

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7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7添-1-034 改0
提出年月日	2020年4月23日

V-1-2-1 原子炉本体の基礎に関する説明書

K7 ① V-1-2-1 R0

2020年4月
東京電力ホールディングス株式会社

V-1-2-1 原子炉本体の基礎に関する説明書

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」（以下「技術基準規則」という。）第5条及び第50条並びにそれらの「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」に基づき、原子炉本体の基礎が設計上定める条件において要求される強度を確保していることを説明するものである。

- (1) 原子炉本体の基礎の耐震性についての計算書
- (2) 原子炉本体の基礎の強度計算書

(1) 原子炉本体の基礎の耐震性についての計算書

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	4
2.4 記号の説明	5
3. 評価部位	6
4. 構造強度評価	8
4.1 構造強度評価方法	8
4.2 荷重の組合せ及び許容値	8
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	8
4.2.2 許容値	8
4.2.3 使用材料の許容応力度評価条件	8
4.2.4 設計荷重	12
4.3 設計用地震力	17
4.4 計算方法	17
4.4.1 応力評価点	17
4.4.2 解析モデル及び諸元	21
4.4.3 荷重及び応力度計算方法	23
4.5 計算条件	23
4.6 荷重及び応力度の評価	23
5. 評価結果	24
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	24
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	40
6. 参照図書	51

1. 概要

本計算書は、V-1-8-1「原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び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の設計方針に準じて、原子炉本体の基礎が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

原子炉本体の基礎は設計基準対象施設においてはSクラス相当施設に、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、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、本計算書においては、新規制対応工認対象となる設計用地震力及び重大事故等時に対する評価について記載するものとし、前述の荷重を除く荷重による原子炉本体の基礎の評価は、平成3年8月23日付け3資庁第6675号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）による（以下「既工認」という。）。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉本体の基礎の構造計画を表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>原子炉本体の基礎は、原子炉格納容器底部及びダイヤフラムフロアに支持される。</p> <p>原子炉本体の基礎の鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、原子炉格納容器底部及びダイヤフラムフロアを介して原子炉建屋に伝達させる。</p>	<p>鋼板とコンクリートから成る円筒形の構造物であり、外径 <input type="text"/> mm、壁厚 <input type="text"/> mm の上層円筒部及び壁厚 <input type="text"/> mm の下層円筒部で構成される。</p>	<p>原子炉格納容器底部</p> <p>原子炉本体の基礎</p> <p>ダイヤフラムフロア</p> <p>原子炉本体の基礎 拡大図</p> <p>(単位: mm)</p>

2.2 評価方針

原子炉本体の基礎の応力評価は、V-1-8-1「原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及びV-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに「2.3 適用基準」にて設定される許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所に作用する設計用地震力による応力度等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「5. 評価結果」に示す。

原子炉本体の基礎の耐震評価フローを図2-1に示す。

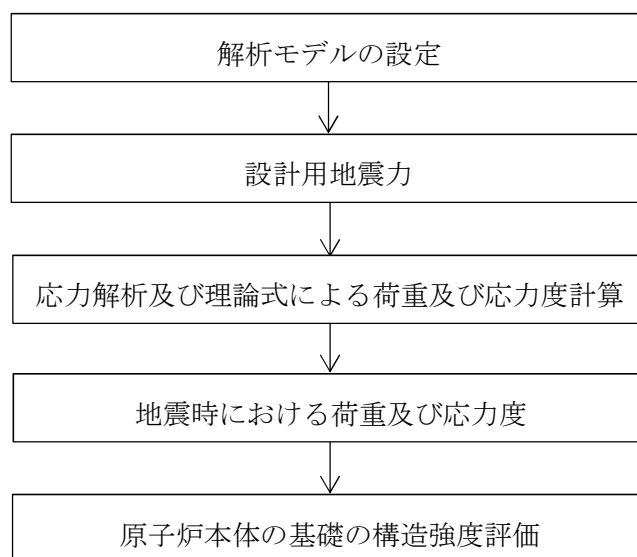


図2-1 原子炉本体の基礎の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 鋼構造設計規準（日本建築学会 2005改定）
- (2) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会 1999改定）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
D	死荷重	—
$D_{L_{SAL}}$	死荷重 (S A後長期死荷重)	—
$D_{L_{SALL}}$	死荷重 (S A後長々期死荷重)	—
E	縦弾性係数	N/mm^2
f_b	許容曲げ応力度	N/mm^2
f_c	許容圧縮応力度	N/mm^2
f_s	許容せん断応力度	N/mm^2
f_t	許容引張応力度	N/mm^2
F	許容応力度の基準値	N/mm^2
H	水平方向荷重	kN
H_1	水力学的動荷重	—
K_i	地震荷重 ($i = 1, 2$)	—
m_0	質量	kg
M	機械的荷重	—
M_L	地震と組み合わせる機械的荷重	—
M_{SAL}	機械的荷重 (S A後長期機械的荷重)	—
M_{SALL}	機械的荷重 (S A後長々期機械的荷重)	—
P	圧力	—
P_L	地震と組み合わせる圧力	—
P_{SAL}	圧力 (S A後長期圧力)	—
P_{SALL}	圧力 (S A後長々期圧力)	—
R	半径方向荷重	kN/m^2
R_{SAL}	配管荷重 (S A後長期配管荷重)	—
R_{SALL}	配管荷重 (S A後長々期配管荷重)	—
S_d	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力	—
S_d^*	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力又は静的震度	—
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	—
S_u	設計引張強さ	N/mm^2
S_y	設計降伏点	N/mm^2
T	温度	$^{\circ}C$
V	鉛直方向荷重	kN
ν	ポアソン比	—

3. 評価部位

原子炉本体の基礎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。

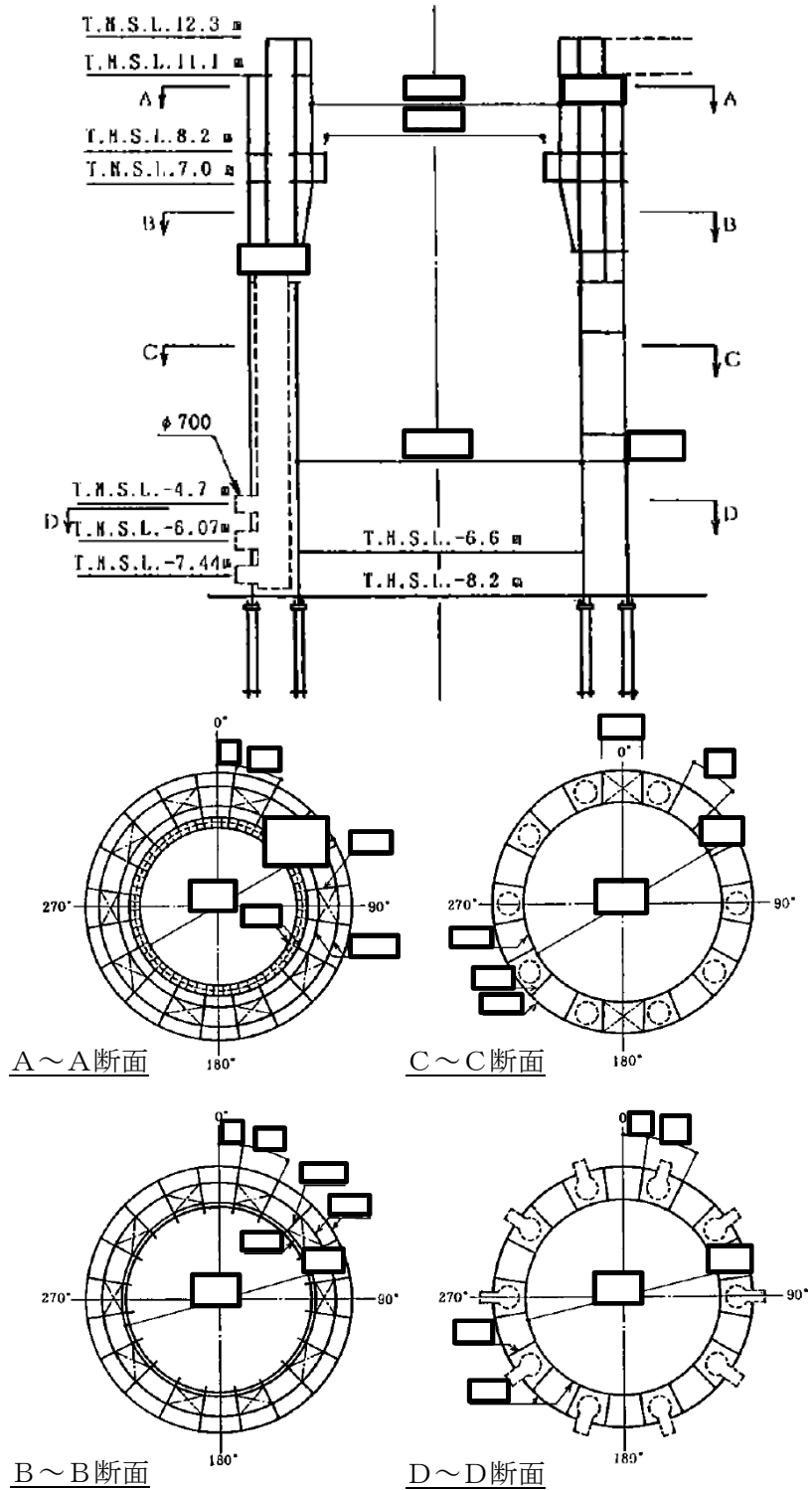


図 3-1 原子炉本体の基礎の形状及び主要寸法 (単位: mm)

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料	備考
構造用鋼材	□	□
原子炉本体基礎 アンカボルト	□	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

- (1) 原子炉本体の基礎の地震荷重は、原子炉格納容器底部及びダイヤフラムフロアを介して原子炉建屋に伝達される。原子炉本体の基礎の耐震評価として、V-2-2-4「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を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い構造強度評価を行う。また、重大事故等対処設備としての評価においては、重大事故等時の下部ドライウエル及びサプレッションチェンバの水の影響を考慮する。
- (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値

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉本体の基礎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、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 許容値

原子炉本体の基礎の許容応力度及び許容荷重は「2.3 適用基準」に基づき算出する。構造用鋼材及び原子炉本体基礎アンカボルトに対する許容応力度を表 4-3 に示す。

4.2.3 使用材料の許容応力度評価条件

原子炉本体の基礎の使用材料の許容応力度評価条件を表 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	耐震重要度 分類	機器等 の区分	荷重の組合せ*2		許容応力状態	
原子炉本体	原子炉 圧力容器 支持構造物	原子炉本体 の基礎	—*1	建物・ 構築物	D + P + M + S _d **3	(10)	短期	
						(11)		
						(14)		
原子炉本体	原子炉 圧力容器 支持構造物	原子炉本体 の基礎	—*1	建物・ 構築物	D + P _L + M _L + S _d **3	(16)	機能維持の検討	
						D + P + M + S _s *3	(12)	機能維持の検討
							(13)	
						(15)		

注記*1：Sクラス相当として評価する。

*2：（ ）内は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5-3の荷重の組合せのNo.を示す。

*3：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5-3に従い、温度荷重を組み合わせる。

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	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ*2		許容応力状態
原子炉本体	原子炉 圧力容器 支持構造物	原子炉本体の 基礎	常設耐震／防止 常設／緩和	建物・ 構築物	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d^{*3}$	(V(L)-1)	機能維持の検討
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s^{*3}$	(V(LL)-1)	機能維持の検討

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：（ ）内は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5-4の荷重の組合せのNo.を示す。

*3：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5-4に従い，重大事故等時の温度荷重は組み合わせない。

表 4-3 許容応力度

許容応力状態	ボルト等以外				アンカボルト
	引張/ 組合せ	せん断	圧縮	曲げ	引張
短期	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_t$
機能維持の 検討	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_t$

表4-4 使用材料の許容応力度評価条件
(設計基準対象施設及び重大事故等対処設備)

評価部材	材料	F (N/mm ²)	S _y (N/mm ²)	S _u (N/mm ²)
構造用鋼材				
原子炉本体基礎 アンカボルト				

注記* :

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を表 4-5 に示す。地震荷重以外については、既工認からの変更はないため、地震荷重に関する荷重のみを示す。

(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を表 4-6 に示す。

表 4-5 設計荷重（設計基準対象施設）

荷重		原子炉本体の基礎に 直接作用する荷重	ダイヤフラム フロアより作用 する荷重	下部ドライウエル アクセストンネル より作用する荷重	その他より作用する 荷重
地震荷重	K ₁	弾性設計用地震動 S _d に より定まる地震荷重又は 静的地震荷重	H : 図 4-1 参照 V : <input type="text"/> kN		
	K ₂	基準地震動 S _s により 定まる地震荷重	H : 図 4-1 参照 V : <input type="text"/> kN		

注 1 : V は鉛直方向を示す（下向きを正とする。）。

注 2 : H は水平方向を示す。

表 4-6 設計荷重（重大事故等対処設備）（その 1）

荷重			原子炉本体の基礎に 直接作用する荷重	ダイヤフラム フロアより作用 する荷重	下部ドライウエル アクセストンネル より作用する荷重	その他より作用する 荷重	
重大事故 等時荷重	DL _{SAL}	SA時長期死荷重 (自重及び機器支持 荷重等)	V : <input type="text"/> kN (円筒部表面より 加わる荷重 <input type="text"/> kN を含む)	V : <input type="text"/> kN	V : <input type="text"/> kN	V : <input type="text"/> kN (原子炉圧力容器より) V : <input type="text"/> kN (原子炉遮蔽壁より)	
	DL _{SALL}	SA時長々期死荷重 (自重及び機器支持 荷重等)	V : <input type="text"/> kN (円筒部表面より 加わる荷重 <input type="text"/> kN を含む)	V : <input type="text"/> kN	V : <input type="text"/> kN	V : <input type="text"/> kN (原子炉圧力容器より) V : <input type="text"/> kN (原子炉遮蔽壁より)	
	P _{SAL}	SA時 長期圧力	上向き最大	R : <input type="text"/> kN/m ²	V : <input type="text"/> kN	—	—
			下向き最大		V : <input type="text"/> kN	—	—
	P _{SALL}	SA時 長々期圧力	上向き最大	R : <input type="text"/> kN/m ²	V : <input type="text"/> kN	—	—
下向き最大			V : <input type="text"/> kN		—	—	
H ₁	チャギング荷重		R : <input type="text"/> kN/m ²	—	V : <input type="text"/> kN	—	

注 1 : Vは鉛直方向を示す（下向きを正とする。）。

注 2 : Rは半径方向を示す（外向きを正とする。）。

表 4-6 設計荷重（重大事故等対処設備）（その2）

荷重		原子炉本体の基礎に 直接作用する荷重	ダイヤフラム フロアより作用 する荷重	下部ドライウエル アクセストンネル より作用する荷重	その他より作用する 荷重
地震荷重	K ₁	弾性設計用地震動 S _d に より定まる地震荷重	H : 図 4-1 参照 V : <input type="text"/> kN		
	K ₂	基準地震動 S _s により 定まる地震荷重	H : 図 4-1 参照 V : <input type="text"/> kN		

注 1 : V は鉛直方向を示す（下向きを正とする。）。

注 2 : H は水平方向を示す。

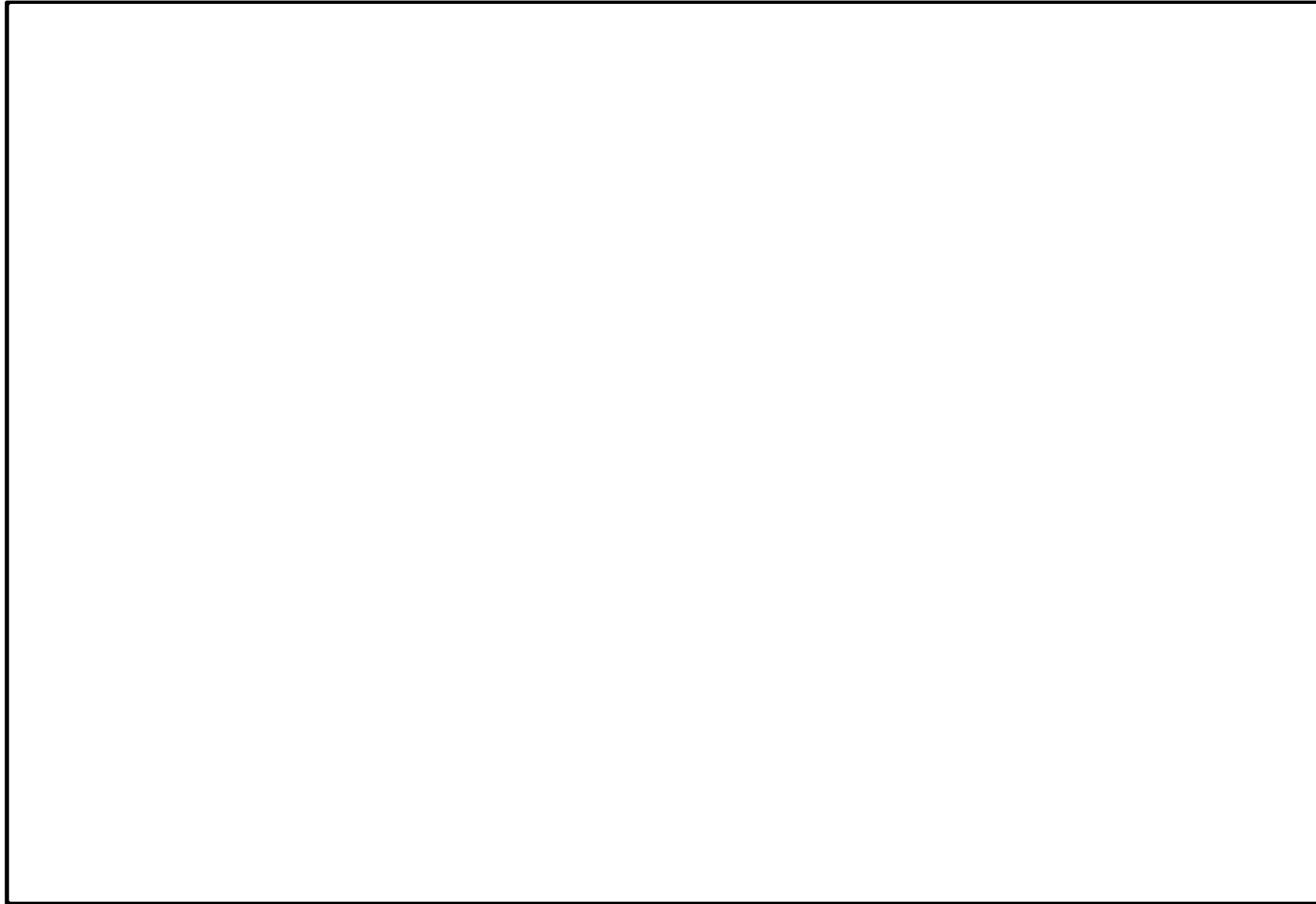


图 4-1 地震荷重

4.3 設計用地震力

原子炉本体の基礎の設計用地震力を、「4.2.4 設計荷重」に示す。

4.4 計算方法

4.4.1 応力評価点

原子炉本体の基礎の応力評価点は、原子炉本体の基礎を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力度が大きくなる部位を選定する。

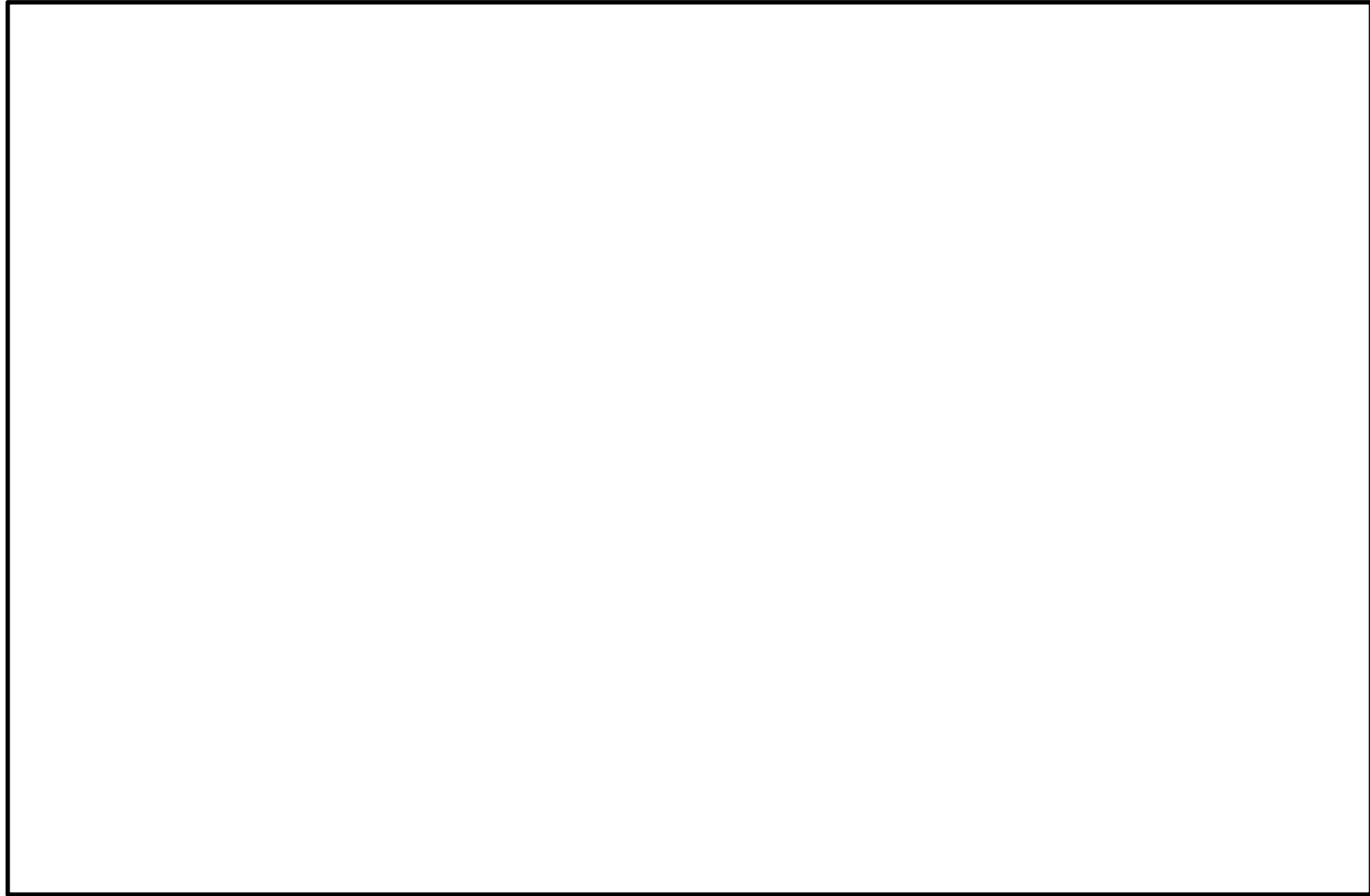
選定した応力評価点を表 4-7 及び図 4-2 に示す。

表 4-7 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P 1 *1	円筒部 (内筒, 外筒)
P 2 *2	たてリブ
P 3	アンカボルト
P 4	ベアリングプレート
P 5	ブラケット部

注記*1：内筒及び外筒の評価点は、最大組合せ応力度発生箇所を含むよう選定するとともに、地震方向に対して応力度の大きくなる 90 度及び 180 度位置の代表的な高さから選定する。代表的な高さは、応力レベルを考慮して、基部、水平吐出管、下部ドライウエルアクセストンネル、連通孔及びダイヤフラムフロア支持位置付近とする。

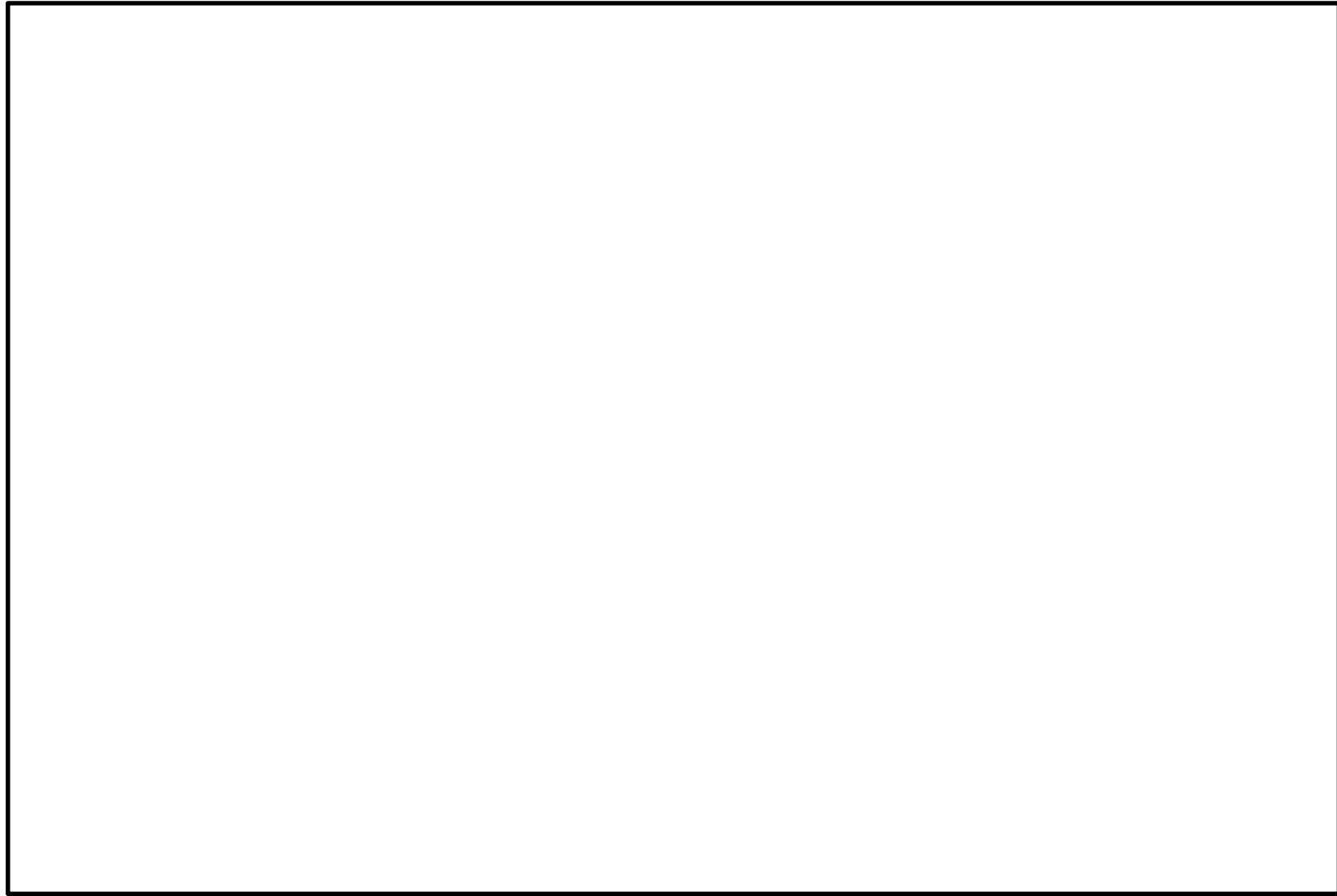
*2：たてリブの評価点については、最大応力度発生箇所を含むよう選定するとともに、最大応力度発生箇所を含むたてリブの代表的な高さとする。代表的な高さは内筒及び外筒と同様とする。



⒫1 : 円筒部 (内筒及び外筒)

⒫2 : たてリブ

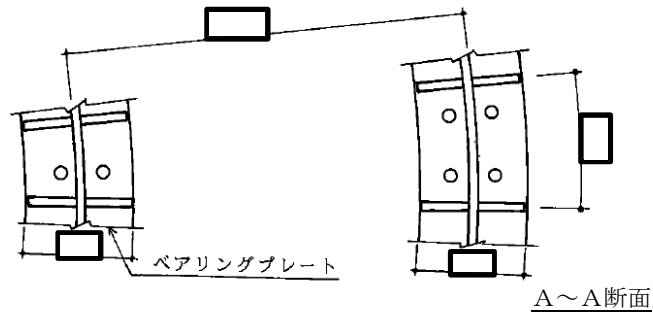
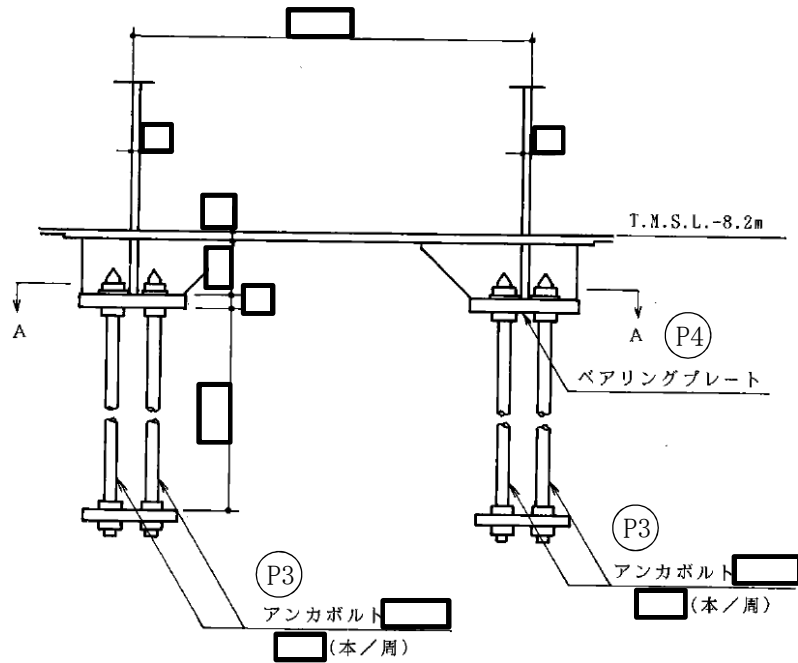
図 4-2 原子炉本体の基礎の応力評価位置 (その 1) (設計基準対象施設) (単位: mm)



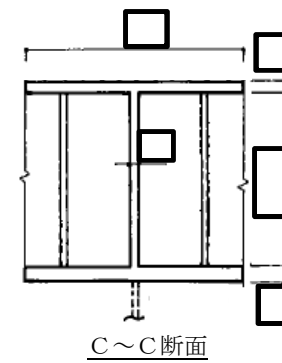
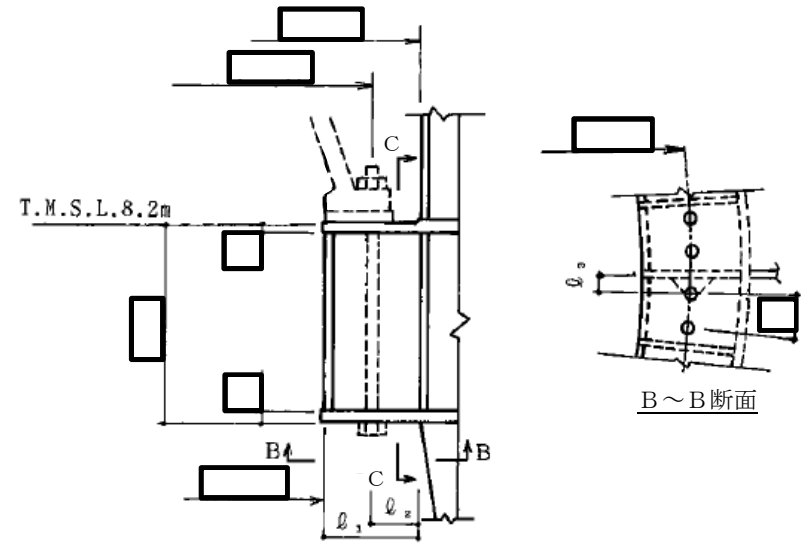
⒫1 : 円筒部 (内筒及び外筒)

⒫2 : たてリブ

図 4-2 原子炉本体の基礎の応力評価位置 (その 2) (重大事故等対処設備) (単位: mm)



- ⒫ P3 : アンカボルト
- ⒫ P4 : ベアリングプレート



- ⒫ P5 : ブラケット部

図 4-2 原子炉本体の基礎の応力評価位置 (その 3) (単位 : mm)

4.4.2 解析モデル及び諸元

(1) 設計基準対象施設としての解析モデル

設計基準対象施設としての評価は、既工認からの変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

(2) 重大事故等対処設備としての解析モデル

重大事故等対処設備としての評価は、重大事故等時の下部ドライウエル及びサブプレッションチェンバの水の影響を考慮して応力解析を行う。

解析モデルの概要を以下に示す。



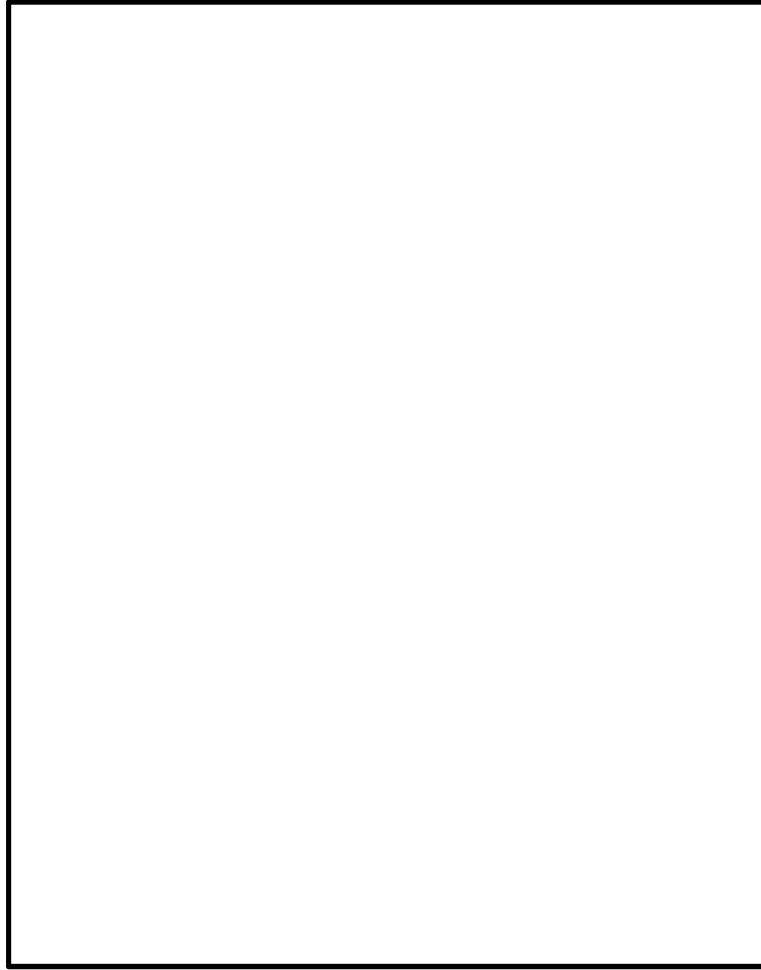


図 4-3 解析モデル

表 4-8 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	
質量	m ₀	kg	
温度条件	T	°C	200
縦弾性係数	E	N/mm ²	
ポアソン比	ν	—	
要素数	—	—	
節点数	—	—	

4.4.3 荷重及び応力度計算方法

原子炉本体の基礎の荷重及び応力度計算方法について以下に示す。

(1) 設計基準対象施設としての荷重及び応力度計算

設計基準対象施設における荷重及び応力度計算方法は、既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

(2) 重大事故等対処設備としての荷重及び応力度計算

原子炉本体の基礎に作用する圧力、死荷重及び地震荷重等による荷重及び応力度は、「4.4.2 解析モデル及び諸元」に示す原子炉本体の基礎の解析モデルにより算出する。

4.5 計算条件

応力解析に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容値」及び「4.3 設計用地震力」に示す。

4.6 荷重及び応力度の評価

「4.4 計算方法」で求めた荷重及び応力度が許容値以下であること。

5. 評価結果

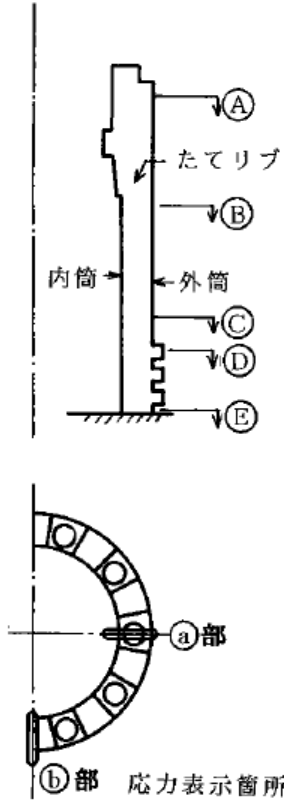
5.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉本体の基礎の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

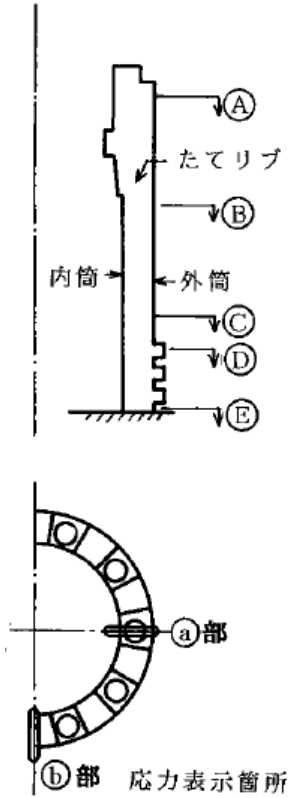
構造強度評価の結果を表 5-1～表 5-3 に示す。

表 5-1(1) 許容応力状態短期に対する評価結果 (D+P+M+S d*) (その1)



評価対象 設備	評価部位		応力分類	短期		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P1: 円筒部 ①部	内筒	①	面内せん断応力度	0.1		○
				組合せ応力度	101.9		○
			②	面内せん断応力度	78.2		○
				組合せ応力度	184.0		○
			③	面内せん断応力度	0.3		○
				組合せ応力度	100.8		○
		④	面内せん断応力度	0.6	○		
			組合せ応力度	103.4	○		
		⑤	面内せん断応力度	0.6	○		
			組合せ応力度	124.8	○		
		外筒	①	面内せん断応力度	6.7		○
				組合せ応力度	117.0		○
			②	面内せん断応力度	4.4		○
				組合せ応力度	82.6		○
			③	面内せん断応力度	11.8		○
				組合せ応力度	100.0		○
		④	面内せん断応力度	65.6	○		
			組合せ応力度	172.2	○		
⑤	面内せん断応力度	29.6	○				
	組合せ応力度	308.0	○				

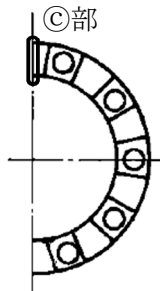
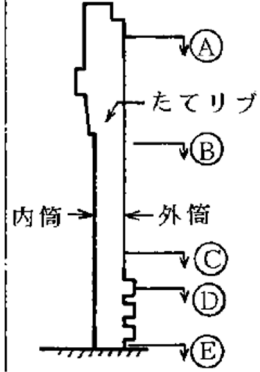
表 5-1(1) 許容応力状態短期に対する評価結果 (D+P+M+S d*) (その2)



評価対象 設備	評価部位	応力分類	短期		判定	備考	
			算出応力度	許容応力度			
			N/mm ²	N/mm ²			
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ②部	内筒	①	面内せん断応力度	6.4		○
				組合せ応力度	151.7		○
			②	面内せん断応力度	95.0		○
				組合せ応力度	172.6		○
			③	面内せん断応力度	62.9		○
				組合せ応力度	179.1		○
		④	面内せん断応力度	54.9	○		
			組合せ応力度	106.5	○		
		⑤	面内せん断応力度	18.3	○		
			組合せ応力度	126.4	○		
		外筒	①	面内せん断応力度	2.5		○
				組合せ応力度	69.6		○
			②	面内せん断応力度	0.3		○
				組合せ応力度	105.9		○
			③	面内せん断応力度	36.3		○
				組合せ応力度	159.6		○
		④	面内せん断応力度	55.2	○		
			組合せ応力度	115.4	○		
⑤	面内せん断応力度	44.4	○				
	組合せ応力度	181.8	○				

表 5-1(1) 許容応力状態短期に対する評価結果 (D+P+M+S d*) (その3)

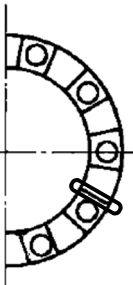
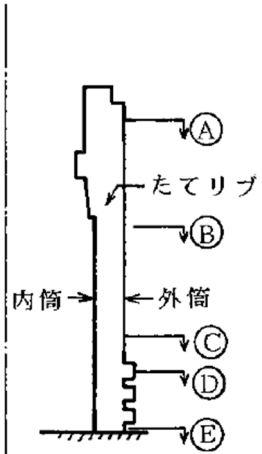
評価対象 設備	評価部位		応力分類	短期		判定	備考	
				算出応力度	許容応力度			
				N/mm ²	N/mm ²			
原子炉本体 の基礎	P1: 円筒部 ◎部	内筒	◎A	面内せん断応力度	6.2	[Redacted]	○	
			◎A	組合せ応力度	139.9		○	
			◎B	面内せん断応力度	21.2		○	
			◎B	組合せ応力度	218.3		○	
			◎C	面内せん断応力度	62.8		○	
		◎C	組合せ応力度	179.9	○			
		◎D	面内せん断応力度	55.1	○			
		◎D	組合せ応力度	107.1	○			
		◎E	面内せん断応力度	18.4	○			
		◎E	組合せ応力度	129.5	○			
	◎部	外筒	◎A	面内せん断応力度	2.6		○	
			◎A	組合せ応力度	61.6		○	
			◎B	面内せん断応力度	0.4		○	
			◎B	組合せ応力度	104.4		○	
			◎C	面内せん断応力度	36.5		○	
		◎C	組合せ応力度	167.5	○			
		◎D	面内せん断応力度	55.7	○			
		◎D	組合せ応力度	116.1	○			
		◎E	面内せん断応力度	44.2	○			
		◎E	組合せ応力度	185.9	○			



応力表示箇所

表 5-1(2) 許容応力状態短期に対する評価結果 (D + P + M + S d *)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	短期		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P2	たてリブ	Ⓐ	面内せん断応力度	32.3		○
				組合せ応力度	56.7		○
			Ⓑ	面内せん断応力度	93.1		○
				組合せ応力度	281.9		○
			Ⓒ	面内せん断応力度	12.3		○
				組合せ応力度	89.6		○
			Ⓓ	面内せん断応力度	20.2		○
				組合せ応力度	95.4		○
			Ⓔ	面内せん断応力度	37.7		○
				組合せ応力度	85.5		○



応力表示箇所

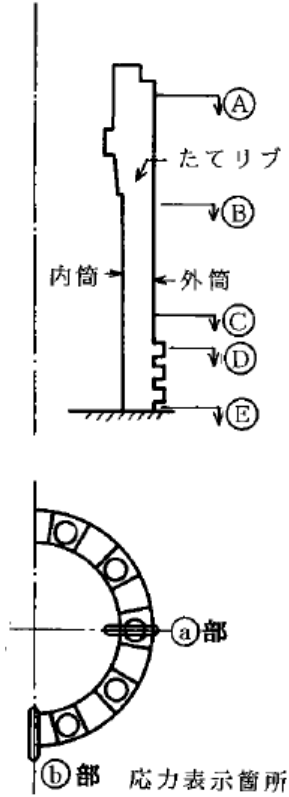
表 5-1(3) 許容応力状態短期に対する評価結果 (D + P + M + S d *)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	短期		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P3	アンカボルト	引張応力度	241.3		○	単位 : N/4.5°
			引抜き力	2.440×10 ⁶		○	
	P4	ベアリングプレート	曲げ応力度	319.9		○	

表 5-1(4) 許容応力状態短期に対する評価結果 (D + P + M + S d *)

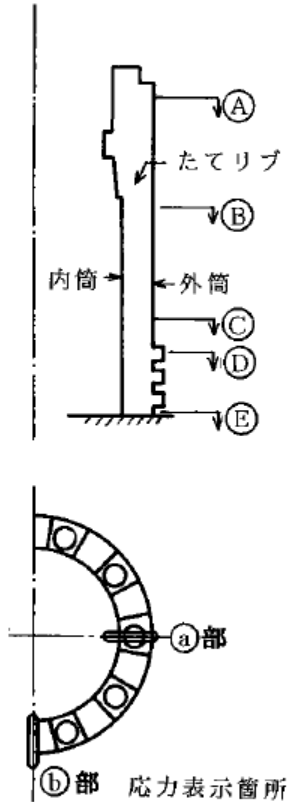
評価対象 設備	評価部位		応力分類	短期		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P5	ブラケット部	最大圧縮力 作用時	曲げ応力度	26.0		○
				せん断応力度	59.8		○
			最大引張力 作用時	曲げ応力度	8.8		○
				せん断応力度	38.5		○
				下面の水平プレートに局所的に 生じる曲げ応力度	238.7		○

表 5-2(1) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d*) (その 1)



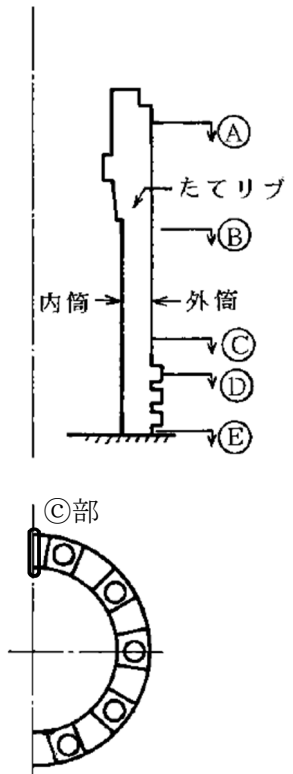
評価対象 設備	評価部位	応力分類	機能維持の検討		判定	備考	
			算出応力度	許容応力度			
			N/mm ²	N/mm ²			
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ①部	①	面内せん断応力度	0.1		○	
			組合せ応力度	70.1		○	
		②	面内せん断応力度	78.2		○	
			組合せ応力度	170.4		○	
		③	面内せん断応力度	0.1		○	
			組合せ応力度	89.7		○	
		④	面内せん断応力度	0.4		○	
			組合せ応力度	99.0		○	
		⑤	面内せん断応力度	0.4		○	
			組合せ応力度	132.1		○	
		①	面内せん断応力度	6.9		○	
			組合せ応力度	123.8		○	
		②	面内せん断応力度	3.9		○	
			組合せ応力度	80.3		○	
		③	面内せん断応力度	2.8		○	
			組合せ応力度	104.4		○	
		④	面内せん断応力度	19.8		○	
			組合せ応力度	178.5		○	
⑤	面内せん断応力度	8.1	○				
	組合せ応力度	285.9	○				

表 5-2(1) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d*) (その 2)



評価対象 設備	評価部位	応力分類	機能維持の検討		判定	備考	
			算出応力度	許容応力度			
			N/mm ²	N/mm ²			
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ①部	①	面内せん断応力度	6.0	[REDACTED]	○	
			組合せ応力度	147.0		○	
		②	面内せん断応力度	89.4		○	
			組合せ応力度	158.1		○	
		③	面内せん断応力度	53.8		○	
			組合せ応力度	151.2		○	
		④	面内せん断応力度	51.9		○	
			組合せ応力度	96.2		○	
		⑤	面内せん断応力度	12.3		○	
			組合せ応力度	118.5		○	
		②部	①	面内せん断応力度		1.8	○
				組合せ応力度		65.9	○
	②		面内せん断応力度	1.7		○	
			組合せ応力度	77.9		○	
	③		面内せん断応力度	27.2		○	
			組合せ応力度	142.7		○	
	④		面内せん断応力度	5.4		○	
			組合せ応力度	93.0		○	
	⑤		面内せん断応力度	12.5		○	
			組合せ応力度	165.3		○	

表 5-2(1) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d*) (その 3)



内筒 → ← 外筒

たてリブ

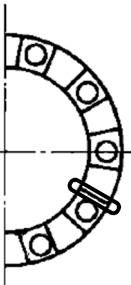
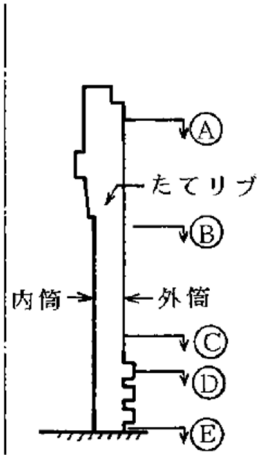
©部

応力表示箇所

評価対象 設備	評価部位	応力分類	機能維持の検討		判定	備考		
			算出応力度	許容応力度				
			N/mm ²	N/mm ²				
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ©部	内筒	①	面内せん断応力度	5.8	[Redacted]	○	
			②	組合せ応力度	137.9		○	
		③	面内せん断応力度	21.0	○			
			組合せ応力度	223.7	○			
		④	面内せん断応力度	53.7	○			
			組合せ応力度	152.0	○			
		⑤	面内せん断応力度	52.1	○			
			組合せ応力度	96.7	○			
		⑥	面内せん断応力度	12.4	○			
			組合せ応力度	121.5	○			
		外筒	⑦	面内せん断応力度	2.2		○	
				組合せ応力度	61.5		○	
	⑧		面内せん断応力度	1.6	○			
			組合せ応力度	76.0	○			
	⑨		面内せん断応力度	27.5	○			
			組合せ応力度	150.6	○			
	⑩	面内せん断応力度	5.6	○				
		組合せ応力度	96.4	○				
⑪	面内せん断応力度	12.9	○					
	組合せ応力度	170.2	○					

表 5-2(2) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d*)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P2	たてリブ	Ⓐ	面内せん断応力度	24.0		○
				組合せ応力度	42.4		○
			Ⓑ	面内せん断応力度	79.7		○
				組合せ応力度	243.3		○
			Ⓒ	面内せん断応力度	12.0		○
				組合せ応力度	87.2		○
			Ⓓ	面内せん断応力度	16.8		○
				組合せ応力度	92.4		○
			Ⓔ	面内せん断応力度	33.3		○
				組合せ応力度	74.2		○



応力表示箇所

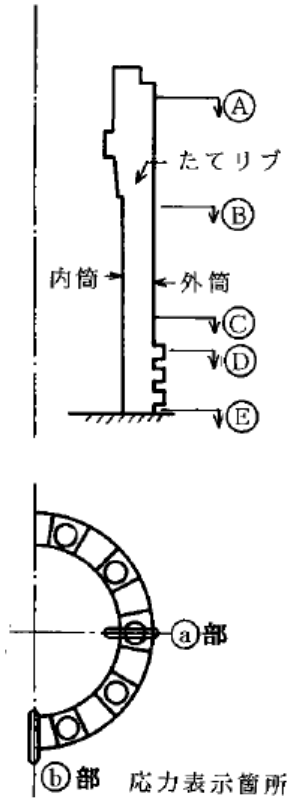
表 5-2(3) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d *)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P3	アンカボルト	引張応力度	204.8		○	単位 : N/4.5°
			引抜き力	2.311×10 ⁶		○	
	P4	ベアリングプレート	曲げ応力度	322.4		○	

表 5-2(4) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d *)

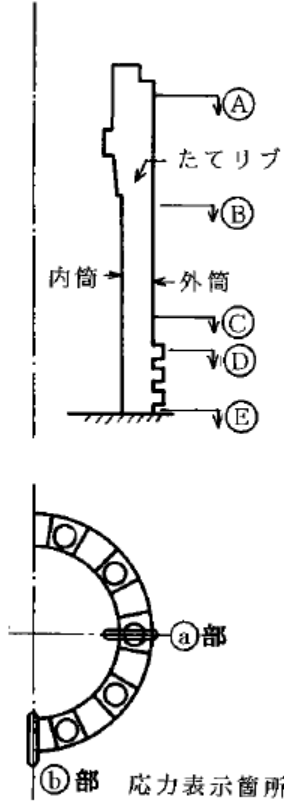
評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P5	ブラケット部	最大圧縮力 作用時	曲げ応力度	26.0		○
				せん断応力度	59.8		○
			最大引張力 作用時	曲げ応力度	8.8		○
				せん断応力度	38.5		○
				下面の水平プレートに局所的に 生じる曲げ応力度	238.7		○

表 5-3(1) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D+P+M+S s) (その 1)



評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ①部	内筒	①	面内せん断応力度	0.1		○
				組合せ応力度	126.1		○
			②	面内せん断応力度	11.2		○
				組合せ応力度	215.4		○
			③	面内せん断応力度	0.3		○
				組合せ応力度	116.3		○
		④	面内せん断応力度	0.6	○		
			組合せ応力度	118.3	○		
		⑤	面内せん断応力度	0.6	○		
			組合せ応力度	143.1	○		
		外筒	①	面内せん断応力度	6.9		○
				組合せ応力度	132.2		○
			②	面内せん断応力度	5.3		○
				組合せ応力度	103.8		○
			③	面内せん断応力度	12.0		○
				組合せ応力度	119.9		○
		④	面内せん断応力度	33.9	○		
			組合せ応力度	200.1	○		
⑤	面内せん断応力度	28.3	○				
	組合せ応力度	349.2	○				

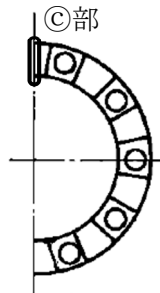
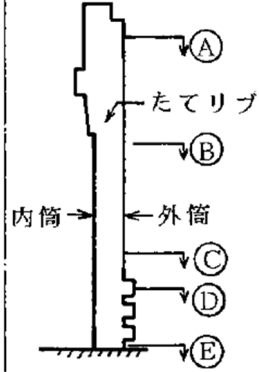
表 5-3(1) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D+P+M+S s) (その 2)



評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考	
				算出応力度	許容応力度			
				N/mm ²	N/mm ²			
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ⓐ部	内筒	Ⓐ	面内せん断応力度	7.7	[Redacted]	○	
			Ⓐ	組合せ応力度	181.3		○	
			Ⓑ	面内せん断応力度	108.2		○	
			Ⓑ	組合せ応力度	196.5		○	
			Ⓒ	面内せん断応力度	72.5		○	
		Ⓒ	組合せ応力度	205.9	○			
		Ⓓ	面内せん断応力度	61.0	○			
		Ⓓ	組合せ応力度	118.3	○			
		Ⓔ	面内せん断応力度	19.2	○			
		Ⓔ	組合せ応力度	141.8	○			
	ⓑ部	外筒	Ⓐ	面内せん断応力度	2.7		○	
			Ⓐ	組合せ応力度	85.9		○	
			Ⓑ	面内せん断応力度	0.1		○	
			Ⓑ	組合せ応力度	129.5		○	
			Ⓒ	面内せん断応力度	38.0		○	
		Ⓒ	組合せ応力度	187.4	○			
		Ⓓ	面内せん断応力度	61.3	○			
		Ⓓ	組合せ応力度	125.5	○			
		Ⓔ	面内せん断応力度	42.7	○			
		Ⓔ	組合せ応力度	207.0	○			

表 5-3(1) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D+P+M+S s) (その 3)

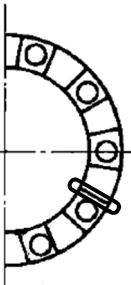
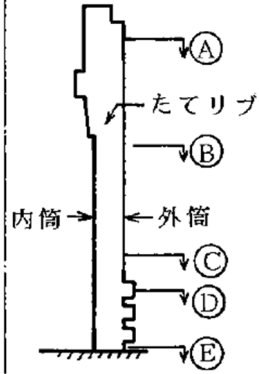
評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ◎部	内筒	◎A	面内せん断応力度	7.5		○
			◎A	組合せ応力度	167.6		○
			◎B	面内せん断応力度	26.6		○
			◎B	組合せ応力度	277.5		○
			◎C	面内せん断応力度	72.4		○
		◎C	組合せ応力度	206.6	○		
		◎D	面内せん断応力度	61.2	○		
		◎D	組合せ応力度	118.9	○		
		◎E	面内せん断応力度	19.3	○		
		◎E	組合せ応力度	145.2	○		
	◎部	外筒	◎A	面内せん断応力度	2.4		○
			◎A	組合せ応力度	72.8		○
			◎B	面内せん断応力度	0.1		○
			◎B	組合せ応力度	127.0		○
			◎C	面内せん断応力度	38.3		○
		◎C	組合せ応力度	196.4	○		
		◎D	面内せん断応力度	21.1	○		
		◎D	組合せ応力度	128.4	○		
		◎E	面内せん断応力度	42.4	○		
		◎E	組合せ応力度	211.9	○		



応力表示箇所

表 5-3(2) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P + M + S s)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P2	たてリブ	Ⓐ	面内せん断応力度	37.9		○
				組合せ応力度	67.0		○
			Ⓑ	面内せん断応力度	120.9		○
				組合せ応力度	357.8		○
			Ⓒ	面内せん断応力度	14.4		○
				組合せ応力度	105.4		○
			Ⓓ	面内せん断応力度	22.1		○
				組合せ応力度	110.3		○
			Ⓔ	面内せん断応力度	43.6		○
				組合せ応力度	99.3		○



応力表示箇所

表 5-3(3) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P + M + S s)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P3	アンカボルト	引張応力度	305.9		○	単位 : N/4.5°
			引抜き力	3.216×10 ⁶		○	
	P4	ベアリングプレート	曲げ応力度	371.6		○	

表 5-3(4) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P + M + S s)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P5	ブラケット部	最大圧縮力 作用時	曲げ応力度	37.6		○
				せん断応力度	86.4		○
			最大引張力 作用時	曲げ応力度	14.4		○
				せん断応力度	63.1		○
				下面の水平プレートに局所的に 生じる曲げ応力度	391.2		○

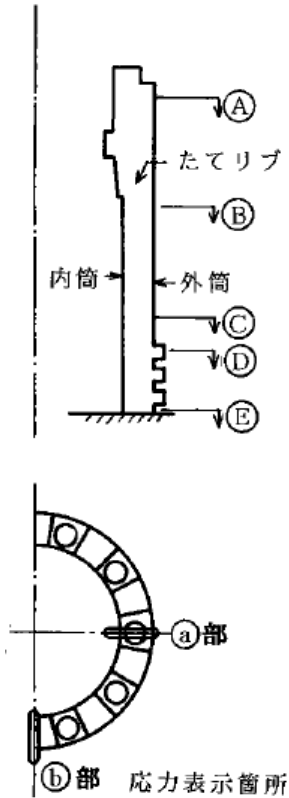
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉本体の基礎の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

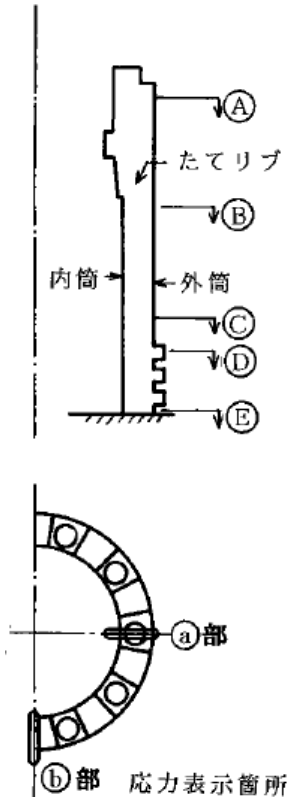
構造強度評価の結果を表 5-4 及び表 5-5 に示す。

表 5-4(1) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d) (その1)



評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ①部	内筒	①	面内せん断応力度	0.2		○
				組合せ応力度	66.9		○
			②	面内せん断応力度	87.2		○
				組合せ応力度	184.5		○
			③	面内せん断応力度	41.8		○
				組合せ応力度	126.9		○
		④	面内せん断応力度	56.8	○		
			組合せ応力度	125.7	○		
		⑤	面内せん断応力度	0.5	○		
			組合せ応力度	156.9	○		
		外筒	①	面内せん断応力度	5.7		○
				組合せ応力度	112.2		○
			②	面内せん断応力度	4.9		○
				組合せ応力度	96.3		○
			③	面内せん断応力度	1.7		○
				組合せ応力度	136.2		○
		④	面内せん断応力度	90.9	○		
			組合せ応力度	220.4	○		
⑤	面内せん断応力度	29.2	○				
	組合せ応力度	345.6	○				

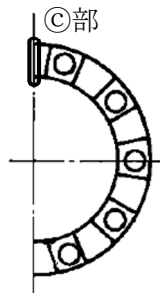
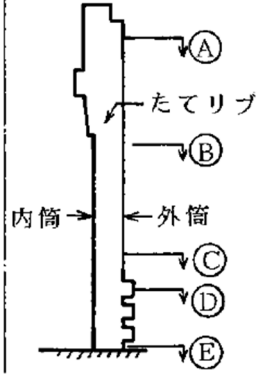
表 5-4(1) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D+P_{SAL}+M_{SAL}+S_d) (その2)



評価対象 設備	評価部位	応力分類	機能維持の検討		判定	備考	
			算出応力度	許容応力度			
			N/mm ²	N/mm ²			
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ①部	①	面内せん断応力度	4.2	[Redacted]	○	
			組合せ応力度	118.0		○	
		②	面内せん断応力度	104.4		○	
			組合せ応力度	186.8		○	
		③	面内せん断応力度	90.5		○	
			組合せ応力度	167.1		○	
		④	面内せん断応力度	62.5		○	
			組合せ応力度	130.2		○	
		⑤	面内せん断応力度	23.9		○	
			組合せ応力度	145.9		○	
		②部	①	面内せん断応力度		6.1	○
				組合せ応力度		94.8	○
	②		面内せん断応力度	3.4		○	
			組合せ応力度	151.7		○	
	③		面内せん断応力度	18.0		○	
			組合せ応力度	162.6		○	
	④	面内せん断応力度	64.7	○			
		組合せ応力度	127.9	○			
	⑤	面内せん断応力度	64.9	○			
		組合せ応力度	185.2	○			

表 5-4(1) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d) (その 3)

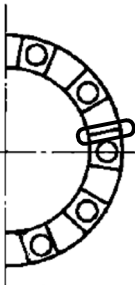
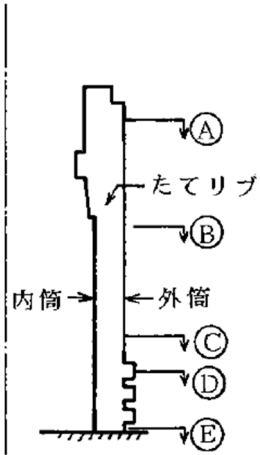
評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ◎部	内筒	◎A	面内せん断応力度	4.1		○
				組合せ応力度	109.0		○
			◎B	面内せん断応力度	25.7		○
				組合せ応力度	244.5		○
			◎C	面内せん断応力度	90.9		○
		組合せ応力度		167.7	○		
		◎D	面内せん断応力度	62.5	○		
			組合せ応力度	130.3	○		
		◎E	面内せん断応力度	24.0	○		
			組合せ応力度	148.5	○		
	◎部	外筒	◎A	面内せん断応力度	3.9		○
				組合せ応力度	69.5		○
			◎B	面内せん断応力度	3.4		○
				組合せ応力度	149.0		○
			◎C	面内せん断応力度	18.0		○
		組合せ応力度		169.5	○		
		◎D	面内せん断応力度	64.9	○		
			組合せ応力度	128.6	○		
		◎E	面内せん断応力度	65.2	○		
			組合せ応力度	190.2	○		



応力表示箇所

表 5-4(2) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考	
				算出応力度	許容応力度			
				N/mm ²	N/mm ²			
原子炉本体 の基礎	P2	たてリブ	Ⓐ	面内せん断応力度	13.7	[Redacted]	○	
				組合せ応力度	53.8		○	
			Ⓑ	面内せん断応力度	94.3		○	
				組合せ応力度	242.8		○	
			Ⓒ	面内せん断応力度	19.4		○	
				組合せ応力度	102.8		○	
			Ⓓ	面内せん断応力度	29.8		○	
				組合せ応力度	115.5		○	
			Ⓔ	面内せん断応力度	185.4		○	
				組合せ応力度	372.8		○	



応力表示箇所

表 5-4(3) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P3	アンカボルト	引張応力度	313.1		○	単位 : N/4.5°
			引抜き力	2.543×10 ⁶		○	
	P4	ベアリングプレート	曲げ応力度	330.3		○	

表 5-4(4) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d)

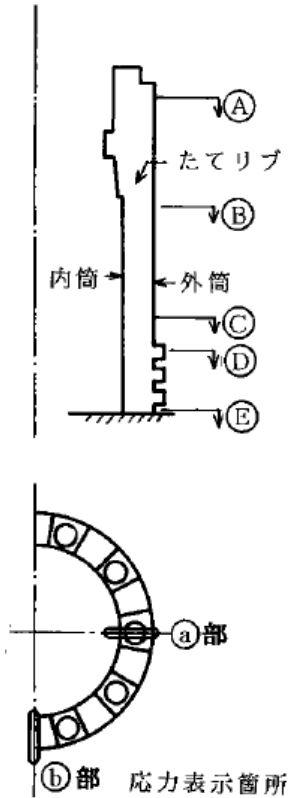
評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P5	ブラケット部	最大圧縮力 作用時	曲げ応力度	26.0		○
				せん断応力度	59.8		○
			最大引張力 作用時	曲げ応力度	8.8		○
				せん断応力度	38.5		○
				下面の水平プレートに局所的に 生じる曲げ応力度	238.7		○

表 5-5(1) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s) (その 1)



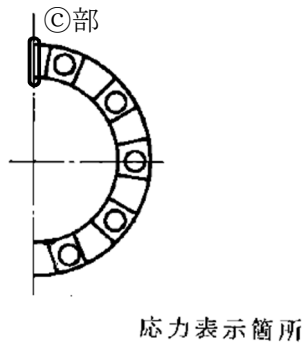
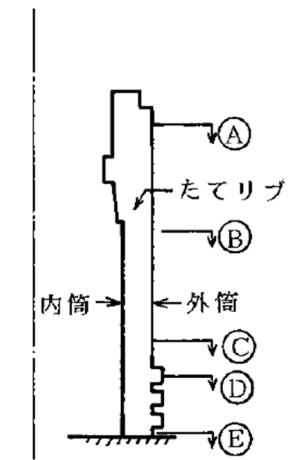
評価対象 設備	評価部位	応力分類	機能維持の検討		判定	備考	
			算出応力度	許容応力度			
			N/mm ²	N/mm ²			
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ①部	①	面内せん断応力度	0.2	[REDACTED]	○	
			組合せ応力度	70.5		○	
		②	面内せん断応力度	86.1		○	
			組合せ応力度	189.0		○	
		③	面内せん断応力度	48.0		○	
			組合せ応力度	102.2		○	
		④	面内せん断応力度	0.2		○	
			組合せ応力度	107.4		○	
		⑤	面内せん断応力度	0.2		○	
			組合せ応力度	144.1		○	
		⑥	面内せん断応力度	4.0		○	
			組合せ応力度	91.0		○	
		⑦	面内せん断応力度	5.9		○	
			組合せ応力度	103.3		○	
		⑧	面内せん断応力度	3.0		○	
			組合せ応力度	127.7		○	
		⑨	面内せん断応力度	32.7		○	
			組合せ応力度	216.2		○	
⑩	面内せん断応力度	6.7	○				
	組合せ応力度	317.1	○				

表 5-5(1) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s) (その 2)



評価対象 設備	評価部位	応力分類	機能維持の検討		判定	備考	
			算出応力度	許容応力度			
			N/mm ²	N/mm ²			
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ②部	内筒	①	面内せん断応力度	4.3		○
				組合せ応力度	97.4		○
			②	面内せん断応力度	102.7		○
				組合せ応力度	182.5		○
			③	面内せん断応力度	60.6		○
				組合せ応力度	178.0		○
		④	面内せん断応力度	57.4	○		
			組合せ応力度	109.7	○		
		⑤	面内せん断応力度	9.6	○		
			組合せ応力度	132.1	○		
		外筒	①	面内せん断応力度	3.8		○
				組合せ応力度	92.0		○
			②	面内せん断応力度	0.2		○
				組合せ応力度	128.8		○
			③	面内せん断応力度	8.5		○
				組合せ応力度	178.2		○
		④	面内せん断応力度	4.4	○		
			組合せ応力度	109.5	○		
⑤	面内せん断応力度	16.5	○				
	組合せ応力度	187.7	○				

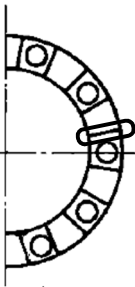
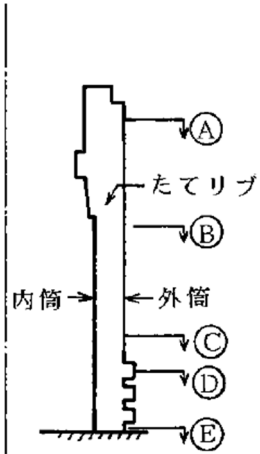
表 5-5(1) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s) (その 3)



評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考	
				算出応力度	許容応力度			
				N/mm ²	N/mm ²			
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ◎部	内筒	◎A	面内せん断応力度	4.1		○	
			◎A	組合せ応力度	87.1		○	
			◎B	面内せん断応力度	25.8		○	
			◎B	組合せ応力度	269.7		○	
			◎C	面内せん断応力度	60.4		○	
			◎C	組合せ応力度	178.8		○	
		◎D	面内せん断応力度	57.4	○			
		◎D	組合せ応力度	109.6	○			
		◎E	面内せん断応力度	9.7	○			
		◎E	組合せ応力度	134.6	○			
		外筒	◎A	面内せん断応力度	1.7		○	
			◎A	組合せ応力度	64.4		○	
	◎B		面内せん断応力度	0.1	○			
	◎B		組合せ応力度	124.4	○			
	◎C		面内せん断応力度	8.4	○			
	◎C		組合せ応力度	185.7	○			
	◎D	面内せん断応力度	4.7	○				
	◎D	組合せ応力度	113.4	○				
◎E	面内せん断応力度	16.8	○					
◎E	組合せ応力度	193.9	○					

表 5-5(2) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_S)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P2	たてリブ	Ⓐ	面内せん断応力度	24.9		○
				組合せ応力度	45.5		○
			Ⓑ	面内せん断応力度	97.4		○
				組合せ応力度	265.1		○
			Ⓒ	面内せん断応力度	18.1		○
				組合せ応力度	107.8		○
			Ⓓ	面内せん断応力度	22.2		○
				組合せ応力度	114.2		○
			Ⓔ	面内せん断応力度	117.3		○
				組合せ応力度	234.6		○



応力表示箇所

表 5-5(3) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P3	アンカボルト	引張応力度	322.5		○	単位 : N/4.5°
			引抜き力	3.215×10 ⁶		○	
	P4	ベアリングプレート	曲げ応力度	361.1		○	

表 5-5(4) 許容応力状態機能維持の検討に対する評価結果 (D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P5	ブラケット部	最大圧縮力 作用時	曲げ応力度	37.6		○
				せん断応力度	86.4		○
			最大引張力 作用時	曲げ応力度	14.4		○
				せん断応力度	63.1		○
				下面の水平プレートに局所的に 生じる曲げ応力度	391.2		○

6. 参照図書

- (1) 柏崎刈羽原子力発電所第7号機 第1回工事計画認可申請書
IV-1-2「原子炉本体の基礎に関する説明書」

(2) 原子炉本体の基礎の強度計算書

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	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. 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値	9
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	9
4.2.2 許容値	9
4.2.3 使用材料の許容応力度評価条件	9
4.2.4 設計荷重	12
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	17
4.3.3 荷重及び応力度計算方法	19
4.4 計算条件	19
4.5 荷重及び応力度の評価	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	26

1. 概要

本計算書は、原子炉本体の基礎の強度計算書である。

原子炉本体の基礎は、設計基準対象施設としての原子炉本体の基礎を重大事故等対処設備として兼用する構造物である。

以下、V-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、原子炉本体の基礎の強度評価を示す。

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3年8月23日付け3資庁第6675号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）による（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

原子炉本体の基礎の構造計画を表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>原子炉本体の基礎は、原子炉格納容器底部及びダイヤフラムフロアに支持される。</p> <p>原子炉本体の基礎の鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、原子炉格納容器底部及びダイヤフラムフロアを介して原子炉建屋に伝達させる。</p>	<p>鋼板とコンクリートから成る円筒形の構造物であり、外径 <input type="text"/> mm、壁厚 <input type="text"/> mm の上層円筒部及び壁厚 <input type="text"/> mm の下層円筒部で構成される。</p>	<p>原子炉格納容器底部</p> <p>原子炉本体の基礎</p> <p>ダイヤフラムフロア</p> <p>原子炉本体の基礎 拡大図</p> <p>(単位: mm)</p>

2.2 評価方針

原子炉本体の基礎の応力評価は、V-1-8-1「原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに「2.3 適用基準」にて設定される許容限界に基づき、「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圧力等による荷重及び応力度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。

原子炉本体の基礎の強度評価フローを図2-1に示す。

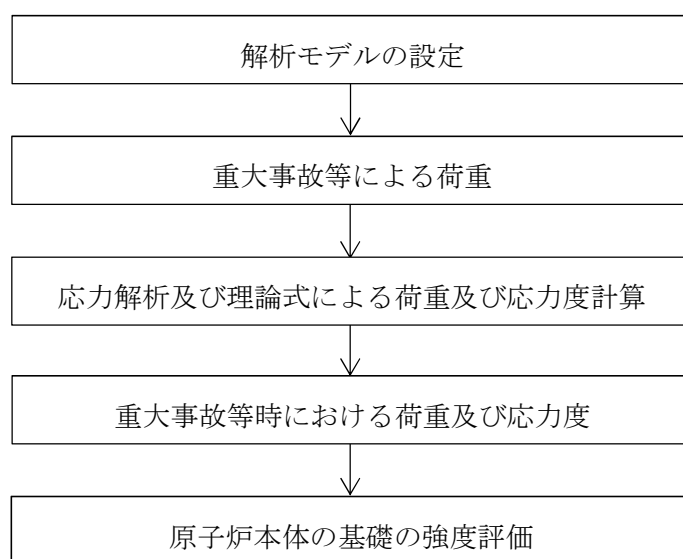


図2-1 原子炉本体の基礎の強度評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 鋼構造設計規準（日本建築学会 1973改定）
- (2) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会 1988改定）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
D	死荷重	—
D L _{SA}	死荷重 (S A後死荷重)	—
E	縦弾性係数	N/mm ²
f _b	許容曲げ応力度	N/mm ²
f _c	許容圧縮応力度	N/mm ²
f _s	許容せん断応力度	N/mm ²
f _t	許容引張応力度	N/mm ²
F	許容応力度の基準値	N/mm ²
H _{SA i}	水力的動荷重 (S A後水力的動荷重) (i = 1, 2, 3)	—
m _o	質量	kg
M _{SA}	機械的荷重 (S A後機械的荷重)	—
P _{SA}	圧力 (S A後圧力)	—
R	半径方向荷重	kN/m ²
R _{SA}	配管荷重 (S A後配管荷重)	—
S _u	設計引張強さ	N/mm ²
S _y	設計降伏点	N/mm ²
T	温度	°C
V	鉛直方向荷重	kN
ν	ポアソン比	—

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
許容応力度	N/mm ²	小数点以下第1位	切捨て	整数位
算出応力度	N/mm ²	小数点以下第2位	切上げ	小数点以下第1位
設計荷重	kN	—	—	整数位
許容荷重	N	有効数字5桁目	切捨て	有効数字4桁*
算出荷重	N	有効数字5桁目	切上げ	有効数字4桁*

注記*：絶対値が1000以上のときはべき数表示とする。

3. 評価部位

原子炉本体の基礎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。

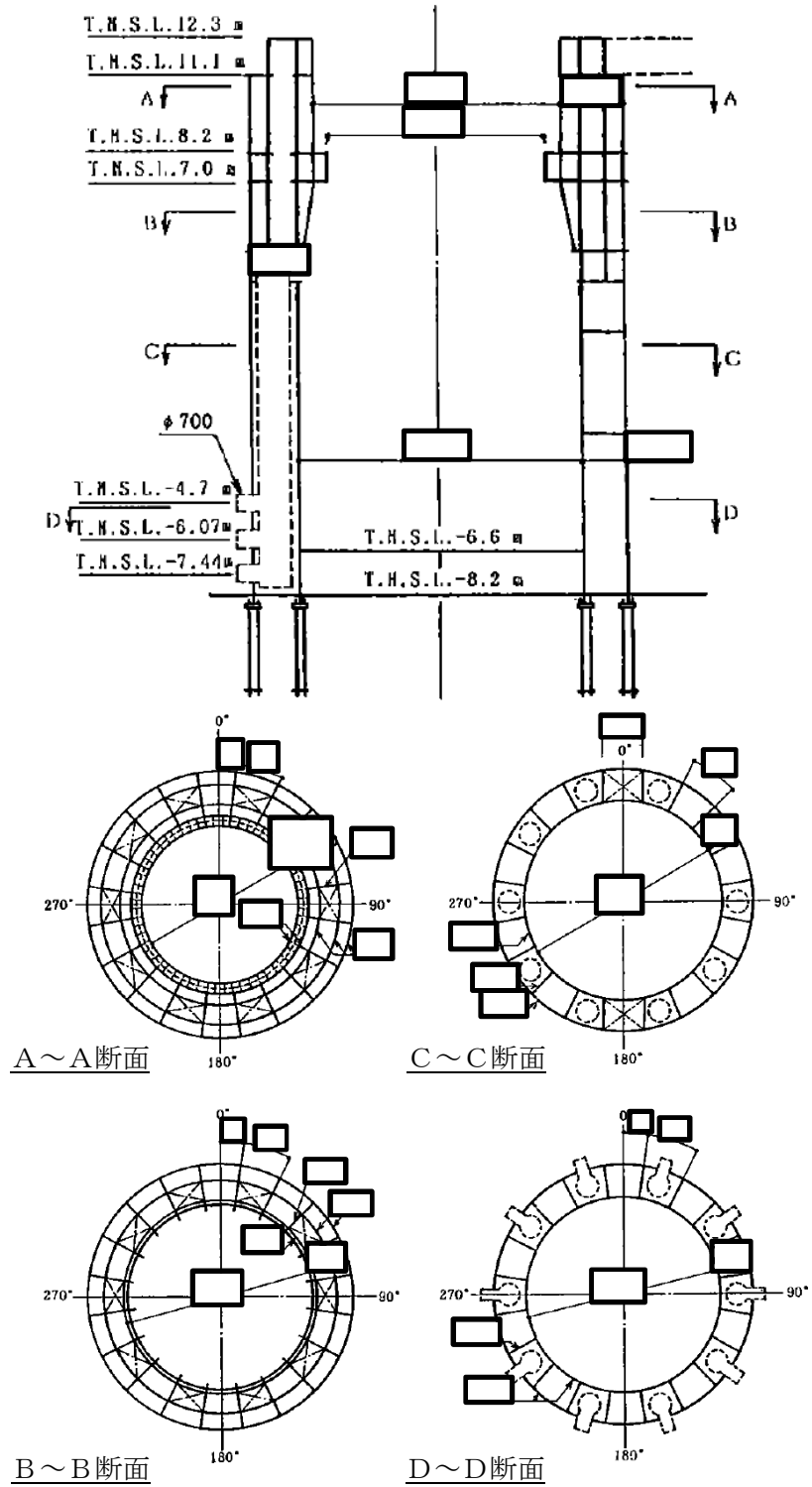


図 3-1 原子炉本体の基礎の形状及び主要寸法 (単位: mm)

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料	備考
構造用鋼材	□	□
原子炉本体基礎 アンカボルト	□	

4. 強度評価

4.1 強度評価方法

- (1) 原子炉本体の基礎の荷重は、原子炉格納容器底部及びダイヤフラムフロアを介して原子炉建屋に伝達される。原子炉本体の基礎の強度評価として、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。また、重大事故等対処設備としての評価においては、重大事故等時の下部ドライウェル及びサプレッションチェンバの水の影響を考慮する。
- (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値

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉本体の基礎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、V-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 許容値

原子炉本体の基礎の許容応力度及び許容荷重は「2.3 適用基準」に基づき算出する。構造用鋼材及び原子炉本体基礎アンカボルトに対する許容応力度を表4-2に示す。

4.2.3 使用材料の許容応力度評価条件

原子炉本体の基礎の使用材料の許容応力度評価条件を表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
原子炉本体	原子炉 圧力容器 支持構造物	原子炉本体の 基礎	建物・ 構築物	$D + P_{SA} + M_{SA}^{*2}$	(V(S)-1) (V(S)-2) (V(S)-3)	重大事故等時 <機能維持の検討>*3

注記*1：（ ）内は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5-4の荷重の組合せのNo.を示す。

*2：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5-4に従い、重大事故等時の温度荷重は組み合わせない。

*3：鋼構造設計規準による場合は、< >内の許容応力状態を適用する。

表 4-2 許容応力度

許容応力 状態	ボルト等以外				アンカボルト
	引張/ 組合せ	せん断	圧縮	曲げ	引張
機能維持 の検討	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_t$

表4-3 使用材料の許容応力度評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	F (N/mm ²)	S _y (N/mm ²)	S _u (N/mm ²)
構造用鋼材				
原子炉本体基礎 アンカボルト				

注記* :

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設計荷重を表 4-4 に示す。

表 4-4 設計荷重 (重大事故等対処設備)

荷重			原子炉本体の基礎に 直接作用する荷重	ダイヤフラム フロアより作用 する荷重	下部ドライウエル アクセストンネル より作用する荷重	その他より作用する 荷重	
重大事故 等時荷重	D L _{SA}	S A時死荷重 (自重及び機器支持 荷重等)	V : <input type="text"/> kN (円筒部表面より加わ る荷重 <input type="text"/> kN を含む)	V : <input type="text"/> kN	V : <input type="text"/> kN	V : <input type="text"/> kN (原子炉圧力容器より) V : <input type="text"/> kN (原子炉遮蔽壁より)	
	P _{SA}	S A時圧力	上向き最大	R : <input type="text"/> kN/m ²	V : <input type="text"/> kN	—	—
			下向き最大		V : <input type="text"/> kN		
	R _{SA}	S A時 配管荷重	上向き最大	—	—	—	—
			下向き最大	—	V : <input type="text"/> kN	—	—
	H _{SA1}	S A時水力 学的動荷重	逃がし安全弁 作動時荷重	R : <input type="text"/> kN/m ²	—	V : <input type="text"/> kN	—
	H _{SA2}		チャギング 荷重	R : <input type="text"/> kN/m ²	—	V : <input type="text"/> kN	—
H _{SA3}	蒸気凝縮 振動荷重		R : <input type="text"/> kN/m ²	—	V : <input type="text"/> kN	—	

注 1 : Vは鉛直方向を示す (下向きを正とする。)

注 2 : Rは半径方向を示す (外向きを正とする。)

4.3 計算方法

4.3.1 応力評価点

原子炉本体の基礎の応力評価点は、原子炉本体の基礎を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力度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。

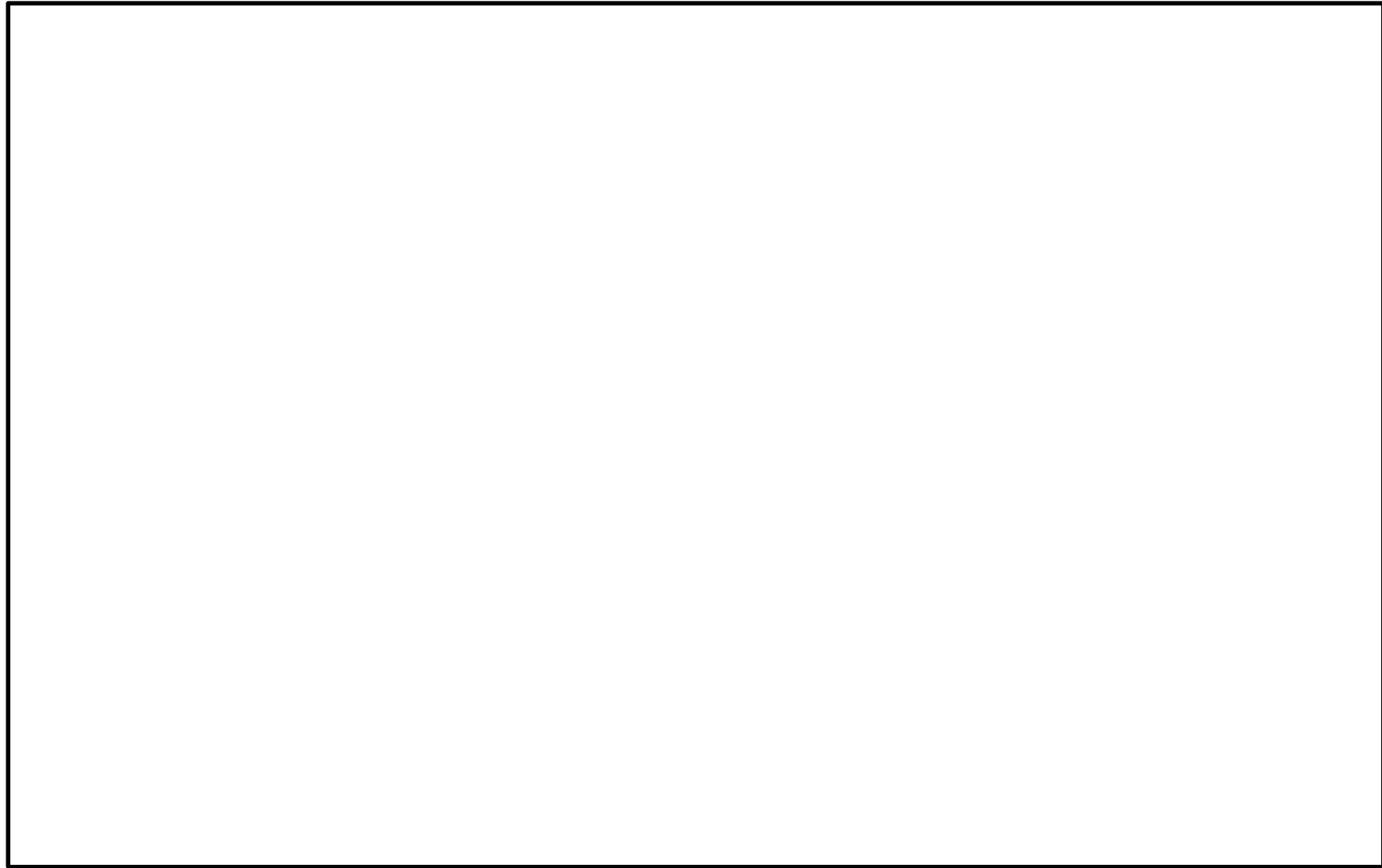
表 4-5 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P 1 * ¹	円筒部 (内筒, 外筒)
P 2 * ²	たてリブ
P 3	アンカボルト
P 4	ベアリングプレート
P 5 * ³	ブラケット部

注記*1：内筒及び外筒の評価点は、最大組合せ応力度発生箇所を含むよう選定するとともに、90 度及び 180 度位置の代表的な高さから選定する。代表的な高さは、応力レベルを考慮して、基部、水平吐出管、下部ドライウェルアクセストンネル、連通孔及びダイヤフラムフロア支持位置付近とする。

*2：たてリブの評価点については、最大応力度発生箇所を含むよう選定するとともに、最大応力度発生箇所を含むたてリブの代表的な高さとする。代表的な高さは、内筒及び外筒と同様とする。

*3：応力評価点 P5 については、原子炉本体の転倒荷重は小さく無視できるので評価を行わない。



① P1 : 円筒部 (内筒及び外筒)

② P2 : たてリブ

図 4-1 原子炉本体の基礎の応力評価位置 (その 1) (単位 : mm)

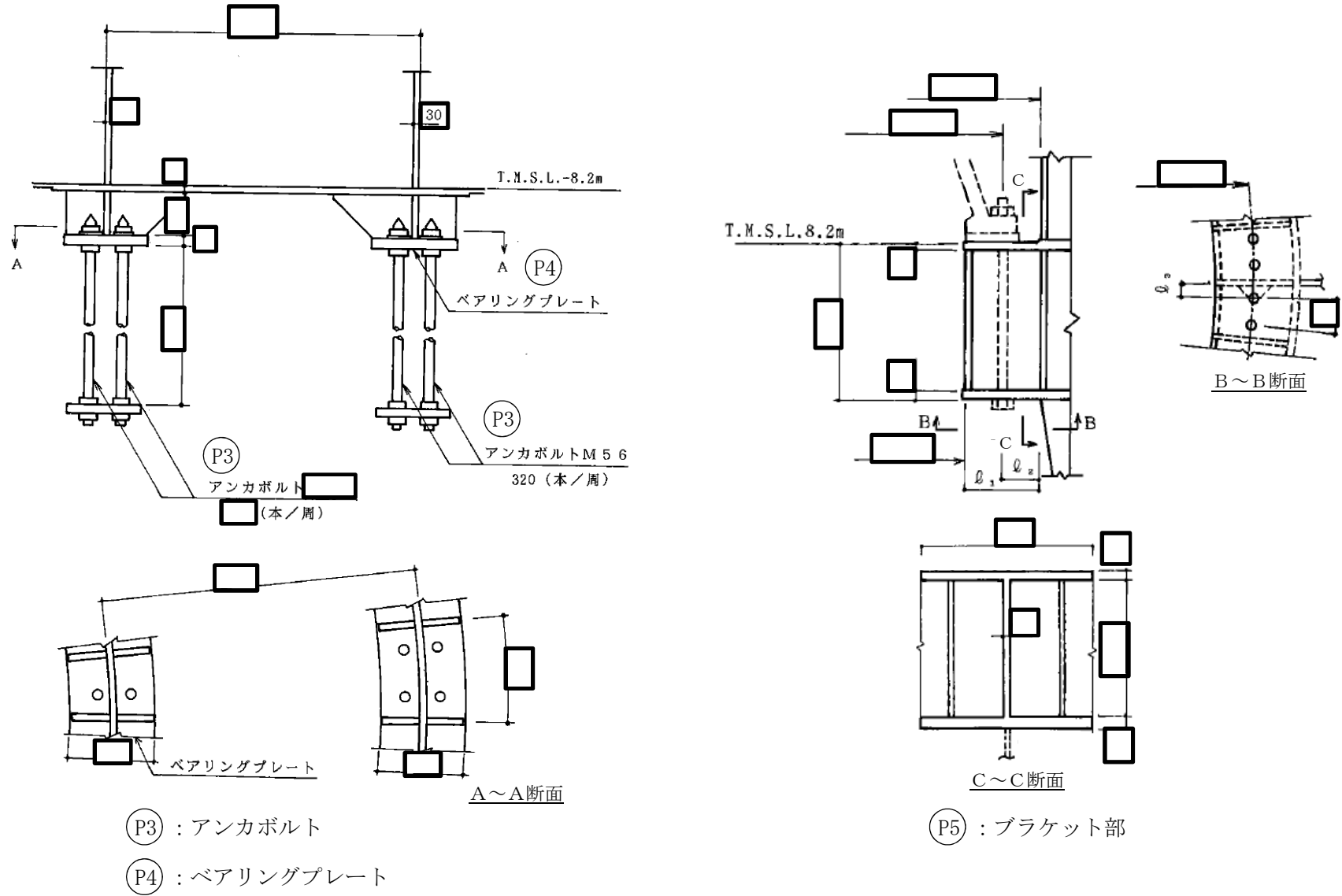


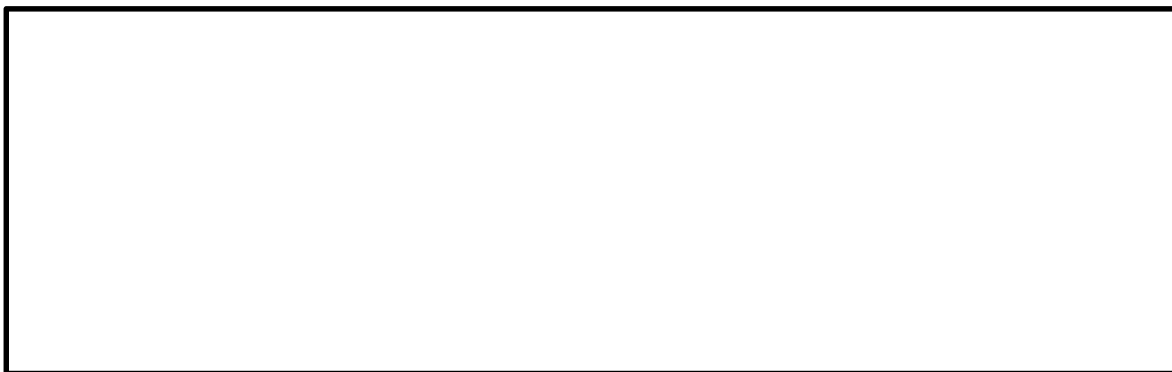
図 4-1 原子炉本体の基礎の応力評価位置 (その 2) (単位: mm)

4.3.2 解析モデル及び諸元

(1) 重大事故等対処設備としての解析モデル

重大事故等対処設備としての評価は、重大事故等時の下部ドライウエル及びサブプレッションチェンバの水の影響を考慮して応力解析を行う。

解析モデルの概要を以下に示す。



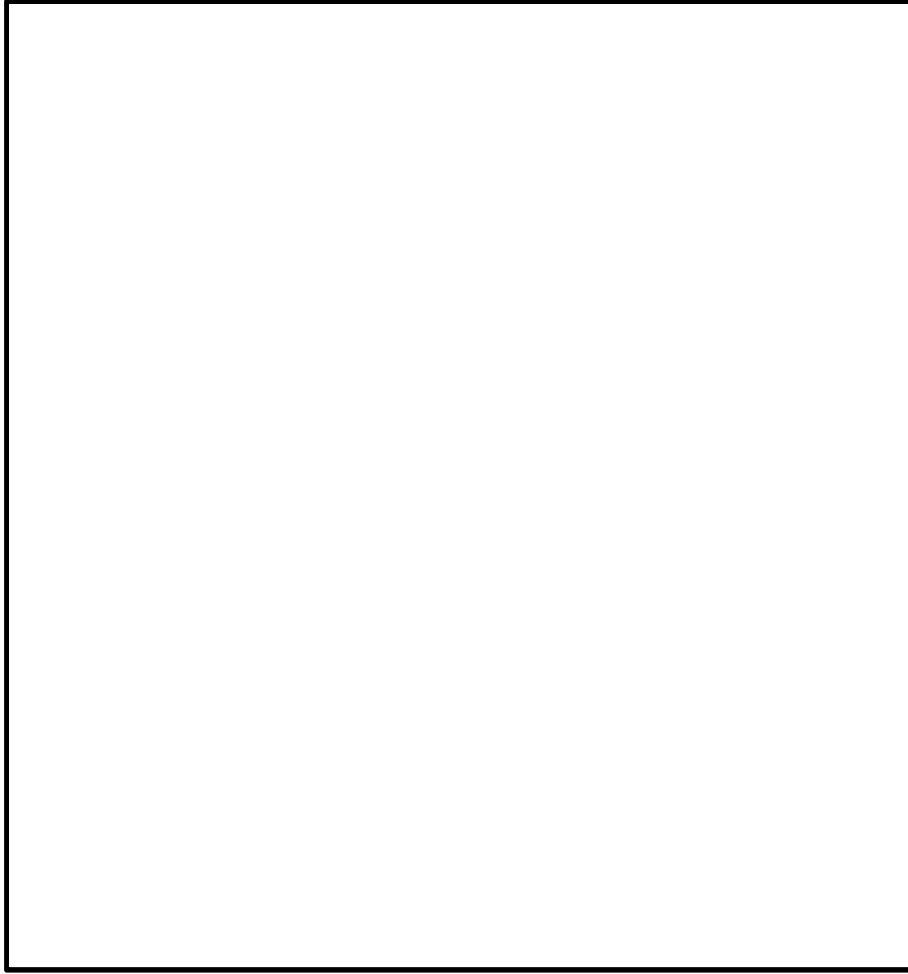


図 4-2 解析モデル

表 4-6 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	
質量	m ₀	kg	
温度条件	T	°C	200
縦弾性係数	E	N/mm ²	
ポアソン比	ν	—	
要素数	—	—	
節点数	—	—	

4.3.3 荷重及び応力度計算方法

原子炉本体の基礎の荷重及び応力度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荷重及び応力度計算

原子炉本体の基礎に作用する圧力及び死荷重等による荷重及び応力度は、「4.3.2 解析モデル及び諸元」に示す原子炉本体の基礎の解析モデルにより算出する。

4.4 計算条件

応力解析に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容値」に示す。

4.5 荷重及び応力度の評価

「4.3 計算方法」で求めた荷重及び応力度が許容値以下であること。

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

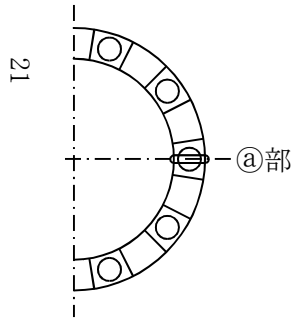
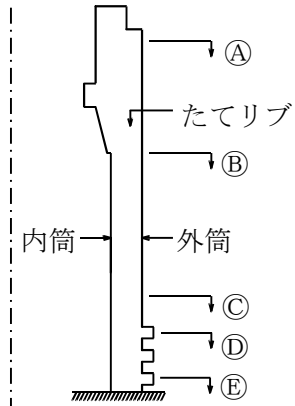
原子炉本体の基礎の重大事故等時の状態を考慮した場合の強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

(1) 強度評価結果

強度評価の結果を表 5-1 に示す。

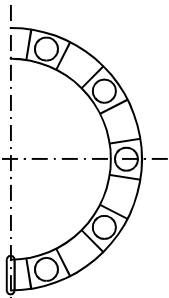
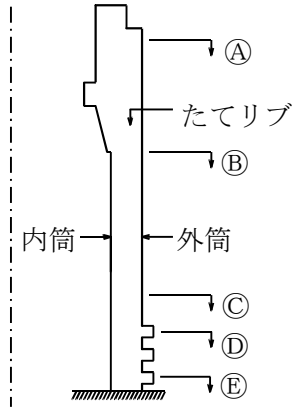
表 5-1(1) 重大事故等時に対する評価結果 (D+P_{SA}+M_{SA}) (その1)

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P1: 円筒部 ①部	内筒	①	面内せん断応力度	0.1		○
				組合せ応力度	51.7		○
			②	面内せん断応力度	13.1		○
				組合せ応力度	83.8		○
			③	面内せん断応力度	0.6		○
				組合せ応力度	136.4		○
		④	面内せん断応力度	0.6	○		
			組合せ応力度	97.1	○		
		⑤	面内せん断応力度	14.3	○		
			組合せ応力度	93.6	○		
		外筒	①	面内せん断応力度	5.5		○
				組合せ応力度	91.8		○
	②		面内せん断応力度	0.7	○		
			組合せ応力度	91.4	○		
	③		面内せん断応力度	1.5	○		
			組合せ応力度	98.7	○		
	④	面内せん断応力度	111.1	○			
		組合せ応力度	202.3	○			
	⑤	面内せん断応力度	168.9	○			
		組合せ応力度	294.1	○			



応力表示箇所

表 5-1(1) 重大事故等時に対する評価結果 (D + P_{SA} + M_{SA}) (その 2)



22

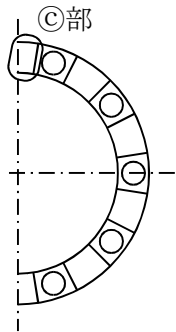
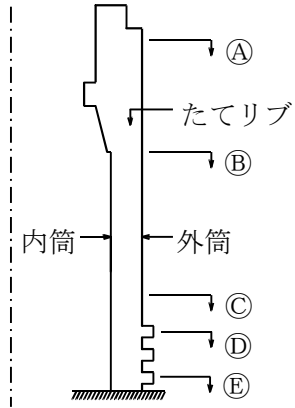
①部

応力表示箇所

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ①部	内筒	①	面内せん断応力度	2.9		○
				組合せ応力度	88.7		○
			②	面内せん断応力度	5.4		○
				組合せ応力度	158.2		○
			③	面内せん断応力度	41.4		○
				組合せ応力度	81.6		○
		④	面内せん断応力度	2.3	○		
			組合せ応力度	100.0	○		
		外筒	⑤	面内せん断応力度	39.4		○
				組合せ応力度	88.0		○
			①	面内せん断応力度	6.8		○
				組合せ応力度	72.1		○
	②		面内せん断応力度	6.0	○		
			組合せ応力度	142.0	○		
	③	面内せん断応力度	31.2	○			
		組合せ応力度	84.3	○			
	④	面内せん断応力度	80.8	○			
		組合せ応力度	153.7	○			
	⑤	面内せん断応力度	131.7	○			
		組合せ応力度	228.4	○			

表 5-1(1) 重大事故等時に対する評価結果 (D + P_{SA} + M_{SA}) (その 3)

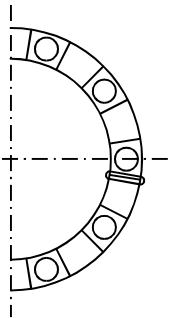
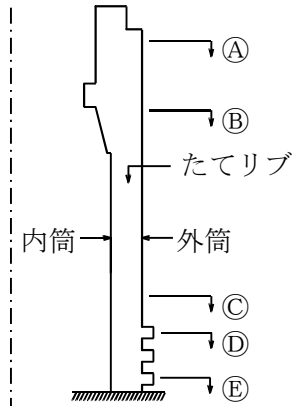
評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P1 : 円筒部 ◎部	内筒	◎A	面内せん断応力度	3.0		○
				組合せ応力度	85.5		○
			◎B	面内せん断応力度	5.0		○
				組合せ応力度	101.7		○
			◎C	面内せん断応力度	41.4		○
				組合せ応力度	82.7		○
		◎D	面内せん断応力度	2.3	○		
			組合せ応力度	99.9	○		
		◎E	面内せん断応力度	39.4	○		
			組合せ応力度	88.4	○		
		外筒	◎A	面内せん断応力度	3.6		○
				組合せ応力度	51.9		○
	◎B		面内せん断応力度	19.2	○		
			組合せ応力度	150.3	○		
	◎C		面内せん断応力度	8.7	○		
			組合せ応力度	115.3	○		
	◎D	面内せん断応力度	82.4	○			
		組合せ応力度	184.1	○			
	◎E	面内せん断応力度	84.6	○			
		組合せ応力度	331.2	○			



応力表示箇所

表 5-1(2) 重大事故等時に対する評価結果 (D + P_{SA} + M_{SA})

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P2	たてリブ	Ⓐ	面内せん断応力度	4.4		○
				組合せ応力度	46.7		○
			Ⓑ	面内せん断応力度	59.6		○
				組合せ応力度	145.6		○
			Ⓒ	面内せん断応力度	7.7		○
				組合せ応力度	81.6		○
			Ⓓ	面内せん断応力度	41.1		○
				組合せ応力度	90.5		○
			Ⓔ	面内せん断応力度	148.3		○
				組合せ応力度	317.9		○



応力表示箇所

表 5-1(3) 重大事故等時に対する評価結果 (D + P_{SA} + M_{SA})

評価対象 設備	評価部位		応力分類	機能維持の検討		判定	備考
				算出応力度	許容応力度		
				N/mm ²	N/mm ²		
原子炉本体 の基礎	P3	アンカボルト	引張応力度	35.0		○	
			引抜き力	3.449×10^5		○	単位 : N/4.5°
	P4	ベアリングプレート	曲げ応力度	118.7		○	

6. 参照図書

- (1) 柏崎刈羽原子力発電所第7号機 第1回工事計画認可申請書
IV-1-2「原子炉本体の基礎に関する説明書」