

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-998 改3
提出年月日	平成30年9月12日

V-2-3-4-3-7 高圧及び低圧炉心スプレイスパー ज्या
の耐震性についての計算書

目次

1. 一般事項	1
1.1 記号の説明	1
1.2 適用基準	1
1.3 形状・寸法・材料	1
1.4 解析範囲	1
1.5 計算結果の概要	1
2. 計算条件	4
2.1 設計条件	4
2.2 運転条件	4
2.3 重大事故等時の条件	4
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
2.5 材料	4
2.6 物性値	4
2.7 荷重の組合せと応力評価	4
2.8 許容限界	4
2.9 応力の記号と方向	4
3. 外荷重の条件	5
3.1 計算方法	5
3.2 解析モデル及び諸元	5
3.3 死荷重	5
3.4 地震荷重	5
3.4.1 固有周期	5
3.4.2 設計用地震力	5
3.4.3 地震荷重の算出結果	5
4. 応力計算	6
4.1 応力評価点	6
4.2 差圧による応力	6
4.2.1 荷重条件 (L02)	6
4.2.2 計算方法	6
4.3 外荷重による応力	7
4.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)	7
4.3.2 計算方法	7
4.4 応力の評価	7
5. 応力強さの評価	8
5.1 一次一般膜応力強さの評価	8
5.2 一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価	8

図表目次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2
図 3-1	解析モデル	9
表 1-1	計算結果の概要	3
表 3-1	節点座標	10
表 3-2	解析モデルのデータ諸元	11
表 3-3	固有周期	12
表 3-4	設計用地震力	13
表 3-5	高圧及び低圧炉心スプレイスパーージャ外荷重	14
表 4-1	断面性状	15
表 5-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	16
表 5-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	17

1. 一般事項

本計算書は、高圧及び低圧炉心スプレイスパーージャの耐震性についての計算書である。

高圧及び低圧炉心スプレイスパーージャは、原子炉压力容器内部構造物であるため、添付書類「V-2-3-4-3-1 原子炉压力容器内部構造物の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づくものとする。

1.1 記号の説明

記号の説明は、「応力解析の方針」の2章に示す。

さらに、本計算書において、以下の記号を用いる。

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
I	断面二次モーメント	mm ⁴
t	厚さ	mm

1.2 適用基準

適用基準は、「応力解析の方針」の1.3節に示す。

1.3 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所形状・寸法・材料を図1-1に示す。

1.4 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。

1.5 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、応力評価上厳しくなる代表的な評価点を本計算書に記載している。

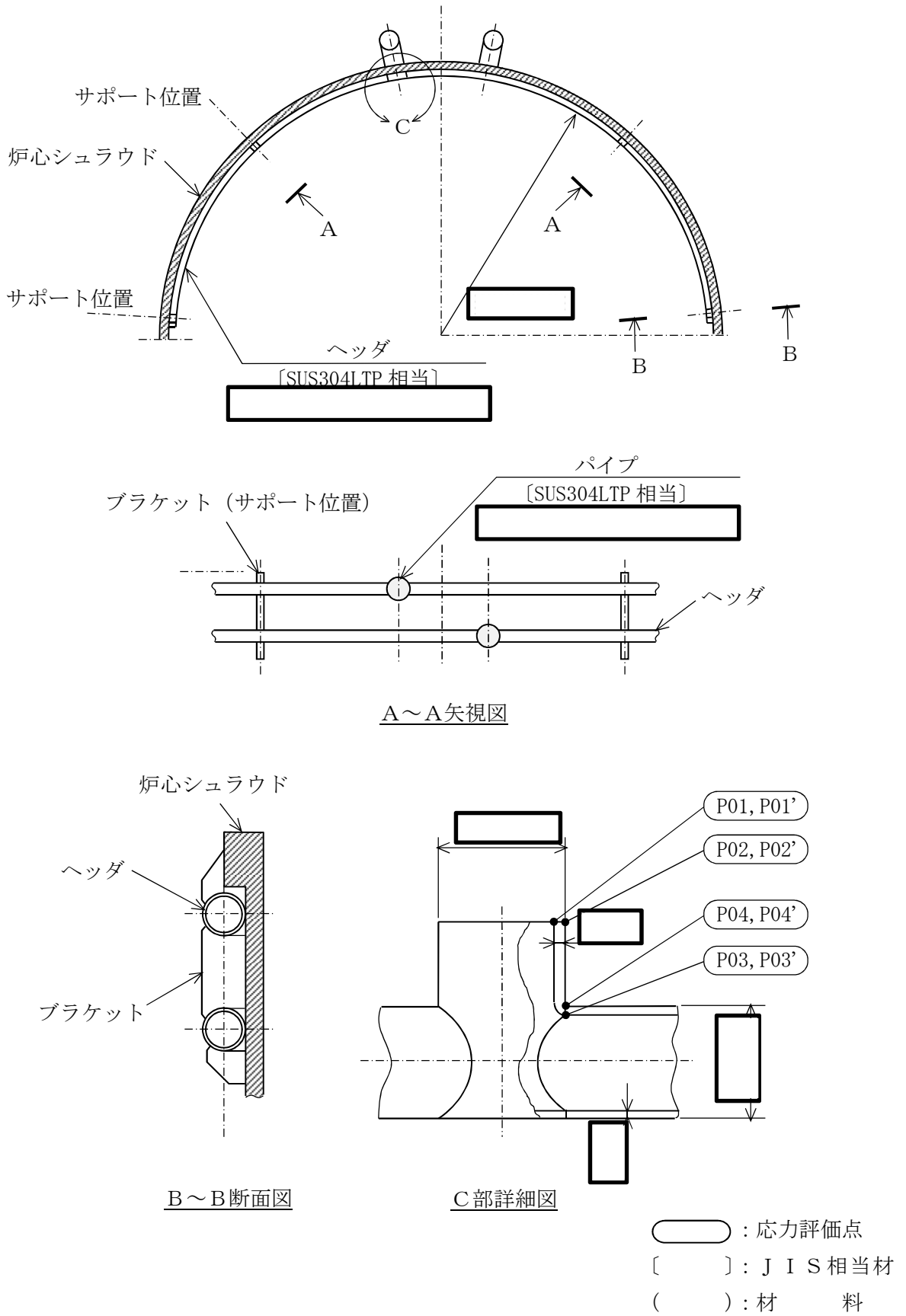


図 1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表 1-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次一般膜+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
パイプ SUS304LTP	Ⅲ _A S	7	94	P01-P02	12	141	P01-P02
	Ⅳ _A S	8	150	P01-P02	14	226	P01-P02
ヘッド SUS304LTP	Ⅲ _A S	6	94	P03-P04	37	141	P03-P04
	Ⅳ _A S	7	150	P03-P04	43	226	P03-P04

2. 計算条件

2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

2.3 重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。

2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態は、「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

2.5 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

2.6 物性値

物性値は、「応力解析の方針」の 3.3 節に示す。

2.7 荷重の組合せと応力評価

荷重の組合せと応力評価は、「応力解析の方針」の 4.5 節に示す。

2.8 許容限界

許容限界は、「応力解析の方針」の 3.5 節に示す。

2.9 応力の記号と方向

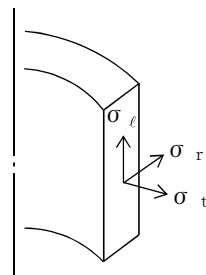
応力の記号と方向は、以下のとおりとする。

σ_t : 周方向応力

σ_ℓ : 軸方向応力

σ_r : 半径方向応力

$\tau_{t\ell}$: せん断応力



4. 応力計算

4.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

また、各応力評価点の断面性状を表 4-1 に示す。

4.2 差圧による応力

4.2.1 荷重条件 (L02)

各運転条件における差圧を「応力解析の方針」の 4 章の図 4-1 節に示す。

計算は、設計差圧に対して行い、各許容応力状態での応力は、比例計算により求める。

4.2.2 計算方法

(1) 一次一般膜応力

差圧 P_{74} による一次一般膜応力は、次式で求める。

$$\sigma_t = \frac{1}{Y-1} \cdot P_{74}$$

$$\sigma_\ell = \frac{1}{Y^2-1} \cdot P_{74}$$

$$\sigma_r = -\frac{1}{Y+1} \cdot P_{74}$$

$$\text{ここで, } Y = \frac{D_o}{D_i}$$

(2) 一次一般膜+一次曲げ応力

差圧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。

4.3 外荷重による応力

4.3.1 荷重条件 (L04, L14 及び L16)

高圧及び低圧炉心スプレイスパーージャに働く外荷重を表 3-5 示す。

4.3.2 計算方法

(1) 一次一般膜応力

外荷重による一次一般膜応力は、次式で求める。

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

$$\tau_{t\ell} = \frac{F_S}{A} + \frac{T}{2 \cdot I} \cdot r_m$$

$$\text{ここで, } r_m = \frac{D_i + D_o}{4}$$

(2) 一次一般膜＋一次曲げ応力

外荷重による一次一般膜＋一次曲げ応力は、次式で求める。

$$\sigma_{\ell} = \frac{F_L}{A} \pm \frac{M}{I} \cdot \frac{D_o}{2}$$

$$\tau_{t\ell} = \frac{F_S}{A} + \frac{T}{2 \cdot I} \cdot \frac{D_o}{2}$$

4.4 応力の評価

各応力評価点で計算された応力は、応力の分類ごとに重ね合わせ、組合せ応力を求め応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は「応力解析の方針」の 5.4 節に示す。

5. 応力強さの評価

5.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価をまとめて、表 5-1 に示す。

表 5-1 より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の 3.5 節に示す許容値を満足する。

5.2 一次一般膜+一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価をまとめて、表 5-2 に示す。

表 5-2 より、各許容応力状態の一次一般膜+一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の 3.5 節に示す許容値を満足する。

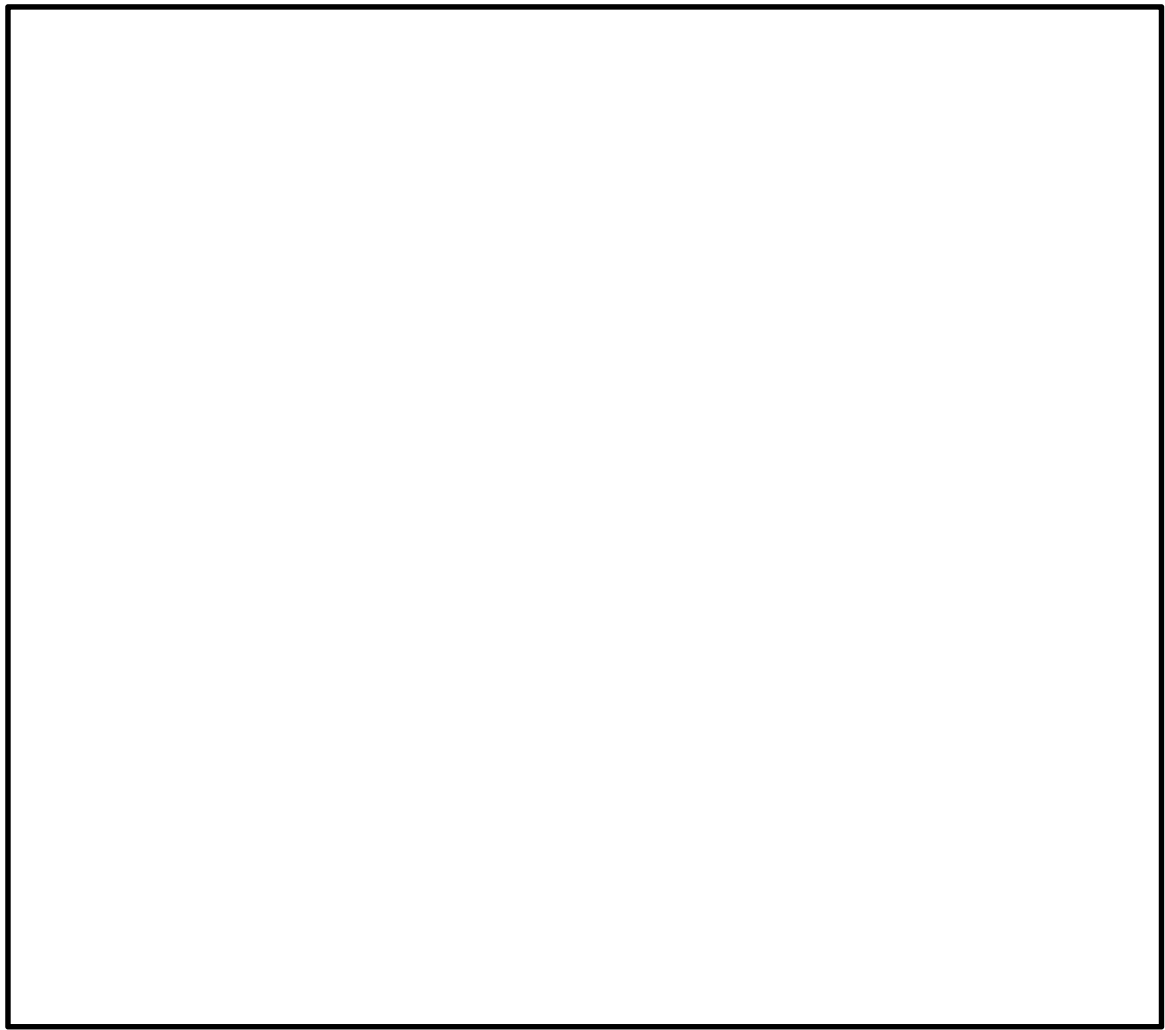


図 3-1 解析モデル

表 3-1 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			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

表 3-2 解析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					
2～15, 2-16, 16～30					

表 3-3 固有周期

モード	固有周期	卓越方向
	(s)	
1次		水平

表 3-4 設計用地震力

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
		水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉压力容器内 EL. 	0.026	$C_H=1.68$	$C_V=0.77$	$C_H=2.54$	$C_V=1.42$

表 3-5 高圧及び低圧炉心スプレイスパーージャ外荷重

記号	荷重名称	荷重 作用点	軸力	せん断力	ねじり モーメント	曲げ モーメント
			F_L (N)	F_s (N)	T (N・m)	M (N・m)
L04	死荷重	A				
		B				
L14	地震荷重 S_d^*	A				
		B				
L16	地震荷重 S_s	A				
		B				

注記 * : 流体反力を含む。



表 4-1 断面性状

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

表 5-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力 評価面	許容応力状態 Ⅲ _A S		許容応力状態 Ⅳ _A S	
	応力 強さ	許容値	応力 強さ	許容値
P01 P02	7	94*	8	150*
P01' P02'	7	94*	7	150*
P03 P04	6	94*	7	150*
P03' P04'	6	94*	6	150*

注記 *：継手効率 を乗じた値を示す。

表 5-2 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	許容応力状態 Ⅲ _A S		許容応力状態 Ⅳ _A S	
	応力 強さ	許容値	応力 強さ	許容値
P01 P02	12	141*	14	226*
P01' P02'	10	141*	12	226*
P03 P04	37	141*	43	226*
P03' P04'	36	141*	42	226*

注記 *：継手効率 を乗じた値を示す。