

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-3-3-3-1-1 残留熱除去系熱交換器の強度計算書
- VI-3-3-3-1-2 残留熱除去系ポンプの強度計算書
- VI-3-3-3-1-3 残留熱除去系ストレーナの強度計算書
- VI-3-3-3-1-4 弁の強度計算書 (残留熱除去系)
- VI-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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス		
			クラスアップ の有無	施設時機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件							
残留熱除去系 熱交換器	既設	有	管側	DB-2	DB-2	SA-2	無	圧力 (MPa)	3.73	圧力 (MPa)	3.73	温度 (°C)	186	S55 告示	既工認	-	SA-2
			胴側	DB-3	DB-3	SA-2	無	圧力 (MPa)	1.18	圧力 (MPa)	1.18	温度 (°C)	70	S55 告示	設計・建設規格 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。

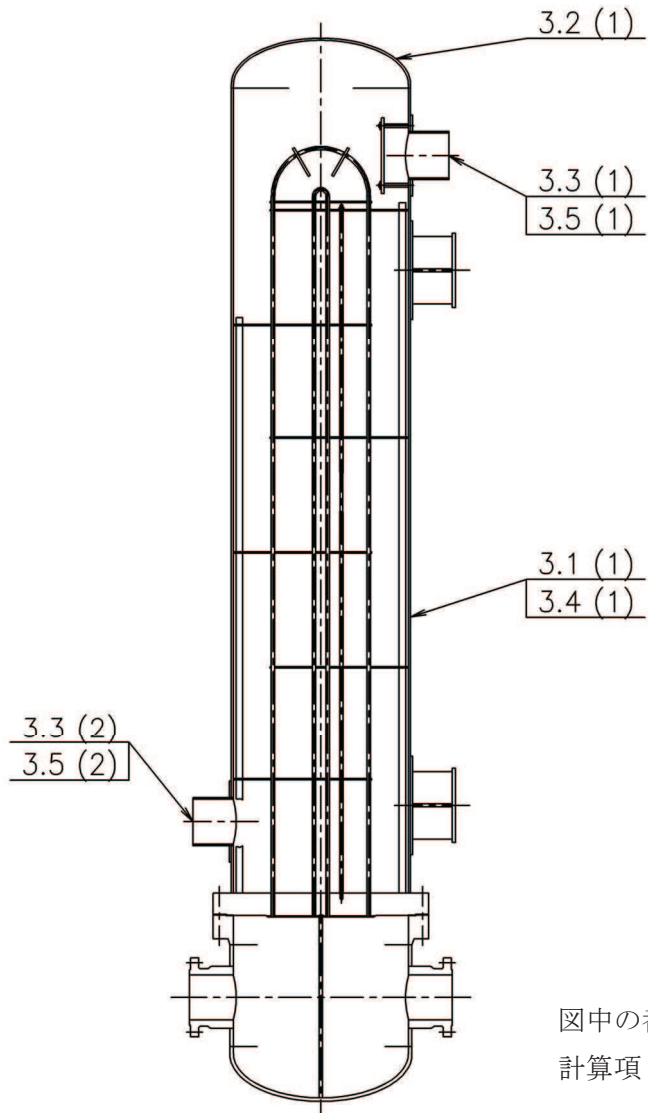


図 2-1 概要図

### 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			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	$t_{s.o}$	(mm)	15.00
最小厚さ	$t_s$	(mm)	
評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。			

### 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。		



### 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 ⑥ 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 ⑥ 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			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)) 胴体出口(3.5(2))

O2 ⑥ VI-3-3-3-3-1-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.5 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	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。 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。 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。

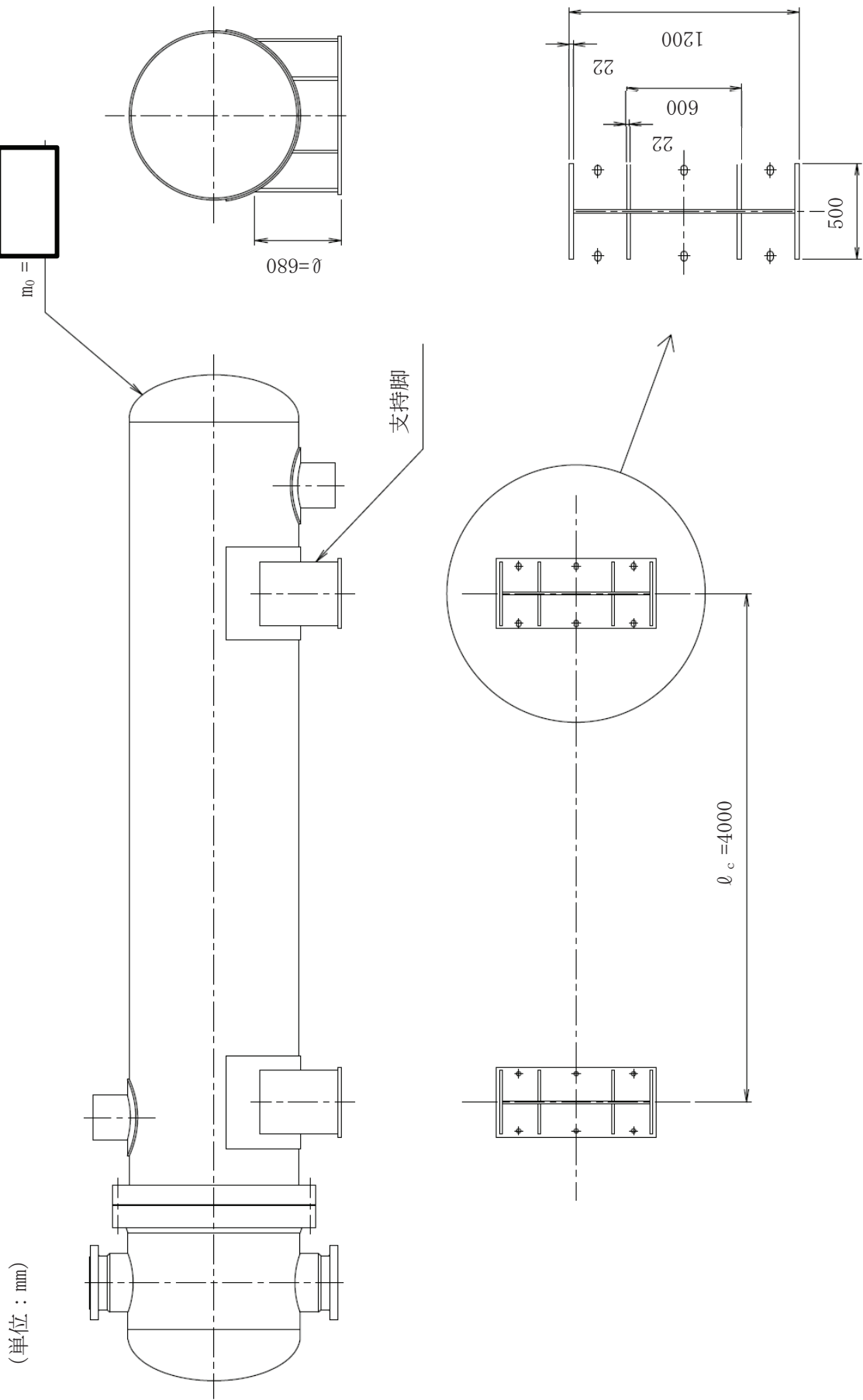
4. 支持構造物の強度計算書

(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 (°C)	F 値 (MPa)	鉛直荷重 F <sub>c</sub> (N)	断面積 A (mm <sup>2</sup> )	曲げモーメント M (N・mm)	断面係数 Z (mm <sup>3</sup> )
横置円筒形容器	2	SS400	70	223		6.846 × 10 <sup>4</sup>		

一次圧縮応力 σ <sub>c</sub> (MPa)	許容圧縮応力 f <sub>c</sub> (MPa)	一次曲げ応力 σ <sub>b</sub> (MPa)	許容曲げ応力 f <sub>t</sub> (MPa)	組合せ評価 $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1$	評価
	147		148	0.44	算出値は、許容値以下であるので強度は十分である。





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-3-3-3-3-1-2 残留熱除去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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件 圧力 (MPa)	DB 条件 温度 (℃)	SA 条件 圧力 (MPa)						SA 条件 温度 (℃)
残留熱除去系ポンプ (A), (B)	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	無	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	-	SA-2
残留熱除去系ポンプ (C)	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	100	3.73	100	無	S55 告示	設計・建設規格 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 .....	3
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 .....	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

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。

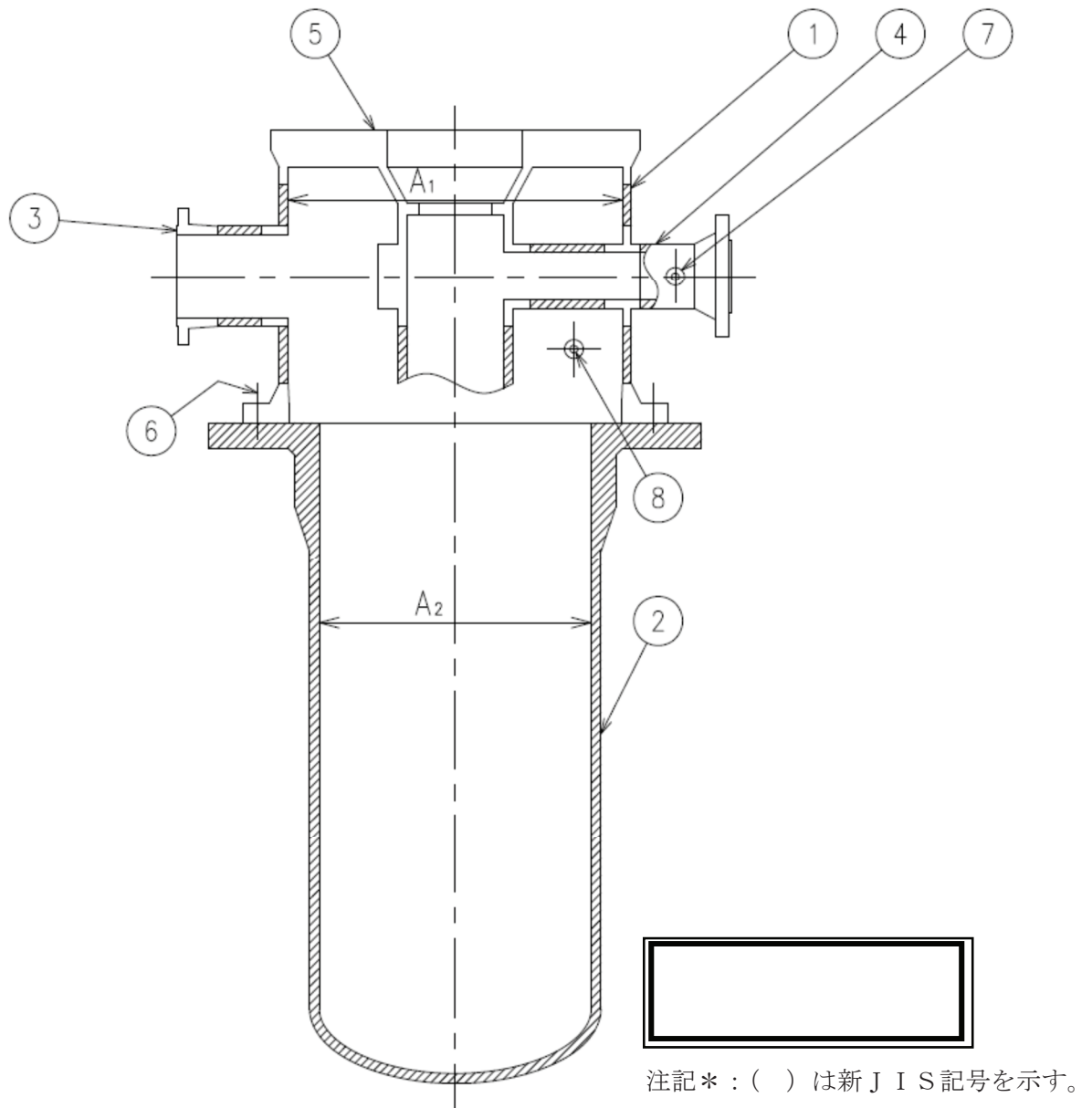


図1-1 概要図

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	残留熱除去系ポンプ (A), (B)		残留熱除去系ポンプ (C)	
	吐出側	吸込側	吐出側	吸込側
最高使用圧力 (MPa)	3.73	1.37	3.73	1.37
最高使用温度 (°C)	186	186	100	100

2. 強度計算

2.1 ケーシングの厚さ

設計・建設規格 PMC-3320

機器名称	計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	A <sub>1</sub> (mm)	A <sub>2</sub> (mm)
残留熱除去系 ポンプ (A), (B)	①		1.37			
	②		1.37			
残留熱除去系 ポンプ (C)	①		1.37			
	②		1.37			

注記\* : ( ) は新 J I S 記号を示す。

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
8.6		
8.0		
8.6		
8.0		

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)

機器名称	計算部位	$r_i$	$r_m$	$\ell$	$t$	$t_{\ell o}$	$t_{\ell}$
残留熱除去系 ポンプ (A), (B)	③	244.5	248.8	23.1	8.6		
	④	166.7	171.0	19.2	8.6		
残留熱除去系 ポンプ (C)	③	244.5	248.8	23.1	8.6		
	④	166.7	171.0	19.2	8.6		

評価：  $t_{\ell} \geq t$ ， よって十分である。

2.3 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

機器名称	計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	平板形	
					d (mm)	K
残留熱除去系 ポンプ (A), (B)	⑤		1.37			
残留熱除去系 ポンプ (C)	⑤		1.37			

$t$ (mm)	$t_{s o}$ (mm)	$t_s$ (mm)
119.0		
119.0		

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。



## 2.4 ボルトの平均引張応力

設計・建設規格 PMC-3510

機器名称	計算部位	材料	P (MPa)	S <sub>b</sub> (MPa)	d <sub>b</sub> (mm)	n	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
残留熱除去系 ポンプ (A), (B)	⑥		1.37				
残留熱除去系 ポンプ (C)	⑥		1.37				

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

H (N)	H <sub>p</sub> (N)	W <sub>m1</sub> (N)	W <sub>m2</sub> (N)	W (N)	σ (MPa)
					30
					30

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。

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

機器名称	計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	D <sub>o</sub> (mm)
残留熱除去系 ポンプ (A), (B)	⑦		3.73		
	⑧		1.37		
残留熱除去系 ポンプ (C)	⑦		3.73		
	⑧		1.37		

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 (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
0.4		
0.2		
0.4		
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-3-3-3-3-1-3 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 or 新設	施設時の 技術基準 を対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認にお ける 評価結果の 有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップの 有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (kPa)	温度 (℃)	圧力 (kPa)						温度 (℃)
残留熱除去系 ストレーナ	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	— [427] *1	104 *2	— [854] *1	200	—	設計・建設 規格 *3	設計・建設 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 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		
ストレーナはサブプレッションチェンバのプール水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。	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>上面図</p>	<p>側面図</p>
		<p>側面図</p>	<p>側面図</p> <p>(単位: mm)</p>

2



## 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フローを図 2-1 に示す。

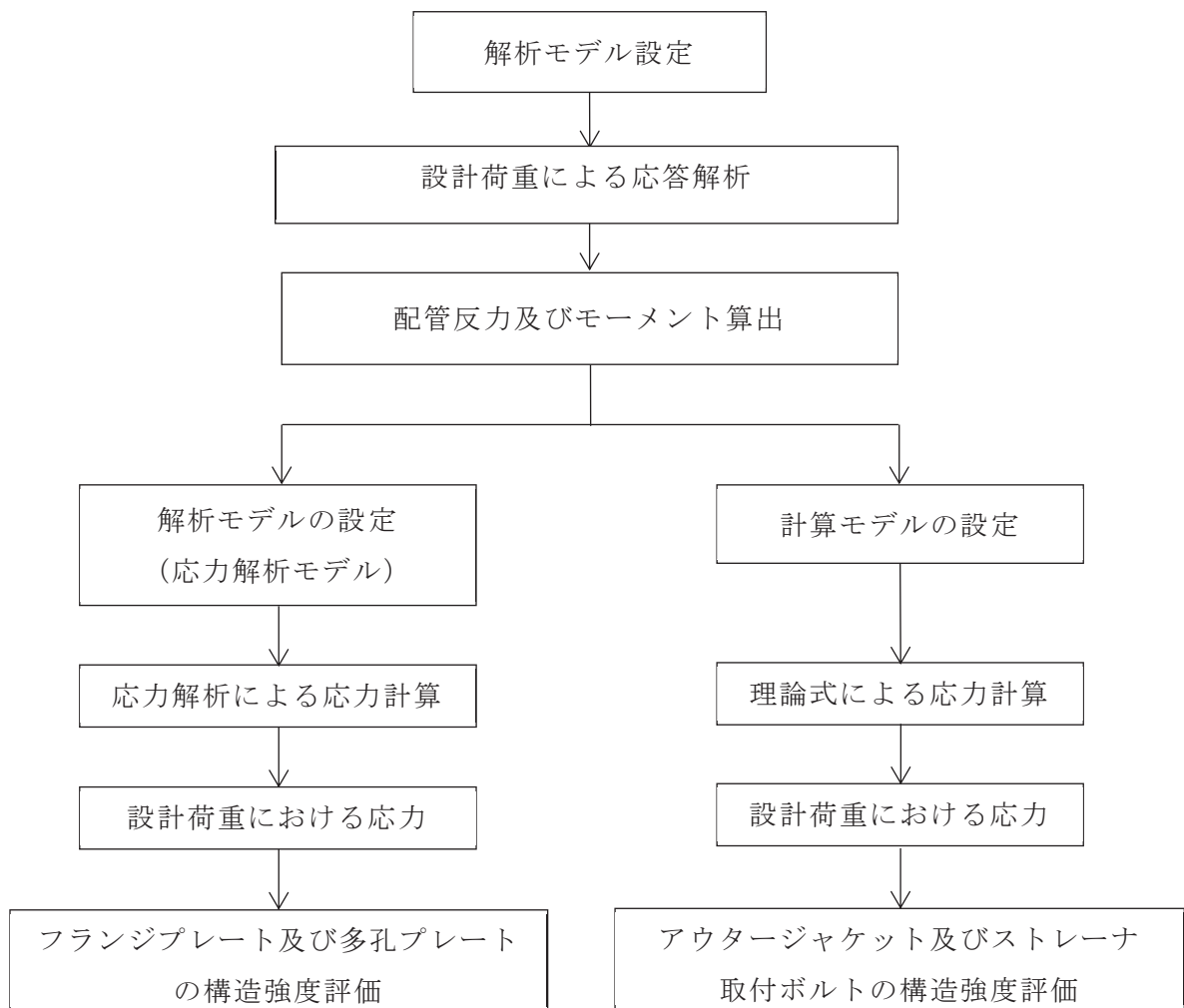


図 2-1 残留熱除去系ストレーナの応力評価フロー

### 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) J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（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	$mm$
$FAB_A$	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	$N/m^2$
$F_x$	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	$mm$
$L_{cg}$	フランジからストレーナ重心までの距離	$mm$
$M_x$	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)	$N \cdot m$
$n$	ウェブ個数	—
$LAB_A$	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)	$mm$
$s$	アウトージャケットの等価肉厚	$mm$
$SRV_D$	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	$mm$
$V_A$	加速度ドラッグ体積	$m^3$
$w$	ウェブ幅	$mm$
$Z$	断面係数	$mm^3$
$\pi$	円周率	—

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 に示すとおりである。

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	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位 <sup>*3</sup>

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。

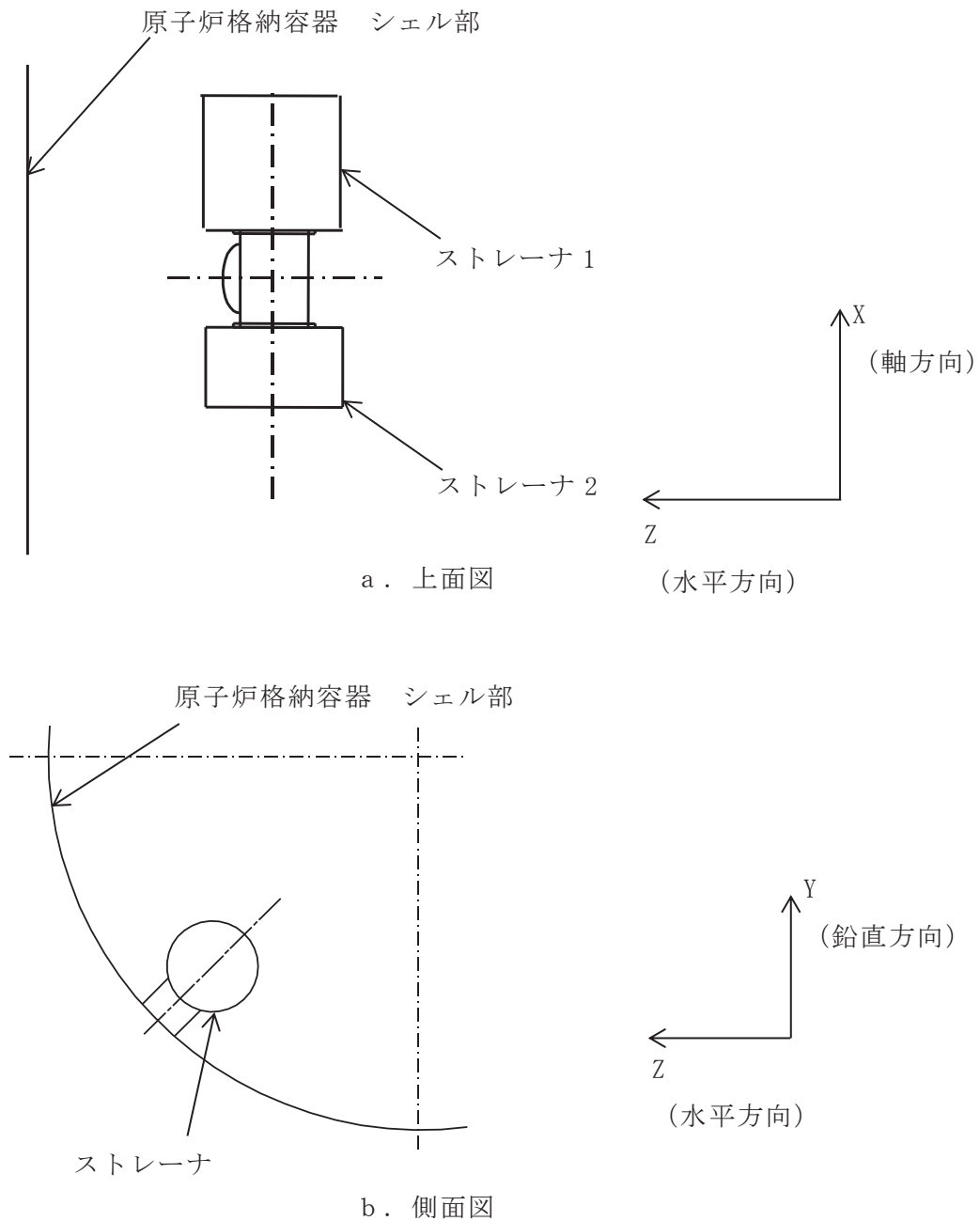
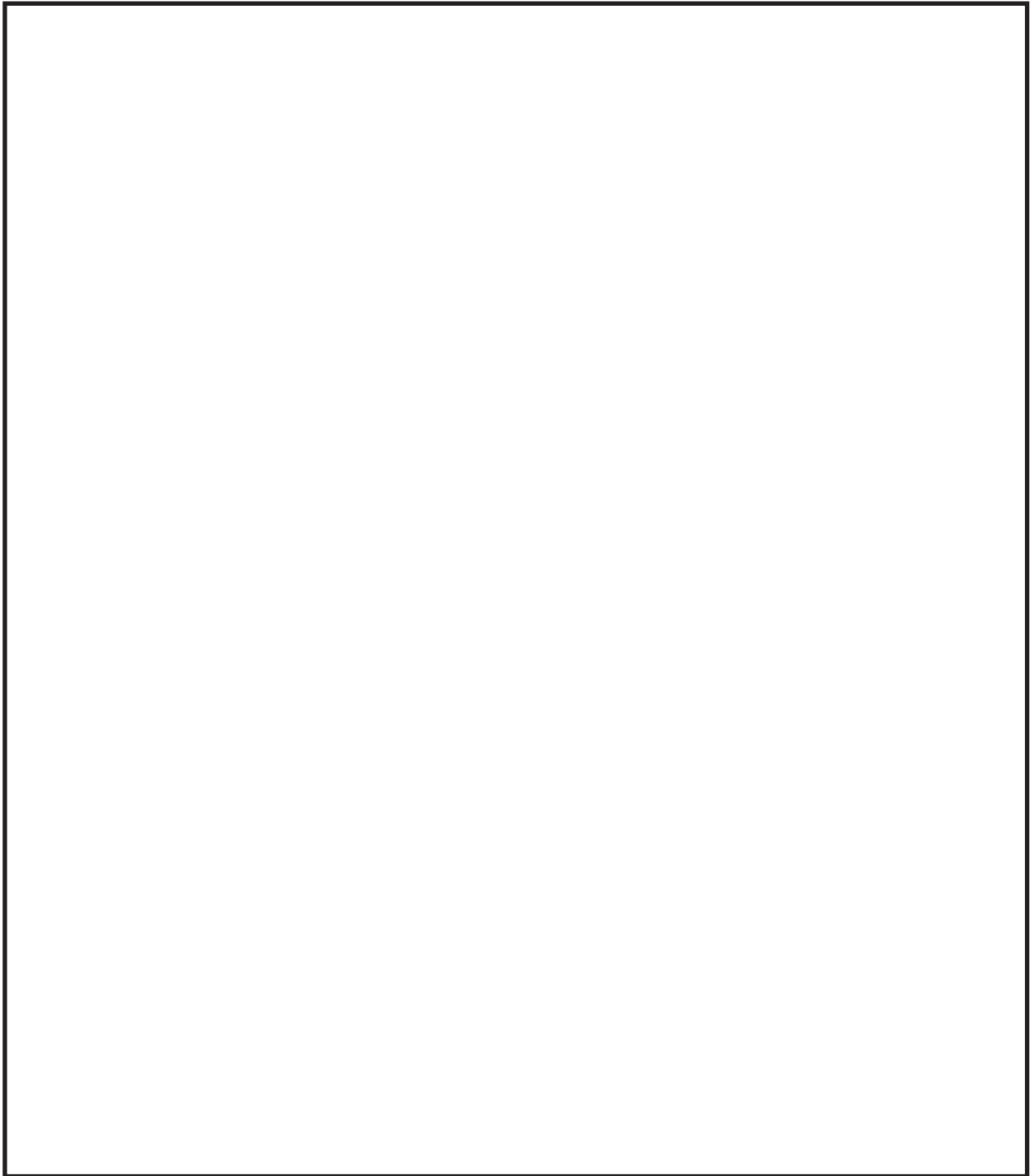


図 3-1 残留熱除去系ストレーナの取付け状況  
(原子炉格納容器貫通部 X-214A の場合)



- |                    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| 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) |

注記\* : ディスクシートは軸方向に複数あり, ポケットシートは軸方向及び円周方向に複数ある。

図 3-2 残留熱除去系ストレーナの形状及び主要寸法

#### 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 ストレーナ	重大事故等 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 その他原子炉注水設備	残留熱除去系 ストレーナ	重大事故等 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 その他原子炉注水設備	高圧炉心スプレイ系 ストレーナ	重大事故等 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 その他原子炉注水設備	低圧炉心スプレイ系 ストレーナ	重大事故等 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 その他の安全設備	残留熱除去系 ストレーナ	重大事故等 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 No.	運転状態	死荷重	異物 荷重	差圧	SRV荷重		LOCA荷重			供用状態
					運転時	中小 破断時	プールスウェル (LAB, FAB)	蒸気凝縮 (CO)	チャギング (CH)	
SA-1	運転状態V(L)	○	○	○						重大事故等時*1
SA-2	運転状態V(S)	○	○	○				○		重大事故等時*1
SA-3	運転状態V(S)	○	○	○		○			○	重大事故等時*1
SA-4	運転状態V(S)	○					○*2			重大事故等時*1
SA-5	運転状態V(S)	○					○*3			重大事故等時*1

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 (曲げ応力含む)
重大事故等時*	S	長期荷重 $1.5 \cdot S$ 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 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		最高使用温度	200				
アウトージャケット, 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		—	—	—

#### 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。

- ・ストレーナ1

ストレーナ自重 =  (N)

異物荷重 =  (N)

- ・ストレーナ2

ストレーナ自重 =  (N)

異物荷重 =  (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)

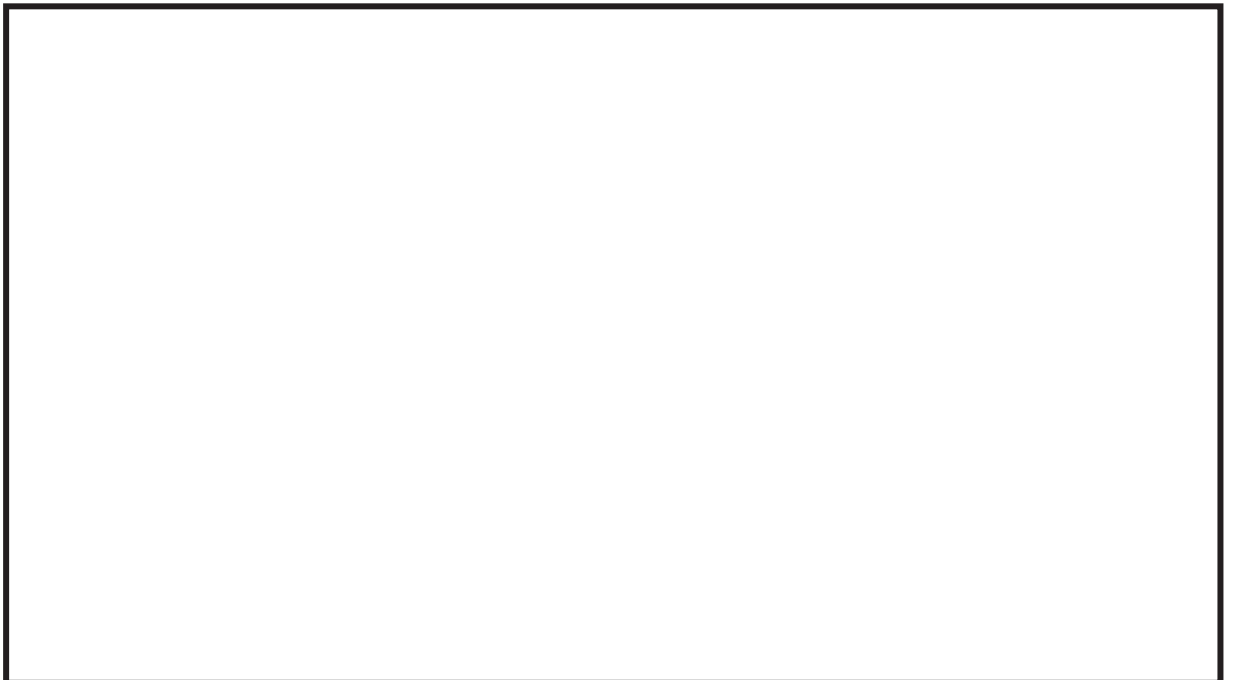


図 4-1 差圧荷重の作用方向

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。

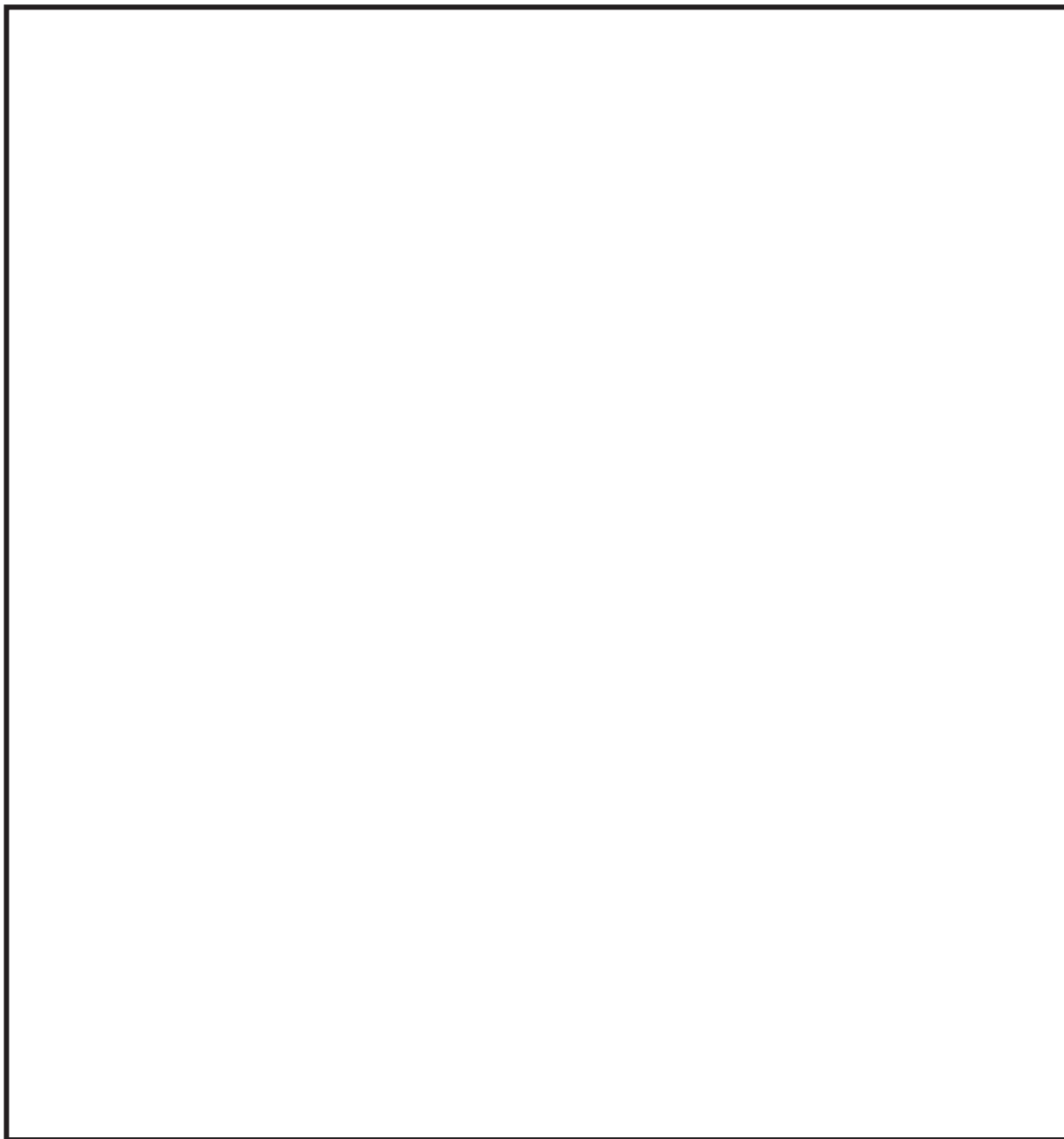


図 4-2 水力的動的荷重の作用方向

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  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 は  (m<sup>3</sup>)、ストレーナ 2 は  (m<sup>3</sup>) 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* (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* (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。

「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 (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 (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 (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 (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。

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 (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 (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 (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 (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。

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配管反力及びモーメントを算出する。
- (2) 原子炉格納容器貫通部は6軸方向のばねをもつ拘束点としてモデル化する。なお、原子炉格納容器に対して、面内の回転方向及び面外の並進方向は剛ばねとする。
- (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) 異物の質量はストレーナ質量に含める。
- (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こと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。

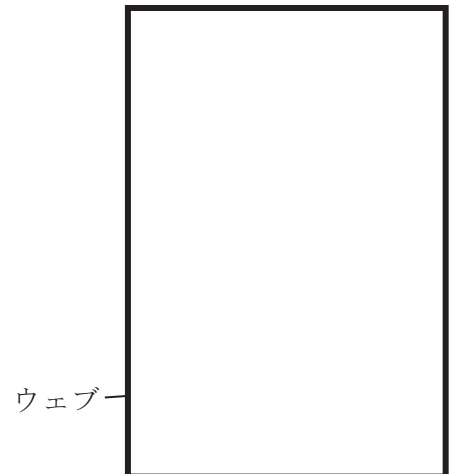
##### 4.4.2 応力計算方法

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。

アウタ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。アウタージャケットの応力算出方法を以下に示す。

- ・アウタ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。

なおアウタ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。アウタ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  $Z$  及びアウタ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タ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、アウタ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、アウタ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タ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、アウタ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。

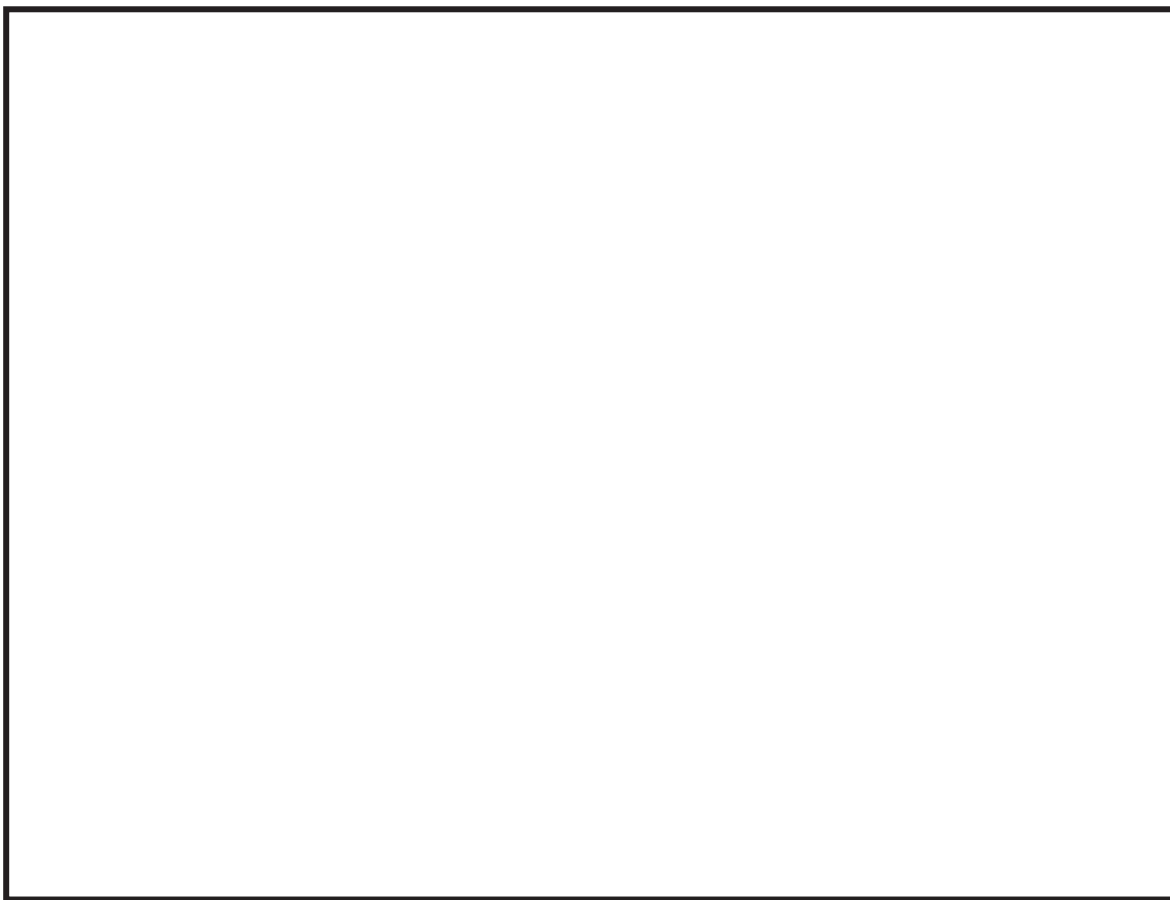


図 4-3 フランジプレートの計算モデル図

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。

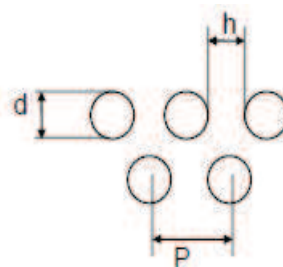
孔径 (d)



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及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。

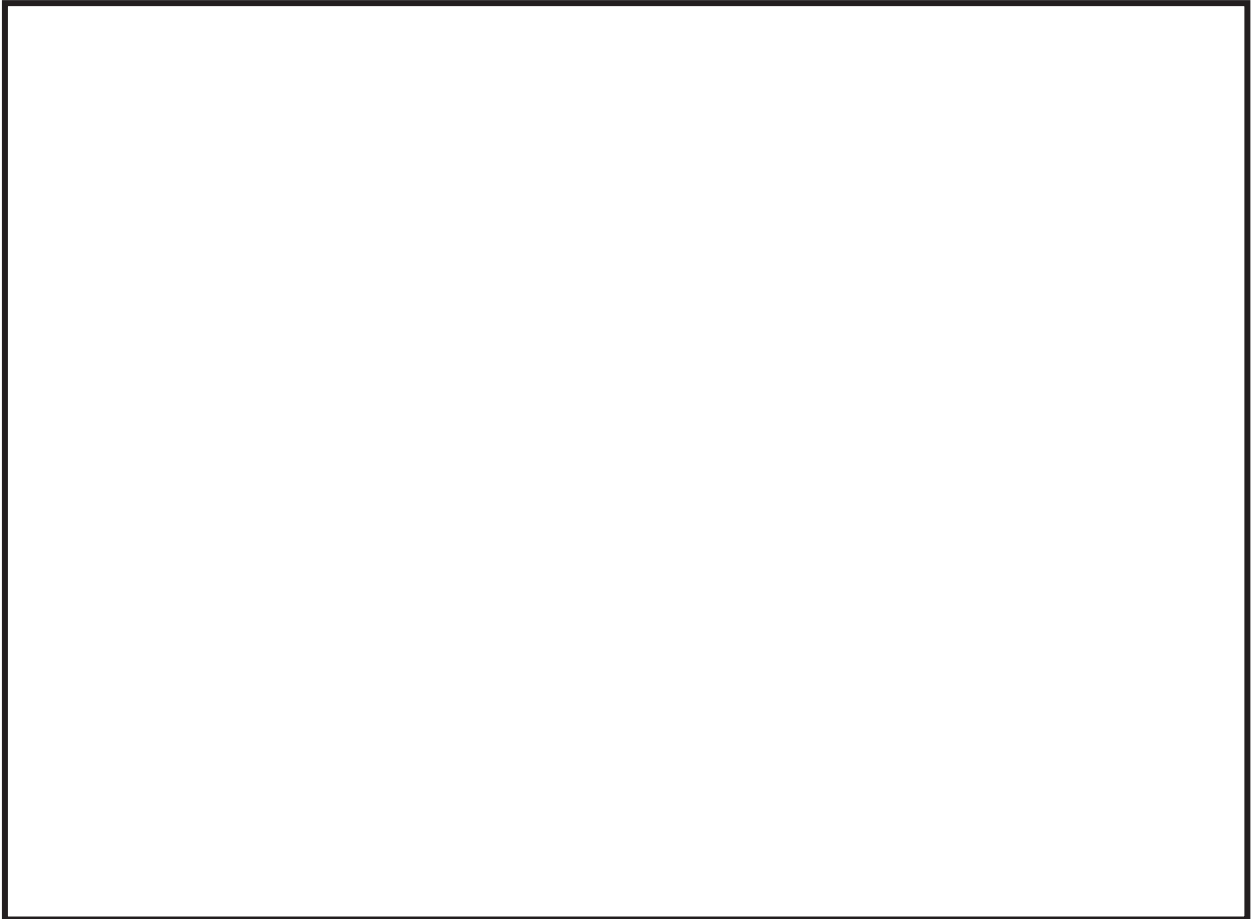


図 4-4 ディスクシートの計算モデル図

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。

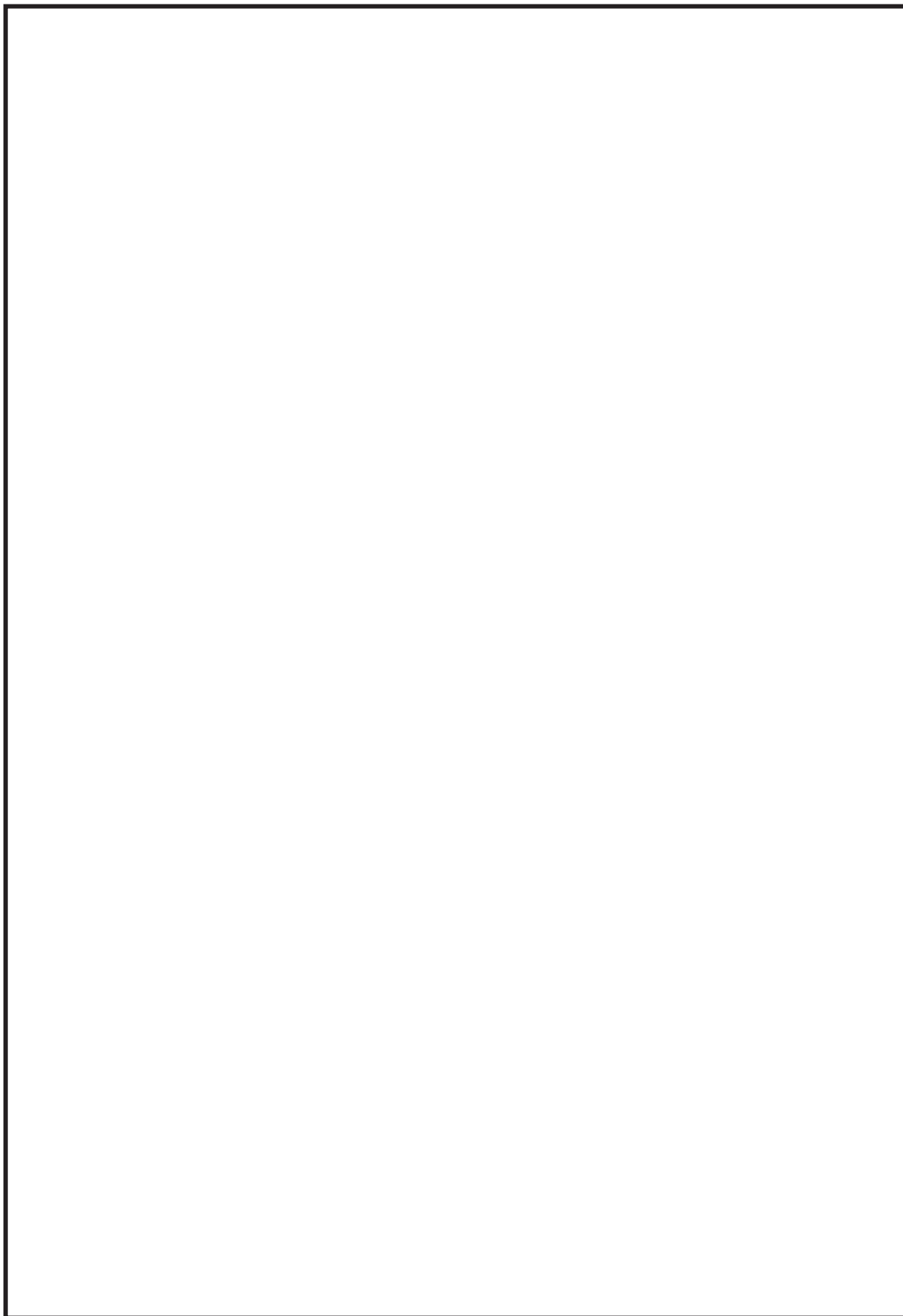


図 4-5 ポケットシートの多孔プレートの計算モデル図

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。

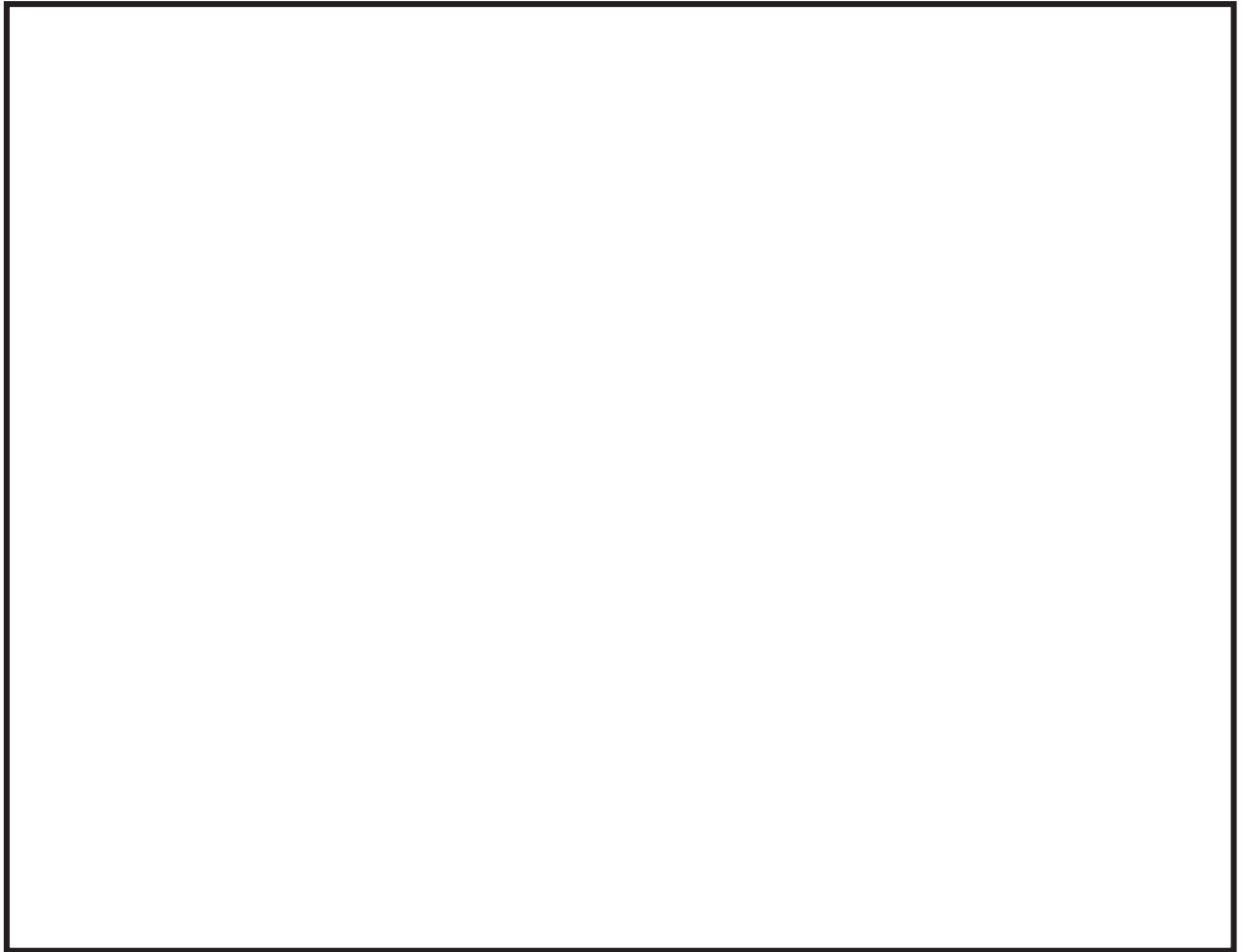


図 4-6 フロントシートの多孔プレートの計算モデル図

(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。

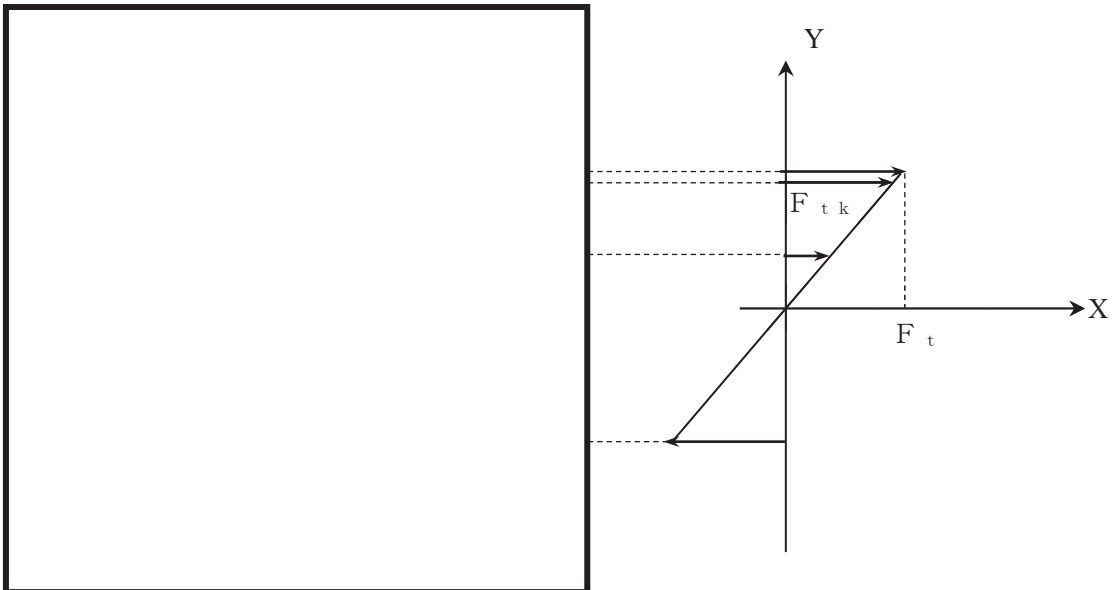


図 4-7 各ボルトに発生する軸力とモーメントアームの関係

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軸まわ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)

$F_x$ ：ストレナーナ軸方向荷重(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 (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 (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(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 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 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。

## 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 (MPa)	許容応力 (MPa)	荷重組合せ	
残留熱除去系 ストレーナ	アウトージャケット		一次応力 (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 (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 (曲げ応力を含む)				
	多孔 プレート ポケット シート	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				一次一般膜応力	SA-2
						一次応力 (曲げ応力を含む)	
		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				一次一般膜応力	SA-2
						一次応力 (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 (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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス			
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件								
										圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)	温度 (℃)					
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 又は告示	—	DB-2
E11-F016A, B	既設	有	有*	DB-2	DB-1	—	—	無	8.62	302	—	—	—	無	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	DB-1
E11-F018A, B	既設	有	有*	DB-2	DB-1	—	—	無	10.40	302	—	—	—	無	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	DB-1
E11-F021	既設	有	有*	DB-2	DB-1	—	—	無	8.62	302	—	—	—	無	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	DB-1

注記\*：原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲の拡大によるクラスアップ。

## 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 (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	



## 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・建設規格				告示第501号		設計・建設規格		告示第501号	
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		$t_e$ (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)				K					
添付図番号	図 3-1	(5)		$P_e$ (MPa)		91	89		
	図 3-2	(2)		$\alpha \times 10^{-6}$ (mm/mm°C)		12.69	12.63		
	図 3-3	(1), (2)		E (MPa)		187600	181619		
内圧による弁箱の一次応力評価				$C_2$		0.47			
$P_1$ (MPa)		6.64	6.64	$\Delta T$ (°C)					
$P_2$ (MPa)		9.95	9.96	$C_4$					
$P_{r1}$ (MPa)		6.90	6.89	$\Delta P_{fm}$ (MPa)					
$P_{r2}$ (MPa)		10.34	10.35	$\Delta T_{fm}$ (°C)					
$P_s$ (MPa)		8.96	8.96	$S_n(1)$ (MPa)		180			
d (mm)				$S_n(2)$ (MPa)		119			
$T_b$ (mm)				$3 \cdot S_m$ (MPa)		399			
$T_r$ (mm)				評価： $S_n(1) \leq 3 \cdot S_m$ $S_n(2) \leq 3 \cdot S_m$ よって十分である。					
$L_A$ (mm)				弁箱の局部一次応力評価					
$L_N$ (mm)				S (MPa)		153			
$A_f$ (mm <sup>2</sup> )				$S_m$ (MPa)		299			
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )				評価： $S \leq 2.25 \cdot S_m$ よって十分である。					
$r_1$ (mm)				配管反力による弁箱の二次応力評価					
S (MPa)		48		起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ					
$S_m$ (MPa)		133		$2.25 \cdot S_m$ (MPa)		299			
評価： $S \leq S_m$ よって十分である。				評価： $S \leq 2.25 \cdot S_m$ よって十分である。					
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)		114	112		
$C_b$		1.0	1.0	$S\phi(2)$ (MPa)		129	126		
$Z_1$ (mm <sup>3</sup> )				$E_m$ (MPa)		184760	178324		
$Z_2$ (mm <sup>3</sup> )				N (1)		134683	122777		
$Z_p$ (mm <sup>3</sup> )				N (2)		81450	74111		
$S_y$ (MPa)		200	194	評価： $N(1) \geq 2000$ $N(2) \geq 2000$ よって十分である。					
$P_d$ (MPa)		44	43						
$P_b$ (MPa)		91	89						
$P_t$ (MPa)		91	89						
$1.5 \cdot S_m$ (MPa)		199							
評価： $P_d \leq 1.5 \cdot S_m$ $P_b \leq 1.5 \cdot S_m$ $P_t \leq 1.5 \cdot S_m$ 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。

繰返しピーク応力強さ（疲労累積係数） 告示第501号								
m	n	A <sub>o</sub>	C <sub>5</sub>	S <sub>n</sub> (MPa)	3・S <sub>m</sub> (MPa)	3・m・S <sub>m</sub> (MPa)		
3.00	0.20	0.66	1.02	129	400	1200		
ΔT <sub>f</sub> (°C)	S <sub>p</sub> (MPa)	K <sub>e</sub>	S <sub>σ</sub> (MPa)	N <sub>i</sub>	N <sub>r i</sub>	N <sub>i</sub> /N <sub>r i</sub>		
	803	—	402			0.0052		
	740	—	370			0.0508		
	235	—	118			0.0011		
	212	—	106			0.0001		
	182	—	91			0.0004		
評価：疲労累積係数 $I_t = \sum \frac{N_i}{N_{r i}} = 0.0576 \leq 1$ よって十分である。								
弁箱の形状規定 設計・建設規格				弁体の一次応力評価 設計・建設規格				
r <sub>1</sub> (mm)				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)				
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 r <sub>2</sub> ≥ Max (0.05・t, 0.1・h) $\frac{d_n}{d_m} < 2$ よって十分である。				b (mm)				
				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>			よって十分である。	

O2 ⑥ VI-3-3-3-1-4 R1

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 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 (MPa)	8.62		$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°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： $t_{ma} \geq t_m$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 © 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	JIS B 8265 附属書3 図27)	$M_G$ (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) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	160	$M_T$ (N・mm)	$4.881 \times 10^7$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 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) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	242	e (mm <sup>-1</sup> )	0.00656
$\sigma_b$ (MPa) 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： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  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。		

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				告示第501号		設計・建設規格		告示第501号					
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		1.00							
	図 3-2	(4)		$P_e$ (MPa)		111		108					
	図 3-3	(3), (4)		$\alpha \times 10^{-6}$ (mm/mm°C)		12.69		12.63					
内圧による弁箱の一次応力評価				E (MPa)		187600		181619					
				$C_2$		0.49							
$P_1$ (MPa)		9.95		9.96		$\Delta T$ (°C)							
$P_2$ (MPa)		14.95		14.93		$C_4$							
$P_{r1}$ (MPa)		10.34		10.35		$\Delta P_{fm}$ (MPa)							
$P_{r2}$ (MPa)		15.51		15.51		$\Delta T_{fm}$ (°C)							
$P_s$ (MPa)		10.81		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： $S_n(1) \leq 3 \cdot S_m$ $S_n(2) \leq 3 \cdot S_m$ よって十分である。							
$L_A$ (mm)													
$L_N$ (mm)													
$A_f$ (mm <sup>2</sup> )						弁箱の局部一次応力評価							
$A_m$ (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： $S \leq S_m$ よって十分である。				評価： $S \leq 2.25 \cdot S_m$ 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> )				$S\ell(1)$ (MPa)						143		141	
$C_b$		1.0		1.0		$S\ell(2)$ (MPa)		158		155			
$Z_1$ (mm <sup>3</sup> )				$E_m$ (MPa)		184760		178324					
$Z_2$ (mm <sup>3</sup> )				N (1)		49592		45361					
$Z_p$ (mm <sup>3</sup> )				N (2)		35859		33835					
$S_y$ (MPa)		200		194		評価： $N(1) \geq 2000$ $N(2) \geq 2000$ よって十分である。							
$P_d$ (MPa)		57		55									
$P_b$ (MPa)		111		108									
$P_t$ (MPa)		111		108									
$1.5 \cdot S_m$ (MPa)		199											
評価： $P_d \leq 1.5 \cdot S_m$ $P_b \leq 1.5 \cdot S_m$ $P_t \leq 1.5 \cdot S_m$ 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。

繰返しピーク応力強さ（疲労累積係数） 告示第501号								
m	n	A <sub>o</sub>	C <sub>5</sub>	S <sub>n</sub> (MPa)	3・S <sub>m</sub> (MPa)	3・m・S <sub>m</sub> (MPa)		
3.00	0.20	0.66	0.94	98	400	1200		
ΔT <sub>f</sub> (°C)	S <sub>p</sub> (MPa)	K <sub>e</sub>	S <sub>σ</sub> (MPa)	N <sub>i</sub>	N <sub>r i</sub>	N <sub>i</sub> /N <sub>r i</sub>		
	559	—	280			0.0017		
	503	—	252			0.0153		
	231	—	116			0.0010		
	211	—	106			0.0001		
	184	—	92			0.0005		
評価：疲労累積係数 $I_t = \sum \frac{N_i}{N_{r i}} = 0.0186 \leq 1$ よって十分である。								
弁箱の形状規定 設計・建設規格				弁体の一次応力評価 設計・建設規格				
r <sub>1</sub>	(mm)			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)				
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 r <sub>2</sub> ≥ Max (0.05・t, 0.1・h) $\frac{d_n}{d_m} < 2$ 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> よって十分である。				

O2 ⑥ VI-3-3-3-1-4 R1

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 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 (MPa)	10.40		$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°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： $t_{ma} \geq t_m$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 © VI-3-3-3-1-4 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)	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	JIS B 8265 附属書3 図27)	$M_G$ (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) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	160	$M_T$ (N・mm)	$4.769 \times 10^7$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	125	$M_o$ (N・mm)	$3.026 \times 10^8$
A (mm)		$M_g$ (N・mm)	$5.656 \times 10^8$
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)		t (mm)	
$g_o$ (mm)		K	2.16
$g_1$ (mm)		$h_o$ (mm)	
h (mm)		f	1.00
ボルト		F	0.744
材料		V	0.154
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	242	e (mm <sup>-1</sup> )	0.00637
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	197	d (mm <sup>3</sup> )	4225825
n		L	1.54
$d_b$ (mm)		T	1.45
ガスケット		U	2.94
材料		Y	2.68
ガスケット厚さ (mm)		Z	1.55
G (mm)		応力の計算	
m		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	93
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	95
$b_o$ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	53
b (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	133
N (mm)		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	177
$G_s$ (mm)		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	98
ボルトの計算		応力の評価： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  よって十分である。	
H (N)	$1.860 \times 10^6$		
$H_p$ (N)	$9.616 \times 10^5$		
$W_{m1}$ (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。		

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



設計条件		ネック部の厚さ	
最高使用圧力 P (MPa)	8.62	$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°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： $t_{ma} \geq t_m$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。			

O2 © 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。

## 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 (A)	材料		
			弁箱	弁ふた	ボルト
E11-F008A, B	止め弁	350	SCPH2	SCPH2	

## 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： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。			

O2 © 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 ⑥ 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 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) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	120	$M_T$ (N・mm)	$1.503 \times 10^7$
		$M_o$ (N・mm)	$7.193 \times 10^7$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	120	$M_g$ (N・mm)	$6.286 \times 10^7$
		フランジの厚さと係数	
A (mm)		t (mm)	
B (mm)		K	1.45
C (mm)		$h_o$ (mm)	
$g_o$ (mm)		f	1.00
$g_1$ (mm)		F	0.838
h (mm)		V	0.302
ボルト		e (mm <sup>-1</sup> )	0.00822
材料		d (mm <sup>3</sup> )	1247165
$\sigma_s$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	173	L	0.85
		T	1.73
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	173	U	5.91
		Y	5.38
n		Z	2.80
$d_b$ (mm)		応力の計算	
ガスケット		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	156
材料		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	155
ガスケット厚さ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	46
G (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	122
m		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	136
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	41
$b_o$ (mm)		応力の評価： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  よって十分である。	
b (mm)			
N (mm)			
$G_s$ (mm)			
ボルトの計算			
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： $A_m < A_b$		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-3-3-3-3-1-5 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-3-3-3-1-5-2 管の応力計算書（残留熱除去系）
- VI-3-3-3-1-5-3 ストレーナ部テーパーの強度計算書（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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件 圧力 (MPa)	DB条件 温度 (°C)	SA条件 圧力 (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 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 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 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 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

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件 圧力 (MPa)	DB条件 温度 (°C)	SA条件 圧力 (MPa)					
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 又は告示	—	SA-2
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 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 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*1	10.40	302	10.40	315	S55告示	既工認	—	SA-2
その他4	既設	有	有*2	DB-2	DB-1	—	—	8.62	302	—	—	S55告示	既工認	—	DB-1
その他5	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6	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

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件 圧力 (MPa)	DB条件 温度 (°C)	SA条件 圧力 (MPa)					
その他 T1	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	有*1	8.62	302	10.34	315	S55告示	既工認	—	SA-2
その他 T2	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	有*1	8.62	302	10.34	315	S55告示	既工認	—	SA-2

\*1：既工認において評価を実施しており，かつ評価で使用する圧力及び温度は設計基準対象施設としての使用時における最高使用圧力及び最高使用温度であり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。

\*2：原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲の拡大によるクラスアップ。

\*3：既工認において第1種管として評価を実施しており，かつ使用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 3資庁第1003号にて認可された工事計画のIV-2-1-3-2-1「管の基本板厚計算書」及び平成22年4月28日付け東北電原設第2号にて届出した工事計画のIV-2-1-2「管の基本板厚計算書」による。

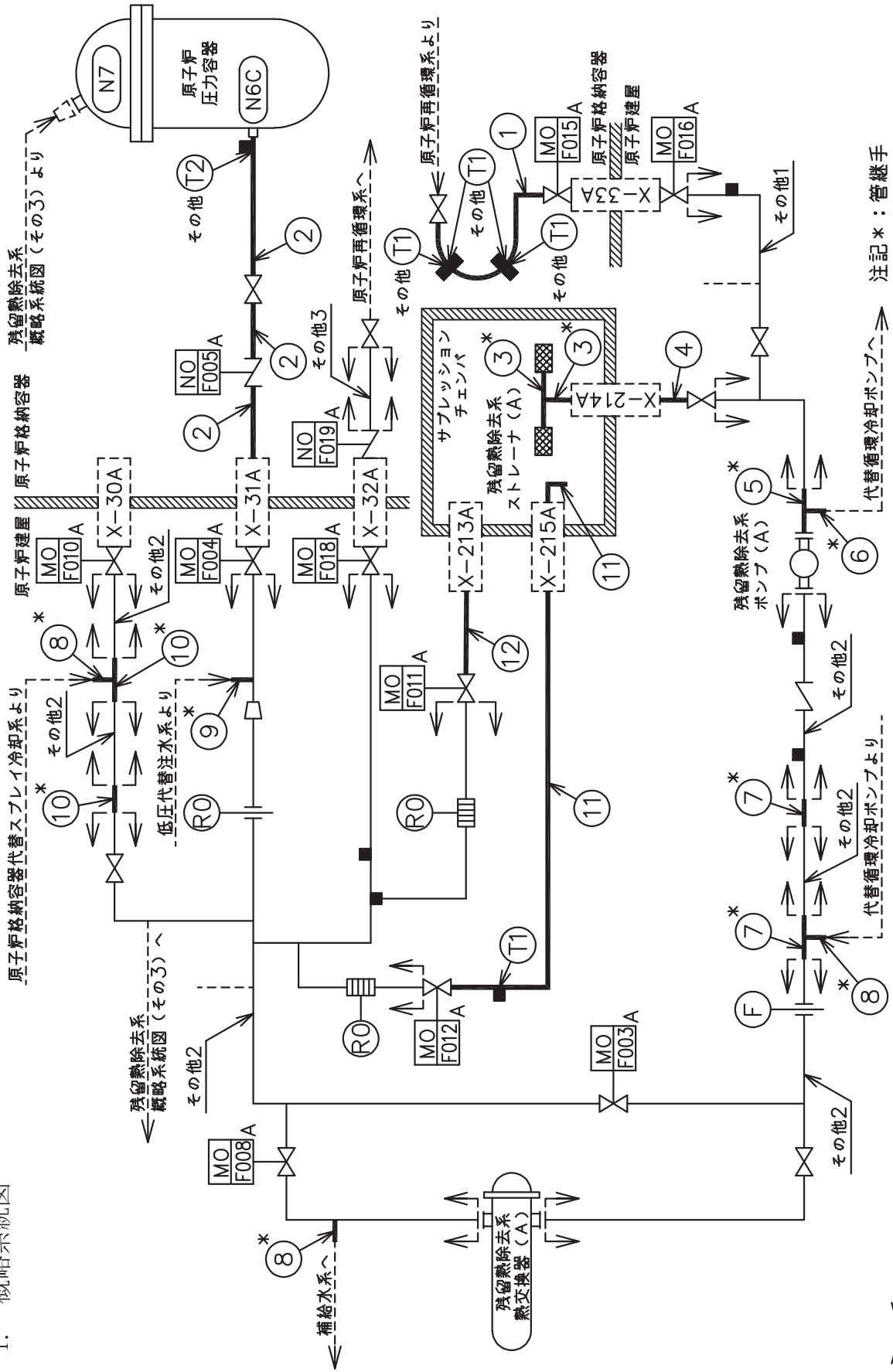
・適用規格の選定

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 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 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 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 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 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 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 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 .....	4
3. 管の穴と補強計算書 .....	7

1. 概略系統図

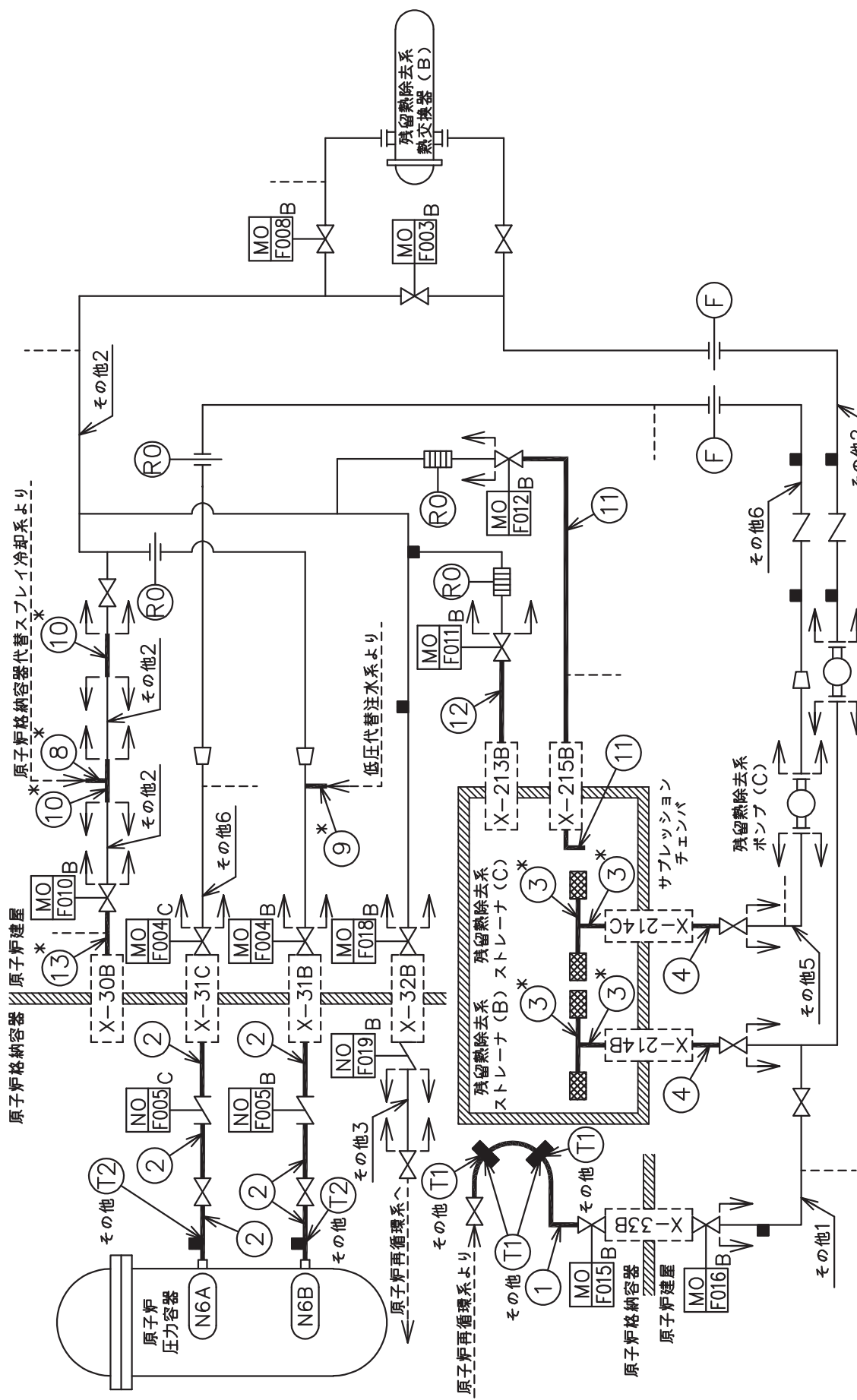


注記\*：管継手  
 残留熱除去系概略系統図（その1）

注記\*：管継手  
 残留熱除去系概略系統図（その1）

注記\*：管継手  
 残留熱除去系概略系統図（その1）

注記\*：管継手  
 残留熱除去系概略系統図（その1）

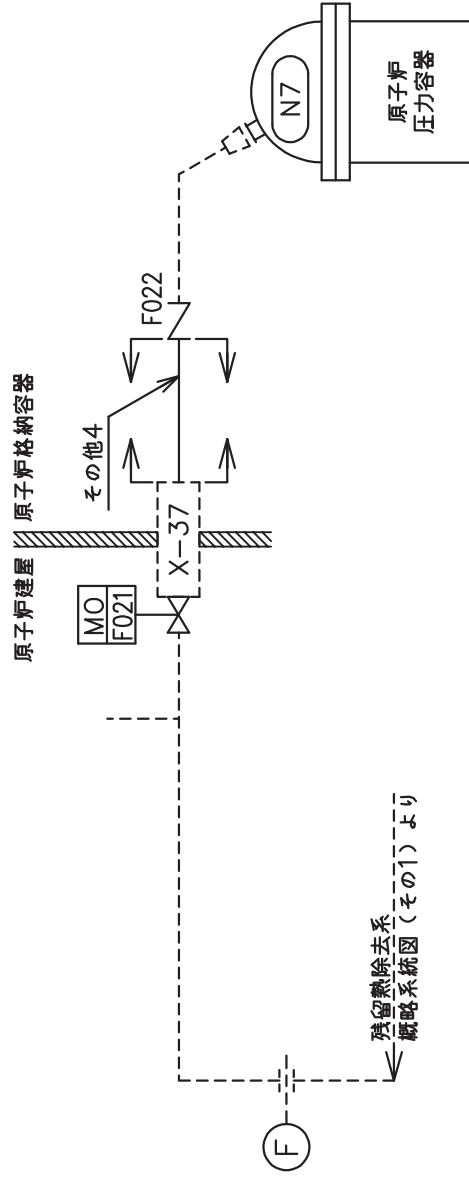


注記\*：管継手  
残留熱除去系概略系統図（その2）

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。







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-2-1-3-2-1 管の基本厚計算書」及び、平成22年4月28日付け 東北電原設第2号にて届出した工事計画書の添付書類「IV-2-1-2 管の基本厚計算書」による。

残留熱除去系概略系統図 (その3)

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S <sub>m</sub> (MPa)	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t* (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)	事故時圧力 P <sub>E</sub> (MPa)	許容圧力 P <sub>all</sub> (MPa)
1	8.62	302	355.60	23.80	STS42 (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 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 P (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
3	0.854	200	508.00	9.50	SM41C (SM400C)	W	2	100	0.70			3.09	C	3.80
4	0.854	200	508.00	9.50	SGV42 (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 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 STS410	S	2	103	1.00	12.5%	9.01	1.32	C	3.80
12	3.73	200	114.30	6.00	STS42 (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。

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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<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)	0.854	
最高使用温度	(°C)	200	
主管と管台の角度	$\alpha$ (°)		
主 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 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-3-3-3-3-1-5-2 管の応力計算書 (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-3-2-2 クラス1管の強度計算方法」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-3-2-4 クラス2管の強度計算方法」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-3-2-9 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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
RHR-001	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 又は告示	—	SA-2
RHR-002	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 又は告示	—	SA-2
RHR-003	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 又は告示	—	SA-2
RHR-004	既設	有	有*	DB-2	DB-1	—	無	8.62	302	—	—	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	DB-1
RHR-005	既設	有	有*	DB-2	DB-1	—	無	8.62	302	—	—	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	DB-1
RHR-006	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	1.37	186	1.37	186	有	S55告示	既工認	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	427 (kPa)	104	854 (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	1.37	186	1.37	186	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	186	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RHR-007	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	有	S55告示	既工認	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	3.73	186	3.73	186	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	3.73	186	—	—	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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
RHR-008	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	有	S55告示	既工認	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	無	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	3.73	186	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RHR-009	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	有	S55告示	既工認	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	無	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	無	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	3.73	186	3.73	186	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	60	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	3.73	186	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RHR-010	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	有	S55告示	既工認	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	427 (kPa)	104	854 (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	3.73	186	3.73	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
RHR-011	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	1.37	186	1.37	186	有	S55告示	既工認	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	427 (kPa)	104	854 (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

・評価条件整理表

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
RHR-012	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	有	S55告示	既工認	—	SA-2
RHR-013	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	有	S55告示	既工認	—	SA-2
RHR-014	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	有	S55告示	既工認	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	3.73	186	3.73	186	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	無	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	3.73	171	3.73	200	—	S55告示	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	60	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RHR-015	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	3.73	186	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	有	S55告示	既工認	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	427 (kPa)	104	854 (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
RHR-016	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	427 (kPa)	104	854 (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-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
	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
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	1.37	66	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2

・評価条件整理表

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
RHR-016	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	無	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	DB-2 SA-2
RHR-017	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	100	3.73	100	有	S55告示	既工認	—	SA-2
RHR-018	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	100	3.73	100	有	S55告示	既工認	—	SA-2

注記\*：原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲の拡大によるクラスアップ。

## 設計基準対象施設

## 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	8
3. 計算条件	14
3.1 設計条件	14
3.2 材料及び許容応力	19
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	25

## 1. 概要

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-3-2-2 クラス 1 管の強度計算方法」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-3-2-4 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。



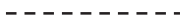


### (1) 管

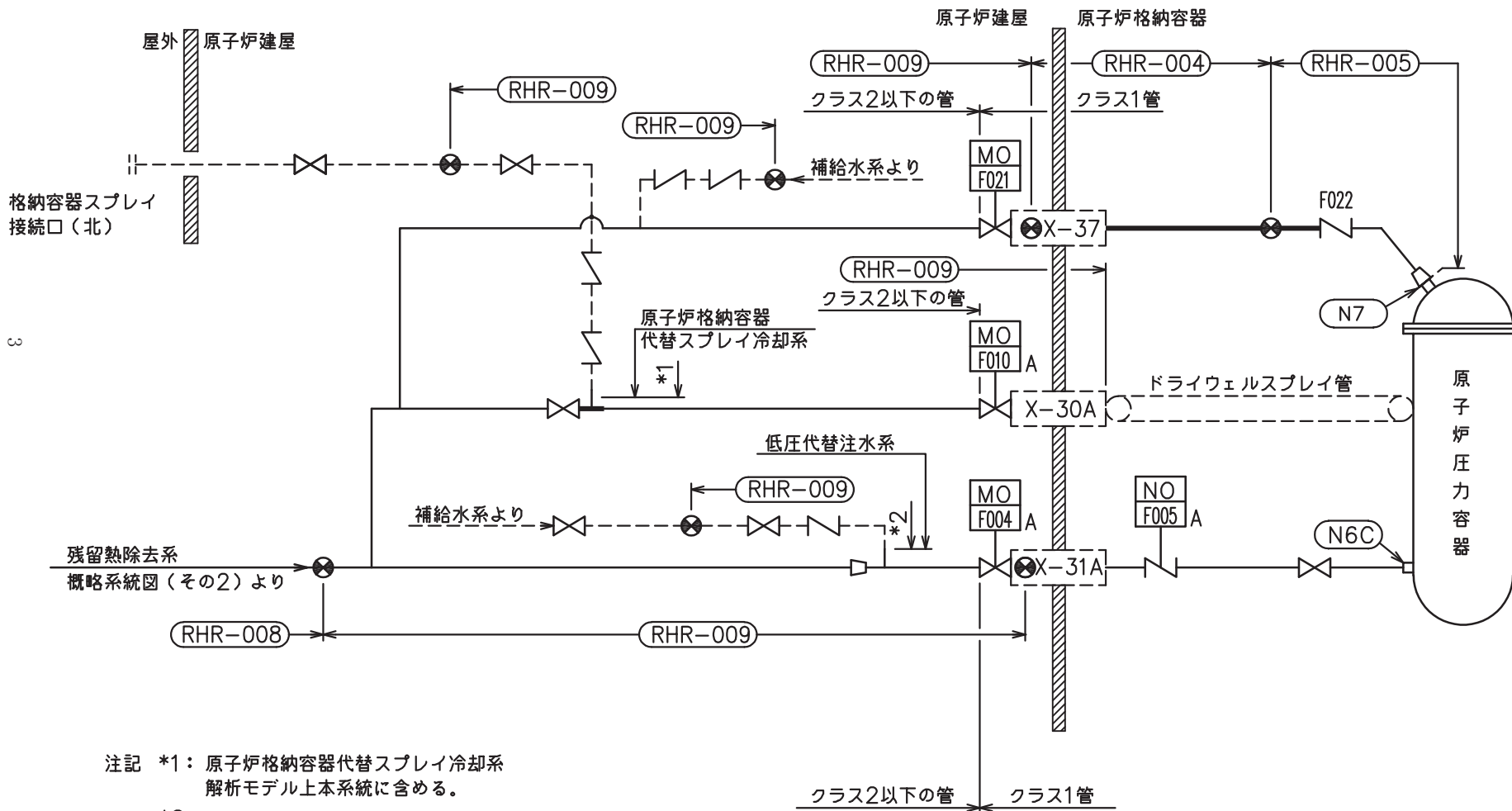
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 7 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

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

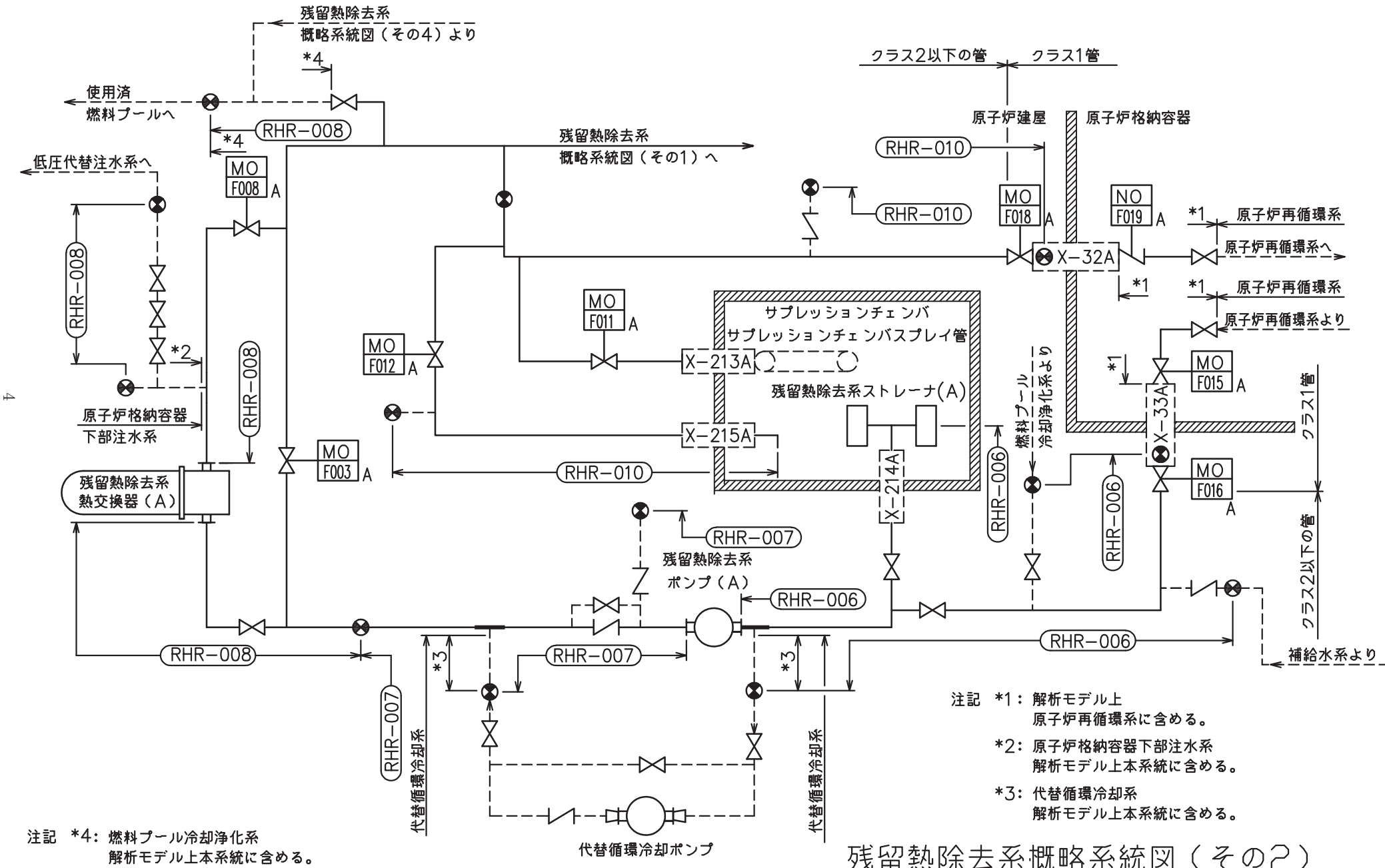
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



注記 \*1: 原子炉格納容器代替スプレィ冷却系  
解析モデル上本系統に含める。  
\*2: 低圧代替注水系  
解析モデル上本系統に含める。

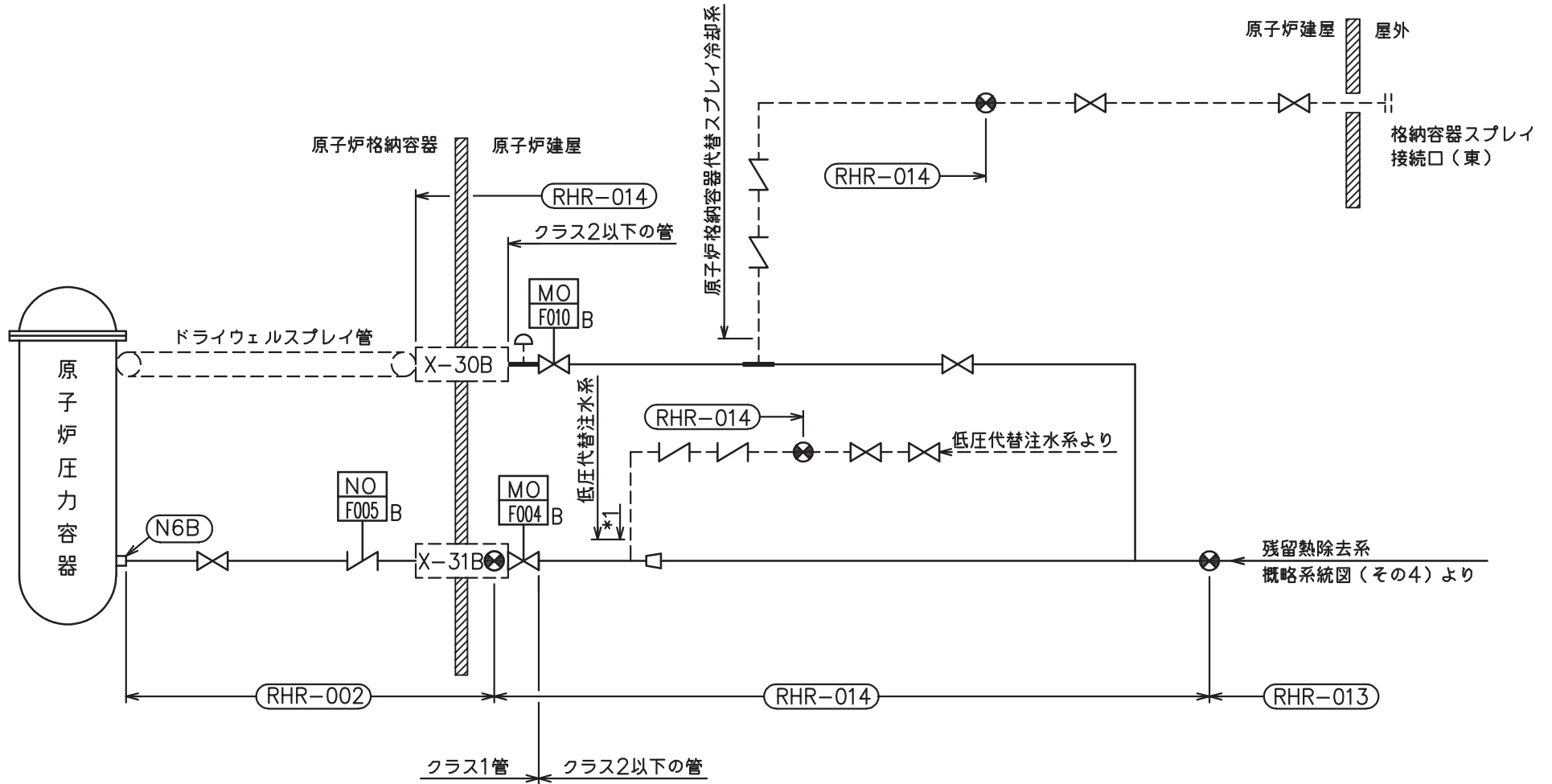
残留熱除去系概略系統図(その1)





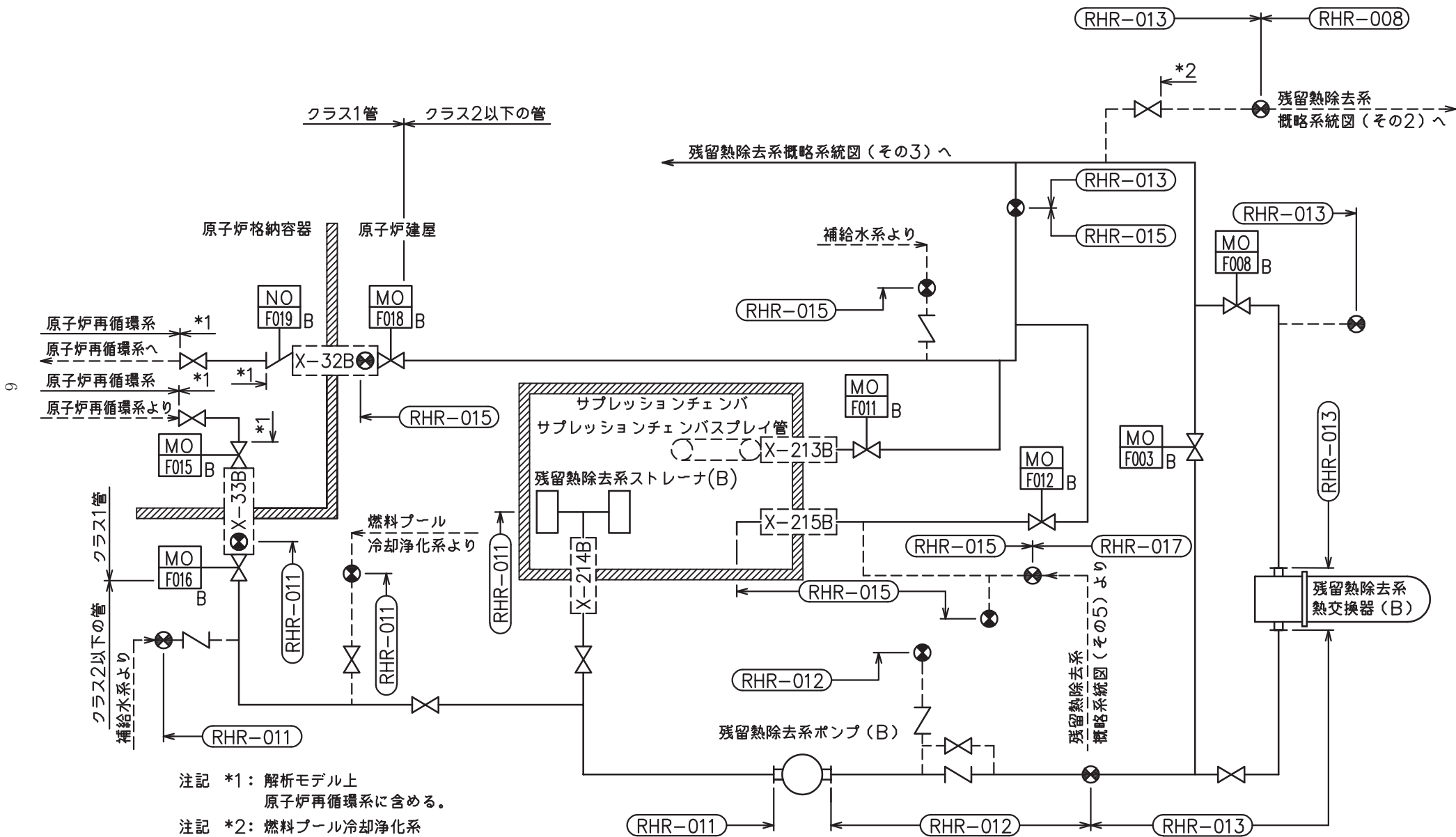
残留熱除去系概略系統図(その2)

5

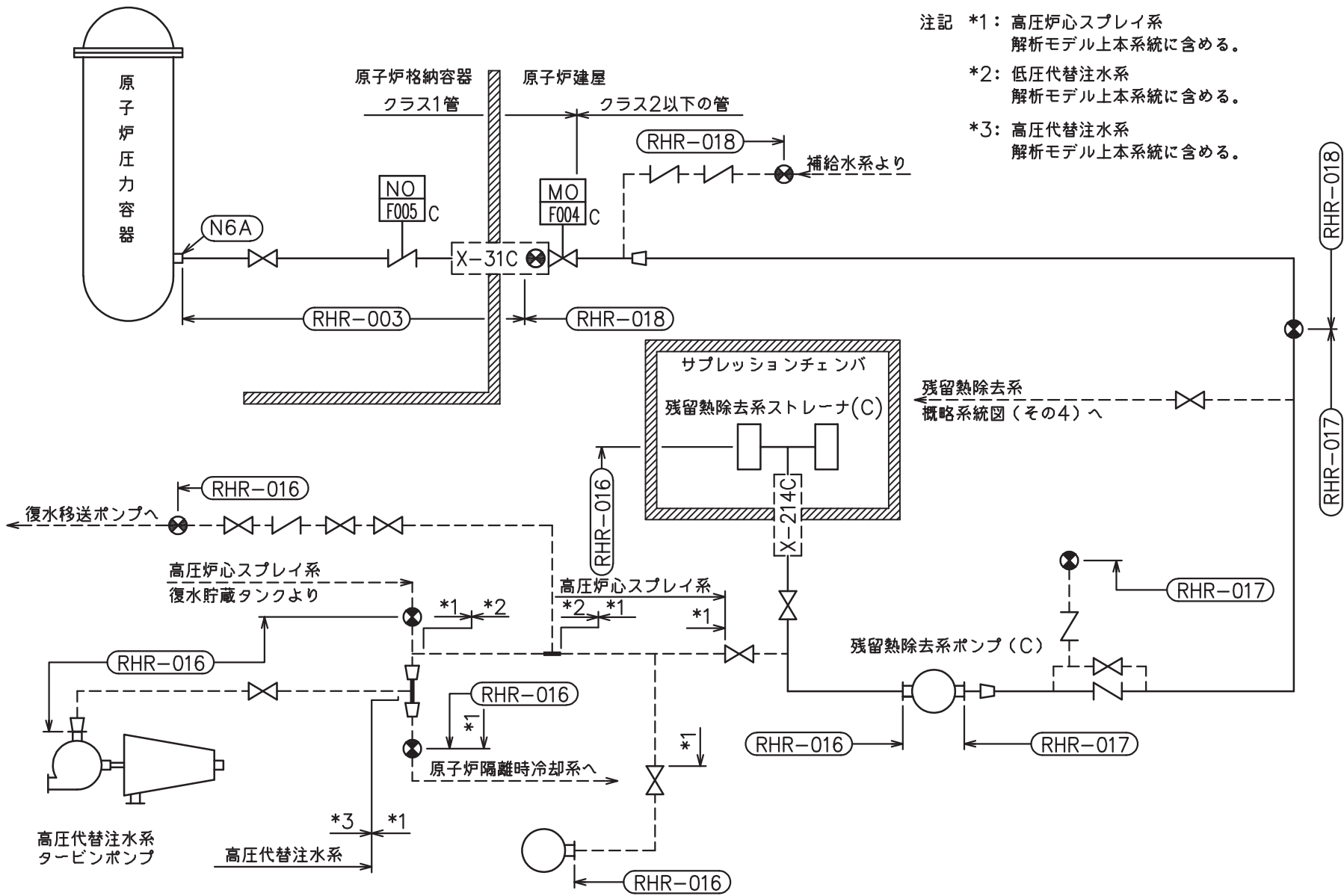


注記 \*1: 低圧代替注水系  
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図(その3)



残留熱除去系概略系統図(その4)



注記 \*1: 高圧炉心スプレイ系  
解析モデル上本系統に含める。


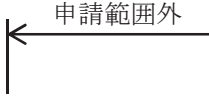
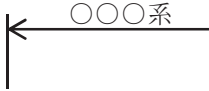


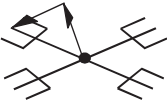
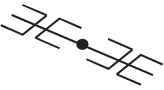

\*2: 低圧代替注水系  
解析モデル上本系統に含める。

\*3: 高圧代替注水系  
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図(その5)

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>工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (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。スナッパについても同様な記載方法とする。)</p>
	<p>スナッパ</p>
	<p>ハンガ</p>

6

鳥瞰図	RHR-005
-----	---------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

10

鳥瞰図 RHR-009-1/4

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-009-2/4

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-009-3/4

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-009-4/4

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 0 5

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	8.62	302	114.3	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 RHR-005

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	16	
	17	18	19	20	21	22	101	102	901	903	904	905				

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		7		13		20		904	
2		8		14		21		905	
3		9		16		101			
4		10		17		102			
5		11		18		901			
6		12		19		903			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-005

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 **						
13						
** 16 **						
** 19 **						
21						
** 901 **						
** 903 **						
** 904 **						
** 905 **						

--

O2 ⑥ VI-3-3-3-1-5-2(設) 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-009

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	3.73	186	267.4	9.3	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-009

管名称	対 応 す る 評 価 点
1	235 236 237

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)
235		236		237	

### 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 (°C)	許容応力 (MPa)	
		S m	S h
STS410	186	—	102
	302	122	—



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 (°C)	許容応力 (MPa)		
		S m	S y	S h
STS410	186	—	—	103
	302	122	182	—

4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス1管

告示第501号第46条から第48条による評価結果

鳥 瞰 図 RHR-005

運転 状態	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大 応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)				疲労評価  疲労累積 係数
				一次 応力  S p r m	許容 応力  $1.5 \cdot S_m$ $2.25 \cdot S_m$ $3 \cdot S_m$	一次 + 二次 応力  S n	熱膨張 応力  S e	熱を 除いた 一次 + 二次 応力  S n'	許容 応力  $3 \cdot S_m$	
( I , II)	18	ELBOW	S p r m(1)	41	183	—	—	—	—	—
( I , II)	17	ELBOW	S n	—	—	271	—	—	366	—
( I , II)	—	—	S e	—	—	—	—	—	—	—
( I , II)	—	—	S n'	—	—	—	—	—	—	—
( I , II)	2	ST. PIPE	U	—	—	—	—	—	—	0.0167
III	18	ELBOW	S p r m(2)	41	274	—	—	—	—	—
IV	18	ELBOW	S p r m(3)	41	366	—	—	—	—	—

評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス1管

設計・建設規格 PPB-3500による評価結果

鳥 瞰 図

RHR-005

供用状態	最大応力評価点	配管要素名称	最大応力区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)				熱応力評価 (°C)		疲労評価
				一次応力 S p r m	許容応力 1. 5 · S m Min(2. 2 5 · S m, 1. 8 · S y) Min(3 · S m, 2 · S y)	一次+二次応力 S n	熱膨張応力 S e	熱を除いた一次+二次応力 S n'	許容応力 3 · S m	温度差の変動範囲 Δ T	許容温度差	
(A, B)	18	ELBOW	S p r m ( 1 )	39	183	—	—	—	—	—	—	—
(A, B)	17	ELBOW	S n	—	—	215	—	—	366	—	—	—
(A, B)	—	—	S e	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(A, B)	—	—	S n'	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(A, B)	—	—	Δ T	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(A, B)	2	ST. PIPE	U	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0135
C	18	ELBOW	S p r m ( 2 )	39	274	—	—	—	—	—	—	—
D	18	ELBOW	S p r m ( 3 )	39	364	—	—	—	—	—	—	—

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。

クラス 2 以下の管  
告示第 5 0 1 号第 56 条による評価結果

鳥瞰図	運転状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	S h 1. 2 ・ S h	S n (a) S n (b)	S a (c) S a (d)
RHR-009	(I, II)	235	S p r m (1)	60	102	—	—
	(I, II)	235	S n (a)	—	—	147	255
	(I, II)	235	S p r m (2)	63	122	—	—
	(I, II)	235	S n (b)	—	—	149	275

注記 \*1: S p r m (1), S p r m (2) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 1 号 (イ), (ロ) に基づき計算した一次応力, S n (a), S n (b) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 2 号 (イ), (ロ) に基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2: S a (c), S a (d) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 2 号 (ハ), (ニ) に基づき計算した許容応力を示す。

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。

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	供用状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h	S n (a) S n (b)	S a (c) S a (d)
R H R - 0 0 9	(A, B)	235	S p r m (1)	101	154	—	—
	(A, B)	235	S n (a)	—	—	152	257
	(A, B)	235	S p r m (2)	104	185	—	—
	(A, B)	235	S n (b)	—	—	154	278

注記 \*1: 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, S n (a), S n (b)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)a, bに基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2: S a (c), S a (d)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)c, dに基づき計算した許容応力を示す。

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(クラス1管)

No.	配管モデル	運転状態 ( I , II )												
		一次応力(膜+曲げ) *1					一次+二次応力(Sn) *2					疲労評価*3		
		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	疲労累積係数	代表
1	RHR-004	20	33	183	5.54	—	20	256	366	1.42	—	12	0.0082	—
2	RHR-005	18	41	183	4.46	○	17	271	366	1.35	○	2	0.0167	○

注記\*1：告示第501号第46条第1号に基づき計算した一次応力を示す。

\*2：告示第501号第46条第4号に基づき計算した一次+二次応力を示す。

\*3：告示第501号第46条第5号に基づき計算した疲労累積係数を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス1管)

No.	配管モデル	運転状態Ⅲ					運転状態Ⅳ				
		一次応力(膜+曲げ) *4					一次応力(膜+曲げ) *5				
		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-004	20	33	274	8.30	—	20	33	366	11.09	—
2	RHR-005	18	41	274	6.68	○	18	41	366	8.92	○

注記\*4：告示第501号第46条第2号に基づき計算した一次応力を示す。

\*5：告示第501号第46条第3号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(クラス1管)

No.	配管モデル	供用状態 (A, B)												
		一次応力(膜+曲げ) <sup>*1</sup>					一次+二次応力(Sn) <sup>*2</sup>					疲労評価 <sup>*3</sup>		
		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	疲労累積係数	代表
1	RHR-004	20	32	183	5.71	—	20	90	366	4.06	—	12	0.0065	—
2	RHR-005	18	39	183	4.69	○	17	215	366	1.70	○	2	0.0135	○

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

\*2：設計・建設規格 PPB-3531 に基づき計算した一次+二次応力を示す。

\*3：設計・建設規格 PPB-3535 に基づき計算した疲労累積係数を示す。



代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス 1 管)

No.	配管モデル	供用状態 C					供用状態 D				
		一次応力(膜+曲げ) *4					一次応力(膜+曲げ) *5				
		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-004	20	32	274	8.56	—	20	32	364	11.37	—
2	RHR-005	18	39	274	7.02	○	18	39	364	9.33	○

注記\*4：設計・建設規格 PPB-3552 に基づき計算した一次応力を示す。

\*5：設計・建設規格 PPB-3562 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(クラス 2 管)

No.	配管モデル	運転状態 ( I , II ) *1					運転状態 ( I , II ) *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-006	501	23	102	4.43	—	501	26	122	4.69	—
2	RHR-007	306	31	102	3.29	—	306	34	122	3.58	—
3	RHR-009	235	60	102	1.70	○	235	63	122	1.93	○
4	RHR-014	134	43	102	2.37	—	134	46	122	2.65	—
5	RHR-016	505	22	126	5.72	—	603	23	151	6.56	—

注記\*1：告示第 5 0 1 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 5 0 1 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(クラス 2 管)

No.	配管モデル	運転状態 ( I , II ) *3					運転状態 ( I , II ) *4				
		一次+二次応力					一次+二次応力				
		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-006	503	109	255	2.33	—	503	112	275	2.45	—
2	RHR-007	306	89	255	2.86	—	306	92	275	2.98	—
3	RHR-009	235	147	255	1.73	○	235	149	275	1.84	○
4	RHR-014	134	131	255	1.94	—	134	133	275	2.06	—
5	RHR-016	510	141	318	2.25	—	510	142	343	2.41	—

注記\*3：告示第501号第56条第2号（イ）に基づき計算した一次+二次応力を示す。

\*4：告示第501号第56条第2号（ロ）に基づき計算した一次+二次応力を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス 2 管)

No.	配管モデル	供用状態 (A, B) *1					供用状態 (A, B) *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-006	502	30	154	5.13	—	502	33	185	5.60	—
2	RHR-007	305	34	154	4.52	—	305	37	185	5.00	—
3	RHR-009	235	101	154	1.52	○	235	104	185	1.77	○
4	RHR-014	134	62	154	2.48	—	134	65	185	2.84	—
5	RHR-016	603	38	189	4.97	—	603	42	226	5.38	—

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(クラス 2 管)

No.	配管モデル	供用状態 (A, B) *3					供用状態 (A, B) *4				
		一次+二次応力					一次+二次応力				
		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-006	503	113	257	2.27	—	503	116	278	2.39	—
2	RHR-007	306	93	257	2.76	—	306	96	278	2.89	—
3	RHR-009	235	152	257	1.69	○	235	154	278	1.80	○
4	RHR-014	134	136	257	1.88	—	134	138	278	2.01	—
5	RHR-016	510	138	318	2.30	—	510	139	343	2.46	—

注記\*3：設計・建設規格 PPC-3530(1)a に基づき計算した一次+二次応力を示す。

\*4：設計・建設規格 PPC-3530(1)b に基づき計算した一次+二次応力を示す。

## 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	8
3. 計算条件	15
3.1 設計条件	15
3.2 材料及び許容応力	24
4. 評価結果	26
5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	31

## 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



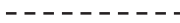


工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全12モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

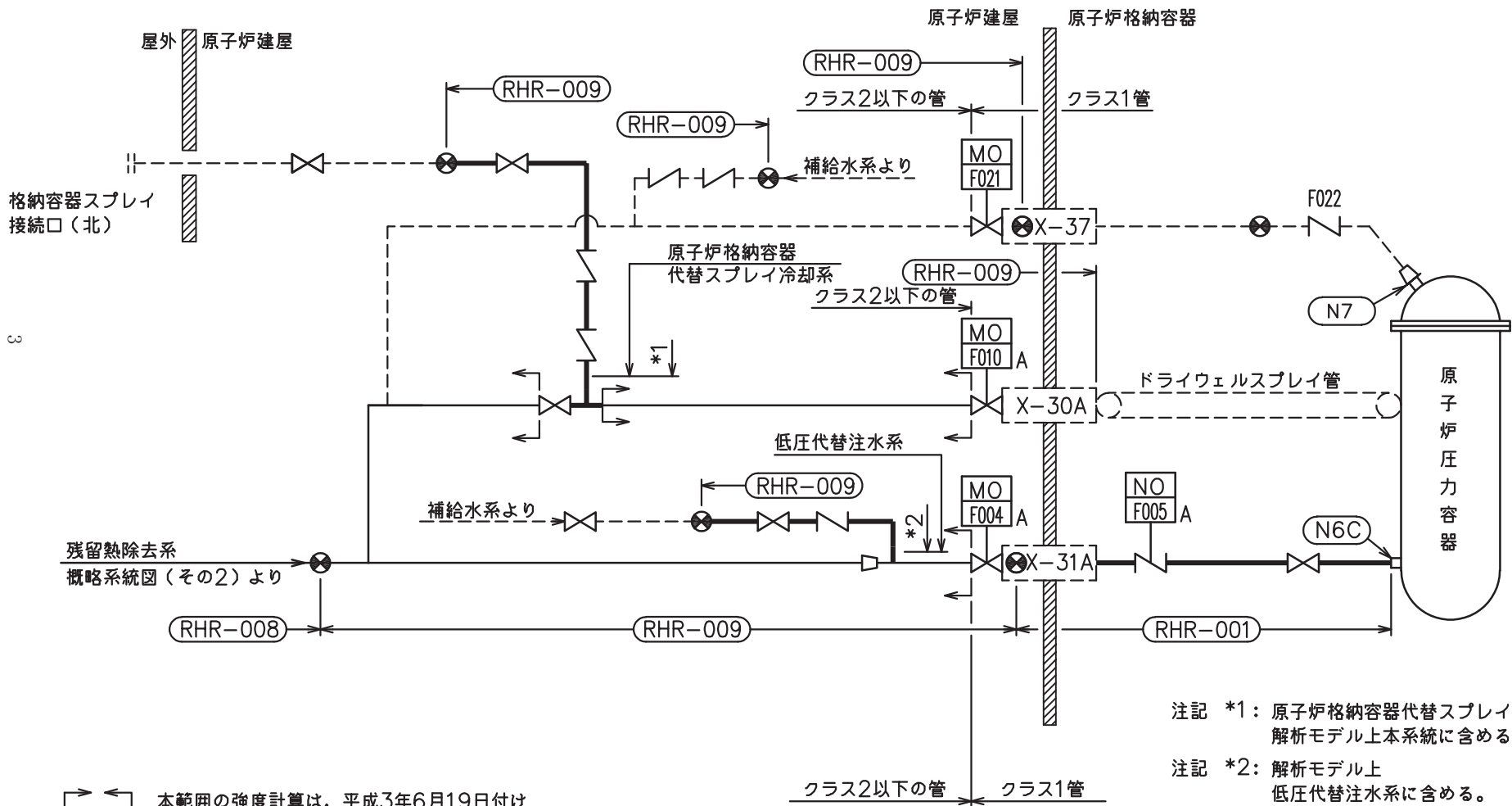


2. 概略系統図及び鳥瞰図

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: 原子炉格納容器代替スプレイ系  
解析モデル上本系統に含める。

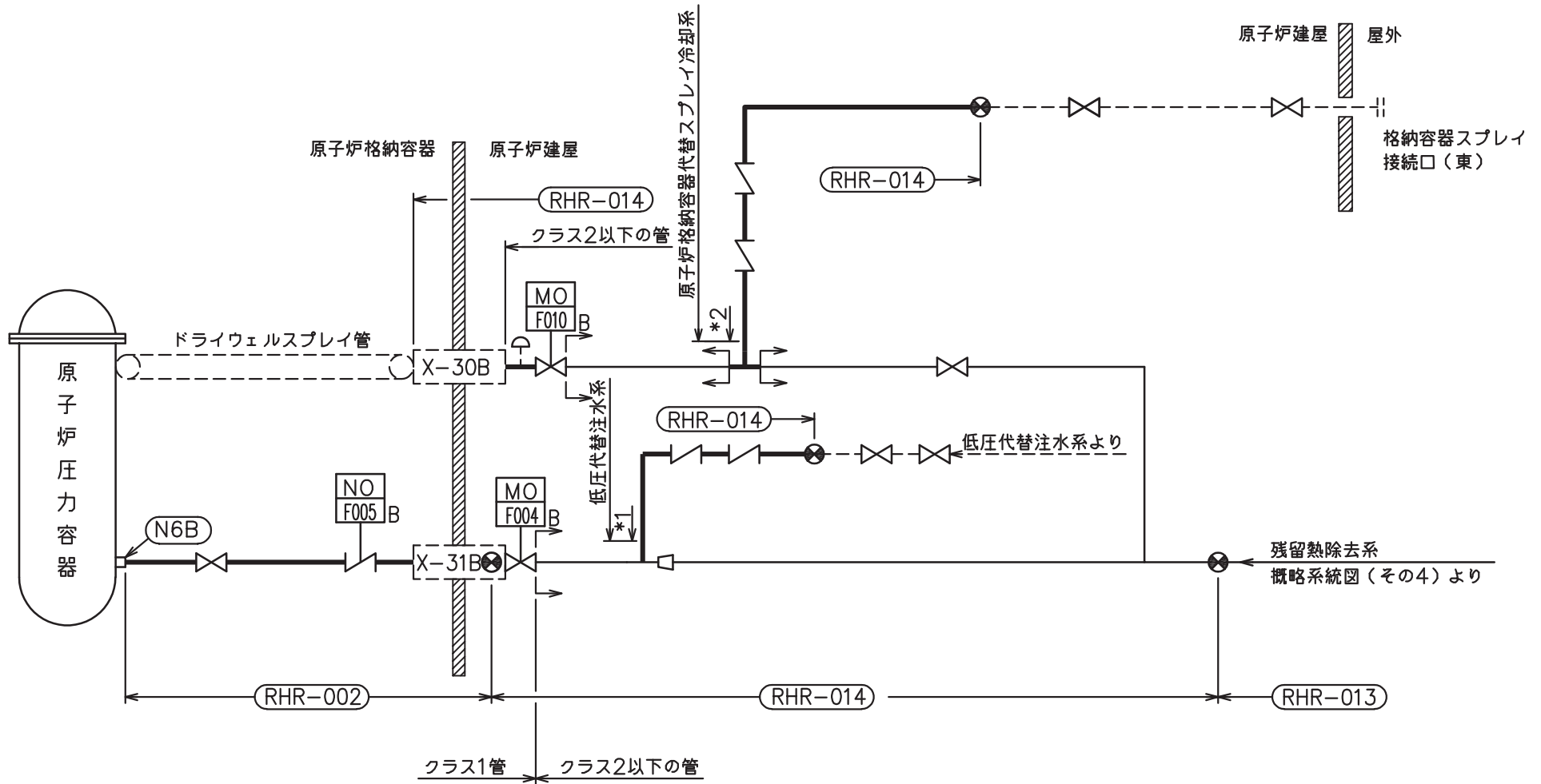
注記 \*2: 解析モデル上  
低圧代替注水系に含める。

本範囲の強度計算は、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  
ⅴ-2-1-3-2-2「管の応力計算書」による。

残留熱除去系概略系統図(その1)



5



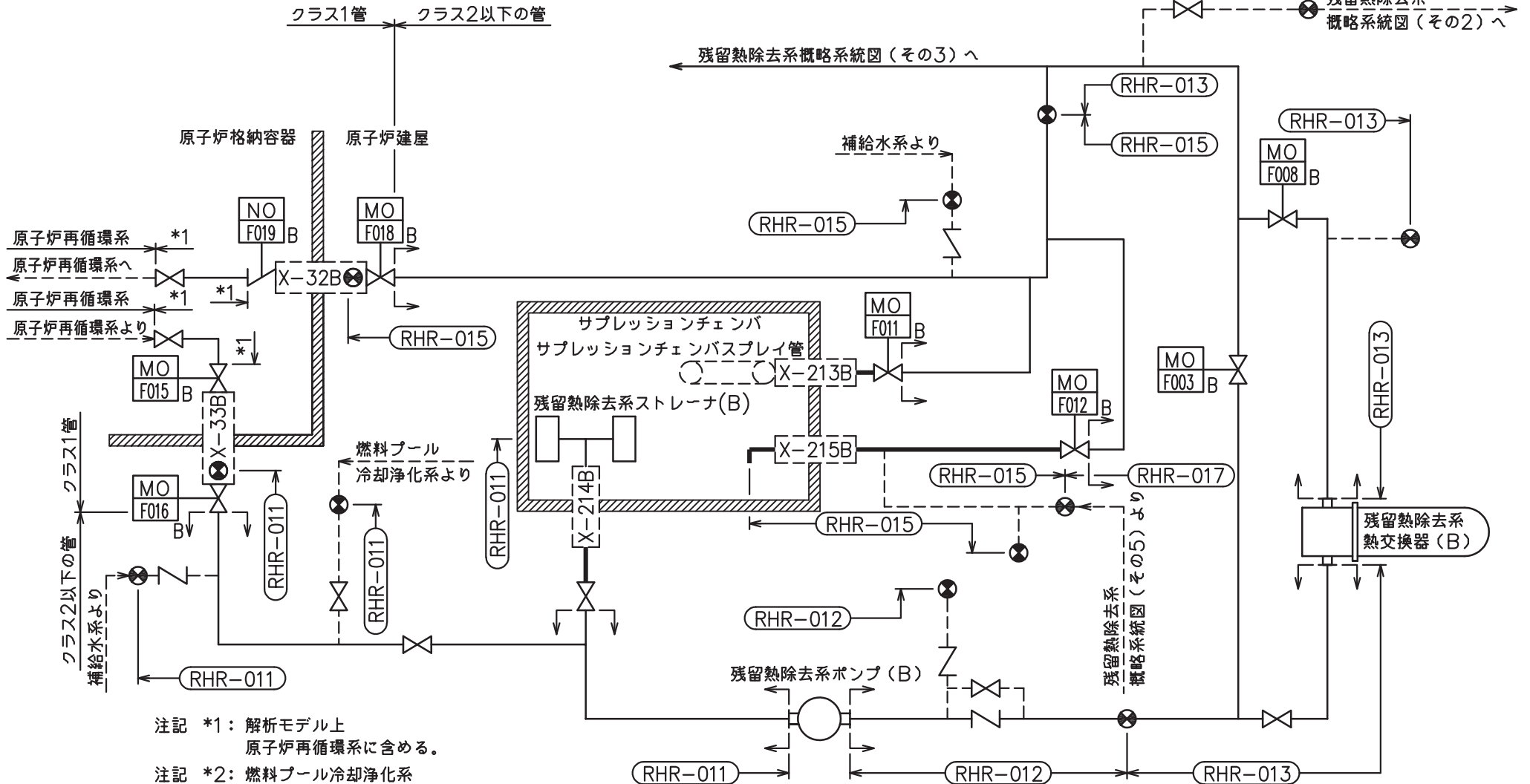
本範囲の強度計算は、平成3年6月19日付け  
3資庁第1003号にて認可された工事計画の  
Ⅴ-2-1-3-2-2「管の応力計算書」による。

注記 \*1: 低圧代替注水系  
解析モデル上本系統に含める。

注記 \*2: 原子炉格納容器代替スプレイ冷却系  
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図(その3)

本範囲の強度計算は、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  
Ⅴ-2-1-3-2-2「管の応力計算書」による。

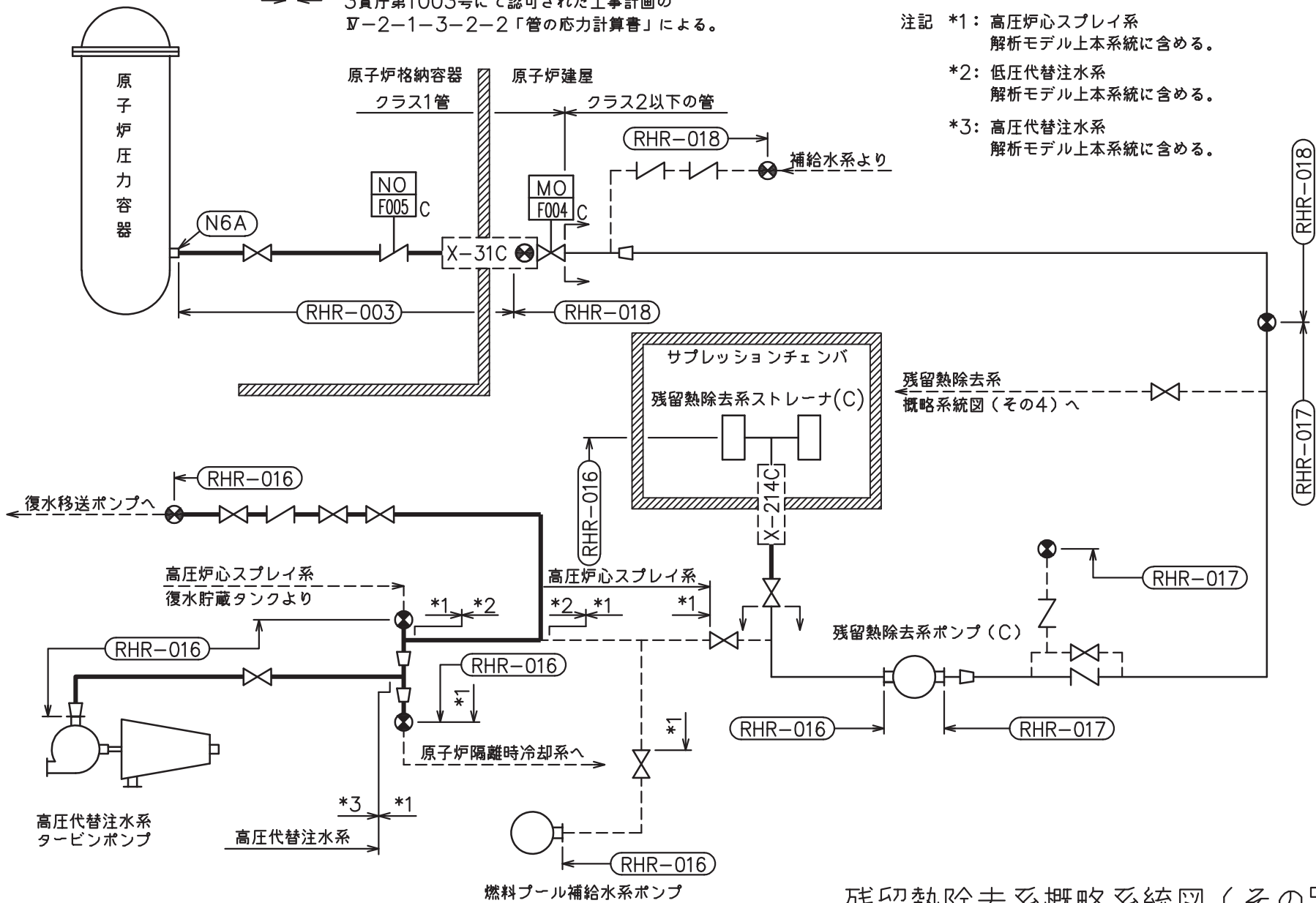


注記 \*1: 解析モデル上  
原子炉再循環系に含める。

注記 \*2: 燃料プール冷却浄化系  
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図 (その4)

本範囲の強度計算は、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-2-1-3-2-2「管の応力計算書」による。


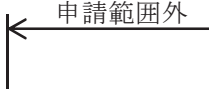


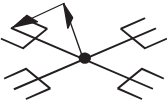
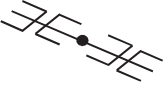
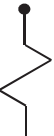


- 注記 \*1: 高圧炉心スプレイ系  
解析モデル上本系統に含める。  
\*2: 低圧代替注水系  
解析モデル上本系統に含める。  
\*3: 高圧代替注水系  
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図(その5)

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                      (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な記載方法とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>

6

鳥瞰図	RHR-002
-----	---------

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-003
-----	---------

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-009-1/4

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-009-2/4

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-009-3/4

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-009-4/4

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 RHR-002

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	10.34	315	267.4	18.2	STS42 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-002

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	
	21	22	23	24	25	26	27	28	30	31	32	33	34	35	36	
	37	38	801	901	902	903	904	906								

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)
5		12		22		32		801	
6		13		23		33		901	
7		14		24		34		902	
8		18		25		35		903	
9		19		26		36		904	
10		20		27		37		906	
11		21		31		38			

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)
15		28	
16		29	
17		30	

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	16			
弁2	29			

O2 ⑥ VI-3-3-3-1-5-2(重) R0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-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
6						
** 6 **						
14						
20						
** 23 **						
25						
38						
901						
902						
** 903 **						
** 904 **						
** 906 **						



02 ⑥ VI-3-3-3-1-5-2(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。



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-003

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	10.34	315	267.4	18.2	STS42 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-003

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	
	37	38	39	40	801	901	902	905								

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)
5		12		19		29		39	
6		13		23		30		40	
7		14		24		34		801	
8		15		25		35		901	
9		16		26		36		902	
10		17		27		37		905	
11		18		28		38			

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)
20		31	
21		32	
22		33	

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	21			
弁2	32			

O 2 ⑥ VI-3-3-3-1-5-2(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-003

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
6						
** 6 **						
** 11 **						
14						
25						
40						
** 901 **						
** 902 **						
905						

02 ⑥ VI-3-3-3-1-5-2(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。

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-009

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1.37	66	114.3	6.0	STS410
2	3.73	186	114.3	6.0	STS410
3	3.73	186	267.4	9.3	STS410
4	3.73	186	165.2	7.1	STS410
5	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-009

管名称	対 応 す る 評 価 点																
1	40	102	827	932													
2	11	34	35	37	38	39	100	121	813								
3	235	236	237														
4	224	225	226	227	228	230	231	232	233	234	235						
5	201	202	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216		
	217	218	219	220	221	222											

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)
11		206		214		225		236	
34		207		215		226		237	
38		208		216		227		813	
39		209		217		231		827	
40		210		218		232		932	
121		211		219		233			
201		212		220		234			
205		213		221		235			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4		弁 5	
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)
37		102		202		222		228	
36		101		203		223		229	
35		100		204		224		230	
		103							
		900							

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	36			
弁2	101			
弁3	203			
弁4	223			
弁5	229			

O 2 ⑥ VI-3-3-3-1-5-2(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-009

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
40						
121						
** 121 **						
201						
207						
210						
215						
218						
225						
** 227 **						
** 900 **						
932						

--

O 2 ⑥ VI-3-3-3-1-5-2(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 (°C)	許容応力 (MPa)	
		S m	S h
STS42 STS410	60	—	102
	66	—	102
	186	—	102
	315	120	—

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 (°C)	許容応力 (MPa)		
		S m	S y	S h
STS42 STS410	60	—	—	103
	66	—	—	103
	186	—	—	103
	315	120	180	—



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1管  
告示第501号第46条第3号による評価結果

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 S p r m	許容応力 3・S m
RHR-002	38	S p r m	56	360

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1管  
設計・建設規格 PPB-3500による評価結果

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 S p r m	許容応力 Min(3・S m, 2・S y)
R H R - 0 0 2	38	S p r m	56	360

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1管  
告示第501号第46条第3号による評価結果

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 S p r m	許容応力 3・S m
RHR-003	7	S p r m	56	360

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
RHR-009	235	S p r m (1)	60	102
	235	S p r m (2)	63	122

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。

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
RHR-009	235	S p r m (1)	101	154
	235	S p r m (2)	104	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1管)

No.	配管モデル	運転状態 (V) *				
		一次応力				
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表
1	RHR-001	7	53	360	6.79	—
2	RHR-002	38	56	360	6.42	○
3	RHR-003	7	56	360	6.42	○

注記\* : 告示第501号第46条第1号及び第3号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 1 管)

No.	配管モデル	供用状態 (E) *				
		一次応力				
		評価 点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表
1	RHR-001	7	51	360	7.05	—
2	RHR-002	38	56	360	6.42	○
3	RHR-003	7	54	360	6.66	—

注記\* : 設計・建設規格 PPB-3520 及び PPB-3562 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	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	RHR-006	501	23	102	4.43	—	3	57	122	2.14	—
2	RHR-007	306	31	102	3.29	—	306	34	122	3.58	—
3	RHR-008	131	36	102	2.83	—	131	39	122	3.12	—
4	RHR-009	235	60	102	1.70	○	235	63	122	1.93	○
5	RHR-010	48	33	102	3.09	—	48	35	122	3.48	—
6	RHR-011	7	20	102	5.10	—	3	57	122	2.14	—
7	RHR-014	134	43	102	2.37	—	134	46	122	2.65	—
8	RHR-015	49	31	102	3.29	—	49	32	122	3.81	—
9	RHR-016	11	38	102	2.68	—	3	54	122	2.25	—

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	RHR-006	502	30	154	5.13	—	3	98	185	1.88	—
2	RHR-007	320	39	154	3.94	—	320	43	185	4.30	—
3	RHR-008	131	47	154	3.27	—	131	51	185	3.62	—
4	RHR-009	235	101	154	1.52	○	235	104	185	1.77	○
5	RHR-010	50	33	154	4.66	—	50	35	185	5.28	—
6	RHR-011	7	27	154	5.70	—	3	99	185	1.86	—
7	RHR-014	134	62	154	2.48	—	134	65	185	2.84	—
8	RHR-015	50	49	154	3.14	—	50	50	185	3.70	—
9	RHR-016	11	44	154	3.50	—	3	93	185	1.98	—

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-3-3-3-3-1-5-3 ストレーナ部ティーの強度計算書  
(残留熱除去系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-5 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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
RHR-006	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	427 <sup>*1</sup> (kPa)	104	854 <sup>*1</sup> (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
RHR-011	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	427 <sup>*1</sup> (kPa)	104	854 <sup>*1</sup> (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
RHR-016	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	427 <sup>*1</sup> (kPa)	104	854 <sup>*1</sup> (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPCS-002	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	427 <sup>*1</sup> (kPa)	104	854 <sup>*1</sup> (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
LPCS-002	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	427 <sup>*1</sup> (kPa)	104	854 <sup>*1</sup> (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

\*1：サプレッションチェンバの最高使用圧力を示す。設計条件は異物付着時のストレーナを通じての最大設計差圧を記載。

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	8
3. 計算条件	13
3.1 設計条件	13
3.2 材料及び許容応力	16
3.3 荷重の組合せ	18
4. 評価結果	19
5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	21

## 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。



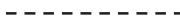


### (1) 管

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 5 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。

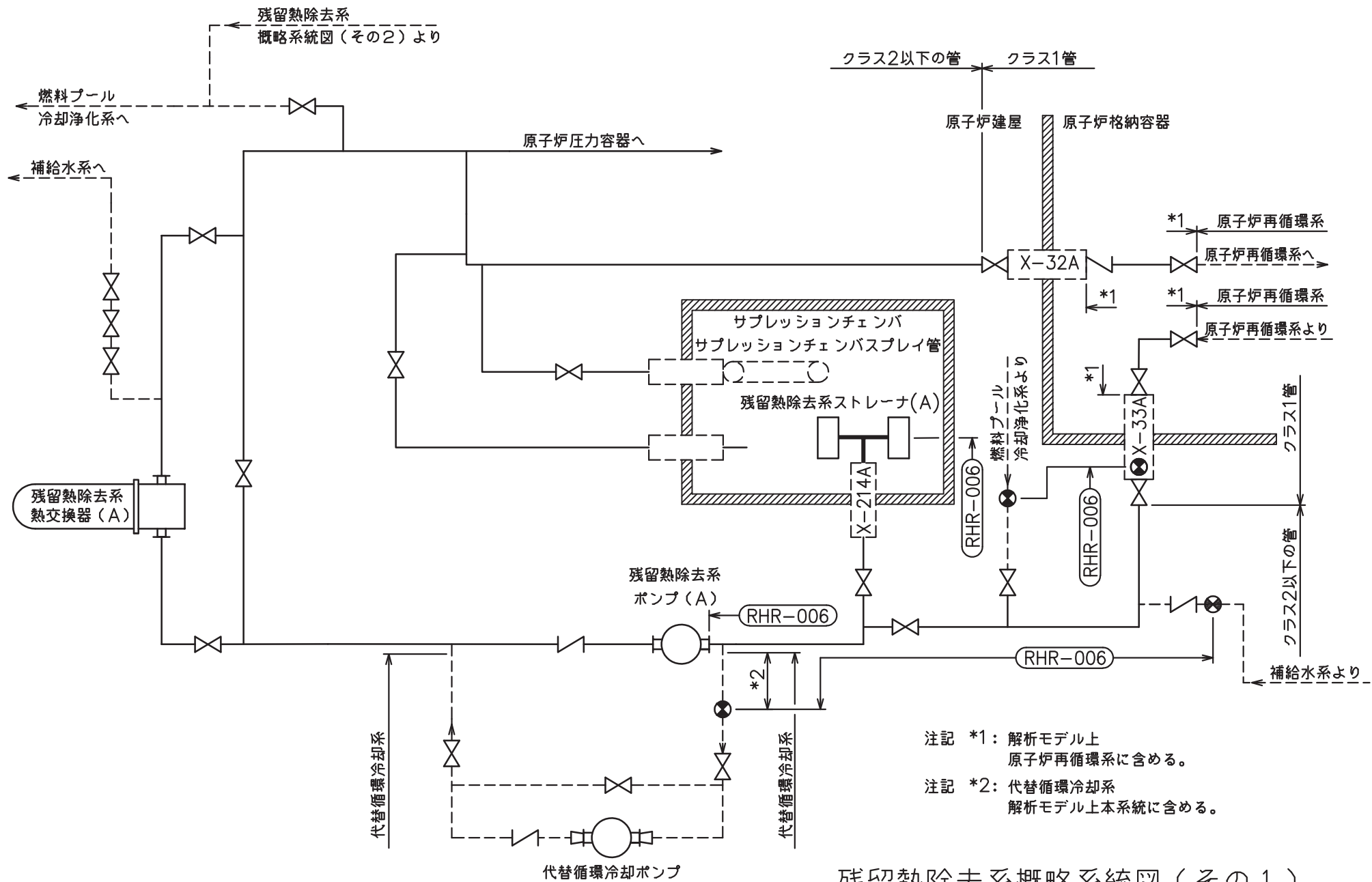
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

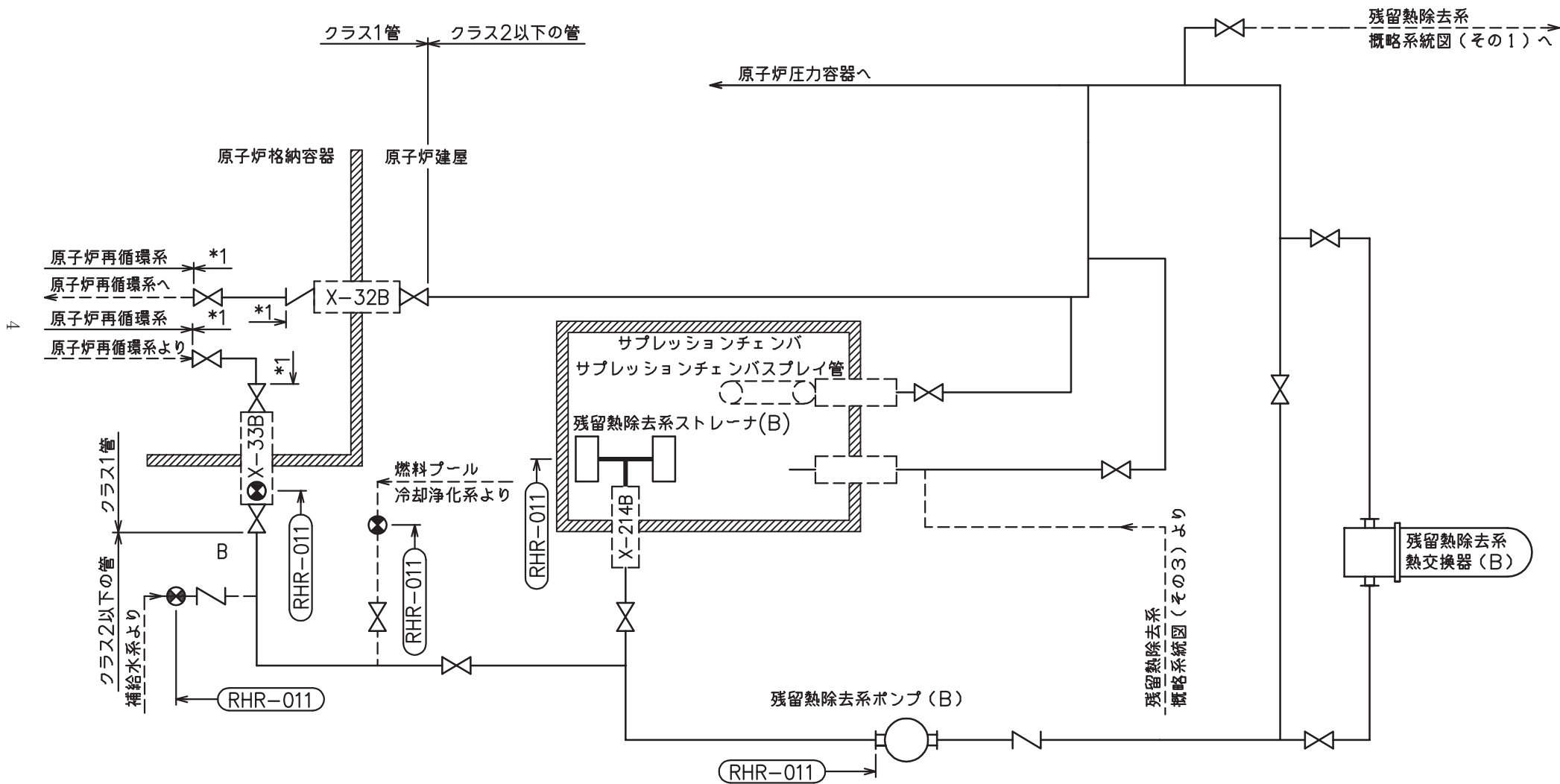
概略系統図記号凡例

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



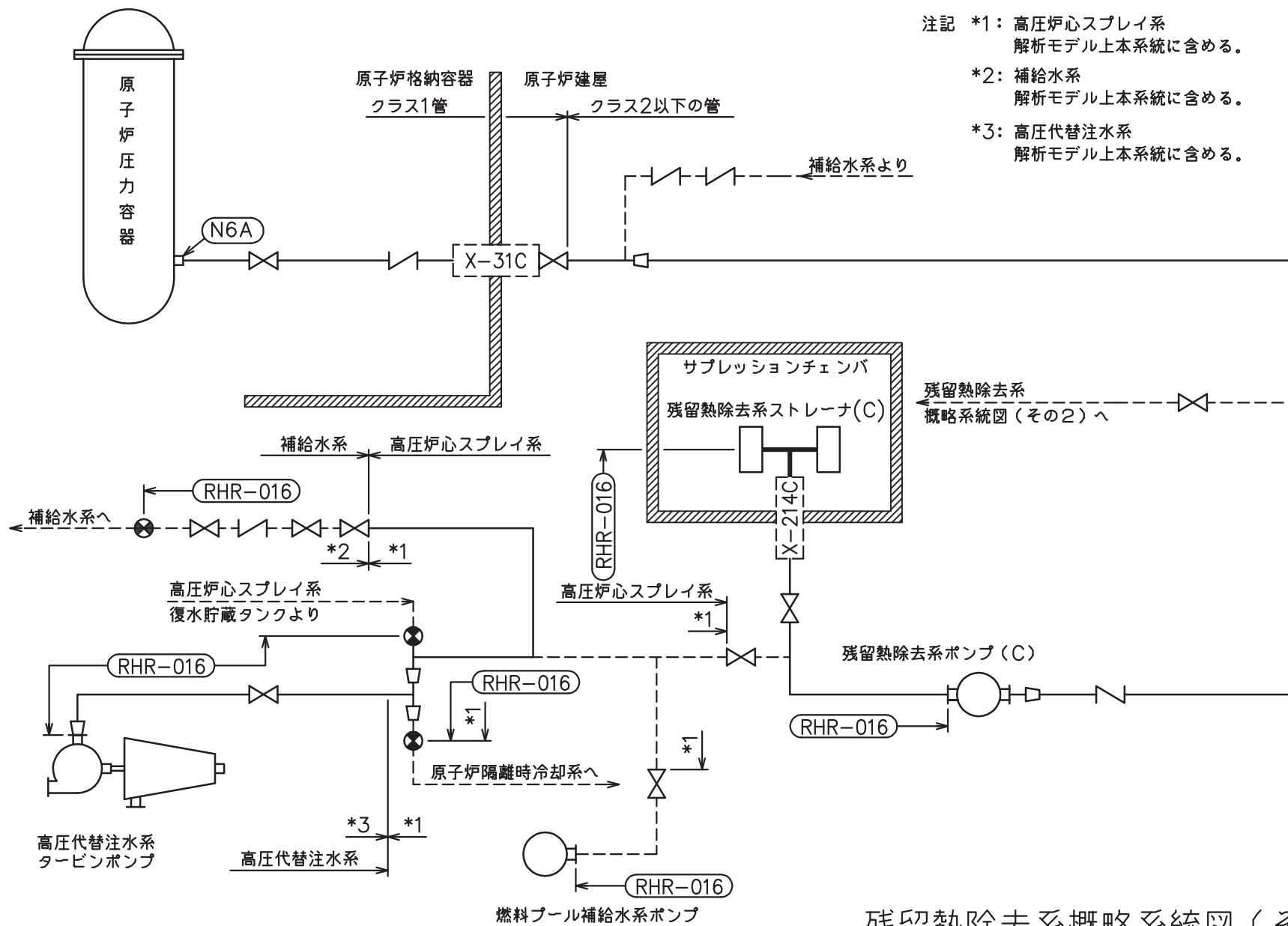


残留熱除去系概略系統図(その1)



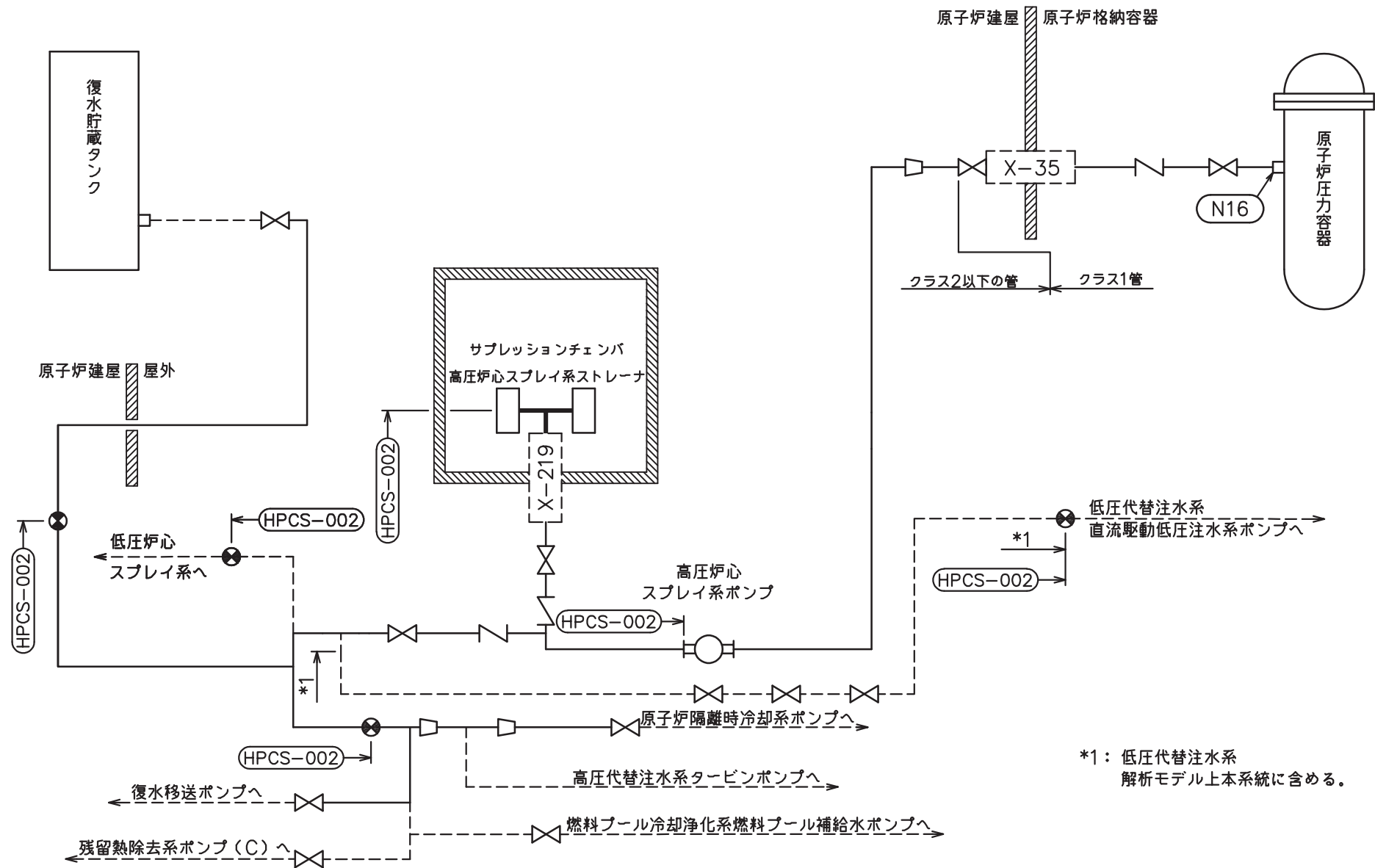
注記 \*1: 解析モデル上  
原子炉再循環系に含める。

残留熱除去系概略系統図(その2)

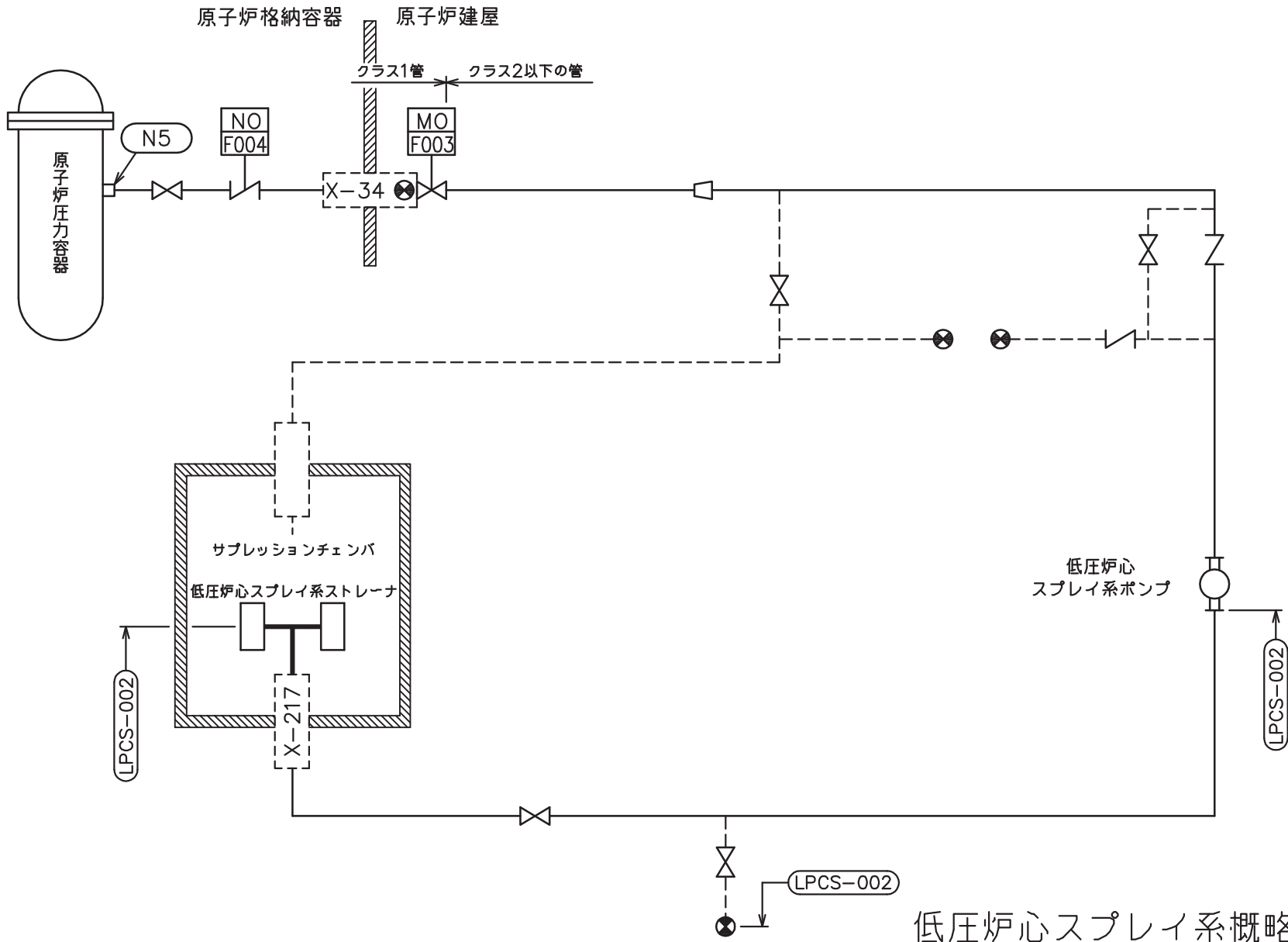


- 注記 \*1: 高圧炉心スプレイ系  
解析モデル上本系統に含める。
- \*2: 補給水系  
解析モデル上本系統に含める。
- \*3: 高圧代替注水系  
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図 (その3)



高圧炉心スプレイ系概略系統図


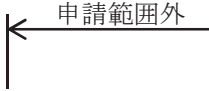


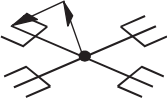
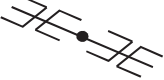



7

低圧炉心スプレイ系概略系統図

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                      (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>

6

鳥瞰図 RHR-006-1/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

10

鳥瞰図 RHR-006-2/4

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-006-3/4
-----	-------------

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-006-4/4
-----	-------------

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 RHR-006

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	24.5kPa (0.0245MPa)	200	508.0	9.5	SM41C (SM400C)

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-006

管名称	対 応 す る 評 価 点						
1	202	203	204	206	302	303	305

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)
202		204		302		305	
203		206		303			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-006

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 **						

--

### 3.2 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
SM41C	200	100

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
SM41C (SM400C)	200	100

3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを下表に示す。

運転状態	死荷重	異物荷重	差圧	SRV荷重		LOCA荷重			供用状態*1
				運転時	中小破断時	プールスウェル (LAB, FAB)	蒸気凝縮 (CO)	チャギング (CH)	
運転状態 V (L)	○	○	○						A
運転状態 V (S)	○	○	○				○		D
運転状態 V (S)	○	○	○		○			○	D
運転状態 V (S)	○					○*2			D
運転状態 V (S)	○					○*3			D

\*1：重大事故時として運転状態 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)



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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
RHR-006	203	S p r m (1)	8	100
	203	S p r m (2)	44	120

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
RHR-006	203	S p r m (1)	14	150
	203	S p r m (2)	78	180

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。全て同じ裕度であるため、RHR-006 を代表モデルに選定する。

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	RHR-006	203	8	100	12.50	○	203	44	120	2.72	○
2	RHR-011	203	8	100	12.50	—	203	44	120	2.72	—
3	RHR-016	203	8	100	12.50	—	203	44	120	2.72	—
4	HPCS-002	203	8	100	12.50	—	203	44	120	2.72	—
5	LPCS-002	203	8	100	12.50	—	203	44	120	2.72	—

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	RHR-006	203	14	150	10.71	○	203	78	180	2.30	○
2	RHR-011	203	14	150	10.71	—	203	78	180	2.30	—
3	RHR-016	203	14	150	10.71	—	203	78	180	2.30	—
4	HPCS-002	203	14	150	10.71	—	203	78	180	2.30	—
5	LPCS-002	203	14	150	10.71	—	203	78	180	2.30	—

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-3-3-3-3-2 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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	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 又は告示	—	SA-2
2	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 又は告示	—	SA-2
3	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 又は告示	—	SA-2
4	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 又は告示	—	SA-2
4	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	0.427	171	0.854	200	—	H6告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
5	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	有	0.0235	140	0.854	171	—	H6告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

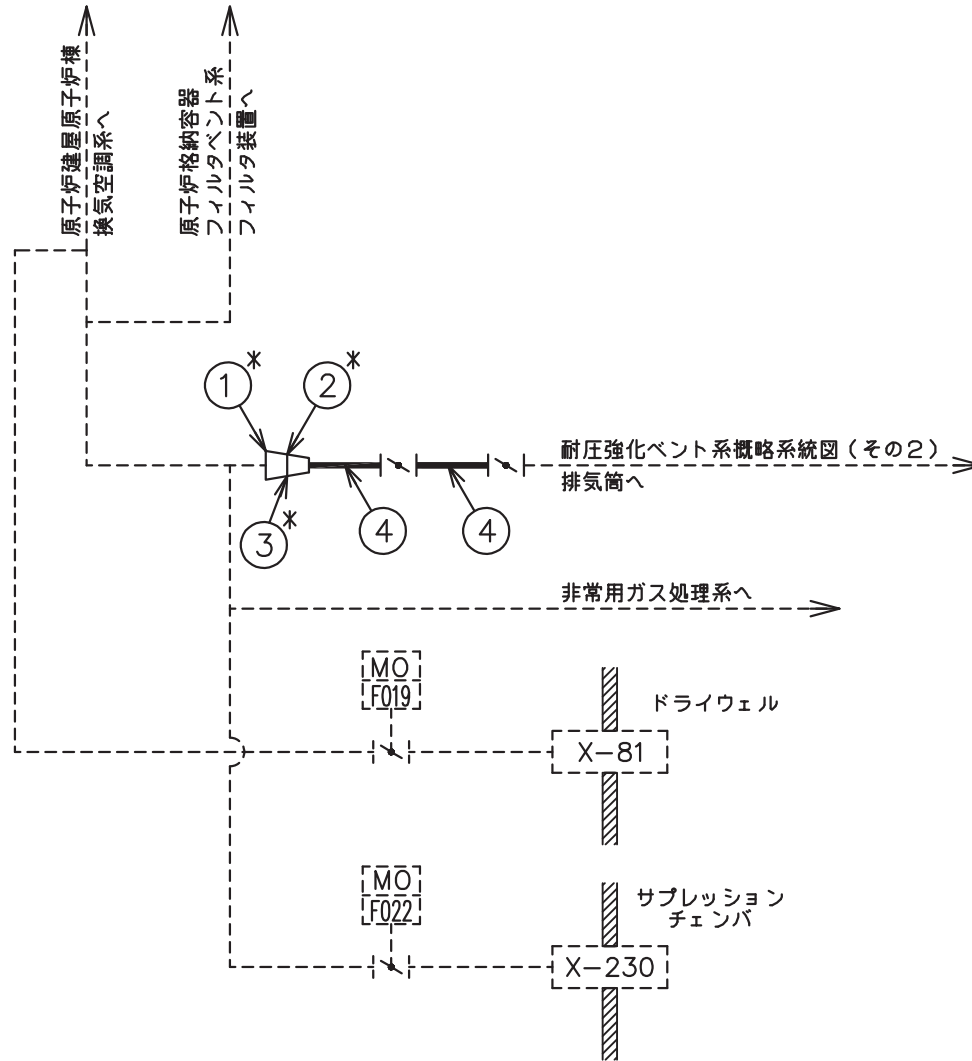
・適用規格の選定

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 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 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 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 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 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 又は告示	同等	設計・建設規格

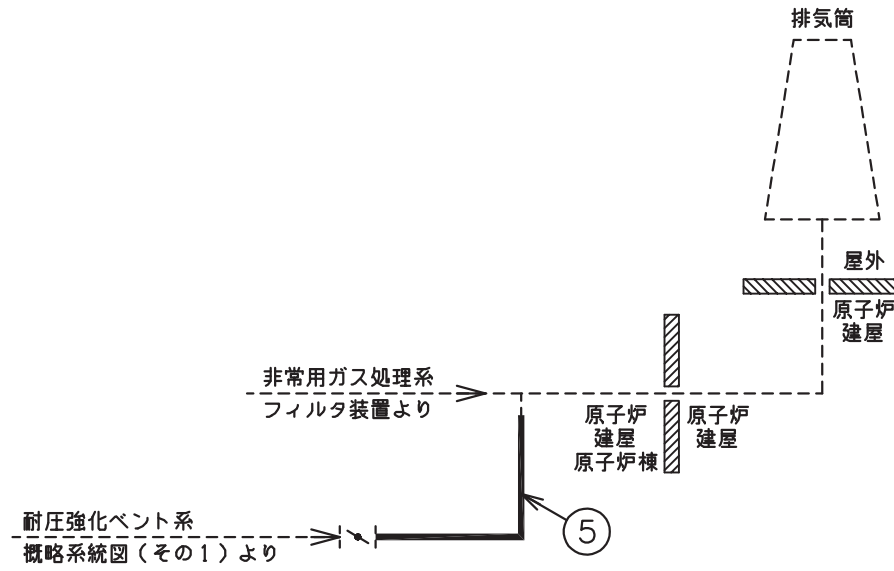
目次

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  
耐圧強化ベント系概略系統図（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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>, 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。


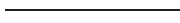
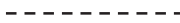


評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

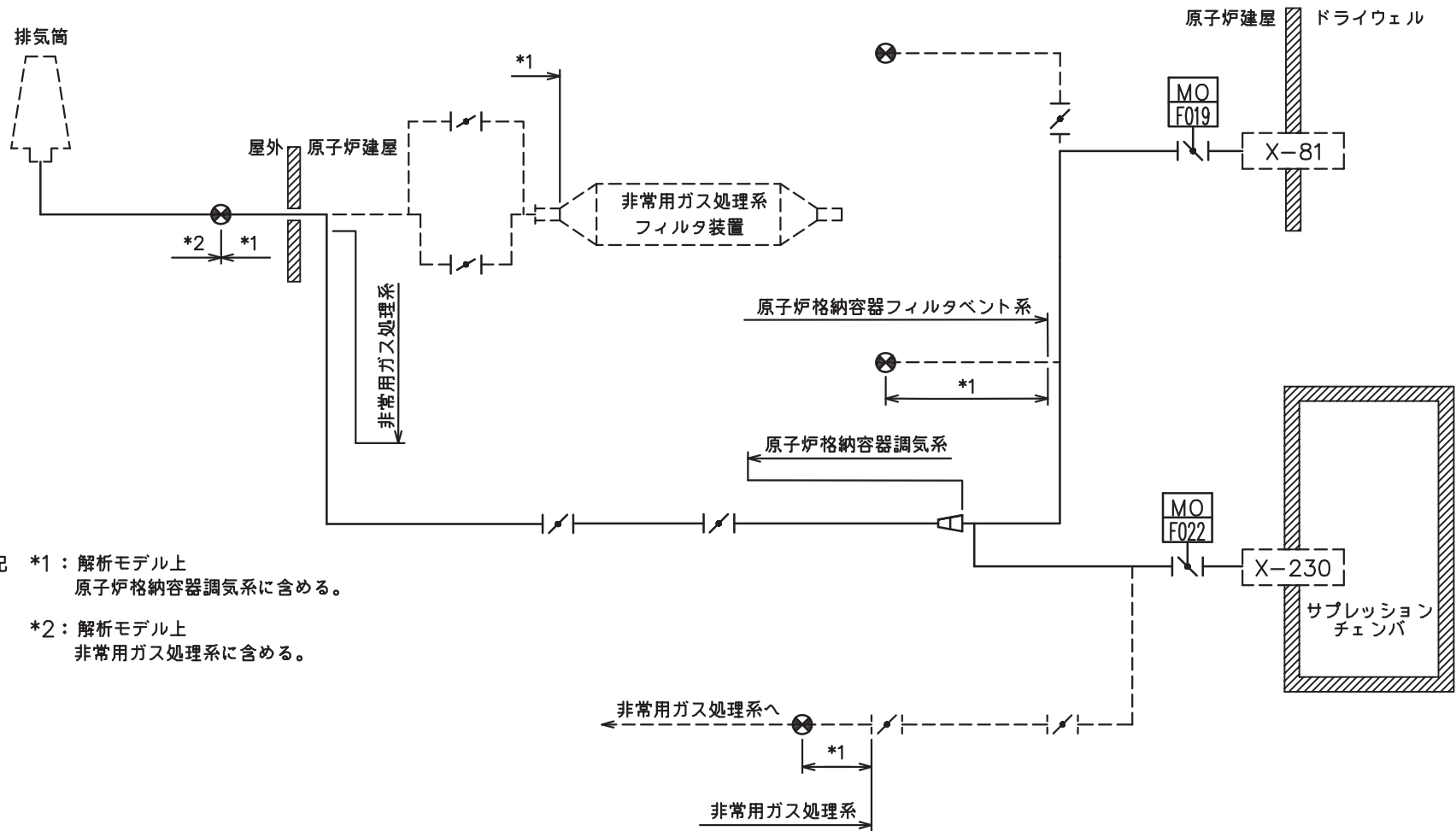
### (1) 管

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



注記 \*1：解析モデル上  
原子炉格納容器調気系に含める。

\*2：解析モデル上  
非常用ガス処理系に含める。

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-3-3-3-4-1-1 高圧炉心スプレイ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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
高圧炉心スプレイ系ポンプ	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	10.79	100	10.79	100	無	S55 告示	設計・建設規格 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



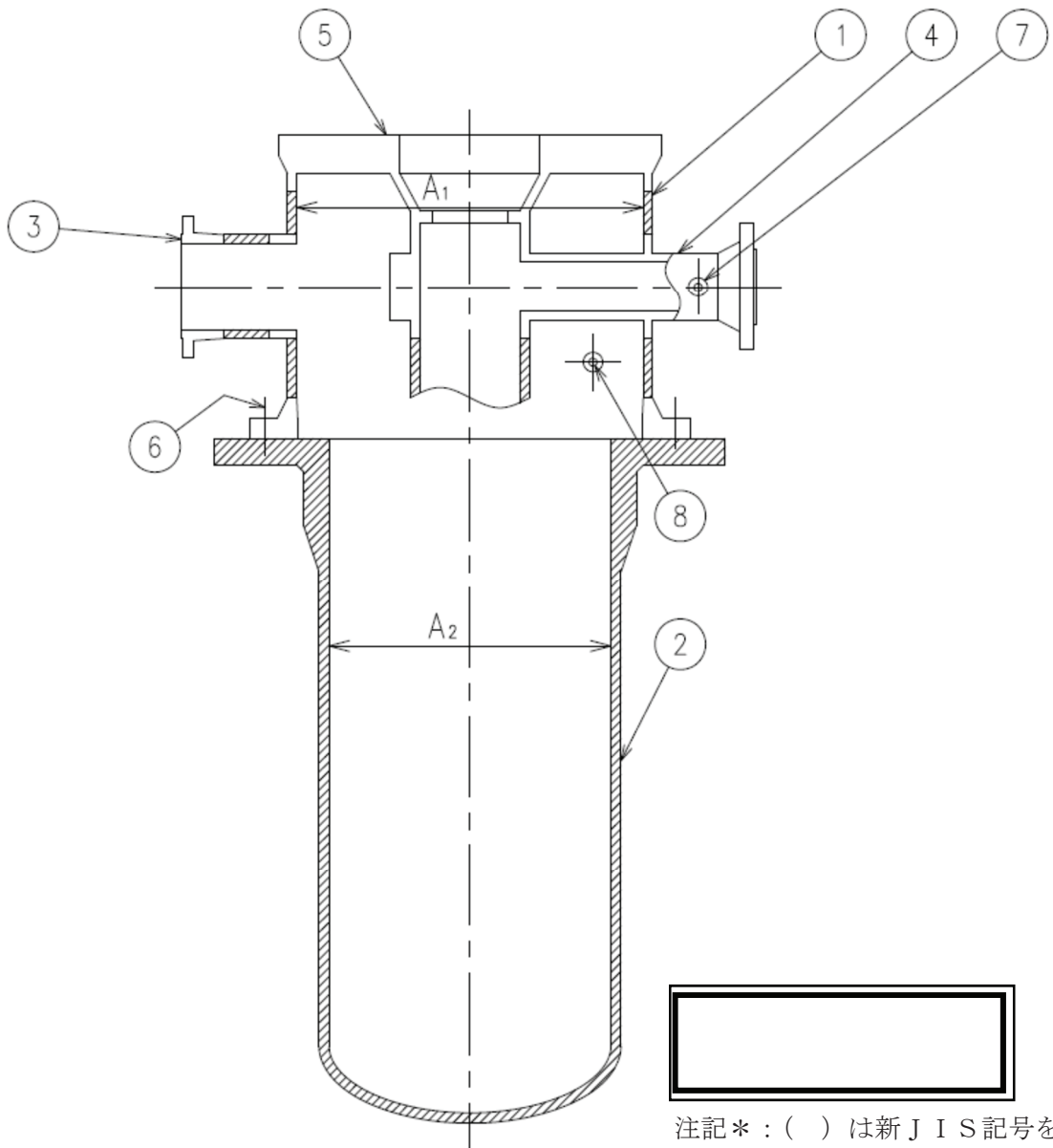
1. 計算条件

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。



注記\* : ( ) は新 J I S 記号を示す。

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)	10.79	1.37
最高使用温度 (°C)	100	100

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 (MPa)	S (MPa)	A <sub>1</sub> (mm)	A <sub>2</sub> (mm)
①		1.37			
②		1.37			

注記\* : ( ) は新 J I S 記号を示す。

t (mm)	t <sub>s0</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
9.8		
9.0		

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>ℓ0</sub>	t <sub>ℓ</sub>
③	244.5	249.4	24.7	9.8		
④	133.9	140.0	20.6	12.1		

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

告示第501号第77条第5項第1号

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	平板形	
				d (mm)	K
⑤		1.37			

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
136.1		

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 (MPa)	S <sub>b</sub> (MPa)	d <sub>b</sub> (mm)	n	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
⑥		1.37				

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

H (N)	H <sub>p</sub> (N)	W <sub>m1</sub> (N)	W <sub>m2</sub> (N)	W (N)	σ (MPa)
					34

評価：  $\sigma \leq S_b$ ， 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。

2.5 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 (MPa)	S (MPa)	D <sub>o</sub> (mm)
⑦		10.79		
⑧		1.37		

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

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
1.1		
0.2		

評価 :  $t_s \geq t$ , よって十分である。

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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°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 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 (A)	材料		
			弁箱	弁ふた	ボルト
E22-F003	止め弁	250	SCPH2	SCPH2	

O 2 ⑥ VI-3-3-3-4-1-3 R 0

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 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 (MPa)	10.79		$d_n$ (mm)	[ ]
最高使用温度 $T_m$ (°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： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 © 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 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) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	120	$M_T$ (N・mm)	$2.295 \times 10^7$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	115	$M_o$ (N・mm)	$1.346 \times 10^8$
A (mm)		$M_g$ (N・mm)	$1.621 \times 10^8$
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)		t (mm)	
$g_o$ (mm)		K	1.86
$g_1$ (mm)		$h_o$ (mm)	
h (mm)		f	1.00
ボルト		F	0.863
材料		V	0.371
$\sigma_{sa}$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	173	e (mm <sup>-1</sup> )	0.00863
$\sigma_{sb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	173	d (mm <sup>3</sup> )	1160757
n		L	2.12
$d_b$ (mm)		T	1.56
ガスケット		U	3.62
材料		Y	3.29
ガスケット厚さ (mm)		Z	1.81
G (mm)		応力の計算	
m		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	122
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	46
$b_o$ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	65
b (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	117
N (mm)		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	55
$G_s$ (mm)		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	78
ボルトの計算		応力の評価： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  よって十分である。	
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 ⑥ VI-3-3-3-4-1-3 R 0 E

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-3-3-3-4-1-4-2 管の応力計算書（高圧炉心スプレイ系）
- VI-3-3-3-4-1-4-3 ストレーナ部ティーの強度計算書（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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 又は告示	—	SA-2
2	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	1.37	66	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	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 又は告示	—	SA-2
5	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 又は告示	—	SA-2
6	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	10.79	100	10.79	100	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
7	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	10.79	100	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
8	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	1.37	66	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
9	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	1.37	66	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
10	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 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、かつ評価で使用する圧力及び温度は設計基準対象施設としての使用時における最高使用圧力及び最高使用温度であり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。

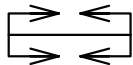
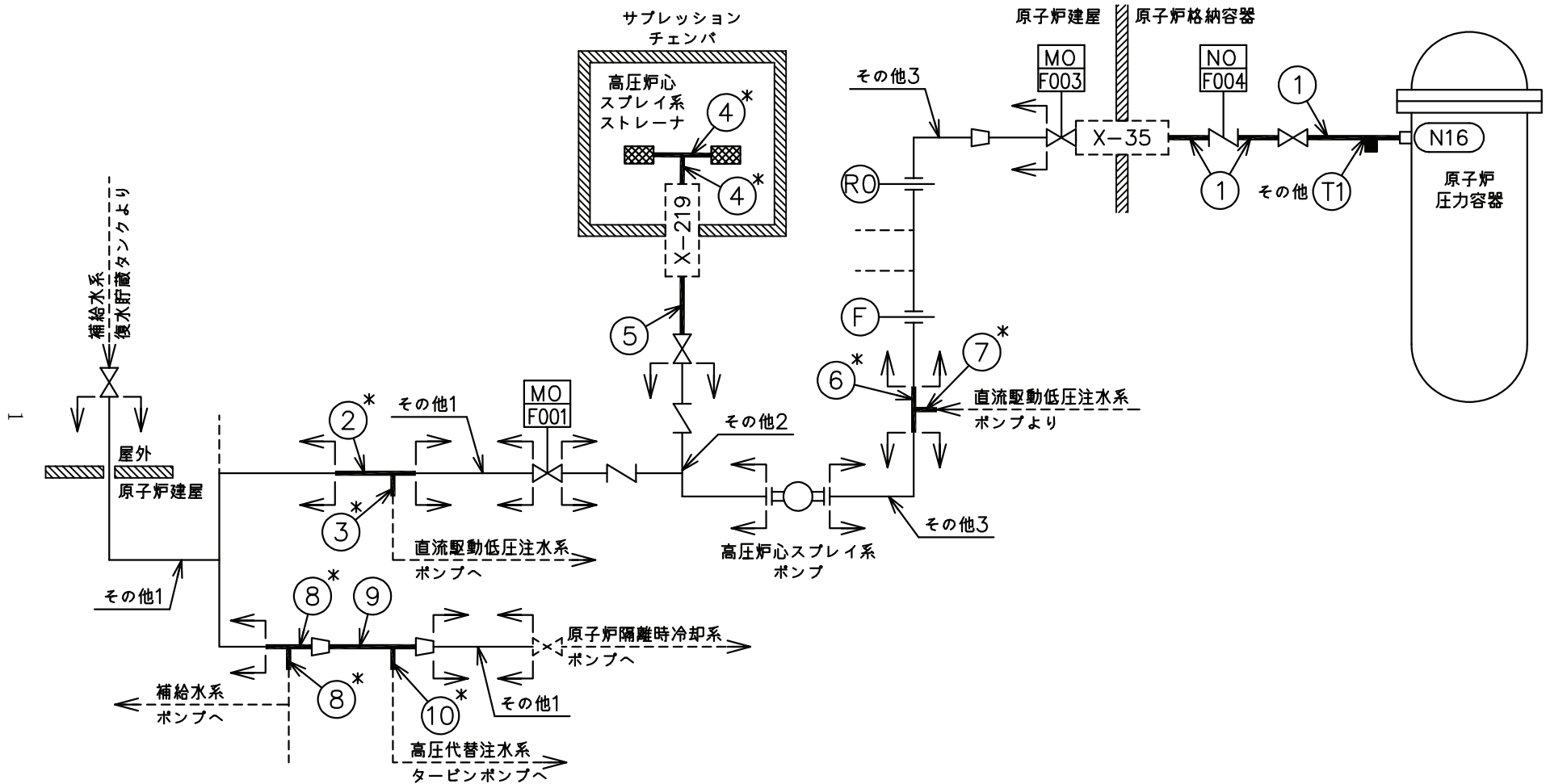
・適用規格の選定

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 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 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 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



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-2-1-5-1-1 管の基本板厚計算書」及び平成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-2-1-1-1-1 管の基本板厚計算書」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。

注記\*：管継手  
高圧炉心スプレイ系概略系統図

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S <sub>m</sub> (MPa)	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t* (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)	事故時圧力 P <sub>E</sub> (MPa)	許容圧力 P <sub>aE</sub> (MPa)
1	8.62	302	267.40	18.20	STS42 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<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）

設計・建設規格 PPC-3411 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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 (SM400C)	W	2	100	0.70			3.09	C	3.80
5	0.854	200	508.00	9.50	SGV42 (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<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。

VI-3-3-3-4-1-4-2 管の応力計算書（高圧炉心スプレイ系）

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-3 クラス2機器の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-4 クラス2管の強度計算方法」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-3-2-9 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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
HPCS-001	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 又は告示	—	SA-2
HPCS-002	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
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	1.37	66	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-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
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	427 (kPa)	104	854 (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPCS-003	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
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	10.79	100	10.79	100	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.70	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	10.79	100	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPCS-004	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	静水頭	66	静水頭	66	有	S55告示	既工認	—	SA-2
	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

## 設計基準対象施設

## 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	15
3.1 設計条件	15
3.2 材料及び許容応力	19
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	25

## 1. 概要

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-3-2-4 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。



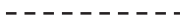


### (1) 管

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2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。

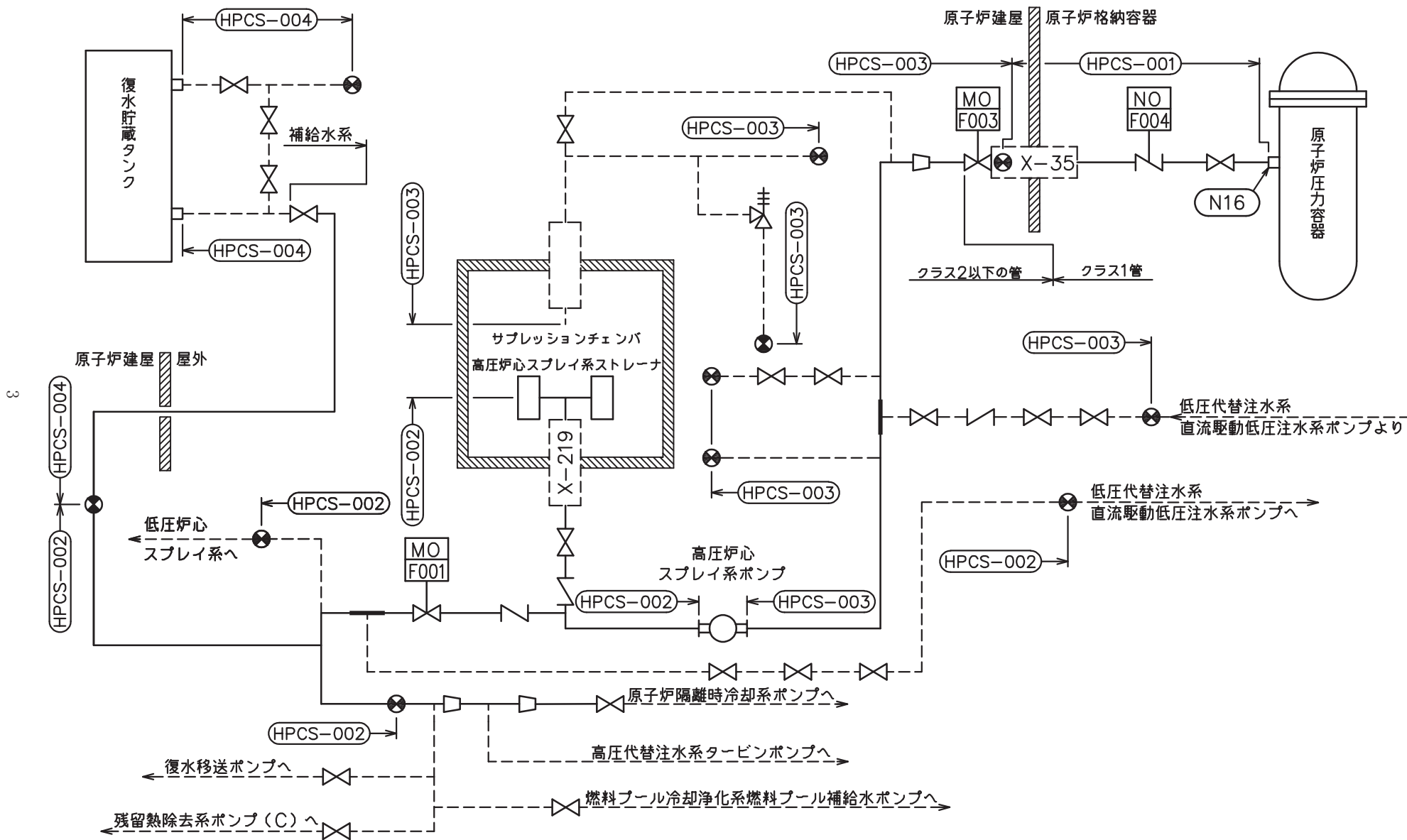
2. 概略系統図及び鳥瞰図

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


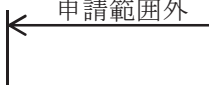


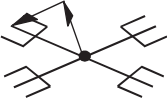




高圧炉心スプレィ系概略系統図

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                      (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>

5

鳥瞰図 HPCS-002-1/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9

鳥瞰図 HPCS-002-2/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

7

鳥瞰図 HPCS-002-3/5

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 HPCS-002-4/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6

鳥瞰図 HPCS-002-5/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

10

鳥瞰図 HPCS-003-1/5

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 HPCS-003-2/5

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 HPCS-003-3/5

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 HPCS-003-4/5

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 HPCS-003-5/5

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 C S - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1.37	66	406.4	9.5	SUS304

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 C S - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点
1	501 502 503

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)
501		502		503	

計算条件

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 C S - 0 0 3

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	10.79	100	318.5	25.4	STS42 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 C S - 0 0 3

管名称	対 応 す る 評 価 点
1	341 342 343

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)
341		342		343	



### 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S <sub>h</sub>
SUS304	66	126
STS42 STS410	100	102

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
SUS304	66	126
STS42 STS410	100	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。

クラス 2 以下の管  
告示第 5 0 1 号第 56 条による評価結果

鳥瞰図	運転状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	S h 1. 2 ・ S h	S n (a) S n (b)	S a (c) S a (d)
H P C S - 0 0 2	( I , II )	501	S p r m (1)	21	126	—	—
	( I , II )	502	S n (a)	—	—	89	318
	( I , II )	501	S p r m (2)	24	151	—	—
	( I , II )	502	S n (b)	—	—	91	343

注記 \*1 : S p r m (1), S p r m (2) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 1 号 (イ), (ロ) に基づき計算した一次応力, S n (a), S n (b) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 2 号 (イ), (ロ) に基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2 : S a (c), S a (d) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 2 号 (ハ), (ニ) に基づき計算した許容応力を示す。

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。

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	供用状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h	S n (a) S n (b)	S a (c) S a (d)
H P C S - 0 0 2	(A, B)	502	S p r m (1)	28	189	—	—
	(A, B)	502	S n (a)	—	—	86	318
	(A, B)	502	S p r m (2)	32	226	—	—
	(A, B)	502	S n (b)	—	—	88	343

注記 \*1: 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, S n (a), S n (b)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)a, bに基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2: S a (c), S a (d)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)c, dに基づき計算した許容応力を示す。

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。

クラス 2 以下の管  
告示第 5 0 1 号第 56 条による評価結果

鳥瞰図	運転状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	S h 1. 2 ・ S h	S n ( a ) S n ( b )	S a ( c ) S a ( d )
H P C S - 0 0 3	( I , II )	341	S p r m ( 1 )	38	102	—	—
	( I , II )	341	S n ( a )	—	—	62	255
	( I , II )	341	S p r m ( 2 )	41	122	—	—
	( I , II )	341	S n ( b )	—	—	65	275

注記 \*1: S p r m ( 1 ) , S p r m ( 2 ) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 1 号 (イ), (ロ) に基づき計算した一次応力, S n ( a ) , S n ( b ) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 2 号 (イ), (ロ) に基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2: S a ( c ) , S a ( d ) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 2 号 (ハ), (ニ) に基づき計算した許容応力を示す。

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。

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	供用状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h	S n (a) S n (b)	S a (c) S a (d)
H P C S - 0 0 3	(A, B)	341	S p r m (1)	42	154	—	—
	(A, B)	341	S n (a)	—	—	62	257
	(A, B)	341	S p r m (2)	46	185	—	—
	(A, B)	341	S n (b)	—	—	65	278

注記 \*1: 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, S n (a), S n (b)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)a, bに基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2: S a (c), S a (d)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)c, dに基づき計算した許容応力を示す。

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(クラス2管)

No.	配管モデル	運転状態 (I, II) *1					運転状態 (I, II) *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	HPCS-002	501	21	126	6.00	—	501	24	151	6.29	—
2	HPCS-003	341	38	102	2.68	○	341	41	122	2.97	○

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(クラス 2 管)

No.	配管モデル	運転状態 ( I , II ) *3					運転状態 ( I , II ) *4				
		一次+二次応力					一次+二次応力				
		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	HPCS-002	502	89	318	3.57	○	502	91	343	3.76	○
2	HPCS-003	341	62	255	4.11	—	341	65	275	4.23	—

注記\*3：告示第501号第56条第2号（イ）に基づき計算した一次+二次応力を示す。

\*4：告示第501号第56条第2号（ロ）に基づき計算した一次+二次応力を示す。



代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス 2 管)

No.	配管モデル	供用状態 (A, B) *1					供用状態 (A, B) *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	HPCS-002	502	28	189	6.75	—	502	32	226	7.06	—
2	HPCS-003	341	42	154	3.66	○	341	46	185	4.02	○

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(クラス 2 管)

No.	配管モデル	供用状態 (A, B) *3					供用状態 (A, B) *4				
		一次+二次応力					一次+二次応力				
		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	HPCS-002	502	86	318	3.69	○	502	88	343	3.89	○
2	HPCS-003	341	62	257	4.14	—	341	65	278	4.27	—

注記\*3：設計・建設規格 PPC-3530(1)aに基づき計算した一次+二次応力を示す。

\*4：設計・建設規格 PPC-3530(1)bに基づき計算した一次+二次応力を示す。

## 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	16
3.1 設計条件	16
3.2 材料及び許容応力	28
4. 評価結果	30
5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	36

## 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。



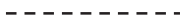


### (1) 管

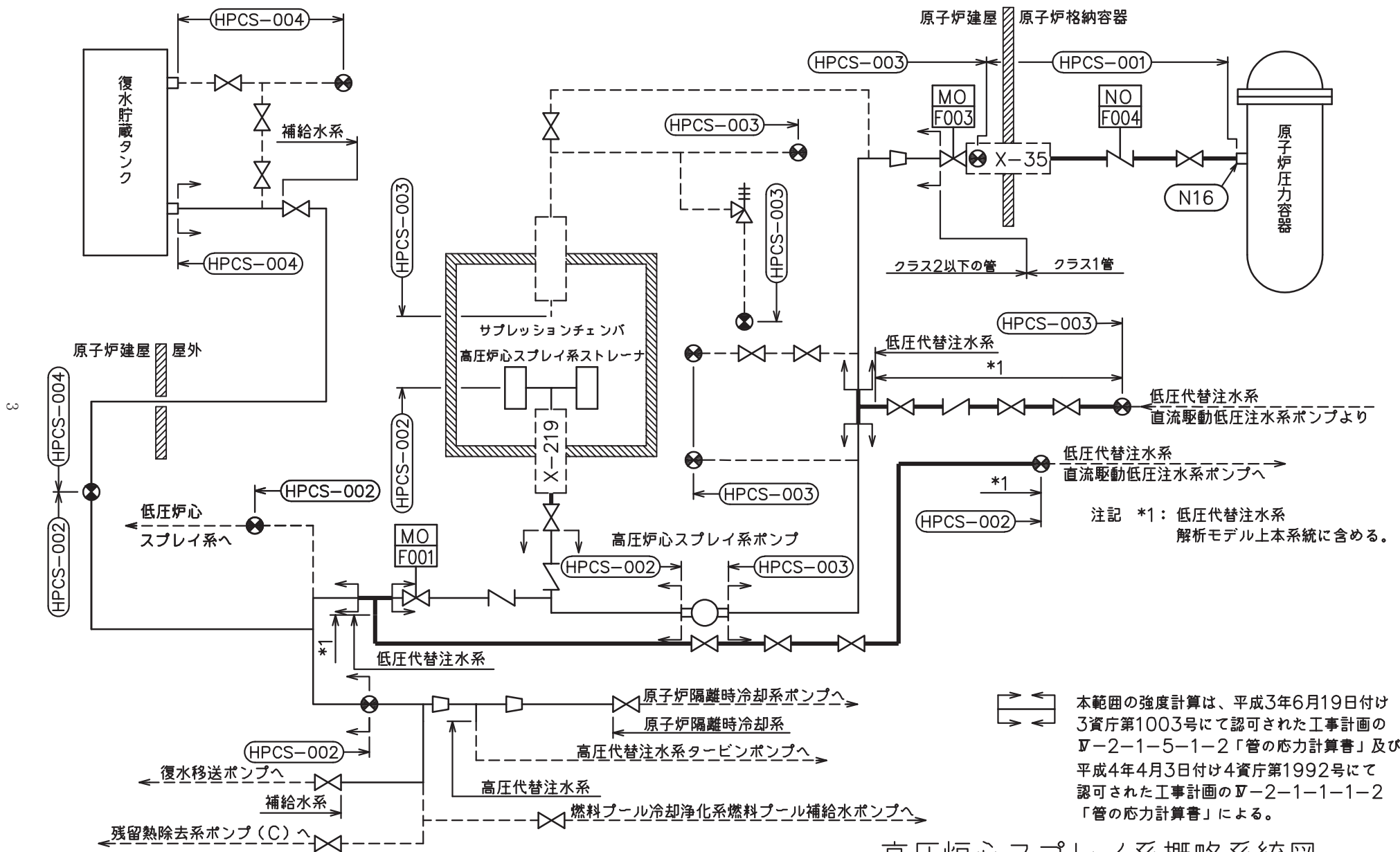
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

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


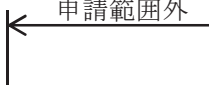


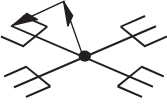
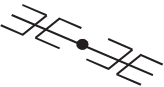


高圧炉心スプレィ系概略系統図

本範囲の強度計算は、平成3年6月19日付け3資庁第1003号にて認可された工事計画のⅤ-2-1-5-1-2「管の応力計算書」及び平成4年4月3日付け4資庁第1992号にて認可された工事計画のⅤ-2-1-1-1-2「管の応力計算書」による。

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                      (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>



5

鳥瞰図	HPCS-001
-----	----------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9

鳥瞰図 HPCS-002-1/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

7

鳥瞰図 HPCS-002-2/5

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 HPCS-002-3/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6

鳥瞰図 HPCS-002-4/5

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 HPCS-002-5/5

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 HPCS-003-1/5

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 HPCS-003-2/5

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 HPCS-003-3/5

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 HPCS-003-4/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

15

鳥瞰図 HPCS-003-5/5

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 C S - 0 0 1

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	10.34	315	267.4	18.2	STS42 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 C S - 0 0 1

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	30	31	32	33	34	35
	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	839	901			

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)
5		13		21		34		42	
6		14		22		35		43	
7		15		25		36		44	
8		16		26		37		45	
9		17		27		38		839	
10		18		31		39		901	
11		19		32		40			
12		20		33		41			

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)
23		28	
50		29	
24		30	

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	50			
弁2	29			

O 2 ⑥ VI-3-3-3-4-1-4-2(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。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 1

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
6						
12						
** 12 **						
** 15 **						
17						
19						
** 22 **						
** 27 **						
** 35 **						
** 37 **						
39						
42						
** 901 **						



O 2 ⑥ VI-3-3-3-4-1-4-2(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。

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 C S - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1.37	66	406.4	9.5	SUS304
2	854kPa (0.854MPa)	200	508.0	9.5	SGV42 (SGV410)
3	1.37	66	165.2	7.1	SUS304
4	1.37	66	165.2	7.1	SUS304TP
5	1.37	66	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 H P C S - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	501	502	503													
2	59	60	61	62	63	64	65	66	85	86	812	813	814	855	954	
3	502	504														
4	504	505														
5	505	506	507	509	510	511	512	513	515	516	517	519	520	521	522	
	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	
	538															

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)
59		501		516		528		537	
60		502		520		529		538	
61		503		521		530		812	
62		504		522		531		813	
63		505		523		532		814	
64		506		524		533		855	
65		510		525		534		954	
85		511		526		535		956	
86		512		527		536			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
507		513		517		66	
508		514		518		67	
509		515		519		68	
		539				78	
		540				79	

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	508			
弁2	514			
弁3	518			
弁4	67			

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 C 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
** 57 **						
62						
** 62 **						
** 79 **						
** 86 **						
506						
** 506 **						
511						
516						
524						
530						
538						
** 540 **						
** 954 **						
956						

--

O 2 ⑥ VI-3-3-3-4-1-4-2(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。

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 C S - 0 0 3

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	10.79	100	318.5	25.4	STS42 STS410
2	1.70	66	165.2	7.1	STS410
3	10.79	100	165.2	14.3	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 C S - 0 0 3

管名称	対 応 す る 評 価 点
1	341 342 343
2	301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 316 317 318 319
3	321 322 323 325 326 327 328 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 3

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)
301		308		318		334		341	
302		309		322		335		342	
303		310		326		336		343	
304		311		327		337			
305		312		331		338			
306		313		332		339			
307		317		333		340			

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 3

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
314		319		323		328	
315		320		324		329	
316		321		325		330	
		344					
		345					

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 3

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	315			
弁2	320			
弁3	324			
弁4	329			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 H P C S - 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
301						
307						
311						
317						
322						
326						
331						
336						
** 339 **						
** 345 **						

--

02 ⑥ VI-3-3-3-4-1-4-2(重) R0

### 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 (°C)	許容応力 (MPa)	
		S m	S h
STS42 STS410	66	—	102
	100	—	102
	315	120	—
SGV42	200	—	102
SUS304	66	—	126
SUS304TP	66	—	126



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 (°C)	許容応力 (MPa)		
		S m	S y	S h
STS42 STS410	66	—	—	103
	100	—	—	103
	315	120	180	—
SGV42 (SGV410)	200	—	—	103
SUS304	66	—	—	126
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1管  
告示第501号第46条第3号による評価結果

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 S p r m	許容応力 3・S m
H P C S - 0 0 1	19	S p r m	54	360

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1管  
設計・建設規格 PPB-3500による評価結果

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 S p r m	許容応力 Min(3・S m, 2・S y)
H P C S - 0 0 1	19	S p r m	54	360

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
H P C S - 0 0 2	501	S p r m (1)	21	126
	59	S p r m (2)	52	122

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
H P C S - 0 0 2	502	S p r m (1)	28	189
	59	S p r m (2)	87	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。

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
H P C S - 0 0 3	322	S p r m (1)	46	102
	322	S p r m (2)	50	122

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
H P C S - 0 0 3	322	S p r m (1)	62	154
	322	S p r m (2)	67	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1管)

No.	配管モデル	運転状態 (V) *				
		一次応力				
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表
1	HPCS-001	19	54	360	6.66	○

注記\* : 告示第501号第46条第1号及び第3号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 1 管)

No.	配管モデル	供用状態 (E) *				
		一次応力				
		評価 点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表
1	HPCS-001	19	54	360	6.66	○

注記\* : 設計・建設規格 PPB-3520 及び PPB-3562 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	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	HPCS-002	501	21	126	6.00	—	59	52	122	2.34	○
2	HPCS-003	322	46	102	2.21	○	322	50	122	2.44	—

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	HPCS-002	502	28	189	6.75	—	59	87	185	2.12	○
2	HPCS-003	322	62	154	2.48	○	322	67	185	2.76	—

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-3-3-3-4-1-4-3 ストレーナ部ティーの強度計算書  
(高圧炉心スプレイ系)

本計算書では、高圧炉心スプレイ系ストレーナ部ティーの強度計算書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部ティーは残留熱除去系ストレーナ部ティー及び低圧炉心スプレイ系ストレーナ部ティーと同様の形状を有しており、評価条件については同等である。また、添付書類「VI-3-3-3-3-1-5-3 ストレーナ部ティーの強度計算書（残留熱除去系）」において評価を実施しており、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、鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。

以上より、本計算書の評価結果については、添付書類「VI-3-3-3-3-1-5-3 ストレーナ部ティーの強度計算書（残留熱除去系）」による。

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-3-3-3-4-2-1 低圧炉心スプレイ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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
低圧炉心スプレイ系ポンプ	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	4.41	100	4.41	100	無	S55 告示	設計・建設規格 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

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。

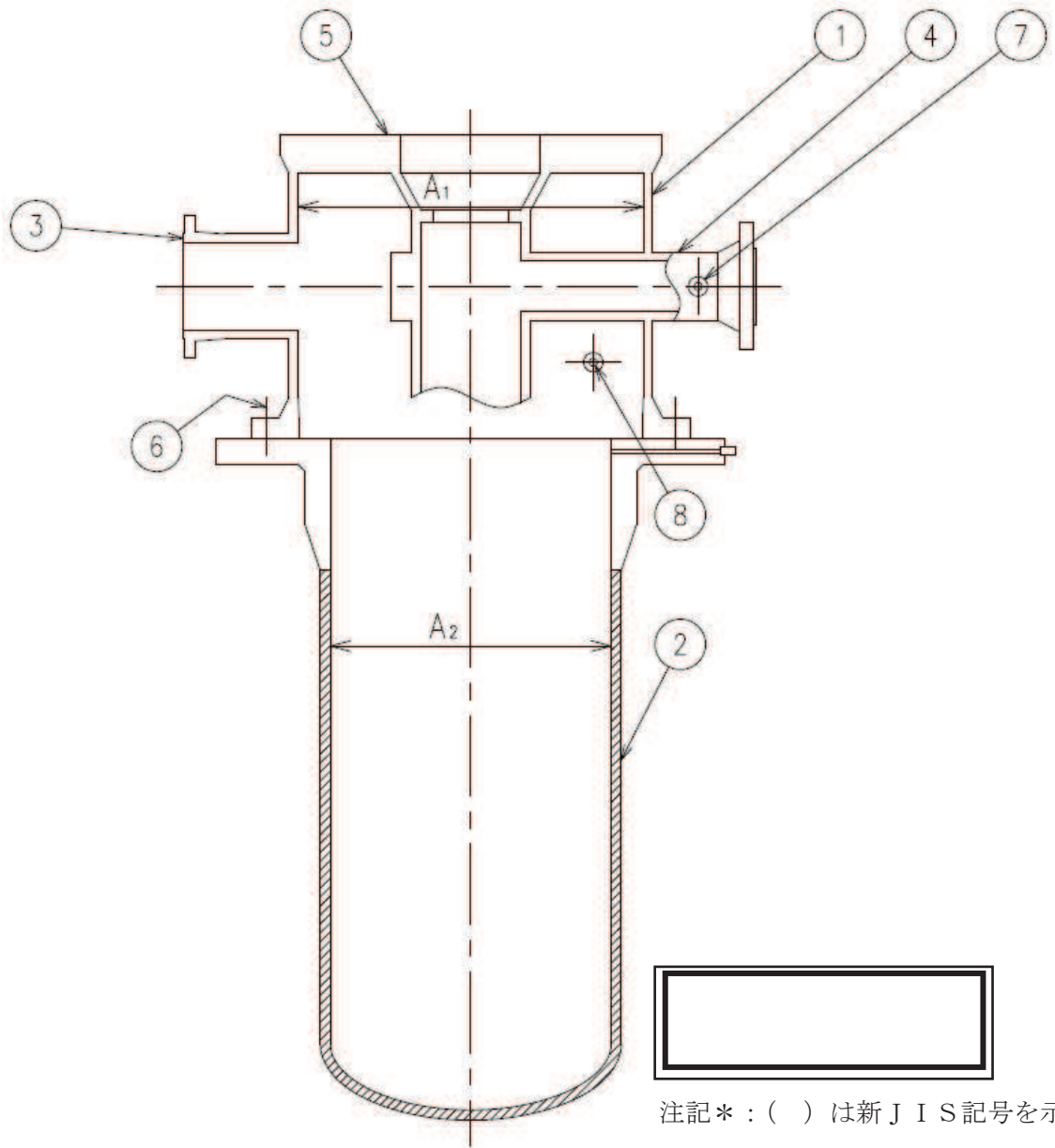


図1-1 概要図

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	吐出側	吸込側
最高使用圧力 (MPa)	4.41	1.37
最高使用温度 (°C)	100	100

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 (MPa)	S (MPa)	A <sub>1</sub> (mm)	A <sub>2</sub> (mm)
①		1.37			
②		1.37			

注記\* : ( ) は新 J I S 記号を示す。

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
8.0		
8.0		

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>ℓo</sub>	t <sub>ℓ</sub>
③	244.5	248.5	22.3	8.0		
④	142.0	146.0	17.1	8.0		

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

告示第501号第77条第5項第1号

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	平板形	
				d (mm)	K
⑤		1.37			

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
129.1		

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 (MPa)	S <sub>b</sub> (MPa)	d <sub>b</sub> (mm)	n	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
⑥		1.37				

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

H (N)	H <sub>p</sub> (N)	W <sub>m1</sub> (N)	W <sub>m2</sub> (N)	W (N)	σ (MPa)
					38

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 (MPa)	S (MPa)	D <sub>o</sub> (mm)
⑦		4.41		
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

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
0.8		
0.3		

評価：  $t_s \geq t$ ， よって十分である。

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-3-3-3-4-2-3-2 管の応力計算書（低圧炉心スプレイ系）
- VI-3-3-3-4-2-3-3 ストレーナ部ティーの強度計算書（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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 又は告示	—	SA-2
2	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 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 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	既工認	—	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	既工認	—	SA-2
その他 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、かつ評価で使用する圧力及び温度は設計基準対象施設としての使用時における最高使用圧力及び最高使用温度であり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

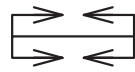
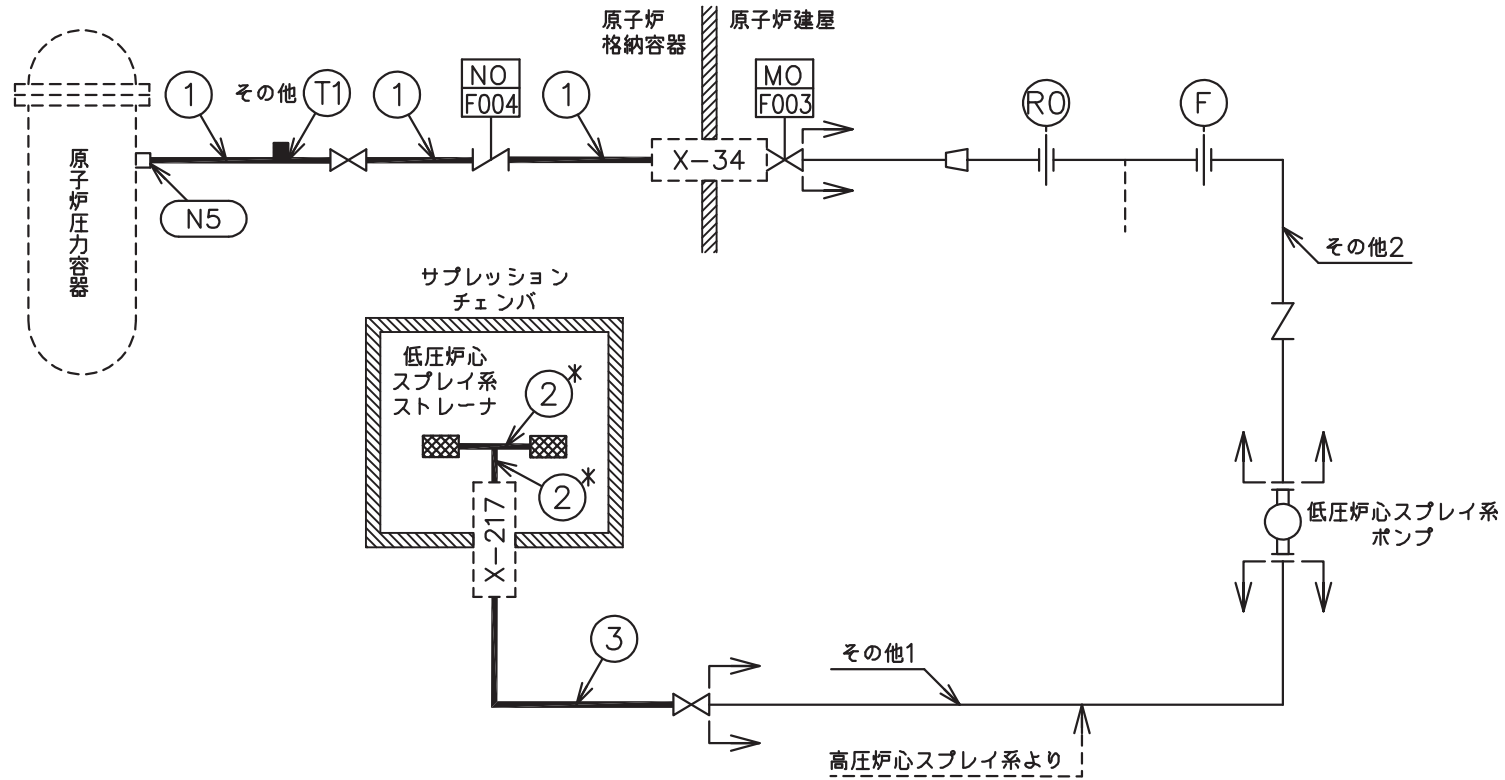
管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
2	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
3	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格

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 (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 管の基本板厚計算書」による。

注記\*：管継手  
低圧炉心スプレイ系概略系統図

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S <sub>m</sub> (MPa)	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t* (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)	事故時圧力 P <sub>E</sub> (MPa)	許容圧力 P <sub>aE</sub> (MPa)
1	8.62	302	267.40	18.20	STS42 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<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）

設計・建設規格 PPC-3411 準用

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

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

VI-3-3-3-4-2-3-2 管の応力計算書（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

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
LPCS-001	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 又は告示	—	SA-2
LPCS-002	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	427 (kPa)	104	854 (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-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
LPCS-003	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	4.41	100	4.41	100	有	S55告示	既工認	—	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	8
3.1 設計条件	8
3.2 材料及び許容応力	14
4. 評価結果	16
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。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。



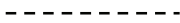
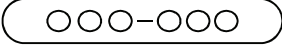

### (1) 管

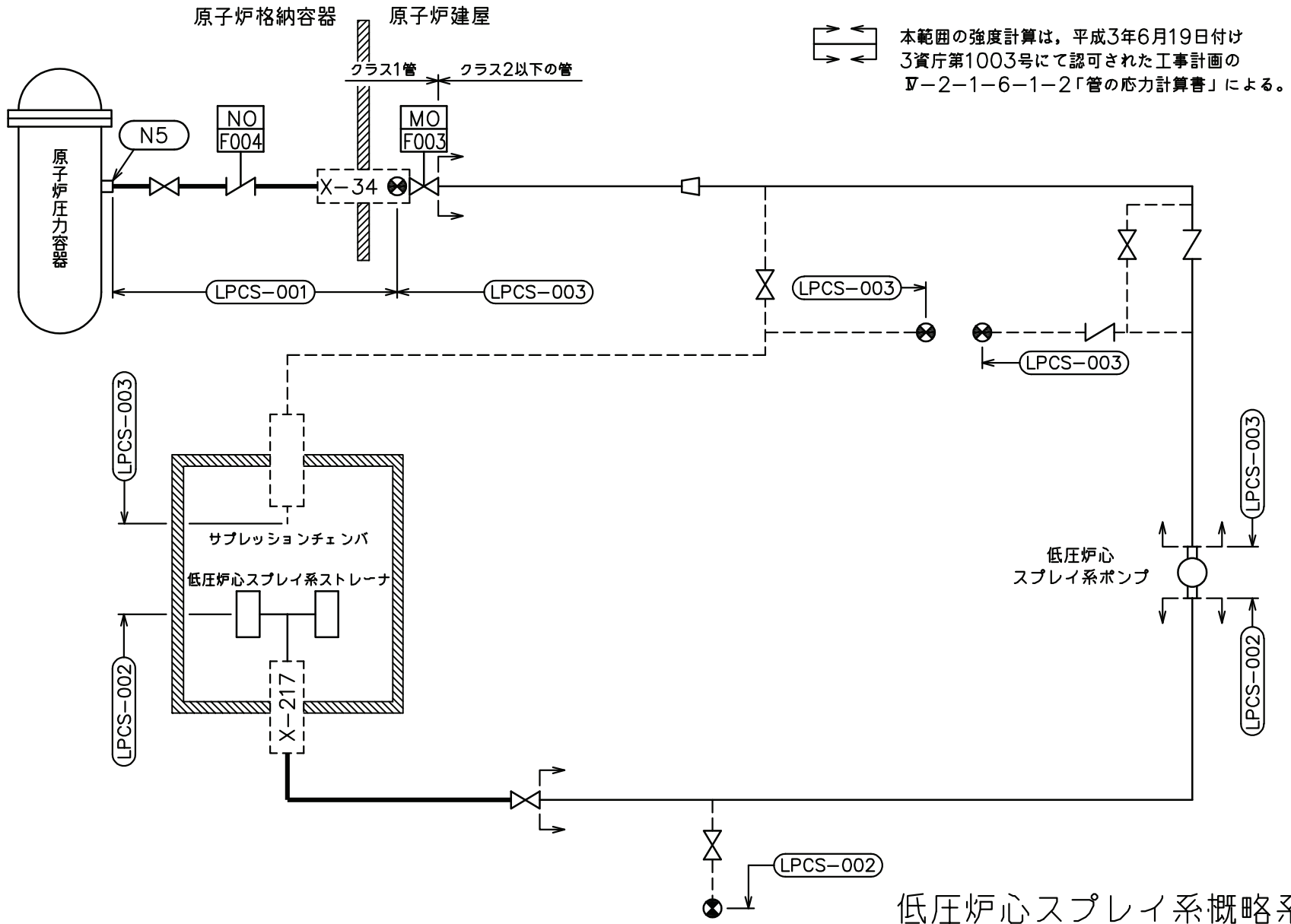
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 2 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

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


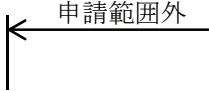


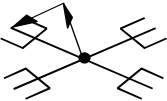
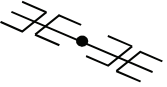

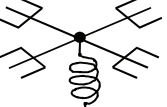
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



低圧炉心スプレイ系概略系統図

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                      (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>
	<p>ガイド</p>

5

鳥瞰図	LPCS-001
-----	----------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9

鳥瞰図 LPCS-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。

7

鳥瞰図 LPCS-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            L P C S - 0 0 1

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	10.34	315	267.4	18.2	STS42 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            L P C S - 0 0 1

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	
	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
	37	38	39	40	50	801	802	901								

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)
5		12		22		32		39	
6		13		23		33		40	
7		14		24		34		50	
8		15		25		35		801	
9		19		29		36		802	
10		20		30		37		901	
11		21		31		38			

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)
16		26	
17		27	
18		28	

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	17			
弁2	27			

O 2 ⑥ VI-3-3-3-4-2-3-2(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図          L P C S - 0 0 1

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
6						
** 12 **						
15						
** 15 **						
19						
** 21 **						
23						
** 29 **						
31						
** 34 **						
** 36 **						
40						
** 901 **						

--

O 2 ⑥ VI-3-3-3-4-2-3-2(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。

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            L P C S - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	854kPa (0.854MPa)	200	508.0	9.5	SGV42 (SGV410)

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                      L P C S - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	3	4	5	6	7	8	9	10	55	56	57	58	806	811	812
	954	956													

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)
3		7		56		811	
4		8		57		812	
5		9		58		954	
6		55		806		956	

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
10	
11	
12	
39	
901	

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			

O 2 ⑥ VI-3-3-3-4-2-3-2(重) R 1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図          L P C 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 **						
6						
9						
** 56 **						
** 57 **						
901						
** 954 **						
956						

[Redacted]

O 2 ⑥ VI-3-3-3-4-2-3-2(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 (°C)	許容応力 (MPa)	
		S m	S h
STS42 STS410	315	120	—
SGV42	200	—	102

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 (°C)	許容応力 (MPa)		
		S m	S y	S h
STS42 STS410	315	120	180	—
SGV42 (SGV410)	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1管  
告示第501号第46条第3号による評価結果

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 S p r m	許容応力 3・S m
L P C S - 0 0 1	6	S p r m	47	360



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1管  
設計・建設規格 PPB-3500による評価結果

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 S p r m	許容応力 Min(3・S m, 2・S y)
L P C S - 0 0 1	6	S p r m	47	360

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
L P C S - 0 0 2	3	S p r m (1)	20	102
	3	S p r m (2)	61	122

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
L P C S - 0 0 2	3	S p r m (1)	27	154
	3	S p r m (2)	106	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1管)

No.	配管モデル	運転状態 (V) *				
		一次応力				
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表
1	LPCS-001	6	47	360	7.65	○

注記\* : 告示第501号第46条第1号及び第3号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 1 管)

No.	配管モデル	供用状態 (E) *				
		一次応力				
		評価 点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表
1	LPCS-001	6	47	360	7.65	○

注記\* : 設計・建設規格 PPB-3520 及び PPB-3562 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	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	LPCS-002	3	20	102	5.10	○	3	61	122	2.00	○

注記\*1：告示第 5 0 1 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 5 0 1 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	LPCS-002	3	27	154	5.70	○	3	106	185	1.74	○

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-3-3-3-4-2-3-3 ストレーナ部ティーの強度計算書  
(低圧炉心スプレイ系)



本計算書では、低圧炉心スプレイ系ストレーナ部ティーの強度計算書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部ティーは残留熱除去系ストレーナ部ティー及び高圧炉心スプレイ系ストレーナ部ティーと同様の形状を有しており、評価条件については同等である。また、添付書類「VI-3-3-3-3-1-5-3 ストレーナ部ティーの強度計算書（残留熱除去系）」において評価を実施しており、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、鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。

以上より、本計算書の評価結果については、添付書類「VI-3-3-3-3-1-5-3 ストレーナ部ティーの強度計算書（残留熱除去系）」による。

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-3-3-3-4-3-1 高圧代替注水系タービン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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
高圧代替注水系タービンポンプ	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.0	66	—	—	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	3
2.3 ケーシングのボルト穴	3
2.4 ケーシングカバーの厚さ	3
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
2.7 設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価	6

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

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	吐出側	吸込側
最高使用圧力 (MPa)	14.0	1.37
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-3320

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	A <sub>1</sub> (mm)	A <sub>2</sub> (mm)
①	SCS6 相当	14.0	152*		
②	SCS6 相当	1.37	152*		

注記 \* : J I S B 8 2 6 5 で規定される値

t (mm)	t <sub>s0</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
	66.0	

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	$r_i$	$r_m$	$\varnothing$	$t$	$t_{\ell o}$	$t_{\ell}$
③			3.8			
④			19.4			

評価：  $t_{\ell} \geq t$ ， よって十分である。

## 2.3 ケーシングのボルト穴

設計・建設規格 PMC-3340

(単位：mm)

計算部位	$d_{bm}$	$a$	$a_{s o}$	$a_s$	$X$	$X_{s o}$	$X_s$
⑤		78.0	89.5		23.1	34.2	

評価：  $a_s \geq a$ ， よって十分である。評価：  $X_s \geq X$ ， よって十分である。

## 2.4 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 (MPa)	S (MPa)	平板形	
				d (mm)	K
⑥	SCS6 相当	14.0	152*		
⑦	SUSF304L 相当	14.0	108		

注記 \*： J I S B 8 2 6 5 で規定される値

$t$ (mm)	$t_{s o}$ (mm)	$t_s$ (mm)

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。

2.5 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 (MPa)	S <sub>b</sub> (MPa)	d <sub>b</sub> (mm)	n	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
⑧	SNB7 相当 [ ] (径 ≤ 63 mm)	14.0	173	[ ]		
⑨	SNB7 相当 [ ] (径 ≤ 63 mm)	14.0	173			

ガスケット材料	ガスケット 厚さ (mm)	ガスケット 座面形状	G <sub>s</sub> (mm)	G (mm)	D <sub>g</sub> (mm)
セルフシール ガスケット (ゴム)	—	—	[ ]		
渦巻形金属ガスケット (非石綿) (ステンレス鋼)	2.5	1 a			

H (N)	H <sub>p</sub> (N)	W <sub>m1</sub> (N)	W <sub>m2</sub> (N)	W (N)	σ (MPa)
[ ]					107
					31

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。

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 (MPa)	S (MPa)	D <sub>o</sub> (mm)
⑩	SCS6 相当 [Redacted]	1.37	152*	[Redacted]
⑪	SCS6 相当 [Redacted]	1.37	152*	
⑫	SCS6 相当 [Redacted]	14.0	152*	

注記 \* : J I S B 8 2 6 5 で規定される値

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 (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
[Redacted]		

評価 :  $t_s \geq t$ , よって十分である。

2.7 設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価

ケーシング（使用材料規格：）の評価結果

（比較材料：J I S G 5 1 2 1 S C S 6）

ケーシング、ケーシングカバー及び管台に使用しているは、設計・建設規格クラス2ポンプに使用できる材料の規格でないため、クラス2ポンプで使用可能な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	降伏点又は耐力	比較結果
使用材料	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px; height: 15px;"></span>		引張強さ及び降伏点は同等である。
比較材料	750 MPa 以上	550 MPa 以上	

(2) 化学的成分

	化学成分 (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
使用材料	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100%; height: 30px;"></span>									
比較材料	0.06 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.04 以下	0.03 以下	—	3.5 ～ 4.5	11.5 ～ 14.0	0.4 ～ 1.0	—
比較結果	化学成分は同等である。									

(3) 評価結果

a. 相当材の使用について

(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、本設備において、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。

b. 許容応力値について

J I S G 5 1 2 1 S C S 6は、設計・建設規格において使用可能な材料であるが、最高使用温度における材料の許容引張応力について、設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5 に規定されていないことから、J I S B 8 2 6 5に規定される許容引張応力を使用する。本 J I S は圧力容器の構造に関するものであるが、J I S の許容引張応力の考え方は、設計・建設規格と同様に各温度の引張強さ、降伏点に対して一定の割合で除した値を許容引張応力として用いている。また、J I S の許容引張応力は設計・建設規格の値に比べてより保守的な値が設定されていることから、本計算書において J I S B 8 2 6 5に規定される許容引張応力を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。

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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°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 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 (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	

02 ⑥ 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 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 (MPa)	14.0		$d_n$ (mm)	□
最高使用温度 $T_m$ (°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： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O 2 ⑥ VI-3-3-3-4-3-2 R 0

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 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) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	120	$M_T$ (N・mm)	$1.117 \times 10^7$
		$M_o$ (N・mm)	$7.397 \times 10^7$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	117	$M_g$ (N・mm)	$1.155 \times 10^8$
		フランジの厚さと係数	
A (mm)		t (mm)	
B (mm)		K	2.26
C (mm)		$h_o$ (mm)	
$g_o$ (mm)		f	1.00
$g_1$ (mm)		F	0.806
h (mm)		V	0.272
ボルト		e (mm <sup>-1</sup> )	0.01022
材料		d (mm <sup>3</sup> )	962107
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	173	L	2.35
		T	1.42
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	173	U	2.79
		Y	2.53
n		Z	1.49
$d_b$ (mm)		応力の計算	
ガスケット		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	81
材料		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	43
ガスケット厚さ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	47
G (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	92
m		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	68
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	73
$b_o$ (mm)		応力の評価： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ よって十分である。	
b (mm)			
N (mm)			
$G_s$ (mm)			
ボルトの計算			
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 ⑥ VI-3-3-3-4-3-2 R O

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)	10.34		$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°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： $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 © 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 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) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	120	$M_T$ (N・mm)	$2.779 \times 10^7$
		$M_o$ (N・mm)	$9.101 \times 10^7$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	115	$M_g$ (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
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	173	L	1.95
		T	1.36
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	173	U	2.53
		Y	2.31
n		Z	1.40
$d_b$ (mm)		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： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  よって十分である。	
b (mm)			
N (mm)			
$G_s$ (mm)			
ボルトの計算			
H (N)	$7.551 \times 10^5$		
$H_p$ (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： $A_m < A_b$		よって十分である。	

O 2 ⑥ VI-3-3-3-4-3-2 R O

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)	1.37		$d_n$ (mm)	□
最高使用温度 $T_m$ (°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： $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 ⑥ 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。

・評価条件整理表

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	10.34	315	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	10.34	315	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
5	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
6	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	184	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
7	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
8	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
9	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
10	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
11	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
12	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
F1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
F2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	184	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
F3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
F4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
F5	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

・適用規格の選定

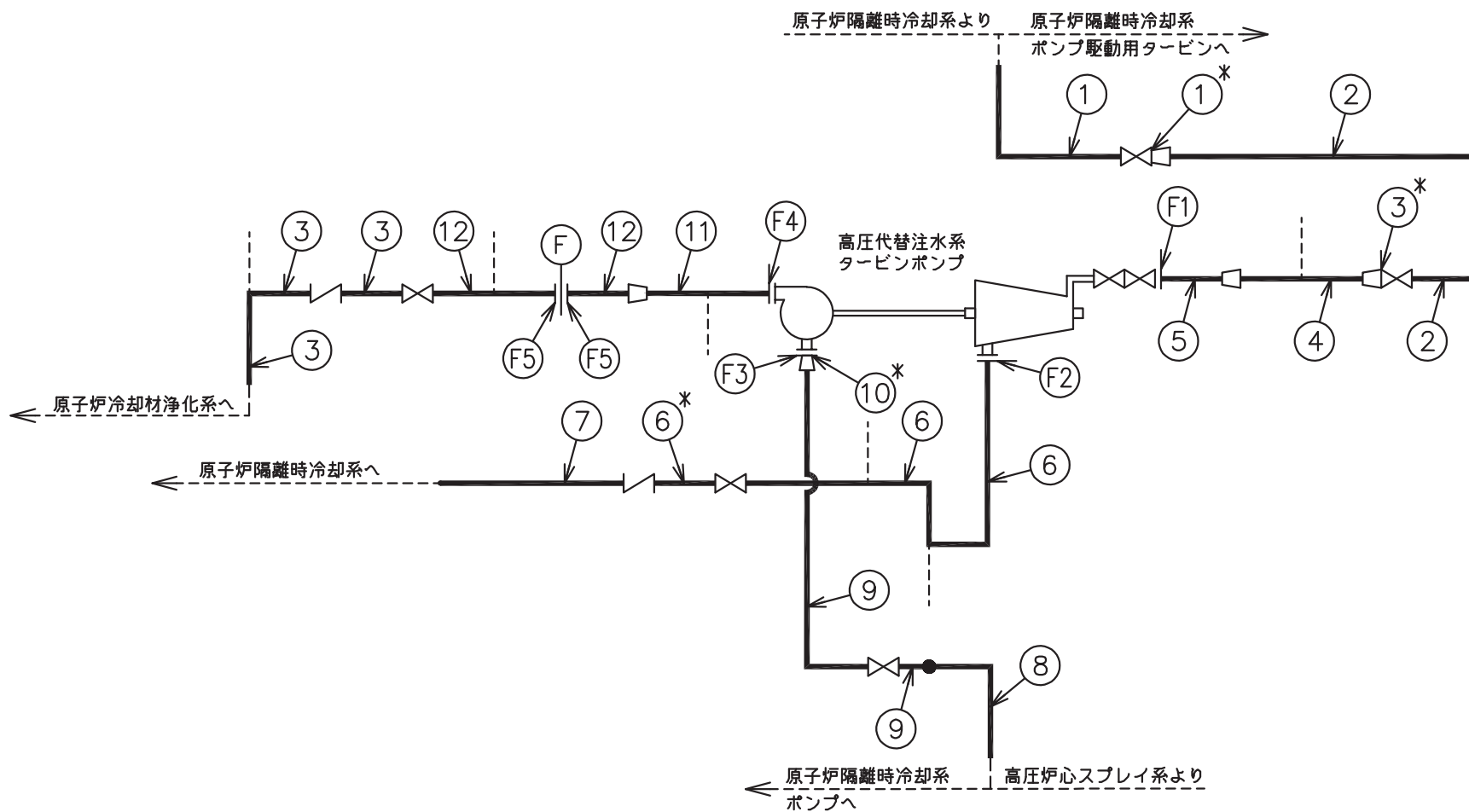
管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
2	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
3	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
4	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
5	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
6	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
7	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
8	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
9	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
10	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
11	管の板厚計算	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
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



注記\*：管継手  
高圧代替注水系概略系統図

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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<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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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 (mm)			
ボルト			
材料	[Redacted]	V	0.593
σ <sub>a</sub> 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)	173	K	0.053
σ <sub>b</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)	173	T	3.961
d <sub>b</sub> (mm)	[Redacted]	U	1.016
d <sub>i</sub> (mm)	[Redacted]	Y	1.603
n	[Redacted]	Z	1.458
ガスケット		d (mm <sup>3</sup> )	101588
		e (mm <sup>-1</sup> )	0.02176
		t (mm)	[Redacted]
材料	[Redacted]	L	3.075
ガスケット厚さ (mm)	[Redacted]	応力の計算	
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  $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  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> よって十分である。			

O2 © VI-3-3-3-4-3-3-1 RO

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) 3.829×10 <sup>4</sup>
形式	一体形(TYPE-4)	hD	(mm) 37.78
設計圧力 P (MPa)	1.22	MD	(N・mm) 1.446×10 <sup>6</sup>
最高使用圧力 P <sub>o</sub> (MPa)	0.98	HG	(N) 4.775×10 <sup>4</sup>
最高使用温度 (°C)	184	hG	(mm) 23.29
フランジ		MG	(N・mm) 1.112×10 <sup>6</sup>
		HT	(N) 2.252×10 <sup>4</sup>
材料	SF490A	hT	(mm) 36.30
σ <sub>fa</sub> 常温(ガスケット締付時) (MPa)	123	MT	(N・mm) 8.174×10 <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) 3.376×10 <sup>6</sup>
A (mm)	[Redacted]	M <sub>g</sub>	(N・mm) 5.899×10 <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]	V	0.061
σ <sub>a</sub> 常温(ガスケット締付時) (MPa)	173	K	1.726
σ <sub>b</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)	173	T	1.615
d <sub>b</sub> (mm)	[Redacted]	U	4.100
d <sub>i</sub> (mm)	[Redacted]	Y	3.731
n	[Redacted]	Z	2.011
ガスケット		d (mm <sup>3</sup> )	182343
		e (mm <sup>-1</sup> )	0.01508
		t (mm)	[Redacted]
材料	[Redacted]	L	0.979
ガスケット厚さ (mm)	[Redacted]	応力の計算	
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  $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  以上より十分である。	
H (N)	6.081×10 <sup>4</sup>		
HP (N)	4.775×10 <sup>4</sup>		
W <sub>m1</sub> (N)	1.086×10 <sup>5</sup>		
W <sub>m2</sub> (N)	1.815×10 <sup>5</sup>		
A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> )	627.5		
A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> )	1.049×10 <sup>3</sup>		
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)	1.086×10 <sup>5</sup>		
W <sub>g</sub> (N)	2.533×10 <sup>5</sup>		
評価: A <sub>m</sub> < A <sub>b</sub> よって十分である。			

O2 ⑥ VI-3-3-3-4-3-3-1 RO

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)	$3.152 \times 10^4$		
形式	一体形(TYPE-4)	hD (mm)	34.90		
設計圧力 P (MPa)	1.76	MD (N・mm)	$1.100 \times 10^6$		
最高使用圧力 P <sub>o</sub> (MPa)	1.37	HG (N)	$5.264 \times 10^4$		
最高使用温度 (°C)	66	hG (mm)	21.42		
フランジ		MG (N・mm)	$1.128 \times 10^6$		
		HT (N)	$2.293 \times 10^4$		
材料	SF490A	hT (mm)	33.29		
σ <sub>fa</sub> 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)	123	MT (N・mm)	$7.631 \times 10^5$		
σ <sub>fb</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)	123	M <sub>o</sub> (N・mm)	$2.991 \times 10^6$		
A (mm)	[Redacted]	M <sub>g</sub> (N・mm)	$4.967 \times 10^6$		
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	0.599		
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)	[Redacted]	T	1.563		
n	[Redacted]	U	3.641		
ガスケット		Y	3.313		
		Z	1.820		
		d (mm <sup>3</sup> )	106743		
材料	[Redacted]	e (mm <sup>-1</sup> )	0.01829		
ガスケット厚さ (mm)	[Redacted]	t (mm)	[Redacted]		
G (mm)	[Redacted]	L	1.048		
G <sub>s</sub> (mm)	[Redacted]	応力の計算			
N (mm)	[Redacted]	σ <sub>Ho</sub> (MPa)	51		
m <sub>g</sub>	[Redacted]	σ <sub>Ro</sub> (MPa)	53		
y (N/mm <sup>2</sup> )	[Redacted]	σ <sub>To</sub> (MPa)	20		
b <sub>o</sub> (mm)	[Redacted]	σ <sub>Hg</sub> (MPa)	72		
b (mm)	[Redacted]	σ <sub>Rg</sub> (MPa)	87		
ボルトの計算		σ <sub>Tg</sub> (MPa)	33		
H (N)	$5.444 \times 10^4$	応力の評価  $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$			
HP (N)	$5.264 \times 10^4$				
W <sub>m1</sub> (N)	$1.071 \times 10^5$				
W <sub>m2</sub> (N)	$1.387 \times 10^5$				
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> )	$1.879 \times 10^3$				
W <sub>o</sub> (N)	$1.071 \times 10^5$				
W <sub>g</sub> (N)	$2.319 \times 10^5$				
評価: A <sub>m</sub> < A <sub>b</sub> よって十分である。				以上より十分である。	

O2 © VI-3-3-3-4-3-3-1 RO

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) $8.811 \times 10^4$
形式	一体形(TYPE-4)	hD	(mm) 58.33
設計圧力 P (MPa)	14.72	MD	(N・mm) $5.139 \times 10^6$
最高使用圧力 P <sub>o</sub> (MPa)	14.00	HG	(N) $2.665 \times 10^5$
最高使用温度 (°C)	66	hG	(mm) 53.06
フランジ		MG	(N・mm) $1.414 \times 10^7$
		HT	(N) $1.232 \times 10^5$
材料	SF490A	hT	(mm) 65.03
σ <sub>fa</sub> 常温(ガスケット締付時) (MPa)	123	MT	(N・mm) $8.010 \times 10^6$
σ <sub>fb</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)	123	M <sub>o</sub>	(N・mm) $2.729 \times 10^7$
A (mm)	[Redacted]	M <sub>g</sub>	(N・mm) $3.331 \times 10^7$
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]	V	0.071
σ <sub>a</sub> 常温(ガスケット締付時) (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)	[Redacted]	Y	1.602
n	[Redacted]	Z	1.172
ガスケット		d (mm <sup>3</sup> )	154596
		e (mm <sup>-1</sup> )	0.01867
		t (mm)	[Redacted]
材料	[Redacted]	L	2.864
ガスケット厚さ (mm)	[Redacted]	応力の計算	
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  $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  以上より十分である。	
H (N)	$2.113 \times 10^5$		
HP (N)	$2.665 \times 10^5$		
W <sub>m1</sub> (N)	$4.778 \times 10^5$		
W <sub>m2</sub> (N)	$2.079 \times 10^5$		
A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> )	$2.762 \times 10^3$		
A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> )	$1.202 \times 10^3$		
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)	$4.778 \times 10^5$		
W <sub>g</sub> (N)	$6.279 \times 10^5$		
評価: A <sub>m</sub> < A <sub>b</sub> よって十分である。			

O2 ⑥ VI-3-3-3-4-3-3-1 RO

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) 1.849×10 <sup>5</sup>		
形式	一体形(TYPE-4)	hD	(mm) 69.30		
設計圧力 P (MPa)	14.19	MD	(N・mm) 1.281×10 <sup>7</sup>		
最高使用圧力 P <sub>o</sub> (MPa)	14.00	HG	(N) 4.038×10 <sup>5</sup>		
最高使用温度 (°C)	66	hG	(mm) 61.73		
フランジ		MG	(N・mm) 2.492×10 <sup>7</sup>		
		HT	(N) 2.347×10 <sup>5</sup>		
材料	SFVC2B	hT	(mm) 78.04		
σ <sub>fa</sub> 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)	120	MT	(N・mm) 1.832×10 <sup>7</sup>		
σ <sub>fb</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)	120	M <sub>o</sub>	(N・mm) 5.606×10 <sup>7</sup>		
A (mm)		M <sub>g</sub>	(N・mm) 7.940×10 <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				F	0.655
材料		V	0.076		
σ <sub>a</sub> 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)		173	K	3.059	
σ <sub>b</sub> 最高使用温度(使用状態) (MPa)		173	T	1.192	
d <sub>b</sub> (mm)			U	2.016	
d <sub>i</sub> (mm)			Y	1.834	
n			Z	1.239	
ガスケット			d	(mm <sup>3</sup> ) 424770	
材料			e	(mm <sup>-1</sup> ) 0.01352	
ガスケット厚さ (mm)	t		(mm) <span style="border: 2px solid black;"></span>		
G (mm)	L		3.163		
G <sub>s</sub> (mm)	応力の計算				
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  $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  以上より十分である。		
H (N)					4.196×10 <sup>5</sup>
HP (N)	4.038×10 <sup>5</sup>				
W <sub>m1</sub> (N)	8.234×10 <sup>5</sup>				
W <sub>m2</sub> (N)	3.267×10 <sup>5</sup>				
A <sub>m1</sub> (mm <sup>2</sup> )	4.759×10 <sup>3</sup>				
A <sub>m2</sub> (mm <sup>2</sup> )	1.889×10 <sup>3</sup>				
A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> )	<span style="border: 2px solid black;"></span>				
A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	1.011×10 <sup>4</sup>				
W <sub>o</sub> (N)	8.234×10 <sup>5</sup>				
W <sub>g</sub> (N)	1.286×10 <sup>6</sup>				
評価: A <sub>m</sub> < A <sub>b</sub> よって十分である。					

O2 ⑥ 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

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
HPAC-001	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	14.0	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPAC-002	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	184	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPAC-003	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	10.34	315	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.62	302	—	—	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	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。



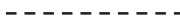


### (1) 管

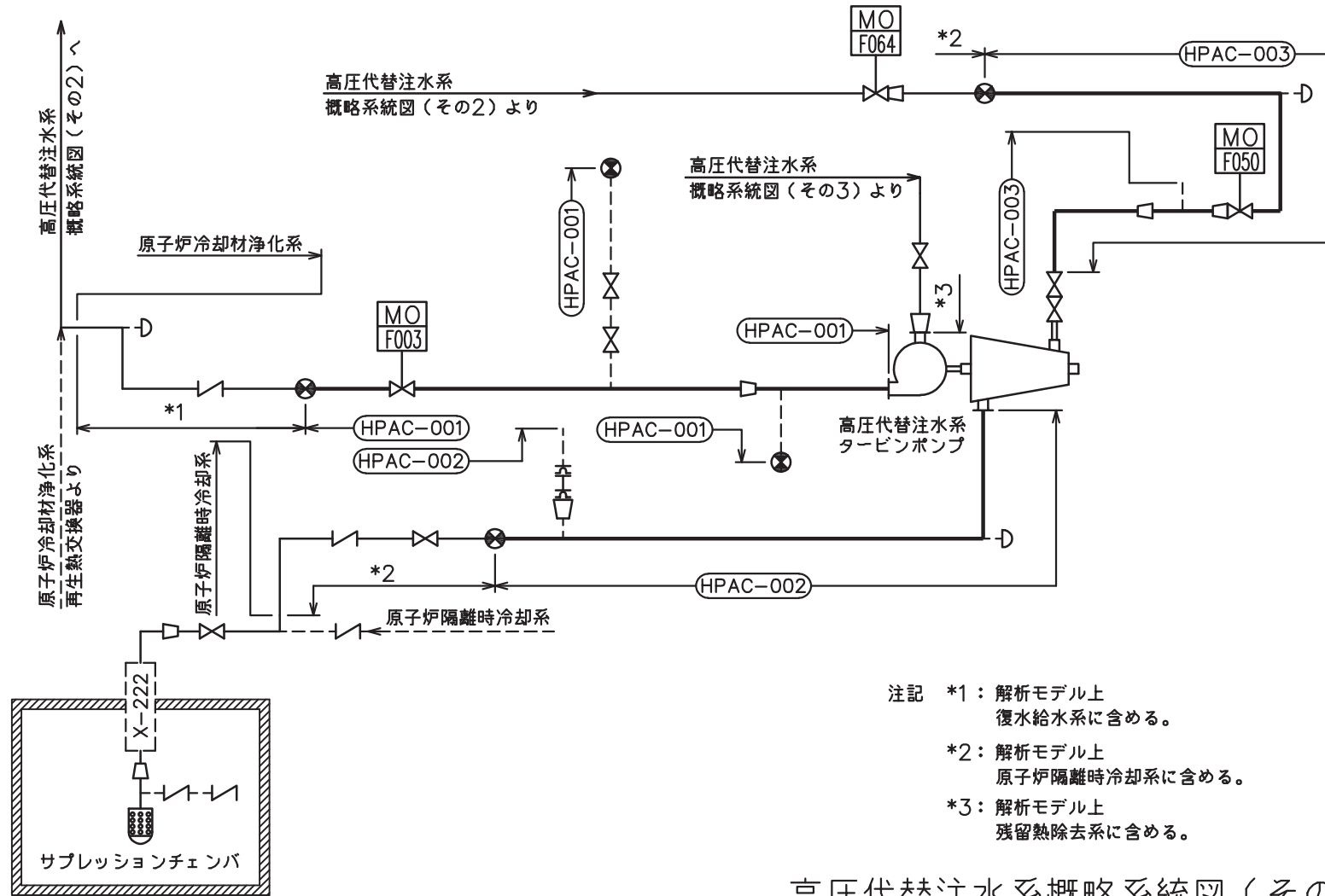
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

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

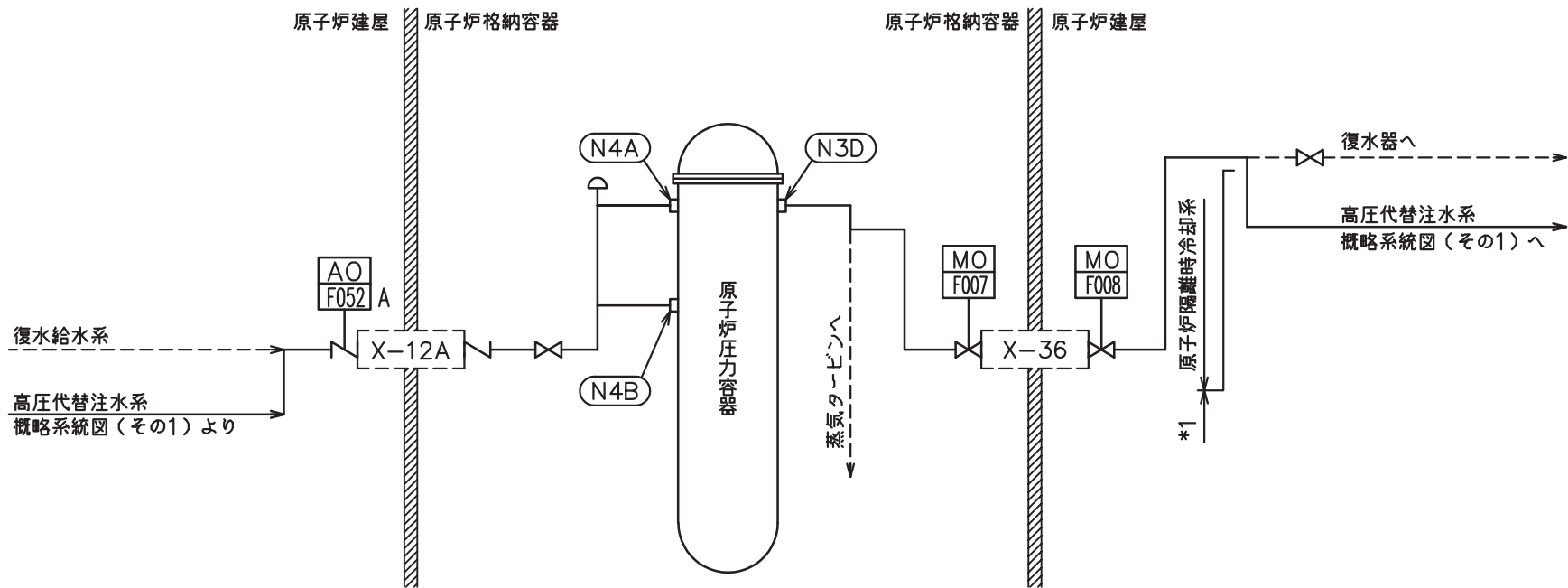
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



- 注記 \*1: 解析モデル上  
復水給水系に含める。
- \*2: 解析モデル上  
原子炉隔離時冷却系に含める。
- \*3: 解析モデル上  
残留熱除去系に含める。

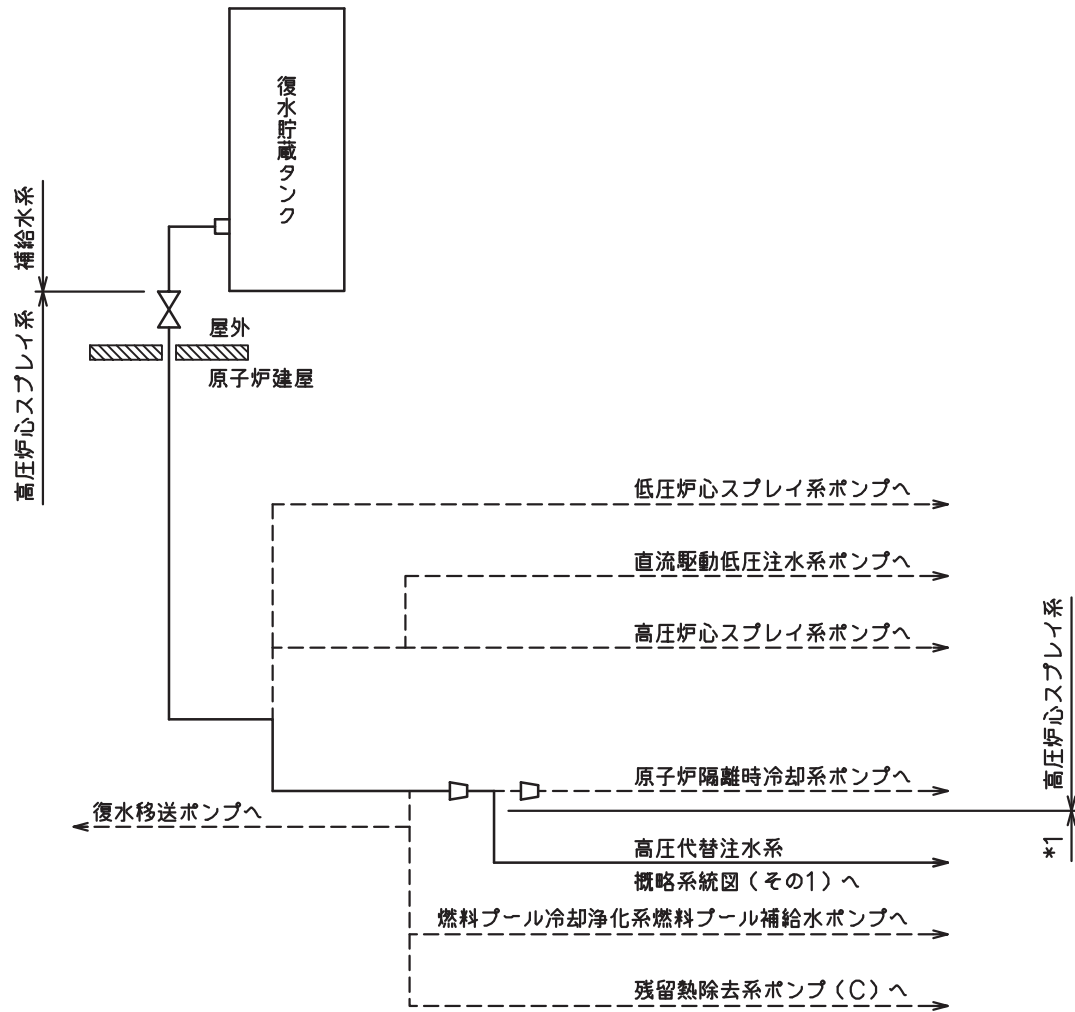
高圧代替注水系概略系統図(その1)





注記 \*1： 解析モデル上  
原子炉隔離時冷却系に含める。

高压代替注水系概略系統図（その2）


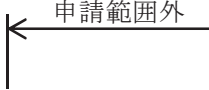


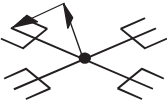
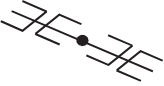



注記 \*1：解析モデル上  
残留熱除去系に含める。

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                      (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。スナツバについても同様とする。)</p>
	<p>スナツバ</p>
	<p>ハンガ</p>

7

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-003-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6

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 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (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 ⑥ 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 (°C)	許容応力 (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 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 p r m ( 1 ) S p r m ( 2 )	1 . 5 ・ S h 1 . 8 ・ S h
HPAC-003	41	S p r m ( 1 )	61	154
	41	S p r m ( 2 )	67	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	61	185	3.03	—
2	HPAC-002	21	33	154	4.66	—	21	34	185	5.44	—
3	HPAC-003	41	61	154	2.52	○	41	67	185	2.76	○

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-3-3-3-4-4 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 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 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 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	有	Non	Non	SA-2	無	0.10	120	0.10	120	無	S55告示	設計・建設規格 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 (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 ⑥ 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 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 (MPa)	11.77		$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°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 $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 © VI-3-3-3-4-4-1 R0

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)	10.34		$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°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： $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 © VI-3-3-3-4-4-1 R0

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)	11.77		$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°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： $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 © VI-3-3-3-4-4-1 R0

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)	10.34		$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°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： $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 ⑥ VI-3-3-3-4-4-1 R0



	設計・建設規格	告示 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 (MPa)	0.10		$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°C)	120		$d_n / d_m$	
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)	4.6
$P_1$ (MPa)	—	—	$t_{ma1}$ (mm)	—
$P_2$ (MPa)	—	—	$t_{ma2}$ (mm)	
$d_m$ (mm)			評価： $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O 2 ⑥ VI-3-3-3-4-4-1 R 0

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)	10.34		$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°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： $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O 2 ⑥ 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-3-3-3-4-5-1 直流駆動低圧注水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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
直流駆動低圧注水系ポンプ	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.70	66	—	—	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 ケーシングの各部形状	3
2.4 ケーシングカバーの厚さ	3
2.5 ボルトの平均引張応力	4



1. 計算条件

1.1 ポンプ形式

片吸込み1重の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。

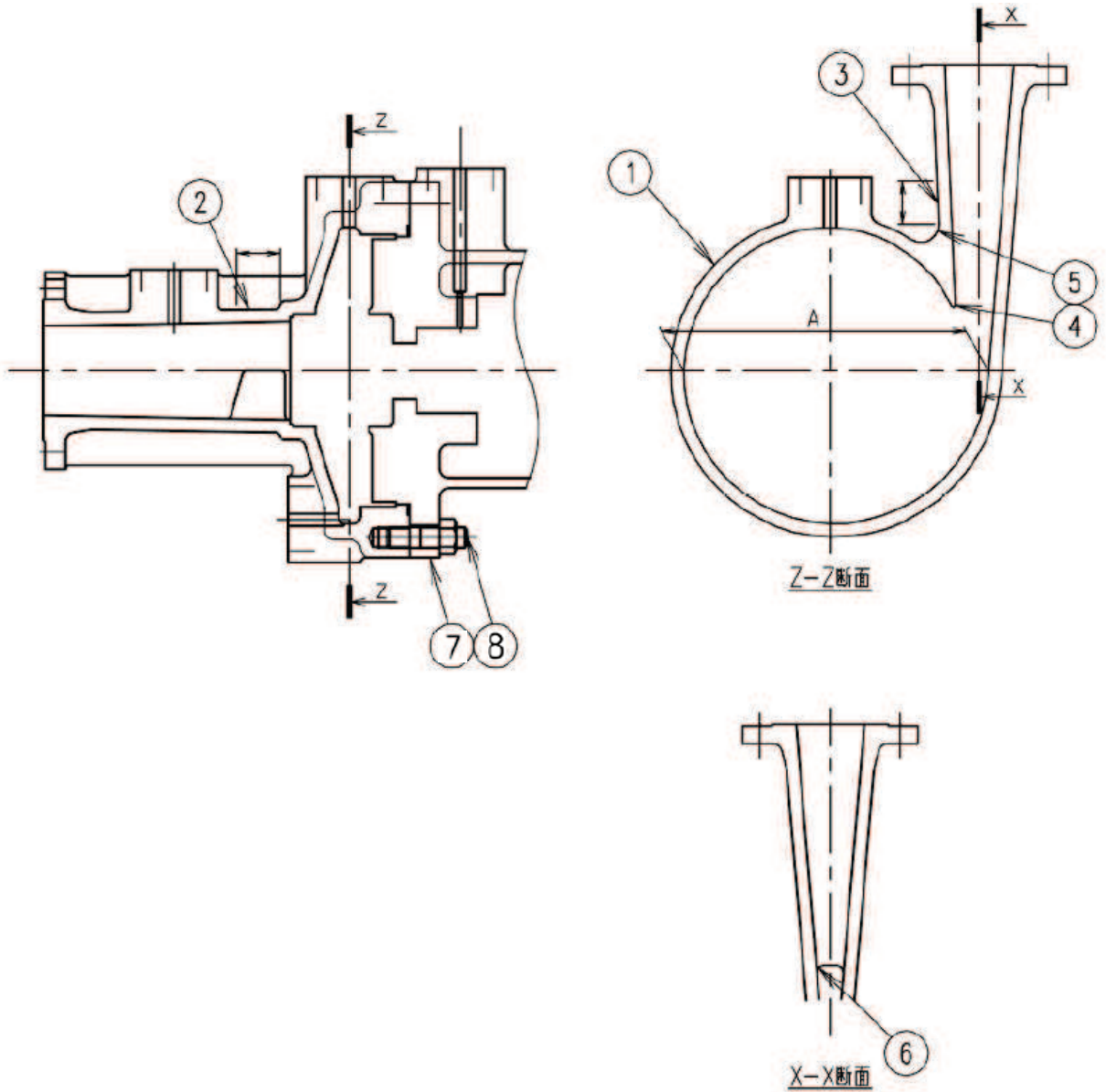


図 1-1 概要図

1.3 設計条件

設計条件	吐出側	吸込側
最高使用圧力 (MPa)	1.70	1.37
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-3320

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	A (mm)
①		1.70		

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
6.8		

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>	φ	t	t <sub>lo</sub>	t <sub>l</sub>
②	51.2	54.6	9.6	6.8		
③	39.1	42.5	8.5	6.8		

評価：  $t_l \geq t$ ， 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	2.1		

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

設計・建設規格 PMC-3340 (6)

(単位：mm)

計算部位	$r_3$	$r_{3s0}$	$r_{3s}$
⑥	6.0		

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

設計・建設規格 PMC-3410

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	平板形	
				d (mm)	K
⑦		1.70			

t (mm)	$t_{s0}$ (mm)	$t_s$ (mm)
30.0		

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。

2.5 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 (MPa)	$S_b$ (MPa)	$d_b$ (mm)	n	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )
⑧		1.70				

ガスケット材料	ガスケット厚さ (mm)	ガスケット 座面形状	$G_s$ (mm)	G (mm)	$D_g$ (mm)
渦巻形金属ガスケット (非石綿) (ステンレス鋼)	3.2	1a			—

H (N)	$H_p$ (N)	$W_{m1}$ (N)	$W_{m2}$ (N)	W (N)	$\sigma$ (MPa)
					93

評価： $\sigma \leq S_b$ ，よって十分である。

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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	無	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
5	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
6	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
7	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
7	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
8	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	無	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
8	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
9	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
10	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
11	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.70	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
12	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.70	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
13	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	10.79	100	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

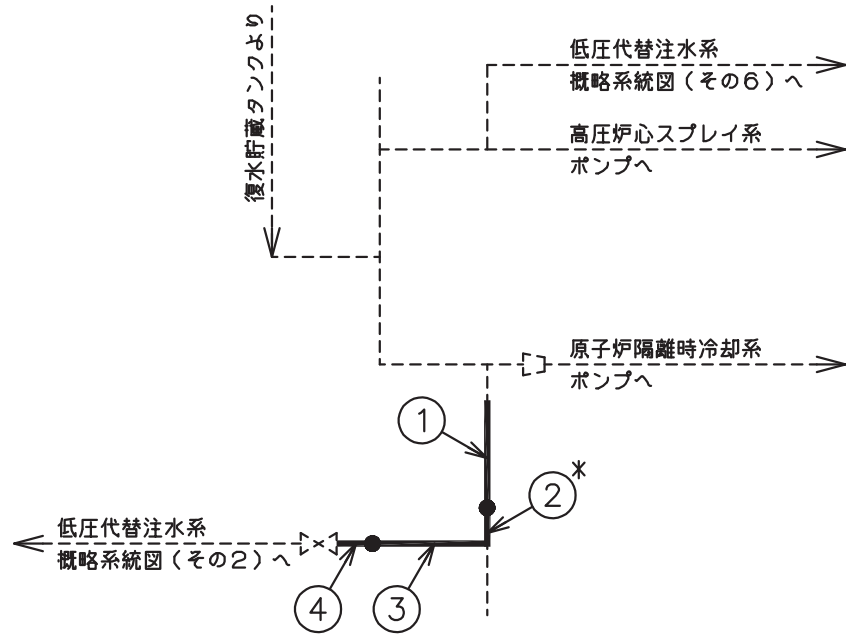
・適用規格の選定

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 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 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 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 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 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

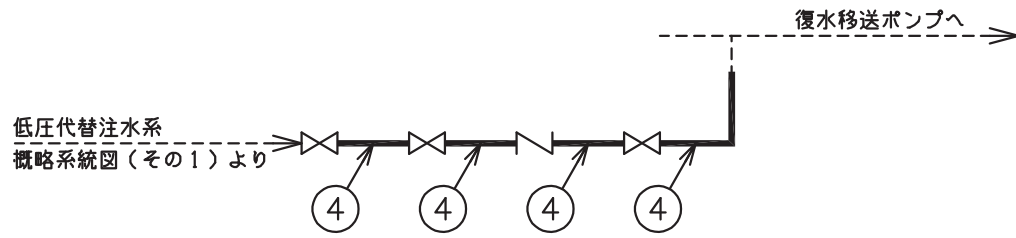
目次

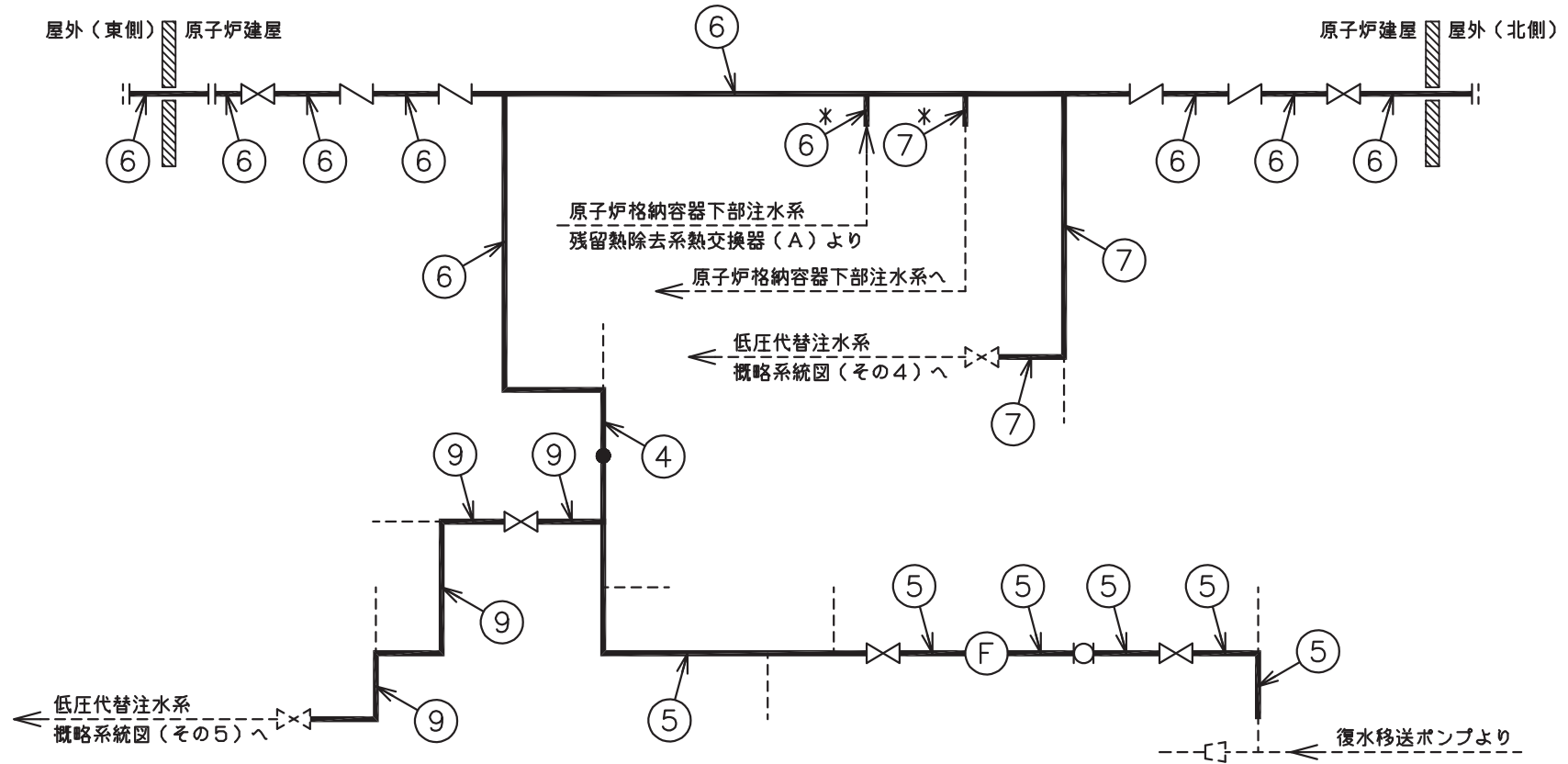
1. 概略系統図 .....	1
2. 管の強度計算書 .....	7

1. 概略系統図

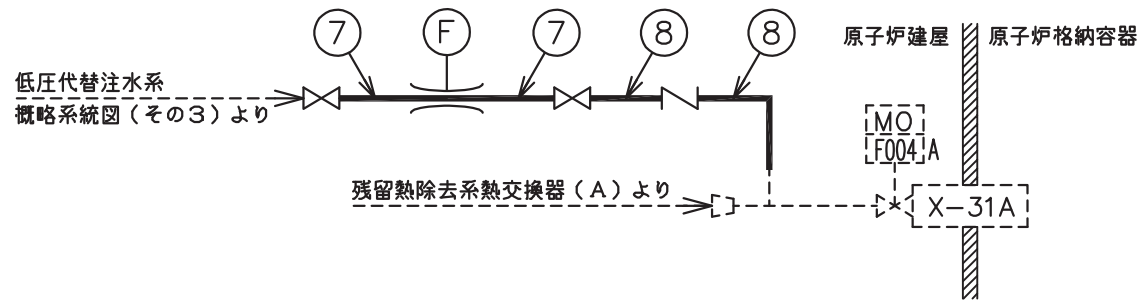


注記\*：管継手  
低圧代替注水系概略系統図(その1)

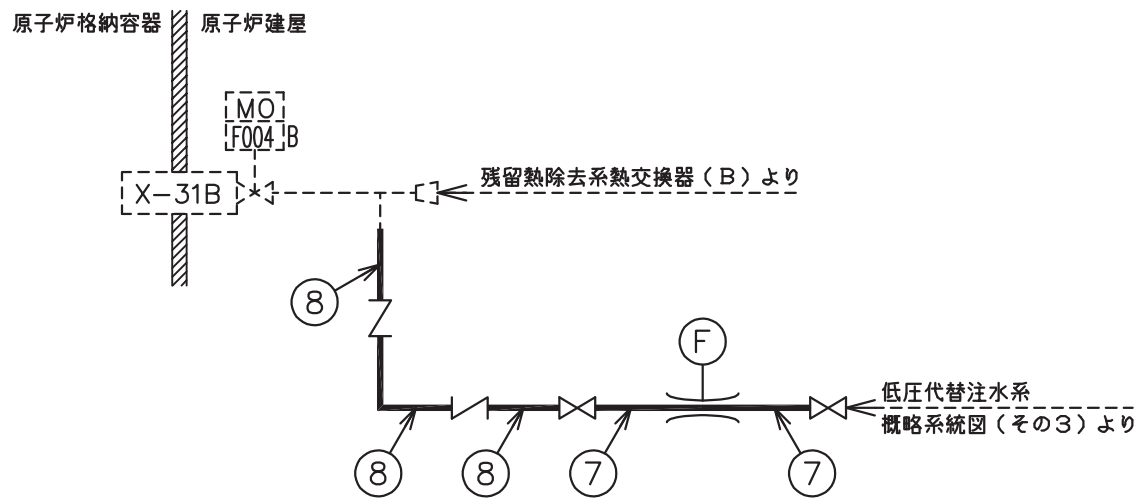




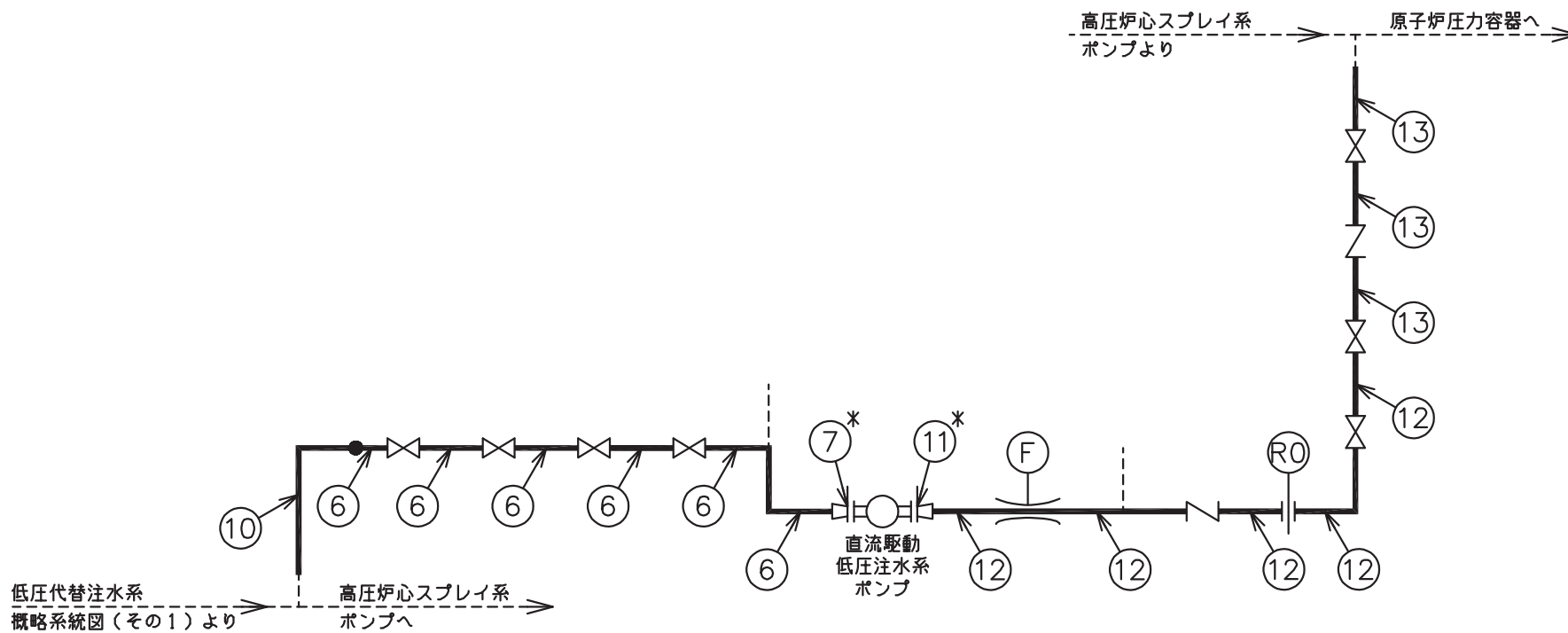
注記\* : 管継手  
 低圧代替注水系概略系統図(その3)







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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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 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<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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，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。

・評価条件整理表

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
MUWC-001	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
KMUWC-102	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
KMUWC-109	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
KMUWC-112	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
KMUWC-120	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
DCLI-001	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
DCLI-002	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.70	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	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。


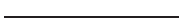
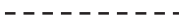


### (1) 管

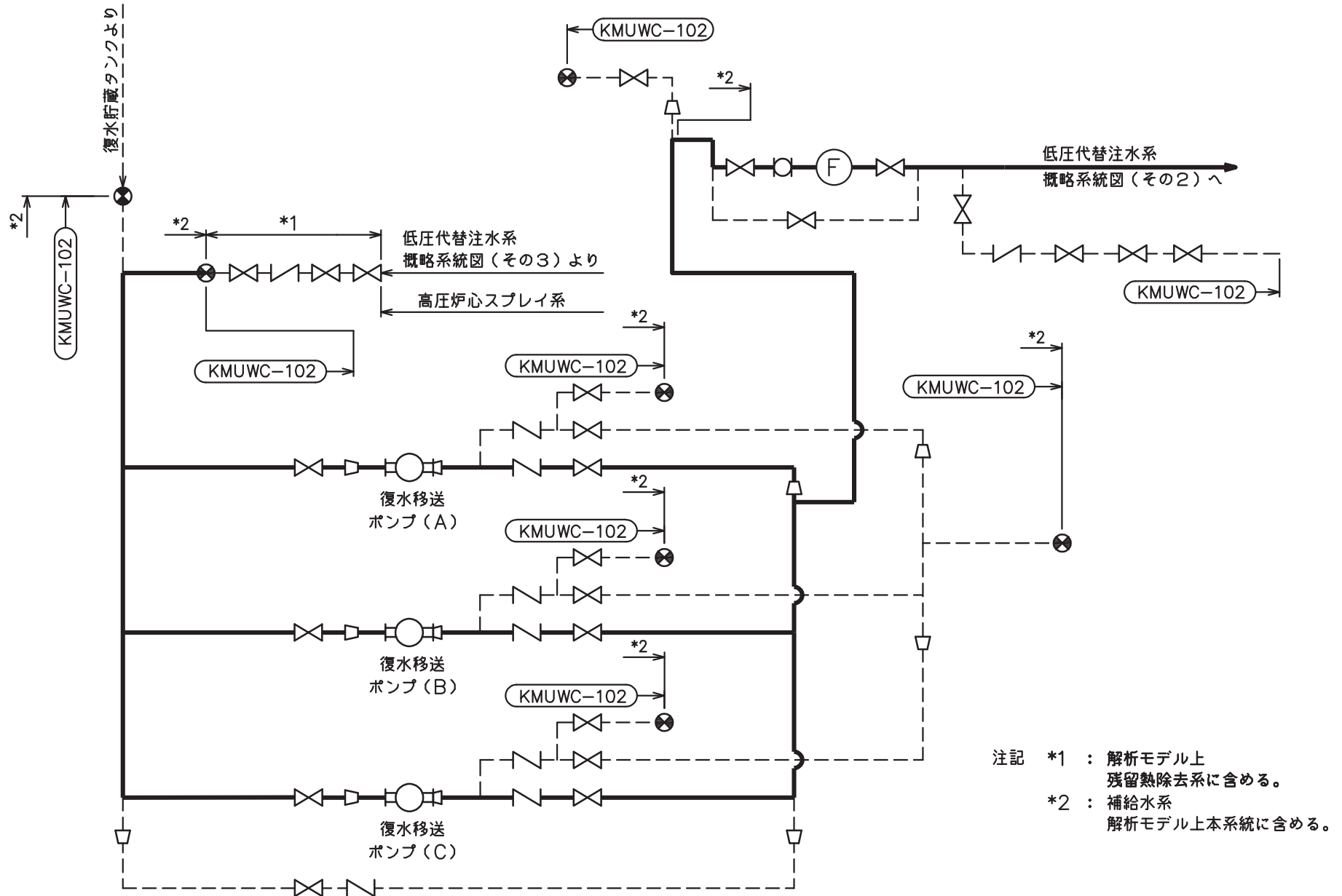
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 7 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

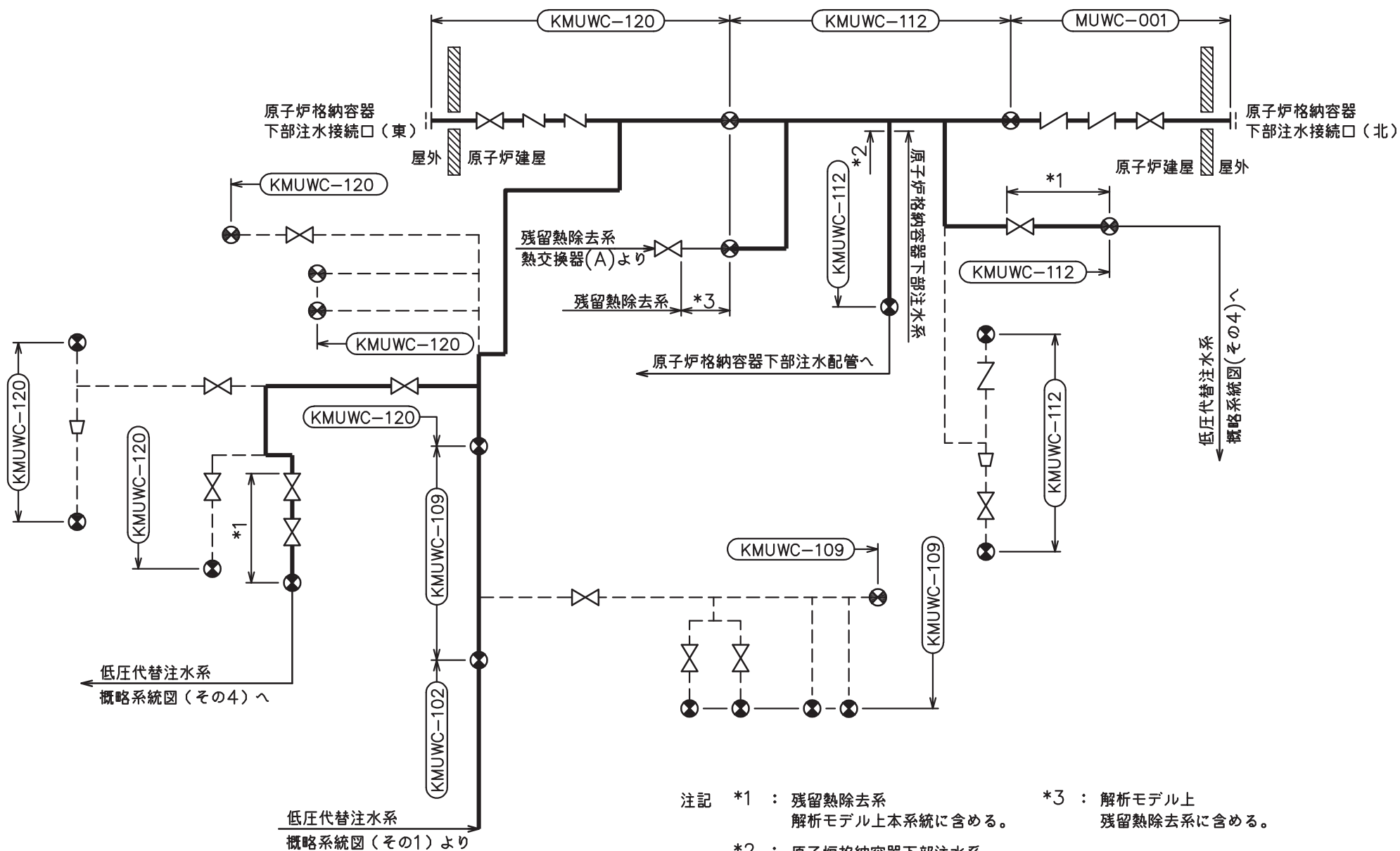
2.1 概略系統図

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

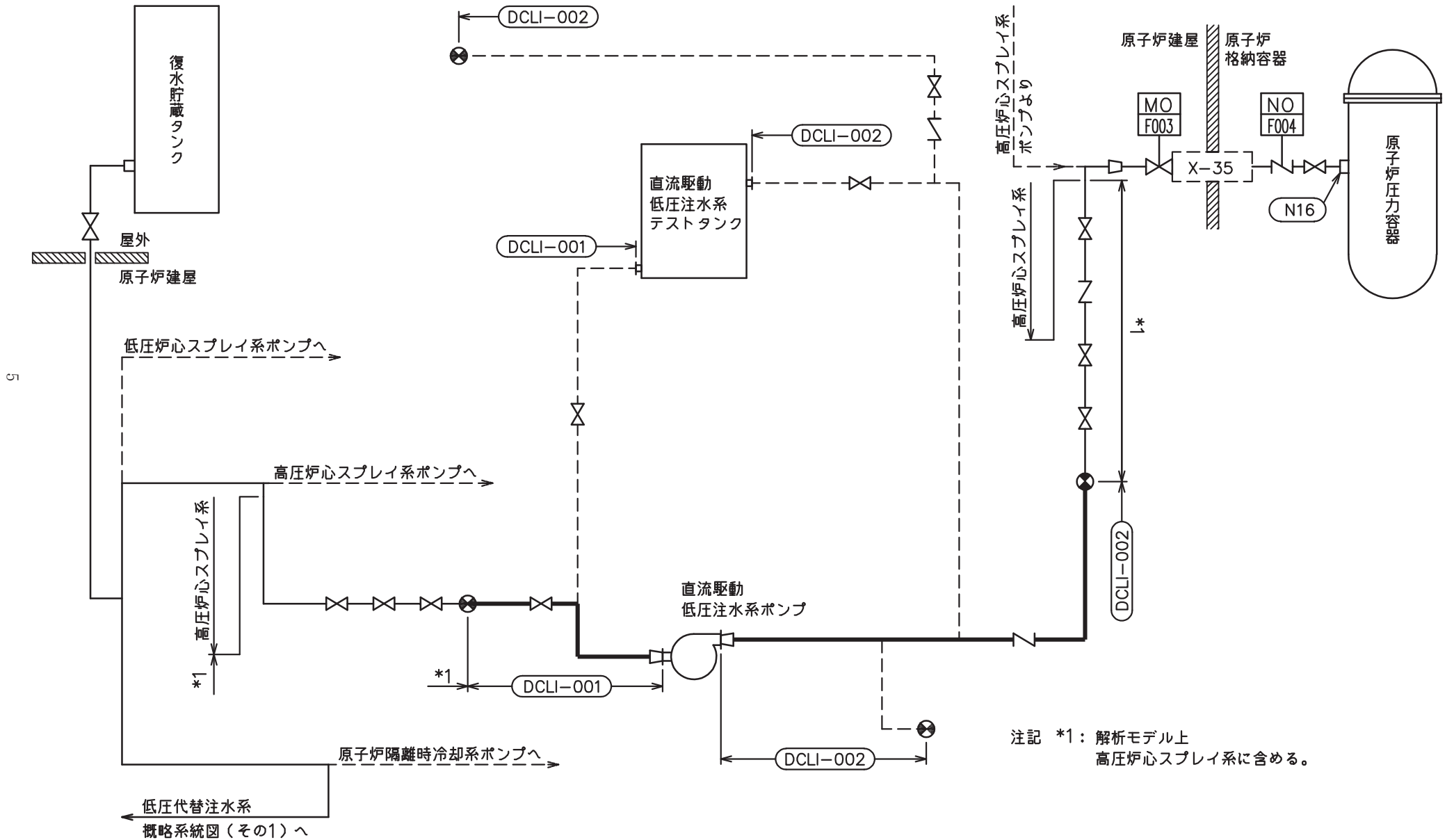


低圧代替注水系概略系統図(その1)



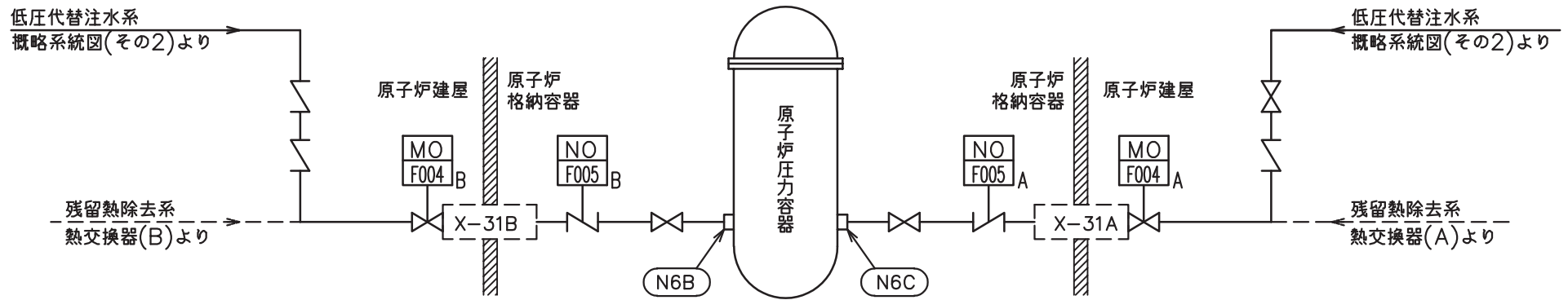
- 注記 \*1 : 残留熱除去系  
解析モデル上本系統に含める。
- \*2 : 原子炉格納容器下部注水系  
解析モデル上本系統に含める。
- \*3 : 解析モデル上  
残留熱除去系に含める。

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)


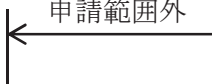


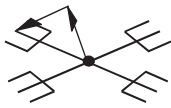
9



低圧代替注水系概略系統図(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 (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>



8

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 KMUWC-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。

10

鳥瞰図 KMW-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 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1.37	66	216.3	8.2	STPT38 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 - 1 0 9

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 ⑥ 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						

02 ⑥ VI-3-3-3-4-5-2-2(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。

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S <sub>h</sub>
STPT38 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S <sub>h</sub>
STPT38 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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
KMUWC - 109	26	S p r m (1)	35	93
	26	S p r m (2)	36	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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
KMUWC - 109	26	S p r m (1)	44	139
	26	S p r m (2)	46	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	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	KMUWC-102	168	30	93	3.10	—	168	31	111	3.58	—
2	KMUWC-109	26	35	93	2.65	○	26	36	111	3.08	○
3	KMUWC-112	321	16	102	6.37	—	321	17	122	7.17	—
4	KMUWC-120	916	27	102	3.77	—	916	29	122	4.20	—

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	21	185	8.80	—
2	KMUWC-102	146	36	139	3.86	—	146	37	167	4.51	—
3	KMUWC-109	26	44	139	3.15	○	26	46	167	3.63	○
4	KMUWC-112	321	20	154	7.70	—	321	22	185	8.40	—
5	KMUWC-120	159	40	154	3.85	—	159	44	185	4.20	—
6	DCLI-001	7	15	154	10.26	—	7	16	185	11.56	—
7	DCLI-002	16	23	154	6.69	—	16	25	185	7.40	—

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。

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）

VI-3-3-3-4-6-1-2 管の応力計算書（代替水源移送系）

VI-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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	静水頭	66	—	—	設計・建設規格	—	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 又は告示	—	SA-2

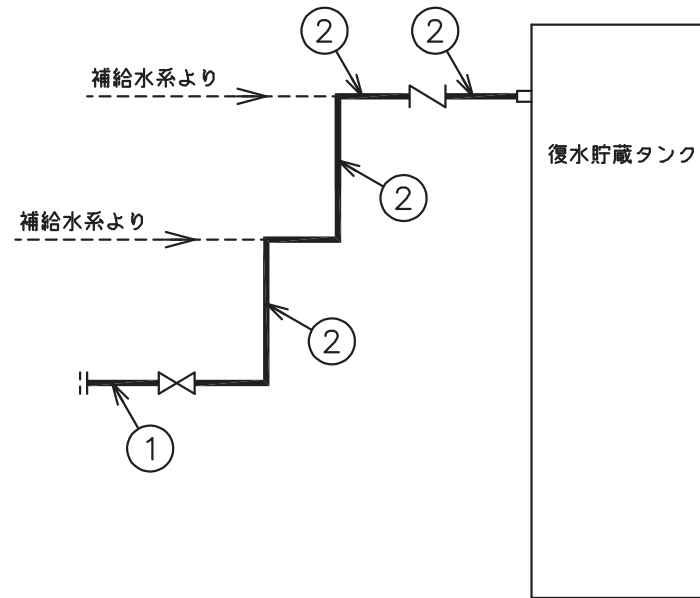
・適用規格の選定

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 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



代替水源移送系概略系統図

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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-3-3-3-4-6-1-2 管の応力計算書  
(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

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
KMUWC-103	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	静水頭	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-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 又は告示	—	SA-2
KMUWC-163	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 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 .....	6
3.1 設計条件 .....	6
3.2 材料及び許容応力 .....	9
4. 評価結果 .....	11
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。



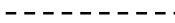


### (1) 管

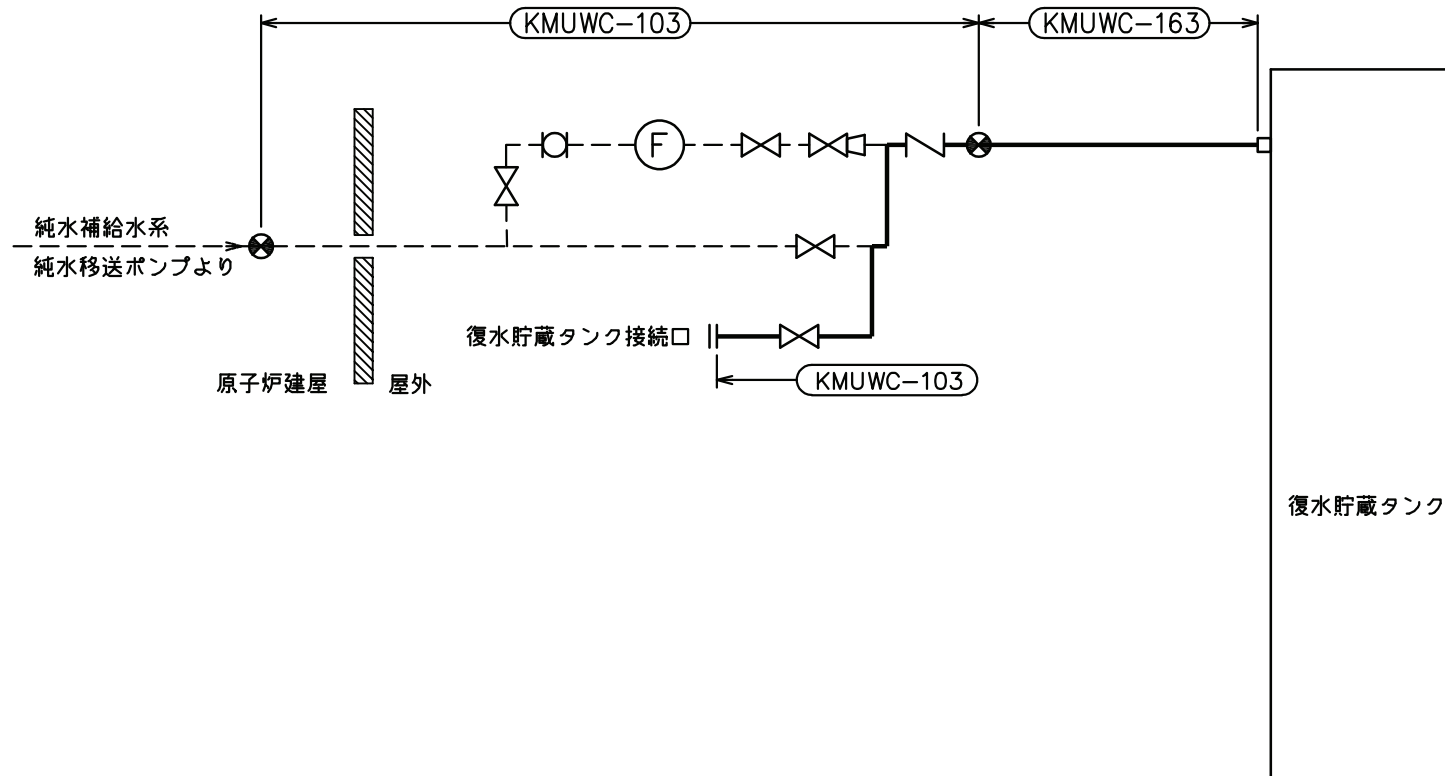
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 2 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

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




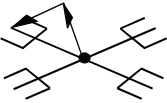


代替水源移送系概略系統図



## 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>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (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>

5

鳥瞰図	KMUWC-163
-----	-----------

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 - 1 6 3

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	静水頭	66	165.2	7.1	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                      KMUWC - 1 6 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

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		4		7		10		13	
2		5		8		11		14	
3		6		9		12			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図            KMUWC-163

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 **						
** 9 **						
** 11 **						
14						

\_\_\_\_\_

02 ⑥ VI-3-3-3-4-6-1-2(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。

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
SUS304TP	66	126

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 (°C)	許容応力 (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  
告示第501号第56条による評価結果

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 p r m (1) S p r m (2)	S h 1. 2 ・ S h
KMUWC - 1 6 3	14	S p r m (1)	22	126
	14	S p r m (2)	22	151

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
KMUWC - 1 6 3	14	S p r m (1)	23	189
	14	S p r m (2)	23	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	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	KMUWC-103	112	10	126	12.60	—	112	10	151	15.10	—
2	KMUWC-163	14	22	126	5.72	○	14	22	151	6.86	○

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	KMUWC-103	110	11	189	17.18	—	110	11	226	20.54	—
2	KMUWC-163	14	23	189	8.21	○	14	23	226	9.82	○

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-3-3-3-5 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-3-3-3-5-1-1 原子炉隔離時冷却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」、「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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
原子炉隔離時冷却系ポンプ	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 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 ケーシングのボルト穴	3
2.4 ケーシングカバーの厚さ	3
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
3. 支持構造物の強度計算書	6

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。

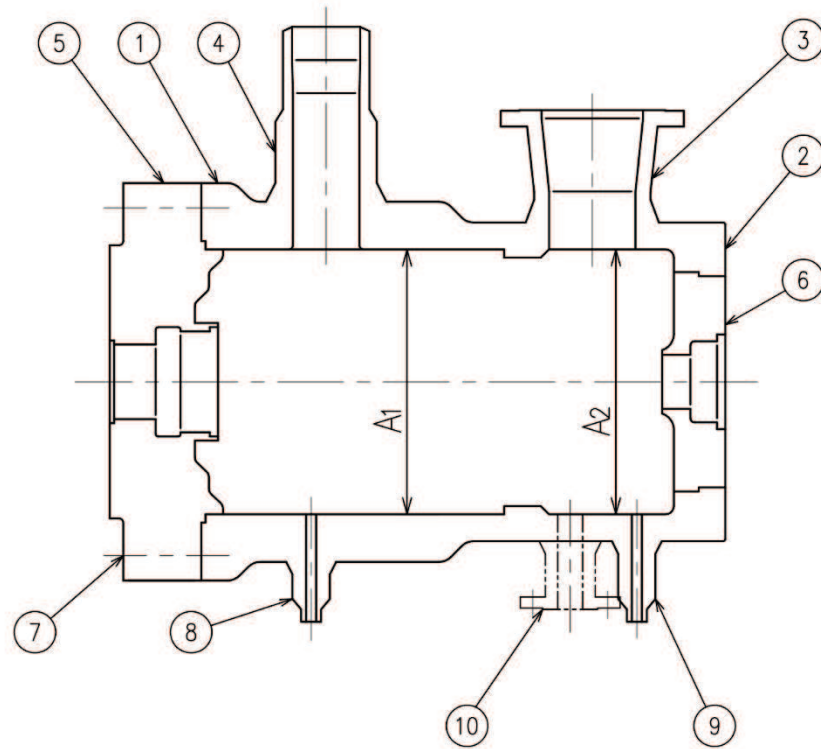


図 1-1 概要図

1.3 設計条件

設計条件	吐出側	吸込側
最高使用圧力 (MPa)	11.77	1.37
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-3320

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	A <sub>1</sub> (mm)	A <sub>2</sub> (mm)
①		11.77			
②		1.37			

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
25.6		
3.0		

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>ℓo</sub>	t <sub>ℓ</sub>
③	60.0	61.5	6.8	3.0		
④	42.5	55.3	18.8	25.6		

評価：  $t_{ℓ} \geq t$ ， 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 ケーシングのボルト穴

設計・建設規格 PMC-3340

(単位：mm)

計算部位	$d_{bm}$	a	$a_{so}$	$a_s$	X	$X_{so}$	$X_s$
①	56.0	112.0			28.0		

評価： $a_s \geq a$ ，よって十分である。

評価： $X_s \geq X$ ，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 (MPa)	S (MPa)	平板形	
				d (mm)	K
⑤		11.77			
⑥		1.37			

t (mm)	$t_{so}$ (mm)	$t_s$ (mm)
89.0		
42.6		

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 (MPa)	S <sub>b</sub> (MPa)	d <sub>b</sub> (mm)	n	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
⑦		11.77			12	

ガスケット材料	ガスケット厚さ (mm)	ガスケット 座面形状	G <sub>s</sub> (mm)	G (mm)	D <sub>g</sub> (mm)
渦巻形金属ガスケット (非石綿) (ステンレス鋼)	4.8	1a			—

H (N)	H <sub>p</sub> (N)	W <sub>m1</sub> (N)	W <sub>m2</sub> (N)	W (N)	σ (MPa)
					132

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。

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 (MPa)	S (MPa)	D <sub>o</sub> (mm)
⑧		11.77		
⑨		1.37		
⑩		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 (mm)	t <sub>s o</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
2.6		
0.3		
0.5		

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

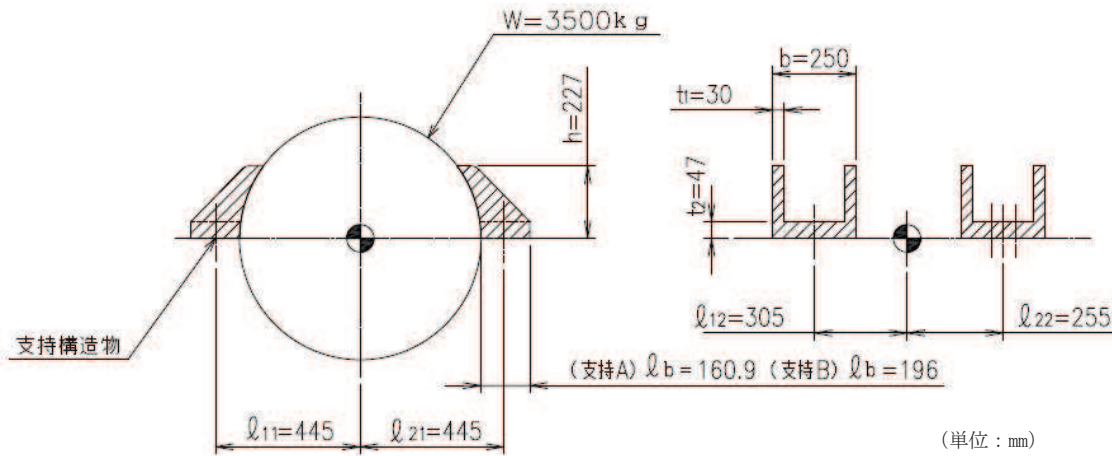
原子炉隔離時冷却系ポンプ 支持構造物 (凹型)

(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	4		66				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	4		66			$1.832 \times 10^6$	$6.961 \times 10^5$	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。



【原子炉隔離時冷却系ポンプ 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-3-3-3-5-1-2 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°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 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 (A)	材料		
			弁箱	弁ふた	ボルト
E51-F008	止め弁	100	SCPH2	SCPH2	

O2 ⑥ 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 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 (MPa)	10.34		$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°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： $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 ⑥ 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-3-3-3-5-1-3-2 管の応力計算書（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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 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 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 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 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 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 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 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 又は告示	—	SA-2

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 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 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、かつ評価で使用する圧力及び温度は設計基準対象施設としての使用時における最高使用圧力及び最高使用温度であり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

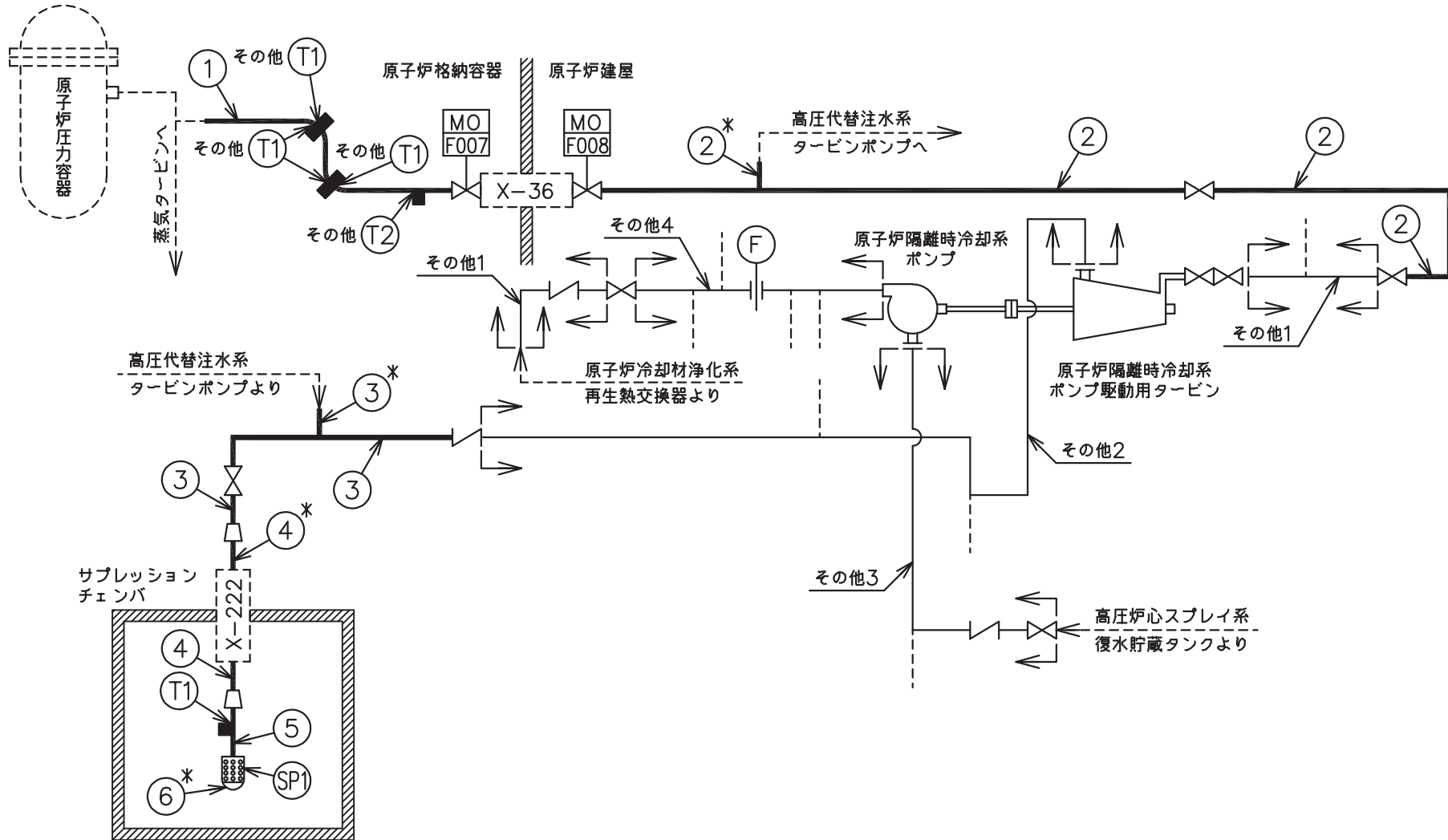
管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
2	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
2	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
3	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
3	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
4	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
5	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
6	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
T1	管の穴と補強計算	設計・建設規格 又は告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

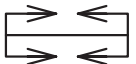
目次

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S <sub>m</sub> (MPa)	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t* (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)	事故時圧力 P <sub>E</sub> (MPa)	許容圧力 P <sub>aE</sub> (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<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）

設計・建設規格 PPC-3411 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
2	10.34	315	114.30	11.10	STS42 STS410	S	2	103	1.00	12.5%	9.71	5.52	A	5.52
3	0.98	200	216.30	8.20	STS42 STS410	S	2	103	1.00	12.5%	7.17	1.03	C	3.80
4	0.98	200	318.50	10.30	STS42 (STS410)	S	2	103	1.00	12.5%	9.01	1.51	C	3.80
5	0.98	200	355.60	11.10	STS42 (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<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)	0.98	
最高使用温度	(°C)	200	
主管と管台の角度	$\alpha$ (°)		
主 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 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)	61.00	
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>			

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）

NO. SP1

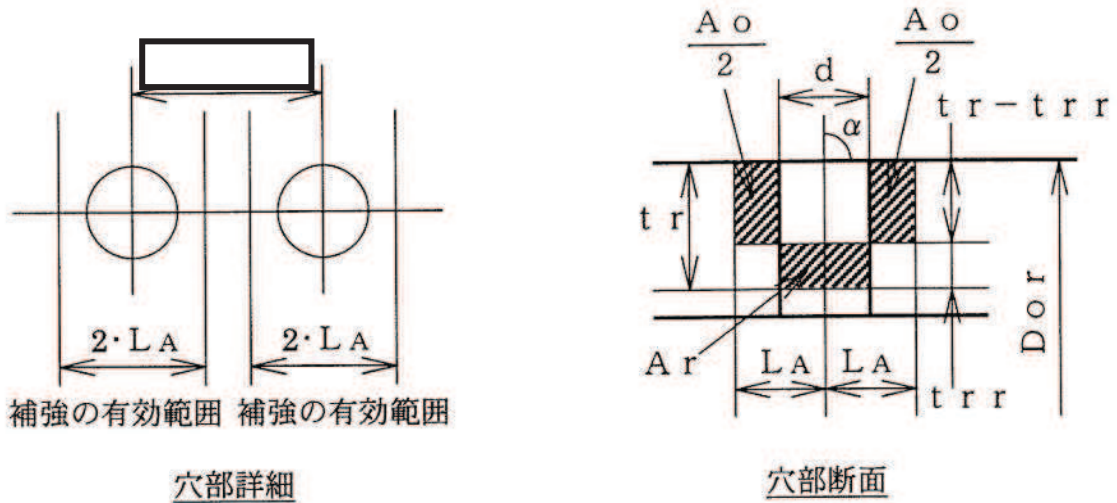


図 3-1 穴部詳細及び穴部断面

(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： $A_o$

$$\begin{aligned} A_o &= (\eta \cdot t_{ro} - F \cdot t_{rr}) \cdot (2 \cdot L_A - d) \\ &= (1.00 \times 9.7125 - 1.00 \times 1.68528) \times (2 \times \boxed{\phantom{000}} - \boxed{\phantom{000}}) \\ &= 155.9 \text{ (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

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-3-3-3-5-1-3-2 管の応力計算書（原子炉隔離時冷却系）



## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-3 クラス2機器の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-4 クラス2管の強度計算方法」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-3-2-9 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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
RCIC-001	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
RCIC-002	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
RCIC-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 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	8.62	302	10.34	315	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	10.34	315	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCIC-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 又は告示	—	SA-2
	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
RCIC-005	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
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	0.98	184	0.98	200	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
	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 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	184	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.98	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 設計基準対象施設

## 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	10
3.1 設計条件	10
3.2 材料及び許容応力	14
4. 評価結果	16
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-3-1-3 クラス2機器の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-4 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。



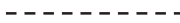


### (1) 管

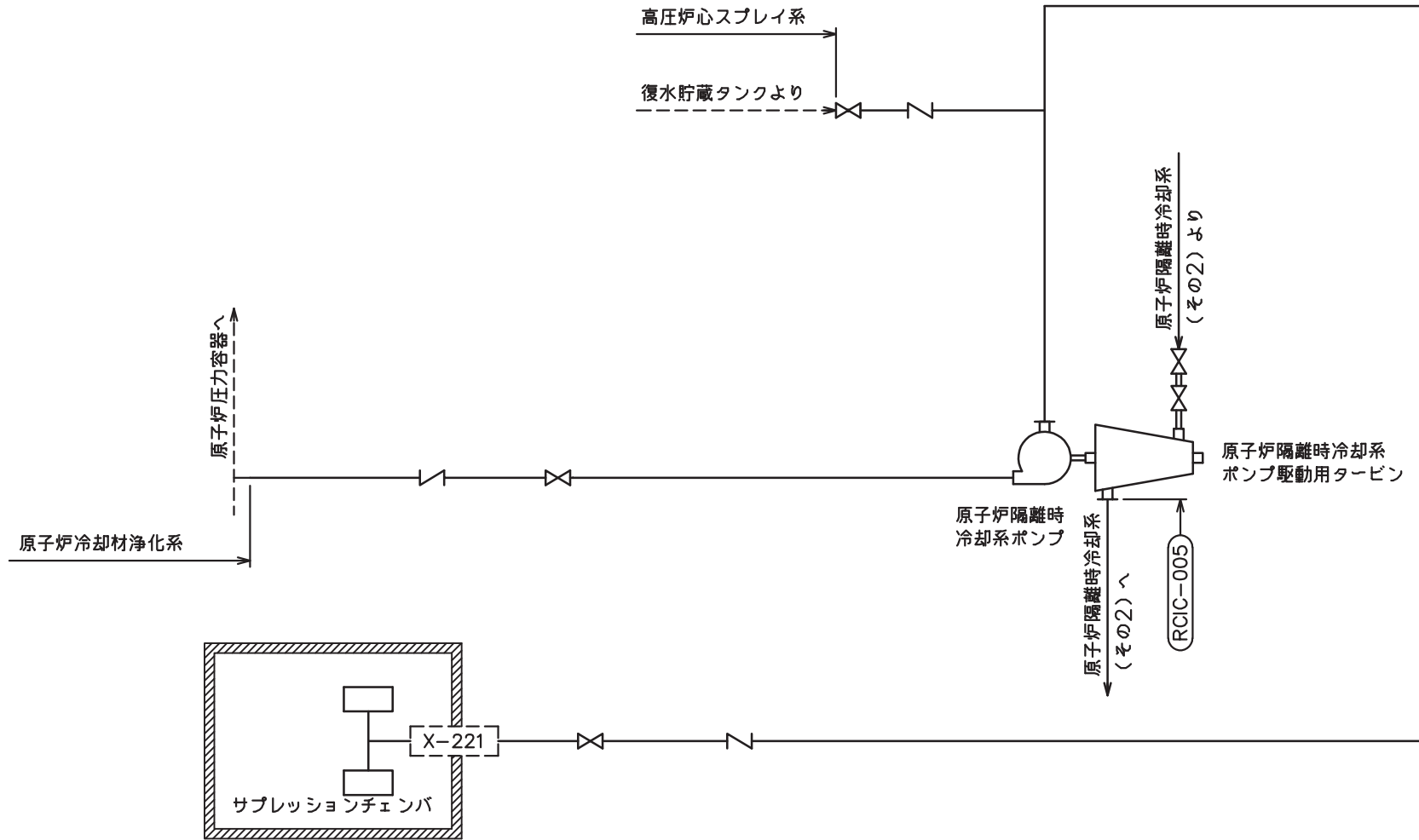
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全2モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

## 2. 概略系統図及び鳥瞰図

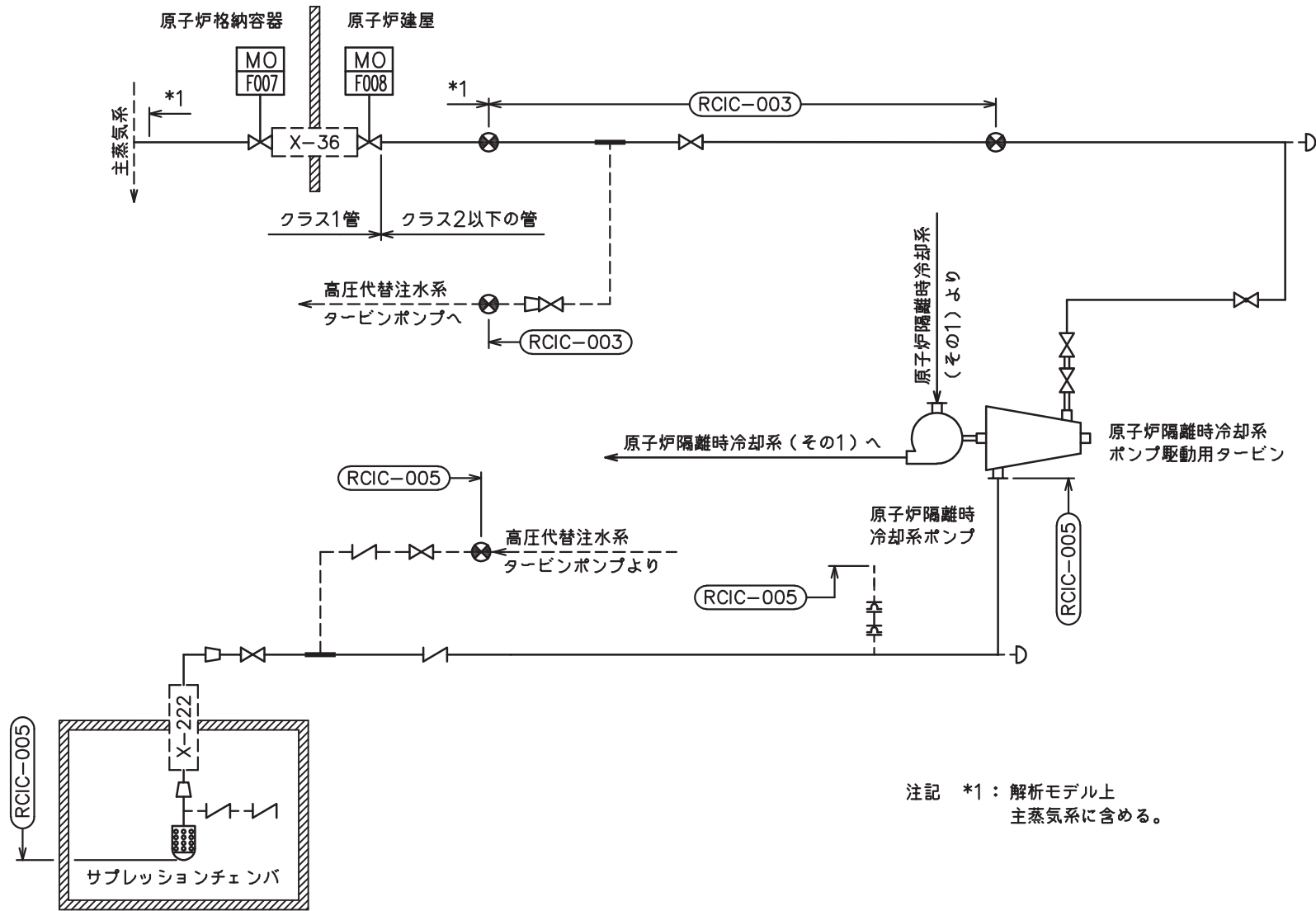
### 2.1 概略系統図

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



原子炉隔離時冷却系概略系統図 (その1)


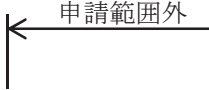


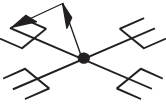
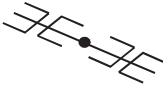
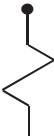


原子炉隔離時冷却系概略系統図 (その2)



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>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                      (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>

9

鳥瞰図 RCIC-003-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

7

鳥瞰図 RCIC-003-2/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

∞

鳥瞰図 RCIC-005-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6

鳥瞰図 RCIC-005-2/2

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 I C - 0 0 3

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	8.62	302	114.3	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                    R C I C - 0 0 3

管名称	対 応 す る 評 価 点
1	106 107 108

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)
106		107		108	

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 I C - 0 0 5

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	0.98	184	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 I C - 0 0 5

管名称	対 応 す る 評 価 点
1	102 103 104

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)
102		103		104	

### 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S <sub>h</sub>
STS410	184	102
	302	102

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
STS410	184	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。

クラス 2 以下の管  
告示第 5 0 1 号第 56 条による評価結果

鳥瞰図	運転状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	S h 1. 2 ・ S h	S n ( a ) S n ( b )	S a ( c ) S a ( d )
R C I C - 0 0 3	( I , II )	107	S p r m ( 1 )	27	102	—	—
	( I , II )	107	S n ( a )	—	—	119	255
	( I , II )	107	S p r m ( 2 )	29	122	—	—
	( I , II )	107	S n ( b )	—	—	121	275

注記 \*1: S p r m ( 1 ) , S p r m ( 2 ) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 1 号 (イ), (ロ) に基づき計算した一次応力, S n ( a ) , S n ( b ) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 2 号 (イ), (ロ) に基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2: S a ( c ) , S a ( d ) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 2 号 (ハ), (ニ) に基づき計算した許容応力を示す。

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。

クラス 2 以下の管  
告示第 5 0 1 号第 56 条による評価結果

鳥瞰図	運転状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	S h 1. 2 ・ S h	S n (a) S n (b)	S a (c) S a (d)
R C I C - 0 0 5	( I , II )	103	S p r m (1)	16	102	—	—
	( I , II )	103	S n (a)	—	—	135	255
	( I , II )	103	S p r m (2)	17	122	—	—
	( I , II )	103	S n (b)	—	—	136	275

注記 \*1 : S p r m (1), S p r m (2) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 1 号 (イ), (ロ) に基づき計算した一次応力, S n (a), S n (b) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 2 号 (イ), (ロ) に基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2 : S a (c), S a (d) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 2 号 (ハ), (ニ) に基づき計算した許容応力を示す。

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。

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	供用状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h	S n (a) S n (b)	S a (c) S a (d)
R C I C - 0 0 5	(A, B)	103	S p r m (1)	30	154	—	—
	(A, B)	103	S n (a)	—	—	141	257
	(A, B)	103	S p r m (2)	31	185	—	—
	(A, B)	103	S n (b)	—	—	142	278

注記 \*1: 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, S n (a), S n (b)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)a, bに基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2: S a (c), S a (d)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)c, dに基づき計算した許容応力を示す。

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(クラス 2 管)

No.	配管モデル	運転状態 ( I , II ) *1					運転状態 ( I , II ) *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	RCIC-003	107	27	102	3.77	○	107	29	122	4.20	○
2	RCIC-005	103	16	102	6.37	—	103	17	122	7.17	—

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(クラス 2 管)

No.	配管モデル	運転状態 ( I , II ) *3					運転状態 ( I , II ) *4				
		一次+二次応力					一次+二次応力				
		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	RCIC-003	107	119	255	2.14	—	107	121	275	2.27	—
2	RCIC-005	103	135	255	1.88	○	103	136	275	2.02	○

注記\*3：告示第501号第56条第2号（イ）に基づき計算した一次+二次応力を示す。

\*4：告示第501号第56条第2号（ロ）に基づき計算した一次+二次応力を示す。



代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス 2 管)

No.	配管モデル	供用状態 (A, B) *1					供用状態 (A, B) *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	RCIC-003	107	28	154	5.50	—	107	30	185	6.16	—
2	RCIC-005	103	30	154	5.13	○	103	31	185	5.96	○

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(クラス 2 管)

No.	配管モデル	供用状態 (A, B) *3					供用状態 (A, B) *4				
		一次+二次応力					一次+二次応力				
		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	RCIC-003	107	124	257	2.07	—	107	126	278	2.20	—
2	RCIC-005	103	141	257	1.82	○	103	142	278	1.95	○

注記\*3：設計・建設規格 PPC-3520(1)aに基づき計算した一次+二次応力を示す。

\*4：設計・建設規格 PPC-3520(1)bに基づき計算した一次+二次応力を示す。

## 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	13
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。



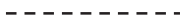


### (1) 管

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

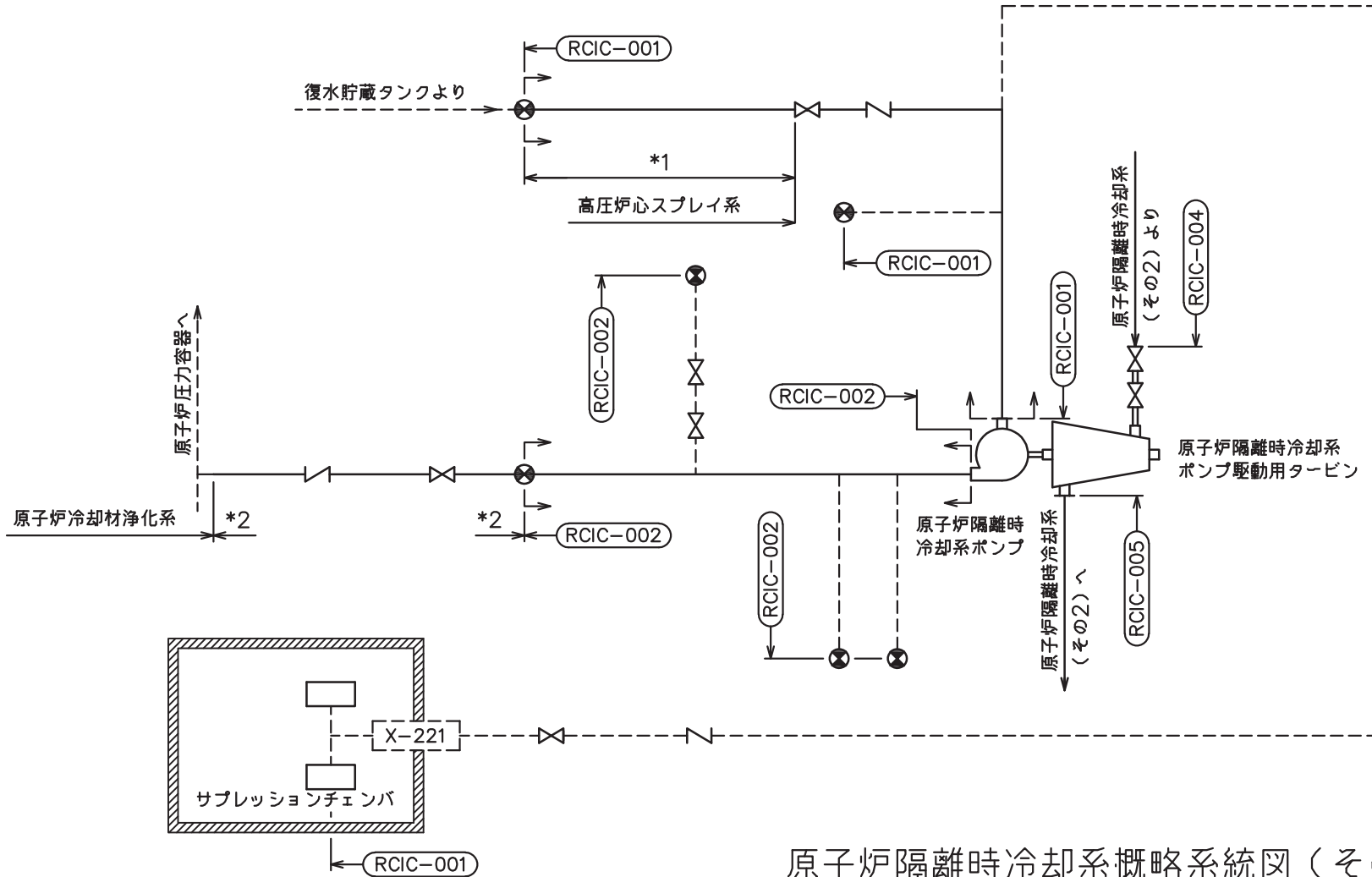
概略系統図記号凡例

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

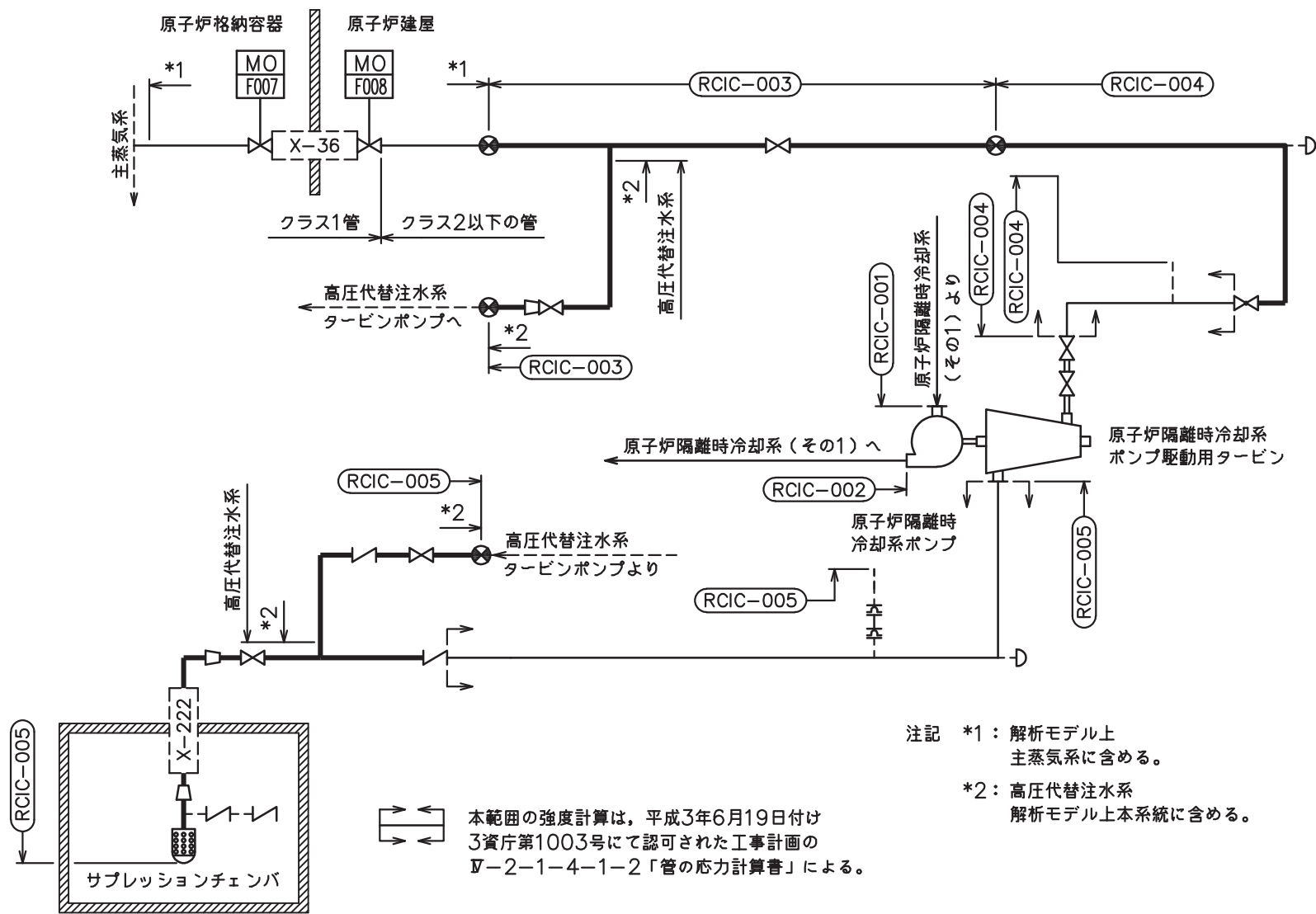
- 注記 \*1： 高圧炉心スプレイ系  
解析モデル上本系統に含める。
- \*2： 解析モデル上  
復水給水系に含める。



本範囲の強度計算は、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  
Ⅴ-2-1-4-1-2「管の応力計算書」による。



原子炉隔離時冷却系概略系統図（その1）




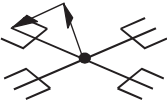
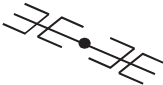


原子炉隔離時冷却系概略系統図 (その2)



## 2.2 鳥瞰図

### 鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管
	質点
	アンカ
	レストレイント (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

9

鳥瞰図 RCIC-003-1/2

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 RCIC-003-2/2

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 I C - 0 0 3

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	10.34	315	114.3	11.1	STS410
2	10.34	315	114.3	11.1	STS42 STS410
3	10.34	315	165.2	14.3	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 I 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	30
	32	103	106	900	901										
2	101	106	107	108	109	110	111	112	114	115	903				
3	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125				

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		12		23		108		122	
2		13		24		109		123	
3		14		25		110		124	
4		15		26		111		125	
5		16		27		115		900	
6		17		28		116		901	
7		18		29		117		903	
8		19		30		118			
9		20		32		119			
10		21		106		120			
11		22		107		121			

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)
101		112	
102		113	
103		114	
104		126	
105		127	

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	102			
弁2	113			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 R C I 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						
8						
** 8 **						
12						
** 12 **						
15						
20						
24						
27						
32						
105						
** 105 **						
117						
120						
125						
** 127 **						
900						
903						

[Redacted area]

O 2 ⑥ VI-3-3-3-5-1-1-3-2(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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
STS42 STS410	315	102

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
STS42 STS410	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  
告示第501号第56条による評価結果

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 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
R C I C - 0 0 3	24	S p r m (1)	47	102
	24	S p r m (2)	50	122

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
R C I C - 0 0 3	24	S p r m (1)	61	154
	24	S p r m (2)	65	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	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	RCIC-003	24	47	102	2.17	○	24	50	122	2.44	○
2	RCIC-004	29	39	102	2.61	—	29	42	122	2.90	—
3	RCIC-005	121	17	102	6.00	—	121	18	122	6.77	—

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	RCIC-003	24	61	154	2.52	○	24	65	185	2.84	○
2	RCIC-004	22	52	154	2.96	—	22	56	185	3.30	—
3	RCIC-005	103	30	154	5.13	—	103	31	185	5.96	—

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-3-3-3-5-2 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 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

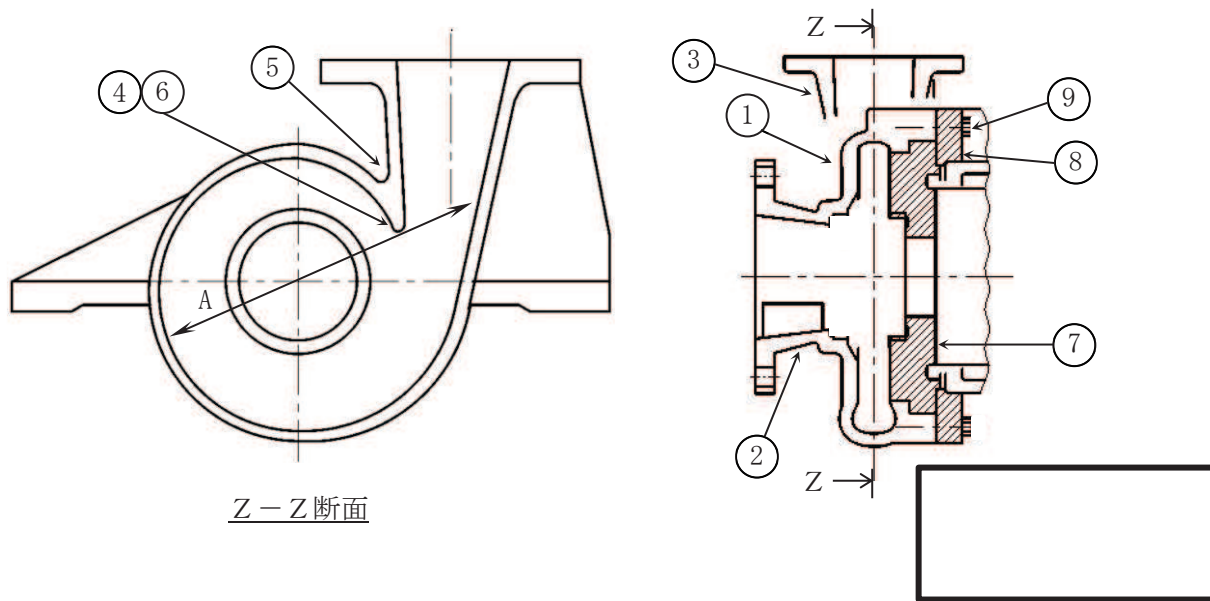
1. 計算条件

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JIS  
記号を示す。

図 1-1 概要図

1.3 設計条件

設計条件	
最高使用圧力 (MPa)	1.37
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 (MPa)	S (MPa)	A (mm)
①		1.37		

注記\* : ( ) は新 J I S 記号を示す。

t (mm)	t <sub>s o</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (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 (MPa)	S (MPa)	平板形	
				d (mm)	K
⑦		1.37			

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
15.8		

評価：t<sub>s</sub> ≥ 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

告示第501号第77条第5項第1号

計算部位	材料	P (MPa)	S (MPa)	平板形	
				d (mm)	K
⑧		1.37			

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
17.5		

評価：t<sub>s</sub> ≥ 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 (MPa)	S <sub>b</sub> (MPa)	d <sub>b</sub> (mm)	n	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
⑨		1.37				

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

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

評価：σ ≤ S<sub>b</sub>， よって十分である。

VI-3-3-3-5-2-2 復水貯蔵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」に基づいて評価を行う。

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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
復水貯蔵 タンク	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	静水頭	66	静水頭	66	有	S55 告示	既工認	—	SA-2

## 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、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、評価結果については、平成4年4月3日付け4資庁第1992号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-2-1-2-1 復水貯蔵タンクの強度計算書」による。

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-3-3-3-5-2-3-2 管の応力計算書（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-3-1-4 クラス 3 機器の強度計算の基本方針」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」並びに「VI-3-2-7 クラス 3 管の強度計算方法」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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
4	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
5	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
6	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.37	66	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
7	新設	—	—	—	DB-3	—	—	1.37	66	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3
その他1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	静水頭	66	静水頭	66	有	S55告示	既工認	—	SA-2



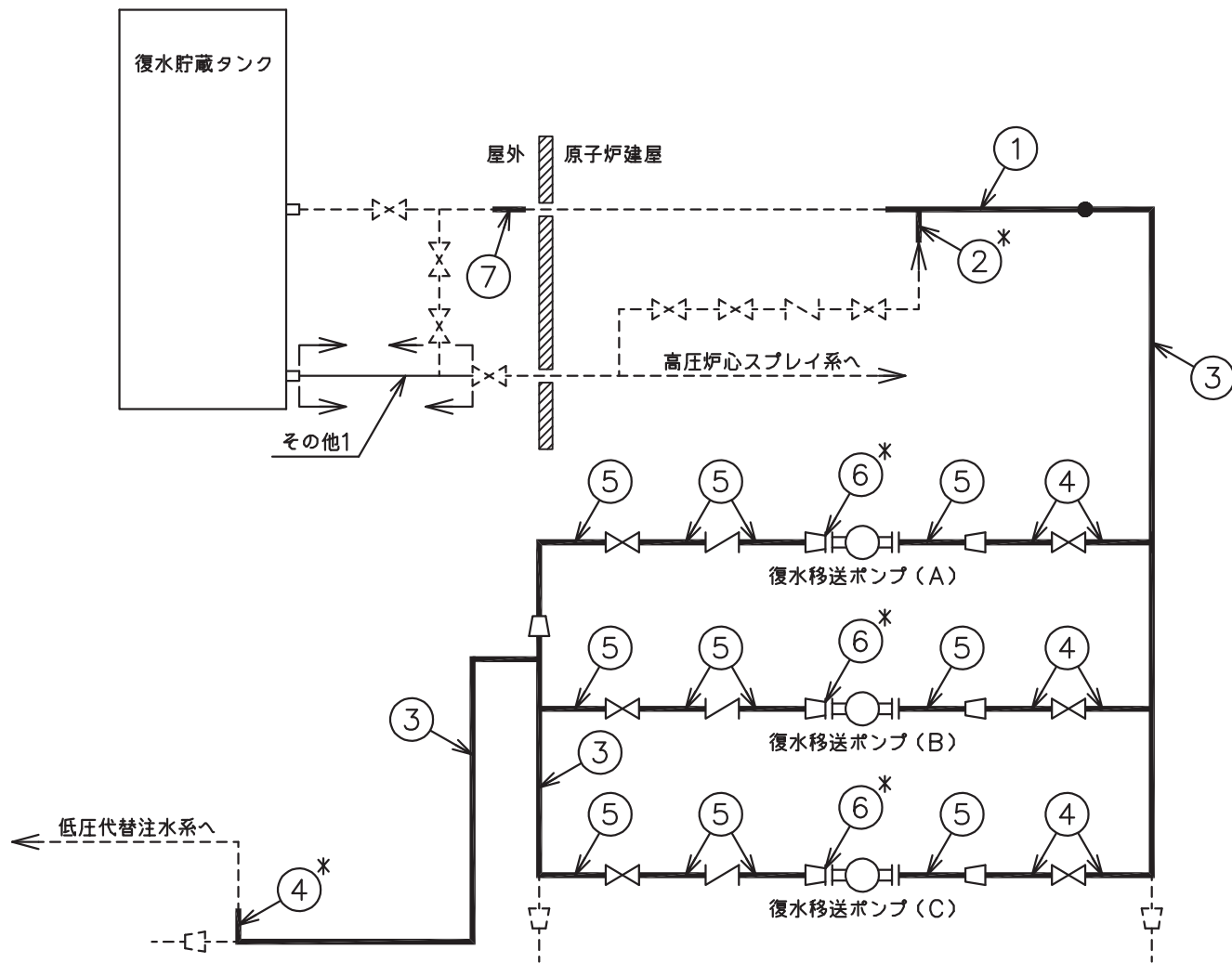
・適用規格の選定


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 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 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 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 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	—	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




 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-2-1-2-2-1 管の基本板厚計算書」による。

注記\*：管継手  
 補給水系概略系統図

2. 管の強度計算書 (クラス 3 管)

設計・建設規格 PPD-3411

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
7	1.37	66	267.40	15.10	SUSF304	S	3	126	1.00			1.45	A	1.45

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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 STPT370	S	2	93	1.00	12.5%	8.13	1.96	C	3.80
4	1.37	66	216.30	8.20	STPT38 STPT370	S	2	93	1.00	12.5%	7.17	1.59	C	3.80
5	1.37	66	165.20	7.10	STPT38 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<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，よって十分である。

VI-3-3-3-5-2-3-2 管の応力計算書  
(補給水系)

## 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-3-2-4 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。

## 設計基準対象施設



## 目次

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

## 1. 概要



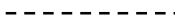
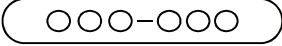

本計算書は、添付書類「VI-3-1-3 クラス2機器の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-4 クラス2管の強度計算方法」に基づき、管の応力計算を実施した結果を示したものである。評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

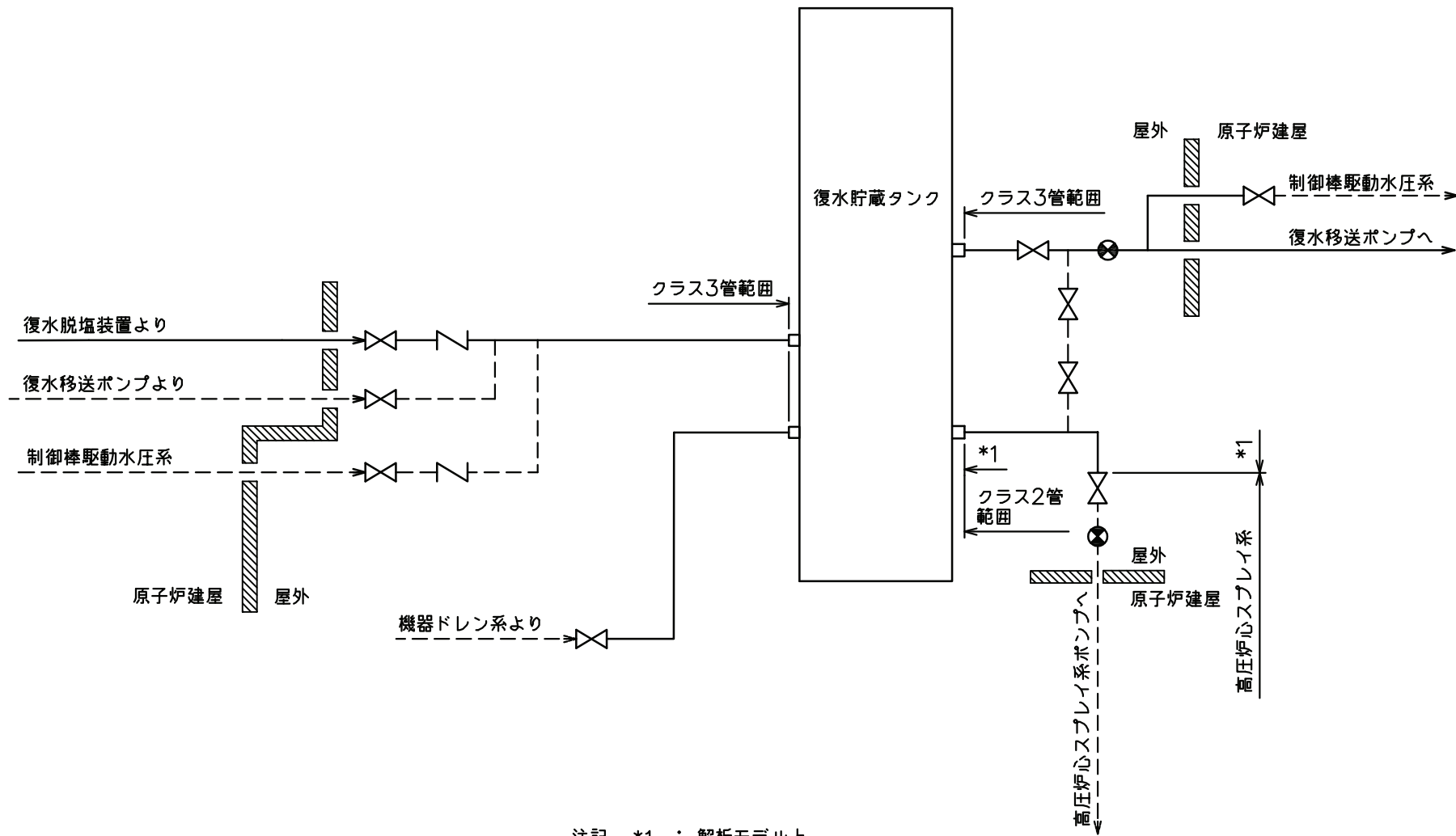
### (1) 管

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。

## 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



注記 \*1 : 解析モデル上  
高圧炉心スプレイ系に含める。

補給水系概略系統図

3. 評価結果

以下の計算書の設計基準対処施設に含まれている。

「VI-3-3-3-4-1-4-2 管の応力計算書（高圧炉心スプレイ系）」

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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス		
			クラスアップ の有無		施設時機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件							SA 条件	
			管側	有					圧力 (MPa)	温度 (℃)						圧力 (MPa)	温度 (℃)
原子炉補機 冷却水系 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 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 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。

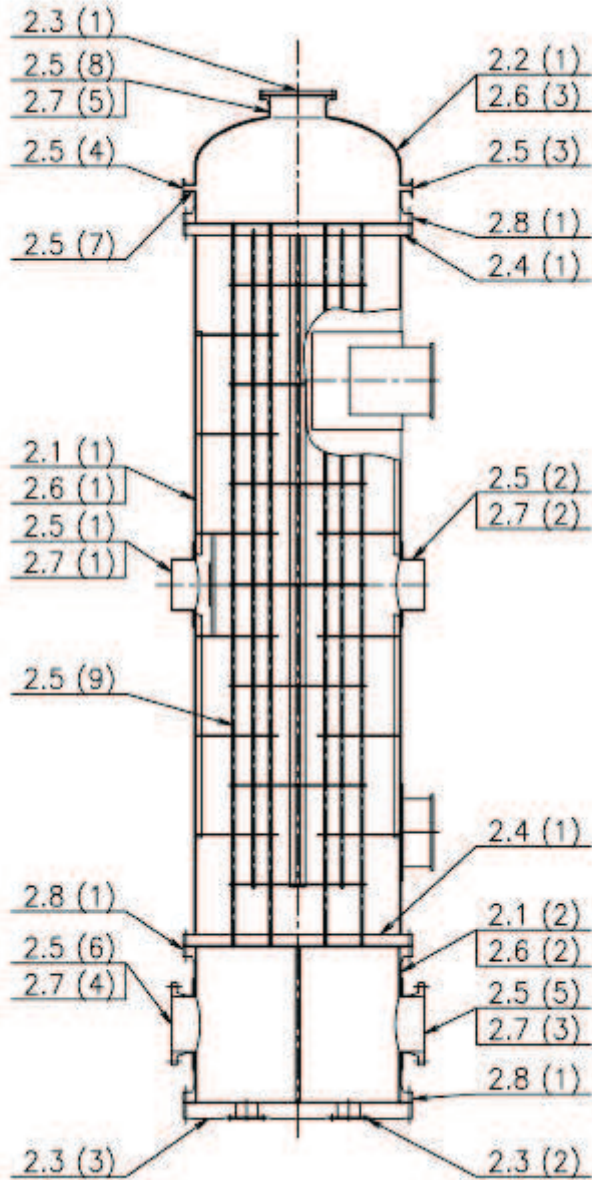


図 1-1 概要図

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。			

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 ⑥ 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 ⑥ 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
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
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。	

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
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>p0</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。	

## 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 (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 ⑥ VI-3-3-3-6-1-1 R 1

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 <sub>o</sub>	(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 <sub>1</sub>	(mm)	2.69
必要厚さ	t <sub>3</sub>	(mm)	—
t <sub>1</sub> , t <sub>3</sub> の大きい値	t	(mm)	2.69
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 ⑥ VI-3-3-3-6-1-1 R 1

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 ⑥ 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 ⑥ 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	$D_o$	(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	$t_1$	(mm)	1.65
必要厚さ	$t_3$	(mm)	-
$t_1, t_3$ の大きい値	t	(mm)	1.65
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 ⑥ 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。			

02 ⑥ 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	$D_o$	(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	$t_1$	(mm)	0.23
必要厚さ	$t_3$	(mm)	2.40
$t_1, t_3$ 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 ⑥ 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 ⑥ 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	t	(mm)	0.69
呼び厚さ	$t_{t0}$	(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 ⑥ VI-3-3-3-6-1-1 R 1

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)	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)	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)) 胴体出口(2.7(2))

O 2 ⑥ 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)) 水室出口(2.7(4))

O 2 ⑥ 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 ⑥ 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 WELD-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 ⑥ 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 WELD-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 ⑥ 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 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)	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 ⑥ 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。 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 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)	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 ⑥ 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。 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-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)	
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$	(mm)	
穴の補強に必要な面積	$A_r$	( $mm^2$ )	
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	$A_1$	( $mm^2$ )	
管台の有効補強面積	$A_2$	( $mm^2$ )	
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$	( $mm^2$ )	72.25
補強に有効な総面積	$A_0$	( $mm^2$ )	
補強： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。			

O 2 ⑥ 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。 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。

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		
セルフシールガスケットの外径 $D_g$ (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)	-		
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 $b_o$ (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)	-		
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。			

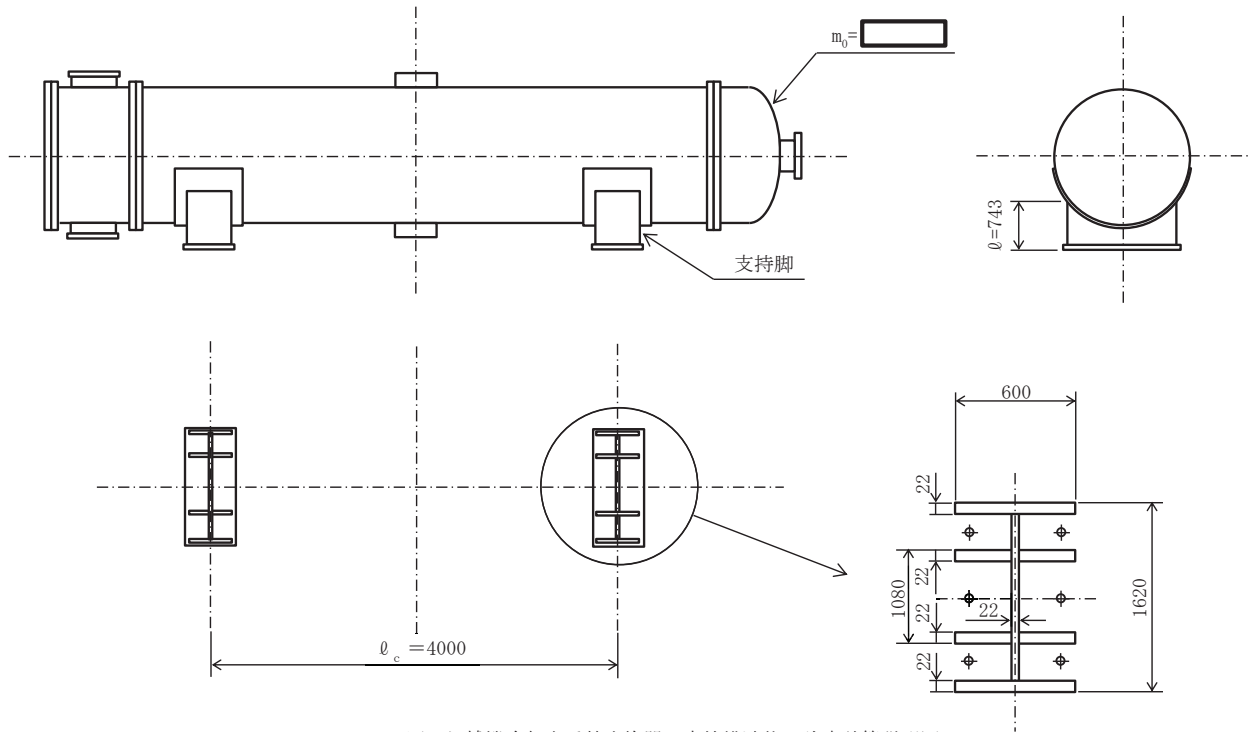
フランジ名称		(1) 水室フランジ	
ボルト荷重	使用状態	$W_o$ (N)	$2.205 \times 10^6$
	ガスケット締付時	$W_g$ (N)	$2.624 \times 10^6$
距離		R (mm)	52.00
荷重		(N)	$H_D = 1.985 \times 10^6$
			$H_G = 0$
			$H_T = 2.197 \times 10^5$
モーメントアーム		(mm)	$h_D = 69.50$
			$h_G = 38.50$
			$h_T = 62.75$
モーメント		(N・mm)	$M_D = 1.379 \times 10^8$
			$M_G = 0$
			$M_T = 1.379 \times 10^7$
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
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
応力の評価:	$\sigma_H \leq \text{Min}(1.5 \cdot \sigma_f, 2.5 \cdot \sigma_n)$		
	$\sigma_R \leq \sigma_f$	$\sigma_H \leq \text{Min}(1.5 \cdot \sigma_{fa}, 2.5 \cdot \sigma_{na})$	
	$\sigma_T \leq \sigma_f$	$\sigma_R \leq \sigma_{fa}$	
	$(\sigma_H + \sigma_R)/2 \leq \sigma_f$	$\sigma_T \leq \sigma_{fa}$	
	$(\sigma_H + \sigma_T)/2 \leq \sigma_f$	$(\sigma_H + \sigma_R)/2 \leq \sigma_{fa}$	
	以上より十分である。	$(\sigma_H + \sigma_T)/2 \leq \sigma_{fa}$	

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 (°C)	F 値 (MPa)	鉛直荷重 F <sub>c</sub> (N)	断面積 A (mm <sup>2</sup> )	曲げモーメント M (N・mm)	断面係数 Z (mm <sup>3</sup> )
横置円筒形容器	2	SS41 (SS400)	70	223		8.650×10 <sup>4</sup>		

一次圧縮応力 σ <sub>c</sub> (MPa)	許容圧縮応力 f <sub>c</sub> (MPa)	一次曲げ応力 σ <sub>b</sub> (MPa)	許容曲げ応力 f <sub>b</sub> (MPa)	組合せ評価 $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1$	評価
	147		148	0.69	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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 (同等性) 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。

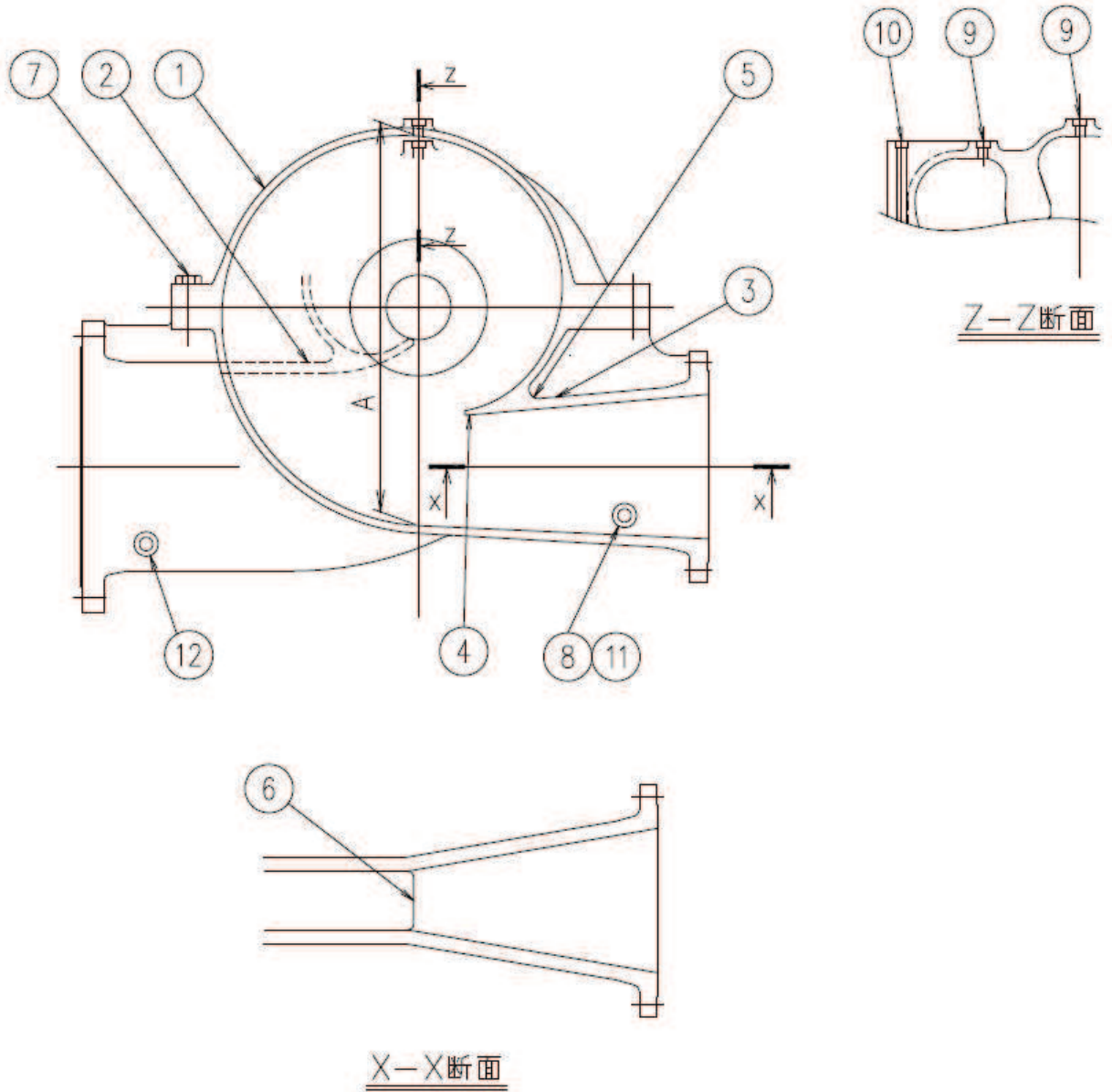


図1-1 概要図

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 (MPa)	S (MPa)	A (mm)
①		1.18		

注記\* : ( ) は新 J I S 記号を示す。

t (mm)	t <sub>s0</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (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。

### 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

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

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

$W_{m1}$ (N)	$W_{m2}$ (N)	W (N)	$\sigma$ (MPa)
			325

評価： $\sigma \leq S_b$ を満足しないことから、設計・建設規格 PVB-3120 を参考とした評価を実施する。

設計・建設規格 PVB-3120

$\sigma_m$ (MPa)	$2S_m$ (MPa)	$\sigma_m + \sigma_b$ (MPa)	$3S_m$ (MPa)
333		343	

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 (MPa)	S (MPa)	D <sub>o</sub> (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 (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (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-3-3-3-6-1-3 原子炉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 or 新設	施設時の技術基準 に対象とする施設 の規定があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
原子炉補機冷却海水ポンプ	既設	有	有	Non	Non	SA-2	無	0.78	50	0.78	50	—	S55 告示	設計・建設規格 (同等性) 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。

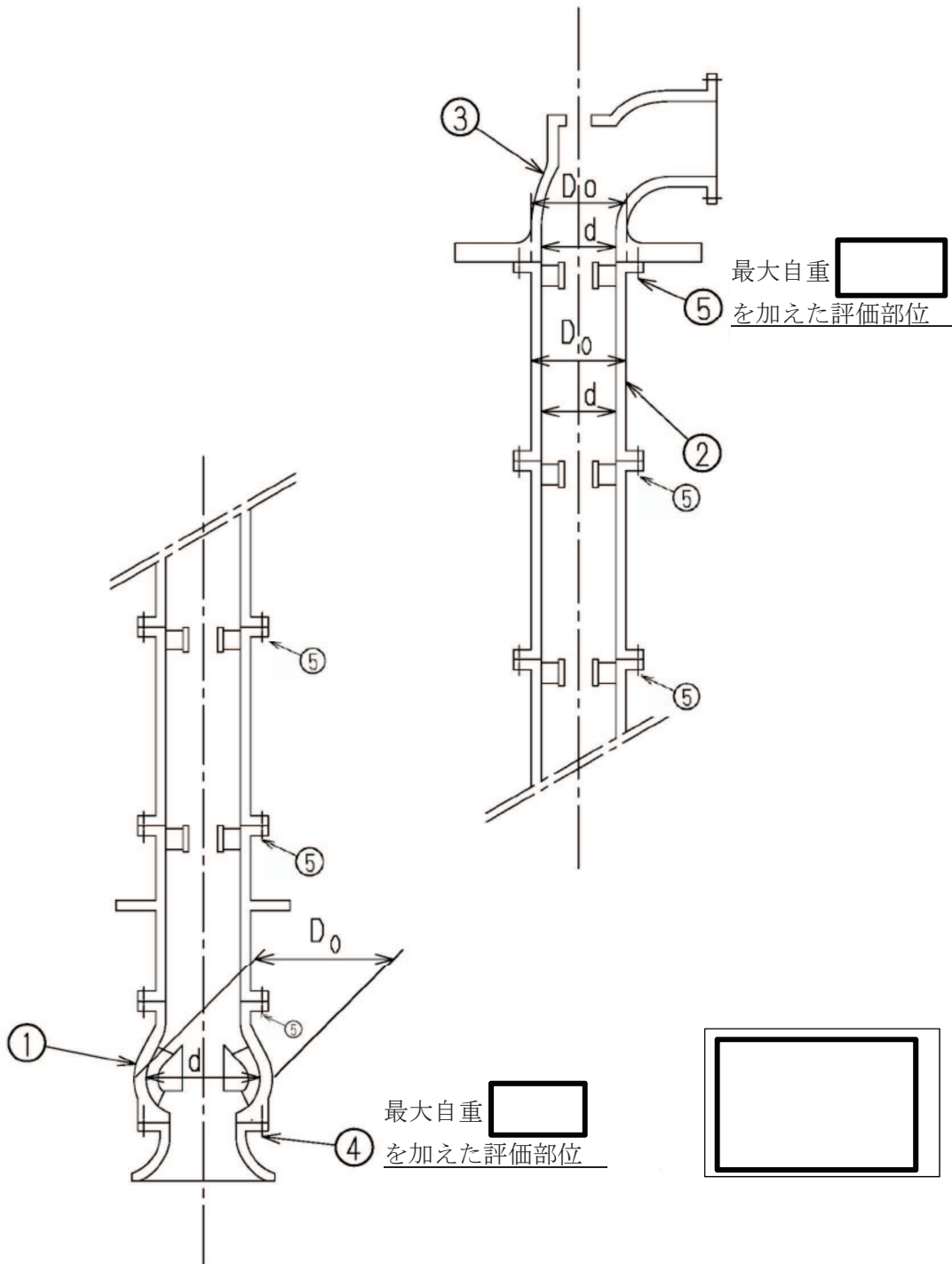


図 1-1 概要図

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

$\eta$	y	d (mm)	t (mm)	t <sub>s0</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
1.00	0.4		4.5		
1.00	0.4		2.0		
1.00	0.4		2.8		

評価：  $t_s \geq t$ ， よって十分である。

O2 ⑥ VI-3-3-3-6-1-3 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2.2 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 (MPa)	$S_b$ (MPa)	$d_b$ (mm)	n	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )
④		0.78				
⑤		0.78				

ガスケット材料	ガスケット厚さ (mm)	ガスケット 座面形状	$G_s$ (mm)	G (mm)	$D_g$ (mm)
セルフシールガスケット (ゴム)	-	-	-	-	
セルフシールガスケット (ゴム)	-	-	-	-	

H (N)	$H_p$ (N)	$W_{m1}$ (N)	$W_{m2}$ (N)	W (N)	$\sigma$ (MPa)
					28
					14

評価： $\sigma \leq S_b$ ，よって十分である。

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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
原子炉補機冷却水 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 又は告示	—	SA-2

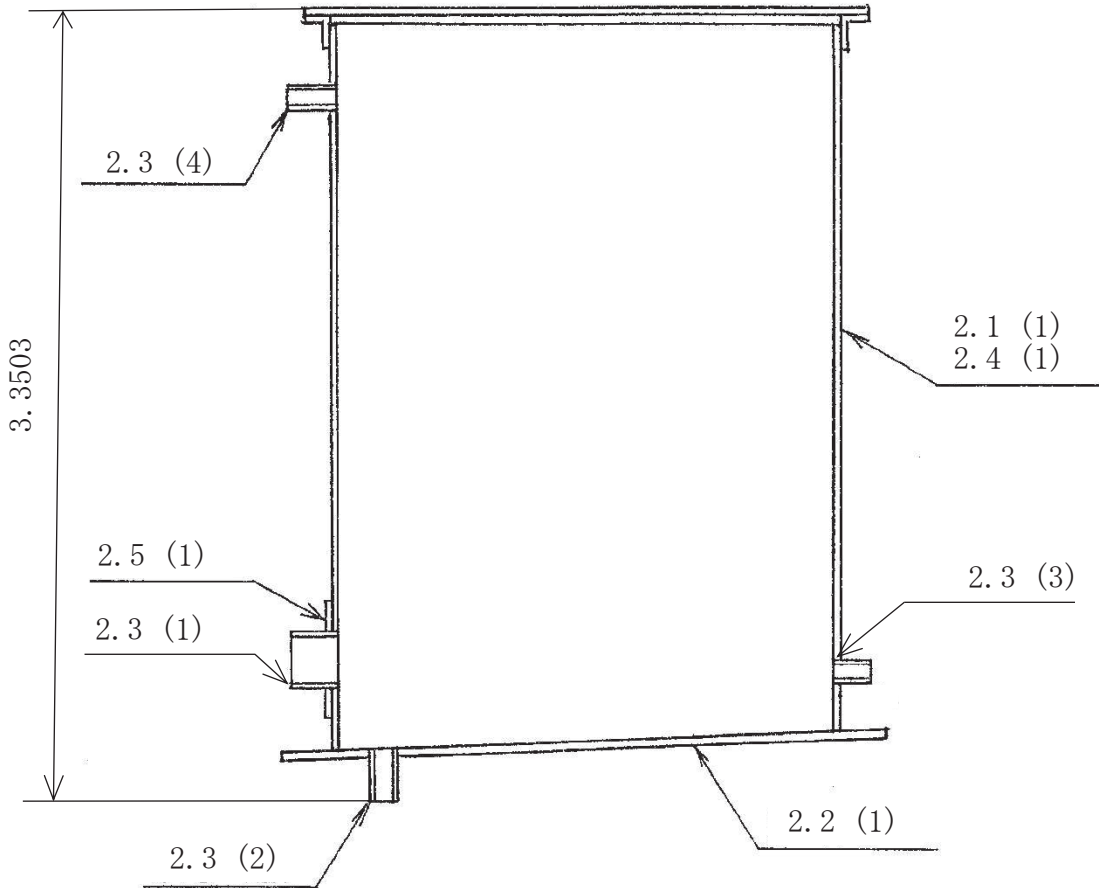
## 目次

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。



(単位 : m)

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 © 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)	
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 ⑥ 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 ⑥ 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)	
評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。			

O 2 ⑥ 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 ⑥ 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)	
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 ⑥ 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。 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
原子炉補機冷却海水系 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 又は告示	—	SA-2

## 目次

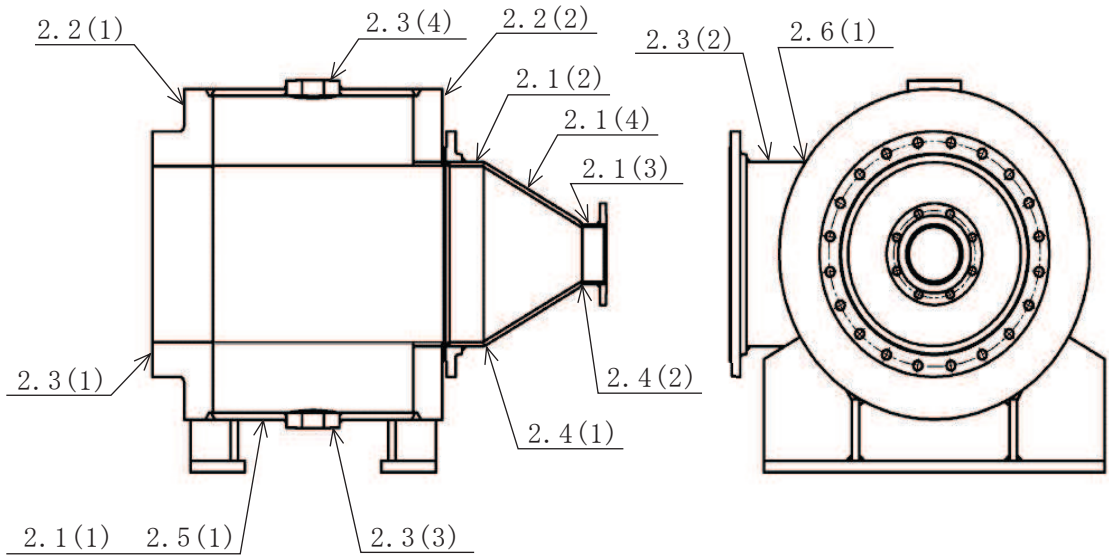
1. 計算条件	1
1.1 計算部位	1
1.2 設計条件	1
2. 強度計算	2
2.1 容器の胴の厚さの計算	2
2.2 容器の平板の厚さの計算	6
2.3 容器の管台の厚さの計算	8
2.4 容器の内面に圧力を受ける円すい形の胴と円筒形の胴との接続による 強め輪の計算	12
2.5 容器の補強を要しない穴の最大径の計算	14
2.6 容器の穴の補強計算	15
3. 支持構造物の強度計算書	17



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	$t_{so}$	(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 ⑥ 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		(°C)	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。			

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			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 ⑥ 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 ( $^{\circ}$ 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： $t_i \geq 2 \cdot t_{sr}$ , $t_i \geq 1.25 \cdot t_s$ , $d_h > d/2$ , 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: $t_i \geq 2 \cdot t_{sr}$ , $t_i \geq 1.25 \cdot t_s$ , $d_h > d/2$ , 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	(°C)	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 ⑥ 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			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 ⑥ 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	$D_o$ (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 ⑥ 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 ⑥ 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。		

O 2 © 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。

## 2.5 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))

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	$\eta$		1.00
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。 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。

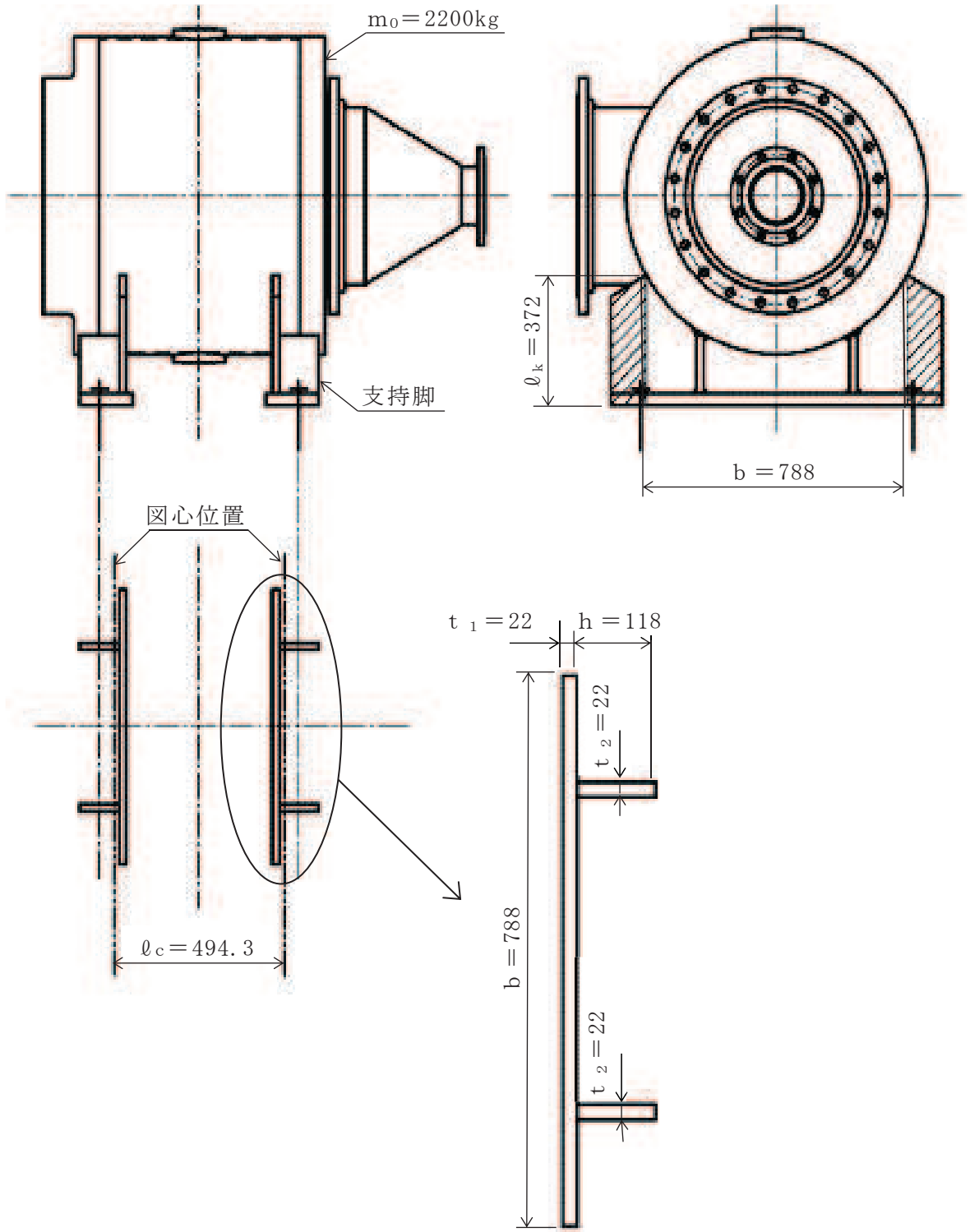


3. 支持構造物の強度計算書

(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 (°C)	F 値 (MPa)	鉛直荷重 F <sub>c</sub> (N)	断面積 A (mm <sup>2</sup> )	曲げモーメント M (N・mm)	断面係数 Z (mm <sup>3</sup> )
横置円筒形容器	2	SS400	50	231				

一次圧縮応力 σ <sub>c</sub> (MPa)	許容圧縮応力 f <sub>c</sub> (MPa)	一次曲げ応力 σ <sub>b</sub> (MPa)	許容曲げ応力 f <sub>b</sub> (MPa)	組合せ評価 $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1$	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-3-3-3-6-1-6-2 管の応力計算書（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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	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 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
9	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2



・評価条件整理表

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 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 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 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 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 又は告示	—	SA-2
17	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 又は告示	—	SA-2
17	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

・評価条件整理表

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
18	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
19	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 又は告示	—	SA-2
19	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
20	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 又は告示	—	SA-2
21	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
22	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
22	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 又は告示	—	SA-2

・評価条件整理表

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
T1	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 又は告示	—	SA-2
T2	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 又は告示	—	SA-2
T3	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 又は告示	—	SA-2
T4	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 又は告示	—	SA-2
T5	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 又は告示	—	SA-2
T6	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 又は告示	—	SA-2
T7	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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 又は告示	同等	設計・建設規格
17	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	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

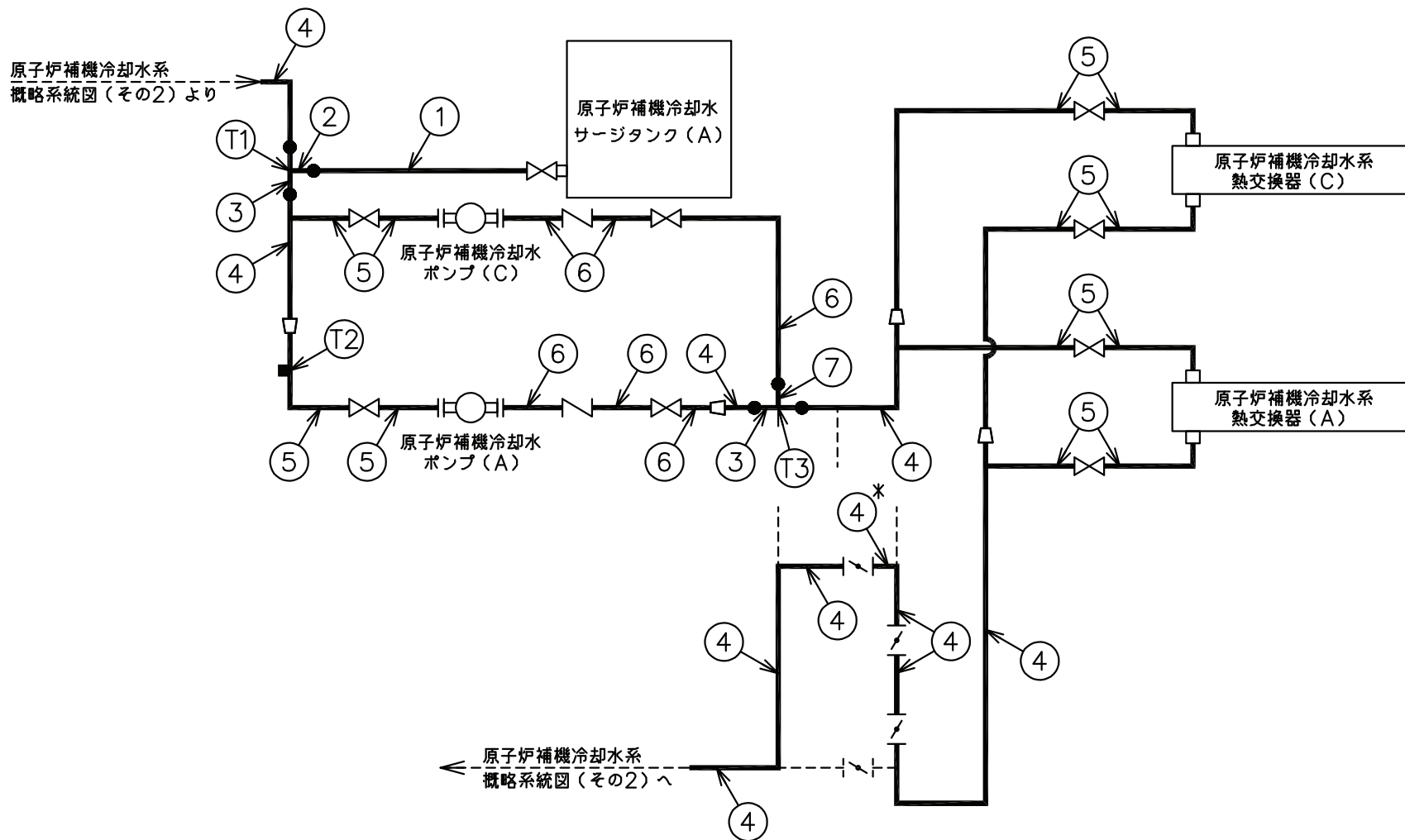
・適用規格の選定

管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
19	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
19	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
20	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	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
22	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
22	管の板厚計算	設計・建設規格 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 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 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 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 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 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 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 又は告示	同等	設計・建設規格

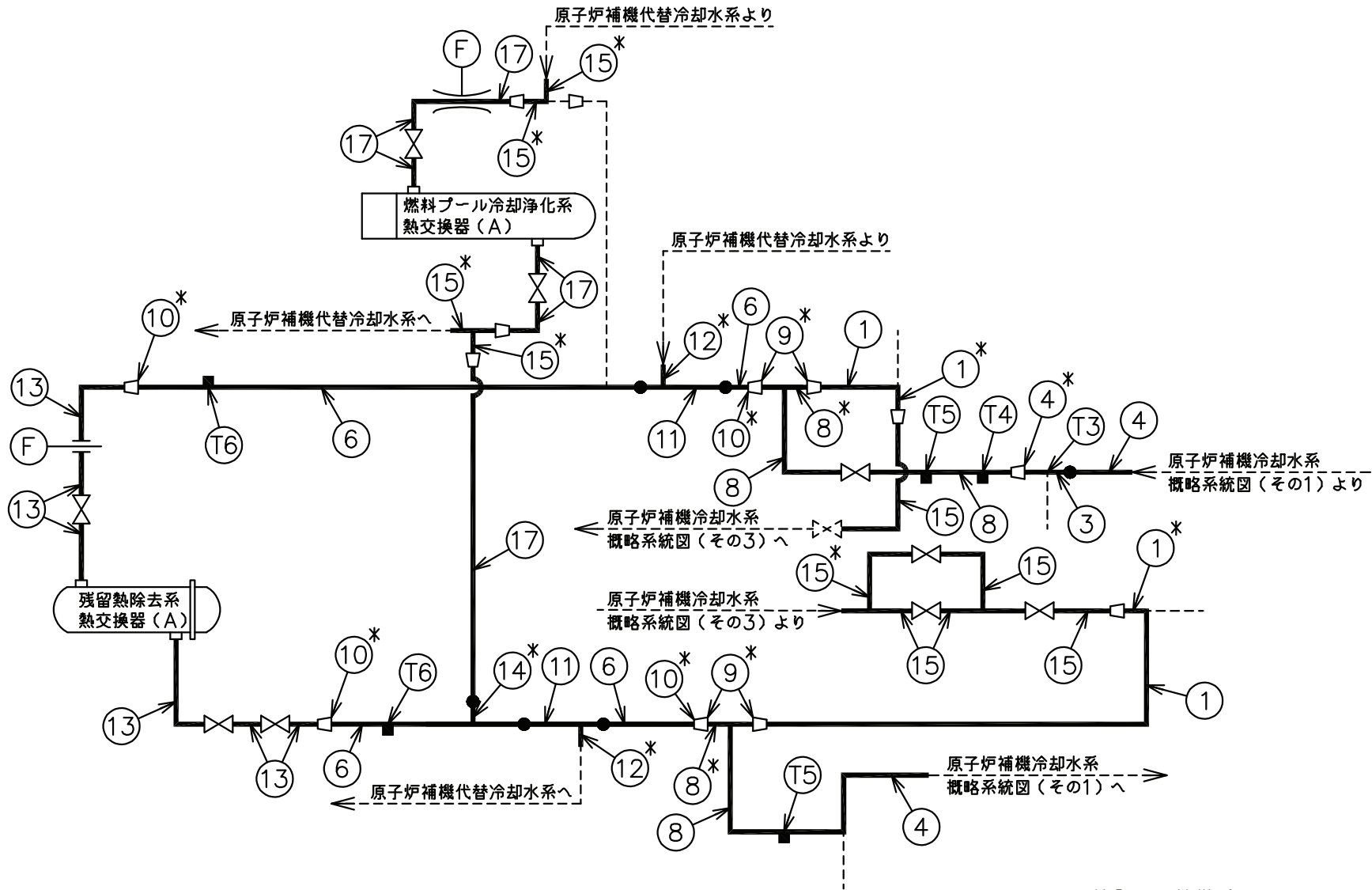
目次

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

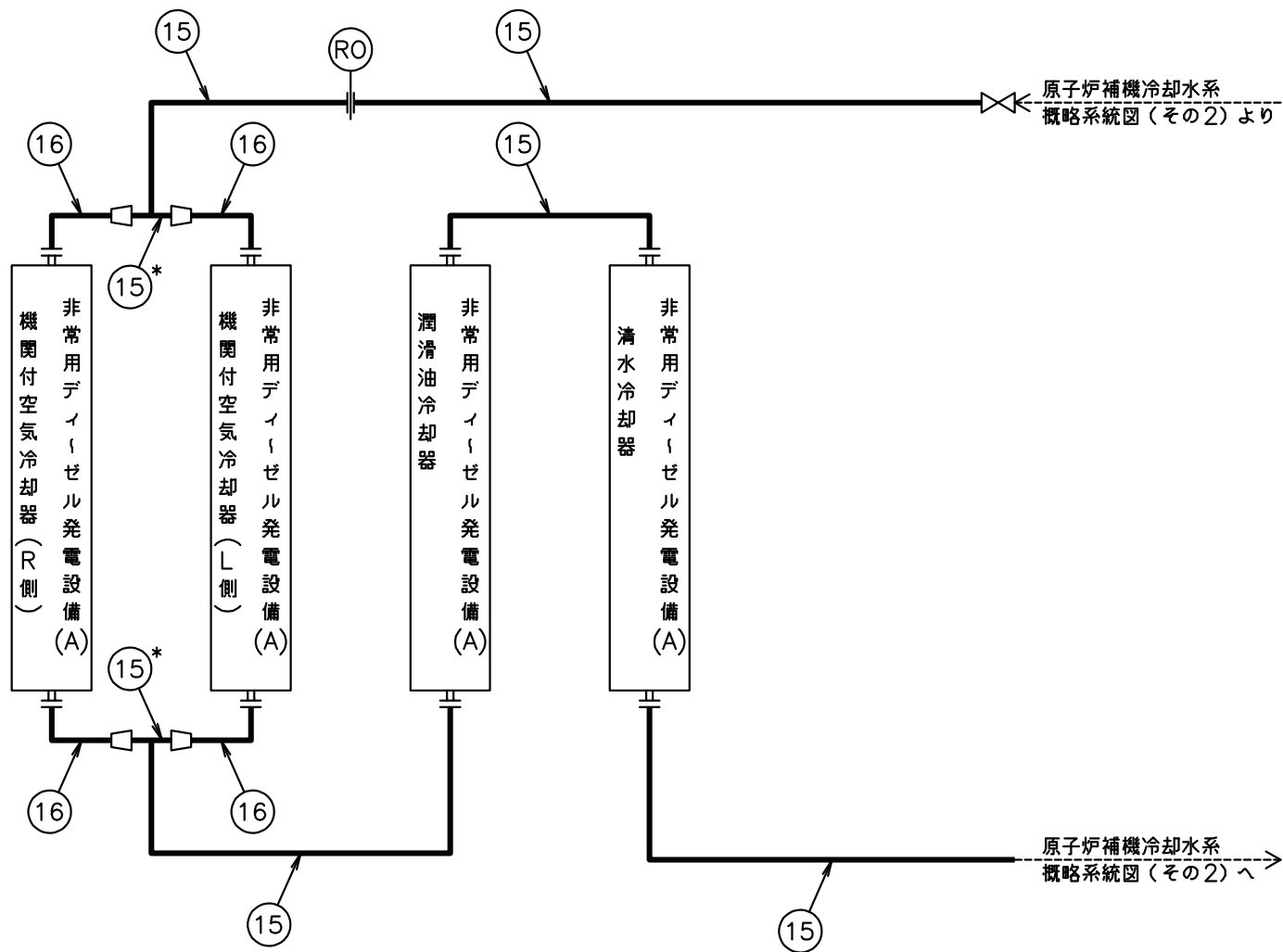


注記\*：管継手  
原子炉補機冷却水系概略系統図（その1）



注記\*：管継手  
原子炉補機冷却水系概略系統図(その2)

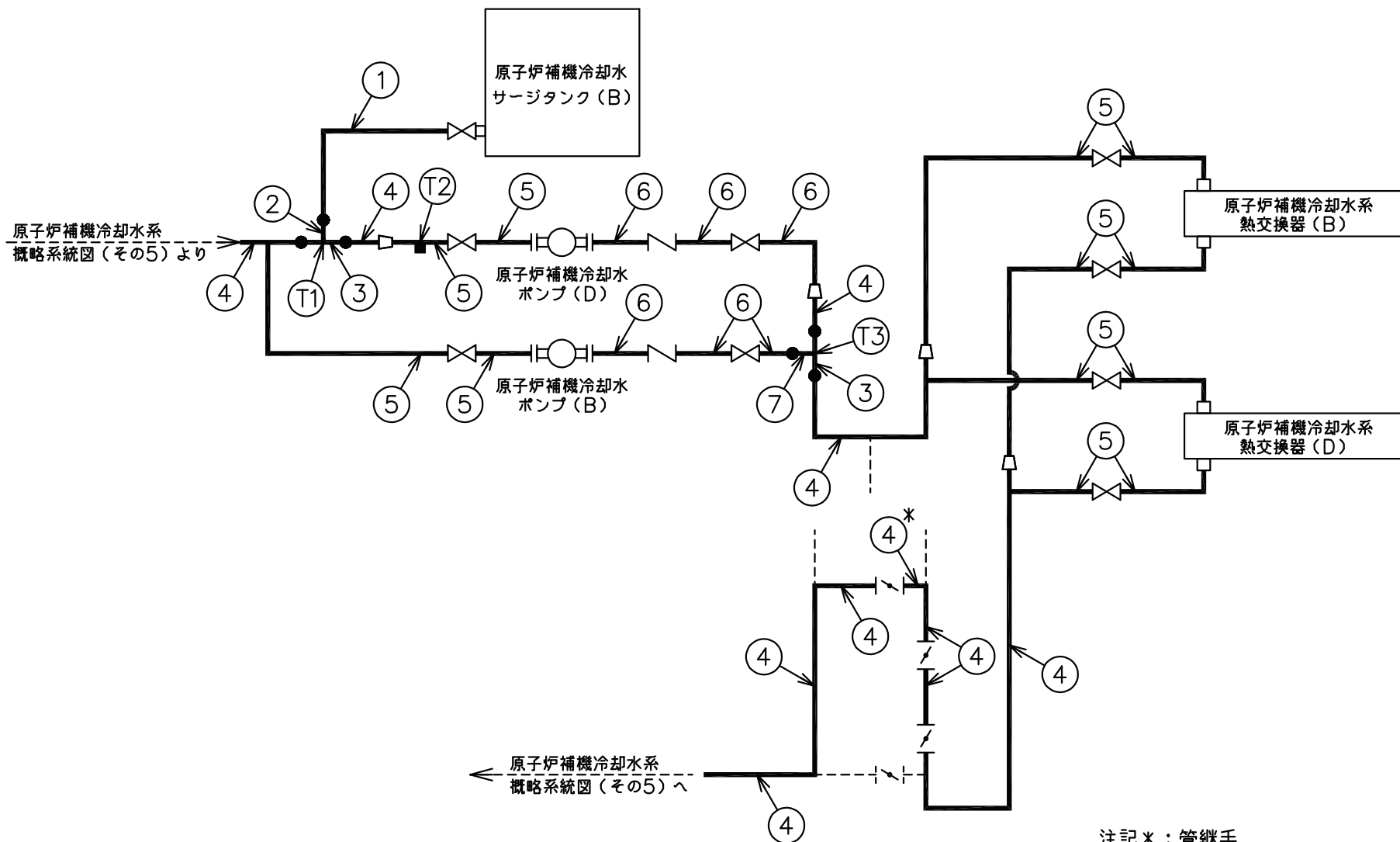




原子炉補機冷却水系  
概略系統図(その2)より

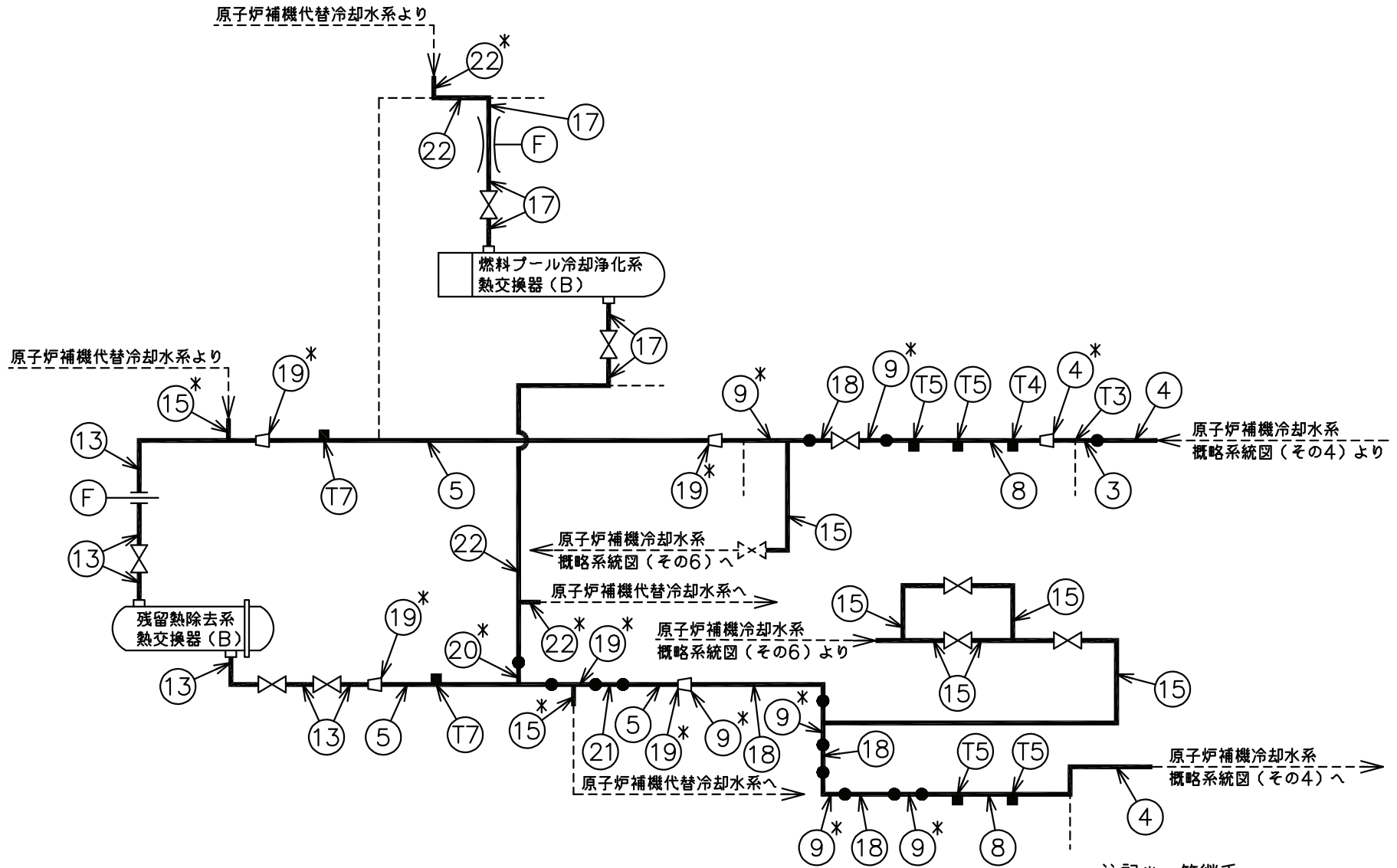
原子炉補機冷却水系  
概略系統図(その2)へ

注記\* : 管継手  
原子炉補機冷却水系概略系統図(その3)

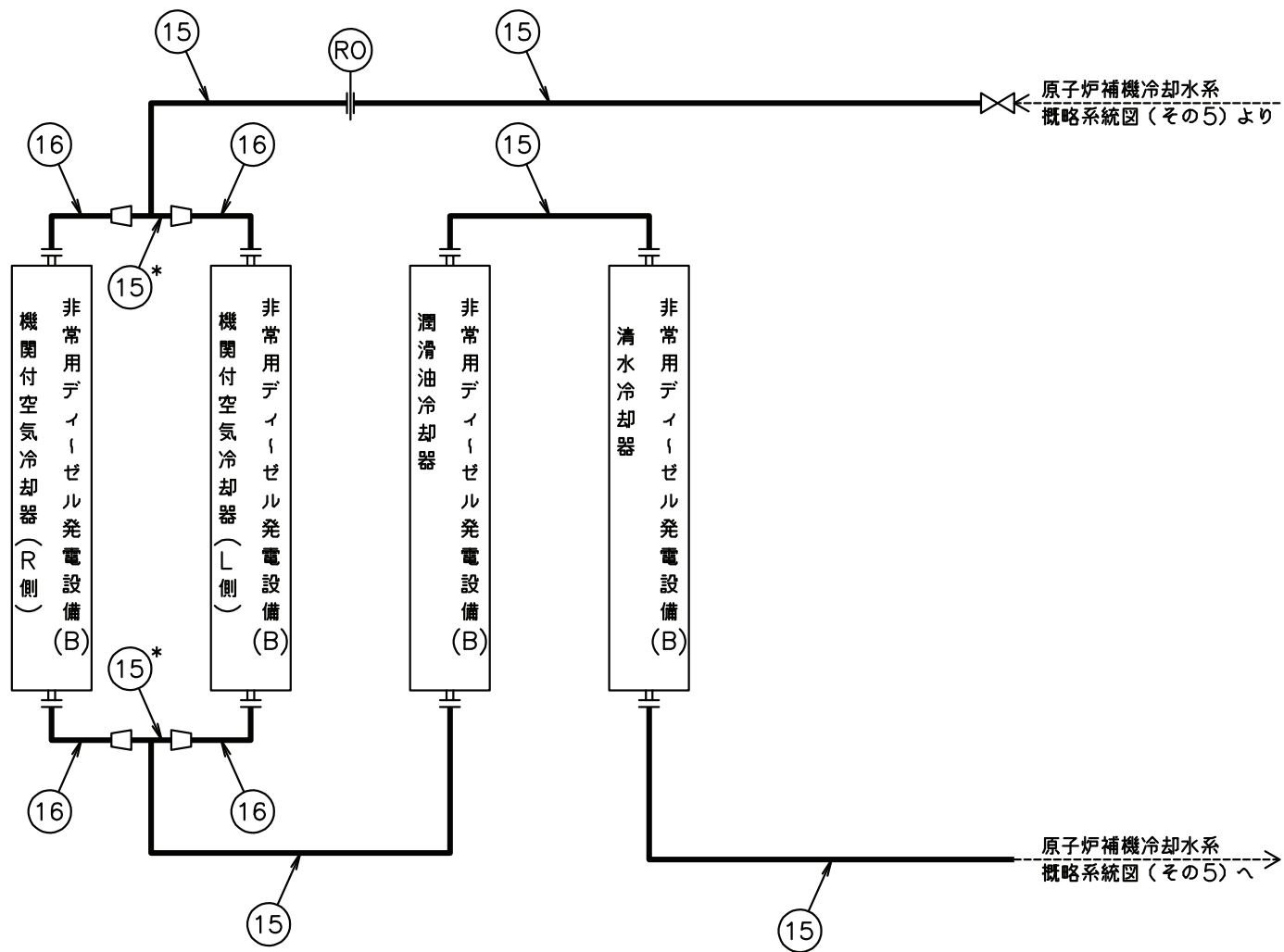


注記\*：管継手  
原子炉補機冷却水系概略系統図（その4）

5



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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	1.18	70	318.50	10.30	STS42 STS410	S	2	103	1.00	12.5%	9.01	1.82	C	3.80
2	1.18	70	318.50	10.30	SM41C (SM400C)	W	2	100	0.70			2.67	C	3.80
3	1.18	70	609.60	17.50	SM41C (SM400C)	W	2	100	0.70			5.11	A	5.11
4	1.18	70	609.60	9.50	SM41C (SM400C)	W	2	100	0.70			5.11	A	5.11
5	1.18	70	457.20	9.50	SM41C SM400C	W	2	100	0.70			3.83	A	3.83
6	1.18	70	406.40	9.50	SM41C SM400C	W	2	100	0.70			3.41	C	3.80
7	1.18	70	406.40	12.70	SM41C (SM400C)	W	2	100	0.70			3.41	C	3.80
8	1.18	70	508.00	9.50	SM41C SM400C	W	2	100	0.70			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<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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
11	1.18	70	406.40	9.50	SM400C	W	2	100	1.00			2.39	C	3.80
12	1.18	70	216.30	8.20	SM400C	W	2	100	1.00			1.27	C	3.80
13	1.18	70	355.60	11.10	STS42 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			1.39	C	3.80
15	1.18	70	216.30	8.20	STS42 STS410	S	2	103	1.00	12.5%	7.17	1.24	C	3.80
16	1.18	70	139.80	6.60	STS42 (STS410)	S	2	103	1.00	12.5%	5.77	0.80	C	3.80
17	1.18	70	165.20	7.10	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	6.21	0.95	C	3.80
18	1.18	70	508.00	9.50	SM400C	W	2	100	1.00			2.99	C	3.80
19	1.18	70	457.20	9.50	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	8.31	2.61	C	3.80
20	1.18	70	267.40	9.30	SM400C	W	2	100	0.70			2.24	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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
21	1.18	70	457.20	9.50	SM400C	W	2	100	1.00			2.69	C	3.80
22	1.18	70	267.40	9.30	STS42 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。

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： $A_0 > A_r$ 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				$d_{rD}$ (mm)	
$Q_r$					$L_{AD}$ (mm)	
$t_r$ (mm)					$L_{ND}$ (mm)	
$t_{rr}$ (mm)	3.58				$A_{rD}$ ( $\text{mm}^2$ )	765.9
$\eta$	1.00				$A_{0D}$ ( $\text{mm}^2$ )	$2.287 \times 10^3$
					$A_{1D}$ ( $\text{mm}^2$ )	$1.937 \times 10^3$
管台材料	SM41C(SM400C)	$A_{2D}$ ( $\text{mm}^2$ )	349.2	詳細： $A_{0D} \geq A_{rD}$ よって十分である。		
$S_b$ (MPa)	100	$A_{3D}$ ( $\text{mm}^2$ )	—			
$D_{ob}$ (mm)	318.50	$A_{4D}$ ( $\text{mm}^2$ )	—			
$D_{ib}$ (mm)						
$t_{bn}$ (mm)	10.30					
$Q_b$						
$t_b$ (mm)						
$t_{br}$ (mm)	1.79					
強め材材料	—					
$S_e$ (MPa)	—					
$D_{oe}$ (mm)	—					
$t_e$ (mm)	—					
穴の径 $d$ (mm)						
K						
$d_{fr}$ (mm)						
$L_A$ (mm)						
$L_N$ (mm)						
$L_1$ (mm)						
$L_2$ (mm)						

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 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 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 ⑥ 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）  
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： $A_0 > A_r$ 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)	3.58				$A_{rD}$ ( $\text{mm}^2$ )	978.1
$\eta$	1.00				$A_{0D}$ ( $\text{mm}^2$ )	$3.025 \times 10^3$
					$A_{1D}$ ( $\text{mm}^2$ )	$2.474 \times 10^3$
管台材料	SM41C (SM400C)	$A_{2D}$ ( $\text{mm}^2$ )	551.1	詳細： $A_{0D} \geq A_{rD}$ よって十分である。		
$S_b$ (MPa)	100	$A_{3D}$ ( $\text{mm}^2$ )	—			
$D_{ob}$ (mm)	406.40	$A_{4D}$ ( $\text{mm}^2$ )	—			
$D_{ib}$ (mm)						
$t_{bn}$ (mm)	12.70					
$Q_b$						
$t_b$ (mm)						
$t_{br}$ (mm)	2.28					
強め材材料	—					
$S_e$ (MPa)	—					
$D_{oe}$ (mm)	—					
$t_e$ (mm)	—					
穴の径 $d$ (mm)						
K						
$d_{fr}$ (mm)						
$L_A$ (mm)						
$L_N$ (mm)						
$L_1$ (mm)						
$L_2$ (mm)						

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 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 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 ⑥ 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 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 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 ⑥ 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 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 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 ⑥ 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 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 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 ⑥ VI-3-3-3-6-1-6-1 R0

## 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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 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 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 又は告示	—	SA-2

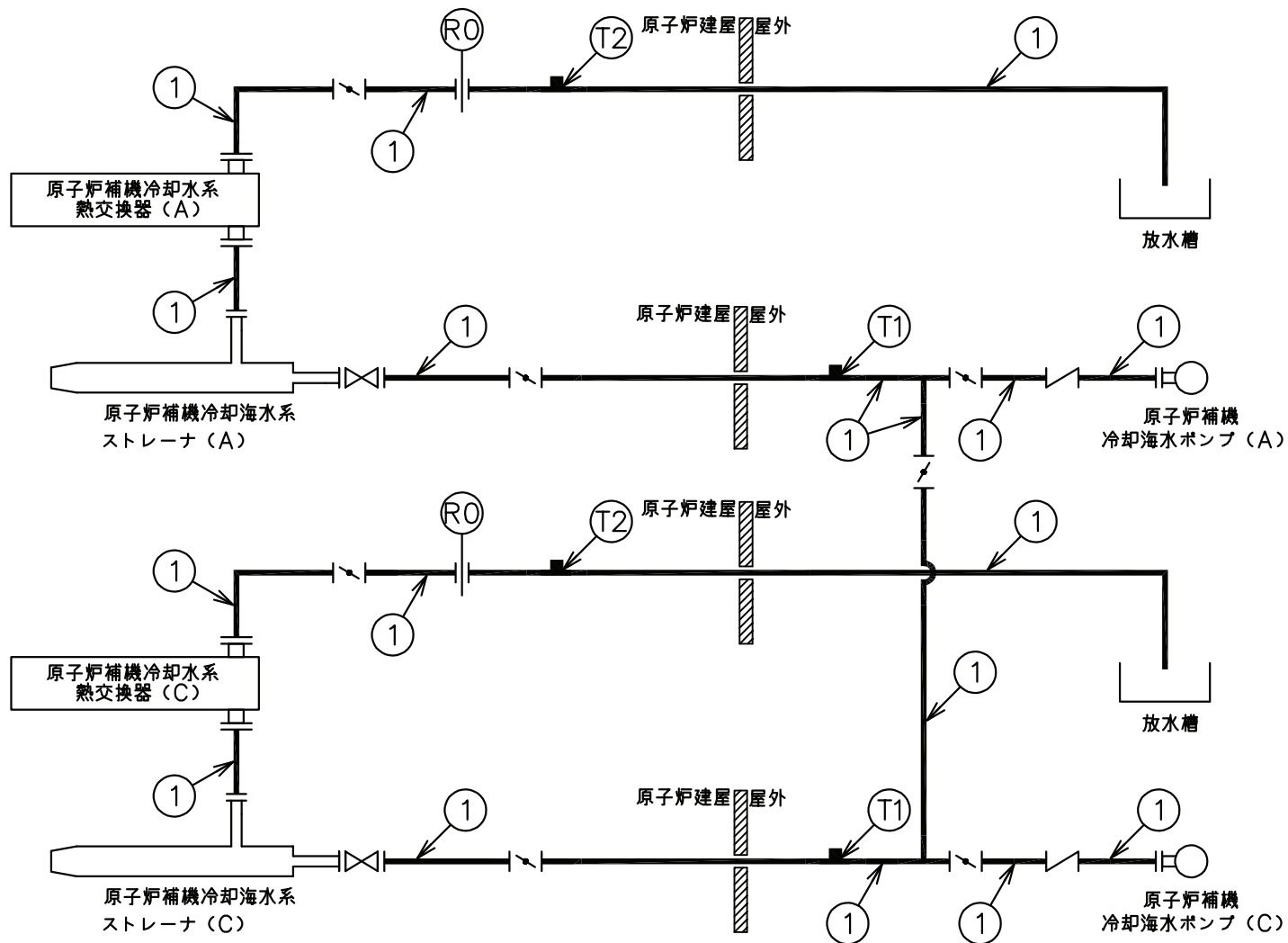
・適用規格の選定

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 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 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 又は告示	同等	設計・建設規格

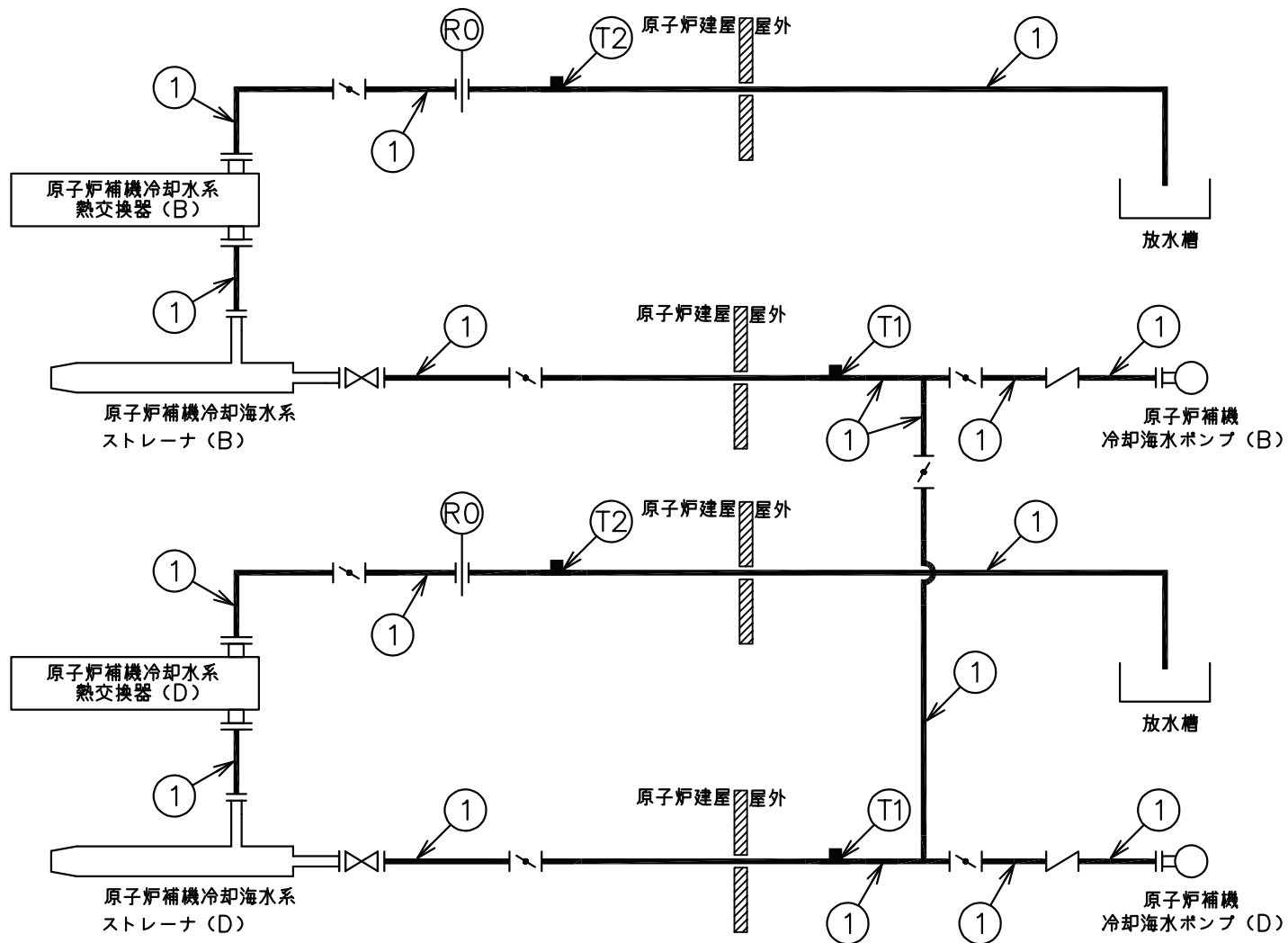
## 目次

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	0.78	50	508.00	9.50	SM41C SM400C	W	2	100	0.70			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-3420 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 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 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： $A_0 > A_r$ 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： $A_{0D} \geq A_{rD}$ 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： $W \leq 0$ よって溶接部の強度計算は必要ない。 以上より十分である。		

O2 © VI-3-3-3-6-1-6-1 ROE



VI-3-3-3-6-1-6-2 管の応力計算書  
(原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系)

まえがき

本計算書は、以下により構成される。

- (1)原子炉補機冷却水系
- (2)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

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
RCW-001	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 又は告示	—	SA-2
RCW-002	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 又は告示	—	SA-2
RCW-003	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 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	1.18	70	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-004	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 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	1.18	70	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-005	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 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	1.18	70	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-006	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 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	1.18	70	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
RCW-007	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 又は告示	—	SA-2
RCW-008	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 又は告示	—	SA-2
RCW-009	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 又は告示	—	SA-2
RCW-010	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 又は告示	—	SA-2
RCW-011	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 又は告示	—	SA-2
RCW-012	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 又は告示	—	SA-2
RCW-013	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 又は告示	—	SA-2
RCW-014	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 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	1.18	70	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-015	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 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	1.18	70	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-016	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 又は告示	—	SA-2

・評価条件整理表

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
RCW-017	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	1.18	70	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	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 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-018	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	1.18	70	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	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 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-019	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 又は告示	—	SA-2
RCW-020	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 又は告示	—	SA-2
RCW-021	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 又は告示	—	SA-2
RCW-022	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 又は告示	—	SA-2
KRCW-105	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 又は告示	—	SA-2
KRCW-205	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 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	11
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	24
5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	26

## 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。



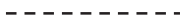


### (1) 管

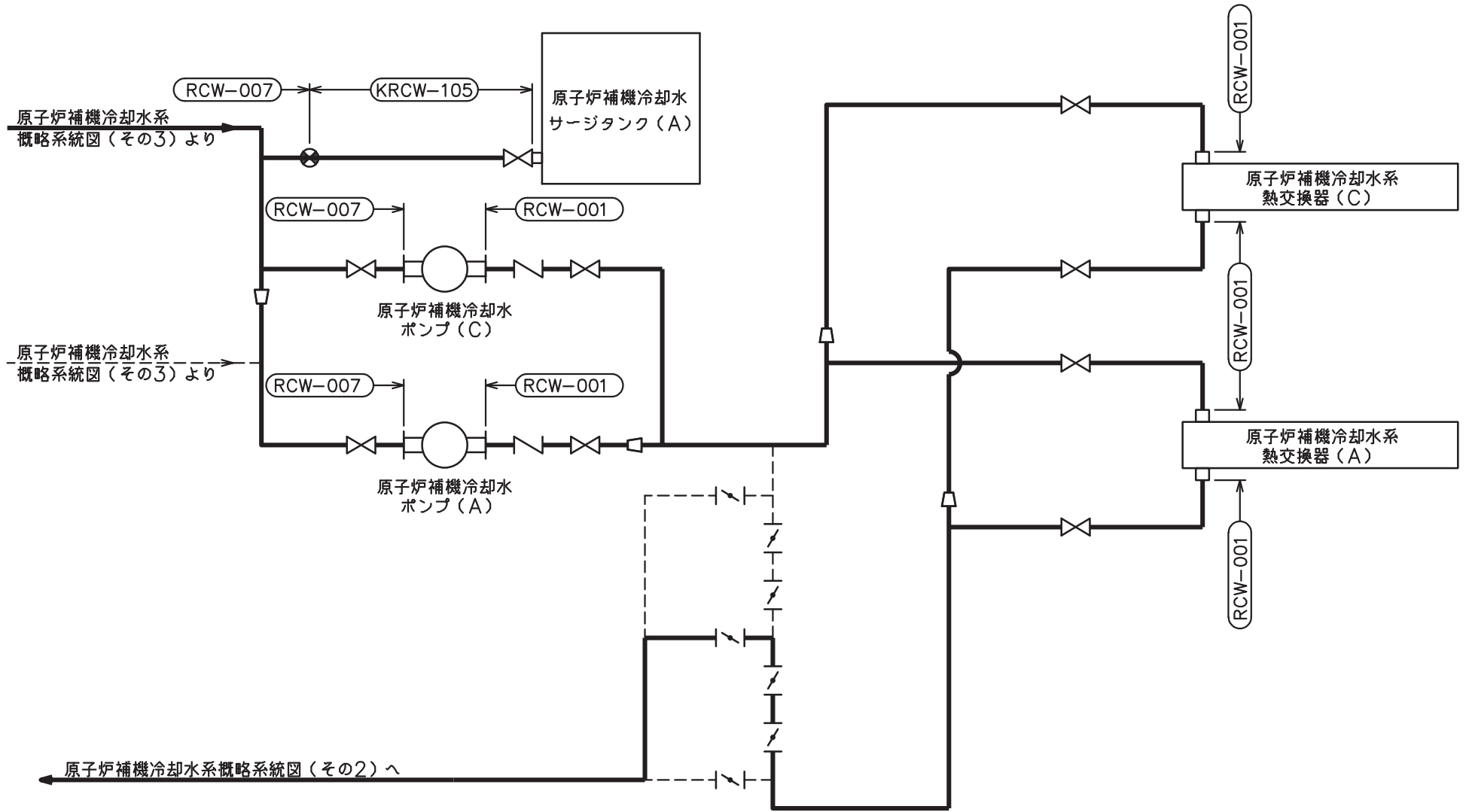
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全24モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値/発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

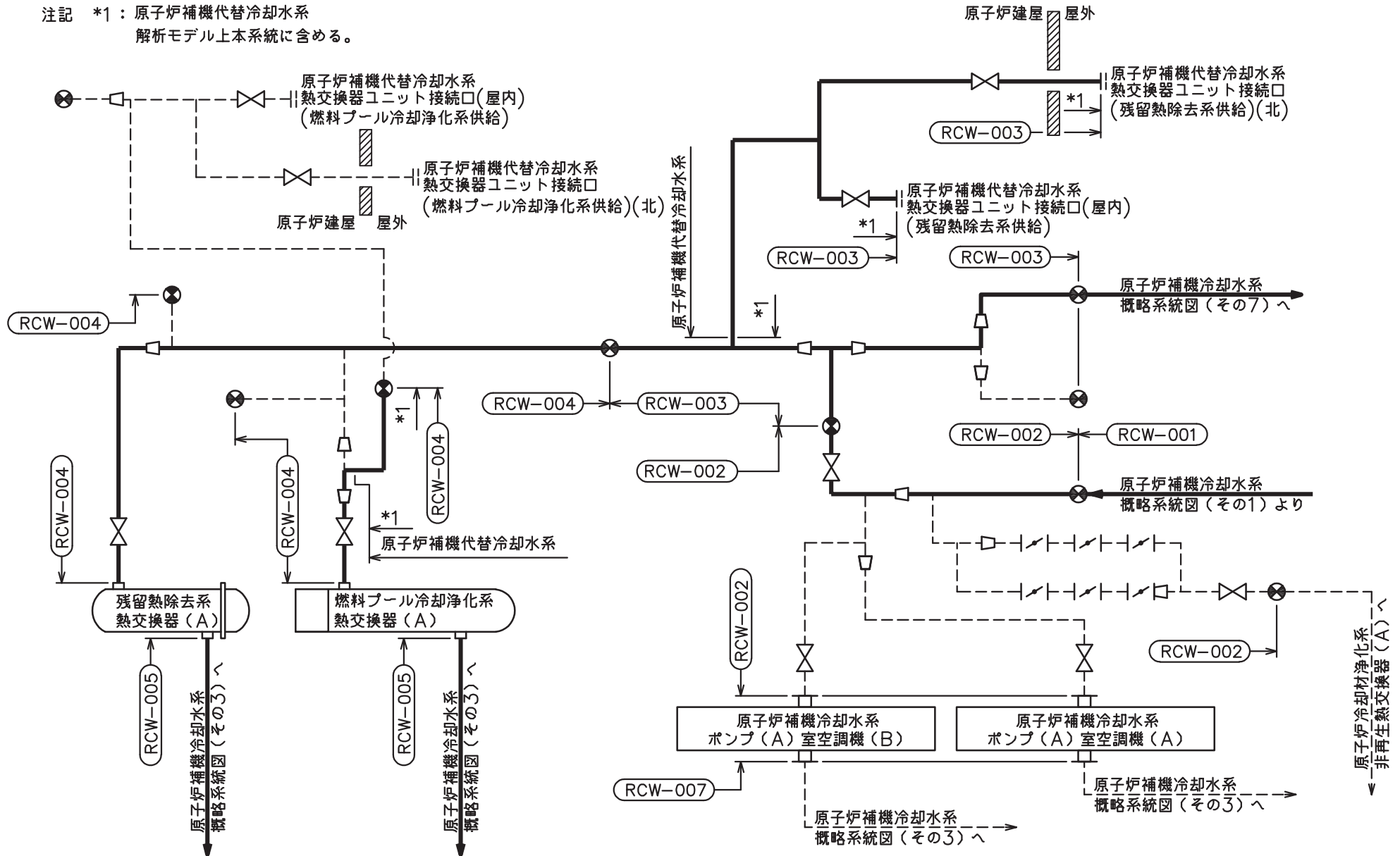
概略系統図記号凡例

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

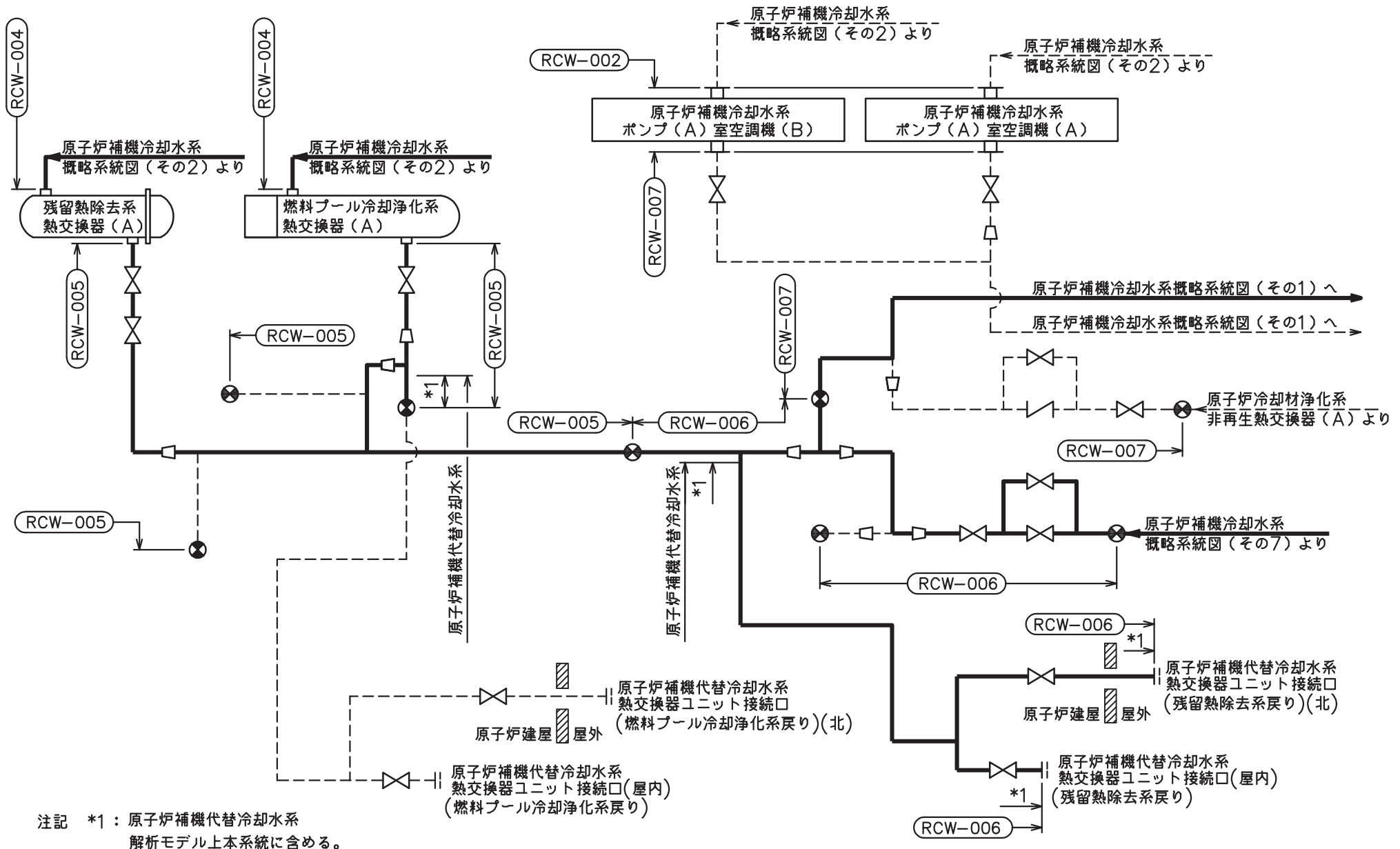


原子炉補機冷却水系概略系統図(その1)

注記 \*1 : 原子炉補機代替冷却水系  
解析モデル上本系統に含める。

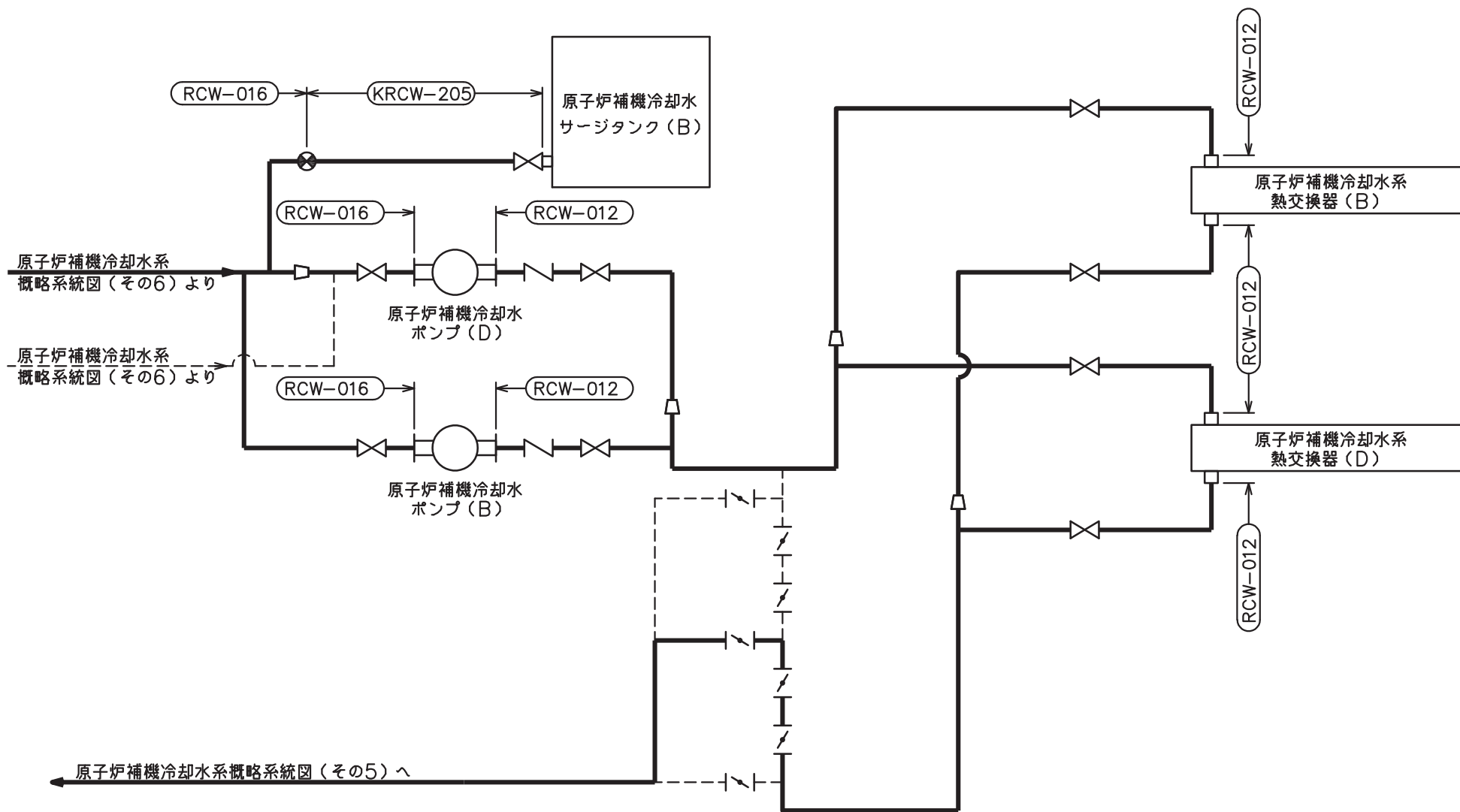


原子炉補機冷却水系概略系統図(その2)



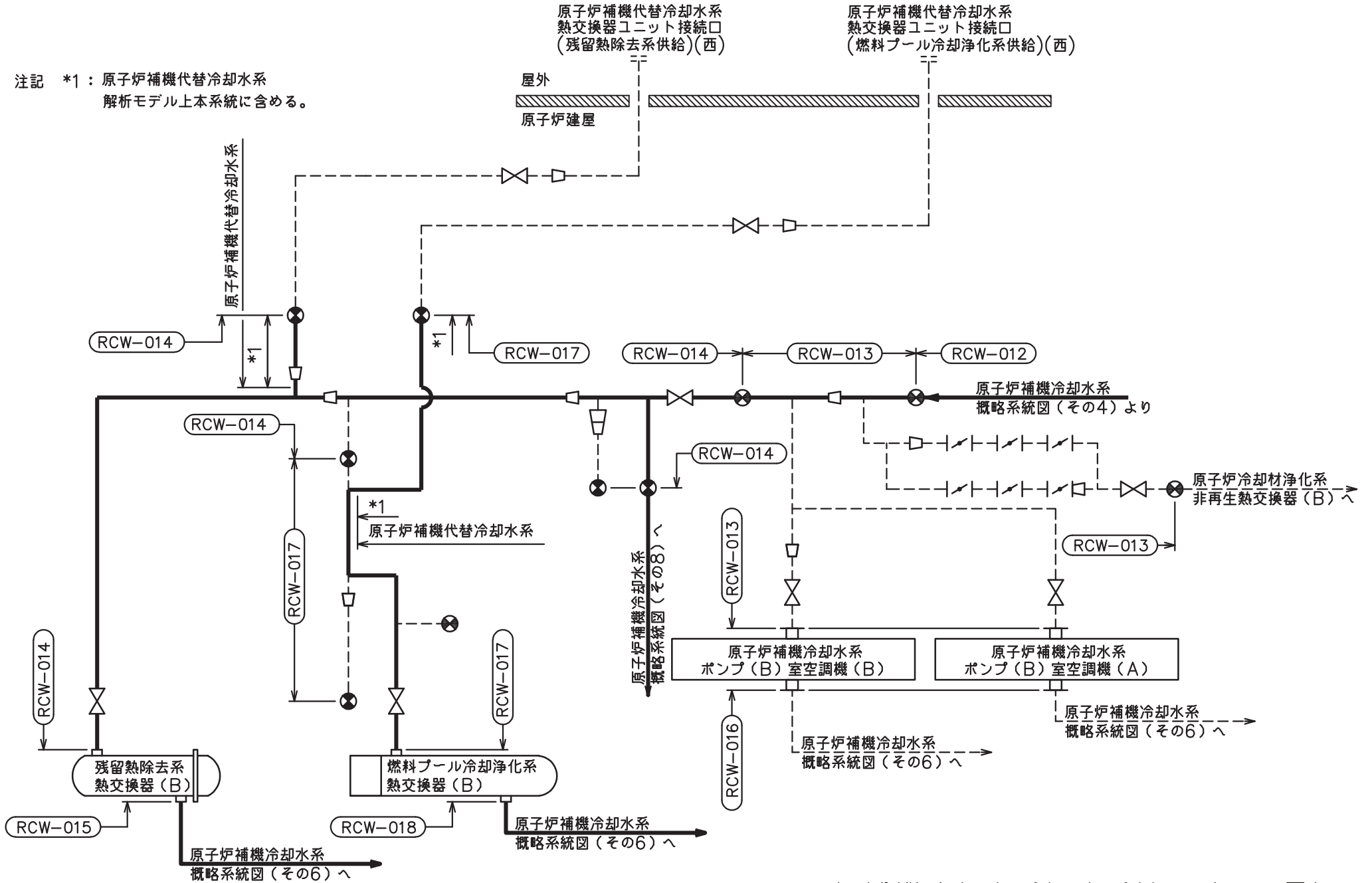
5

原子炉補機冷却水系概略系統図(その3)



原子炉補機冷却水系概略系統図(その4)

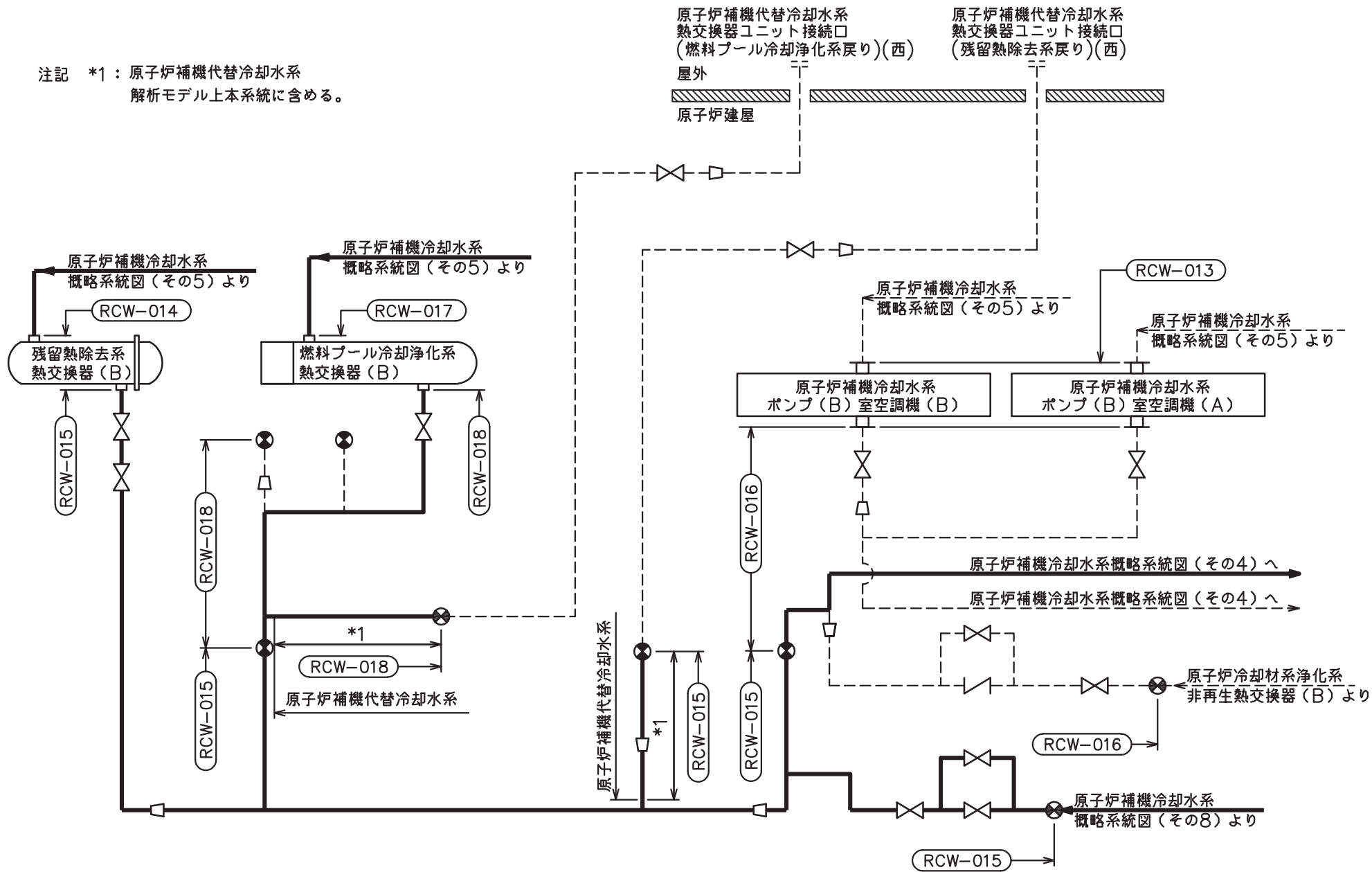
注記 \*1 : 原子炉補機代替冷却水系  
解析モデル上本システムに含める。



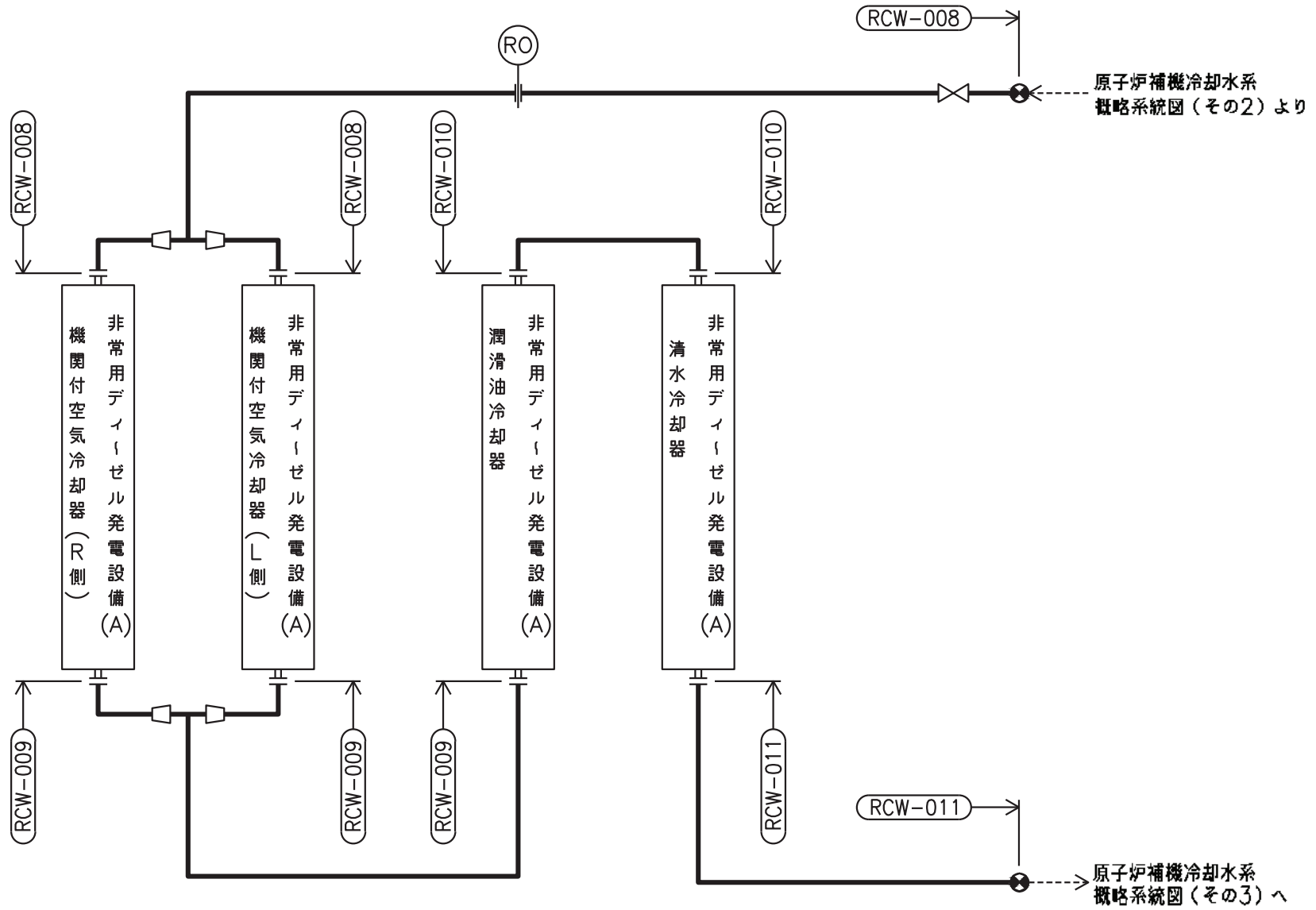
原子炉補機冷却水系概略系統図(その5)



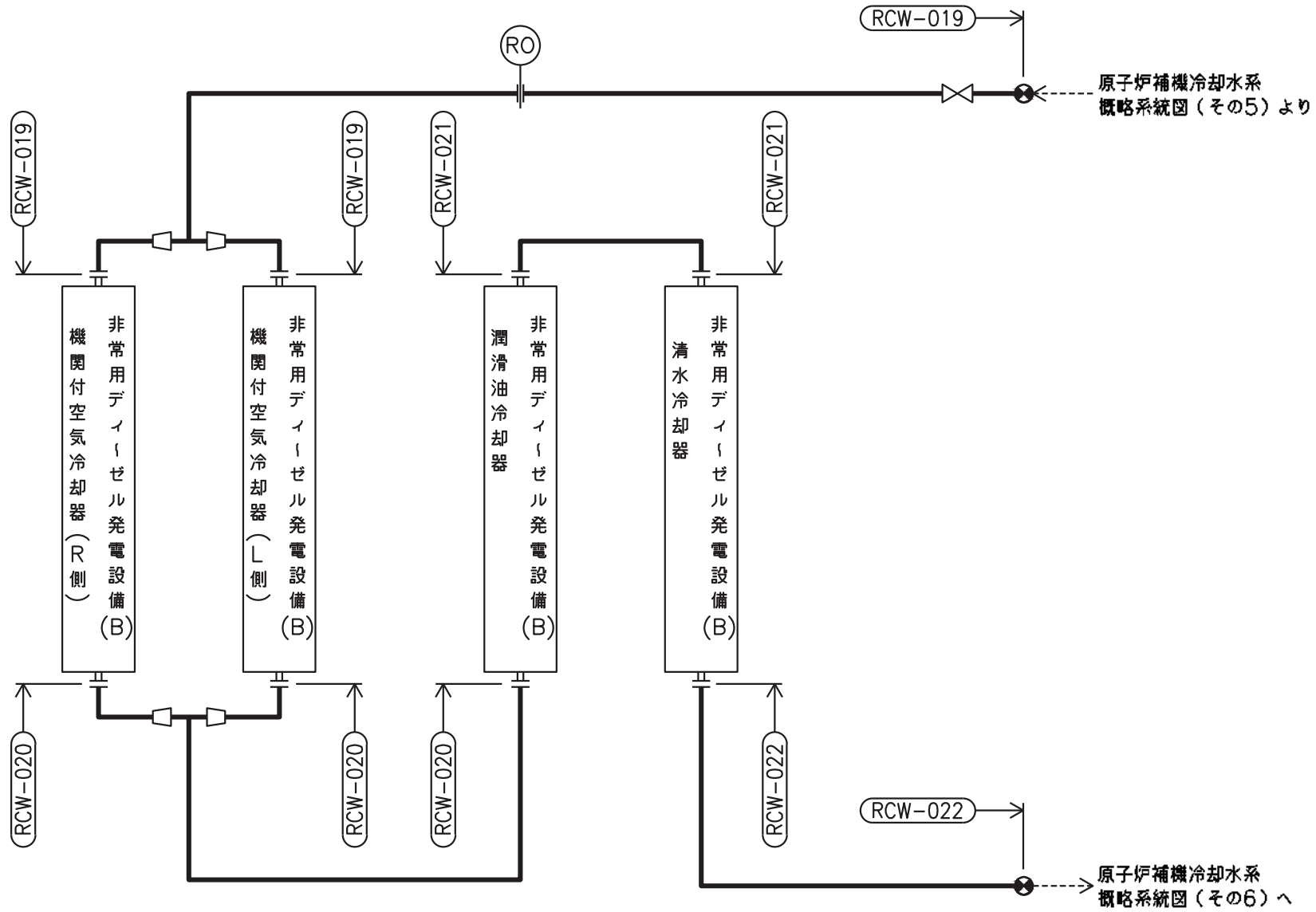
注記 \*1：原子炉補機代替冷却水系  
解析モデル上本系統に含める。



原子炉補機冷却水系概略系統図(その6)



原子炉補機冷却水系概略系統図(その7)


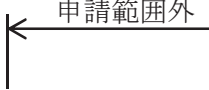


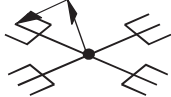


01

原子炉補機冷却水系概略系統図(その8)

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 (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-001-1/4
-----	-------------

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	RCW-001-2/4
-----	-------------

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 RCW-001-3/4

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	RCW-001-4/4
-----	-------------

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 C W - 0 0 1

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1.18	70	406.4	9.5	SM41C (SM400C)
2	1.18	70	609.6	9.5	SM41C (SM400C)
3	1.18	70	609.6	17.5	SM41C (SM400C)
4	1.18	70	406.4	12.7	SM41C (SM400C)
5	1.18	70	457.2	9.5	SM41C (SM400C)

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                  RCW-001

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	12	13	42	43	44	45
	47	48	49	50	51	53	301	803	830	833					
2	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	29	65	74	93	94	95	96	97	98	99	100	101	103	104	106
	107	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	251	302	304	801
	802	804	806	812	814	816	817	818	819	823	824	829	831	838	903
	904	907	908	909	910	912									
3	17	801	802												
4	17	803													
5	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	39	40	41	66	68
	69	70	75	76	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88
	89	90	91	92	93	94	122	123	124	125	126	128	129	130	131
	132	133	303	501	502	503	504	505	808	825	826	827	828	832	834
	835	836	837	840	841	842									

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図            RCW-001

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		34		90		132		826	
2		35		91		133		827	
3		36		92		251		828	
7		40		93		301		829	
8		41		94		302		830	
9		42		95		303		831	
13		43		96		304		832	
14		44		97		501		833	
15		48		98		502		834	
16		49		99		503		835	
17		50		100		504		836	
18		65		110		505		837	
19		69		111		801		838	
20		70		112		802		840	
21		74		113		803		841	
22		75		114		804		842	
23		76		115		806		903	
24		77		116		808		904	
25		78		117		812		907	
26		82		118		814		908	
27		83		122		816		909	
28		84		123		817		910	
29		85		124		818		912	
30		86		125		819			
31		87		129		823			
32		88		130		824			
33		89		131		825			

O 2    ⑥    VI-3-3-3-6-1-6-2(1) (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。

鳥 瞰 図 RCW-001

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4		弁 5	
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)
4		10		37		45		51	
5		11		38		46		52	
6		12		39		47		53	

弁 6		弁 7		弁 8		弁 9		弁 10	
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)
66		79		101		104		107	
67		80		102		105		108	
68		81		103		106		109	
		134				138			
		901				139			
						140			
						141			

弁 1 1

評価点	質量(kg)
126	
127	
128	
136	
902	

鳥 瞰 図 RCW-001

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	5			
弁2	11			
弁3	38			
弁4	46			
弁5	52			
弁6	67			
弁7	80			
弁8	102			
弁9	105			
弁10	108			
弁11	127			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図            RCW-001

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						
7						
** 16 **						
20						
22						
27						
31						
34						
41						
42						
48						
70						
75						
82						
89						
92						
99						
118						
122						
129						
** 141 **						
251						
901						
902						
** 904 **						
** 907 **						
** 908 **						
** 909 **						
** 910 **						
** 912 **						

[Redacted box]

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
SM41C* <sup>1</sup>	70	100
SM41C* <sup>2</sup>	70	100

\*1：板厚が 16mm以下

\*2：板厚が 16mmを超えかつ 40mm以下

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
SM41C* <sup>1</sup> (SM400C)	70	100
SM41C* <sup>2</sup> (SM400C)	70	100

\*1：板厚が 16mm以下

\*2：板厚が 16mmを超えかつ 40mm以下



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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
RCW-001	31	S p r m (1)	39	100
	31	S p r m (2)	41	120

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
RCW-001	2	S p r m (1)	65	150
	2	S p r m (2)	67	180

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	RCW-001	31	39	100	2.56	○	31	41	120	2.92	○
2	RCW-002	16	28	100	3.57	—	16	30	120	4.00	—
3	RCW-003	2	20	100	5.00	—	2	22	120	5.45	—
4	RCW-004	5	21	100	4.76	—	5	23	120	5.21	—
5	RCW-005	29	22	100	4.54	—	29	24	120	5.00	—
6	RCW-006	13	21	100	4.76	—	13	23	120	5.21	—
7	RCW-007	7	34	100	2.94	—	7	36	120	3.33	—
8	RCW-008	1	17	102	6.00	—	1	18	122	6.77	—
9	RCW-009	33	16	102	6.37	—	33	17	122	7.17	—
10	RCW-010	3	13	102	7.84	—	3	14	122	8.71	—

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。

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
11	RCW-011	3	13	102	7.84	—	3	14	122	8.71	—
12	RCW-012	31	37	100	2.70	—	31	39	120	3.07	—
13	RCW-013	4	36	100	2.77	—	4	38	120	3.15	—
14	RCW-014	12	25	100	4.00	—	12	27	120	4.44	—
15	RCW-015	26	29	100	3.44	—	26	31	120	3.87	—
16	RCW-016	12	28	100	3.57	—	12	30	120	4.00	—
17	RCW-017	26	24	102	4.25	—	26	25	122	4.88	—
18	RCW-018	59	24	102	4.25	—	59	25	122	4.88	—
19	RCW-019	1	18	102	5.66	—	1	19	122	6.42	—
20	RCW-020	33	21	102	4.85	—	33	22	122	5.54	—
21	RCW-021	15	16	102	6.37	—	15	17	122	7.17	—
22	RCW-022	7	12	102	8.50	—	7	13	122	9.38	—
23	KRCW-105	30	17	102	6.00	—	30	18	122	6.77	—
24	KRCW-205	51	27	102	3.77	—	51	28	122	4.35	—

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	RCW-001	2	65	150	2.30	○	2	67	180	2.68	○
2	RCW-002	1	40	150	3.75	—	1	43	180	4.18	—
3	RCW-003	1	26	150	5.76	—	1	29	180	6.20	—
4	RCW-004	3	23	150	6.52	—	3	25	180	7.20	—
5	RCW-005	26	23	150	6.52	—	26	25	180	7.20	—
6	RCW-006	45	25	150	6.00	—	45	28	180	6.42	—
7	RCW-007	7	52	150	2.88	—	7	54	180	3.33	—
8	RCW-008	1	21	154	7.33	—	1	22	185	8.40	—
9	RCW-009	33	24	154	6.41	—	33	25	185	7.40	—
10	RCW-010	3	19	154	8.10	—	3	20	185	9.25	—

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。

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-011	18	20	154	7.70	—	18	22	185	8.40	—
12	RCW-012	2	60	150	2.50	—	2	62	180	2.90	—
13	RCW-013	1	47	150	3.19	—	1	50	180	3.60	—
14	RCW-014	12	35	150	4.28	—	12	37	180	4.86	—
15	RCW-015	26	42	150	3.57	—	26	44	180	4.09	—
16	RCW-016	12	42	150	3.57	—	12	44	180	4.09	—
17	RCW-017	26	27	154	5.70	—	26	29	185	6.37	—
18	RCW-018	26	28	154	5.50	—	26	30	185	6.16	—
19	RCW-019	20	27	154	5.70	—	20	29	185	6.37	—
20	RCW-020	33	34	154	4.52	—	33	35	185	5.28	—
21	RCW-021	15	23	154	6.69	—	15	24	185	7.70	—
22	RCW-022	7	16	154	9.62	—	7	17	185	10.88	—
23	KRCW-105	3	25	154	6.16	—	3	26	185	7.11	—
24	KRCW-205	42	35	154	4.40	—	42	36	185	5.13	—

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。

(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

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
RSW-001	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 又は告示	—	SA-2
RSW-002	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 又は告示	—	SA-2
RSW-003	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 又は告示	—	SA-2
RSW-004	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 又は告示	—	SA-2
RSW-005	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 又は告示	—	SA-2
RSW-006	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 又は告示	—	SA-2
RSW-007	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 又は告示	—	SA-2
RSW-008	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 又は告示	—	SA-2
RSW-009	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 又は告示	—	SA-2
RSW-010	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 又は告示	—	SA-2
RSW-011	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 又は告示	—	SA-2
RSW-012	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 又は告示	—	SA-2
RSW-013	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 又は告示	—	SA-2
RSW-014	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 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	5
3. 計算条件	13
3.1 設計条件	13
3.2 材料及び許容応力	22
4. 評価結果	24
5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	26

## 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。



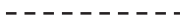


### (1) 管

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 14 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。

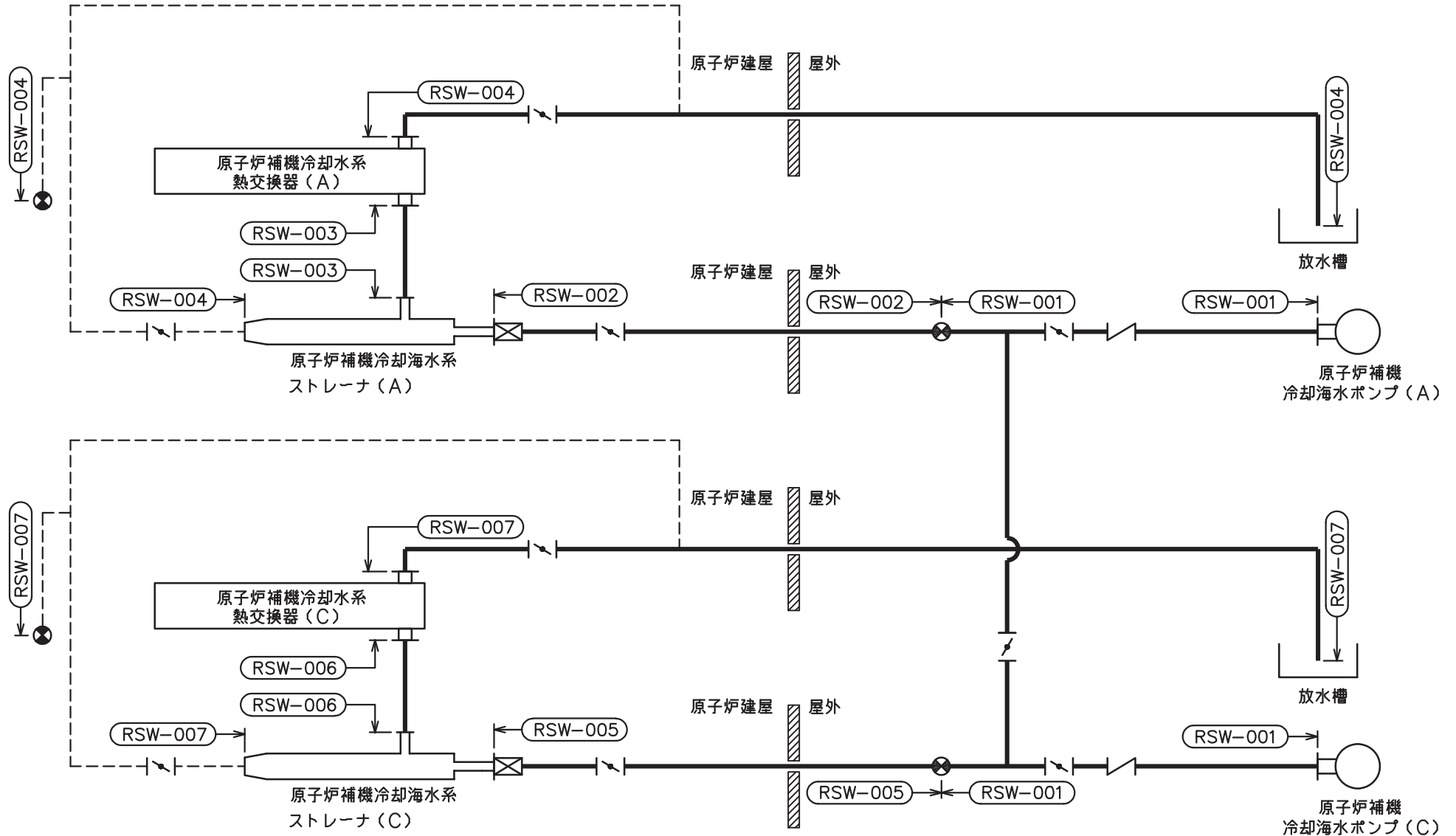
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

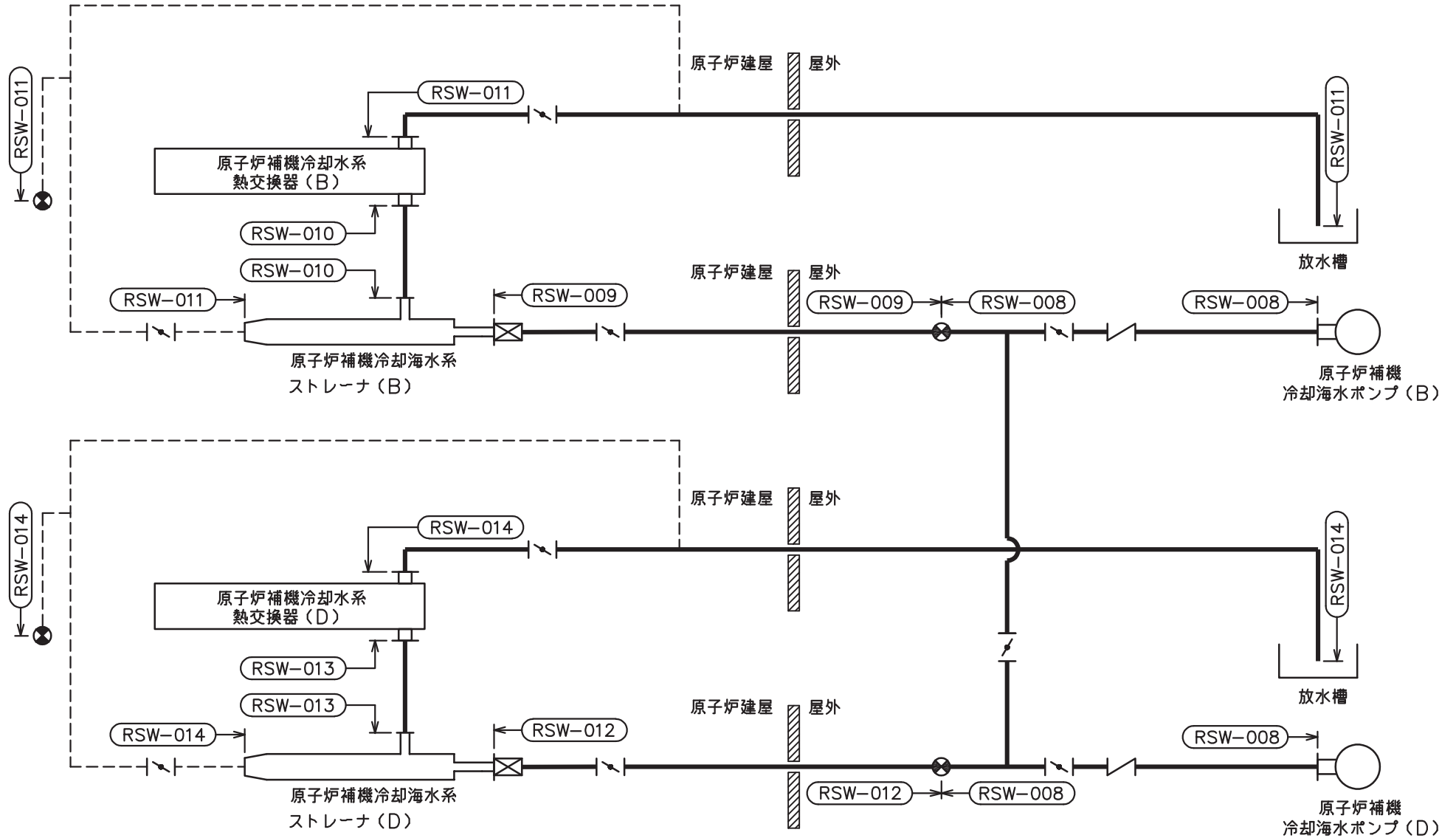
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

3



原子炉補機冷却海水系概略系統図(その1)


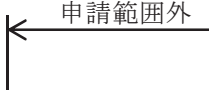


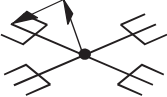
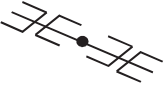
4



原子炉補機冷却海水系概略系統図(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                      (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 RSW-002-1/4

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 RSW-002-2/4

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 RSW-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 RSW-002-4/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

10

鳥瞰図 RSW-007-1/3

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 RSW-007-2/3

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 RSW-007-3/3

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 R S W - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	0.78	50	508.0	9.5	SM41C



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 S W - 0 0 2

管名称	対応する評価点
1	1001, 901, 312, 1, 3, 401, 321, 902, 322, 8003, 600, 4, 24, 504, 5 801, 6, 8, 505, 9, 11, 632, 506, 601, 8802, 602, 603, 507, 604, 803 605, 606, 508, 607, 608, 609, 509, 804, 610, 611, 612, 510, 613, 614, 615 805, 511, 616, 617, 806, 512, 12, 14, 807, 513, 618, 619, 808, 620, 621 514, 8001, 622, 523, 633, 8809, 515, 623, 624, 625, 626, 516, 627, 8810, 15 17, 517, 628, 411, 518, 18, 20, 811, 519, 629, 524, 630, 631, 525, 634 8812, 21, 23, 521, 8813, 8004

配管の質量(付加質量含む)

鳥 瞰 図 R S W - 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)
1		803		14		17	
3		605		807		517	
401		606		513		628	
8003		508		618		411	
600		607		619		518	
4		608		808		18	
24		609		620		20	
504		509		621		811	
5		804		514		519	
801		610		8001		629	
6		611		622		524	
8		612		523		630	
505		510		633		631	
9		613		8809		525	
11		614		515		634	
632		615		623		8812	
506		805		624		21	
601		511		625		23	
8802		616		626		521	
602		617		516		8813	
603		806		627		8004	
507		512		8810			
604		12		15			

O 2 ⑥ VI-3-3-3-6-1-6-2(2)(重) R 2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
1001	
901	
312	
903	
904	
906	
907	
908	
910	

弁 2

評価点	質量(kg)
321	
902	
322	

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	901			
弁 2	902			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 R S W - 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
1001						
801						
8802						
803						
804						
805						
806						
807						
808						
8809						
8810						
811						
8812						
8813						
8004						
8003						
8001						
8001						

O 2 ⑥ VI-3-3-3-6-1-6-2(2) (重) R 2

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 S W - 0 0 7

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	0.78	50	508.0	9.5	SM41C SM400C

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 S W - 0 0 7

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	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	201	205	206	801	802	803	810	811	901	902	903
	904	905	906	913	914										

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 R S W - 0 0 7

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		26		48		70		92	
2		27		49		71		93	
3		28		50		72		94	
4		29		51		73		95	
8		30		52		74		201	
9		31		53		75		205	
10		32		54		76		206	
11		33		55		77		801	
12		34		56		78		802	
13		35		57		79		803	
14		36		58		80		810	
15		37		59		81		811	
16		38		60		82		901	
17		39		61		83		902	
18		40		62		84		903	
19		41		63		85		904	
20		42		64		86		905	
21		43		65		87		906	
22		44		66		88		913	
23		45		67		89		914	
24		46		68		90			
25		47		69		91			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
5	
6	
7	

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	6			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 R S W - 0 0 7

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						
10						
13						
20						
24						
28						
31						
36						
44						
52						
55						
64						
67						
75						
84						
90						
94						
901						
902						
903						
904						
** 905 **						
** 906 **						
913						
914						

[Redacted]

O 2 ⑥ VI-3-3-3-6-1-6-2(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。

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
SM41C SM400C	50	100

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
SM41C SM400C	50	100

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
R S W - 0 0 7	913	S p r m (1)	38	100
	913	S p r m (2)	40	120

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 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 p r m ( 1 )	1 . 5 ・ S h
R S W - 0 0 2	23	S p r m ( 1 )	64	150
	23	S p r m ( 2 )	64	180

注記\* : S p r m ( 1 ) , S p r m ( 2 ) はそれぞれ、設計・建設規格 PPC-3500 ( 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	RSW-001	803	26	100	3.84	—	803	26	120	4.61	—
2	RSW-002	524	27	100	3.70	—	524	27	120	4.44	—
3	RSW-003	1	26	100	3.84	—	1	28	120	4.28	—
4	RSW-004	918	34	100	2.94	—	918	36	120	3.33	—
5	RSW-005	810	27	100	3.70	—	810	27	120	4.44	—
6	RSW-006	1	26	100	3.84	—	1	28	120	4.28	—
7	RSW-007	913	38	100	2.63	○	913	40	120	3.00	○
8	RSW-008	806	26	100	3.84	—	806	26	120	4.61	—
9	RSW-009	807	24	100	4.16	—	807	24	120	5.00	—
10	RSW-010	1	26	100	3.84	—	1	28	120	4.28	—

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。

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
11	RSW-011	915	27	100	3.70	—	915	29	120	4.13	—
12	RSW-012	506	20	100	5.00	—	506	20	120	6.00	—
13	RSW-013	1	26	100	3.84	—	1	28	120	4.28	—
14	RSW-014	910	30	100	3.33	—	910	32	120	3.75	—

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	RSW-001	25	51	150	2.94	—	25	51	180	3.52	—
2	RSW-002	23	64	150	2.34	○	23	64	180	2.81	○
3	RSW-003	9	37	150	4.05	—	9	39	180	4.61	—
4	RSW-004	87	61	150	2.45	—	87	63	180	2.85	—
5	RSW-005	20	39	150	3.84	—	20	39	180	4.61	—
6	RSW-006	9	37	150	4.05	—	9	39	180	4.61	—
7	RSW-007	81	60	150	2.50	—	81	62	180	2.90	—
8	RSW-008	12	61	150	2.45	—	12	61	180	2.95	—
9	RSW-009	21	32	150	4.68	—	21	32	180	5.62	—
10	RSW-010	9	37	150	4.05	—	9	39	180	4.61	—
11	RSW-011	51	40	150	3.75	—	51	42	180	4.28	—
12	RSW-012	5	41	150	3.65	—	5	41	180	4.39	—
13	RSW-013	9	37	150	4.05	—	9	39	180	4.61	—
14	RSW-014	2	50	150	3.00	—	2	52	180	3.46	—

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-3-3-3-6-2 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか					条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラスアップ の有無		施設時機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
			管側	有					圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
高圧炉心ス トレイ補機 冷却水系 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 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 又は告示	-	SA-2

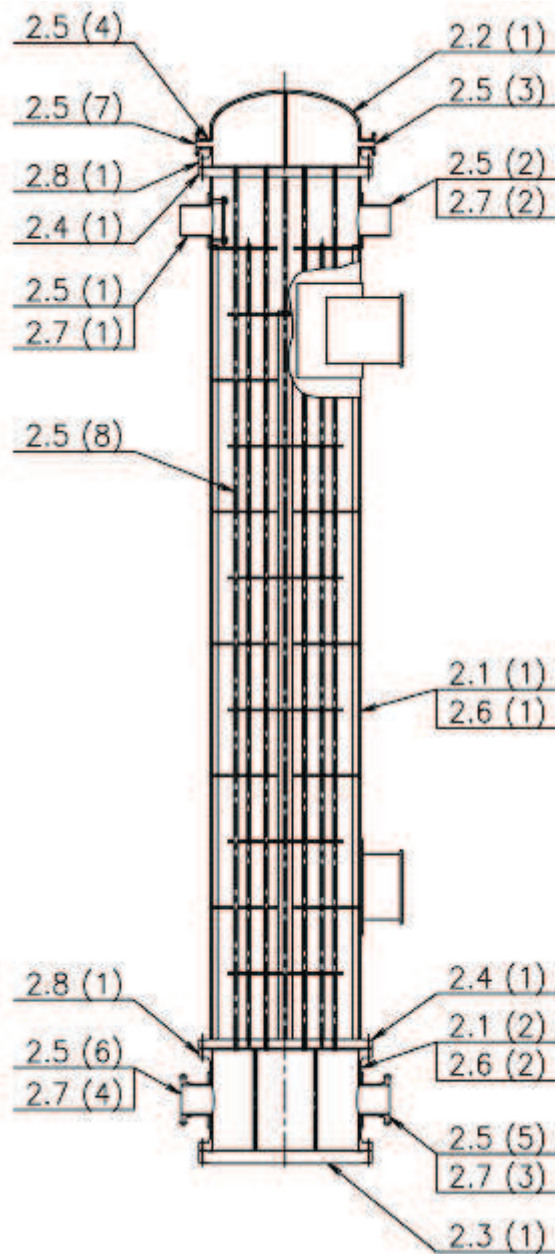
## 目次

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	$t_{s.o}$	(mm)	15.00
最小厚さ	$t_s$	(mm)	
評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。			



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	SGV49
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	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)	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 (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	$D_o$	(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	(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	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。			

O 2 ⑥ 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 ⑥ 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。			

O 2 ⑥ 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	(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 ⑥ 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	(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	t	(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。			

O 2 ⑥ VI-3-3-3-6-2-1 R 1

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)	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)) 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)) 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 W E L D - 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。			

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。 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			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。			

O 2 ⑥ 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	(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。 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 ⑥ 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。 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	(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。			

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。 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		
セルフシールガスケットの外径 $D_g$ (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)	-		
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 $b_o$ (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)	-		
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 ( $\text{mm}^3$ )	$9.741 \times 10^5$
係数		e ( $\text{mm}^{-1}$ )	$7.220 \times 10^{-3}$
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
			$1.5 \cdot \sigma_f = 180$
フランジの半径方向応力	$\sigma_R$	23	$2.5 \cdot \sigma_n = 307$
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
			$1.5 \cdot \sigma_{fa} = 180$
フランジの半径方向応力	$\sigma_R$	20	$2.5 \cdot \sigma_{na} = 307$
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:	$\sigma_H \leq \text{Min}(1.5 \cdot \sigma_f, 2.5 \cdot \sigma_n)$ $\sigma_H \leq \text{Min}(1.5 \cdot \sigma_{fa}, 2.5 \cdot \sigma_{na})$ $\sigma_R \leq \sigma_f$ $\sigma_R \leq \sigma_{fa}$ $\sigma_T \leq \sigma_f$ $\sigma_T \leq \sigma_{fa}$ $(\sigma_H + \sigma_R)/2 \leq \sigma_f$ $(\sigma_H + \sigma_R)/2 \leq \sigma_{fa}$ $(\sigma_H + \sigma_T)/2 \leq \sigma_f$ $(\sigma_H + \sigma_T)/2 \leq \sigma_{fa}$ 以上より十分である。		

3 支持構造物の強度計算書

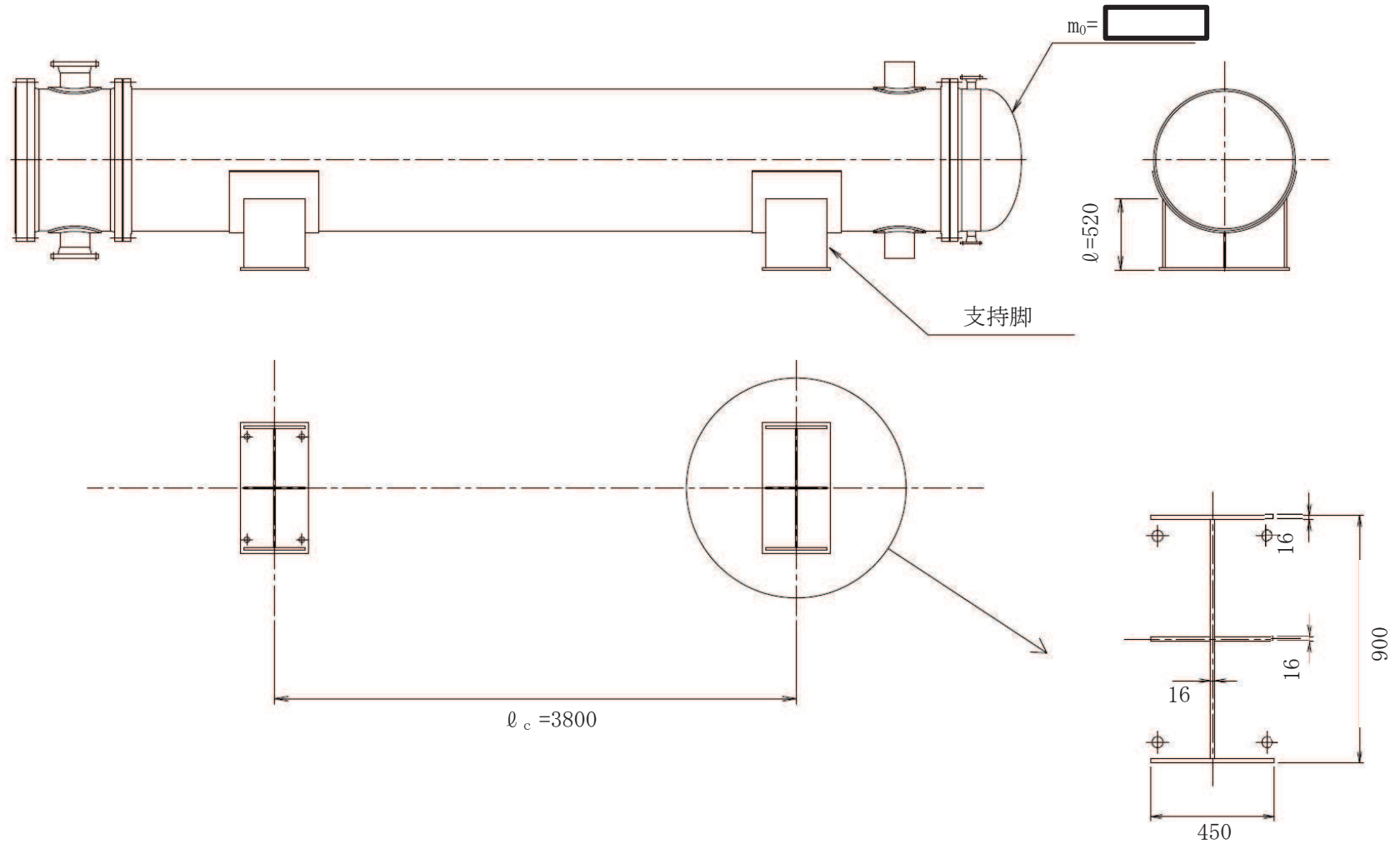
(1) 一次圧縮応力及び一次曲げ応力による組合せ評価

種類	脚本数	材料	最高使用温度 (°C)	F 値 (MPa)	鉛直荷重 F <sub>c</sub> (N)	断面積 A (mm <sup>2</sup> )	曲げモーメント M (N・mm)	断面係数 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 σ <sub>c</sub> (MPa)	許容圧縮応力 f <sub>c</sub> (MPa)	一次曲げ応力 σ <sub>b</sub> (MPa)	許容曲げ応力 f <sub>b</sub> (MPa)	組合せ評価 $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1$	評価
	154		155	0.62	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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
高圧炉心スプレィ補機冷却水 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 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。

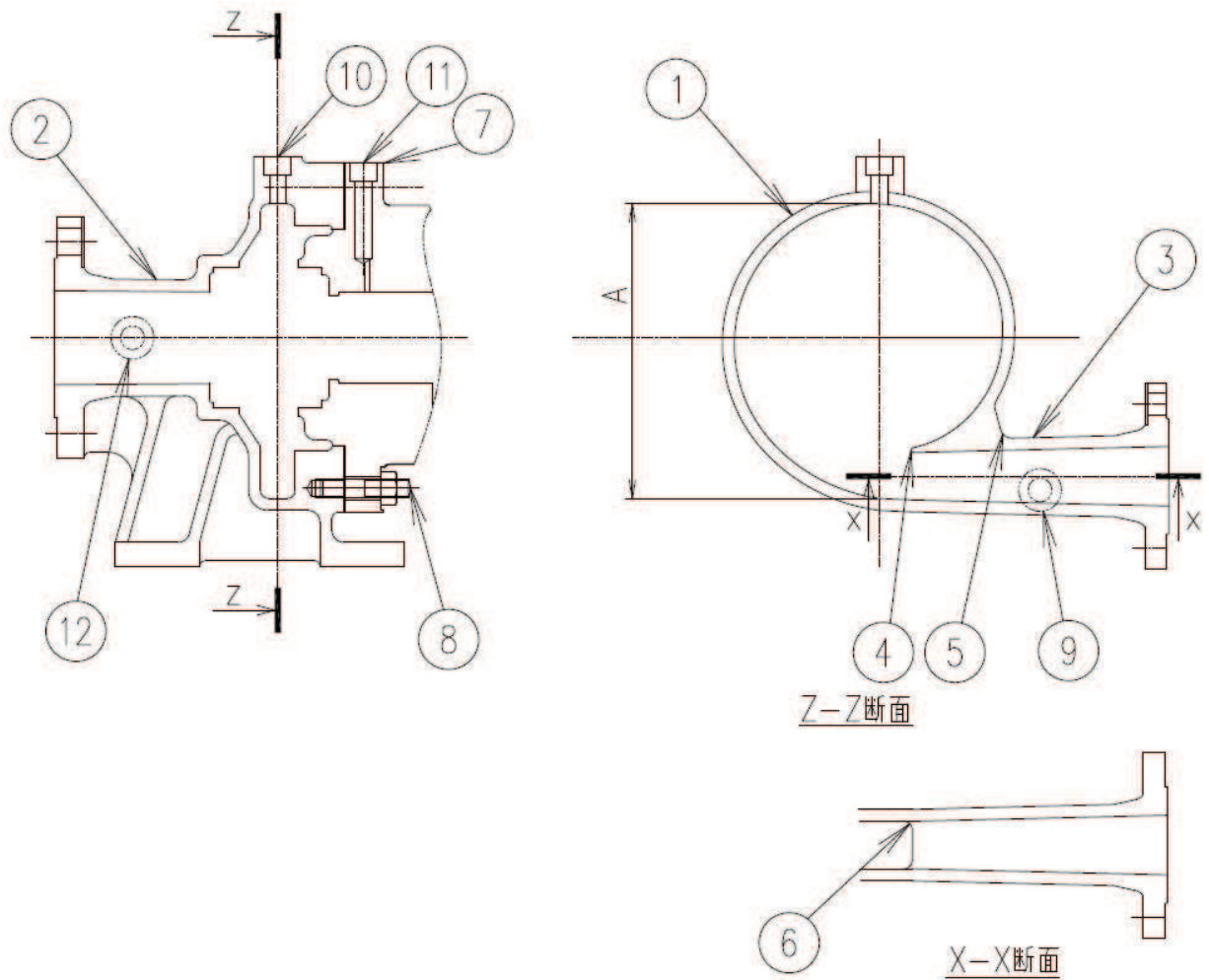


図1-1 概要図

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 (MPa)	S (MPa)	A (mm)
①		1.18		

注記\* : ( ) は新 J I S 記号を示す。

t (mm)	t <sub>s0</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (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。

### 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 (MPa)	S (MPa)	平板形	
				d (mm)	K
⑦		1.18			

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (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 (MPa)	S <sub>b</sub> (MPa)	d <sub>b</sub> (mm)	n <sub>i</sub>	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
⑧		1.18				

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

W <sub>m1</sub> (N)	W <sub>m2</sub> (N)	W (N)	σ (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 (MPa)	S (MPa)	D <sub>o</sub> (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 (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
0.2		
0.2		
0.2		
0.2		

評価 :  $t_s \geq t$ , よって十分である。

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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
高圧炉心スプレィ補機冷却海水 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 (同等性) 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。

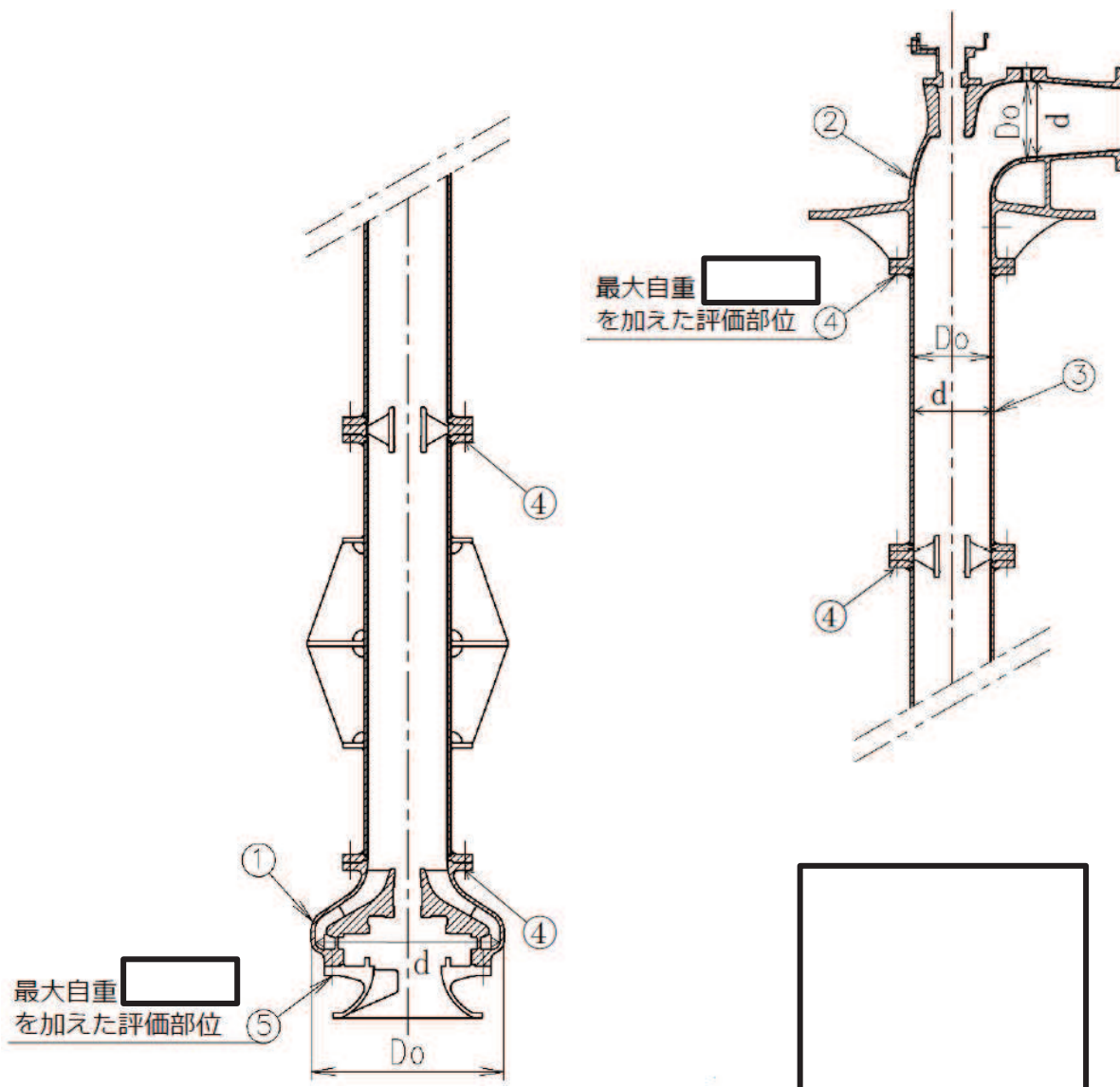


図 1-1 概要図

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 (MPa)	S (MPa)	D <sub>o</sub> (mm)	継手の種類	放射線透過試験 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 (mm)	t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (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 (MPa)	S <sub>b</sub> (MPa)	d <sub>b</sub> (mm)	n <sub>i</sub>	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
④		0.78				
⑤		0.78				

ガスケット材料	ガスケット厚さ (mm)	ガスケット 座面形状	A <sub>w</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>G</sub> (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> (N)	W <sub>m2</sub> (N)	W (N)	σ (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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
高圧炉心スプレイ補機冷却水 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 又は告示	-	SA-2

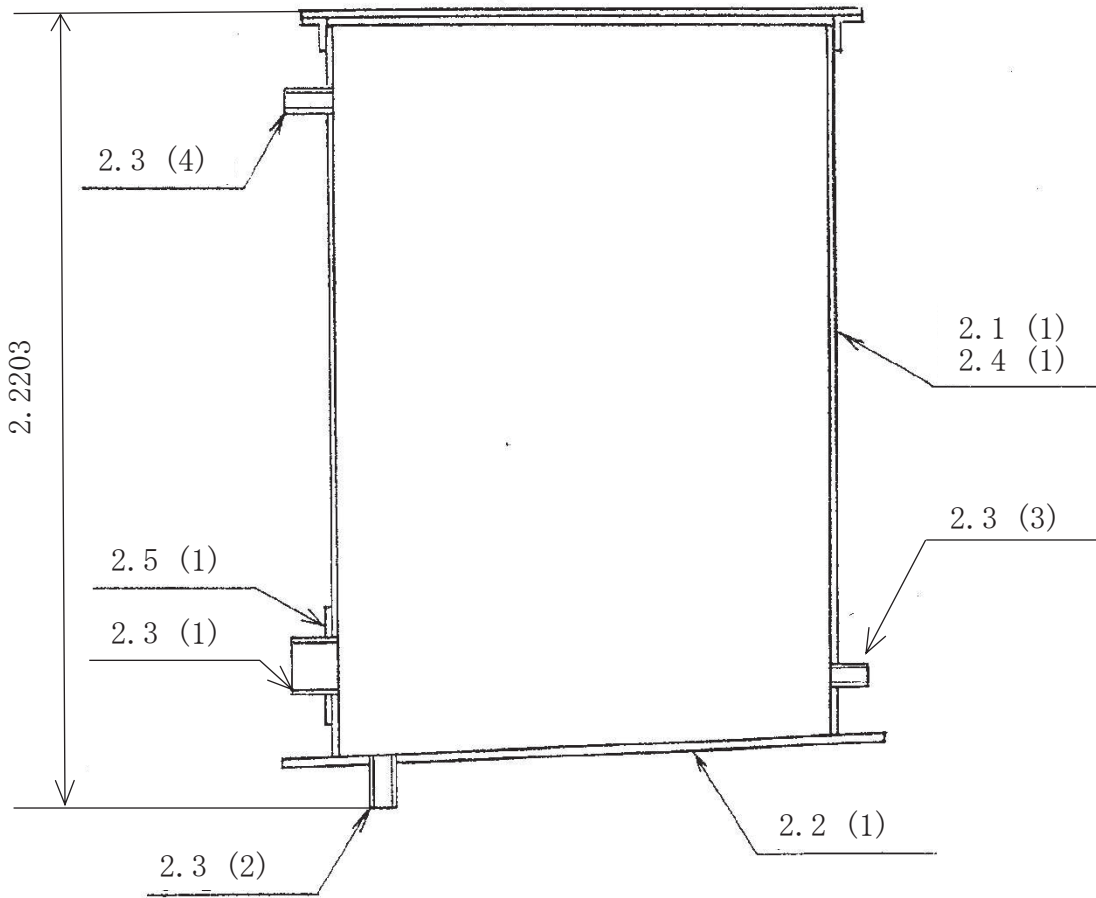
## 目次

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。



(単位 : m)

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	$t_{s0}$	(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 © 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 ⑥ 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 ⑥ 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 ⑥ 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 ⑥ 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。 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-3-3-3-6-2-5-2 管の応力計算書（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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	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 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

・適用規格の選定

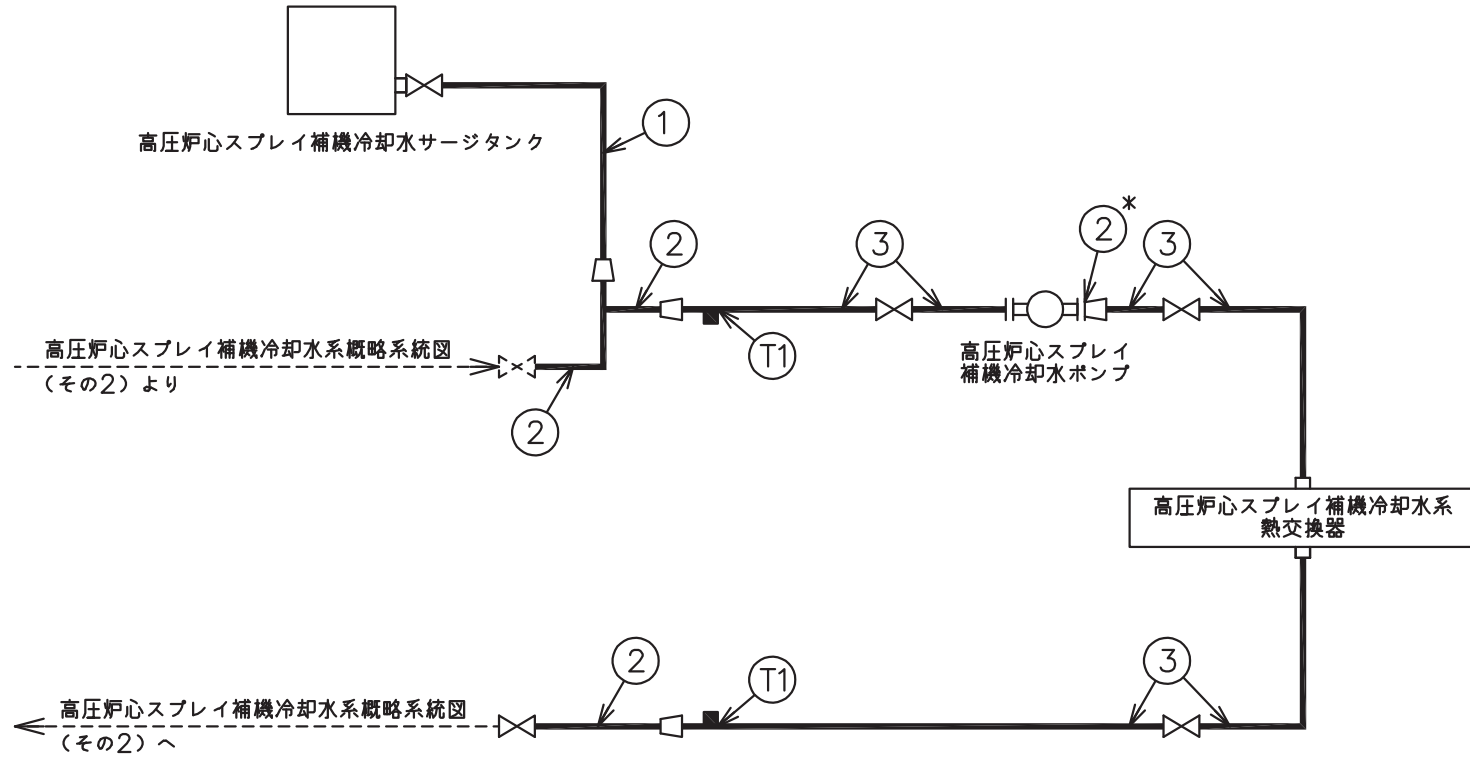
管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
2	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
3	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
4	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
5	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
6	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
T1	管の穴と補強計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格

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

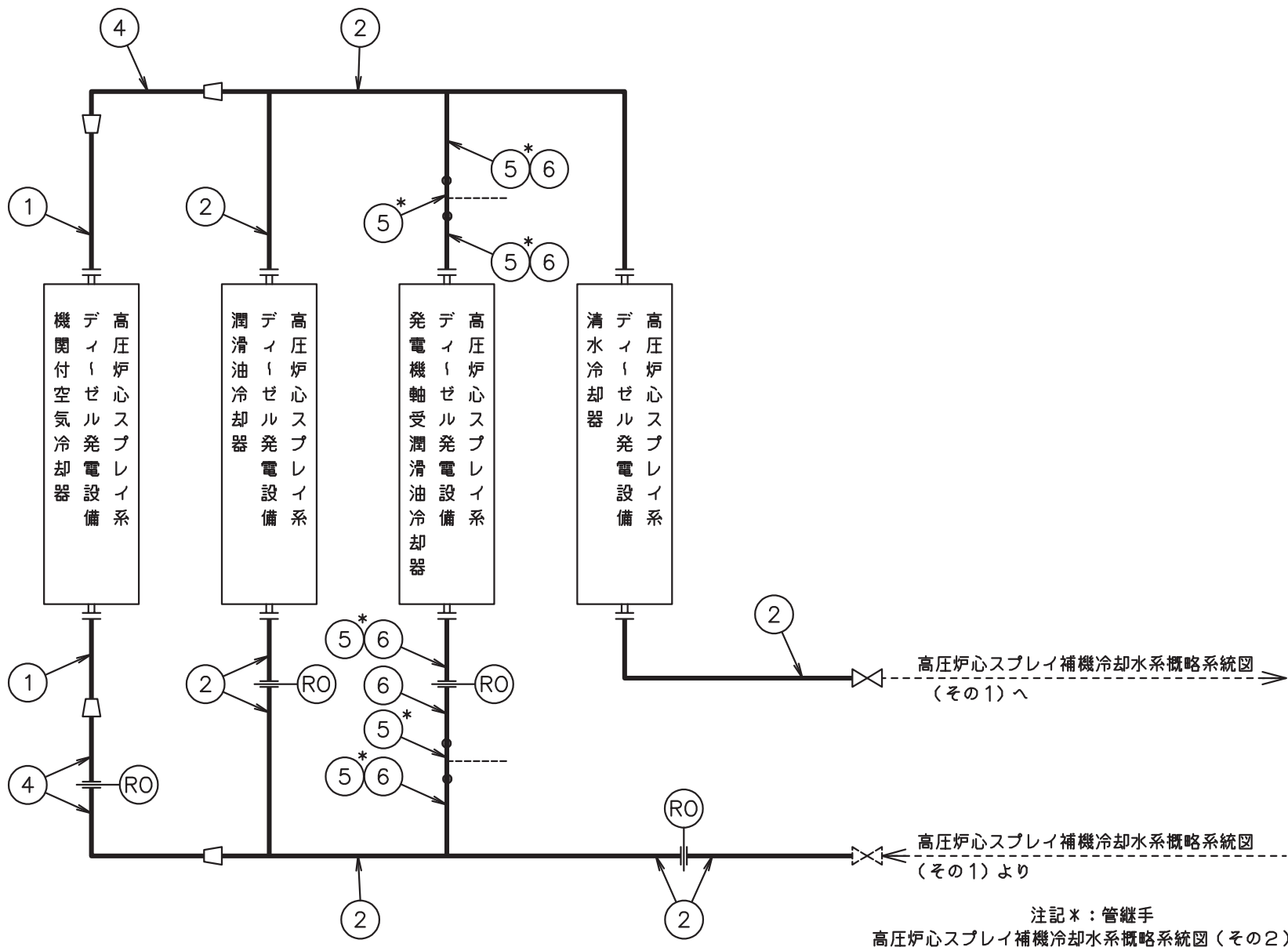


1. 概略系統図



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）



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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	1.18	70	114.30	6.00	STS42 STS410	S	2	103	1.00	12.5%	5.25	0.66	C	3.40
2	1.18	70	165.20	7.10	STS42 STS410	S	2	103	1.00	12.5%	6.21	0.95	C	3.80
3	1.18	70	216.30	8.20	STS42 STS410	S	2	103	1.00	12.5%	7.17	1.24	C	3.80
4	1.18	70	139.80	6.60	STS42 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 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 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>			

O 2 ⑥ VI-3-3-3-6-2-5-1 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. 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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°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 又は告示	—	SA-2

・適用規格の選定

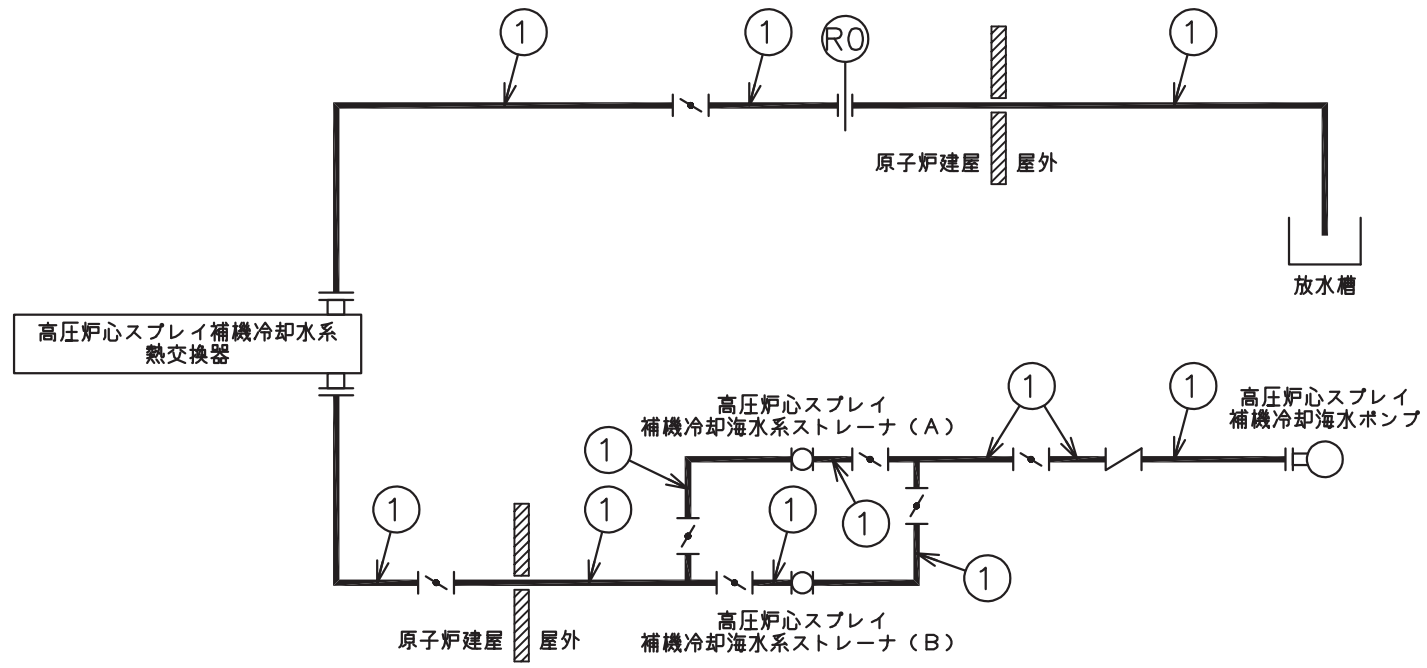
管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格



目次

1. 概略系統図 .....	1
2. 管の強度計算書 .....	2

1. 概略系統図



高圧炉心スプレイ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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	0.78	50	216.30	8.20	STS42 STS410	S	2	103	1.00	12.5%	7.17	0.82	C	3.80

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

VI-3-3-3-6-2-5-2 管の応力計算書  
(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)

まえがき

本計算書は、以下により構成される。

- (1) 高圧炉心スプレイ補機冷却水系
- (2) 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

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
HPCW-001	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 又は告示	—	SA-2
HPCW-002	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 又は告示	—	SA-2
HPCW-003	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 又は告示	—	SA-2
HPCW-004	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 又は告示	—	SA-2
HPCW-005	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 又は告示	—	SA-2
HPCW-006	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 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	5
3. 計算条件	9
3.1 設計条件	9
3.2 材料及び許容応力	12
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	16

## 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。



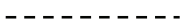


### (1) 管

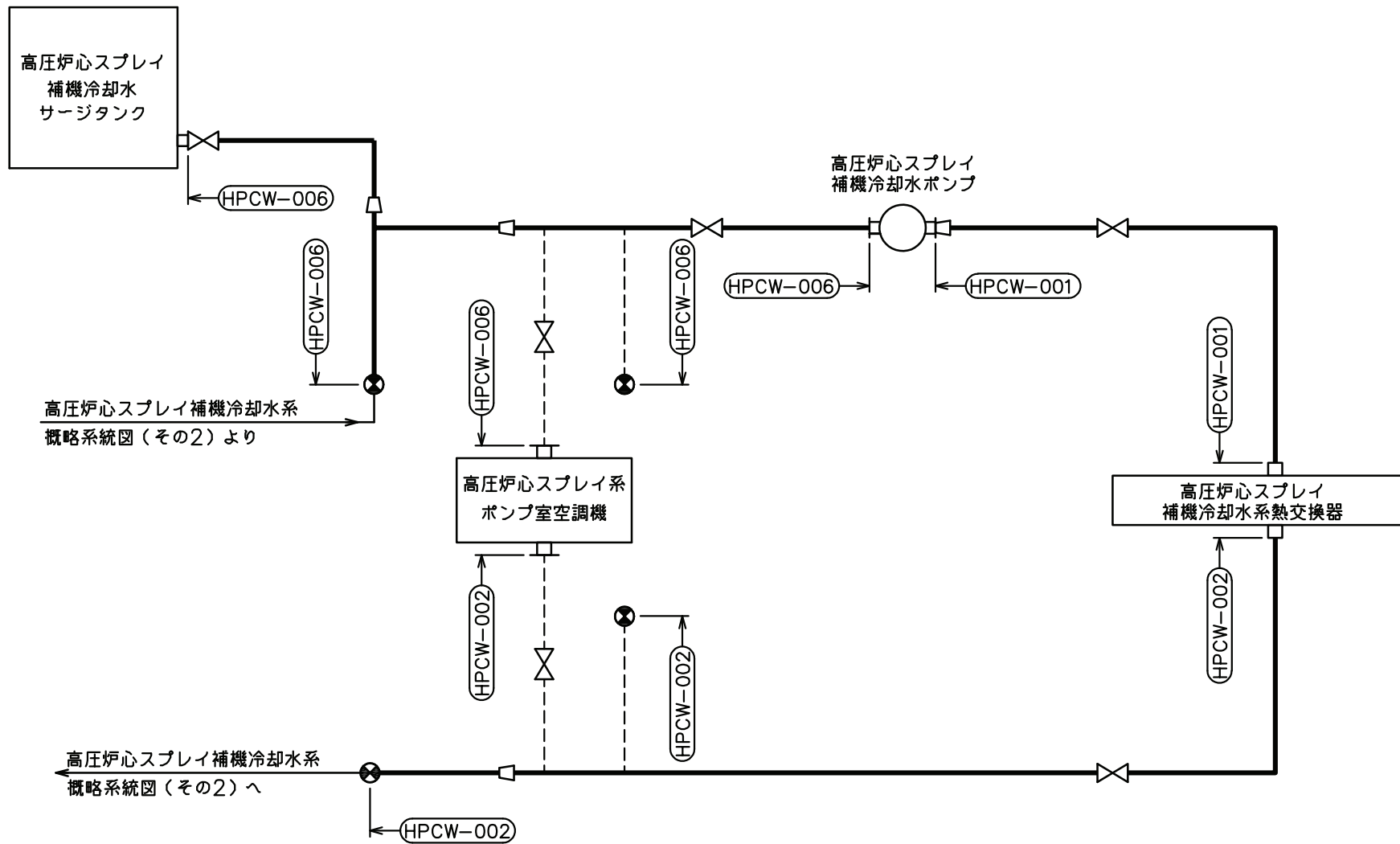
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全6モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

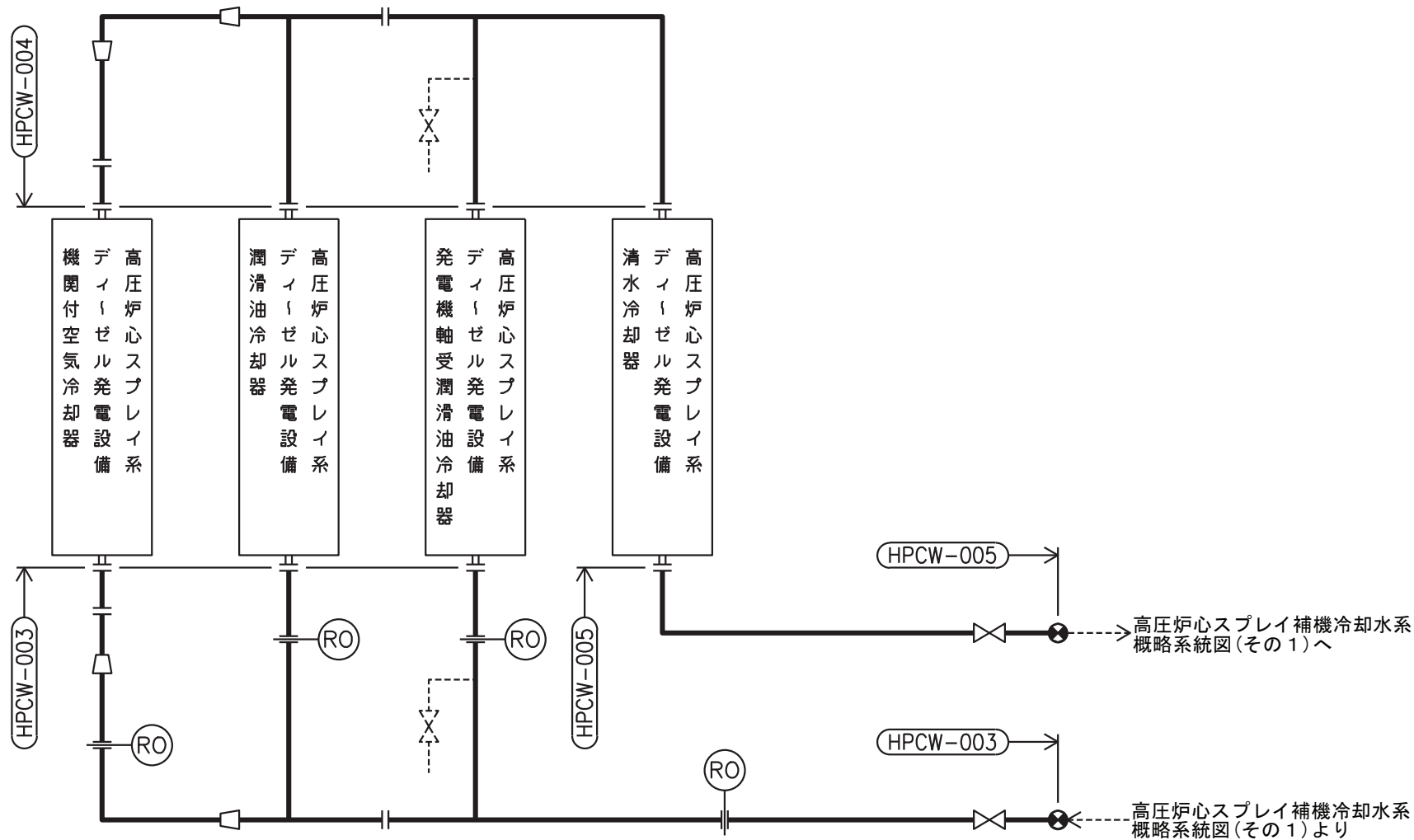
2.1 概略系統図

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




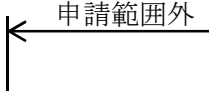


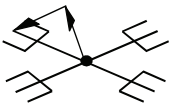
高圧炉心スプレイ補機冷却水系概略系統図(その1)



高圧炉心スプレイ補機冷却水系概略系統図 (その2)

## 2.2 鳥瞰図

### 鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	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 (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。)

9

鳥瞰図 HPCW-002-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



7

鳥瞰図 HPCW-002-2/3

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 HPCW-002-3/3

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 C W - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1.18	70	216.3	8.2	STS410
2	1.18	70	165.2	7.1	STS42 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 C W - 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	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
	32	70	71	86	800	801	901									
2	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
	47	48	49	50	51	66	67	68	69	72	73	74	75	76	77	
	78	79	83													

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		32		46		74	
2		19		33		47		75	
3		20		34		48		76	
4		21		35		49		77	
8		22		36		50		78	
9		23		37		51		79	
10		24		38		66		83	
11		25		39		67		86	
12		26		40		68		800	
13		27		41		69		801	
14		28		42		70		901	
15		29		43		71			
16		30		44		72			
17		31		45		73			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
5	
6	
7	

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	6			

O 2 ⑥ VI-3-3-3-6-2-5-2(1)(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 H P C W - 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						
8						
11						
15						
18						
24						
29						
35						
41						
44						
49						
73						
76						
79						
901						

### 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
STS42 STS410	70	102

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
STS42 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  
告示第501号第56条による評価結果

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 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
H P C W - 0 0 2	29	S p r m (1)	36	102
	29	S p r m (2)	37	122

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
H P C W - 0 0 2	29	S p r m (1)	39	154
	29	S p r m (2)	41	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	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	HPCW-001	2	19	102	5.36	—	2	20	122	6.10	—
2	HPCW-002	29	36	102	2.83	○	29	37	122	3.29	○
3	HPCW-003	107	20	102	5.10	—	107	21	122	5.80	—
4	HPCW-004	57	16	102	6.37	—	57	17	122	7.17	—
5	HPCW-005	30	18	102	5.66	—	30	19	122	6.42	—
6	HPCW-006	33	23	102	4.43	—	33	24	122	5.08	—

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	HPCW-001	2	23	154	6.69	—	2	25	185	7.40	—
2	HPCW-002	29	39	154	3.94	○	29	41	185	4.51	○
3	HPCW-003	107	33	154	4.66	—	107	34	185	5.44	—
4	HPCW-004	57	26	154	5.92	—	57	27	185	6.85	—
5	HPCW-005	30	22	154	7.00	—	30	23	185	8.04	—
6	HPCW-006	33	27	154	5.70	—	33	29	185	6.37	—

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。

(2) 高压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

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
HPSW-001	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 又は告示	—	SA-2
HPSW-002	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 又は告示	—	SA-2
HPSW-003	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 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	8
3.1 設計条件	8
3.2 材料及び許容応力	11
4. 評価結果	13
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。



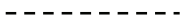


### (1) 管

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。

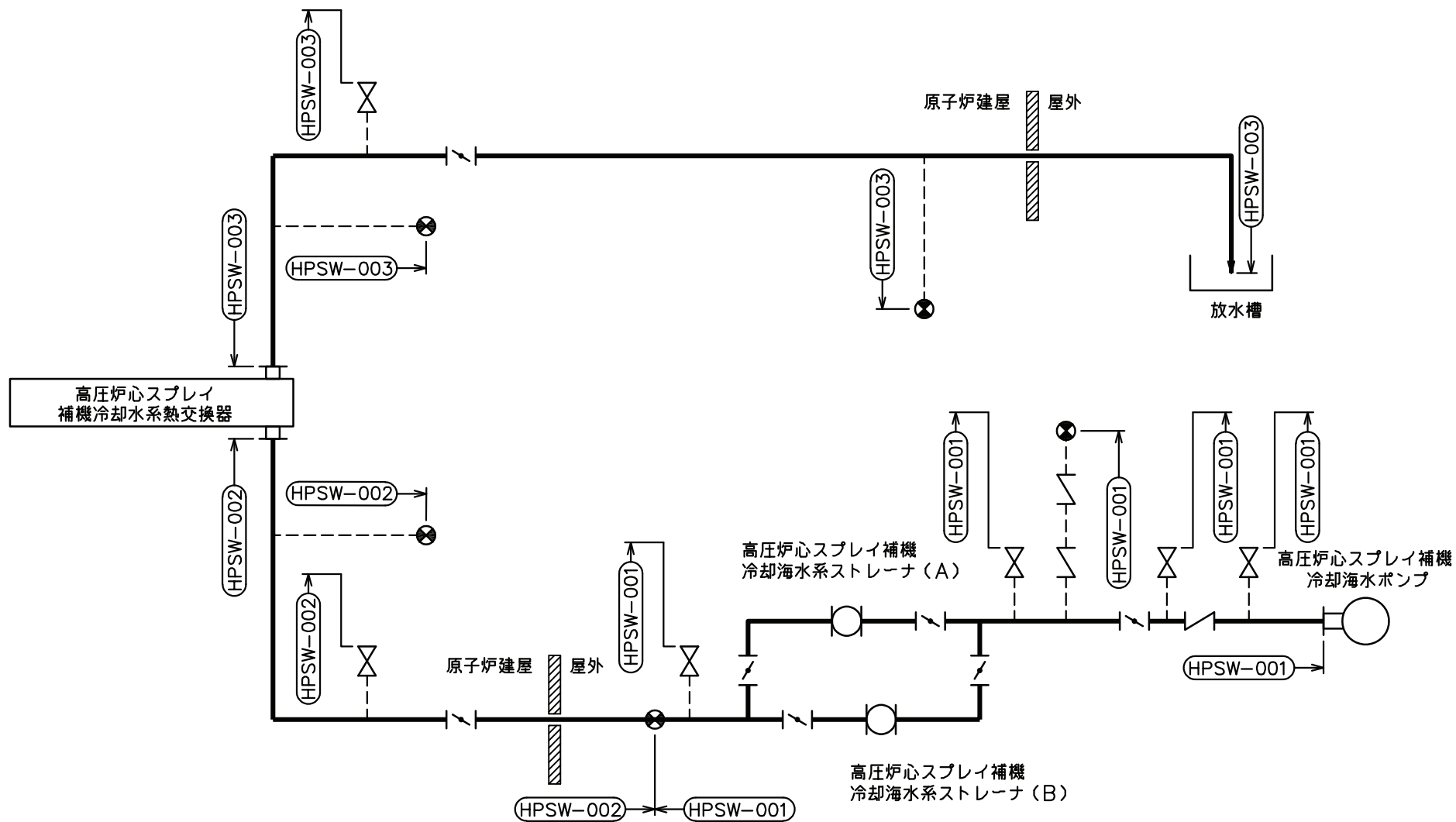
2. 概略系統図及び鳥瞰図

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


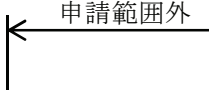


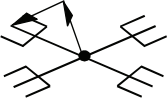
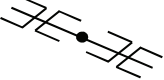
3



高圧炉心スプレイ補機冷却海水系概略系統図

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                      (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>

5

鳥瞰図 HPSW-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。

9

鳥瞰図 HPSW-003-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

7

鳥瞰図 HPSW-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 S W - 0 0 3

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	0.78	50	216.3	8.2	STS42 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 S W - 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	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	57	58	59	60	61	62	
	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	
	78	94	97	98	801	802	803	804	805	806	810	811	812	901	902	
	903	904	907	912												

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		23		42		62		98	
2		24		43		63		801	
3		25		44		64		802	
4		26		45		65		803	
5		27		46		66		804	
6		28		47		67		805	
7		29		48		68		806	
8		30		49		69		810	
9		31		50		70		811	
10		32		51		71		812	
11		33		52		72		901	
12		34		53		73		902	
16		35		54		74		903	
17		36		55		75		904	
18		37		57		76		907	
19		38		58		77		912	
20		39		59		78			
21		40		60		94			
22		41		61		97			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
13	
14	
15	

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 H P S W - 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						
9						
21						
27						
30						
34						
40						
48						
52						
61						
66						
73						
77						
94						
** 901 **						
** 902 **						
903						
904						
907						
912						

--

O 2 ⑥ VI-3-3-3-6-2-5-2(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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
STS42 STS410	50	102

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
STS42 STS410	50	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  
告示第501号第56条による評価結果

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 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
H P S W - 0 0 3	98	S p r m (1)	25	102
	98	S p r m (2)	26	122

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
H P S W - 0 0 3	98	S p r m (1)	37	154
	98	S p r m (2)	38	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	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	HPSW-001	421	23	102	4.43	—	421	23	122	5.30	—
2	HPSW-002	801	21	102	4.85	—	801	21	122	5.80	—
3	HPSW-003	98	25	102	4.08	○	98	26	122	4.69	○

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	HPSW-001	421	31	154	4.96	—	421	31	185	5.96	—
2	HPSW-002	801	21	154	7.33	—	801	21	185	8.80	—
3	HPSW-003	98	37	154	4.16	○	98	38	185	4.86	○

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 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"/> 伝熱板： <input type="text"/>	淡水側：1.18* 海水側：1.20*	淡水側：70* 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"/> 伝熱板： <input type="text"/>	淡水側：1.18 海水側：1.20	淡水側：70 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。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-3-6-3-2 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）で使用されるポンプである。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、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）

当該ポンプに使用されている材料は、JIS G 5121「ステンレス鋼鋼品」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。

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。	銅板： <input type="text"/> 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。	銅板： <input type="text"/> 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、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。

・評価条件整理表

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

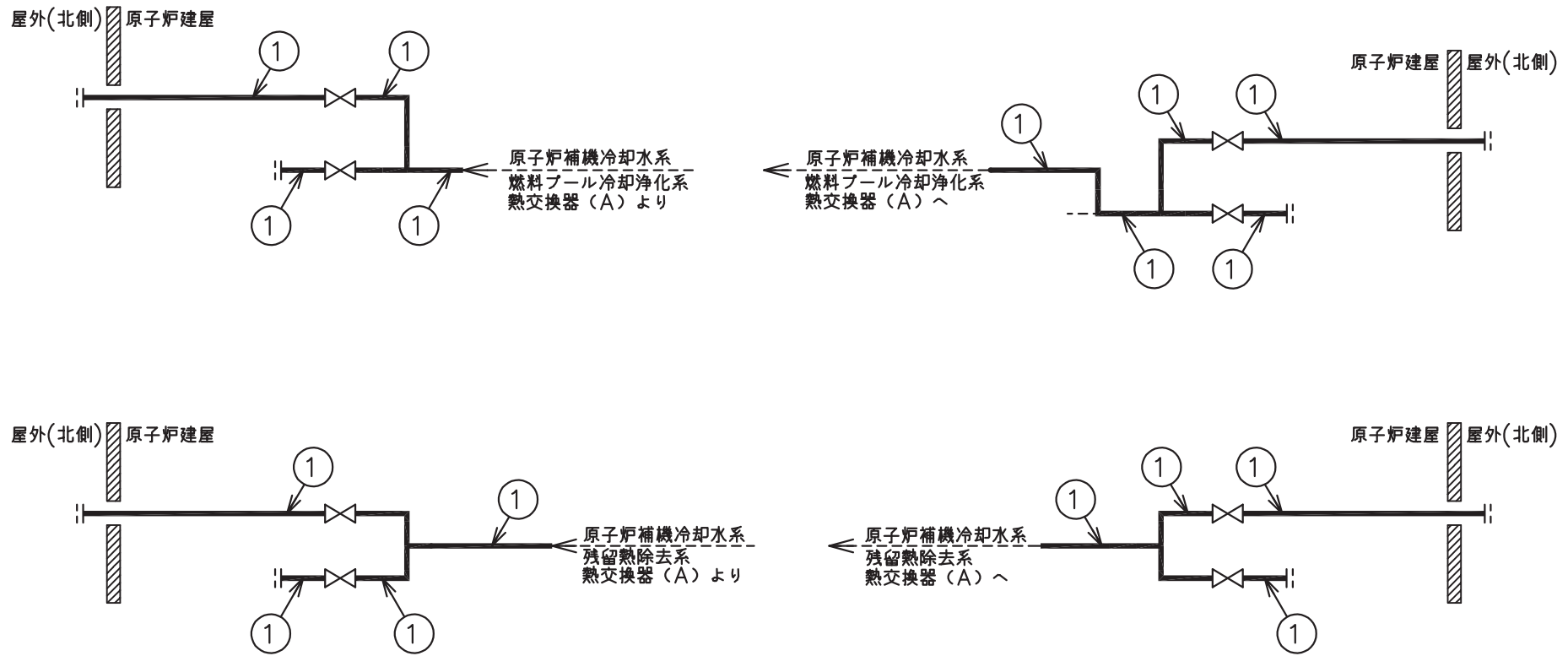
・適用規格の選定

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

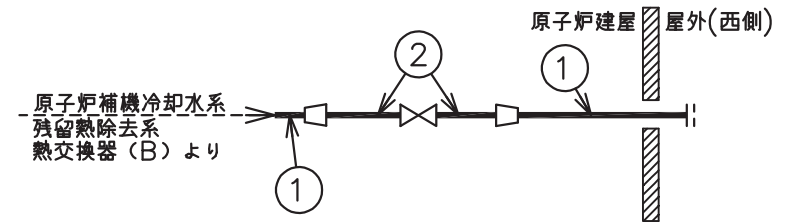
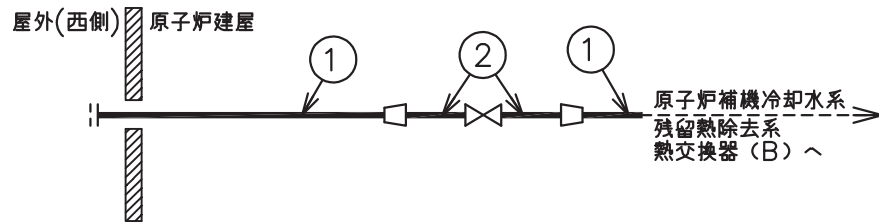
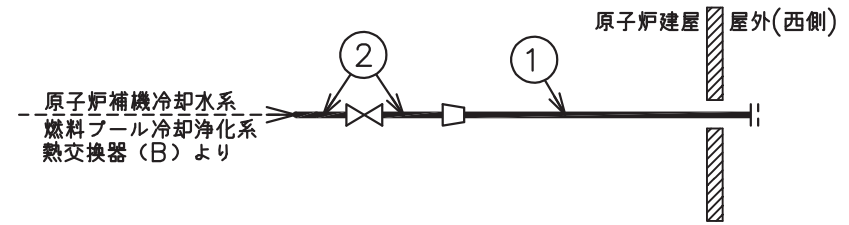
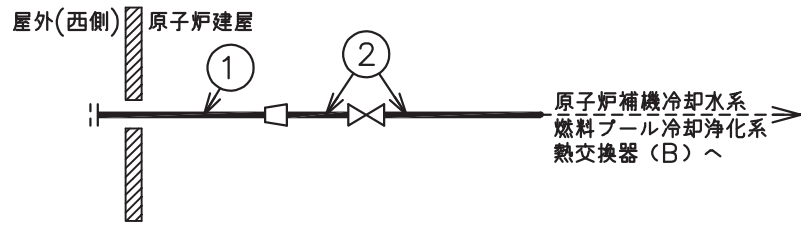
1. 概略系統図 .....	1
2. 管の強度計算書 .....	3

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
RCW-031	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-032	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-033	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-034	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-035	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-036	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-037	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-038	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-039	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-040	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-041	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-042	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-043	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-044	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
RCW-045	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RCW-048	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.18	70	—	—	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。



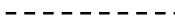
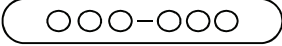

### (1) 管

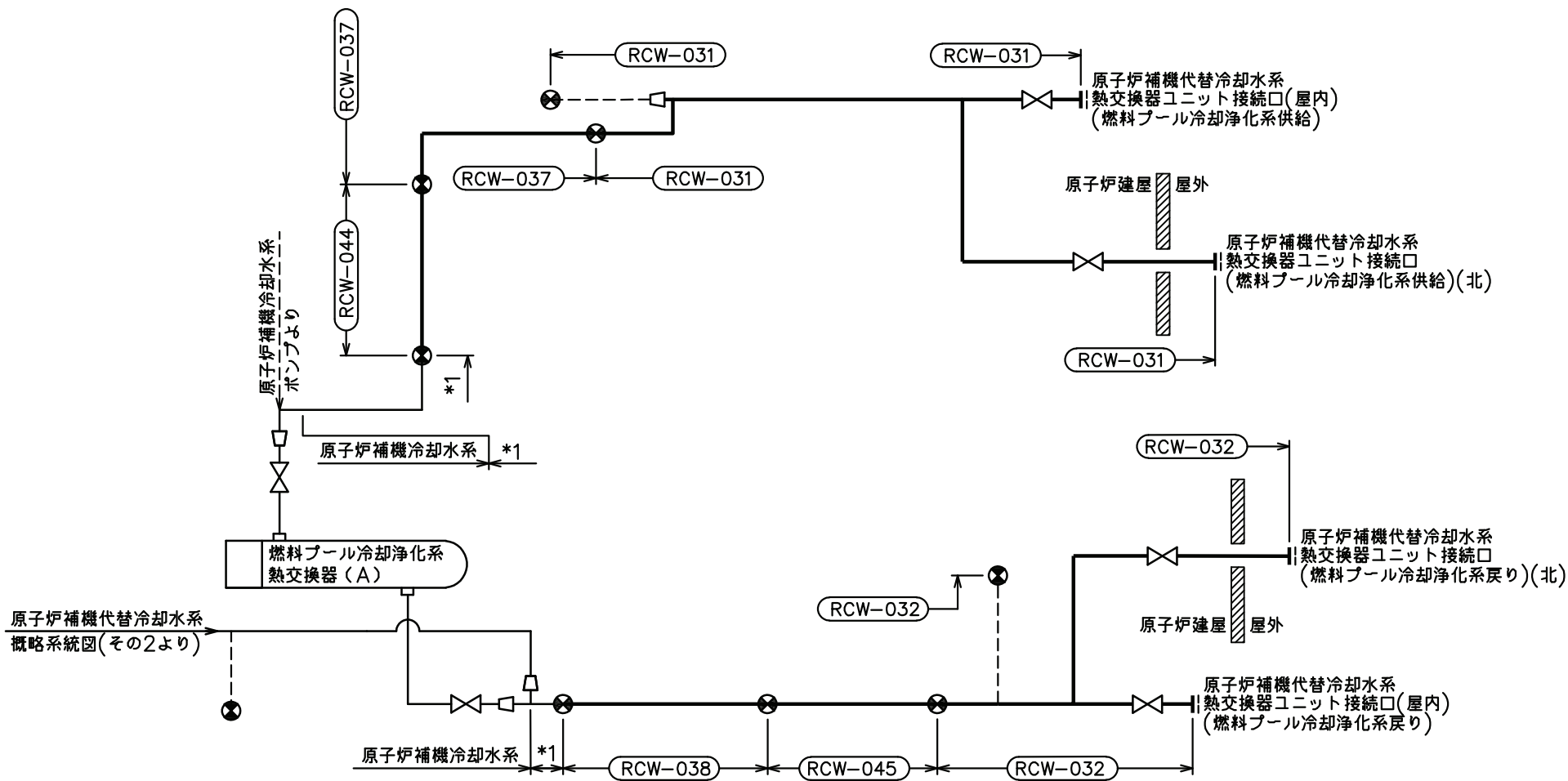
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 16 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

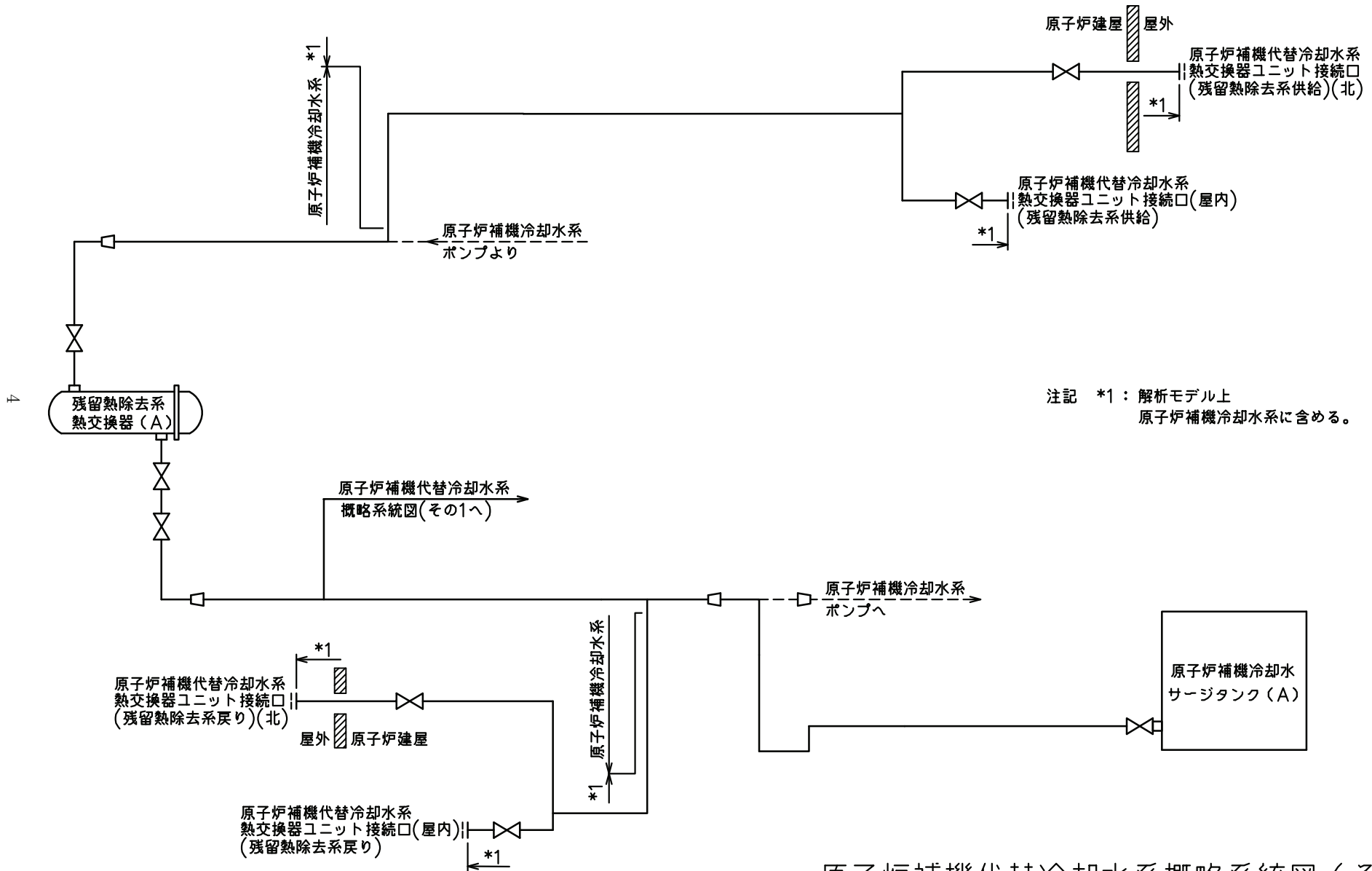
概略系統図記号凡例

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

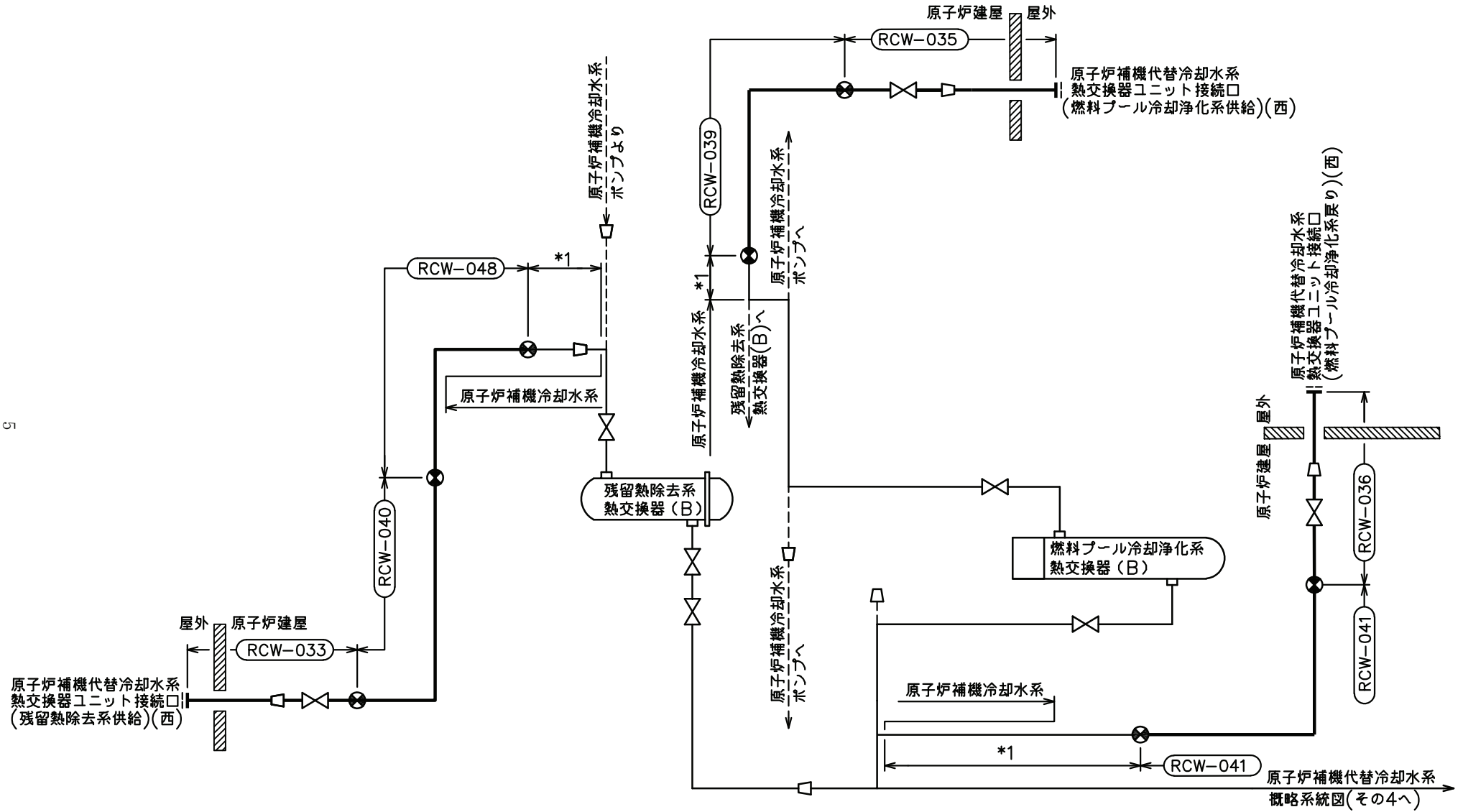


注記 \*1：解析モデル上  
原子炉補機冷却水系に含める。

原子炉補機代替冷却水系概略系統図（その1）

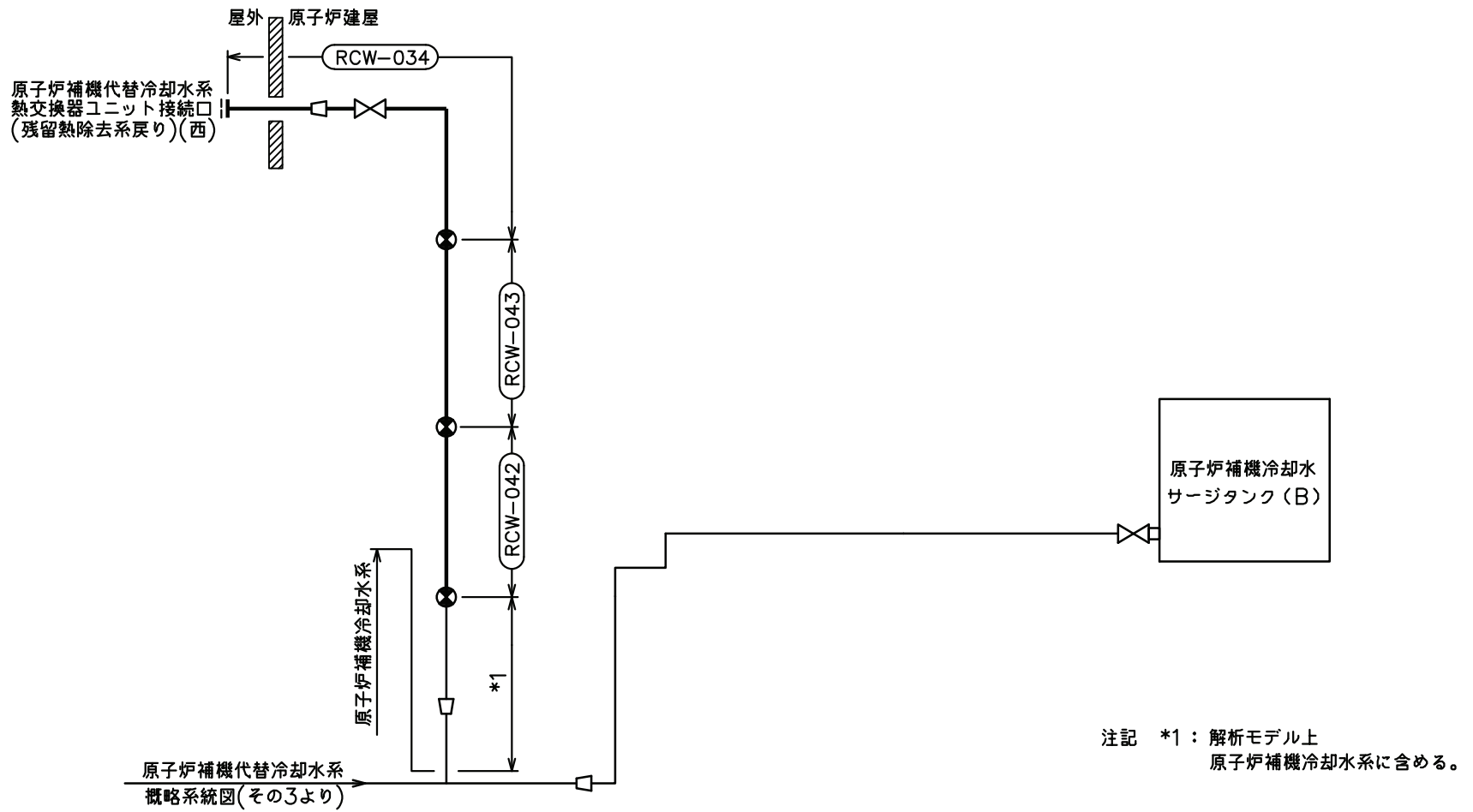


原子炉補機代替冷却水系概略系統図 (その2)



注記 \*1：解析モデル上  
原子炉補機冷却水系に含める。




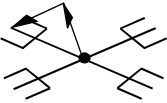
原子炉補機代替冷却水系概略系統図（その3）



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 (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 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (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                      RCW-036

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          RCW-036

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						

02 ⑥ VI-3-3-3-6-3-4-2(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 (°C)	許容応力 (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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
RCW-036	79	S p r m (1)	31	154
	79	S p r m (2)	31	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	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) * <sup>1</sup>					供用状態 (E) * <sup>2</sup>				
		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ドを接続し、除熱用ヘッド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。	ポリエステル, ポリウレタン	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 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。	ポリエステル, ポリウレタン	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。

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	除熱用ヘッド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。	ポリエステル， ポリウレタン	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 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。	ポリエステル， ポリウレタン	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。

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-3-3-3-7-1-1-2 管の応力計算書（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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	8.62	302	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
2	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	8.62	302	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 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

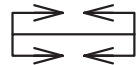
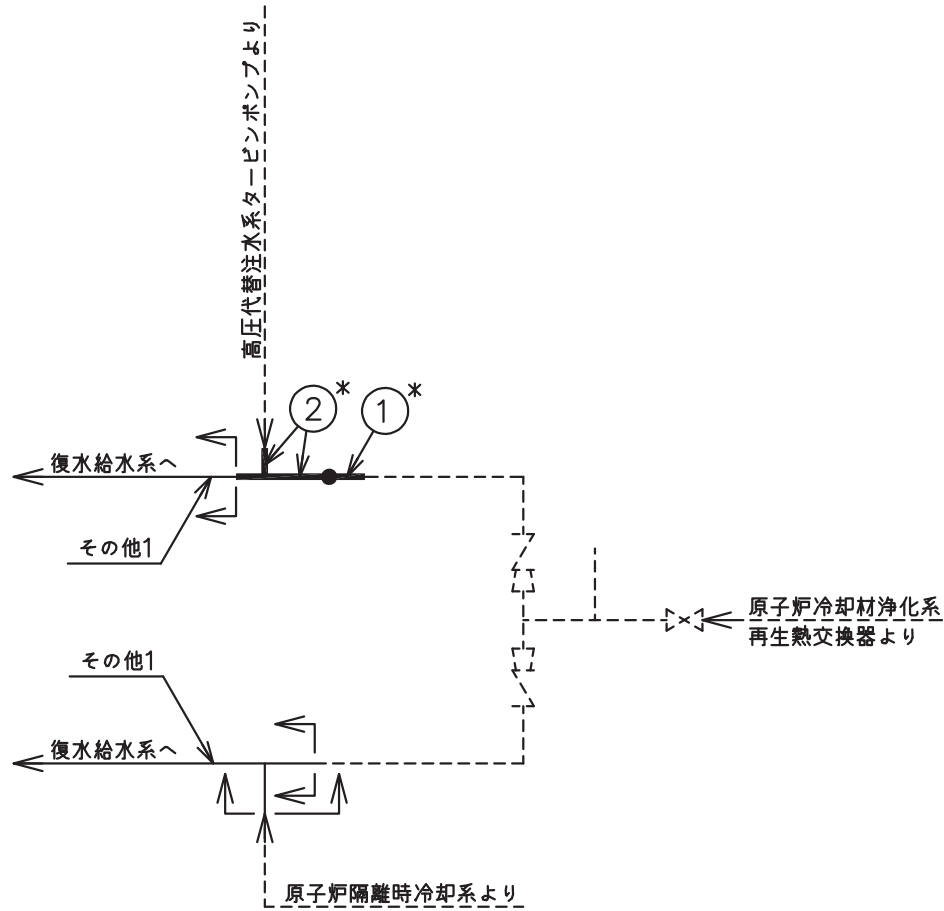
・適用規格の選定

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



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-2-1-2-4-1 管の基本板厚計算書」による。

注記\*：管継手  
原子炉冷却材浄化系概略系統図



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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，よって十分である。

VI-3-3-3-7-1-1-2 管の応力計算書  
(原子炉冷却材浄化系)

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-3 クラス2機器の強度計算の基本方針」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」並びに「VI-3-2-4 クラス2管の強度計算方法」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下記に示す計算書に記載する。

「VI-3-3-3-2-2-1-2 管の応力計算書（復水給水系）」

## 設計基準対象施設

## 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-3-1-3 クラス 2 機器の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-4 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。




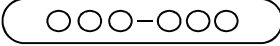

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

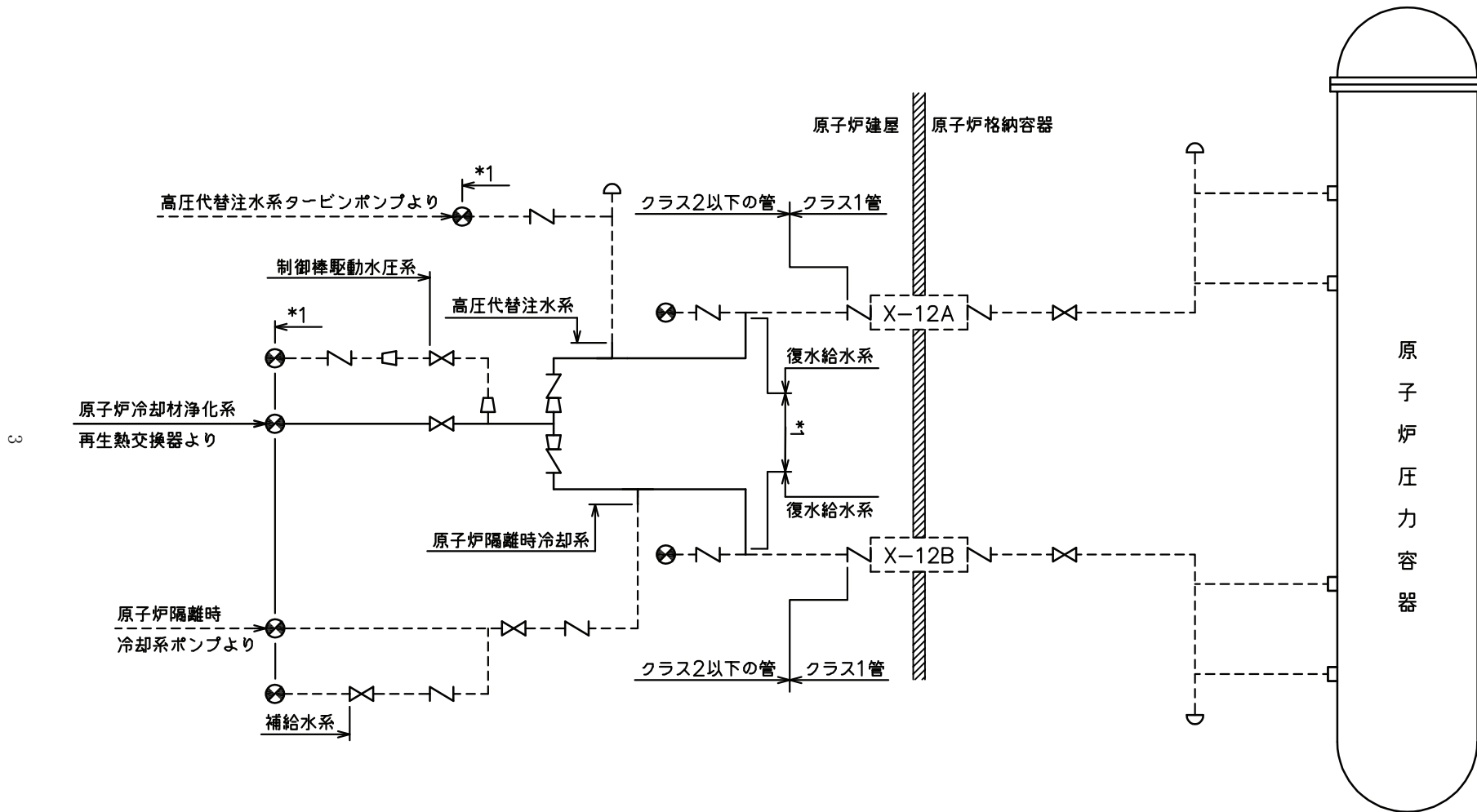
### (1) 管

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。

## 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



注記 \*1：解析モデル上  
復水給水系に含める。

原子炉冷却材浄化系概略系統図



3. 評価結果

以下の計算書の設計基準対象施設に含まれている。

「VI-3-3-3-2-2-1-2 管の応力計算書（復水給水系）」

## 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。



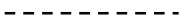
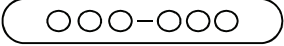

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

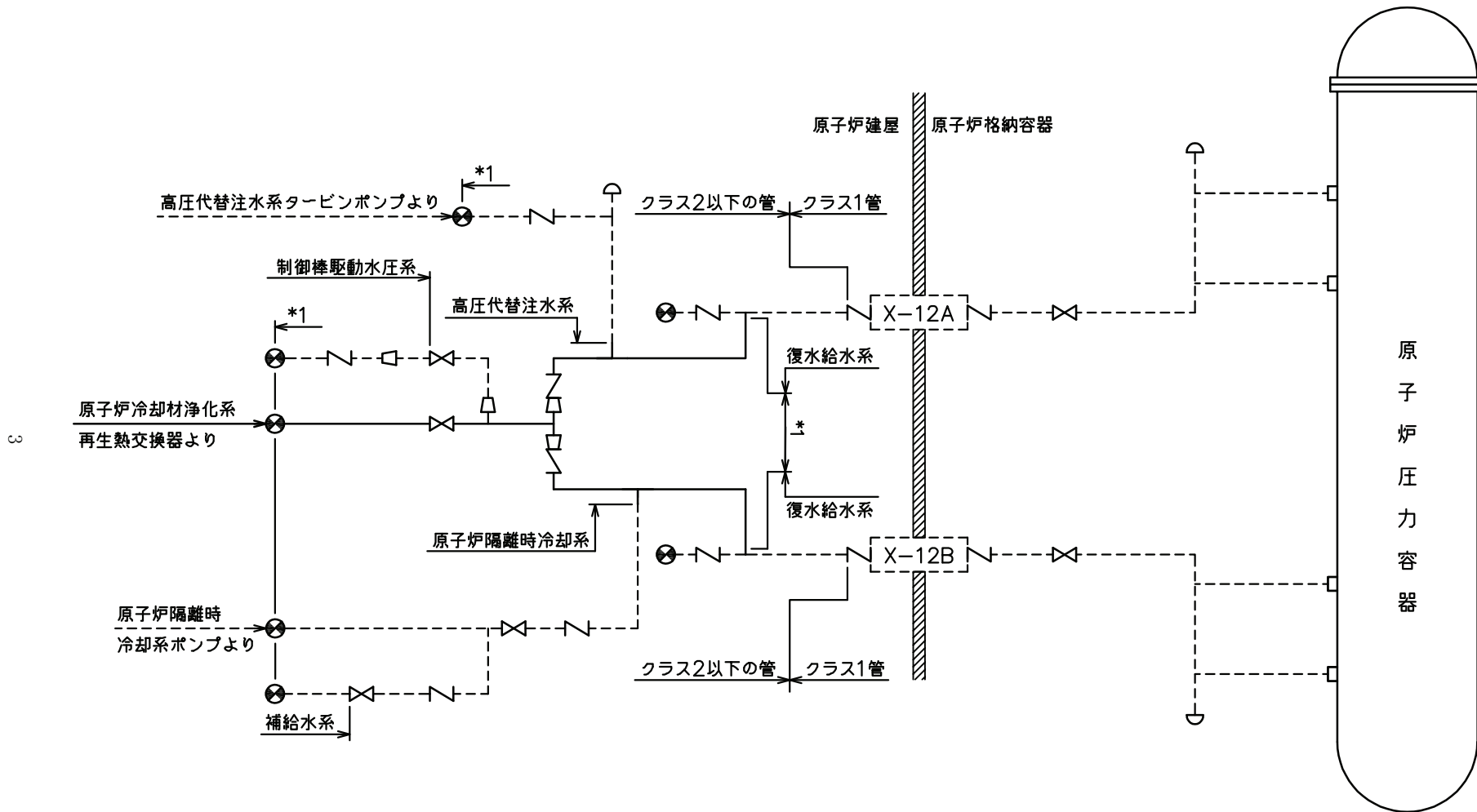
### (2) 管

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



注記 \*1：解析モデル上  
復水給水系に含める。

原子炉冷却材浄化系概略系統図

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-3-3-3-2-2-1-2 管の応力計算書（復水給水系）」

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-3-3-4-1 制御材駆動装置の強度計算書

## 目 次

VI-3-3-4-1-1 制御棒駆動機構の強度計算書

VI-3-3-4-1-2 制御棒駆動水圧設備の強度計算書

VI-3-3-4-1-1 制御棒駆動機構の強度計算書

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

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価 区分	同等性 評価区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 又は告示	—	SA-2
2	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	8.62	302	10.34	315	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	8.62	302	10.34	315	—	S55 告示	設計・建設規格 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	フランジの強度計算	設計・建設規格 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 又は告示	同等	設計・建設規格
3	平板の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	S55 告示

## 目次

1. 概略図 .....	1
2. フランジの強度計算 (重大事故等クラス 2 管) .....	2
3. 管の板厚計算 (重大事故等クラス 2 管) .....	10
4. 平板の強度計算 (重大事故等クラス 2 管) .....	11



1. 概略図

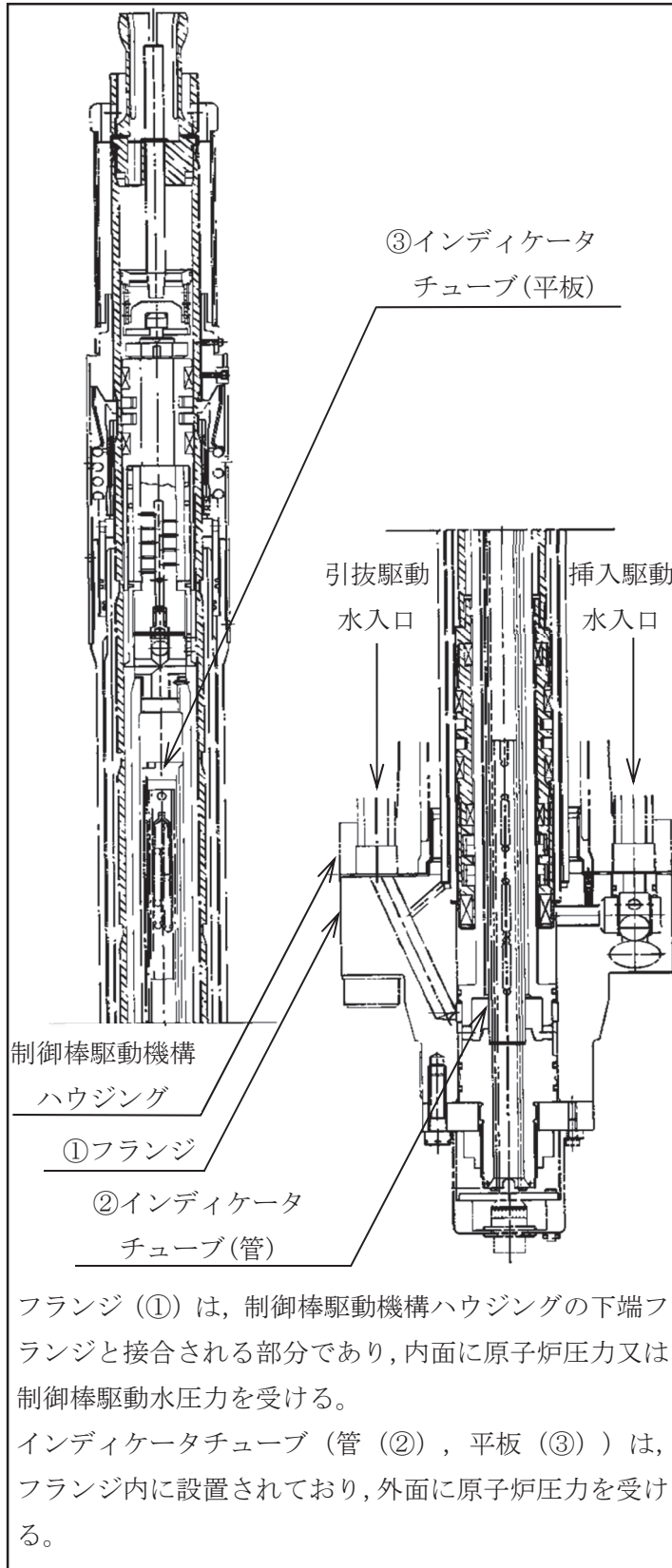


図 1-1 制御棒駆動機構全体図

図中の番号は評価部位の管 No. を示す。

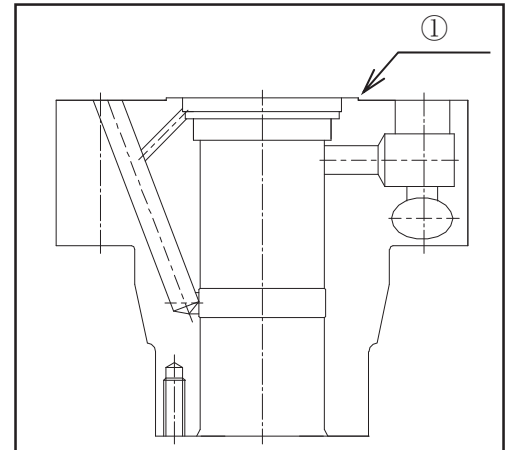


図 1-2 フランジ概要図

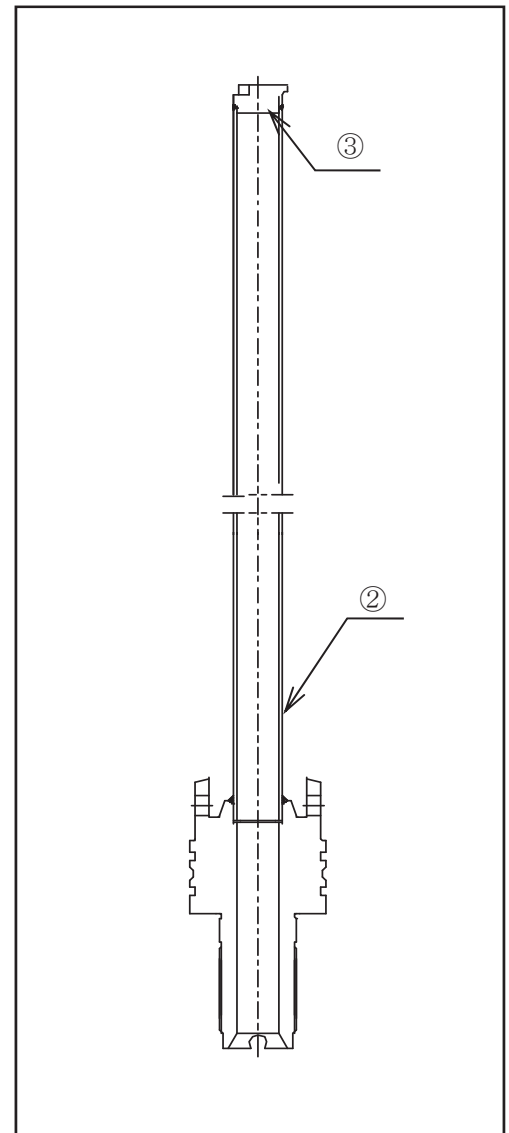


図 1-3 インディケータ  
チューブ概要図

2. フランジの強度計算（重大事故等クラス2管）

2.1 記号の説明

本評価部位の計算に使用する記号及び略語については、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」にて定義したものに加え、以下に示す記号を使用する。

J I S の記号	計算書の表示	表示内容	単位
	$A_n$	n番の断面積（ $n=0, 1, 2\cdots 5$ ）	$\text{mm}^2$
	$I_G$	フランジリングの断面二次モーメント（流水口を含まない。）	$\text{mm}^4$
	$I_n$	n番の断面に関する断面二次モーメント（ $n=0, 1, 2\cdots 5$ ）	$\text{mm}^4$
	$I_T$	フランジリングの断面二次モーメント（流水口を含む。）	$\text{mm}^4$
	$J$	単位長さ当りのガスケット設計締付荷重	$\text{N}/\text{mm}$
	$\bar{l}$	断面減少を考慮した場合の壁の厚さ	$\text{mm}$
	$l_n$	n番の断面におけるX方向長さ	$\text{mm}$
	$M_g'$	ガスケット締付時にフランジに作用する単位長さ当りのモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}/\text{mm}$
	$M_o'$	使用状態でフランジに作用する単位長さ当りのモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}/\text{mm}$
	$\bar{R}$	フランジリングの平均半径	$\text{mm}$
	$t_n$	n番の断面におけるY方向長さ	$\text{mm}$
	$\bar{y}$	フランジリングの図心のX軸からの距離（流水口を考慮した場合）	$\text{mm}$
	$y_n$	n番の図心のX軸からの距離	$\text{mm}$

## 2.2 計算手順及び算式（フランジの内圧計算）

本評価部位は、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が、ボルト荷重、フランジの応力については、保守性を考慮し、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書の添付書類「IV-3-3-1-1 制御棒駆動機構の強度計算書」と同様に、以下の計算手順及び算式を用いる。

なお、フランジ形状及び各部の記号は図 2-1～図 2-2 に示す。

### (1) 計算上必要なボルト荷重

本計算手順において考慮するガスケットの材料はセルフシールガスケットであるが、保守性を考慮し、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書の添付書類「IV-3-3-1-1 制御棒駆動機構の強度計算書」と同様に、単位長当たりのガスケット設計締付荷重  $J$  が加わるものとする。

#### a. 使用状態で必要なボルト荷重

$$W_{m_1} = H + H_p$$

ここで

$$H = \frac{\pi}{4} \cdot G^2 \cdot P$$

$$H_p = J \cdot \pi \cdot G$$

#### b. ガスケット締付時に必要なボルト荷重

$$W_{m_2} = J \cdot \pi \cdot G$$

### (2) 一体型フランジ及びルーズ型フランジ（差込み形フランジ）の応力

本計算手順において、図 2-2 に示す断面減少を考慮し、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書の添付書類「IV-3-3-1-1 制御棒駆動機構の強度計算書」と同様に以下の計算手順及び算式を用いる。

#### a. ハブの軸方向応力

##### (a) 使用状態

$$\sigma_{H_0} = \frac{f \cdot M_0}{L \cdot g_1^2 \cdot B} + \frac{P \cdot B}{4 \cdot g_0}$$

(b) ガスケット締付時

$$\sigma_{Hg} = \frac{f \cdot M_g}{L \cdot g_1^2 \cdot B}$$

b. フランジの半径方向応力

(a) 使用状態

$$\sigma_{Ro} = P \cdot \frac{1 - Z^2}{Y^2 - 1}$$

ここで

$$Y^2 = Z^2 = \left( \frac{\frac{B}{2} + \bar{I}}{\frac{B}{2}} \right)^2$$

(b) ガスケット締付時

$$\sigma_{Rg} = 0$$

c. フランジの周方向応力

(a) 使用状態

$$\sigma_{To} = \frac{M_o' \cdot \bar{R}^2 \cdot (t - \bar{y})}{\frac{B}{2} \cdot I_G} + P \cdot \frac{1 + Z^2}{Y^2 - 1}$$

(b) ガスケット締付時

$$\sigma_{Tg} = \frac{M_g' \cdot \bar{R}^2 \cdot (-\bar{y})}{\frac{B}{2} \cdot I_G}$$

ここで

$$M_o' = \frac{M_o}{2 \cdot \pi \cdot \bar{R}}$$

$$M_g' = \frac{M_g}{2 \cdot \pi \cdot \bar{R}}$$

$$I_G = \sum_{n=0}^5 I_n + \sum_{n=0}^5 (A_n \cdot y_n^2) - \bar{y} \cdot \sum_{n=0}^5 (A_n \cdot y_n)$$

$$\bar{R} = \frac{A + B}{4}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{n=0}^5 (A_n \cdot y_n)}{\sum_{n=0}^5 A_n}$$

$$\bar{I} = \frac{\sum_{n=0}^5 A_n}{t}$$

$$I_0 = I_T = \bar{R} \cdot \frac{t^3}{12} \cdot \ln\left(\frac{A}{B}\right)$$

$$I_n = -\frac{1}{12} \cdot l_n \cdot t_n^3 \quad : \quad n = 1 \sim 5$$

$$A_0 = l_0 \cdot t_0 = \frac{A - B}{2} \cdot t$$

$$A_n = -l_n \cdot t_n \quad : \quad n = 1 \sim 5$$

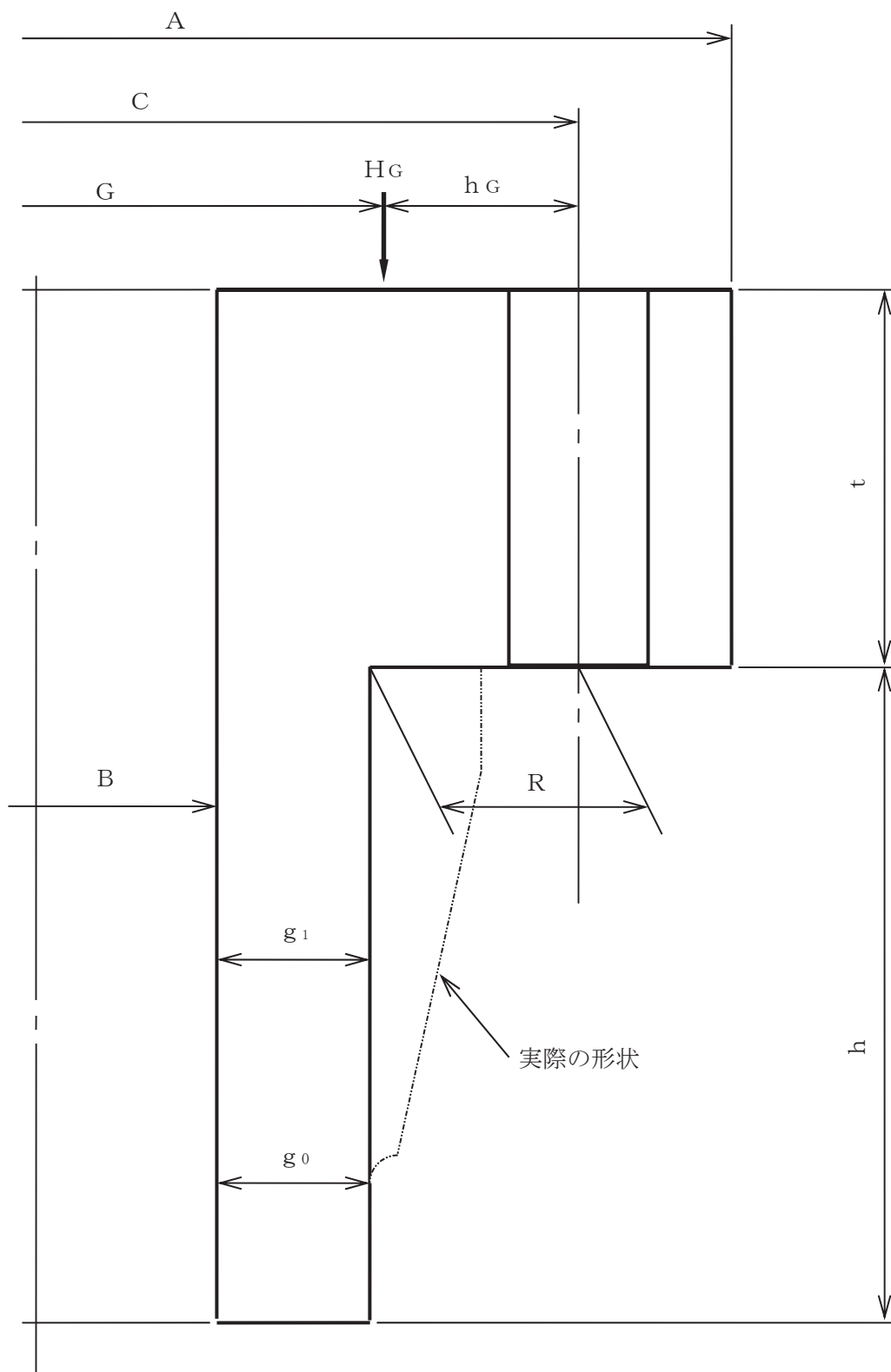


図 2-1 フランジ形状及び各部の記号 (その 1)

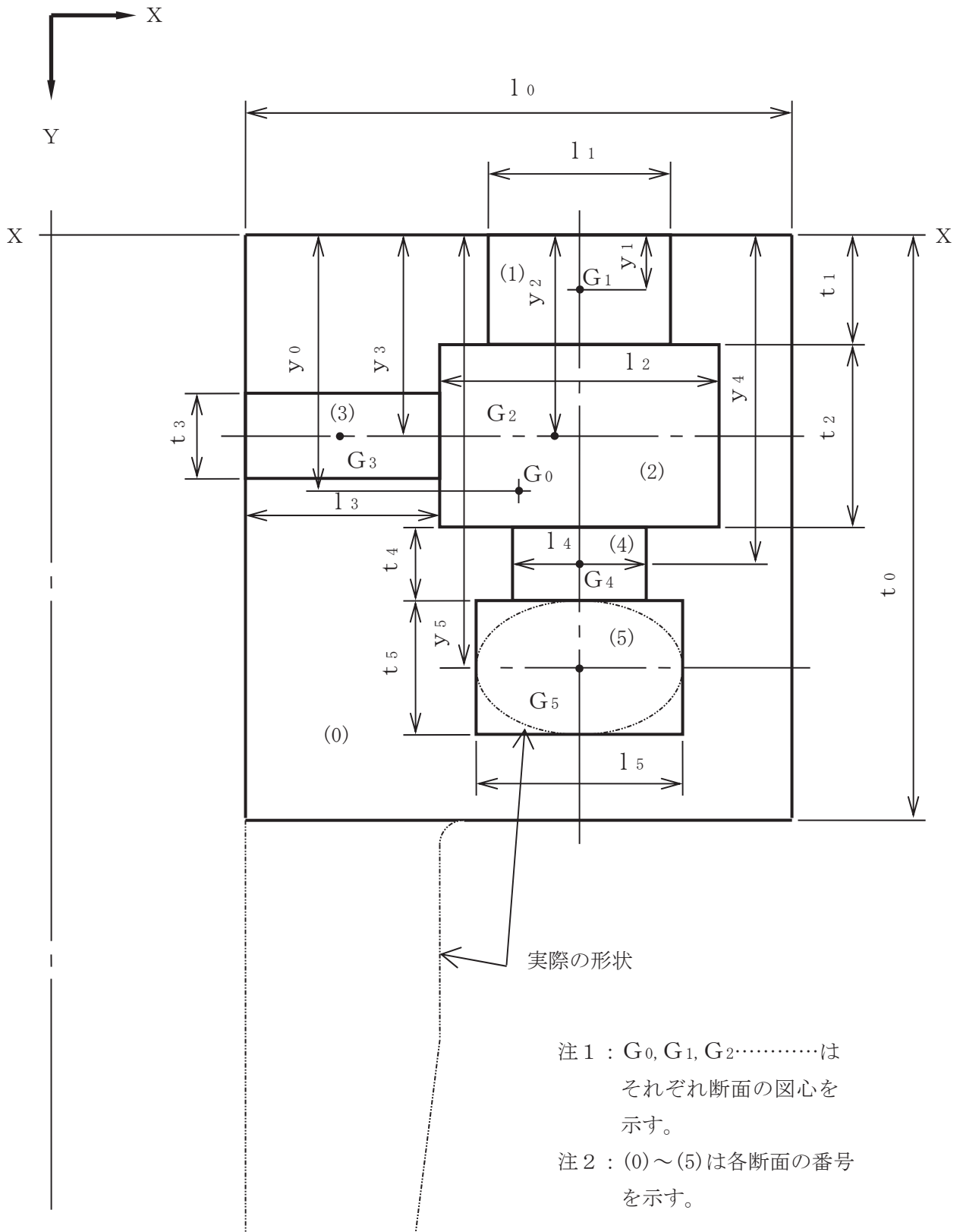


図 2-2 フランジ形状及び各部の記号 (その 2)

2.3 計算結果

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	
形式	一体形	$H_D$	(N)
設計圧力 $P$	(MPa)	$h_D$	(mm)
最高使用圧力 $P_o$	(MPa) 10.34	$M_D$	(N・mm)
最高使用温度	(°C) 315	$H_G$	(N)
フランジ		$h_G$	(mm)
		$M_G$	(N・mm)
		$H_T$	(N)
		$h_T$	(mm)
材料		$M_T$	(N・mm)
$\sigma_{fa}$ 常温(ガスケット締付時) (20°C)	(MPa)	$M_o$	(N・mm)
$\sigma_{fb}$ 最高使用温度 (使用状態)	(MPa)	$M_g$	(N・mm)
A	(mm)	$M_o'$	(N・mm/mm)
B	(mm)	$M_g'$	(N・mm/mm)
C	(mm)	フランジの厚さと係数	
$g_o$	(mm)	$h_o$	(mm)
$g_1$	(mm)	f	
h	(mm)	F	
ボルト		V	
材料		K	
$\sigma_a$ 常温(ガスケット締付時) (20°C)	(MPa)	T	
$\sigma_b$ 最高使用温度 (使用状態)	(MPa)	U	
$d_b$	(mm)	Y	
n		Z	
ガスケット		d	(mm <sup>3</sup> )
		e	(mm <sup>-1</sup> )
		t	(mm)
材料		L	
G	(mm)	$I_G^*$	(mm <sup>4</sup> )
J	(N/mm)	$I_T$	(mm <sup>4</sup> )
ボルトの計算		$\bar{l}$	(mm)
		$\bar{R}$	(mm)
		$\bar{y}$	(mm)
		応力の計算	
H	(N)	$\sigma_{Ho}$	(MPa)
$H_P$	(N)	$\sigma_{Ro}$	(MPa)
$W_{m1}$	(N)	$\sigma_{To}$	(MPa)
$W_{m2}$	(N)	$\sigma_{Hg}$	(MPa)
$A_{m1}$	(mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{Rg}$	(MPa)
$A_{m2}$	(mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{Tg}$	(MPa)
$A_m$	(mm <sup>2</sup> )	応力の評価	
$A_b$	(mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}, \sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$	
$W_o$	(N)	$\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}, \sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$	
$W_g$	(N)	$\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}, \sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$	
評価: $A_m < A_b$ , よって十分である。		以上より十分である。	

注記 \* :  $I_G$ は、表 2-1 の断面二次モーメントの計算数値を用いて算出した。



表 2-1 断面二次モーメントの計算数値

断面 (n)	$l_n$ (mm)	$t_n$ (mm)	$A_n$ (mm <sup>2</sup> )	$y_n$ (mm)	$A_n \cdot y_n$ (mm <sup>3</sup> )	$A_n \cdot y_n^2$ (mm <sup>4</sup> )	$I_n$ (mm <sup>4</sup> )
全断面 (0)							
断面 (1)							
断面 (2)							
断面 (3)							
断面 (4)							
断面 (5)							
合計 $\Sigma$							

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 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		最高使用 温度 (°C)	外径 D <sub>o</sub> (mm)	公称 厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>op</sub> (mm)	算式	t <sub>r</sub> (mm)
	内圧 P (MPa)	外圧 P <sub>e</sub> (MPa)														
2	0.00	10.34	315										0			

評価：  $t_s \geq t_r$ ， よって十分である。

4. 平板の強度計算書（重大事故等クラス 2 管）  
 告示第 5 0 1 号 58 条第 3 項 準用  
 系統：制御棒駆動水圧系

			告示 第 5 0 1 号
NO.			3
設計条件			
平板の取付け方法			<input type="text"/>
平板の穴の有無			無し
最高使用圧力	P	(MPa)	10.34
最高使用温度		(°C)	315
平板の厚さ			
材 料			<input type="text"/>
許容引張応力	S	(MPa)	<input type="text"/>
取付け方法による係数	K		0.50
平 板 の 径	d	(mm)	<input type="text"/>
必 要 厚 さ	t	(mm)	<input type="text"/>
呼び厚さ	t <sub>po</sub>	(mm)	<input type="text"/>
最小厚さ	t <sub>p</sub>	(mm)	<input type="text"/>
評価： $t_p \geq t$ ， 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-3-3-4-1-2 制御棒駆動水圧設備の強度計算書

目 次

VI-3-3-4-1-2-1 制御棒駆動水圧系の強度計算書

VI-3-3-4-1-2-1 制御棒駆動水圧系の強度計算書

## 目 次

- VI-3-3-4-1-2-1-1 水圧制御ユニット（アキュムレータ）の強度計算書
- VI-3-3-4-1-2-1-2 水圧制御ユニット（窒素容器）の強度計算書
- VI-3-3-4-1-2-1-3 弁の強度計算書（制御棒駆動水圧系）
- VI-3-3-4-1-2-1-4 管の強度計算書（制御棒駆動水圧系）

VI-3-3-4-1-2-1-1 水圧制御ユニット(アキュムレータ)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」に基づいて評価を行う。

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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
水圧制御ユニット (アキュムレータ)	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	15.20	66	15.20	66	有	S55 告示	既工認	-	SA-2

## 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、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、評価結果については、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添付書類「IV-3-3-1-2-1 水圧制御ユニットの強度計算書」による。

VI-3-3-4-1-2-1-2 水圧制御ユニット(窒素容器)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」及び「VI-3-2-8 重大事故等クラス2 容器の強度計算方法」に基づいて評価を行う。

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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
水圧制御ユニット (窒素容器)	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	15.20	66	15.20	66	有	S55 告示	既工認	-	SA-2

## 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、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、評価結果については、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添付書類「IV-3-3-1-2-1 水圧制御ユニットの強度計算書」による。

VI-3-3-4-1-2-1-3 弁の強度計算書（制御棒駆動水圧系）



## 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
C12-D001-126	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	15.20	66	15.20	66	無	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
C12-D001-127	既設	有	有	Non	Non	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 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：制御棒駆動水圧系

機器の区分		重大事故等クラス2弁			
弁番号	種類	呼び径 (A)	材料		
			弁箱	弁ふた	ボルト
C12-D001-126	止め弁	25(入口側)／ 25(出口側)	SUS316L	SUS316L	SNB7
C12-D001-127	止め弁	20(入口側)／ 20(出口側)	SUS316L	SUS316L	SNB7

1.2 強度計算書

系統：制御棒駆動水圧系

弁番号	C12-D001-126	シート	1
-----	--------------	-----	---

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)	15.20		$d_n$ (mm)	—
最高使用温度 $T_m$ (°C)	66		$d_n / d_m$	—
弁箱又は弁ふたの厚さ			$\varnothing$ (mm)	—
弁箱材料	SUS316L		$t_{m1}$ (mm)	—
弁ふた材料	SUS316L		$t_{m2}$ (mm)	—
$P_1$ (MPa)	—	12.84	$t_{ma1}$ (mm)	—
$P_2$ (MPa)	—	21.41	$t_{ma2}$ (mm)	—
$d_m$ (mm)	□		注：本弁は棒材削り出し構造のため、ネック部に相当する部分は無いものとし、弁箱及び弁ふたの計算のみ行う。	
$t_1$ (mm)	—	□		
$t_2$ (mm)	—	□		
$t$ (mm)	—	□		
$t_{ab}$ (mm)	□			
$t_{af}$ (mm)	□			
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$				
よって十分である。				

O2 © VI-3-3-4-1-2-1-3 R1

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 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 (MPa)	13.83		$d_n$ (mm)	—
最高使用温度 $T_m$ (°C)	66		$d_n / d_m$	—
弁箱又は弁ふたの厚さ			$\varnothing$ (mm)	—
弁箱材料	SUS316L		$t_{m1}$ (mm)	—
弁ふた材料	SUS316L		$t_{m2}$ (mm)	—
$P_1$ (MPa)	—	12.84	$t_{ma1}$ (mm)	—
$P_2$ (MPa)	—	21.41	$t_{ma2}$ (mm)	—
$d_m$ (mm)	□		注：本弁は棒材削り出し構造のため、ネック部に相当する部分はないものとし、弁箱及び弁ふたの計算のみ行う。	
$t_1$ (mm)	—	□		
$t_2$ (mm)	—	□		
$t$ (mm)	—	□		
$t_{ab}$ (mm)	□			
$t_{af}$ (mm)	□			
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$				
よって十分である。				

O2 ⑥ VI-3-3-4-1-2-1-3 R1E

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-4-1-2-1-4 管の強度計算書（制御棒駆動水圧系）



## 目 次

VI-3-3-4-1-2-1-4-1 管の基本板厚計算書（制御棒駆動水圧系）

VI-3-3-4-1-2-1-4-2 管の応力計算書（制御棒駆動水圧系）

VI-3-3-4-1-2-1-4-1 管の基本板厚計算書（制御棒駆動水圧系）

## 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価 区分	同等性 評価区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
2	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
4	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
5	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
その他 1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	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	15.20	66	15.20	66	有	S55 告示	既工認	—	SA-2

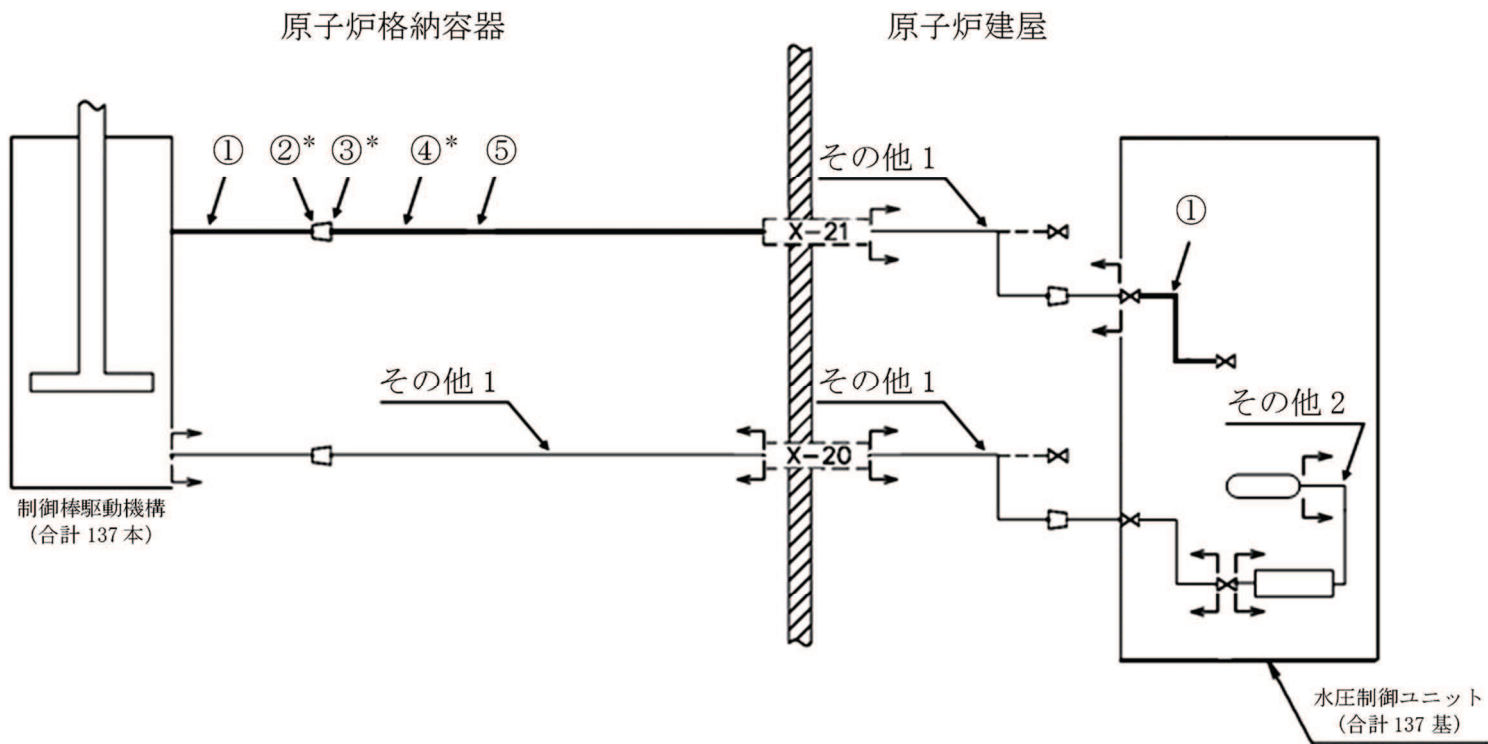
・適用規格の選定

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 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 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 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 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 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



本範囲の強度計算書は、平成 4 年 1 月 13 日付け 3 資庁第 10518 号にて認可された  
工事計画書の添付資料「IV-3-3-1-2-5-1 管の基本板厚計算書」による。

注記 \* : 管継手

制御棒駆動水圧系概略系統図

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 P (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 D <sub>o</sub> (mm)	公称 厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算式	t <sub>r</sub> (mm)
1	13.83	66	27.20	3.90	SUS316LTP	S	2	108	1.00			1.65	A	1.65
2	13.83	66	27.70	4.30	SUS316L	S	2	108	1.00			1.68	A	1.68
3	13.83	66	34.50	5.00	SUS316L	S	2	108	1.00			2.09	A	2.09
4	13.83	66	34.50	5.00	SUS316L	S	2	108	1.00			2.09	A	2.09
5	13.83	66	34.00	4.50	SUS316LTP	S	2	108	1.00			2.06	A	2.06

評価:  $t_s \geq t_r$ , よって十分である。



VI-3-3-4-1-2-1-4-2 管の応力計算書  
(制御棒駆動水圧系)

## 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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
CRD-005-2 CRD-005-3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-006-2 CRD-006-3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-007-2 CRD-007-3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-008-2 CRD-008-3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-017-2 CRD-017-3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-017-1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	無	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
CRD-005-1 CRD-006-1 CRD-007-1 CRD-008-1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	—	S55 告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	有	S55 告示	既工認	—	SA-2
CRD-001-1 CRD-001-2 CRD-001-3 CRD-002-1 CRD-002-2 CRD-002-3 CRD-003-1 CRD-003-2 CRD-003-3 CRD-004-1 CRD-004-2 CRD-004-3	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	13.83	66	13.83	66	有	S55 告示	既工認	—	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	6
3.1 設計条件	6
3.2 材料及び許容応力	9
4. 評価結果	11
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。



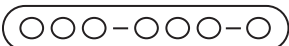

### (1) 管

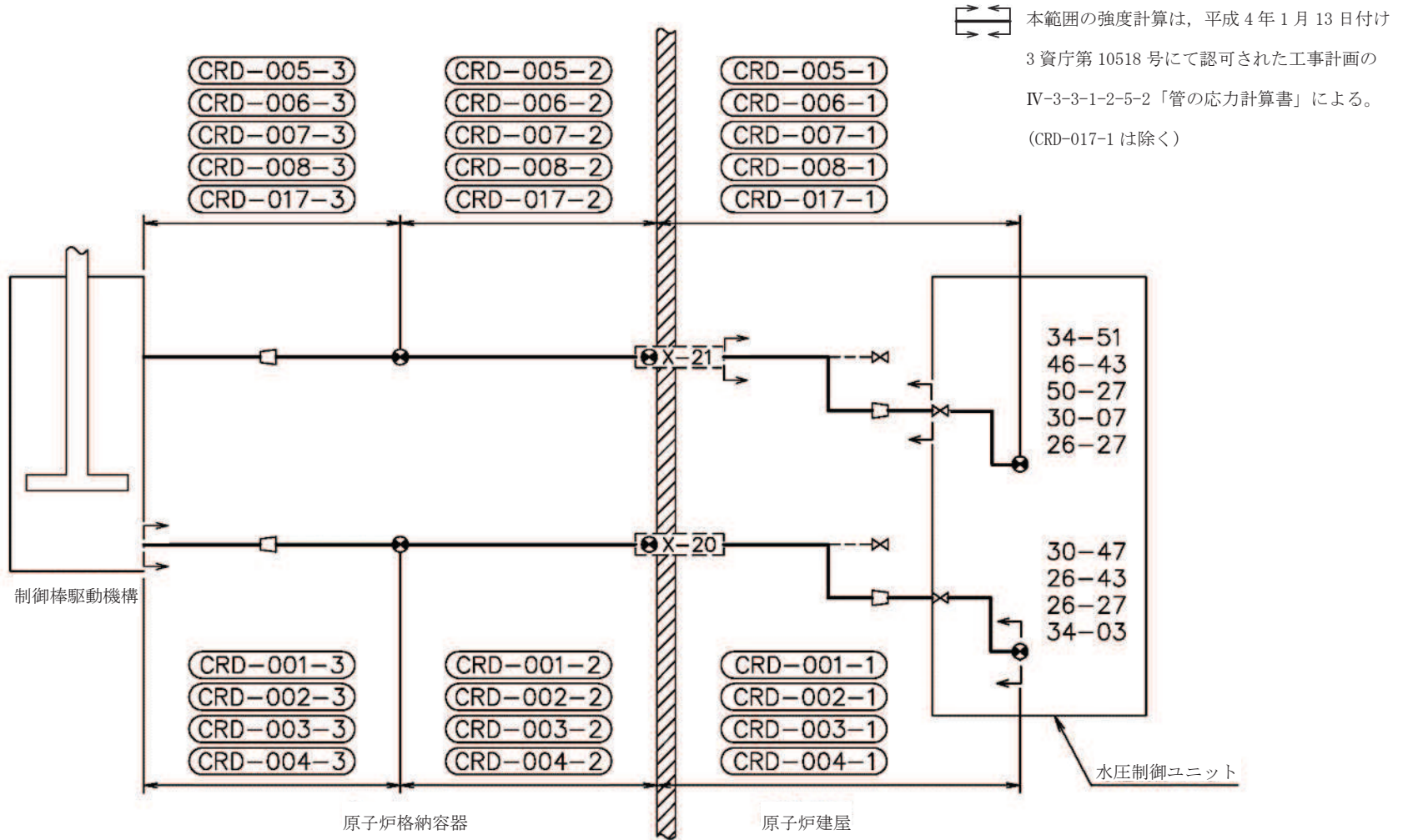
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位で記載する。また、全 15 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

## 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
 (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


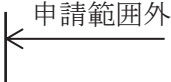


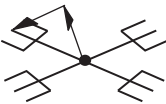


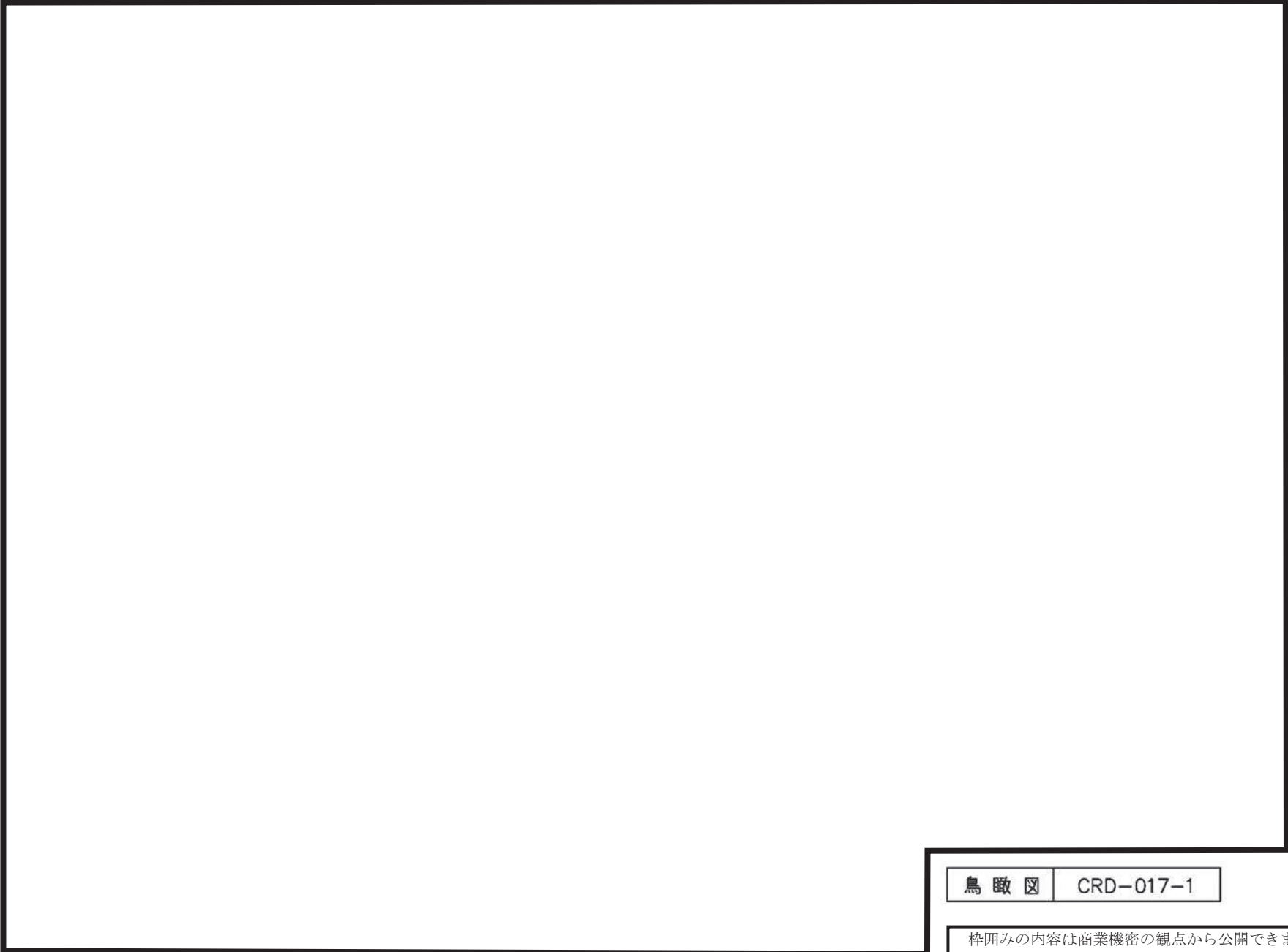
制御棒駆動水圧系概略系統図



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                      (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 CRD-017-1

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            C R D - 0 1 7 - 1

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	13.83	66	27.2	3.9	SUS316LTP
2	13.83	66	34.0	4.5	SUS316LTP

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            CRD-017-1

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	1	2	3	4	5	6	7	9	10							
2	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	44	45	46	47	
	48	49	50	51	52											

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		12		20		28		45	
2		13		21		29		46	
3		14		22		30		47	
4		15		23		31		48	
5		16		24		32		49	
6		17		25		33		50	
10		18		26		34		51	
11		19		27		35		52	

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)
7		42	
8		43	
9		44	

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	8			
弁 2	43			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図            CRD-017-1

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						
6						
13						
20						
** 25 **						
25						
30						
34						
41						
45						
49						

### 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		Sh
SUS316LTP	66	110

### 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S <sub>h</sub>
SUS316LTP	66	108

## 4. 評価結果

下表に示すとおり最大応力はすべて許容応力以下である。

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
CRD-017-1	1	S p r m (1)	41	110
	1	S p r m (2)	43	132

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すべて許容応力以下である。

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 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 p r m (1) S p r m (2)	1. 5・S h 1. 8・S h
CRD-017-1	1	S p r m (1)	53	162
	1	S p r m (2)	56	194

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	CRD-005-1	1	39	110	2.82	—	1	41	132	3.21	—
2	CRD-006-1	1	40	110	2.75	—	1	42	132	3.14	—
3	CRD-007-1	1	40	110	2.75	—	1	42	132	3.14	—
4	CRD-008-1	1	39	110	2.82	—	1	41	132	3.21	—
5	CRD-017-1	1	41	110	2.68	○	1	43	132	3.06	○
6	CRD-005-2	7	31	110	3.54	—	7	33	132	4.00	—
7	CRD-006-2	7	31	110	3.54	—	7	33	132	4.00	—
8	CRD-007-2	6	31	110	3.54	—	6	33	132	4.00	—
9	CRD-008-2	7	30	110	3.66	—	7	32	132	4.12	—
10	CRD-017-2	6	31	110	3.54	—	6	33	132	4.00	—
11	CRD-005-3	1	34	110	3.23	—	1	36	132	3.66	—
12	CRD-006-3	1	34	110	3.23	—	1	36	132	3.66	—
13	CRD-007-3	1	32	110	3.43	—	1	34	132	3.88	—
14	CRD-008-3	1	34	110	3.23	—	1	36	132	3.66	—
15	CRD-017-3	5	33	110	3.33	—	5	35	132	3.77	—

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	CRD-005-1	1	51	162	3.17	—	1	54	194	3.59	—
2	CRD-006-1	1	51	162	3.17	—	1	54	194	3.59	—
3	CRD-007-1	1	51	162	3.17	—	1	54	194	3.59	—
4	CRD-008-1	1	50	162	3.24	—	1	53	194	3.66	—
5	CRD-017-1	1	53	162	3.05	○	1	56	194	3.46	○
6	CRD-005-2	3	42	162	3.85	—	3	46	194	4.21	—
7	CRD-006-2	3	41	162	3.95	—	3	45	194	4.31	—
8	CRD-007-2	15	42	162	3.85	—	15	46	194	4.21	—
9	CRD-008-2	3	42	162	3.85	—	3	46	194	4.21	—
10	CRD-017-2	14	42	162	3.85	—	14	46	194	4.21	—
11	CRD-005-3	11	43	162	3.76	—	11	47	194	4.12	—
12	CRD-006-3	11	42	162	3.85	—	11	46	194	4.21	—
13	CRD-007-3	8	41	162	3.95	—	8	45	194	4.31	—
14	CRD-008-3	11	41	162	3.95	—	11	45	194	4.31	—
15	CRD-017-3	9	44	162	3.68	—	9	48	194	4.04	—

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-3-3-4-2 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 ほう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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 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

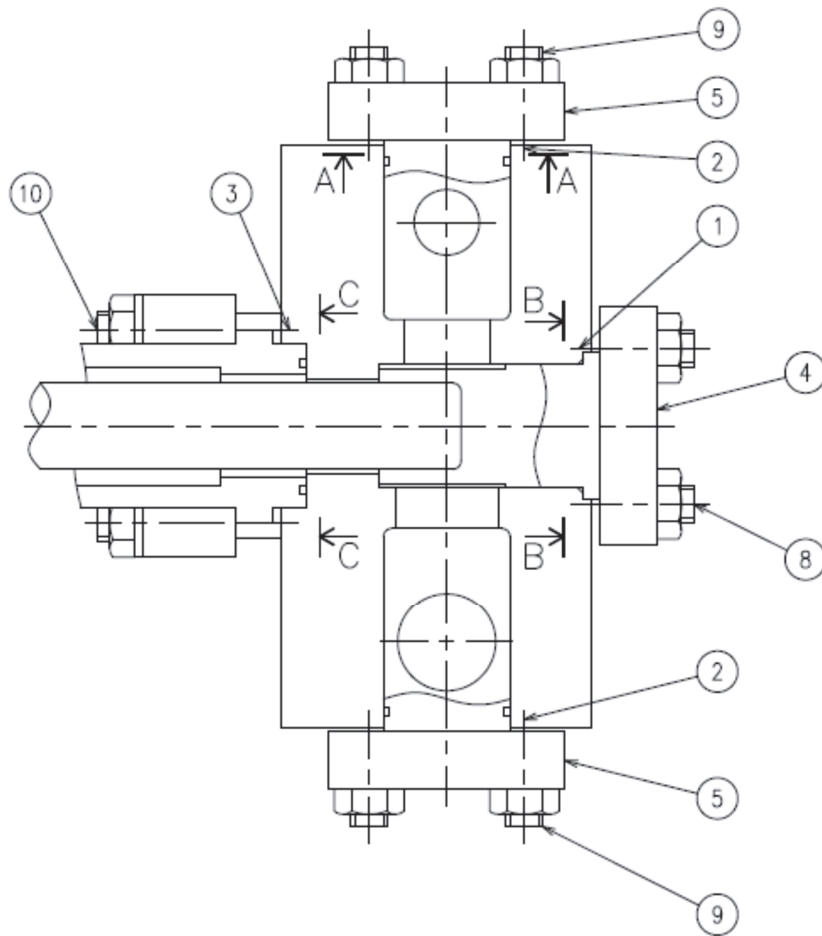
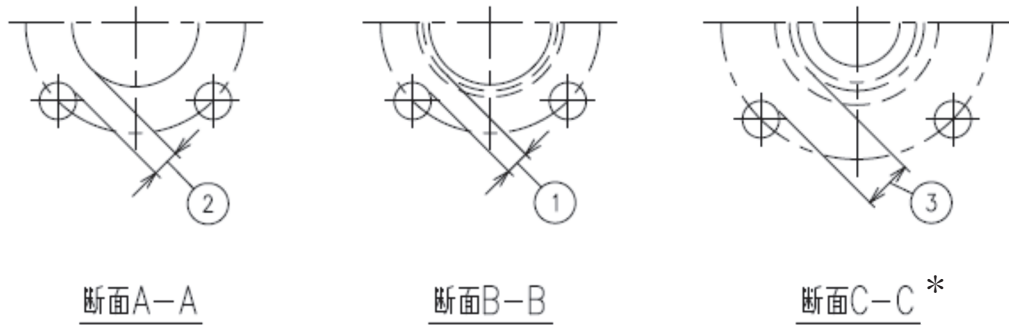
1. 計算条件

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。



注記\* : 一点鎖線は、グラウンド部のOリング溝を示す。

図1-1 概要図 (その1)

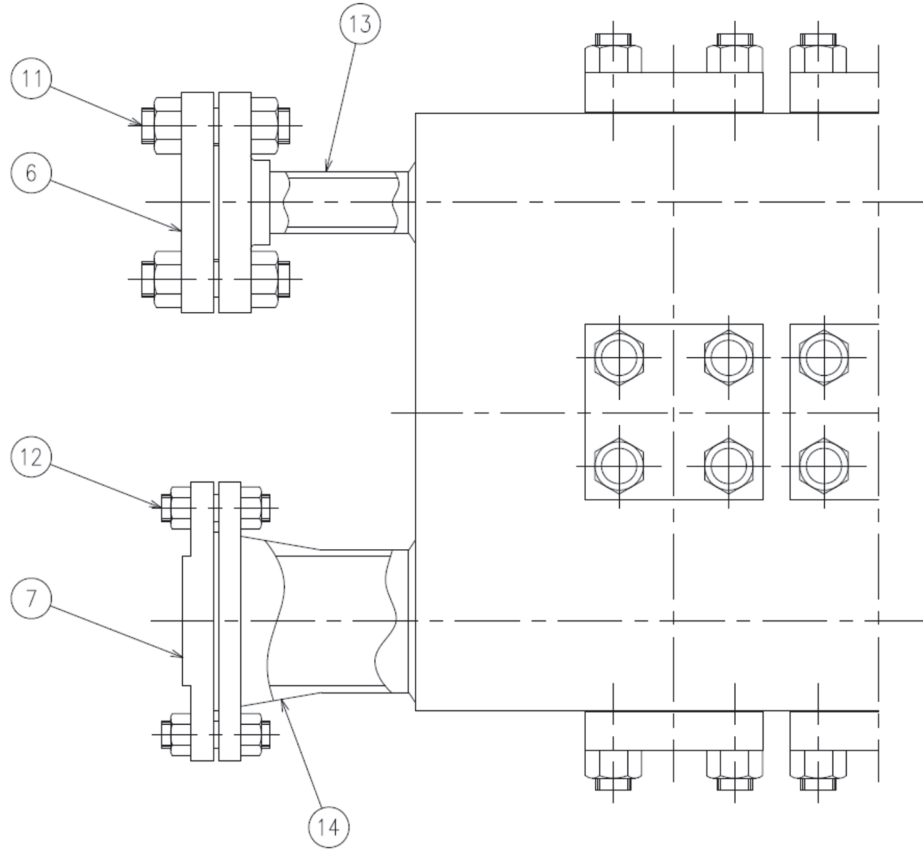


図1-2 概要図 (その2)

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 (MPa)	S (MPa)	D <sub>i</sub> (mm)	R <sub>i</sub> (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	η
—	継手無し	—	1.00
—	継手無し	—	1.00
1.187	継手無し	—	1.00

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (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 (MPa)	S (MPa)	平板形	
				d (mm)	K
④		10.79			
⑤		10.79			
⑥		10.79			
⑦		1.18			

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (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 (MPa)	S <sub>b</sub> (MPa)	d <sub>b</sub> (mm)	n	A <sub>b</sub> (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 (mm)	ガスケット 座面形状	$G_s$ (mm)	G (mm)	$D_g$ (mm)
セルフシール ガスケット (ゴム)	—	—	—	—	
セルフシール ガスケット (ゴム)	—	—	—	—	
セルフシール ガスケット (ゴム)	—	—	—	—	
渦巻形 金属ガスケット (非石綿)	4.5	1a			—
渦巻形 金属ガスケット (非石綿)	4.5	1a			—

H (N)	$H_p$ (N)	$W_{m1}$ (N)	$W_{m2}$ (N)	W (N)	$\sigma$ (MPa)
					46
					36
					46
					64
					54

評価： $\sigma \leq S_b$ ，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 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 (MPa)	S (MPa)	D <sub>o</sub> (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 (mm)	t <sub>s o</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)
2.1		
0.5		

評価：  $t_s \geq t$ ， よって十分である。

VI-3-3-4-2-1-2 ほう酸水注入系貯蔵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」に基づいて評価を行う。

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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
ほう酸水注入系貯蔵タンク	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	無	静水頭	66	静水頭	66	有	S55 告示	既工認	—	SA-2

## 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、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、評価結果については、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添付書類「IV-3-3-1-3-1 ほう酸水注入系貯蔵タンクの強度計算書」による。

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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	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 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 又は告示	—	SA-2
3	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 又は告示	—	SA-2
4	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 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	有	S55告示	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	有	S55告示	既工認	—	SA-2

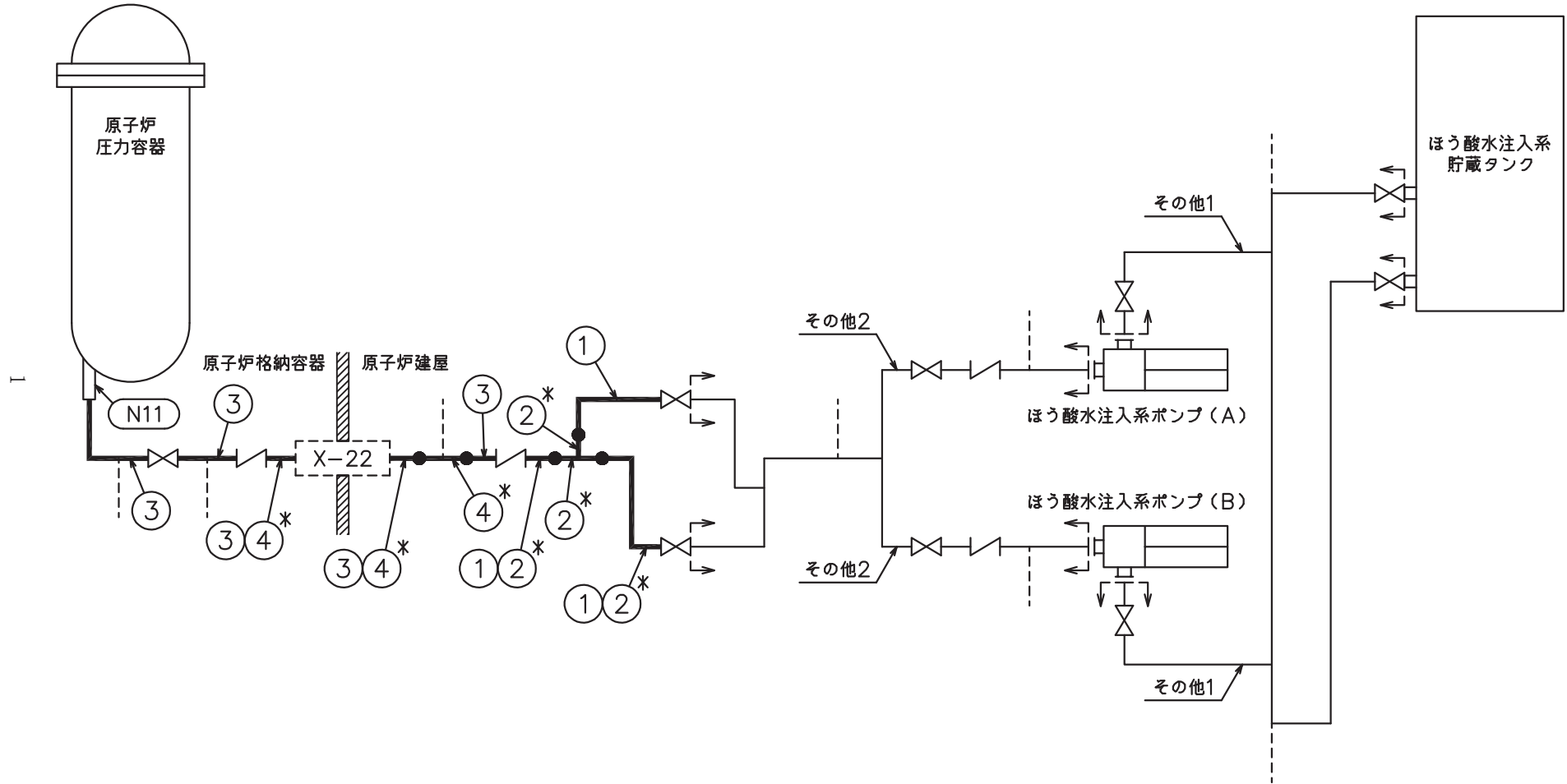
・適用規格の選定

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 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 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 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 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



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-3-3-1-3-2-1 管の基本板厚計算書」による。

注記\*：管継手  
 ほう酸水注入系概略系統図

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 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 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 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


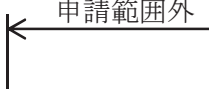


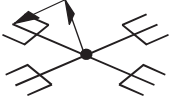
概略系統図記号凡例

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



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 (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>



5

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。

9

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 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (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			

R 1  
 ⑥ VI-3-3-4-2-1-3-2 (重)  
 O 2

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 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 **						

### 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 (°C)	許容応力 (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 (°C)	許容応力 (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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
S L C - 0 0 2	38	S p r m (1)	45	109
	38	S p r m (2)	48	130

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
S L C - 0 0 2	38	S p r m (1)	58	165
	38	S p r m (2)	62	198

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	48	130	2.70	○
2	SLC-003	57	35	93	2.65	—	57	38	111	2.92	—
3	SLC-004	2	34	93	2.73	—	2	37	111	3.00	—

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	62	198	3.19	○
2	SLC-003	57	48	139	2.89	—	57	52	167	3.21	—
3	SLC-004	2	47	139	2.95	—	2	51	167	3.27	—

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 高圧窒素ガス供給系の強度計算書

VI-3-3-4-3-2 代替高圧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 高圧窒素ガスポンベの強度評価書



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 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。なお、保管時は取付箇所と同じ場所に保管する。	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 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-3-3-4-3-1-2-2 管の応力計算書（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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
1	既設	有	有	Non	—	SA-2	無	—	—	19.61	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
2	既設	有	有	Non	—	SA-2	無	—	—	19.61	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
3	既設	有	有	Non	—	SA-2	無	—	—	19.61	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
4	既設	有	有	Non	—	SA-2	無	—	—	19.61	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
5	既設	有	有	Non	—	SA-2	無	—	—	1.77	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
5	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	66	1.77	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
6	既設	有	有	Non	—	SA-2	無	—	—	1.77	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
6	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	66	1.77	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
7	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.77	171	1.77	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

・評価条件整理表

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
8	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.77	171	1.77	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
9	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 又は告示	—	SA-2
10	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 又は告示	—	SA-2
11	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
12	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
13	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
14	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
15	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
E1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
E2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2



・評価条件整理表

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
E3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
E4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

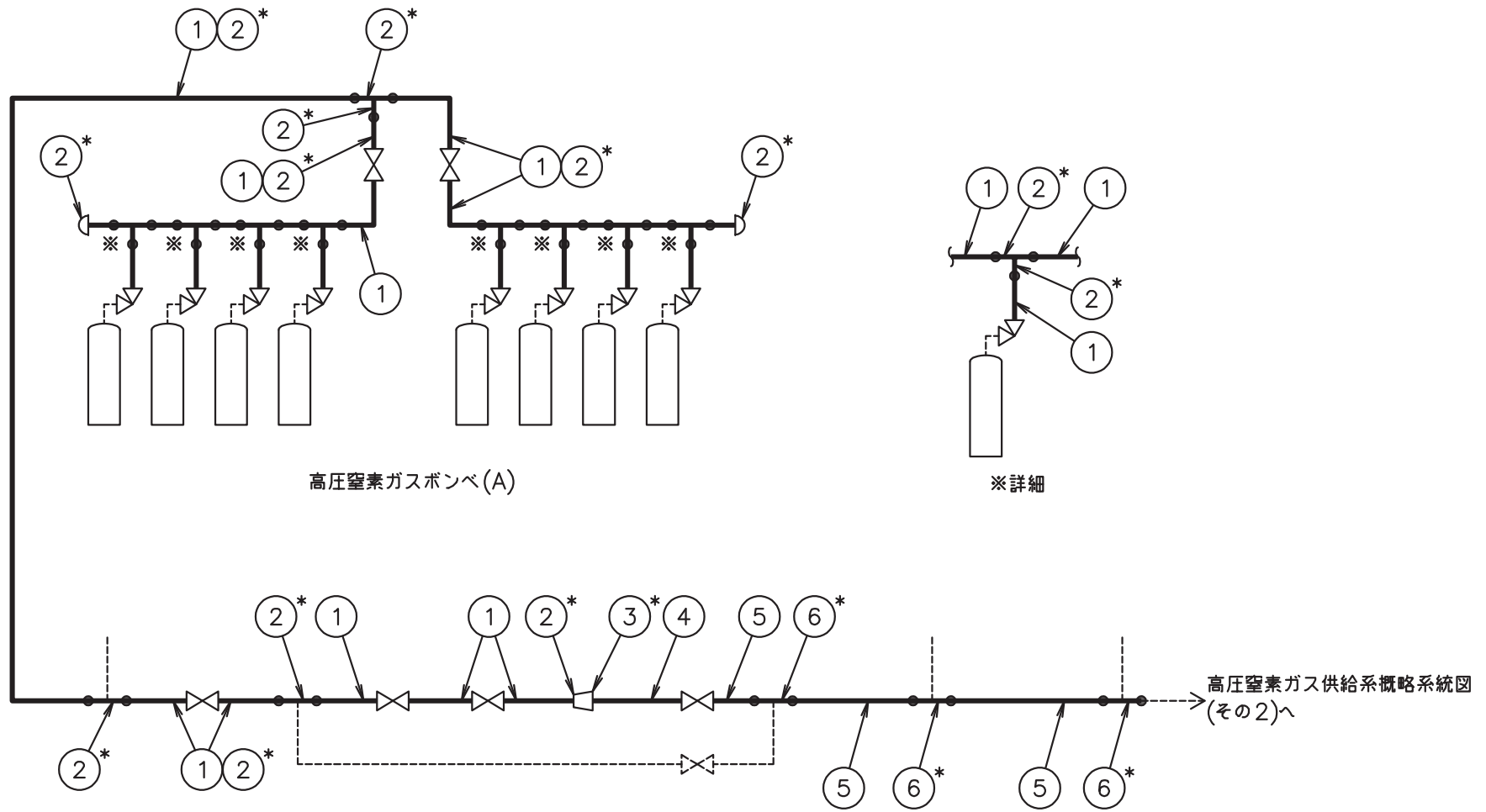
・適用規格の選定

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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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

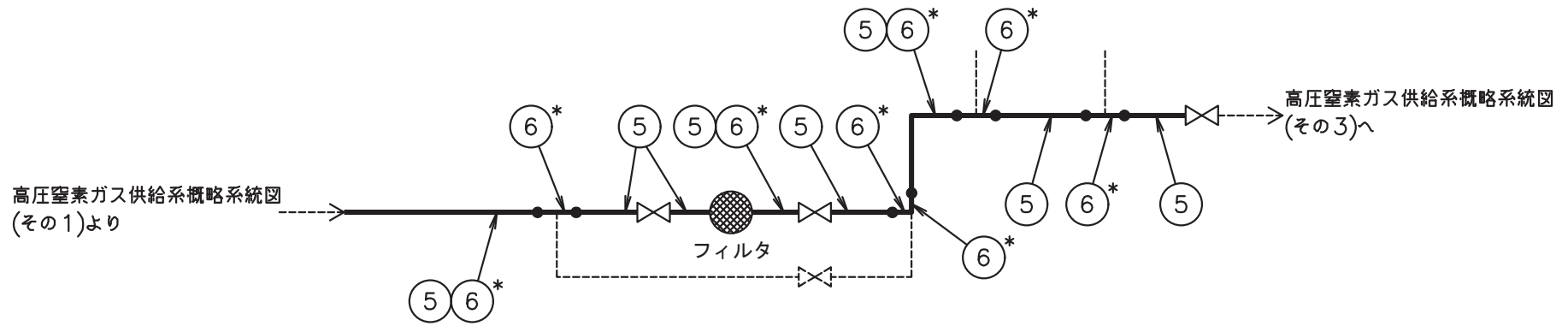
## 目次

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

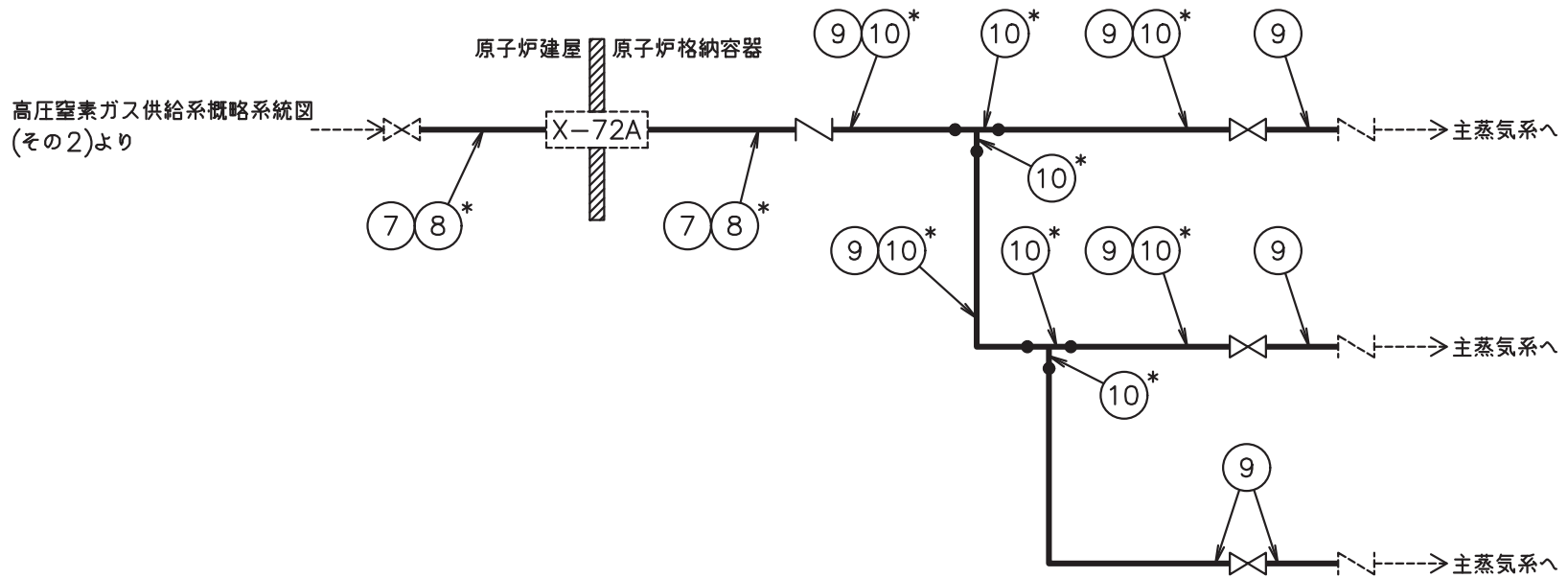
1. 概略系統図



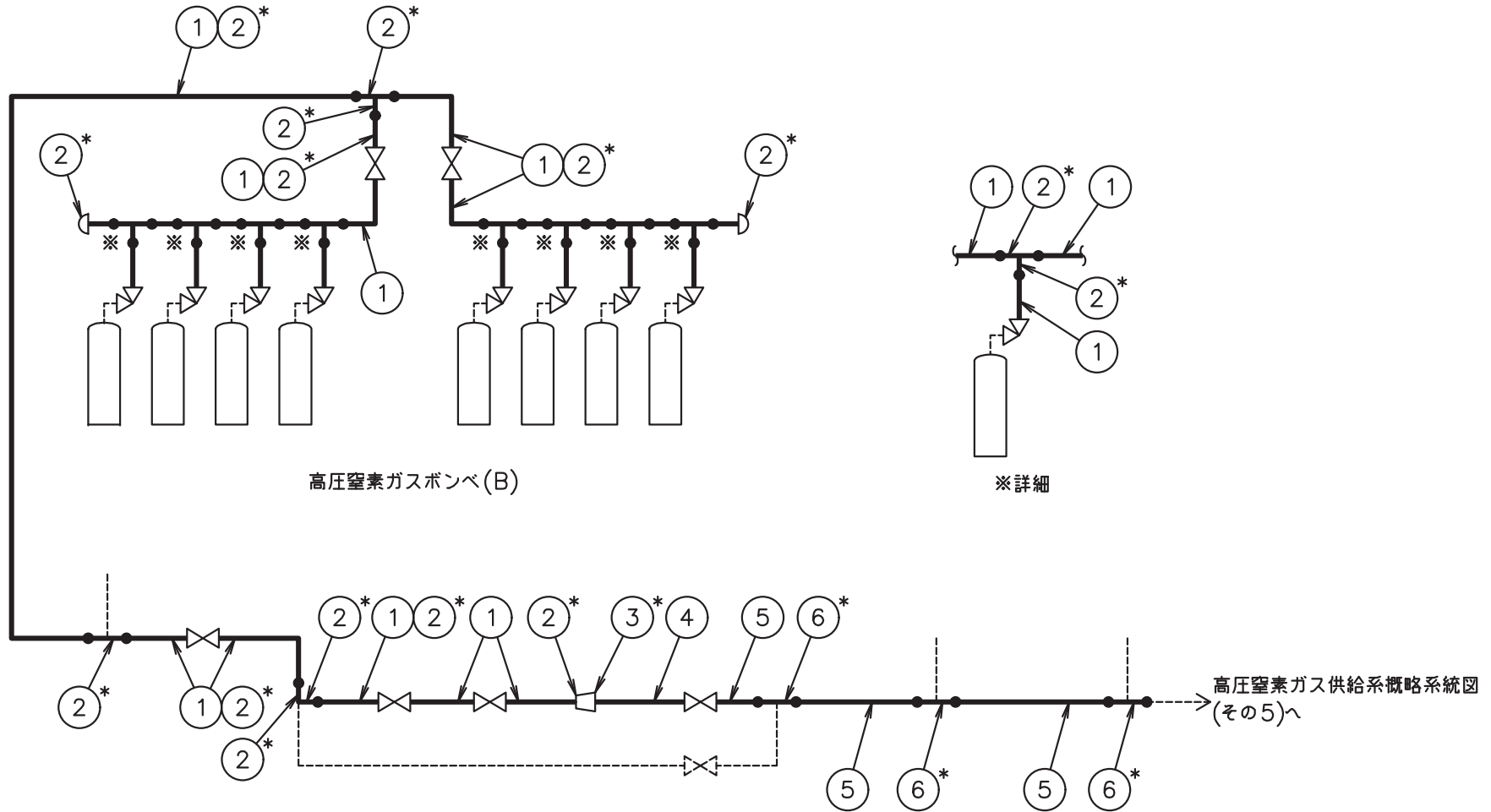
注記\*：管継手  
 高圧窒素ガス供給系概略系統図(その1)



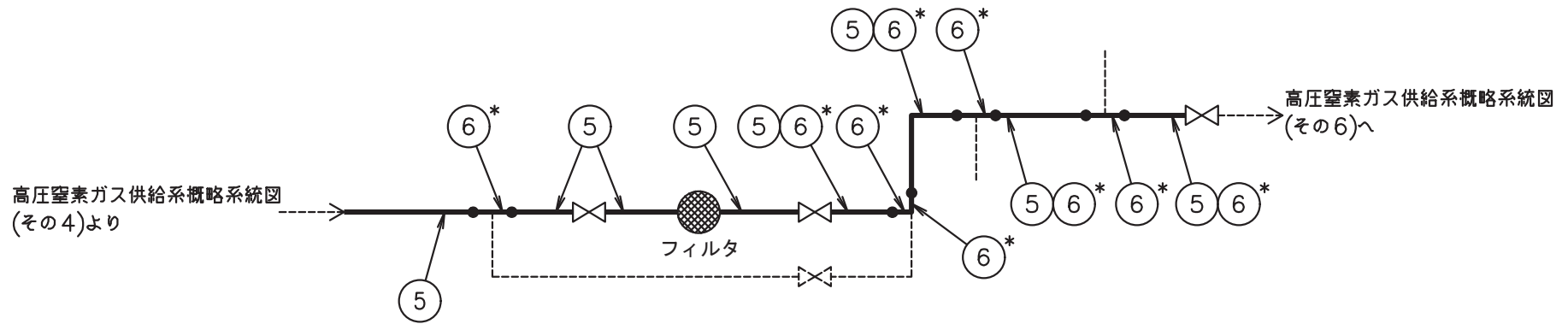
注記\*：管継手  
高圧窒素ガス供給系概略系統図(その2)



注記\*：管継手  
高圧窒素ガス供給系概略系統図(その3)

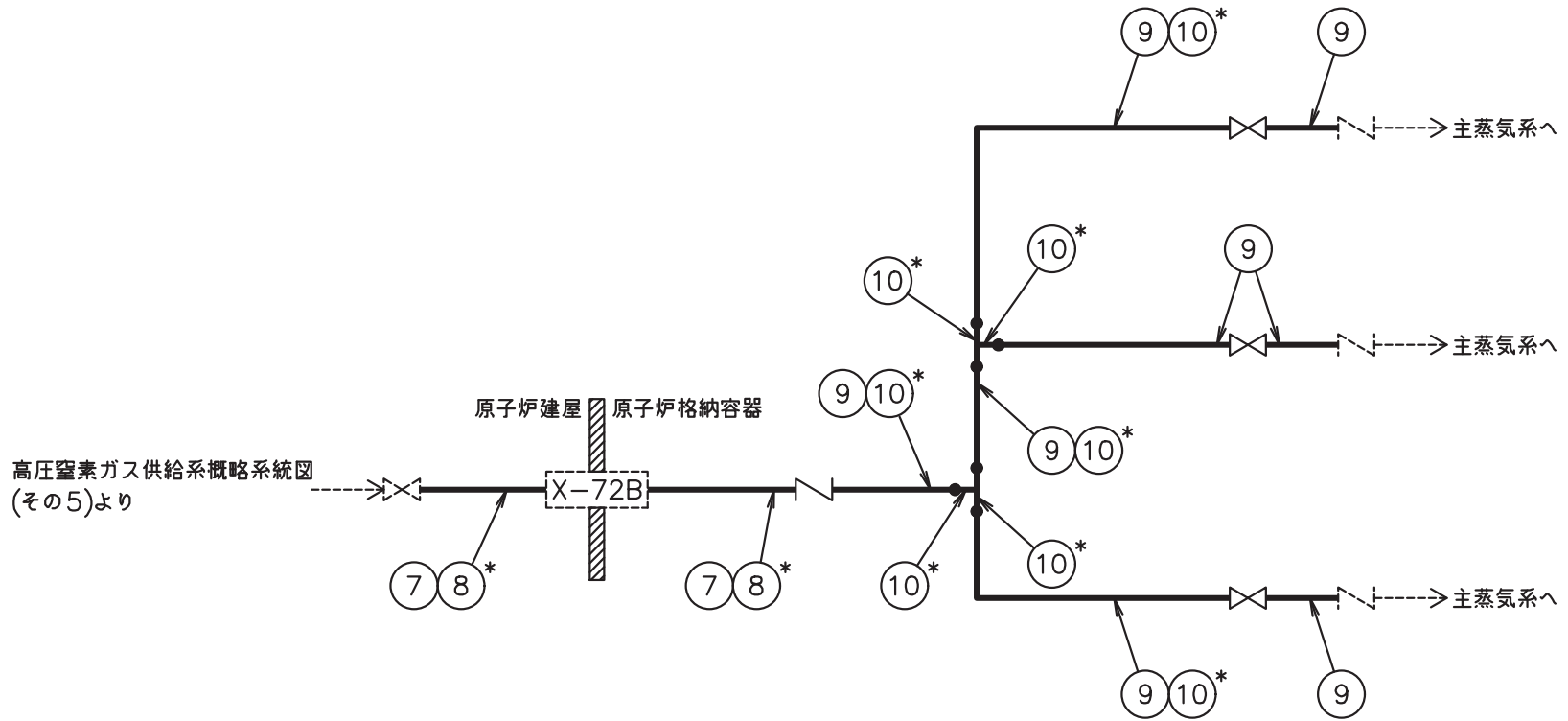


注記\* : 管継手  
 高圧窒素ガス供給系概略系統図(その4)



注記\*：管継手  
高圧窒素ガス供給系概略系統図(その5)

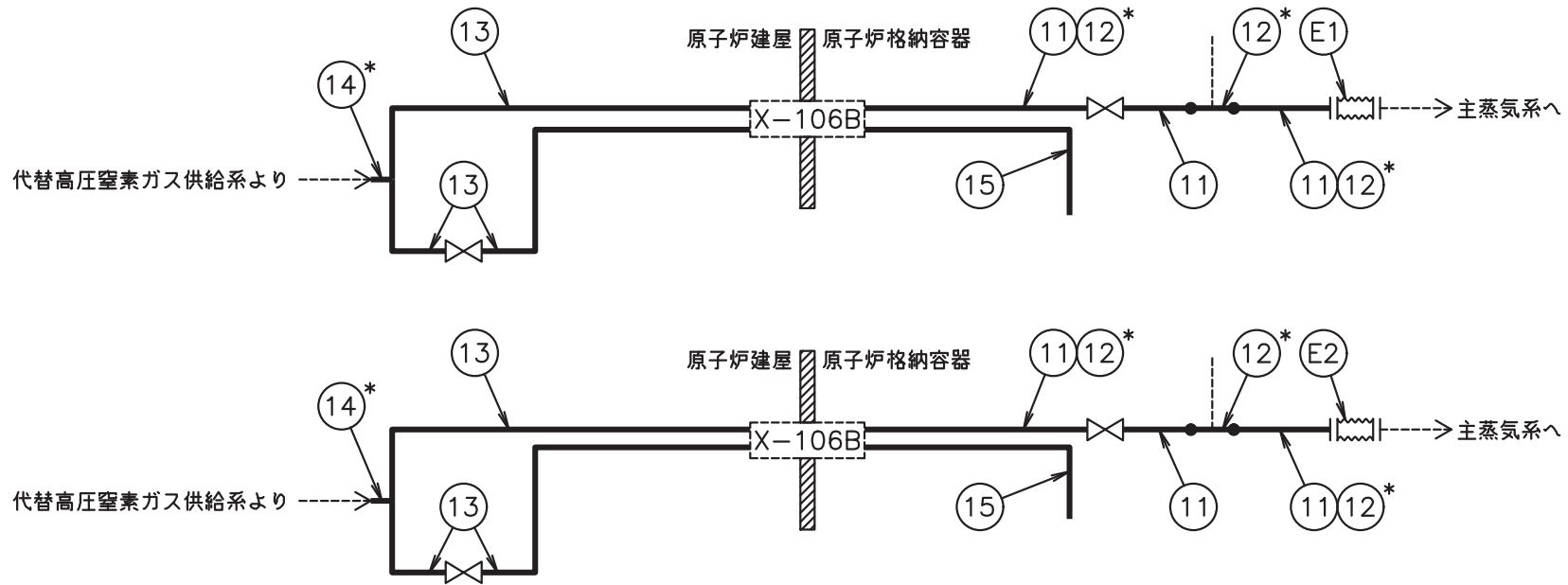




高圧窒素ガス供給系概略系統図  
(その5)より

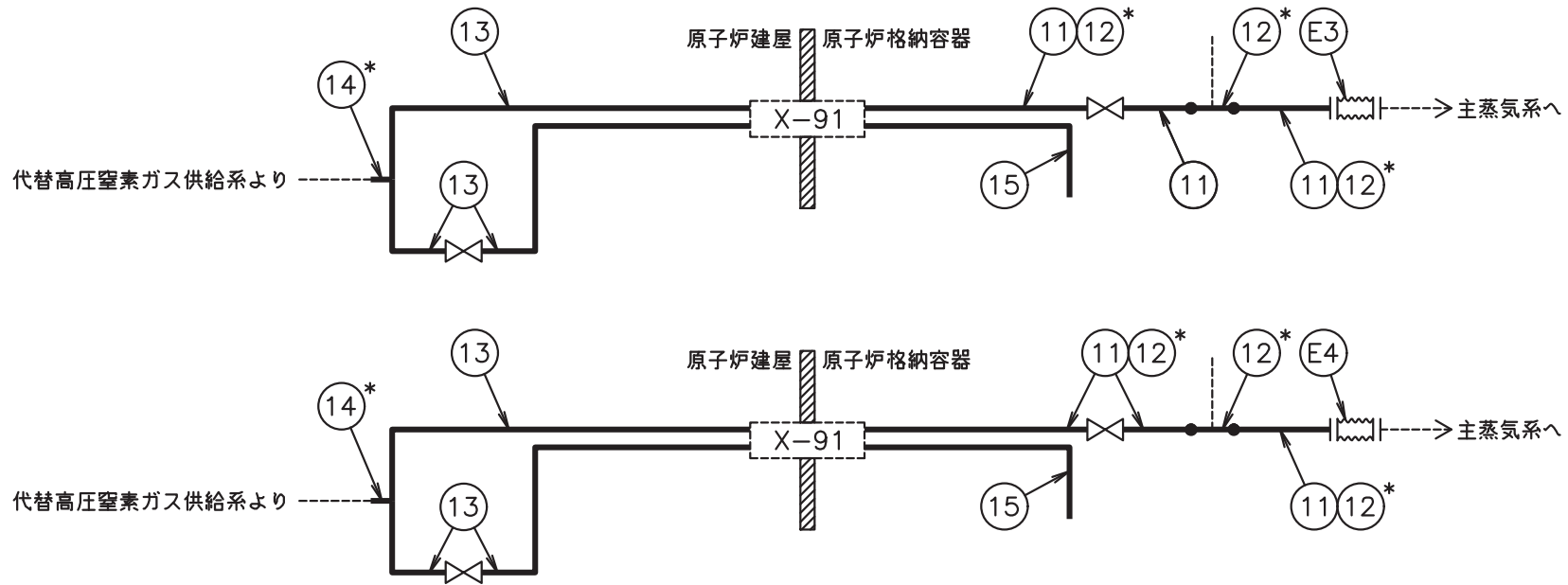
注記\* : 管継手

高圧窒素ガス供給系概略系統図(その6)



注記\*：管継手  
 高压窒素ガス供給系概略系統図(その7)

∞



注記\*：管継手  
 高压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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D。 (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	$t_s$ (mm)	t (mm)	算 式	$t_r$ (mm)
1	19.61	66	34.00	6.40	SUS304TP	S	2	126	1.00	12.5%	5.60	2.49	A	2.49
2	19.61	66	34.00	7.00	SUS304	S	2	126	1.00			2.49	A	2.49
3	19.61	66	60.50	9.60	SUS304	S	2	126	1.00			4.44	A	4.44
4	19.61	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： $t_s \geq t_r$ ，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 P (MPa)	最高使用温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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 P (MPa)	最高使用温 度 (°C)	材 料	縦弾性係数 E (MPa)	t (mm)	全伸縮量 δ (mm)	b (mm)	h (mm)	n	c	算 式	継手部応力 σ (MPa)	N ×10 <sup>3</sup>	N <sub>r</sub> ×10 <sup>3</sup>	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 ≤ 1, よって十分である。

注：E1~E4の外径は、

VI-3-3-4-3-1-2-2 管の応力計算書(高圧窒素ガス供給系)

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-3 クラス2機器の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-4 クラス2管の強度計算方法」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-3-2-9 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

耐震計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
HPIN-003	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	2.06	171	2.06	200	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
HPIN-006	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	2.06	171	2.06	200	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
HPIN-007	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.06	171	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPIN-008	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.06	171	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPIN-009	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.06	171	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPIN-010	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.06	171	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPIN-01A	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 又は告示	—	SA-2
HPIN-02A	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 又は告示	—	SA-2

・評価条件整理表

耐震計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
HPIN-03A	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 又は告示	—	SA-2
HPIN-04A	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 又は告示	—	SA-2
HPIN-04A-1	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 又は告示	—	SA-2
HPIN-05A	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 又は告示	—	SA-2
HPIN-06A	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 又は告示	—	SA-2
HPIN-07A	既設	有	—	—	—	SA-2	無	—	—	19.61	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	66	1.77	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	—	—	—	SA-2	無	—	—	1.77	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPIN-08A	既設	有	—	—	—	SA-2	無	—	—	19.61	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	66	1.77	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	—	—	—	SA-2	無	—	—	1.77	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
HPIN1014	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.06	171	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

・評価条件整理表

耐震計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
HPIN1033	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.06	171	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPIN2014	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.06	171	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPIN2033	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.06	171	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
KHPIN-101	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	66	1.77	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.77	171	1.77	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	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 又は告示	—	SA-2
KHPIN-103	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	66	1.77	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	1.77	171	1.77	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	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 又は告示	—	SA-2
KHPIN-104	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.06	171	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
KHPIN-105	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.06	171	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
KHPIN-106	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.06	171	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
KHPIN-107	新設	—	—	—	DB-3	SA-2	—	2.06	171	2.06	171	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

## 設計基準対象施設

## 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	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	23

## 1. 概要

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-3-2-4 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

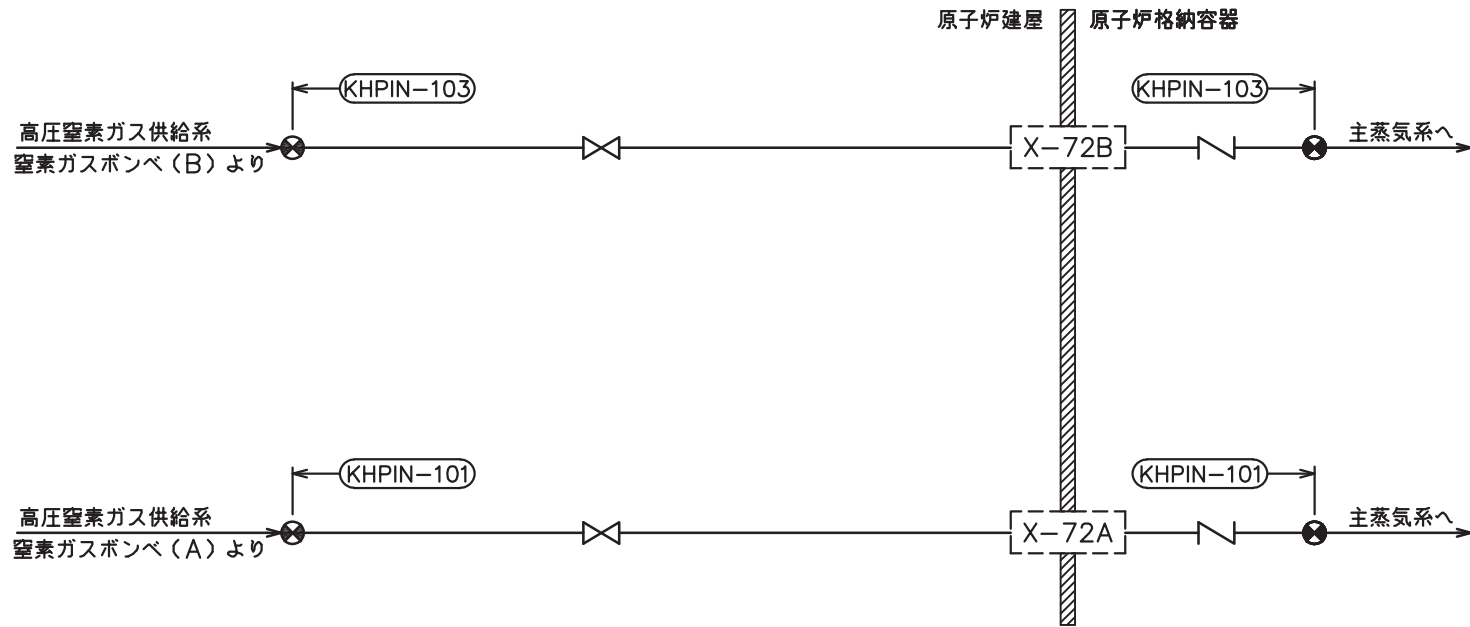
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 2 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

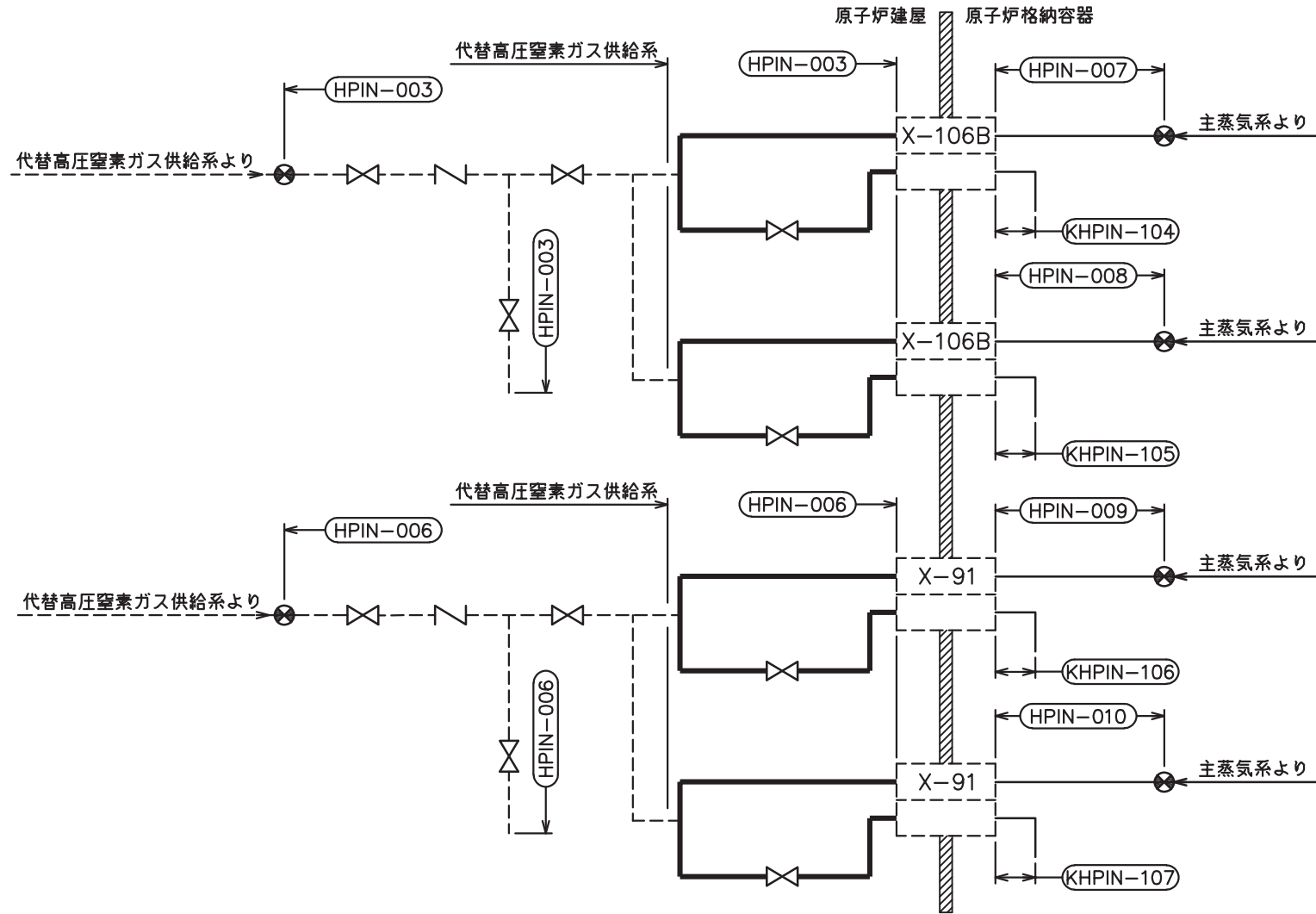
概略系統図記号凡例

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



高圧窒素ガス供給系概略系統図 (その1)





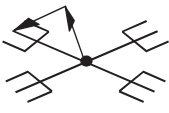
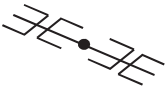




高压窒素ガス供給系概略系統図 (その2)

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                      (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>

9

鳥瞰図 HPIN-003-1/4

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 HPIN-003-2/4

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 HPIN-003-3/4

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 HPIN-003-4/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

10

鳥瞰図 HPIN-006-1/4

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 HPIN-006-2/4

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 HPIN-006-3/4

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 HPIN-006-4/4

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            H P I N - 0 0 3

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	2.06	171	60.5	3.9	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                    H P I N - 0 0 3

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
	59	60	61	62	63	64	66	67	68	69	70	71	72	73	74
	75	76	77	78	79	80	81	82	95	96	97	98	99	100	101
	102	103	104	105	106	107	108	109	111	112	113	114	115	116	117
	118	119	120	121	122	123									

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)
44		57		73		98		114	
45		58		74		99		115	
46		59		75		100		116	
47		60		76		101		117	
48		61		77		102		118	
49		62		78		103		119	
50		63		79		104		120	
51		67		80		105		121	
52		68		81		106		122	
53		69		82		107		123	
54		70		95		108			
55		71		96		112			
56		72		97		113			

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)
64		109	
65		110	
66		111	
134		136	
135		137	

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	65			
弁2	110			

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 I N - 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
63						
** 63 **						
67						
** 105 **						
112						
** 112 **						
117						
** 135 **						
** 137 **						
** 214 **						

[Redacted]

O 2 ⑥ VI-3-3-4-3-1-2-2 (設) 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。

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 I N - 0 0 6

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	2.06	171	60.5	3.9	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                      H P I N - 0 0 6

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	
	62	63	64	65	66	67	69	70	71	72	73	74	75	76	77	
	78	79	80	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	
	101	102	103	104	105	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	
	117	118	119	120												

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)
47		59		74		94		109	
48		60		75		95		110	
49		61		76		96		111	
50		62		77		97		112	
51		63		78		98		113	
52		64		79		99		114	
53		65		80		100		115	
54		66		89		101		116	
55		70		90		102		117	
56		71		91		103		118	
57		72		92		104		119	
58		73		93		108		120	

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)
67		105	
68		106	
69		107	
131		133	
132		134	

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	68			
弁2	106			

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 I N - 0 0 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
60						
** 63 **						
66						
** 66 **						
70						
104						
** 104 **						
108						
132						
134						
** 214 **						

[Redacted box]

O 2 ⑥ VI-3-3-4-3-1-2-2 (設) 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
SUS304TP	171	113

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。

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	供用状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h	S n (a) S n (b)	S a (c) S a (d)
H P I N - 0 0 3	(A, B)	112	S p r m (1)	50	169	—	—
	(A, B)	103	S n (a)	—	—	163	302
	(A, B)	112	S p r m (2)	51	203	—	—
	(A, B)	103	S n (b)	—	—	164	325

注記 \*1: 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, S n (a), S n (b)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)a, bに基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2: S a (c), S a (d)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)c, dに基づき計算した許容応力を示す。

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。

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	供用状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h	S n (a) S n (b)	S a (c) S a (d)
H P I N - 0 0 6	(A, B)	101	S p r m (1)	28	169	—	—
	(A, B)	67	S n (a)	—	—	194	302
	(A, B)	101	S p r m (2)	29	203	—	—
	(A, B)	67	S n (b)	—	—	195	325

注記 \*1: 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, S n (a), S n (b)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)a, bに基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2: S a (c), S a (d)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)c, dに基づき計算した許容応力を示す。

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(クラス 2 管)

No.	配管モデル	供用状態 (A, B) *1					供用状態 (A, B) *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	HPIN-003	112	50	169	3.38	○	112	51	203	3.98	○
2	HPIN-006	101	28	169	6.03	—	101	29	203	7.00	—

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。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス 2 管)

No.	配管モデル	供用状態 (A, B) *3					供用状態 (A, B) *4				
		一次+二次応力					一次+二次応力				
		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	HPIN-003	103	163	302	1.85	—	103	164	325	1.98	—
2	HPIN-006	67	194	302	1.55	○	67	195	325	1.66	○

注記\*3：設計・建設規格 PPC-3530(1)a に基づき計算した一次+二次応力を示す。

\*4：設計・建設規格 PPC-3530(2)b に基づき計算した一次+二次応力を示す。

## 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 .....	10
3. 計算条件 .....	24
3.1 設計条件 .....	24
3.2 材料及び許容応力 .....	33
4. 評価結果 .....	35
5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果.....	37

## 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25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。

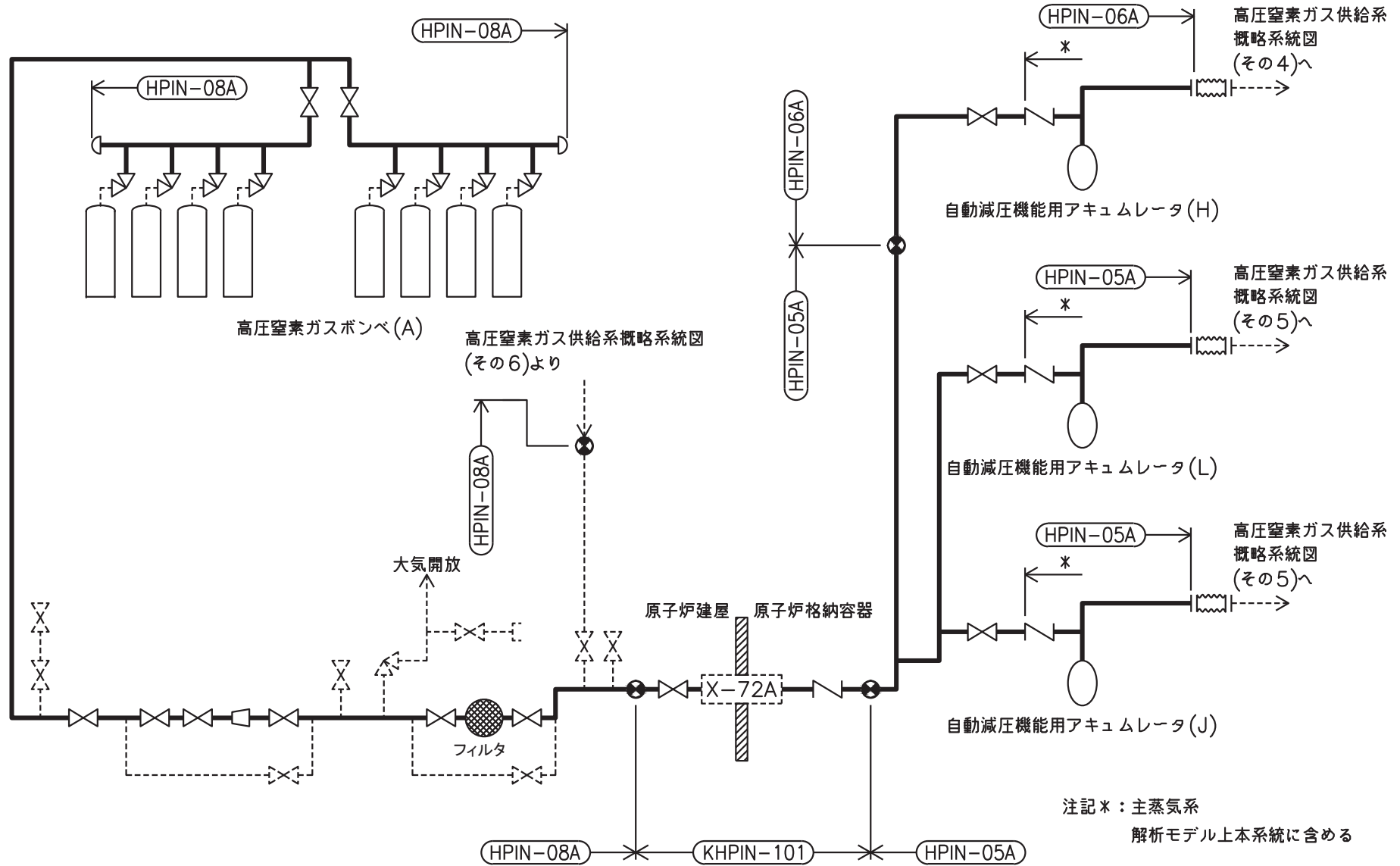


## 2. 概略系統図及び鳥瞰図

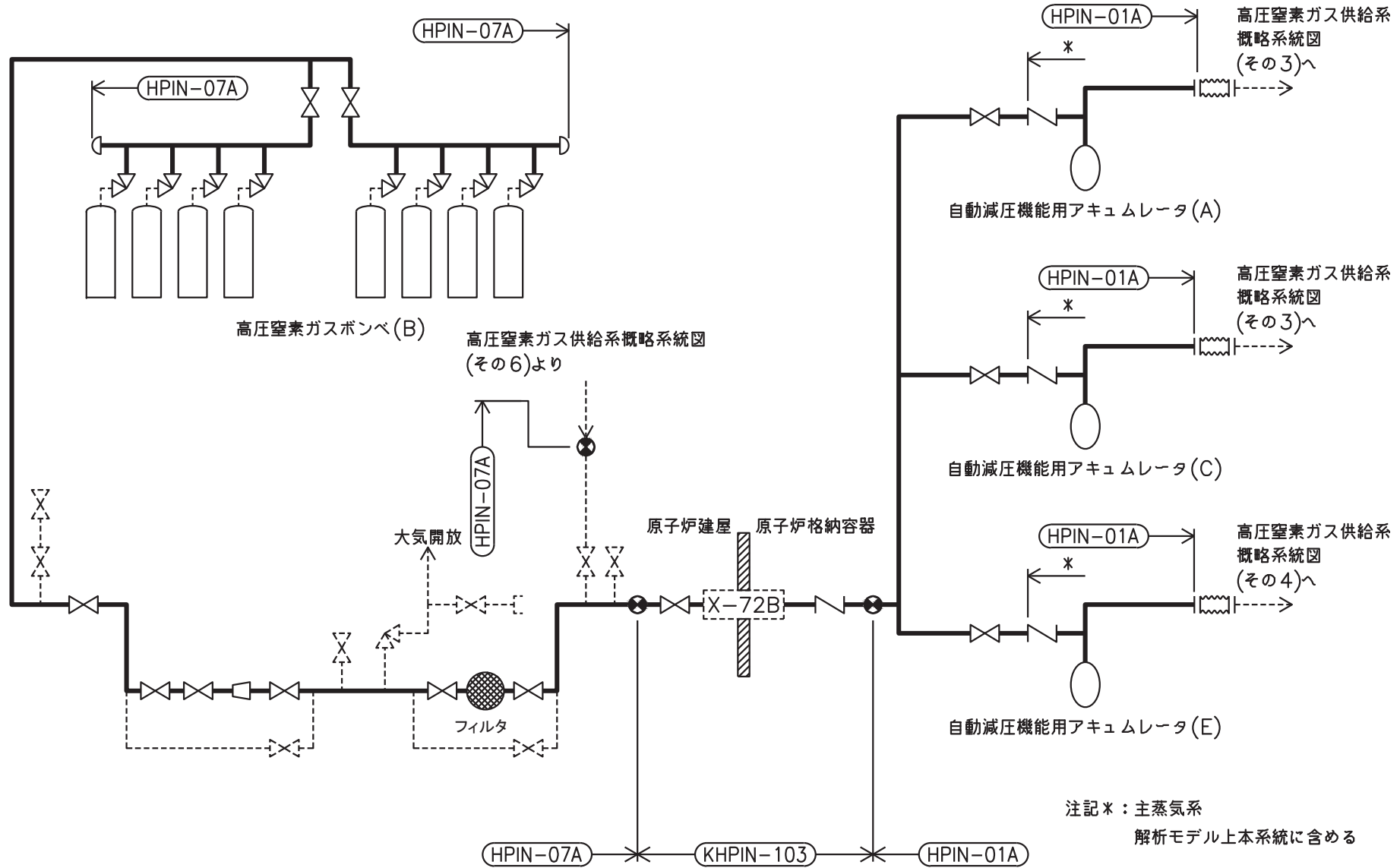
### 2.1 概略系統図

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

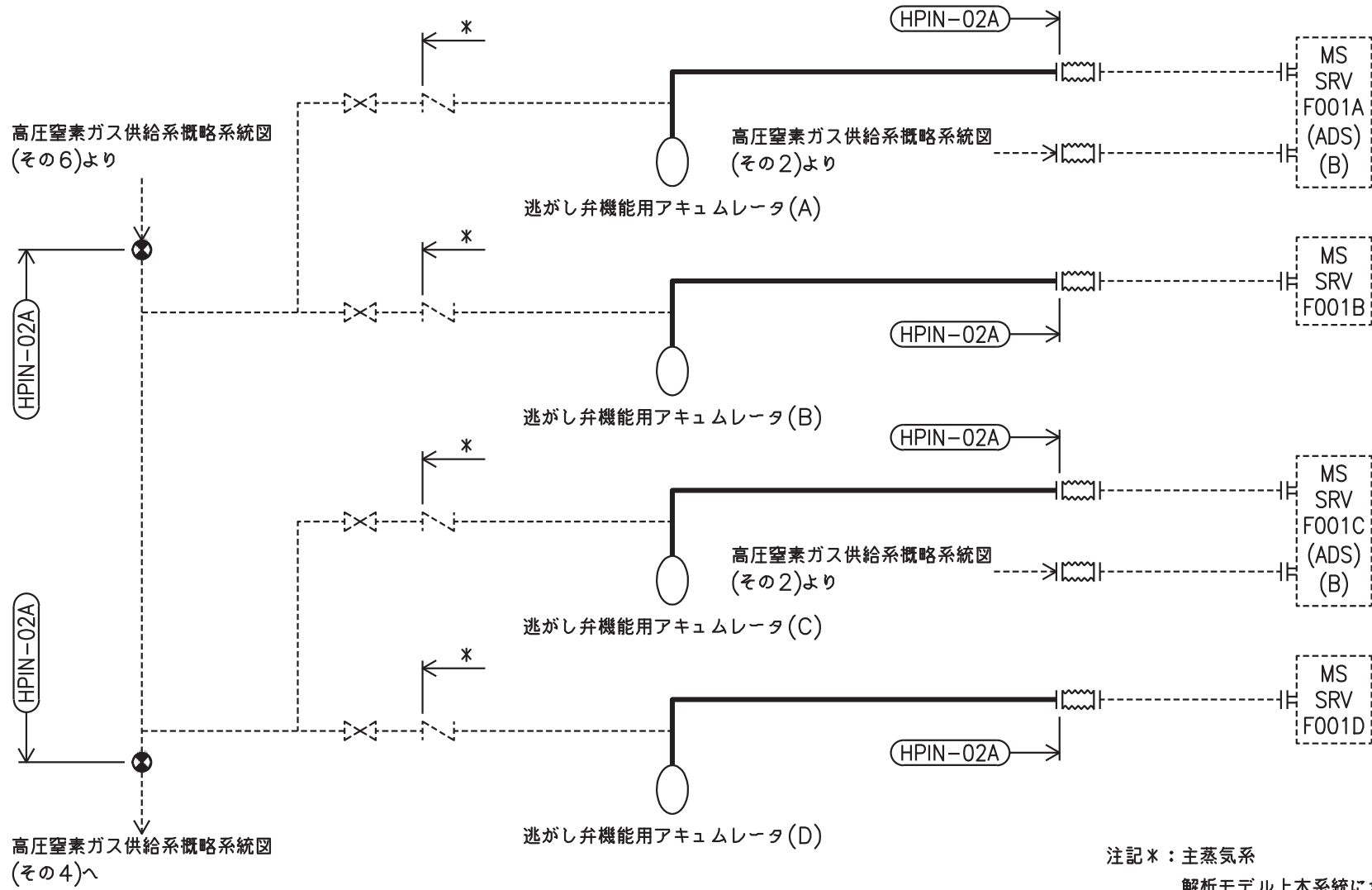


高圧窒素ガス供給系概略系統図(その1)

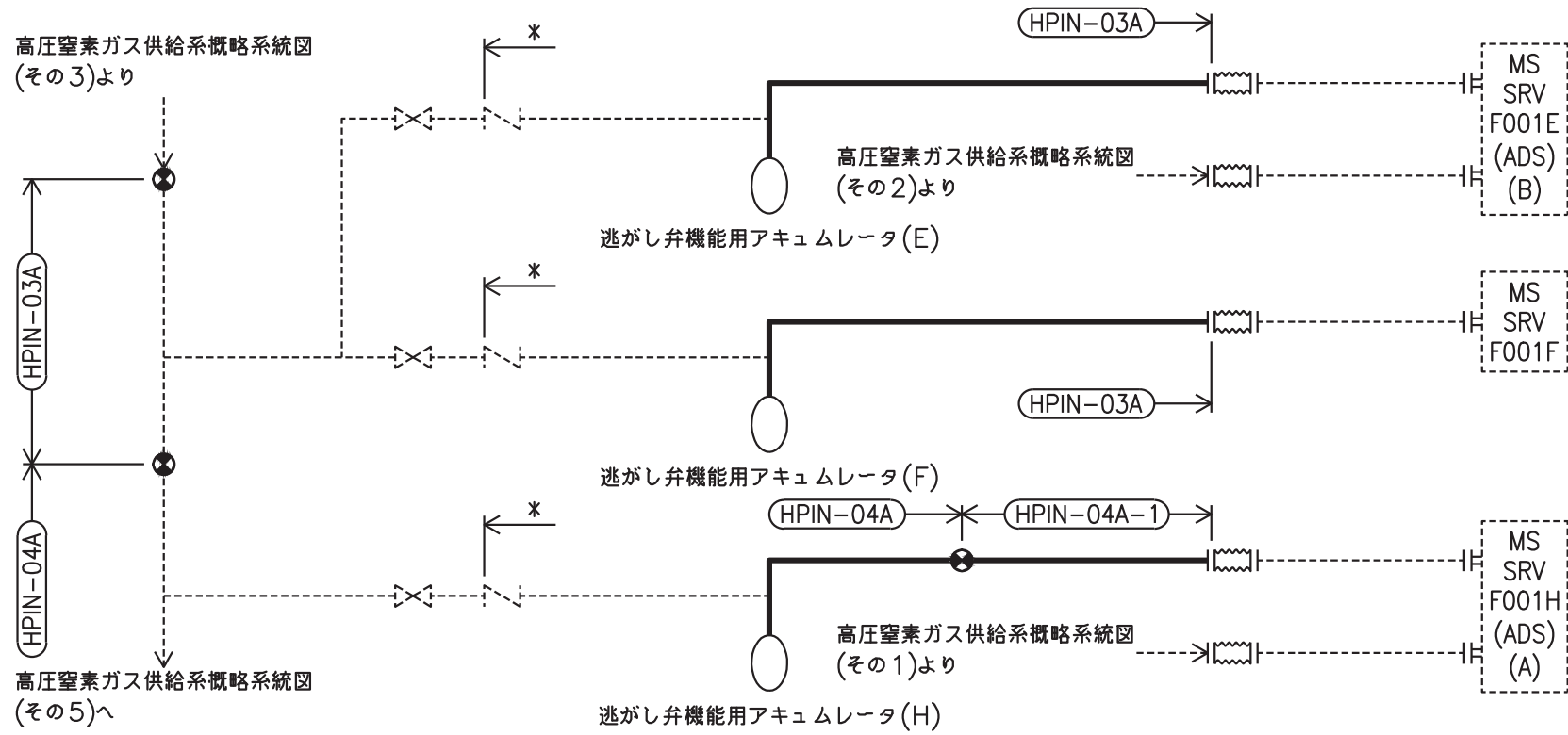


注記\*：主蒸気系  
解析モデル上本系統に含める

高圧窒素ガス供給系概略系統図(その2)

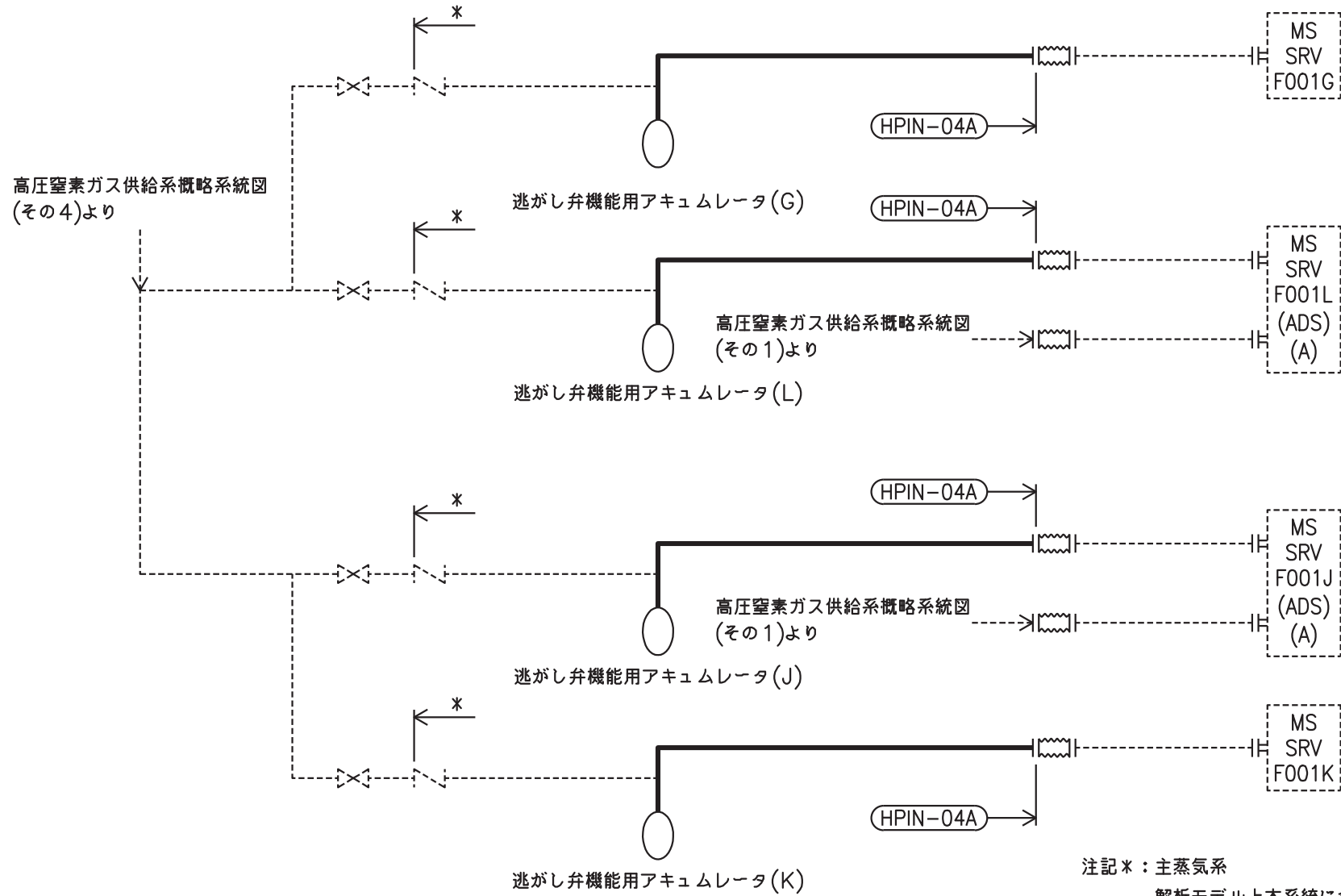


高圧窒素ガス供給系概略系統図(その3)

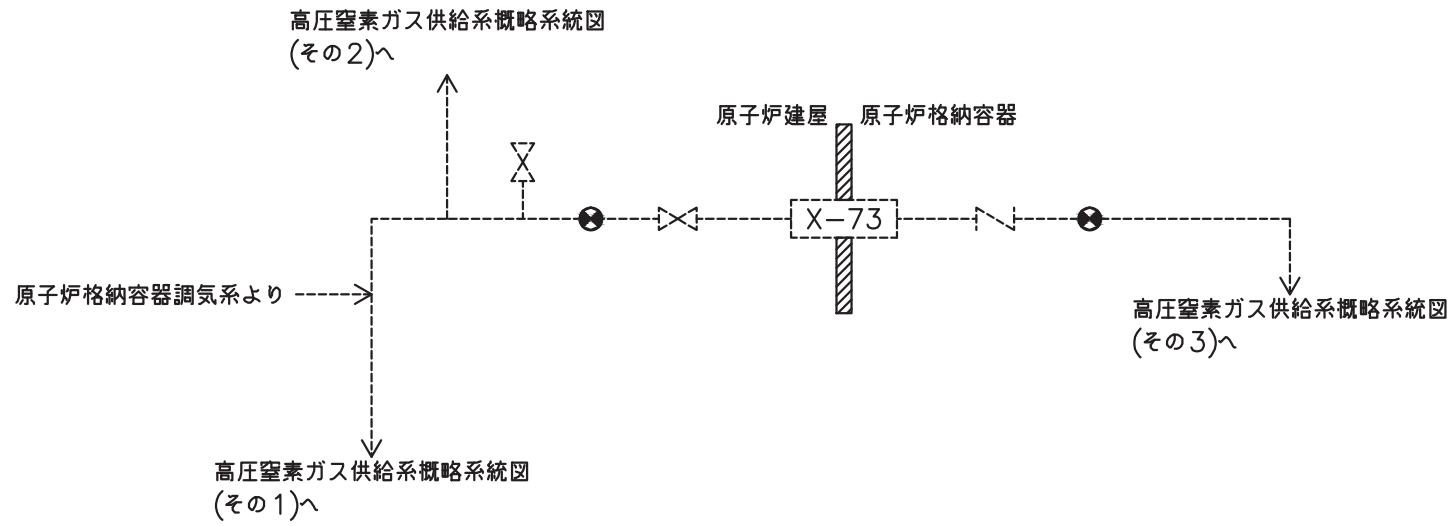


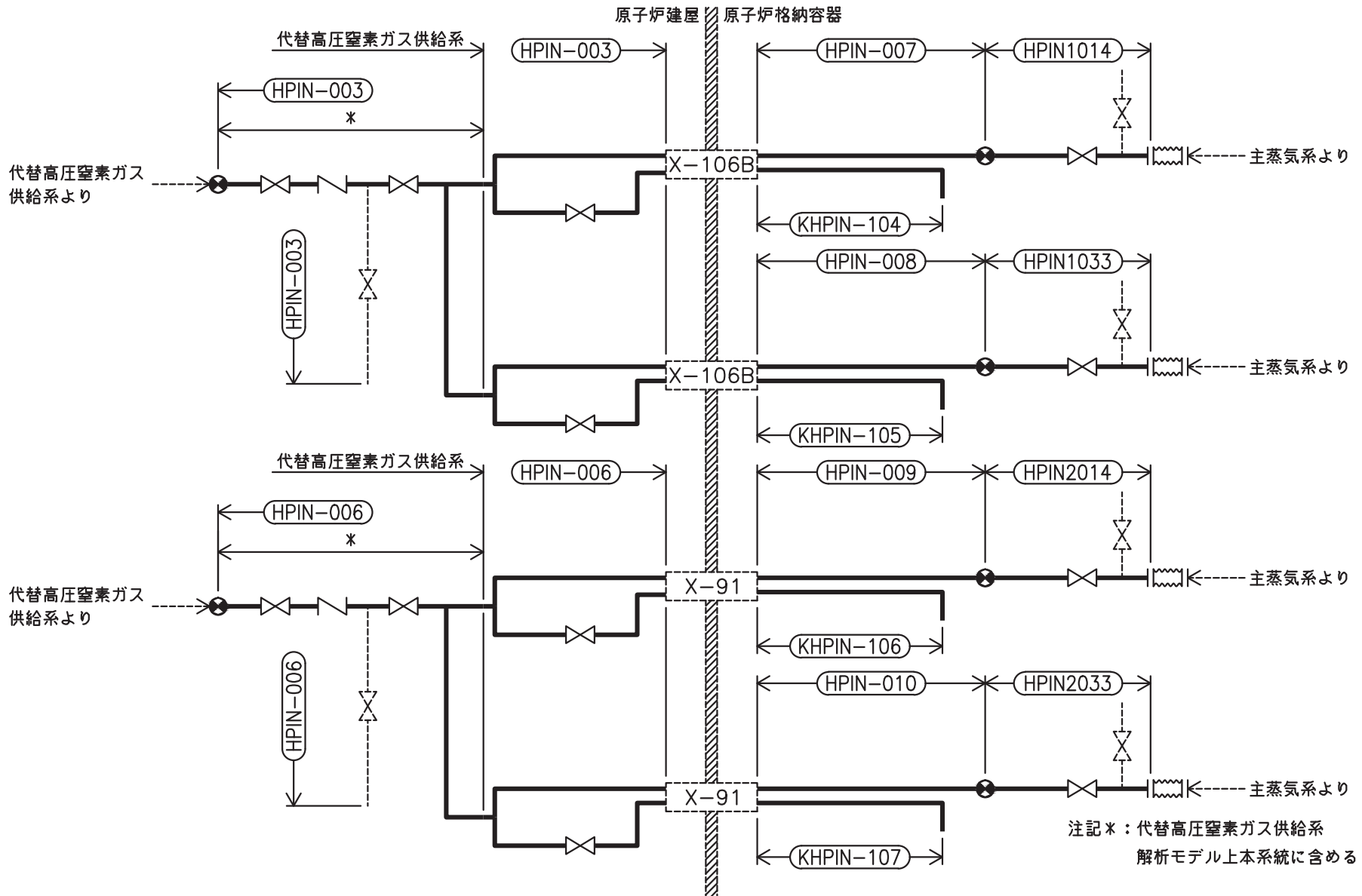
注記\*：主蒸気系  
解析モデル上本系統に含める

高圧窒素ガス供給系概略系統図(その4)



高圧窒素ガス供給系概略系統図 (その5)






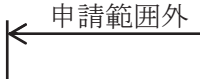
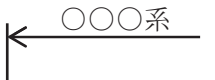


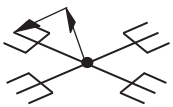
注記\*: 代替高压窒素ガス供給系  
解析モデル上本システムに含める

高压窒素ガス供給系概略系統図(その7)



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>工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (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 | HP IN-08A< 1/13>

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 | HP IN-08A< 2/13 >

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 | HP IN-08A< 3/13 >

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 | HP IN-08A< 4/13>

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 | HP IN-08A< 5/13 >

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 | HP IN-08A< 6/13 >

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 | HP IN-08A< 7/13 >

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



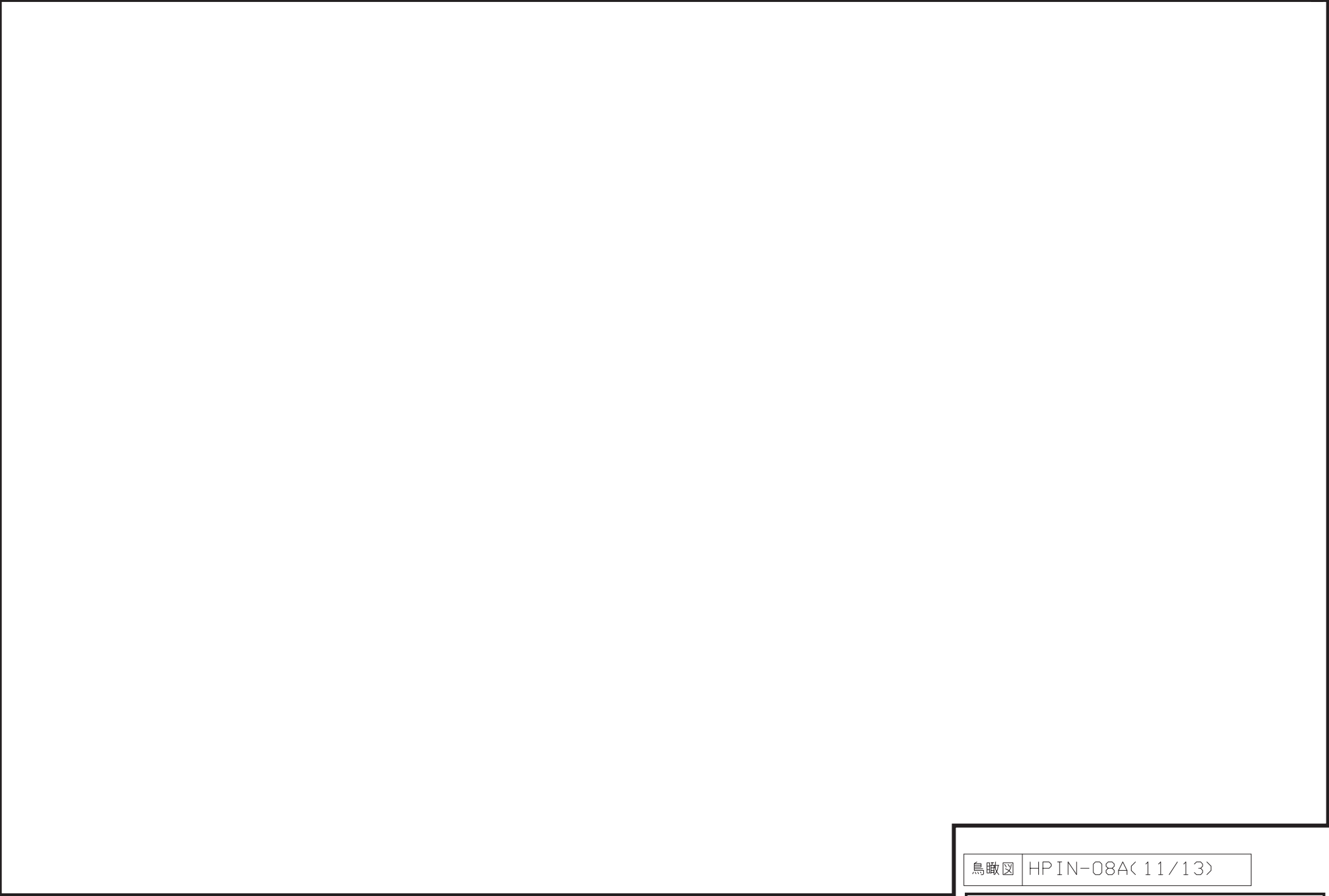
鳥瞰図 HP IN-08A< 8/13>

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 HP IN-08A< 9/13>

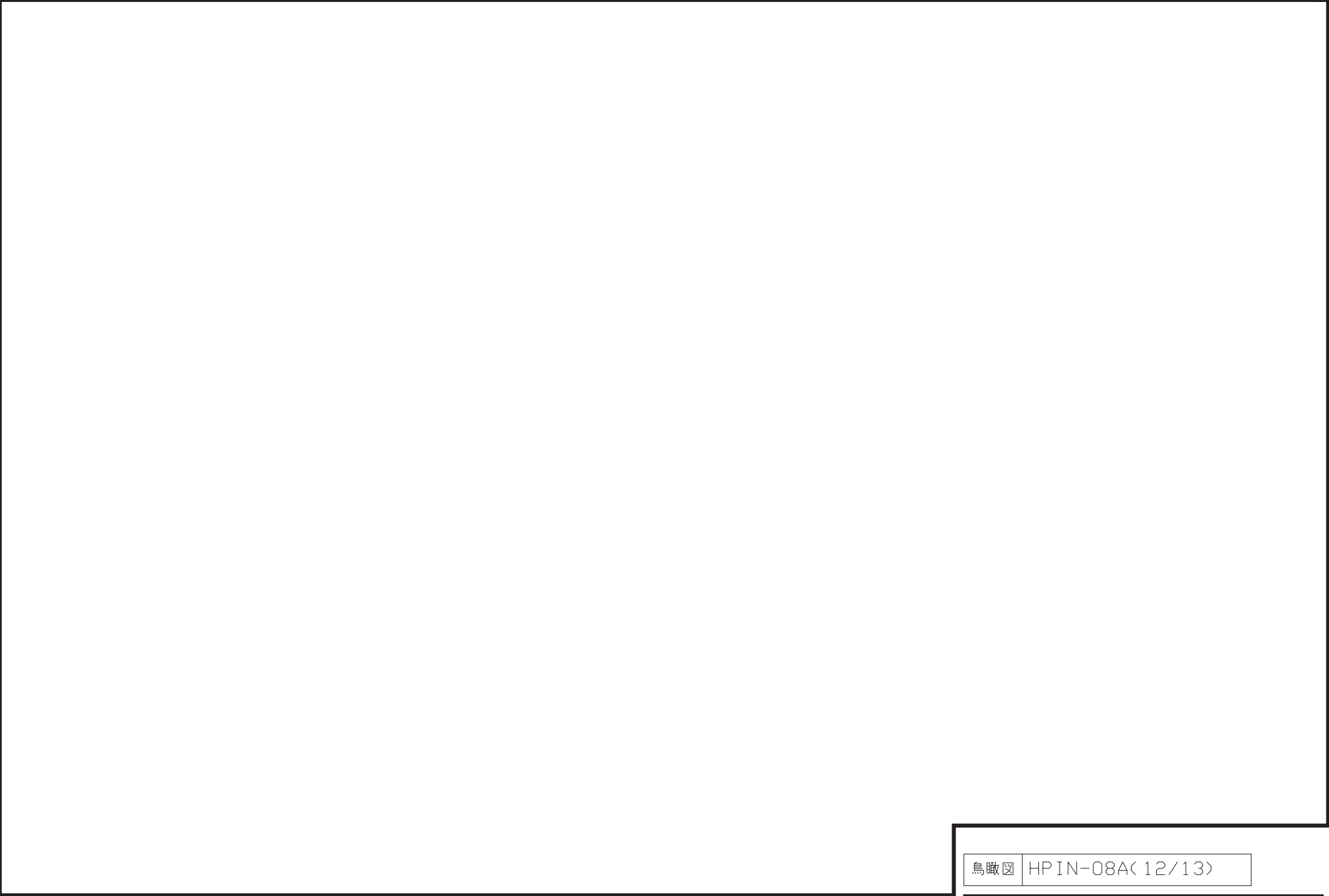
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。





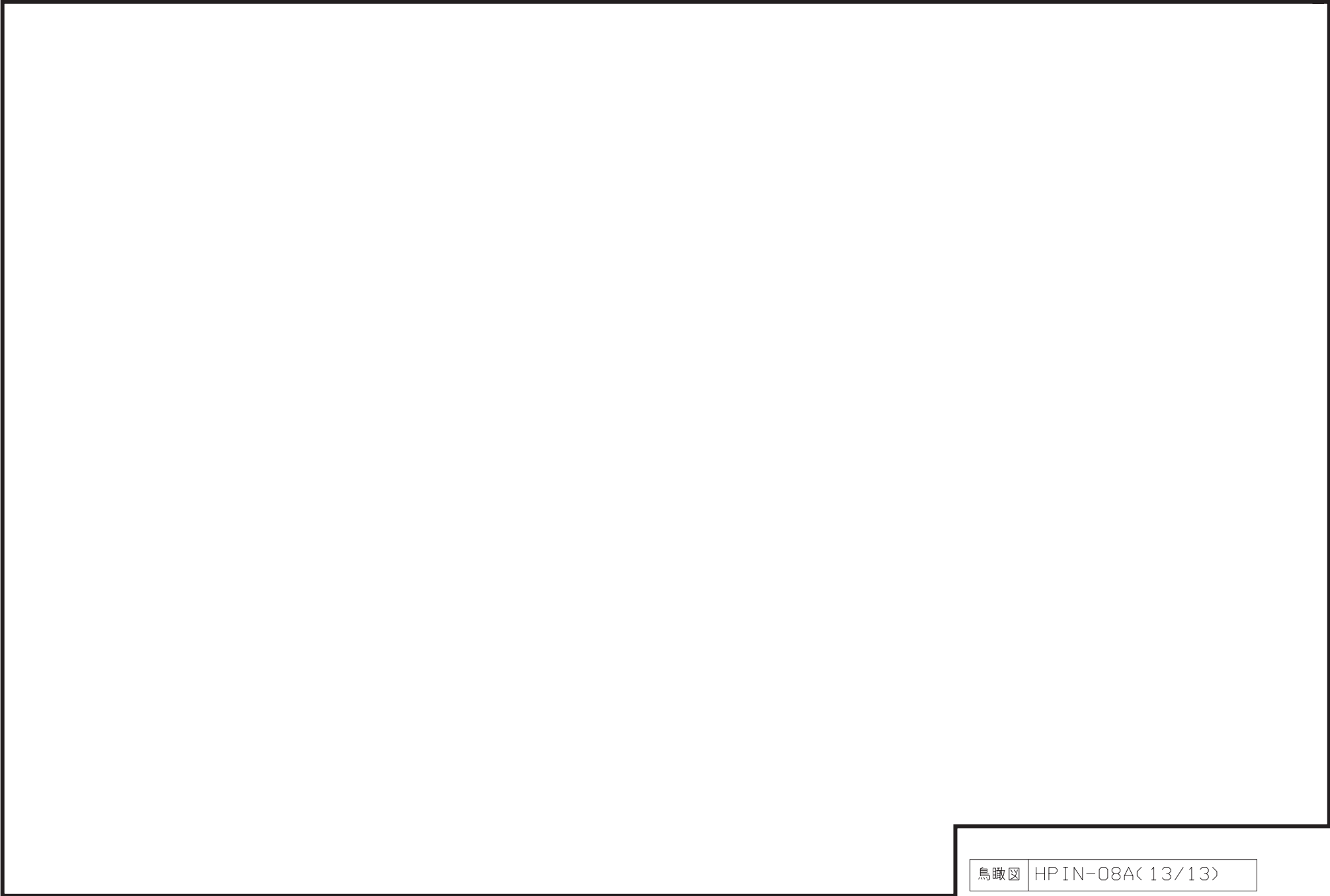
鳥瞰図 HPIN-08A( 11 / 13 )

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 HPIN-08A(12/13)

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 HPIN-08A(13/13)

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 I N - 0 8 A

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	19.61	66	34.0	6.4	SUS304TP
2	19.61	66	60.5	8.7	SUS304TP
3	1.77	66	60.5	3.9	SUS304TP
4	19.61	66	34.0	6.4	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                    H P I N - 0 8 A

管名称	対 応 す る 評 価 点													
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	
	15	16	17	18	19	20	21	23	24	25	27	28	29	
	30													
2	30	31	32											
3	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
	47	48	49	50	51	52	54	55	57	58	59	60	62	
	63	64	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	168	
	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	
	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	
	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	
	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	
	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	
	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	
	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	
	260	261	262	263	264	265	266							
	4	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304
305		306	307	308	309	310	311	312	313	315	316	317	318	
319		320	321	1	322	323	324	325	326	327	328	329	330	
331		332	333	334	335	336	337	338	339	341	342	343	344	
345		346	349	350	353	354	357	358	361	362	365	366	369	
370		373	374											



配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 HP I N - 0 8 A

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		47		141		175		209	
2		48		142		176		210	
3		49		143		177		211	
4		50		144		178		212	
5		51		145		179		213	
6		55		146		180		214	
7		56		147		181		215	
8		57		148		182		216	
9		58		149		183		217	
10		59		150		184		218	
11		63		151		185		219	
15		64		152		186		220	
16		119		153		187		221	
17		120		154		188		222	
18		121		155		189		223	
19		122		156		190		224	
20		123		157		191		225	
24		124		158		192		226	
28		125		159		193		227	
29		126		160		194		228	
30		127		161		195		229	
31		128		162		196		230	
35		129		163		197		231	
36		130		164		198		232	
37		131		165		199		233	
38		132		166		200		234	
39		133		167		201		235	
40		134		168		202		236	
41		135		169		203		237	
42		136		170		204		238	
43		137		171		205		239	
44		138		172		206		240	
45		139		173		207		241	
46		140		174		208		242	

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 HP I N - 0 8 A

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)
243		259		300		319		335	
244		260		301		320		336	
245		261		302		321		337	
246		262		303		322		338	
247		263		304		323		342	
248		264		305		324		343	
249		265		306		325		344	
250		266		307		326		345	
251		292		308		327		349	
252		293		309		328		353	
253		294		310		329		357	
254		295		311		330		361	
255		296		312		331		365	
256		297		316		332		369	
257		298		317		333		373	
258		299		318		334			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
12	
13	
14	
73	
75	

弁 2                      弁 3                      弁 4                      弁 5                      弁 6

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)
21		25		32		52		60	
22		26		33		53		61	
23		27		34		54		62	

弁 7                      弁 8                      弁 9                      弁 1 0                      弁 1 1

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)
313		346		350		354		358	
314		347		351		355		359	
315		348		352		356		360	

弁 1 2                      弁 1 3                      弁 1 4                      弁 1 5                      弁 1 6

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)
339		362		366		370		374	
340		363		367		371		375	
341		364		368		372		376	

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	13			
弁 2	22			
弁 3	26			
弁 4	33			
弁 5	53			
弁 6	61			
弁 7	314			
弁 8	347			
弁 9	351			
弁 1 0	355			
弁 1 1	359			
弁 1 2	340			
弁 1 3	363			
弁 1 4	367			
弁 1 5	371			
弁 1 6	375			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図            H P I N - 0 8 A

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						
9						
11						
15						
20						
28						
42						
46						
51						
58						
74						
121						
123						
130						
133						
137						
141						
146						
150						
155						
159						
161						
167						
169						
171						
175						
179						
182						
184						

O 2 ⑥ VI-3-3-4-3-1-2-2 (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            H P I N - 0 8 A

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
189						
191						
194						
198						
201						
205						
209						
211						
213						
216						
218						
222						
225						
232						
238						
242						
245						
247						
252						
256						
266						
267						
296						
300						
304						
310						
312						
317						
326						
330						

O 2 ⑥ VI-3-3-4-3-1-2-2 (重) R 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            H P I N - 0 8 A

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
334						
338						

### 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
SUS304TP	66	126



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 (°C)	許容応力 (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

告示第501号第56条による評価結果

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 p r m ( 1 ) S p r m ( 2 )	S h 1 . 2 S h
HP I N - 0 8 A	14	S p r m ( 1 )	58	126
	14	S p r m ( 2 )	61	151

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 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 p r m ( 1 )	1 . 5 S h
			S p r m ( 2 )	1 . 8 S h
HPIN-08A	14	S p r m ( 1 )	75	189
	14	S p r m ( 2 )	79	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	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	HPIN-01A	68	16	113	7.06	—	68	17	135	7.94	—
2	HPIN-02A	130	13	113	8.69	—	130	14	135	9.64	—
3	HPIN-03A	66	12	113	9.41	—	66	13	135	10.38	—
4	HPIN-04A	53	13	113	8.69	—	53	14	135	9.64	—
5	HPIN-04A-1	1	7	113	16.14	—	1	8	135	16.87	—
6	HPIN-05A	12	20	113	5.65	—	12	21	135	6.42	—
7	HPIN-06A	1	17	113	6.64	—	1	18	135	7.50	—
8	HPIN-07A	12	57	126	2.21	—	12	60	151	2.51	—

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	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
9	HPIN-08A	14	58	126	2.17	○	14	61	151	2.47	○
10	KHPIN-101	301	30	126	4.20	—	301	31	151	4.87	—
11	KHPIN-103	12	28	126	4.50	—	12	29	151	5.20	—

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

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	HPIN-003	112	50	166	3.32	—	112	51	199	3.90	—
2	HPIN-006	32	31	166	5.35	—	32	32	199	6.21	—
3	HPIN-007	9	15	169	11.26	—	9	17	203	11.94	—
4	HPIN-008	8	18	169	9.38	—	8	20	203	10.15	—
5	HPIN-009	8	16	169	10.56	—	8	18	203	11.27	—
6	HPIN-010	9	16	169	10.56	—	9	18	203	11.27	—
7	HPIN-01A	68	20	169	8.45	—	68	21	203	9.66	—
8	HPIN-02A	130	17	169	9.94	—	130	18	203	11.27	—

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	HPIN-03A	66	16	169	10.56	—	66	17	203	11.94	—
10	HPIN-04A	53	17	169	9.94	—	53	18	203	11.27	—
11	HPIN-04A-1	1	11	169	15.36	—	1	12	203	16.91	—
12	HPIN-05A	12	25	169	6.76	—	12	26	203	7.80	—
13	HPIN-06A	1	21	169	8.04	—	1	22	203	9.22	—
14	HPIN-07A	12	73	189	2.58	—	12	77	226	2.93	—
15	HPIN-08A	14	75	189	2.52	○	14	79	226	2.86	○
16	HPIN1014	16	19	169	8.89	—	16	21	203	9.66	—
17	HPIN1033	93	21	169	8.04	—	93	23	203	8.82	—
18	HPIN2014	33	21	169	8.04	—	33	23	203	8.82	—

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
19	HPIN2033	7	19	169	8.89	—	7	21	203	9.66	—
20	KHPIN-101	301	34	189	5.55	—	301	36	226	6.27	—
21	KHPIN-103	12	32	189	5.90	—	12	34	226	6.64	—
22	KHPIN-104	6	6	169	28.16	—	6	7	203	29.00	—
23	KHPIN-105	6	6	169	28.16	—	6	7	203	29.00	—
24	KHPIN-106	6	6	169	28.16	—	6	7	203	29.00	—
25	KHPIN-107	6	6	169	28.16	—	6	7	203	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-3-3-4-3-1-2-3 管（可搬型）の強度評価書（高圧窒素ガス供給系）

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）（連結管）

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 (°C)
配管	主蒸気逃がし安全弁（自動減圧機能付）のアクチュエータに窒素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，屋内で窒素を供給する。なお，保管時は取付箇所と同じ場所に保管する。	SUS304TP	19.6*	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」				
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
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1・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1・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	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	19.6	66	水による耐圧試験（試験圧力：29.4 MPa，試験保持時間：30 分間）及び気密試験（試験圧力：29.4 MPa，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「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-3-3-4-3-2 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-3-3-4-3-2-1-2 管の応力計算書（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(代替高压窒素ガス供給系)



## 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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

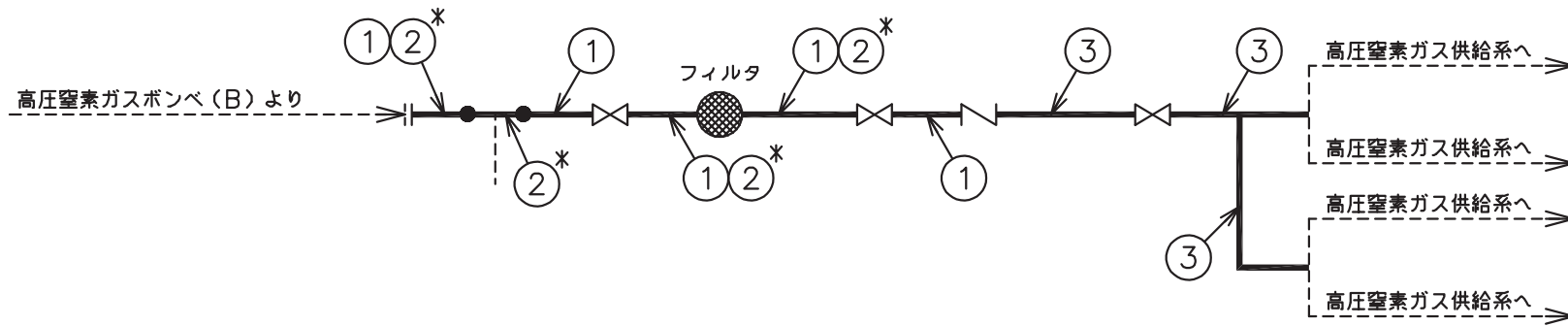
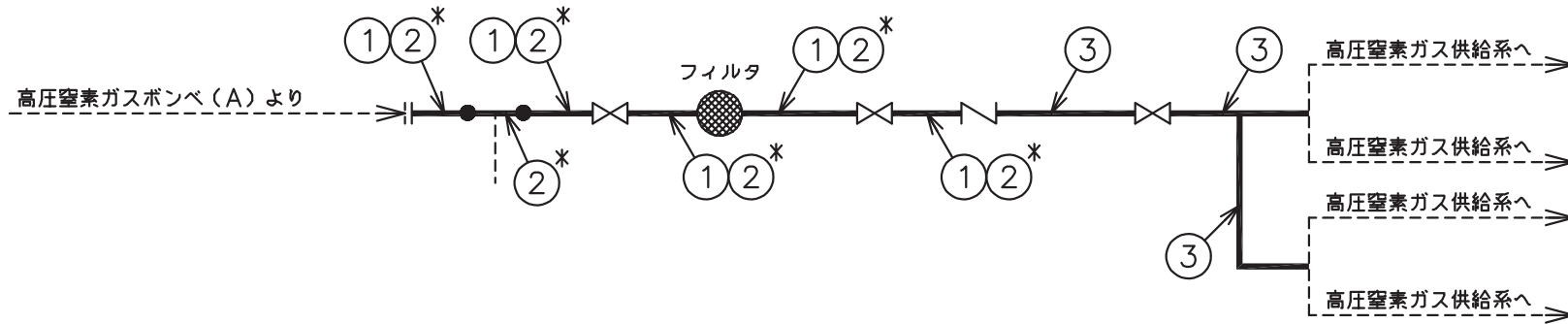
・適用規格の選定

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

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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-3-3-4-3-2-1-2 管の応力計算書  
(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。



・評価条件整理表

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
HPIN-001	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPIN-002	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPIN-004	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HPIN-005	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	2.06	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	4
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

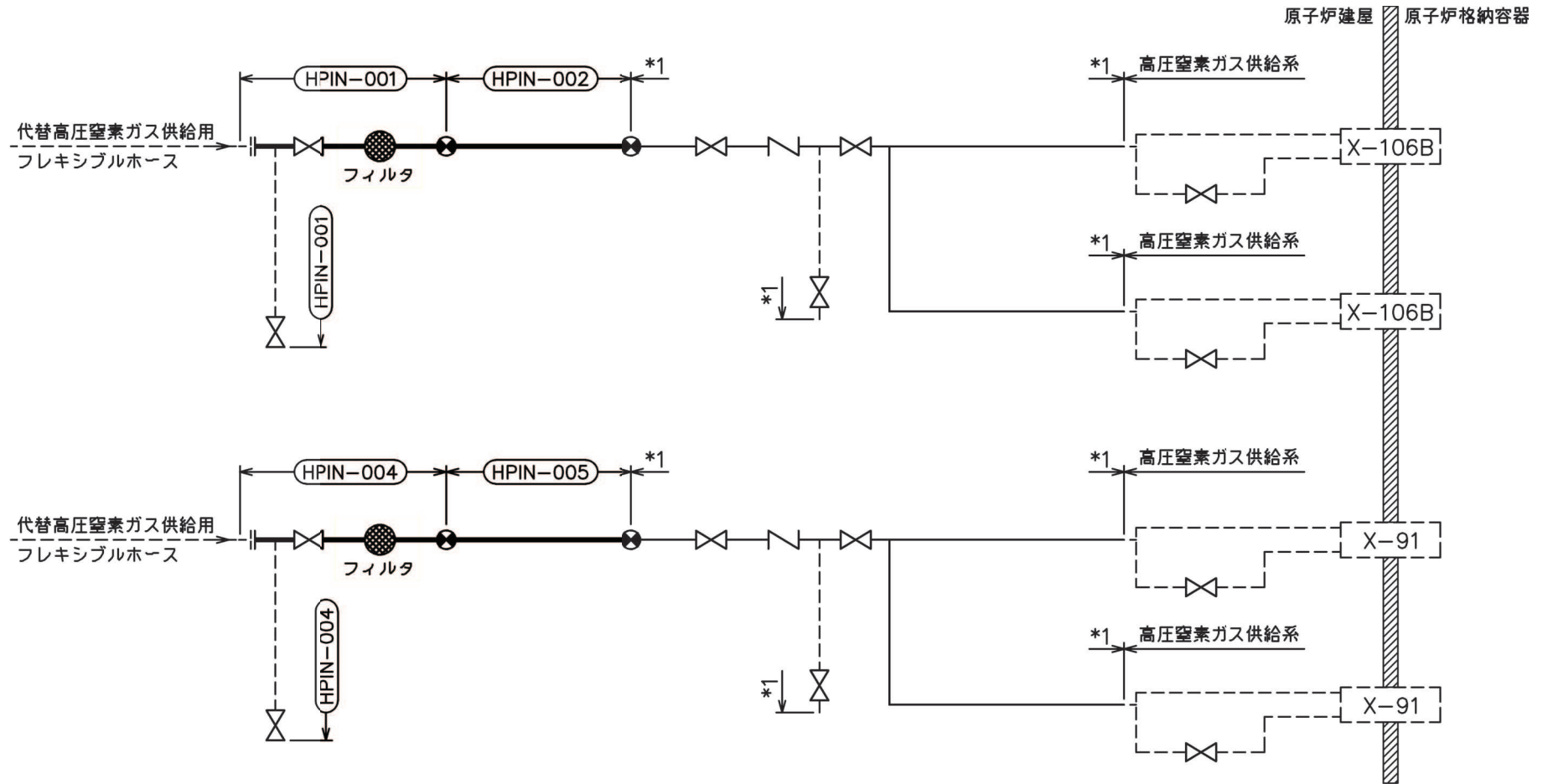
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 4 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

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


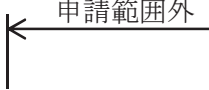


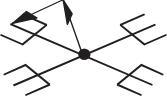


注記 \*1 : 解析モデル上  
高圧窒素ガス供給系に含める。

代替高圧窒素ガス供給系概略系統図

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 (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>

5

鳥瞰図 HPIN-001-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



9

鳥瞰図 HPIN-001-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

7

鳥瞰図 HPIN-001-3/3

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 I N - 0 0 1

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	2.06	66	34.0	3.4	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            H P I N - 0 0 1

管名称	対 応 す る 評 価 点															
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	31	32	
	33	34	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	801	802	803		

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)
2		23		42		60		78	
3		24		43		61		79	
4		25		44		62		80	
5		26		45		63		81	
6		27		46		64		82	
7		28		47		65		83	
8		29		48		66		84	
9		30		49		67		85	
10		31		50		68		86	
14		32		51		69		87	
15		33		52		70		88	
16		34		53		71		89	
17		36		54		72		801	
18		37		55		73		802	
19		38		56		74		803	
20		39		57		75			
21		40		58		76			
22		41		59		77			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
11	
12	
13	

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			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

O 2 ⑥ VI-3-3-4-3-2-1-2(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図          H P I N - 0 0 1

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
3						
5						
9						
14						
17						
19						
21						
23						
29						
31						
33						
37						
39						
41						
44						
46						
48						
51						
53						
57						
59						
62						
65						
67						
70						
72						
74						
76						
80						
82						
87						
89						
98						

O 2 ⑥ VI-3-3-4-3-2-1-2(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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S <sub>h</sub>
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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
HP I N - 0 0 1	36	S p r m (1)	34	189
	36	S p r m (2)	35	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				
		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	HPIN-001	36	34	189	5.55	○	36	35	226	6.45	○
2	HPIN-002	5	19	189	9.94	—	5	20	226	11.30	—
3	HPIN-004	16	29	189	6.51	—	16	30	226	7.53	—
4	HPIN-005	26	17	189	11.11	—	26	18	226	12.55	—

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。

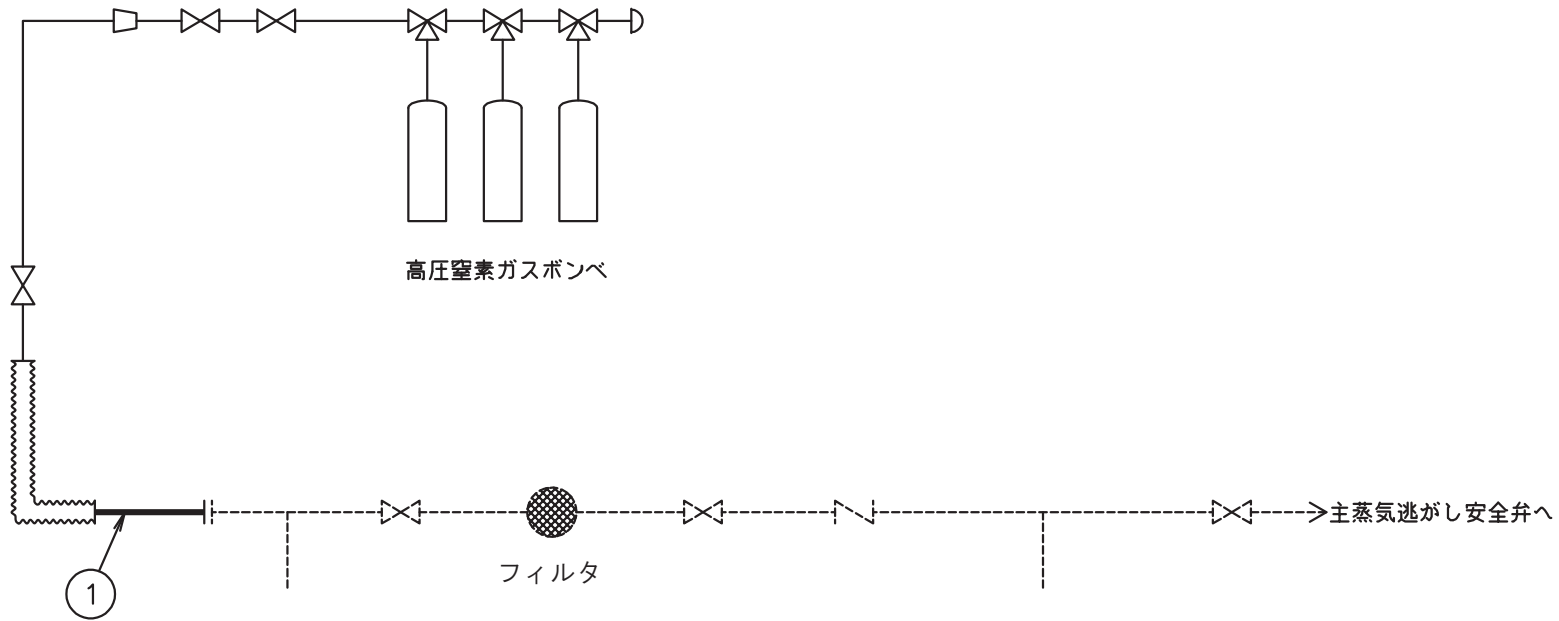
\*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。



VI-3-3-4-3-2-1-3 管（可搬型）の強度評価書（代替高圧窒素ガス供給系）

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\*



注記 \* : 代替高圧窒素ガス供給系は2系統 (A系, B系) で構成され, 1系統あたり高圧窒素ガスポンペを3本設置する。本概略系統図では, 1系統を記載。

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 3 管)

設計・建設規格 PPD-3411 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	2.06	66	34.0	3.4	SUS304TP	S	-	126	1.00	0.5mm	2.90	0.28	A	0.28

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（法令又は法的な規格）（連結管，連結管～フレキシブルホース／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	主蒸気逃がし安全弁（代替高圧窒素ガス供給系付）のアクチュエータに直接窒素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，屋内で窒素を供給する。なお，保管時は取付箇所と同じ場所に保管する。	SUS304TP, SUS316TP	20.0*, 2.06*	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 引き込み配管	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	20.0, 2.06	66	空気による耐圧試験（試験圧力：25 MPa 又は 2.58MPa，試験保持時間：10 分間）及び気密試験（試験圧力：20 MPa 又は 2.06MPa，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「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。

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）（代替高压窒素ガス供給用フレキシブルホース（φ32.9, 6m, 8m））

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)
フレキシブル メタルホース	主蒸気逃がし安全弁（代替高压窒素ガス供給系付）のアクチュエータに直接窒素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，屋内で窒素を供給する。	SUS304	2.06*	66*

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
フレキシブル メタルホース	一般送水用及びエア一用の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，屋内で窒素を供給することを想定している。	SUS304	2.06	66	耐圧試験（試験圧力：3.09MPa，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，重大事故等時に屋内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定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 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。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とみなせるため，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。

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-3-3-5-1-1-2 ダンパの強度計算書（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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
2	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
3	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
4	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
5	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
6	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
7	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$2.94 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$2.94 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
8	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$2.94 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$2.94 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
9	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$2.94 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$2.94 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
10	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2

管 No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
11	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
12	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
13	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
14	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
15	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$3.92 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$3.92 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
16	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$3.92 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$3.92 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
17	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$2.94 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$2.94 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
18	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$2.94 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$2.94 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
19	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
20	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2



管 No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
21	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
22	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
23	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
24	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
25	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
26	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
27	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
28	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
29	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
30	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2

管 No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
31	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
32	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
33	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
34	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
35	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
36	既設	無	—	Non	Non	SA-2	—	$1.08 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	$1.08 \times 10^{-3}$ (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JSME S NC 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（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、日本機械学会 機械工学便覧（以下「機械工学便覧」という。）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	mm/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



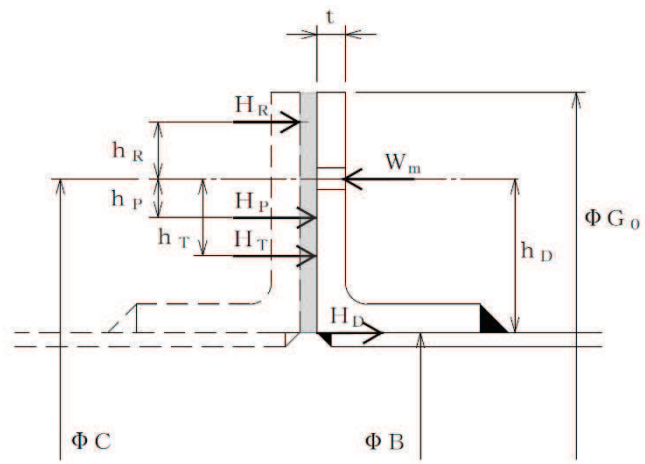


図 2-1 フランジの寸法 (円形ダクト)

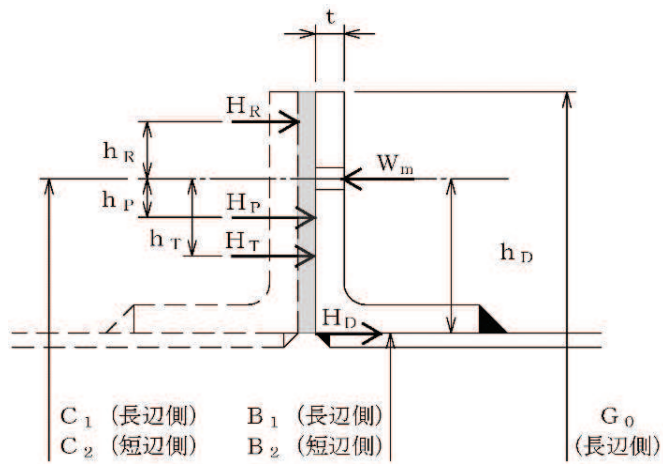


図 2-2 フランジの寸法 (矩形ダクト)

(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	mm/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 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 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）

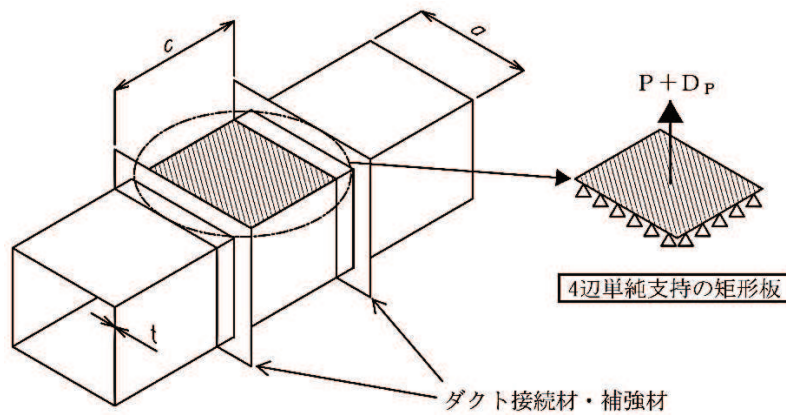


図 2-3 板材の面外荷重に対する評価モデル

区分	適用規格番号	計算式
矩形のダクト	機械工学便覧 設計・建設規格 PPC-3411(1) 参考	$\frac{256 \cdot (1 - \nu^2)}{\pi \cdot E \cdot t^4} \cdot (P + g \cdot D_P) = \frac{4}{3} \cdot \left( \frac{1}{a^2} + \frac{1}{c^2} \right)^2 \cdot \frac{\delta_{max}}{t}$ $+ \left\{ \frac{4 \cdot \nu}{a^2 \cdot c^2} + (3 - \nu^2) \cdot \left( \frac{1}{a^4} + \frac{1}{c^4} \right) \right\} \cdot \left( \frac{\delta_{max}}{t} \right)^3 \dots (2.1)$ $S = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot \delta_{max}}{8 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left\{ \frac{(2 - \nu^2) \cdot \delta_{max} + 4 \cdot t}{a^2} + \frac{\nu \cdot (\delta_{max} + 4 \cdot t)}{c^2} \right\} \dots (2.2)$

(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)「压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)「压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。

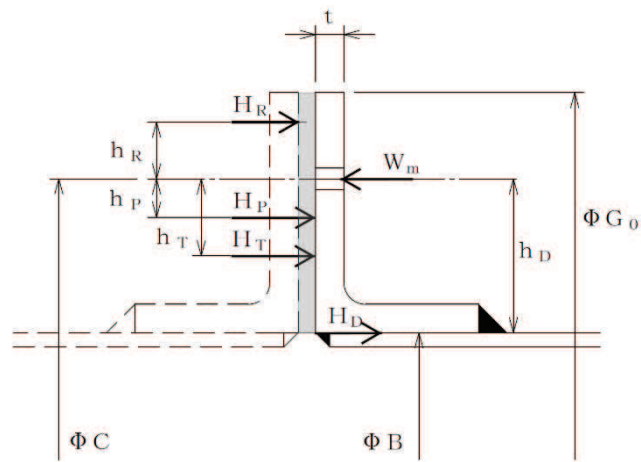


図 2-4 フランジ型式 (円形アンクルフランジ)

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	$P_{eq} = \frac{16 \cdot M}{\pi \cdot G^3}$
	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	$H = \frac{\pi}{4} (C - d_h)^2 \cdot P_{FD}$
	気密を十分に保つためのガスケット圧縮力	$H_P = 2 \cdot \pi \cdot b'' \cdot G \cdot m \cdot P_{FD}$
	平衡反力	$H_R = \frac{H_D \cdot h_D + H_T \cdot h_T + H_P \cdot h_P}{h_R}$
	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、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 2-5「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、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 2-5「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。

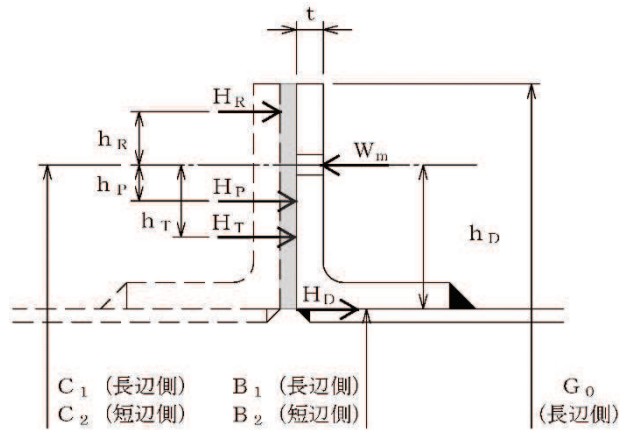


図 2-5 フランジ型式 (矩形アンゲルフランジ)



	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	$M_0 = H_R \cdot h_R$
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	$\sigma_{max} = \frac{6 \cdot M_0}{t^2 \cdot (2 \cdot (C_1 + C_2) - n \cdot d_h)}$
	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 PPC-3520(1)b 準用	管台及び突合せ溶接式ティー以外の管 $S_{pr m} = \frac{B_1 \cdot P \cdot D_0}{2 \cdot t} + \frac{B_2 \cdot M_a}{Z}$	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 設計・建設規格 PPC-3520(1)b 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 規 格	比較材料 規 格
		最高使用 圧 力 (MPa)		最高使用 温 度 (°C)			
		DB	SA	DB	SA		
1	ダクト (中央制御室)	$\pm 3.92 \times 10^{-3}$	$\pm 3.92 \times 10^{-3}$	40	40	SS400 J I S G 3 1 0 1	SM400B J I S 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 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 以下	0.050 以下	—	—	—	—	—
比較材料	0.20* 以下	0.35 以下	0.60 ～ 1.40	0.035 以下	0.035 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 (口径×板厚×長さ)	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	材 料	許容引張応力 S (MPa)	長手継手 の効率 $\eta$	外 径 (mm)	計算上 必要な厚さ t (mm)	ダクト厚さ (最小厚さ) (mm)
6	$\phi 650 \times 2.3 \times \square$	$-1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	—*	—*	654.6	0.04	2.3 $\square$
9	$\phi 502.6 \times 3.2 \times \square$	$-2.94 \times 10^{-3}$	40	SS400	—*	—*	509.0	0.05	3.2 $\square$
16	$\phi 1118 \times 4.5 \times \square$	$-3.92 \times 10^{-3}$	40	SS400	—*	—*	1127.0	0.12	4.5 $\square$
22	$\phi 250 \times 2.3 \times \square$	$-1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	—*	—*	254.6	0.02	2.3 $\square$
23	$\phi 250 \times 3.2 \times \square$	$-1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	—*	—*	256.4	0.01	3.2 $\square$
32	$\phi 453.6 \times 3.2 \times \square$	$-1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	—*	—*	460.0	0.02	3.2 $\square$
35	$\phi 550 \times 3.2 \times \square$	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.6	556.4	0.01	3.2 $\square$
36	$\phi 550 \times 2.3 \times \square$	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.6	554.6	0.01	2.3 $\square$
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。

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-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 (長辺×短辺×板厚×長さ)	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	材 料	許容引張応力 S (MPa)	計算上 必要な厚さ t (mm)	ダクト厚さ (最小厚さ) (mm)
1	2000×900×2.3× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.12	2.3 <input type="text"/>
2	2000×900×3.2× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.13	3.2 <input type="text"/>
3	1400×1400×3.2× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.13	3.2 <input type="text"/>
4	1400×1400×2.3× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.12	2.3 <input type="text"/>
5	850×600×2.3× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.10	2.3 <input type="text"/>
7	800×400×3.2× <input type="text"/>	$2.94 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.25	3.2 <input type="text"/>
8	600×550×3.2× <input type="text"/>	$2.94 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.17	3.2 <input type="text"/>
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。							



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 (長辺×短辺×板厚×長さ)	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	材 料	許容引張応力 S (MPa)	計算上 必要な厚さ t (mm)	ダクト厚さ (最小厚さ) (mm)
10	481.6×378.6×3.2× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.10	3.2 <input type="text"/>
11	600×550×3.2× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.11	3.2 <input type="text"/>
12	600×550×2.3× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.10	2.3 <input type="text"/>
13	1850×1300×3.2× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.13	3.2 <input type="text"/>
14	1850×1300×2.3× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.12	2.3 <input type="text"/>
15	1600×1350×4.5× <input type="text"/>	$3.92 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.55	4.5 <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 <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 (長辺×短辺×板厚×長さ)	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	材 料	許容引張応力 S (MPa)	計算上 必要な厚さ t (mm)	ダクト厚さ (最小厚さ) (mm)
18	2000×1000×3.2× <input type="text"/>	$2.94 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.33	3.2 <input type="text"/>
19	2000×1000×2.3× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.12	2.3 <input type="text"/>
20	500×500×2.3× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.09	2.3 <input type="text"/>
21	900×900×2.3× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.10	2.3 <input type="text"/>
24	200×200×3.2× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.05	3.2 <input type="text"/>
25	200×200×2.3× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.04	2.3 <input type="text"/>
26	650×300×2.3× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.10	2.3 <input type="text"/>
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。							

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 (長辺×短辺×板厚×長さ)	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	材 料	許容引張応力 S (MPa)	計算上 必要な厚さ t (mm)	ダクト厚さ (最小厚さ) (mm)
27	650×300×3.2× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.11	3.2 <input type="text"/>
28	500×400×3.2× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.10	3.2 <input type="text"/>
29	500×400×2.3× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.09	2.3 <input type="text"/>
30	500×450×3.2× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.10	3.2 <input type="text"/>
31	500×450×2.3× <input type="text"/>	$1.08 \times 10^{-3}$	40	SS400	100	0.09	2.3 <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 <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 <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 No.	ダクトサイズ (口径×板厚×長さ)	外 径 (mm)	厚 さ (mm)	材 料	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	一 次 応 力	
							合計応力 (MPa)	許容応力 (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
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。								

25

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 No.	ダクトサイズ (長辺×短辺×板厚×長さ)	厚 さ (mm)	材 料	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	一 次 応 力	
						合計応力 (MPa)	許容応力 (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 No.	ダクトサイズ (長辺×短辺×板厚×長さ)	厚 さ (mm)	材 料	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	一 次 応 力	
						合計応力 (MPa)	許容応力 (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 No.	ダクトサイズ (長辺×短辺×板厚×長さ)	厚 さ (mm)	材 料	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	一 次 応 力	
						合計応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
18	2000×1000×3.2× 	3.2	SS400	$2.94 \times 10^{-3}$	40	48	150
19	2000×1000×2.3× 	2.3	SS400	$1.08 \times 10^{-3}$	40	31	150
20	500×500×2.3× 	2.3	SS400	$1.08 \times 10^{-3}$	40	27	150
21	900×900×2.3× 	2.3	SS400	$1.08 \times 10^{-3}$	40	27	150
24	200×200×3.2× 	3.2	SS400	$1.08 \times 10^{-3}$	40	5	150
25	200×200×2.3× 	2.3	SS400	$1.08 \times 10^{-3}$	40	9	150
26	650×300×2.3× 	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 No.	ダクトサイズ (長辺×短辺×板厚×長さ)	厚 さ (mm)	材 料	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	一 次 応 力	
						合計応力 (MPa)	許容応力 (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)	$G_0^*$ (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	780	SS400	100	SS400	61	28	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

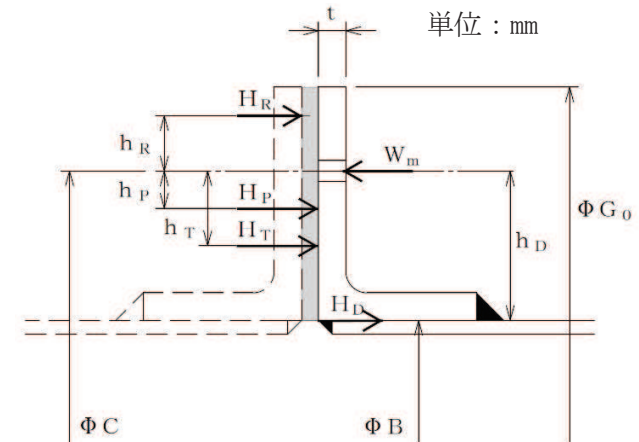
(2) フランジの応力

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)
$2.180 \times 10^5$	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 ンゴム	0.5	2.5

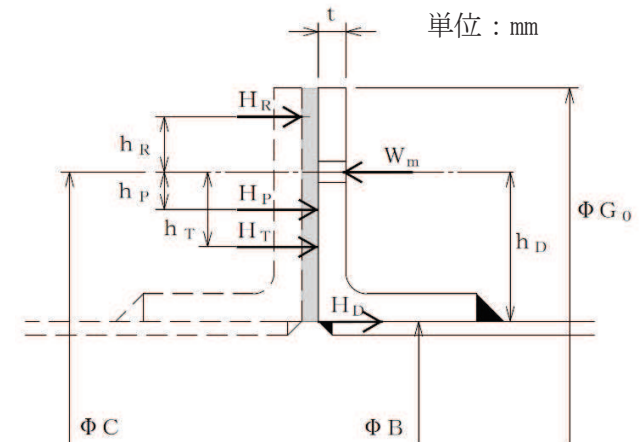
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

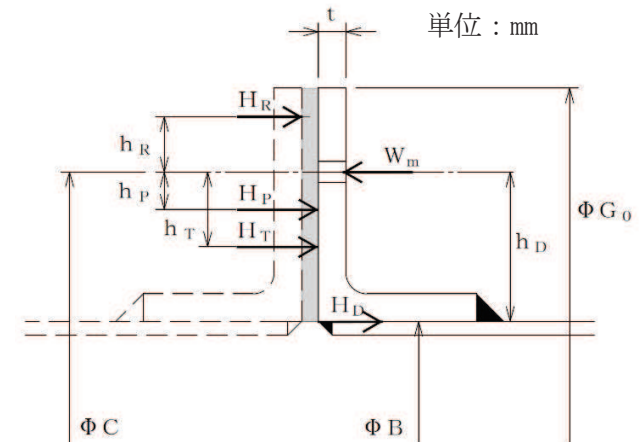
(2) フランジの応力

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。
----	--



32

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)	$G_0^*$ (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	314.6	SS400	100	SS400	61	12	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 10px;"> </span>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

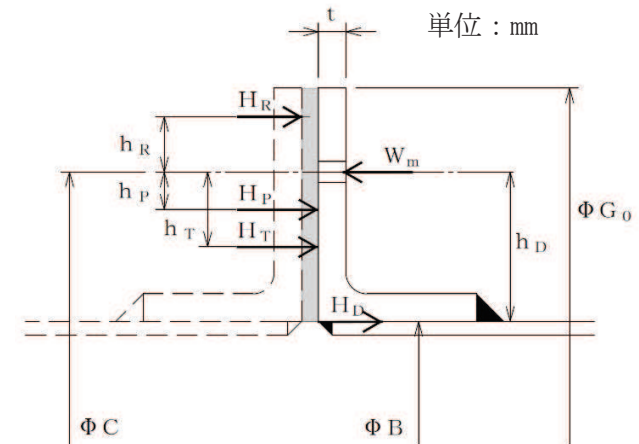
(2) フランジの応力

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)
$9.148 \times 10^4$	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。
----	--



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 ンゴム	0.5	2.5

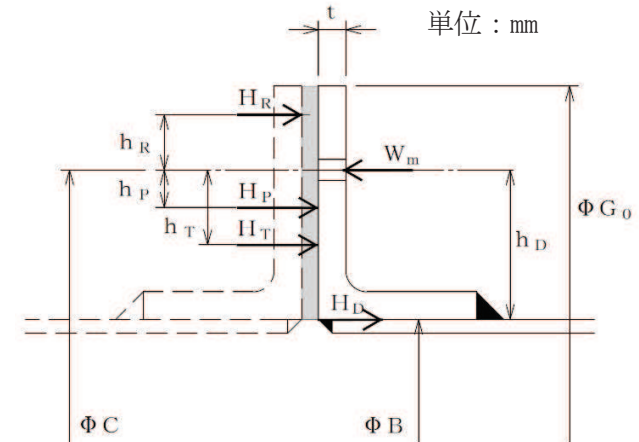
(2) フランジの応力

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 <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	560	SS400	100	SS400	61	16	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

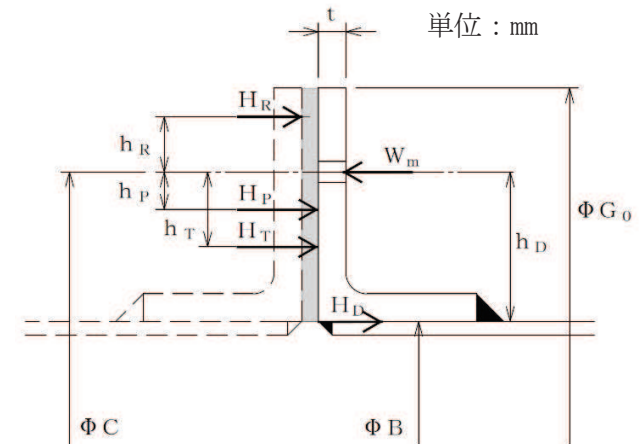
(2) フランジの応力

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)
$2.002 \times 10^5$	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 ンゴム	0.5	2.5

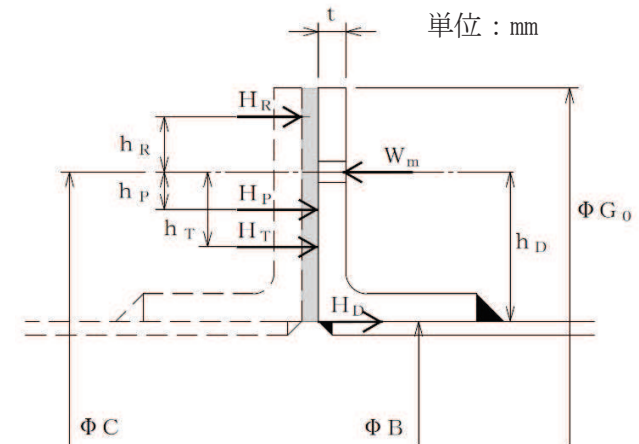
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

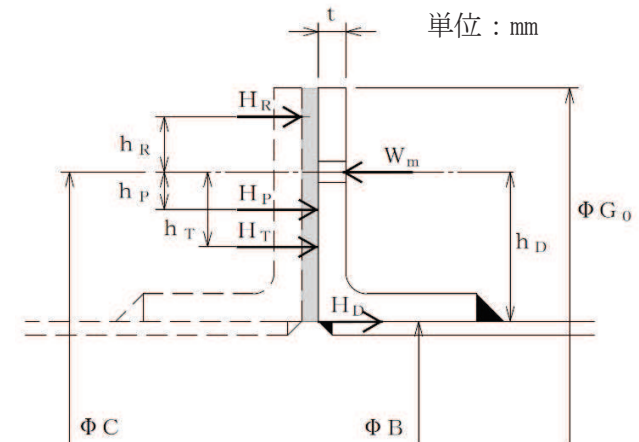
(2) フランジの応力

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	<input type="text"/>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

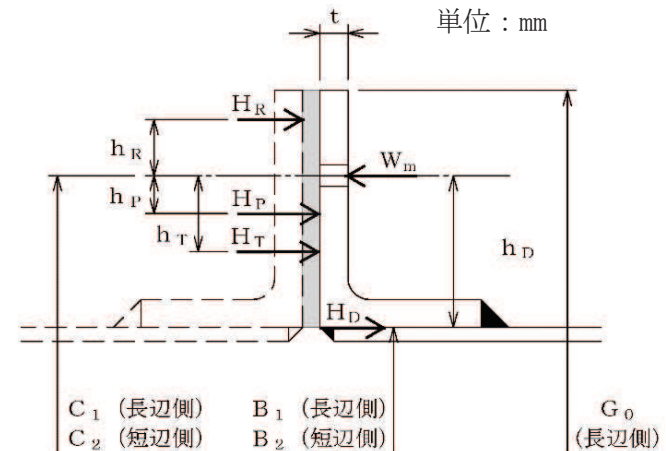
(2) フランジの応力

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

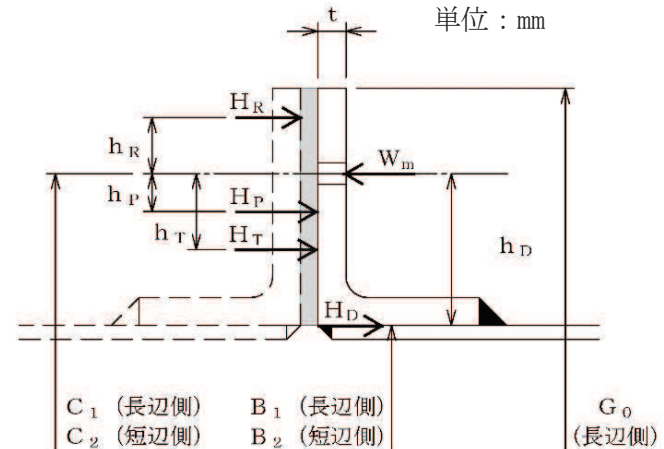
FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(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	<input type="text"/>	クロロプレ 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					
7.387×10 <sup>5</sup>				σ <sub>max</sub> (MPa)		1.5σ <sub>f</sub> (MPa)					
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			許容応力								
σ' <sub>max</sub> (MPa)			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

(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 ンゴム	0.5	2.5

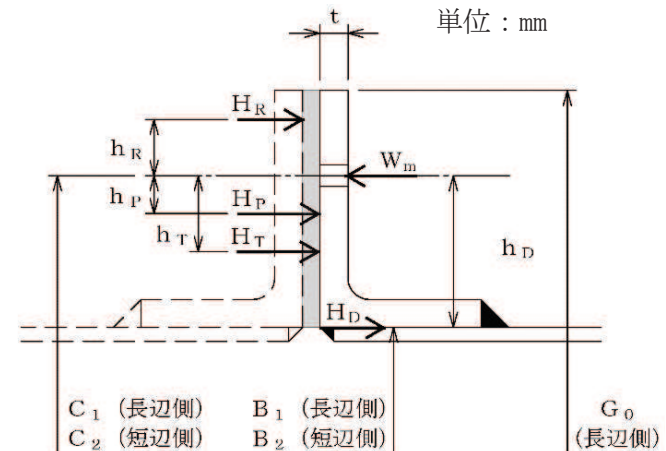
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

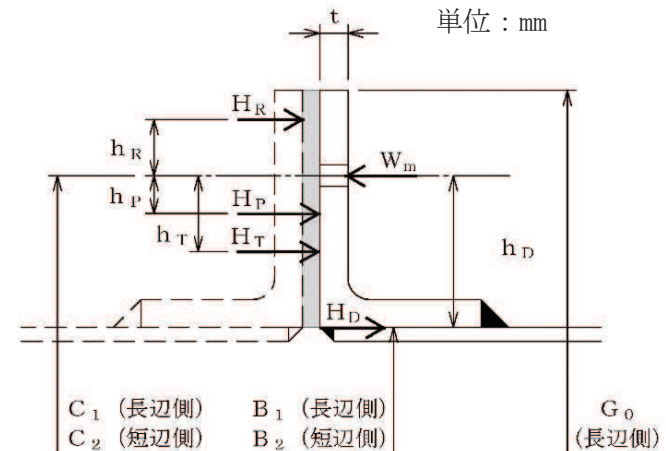
(2) フランジの応力

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。

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

(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 ンゴム	0.5	2.5

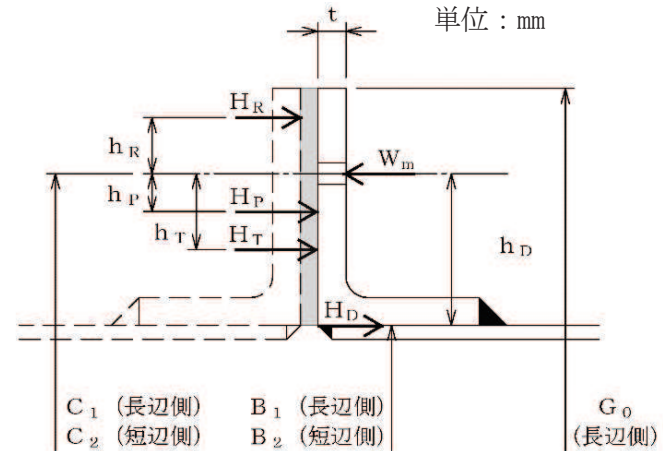
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

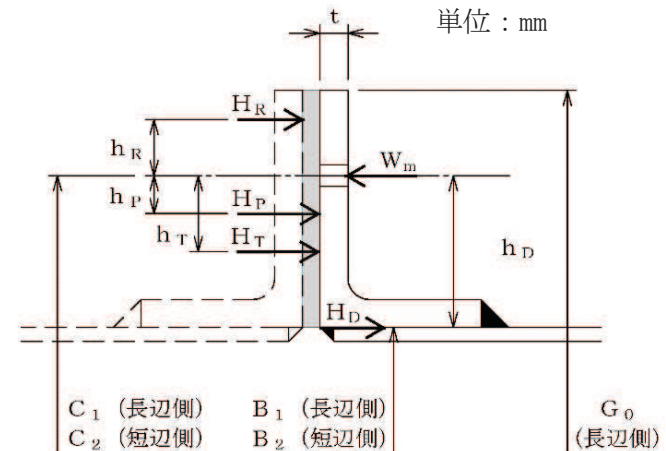
(2) フランジの応力

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 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	686.4	SS400	100	SS400	61	100	<input type="text"/>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

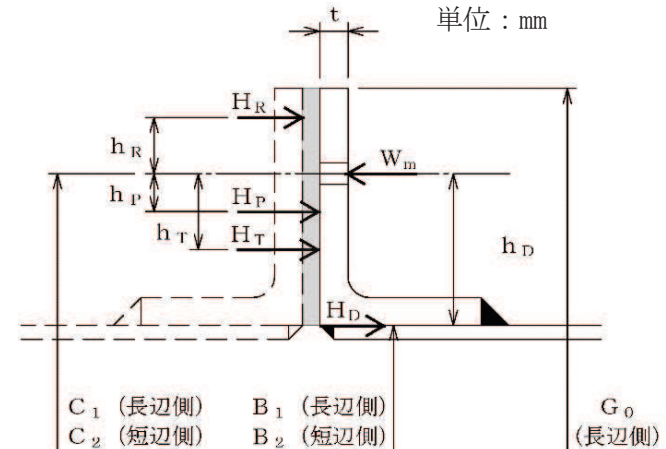
(2) フランジの応力

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)
1.838×10 <sup>5</sup>	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 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

(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 ンゴム	0.5	2.5

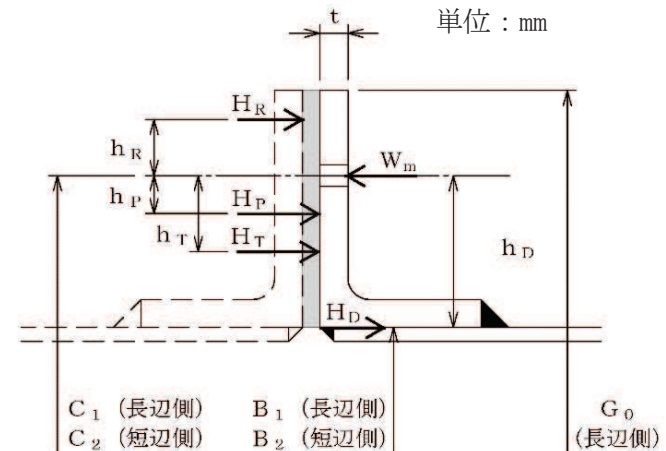
(2) フランジの応力

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

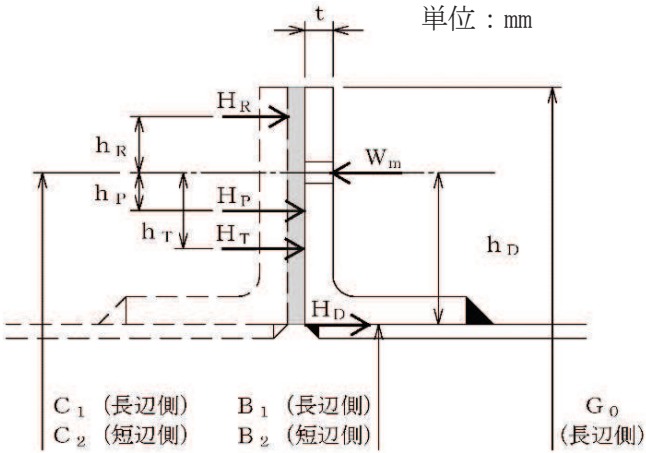
FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(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 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						
1.668×10 <sup>5</sup>			σ <sub>max</sub> (MPa)		1.5σ <sub>f</sub> (MPa)						
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			許容応力								
σ' <sub>max</sub> (MPa)			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。

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

(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 ンゴム	0.5	2.5

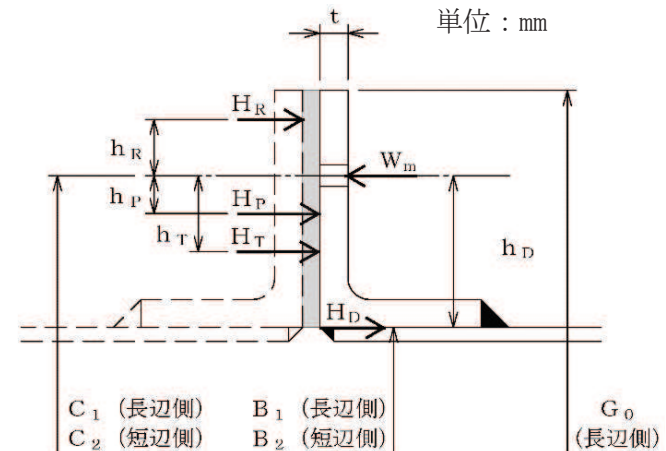
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

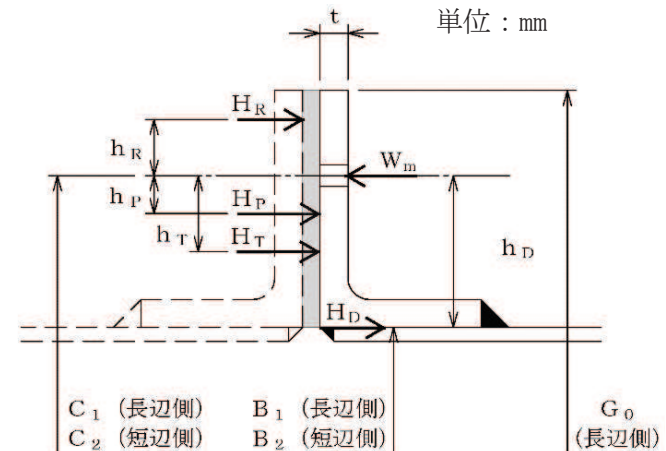
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

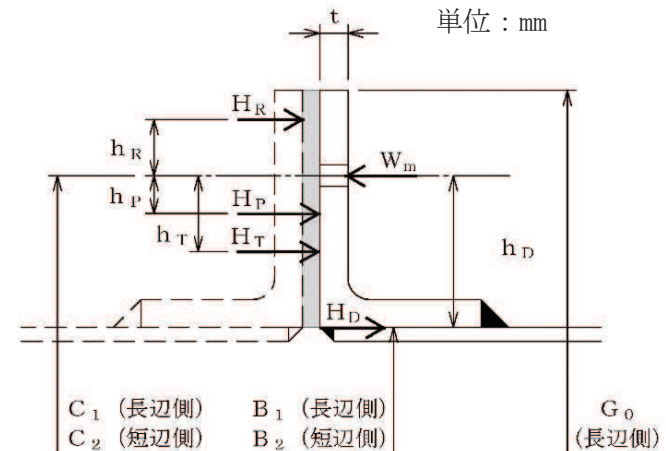
(2) フランジの応力

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	<input type="text"/>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

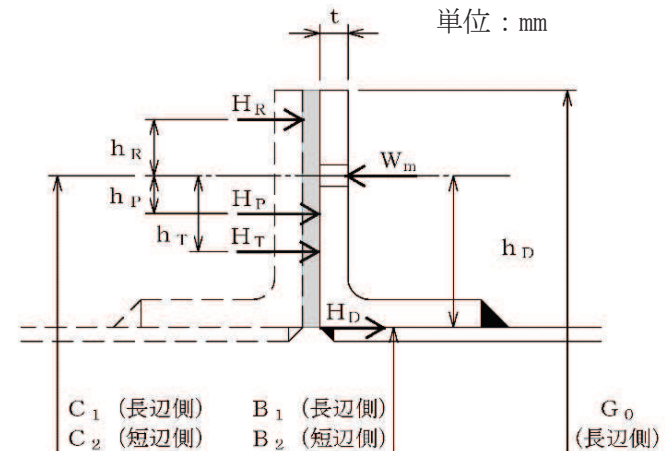
(2) フランジの応力

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 10px;"> </span>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

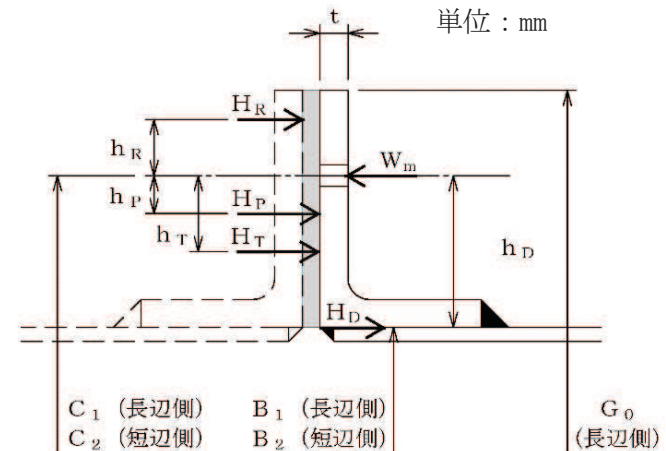
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

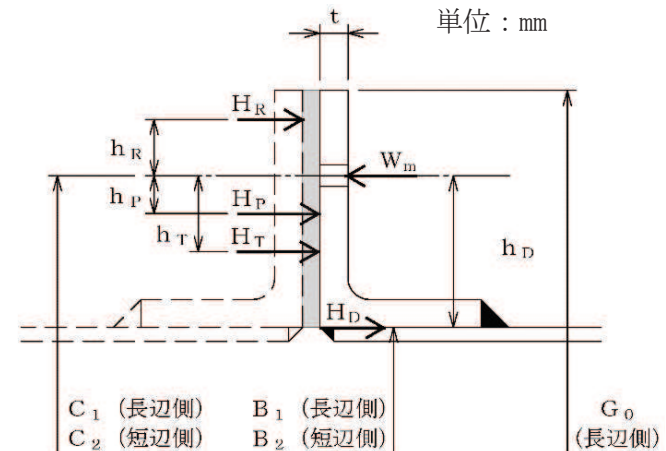
(2) フランジの応力

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	<input type="text"/>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

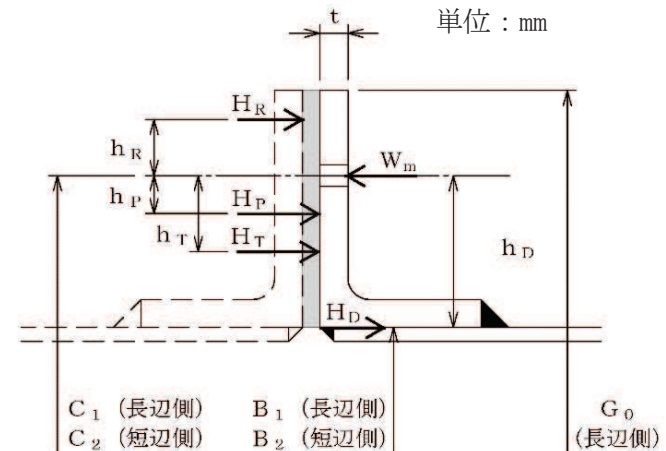
(2) フランジの応力

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	<input type="text"/>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

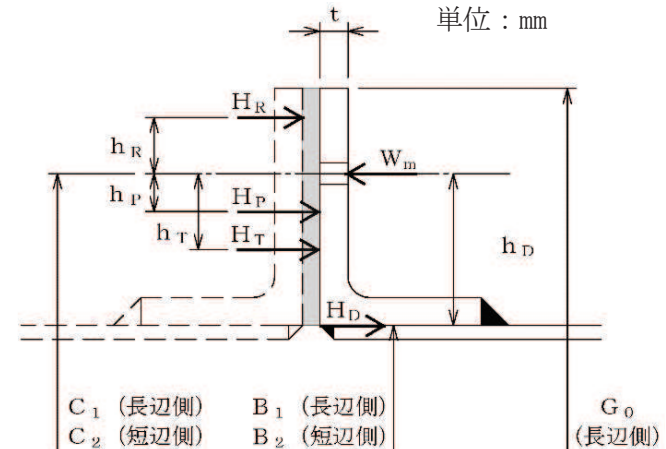
(2) フランジの応力

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	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

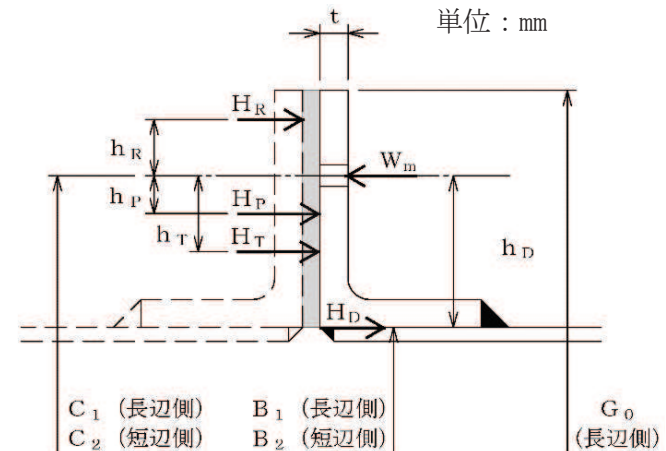
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

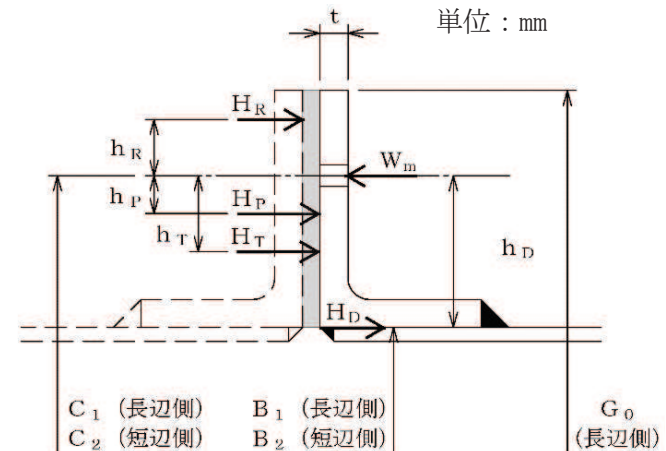
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

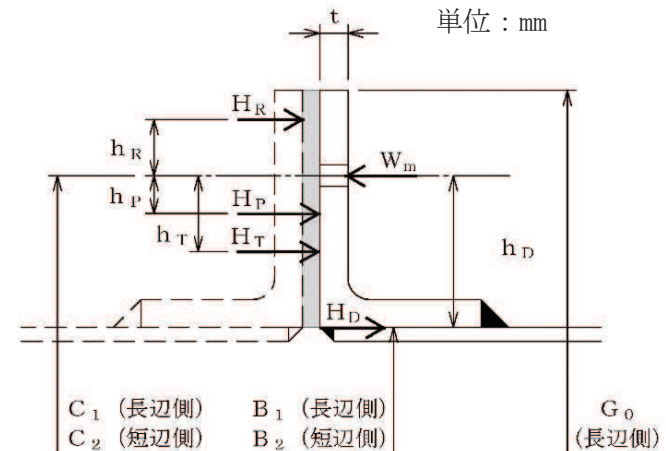
(2) フランジの応力

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		クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

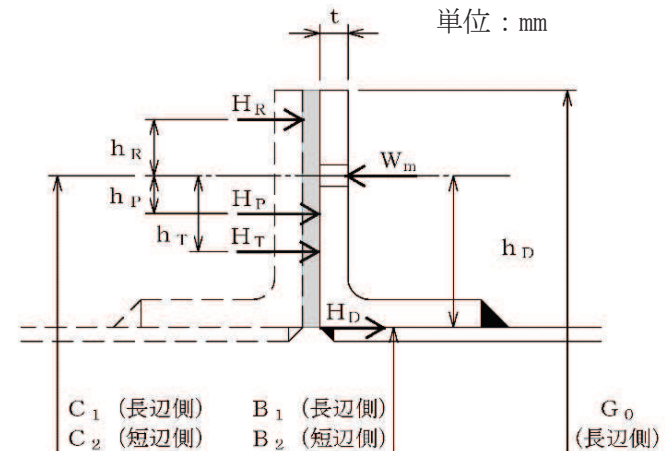
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

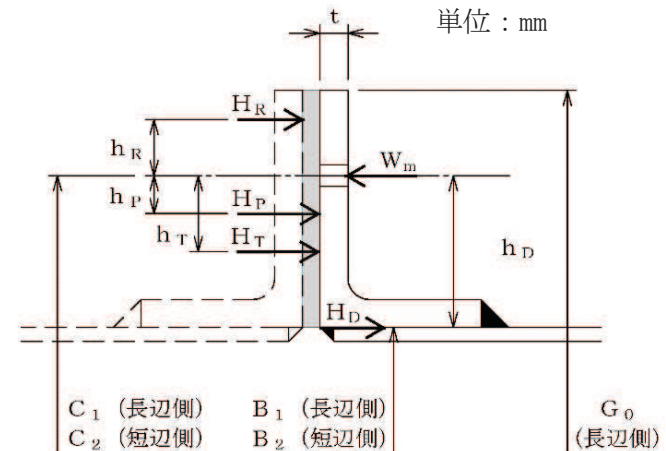
(2) フランジの応力

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	<input type="text"/>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

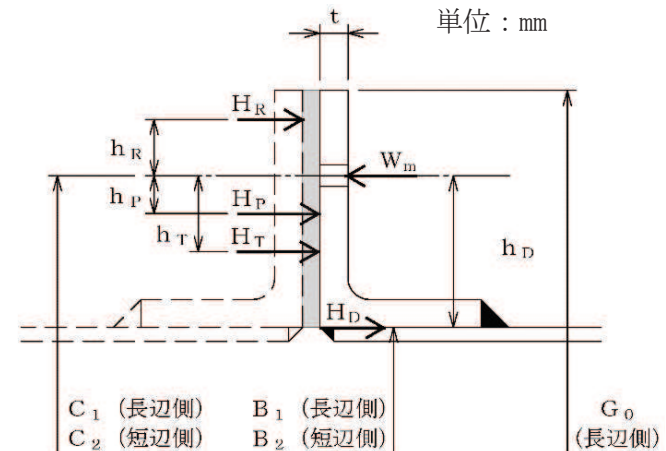
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

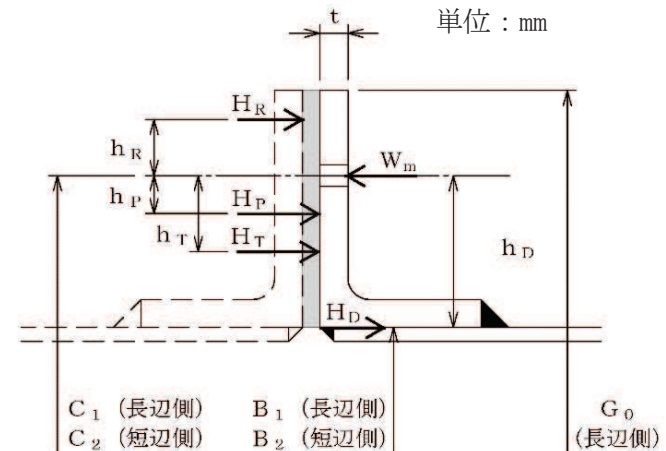
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

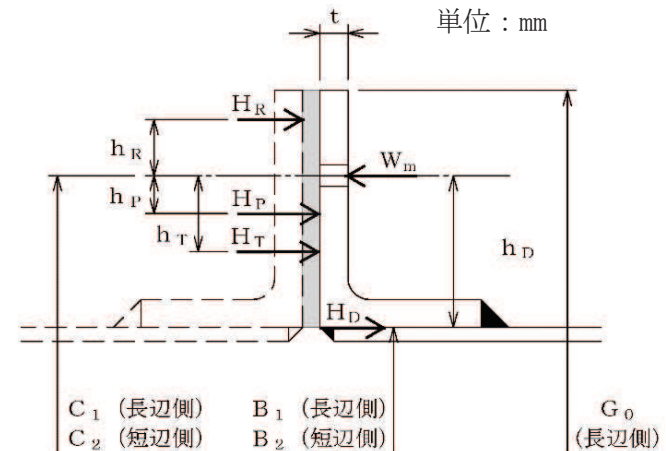
(2) フランジの応力

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。
----	--



C<sub>1</sub> (長辺側) B<sub>1</sub> (長辺側)  
C<sub>2</sub> (短辺側) B<sub>2</sub> (短辺側) G<sub>0</sub> (長辺側)

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 ンゴム	0.5	2.5

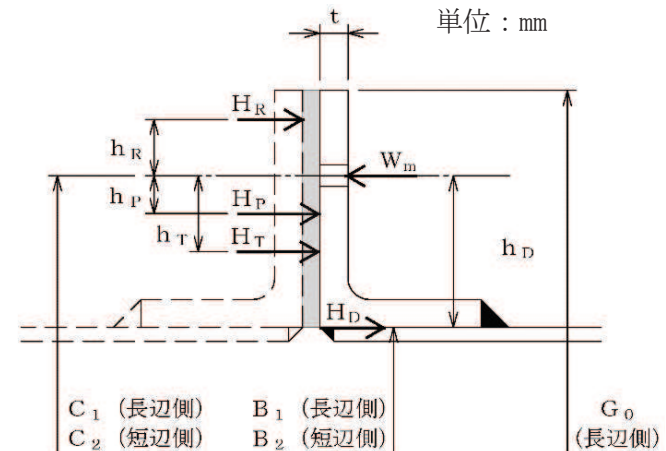
(2) フランジの応力

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 ンゴム	0.5	2.5

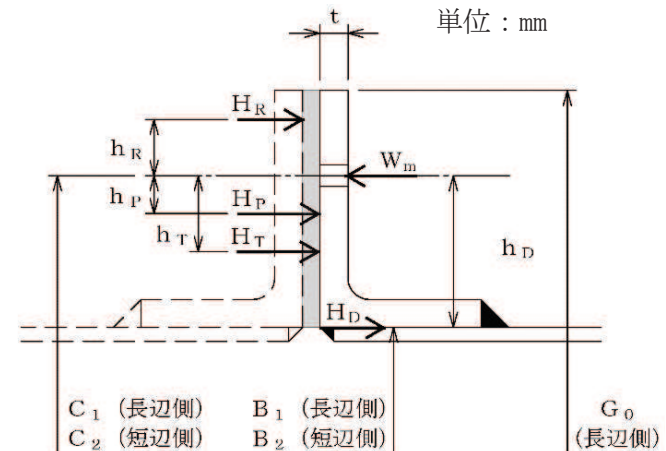
(2) フランジの応力

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 10px;"> </span>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

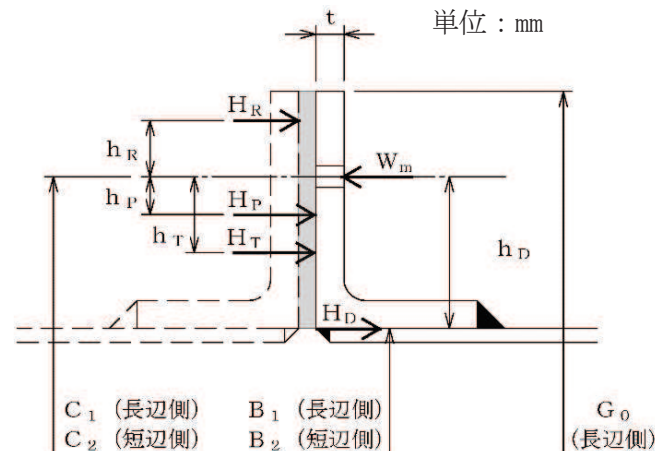
(2) フランジの応力

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。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-5-1-1-2 ダンパの強度計算書（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-3-2-11 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
V30-D301A, B	既設	有	有	Non	Non	SA-2	無		40		40	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
V30-D302A, B	既設	有	有	Non	Non	SA-2	無		40		40	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
V30-D303, D304	既設	有	有	Non	Non	SA-2	無		40		40	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
V30-D305A	既設	有	有	Non	Non	SA-2	無		40		40	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
V30-D305B	既設	有	有	Non	Non	SA-2	無		40		40	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 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
1.3 設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価	13
1.3.1 弁箱（使用材料規格：[redacted]）の評価結果 （比較材料：J I S G 5 1 5 1 SCPH1）	13
1.3.2 弁ふたボルト（使用材料規格：[redacted]） の評価結果（比較材料：J I S G 4 0 5 1 S20C）	15



1. 重大事故等クラス 2 弁

1.1 設計仕様

系統：中央制御室換気空調系

機器の区分		重大事故等クラス2弁				
弁番号	種類	呼び径 (mm)	材料			
			弁箱	弁ふた	ボルト	
V30-D301A, B	止め弁	250				
V30-D302A, B	止め弁	650				
V30-D303, D304	止め弁	550				
V30-D305A	止め弁	550				
V30-D305B	止め弁	550				

1.2 強度計算書

系統：中央制御室換気空調系

弁番号	V30-D301A, B	シート	1
-----	--------------	-----	---

	設計・建設規格	告示第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 (MPa)			$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°C)	40		$d_n / d_m$	
弁箱の厚さ			$\varnothing$ (mm)	
弁箱材料			$t_{m1}$ (mm)	8.6
$P_1$ (MPa)	—	—	$t_{m2}$ (mm)	1.0
$P_2$ (MPa)	—	—	$t_{ma1}$ (mm)	
$d_m$ (mm)			$t_{ma2}$ (mm)	
$t_1$ (mm)	—	—	評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
$t_2$ (mm)	—	—		
$t$ (mm)	8.6	—		
$t_{ab}$ (mm)				
弁ふたの厚さ*				
弁ふた材料				
評価： $t_{ab} \geq t$ よって十分である。				

注記\*：弁ふたについては、応力計算を行って必要な強度を有することを確認する。

【弁ふたの応力計算】

弁ふたの応力評価は弁ふたの形状を考慮し、平板の計算式を用いて応力計算を行う。

平板の厚さの計算式  $t = d \sqrt{\frac{K P}{S}}$  より  $S = \frac{d^2 \cdot K \cdot P}{t^2}$

評価条件 P：内圧   
 d：ボルト穴の中心円の直径   
 K：平板の取り付け方法による係数（その他の場合の係数を使用）0.75  
 t：弁ふたの厚さ

上記の計算式及び評価条件より弁ふたの応力は  $S=0.0833$  [MPa] となる。これに対し、許容引張応力は告示第501号 別表第6から100MPaであることから、弁ふたは必要な強度を有することが明らかである。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		ボルトの計算	
$P_{FD}$ (MPa)		$H'$ (N)	3.750
$P_{eq}$ (MPa)		$H'_P$ (N)	1.606
$T_m$ (°C)	40	$H_R$ (N)	6.518
$M_e$ (N・mm)		$H_D$ (N)	2.732
$F_e$ (N)		$h_D$ (mm)	7.5
フランジの形式	JIS B 8265 附属書 4 図 1	$H'_T$ (N)	1.017
フランジ		$h'_T$ (mm)	7.3
材料		$h'_P$ (mm)	7.0
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		$h_R$ (mm)	6.0
B (mm)		$W_{m1}$ (N)	11.87
C (mm)		$W_{m2}$ (N)	$3.407 \times 10^3$
$g_1$ (mm)		$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	0.1947
		$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	55.85
ボルト		$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	55.85
材料		$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		評価： $A_m < A_b$	
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		よって十分である。	
n			
$d_b$ (mm)		フランジ厚さの計算	
$d_h$ (mm)		$t_{fe}$ (mm)	
ガスケット		$M_0$ (N・mm)	39.11
材料		t (mm)	
$G'$ (mm)		フランジ厚さの評価： $t \leq t_{fe}$	
$G_0$ (mm)			
m			
y (N/mm <sup>2</sup> )			
$b'_o$ (mm)		よって十分である。	
$b'$ (mm)			

O 2 ⑥ VI-3-3-5-1-1-2 R 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

系統：中央制御室換気空調系

弁番号	V30-D302A, B	シート	1
-----	--------------	-----	---

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)			$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°C)	40		$d_n / d_m$	
弁箱又は弁ふたの厚さ			$\varnothing$ (mm)	
弁箱材料			$t_{m1}$ (mm)	15.5
弁ふた材料			$t_{m2}$ (mm)	1.4
$P_1$ (MPa)	—	—	$t_{ma1}$ (mm)	
$P_2$ (MPa)	—	—	$t_{ma2}$ (mm)	
$d_m$ (mm)			評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
$t_1$ (mm)	—	—		
$t_2$ (mm)	—	—		
$t$ (mm)	15.5	—		
$t_{ab}$ (mm)				
$t_{af}$ (mm)				
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 © VI-3-3-5-1-1-2 R1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		ボルトの計算	
$P_{FD}$ (MPa)		$H'$ (N)	30.01
$P_{eq}$ (MPa)		$H'_P$ (N)	4.952
$T_m$ (°C)	40	$H_R$ (N)	84.14
$M_e$ (N・mm)		$H_D$ (N)	12.55
$F_e$ (N)		$h_D$ (mm)	27.5
フランジの形式	JIS B 8265 附属書 4 図 1	$H'_T$ (N)	17.47
フランジ		$h'_T$ (mm)	18.5
材料		$h'_P$ (mm)	9.5
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		$h_R$ (mm)	8.5
B (mm)		$W_{m1}$ (N)	119.1
C (mm)		$W_{m2}$ (N)	$1.023 \times 10^4$
$g_1$ (mm)		$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	1.953
		$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	167.7
ボルト		$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	167.7
材料		$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		評価： $A_m < A_b$  よって十分である。	
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)			
n			
$d_b$ (mm)		フランジ厚さの計算	
$d_h$ (mm)		$t_{f\ell}$ (mm)	
ガスケット		$M_0$ (N・mm)	715.2
材料		t (mm)	
$G'$ (mm)		フランジ厚さの評価： $t \leq t_{f\ell}$  よって十分である。	
$G_0$ (mm)			
m			
y (N/mm <sup>2</sup> )			
$b'_0$ (mm)			
$b'$ (mm)			

O 2 ⑥ VI-3-3-5-1-1-2 R 1

系統：中央制御室換気空調系

弁番号	V30-D303, D304	シート	1
-----	----------------	-----	---

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)			$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°C)	40		$d_n / d_m$	
弁箱又は弁ふたの厚さ			$\phi$ (mm)	
弁箱材料			$t_{m1}$ (mm)	13.6
弁ふた材料			$t_{m2}$ (mm)	1.4
$P_1$ (MPa)	—	—	$t_{ma1}$ (mm)	
$P_2$ (MPa)	—	—	$t_{ma2}$ (mm)	
$d_m$ (mm)			評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
$t_1$ (mm)	—	—		
$t_2$ (mm)	—	—		
$t$ (mm)	13.6	—		
$t_{ab}$ (mm)				
$t_{af}$ (mm)				
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 © VI-3-3-5-1-1-2 R1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		ボルトの計算	
$P_{FD}$ (MPa)		$H'$ (N)	30.01
$P_{eq}$ (MPa)		$H'_P$ (N)	4.952
$T_m$ (°C)	40	$H_R$ (N)	92.44
$M_e$ (N・mm)		$H_D$ (N)	9.424
$F_e$ (N)		$h_D$ (mm)	32.5
フランジの形式	JIS B 8265 附属書 4 図 1	$H'_T$ (N)	20.59
フランジ		$h'_T$ (mm)	21.0
材料		$h'_P$ (mm)	9.5
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		$h_R$ (mm)	8.5
B (mm)		$W_{m1}$ (N)	127.4
C (mm)		$W_{m2}$ (N)	$1.023 \times 10^4$
$g_1$ (mm)		$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	2.089
		$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	167.7
ボルト		$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	167.7
材料		$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		評価： $A_m < A_b$  よって十分である。	
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)			
n			
$d_b$ (mm)		フランジ厚さの計算	
$d_h$ (mm)		$t_{f\ell}$ (mm)	
ガスケット		$M_0$ (N・mm)	785.7
材料		t (mm)	
G' (mm)		フランジ厚さの評価： $t \leq t_{f\ell}$  よって十分である。	
G <sub>0</sub> (mm)			
m			
y (N/mm <sup>2</sup> )			
b' <sub>0</sub> (mm)			
b' (mm)			

O 2 ⑥ VI-3-3-5-1-1-2 R 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



系統：中央制御室換気空調系

弁番号	V30-D305A	シート	1
-----	-----------	-----	---

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)			$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°C)	40		$d_n / d_m$	
弁箱又は弁ふたの厚さ			$\varnothing$ (mm)	
弁箱材料			$t_{m1}$ (mm)	13.6
弁ふた材料			$t_{m2}$ (mm)	1.4
$P_1$ (MPa)	—	—	$t_{ma1}$ (mm)	
$P_2$ (MPa)	—	—	$t_{ma2}$ (mm)	
$d_m$ (mm)			評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
$t_1$ (mm)	—	—		
$t_2$ (mm)	—	—		
$t$ (mm)	13.6	—		
$t_{ab}$ (mm)				
$t_{af}$ (mm)				
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 © VI-3-3-5-1-1-2 R1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		ボルトの計算	
$P_{FD}$ (MPa)		$H'$ (N)	30.01
$P_{eq}$ (MPa)		$H'_P$ (N)	4.952
$T_m$ (°C)	40	$H_R$ (N)	88.45
$M_e$ (N・mm)		$H_D$ (N)	10.93
$F_e$ (N)		$h_D$ (mm)	30.0
フランジの形式	JIS B 8265 附属書 4 図 1	$H'_T$ (N)	19.08
フランジ		$h'_T$ (mm)	19.8
材料		$h'_P$ (mm)	9.5
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		$h_R$ (mm)	8.5
B (mm)		$W_{m1}$ (N)	123.4
C (mm)		$W_{m2}$ (N)	$1.023 \times 10^4$
$g_1$ (mm)		$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	2.023
ボルト		$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	167.7
材料		$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	167.7
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		評価： $A_m < A_b$	
n		よって十分である。	
$d_b$ (mm)		フランジ厚さの計算	
$d_h$ (mm)		$t_{f\ell}$ (mm)	
ガスケット		$M_0$ (N・mm)	751.8
材料		t (mm)	
G' (mm)		フランジ厚さの評価： $t \leq t_{f\ell}$	
G <sub>0</sub> (mm)		よって十分である。	
m			
y (N/mm <sup>2</sup> )			
b' <sub>0</sub> (mm)			
b' (mm)			

O 2 ⑥ VI-3-3-5-1-1-2 R 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

系統：中央制御室換気空調系

弁番号	V30-D305B	シート	1
-----	-----------	-----	---

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)			$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°C)	40		$d_n / d_m$	
弁箱又は弁ふたの厚さ			$\varnothing$ (mm)	
弁箱材料			$t_{m1}$ (mm)	13.6
弁ふた材料			$t_{m2}$ (mm)	1.4
$P_1$ (MPa)	—	—	$t_{ma1}$ (mm)	
$P_2$ (MPa)	—	—	$t_{ma2}$ (mm)	
$d_m$ (mm)			評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
$t_1$ (mm)	—	—		
$t_2$ (mm)	—	—		
$t$ (mm)	13.6	—		
$t_{ab}$ (mm)				
$t_{af}$ (mm)				
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 © VI-3-3-5-1-1-2 R1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		ボルトの計算	
$P_{FD}$ (MPa)		$H'$ (N)	30.01
$P_{eq}$ (MPa)		$H'_P$ (N)	4.952
$T_m$ (°C)	40	$H_R$ (N)	92.44
$M_e$ (N・mm)		$H_D$ (N)	9.424
$F_e$ (N)		$h_D$ (mm)	32.5
フランジの形式	JIS B 8265 附属書 4 図 1	$H'_T$ (N)	20.59
フランジ		$h'_T$ (mm)	21.0
材料		$h'_P$ (mm)	9.5
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		$h_R$ (mm)	8.5
B (mm)		$W_{m1}$ (N)	127.4
C (mm)		$W_{m2}$ (N)	$1.023 \times 10^4$
$g_1$ (mm)		$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	2.089
ボルト		$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	167.7
材料		$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	167.7
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		評価： $A_m < A_b$	
n		よって十分である。	
$d_b$ (mm)		フランジ厚さの計算	
$d_h$ (mm)		$t_{f\ell}$ (mm)	
ガスケット		$M_0$ (N・mm)	785.7
材料		t (mm)	
$G'$ (mm)		フランジ厚さの評価： $t \leq t_{f\ell}$	
$G_0$ (mm)		よって十分である。	
m			
y (N/mm <sup>2</sup> )			
$b'_o$ (mm)			
$b'$ (mm)			

O 2 ⑥ VI-3-3-5-1-1-2 R 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価

1.3.1 弁箱（使用材料規格：）の評価結果

（比較材料：J I S G 5 1 5 1 SCPH1）

弁番号 V30-D301A, B, V30-D302A, B, V30-D303, D304 及び V30-D305A, B の弁箱に使用しているは、クラス 2 弁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 弁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、同等以上であることを示す。

(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	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 200px; height: 1.2em;"></span>		引張強さ及び降伏点は同等以上である。
比較材料	410 N/mm <sup>2</sup> 以上	205 N/mm <sup>2</sup> 以上	

(2) 化学的成分

	化学成分 (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
使用材料	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100%; height: 1.2em;"></span>									
比較材料	0.25 以下	0.60 以下	0.70 以下	0.040 以下	0.040 以下	—	—	—	—	—
比較結果	<p>C, Si, Mn, P, S の成分規定に差異があるが、以下により、本設備の環境下での使用は問題ないと考える。</p> <p>C：溶接性に影響を与える成分であるが、本部品に溶接部はないこと。また、脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、薄肉の管(16mm 未満の 2.3mm 又は 3.2mm)に接続する弁であるため、設計・建設規格クラス 2 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>Si：一般的に機械的強度に影響を与える成分であるが、(1)の評価結果からも機械的強度は同等以上であること。</p> <p>Mn：一般的に機械的強度に影響を与える成分であるが、(1)の評価結果からも機械的強度は同等以上であること。また、脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、薄肉の管(16mm 未満の 2.3mm 又は 3.2mm)に接続する弁であるため、設計・建設規格クラス 2 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>P：冷間脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、薄肉の管(16mm 未満の 2.3mm 又は 3.2mm)に接続する弁であるため、設計・建設規格クラス 2 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p>									

O 2 © VI-3-3-5-1-1-2 R 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

	S：熱間脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、薄肉の管(16mm未満の2.3mm又は3.2mm)に接続する弁であるため、設計・建設規格クラス2の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。

(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以上であることを確認したため、本設備において、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。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3.2 弁ふたボルト（使用材料規格：）の評価結果

（比較材料：J I S G 4 0 5 1 S20C）

弁番号 V30-D301A, B, V30-D302A, B, V30-D303, D304 及び V30-D305A, B の弁ふたボルトに使用しているは、クラス 2 弁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 弁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、同等以上であることを示す。

(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	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px; height: 15px;"></span>		引張強さ及び降伏点は同等である。
比較材料	402 N/mm <sup>2</sup> 以上	245 N/mm <sup>2</sup> 以上	

(2) 化学的成分

	化学成分 (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
使用材料	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100%; height: 15px;"></span>									
比較材料	0.18 ～ 0.23	0.15 ～ 0.35	0.30 ～ 0.60	0.030 以下	0.035 以下	—	—	—	—	—
比較結果	<p>C, Si, Mn, P, S の成分規定に差異があるが、以下により、本設備の環境下での使用は問題ないとする。</p> <p>C：溶接性に影響を与える成分であるが、本部品に溶接部はないこと。また、脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、小径（呼び径 25mm 未満の呼び径 8mm 又は 12mm）のボルトであるため、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 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>Si：一般的に機械的強度に影響を与える成分であるが、(1)の評価結果からも機械的強度は同等以上であること。</p> <p>Mn：一般的に機械的強度に影響を与える成分であるが、(1)の評価結果からも機械的強度は同等以上であること。また、脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、小径（呼び径 25mm 未満の呼び径 8mm 又は 12mm）のボルトであるため、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 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p>									

	<p>P：冷間脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、小径（呼び径 25mm 未満の呼び径 8mm 又は 12mm）のボルトであるため、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 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>S：熱間脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、小径（呼び径 25mm 未満の呼び径 8mm 又は 12mm）のボルトであるため、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 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p>
--	---

(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以上であることを確認したため、本設備において、

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。



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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (kPa)	温度 (°C)	圧力 (kPa)						温度 (°C)
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
E1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
E2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

・適用規格の選定

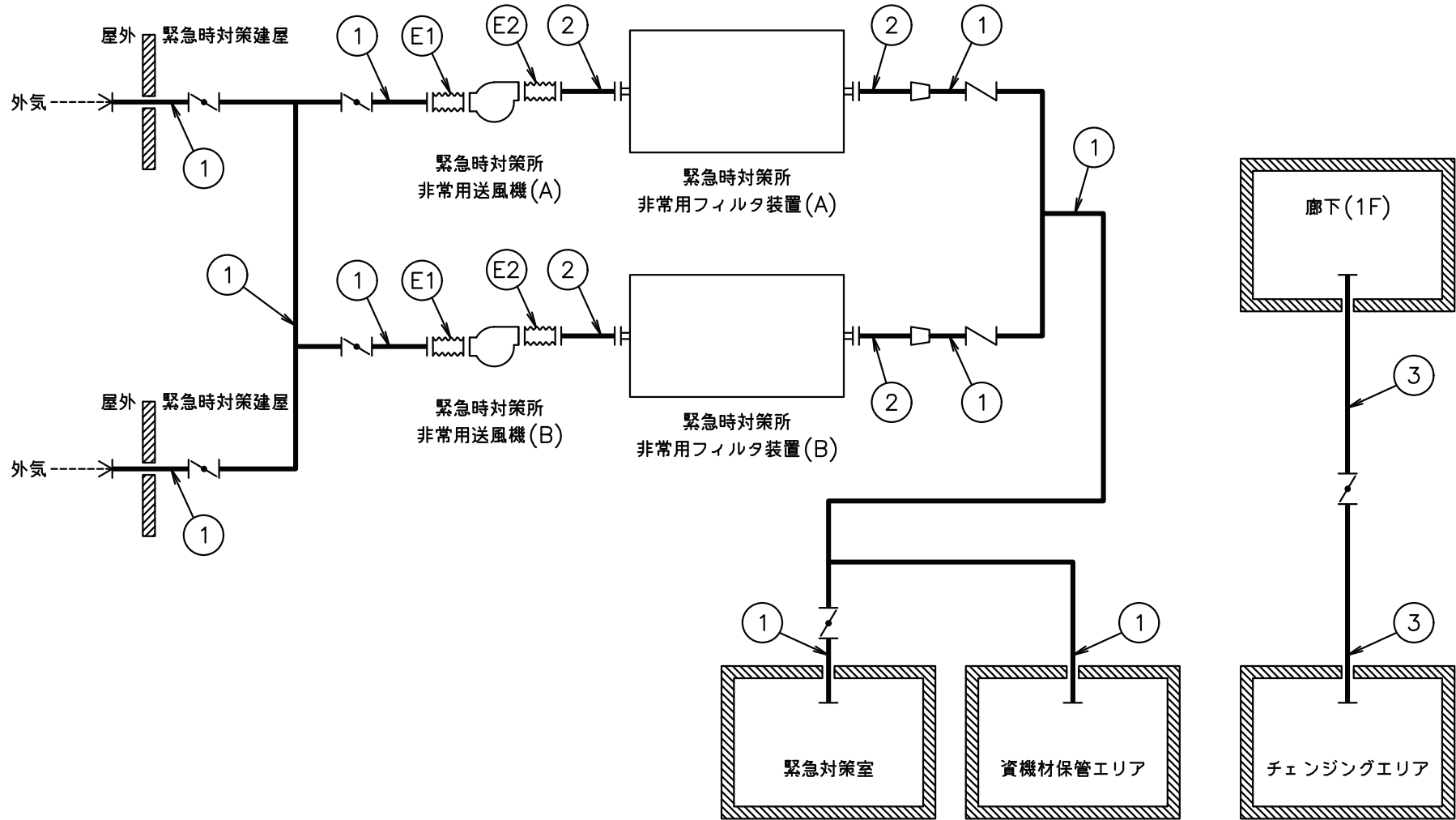
管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
2	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
3	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
E1	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
E2	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格



## 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



緊急時対策所換気空調系概略系統図(その1)

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 P (kPa)	最高使用温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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 P (kPa)	最高使用温 度 (°C)	材 料	縦弾性係数 E (MPa)	t (mm)	全伸縮量 $\delta$ (mm)	b (mm)	h (mm)	n	c	算 式	継手部応力 $\sigma$ (MPa)	N $\times 10^5$	N <sub>r</sub> $\times 10^5$	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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (kPa)	温度 (℃)	圧力 (kPa)						温度 (℃)
HVAC1-1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HVAC1-2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HVAC1-3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HVAC3-1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HVAC4-1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HVAC4-2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HVAC4-3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HVAC6-1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HVAC11-1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HVAC11-2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (kPa)	温度 (℃)	圧力 (kPa)						温度 (℃)
HVAC14	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	5.00	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HVAC36-1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	860	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HVAC36-2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	860	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 .....	8
3.1 設計条件 .....	8
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。



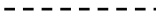
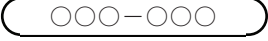

### (1) 管

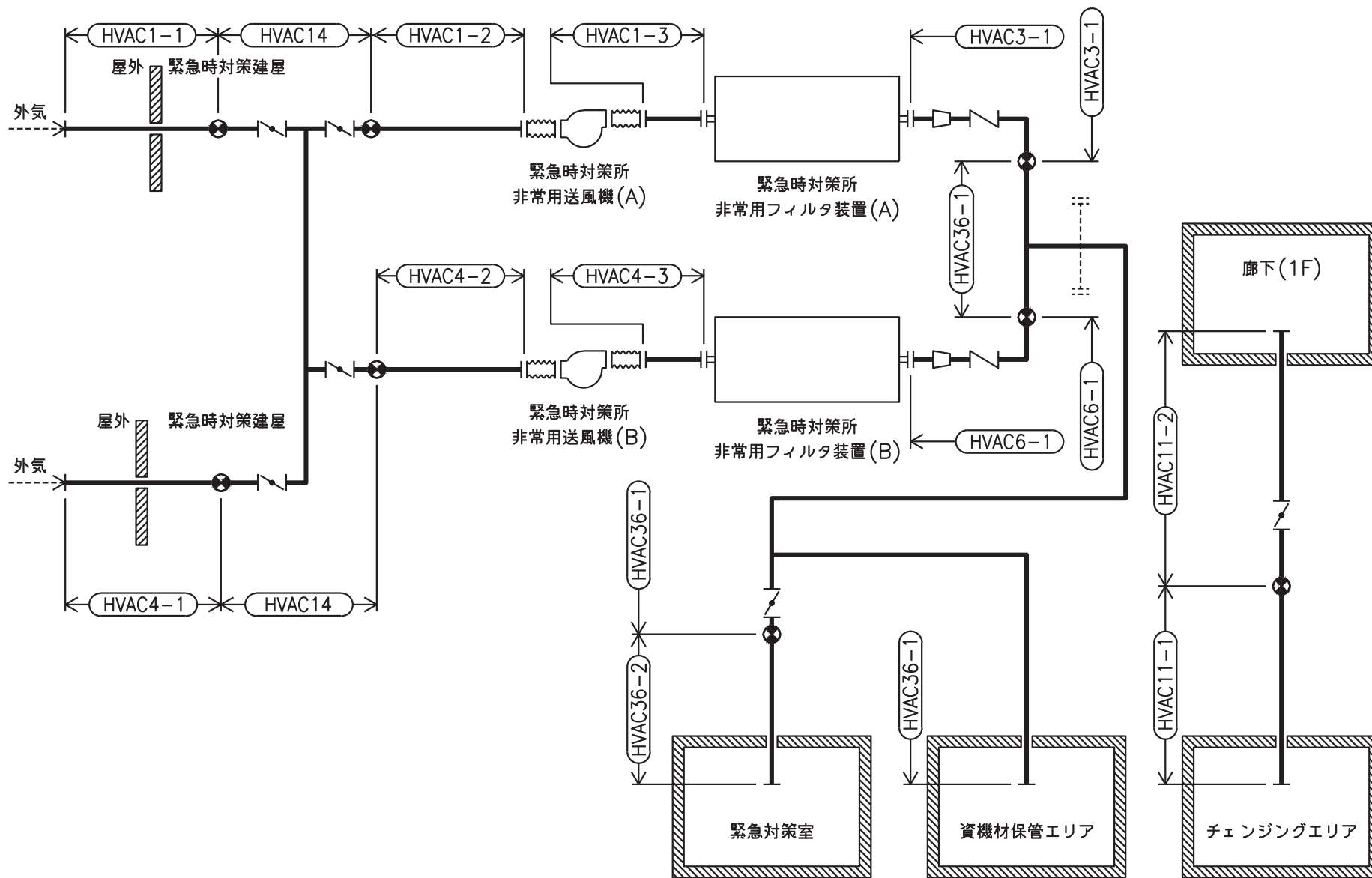
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全13モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果についても記載する。

## 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

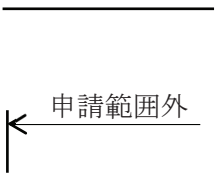


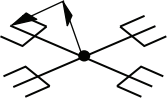
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

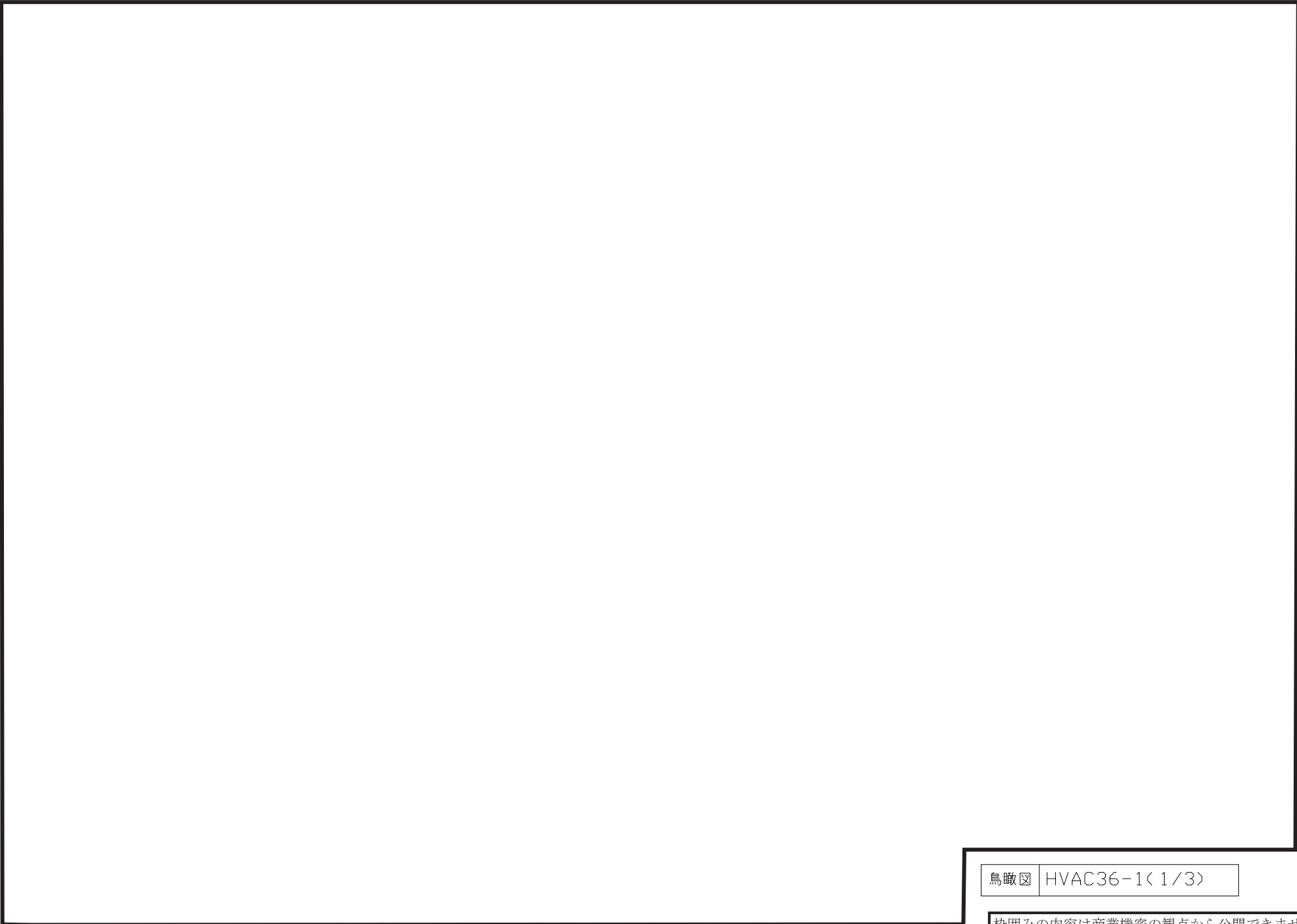


緊急時対策所換気空調系概略系統図(その1)

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 (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 HVAC36-1<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。

9

鳥瞰図 HVAC36-1<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 HVAC36-1<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 V A C 3 6 - 1

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	0.005	40	267.4	9.3	STS410
2	0.860	40	267.4	9.3	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 V A C 3 6 - 1

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	81	82
2	78	79	80										

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 HVAC 3 6 - 1

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		17		33		49		65	
2		18		34		50		66	
3		19		35		51		67	
4		20		36		52		68	
5		21		37		53		69	
6		22		38		54		70	
7		23		39		55		71	
8		24		40		56		72	
9		25		41		57		73	
10		26		42		58		74	
11		27		43		59		75	
12		28		44		60		79	
13		29		45		61		80	
14		30		46		62		81	
15		31		47		63		82	
16		32		48		64			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
76	
77	
78	
83	
84	
85	

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				

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図           HVAC36-1

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						
8						
11						
15						
17						
22						
25						
30						
34						
37						
39						
44						
48						
54						
56						
59						
61						
64						
69						
72						
75						
80						

O 2 ⑥ VI-3-3-5-1-2-1-2 (重) R 3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 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 (°C)	許容応力 (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 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 p r m ( 1 )	1 . 5 S h
			S p r m ( 2 )	1 . 8 S h
HVAC 36-1	80	S p r m ( 1 )	15	154
	80	S p r m ( 2 )	16	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	HVAC1-1	6	4	154	38.50	—	6	4	185	46.25	—
2	HVAC1-2	2	5	154	30.80	—	2	5	185	37.00	—
3	HVAC1-3	4	1	154	154.00	—	4	1	185	185.00	—
4	HVAC3-1	5	3	154	51.33	—	5	3	185	61.66	—
5	HVAC4-1	6	4	154	38.50	—	6	4	185	46.25	—
6	HVAC4-2	2	3	154	51.33	—	2	3	185	61.66	—
7	HVAC4-3	4	1	154	154.00	—	4	1	185	185.00	—
8	HVAC6-1	5	3	154	51.33	—	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	—	82	8	185	23.12	—
12	HVAC36-1	80	15	154	10.26	○	80	16	185	11.56	○
13	HVAC36-2	1	12	154	12.83	—	1	13	185	14.23	—

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-3-3-5-1-2-1-3 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	$0.60 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	$0.60 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	$0.60 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	$0.60 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
5	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	$0.60 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
6	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	$0.60 \times 10^{-3}$ (差圧)	40	—	—	同等性	a. (a)	SA-2
7	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	$0.60 \times 10^{-3}$ (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J S M E S N C 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（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、日本機械学会 機械工学便覧（以下「機械工学便覧」という。）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「J I S」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	mm/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

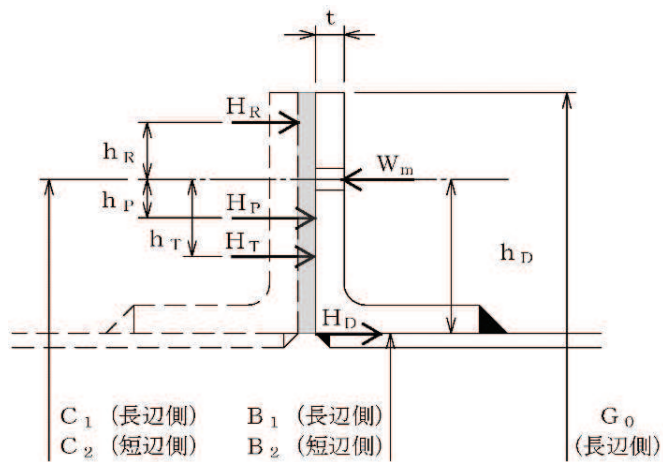


図 2-1 フランジの寸法 (矩形ダクト)

(3) ダクトの応力計算に使用するもの

記号	単位	定義
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	mm/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）

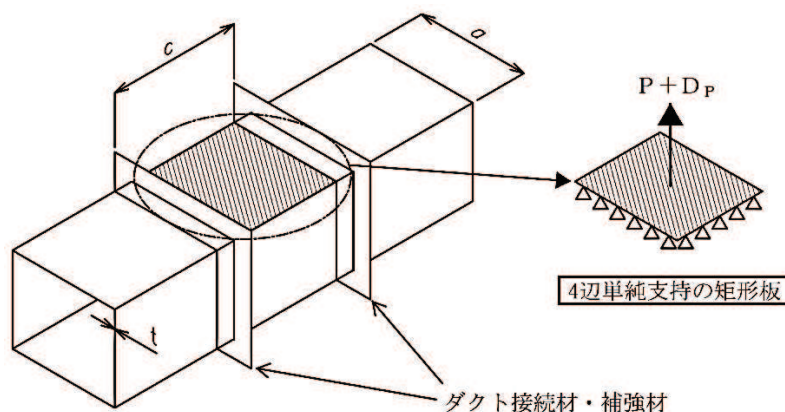


図 2-2 板材の面外荷重に対する評価モデル

区 分	適用規格番号	計 算 式
矩形のダクト	機械工学便覧 設計・建設規格 PPC-3411(1) 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。

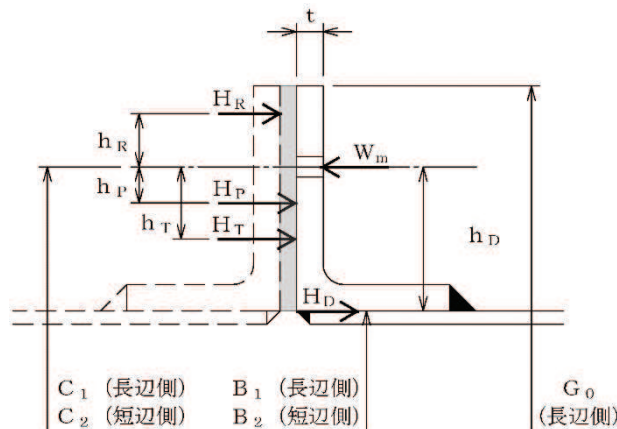


図 2-3 フランジ型式 (矩形アンクルフランジ)

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	$M_0 = H_R \cdot h_R$
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	$\sigma_{max} = \frac{6 \cdot M_0}{t^2 \cdot (2 \cdot (C_1 + C_2) - n \cdot d_h)}$
	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                      （設計・建設規格                      PPC-3520(1)b                      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 style="text-align: center;">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 (長辺×短辺×板厚×長さ)	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	材 料	許容引張応力 S (MPa)	計算上 必要な厚さ t (mm)	ダクト厚さ (最小厚さ) (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 <input type="text"/>
2	150×150×2.0× <input type="text"/>	$0.60 \times 10^{-3}$	40			0.02	2.0 <input type="text"/>
3	350×350×0.8× <input type="text"/>	$0.60 \times 10^{-3}$	40			0.03	0.8 <input type="text"/>
4	350×350×2.0× <input type="text"/>	$0.60 \times 10^{-3}$	40			0.03	2.0 <input type="text"/>
5	200×200×0.8× <input type="text"/>	$0.60 \times 10^{-3}$	40			0.02	0.8 <input type="text"/>
6	400×200×0.8× <input type="text"/>	$0.60 \times 10^{-3}$	40			0.03	0.8 <input type="text"/>
7	300×300×0.8× <input type="text"/>	$0.60 \times 10^{-3}$	40			0.02	0.8 <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 No.	ダクトサイズ (長辺×短辺×板厚×長さ)	厚 さ (mm)	材 料	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	一 次 応 力	
						合計応力 (MPa)	許容応力 (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		$0.60 \times 10^{-3}$	40	5	
3	350×350×0.8× <input type="text"/>	0.8		$0.60 \times 10^{-3}$	40	24	
4	350×350×2.0× <input type="text"/>	2.0		$0.60 \times 10^{-3}$	40	19	
5	200×200×0.8× <input type="text"/>	0.8		$0.60 \times 10^{-3}$	40	22	
6	400×200×0.8× <input type="text"/>	0.8		$0.60 \times 10^{-3}$	40	24	
7	300×300×0.8× <input type="text"/>	0.8		$0.60 \times 10^{-3}$	40	23	
<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>							

11

緊急時対策所換気空調系ダクトの強度計算

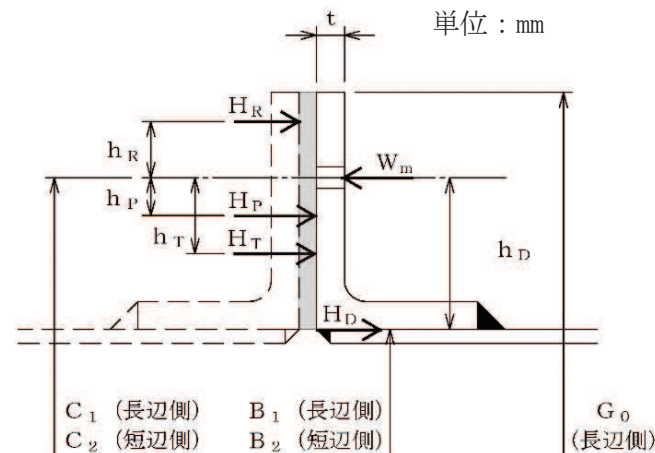
FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(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
0.60×10 <sup>-3</sup>	40	201.6	<input type="text"/>			100	<input type="text"/>	クロロプレンゴム	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)					
1.597×10 <sup>4</sup>			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 σ' <sub>max</sub> (MPa)			許容応力 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

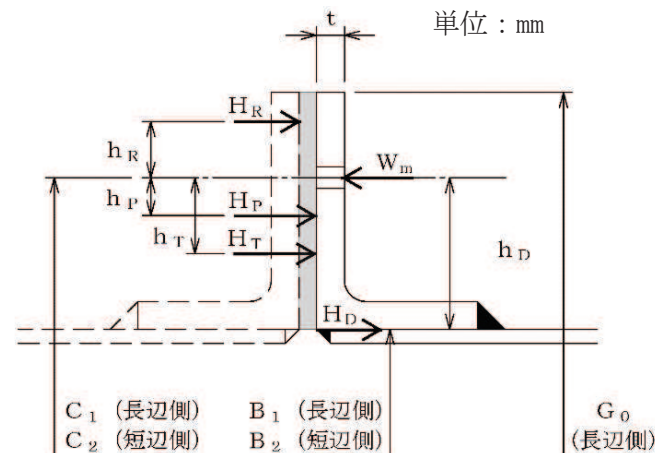
FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(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 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	204	<input type="text"/>				100	<input type="text"/>	クロロプレ 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 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	401.6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	100	<input type="text"/>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

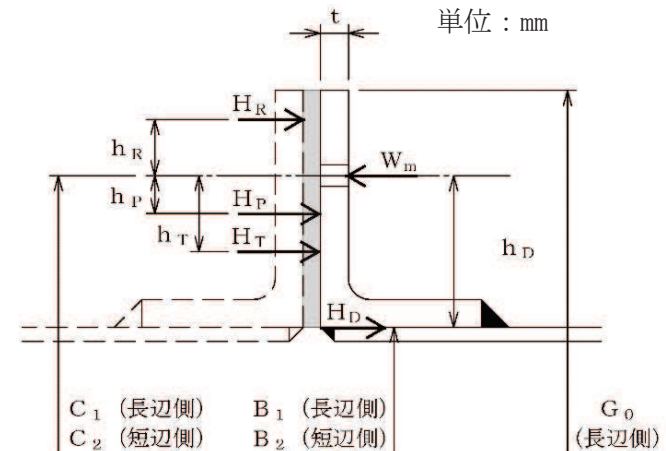
(2) フランジの応力

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

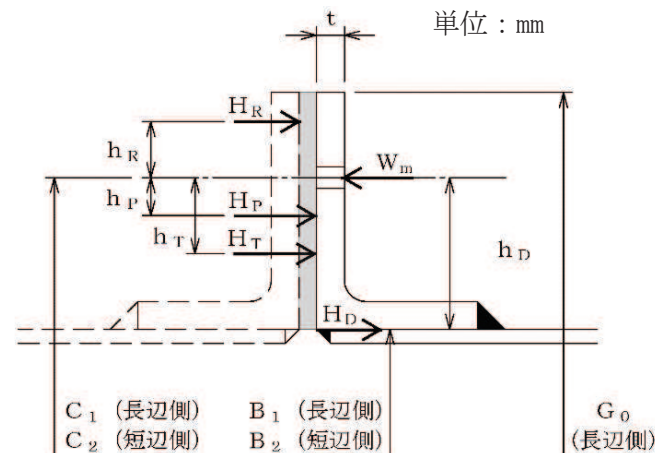
FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(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 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	404	<input type="text"/>		100	<input type="text"/>	クロロプレ 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"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	100	<input type="text"/>	クロロプレ ンゴム	0.5	2.5

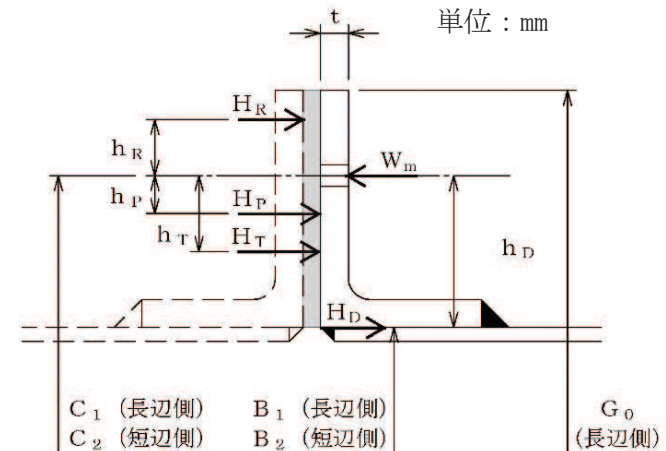
(2) フランジの応力

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

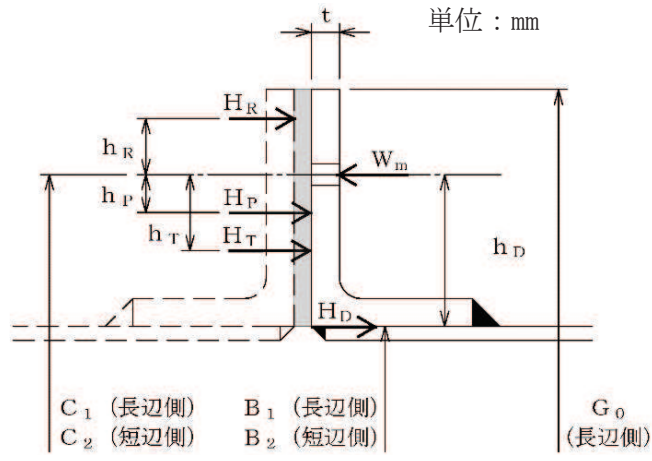
FORMAT-VI フランジの強度計算結果

(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 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)						
1.989×10 <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)								
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。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

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 ンゴム	0.5	2.5

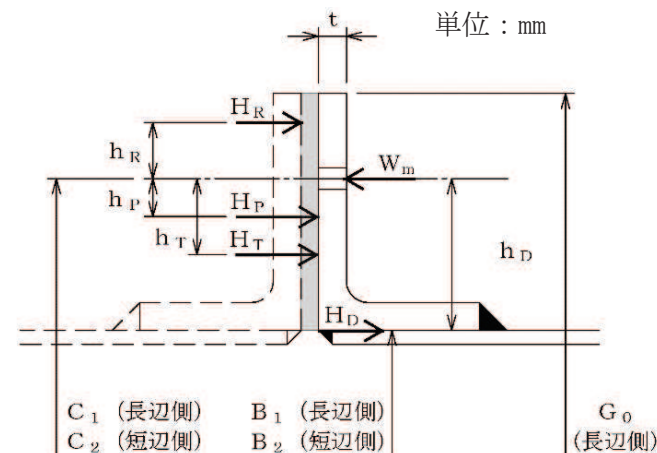
(2) フランジの応力

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 (℃)
継目無し 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。なお，保管時は取付箇所と同じ場所に保管する。	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*1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。*2	40*1	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\*1：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。

\*2：「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 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 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）

当該ポンペは，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。

当該ポンペの最高使用温度は「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-3-3-5-1-3-2 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）



## 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する既設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する既設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°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

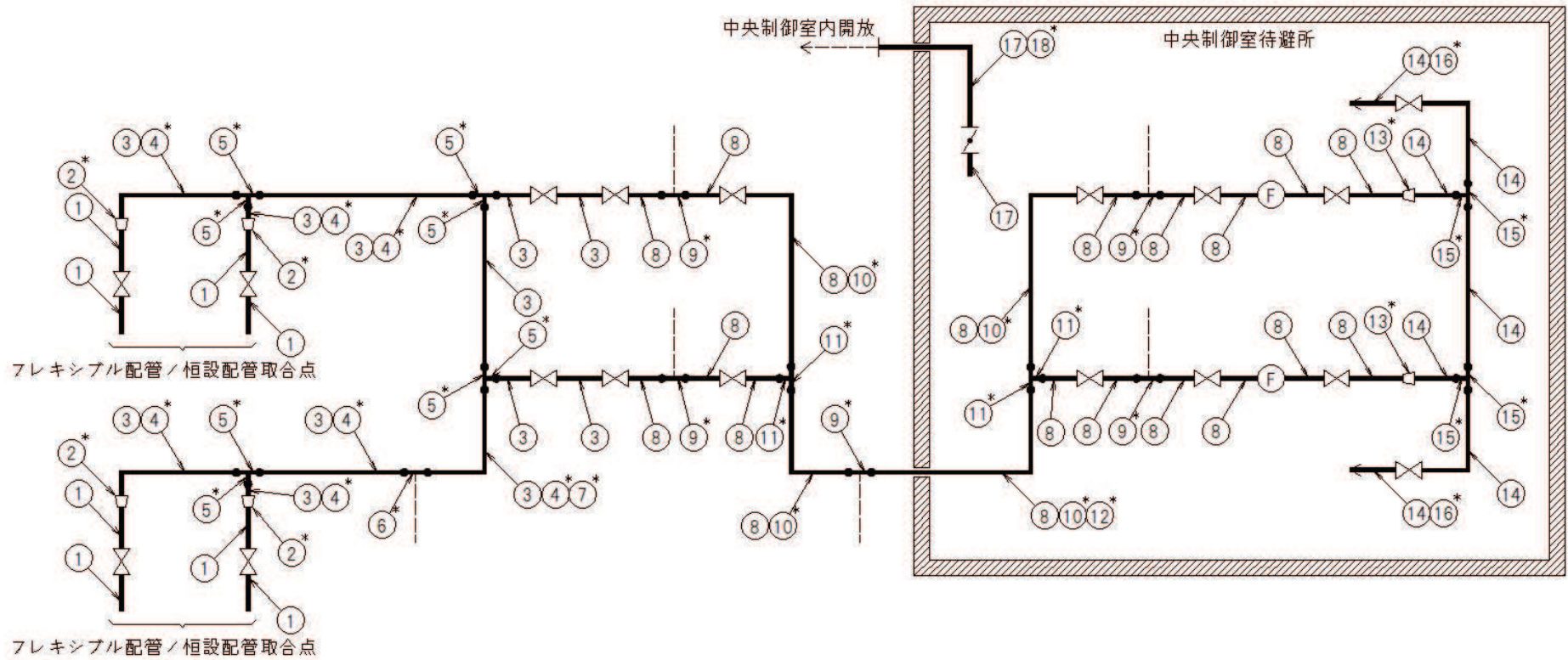
・適用規格の選定

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 P (MPa)	最高使用温 度 (°C)	外 径 D。 (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	$t_s$ (mm)	t (mm)	算 式	$t_r$ (mm)
1	22.00	40	21.70	3.70	SUS304TP	S	2	129	1.00	10%	3.33	1.74	A	1.74
2	22.00	40	34.00	7.00	SUSF304	S	2	129	1.00	0.00mm	7.00	2.72	A	2.72
3	22.00	40	34.00	4.50	SUS304TP	S	2	129	1.00	12.5%	3.93	2.72	A	2.72
4	22.00	40	34.00	7.00	SUSF304	S	2	129	1.00	0.00mm	7.00	2.72	A	2.72
5	22.00	40	34.00	7.00	SUSF304	S	2	129	1.00	0.00mm	7.00	2.72	A	2.72
6	22.00	40	34.00	7.00	SUSF304	S	2	129	1.00	0.00mm	7.00	2.72	A	2.72
7	22.00	40	34.00	7.00	SUSF304	S	2	129	1.00	0.00mm	7.00	2.72	A	2.72
8	0.86	40	34.00	3.40	SUS304TP	S	2	129	1.00	0.50mm	2.90	0.12	A	0.12
9	0.86	40	34.00	5.00	SUSF304	S	2	129	1.00	0.00mm	5.00	0.12	A	0.12
10	0.86	40	34.00	5.00	SUSF304	S	2	129	1.00	0.00mm	5.00	0.12	A	0.12

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 P (MPa)	最高使用温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
11	0.86	40	34.00	5.00	SUSF304	S	2	129	1.00	0.00mm	5.00	0.12	A	0.12
12	0.86	40	34.00	5.00	SUSF304	S	2	129	1.00	0.00mm	5.00	0.12	A	0.12
13	0.86	40	60.50	6.10	SUSF304	S	2	129	1.00	0.00mm	6.10	0.21	A	0.21
14	0.86	40	60.50	3.90	SUS304TP	S	2	129	1.00	0.50mm	3.40	0.21	A	0.21
15	0.86	40	60.50	6.10	SUSF304	S	2	129	1.00	0.00mm	6.10	0.21	A	0.21
16	0.86	40	60.50	6.10	SUSF304	S	2	129	1.00	0.00mm	6.10	0.21	A	0.21
17	0.86	40	89.10	5.50	SUS304TP	S	2	129	1.00	12.5%	4.81	0.30	A	0.30
18	0.86	40	89.10	5.50	SUS304TP	S	2	129	1.00	12.5%	4.81	0.30	A	0.30

評価：t<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，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 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
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。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。






### (1) 管

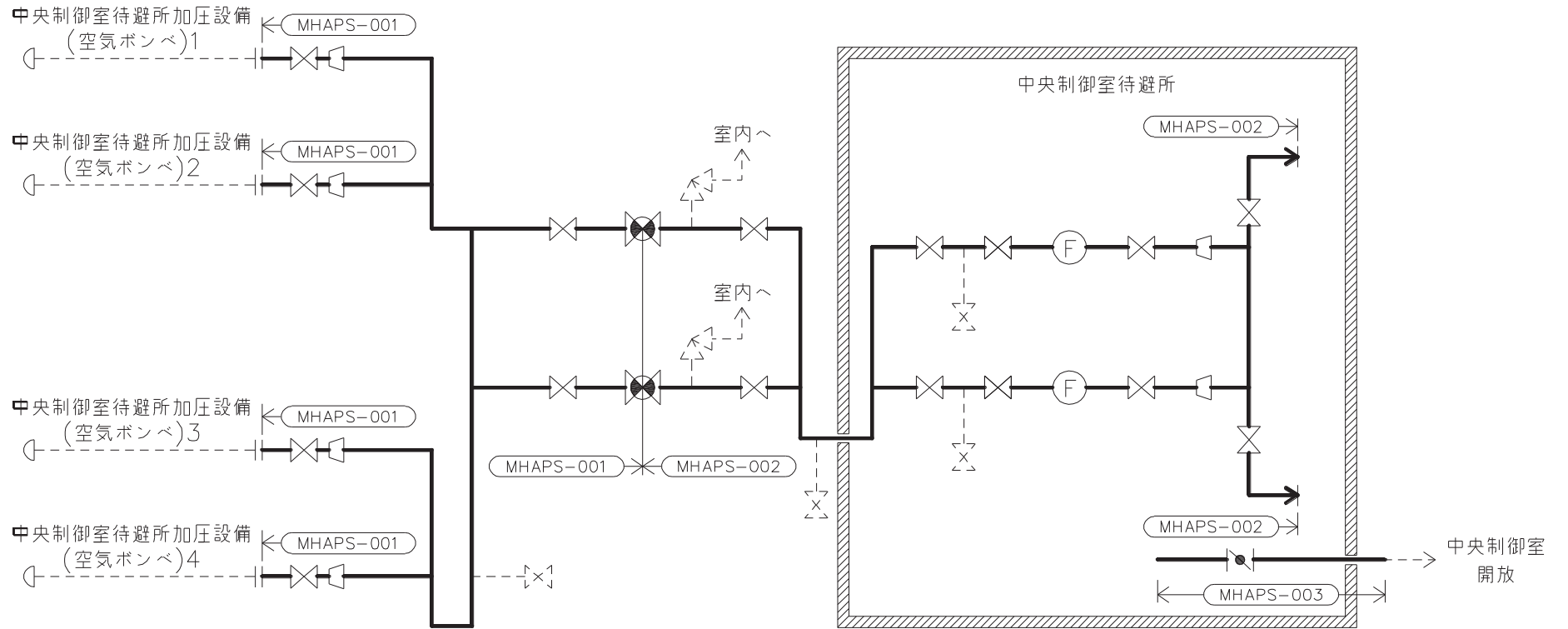
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果についても記載する。

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


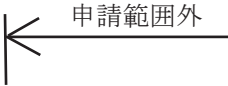


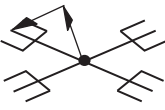


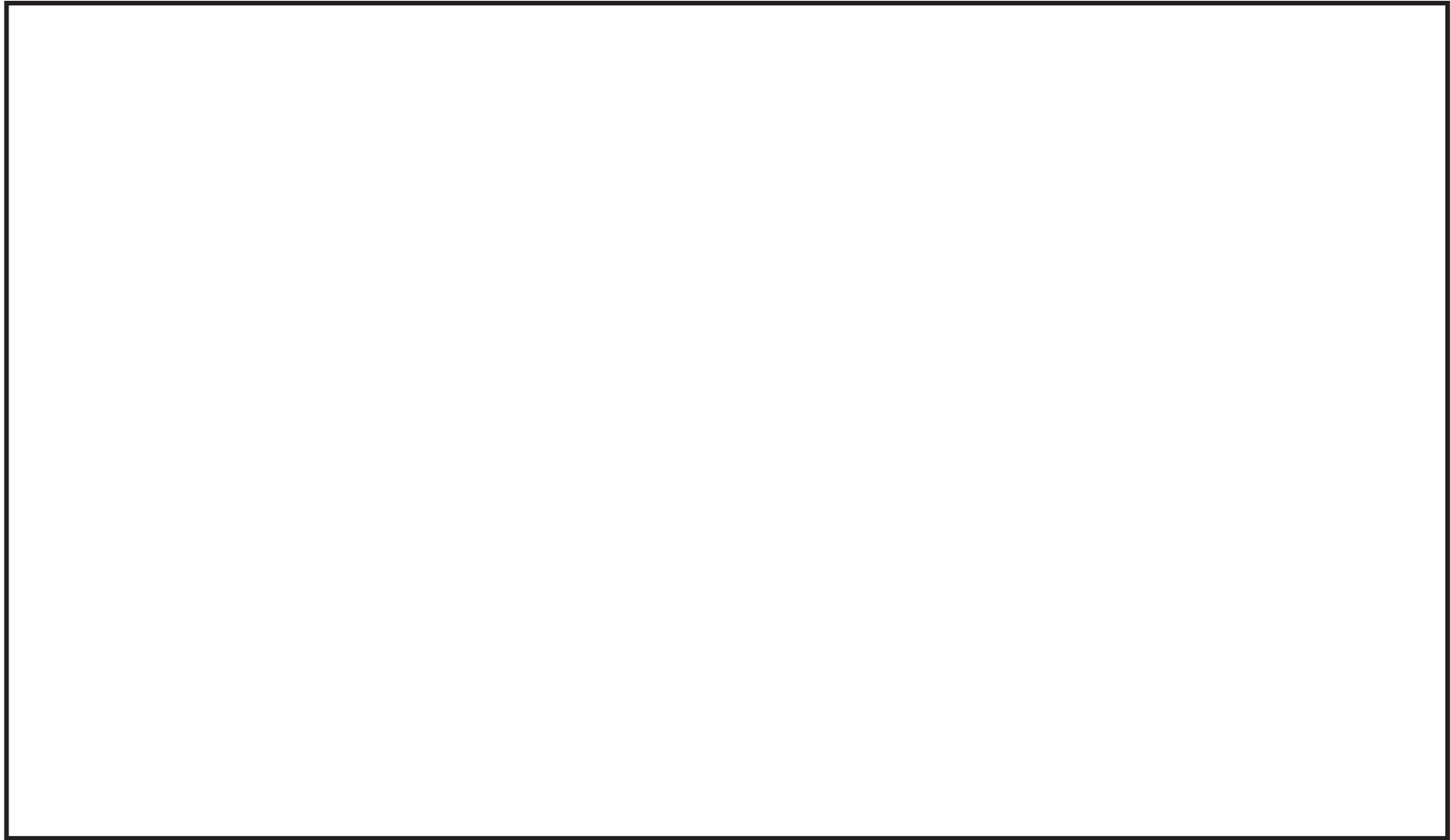
中央制御室待避所加圧空気供給系概略系統図



2.2 鳥瞰図

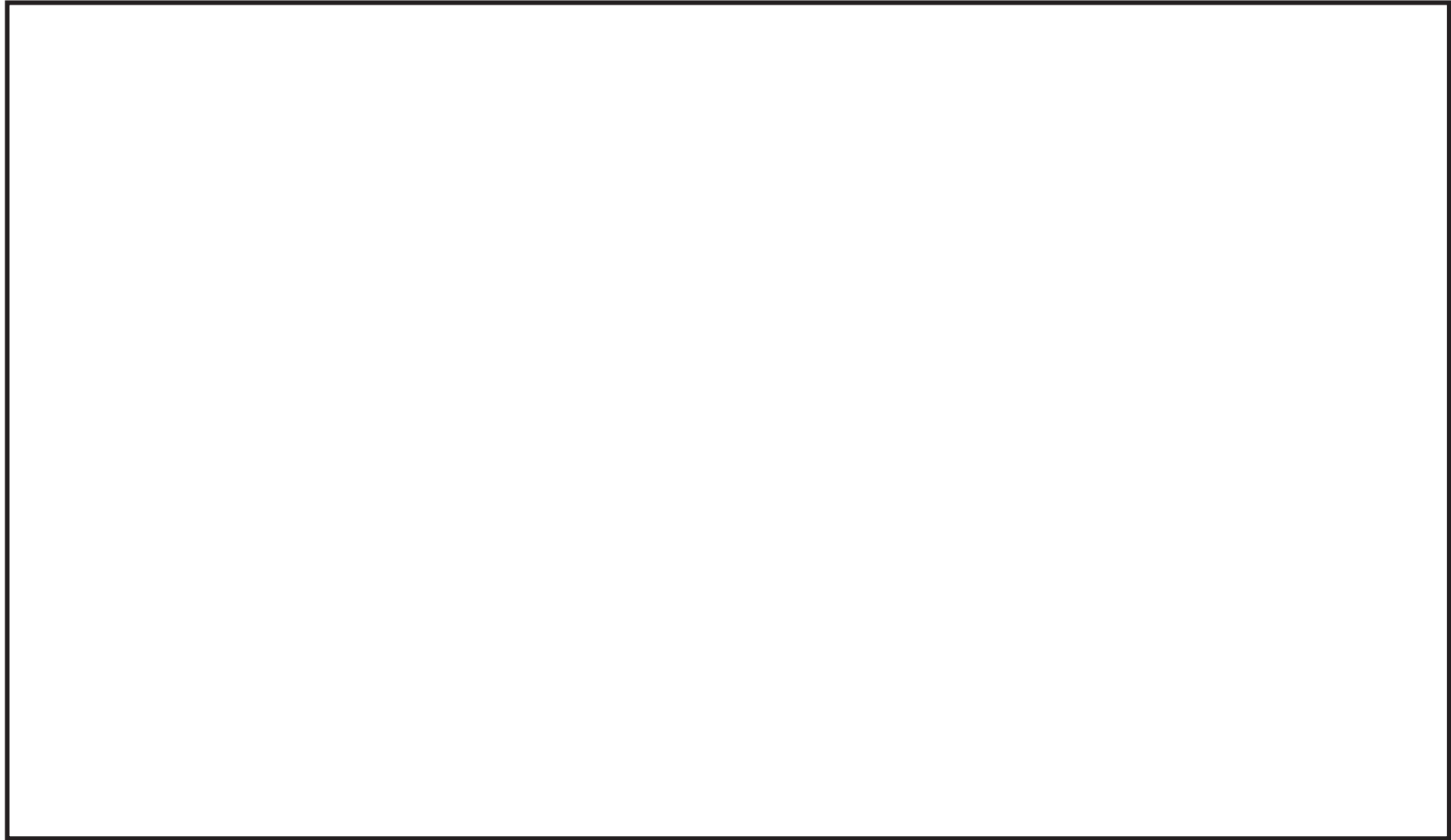
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<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                      (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>



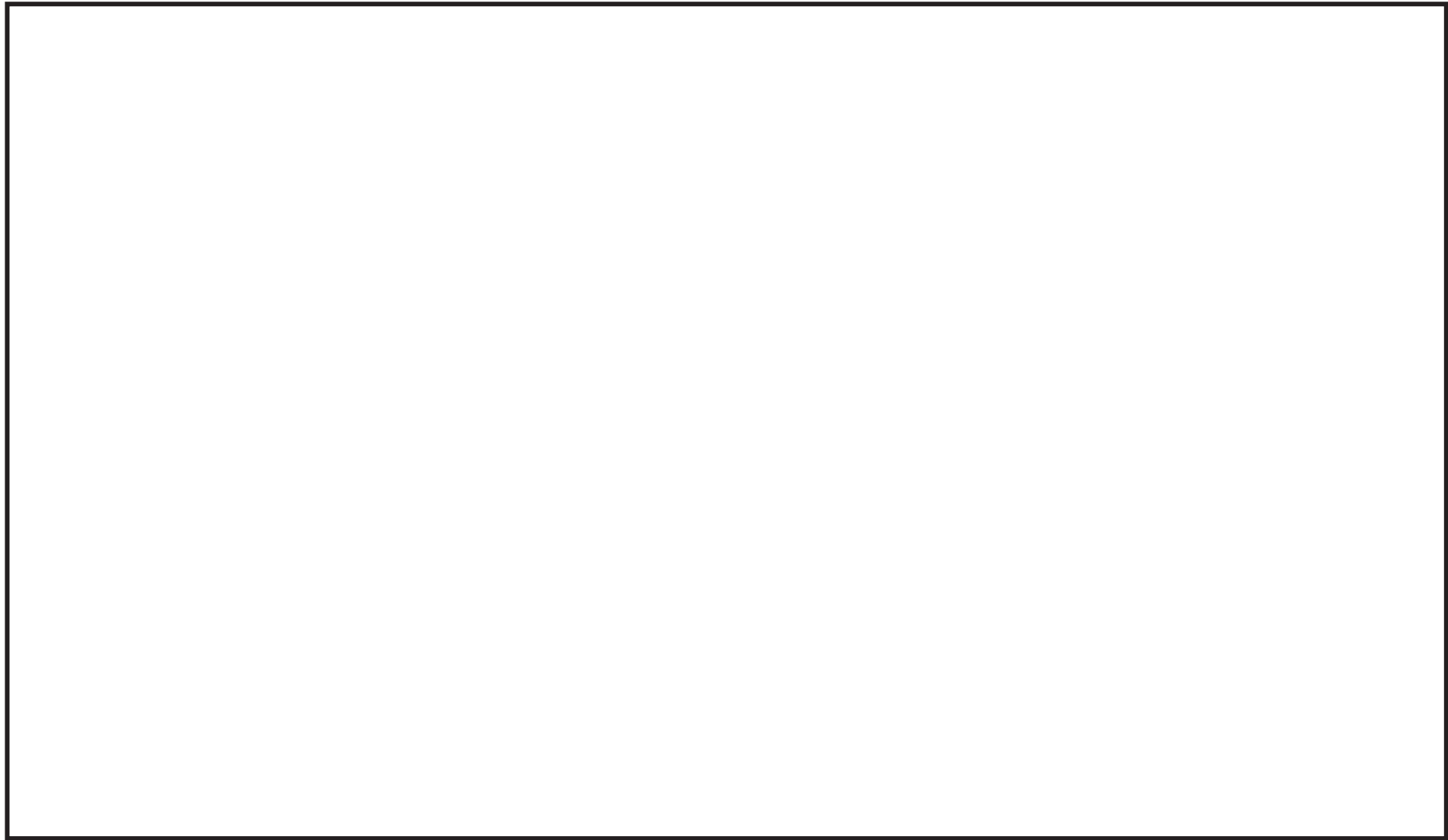
鳥瞰図	MHAPS-002 (1/4)
-----	-----------------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



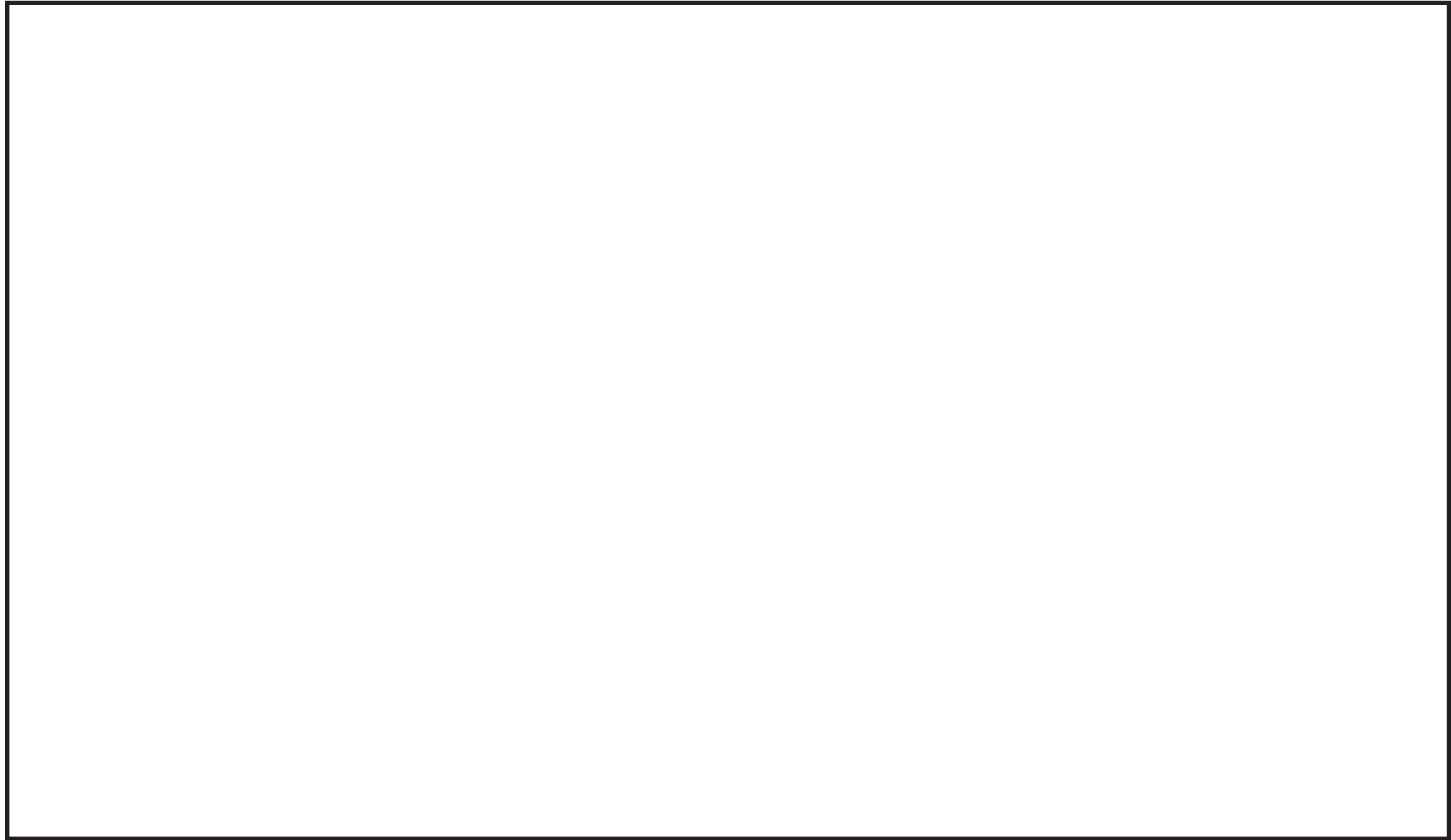
鳥瞰図	MHAPS-002 (2/4)
-----	-----------------

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	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)

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 MHAPS-002

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (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

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 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
	144	150	151	157	158	159	160	161	184	185		
3	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				

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 MHAPS-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)



配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 MHAPS-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)

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)

弁 3                      弁 4

評価点	質量 (kg)	評価点	質量 (kg)

弁 5                      弁 6                      弁 7                      弁 8                      弁 9

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)

弁 1 0                      弁 1 1                      弁 1 2                      弁 1 3                      弁 1 4

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)

弁 1 5                      弁 1 6                      弁 1 7

評価点	質量 (kg)	評価点	質量 (kg)	評価点	質量 (kg)

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	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	—

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MHAPS-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						
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 ⑥ VI-3-3-5-1-3-2-2 (重) R 2

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MHAPS-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
58						
**58**						
60						
62						
64						
66						
68						
**68**						
70						
72						
74						
76						
78						
80						
82						
84						
86						
88						
90						
92						
94						
97						
102						
106						
173						
175						
177						
179						
108						

注記：\*\*印は斜め拘束を示しばね定数を X に示す。下段は方向余弦を示す。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MHAPS-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
110						
163						
165						
167						
169						
161						
121						
116						
112						
40						
127						
184						
140						
185						

### 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
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 p r m ( 1 )	1.5 S h
MHAPS-002	1	S p r m ( 1 )	90	193
	1	S p r m ( 2 )	98	232

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	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	—

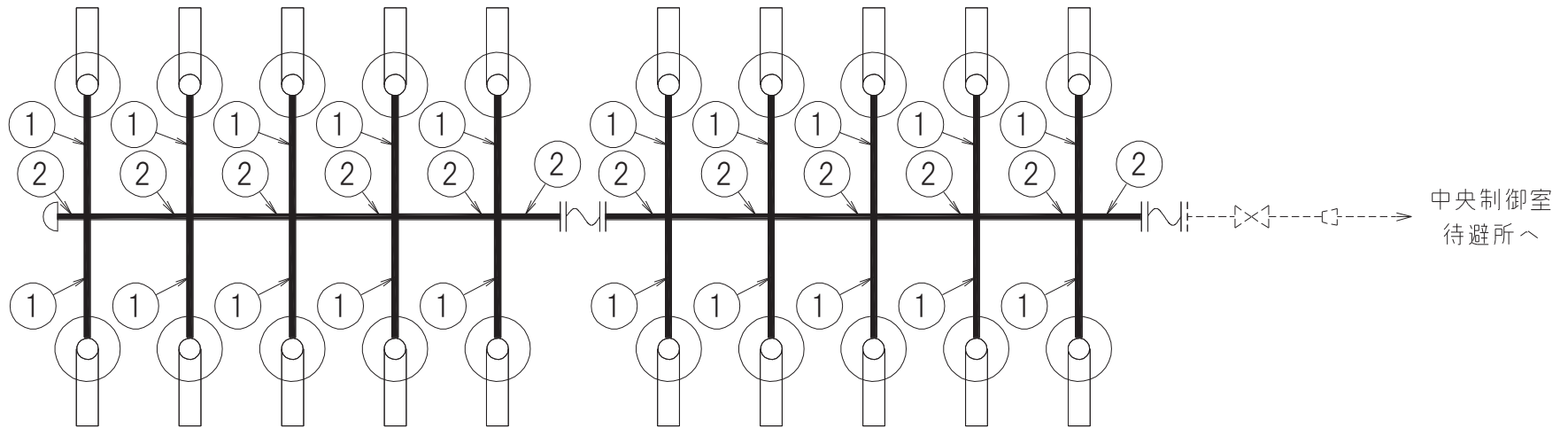
注記 \* 1 : 設計・建設規格 PPC-3520(1)に基づき計算した一次応力を示す。

\* 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設備(空気ポンペ)

注記\* : 中央制御室待避所加圧空気供給系は 4 ユニットで構成され、1 ユニットあたり中央制御室待避所加圧設備 (空気ポンペ) を 20 本設置する。  
本概略系統図では、1 ユニットの記載。

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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。 なお，保管時は取付箇所と同じ場所に保管する。	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-3-3-5-1-4-1 緊急時対策所加圧設備（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）（緊急時対策所加圧設備（空気ポンペ））

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 (℃)
一般継目なし 鋼製容器	緊急時対策所を正圧化し，緊急時対策所内に要員がとどまる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。なお，保管時は取付箇所と同じ場所に保管する。	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*1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。*2	40*1	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 \*1：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。

\*2：「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 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
一般継目なし 鋼製容器	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）

当該ポンペは，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。

当該ポンペの最高使用温度は「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-3-3-5-1-4-2 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	22.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	22.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	22.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	22.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
5	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
6	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
7	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
8	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
9	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
10	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2



・評価条件整理表

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
11	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
12	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

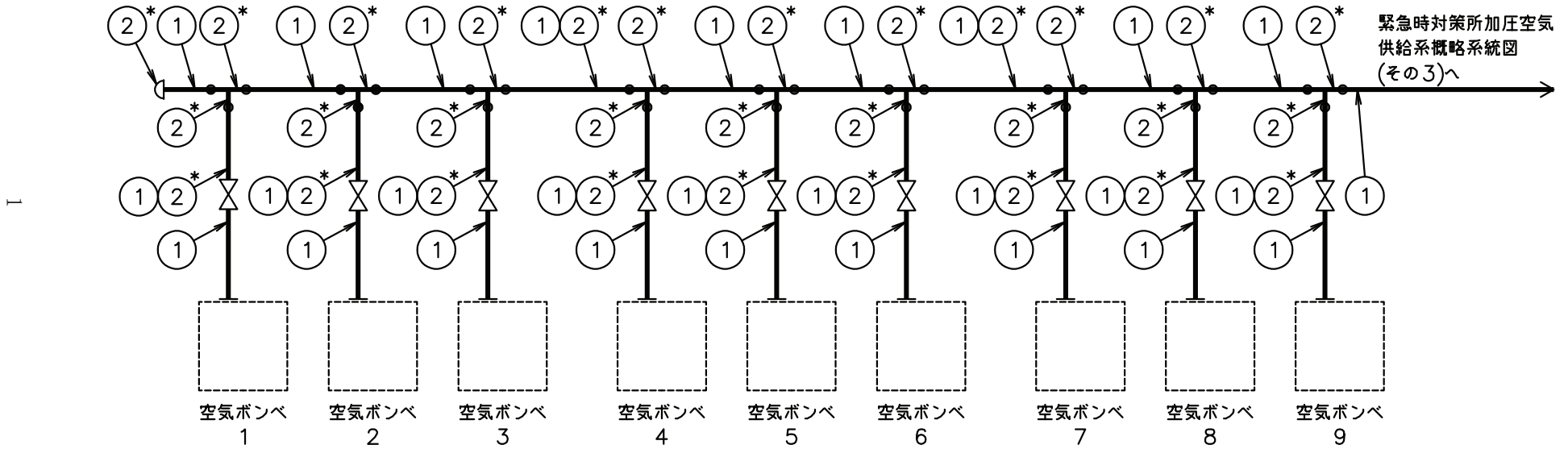
・適用規格の選定

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

## 目次

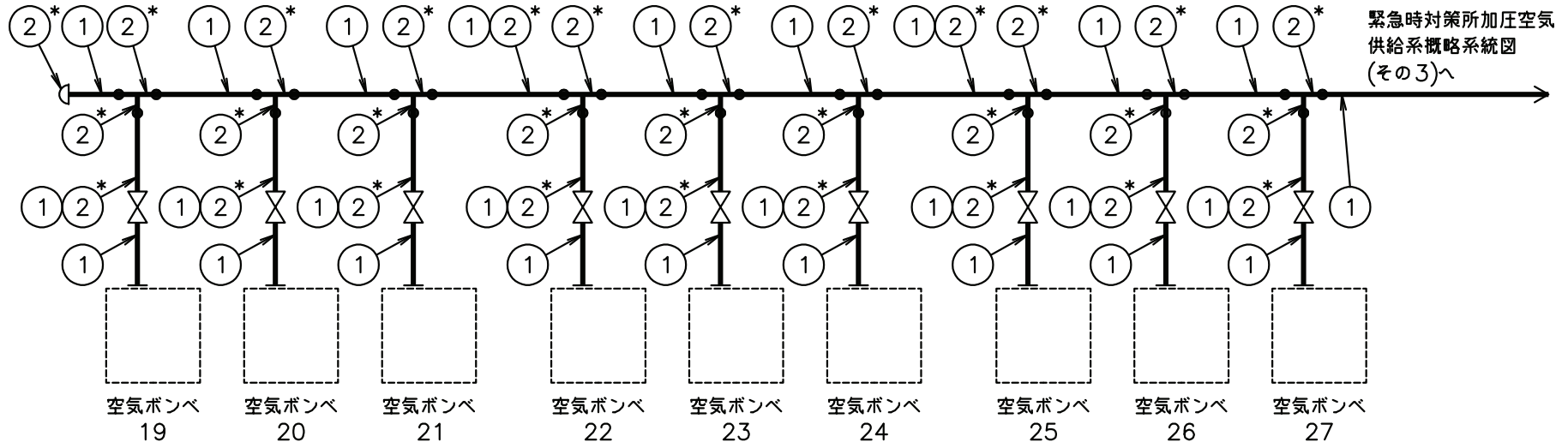
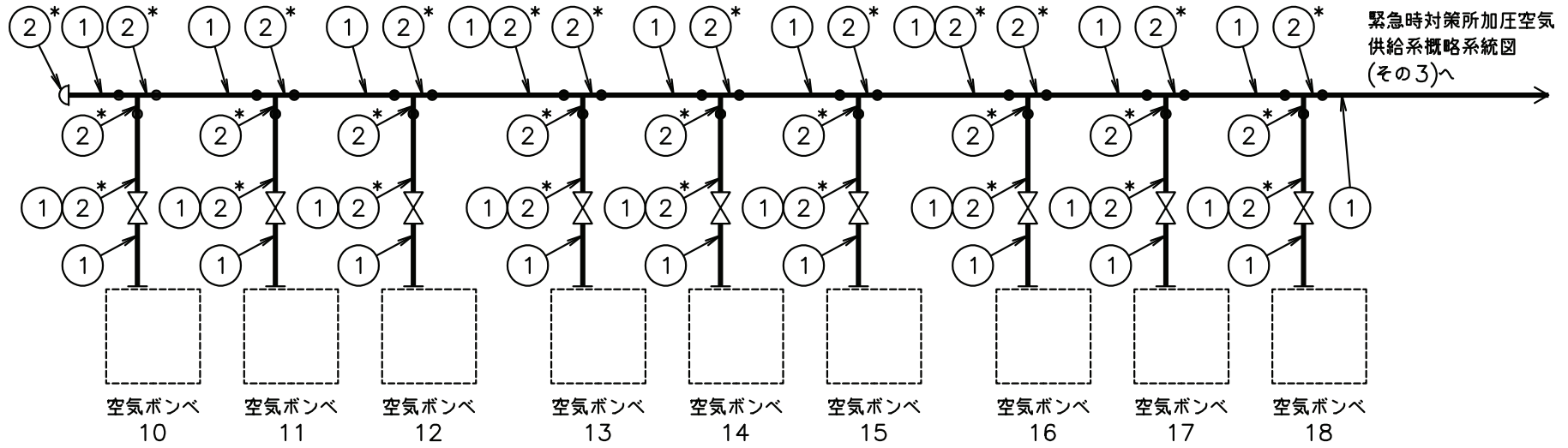
1. 概略系統図 .....	1
2. 管の強度計算書 .....	5

1. 概略系統図



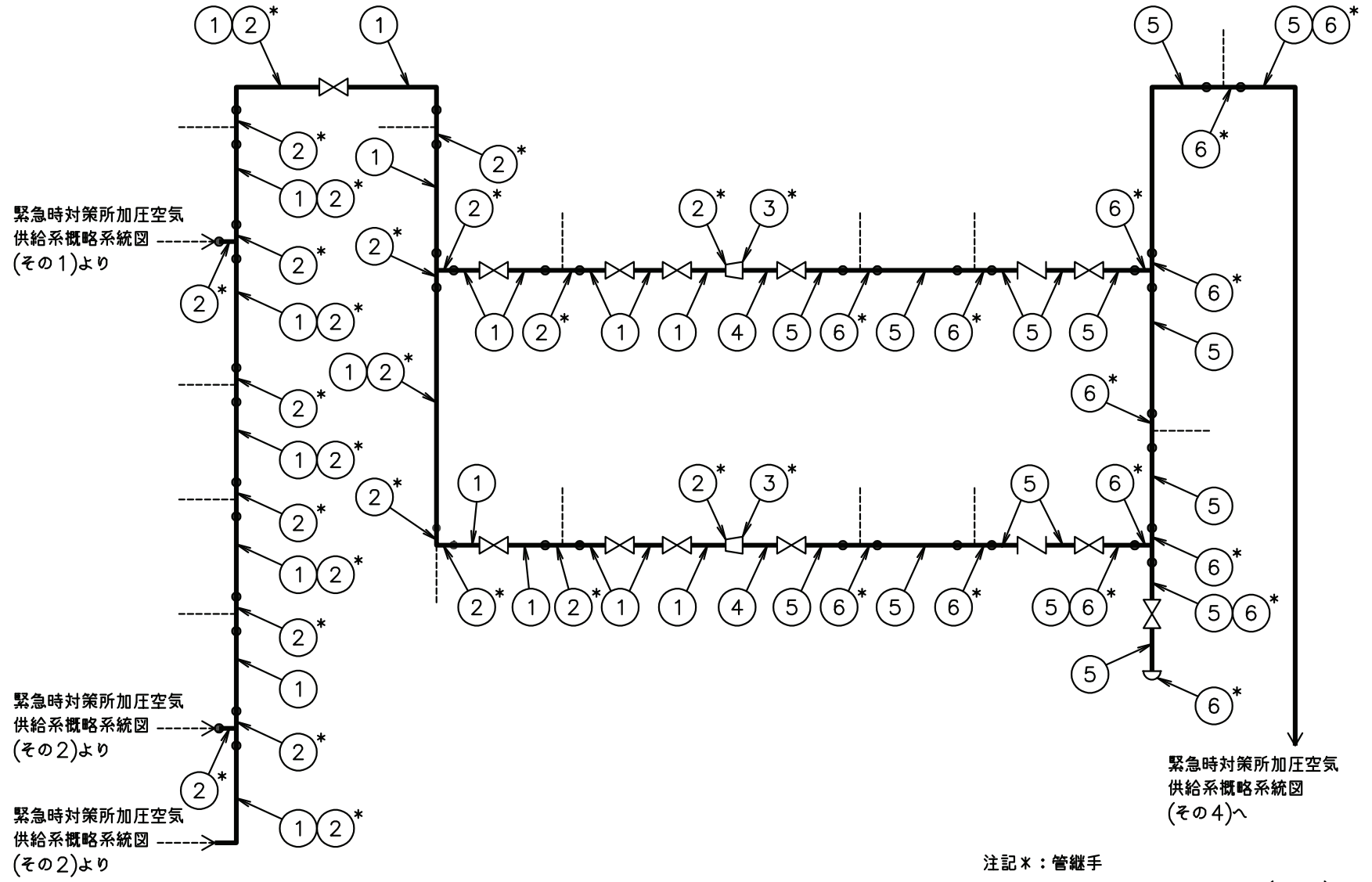
注記\*：管継手

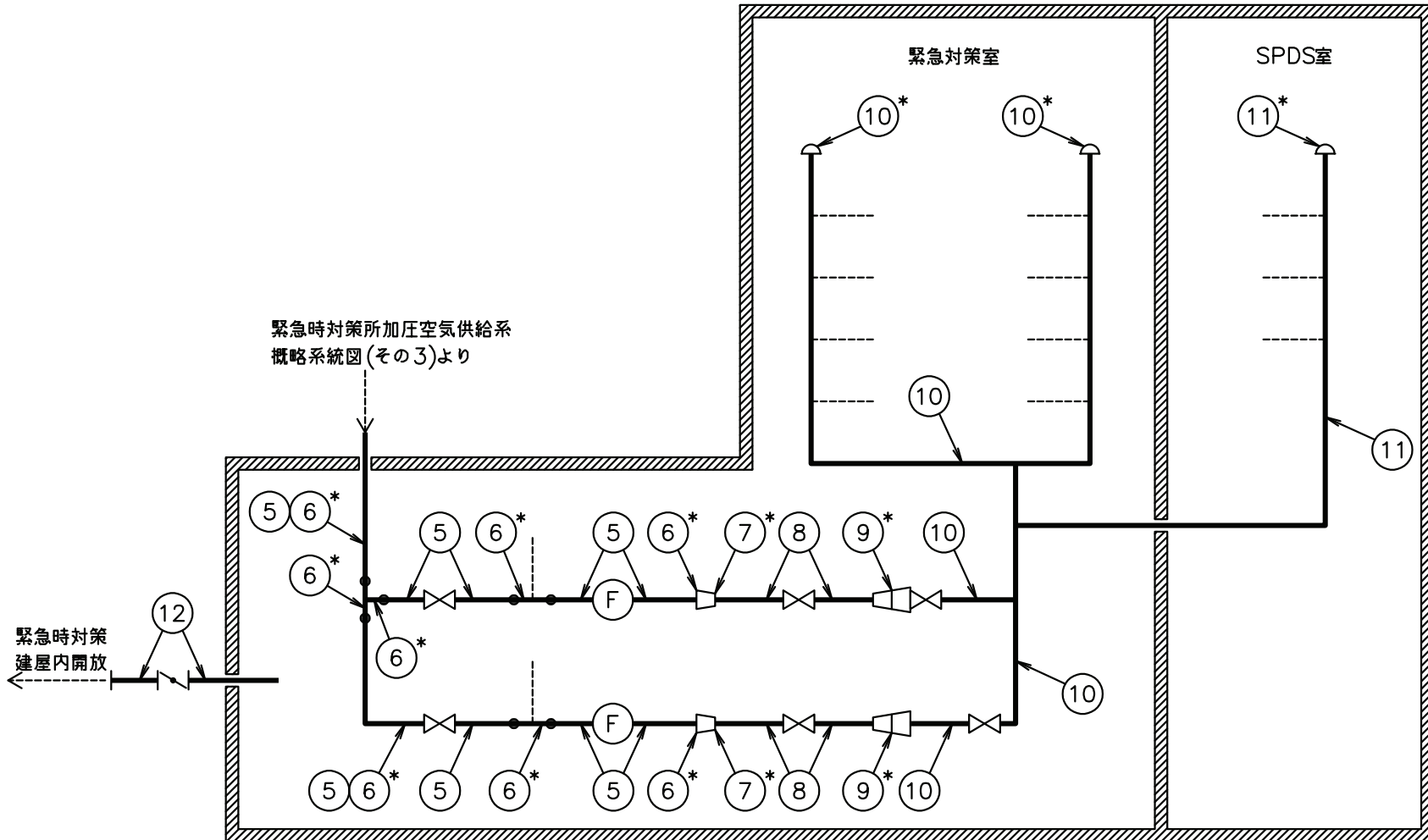
緊急時対策所加圧空気供給系概略系統図(その1)



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)





緊急時対策所加圧空気供給系概略系統図(その3)より

緊急時対策  
建屋内開放

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

N.O.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温 度 (°C)	外 径 D。 (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	$t_s$ (mm)	t (mm)	算 式	$t_r$ (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
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： $t_s \geq t_r$ ，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 P (MPa)	最高使用温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，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 or 新設	施設時の 技術基準 に 対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
HAPS-001	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	22.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HAPS-002	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	22.00	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HAPS-003	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HAPS-004	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HAPS-005	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HAPS-008	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HAPS-009	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	40	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HAPS-011-1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.86	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
HAPS-101	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	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。



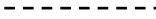
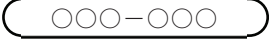

### (1) 管

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元に記載する。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。

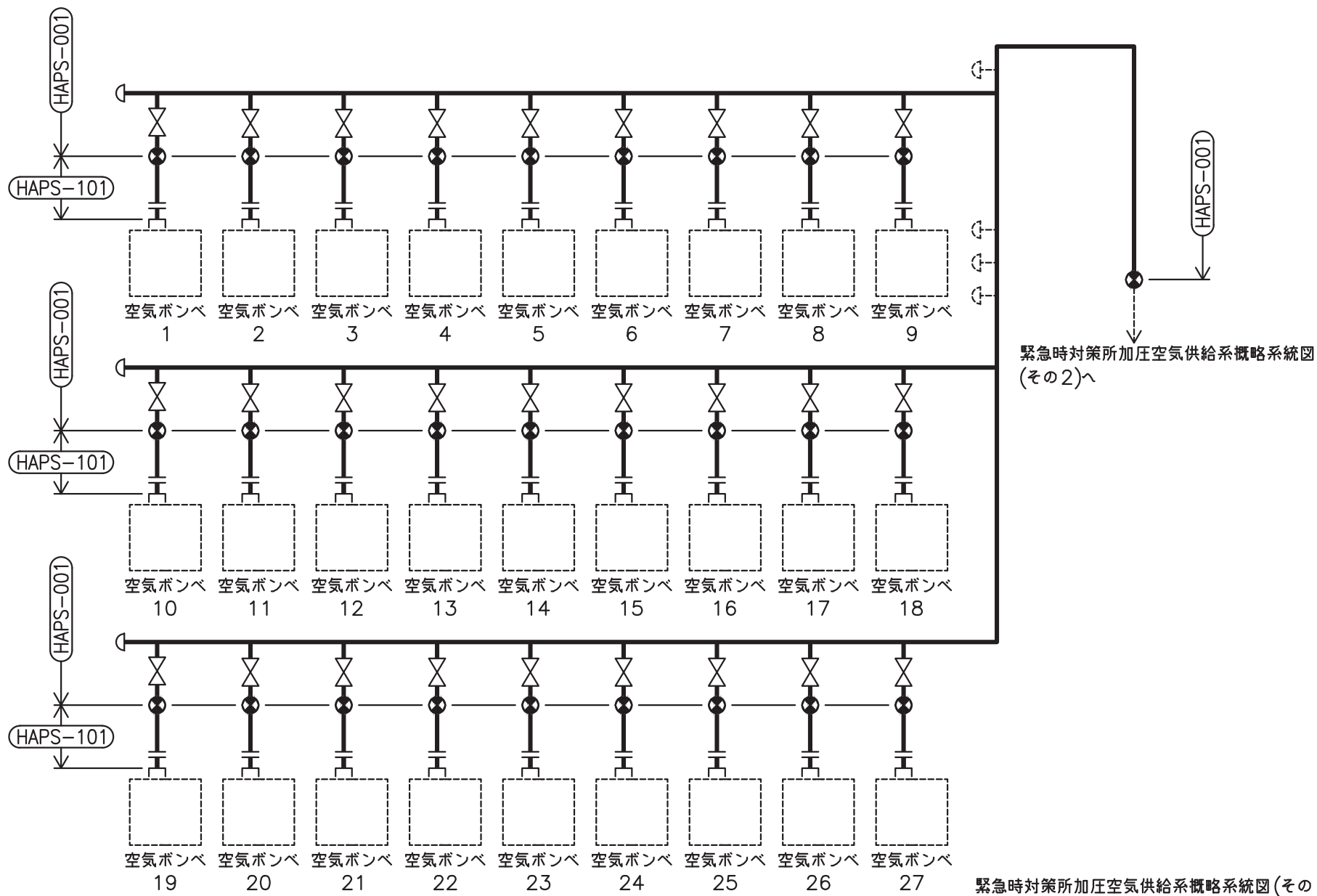
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

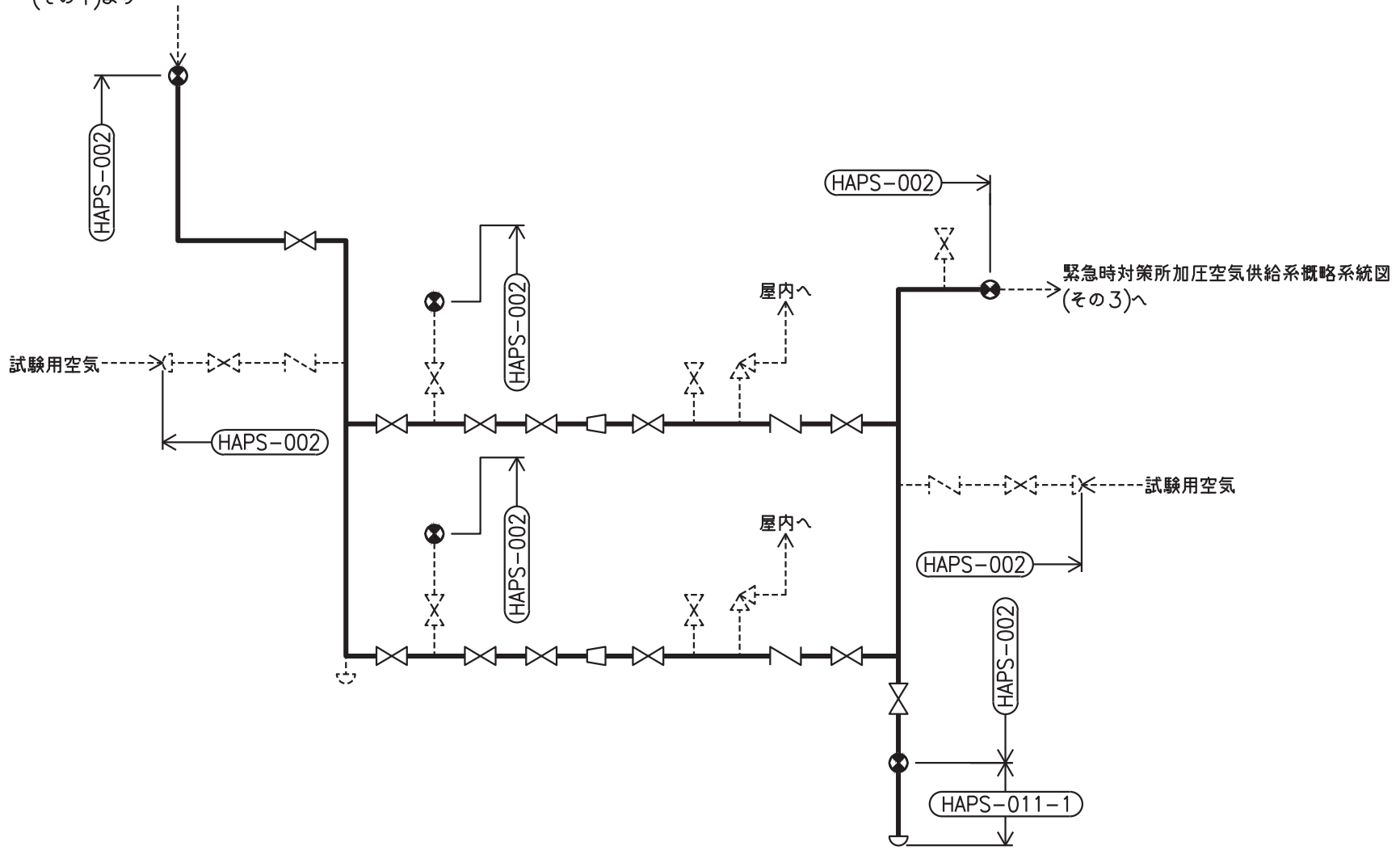
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ





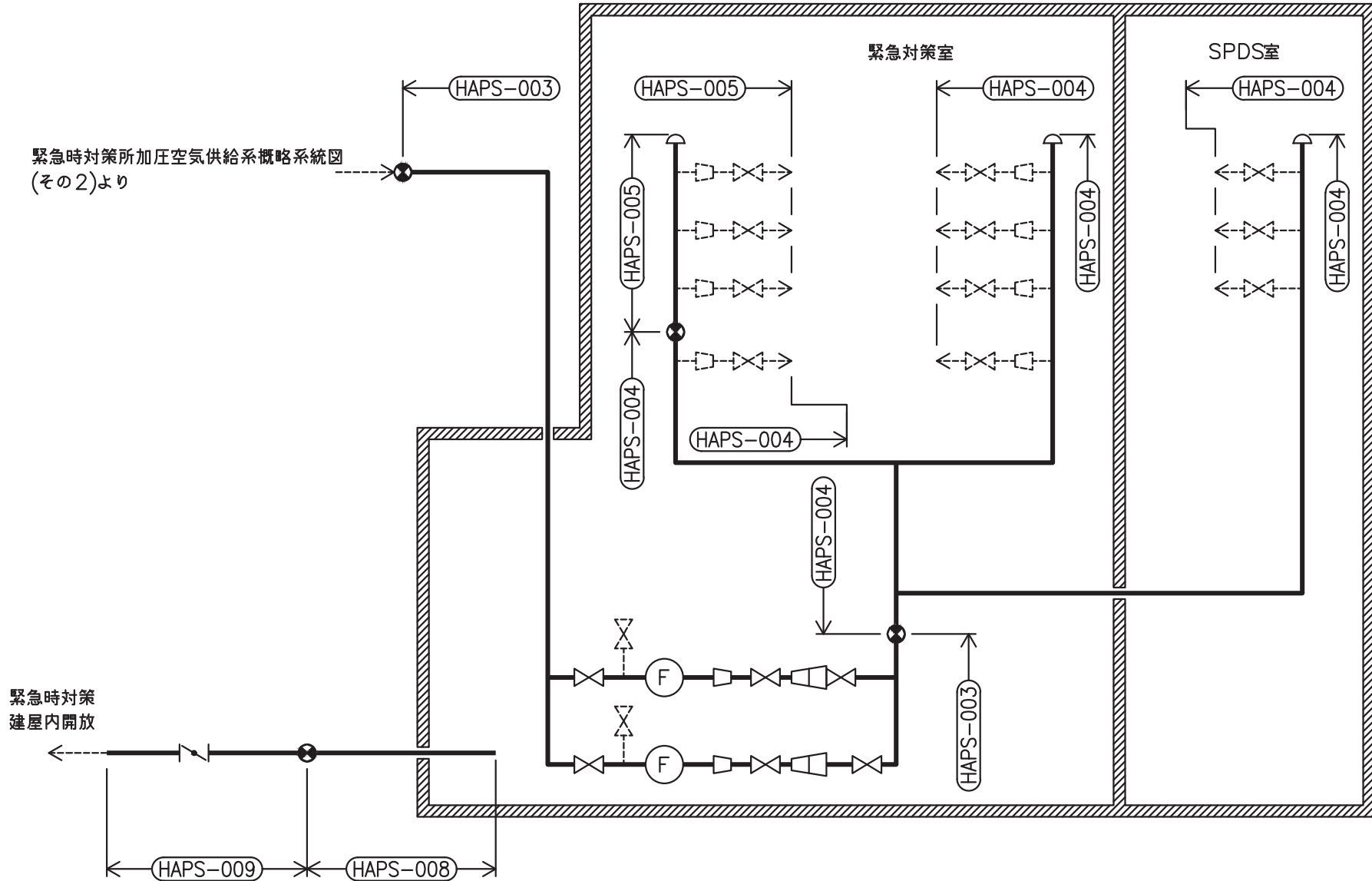
緊急時対策所加圧空気供給系概略系統図(その1)

緊急時対策所加圧空気供給系概略系統図  
(その1)より



緊急時対策所加圧空気供給系概略系統図 (その2)

緊急時対策所加圧空気供給系概略系統図  
(その2)より



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 (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。

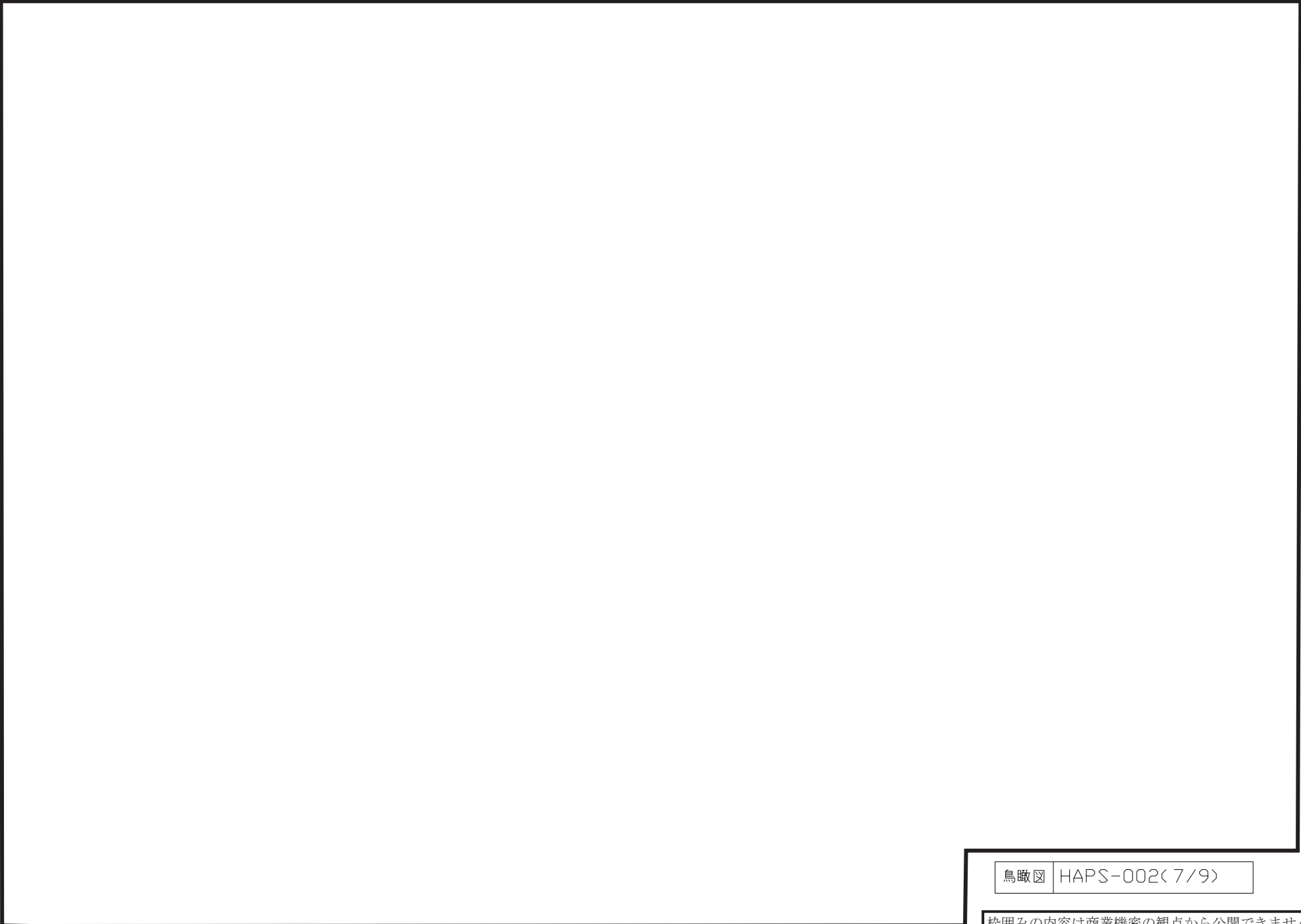


鳥瞰図 HAPS-002<5/9>

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 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (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

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 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 ⑥ VI-3-3-5-1-4-2-2 (重) R 2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 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 (°C)	許容応力 (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 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 p r m ( 1 )	1 . 5 S h
H A P S - 0 0 2	32	S p r m ( 1 )	76	189
	32	S p r m ( 2 )	81	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				
		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	—
2	HAPS-002	32	76	189	2.48	○	32	81	226	2.79	○
3	HAPS-003	55	32	189	5.90	—	55	33	226	6.84	—
4	HAPS-004	39	12	189	15.75	—	44	13	226	17.38	—
5	HAPS-005	7	12	189	15.75	—	7	13	226	17.38	—
6	HAPS-008	5	12	154	12.83	—	5	13	185	14.23	—
7	HAPS-009	1	15	154	10.26	—	1	16	185	11.56	—
8	HAPS-011-1	1	6	189	31.50	—	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。なお、保管時は取付箇所と同じ場所に保管する。	SUS304TP	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 機内配管 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	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-3-3-6-1-1-4 ドライウエルベント開口部の強度計算書
- 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 ドライウエルの基本板厚計算書



本計算書の評価結果については、本工事計画認可申請書 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」による。

○ 2 ⑥ VI-3-3-6-1-1-1 R 1 E

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	14
4.4 計算条件	16
4.5 応力の評価	16
5. 評価結果	17
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	17
6. 参照図書	19

## 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>ドライウエルは、上鏡、上部円筒部、ナックル部、下部円筒部及び下鏡で構成される鋼製構造物である。 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>(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。

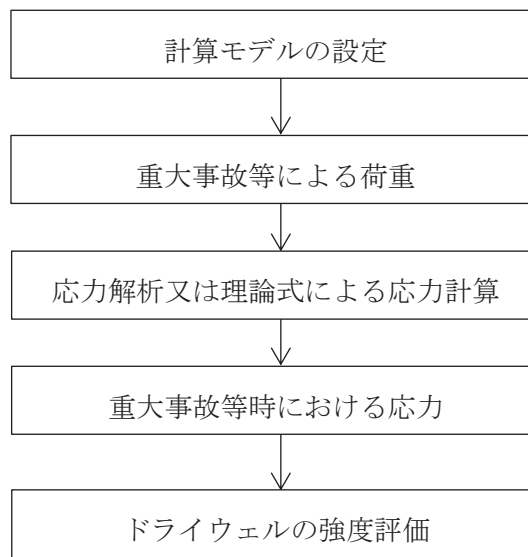


図 2-1 ドライウエルの強度評価フロー

## 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

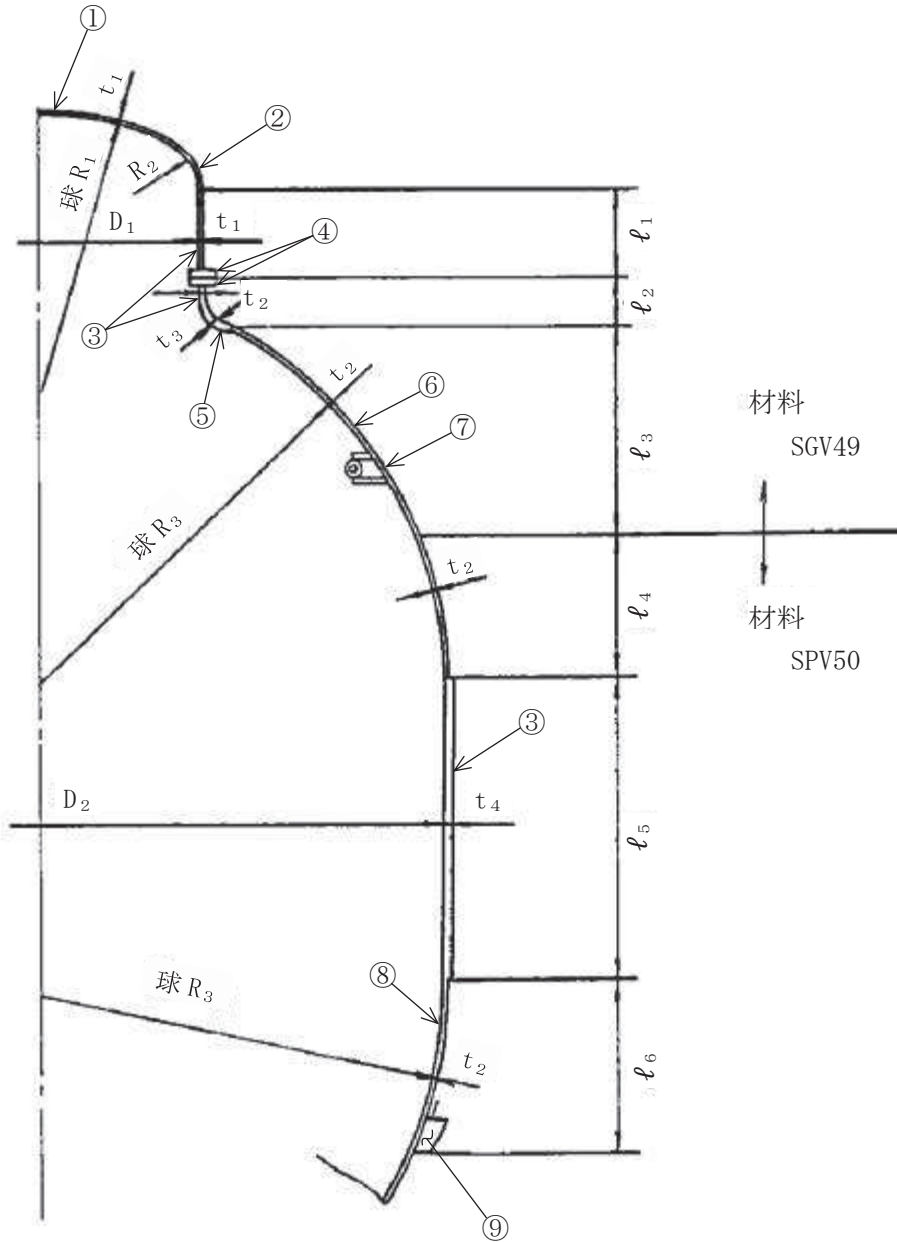
数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
最高使用圧力	kPa	—	—	整数位
温度	℃	—	—	整数位
許容応力*	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位

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、評価部位及び使用材料を表 3-1 に示す。



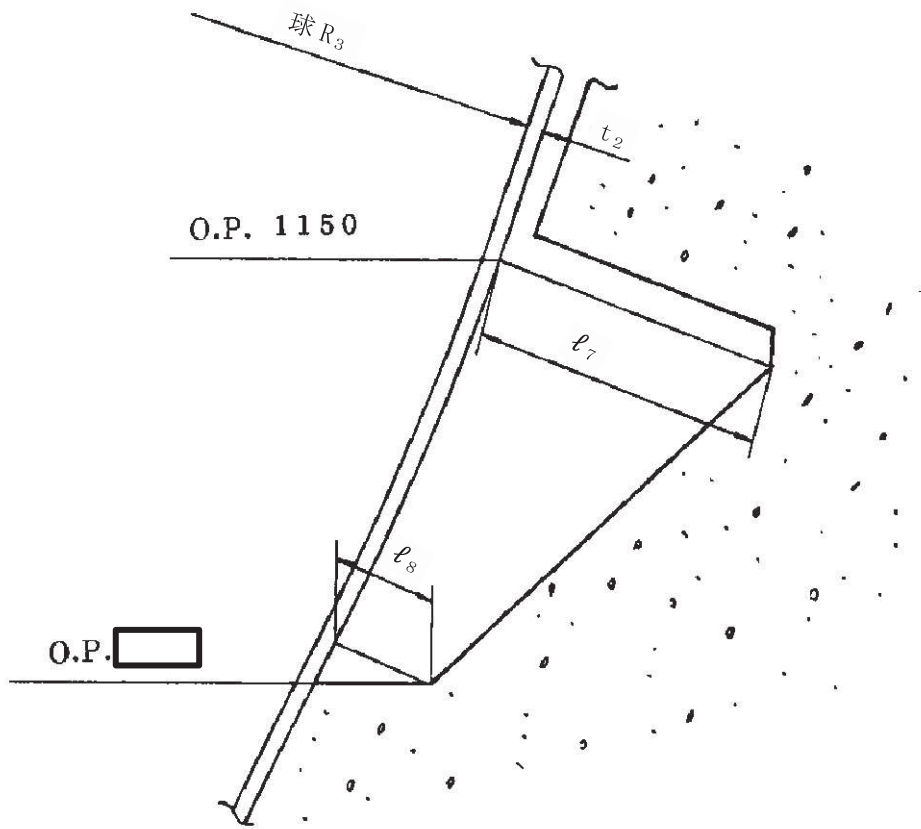
- ①上鏡球形部    ②上鏡ナックル部    ③円筒部    ④フランジ    ⑤ナックル部  
 ⑥上部球形部    ⑦ドライウエルスプレイ管取付部    ⑧下鏡    ⑨サンドクッション部

$D_1 =$       $D_2 =$      球  $R_1 =$       $R_2 =$      球  $R_3 =$    
 $l_1 =$       $l_2 =$       $l_3 =$       $l_4 =$       $l_5 =$    
 $l_6 =$       $t_1 =$       $t_2 =$       $t_3 =$       $t_4 =$

(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 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料	備考
ドライウエル	SGV49 SPV50	

## 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) (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 許容 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*	運転状態Ⅳの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境 温度					
ドライウエル	SGV49	周囲環境 温度	200	—	—	421	—
	SPV50	周囲環境 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設計荷重

###### a. 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、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、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)

###### b. 死荷重

ドライウエル及び付属物の自重を死荷重とする。なお、死荷重として活荷重も考慮する。

各応力評価点に対する死荷重を表 4-4 に示す。

表 4-4 各応力評価点に対する死荷重

(単位： $\times 10^3$ kg)

応力評価点	死荷重*
P1	
P2	
P3	
P4	
P5	
P6	
P7	
P8	
P9	
P10	
P11	

注記\*：死荷重と活荷重の和である。



#### 4.3 計算方法

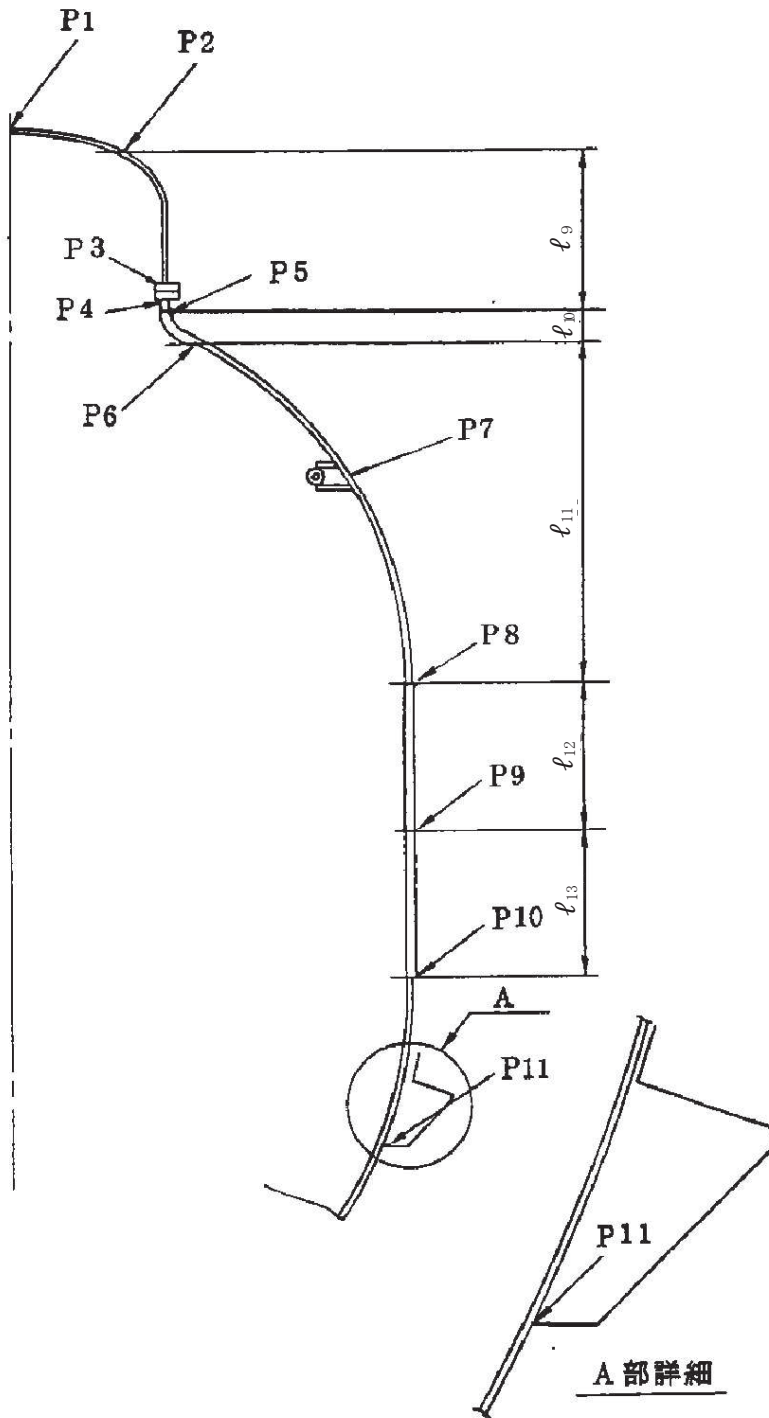
ドライウエルの応力評価点は、ドライウエルを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-5 及び図 4-1 に示す。

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～P11 の応力は、既工認の各荷重条件との比を用いて発生応力を算出し評価する。

表 4-5 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1	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	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		
ドライウエル	P1	上鏡球形部	一次一般膜応力	148	281	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	148	421	○	
	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	421	○	
	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	421	○	
	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	421	○	
	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	421	○	
	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	421	○	
	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	421	○	
	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	545	○	
	P9	円筒部中心部	一次一般膜応力	271	363	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	271	545	○	
P10	円筒部と下鏡の接合部	一次膜応力+一次曲げ応力	185	545	○		
P11	サンドクッション部	一次膜応力+一次曲げ応力	141	545	○		

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、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る鋼製構造物であり、ボルトにより締結される。</p>	<p style="text-align: center;">A部詳細図 (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。

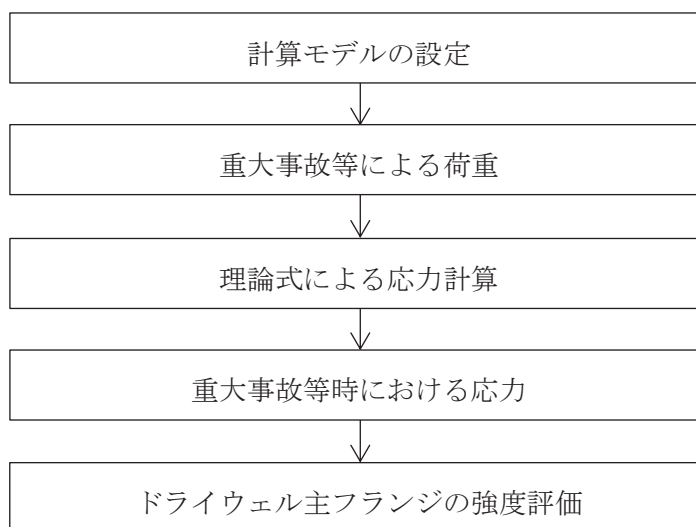


図 2-1 ドライウエル主フランジの強度評価フロー

## 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
$G_i$	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°C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)	°C
$\sigma_{H1}$	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。

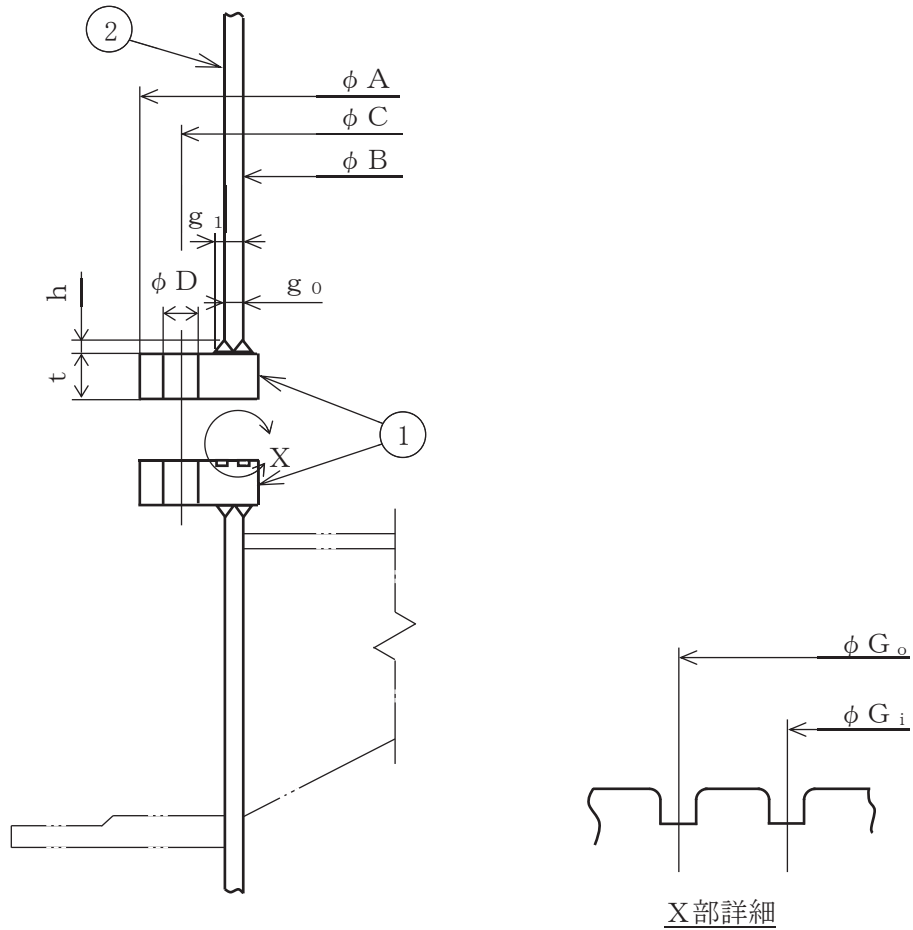
表 2-2 表示する数値の丸め方

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

ドライウェル主フランジの形状及び主要寸法を図 3-1 に、評価部位及び使用材料を表 3-1 に示す。



①フランジ ②ドライウェル上鏡円筒胴

A = <input type="text"/>	B = <input type="text"/>	C = <input type="text"/>	D = <input type="text"/>	$G_o$ = <input type="text"/>
$G_i$ = <input type="text"/>	$g_o$ = <input type="text"/>	$g_1$ = <input type="text"/>	h = <input type="text"/>	t = <input type="text"/>

(単位：mm)

図 3-1 ドライウェル主フランジの形状及び主要寸法

表 3-1 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料	備考
フランジ	SGV49	
ボルト	<div style="border: 2px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 15px;"></div>	

O 2 ⑥ VI-3-3-6-1-1-3 R 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) 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) (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 許容 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*	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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 許容 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*	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境 温度					
フランジ	SGV49	周囲環境 温度	200	—	—	421	—
ボルト	<input type="text"/>	周囲環境 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設計荷重

##### a. 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、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、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)

##### b. 死荷重

死荷重は荷重値が小さため無視する。

### 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

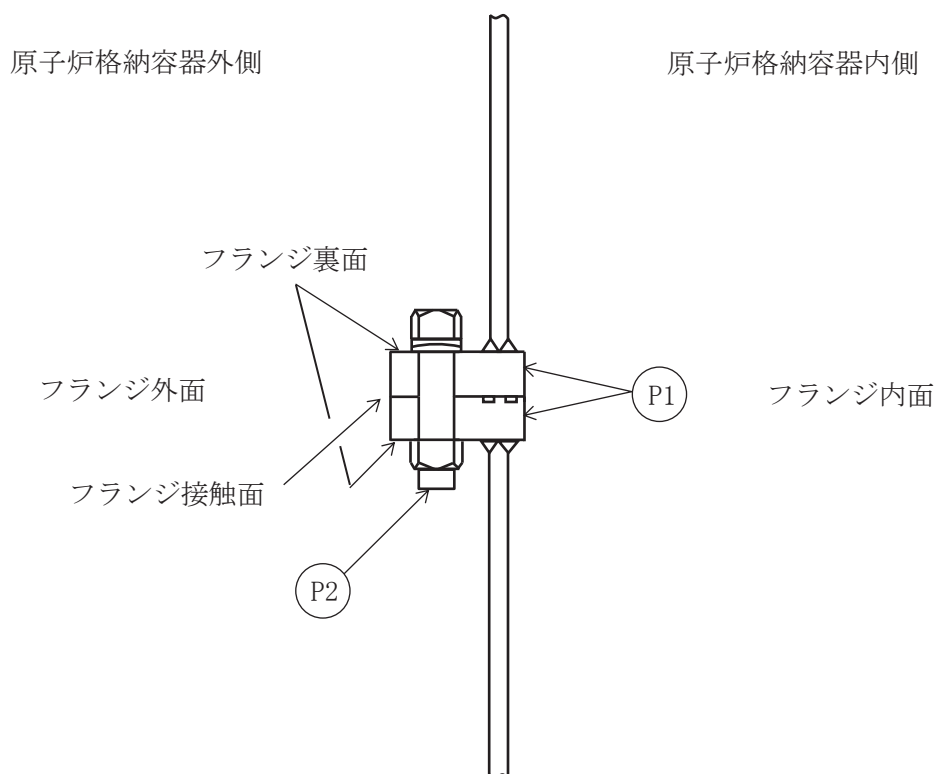


図 4-1 ドライウェル主フランジの応力評価点

#### 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

ドライウエ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	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		
ドライウエル 主フランジ	P1	フランジ	ボルト中心円における フランジの半径方向応力	$\sigma_{R'}$	接触面	212	281	○	
					裏面	-212	281	○	
			フランジの半径方向応力	$\sigma_R$	接触面	13	281	○	
					裏面	-17	281	○	
			フランジの周方向応力	$\sigma_T$	接触面	53	281	○	
					裏面	26	281	○	
			円筒胴のフランジとの結合部 の軸方向応力	$\sigma_{H1}$	内面	154	421	○	
					外面	-39	421	○	
			円筒胴のフランジとの結合部 の周方向応力	$\sigma_{H2}$	内面	96	421	○	
					外面	39	421	○	
			組合せ応力		$(\sigma_H^* + \sigma_{R'}) / 2$	184	281	○	
					$(\sigma_H^* + \sigma_T) / 2$	104	281	○	
	P2	ボルト	平均引張応力			391	<input type="text"/>	○	

注記\* :  $\sigma_H$ は $\sigma_{H1}$ と $\sigma_{H2}$ のいずれか大きい値とする。



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-3-1-1-5 ドライウェル主フランジの強度計算書」

VI-3-3-6-1-1-4 ドライウェルベント開口部の強度計算書

## 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 適用規格・基準等	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
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
4.3.1 応力評価点	11
4.3.2 解析モデル及び諸元	12
4.3.3 応力計算方法	17
4.4 計算条件	17
4.5 応力の評価	17
5. 評価結果	18
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	18
6. 参照図書	20

## 1. 概要

本計算書は、ドライウェルベント開口部の強度計算書である。

ドライウェルベント開口部は、設計基準対象施設のドライウェルベント開口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、ドライウェルベント開口部の強度評価を示す。

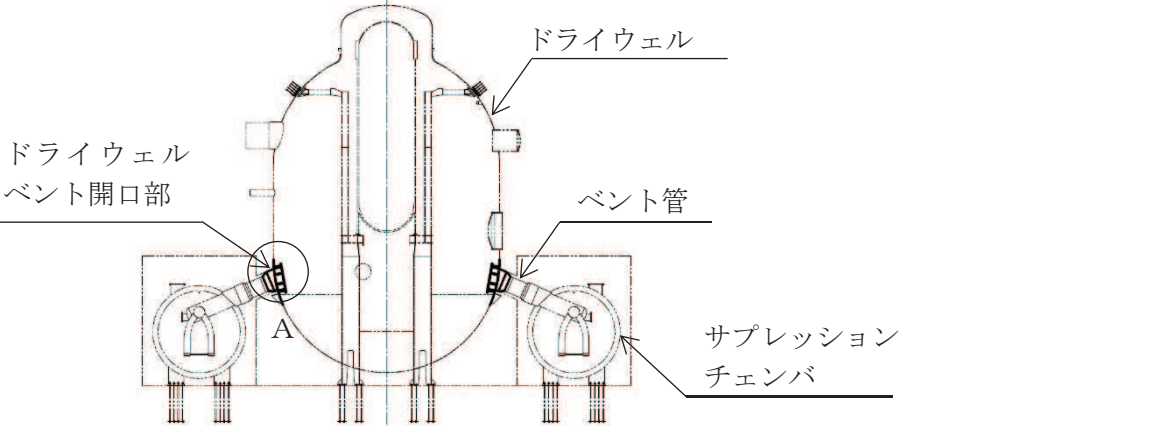
なお、本計算書においては、重大事故等時における荷重に対して、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書（1））（以下「既工認」という。）に示す手法に従い強度評価を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ドライウェルベント開口部の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

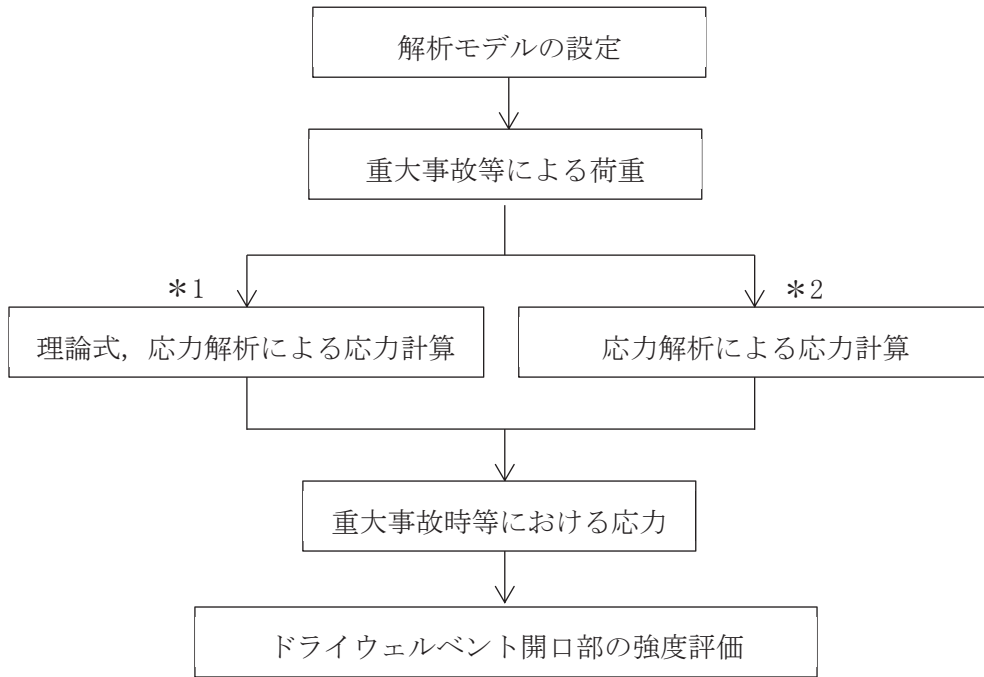
計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ドライウェルベント開口部を構成するベントノズルは、ドライウェルに支持され、ベント管と接続する。また、ドライウェルベント開口部はドライウェルに接続するリブを介してジェットデフレクタが接続されている。</p> <p>ドライウェルベント開口部は、原子炉格納容器と一体構造となっており、鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、ドライウェルを介して原子炉建屋に伝達される。</p>	<p>ドライウェルベント開口部を構成するベントノズルは、内径 <input type="text"/> mm 及び板厚 <input type="text"/> mm の円筒に小径側内径 <input type="text"/> mm 及び板厚 <input type="text"/> mm の円すいを接続した構造物である。</p>	<p style="text-align: center;">概略構造図</p>  <p style="text-align: center;">原子炉格納容器断面図</p> <div style="border: 2px solid black; height: 250px; width: 100%; margin-top: 20px;"></div> <p style="text-align: center;">A部詳細 (ドライウェルベント開口部) <span style="float: right;">(単位: mm)</span></p>

2

## 2.2 評価方針

ドライウェルベント開口部の応力評価は、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。

ドライウェルベント開口部の強度評価フローを図 2-1 に示す。



注記\*1：応力評価点 P2（ドライウェルベント開口部）の強度評価フローを示す。

\*2：応力評価点 P1（ベントノズル円すい部）の強度評価フローを示す。

図 2-1 ドライウェルベント開口部の強度評価フロー

## 2.3 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (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。）

## 2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
D	死荷重	—
$D_i$	直径 ( $i = 1, 2, 3 \dots$ )	mm
E	縦弾性係数	MPa
$l_i$	長さ ( $i = 1, 2, 3 \dots$ )	mm
$M_i$	曲げモーメント ( $i = 1, 2$ )	N・mm
$M_{SA}$	機械的荷重 (SA 短期機械的荷重)	—
P	圧力, 軸力	—, N
$P_{SA}$	圧力 (SA 短期圧力)	kPa
R	半径	mm
S	設計許容応力	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	温度	°C
$\nu$	ポアソン比	—
$t_i$	厚さ ( $i = 1, 2, 3 \dots$ )	mm
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

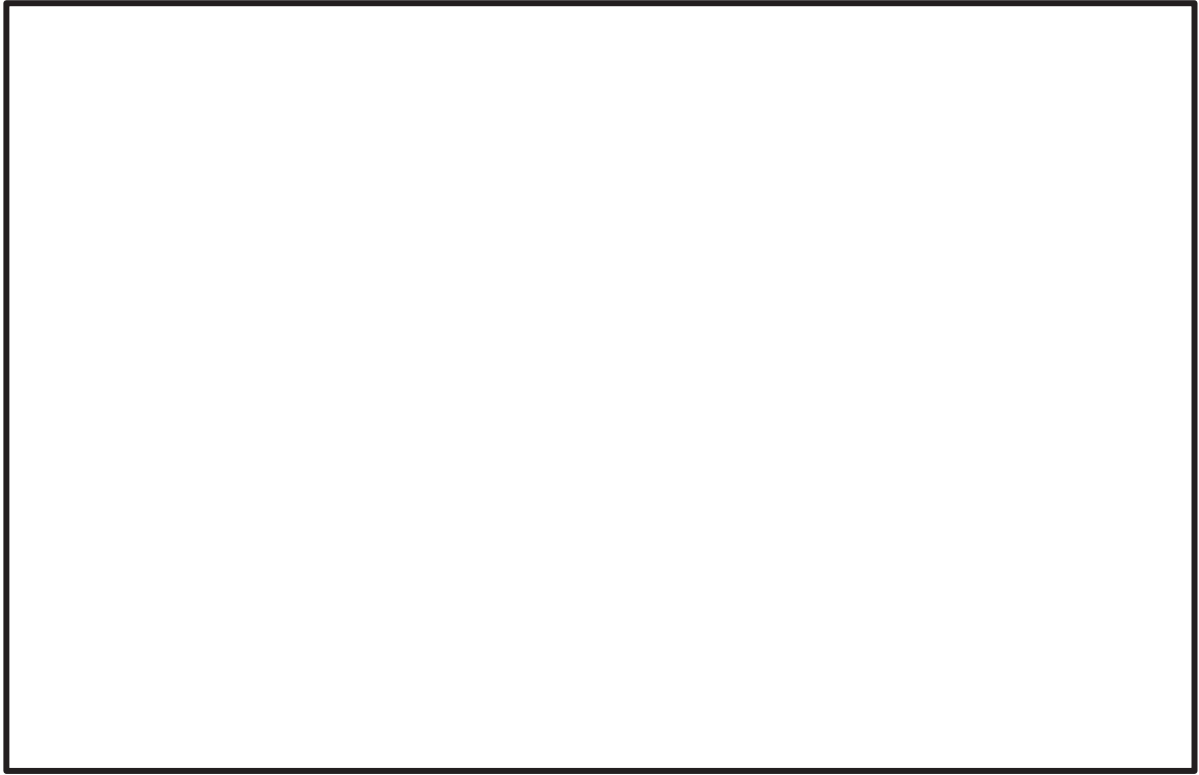
数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
最高使用圧力	kPa	—	—	整数位
温度	°C	—	—	整数位 <sup>*2</sup>
許容応力 <sup>*1</sup>	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*2</sup>

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。

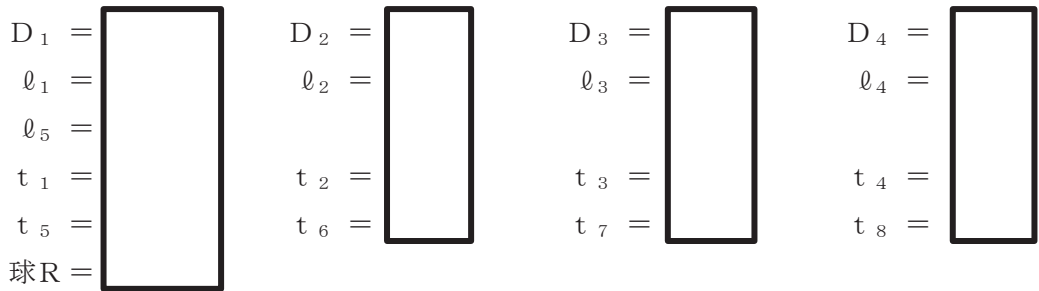
\*2：設計上定める値が小数点以下第1位の場合，小数点以下第1位表示とする。

3. 評価部位

ドライウェルベント開口部の形状及び主要寸法を図3-1に、評価部位及び使用材料を表3-1に示す。



- |             |              |
|-------------|--------------|
| ① ベントノズル部   | ② ベントノズル円すい部 |
| ③ ベント管      | ④ 補強板        |
| ⑤ ジェットデフレクタ | ⑥ リブ         |
| ⑦ 補強リブ      | ⑧ 補強パッド      |



(単位：mm)

図3-1 ドライウェルベント開口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 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料
ベントノズル	□
補強板	□

## 4. 強度評価

### 4.1 強度評価方法

- (1) ドライウェルベント開口部は、ベントノズル円すい部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、ドライウェルを介して原子炉建屋に伝達される。

ドライウェルベント開口部の強度評価として、添付書類「VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書」に示す解析モデルを用いて強度評価を行う。

- (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

ドライウェルベント開口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

ドライウェルベント開口部の許容応力は、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

ドライウェルベント開口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 <sup>*1</sup>		許容応力状態
原子炉格納施設	原子炉格納容器	ドライウェルベント開口部	重大事故等クラス2容器	$D + P_{SA} + M_{SA}$	(V(S)-1) (V(S)-2) <sup>*2</sup>	重大事故等時 <sup>*3</sup>

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：逃がし安全弁作動時荷重はドライウェルベント開口部に作用しないことからV(S)-1の荷重の組合せに包絡されるため、荷重の組合せとして考慮せず評価しない。

\*3：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）

許容応力状態 \ 応力分類	一次一般膜応力	一次膜応力+一次曲げ応力
重大事故等時 <sup>*</sup>	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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1.5倍の値

注記\*：重大事故時として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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
ベントノズル		周囲環境温度	200	—	—		—
補強板		周囲環境温度	200	—	—		—

4.2.4 設計荷重

ドライウェルベント開口部に対する設計荷重を以下に示すものとし、ベントノズルに対する設計荷重は、添付書類「VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書」に示す。

(1) 重大事故等対処設備としての設計荷重

a. 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、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、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)

b. 死荷重

ドライウェルベント開口部の応力評価点より上部のドライウェル及び付属物の自重を死荷重とする。

c. ベント系から加わる荷重

ベント系からドライウェルベント開口部に加わる荷重は、添付書類「VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書」の解析に基づき設定する。

ベント系からドライウェルベント開口部に加わる荷重を、表 4-4 に示す。

表 4-4 ベント系からドライウェルベント開口部 1 箇所当たりに加わる荷重  
 (重大事故等対処設備)

荷重	軸力* P (N)	曲げモーメント* $M_1$ (N・mm)	曲げモーメント* $M_2$ (N・mm)
限界圧力 (内圧)			
ベント系死荷重			

注記\* : 符号は、図 4-3 に示す荷重の方向を正符号とし、その逆方向を負符号とする。

### 4.3 計算方法

#### 4.3.1 応力評価点

ドライウェルベント開口部の応力評価点は、ドライウェルベント開口部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 4-5 及び図 4-1 に示す。

表 4-5 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1 <sup>*1</sup>	ベントノズル円すい部
P2 <sup>*2</sup>	ドライウェルベント開口部

注記\*1：ベントノズル円すい部全域のうち応力が最大となる応力評価点を示す。既工認の応力評価点 P1～P6 を包絡する。

\*2：ベントノズル近傍の補強板のうち応力が最大となる応力評価点を示す。既工認の応力評価点 P7～P9 を包絡する。



図 4-1 ドライウェルベント開口部の応力評価点

#### 4.3.2 解析モデル及び諸元

##### (1) ドライウェルベント開口部

ドライウェルベント開口部の解析モデルを図 4-2～図 4-6 に、機器の諸元を表 4-6 に示す。

解析モデルの概要を以下に示す。

- a. ドライウェルベント開口部は、ベント系 3 次元シェルはりモデルからの反力を精緻に評価するため、3 次元シェル要素による有限要素解析手法を適用する。
- b. モデル化の範囲は、作用する荷重を考慮し構造的に対称となる全体の 1/2 とし、上端はドライウェルベント開口部より十分離れたドライウェル円筒部上端、下端はコンクリート埋設境界となるサンドクッション下端とする。ベント系から加わる荷重によってドライウェルベント開口部に生じる応力への影響の観点から、ドライウェルベント開口部近傍のジェットデフレクタ、リブ、補強リブ及び補強パッドもモデル化する。
- c. 拘束条件は、
- d. 荷重の作用点は、  
で結合する。
- e. 解析コードは「MSC NASTRAN」及び「ANSYS」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。

##### (2) ベントノズル

ベントノズルの評価は、添付書類「VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書」に示すベント管、ベントヘッド及びダウンカマの解析モデルにより応力解析を行う。

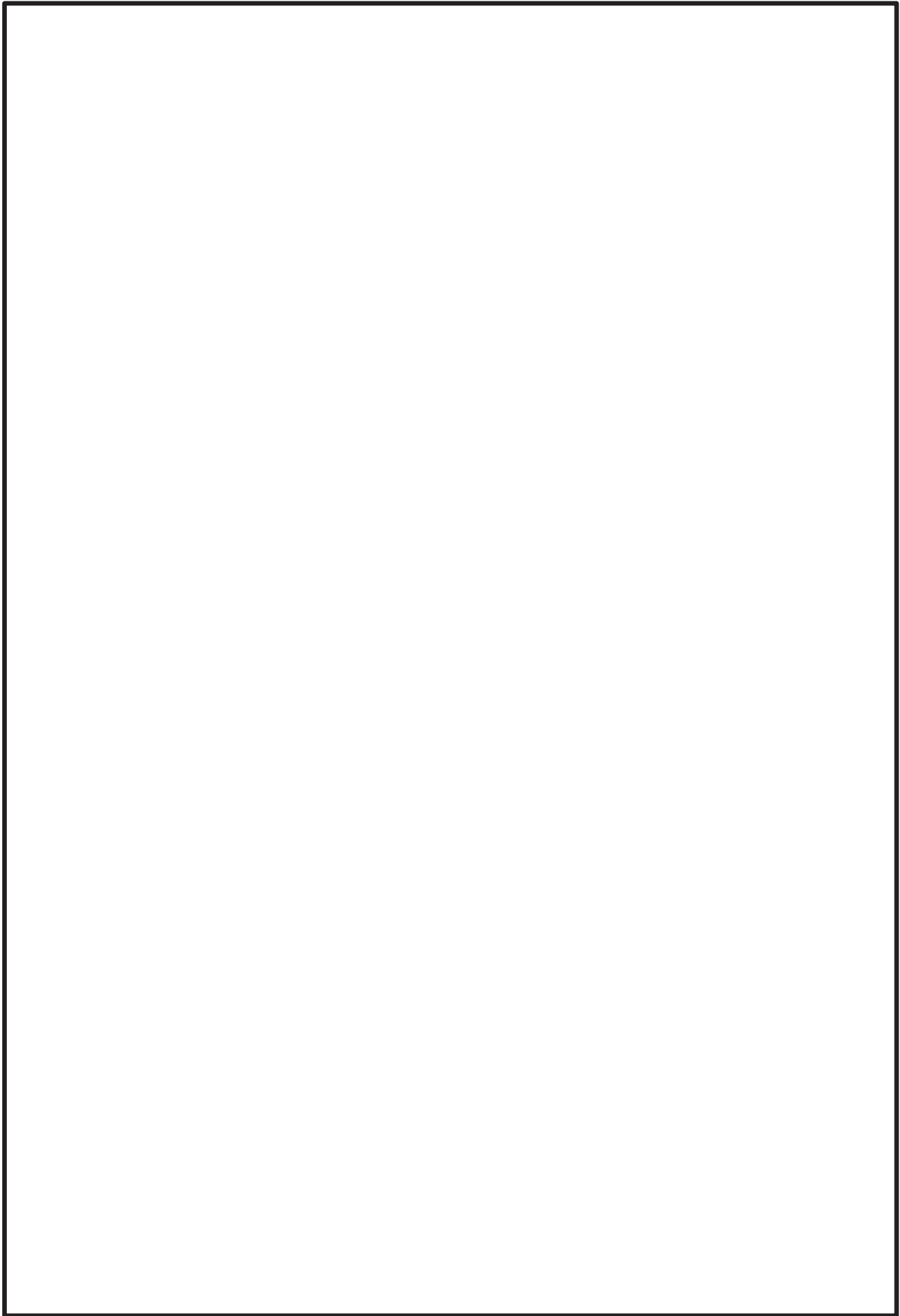


図 4-2 解析モデル ドライウェルベント開口部シェルモデル (全体)



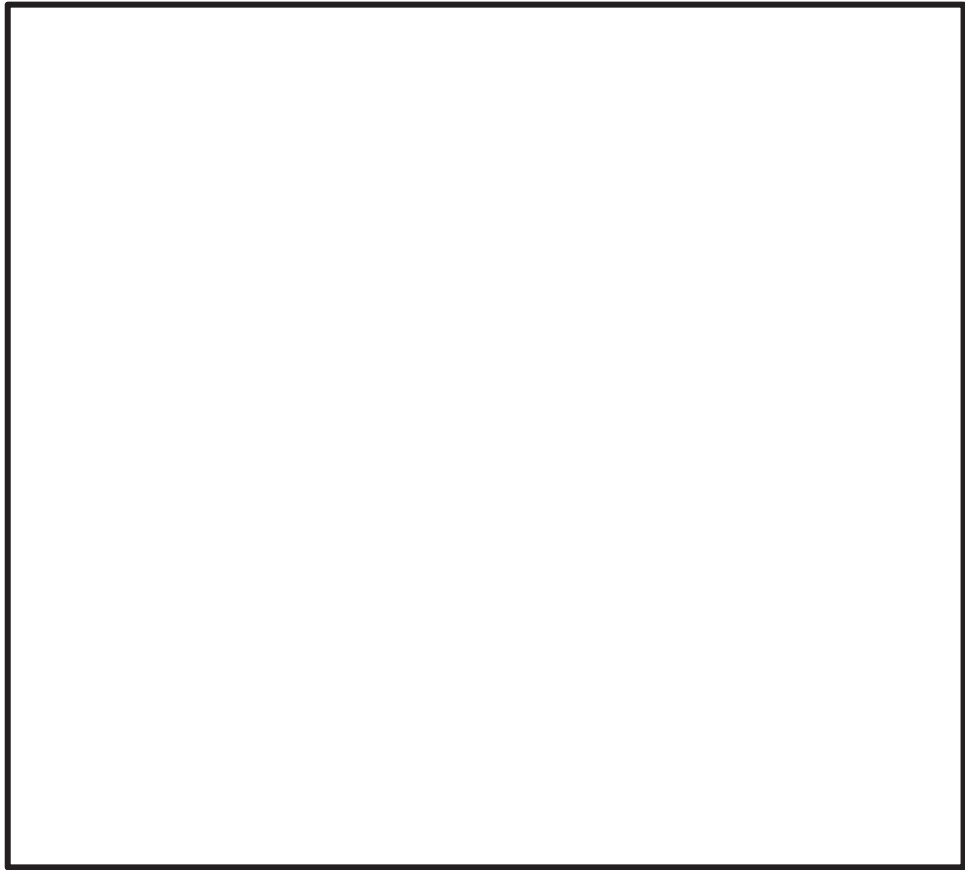


図 4-3 解析モデル ドライウェルベント開口部シェルモデル (A部拡大)

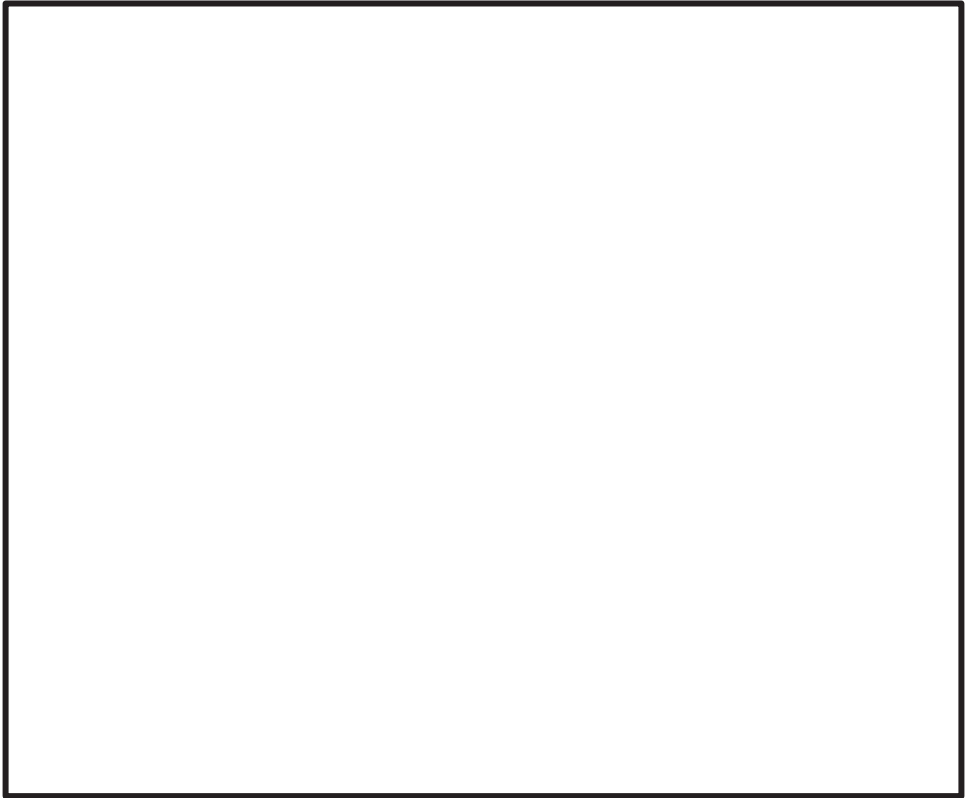


図 4-4 解析モデル ドライウェルベント開口部シェルモデル (B部拡大)

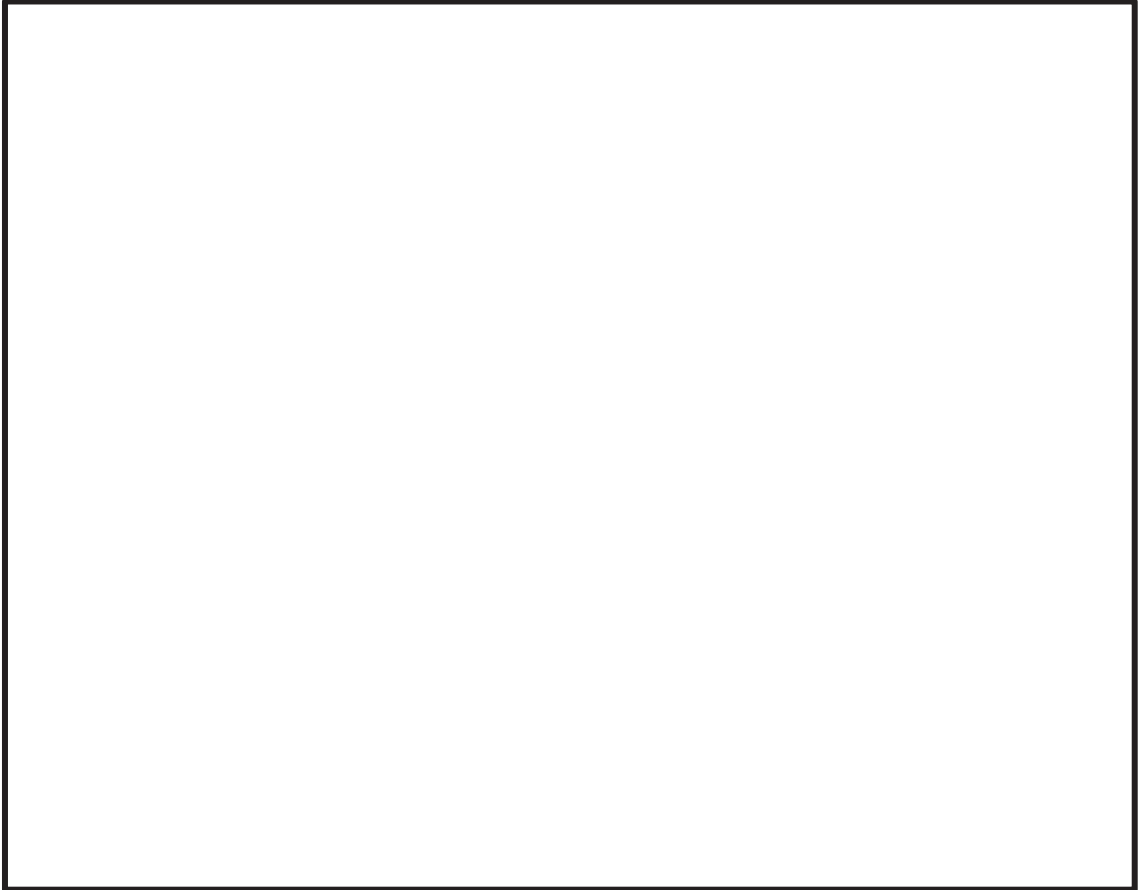


図 4-5 解析モデル ドライウェルベント開口部シェルモデル (C-Cから見る)

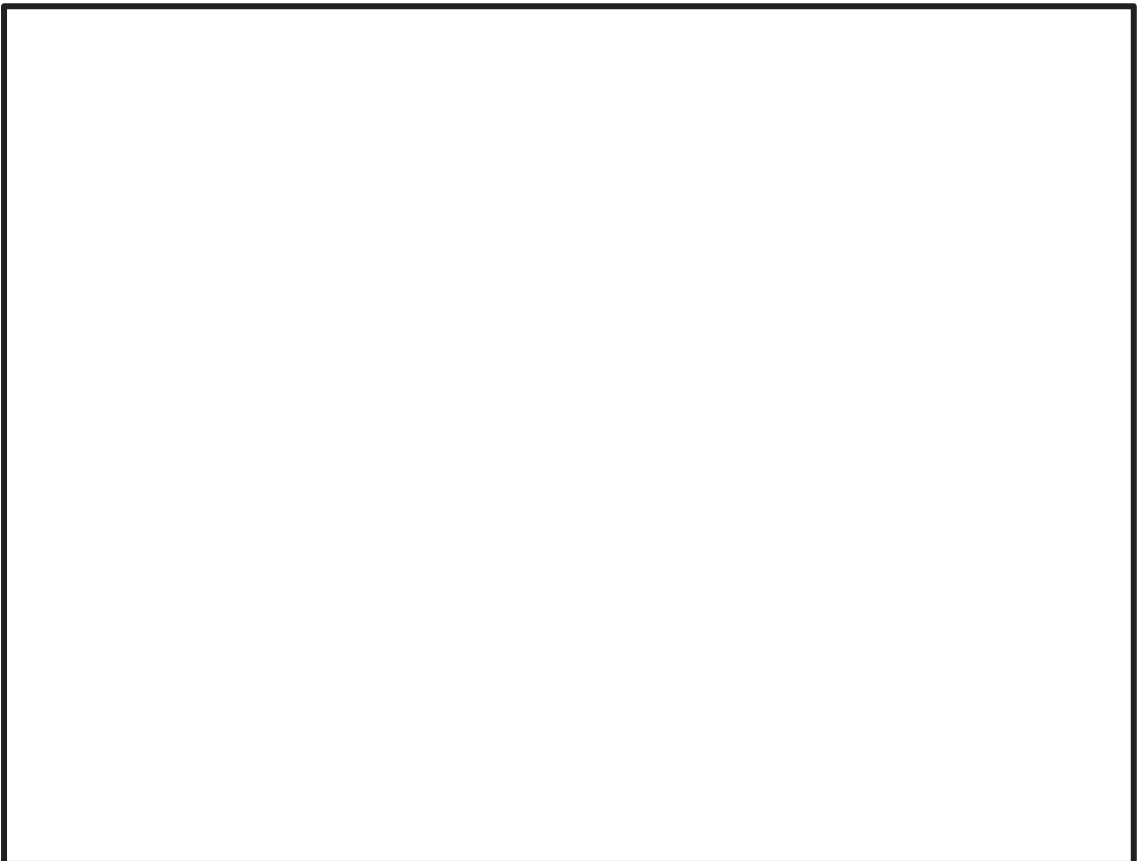


図 4-6 解析モデル ドライウェルベント開口部シェルモデル (D-Dから見る)

表 4-6 機器諸元

項目		記号	単位	入力値
材質	補強板	—	—	
	補強パッド	—	—	
	ベントノズル リブ	—	—	
	ジェットデフレクタ	—	—	
	補強リブ	—	—	
機器質量 <sup>*1</sup>		—	kg	
温度条件		T	°C	
縦弾性係数		E	MPa	
ポアソン比		$\nu$	—	
要素数		—	—	
節点数		—	—	

注記\*1：ベント系全体の機器質量を示す。

\*2：解析モデルの温度は、通常運転時温度と限界温度の平均温度とする。なお、許容応力は保守的に限界温度で算出する。

#### 4.3.3 応力計算方法

ドライウェルベント開口部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

###### a. 応力評価点 P1

重大事故等対処設備における応力評価点 P1 の応力は、添付書類「VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書」に示すベント管、ベントヘッダ及びダウンカマの解析モデルにより算出し評価する。

###### b. 応力評価点 P2

重大事故等対処設備における応力評価点 P2 のベント系に作用する荷重による応力とドライウェルに作用する荷重による応力を足し合わせて評価を行う。ベント系に作用する荷重による応力は、「4.3.2 解析モデル及び諸元」に示すドライウェルベント開口部シェルモデルを用いて算出し、ドライウェルに作用する荷重による応力は、既工認の各荷重条件の比を用いて発生応力を算出し評価する。

#### 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」で求めた各応力が、表 4-2 に示す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

ドライウェルベント開口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 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	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		
ドライウェルベント開口部	P1	ベントノズル円すい部	一次膜応力+一次曲げ応力	82		○	
	P2	ドライウェルベント開口部	一次膜応力+一次曲げ応力	228		○	

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-3-1-1-10 ドライウェルベント開口部の強度計算書」

VI-3-3-6-1-1-5 ジェットデフレクタの強度計算書



## 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	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
4. 強度評価	6
4.1 強度評価方法	6
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	6
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	6
4.2.2 許容応力	6
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	6
4.2.4 設計荷重	9
4.3 計算方法	10
4.4 計算条件	11
4.5 応力の評価	11
5. 評価結果	12
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	12
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	14
6. 参照図書	15

## 1. 概要

本計算書は、ジェットデフレクタの強度計算書である。

ジェットデフレクタは、原子炉格納容器として設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として、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」に基づき、ジェットデフレクタの強度評価を示す。

なお、本計算書においては、ドライウェルベント開口部の応力抑制を目的とした補強リブを追加したことから、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

ジェットデフレクタの構造計画を表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>ジェットデフレクタは、8枚のリブを介してドライウエルに支持される。鉛直方向荷重及び水平方向荷重はリブによりドライウエルに伝達される。</p>	<p>ジェットデフレクタは、外径 <input type="text"/> mm 及び厚さ <input type="text"/> mm の円盤であり、幅 <input type="text"/> mm、厚さ <input type="text"/> mm のリブで支持された構造である。</p>	<div style="text-align: center;"> <p>原子炉格納容器断面図</p> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> <p><u>A部詳細 (ジェットデフレクタ)</u></p> </div>

2

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

ジェットデフレクタの応力評価は、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」にて設定した荷重に基づき、「4.3 計算方法」にて設定する箇所におけ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。

ジェットデフレクタの強度評価フローを図 2-1 に示す。

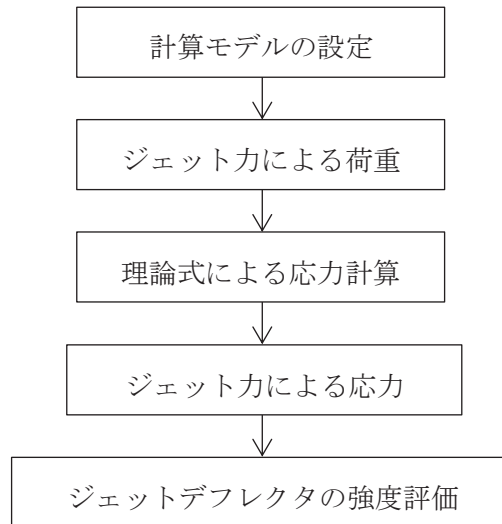


図 2-1 ジェットデフレクタの強度評価フロー

## 2.3 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 鋼構造設計規準（日本建築学会 2005 改定）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
D	死荷重	—
$D_c$	ジェット流拡がり直径	mm
$D_i$	直径 ( $i = 1, 2 \dots$ )	mm
$f_b$	許容曲げ応力度	MPa
$f_c$	許容圧縮応力度	MPa
$f_s$	許容せん断応力度	MPa
$f_t$	許容引張応力度	MPa
F	設計基準強度	MPa
$l_i$	長さ ( $i = 1, 2 \dots$ )	mm
M	機械的荷重	—
$M_{SA}$	機械的荷重 (SA 短期機械的荷重)	—
N	個数	—
P	圧力	—
$P_{SA}$	圧力 (SA 短期圧力)	—
$P_c$	ジェット中心圧力	kPa
r	半径	mm
$S_u$	設計引張強さ	MPa
$S_y$	設計降伏点	MPa
$t_i$	厚さ ( $i = 1, 2 \dots$ )	mm

2.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、有効数字6桁以上を確保する。

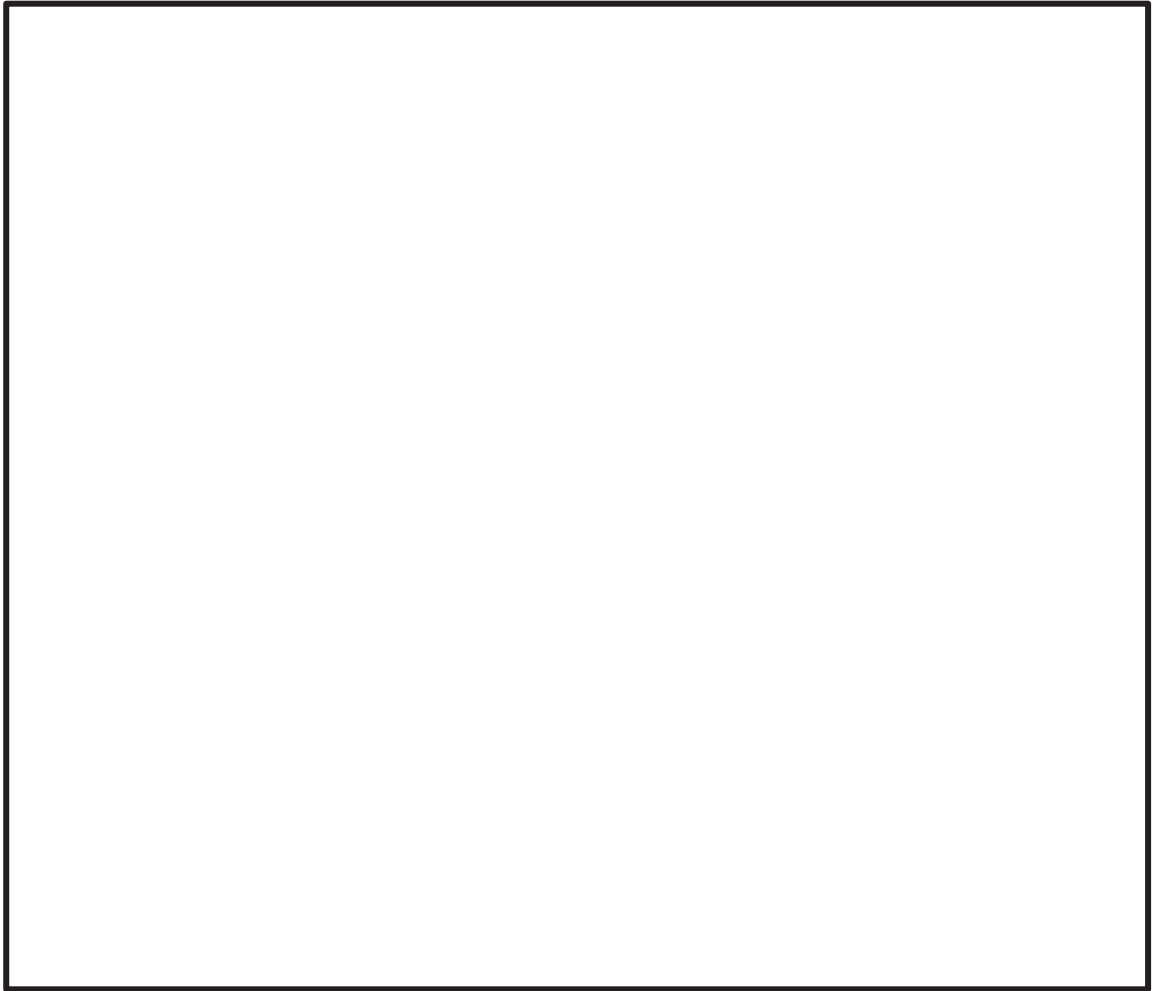
表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

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
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

3. 評価部位

ジェットデフレクタの形状及び主要寸法を図3-1に、評価部位及び使用材料を表3-1に示す。



①ジェットデフレクタ

$D_1 =$

$D_2 =$

$r =$

$N = 8$

②リブ

$l_1 =$

$l_2 =$

$l_3 =$

③補強リブ

$t_1 =$

$t_2 =$

$t_3 =$

図 3-1 ジェットデフレクタの形状及び主要寸法 (単位 : mm)

表 3-1 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料	備考
ジェットデフレクタ		
リブ		
補強リブ		

## 4. 強度評価

### 4.1 強度評価方法

(1) ジェットデフレクタは、リブを介してドライウエルに支持された構造であり、荷重はリブを介してドライウエルに伝達される。

ジェットデフレクタの強度評価として、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

設計基準対象施設の評価に用いるジェットデフレクタの荷重の組合せ及び許容応力状態を表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いる荷重の組合せ及び許容応力状態を表 4-2 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

ジェットデフレクタの許容応力度を表 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

ジェットデフレクタの使用材料の許容応力評価条件を表 4-4 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	機器等の区分	荷重の組合せ <sup>*1</sup>		許容応力状態
原子炉格納施設	—	ジェット デフレクタ	建物・ 構築物	D + P + M	(5) <sup>*2</sup>	<短期> <sup>*3</sup>

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3-6の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：水力的動荷重はジェットデフレクタに作用しないことから、荷重の組合せとして考慮しない。

\*3：鋼構造設計規準によるため、< >内の許容応力状態を適用する。

表 4-2 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 <sup>*1, *2</sup>		許容応力状態
原子炉格納施設	—	ジェット デフレクタ	建物・ 構築物	D + P <sub>SA</sub> + M <sub>SA</sub>	(V(S)-1) (V(S)-2)	重大事故等時 <短期>

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：ジェットデフレクタの重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価は、設計基準対象施設と変わらないため評価を省略する。



表4-3 許容応力度

許容応力状態	せん断	圧縮	曲げ	組合せ
短期	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_t$

表 4-4 ジェットデフレクタの使用材料の許容応力評価条件

評価部位 (応力評価対象)	材料	F (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
ジェットデフレクタ				
リブ				
補強リブ				

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての設計荷重は既工認（参照図書（1））からの変更はなく，ジェットデフレクタに作用するジェット力は，以下のとおりである。

拡がり直径	$D_c$	3860mm
ジェット中心圧力	$P_c$	365kPa

##### (2) 重大事故等対処設備としての設計荷重

重大事故等対処設備としての設計荷重は設計基準対処施設から変更はなく，4.2.4(1)に示すとおりである。

### 4.3 計算方法

ジェットデフレクタの応力評価点は、ジェットデフレクタ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 4-5 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。

評価の概要を以下に示す。

表 4-5 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1	ジェットデフレクタ中央部
P2	ジェットデフレクタ端部
P3	リブ



図 4-1 ジェットデフレクタの応力評価点

#### 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」で求めた各応力が、表 4-4 に示す許容応力以下であること。

## 5. 評価結果

### 5.1 設計基準対象施設としての評価結果

ジェットデフレクタ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 に示す。

表 5-1 ジェットデフレクタの強度評価結果 (D+P+M)

評価対象設備	応力評価点		応力分類	設計基準対象施設		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
ジェット デフレクタ	P1	ジェットデフレクタ中央部	曲げ応力	221		○	
			組合せ応力	221		○	
	P2	ジェットデフレクタ端部	せん断応力	4		○	
			曲げ応力	134		○	
			組合せ応力	135		○	
	P3	リブ	圧縮応力	29		○	
			曲げ応力	183		○	
			組合せ応力	212		○	

## 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

ジェットデフレクタの重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価は 5.1 に記載の設計基準対象施設の評価結果と変わらないため評価を省略する。

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-3-1-1-12 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

本計算書の評価結果については、本工事計画認可申請書 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」による。

○ 2 ⑥ VI-3-3-6-1-1-6 R 1 E

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	14
4.3.1 応力評価点	14
4.3.2 解析モデル及び諸元	16
4.3.3 応力計算方法	21
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>サプレッションチェンバは、ドライウェルとベント管を介して接続されているが、ベント管のベント管ベローズにより振動が伝達しない構造である。</p>	<p>サプレッションチェンバは、内部水を有した16セグメントの円筒筒で構成される円環状の構成構造物である。円筒筒内部に強め輪を備える。</p>	<p>サプレッションチェンバ</p> <p>ボックスサポート</p> <p>原子炉建屋</p> <p>強め輪</p> <p>B部</p> <p>A-Aから見る (単位: mm)</p> <p>B部詳細</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。

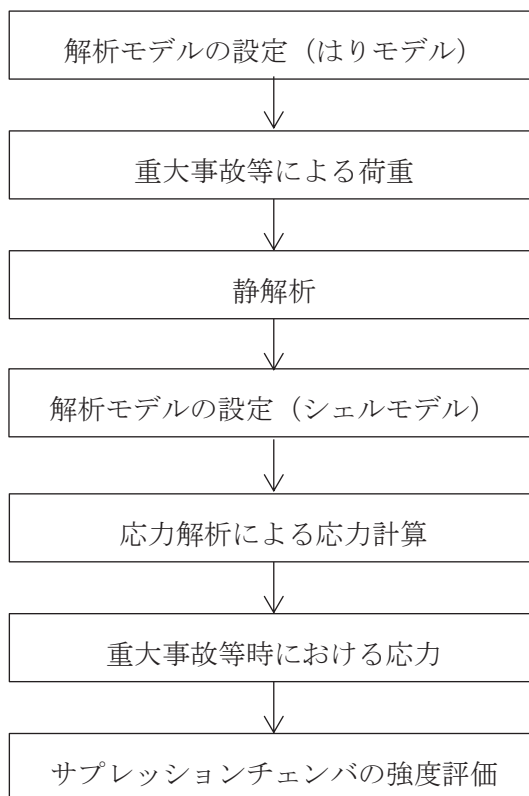


図 2-1 サブプレッションチェンバの強度評価フロー

## 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。

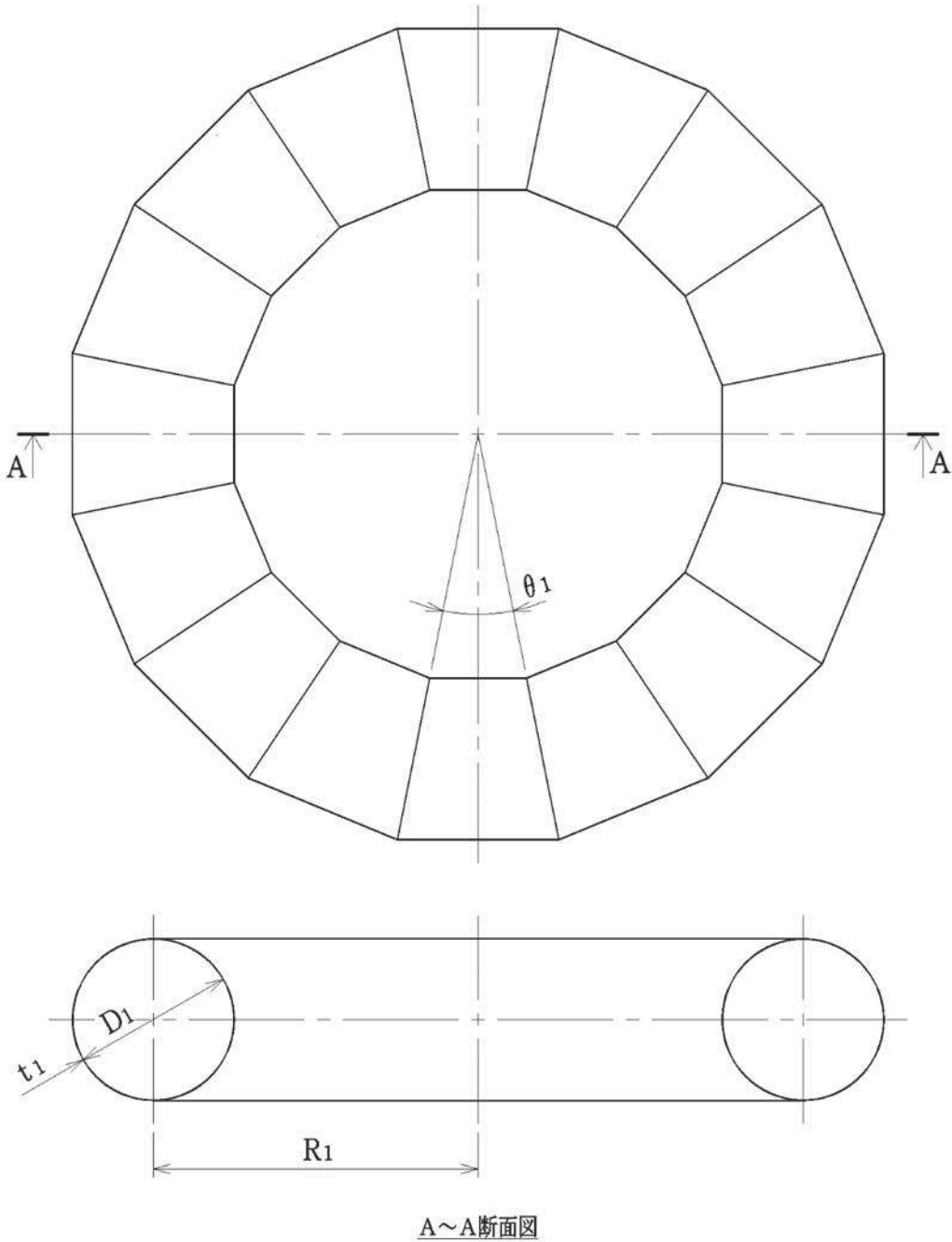
表 2-2 表示する数値の丸め方

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、評価部位及び使用材料を表 3-1 に示す。

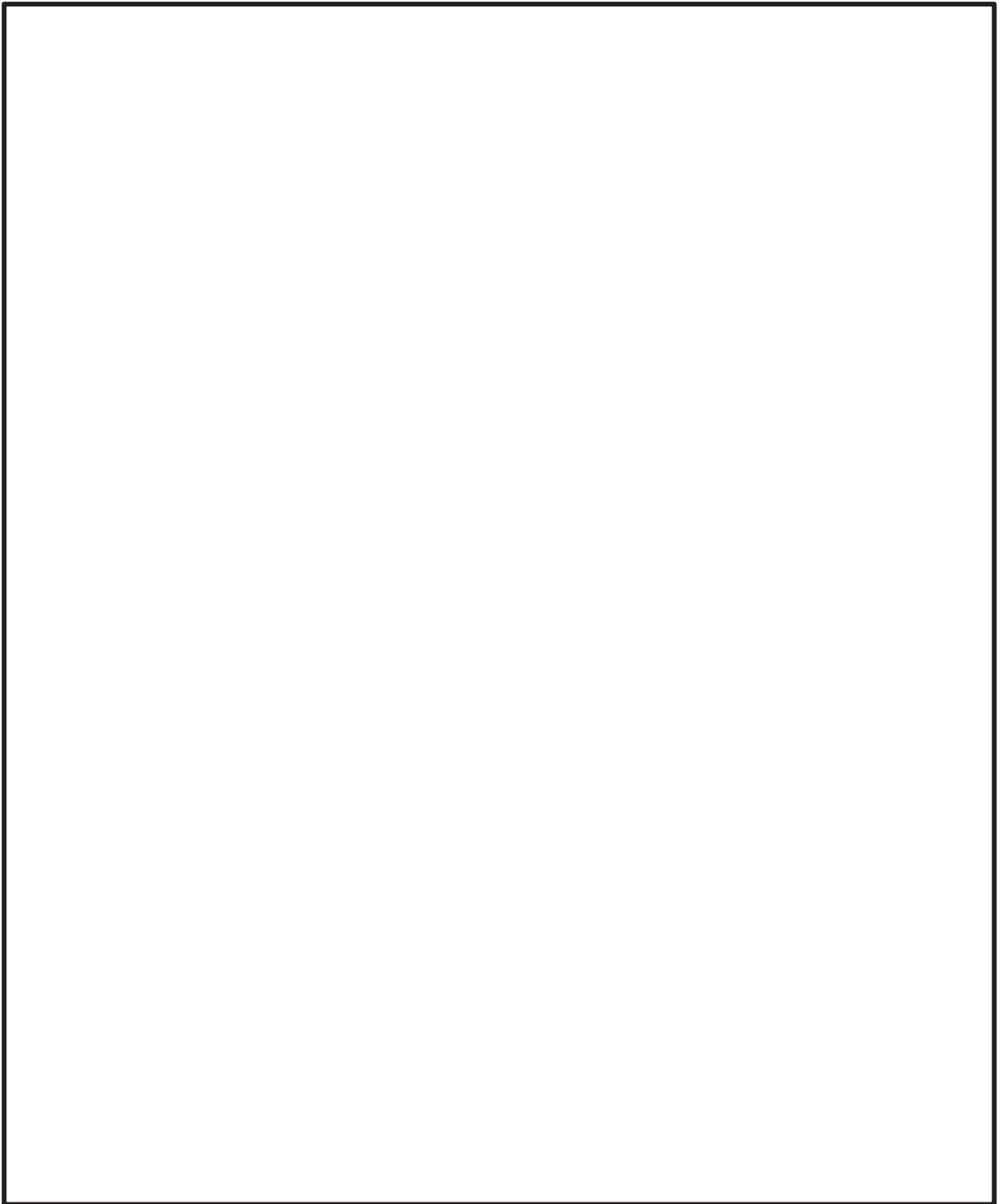


$D_1 = \square$       $R_1 = \square$       $t_1 = \square$       $\theta_1 = \square$

(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。



- ① サプレッションチェンバ
- ② 強め輪
- ③ 強め輪補強
- ④ 連結板
- ⑤ 補強パッド
- ⑥ 補強リブ

$$l_1 = \boxed{\phantom{000}} \quad l_2 = \boxed{\phantom{000}} \quad l_3 = \boxed{\phantom{000}} \quad t_1 = \boxed{\phantom{000}}$$

(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 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料	備考
サプレッションチェンバ	SGV49	

## 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は、ドライウェルとベント管を介して接続されているが、ベント管のベント管ベローズにより振動が伝達しない構造である。

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) (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 許容 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*	運転状態Ⅳの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境 温度					
サプレッションチェンバ	SGV49		200	—	—	421	—



4.2.4 設計荷重

(1) 重大事故等対処設備としての設計荷重

a. 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、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、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)

b. 死荷重

サブプレッションチェンバ、ボックスサポート及びサブプレッションチェンバ内部水の自重を死荷重とする。

死荷重                       $6.77 \times 10^6$  kg

c. 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は、以下のとおりとする。

(a) チャギング荷重

サブプレッションチェンバに対して、低流量蒸気凝縮時に以下に示す蒸気凝縮振動荷重が作用する。

最大正圧                       kPa  
 最大負圧                       kPa

(b) 逃がし安全弁作動時の荷重

逃がし安全弁作動時、排気管内の気体が T-クエンチャからサブプレッションプール水中に放出される際、サブプレッションチェンバに圧力振動荷重が作用する。

最大正圧                       kPa  
 最大負圧                       kPa

d. 水位

重大事故等対処設備における水位は、以下のとおりとする。

水位                      O.P.      -1514mm

### 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

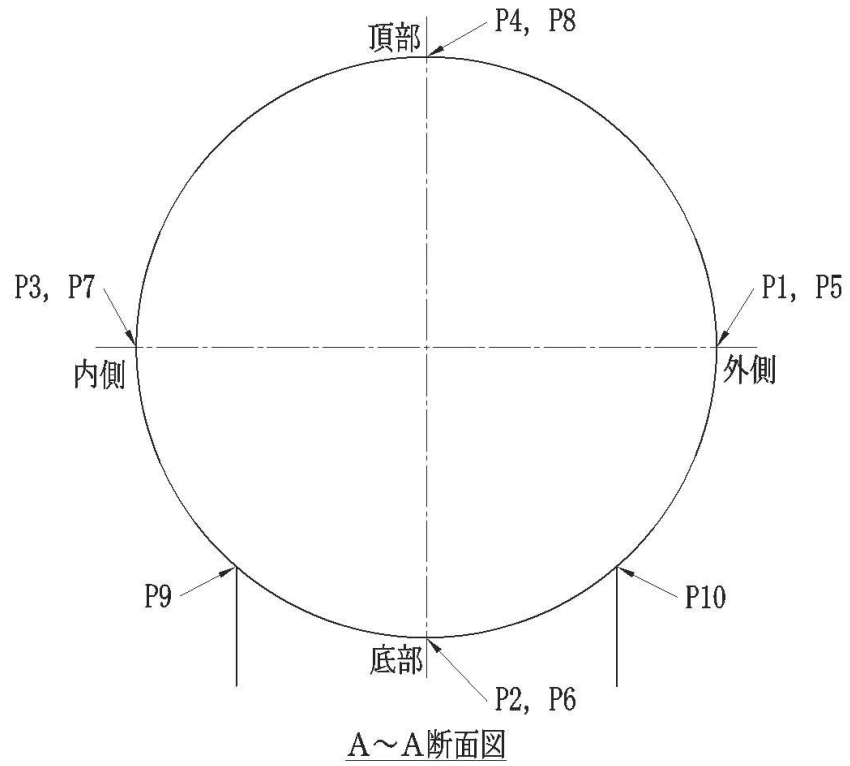
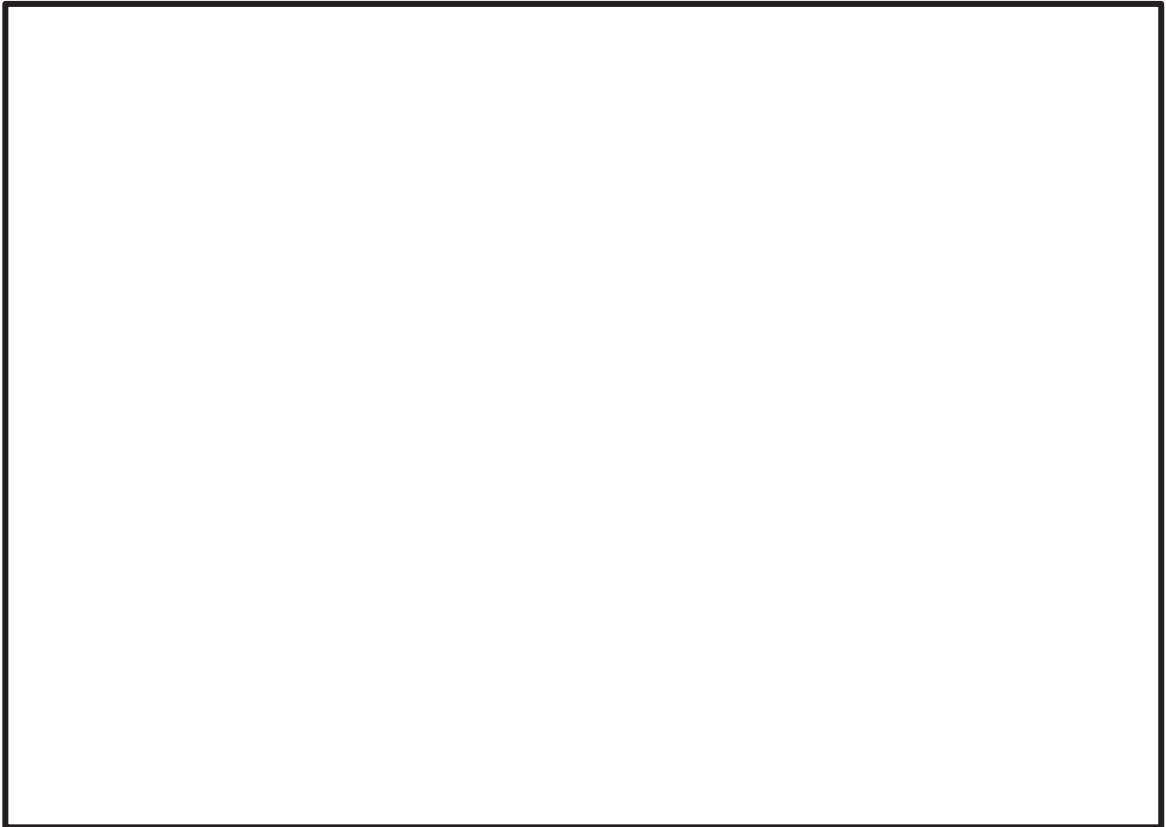


図 4-1 サプレッションチェンバの応力評価点

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。サブプレッションチェンバ全体はりモデルとサブプレッションチェンバ部分シェルモデルに大別され、前者は死荷重による変位の算出に用いるモデル、後者は応力解析に用いるモデルである。さらに、サブプレッションチェンバ部分シェルモデルにおいては、拘束条件や境界条件を変更した 2 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。

解析モデルの概要を以下に示す。

- (1) 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の計算は、サブプレッションチェンバ全体をはり要素にモデル化したモデルを用いて行う。解析モデルを図 4-2 に、諸元を表 4-5 に示す。

サブプレッションチェンバ、ボックスサポート、フランジプレート、基礎ボルトをモデル化する。なお、ボックスサポート等はサブプレッションチェンバと一体構造であることから、サブプレッションチェンバに加えてモデル化を行う。

サブプレッションチェンバの内部水は、仮想質量法により算定し、NASTRAN の機能である Guyan 縮約法を用いて本モデルのサブプレッションチェンバの各質点に縮約し、付加する。

ボックスサポート下端は、

[Redacted]

[Redacted]

- (2) 圧力による応力は、サブ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た部分シェルモデルにより計算する。解析モデルを図 4-3、図 4-5 に、諸元を表 4-5 に示す。円筒部の端面を [Redacted] また、ボックスサポート下端を、 [Redacted]

- (3) 死荷重による応力は、サブ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た部分シェルモデルにより計算する。解析モデルを図 4-4、図 4-5 に、諸元を表 4-5 に示す。円筒部端面の各節点を [Redacted]

[Redacted]

また、ボックスサポート下端に対し、(1)

[Redacted]

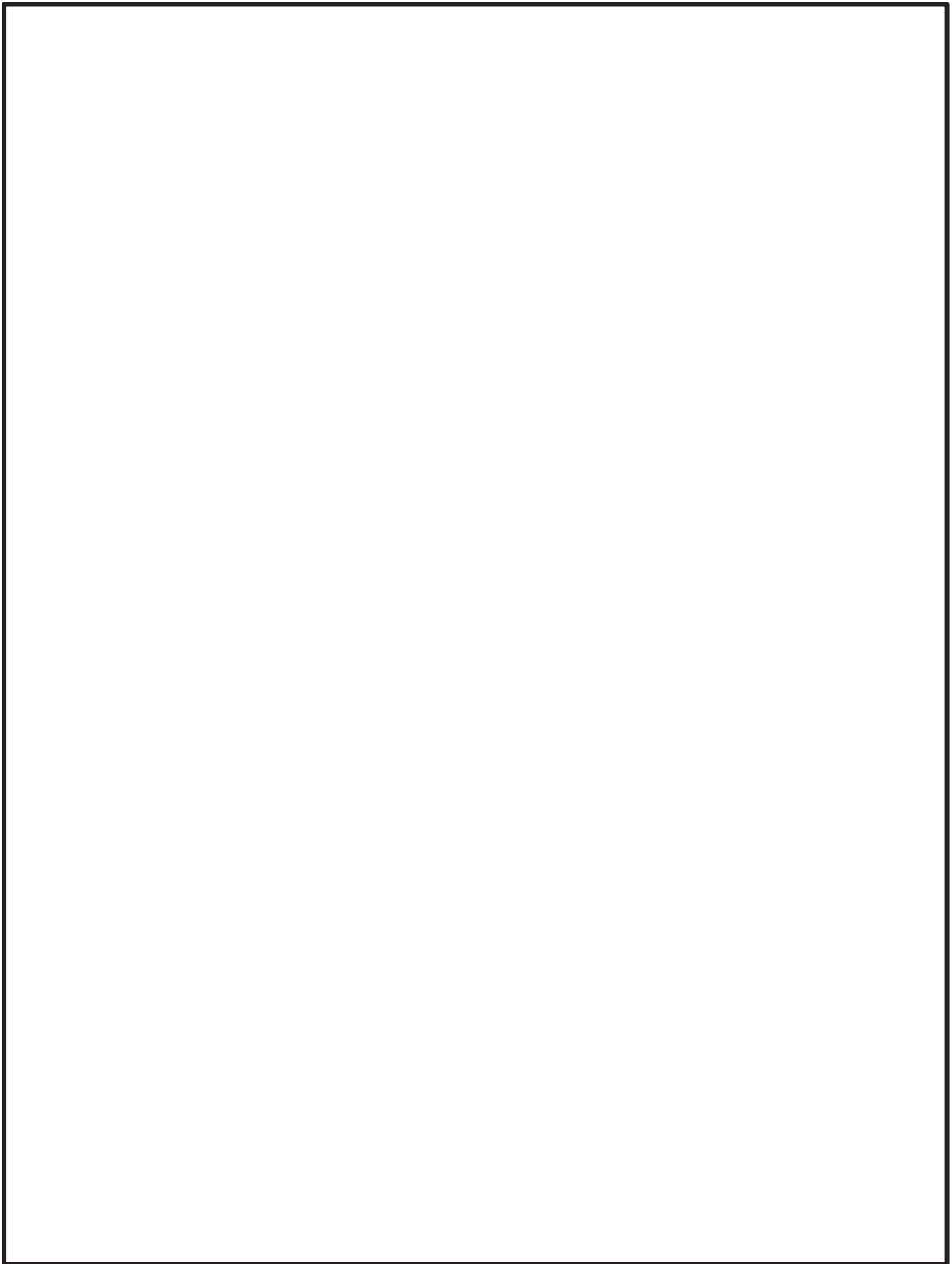


図 4-2 解析モデル サプレッションチェーン全体はりモデル

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

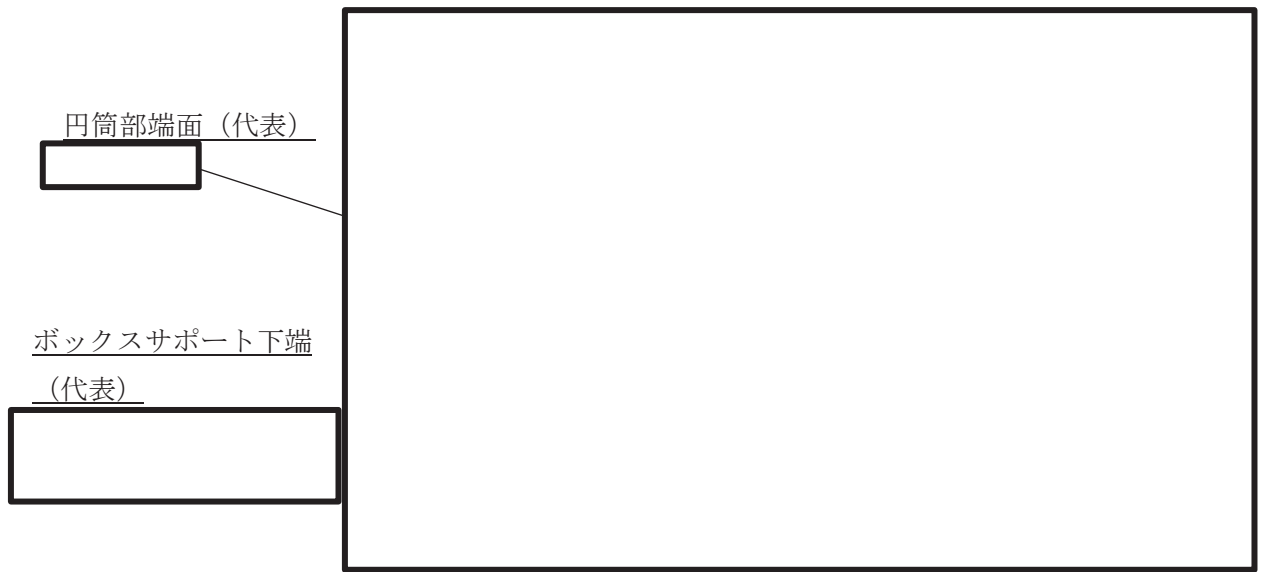


図 4-3 解析モデル サプレッションチェンバ部分シェルモデル (圧力荷重)

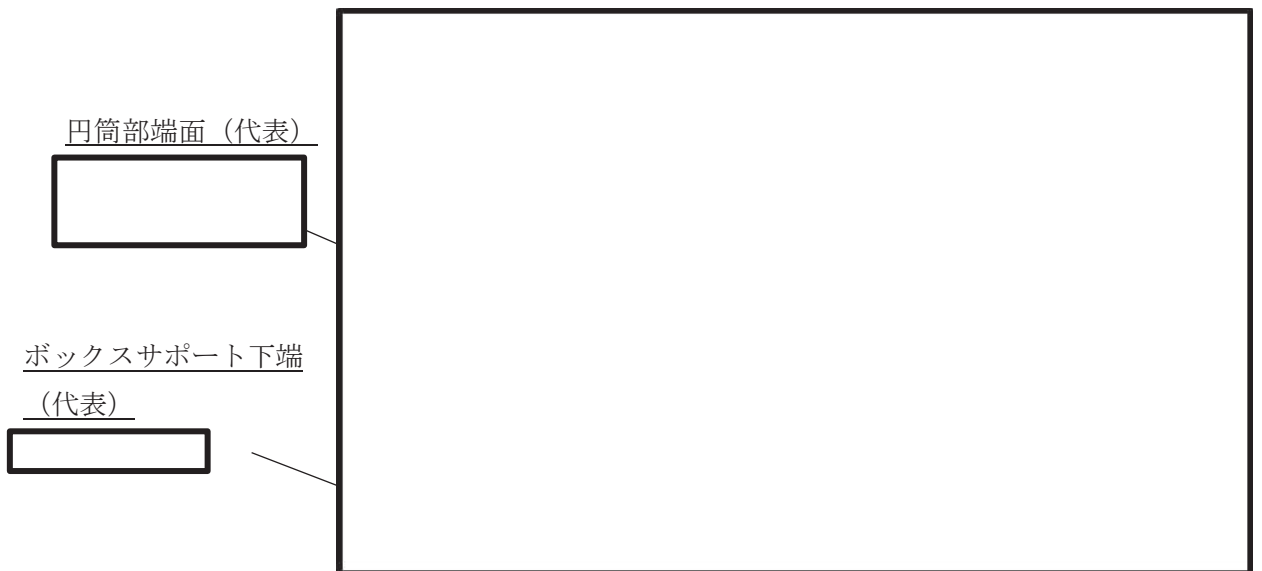


図 4-4 解析モデル サプレッションチェンバ部分シェルモデル (強制変位荷重)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

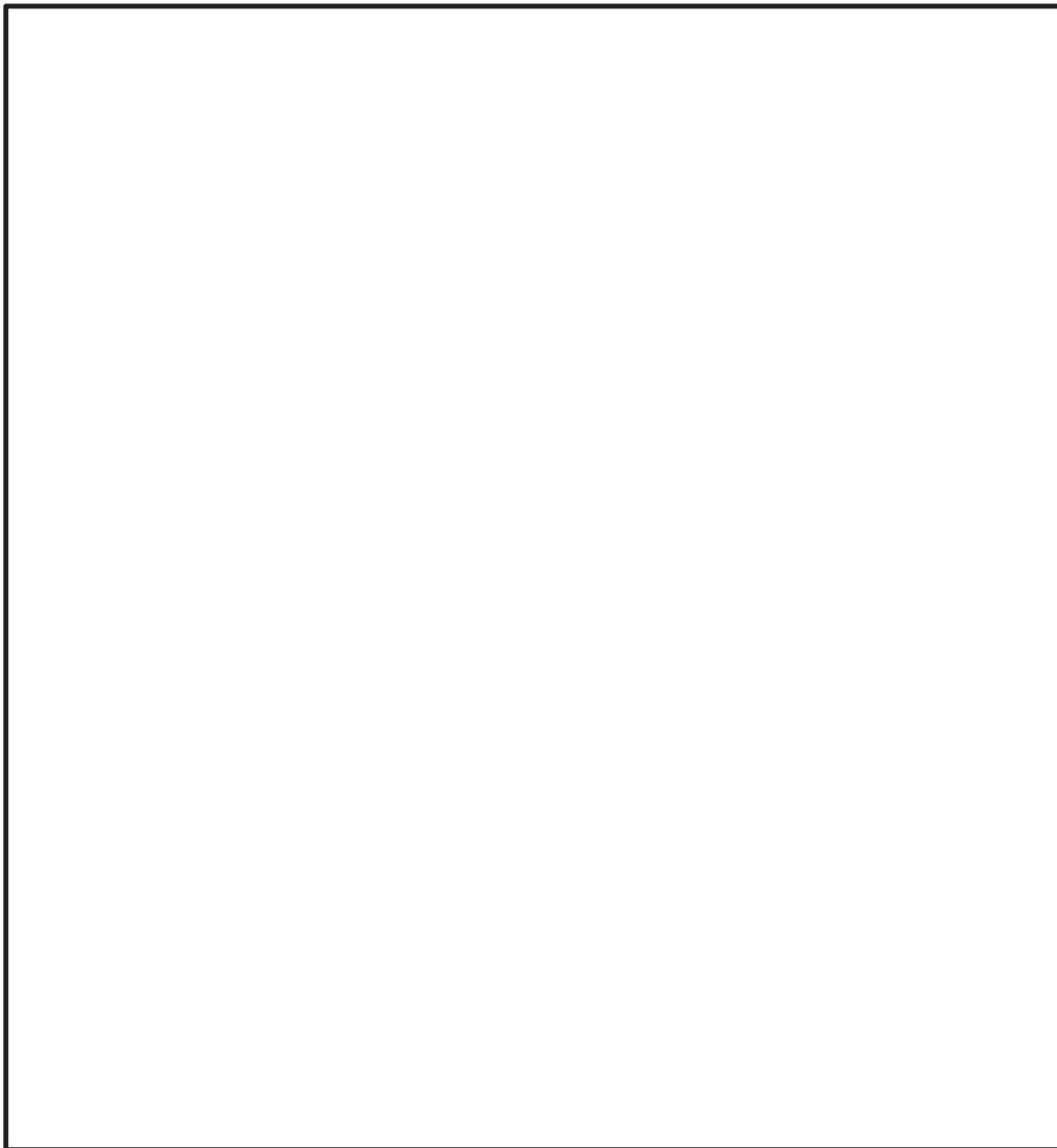


図 4-5 サプレッションチェーンバ部分シェルモデルの部材名称

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
機器質量	—	kg	
水密度	—	kg/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	$\nu$	—	

注記\* : 解析モデルの温度は、通常運転時温度と限界温度の平均温度とする。なお、許容応力は各運転状態の最高温度で算出する。

表 4-5(2) 機器諸元 (その 2)

項目	要素数	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)		



#### 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。水力学的動荷重は、参照図書(1)に示す水力学的動荷重による応力を応答倍して算出する。

#### 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	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		
サプレッション ンチェンバ	P1	胴中央部外側	一次一般膜応力	212	281	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	212	421	○	
	P2	胴中央部底部	一次一般膜応力	212	281	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	212	421	○	
	P3	胴中央部内側	一次一般膜応力	212	281	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	212	421	○	
	P4	胴中央部頂部	一次一般膜応力	211	281	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	211	421	○	
	P5	胴エビ継手部外側	一次膜応力+一次曲げ応力	87	421	○	
	P6	胴エビ継手部底部	一次膜応力+一次曲げ応力	105	421	○	
	P7	胴エビ継手部内側	一次膜応力+一次曲げ応力	153	421	○	
	P8	胴エビ継手部頂部	一次膜応力+一次曲げ応力	128	421	○	
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	236	421	○		
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	214	421	○		

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	15
4.3.1	応力評価点	15
4.3.2	ボックスプレート（応力評価点 P1）	17
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）	18
4.3.4	コンクリート（ベースプレート下面）（応力評価点 P9）	21
4.4	計算条件	22
4.5	応力の評価	22
5.	評価結果	23
5.1	重大事故等対処設備としての評価結果	23
6.	参照図書	25

## 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（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。ボックスサポートは、サブプレッションチェンバ（大円）の半径方向の熱膨張を吸収する目的で可動し、サブプレッションチェンバの鉛直方向の荷重を原子炉建屋に伝達させる。</p>	<p>ボックスサポートは、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>	<p>サプレッションチェンバ</p> <p>ボックスプレート</p> <p>フランジプレート</p> <p>ボックスサポート内側</p> <p>ボックスサポート外側</p> <p>原子炉建屋</p> <p>ベースプレート</p> <p>基礎ボルト</p> <p>A-Aから見る</p> <p>Cから見る</p> <p>ボックスサポート拡大図 (B部詳細) (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

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強度評価フローを図 2-1 に示す。

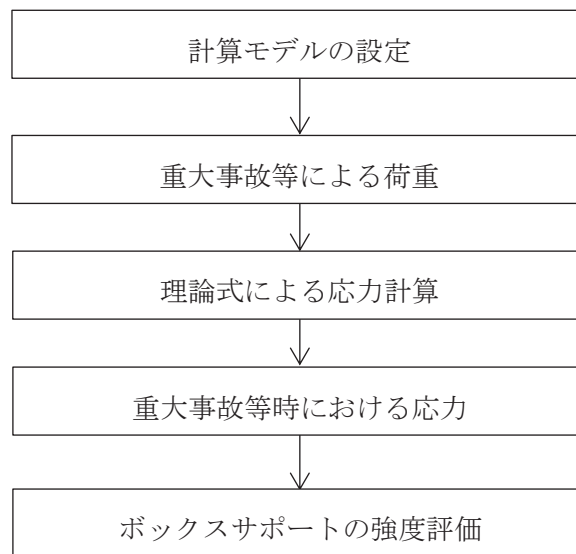


図 2-1 ボックスサポートの強度評価フロー

## 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) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（J E A G 4 6 0 1 ・ 補 ー 1984）

## 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	N/mm <sup>2</sup> (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 (SA 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 (SA 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> (RT)	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 (SA 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

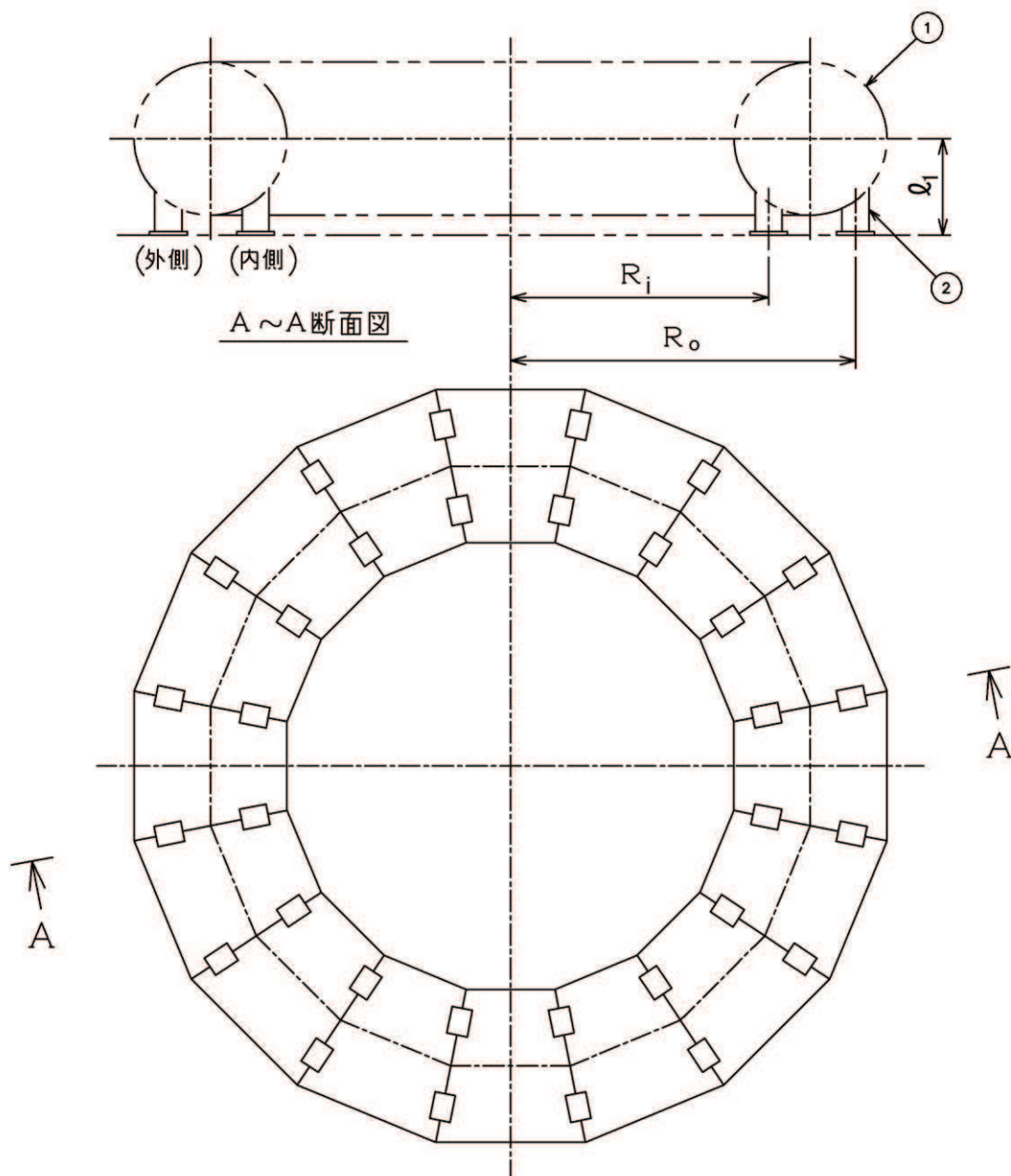
数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
最高使用圧力	kPa	—	—	整数位
温度	℃	—	—	整数位
許容応力* <sup>1</sup>	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位* <sup>2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位* <sup>2</sup>

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：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、評価部位及び使用材料を表 3-1 に示す。



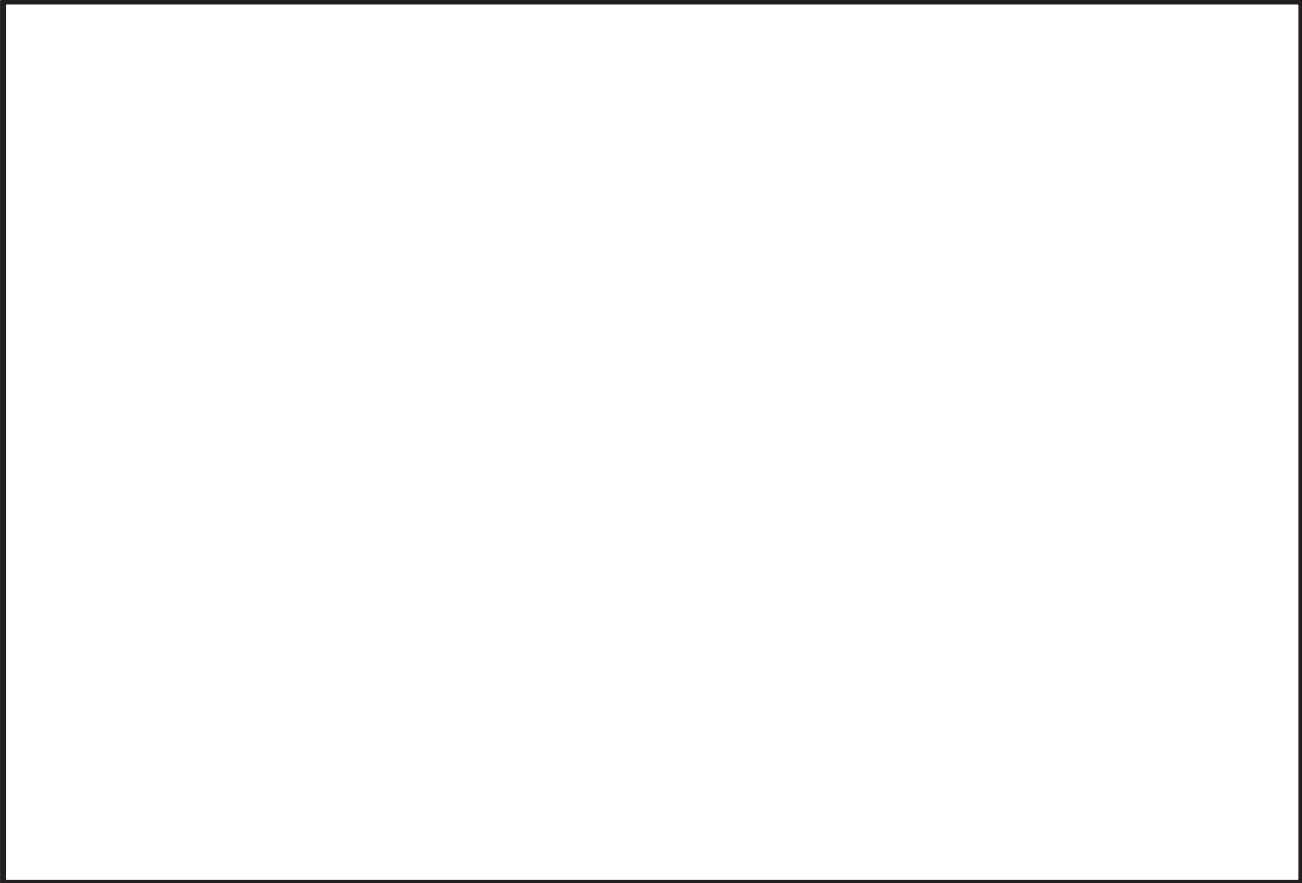
① サプレッションチェンバ    ② ボックスサポート

$R_i =$       $R_o =$       $l_1 =$

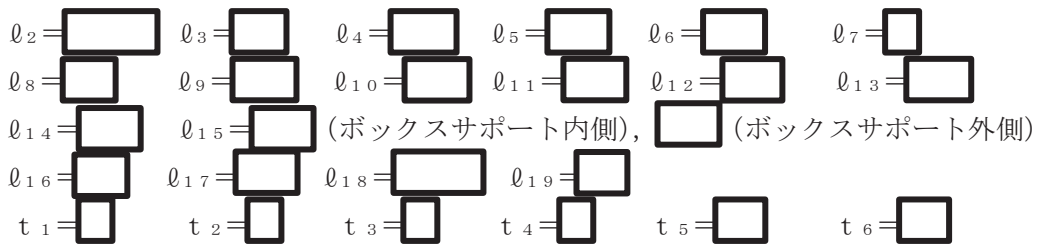
(単位 : mm)

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 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料	備考
ボックスプレート	SM41B	
フランジプレート	SM41B	
シヤラグ	SM41B	
ベースプレート	SM41B	
シヤコネクタ (外側)	[Redacted]	
補強リブ		
パッド		
基礎ボルト		
コンクリート	コンクリート ( $F_c = 32.3\text{N/mm}^2$ [330kg/cm <sup>2</sup> ])	

O 2 ⑥ VI-3-3-6-1-1-8 R 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、サプレッションチェンバ（大円）の半径方向の熱膨張を吸収する目的で可動する。鉛直方向のサプレッションチェンバの荷重は、ボックスプレート、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-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「2.3 適用基準」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, *2		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) (V(S)-2)	重大事故等時*3

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：シヤラグ，ベースプレート，シヤコネクタ，基礎ボルトは重大事故等クラス2支持構造物（その他の支持構造物）であるが，重大事故等後のサプレッションチェンバに生じる荷重を原子炉建屋に伝達させる機能の維持を確認する意味で，重大事故等クラス2支持構造物（クラスMC支持構造物）に準じた許容応力状態及び荷重の組合せを適用する。

\*3：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 許容 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 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（重大事故等対象設備）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境 温度	200				
ボックスプレート, フランジプレート, ベースプレート	SM41B	周囲環境 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設計荷重

## a. 評価温度

重大事故等対処設備としての評価温度は、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、以下のとおりとする。

温度  $T_{SA}$                       200°C (SA 短期)

## b. 死荷重

サプレッションチェンバ、ボックスサポート及びサプレッションチェンバ内部水の自重を死荷重とする。

死荷重                               $6.77 \times 10^6$  kg

## c. 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は、以下のとおりとする。

## (a) チャギング荷重

サプレッションチェンバに対して、低流量蒸気凝縮時に以下に示す蒸気凝縮振動荷重が作用する。

最大正圧                       kPa  
最大負圧                       kPa

## (b) 逃がし安全弁作動時の荷重

逃がし安全弁作動時、排気管内の気体が T-クエンチャからサプレッションプール水中に放出される際、サプレッションチェンバに圧力振動荷重が作用する。

最大正圧                       kPa  
最大負圧                       kPa

## d. ボックスサポート 1 個あたりに作用する鉛直荷重

前記 a. から c. の条件下における、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。

なお、構造上、水平方向荷重は生じない。

表 4-5 ボックスサポート 1 個あたりに作用する鉛直方向荷重 (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		
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。

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 4-6 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。

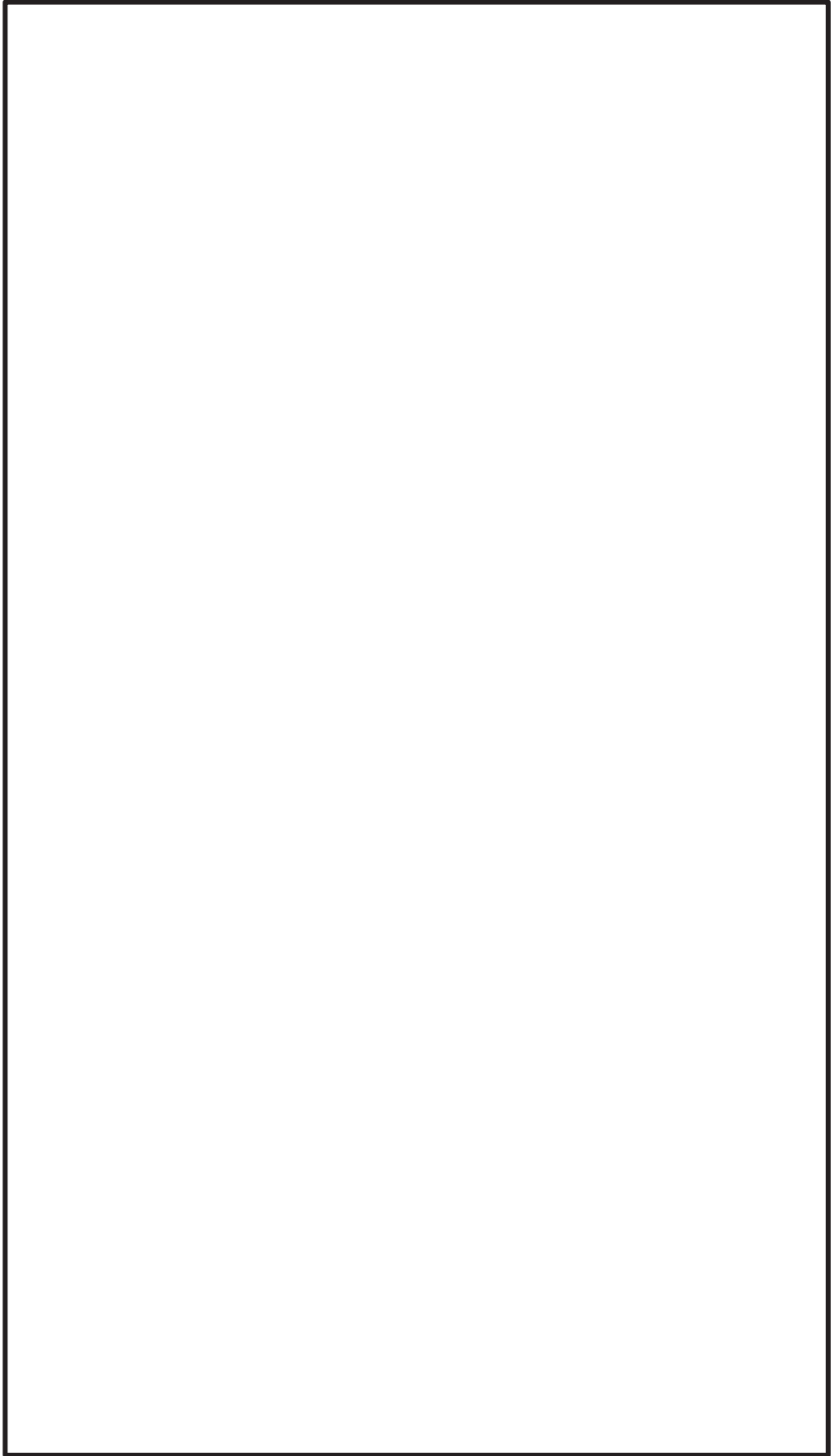


図 4-1 ボックスサポートの応力評価点

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	

注記\*：補強リブを含む。

(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。

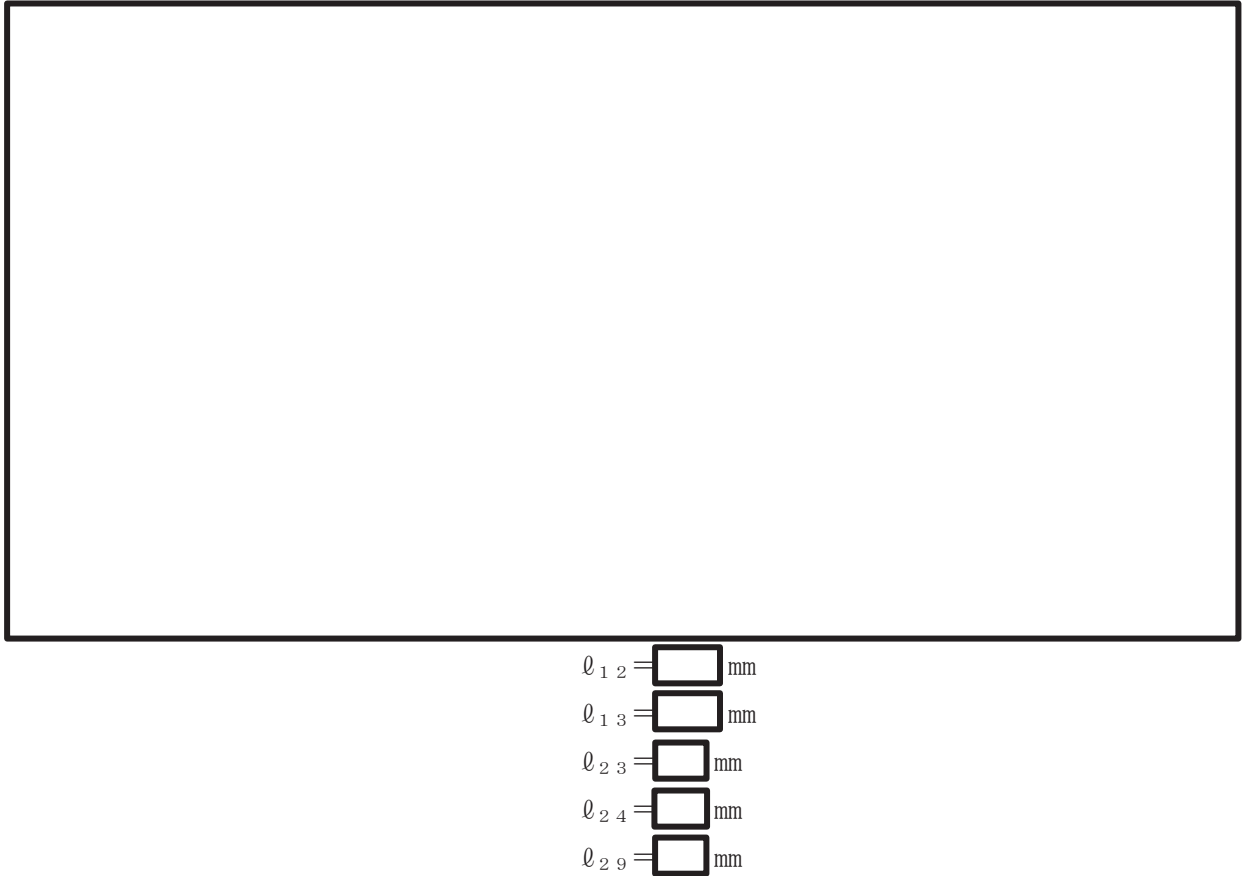


図 4-3 フランジプレート及びベースプレートに作用する荷重の状態

(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、

$$\sigma_c = \frac{F}{l_{12} \times l_{13} + 8 \times n \times A_b}$$

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

N : ボルトの本数 (片側)  $N = 4$

$A_b$  : ボルト一本の断面積 (呼び径 )

$$A_b = \text{} \text{ mm}^2$$

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,

$$F_{CC} = l_{24} \cdot l_{12} \cdot \sigma_c$$

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,

$$F_{CC} = l_{29} \cdot l_{12} \cdot \sigma_c$$

(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、ベースプレートよりも短いフランジプレートの幅を考慮することで保守的な断面性能とする。

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 サポート	P1	ボックスプレート	一次応力	圧縮	22	203	○	
	P6	フランジプレート	一次応力	せん断	4	117	○	
				曲げ	21	234	○	
				組合せ	23	203*	○	
	P7	ベースプレート	一次応力	せん断	3	117	○	
				曲げ	19	234	○	
				組合せ	20	203*	○	
	P9	コンクリート (ベースプレート下面)	一次応力	圧縮	1.25	24.2	○	

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



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1446号にて認可された工事計画書 添付書類「IV-3-1-1-16 ジェット力を考慮した強度計算書」による。

○ 2 ⑥ VI-3-3-6-1-1-9 R 2 E

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

本計算書の評価結果については、本工事計画認可申請書 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」による。

○ 2 ⑥ VI-3-3-6-1-2-1 R 2 E

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。 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>機器搬出入用ハッチは、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: center;">機器搬出入用ハッチ 拡大図</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。

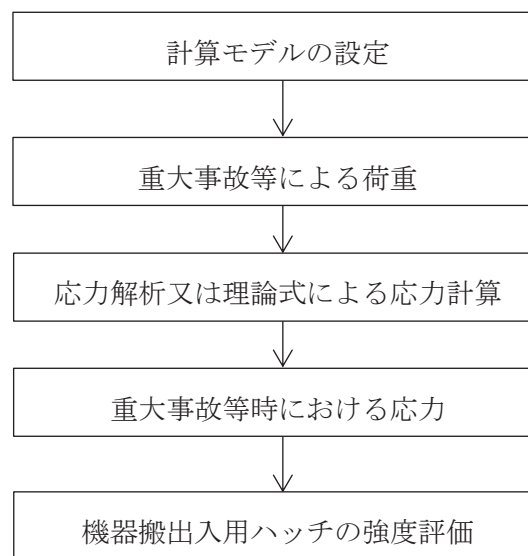


図 2-1 機器搬出入用ハッチの強度評価フロー

## 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。

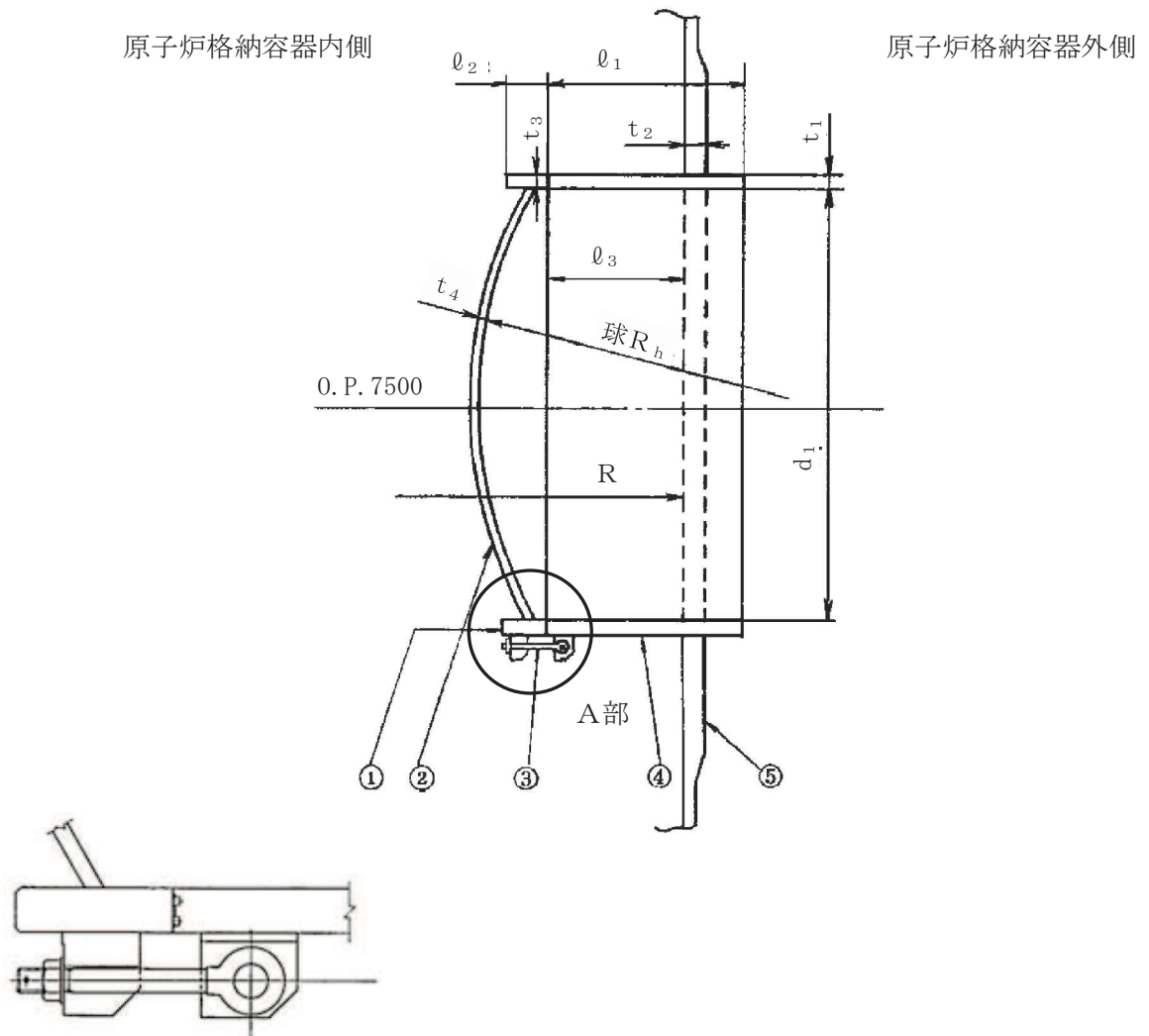
表 2-2 表示する数値の丸め方

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、評価部位及び使用材料を表3-1に示す。



A部詳細

- ① 蓋フランジ    ② 鏡板    ③ ヒンジボルト    ④ 円筒胴    ⑤ 補強板

$d_1 =$ <input type="text"/>	$R =$ <input type="text"/>	球 $R_h =$ <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 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 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料	備考
蓋フランジ	SGV49	
鏡板	SGV49	
円筒胴	SGV49	
補強板	SPV50	

## 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) (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 許容 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*	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境 温度					
鏡板, 蓋フランジ	SGV49	周囲環境 温度	200	—	—	421	—
補強板	SPV50	周囲環境 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設計荷重

##### a. 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、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、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)

##### b. 死荷重

##### (1) ドライウエル

機器搬出入用ハッチの応力評価点より上部のドライウエル及び付属物の自重を死荷重とする。

##### (2) 機器搬出入用ハッチ

機器搬出入用ハッチの自重を死荷重とする。

死荷重  kg

#### 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 の応力は、既工認の各荷重条件との比を用いて発生応力を算出し評価する。

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

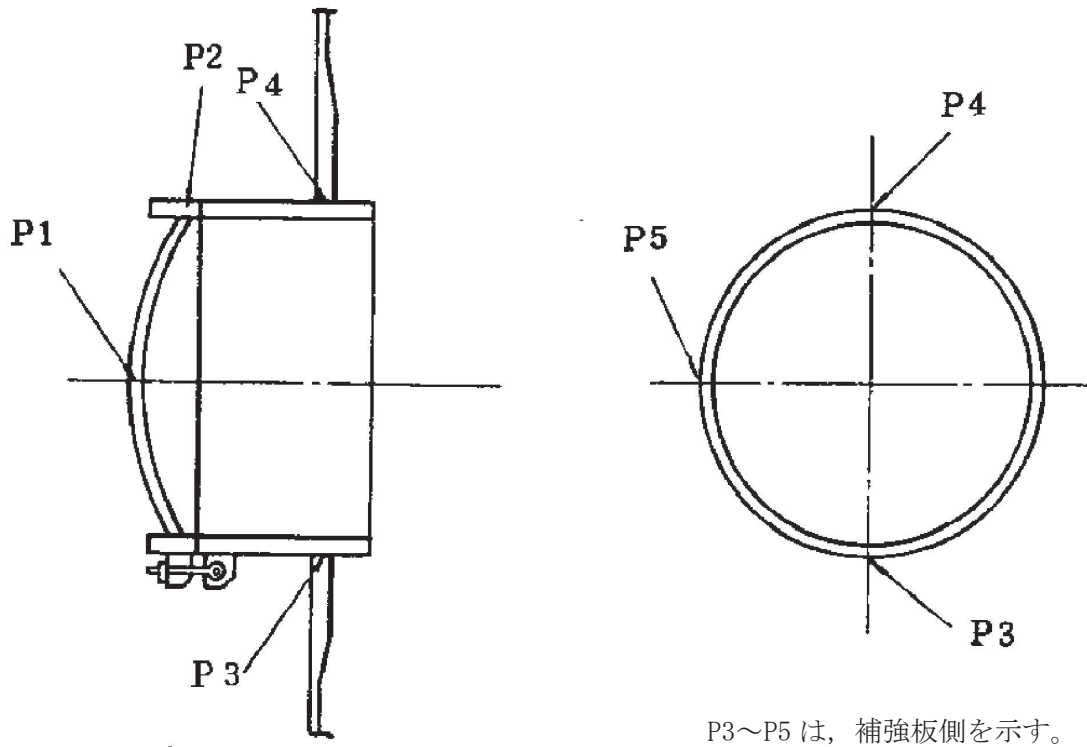


図 4-1 機器搬出入用ハッチの応力評価点

#### 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	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		
機器搬出入用 ハッチ	P1	鏡板中央部	一次一般膜応力	51	281	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	51	421	○	
	P2	蓋フランジ	一次膜応力+一次曲げ応力	93	421	○	
	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	545	○	
	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	545	○	
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	545	○		

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

本計算書の評価結果については、本工事計画認可申請書 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」による。

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	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、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。 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>逃がし安全弁搬出入口は、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>	<div style="text-align: center;"> <p>逃がし安全弁搬出入口 拡大図</p> </div> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

## 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。

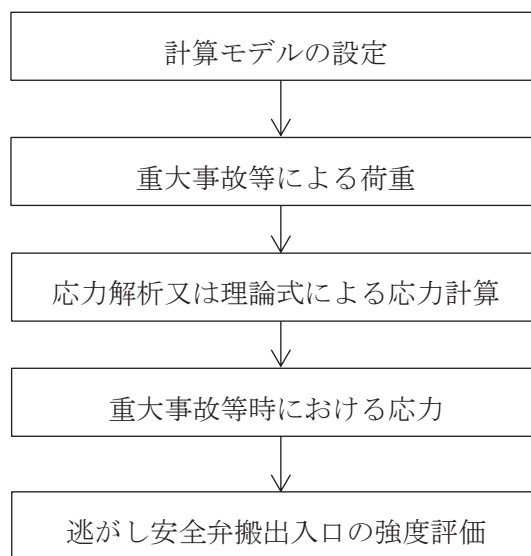


図 2-1 逃がし安全弁搬出入口の強度評価フロー

## 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。

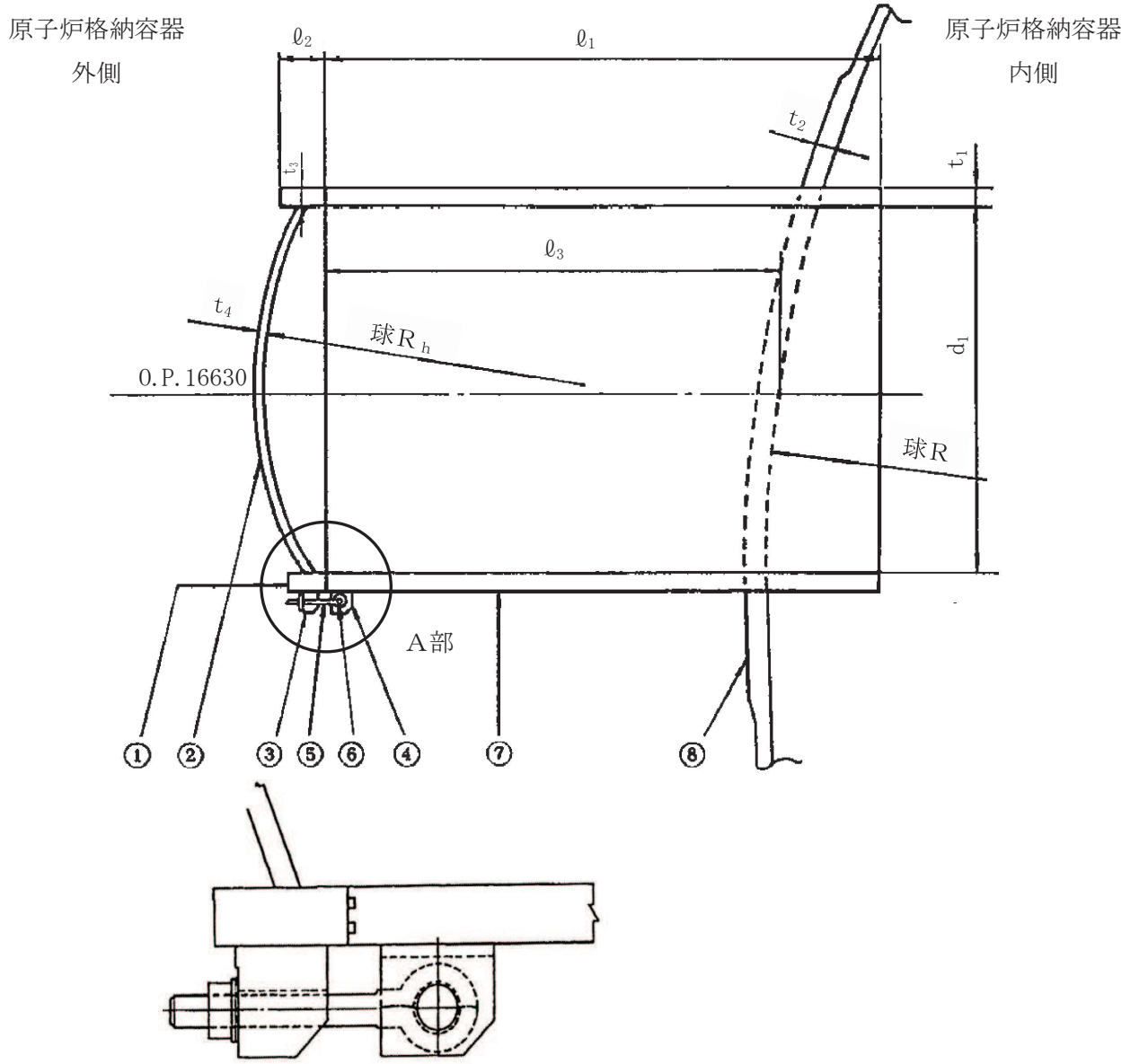
表 2-2 表示する数値の丸め方

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、評価部位及び使用材料を表 3-1 に示す。



A部詳細

- |         |     |        |        |
|---------|-----|--------|--------|
| 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

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 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料	備考
蓋フランジ	SGV49	
鏡板	SGV49	
ブラケット	SGV49	
ヒンジボルト		
ピン		
円筒胴	SGV49	
補強板	SPV50	

02 ⑥ VI-3-3-6-1-2-4 R2

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) (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 許容 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*	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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 許容 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*	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境 温度					
鏡板中央部, 蓋フランジ, 蓋フランジのブラケット取付部, 円筒胴のブラケット取付部 及びピン取付部	SGV49	周囲環境 温度	200	—	—	421	—
補強板	SPV50	周囲環境 温度	200	—	—	545	—
ヒンジボルトのねじ部, ヒンジボルトのピン貫通部 及びピン	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 20px;"></span>	周囲環境 温度	200	—	—	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 20px;"></span>	—

11

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 重大事故等対処設備としての設計荷重

###### a. 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、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、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)

###### b. 死荷重

###### (a) ドライウェル

逃がし安全弁搬出入口の応力評価点より上部のドライウェル及び付属物の自重を死荷重とする。

###### (b) 逃がし安全弁搬出入口

逃がし安全弁搬出入口の自重を死荷重とする。

死荷重  kg



### 4.3 計算方法

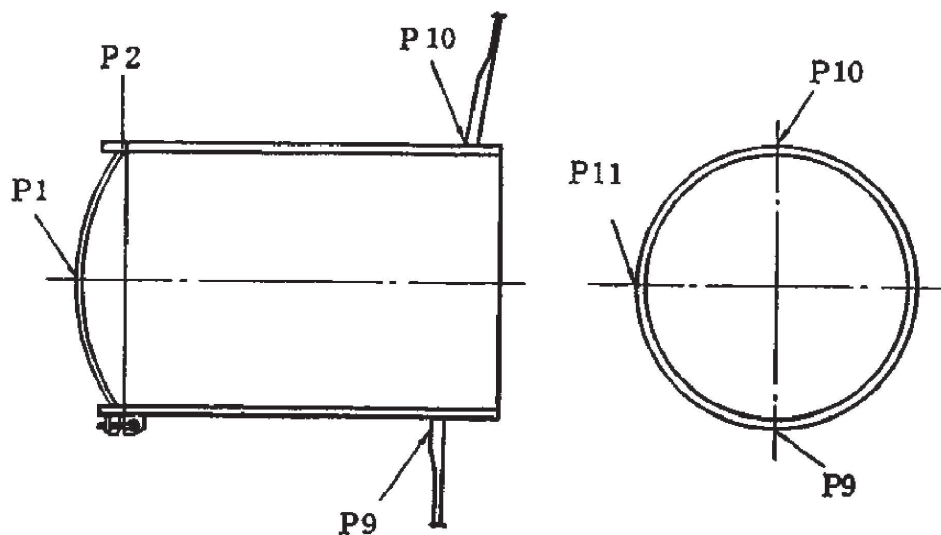
逃がし安全弁搬出入口の応力評価点は、逃がし安全弁搬出入口を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-5 及び図 4-1 に示す。

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 の応力は、既工認の各荷重条件との比を用いて発生応力を算出し評価する。

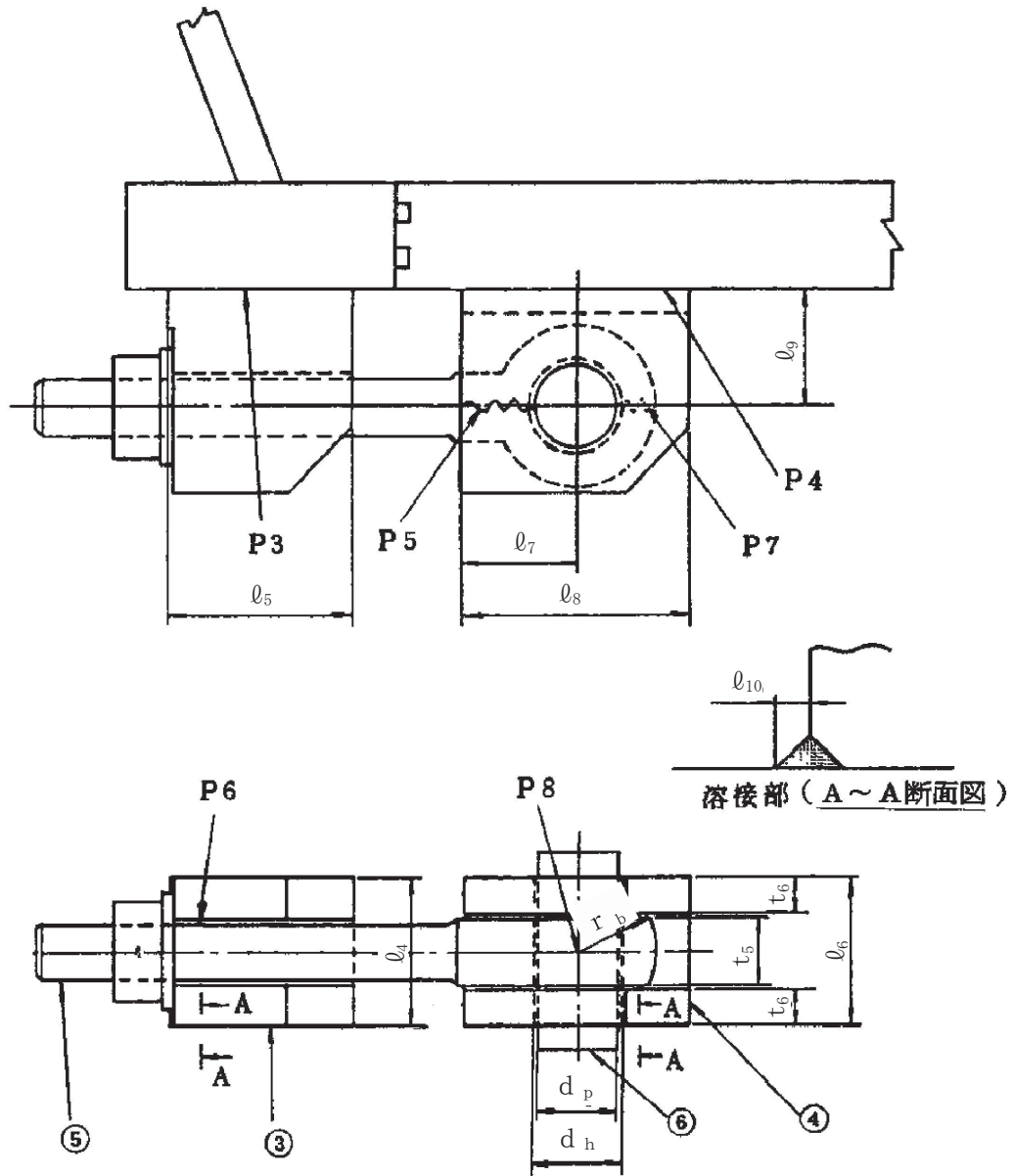
表 4-5 応力評価点

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



P9~P11 は、補強板側を示す。

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

$d_h =$	<input type="text"/>	$d_p =$	<input type="text"/>	$r_b =$	<input type="text"/>	$l_4 =$	<input type="text"/>
$l_5 =$	<input type="text"/>	$l_6 =$	<input type="text"/>	$l_7 =$	<input type="text"/>	$l_8 =$	<input type="text"/>
$l_9 =$	<input type="text"/>	$l_{10} =$	<input type="text"/>	$t_5 =$	<input type="text"/>	$t_6 =$	<input type="text"/>

(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	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		
逃がし安全弁 搬出入口	P1	鏡板中央部	一次一般膜応力	30	281	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	30	421	○	
	P2	蓋フランジ	一次膜応力+一次曲げ応力	42	421	○	
	P3	蓋フランジのブラケット取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	120	210*	○	
	P4	円筒胴のブラケット取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	99	210*	○	
	P5	ピン取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	104	421	○	
	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	一次膜応力+一次曲げ応力	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	545	○	
	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	545	○	
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	545	○		

注記\* : すみ肉溶接部の許容応力は耐圧部の許容応力の 1/2 以下とする。(告示第 5 0 1 号第 13 条第 1 項第 1 号による)

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-3-1-1-8 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

本計算書の評価結果については、本工事計画認可申請書 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」による。

02 ⑥ VI-3-3-6-1-2-5 R 2 E



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。</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>制御棒駆動機構搬出入口は、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>制御棒駆動機構搬出入口 拡大図 (Aから見る)</p> <p>(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。

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。

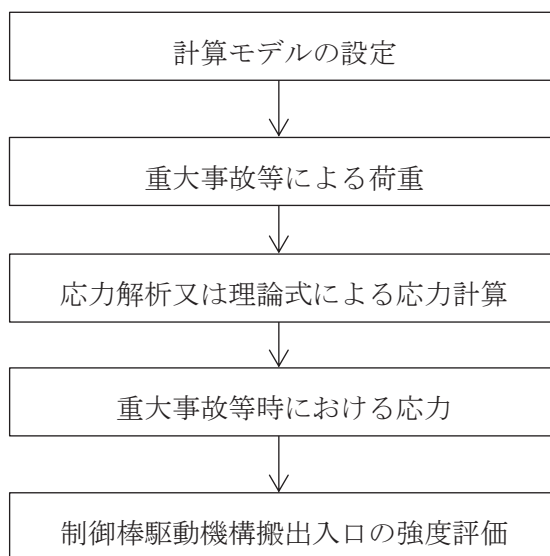


図 2-1 制御棒駆動機構搬出入口の強度評価フロー

## 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。

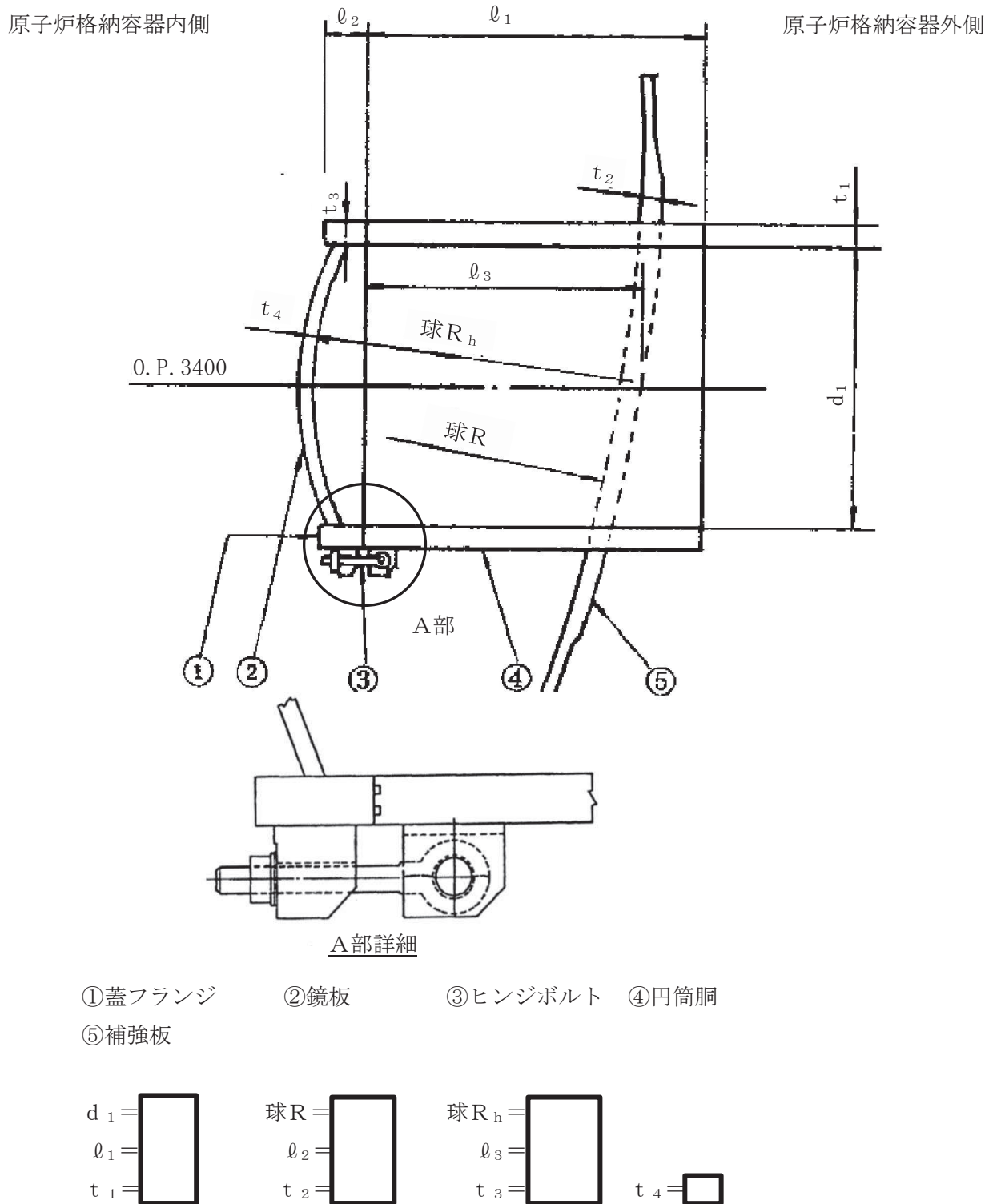
表 2-2 表示する数値の丸め方

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、評価部位及び使用材料を表 3-1 に示す。



(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 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料	備考
蓋フランジ	SGV49	
鏡板	SGV49	
円筒胴	SGV49	
補強板	SPV50	

## 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) (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 許容 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*	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境 温度					
鏡板中央部, 蓋フランジ	SGV49	周囲環境 温度	200	—	—	421	—
補強板	SPV50	周囲環境 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設計荷重

##### a. 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，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，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)

##### b. 死荷重

##### (a) ドライウェル

制御棒駆動機構搬出入口の応力評価点より上部のドライウェル及び付属物の自重を死荷重とする。

##### (b) 制御棒駆動機構搬出入口

制御棒駆動機構搬出入口の自重を死荷重とする。

死荷重  kg

#### 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 の応力は，既工認の各荷重条件との比を用いて発生応力を算出し評価する。

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

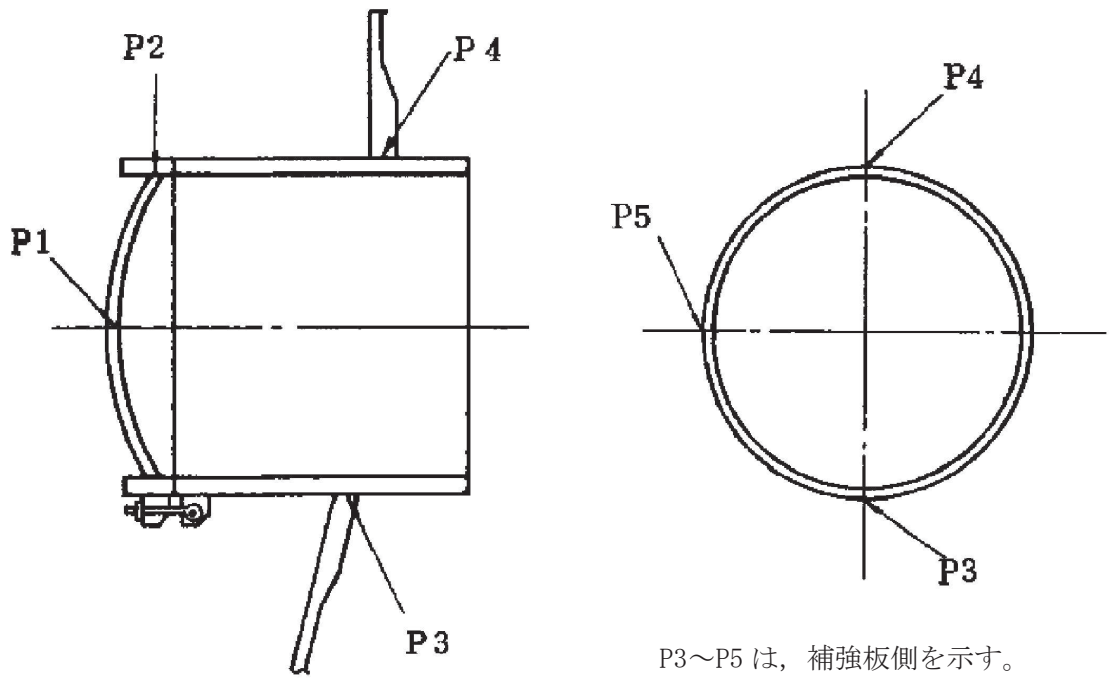


図 4-1 制御棒駆動機構搬出入口の応力評価点

#### 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	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		
制御棒駆動機構搬出入口	P1	鏡板中央部	一次一般膜応力	22	281	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	22	421	○	
	P2	蓋フランジ	一次膜応力+一次曲げ応力	24	421	○	
	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	545	○	
	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	545	○	
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	545	○		

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

本計算書の評価結果については、本工事計画認可申請書 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」による。

○ 2 ⑥ VI-3-3-6-1-2-7 R 2 E

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 フランジ及びボルト（応力評価点 P2 及び P3）	15
4.3.3 円筒胴及びサプレッションチェンバ出入口取付部 （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。

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)及び(2)）（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

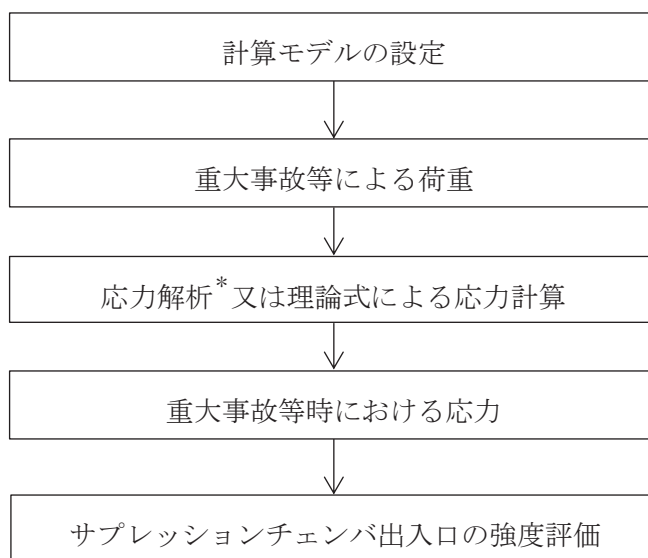
計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>サプレッションチェンバ 出入口は、サプレッショ ンチェンバに支持され る。 鉛直方向荷重及び水平方 向荷重は、サプレッショ ンチェンバ及びボックス サポートを介して原子炉 建屋に伝達される。</p>	<p>サプレッションチェン バ出入口は、内径 <input type="text"/> mm、板厚 <input type="text"/> mm の円筒 胴及び板厚 <input type="text"/> mm の蓋 板、フランジで構成さ れる鋼製構造物であ る。</p>	<p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

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

サブ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出入口の強度評価フローを図 2-1 に示す。



注記\*：応力評価点 P5 の応力状態を詳細に把握するために適用

図 2-1 サブ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 ( $i = 1, 2, 3 \dots$ )	mm
$g_0$	ハブ先端の厚さ	mm
$g_1$	ハブ背面の厚さ	mm
$G_i$	内側ガスケットの平均径	mm
$G_o$	外側ガスケットの平均径	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 ( $i = 1, 2, 3$ )	mm
$T_{SA}$	温度 (SA 短期温度)	°C
W	荷重	N
$\sigma_{H1}$	フランジと胴との接合部の軸方向応力	MPa
$\sigma_{H2}$	フランジと胴との接合部の周方向応力	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。

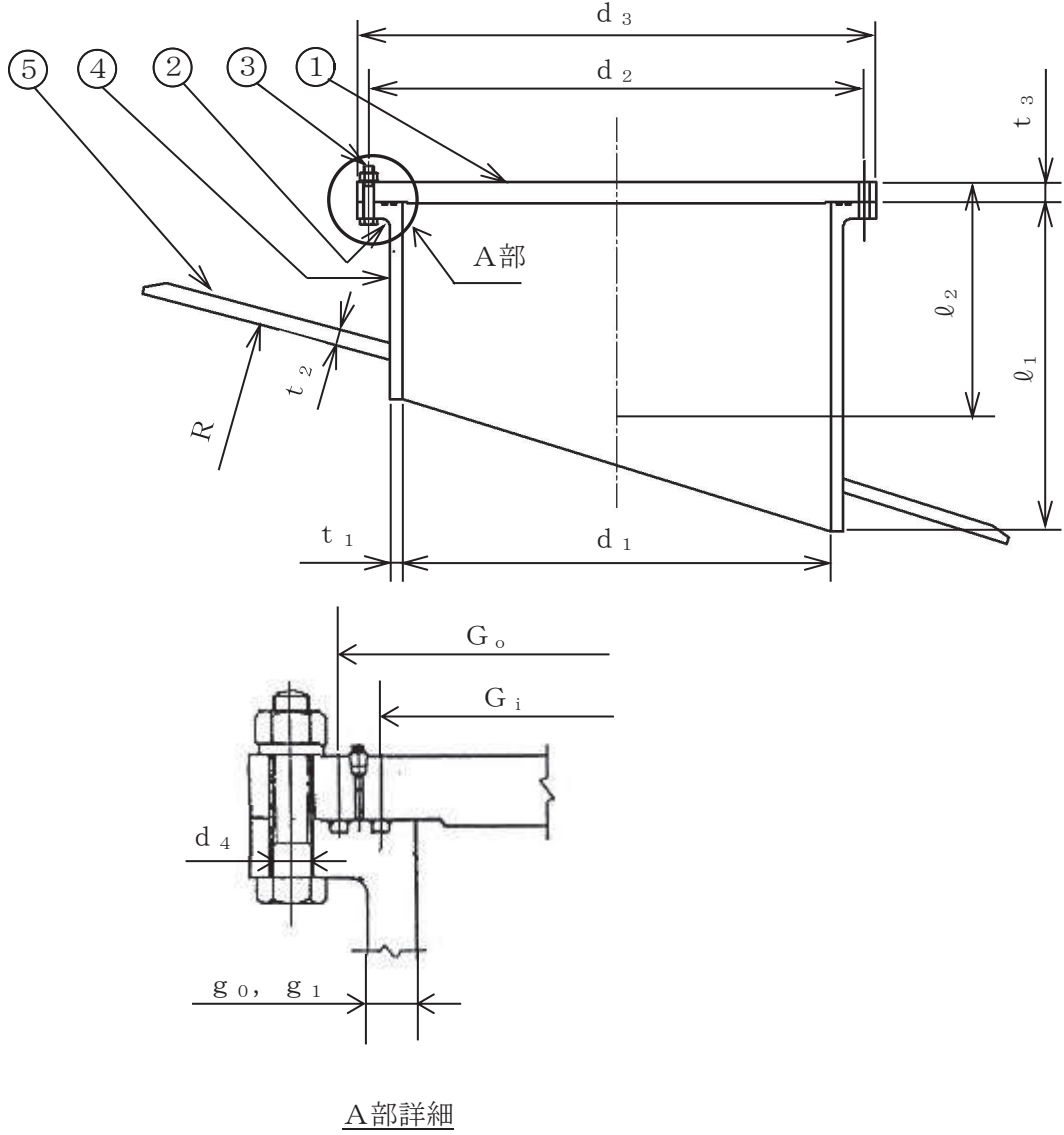
表 2-2 表示する数値の丸め方

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
	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、評価部位及び使用材料を表 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 |       |      |      |

$d_1 =$ <input type="text"/>	$d_2 =$ <input type="text"/>	$d_3 =$ <input type="text"/>	$d_4 =$ <input type="text"/>	$R =$ <input type="text"/>
$l_1 =$ <input type="text"/>	$l_2 =$ <input type="text"/>	$g_0 =$ <input type="text"/>	$g_1 =$ <input type="text"/>	$t_3 =$ <input type="text"/>
$G_o =$ <input type="text"/>	$G_i =$ <input type="text"/>	$t_1 =$ <input type="text"/>	$t_2 =$ <input type="text"/>	

(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 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料	備考
蓋板	SGV49	
フランジ	SFVC2B	
ボルト		
円筒胴	SGV49	
補強板	SGV49	

## 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)及び(2)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

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 4-4 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	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) (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 許容 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*	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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 許容 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*	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境 温度					
蓋板, 円筒胴, 補強板	SGV49	周囲環境 温度	200	—	—	421	—
フランジ	SFVC2B	周囲環境 温度	200	—	—	438	—
ボルト	<input type="text"/>	周囲環境 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設計荷重

###### a. 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、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、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)

###### b. 死荷重

サブプレッションチェンバ出入口の自重を死荷重とする。

死荷重                       kg

###### c. 水力学的動荷重

重大事故等対処設備としての水力学的動荷重は、以下のとおりとする。

###### (a) チャギング荷重

サブプレッションチェンバに対して、低流量蒸気凝縮時に以下に示す蒸気凝縮振動荷重が作用する。

最大正圧                       kPa  
最大負圧                       kPa

###### (b) 逃がし安全弁作動時の荷重

逃がし安全弁作動時、排気管内の気体が T-クエンチャからサブプレッションプール水中に放出される際、サブプレッションチェンバに圧力振動荷重が作用する。

最大正圧                       kPa  
最大負圧                       kPa

###### d. 水位

重大事故等対処設備としての水位は、以下のとおりとする。

水位                      O.P.                      -1514mm

### 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 4-5 及び図 4-1 に示す。

表 4-5 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	円筒胴
P5	サプレッションチェンバ出入口取付部

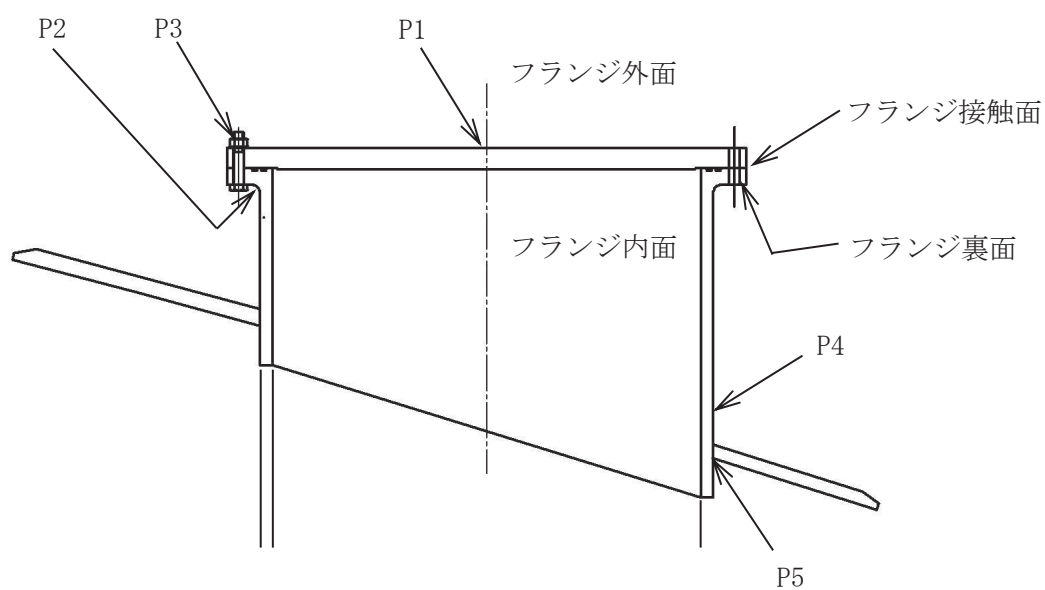


図 4-1 サプレッションチェンバ出入口の応力評価点

#### 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(4)に基づき計算する。

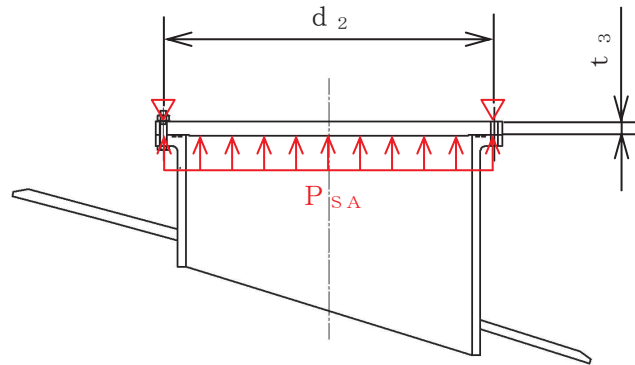


図 4-2 計算モデル

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 フランジ及びボルト（応力評価点 P2 及び P3）

内圧によりフランジに生じる応力は、参照図書(5)に基づき計算する。また、ボルトに生じる応力は、参照図書(5)及び以下に示す計算方法に基づき計算する。参照図書(5)に基づく計算値を表 4-6 に示す。なお、ここで使用する記号はすべて参照図書(5)に従う。

表 4-6 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
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	$S_f$	(MPa)	292
胴の許容引張応力	$S_n$	(MPa)	281
ボルトの許容引張応力	$S_b$	(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	$d_3$	(mm)	
フランジの内径	$d_1$	(mm)	
ボルト中心円の直径	$d_2$	(mm)	
ボルト穴の直径	$d_4$	(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			
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		$M_p$	(N・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 4-6 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。			

ボルトの内圧作用時の応力計算方法を示す。

平均引張応力

$$\sigma_t = \frac{W_{m1}}{A_b}$$

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 円筒胴及びサプレッションチェンバ出入口取付部（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」に示すサプレッションチェンバの解析モデルにより算出し評価する。なお、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 4-7 に示す。

表 4-7 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>	—

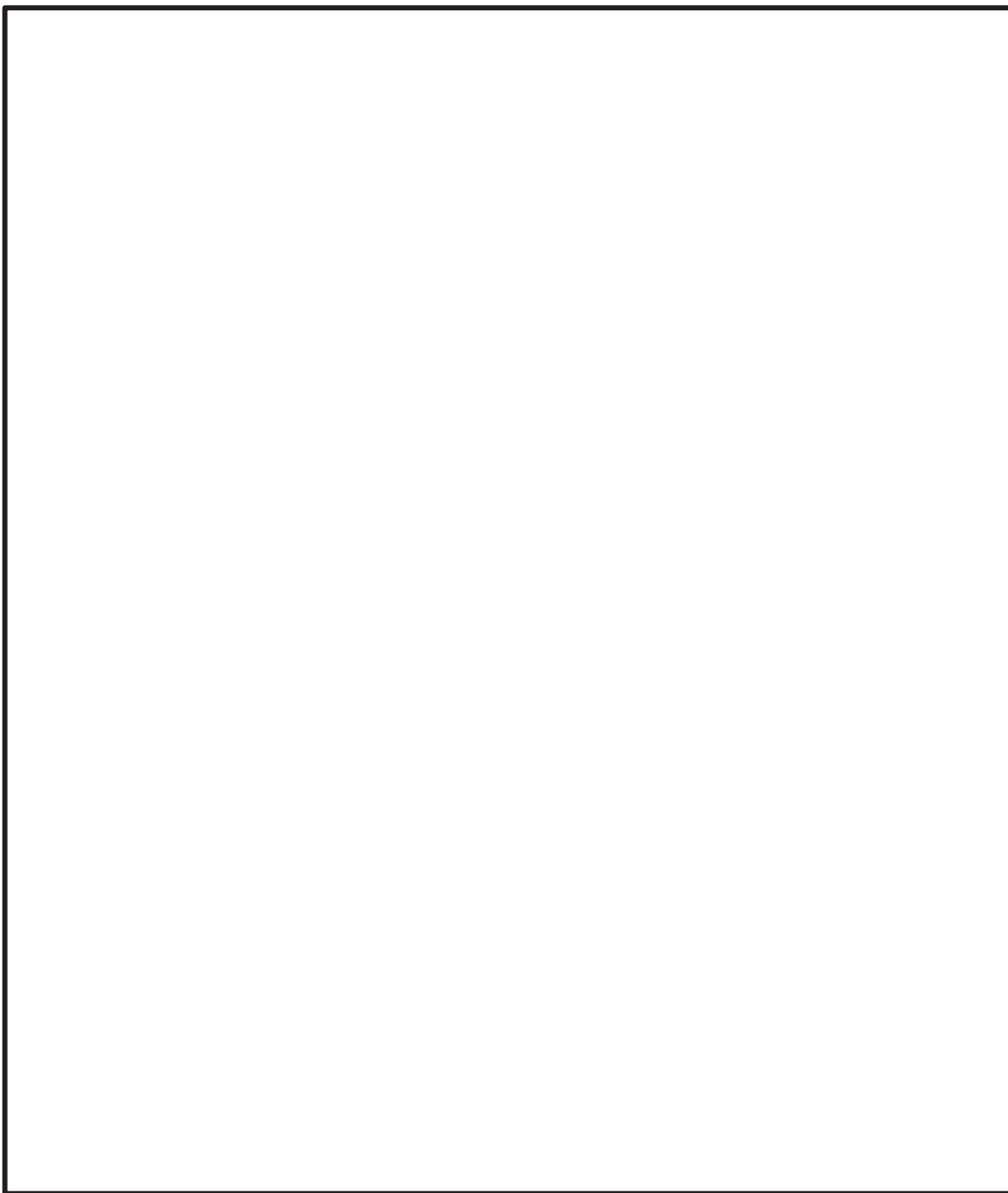
注記\*1：図 4-3 に示す荷重の記号による。

\*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 4-7 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(3)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(3)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 評価点	位置	図の 番号	図からの 読取値	図からの読取値に 乗じる値	応力の 絶対値

02 ⑥ 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。

荷重 $M_L$ による応力

方向	応力 評価点	位置	図の 番号	図からの 読取值	図からの読取值に 乗じる値	応力の 絶対値

荷重 $M_C$ による応力

方向	応力 評価点	位置	図の 番号	図からの 読取值	図からの読取值に 乗じる値	応力の 絶対値

O 2 ⑥ 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

サブレッ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	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			
サプレッション チェンバ出入口	P1	蓋板中央部	一次一般膜応力		156	281	○		
			一次膜応力+一次曲げ応力		156	421	○		
	P2	フランジ	ボルト中心円における フランジの半径方向応力	$\sigma_R'$	接触面	28	292	○	
					裏面	-28	292	○	
			フランジの半径方向応力	$\sigma_R$	接触面	-35	292	○	
					裏面	36	292	○	
			フランジの周方向応力	$\sigma_T$	接触面	-7	292	○	
					裏面	-1	292	○	
			フランジと胴との接合部 の軸方向応力	$\sigma_{H1}$	内面	-46	438	○	
					外面	61	438	○	
			フランジと胴との接合部 の周方向応力	$\sigma_{H2}$	内面	-10	438	○	
					外面	23	438	○	
	組合せ応力		$(\sigma_H^* + \sigma_R) / 2 =$	49	292	○			
			$(\sigma_H^* + \sigma_T) / 2 =$	34	292	○			
	P3	ボルト	平均引張応力		140		○		
P4	円筒胴円筒胴	一次膜応力+一次曲げ応力		15	421	○			
P5	サプレッションチェンバ 出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力		210	421	○			

注記\* :  $\sigma_H$ は $\sigma_{H1}$ と $\sigma_{H2}$ のいずれか大きい値とする。

## 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-3-1-2-4 原子炉格納容器配管貫通部の強度計算書」
- (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」
- (3) 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, No. 107 (1965)
- (4) Raymond J. Roark, Warren C. Young and Richard G. Budynas, “Roark’s Formulas for Stress and Strain”, Seventh Edition (2002)
- (5) 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

本計算書の評価結果については、本工事計画認可申請書 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」による。

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、ドライウエルに支持される。</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>所員用エアロックは、内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm, 長さ <input type="text"/> mm の円筒胴、板厚 <input type="text"/> mm の扉及び板厚 <input type="text"/> mm の隔壁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

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。

所員用エアロックの強度評価フローを図 2-1 に示す。

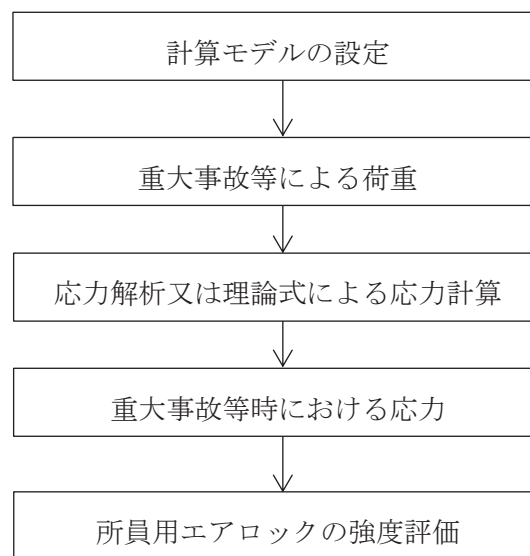


図 2-1 所員用エアロックの強度評価フロー

## 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	—
$d_1$	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。

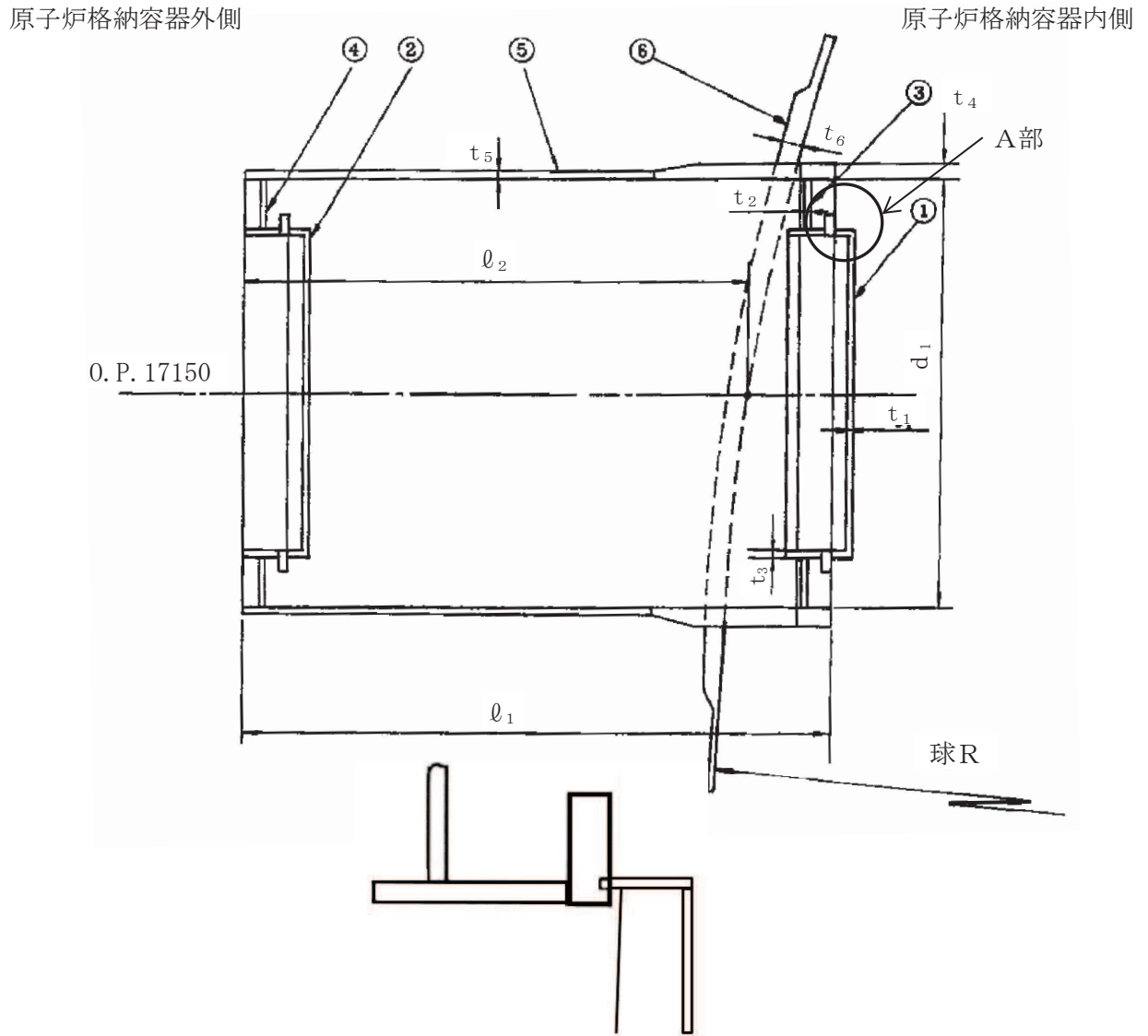
表 2-2 表示する数値の丸め方

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、評価部位及び使用材料を表 3-1 に示す。



A部詳細

- 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 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料	備考
内側扉	SGV49	
外側扉	SGV49	
内側隔壁	SGV49	
外側隔壁	SGV49	
水平及び垂直ビーム	SGV49	
円筒胴	SGV49	
補強板	SPV50	

## 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。

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) (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 許容 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*	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
内外扉垂直部材, 内外扉水平部材, 内外隔壁外側水平部材, 内外隔壁内側垂直部材及び 内外隔壁内側水平部材	SGV49	周囲環境 温度	200	—	—	421	—
補強板	SPV50	周囲環境 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設計荷重

##### a. 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、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、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)

##### b. 死荷重

##### (a) ドライウエル

所員用エアロックの応力評価点より上部のドライウエル及び付属物の自重を死荷重とする。

##### (b) 所員用エアロック

所員用エアロックの自重を死荷重とする。

死荷重                       kg

#### 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。

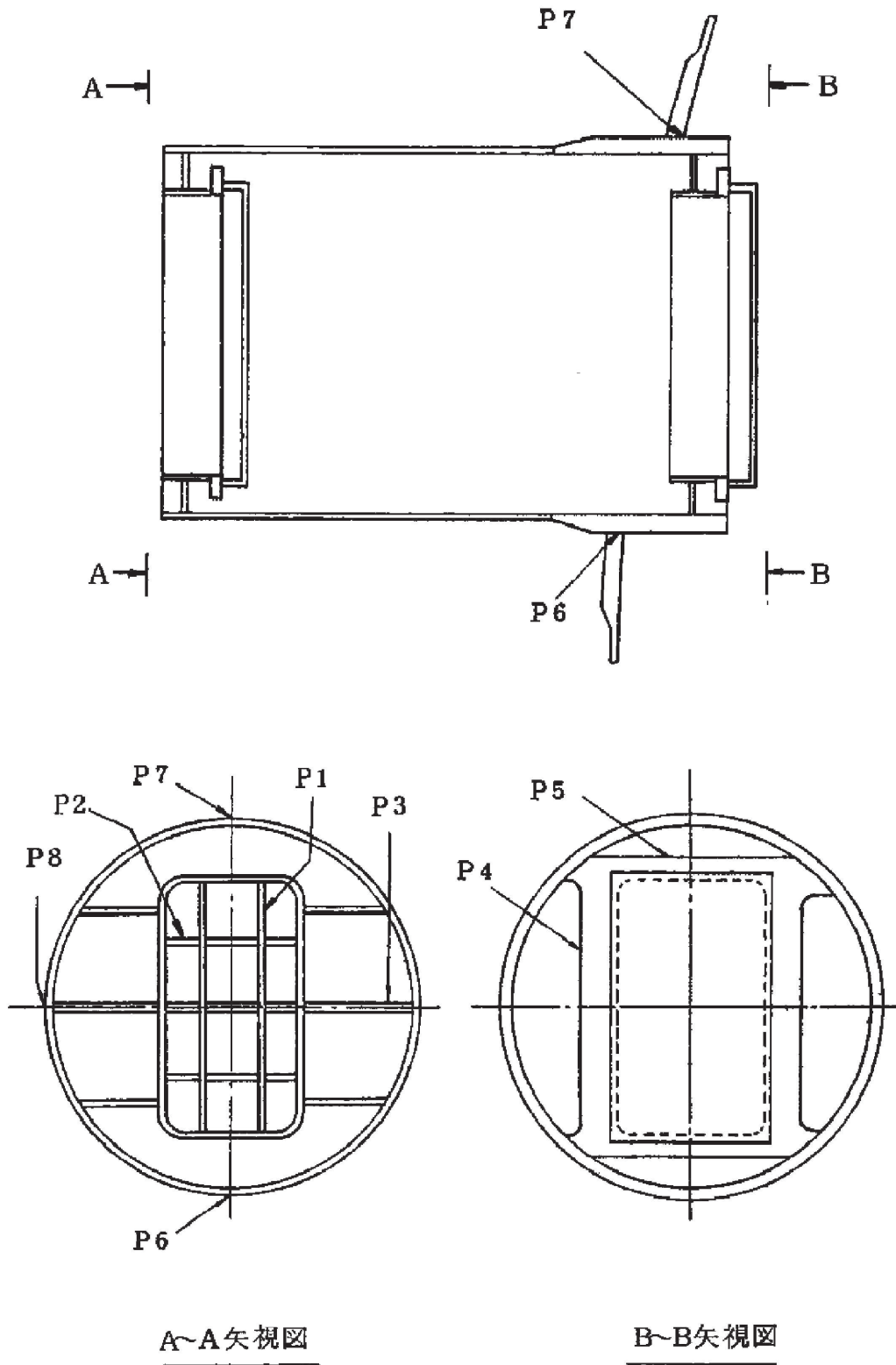
応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

応力評価点 P6～P8 の応力は、既工認の各荷重条件との比を用いて発生応力を算出し評価する。

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

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



P6~P8 は、補強板側を示す。

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	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		
所員用エアロック	P1	内外扉垂直部材	一次膜応力+一次曲げ応力	35	421	○	
	P2	内外扉水平部材	一次膜応力+一次曲げ応力	148	421	○	
	P3	内外隔壁外側水平部材	一次膜応力+一次曲げ応力	198	421	○	
	P4	内外隔壁内側垂直部材	一次膜応力+一次曲げ応力	113	421	○	
	P5	内外隔壁内側水平部材	一次膜応力+一次曲げ応力	258	421	○	
	P6	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	139	545	○	
	P7	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	153	545	○	
	P8	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	145	545	○	

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-30B, 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

本計算書の評価結果については，本工事計画認可申請書 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」による。

- (2) 原子炉格納容器配管貫通部 (X-30B, 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 材料及び許容応力	3
3. 原子炉格納容器配管貫通部の基本板厚計算	4
3.1 スリーブ及び管	4
3.2 端板	8
3.3 穴あき端板	10
3.3.1 二重管型貫通部	11
3.4 穴の補強計算	17

## 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-30B, 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。

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」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。

なお、重大事故等対処設備の原子炉格納容器配管貫通部としての評価結果については、本工事計画認可申請書 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」による。

### 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) 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	—	—	有効数字 3 桁	
圧力	kPa	—	—	整数位 <sup>*1</sup>	
温度	℃	—	—	整数位	
許容応力 <sup>*2, *3</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 <sup>*1</sup>
	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 <sup>*1</sup>
	最小厚さ	mm	小数点以下第 3 位	切捨て	小数点以下第 2 位 <sup>*1</sup>
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>*4</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>*4</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>*4</sup>

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

\*2：設計・建設規格 付録材料図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1位を切り捨て，整数位までの値として算出する。

\*3：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。

\*4：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 3.73MPa (X-30B) 462kPa (X-233)
外圧 $P_2$	13.7kPa
温度 $T$	171℃ (X-30B, X-91, X-92, X-93 及び X-106B) 104℃ (X-230, X-231, X-233, X-243 及び X-281)

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、設計基準対象施設においては、スリーブ及び管は設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 3 の値、端板は告示第 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 2-1 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 (℃)	許容引張応力 (MPa)	備考
スリーブ	STS42 (STS410)	104	114	
		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	

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

スリーブ及び管の形状を図 3-1 に示し，各寸法を表 3-1～表 3-3 に示す。

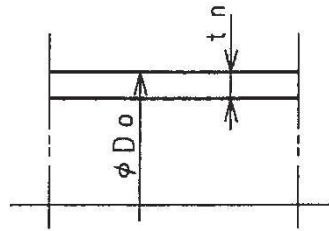


図 3-1 スリーブ及び管の形状

(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 <sub>R1, 2</sub>	計算上必要な厚さ	mm
	t <sub>R3</sub>	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 3-3 に示す。

$$t_{R1} = \frac{P_1 \cdot D_0}{2 \cdot S \cdot \eta + 0.8 \cdot P_1}$$

(3) 外圧に対する必要厚さ（設計・建設規格 PVE-3612）

スリーブの外圧に対する評価結果を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

(4) 結論

スリーブ及び管の最小厚さは必要厚さより大きいので，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（ドライウエル）（設計基準対象施設）

貫通部番号		X-30B	X-91	X-92, X-93, X-106B
材料		STS42(STS410)	STS42(STS410)	STS42(STS410)
最高使用圧力（内圧）	$P_1$ (MPa)	3.73	0.427	0.427
最高使用圧力（外圧）	$P_2$ (MPa)	0.0137	0.0137	0.0137
最高使用温度	(°C)	171	171	171
管台の外径	$D_o$ (mm)	267.4	406.4	318.5
許容引張応力	S (MPa)	114	114	114
継手効率	$\eta$	1.00	1.00	1.00
継手の種類		継手無し	継手無し	継手無し
放射線検査の有無		—	—	—
内圧に対する計算上必要な厚さ	$t_{R1}$ (mm)	4.32	0.76	0.60
外圧に対する計算上必要な厚さ	$t_{R2}$ (mm)	5.35	8.13	6.37
必要厚さ*	$t_{R3}$ (mm)	3.80	3.80	3.80
$t_{R1}$ , $t_{R2}$ , $t_{R3}$ の大きい値	$t$ (mm)	5.35	8.13	6.37
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\*：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 (内圧) $P_1$ (MPa)	0.427	0.462	0.427	0.427
最高使用圧力 (外圧) $P_2$ (MPa)	0.0137	0.0137	0.0137	0.0137
最高使用温度 (°C)	104	104	104	104
管台の外径 $D_o$ (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 $\eta$	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	—	—	—	—
内圧に対する計算上必要な厚さ $t_{R1}$ (mm)	1.14	0.24	0.22	0.06
外圧に対する計算上必要な厚さ $t_{R2}$ (mm)	12.20	2.29	2.29	0.68
必要厚さ* $t_{R3}$ (mm)	3.80	3.40	3.40	—
$t_{R1}, t_{R2}, t_{R3}$ の大きい値 $t$ (mm)	12.20	3.40	3.40	0.68
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\*: 設計・建設規格 PVE-3613 による必要厚さ。

表 3-3 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（内圧）	$P_1$ (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	$D_o$ (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		—	—	—	—
内圧に対する計算上必要な厚さ	$t_{R1}$ (mm)	0.12	0.22	0.15	0.12
必要厚さ*	$t_{R3}$ (mm)	—	3.40	—	—
$t_{R1}$ , $t_{R3}$ の大きい値	$t$ (mm)	0.12	3.40	0.15	0.12
呼び厚さ	$t_p$ (mm)				
最小厚さ	$t_{pm}$ (mm)				
評価： $t_{pm} \geq t$ であること。		○	○	○	○

注記\*：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 3-4 に示す。

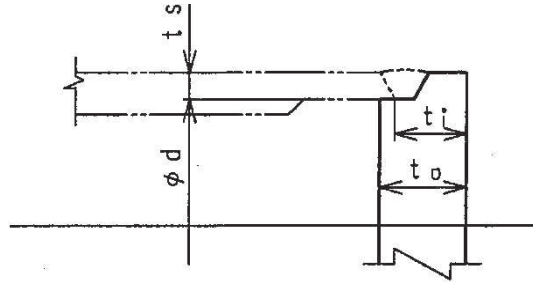


図 3-2 端板の形状

#### (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，設計基準対象施設の計算結果を表 3-5 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， $t_i \geq 2 \cdot t_{n,r}$

$$t_i \geq 1.25 \cdot t_s$$

$t_{n,r}$  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 の設計基準対象施設の確認結果を表 3-4 に示す。

##### c. 結論

表 3-5 より，端板は告示第 5 0 1 号の要求を満足している。

表 3-4 係数Kの確認結果（設計基準対象施設）

貫通部番号			X-233
最小内のり	d	(mm)	<input type="text"/>
スリーブの 計算上必要な厚さ	$t_{nr}$	(mm)	0.24
スリーブ厚さ	$t_s$	(mm)	<input type="text"/>
$2 \cdot t_{nr}$		(mm)	0.48
$1.25 \cdot t_s$		(mm)	<input type="text"/>
$t_i$		(mm)	<input type="text"/>
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 3-5 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			SGV480
最小内のり	d	(mm)	<input type="text"/>
最高使用圧力	P	(MPa)	0.462
最高使用温度		(°C)	104
係数	K	(-)	0.50
許容引張応力	S	(MPa)	131
呼び厚さ	$t_o$	(mm)	<input type="text"/>
最小厚さ	$t_{om}$	(mm)	<input type="text"/>
計算上必要な厚さ	$t_{or}$	(mm)	4.15
評価： $t_{om} \geq t_{or}$ であること。			○

### 3.3 穴あき端板

#### (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	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 3-6 に示す。

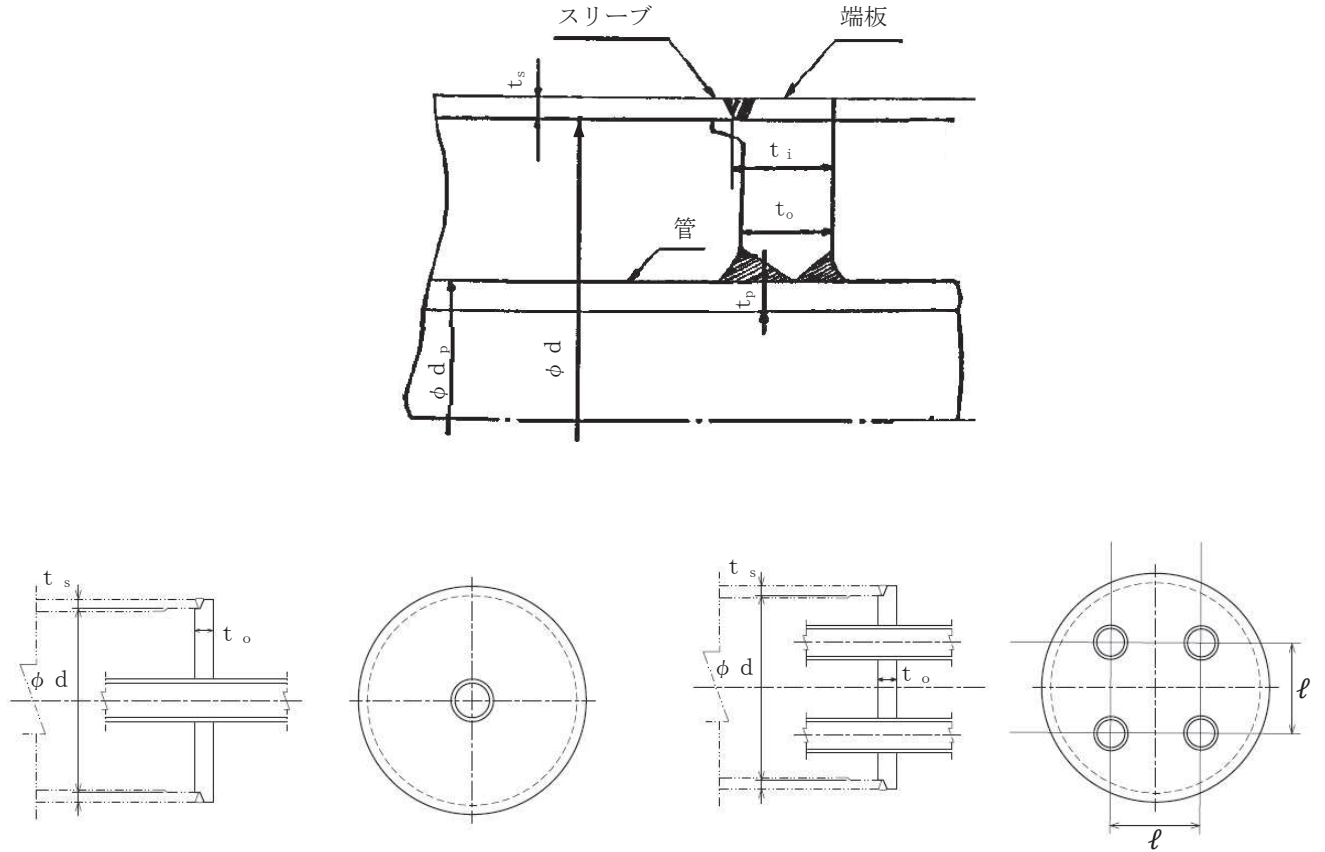


図 3-3 穴あき端板の形状

表 3-6 穴あき端板の寸法

(単位：mm)

貫通部番号	d	t <sub>s</sub>	t <sub>i</sub>	t <sub>o</sub> <sup>*1</sup>	ℓ	t <sub>p</sub> <sup>*2</sup>	d <sub>p</sub>
X-91							60.5
X-92							114.3
X-93							76.3
X-106B							60.5

注記\*1：t<sub>o</sub>の最小厚さ

\*2：t<sub>p</sub>の最小厚さ

O 2 ⑥ VI-3-3-6-1-4-1(2) R 1

(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

穴あき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3-8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項の取付け方法(g)）

ただし， $t_i \geq 2 \cdot t_{nr}$

$$t_i \geq 1.25 \cdot t_s$$

穴あき端板の取付け方法による係数Kの設計基準対象施設の確認結果を表3-7に示す。

c. 結論

表3-8より，穴あき端板は告示第501号の要求を満足している。

表 3-7 係数Kの確認結果 (設計基準対象施設)

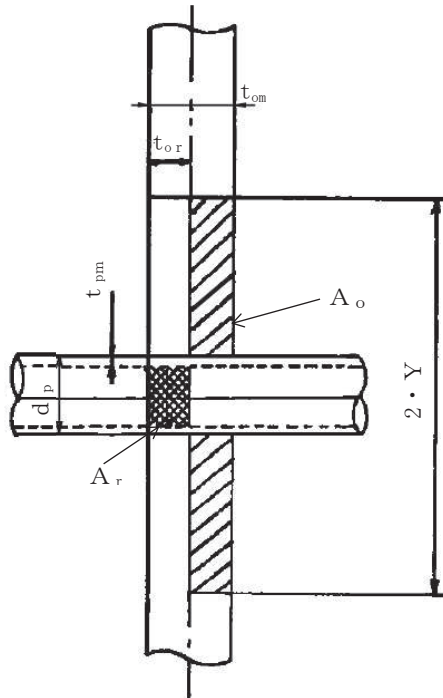
貫通部番号		X-91	X-92	X-93	X-106B
最小内のり	d (mm)				
スリーブの厚さ	t <sub>s</sub> (mm)				
2・t <sub>nr</sub>	(mm)				
1.25・t <sub>s</sub>	(mm)				
t <sub>i</sub>	(mm)				
評価: t <sub>i</sub> ≥ 2・t <sub>nr</sub> 及び t <sub>i</sub> ≥ 1.25・t <sub>s</sub> であること。		○	○	○	○

表 3-8 穴あき端板の板厚計算結果 (設計基準対象施設)

貫通部番号		X-91	X-92	X-93	X-106B
材料		SGV480	SFVC2B	SUSF304L	SGV480
最小内のり	d (mm)				
最高使用圧力	P (MPa)				
最高使用温度	(°C)	171	171	171	171
係数	K (-)	0.50	0.50	0.50	0.50
許容引張応力	S (MPa)	131	132	106	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)	15.41	11.52	12.87	11.87
評価: t <sub>om</sub> ≥ t <sub>or</sub> であること。		○	○	○	○

(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 3-6 及び表 3-8 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 3-6 参照)

$t_{or}$  : 端板の計算上必要な厚さ (表 3-8 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 3-6 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 3-9 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 3-8 に示すように必要厚さより大きく，また表 3-9 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 号及び設計・建設規格の要求を満足している。

表 3-9 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)				
計算上必要な厚さ	$t_{or}$ (mm)	15.41	11.52	12.87	11.87
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	$l/2$ (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> )	392.1	597.9	432.5	302.0
補強に有効な面積	$A_o$ (mm <sup>2</sup> )	1.591E+03	1.649E+03	953.6	1.461E+03
評価: $A_o > A_r/2$ であること。		○	○	○	○

### 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 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	$\text{mm}^2$
	$A_1$	容器の有効補強面積	$\text{mm}^2$
	$A_2$	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）	$\text{mm}^2$
	$A_4$	強め材の有効補強面積	$\text{mm}^2$
	$H_1$	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 3-10 に示す。

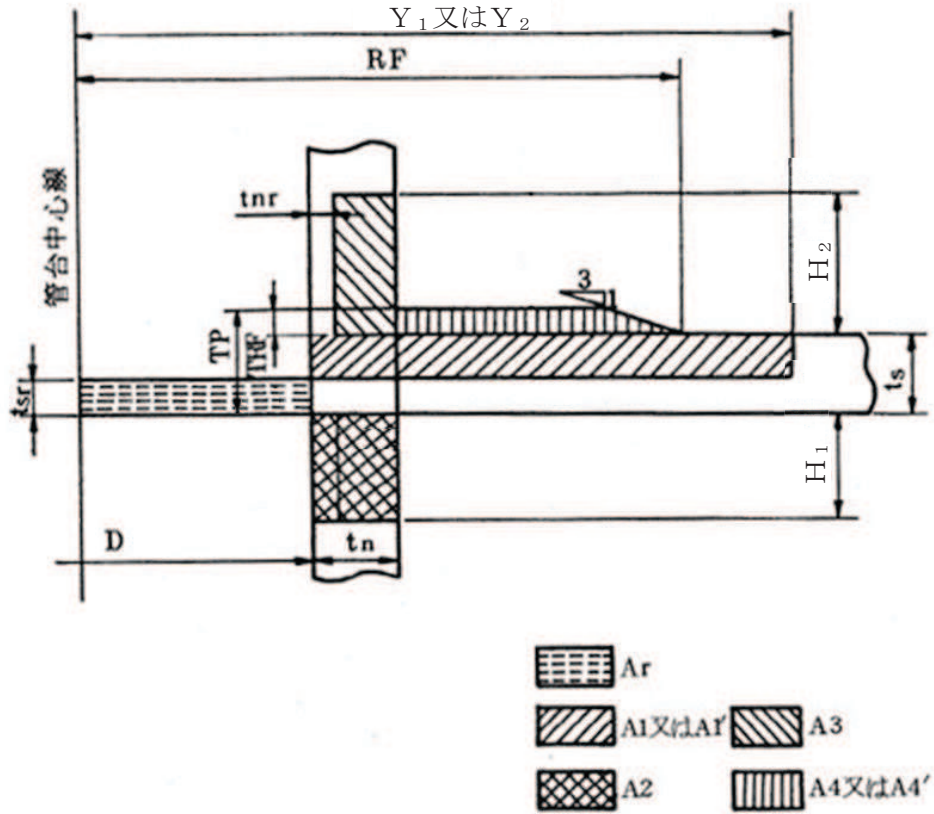


図 3-5 貫通部取付部の形状

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

$t_{nm}$  : 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

なお、管台と容器の許容引張応力差の補正として  $2 \cdot t_{sr} \cdot t_{nm} \cdot (1 - S_n / S_s)$  を考慮している。



(b) 容器の面に沿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

$$= (D + t_{nm}) / 2$$

$TE$ ：強め材の厚さ（TRF）又は容器の厚さの2.5倍

（ $2.5 \times t_{sm}$ ）の小さい方

$H_1$ ：容器の内面に垂直な範囲

$H_2$ ：容器の外面に垂直な範囲

ただし、 $H_1$ 及び $H_2$ は、容器の内面及び外面の突出し量までとする。

(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  $A_1$

$$A_1 = (t_{sm} - t_{sr}) \cdot \{2 \cdot Y_1 - (D + 2 \cdot t_{nm} \cdot (1 - S_n / S_s))\} / \cos \gamma$$

ロ. 管台（内側）の補強に有効な面積  $A_2$

(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 $t_{R1}$ 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) 容器の面に沿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。

$$Y = \frac{D}{2 \cdot \cos \gamma} + 0.5 \cdot \sqrt{(R + t_{sm}/2) \cdot t_{sm}}$$

$$Y = \frac{D}{2 \cdot \cos \gamma} + 2/3 \cdot (t_{sm} + t_{nm})$$

ここに,  $R$ : 容器の内半径

ただし,  $Y_2 > Y_1$ の場合は $Y_2 = Y_1$ とする。

(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 3-10 に示す。

これより, 貫通部の穴の補強は十分である。

表 3-10 穴の補強計算結果 (設計基準対象施設)

貫通部番号		X-30B	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)	267.4	406.4	318.5	318.5	609.6	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)	14.58	14.58	29.20	14.58	15.35	15.35	16.61	15.35
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$ (mm)	4.32	0.76	0.60	0.60	1.14	1.14	0.24	0.22
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> )	4.037E+03	5.658E+03	8.691E+03	4.440E+03	9.345E+03	9.345E+03	1.681E+03	1.598E+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> )	4.656E+03	6.562E+03	1.602E+03	5.135E+03	1.543E+03	1.543E+03	130.2	260.1
管台の有効補強面積 (内側)	$A_2$ (mm <sup>2</sup> )	445.9	1.220E+03	791.6	809.9	3.466E+03	3.466E+03	0	253.7
管台の有効補強面積 (外側)	$A_3$ (mm <sup>2</sup> )	526.0	1.319E+03	1.239E+03	899.3	2.938E+03	4.349E+03	505.2	521.1
強め材の有効補強面積	$A_4$ (mm <sup>2</sup> )	1.100E+03	1.235E+03	5.881E+03	1.166E+03	4.978E+03	4.978E+03	1.767E+03	1.818E+03
補強に有効な総面積	$A_0$ (mm <sup>2</sup> )	6.728E+03	1.033E+04	9.515E+03	8.010E+03	1.292E+04	1.433E+04	2.403E+03	2.853E+03
補強に有効な総面積	$A_0'$ (mm <sup>2</sup> )	6.728E+03	1.033E+04	9.515E+03	8.010E+03	1.173E+04	1.314E+04	2.403E+03	2.853E+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 3-11 示す。

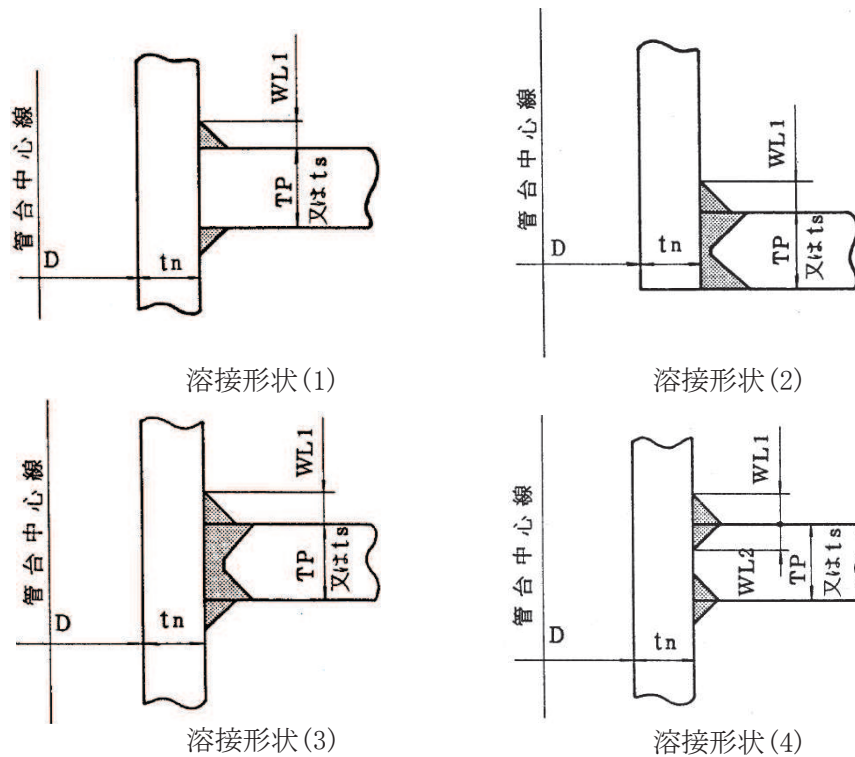


図 3-6 スリーブ取付部の形状

- (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

$$W_{R1} = (A_5 + A_6 + A_7) \cdot S_n + (AW_1 + AW_2) \cdot S$$

$$W_{R2} = (A_8 - A_9 - A_{10}) \cdot S_s$$

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。

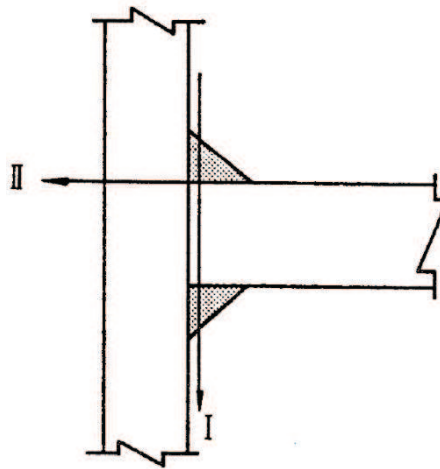


図 3-7 強め材取付部の破断型式

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) 突合せ溶接部の引張強さ

$$G W T = \pi / 2 \cdot (D + 2 \cdot t_{nm}) \cdot T P \cdot S D T$$

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) 溶接形状(1)に対して

$$W_1 = 2 \cdot F W S_1$$

$$W_2 = F W S_1 + N W S$$

(ロ) 溶接形状(2)に対して

$$W_1 = F W S_1 + G W T$$

$$W_2 = F W S_1 + N W S$$

(ハ) 溶接形状(3)に対して

$$W_1 = 2 \cdot FWS_1 + GWT$$

$$W_2 = FWS_1 + NWS$$

(ニ) 溶接形状(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 3-11 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 3-11 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-30B	X-91	X-92, X-93	X-106B	X-230, 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	0	3.230E+05	0	4.900E+05	2.370E+03	0
強め材取付部の強さ $W_1$ (N)	1.788E+06	2.717E+06	2.991E+06	1.061E+06	4.109E+06	6.802E+05	3.008E+05
強め材取付部の強さ $W_2$ (N)	6.323E+05	1.231E+06	8.304E+05	8.304E+05	2.462E+06	1.910E+05	1.910E+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	18
4.4 計算条件	20
4.5 応力の評価	20
5. 評価結果	21
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	21
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	27
6. 参照図書	29

## 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、添付書類「VI-2-9-2-4-1 原子炉格納容器配管貫通部の耐震性についての計算書」と同様に、ドライウェル及びサプレッションチェンバそれぞれにおいて、口径が大きく、荷重の大きくなるX-81及びX-231を代表貫通部として強度評価を実施する。

小口径の配管は、貫通部に加わる反力は小さいため、貫通部の強度評価は省略する。

また、改造を伴うX-231については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-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-3-1-7 原子炉格納容器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。

以下、第2種容器及び重大事故等クラス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」、「VI-3-1-7 原子炉格納容器の強度計算の基本方針」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、設計基準対象施設に対する荷重及び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（ドライウエルまたはサブプレッションチェンバ）に支持される。</p> <p>原子炉格納容器配管貫通部は、原子炉格納容器と一体構造となっており、ドライウエルの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、サブプレッションチェンバの水平方向荷重及び鉛直方向荷重はサブ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。</p>	<p>原子炉格納容器配管貫通部は、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。</p> <p>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 (X-81)</p> <p>原子炉格納容器 (ドライウエル)</p> <p>原子炉格納容器 (シヤラグ)</p> <p>原子炉格納容器配管貫通部 (X-231)</p> <p>原子炉建屋</p> <p>原子炉格納容器 (サブプレッションチェンバ)</p> <p>ボックスサポート</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>スリーブ (貫通部管台)</p> <p>形式 2</p> <p>端板</p> <p>原子炉格納容器</p> <p>スリーブ (貫通部管台)</p> <p>形式 3</p> <p>原子炉格納容器</p> <p>原子炉格納容器配管貫通部 拡大図</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」、「VI-3-1-7 原子炉格納容器の強度計算の基本方針」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設計基準対象施設及び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。

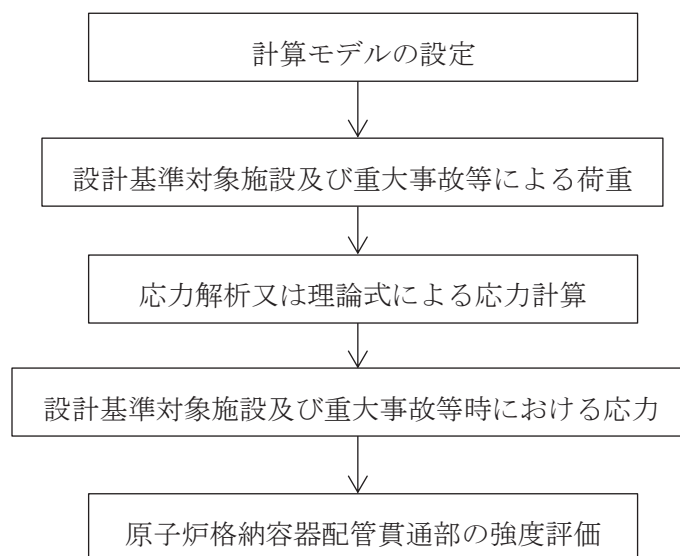


図 2-1 原子炉格納容器配管貫通部の強度評価フロー

## 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) JSME S NC 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（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	直径	mm
D	死荷重	—
M	機械的荷重	—
$M_i$	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
$P_i$	圧力 ( $i = 1, 2, 3, 4$ )	kPa
$P_{SA}$	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
$T_i$	温度 ( $i = 1$ )	°C
$T_{SA}$	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

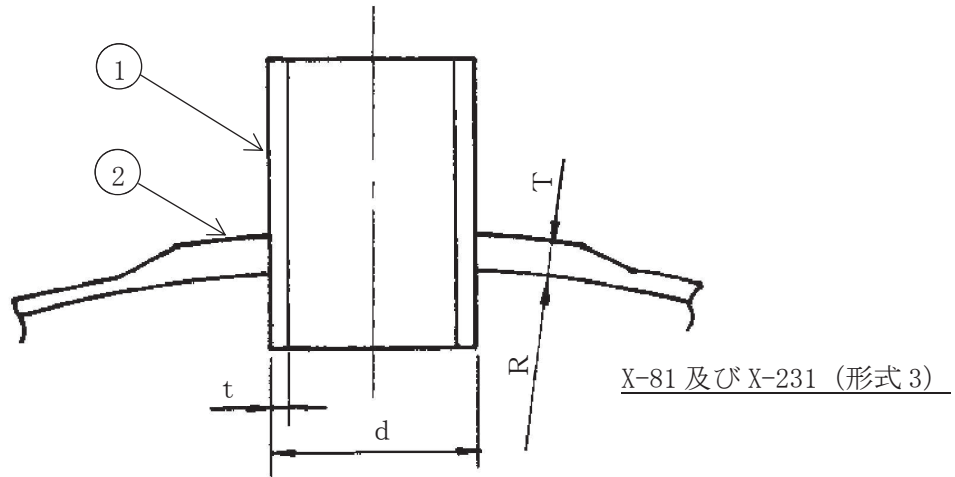
数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
最高使用圧力	kPa	—	—	整数位
温度	℃	—	—	整数位
許容応力 <sup>*1, *2</sup>	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位

注記\*1：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・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. 評価部位

代表とした原子炉格納容器配管貫通部 X-81 及び X-231 の形状及び主要寸法を図 3-1 に、評価部位及び使用材料を表 3-1 に示す。



①貫通部管台                      ②補強板

貫通部 番号	形式	名称	d	t	T	R
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
X-81	3	ドライウェル換気 (排気)	609.6			
X-231	3	サプレッションチェ ンバ換気 (送気)	609.6			

図 3-1 代表とした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 評価部位及び使用材料表

評価部位	貫通部番号	使用材料
貫通部管台	X-81	STS42
	X-231	STS42 (STS410)
補強板	X-81	SPV50
	X-231	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、ドライウエルの水平方向荷重は、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、サブプレッションチェンバの水平方向荷重及び鉛直方向荷重はサブ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。

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、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 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-3-1-7 原子炉格納容器の強度計算の基本方針」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、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-3 に、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 に示すとおりとする。なお、X-231 は改造を実施する設備であることから、設計・建設規格による評価とする。

#### 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、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-6 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-7 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

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	クラスMC容器	D + P <sub>1</sub>	(1)	設計条件
				D + P <sub>4</sub> + M	(6) (7)	設計条件
				D + P <sub>2</sub> + T <sub>1</sub>	(2) (3)*2	I <sub>A</sub>
				D + P <sub>2</sub> + T <sub>1</sub> + M	(4)	II <sub>A</sub>
				D + M	(5)	IV <sub>A</sub>
				D + P <sub>3</sub>	(8)	試験状態

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3-6の荷重の組合せのNo.を示す。

\*2：運転状態 I による燃料交換時の活荷重は、X-231（サブプレッションチェンバ）に作用しないことから、荷重の組合せとして考慮せず評価しない。

表 4-2 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 <sub>SA</sub> + M <sub>SA</sub>	(V(S)-1) (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4-3 クラスMC容器の許容応力（設計基準対象施設）

<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); margin-right: 5px;">許容応力状態</div> <div style="text-align: center;">応力分類</div> </div>	一次一般膜応力	一次膜応力+一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ピーク応力
設計条件	S	左欄の $\alpha$ 倍の値 <sup>*3</sup>	—	—
I <sub>A</sub> , II <sub>A</sub>	—	—	$3 \cdot S$ <sup>*1</sup>	<sup>*2</sup> 許容応力状態 I <sub>A</sub> 及びII <sub>A</sub> における荷重の組合せについて疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。
IV <sub>A</sub>	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 $\alpha$ 倍の値 <sup>*3</sup>	—	—
試験状態	$0.75 \cdot S_y$	左欄の $\alpha$ 倍の値 <sup>*3</sup>	—	—

10

注記\*1： $3 \cdot S$ を超えるときは弾塑性解析を行うこと。この場合、設計・建設規格 PVB-3300（PVB-3313を除く。また、 $S_m$ は $S$ と読み替える。）の簡易弾塑性解析を用いることができる。

\*2：設計・建設規格 PVB-3140を満たすときは疲労解析不要（ $S_m$ を $S$ と読み替える。）。

\*3：設計・建設規格 PVB-3111に基づき、純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比または1.5のいずれか小さい方の値（ $\alpha$ ）を用いる。

表4-4 第2種容器の許容応力（重大事故等対処設備）

応力分類 許容 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*	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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4-5 クラスMC容器の許容応力（重大事故等対処設備）

応力分類 許容 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*1	供用状態Dの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 $\alpha$ 倍の値*2

注記\*1：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

\*2：設計・建設規格 PVB-3111に基づき、純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比または1.5のいずれか小さい方の値（ $\alpha$ ）を用いる。

表4-6 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部位 (応力評価対象)	貫通部番号	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
			周囲環境 温度					
補強板	X-231	SGV49 (SGV480)	周囲環境 温度	104	131	237	430	—
貫通部管台	X-231	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	104	114	219	404	—

表4-7 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部位 (応力評価対象)	貫通部番号	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
			周囲環境 温度					
補強板	X-81	SPV50	周囲環境 温度	200	—	—	545	—
補強板	X-231	SGV49 (SGV480)	周囲環境 温度	200	—	—	422	—
貫通部管台	X-81	STS42	周囲環境 温度	200	—	—	404	—
貫通部管台	X-231	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	200	—	—	404	—

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての設計荷重である、最高使用圧力、最高使用温度及び水力学的動荷重は、既工認（参照図書(1)）からの変更はなく、以下のとおりとする。

##### a. 最高使用圧力及び最高使用温度

内圧 P <sub>1</sub>	427kPa
外圧 P <sub>2</sub>	13.7kPa
温度 T <sub>1</sub>	104℃

##### b. 試験圧力

試験圧力 P <sub>3</sub>	481kPa
---------------------	--------

##### c. 死荷重

##### (a) サプレッションチェンバ

サプレッションチェンバ、ボックスサポート及びサプレッションチェンバ内部水の自重を死荷重とする。

死荷重	4.2×10 <sup>6</sup> kg
-----	------------------------

##### d. 冷却材喪失事故時荷重

##### (a) 事故時圧力

事故時圧力は、冷却材喪失事故後の最大内圧とする。

最大内圧 P <sub>4</sub>	206kPa
---------------------	--------

##### (b) プールスウェル時サプレッションチェンバ下向き荷重

サプレッションチェンバに対して、気泡形成時に以下に示す下向きの荷重が作用する。

最大下向き荷重	<input type="text"/> kPa
---------	--------------------------

##### (c) プールスウェル時サプレッションチェンバ上向き荷重

サプレッションチェンバに対して、プール水面上昇時に以下に示す上向きの荷重が作用する。

最大上向き荷重	<input type="text"/> kPa
---------	--------------------------

## (d) 蒸気凝縮振動荷重

サプレッションチェンバに対して、高流量蒸気凝縮時に以下に示す蒸気凝縮振動荷重が作用する。

最大正圧  kPa  
 最大負圧  kPa

## (e) チャギング荷重

サプレッションチェンバに対して、低流量蒸気凝縮時に以下に示す蒸気凝縮振動(チャギング)荷重が作用する。

最大正圧  kPa  
 最大負圧  kPa

## e. 逃がし安全弁作動時の荷重

逃がし安全弁作動時、排気管内の気体が T-クエンチャからサプレッションプール水中に放出される際、サプレッションチェンバに圧力振動荷重が作用する。

最大正圧  kPa  
 最大負圧  kPa

## f. サプレッションチェンバ水位

水位 O.P. -3800mm

## (2) 重大事故等対処設備としての設計荷重

## a. 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、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、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)

## b. 死荷重

## (a) ドライウエル

原子炉格納容器配管貫通部の応力評価点より上部のドライウエル及び付属物の自重を死荷重とする。

## (b) サプレッションチェンバ

サプレッションチェンバ、ボックスサポート及びサプレッションチェンバ内部水の自重を死荷重とする。

死荷重  $6.77 \times 10^6$  kg

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## c. 水力学的動荷重

## (a) チャギング荷重

重大事故等対処設備としてのチャギング荷重は、設計基準対象施設としての荷重と同じであるため、「4.2.4 設計荷重」の(1)に示すとおりである。

## d. 逃がし安全弁作動時の荷重

逃がし安全弁作動時、排気管内の気体が T-クエンチャからサブプレッションプール水中に放出される際、サブプレッションチェンバに圧力振動荷重が作用する。

最大正圧  kPa  
 最大負圧  kPa

## e. サプレッションチェンバ水位

重大事故等対処設備としてのサブプレッションチェンバ水位は、以下のとおりとする。

水位 O.P. -1514mm

## (3) 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のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-8 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-9 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 4-8 原子炉格納容器配管貫通部の設計荷重（設計基準対象施設）

貫通部 番号	最高使用圧力 (kPa)		許容応力状態	死荷重			熱荷重		
	内圧	外圧		軸力 (N)	モーメント (N・mm)		軸力 (N)	モーメント (N・mm)	
					P	M <sub>1</sub>		M <sub>2</sub>	P
X-231	427	13.7	設計条件						
			I <sub>A</sub> , II <sub>A</sub>						
			IV <sub>A</sub>						
			試験状態						

16

表 4-9 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 番号	最高使用圧力 (kPa)		許容応力状態	死荷重		
	内圧	外圧		軸力 (N)	モーメント (N・mm)	
					P	M <sub>1</sub>
X-81	854	—	重大事故等時			
X-231	854	—	重大事故等時			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

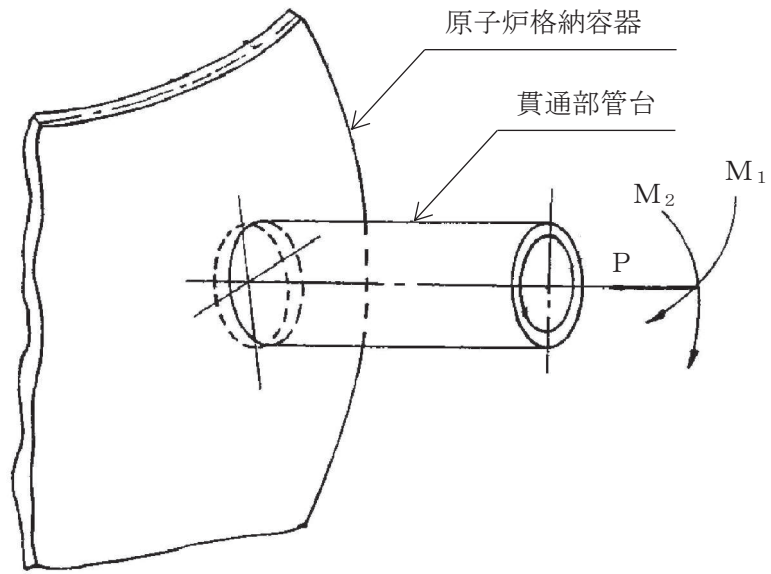


図 4-1 原子炉格納容器配管貫通部の荷重作用方向

### 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 4-10 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 の応力は，既工認の各荷重条件との比を用いて発生応力を算出し評価する。

応力評価点 P2 の水力学的動荷重による応力は，既工認の荷重条件との比を用いて発生応力を算出し評価する。

表 4-10 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-231 貫通部管台取付部
P3	X-81 貫通部管台
P4	X-231 貫通部管台

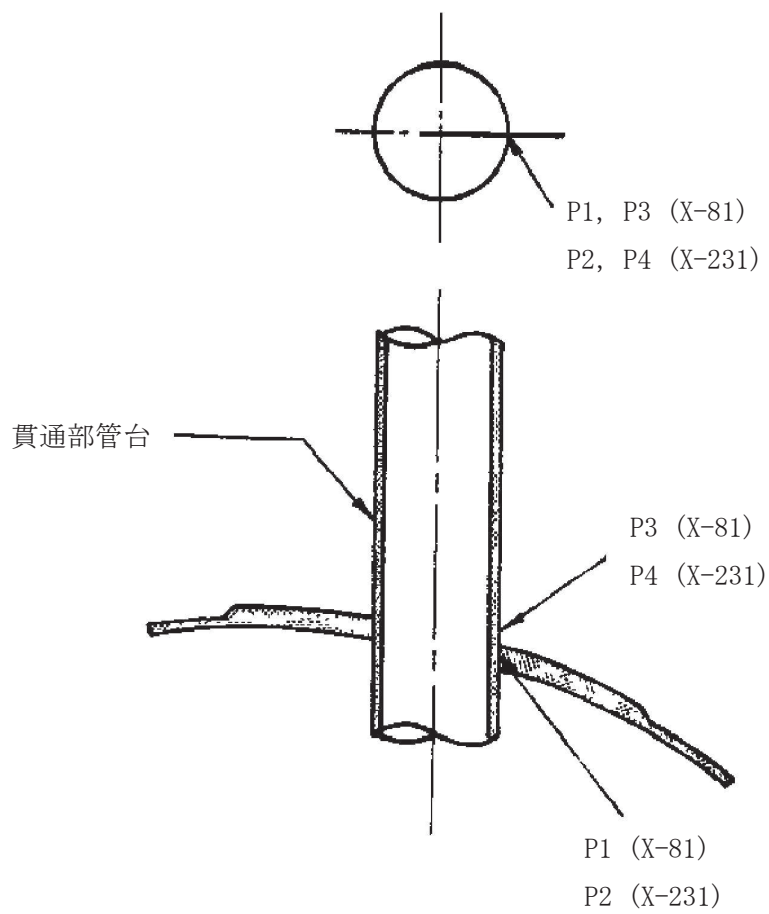


図 4-2 原子炉格納容器配管貫通部の応力評価点

#### 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 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉格納容器配管貫通部の設計基準対象施設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。

なお、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」の3.1.23項「繰返し荷重に対する解析」に記載のとおり、設計・建設規格 PVB-3140 を満足しているため、各許容応力状態における一次＋二次＋ピーク応力強さの評価は不要である。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1～表 5-4 に示す。

表 5-1(1) 設計条件に対する評価結果 (D + P<sub>1</sub>)

評価対象設備	応力評価点		応力分類	設計条件		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 配管貫通部	P2	X-231 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	107	196	○	
	P4	X-231 貫通部管台	一次一般膜応力	4	114	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	4	171	○	

表 5-1(2) 設計条件に対する評価結果 (D + P<sub>4</sub> + M)

評価対象設備	応力評価点		応力分類	設計条件		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 配管貫通部	P2	X-231 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	50	196	○	
	P4	X-231 貫通部管台	一次一般膜応力	2	114	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	2	171	○	



表 5-2 許容応力状態  $I_A$  ,  $II_A$  に対する評価結果 ( $D + P_2 + T_1$  及び  $D + P_2 + T_1 + M$ )

評価対象設備	応力評価点		応力分類	$I_A$ , $II_A$		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 配管貫通部	P2	X-231 貫通部管台取付部	一次+二次応力	97	393	○	
	P4	X-231 貫通部管台	一次+二次応力	8	342	○	

表 5-3 許容応力状態IV<sub>A</sub>に対する評価結果 (D+M)

評価対象設備	応力評価点		応力分類	IV <sub>A</sub>		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 配管貫通部	P2	X-231 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	12	387	○	

表 5-4 試験状態に対する評価結果 (D + P<sub>3</sub>)

評価対象設備	応力評価点		応力分類	試験状態		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 配管貫通部	P2	X-231 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	121	267	○	
	P4	X-231 貫通部管台	一次一般膜応力	5	164	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	5	246	○	

## 5.2 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 5-5 に示す。

表 5-5 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	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		
原子炉 格納容器 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	147	545	○	
	P2	X-231 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	208	421	○	
	P3	X-81 貫通部管台	一次一般膜応力	8	269	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	8	403	○	
	P4	X-231 貫通部管台	一次一般膜応力	8	269	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	8	403	○	

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
6.	参照図書	12



## 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。

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

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ており、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、ベローズによって原子炉建屋とドライウエルの相対変位を吸収する構造となっている。</p>	<p>ベローズは、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 diagrams illustrate the bellows structure. The top diagram is a cross-section labeled 'A部詳細' (Detail A) showing a 'ベローズ' (bellows) connecting a '原子炉格納容器配管貫通部' (reactor containment vessel piping penetration) to a 'ドライウエル' (drywell). The bottom diagram is a plan view of the reactor containment vessel showing two bellows joints at the top, with one labeled 'A' and an arrow pointing to the detail view above.</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。

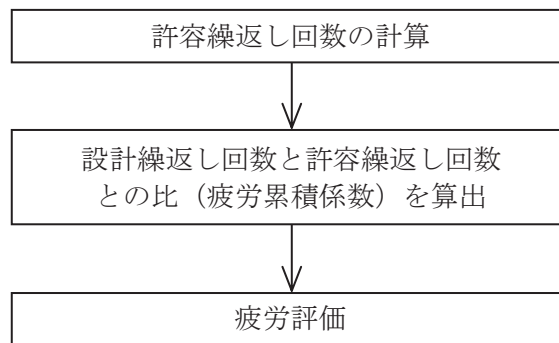


図 2-1 ベローズの強度評価フロー

## 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	ベローズの波のピッチの2分の1	mm
c	ベローズの層数	—
E	縦弾性係数	MPa
h	ベローズの波の高さ	mm
N	設計繰返し回数	—
N <sub>s</sub>	許容繰返し回数	—
n	ベローズの波数の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	厚さ	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

02 ⑥ VI-3-3-6-1-4-3 R1

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 ベローズの主要寸法

貫通部番号	記 号				
	b (mm)	h (mm)	t (mm)	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					

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)

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 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。

なお、設計条件に用いる地震動として、弾性設計用地震動 $S_d$ の等価繰返し回数と変位量を用いた疲労累積係数よりも、基準地震動 $S_s$ の等価繰返し回数と変位量を用いた疲労累積係数の方が大きくなることから、基準地震動 $S_s$ による条件を用いる。

##### 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)



#### 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

$$N_s = \left( \frac{11031}{\sigma} \right)^{3.5}$$

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り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 ⑥ VI-3-3-6-1-4-3 R 1

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 $(\frac{N_1}{N_{S1}} + \frac{N_2}{N_{S2}} + \frac{N_3}{N_{S3}})$	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	○

O2 ⑥ VI-3-3-6-1-4-3 R1

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-3-1-2-6 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

本計算書の評価結果については、本工事計画認可申請書 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」による。

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	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	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、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（参照図書(1)及び(2)）（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（ドライウエル又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、ドライウエル底部又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。</p>	<p>原子炉格納容器電気配線貫通部は、原子炉格納容器に円筒形スリーブ、アダプタ、ヘッダ及び端子箱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</p> <p>原子炉格納容器内側</p> <p>原子炉格納容器（ドライウエル又はサプレッションチェンバ）</p> <p>アダプタ</p> <p>ヘッダ</p> <p>端子箱</p> <p>スリーブ</p> <p>フランジ</p> <p>端子箱</p> <p>アダプタ</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-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。

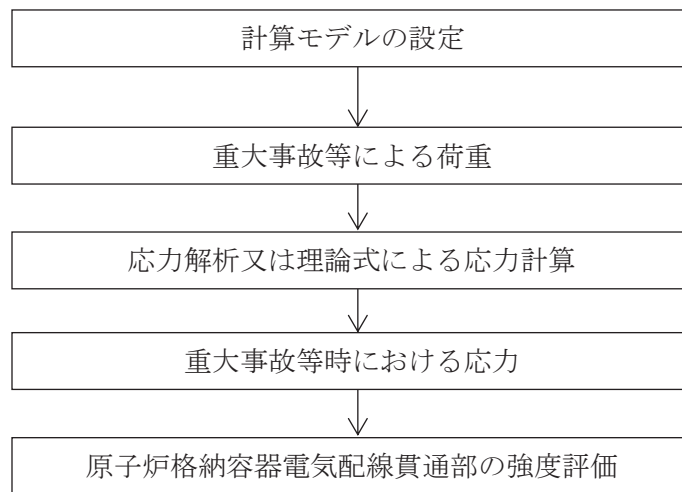


図 2-1 原子炉格納容器電気配線貫通部の強度評価フロー

## 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	端子箱間の長さ	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
$T_{SA}$	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	°C	—	—	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：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一覧を表 3-1 に示す。このうち、代表貫通部である X-101A 及び X-105A の形状を図 3-1 に、仕様を表 3-2 に示す。

なお、原子炉格納容器電気配線貫通部のうち、高電圧用と低電圧用のそれぞれについて、格納容器バウンダリである原子炉格納容器外側の固有振動数が最も低く、かつ重量が重いものを代表として選定した。

表 3-1 原子炉格納容器電気配線貫通部の一覧

種別	貫通部番号
高電圧用	X-101A~D
低電圧用	X-100A~D, X-102A~E, X-103A~C, X-104A~D, X-105A~D, X-250A・B
予備	X-106A

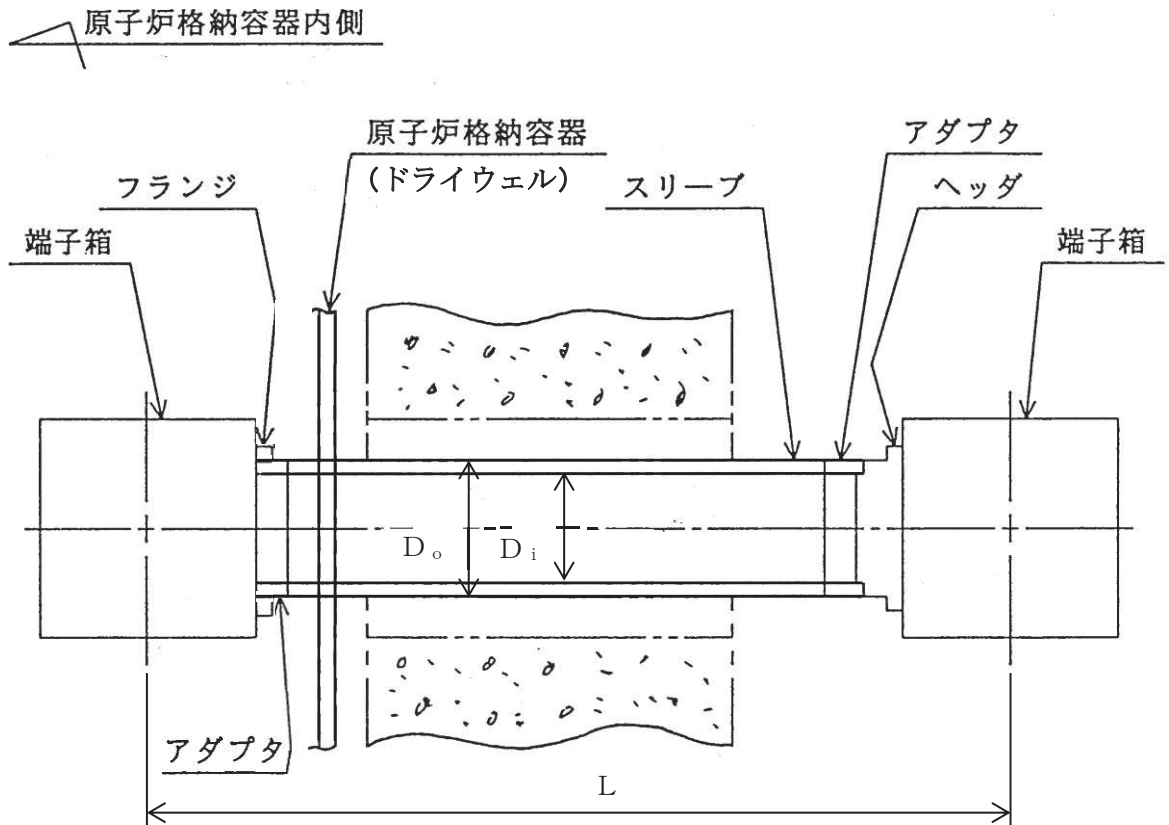


図 3-1 原子炉格納容器電気配線貫通部の形状

表 3-2 原子炉格納容器電気配線貫通部の仕様 (単位: mm)

貫通部番号	スリーブ外径 $D_o$	スリーブ内径 $D_i$	端子箱間の長さ $L$
X-101A	457.2		
X-105A	318.5		

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、スリーブ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、ドライウェル底部又はサブ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。

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)及び(2)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 格納施設	原子炉 格納容器	原子炉格納容器 電気配線貫通部	重大事故等 クラス2容器	$D + P_{SA} + M_{SA}$	(V(S)-1) (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 許容 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*	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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)

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境 温度					
ヘッド	SUS304	周囲環境 温度	200	122	—	402	—
アダプタ	STS42	周囲環境 温度	200	—	—	404	—
スリーブ	STS42	周囲環境 温度	200	—	—	404	—
原子炉格納容器 (ドライウエル)	SPV50	周囲環境 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設計荷重

a. 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、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、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)

b. 死荷重

原子炉格納容器電気配線貫通部の代表貫通部である X-101A 及び X-105A の死荷重を表 4-4 に示す。

表 4-4 原子炉格納容器電気配線貫通部の死荷重

(単位：kg)

貫通部番号	原子炉格納容器内側		原子炉格納容器外側		
	応力評価点 P1*	応力評価点 P4*	応力評価点 P2*	応力評価点 P3*	応力評価点 P4*
原子炉格納容器 電気配線貫通部 (X-101A)					
原子炉格納容器 電気配線貫通部 (X-105A)					

注記 \*：応力評価点の位置は、図 4-2 参照のこと。

(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 4-5 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。

表 4-5 原子炉格納容器電気配線貫通部の設計荷重

貫通部 番号	応力 評価点*1	荷重(N)又は 曲げモーメント(N・mm)	自重のみに 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	
	P4	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	
	P4	荷重	
		曲げモーメント	

注記\*1：応力評価点の位置は、図 4-2 参照のこと。

\*2：格納容器内外面の曲げモーメントの合算値を示す。

O 2 © VI-3-3-6-1-4-5 R 2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 4.3 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（原子炉格納容器電気配線貫通部特有の部位含む）を選定する。選定した応力評価点を表 4-6 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)及び(2)に示すとおりである。

評価の概要を以下に示す。

一端固定，他端自由の片持りとしてモデル化し評価する。

表 4-6 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1	アダプタとスリーブの継手（原子炉格納容器内側）
P2	スリーブとアダプタの継手（原子炉格納容器外側）
P3	アダプタとヘッドの継手
P4	貫通部管台取付部

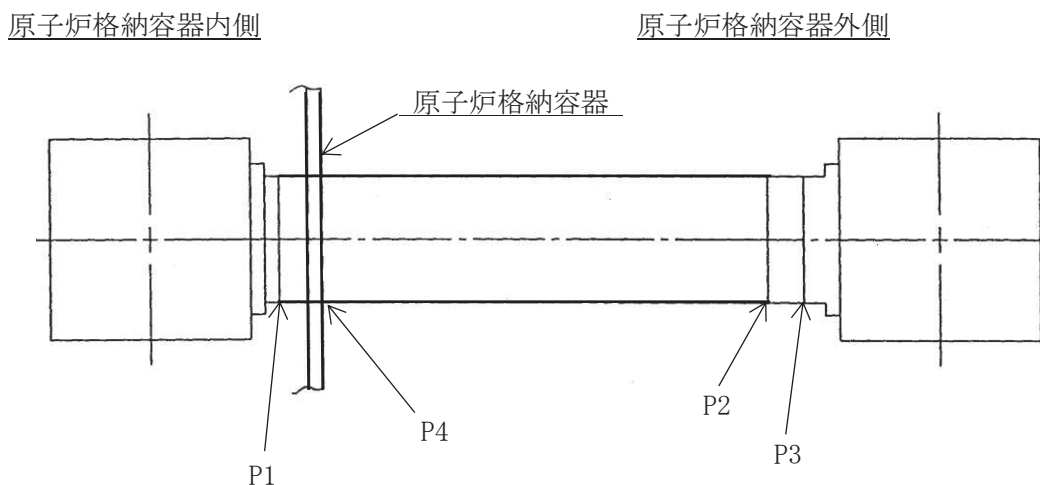


図 4-2 原子炉格納容器電気配線貫通部の応力評価点

#### 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 重大事故等対処設備としての評価結果

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	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			
原子炉 格納容器 電気配線 貫通部 (X-101A)	P1	アダプタとスリーブの継 手 (原子炉格納容器内側)	一次一般膜応力	1	269	○		
			一次膜応力+一次曲げ応力	1	403	○		
	P2	スリーブとアダプタの継 手 (原子炉格納容器外側)	一次一般膜応力	18	269	○		
			一次膜応力+一次曲げ応力	18	403	○		
	P3	アダプタとヘッダの継手	一次膜応力+一次曲げ応力	18	401	○		
	P4	貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	183	545	○		
	原子炉 格納容器 電気配線 貫通部 (X-105A)	P1	アダプタとスリーブの継 手 (原子炉格納容器内側)	一次一般膜応力	3	269	○	
				一次膜応力+一次曲げ応力	3	403	○	
P2		スリーブとアダプタの継 手 (原子炉格納容器外側)	一次一般膜応力	14	269	○		
			一次膜応力+一次曲げ応力	14	403	○		
P3		アダプタとヘッダの継手	一次膜応力+一次曲げ応力	14	401	○		
P4		貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	273	545	○		



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」
- (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-3-1-2-4 原子炉格納容器配管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-3-3-6-2-2 ダウンカメラの強度計算書
- VI-3-3-6-2-3 ベントヘッダの強度計算書
- VI-3-3-6-2-4 ベント管の基本板厚計算書
- VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書
- VI-3-3-6-2-6 ベント管ベローズの強度計算書
- 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

本計算書の評価結果については、本工事計画認可申請書 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」による。

VI-3-3-6-2-2 ダウンカマの強度計算書

## 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 適用規格・基準等	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 応力評価点	13
4.3.2 解析モデル及び諸元	14
4.3.3 応力計算方法	14
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、ダウンカマの強度計算書である。

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。

ダウンカマは重大事故等クラス 2 管であるが、重大事故等時の原子炉格納容器に生じる動荷重を考慮した原子炉格納容器の機能維持を確認する目的で、重大事故等クラス 2 容器（原子炉格納容器）に準じた強度評価を行う。

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、ダウンカマの強度評価を示す。

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

ダウンカマの構造計画を表 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>ダウンカマは，サプレッションチェンバ内に設置され，ベントヘッド，ベント管及びベントノズルを介してドライウェルに支持される。</p> <p>鉛直方向荷重及び水平方向荷重は，ベントヘッド，ベント管，ベントノズル及びドライウェルを介して原子炉建屋に伝達される。</p>	<p>ダウンカマは，外径 <input type="text"/> mm，板厚 <input type="text"/> mm の鋼製管状構造物であり，ベントヘッドに接続する。</p>	<p>ドライウェル</p> <p>ベント管</p> <p>ダウンカマ</p> <p>サプレッションチェンバ</p> <p>A-Aから見る</p> <p>C部詳細</p> <p>D部詳細</p> <p>(外径)</p> <p>(単位：mm)</p>

2

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

ダウンカマの応力評価は、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。

ダウンカマの強度評価フローを図 2-1 に示す。

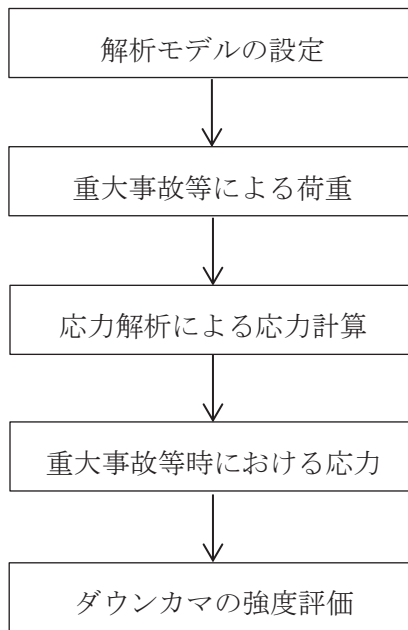


図 2-1 ダウンカマの強度評価フロー

## 2.3 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (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。）

## 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 ( $i = 1, 2$ )	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°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
$\nu$	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

計算精度は、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

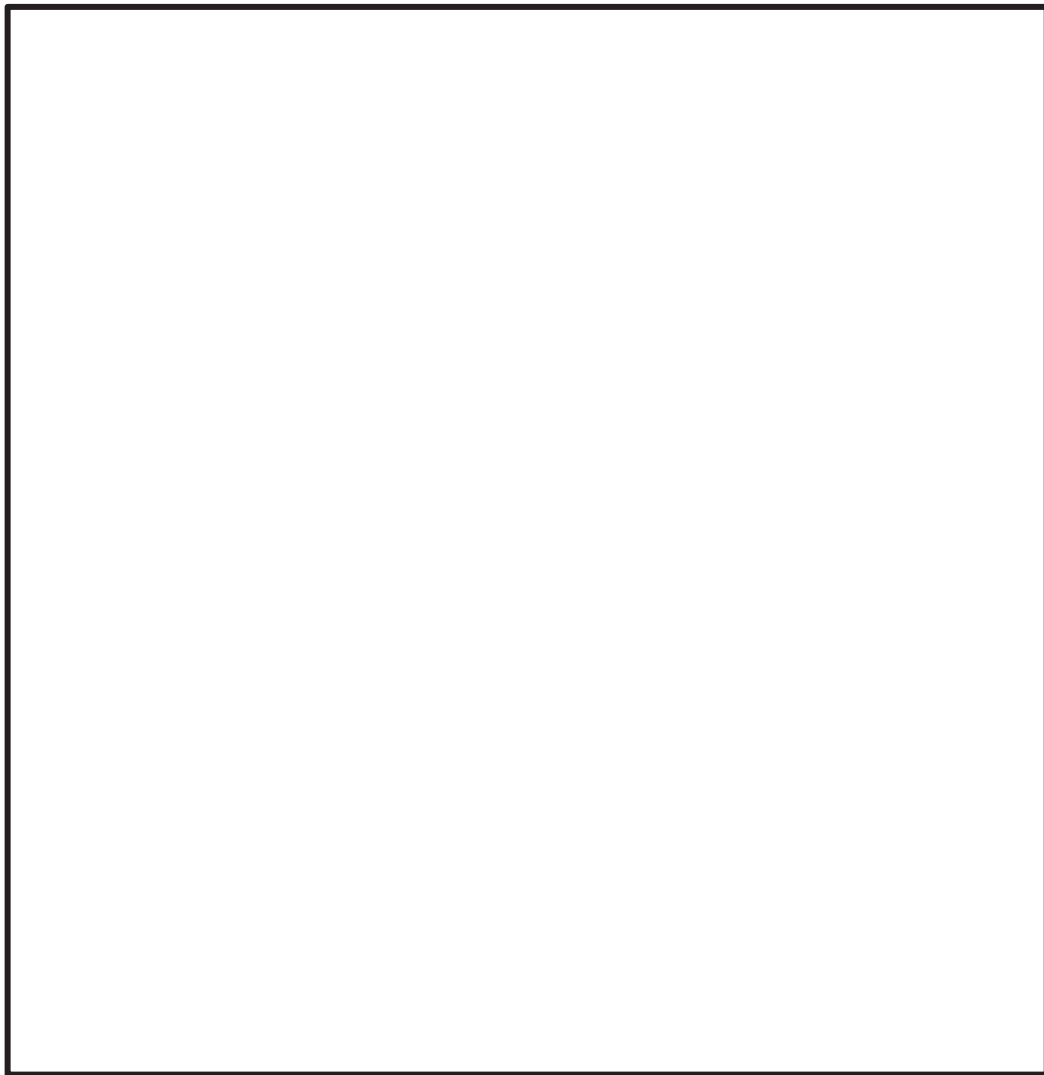
数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
最高使用圧力	kPa	—	—	整数位
温度	℃	—	—	整数位 <sup>*2</sup>
許容応力 <sup>*1</sup>	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
長さ	mm	—	—	整数位

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：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は，小数点以下第1位表示とする。

3. 評価部位

ダウンカマの形状及び主要寸法を図 3-1 に，評価部位及び使用材料を表 3-1 に示す。



① ダウンカマ

② ベントヘッダ

③ ベントヘッダリング

④ ダウンカマリング

$D_1 =$

$t_1 =$

$l_1 =$

$l_2 =$

(単位：mm)

図 3-1 ダウンカマ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 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料
ダウンカマ	SGV49

## 4. 強度評価

### 4.1 強度評価方法

- (1) ダウンカマは，サブプレッションチェンバ内に設置され，ベントヘッド，ベント管及びベントノズルを介してドライウェル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ベントヘッド，ベント管，ベントノズル及びドライウェルを介して原子炉建屋に伝達される。

ダウンカマの強度評価として，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

ダウンカマ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

ダウンカマの許容応力は，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

ダウンカマ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 <sup>*2</sup>		許容応力状態
原子炉格納施設	圧力低減設備	ダウンカマ	重大事故等 クラス2管 <sup>*1</sup>	D + P <sub>SA</sub> + M <sub>SA</sub>	(V(S)-1)	重大事故等時 <sup>*4</sup>
	その他の安全設備				(V(S)-2) <sup>*3</sup>	

注記\*1：ダウンカマは重大事故等クラス2管であるが、重大事故等時の原子炉格納容器に生じる動荷重を考慮した原子炉格納容器の機能維持を確認する目的で、重大事故等クラス2容器（原子炉格納容器）に準じた強度評価を行う。

\*2：（ ）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。

\*3：逃がし安全弁作動時荷重はダウンカマに作用しないことからV(S)-1の荷重の組合せに包絡されるため、荷重の組合せとして考慮せず評価しない。

\*4：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 ダウンカマの許容応力 (第2種容器<sup>\*1</sup>)

許容応力状態 / 応力分類	一次一般膜応力	一次膜応力+一次曲げ応力
重大事故等時 <sup>*2</sup>	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 1.5倍の値

注記\*1：ダウンカマは重大事故等クラス2管であるが、重大事故等時の原子炉格納容器に生じる動荷重を考慮した原子炉格納容器の機能維持を確認する目的で、重大事故等クラス2容器（原子炉格納容器）に準じた強度評価を行う。

\*2：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

表4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		ダウンカマ	SGV49	周囲環境温度	200	—	—

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 重大事故等対処設備としての設計荷重

###### a. 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、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、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)

###### b. 死荷重

ベント管，ベントヘッド，ダウンカメラ及び真空破壊装置等の自重を死荷重とする。

死荷重  kg

###### c. 水力的動的荷重

重大事故等対処設備としてのチャギング荷重は  N となり，設計基準対象施設としての荷重に包絡されるため以下のとおりとする。

横方向荷重  N

### 4.3 計算方法

#### 4.3.1 応力評価点

ダウンカマの応力評価点を表 4-4 及び図 4-1 に示す。各応力評価点の応力は、添付書類「VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書」に示す解析モデルを用いて計算する。

表 4-4 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1	ダウンカマ（一般部）
P2*	ダウンカマ（一般部以外）

注記\*：既工認（参照図書（1））の応力評価点 P1～P3 を包絡する。ベントヘッドとダウンカマの接続部及びダウンカマとダウンカマリングの接続部を含む範囲の最大応力を評価する。

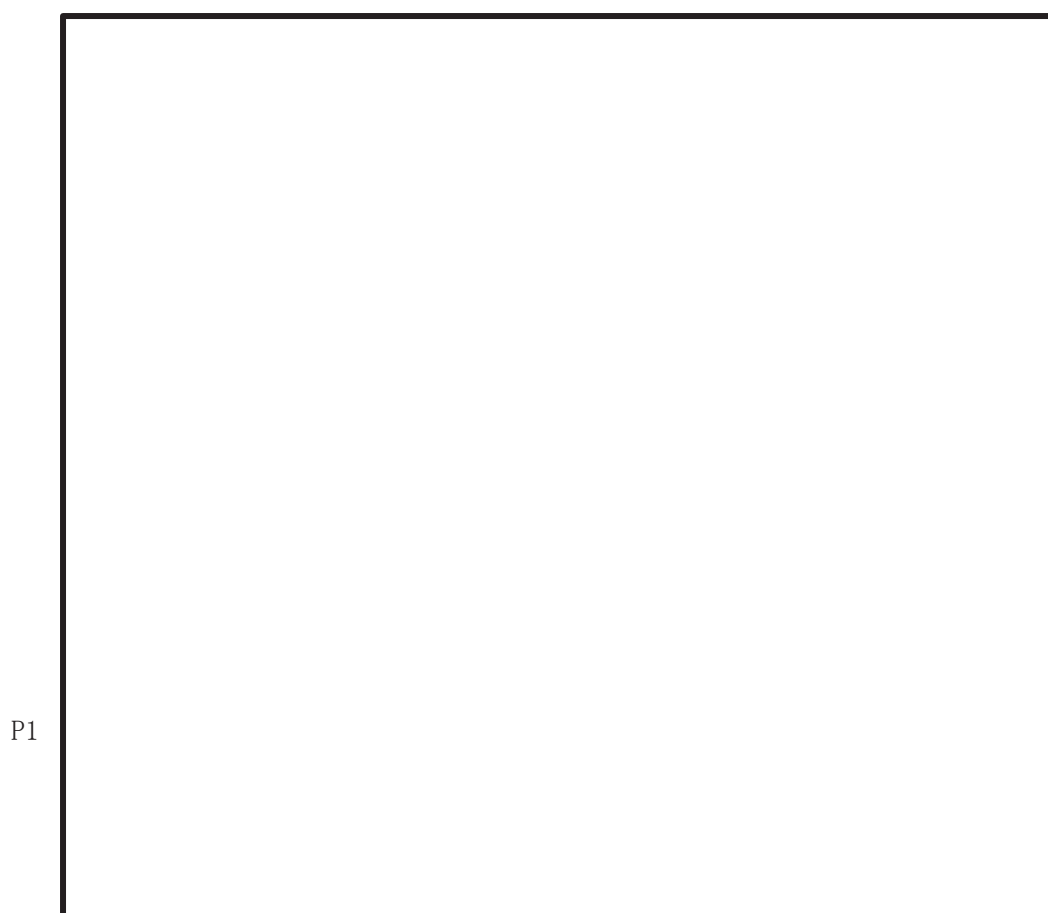


図 4-1 ダウンカマの応力評価点

#### 4.3.2 解析モデル及び諸元

ダウンカマとしての評価は，添付書類「VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書」に示すベント管，ベントヘッド及びダウンカマの解析モデル及び諸元により応力解析を行う。

#### 4.3.3 応力計算方法

ダウンカマ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としての応力は，応力評価点 P1 及び P2 に対し，添付書類「VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書」に示す解析モデルにより算出し評価する。

#### 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」で求めた各応力が表 4-2 に示す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

ダウンカマ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。なお、重大事故等クラス 2 管であるダウンカマの算出応力は、FEM モデルを用いた応力解析により求めた応力を示している。

#### (1) 強度評価結果

強度評価結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 ダウンカマの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	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		
ダウンカマ	P1	ダウンカマ (一般部)	一次一般膜応力	51	281	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	51	421	○	
	P2	ダウンカマ (一般部以外)	一次膜応力+一次曲げ応力	126	421	○	

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-3-1-3-5 ダウンカマの強度計算書」



VI-3-3-6-2-3 ベントヘッダの強度計算書

## 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	適用規格・基準等	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	10
4.1	強度評価方法	10
4.2	荷重の組合せ及び許容応力	10
4.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	10
4.2.2	許容応力	10
4.2.3	使用材料の許容応力評価条件	10
4.2.4	設計荷重	16
4.3	計算方法	17
4.3.1	応力評価点	17
4.3.2	解析モデル及び諸元	19
4.3.3	応力計算方法	19
4.4	計算条件	19
4.5	応力の評価	19
5.	評価結果	20
5.1	重大事故等対処設備としての評価結果	20
6.	参照図書	24

## 1. 概要

本計算書は、ベントヘッダの強度計算書である。

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。

ベントヘッダは重大事故等クラス 2 容器（クラス 2 容器）であるが、重大事故等時の原子炉格納容器に生じる動荷重を考慮した原子炉格納容器の機能維持を確認する目的で、重大事故等クラス 2 容器（原子炉格納容器）に準じた強度評価を行う。

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、ベントヘッダの強度評価を示す。

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

ベントヘッダの構造計画を表 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>ベントヘッダは、サブプレッションチェンバ内に設置され、ベント管及びベントノズルを介してドライウエルに支持される。ベントヘッダサポートは、ピン接合によりサブプレッションチェンバ強め輪に支持される。</p> <p>鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、ベント管、ベントノズル及びドライウエルを介して原子炉建屋に伝達させる。</p>	<p>ベントヘッダは、内径 <input type="text"/> mm、板厚 <input type="text"/> mm の鋼製円筒構造物を円環状に 16 本接合した構造物である。各接合部近傍にベントヘッダサポートを備える。</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

ベントヘッダの応力評価は、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。

ベントヘッダの強度評価フローを図 2-1 に示す。

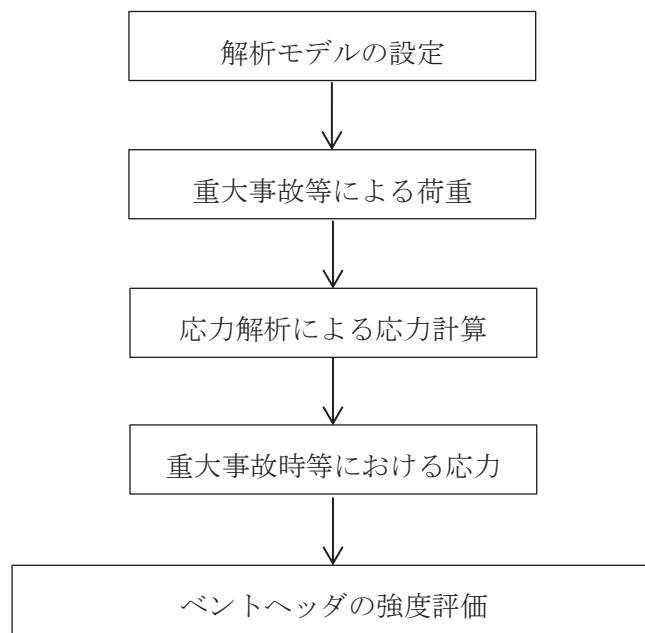


図 2-1 ベントヘッダの強度評価フロー

## 2.3 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (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) 鋼構造設計規準（日本建築学会 2005 改定）

## 2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
D	死荷重	—
$D_i$	直径 ( $i = 1, 2, 3 \dots$ )	mm
$f_b$	許容曲げ応力度	MPa
$f_c$	許容圧縮応力度	MPa
$f_p$	許容支圧応力度	MPa
$f_s$	許容せん断応力度	MPa
$f_t$	許容引張応力度	MPa
E	縦弾性係数	MPa
F	許容応力度の基準値	MPa
$l_i$	長さ ( $i = 1, 2, 3 \dots$ )	mm
M	曲げモーメント	N・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
P	圧力, 軸力	kPa, N
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	温度	°C
$T_{SA}$	温度 (SA 短期温度)	°C
$\nu$	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

計算精度は、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

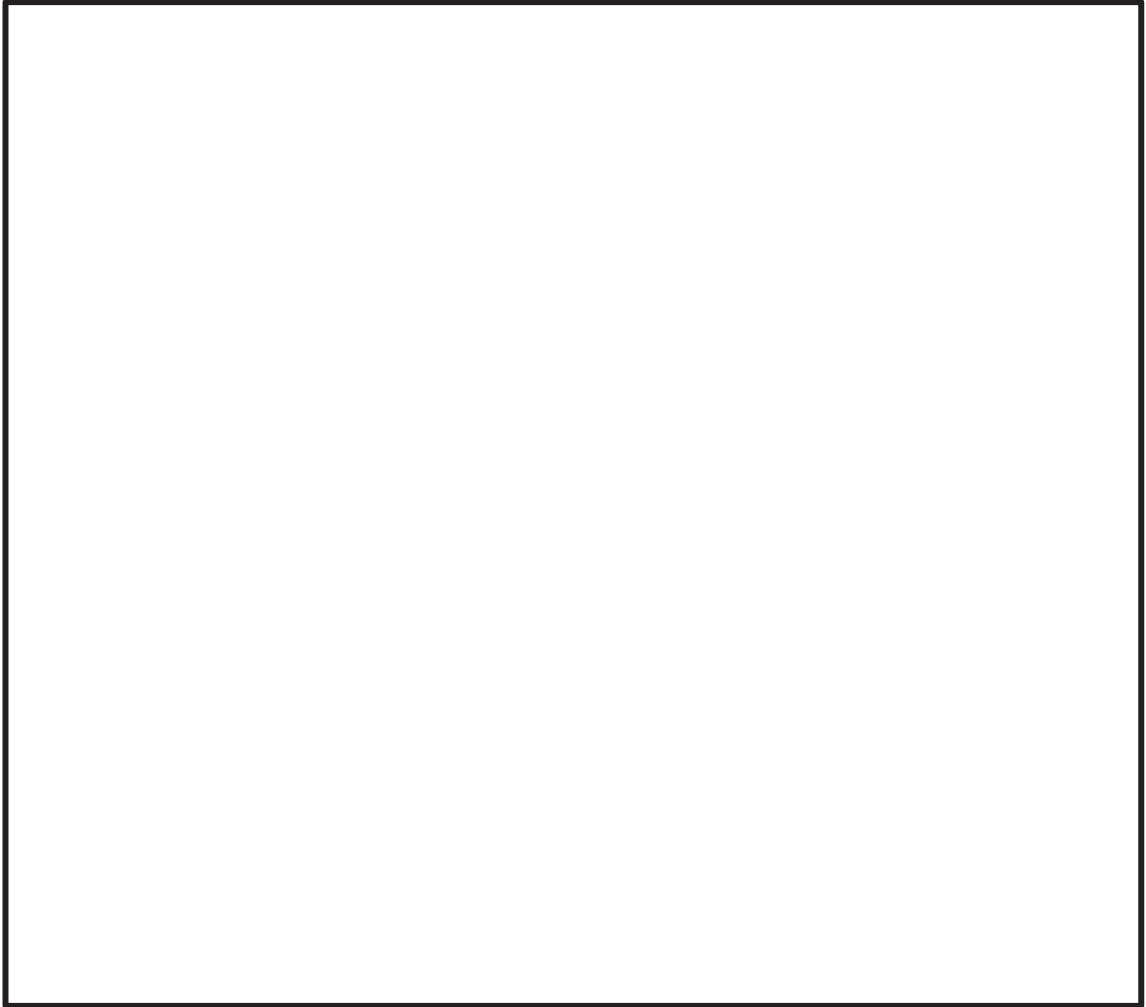
数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
最高使用圧力	kPa	—	—	整数位
温度	℃	—	—	整数位 <sup>*2</sup>
許容応力 <sup>*1</sup>	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*2</sup>

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：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は，小数点以下第1位表示とする。

3. 評価部位

ベントヘッダの形状及び主要寸法を図 3-1～図 3-3 に示す。また、評価部位及び使用材料を表 3-1 に示す。



$$D_1 = \square$$

$$t_1 = \square$$

$$\begin{aligned} \ell_1 &= \square \\ \ell_2 &= \square \\ \ell_3 &= \square \end{aligned}$$

(単位：mm)

図 3-1 ベントヘッダの形状及び主要寸法



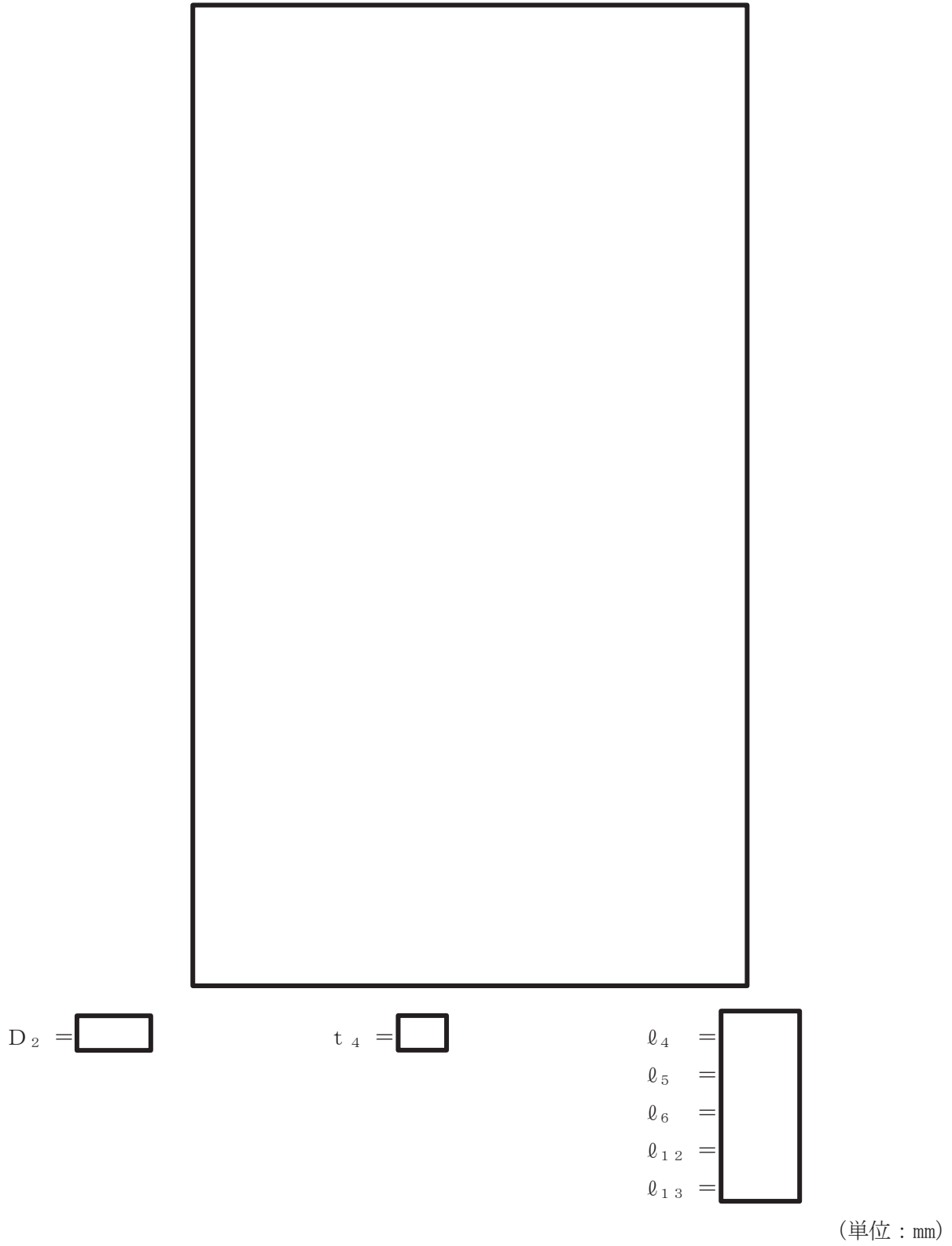
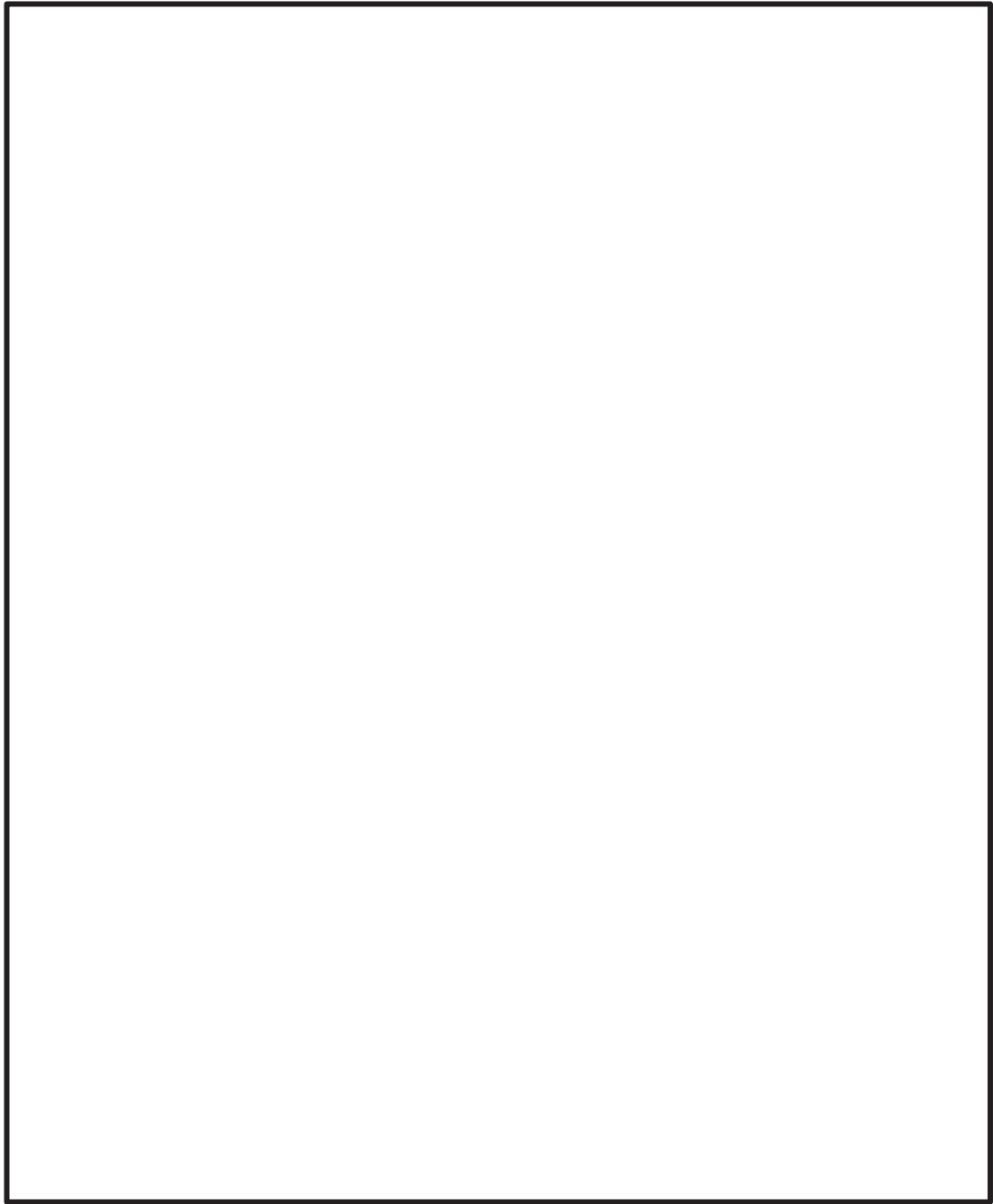


図 3-2 ベントヘッダサポートの形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



$D_3 =$    
 $D_4 =$    
 $D_5 =$    
 $D_6 =$

$t_2 =$    
 $t_3 =$

$l_7 =$    
 $l_8 =$    
 $l_9 =$    
 $l_{10} =$    
 $l_{11} =$    
 $l_{14} =$

(単位：mm)

図 3-3 ベントヘッダサポートのピン及びエンドプレートの形状及び主要寸法

表 3-1 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料
ベントヘッダ	SGV49
ベントヘッダサポート（下側）	
ベントヘッダサポート（上側）	
ピン（下側）	
ピン（上側）	
エンドプレート（下側）	
エンドプレート（上側）	

## 4. 強度評価

### 4.1 強度評価方法

(1) ベントヘッドは、サブプレッションチェンバ内に設置され、ベント管及びベントノズルを介してドライウェル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ベント管、ベントノズル及びドライウェルを介して原子炉建屋に伝達される。

ベントヘッドの強度評価として、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

ベントヘッド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

ベントヘッドの許容応力は、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。

なお、ベントヘッドのうち、ベントヘッドサポート、ピン及びエンドプレートの許容応力度を表 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

ベントヘッド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 <sup>*1</sup>		許容応力状態 <sup>*3</sup>
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	ベントヘッダ	重大事故等 クラス2容器	$D + P_{SA} + M_{SA}$	(V(S)-1) (V(S)-2) <sup>*2</sup>	重大事故等時 <sup>*4</sup>
		ベントヘッダサポート、ピン 及びエンドプレート	建物・ 構築物	$D + P_{SA} + M_{SA}$	(V(S)-1) (V(S)-2) <sup>*2</sup>	重大事故等時 <sup>*5</sup> <短期>

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：逃がし安全弁作動時荷重はベントヘッダに作用しないことからV(S)-1の荷重の組合せに包絡されるため、荷重の組合せとして考慮せず評価しない。

\*3：ベントヘッダは重大事故等クラス2容器（クラス2容器）であるが、重大事故等時の原子炉格納容器に生じる動荷重を考慮した原子炉格納容器の機能維持を確認する目的で、重大事故等クラス2容器（原子炉格納容器）に準じた許容応力状態及び荷重の組合せを適用する。

\*4：重大事故等時としてIV<sub>A</sub>の許容限界を用いる。

\*5：鋼構造設計規準によるため、< >内の許容応力状態を適用する。

表4-2 ベントヘッドの許容応力 (第2種容器)

許容応力状態 \ 応力分類	一次一般膜応力	一次膜応力+一次曲げ応力
重大事故等時*	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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 ベントヘッダサポート, ピン及びエンドプレートの許容応力度

許容応力状態	引張/ 組合せ	せん断	圧縮	曲げ	支圧
短期	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$

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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境 温度					
ベントヘッド	SGV49		200	—	—	421	—



表 4-5 ベントヘッダサポート, ピン及びエンドプレートの使用材料の許容応力評価条件

評価部位 (応力評価対象)	材料	F (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
ベントヘッダサポート				
ピン				
エンドプレート				

4.2.4 設計荷重

(1) 重大事故等対処設備としての設計荷重

a. 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、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、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)

b. 死荷重

ベント管, ベントヘッド, ダウンカマ及び真空破壊装置等の自重を死荷重とする。

死荷重                       kg

c. 水力的動荷重

重大事故等対処設備としてのチャギング荷重は  N となり、設計基準対象施設としての荷重に包絡されるため以下のとおりとする。

横方向荷重                       N

d. ベントヘッドサポート反力

重大事故等対処設備としての評価における、ベントヘッドサポート反力を表 4-6 及び表 4-7 に示す。

表 4-6 ベントヘッドサポート (下側) 反力 (重大事故等対処設備)

荷重名称 \ 成分	軸力* P (×10 <sup>5</sup> N)	曲げモーメント M (×10 <sup>5</sup> N・mm)
内圧 (SA 短期)		
ベント系死荷重 (SA 短期)		
チャギング荷重 (SA 短期)		

注記\* : 正符号は引張, 負符号は圧縮荷重とする。

表 4-7 ベントヘッドサポート (上側) 反力 (重大事故等対処設備)

荷重名称 \ 成分	軸力* P (×10 <sup>5</sup> N)	曲げモーメント M (×10 <sup>5</sup> N・mm)
内圧 (SA 短期)		
ベント系死荷重 (SA 短期)		
チャギング荷重 (SA 短期)		

注記\* : 正符号は引張, 負符号は圧縮荷重とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 4.3 計算方法

#### 4.3.1 応力評価点

ベントヘッドの応力評価点を表 4-8 及び図 4-1 に示す。応力評価点 P1 及び P2 の応力は、添付書類「VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書」に示す解析モデルを用いて計算する。応力評価点 P3～P8 の応力は、ベントヘッドサポートを構成する部材の形状及び応力レベルを考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。

表 4-8 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1	ベントヘッド（一般部）
P2*	ベントヘッド（一般部以外）
P3	ベントヘッドサポート（下側）
P4	ピン（下側）
P5	エンドプレート（下側）
P6	ベントヘッドサポート（上側）
P7	ピン（上側）
P8	エンドプレート（上側）

注記\*：既工認（参照図書（1））の応力評価点 P2～P5 を包絡する。ベントヘッドとダウンカマの接続部、ベントヘッドとベントヘッドサポートリングの接続部及びベントヘッドとベントヘッドリングの接続部を含む範囲の最大応力を評価する。

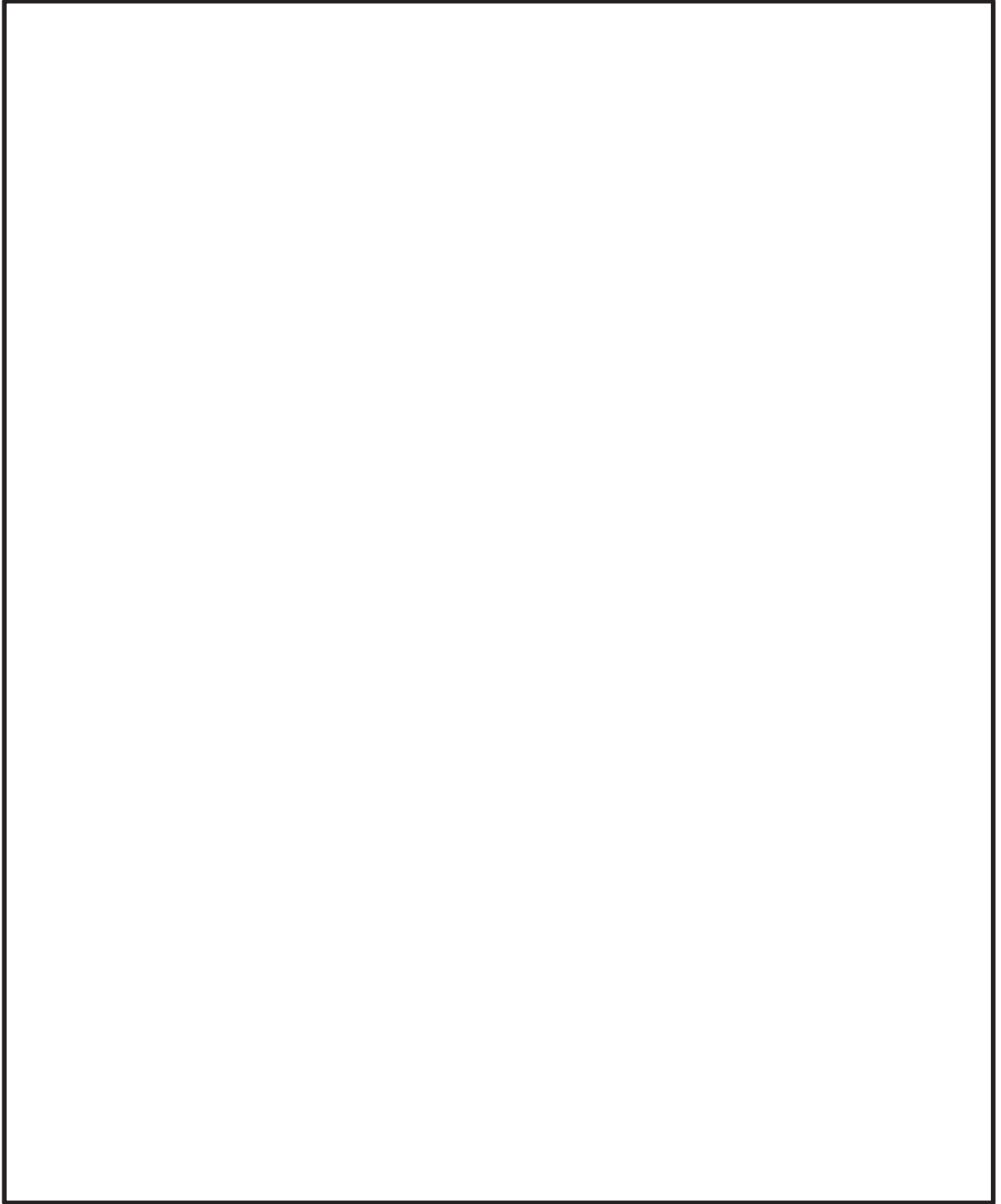


図 4-1 ベントヘッダ及びベントヘッダサポートの応力評価点

#### 4.3.2 解析モデル及び諸元

ベントヘッドとしての評価は、添付書類「VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書」に示すベント管、ベントヘッド及びダウンカマの解析モデルにより応力解析を行う。

#### 4.3.3 応力計算方法

ベントヘッド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としての応力評価の概要を以下に示す。

##### a. 応力評価点 P1 及び P2

応力評価点 P1 及び P2 の応力は、添付書類「VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書」に示す解析モデルにより算出し評価する。

##### b. 応力評価点 P3～P4

応力評価点 P3～P4 の応力計算方法は、既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。各荷重による応力は、ベントヘッドサポート（下側）、ピン（下側）及びエンドプレート（下側）の断面性能より評価する。ただし、応力計算に用いる寸法は、図 3-2 及び図 3-3 に示す寸法とする。

##### c. 応力評価点 P5～P8

応力評価点 P5～P8 の応力計算方法は、応力評価点 P3～P4 と同じとする。各荷重による応力は、ベントヘッドサポート（上側）、ピン（上側）及びエンドプレート（上側）の断面性能より評価する。ただし、応力計算に用いる寸法は、図 3-2 及び図 3-3 に示す寸法とする。

#### 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」で求めた各応力が表 4-2 及び表 4-3 に示す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

ベントヘッダ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。なお、重大事故等クラス 2 容器であるベントヘッダの算出応力は、FEM モデルを用いた応力解析により求めた応力を示している。

#### (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 ベントヘッダの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	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		
ベント ヘッダ	P1	ベントヘッダ (一般部)	一次一般膜応力	93	281	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	93	421	○	
	P2	ベントヘッダ (一般部以外)	一次膜応力+一次曲げ応力	168	421	○	

表 5-2 ベントヘッダサポートの重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>) (その 1)

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		
ベント ヘッダ	P3	ベントヘッダサポート (下側)	引張応力	47		○	
			圧縮応力	8		○	
			曲げ応力	3		○	
			組合せ応力	50		○	
	P4	ピン (下側)	曲げ応力	79		○	
			せん断応力	28		○	
			支圧応力	116		○	
			組合せ応力	93		○	
	P5	エンドプレート (下側)	引張応力	31		○	
			圧縮応力	5		○	
			曲げ応力	9		○	
			せん断応力	59		○	
			組合せ応力	110		○	

22



表 5-2 ベントヘッダサポートの重大事故等時に対する評価結果 (D + P<sub>SA</sub> + M<sub>SA</sub>) (その 2)

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		
ベント ヘッダ	P6	ベントヘッダサポート (上側)	引張応力	7		○	
			圧縮応力	41		○	
			曲げ応力	9		○	
			組合せ応力	50		○	
	P7	ピン (上側)	曲げ応力	68		○	
			せん断応力	25		○	
			支圧応力	101		○	
			組合せ応力	81		○	
	P8	エンドプレート (上側)	引張応力	4		○	
			圧縮応力	24		○	
			曲げ応力	41		○	
			せん断応力	51		○	
			組合せ応力	110		○	

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-3-1-3-4 ベントヘッドの強度計算書」

VI-3-3-6-2-4 ベント管の基本板厚計算書

本計算書の評価結果については、本工事計画認可申請書 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」による。

VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書

## 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 適用規格・基準等	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	11
4.3.1 応力評価点	11
4.3.2 解析モデル及び諸元	12
4.3.3 応力計算方法	15
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、ベント管の強度計算書である。

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、ベント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、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

ベント管の構造計画を表 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>ベント管は、ベントノズルを介してドライウェルに支持され、ベントヘッド及びダウンコマを支持する。</p> <p>鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、ドライウェルを介して原子炉建屋に伝達される。</p>	<p>ベント管は、内径 <input type="text"/> mm、板厚 <input type="text"/> mm 及び <input type="text"/> mm の鋼製円筒構造物である。</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
		<p style="text-align: center;">A-Aから見る</p>	<p style="text-align: center;">B部詳細</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p style="text-align: center;">C部詳細</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
			(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



## 2.2 評価方針

ベント管の応力評価は、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-3-1-5 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。

ベント管の強度評価フローを図 2-1 に示す。

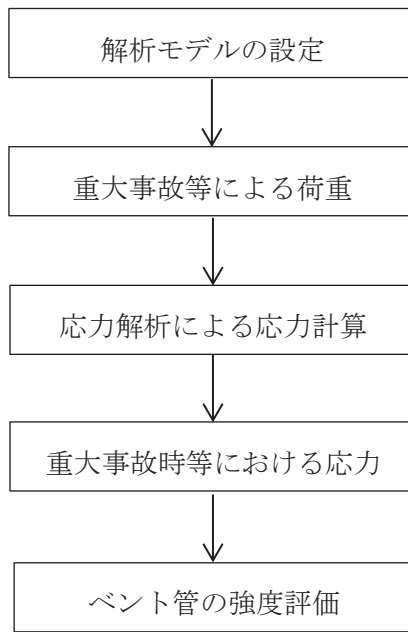


図 2-1 ベント管の強度評価フロー

## 2.3 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (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。）

## 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
E	縦弾性係数	MPa
$M_{SA}$	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°Cにおける設計降伏点	MPa
$t_i$	厚さ ( $i = 1, 2, 3$ )	mm
T	温度	°C
$T_{SA}$	温度 (SA 短期温度)	°C
$\nu$	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

計算精度は、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 <sup>*2</sup>
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
長さ	mm	—	—	整数位

注記 1\* : 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 : 設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

3. 評価部位

ベント管の形状及び主要寸法を図 3-1 に示す。また，評価部位及び使用材料を表 3-1 に示す。



- |   |   |
|---|---|
| ① ベント管  | ② ベントヘッド  |
| ③ 真空破壊装置スリーブ  | ④ 補強リブ  |
| $D_1 =$ <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> | $D_2 =$ <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> |
| $t_1 =$ <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> | $t_2 =$ <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> |
|   | $D_3 =$ <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> |
|   | $t_3 =$ <input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/> |

(単位：mm)

図 3-1 ベント管の形状及び主要寸法

表 3-1 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料
ベント管	SGV49
真空破壊装置スリーブ	

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) ベント管は、ベントノズルを介してドライウェル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、ドライウェルを介して原子炉建屋に伝達される。

ベント管の強度評価として、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、「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

ベント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、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

ベント管の許容応力は、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

ベント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 4-3 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 <sup>*1</sup>		許容応力状態
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	ベント管	重大事故等 クラス2容器	$D + P_{SA} + M_{SA}$	(V(S)-1) (V(S)-2) <sup>*2</sup>	重大事故等時 <sup>*3</sup>

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：逃がし安全弁作動時荷重はベント管に作用しないことからV(S)-1の荷重の組合せに包絡されるため、荷重の組合せとして考慮せず評価しない。

\*3：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
許容応力状態		
重大事故等時 <sup>*</sup>	運転状態IVの許容応力である $2/3 \cdot S_u$ とする。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 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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		ベント管	SGV49	周囲環境温度	200	—	—

#### 4.2.4 設計荷重

##### (1) 重大事故等対処設備としての設計荷重

###### a. 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、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、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)

###### b. 死荷重

ベント管，ベントヘッド，ダウンカマ及び真空破壊装置等の自重を死荷重とする。

死荷重                       kg

###### c. 水力的動的荷重

重大事故等対処設備としてのチャギング荷重は  N となり，設計基準対象施設としての荷重に包絡されるため，以下のとおりとする。

横方向荷重                       N



### 4.3 計算方法

#### 4.3.1 応力評価点

ベント管の応力評価点を表 4-4 及び図 4-1 に示す。各応力評価点の応力は、図 4-2 に示す解析モデルを用いて計算する。

表 4-4 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1	ベント管（一般部）
P2*	ベント管（一般部以外）
P3	真空破壊装置スリーブ

注記\*：既工認の応力評価点 P1～P10 を包絡する。ベント管頂部，ベント管底部，ベント管ティー継手部，ベント管とベントヘッダの接続部，ベント管と真空破壊装置の接続部及びベント管と補強リブの接続部を含む範囲の最大応力を評価する。



図 4-1 ベント管の応力評価点

#### 4.3.2 解析モデル及び諸元

ベント管の解析モデルを図 4-2 に、機器の諸元を表 4-5 に示す。

解析モデルの概要を以下に示す。

(1) ベント管、ベントヘッド及びダウンカマは、その径に対して板厚が比較的薄く、また、各機器の挙動が相互に影響し合うことを考慮し、各部位の発生応力を詳細にみるため、ベント系全体をシェル要素でモデル化した FEM モデルを用いる。また、各所の補強部材のうち、ベント管ガセット、ベントヘッドリング及びダウンカマリング等の板材はシェル要素によりモデル化し、筋交い、下部支持サポート及びベントヘッドサポート等の棒材は、はり要素によりモデル化する。

(2) 拘束条件は、ベントヘッドサポートとサプレッションチェンバ強め輪の結合部の

なお、ベントヘッドサポートとサプレッションチェンバ強め輪は

また、ベント管とドライウエルの結合部の

各結合部のばね定数は、結合部の形状に応じて算出する。算出したばね定数を表 4-6 及び表 4-7 に示す。

(3) 解析コードは「ANSYS」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。

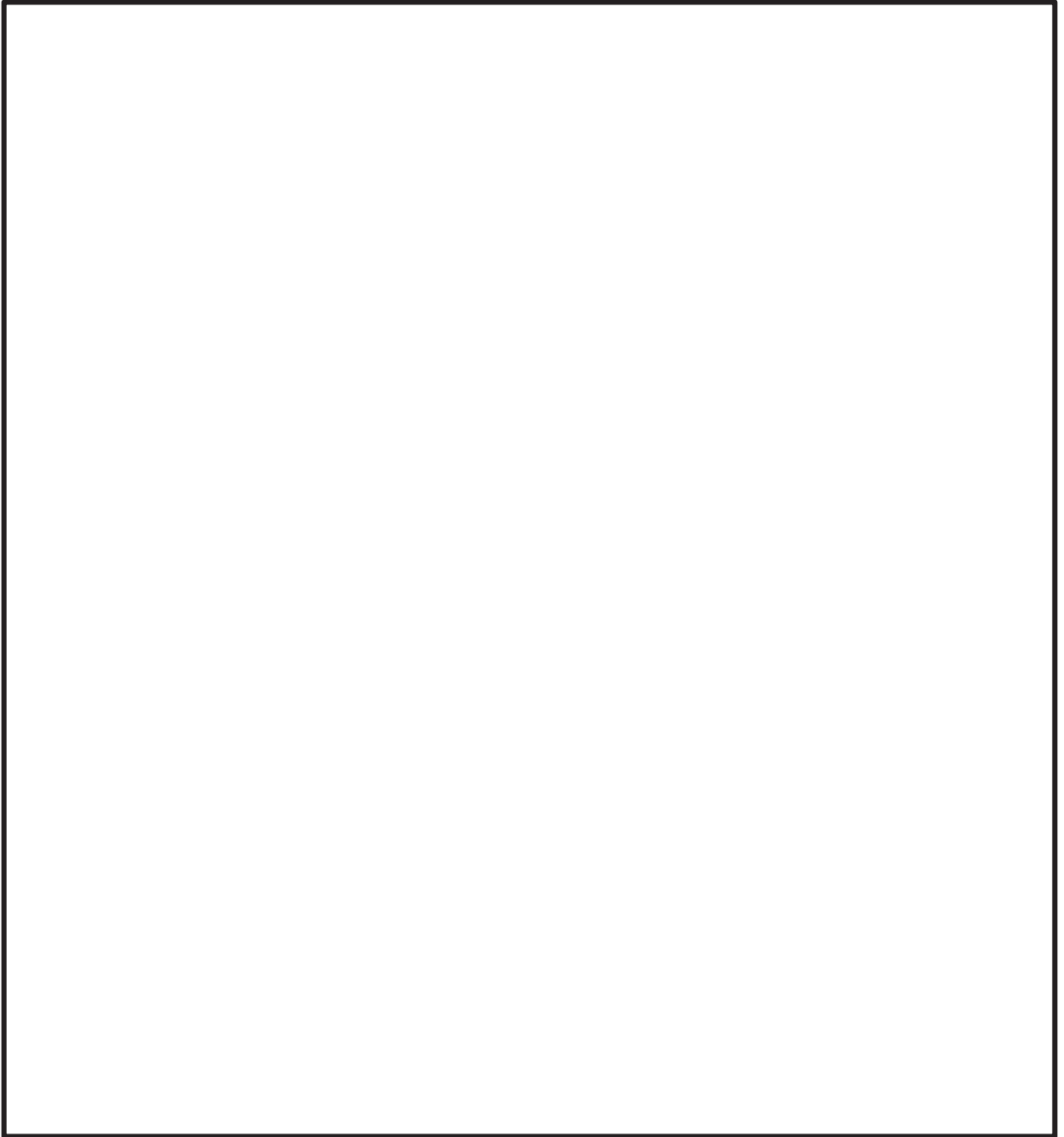


図 4-2 解析モデル

表 4-5 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SGV49
機器質量 <sup>*1</sup>	—	kg	
温度条件 <sup>*2</sup>	T	℃	
縦弾性係数	E	MPa	
ポアソン比	$\nu$	—	
要素数	—	—	
節点数	—	—	

注記\*1：解析モデルでは質量密度として考慮する。

\*2：ドライウエルの通常運転時温度と評価温度の平均値を示す。

表 4-6 結合部のばね定数（ベントノズル）

	半径 (R) 方向 並進ばね定数 (N/mm)	周 ( $\theta$ ) 方向周り 回転ばね定数 (N・mm/rad)	鉛直 (Z) 方向周り 回転ばね定数 (N・mm/rad)
重大事故等対処設備			

表 4-7 結合部のばね定数（ベントヘッダサポート）

	位置	各軸方向並進ばね定数 (N/mm)			各軸周り回転ばね定数 (N・mm/rad)	
		R	Z	$\theta$	R	Z
重大事故等 対処設備	下部内側					
	下部外側					
	上部内側					
	上部外側					

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

ベント管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～P3 に対し、「4.3.2 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルにより算出し評価する。

#### 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」で求めた各応力が、表 4-2 に示す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

ベント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 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		
ベント管	P1	ベント管 (一般部)	一次応力一般膜応力	100	281	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	100	421	○	
	P2	ベント管 (一般部以外)	一次膜応力+一次曲げ応力	185	421	○	
	P3	真空破壊装置スリーブ	一次膜応力+一次曲げ応力	71	421	○	

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-3-1-1-14 ベント管の強度計算書」



VI-3-3-6-2-6 ベント管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 適用規格・基準等	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. 設計条件	8
4.1 設計荷重	8
4.2 設計用地震力	9
4.3 各荷重の繰返し回数	9
5. 強度評価	10
5.1 評価方法	10
5.2 設計荷重によるベント管ベローズの変位	10
5.3 地震荷重によるベント管ベローズの変位	10
5.3.1 ドライウェルベント開口部とサブプレッションチェンバ基礎版の相対変位	10
5.3.2 ベント管の変位	10
5.3.3 サプレッションチェンバの変位	11
5.3.4 ベント管ベローズの変位	11
5.4 各荷重によるベント管ベローズの変位	12
5.5 各荷重によるベント管ベローズの全伸縮量	12
5.6 疲労評価	13
6. 評価結果	13
7. 参照図書	15

## 1. 概要

本計算書は、ベント管ベローズの強度計算書である。

ベント管ベローズは、設計基準対象施設のベント管ベローズ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、ベント管ベローズの強度評価を示す。

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

ベント管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>ベント管ベローズは、短管を通じて一端をベント管に、他端をサブレッションチェンバに支持される。ベント管ベローズは、ドライウエルとサブレッションチェンバとの相対変位を吸収するために設けられたものである。</p>	<p>ベント管ベローズは、有効径 <input type="text"/> mm、板厚 <input type="text"/> mm のベローズを 2 本直列に連結した構造であり、ベローズには補強リングが取り付けられている。</p>	<p>C部詳細図 (ベント管ベローズ詳細) (カバーの表示を省略)</p> <p>B部詳細</p> <p>A-Aから見る</p> <p>(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

## 2.2 評価方針

ベント管ベローズの評価は、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」にて設定した荷重及び荷重の組合せに基づき、「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、圧力及び地震荷重による変位の繰返し回数が許容限界内に収まることを、「5. 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。

ベント管ベローズの評価フローを図 2-1 に示す。

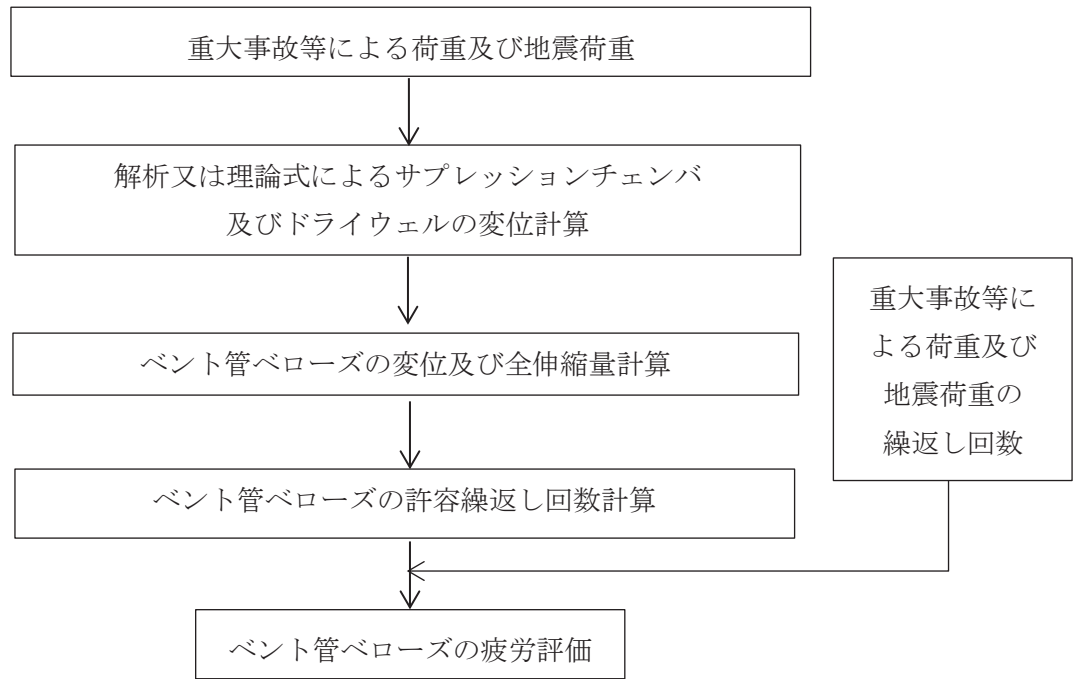


図 2-1 ベント管ベローズの評価フロー

## 2.3 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (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。）

## 2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
b	ベント管ベローズの波のピッチの2分の1	mm
c	ベント管ベローズの層数	—
D	ベント管ベローズの有効径	mm
E	ベント管ベローズの縦弾性係数	MPa
h	ベント管ベローズの波の高さ	mm
$l_i$	長さ ( $i = 1, 2, 3 \dots$ )	mm
L	ベント管ベローズの長さ	mm
n	ベント管ベローズの波数の2倍の値	—
$N_1$	許容繰返し回数	—
$N_2$	設計荷重又は地震荷重の繰返し回数	—
P	圧力	kPa
$P_{SA}$	圧力 (SA 短期圧力)	kPa
$R_i$	半径 ( $i = 1, 2, 3 \dots$ )	mm
$S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$ により定まる地震力	—
$S_s$	基準地震動 $S_s$ により定まる地震力	—
$t_i$	厚さ ( $i = 1, 2, 3 \dots$ )	mm
$T_{SA}$	温度 (SA 短期温度)	°C
$\delta$	変位	mm
$\theta_i$	角度 ( $i = 1, 2, 3$ )	°
$\sigma$	応力	MPa

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、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。

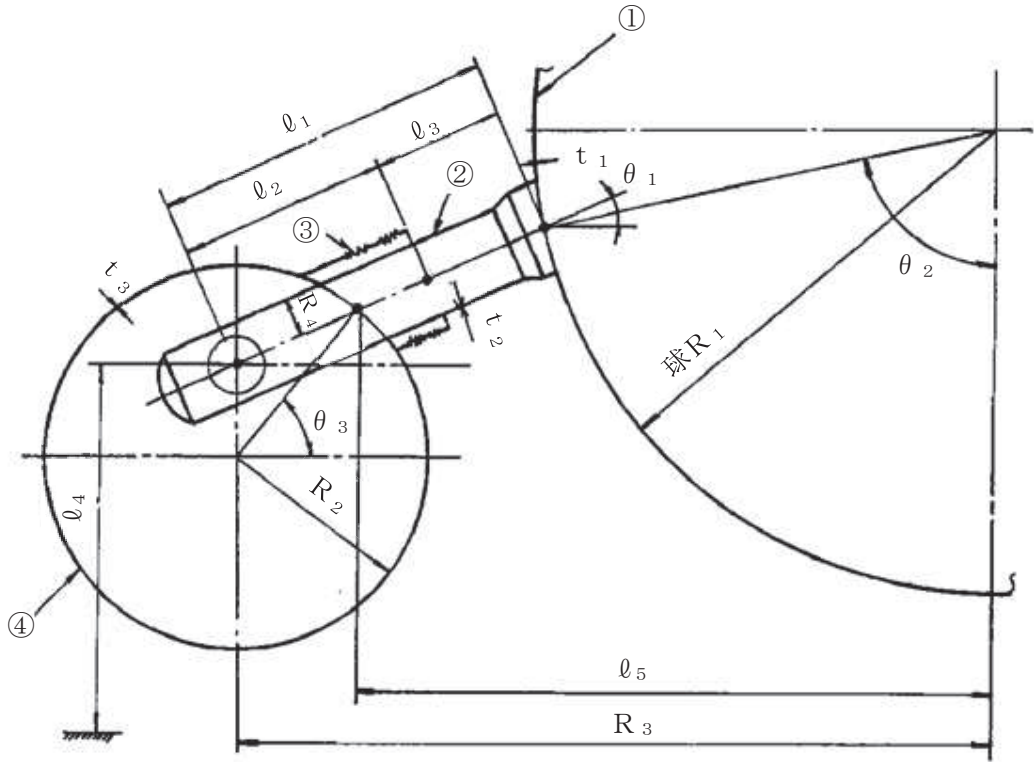
表 2-2 表示する数値の丸め方

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 <sup>*</sup>
温度	°C	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*</sup>
全伸縮量	mm	有効数字 5 桁目	切上げ	有効数字 4 桁
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

注記\*：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

3. 評価部位

ベント管ベローズ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 ドライウエル

② ベント管

③ ベント管ベローズ

④ サプレッションチェンバ

$l_1 =$    
 $l_2 =$    
 $l_3 =$    
 $l_4 =$    
 $l_5 =$

球  $R_1 =$    
 $R_2 =$    
 $R_3 =$    
 $R_4 =$    
 $t_1 =$

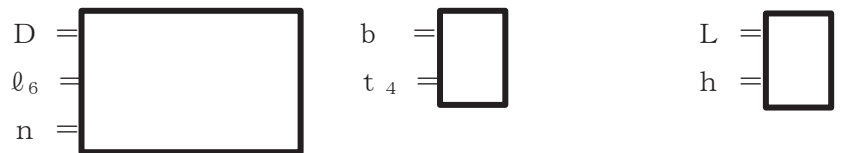
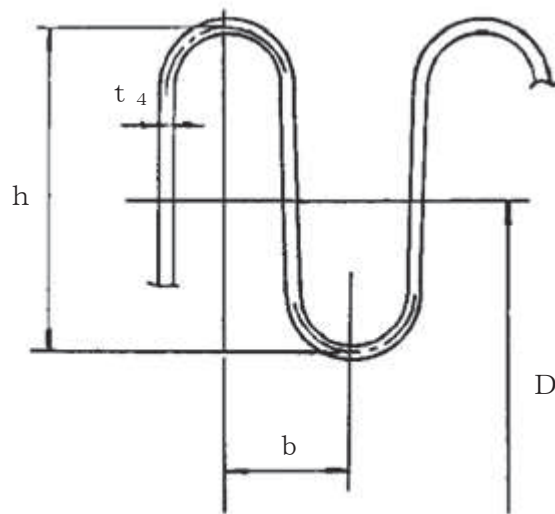
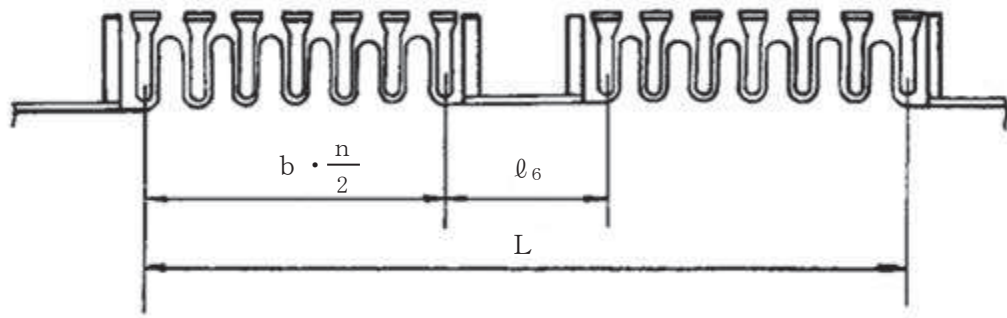
$t_2 =$    
 $t_3 =$    
 $\theta_1 =$    
 $\theta_2 =$    
 $\theta_3 =$

(単位：mm)

図 3-1 ベント管ベローズ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。





(単位：mm)

図 3-1 ベント管ベローズの形状及び主要寸法 (その 2)

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料
ベント管ベローズ	SUS316L

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4. 設計条件

##### 4.1 設計荷重

###### (1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての設計荷重である，最高使用圧力，最高使用温度，試験圧力，通常運転時温度及び基準温度は，既工認（参照図書(1)）からの変更はなく，以下のとおりとする。

###### a. 最高使用圧力及び最高使用温度

###### (a) ドライウエル

内圧	427kPa
外圧	13.7kPa
温度	171℃

###### (b) サプレッションチェンバ

内圧	427kPa
外圧	13.7kPa
温度	104℃

###### b. 試験圧力 481kPa

###### c. 通常運転時温度

(a) ドライウエル	57℃
(b) サプレッションチェンバ	32℃

###### d. 基準温度 10℃

###### (2) 重大事故等対処設備としての設計荷重

###### a. 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，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，以下のとおりとする。

###### (a) ドライウエル

内圧 $P_{SA}$	854kPa
温度 $T_{SA}$	200℃

###### (b) サプレッションチェンバ

内圧 $P_{SA}$	854kPa
温度 $T_{SA}$	200℃

#### 4.2 設計用地震力

サブプレッションチェンバ及びベント管の設計用地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」及び「VI-2-3-2 炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書」の応答解析に基づき算出した地震力を用いる。

#### 4.3 各荷重の繰返し回数

各荷重の繰返し回数は，表 4-1 に示すとおりである。

表 4-1 各荷重の繰返し回数

運転状態	荷重	回数
I, II	最高使用圧力（外圧）	240
	熱荷重（通常運転時）	
III	—	—
IV	最高使用圧力（内圧）	1
	熱荷重（事故時）	
V	重大事故等時圧力	1
	重大事故等時温度	
試験状態	試験圧力	100
—	地震荷重 S d	590
—	地震荷重 S s	340

## 5. 強度評価

### 5.1 評価方法

- (1) ベント管ベローズの強度評価は、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い疲労評価を行う。
- (2) 疲労評価に用いる寸法は、公称値を用いる。
- (3) 構造概略図を表 2-1 に示す。

### 5.2 設計荷重によるベント管ベローズの変位

設計荷重によるベント管ベローズの変位の計算方法は、参照図書(1)に定めるとおりである。設計荷重によるベント管ベローズの変位を表 5-1 に示す。

### 5.3 地震荷重によるベント管ベローズの変位

#### 5.3.1 ドライウェルベント開口部とサプレッションチェンバ基礎版の相対変位

ドライウェルベント開口部とサプレッションチェンバ基礎版の相対変位は、添付書類「VI-2-3-2 炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書」より求める。

- (1) 地震荷重  $S_d$  に対して

鉛直方向変位  $\delta_{sdv}$

$$\delta_{sdv} = 0.2 \text{ mm}$$

水平方向変位  $\delta_{sdH}$

$$\delta_{sdH} = 3.7 \text{ mm}$$

- (2) 地震荷重  $S_s$  に対して

鉛直方向変位  $\delta_{ssv}$

$$\delta_{ssv} = 0.2 \text{ mm}$$

水平方向変位  $\delta_{ssH}$

$$\delta_{ssH} = 8.0 \text{ mm}$$

#### 5.3.2 ベント管の変位

ベント管の変位は、添付書類「VI-2-9-4-2 ベント管の耐震性についての計算書」に示す解析モデルを用いた応答解析より求める。

- (1) 地震荷重  $S_d$  に対して

鉛直方向変位  ${}_v\delta_{sdv}$

$${}_v\delta_{sdv} = 0.722 \text{ mm}$$

水平方向変位  ${}_v\delta_{sdH}$

$${}_v\delta_{sdH} = 4.360 \text{ mm}$$

- (2) 地震荷重  $S_s$  に対して

鉛直方向変位  $v \delta_{sV}$

$$v \delta_{sV} = 1.490 \text{ mm}$$

水平方向変位  $v \delta_{sH}$

$$v \delta_{sH} = 9.356 \text{ mm}$$

### 5.3.3 サプレッションチェンバの変位

サプレッションチェンバの変位は、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」に示す解析モデルを用いた応答解析より求める。

- (1) 地震荷重  $S_d$  に対して

鉛直方向変位  $s \delta_{dV}$

$$s \delta_{dV} = 2.794 \text{ mm}$$

水平方向変位  $s \delta_{dH}$

$$s \delta_{dH} = 4.106 \text{ mm}$$

- (2) 地震荷重  $S_s$  に対して

鉛直方向変位  $s \delta_{sV}$

$$s \delta_{sV} = 5.151 \text{ mm}$$

水平方向変位  $s \delta_{sH}$

$$s \delta_{sH} = 8.421 \text{ mm}$$

### 5.3.4 ベント管ベローズの変位

- (1) 地震荷重  $S_d$  に対して

- a. 軸方向変位

$$\begin{aligned} \delta_{sX} &= (\delta_{s dH} + v \delta_{s dH} + s \delta_{s dH}) \cdot \cos \theta_1 + (\delta_{s dV} + v \delta_{s dV} + s \delta_{s dV}) \cdot \sin \theta_1 \\ &= 12.65 \text{ mm} \end{aligned}$$

- b. 軸直角方向変位

$$\begin{aligned} \delta_{sY} &= (\delta_{s dH} + v \delta_{s dH} + s \delta_{s dH}) \cdot \sin \theta_1 + (\delta_{s dV} + v \delta_{s dV} + s \delta_{s dV}) \cdot \cos \theta_1 \\ &= 8.205 \text{ mm} \end{aligned}$$

- (2) 地震荷重  $S_s$  に対して

5.3.4(1)項と同様に求める。計算結果を以下に示す。

軸方向変位            26.39 mm

軸直角方向変位    16.44 mm

#### 5.4 各荷重によるベント管ベローズの変位

各荷重によるベント管ベローズの変位を表 5-1 に示す。

表 5-1 ベント管ベローズの変位 (単位: mm)

荷重名称	軸方向変位	軸直角方向変位 <sup>*2</sup>
最高使用圧力 (内圧)	4.055	-0.7380
重大事故等時圧力	8.198	-1.544
試験圧力	4.476	-0.8429
熱荷重 (通常運転時)	4.272	-0.3771
熱荷重 (事故時)	13.20	-2.974
重大事故等時温度	2.492	-11.87
地震荷重 S <sub>d</sub> <sup>*1</sup>	12.65	8.205
地震荷重 S <sub>s</sub> <sup>*1</sup>	26.39	16.44

注記\*1: 地震荷重による変位は片振幅を示す。

\*2: 軸直角方向の変位の正符号は上向き, 負符号は下向きを示す。

#### 5.5 各荷重によるベント管ベローズの全伸縮量

設計荷重及び地震荷重によるベント管ベローズの全伸縮量を表 5-2 に示す。ベント管ベローズの全伸縮量の計算方法は, 参照図書(1)に定めるとおりである。

表 5-2 ベント管ベローズの全伸縮量 (単位: mm)

運転状態	荷重名称	全伸縮量
I, II	熱荷重 (通常運転時)	6.168
IV	最高使用圧力 (内圧)	7.766
	熱荷重 (事故時)	28.15
V <sup>*1</sup>	重大事故等時圧力	15.96
	重大事故等時温度	62.17
試験状態	試験圧力	8.714
—	地震荷重 S <sub>d</sub> <sup>*2</sup>	107.8
—	地震荷重 S <sub>s</sub> <sup>*2</sup>	218.1

注記\*1: 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度を考慮する。

\*2: 地震荷重による全伸縮量は両振幅を示す。

## 5.6 疲労評価

ベント管ベローズに対する疲労評価は、告示第501号第28条の規定に従う。

$$N_1 = \left( \frac{11031}{\sigma} \right)^{3.5}$$

ここに、 $\sigma$ はベント管ベローズに生じる応力であって、以下の式による算出する。

$$\sigma = \frac{1.5 \cdot E \cdot t_4 \cdot \delta}{n \cdot \sqrt{b \cdot h^3}} + \frac{P \cdot h}{t_4 \cdot c} \quad (\text{調整リングが付いている場合})$$
$$\sigma = \frac{1.5 \cdot E \cdot t_4 \cdot \delta}{n \cdot \sqrt{b \cdot h^3}} + \frac{P \cdot h^2}{2 \cdot t_4 \cdot c} \quad (\text{調整リングが付いていない場合})$$

ここに、

$c$  : ベローズの層数

$$= 1$$

ベント管ベローズの疲労評価は各荷重による繰返し回数 $N_2$ と許容繰返し回数 $N_1$ との比の総和（疲労累積係数）が1以下であればベント管ベローズの強度は十分である。

## 6. 評価結果

ベント管ベローズの評価結果を表6-1に示す。

地震荷重による応力は、地震荷重 $S_d$ より地震荷重 $S_s$ による全伸縮量の方が大きいため、地震荷重 $S_s$ による全伸縮量を用いて計算することとし、繰返し回数については、地震荷重 $S_s$ より地震荷重 $S_d$ による繰返し回数の方が多いため、地震荷重 $S_d$ の繰返し回数に対して評価する。

疲労累積係数は評価基準値である1を下回っており、強度は十分である。

表 6-1 ベント管ベローズの疲労評価

運転状態	繰返し回数 $N_2$	縦弾性係数 E (MPa)	応力 $\sigma$ (MPa)	許容繰返し回数 $N_1$	$N_2 / N_1$	評価 基準値	判定
I, II	240	194000	58	$9.573 \times 10^7$	$2.507 \times 10^{-6}$	1	○
IV	1	190000	290	$3.425 \times 10^5$	$2.920 \times 10^{-6}$	1	○
V	1	183000	606	$2.574 \times 10^4$	$3.885 \times 10^{-5}$	1	○
試験状態	100	195000	87	$2.362 \times 10^7$	$4.233 \times 10^{-6}$	1	○
地震荷重	$590^{*1}$	194000	$1700^{*2}$	$6.960 \times 10^2$	$8.478 \times 10^{-1}$	1	○
				$\Sigma(N_2 / N_1)$	$8.48 \times 10^{-1}$	1	○

注記\*1：地震荷重  $S_s$  より地震荷重  $S_d$  による繰返し回数の方が多いため、地震荷重  $S_d$  の繰返し回数により評価する。

\*2：地震荷重  $S_d$  より地震荷重  $S_s$  による全伸縮量の方が大きいため、地震荷重  $S_s$  による全伸縮量を用いて計算する。



7. 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-3-1-1-11 ベント管ベローズの強度計算書」

VI-3-3-6-2-7 原子炉格納容器安全設備の強度計算書

## 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価 区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	3.73	171	3.73	200	—	S55 告示	設計・ 建設規格 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・ 建設規格 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・ 建設規格 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 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 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 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

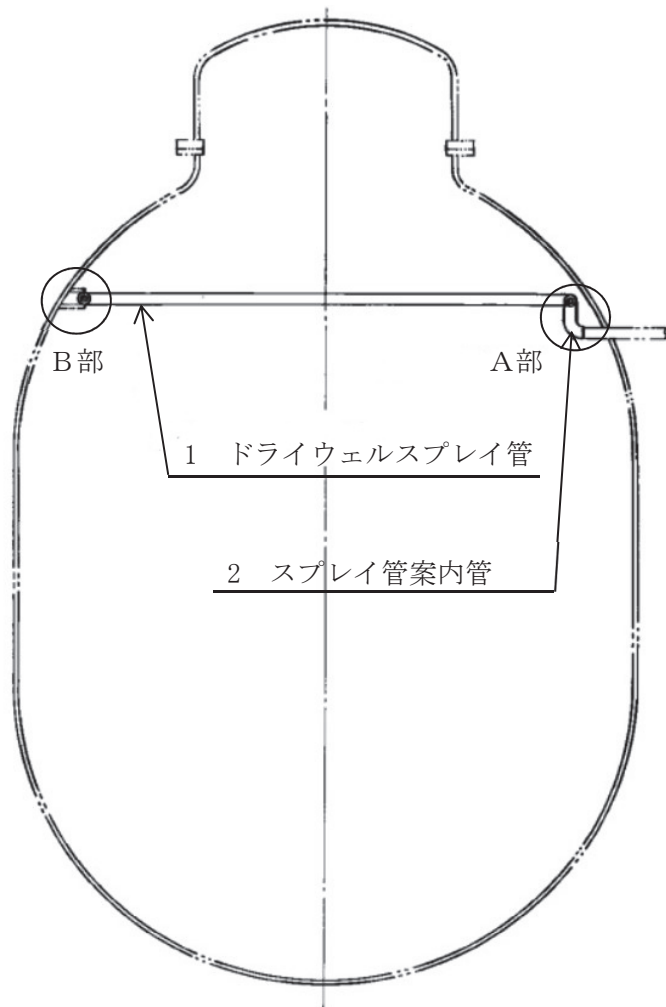


図 1-1 ドライウェルスプレイ管の形状

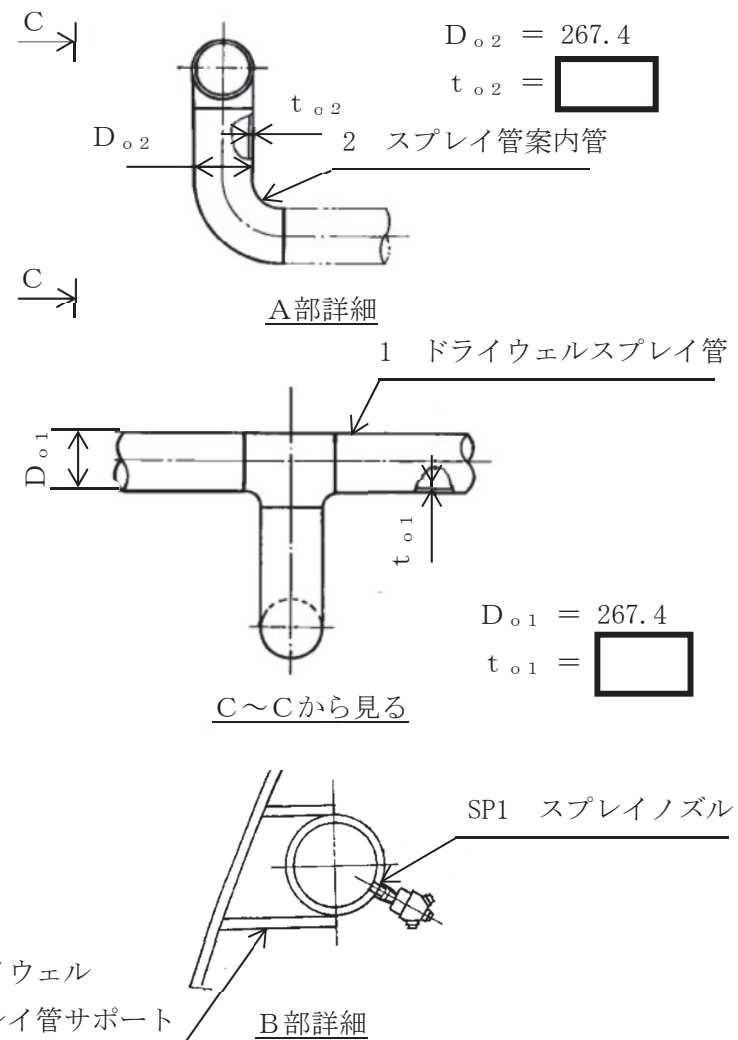


図 1-2 ドライウェルスプレイ管の形状及び主要寸法 (単位: mm)

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 圧力 P (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ t <sub>o</sub> (mm)	材料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	3.73	200	267.40		STS42 (STS410)	S	2	103	1.00	12.5%		4.78	A	4.78
2	3.73	200	267.40		STS42 (STS410)	S	2	103	1.00	12.5%		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.		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 管	材 料	STS42 (STS410)
	許容引張応力	$S_r$ (MPa) 103
	外 径	$D_{or}$ (mm) 267.40
	内 径	$D_{ir}$ (mm) <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 20px;"></span>
	公称厚さ	$t_{ro}$ (mm) <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 20px;"></span>
	厚さの負の許容差	$Q_r$ 12.5%
	最小厚さ	$t_r$ (mm) <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 20px;"></span>
継手効率	$\eta$ 1.00	
管 台	材 料	—
	外 径	$D_{ob}$ (mm) —
	内 径	$D_{ib}$ (mm) —
	公称厚さ	$t_{bn}$ (mm) —
穴の径	d (mm)	
$d_{r1} = D_{ir} / 4$	(mm)	
61, $d_{r1}$ の小さい値	(mm)	
K		
200, $d_{r2}$ の小さい値	(mm)	
補強不要な穴の最大径	$d_{fr}$ (mm)	
<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。

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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価 区分	同等性 評価 区分	評価 クラス
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件	SA 条件	圧力 (MPa)					
ドライウエル 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・ 建設規格 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 適用規格・基準等	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
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、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

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>ドライウエルスブレイ管は、上下部をサポートを介して原子炉格納容器球形部に支持される。スブレイ管案内管は原子炉格納容器貫通部に支持される。</p> <p>ドライウエルスブレイ管は上下部を全周スブレイ管サポートへ溶接により取り付けられており、スブレイ管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>主体構造</p> <p>ドライウエルスブレイ管は、外径267.4 mm及び厚さ□ mmのパイプで作られ、直径□ mmの円環構造である。</p> <p>スブレイ管案内管は、外径267.4 mm及び厚さ□ mmのパイプで作られ、スブレイ管と原子炉格納容器を2箇所つなぐ構造である。</p>	<p>注記*: スブレイ管案内管を避けるように矩形に切り欠く</p> <p>(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. 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。

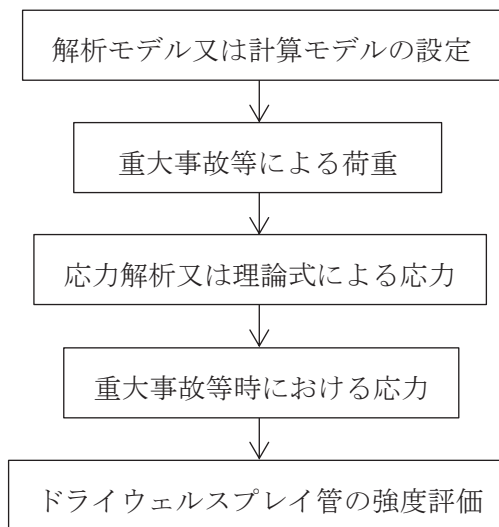


図 2-1 ドライウェルスプレイ管の強度評価フロー

## 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) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和 55 年通商産業省告示第 5 0 1 号）  
（以下「告示第 5 0 1 号」という。）
- (2) J S M E S N C 1 - 2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（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	—
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

## 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。

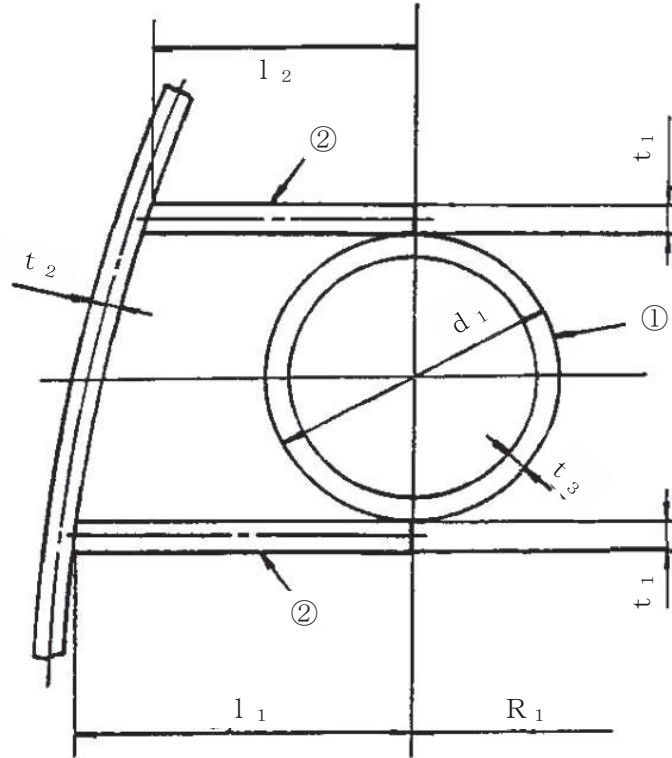
表 2-2 表示する数値の丸め方

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を表 2-1 及び図 3-1 に、スプレイ管案内管の形状及び主要寸法を表 2-1 及び図 3-2 に、評価部位及び使用材料を表 3-1 に示す。



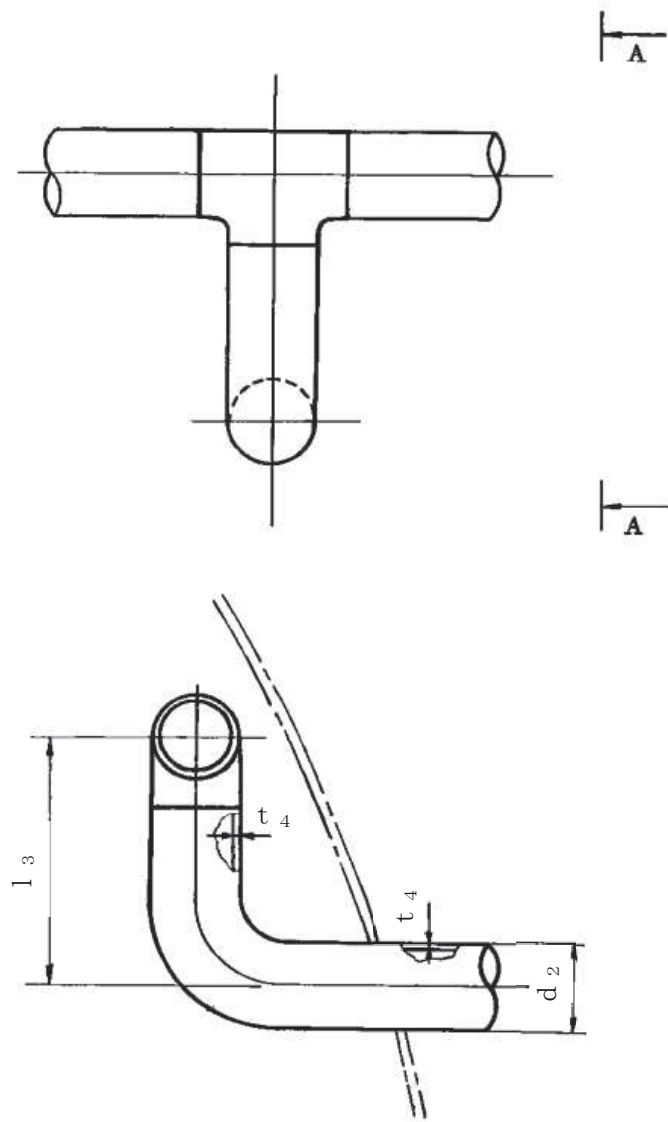
- ① ドライウェルスプレイ管
- ② スプレイ管サポート

(単位：mm)

部材	ドライウェルスプレイ管 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 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料
ドライウェルスプレイ管 及びプレイ管案内管	STS42 (STS410)
プレイ管サポート 及びドライウェルス	SGV49 (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	ドライウエル スプレイ管	重大事故等 クラス2管	P+D+M	運転状態V 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 (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 (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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S <sub>m</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>h</sub> (MPa)
		周囲環境 温度	200				
ドライウエルスブレイ管及び スブレイ管案内管	STS42	周囲環境 温度	200	—	—	—	102
スブレイ管サポート及びドリ イウエル	SGV49	周囲環境 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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S <sub>m</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>h</sub> (MPa)
		周囲環境 温度	200				
ドライウエルスブレイ管及び スブレイ管案内管	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	200	—	—	—	103
スブレイ管サポート及びドリ イウエル	SGV49 (SGV480)	周囲環境 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。

評価圧力	3.73MPa
評価温度	200℃

注：重大事故等時において、既工認（参照図書(1)）と同様のジェット力による発生値を使用して評価する。

ジェット流作用面での中心圧力	365kPa
----------------	--------

### 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。

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	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	スプレイ管案内管
P4	スプレイ管案内管と原子炉格納容器の接続部

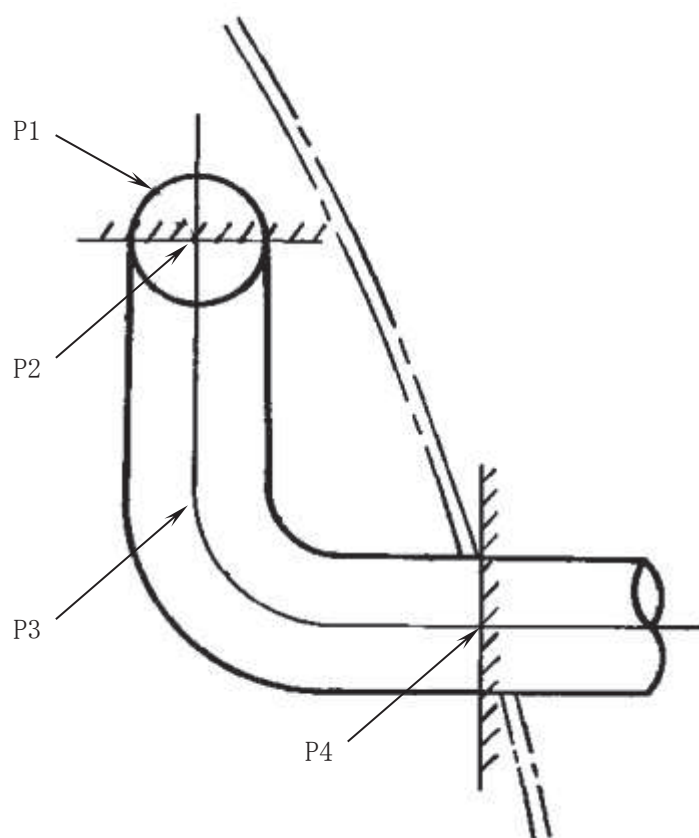


図 4-1 ドライウェルスプレイ管の応力評価点



#### 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 501 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		
ドライウエール スプレイ管	P1 ドライウエールスプレイ管 及びスプレイ管サポート	一次応力	46	123*	○	
	P2 スプレイ管案内管とドラ イウエールスプレイ管の接 続部	一次応力	53	123	○	
	P3 スプレイ管案内管	一次応力	22	123	○	
	P4 スプレイ管案内管と原子 炉格納容器の接続部	一次応力	63	123	○	

注記\*：安全側にドライウエールスプレイ管の許容値を用いて評価する。

表 5-2 設計・建設規格に基づき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 MPa	許容応力 MPa		
ドライウエル スプレイ管	P1 ドライウエルスプレイ管 及びスプレイ管サポート	一次応力	46	185*	○	
	P2 スプレイ管案内管とドラ イウエルスプレイ管の接 続部	一次応力	53	185	○	
	P3 スプレイ管案内管	一次応力	22	185	○	
	P4 スプレイ管案内管と原子 炉格納容器の接続部	一次応力	63	185	○	

注記\*：安全側にドライウエルスプレイ管の許容値を用いて評価する。

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-3-1-3-6 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価 区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
1	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 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・ 建設規格 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・ 建設規格 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 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 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 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

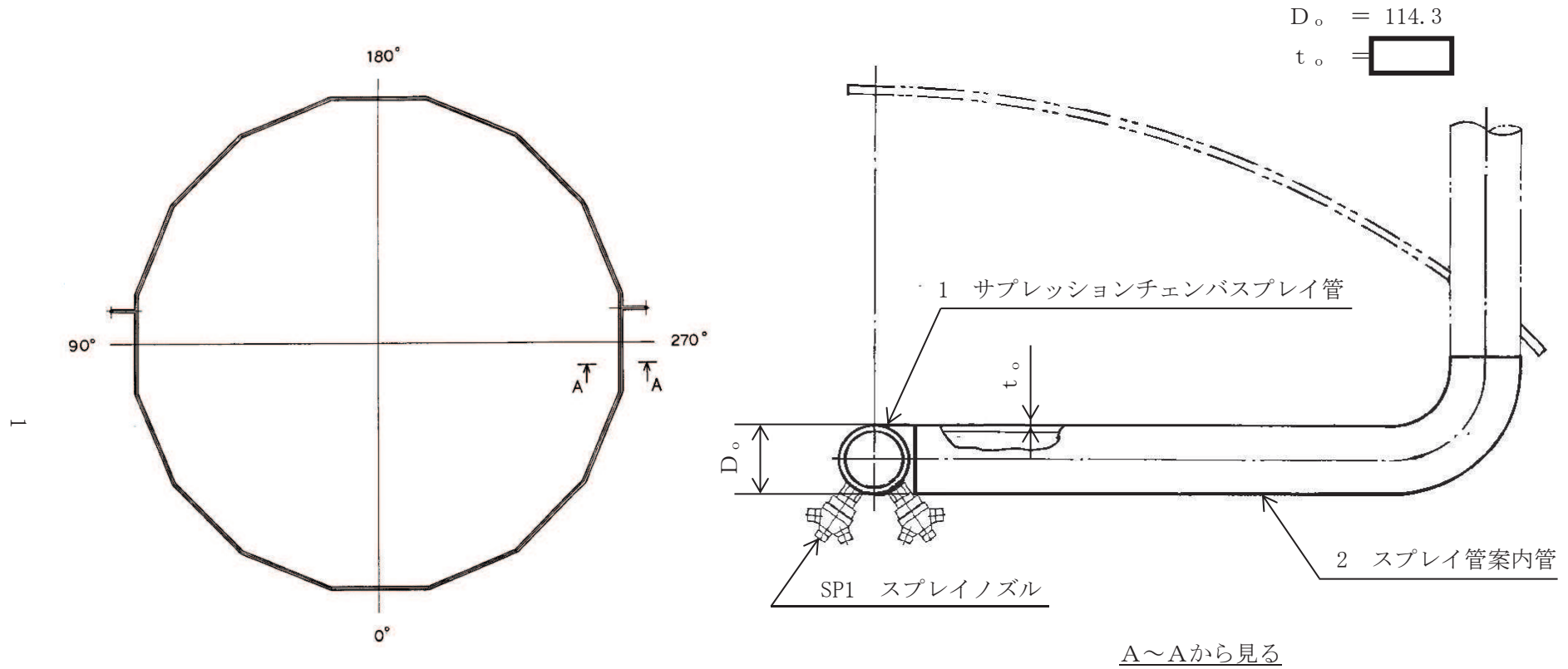


図 1-1 サプレッションチェンバスpray管の形状及び寸法 (単位: mm)

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 圧力 P (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ t <sub>o</sub> (mm)	材料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
1	3.73	200	114.30		STS42 (STS410)	S	2	103	1.00	12.5%		2.04	C	3.40
2	3.73	200	114.30		STS42 (STS410)	S	2	103	1.00	12.5%		2.04	C	3.40

㊟ 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 管	材 料	STS42 (STS410)	
	許容引張応力	$S_r$ (MPa)	103
	外 径	$D_{or}$ (mm)	114.30
	内 径	$D_{ir}$ (mm)	
	公称厚さ	$t_{ro}$ (mm)	
	厚さの負の許容差	$Q_r$	12.5%
	最小厚さ	$t_r$ (mm)	
継手効率	$\eta$	1.00	
管 台	材 料	—	
	外 径	$D_{ob}$ (mm)	—
	内 径	$D_{ib}$ (mm)	—
	公称厚さ	$t_{bn}$ (mm)	—
穴の径	d (mm)		
$d_{r1} = D_{ir} / 4$	(mm)		
6l, $d_{r1}$ の小さい値	(mm)		
K			
200, $d_{r2}$ の小さい値	(mm)		
補強不要な穴の最大径	$d_{fr}$ (mm)		
<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。

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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価 区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
サプレッション チェンバ 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・ 建設規格 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 適用規格・基準等	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
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

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>サブプレッションチェンバ スプレイ管の配管サポ ートは、サブプレッショ ンチェンバ強め輪に支持され る。 スプレイ管案内管はサブ プレッションチェンバ貫通 部に支持される。 鉛直方向荷重及び水平方 向荷重は、サブプレッショ ンチェンバ及びボックス サポートを介して原子炉 建屋に伝達させる。</p>	<p>サブプレッションチェン バスプレイ管及びスプ レイ管案内管は、外径 114.3 mm 及び板厚 <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px; vertical-align: middle;"></span> mm の鋼製パイプを直径 <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px; vertical-align: middle;"></span> mm の円環状に接 合した構造物である。</p>	<p>スプレイ管案内管</p> <p>原子炉格納容器内側</p> <p>C~C断面</p> <p>90°</p> <p>270°</p> <p>180°</p> <p>0°</p> <p>サブプレッション チェンバスプレイ管</p> <p>B部詳細図</p> <p>ドライウェル</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>配管サポート詳細図</p> <p>サブプレッションチェンバ</p> <p>(単位: mm)</p>

2

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

サブ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. 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。

サブ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。

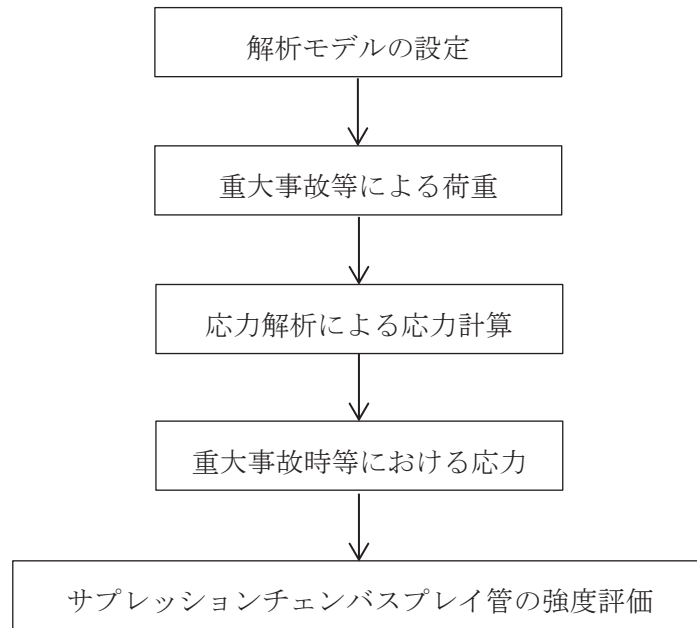


図 2-1 サブプレッションチェンバスプレイ管の強度評価フロー

## 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) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和 55 年通商産業省告示第 5 0 1 号）（以下「告示第 5 0 1 号」という。）
- (2) J S M E S N C 1 - 2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（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	—
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

## 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	MPa	有効数字 4 桁目	四捨五入	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
長さ	mm	—	—	小数点以下第 1 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スプレイ管及びスプレイ管案内管の形状及び主要寸法を表 2-1, 表 3-1 及び図 3-1 に, 各点の拘束方法を表 3-2 に示す。また, 評価部位及び使用材料を表 3-3 に示す。

表 3-1 主要寸法


部材	外径 (mm)	厚さ (mm)
サプレッションチェンバスプレイ管	114.3	
スプレイ管案内管		

表 3-2 拘束方法一覧表

拘束方法	拘束点番号*

表 3-3 評価部位及び使用材料表

評価部位	使用材料
サプレッションチェンバスプレイ管 及びスプレイ管案内管	STS42 (STS410)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



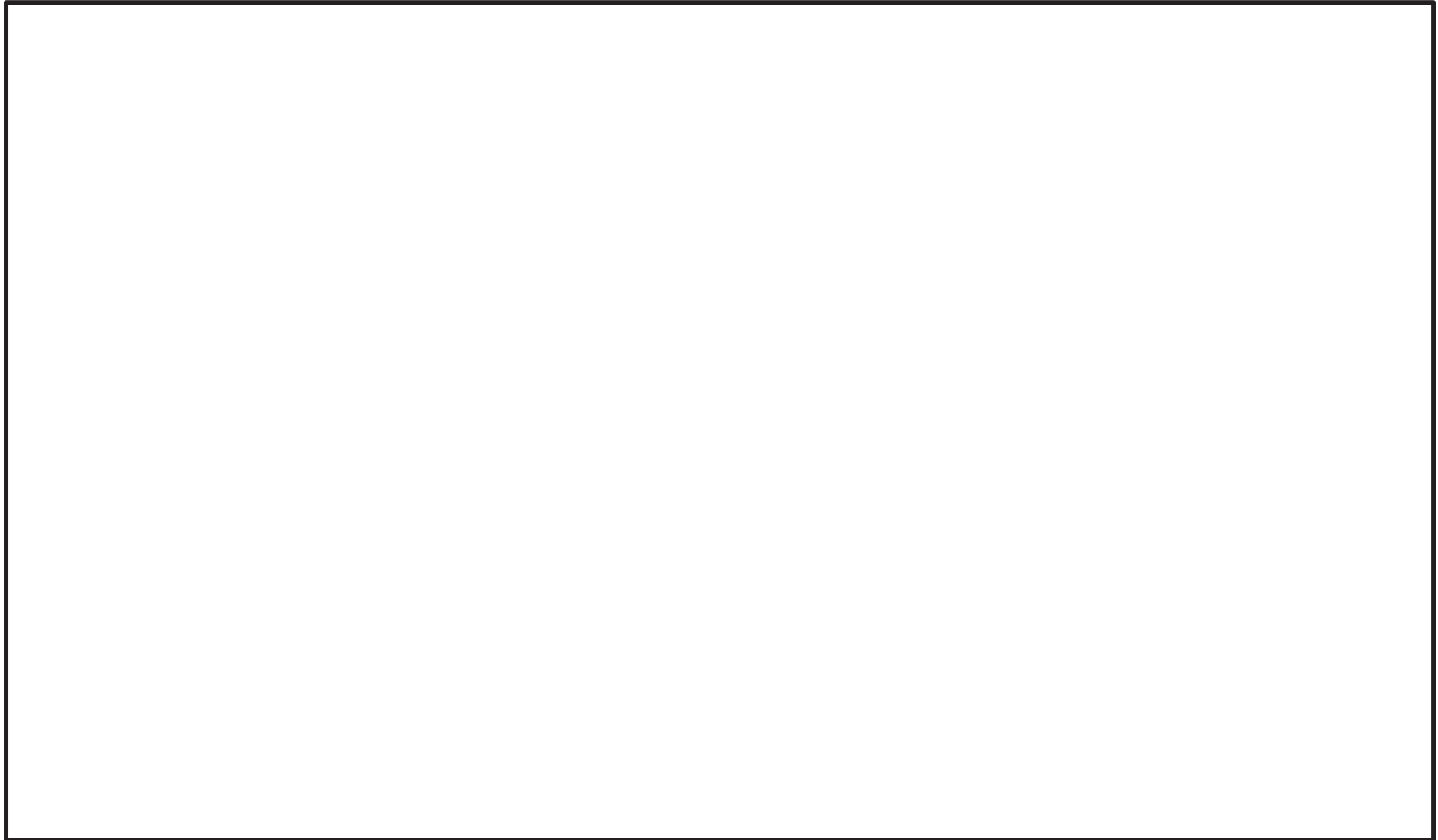


図 3-1 サプレッションチェンバースプレイ管及びスプレイ管  
案内管の形状及び主要寸法（単位：mm）

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、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 その他の安全設備	サプレッション チェンバ スプレイ管	重大事故等 クラス2管	P + D	運転状態V 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 (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 (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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S <sub>m</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>h</sub> (MPa)
		周囲環境温度					
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	STS42	周囲環境温度	200	—	—	—	102

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）

評価部位 (応力評価対象)	材料	温度条件 (°C)		S <sub>m</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>h</sub> (MPa)
		周囲環境温度					
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	STS42 (STS410)	周囲環境温度	200	—	—	—	103

4.2.4 設計荷重

(1) 重大事故等対処設備としての設計荷重

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。

a. 評価圧力及び評価温度

評価圧力	3.73MPa
評価温度	200℃

注：評価圧力はサプレッションチェンバスプレイ管の最高使用圧力（3.73MPa）を使用し、評価温度は原子炉格納容器の限界温度（200℃）を使用して評価する。

b. 死荷重

管内保有水及びノズルを含めた自重を死荷重とする。

死荷重  kg/m

4.3 計算方法

サプレッションチェンバスプレイ管の応力評価点は、サ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。

表 4-6 応力評価点

応力評価点番号*	応力評価点
5J	コーナ部
6	スプレイ管（拘束点）
26	ティー部
38	スプレイ管（一般部）

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。

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

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	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		
サプレッション チェンバ スプレイ管	5J	コーナ部	一次応力	34	102	○	
	6	スプレイ管 (拘束点)	一次応力	37	102	○	
	26	ティー部	一次応力	45	102	○	
	38	スプレイ管 (一般部)	一次応力	41	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	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		
サプレッション チェンバ スプレイ管	5J	コーナ部	一次応力	34	154	○	
	6	スプレイ管 (拘束点)	一次応力	37	154	○	
	26	ティー部	一次応力	45	154	○	
	38	スプレイ管 (一般部)	一次応力	41	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  
添付書類「IV-3-1-3-7 サプレッションチェンバスプレイ管の強度計算書」



VI-3-3-6-2-7-2 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。

・評価条件整理表

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.854	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
4	既設	有	無	DB-2	—	SA-2	無	3.73	186	3.73	186	無	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	3.73	186	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
5	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

・適用規格の選定

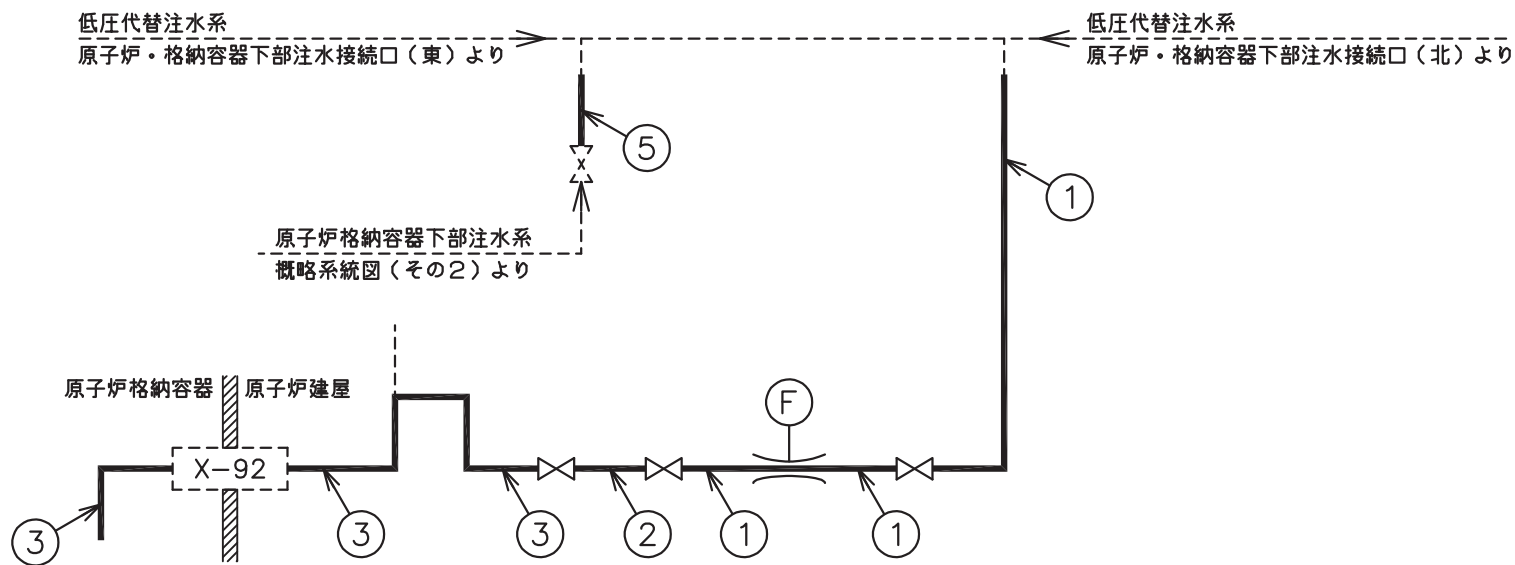
管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
2	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
3	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
4	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
4	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
5	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格



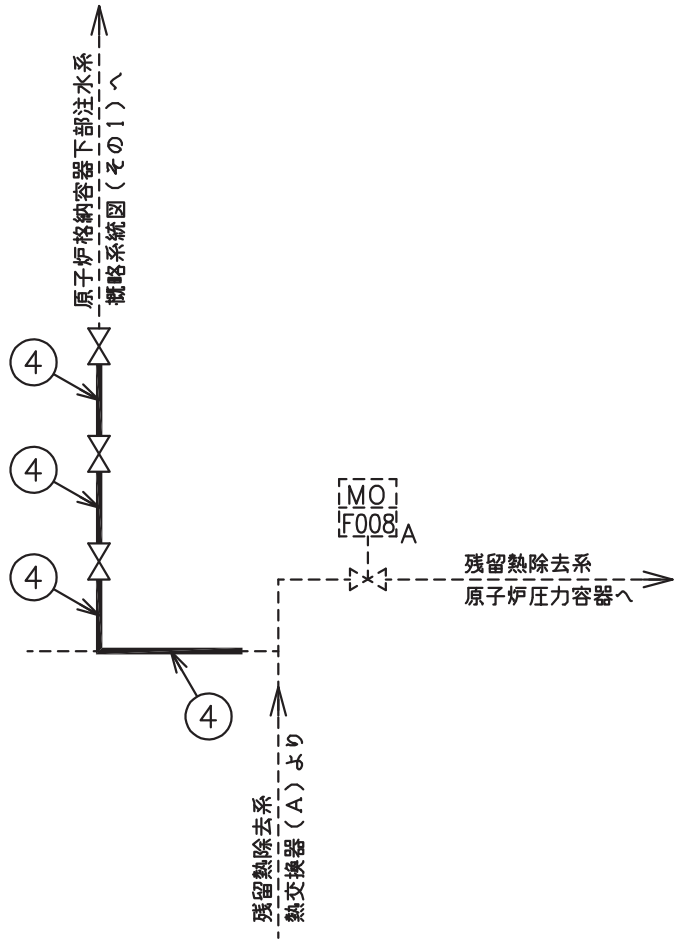
目次

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)

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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 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<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，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。

・評価条件整理表

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
MUWC-002	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	854 (kPa)	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

重大事故等対応設備



## 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。



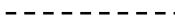
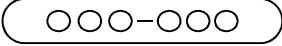

### (1) 管

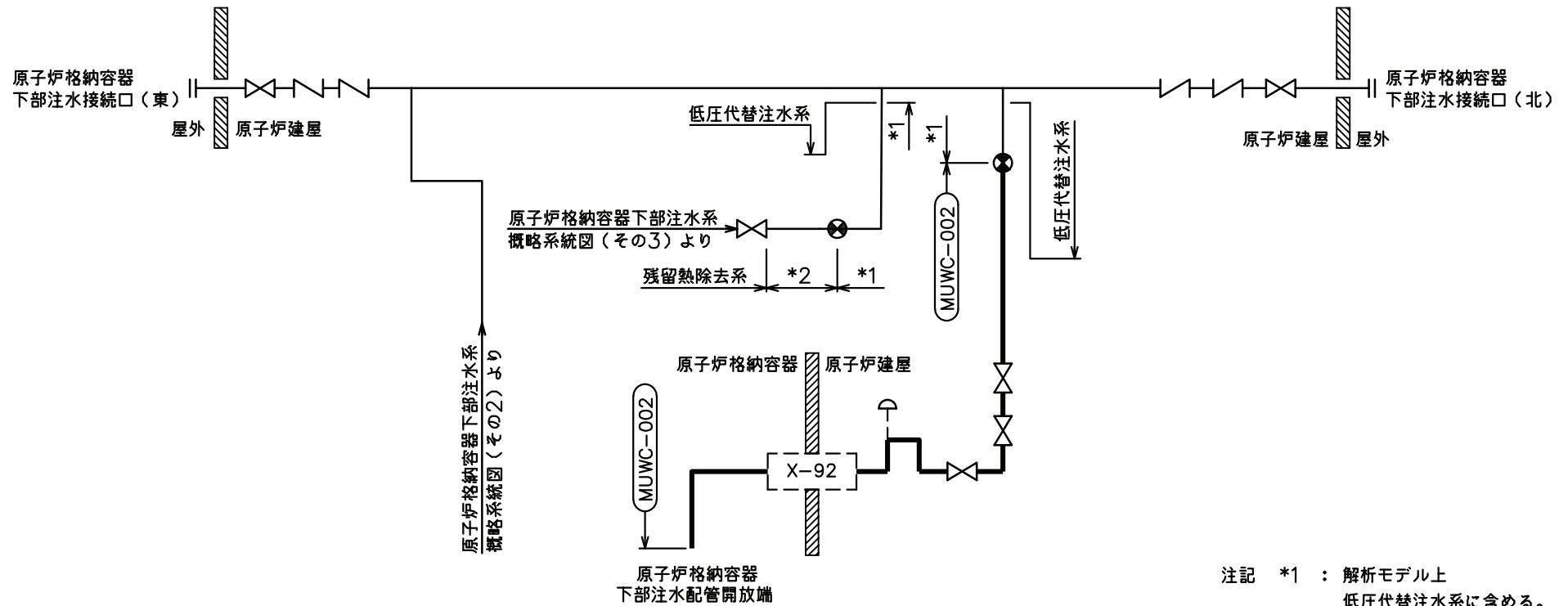
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 1 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

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

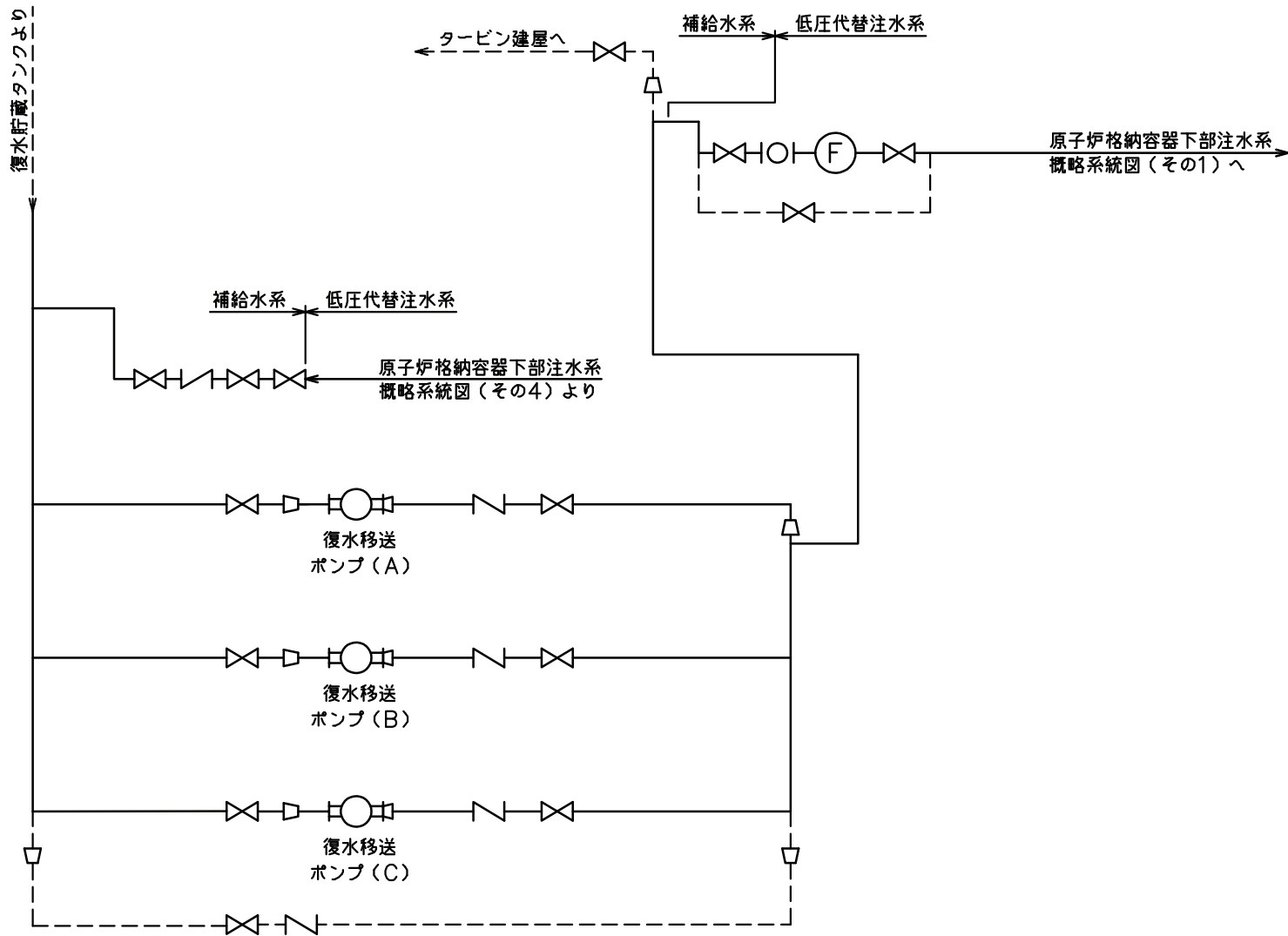
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



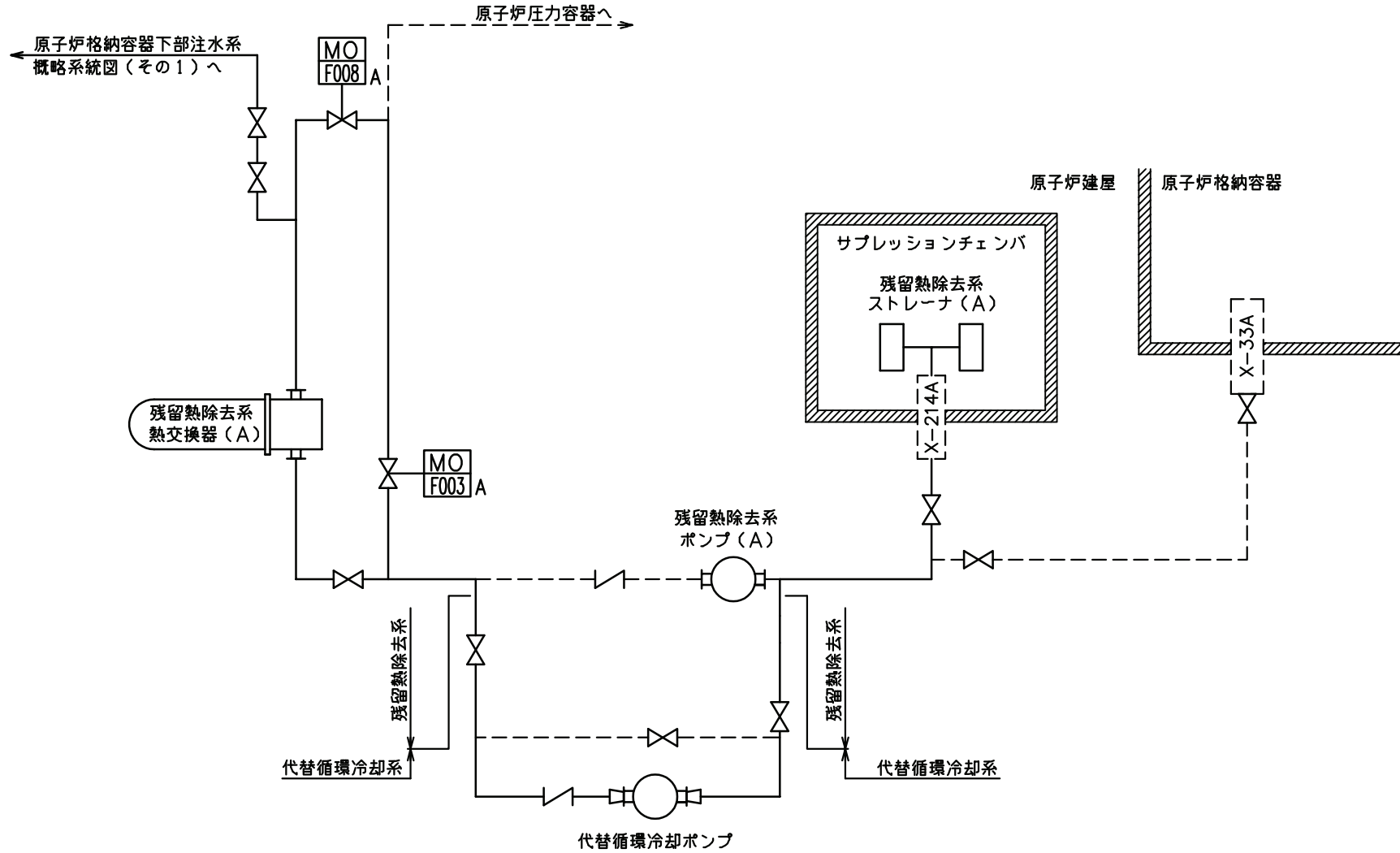
注記 \*1 : 解析モデル上  
低圧代替注水系に含める。

\*2 : 解析モデル上  
残留熱除去系に含める。

原子炉格納容器下部注水系概略系統図(その1)

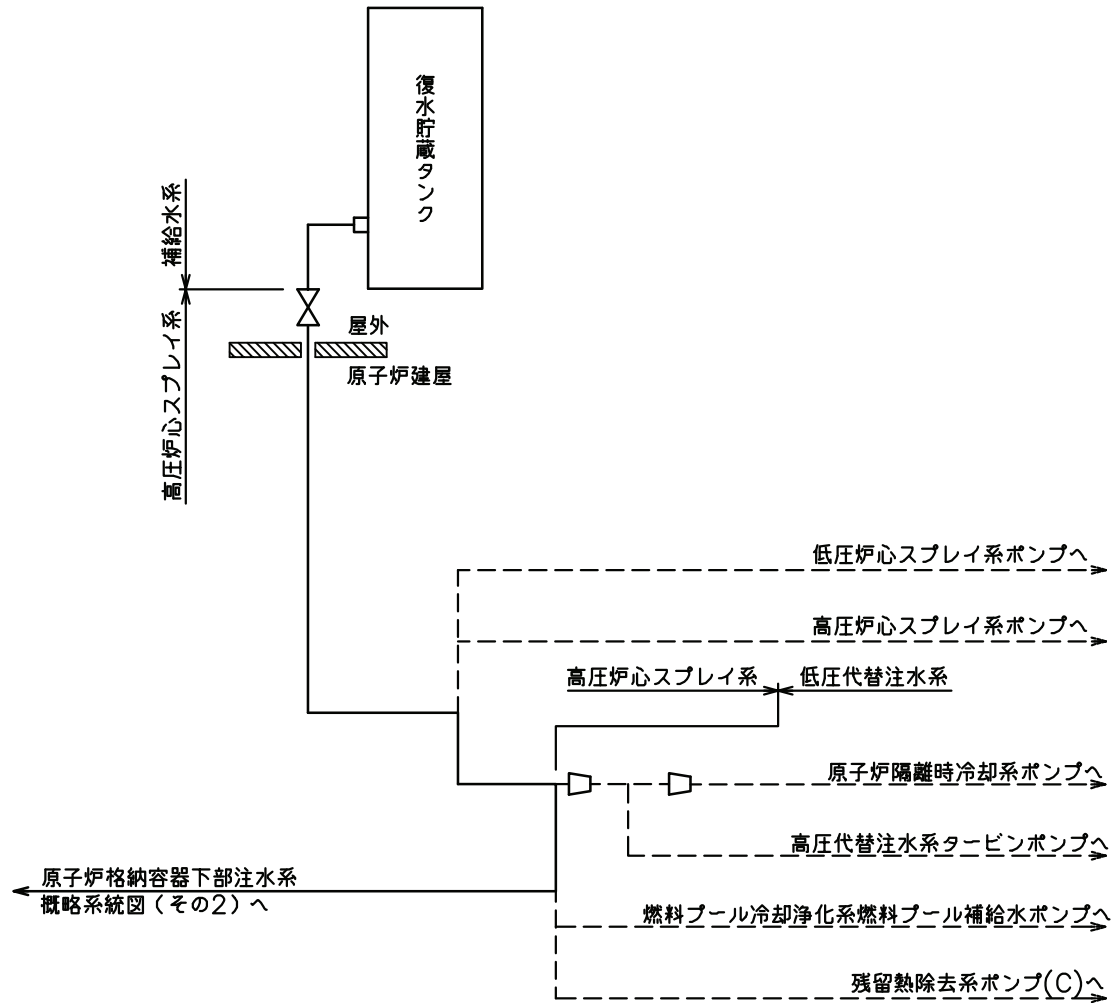


原子炉格納容器下部注水系概略系統図(その2)



5


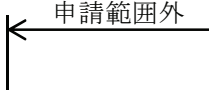


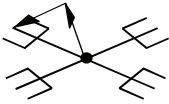
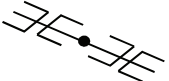
原子炉格納容器下部注水系概略系統図(その3)



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                      (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 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	1.37	66	114.3	6.0	STS410
2	1.37	200	114.3	6.0	STS410
3	854kPa (0.854MPa)	200	114.3	6.0	STS410
4	854kPa (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 **						

[Redacted area]

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 ⑥ 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 (°C)	許容応力 (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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m ( 1 ) S p r m ( 2 )	許容応力 1 . 5 ・ S h 1 . 8 ・ S h
MUWC-002	62	S p r m ( 1 )	39	154
	62	S p r m ( 2 )	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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	60	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	3.73	186	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

・適用規格の選定

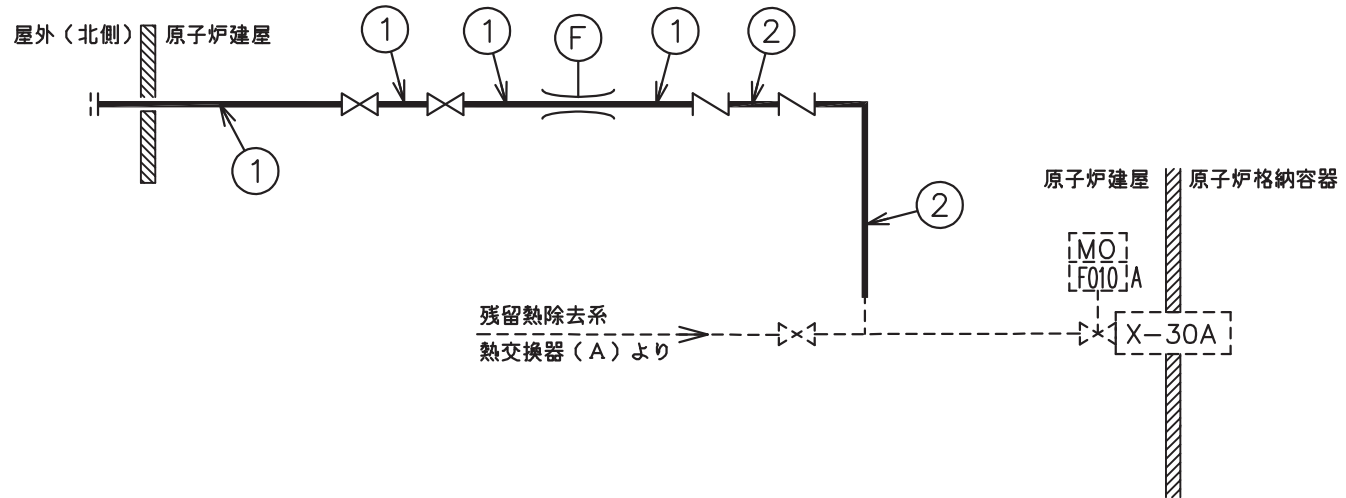
管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
2	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格

目次

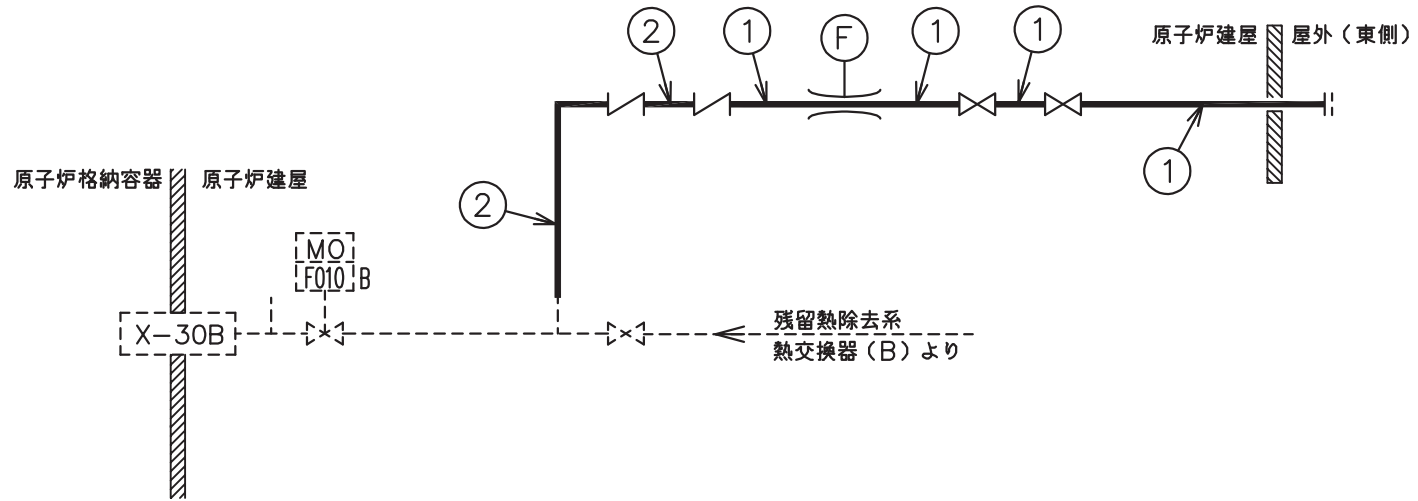
1. 概略系統図 .....	1
2. 管の強度計算書 .....	3



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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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。

・評価条件整理表

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
RHR-021	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	60	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RHR-022	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	60	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
RHR-023	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	60	—	—	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	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。


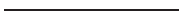
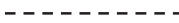


### (1) 管

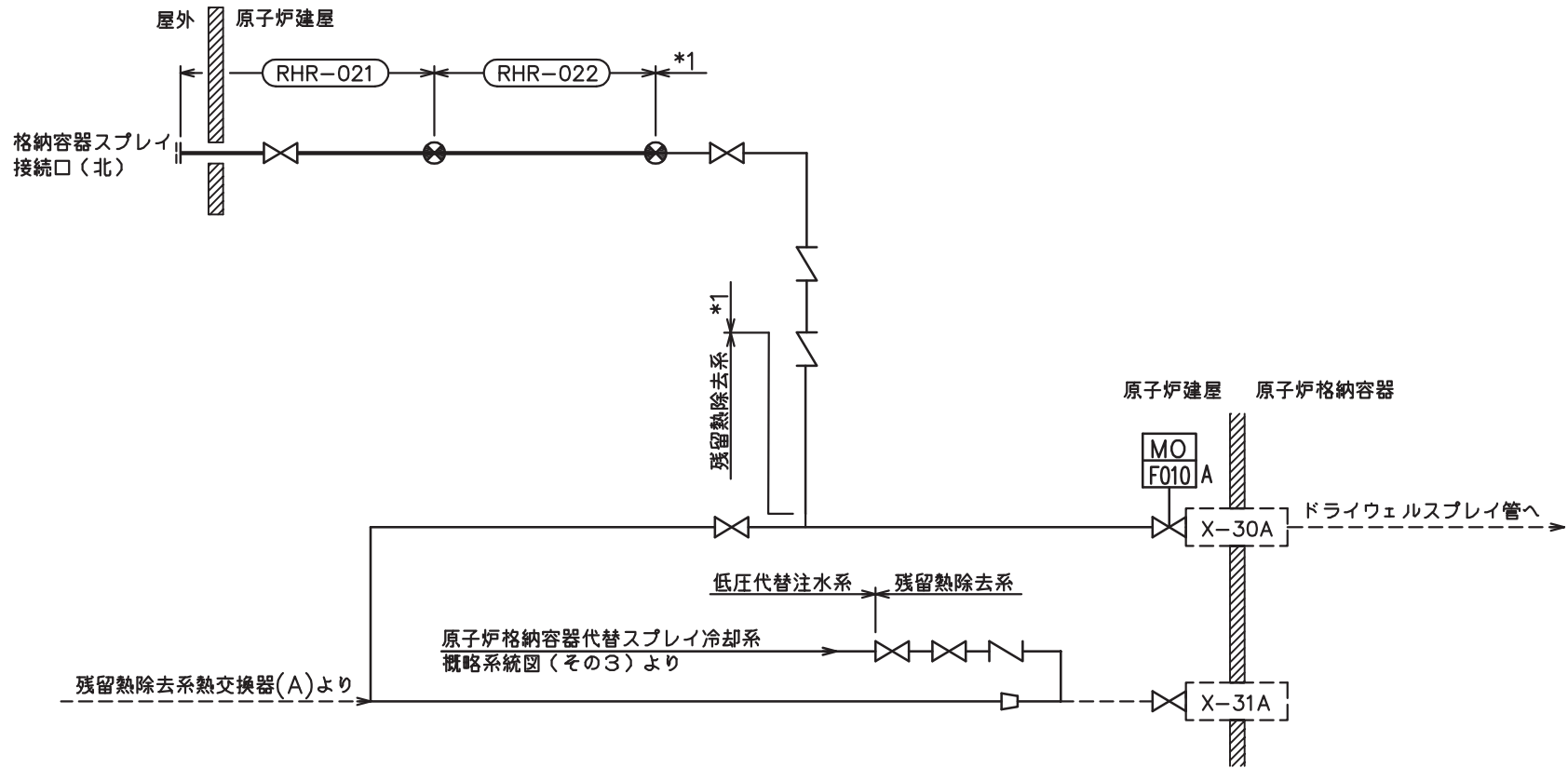
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

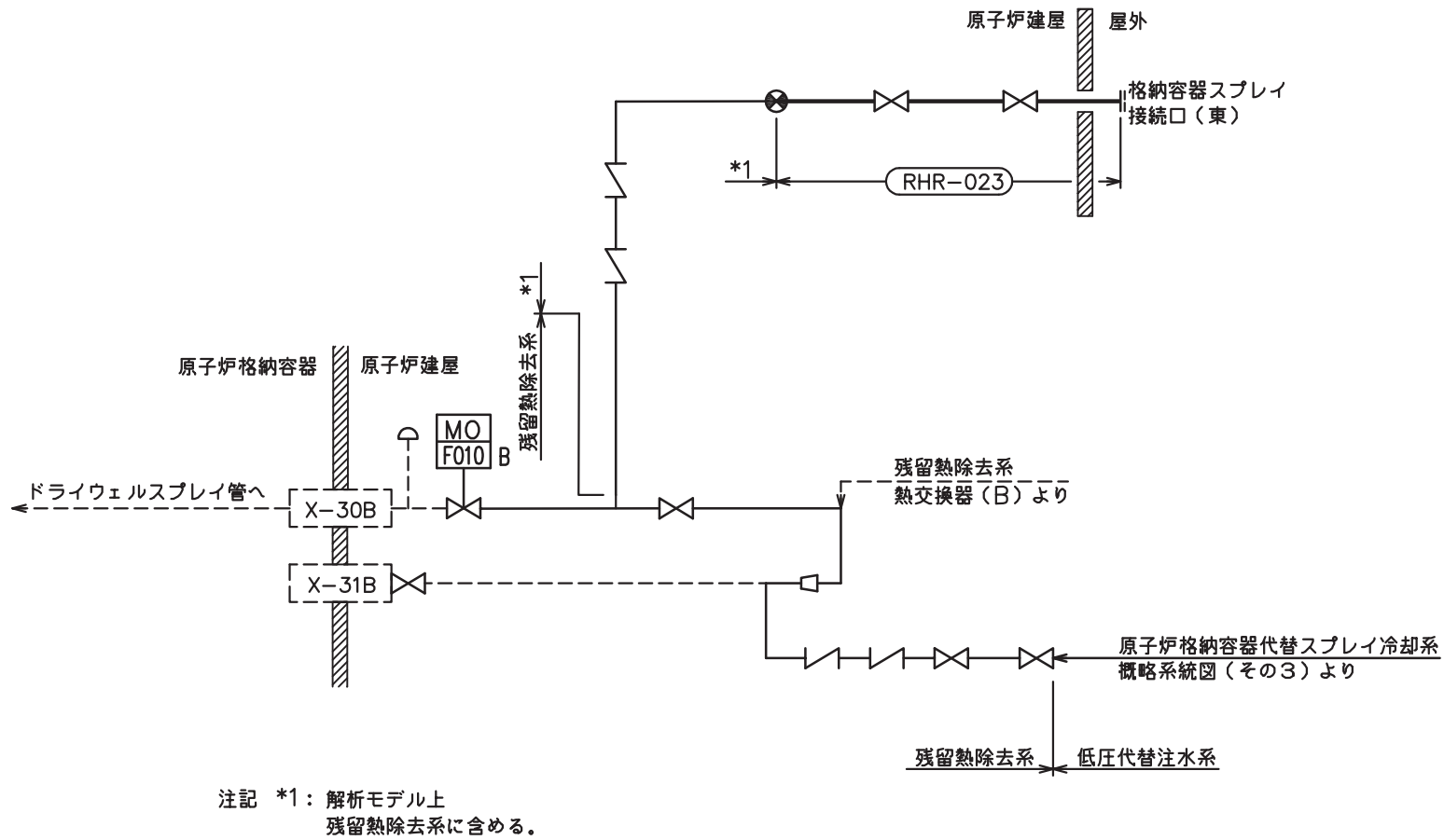
概略系統図記号凡例

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

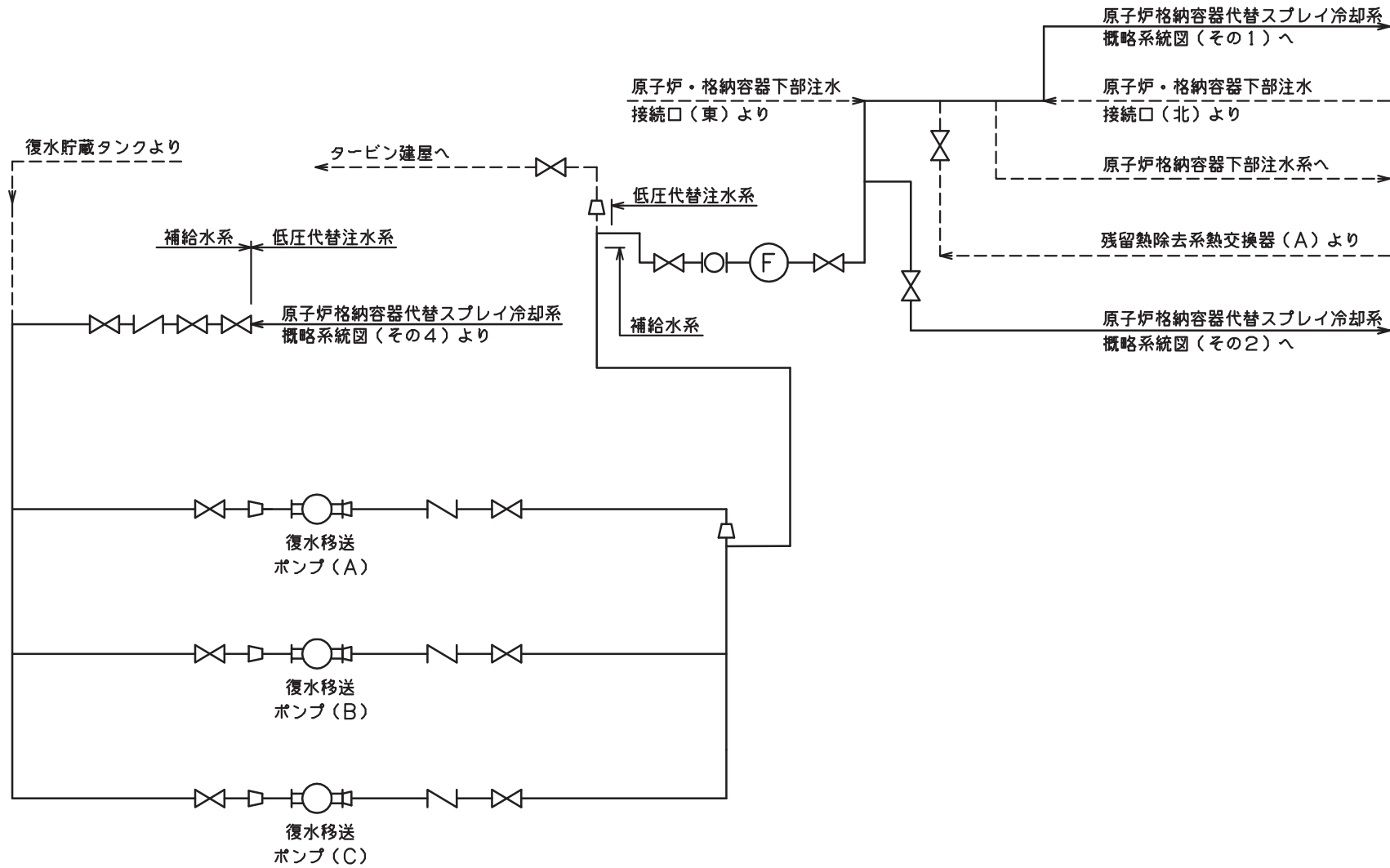


注記 \*1: 解析モデル上  
残留熱除去系に含める。

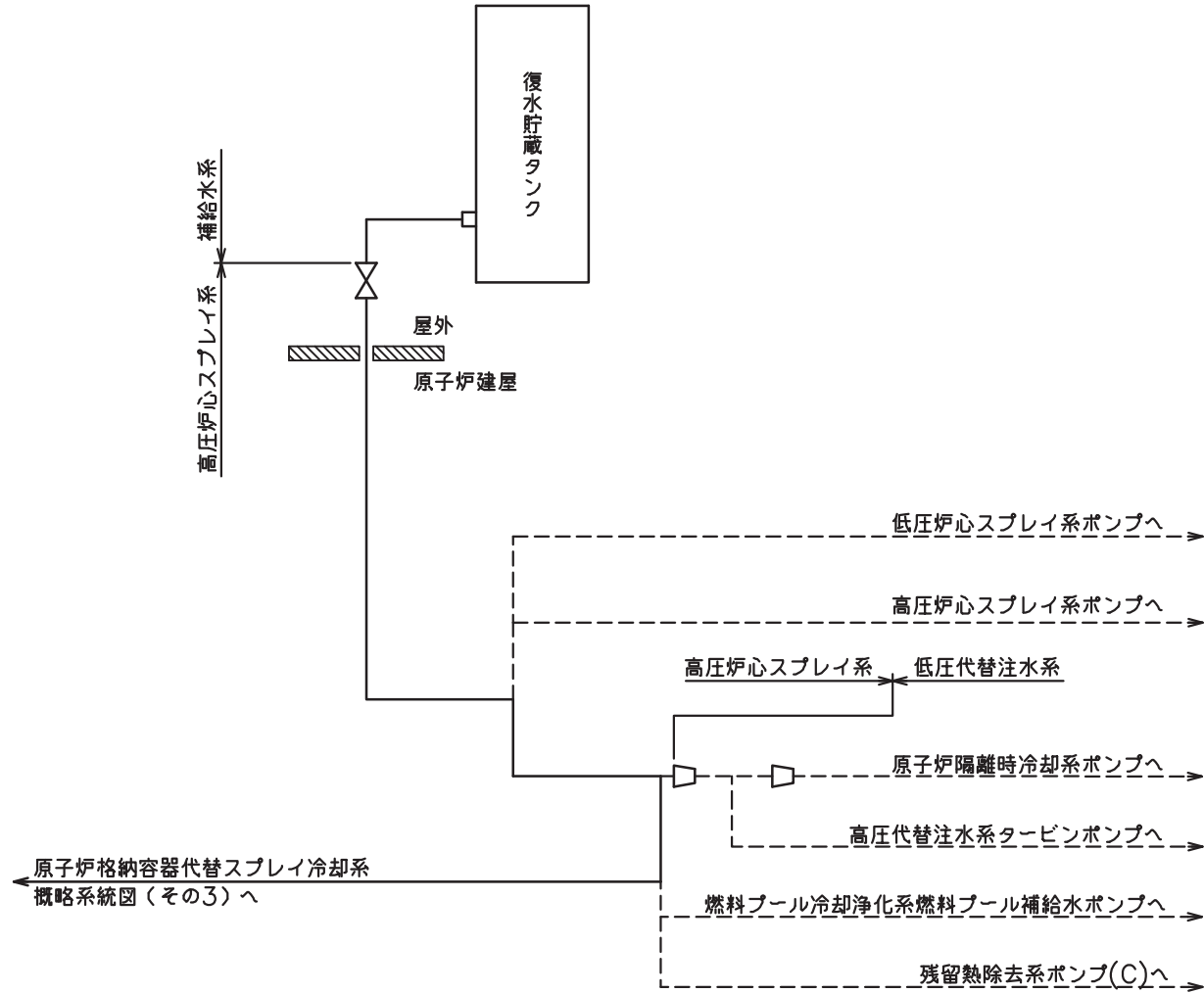
原子炉格納容器代替スプレイ冷却系概略系統図(その1)



原子炉格納容器代替スプレイ冷却系概略系統図(その2)






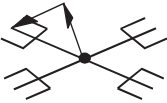
原子炉格納容器代替スプレイ冷却系概略系統図(その3)



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 (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 RHR-021

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (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 ⑥ 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 (°C)	許容応力 (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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
R H R - 0 2 1	23	S p r m (1)	23	154
	23	S p r m (2)	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	22	20	154	7.70	—	22	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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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。

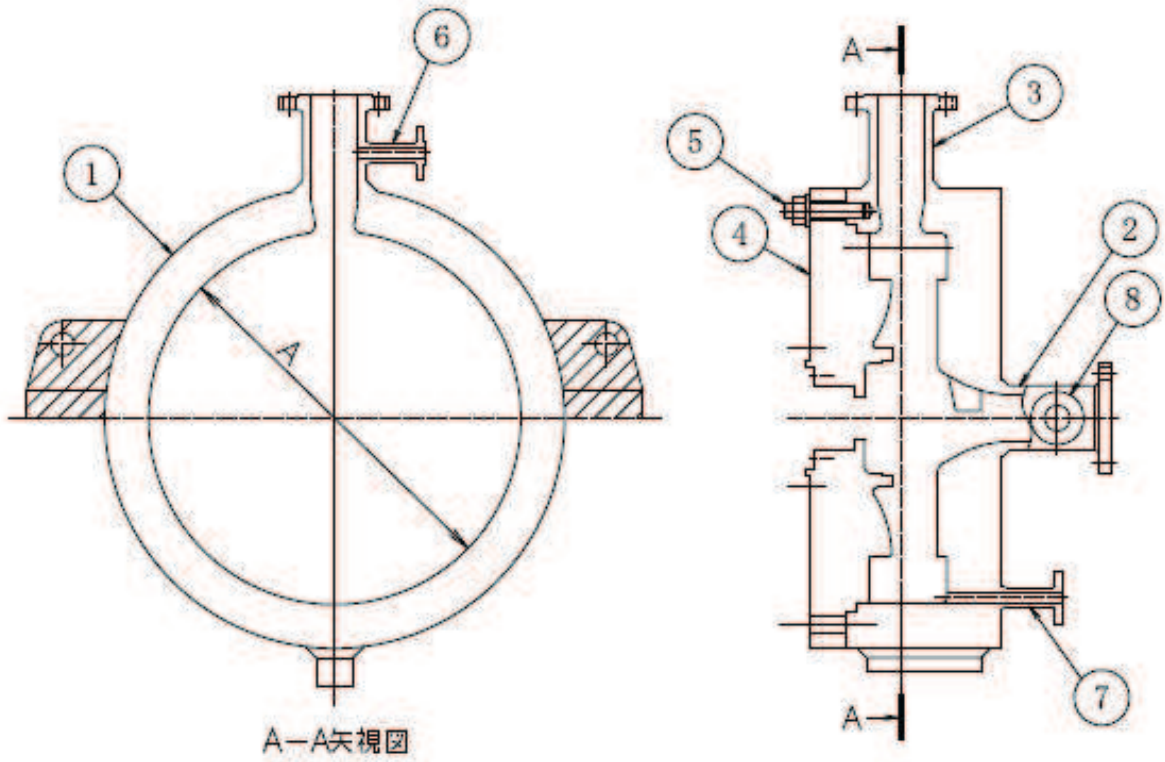


図 1-1 概要図

### 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 (MPa)	S (MPa)	A (mm)
①		3.73		

t (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (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>ℓo</sub>	t <sub>ℓ</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 (MPa)	S (MPa)	平板形	
				d (mm)	K
④		3.73			

t (mm)	t <sub>s o</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (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 (MPa)	S <sub>b</sub> (MPa)	d <sub>b</sub> (mm)	n	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
⑤		3.73				

ガスケット材料	ガスケット厚さ (mm)	ガスケット 座面形状	G <sub>s</sub> (mm)	G (mm)	D <sub>g</sub> (mm)
渦巻形金属ガスケット (非石綿) (ステンレス 鋼)	4.5	1a			—

H (N)	H <sub>p</sub> (N)	W <sub>m1</sub> (N)	W <sub>m2</sub> (N)	W (N)	σ (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 (MPa)	S (MPa)	D <sub>o</sub> (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 (mm)	t <sub>so</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (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

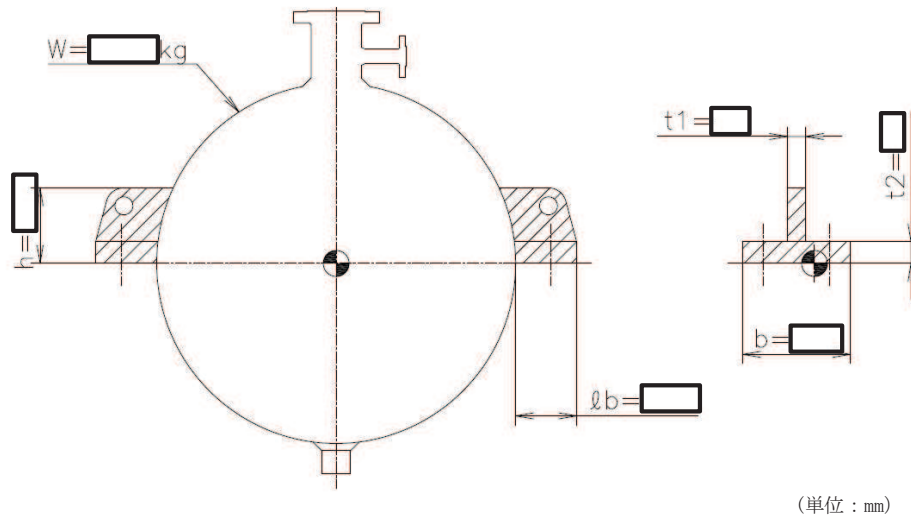
代替循環冷却ポンプ 支持構造物 (凸形)

(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】

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-3-3-6-2-7-4-2 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。

・評価条件整理表

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	186	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	186	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	3.73	186	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
4	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	3.73	186	—	—	設計・建設規格	—	SA-2

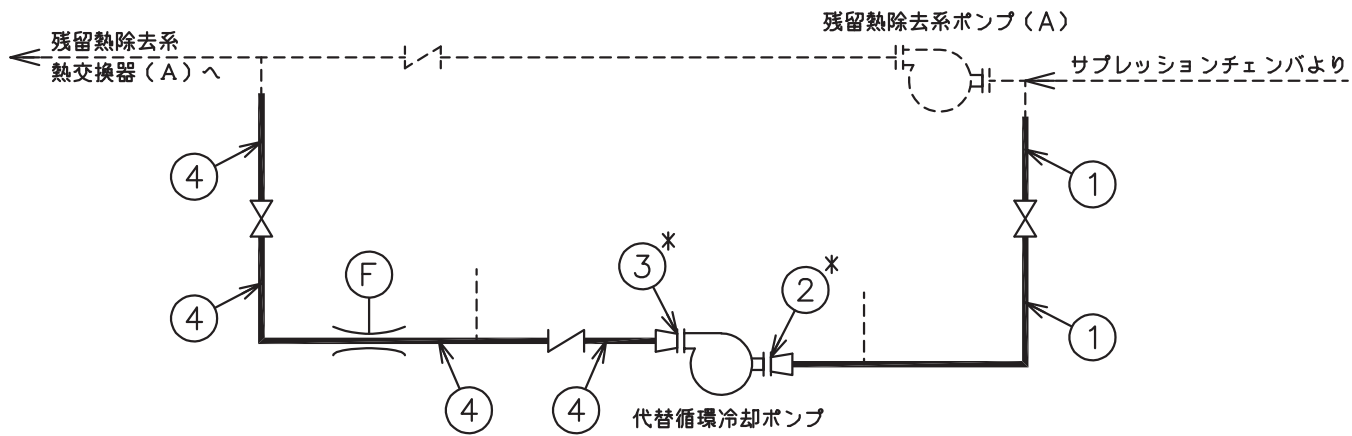
・適用規格の選定

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
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



注記\*：管継手  
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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，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。

・評価条件整理表

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
RHR-019	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.37	186	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	3.73	186	—	—	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	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。



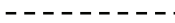
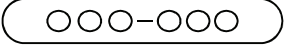

### (1) 管

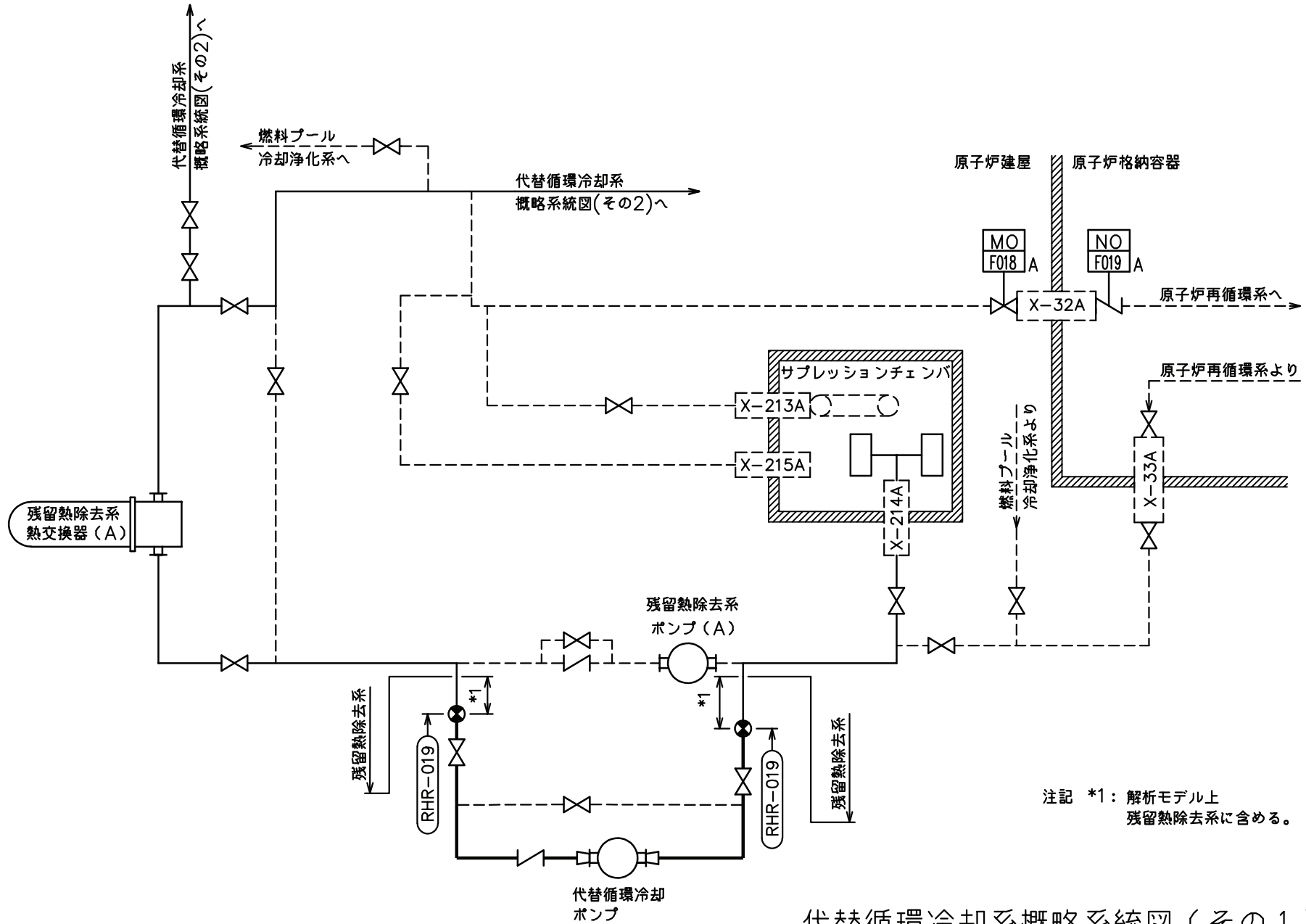
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 1 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

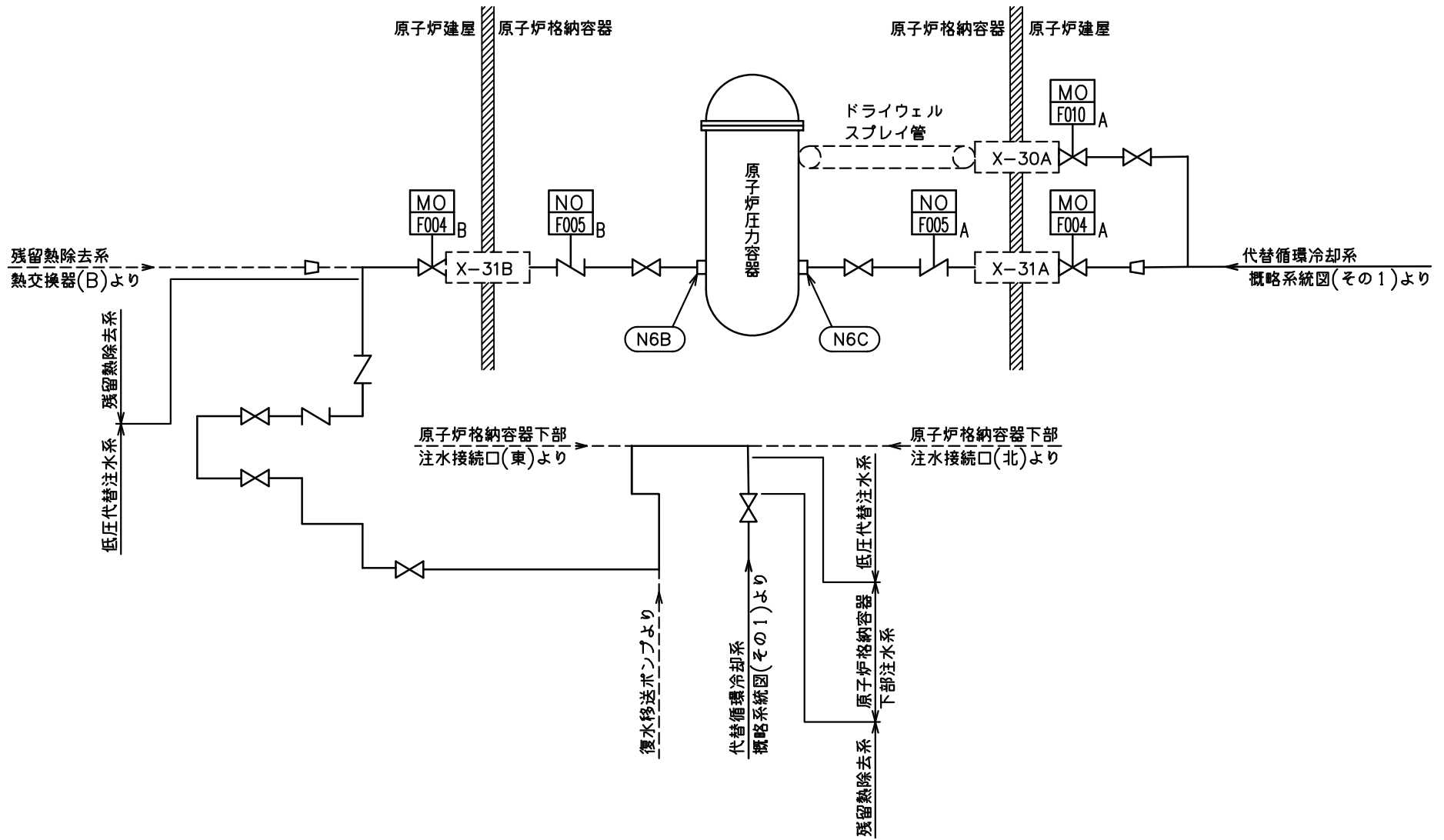
2.1 概略系統図

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)




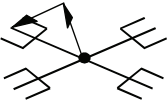
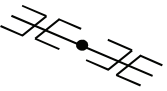
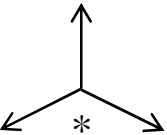


代替循環冷却系概略系統図(その2)



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 (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) (*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>

9

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。

7

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 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (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 ⑥ 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]

O 2 ⑥ 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。



### 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 (°C)	許容応力 (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 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 p r m (1) S p r m (2)	1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
RHR-019	77	S p r m (1)	57	154
	77	S p r m (2)	60	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	60	185	3.08	○

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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
非常用ガス処理系 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

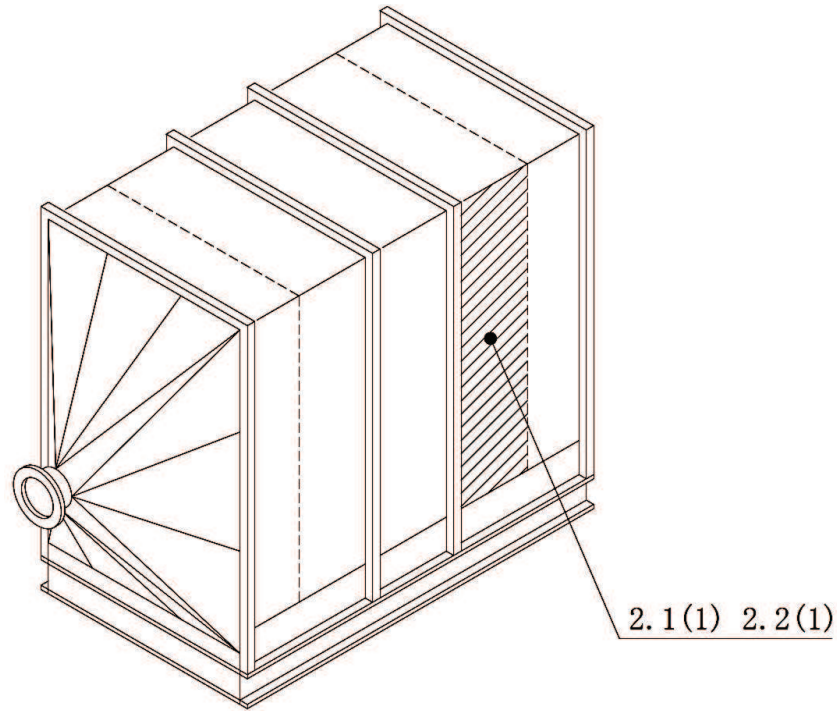
## 目次

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	<input type="text"/>		
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> )	<input type="text"/>
縦弾性係数	E	(MPa)	<input type="text"/>
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 付録材料図表 Part5 表5に規定する 材料の許容引張応力	S	(MPa)	<input type="text"/>
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)	<input type="text"/>
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-3520(1)b 参考）

名称	(1)ケーシング		
材料	<input type="text"/>		
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> )	<input type="text"/>
縦弾性係数	E	(MPa)	<input type="text"/>
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 付録材料図表 Part5 表5に規定する 材料の許容引張応力	$S_h$	(MPa)	<input type="text"/>
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)	<input type="text"/>
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-3-3-6-2-8-1-2-2 管の応力計算書（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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (kPa)	温度 (℃)	圧力 (kPa)						温度 (℃)
1	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	無	13.7	100	13.7	100	—	S55告示	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 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	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

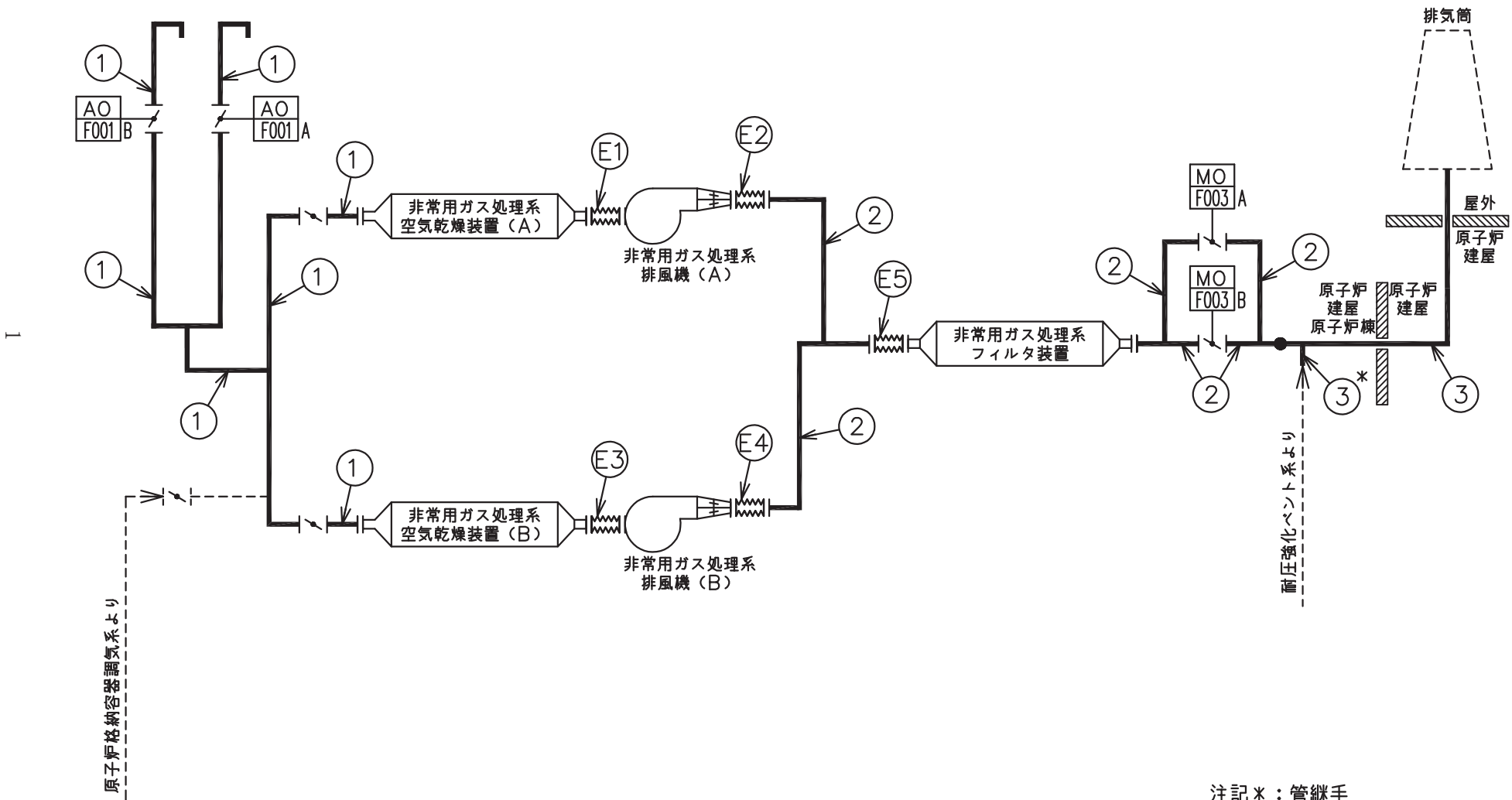
・適用規格の選定

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 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 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 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 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 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 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 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 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 P (kPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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 P (kPa)	最高使用温度 (°C)	材料	縦弾性係数 E (MPa)	t (mm)	全伸縮量 $\delta$ (mm)	b (mm)	h (mm)	n	c	算式	継手部 応力 $\sigma$ (MPa)	N $\times 10^3$	N <sub>r</sub> $\times 10^3$	U
E1	13.7	140	SUS304	187000	1.2					1	A	1061	3.6	1.5	0.417
E2	23.5	140	SUS304	187000	1.2					1	A	687	16.6	1.5	0.091
E3	13.7	140	SUS304	187000	1.2					1	A	1061	3.6	1.5	0.417
E4	23.5	140	SUS304	187000	1.2					1	A	262	484.3	1.5	0.003
E5	23.5	140	SUS304	187000	1.2					1	A	1038	3.9	1.5	0.385

評価：U ≤ 1, よって十分である。

注：E1, E2, E3, E4, E5の外径は,  mm

VI-3-3-6-2-8-1-2-2 管の応力計算書（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

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
SGTS-001	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	無	13.7 (kPa)	100	13.7 (kPa)	100	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
SGTS-002	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	無	23.5 (kPa)	140	23.5 (kPa)	140	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
SGTS-004	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	有	23.5 (kPa)	140	854 (kPa)	171	—	S55告示	設計・建設規格 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	10
3.1 設計条件	10
3.2 材料及び許容応力	18
4. 評価結果	20
5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	23

## 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。



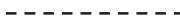


### (1) 管

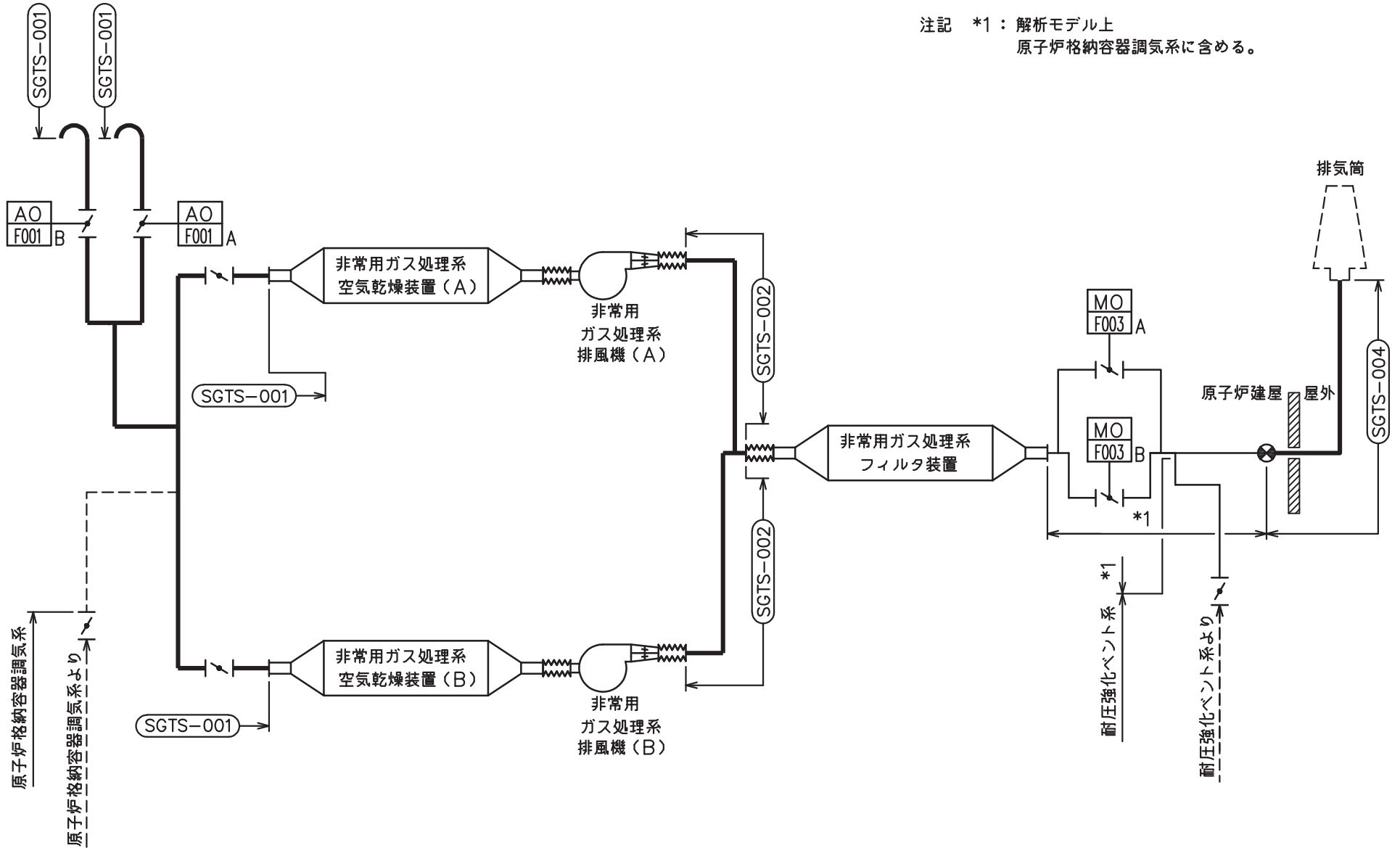
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を5.に記載する。

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


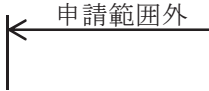


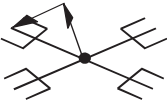
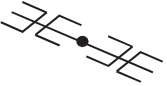


注記 \*1：解析モデル上  
原子炉格納容器調気系に含める。

非常用ガス処理系概略系統図

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                      (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。スナツバについても同様な記載方法とする。)</p>
	<p>スナツバ</p>

5

鳥瞰図	SGTS-001-1/2
-----	--------------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



9

鳥瞰図	SGTS-001-2/2
-----	--------------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

7

鳥瞰図	SGTS-004-1/3
-----	--------------

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	SGTS-004-2/3
-----	--------------

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	SGTS-004-3/3
-----	--------------

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            S G T S - 0 0 1

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	13.7kPa (0.0137MPa)	100	318.5	10.3	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 S G T S - 0 0 1

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	
	17	18	19	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	44	45	46	47	48	
	49	50	51	52	53	54	55	57	58	110	120	130	140	150	160	
	170	180	181	182	901	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)
1		16		31		46		130	
2		17		32		47		140	
3		18		33		48		150	
4		22		34		49		160	
5		23		35		50		170	
6		24		36		51		180	
7		25		37		52		181	
8		26		38		53		182	
12		27		39		54		901	
13		28		40		58		904	
14		29		44		110			
15		30		45		120			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
9		19		41		55	
10		20		42		56	
11		21		43		57	
62		64		66		68	
101		102		103		104	
902		903		67		69	
70		72					
71		73					

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	10			
弁2	20			
弁3	42			
弁4	56			

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 S G T S - 0 0 1

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
** 4 **						
** 6 **						
16						
23						
25						
28						
33						
36						
44						
47						
50						
58						
901						
** 902 **						
** 903 **						
904						

[Empty box]

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 G T S - 0 0 4

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	854kPa (0.854MPa)	171	318.5	10.3	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 S G T S - 0 0 4

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	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	300	301	800	901	902	903	904	905	906			

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		28		55		82		109	
2		29		56		83		110	
3		30		57		84		111	
4		31		58		85		112	
5		32		59		86		113	
6		33		60		87		114	
7		34		61		88		115	
8		35		62		89		116	
9		36		63		90		117	
10		37		64		91		118	
11		38		65		92		119	
12		39		66		93		120	
13		40		67		94		121	
14		41		68		95		122	
15		42		69		96		123	
16		43		70		97		300	
17		44		71		98		301	
18		45		72		99		800	
19		46		73		100		901	
20		47		74		101		902	
21		48		75		102		903	
22		49		76		103		904	
23		50		77		104		905	
24		51		78		105		906	
25		52		79		106			
26		53		80		107			
27		54		81		108			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 S G T S - 0 0 4

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						
8						
13						
16						
20						
** 27 **						
28						
** 33 **						
34						
37						
** 37 **						
41						
** 41 **						
** 46 **						
** 53 **						
** 57 **						
** 61 **						
** 65 **						
** 69 **						



O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-8-1-2-2(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 S G T S - 0 0 4

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
** 73 **						
** 77 **						
** 81 **						
** 84 **						
** 87 **						
** 89 **						
** 91 **						
** 93 **						
** 95 **						
103						
107						
111						
114						
119						
122						
901						
902						
** 903 **						

--

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-8-1-2-2(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 S G T S - 0 0 4

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
904						
** 904 **						
905						
906						

--

### 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
STS410	100	102
	171	102

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
STS410	100	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  
告示第501号第56条による評価結果

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 p r m (1) S p r m (2)	S h 1. 2 ・ S h
S G T S - 0 0 1	12	S p r m (1)	17	102
	12	S p r m (2)	18	122

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
S G T S - 0 0 1	12	S p r m (1)	32	154
	12	S p r m (2)	33	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。



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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
S G T S - 0 0 4	903	S p r m (1)	17	102
	903	S p r m (2)	18	122

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。

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	SGTS-001	12	17	102	6.00	○	12	18	122	6.77	○
2	SGTS-002	15	5	102	20.40	—	15	6	122	20.33	—
3	SGTS-004	903	17	102	6.00	○	903	18	122	6.77	○

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	SGTS-001	12	32	154	4.81	○	12	33	185	5.60	○
2	SGTS-002	15	8	154	19.25	—	15	9	185	20.55	—
3	SGTS-004	115	20	154	7.70	—	115	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-3-3-6-2-8-1-3 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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
非常用ガス処理系 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

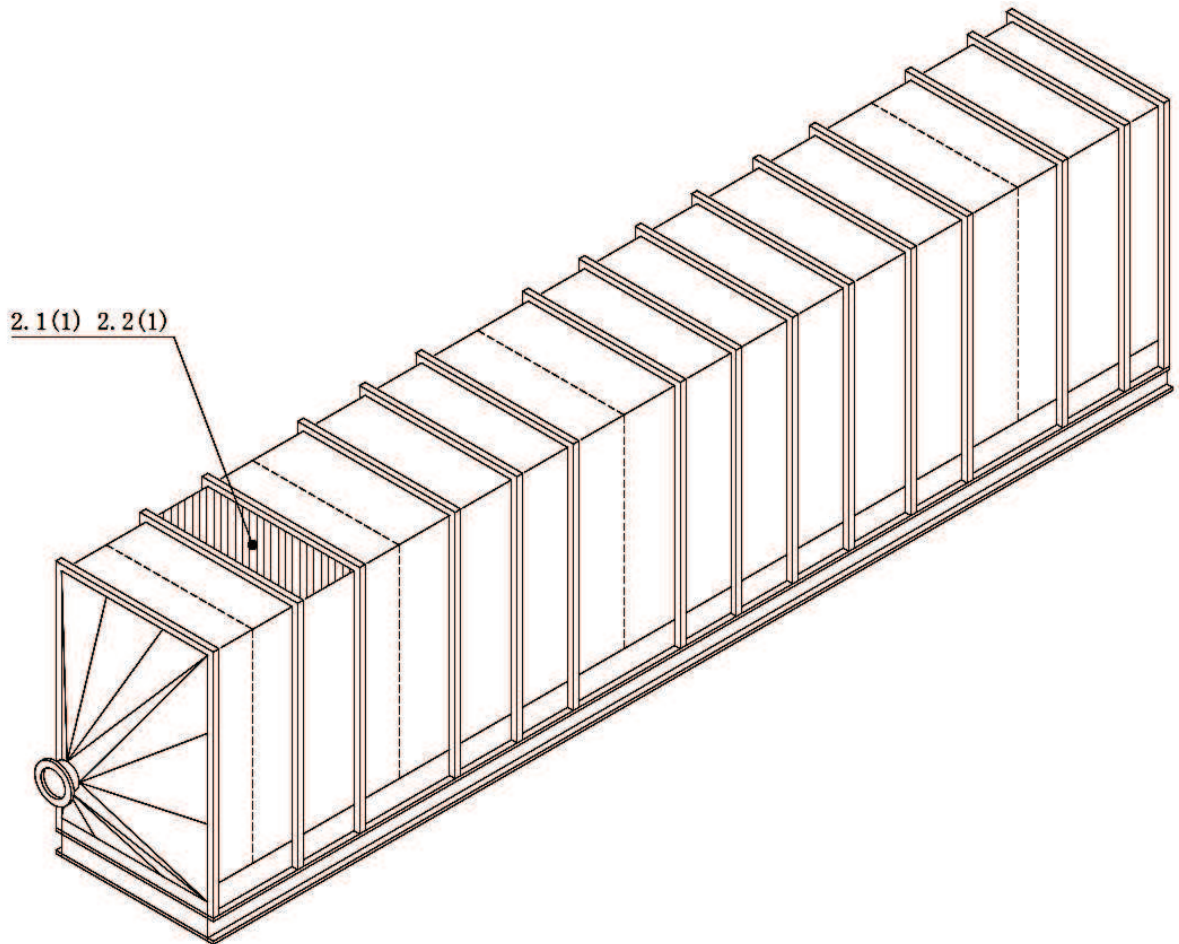
## 目次

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 付録材料図表 Part5 表5に規定する 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-3520(1)b 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 付録材料図表 Part5 表5に規定する 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 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 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 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-3-3-6-2-8-3-1-2 管の応力計算書（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。

・評価条件整理表

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.854	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
2	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.854	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
3	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.854	200	—	—	設計・建設規格	—	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

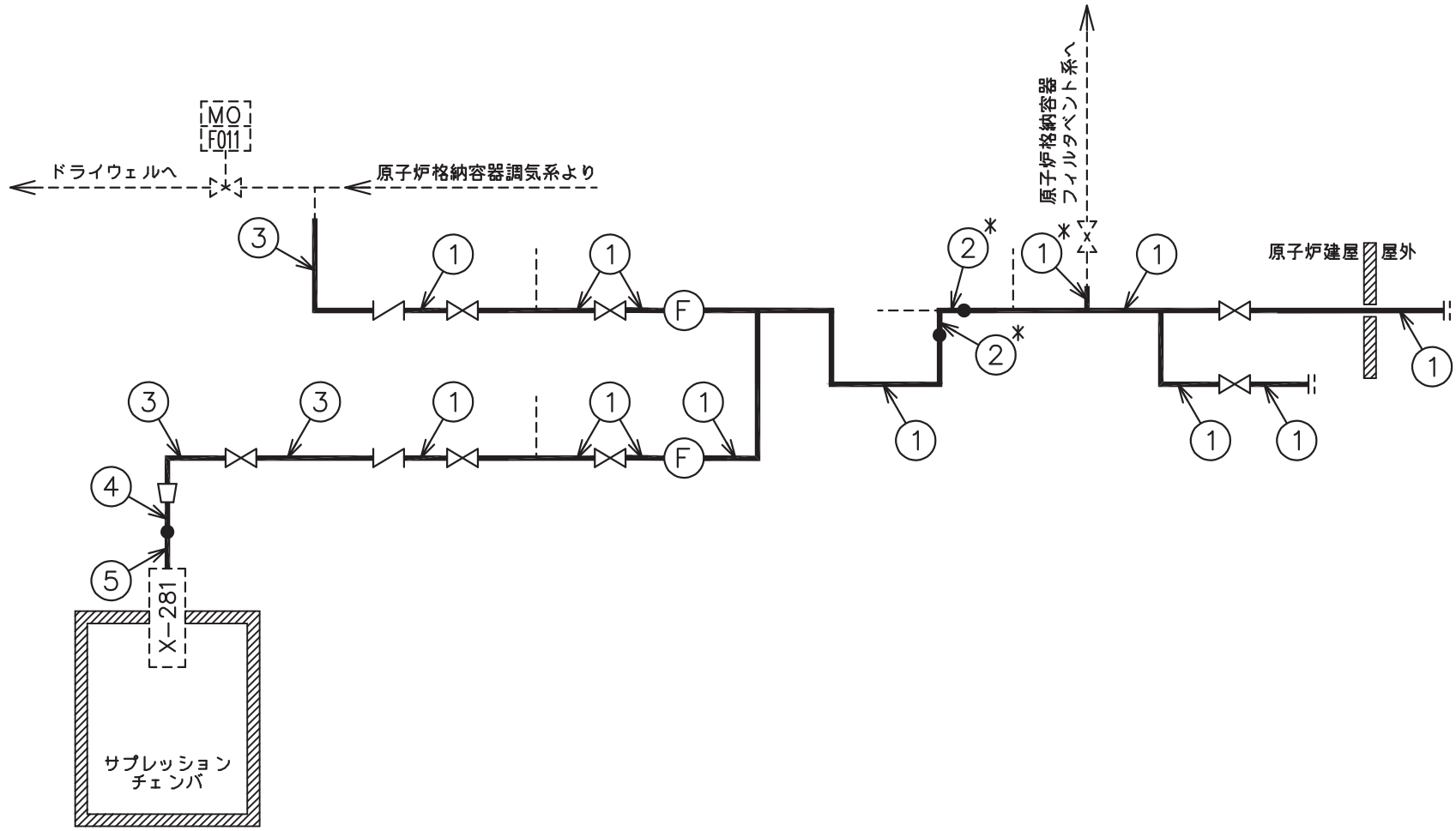
・適用規格の選定

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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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-3-3-6-2-8-3-1-2 管の応力計算書（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。

・評価条件整理表

応力計算 モデルNo.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
AC-011	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	854 (kPa)	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
AC-012	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	854 (kPa)	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
AC-013	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	854 (kPa)	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
AC-014	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	854 (kPa)	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	854 (kPa)	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	4
3. 計算条件	8
3.1 設計条件	8
3.2 材料及び許容応力	16
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	18

## 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。



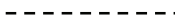


### (1) 管

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 4 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。

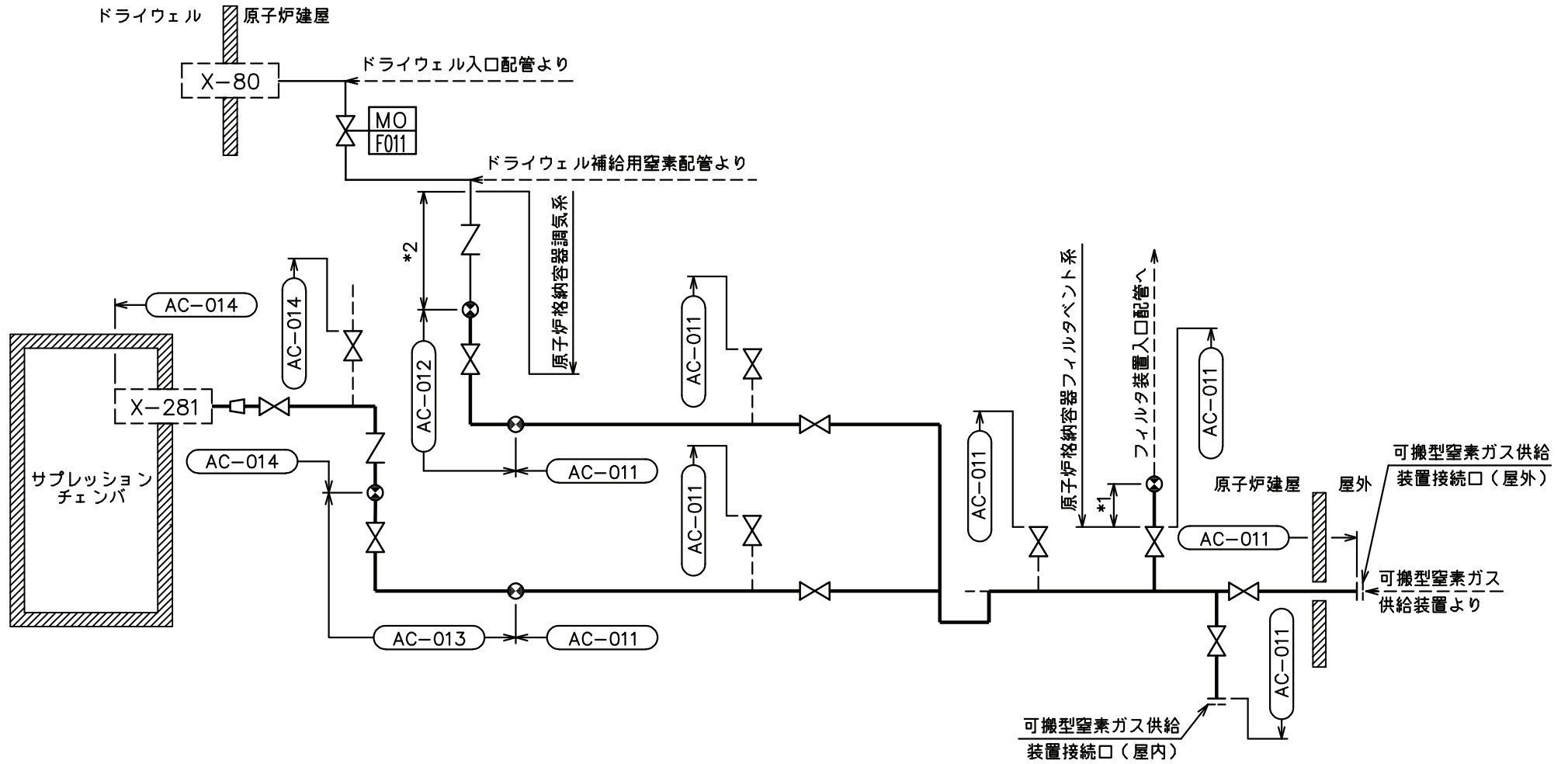
2. 概略系統図及び鳥瞰図

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






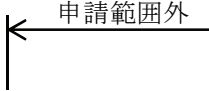


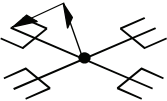
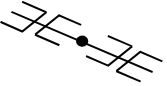
注記 \*1: 原子炉格納容器フィルタベント系  
解析モデル上本系統に含める。

\*2: 解析モデル上  
原子炉格納容器調気系に含める。

可搬型窒素ガス供給系概略系統図

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                      (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>

5

鳥瞰図 AC-014-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9

鳥瞰図 AC-014-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

7

鳥瞰図	AC-014-3/3
-----	------------

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            A C - 0 1 4

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	854kPa (0.854MPa)	66	60.5	5.5	STS410
2	854kPa (0.854MPa)	200	60.5	5.5	STS410
3	854kPa (0.854MPa)	200	34.0	4.5	STS410
4	854kPa (0.854MPa)	200	34.0	3.4	SUS316LTP

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                      A C - 0 1 4

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	88	89	90
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
2	143														
	107	108	109	110	111	112	114	115	116	117	118	119	120	121	122
3	123	124	125	142											
	125	126	127	128	129										
4	129	130	131	132											

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 AC-014

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		53		79		108	
2		28		54		80		109	
3		29		55		81		110	
4		30		56		82		111	
5		31		57		83		115	
6		32		58		84		116	
7		33		59		85		117	
8		34		60		86		118	
9		35		61		87		119	
10		36		62		88		120	
11		37		63		89		121	
12		38		64		90		122	
13		39		65		91		123	
14		40		66		92		124	
15		41		67		93		125	
16		42		68		94		126	
17		43		69		95		127	
18		44		70		96		128	
19		45		71		97		129	
20		46		72		98		130	
21		47		73		99		131	
22		48		74		100		132	
23		49		75		101		142	
24		50		76		102		143	
25		51		77		103			
26		52		78		104			

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-8-3-1-2(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。



鳥 瞰 図 AC-014

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)
105		112	
106		113	
107		114	
	135		
	136		

鳥 瞰 図            A C - 0 1 4

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	106			
弁2	113			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 AC-014

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						
8						
** 8 **						
10						
** 10 **						
12						
** 12 **						
17						
** 17 **						
24						
** 24 **						
31						
** 31 **						
33						
** 33 **						
35						
** 35 **						
44						
46						
48						
50						
53						
62						
** 62 **						
64						
** 64 **						
66						
** 66 **						



O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-8-3-1-2(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。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 AC-014

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
** 69 **						
76						
** 76 **						
78						
** 78 **						
80						
** 80 **						
82						
** 82 **						
** 89 **						
92						
** 92 **						
94						
** 94 **						
** 96 **						
111						
115						
120						
** 120 **						
122						
** 122 **						
** 133 **						

[Redacted area]

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 AC-014

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
136						
142						
143						

### 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
STS410	66	103
STS410	200	103
SUS316LTP	200	107

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
A C - 0 1 4	114	S p r m (1)	27	154
	114	S p r m (2)	27	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	AC-011	134	22	154	7.00	—	134	22	185	8.40	—
2	AC-012	71	11	154	14.00	—	71	11	185	16.81	—
3	AC-013	44	12	154	12.83	—	44	12	185	15.41	—
4	AC-014	114	27	154	5.70	○	114	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。

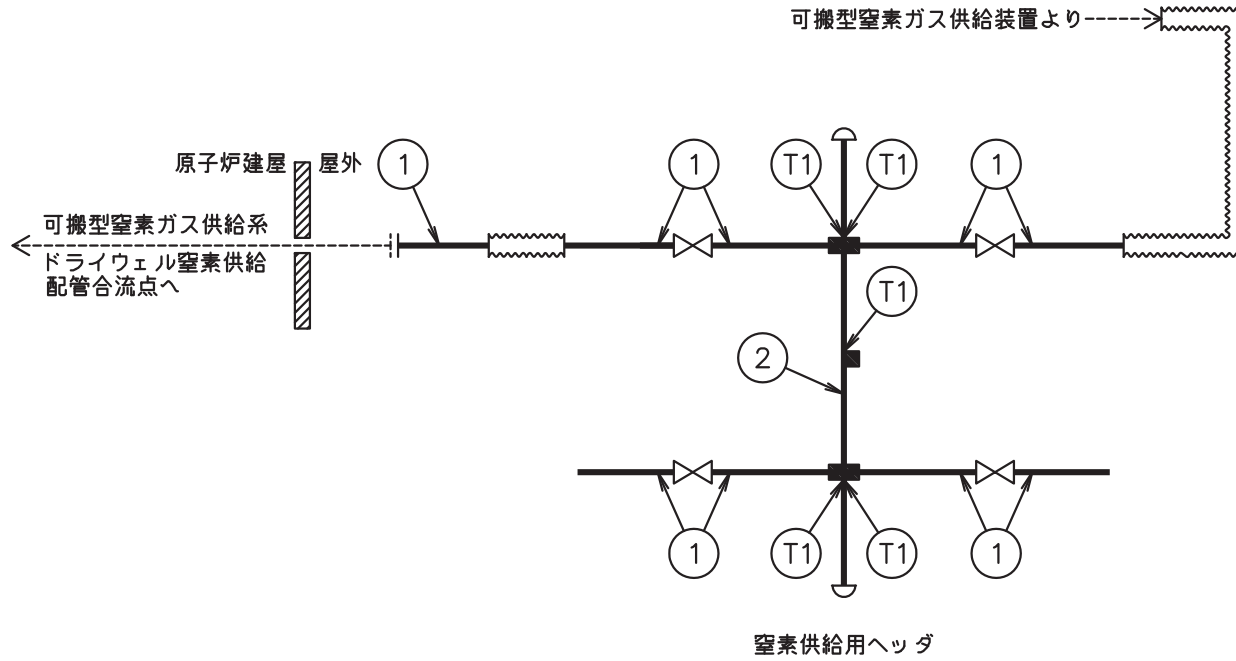
\*2：設計・建設規格 PPC-3520(2)に基づき計算した一次応力を示す。



VI-3-3-6-2-8-3-1-3 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



可搬型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 3 管)

設計・建設規格 PPD-3411 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	$\eta$	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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 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 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	
6l, $d_{r1}$ 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 ⑥ 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 (°C)
フレキシブル 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 (°C)	規格及び基準に基づく試験
フレキシブル メタルホース	一般送水用及びエア一用の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 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB 条件		SA 条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
T48-F011	既設	有	無	DB-2	DB-2	—	—	0.427	171	—	—	無	S55告示	設計・建設規格 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 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 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 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 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 (A)	材料		
			弁箱	弁ふた	ボルト
T48-F011	止め弁	50	S25C	S25C	<input type="text"/>

O 2 ⑥ 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。

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： $t_{ma2} \geq t_{m2}$ 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： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。			

O 2 © 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 (A)	材料		
			弁箱	弁ふた	ボルト
T48-F019	止め弁	600	SCPH2	S25C	
T48-F020	止め弁	300	SCPH2	S25C	
T48-F021	止め弁	600	SCPH2	S25C	
T48-F022	止め弁	600	SCPH2	S25C	

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 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 (MPa)	0.854		$d_n$ (mm)	[ ]
最高使用温度 $T_m$ (°C)	200		$d_n / d_m$	
弁箱又は弁ふたの厚さ			$\ell$ (mm)	
弁箱材料	SCPH2		$t_{m1}$ (mm)	14.5
弁ふた材料	S25C		$t_{m2}$ (mm)	1.7
$P_1$ (MPa)	—	—	$t_{ma1}$ (mm)	[ ]
$P_2$ (MPa)	—	—	$t_{ma2}$ (mm)	
$d_m$ (mm)	[ ]		評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
$t_1$ (mm)	—	—		
$t_2$ (mm)	—	—		
$t$ (mm)	14.5	—		
$t_{ab}$ (mm)	[ ]			
$t_{af}$ (mm)	[ ]			
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-1 R1

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)	0.854	$H_D$ (N)	$6.978 \times 10^3$
$P_{eq}$ (MPa)	0.00	$h_D$ (mm)	16.0
$T_m$ (°C)	200	$M_D$ (N・mm)	$1.117 \times 10^5$
$M_e$ (N・mm)		$H_G$ (N)	$7.147 \times 10^3$
$F_e$ (N)		$h_G$ (mm)	26.5
フランジの形式	JIS B 8265 附属書3 図27)	$M_G$ (N・mm)	$1.894 \times 10^5$
フランジ		$H_T$ (N)	$1.286 \times 10^3$
材料	SCPH2	$h_T$ (mm)	28.8
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	120	$M_T$ (N・mm)	$3.697 \times 10^4$
		$M_o$ (N・mm)	$3.380 \times 10^5$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	120	$M_g$ (N・mm)	$4.504 \times 10^6$
		フランジの厚さと係数	
A (mm)		t (mm)	
B (mm)		K	2.11
C (mm)		$h_o$ (mm)	
$g_o$ (mm)		f	1.00
$g_l$ (mm)		F	0.807
h (mm)		V	0.239
ボルト		e (mm <sup>-1</sup> )	0.01883
材料		d (mm <sup>3</sup> )	176044
$\sigma_s$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	173	L	1.22
		T	1.47
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	173	U	3.03
		Y	2.76
n		Z	1.58
$d_b$ (mm)		応力の計算	
ガスケット		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	4
材料		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	6
ガスケット厚さ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	2
G (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	35
m		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	71
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	24
$b_o$ (mm)		応力の評価： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  よって十分である。	
b (mm)			
N (mm)			
$G_s$ (mm)			
ボルトの計算			
H (N)	$8.264 \times 10^3$		
$H_p$ (N)	$7.147 \times 10^3$		
$W_{m1}$ (N)	$1.541 \times 10^4$		
$W_{m2}$ (N)	$9.611 \times 10^4$		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	89.08		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	555.5		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	555.5		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )			
$W_o$ (N)	$1.541 \times 10^4$		
$W_g$ (N)	$1.700 \times 10^5$		
評価： $A_m < A_b$		よって十分である。	

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

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 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 (MPa)	0.854		$d_n$ (mm)	
最高使用温度 $T_m$ (°C)	200		$d_n / d_m$	
弁箱又は弁ふたの厚さ			$\ell$ (mm)	
弁箱材料	SCPH2		$t_{m1}$ (mm)	9.6
弁ふた材料	S25C		$t_{m2}$ (mm)	1.1
$P_1$ (MPa)	—	—	$t_{ma1}$ (mm)	
$P_2$ (MPa)	—	—	$t_{ma2}$ (mm)	
$d_m$ (mm)			評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
$t_1$ (mm)	—	—		
$t_2$ (mm)	—	—		
$t$ (mm)	9.6	—		
$t_{ab}$ (mm)				
$t_{af}$ (mm)				
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

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)	0.854	$H_D$ (N)	$1.677 \times 10^3$
$P_{eq}$ (MPa)	0.00	$h_D$ (mm)	13.7
$T_m$ (°C)	200	$M_D$ (N·mm)	$2.297 \times 10^4$
$M_e$ (N·mm)		$H_G$ (N)	0
$F_e$ (N)		$h_G$ (mm)	13.2
フランジの形式	JIS B 8265 附属書3 図27)	$M_G$ (N·mm)	0
フランジ		$H_T$ (N)	$1.325 \times 10^3$
材料	SCPH2	$h_T$ (mm)	17.4
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	120	$M_T$ (N·mm)	$2.309 \times 10^4$
		$M_o$ (N·mm)	$4.606 \times 10^4$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	120	$M_g$ (N·mm)	$3.862 \times 10^5$
		フランジの厚さと係数	
A (mm)		t (mm)	
B (mm)		K	1.92
C (mm)		$h_o$ (mm)	
$g_o$ (mm)		f	1.19
$g_l$ (mm)		F	0.905
h (mm)		V	0.500
ボルト		e (mm <sup>-1</sup> )	0.03551
材料		d (mm <sup>3</sup> )	29781
$\sigma_s$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	173	L	1.21
		T	1.54
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	173	U	3.45
		Y	3.14
n		Z	1.74
$d_b$ (mm)		応力の計算	
ガスケット		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	4
材料		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	5
ガスケット厚さ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	2
G (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	24
m		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	40
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	15
$b_o$ (mm)		応力の評価： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  よって十分である。	
b (mm)			
N (mm)			
$G_s$ (mm)			
ボルトの計算			
H (N)	$3.002 \times 10^3$		
$H_p$ (N)	0		
$W_{m1}$ (N)	$3.002 \times 10^3$		
$W_{m2}$ (N)	0		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	17.35		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	0		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	17.35		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )			
$W_o$ (N)	$3.002 \times 10^3$		
$W_g$ (N)	$2.925 \times 10^4$		
評価： $A_m < A_b$		よって十分である。	

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

系統：原子炉格納容器調気系

弁番号	T48-F021	シート	1
-----	----------	-----	---

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)	0.854		$d_n$ (mm)	[ ]
最高使用温度 $T_m$ (°C)	200		$d_n / d_m$	
弁箱又は弁ふたの厚さ			$\ell$ (mm)	
弁箱材料	SCPH2		$t_{m1}$ (mm)	14.5
弁ふた材料	S25C		$t_{m2}$ (mm)	1.3
$P_1$ (MPa)	—	—	$t_{ma1}$ (mm)	[ ]
$P_2$ (MPa)	—	—	$t_{ma2}$ (mm)	
$d_m$ (mm)	[ ]		評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
$t_1$ (mm)	—	—		
$t_2$ (mm)	—	—		
$t$ (mm)	14.5	—		
$t_{ab}$ (mm)	[ ]			
$t_{af}$ (mm)	[ ]			
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-1 R1

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)	0.854	$H_D$ (N)	$4.293 \times 10^3$
$P_{eq}$ (MPa)	0.00	$h_D$ (mm)	23.5
$T_m$ (°C)	200	$M_D$ (N・mm)	$1.009 \times 10^5$
$M_e$ (N・mm)		$H_G$ (N)	0
$F_e$ (N)		$h_G$ (mm)	23.3
フランジの形式	JIS B 8265 附属書3 図27)	$M_G$ (N・mm)	0
フランジ		$H_T$ (N)	$2.672 \times 10^3$
材料	SCPH2	$h_T$ (mm)	28.8
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	120	$M_T$ (N・mm)	$7.688 \times 10^4$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	120	$M_o$ (N・mm)	$1.778 \times 10^5$
		$M_g$ (N・mm)	$1.975 \times 10^6$
		フランジの厚さと係数	
A (mm)		t (mm)	
B (mm)		K	1.88
C (mm)		$h_o$ (mm)	
$g_o$ (mm)		f	1.19
$g_l$ (mm)		F	0.907
h (mm)		V	0.512
ボルト		e (mm <sup>-1</sup> )	0.02390
材料		d (mm <sup>3</sup> )	85899
$\sigma_s$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	173	L	1.42
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	173	T	1.55
		U	3.58
		Y	3.26
n		Z	1.80
$d_b$ (mm)		応力の計算	
ガスケット		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	5
材料		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	4
ガスケット厚さ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	2
G (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	37
m		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	38
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	22
$b_o$ (mm)		応力の評価： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  よって十分である。	
b (mm)			
N (mm)			
$G_s$ (mm)			
ボルトの計算			
H (N)	$6.965 \times 10^3$		
$H_p$ (N)	0		
$W_{m1}$ (N)	$6.965 \times 10^3$		
$W_{m2}$ (N)	0		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	40.26		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	0		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	40.26		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )			
$W_o$ (N)	$6.965 \times 10^3$		
$W_g$ (N)	$8.476 \times 10^4$		
評価： $A_m < A_b$		よって十分である。	

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



系統：原子炉格納容器調気系

弁番号	T48-F022	シート	1
-----	----------	-----	---

	設計・建設規格	告示 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 (MPa)	0.854		$d_n$ (mm)	[ ]
最高使用温度 $T_m$ (°C)	200		$d_n / d_m$	
弁箱又は弁ふたの厚さ			$\ell$ (mm)	
弁箱材料	SCPH2		$t_{m1}$ (mm)	14.5
弁ふた材料	S25C		$t_{m2}$ (mm)	1.7
$P_1$ (MPa)	—	—	$t_{ma1}$ (mm)	[ ]
$P_2$ (MPa)	—	—	$t_{ma2}$ (mm)	
$d_m$ (mm)	[ ]		評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
$t_1$ (mm)	—	—		
$t_2$ (mm)	—	—		
$t$ (mm)	14.5	—		
$t_{ab}$ (mm)	[ ]			
$t_{af}$ (mm)	[ ]			
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

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)	0.854	$H_D$ (N)	$6.978 \times 10^3$
$P_{eq}$ (MPa)	0.00	$h_D$ (mm)	16.0
$T_m$ (°C)	200	$M_D$ (N・mm)	$1.117 \times 10^5$
$M_e$ (N・mm)		$H_G$ (N)	$7.147 \times 10^3$
$F_e$ (N)		$h_G$ (mm)	26.5
フランジの形式	JIS B 8265 附属書3 図27)	$M_G$ (N・mm)	$1.894 \times 10^5$
フランジ		$H_T$ (N)	$1.286 \times 10^3$
材料	SCPH2	$h_T$ (mm)	28.8
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	120	$M_T$ (N・mm)	$3.697 \times 10^4$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	120	$M_o$ (N・mm)	$3.380 \times 10^5$
		$M_g$ (N・mm)	$4.504 \times 10^6$
		フランジの厚さと係数	
A (mm)		t (mm)	
B (mm)		K	2.11
C (mm)		$h_o$ (mm)	
$g_o$ (mm)		f	1.00
$g_l$ (mm)		F	0.807
h (mm)		V	0.239
ボルト		e (mm <sup>-1</sup> )	0.01883
材料		d (mm <sup>3</sup> )	176044
$\sigma_s$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	173	L	1.22
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	173	T	1.47
		U	3.03
		Y	2.76
n		Z	1.58
$d_b$ (mm)		応力の計算	
ガスケット		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	4
材料		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	6
ガスケット厚さ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	2
G (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	35
m		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	71
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	24
$b_o$ (mm)		応力の評価： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  よって十分である。	
b (mm)			
N (mm)			
$G_s$ (mm)			
ボルトの計算			
H (N)	$8.264 \times 10^3$		
$H_p$ (N)	$7.147 \times 10^3$		
$W_{m1}$ (N)	$1.541 \times 10^4$		
$W_{m2}$ (N)	$9.611 \times 10^4$		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	89.08		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	555.5		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	555.5		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )			
$W_o$ (N)	$1.541 \times 10^4$		
$W_g$ (N)	$1.700 \times 10^5$		
評価： $A_m < A_b$		よって十分である。	

O2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-1 R1E

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-3-3-6-2-9-1-2-2 管の応力計算書（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-3-1-3 クラス2機器の強度計算の基本方針」、「VI-3-2-4 クラス2管の強度計算方法」、「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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
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 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 又は告示	—	SA-2
3	新設	—	—	—	DB-2	—	—	0.427	104	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-2
4	新設	—	—	—	DB-2	—	—	0.427	171	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-2
5	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	0.854	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
5	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	0.427	171	0.854	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
6	新設	—	—	—	DB-2	—	—	0.427	104	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-2
7	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	0.427	104	0.854	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
7	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	0.427	171	0.854	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
8	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	0.427	171	0.854	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
8	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 又は告示	—	SA-2

管No.	既設 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 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 おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
9	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	0.427	171	0.854	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
10	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 又は告示	—	SA-2



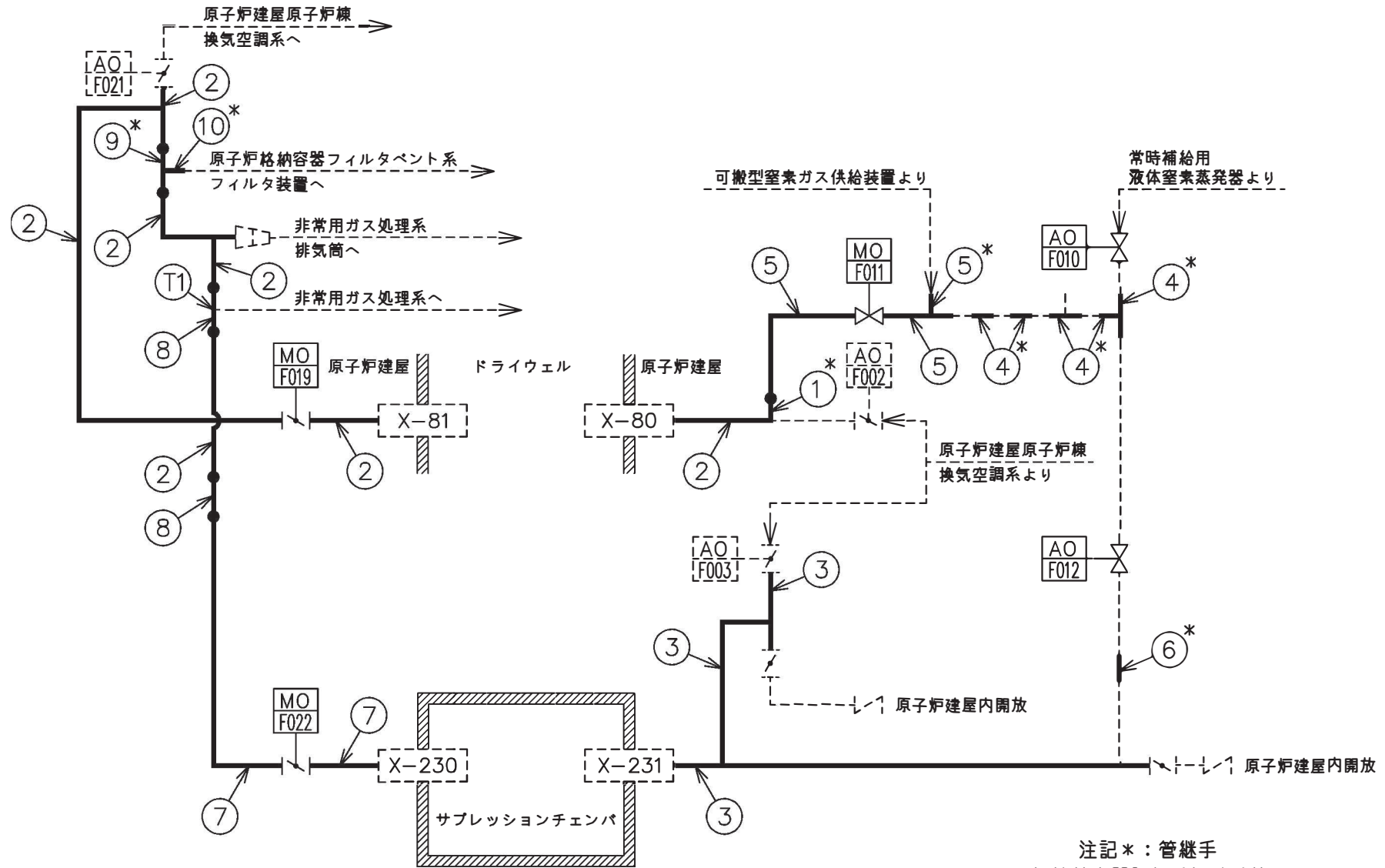
・適用規格の選定

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 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 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
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
8	管の板厚計算	設計・建設規格 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	—	設計・建設規格
T1	管の穴と補強計算	設計・建設規格 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



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 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (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 SM400C	W	2	100	1.00			2.60	C	3.80
5	0.854	200	60.50	5.50	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	4.81	0.25	C	2.40
7	0.854	200	609.60	31.00	SM400C	W	2	100	1.00			2.60	C	3.80
8	0.854	200	609.60	17.50	SM400C	W	2	100	1.00			2.60	C	3.80
9	0.854	200	609.60	17.50	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	15.31	2.52	C	3.80
10	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<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>，よって十分である。

管の強度計算書 (クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
3	0.427	104	609.60	31.00	SM400C	W	2	100	1.00			1.30	C	3.80
4	0.427	171	60.50	5.50	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	4.81	0.13	C	2.40
6	0.427	104	60.50	5.50	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	4.81	0.13	C	2.40

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： $A_0 > A_r$ 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				$d_{rD}$ (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	詳細： $A_{0D} \geq A_{rD}$ よって十分である。		
$S_b$ (MPa)	100	$A_{3D}$ ( $\text{mm}^2$ )	—			
$D_{ob}$ (mm)	318.50	$A_{4D}$ ( $\text{mm}^2$ )	—			
$D_{ib}$ (mm)						
$t_{bn}$ (mm)	10.30					
$Q_b$						
$t_b$ (mm)						
$t_{br}$ (mm)	1.29					
強め材材料	—					
$S_e$ (MPa)	—					
$D_{oe}$ (mm)	—					
$t_e$ (mm)	—					
穴の径 $d$ (mm)						
K						
$d_{fr}$ (mm)						
$L_A$ (mm)						
$L_N$ (mm)						
$L_1$ (mm)						
$L_2$ (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-3-3-6-2-9-1-2-2 管の応力計算書（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-3-2-4 クラス2管の強度計算方法」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-3-2-9 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 or 新設	施設時の 技術基準に 対象とする 施設の規定 があるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認 における 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
AC-001	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	427 (kPa)	171	854 (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-2	—	—	427 (kPa)	171	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-2
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	427 (kPa)	171	854 (kPa)	200	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	854 (kPa)	66	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	854 (kPa)	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
AC-002	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	427 (kPa)	171	854 (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	新設	—	—	—	DB-2	SA-2	—	427 (kPa)	104	854 (kPa)	200	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	854 (kPa)	200	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	427 (kPa)	171	854 (kPa)	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
	既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	有	23.5 (kPa)	140	23.5 (kPa)	140	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
既設	有	有	DB-4	DB-4	SA-2	有	23.5 (kPa)	140	854 (kPa)	171	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2	

## 設計基準対象施設

## 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 .....	15
3.1 設計条件 .....	15
3.2 材料及び許容応力 .....	18
4. 評価結果 .....	20
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-3-1-3 クラス 2 機器の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-4 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。



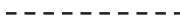


### (1) 管

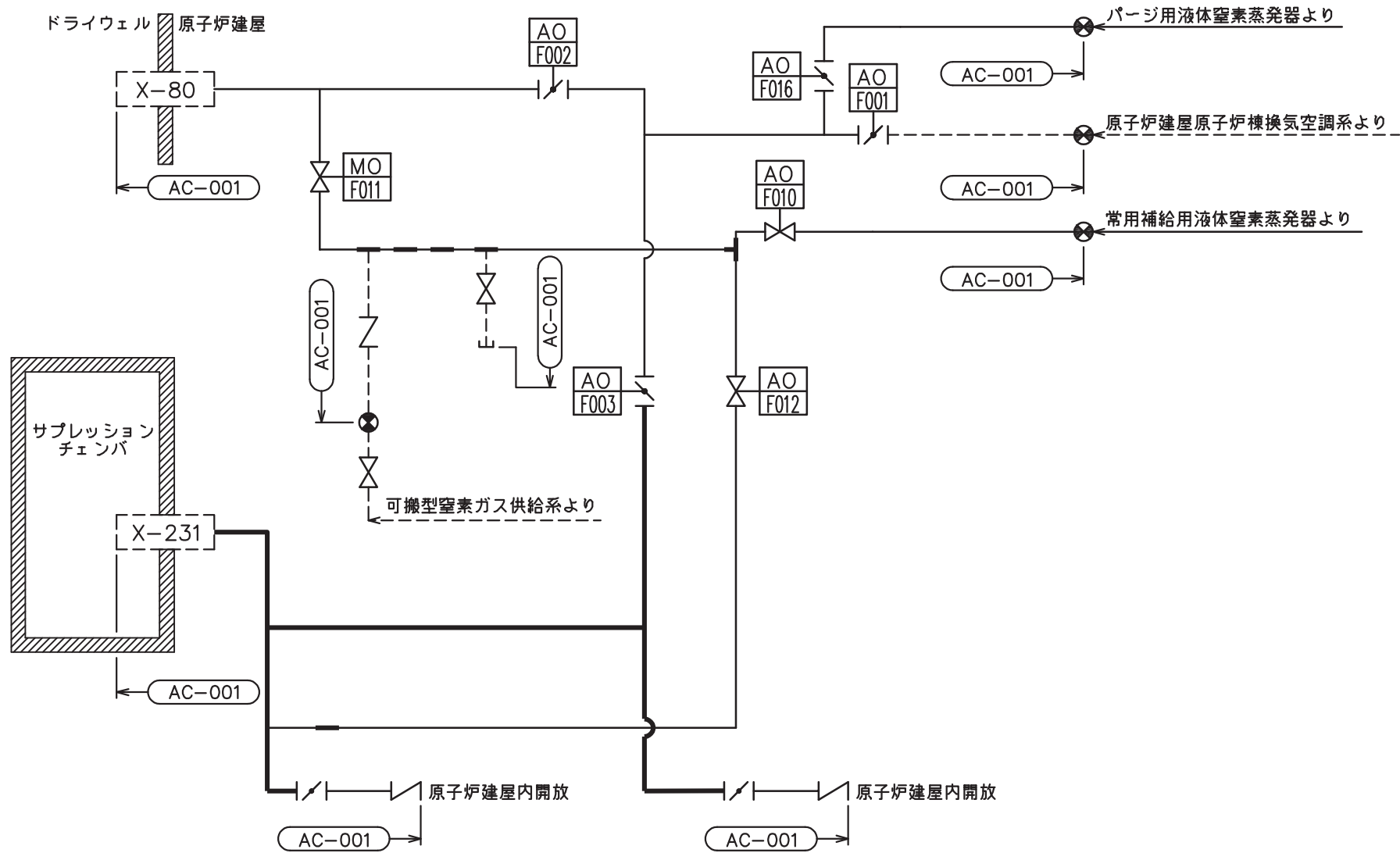
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 2 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 5. に記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

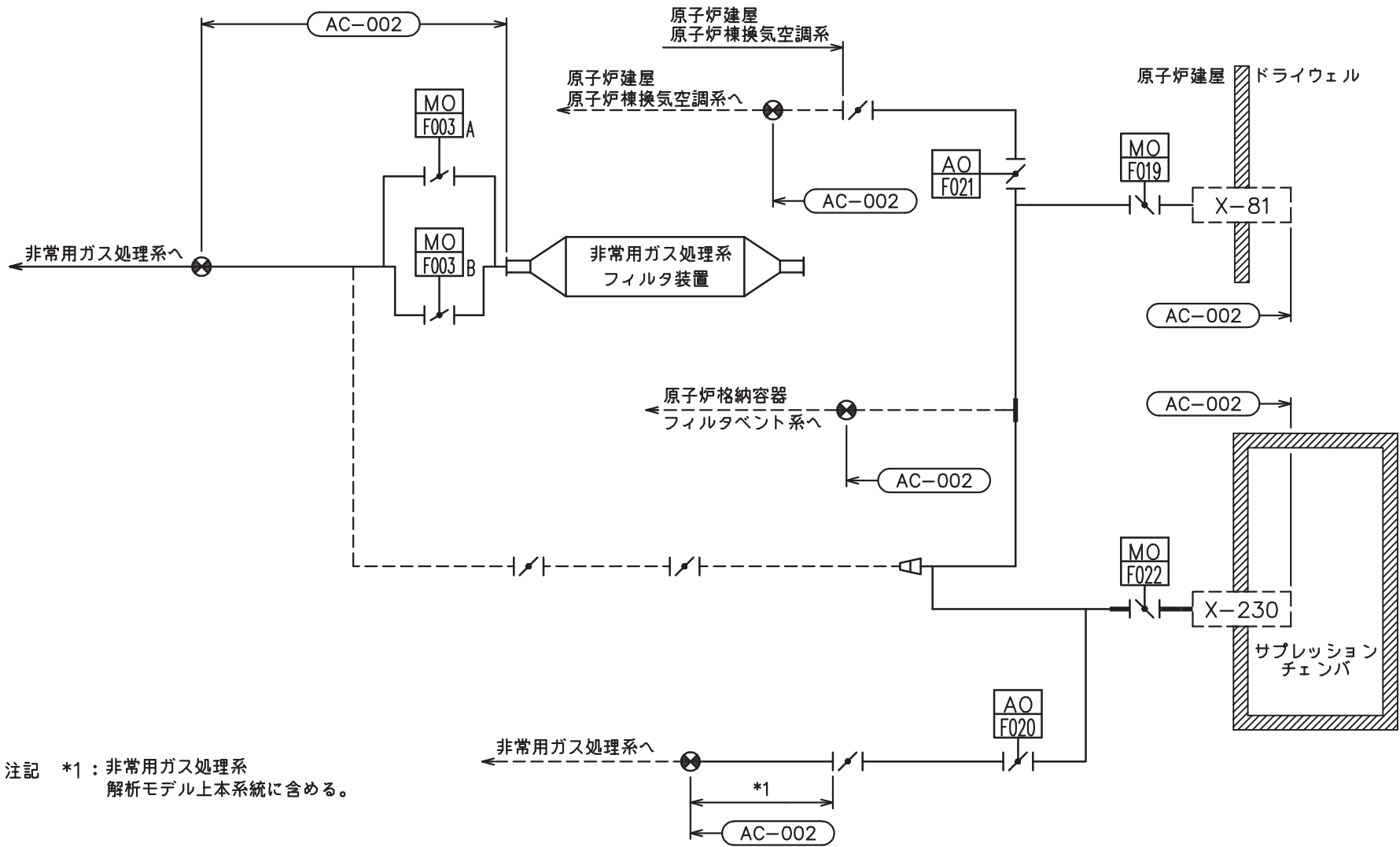
2.1 概略系統図

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




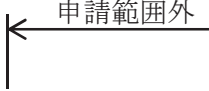
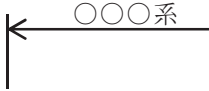


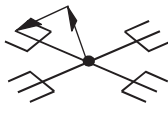
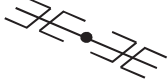
原子炉格納容器調気系概略系統図 (その1)



原子炉格納容器調気系概略系統図 (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>工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント                      (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な記載方法とする。)</p>
	<p>スナップ</p>



9

鳥瞰図	AC-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。

7

鳥瞰図	AC-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 AC-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。

6

鳥瞰図 AC-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。

10

鳥瞰図	AC-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	AC-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	AC-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	AC-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	AC-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            A C - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	427kPa (0.427MPa)	104	609.6	31.0	SM400C
2	427kPa (0.427MPa)	171	609.6	31.0	SM400C
3	427kPa (0.427MPa)	171	609.6	17.5	SM400C
4	427kPa (0.427MPa)	171	609.6	17.5	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            A C - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点						
1	20	21	22	808	813	902	
2	24	25	804	805	903	924	
3	25	26	27	28	826		
4	48	438	439				

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)
20		27		439		813		924	
21		28		804		826			
25		48		805		902			
26		438		808		903			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
22	
23	
24	
60	
61	
77	

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	23			

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-2-2(設) R 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 AC-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
** 19 **						
28						
** 28 **						
** 33 **						
36						
** 902 **						
** 903 **						
** 924 **						

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-2-2(設) 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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S <sub>h</sub>
STS410	171	102
SM400C	104	100
	171	100

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
STS410	171	103
SM400C	104	100
	171	100

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。

クラス 2 以下の管  
告示第 5 0 1 号第 56 条による評価結果

鳥瞰図	運転状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	S h 1. 2 ・ S h	S n (a) S n (b)	S a (c) S a (d)
A C - 0 0 2	( I , II )	28	S p r m (1)	16	100	—	—
	( I , II )	26	S n (a)	—	—	109	250
	( I , II )	28	S p r m (2)	16	120	—	—
	( I , II )	26	S n (b)	—	—	109	270

注記 \*1 : S p r m (1), S p r m (2) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 1 号 (イ), (ロ) に基づき計算した一次応力, S n (a), S n (b) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 2 号 (イ), (ロ) に基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2 : S a (c), S a (d) はそれぞれ, 告示第 5 0 1 号第 56 条第 2 号 (ハ), (ニ) に基づき計算した許容応力を示す。

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。

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	供用状態	最大応力評価点	最大応力区分*1	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力*2
				S p r m (1) S p r m (2)	1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h	S n (a) S n (b)	S a (c) S a (d)
A C - 0 0 2	(A, B)	28	S p r m (1)	18	150	—	—
	(A, B)	26	S n (a)	—	—	116	250
	(A, B)	28	S p r m (2)	19	180	—	—
	(A, B)	26	S n (b)	—	—	116	270

注記 \*1: 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, S n (a), S n (b)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)a, bに基づき計算した一次+二次応力を示す。  
\*2: S a (c), S a (d)はそれぞれ, 設計・建設規格 PPC-3530(1)c, dに基づき計算した許容応力を示す。



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(クラス 2 管)

No.	配管モデル	運転状態 ( I , II ) *1					運転状態 ( I , II ) *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	AC-001	415	9	102	11.33	—	415	9	122	13.55	—
2	AC-002	28	16	100	6.25	○	28	16	120	7.50	○

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(クラス 2 管)

No.	配管モデル	運転状態 ( I , II ) *3					運転状態 ( I , II ) *4				
		一次+二次応力					一次+二次応力				
		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	AC-001	79	52	255	4.90	—	79	52	275	5.28	—
2	AC-002	26	109	250	2.29	○	26	109	270	2.47	○

注記\*3：告示第501号第56条第2号（イ）に基づき計算した一次+二次応力を示す。

\*4：告示第501号第56条第2号（ロ）に基づき計算した一次+二次応力を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス 2 管)

No.	配管モデル	供用状態 (A, B) *1					供用状態 (A, B) *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	AC-001	417	16	154	9.62	—	417	16	185	11.56	—
2	AC-002	28	18	150	8.33	○	28	19	180	9.47	○

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(クラス 2 管)

No.	配管モデル	供用状態 (A, B) *3					供用状態 (A, B) *4				
		一次+二次応力					一次+二次応力				
		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	AC-001	910	55	257	4.67	—	910	55	278	5.05	—
2	AC-002	26	116	250	2.15	○	26	116	270	2.32	○

注記\*3：設計・建設規格 PPC-3530(1)aに基づき計算した一次+二次応力を示す。

\*4：設計・建設規格 PPC-3530(1)bに基づき計算した一次+二次応力を示す。

## 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	15
3.1 設計条件	15
3.2 材料及び許容応力	23
4. 評価結果	25
5. 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	27

## 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。



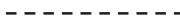


### (1) 管

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2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。

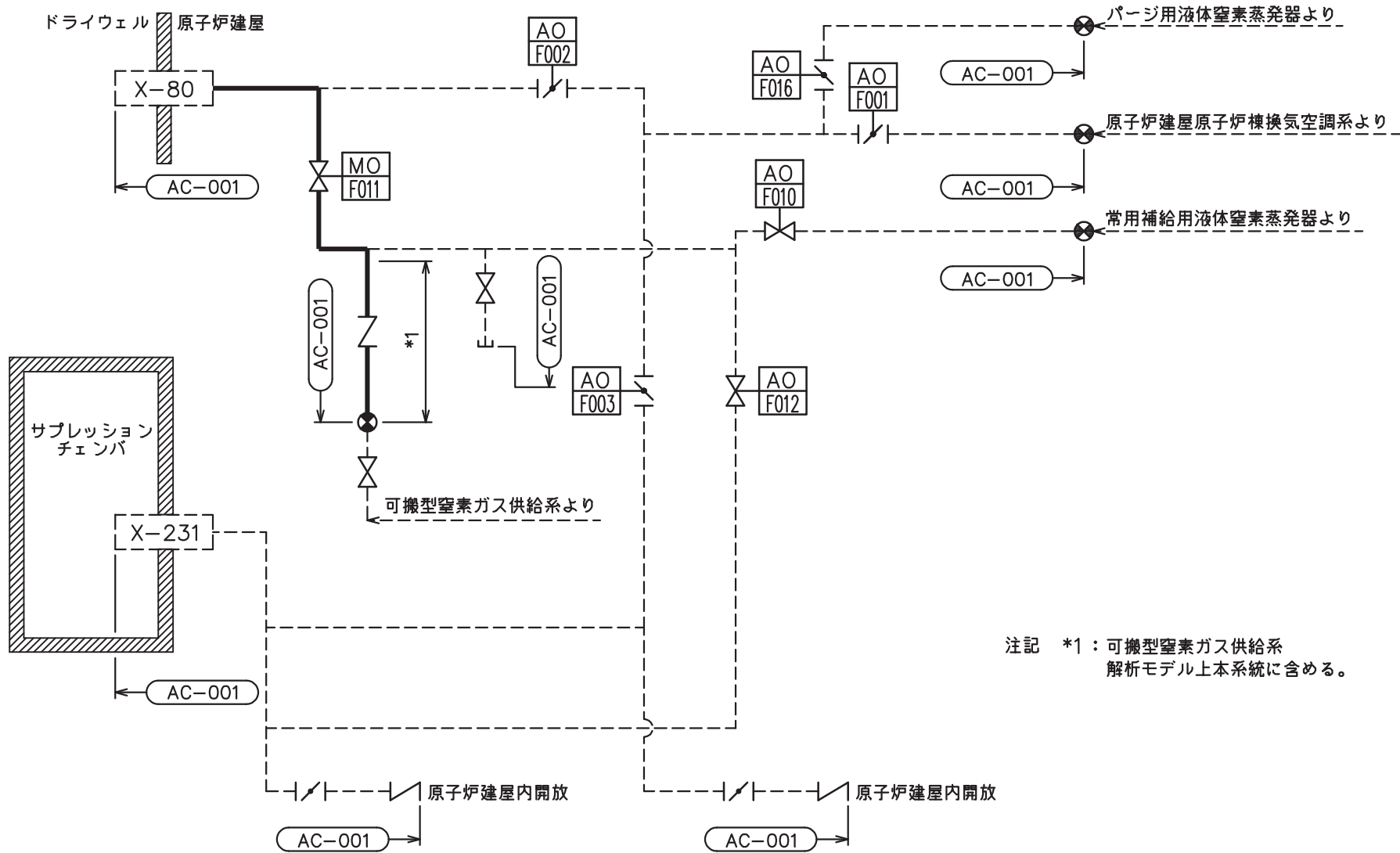
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

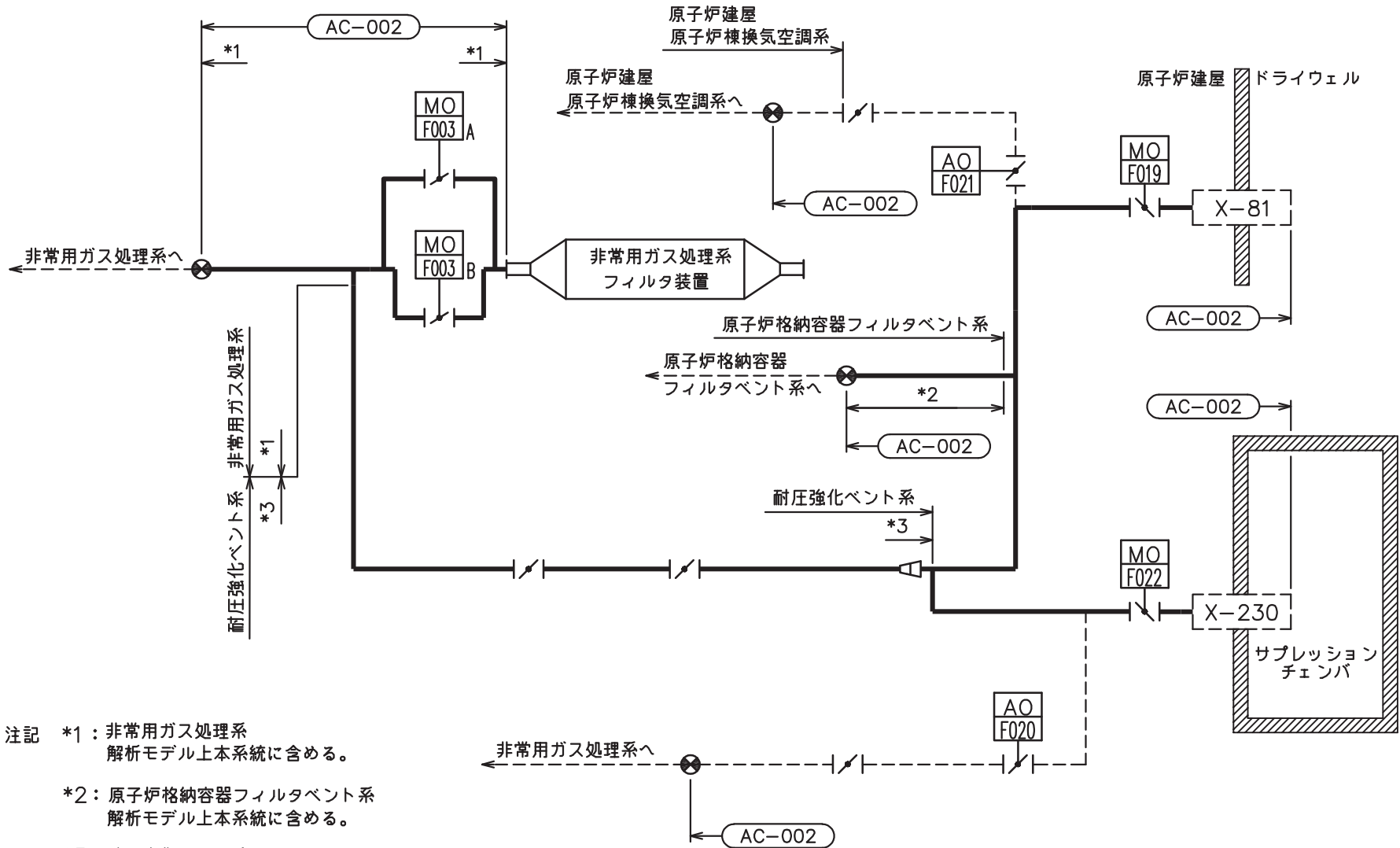
概略系統図記号凡例

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





原子炉格納容器調気系概略系統図（その1）


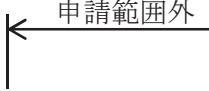
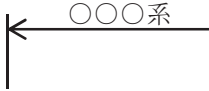


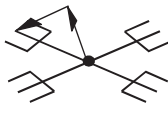
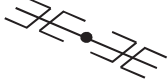


- 注記 \*1: 非常用ガス処理系  
解析モデル上本系統に含める。
- \*2: 原子炉格納容器フィルタベント系  
解析モデル上本系統に含める。
- \*3: 耐圧強化ベント系  
解析モデル上本系統に含める。

原子炉格納容器調気系概略系統図(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>工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント                      (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な記載方法とする。)</p>
	<p>スナップ</p>

9

鳥瞰図	AC-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。

7

鳥瞰図	AC-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 AC-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。

6

鳥瞰図	AC-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 AC-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	AC-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 AC-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 AC-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	AC-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            A C - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
1	23.5kPa (0.0235MPa)	140	318.5	10.3	STS410
2	854kPa (0.854MPa)	171	318.5	10.3	STS410
3	854kPa (0.854MPa)	200	609.6	31.0	SM400C
4	854kPa (0.854MPa)	200	609.6	17.5	SM400C
5	854kPa (0.854MPa)	200	609.6	9.5	SM41C SM400C
6	854kPa (0.854MPa)	200	457.2	9.5	SM400C
7	854kPa (0.854MPa)	200	457.2	14.3	STS410
8	854kPa (0.854MPa)	200	318.5	10.3	STS410
9	854kPa (0.854MPa)	200	318.5	10.3	STS410

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            A C - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
10	854kPa (0.854MPa)	171	318.5	10.3	STS410
11	854kPa (0.854MPa)	200	609.6	17.5	STS410
12	854kPa (0.854MPa)	200	406.4	12.7	STS410
13	854kPa (0.854MPa)	200	406.4	12.7	STS410
14	854kPa (0.854MPa)	200	406.4	21.4	SF490A

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                      AC-002

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	201	202	203	204	205	261	312	313	314						
2	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152
	153	154	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234
	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249
	250	252	253	254	255	256	257	258	259	306	307	308	309	310	311
	350	351	352	801	802	810	823	824	825	900	904	920			
3	20	21	22	24	25	804	805	808	813	902	903	924			
4	25	26	27	28	39	323	324	826							
5	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	40	41	42	43	44	45	46
	47	48	100	315	318	319	320	322	323	324	439	803	806	807	809
	811	812	815	826	901	905	908	916	918						
6	100	316													
7	101	316													
8	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
	317	354	355	356	357										
9	132	133	414												
10	136	137	353	416	900										
11	48	438	439												
12	438	440													
13	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454
	455	456	457	458	459	460	814	817							
14	460	461													

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-2-2 (重) R 1

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 AC-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)
2		108		204		253		451	
6		109		208		254		452	
7		110		209		255		453	
8		111		210		256		454	
9		112		211		257		455	
10		113		212		258		456	
11		114		213		306		457	
12		115		214		307		458	
13		116		215		308		459	
14		117		216		309		460	
15		118		217		310		461	
20		119		218		311		801	
21		120		219		312		802	
25		121		220		313		803	
26		122		221		314		804	
27		123		222		315		805	
28		124		223		316		806	
29		125		224		317		807	
30		126		225		318		808	
31		127		226		319		809	
32		128		227		320		810	
33		129		228		322		811	
34		133		229		323		812	
35		136		230		324		813	
36		137		231		350		814	
37		138		232		351		815	
38		139		233		352		817	
39		140		234		353		823	
40		141		235		354		824	
41		142		236		355		825	
42		143		237		356		826	
43		144		238		357		900	
44		145		239		438		901	
45		146		240		439		902	
46		147		241		440		903	
47		148		242		441		904	
48		149		243		442		905	
100		150		244		443		908	
101		151		245		444		916	
102		152		246		445		918	
103		153		247		446		920	
104		154		248		447		924	
105		201		249		448			
106		202		250		449			
107		203		252		450			

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-2-2 (重) R 1



鳥 瞰 図 AC-002

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4		弁 5	
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)
130		414		205		261		3	
131		415		206		260		4	
132		416		207		259		5	
303		417		262		264		56	
304		418		301		302		57	
305		419		263		265		71	

弁 6

評価点	質量(kg)
22	
23	
24	
60	
61	
77	

鳥 瞰 図 AC-002

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	131			
弁2	415			
弁3	206			
弁4	260			
弁5	4			
弁6	23			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 AC-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 **						
** 6 **						
11						
** 19 **						
28						
** 28 **						
** 33 **						
36						
44						
103						
105						
113						
122						
126						
133						
140						
147						
153						
201						
208						
213						
217						
221						
224						
228						

[Redacted area]

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-2-2(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 AC-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
234						
238						
242						
246						
249						
253						
258						
443						
446						
450						
455						
461						
900						
** 901 **						
** 902 **						
** 903 **						
904						
905						
908						
** 916 **						
918						
920						
** 924 **						

[Redacted box]

O 2 ⑥ VI-3-3-6-2-9-1-2-2(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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
SF490A	200	122
SM41C SM400C	200	100
STS410	140	102
	171	102
	200	102

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 (°C)	許容応力 (MPa)
		S h
SF490A	200	123
SM41C SM400C	200	100
STS410	140	103
	171	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  
告示第501号第56条による評価結果

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 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 S h 1. 2 ・ S h
A C - 0 0 2	15	S p r m (1)	38	100
	15	S p r m (2)	38	120

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。

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 評価点	最大応力 区分*	一次応力評価 (MPa)	
			計算応力 S p r m (1) S p r m (2)	許容応力 1. 5 ・ S h 1. 8 ・ S h
A C - 0 0 2	12	S p r m (1)	57	150
	12	S p r m (2)	57	180

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	AC-001	167	22	100	4.54	—	167	22	120	5.45	—
2	AC-002	15	38	100	2.63	○	15	38	120	3.15	○

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	AC-001	167	23	165	7.17	—	167	23	198	8.60	—
2	AC-002	12	57	150	2.63	○	12	57	180	3.15	○

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。