

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。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-984 改0
提出年月日	平成30年8月3日

V-2-6-5-2 出力領域計装の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
1.1 構造の説明	1
1.2 記号の説明	3
1.3 適用基準	4
1.4 形状・寸法・材料	4
1.5 解析範囲	4
1.6 計算条件	4
1.6.1 設計条件	4
1.6.2 運転条件	5
1.6.3 荷重の組合せと応力評価	6
1.6.4 材料	6
1.6.5 物性値	6
1.6.6 荷重の組合せ及び供用状態	6
1.6.7 許容応力	7
1.6.8 溶接部の継手効率	7
1.6.9 応力の記号と方向	7
2. 耐震計算	17
2.1 計算方法	17
2.2 形状・寸法	17
2.3 設計震度	17
2.4 計算結果	18
2.4.1 固有値解析結果	18
2.4.2 動的応答加速度	18
2.4.3 静的加速度	18
2.5 地震荷重	18
3. 応力計算	26
3.1 応力解析の手順	26
3.1.1 解析手順の概要	26
3.1.2 荷重の選定	26
3.1.3 応力計算と応力の分類	26
3.1.4 応力の評価	26
3.1.5 計算精度と数値の丸め方	26
3.2 応力計算	27
3.2.1 外圧による応力	27
3.2.2 外荷重による応力	28

3.3 応力強さの評価	29
3.3.1 一次一般膜応力強さの評価	29
3.3.2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価	29
4. 結論	35
4.1 固有周期	35
4.2 応力評価のまとめ	35
添付 計算精度と数値の丸め方	37

図表目次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	8
図 1-2	運転条件	9, 11
図 2-1	計算モデル	19
図 2-2	振動モード（刺激関数モード）	22
図 2-3	動的応答加速度分布図	23, 24
図 3-1	応力解析の手順	30
図 3-2	地震荷重による応力の計算モデル	31
表 1-1	LPRMの構造計画	2
表 1-2	外荷重	12
表 1-3	LPRMの各供用状態における外圧	13
表 1-4	荷重の組合せ	13
表 1-5	応力計算に使用する材料の物性値	13
表 1-6	荷重の組合せ及び供用状態	14, 15
表 1-7	許容応力	16
表 1-8	溶接部の継手効率	16
表 2-1	節点座標	20
表 2-2	計算モデルのデータ諸元	21
表 2-3	固有値解析結果	22
表 2-4	動的応答加速度	25
表 2-5	静的加速度	25
表 3-1	応力の分類	32
表 3-2	断面性状	33
表 3-3	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	34
表 3-4	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	34
表 4-1	計算結果の概要	36
付表-1	表示する数値の丸め方	37

1. 概要

本計算書は、平均出力領域モニタの出力領域計装（以下「LPRM」という。）検出器集合体（耐震設計上の重要度分類Sクラス）の耐震性についての計算書である。

なお、LPRM検出器集合体は、耐震Sクラスの設計基準対象施設であり、重大事故等対処設備に該当する。

1.1 構造の説明

LPRMの構造計画を表1-1に示す。

表 1-1 LPRMの構造計画

主要区分	計画の概要		概略構造図
	基礎・支持構造	主体構造	
出力領域計装 (LPRM検出器集合体)	原子炉压力容器内上部格子板で支持、炉心支持板で固定される。	LPRM検出器集合体は、カバーチューブの内側に校正用導管を内蔵する構造の長尺円筒構造物であり、カバーチューブの直径は <input type="text"/> mm、校正用導管の直径は、 <input type="text"/> mm である。	

1.2 記号の説明

本計算書において、下記の記号を使用する。ただし、本文中に別途記載ある場合は、この限りではない。

計算書の記号	記号の説明	単位
A	断面積	mm ²
D _i	内径	mm
D _o	外径	mm
E	縦弾性係数	MPa
H	水平力	N
I	断面二次モーメント	mm ⁴
L	リングからプランジャ先端までの長さ	mm
<i>l</i>	リングからチャンネルボックスに接触する点までの距離	mm
<i>l'</i>	リングから応力評価点までの距離	mm
P _b	一次曲げ応力	MPa
P _m	一次一般膜応力	MPa
P _o	外圧	MPa
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地震力	—
S _m	設計応力強さ	MPa
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	MPa
S _y	設計降伏点	MPa
V	鉛直力	N
t	厚さ	mm
δ _D	設計たわみ量	mm
η	溶接部の継手効率	—
σ _l	軸方向応力	MPa
σ _r	半径方向応力	MPa
σ _t	周方向応力	MPa
τ _{tl}	せん断応力	MPa

1.3 適用基準

発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。））J S M E S N C 1-2005/2007）（日本機械学会 2007年）（以下「設計・建設規格」という。）及び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 電気技術基準調査委員会 昭和59年）を適用する。

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

1.4 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所の形状・寸法・材料を、図1-1に示す。

1.5 解析範囲

応力計算は、図1-1に示す応力評価点について行う。

1.6 計算条件

1.6.1 設計条件

最高使用圧力（外圧） : 8.62 MPa

最高使用温度 : 302 °C



1.6.2 運転条件

運転条件及び記号は、次のとおりである。

【運転状態Ⅰ及びⅡ】

(1)	ボルト締付け	{ボルト締付け}	[C01]
(2)	耐圧試験（最高使用圧力以下）	{耐圧試験最高使用圧力以下}	[C02]
(3)	起動（昇温）	{起動昇温}	[C03]
(4)	起動（タービン起動）	{起動タービン起動}	[C04]
(5)	夜間低出力運転（出力 75 %）	{夜間低出力運転出力 75 %}	[C05]
(6)	週末低出力運転（出力 50 %）	{週末低出力運転出力 50 %}	[C06]
(7)	制御棒パターン変更	{制御棒パターン変更}	[C07]
(8)	給水加熱機能喪失（発電機トリップ）	{発電機トリップ}	[C08]
(9)	給水加熱機能喪失（給水加熱器部分バイパス）	{給水加熱器部分バイパス}	[C09]
(10)	スクラム（タービントリップ）	{スクラムタービントリップ}	[C10]
(11)	スクラム（その他のスクラム）	{スクラムその他のスクラム}	[C11]
(12)	定格出力運転	{定格出力運転}	[C12]
(13)	停止（タービン停止）	{停止タービン停止}	[C13]
(14)	停止（高温待機）	{停止高温待機}	[C14]
(15)	停止（冷却）	{停止冷却}	[C15]
(16)	停止（容器満水）	{停止容器満水}	[C16]
(17)	停止（満水後冷却）	{停止満水後冷却}	[C17]
(18)	ボルト取外し	{ボルト取外し}	[C18]
(19)	燃料交換	{燃料交換}	[C19]
(20)	スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	{スクラム原子炉給水ポンプ停止}	[C20]
(21)	スクラム（逃がし安全弁誤作動）	{スクラム逃がし安全弁誤作動}	[C21]

【運転状態Ⅲ】

(1)	スクラム（過大圧力）	{スクラム過大圧力}	[C22]
(2)	冷却材再循環系仕切弁誤作動（冷状態）	{冷再循環系仕切弁誤作動}	[C23]
(3)	冷却材再循環ポンプ誤起動（冷状態）	{冷再循環ポンプ誤起動}	[C24]

【運転状態Ⅳ】

(1)	冷却材喪失事故	{冷却材喪失事故}	[C25]
-----	---------	-----------	-------

各運転条件における外荷重を、表 1-2 に示す。

各運転条件における、LPRM検出器集合体の校正用導管の外圧（原子炉圧力容器の内圧）の変化、周囲の流体の温度変化及びその繰返し回数を図 1-2(1)に示す。



1.6.3 荷重の組合せと応力評価

荷重の組合せと応力評価項目の対応を表 1-4 に示す。

表 1-4 及び本計算書において使用する荷重の種類と記号は、下記のとおりである。

荷重	記号
(1) LPRM検出器集合体の校正用導管の外圧（原子炉圧力容器の内圧）	[L01]
(2) 死荷重（機器の自重により生じる荷重）	[L04]
(3) 機器の地震時の振動による地震荷重 S_d^* （一次荷重）	[L14]
(4) 機器の地震時の振動による地震荷重 S_s （一次荷重）	[L16]

1.6.4 材料

各部の材料は、次に示すとおりである。

校正用導管 : SUS304TB 相当 (耐圧部)
 カバーチューブ : SUS304LTB 相当 (非耐圧部)

1.6.5 物性値

応力計算に使用する材料の物性値は、下記のとおりである。

- (1) 縦弾性係数 E は設計・建設規格 付録材料図表 Part6 表 1 に定められたものによる。
- (2) 機械的荷重による応力計算に使用する物性値は、最高使用温度（302 °C）に対する値を用いる。
- (3) 材料の物性値を、表 1-5 に示す。

1.6.6 荷重の組合せ及び供用状態

荷重の組合せ及び供用状態は、表 1-6 に示すとおりである。また、各供用状態で考慮する荷重は、1.6.2 項に示すとおりである。

1.6.7 許容応力

- (1) 設計応力強さ S_m , 設計降伏点 S_y , 設計引張強さ S_u はそれぞれ設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 1, 表 8 及び表 9 に定められたものを使用する。
- (2) 一次応力の評価には, 各供用状態を定義する運転状態における流体の最高温度 (運転状態 I 及び II (°C)) に対する許容応力を用いる。
- (3) LPRM検出器集合体の設計条件及び各運転状態の応力評価に用いる許容応力は設計・建設規格 CSS-3110 により, 表 1-7 に示すとおりである。

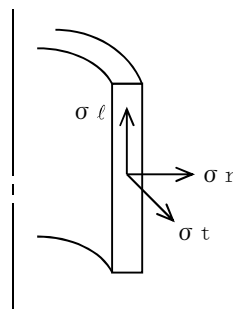
1.6.8 溶接部の継手効率

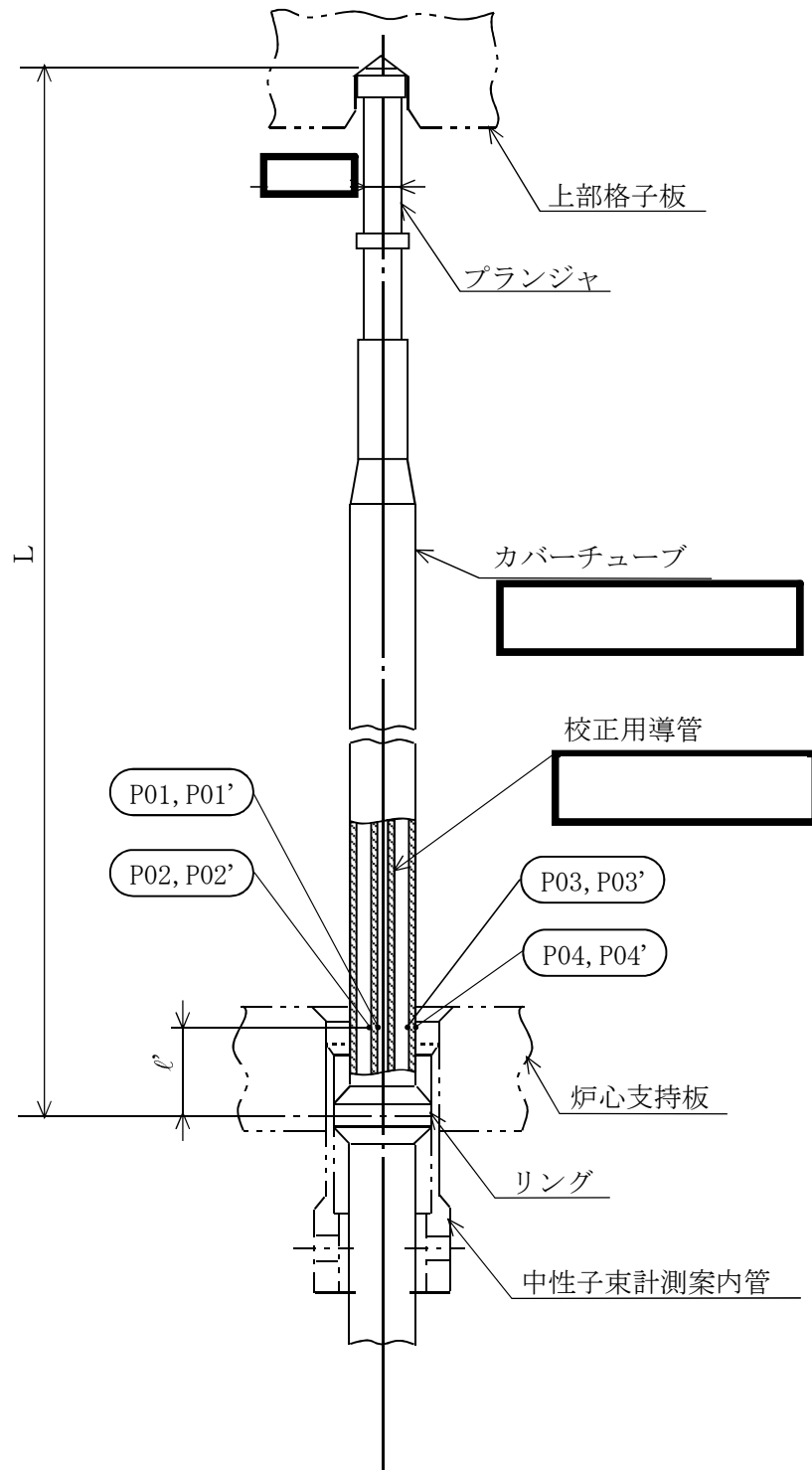
LPRM検出器集合体の応力評価点における溶接部の継手効率は, 継手の種類及び適用する検査の種類により定め, 表 1-8 に示すとおりとする。LPRM検出器集合体の溶接部でない応力評価点では, $\eta = 1.00$ を用いる。

1.6.9 応力の記号と方向

応力の記号とその方向は, 下記のとおりとする。

- σ_t : 周方向応力
- σ_l : 軸方向応力
- σ_r : 半径方向応力
- τ_{tl} : せん断応力





○ : 応力評価点
 [] : 材料

$L = 4095.1$
 $\ell = 42.4$

図 1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位 : mm)

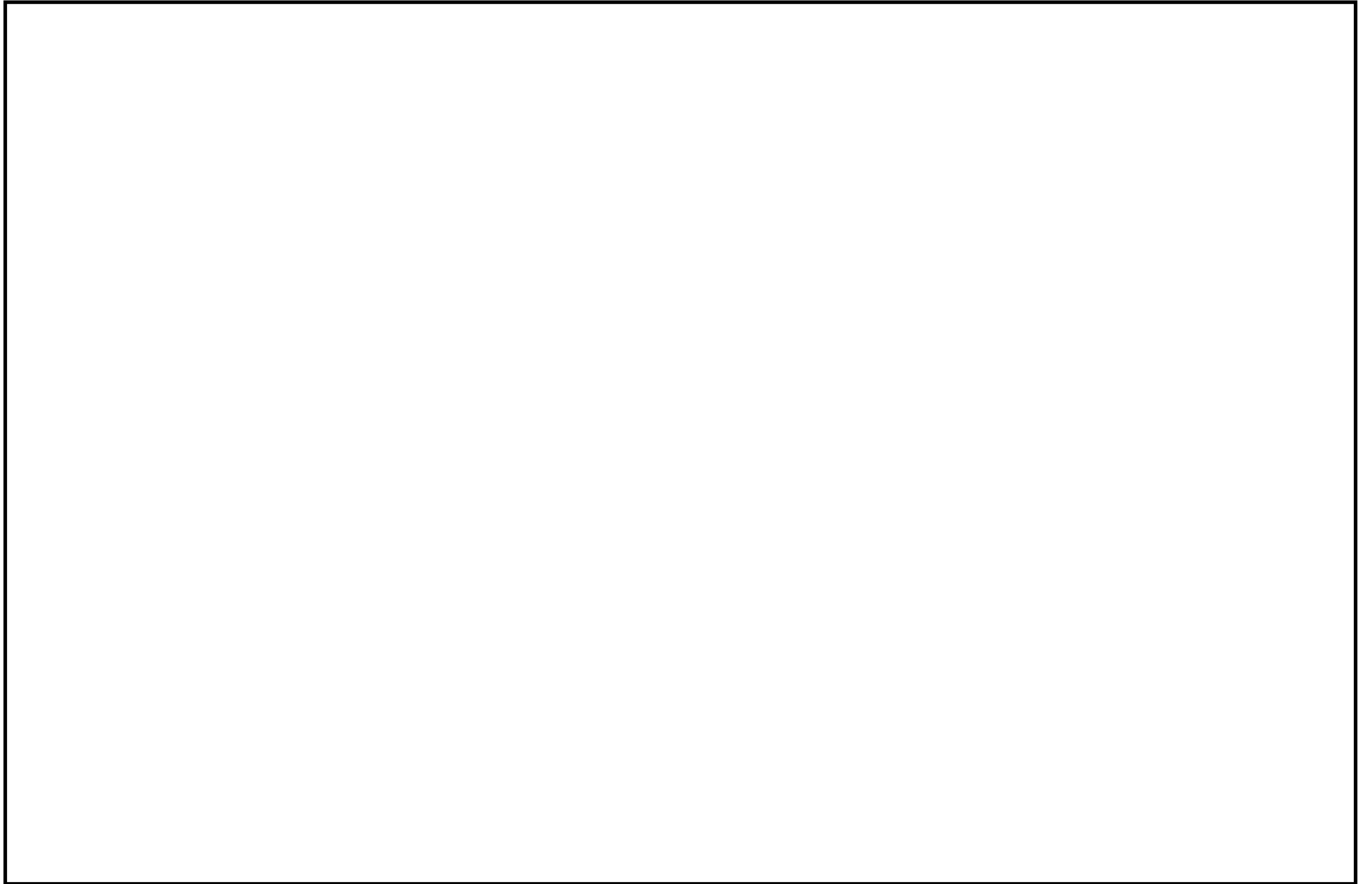


図 1-2(1) 運転条件



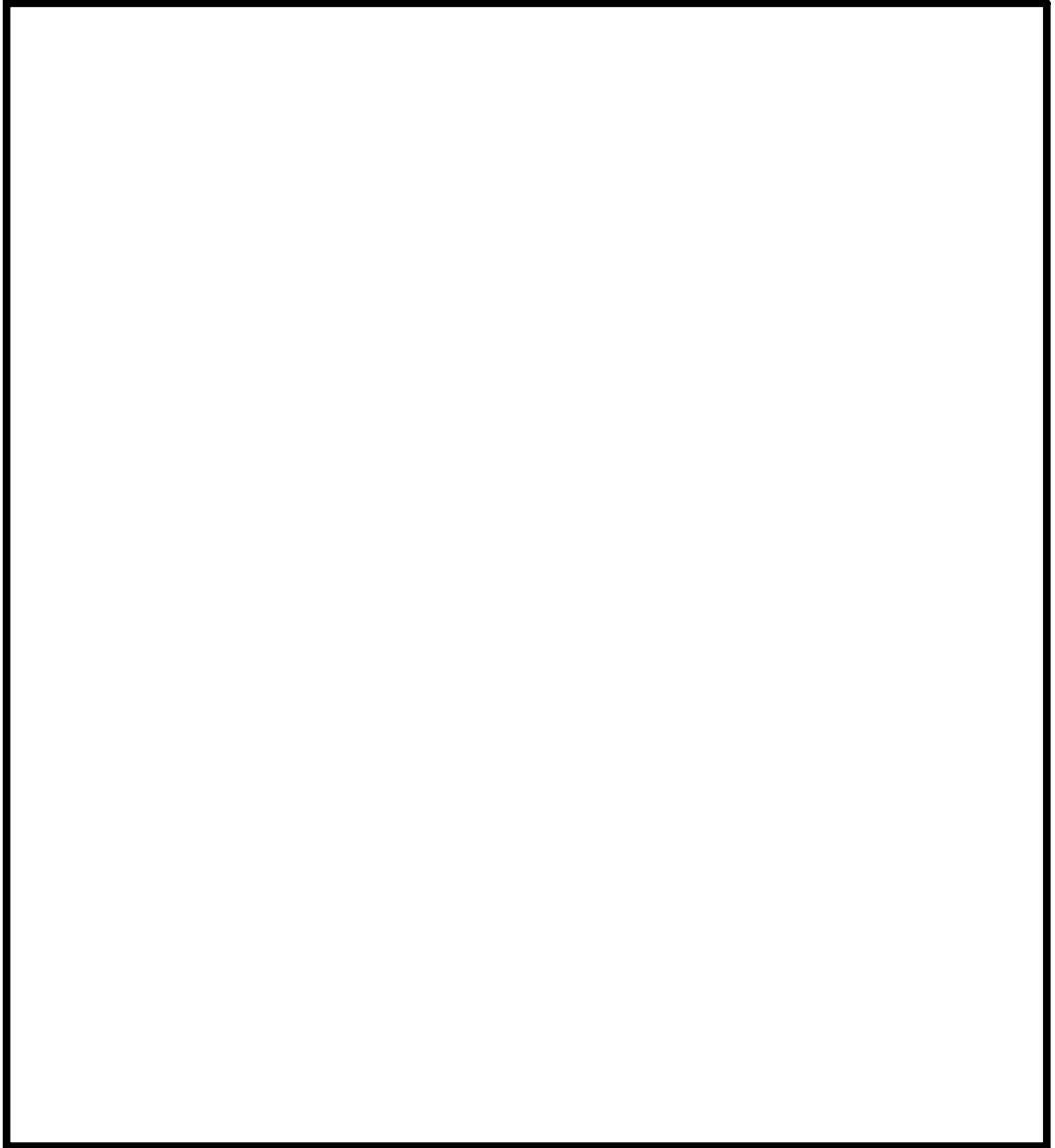


図 1-2(2) 運転条件
(原子炉压力容器内領域図)

表 1-2 外荷重

記号	荷重名称	鉛直力		水平力	地震時 L P R M 設計たわみ量
		校正用導管	カバーチューブ		
		V (N)		H (N)	δ_D (mm)
L04	死荷重				
L14	地震荷重 S_d^*				
L16	地震荷重 S_s				
注 1					
注 2					

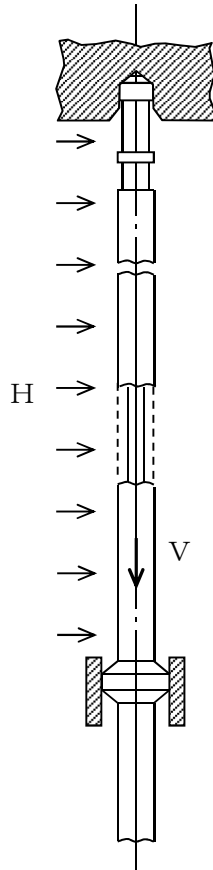


表 1-3 LPRMの各供用状態における外圧

(単位：MPa)

供用状態	外圧
Ⅲ _A S	
Ⅳ _A S	

表 1-4 荷重の組合せ

供用状態	荷重の組合せ	応力評価
Ⅲ _A S	L01+L04+L14	P _m P _m +P _b
Ⅳ _A S	L01+L04+L16	P _m P _m +P _b

表 1-5 応力計算に使用する材料の物性値

材料	温度 (°C)	E ×10 ⁵ (MPa)
オーステナイト系ステンレス鋼	302	

表 1-6(1) 荷重の組合せ及び供用状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の重要度分類	機器等の区分	各運転状態による荷重	供用状態	荷重の組合せ
計測制御 系統施設	計測装置	出力領域計装/ 出力領域計装集合体*	S	—	運転状態Ⅰによる荷重	Ⅲ _A S	P + D + S _d *
					運転状態Ⅱによる荷重		
					運転状態Ⅰによる荷重	Ⅳ _A S	P + D + S _s
					運転状態Ⅱによる荷重		

注：

P : 各運転状態における外圧

D : 死荷重

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地震力

S_s : 基準地震動 S_sにより定まる地震力

注記 * : 炉心支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 1-6(2) 荷重の組合せ及び供用状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	各運転状態による荷重	供用状態	荷重の組合せ
計装制御 系統施設	計測装置	出力領域計装/ 出力領域計装集合体*2	常設耐震 ／防止	—	運転状態Ⅰによる荷重	IV _A S	P + D + S _s
					運転状態Ⅱによる荷重		
					運転状態Ⅴによる荷重	VA S*3	P _{SAL} + D + S _d **4
	P _{SALL} + D + S _s *4						

注：

- P : 各運転状態における外圧
- P_{SAL} : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）で長期的に作用する圧力荷重
- P_{SALL} : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）で超長期的に作用する圧力荷重
- D : 死荷重
- 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地震力
- S_s : 基準地震動 S_sにより定まる地震力

- 注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。
 *2：炉心支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。
 *3：VA Sとして、IV_ASの許容限界を用いる。
 *4：「P + D + S_s」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 1-7(1) 許容応力

(単位：MPa)

応力分類	一次一般膜応力 (P_m)	
供用状態	Ⅲ _A S	Ⅳ _A S
温度 (°C)		
許容応力の算出式	$1.5 \cdot S_m$	Min ($2.4 \cdot S_m, 2/3 \cdot S_u$)

表 1-7(2) 許容応力

(単位：MPa)

応力分類	一次一般膜+一次曲げ応力 ($P_m + P_b$)	
供用状態	Ⅲ _A S	Ⅳ _A S
温度 (°C)		
許容応力の算出式	$2.25 \cdot S_m$	Min ($3.6 \cdot S_m, S_u$)

表 1-8 溶接部の継手効率

継手の分類	対応する 応力評価面	継手の種類	検査の種類*1	継手効率
管と管の周継手	P03-P04			

注記 *1：検査の種類を示す記号は次のとおりである。

P T：設計・建設規格 CSS-3150 に規定する E の検査

2. 耐震計算

2.1 計算方法

(1) 材料及び形状に関するデータから、電子計算機により、固有周期を求める。さらに、固有値解析結果より、モード解析法に基づき動的応答加速度を求める。

固有周期の計算は、計算機コード「SAP-IV」を用いて行う。

(2) LPRM検出器集合体に対する地震荷重は動的応答加速度及び静的加速度の両方について考慮する。

(3) 動的解析においてLPRM検出器集合体の質量は、炉心、原子炉圧力容器及び圧力容器内部構造物の全質量と比して小さいことから、これらとの連成系としては考えず、これらの構造物の地震応答解析^{*1}により得られた炉心支持板及び上部格子板における応答スペクトル（減衰定数 1.0 %）^{*2}を包絡してLPRM検出器集合体に対する入力とする。

注記 *1：「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」参照。

*2：「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」参照。

2.2 形状・寸法

LPRM検出器集合体の動的解析計算モデルを、図 2-1 に示す。



また、各節点の座標及び計算モデルのデータ諸元を、表 2-1 及び表 2-2 に示す。



2.3 設計震度

設計震度を下表に示す。

適用する地震動等*		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s					
モード	固有周期 (s)	応答水平震度	鉛直震度	応答水平震度	鉛直震度				
1次									
2次									
3次									
動的震度									
静的震度									

注記 *：剛領域（0.05 秒以下）における床応答スペクトルのピークを考慮した値を示す。

2.4 計算結果

2.4.1 固有値解析結果

固有値解析結果を，表 2-3 に示す。また，振動モードを図 2-2 に示す。

2.4.2 動的応答加速度

LPRM 検出器集合体の節点位置における動的応答加速度を図 2-3 に示す。また，LPRM 検出器集合体に作用する動的応答加速度の最大値を表 2-4 に示す。

2.4.3 静的加速度

LPRM 検出器集合体に作用する静的加速度を，表 2-5 に示す。

2.5 地震荷重

LPRM 検出器集合体に対する地震荷重を表 1-2 に示す。ここで，地震荷重 S_d^* については，表 2-4(1) 及び表 2-5 に示すように静的加速度より動的応答加速度の方が大きいので，動的応答加速度を用いて求めた結果を示す。

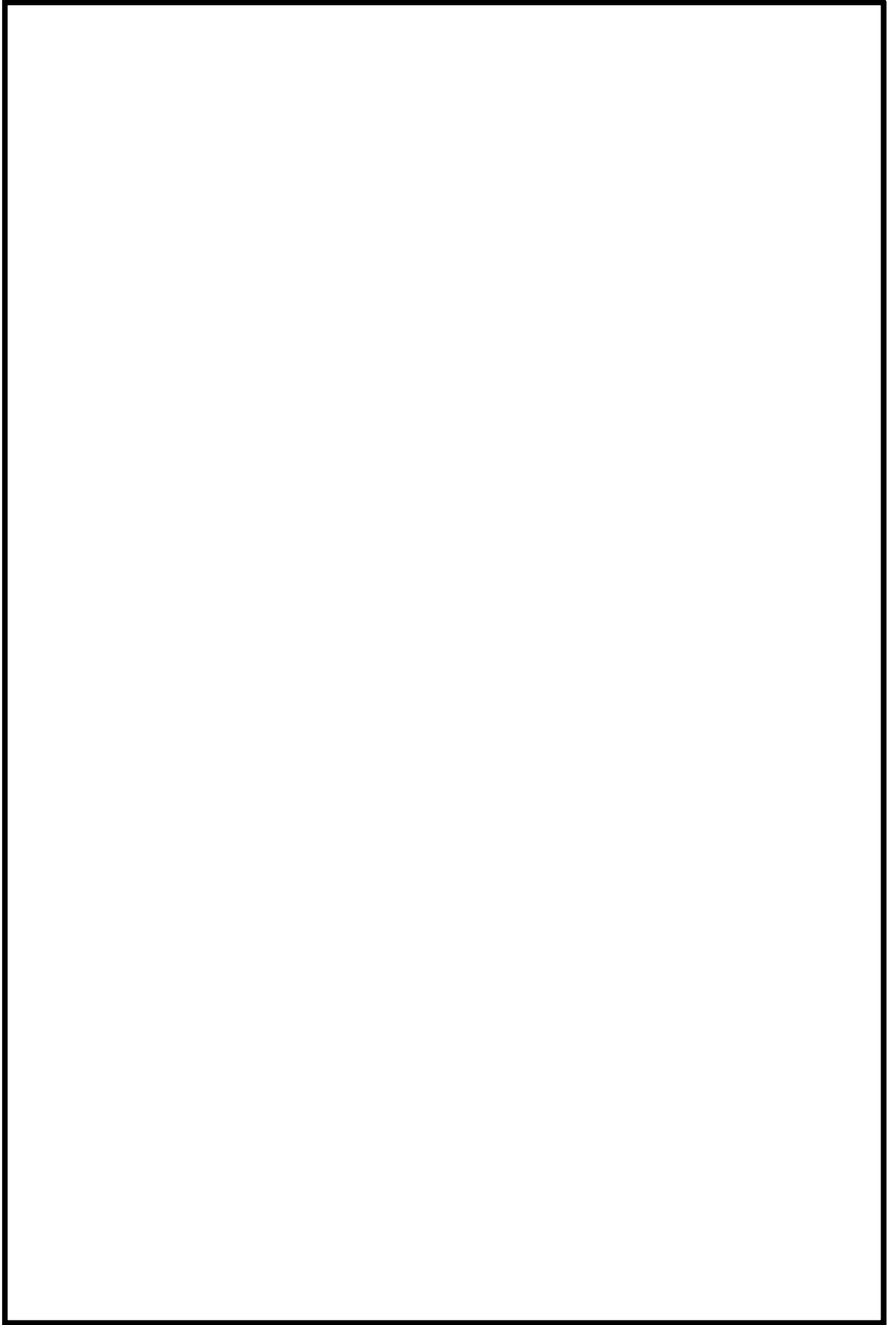


図 2-1 計算モデル

表 2-1 節点座標

(単位 : mm)

節点 番号	座標		
	X	Y	Z
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

表 2-2 計算モデルのデータ諸元

部材端の節点番号	断面寸法 (mm)		縦弾性係数 (MPa)	ポアソン比	密度 (kg/mm ³)
	外径	厚さ			
1～ 2					
2～ 3					
3～ 4					
4～ 5					
5～ 6					
6～ 7					
7～ 8					
8～ 9					
9～10					
10～11					
11～12					

表 2-3 固有値解析結果

次数	固有周期 (s)	刺激係数
1次		
2次		

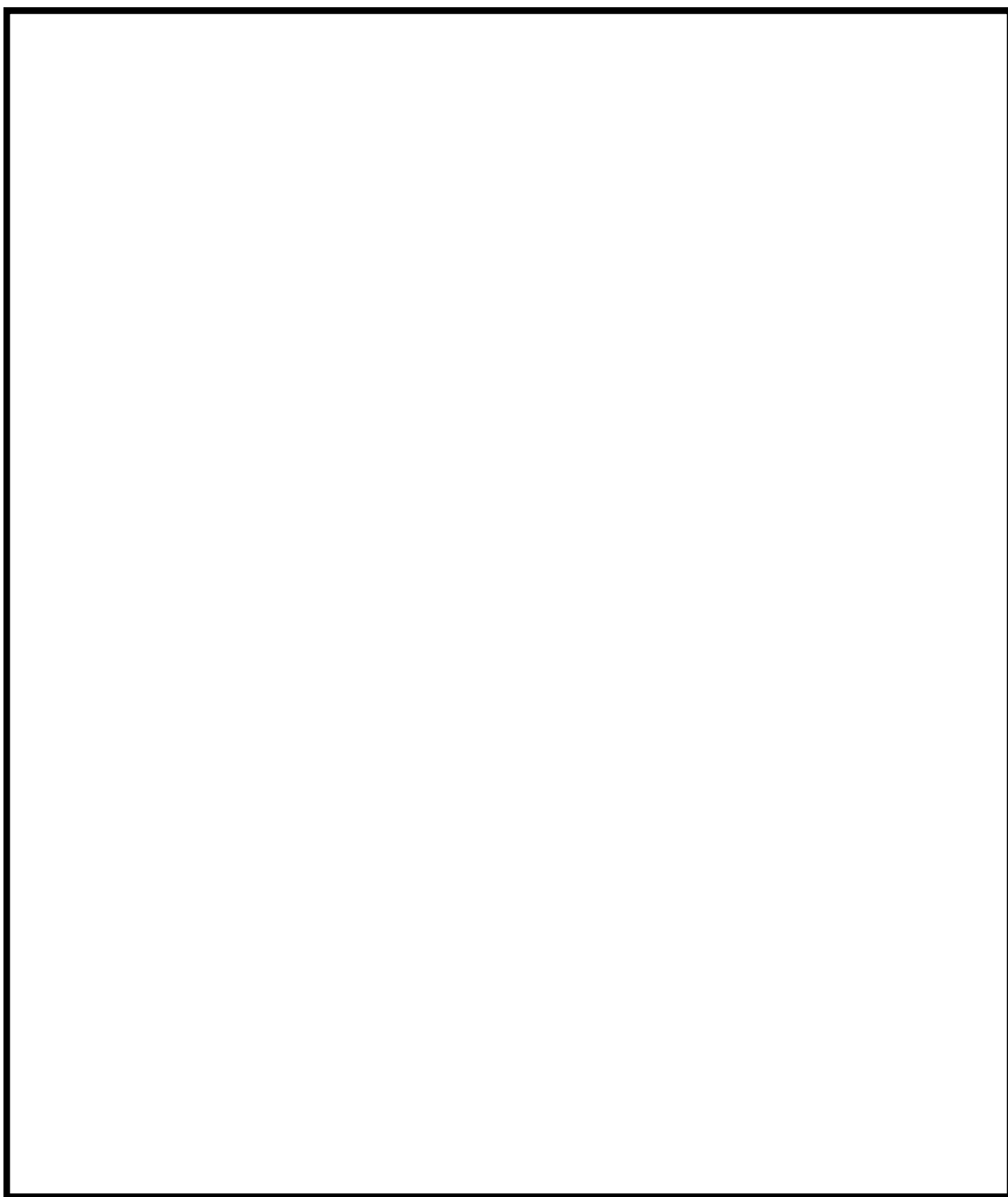


図 2-2 振動モード (刺激関数モード)

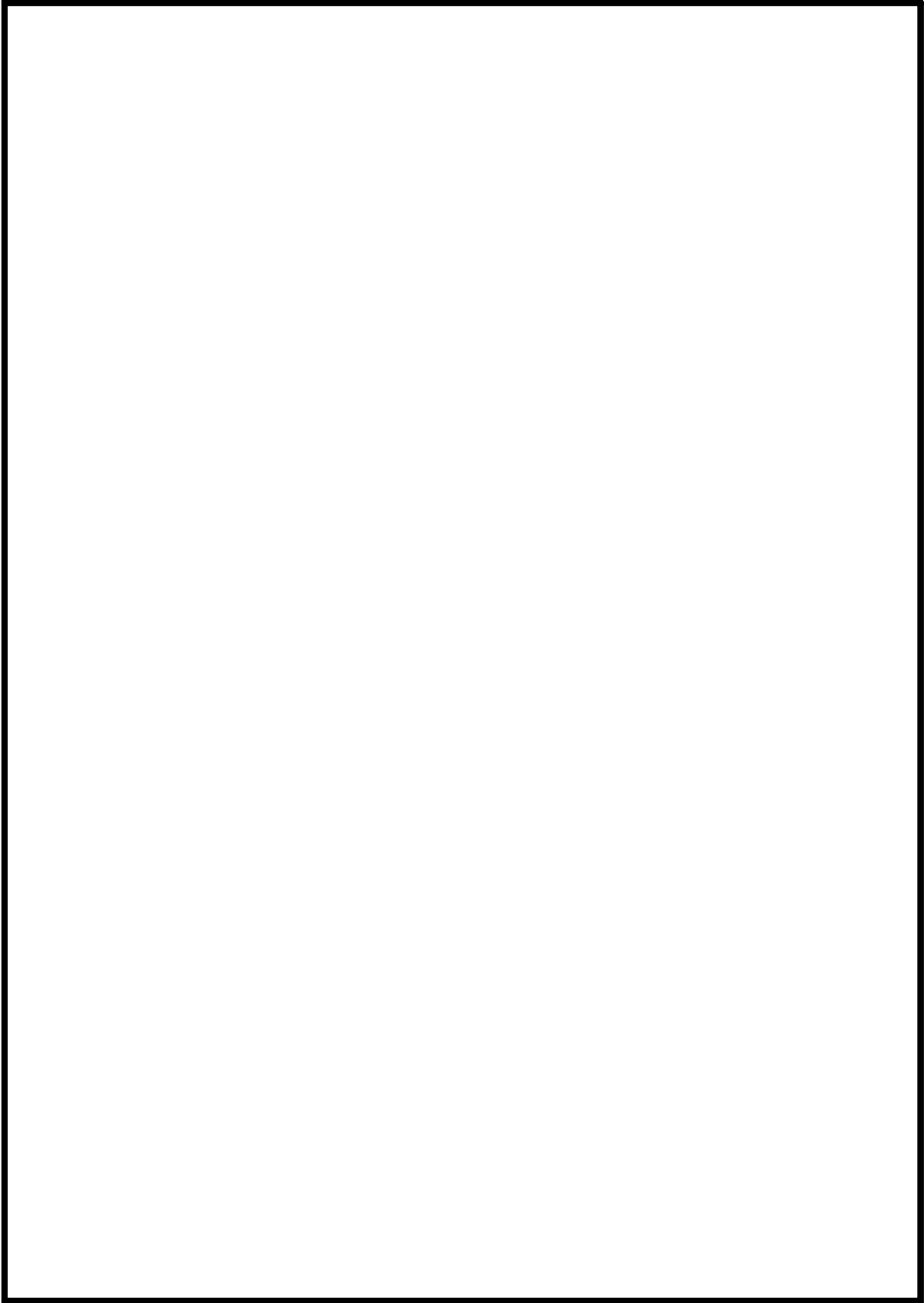


図 2-3(1) 動的応答加速度分布図
(弾性設計用地震動 S d)

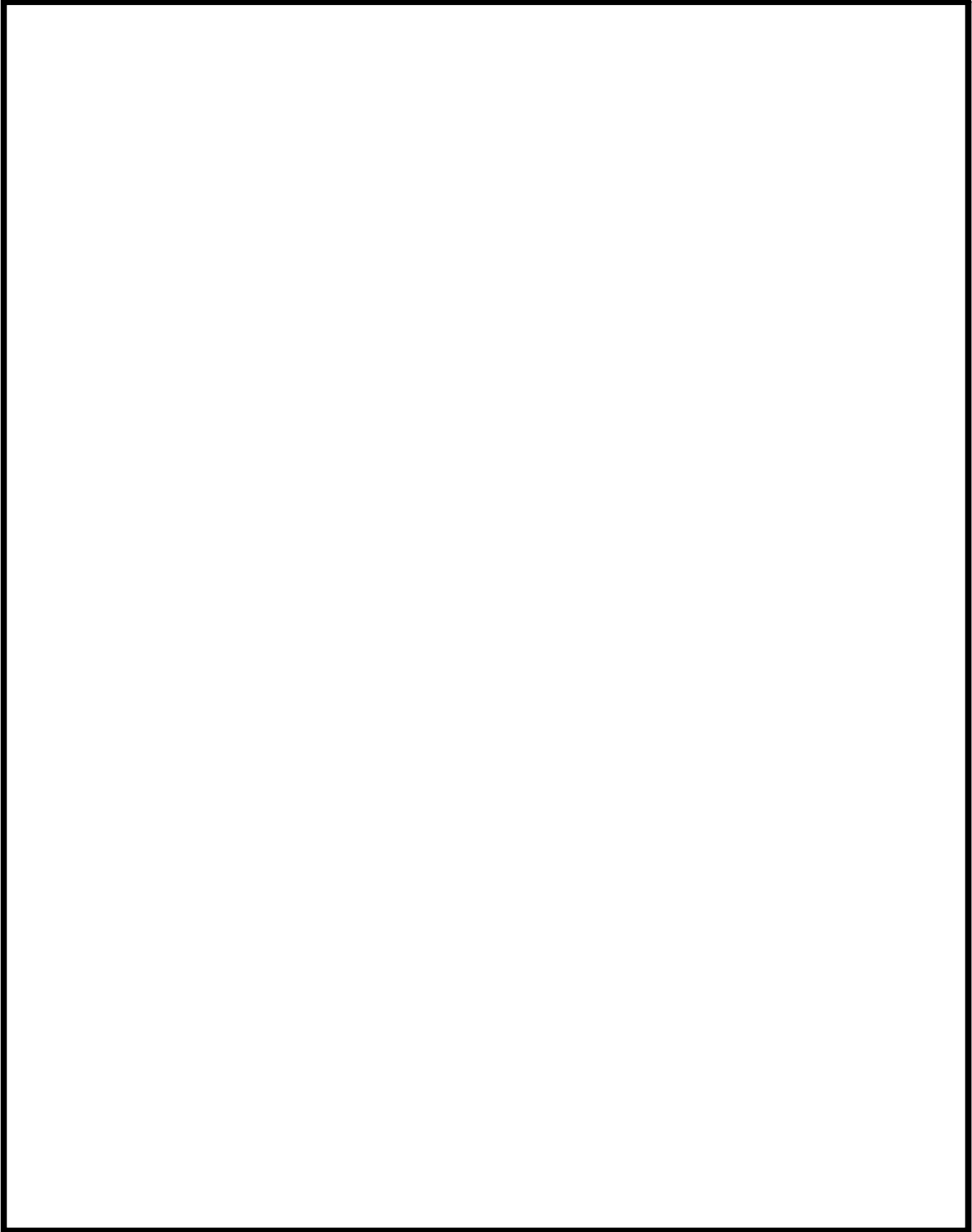


図 2-3(2) 動的応答加速度分布図
(基準地震動 S s)

表 2-4(1) 動的応答加速度

(弾性設計用地震動 S_d)

(単位: m/s^2)

位置	加速度
節点番号 6	

表 2-4(2) 動的応答加速度

(基準地震動 S_s)

(単位: m/s^2)

位置	加速度
節点番号 6	

表 2-5 静的加速度

(単位: m/s^2)

位置	加速度
炉心支持板	
上部格子板	

3. 応力計算

3.1 応力解析の手順

応力解析を行う手順について述べる。

3.1.1 解析手順の概要

解析手順の概要を、図 3-1 に示す。

3.1.2 荷重の選定

荷重条件は、1 章に示されているが、各部の計算においては、その部分について作用する荷重を選定して計算を行う。

3.1.3 応力計算と応力の分類

(1) 応力計算の方法

a. 応力計算は荷重の種類ごとに行う。荷重として与えられるものは次の 2 つである。

(a) 外圧

(b) 外荷重

b. 解析する箇所の形状は、次の方針に従ってモデル化する。

(a) 構造の不連続を考慮して応力の最も厳しい箇所に応力評価点（面）を選ぶ。なお、軸対称モデル解析において、非軸対称な外荷重による応力評価を行った場合、荷重の入力方位と応力評価点の方位の関係により応力に極大値と極小値が生じる。外荷重による応力が極大となる方位の応力評価点は [例 P01] と表し、極小となる方位の応力評価点には、プライム (') を付けて [例 P01'] と表す。

一次応力の評価は、内外面の応力評価点を含む断面（応力評価面）について行う。

(2) 応力の分類

応力の計算結果は、表 3-1 の応力の分類方法に従って分類し、表 3-3 に示す。

3.1.4 応力の評価

(1) 一次応力強さ

供用状態Ⅲ_AS, 供用状態Ⅳ_ASにおいて生じる一次一般膜応力及び一次一般膜+一次曲げ応力の応力強さが、1.6.7 項及び 1.6.8 項に示す許容値を満足することを示す。

3.1.5 計算精度と数値の丸め方

応力計算結果及び応力評価結果の表示数値の丸め方を添付に示す。

3.2 応力計算

3.2.1 外圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

最高使用圧力 (外圧) : 8.62 MPa

各運転条件における外圧 : 図 1-2(1)参照

計算は、最高使用圧力に対して行い、各運転条件での応力は、比例計算により求める。

なお、カバーチューブ及びプランジャでは、内外面の圧力差がないので、応力は発生しない。

(2) 計算方法

a. 一次一般膜応力

外圧 P_0 による一次一般膜応力は、次式で求める。

$$\sigma_t = - \frac{Y}{Y-1} \cdot P_0$$

$$\sigma_\ell = - \frac{Y^2}{Y^2-1} \cdot P_0$$

$$\sigma_r = - \frac{Y}{Y+1} \cdot P_0$$

ここで、 $Y = \frac{D_o}{D_i}$

なお、各応力評価点での D_o 、 D_i は表 3-2 に示す。

b. 一次一般膜+一次曲げ応力

外圧 P_0 による一次曲げ応力は、存在しない。したがって、一次一般膜+一次曲げ応力は、一次一般膜応力と同じである。

(3) 計算結果

各応力評価点での応力を分類して、表 3-3 に示す。

3.2.2 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

LPRM検出器集合体に働く外荷重を、表 1-2 に示す。

(2) 計算方法

外荷重による応力は、以下により求める。

a. 死荷重 (L04)

死荷重による応力は次式で求める。

$$\sigma_{\ell} = -\frac{V}{A}$$

b. 地震荷重 (L14 及び L16)

(a) 水平方向地震荷重による応力



応力計算モデルを図 3-2 に示す。



$$M_E = P_B \cdot (\ell - \ell') - \frac{1}{2} \cdot w \cdot (\ell - \ell')^2$$

$$F_E = w \cdot (\ell - \ell') - P_B$$

ここで、

$$P_B = \frac{w \cdot \ell}{3}$$

$$w = \frac{H}{L}$$

$$\ell = \left[\frac{72 \cdot \delta_D \cdot E \cdot I}{w} \right]^{\frac{1}{4}}$$

なお、 I はカバーチューブ母材に対する値を用い、校正用導管の H の値ではその断面二次モーメントを考慮する。

したがって、応力評価点に生じる一次曲げ応力は次のようになる。

$$\sigma_{\ell} = \pm \frac{M_E}{I} \cdot \frac{D_o}{2}$$

また、各応力評価点で生じる一次一般膜応力は

$$\tau_{\ell} = \pm \frac{F_E}{A}$$

ただし、各応力評価点の D_o 、 A 、 I は表 3-2 による。

(b) 鉛直方向地震荷重による応力

鉛直方向地震による応力は次式で求める。

$$\sigma_{\ell} = \frac{V}{A}$$

(3) 計算結果

各応力評価点での応力を分類して、表 3-3 に示す。

3.3 応力強さの評価

応力強さの評価は、図 1-1 に示す応力評価点に対して行う。

3.3.1 一次一般膜応力強さの評価

各供用状態における評価をまとめて、表 3-3 に示す。

表 3-3 より、各供用状態の一次一般膜応力強さは、設計・建設規格 CSS-3111 を満足する。

3.3.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価

各供用状態における評価をまとめて、表 3-4 に示す。

表 3-4 より、各供用状態の一次一般膜＋一次曲げ応力強さは、設計・建設規格 CSS-3111 を満足する。

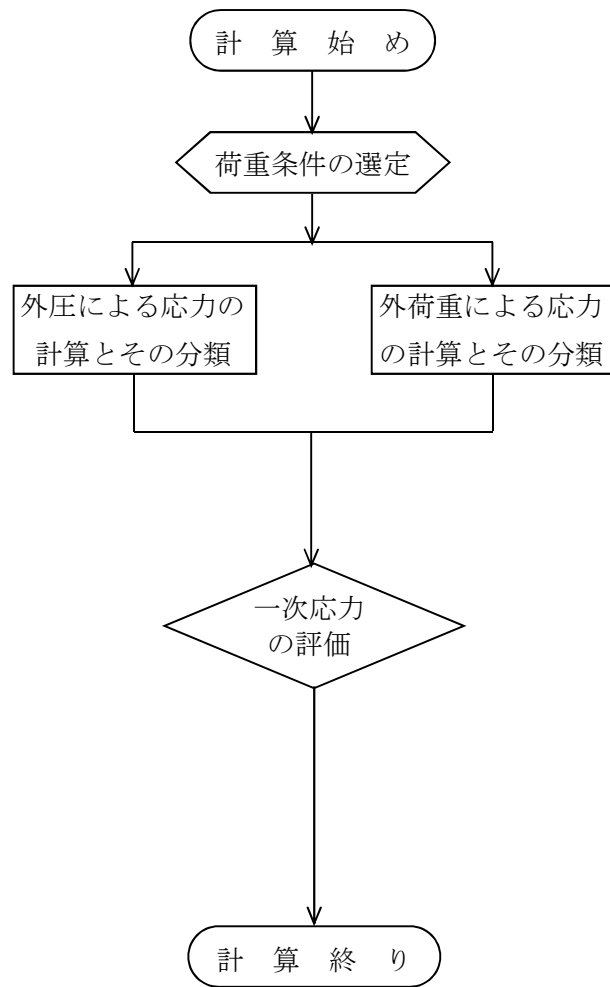


図 3-1 応力解析の手順

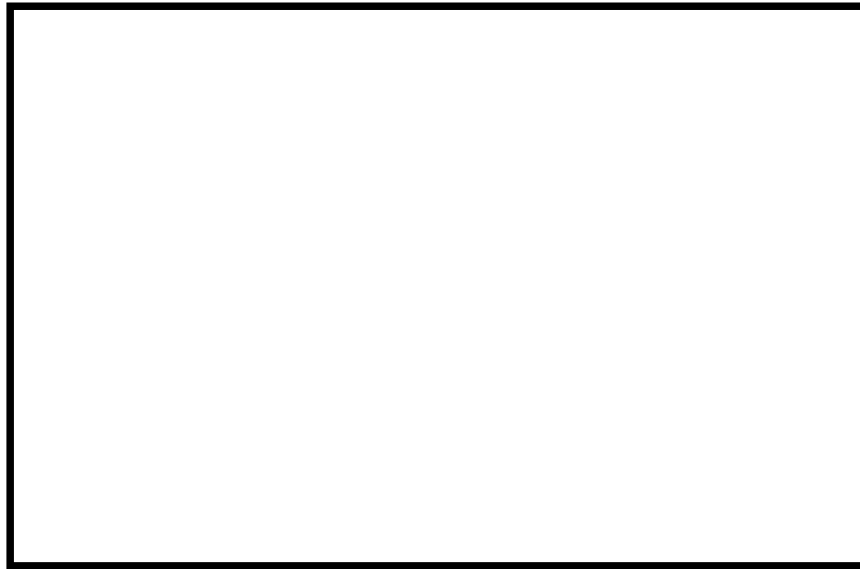


図 3-2 地震荷重による応力の計算モデル (単位 : mm)

表 3-1 応力の分類

	位 置	荷重の種類	応力の分類	
管状構造物	不連続部より遠い部分	圧力差	一般膜応力	P_m
		外荷重又はモーメント	全断面について平均した一般膜応力 曲げ応力	P_m P_b

注：

P_m : 圧力差又は機械的荷重によって生じる膜応力であって、構造上の不連続性及び局部的形状の変化によって生じる膜応力は除く。ただし、実際の応力評価では、応力評価面を構造上の不連続部にとることが多いので、内径、板厚がその応力評価面での値に等しい単純な殻を仮定し、シェル理論又ははり理論を用いて計算した応力を、その応力評価面における P_m とする。

P_b : 外力、内力及びモーメントに対して、単純な平衡の法則を満足する曲げ応力をいう。

表 3-2 断面性状

応力評価点	D _o (mm)	D _i (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)
P01, P02				
P03, P04				

表 3-3 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力 評価面	供用状態Ⅲ _A S		供用状態Ⅳ _A S	
	応力強さ	許容値	応力強さ	許容値
P01 P02	27	172	27	260
P01' P02'	27	172	27	260
P03 P04	4	94	6	150
P03' P04'	4	94	6	150

表 3-4 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力 評価面	供用状態Ⅲ _A S		供用状態Ⅳ _A S	
	応力強さ	許容値	応力強さ	許容値
P01 P02	60	258	85	391
P01' P02'	61	258	86	391
P03 P04	122	141	188	226
P03' P04'	125	141	191	226

4. 結論

4.1 固有周期

次数	固有周期 (s)
1次	
2次	
3次	

4.2 応力評価のまとめ

LPRM検出器集合体に生じる応力は、表4-1に示すようにすべて許容応力以下である。

表 4-1 計算結果の概要

部分及び 材料	供用状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次一般膜+一次曲げ応力 (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
校正用導管	Ⅲ _A S	27	172	P01'-P02'	61	258	P01'-P02'
	Ⅳ _A S	27	260	P01'-P02'	86	391	P01'-P02'
カバーチューブ	Ⅲ _A S	4	94	P03'-P04'	125	141	P03'-P04'
	Ⅳ _A S	6	150	P03'-P04'	191	226	P03'-P04'

添付 計算精度と数値の丸め方

計算精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方を付表-1に示す。

付表-1 表示する数値の丸め方

表の名称	項目	処理桁	処理方法	表示数値	備考
1. 機械荷重による応力の計算結果	応力	小数点以下第1位	四捨五入	整数位	—
2. 一次一般膜応力強さの評価方法	比例数	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位	—
3. 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価方法	外圧	—	—	入力値	—
4. 一次一般膜応力強さの評価のまとめ	応力強さ	小数点以下第1位	切上げ	整数位	—
5. 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	許容値	小数点以下第1位	切捨て	整数位	—