

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-2-037-1-4 改0
提出年月日	2020年6月12日

(4) 格納容器内圧力の耐震性についての計算書

2020年6月

東京電力ホールディングス株式会社

(4) 格納容器内圧力の耐震性についての計算書

目 次

1. 格納容器内圧力(B21-PT-025A, C, D, E, F, G, H, T31-PT-026A, B)	
1.1 概要	1
1.2 一般事項	1
1.2.1 構造計画	1
1.3 固有周期	4
1.3.1 固有周期の算出	4
1.4 構造強度評価	5
1.4.1 構造強度評価方法	5
1.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
1.4.3 計算条件	5
1.5 機能維持評価	10
1.5.1 電氣的機能維持評価方法	10
1.6 評価結果	11
1.6.1 設計基準対象施設としての評価結果	11
2. 格納容器内圧力(B21-PT-025B)	
2.1 概要	39
2.2 一般事項	39
2.2.1 構造計画	39
2.2.2 評価方針	41
2.2.3 適用基準	42
2.2.4 記号の説明	43
2.2.5 計算精度と単位の丸め方	45
2.3 評価部位	46
2.4 固有周期	46
2.4.1 基本方針	46
2.4.2 固有周期の算出方法	46
2.4.3 固有周期の算出結果	46

2.5	構造強度評価	47
2.5.1	構造強度評価方法	47
2.5.2	荷重の組合せ及び許容応力	47
2.5.3	設計用地震力	52
2.5.4	計算方法	53
2.5.5	計算条件	57
2.5.6	応力の評価	58
2.6	機能維持評価	59
2.6.1	電氣的機能維持評価方法	59
2.7	評価結果	60
2.7.1	設計基準対象施設としての評価結果	60

1. 格納容器内圧力(B21-PT-025A, C, D, E, F, G, H, T31-PT-026A, B)

1.1 概要

本計算書は、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及び機能維持の設計方針に基づき、格納容器内圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

格納容器内圧力は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、格納容器内圧力は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形スタンションであるため、V-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

格納容器内圧力の構造計画を表1-1に示す。

表 1-1 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>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【格納容器内圧力】</p>

表 1-1 構造計画 (続き)

計画の概要		概略構造図																																																
基礎・支持構造	主体構造																																																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>格納容器内圧力 (B21-PT-025A)</th> <th>格納容器内圧力 (B21-PT-025C)</th> <th>格納容器内圧力 (B21-PT-025D)</th> <th>格納容器内圧力 (B21-PT-025E)</th> <th>格納容器内圧力 (B21-PT-025F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>292</td> <td>292</td> <td>292</td> <td>292</td> <td>292</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>900</td> <td>900</td> <td>900</td> <td>900</td> <td>900</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>格納容器内圧力 (B21-PT-025G)</th> <th>格納容器内圧力 (B21-PT-025H)</th> <th>格納容器内圧力 (T31-PT-026A)</th> <th>格納容器内圧力 (T31-PT-026B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>292</td> <td>292</td> <td>291</td> <td>291</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>900</td> <td>900</td> <td>900</td> <td>900</td> </tr> </tbody> </table>					機器名称	格納容器内圧力 (B21-PT-025A)	格納容器内圧力 (B21-PT-025C)	格納容器内圧力 (B21-PT-025D)	格納容器内圧力 (B21-PT-025E)	格納容器内圧力 (B21-PT-025F)	たて	292	292	292	292	292	横	200	200	200	200	200	高さ	900	900	900	900	900	機器名称	格納容器内圧力 (B21-PT-025G)	格納容器内圧力 (B21-PT-025H)	格納容器内圧力 (T31-PT-026A)	格納容器内圧力 (T31-PT-026B)	たて	292	292	291	291	横	200	200	200	200	高さ	900	900	900	900
機器名称	格納容器内圧力 (B21-PT-025A)	格納容器内圧力 (B21-PT-025C)	格納容器内圧力 (B21-PT-025D)	格納容器内圧力 (B21-PT-025E)	格納容器内圧力 (B21-PT-025F)																																													
たて	292	292	292	292	292																																													
横	200	200	200	200	200																																													
高さ	900	900	900	900	900																																													
機器名称	格納容器内圧力 (B21-PT-025G)	格納容器内圧力 (B21-PT-025H)	格納容器内圧力 (T31-PT-026A)	格納容器内圧力 (T31-PT-026B)																																														
たて	292	292	291	291																																														
横	200	200	200	200																																														
高さ	900	900	900	900																																														
		(単位 : mm)																																																

1.3 固有周期

1.3.1 固有周期の算出

格納容器内圧力の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つスタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の算出結果を表 1-2 に示す。

表 1-2 固有周期 (単位：s)

格納容器内圧力 (B21-PT-025A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
格納容器内圧力 (B21-PT-025C)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
格納容器内圧力 (B21-PT-025D)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
格納容器内圧力 (B21-PT-025E)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
格納容器内圧力 (B21-PT-025F)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
格納容器内圧力 (B21-PT-025G)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
格納容器内圧力 (B21-PT-025H)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
格納容器内圧力 (T31-PT-026A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
格納容器内圧力 (T31-PT-026B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

1.4 構造強度評価

1.4.1 構造強度評価方法

格納容器内圧力の構造強度評価は、V-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンスションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

1.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

1.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

格納容器内圧力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1-3に示す。

1.4.2.2 許容応力

格納容器内圧力の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表1-4のとおりとする。

1.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

格納容器内圧力の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表1-5に示す。

1.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器内圧力 (B21-PT-025A) の耐震性についての計算結果】、【格納容器内圧力 (B21-PT-025C) の耐震性についての計算結果】、【格納容器内圧力 (B21-PT-025D) の耐震性についての計算結果】、【格納容器内圧力 (B21-PT-025E) の耐震性についての計算結果】、【格納容器内圧力 (B21-PT-025F) の耐震性についての計算結果】、【格納容器内圧力 (B21-PT-025G) の耐震性についての計算結果】、【格納容器内圧力 (B21-PT-025H) の耐震性についての計算結果】、【格納容器内圧力 (T31-PT-026A) の耐震性についての計算結果】、【格納容器内圧力 (T31-PT-026B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 1-3 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	格納容器内圧力		S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	原子炉非常停止 信号	ドライウエル圧力高		S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	その他の原子炉 格納容器隔離弁 (1)	ドライウエル 圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	非常用 ガス処理系	ドライウエル 圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	原子炉隔離時 冷却系	ドライウエル 圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	高压炉心注水系	ドライウエル 圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 1-3 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）（続き）

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	許容応力状態
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	残留熱除去系 低圧注水系	ドライウエル 圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	自動減圧系	ドライウエル 圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 1-4 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 1-5 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100	194	373	—
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	100	194	373	—

1.5 機能維持評価

1.5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器内圧力の電氣的機能維持評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は，V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき，同形式及び当該検出器と類似の検出器単体の正弦波加振試験において，電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 1-6 に示す。

表 1-6 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (B21-PT-025A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器内圧力 (B21-PT-025C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器内圧力 (B21-PT-025D)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器内圧力 (B21-PT-025E)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器内圧力 (B21-PT-025F)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器内圧力 (B21-PT-025G)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器内圧力 (B21-PT-025H)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器内圧力 (T31-PT-026A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器内圧力 (T31-PT-026B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

1.6. 評価結果

1.6.1 設計基準対象施設としての評価結果

格納容器内圧力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及び電氣的機能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次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器内圧力 (B21-PT-025A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (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		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	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	
格納容器内圧力 (B21-PT-025A)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 23. 500 (T. M. S. L. 31. 700*)	0. 05 以下	0. 05 以下	C _H =0. 88	C _V =0. 72	C _H =1. 71	C _V =1. 41	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内圧力

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	□	104	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用 地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	473	160	840	2	2	194	232	正面方向	正面方向
	473	160	840	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張り	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=116^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=89$	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

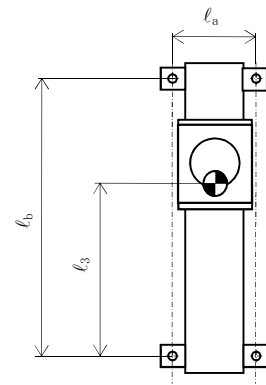
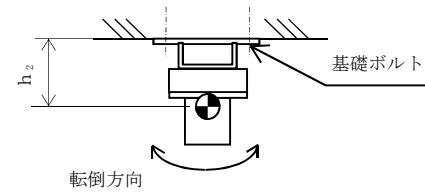
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果

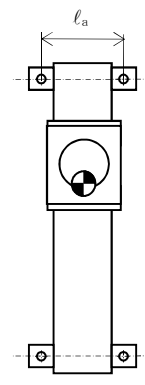
($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		評価用加速度	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (B21-PT-025A)	水平方向	1.42	□
	鉛直方向	1.17	□

評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

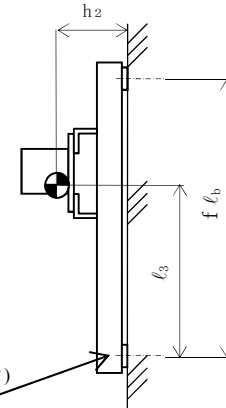


(正面方向)



基礎ボルト
(メカニカルアンカ)

(側面方向)



【格納容器内圧力 (B21-PT-025C) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (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		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	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	
格納容器内圧力 (B21-PT-025C)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 23. 500 (T. M. S. L. 31. 700*)	0. 05 以下	0. 05 以下	C _H =0. 88	C _V =0. 72	C _H =1. 71	C _V =1. 41	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内圧力

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	□	104	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用 地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	473	160	840	2	2	194	232	正面方向	正面方向
	473	160	840	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張り	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=116^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=89$	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

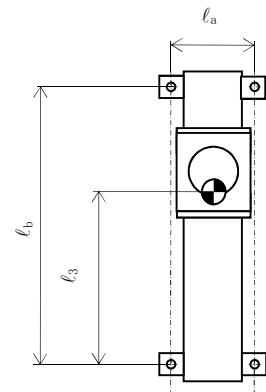
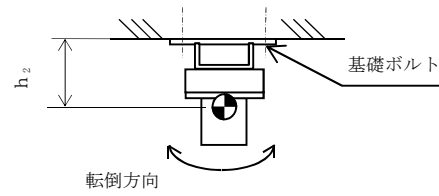
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果

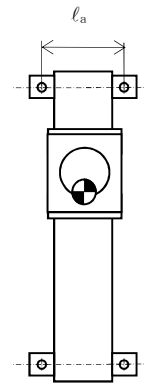
($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		評価用加速度	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (B21-PT-025C)	水平方向	1.42	□
	鉛直方向	1.17	□

評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

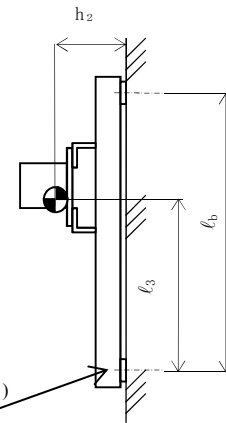


(正面方向)



基礎ボルト
(メカニカルアンカ)

(側面方向)



【格納容器内圧力 (B21-PT-025D) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (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		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	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	
格納容器内圧力 (B21-PT-025D)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 23. 500 (T. M. S. L. 31. 700*)	0. 05 以下	0. 05 以下	C _H =0. 88	C _V =0. 72	C _H =1. 71	C _V =1. 41	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内圧力

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	□	104	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用 地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	473	160	840	2	2	194	232	正面方向	正面方向
	473	160	840	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張り	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=116^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=89$	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

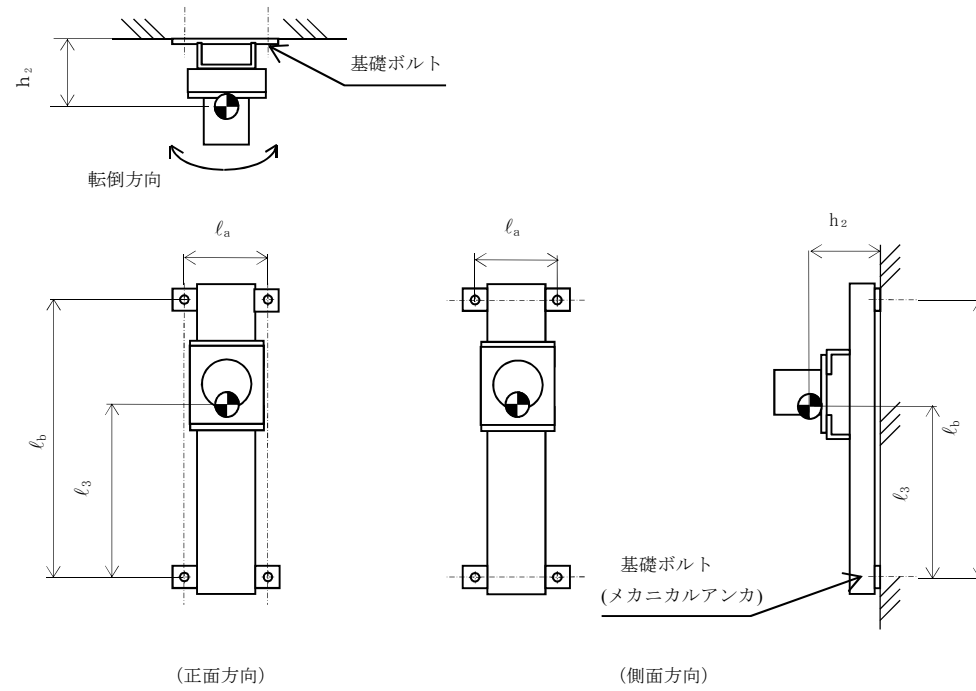
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		評価用加速度	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (B21-PT-025D)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【格納容器内圧力 (B21-PT-025E) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (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		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	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	
格納容器内圧力 (B21-PT-025E)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 23. 500 (T. M. S. L. 31. 700*)	0. 05 以下	0. 05 以下	C _H =0. 88	C _V =0. 72	C _H =1. 71	C _V =1. 41	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内圧力

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	□	104	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用 地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	473	160	840	2	2	194	232	正面方向	正面方向
	473	160	840	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向に対する評価時の要目を示し,
下段は側面方向に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張り	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=116^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=89$	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

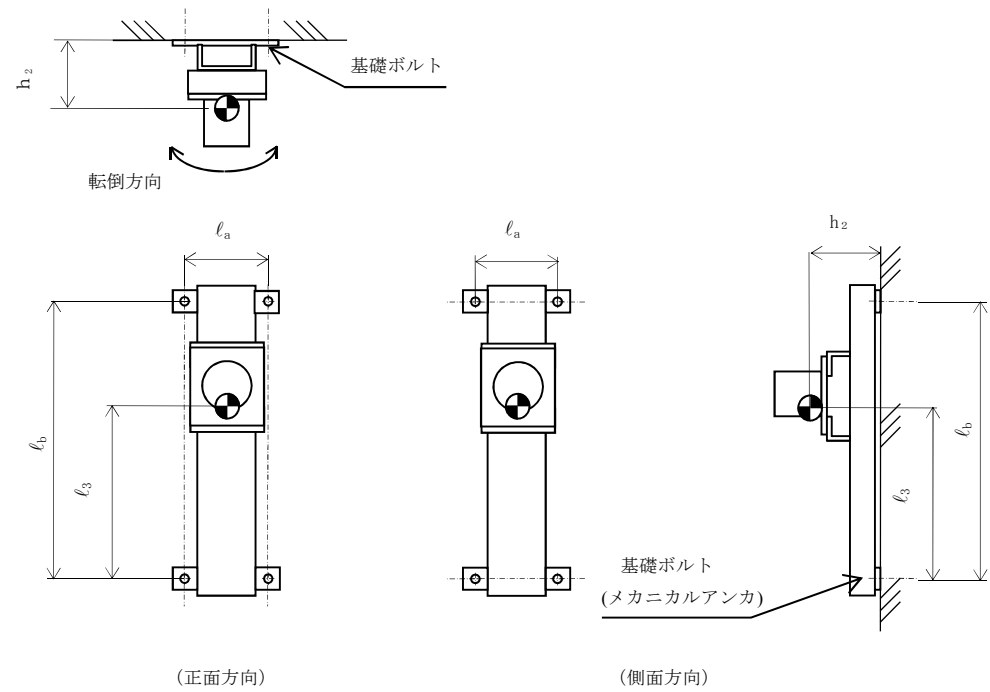
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		評価用加速度	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (B21-PT-025E)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【格納容器内圧力 (B21-PT-025F) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (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		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	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	
格納容器内圧力 (B21-PT-025F)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 23. 500 (T. M. S. L. 31. 700*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.88	C _V =0.72	C _H =1.71	C _V =1.41	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内圧力

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		104	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用 地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	473	160	840	2	2	194	232	正面方向	正面方向
	473	160	840	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張り	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=116^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=89$	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

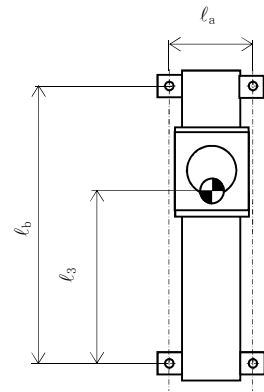
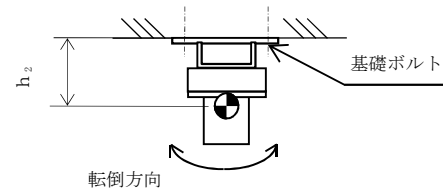
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果

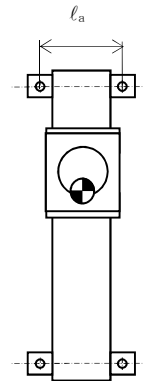
($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		評価用加速度	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (B21-PT-025F)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

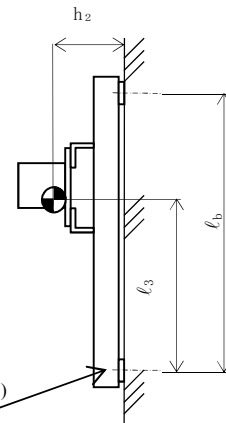


(正面方向)



基礎ボルト
(メカニカルアンカ)

(側面方向)



【格納容器内圧力 (B21-PT-025G) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (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		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	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	
格納容器内圧力 (B21-PT-025G)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 23. 500 (T. M. S. L. 31. 700*)	0. 05 以下	0. 05 以下	C _H =0. 88	C _V =0. 72	C _H =1. 71	C _V =1. 41	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内圧力

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	<input type="text"/>	104	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n f v*	n f H*	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用 地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	473	160	840	2	2	194	232	正面方向	正面方向
	473	160	840	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向に対する評価時の要目を示し,
下段は側面方向に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張り	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=116^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=89$	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

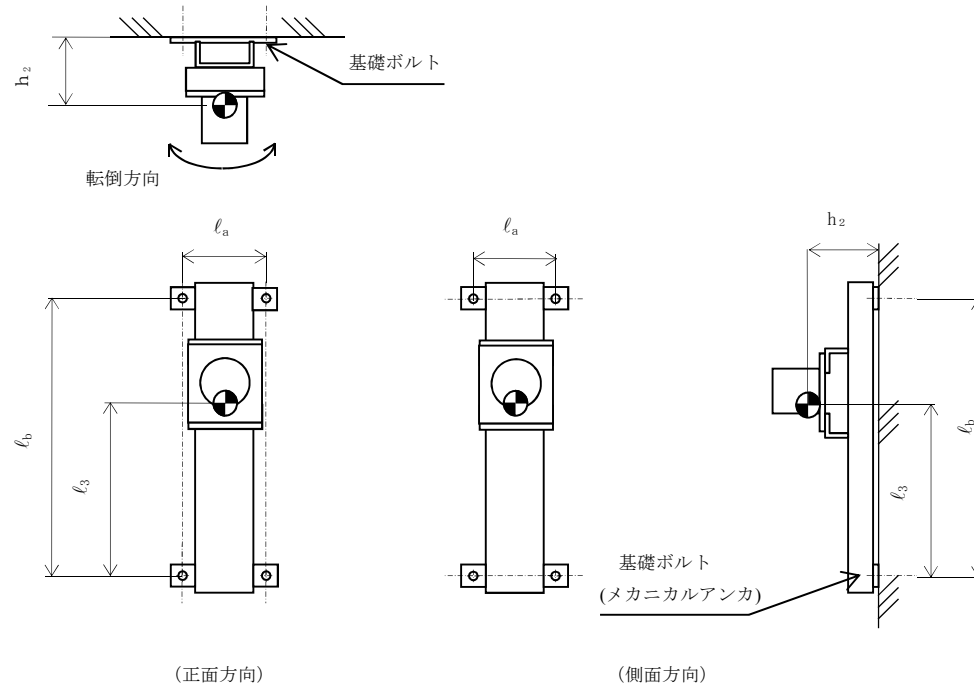
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		評価用加速度	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (B21-PT-025G)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【格納容器内圧力 (B21-PT-025H) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (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		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	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	
格納容器内圧力 (B21-PT-025H)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 23. 500 (T. M. S. L. 31. 700*)	0. 05 以下	0. 05 以下	C _H =0. 88	C _V =0. 72	C _H =1. 71	C _V =1. 41	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内圧力

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		104	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	473	160	840	2	2	194	232	正面方向	正面方向
	473	160	840	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向に対する評価時の要目を示し,
下段は側面方向に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張り	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=116^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=89$	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

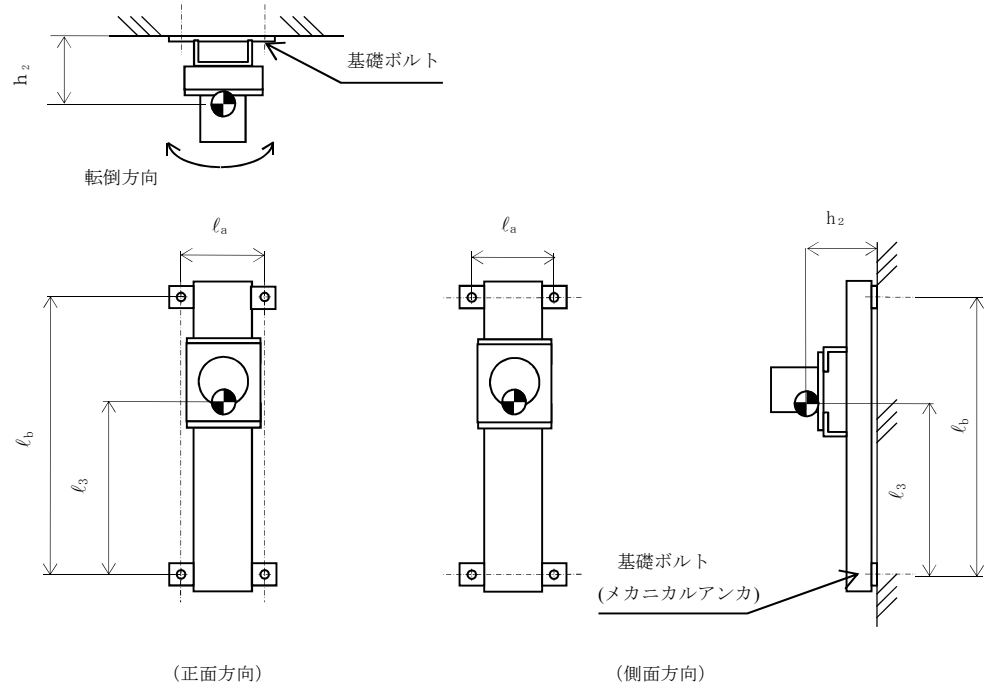
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		評価用加速度	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (B21-PT-025H)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【格納容器内圧力 (T31-PT-026A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (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		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	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	
格納容器内圧力 (T31-PT-026A)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 23. 500 (T. M. S. L. 31. 700*)	0. 05 以下	0. 05 以下	C _H =0. 88	C _V =0. 72	C _H =1. 71	C _V =1. 41	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内圧力

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		101	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用 地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	469	160	840	2	2	194	232	正面方向	正面方向
	469	160	840	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張り	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=116^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=89$	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

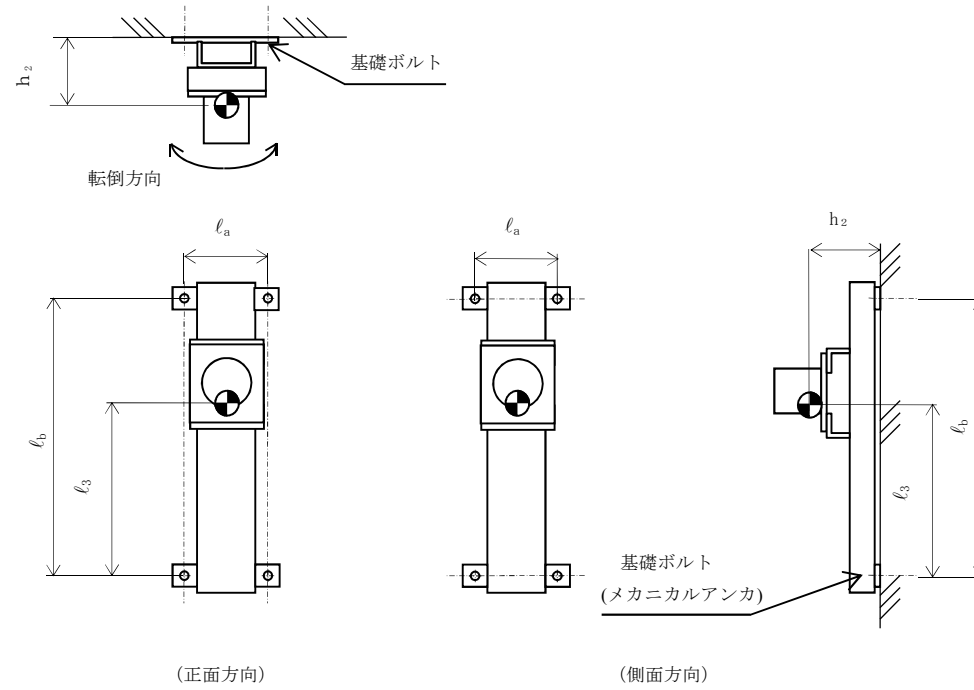
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		評価用加速度	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (T31-PT-026A)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【格納容器内圧力 (T31-PT-026B) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (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		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	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	
格納容器内圧力 (T31-PT-026B)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 23. 500 (T. M. S. L. 31. 700*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.88	C _V =0.72	C _H =1.71	C _V =1.41	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内圧力

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	□	101	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用 地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	469	160	840	2	2	194	232	正面方向	正面方向
	469	160	840	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張り	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=116^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=89$	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

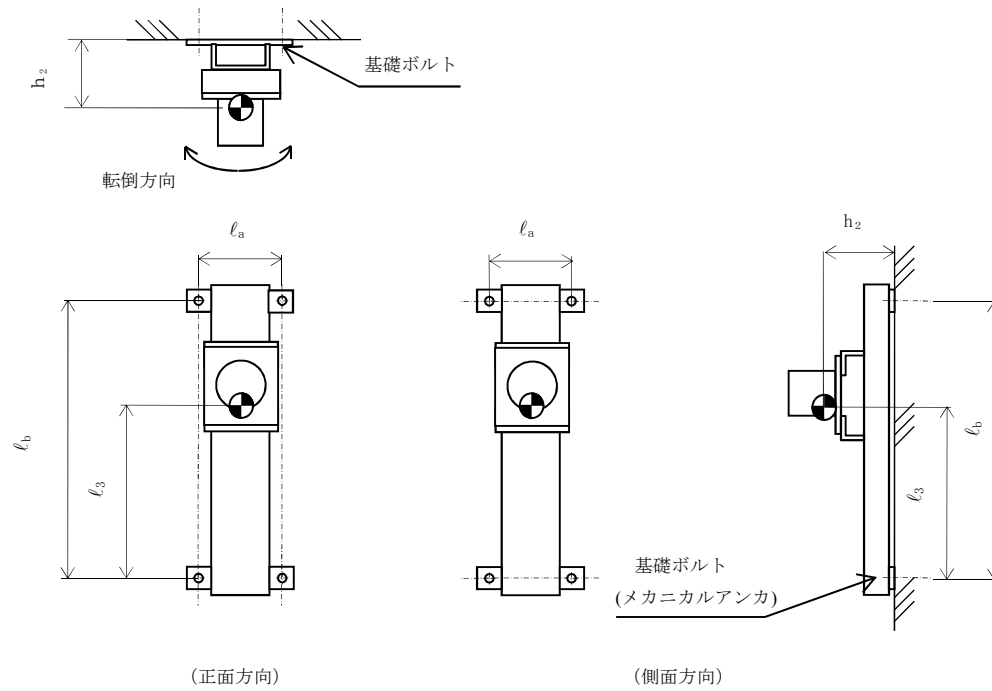
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		評価用加速度	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (T31-PT-026B)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



2. 格納容器内圧力(B21-PT-025B)

2.1 概要

本計算書は、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及び機能維持の設計方針に基づき、格納容器内圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

格納容器内圧力は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2.1 一般事項

2.2.1 構造計画

格納容器内圧力の構造計画を表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>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器ステーションに固定される。</p> <p>計器ステーションは、基礎に埋め込まれた埋込金物に溶接及び基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【格納容器内圧力】</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

2.2.2 評価方針

格納容器内圧力の応力評価は、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許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す格納容器内圧力の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 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。また、格納容器内圧力の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

格納容器内圧力の耐震評価フローを図2-1に示す。

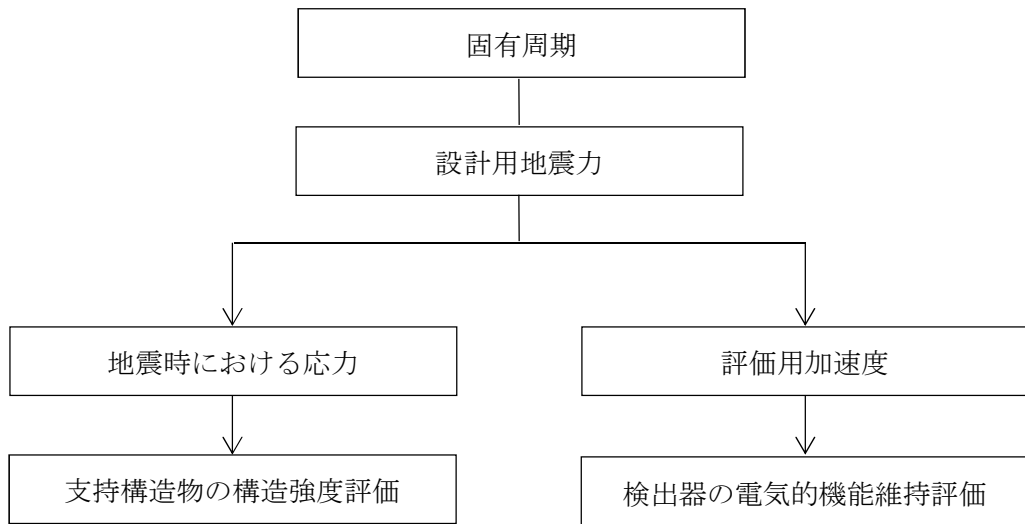


図2-1 格納容器内圧力の耐震評価フロー

2.2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 JEAG 4601・補-1984, JEAG 4601-1987 及び JEAG 4601-1991 追補版）（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和 59 年 9 月, 昭和 62 年 8 月及び平成 3 年 6 月）
- (2) 発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補版を含む。）） JSME S NC 1-2005/2007）（日本機械学会 2007 年 9 月）（以下「設計・建設規格」という。）

2.2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
a	溶接部の有効のど厚	mm
A _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
A _w	溶接部の有効断面積	mm ²
A _{w1}	鉛直方向地震及び壁掛形計器スタンションの取付面に対し左右方向の水平方向地震により作用する応力に対する有効断面積	mm ²
A _{w2}	鉛直方向地震及び壁掛形計器スタンションの取付面に対し前後方向の水平方向地震により作用する応力に対する有効断面積	mm ²
b ₁ , b ₂	溶接の有効長さ	mm
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
d	ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1) に定める値	MPa
F [*]	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
F _b	ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
F _{b1}	鉛直方向地震及び壁掛形計器スタンションの取付面に対し左右方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
F _{b2}	鉛直方向地震及び壁掛形計器スタンションの取付面に対し前後方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
F _w	溶接部に作用する引張力	N
F _{w1}	鉛直方向地震及び壁掛形計器スタンションの取付面に対し左右方向の水平方向地震により溶接部に作用する引張力	N
F _{w2}	鉛直方向地震及び壁掛形計器スタンションの取付面に対し前後方向の水平方向地震により溶接部に作用する引張力	N
f _{s b}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
f _{s w}	溶接部の許容せん断応力	MPa
f _{t o}	引張力のみをうけるボルトの許容引張応力	MPa
f _{t s}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	MPa
f _{t w}	溶接部の許容引張応力	MPa
f _w	溶接部の許容組合せ応力	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s ²
h ₂	取付面から重心までの距離	mm

記号	記号の説明	単位
l_3	重心と下側ボルト間の距離	mm
l_{a1}	側面(左右)ボルト間の距離	mm
l_{a2}	側面(左右)溶接部間の距離	mm
l_{b1}	上下ボルト間の距離	mm
l_{b2}	下側ボルトと上側溶接部端部との距離	mm
m	計器スタンションの質量	kg
n_1	ボルトの本数	—
n_2	溶接箇所数	—
n_{f1V}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数(側面方向転倒)	—
n_{f2V}	評価上引張力を受けるとして期待する溶接箇所数(側面方向転倒)	—
n_{f1H}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数(正面方向転倒)	—
n_{f2H}	評価上引張力を受けるとして期待する溶接箇所数(正面方向転倒)	—
Q_b	ボルトに作用するせん断力	N
Q_{b1}	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力	N
Q_{b2}	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力	N
Q_w	溶接部に作用するせん断力	N
Q_{w1}	水平方向地震により溶接部に作用するせん断力	N
Q_{w2}	鉛直方向地震により溶接部に作用するせん断力	N
s	溶接脚長	mm
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40°Cにおける値	MPa
π	円周率	—
σ_b	ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_t	溶接部に生じる引張応力	MPa
σ_w	溶接部に生じる組合せ応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ_b	ボルトに生じるせん断応力	MPa

2.2.5 計算精度と単位の丸め方

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
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

2.3 評価部位

格納容器内圧力の耐震評価は「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト及び溶接部について評価を実施する。

格納容器内圧力の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

2.4 固有周期

2.4.1 基本方針

計器スタンションの固有周期は、構造が同等な振動特性を持つ計器スタンションに対する振動試験より算定された固有周期を使用する。

2.4.2 固有周期の算出方法

プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。格納容器内圧力の外形図を表 2-1 の概略構造図に示す。

2.4.3 固有周期の算出結果

固有周期の算出結果を表 2-3 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下である。

表 2-3 固有周期

(単位：s)

格納容器内圧力 (B21-PT-025B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

2.5 構造強度評価

2.5.1 構造強度評価方法

- (1) 計器スタンションの質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は計器スタンションに対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (3) 計器スタンションは基礎ボルト及び溶接で壁面に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、計算モデルにおける正面方向及び側面方向について検討し、計算書には結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 計器スタンションの重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行うものとする。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

2.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

格納容器内圧力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 2-4 に示す。

2.5.2.2 許容応力

格納容器内圧力の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-5 のとおりとする。

2.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

格納容器内圧力の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 2-6 に示す。

表 2-4 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	格納容器内圧力		S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	原子炉非常停止 信号	ドライウエル圧力高		S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	その他の原子炉 格納容器隔離弁 (1)	ドライウエル 圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	非常用 ガス処理系	ドライウエル 圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	原子炉隔離時 冷却系	ドライウエル 圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	高压炉心注水系	ドライウエル 圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 2-4 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）（続き）

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	許容応力状態
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	残留熱除去系 低圧注水系	ドライウエル 圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	自動減圧系	ドライウエル 圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 2-5 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)		許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力		一次応力	
	引張り	せん断	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

*3：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

表 2-6 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件	(°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	100	194	373	—
溶接部	SS400 (径≤16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

2.5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 2-7 に示す。

「基準地震動 S_s 」による地震力は、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 2-7 設計用地震力（設計基準対象施設）

機器名称	据付場所 及び 床面高さ (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	鉛直 方向	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
格納容器内圧力 (B21-PT-025B)	原子炉建屋 T. M. S. L. 23. 500 (T. M. S. L. 31. 700*)	0. 05 以下	0. 05 以下	$C_H=0. 88$	$C_V=0. 72$	$C_H=1. 71$	$C_V=1. 41$

注記*：基準床レベルを示す。

2.5.4 計算方法

2.5.4.1 応力の計算方法

2.5.4.1.1 ボルトの計算方法

ボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張りとせん断力について計算する。

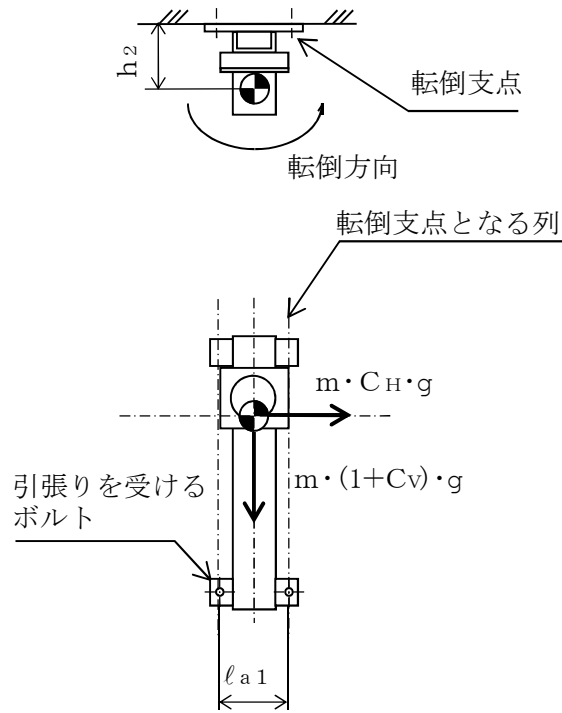


図 2-2 計算モデル（正面方向）

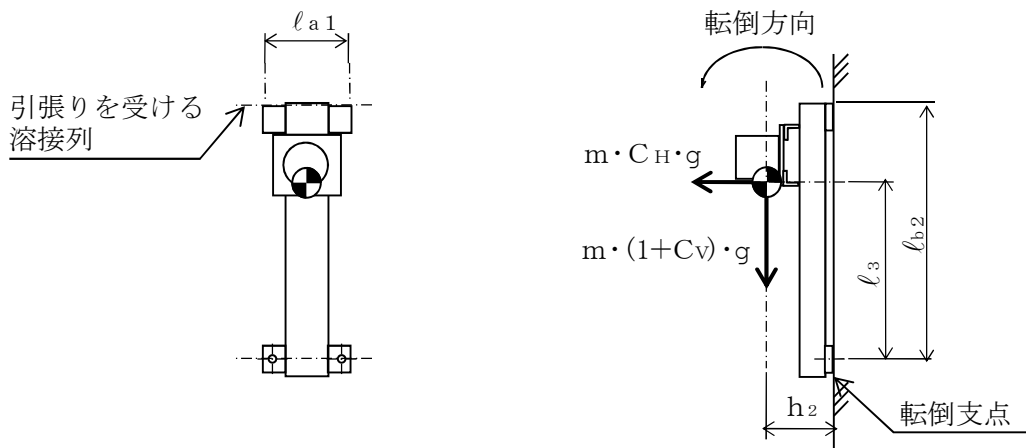


図 2-3 計算モデル（側面方向）

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図2-2及び図2-3でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

計算モデル図2-2の場合の引張力

$$F_{b1} = m \cdot g \cdot \left(\frac{C_H \cdot h_2}{n_{f1H} \cdot l_{a1}} + \frac{(1 + C_V) \cdot h_2}{n_{f1V} \cdot l_{b1}} \right) \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.1)$$

計算モデル図2-3の場合の引張力

$$F_{b2} = m \cdot g \cdot \left(\frac{C_H \cdot l_3 + (1 + C_V) \cdot h_2}{n_{f1V} \cdot l_{b1}} \right) \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.2)$$

ただし、図2-3に示す計算モデルでは引張りを受けるボルトがないため、図2-2で示す計算モデルの場合のみ引張力が生じる。

$$F_b = F_{b1} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.4)$$

ここで、ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.5)$$

(2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b1} = m \cdot g \cdot C_H \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.6)$$

$$Q_{b2} = m \cdot g \cdot (1 + C_V) \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.7)$$

$$Q_b = \sqrt{(Q_{b1})^2 + (Q_{b2})^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.8)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n_1 \cdot A_b} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.9)$$

2.5.4.1.2 溶接部の応力

溶接部の応力は、図 2-4 及び図 2-5 で示すボルト又は溶接部端部を支点とする転倒を考え、これを片側の溶接部で受けるものとして計算する。

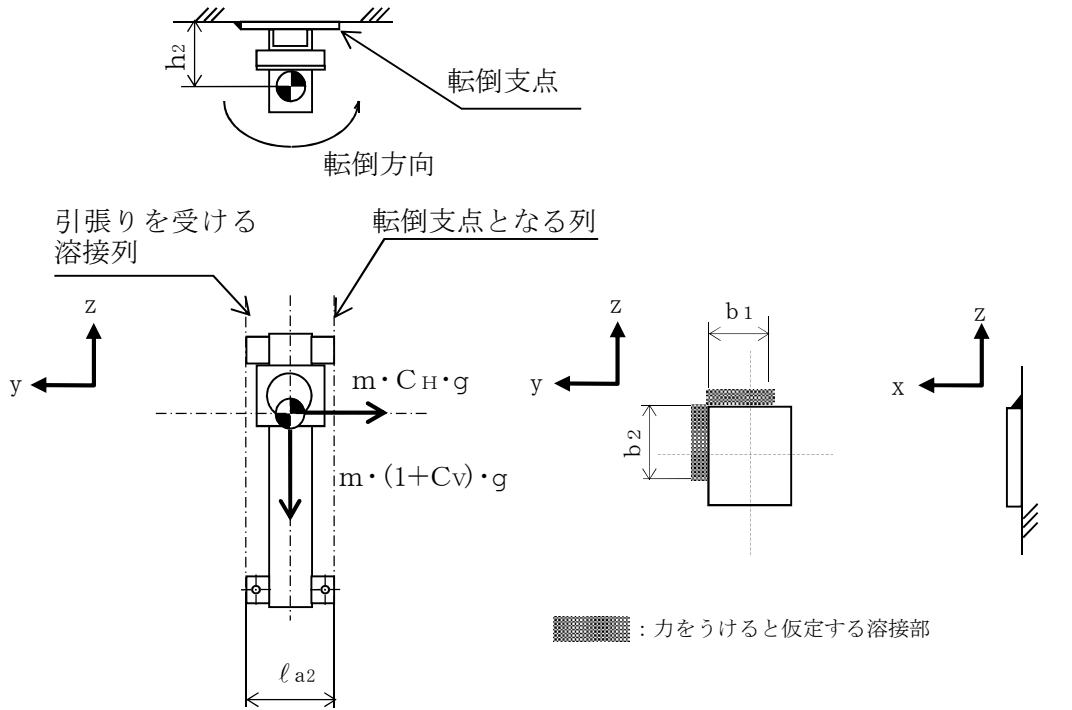


図 2-4 計算モデル（正面方向）

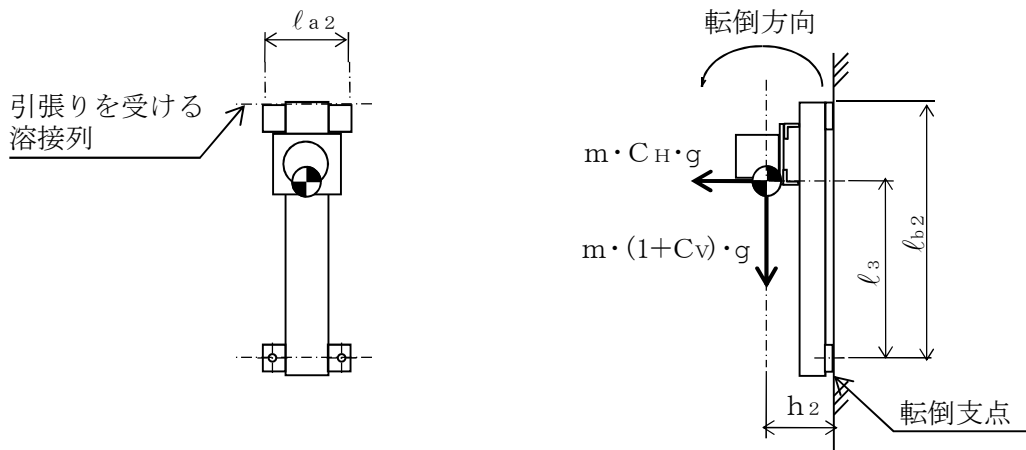


図 2-5 計算モデル（側面方向）

(1) 引張応力

溶接部に対する引張力は、図2-4及び図2-5それぞれの溶接部を支点とする転倒を考え、これを全溶接断面積で受けるものとして計算する。

引張力

計算モデル図2-3の場合の引張力

$$F_{w1} = m \cdot g \cdot \left(\frac{C_H \cdot h_2}{n_{f2H} \cdot l_{a2}} + \frac{(1 + C_V) \cdot h_2}{n_{f2V} \cdot l_{b2}} \right) \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.1)$$

計算モデル図2-4の場合の引張力

$$F_{w2} = m \cdot g \cdot \left(\frac{C_H \cdot l_3 + (1 + C_V) \cdot h_2}{n_{f2V} \cdot l_{b1}} \right) \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.2)$$

$$F_w = \text{Max} (F_{w1}, F_{w2}) \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.3)$$

引張応力

$$\sigma_t = \frac{F_w}{A_w} \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.4)$$

ここで、引張り力を受ける溶接部の有効断面積 A_w は、次式により求める。

$$A_w = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.5)$$

ただし、 b_1 、 b_2 は各溶接部における溶接長さを示し、溶接部の有効のど厚 a は、次式により求める。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.6)$$

(2) せん断応力

せん断力は、全溶接で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{w1} = m \cdot g \cdot C_H \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.7)$$

$$Q_{w2} = m \cdot g \cdot (1 + C_V) \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.8)$$

$$Q_w = \sqrt{(Q_{w1})^2 + (Q_{w2})^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.9)$$

せん断応力

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{Q_{w1}}{n_2 \cdot A_{w1}} \right)^2 + \left(\frac{Q_{w2}}{n_2 \cdot A_{w2}} \right)^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.10)$$

ここで、せん断力を受ける溶接部の有効断面積 A_{w1} 及び A_{w2} は、次式により求める。

$$A_{w1} = a \cdot b_1 \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.11)$$

$$A_{w2} = a \cdot b_2 \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.12)$$

(3) 組合せ応力

溶接に対する組合せ応力は、各応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t)^2 + (\tau)^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.13)$$

2.5.5 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器内圧力 (B21-PT-025B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

2.5.6 応力の評価

2.5.6.1 ボルトの応力評価

2.5.4.1.1項で求めたボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \cdots \cdots (5.4.1.1)$$

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

2.5.6.2 溶接部の応力評価

2.5.4.1.2項で求めた溶接部の各応力は以下の表に示す許容応力以下であること。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{tw}	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sw}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

2.6 機能維持評価

2.6.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器内圧力の電氣的機能維持評価については以下に示す。

なお、評価用加速度はV-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

格納容器内圧力の機能確認済加速度は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表2-8に示す。

表2-8 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (B21-PT-025B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

2.7 評価結果

2.7.1 設計基準対象施設としての評価結果

格納容器内圧力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及び電氣的機能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次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器内圧力(B21-PT-025B)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (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		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	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	
格納容器内圧力 (B21-PT-025B)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 23. 500 (T. M. S. L. 31. 700*)	0. 05 以下	0. 05 以下	C _H =0. 88	C _v =0. 72	C _H =1. 71	C _v =1. 41	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 基礎ボルト

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n ₁	l ₃ (mm)	l _{a1} (mm)	l _{b1} (mm)	n _{f1V}	n _{f1H}	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
															弾性設計用 地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	□	104	12 (M12)	113. 1	2	473	160	840	0	1	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)	194	232	正面方向	正面方向

1.2.2 溶接部

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	s (mm)	a (mm)	A _w (mm ²)	A _{w1} (mm ²)	A _{w2} (mm ²)	n ₂	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	l ₃ (mm)	l _{a2} (mm)	l _{b2} (mm)	n _{f2V}	n _{f2H}	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
																				弾性設計用 地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	□	104	4. 2	2. 94	242. 8	114. 1	128. 8	2	38. 8	43. 8	473	200	870	1	2	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)	221	261	正面方向	正面方向

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	□	□	□	□

1.3.2 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は 静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張り	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 116^*$	$\sigma_b = 3$	$f_{ts} = 139^*$
		せん断	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 89$	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 107$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 溶接部の応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は 静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SS400	引張り	$\sigma_t = 1$	$f_{tw} = 127^*$	$\sigma_t = 1$	$f_{tw} = 150^*$
		せん断	$\tau = 2$	$f_{sw} = 127^*$	$\tau = 3$	$f_{sw} = 150^*$
		組合せ	$\sigma_w = 2$	$f_w = 127^*$	$\sigma_w = 4$	$f_w = 150^*$

すべて許容応力以下である。

注記*：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

1.4.2 電氣的機能の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		評価用加速度	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (B21-PT-025B)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

