

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 0
提出年月日	平成 30 年 8 月 7 日

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



## 目次

1. 一般事項	1
1.1 形状・寸法・材料	1
1.2 記号の説明	1
1.3 考慮する荷重	1
1.4 計算結果の概要	1
2. 計算条件	4
2.1 解析範囲	4
2.2 設計条件	4
2.3 運転条件	4
2.4 材料	4
2.5 物性値及び許容応力	4
2.6 応力の記号と方向	4
3. 荷重条件	5
3.1 計算方法	5
3.2 解析モデル及び諸元	5
3.3 設計震度	5
3.4 計算結果	5
3.4.1 固有周期	5
3.4.2 外荷重	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	計算モデル	9
表 1-1	計算結果の概要	3
表 3-1	節点座標	10
表 3-2	計算モデルのデータ諸元	11
表 3-3	設計震度	12
表 3-4	高圧及び低圧炉心スプレースパーージャ外荷重	13
表 4-1	断面性状	14
表 5-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	15
表 5-2	一次一般膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	16



# 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ジャの耐震性についての計算書である。

## 1.1 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。

## 1.2 記号の説明

「V-2-3-4-4-1 原子炉圧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。）の 2 章による。

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 <sup>2</sup>
D <sub>i</sub>	内 径	mm
D <sub>o</sub>	外 径	mm
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
t	厚 さ	mm

## 1.3 考慮する荷重

考慮した荷重は、次のとおりである。

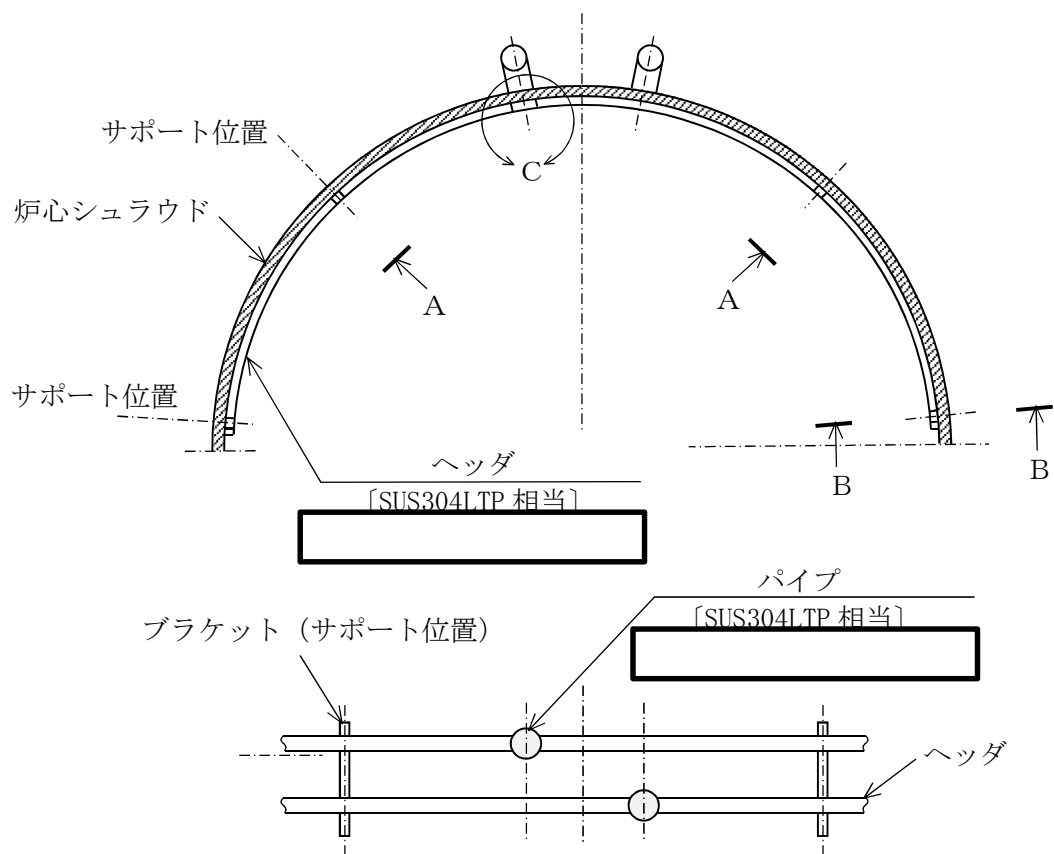
- a. 差圧
- b. 外荷重

## 1.4 計算結果の概要

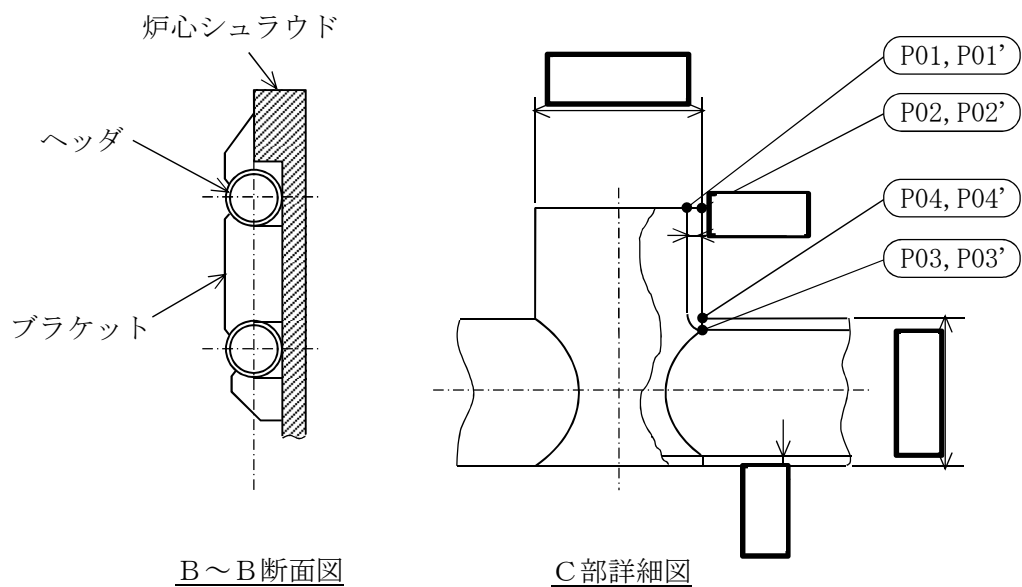
計算結果の概要を表 1-1 に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続、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。





A～A矢視図



○ : 応力評価点  
 [ ] : J I S 相当材  
 ( ) : 材 料

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	供用状態 (許容応力状態)	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
パイプ SUS304LTP	Ⅲ <sub>A</sub> S	7	94	P01-P02	12	141	P01-P02
	Ⅳ <sub>A</sub> S	8	150	P01-P02	14	226	P01-P02
ヘッド SUS304LTP	Ⅲ <sub>A</sub> S	6	94	P03-P04	37	141	P03-P04
	Ⅳ <sub>A</sub> S	7	150	P03-P04	43	226	P03-P04



## 2. 計算条件

### 2.1 解析範囲

解析範囲を図 1-1 に示す。

### 2.2 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

### 2.3 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。

### 2.4 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

### 2.5 物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は、「応力解析の方針」の 3.4 節及び 3.6 節による。

溶接部の継手効率を「応力解析の方針」の 3.7 節に示す。

### 2.6 応力の記号と方向

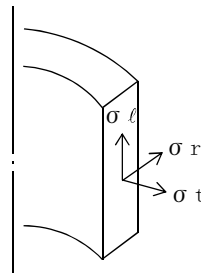
応力の記号と方向は、以下のとおりとする。

$\sigma_t$  : 周方向応力

$\sigma_\ell$  : 軸方向応力

$\sigma_r$  : 半径方向応力

$\tau_{t\ell}$  : せん断応力





### 3. 荷重条件

#### 3.1 計算方法

材料及び形状に関するデータから、固有周期を求める。さらに、入力加速度に対する各節点の軸力、せん断力及びモーメントの最大値を求める。

以上の計算は、計算機コード「NASTRAN」を用いて行う。

#### 3.2 解析モデル及び諸元

本機器の形状を図 1-1 に示し、計算モデルを図 3-1 に示す。



#### 3.3 設計震度

高圧及び低圧炉心スプレースパージャの設計震度を表 3-3 に示す。

#### 3.4 計算結果

##### 3.4.1 固有周期

高圧及び低圧炉心スプレースパージャの一次固有周期は、 s であるから十分剛である。

##### 3.4.2 外荷重

高圧及び低圧炉心スプレースパージャの各評価部位に作用する死荷重及び地震荷重を表 3-4 に示す。



## 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 4.2 節に示す。

計算は，設計差圧に対して行い，各供用状態（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ースパージャに働く外荷重を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

#### 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

各供用状態（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、各供用状態（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 3.6 節及び 3.7 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

各供用状態（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、各供用状態（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 3.6 節及び 3.7 節に示す許容値を満足する。



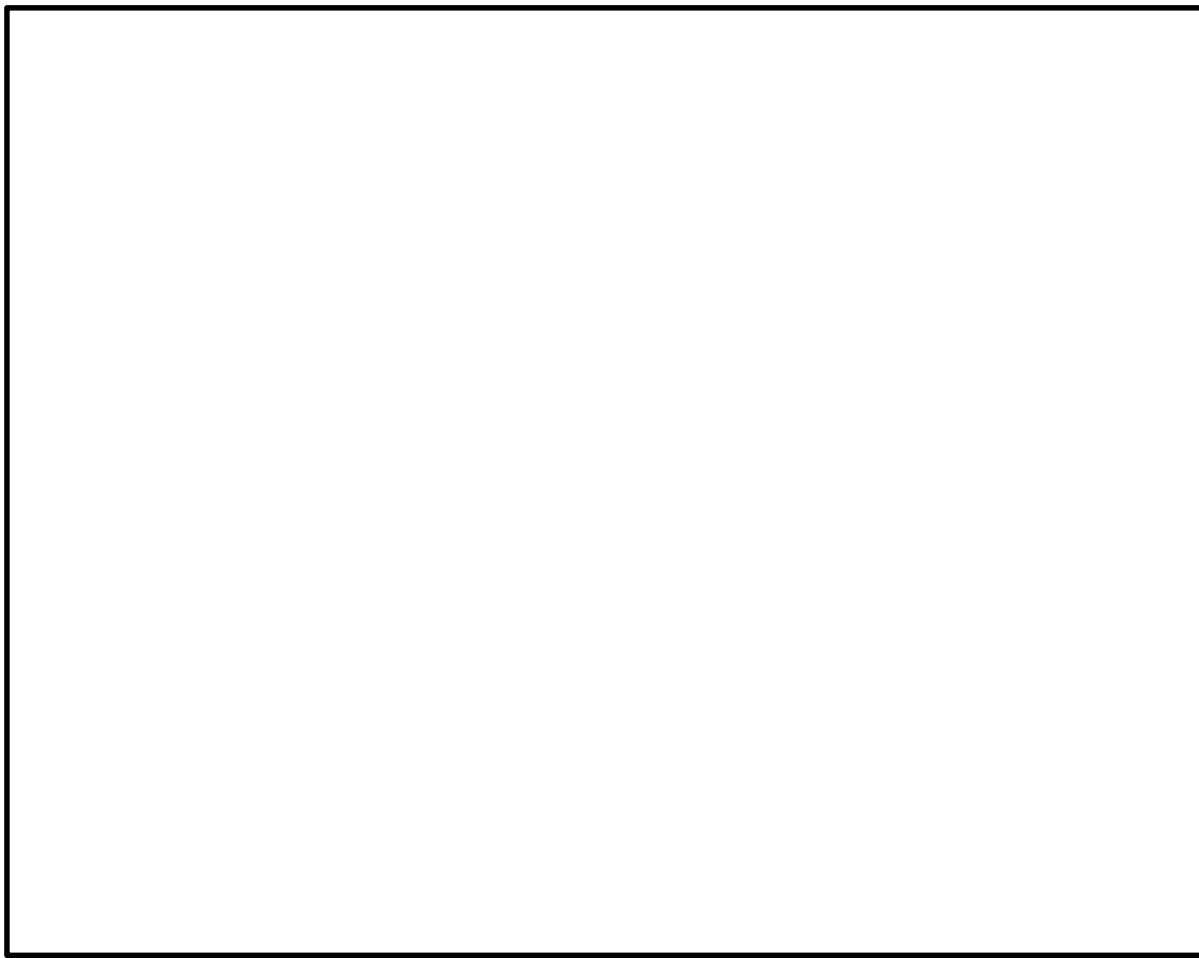


図 3-1 計算モデル



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 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 <sup>3</sup> )
	外径	厚さ			
1～ 2					
2～15, 2-16, 16～30					



表 3－3 設計震度

	設計震度	
	水平方向	鉛直方向
弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		
基準地震動 $S_s$		



表 3-4 高圧及び低圧炉心スプレースパージャ外荷重

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 <sub>L</sub> (N)	F <sub>S</sub> (N)	T (N・m)	M (N・m)
L04	死荷重	A				
		B				
L14	地震荷重 S <sub>d</sub> *	A				
		B				
L16	地震荷重 S <sub>s</sub>	A				
		B				

注記 \* : 流体反力を含む。

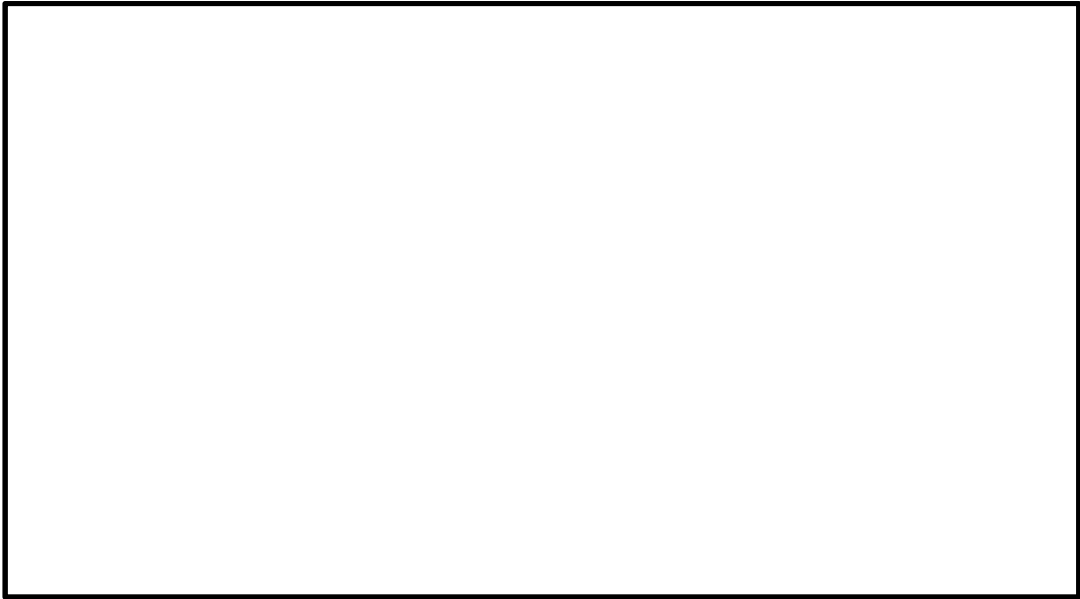




表 4-1 断面性状

応力評価点	t (mm)	D <sub>o</sub> (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	I (mm <sup>4</sup> )
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 <sub>A</sub> S		許容応力状態 Ⅳ <sub>A</sub> 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



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 <sub>A</sub> S		許容応力状態 Ⅳ <sub>A</sub> 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