

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

| | |
|----------------|------------------|
| 柏崎刈羽原子力発電所第6号機 | 設計及び工事計画審査資料 |
| 資料番号 | KK6添-3-005-37 改0 |
| 提出年月日 | 2023年10月31日 |

VI-3-3-3-5-1-2 原子炉補機冷却水ポンプの強度計算書

2023年10月
東京電力ホールディングス株式会社

VI-3-3-3-5-1-2 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、VI-3-1-5「重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス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。

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

| 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 (A), (B), (D), (E) | 既設 | 有 | 有 | Non | Non | SA-2 | 無 | 1.37 | 70 | 1.37 | 70 | — | S55告示 | 設計・建設規格 又は告示 同等性* | b. (a) | SA-2 |
| 原子炉補機冷却水ポンプ (C), (F) | 既設 | 有 | 有 | Non | Non | SA-2 | 無 | 1.37 | 70 | 1.37 | 70 | — | S55告示 | 設計・建設規格 又は告示 同等性* | b. (a) | SA-2 |

注記*：ケーシングボルトの強度評価について同等性を示す手法による評価を実施

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 | 1 |
| 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。

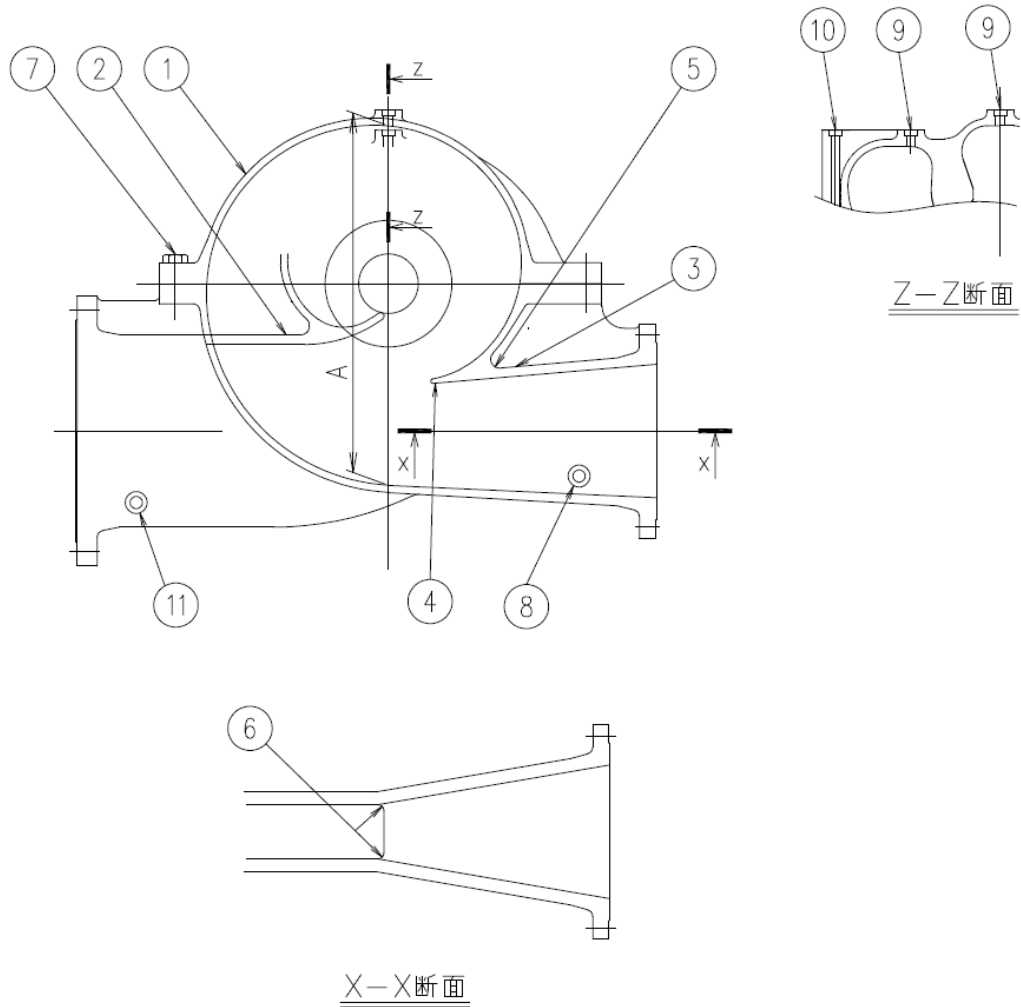


図1-1 概要図

1.3 設計条件

| 設計条件 | 原子炉補機冷却水ポンプ (A), (B), (D), (E) | 原子炉補機冷却水ポンプ (C), (F) |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 最高使用圧力 (MPa) | 1.37 | 1.37 |
| 最高使用温度 (°C) | 70 | 70 |

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 (mm) |
|-----------------------------------|------|----|------------|------------|-----------|
| 原子炉補機冷却水ポンプ (A), (B), (D), (E) | ① | | 1.37 | | |
| 原子炉補機冷却水ポンプ (C), (F) | ① | | 1.37 | | |

| t (mm) | t _{so} (mm) | t _s (mm) |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 6.0 | 16.0 | |
| 6.0 | 16.0 | |

評価：t_s ≥ 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)

| 機器名称 | 計算部位 | r _i | r _m | ℓ | t | t _{lo} | t _l |
|---------------------------------------|------|----------------|----------------|------|-----|-----------------|----------------|
| 原子炉補機 冷却水ポンプ (A), (B), (D), (E) | ② | 219.0 | 222.0 | 18.2 | 6.0 | | |
| | ③ | 193.5 | 196.5 | 17.2 | 6.0 | | |
| 原子炉補機 冷却水ポンプ (C), (F) | ② | 219.0 | 222.0 | 18.2 | 6.0 | | |
| | ③ | 193.5 | 196.5 | 17.2 | 6.0 | | |

評価：t_l ≥ t，よって十分である。

2.3 ケーシングの各部形状

(1) ボリュート巻始めの丸みの半径

設計・建設規格 PMC-3340(4)

(単位：mm)

| 機器名称 | 計算部位 | r_3 | r_{3so} | r_{3s} |
|-----------------------------------|------|-------|-----------|----------|
| 原子炉補機冷却水ポンプ (A), (B), (D), (E) | ④ | 0.3 | | |
| 原子炉補機冷却水ポンプ (C), (F) | ④ | 0.3 | | |

評価： $r_{3s} \geq r_3$ ，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)

| 機器名称 | 計算部位 | r_4 | r_{4so} | r_{4s} |
|-----------------------------------|------|-------|-----------|----------|
| 原子炉補機冷却水ポンプ (A), (B), (D), (E) | ⑤ | 1.8 | | |
| 原子炉補機冷却水ポンプ (C), (F) | ⑤ | 1.8 | | |

評価： $r_{4s} \geq r_4$ ，よって十分である。

(3) ボリュ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)

| 機器名称 | 計算部位 | r_5 | r_{5so} | r_{5s} |
|-----------------------------------|------|-------|-----------|----------|
| 原子炉補機冷却水ポンプ (A), (B), (D), (E) | ⑥ | 7.0 | | |
| 原子炉補機冷却水ポンプ (C), (F) | ⑥ | 7.0 | | |

評価： $r_{5s} \geq r_5$ ，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

| 機器名称 | 計算部位 | 材料 | P (MPa) | S _b (MPa) | d _b (mm) | n _i | A _b (mm ²) |
|---------------------------------------|------|----|------------|-------------------------|------------------------|----------------|--------------------------------------|
| 原子炉補機 冷却水ポンプ (A), (B), (D), (E) | ⑦ | | 1.37 | | | | |
| 原子炉補機 冷却水ポンプ (C), (F) | ⑦ | | 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 | A _w (mm ²) | A _G (mm ²) |
|-----------------|-----------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 非石綿ジョイント シート | 0.5 | 全面形 | | |
| 非石綿ジョイント シート | 0.5 | 全面形 | | |

| W _{m1} (N) | W _{m2} (N) | W (N) | σ (MPa) |
|------------------------|------------------------|----------|------------|
| | | | 262 |
| | | | 262 |

評価：σ ≤ 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

| σ _m (MPa) | 2 S _m (MPa) | σ _m + σ _b (MPa) | 3 S _m (MPa) |
|-------------------------|---------------------------|--|---------------------------|
| 269 | | 276 | |
| 269 | | 276 | |

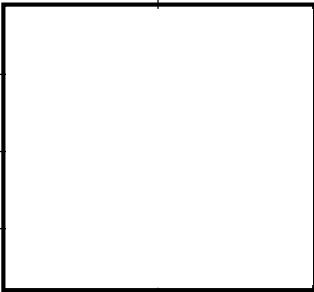
評価：σ_m ≤ 2 S_m, σ_m + σ_b ≤ 3 S_m, よって十分である。

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

| 機器名称 | 計算部位 | 材料 | P (MPa) | S (MPa) | D _o (mm) |
|---------------------------------------|------|--------|------------|------------|------------------------|
| 原子炉補機 冷却水ポンプ (A), (B), (D), (E) | ⑧ | STS410 | 1.37 | 103 | 27.2 |
| | ⑨ | STS410 | 1.37 | 103 | 27.2 |
| | ⑩ | STS410 | 1.37 | 103 | 27.2 |
| | ⑪ | STS410 | 1.37 | 103 | 27.2 |

| 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 |
| 継手無し | — | 1.00 |
| 継手無し | — | 1.00 |

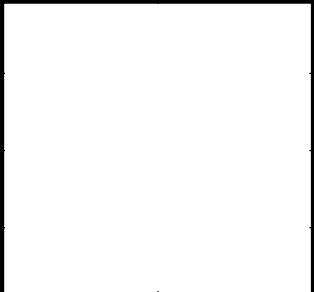
| t (mm) | t _{so} (mm) | t _s (mm) |
|-----------|---|------------------------|
| 0.2 |  | |
| 0.2 | | |
| 0.2 | | |
| 0.2 | | |

評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。

設計・建設規格 PMC-3610

| 機器名称 | 計算部位 | 材料 | P (MPa) | S (MPa) | D _o (mm) |
|-----------------------------|------|--------|------------|------------|------------------------|
| 原子炉補機 冷却水ポンプ (C), (F) | ⑧ | STS410 | 1.37 | 103 | 27.2 |
| | ⑨ | STS410 | 1.37 | 103 | 27.2 |
| | ⑩ | STS410 | 1.37 | 103 | 27.2 |
| | ⑪ | STS410 | 1.37 | 103 | 27.2 |

| 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 |
| 継手無し | — | 1.00 |
| 継手無し | — | 1.00 |

| t (mm) | t _{so} (mm) | t _s (mm) |
|-----------|---|------------------------|
| 0.2 |  | |
| 0.2 | | |
| 0.2 | | |
| 0.2 | | |

評価： $t_s \geq t$ ， よって十分である。