | 有                | 23.5                | 140                | 854                 | 171                        | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| E1   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-4             | DB-4      | SA-2      | 無                | 13.7                | 140                | 13.7                | 140                        | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| E2   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-4             | DB-4      | SA-2      | 無                | 23.5                | 140                | 23.5                | 140                        | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| E3   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-4             | DB-4      | SA-2      | 無                | 13.7                | 140                | 13.7                | 140                        | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| E4   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-4             | DB-4      | SA-2      | 無                | 23.5                | 140                | 23.5                | 140                        | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| E5   | 既設             | 有                                       | 有                 | DB-4             | DB-4      | SA-2      | 無                | 23.5                | 140                | 23.5                | 140                        | —            | S55告示<br>又は告示 | —               | SA-2      |

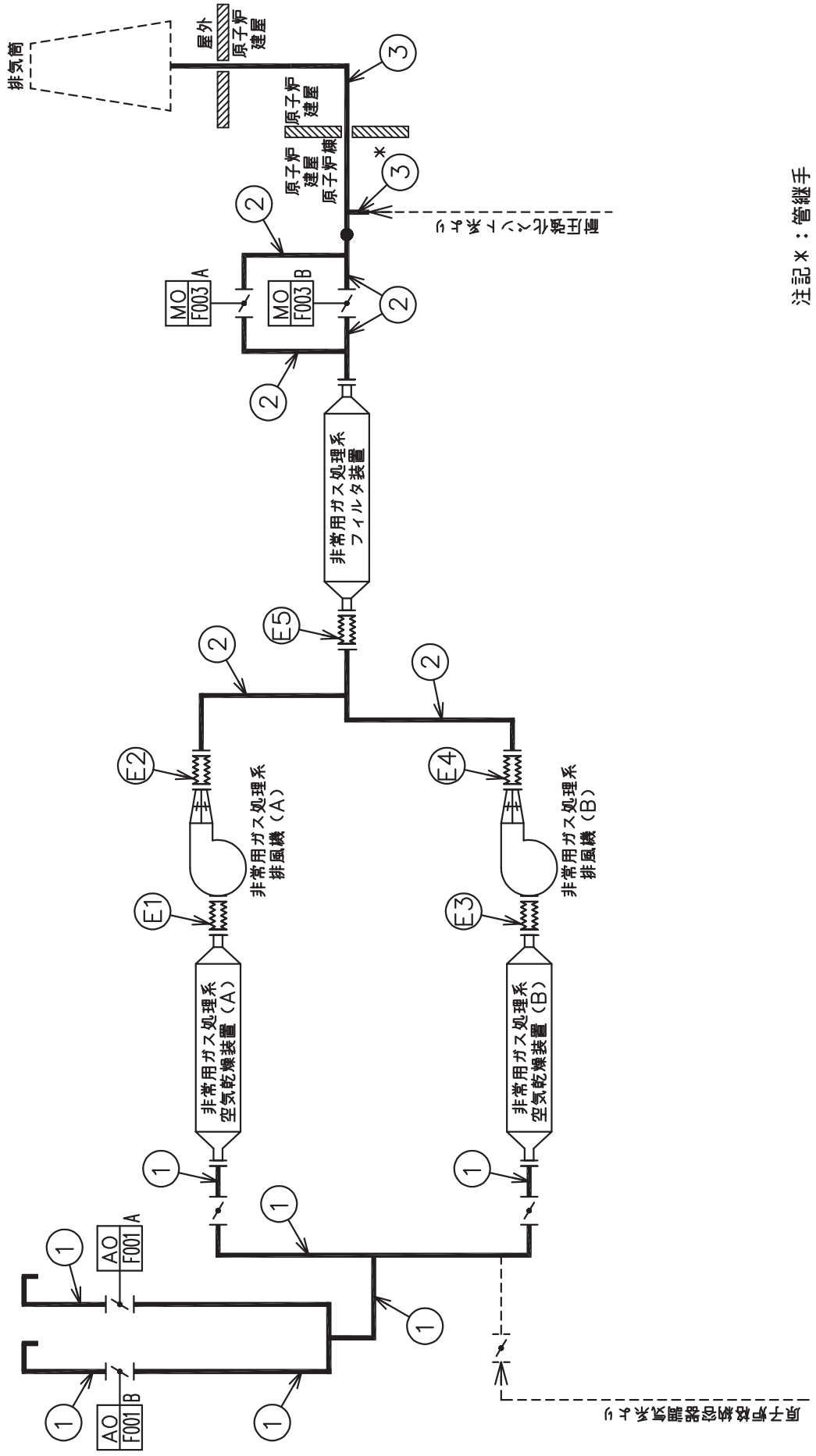
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目      | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|-----------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算    | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E1   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E2   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E3   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E4   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| E5   | 伸縮継手の強度計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

## 目次

|                     |   |
|---------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....      | 1 |
| 2. 管の強度計算書 .....    | 2 |
| 3. 伸縮継手の強度計算書 ..... | 3 |

1. 概略系統図



注記\*：管継手  
非常用ガス処理系概略系統図

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(kPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料    | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|--------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 13.7                 | 100                    | 318.50                        | 10.30        | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.01                   | 0.03      | C      | 3.80                   |
| 2   | 23.5                 | 140                    | 318.50                        | 10.30        | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.01                   | 0.04      | C      | 3.80                   |
| 3   | 854                  | 171                    | 318.50                        | 10.30        | STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 9.01                   | 1.32      | C      | 3.80                   |

評価：t<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，よって十分である。

3. 伸縮継手の強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3416 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(kPa) | 最高使用温度<br>(°C) | 材料     | 縦弾性係数<br>E<br>(MPa) | t<br>(mm) | 全伸縮量             |           |           | c | 算式 | 継手部応力<br>$\sigma$<br>(MPa) | N<br>$\times 10^3$ | $N_f$<br>$\times 10^3$ | U     |       |     |       |
|-----|----------------------|----------------|--------|---------------------|-----------|------------------|-----------|-----------|---|----|----------------------------|--------------------|------------------------|-------|-------|-----|-------|
|     |                      |                |        |                     |           | $\delta$<br>(mm) | b<br>(mm) | h<br>(mm) | n |    |                            |                    |                        |       |       |     |       |
| E1  | 13.7                 | 140            | SUS304 | 187000              | 1.2       |                  |           |           | 1 | A  | 1061                       | 3.6                | 1.0                    | 0.278 |       |     |       |
| E2  | 23.5                 | 140            | SUS304 | 187000              | 1.2       |                  |           |           |   |    |                            | 1                  | A                      | 271   | 430.3 | 1.0 | 0.003 |
| E3  | 13.7                 | 140            | SUS304 | 187000              | 1.2       |                  |           |           |   |    |                            | 1                  | A                      | 1061  | 3.6   | 1.0 | 0.278 |
| E4  | 23.5                 | 140            | SUS304 | 187000              | 1.2       |                  |           |           |   |    |                            | 1                  | A                      | 213   | 999.6 | 1.0 | 0.001 |
| E5  | 23.5                 | 140            | SUS304 | 187000              | 1.2       |                  |           |           |   |    |                            | 1                  | A                      | 660   | 19.1  | 1.0 | 0.053 |

評価：  $U \leq 1$ ，よって十分である。

注：E1, E2, E3, E4, E5の外径は、 mm



VI-3-3-6-2-8-1-3 非常用ガス処理系フィルタ装置の強度計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名                | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                       |           |                       | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価区分 | 評価<br>クラス |           |
|--------------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|----------------------------|--------------|------|-------------|-----------|-----------|
|                    |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件                 |           | SA 条件                 |                            |              |      |             |           |           |
|                    |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa)           | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa)           |                            |              |      |             |           | 温度<br>(℃) |
| 非常用ガス処理系<br>フィルタ装置 | 既設             | 無   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | $2.35 \times 10^{-2}$ | 140       | $2.35 \times 10^{-2}$ | 140                        | —            | —    | 同等性         | a. (a)    | SA-2      |

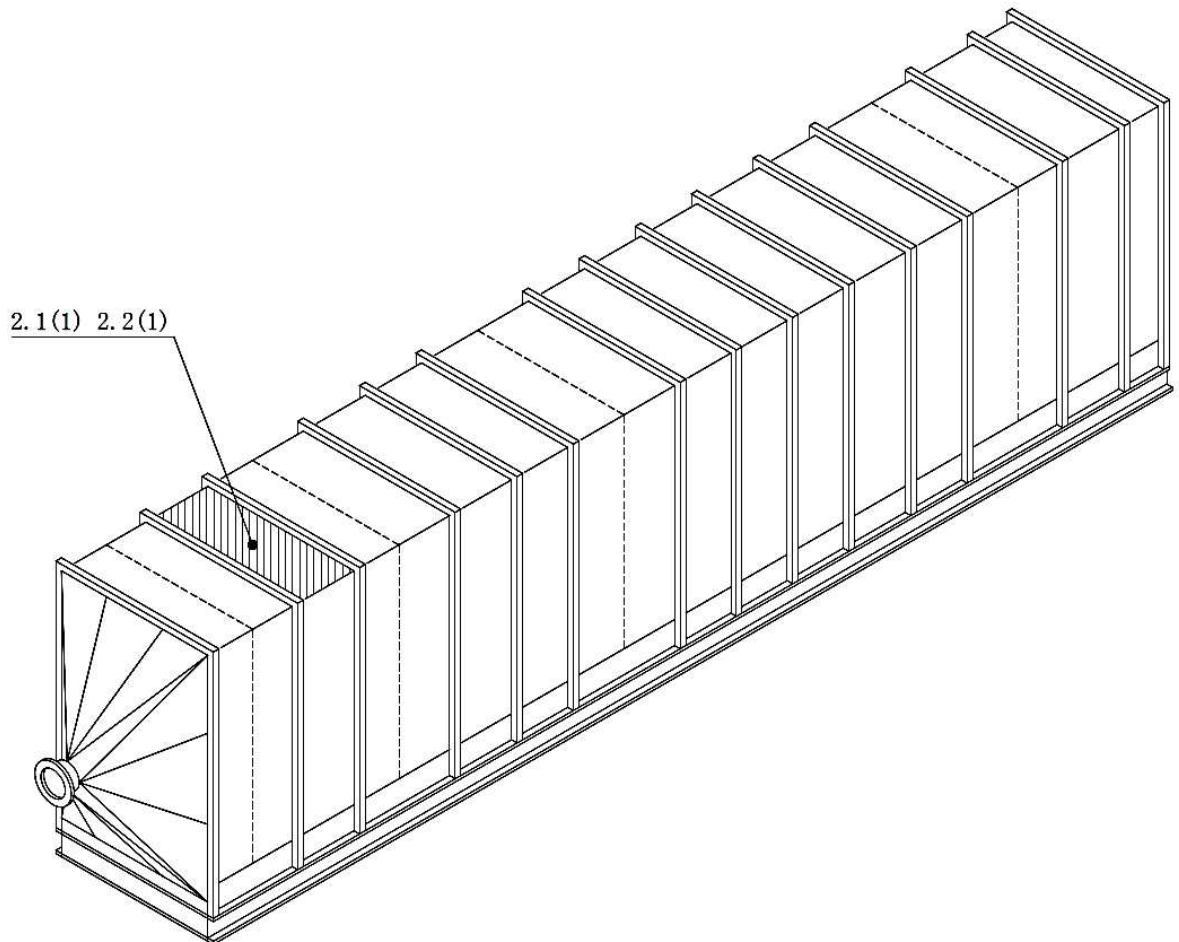
## 目次

|              |   |
|--------------|---|
| 1. 計算条件      | 1 |
| 1.1 計算部位     | 1 |
| 1.2 設計条件     | 1 |
| 2. 強度計算      | 2 |
| 2.1 ダクトの厚さ計算 | 2 |
| 2.2 ダクトの応力計算 | 2 |

1. 計算条件

1.1 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次頁以降の  
計算項目番号を示す。

図 1-1 概要図

1.2 設計条件

|              |                       |
|--------------|-----------------------|
| 最高使用圧力 (MPa) | $2.35 \times 10^{-2}$ |
| 最高使用温度 (°C)  | 140                   |

2. 強度計算

2.1 ダクトの厚さ計算

機械工学便覧（設計・建設規格 PPC-3411(1) 参考）

| 名称   |                |                       | (1)ケーシング              |
|--|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 材料   |                |                       | □                     |
| ダクト長辺寸法  | a              | (mm)                  | 1600                  |
| ダクト接続材・補強材の接続ピッチ                                       | c              | (mm)                  | 500                   |
| 単位面積当たりのダクト鋼板の質量                                       | $D_p$          | (kg/mm <sup>2</sup> ) | □                     |
| 縦弾性係数  | E              | (MPa)                 | □                     |
| 最高使用圧力   | P              | (MPa)                 | $2.35 \times 10^{-2}$ |
| 最高使用温度における設計・建設規格<br>付録材料図表 Part5 表5に規定する<br>材料の許容引張応力 | S              | (MPa)                 | □                     |
| ダクトの計算上必要な厚さ   | t              | (mm)                  | 5.51                  |
| 面外荷重によるダクト板の最大変位量                                      | $\delta_{max}$ | (mm)                  | 3.808                 |
| 最小厚さ   |                | (mm)                  | □                     |
| 評価：最小厚さはダクトの計算上必要な厚さ以上であり，強度は十分である。                    |                |                       |                       |

2.2 ダクトの応力計算

機械工学便覧（設計・建設規格 PPC-3411(1) 参考）

| 名称   |                |                       | (1)ケーシング              |
|--|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 材料   |                |                       | □                     |
| ダクト長辺寸法  | a              | (mm)                  | 1600                  |
| ダクト接続材・補強材の接続ピッチ                                       | c              | (mm)                  | 500                   |
| 単位面積当たりのダクト鋼板の質量                                       | $D_p$          | (kg/mm <sup>2</sup> ) | □                     |
| 縦弾性係数  | E              | (MPa)                 | □                     |
| 最高使用圧力   | P              | (MPa)                 | $2.35 \times 10^{-2}$ |
| 最高使用温度における設計・建設規格<br>付録材料図表 Part5 表5に規定する<br>材料の許容引張応力 | $S_h$          | (MPa)                 | □                     |
| 一次応力   | $S_{pr m}$     | (MPa)                 | 95                    |
| ダクトの厚さ   | t              | (mm)                  | 7.0                   |
| 面外荷重によるダクト板の最大変位量                                      | $\delta_{max}$ | (mm)                  | 2.738                 |
| 許容応力   |                | (MPa)                 | □                     |
| 評価：一次応力は許容応力以下であり，強度は十分である。                            |                |                       |                       |

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-6-2-8-2 放射性物質拡散抑制系の強度計算書

## 目 次

VI-3-3-6-2-8-2-1 大容量送水ポンプ（タイプⅡ）の強度評価書

VI-3-3-6-2-8-2-2 管（可搬型）の強度評価書（放射性物質拡散抑制系）

VI-3-3-6-2-8-2-1 大容量送水ポンプ(タイプⅡ)の強度評価書



一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカー規格及び基準）（大容量送水ポンプ（タイプⅡ））

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境、材料及び使用条件

| 種類   | 使用目的及び使用環境  | 材料      | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) |
|------|---|---------|--------------|-------------|
| うず巻型 | 海を水源として、ホースを経由して放水砲から原子炉建屋へ放水又はホースを経由して淡水貯水槽 (No. 1) 若しくは淡水貯水槽 (No. 2) に海水を供給するポンプとして使用することを目的とする。使用環境として、屋外で海水を送水する。 | ダクタイル鋳鉄 | 1.2*         | 50*         |

注記\*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

| 機器名     | 使用目的及び想定している使用環境  | 材料      | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) | 規格及び基準に基づく試験                      |
|---------|---|---------|--------------|-------------|-----------------------------------|
| HS-1200 | 動力消防ポンプのうち、通常の給水ポンプでは取水が難しい海水域から、効率的に取水することができる可搬消防ポンプとして、送水・排水に使用することを目的とする。使用環境として、屋外で淡水又は海水を送水することを想定している。 | ダクタイル鋳鉄 | 1.4          | 50          | 耐圧試験（試験圧力：2.1 MPa，試験保持時間：3分間）を実施。 |

III. 確認項目

(a)：規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ポンプは、重大事故等時に海水を送水するために屋外で使用する内燃機関（燃料系含む）を有するポンプである。一方、本メーカー規格及び基準は、内燃機関等を駆動源として遠距離に大量送水する可搬消防ポンプとして使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり、当該ポンプは屋外で大量の淡水又は海水を送水することを想定している。重大事故等時における当該ポンプの使用目的及び使用環境は、本規格の使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-2)：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較，IとIIの使用条件の比較）

当該ポンプの型式については、「消防法」に基づく「動力消防ポンプの技術上の規格を定める省令」に適合するものとして承認されており、「消防法」に基づく「動力消防ポンプの技術上の規格を定める省令」に従った適切な材料が使用されていることを型式評価の結果により確認できる。

当該ポンプの最高使用圧力及び最高使用温度はメーカー仕様の範囲内であり、「消防法」に基づく「動力消防ポンプの技術上の規格を定める省令」で規定されている耐圧試験（試験圧力：ポンプ圧力最大値×1.5，試験保持時間：3分間）に合格していることを型式評価の結果により確認でき、当該ポンプの付属機器である燃料タンクについても、鋼製であり最高使用圧力が静水頭に対して水張試験を実施している。よって、当該ポンプは完成品として要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し、使用材料の特性を踏まえた上で、燃料タンクを含めた一体構造品の完成品として重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

VI-3-3-6-2-8-2-2 管(可搬型)の強度評価書(放射性物質拡散抑制系)

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカー規格及び基準）（放水砲）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

| 種類  | 使用目的及び使用環境  | 材料                 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) |
|-----|---|--------------------|--------------|-------------|
| 放水砲 | 大容量送水ポンプ(タイプII)により原子炉建屋へ放水するための可搬型配管として使用することを目的とする。使用環境として，屋外で海水を放水する。 | CAC406<br>SUS304TP | 1.2*         | 50*         |

注記\*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

| 機器名          | 使用目的及び想定している使用環境  | 材料                 | 最高使用圧力 (MPa) | 最高使用温度 (°C) | 規格及び基準に基づく試験                      |
|--------------|---|--------------------|--------------|-------------|-----------------------------------|
| 放水砲<br>PM-8P | 石油タンクの全面火災に備えるための大容量泡放水砲システムの一部として使用することを目的とする。使用環境として，屋外で淡水又は海水を送水することを想定している。 | CAC406<br>SUS304TP | 1.2          | 80          | 耐圧試験（試験圧力：2.1MPa，試験保持時間：10分間）を実施。 |

III. 確認項目

(a)：規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該放水砲は，重大事故等時に屋外で海水を放水するための可搬型配管である。一方，本メーカー規格及び基準は，消防用として使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり，当該放水砲は屋外で淡水又は海水を放水することを想定している。重大事故等時における当該放水砲の使用目的及び使用環境は，本規格の使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-2)：材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較，IとIIの使用条件の比較）

当該放水砲に使用されている材料は，設計・建設規格クラス3配管に使用可能であると規定されている銅合金鋳物及びステンレス鋼材と同種類の材料である。

当該放水砲の最高使用圧力及び最高使用温度はメーカー仕様の範囲内であり，設計・建設規格 PHT-2311 及び PHT-4000 で規定されている耐圧試験（試験圧力：最高使用圧力×1.5倍，試験保持時間：10分間）と同等の試験条件の耐圧試験に合格していることを検査成績書等により確認できる。設計・建設規格のクラス3機器の最高許容耐圧試験圧力は機器の応力制限(降伏点)を基に定められており，耐圧試験の規定では，耐圧試験圧力は最高使用圧力の1.5倍の106%を超えないこととしている。一方，設計・建設規格のクラス3機器の設計許容応力は降伏点に対して5/8を基準にしており，この設計許容応力以下となる必要板厚は，最高使用圧力を条件として評価式により求めている。よって，設計・建設規格 PHT-2311 で規定されている耐圧試験と同等の試験条件の耐圧試験に合格することで，メーカー規格及び基準の設計が設計・建設規格と同等の裕度を持っているとみなせるため，当該放水砲は要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は，一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し，使用材料の特性を踏まえた上で，重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

VI-3-3-6-2-8-3 可搬型窒素ガス供給系の強度計算書

目 次

VI-3-3-6-2-8-3-1 管の強度計算書（可搬型窒素ガス供給系）

VI-3-3-6-2-8-3-1 管の強度計算書（可搬型窒素ガス供給系）

## 目 次

- VI-3-3-6-2-8-3-1-1 管の基本板厚計算書（可搬型窒素ガス供給系）
- VI-3-3-6-2-8-3-1-3 管（可搬型）の強度評価書（可搬型窒素ガス供給系）

VI-3-3-6-2-8-3-1-1 管の基本板厚計算書(可搬型窒素ガス供給系)



## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。



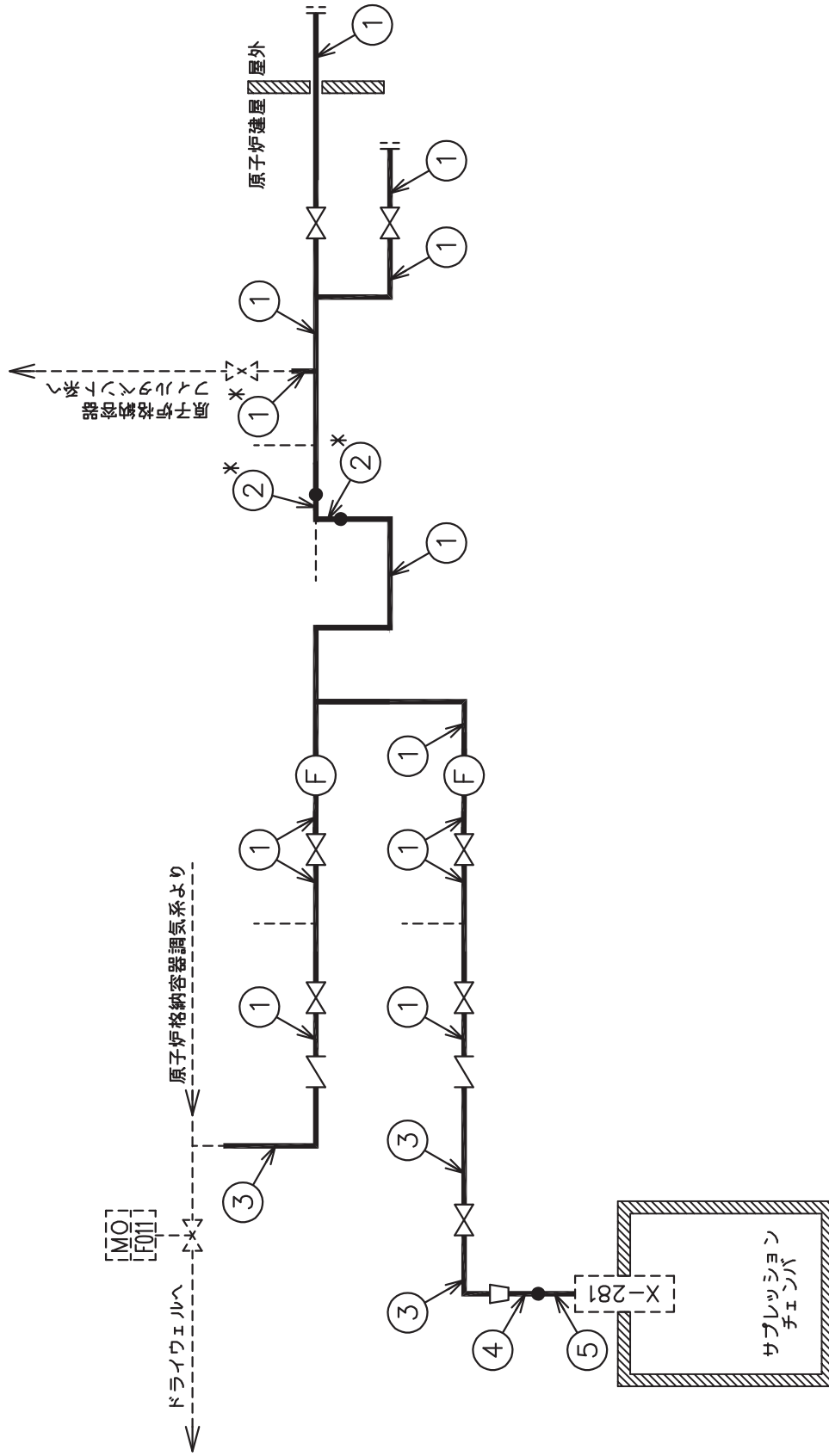
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分    | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|---------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |

目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 2 |

1. 概略系統図



注記\*：管継手  
可搬型窒素ガス供給系統概略図

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

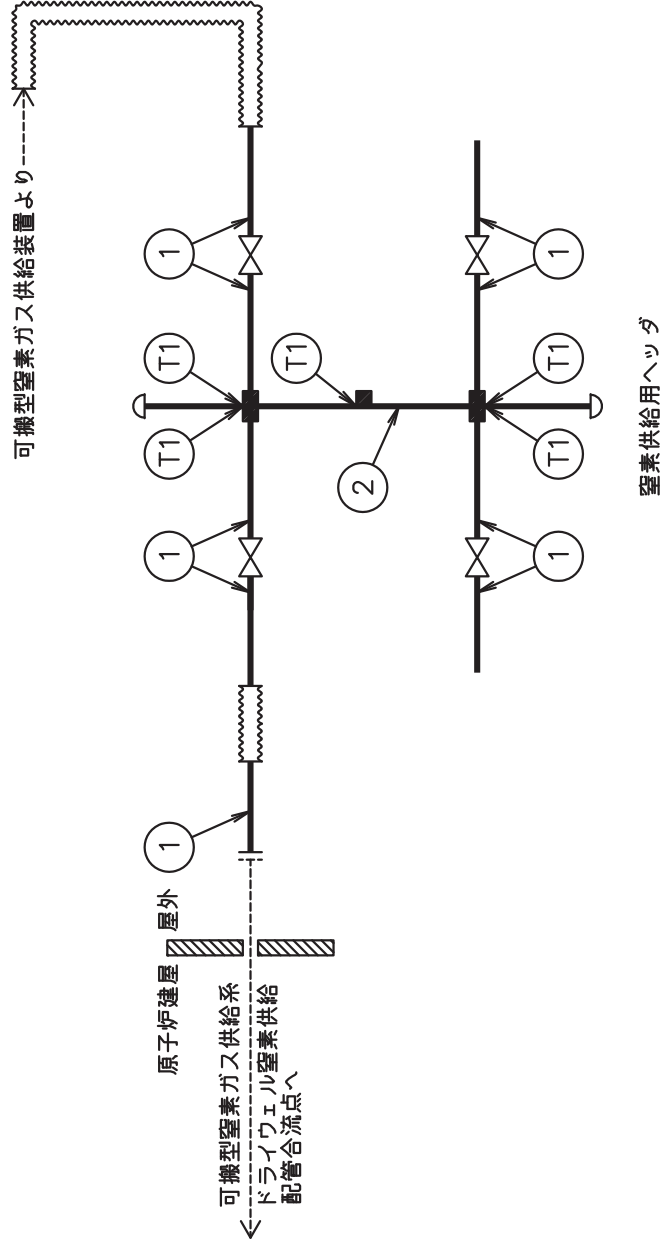
設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料       | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-----------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 0.854                | 66                     | 60.50                         | 5.50         | STS410    | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 4.81                   | 0.25      | C      | 2.40                   |
| 2   | 0.854                | 66                     | 60.50                         | 6.10         | S25C      | S   | 2           | 103        | 1.00 |       |                        | 0.25      | C      | 2.40                   |
| 3   | 0.854                | 200                    | 60.50                         | 5.50         | STS410    | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 4.81                   | 0.25      | C      | 2.40                   |
| 4   | 0.854                | 200                    | 34.00                         | 4.50         | STS410    | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 3.93                   | 0.14      | C      | 1.70                   |
| 5   | 0.854                | 200                    | 34.00                         | 3.40         | SUS316LTP | S   | 2           | 107        | 1.00 | 12.5% | 2.97                   | 0.14      | A      | 0.14                   |

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>，よって十分である。

VI-3-3-6-2-8-3-1-3 管（可搬型）の強度評価書（可搬型窒素ガス供給系）

1. 設計・建設規格に定められたクラス3管の規定を準用した強度計算結果  
 (1) 概略系統図





(2) 管の強度計算書 (重大事故等クラス 3 管)

設計・建設規格 PPD-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材<br>料  | 製<br>法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|---------|--------|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 0.854                | 50                 | 60.50                        | 5.50         | STPG370 | S      | —           | 93         | 1.00 | 12.5% | 4.81                   | 0.28      | B      | 2.40                   |
| 2   | 0.854                | 50                 | 114.30                       | 6.00         | STPG370 | S      | —           | 93         | 1.00 | 12.5% | 5.25                   | 0.53      | B      | 3.40                   |

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>, よって十分である。

(3) 管の穴と補強計算書 (重大事故等クラス3管)

補強を要しない穴の最大径

設計・建設規格 PPD-3422 準用

|  |              |               |        |
|--|--------------|---------------|--------|
| NO.  |              | T1            |        |
| 形 式  |              | A             |        |
| 最高使用圧力   | P (MPa)      | 0.854         |        |
| 最高使用温度   | (°C)         | 50            |        |
| 主管と管台の角度   | $\alpha$ (°) |               |        |
| 主<br>管   | 材 料          | STPG370       |        |
|  | 許容引張応力       | $S_r$ (MPa)   | 93     |
|  | 外 径          | $D_{or}$ (mm) | 114.30 |
|  | 内 径          | $D_{ir}$ (mm) | 103.80 |
|  | 公称厚さ         | $t_{ro}$ (mm) | 6.00   |
|  | 厚さの負の許容差     | $Q_r$         | 12.50% |
|  | 最小厚さ         | $t_r$ (mm)    | 5.25   |
|  | 継手効率         | $\eta$        | 1.00   |
| 管<br>台   | 材 料          | S25C          |        |
|  | 外 径          | $D_{ob}$ (mm) | 67.00  |
|  | 内 径          | $D_{ib}$ (mm) |        |
|  | 公称厚さ         | $t_{bn}$ (mm) | 8.75   |
| 穴の径  | d (mm)       |               |        |
| $d_{r1} = D_{ir} / 4$  |              | (mm)          | 25.95  |
| 61, $d_{r1}$ の小さい値   |              | (mm)          | 25.95  |
| K  |              |               | 0.1098 |
| 200, $d_{r2}$ の小さい値  |              | (mm)          | 65.32  |
| 補強不要な穴の最大径   |              | $d_{fr}$ (mm) | 65.32  |
| <p>評価: <math>d \leq d_{fr}</math></p> <p>よって管の穴の補強計算は必要ない。</p> |              |               |        |

O2 ③ VI-3-3-6-2-8-3-1-3 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2. 完成品として一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカー規格及び基準）（窒素供給用ホース（50A：5m））

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

| 種類               | 使用目的及び使用環境   | 材料     | 最高使用圧力（MPa） | 最高使用温度（℃） |
|------------------|--|--------|-------------|-----------|
| フレキシブル<br>メタルホース | 可搬型窒素ガス供給装置より窒素ガスを供給するホースとして使用することを目的とする。使用環境として，屋外で窒素を供給する。 | SUS304 | 0.854*      | 50*       |

注記 \*：重大事故等時における使用時の値を示す。

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

| 機器名              | 使用目的及び想定している使用環境  | 材料     | 最高使用圧力（MPa） | 最高使用温度（℃） | 規格及び基準に基づく試験                        |
|------------------|---|--------|-------------|-----------|-------------------------------------|
| フレキシブル<br>メタルホース | 一般送水用及びエア用メタルホースであり，淡水又は圧縮空気等を送るために使用することを目的とする。使用環境として，屋内外で窒素を供給することを想定している。 | SUS304 | 0.854*      | 50*       | 耐圧試験（試験圧力：1.29MPa，試験保持時間：10分間以上）を実施 |

III. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ホースは，重大事故等時に屋外で窒素を供給するためのホースである。一方，本メーカー規格及び基準は，淡水又は圧縮空気等を送るために使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり，屋内外での淡水又は圧縮空気等の供給を想定している。重大事故等時における当該ホースの使用目的及び使用環境は，本規格の使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-2) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較，IとIIの使用条件の比較）

当該ホースに使用されている材料は，設計・建設規格クラス3配管に使用可能であると規程されているステンレス鋼材と同種類の材料である。

当該ホースの最高使用圧力及び最高使用温度はメーカー仕様の範囲内であり，設計・建設規格 PHT-2311 及び PHT-4000 で規定されている耐圧試験（試験圧力：最高使用圧力×1.5倍，試験保持時間：10分間）と同等の試験条件の耐圧試験に合格していることを検査成績書等により確認できる。設計・建設規格のクラス3機器の最高許容耐圧試験圧力は機器の応力制限（降伏点）を基に定められており，耐圧試験の規定では，耐圧試験圧力は最高使用圧力の1.5倍の106%を超えないこととしている。一方，設計・建設規格のクラス3機器の設計許容応力は降伏点に対して5/8を基準にしており，この設計許容応力以下となる必要板厚は，最高使用圧力を条件として評価式により求めている。よって，設計・建設規格 PHT-2311 で規定されている耐圧試験と同等の試験条件の耐圧試験に合格することで，メーカー規格及び基準の設計が設計・建設規格と同等の裕度を持っているものとみなせるため，当該ホースは完成品として要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は，一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し，使用材料の特性を踏まえた上で，重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

VI-3-3-6-2-9 原子炉格納容器調気設備の強度計算書

目 次

VI-3-3-6-2-9-1 原子炉格納容器調気系の強度計算書

VI-3-3-6-2-9-1 原子炉格納容器調気系の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-6-2-9-1-1 弁の強度計算書（原子炉格納容器調気系）
- VI-3-3-6-2-9-1-2 管の強度計算書（原子炉格納容器調気系）

VI-3-3-6-2-9-1-1 弁の強度計算書(原子炉格納容器調気系)



## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-3 クラス 2 機器の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-5 クラス 2 弁の強度計算方法」並びに「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-11 重大事故等クラス 2 弁の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名      | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>を対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |            |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分  | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |            |
|----------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|-------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------|------------|
|          |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |            | SA 条件       |                            |              |       |                 |           |            |
|          |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(°C) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |       |                 |           | 温度<br>(°C) |
| T48-F011 | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | —         | 無                | 0.427       | 171        | —           | —                          | 無            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | DB-2       |
| T48-F019 | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427       | 171        | 0.854       | 200                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |
| T48-F020 | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427       | 171        | 0.854       | 200                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |
| T48-F021 | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427       | 171        | 0.854       | 200                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |
| T48-F022 | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427       | 171        | 0.854       | 200                        | —            | S55告示 | 設計・建設規格<br>又は告示 | —         | SA-2       |

## 目次

|     |            |   |
|-----|------------|---|
| 1.  | クラス2弁      | 1 |
| 1.1 | 設計仕様       | 2 |
| 1.2 | 強度計算書      | 3 |
| 2.  | 重大事故等クラス2弁 | 4 |
| 2.1 | 設計仕様       | 5 |
| 2.2 | 強度計算書      | 6 |

## 1. クラス 2 弁

1.1 設計仕様

系統：原子炉格納容器調気系

| 機器の区分    |     | クラス2弁      |      |      |     |
|----------|-----|------------|------|------|-----|
| 弁番号      | 種類  | 呼び径<br>(A) | 材料   |      |     |
|          |     |            | 弁箱   | 弁ふた  | ボルト |
| T48-F011 | 止め弁 | 50         | S25C | S25C |     |

O2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.2 強度計算書

系統：原子炉格納容器調気系

|     |          |     |   |
|-----|----------|-----|---|
| 弁番号 | T48-F011 | シート | 1 |
|-----|----------|-----|---|

| 設計条件  |       | ネック部の厚さ                                |     |
|---|-------|--|-----|
| 最高使用圧力 P (MPa)                                      | 0.427 | $d_n$ (mm)                             |     |
| 最高使用温度 $T_m$ (°C)                                   | 171   | $d_n / d_m$                            |     |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ  |       | $\ell$ (mm)                            | —   |
| 弁箱材料  | S25C  | $t_{m1}$ (mm)                          | —   |
| 弁ふた材料   | S25C  | $t_{m2}$ (mm)                          | 5.1 |
| $P_1$ (MPa)   | —     | $t_{ma1}$ (mm)                         | —   |
| $P_2$ (MPa)   | —     | $t_{ma2}$ (mm)                         |     |
| $d_m$ (mm)  |       | 評価： $t_{ma2} \geq t_{m2}$<br>よって十分である。 |     |
| $t_1$ (mm)  | —     |  |     |
| $t_2$ (mm)  | —     |  |     |
| $t$ (mm)  | 4.9   |  |     |
| $t_{ab}$ (mm)                                       |       |  |     |
| $t_{af}$ (mm)                                       |       |  |     |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>$t_{af} \geq t$<br>よって十分である。 |       |  |     |

O 2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2. 重大事故等クラス2 弁

2.1 設計仕様

系統：原子炉格納容器調気系

| 機器の区分    |     | 重大事故等クラス2弁 |       |     |     |
|----------|-----|------------|-------|-----|-----|
| 弁番号      | 種類  | 呼び径<br>(A) | 材料    |     |     |
|          |     |            | 弁箱    | 弁ふた | ボルト |
| T48-F019 | 止め弁 | 600        | SCPH2 | —   | —   |
| T48-F020 | 止め弁 | 300        | SCPH2 | —   | —   |
| T48-F021 | 止め弁 | 600        | SCPH2 | —   | —   |
| T48-F022 | 止め弁 | 600        | SCPH2 | —   | —   |



2.2 強度計算書

系統：原子炉格納容器調気系

|     |          |     |   |
|-----|----------|-----|---|
| 弁番号 | T48-F019 | シート | 1 |
|-----|----------|-----|---|

|                      | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                    | 設計・建設規格 |
|----------------------|---------|-------------|--------------------|---------|
| 設計条件                 |         |             | ネック部の厚さ            |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)     | 0.854   |             | $d_n$ (mm)         | —       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C) | 200     |             | $d_n / d_m$        | —       |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ           |         |             | $\varnothing$ (mm) | —       |
| 弁箱材料                 | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)      | —       |
| 弁ふた材料                | —       |             | $t_{m2}$ (mm)      | —       |
| $P_1$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma1}$ (mm)     | —       |
| $P_2$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma2}$ (mm)     | —       |
| $d_m$ (mm)           |         |             |                    |         |
| $t_1$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t_2$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t$ (mm)             | 14.5    | —           |                    |         |
| $t_{ab}$ (mm)        |         |             |                    |         |
| $t_{af}$ (mm)        | —       |             |                    |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$  |         |             |                    |         |
| よって十分である。            |         |             |                    |         |

O2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|                      | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                    | 設計・建設規格 |
|----------------------|---------|-------------|--------------------|---------|
| 設計条件                 |         |             | ネック部の厚さ            |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)     | 0.854   |             | $d_n$ (mm)         | —       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C) | 200     |             | $d_n / d_m$        | —       |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ           |         |             | $\varnothing$ (mm) | —       |
| 弁箱材料                 | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)      | —       |
| 弁ふた材料                | —       |             | $t_{m2}$ (mm)      | —       |
| $P_1$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma1}$ (mm)     | —       |
| $P_2$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma2}$ (mm)     | —       |
| $d_m$ (mm)           |         |             |                    |         |
| $t_1$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t_2$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t$ (mm)             | 9.6     | —           |                    |         |
| $t_{ab}$ (mm)        |         |             |                    |         |
| $t_{af}$ (mm)        | —       |             |                    |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$  |         |             |                    |         |
| よって十分である。            |         |             |                    |         |

O2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|                      | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                    | 設計・建設規格 |
|----------------------|---------|-------------|--------------------|---------|
| 設計条件                 |         |             | ネック部の厚さ            |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)     | 0.854   |             | $d_n$ (mm)         | —       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C) | 200     |             | $d_n / d_m$        | —       |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ           |         |             | $\varnothing$ (mm) | —       |
| 弁箱材料                 | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)      | —       |
| 弁ふた材料                | —       |             | $t_{m2}$ (mm)      | —       |
| $P_1$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma1}$ (mm)     | —       |
| $P_2$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma2}$ (mm)     | —       |
| $d_m$ (mm)           |         |             |                    |         |
| $t_1$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t_2$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t$ (mm)             | 14.5    | —           |                    |         |
| $t_{ab}$ (mm)        |         |             |                    |         |
| $t_{af}$ (mm)        | —       |             |                    |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$  |         |             |                    |         |
| よって十分である。            |         |             |                    |         |

O2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|                                  | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                    | 設計・建設規格 |
|----------------------------------|---------|-------------|--------------------|---------|
| 設計条件                             |         |             | ネック部の厚さ            |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)                 | 0.854   |             | $d_n$ (mm)         | —       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)             | 200     |             | $d_n / d_m$        | —       |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ                       |         |             | $\varnothing$ (mm) | —       |
| 弁箱材料                             | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)      | —       |
| 弁ふた材料                            | —       |             | $t_{m2}$ (mm)      | —       |
| $P_1$ (MPa)                      | —       | —           | $t_{ma1}$ (mm)     | —       |
| $P_2$ (MPa)                      | —       | —           | $t_{ma2}$ (mm)     | —       |
| $d_m$ (mm)                       |         |             |                    |         |
| $t_1$ (mm)                       | —       | —           |                    |         |
| $t_2$ (mm)                       | —       | —           |                    |         |
| $t$ (mm)                         | 14.5    | —           |                    |         |
| $t_{ab}$ (mm)                    |         |             |                    |         |
| $t_{af}$ (mm)                    | —       |             |                    |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |                    |         |

O2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 ROE

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-6-2-9-1-2 管の強度計算書（原子炉格納容器調気系）

目 次

VI-3-3-6-2-9-1-2-1 管の基本板厚計算書（原子炉格納容器調気系）

VI-3-3-6-2-9-1-2-1 管の基本板厚計算書(原子炉格納容器調気系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。



・評価条件整理表

| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分            | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------|
|      |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |                 |                 |           |
| 1    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427               | 171                | 0.854               | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 2    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427               | 171                | 0.854               | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 3    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 0.854               | 200                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 3    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427               | 171                | 0.854               | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 4    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 0.854               | 200                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 5    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 0.854               | 200                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 5    | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427               | 171                | 0.854               | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |
| 6    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 0.854               | 200                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| 7    | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | 0.854               | 200                        | —            | 設計・建設規格         | —               | SA-2      |
| T1   | 既設             | 有                                       | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427               | 171                | 0.854               | 200                        | S55告示        | 設計・建設規格<br>又は告示 | —               | SA-2      |

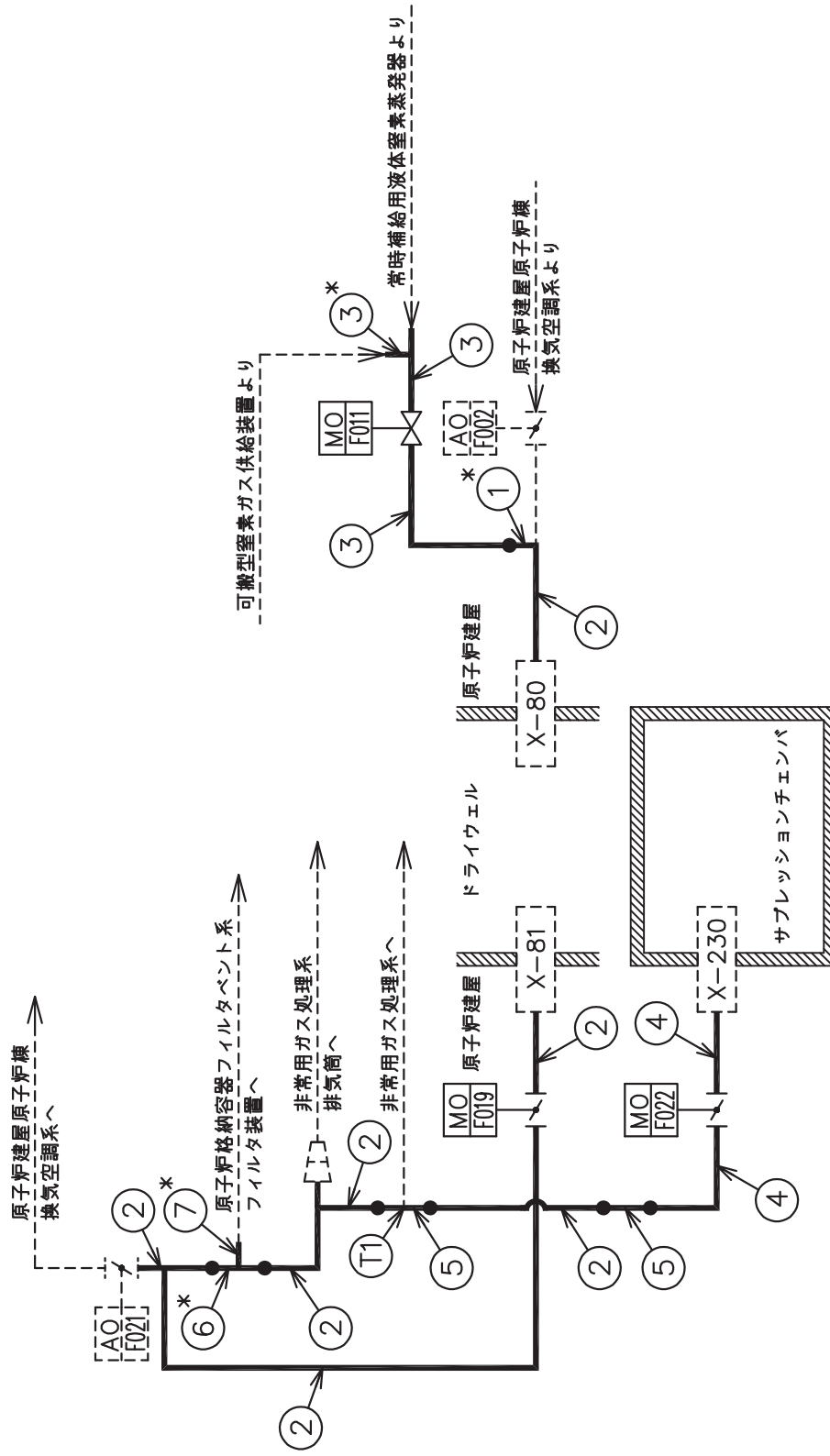
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目     | 評価区分            | 判定基準 | 適用規格    |
|------|----------|-----------------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| 7    | 管の板厚計算   | 設計・建設規格         | —    | 設計・建設規格 |
| T1   | 管の穴と補強計算 | 設計・建設規格<br>又は告示 | 同等   | 設計・建設規格 |

目次

|                    |   |
|--------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....     | 1 |
| 2. 管の強度計算書 .....   | 2 |
| 3. 管の穴と補強計算書 ..... | 3 |

1. 概略系統図



注記\*：管継手  
原子炉格納容器調気系統概略系統図

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料             | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 0.854                | 200                    | 60.50                         | 6.10         | S25C            | S   | 2           | 103        | 1.00 |       |                        | 0.25      | C      | 2.40                   |
| 2   | 0.854                | 200                    | 609.60                        | 9.50         | SM41C<br>SM400C | W   | 2           | 100        | 1.00 |       |                        | 2.60      | C      | 3.80                   |
| 3   | 0.854                | 200                    | 60.50                         | 5.50         | STS42<br>STS410 | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 4.81                   | 0.25      | C      | 2.40                   |
| 4   | 0.854                | 200                    | 609.60                        | 31.00        | SM400C          | W   | 2           | 100        | 1.00 |       |                        | 2.60      | C      | 3.80                   |
| 5   | 0.854                | 200                    | 609.60                        | 17.50        | SM400C          | W   | 2           | 100        | 1.00 |       |                        | 2.60      | C      | 3.80                   |
| 6   | 0.854                | 200                    | 609.60                        | 17.50        | STS410          | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 15.31                  | 2.52      | C      | 3.80                   |
| 7   | 0.854                | 200                    | 406.40                        | 12.70        | STS410          | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 11.11                  | 1.68      | C      | 3.80                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

3. 管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3420 準用

|                               |        |                                       |                   |   |
|-------------------------------|--------|---------------------------------------|-------------------|---|
| NO.                           | T1     | $A_r$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | 834.3   |
| 形 式                           | C      | $A_0$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | $4.541 \times 10^3$                               |
| 最高使用圧力 (MPa)                  | 0.854  | $A_1$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | $4.169 \times 10^3$                               |
| 最高使用温度 ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 200    | $A_2$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | 372.5   |
| 主管と管台の角度 ( $^{\circ}$ )       |        | $A_3$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | —   |
|                               |        | $A_4$                                 | ( $\text{mm}^2$ ) | —   |
| 主管材料                          | SM400C | 詳細： $A_0 > A_r$<br>よって十分である。          |                   |   |
| $S_r$ (MPa)                   | 100    |                                       |                   |   |
| $D_{or}$ (mm)                 | 609.60 |                                       |                   |   |
| $D_{ir}$ (mm)                 |        |                                       |                   |   |
| $t_{ro}$ (mm)                 | 17.50  | $d_{f r D}$                           | (mm)              |   |
| $Q_r$                         |        | $L_{AD}$                              | (mm)              |   |
| $t_r$ (mm)                    |        | $L_{ND}$                              | (mm)              |   |
| $t_{rr}$ (mm)                 | 2.60   | $A_{rD}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | 556.2   |
| $\eta$                        | 1.00   | $A_{0D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | $2.457 \times 10^3$                               |
|                               |        | $A_{1D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | $2.084 \times 10^3$                               |
| 管台材料                          | SM400C | $A_{2D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | 372.5   |
| $S_b$ (MPa)                   | 100    | $A_{3D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | —   |
| $D_{ob}$ (mm)                 | 318.50 | $A_{4D}$                              | ( $\text{mm}^2$ ) | —   |
| $D_{ib}$ (mm)                 |        | 詳細： $A_{0D} \geq A_{rD}$<br>よって十分である。 |                   |   |
| $t_{bn}$ (mm)                 | 10.30  |                                       |                   |   |
| $Q_b$                         |        |                                       |                   |   |
| $t_b$ (mm)                    |        |                                       |                   |   |
| $t_{br}$ (mm)                 | 1.29   | W                                     | (N)               | —   |
|                               |        | $F_1$                                 |                   | —   |
|                               |        | $F_2$                                 |                   | —   |
| 強め材材料                         | —      | $F_3$                                 |                   | —   |
| $S_e$ (MPa)                   | —      | $S_{w1}$                              | (MPa)             | —   |
| $D_{oe}$ (mm)                 | —      | $S_{w2}$                              | (MPa)             | —   |
| $t_e$ (mm)                    | —      | $S_{w3}$                              | (MPa)             | —   |
|                               |        | $W_{e1}$                              | (N)               | —   |
| 穴の径 d (mm)                    |        | $W_{e2}$                              | (N)               | —   |
| K                             |        | $W_{e3}$                              | (N)               | —   |
| $d_{fr}$ (mm)                 |        | $W_{e4}$                              | (N)               | —   |
| $L_A$ (mm)                    |        | $W_{e5}$                              | (N)               | —   |
| $L_N$ (mm)                    |        | $W_{ebp}$                             | (N)               | —   |
| $L_1$ (mm)                    |        | $W_{ebp}$                             | (N)               | —   |
| $L_2$ (mm)                    |        | $W_{ebp}$                             | (N)               | —   |
|                               |        |                                       |                   | 詳細： $W \leq 0$<br>よって溶接部の強度計算は必要ない。<br>以上より十分である。 |

VI-3-3-6-2-10 圧力逃がし装置の強度計算書

目 次

VI-3-3-6-2-10-1 原子炉格納容器フィルタベント系の強度計算書



VI-3-3-6-2-10-1 原子炉格納容器フィルタベント系の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-6-2-10-1-1 フィルタ装置の強度計算書
- VI-3-3-6-2-10-1-2 弁の強度計算書（原子炉格納容器フィルタベント系）
- VI-3-3-6-2-10-1-3 管の強度計算書（原子炉格納容器フィルタベント系）

VI-3-3-6-2-10-1-2 弁の強度計算書(原子炉格納容器フィルタベント系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2 機器及び重大事故等クラス2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-11 重大事故等クラス2 弁の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 機器名      | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準<br>に対象と<br>する施設<br>の規定が<br>あるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |             |           |             | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |           |
|----------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|-----------|-------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|-----------|
|          |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB 条件       |           | SA 条件       |                            |              |      |                 |           |           |
|          |                |   |                   |                  |           |           |                  | 圧力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 圧力<br>(MPa) |                            |              |      |                 |           | 温度<br>(℃) |
| T48-F043 | 既設             | 有   | 無                 | DB-2             | DB-2      | SA-2      | 有                | 0.427       | 171       | 0.854       | 200                        | —            | H6告示 | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |
| T48-F044 | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —         | 0.854       | 200                        | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |
| T48-F045 | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —         | 0.854       | 200                        | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |
| T48-F046 | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —         | 0.854       | 200                        | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |
| T63-F001 | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —         | 0.854       | 200                        | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |
| T63-F002 | 新設             | —   | —                 | —                | —         | SA-2      | —                | —           | —         | 0.854       | 200                        | —            | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2      |

## 目次

|                |   |
|----------------|---|
| 1. 重大事故等クラス2 弁 | 1 |
| 1.1 設計仕様       | 2 |
| 1.2 強度計算書      | 3 |

## 1. 重大事故等クラス 2 弁

1.1 設計仕様

系統：原子炉格納容器フィルタベント系

| 機器の区分    |     | 重大事故等クラス2弁 |       |     |     |
|----------|-----|------------|-------|-----|-----|
| 弁番号      | 種類  | 呼び径<br>(A) | 材料    |     |     |
|          |     |            | 弁箱    | 弁ふた | ボルト |
| T48-F043 | 止め弁 | 300        | SCPH2 | —   | —   |
| T48-F044 | 止め弁 | 300        | SCPH2 | —   | —   |
| T48-F045 | 止め弁 | 300        | SCPH2 | —   | —   |
| T48-F046 | 止め弁 | 600        | SCPH2 | —   | —   |
| T63-F001 | 止め弁 | 400        | SCPH2 | —   | —   |
| T63-F002 | 止め弁 | 400        | SCPH2 | —   | —   |



1.2 強度計算書

系統：原子炉格納容器フィルタベント系

|     |          |     |   |
|-----|----------|-----|---|
| 弁番号 | T48-F043 | シート | 1 |
|-----|----------|-----|---|

|                      | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                    | 設計・建設規格 |
|----------------------|---------|-------------|--------------------|---------|
| 設計条件                 |         |             | ネック部の厚さ            |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)     | 0.854   |             | $d_n$ (mm)         | —       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C) | 200     |             | $d_n / d_m$        | —       |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ           |         |             | $\varnothing$ (mm) | —       |
| 弁箱材料                 | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)      | —       |
| 弁ふた材料                | —       |             | $t_{m2}$ (mm)      | —       |
| $P_1$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma1}$ (mm)     | —       |
| $P_2$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma2}$ (mm)     | —       |
| $d_m$ (mm)           |         |             |                    |         |
| $t_1$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t_2$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t$ (mm)             | 9.6     | —           |                    |         |
| $t_{ab}$ (mm)        |         |             |                    |         |
| $t_{af}$ (mm)        | —       |             |                    |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$  |         |             |                    |         |
| よって十分である。            |         |             |                    |         |

O2 ③ VI-3-3-6-2-10-1-2 RO

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|                                  | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                    | 設計・建設規格 |
|----------------------------------|---------|-------------|--------------------|---------|
| 設計条件                             |         |             | ネック部の厚さ            |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)                 | 0.854   |             | $d_n$ (mm)         | —       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C)             | 200     |             | $d_n / d_m$        | —       |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ                       |         |             | $\varnothing$ (mm) | —       |
| 弁箱材料                             | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)      | —       |
| 弁ふた材料                            | —       |             | $t_{m2}$ (mm)      | —       |
| $P_1$ (MPa)                      | —       | —           | $t_{ma1}$ (mm)     | —       |
| $P_2$ (MPa)                      | —       | —           | $t_{ma2}$ (mm)     | —       |
| $d_m$ (mm)                       |         |             |                    |         |
| $t_1$ (mm)                       | —       | —           |                    |         |
| $t_2$ (mm)                       | —       | —           |                    |         |
| $t$ (mm)                         | 9.6     | —           |                    |         |
| $t_{ab}$ (mm)                    |         |             |                    |         |
| $t_{af}$ (mm)                    | —       |             |                    |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$<br>よって十分である。 |         |             |                    |         |

O2 ③ VI-3-3-6-2-10-1-2 RO

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|                      | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                    | 設計・建設規格 |
|----------------------|---------|-------------|--------------------|---------|
| 設計条件                 |         |             | ネック部の厚さ            |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)     | 0.854   |             | $d_n$ (mm)         | —       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C) | 200     |             | $d_n / d_m$        | —       |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ           |         |             | $\varnothing$ (mm) | —       |
| 弁箱材料                 | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)      | —       |
| 弁ふた材料                | —       |             | $t_{m2}$ (mm)      | —       |
| $P_1$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma1}$ (mm)     | —       |
| $P_2$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma2}$ (mm)     | —       |
| $d_m$ (mm)           |         |             |                    |         |
| $t_1$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t_2$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t$ (mm)             | 9.6     | —           |                    |         |
| $t_{ab}$ (mm)        |         |             |                    |         |
| $t_{af}$ (mm)        | —       |             |                    |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$  |         |             |                    |         |
| よって十分である。            |         |             |                    |         |

O2 ③ VI-3-3-6-2-10-1-2 RO

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|                      | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                    | 設計・建設規格 |
|----------------------|---------|-------------|--------------------|---------|
| 設計条件                 |         |             | ネック部の厚さ            |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)     | 0.854   |             | $d_n$ (mm)         | —       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C) | 200     |             | $d_n / d_m$        | —       |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ           |         |             | $\varnothing$ (mm) | —       |
| 弁箱材料                 | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)      | —       |
| 弁ふた材料                | —       |             | $t_{m2}$ (mm)      | —       |
| $P_1$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma1}$ (mm)     | —       |
| $P_2$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma2}$ (mm)     | —       |
| $d_m$ (mm)           |         |             |                    |         |
| $t_1$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t_2$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t$ (mm)             | 14.5    | —           |                    |         |
| $t_{ab}$ (mm)        |         |             |                    |         |
| $t_{af}$ (mm)        | —       |             |                    |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$  |         |             |                    |         |
| よって十分である。            |         |             |                    |         |

O2 ③ VI-3-3-6-2-10-1-2 RO

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|                      | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                    | 設計・建設規格 |
|----------------------|---------|-------------|--------------------|---------|
| 設計条件                 |         |             | ネック部の厚さ            |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)     | 0.854   |             | $d_n$ (mm)         | —       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C) | 200     |             | $d_n / d_m$        | —       |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ           |         |             | $\varnothing$ (mm) | —       |
| 弁箱材料                 | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)      | —       |
| 弁ふた材料                | —       |             | $t_{m2}$ (mm)      | —       |
| $P_1$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma1}$ (mm)     | —       |
| $P_2$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma2}$ (mm)     | —       |
| $d_m$ (mm)           |         |             |                    |         |
| $t_1$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t_2$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t$ (mm)             | 11.2    | —           |                    |         |
| $t_{ab}$ (mm)        |         |             |                    |         |
| $t_{af}$ (mm)        | —       |             |                    |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$  |         |             |                    |         |
| よって十分である。            |         |             |                    |         |

O2 ③ VI-3-3-6-2-10-1-2 RO

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

|                      | 設計・建設規格 | 告示<br>第501号 |                    | 設計・建設規格 |
|----------------------|---------|-------------|--------------------|---------|
| 設計条件                 |         |             | ネック部の厚さ            |         |
| 最高使用圧力P<br>(MPa)     | 0.854   |             | $d_n$ (mm)         | —       |
| 最高使用温度 $T_m$<br>(°C) | 200     |             | $d_n / d_m$        | —       |
| 弁箱又は弁ふたの厚さ           |         |             | $\varnothing$ (mm) | —       |
| 弁箱材料                 | SCPH2   |             | $t_{m1}$ (mm)      | —       |
| 弁ふた材料                | —       |             | $t_{m2}$ (mm)      | —       |
| $P_1$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma1}$ (mm)     | —       |
| $P_2$ (MPa)          | —       | —           | $t_{ma2}$ (mm)     | —       |
| $d_m$ (mm)           |         |             |                    |         |
| $t_1$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t_2$ (mm)           | —       | —           |                    |         |
| $t$ (mm)             | 11.2    | —           |                    |         |
| $t_{ab}$ (mm)        |         |             |                    |         |
| $t_{af}$ (mm)        | —       |             |                    |         |
| 評価： $t_{ab} \geq t$  |         |             |                    |         |
| よって十分である。            |         |             |                    |         |

O2 ③ VI-3-3-6-2-10-1-2 ROE

VI-3-3-6-2-10-1-3 管の強度計算書  
(原子炉格納容器フィルタベント系)

## 目 次

- VI-3-3-6-2-10-1-3-1 管の基本板厚計算書（原子炉格納容器フィルタベント系）
- VI-3-3-6-2-10-1-3-2 管の応力計算書（原子炉格納容器フィルタベント系）
- VI-3-3-6-2-10-1-3-3 管（可搬型）の強度評価書（原子炉格納容器フィルタベント系）



VI-3-3-6-2-10-1-3-1 管の基本板厚計算書  
(原子炉格納容器フィルタベント系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。



| 管No. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか |                  | クラスアップするか |           |                  |                     | 条件アップするか           |                     |                    |   | 既工認に<br>おける<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分    | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |
|------|----------------|---|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---|----------------------------|--------------|---------|-----------------|-----------|
|      |                | クラス<br>アップ<br>の有無                       | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) | SA条件<br>温度<br>(°C) |   |                            |              |         |                 |           |
| 12   | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | —                   | —                  | — | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| 13   | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | —                   | —                  | — | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| 14   | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | —                   | —                  | — | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| 15   | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | —                   | —                  | — | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| 16   | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | —                   | —                  | — | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| 17   | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | —                   | —                  | — | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |
| 18   | 新設             | —                                       | —                | —         | SA-2      | —                | —                   | —                  | —                   | —                  | — | —                          | —            | 設計・建設規格 | —               | SA-2      |

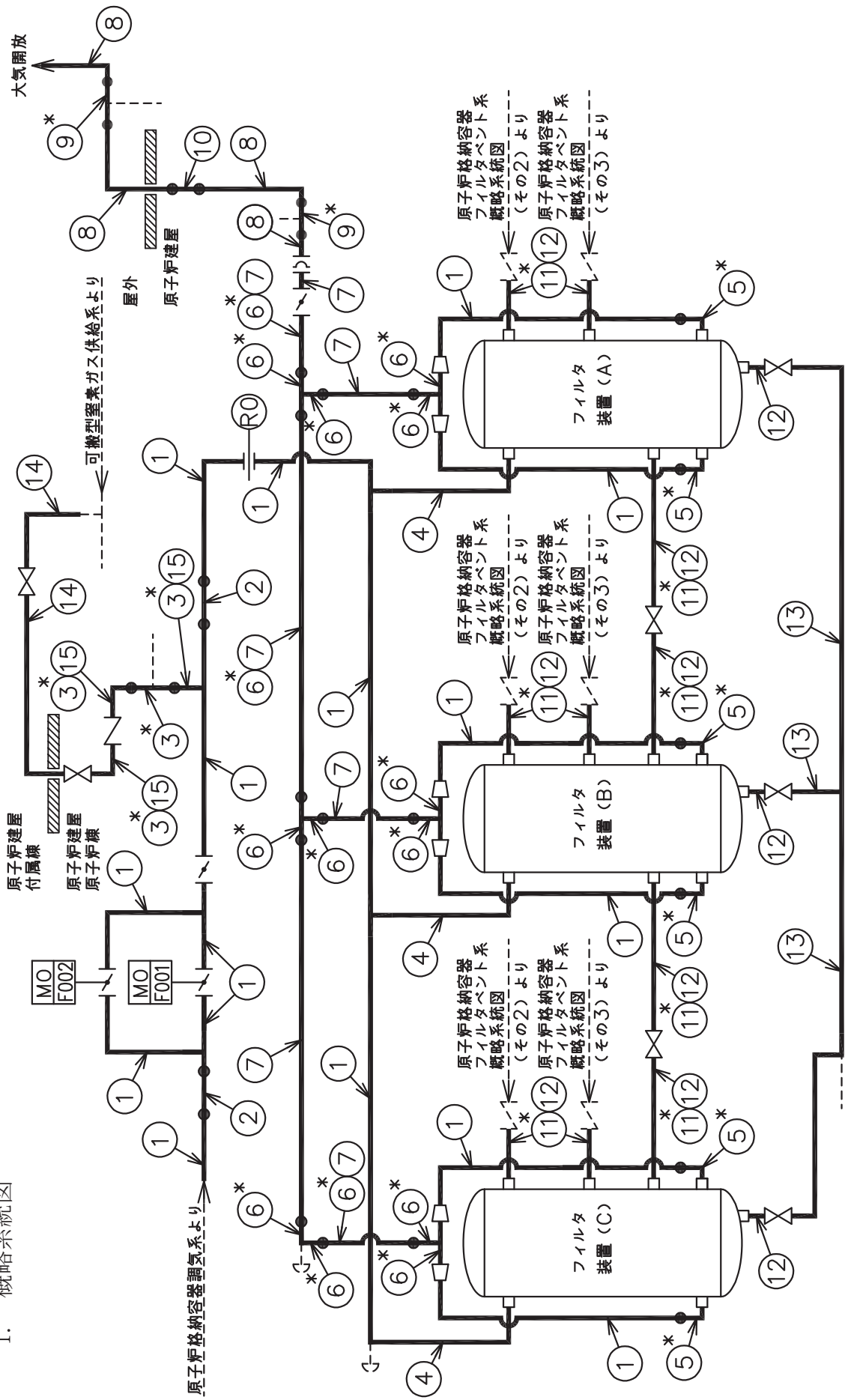
・適用規格の選定

| 管No. | 評価項目   | 評価区分    | 判定基準 | 適用規格    |
|------|--------|---------|------|---------|
| 1    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 2    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 3    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 4    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 5    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 6    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 7    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 8    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 9    | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 10   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 11   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 12   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 13   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 14   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 15   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 16   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 17   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |
| 18   | 管の板厚計算 | 設計・建設規格 | —    | 設計・建設規格 |

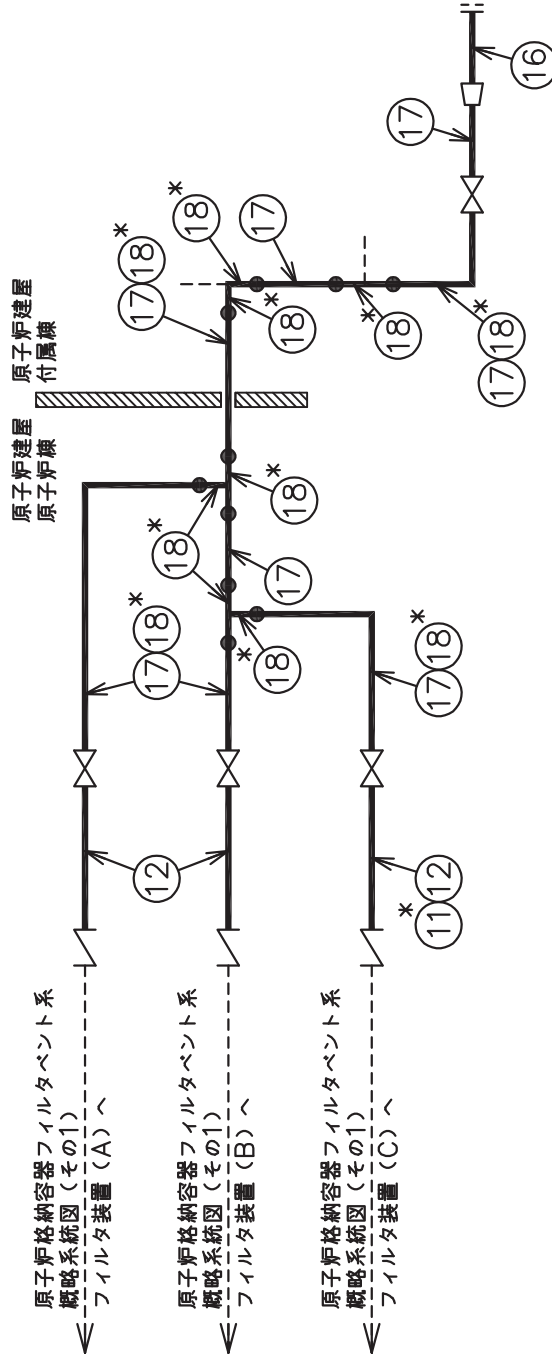
目次

|                  |   |
|------------------|---|
| 1. 概略系統図 .....   | 1 |
| 2. 管の強度計算書 ..... | 4 |

1. 概略系統図

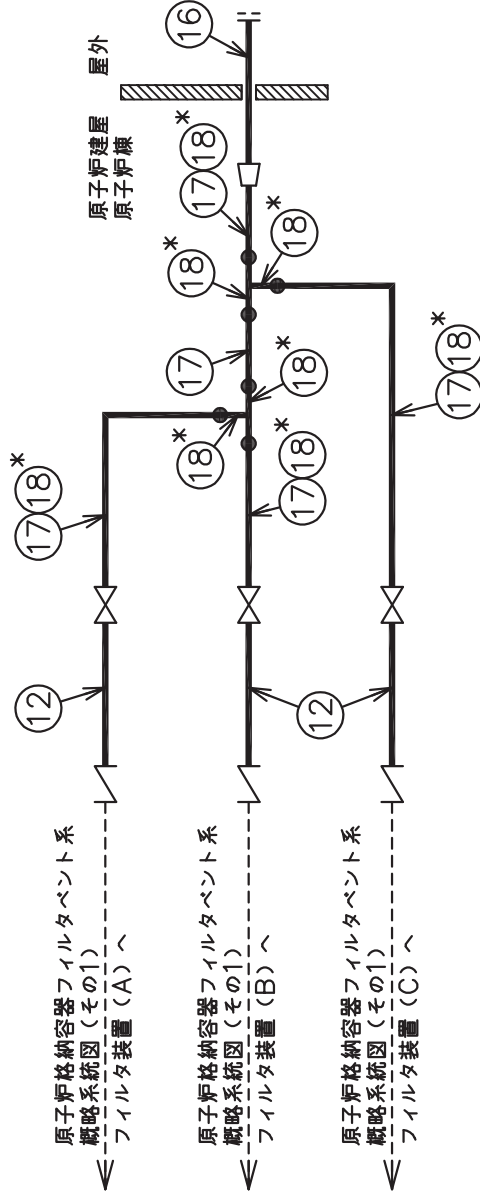


注記\*: 管継手  
原子炉格納容器フィルタタベント系概略系統図 (その1)



注記\*：管継手  
原子炉格納容器フィルタタベント系概略系統図 (その2)





原子炉格納容器フィルタベント系統略系統図(その3)  
注記\*: 管継手

2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温度<br>(°C) | 外径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料       | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|-----------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 1   | 0.854                | 200                | 406.40                       | 12.70        | STS410    | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 11.11                  | 1.68      | C      | 3.80                   |
| 2   | 0.854                | 200                | 406.40                       | 21.40        | SF490A    | S   | 2           | 123        | 1.00 | 12.5% | 18.72                  | 1.41      | C      | 3.80                   |
| 3   | 0.854                | 200                | 60.50                        | 6.10         | S25C      | S   | 2           | 103        | 1.00 |       |                        | 0.25      | C      | 2.40                   |
| 4   | 0.854                | 200                | 216.30                       | 8.20         | STS410    | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 7.17                   | 0.90      | C      | 3.80                   |
| 5   | 0.854                | 200                | 406.40                       | 12.70        | SUS316LTP | S   | 2           | 107        | 1.00 | 12.5% | 11.11                  | 1.62      | A      | 1.62                   |
| 6   | 0.854                | 200                | 508.00                       | 15.10        | STS410    | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 13.21                  | 2.10      | C      | 3.80                   |
| 7   | 0.854                | 200                | 508.00                       | 15.10        | SM400C    | W   | 2           | 100        | 1.00 |       |                        | 2.17      | C      | 3.80                   |
| 8   | 0.854                | 200                | 508.00                       | 15.10        | SUS316L   | W   | 2           | 107        | 1.00 |       |                        | 2.02      | A      | 2.02                   |
| 9   | 0.854                | 200                | 508.00                       | 15.10        | SUS316LTP | S   | 2           | 107        | 1.00 | 12.5% | 13.21                  | 2.02      | A      | 2.02                   |
| 10  | 0.854                | 200                | 508.00                       | 26.20        | SUSF316L  | S   | 2           | 107        | 1.00 | 12.5% | 22.92                  | 2.02      | A      | 2.02                   |

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>，よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

| NO. | 最高使用圧力<br>P<br>(MPa) | 最高使用<br>温<br>度<br>(°C) | 外 径<br>D <sub>o</sub><br>(mm) | 公称厚さ<br>(mm) | 材 料       | 製 法 | ク<br>ラ<br>ス | S<br>(MPa) | η    | Q     | t <sub>s</sub><br>(mm) | t<br>(mm) | 算<br>式 | t <sub>r</sub><br>(mm) |
|-----|----------------------|------------------------|-------------------------------|--------------|-----------|-----|-------------|------------|------|-------|------------------------|-----------|--------|------------------------|
| 11  | 0.854                | 200                    | 60.50                         | 6.10         | SUS316L   | S   | 2           | 107        | 1.00 |       |                        | 0.24      | A      | 0.24                   |
| 12  | 0.854                | 200                    | 60.50                         | 5.50         | SUS316LTP | S   | 2           | 107        | 1.00 | 12.5% | 4.81                   | 0.24      | A      | 0.24                   |
| 13  | 1.20                 | 200                    | 60.50                         | 5.50         | SUS316LTP | S   | 2           | 107        | 1.00 | 12.5% | 4.81                   | 0.34      | A      | 0.34                   |
| 14  | 0.854                | 66                     | 60.50                         | 5.50         | STS410    | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 4.81                   | 0.25      | C      | 2.40                   |
| 15  | 0.854                | 200                    | 60.50                         | 5.50         | STS410    | S   | 2           | 103        | 1.00 | 12.5% | 4.81                   | 0.25      | C      | 2.40                   |
| 16  | 2.00                 | 66                     | 76.30                         | 5.20         | SUS316LTP | S   | 2           | 108        | 1.00 | 12.5% | 4.55                   | 0.71      | A      | 0.71                   |
| 17  | 2.00                 | 66                     | 60.50                         | 5.50         | SUS316LTP | S   | 2           | 108        | 1.00 | 12.5% | 4.81                   | 0.56      | A      | 0.56                   |
| 18  | 2.00                 | 66                     | 60.50                         | 6.10         | SUS316L   | S   | 2           | 108        | 1.00 |       |                        | 0.56      | A      | 0.56                   |

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-6-2-10-1-3-2 管の応力計算書  
(原子炉格納容器フィルタベント系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

| 応力計算<br>モデルNo. | 既設<br>or<br>新設 | 施設時の<br>技術基準に<br>対象とする<br>施設の規定<br>があるか | クラスアップするか         |                  |           |           | 条件アップするか         |                     |                    |                     | 既工認<br>における<br>評価結果<br>の有無 | 施設時の<br>適用規格 | 評価区分 | 同等性<br>評価<br>区分 | 評価<br>クラス |                    |
|----------------|----------------|---|-------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--------------|------|-----------------|-----------|--------------------|
|                |                |   | クラス<br>アップ<br>の有無 | 施設時<br>機器<br>クラス | DB<br>クラス | SA<br>クラス | 条件<br>アップ<br>の有無 | DB条件<br>圧力<br>(MPa) | DB条件<br>温度<br>(°C) | SA条件<br>圧力<br>(MPa) |                            |              |      |                 |           | SA条件<br>温度<br>(°C) |
| FCVS-001       | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 854<br>(kPa)               | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
| FCVS-002       | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 854<br>(kPa)               | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
| FCVS-003       | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 854<br>(kPa)               | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
| FCVS-004       | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 854<br>(kPa)               | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
| KFCVS-101      | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 854<br>(kPa)               | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
|                | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 854<br>(kPa)               | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
| KFCVS-105      | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 2.0                        | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
|                | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 854<br>(kPa)               | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
| KFCVS-106      | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 2.0                        | 66           | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
|                | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 854<br>(kPa)               | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
| KFCVS-108      | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 854<br>(kPa)               | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
|                | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 854<br>(kPa)               | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
| KFCVS-109      | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 854<br>(kPa)               | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
|                | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 854<br>(kPa)               | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
| KFCVS-111      | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 1.2                        | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |
|                | 新設             | —                                       | —                 | —                | —         | —         | SA-2             | —                   | —                  | —                   | 1.2                        | 200          | —    | 設計・建設規格         | —         | SA-2               |

## 重大事故等対処設備

## 目次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 概要                    | 1  |
| 2. 概略系統図及び鳥瞰図            | 2  |
| 2.1 概略系統図                | 2  |
| 2.2 鳥瞰図                  | 5  |
| 3. 計算条件                  | 8  |
| 3.1 設計条件                 | 8  |
| 3.2 材料及び許容応力             | 11 |
| 4. 評価結果                  | 12 |
| 5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 | 13 |



## 1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 重大事故等クラス 2 機器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。




### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 10 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

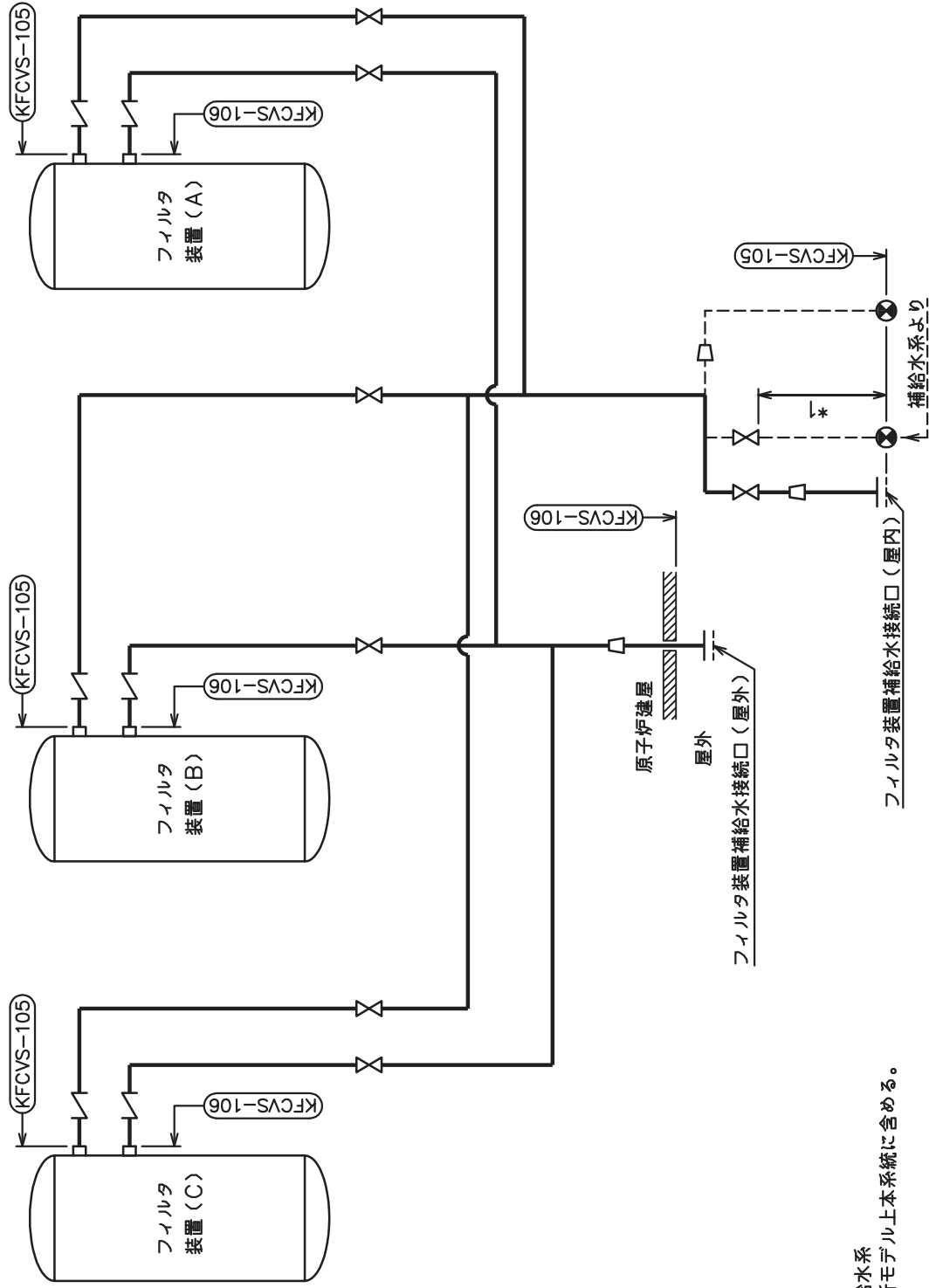
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

| 記号   | 内容   |
|--|--|
|  (太線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管                             |
|  (細線) | 工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管                    |
|  (破線) | 工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管 |
|     | 鳥瞰図番号  |
|     | アンカ  |




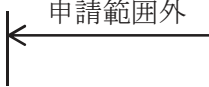


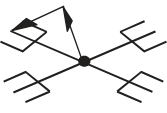
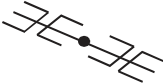


注記 \*1：補給水系  
解析モデル上本系統に含める。

原子炉格納容器フィルタメント系概略系統図（その2）

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

| 記号  | 内容  |
|---|---|
|    | <p>工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管</p>   |
|    | <p>工事計画記載範囲外の管</p>  |
|    | <p>質点</p>   |
|    | <p>アンカ</p>  |
|  | <p>レストレイント<br/>                     (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p> |
|  | <p>スナップ</p>   |

鳥瞰図 FCVS-002-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図 FCVS-002-2/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3. 計算条件

#### 3.1 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し、管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 F C V S - 0 0 2

| 管名称 | 最高使用圧力<br>(MPa)      | 最高使用温度<br>(°C) | 外径<br>(mm) | 厚さ<br>(mm) | 材料     |
|-----|----------------------|----------------|------------|------------|--------|
| 1   | 854kPa<br>(0.854MPa) | 200            | 406.4      | 21.4       | SF490A |
| 2   | 854kPa<br>(0.854MPa) | 200            | 406.4      | 12.7       | STS410 |
| 3   | 854kPa<br>(0.854MPa) | 200            | 216.3      | 8.2        | STS410 |



設計条件

管名称と対応する評価点  
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 F C V S - 0 0 2

| 管名称 | 対 応 す る 評 価 点 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|-----|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| 1   | 1             | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 2   | 2             | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |  |
|     | 17            | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |  |
|     | 32            | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 |  |
|     | 47            | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 |  |
| 3   | 62            | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|     | 45            | 61 | 67 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |  |
|     | 81            | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |

配管の質量 (付加質量含む)

評価点の質量を下表に示す。

| 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) | 評価点 | 質量(kg) |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 1   |        | 18  |        | 35  |        | 52  |        | 70  |        |
| 2   |        | 19  |        | 36  |        | 53  |        | 71  |        |
| 3   |        | 20  |        | 37  |        | 54  |        | 72  |        |
| 4   |        | 21  |        | 38  |        | 55  |        | 73  |        |
| 5   |        | 22  |        | 39  |        | 56  |        | 74  |        |
| 6   |        | 23  |        | 40  |        | 57  |        | 75  |        |
| 7   |        | 24  |        | 41  |        | 58  |        | 76  |        |
| 8   |        | 25  |        | 42  |        | 59  |        | 77  |        |
| 9   |        | 26  |        | 43  |        | 60  |        | 78  |        |
| 10  |        | 27  |        | 44  |        | 61  |        | 79  |        |
| 11  |        | 28  |        | 45  |        | 62  |        | 80  |        |
| 12  |        | 29  |        | 46  |        | 63  |        | 81  |        |
| 13  |        | 30  |        | 47  |        | 64  |        | 82  |        |
| 14  |        | 31  |        | 48  |        | 65  |        | 83  |        |
| 15  |        | 32  |        | 49  |        | 66  |        | 84  |        |
| 16  |        | 33  |        | 50  |        | 67  |        | 85  |        |
| 17  |        | 34  |        | 51  |        | 69  |        | 86  |        |

O 2 ㊦ VI-3-3-6-2-10-1-3-2 (重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 F C V S - 0 0 2

支持点部のばね定数を下表に示す。

| 支持点番号    | 各軸方向ばね定数(N/mm) |   |   | 各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad) |   |   |
|----------|----------------|---|---|----------------------|---|---|
|          | X              | Y | Z | X                    | Y | Z |
| 1        |                |   |   |                      |   |   |
| 13       |                |   |   |                      |   |   |
| 16       |                |   |   |                      |   |   |
| 18       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 21 ** |                |   |   |                      |   |   |
| ** 24 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 29       |                |   |   |                      |   |   |
| 34       |                |   |   |                      |   |   |
| 39       |                |   |   |                      |   |   |
| 41       |                |   |   |                      |   |   |
| 47       |                |   |   |                      |   |   |
| ** 52 ** |                |   |   |                      |   |   |
| ** 55 ** |                |   |   |                      |   |   |
| ** 57 ** |                |   |   |                      |   |   |
| ** 63 ** |                |   |   |                      |   |   |
| ** 65 ** |                |   |   |                      |   |   |
| 74       |                |   |   |                      |   |   |
| 80       |                |   |   |                      |   |   |
| 86       |                |   |   |                      |   |   |



O 2 ③ VI-3-3-6-2-10-1-3-2 (重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

設計・建設規格に規定の応力計算に用いる許容応力

| 材料     | 最高使用温度<br>(°C) | 許容応力<br>(MPa)  |
|--------|----------------|----------------|
|        |                | S <sub>h</sub> |
| SF490A | 200            | 123            |
| STS410 | 200            | 103            |

4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管  
設計・建設規格 PPC-3500による評価結果

| 鳥瞰図             | 最大応力<br>評 価 点 | 最大応力<br>区分*   | 一次応力評価<br>(MPa) |             |
|-----------------|---------------|---------------|-----------------|-------------|
|                 |               |               | 計算応力            | 許容応力        |
| F C V S - 0 0 2 | 73            | S p r m ( 1 ) | S p r m ( 1 )   | 1 . 5 ・ S h |
|                 | 73            | S p r m ( 2 ) | S p r m ( 2 )   | 1 . 8 ・ S h |
|                 |               |               | 95              | 154         |
|                 |               |               | 95              | 185         |

注記 \* : S p r m ( 1 ) , S p r m ( 2 ) はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3520(1), (2)に基づき計算した一次応力を示す。

5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

| No. | 配管モデル     | 供用状態 (E) *1 |            |            |       |    |     | 供用状態 (E) *2 |            |       |    |
|-----|-----------|-------------|------------|------------|-------|----|-----|-------------|------------|-------|----|
|     |           | 一次応力        |            |            |       |    |     | 一次応力        |            |       |    |
|     |           | 評価点         | 計算応力 (MPa) | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表 | 評価点 | 計算応力 (MPa)  | 許容応力 (MPa) | 裕度    | 代表 |
| 1   | FCVS-001  | 10          | 21         | 154        | 7.33  | —  | 10  | 21          | 185        | 8.80  | —  |
| 2   | FCVS-002  | 73          | 95         | 154        | 1.62  | ○  | 73  | 95          | 185        | 1.94  | ○  |
| 3   | FCVS-003  | 22          | 43         | 160        | 3.72  | —  | 22  | 43          | 192        | 4.46  | —  |
| 4   | FCVS-004  | 3           | 50         | 160        | 3.20  | —  | 3   | 50          | 192        | 3.84  | —  |
| 5   | KFCVS-101 | 37          | 18         | 154        | 8.55  | —  | 37  | 18          | 185        | 10.27 | —  |
| 6   | KFCVS-105 | 41          | 16         | 162        | 10.12 | —  | 41  | 16          | 194        | 12.12 | —  |
| 7   | KFCVS-106 | 11          | 19         | 162        | 8.52  | —  | 11  | 19          | 194        | 10.21 | —  |
| 8   | KFCVS-108 | 1           | 16         | 160        | 10.00 | —  | 1   | 16          | 192        | 12.00 | —  |
| 9   | KFCVS-109 | 1           | 18         | 160        | 8.88  | —  | 1   | 18          | 192        | 10.66 | —  |
| 10  | KFCVS-111 | 55          | 13         | 160        | 12.30 | —  | 55  | 13          | 192        | 14.76 | —  |

注記\* 1 : 設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\* 2 : 設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。

VI-3-3-7 その他発電用原子炉の附属施設の強度に関する説明書

## 目 次

- VI-3-3-7-1 非常用電源設備の強度に関する説明書
- VI-3-3-7-2 火災防護設備の強度に関する説明書
- VI-3-3-7-3 補機駆動用燃料設備の強度に関する説明書

## VI-3-3-7-1 非常用電源設備の強度に関する説明書



目 次

VI-3-3-7-1-1 非常用発電装置の強度計算書

VI-3-3-7-1-1 非常用発電装置の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-7-1-1-1 非常用ディーゼル発電設備の強度計算書
- VI-3-3-7-1-1-2 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備の強度計算書
- VI-3-3-7-1-1-3 可搬型代替交流電源設備の強度計算書
- VI-3-3-7-1-1-4 緊急時対策所ディーゼル発電設備の強度計算書
- VI-3-3-7-1-1-5 可搬型窒素ガス供給装置発電設備の強度評価書

VI-3-3-7-1-1-5 可搬型窒素ガス供給装置発電設備の強度評価書

目 次

VI-3-3-7-1-1-5-2 可搬型窒素ガス供給装置発電設備（燃料タンク）の強度評価書

VI-3-3-7-1-1-5-2 可搬型窒素ガス供給装置発電設備(燃料タンク)の強度  
評価書

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果

(可搬型窒素ガス供給装置発電設備(燃料タンク))

可搬型窒素ガス供給装置発電設備(燃料タンク)は、可搬型窒素ガス供給装置発電設備の付属機器であり、一体構造品の完成品として一般産業品の規格及び基準により強度評価を実施している。添付書類「VI-3-3-7-1-1-5-1 可搬型窒素ガス供給装置発電設備(冷却水ポンプ)の強度評価書」に示すとおり、可搬型窒素ガス供給装置発電設備(燃料タンク)は、一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し、重大事故等時における使用条件において要求される強度を有している。