

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

TK-1-2187 改0

平成30年10月9日

東海第二発電所 工事計画認可申請書の修正を考慮すべき箇所抽出結果

No	分野	担当Gr	図書名	当該ページ	章番号	修正要領	変更理由 【凡例】 A: 文意が異なる。意味が異なる。 B: 修正したほうがよい。修正なくても意味は理解可能。適正化 C: 誤字、脱字の程度の間違い
耐震関係							
1	耐震	工認Tm	V-2-1-13-2横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針	P13		規制庁殿NO.14コメントの水平展開 弾性設計用地震動Sd又は静的地震力及び基準地震動Ss → 「弾性設計用地震動Sd又は静的地震力」及び「基準地震動Ss」	C
2	耐震	工認Tm	V-2-1-13-4横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針	P6		規制庁殿NO.14コメントの水平展開 弾性設計用地震動Sd又は静的地震力及び基準地震動Ss → 「弾性設計用地震動Sd又は静的地震力」及び「基準地震動Ss」	C
3	耐震	工認Tm	V-2-1-13-5たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針	P8		規制庁殿NO.14コメントの水平展開 弾性設計用地震動Sd又は静的地震力及び基準地震動Ss → 「弾性設計用地震動Sd又は静的地震力」及び「基準地震動Ss」	C
4	耐震	工認Tm	V-2-1-13-5たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針	P3, P4, P5, P14		規制庁殿NO.17コメントの水平展開 ・P3, P4の*5の割り付け修正 ・P5 Asbi⇒Asbjに修正 ・P14 (2)サポート取付ボルトのFi⇒Fjに修正	B
5	耐震	工認Tm	V-2-3-3-2-1炉心支持構造物の応力解析の方針	P1		1.3 適用基準 箇条書きに修正	B
6	耐震	工認Tm	V-2-3-3-2-2炉心シュラウドの耐震性についての計算書	P9		「MPa」→「MPa」(半角)	C
7	耐震	工認Tm	V-2-3-4-1-3原子炉圧力容器の耐震性についての計算書(その2)	P17,P18		・P17の下から3行目「301」°Cをマスクング ・P18の上から4行目「301」°Cをマスクング	C
8	耐震	工認Tm	V-2-9-2-1 原子炉格納容器の耐震性についての計算書	P29 (19817/25943)		図4-1(2)の名称に以下を追記 「原子炉冷却材事故時荷重」	B
9	耐震	工認Tm	V-2-9-2-5 原子炉格納容器胴アンカー部の耐震性についての計算書	P8 (20007/25943)		表3-1におけるマスクング範囲 「相当」のマスクング削除 「ASME SA-516 Gr.70」のマスクング	C
10	耐震	工認Tm	V-2-9-2-5 原子炉格納容器胴アンカー部の耐震性についての計算書	P16 (20015/25943)		(3)(4)(5)(6)及び表4-17,4-18の数値マスクングマスクング	C
11	耐震	工認Tm	V-2-9-2-5 原子炉格納容器胴アンカー部の耐震性についての計算書	P28,29,31,32 (20030/25943)他		表5-2,3の表タイトル 「(その1or2)」の削除	C

東海第二発電所 工事計画認可申請書の修正を考慮すべき箇所の抽出結果

No	分野	担当Gr	図書名	当該ページ	章番号	修正要領	変更理由
							【凡例】 A: 文意が異なる。意味が異なる。 B: 修正したほうがよい。修正なくても意味は理解可能。適正化 C: 誤字、脱字の程度の間違い
12	耐震	工認Tm	V-2-3-4-2-3 制御棒駆動機構ハウジング支持金具の耐震性についての計算書	P13		原子力規制庁殿NO.168コメント。 解析コードの名称にカギ括弧をつけることで統一	C
13	耐震	工認Tm	V-2-9-2-1 原子炉格納容器の耐震性についての計算書	P27		原子力規制庁殿NO.168コメント。 解析コードの名称にカギ括弧をつけることで統一	C
14	耐震	工認Tm	V-2-9-2-3 上部シアラグ及びスタビライザの耐震性についての計算書	P32		原子力規制庁殿NO.168コメント。 解析コードの名称にカギ括弧をつけることで統一	C
15	耐震	工認Tm	V-2-9-2-9 配管貫通部の耐震性についての計算書	P19		原子力規制庁殿NO.168コメント。 解析コードの名称にカギ括弧をつけることで統一	C
16	耐震	工認Tm	V-2-9-2-10 電気配線貫通部の耐震性についての計算書	P21		原子力規制庁殿NO.168コメント。 解析コードの名称にカギ括弧をつけることで統一	C
17	耐震	工認Tm	V-2-9-4-1 ダイヤフラム・フロアの耐震性についての計算書	P22		原子力規制庁殿NO.168コメント。 解析コードの名称にカギ括弧をつけることで統一	C
18	耐震	工認Tm	V-2-9-2-1 原子炉格納容器の耐震性についての計算書	P29		図4-1(2)の名称に以下を追記 「原子炉冷却材事故時荷重」	C
19	耐震	工認Tm	V-2-9-2-7 所員用エアロックの耐震性についての計算書	P3 (20070/25943)		図2-1における添付書類の引用 「□-2-9-2-1」 → 「V-2-9-2-1」	C
20	耐震	工認Tm	V-2-9-2-8 サプレッション・チェンバアクセスハッチの耐震性についての計算書	P3 (20104/25943)		図2-1における添付書類の引用 「□-2-9-2-1」 → 「V-2-9-2-1」	C
21	耐震	工認Tm	V-2-9-2-9 配管貫通部の耐震性についての計算書	P10		表中の記載の誤記修正 「及」⇒「及び」	C
22	耐震	工認Tm	V-2-9-2-10 電気配線貫通部の耐震性についての計算書	P9		表中の記載の誤記修正 「及」⇒「及び」	C
23	耐震	工認Tm	V-2-9-4-2 ベント管の耐震性についての計算書	P11		表中の記載の誤記修正 「及」⇒「及び」	C
24	耐震	工認Tm	V-2-5-6-1-3 管の耐震計算書(RCIC)	P36		「原子炉建屋」をマスキング(PP)	C
25	耐震	工認Tm	V-2-6-5-1 起動領域計装の耐震性についての計算書	P11(17176枚目)		サーマルサイクル図にマスキングなし→マスキング追加	C
26	耐震	工認Tm	V-2-6-5-2 出力領域計装の耐震性についての計算書	P11(17124枚目)		サーマルサイクル図にマスキングなし→マスキング追加	C
27	耐震	工認Tm	V-2-9-5-4-1 低圧マニホールドの耐震性についての計算書	P48(21131)		P48がP40の後についている→P48を最終頁へ移動	C
28	耐震	工認Tm	V-2-10-1-2-9	P2-18		「原子炉建屋」にマスキングを修正	A
29	耐震	工認Tm	V-2-10-1-3-8	P2-18		「原子炉建屋」にマスキングを修正	A

東海第二発電所 工事計画認可申請書の修正を考慮すべき箇所抽出結果

No	分野	担当Gr	図書名	当該ページ	章番号	修正要領	変更理由 【凡例】 A: 文意が異なる。意味が異なる。 B: 修正したほうがよい。修正なしでも意味は理解可能。適正化 C: 誤字、脱字の程度の間違い
強度関係							
30	強度	工認Tm	V-3-1-1 強度計算の基本方針の概要	P1		DBクラス4機器にFRVS・SGTSの温度変更分記載を追加	A
31	強度	工認Tm	V-3-1-5 クラス4機器の強度計算の基本方針	P1		DBクラス4機器にFRVS・SGTSの温度変更分記載を追加	A
32	強度	工認Tm	V-3-2-2 クラス1管の強度計算方法	P2-13		許容応力状態 I ~IV⇒供用状態A~D	C
33	強度	工認Tm	V-3-2-4 クラス2管の強度計算方法	P2-6		許容応力状態 I ~IV⇒供用状態A~D	C
34	強度	工認Tm	V-3-2-6 クラス3容器の強度計算方法	P19		改行の適正化	C
35	強度	工認Tm	V-3-2-8 クラス4管の強度計算方法	P3~5		改行の適正化	C
36	強度	工認Tm	V-3-3-1 原子炉圧力容器の強度計算書	目次		不要なスペース(改行)削除	C
37	強度	工認Tm	V-3-3-1 原子炉圧力容器の強度計算書	P18		表3-1の「--」→「-」に修正	C
38	強度	工認Tm	V-3-5-3-1-6 管の応力計算書(RHR)	P59、P60		P59、P60⇒マスクングずれを修正	C
39	強度	工認Tm	V-3-5-5-1-1 原子炉隔離時冷却系ポンプの強度計算書	P2、P3、P5		注記の「~と同等と考え、~」→「~と同等とし、~」に修正	B
40	強度	工認Tm	V-3-9-1-1-4 ドライウェル本体及びサブプレッション・チェンバ本体の強度計算書	P10		原子力規制庁殿NO.168コメント。 解析コードの名称にかぎ括弧をつけることで統一	C
41	強度	工認Tm	V-3-9-1-2-2 機器搬入用ハッチの強度計算書	P21		原子力規制庁殿NO.168コメント。 解析コードの名称にかぎ括弧をつけることで統一	C
42	強度	工認Tm	V-3-9-1-3-2 所員用エアロックの強度計算書	P24		原子力規制庁殿NO.168コメント。 解析コードの名称にかぎ括弧をつけることで統一	C
43	強度	工認Tm	V-3-9-1-3-4 サプレッション・チェンバアクセスハッチの強度計算書	P19		原子力規制庁殿NO.168コメント。 解析コードの名称にかぎ括弧をつけることで統一	C
44	強度	工認Tm	V-3-9-1-4-1 原子炉格納容器貫通部の強度計算書	P13		原子力規制庁殿NO.168コメント。 解析コードの名称にかぎ括弧をつけることで統一	C
45	強度	工認Tm	V-3-9-1-1-5 原子炉格納容器胴アンカ一部 の強度計算書	P8 (2853/7059)		表3-1におけるマスクング範囲 「相当」のマスクング削除 「ASME SA-516 Gr.70」のマスクング	C
46	強度	工認Tm	V-3-9-1-1-5 原子炉格納容器胴アンカ一部 の強度計算書	P11、P13 (2857/7059)		(2)(3)(4)の数値マスクング(PCV本体の強度計算書ではマスクング)	C
47	強度	工認Tm	V-3-9-1-1-5 原子炉格納容器胴アンカ一部 の強度計算書	P11~P19 (2857/7095 ~)		管理番号(縦書きの「NT2 補③ V-~)を追記	C

東海第二発電所 工事計画認可申請書の修正を考慮すべき箇所の抽出結果

No	分野	担当Gr	図書名	当該ページ	章番号	修正要領	変更理由
							【凡例】 A: 文意が異なる。意味が異なる。 B: 修正したほうがよい。修正なくても意味は理解可能。適正化 C: 誤字、脱字の程度の間違い
48	強度	工認Tm	V-3-5-3-1-3 残留熱除去系ストレナーナの強度計算書	P11、P18		「許容応力状態」⇒「供用状態」	C
49	強度	工認Tm	V-3-9-1-4-3 電気配線貫通部の強度計算書	P12		「許容応力状態」⇒「供用状態」	C
50	強度	工認Tm	V-3-9-1-4-3 電気配線貫通部の強度計算書	P26,27 (3073/7095)		表5-1,5-2における荷重の組合せのうち「No.」を削除	C
51	強度	工認Tm	V-3-9-2-1 ベント管の強度計算書	P8 (3087/7095)		表4-1 「D+PSA+MSA * 2」 → 「D+PSA+MSA」	C
52	強度	工認Tm	V-3-10-1-1-1-2 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプの強度計算書	評価条件整理表(ま えがき)		注記*1の<>を追記	C
53	強度	工認Tm	V-3-別添6-2 シュラウドサポートの応力計算書	P10		6.1.5 の本文 「許容応力状態」⇒「供用状態」	C

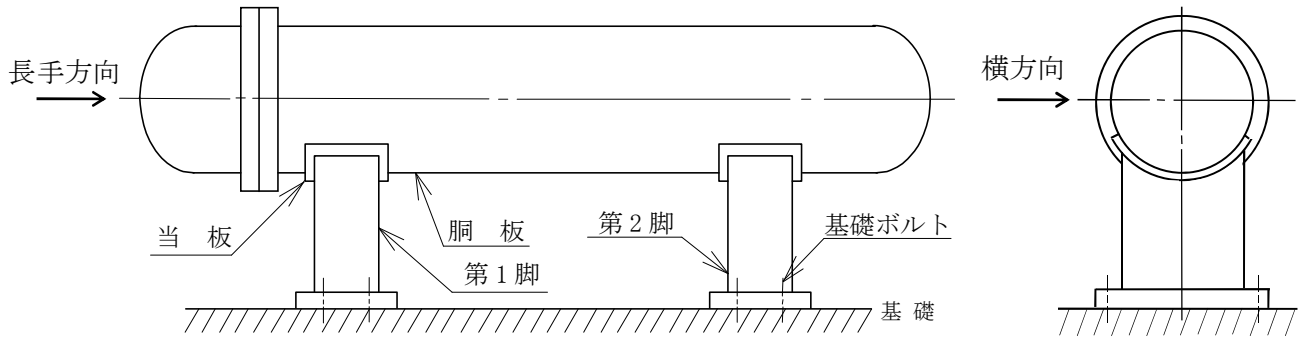


図5-1 概要図

5.2 設計用地震力

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s 」による地震力は、添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づく。

5.3 計算方法

5.3.1 応力の計算方法

応力計算における水平方向と鉛直方向の組合せについて、静的地震力を用いる場合は絶対値和を用いる。動的地震力を用いる場合は、絶対値和又はSRSS法を用いる。

5.3.1.1 胴の計算方法

(1) 曲げモーメント

図4-1に示すように胴を集中荷重を受けるはりとして考える。

図4-2において脚付け根部における曲げモーメント M_1 及び M_2 は次式で求める。

$$M_1 = \sum_{i=1}^{j_2} m_i \cdot g \cdot |l_i| \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.1)$$

$$M_2 = \sum_{i=j_1-j_3+1}^{j_1} m_i \cdot g \cdot |l_i - l_0| \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.2)$$

(2) 静水頭又は内圧による応力

静水頭による場合（鉛直方向地震時を含む。）

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.3)$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_V}{2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.4)$$

$$\sigma_{x 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{4 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.5)$$

内圧による場合

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.6)$$

NT2 補① V-2-1-13-2 R0

4.2 設計用地震力

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s 」による地震力は、添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

4.3 計算方法

4.3.1 応力の計算方法

4.3.1.1 ボルトの計算方法

ボルトの応力は地震による震度，ポンプ振動による震度及びポンプ回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

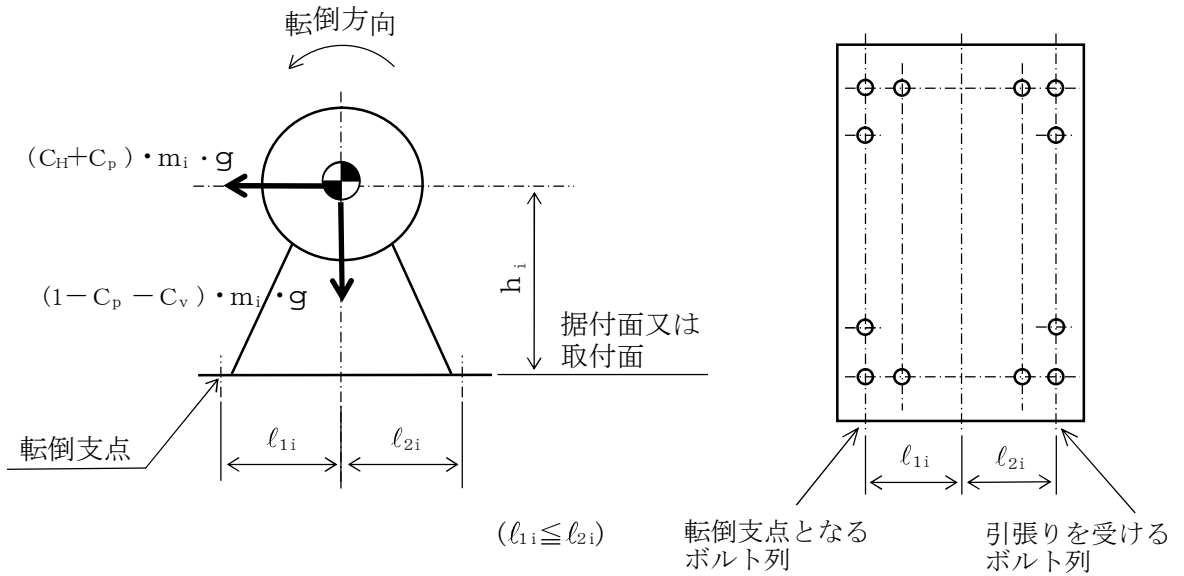


図 4-2(1) 計算モデル

(軸直角方向転倒-1 $(1 - C_p - C_v) \geq 0$ の場合)

4.2 固有周期

たて軸ポンプの固有周期について、「4.1 たて軸ポンプの固有値解析及び構造強度評価方法」に基づき作成した解析モデルにより計算する。

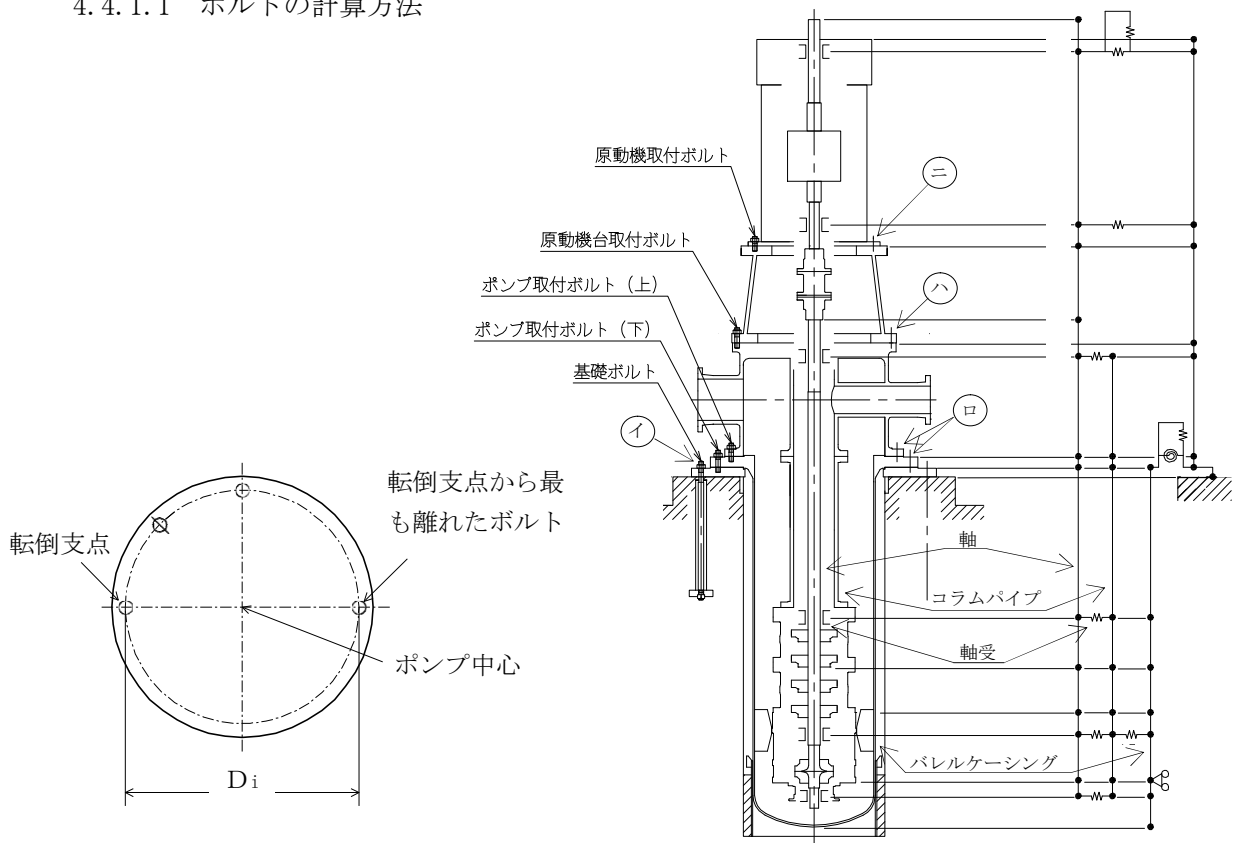
4.3 設計用地震力

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s 」による地震力は、添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

4.4 計算方法

4.4.1 応力の計算方法

4.4.1.1 ボルトの計算方法



i = 1 : 基礎ボルト

i = 2 : ポンプ取付ボルト*

i = 3 : 原動機台取付ボルト*

i = 4 : 原動機取付ボルト*

注記* : ポンプ取付ボルト(上), (下)がある場合は, i = 2 : ポンプ取付ボルト(下), i = 3 : ポンプ取付ボルト(上)とし, i = 3 を i = 4, i = 4 を i = 5 とする。

図 4-2 計算モデル例

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bi}	ボルトの軸断面積* ¹	mm ²
A_f	サポート部材のフランジの断面積	mm ²
A_{sbj}	サポート取付ボルトの軸断面積* ⁵	mm ²
A_c	バレルケーシング又はコラムパイプの断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_p	ポンプ振動による震度	—
C_v	鉛直方向設計震度	—
D_c	バレルケーシング又はコラムパイプの内径	mm
D_i	ボルトのピッチ円直径* ¹	mm
d_i	ボルトの呼び径* ¹	mm
E	材料の縦弾性係数	MPa
F, F_i, F_j	設計・建設規格 SSB-3131 に定める値* ^{1, *5}	MPa
F^*, F_i^*, F_j^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* ^{1, *5}	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力 (1 本あたり) * ¹	N
f_{bs}	サポートの許容曲げ応力 (f_b を 1.5 倍した値又は f_b^* を 1.5 倍した値)	MPa
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹ (f_s を 1.5 倍した値又は f_s^* を 1.5 倍した値)	MPa
f_{sbj}	サポート取付ボルトの許容せん断応力* ⁵ (f_s を 1.5 倍した値又は f_s^* を 1.5 倍した値)	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力 (f_t を 1.5 倍した値又は f_t^* を 1.5 倍した値)	MPa
$f_{t si}$	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h	サポート部材の高さ	mm
H_p	予想最大両振幅	μ m
L	サポート荷重作用点から付け根までの長さ	mm
l_b	サポート荷重作用点から付け根までの長さ	mm
M	図 4-2 計算モデルによる多質点解析により求められるモーメント	N・mm
M_i	図 4-2 計算モデルの(イ), (ロ), (ハ)及び(ニ)を支点とする地震及び水平方向のポンプ振動による転倒モーメント* ²	N・mm
M_p	ポンプ回転により作用するモーメント	N・mm
M_s	サポートに作用するモーメント	N・mm
m	バレルケーシング付根部に対しては, ポンプ床下部質量 コラムパイプ付根部に対しては, コラムパイプ総質量	kg
m_i	運転時質量* ³	kg
N	回転速度 (原動機の同期回転速度)	min ⁻¹
n_i	ボルトの本数* ¹	—

記号	記号の説明	単位
n_{fi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数*1	—
n_{sj}	評価上せん断力を受けるとして期待するサポート取付ボルトの本数*5	—
P	原動機出力	kW
P_c	バレルケーシング又はコラムパイプの内圧	MPa
Q_{bi}	図4-2計算モデルの①, ②, ③及び④における地震及び水平方向のポンプ振動によりボルトに作用するせん断力*1	N
S	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	MPa
S_a	バレルケーシング又はコラムパイプの許容応力	MPa
$S_{ui}, S_{uj}, S_{yi}, S_{yj}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値*1, *5	MPa
$S_{yi} (RT), S_{yj} (RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40°Cにおける値*1, *5	MPa
T_i	固有周期*4	s
t	バレルケーシング又はコラムパイプの厚さ	mm
W	サポートに作用する荷重	N
Z	バレルケーシング又はコラムパイプの断面係数	mm ³
Z_s	サポートの断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ	バレルケーシング又はコラムパイプの一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力*1	MPa
σ_{CH}	水平方向地震によりバレルケーシング又はコラムパイプに生じる応力	MPa
σ_{CV}	鉛直方向地震によりバレルケーシング又はコラムパイプに生じる応力	MPa
σ_s	サポートに生じる曲げ応力	MPa
σ_{zP}	バレルケーシング又はコラムパイプの内圧による軸方向応力	MPa
$\sigma_{\theta P}$	バレルケーシング又はコラムパイプの内圧による周方向応力	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力*1	MPa
τ_{sbj}	サポート取付ボルトに生じるせん断応力*5	MPa

注記 *1: $A_{bi}, D_i, d_i, F_i, F_i^*, F_{bi}, f_{sbi}, f_{toi}, f_{tsi}, n_i, n_{fi}, Q_{bi}, S_{ui}, S_{yi}, \sigma_{bi}$ 及び τ_{bi} の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

- $i = 1$: 基礎ボルト
- $i = 2$: ポンプ取付ボルト
- $i = 3$: 原動機台取付ボルト
- $i = 4$: 原動機取付ボルト

なお、ポンプ取付ボルト(上), (下)がある場合は, $i = 2$: ポンプ取付ボルト(下), $i = 3$: ポンプ取付ボルト(上)とし, $i = 3$ を $i = 4$, $i = 4$ を $i = 5$ とする。

*2: M_i の添字 i の意味は, 以下のとおりとする。

$i = 1$: ㊦

$i = 2$: ㊧

$i = 3$: ㊨

$i = 4$: ㊩

*3: m_i の添字 i の意味は, 以下のとおりとする。

$i = 1$: 据付面

$i = 2$: ポンプ取付面

$i = 3$: 原動機台取付面

$i = 4$: 原動機取付面

なお、ポンプ取付面(上), (下)がある場合は, $i = 2$: ポンプ取付面(下),

$i = 3$: ポンプ取付面(上)とし, $i = 3$ を $i = 4$, $i = 4$ を $i = 5$ とする。

*4: T_i の添字 i の意味は, 固有周期の次数を示す。

5: A_{sbj} , F_j , F_j^ , f^{sbj} , n_{sj} , τ_{sbj} の添字 j の意味は, 以下のとおりとする。

$j = 1$: サポート取付ボルト①

$j = 2$: サポート取付ボルト②

4.5.2 バレルケーシング及びコラムパイプの応力評価

4.4.1.2 項で求めた応力が最高使用温度における許容応力 S_a 以下であること。ただし、 S_a は下表による。

応力の種類	許 容 応 力 S_a	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	設計降伏点 S_y と設計引張強さ S_u の 0.6 倍のいずれか小さい方の値。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては許容引張応力 S の 1.2 倍の方が大きい場合は、この大きい方の値とする。	設計引張強さ S_u の 0.6 倍

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

4.5.3 サポート及びサポート取付ボルトの応力評価

4.4.1.3 項で求めた曲げ応力 σ_s 及びせん断応力 τ_{sbj} が、各々許容曲げ応力 f_{sb} 及び許容せん断応力 f_{ssbj} 以下であること。ただし、 f_{sb} 及び f_{ssbj} は下表による。

(1) サポート

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容曲げ応力 f_{sb}	$\frac{0.433E \cdot A_f \cdot 1.5}{l_b \cdot h} *$ もしくは $\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$ いずれか小さい方の値	$\frac{0.433E \cdot A_f \cdot 1.5}{l_b \cdot h} *$ もしくは $\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$ いずれか小さい方の値

注記 * : 記号の定義については、設計・建設規格 SSB-3121.1(4)による

(2) サポート取付ボルト

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 f_{ssbj}	$\frac{F_j}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F_j^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

1. 概要

1.1 一般事項

本書は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、炉心支持構造物に関する応力解析の方針を述べるものである。

炉心支持構造物は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、炉心支持構造物の耐震評価及び重大事故等時における強度評価について記載する。

注1：本書に記載していない特別な内容がある場合は、各計算書に示す。

注2：図表は、原則として巻末に示す。

1.2 構造の説明

炉心支持構造物の構造計画を表 1-1 に示す。

なお、炉心支持構造物は、下記の機器により構成される。

- (1) 炉心シュラウド
- (2) シュラウドサポート
- (3) 上部格子板
- (4) 炉心支持板
- (5) 燃料支持金具
- (6) 制御棒案内管

1.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 (日本電気協会)
- (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-1984 (日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991追補版 (日本電気協会)
- (4) 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)

注：本書及び各計算書において、設計・建設規格の条項は「設計・建設規格 ○○○-△△△ △(◇)a. (a)」として示す。

6.2 座屈に対する評価

地震荷重を考慮し、J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 を用いて、軸圧縮荷重及び曲げモーメントに対する評価を実施する。

6.2.1 計算データ

内径 : $D_i =$

外径 : $D_o = D_i + 2 \cdot t$

断面積 : $A = \frac{\pi}{4} \cdot (D_o^2 - D_i^2)$

断面二次モーメント : $I = \frac{\pi}{64} \cdot (D_o^4 - D_i^4)$

6.2.2 許容値

許容応力状態Ⅲ_AS及びⅣ_ASにおいて圧縮応力の座屈応力 (f_c) に対する比と曲げ応力の座屈応力 (f_b) に対する比の和が 1 以下であることを示す。座屈に対する評価は次式による。

$$\frac{\alpha \cdot \left(\frac{V}{A}\right)}{f_c} + \frac{\alpha \cdot \left(\frac{M \cdot D_o}{I \cdot 2}\right)}{f_b} \leq 1.0$$

ここで、

f_c : 軸圧縮荷重に対する座屈応力で次の計算式により計算した値

$\eta < \eta_1$ より

$$f_c = F = 146 \text{ MPa}$$

f_b : 曲げモーメントに対する座屈応力で次の計算式により計算した値

$\eta < \eta_1$ より

$$f_b = F = 146 \text{ MPa}$$

2.6.1.2 座屈に対する評価

許容応力状態Ⅲ_AS及び許容応力状態Ⅳ_ASにおいてスタブチューブに圧縮応力を生じさせる荷重は、表2-7に示す鉛直力及びモーメントである。これらの組合せにより発生する圧縮応力の評価を行う。

(1) 圧縮応力

表2-7に示す荷重によって生じる許容応力状態Ⅲ_AS及び許容応力状態Ⅳ_ASでの圧縮応力は以下のように求める。

a. 許容応力状態Ⅲ_AS

$$\sigma_c = \frac{V}{A} + \frac{M}{Z} = \boxed{} + \boxed{} = 32 \text{ MPa}$$

b. 許容応力状態Ⅳ_AS

$$\sigma_c = \frac{V}{A} + \frac{M}{Z} = \boxed{} + \boxed{} = 44 \text{ MPa}$$

(2) 許容圧縮応力

許容応力状態Ⅲ_AS及び許容応力状態Ⅳ_ASにおける許容圧縮応力は、以下の2つの値のうち小さい方の値を用いる。

a. 許容応力状態Ⅲ_AS

$$1.2 \cdot S_m = 1.2 \times 164 = 196 \text{ MPa}$$

$$1.2 \cdot B = 1.2 \times 83 = 99 \text{ MPa}$$

ここで、

$$S_m = 164 \text{ MPa}$$

$$B = 83 \text{ MPa}$$

このうちB値は、設計・建設規格 PVB-3117より、次のようにして求める。

設計・建設規格 付録材料図表 Part7 図1より

$$A = \frac{0.125}{R_i / t} = \frac{0.125}{\boxed{}} = 0.0246063$$

を用いて、設計・建設規格 付録材料図表 Part7 図7より

$$B = 83 \text{ MPa}$$

(供用状態A及びBの最高温度 $\boxed{}$ °Cにおける値)

よって、許容圧縮応力は、

$$\sigma_{c a} = 99 \text{ MPa}$$

b. 許容応力状態IVAS

$$1.5 \cdot S_m = 1.5 \times 164 = 246 \text{ MPa}$$

$$1.5 \cdot B = 1.5 \times 83 = 124 \text{ MPa}$$

(供用状態A及びBの最高温度 °Cにおける値)

よって、許容圧縮応力は、

$$\sigma_{ca} = 124 \text{ MPa}$$

各許容応力状態における座屈に対する評価結果を表2-8に示す。
表2-8より、各許容応力状態における座屈に対する評価は、許容限界を満足する。

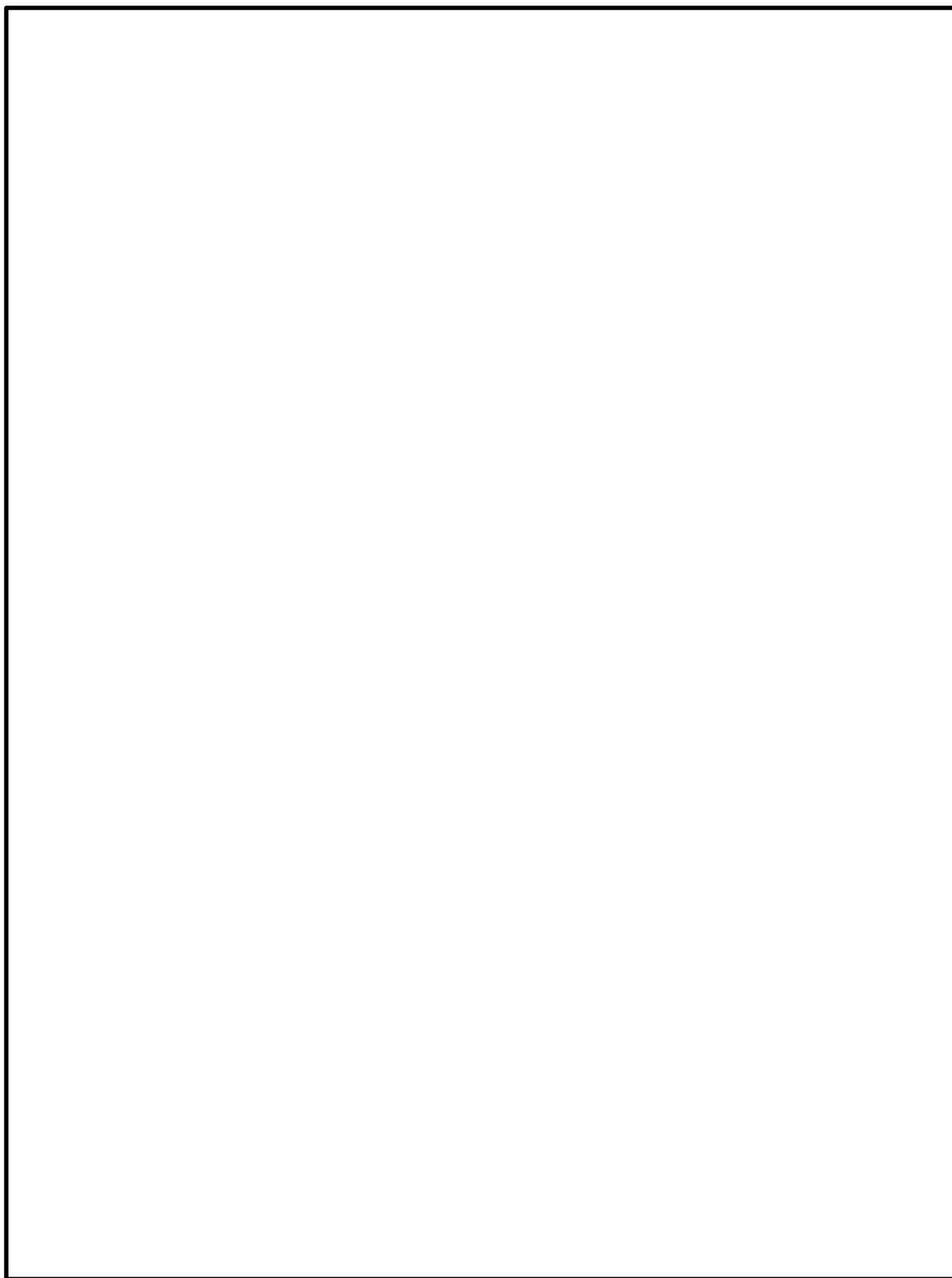


図 4-1(2) 原子炉格納容器胴の解析モデル
(90 度モデル, 圧力, 水頭圧, 逃がし安全弁作動時荷重, 原子炉冷却材事故時荷重)

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料		備考
アンカボルト	GBL(5種)相当		GBL1～GBL5*
ベースプレート	SGV49相当		SGV480*
補強リブ	SGV49相当		SGV480*
アンカプレート	SGV49相当		SGV480*

注記 *：新 JIS を示す。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

- (1) 胴アンカ部は、原子炉格納容器底部コンクリートマットにアンカボルトで一体化され、鉛直方向地震荷重は、このアンカボルトを介して原子炉格納容器底部コンクリートマットに伝達させる。添付書類「V-2-3-2 炉心、原子炉圧力容器及び圧力容器内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」において計算された荷重等を用いて、構造強度評価を行う。
- (2) 構造評価に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (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限界

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

胴アンカ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。表で使用される記号は添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に従うものとする。荷重の組合せは、添付書類「V-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、組合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 許容限界

胴アンカ部の許容限界を表 4-3 に示す。

4.2.4 設計荷重

(1) 設計基準対象施設としての最高使用圧力及び最高使用温度

内圧 P_D	310 kPa
温度 T_D	104.5 °C

(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_{SAL}	465 kPa (SA後長期)
内圧 P_{SALL}	196 kPa (SA後長々期)
温度 T_{SAL}	171 °C (SA後長期)
温度 T_{SALL}	150 °C (SA後長々期)

(3) 自重 (胴部) N

(4) 水荷重

サプレッション・チェンバ内保有水のうち、リングガード上にある水の重量は、原子炉格納容器側に加わるものと仮定する。

燃料交換時	<input type="text"/> N
通常運転時	<input type="text"/> N
事故時	<input type="text"/> N

(5) 活荷重

燃料交換時	<input type="text"/> N
燃料交換時以外	<input type="text"/> N

(6) 地震荷重

原子炉格納容器に加わる地震荷重について、添付書類「V-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」において計算された計算結果を用いる。応力計算に用いる鉛直荷重及び鉛直方向地震荷重のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-12 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-13 に示す。弾性設計用地震動 S_d 及び基準地震動 S_s による水平方向地震荷重のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-14 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-15 に示す。

表 5-2(1) 許容応力状態IV_ASに対する応力評価結果 (D + P_L + M_L + S_d*)

評価対象設備	評価部位	応力分類	IV _A S		判定	荷重の* 組合せ	備考
			発生値 MPa	許容値 MPa			
胴アンカ部	アンカボルト	引張応力	288	452	○	16	
		曲げ応力	106	328	○	16	
	ベースプレート	曲げ応力 (引張側)	203	328	○	16	
		曲げ応力 (圧縮側)	—	—	—	—	
	補強リブ	引張応力	55	284	○	16	
		圧縮応力	—	—	—	—	
		せん断応力	6	164	○	16	
		組合せ応力	56	284	○	16	
	コンクリート	圧縮応力	6.8	18.7	○	16	単位 N/mm ²
		せん断応力	0.6	1.0	○	16	単位 N/mm ²

注記 * : 添付書類「V-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 3-10 設計基準対象施設の荷重の組合せの No. を示す。

表 5-2(2) 許容応力状態IV_ASに対する応力評価結果 (D + P + M + S_s)

評価対象設備	評価部位	応力分類	IV _A S		判定	荷重の* 組合せ	備考
			発生値	許容値			
			MPa	MPa			
胴アンカ部	アンカボルト	引張応力	141	452	○	12	
	アンカプレート	曲げ応力	52	328	○	11, 12	
	ベースプレート	曲げ応力 (引張側)	100	328	○	12	
		曲げ応力 (圧縮側)	185	328	○	11, 12	
	補強リブ	引張応力	27	284	○	11, 12	
		圧縮応力	57	264	○	11, 12	
		せん断応力	10	164	○	11, 12	
		組合せ応力	32	284	○	11, 12	
	コンクリート	圧縮応力	3.4	18.7	○	12	単位 N/mm ²
		せん断応力	0.3	1.0	○	11, 12	単位 N/mm ²

注記 * : 添付書類「V-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 3-10 設計基準対象施設の荷重の組合せのNo.を示す。

NT2 補③ V-2-9-2-5 R0

表 5-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$)

評価対象設備	評価部位	応力分類	V_{AS}		判定	荷重の* 組合せ	備考
			発生値	許容値			
			MPa	MPa			
胴アンカ部	アンカボルト	引張応力	364	452	○	SA6	
	アンカプレート	曲げ応力	134	317	○	SA6	
	ベースプレート	曲げ応力 (引張側)	256	317	○	SA6	
		曲げ応力 (圧縮側)	—	—	—	—	
	補強リブ	引張応力	69	275	○	SA6	
		圧縮応力	—	—	—	—	
		せん断応力	6	160	○	SA6	
		組合せ応力	70	275	○	SA6	
	コンクリート	圧縮応力	8.6	18.7	○	SA6	単位 N/mm ²
		せん断応力	0.7	1.0	○	SA6	単位 N/mm ²

注記 * : 添付書類「V-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 3-11 重大事故等時の荷重の組合せの No. を示す。

表 5-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$)

評価対象設備	評価部位	応力分類	V_{AS}		判定	荷重の* 組合せ	備考	
			発生値	許容値				
			MPa	MPa				
胴アノカ部	アノカボルト	引張応力	327	452	○	SA8		
		曲げ応力	212	317	○	SA8		
	ベースプレート	曲げ応力 (引張側)	230	317	○	SA8		
		曲げ応力 (圧縮側)	—	—	—	—		
	補強リブ	引張応力	引張応力	62	275	○	SA8	
			圧縮応力	—	—	—	—	
		せん断応力	せん断応力	10	160	○	SA8	
			組合せ応力	65	275	○	SA8	
	コソクリート	圧縮応力	圧縮応力	7.7	18.7	○	SA8	単位 N/mm ²
			せん断応力	0.7	1.0	○	SA8	単位 N/mm ²

注記 * : 添付書類「V-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 3-11 重大事故等時の荷重の組合せの No. を示す。

4.3 解析モデル及び諸元

解析モデルの概要を以下に示す。

- (1) CRDハウジング支持金具の固有値の評価は、はりモデルによる有限要素解析手法を適用する。
- (2) 固有値解析用モデルでは固有値を算出する。固有値解析用モデルについて図 4-1 に、機器諸元について表 4-7 に示す。
- (3) 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「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

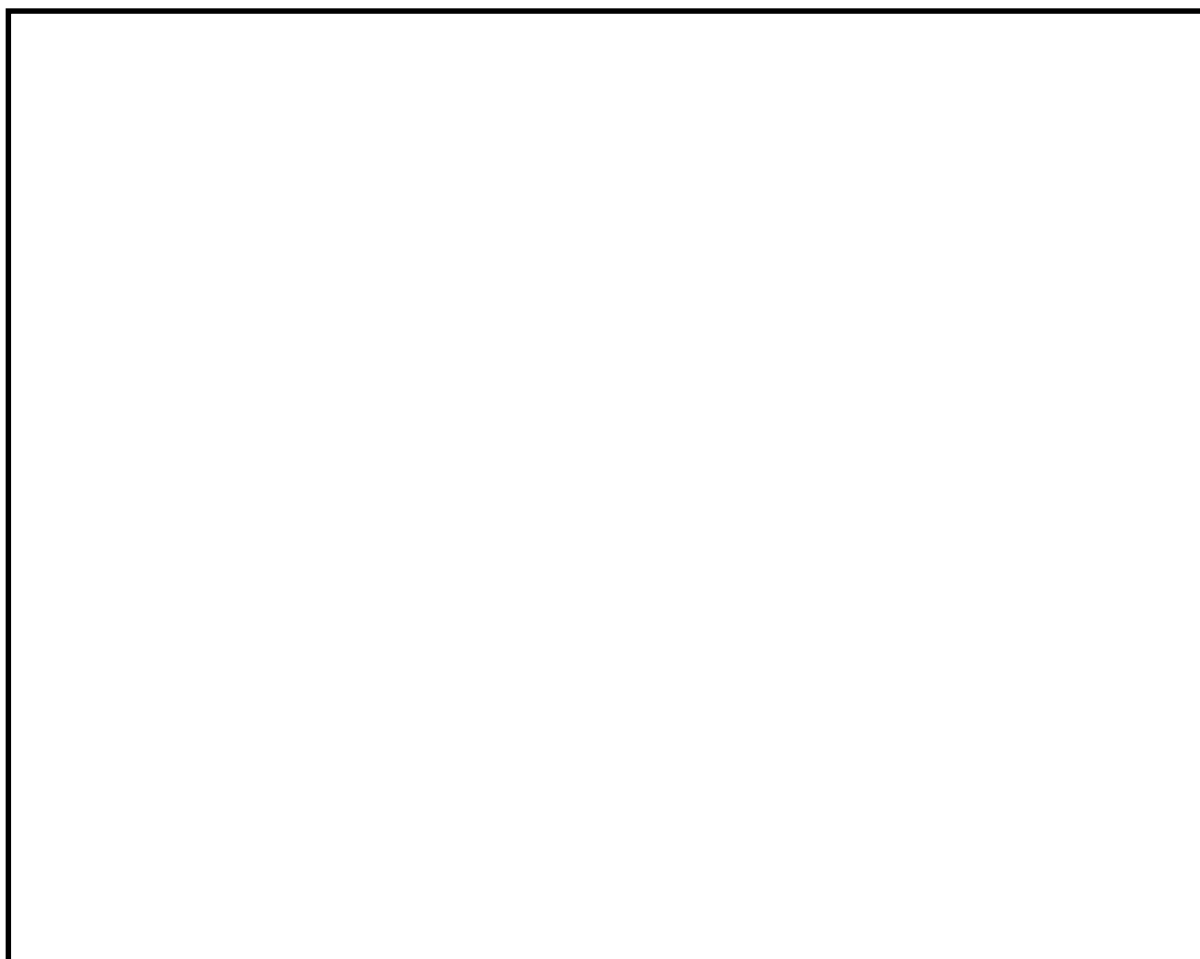


図 4-1 固有値解析用モデル

(3) ビームシートとの結合部における原子炉格納容器胴に作用する荷重による応力

ビームシートとの結合部における原子炉格納容器胴に作用する圧力、死荷重及び地震荷重による応力は、図 4-1 に示す原子炉格納容器胴の解析モデルを用いて算出する。機器の諸元を表 4-21 に示す。地震荷重による応力は、「4.2.4 (9) c. ビームシートと原子炉格納容器の結合部の地震荷重」に基づく地震荷重を入力して算出する。

(4) 応力の足し合わせ

表 4-20 及び図 3-1～図 3-6 で示した応力評価点のうち原子炉格納容器胴（応力評価点 P1～P6）については、(1)で求めた応力を用いることとし、ビームシートと原子炉格納容器胴の結合部（応力評価点 P7～P10）については、(2)で求めたビームシートに作用する荷重による応力と、(3)で求めた原子炉格納容器胴に作用する荷重による応力を適切に足し合わせることで算出する。

(5) 解析コード

解析コードは「MSC NASTRAN」を用いる。なお、評価に用いる解析コード「MSC NASTRAN」の検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

4.4.2.3 上部シアラグと原子炉格納容器胴との結合部（応力評価点P8）

荷重により上部シアラグと原子炉格納容器胴との結合部に生じる応力の算出には、シェルモデルによる有限要素解析手法を適用する。

(1) 応力計算方法

a. 上部シアラグと原子炉格納容器胴との結合部に作用する荷重による応力

上部シアラグと原子炉格納容器胴との結合部に作用する各荷重による応力は、図 4-13 に示す解析モデルを用いて算出する。機器の諸元を表 4-20 に示す。

b. 解析コード

解析コードは「MSC NASTRAN」を用いる。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「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

4.4.2 応力計算方法

荷重により原子炉格納容器配管貫通部に生じる応力の算出には、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。

応力計算方法について、以下に示す。

(1) 原子炉格納容器配管貫通部に作用する荷重による応力

原子炉格納容器配管貫通部に作用する死荷重、逃がし安全弁作動時荷重、地震荷重による応力は、図 4-3 及び図 4-4 に示す貫通部番号 及び の解析モデルを用いて算出する。解析モデルの諸元を表 4-14 に示す。地震荷重による応力は、「4.2.4 (4) a. 原子炉格納容器配管貫通部の地震荷重」に基づく地震荷重を入力して算出する。

(2) 原子炉格納容器に作用する荷重による応力

原子炉格納容器に作用する圧力、死荷重及び地震荷重による応力は、添付書類「V-2-9-2-1 原子炉格納容器の耐震性についての計算書」で解析した応力を用いる。地震荷重による応力は、「4.2.4 (4) b. 原子炉格納容器の地震荷重」に基づく地震荷重を入力して算出する。

(3) 応力の足し合わせ

表 4-13 及び図 4-2 で示した応力評価点での応力は、(1) で求めた原子炉格納容器配管貫通部に作用する荷重による応力と、(2) で求めた原子炉格納容器に作用する荷重による応力を適切に足し合わせることで算出する。

(4) 解析コード

解析コードは「MSC NASTRAN」を用いる。なお、評価に用いる解析コード「MSC NASTRAN」の検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

4.6.2 応力計算方法

荷重により原子炉格納容器胴とスリーブとの結合部及び補強板結合部に生じる応力の算出には、シェルモデルによる有限要素解析手法を適用する。

(1) 電気配線貫通部に作用する荷重による応力

電気配線貫通部に作用する死荷重，地震荷重による応力は，図 4-5 に示す電気配線貫通部の解析モデルを用いて静解析により算出する。解析モデルの諸元を表 4-18 に示す。

(2) 原子炉格納容器本体に作用する荷重による応力

原子炉格納容器本体に作用する圧力，死荷重及び電気配線貫通部に発生する地震荷重による応力は，添付書類「V-2-9-2-1 原子炉格納容器の耐震性についての計算書」で解析した応力を用いる。地震荷重による応力は，表 4-8、表 4-9，表 4-10 及び表 4-11 の地震荷重を入力して算出する。

(3) 応力の足し合わせ

表 4-17 及び図 4-4 で示した応力評価点での応力は，(1)で求めた電気配線貫通部に作用する荷重による応力と，(2)で求めた原子炉格納容器本体に作用する荷重による応力を適切に足し合わせることで算出する。

(4) 解析コード

解析コードは「MSC NASTRAN」を用いる。なお，評価に用いる解析コード「MSC NASTRAN」の検証及び妥当性確認等の概要については，添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

4.6.2 応力計算方法

ダイヤフラム・フロアの応力計算方法について以下に示す。

(1) ダイヤフラム・フロアに作用する荷重による応力

ダイヤフラム・フロアに作用する死荷重，地震荷重，水力学的動荷重による応力は図 4-4 に示すダイヤフラム・フロアの解析モデルを用いて算出する。解析モデルの諸元を表 4-16 に示す。地震荷重による応力は，ダイヤフラム・フロアの大梁の外端部を円周方向に拘束した状態で，原子炉本体の基礎側から荷重が伝達されることで求められる。

(2) 解析コード

解析コードは「MSC NASTRAN」を用いる。なお，評価に用いる解析コード「MSC NASTRAN」の検証及び妥当性確認等の概要については，添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

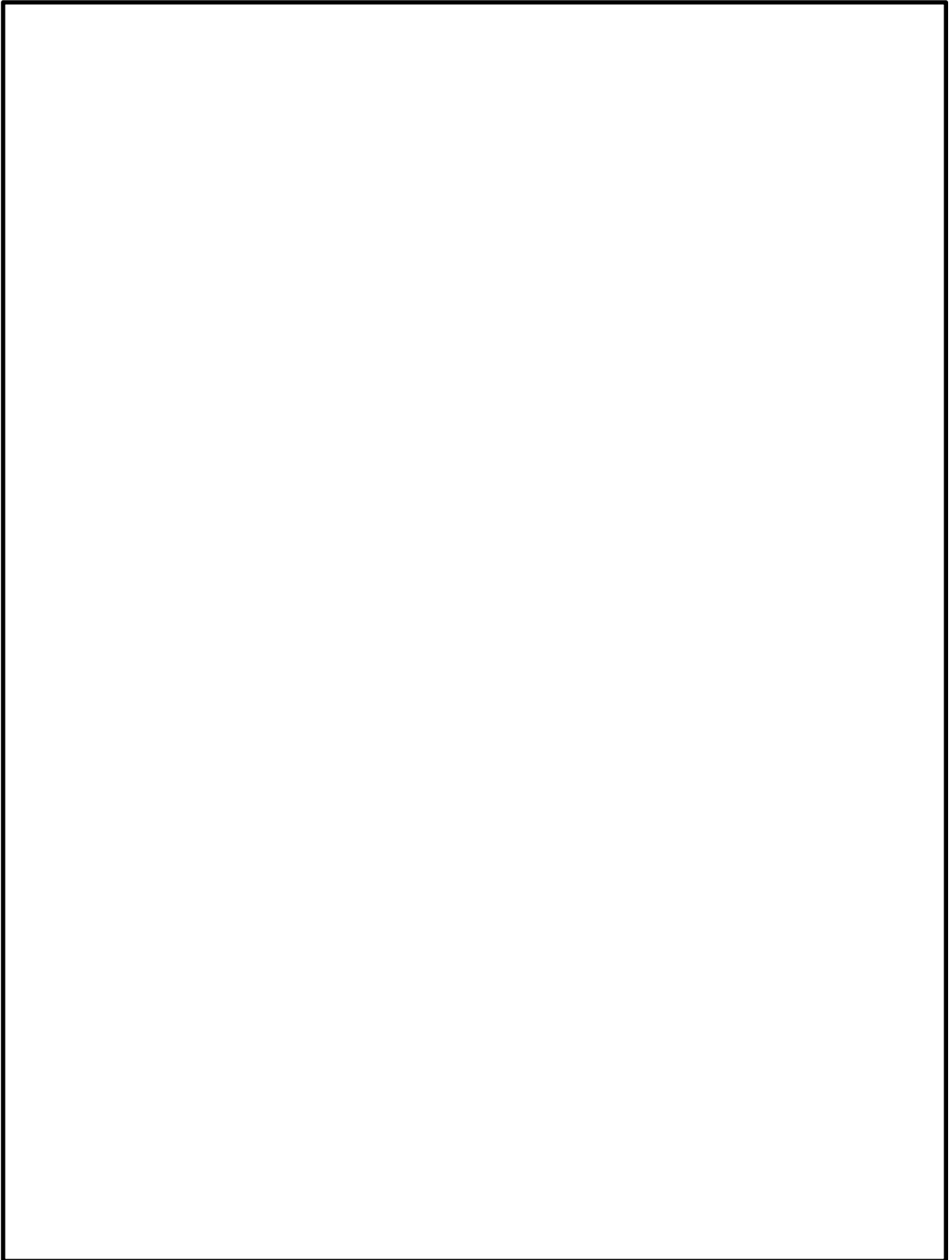


図 4-1(2) 原子炉格納容器胴の解析モデル
(90 度モデル, 圧力, 水頭圧, 逃がし安全弁作動時荷重, 原子炉冷却材事故時荷重)

2.2 評価方針

所員用エアロックの応力評価は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針 3.1 構造強度上の制限」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、「2.1 構造計画」にて示す所員用エアロックの部位を踏まえた「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.3 解析モデル及び諸元」及び「4.4 固有周期」で算出した固有周期及び荷重に基づく応力等が許容限界に収まることを、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

所員用エアロックの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

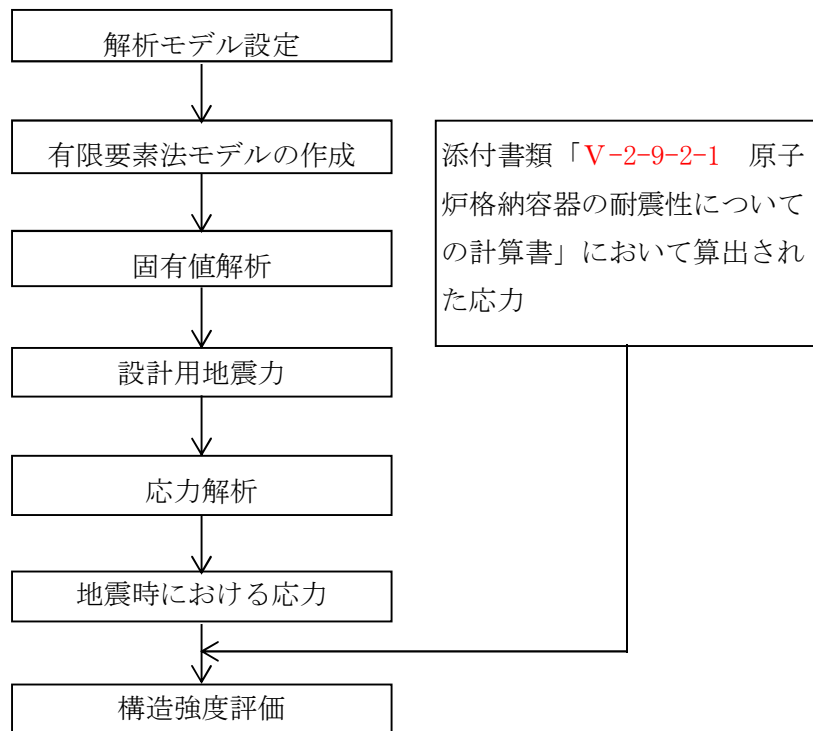


図 2-1 所員用エアロックの耐震評価フロー

2.2 評価方針

サブプレッション・チェンバアクセスハッチの応力評価は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針 3.1 構造強度上の制限」にて設定した荷重及び荷重の組み合わせ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すサブプレッション・チェンバアクセスハッチの部位を踏まえた「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.3 解析モデル及び諸元」及び「4.4 固有周期」で算出した固有周期及び荷重に基づく応力等が許容限界に収まることを、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

サブプレッション・チェンバアクセスハッチの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

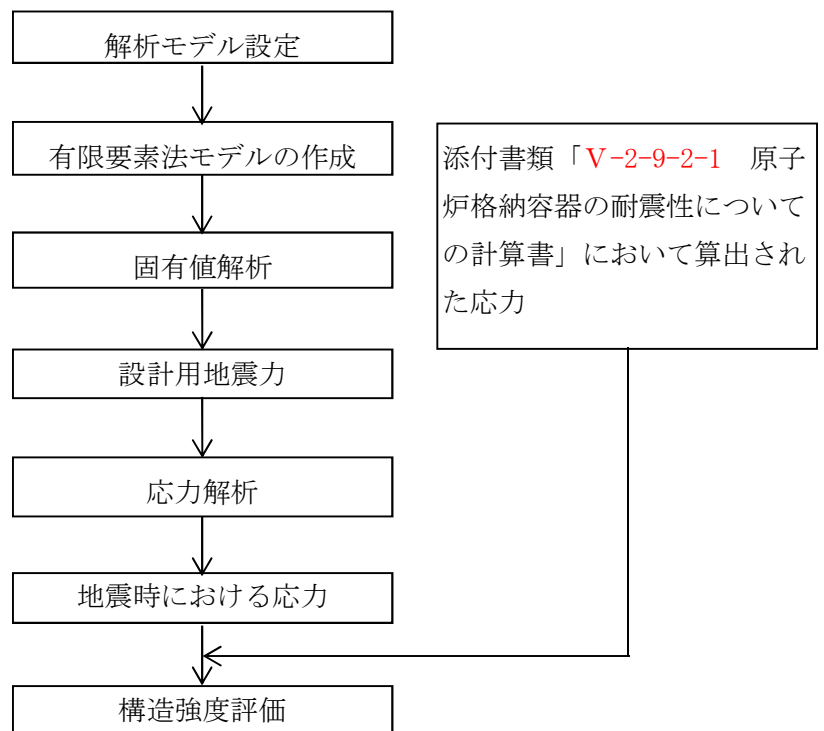


図 2-1 サプレッション・チェンバアクセスハッチの耐震評価フロー

表4-3 許容限界 (クラスMC 容器及び重大事故等クラス2 容器)

許容応力状態		許容限界*1				特別な応力限界	
		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	純せん断 応力	支圧応力
III _A S	S _y と0.6・S _u の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステン レス鋼及び高ニッケル合金につい ては1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*2	一次+二次応力	一次+二次+ピーク 応力	0.6・S	S _y ^{*6} (1.5・S _y)	
IV _A S	構造上の連続な部分は0.6・S _u ， 不連続な部分は，S _y と0.6・S _u の小さい方。	左欄の 1.5倍の値*2	3・S ^{*3} S _d 又はS _s 地震動 のみによる応力振幅 について評価する。	S _d 又はS _s 地震動 のみによる疲労解析 を行い，運転状態 I，IIにおける疲労 累積係数との和が 1.0 以下であるこ と。	0.4・S _u	S _u ^{*6} (1.5・S _u)	
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの許容限界を用 いる。)	構造上の連続な部分は0.6・S _u ， 不連続な部分は，S _y と0.6・S _u の小さい方。 ただし，オーステナイト系ステン レス鋼及び高ニッケル合金につい ては，構造上の連続な部分は2・ Sと0.6・S _u の小さい方，不連続 な部分は1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*2	3・S ^{*3} S _d 又はS _s 地震動 のみによる応力振幅 について評価する。	S _d 又はS _s 地震動 のみによる疲労解析 を行い，運転状態 I，IIにおける疲労 累積係数との和が 1.0 以下であるこ と。	0.4・S _u	S _u ^{*6} (1.5・S _u)	

注記 *1：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表4-3 許容限界 (クラスMC 容器及び重大事故等クラス2 容器)

許容応力状態		許容限界*1				特別な応力限界	
		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	純せん 断応力	支圧応力
Ⅲ _A S	S _y と0.6・S _u の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*2	一次+二次応力 3・S*3 S _d 又はS _s 地震動のみによる応力振幅について評価する。	一次+二次+ ピーク応力 *4, *5 S _d 又はS _s 地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態Ⅰ,Ⅱにおける疲労累積係数との和が1.0以下であること。	0.6・S	S _y *6 (1.5・S _y)	
Ⅳ _A S	構造上の連続な部分は0.6・S _u 、不連続な部分は、S _y と0.6・S _u の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、構造上の連続な部分は2・Sと0.6・S _u の小さい方、不連続な部分は1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*2	一次+二次応力 3・S*3 S _d 又はS _s 地震動のみによる応力振幅について評価する。	一次+二次+ ピーク応力 *4, *5 S _d 又はS _s 地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態Ⅰ,Ⅱにおける疲労累積係数との和が1.0以下であること。	0.4・S _u	S _u *6 (1.5・S _u)	
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)							

注記 *1：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 許容限界 (クラス 2, 3 管及び重大事故等クラス 2 管)

許容限界*1			
許容応力状態	一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次+ピーク応力
III _A S	*2 S _y と0.6・S _u の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び び 高ニッケル合金については上記値と1.2・S _h との大きい方。	S _y ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び び 高ニッケル合金については上記値と1.2・S _h との大きい方。	*3 S _d 又はS _s 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が2・S _y 以下であれば疲労解析不要。
IV _A S			
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの許容限界を用いる。)	0.6・S _u	左欄の1.5倍の値	*3 S _s 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が2・S _y 以下であれば疲労解析不要。

注記 *1: 当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

*2: 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態III_ASの一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。

*3: 2・S_yを超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PPB-3536(1), (2), (4)及び(5) (ただし、S_mは2/3・S_yと読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

3.4 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設備評価用床応答曲線を下表に示す。

なお、設備評価用床応答曲線は添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は添付書類「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高	減衰定数 (%)
RCIC-24-2	原子炉格納容器		
RCIC-19, 20, 29			
RCIC-R-33			

運転状態 運転条件	I 及び II										III			IV											
	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25
運転名称	ボルト 締付け	耐圧試験 最高使用 圧力以下	昇温 起動	タービン 起動	夜間 低出力 運転 (出力 75%)	週末 低出力 運転 (出力 50%)	制動棒 パター 変更	給水加熱機能喪失 発電機 トリップ	給水加熱 器部分 パルス	タービン トリップ	スクラム その他の スクラム	定格 出力 運転	タービン 停止	高温 待機	停止 冷却	容器 満水	満水後 冷却	ボルト 取外し	燃料 交換	原子炉給水ポンプ 停止	スクラム 速がし 安全弁 誤作動	過大圧力	冷却材 再循環系 仕切弁 誤作動 (冷状態)	冷却材 再循環 ポンプ 誤起動 (冷状態)	冷却材 喪失事故

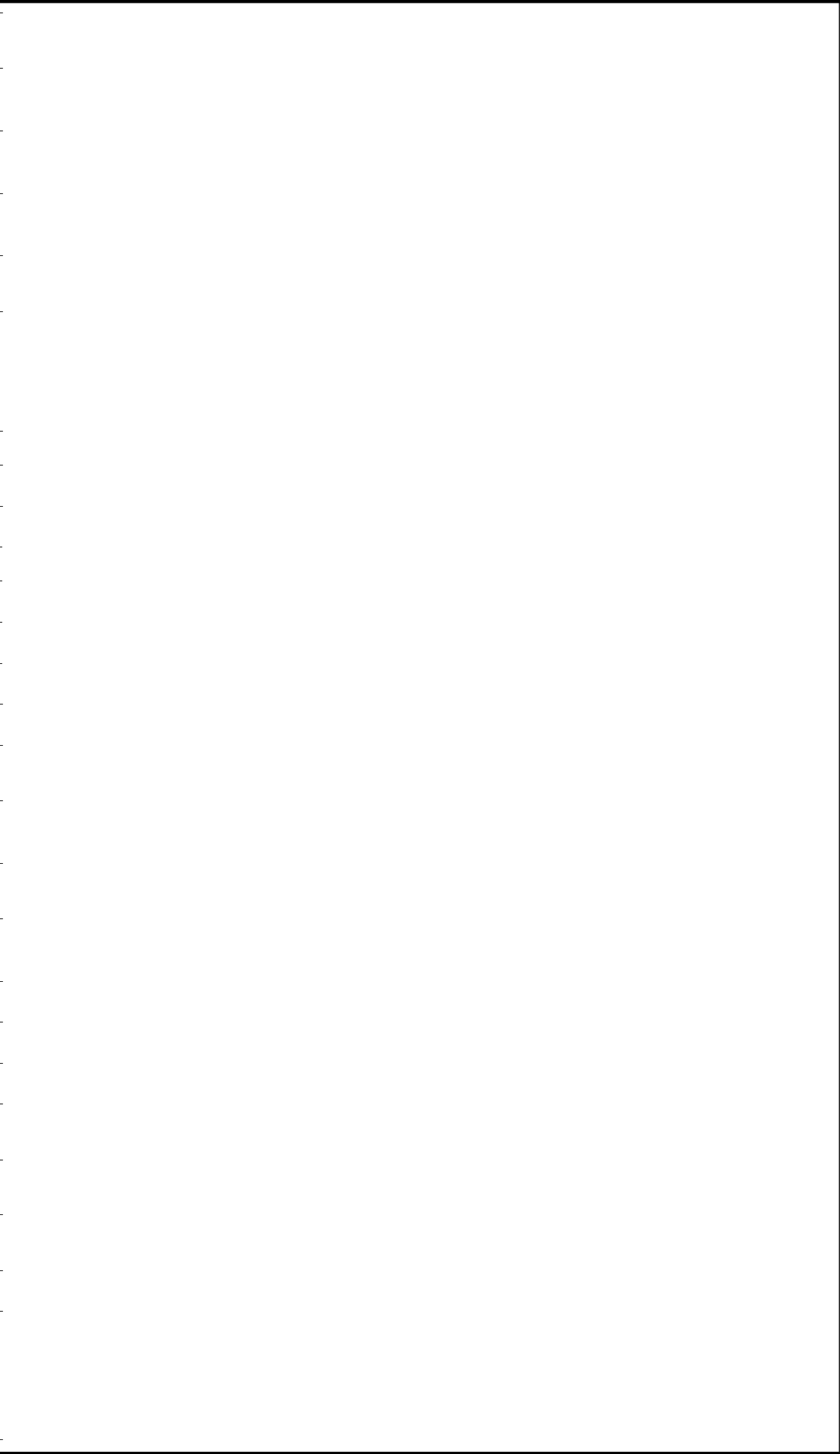


図2-1(1) 運転条件

運転状態 運転条件	I 及び II										III			IV											
	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25
運転名称	ボルト 締付け	耐圧試験 最高使用 圧力以下	昇温 起動	タービン 起動	夜間 低出力 運転 (出力 75%)	週末 低出力 運転 (出力 50%)	制動棒 パター 変更	給水加熱機 稼働機 リニア	給水加熱機能喪失 給水加熱 器部分 パカス	タービン リニア	スクラム その他の スクラム	定格 出力 運転	タービン 停止	高温 待機	停止 冷却	容器 満水	満水後 冷却	ボルト 取外し	燃料 交換	原子炉給水ポンプ 停止	スクラム 速がし 安全弁 戻作動	過大圧力	冷却材 再循環系 仕切弁 戻作動 (冷状態)	冷却材 再循環 ポンプ 再起動 (冷状態)	冷却材 喪失事故

図2-1(1) 運転条件


7. 引用文献

- (1) Bijlaard, P.P. : Stresses from Radial Loads and External Moments in Cylindrical Pressure Vessels, The Welding Journal, 34(12), Research Supplement, 1955.
- (2) Wichman, K.R. et al. : Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings, Welding Research Council bulletin, March 1979 revision of WRC bulletin 107 / August 1965.

3.4 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設備評価用床応答曲線を下表に示す。


なお、設備評価用床応答曲線は添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は添付書類「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高	減衰定数 (%)
DGSW-038R1F		EL. 20.300 m	2.0
		EL. 14.000 m	2.0
		EL. 8.200 m	2.0
		EL. 2.000 m	2.0
		EL. -4.000 m	2.0

3.4 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設備評価用床応答曲線を下表に示す。

なお、設備評価用床応答曲線は「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものを用いる。また、減衰定数は「V-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高	減衰定数 (%)
DGSW-019R1F		EL. 20.300 m	2.0
		EL. 14.00 m	2.0
		EL. 8.200 m	2.0
		EL. 2.000 m	2.0
		EL. -4.000 m	2.0

1. 概要

本資料は、「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17条に規定されている設計基準対象施設又は第55条に規定されている重大事故等対処設備に属する容器、管、ポンプ、弁若しくはこれらの支持構造物又は設計基準対象施設に属する炉心支持構造物の材料及び構造について、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有することを説明するものである。

なお、設計基準対象施設のうち材料及び構造の要求事項に変更がなく、改造を実施しない機器については、今回の申請において変更は行わない。

今回、新たに材料及び構造の要求が追加又は変更となる機器であって、クラス1機器のうち原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲、「残留熱除去設備」及び「非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備」の改造に伴い強度評価が必要な範囲、クラス2機器のうち「原子炉格納容器調気設備」の改造に伴い強度評価が必要な範囲、クラス3機器のうち「使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備」及び「その他発電用原子炉の附属施設（火災防護設備）」、クラス4機器のうち「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」の改造及び設計上考慮する環境条件の変更に伴い強度評価が必要な範囲、重大事故等クラス2機器（支持構造物含む）、重大事故等クラス3機器、原子炉格納容器のうち改造に伴い強度評価が必要な範囲について、強度計算及び強度評価の基本方針、計算方法について以下の資料により構成する。

また、クラス1管を支持する支持構造物及び重大事故等クラス2機器を支持する支持構造物であって、その損壊により重大事故等クラス2機器に損壊を生じさせるおそれがある重大事故等クラス2支持構造物の強度計算については、計算方法が耐震評価と同じであり、地震荷重が支配的であることから添付書類「V-2 耐震性に関する説明書」にて説明する。

上述の機器と評価条件が異なる自然現象等特殊な荷重を考慮した評価が必要な設備のうち竜巻の荷重を考慮した評価を別添1に、火山の影響による荷重を考慮した評価を別添2に、津波又は溢水の荷重を考慮した評価を別添3に示す。

技術基準規則の機器区分に該当しない機器のうち、施設した内燃機関（燃料系含む）の評価を別添4に、非常用発電装置（可搬型）の内燃機関の評価を別添5に、重大事故等対処設備としての炉心支持構造物の評価を別添6に、及び重大事故等対処設備としての原子炉压力容器内部構造物の評価を別添7に示す。

1. 概要

クラス4機器の材料及び構造については、「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17条第1項第4号及び第11号に規定されており、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有していることが要求されている。

本資料は、「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」の改造及び設計上考慮する環境条件の変更に伴い、クラス4機器のうち管が十分な強度を有することを確認するための強度計算の基本方針について説明するものである。

2. クラス4機器の強度計算の基本方針

クラス4機器の材料及び構造については、技術基準規則第17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）第17条10において「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。）」＜第1編軽水炉規格＞ J S M E S N C 1 - 2005/2007」（日本機械学会）又は「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012年版）＜第1編軽水炉規格＞ J S M E S N C 1 - 2012」（日本機械学会）によることとされているが、技術基準規則の施行の際現に施設し、又は着手した設計基準対象施設については、施設時に適用された規格によることと規定されている。同解釈において規定される J S M E S N C 1 - 2005/2007及び J S M E S N C 1 - 2012は、いずれも技術基準規則を満たす仕様規定として相違がない。

よって、今回新たに改造を実施するクラス4機器の評価は、発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。）」＜第1編軽水炉規格＞ J S M E S N C 1 - 2005/2007による評価を実施する。

2.2.3 荷重の組合せ及び許容応力

計算における荷重の組合せ及び許容応力を以下に示す。

表 2-1 荷重の組合せ

管クラス	設備	荷重の組合せ	状態
クラス1管	原子炉冷却材 圧力バウンダリ	P + M + D	設計条件
		P + M + T + O	供用状態A, B
		P + M + D	供用状態C
		P + M + D	供用状態D

表 2-1 中の記号

P : 内圧による荷重

M : 機械荷重 (自重除く。)

D : 配管の自重による荷重

T : 配管の熱膨張荷重 (支持点の熱膨張変位を含む。)

O : 過渡熱による荷重

表 2-2 許容応力 (クラス1管)

状態	一次応力 (曲げ応力を含む。)	一次+二次 応力	一次+二次 +ピーク応力
設計条件	$1.5 \cdot S_m$	—	—
供用状態 A, B	—	$3 \cdot S_m$	疲労累積係数の和が 1.0 以下であること。
供用状態C	$\text{Min} (2.25 \cdot S_m, 1.8 \cdot S_y)$	—	—
供用状態D	$\text{Min} (3 \cdot S_m, 2 \cdot S_y)$	—	—

表 2-1 荷重の組合せ

管クラス	設備	荷重の組合せ	供用状態
クラス 2 管	原子炉格納容器 バウンダリ	P + D	A, B
		P + D + M	

表 2-2 許容応力 (クラス 2 管)

供用状態	荷重の組合せ	一次応力 (曲げ応力を含む。)	一次+二次応力
A, B	P + D	$1.5 S_h$	$S_a = 1.25 \cdot f \cdot S_c + (1 + 0.25 \cdot f) \cdot S_h$
	P + D + M	$1.8 S_h$	$S_a = 1.25 \cdot f \cdot S_c + (1.2 + 0.25 \cdot f) \cdot S_h$

表 2-1, 表 2-2 中の記号

P : 内圧による荷重

D : 自重その他の長期的荷重

M : 逃し弁又は安全弁の吹出し反力その他の短期的荷重

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e2}} \cdots \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}} \cdots \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

チ. WELD-9, 39の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}} \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}} \cdots \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e7}} \cdots \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e7}$$

リ. WELD-11, 41の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e2}} \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e2}} \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e2}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e9}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e2}} \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e9} + W_{e4} + W_{e2}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}} \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}} \cdots \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

ヌ. WELD-12, 42の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \cdots \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}} \cdots \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}} \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}} \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}} \cdots \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

ル. WELD-13, 43の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e5D}} \cdots \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e5}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e5}} \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e5}$$

ヲ. WELD-14, 44の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e6}} \cdots \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e6}} \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e6}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e10}} \cdots \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e10}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}} \cdots \cdots \cdots \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(例)

設計・建設規格の表示	計算書の表示
SCMV3 (付録材料図表 Part5表5の許容 引張応力の上段)	SCMV3-1
SCMV3 (付録材料図表 Part5表5の許容 引張応力の下段)	SCMV3-2

1.6 概略系統図の管継手及び仕様変更点の表示方法

(1) 管継手の表示方法

概略系統図において、計算対象となる管と管継手の区別をするために管継手のみの管番号に“*”を付け、概略系統図中に“注記*：管継手”と表示する。

(2) 管の仕様変更点の表示方法

概略系統図中、管の途中において仕様変更が生じた場合は“—●—”のように表示する。

1.7 長方形の管の表示方法

長方形の管の長径及び短径の表示は、以下の例のように記載する。

(W及びHはそれぞれ幅及び高さを意味する。)

(例) 角形 1600W×1650H

2. クラス4管の強度計算方法

発電用原子力設備のうちクラス4管の強度計算に用いる計算式と記号を以下に定める。

2.1 共通記号

特定の計算に限定せず、一般的に使用する記号を共通記号として次に掲げる。

なお、以下に示す記号のうち、各計算において説明しているものはそれに従う。

設計・建設規格の記号	計算書の表示	表示内容	単位
P	NO.	管、フランジ及び伸縮継手等の番号 数字のみ：管 F：フランジ E：伸縮継手	—
	P	最高使用圧力（内圧）	MPa
	Q	厚さの負の許容差	%, mm

2.2 管の板厚計算

管の板厚計算は、設計・建設規格 PPH-3020を適用する。

(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
	D _o	管の外径	mm
	t _r	管に必要な厚さ	mm
	t _s	管の最小厚さ	mm
	製法		—
	S	継目無管	
	W	溶接管	

(2) 算式

管に必要な厚さは、次に掲げる値のいずれか大きい方の値とする。

a. 円形の管

設計・建設規格 PPH-3020(1)の表PPH-3020-1により求めた値：t

b. 長方形の管

設計・建設規格 PPH-3020(2)の表PPH-3020-2より求めた値。

(3) 評価

管の最小厚さ（t_s）≧管に必要な厚さ（t_r）ならば強度は十分である。

2.3 フランジの強度計算

フランジの強度計算は、設計・建設規格 PPH-3040を適用する。

(1) 記号の説明

設計・建設規格又はJISの記号	計算書の表示	表示内容	単位
	D	フランジの外径	mm
	d _o	管内径	mm
	h	ボルトの穴径	mm
	t	フランジ厚さ	mm

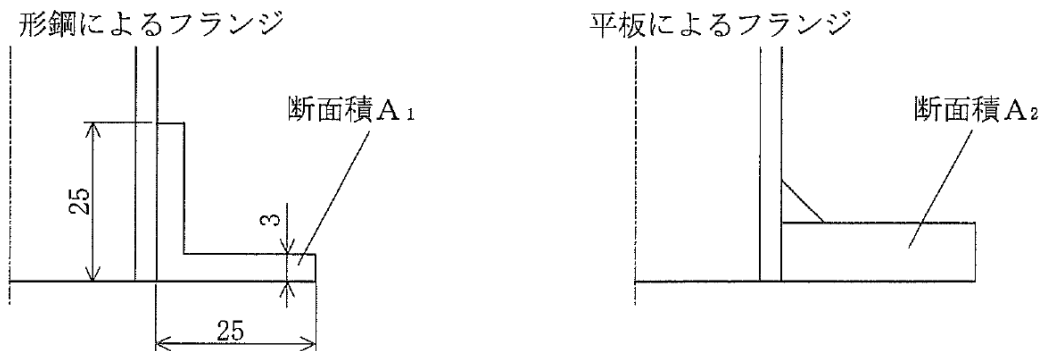
(2) 評価

実際の断面積 \geq 必要な断面積(25 mm \times 25 mm \times 3 mmの形鋼の断面積=141 mm²)ならば強度は十分である。

(3) 補足

設計・建設規格 PPH-3040 (1)の規定に関する代表例を図2-1に示す。

NT2 補③ V-3-2-8 R0



$$A_2 \geq A_1$$

図2-1

目次

1. 胴板の強度計算	2
1.1 一般事項	2
1.2 計算条件	5
1.3 応力計算	5
1.4 応力強さの評価	5
2. 主フランジ, 上部鏡板及びスタッドボルトの強度計算	8
2.1 一般事項	8
2.2 計算条件	11
2.3 応力計算	11
2.4 応力強さの評価	11
3. 下部鏡板の強度計算	16
3.1 一般事項	16
3.2 計算条件	19
3.3 応力計算	19
3.4 応力強さの評価	19
4. 制御棒駆動機構ハウジング貫通部の強度計算	22
4.1 一般事項	22
4.2 計算条件	25
4.3 応力計算	25
4.4 応力強さの評価	25
4.5 特別な評価	26
5. 中性子計測ハウジング貫通部の強度計算	31
5.1 一般事項	31
5.2 計算条件	36
5.3 応力計算	36
5.4 応力強さの評価	36
6. 再循環水出口ノズル (N1) の強度計算	41
6.1 一般事項	41
6.2 計算条件	44
6.3 応力計算	44
6.4 応力強さの評価	44

7.	再循環水入口ノズル (N2) の強度計算	47
7.1	一般事項	47
7.2	計算条件	50
7.3	応力計算	50
7.4	応力強さの評価	50
8.	主蒸気ノズル (N3) の強度計算	53
8.1	一般事項	53
8.2	計算条件	56
8.3	応力計算	56
8.4	応力強さの評価	56
9.	給水ノズル (N4) の強度計算	59
9.1	一般事項	59
9.2	計算条件	62
9.3	応力計算	62
9.4	応力強さの評価	62
10.	炉心スプレイノズル (N5) の強度計算	65
10.1	一般事項	65
10.2	計算条件	69
10.3	応力計算	69
10.4	応力強さの評価	69
11.	上鏡スプレイノズル (N6) の強度計算	74
11.1	一般事項	74
11.2	計算条件	77
11.3	応力計算	77
11.4	応力強さの評価	77
12.	ベントノズル (N7) の強度計算	80
12.1	一般事項	80
12.2	計算条件	83
12.3	応力計算	83
12.4	応力強さの評価	83
13.	ジェットポンプ計測管貫通部ノズル (N8) の強度計算	86
13.1	一般事項	86
13.2	計算条件	89
13.3	応力計算	89
13.4	応力強さの評価	89

14.	差圧検出・ほう酸水注入管ノズル (N10) の強度計算	92
14.1	一般事項	92
14.2	計算条件	95
14.3	応力計算	95
14.4	応力強さの評価	95
15.	計装ノズル (N11, N12, N16) の強度計算	98
15.1	一般事項	98
15.2	計算条件	104
15.3	応力計算	104
15.4	応力強さの評価	104
16.	ドレンノズル (N15) の強度計算	111
16.1	一般事項	111
16.2	計算条件	114
16.3	応力計算	114
16.4	応力強さの評価	114
17.	低圧注水ノズル (N17) の強度計算	117
17.1	一般事項	117
17.2	計算条件	120
17.3	応力計算	120
17.4	応力強さの評価	120

表3-1 下部鏡板の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
下部鏡板 SQV2A SQV2A相当	供用状態E	184	326	P01 - P02	203	490	P01' - P02'
下部鏡板と 胴板の接合部 SQV2A	供用状態E	-	-	-	97	490	P11 - P12
下部鏡板と スカート の接合部 SQV2A	供用状態E	-	-	-	95	490	P15' - P16'

NT2 補③ V-3-5-3-1-6 R0

図3 2 残留熱除去系配管運転条件図 (領域F)

NT2 補③ V-3-5-3-1-6 R0

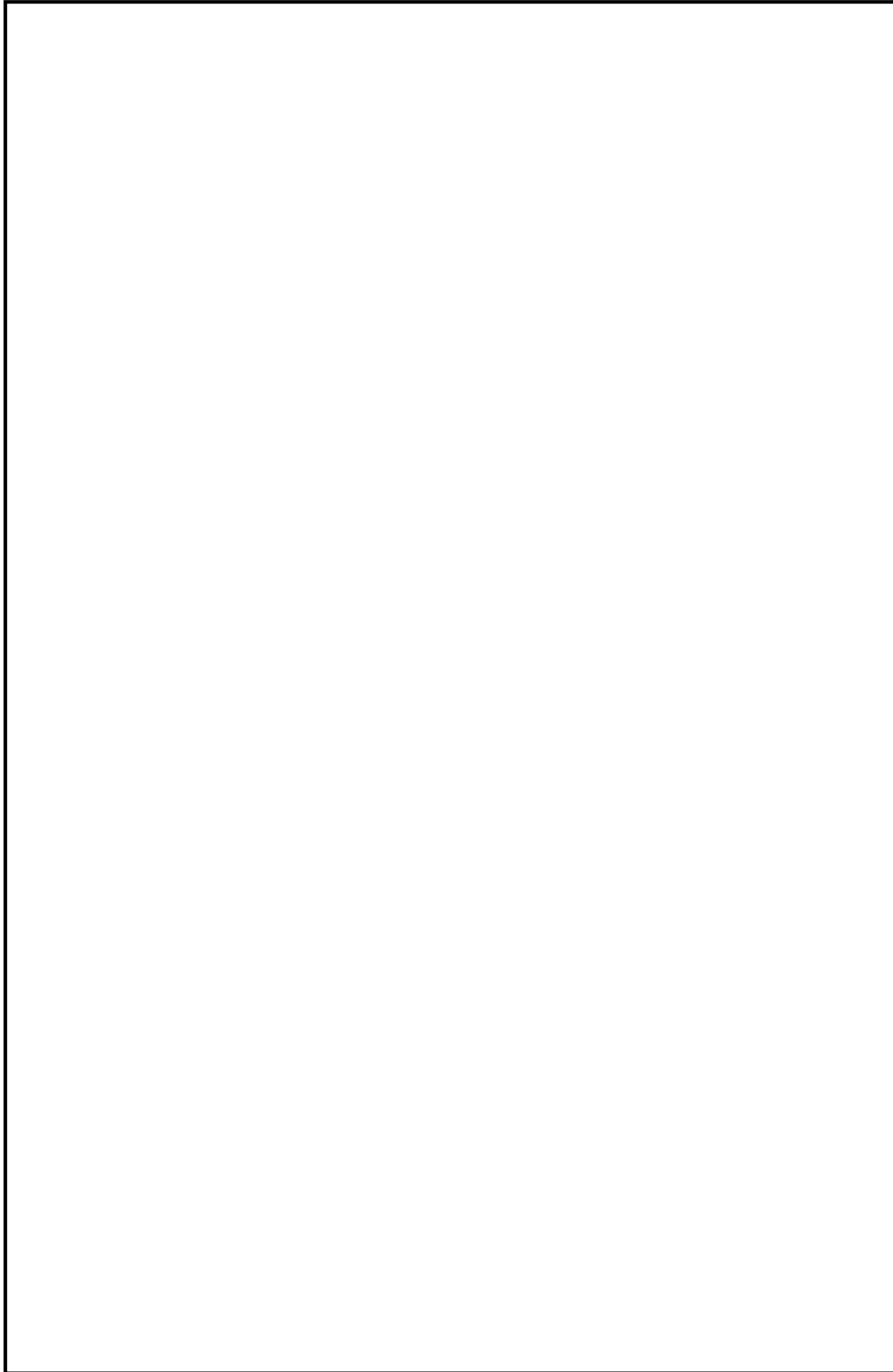


図3 3 残留熱除去系配管運転条件図 (領域H)

1.3 設計条件

設計条件	吐出側	吸込側
最高使用圧力 (MPa)	10.34	1.17
最高使用温度 (°C)	106	106

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	SFVC 2A 相当* <input type="text"/>	10.34	120*	<input type="text"/>

注記 * : 材料の許容引張応力は、と同等とし、の値を使用する。

t (mm)	t _{so} (mm)	t _s (mm)
24.7	<input type="text"/>	

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およ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	ℓ	t	t _{ℓo}	t _ℓ
②	<input type="text"/>	78.4	22.0	24.7	<input type="text"/>	
③	<input type="text"/>	78.4	22.0	24.7	<input type="text"/>	

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_{so}	a_s	X	X_{so}	X_s
④	40.4	80.8			24.7		

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
⑤	SFVC 2A 相当* []	10.34	120*	[]	
⑥	SFVC 2A 相当* []	10.34	120*	[]	

注記 *：材料の許容引張応力は、[]と同等とし、[]の値を使用する。

t (mm)	t_{so} (mm)	t_s (mm)
85.0	[]	
49.0	[]	

評価： $t_s > t$ ，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 _o (mm)
⑨	SFVC 2A 相当* []	10.34	120*	42.2
⑩	SFVC 2A 相当* []	10.34	120*	50.8

注記 * : 材料の許容引張応力は、
[]と同等とし、
[]の値を使用する。

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

t (mm)	t _{so} (mm)	t _s (mm)
1.9	[]	
2.2	[]	

評価 : $t_s \geq t$, よって十分である。

4.3 計算方法

4.3.1 応力評価点

ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体の応力評価点は、ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体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 3-1, 図 3-2 に示す。

表 4-5 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1	円筒部と円錐部の接合部
P2	円錐部の角度変化部
P3	円錐部の板厚変化部
P4	円錐部と円筒部の接合部
P5	円筒部（中央部）
P6	底部のフランジプレートとの接合部

4.3.2 応力計算方法

荷重により原子炉格納容器に生じる応力の算出には、シェルモデルによる有限要素解析手法を適用する。

4.3.2.1 ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体（応力評価点 P1～P6）に生じる応力の算出

(1) ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体に作用する荷重による応力

ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体に作用する各荷重による応力は、図 4-1 に示すドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体の解析モデルを用いて算出する。解析モデルの諸元を表 4-6 に示す。

(2) 解析コード

解析コードは「MSC NASTRAN」を用いる。なお、評価に用いる解析コード「MSC NASTRAN」の検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

4.3.2.2 円筒胴と補強板との結合部及びドライウェル円錐部シェルと補強板との結合部に生じる応力の算出（応力評価点P 9及びP 10）

(1) 解析モデル及び諸元

- a. 機器搬入用ハッチをシェル要素にてモデル化する。また、機器搬入用ハッチが取り付けられる原子炉格納容器胴板もシェル要素でモデル化する。機器搬入用ハッチの解析モデルを図 4-6 に、解析モデルの諸元を表 4-8 に示す。
- b. 機器搬入用ハッチの質量はシェルモデルに付加する。
- c. 拘束条件は原子炉格納容器本体の上端及び下端の全周を完全拘束とする。
- d. 解析コードは「MSC NASTRAN」を使用し、応力を求める。なお、評価に用いる解析コード「MSC NASTRAN」の検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

(2) 応力の足し合わせ

- a. 機器搬入用ハッチに作用する死荷重による応力を(1)の解析モデルにて算出する。
- b. 原子炉格納容器に作用する圧力及び死荷重による応力は、添付書類「V-3-9-1-1-4 ドライウェル本体及びサプレッション・チェンバ本体の強度計算書」で解析した応力を用いる。
- c. 機器搬入用ハッチに作用する死荷重による応力と原子炉格納容器に作用する圧力及び死荷重による応力を適切に足し合わせて応力評価点で発生する応力を算出する。

4.3.2.2 円筒部と補強板との結合部及びドライウェル円錐部シェルと補強板との結合部に生じる応力の算出（応力評価点P 1 1及びP 1 2）

(1) 解析モデル及び諸元

- a. 所員用エアロックをシェル要素にてモデル化する。また、所員用エアロックが取り付けられる原子炉格納容器胴板もシェル要素でモデル化する。所員用エアロックの解析モデルを図 4-8 に、解析モデルの諸元を表 4-10 に示す。
- b. 所員用エアロックの質量はシェルモデルに付加する。
- c. 拘束条件は原子炉格納容器本体の上端及び下端の全周を完全拘束とする。
- d. 解析コードは「MSC NASTRAN」を使用し、応力を求める。なお、評価に用いる解析コード「MSC NASTRAN」の検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

(2) 応力の足し合わせ

- a. 所員用エアロックに作用する死荷重による応力を(1)の解析モデルにて算出する。
- b. 原子炉格納容器に作用する圧力及び死荷重による応力は、添付書類「V-3-9-1-1-4 ドライウェル本体及びサプレッション・チェンバ本体の強度計算書」で解析した応力を用いる。
- c. 所員用エアロックに作用する死荷重による応力と原子炉格納容器に作用する圧力及び死荷重による応力を適切に足し合わせて応力評価点で発生する応力を算出する。

4.3.2.2 円筒胴と補強板との結合部及びサプレッション・チェンバ円筒部シェルと補強板との結合部に生じる応力の算出（応力評価点P 7及びP 8）

(1) 解析モデル及び諸元

- a. サプレッション・チェンバアクセスハッチをシェル要素にてモデル化する。また、サプレッション・チェンバアクセスハッチが取り付けられる原子炉格納容器胴板もシェル要素でモデル化する。サプレッション・チェンバアクセスハッチの解析モデルを図 4-6 に、解析モデルの諸元を表 4-8 に示す。
- b. サプレッション・チェンバアクセスハッチの質量はシェルモデルに付加する。
- c. 拘束条件は原子炉格納容器本体の上端及び下端の全周を完全拘束とする。
- d. 解析コードは「MSC NASTRAN」を使用し、応力を求める。なお、評価に用いる解析コード「MSC NASTRAN」の検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

(2) 応力の足し合わせ

- a. サプレッション・チェンバアクセスハッチに作用する死荷重による応力を(1)の解析モデルにて算出する。
- b. 原子炉格納容器に作用する圧力及び死荷重による応力は、添付書類「V-3-9-1-1-4 ドライウェル本体及びサプレッション・チェンバ本体の強度計算書」で解析した応力を用いる。
- c. サプレッション・チェンバアクセスハッチに作用する死荷重による応力と原子炉格納容器に作用する圧力及び死荷重による応力を適切に足し合わせて応力評価点で発生する応力を算出する。

4.3.2 応力計算方法

荷重により原子炉格納容器配管貫通部に生じる応力の算出には、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。

応力計算方法について、以下に示す。

(1) 原子炉格納容器配管貫通部に作用する荷重による応力

原子炉格納容器配管貫通部に作用する死荷重による応力は、図 4-3 及び図 4-4 に示す貫通部の解析モデルを用いて算出する。解析モデルの諸元を表 4-7 に示す。

(2) 原子炉格納容器に作用する荷重による応力

原子炉格納容器に作用する圧力及び死荷重による応力は、添付書類「V-3-9-1-1-4 ドライウェル本体及びサプレッション・チェンバ本体の強度計算書」で計算した応力を用いる。

(3) 応力の足し合わせ

表 4-6 及び図 4-2 で示した応力評価点での応力は、(1)で求めた原子炉格納容器配管貫通部に作用する荷重による応力と、(2)で求めた原子炉格納容器に作用する荷重による応力を適切に足し合わせることで算出する。

(4) 解析コード

解析コードは「MSC NASTRAN」を用いる。なお、評価に用いる解析コード「MSC NASTRAN」の検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

表 3-1 使用材料及び使用部位

使用部位	使用材料		備考
アンカボルト	GBL(5種)相当		GBL1～GBL5*
ベースプレート	SGV49相当		SGV480*
補強リブ	SGV49相当		SGV480*
アンカプレート	SGV49相当		SGV480*

注記 *：新 JIS を示す。

4. 強度評価

4.1 強度評価方法

- (1) 胴アンカ部は、原子炉格納容器底部コンクリートマットにアンカボルトで一体化され、鉛直方向荷重は、このアンカボルトを介して原子炉格納容器底部コンクリートマットに伝達させる。自重、水荷重、活荷重を用いて、強度評価を行う。
- (2) 構造評価に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (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限界

4.2.1 荷重の組合せ及び供用状態

胴アンカ部の荷重の組合せ及び供用状態のうち、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。荷重の組合せは、添付書類「V-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 許容限界

胴アンカ部の許容限界を表 4-2 に示す。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件及び許容応力

胴アンカ部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 及び表 4-4 に示す。また、使用材料の許容応力を表 4-5 から表 4-6 に示す。

表4-5 胴アンカ部の許容応力（重大事故等対処設備）

（単位：MPa）

材料	温度 (°C)	供用状態	基準 応力 F	許容応力（一次応力）				
				引張り f_t	曲げ f_b	せん断 f_s	圧縮 f_c	組合せ f_t
SGV480	200	E	271	271	312	—	—	271
GBL1～GBL5	200	E	603	452	—	—	—	—

表 4-6 コンクリートの許容応力（重大事故等対処設備）

（単位：N/mm²）

材料	供用状態	基準強度 F _c	圧縮応力 f _c	せん断応力 f _s
コンクリート	E	22.0	18.7	1.0

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

内圧 P_{SA} 620 kPa

温度 T_{SA} 200 °C

- (2) 自重（胴部） N

- (3) 水荷重

サプレッション・チェンバ内保有水のうち、リングガード上にある水の重量は、原子炉格納容器側に加わるものと仮定する。

重大事故等時 N

- (4) 活荷重

重大事故等時 N

4.3.2 応力計算方法

4.3.2.1 アンカボルト及びコンクリート（応力評価点 P 1 及び P 2）

アンカボルトに加わる軸力を表 4-8 に示す。

表 4-8 アンカボルトの荷重（重大事故等対処設備）

荷重の組合せ	荷重	軸力* (N)
D + P _{SA} + M _{SA}		

注記 *：下方向を正とする。

(2) アンカボルト及びコンクリートの応力

アンカボルトの応力は次に示す仮定にもとづいて計算する。

- ① アンカボルトの等価円筒及び荷重分布は図 4-2 に示す円周上 2 列のボルトサークルの平均径とする。また、そのボルトサークル上にボルトの全本数がある。
- ② 応力は最大引張応力 (w_t) から最大圧縮応力 (n w_c) まで直線的に変化する。
- ③ アンカボルトに加わる荷重は平均径のサークル上のボルトの全断面積に等しい厚さの等価円筒に加わるものとする。

アンカボルトに垂直荷重及びモーメントを受ける場合、断面に働く外力の合力の作用点が断面の中心から偏心する距離 e は次式によって得られる。

$$e = \frac{M_b}{W_v}$$

a. アンカボルトの等価円筒の板厚*

$$t_1 = \frac{N_b \times \frac{\pi}{4} \times d_{B2}^2}{\pi \times \frac{D_{B1} + D_{B2}}{2}} = 9.51 \text{ mm}$$

注記 *：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。

b. 圧縮側のコンクリートの板厚

$$t_2 = \ell_{11} = 500 \text{ mm}$$

表4-5 胴アンカ部の許容応力（重大事故等対処設備）

（単位：MPa）

材料	温度 (°C)	供用状態	基準 応力 F	許容応力（一次応力）				
				引張り f_t	曲げ f_b	せん断 f_s	圧縮 f_c	組合せ f_t
SGV480	200	E	271	271	312	—	—	271
GBL1～GBL5	200	E	603	452	—	—	—	—

表 4-6 コンクリートの許容応力（重大事故等対処設備）

（単位：N/mm²）

材料	供用状態	基準強度 F _c	圧縮応力 f _c	せん断応力 f _s
コンクリート	E	22.0	18.7	1.0

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

内圧 P_{SA} 620 kPa温度 T_{SA} 200 °C

- (2) 自重（胴部）
-
- N

- (3) 水荷重

サプレッション・チェンバ内保有水のうち、リングガード上にある水の重量は、原子炉格納容器側に加わるものと仮定する。

重大事故等時 N

- (4) 活荷重

重大事故等時 N

4.3 計算方法

4.3.1 応力評価点

胴アンカ部の応力評価点は、胴アンカ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 4-7 及び図 4-1 に示す。

表 4-7 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P 1	アンカボルト
P 2	コンクリート
P 3	アンカプレート
P 4	補強リブ
P 5	ベースプレート



図 4-1 応力評価点

4.3.2 応力計算方法

4.3.2.1 アンカボルト及びコンクリート（応力評価点 P 1 及び P 2）

アンカボルトに加わる軸力を表 4-8 に示す。

表 4-8 アンカボルトの荷重（重大事故等対処設備）

荷重の組合せ	荷重	軸力* (N)
D + P _{SA} + M _{SA}		

注記 * : 下方向を正とする。

(2) アンカボルト及びコンクリートの応力

アンカボルトの応力は次に示す仮定にもとづいて計算する。

- ① アンカボルトの等価円筒及び荷重分布は図 4-2 に示す円周上 2 列のボルトサークルの平均径とする。また、そのボルトサークル上にボルトの全本数がある。
- ② 応力は最大引張応力 (w_t) から最大圧縮応力 ($n w_c$) まで直線的に変化する。
- ③ アンカボルトに加わる荷重は平均径のサークル上のボルトの全断面積に等しい厚さの等価円筒に加わるものとする。

アンカボルトに垂直荷重及びモーメントを受ける場合、断面に働く外力の合力の作用点が断面の中心から偏心する距離 e は次式によって得られる。

$$e = \frac{M_b}{W_v}$$

a. アンカボルトの等価円筒の板厚*

$$t_1 = \frac{N_b \times \frac{\pi}{4} \times d_{B2}^2}{\pi \times \frac{D_{B1} + D_{B2}}{2}} = 9.51 \text{ mm}$$

注記 * : 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。

b. 圧縮側のコンクリートの板厚

$$t_2 = \ell_{11} = 500 \text{ mm}$$

NT2 補③ V-3-9-1-1-5 R0

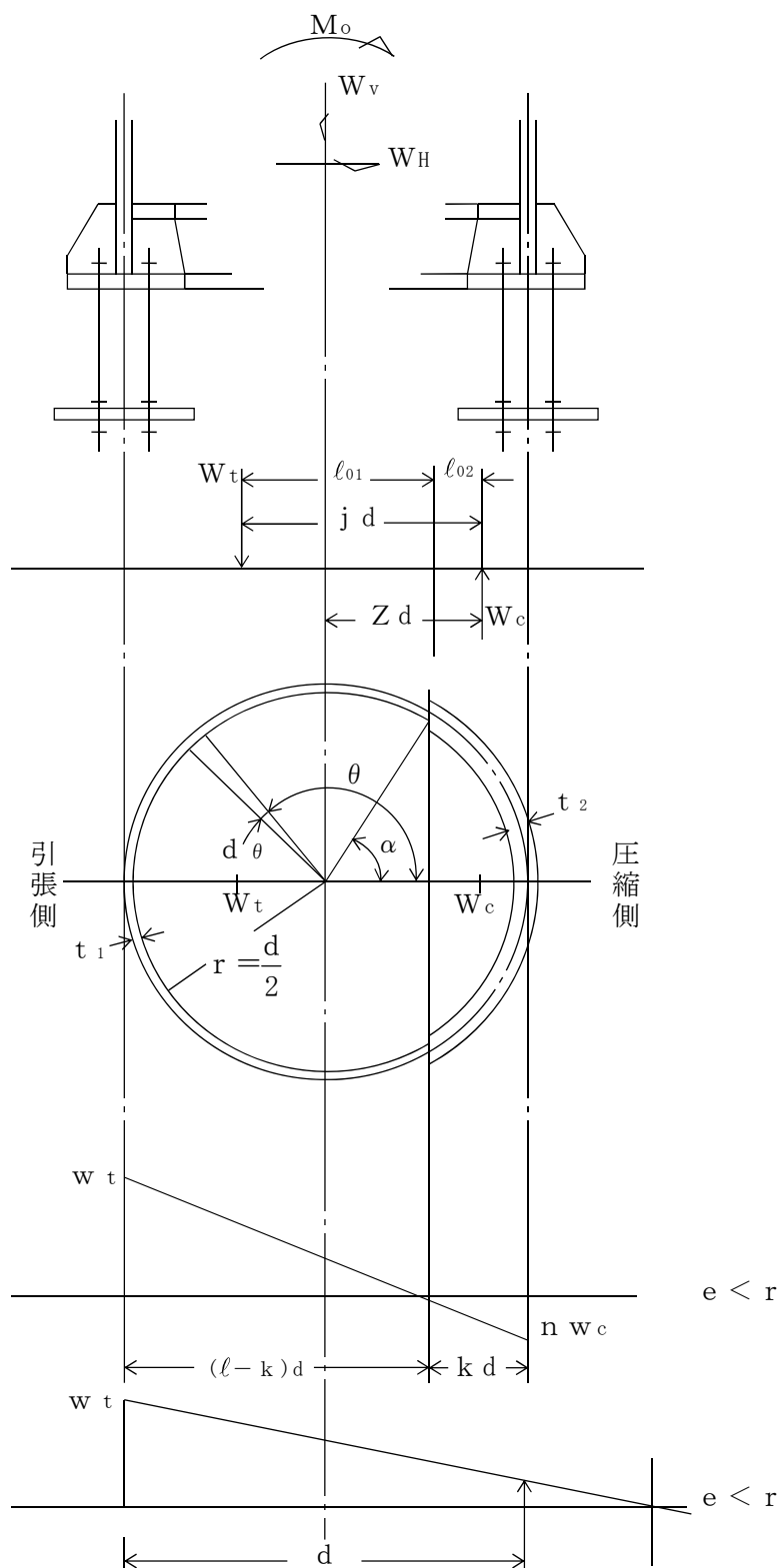


図 4-2 アンカボルトの等価円筒及び荷重分布

c. $e < r$ の場合（全面引張）

アンカボルトの引張応力の最大値は次式により得られる。

$$w_t = \frac{W_v}{A_1} + \frac{M_o}{Z_1}$$

ここで、

$$A_1 = \pi \cdot d \cdot t_1$$

$$Z = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(d + t_1)^4 - (d - t_1)^4}{d + t_1}$$

d. $e > r$ の場合

(a) 引張側で受ける全引張力

$$W_t = \frac{M_o - W_v \cdot Z_2 \cdot d}{j \cdot d}$$

ここで、

j : W_t と W_c の作用点間の距離と d との比

$$= \frac{1}{2} \cdot \left\{ \frac{(\pi - \alpha) \cdot \cos^2 \alpha + \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \frac{1}{2} \cdot (\pi - \alpha)}{(\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha} \right\} \\ + \frac{1}{2} \cdot \left\{ \frac{\alpha \cos^2 \alpha - \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \frac{1}{2} \cdot \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cos \alpha} \right\}$$

Z_2 : スカートの中心線と中立軸の間の距離を Z_d とする係数

$$= \frac{1}{2} \cdot \left\{ \cos \alpha + \frac{\alpha \cos^2 \alpha - \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \frac{1}{2} \cdot \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cos \alpha} \right\}$$

α : 以下の式から求める。

$$e/r = \frac{(1 - P - n \cdot P) \cdot (\alpha - \sin \alpha \cdot \cos \alpha) + \pi \cdot n \cdot P}{2 \cdot \{(1 - P - n \cdot P) \cdot (\sin \alpha - \alpha \cos \alpha) - \pi \cdot n \cdot P \cdot \cos \alpha\}}$$

ここで、

$$P = \frac{t_1}{t_2}$$

$$n = \frac{E}{E_c} = 10$$

(b) 圧縮側で受ける全圧縮力

$$W_c = W_t + W_v$$

(c) アンカボルトの引張応力

$$w_t = \frac{W_t}{t_1 \cdot r \cdot C_t}$$

ここで、

$$C_t = \frac{2}{1 + \cos \alpha} \cdot \{(\pi - \alpha) \cos \alpha + \sin \alpha\}$$

(d) コンクリートの圧縮応力

$$w_c = \frac{W_c}{t_2 \cdot r \cdot C_c}$$

ここで、

$$C_c = \frac{2 \cdot (\sin \alpha - \alpha \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha}$$

(3) アンカボルトの伸び量

$$\delta_B = \frac{w_t}{E} \cdot \left\{ \frac{A_{B1}}{A_{B2}} \cdot (\ell_{B2} + \ell_{B3}) + \ell_{B1} \right\}$$

ここで、

A_{B1} : ボルトの最大直径有効断面積 = $\pi / 4 \cdot d_{B1}^2 = 1963 \text{ mm}^2$

A_{B2} : ボルトの谷径有効断面積 = $\pi / 4 \cdot d_{B2}^2 = 1424 \text{ mm}^2$

E : ボルトの縦弾性係数 = $2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$

4.3.2.2 アンカプレート (応力評価点 P 3)

(1) アンカプレートと接するコンクリートの圧縮応力

$$\sigma_{cc} = \frac{2 \cdot w_t \cdot A_{B2}}{A_p}$$

ここで,

$$\begin{aligned} A_p &: \text{アンカプレートと接するコンクリートの面積} \\ &= l_{14} \cdot l_{15} - 2 \cdot \pi / 4 \cdot d_{B1}^2 = 1.211 \times 10^5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

(2) アンカプレートの曲げ応力

$$\sigma_{b1} = \frac{M}{Z_{D-D}}$$

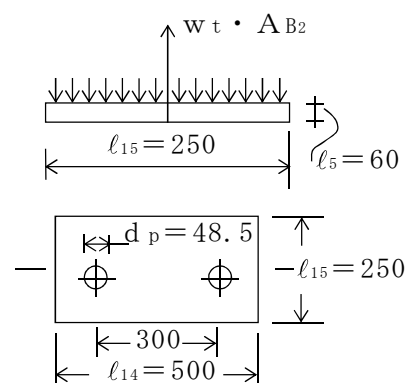
ここで,

$$M = \frac{l_{15}}{4} \cdot w_t \cdot A_{B2}$$

$$Z_{D-D} = \frac{1}{6} \cdot (l_{14} - 2 \cdot d_p) \cdot l_5^2 = 2.418 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

(3) アンカプレートによるコンクリートのせん断応力

$$\tau_c = \frac{2 \cdot w_t \cdot A_{B2}}{(\ell_{BPO} + \ell_{BPI}) \cdot l_4}$$



(単位 : mm)

4.3.2.3 補強リブ及びベースプレート（応力評価点 P 4 及び P 5）

(1) サプレッション・チェンバ本体及び補強リブの溶接部の応力

a. 引張応力

$$\sigma_t = \frac{w_t \cdot t_1 \cdot \ell_R}{A_2}$$

ここで、

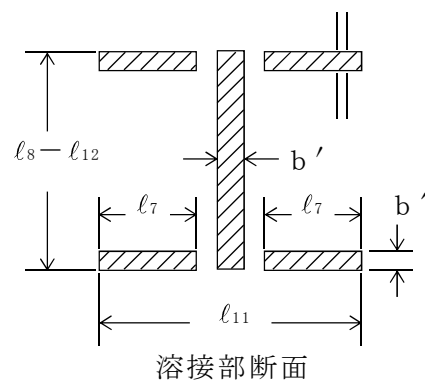
$$b' = \ell_6 = 38 \text{ mm}$$

$$b'' = \ell_{12} = 22 \text{ mm}$$

$$\ell_7 = 191 \text{ mm}$$

A_2 : 溶接部の断面積

$$= 2 \cdot b'' \cdot \ell_7 + b' \cdot (\ell_R - \ell_{12}) = 3.037 \times 10^4 \text{ mm}^2$$



(2) ベースプレートの曲げ応力

$$\sigma_{b2} = \frac{\beta \cdot b^2}{t^2} \cdot q$$

ここで、

β : R. J. ROARK "FORMULAS FOR STRESS AND STRAIN" 4TH EDITION の 227 ページ TABLE45 に示される 1 辺固定, 1 辺自由, 2 辺支持の平板に等分布荷重が加わるものと仮定して計算した値

$$\beta = 2.304$$

$$a : \ell_R = 600.0 \text{ mm}$$

$$b : \ell_9 = \ell_{10} = 231 \text{ mm}$$

$$t : \ell_3 = 60 \text{ mm}$$

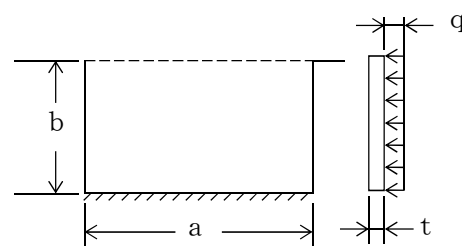
$$\frac{a}{b} = \frac{600.0}{231} = 2.597$$

q : 引張側

$$= \frac{w_t \cdot t_1 \cdot \ell_R}{2 \cdot a \cdot b}$$

q : 圧縮側

$$= \frac{w_c \cdot t_2 \cdot \ell_R}{2 \cdot a \cdot b}$$



4.4 計算条件

応力計算に用いる自重及び荷重は、「4.2 荷重の組合せ及び許容限界」に示す。

4.5 応力の評価

「4.3 計算方法」で求めた応力は表 4-5 及び表 4-6 に記載される値以下であること。

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

胴アンカ部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。発生値は許容値を満足していることを確認した。

(1) 供用状態 E に対する評価

供用状態 E に対する応力評価結果を表 5-1 に示す。

表 4-1 に示す荷重の組合せについて記載している。

表 4-2 荷重の組合せ整理表

	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	プールスケール	蒸気凝縮(CO)	チャッキング(CH)	
SA	運転状態V(L)	○	○	○						E*
	運転状態V(S)	○	○	○			○			E*
	運転状態V(S)	○	○	○		○			○	E*
	運転状態V(S)						○			E*

注記 * : EとしてDの許容応力を用いる。

表4-3 許容応力

(ストレーナ本体)

供用状態	一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)
D	S	長期荷重 1.5・S
E*		短期荷重 1.8・S

注記 * : 供用状態Eとして, Dの許容応力を用いる。

(ストレーナ取付部ボルト)

供用状態	許容応力 (MPa)
D	2・S
E*	

注記 * : 供用状態Eとして, Dの許容応力を用いる。

表4-4 使用材料（ストレーナ本体）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 _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
多孔プレート	SUS304L	周囲環境温度 148	105	-	-	-
リブ他	SUS304	周囲環境温度 148	115	-	-	-

表4-5 使用材料（ストレーナ取付部ボルト）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 _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
ストレーナ取付ボルト	SUS304	周囲環境温度 148	96	-	-	-

表4-6 ストレーナ本体の許容応力（重大事故等対処設備）

材料	供用状態	許容応力
		一次応力
		P_m^*
SUS304L	E	$P_L + P_b$ 長期荷重：157 短期荷重：189
SUS304	E	長期荷重：172 短期荷重：207

注記 *：評価対象は、構造または形状の不連続性を有する部分であることから、発生する一次一般膜応力は十分小さいため、評価結果の記載については省略する。

表4-7 ストレーナ取付部ボルトの許容応力（重大事故等対処設備）

材料	供用状態	許容引張応力
SUS304	E	192

表 4-6 許容応力（設計基準対象施設）

(単位：MPa)

材料	温度 (°C)	供用状態	許容応力		
			一次応力		一次+二次応力
			P_m	$P_L + P_b$	$P_L + P_b + Q$
SGV480	171	設計条件	131*	196	—
		A	—	—	393

注記 *：評価対象は、膜応力を考慮した最小板厚の評価を実施し、許容応力以下であることが明らかなたため、一次一般膜応力の評価結果の記載については省略する。

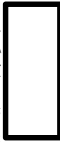
表4-7 許容応力（重大事故等対処設備）

(単位：MPa)

材料	供用状態	許容応力	
		一次応力	
		P_m	$P_L + P_b$
SGV480	E	281*	422


注記 *：評価対象は、膜応力を考慮した最小板厚の評価を実施し、許容応力以下であることが明らかなたため、一次一般膜応力の評価結果の記載については省略する。

表 5-1 設計条件に対する評価結果 (D + P)

評価対象設備	評価部位	応力分類	設計条件		判定	荷重の 組合せ*	備考
			発生値	許容値			
			MPa	MPa			
電気配線貫通部 	P 1 - A	原子炉格納容器胴とスリーブとの結合部	102	196	○	1	
	P 1 - B	原子炉格納容器胴とスリーブとの結合部	110	196	○	1	
	P 1 - C	原子炉格納容器胴とスリーブとの結合部	106	196	○	1	
	P 2 - A	補強板結合部	102	196	○	1	
	P 2 - B	補強板結合部	110	196	○	1	
	P 2 - C	補強板結合部	106	196	○	1	
			一次膜＋一次曲げ応力強さ				
			一次膜＋一次曲げ応力強さ				
			一次膜＋一次曲げ応力強さ				

注記 * : 添付書類「V-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 3-10 設計基準対象施設の荷重の組合せの No. を示す。

表 5-2 供用状態 A に対する評価結果 (D + P_{DBA} + T, D + M)

評価対象設備	評価部位	応力分類	A		判定	荷重の 組合せ*	備考
			発生値	許容値			
			MPa	MPa			
電気配線貫通部 	P 1 - A	原子炉格納容器胴とスリーブとの結合部	36	393	○	2	
	P 1 - B	原子炉格納容器胴とスリーブとの結合部	35	393	○	2	
	P 1 - C	原子炉格納容器胴とスリーブとの結合部	20	393	○	2, 3	
	P 2 - A	補強板結合部	32	393	○	2	
	P 2 - B	補強板結合部	29	393	○	2	
	P 2 - C	補強板結合部	20	393	○	3	

注記 * : 添付書類「V-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 3-10 設計基準対象施設の荷重の組合せの No. を示す。

表4-1 荷重の組合せ及び供用状態

施設区分		機器名称	機器等の区分	荷重の組合せ* ¹		供用状態
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管	$D + P_{SA} + M_{SA}$	(SA1, SA2, SA2', SA3)	E* ²

D : 死荷重

P_{SA} : 運転状態Vにおける圧力荷重

M_{SA} : 運転状態Vにおける機械荷重

注記 *1: ()内は添付書類「V-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3-11 重大事故等時の荷重の組合せのNo.を示す。

*2: 供用状態Eとして、供用状態Dの許容限界を準用する。

表4-2 許容限界

供用状態	一次応力
E*	$1.8 \cdot S$

注記 * : 供用状態Eとして、供用状態Dの許容限界を準用する。

・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)					
非常用ディーゼル発電機用 海水ポンプ	既設	無	—	—	Non*1	SA-2	—	—	—	—	設計・建設規格 (同等性*2)	a. (b)	SA-2

注記 *1：「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2005年度 (2007年追補版含む)) <JSME S NC1-2005/2007 > (日本機械学会) 」における「クラス3ポンプ」である。

*2：ケーシングの厚さの計算においてクラス3ポンプの軸垂直割りケーシングをもった多段立形ポンプの規定を準用する。

6.1.4 許容圧縮応力

供用状態Eにおける許容圧縮応力の計算は、設計・建設規格 SSB-3121を準用して計算する。

供用状態Eにおける許容応力度Fは、以下の3つの値のうち小さい方を用いる。

$$1.35 \cdot S_y = 261 \text{ MPa} \quad (\text{ } ^\circ\text{C}\text{における値})$$

$$0.7 \cdot S_u = 350 \text{ MPa} \quad (\text{ } ^\circ\text{C}\text{における値})$$

$$1.2 \cdot S_y = 294 \text{ MPa} \quad (\text{室温における値})$$

したがって、許容応力度F = 261 MPaとする。

供用状態Eにおける許容圧縮応力 f_c は、F = 261 MPa に対して次のように得られる。

$$\text{限界細長比} : \Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{0.6 \cdot F}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times \text{ } \text{MPa}}{0.6 \times 261}}$$

$$= \text{ } \text{MPa}$$

ここで、E : 縦弾性係数 = $\text{ } \text{MPa}$ $\text{ } ^\circ\text{C}\text{における値}$

ゆえに、 $\lambda < \Lambda$ なので f_c は、

$$f_c = 1.5 \times \left\{ 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \cdot \frac{F}{\nu}$$

$$= 1.5 \times \left\{ 1 - 0.4 \times \text{ } \right\} \times \frac{261}{1.54875} = 245 \text{ MPa}$$

ここで、 $\nu = 1.5 + \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2$

$$= 1.5 + \frac{2}{3} \times \text{ } = 1.54875$$

6.1.5 座屈に対する評価

供用状態Eにおける座屈に対する評価を表6-1に示す。

表6-1より、各供用状態における圧縮応力は、許容圧縮応力を超えないため、座屈は発生しない。