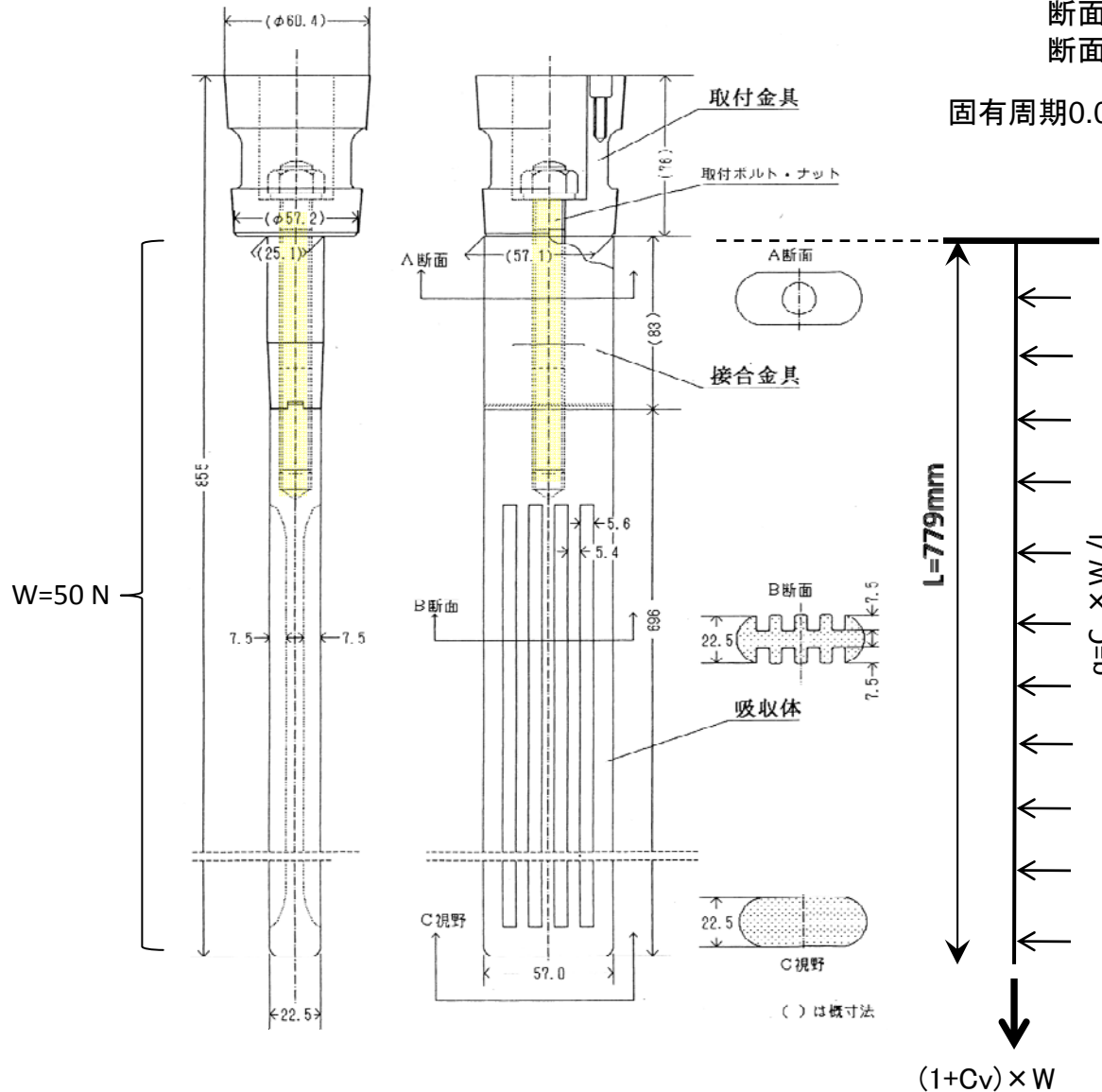


4-1. 粗調整棒取付ボルト

材質: M12ボルト ステンレス鋼SUS304
 有効断面積: $A=84\text{mm}^2$
 断面2次モーメント: $I=562\text{mm}^4$
 断面係数: $Z=109\text{mm}^3$

固有周期0.012秒→剛体モデル

水平震度: $C_H=1.0$
 鉛直震度: $C_v=0.4$



最大応力度と評価

最大垂直応力度:

$$\sigma_{\max} = (1.0+0.4)W/A + M_{\max}/Z$$

$$= 180 \text{ N/mm}^2 < \text{許容値 } 210 \text{ N/mm}^2$$

OK

最大せん断応力度:

$$\tau_{\max} = 1.34Q_{\max}/A$$

$$= 0.79 \text{ N/mm}^2 < \text{許容値 } 121 \text{ N/mm}^2$$

OK

注) 中間報告書記載のボルト許容値の修正
 垂直応力度: 137(誤)→210 (/mm2)(正)
 せん断応力度: 79(誤)→121(/mm2)(正)

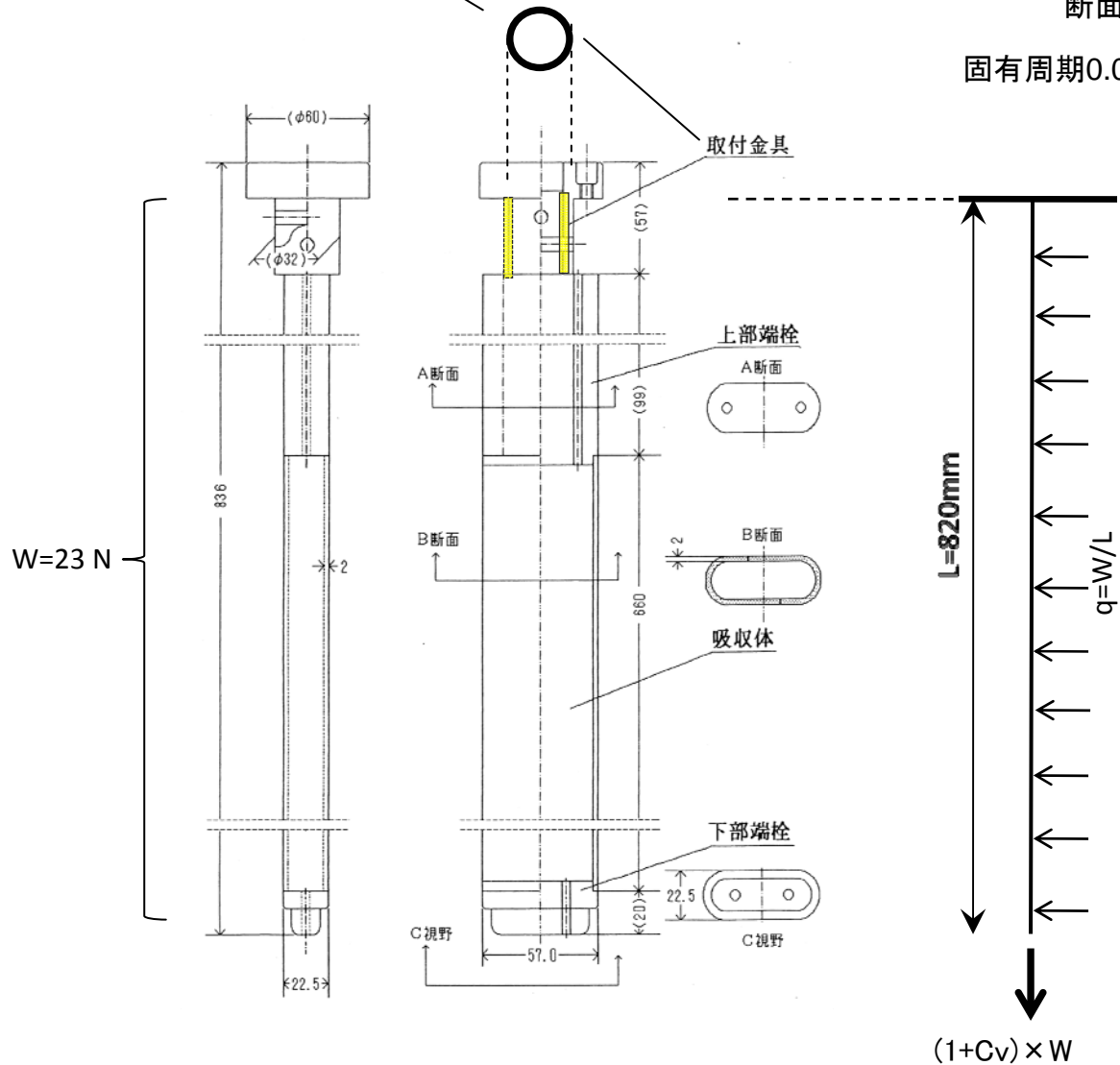
4-2. 微調整棒取付金具

外径32mm
内径22mm

材質:アルミニウム合金A5052
断面積:A=424mm²
断面2次モーメント:I=39952mm⁴
断面係数:Z=2497mm³

固有周期0.015秒→剛体モデル

水平震度:CH=1.0
鉛直震度:Cv=0.4



最大応力度と評価

最大垂直応力度:

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= (1.0+0.4)W/A + M_{\max}/Z \\ &= 3.9 \text{ N/mm}^2 < \text{許容値 } 42 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

OK

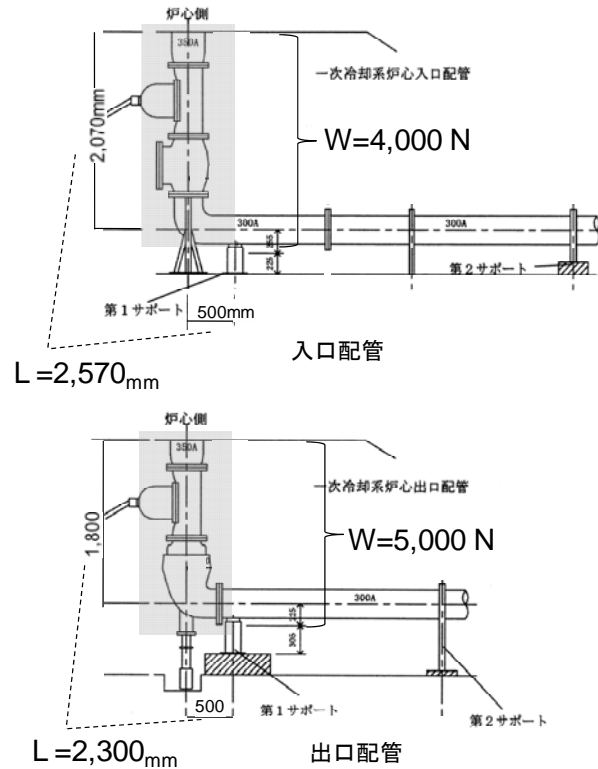
最大せん断応力度:

$$\begin{aligned}\tau_{\max} &= 2.0Q_{\max}/A \\ &= 0.11 \text{ N/mm}^2 < \text{許容値 } 24.5 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

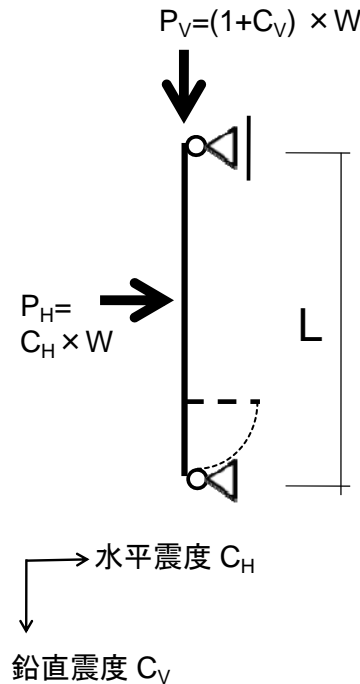
OK

5. 炉心直下1次冷却系配管

簡略モデル(中間報告書)による評価



この部分をモデル化



第1サポートまでのL字型の配管を直線単純梁としてモデル化し、1方向のみの水平荷重による梁中央部での応力を算定。水平震度および鉛直震度による静的解析を実施。中央一点集中荷重。
 ・ $C_H=1.0$, $C_V=0.4$

最大垂直応力度:

$$\sigma_{max} = P_V / A + M_{max} / Z = 5.7 \text{ N/mm}^2 \text{ (入口配管)}$$

$$6.4 \text{ N/mm}^2 \text{ (出口配管)}$$

< 許容値 126 N/mm²

最大せん断応力度:

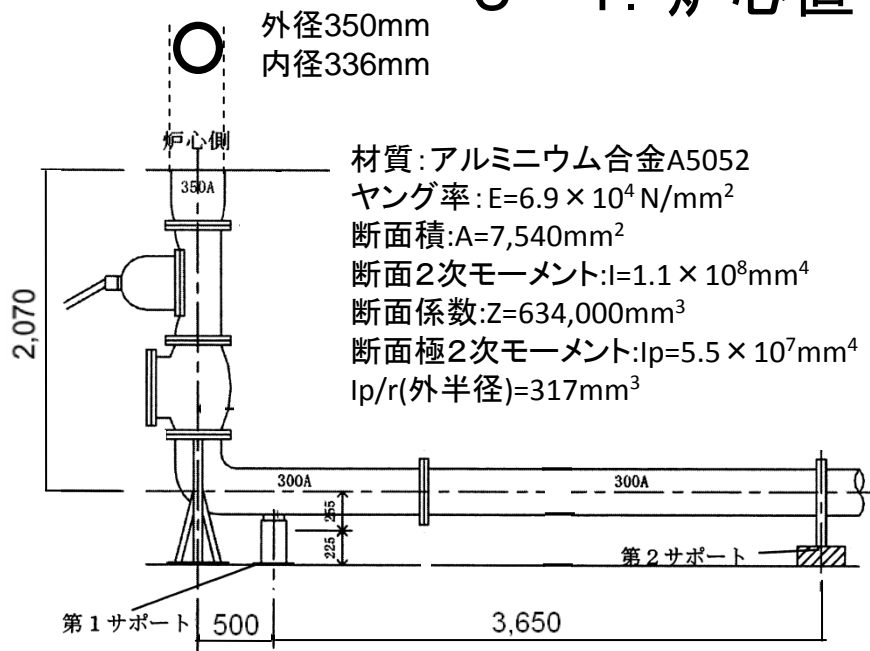
$$\tau_{max} = 2.0 \times P_H / A = 0.6 \text{ N/mm}^2 \text{ (入口配管)}$$

$$1.4 \text{ N/mm}^2 \text{ (出口配管)}$$

< 許容値 31 N/mm²

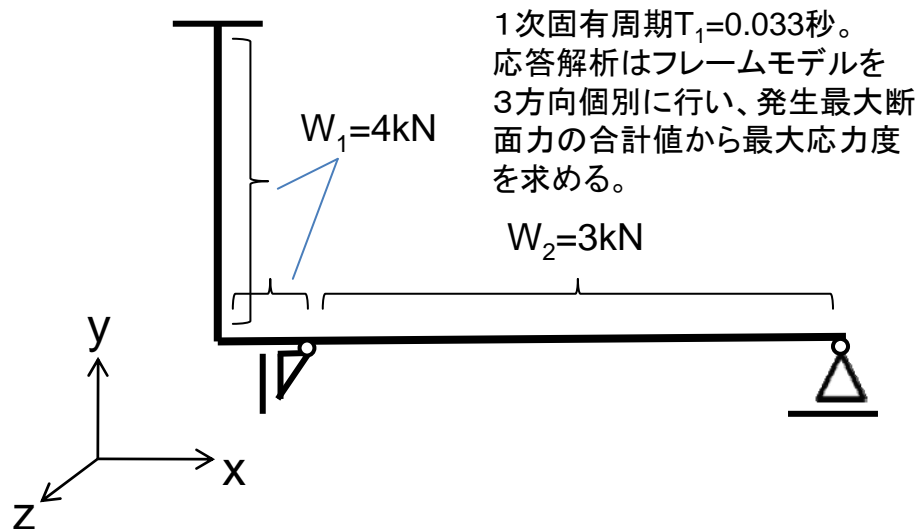
今回、分布質量系フレームモデルとしてモデルを高度化し、3方向の応答解析を実施。炉心直下バルブ上部で応力を算定。

5-1. 炉心直下1次冷却系炉心入口配管



加振方向	Qx(kN)	Qz(kN)	Ny(kN)	Mz (kN.mm)	Mx (kN.mm)	My (kN.mm)
x	1.65	0	0.009	922	0	0
z	0	1.44	0	0	513	49
y	0.38	0	5.93	255	0	0
計	2.03	1.44	5.939	1177	513	49
断面諸量	τ_x (N/mm ²)	τ_z (N/mm ²)	σ_n (N/mm ²)	σ_{bz} (N/mm ²)	σ_{bx} (N/mm ²)	τ_t (N/mm ²)
C(形状係数)	2	2				
A(mm ²)	7540	7540	7540			
Z(mm ³)				634000	634000	
K(mm ³)						317000
応力度	0.54	0.38	0.79	1.86	0.81	0.15

注)自重を加算



最大応力度と評価

最大垂直応力度:

$$\sigma_{\max} = 0.79 + 1.86 = 2.65 \text{ N/mm}^2$$

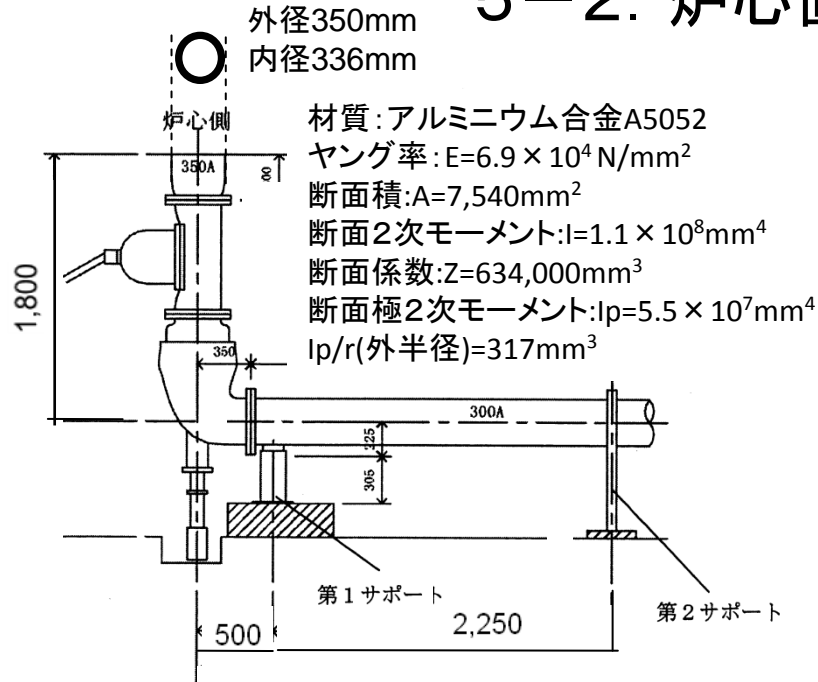
< 許容値 126 N/mm²

最大せん断応力度:

$$\tau_{\max} = 0.54 + 0.15 = 0.69 \text{ N/mm}^2$$

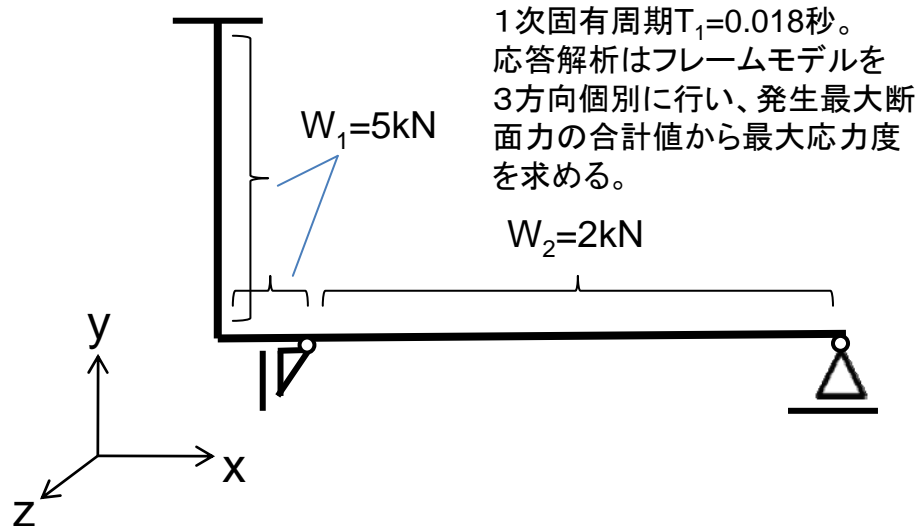
< 許容値 31 N/mm²

5-2. 炉心直下1次冷却系炉心出口配管



加振方向	$Q_x(\text{kN})$	$Q_z(\text{kN})$	$N_y(\text{kN})$	$M_z(\text{kN}\cdot\text{mm})$	$M_x(\text{kN}\cdot\text{mm})$	$M_y(\text{kN}\cdot\text{mm})$
x	2.02	0	0.03	958	0	0
z	0	2.12	0	0	1109	76
y	0.21	0	7.04	119	0	0
計	2.23	2.12	7.07	1077	1109	76
断面諸量	τ_x (N/mm ²)	τ_z (N/mm ²)	σ_n (N/mm ²)	σ_{bz} (N/mm ²)	σ_{bx} (N/mm ²)	τ_t (N/mm ²)
C(形状係数)	2	2				
A(mm ²)	7540	7540	7540			
Z(mm ³)				634000	634000	
K(mm ³)						317000
応力度	0.59	0.56	0.94	1.70	1.75	0.24

注)自重を加算



最大応力度と評価

最大垂直応力度:

$$\sigma_{\max} = 0.94 + 1.75 = 2.69 \text{ N/mm}^2$$

< 許容値 126 N/mm²

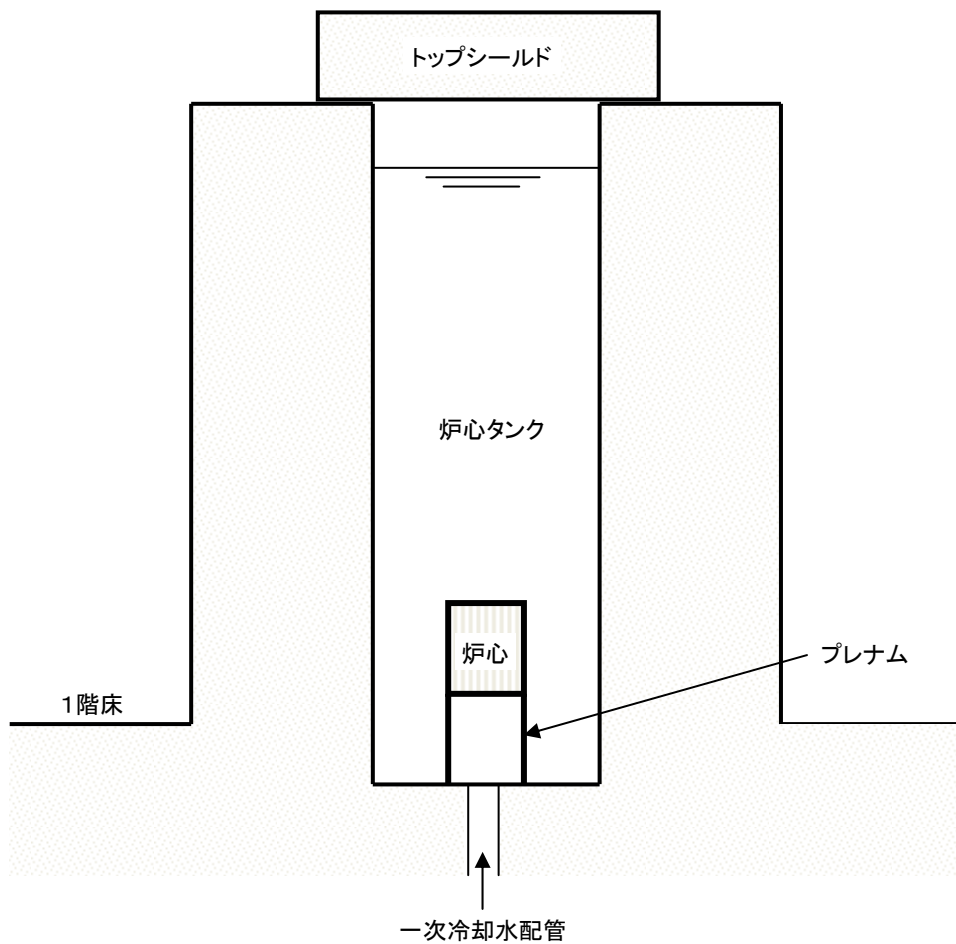
最大せん断応力度:

$$\tau_{\max} = 0.59 + 0.24 = 0.83 \text{ N/mm}^2$$

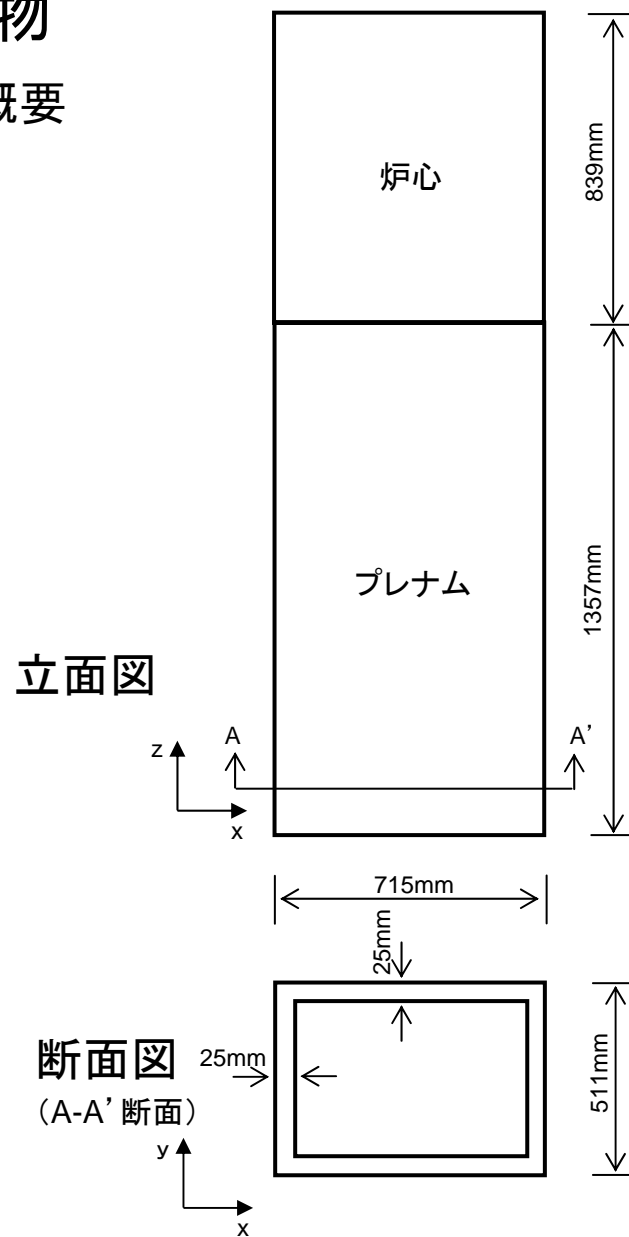
< 許容値 31 N/mm²

6. 炉心支持構造物

炉心支持構造物の概要



炉心及び炉心タンク断面図



炉心支持構造物(プレナム) 16

6. 炉心支持構造物

炉心支持構造物の評価

プレナム

材質:耐食アルミニウム合金

A2P1 (A5052P)

引張強さ 182N/mm² (材料試験より)

許容圧縮応力 f_c : 60.0 N/mm²

許容せん断応力 f_t : 34.6 N/mm²

炉心重量: 2694~5815N

プレナム重量: 2112 N

固有周期:

x軸方向 0.009~0.013s

y軸方向 0.012~0.017s

水平震度 Ch : 1.0

鉛直震度 Cv : 0.4

ここでは、炉心が最も重い場合の応力の検討を行う

総重量 W : 7927 N

重心高さ h : 1463 mm

断面積 A : 58800 mm²

断面係数:

$$Z_x = 2.52 \times 10^9$$

$$Z_y = 4.26 \times 10^9$$

圧縮応力: $\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z = 2.33 \text{ N/mm}^2$

< 許容値60.0 N/mm²

せん断応力: $W \times Ch/Ae = 1.36 \text{ N/mm}^2$

< 許容値34.6 N/mm²

Ae : 地震力の方向と平行な面の断面積

$$(511 \times 25 \times 2 \text{ mm}^2)$$

σ_x : x軸方向の地震力に対する曲げ応力

$$(\sigma_x = W \times Ch \times h/Z_x)$$

σ_y : y軸方向の地震力に対する曲げ応力

$$(\sigma_y = W \times Ch \times h/Z_y)$$

σ_z : 自重及び鉛直方向地震力に対する圧縮応力

$$(\sigma_z = W \times (1+Cv)/A)$$

評価結果のまとめ

区分	評価設備・機器	応力度の種類		今回		中間報告時	
				発生値(N/mm ²)	評価基準値(N/mm ²)	発生値(N/mm ²)	評価基準値(N/mm ²)
閉じ込める	生体遮へい体*1 Fc210	垂直	圧縮	1.8	14.0	1.6	14.0
			引張	1.2	1.4	1.0	1.4
		せん断		0.5	1.0	0.4	1.0
止める	制御棒・制御棒駆動装置	粗調整用制御棒*2用 SUS304	垂直	180.0	210.0	113.0	137.2(誤)
			せん断	0.8	121.0	0.5	79.3(誤)
		微調整用制御棒*3 A5052	垂直	3.9	42.0	3.5	42.0
			せん断	0.1	24.0	0.1	24.0
		制御棒駆動装置*4 A5052P-O	垂直	19.0	65.0	44.0	54.8(誤)
			せん断	0.3	37.5	1.8	31.3(誤)
冷やす	一次冷却系配管(炉心直下)	入口配管 A5052(A2T1)	垂直	2.7	126.0	5.7	126.0
			せん断	0.7	31.0	0.6	31.0
		出口配管 A5052(A2T1)	垂直	2.7	126.0	9.2	126.0
			せん断	0.8	31.0	1.0	31.0
	炉心支持構造物	プレナム A5052P(A2P1)	圧縮	2.3	60.0		
			せん断	1.4	34.6		

*1 生体遮へい体基部の断面で検討, *2 制御棒取付ボルトで検討, *3 制御棒取付金具で検討, *4 案内管で検討