Ⅴ-2-10-1-3　その他の電源装置の耐震性についての計算書

Ⅴ-2-10-1-3-1　AM用直流125V充電器の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，AM 用直流 125V 充電器が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

AM 用直流 125V 充電器は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

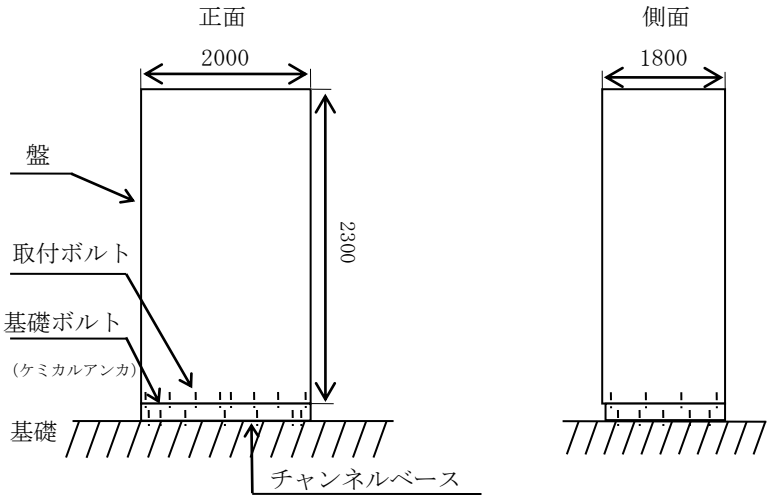
なお，AM 用直流 125V 充電器は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

AM 用直流 125V 充電器の構造計画を表 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	
AM用直流125V充電器は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）	【AM用直流125V充電器】  （単位：mm）

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

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。試験の結果，剛であることを確認した。固有周期の確認結果を表3－1に示す。

表3－1　固有周期　　（単位：s）

水平	[redacted]
鉛直	[redacted]

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

AM 用直流 125V 充電器の構造強度評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9 盤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。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

AM 用直流 125V 充電器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2 許容応力

AM 用直流 125V 充電器の許容応力は，V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

AM 用直流 125V 充電器の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【AM 用直流 125V 充電器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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	AM 用直流 125V 充電器	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D+P_D+M_D+S_s$ *3	$Ⅳ_AS$
					$D+P_{SAD}+M_{SAD}+S_s$	V_AS （V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「$D+P_{SAD}+M_{SAD}+S_s$」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4－2　許容応力（重大事故等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
$Ⅳ_AS$	1.5・f_t^*	1.5・f_s^*
$Ⅴ_AS$ （$Ⅴ_AS$として$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		Ｓｙ (MPa)	Ｓｕ (MPa)	Ｓｙ（ＲＴ） (MPa)
基礎ボルト	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	50	211	394	―
取付ボルト	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	50	231	394	―

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

電気的機能維持評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

AM 用直流 125V 充電器に設置される器具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，同形式の器具単体の正弦波加振試験において，電気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 5－1 に示す。

表 5－1　機能確認済加速度　　（×9.8m/s^2）

評価部位	方向	機能確認済加速度
AM 用直流 125V 充電器	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

AM 用直流 125V 充電器の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【AM用直流125V充電器の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM用直流125V 充電器	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 31.7*	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H=1.71	Ｃｖ=1.41	50

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	A_{bi} (mm^2)	ｎｉ	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ=1)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	16	211 (40mm＜径)	394 (40mm＜径)
取付ボルト (ｉ=2)	[redacted]	1150	16 (M16)	201.1	24	231 (16mm＜径≦40mm)	394 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	ｎｆｉ*	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ=1)	830	830	5	—	253	—	長辺方向
	950	950	3				
取付ボルト (ｉ=2)	850	850	8	—	276	—	長辺方向
	970	970	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=74$	$f_{ts1}=152^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=19$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=51$	$f_{ts2}=207^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=12$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

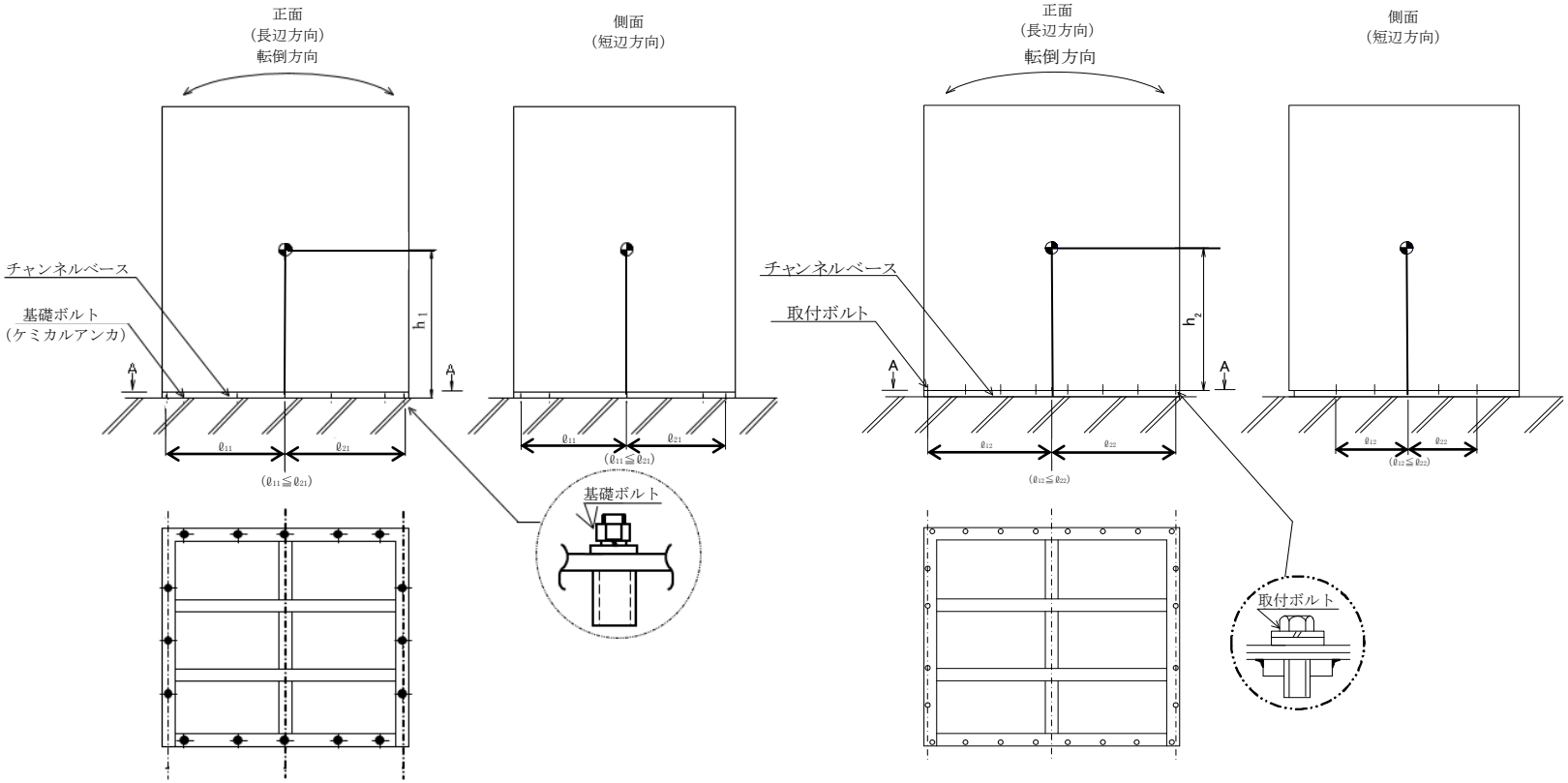
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

		機能維持評価用加速度＊	機能確認済加速度
AM用直流125V充電器	水平方向	1.42	[redacted]
	鉛直方向	1.17	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
（長辺方向）
転倒方向
側面
（短辺方向）
チャンネルベース
基礎ボルト
（ケミカルアンカ）
A
A
h_1
ℓ_{11}
ℓ_{21}
（$\ell_{11} \leqq \ell_{21}$）
基礎ボルト
A～A　矢視図
正面
（長辺方向）
転倒方向
側面
（短辺方向）
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
（$\ell_{12} \leqq \ell_{22}$）
取付ボルト
A～A矢視図

Ⅴ-2-10-1-3-2　直流 125V 蓄電池の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　設計基準対象施設としての評価結果 ····· 9
6.2　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，直流 125V 蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

直流 125V 蓄電池は，設計基準対象施設においてはＳクラス施設に，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備，常設重大事故防止設備（設計基準拡張），及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）に分類される。以下，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

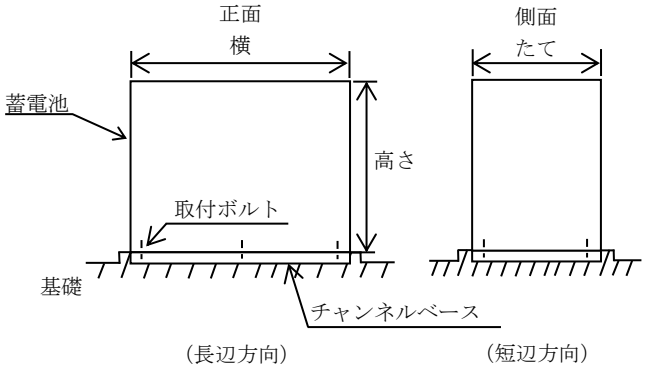
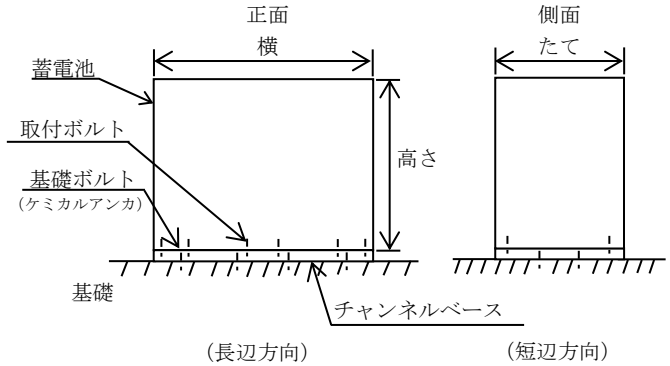
なお，直流 125V 蓄電池は，Ｖ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ｖ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

直流 125V 蓄電池の構造計画を表 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	
直流 125V 蓄電池 7A-2，7B，7C，7D は，基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。 直流 125V 蓄電池 7A は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 （鋼製架台に固定された密閉形クラッド式又は制御弁式据置鉛蓄電池）	【直流 125V 蓄電池 7A-2，7B，7C，7D】  【直流 125V 蓄電池 7A】 

	直流 125V 蓄電池 7A-2（2 個並び 1 段 2 列))	直流 125V 蓄電池 7A-2（2 個並び 1 段 1 列)	直流 125V 蓄電池 7B（2 個並び 1 段 2 列)	直流 125V 蓄電池 7B（2 個並び 1 段 1 列)	直流 125V 蓄電池 7C（2 個並び 1 段 2 列)	直流 125V 蓄電池 7C （2 個並び 1 段 1 列)	直流 125V 蓄電池 7D（6 個並び 1 段 2 列)	直流 125V 蓄電池 7D（6 個並び 1 段 1 列)
たて								
横								
高さ								

	直流 125V 蓄電池 7A（4 個並び 2 段 1 列))	直流 125V 蓄電池 7A（3 個並び 2 段 1 列)
たて		
横		
高さ		

（単位：mm）

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

直流 125V 蓄電池の水平方向の固有周期は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。試験の結果，剛であることを確認した。直流 125V 蓄電池の鉛直方向の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ蓄電池に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

表 3－1　固有周期　　（単位：s）

名称	方向	固有周期
直流 125V 蓄電池 7A (4 個並び 2 段 1 列)	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 蓄電池 7A (3 個並び 2 段 1 列)	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 蓄電池 7A-2 (2 個並び 1 段 2 列)	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 蓄電池 7A-2 (2 個並び 1 段 1 列)	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 蓄電池 7B (2 個並び 1 段 2 列)	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 蓄電池 7B (2 個並び 1 段 1 列)	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 蓄電池 7C (2 個並び 1 段 2 列)	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 蓄電池 7C (2 個並び 1 段 1 列)	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 蓄電池 7D (6 個並び 1 段 2 列)	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 蓄電池 7D (6 個並び 1 段 1 列)	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

直流 125V 蓄電池の構造強度評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

直流 125V 蓄電池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 4－1 に，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－2 に示す。

4.2.2 許容応力

直流 125V 蓄電池の許容応力は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

直流 125V 蓄電池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 4－4 に，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－5 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【直流 125V 蓄電池 7A（4 個並び 2 段 1 列）の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 蓄電池 7A（3 個並び 2 段 1 列）の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 蓄電池 7A-2（2 個並び 1 段 2 列）の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 蓄電池 7A-2（2 個並び 1 段 1 列）の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 蓄電池 7B（2 個並び 1 段 2 列）の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 蓄電池 7B（2 個並び 1 段 1 列）の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 蓄電池 7C（2 個並び 1 段 2 列）の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 蓄電池 7C（2 個並び 1 段 1 列）の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 蓄電池 7D（6 個並び 1 段 2 列）の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 蓄電池 7D（6 個並び 1 段 1 列）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 4－1　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
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	直流 125V 蓄電池	S	—*	$D+P_D+M_D+S_d$ *	$Ⅲ_AS$
					$D+P_D+M_D+S_s$	$Ⅳ_AS$

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 4－2　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	直流 125V 蓄電池 7A 直流 125V 蓄電池 7A-2 直流 125V 蓄電池 7B	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D+P_D+M_D+S_s$ *3	$Ⅳ_AS$
					$D+P_{SAD}+M_{SAD}+S_s$	V_AS （V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）
		直流 125V 蓄電池 7C 直流 125V 蓄電池 7D	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）			

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備，「 常設／防止（ＤＢ拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張），「常設／緩和（ＤＢ拡張)」は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）を示す。

＊2：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。

＊3：「$D+P_{SAD}+M_{SAD}+S_s$」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4－3　許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等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
ⅢAS	1.5・ｆｔ	1.5・ｆｓ
ⅣAS	1.5・ｆｔ*	1.5・ｆｓ*
ⅤAS （ⅤASとしてⅣASの許容限界を用いる。）		

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 4－4　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 (℃)		Ｓｙ (MPa)	Ｓｕ (MPa)	Ｓｙ（ＲＴ） (MPa)
基礎ボルト*1	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
取付ボルト*2	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	―
取付ボルト*3	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	40	245	400	―

表 4－5　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		Ｓｙ (MPa)	Ｓｕ (MPa)	Ｓｙ（ＲＴ） (MPa)
基礎ボルト*1	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
取付ボルト*2	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	―
取付ボルト*3	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	40	245	400	―

注記＊1：直流 125V 蓄電池 7A の基礎ボルトを示す。

＊2：直流 125V 蓄電池 7A の取付ボルトを示す。

＊3：直流 125V 蓄電池 7A-2，7B，7C，7D の取付ボルトを示す。

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

直流 125V 蓄電池の電気的機能維持評価について，以下に示す。

蓄電池は ＪＥＡＧ４６０１―1987 において「装置」に分類され，機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって，直流 125V 蓄電池の機能維持評価は，支持構造物が健全であることの確認により行う。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

直流 125V 蓄電池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気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

電気的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，
評価結果は(1)構造強度評価結果による。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

直流 125V 蓄電池の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，
評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【直流 125V 蓄電池 7A（4個並び2段1列）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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7A (4個並び2段1列)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 0.2 (T.M.S.L. 1.0*)	[redacted]	0.05 以下	C_H＝0.73	C_V＝0.67	C_H＝1.75	C_V＝1.28	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i＝1)	[redacted]	733	16 (M16)	201.1	12	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i＝1)	420.5	420.5	4	215	258	短辺方向	長辺方向
	740	740	2				
取付ボルト (i＝2)	430.5	430.5	6	235	280	長辺方向	長辺方向
	760	760	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

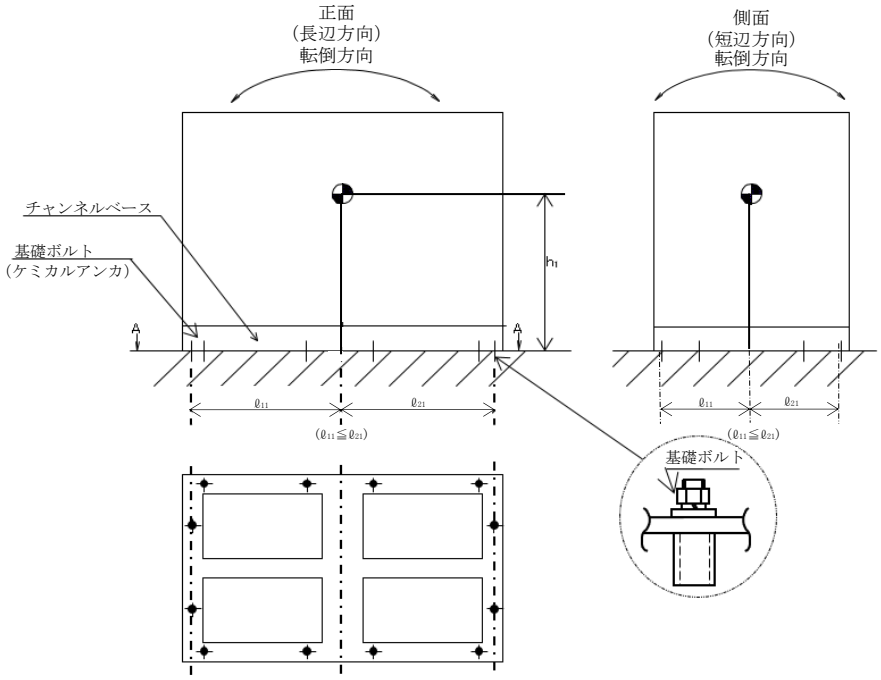
1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

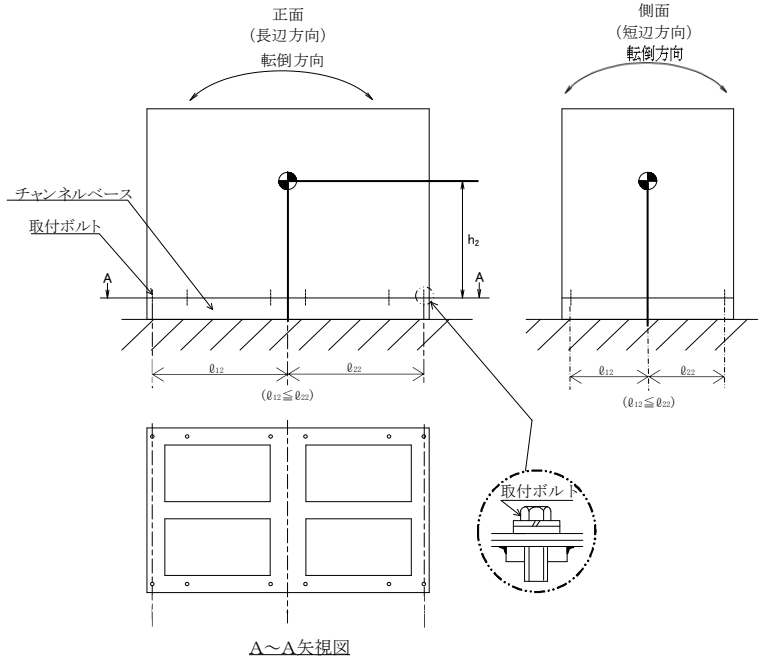
部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	$\sigma_{b1}=14$	$f_{ts1}=129^{*}$	$\sigma_{b1}=58$	$f_{ts1}=154^{*}$
		せん断	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=99$	$\tau_{b1}=17$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=9$	$f_{ts2}=176^{*}$	$\sigma_{b2}=52$	$f_{ts2}=210^{*}$
		せん断	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=17$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
A
A
h_1
ℓ_{11}
ℓ_{21}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
ℓ_{11}
ℓ_{21}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
基礎ボルト

A～A矢視図


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 蓄電池 7A（4 個並び 2 段 1 列）の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7A (4 個並び 2 段 1 列)	常設耐震／防止 常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 0.2 (T.M.S.L. 1.0*)	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H=1.75	C_V=1.28	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	mi (kg)	hi (mm)	di (mm)	A_{bi} (mm^2)	ni	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i＝1)	[redacted]	733	16 (M16)	201.1	12	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	Fi (MPa)	Fi* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i＝1)	420.5	420.5	4	—	258	—	長辺方向
	740	740	2				
取付ボルト (i＝2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	760	760	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

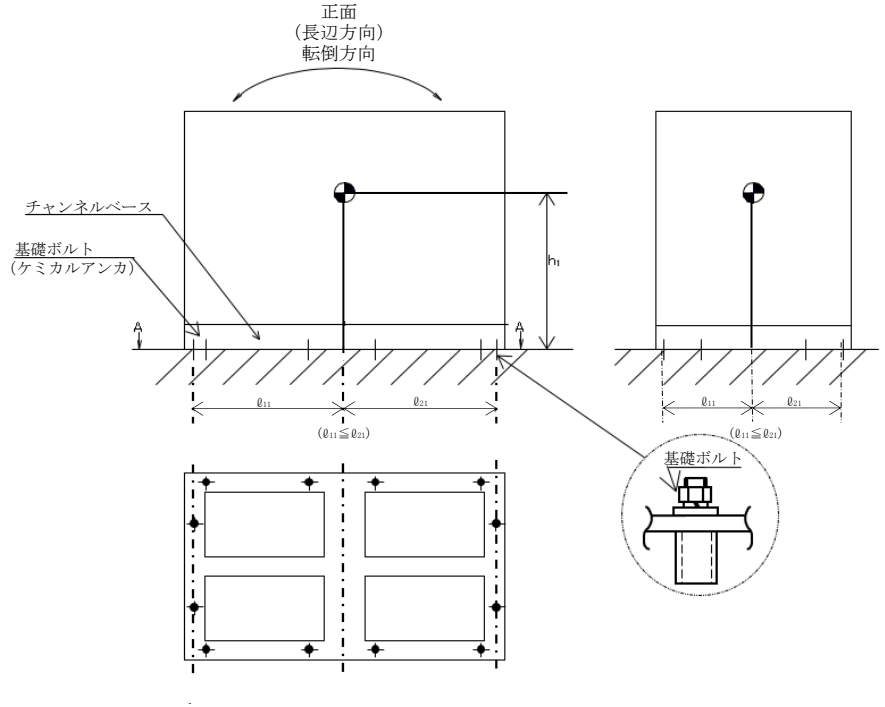
2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

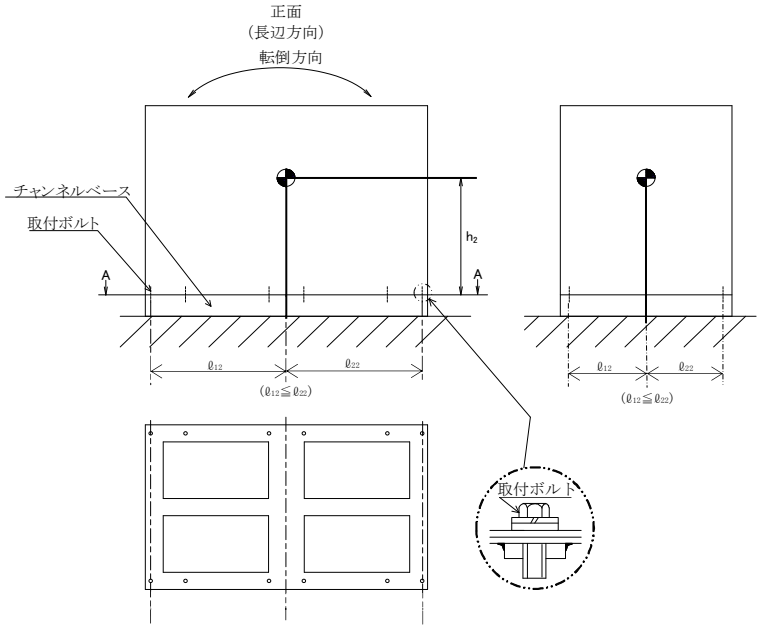
部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=58$	$f_{ts1}=154^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=17$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=52$	$f_{ts2}=210^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=17$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
A
A
h1
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)
基礎ボルト

A～A矢視図


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 蓄電池 7A（3 個並び 2 段 1 列）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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7A (3 個並び 2 段 1 列)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 0.2 (T.M.S.L. 1.0*)	[redacted]	0.05 以下	C_H＝0.73	C_V＝0.67	C_H＝1.75	C_V＝1.28	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i＝1)	[redacted]	733	16 (M16)	201.1	10	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i} *1 (mm)	ℓ_{2i} *1 (mm)	n_{fi} *1	F_i (MPa)	F_i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i＝1)	420.5	420.5	3	215	258	短辺方向	長辺方向
	555	585	2				
取付ボルト (i＝2)	430.5	430.5	6	235	280	長辺方向	長辺方向
	575	605	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

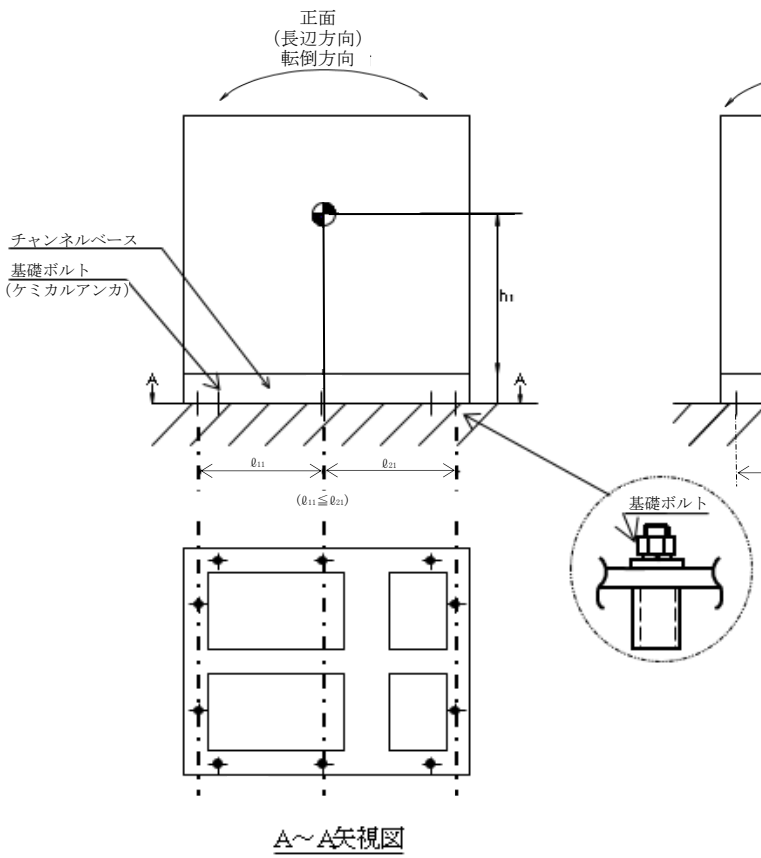
1.4 結論

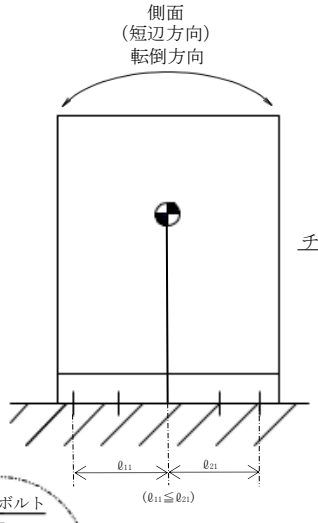
1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	$\sigma_{b1}=15$	$f_{ts1}=129^{*}$	$\sigma_{b1}=58$	$f_{ts1}=154^{*}$
		せん断	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=99$	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=176^{*}$	$\sigma_{b2}=51$	$f_{ts2}=210^{*}$
		せん断	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=13$	$f_{sb2}=161$

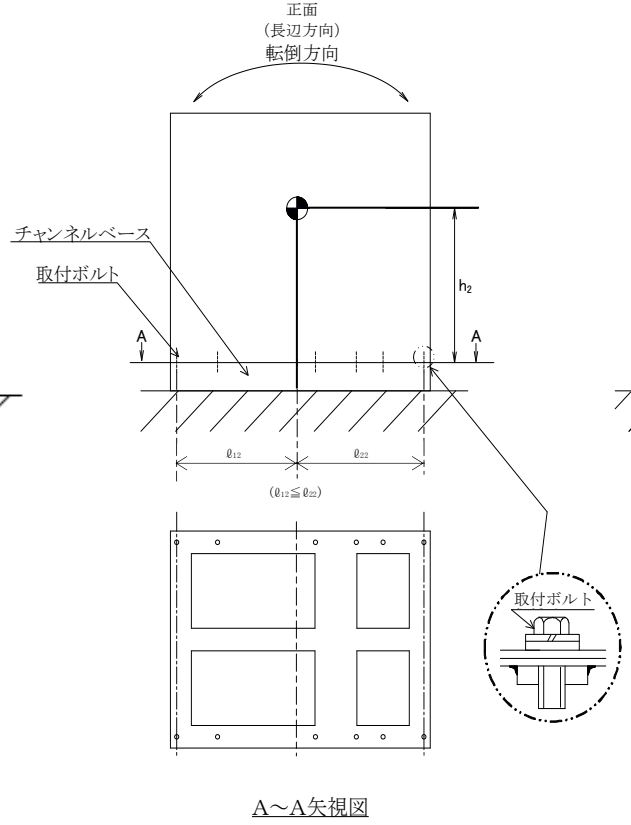
すべて許容応力以下である。

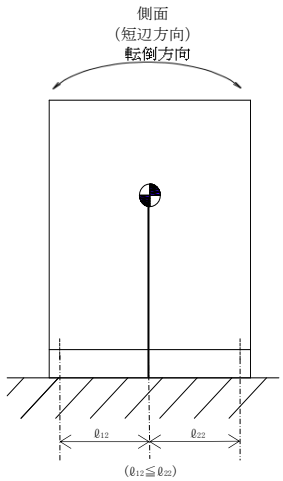
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
h1
A
A
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)
基礎ボルト


側面
(短辺方向)
転倒方向
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)

A～A矢視図


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
h2
A
A
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト


側面
(短辺方向)
転倒方向
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)

A～A矢視図

【直流 125V 蓄電池 7A（3 個並び 2 段 1 列）の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7A (3 個並び 2 段 1 列)	常設耐震／防止 常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 0.2 (T.M.S.L. 1.0*)	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H=1.75	C_V=1.28	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i＝1)	[redacted]	733	16 (M16)	201.1	10	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i} *1 (mm)	ℓ_{2i} *1 (mm)	n_{fi} *1	F_i (MPa)	F_i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i＝1)	420.5	420.5	3	—	258	—	長辺方向
	555	585	2				
取付ボルト (i＝2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	575	605	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

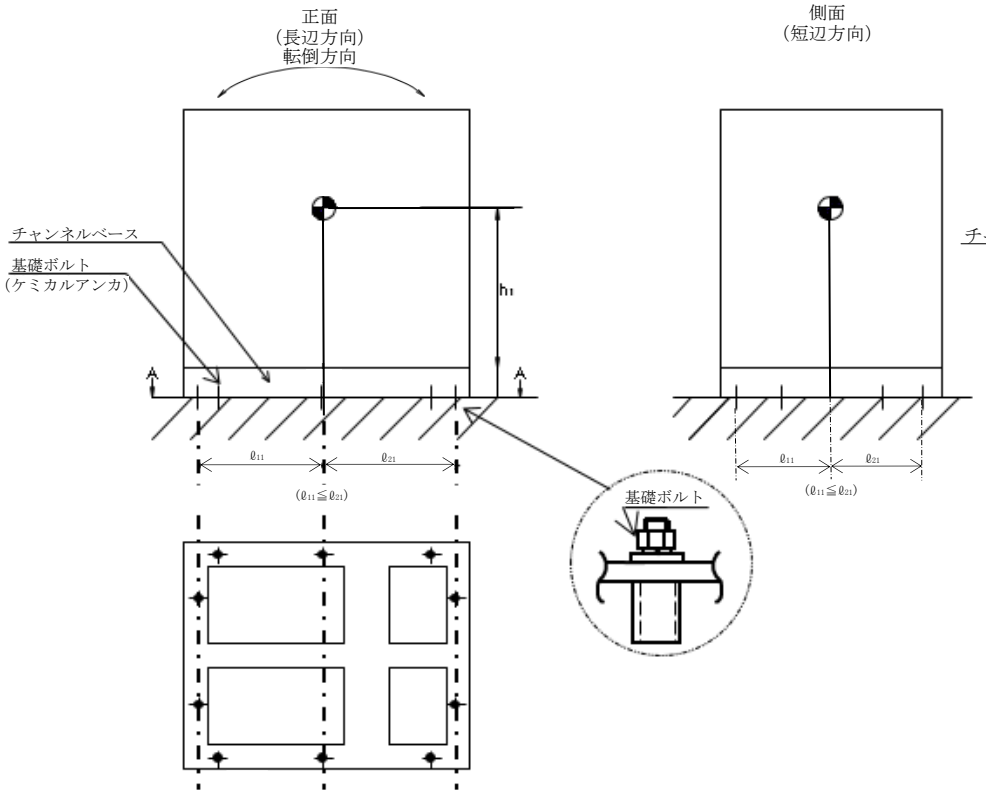
2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

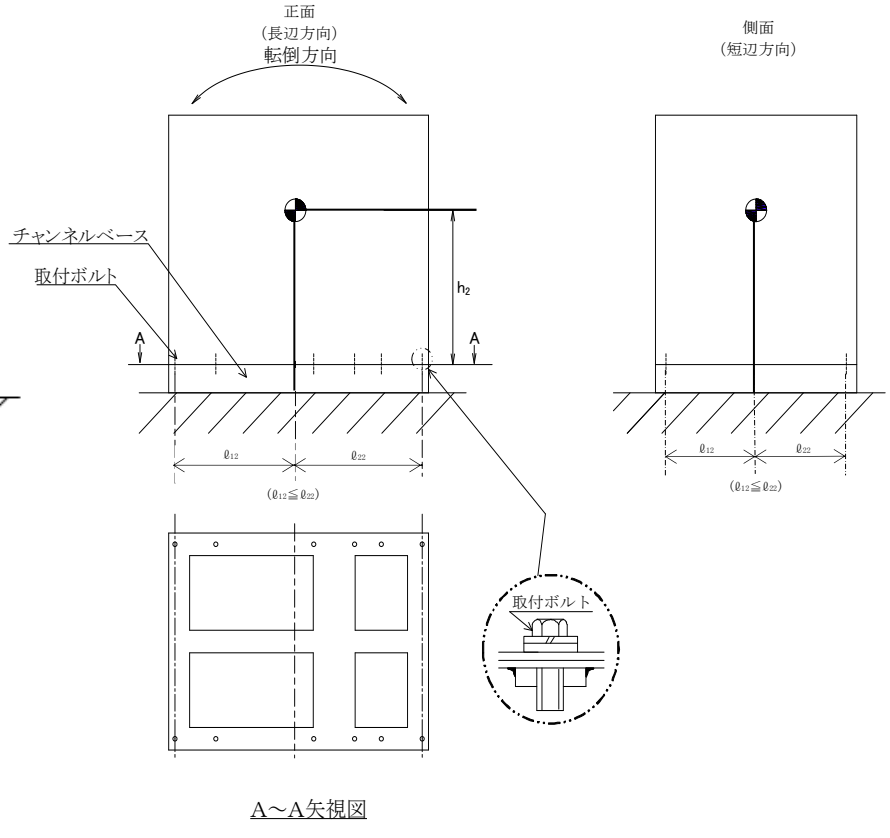
部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=58$	$f_{ts1}=154^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=51$	$f_{ts2}=210^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=13$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
h1
A
A
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)
基礎ボルト

A～A矢視図


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
h2
A
A
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 蓄電池 7A-2（2個並び1段2列）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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7A-2 (2 個並び 1 段 2 列)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	C_H＝0.82	C_V＝0.68	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm^2)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト (i ＝2)	[redacted]	600	16 (M16)	201.1	12	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i ＝2)	477.5	477.5	4	245	280	長辺方向	長辺方向
	510	510	3				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度
取付ボルト （ｉ＝2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

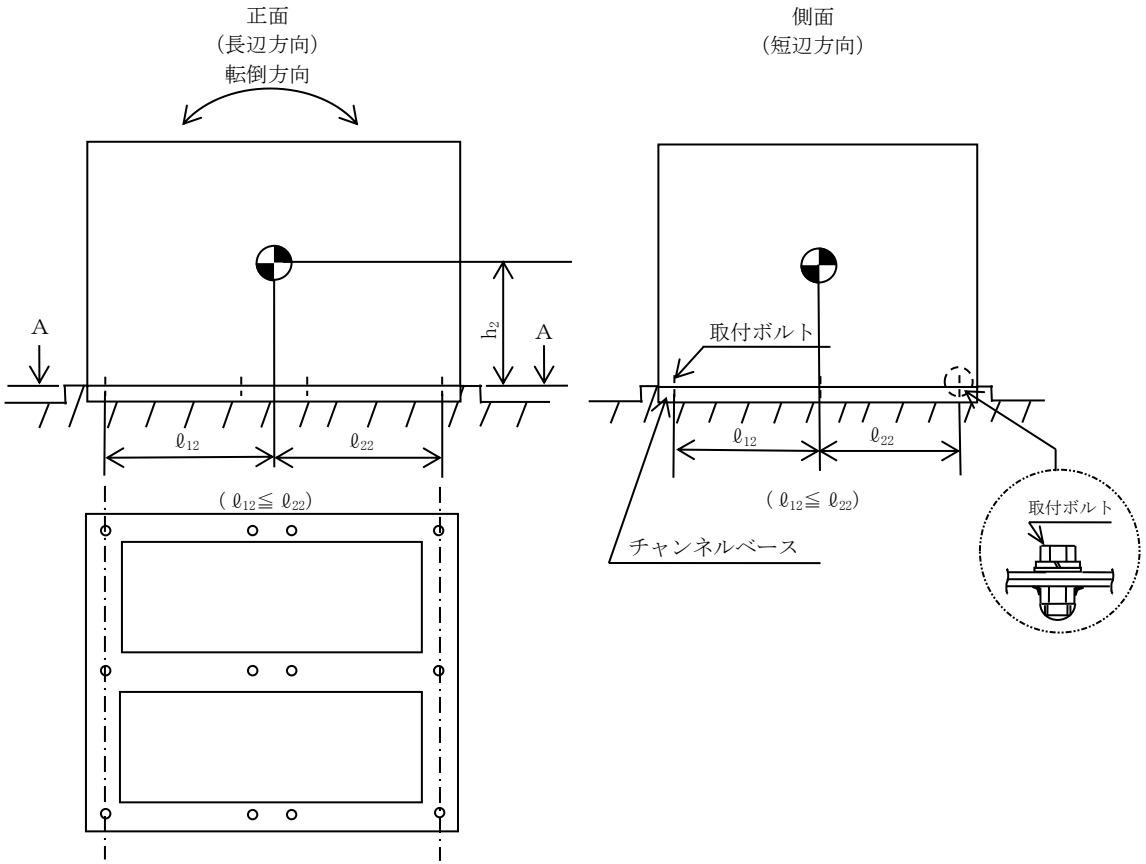
1.4 結論

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Ｓｄ又は静的震度		準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト （ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝10	f_{ts2}＝183*	σ_{b2}＝37	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝6	f_{sb2}＝141	τ_{b2}＝14	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
A
A
h_2
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
チャンネルベース
取付ボルト

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7A-2 (2 個並び 1 段 2 列)	常設耐震／防止 常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	600	16 (M16)	201.1	12	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	477.5	477.5	4	—	280	—	長辺方向
	510	510	3				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度
取付ボルト （ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

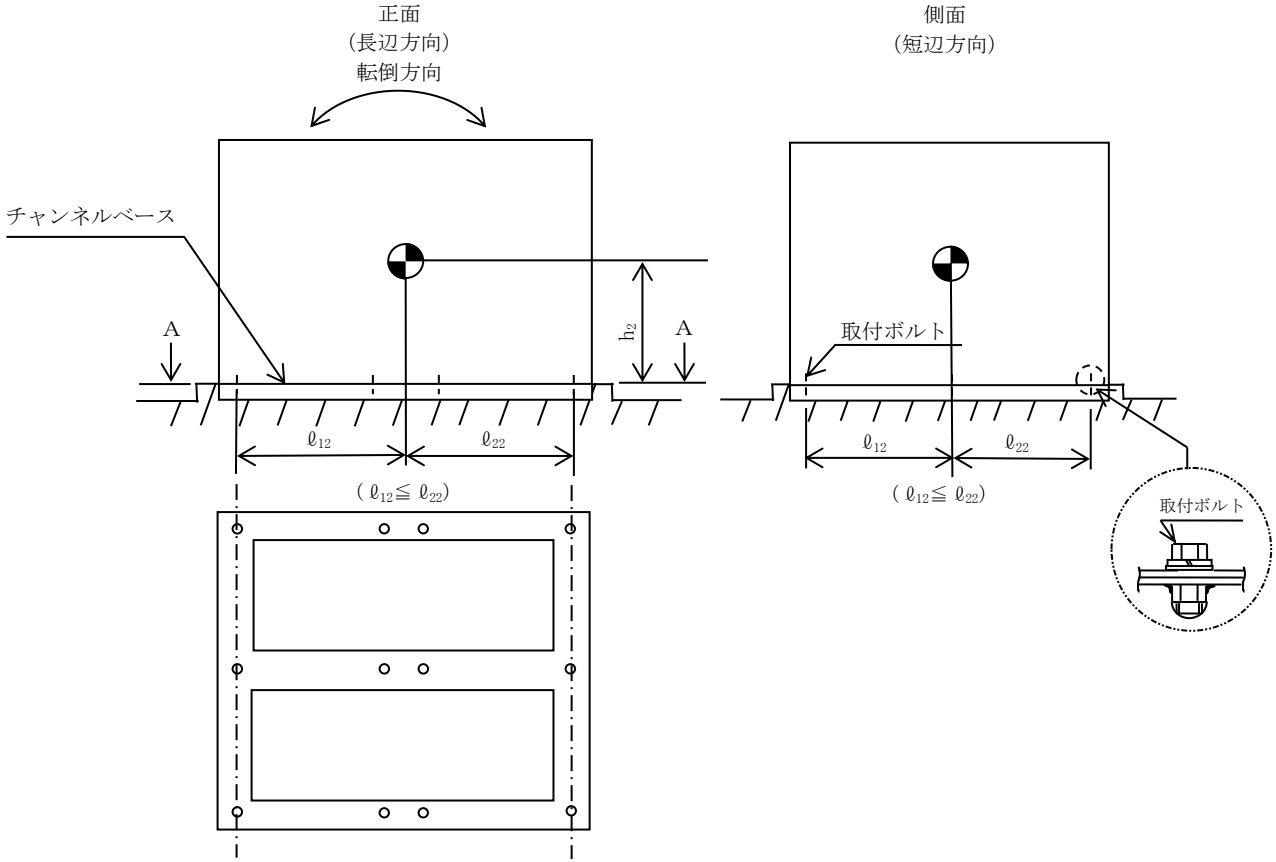
2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト （ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝37	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝14	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
A
A
h_2
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 蓄電池 7A-2（2 個並び 1 段 1 列）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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7A-2 (2 個並び 1 段 1 列)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	C_H＝0.82	C_V＝0.68	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	$A_{b}i$ (mm^2)	ｎｉ	$S_{y}i$ (MPa)	$S_{u}i$ (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	600	16 (M16)	201.1	6	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	$\ell_{1}i$* (mm)	$\ell_{2}i$* (mm)	$n_{f}i$*	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	250	250	3	245	280	短辺方向	短辺方向
	477.5	477.5	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

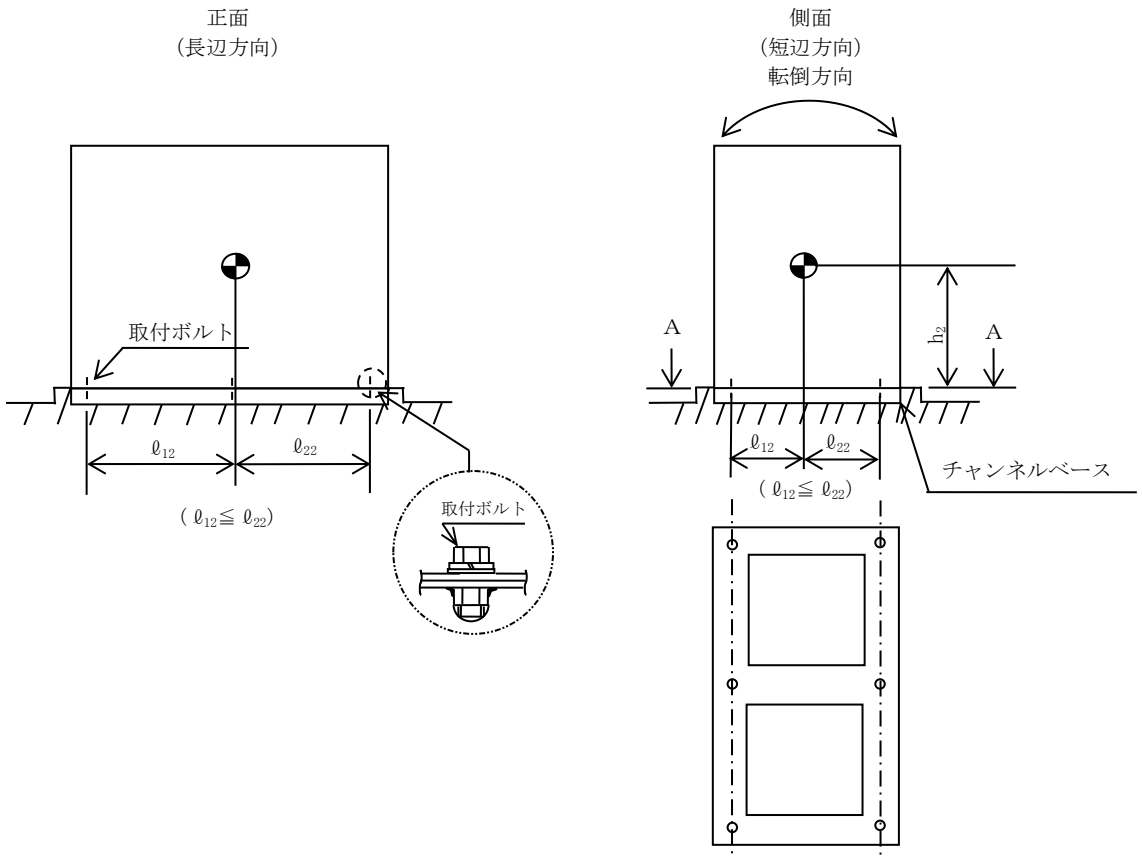
1.4 結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝13	f_{ts2}＝183*	σ_{b2}＝37	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝7	f_{sb2}＝141	τ_{b2}＝15	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト
側面
(短辺方向)
転倒方向
A
h_2
A
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
チャンネルベース

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7A-2 (2 個並び 1 段 1 列)	常設耐震／防止 常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	600	16 (M16)	201.1	6	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	250	250	3	—	280	—	短辺方向
	477.5	477.5	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度
取付ボルト （ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

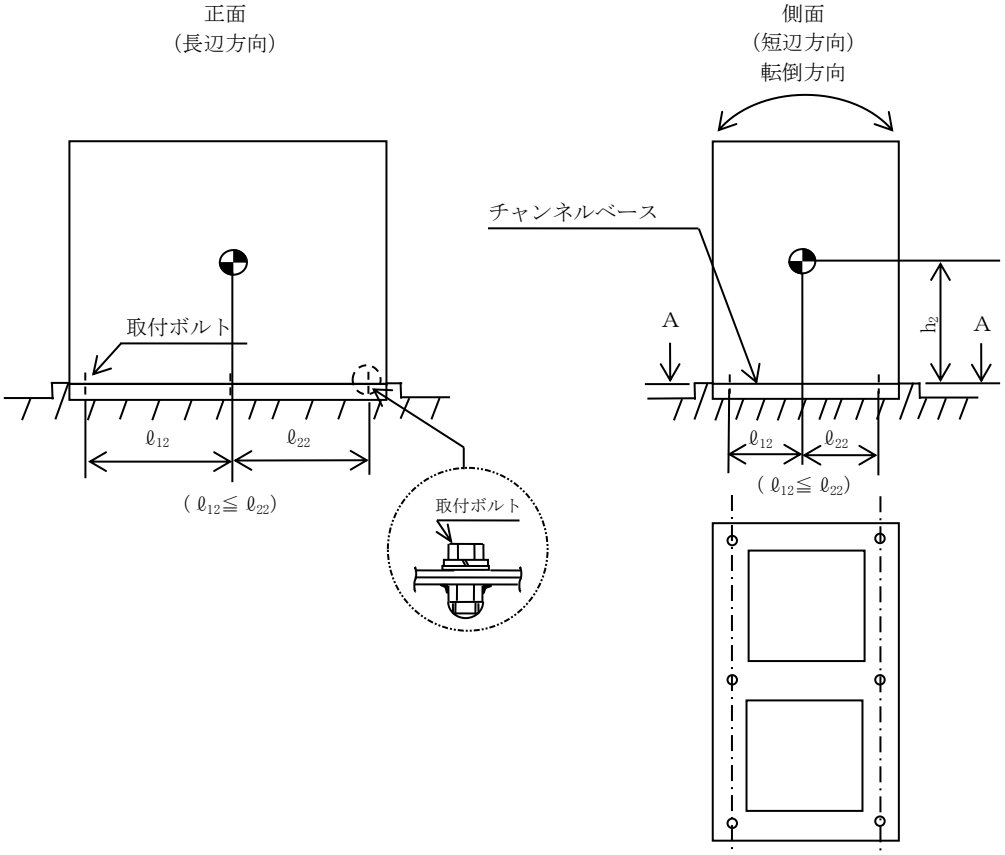
2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト （ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝37	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝15	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 蓄電池 7B（2 個並び 1 段 2 列）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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7B (2 個並び 1 段 2 列)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	C_H＝0.82	C_V＝0.68	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	$A_{b}i$ (mm^2)	ｎｉ	$S_{y}i$ (MPa)	$S_{u}i$ (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	600	16 (M16)	201.1	12	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	$\ell_{1}i$* (mm)	$\ell_{2}i$* (mm)	$n_{f}i$*	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	370	370	3	245	280	短辺方向	短辺方向
	477.5	477.5	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度
取付ボルト （ｉ＝2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

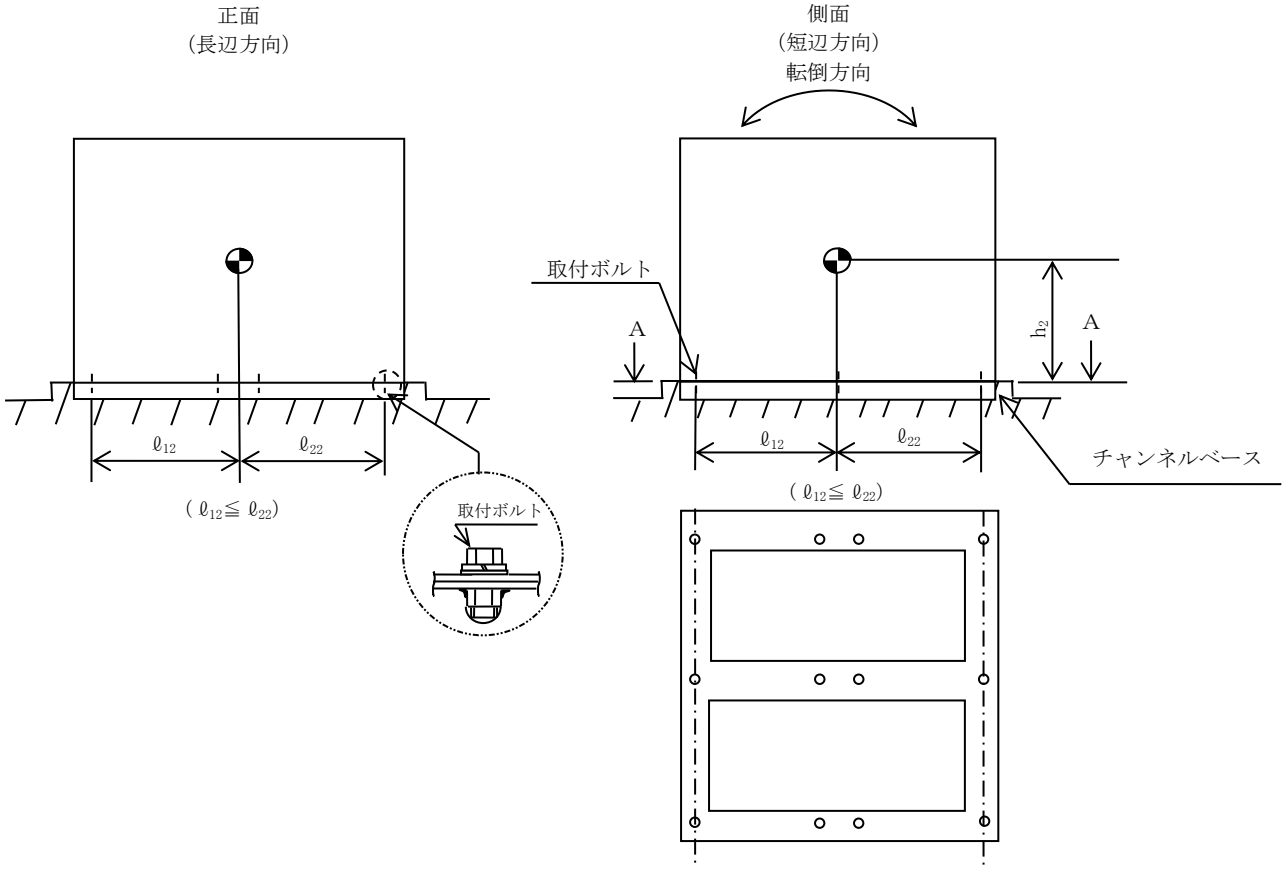
1.4 結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト （ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝11	f_{ts2}＝183*	σ_{b2}＝36	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝5	f_{sb2}＝141	τ_{b2}＝10	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
側面
(短辺方向)
転倒方向
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
チャンネルベース
取付ボルト

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7B (2 個並び 1 段 2 列)	常設耐震／防止 常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	$A_{b}i$ (mm^2)	ｎｉ	$S_{y}i$ (MPa)	$S_{u}i$ (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	600	16 (M16)	201.1	12	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	$\ell_{1}i$* (mm)	$\ell_{2}i$* (mm)	$n_{f}i$*	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	370	370	3	—	280	—	短辺方向
	477.5	477.5	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

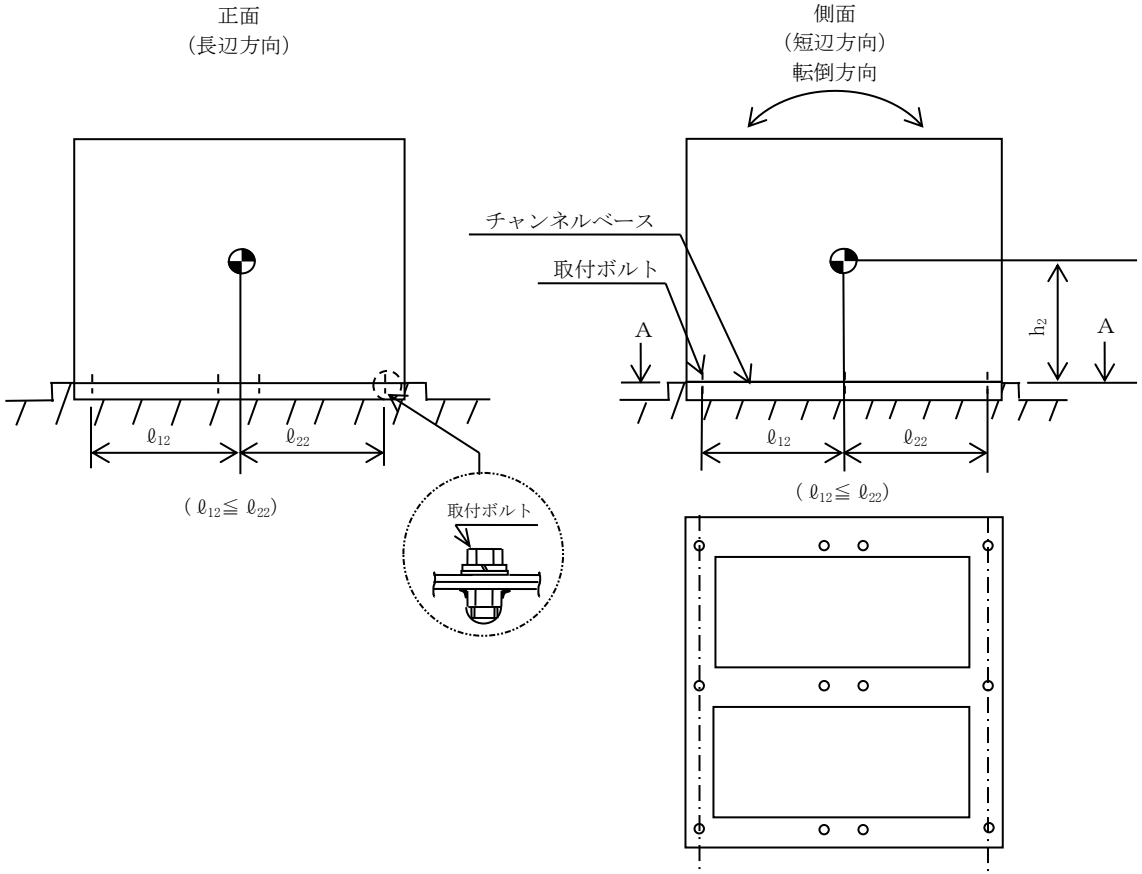
2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝36	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝10	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
（長辺方向）
側面
（短辺方向）
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
（$\ell_{12} \leqq \ell_{22}$）
ℓ_{12}
ℓ_{22}
（$\ell_{12} \leqq \ell_{22}$）
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 蓄電池 7B（2 個並び 1 段 1 列）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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7B (2 個並び 1 段 1 列)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	C_H＝0.82	C_V＝0.68	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	$A_{b}i$ (mm^2)	ｎｉ	$S_{y}i$ (MPa)	$S_{u}i$ (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	600	16 (M16)	201.1	6	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	$\ell_{1}i$* (mm)	$\ell_{2}i$* (mm)	$n_{f}i$*	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	180	180	3	245	280	短辺方向	短辺方向
	477.5	477.5	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

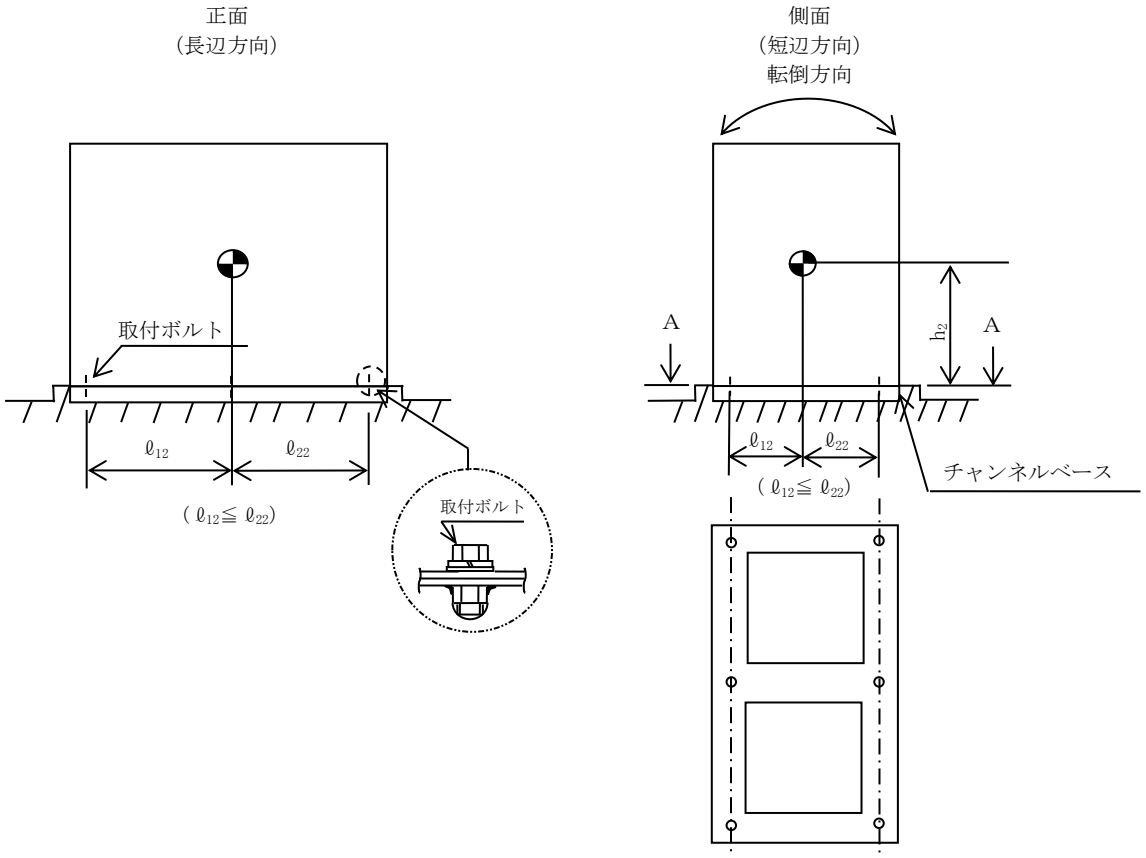
1.4 結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝14	f_{ts2}＝183*	σ_{b2}＝36	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝5	f_{sb2}＝141	τ_{b2}＝11	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト
側面
(短辺方向)
転倒方向
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
チャンネルベース

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7B (2 個並び 1 段 1 列)	常設耐震／防止 常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H=1.86	C_V=1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	$A_{b}i$ (mm^2)	ｎｉ	$S_{y}i$ (MPa)	$S_{u}i$ (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	600	16 (M16)	201.1	6	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	$\ell_{1}i$* (mm)	$\ell_{2}i$* (mm)	$n_{f}i$*	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	180	180	3	—	280	—	短辺方向
	477.5	477.5	2				

注記＊:各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

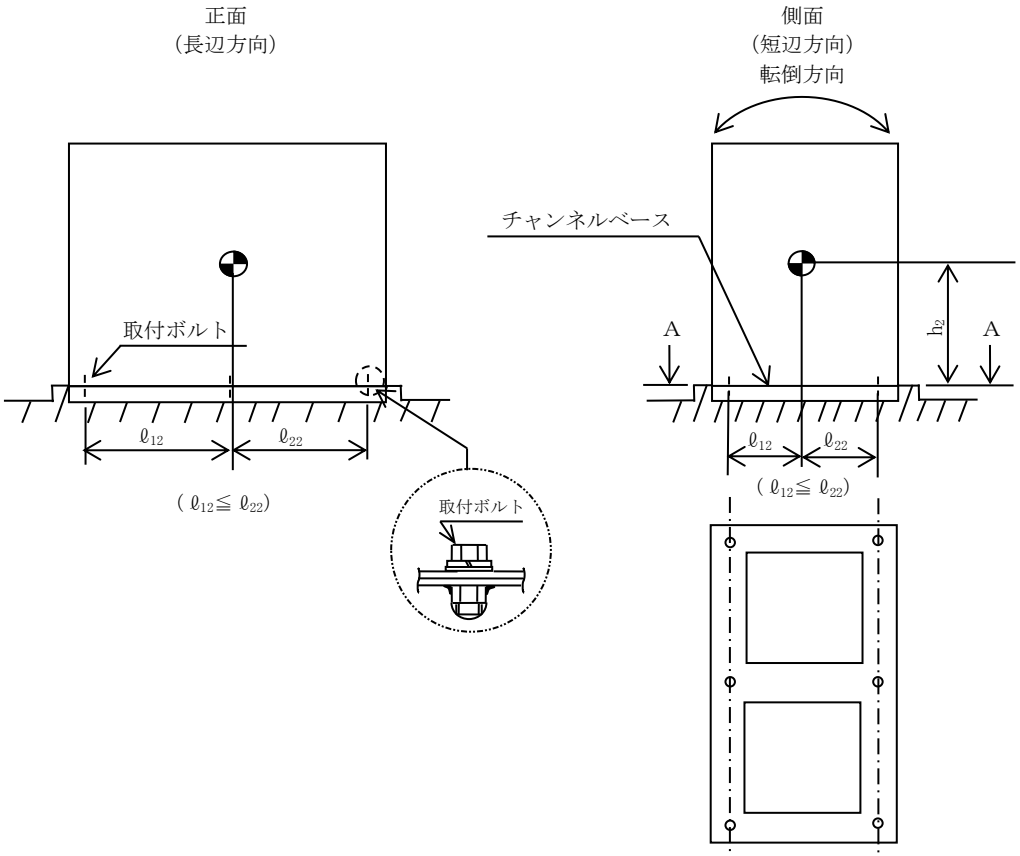
2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝36	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝11	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
（長辺方向）
側面
（短辺方向）
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
（$\ell_{12} \leqq \ell_{22}$）
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 蓄電池 7C（2 個並び 1 段 2 列）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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7C (2 個並び 1 段 2 列)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	C_H＝0.82	C_V＝0.68	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	$A_{b}i$ (mm^2)	ｎｉ	$S_{y}i$ (MPa)	$S_{u}i$ (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	600	16 (M16)	201.1	12	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	$\ell_{1}i$* (mm)	$\ell_{2}i$* (mm)	$n_{f}i$*	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	370	370	3	245	280	短辺方向	短辺方向
	477.5	477.5	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度
取付ボルト （ｉ＝2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

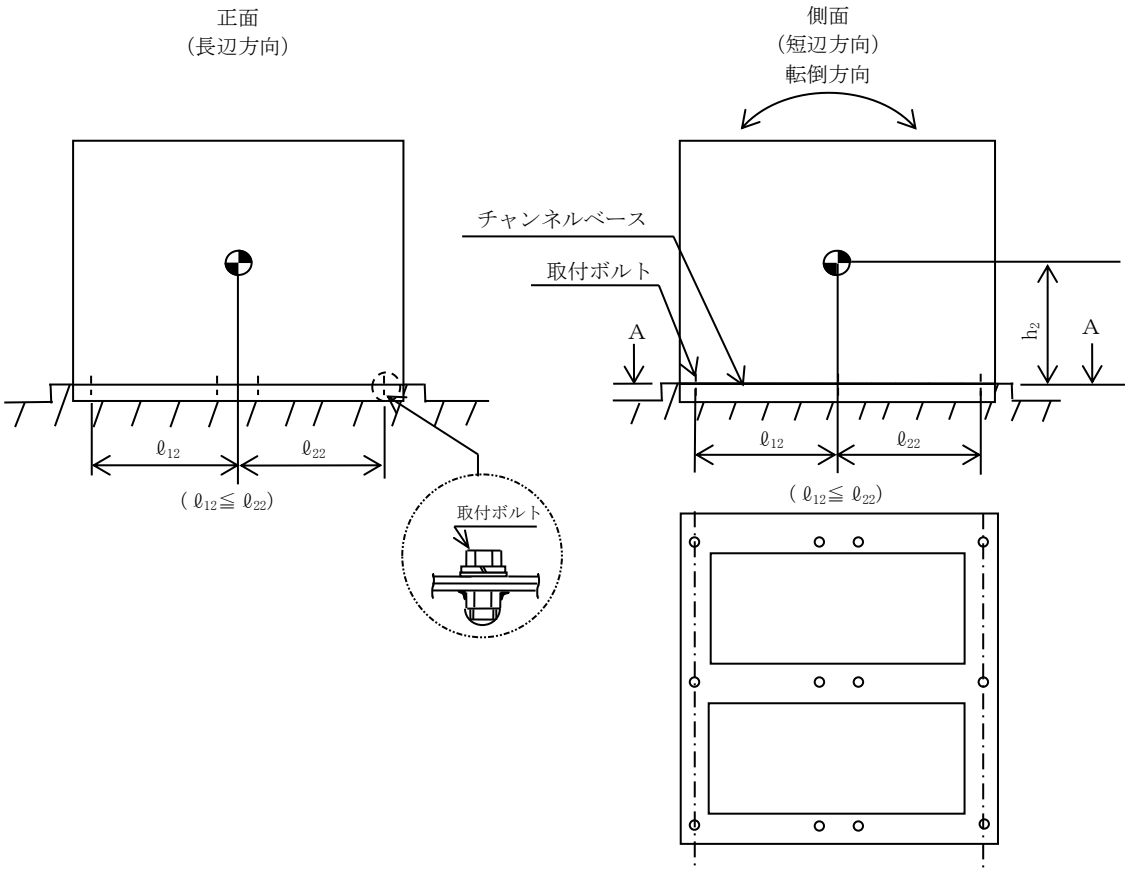
1.4　結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト （ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝11	f_{ts2}＝183*	σ_{b2}＝36	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝5	f_{sb2}＝141	τ_{b2}＝10	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7C (2 個並び 1 段 2 列)	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	$A_{b}i$ (mm^2)	ｎｉ	$S_{y}i$ (MPa)	$S_{u}i$ (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	600	16 (M16)	201.1	12	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	$\ell_{1}i$* (mm)	$\ell_{2}i$* (mm)	ｎｆｉ*	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	370	370	3	—	280	—	短辺方向
	477.5	477.5	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

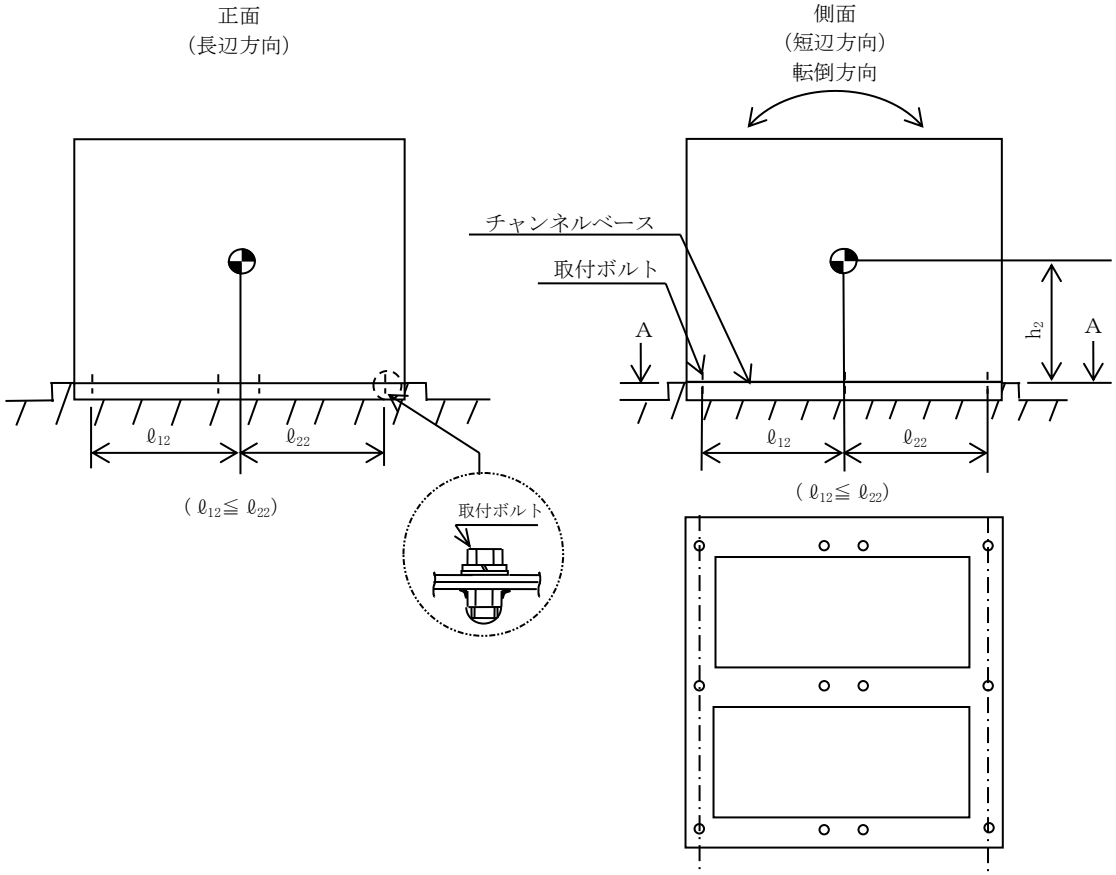
2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝36	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝10	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 蓄電池 7C（2 個並び 1 段 1 列）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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7C (2 個並び 1 段 1 列)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	C_H＝0.82	C_V＝0.68	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	$A_{b}i$ (mm^2)	ｎｉ	$S_{y}i$ (MPa)	$S_{u}i$ (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	600	16 (M16)	201.1	6	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	$\ell_{1}i$* (mm)	$\ell_{2}i$* (mm)	$n_{f}i$*	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	180	180	3	245	280	短辺方向	短辺方向
	477.5	477.5	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

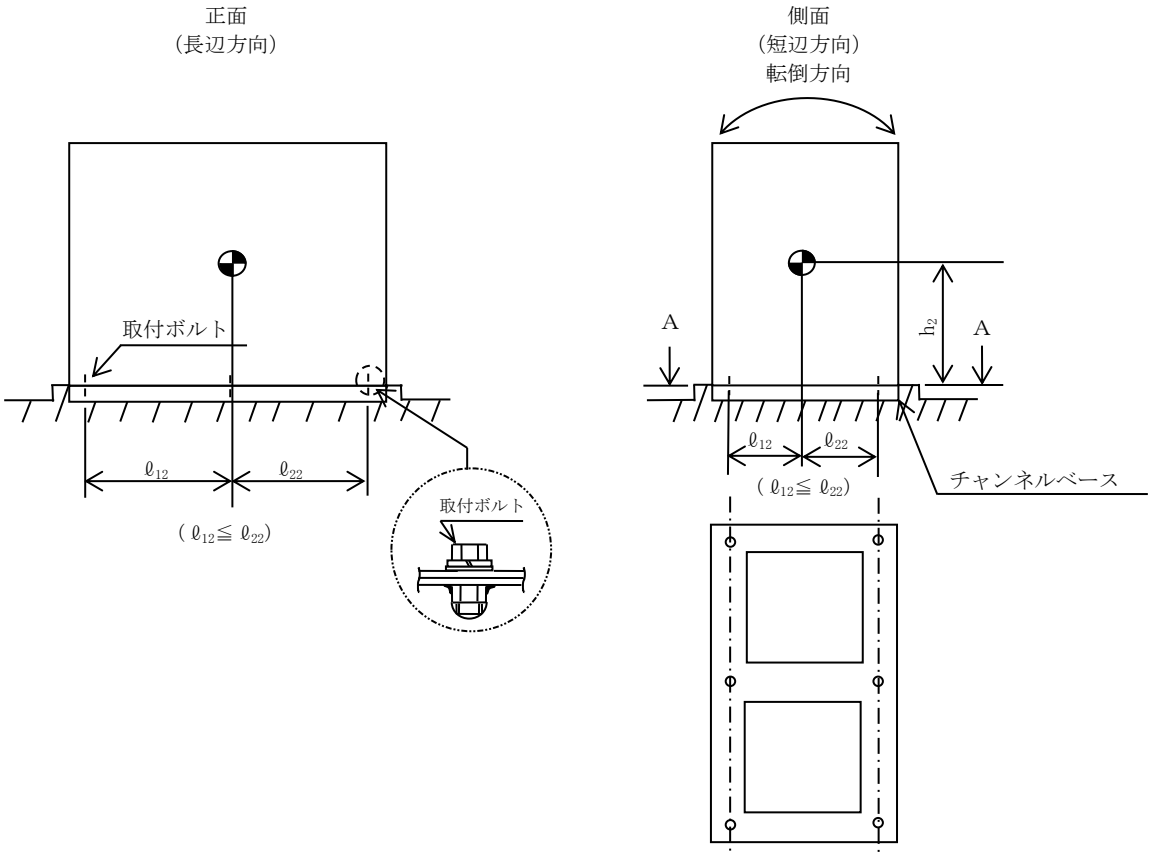
1.4 結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝14	f_{ts2}＝183*	σ_{b2}＝36	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝5	f_{sb2}＝141	τ_{b2}＝11	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト
側面
(短辺方向)
転倒方向
A
h_2
A
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
チャンネルベース

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7C (2 個並び 1 段 1 列)	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	A_{bi} (mm^2)	ｎｉ	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	600	16 (M16)	201.1	6	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	ℓ_{1i}＊ (mm)	ℓ_{2i}＊ (mm)	n_{fi}＊	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ＊ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	180	180	3	—	280	—	短辺方向
	477.5	477.5	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

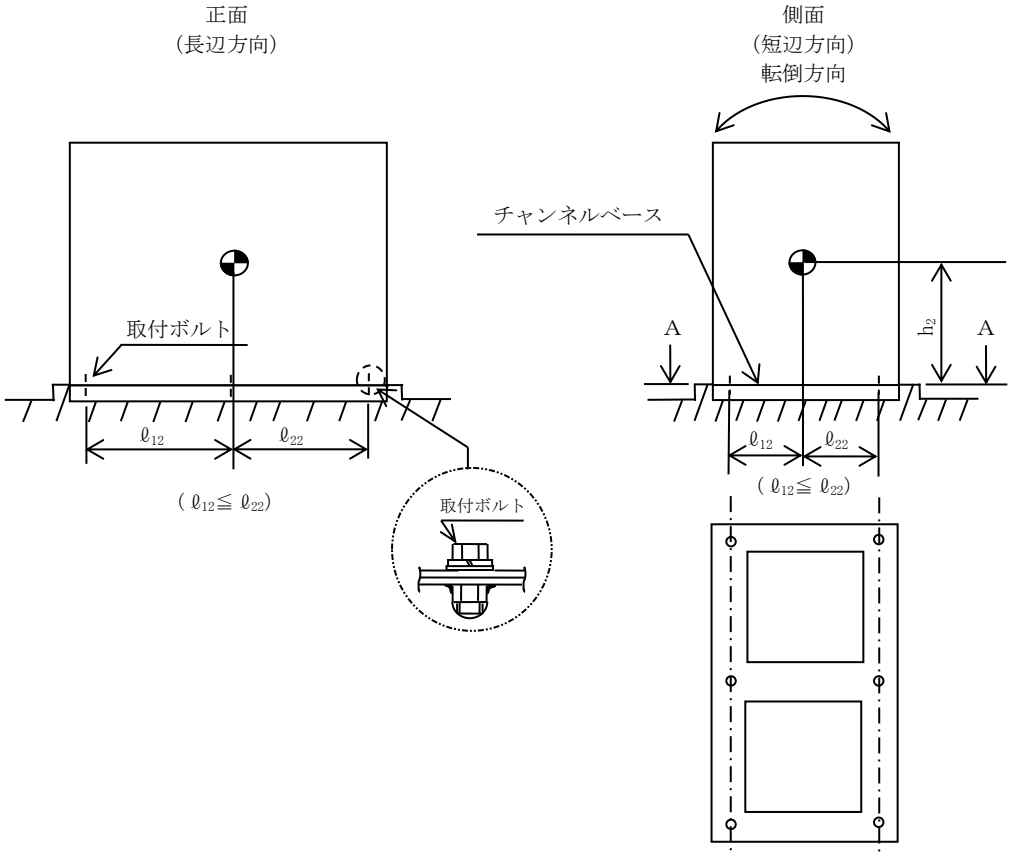
2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝36	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝11	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図

【直流 125V 蓄電池 7D（6 個並び 1 段 2 列）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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7D (6 個並び 1 段 2 列)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	C_H＝0.82	C_V＝0.68	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	$A_{b}i$ (mm^2)	ｎｉ	$S_{y}i$ (MPa)	$S_{u}i$ (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	475	16 (M16)	201.1	12	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	$\ell_{1}i$* (mm)	$\ell_{2}i$* (mm)	$n_{f}i$*	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	475	475	4	245	280	短辺方向	短辺方向
	815	815	3				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

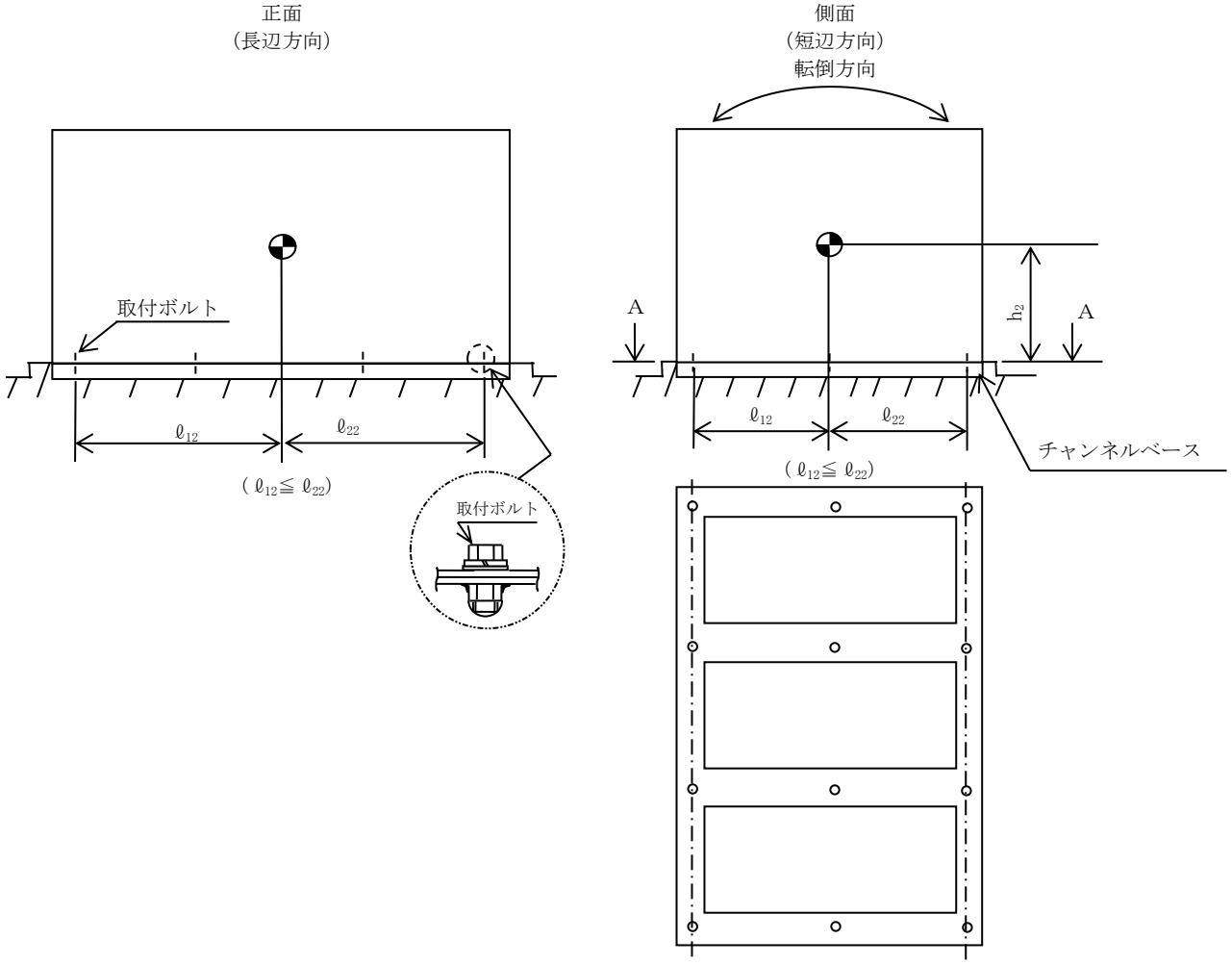
1.4 結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝8	f_{ts2}＝183*	σ_{b2}＝33	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝9	f_{sb2}＝141	τ_{b2}＝19	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト
側面
(短辺方向)
転倒方向
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
チャンネルベース

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7D (6 個並び 1 段 2 列)	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	$A_{b}i$ (mm^2)	ｎｉ	$S_{y}i$ (MPa)	$S_{u}i$ (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	475	16 (M16)	201.1	12	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	$\ell_{1}i$* (mm)	$\ell_{2}i$* (mm)	$n_{f}i$*	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	475	475	4	—	280	—	短辺方向
	815	815	3				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度
取付ボルト （ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

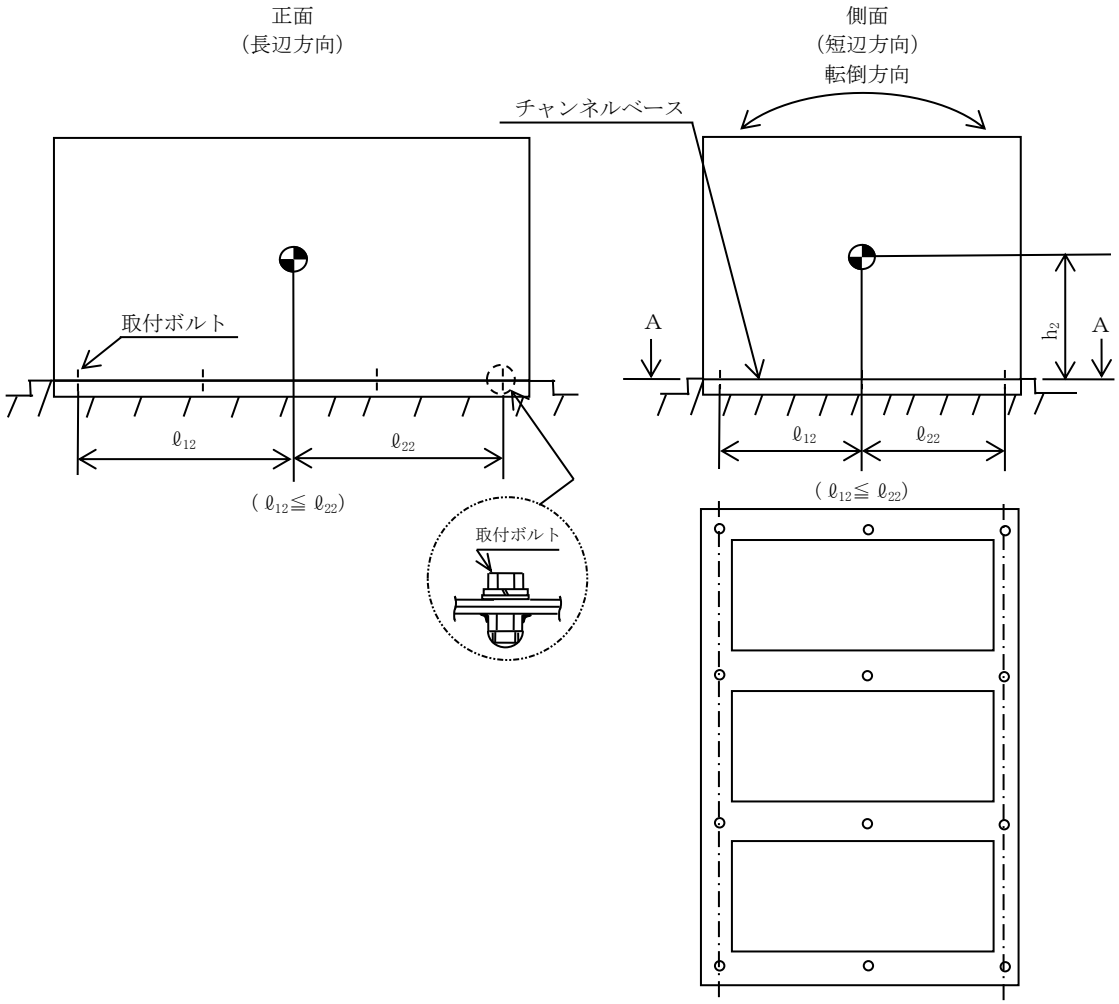
2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト （ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝33	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝19	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 蓄電池 7D（6 個並び 1 段 1 列）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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7D (6 個並び 1 段 1 列)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	C_H＝0.82	C_V＝0.68	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	475	16 (M16)	201.1	8	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	250	250	4	245	280	短辺方向	短辺方向
	815	815	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度
取付ボルト （ｉ＝2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

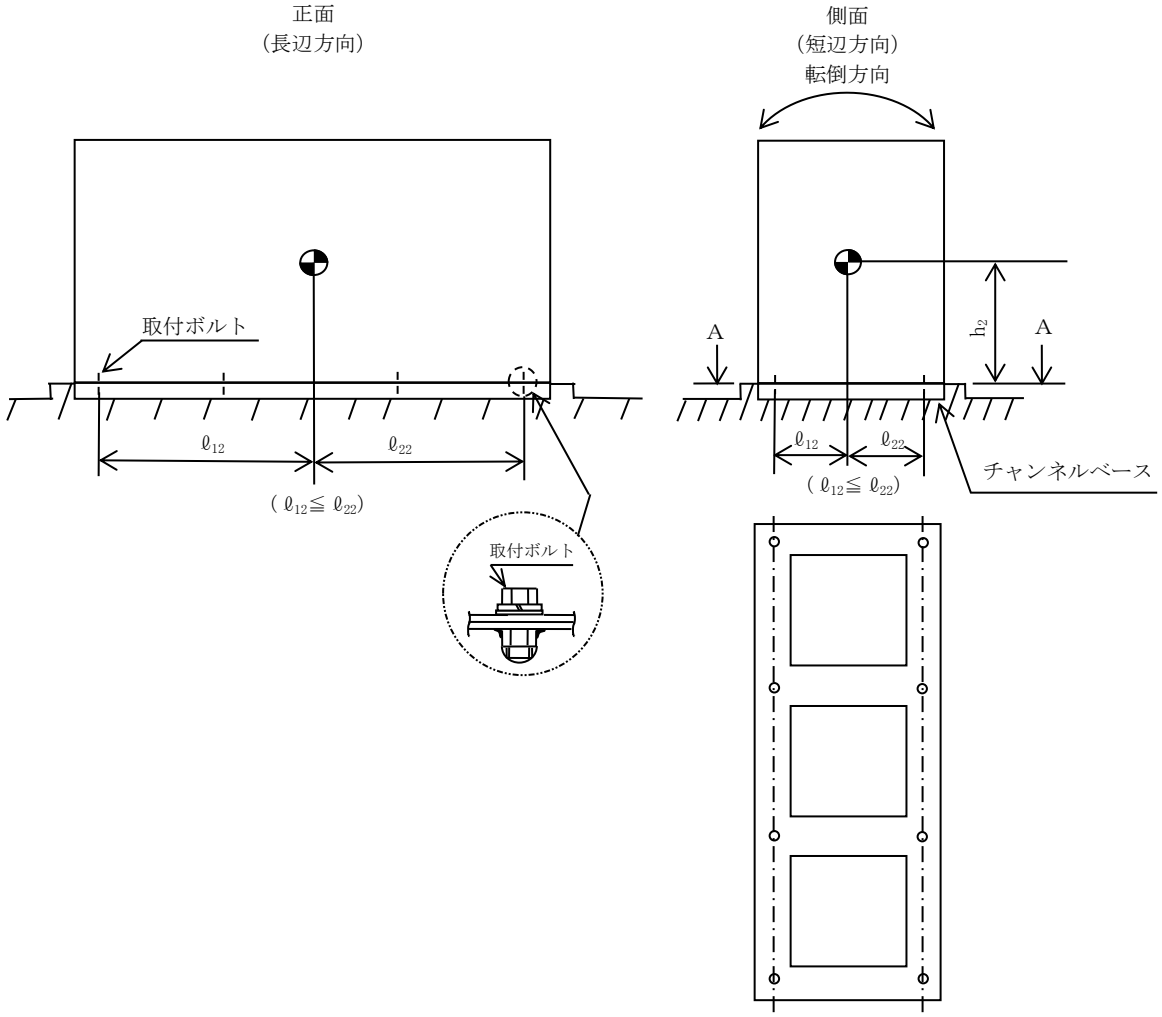
1.4　結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト （ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝10	f_{ts2}＝183*	σ_{b2}＝31	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝7	f_{sb2}＝141	τ_{b2}＝15	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
側面
(短辺方向)
転倒方向
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
チャンネルベース
取付ボルト

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 蓄電池 7D (6 個並び 1 段 1 列)	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	475	16 (M16)	201.1	8	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	250	250	4	—	280	—	短辺方向
	815	815	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度
取付ボルト （ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

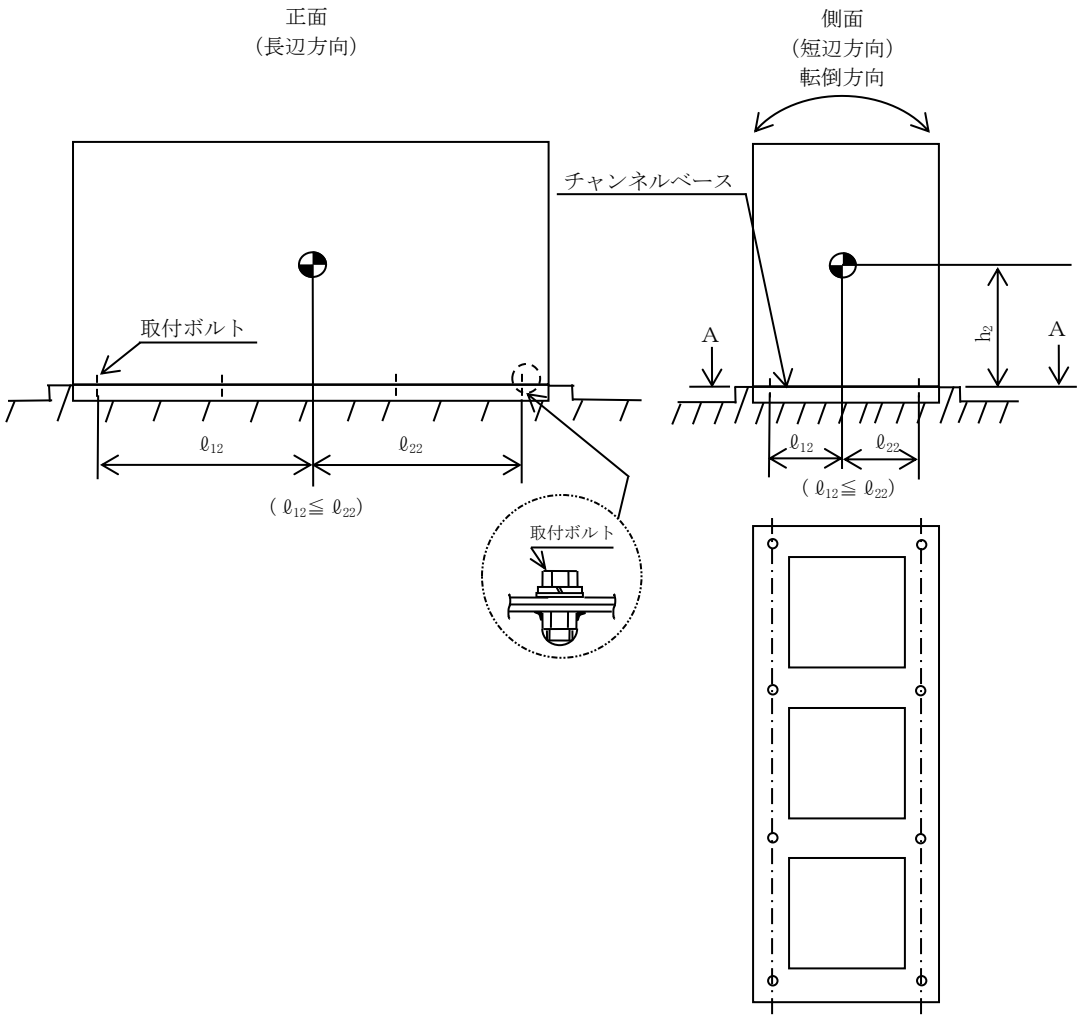
2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト （ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝31	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝15	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

Ⅴ-2-10-1-3-3　AM用直流125V蓄電池の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 …… 1
2.　一般事項 …… 1
2.1　構造計画 …… 1
3.　固有周期 …… 3
3.1　固有周期の確認 …… 3
4.　構造強度評価 …… 4
4.1　構造強度評価方法 …… 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 …… 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 …… 4
4.2.2　許容応力 …… 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 …… 4
4.3　計算条件 …… 4
5.　機能維持評価 …… 8
5.1　電気的機能維持評価方法 …… 8
6.　評価結果 …… 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 …… 9

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，AM 用直流 125V 蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

AM 用直流 125V 蓄電池は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

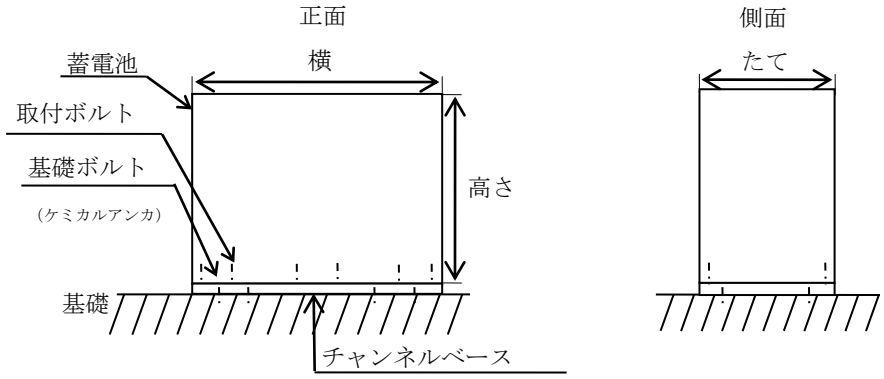
なお，AM 用直流 125V 蓄電池は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤と同様に取付ボルトでチャンネルベースに固定するため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

AM 用直流 125V 蓄電池の構造計画を表 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	
AM用直流125V蓄電池は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 （鋼製架台に固定された制御弁式据置鉛蓄電池）	【AM用直流125V蓄電池】  （長辺方向）　（短辺方向） （単位：mm）

	AM用直流125V蓄電池（4個並び2段1列）	AM用直流125V蓄電池（3個並び2段1列）
たて		
横		
高さ		

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

AM 用直流 125V 蓄電池の水平方向の固有周期は，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。試験の結果，剛であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

AM 用直流 125V 蓄電池の鉛直方向の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ蓄電池に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。

表 3－1　固有周期　　（単位：s）

名称	方向	固有周期
AM 用直流 125V 蓄電池 （4 個並び 2 段 1 列）	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
AM 用直流 125V 蓄電池 （3 個並び 2 段 1 列）	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

AM 用直流 125V 蓄電池の構造強度評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

AM 用直流 125V 蓄電池の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2　許容応力

AM 用直流 125V 蓄電池の許容応力は，V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

AM 用直流 125V 蓄電池の使用材料の許容応力評価条件のうち，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【AM 用直流 125V 蓄電池（4 個並び 2 段 1 列）の耐震性についての計算結果】及び【AM 用直流 125V 蓄電池（3 個並び 2 段 1 列）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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	AM 用直流 125V 蓄電池	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D+P_D+M_D+S_s$ *3	$Ⅳ_AS$
					$D+P_{SAD}+M_{SAD}+S_s$	V_AS （V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「$D+P_{SAD}+M_{SAD}+S_s$」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4－2　許容応力（重大事故等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
$Ⅳ_AS$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
$Ⅴ_AS$ （$Ⅴ_AS$として$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		Ｓｙ (MPa)	Ｓｕ (MPa)	Ｓｙ（ＲＴ） (MPa)
基礎ボルト	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
取付ボルト	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	―

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

AM 用直流 125V 蓄電池の電気的機能維持評価について，以下に示す。

蓄電池はＪＥＡＧ４６０１-1987 において「装置」に分類され，機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって，AM 用直流 125V 蓄電池の機能維持評価は，支持構造物が健全であることの確認により行う。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

AM用直流125V蓄電池の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【AM用直流 125V蓄電池（4個並び2段1列）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM用直流125V 蓄電池 (4個並び2段1列)	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 31.7*	[redacted]	0.05以下	—	—	C_H=1.71	C_v=1.41	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i＝1)	[redacted]	733	16 (M16)	201.1	12	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i＝1)	420.5	420.5	4	—	258	—	長辺方向
	740	740	2				
取付ボルト (i＝2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	760	760	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

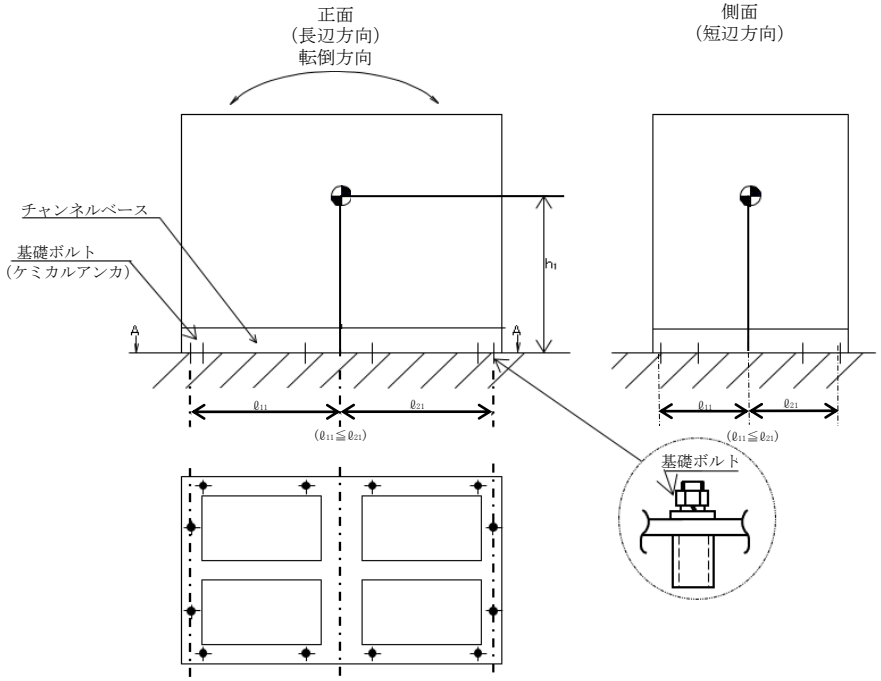
1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

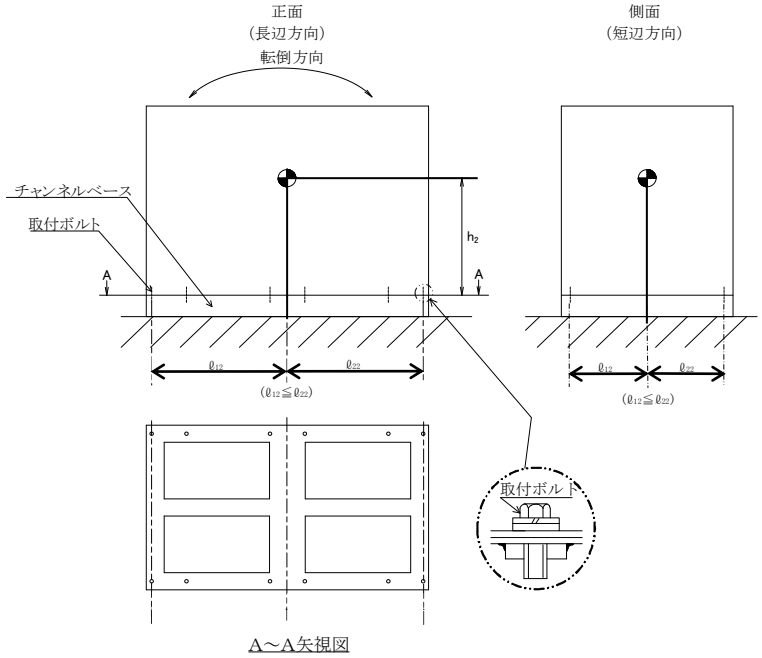
部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	σ_{b1}＝61	f_{ts1}＝154*
		せん断	—	—	τ_{b1}＝17	f_{sb1}＝119
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝54	f_{ts2}＝210*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝16	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
h_1
A
A
ℓ_{11}
ℓ_{21}
($\ell_{11} \leqq \ell_{21}$)
基礎ボルト

A～A矢視図


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
h_2
A
A
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

【AM 用直流 125V 蓄電池（3 個並び 2 段 1 列）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM 用直流 125V 蓄電池 (3 個並び 2 段 1 列)	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 31.7*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H＝1.71	C_v＝1.41	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)	[redacted]	733	16 (M16)	201.1	10	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)	420.5	420.5	3	—	258	—	長辺方向
	555	585	2				
取付ボルト (ｉ＝2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	575	605	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

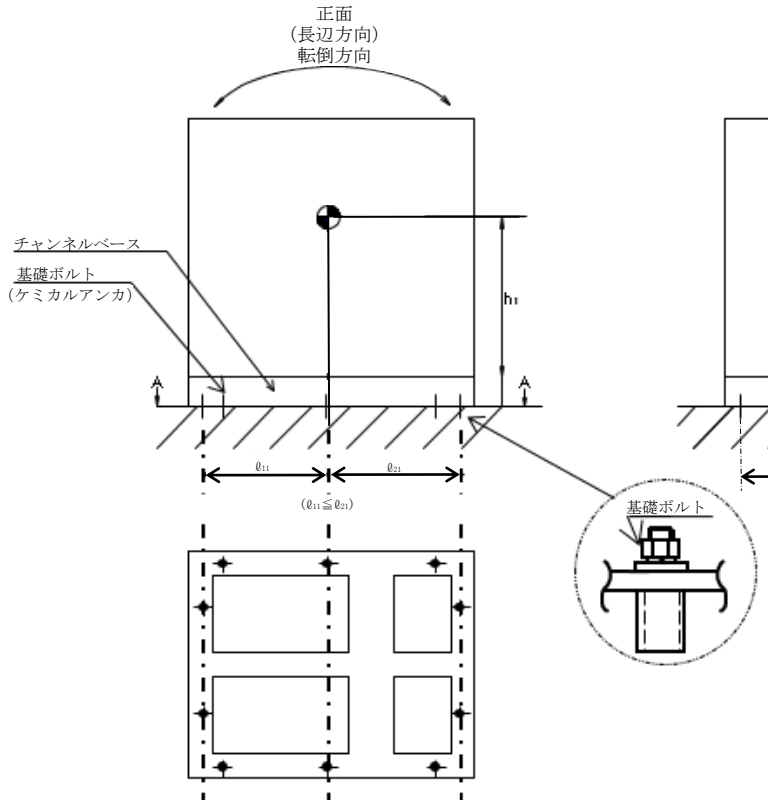
1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

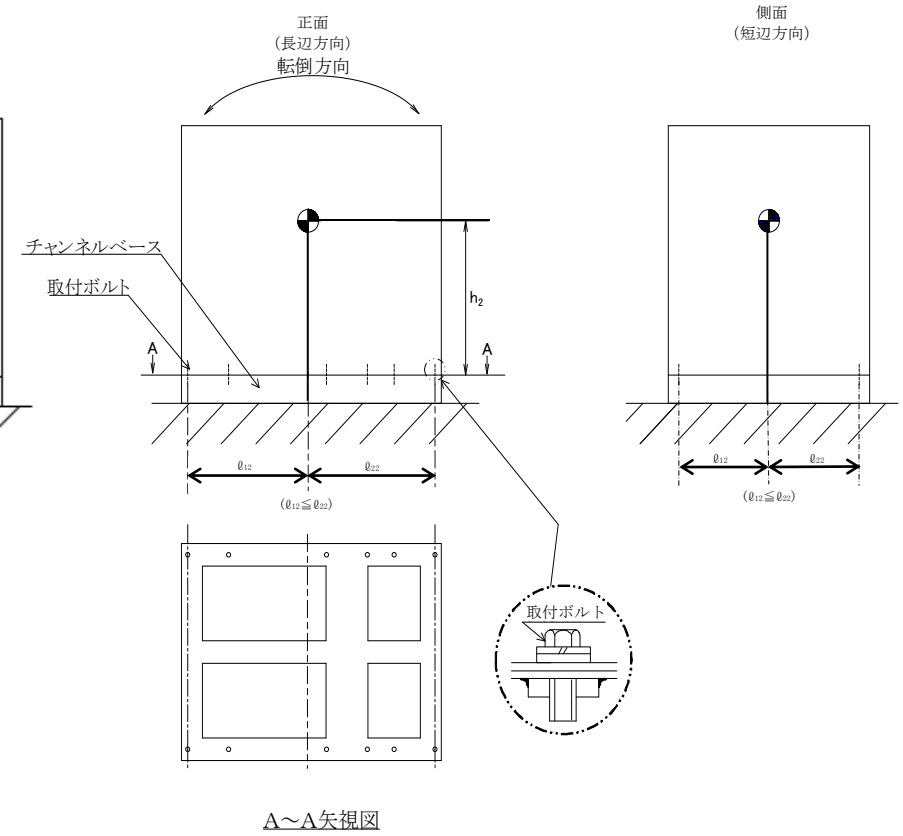
部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=60$	$f_{ts1}=154^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=53$	$f_{ts2}=210^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=13$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
h1
A
A
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)
基礎ボルト

A～A矢視図


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
h2
A
A
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A矢視図

Ⅴ-2-10-1-4　その他の非常用電源設備の耐震性についての計算書

Ⅴ-2-10-1-4-1　緊急用断路器の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，緊急用断路器が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

緊急用断路器は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

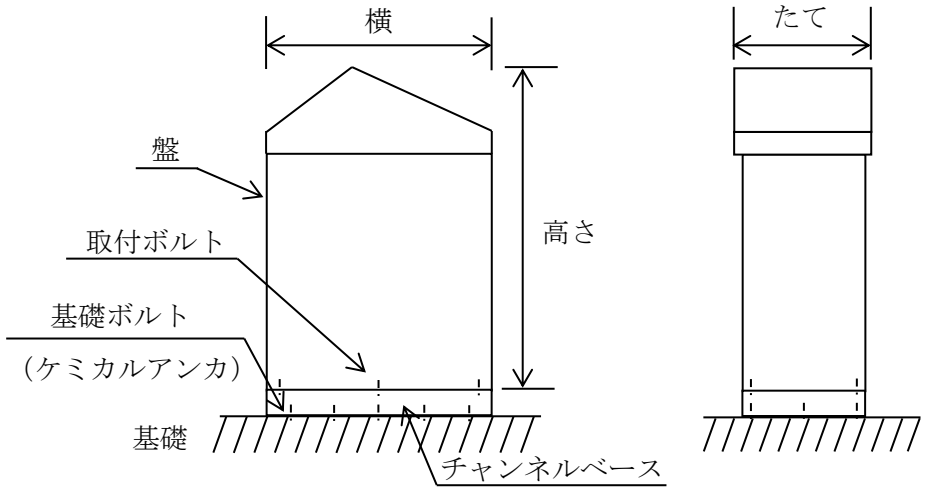
なお，緊急用断路器は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

緊急用断路器の構造計画を表 2－1 に示す。

表 2－1　構造計画

<table>
<tr><th colspan="2">計画の概要</th><th rowspan="2">概略構造図</th></tr>
<tr><th>基礎・支持構造</th><th>主体構造</th></tr>
<tr><td>緊急用断路器は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。
チャンネルベースは，基礎ボルトにて基礎に固定する。</td><td>直立形
（鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</td><td>【緊急用断路器(1)，(2)】
正面　　側面
 

（長辺方向）　（短辺方向）
<table>
<tr><th></th><th>緊急用断路器(1)</th><th>緊急用断路器(2)</th></tr>
<tr><td>たて</td><td>1050</td><td>1050</td></tr>
<tr><td>横</td><td>1420</td><td>1420</td></tr>
<tr><td>高さ</td><td>1800</td><td>1800</td></tr>
</table>
（単位：mm）</td></tr>
</table>

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

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。試験の結果，剛であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

表 3－1　固有周期　（単位：s）

名称	方向	固有周期
緊急用断路器(1)	水平	0.022
	鉛直	0.011
緊急用断路器(2)	水平	0.029
	鉛直	0.008

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

緊急用断路器の構造強度評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用断路器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2　許容応力

緊急用断路器の許容応力は，V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

緊急用断路器の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【緊急用断路器(1)の耐震性についての計算結果】，【緊急用断路器(2)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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	緊急用断路器	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	D＋P_D＋M_D＋Ｓｓ*3	$Ⅳ_AS$
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ	V_AS （V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	1.5・ｆｔ*	1.5・ｆｓ*
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
基礎ボルト	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
取付ボルト	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

緊急用断路器の電気的機能維持評価について，以下に示す。

緊急用断路器はＪＥＡＧ４６０１-1987 において「装置」に分類され，機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって，緊急用断路器の機能維持評価は，支持構造物が健全であることの確認により行う。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急用断路器の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため,評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【緊急用断路器(1)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
緊急用断路器(1)	常設耐震／防止 常設／緩和	屋外 T.M.S.L.12.2*	0.022	0.011	—	—	C_H=0.82	C_V=0.85	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ=1)	1030	744	12 (M12)	113.1	12	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (ｉ=2)	900	691	12 (M12)	113.1	6	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ=1)	411	414	5	—	258	—	長辺方向
	546.5	553.5	3				
取付ボルト (ｉ=2)	411	414	3	—	258	—	短辺方向
	596	604	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	―	1.616×10^{3}	―	8.283×10^{3}
取付ボルト（ｉ＝2）	―	1.801×10^{3}	―	7.237×10^{3}

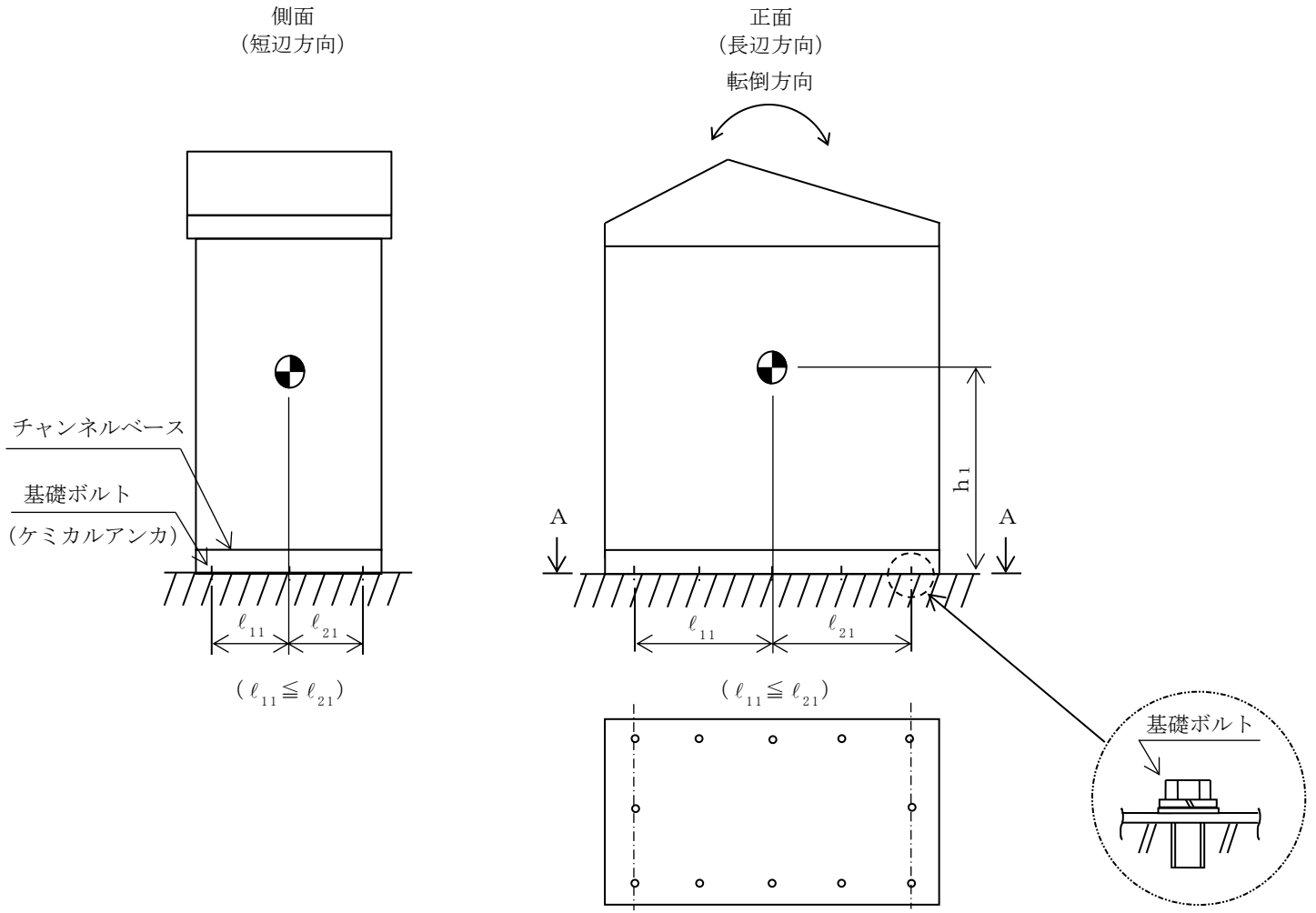
1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

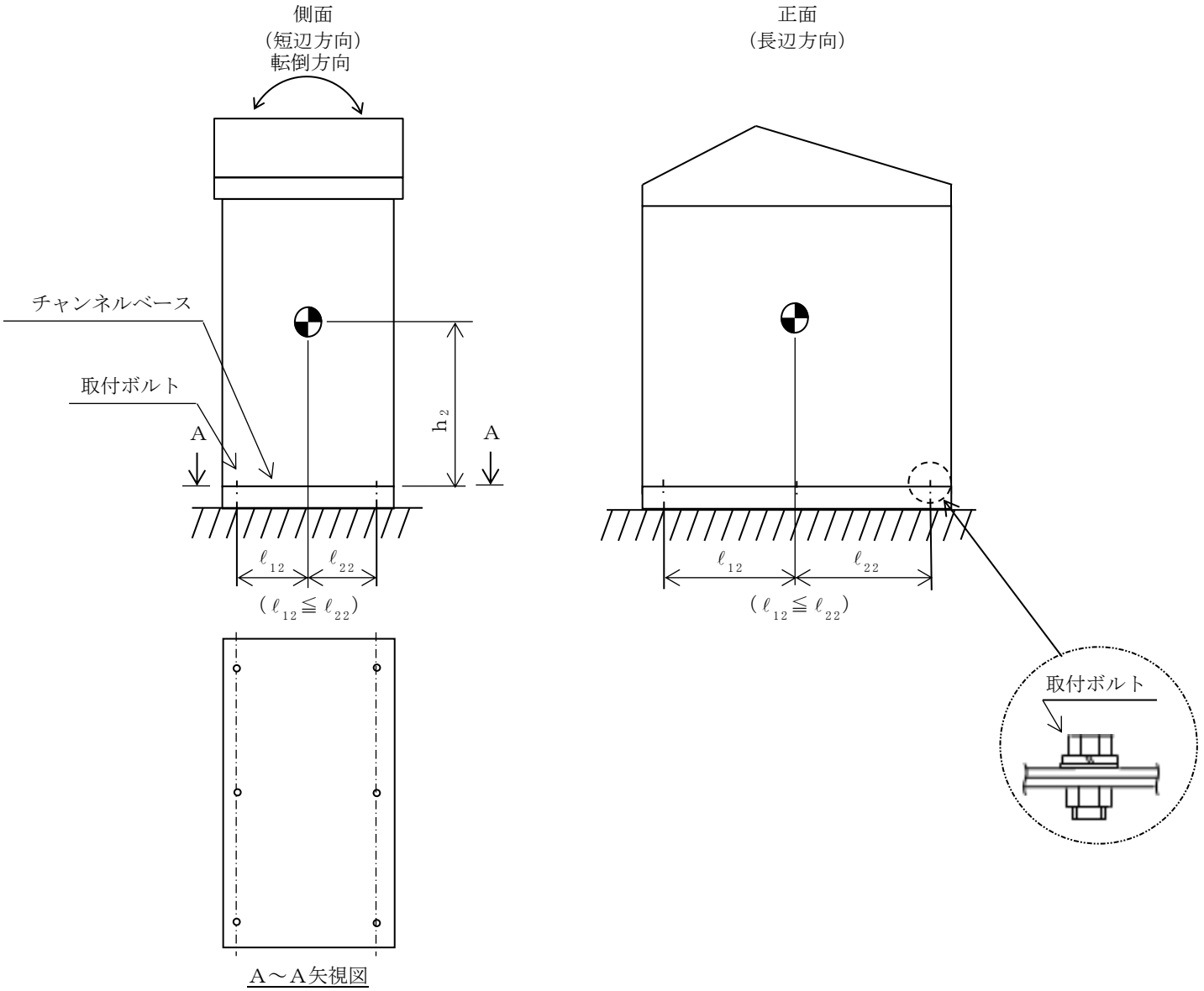
部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	―	―	$\sigma_{b1}=15$	$f_{ts1}=154$*
		せん断	―	―	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	$\sigma_{b2}=16$	$f_{ts2}=193$*
		せん断	―	―	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=148$

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


側面
(短辺方向)
正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
ℓ_{11}
ℓ_{21}
($\ell_{11} \leqq \ell_{21}$)
h1
A
A
基礎ボルト

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
A～A矢視図
正面
(長辺方向)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

【緊急用断路器(2)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
緊急用断路器(2)	常設耐震／防止 常設／緩和	屋外 T.M.S.L.12.2*	0.029	0.008	—	—	C_H=0.82	C_V=0.85	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	1030	744	12 (M12)	113.1	12	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (i=2)	900	691	12 (M12)	113.1	6	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i=1)	411	414	5	—	258	—	長辺方向
	546.5	553.5	3				
取付ボルト (i=2)	411	414	3	—	258	—	短辺方向
	596	604	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	1.616×10^{3}	—	8.283×10^{3}
取付ボルト（ｉ＝2）	—	1.801×10^{3}	—	7.237×10^{3}

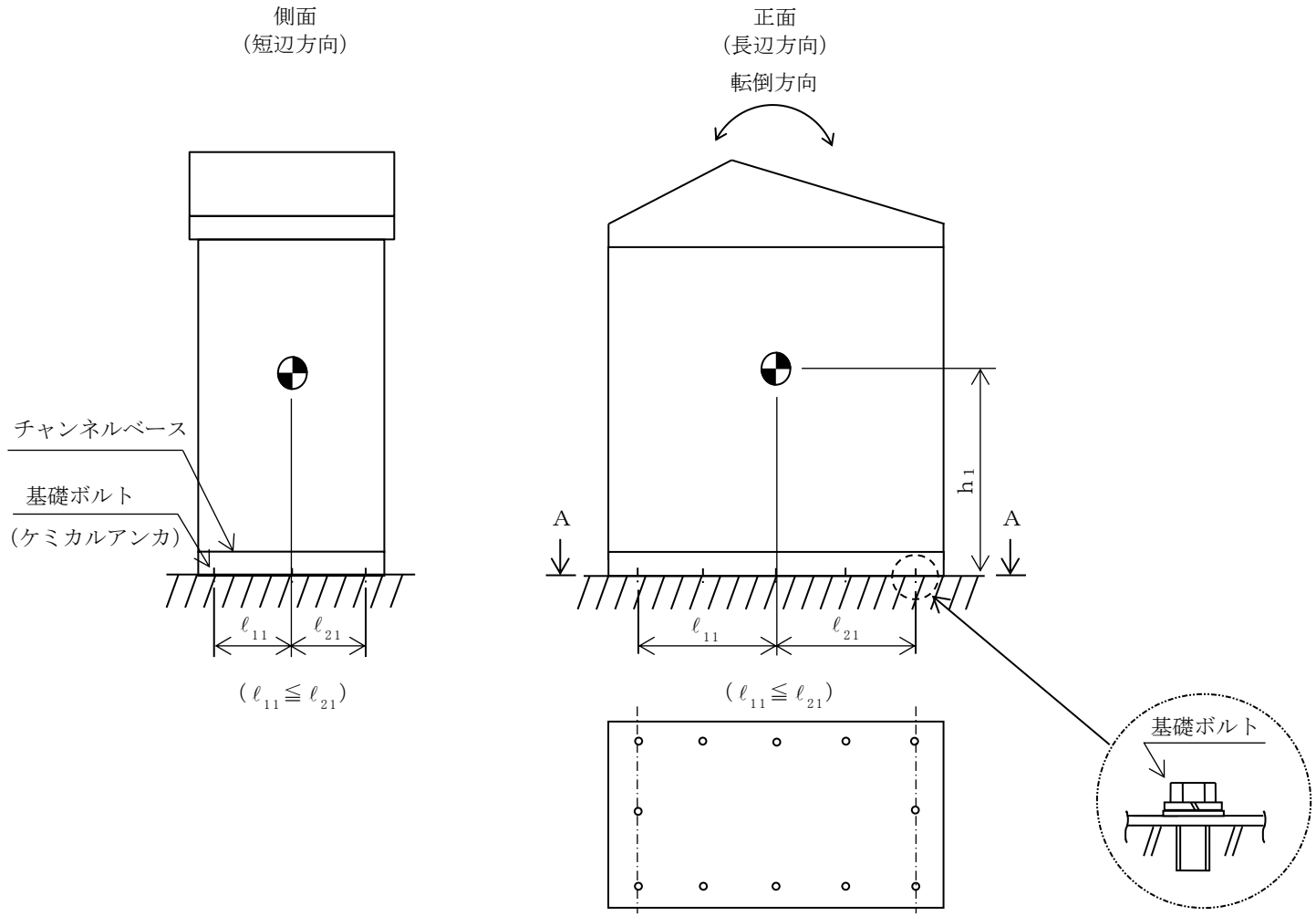
1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

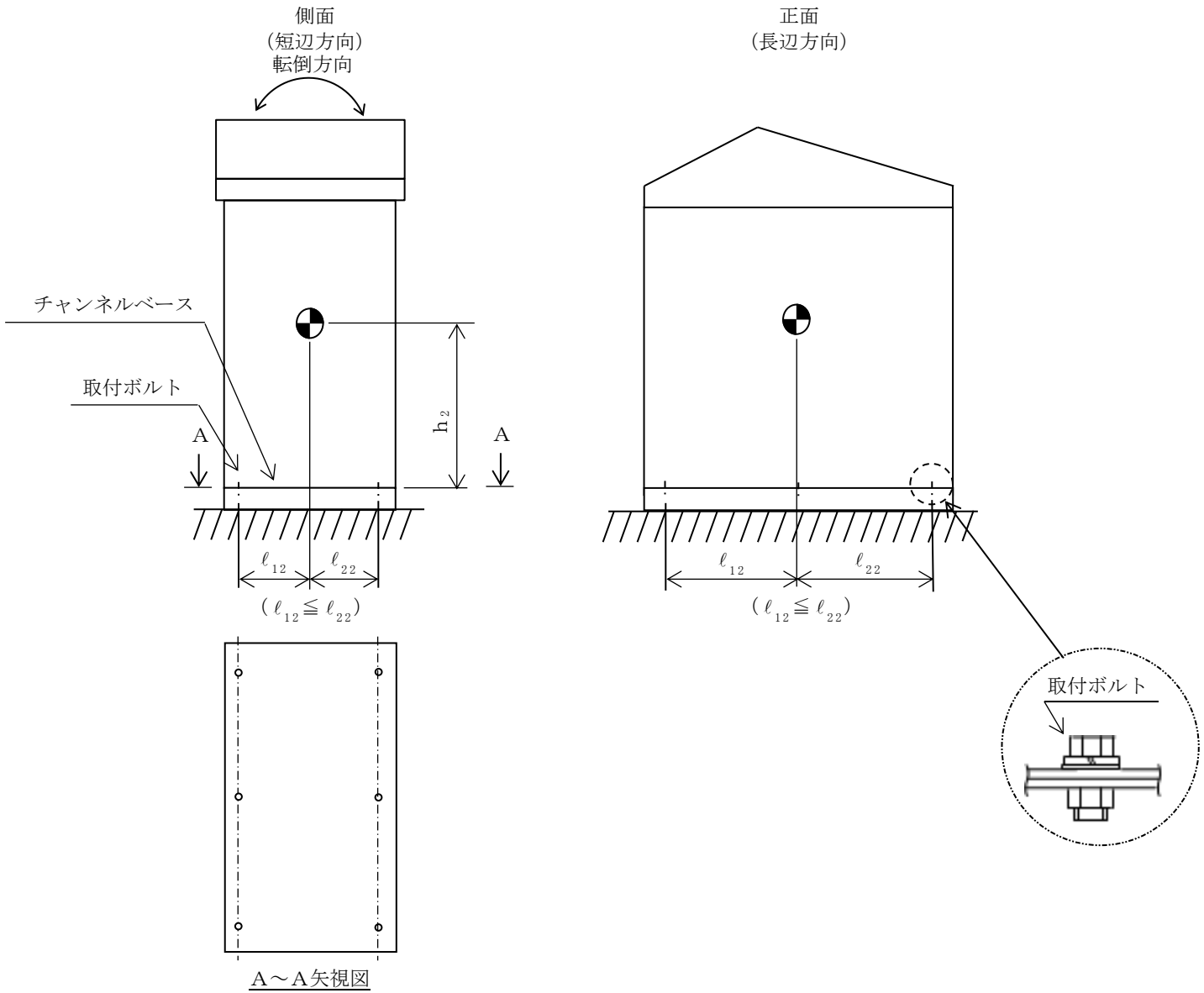
部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=15$	$f_{ts1}=154^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=16$	$f_{ts2}=193^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=148$

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


側面
(短辺方向)
正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
A
A
h1
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)
基礎ボルト

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
A～A矢視図
正面
(長辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

Ⅴ-2-10-1-4-2　緊急用電源切替箱断路器の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 …… 1
2.　一般事項 …… 1
2.1　構造計画 …… 1
2.2　評価方針 …… 3
2.3　適用規格・基準等 …… 4
2.4　記号の説明 …… 5
2.5　計算精度と数値の丸め方 …… 7
3.　評価部位 …… 8
4.　固有周期 …… 8
4.1　基本方針 …… 8
4.2　固有周期の確認方法 …… 8
4.3　固有周期の確認結果 …… 8
5.　構造強度評価 …… 9
5.1　構造強度評価方法 …… 9
5.2　荷重の組合せ及び許容応力 …… 9
5.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 …… 9
5.2.2　許容応力 …… 9
5.2.3　使用材料の許容応力評価条件 …… 9
5.3　設計用地震力 …… 13
5.4　計算方法 …… 14
5.4.1　応力の計算方法 …… 14
5.5　計算条件 …… 29
5.5.1　基礎ボルトの応力計算条件 …… 29
5.5.2　取付ボルトの応力計算条件 …… 29
5.6　応力の評価 …… 30
5.6.1　ボルトの応力評価 …… 30
6.　評価結果 …… 31
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 …… 31

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，緊急用電源切替箱断路器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

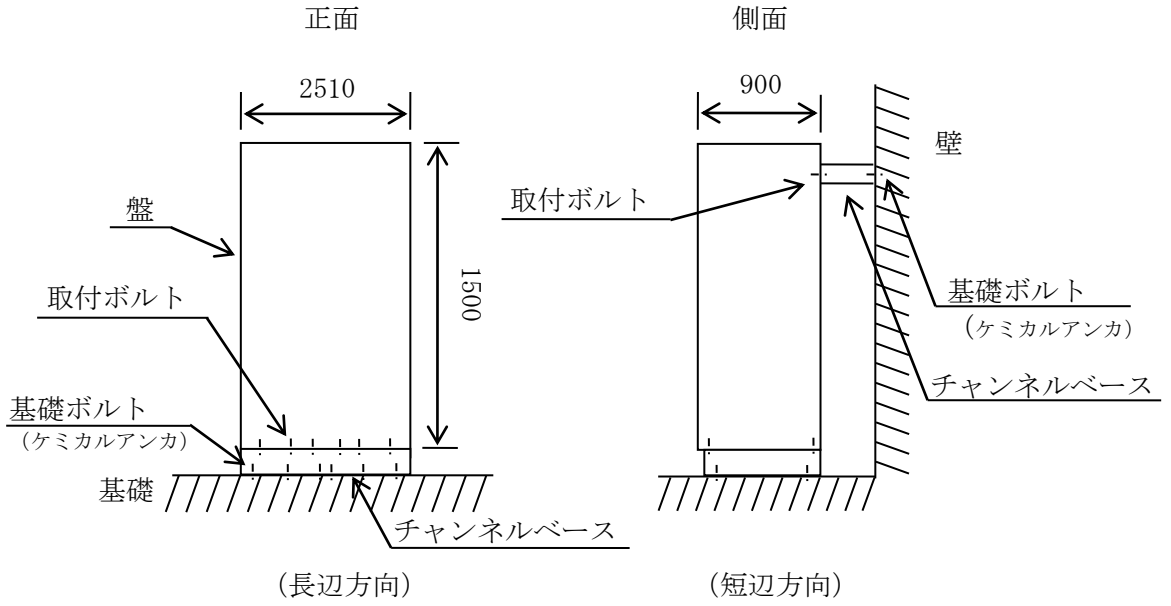
緊急用電源切替箱断路器は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

緊急用電源切替箱断路器の構造計画を表 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	
緊急用電源切替箱断路器は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。チャンネルベースは，基礎ボルトにて壁に固定する。 緊急用電源切替箱断路器は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。チャンネルベースは，基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立及び壁掛形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立及び壁掛閉鎖型の盤）	【緊急用電源切替箱断路器】  （単位：mm）

2.2　評価方針

緊急用電源切替箱断路器の応力評価は，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」にて示す緊急用電源切替箱断路器の部位を踏まえ「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。確認結果を「6.　評価結果」に示す。

緊急用電源切替箱断路器の耐震評価フローを図2－1に示す。

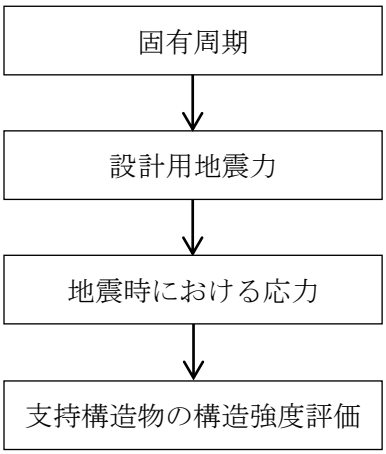


図2－1　緊急用電源切替箱断路器の耐震評価フロー

2.3　適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

・原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（(社) 日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（(社) 日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991　追補版（(社) 日本電気協会）

・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。））ＪＳＭＥ　Ｓ　ＮＣ１-2005/2007）（日本機械学会　2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4　記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bi}	ボルトの軸断面積*1	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_i	ボルトの呼び径*1	mm
F_i	設計・建設規格　SSB-3121.1(1)に定める値*1	MPa
F_i^*	設計・建設規格　SSB-3133 に定める値*1	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力（1 本当たり）*1	N
F_{b1i}	鉛直方向地震及び壁掛盤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）（壁掛形）*1	N
F_{b2i}	鉛直方向地震及び壁掛盤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）（壁掛形）*1	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力*1	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力*1	MPa
f_{tsi}	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*1	MPa
g	重力加速度（＝9.80665）	m/s^2
h_i	据付面又は取付面から重心までの距離*2	mm
ℓ_{1i}	重心とボルト間の水平方向距離（直立形）*1, *3	mm
ℓ_{1i}	重心と下側ボルト間の鉛直方向距離（壁掛形）*1	mm
ℓ_{2i}	重心とボルト間の水平方向距離（直立形）*1, *3	mm
ℓ_{2i}	上側ボルトと下側ボルト間の鉛直方向距離（壁掛形）*1	mm
ℓ_{3i}	左側ボルトと右側ボルト間の水平方向距離（壁掛形）*1	mm
m_i	盤の質量*2	kg
n_i	ボルトの本数*1	—
n_{fi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数（直立形）*1	—
n_{fVi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数（鉛直方向）（壁掛形）*1	—
n_{fHi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数（水平方向）（壁掛形）*1	—
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力*1	N
Q_{b1i}	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）*1	N
Q_{b2i}	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）*1	N
S_{ui}	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 9 に定める値*1	MPa
S_{yi}	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 8 に定める値*1	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格　付録材料図表　Part5　表 8 に定める材料の 40℃における値*1	MPa
π	円周率	—
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力*1	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力*1	MPa

注記＊1：A_{bi}，d_i，F_i，F_i^*，F_{bi}，F_{b1i}，F_{b2i}，f_{sbi}，f_{toi}，f_{tsi}，ℓ_{1i}，ℓ_{2i}，ℓ_{3i}，n_i，n_{fi}，n_{fVi}，n_{fHi}，Q_{bi}，Q_{b1i}，Q_{b2i}，S_{ui}，S_{yi}，$S_{yi}(RT)$，σ_{bi}及びτ_{bi}の添字iの意味は，以下のとおりとする。

i＝1：基礎ボルト

i＝2：取付ボルト

＊2：h_i及びm_iの添字iの意味は，以下のとおりとする。

i＝1：据付面

i＝2：取付面

＊3：$\ell_{1i} \leqq \ell_{2i}$

2.5　計算精度と数値の丸め方

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。

3. 評価部位

緊急用電源切替箱断路器の耐震評価は，「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取付ボルトについて実施する。

緊急用電源切替箱断路器の耐震評価部位については，表 2－1 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 基本方針

緊急用電源切替箱断路器の固有周期は，振動試験（自由振動試験）にて求める。

4.2 固有周期の確認方法

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。緊急用電源切替箱断路器の外形図を表 2－1 の概略構造図に示す。

4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 4－1 に示す。試験の結果，固有周期は 0.05 秒以下であり，剛であることを確認した。

表 4－1 固有周期 （単位：s）

水平	0.036
鉛直	0.007

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

(1) 緊急用電源切替箱断路器の質量は重心に集中しているものとする。

(2) 地震力は緊急用電源切替箱断路器に対して，水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

(3) 緊急用電源切替箱断路器は取付ボルト及び基礎ボルトで基礎に固定されており，固定端とする。また，取付ボルト及び基礎ボルトで壁に固定されており，固定端とする。

(4) 基礎据付側転倒方向は，壁基礎据付側固定をしていない直立状態とし，計算モデルにおける長辺方向及び短辺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。壁については，基礎据付側固定をしていない壁掛状態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) 緊急用電源切替箱断路器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。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用電源切替箱断路器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5－1に示す。

5.2.2 許容応力

緊急用電源切替箱断路器の許容応力は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表5－2のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

緊急用電源切替箱断路器の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5－3に示す。

表5－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電気設備	緊急用電源切替箱断路器	常設耐震／防止 常設／緩和	－*2	D＋P_D＋M_D＋Ｓｓ*3	$Ⅳ_AS$
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ	V_AS （V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表5－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの 許容限界を用いる。）		

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5－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
基礎ボルト*1	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	40	245	400	―
取付ボルト	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
基礎ボルト*2	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―

注記＊1：基礎側の基礎ボルトを示す。

＊2：壁側の基礎ボルトを示す。

5.3　設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表5－4に示す。

「基準地震動Ｓｓ」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5－4　設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動Ｓｄ 又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
コントロール建屋 T.M.S.L.17.3*1 (T.M.S.L.24.1*2)	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
	0.036	0.007	―	―	C_H=2.02 C_H=2.38*2	C_V=1.42 C_V=1.46*2

注記＊1：基準床レベルを示す。

＊2：壁掛形の計算の場合は，設置床上階の設計用地震力を使用する。

5.4　計算方法

5.4.1　応力の計算方法

5.4.1.1　基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は，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力とせん断力について計算する。

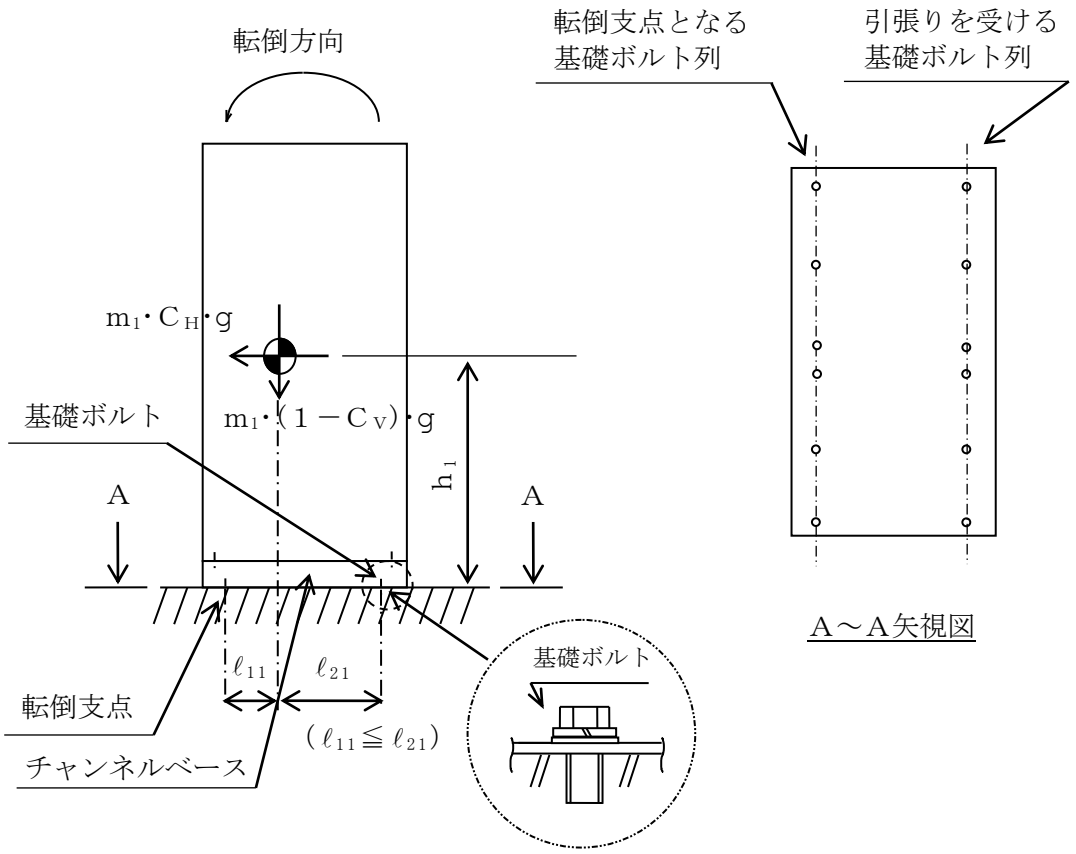


図5－1　計算モデル（短辺方向転倒（1－Cv）≧0の場合）

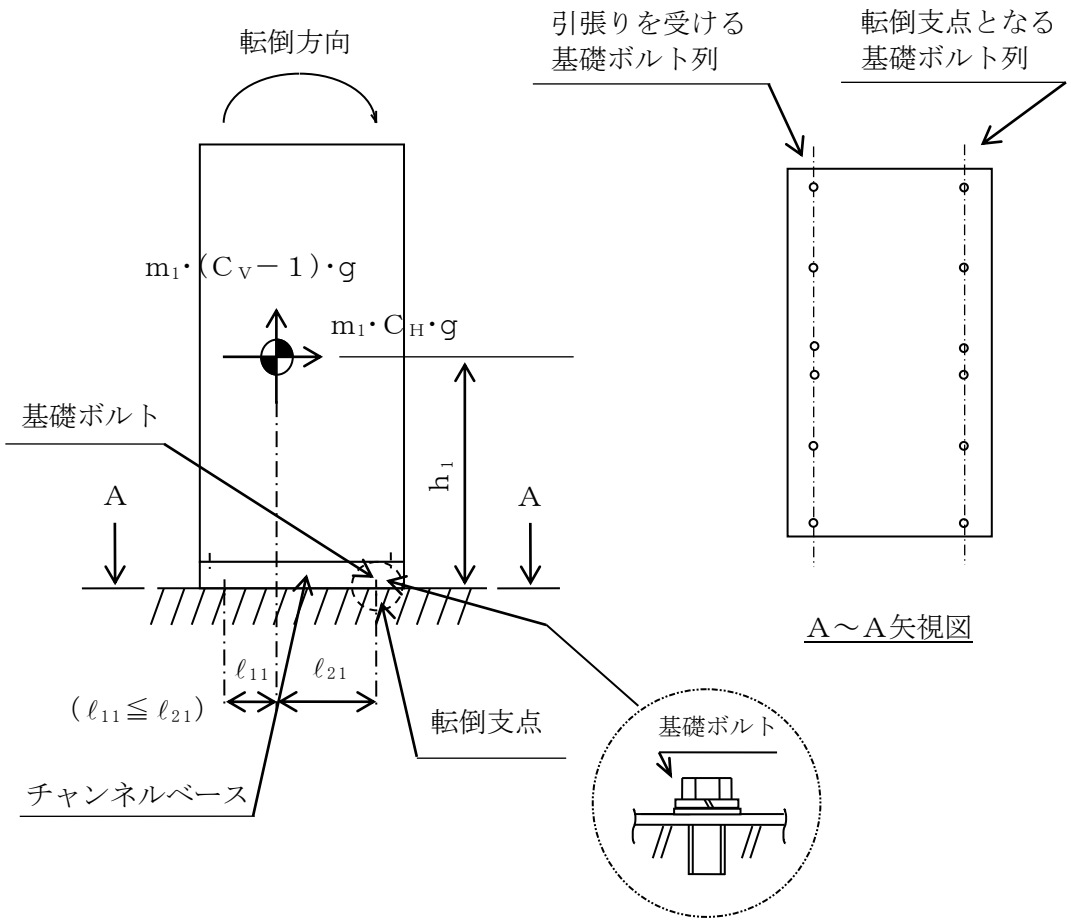


図5－2　計算モデル（短辺方向転倒（1－Cv）＜0の場合）

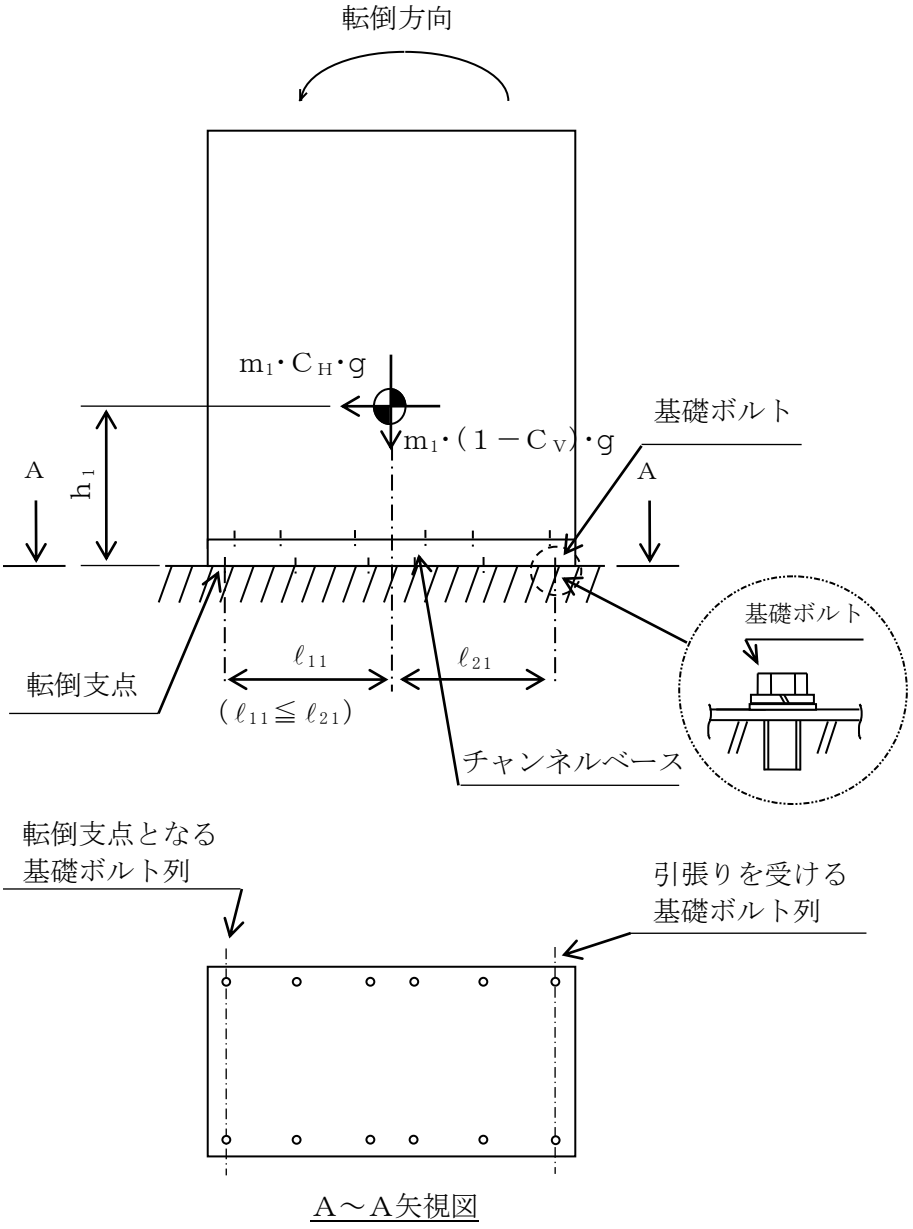


図5－3　計算モデル（長辺方向転倒（1－Cv）≧0の場合）

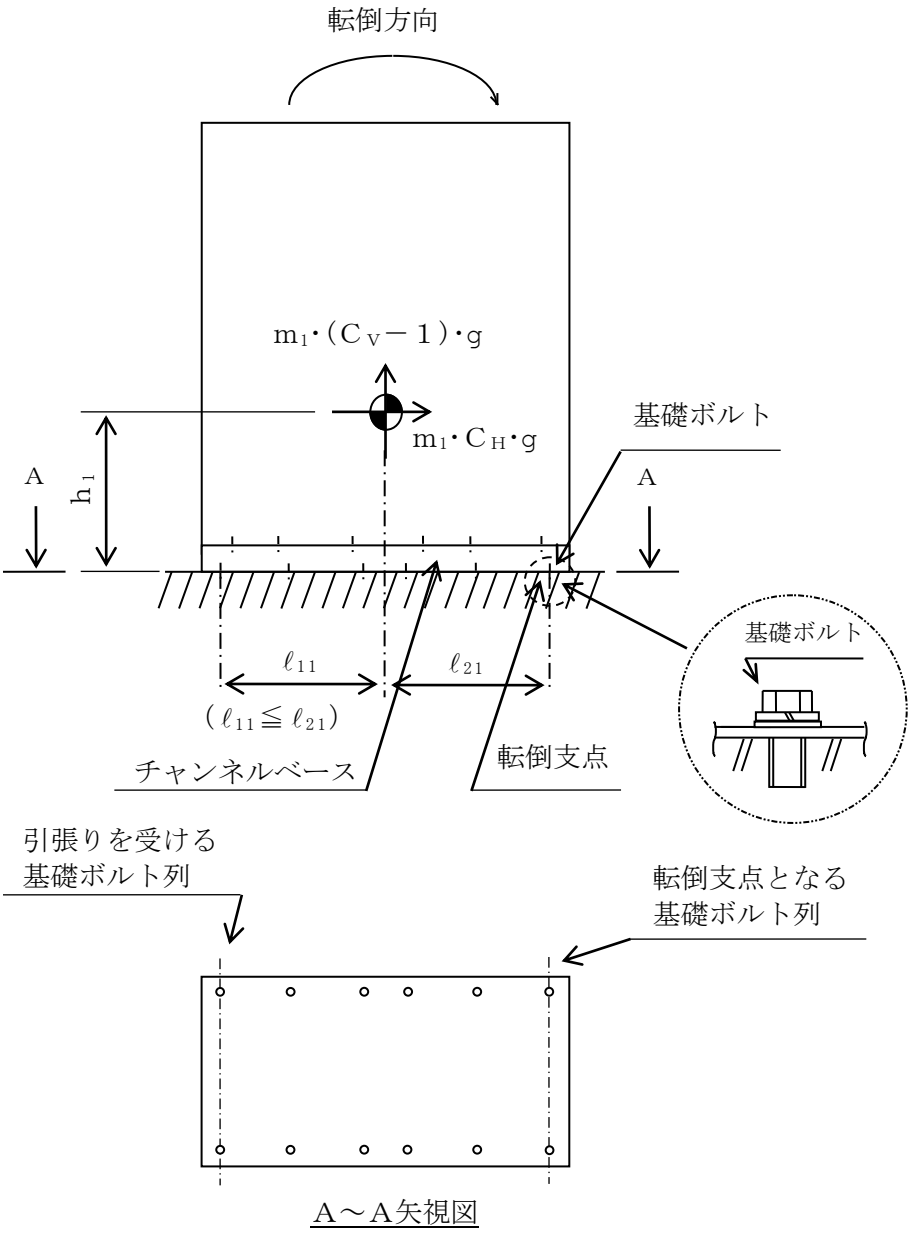


図5－4　計算モデル（長辺方向転倒（1－Cv）＜0の場合）

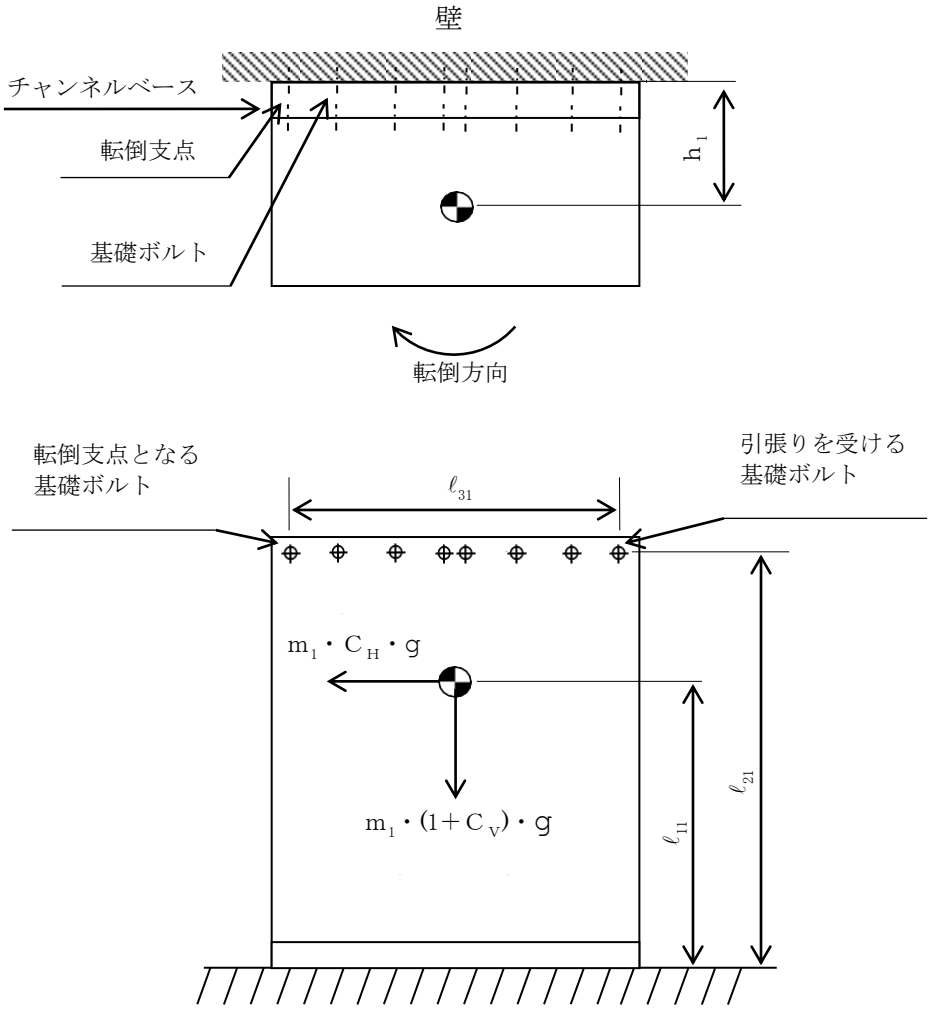


図5－5　計算モデル（正面方向転倒の場合）

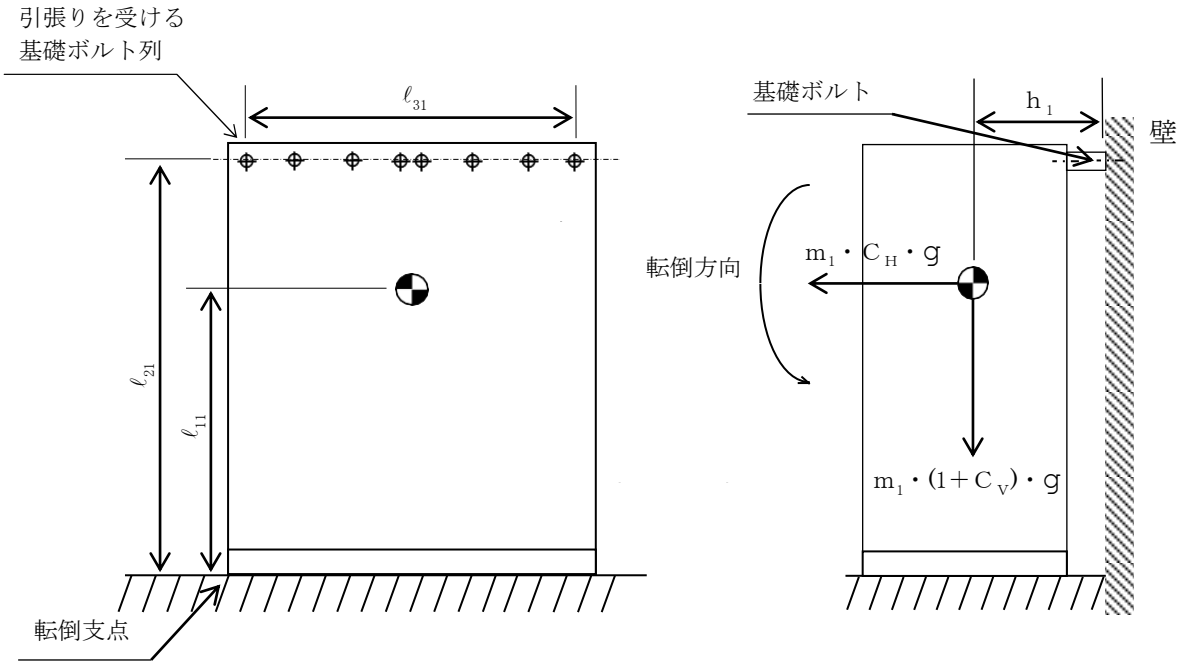


図5－6　計算モデル（側面方向転倒の場合）

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は，図5－1～図5－6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5－1，5－3の場合の引張力

$$F_{b1}=\frac{m_1\cdot C_H\cdot h_1\cdot g-m_1\cdot(1-C_V)\cdot \ell_{11}\cdot g}{n_{f1}\cdot(\ell_{11}+\ell_{21})} \cdots (5.4.1.1.1)$$

計算モデル図5－2，5－4の場合の引張力

$$F_{b1}=\frac{m_1\cdot C_H\cdot h_1\cdot g-m_1\cdot(1-C_V)\cdot \ell_{21}\cdot g}{n_{f1}\cdot(\ell_{11}+\ell_{21})} \cdots (5.4.1.1.2)$$

計算モデル図5－5,5－6の場合の引張力

$$F_{b11}=\frac{m_1\cdot(1+Cv)\cdot h_1\cdot g}{n_{fV1}\cdot \ell_{21}}+\frac{m_1\cdot C_H\cdot h_1\cdot g}{n_{fH1}\cdot \ell_{31}} \cdots (5.4.1.1.3)$$

$$F_{b21}=\frac{m_1\cdot(1+Cv)\cdot h_1\cdot g+m_1\cdot C_H\cdot \ell_{11}\cdot g}{n_{fV1}\cdot \ell_{21}} \cdots (5.4.1.1.4)$$

$$F_{b1}=\mathrm{Max}(F_{b11},\ F_{b21}) \cdots (5.4.1.1.5)$$

引張応力

$$\sigma_{b1}=\frac{F_{b1}}{A_{b1}} \cdots (5.4.1.1.6)$$

ここで，基礎ボルトの軸断面積A_{b1}は次式により求める。

$$A_{b1}=\frac{\pi}{4}\cdot d_1{}^2 \cdots (5.4.1.1.7)$$

(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

a. 直立形の場合

$$Q_{b1} = m_1 \cdot C_H \cdot g \quad \cdots\cdots (5.4.1.1.8)$$

b. 壁掛形の場合

$$Q_{b11} = m_1 \cdot C_H \cdot g \quad \cdots\cdots (5.4.1.1.9)$$

$$Q_{b21} = m_1 \cdot (1 + C_V) \cdot g \quad \cdots\cdots (5.4.1.1.10)$$

$$Q_{b1} = \sqrt{(Q_{b11})^2 + (Q_{b21})^2} \quad \cdots\cdots (5.4.1.1.11)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \quad \cdots\cdots (5.4.1.1.12)$$

5.4.1.2　取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は，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力とせん断力について計算する。

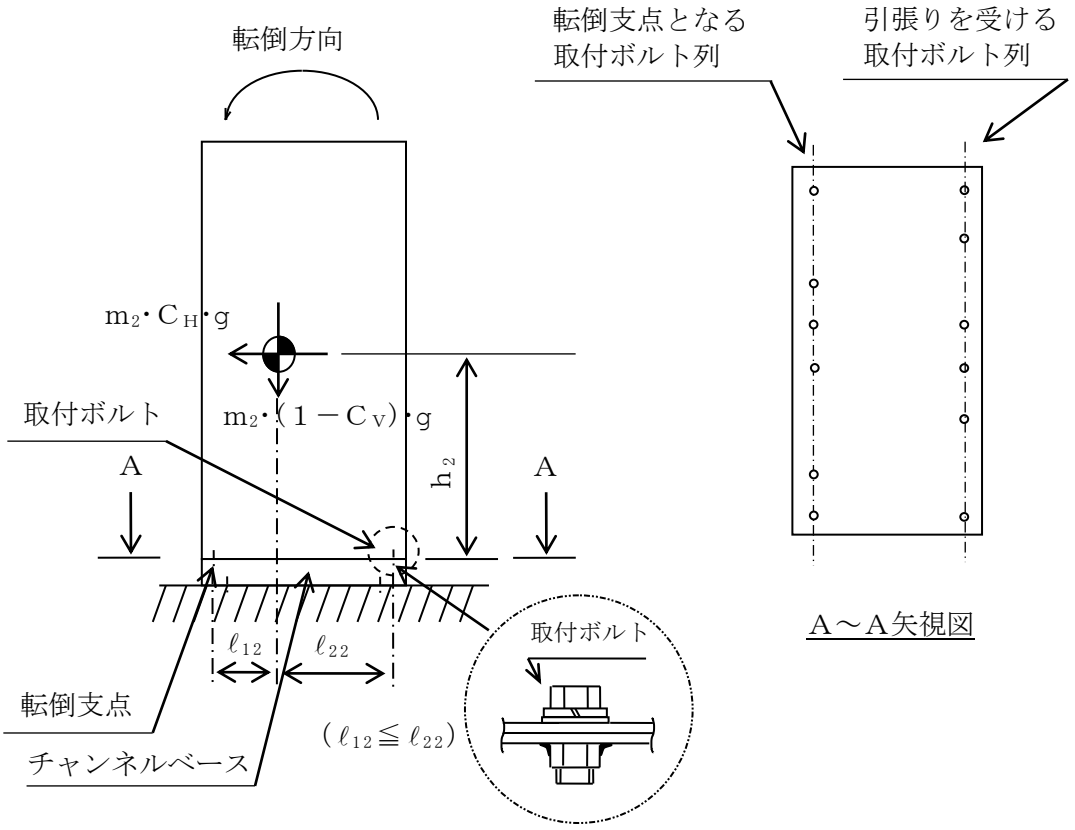


図5－7　計算モデル（短辺方向転倒（1－Cv）≧0の場合）

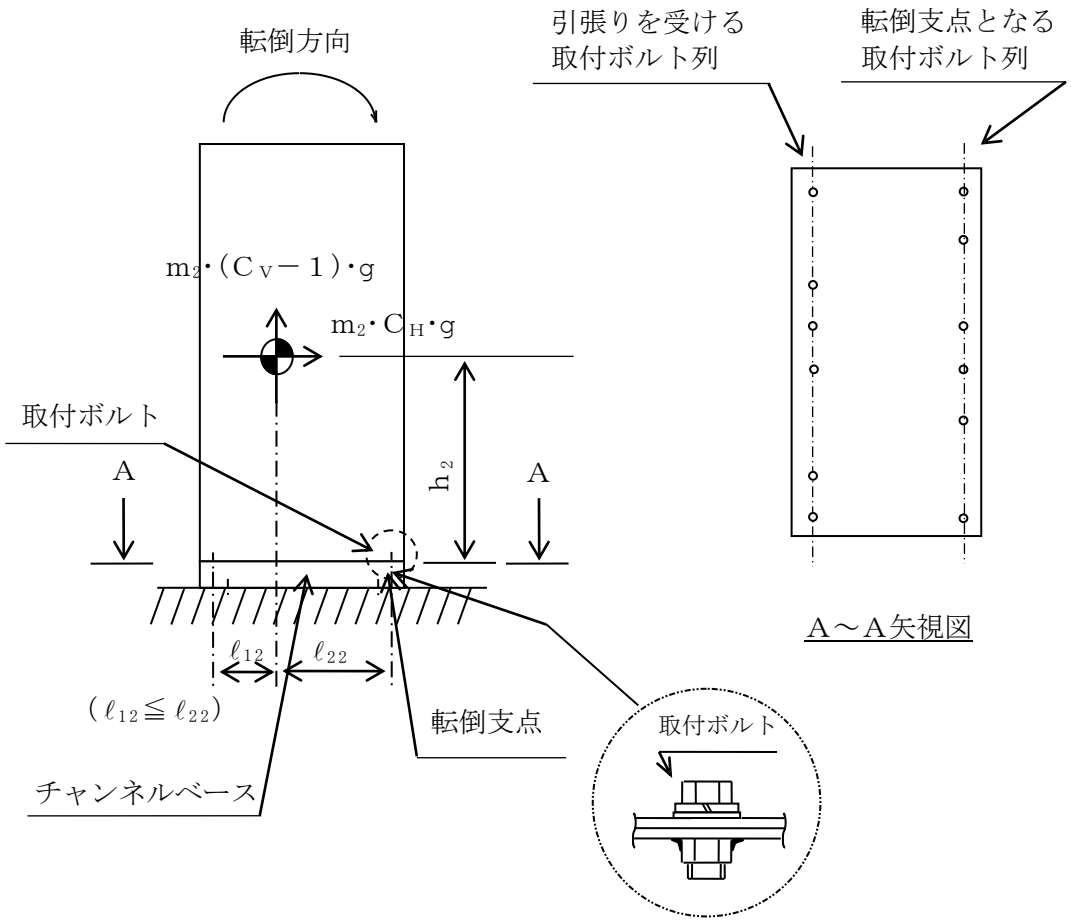


図5－8　計算モデル（短辺方向転倒（1－Cv）＜0の場合）

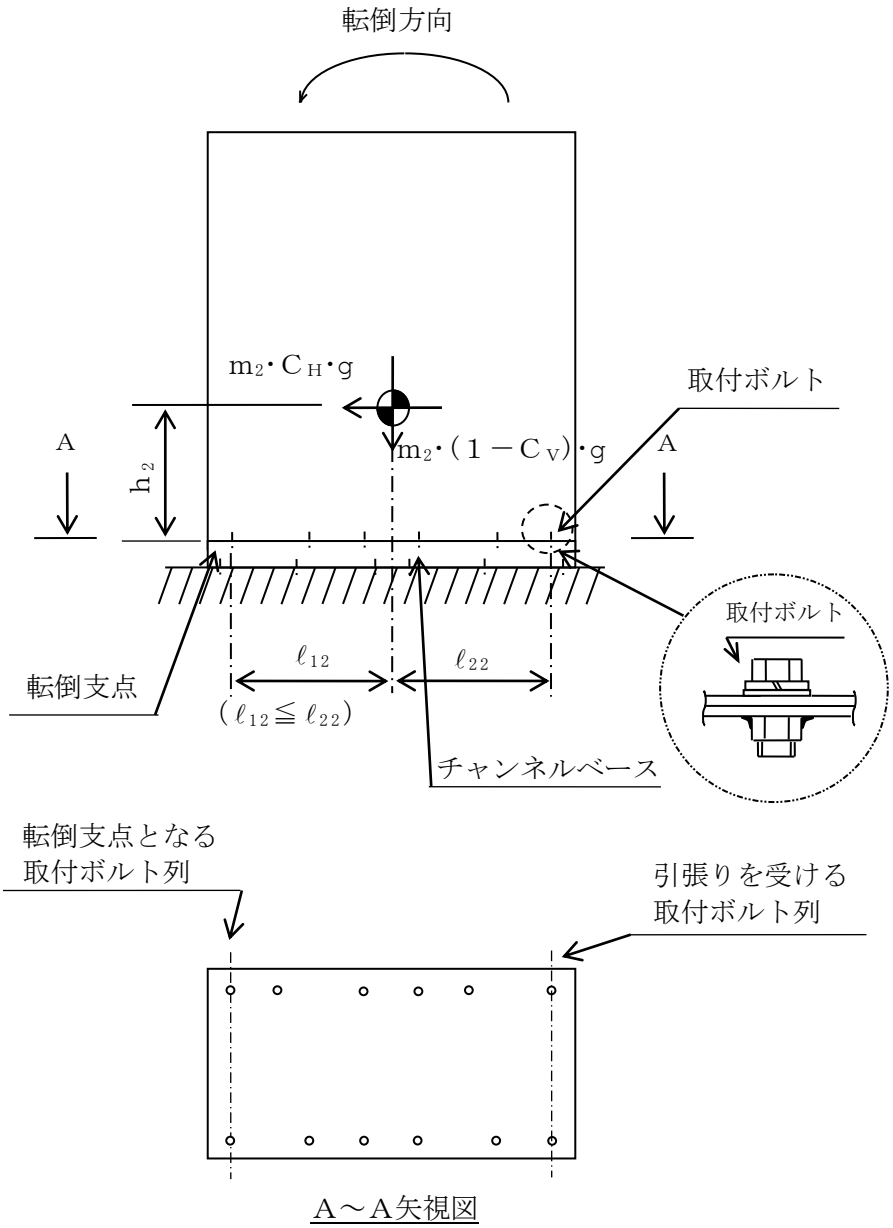


図5－9　計算モデル（長辺方向転倒（1－Cv）≧0の場合）

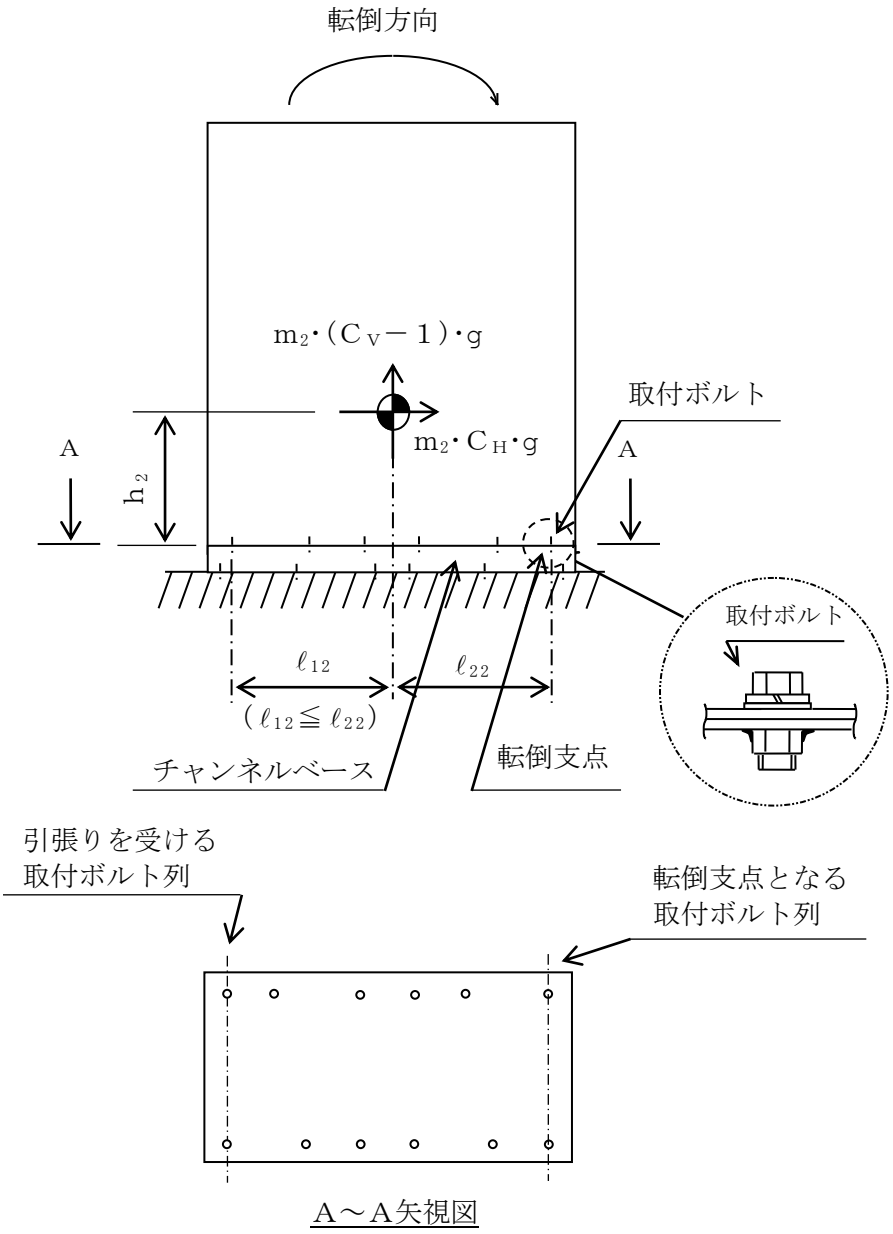
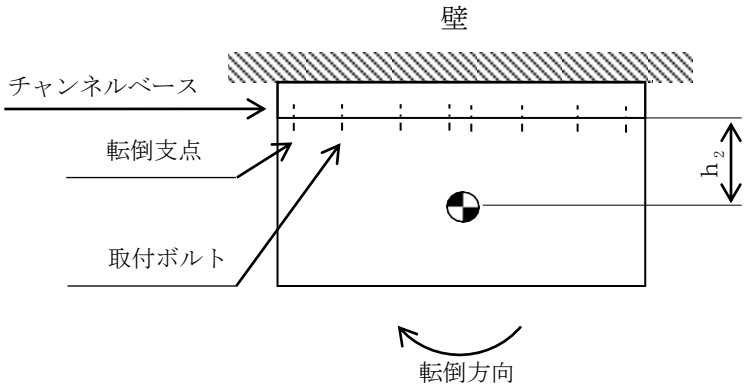


図5－10　計算モデル（長辺方向転倒（1－Cv）＜0の場合）



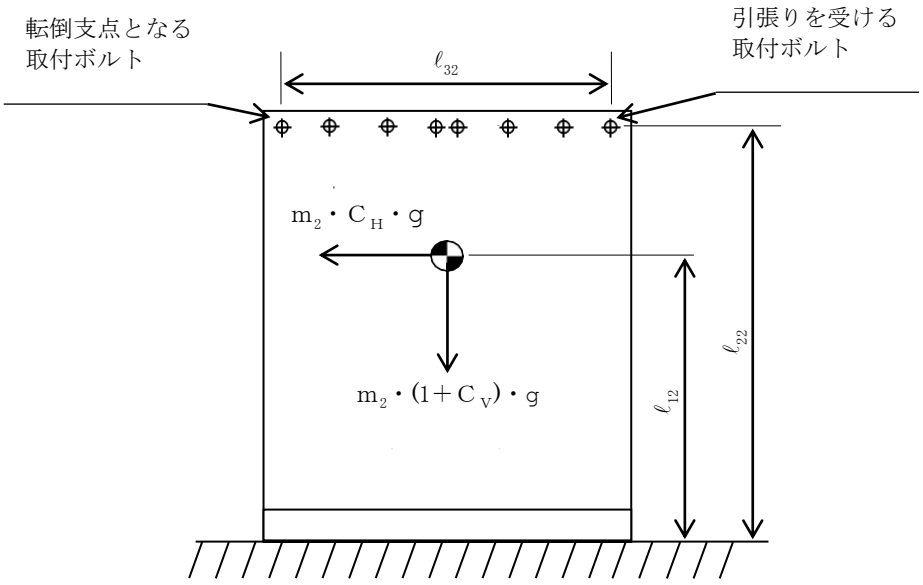


図5－11　計算モデル（正面方向転倒の場合）

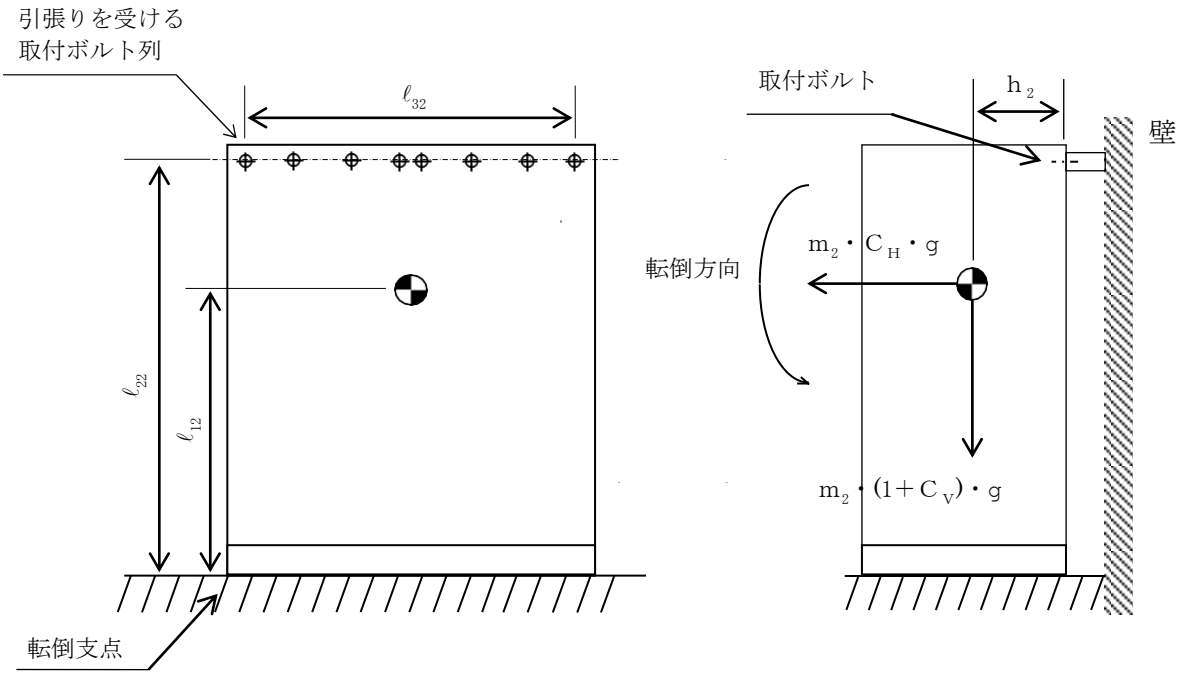


図5－12　計算モデル（側面方向転倒の場合）

(1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は,最も厳しい条件として図5－7～図5－12で最外列のボルトを支点とする転倒を考え，これを片側の最外列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5－7，5－9の場合の引張力

$$F_{b2}=\frac{m_2\cdot C_H\cdot h_2\cdot g-m_2\cdot(1-C_V)\cdot \ell_{12}\cdot g}{n_{f2}\cdot(\ell_{12}+\ell_{22})} \cdots (5.4.1.2.1)$$

計算モデル図5－8，5－10の場合の引張力

$$F_{b2}=\frac{m_2\cdot C_H\cdot h_2\cdot g-m_2\cdot(1-C_V)\cdot \ell_{22}\cdot g}{n_{f2}\cdot(\ell_{12}+\ell_{22})} \cdots (5.4.1.2.2)$$

計算モデル図5－11,5－12の場合の引張力

$$F_{b12}=\frac{m_2\cdot(1+Cv)\cdot h_2\cdot g}{n_{fV2}\cdot \ell_{22}}+\frac{m_2\cdot C_H\cdot h_2\cdot g}{n_{fH2}\cdot \ell_{32}} \cdots (5.4.1.2.3)$$

$$F_{b22}=\frac{m_2\cdot(1+Cv)\cdot h_2\cdot g+m_2\cdot C_H\cdot \ell_{12}\cdot g}{n_{fV2}\cdot \ell_{22}} \cdots (5.4.1.2.4)$$

$$F_{b2}=\mathrm{Max}(F_{b12},\ F_{b22}) \cdots (5.4.1.2.5)$$

引張応力

$$\sigma_{b2}=\frac{F_{b2}}{A_{b2}} \cdots (5.4.1.2.6)$$

ここで，取付ボルトの軸断面積A_{b2}は次式により求める。

$$A_{b2}=\frac{\pi}{4}\cdot d_2{}^2 \cdots (5.4.1.2.7)$$

(2) せん断応力

取付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

a. 直立形の場合

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \quad \cdots\cdots (5.4.1.2.8)$$

b. 壁掛形の場合

$$Q_{b12} = m_2 \cdot C_H \cdot g \quad \cdots\cdots (5.4.1.2.9)$$

$$Q_{b22} = m_2 \cdot (1 + C_V) \cdot g \quad \cdots\cdots (5.4.1.2.10)$$

$$Q_{b2} = \sqrt{(Q_{b12})^2 + (Q_{b22})^2} \quad \cdots\cdots (5.4.1.2.11)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \quad \cdots\cdots (5.4.1.2.12)$$

5.5　計算条件

5.5.1　基礎ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【緊急用電源切替箱断路器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。

5.5.2　取付ボルトの応力計算条件

取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【緊急用電源切替箱断路器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。

5.6　応力の評価

5.6.1　ボルトの応力評価

5.4.1項で求めたボルトの引張応力σ_{bi}は次式より求めた許容引張応力f_{tsi}以下であること。ただし，f_{toi}は下表による。

$$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5.6.1.1)$$

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

	基準地震動Ｓｓによる荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\frac{F_i^*}{2}\cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F_i^*}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急用電源切替箱断路器の重大事故等時の状態を考慮した場合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。

【緊急用電源切替箱断路器（直立形）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
緊急用電源切替箱断路器	常設耐震／防止常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L.17.3*1	0.036	0.007	—	—	C_H=2.02	C_V=1.42	40

注記＊1：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト（ｉ＝1）	1410	767	12 (M12)	113.1	12	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)
取付ボルト（ｉ＝2）	1330	761	12 (M12)	113.1	12	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	366	399	6	—	280	—	長辺方向
	1175	1175	2				
取付ボルト（ｉ＝2）	387	423	6	—	258	—	長辺方向
	1125	1125	2				

注記＊：各ボルトにおける上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1)	—	6.010×10^{3}	—	2.793×10^{4}
取付ボルト（ｉ＝2)	—	5.825×10^{3}	—	2.635×10^{4}

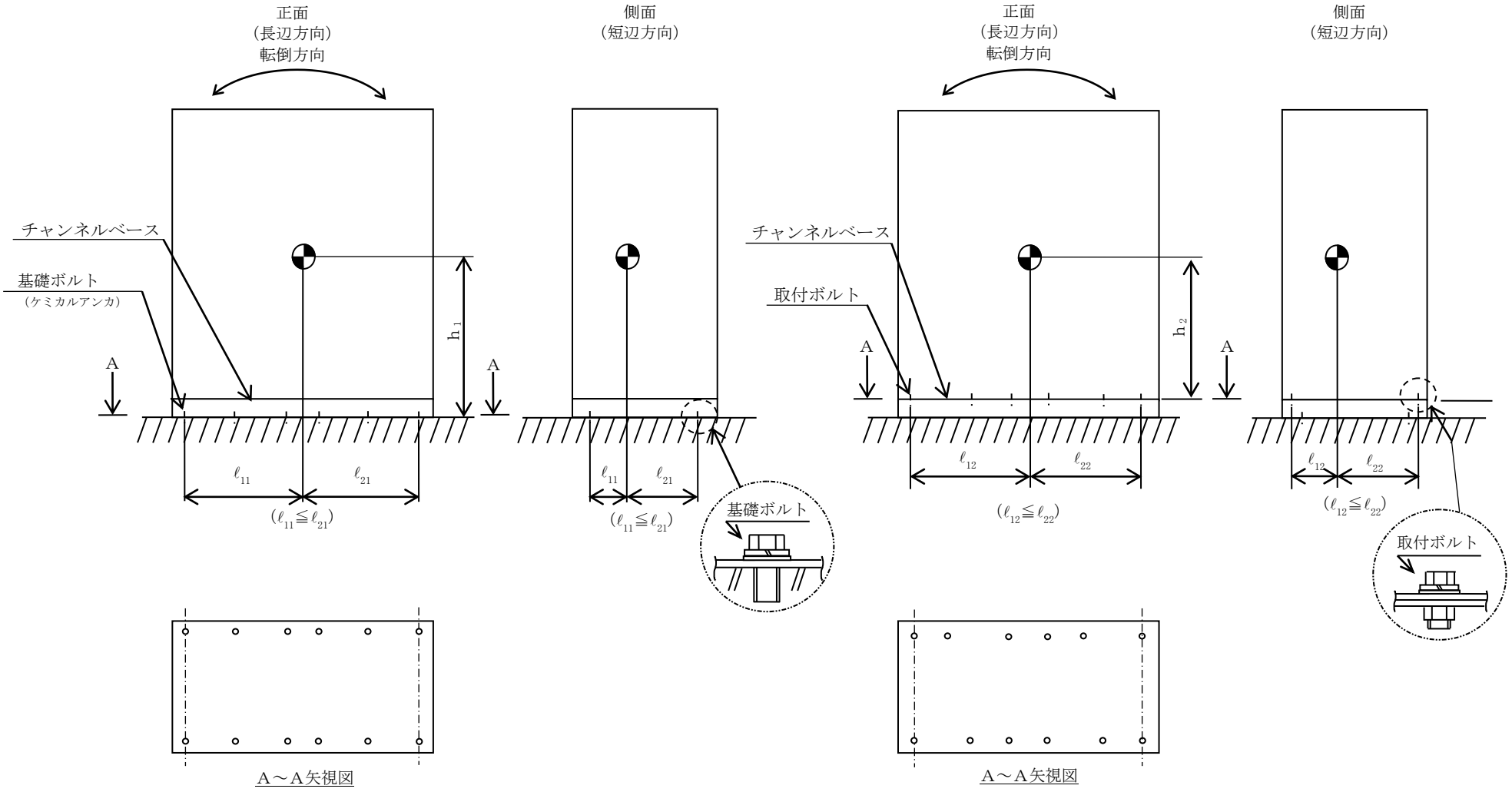
1.4 結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=54$	$f_{ts1}=168$*
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=21$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト（ｉ＝2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=52$	$f_{ts2}=193$*
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=148$

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
A
A
h1
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)
基礎ボルト
A～A矢視図
正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト
A～A矢視図

【緊急用電源切替箱断路器（壁掛形）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
緊急用電源切替箱断路器	常設耐震／防止常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L.17.3*1 (T.M.S.L.24.1*2)	0.036	0.007	—	—	C_H=2.38	C_V=1.46	40

注記＊1：基準床レベルを示す。

＊2：壁掛形の計算の場合は，設置床上階の設計用地震力を使用する。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト（ｉ＝1）	1410	616	12 (M12)	113.1	8	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト（ｉ＝2）	1380	427	12 (M12)	113.1	8	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	ℓ_{3i}* (mm)	n_{fVi}*	n_{fHi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	767	1475	2370	8	1	—	258	—	正面方向
取付ボルト（ｉ＝2）	752	1475	2370	8	1	—	258	—	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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	1.033×10^4	—	4.733×10^4
取付ボルト（ｉ＝2）	—	7.008×10^3	—	4.632×10^4

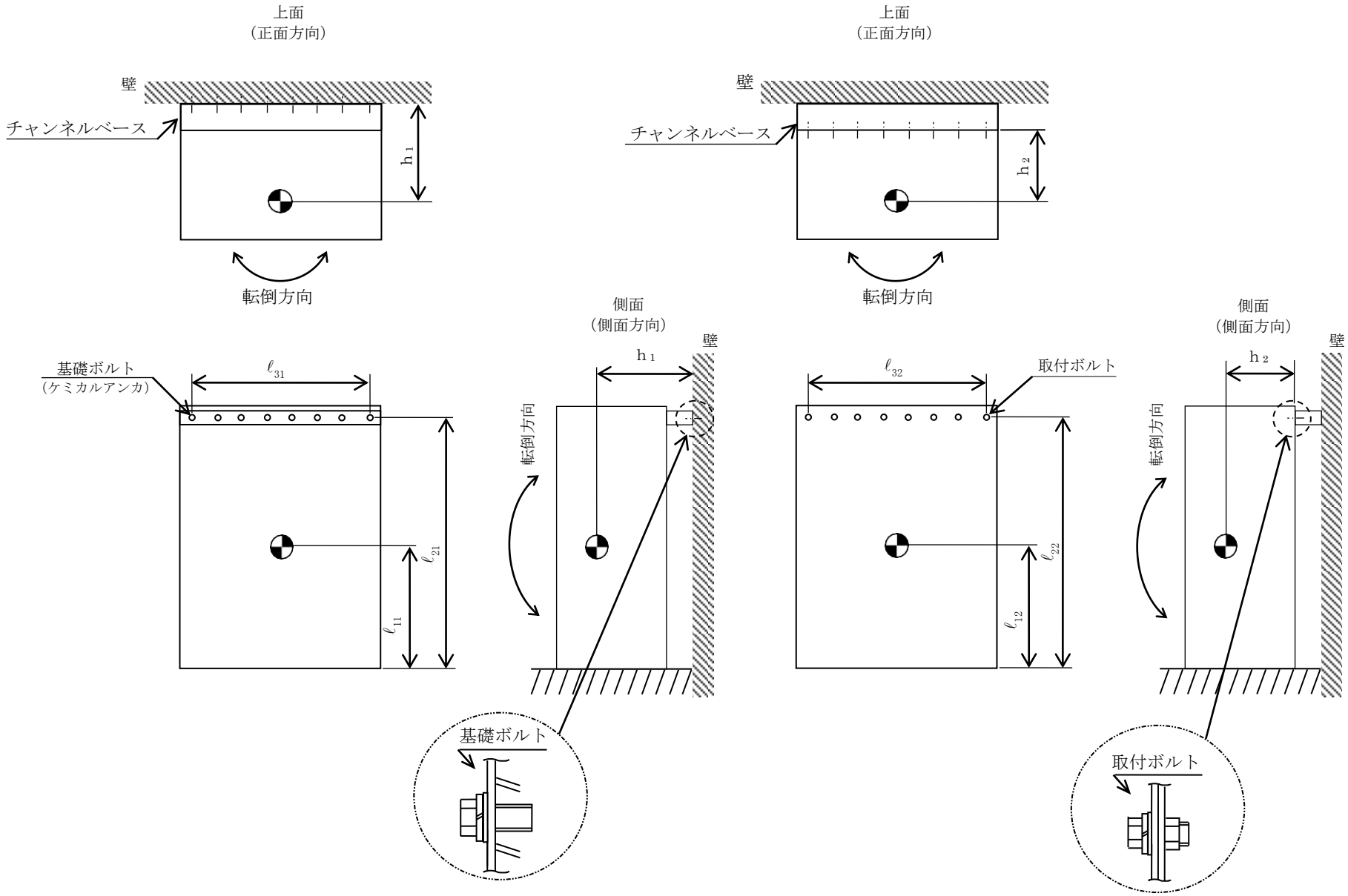
1.4 結論０

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=92$	$f_{ts1}=149$*
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=53$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=62$	$f_{ts2}=188$*
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=52$	$f_{sb2}=148$

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


上面
（正面方向）
壁
チャンネルベース
h1
転倒方向
側面
（側面方向）
基礎ボルト
（ケミカルアンカ）
ℓ31
ℓ21
ℓ11
転倒方向
基礎ボルト
上面
（正面方向）
壁
チャンネルベース
h2
転倒方向
側面
（側面方向）
ℓ32
取付ボルト
ℓ22
ℓ12
転倒方向
取付ボルト

Ⅴ-2-10-1-4-3　緊急用電源切替箱接続装置の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，緊急用電源切替箱接続装置が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

緊急用電源切替箱接続装置は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

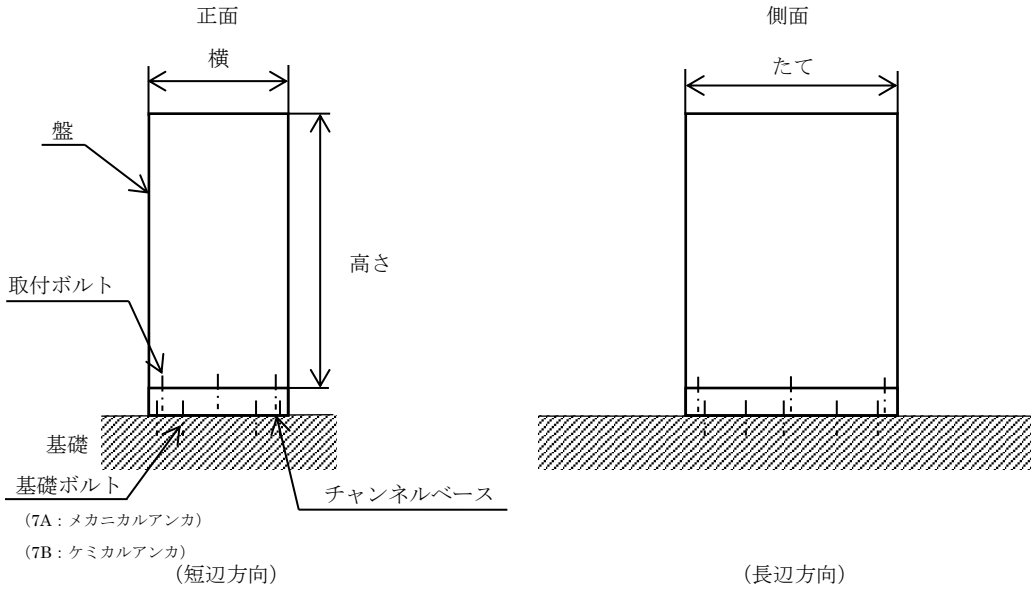
なお，緊急用電源切替箱接続装置は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

緊急用電源切替箱接続装置の構造計画を表 2－1 に示す。

表 2－1　構造計画

<table>
<tr><th colspan="2">計画の概要</th><th rowspan="2">概略構造図</th></tr>
<tr><th>基礎・支持構造</th><th>主体構造</th></tr>
<tr><td>緊急用電源切替箱接続装置は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。
チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</td><td>直立形
（鋼材及び鋼板を組合せた自立閉鎖型盤）</td><td>【緊急用電源切替箱接続装置】
 

<table>
<tr><th></th><th>緊急用電源切替箱
接続装置 7A</th><th>緊急用電源切替箱
接続装置 7B</th></tr>
<tr><td>たて</td><td>1100</td><td>1500</td></tr>
<tr><td>横</td><td>790</td><td>1400</td></tr>
<tr><td>高さ</td><td>2000</td><td>2000</td></tr>
</table>
（単位：mm）</td></tr>
</table>

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

緊急用電源切替箱接続装置のうち緊急用電源切替箱接続装置 7B の固有周期は以下の通りである。

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。試験の結果，剛であることを確認した。

緊急用電源切替箱接続装置 7A の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

表 3－1　固有周期　　（単位：s）

名称	方向	固有周期
緊急用電源切替箱接続装置 7A	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
緊急用電源切替箱接続装置 7B	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

緊急用電源切替箱接続装置の構造強度評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9 盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用電源切替箱接続装置の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2　許容応力

緊急用電源切替箱接続装置の許容応力は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

緊急用電源切替箱接続装置の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【緊急用電源切替箱接続装置 7A の耐震性についての計算結果】，【緊急用電源切替箱接続装置 7B 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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	緊急用電源切替箱接続装置	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	D＋P_D＋M_D＋Ｓｓ*3	$Ⅳ_AS$
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ	V_AS （V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	1.5・ｆｔ*	1.5・ｆｓ*
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
基礎ボルト*1	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
基礎ボルト*2	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	55	209	391	―
取付ボルト*3	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	―
取付ボルト*4	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	55	229	391	―

注記*1：緊急用電源切替箱接続装置 7A の基礎ボルトを示す。

*2：緊急用電源切替箱接続装置 7B の基礎ボルトを示す。

*3：緊急用電源切替箱接続装置 7A の取付ボルトを示す。

*4：緊急用電源切替箱接続装置 7B の取付ボルトを示す。

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

緊急用電源切替箱接続装置の電気的機能維持評価について，以下に示す。

緊急用電源切替箱接続装置はＪＥＡＧ４６０１－1987 において「装置」に分類され，機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって，緊急用電源切替箱接続装置の機能維持評価は，支持構造物が健全であることの確認により行う。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急用電源切替箱接続装置の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため,評価結果は（1）構造強度評価結果による。

【緊急用電源切替箱接続装置 7A の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
緊急用電源切替箱 接続装置 7A	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L.18.1*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.45	C_V＝1.34	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)	[redacted]	1020	16 (M16)	201.1	14	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	920	16 (M16)	201.1	8	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動 Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)	350	350	5	—	258	—	長辺方向
	460	540	2				
取付ボルト (ｉ＝2)	350	350	3	—	280	—	短辺方向
	430	510	3				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

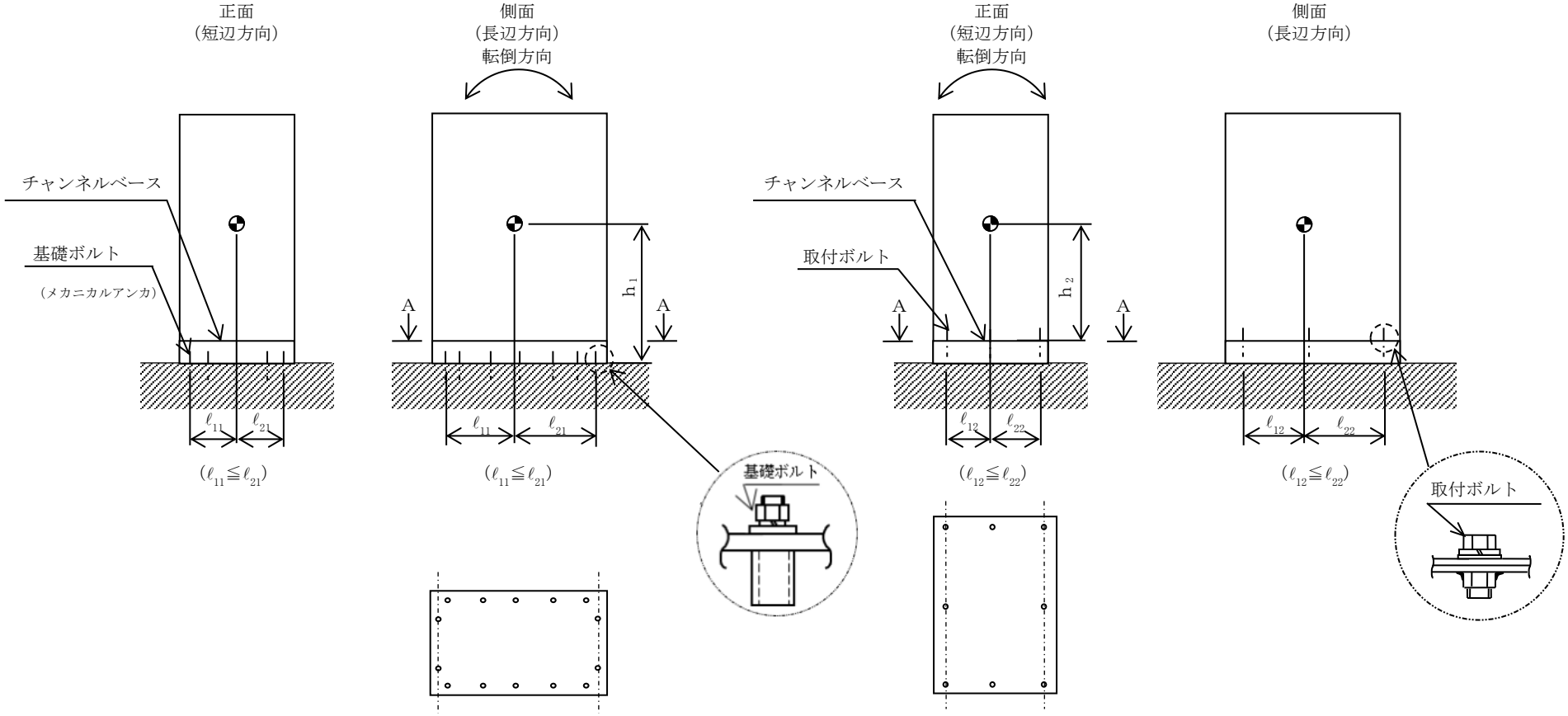
1.4 結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=40$	$f_{ts1}=154^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=5$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=31$	$f_{ts2}=210^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
（短辺方向）
側面
（長辺方向）
転倒方向
チャンネルベース
基礎ボルト
（メカニカルアンカ）
A
A
h1
ℓ11
ℓ21
（ℓ11≦ℓ21）
基礎ボルト
A～A矢視図
正面
（短辺方向）
転倒方向
側面
（長辺方向）
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ12
ℓ22
（ℓ12≦ℓ22）
取付ボルト
A～A矢視図

【緊急用電源切替箱接続装置 7B の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
緊急用電源切替箱接続装置 7B	常設耐震/防止常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L.4.8*	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H=1.27	C_V=1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	18	209 (40mm＜径)	391 (40mm＜径)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1000	16 (M16)	201.1	14	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)	650	650	4	—	251	—	短辺方向
	700	700	5				
取付ボルト (ｉ＝2)	650	650	4	—	274	—	短辺方向
	670	670	5				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

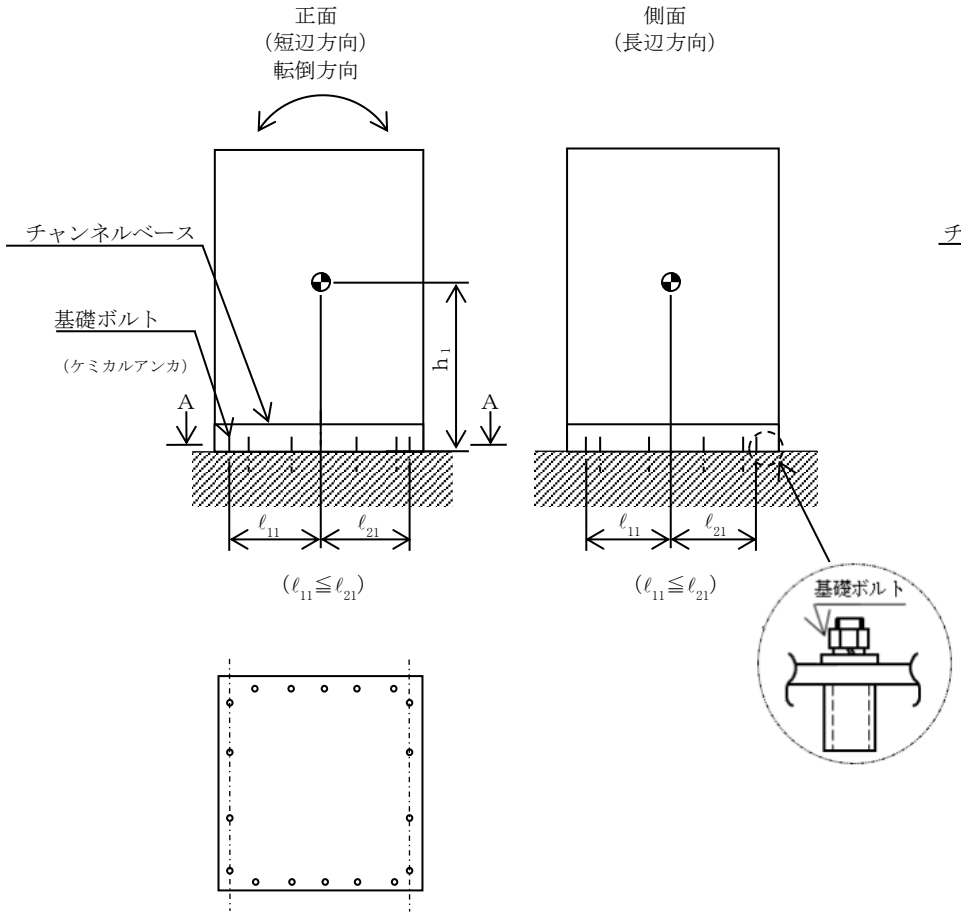
1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

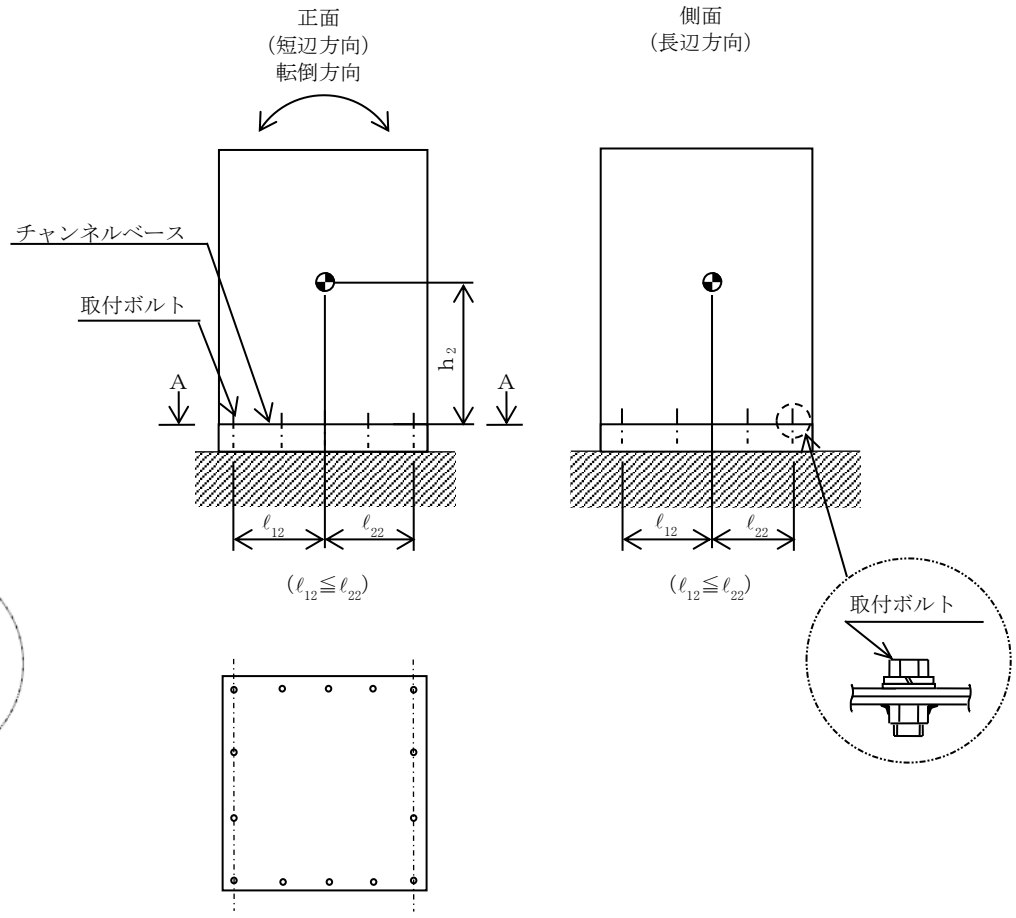
部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=28$	$f_{ts1}=151^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=116$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=24$	$f_{ts2}=205^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=158$

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(短辺方向)
転倒方向
側面
(長辺方向)
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
A
A
h1
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)
(ℓ11≦ℓ21)
基礎ボルト

A～A矢視図


正面
(短辺方向)
転倒方向
側面
(長辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A矢視図

Ⅴ-2-10-1-4-4　AM用動力変圧器の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，AM 用動力変圧器が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

AM 用動力変圧器は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

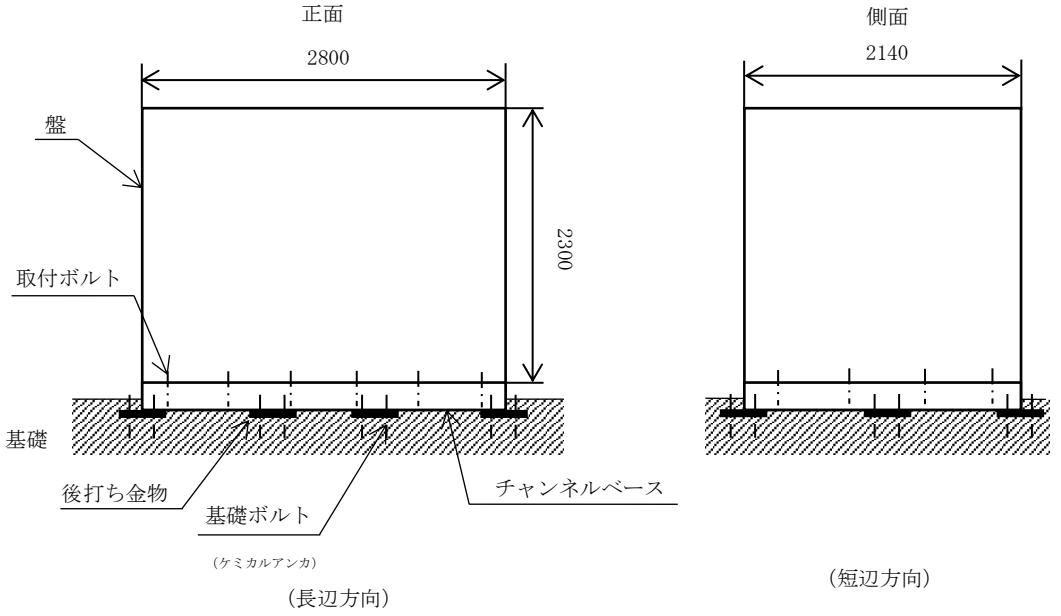
なお，AM 用動力変圧器は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

AM 用動力変圧器の構造計画を表 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	
AM 用動力変圧器は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。 チャンネルベースは後打ち金物と基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）	【AM 用動力変圧器】  （単位：mm）

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

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。試験の結果，剛であることを確認した。固有周期の確認結果を表3－1に示す。

表3－1　固有周期　　（単位：s）

水平	[redacted]
鉛直	[redacted]

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

AM 用動力変圧器の構造強度評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

AM 用動力変圧器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2　許容応力

AM 用動力変圧器の許容応力は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

AM 用動力変圧器の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【AM 用動力変圧器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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	AM 用動力変圧器	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	D＋P_D＋M_D＋S s *3	$Ⅳ_AS$
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋S s	V_AS （V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋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 4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	1.5・ｆｔ*	1.5・ｆｓ*
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
基礎ボルト	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	50	211	394	―
取付ボルト	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	50	231	394	―

5.　機能維持評価

5.1　電気的機能維持評価方法

AM 用動力変圧器の電気的機能維持評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

AM 用動力変圧器に設置される器具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，当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において，電気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 5－1 に示す。

表 5－1　機能確認済加速度　　（×9.8m/s^2）

評価部位	方向	機能確認済加速度
AM 用動力変圧器	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

AM 用動力変圧器の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【AM用動力変圧器の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM用動力変圧器	常設耐震／防止常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L.23.5*	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H＝1.51	C_V＝1.38	50

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト（ｉ＝1）	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	80	211 (40mm＜径)	394 (40mm＜径)
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	1150	16 (M16)	201.1	16	231 (16mm＜径≦40mm)	394 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	1115	1115	8	—	253	—	長辺方向
	1463	1463	6				
取付ボルト（ｉ＝2）	995	995	6	—	276	—	長辺方向
	1350	1350	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	σ_{b1}＝78	f_{ts1}＝152*
		せん断	—	—	τ_{b1}＝11	f_{sb1}＝117
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝116	f_{ts2}＝206*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝53	f_{sb2}＝159

すべて許容応力以下である。

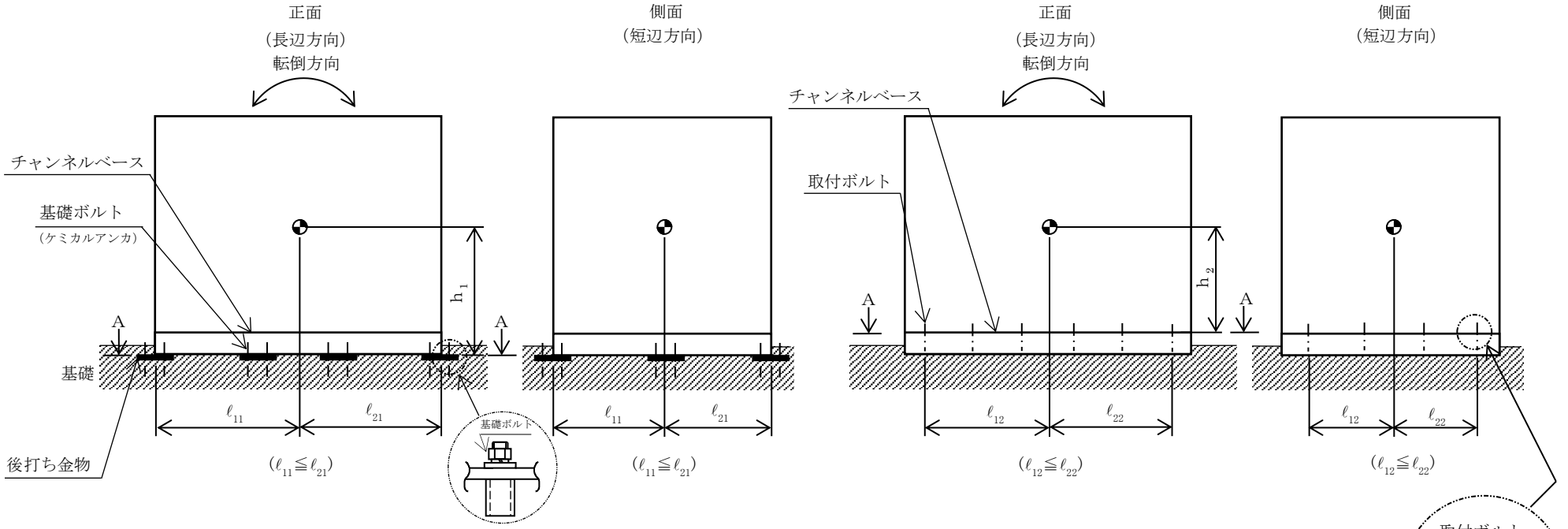
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

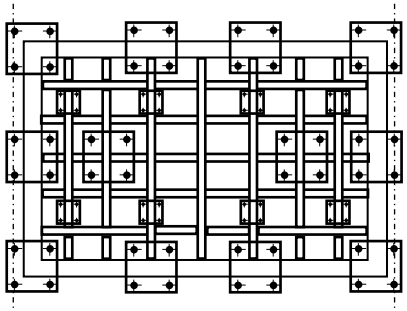
1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
AM用動力変圧器	水平方向	1.27	[redacted]
	鉛直方向	1.15	[redacted]

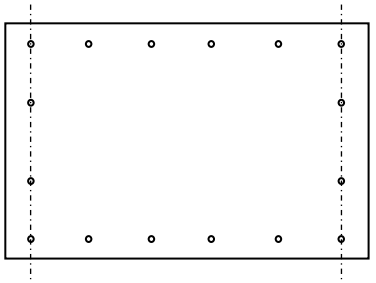
注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
A
A
基礎
後打ち金物
h_1
ℓ_{11}
ℓ_{21}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
基礎ボルト
正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト



A～A矢視図



A～A矢視図

Ⅴ-2-10-1-4-5　AM用MCCの耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，AM 用 MCC が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

AM 用 MCC は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお，AM 用 MCC は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

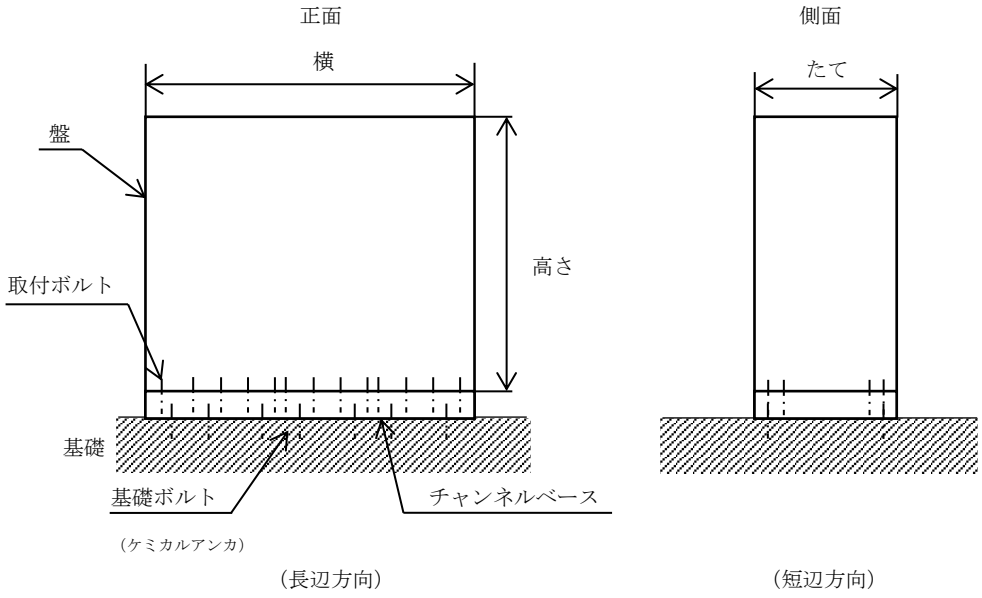
2. 一般事項

2.1 構造計画

AM 用 MCC 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	
AM 用 MCC は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）	【AM 用 MCC】



	AM 用 MCC 7B-1A	AM 用 MCC 7B-1B	AM 用 MCC 7B-1C	AM 用 MCC 7B-1D
たて	685	685	685	685
横	3600	2100	3000	2100
高さ	2300	2300	2300	2300

（単位：mm）

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

AM 用 MCC のうち AM 用 MCC 7B-1A，7B-1B，7B-1C の固有周期は以下のとおりである。

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。試験の結果，剛であることを確認した。

AM 用 MCC 7B-1D の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

表 3－1　固有周期　　（単位：s）

名称	方向	固有周期
AM 用 MCC 7B-1A	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]
AM 用 MCC 7B-1B	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]
AM 用 MCC 7B-1C	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]
AM 用 MCC 7B-1D	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

AM 用 MCC の構造強度評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

AM 用 MCC の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2　許容応力

AM 用 MCC の許容応力は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

AM 用 MCC の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【AM 用 MCC 7B-1A の耐震性についての計算結果】，【AM 用 MCC 7B-1B の耐震性についての計算結果】，【AM 用 MCC 7B-1C の耐震性についての計算結果】，【AM 用 MCC 7B-1D 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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	AM 用 MCC	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	D＋P_D＋M_D＋Ｓｓ*3	$Ⅳ_AS$
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ	V_AS（V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	1.5・ｆｔ*	1.5・ｆｓ*
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
基礎ボルト*1	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
取付ボルト*2	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	―
取付ボルト*3	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―

注記＊1：AM 用 MCC 7B-1A，7B-1B，7B-1C，7B-1D の基礎ボルトを示す。

＊2：AM 用 MCC 7B-1A，7B-1B，7B-1C の取付ボルトを示す。

＊3：AM 用 MCC 7B-1D の取付ボルトを示す。

5.　機能維持評価

5.1　電気的機能維持評価方法

AM 用 MCC の電気的機能維持評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

AM 用 MCC に設置される器具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，同形式の器具及び当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において，電気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 5－1 に示す。

表 5－1　機能確認済加速度　　（×9.8m/s^2）

評価部位	方向	機能確認済加速度
AM 用 MCC 7B-1A	水平	□
	鉛直	□
AM 用 MCC 7B-1B	水平	□
	鉛直	□
AM 用 MCC 7B-1C	水平	□
	鉛直	□
AM 用 MCC 7B-1D	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

AM 用 MCC の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【AM 用 MCC 7B-1A の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM 用 MCC 7B-1A	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L.31.7*	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H=1.71	C_V=1.41	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i＝1)	[redacted]	1300	16 (M16)	201.1	24	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	64	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i＝1)	305	305	12	—	258	—	長辺方向
	1700	1700	2				
取付ボルト (i＝2)	305	305	22	—	280	—	長辺方向
	1765	1765	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	σ_{b1}＝59	f_{ts1}＝154*
		せん断	—	—	τ_{b1}＝10	f_{sb1}＝119
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝51	f_{ts2}＝210*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝4	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

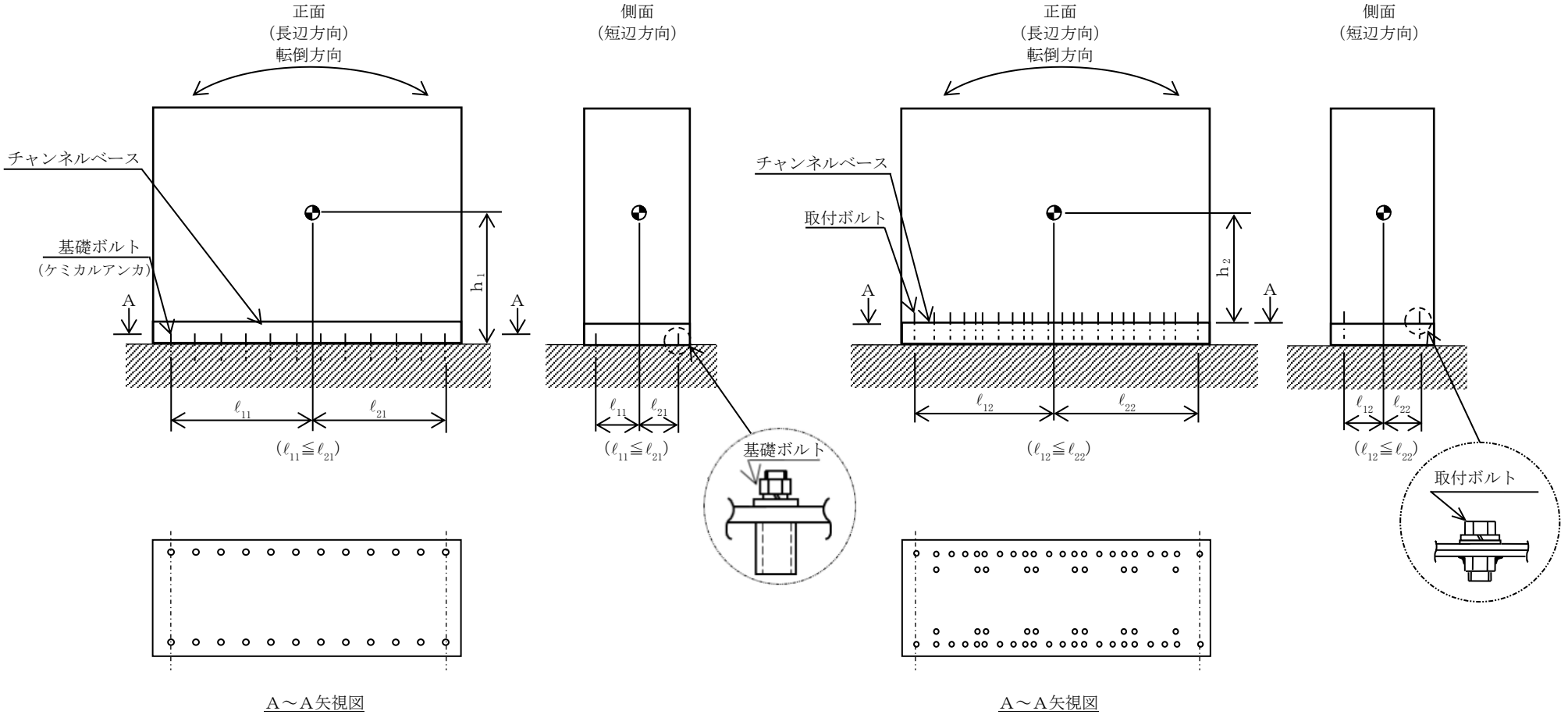
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}, f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
AM用MCC 7B-1A	水平方向	1.42	[redacted]
	鉛直方向	1.17	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
（長辺方向）
転倒方向
側面
（短辺方向）
チャンネルベース
基礎ボルト
（ケミカルアンカ）
A
A
h_1
ℓ_{11}
ℓ_{21}
（$\ell_{11} \leqq \ell_{21}$）
基礎ボルト
A～A矢視図
正面
（長辺方向）
転倒方向
側面
（短辺方向）
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
（$\ell_{12} \leqq \ell_{22}$）
取付ボルト
A～A矢視図

【AM 用 MCC 7B-1B の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM 用 MCC 7B-1B	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L.31.7*	□	□	—	—	C_H=1.71	C_V=1.41	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i＝1)	□	1300	16 (M16)	201.1	14	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (i＝2)	□	1200	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i＝1)	305	305	7	—	258	—	長辺方向
	845	1055	2				
取付ボルト (i＝2)	305	305	13	—	280	—	長辺方向
	910	1120	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=57$	$f_{ts1}=154^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=10$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=24$	$f_{ts2}=210^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

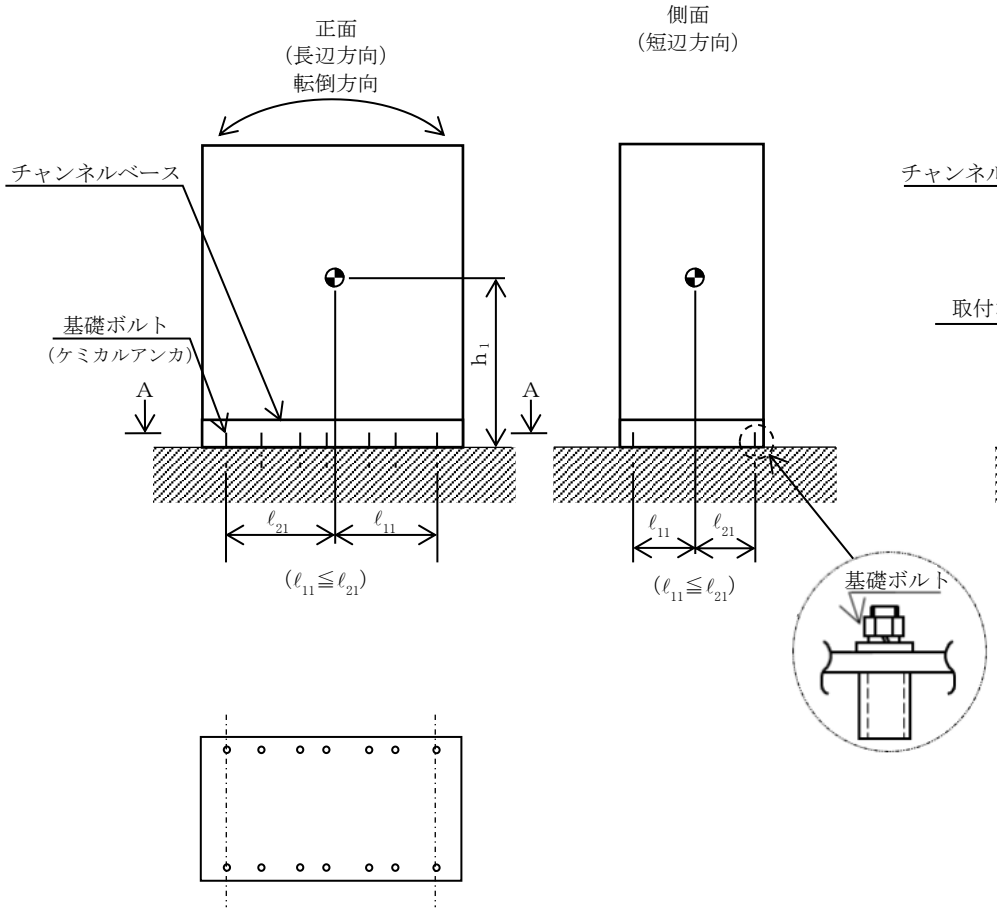
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

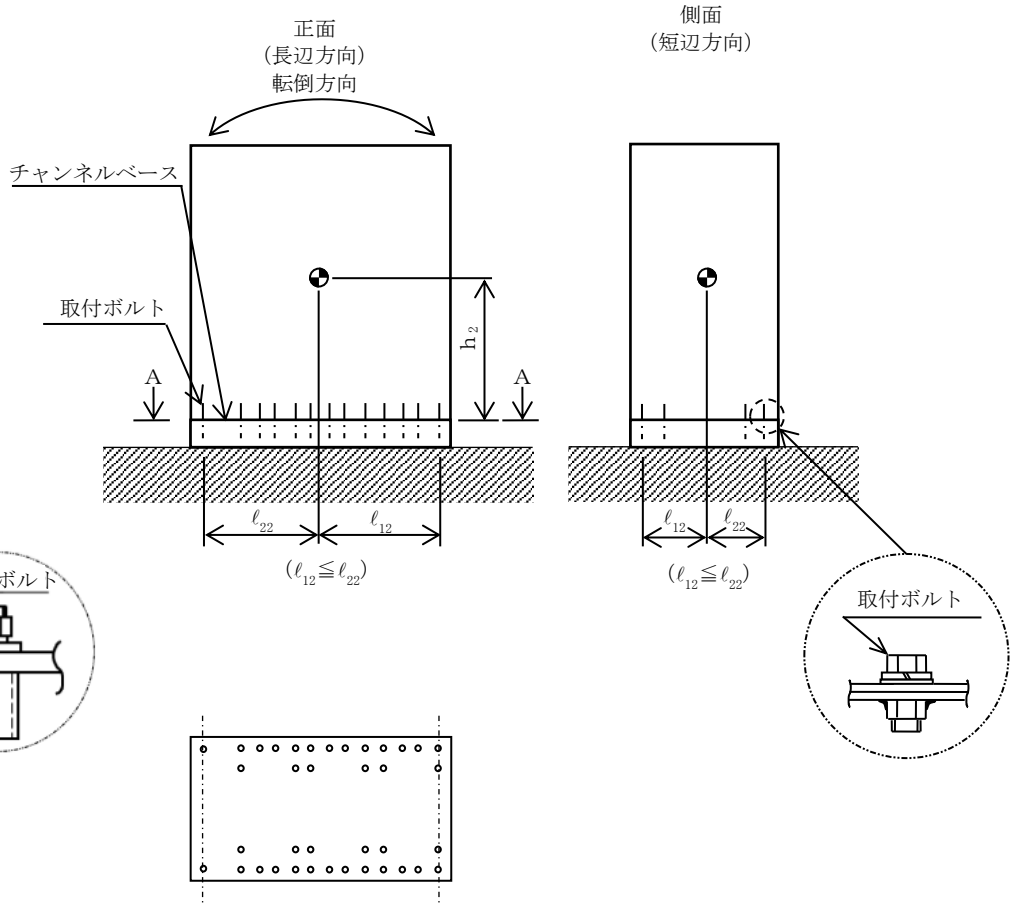
		機能維持評価用加速度＊	機能確認済加速度
AM用MCC 7B-1B	水平方向	1.42	[redacted]
	鉛直方向	1.17	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
A
A
h_1
ℓ_{21}
ℓ_{11}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
ℓ_{11}
ℓ_{21}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
基礎ボルト

A～A矢視図


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

A～A矢視図

【AM 用 MCC 7B-1C の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM 用 MCC 7B-1C	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L.31.7*	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H=1.71	C_V=1.41	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i＝1)	[redacted]	1300	16 (M16)	201.1	20	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	60	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動 Ｓｓ
基礎ボルト (i＝1)	305	305	10	—	258	—	長辺方向
	1400	1400	2				
取付ボルト (i＝2)	305	305	20	—	280	—	長辺方向
	1465	1465	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=65$	$f_{ts1}=154^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=28$	$f_{ts2}=210^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

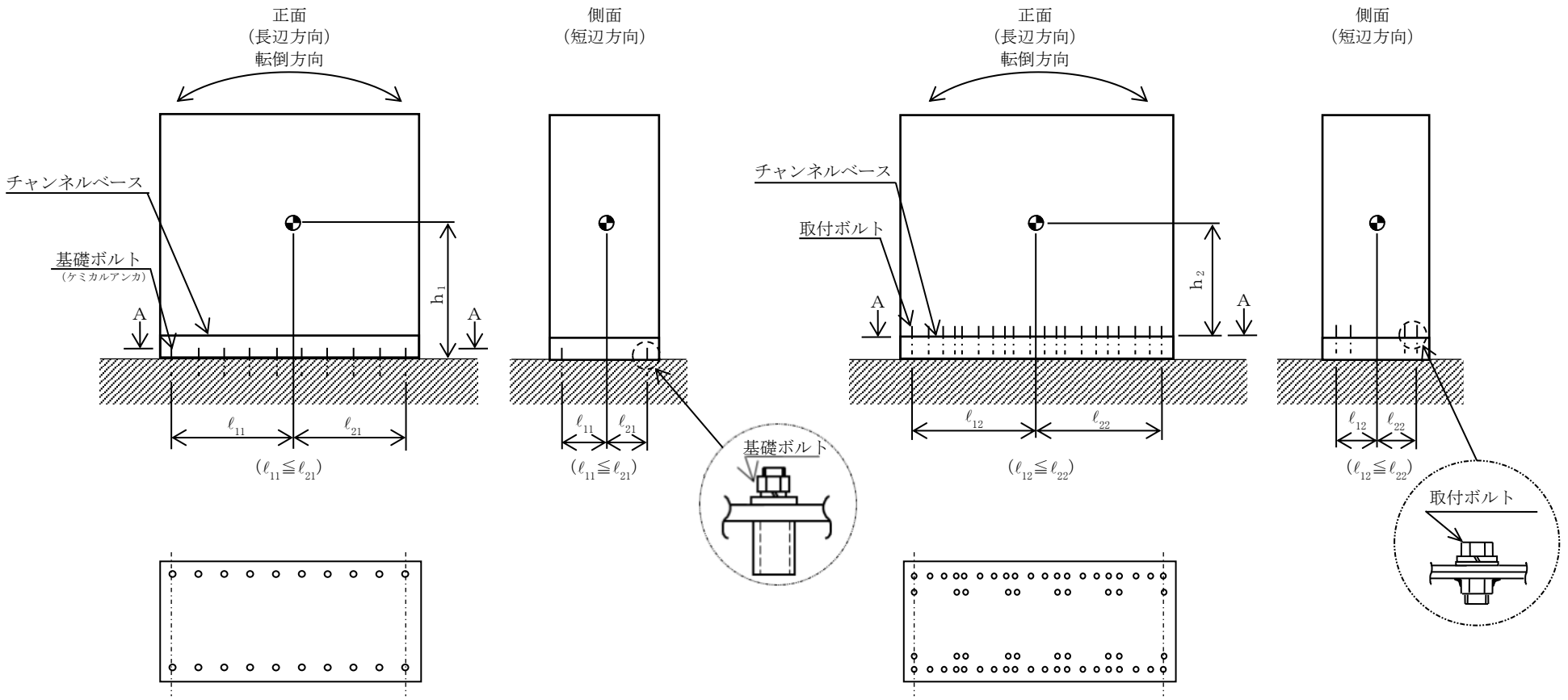
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

		機能維持評価用加速度＊	機能確認済加速度
AM用MCC 7B-1C	水平方向	1.42	[redacted]
	鉛直方向	1.17	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
（長辺方向）
転倒方向
側面
（短辺方向）
チャンネルベース
基礎ボルト
（ケミカルアンカ）
A
A
h_1
ℓ_{11}
ℓ_{21}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
基礎ボルト
A～A矢視図
正面
（長辺方向）
転倒方向
側面
（短辺方向）
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト
A～A矢視図

【AM 用 MCC 7B-1D の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM 用 MCC 7B-1D	常設耐震／防止 常設／緩和	廃棄物処理建屋 T.M.S.L.12.3*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.62	C_V＝1.36	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)	[redacted]	1300	16 (M16)	201.1	14	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	38	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)	305	305	7	—	258	—	長辺方向
	885	1015	2				
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	13	—	258	—	長辺方向
	950	1080	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	σ_{b1}＝61	f_{ts1}＝154*
		せん断	—	—	τ_{b1}＝11	f_{sb1}＝119
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝26	f_{ts2}＝193*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝4	f_{sb2}＝148

すべて許容応力以下である。

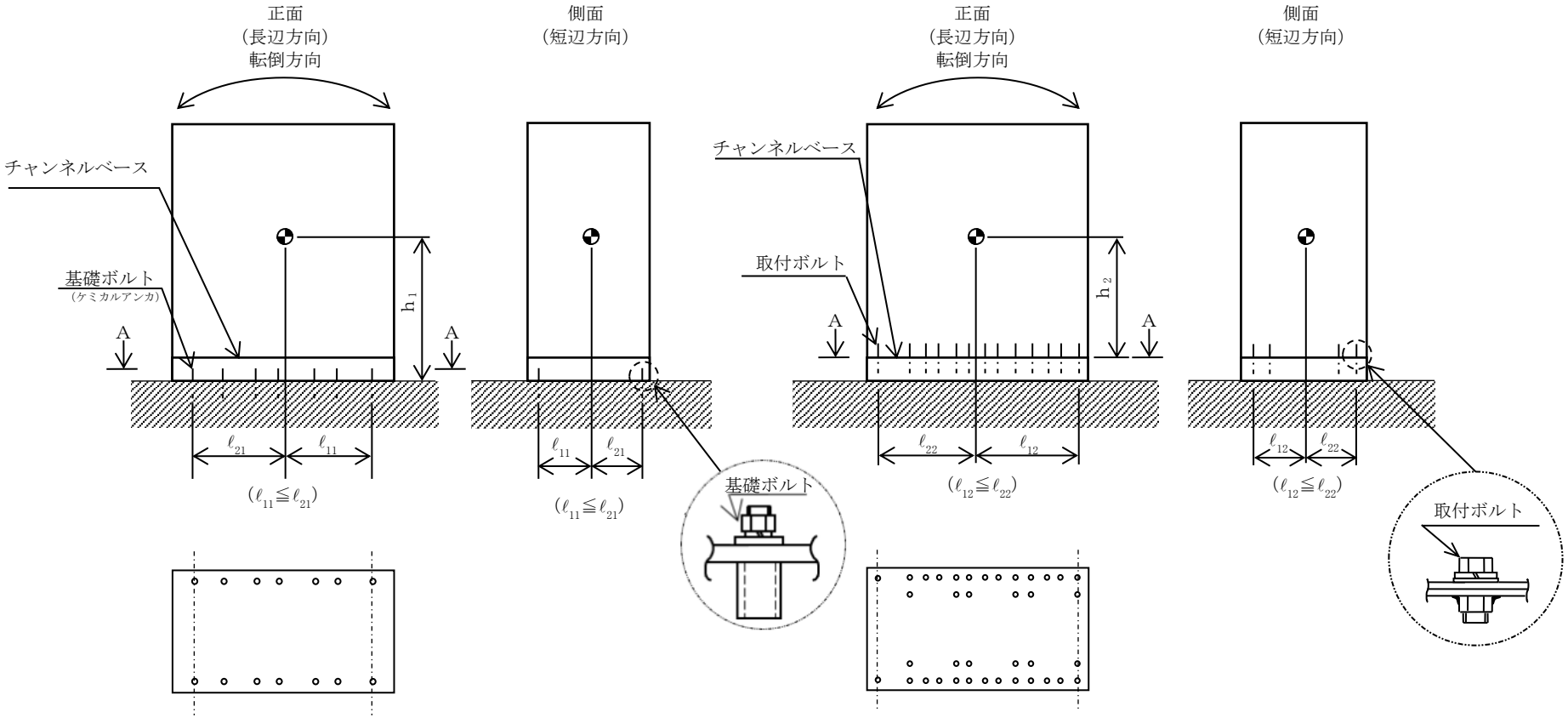
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
AM用MCC 7B-1D	水平方向	1.34	[redacted]
	鉛直方向	1.14	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
（長辺方向）
転倒方向
側面
（短辺方向）
チャンネルベース
基礎ボルト
（ケミカルアンカ）
A
A
h_1
ℓ_{21}
ℓ_{11}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
ℓ_{11}
ℓ_{21}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
基礎ボルト
A～A矢視図
正面
（長辺方向）
転倒方向
側面
（短辺方向）
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト
A～A矢視図

Ⅴ-2-10-1-4-6　AM用切替盤の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，AM 用切替盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

AM 用切替盤は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

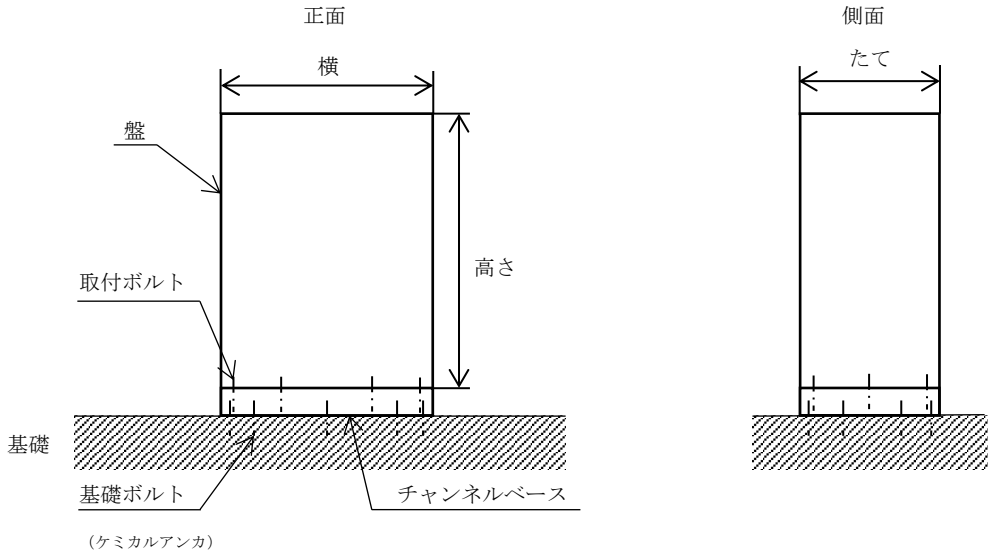
なお，AM 用切替盤は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

AM 用切替盤の構造計画を表 2－1 に示す。

表 2－1　構造計画

<table>
<tr><th colspan="2">計画の概要</th><th rowspan="2">概略構造図</th></tr>
<tr><th>基礎・支持構造</th><th>主体構造</th></tr>
<tr><td>AM 用切替盤は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。
チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</td><td>直立形
（鋼材及び鋼板を組合せた自立閉鎖型の盤）</td><td>【AM 用切替盤】
 

<table>
<tr><th></th><th>AM 用切替盤 DIV-Ⅰ</th><th>AM 用切替盤 DIV-Ⅱ</th></tr>
<tr><td>たて</td><td>800</td><td>800</td></tr>
<tr><td>横</td><td>1200</td><td>1200</td></tr>
<tr><td>高さ</td><td>2000</td><td>2000</td></tr>
</table>
（単位：mm）</td></tr>
</table>

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

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。試験の結果，剛であることを確認した。固有周期の確認結果を表3－1に示す。

表3－1　固有周期　　（単位：s）

名称	方向	固有周期
AM用切替盤DIV-Ⅰ	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]
AM用切替盤DIV-Ⅱ	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

AM 用切替盤の構造強度評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

AM 用切替盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2　許容応力

AM 用切替盤の許容応力は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

AM 用切替盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は,本計算書の【AM 用切替盤 DIV-Ⅰの耐震性についての計算結果】,【AM 用切替盤 DIV-Ⅱ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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	AM 用切替盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	D＋P_D＋M_D＋S s *3	$Ⅳ_AS$
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋S s	V_AS （V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋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 4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
基礎ボルト*1	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
基礎ボルト*2	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	50	211	394	―
取付ボルト*3	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	―
取付ボルト*4	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	50	231	394	―

注記　*1：AM 用切替盤 DIV-Ⅰの基礎ボルトを示す。
*2：AM 用切替盤 DIV-Ⅱの基礎ボルトを示す。
*3：AM 用切替盤 DIV-Ⅰの取付ボルトを示す。
*4：AM 用切替盤 DIV-Ⅱの取付ボルトを示す。

5.　機能維持評価

5.1　電気的機能維持評価方法

AM 用切替盤の電気的機能維持評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9 盤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。

AM 用切替盤に設置される器具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，同形式の器具単体の正弦波加振試験において，電気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 5－1 に示す。

表 5－1　機能確認済加速度　　(×9.8m/s^2)

評価部位	方向	機能確認済加速度
AM 用切替盤 DIV-Ⅰ	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]
AM 用切替盤 DIV-Ⅱ	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

AM用切替盤の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【AM用切替盤 DIV-Ⅰの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM用切替盤 DIV-Ⅰ	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L.23.5*	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H=1.51	C_V=1.38	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i＝1)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	10	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1000	16 (M16)	201.1	10	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i＝1)	230	470	3	—	258	—	短辺方向
	550	550	2				
取付ボルト (i＝2)	200	440	4	—	280	—	短辺方向
	550	550	3				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=42$	$f_{ts1}=154^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=29$	$f_{ts2}=210^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

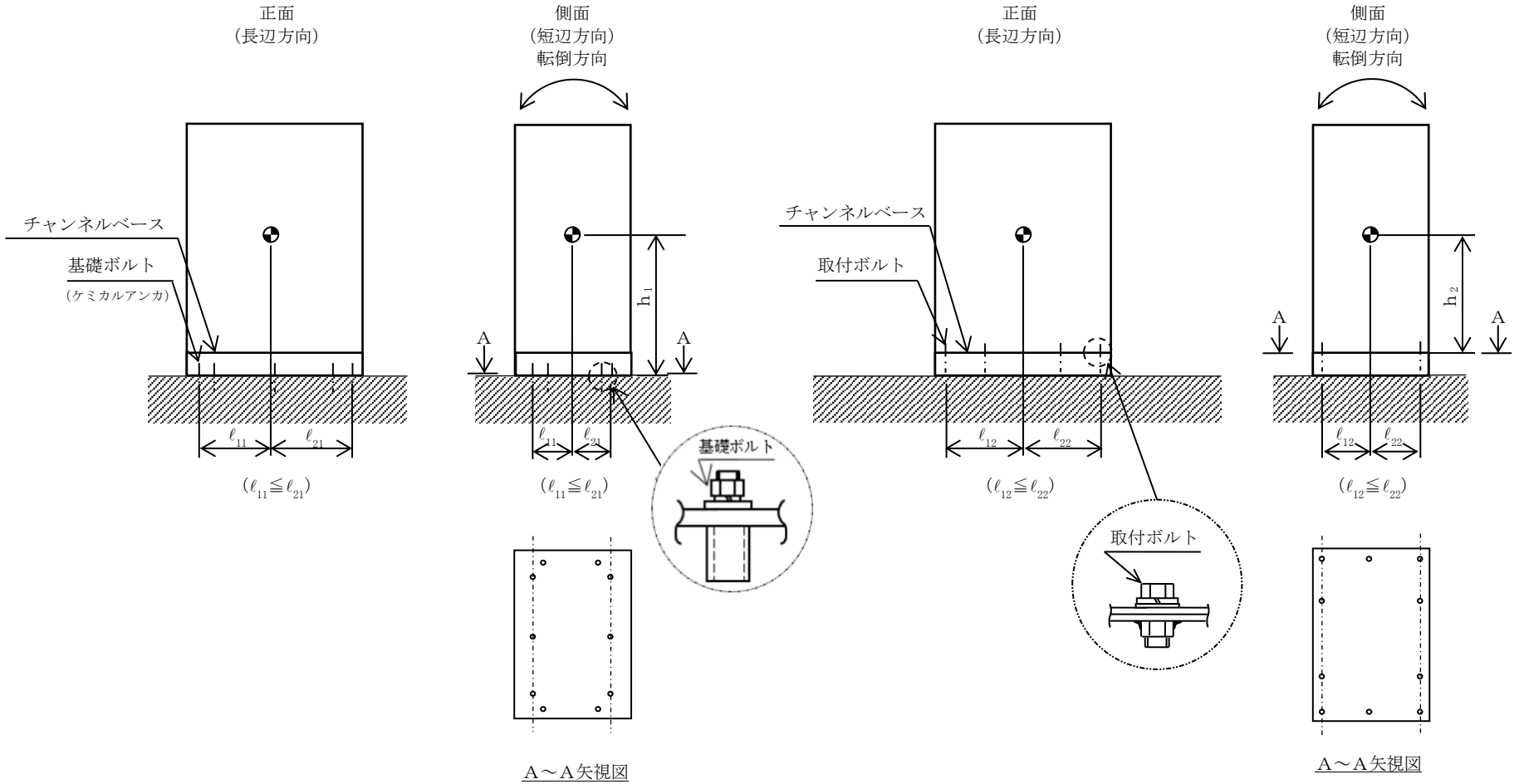
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度＊	機能確認済加速度
AM用切替盤 DIV-Ⅰ	水平方向	1.27	[redacted]
	鉛直方向	1.15	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
ℓ_{11}
ℓ_{21}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
側面
(短辺方向)
転倒方向
h_1
A
A
ℓ_{11}
ℓ_{21}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
基礎ボルト
A～A矢視図
正面
(長辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト
側面
(短辺方向)
転倒方向
h_2
A
A
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
A～A矢視図

【AM用切替盤 DIV-Ⅱの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM用切替盤 DIV-Ⅱ	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L.23.5*	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H=1.51	C_V=1.38	50

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i＝1)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	10	211 (40mm＜径)	394 (40mm＜径)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1000	16 (M16)	201.1	10	231 (16mm＜径≦40mm)	394 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i＝1)	230	470	3	—	253	—	短辺方向
	550	550	2				
取付ボルト (i＝2)	200	440	4	—	276	—	短辺方向
	550	550	3				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=42$	$f_{ts1}=152^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=29$	$f_{ts2}=207^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

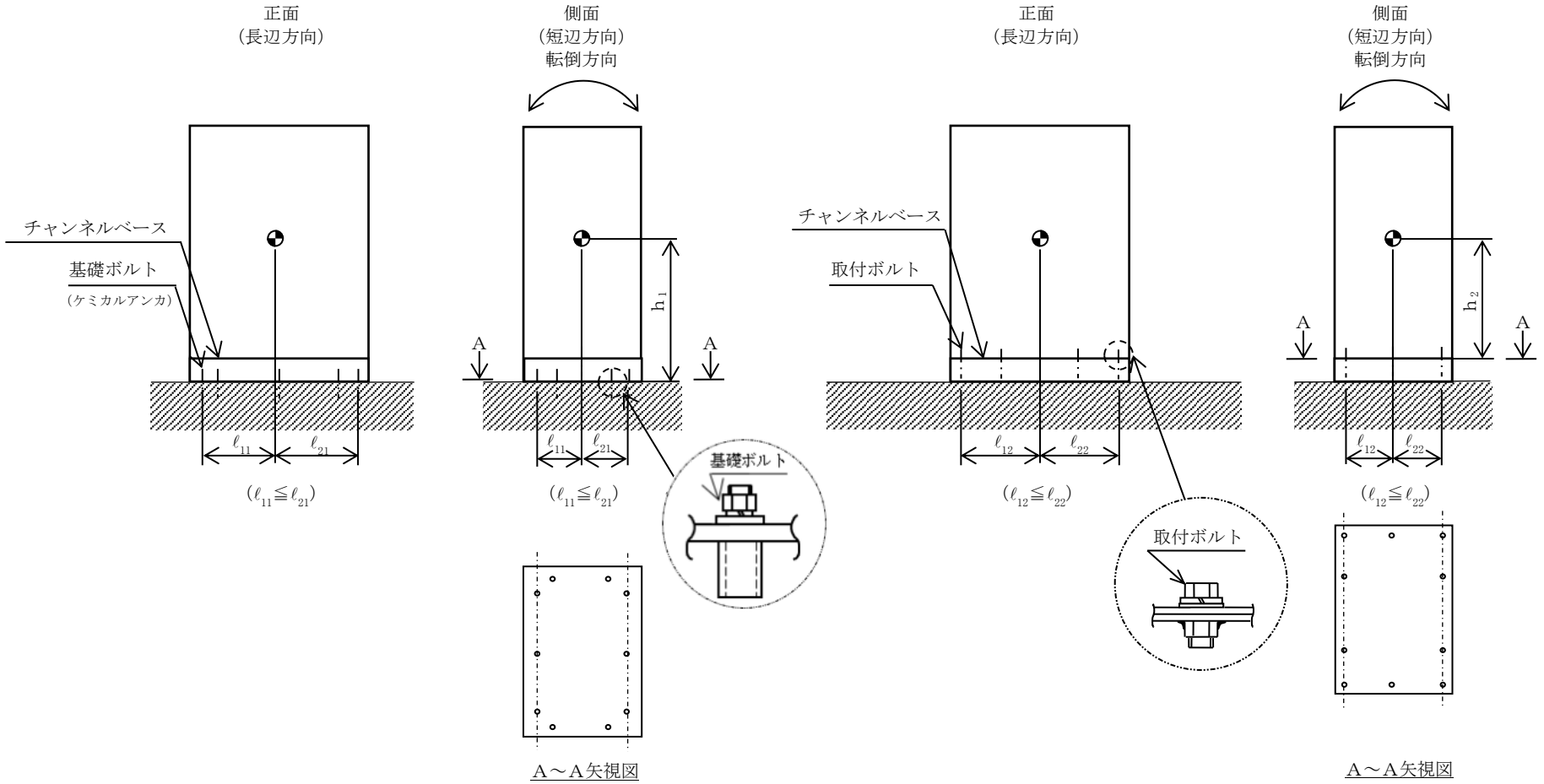
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度＊	機能確認済加速度
AM用切替盤 DIV-Ⅱ	水平方向	1.27	[redacted]
	鉛直方向	1.15	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
（長辺方向）
側面
（短辺方向）
転倒方向
チャンネルベース
基礎ボルト
（ケミカルアンカ）
A
A
h_1
ℓ_{11}
ℓ_{21}
$(\ell_{11} \leqq \ell_{21})$
基礎ボルト
A～A矢視図
正面
（長辺方向）
側面
（短辺方向）
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト
A～A矢視図

Ⅴ-2-10-1-4-7　AM用操作盤の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 4
3.1　固有周期の確認 ····· 4
4.　構造強度評価 ····· 5
4.1　構造強度評価方法 ····· 5
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 5
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 5
4.2.2　許容応力 ····· 5
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 5
4.3　計算条件 ····· 5
5.　機能維持評価 ····· 9
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 9
6.　評価結果 ····· 10
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 10

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，AM 用操作盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

AM 用操作盤は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお，AM 用操作盤 7A,7B は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

AM 用操作盤 7C は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

2. 一般事項

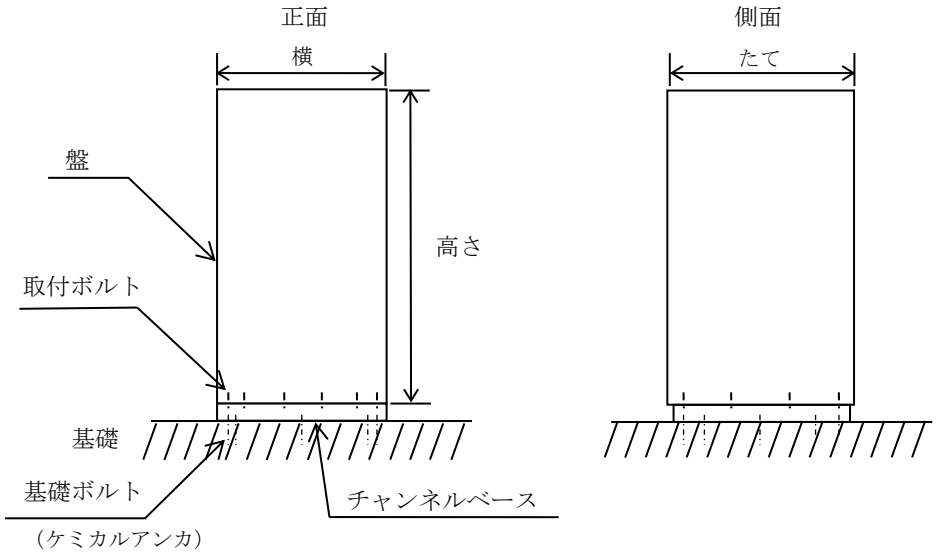
2.1 構造計画

AM 用操作盤 7A，7B の構造計画を表 2－1 に示す。

AM 用操作盤 7C の構造計画を表 2－2 に示す。

表 2－1　構造計画

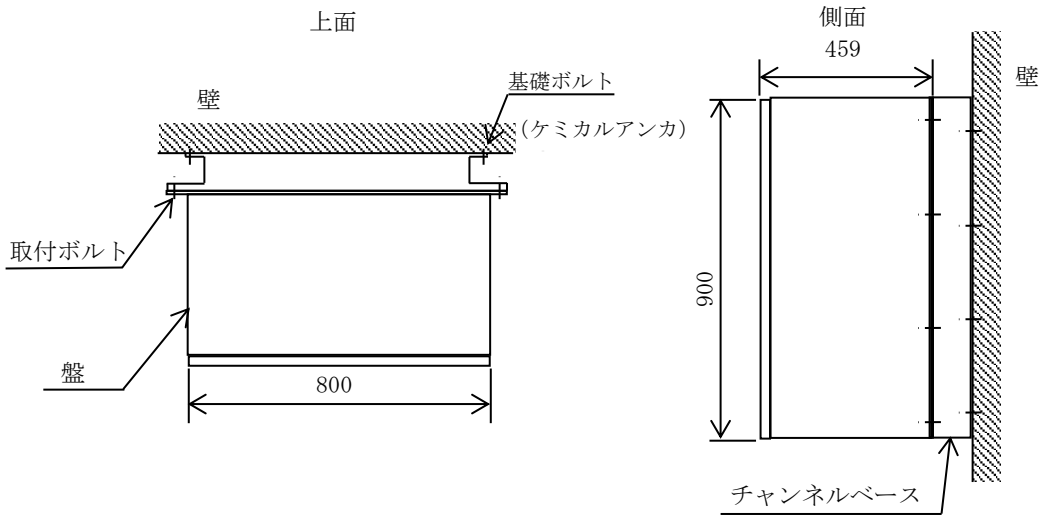
計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
AM 用操作盤 7A,7B は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。 チャンネルベースは，基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）	【AM 用操作盤 7A,7B】



	AM 用操作盤 7A	AM 用操作盤 7B
たて	1000	1000
横	800	800
高さ	2000	2000

（単位：mm）

表 2－2　構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
AM 用操作盤 7C は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。チャンネルベースは，基礎ボルトにて壁に固定する。	壁掛形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の盤）	【AM 用操作盤 7C】  （正面方向）　（側面方向） （単位：mm）

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

AM 用操作盤 7A の水平方向の固有周期は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。試験の結果，剛であることを確認した。AM 用操作盤 7A の鉛直方向の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。

AM 用操作盤 7B の固有周期は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。試験の結果，剛であることを確認した。

AM 用操作盤 7C の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

表 3－1　固有周期　　（単位：s）

名称	方向	固有周期
AM 用操作盤 7A	水平	□
	鉛直	0.05 以下
AM 用操作盤 7B	水平	□
	鉛直	□
AM 用操作盤 7C	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

AM 用操作盤の構造強度評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

AM 用操作盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2　許容応力

AM 用操作盤の許容応力は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

AM 用操作盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【AM 用操作盤 7A の耐震性についての計算結果】，【AM 用操作盤 7B の耐震性についての計算結果】，【AM 用操作盤 7C 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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	AM 用操作盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	D＋P_D＋M_D＋S s *3	$Ⅳ_AS$
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋S s	V_AS （V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋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4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	1.5・ｆｔ*	1.5・ｆｓ*
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		Ｓｙ (MPa)	Ｓｕ (MPa)	Ｓｙ（ＲＴ） (MPa)
基礎ボルト*1	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
基礎ボルト*2	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	50	211	394	―
基礎ボルト*3	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
取付ボルト*4	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	―
取付ボルト*5	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	50	231	394	―
取付ボルト*6	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―

注記＊1：AM 用操作盤 7A の基礎ボルトを示す。

＊2：AM 用操作盤 7B の基礎ボルトを示す。

＊3：AM 用操作盤 7C の基礎ボルトを示す。

＊4：AM 用操作盤 7A の取付ボルトを示す。

＊5：AM 用操作盤 7B の取付ボルトを示す。

＊6：AM 用操作盤 7C の取付ボルトを示す。

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

AM 用操作盤の電気的機能維持評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

AM 用操作盤に設置される器具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，同形式の器具及び当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において，電気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 5－1 に示す。

表 5－1　機能確認済加速度　　(×9.8m/s^2)

評価部位	方向	機能確認済加速度
AM 用操作盤 7A	水平	
	鉛直	
AM 用操作盤 7B	水平	
	鉛直	
AM 用操作盤 7C	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

AM用操作盤の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【AM用操作盤7Aの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM用操作盤7A	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 23.5*	[redacted]	0.05以下	—	—	C_H=1.51	C_V=1.38	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	[redacted]	1300	16 (M16)	201.1	12	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i=1)	330	410	3	—	258	—	短辺方向
	405	485	3				
取付ボルト (i=2)	325	405	2	—	280	—	短辺方向
	400	480	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=39$	$f_{ts1}=154$*
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=53$	$f_{ts2}=210$*
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

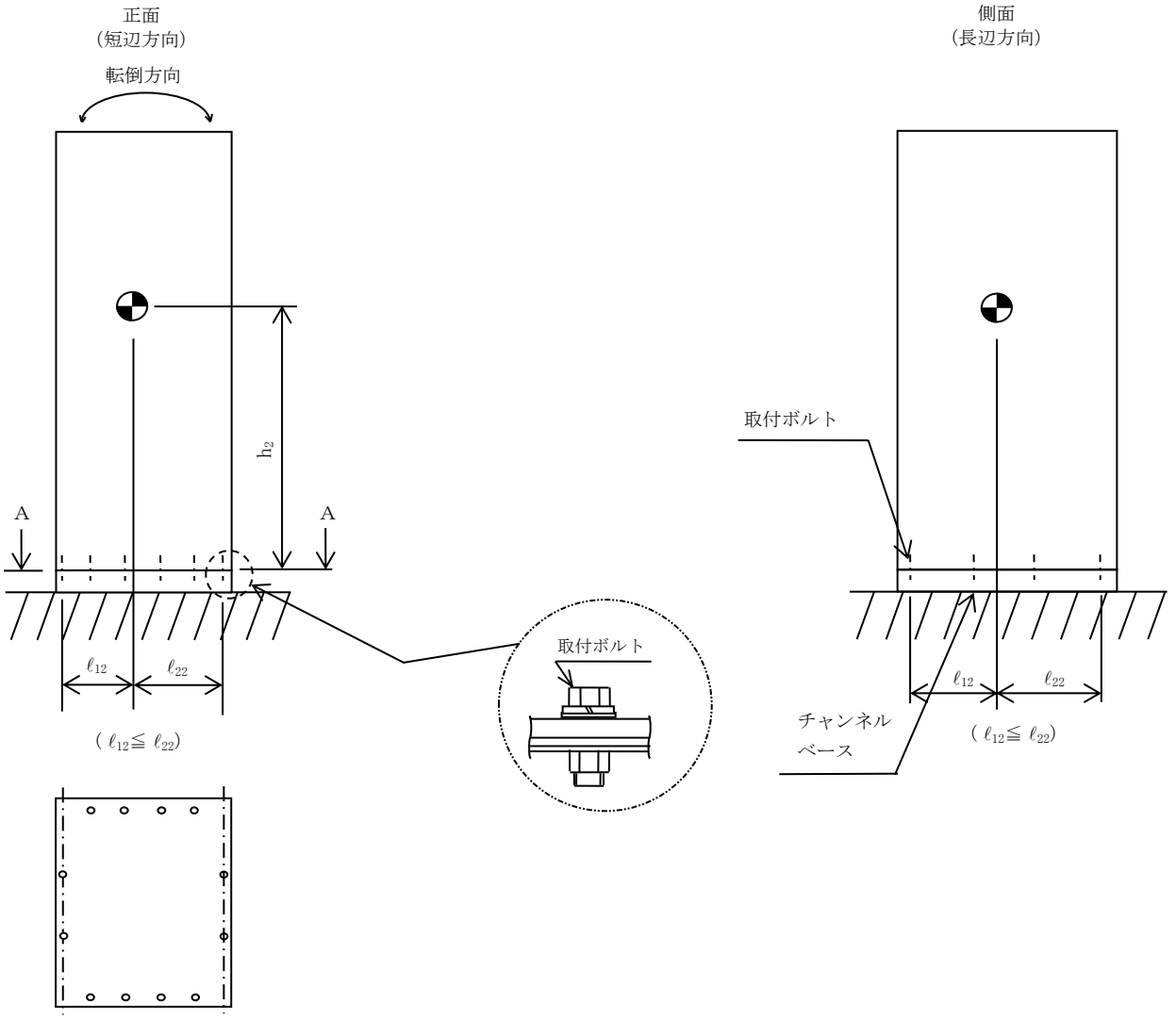
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

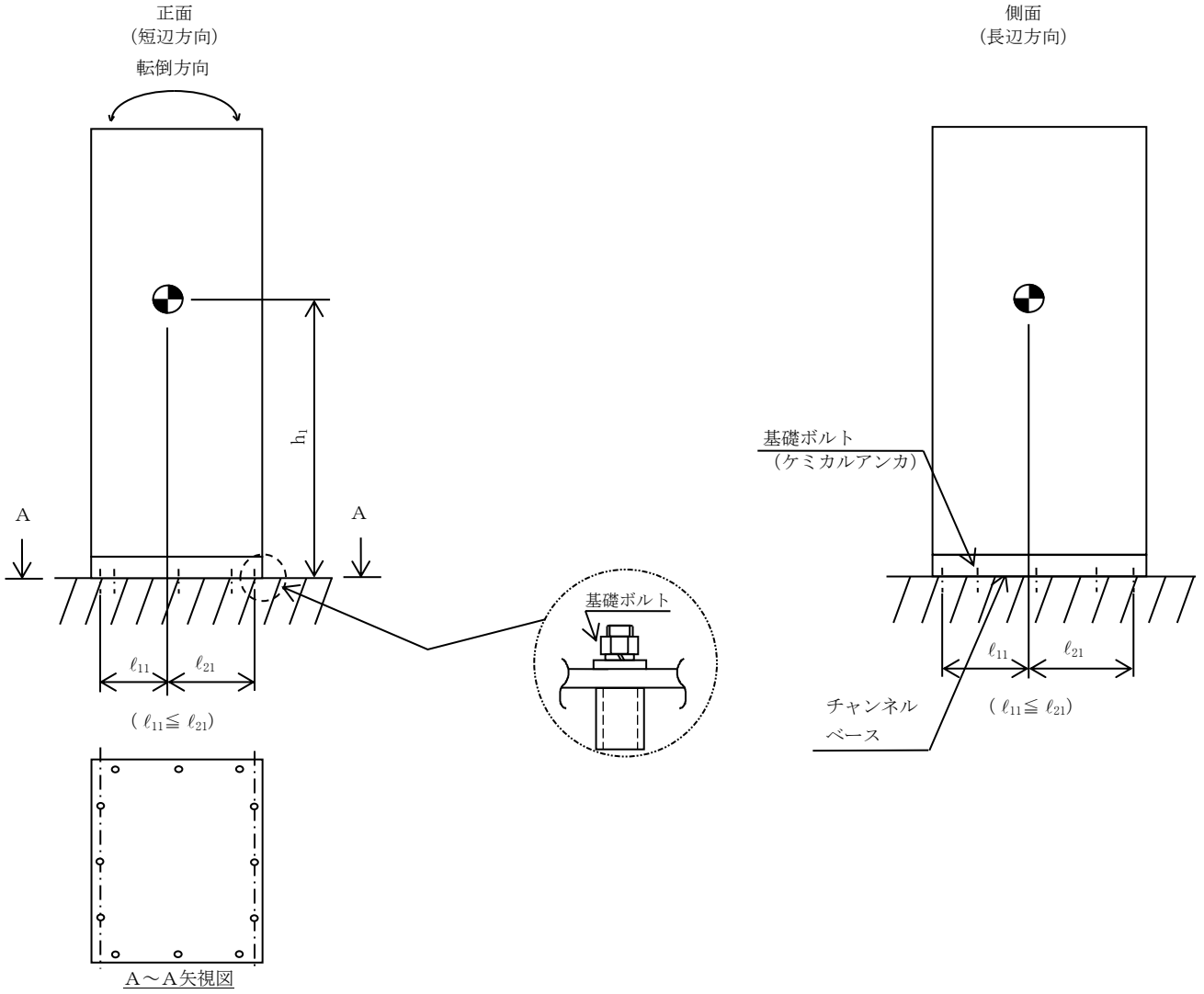
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
AM用操作盤 7A	水平方向	1.27	[redacted]
	鉛直方向	1.15	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(短辺方向)
転倒方向
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト
側面
(長辺方向)
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
チャンネル
ベース

A～A矢視図


正面
(短辺方向)
転倒方向
h_1
A
A
ℓ_{11}
ℓ_{21}
($\ell_{11} \leqq \ell_{21}$)
基礎ボルト
A～A矢視図
側面
(長辺方向)
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
ℓ_{11}
ℓ_{21}
($\ell_{11} \leqq \ell_{21}$)
チャンネル
ベース

【AM 用操作盤 7B の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM 用操作盤 7B	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 23.5*	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H=1.51	C_V=1.38	50

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ=1)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm＜径)	394 (40mm＜径)
取付ボルト (ｉ=2)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	12	231 (16mm＜径≦40mm)	394 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ=1)	330	410	3	—	253	—	短辺方向
	375	515	3				
取付ボルト (ｉ=2)	325	405	2	—	276	—	短辺方向
	370	510	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=36$	$f_{ts1}=152$*
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=49$	$f_{ts2}=207$*
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

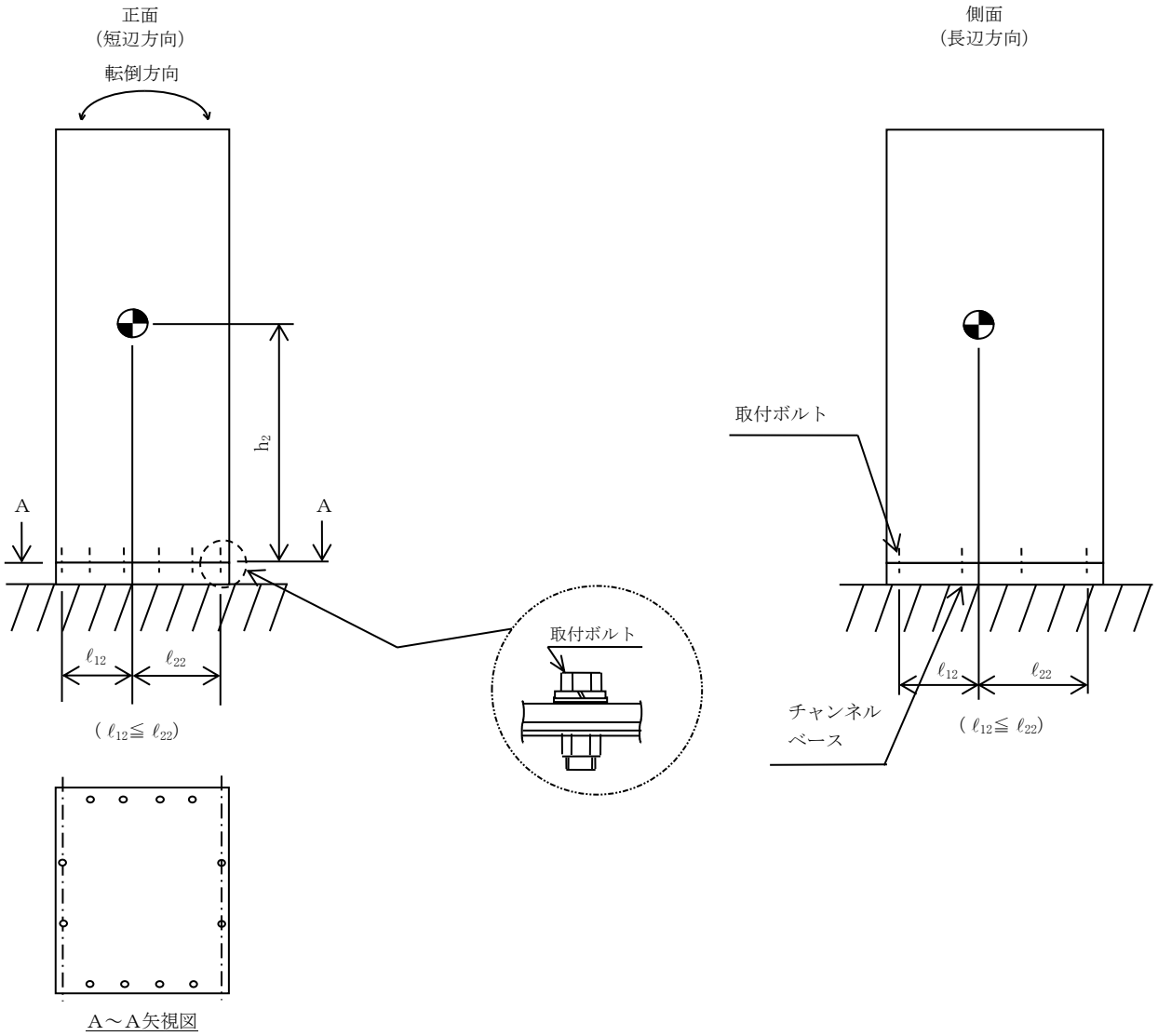
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

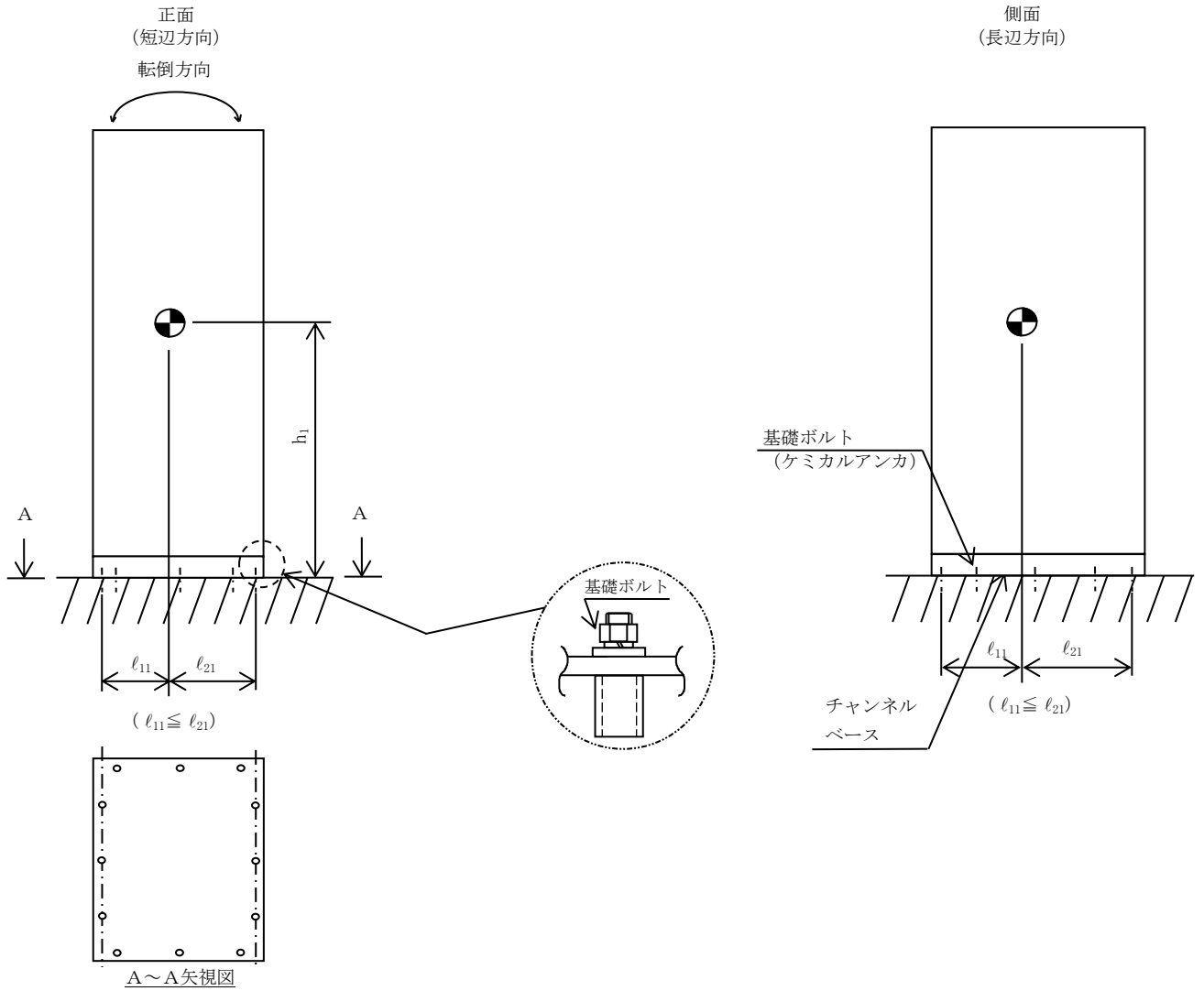
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
AM用操作盤 7B	水平方向	1.27	[redacted]
	鉛直方向	1.15	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(短辺方向)
転倒方向
h_2
A
A
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト
側面
(長辺方向)
取付ボルト
チャンネル
ベース
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図


正面
（短辺方向）
転倒方向
h_1
A
A
ℓ_{11}
ℓ_{21}
（$\ell_{11} \leqq \ell_{21}$）
基礎ボルト
A～A矢視図
側面
（長辺方向）
基礎ボルト
（ケミカルアンカ）
ℓ_{11}
ℓ_{21}
（$\ell_{11} \leqq \ell_{21}$）
チャンネル
ベース

【AM 用操作盤 7C の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
AM 用操作盤 7C	常設耐震／防止 常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5 (T.M.S.L. 12.3*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H=1.94	C_V=1.38	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)	[redacted]	369	12 (M12)	113.1	8	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	269	16 (M16)	201.1	8	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	ℓ_{3i}* (mm)	n_{fvi}*	n_{fHi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)	425	750	760	2	4	—	258	—	側面方向
	425	750	760	2	4				
取付ボルト (ｉ＝2)	450	800	860	2	4	—	258	—	側面方向
	450	800	860	2	4				

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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=21$	$f_{ts1}=154^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=8$	$f_{ts2}=193^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=148$

すべて許容応力以下である。

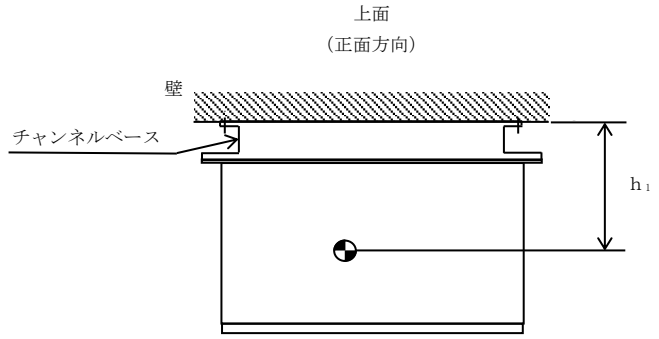
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

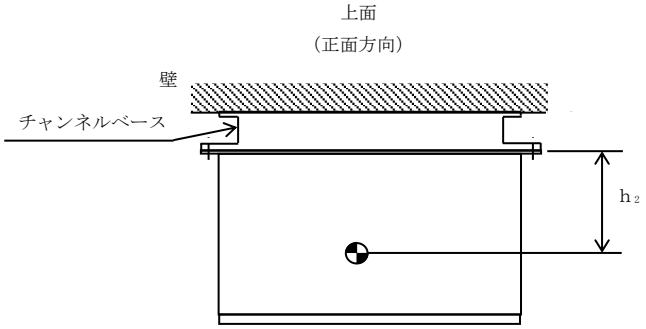
1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

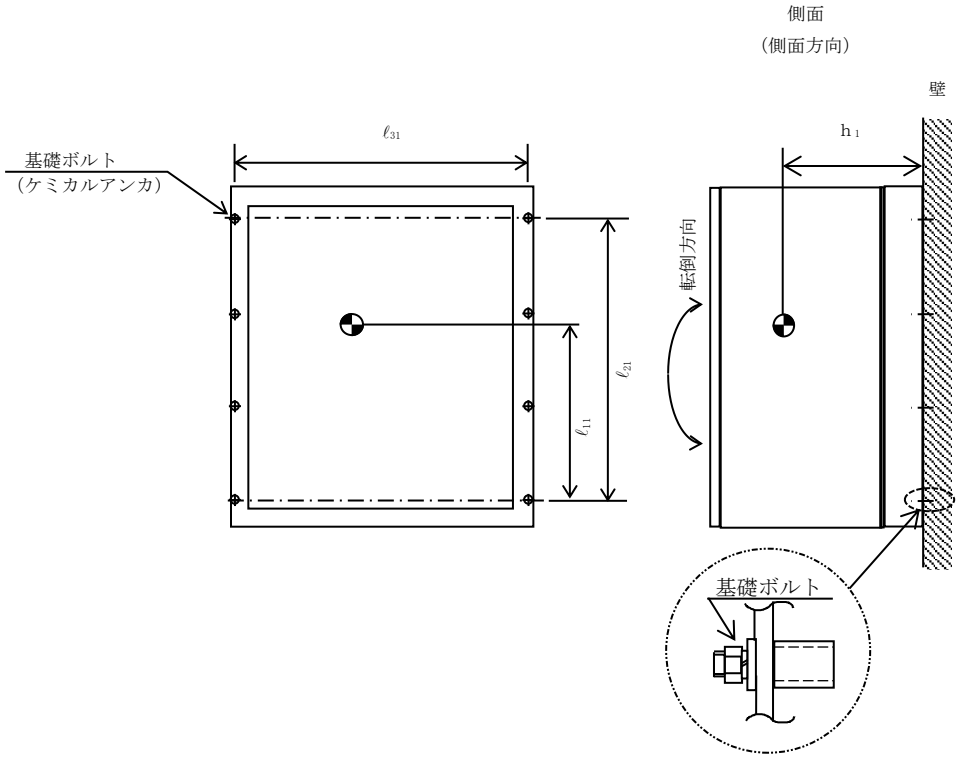
		機能維持評価用加速度＊	機能確認済加速度
AM用操作盤 7C	水平方向	1.62	[redacted]
	鉛直方向	1.15	[redacted]

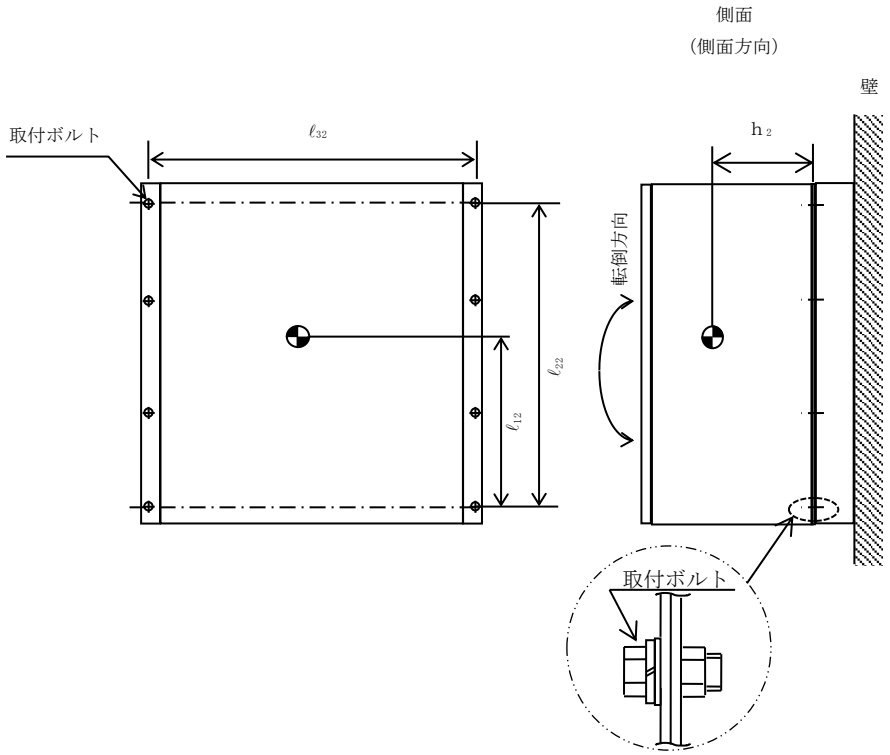
注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


上面
（正面方向）
壁
チャンネルベース
h1


上面
（正面方向）
壁
チャンネルベース
h2


側面
（側面方向）
壁
基礎ボルト
（ケミカルアンカ）
ℓ31
ℓ21
ℓ11
h1
転倒方向
基礎ボルト


側面
（側面方向）
壁
取付ボルト
ℓ32
ℓ22
ℓ12
h2
転倒方向
取付ボルト

Ⅴ-2-10-1-4-8　メタルクラッド開閉装置の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　設計基準対象施設としての評価結果 ····· 9
6.2　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，メタルクラッド開閉装置が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

メタルクラッド開閉装置 7C，7D は，設計基準対象施設においてはＳクラス施設に，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に，メタルクラッド開閉装置 7E は，設計基準対象施設においてはＳクラス施設に，重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）に分類される。以下，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

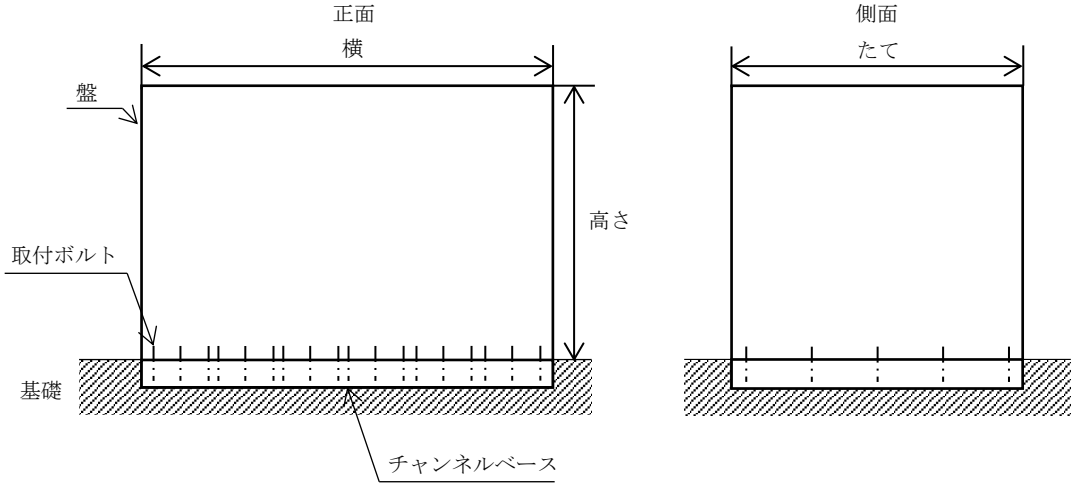
なお，メタルクラッド開閉装置は，Ｖ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ｖ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

メタルクラッド開閉装置の構造計画を表 2－1 に示す。

表2－1　構造計画

<table>
<tr><th colspan="2">計画の概要</th><th rowspan="2">概略構造図</th></tr>
<tr><th>基礎・支持構造</th><th>主体構造</th></tr>
<tr><td>メタルクラッド開閉装置は，基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</td><td>直立形
（鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</td><td>【メタルクラッド開閉装置】
 

（長辺方向）　（短辺方向）
<table>
<tr><th></th><th>メタルクラッド
開閉装置
7C</th><th>メタルクラッド
開閉装置
7D</th><th>メタルクラッド
開閉装置
7E</th></tr>
<tr><td>たて</td><td>2740</td><td>2740</td><td>2740</td></tr>
<tr><td>横</td><td>6000</td><td>6000</td><td>6000</td></tr>
<tr><td>高さ</td><td>2300</td><td>2300</td><td>2300</td></tr>
</table>
（単位：mm）</td></tr>
</table>

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

水平方向の固有周期は，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。試験の結果，剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表3－1に示す。

表3－1　固有周期　　（単位:s）

名称	方向	固有周期
メタルクラッド開閉装置 7C	水平	[redacted]
	鉛直	0.05以下
メタルクラッド開閉装置 7D	水平	[redacted]
	鉛直	0.05以下
メタルクラッド開閉装置 7E	水平	[redacted]
	鉛直	0.05以下

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

メタルクラッド開閉装置の構造強度評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

メタルクラッド開閉装置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 4－1 に，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－2 に示す。

4.2.2　許容応力

メタルクラッド開閉装置の許容応力は，V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－3 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

メタルクラッド開閉装置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 4－4 に，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－5 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【メタルクラッド開閉装置 7C の耐震性についての計算結果】，【メタルクラッド開閉装置 7D の耐震性についての計算結果】，【メタルクラッド開閉装置 7E 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 4－1　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
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	メタルクラッド開閉装置	S	—*	D＋P_D＋M_D＋S d*	ⅢAS
					D＋P_D＋M_D＋S s	ⅣAS

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 4－2　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	メタルクラッド開閉装置 7C, 7D	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	D＋P_D＋M_D＋S s *3	ⅣAS
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋S s	VAS（VASとしてⅣASの許容限界を用いる。）
		メタルクラッド開閉装置 7E	常設／防止（DB拡張） 常設／緩和（DB拡張）			

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備，「常設／防止（DB拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張)，「常設／緩和（DB拡張)」は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋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 4－3　許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等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
ⅢAS	1.5・f_t	1.5・f_s
ⅣAS	1.5・f_t*	1.5・f_s*
VAS （VASとしてⅣASの許容限界を用いる。）		

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 4－4　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 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
取付ボルト	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	―

表 4－5　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
取付ボルト*1	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	―
取付ボルト*2	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	55	229	391	―

注記　＊1：メタルクラッド開閉装置 7E の取付ボルトを示す。

＊2：メタルクラッド開閉装置 7C，7D の取付ボルトを示す。

5.　機能維持評価

5.1　電気的機能維持評価方法

メタルクラッド開閉装置の電気的機能維持評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-9　盤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。

メタルクラッド開閉装置に設置される器具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，同形式の器具及び当該器具と類似の器具の正弦波加振試験において，電気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 5－1 に示す。

表 5－1　機能確認済加速度　　（×9.8m/s^2）

評価部位	方向	機能確認済加速度
メタルクラッド開閉装置 7C	水平	
	鉛直	
メタルクラッド開閉装置 7D	水平	
	鉛直	
メタルクラッド開閉装置 7E	水平	
	鉛直	

6.　評価結果

6.1　設計基準対象施設としての評価結果

メタルクラッド開閉装置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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2　重大事故等対処設備としての評価結果

メタルクラッド開閉装置の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【メタルクラッド開閉装置 7C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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
メタルクラッド 開閉装置 7C	S	原子炉建屋 T.M.S.L.4.8*		0.05 以下	C_H=0.65	C_V=0.64	C_H=1.27	C_V=1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100	16 (M16)	201.1	84	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動 Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	1000	1540	12	235	280	短辺方向	長辺方向
	2950	2950	5				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝13	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝83	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝9	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝17	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

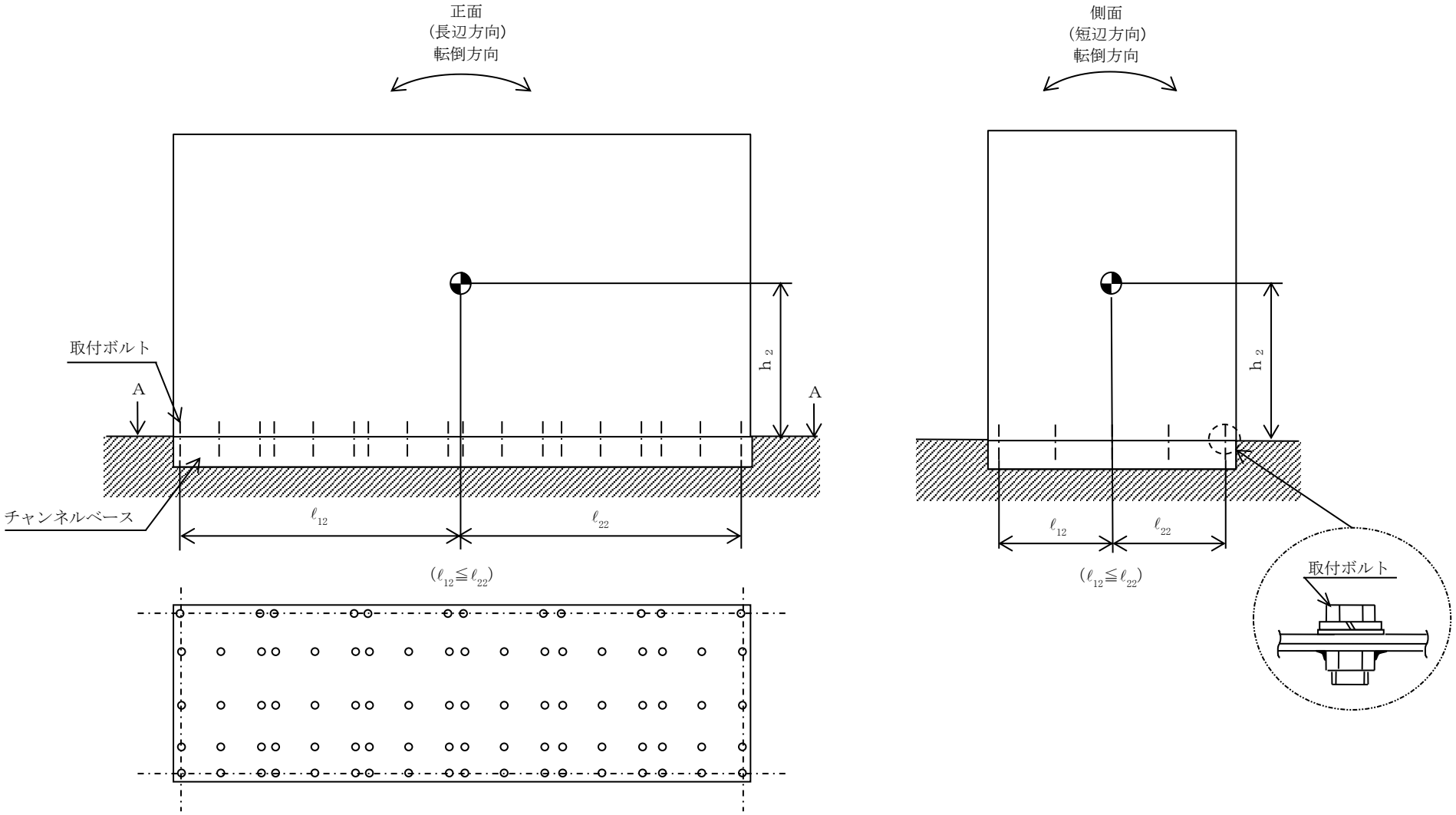
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
メタルクラッド開閉装置 7C	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
取付ボルト
A
A
チャンネルベース
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
メタルクラッド開閉装置 7C	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L.4.8*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H=1.27	C_V=1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	84	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	1000	1540	18	—	274	—	長辺方向
	2950	2950	5				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝83	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝17	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

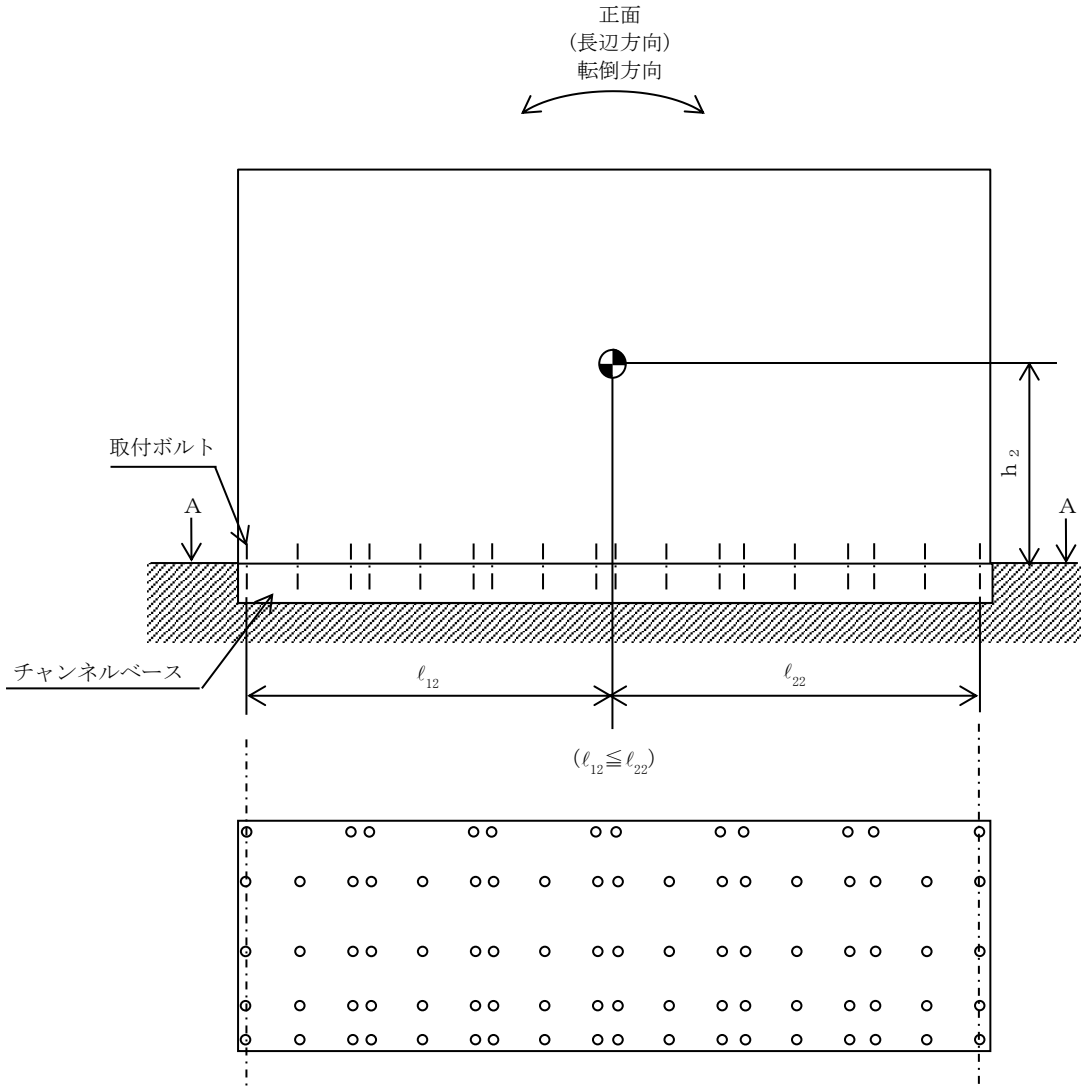
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}, f_{toi}]

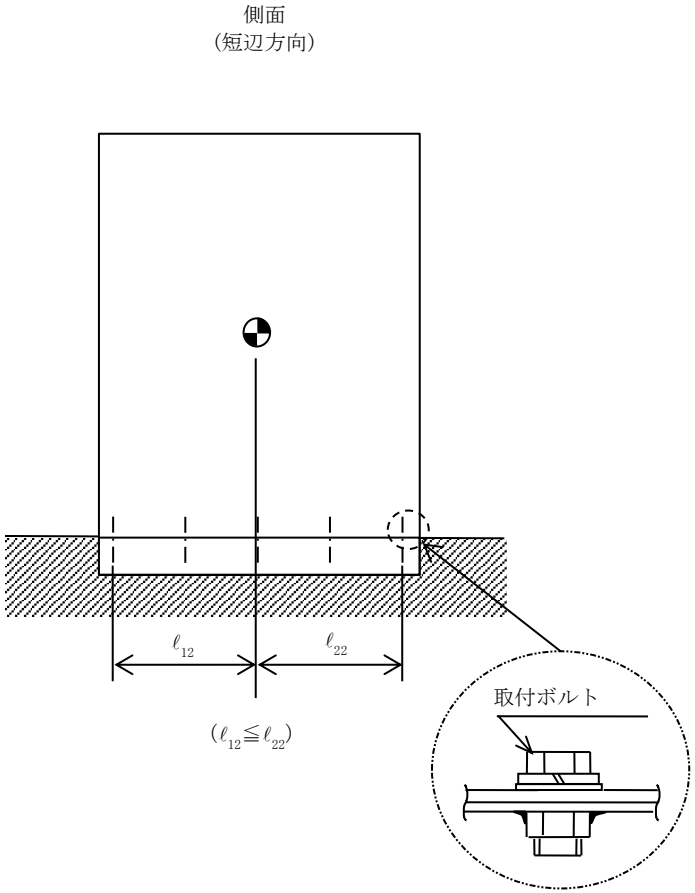
2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
メタルクラッド開閉装置 7C	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
A
A
h 2
チャンネルベース
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)


側面
(短辺方向)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A矢視図

【メタルクラッド開閉装置 7D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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
メタルクラッド 開閉装置 7D	S	原子炉建屋 T.M.S.L.4.8*	[redacted]	0.05 以下	C_H=0.65	C_V=0.64	C_H=1.27	C_V=1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	84	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	1000	1540	12	235	280	短辺方向	長辺方向
	2950	2950	5				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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	Fbi		Qbi	
	弾性設計用地震動Sd又は静的震度	基準地震動Ss	弾性設計用地震動Sd又は静的震度	基準地震動Ss
取付ボルト (i=2)				

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Sd又は静的震度		基準地震動Ss	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ_{b2}=13	f_{ts2}=176*	σ_{b2}=83	f_{ts2}=210*
		せん断	τ_{b2}=9	f_{sb2}=135	τ_{b2}=17	f_{sb2}=161

すべて許容応力以下である。

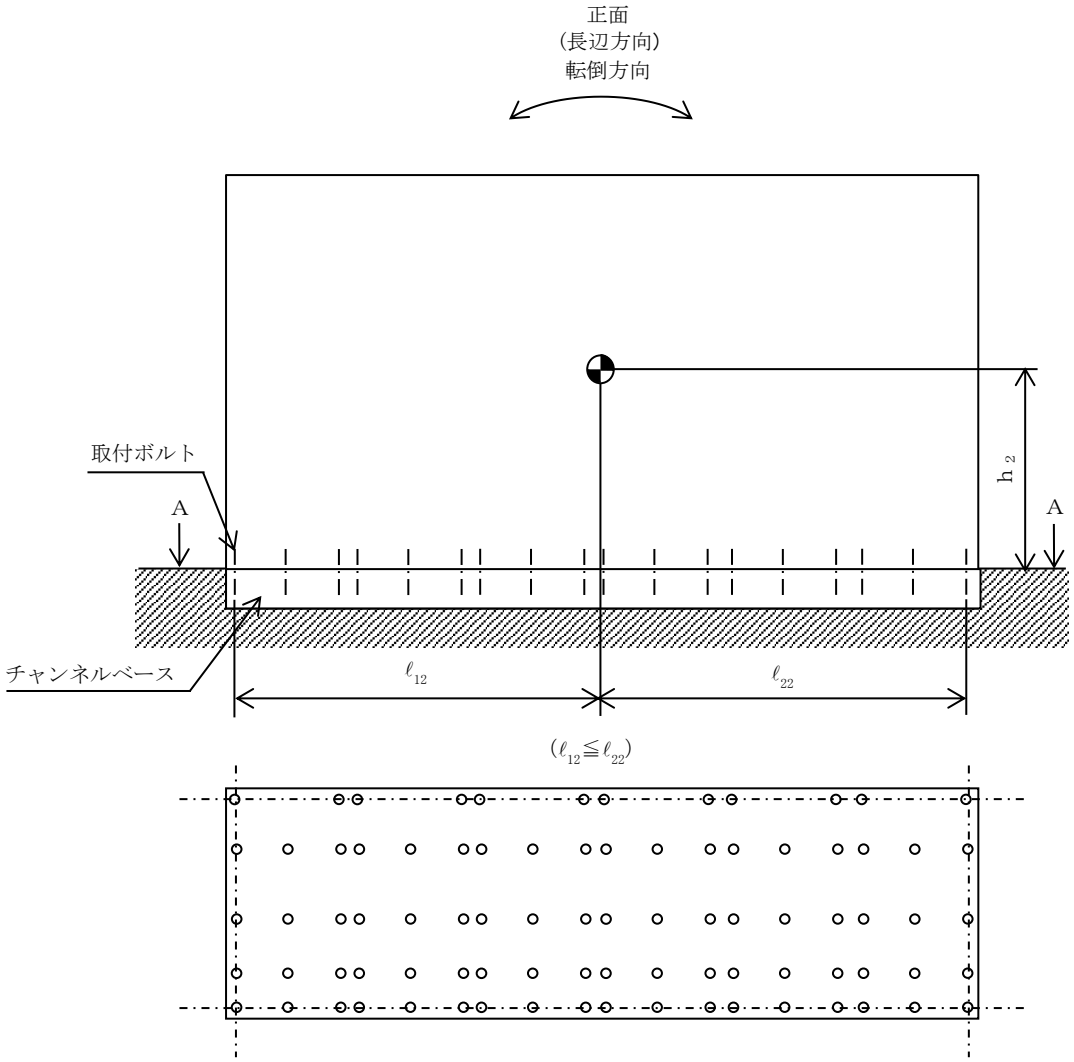
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

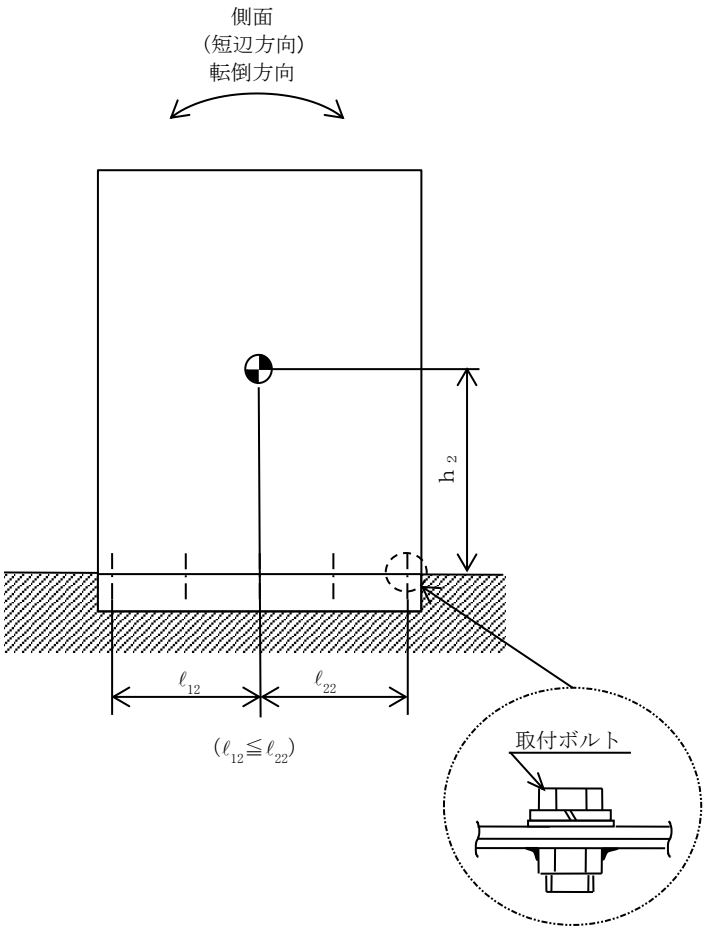
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
メタルクラッド開閉装置 7D	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
A
A
h2
チャンネルベース
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
メタルクラッド開閉装置 7D	常設耐震／防止常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L.4.8*		0.05 以下	—	—	C_H=1.27	C_V=1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100	16 (M16)	201.1	84	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	1000	1540	18	—	274	—	長辺方向
	2950	2950	5				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝83	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝17	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

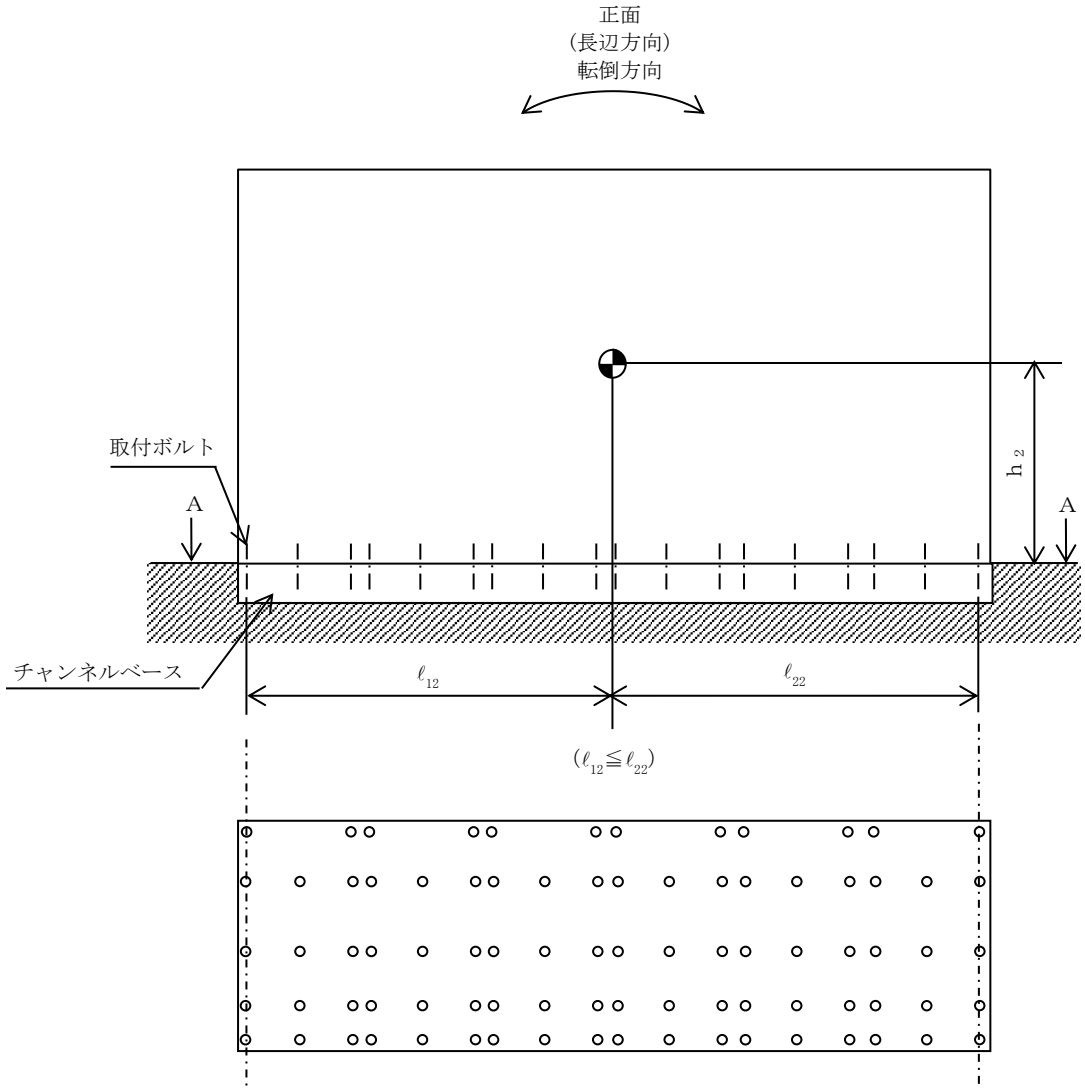
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}, f_{toi}]

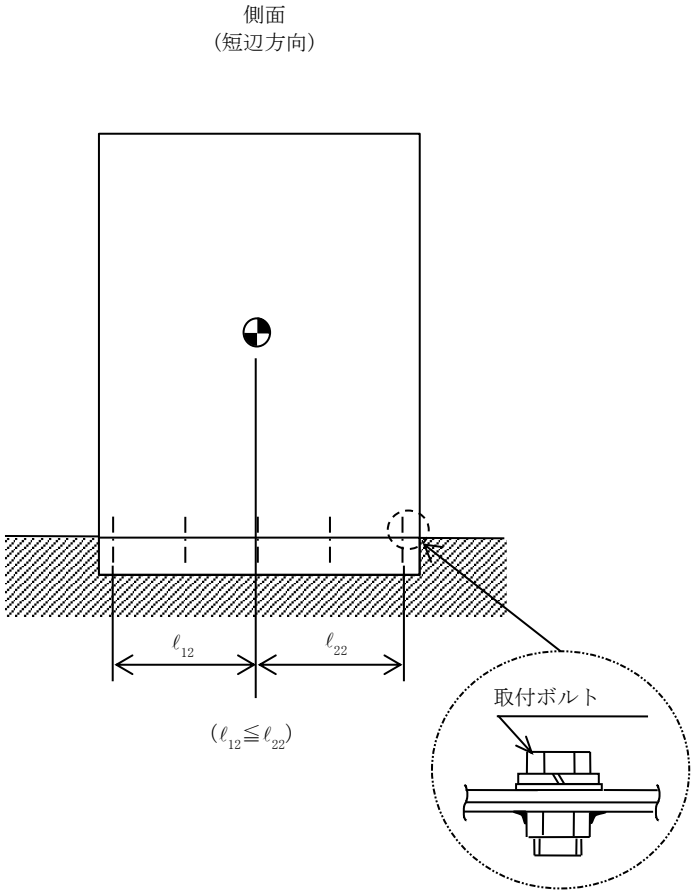
2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
メタルクラッド開閉装置 7D	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
A
A
h 2
チャンネルベース
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)


側面
(短辺方向)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A矢視図

【メタルクラッド開閉装置 7E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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
メタルクラッド開閉装置 7E	S	原子炉建屋 T.M.S.L.4.8*		0.05 以下	C_H=0.65	C_V=0.64	C_H=1.27	C_V=1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100	16 (M16)	201.1	84	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	1000	1540	12	235	280	短辺方向	長辺方向
	2950	2950	5				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝13	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝83	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝9	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝17	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

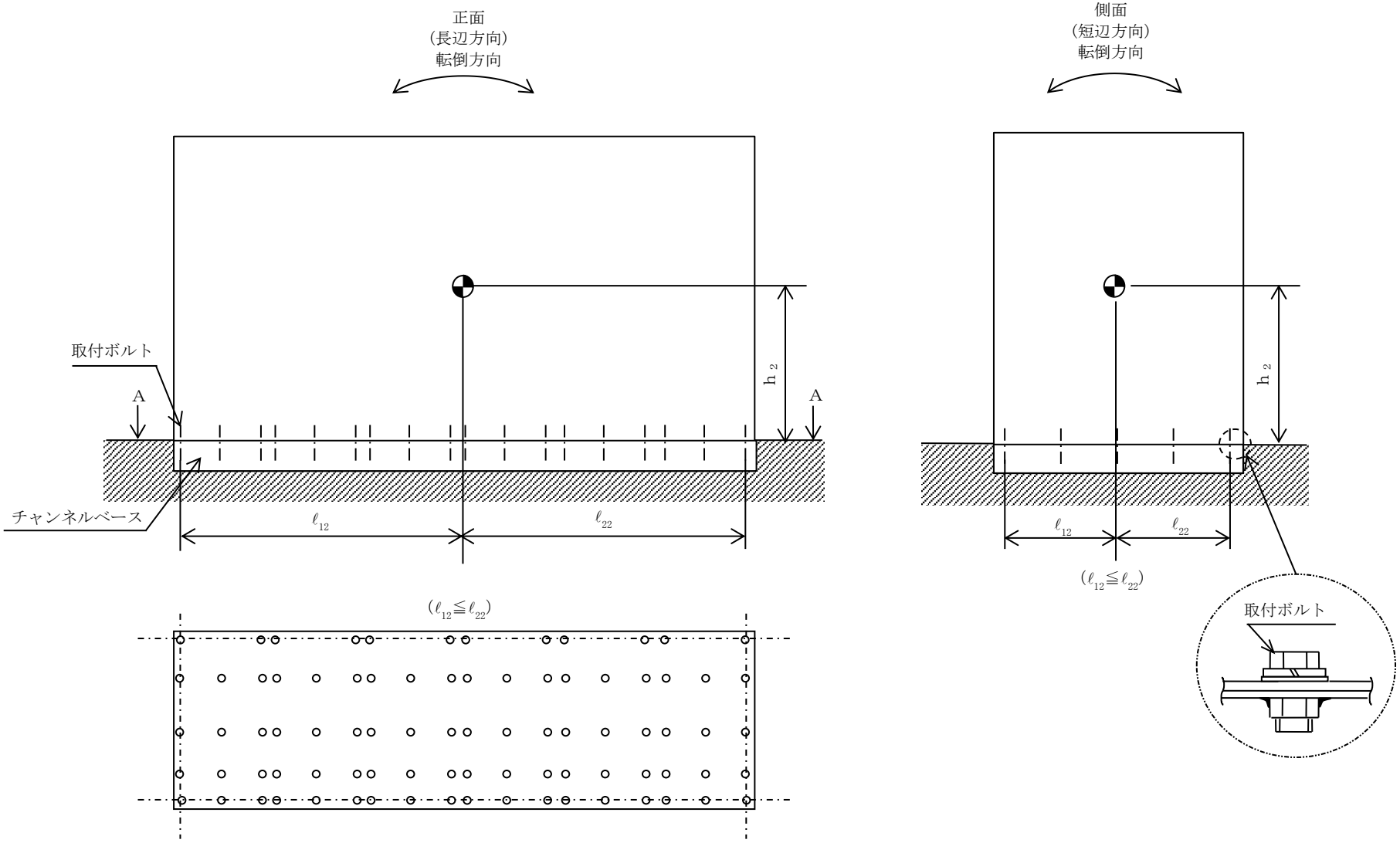
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
メタルクラッド開閉装置 7E	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
取付ボルト
A
A
h 2
h 2
チャンネルベース
ℓ12
ℓ22
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
メタルクラッド 開閉装置 7E	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L.4.8*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト （ｉ＝2）	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	84	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト （ｉ＝2）	1000	1540	18	—	280	—	長辺方向
	2950	2950	5				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝83	f_{ts2}＝210*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝17	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

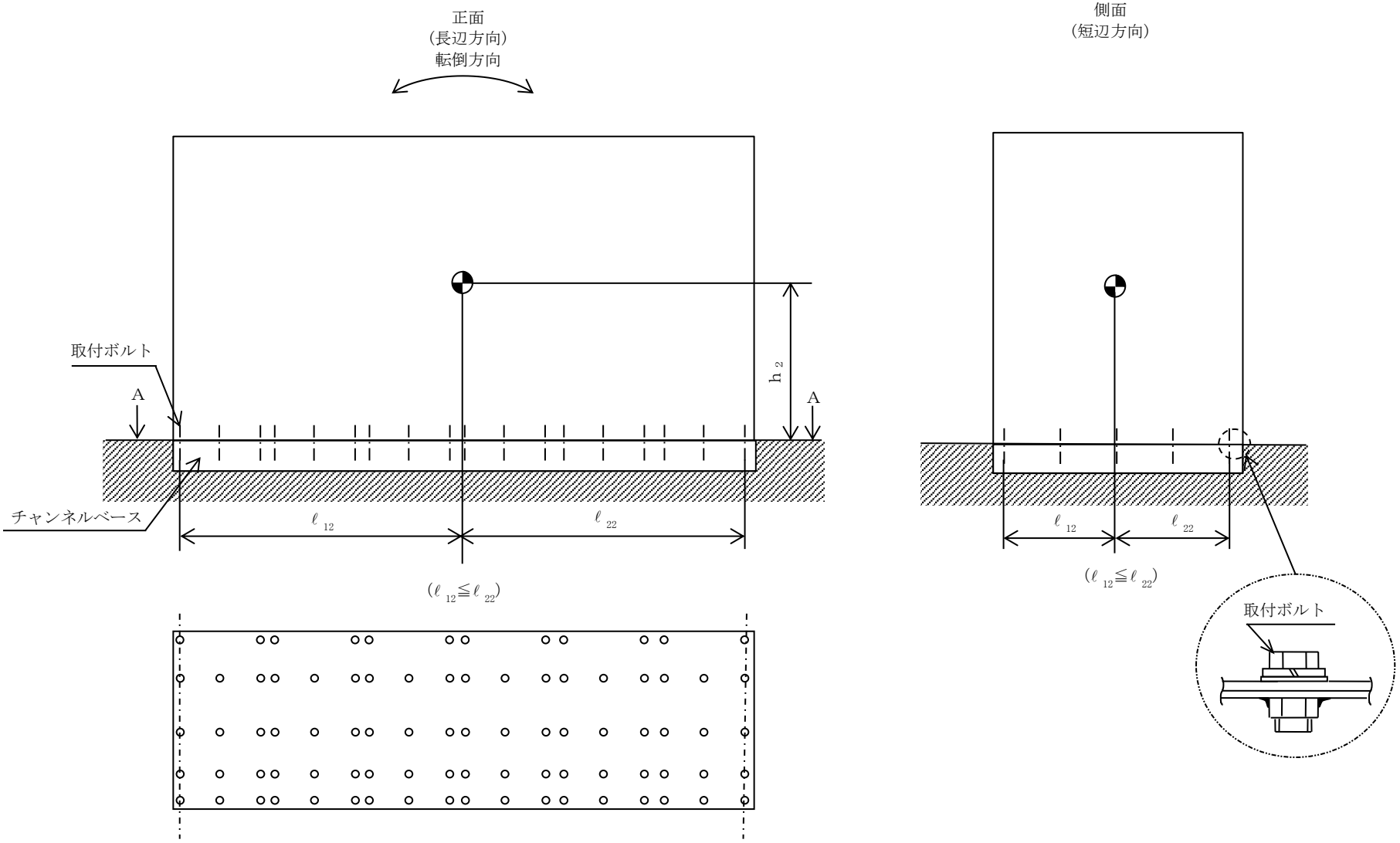
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
メタルクラッド開閉装置 7E	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
取付ボルト
A
A
h 2
チャンネルベース
ℓ 12
ℓ 22
(ℓ 12≦ℓ 22)
ℓ 12
ℓ 22
(ℓ 12≦ℓ 22)
取付ボルト

A～A矢視図

Ⅴ-2-10-1-4-9　パワーセンタの耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　設計基準対象施設としての評価結果 ····· 9
6.2　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，パワーセンタが設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

パワーセンタは，設計基準対象施設においてはＳクラス施設に，重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）に分類される。以下，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

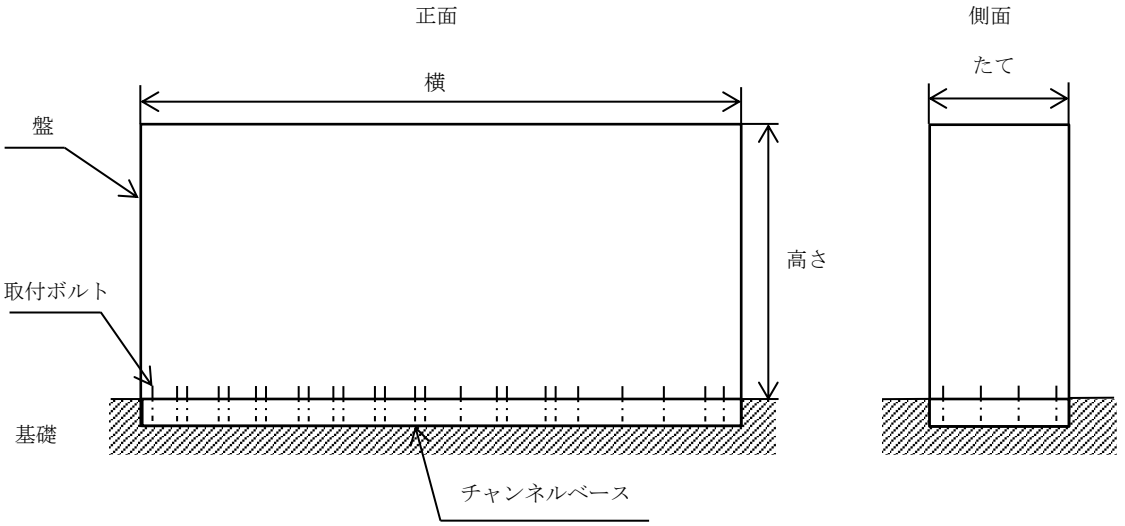
なお，パワーセンタは，Ｖ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ｖ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

パワーセンタの構造計画を表 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	
パワーセンタは，基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）	【パワーセンタ】  （長辺方向）　（短辺方向）

	パワーセンタ 7C-1	パワーセンタ 7D-1	パワーセンタ 7E-1	パワーセンタ 7C-2	パワーセンタ 7D-2	パワーセンタ 7E-2
たて	2140	2140	2140	2140	2140	2140
横	10800	9200	7100	6300	6300	6300
高さ	2300	2300	2300	2300	2300	2300

（単位：mm）

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

パワーセンタのうちパワーセンタ 7C-1 の固有周期は以下のとおりである。

水平方向の固有周期は，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。試験の結果，剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。

パワーセンタ 7D-1，7E-1，7C-2，7D-2，7E-2 の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

表 3－1　固有周期　　（単位：s）

名称	方向	固有周期
パワーセンタ 7C-1	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
パワーセンタ 7D-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
パワーセンタ 7E-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
パワーセンタ 7C-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
パワーセンタ 7D-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
パワーセンタ 7E-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

パワーセンタの構造強度評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

パワーセンタ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 4－1 に，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－2 に示す。

4.2.2　許容応力

パワーセンタの許容応力は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－3 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

パワーセンタ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 4－4 に，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－5 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【パワーセンタ 7C-1 の耐震性についての計算結果】，【パワーセンタ 7D-1 の耐震性についての計算結果】，【パワーセンタ 7E-1 の耐震性についての計算結果】，【パワーセンタ 7C-2 の耐震性についての計算結果】，【パワーセンタ 7D-2 の耐震性についての計算結果】，【パワーセンタ 7E-2 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 4－1　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
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	パワーセンタ	S	—*	D＋P_D＋M_D＋S d *	ⅢAS
					D＋P_D＋M_D＋S s	ⅣAS

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 4－2　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	パワーセンタ	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	—*2	D＋P_D＋M_D＋S s *3	ⅣAS
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋S s	VAS（VASとしてⅣASの許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設／防止（ＤＢ拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張），「常設／緩和（ＤＢ拡張）」は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋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 4－3　許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等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
ⅢAS	1.5・ｆｔ	1.5・ｆｓ
ⅣAS	1.5・ｆｔ*	1.5・ｆｓ*
ⅤAS （ⅤASとしてⅣASの許容限界を用いる。）		

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 4－4　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 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
取付ボルト	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4－5　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
取付ボルト*1	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—
取付ボルト*2	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	55	229	391	—

注記　＊1：P/C 7E-1,P/C 7C-2,P/C 7D-2,P/C 7E-2 の取付ボルトを示す。

　　＊2：P/C 7C-1,P/C 7D-1 の取付ボルトを示す。

注　：P/C はパワーセンタの略称。

5.　機能維持評価

5.1　電気的機能維持評価方法

パワーセンタの電気的機能維持評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

パワーセンタに設置される器具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，同形式の器具及び当該器具と類似の器具の正弦波加振試験において，電気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5－1に示す。

表5－1　機能確認済加速度　　（×9.8m/s^2）

評価部位	方向	機能確認済加速度
パワーセンタ 7C-1	水平	
	鉛直	
パワーセンタ 7D-1	水平	
	鉛直	
パワーセンタ 7E-1	水平	
	鉛直	
パワーセンタ 7C-2	水平	
	鉛直	
パワーセンタ 7D-2	水平	
	鉛直	
パワーセンタ 7E-2	水平	
	鉛直	

6.　評価結果

6.1　設計基準対象施設としての評価結果

パワーセンタ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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2　重大事故等対処設備としての評価結果

パワーセンタの重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【パワーセンタ 7C-1 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
パワーセンタ 7C-1	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	[redacted]	0.05 以下	C_H=0.65	C_V=0.64	C_H=1.27	C_V=1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	92	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	700	1240	25	235	280	短辺方向	長辺方向
	4260	6440	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝17	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝130	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝12	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝24	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

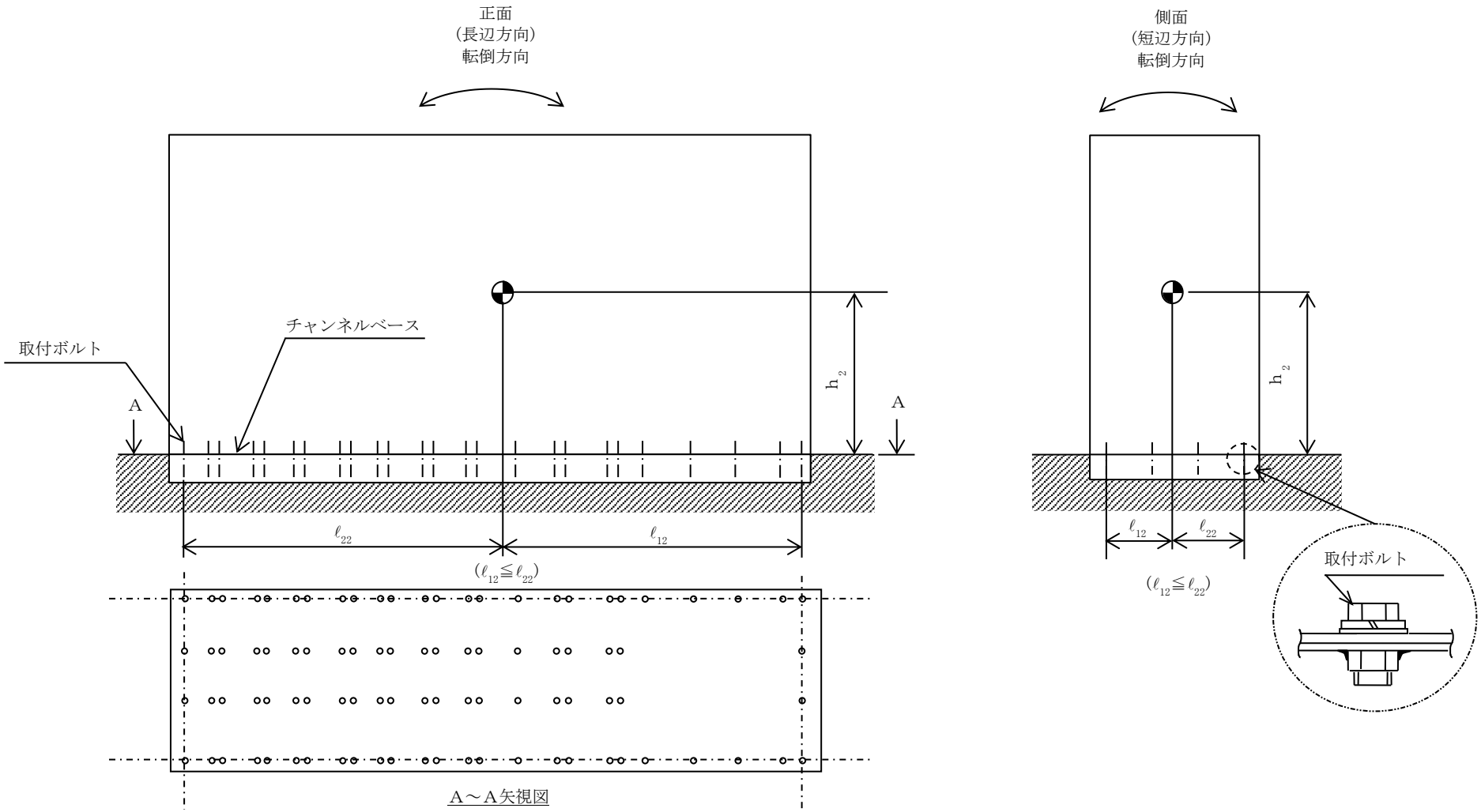
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
パワーセンタ 7C-1	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h2
ℓ22
ℓ12
(ℓ12≦ℓ22)
A～A矢視図
側面
(短辺方向)
転倒方向
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
パワーセンタ 7C-1	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H＝1.27	C_V＝1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト （ｉ＝2）	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	92	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト （ｉ＝2）	700	1240	25	—	274	—	長辺方向
	4260	6440	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝130	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝24	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

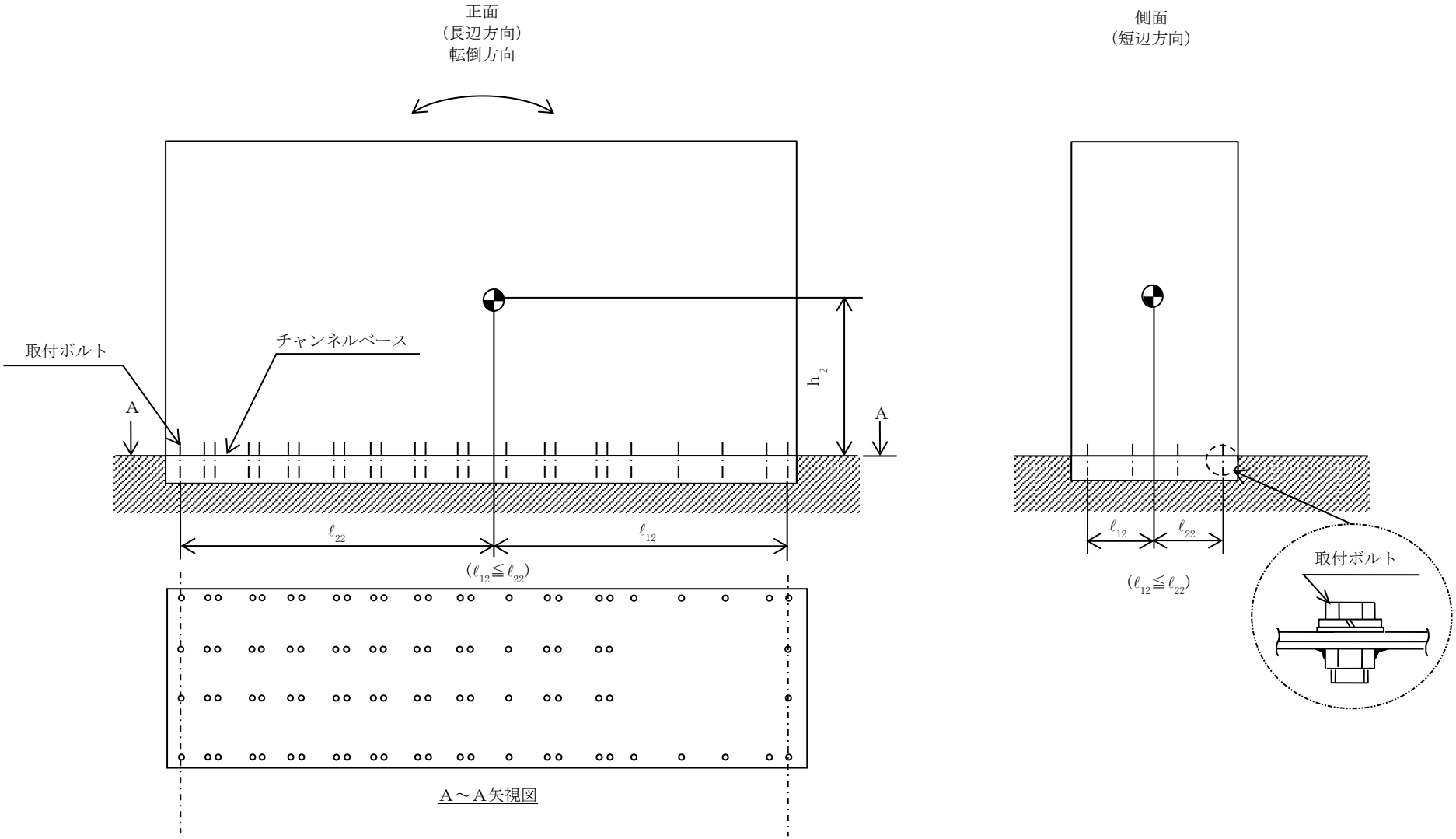
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
パワーセンタ 7C-1	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
A～A矢視図
側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

【パワーセンタ 7D-1 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
パワーセンタ 7D-1	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.65	C_V＝0.64	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	76	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	700	1240	21	235	280	短辺方向	長辺方向
	3570	5530	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝18	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝125	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝13	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝26	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

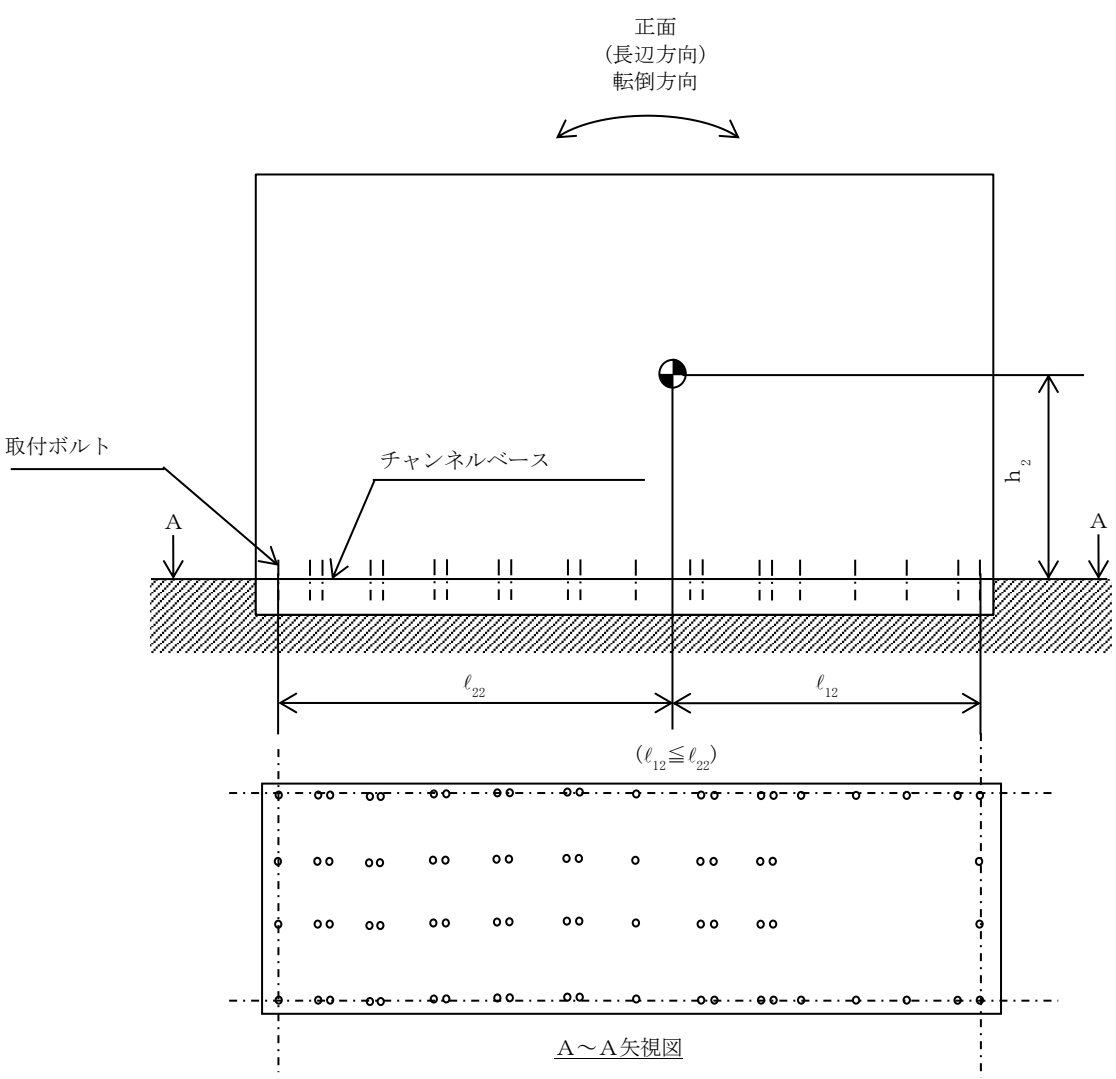
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

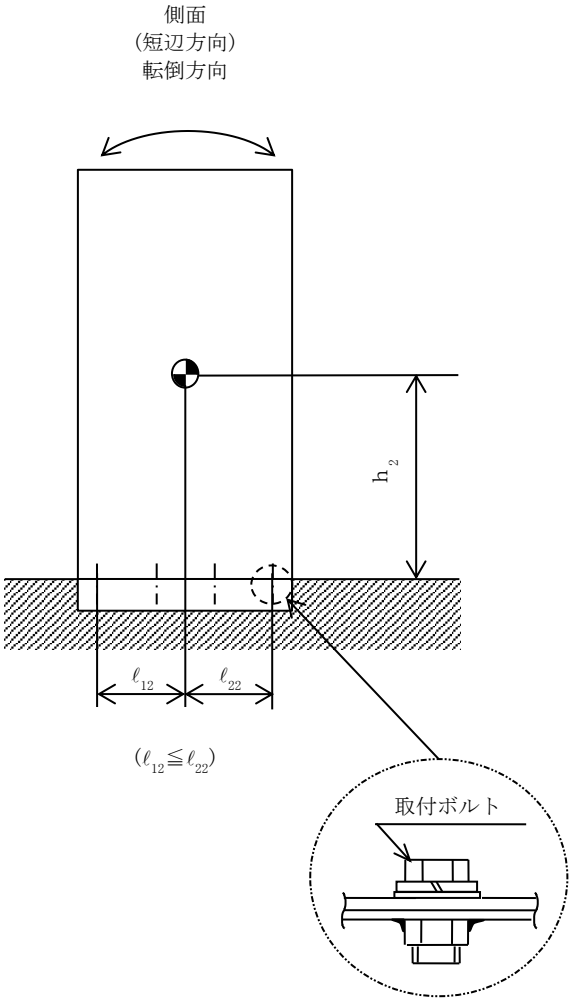
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
パワーセンタ 7D-1	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
パワーセンタ 7D-1	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.27	C_V＝1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト （ｉ＝2）	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	76	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト （ｉ＝2）	700	1240	21	—	274	—	長辺方向
	3570	5530	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝125	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝26	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

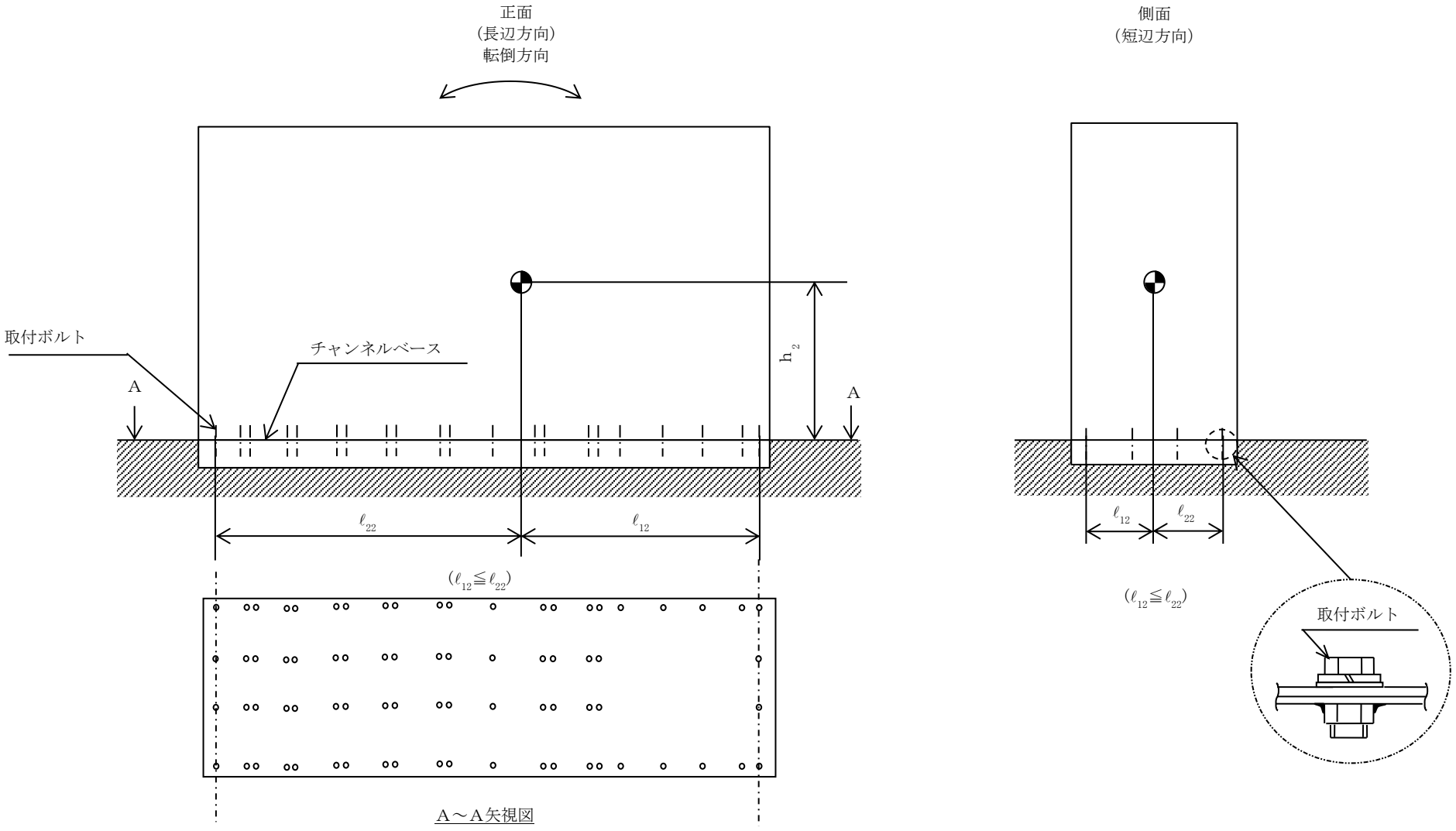
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
パワーセンタ 7D-1	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
A～A矢視図
側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

【パワーセンタ 7E-1 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
パワーセンタ 7E-1	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.65	C_V＝0.64	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	56	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	700	1240	16	235	280	短辺方向	長辺方向
	2810	4190	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝17	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝107	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝14	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝26	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

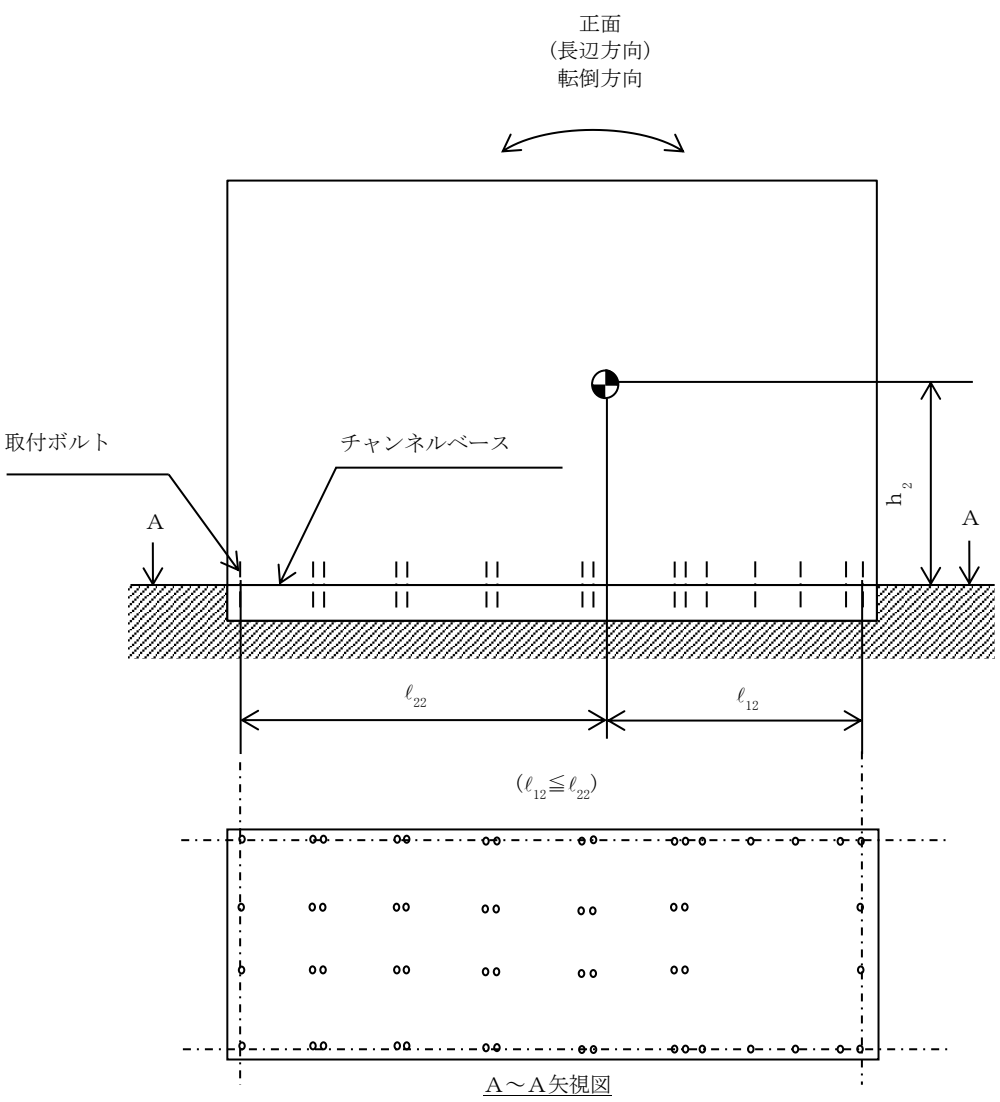
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

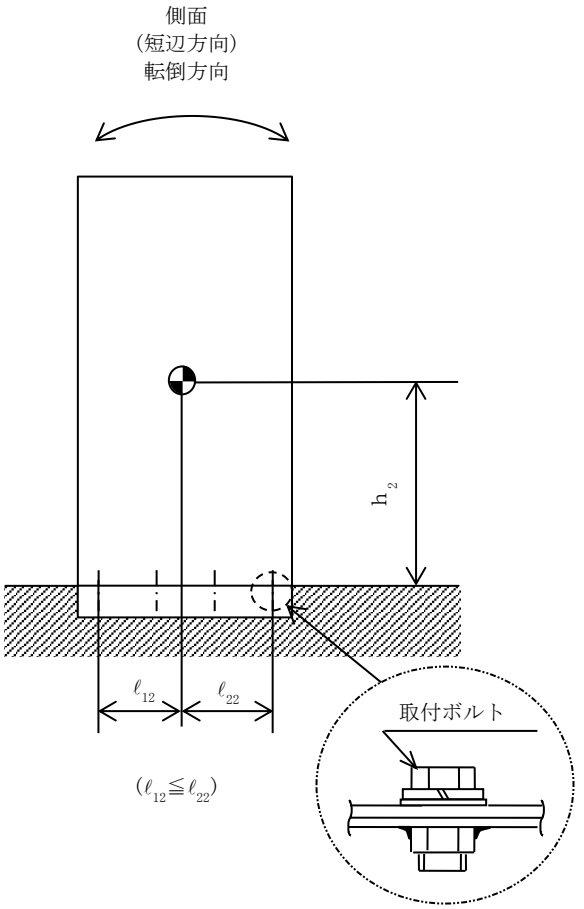
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
パワーセンタ 7E-1	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
パワーセンタ 7E-1	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	56	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	700	1240	16	—	280	—	長辺方向
	2810	4190	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Fbi		Qbi	
	弾性設計用地震動Sd又は静的震度	基準地震動Ss	弾性設計用地震動Sd又は静的震度	基準地震動Ss
取付ボルト (i=2)	—	[redacted]	—	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動Ss	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}=107	f_{ts2}=210*
		せん断	—	—	τ_{b2}=26	f_{sb2}=161

すべて許容応力以下である。

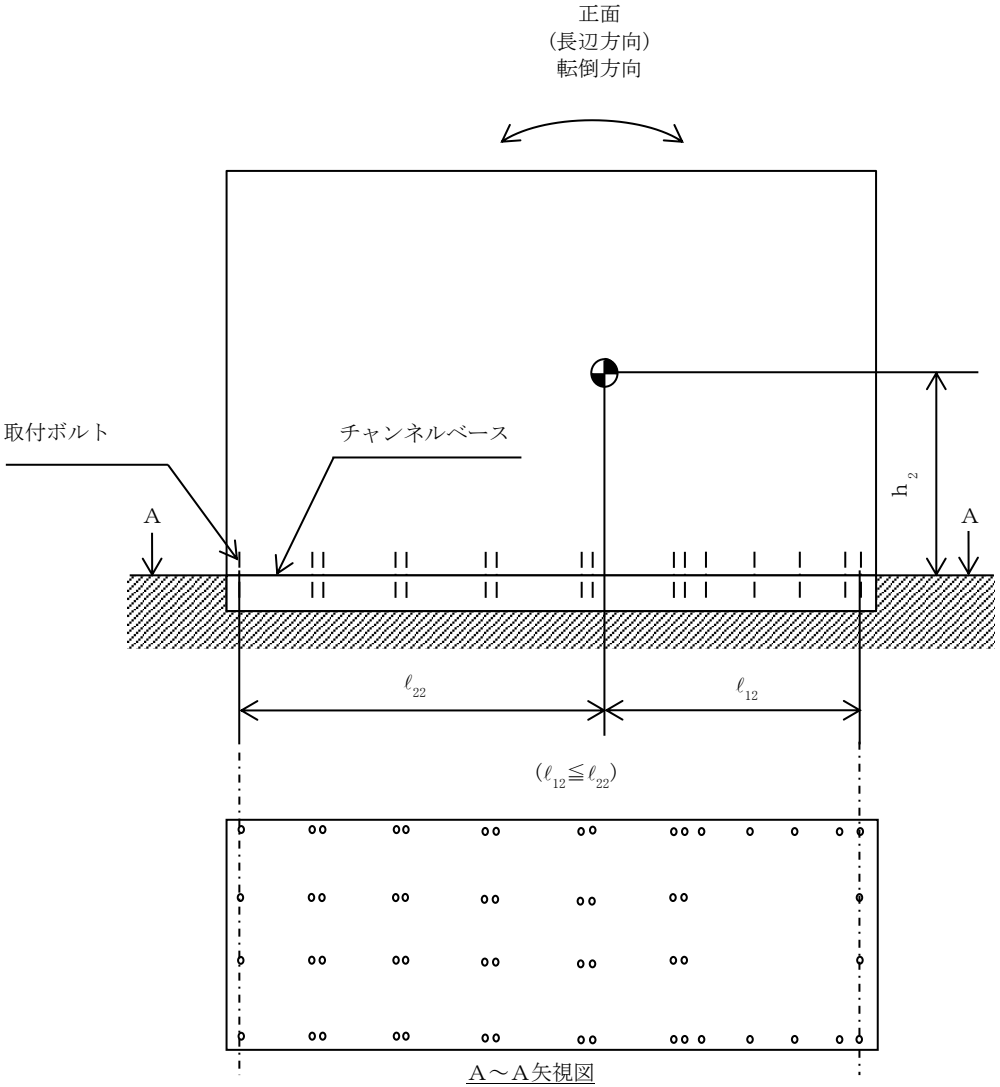
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

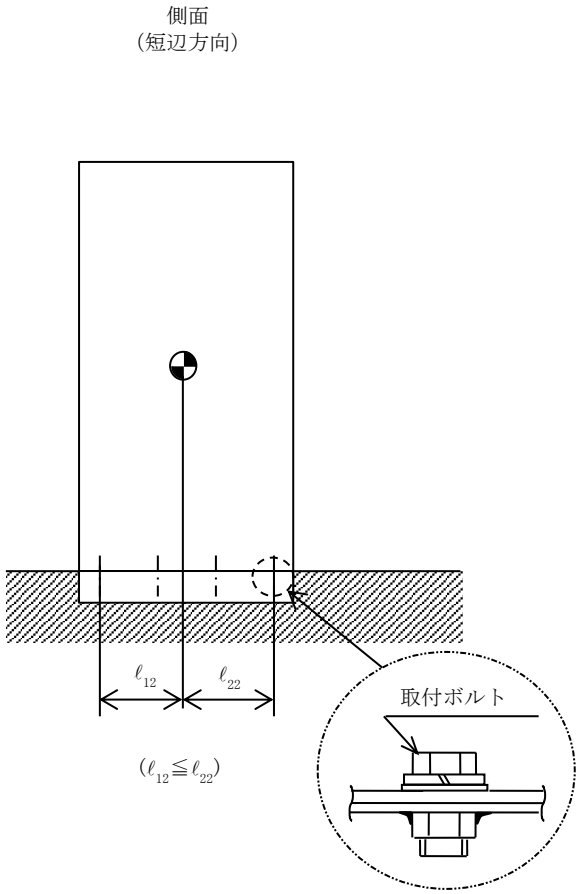
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
パワーセンタ 7E-1	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h2
ℓ22
ℓ12
(ℓ12≦ℓ22)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

【パワーセンタ 7C-2 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
パワーセンタ 7C-2	S	タービン建屋 T.M.S.L. 12.3*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.85	C_V＝0.63	C_H＝1.60	C_V＝1.23	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	48	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	700	1240	14	235	280	短辺方向	長辺方向
	2470	3730	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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	Fbi		Qbi	
	弾性設計用地震動Sd又は静的震度	基準地震動Ss	弾性設計用地震動Sd又は静的震度	基準地震動Ss
取付ボルト (i=2)				

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Sd又は静的震度		基準地震動Ss	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ_{b2}=27	f_{ts2}=176*	σ_{b2}=111	f_{ts2}=210*
		せん断	τ_{b2}=19	f_{sb2}=135	τ_{b2}=35	f_{sb2}=161

すべて許容応力以下である。

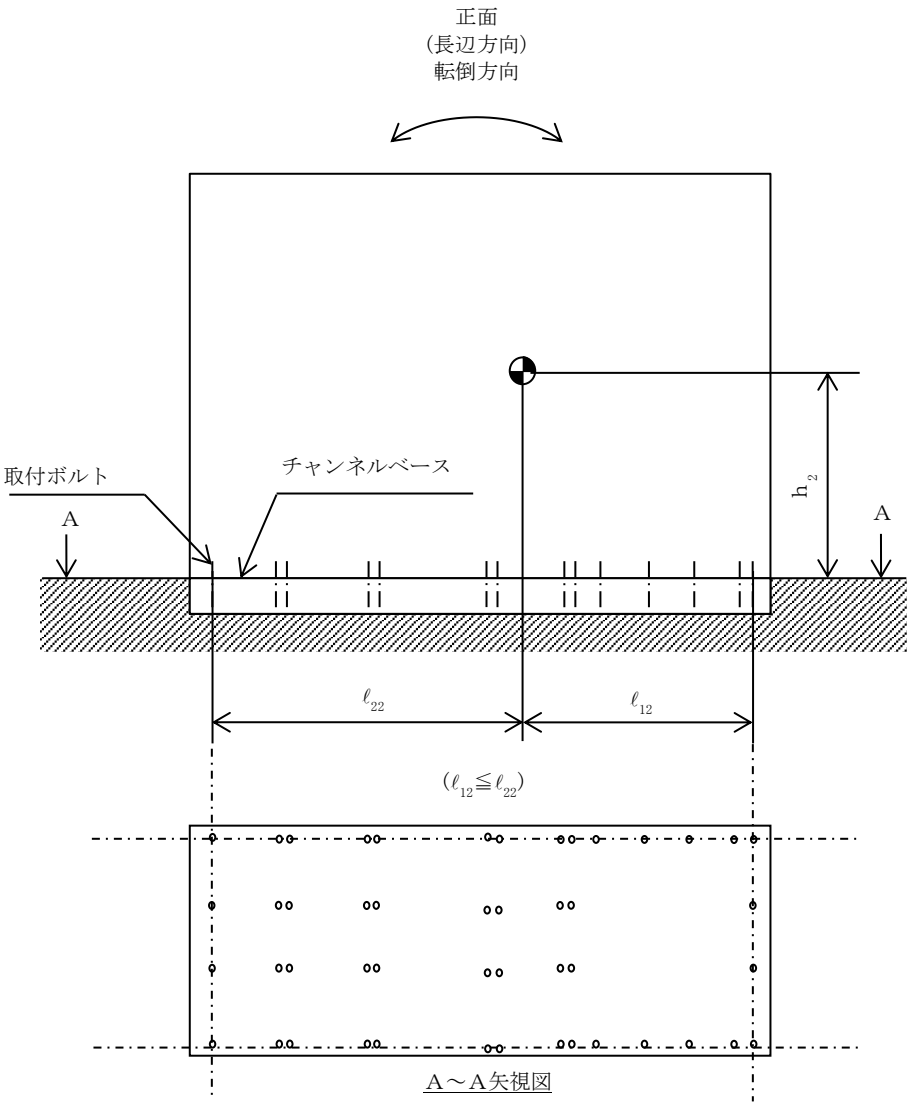
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

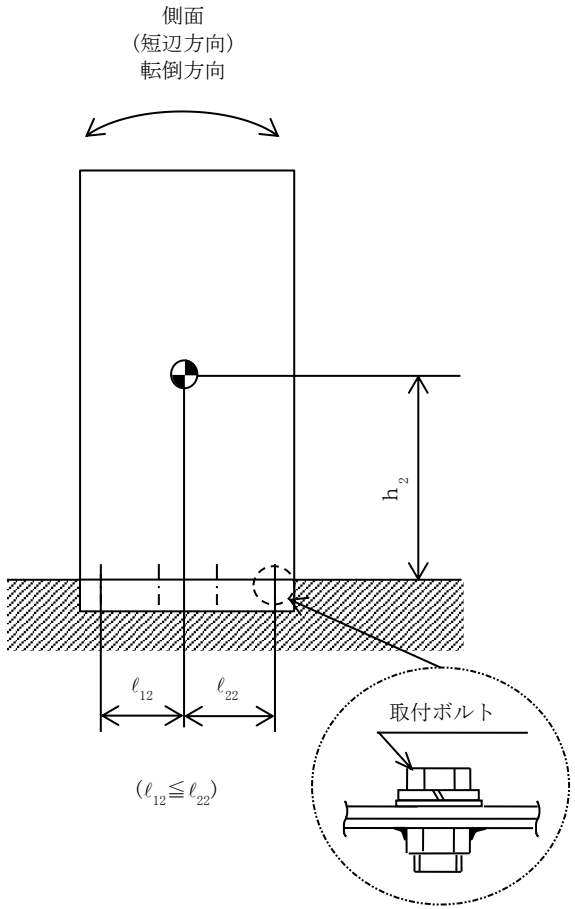
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
パワーセンタ 7C-2	水平方向	1.33	
	鉛直方向	1.02	

注記＊：基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
パワーセンタ 7C-2	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	タービン建屋 T.M.S.L. 12.3*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.60	C_V＝1.23	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	48	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	700	1240	14	—	280	—	長辺方向
	2470	3730	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Fbi		Qbi	
	弾性設計用地震動Sd又は静的震度	基準地震動Ss	弾性設計用地震動Sd又は静的震度	基準地震動Ss
取付ボルト (i=2)	—	[redacted]	—	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動Ss	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}=111	f_{ts2}=210*
		せん断	—	—	τ_{b2}=35	f_{sb2}=161

すべて許容応力以下である。

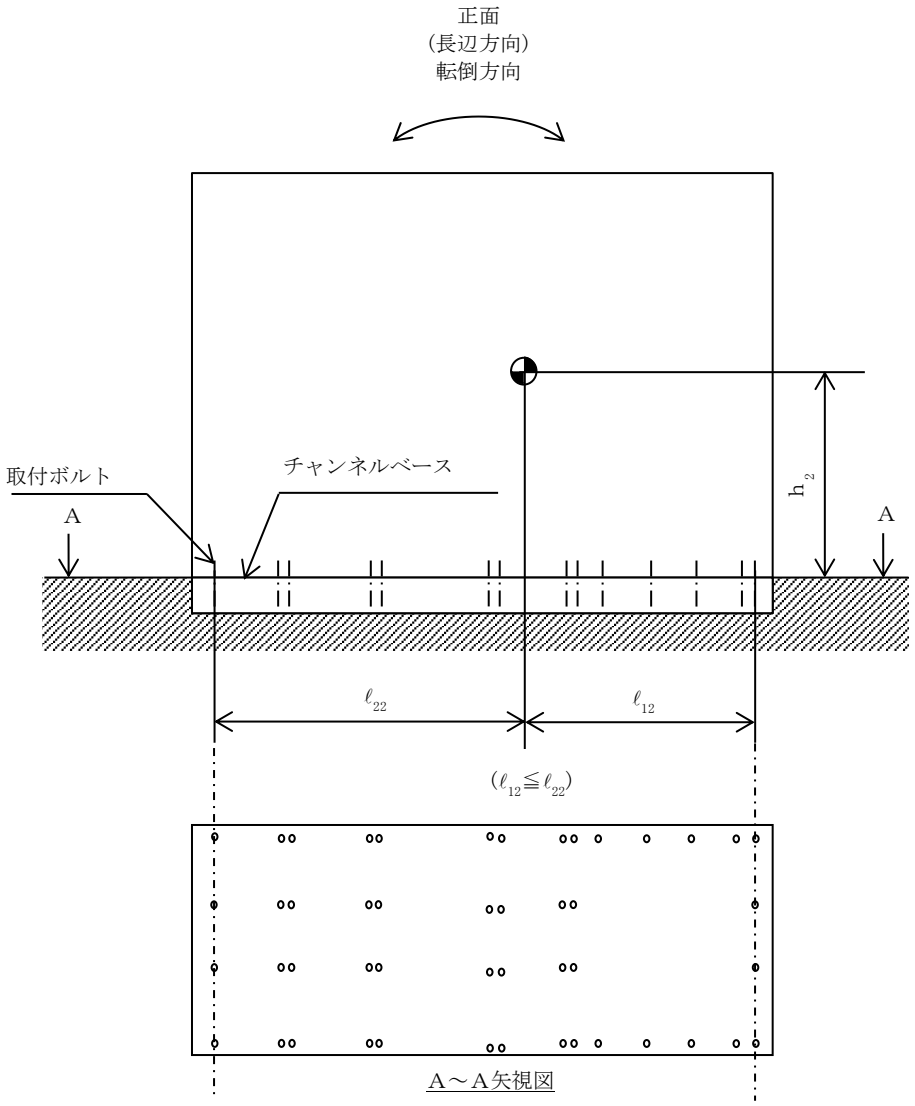
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

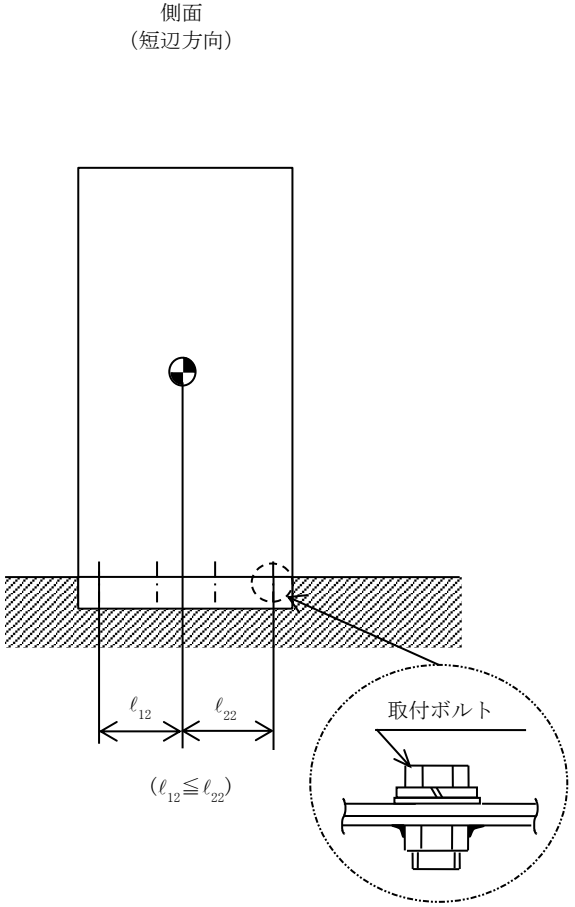
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
パワーセンタ 7C-2	水平方向	1.33	[redacted]
	鉛直方向	1.02	

注記＊：基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

【パワーセンタ 7D-2 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
パワーセンタ 7D-2	S	タービン建屋 T.M.S.L. 4.9*	0.05 以下	0.05 以下	C_H=0.69	C_V=0.59	C_H=1.47	C_V=1.16	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	48	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	700	1240	14	235	280	短辺方向	長辺方向
	2470	3730	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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	Fbi		Qbi	
	弾性設計用地震動Sd又は静的震度	基準地震動Ss	弾性設計用地震動Sd又は静的震度	基準地震動Ss
取付ボルト (i=2)				

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Sd又は静的震度		基準地震動Ss	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ_{b2}=19	f_{ts2}=176*	σ_{b2}=94	f_{ts2}=210*
		せん断	τ_{b2}=15	f_{sb2}=135	τ_{b2}=33	f_{sb2}=161

すべて許容応力以下である。

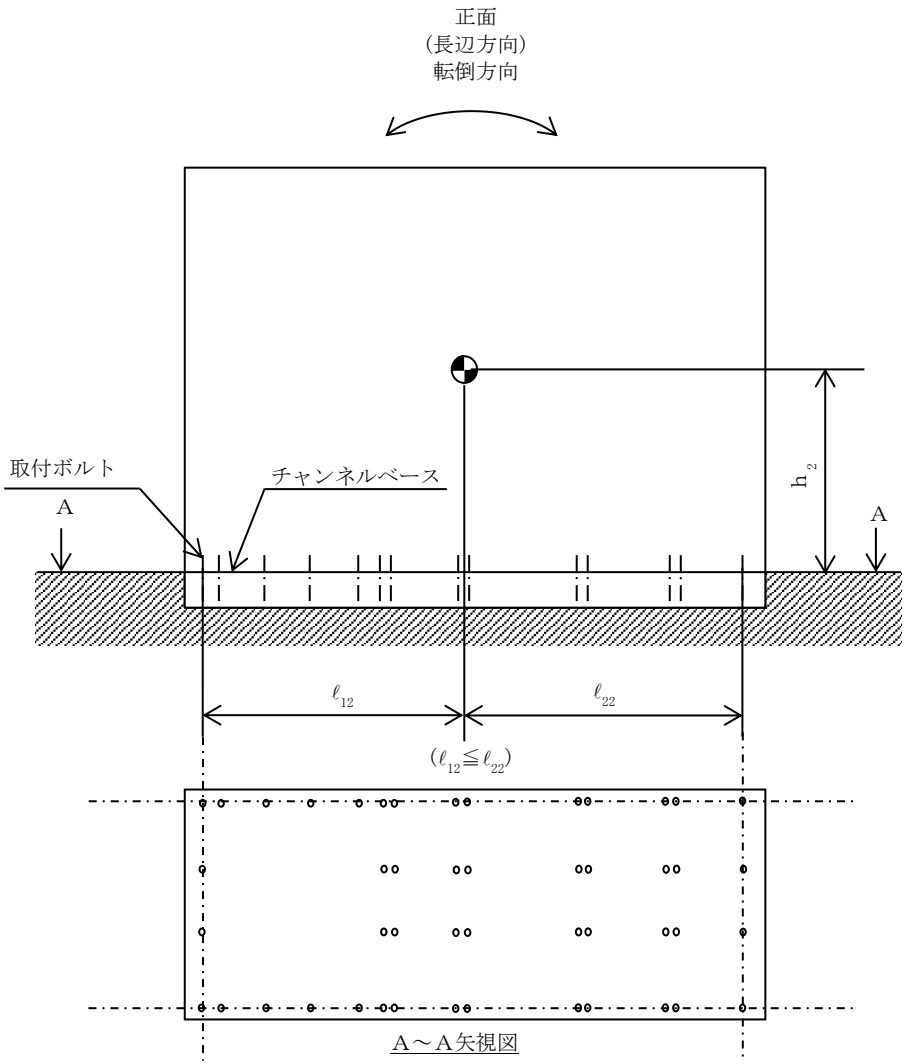
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

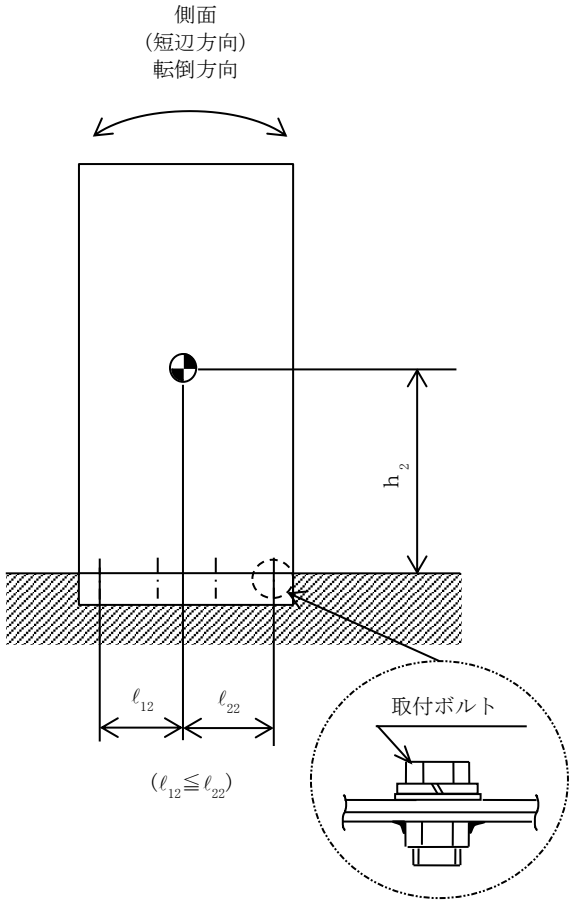
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
パワーセンタ 7D-2	水平方向	1.24	
	鉛直方向	0.97	

注記＊：基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
パワーセンタ 7D-2	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	タービン建屋 T.M.S.L. 4.9*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H=1.47	C_V=1.16	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	48	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	700	1240	14	—	280	—	長辺方向
	2470	3730	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝94	f_{ts2}＝210*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝33	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

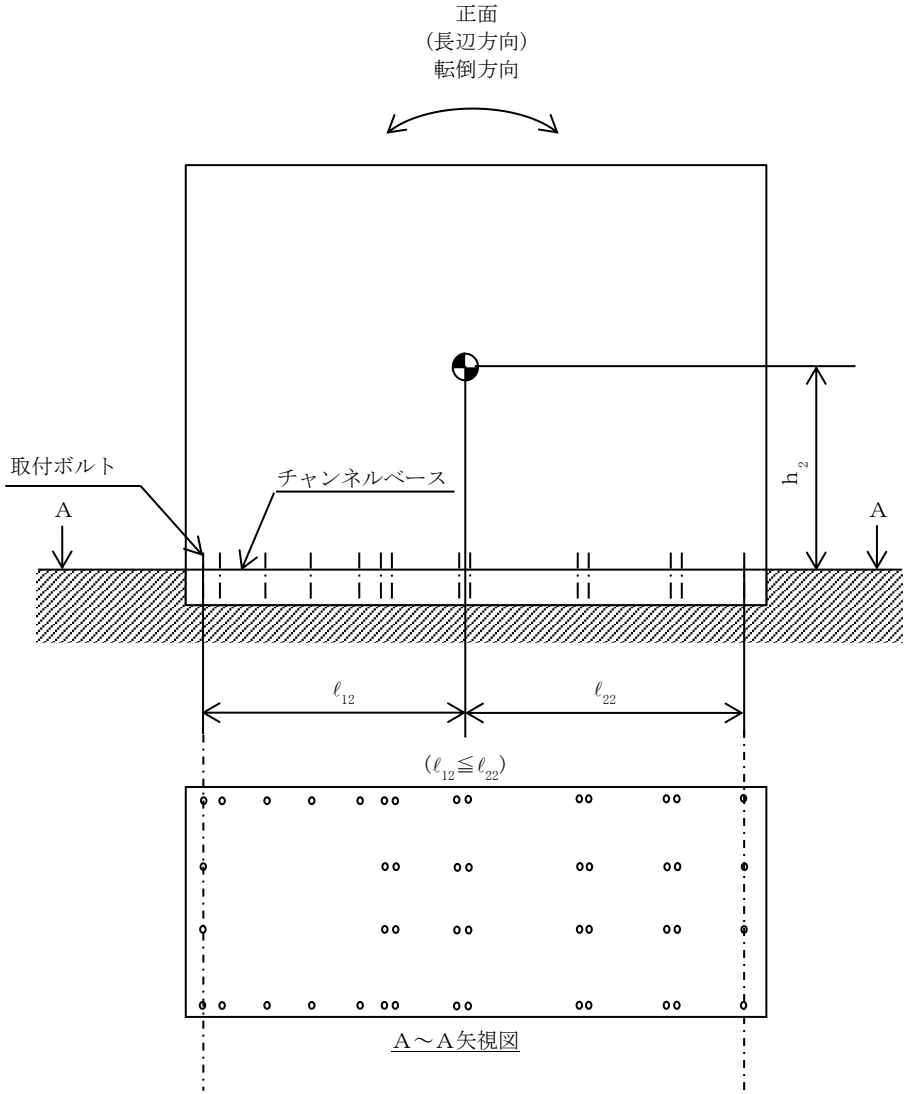
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

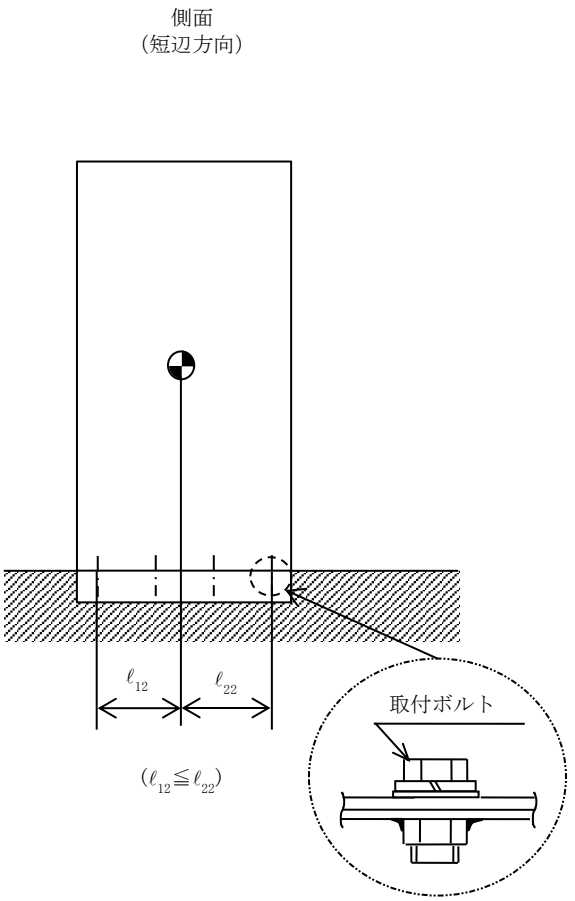
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
パワーセンタ 7D-2	水平方向	1.24	[redacted]
	鉛直方向	0.97	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

【パワーセンタ 7E-2 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
パワーセンタ 7E-2	S	タービン建屋 T.M.S.L. -1.1*	0.05 以下	0.05 以下	C_H=0.59	C_V=0.56	C_H=1.28	C_V=1.12	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	48	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	700	1240	14	235	280	短辺方向	長辺方向
	2470	3730	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝14	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝79	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝13	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝28	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

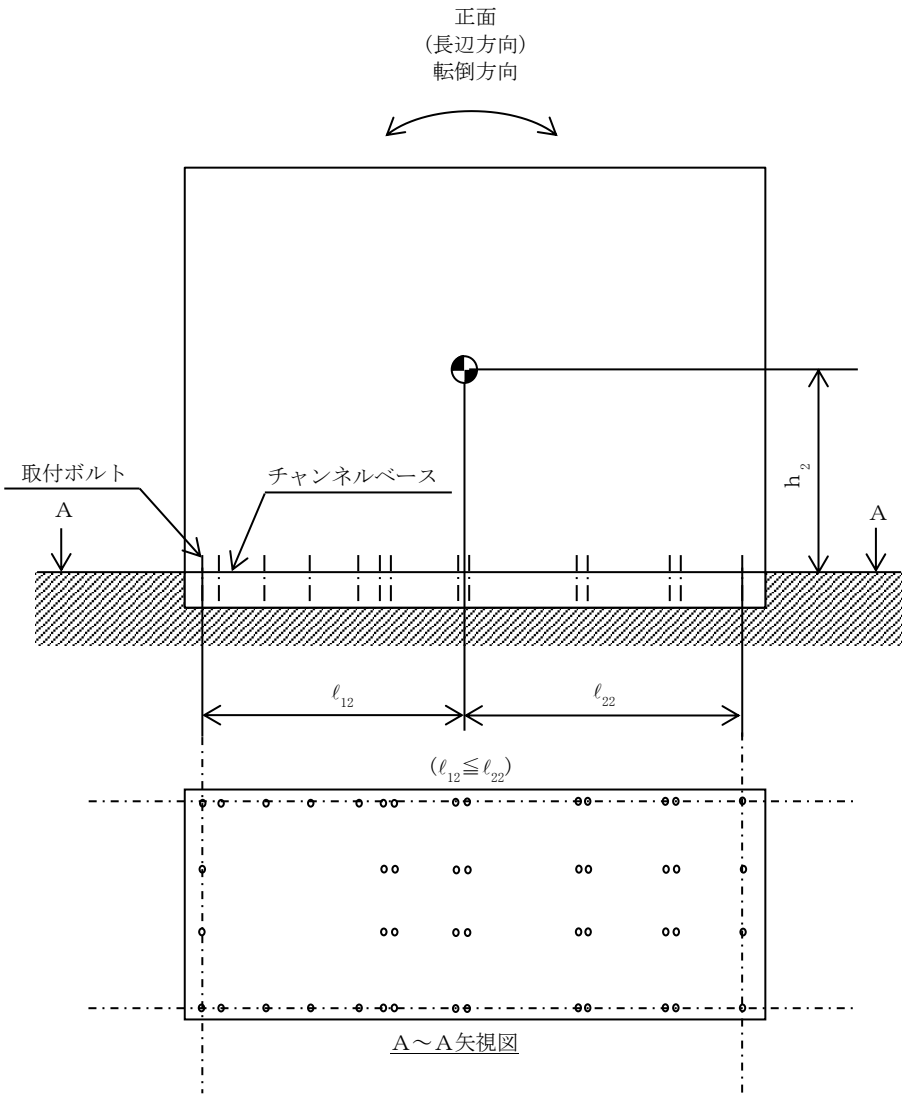
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

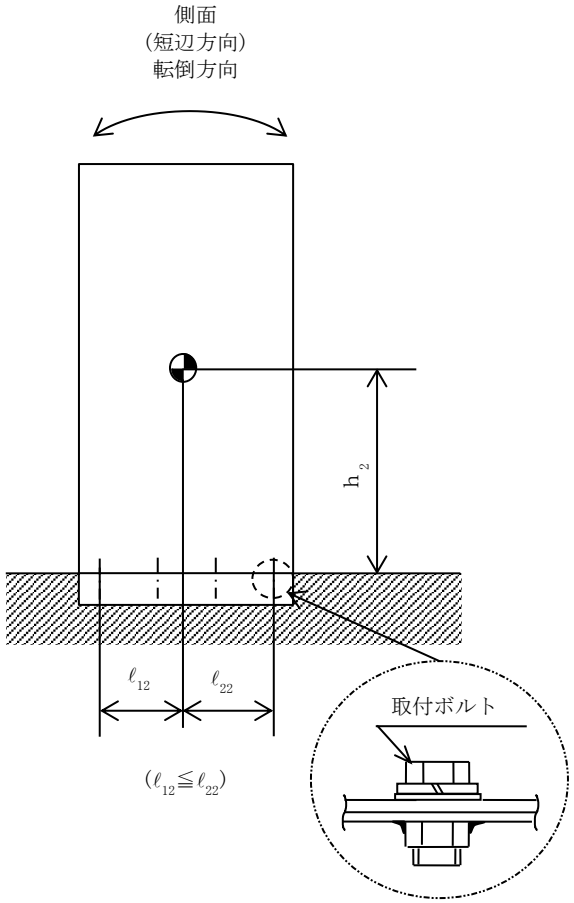
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
パワーセンタ 7E-2	水平方向	1.07	
	鉛直方向	0.93	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
パワーセンタ 7E-2	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	タービン建屋 T.M.S.L. -1.1*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H=1.28	C_V=1.12	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	48	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	700	1240	14	—	280	—	長辺方向
	2470	3730	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝79	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝28	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

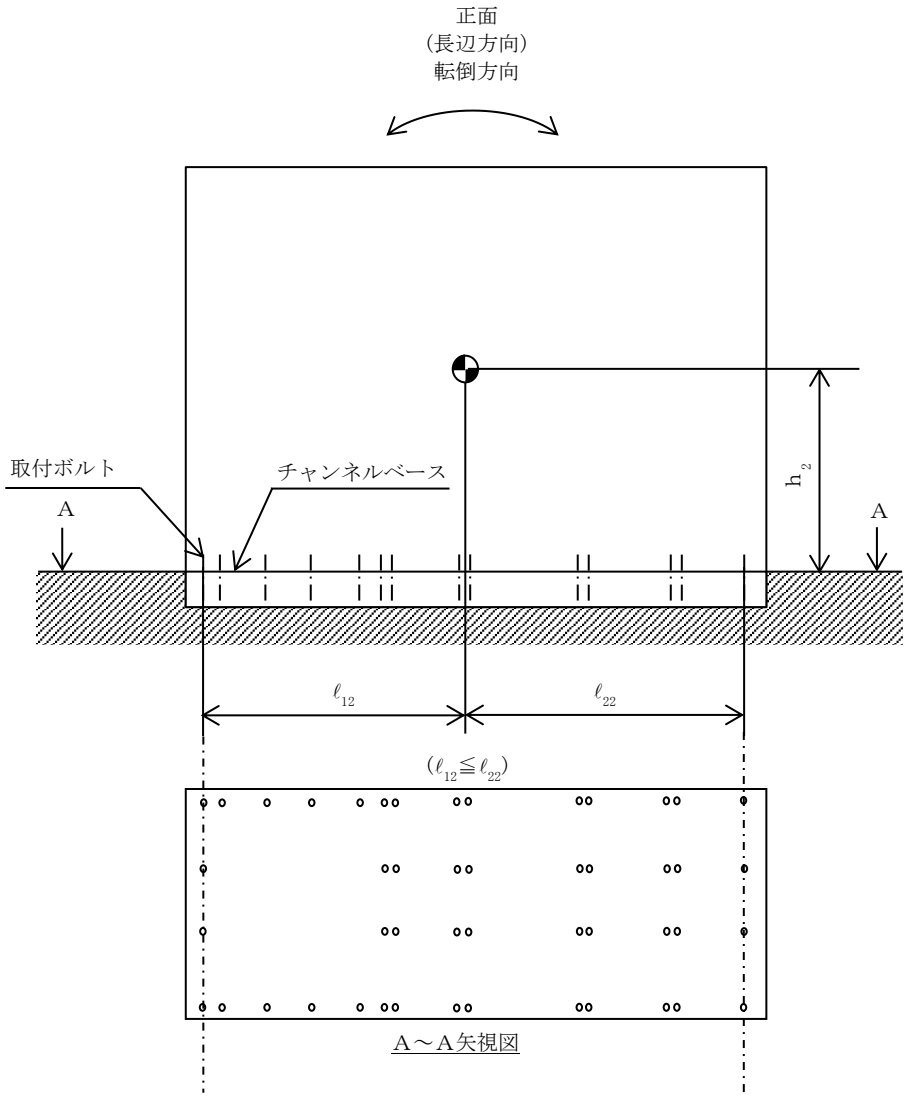
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

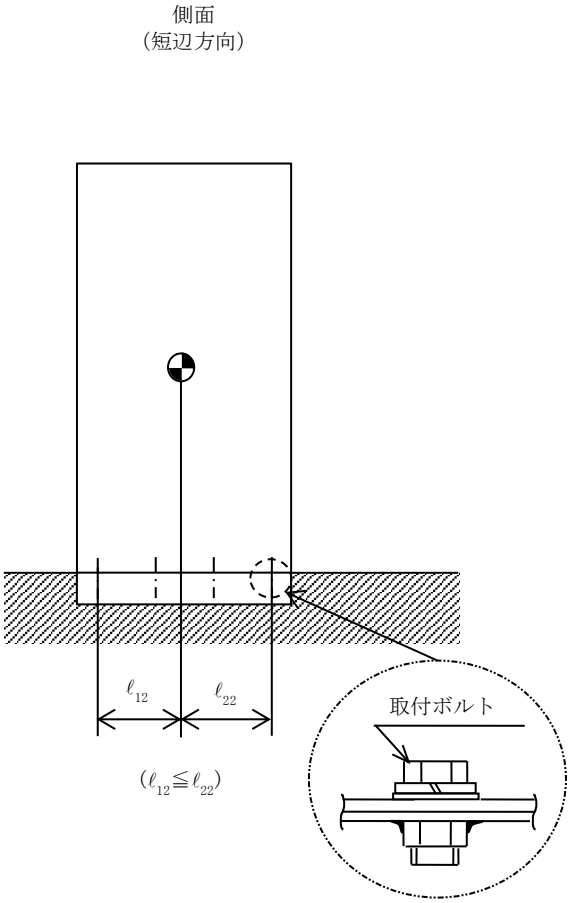
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
パワーセンタ 7E-2	水平方向	1.07	[redacted]
	鉛直方向	0.93	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

Ⅴ-2-10-1-4-10　モータコントロールセンタの耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 5
4.1　構造強度評価方法 ····· 5
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 5
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 5
4.2.2　許容応力 ····· 5
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 5
4.3　計算条件 ····· 5
5.　機能維持評価 ····· 9
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 9
6.　評価結果 ····· 11
6.1　設計基準対象施設としての評価結果 ····· 11
6.2　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 11

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，モータコントロールセンタが設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

モータコントロールセンタは，設計基準対象施設においてはSクラス施設に，重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）に分類される。以下，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

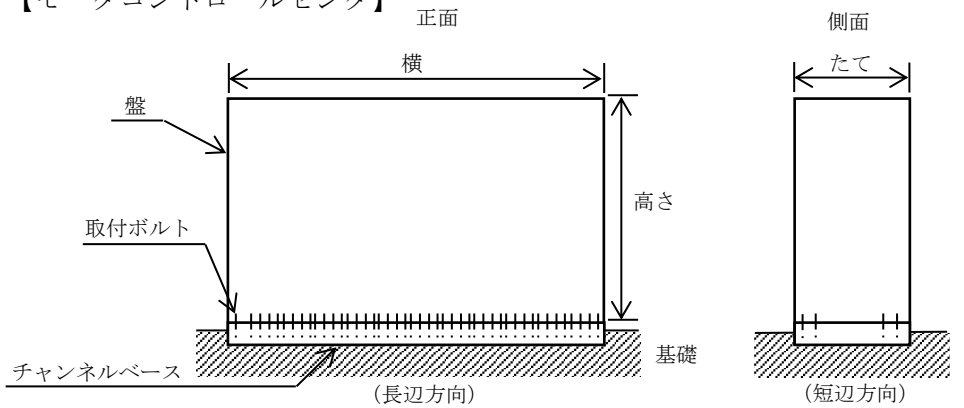
なお，モータコントロールセンタは，V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

モータコントロールセンタの構造計画を表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	
モータコントロールセンタは，基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組合せた自立閉鎖型の盤）	【モータコントロールセンタ】 

	モータコントロールセンタ 7C-1-1	モータコントロールセンタ 7C-1-2	モータコントロールセンタ 7C-1-3	モータコントロールセンタ 7C-1-4	モータコントロールセンタ 7C-1-6	モータコントロールセンタ 7C-1-7	モータコントロールセンタ 7D-1-1	モータコントロールセンタ 7D-1-2
たて	700	700	700	700	700	700	700	700
横	6900	6900	8700	4500	4500	3300	6900	6900
高さ	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300

	モータコントロールセンタ 7D-1-3	モータコントロールセンタ 7D-1-4	モータコントロールセンタ 7D-1-6	モータコントロールセンタ 7D-1-7	モータコントロールセンタ 7E-1-1A	モータコントロールセンタ 7E-1-1B	モータコントロールセンタ 7E-1-2	モータコントロールセンタ 7E-1-3
たて	700	700	700	700	700	700	700	700
横	7500	4500	3900	2700	4200	4500	5100	3900
高さ	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300

	モータコントロールセンタ 7C-2-1	モータコントロールセンタ 7D-2-1	モータコントロールセンタ 7E-2-1
たて	550	550	550
横	2100	2100	2100
高さ	2400	2400	2400

（単位：mm）

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

モータコントロールセンタのうちモータコントロールセンタ 7C-1-1，7C-2-1 の固有周期は以下のとおりである。

水平方向の固有周期は，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。試験の結果，剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。

モータコントロールセンタ 7C-1-2，7C-1-3，7C-1-4，7C-1-6，7C-1-7，7D-1-1，7D-1-2，7D-1-3，7D-1-4，7D-1-6，7D-1-7，7E-1-1A，7E-1-1B，7E-1-2，7E-1-3，7D-2-1，7E-2-1 の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

表 3－1　固有周期(1/2)　　（単位：s）

名称	方向	固有周期
モータコントロールセンタ 7C-1-1	水平	
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7C-1-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7C-1-3	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7C-1-4	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7C-1-6	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7C-1-7	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7D-1-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

表 3－1　固有周期(2/2)　　(単位：s)

名称	方向	固有周期
モータコントロールセンタ 7D-1-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7D-1-3	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7D-1-4	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7D-1-6	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7D-1-7	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7E-1-1A	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7E-1-1B	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7E-1-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7E-1-3	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7C-2-1	水平	
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7D-2-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
モータコントロールセンタ 7E-2-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

モータコントロールセンタの構造強度評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9 盤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。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

モータコントロールセンタ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4－1に，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4－2に示す。

4.2.2 許容応力

モータコントロールセンタの許容応力は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4－3のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

モータコントロールセンタ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4－4に，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4－5に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【モータコントロールセンタ 7C-1-1 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7C-1-2 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7C-1-3 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7C-1-4 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7C-1-6 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7C-1-7 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7D-1-1 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7D-1-2 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7D-1-3 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7D-1-4 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7D-1-6 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7D-1-7 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7E-1-1A の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7E-1-1B の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7E-1-2 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7E-1-3 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7C-2-1 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7D-2-1 の耐震性についての計算結果】，【モータコントロールセンタ 7E-2-1 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 4－1　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
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	モータコントロールセンタ	S	—*	D＋P_D＋M_D＋S d*	ⅢAS
					D＋P_D＋M_D＋S s	ⅣAS

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 4－2　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	モータコントロールセンタ	常設／防止（DB拡張） 常設／緩和（DB拡張）	—*2	D＋P_D＋M_D＋S s *3	ⅣAS
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋S s	VAS（VASとしてⅣASの許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張），「常設／緩和（DB拡張）」は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋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 4－3　許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等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
ⅢAS	1.5・ｆｔ	1.5・ｆｓ
ⅣAS	1.5・ｆｔ*	1.5・ｆｓ*
ⅤAS （ⅤASとしてⅣASの許容限界を用いる。）		

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 4－4　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 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
取付ボルト	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	―

表 4－5　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
取付ボルト*1	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	―
取付ボルト*2	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	50	231	394	―
取付ボルト*3	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	55	229	391	―

注記＊1：モータコントロールセンタ 7C-1-4, 7E-1-1A, 7E-1-1B, 7E-1-2, 7E-1-3, 7C-2-1, 7D-2-1, 7E-2-1 の取付ボルトを示す。

＊2：モータコントロールセンタ 7D-1-4 の取付ボルトを示す。

＊3：モータコントロールセンタ 7C-1-1, 7C-1-2, 7C-1-3, 7C-1-6, 7C-1-7, 7D-1-1, 7D-1-2, 7D-1-3, 7D-1-6, 7D-1-7 の取付ボルトを示す。

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

モータコントロールセンタの電気的機能維持評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-9 盤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。

モータコントロールセンタに設置される器具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，同形式の器具及び当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において，電気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5－1に示す。

表5－1 機能確認済加速度(1/2) (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度		
モータコントロールセンタ 7C-1-1	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7C-1-2	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7C-1-3	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7C-1-4	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7C-1-6	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7C-1-7	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7D-1-1	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7D-1-2	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7D-1-3	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7D-1-4	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7D-1-6	水平			
	鉛直			

表５－１　機能確認済加速度(2/2)　　(×9.8m/s^2)

評価部位	方向	機能確認済加速度		
モータコントロールセンタ 7D-1-7	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7E-1-1A	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7E-1-1B	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7E-1-2	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7E-1-3	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7C-2-1	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7D-2-1	水平			
	鉛直			
モータコントロールセンタ 7E-2-1	水平			
	鉛直			

6.　評価結果

6.1　設計基準対象施設としての評価結果

モータコントロールセンタ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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2　重大事故等対処設備としての評価結果

モータコントロールセンタの重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【モータコントロールセンタ 7C-1-1 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-1-1	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	[redacted]	0.05 以下	C_H=0.65	C_V=0.64	C_H=1.27	C_V=1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	134	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	305	305	45	235	280	短辺方向	長辺方向
	3310	3520	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝7	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝24	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

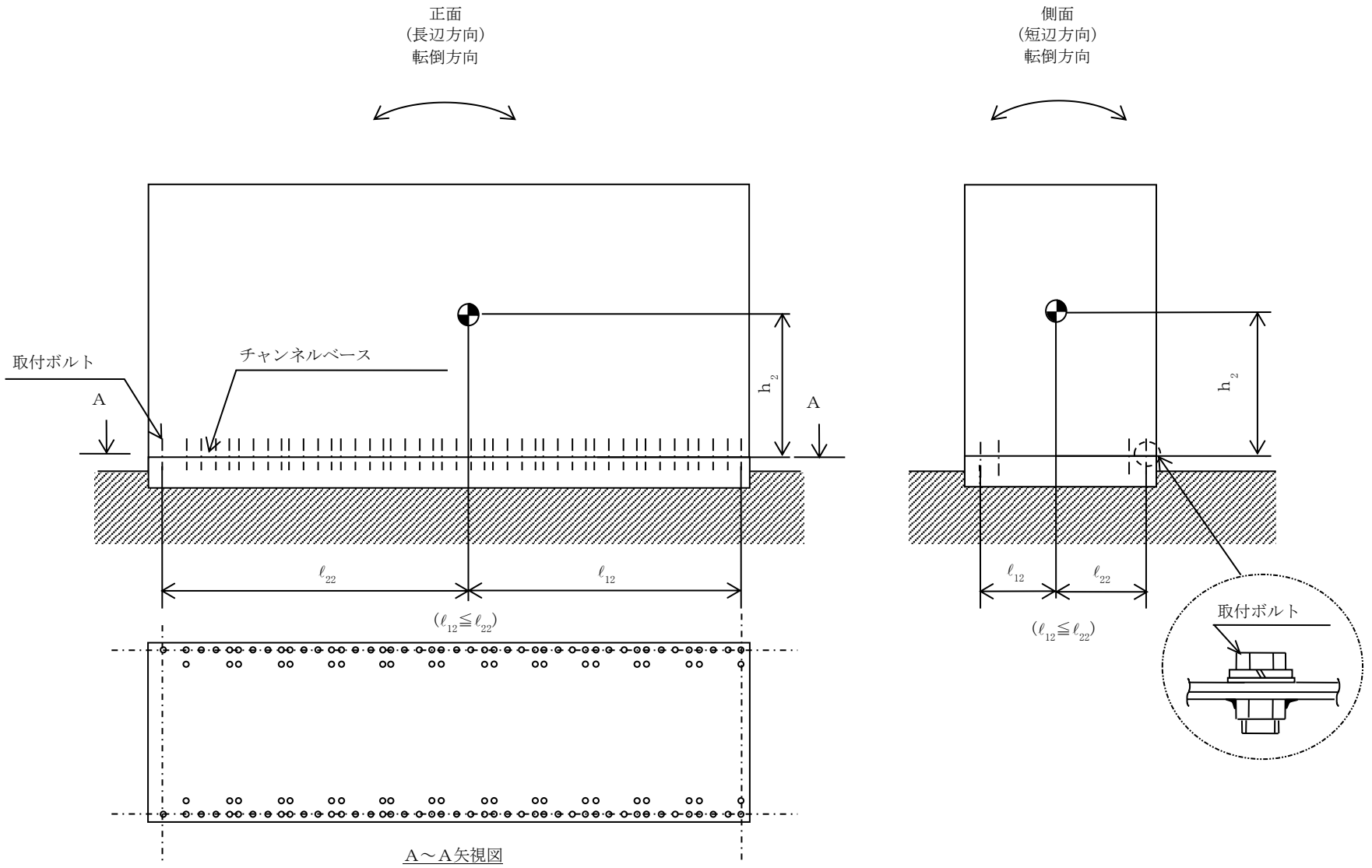
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-1-1	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-1-1	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H=1.27	C_V=1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	134	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	45	—	274	—	長辺方向
	3310	3520	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝24	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

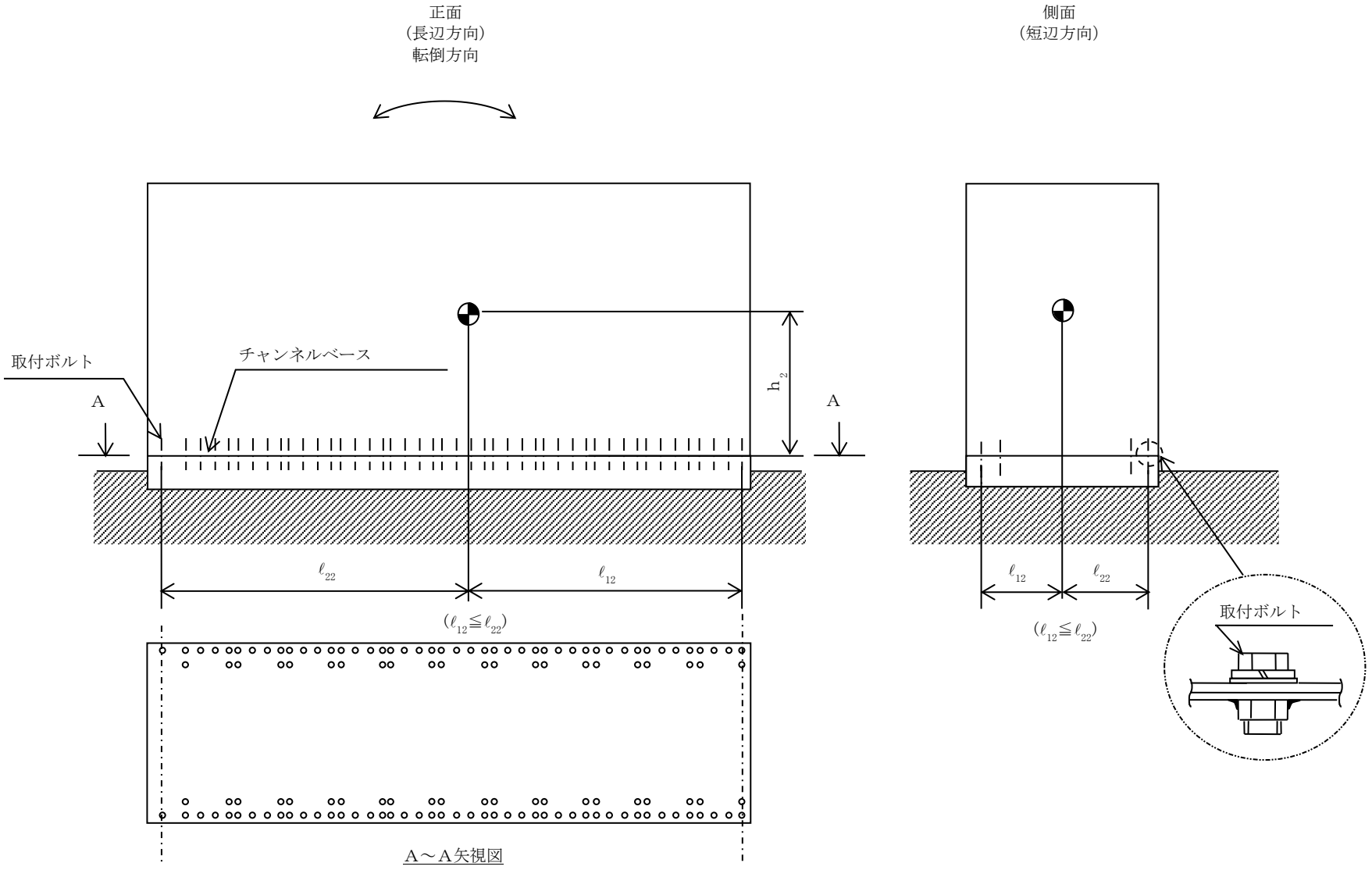
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-1-1	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

A～A矢視図

【モータコントロールセンタ 7C-1-2 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-1-2	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.65	C_V＝0.64	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)		1200	16 (M16)	201.1	134	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	305	305	45	235	280	短辺方向	長辺方向
	3310	3520	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝7	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝24	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

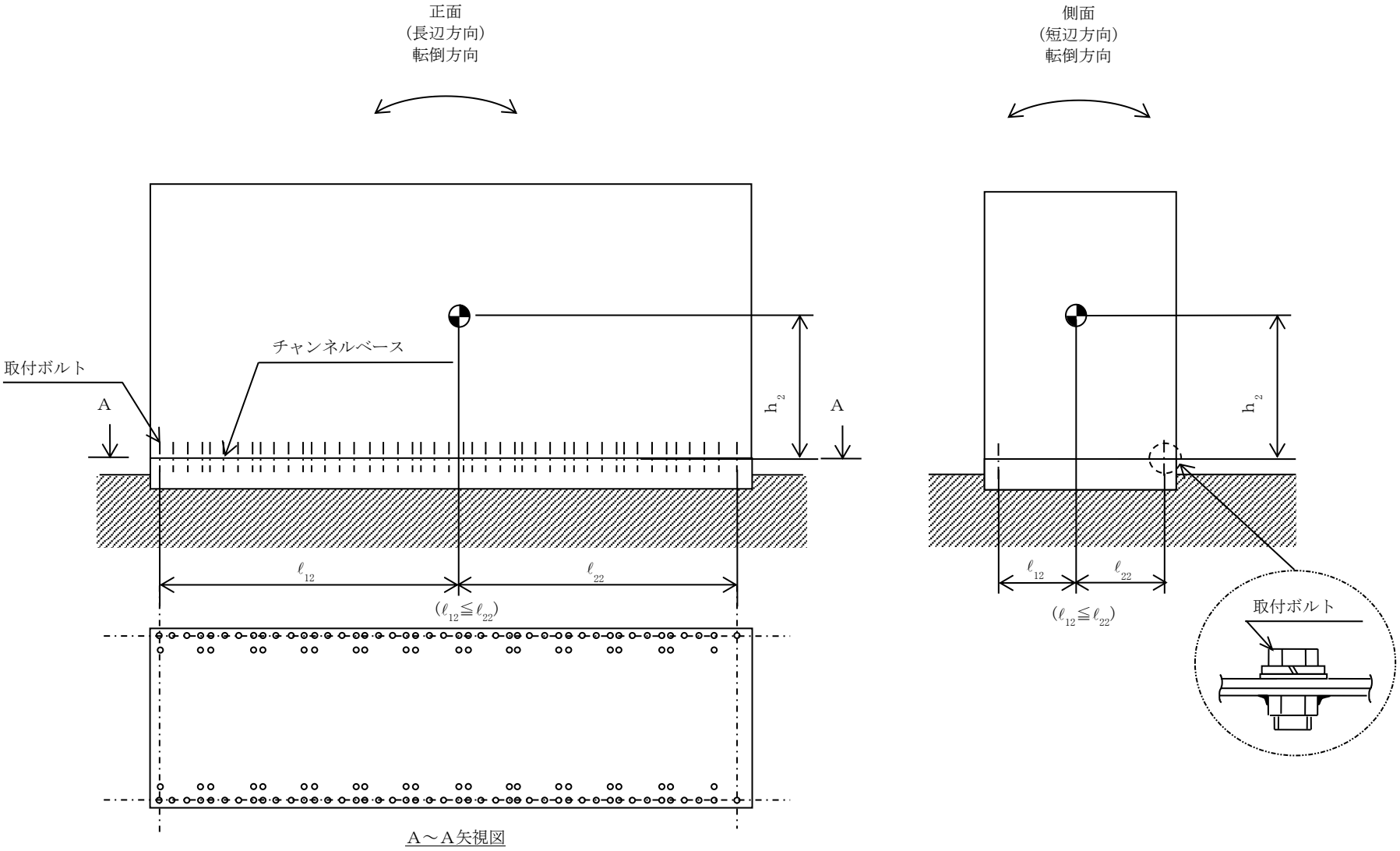
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-1-2	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-1-2	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H=1.27	C_V=1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	134	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	305	305	45	—	274	—	長辺方向
	3310	3520	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝24	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

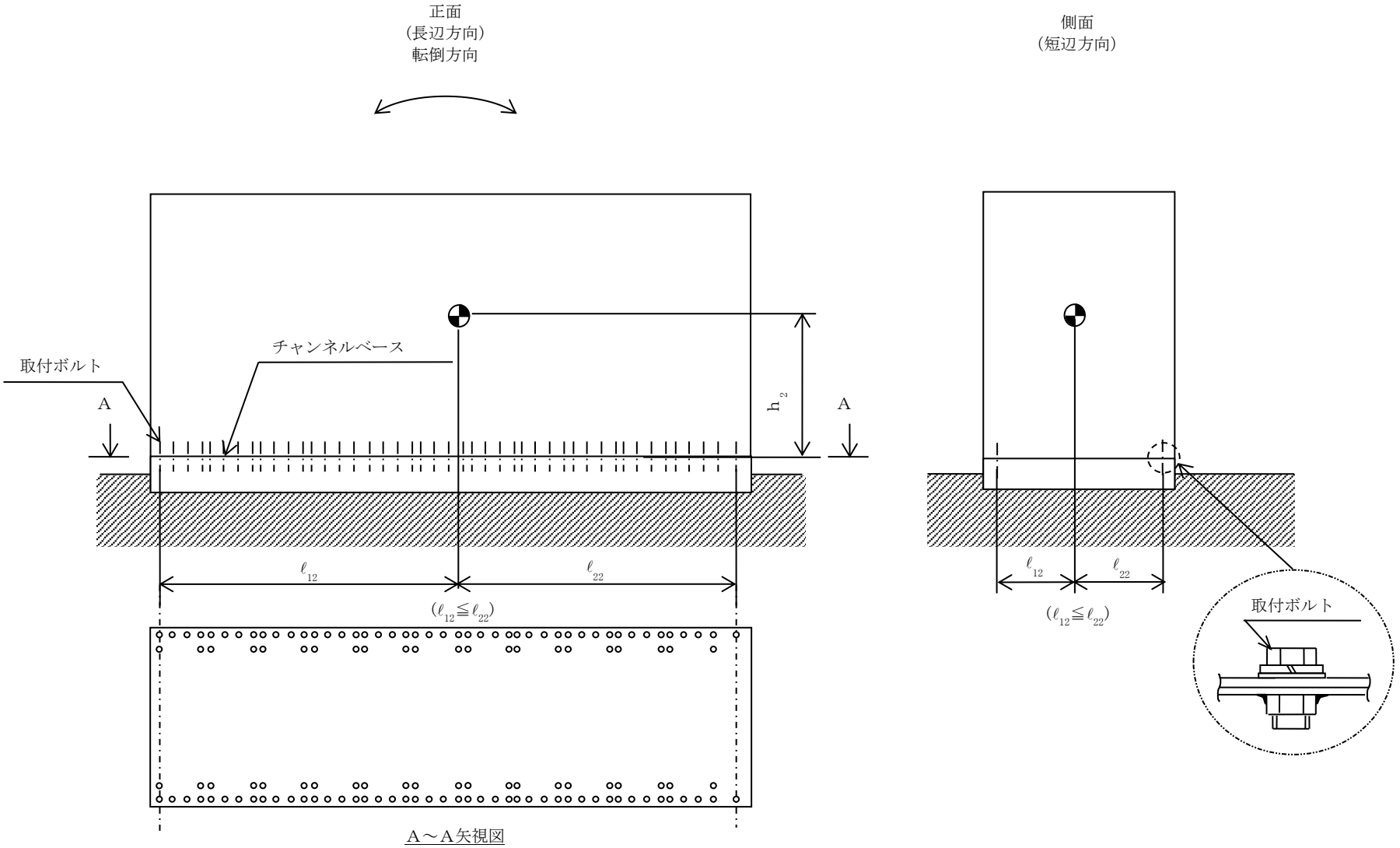
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-1-2	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

A～A矢視図

【モータコントロールセンタ 7C-1-3 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-1-3	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.65	C_V＝0.64	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	170	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	305	305	57	235	280	短辺方向	長辺方向
	4210	4420	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝7	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝26	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

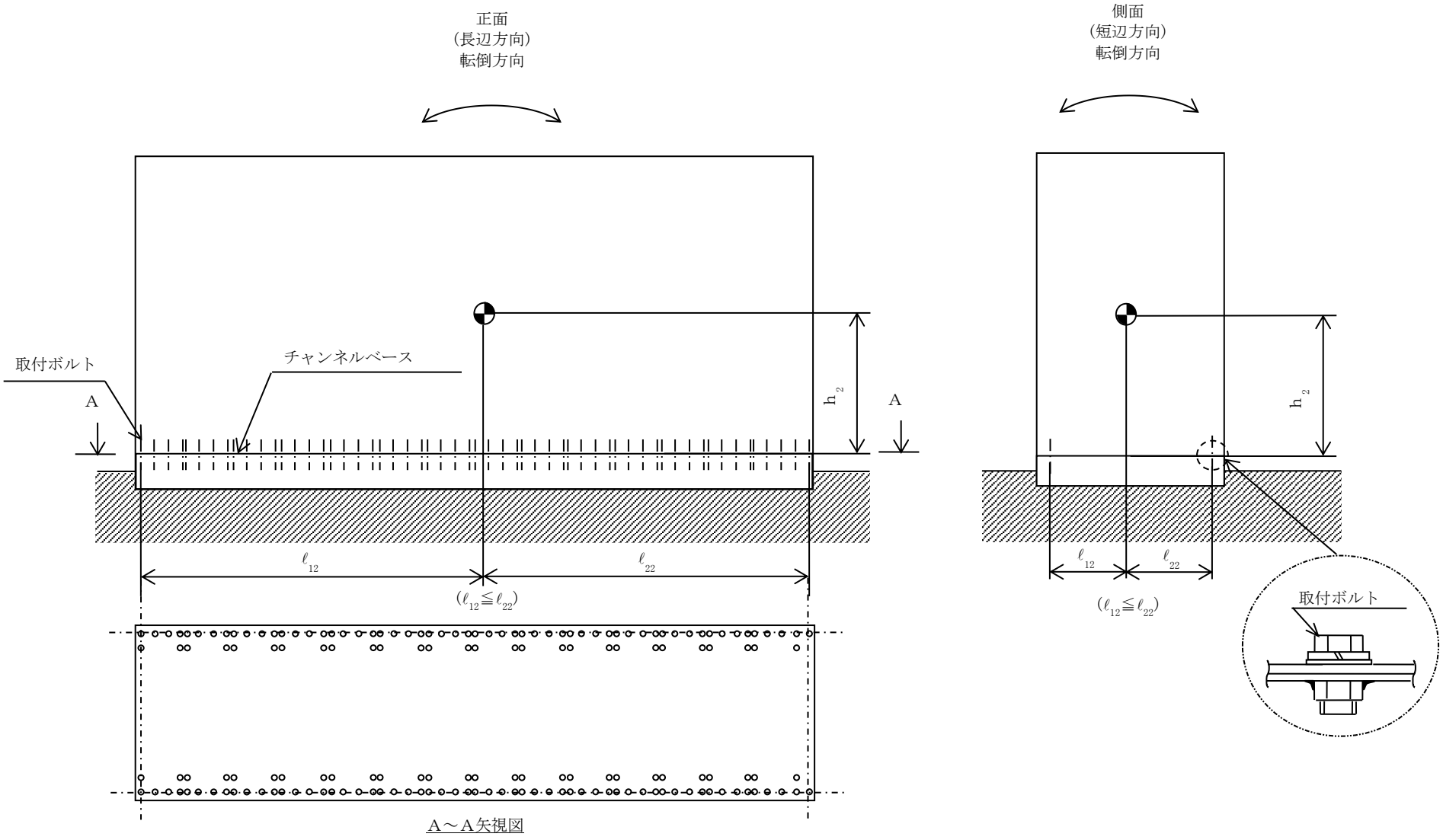
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-1-3	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-1-3	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8＊	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.27	C_V＝1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	170	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}＊ (mm)	ℓ_{2i}＊ (mm)	n_{fi}＊	F_i (MPa)	F_i＊ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	57	—	274	—	長辺方向
	4210	4420	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝26	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

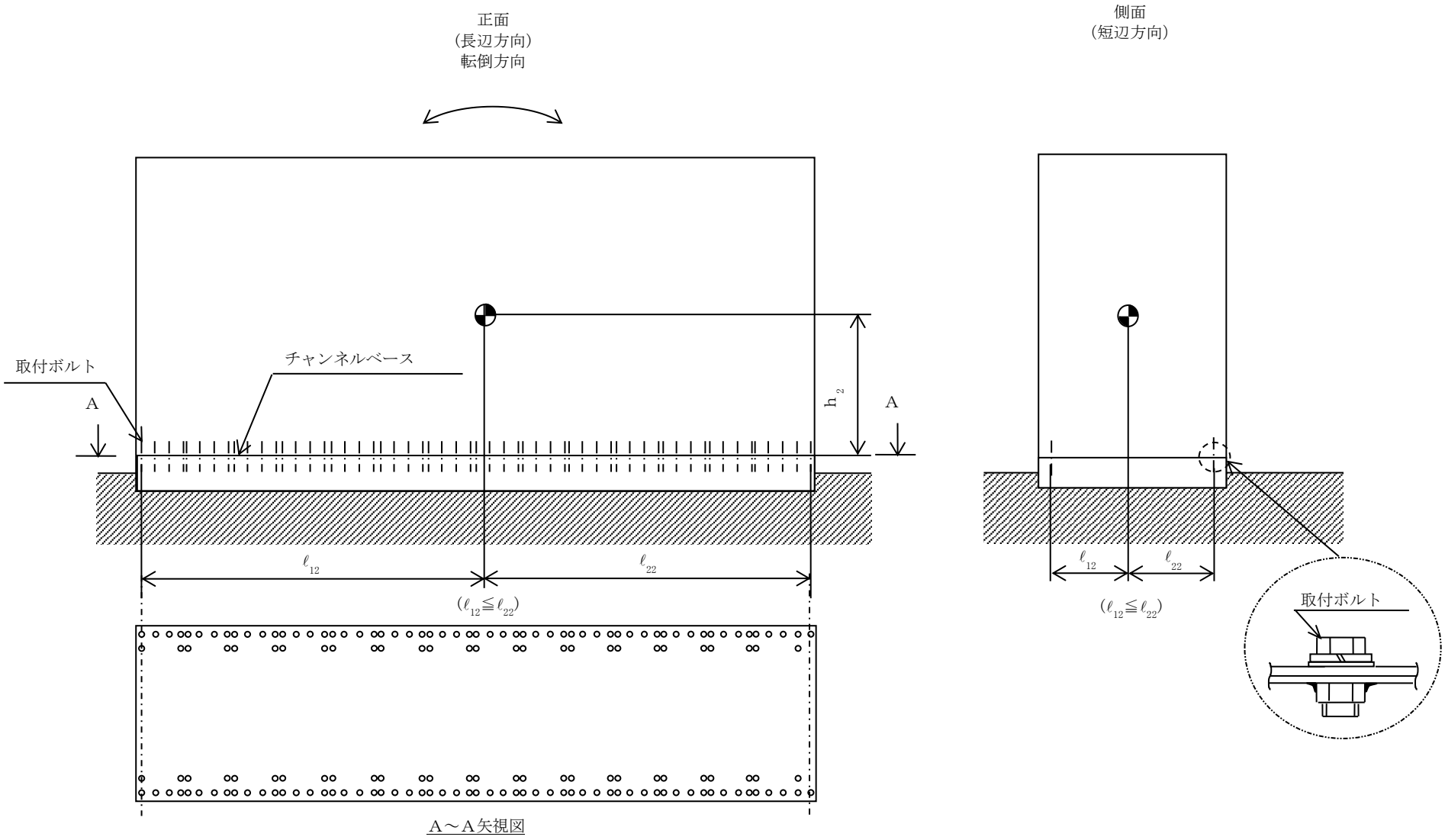
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-1-3	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

A～A矢視図

【モータコントロールセンタ 7C-1-4 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-1-4	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 23.5*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.78	C_V＝0.71	C_H＝1.51	C_V＝1.38	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	86	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	305	305	29	235	280	短辺方向	長辺方向
	2110	2320	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝8	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝25	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

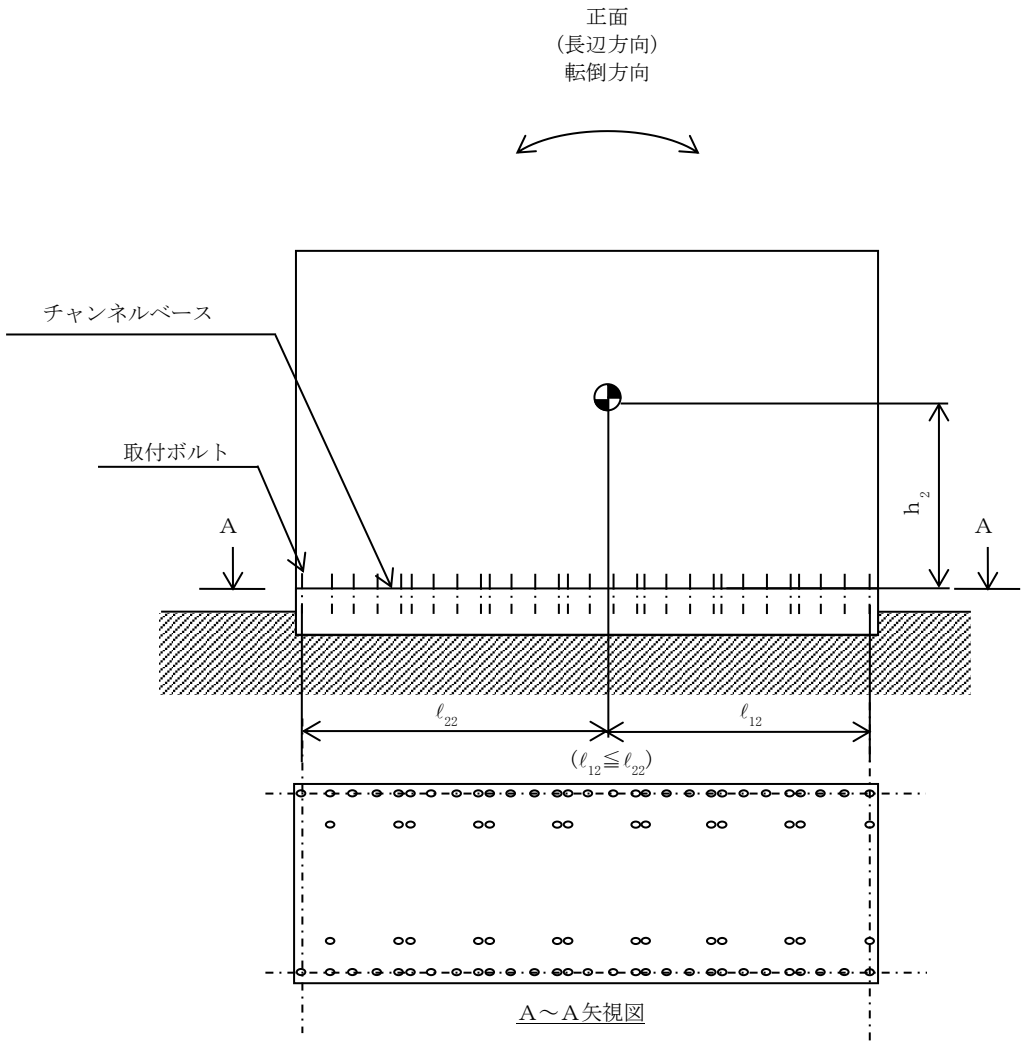
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

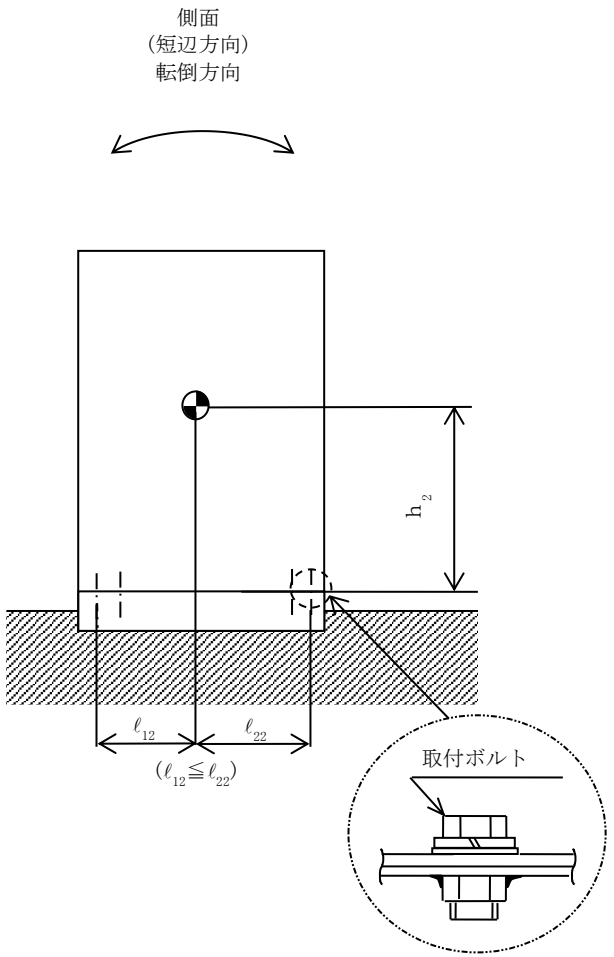
1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-1-4	水平方向	1.27	
	鉛直方向	1.15	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-1-4	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 23.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H=1.51	C_V=1.38	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	86	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	29	—	280	—	長辺方向
	2110	2320	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝25	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

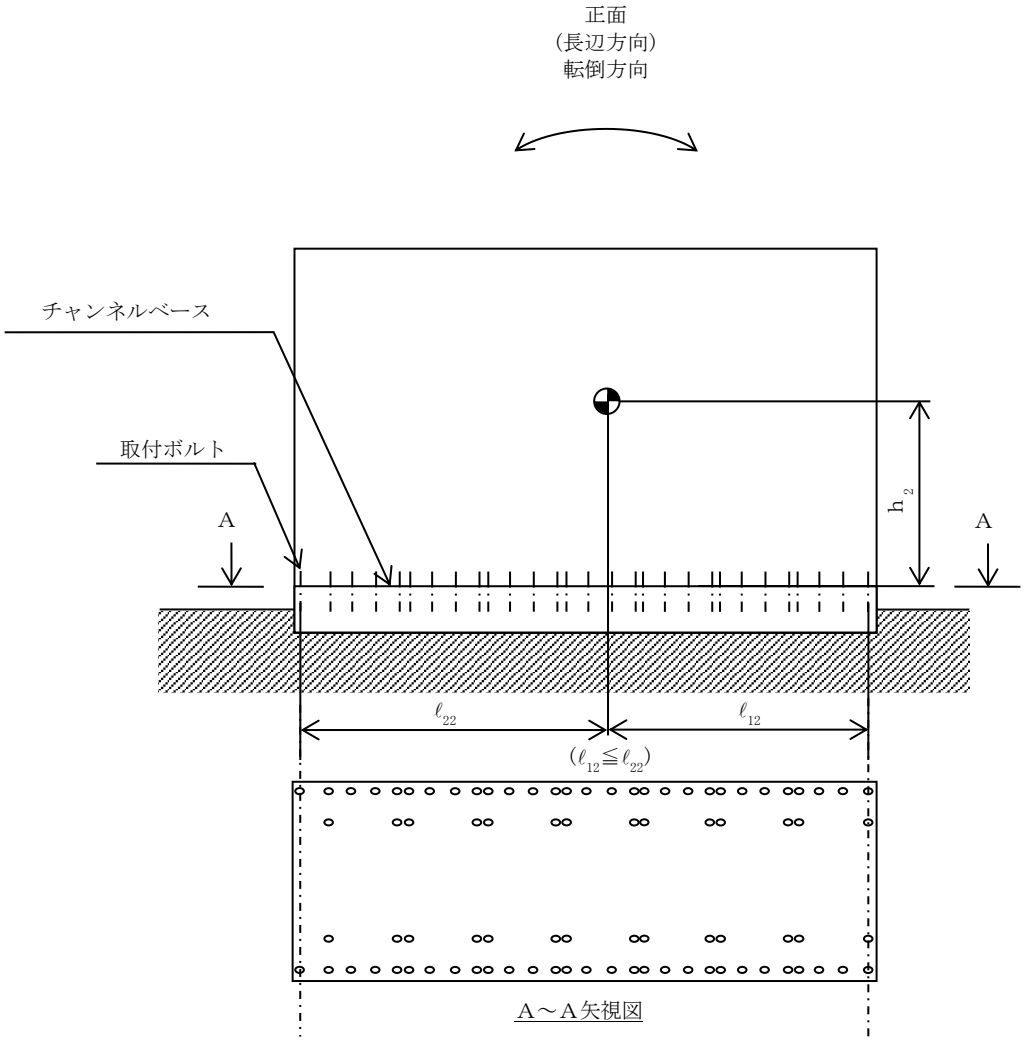
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

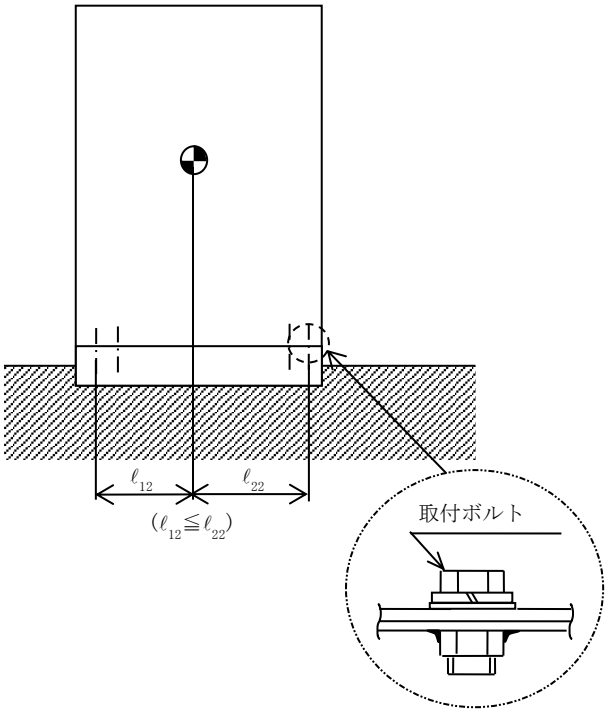
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-1-4	水平方向	1.27	[redacted]
	鉛直方向	1.15	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ22
ℓ12
(ℓ12≦ℓ22)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

【モータコントロールセンタ 7C-1-6 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-1-6	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	C_H=0.82	C_V=0.68	C_H=1.86	C_V=1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	86	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	305	305	29	235	280	短辺方向	長辺方向
	2110	2320	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝8	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝28	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝4	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

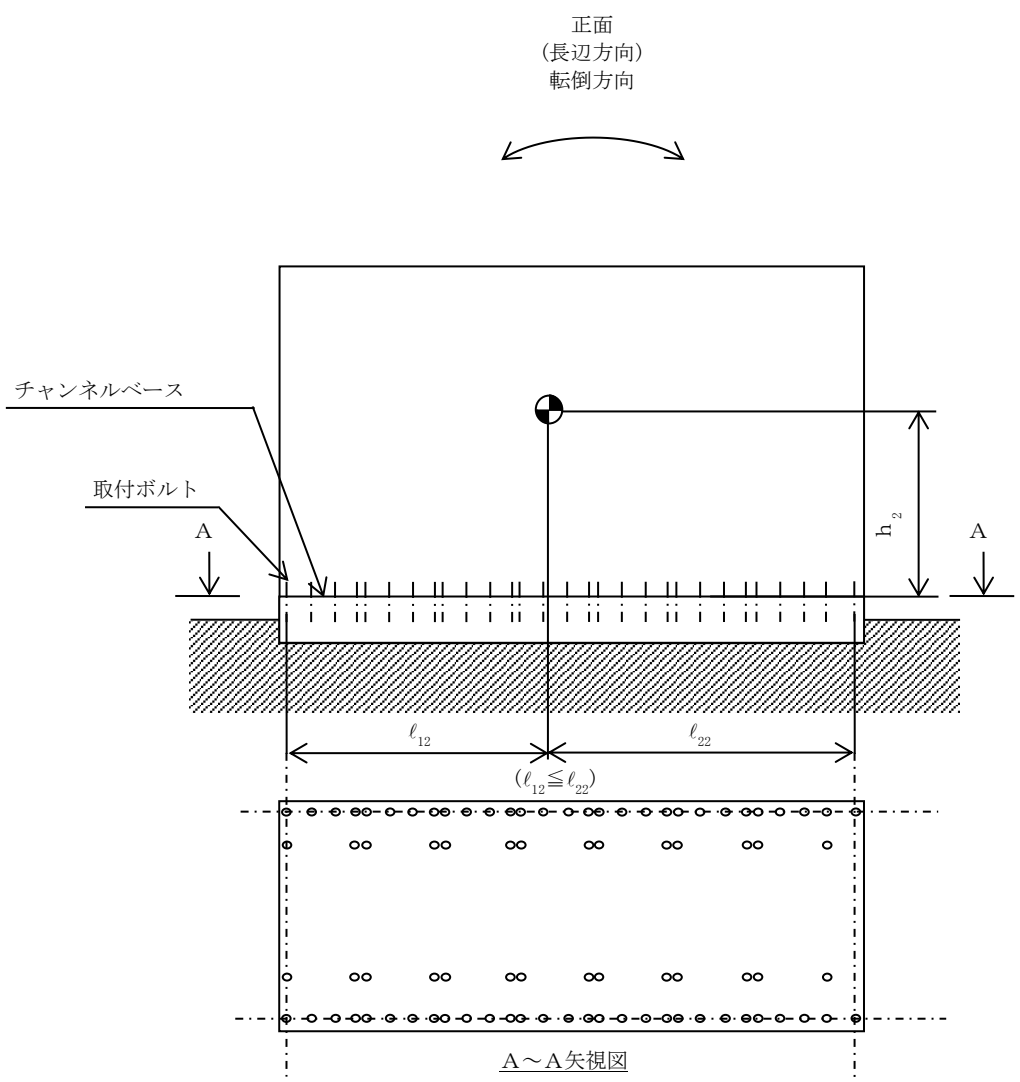
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

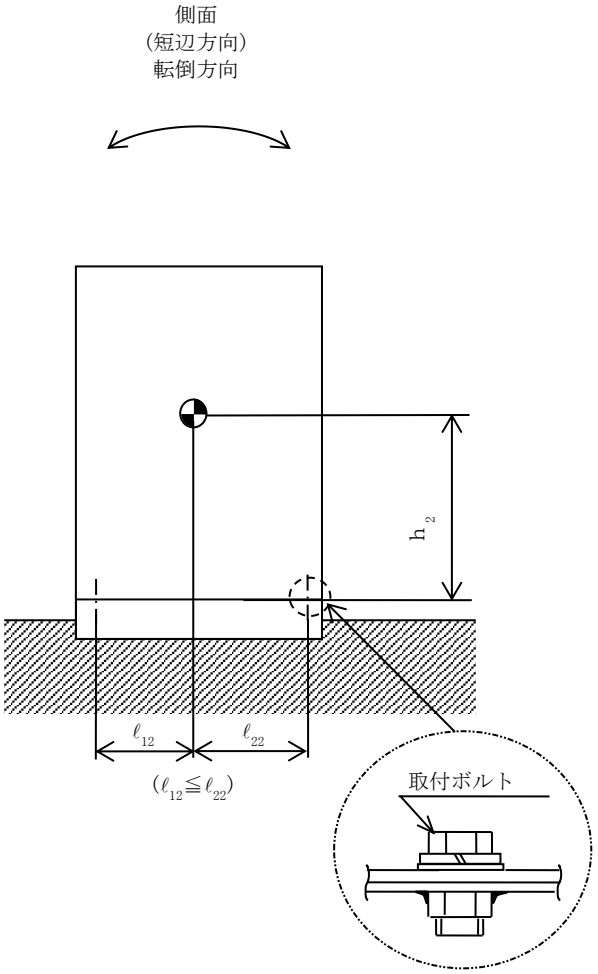
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-1-6	水平方向	1.55	
	鉛直方向	1.11	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-1-6	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	86	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	305	305	29	—	274	—	長辺方向
	2110	2320	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝28	f_{ts2}＝205*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝4	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

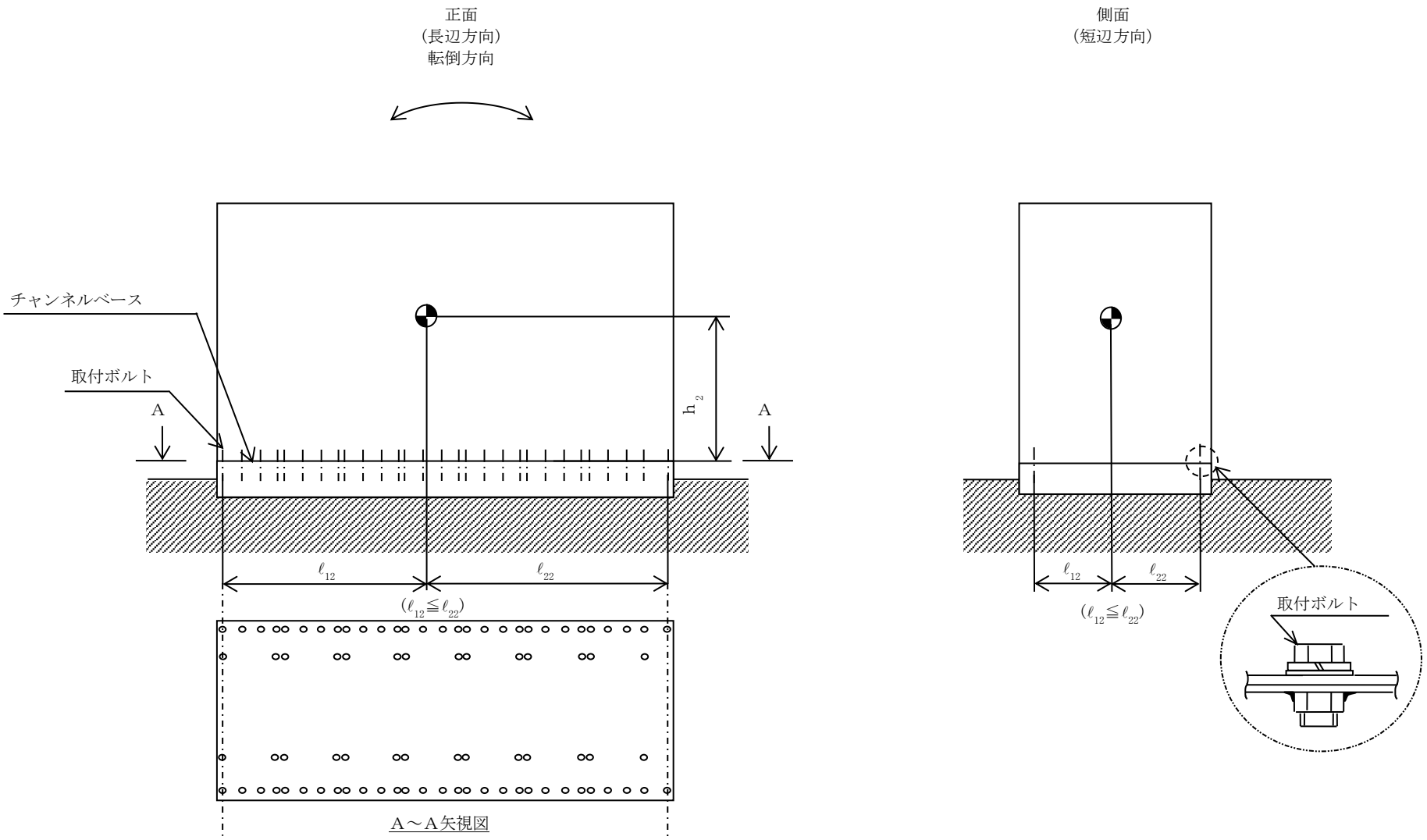
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-1-6	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

A～A矢視図

【モータコントロールセンタ 7C-1-7 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-1-7	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	C_H=0.82	C_V=0.68	C_H=1.86	C_V=1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1200	16 (M16)	201.1	62	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*		F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	305	305	21		235	280	長辺方向	
	1510	1720	Sd:2	Ss:4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝9	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝25	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝4	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

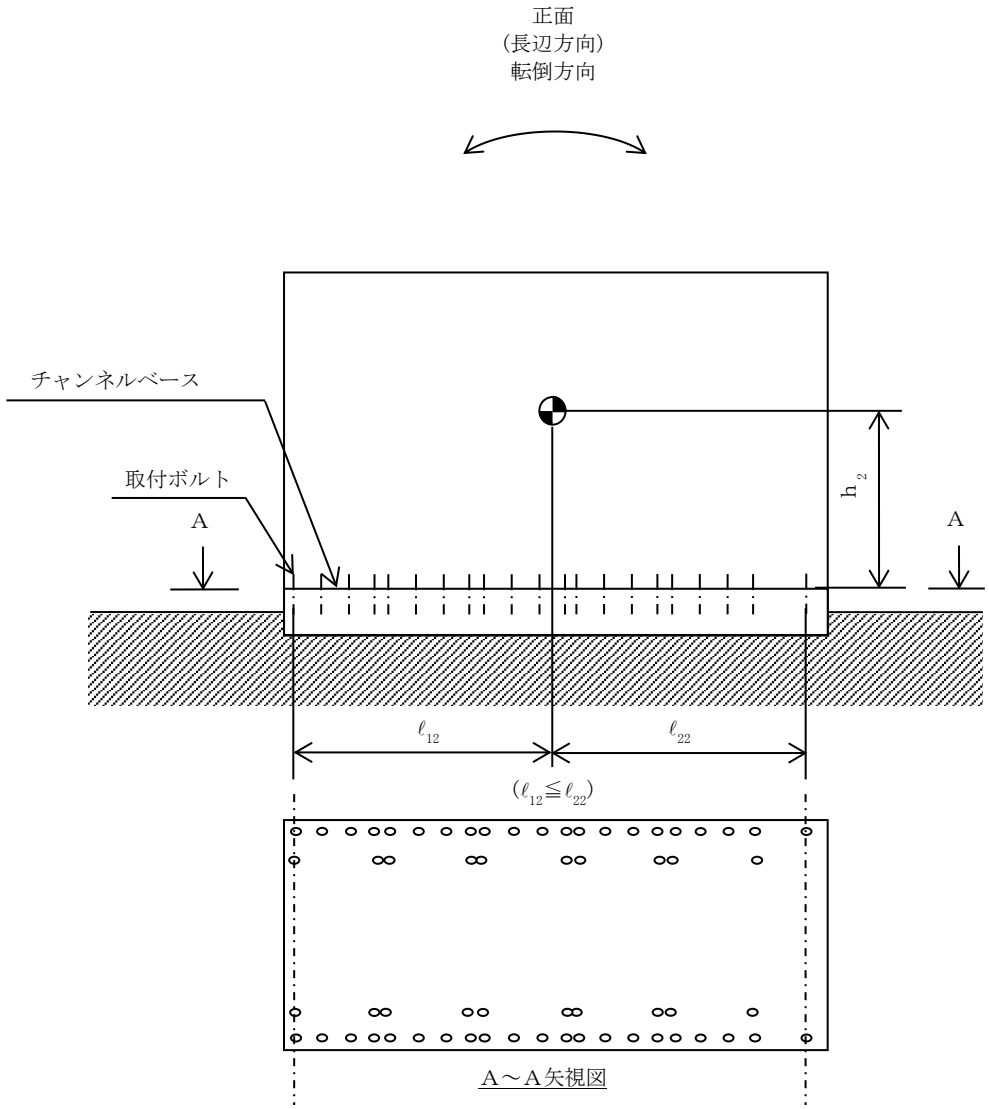
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

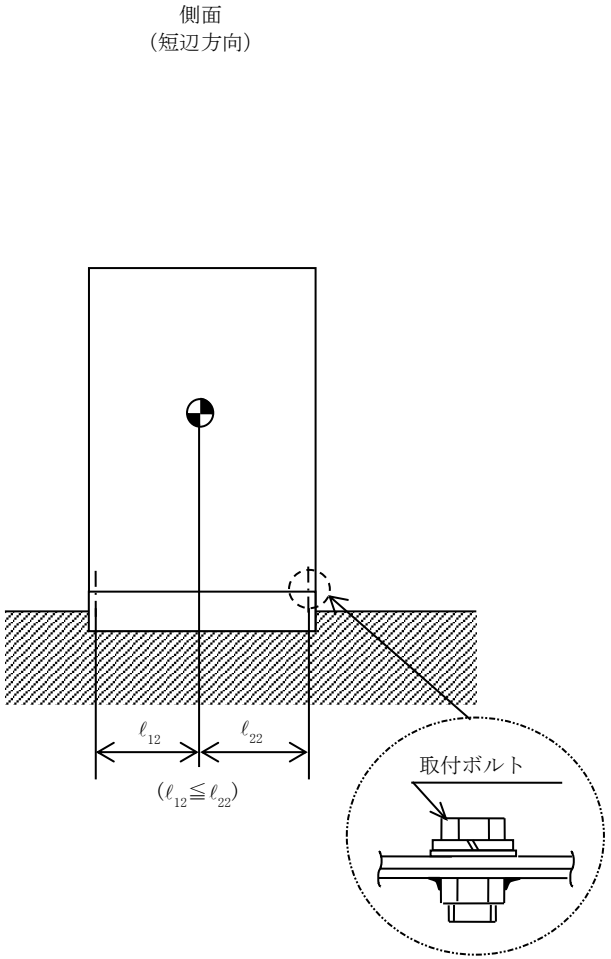
1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-1-7	水平方向	1.55	
	鉛直方向	1.11	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
A～A矢視図


側面
(短辺方向)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-1-7	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	62	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	305	305	21	—	274	—	長辺方向
	1510	1720	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=25$	$f_{ts2}=205$*
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=158$

すべて許容応力以下である。

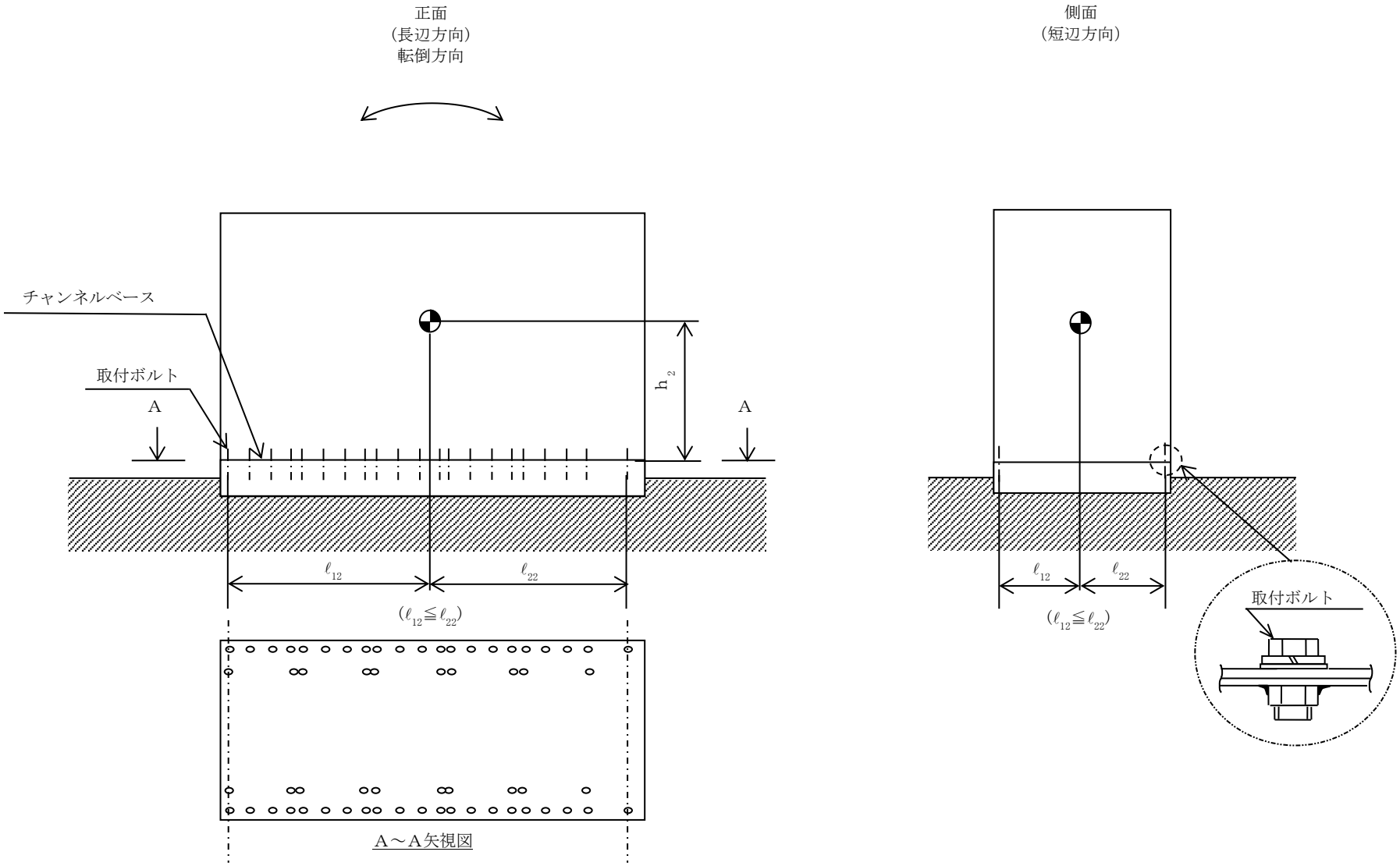
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-1-7	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
（長辺方向）
転倒方向
側面
（短辺方向）
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
A～A矢視図
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

【モータコントロールセンタ 7D-1-1 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-1-1	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.65	C_V＝0.64	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	134	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	305	305	45	235	280	短辺方向	長辺方向
	3310	3520	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝7	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝24	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

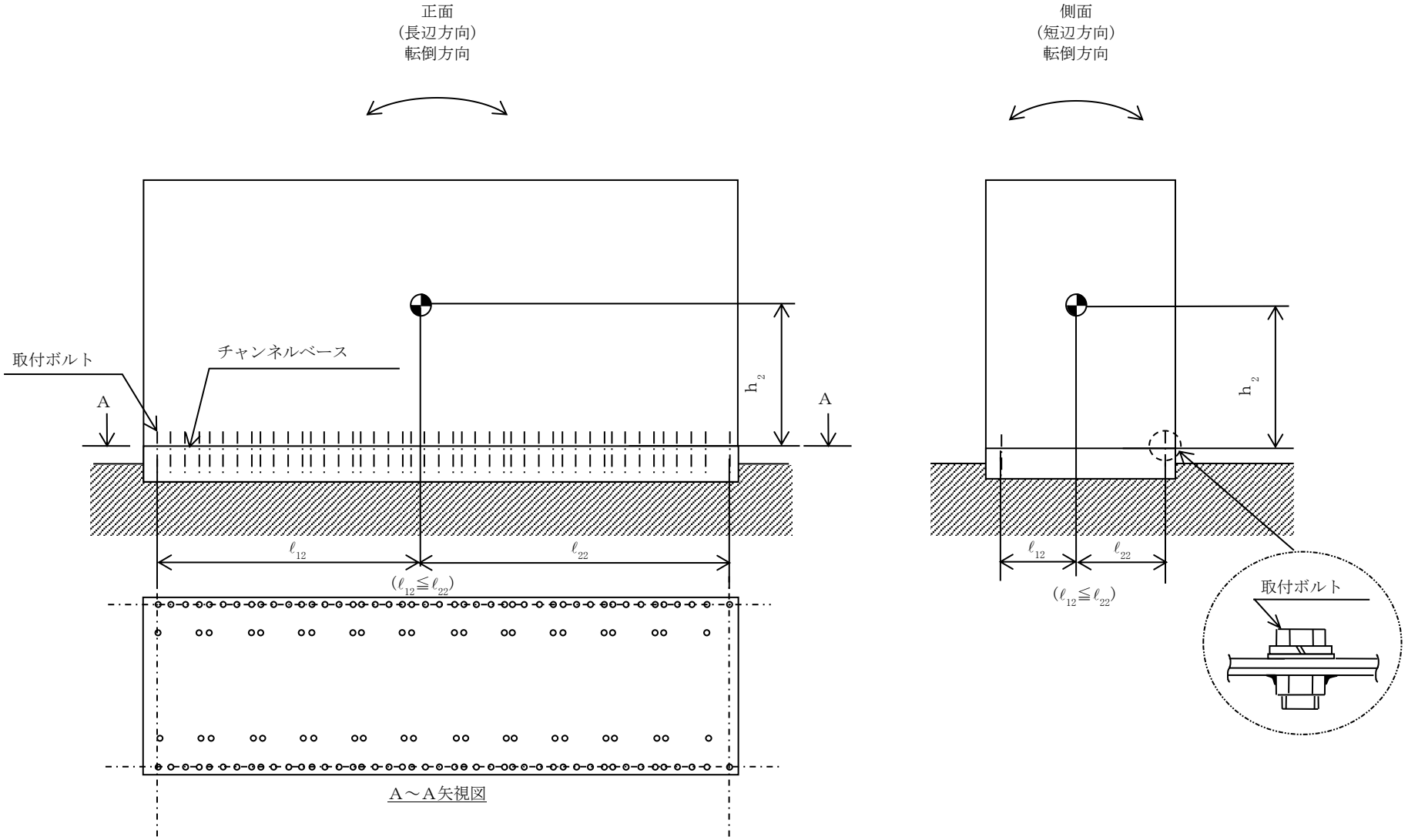
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-1-1	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h2
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-1-1	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05以下	0.05以下	—	—	C_H=1.27	C_V=1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	134	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	305	305	45	—	274	—	長辺方向
	3310	3520	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝24	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

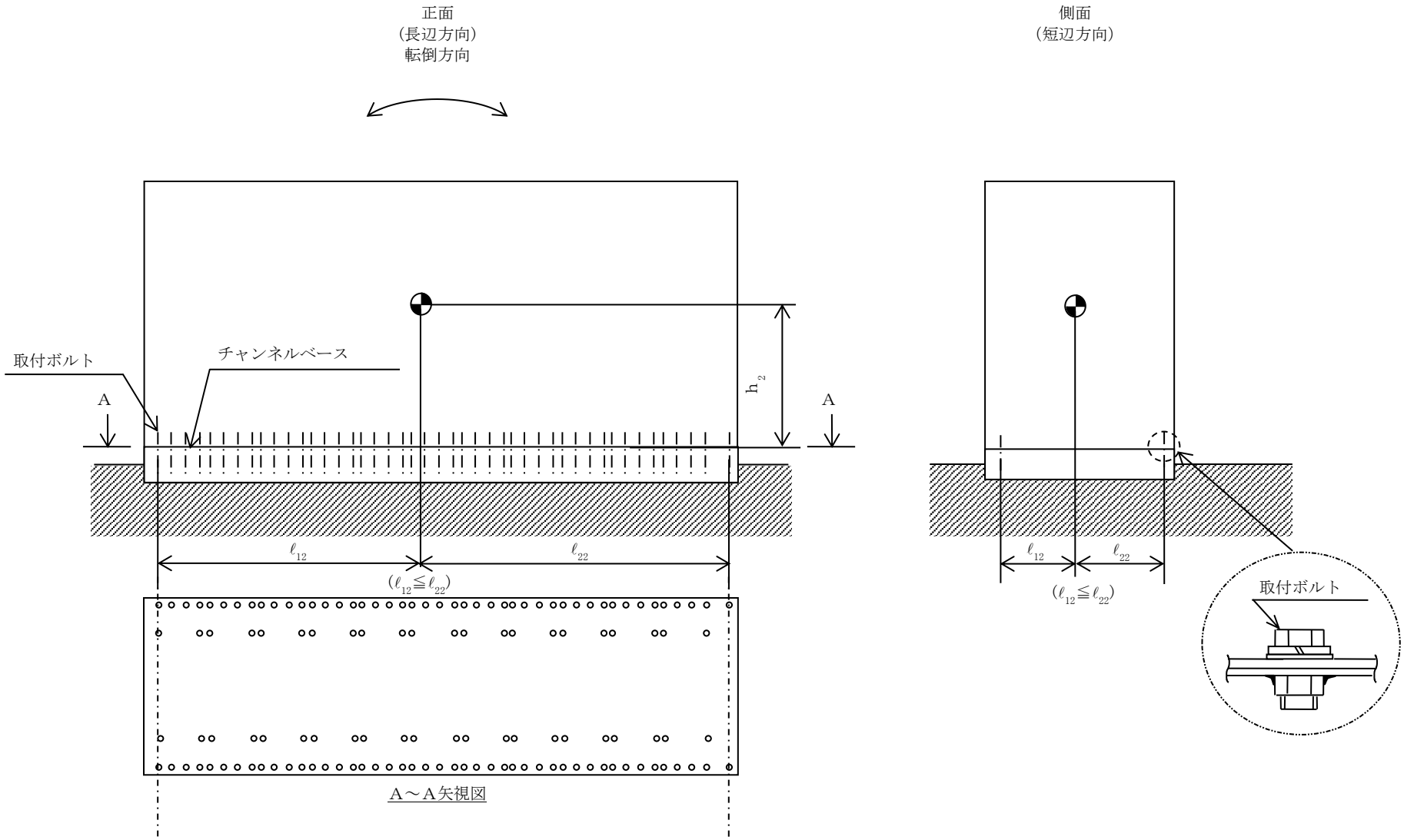
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-1-1	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
A～A矢視図
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

【モータコントロールセンタ 7D-1-2 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-1-2	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.65	C_V＝0.64	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	134	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	305	305	45	235	280	短辺方向	長辺方向
	3310	3520	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝7	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝24	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

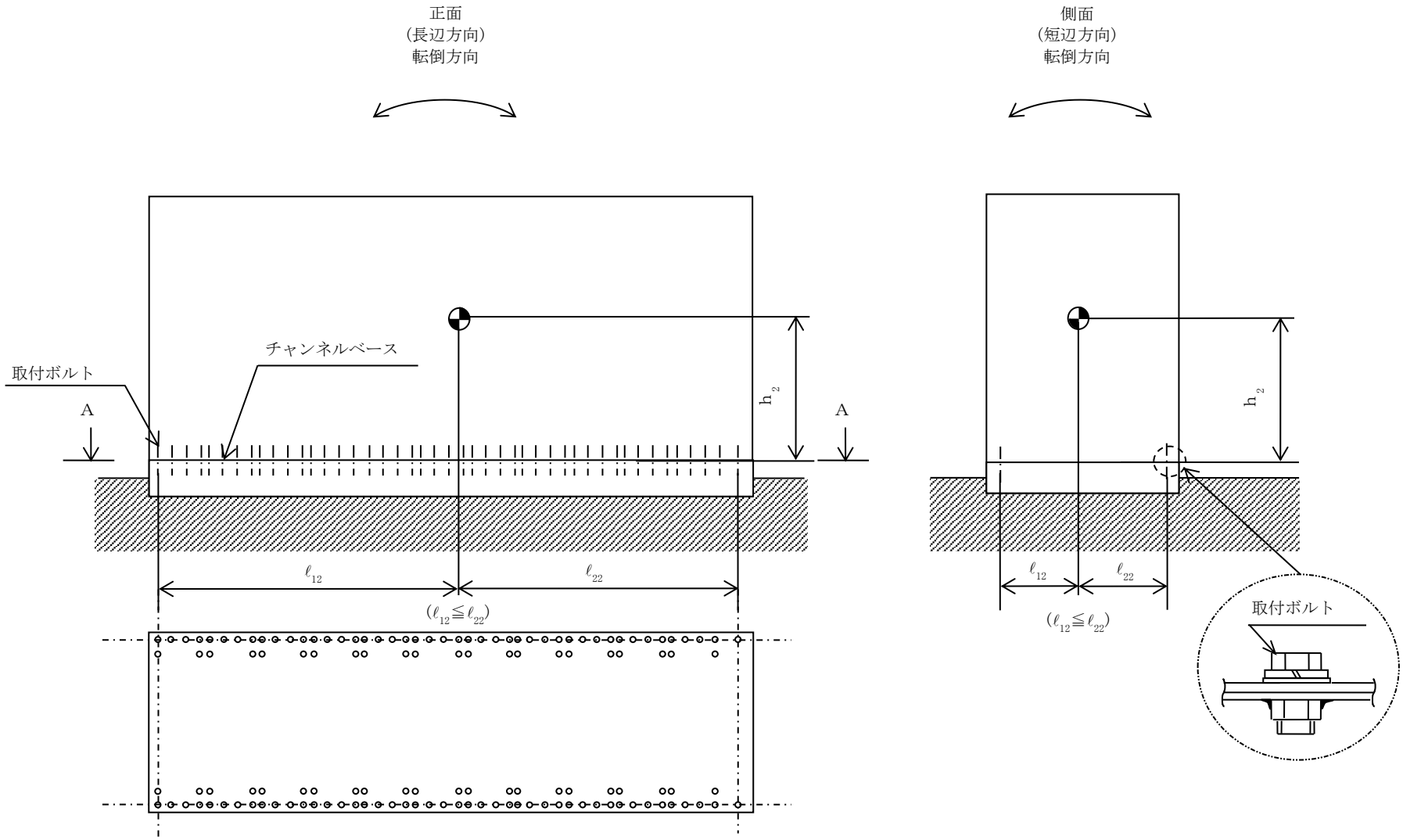
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-1-2	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-1-2	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H=1.27	C_V=1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	134	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	45	—	274	—	長辺方向
	3310	3520	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝24	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

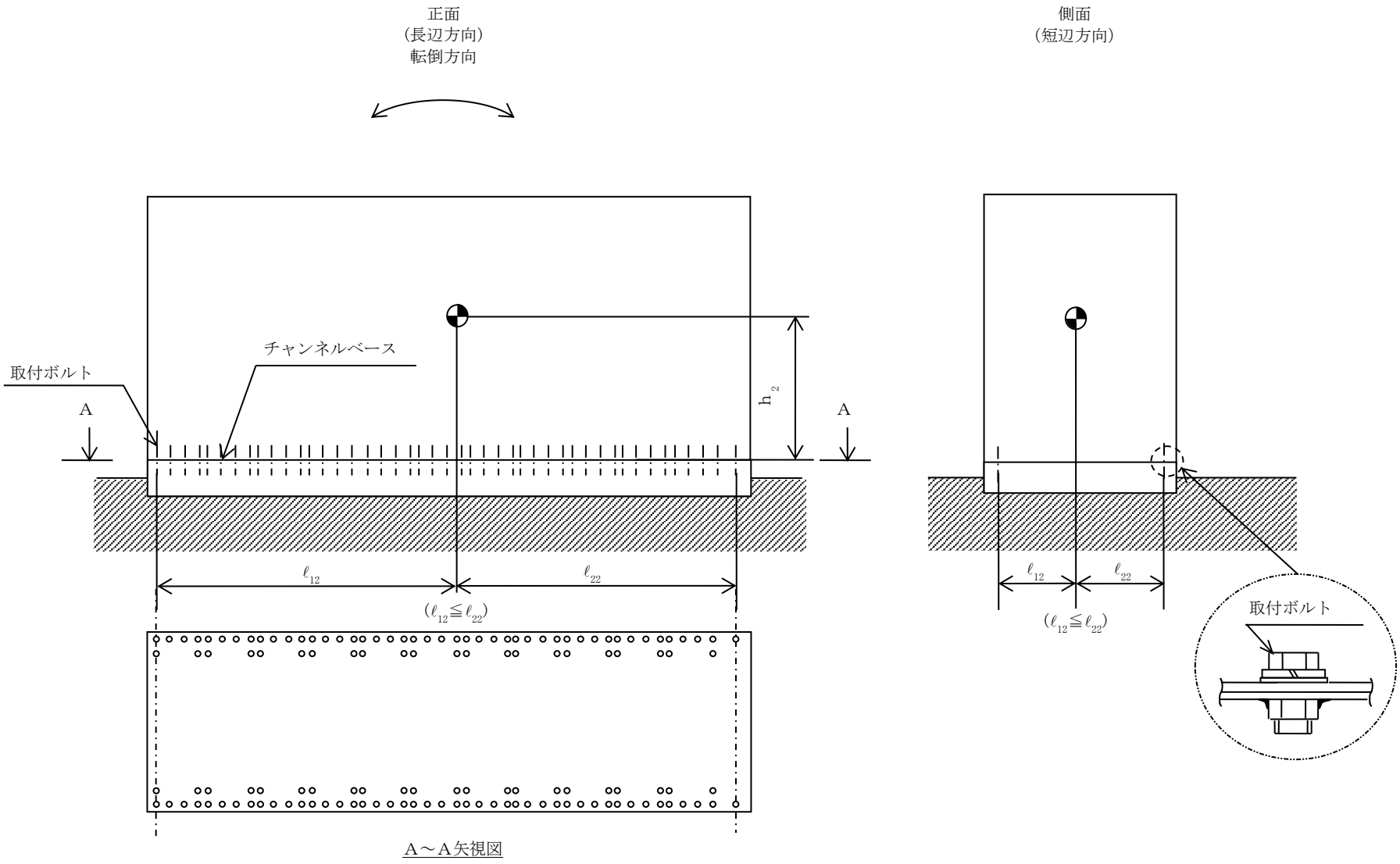
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-1-2	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

A～A矢視図

【モータコントロールセンタ 7D-1-3 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-1-3	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.65	C_V＝0.64	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	146	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	305	305	49	235	280	短辺方向	長辺方向
	3610	3820	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝7	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝25	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

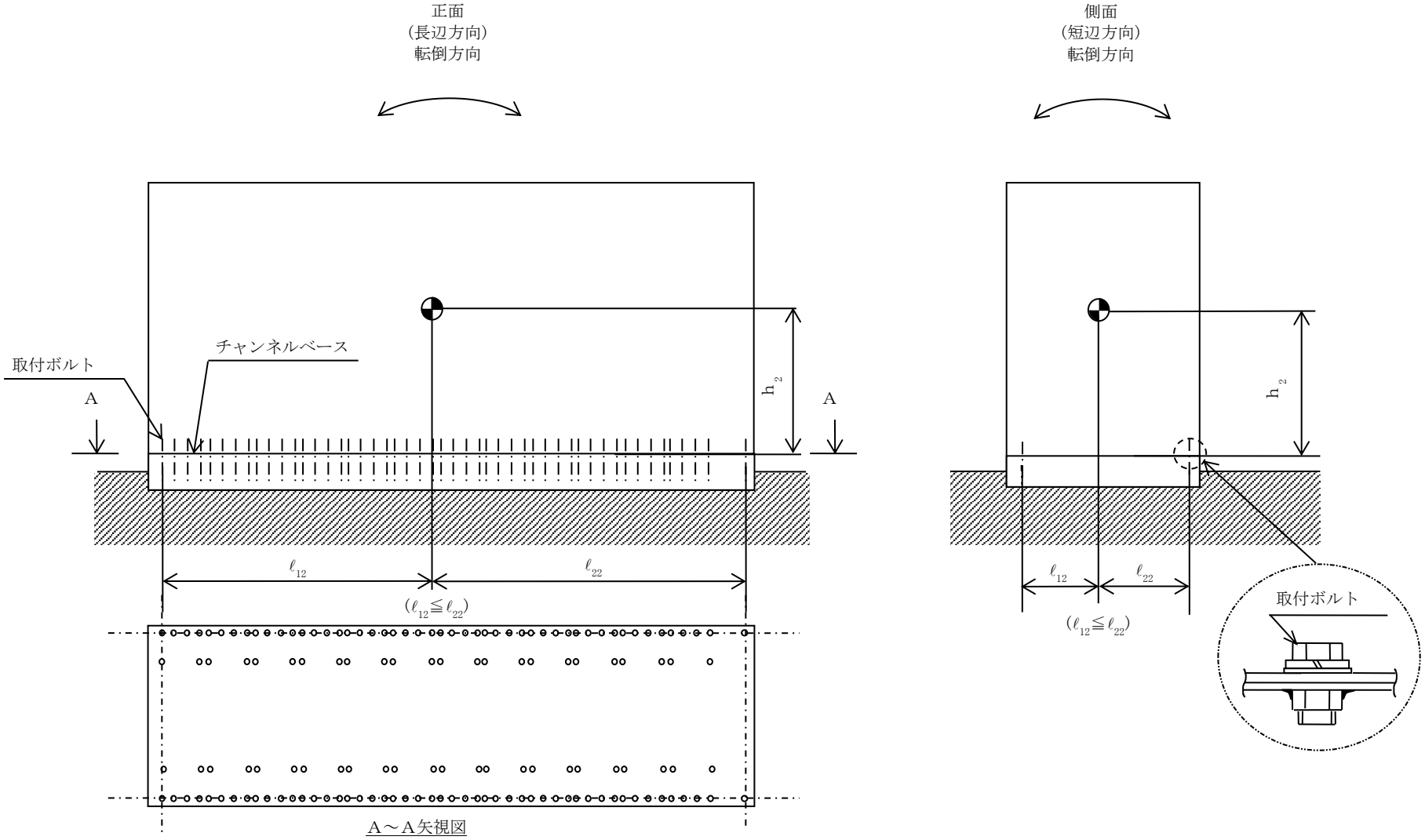
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-1-3	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h2
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A矢視図

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-1-3	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8＊	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.27	C_V＝1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	146	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}＊ (mm)	ℓ_{2i}＊ (mm)	n_{fi}＊	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	305	305	49	—	274	—	長辺方向
	3610	3820	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝25	f_{ts2}＝205*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

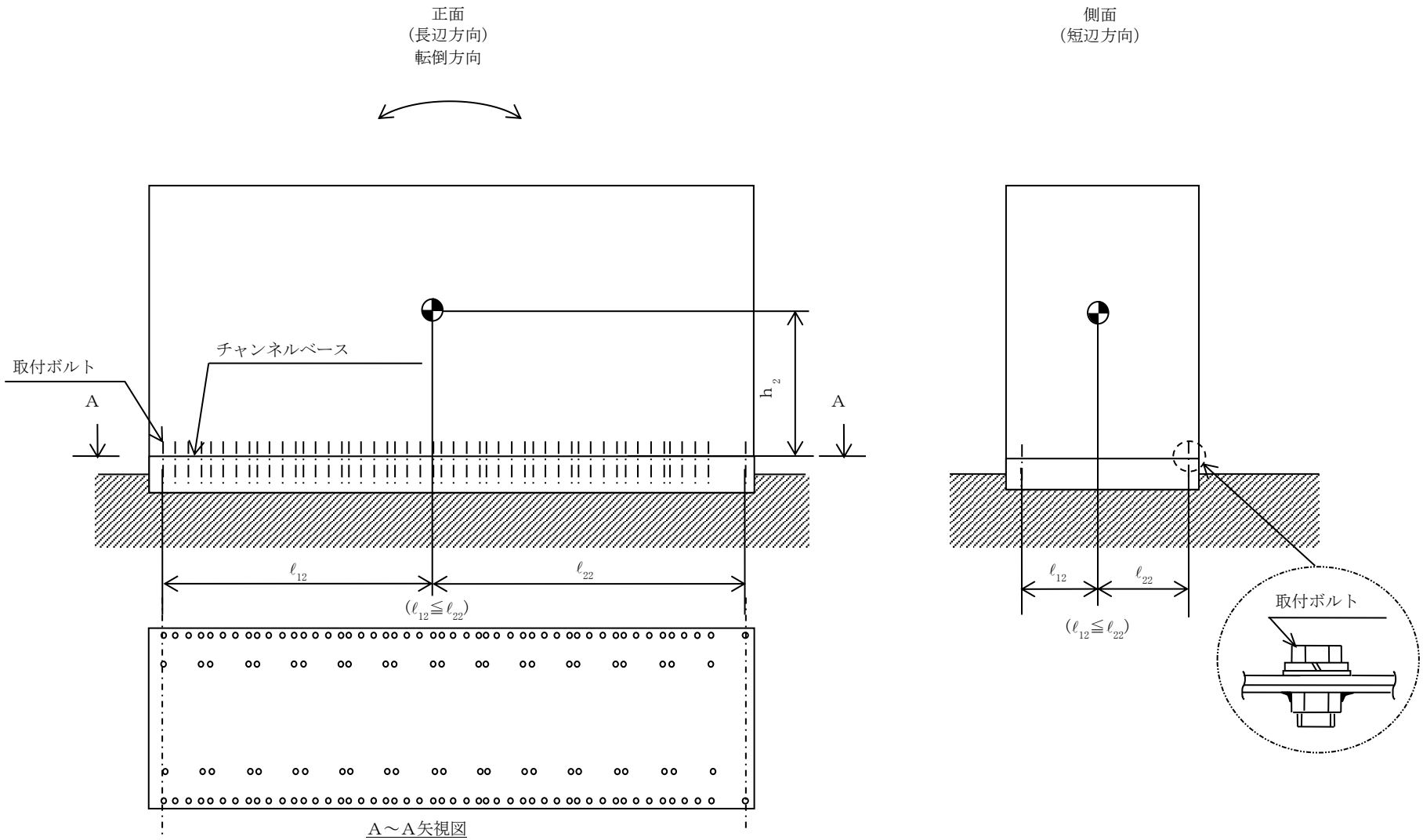
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-1-3	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
取付ボルト
チャンネルベース
A
A
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A矢視図

【モータコントロールセンタ 7D-1-4 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-1-4	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 23.5*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.78	C_V＝0.71	C_H＝1.51	C_V＝1.38	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	86	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	29	235	280	短辺方向	長辺方向
	2110	2320	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝8	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝25	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

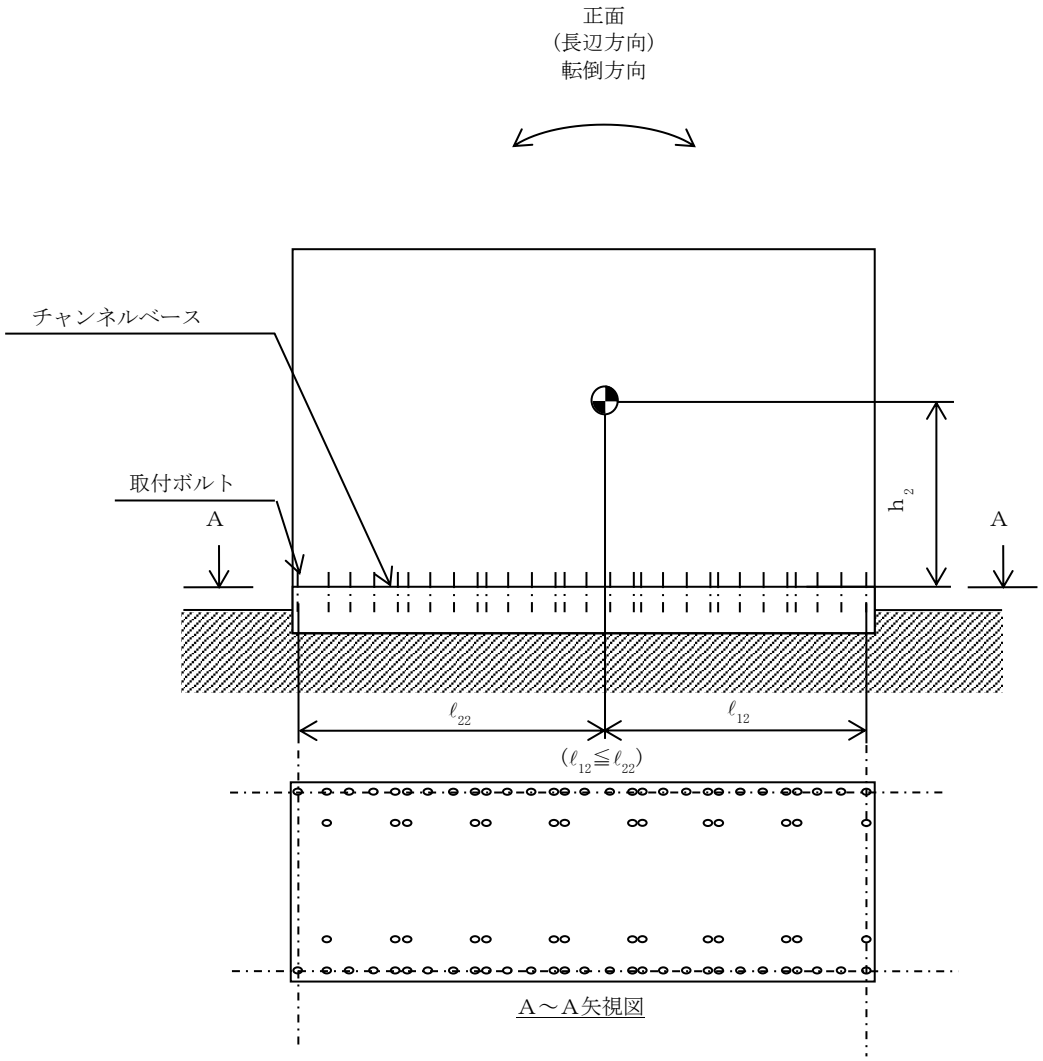
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

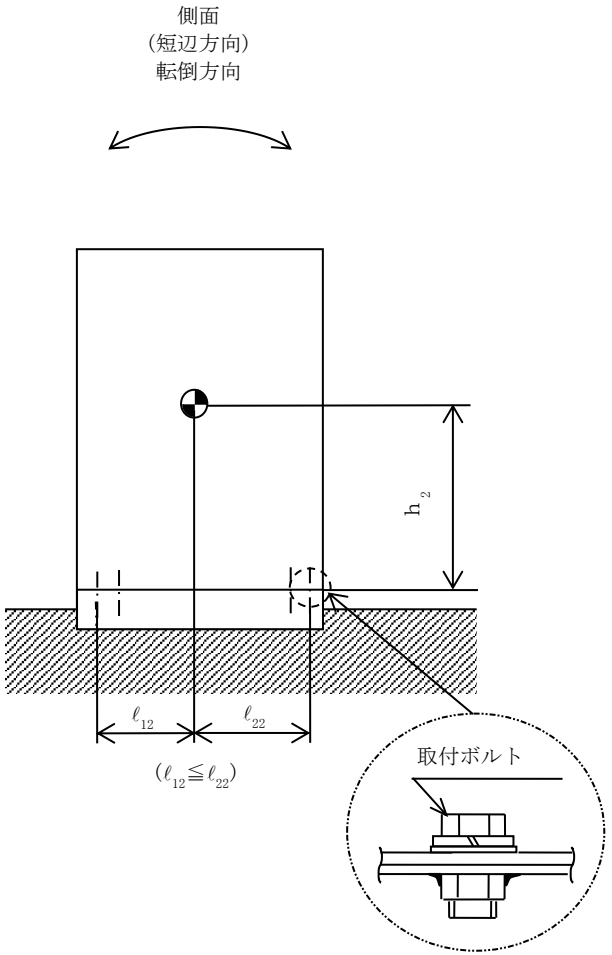
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-1-4	水平方向	1.27	
	鉛直方向	1.15	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-1-4	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 23.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.51	C_V＝1.38	50

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)		1200	16 (M16)	201.1	86	231 (16mm＜径≦40mm)	394 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	29	—	276	—	長辺方向
	2110	2320	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝25	f_{ts2}＝207*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝159

すべて許容応力以下である。

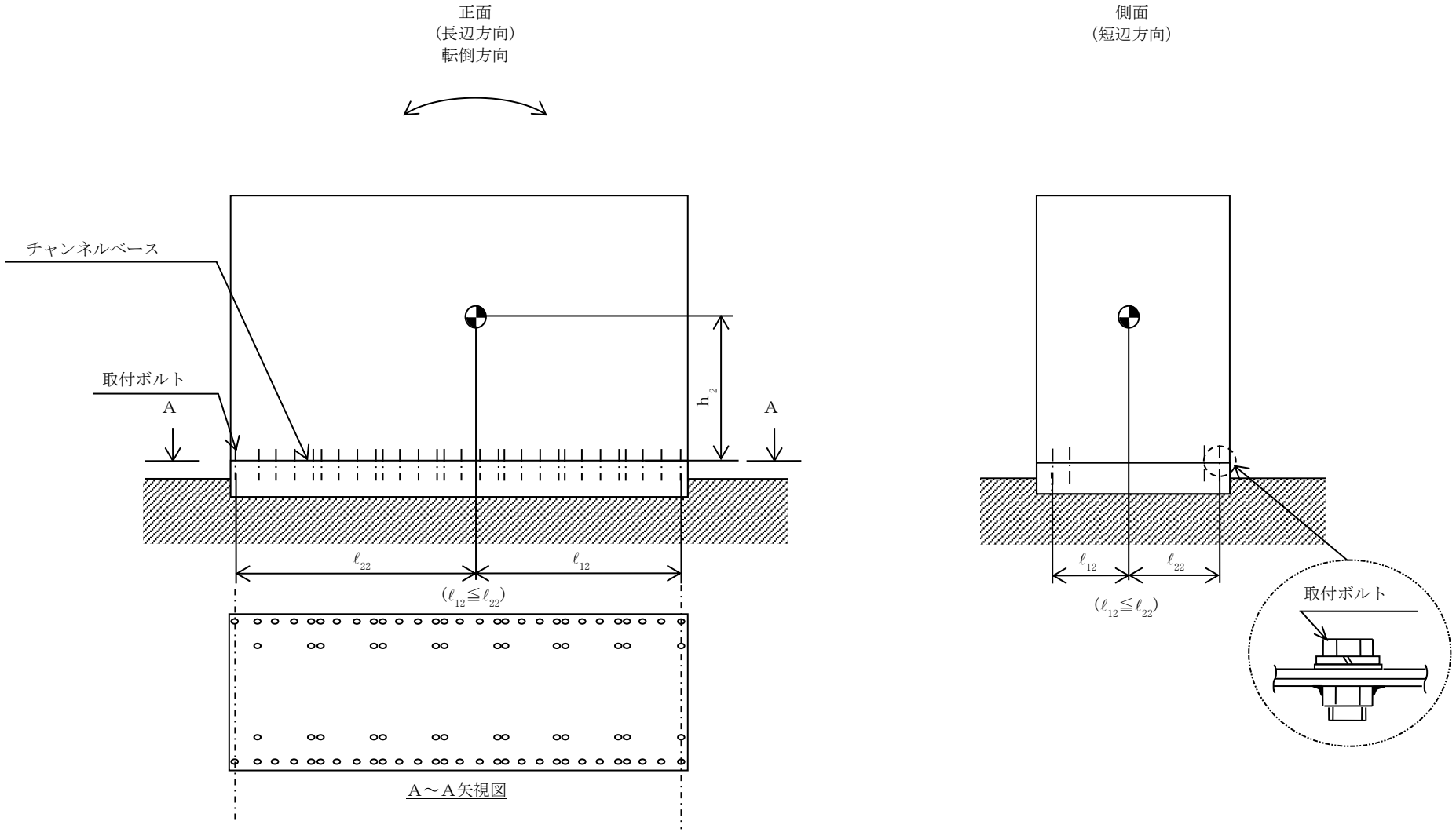
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-1-4	水平方向	1.27	[redacted]
	鉛直方向	1.15	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
A～A矢視図
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

【モータコントロールセンタ 7D-1-6 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-1-6	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.82	C_V＝0.68	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	74	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	25	235	280	短辺方向	長辺方向
	1810	2020	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝8	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝27	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝4	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

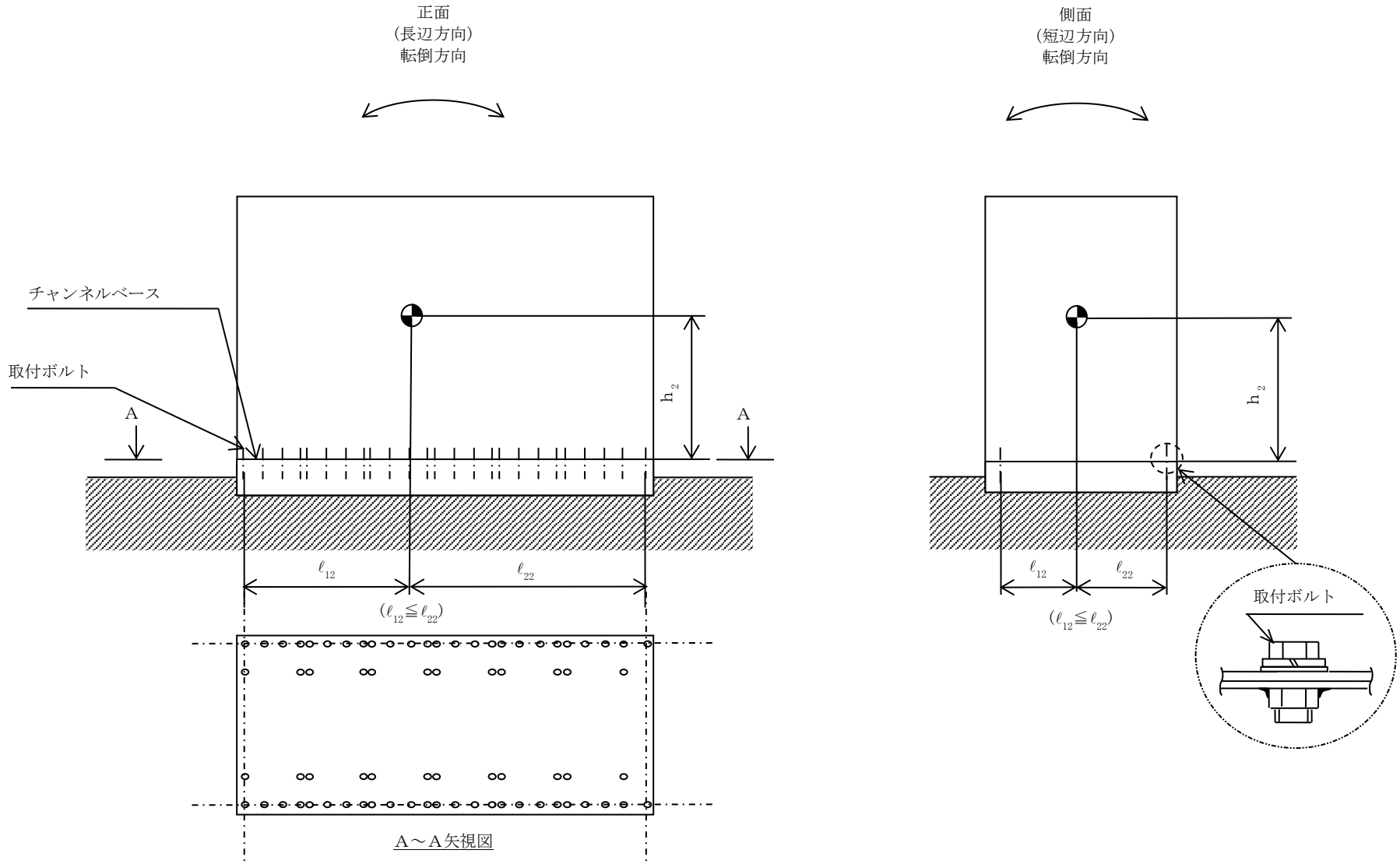
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-1-6	水平方向	1.55	
	鉛直方向	1.11	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
A～A矢視図
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-1-6	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	74	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	25	—	274	—	長辺方向
	1810	2020	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	$\sigma_{b2}=27$	$f_{ts2}=205$*
		せん断	―	―	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=158$

すべて許容応力以下である。

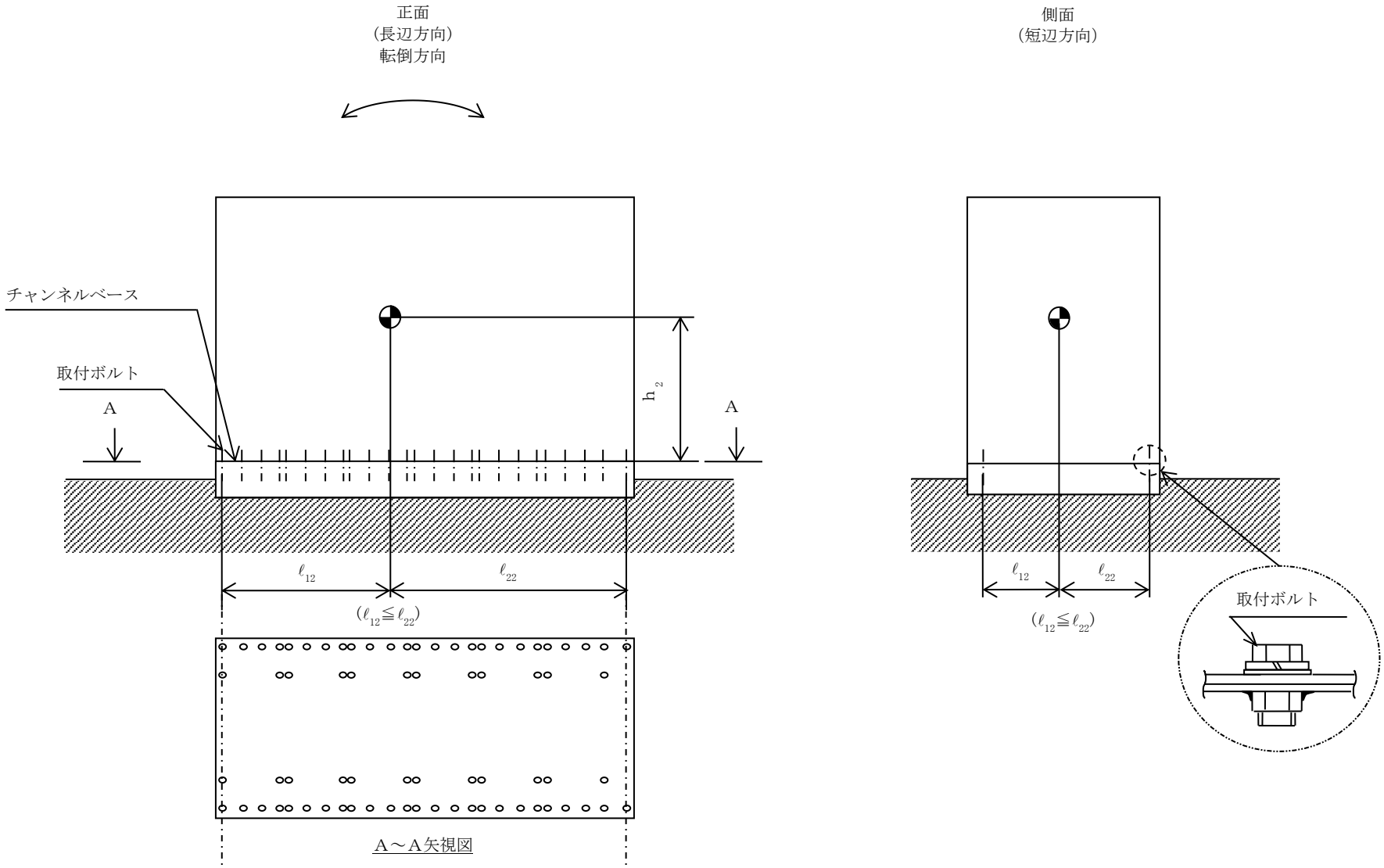
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-1-6	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

A～A矢視図

【モータコントロールセンタ 7D-1-7 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-1-7	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	C_H=0.82	C_V=0.68	C_H=1.86	C_V=1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)		1200	16 (M16)	201.1	50	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*		F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	305	305	17		235	280	長辺方向	
	1210	1420	Sd:2	Ss:4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝11	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝24	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝4	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

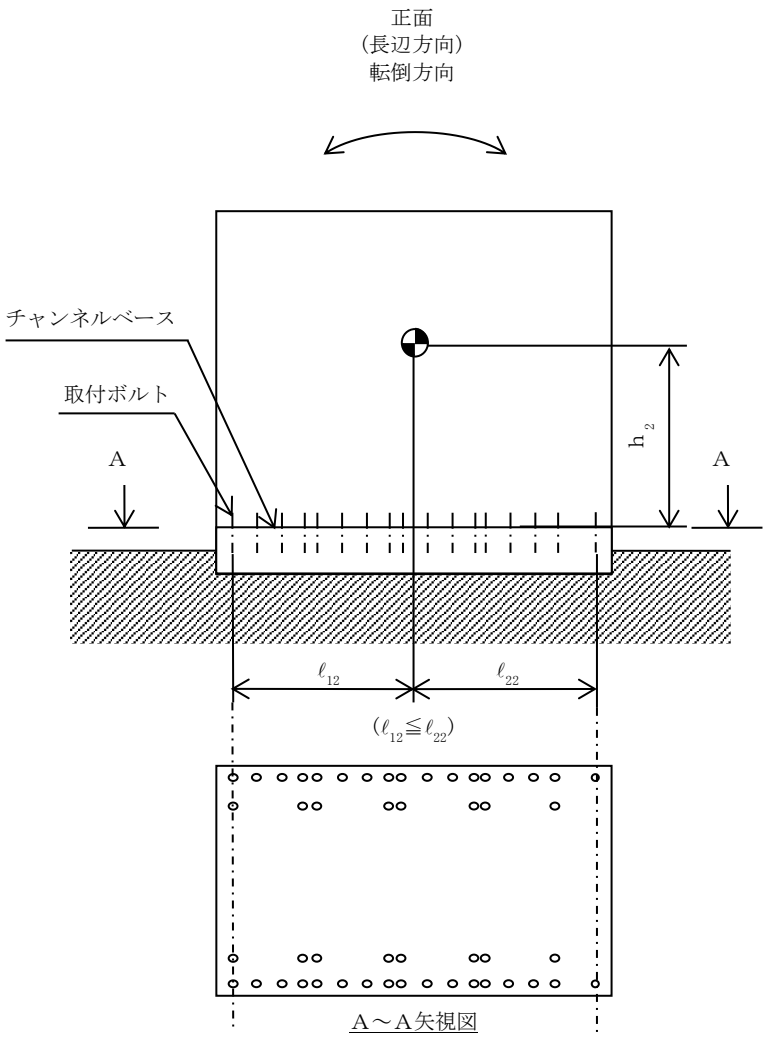
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

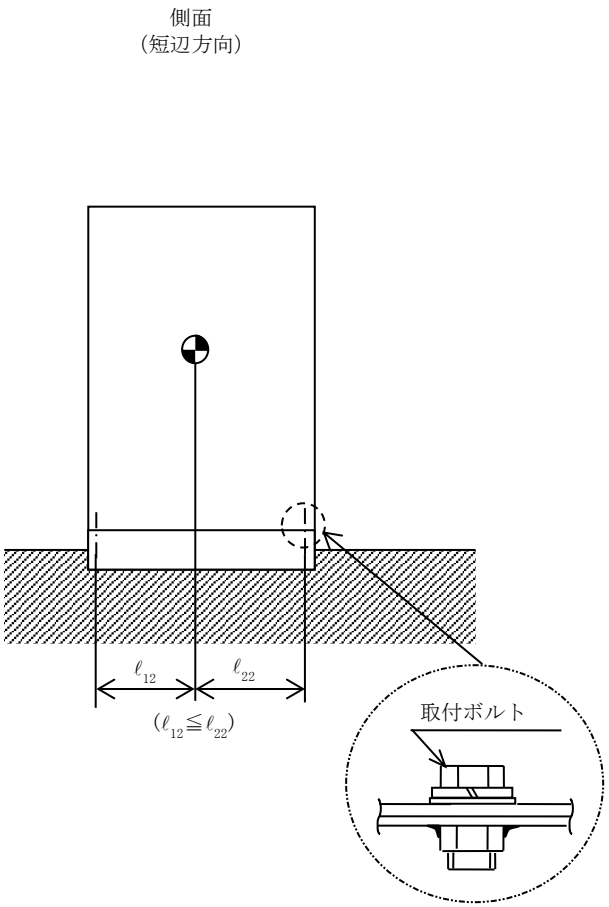
1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-1-7	水平方向	1.55	
	鉛直方向	1.11	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
A～A矢視図


側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-1-7	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H=1.86	C_V=1.33	55

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	50	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	305	305	17	—	274	—	長辺方向
	1210	1420	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝24	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝4	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

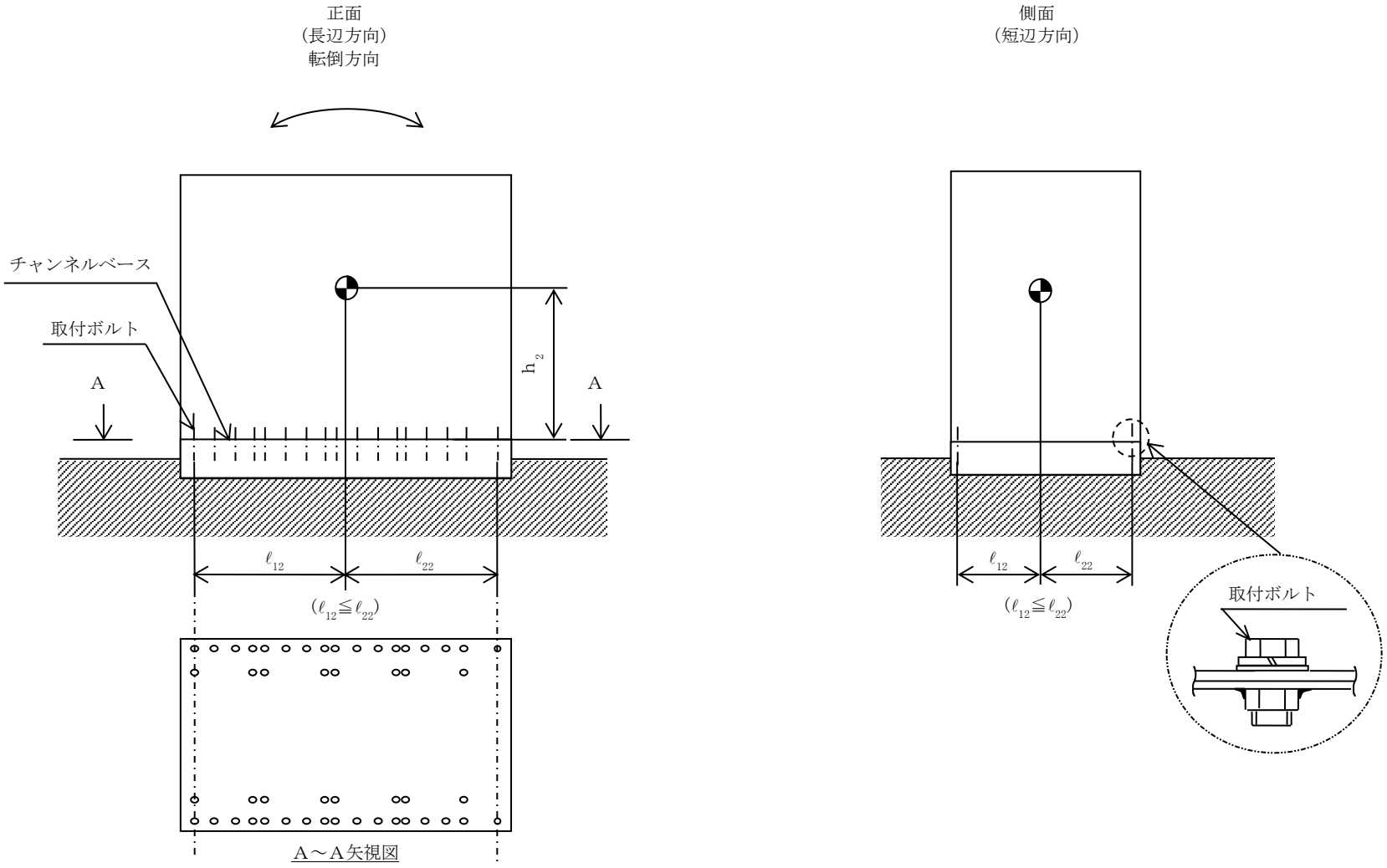
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-1-7	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
A～A矢視図
側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

【モータコントロールセンタ 7E-1-1A 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7E-1-1A	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.65	C_V＝0.64	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	76	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	305	305	26	235	280	短辺方向	長辺方向
	2065	2065	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝6	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝37	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

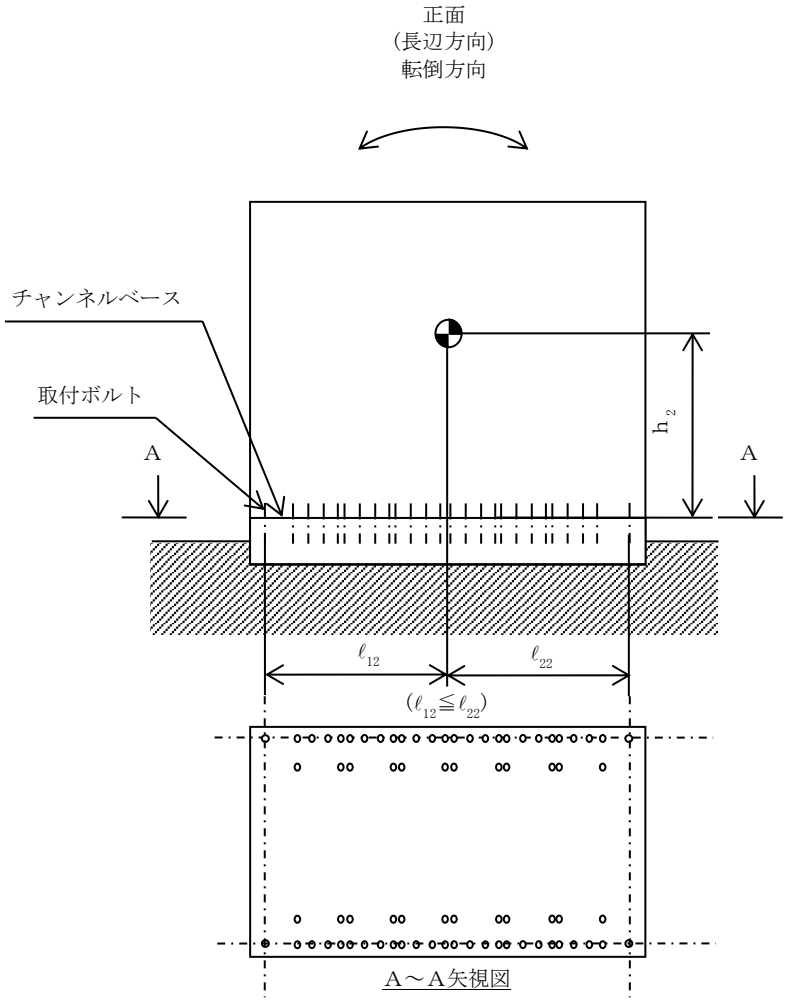
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

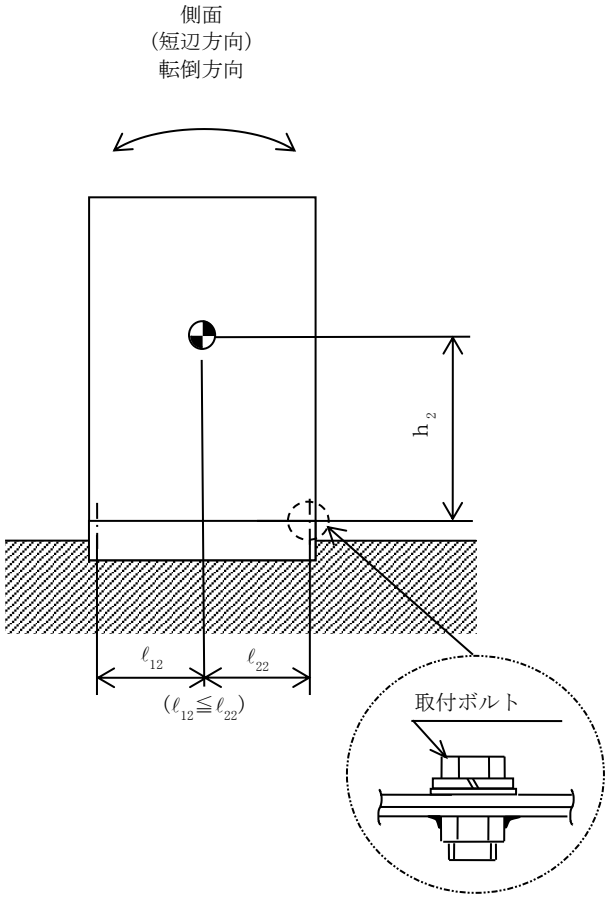
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7E-1-1A	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7E-1-1A	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05以下	0.05以下	—	—	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	76	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	305	305	26	—	280	—	長辺方向
	2065	2065	2				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝37	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

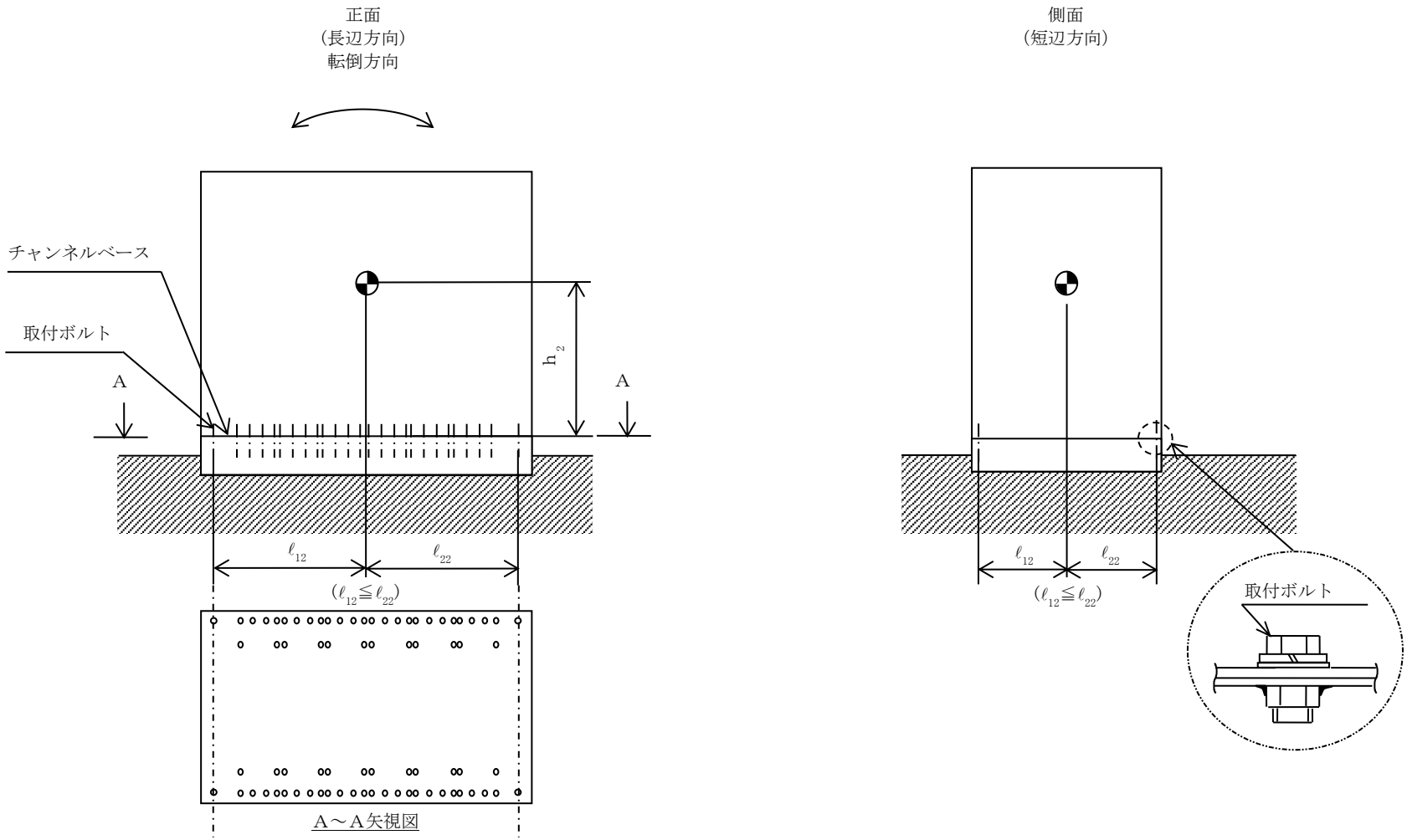
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7E-1-1A	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
A～A矢視図
側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

【モータコントロールセンタ 7E-1-1B 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロール センタ 7E-1-1B	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.65	C_V＝0.64	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト （ｉ＝2）	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	86	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動 Ｓｓ
取付ボルト （ｉ＝2）	305	305	29	235	280	短辺方向	長辺方向
	2110	2320	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝6	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝20	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

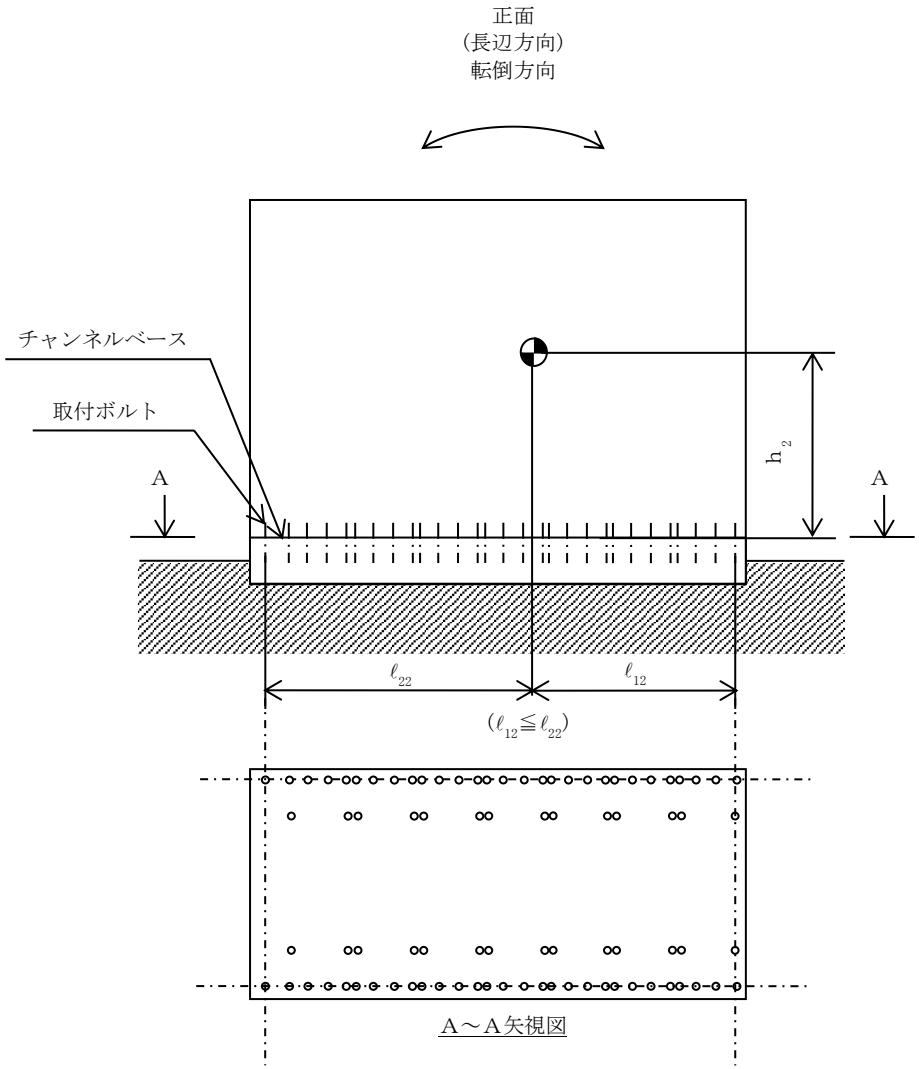
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

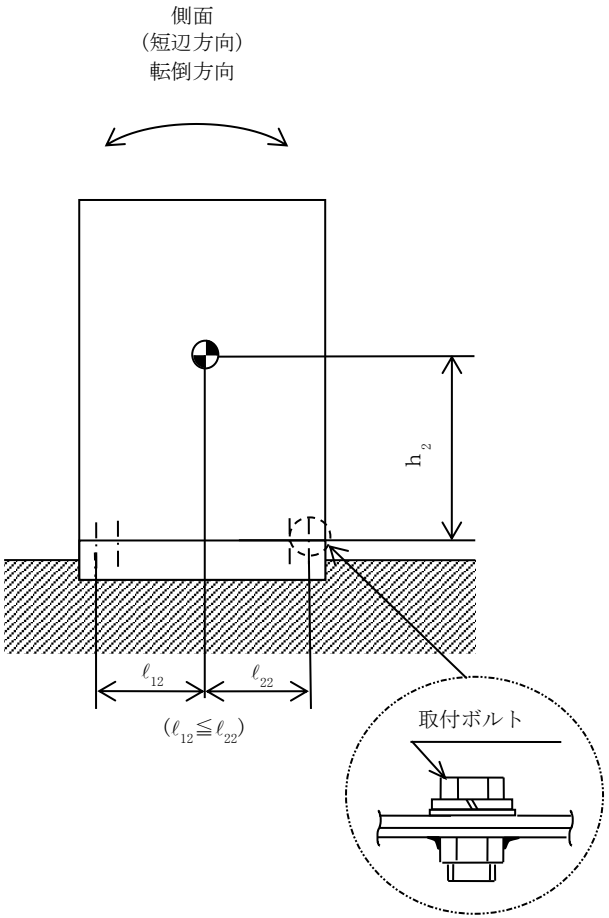
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7E-1-1B	水平方向	1.06	
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
転倒方向
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7E-1-1B	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	0.05以下	0.05以下	—	—	C_H=1.27	C_V=1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	86	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	305	305	29	—	280	—	長辺方向
	2110	2320	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	$\sigma_{b2}=20$	$f_{ts2}=210^{*}$
		せん断	―	―	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

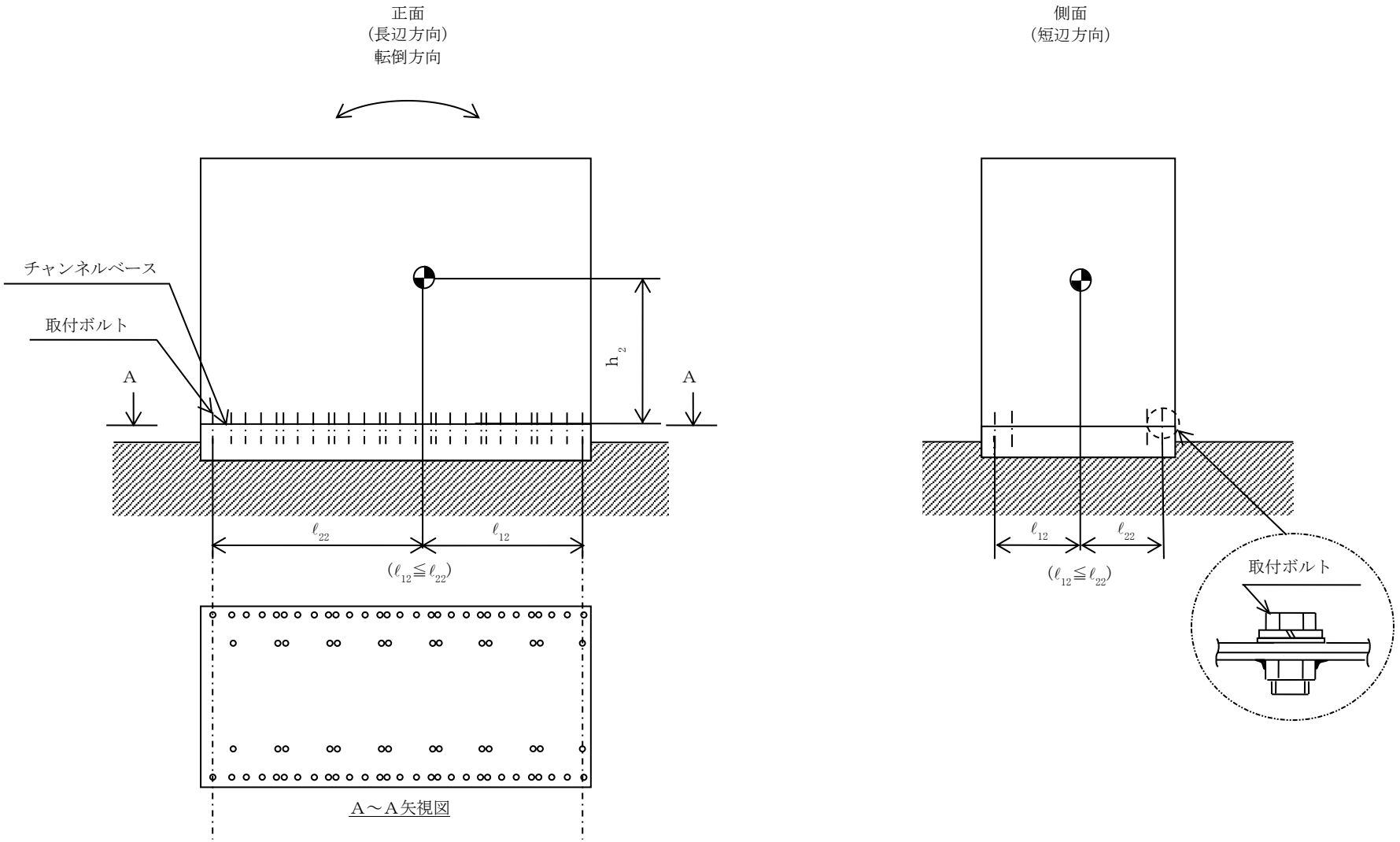
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

		機能維持評価用加速度＊	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7E-1-1B	水平方向	1.06	[redacted]
	鉛直方向	1.08	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
A～A矢視図
側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

【モータコントロールセンタ 7E-1-2 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7E-1-2	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 23.5*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.78	C_V＝0.71	C_H＝1.51	C_V＝1.38	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	98	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	33	235	280	短辺方向	長辺方向
	2410	2620	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝8	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝26	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

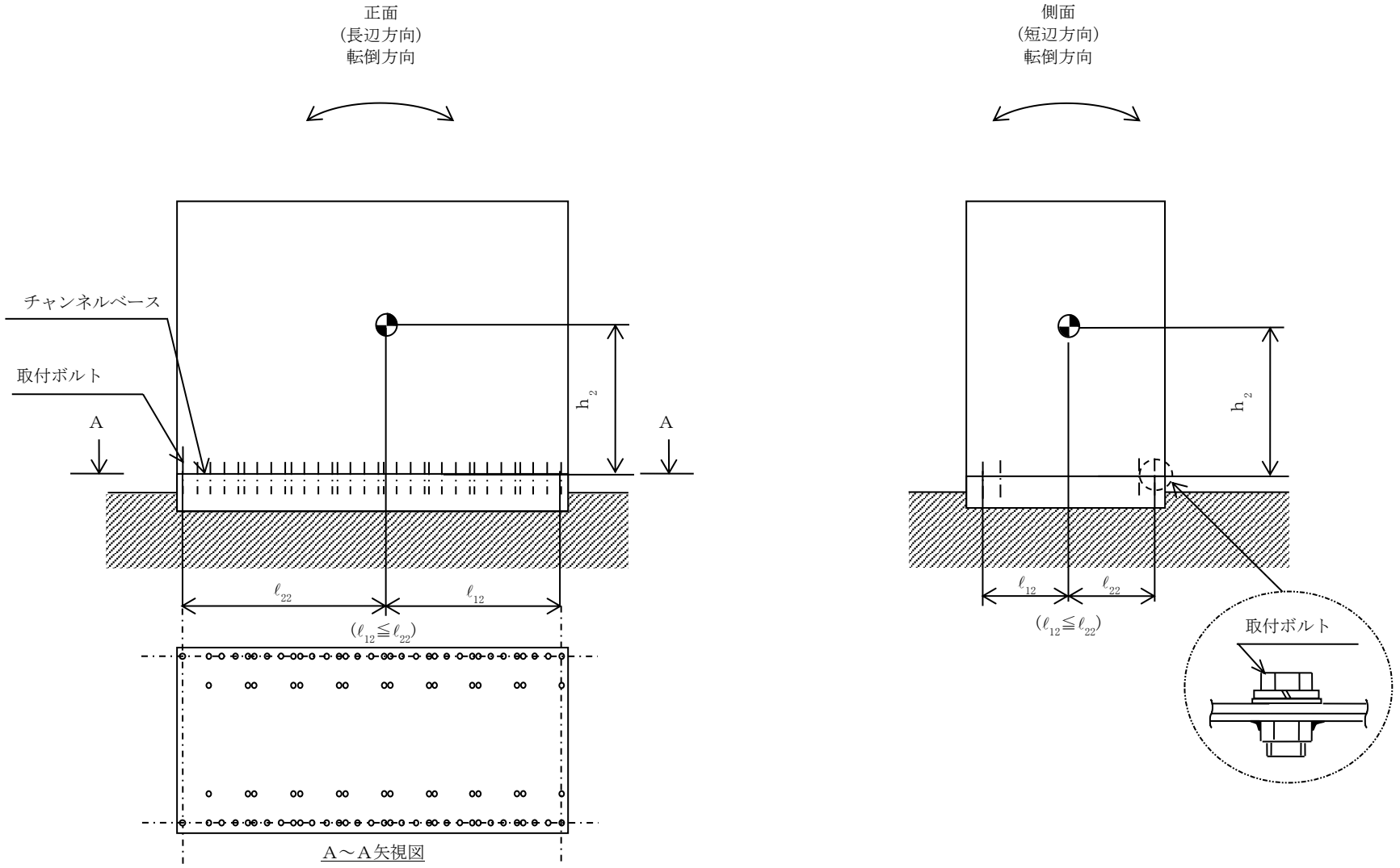
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7E-1-2	水平方向	1.27	
	鉛直方向	1.15	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
A～A矢視図
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7E-1-2	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 23.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H=1.51	C_V=1.38	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	98	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	33	—	280	—	長辺方向
	2410	2620	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝26	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

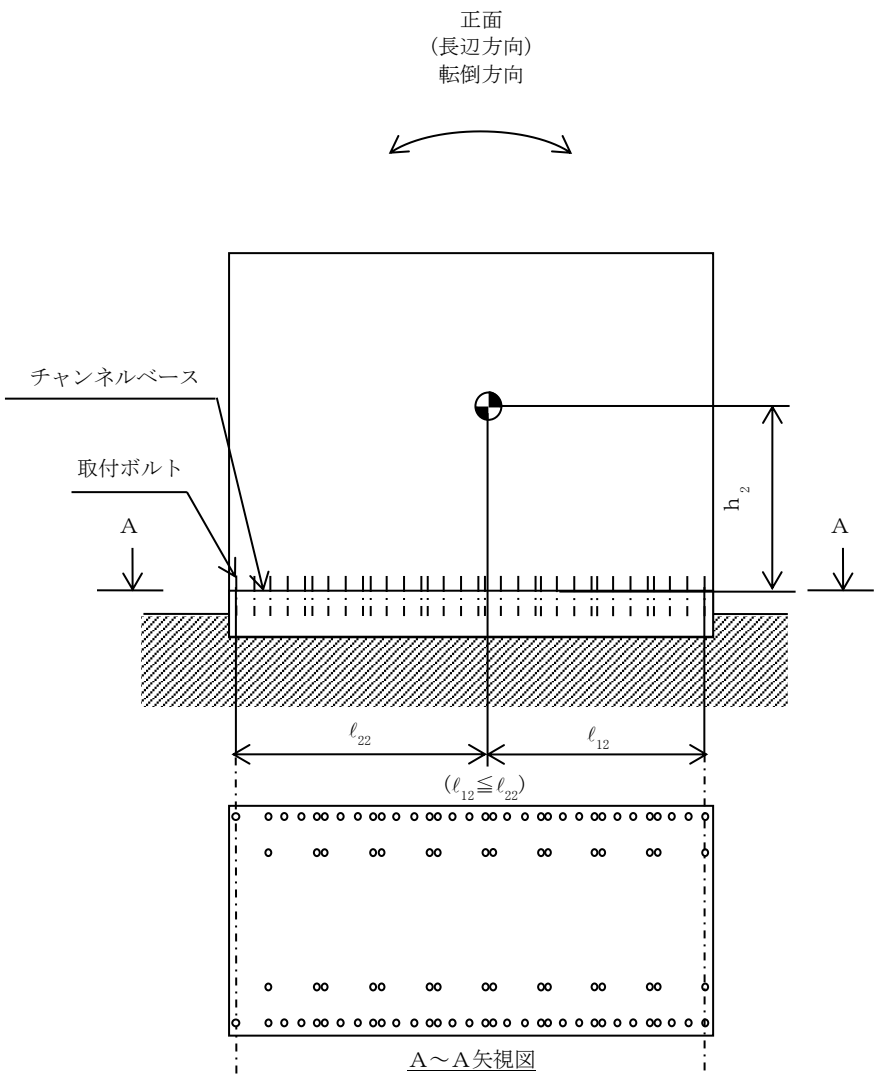
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

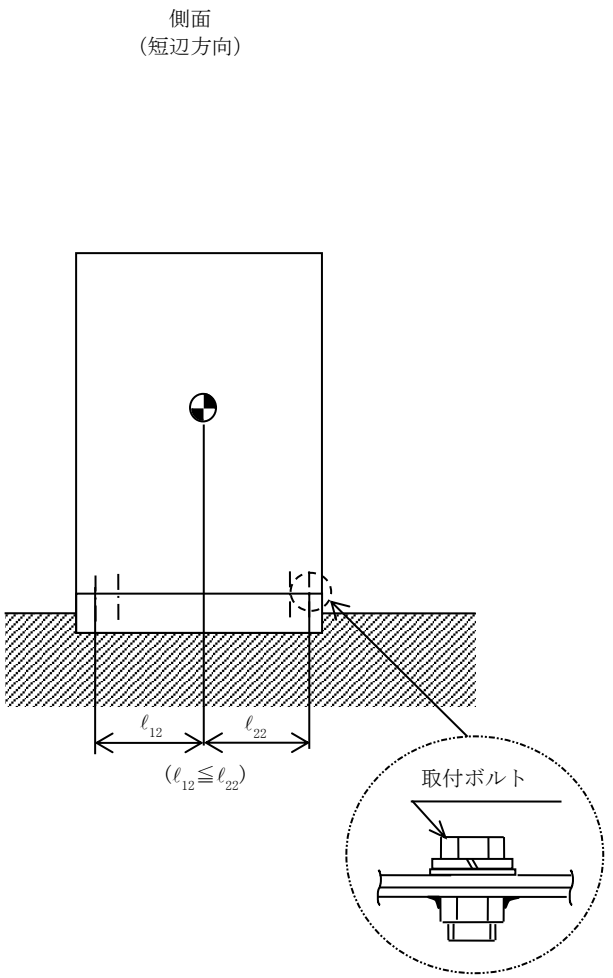
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7E-1-2	水平方向	1.27	[redacted]
	鉛直方向	1.15	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{22}
ℓ_{12}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

【モータコントロールセンタ 7E-1-3 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7E-1-3	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.82	C_V＝0.68	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	74	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	25	235	280	短辺方向	長辺方向
	1810	2020	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝8	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝27	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝4	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

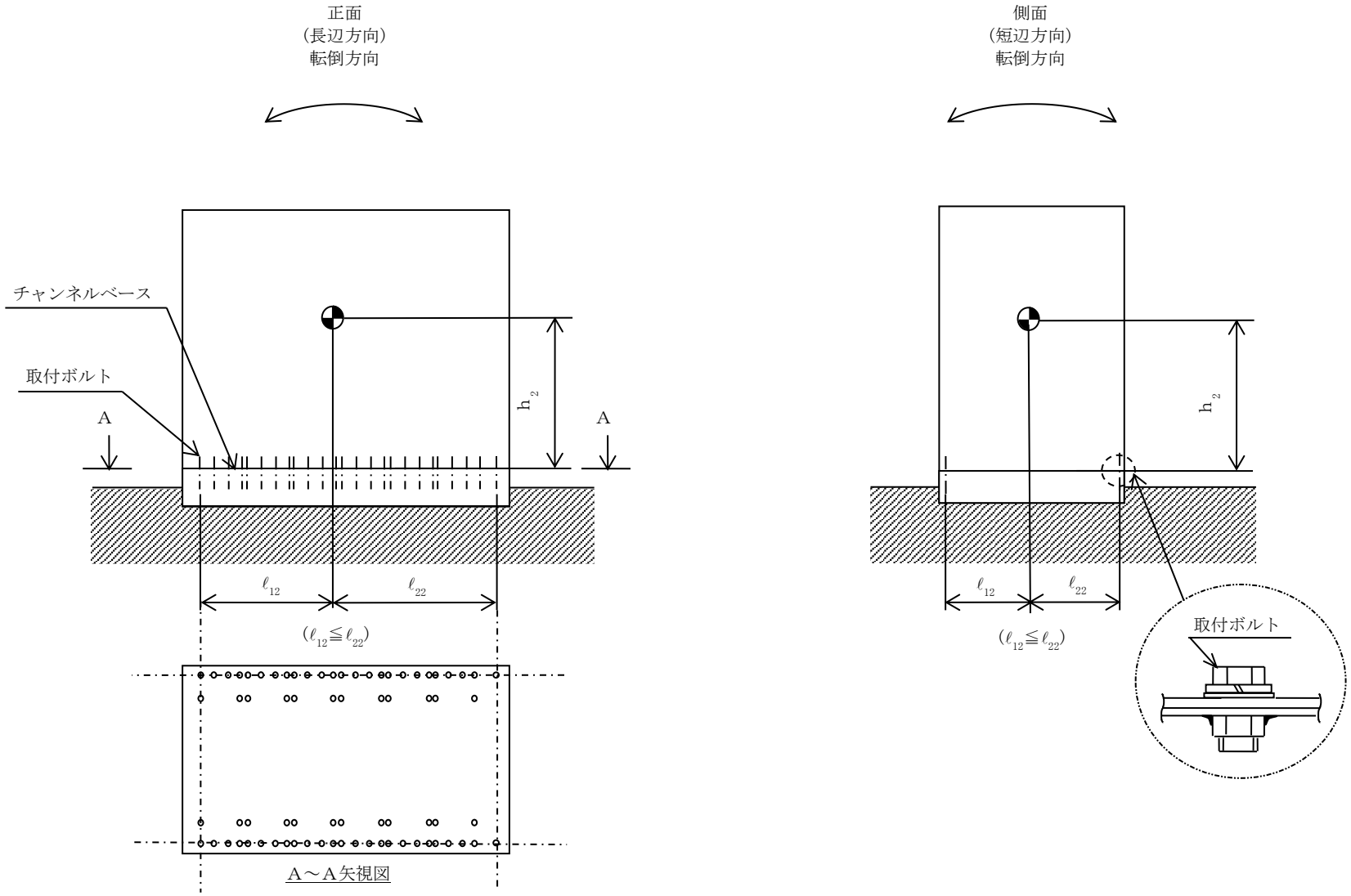
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7E-1-3	水平方向	1.55	
	鉛直方向	1.11	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
A～A矢視図
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7E-1-3	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	74	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	305	305	25	—	280	—	長辺方向
	1810	2020	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	$\sigma_{b2}=27$	$f_{ts2}=210^{*}$
		せん断	―	―	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

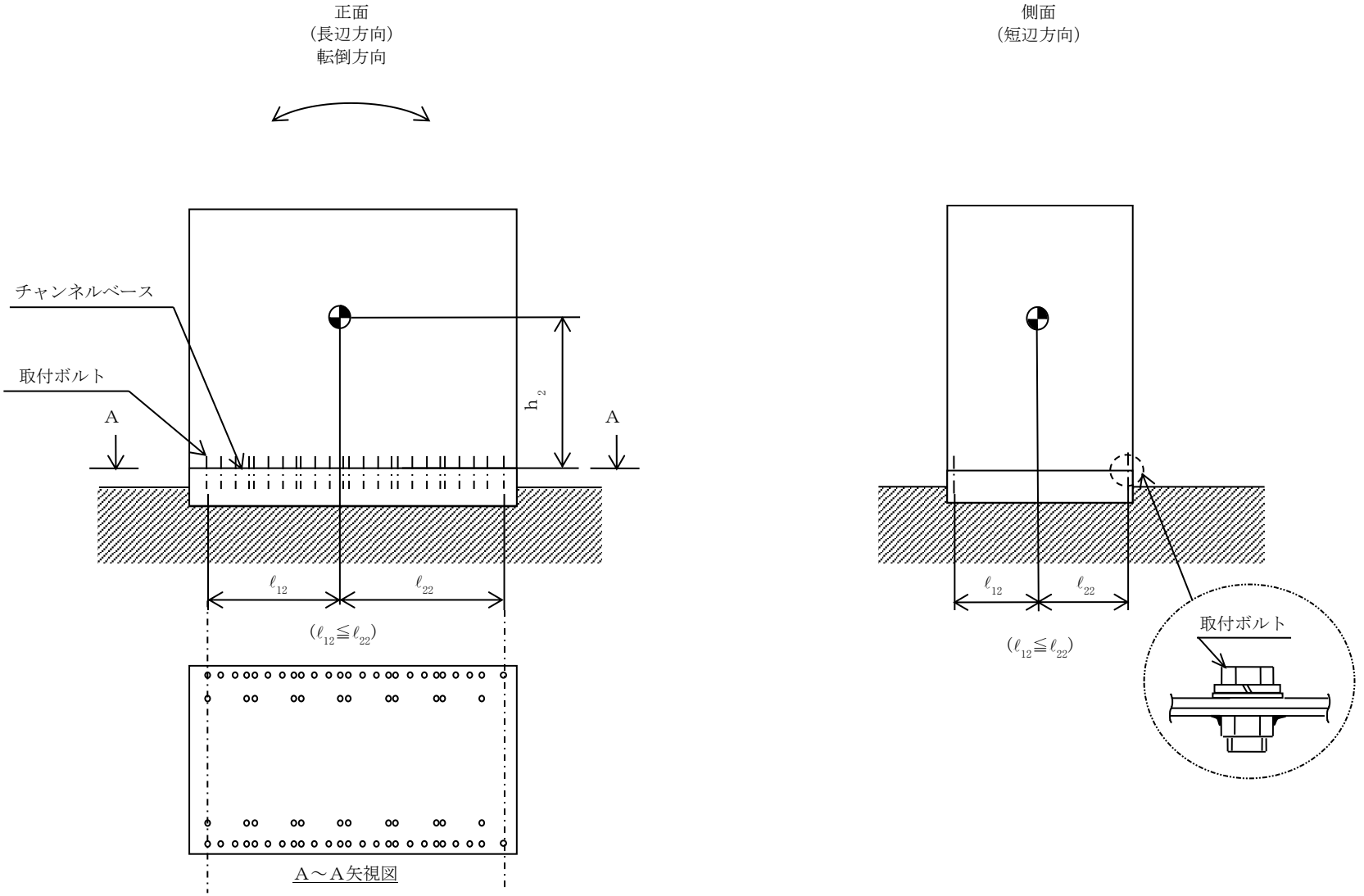
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

		機能維持評価用加速度＊	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7E-1-3	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
A～A矢視図
側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

【モータコントロールセンタ 7C-2-1 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-2-1	S	タービン建屋 T.M.S.L.12.3*	[redacted]	0.05 以下	C_H=0.85	C_V=0.63	C_H=1.60	C_V=1.23	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	ｍｉ (kg)	ｈｉ (mm)	ｄｉ (mm)	A_{bi} (mm^2)	ｎｉ	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]		20 (M20)	314.2	30	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i} *2 (mm)	ℓ_{2i} *2 (mm)	n_{fi} *2	Ｆｉ (MPa)	Ｆｉ* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]		9	235	280	短辺方向	長辺方向
	[redacted]		2				

注記＊1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

＊2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝13	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝30	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

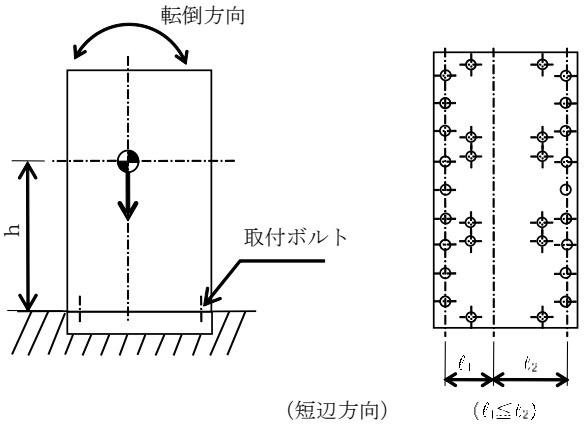
注記＊：$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{to}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

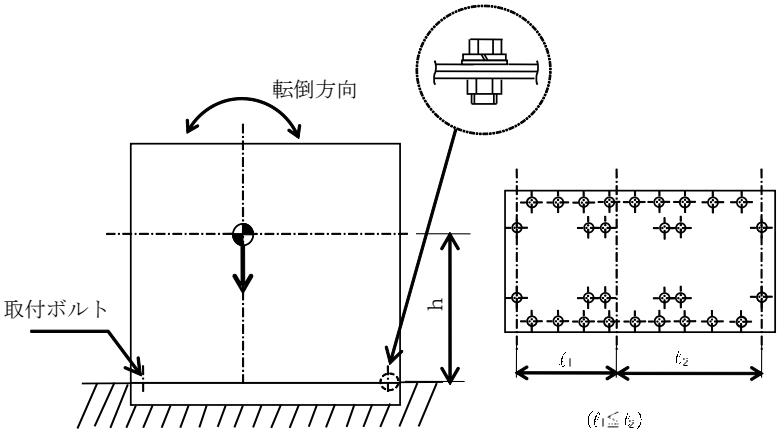
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-2-1	水平方向	1.33	
	鉛直方向	1.02	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



（短辺方向）　（$\ell_1 \leqq \ell_2$）



（$\ell_1 \leqq \ell_2$）

（長辺方向）

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7C-2-1	常設／防止 (ＤＢ拡張) 常設／緩和 (ＤＢ拡張)	タービン建屋 T.M.S.L.12.3*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H=1.60	C_V=1.23	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i =2)	[redacted]		20 (M20)	314.2	30	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i} *2 (mm)	ℓ_{2i} *2 (mm)	n_{fi} *2	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i =2)	[redacted]		9	—	280	—	長辺方向
	[redacted]		2				

注記＊1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

＊2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝30	f_{ts2}＝210*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝ 3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

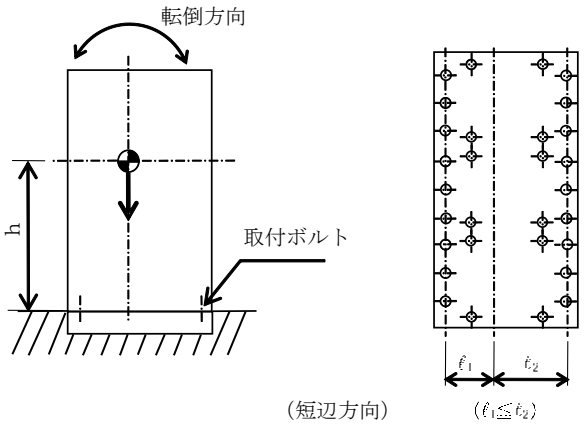
注記＊：f_{tsi} ＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・ τ_{bi}， f_{toi}]

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

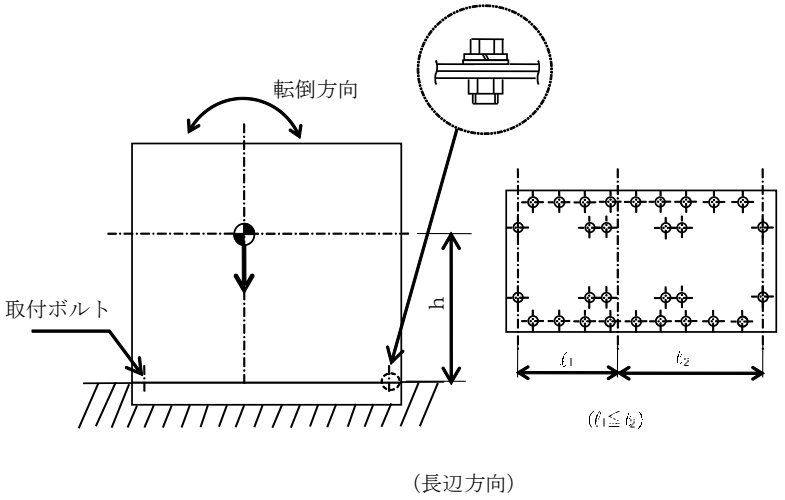
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7C-2-1	水平方向	1.33	[redacted]
	鉛直方向	1.02	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


転倒方向
h
取付ボルト
ℓ_1
ℓ_2
($\ell_1 \leqq \ell_2$)

(短辺方向)


転倒方向
取付ボルト
h
ℓ_1
ℓ_2
($\ell_1 \leqq \ell_2$)

(長辺方向)

【モータコントロールセンタ 7D-2-1 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-2-1	S	タービン建屋 T.M.S.L.4.9*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.69	C_V＝0.59	C_H＝1.47	C_V＝1.16	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i ＝2)	[redacted]		20 (M20)	314.2	30	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i} *2 (mm)	ℓ_{2i} *2 (mm)	n_{fi} *2	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i ＝2)	[redacted]		9	235	280	短辺方向	長辺方向
			2				

注記＊1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

＊2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	σ_{b2}＝11	f_{ts2}＝176*	σ_{b2}＝27	f_{ts2}＝210*
		せん断	τ_{b2}＝2	f_{sb2}＝135	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

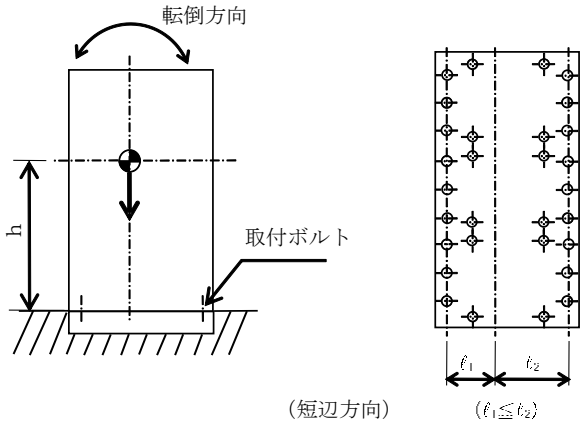
注記＊：$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{to}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

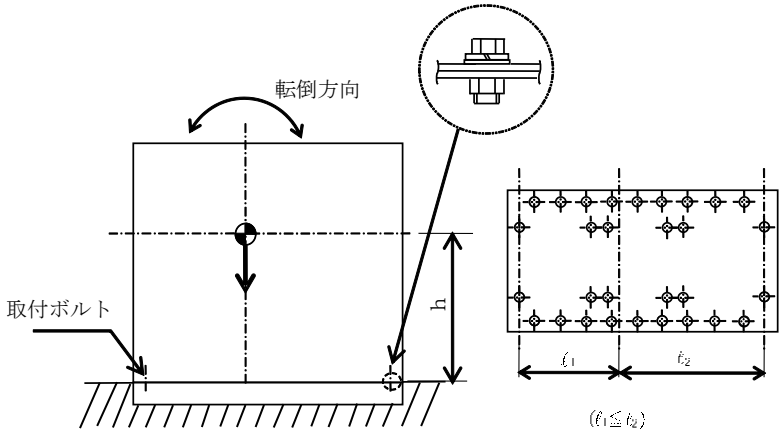
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-2-1	水平方向	1.24	
	鉛直方向	0.97	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


転倒方向
h
取付ボルト
ℓ_1
ℓ_2
($\ell_1 \leqq \ell_2$)

（短辺方向）


転倒方向
取付ボルト
h
ℓ_1
ℓ_2
($\ell_1 \leqq \ell_2$)

（長辺方向）

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7D-2-1	常設／防止 (ＤＢ拡張) 常設／緩和 (ＤＢ拡張)	タービン建屋 T.M.S.L.4.9*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.47	C_V＝1.16	40

注記＊1：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]		20 (M20)	314.2	30	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i} *2 (mm)	ℓ_{2i} *2 (mm)	n_{fi} *2	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	[redacted]		9	—	280	—	長辺方向
			2				

注記＊1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

＊2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝27	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝ 3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

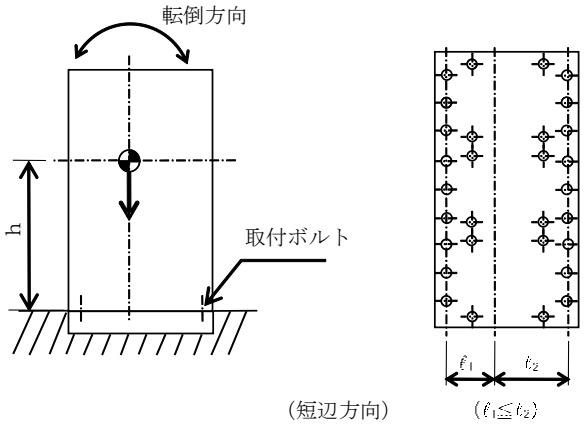
注記＊：f_{tsi} ＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・ τ_{bi}， f_{toi}]

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

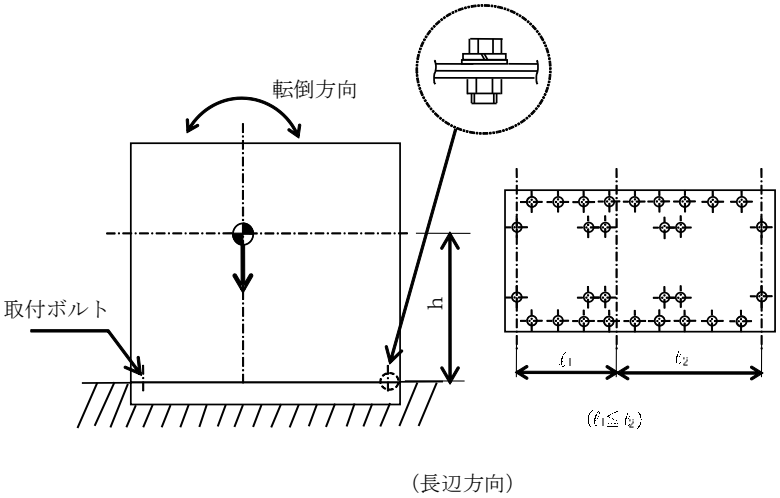
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7D-2-1	水平方向	1.24	[redacted]
	鉛直方向	0.97	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


転倒方向
h
取付ボルト
ℓ_1
ℓ_2
($\ell_1 \leqq \ell_2$)

(短辺方向)


転倒方向
取付ボルト
h
ℓ_1
ℓ_2
($\ell_1 \leqq \ell_2$)

(長辺方向)

【モータコントロールセンタ 7E-2-1 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7E-2-1	S	タービン建屋 T.M.S.L.-1.1*	0.05 以下	0.05 以下	C_H＝0.59	C_V＝0.56	C_H＝1.28	C_V＝1.12	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]		20 (M20)	314.2	30	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i} *2 (mm)	ℓ_{2i} *2 (mm)	n_{fi} *2	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	[redacted]		9	235	280	短辺方向	長辺方向
	[redacted]		2				

注記＊1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

＊2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）				

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=9$	$f_{ts2}=176^{*}$	$\sigma_{b2}=23$	$f_{ts2}=210^{*}$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

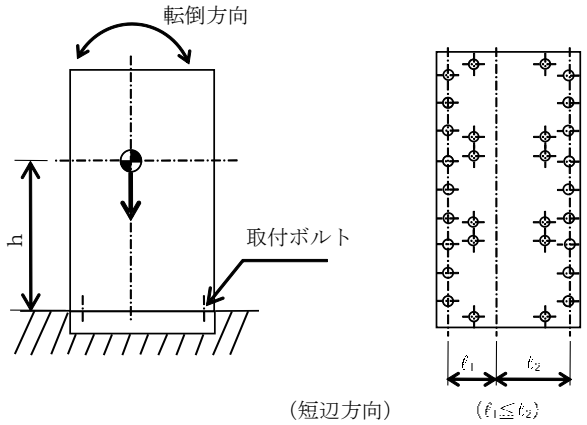
注記＊：$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{to}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

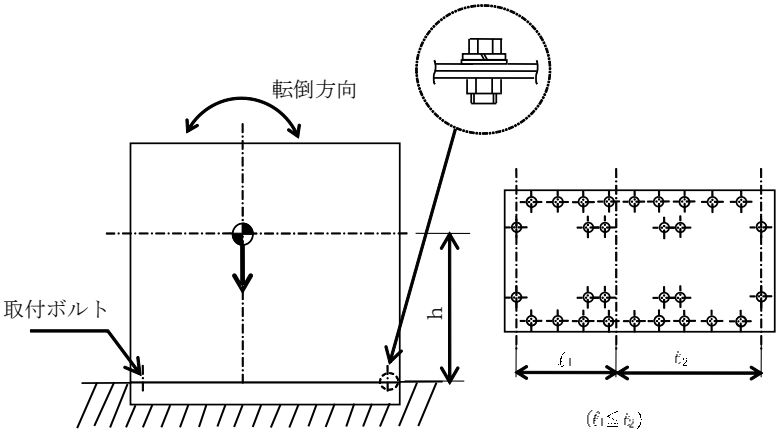
		機能維持評価用加速度＊	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7E-2-1	水平方向	1.07	
	鉛直方向	0.93	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


転倒方向
h
取付ボルト
ℓ_1
ℓ_2
($\ell_1 \leqq \ell_2$)

(短辺方向)


転倒方向
取付ボルト
h
ℓ_1
ℓ_2
($\ell_1 \leqq \ell_2$)

(長辺方向)

2. 重大事故等対処設備

2.1 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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
モータコントロールセンタ 7E-2-1	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	タービン建屋 T.M.S.L.-1.1*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.28	C_V＝1.12	40

注記＊：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト （ｉ＝2）	[redacted]		20 （M20）	314.2	30	235 （16mm＜径≦40mm）	400 （16mm＜径≦40mm）

部材	ℓ_{1i} *2 (mm)	ℓ_{2i} *2 (mm)	n_{fi} *2	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト （ｉ＝2）	[redacted]		9	—	280	—	長辺方向
			2				

注記＊1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

＊2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝23	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝3	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

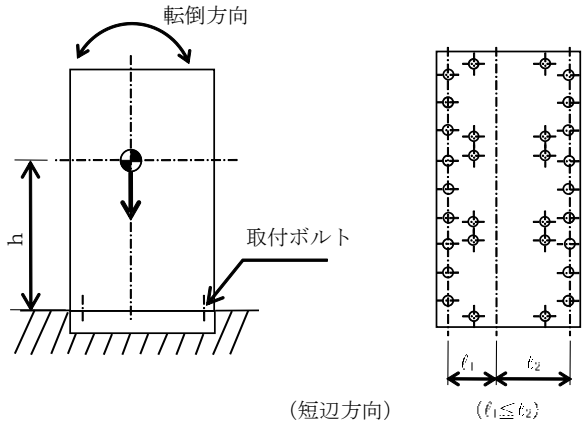
注記＊：$f_{ts}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{to}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{to}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

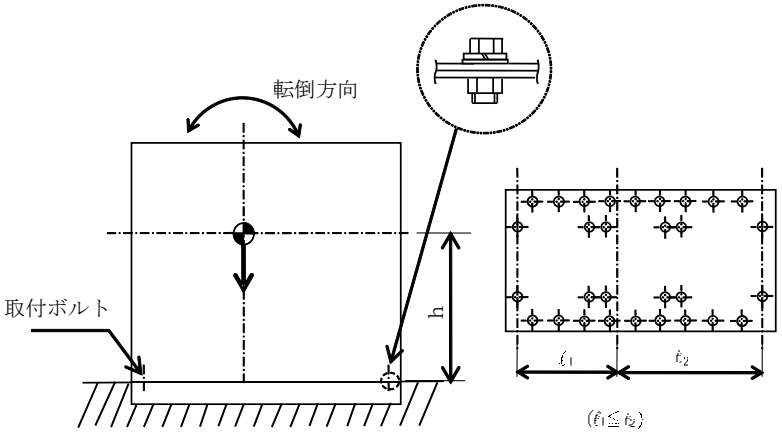
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
モータコントロールセンタ 7E-2-1	水平方向	1.07	[redacted]
	鉛直方向	0.93	

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



（短辺方向）　（$\ell_1 \leqq \ell_2$）



（$\ell_1 \leqq \ell_2$）

（長辺方向）

Ⅴ-2-10-1-4-11　動力変圧器の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，動力変圧器が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

動力変圧器は，重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお，動力変圧器は，V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤と同一評価方針及び評価方法にて耐震計算を行うため，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

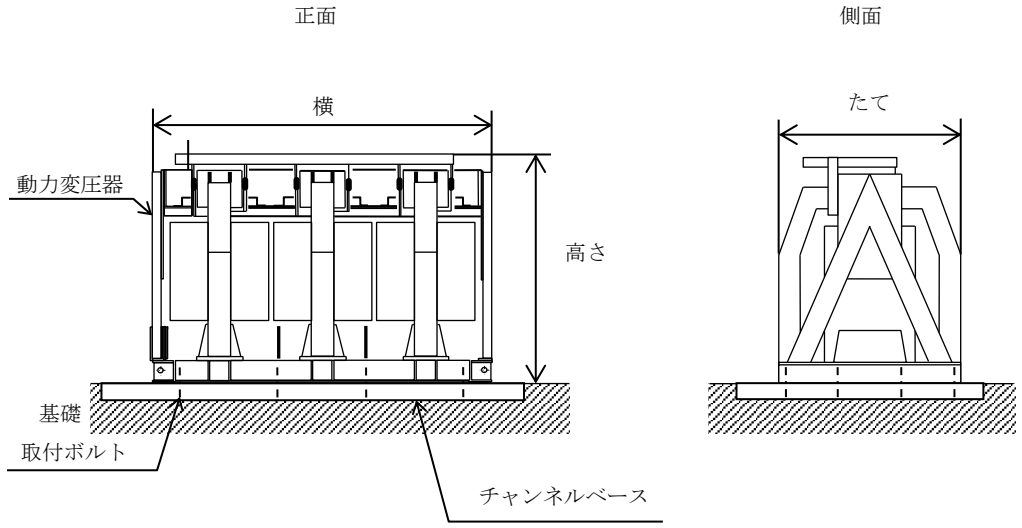
2. 一般事項

2.1 構造計画

動力変圧器の構造計画を表 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	
動力変圧器は，チャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形（変圧器）	【動力変圧器】



	動力変圧器（パワーセンタ 7C-1）	動力変圧器（パワーセンタ 7D-1）	動力変圧器（パワーセンタ 7E-1）	動力変圧器（パワーセンタ 7C-2）	動力変圧器（パワーセンタ 7D-2）	動力変圧器（パワーセンタ 7E-2）
たて	1640	1640	1640	1640	1640	1640
横	3000	3000	2700	2700	2700	2700
高さ	2100	2100	2100	2100	2100	2100

（単位：mm）

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

動力変圧器のうち動力変圧器（パワーセンタ 7C-1），動力変圧器（パワーセンタ 7D-2）の固有周期は以下のとおりである。

水平方向の固有周期は，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。試験の結果，剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ変圧器に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。

動力変圧器（パワーセンタ 7D-1），（パワーセンタ 7E-1），（パワーセンタ 7C-2），（パワーセンタ 7E-2）の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ変圧器に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

表 3－1 固有周期 （単位：s）

名称	方向	固有周期
動力変圧器（パワーセンタ 7C-1）	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
動力変圧器（パワーセンタ 7D-1）	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
動力変圧器（パワーセンタ 7E-1）	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
動力変圧器（パワーセンタ 7C-2）	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
動力変圧器（パワーセンタ 7D-2）	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
動力変圧器（パワーセンタ 7E-2）	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

動力変圧器の構造強度評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

動力変圧器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2　許容応力

動力変圧器の許容応力は，V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

動力変圧器の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【動力変圧器（パワーセンタ 7C-1）の耐震性についての計算結果】，【動力変圧器（パワーセンタ 7D-1）の耐震性についての計算結果】，【動力変圧器（パワーセンタ 7E-1）の耐震性についての計算結果】，【動力変圧器（パワーセンタ 7C-2）の耐震性についての計算結果】，【動力変圧器（パワーセンタ 7D-2）の耐震性についての計算結果】，【動力変圧器（パワーセンタ 7E-2）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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	動力変圧器	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	—*2	Ｄ＋P_D＋M_D＋Ｓｓ*3	$Ⅳ_AS$
					Ｄ＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ	V_AS（V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設／防止（ＤＢ拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張），「常設／緩和（ＤＢ拡張）」は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）を示す。

＊2：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。

＊3：「Ｄ＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	1.5・ｆｔ*	1.5・ｆｓ*
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		Ｓｙ (MPa)	Ｓｕ (MPa)	Ｓｙ（ＲＴ） (MPa)
取付ボルト*1	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
取付ボルト*2	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	55	209	391	―

注記＊1：動力変圧器（パワーセンタ 7E-1），動力変圧器（パワーセンタ 7C-2），動力変圧器（パワーセンタ 7D-2），動力変圧器（パワーセンタ 7E-2）の取付ボルトを示す。

＊2：動力変圧器（パワーセンタ 7C-1），動力変圧器（パワーセンタ 7D-1）の取付ボルトを示す。

5.　機能維持評価

5.1　電気的機能維持評価方法

動力変圧器の電気的機能維持評価について，以下に示す。

変圧器はＪＥＡＧ４６０１－1987 において「装置」に分類され，機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって，動力変圧器の機能維持評価は，支持構造物が健全であることの確認により行う。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

動力変圧器の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【動力変圧器（パワーセンタ 7C-1）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
動力変圧器 (パワーセンタ 7C-1)	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H=1.27	C_V=1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1050	24 (M24)	452.4	18	209 (40mm＜径)	391 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動 Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	700	700	4	—	251	—	短辺方向
	1400	1400	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

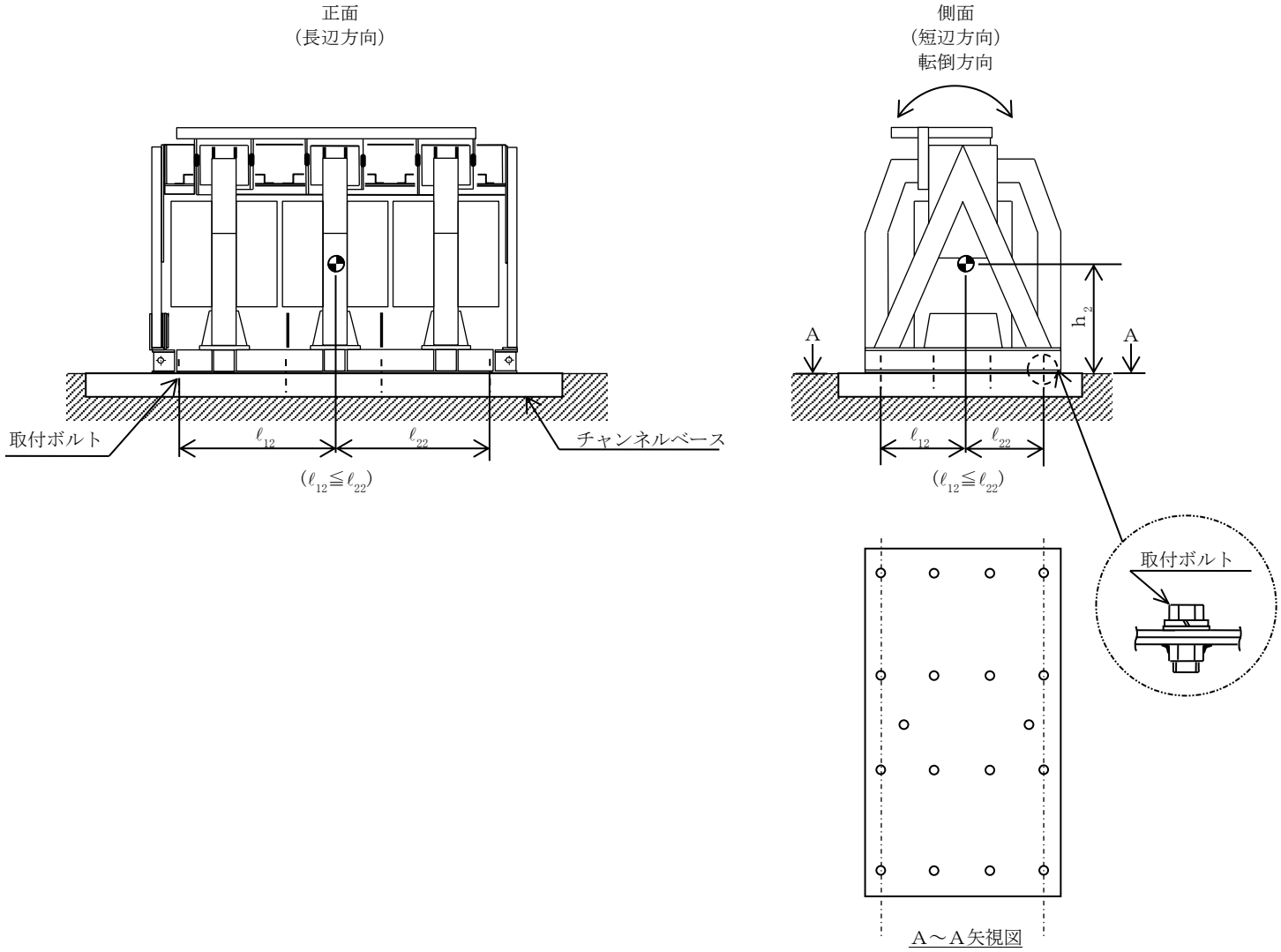
1.4 結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝81	f_{ts2}＝188*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝21	f_{sb2}＝145

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
（長辺方向）
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
チャンネルベース
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
側面
（短辺方向）
転倒方向
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト
A～A矢視図

【動力変圧器（パワーセンタ 7D-1）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
動力変圧器（パワーセンタ 7D-1）	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8＊	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.27	C_V＝1.29	55

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	1050	24 (M24)	452.4	18	209 (40mm＜径)	391 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}＊ (mm)	ℓ_{2i}＊ (mm)	n_{fi}＊	F_i (MPa)	F_i＊ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	700	700	4	—	251	—	短辺方向
	1400	1400	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

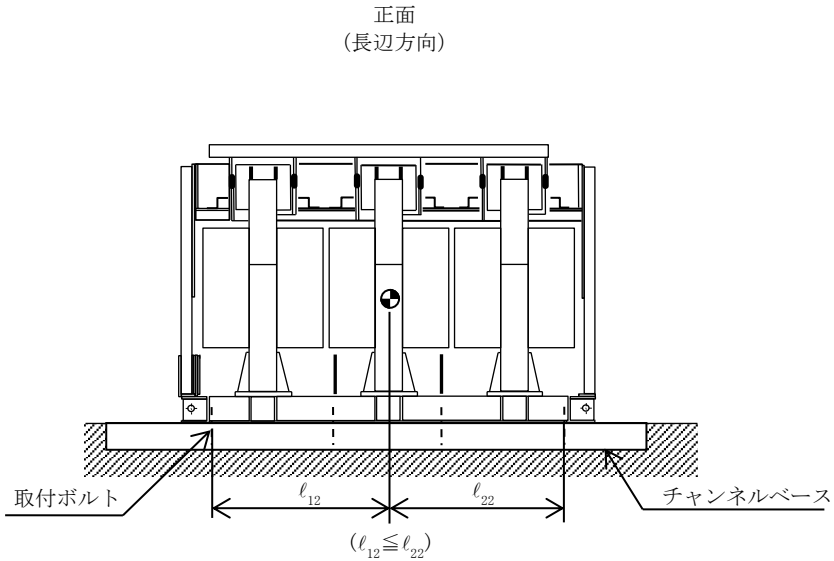
1.4 結論

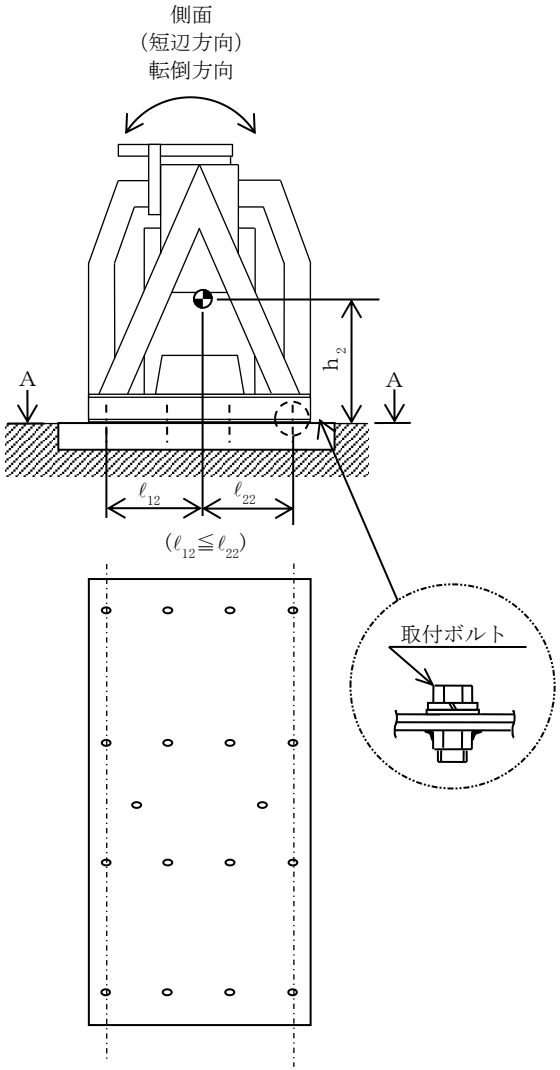
1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝81	f_{ts2}＝188*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝21	f_{sb2}＝145

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
チャンネルベース
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)


側面
(短辺方向)
転倒方向
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

【動力変圧器（パワーセンタ 7E-1）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
動力変圧器 (パワーセンタ 7E-1)	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.8＊	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.27	C_V＝1.29	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1050	24 (M24)	452.4	18	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}＊ (mm)	ℓ_{2i}＊ (mm)	n_{fi}＊	F_i (MPa)	F_i＊ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	700	700	4	—	258	—	短辺方向
	1250	1250	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

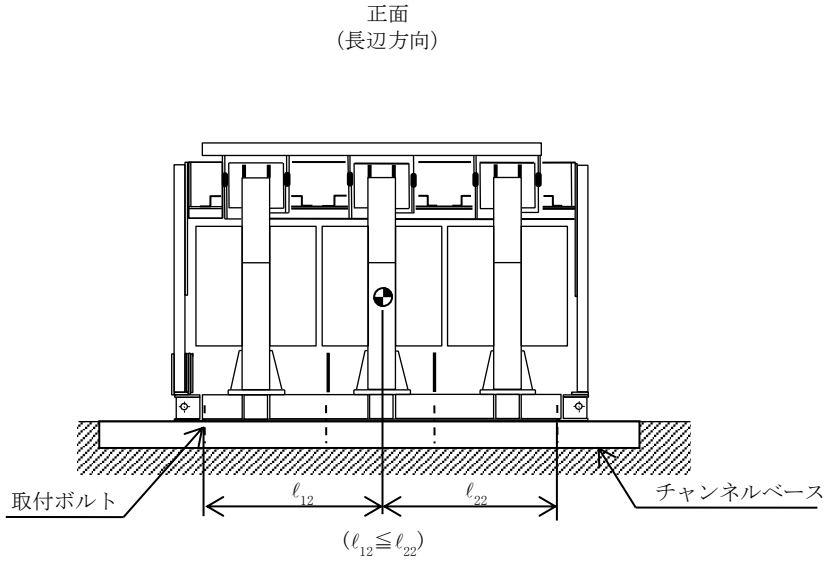
1.4 結論

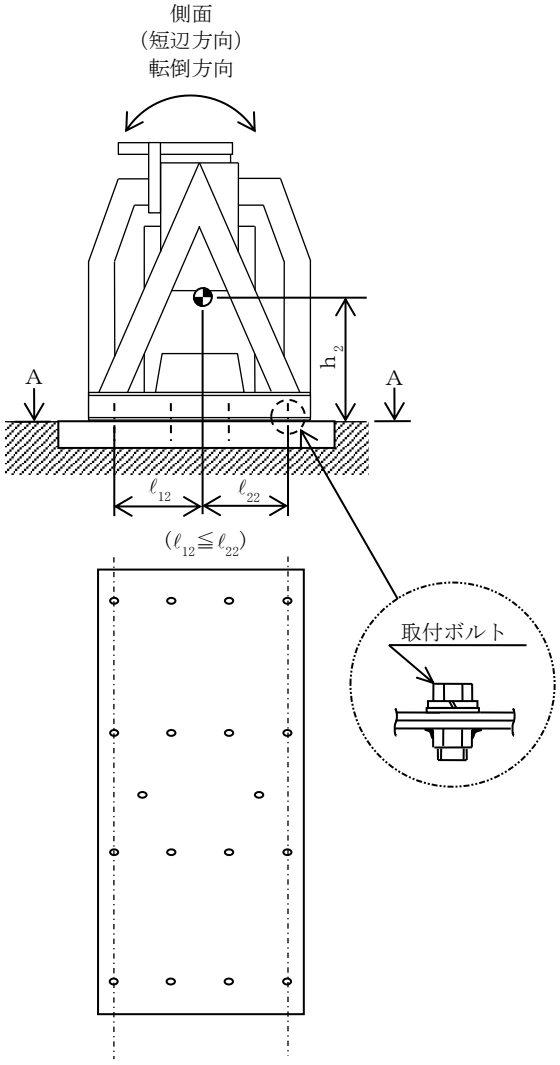
1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝63	f_{ts2}＝193*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝16	f_{sb2}＝148

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
(長辺方向)
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
チャンネルベース


側面
(短辺方向)
転倒方向
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

【動力変圧器（パワーセンタ 7C-2）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
動力変圧器 (パワーセンタ 7C-2)	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	タービン建屋 T.M.S.L. 12.3＊	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.60	C_V＝1.23	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1050	24 (M24)	452.4	18	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}＊ (mm)	ℓ_{2i}＊ (mm)	n_{fi}＊	F_i (MPa)	F_i＊ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	700	700	4	—	258	—	短辺方向
	1250	1250	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

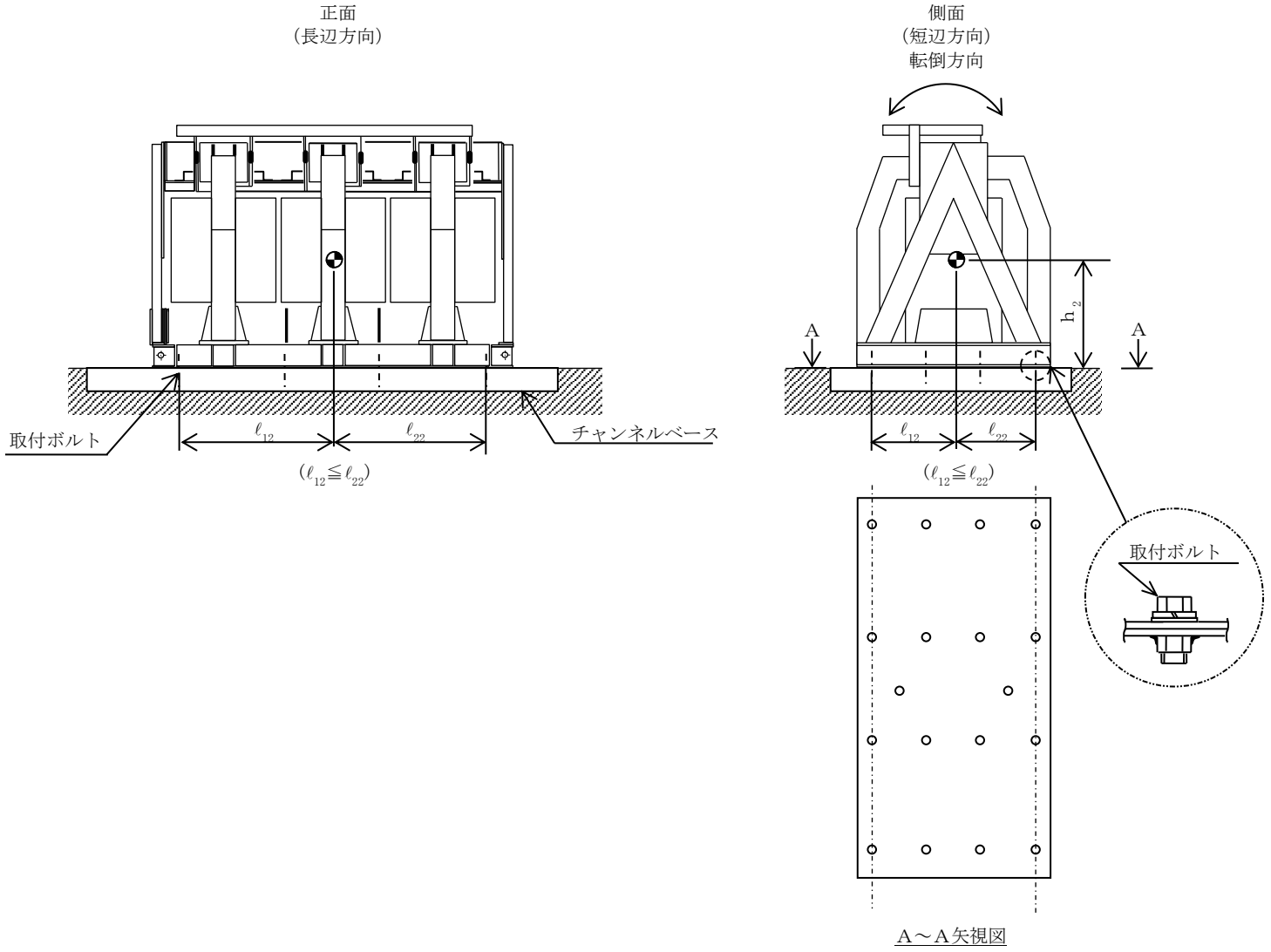
1.4 結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝75	f_{ts2}＝193*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝21	f_{sb2}＝148

すべて許容応力以下である。

注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$


正面
（長辺方向）
側面
（短辺方向）
転倒方向
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
チャンネルベース
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト
A～A矢視図

【動力変圧器（パワーセンタ 7D-2）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
動力変圧器 (パワーセンタ 7D-2)	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	タービン建屋 T.M.S.L. 4.9*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H=1.47	C_V=1.16	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1050	24 (M24)	452.4	18	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	700	700	4	—	258	—	短辺方向
	1250	1250	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

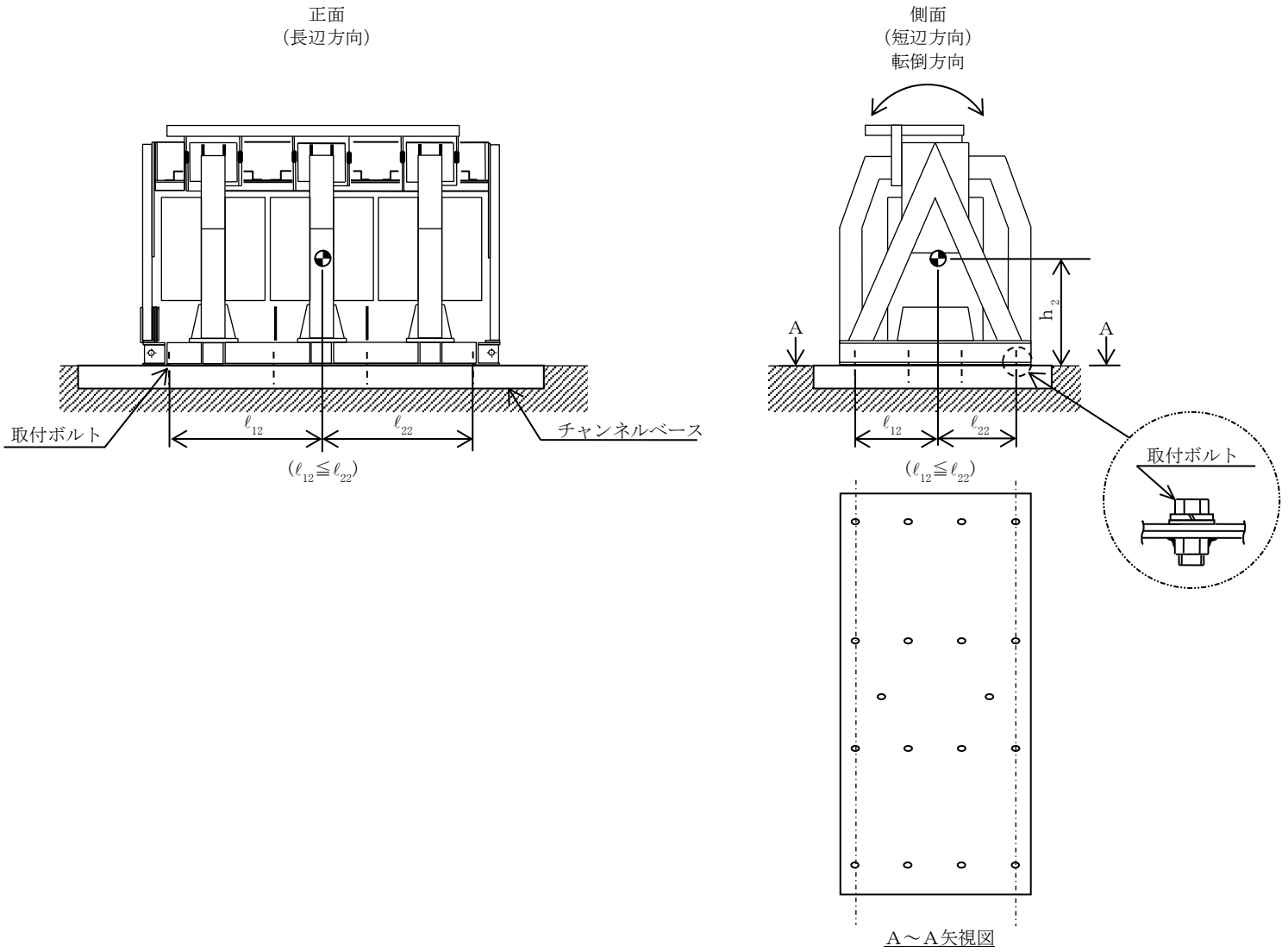
1.4 結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝68	f_{ts2}＝193*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝19	f_{sb2}＝148

すべて許容応力以下である。

注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]


正面
(長辺方向)
取付ボルト
ℓ_{12}
ℓ_{22}
チャンネルベース
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
側面
(短辺方向)
転倒方向
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト
A～A矢視図

【動力変圧器（パワーセンタ 7E-2）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
動力変圧器（パワーセンタ 7E-2）	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	タービン建屋 T.M.S.L. -1.1*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.28	C_V＝1.12	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	1050	24 (M24)	452.4	18	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	700	700	4	—	258	—	短辺方向
	1250	1250	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

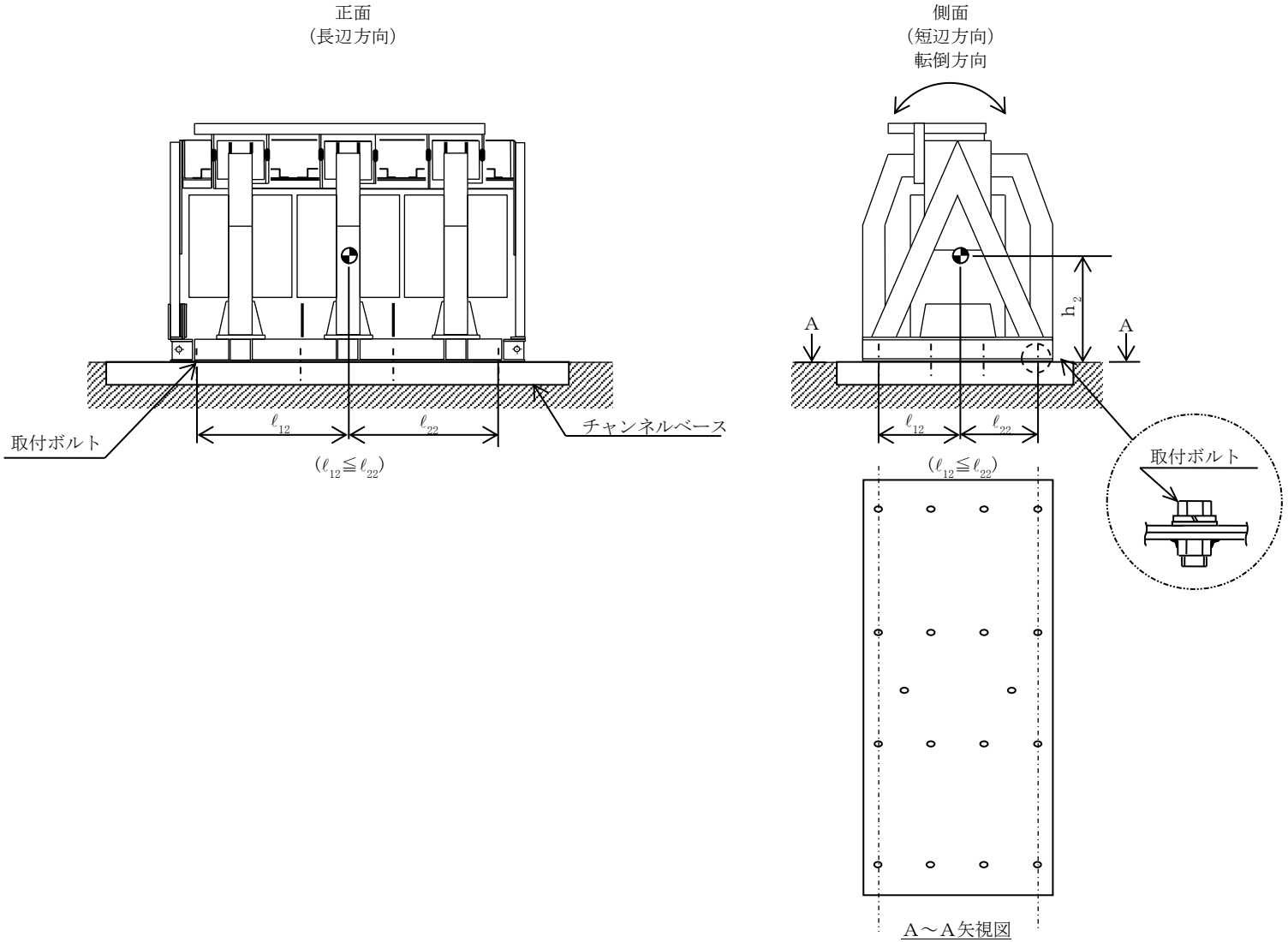
1.4 結論

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝58	f_{ts2}＝193*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝17	f_{sb2}＝148

すべて許容応力以下である。

注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]


正面
（長辺方向）
側面
（短辺方向）
転倒方向
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
$(\ell_{12} \leqq \ell_{22})$
取付ボルト
チャンネルベース
取付ボルト
A～A矢視図

Ⅴ-2-10-1-4-12　5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

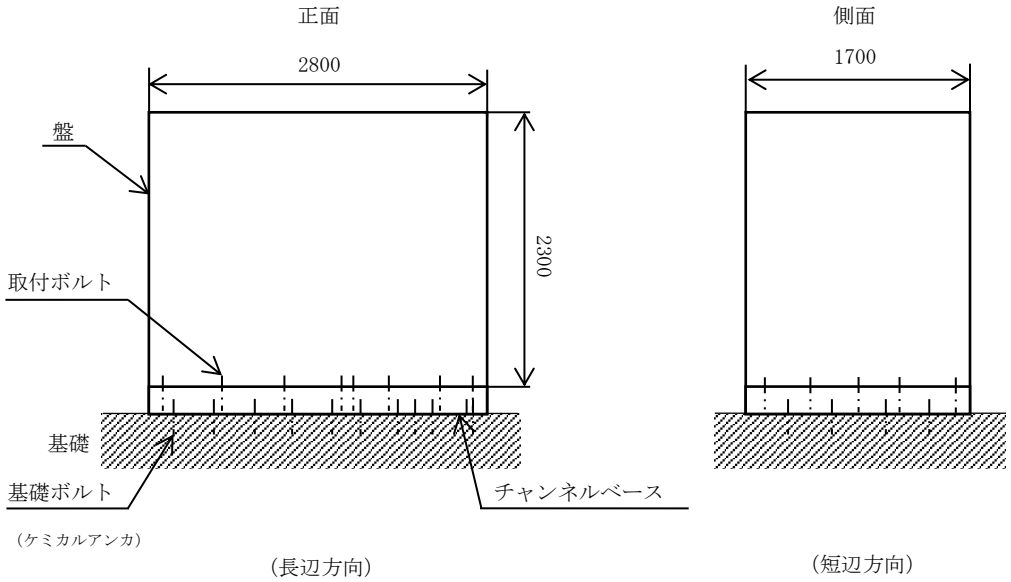
なお，5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤の構造計画を表 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	
5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）	【5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤】  （単位：mm）

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

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。試験の結果，剛であることを確認した。固有周期の確認結果を表3－1に示す。

表3－1　固有周期　　（単位：s）

水平	[redacted]
鉛直	[redacted]

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤の構造強度評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2 許容応力

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤の許容応力は，V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	5 号機原子炉建屋内 緊急時対策所用電源盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	D＋P_D＋M_D＋Ｓｓ*3	Ⅳ$_A$Ｓ
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ	Ⅴ$_A$Ｓ （Ⅴ$_A$ＳとしてⅣ$_A$Ｓの許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	1.5・ｆｔ*	1.5・ｆｓ*
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
基礎ボルト	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	50	211	394	―
取付ボルト	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	50	231	394	―

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤の電気的機能維持評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤に設置される器具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，同形式の器具単体の正弦波加振試験において，電気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 5－1 に示す。

表 5－1　機能確認済加速度　　（×9.8m/s^2）

評価部位	方向	機能確認済加速度
5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【5号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
5号機原子炉建屋内 緊急時対策所用電源盤	常設耐震／防止 常設／緩和	緊急時対策所 T.M.S.L. 27.5 (T.M.S.L. 27.8*)	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H=1.65	C_V=1.45	50

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	[redacted]	1340	16 (M16)	201.1	40	211 (40mm＜径)	394 (40mm＜径)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1240	16 (M16)	201.1	26	231 (16mm＜径≦40mm)	394 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i=1)	710	890	10	—	253	—	長辺方向
	1140	1580	5				
取付ボルト (i=2)	680	860	8	—	276	—	長辺方向
	1140	1580	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	σ_{b1}＝59	f_{ts1}＝152*
		せん断	—	—	τ_{b1}＝12	f_{sb1}＝117
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝66	f_{ts2}＝207*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝17	f_{sb2}＝159

すべて許容応力以下である。

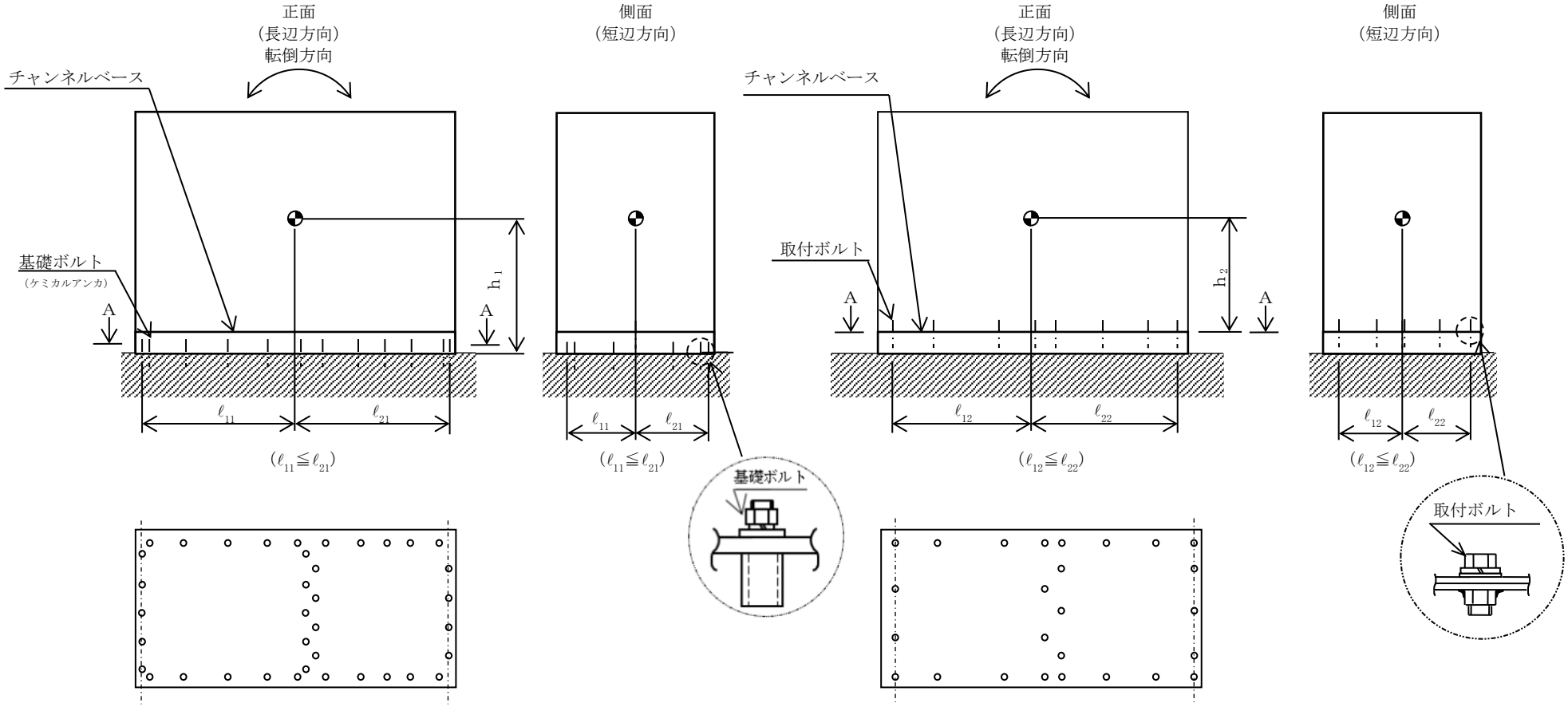
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
5号機原子炉建屋内緊急時対策所用電源盤	水平方向	1.37	[redacted]
	鉛直方向	1.21	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
A
A
h1
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)
基礎ボルト
A～A矢視図
正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト
A～A矢視図

Ⅴ-2-10-1-4-13　5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 4
3.1　固有周期の確認 ····· 4
4.　構造強度評価 ····· 5
4.1　構造強度評価方法 ····· 5
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 5
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 5
4.2.2　許容応力 ····· 5
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 5
4.3　計算条件 ····· 5
5.　機能維持評価 ····· 9
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 9
6.　評価結果 ····· 10
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 10

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，5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお，5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

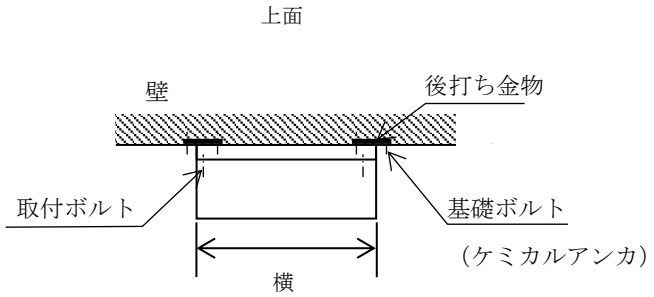
2. 一般事項

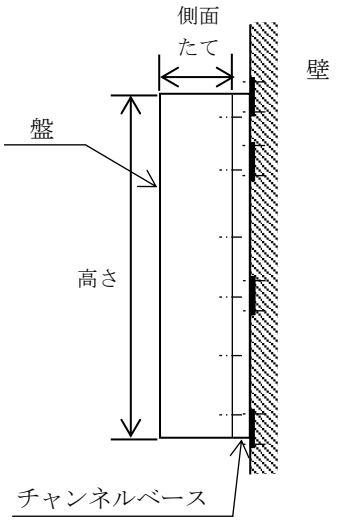
2.1 構造計画

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 1,2 の構造計画を表 2－1 に示す。

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 3 の構造計画を表 2－2 に示す。

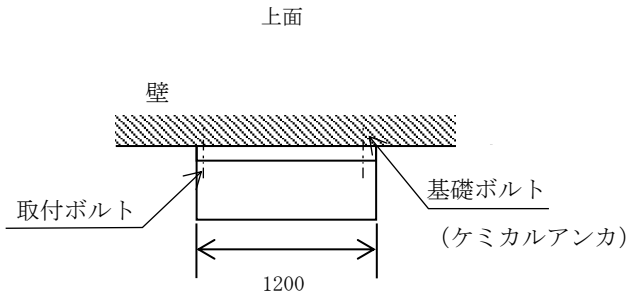
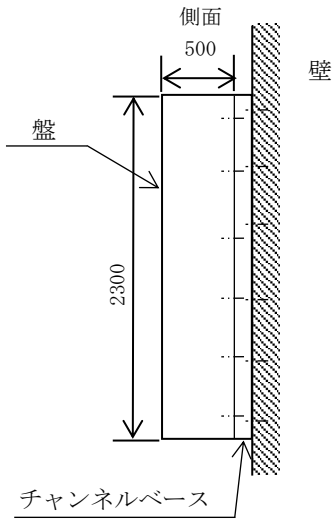
表 2－1　構造計画

<table>
<tr><th colspan="2">計画の概要</th><th rowspan="2">概略構造図</th></tr>
<tr><th>基礎・支持構造</th><th>主体構造</th></tr>
<tr><td>5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 1 及び 5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 2 は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。
チャンネルベースは，後打ち金物と基礎ボルトにて壁に固定する。</td><td>壁掛形
（鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の盤）</td><td>【5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 1，2】
 

（正面方向）


（側面方向）
<table>
<tr><th rowspan="2"></th><th colspan="2">5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤</th></tr>
<tr><th>1</th><th>2</th></tr>
<tr><td>たて</td><td>500</td><td>500</td></tr>
<tr><td>横</td><td>1200</td><td>1200</td></tr>
<tr><td>高さ</td><td>2300</td><td>2300</td></tr>
</table>
（単位：mm）</td></tr>
</table>

表 2－2　構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 3 は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。 チャンネルベースは，基礎ボルトにて壁に固定する。	壁掛形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の盤）	【5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 3】  （正面方向）  （側面方向） （単位：mm）

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 1，2 の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 3 の固有周期は，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。試験の結果，剛であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

表 3－1 固有周期 （単位：s）

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 3	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤の構造強度評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2 許容応力

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤の許容応力は，V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 1 の耐震性についての計算結果】，【5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 2 の耐震性についての計算結果】，【5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 3 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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D+P_D+M_D+S_s$ *3	$Ⅳ_AS$
					$D+P_{SAD}+M_{SAD}+S_s$	V_AS （V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「$D+P_{SAD}+M_{SAD}+S_s$」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		Ｓｙ (MPa)	Ｓｕ (MPa)	Ｓｙ（ＲＴ） (MPa)
基礎ボルト*1	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	40	245	400	―
基礎ボルト*2	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	40	245	400	―
基礎ボルト*3	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	50	211	394	―
取付ボルト*4	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
取付ボルト*5	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	40	215	400	―
取付ボルト*6	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	50	231	394	―

注記＊1：5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 1 の基礎ボルトを示す。

＊2：5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 2 の基礎ボルトを示す。

＊3：5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 3 の基礎ボルトを示す。

＊4：5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 1 の取付ボルトを示す。

＊5：5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 2 の取付ボルトを示す。

＊6：5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 3 の取付ボルトを示す。

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤の電気的機能維持評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤に設置される器具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，当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において，電気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 5－1 に示す。

表 5－1　機能確認済加速度　　（×9.8m/s^2）

評価部位	方向	機能確認済加速度
5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 1	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]
5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 2	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]
5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 3	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

5号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流110V分電盤の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【5号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 1 の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
5号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 1	常設耐震／防止常設／緩和	緊急時対策所 T.M.S.L. 27.8 (T.M.S.L. 33.0*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H=1.80	C_V=1.47	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	399	16 (M16)	201.1	32	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)
取付ボルト (i=2)	□	280	16 (M16)	201.1	12	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	ℓ_{3i}* (mm)	n_{fvi}*	n_{fHi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i=1)	1286	2350	1300	4	6	—	280	—	側面方向
	1286	2350	1300	4	6				
取付ボルト (i=2)	1111	2000	1100	2	6	—	258	—	側面方向
	1111	2000	1100	2	6				

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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	σ_{b1}＝16	f_{ts1}＝168*
		せん断	—	—	τ_{b1}＝5	f_{sb1}＝129
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝27	f_{ts2}＝193*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝10	f_{sb2}＝148

すべて許容応力以下である。

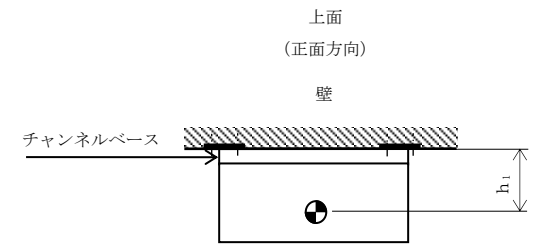
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

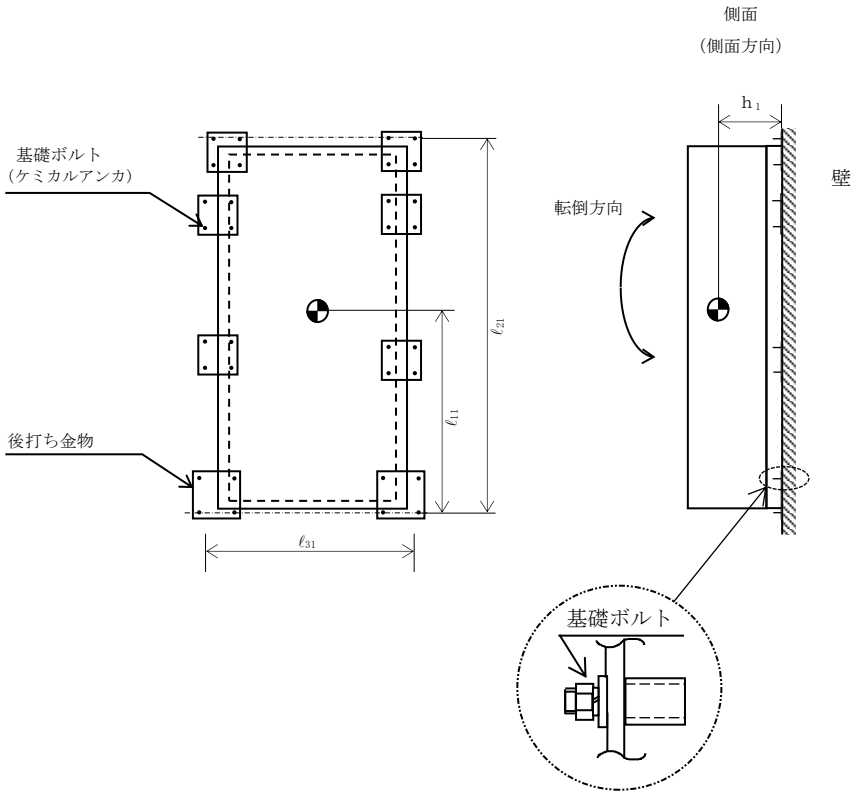
1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

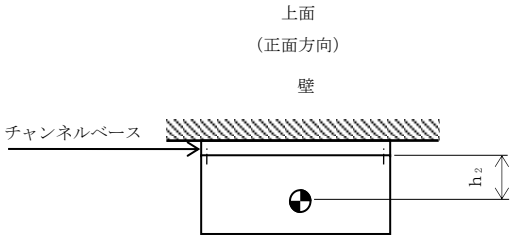
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
5号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流110V分電盤1	水平方向	1.50	[redacted]
	鉛直方向	1.23	[redacted]

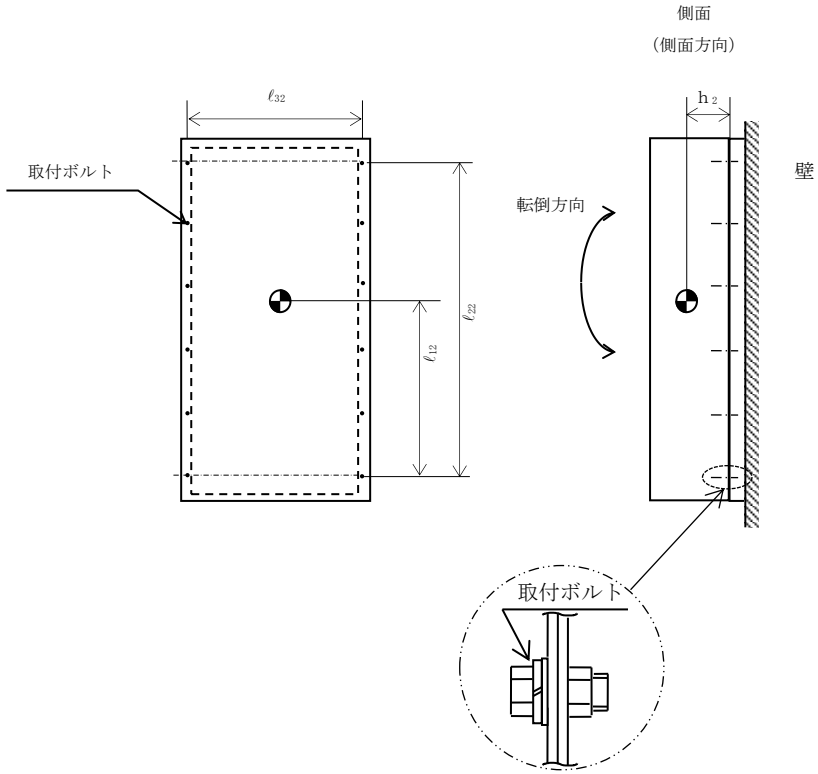
注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


上面
（正面方向）
壁
チャンネルベース
h1


側面
（側面方向）
基礎ボルト
（ケミカルアンカ）
後打ち金物
ℓ21
ℓ11
ℓ31
h1
転倒方向
壁
基礎ボルト


上面
（正面方向）
壁
チャンネルベース
h2


側面
（側面方向）
ℓ32
取付ボルト
ℓ12
ℓ22
h2
転倒方向
壁
取付ボルト

【5号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 2 の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
5号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 2	常設耐震／防止常設／緩和	緊急時対策所 T.M.S.L. 27.8 (T.M.S.L. 33.0*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H=1.80	C_V=1.47	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (ｉ＝1)	[redacted]	399	16 (M16)	201.1	32	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	280	16 (M16)	201.1	12	215 (40mm＜径)	400 (40mm＜径)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	ℓ_{3i}* (mm)	n_{fvi}*	n_{fHi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (ｉ＝1)	1286	2350	1330	4	8	—	280	—	側面方向
	1286	2350	1330	4	8				
取付ボルト (ｉ＝2)	1111	2000	1100	2	6	—	258	—	側面方向
	1111	2000	1100	2	6				

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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=16$	$f_{ts1}=168^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=5$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=27$	$f_{ts2}=193^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=148$

すべて許容応力以下である。

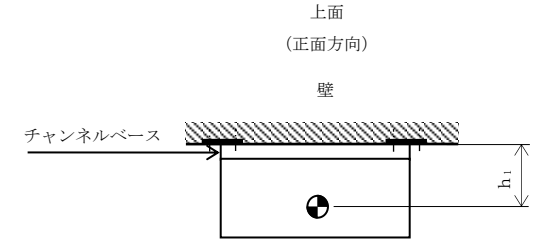
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

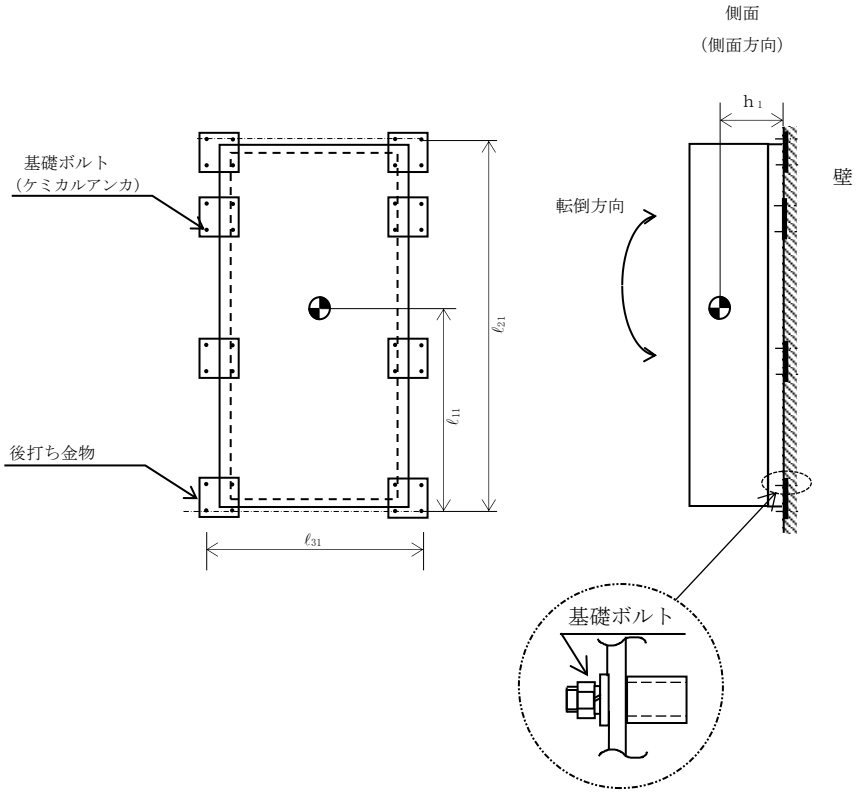
1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

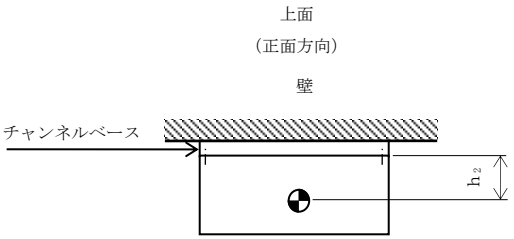
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
5号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流110V分電盤2	水平方向	1.50	[redacted]
	鉛直方向	1.23	[redacted]

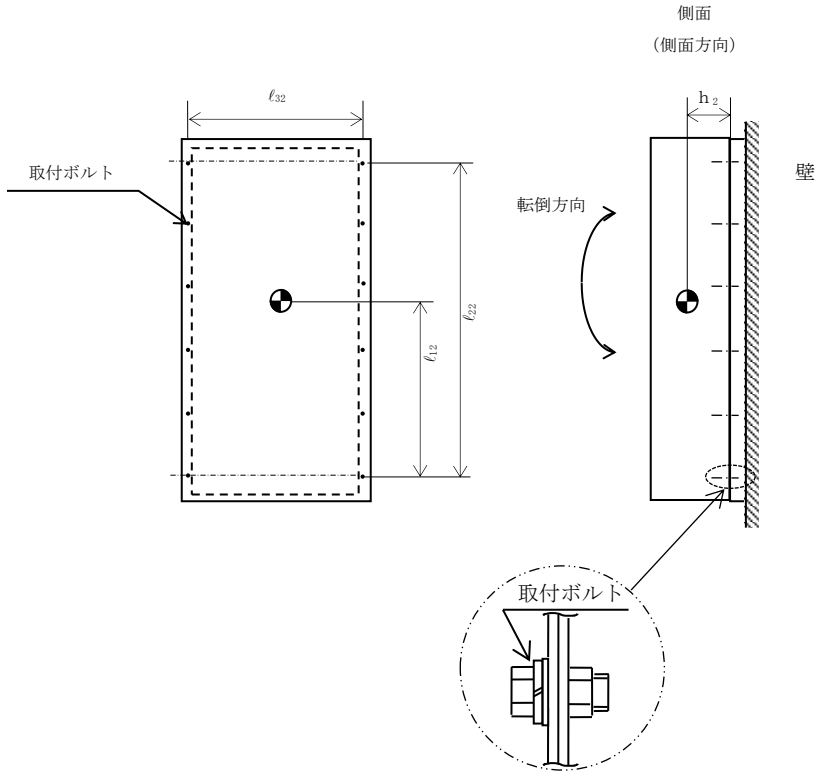
注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


上面
(正面方向)
壁
チャンネルベース
h1


側面
(側面方向)
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
後打ち金物
ℓ21
ℓ11
ℓ31
h1
転倒方向
壁
基礎ボルト


上面
(正面方向)
壁
チャンネルベース
h2


側面
(側面方向)
取付ボルト
ℓ32
ℓ12
ℓ22
h2
転倒方向
壁
取付ボルト

【5号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 3 の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
5号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流 110V 分電盤 3	常設耐震／防止常設／緩和	緊急時対策所 T.M.S.L. 27.8 (T.M.S.L. 33.0*)	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H=1.80	C_V=1.47	50

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	[redacted]	380	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm＜径)	394 (40mm＜径)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	280	16 (M16)	201.1	12	231 (16mm＜径≦40mm)	394 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	ℓ_{3i}* (mm)	n_{fVi}*	n_{fHi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i=1)	1160	2100	1100	2	6	—	253	—	側面方向
	1160	2100	1100	2	6				
取付ボルト (i=2)	1110	2000	1100	2	6	—	276	—	側面方向
	1110	2000	1100	2	6				

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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	―	[redacted]	―	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	―	―	$\sigma_{b1}=32$	$f_{ts1}=152$*
		せん断	―	―	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	$\sigma_{b2}=27$	$f_{ts2}=207$*
		せん断	―	―	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

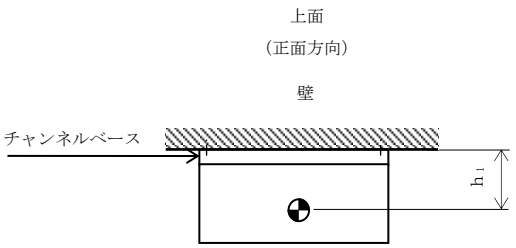
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

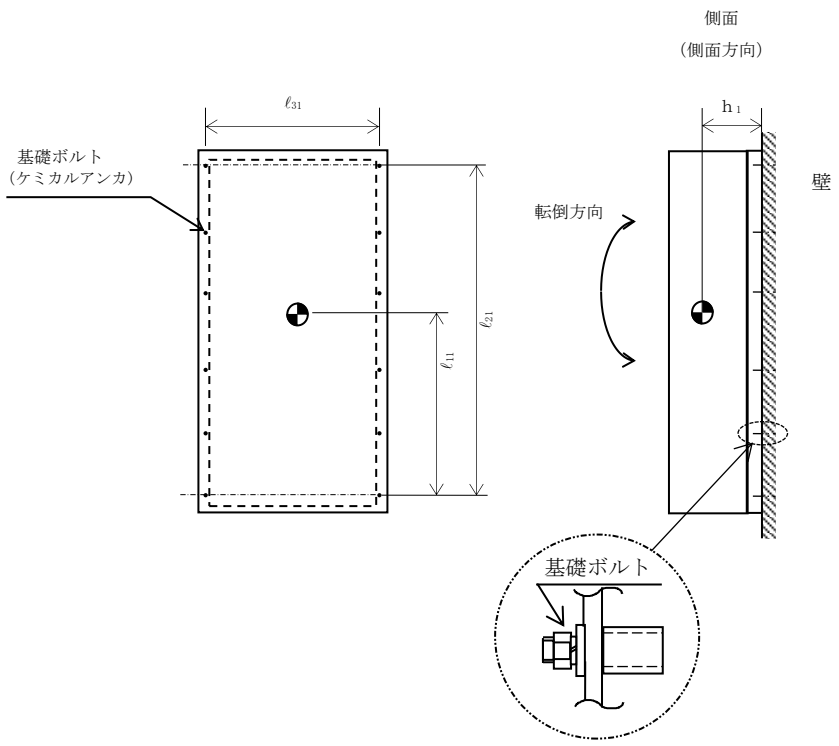
1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

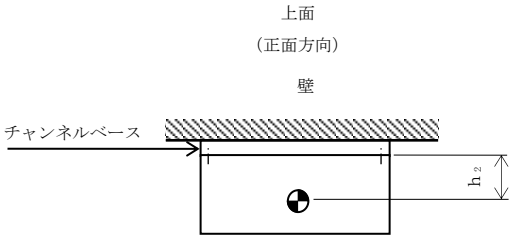
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
5号機原子炉建屋内緊急時対策所用交流110V分電盤3	水平方向	1.50	[redacted]
	鉛直方向	1.23	[redacted]

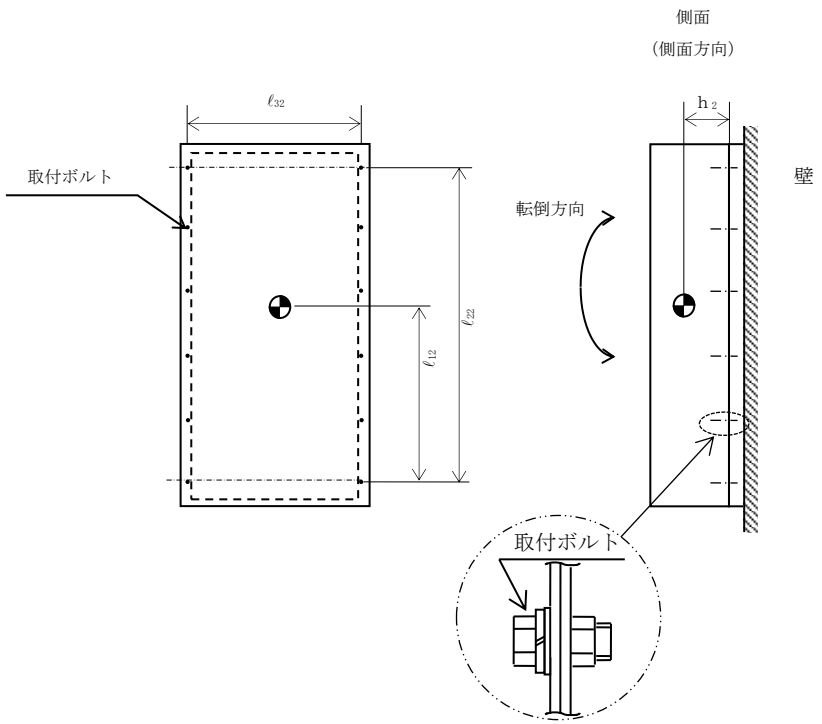
注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


上面
（正面方向）
壁
チャンネルベース
h1


側面
（側面方向）
ℓ31
基礎ボルト
（ケミカルアンカ）
ℓ11
ℓ21
h1
転倒方向
壁
基礎ボルト


上面
（正面方向）
壁
チャンネルベース
h2


側面
（側面方向）
ℓ32
取付ボルト
ℓ12
ℓ22
h2
転倒方向
壁
取付ボルト

Ⅴ-2-10-1-4-14　直流 125V 充電器の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，直流 125V 充電器が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

直流 125V 充電器 7A,7A-2,7B は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備,常設重大事故緩和設備,直流 125V 充電器 7C,7D は，常設重大事故防止設備（設計基準拡張），及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

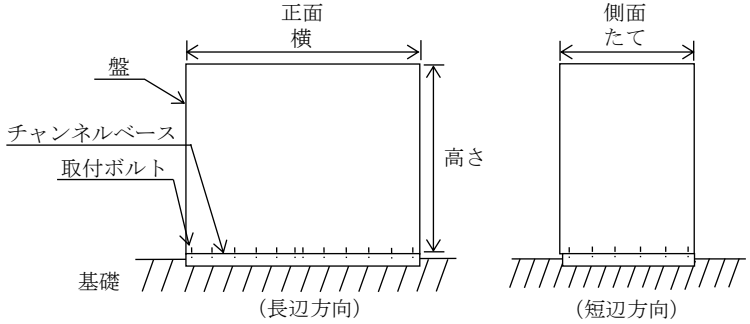
なお，直流 125V 充電器は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

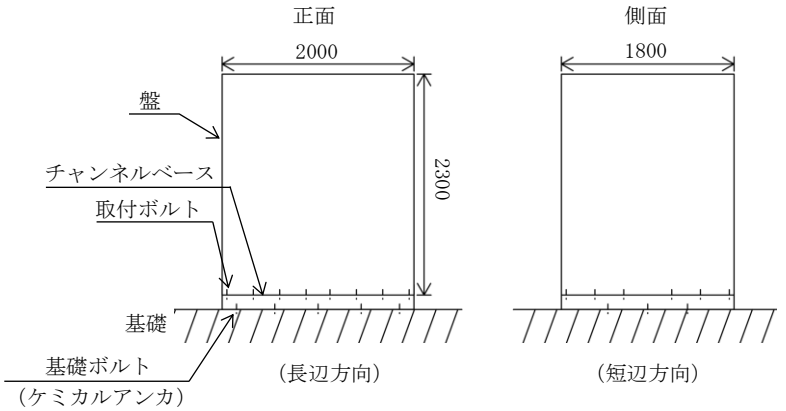
2. 一般事項

2.1 構造計画

直流 125V 充電器の構造計画を表 2－1 に示す。

表 2－1　構造計画

<table>
<tr><th colspan="2">計画の概要</th><th rowspan="2">概略構造図</th></tr>
<tr><th>基礎・支持構造</th><th>主体構造</th></tr>
<tr><td>直流 125V 充電器 7A，7B，7C，7D は，基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。
直流 125V 充電器 7A-2 は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</td><td>直立形
（鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖形の盤）</td><td>【直流 125V 充電器 7A，7B，7C，7D】
 

<table>
<tr><th></th><th>直流 125V 充電器 7A</th><th>直流 125V 充電器 7B</th><th>直流 125V 充電器 7C</th><th>直流 125V 充電器 7D</th></tr>
<tr><td>たて</td><td>1800</td><td>1800</td><td>1800</td><td>1800</td></tr>
<tr><td>横</td><td>3200</td><td>3200</td><td>3200</td><td>2800</td></tr>
<tr><td>高さ</td><td>2300</td><td>2300</td><td>2300</td><td>2300</td></tr>
</table>
【直流 125V 充電器 7A-2】
 

（単位：mm）</td></tr>
</table>

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

直流 125V 充電器 7A の水平方向の固有周期は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。試験の結果，剛であることを確認した。直流 125V 充電器 7A の鉛直方向の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。

直流 125V 充電器 7A-2 の水平方向，鉛直方向は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。試験の結果，剛であることを確認した。

直流 125V 充電器 7B，7C，7D の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

表 3－1　固有周期　（単位：s）

名称	方向	固有周期
直流 125V 充電器 7A	水平	[redacted]
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 充電器 7A-2	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]
直流 125V 充電器 7B	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 充電器 7C	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 充電器 7D	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

直流 125V 充電器の構造強度評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

直流 125V 充電器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2　許容応力

直流 125V 充電器の許容応力は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

直流 125V 充電器の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【直流 125V 充電器 7A の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 充電器 7A-2 の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 充電器 7B の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 充電器 7C の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 充電器 7D 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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	直流 125V 充電器 7A 直流 125V 充電器 7A-2 直流 125V 充電器 7B	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	D＋P_D＋M_D＋Ｓｓ*3	$Ⅳ_AS$
		直流 125V 充電器 7C 直流 125V 充電器 7D	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）		D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ	V_AS（V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備，「 常設／防止（ＤＢ拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張），「常設／緩和（ＤＢ拡張)」は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	1.5・ｆｔ*	1.5・ｆｓ*
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		Ｓｙ (MPa)	Ｓｕ (MPa)	Ｓｙ（ＲＴ） (MPa)
基礎ボルト*1	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	55	209	391	―
取付ボルト*2	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	55	229	391	―
取付ボルト*3	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	55	239	391	―
取付ボルト*4	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	40	245	400	―

注記＊1：直流 125V 充電器 7A-2 の基礎ボルトを示す。

＊2：直流 125V 充電器 7A-2 の取付ボルトを示す。

＊3：直流 125V 充電器 7A，7B の取付ボルトを示す。

＊4：直流 125V 充電器 7C，7D の取付ボルトを示す。

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

直流 125V 充電器の電気的機能維持評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

直流 125V 充電器に設置される器具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，同形式の器具及び当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において，電気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 5－1 に示す。

表 5－1　機能確認済加速度　　(×9.8m/s^2)

評価部位	方向	機能確認済加速度
直流 125V 充電器 7A	水平	□
	鉛直	□
直流 125V 充電器 7A-2	水平	□
	鉛直	□
直流 125V 充電器 7B	水平	□
	鉛直	□
直流 125V 充電器 7C	水平	□
	鉛直	□
直流 125V 充電器 7D	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

直流 125V 充電器の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【直流 125V 充電器 7A の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 充電器 7A	常設耐震／防止 常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	55

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1150	16 (M16)	201.1	36	239 (径≦16mm)	391 (径≦16mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	820	860	12	—	274	—	長辺方向
	1550	1550	6				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	$\sigma_{b2}=34$	$f_{ts2}=205$*
		せん断	―	―	$\tau_{b2}=12$	$f_{sb2}=158$

すべて許容応力以下である。

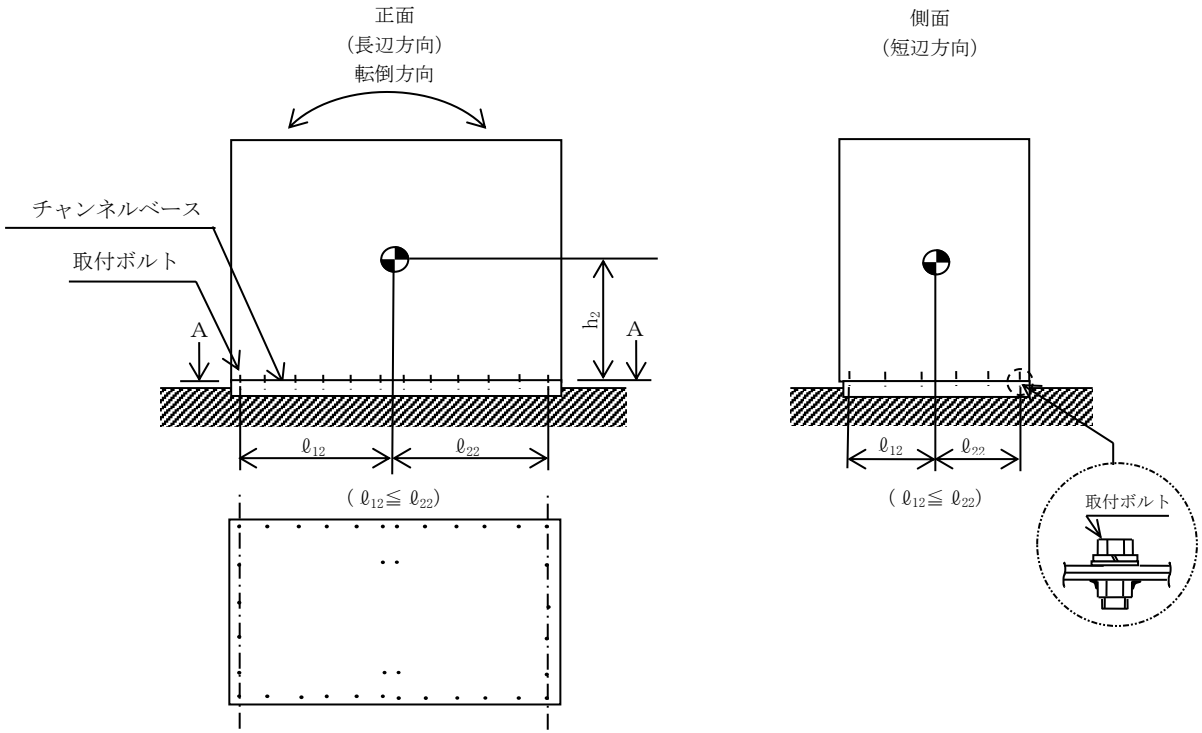
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
直流 125V 充電器 7A	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 充電器 7A-2 の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 充電器 7A-2	常設耐震／防止 常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H=1.86	C_V=1.33	55

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	16	209 (40mm＜径)	391 (40mm＜径)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1150	16 (M16)	201.1	24	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i} *1 (mm)	ℓ_{2i} *1 (mm)	n_{fi} *1	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i=1)	830	830	5	—	251	—	長辺方向
	950	950	3				
取付ボルト (i=2)	850	850	8	—	274	—	長辺方向
	970	970	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	―	[redacted]	―	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	―	―	σ_{b1}＝84	f_{ts1}＝151*
		せん断	―	―	τ_{b1}＝22	f_{sb1}＝116
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝58	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝14	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

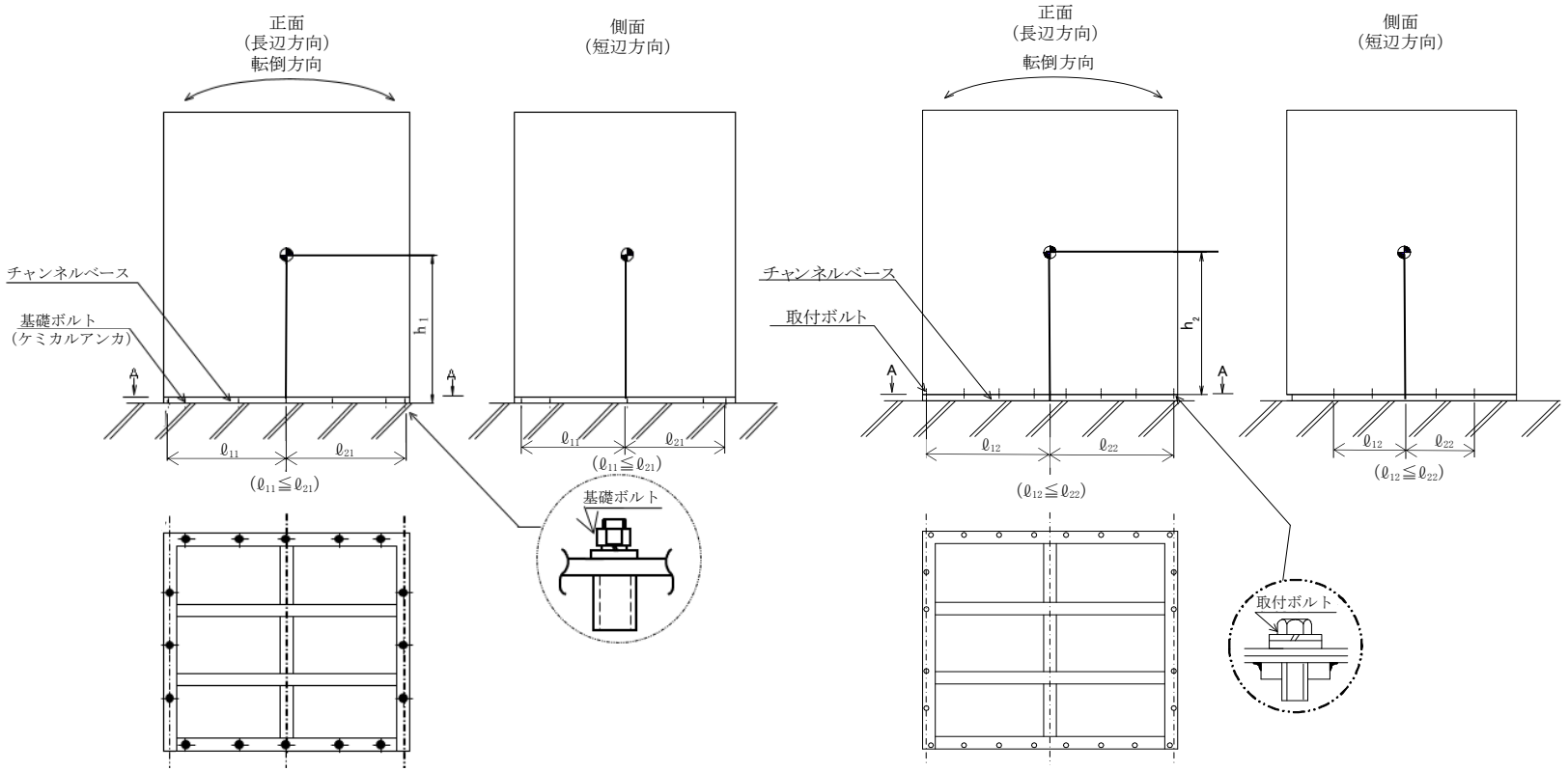
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
直流 125V 充電器 7A-2	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
A
A
h1
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)
基礎ボルト
正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A　矢視図

A～A矢視図

【直流 125V 充電器 7B の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 充電器 7B	常設耐震／防止 常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	55

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	□	1150	16 (M16)	201.1	36	239 (径≦16mm)	391 (径≦16mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	820	860	12	—	274	—	長辺方向
	1550	1550	6				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝34	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝12	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

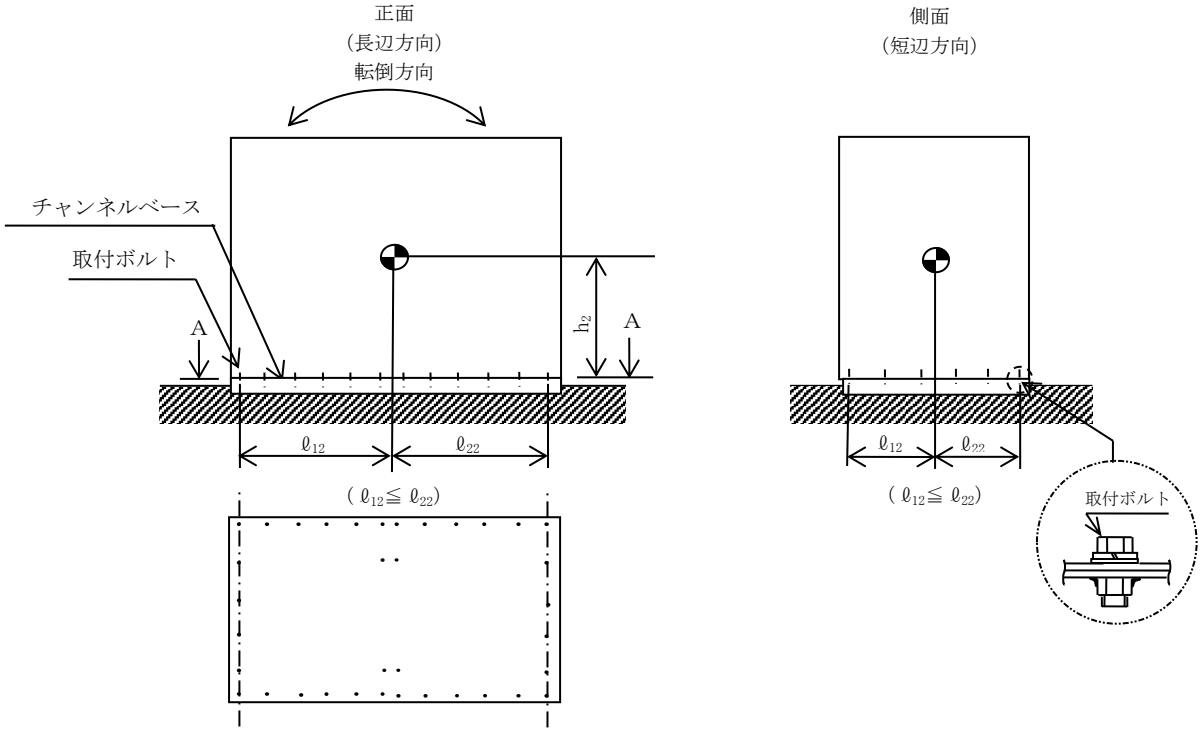
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
直流 125V 充電器 7B	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 充電器 7C の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 充電器 7C	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H=1.86	C_V=1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[redacted]	1150	16 (M16)	201.1	36	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i=2)	820	860	12	—	280	—	長辺方向
	1550	1550	6				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	―	[redacted]	―	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (ｉ＝2)	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝34	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝12	f_{sb2}＝161

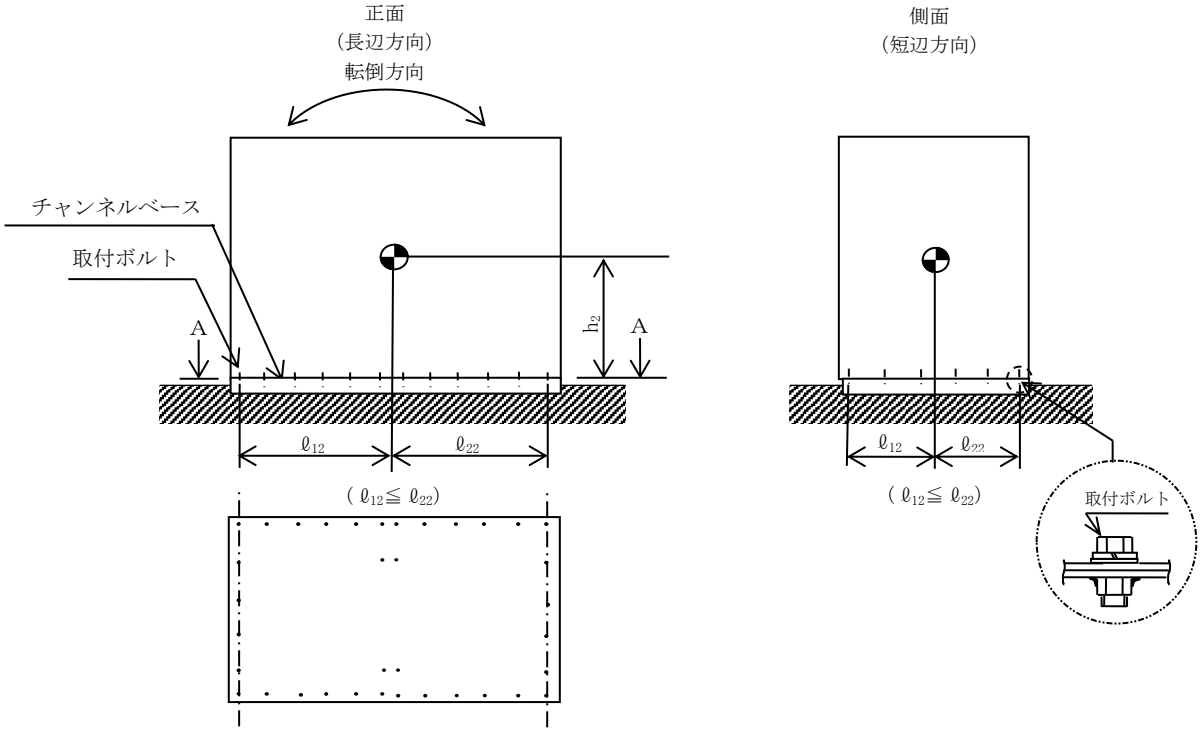
すべて許容応力以下である。　　注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2　電気的機能の評価結果　　(×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
直流 125V 充電器 7C	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
（長辺方向）
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
（$\ell_{12} \leqq \ell_{22}$）
側面
（短辺方向）
ℓ_{12}
ℓ_{22}
（$\ell_{12} \leqq \ell_{22}$）
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 充電器 7D の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 充電器 7D	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm^2)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト (i ＝2)	[redacted]	1150	16 (M16)	201.1	32	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i ＝2)	820	860	10	—	280	—	長辺方向
	1350	1350	6				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺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	Ｆｂｉ		Ｑｂｉ	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	σ_{b2}＝32	f_{ts2}＝210*
		せん断	—	—	τ_{b2}＝12	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

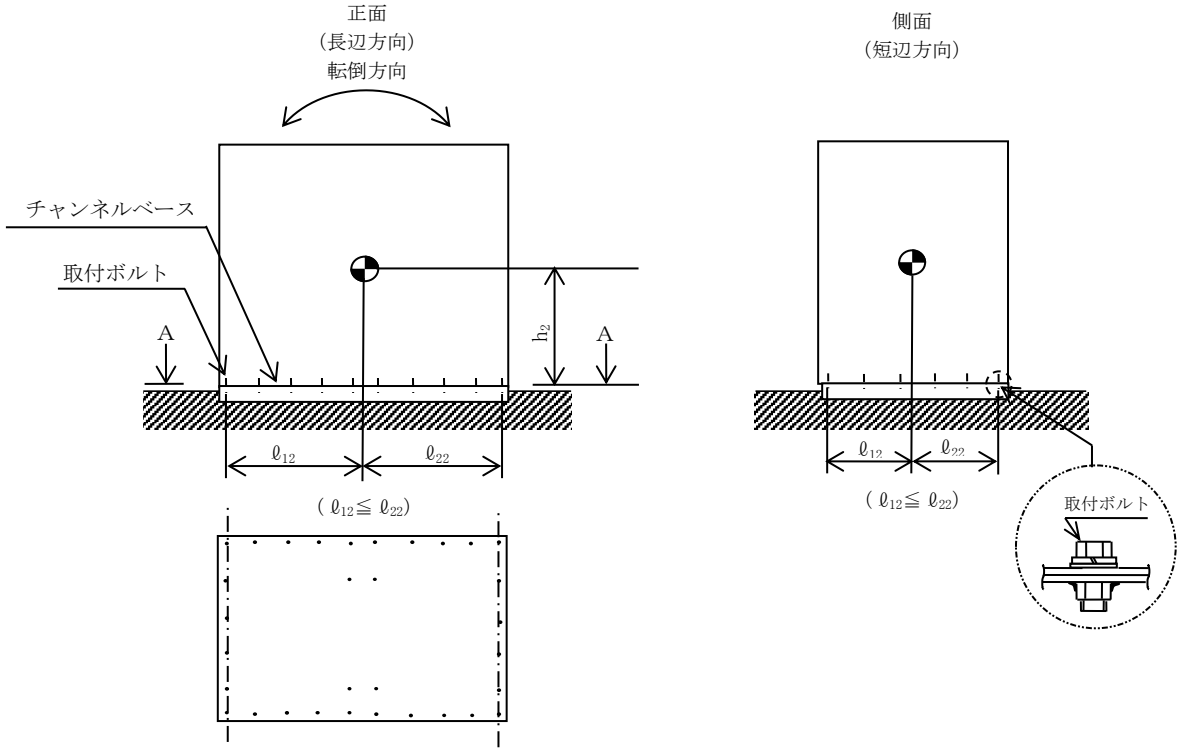
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
直流 125V 充電器 7D	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h_2
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

A～A矢視図

Ⅴ-2-10-1-4-15　直流 125V 主母線盤の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，直流 125V 主母線盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

直流 125V 主母線盤 7A，7B は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に，直流 125V 主母線盤 7C，7D は，重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

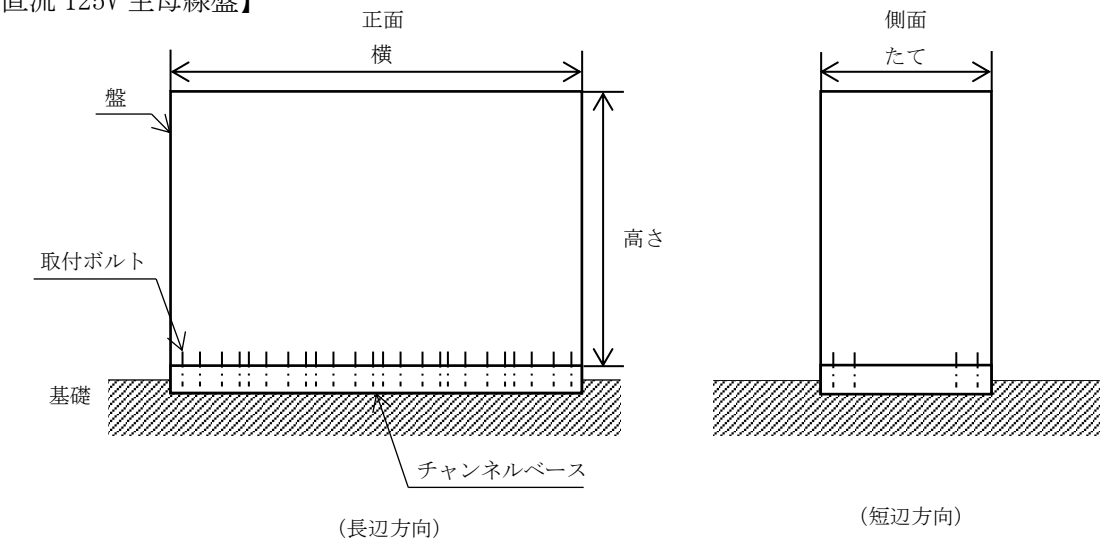
なお，直流 125V 主母線盤は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

直流 125V 主母線盤の構造計画を表 2－1 に示す。

表 2－1　構造計画

<table>
<tr><th colspan="2">計画の概要</th><th rowspan="2">概略構造図</th></tr>
<tr><th>基礎・支持構造</th><th>主体構造</th></tr>
<tr><td>直流 125V 主母線盤は，基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</td><td>直立形
（鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</td><td>【直流 125V 主母線盤】
 

（長辺方向）　（短辺方向）</td></tr>
</table>

	直流 125V 主母線盤 7A	直流 125V 主母線盤 7B	直流 125V 主母線盤 7C	直流 125V 主母線盤 7D
たて	700	700	700	700
横	3600	3600	3000	1200
高さ	2300	2300	2300	2300

（単位：mm）

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

直流 125V 主母線盤のうち直流 125V 主母線盤 7A の固有周期は以下のとおりである。

水平方向の固有周期は，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。試験の結果，剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。

直流 125V 主母線盤 7B，7C，7D の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

表 3－1 固有周期 （単位：s）

名称	方向	固有周期
直流 125V 主母線盤 7A	水平	
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 主母線盤 7B	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 主母線盤 7C	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
直流 125V 主母線盤 7D	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

直流 125V 主母線盤の構造強度評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

直流 125V 主母線盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2　許容応力

直流 125V 主母線盤の許容応力は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

直流 125V 主母線盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【直流 125V 主母線盤 7A の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 主母線盤 7B の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 主母線盤 7C の耐震性についての計算結果】，【直流 125V 主母線盤 7D 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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源設備	その他	直流 125V 主母線盤 7A, 7B	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	D＋P_D＋M_D＋Ｓｓ*3	$Ⅳ_AS$
		直流 125V 主母線盤 7C, 7D	常設／防止（ＤＢ拡張） 常設／緩和（ＤＢ拡張）		D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ	V_AS（V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備，「常設／防止（ＤＢ拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張)，「常設／緩和（ＤＢ拡張)」は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋Ｓｓ」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
取付ボルト*1	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	―
取付ボルト*2	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	55	229	391	―

注記　*1：直流 125V 主母線盤 7C,直流 125V 主母線盤 7D の取付ボルトを示す。

*2：直流 125V 主母線盤 7A,直流 125V 主母線盤 7B の取付ボルトを示す。

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

直流 125V 主母線盤の電気的機能維持評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

直流 125V 主母線盤に設置される器具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，当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において，電気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 5－1 に示す。

表 5－1　機能確認済加速度　　（×9.8m/s^2）

評価部位	方向	機能確認済加速度
直流 125V 主母線盤 7A	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]
直流 125V 主母線盤 7B	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]
直流 125V 主母線盤 7C	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]
直流 125V 主母線盤 7D	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

直流 125V 主母線盤の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【直流 125V 主母線盤 7A の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 主母線盤 7A	常設耐震／防止 常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 6.5*	[redacted]	0.05 以下	—	—	C_H=1.86	C_V=1.33	55

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	72	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	300	300	24	—	274	—	長辺方向
	1765	1765	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝30	f_{ts2}＝205*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝4	f_{sb2}＝158

すべて許容応力以下である。

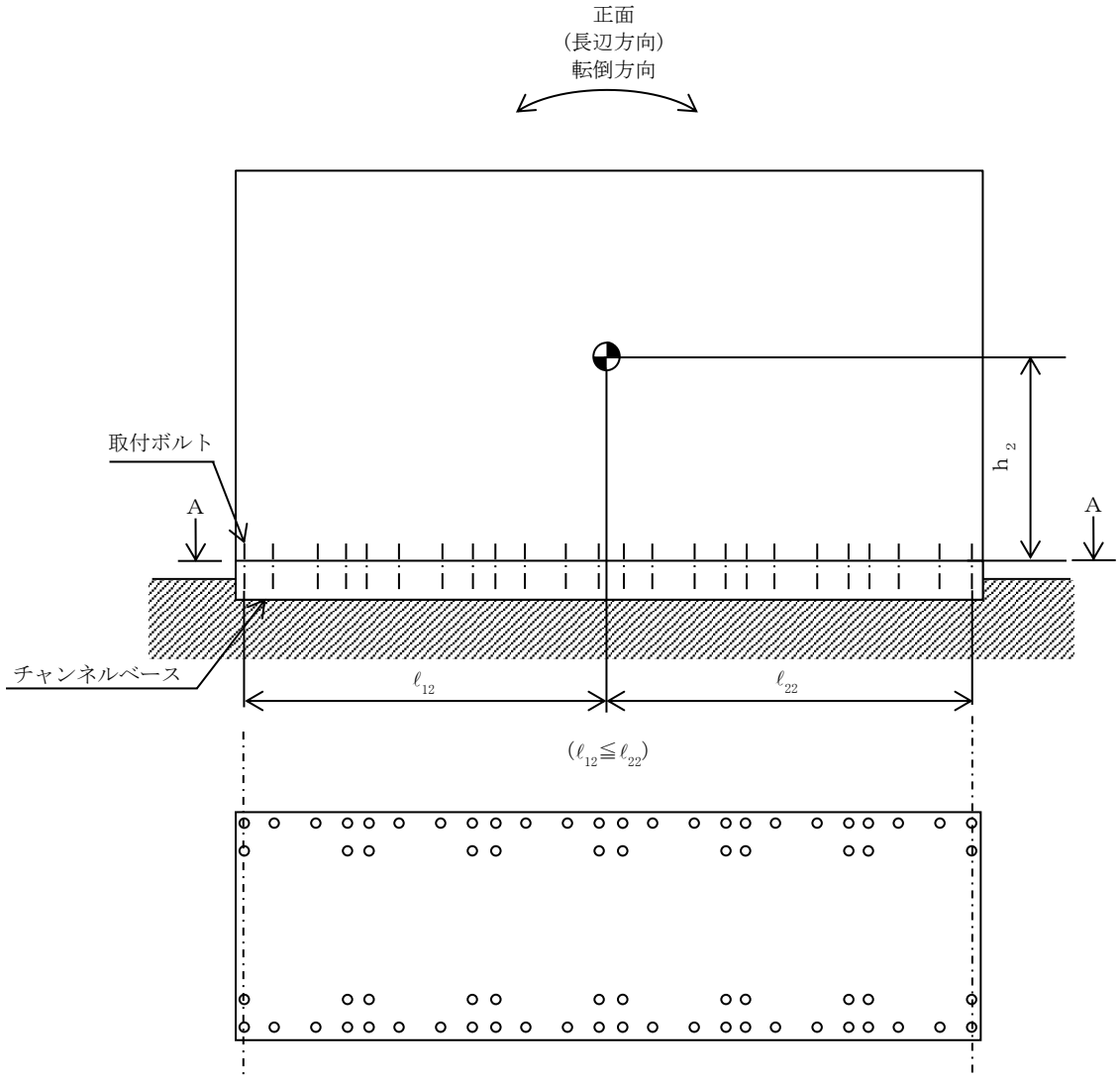
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}, f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

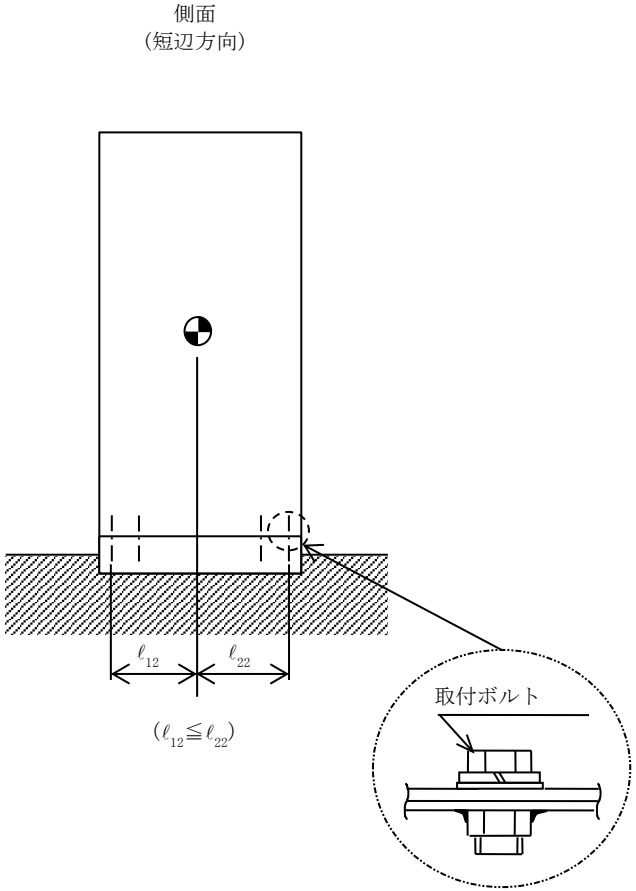
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
直流 125V 主母線盤 7A	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
A
A
h_2
チャンネルベース
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
ℓ_{12}
ℓ_{22}
($\ell_{12} \leqq \ell_{22}$)
取付ボルト

【直流 125V 主母線盤 7B の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 主母線盤 7B	常設耐震／防止 常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L.6.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	55

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	72	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (i＝2)	300	300	24	—	274	—	長辺方向
	1765	1765	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=30$	$f_{ts2}=205$*
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=158$

すべて許容応力以下である。

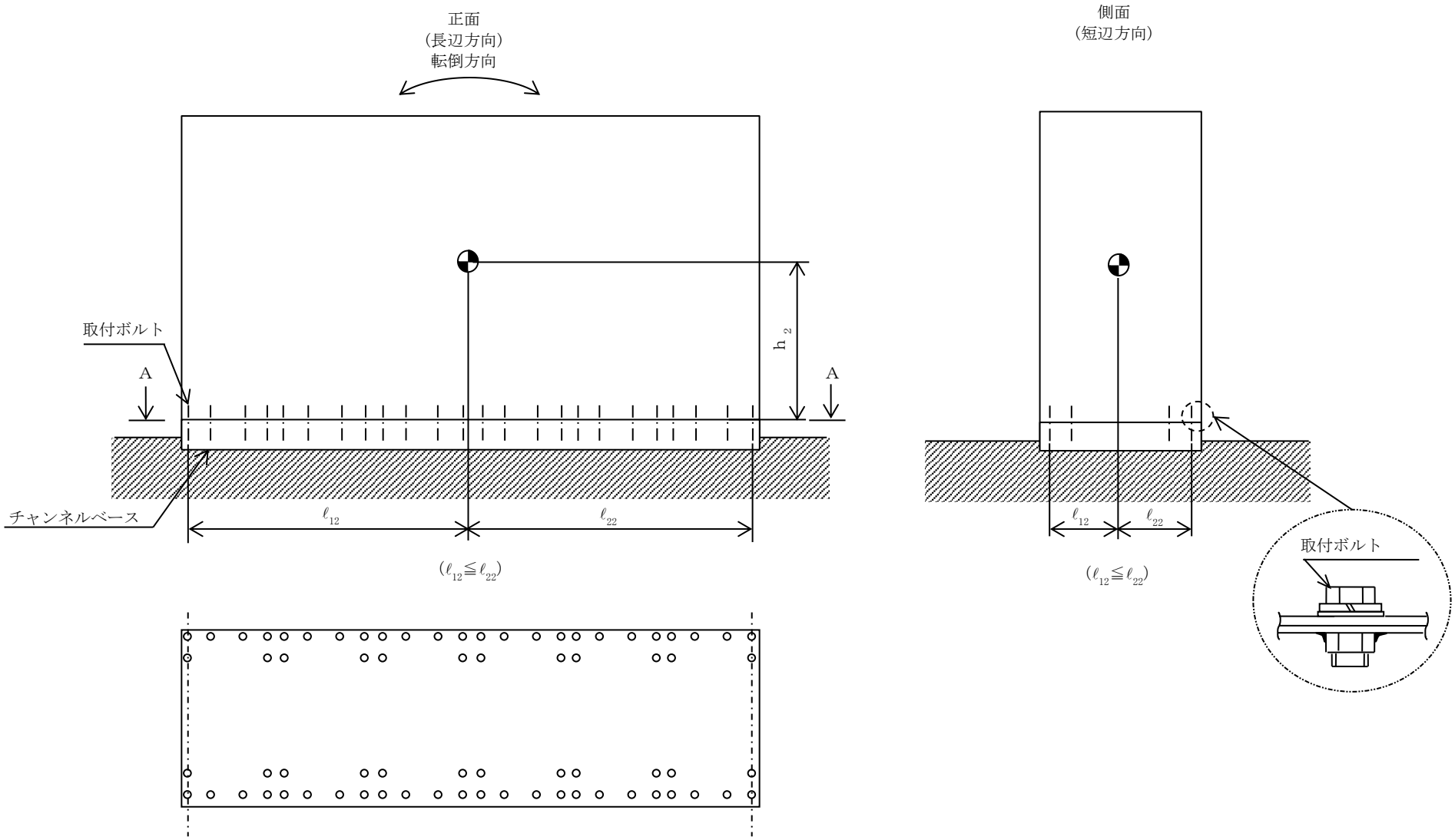
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
直流 125V 主母線盤 7B	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
取付ボルト
A
A
h 2
チャンネルベース
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
側面
(短辺方向)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 主母線盤 7C の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 主母線盤 7C	常設／防止(DB 拡張) 常設／緩和(DB 拡張)	コントロール建屋 T.M.S.L.6.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	60	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用 地震動Ｓｄ又は 静的震度	基準地震動 Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	300	300	20	—	280	—	長辺方向
	1465	1465	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝29	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝4	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

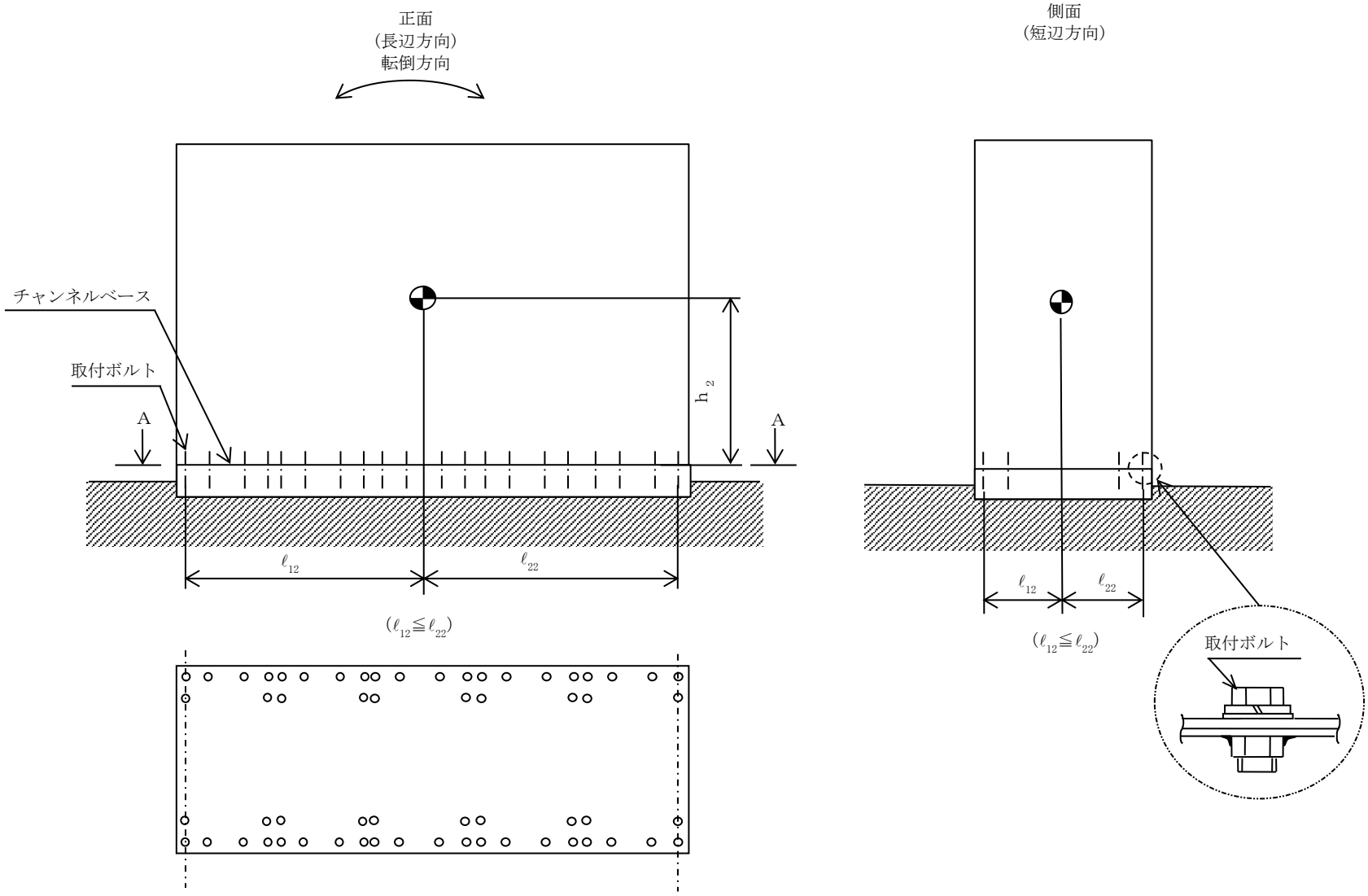
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}，f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
直流125V主母線盤7C	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

A～A矢視図

【直流 125V 主母線盤 7D の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V 主母線盤 7D	常設／防止(DB 拡張) 常設／緩和(DB 拡張)	コントロール建屋 T.M.S.L.6.5*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C_H＝1.86	C_V＝1.33	40

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (ｉ＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	24	235 (16mm＜径≦40mm)	400 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト (ｉ＝2)	300	300	8	—	280	—	長辺方向
	565	565	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
取付ボルト（ｉ＝2）	―	[redacted]	―	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	―	―	σ_{b2}＝26	f_{ts2}＝210*
		せん断	―	―	τ_{b2}＝4	f_{sb2}＝161

すべて許容応力以下である。

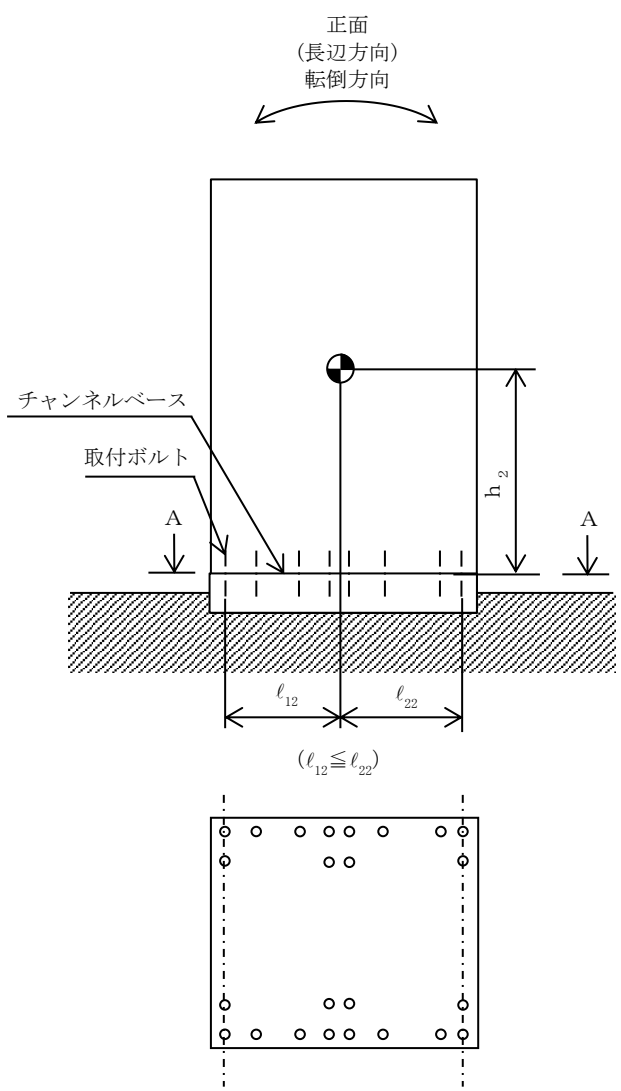
注記＊：f_{tsi}＝Min[1.4・f_{toi}－1.6・τ_{bi}, f_{toi}]

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s^2)

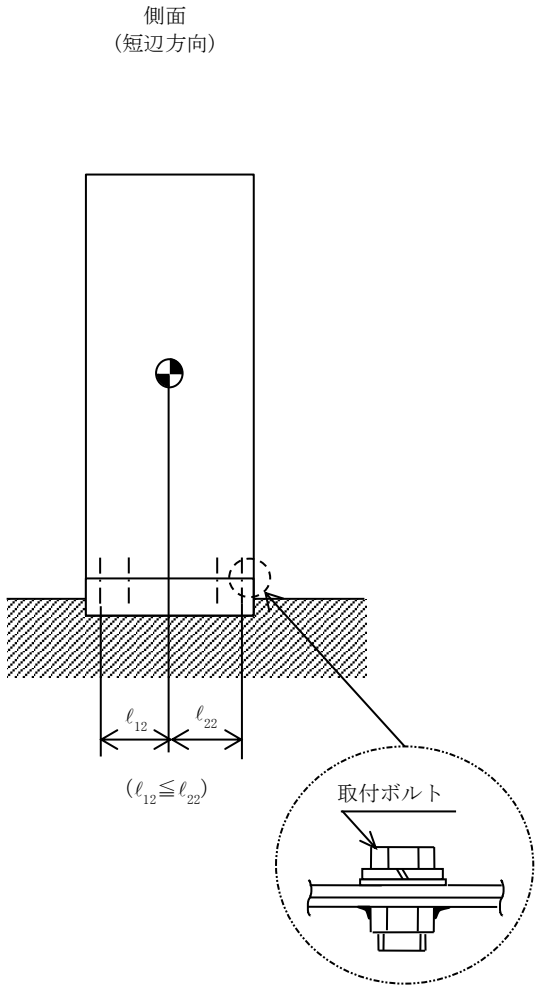
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
直流 125V 主母線盤 7D	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)

A～A矢視図


側面
(短辺方向)
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト

Ⅴ-2-10-1-4-16　125V 同時投入防止用切替盤の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，125V 同時投入防止用切替盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

125V 同時投入防止用切替盤は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

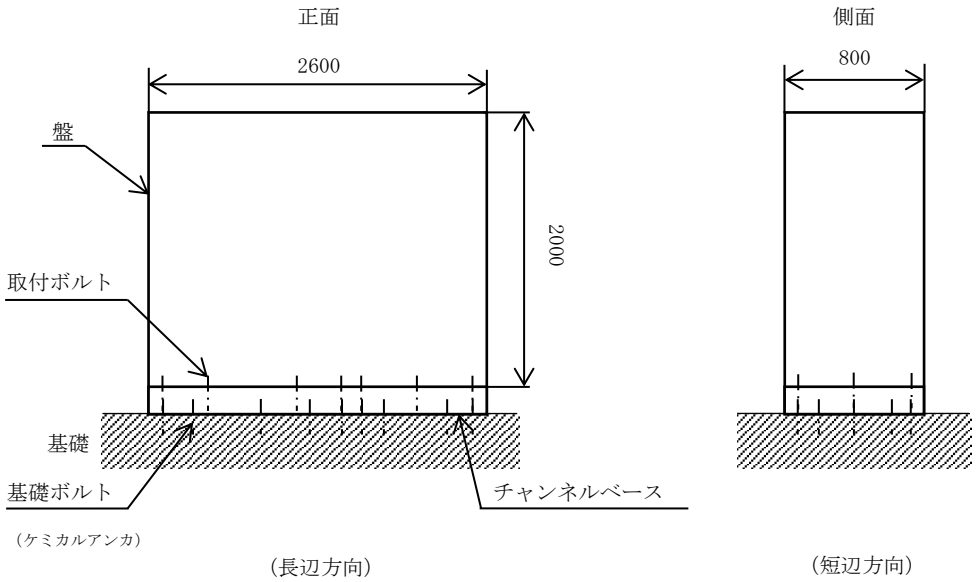
なお，125V 同時投入防止用切替盤は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

125V 同時投入防止用切替盤の構造計画を表 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	
125V 同時投入防止用切替盤は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖形の盤）	【125V 同時投入防止用切替盤】  （単位：mm）

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

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。試験の結果，剛であることを確認した。固有周期の確認結果を表3－1に示す。

表3－1　固有周期　　（単位：s）

水平	[redacted]
鉛直	[redacted]

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

125V 同時投入防止用切替盤の構造強度評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9 盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 同時投入防止用切替盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2　許容応力

125V 同時投入防止用切替盤の許容応力は，V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

125V 同時投入防止用切替盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【125V 同時投入防止用切替盤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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	125V 同時投入防止用切替盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	D＋P_D＋M_D＋S s *3	$Ⅳ_AS$
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋S s	V_AS （V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋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 4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
基礎ボルト	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	55	209	391	―
取付ボルト	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	55	229	391	―

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

125V 同時投入防止用切替盤の電気的機能維持評価は，V-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

125V 同時投入防止用切替盤に設置される器具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，当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において，電気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 5－1 に示す。

表 5－1　機能確認済加速度　　(×9.8m/s^2)

評価部位	方向	機能確認済加速度
125V 同時投入防止用切替盤	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 同時投入防止用切替盤の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【125V 同時投入防止用切替盤の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
125V 同時投入防止用切替盤	常設耐震／防止常設／緩和	コントロール建屋 T.M.S.L.6.5*	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H=1.86	C_V=1.33	55

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト（ｉ＝1）	[redacted]	1100	16 (M16)	201.1	22	209 (40mm＜径)	391 (40mm＜径)
取付ボルト（ｉ＝2）	[redacted]	1000	16 (M16)	201.1	18	229 (16mm＜径≦40mm)	391 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	350	350	5	—	251	—	短辺方向
	1230	1270	3				
取付ボルト（ｉ＝2）	320	320	7	—	274	—	短辺方向
	1230	1270	3				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=80$	$f_{ts1}=151^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=116$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=54$	$f_{ts2}=205^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=13$	$f_{sb2}=158$

すべて許容応力以下である。

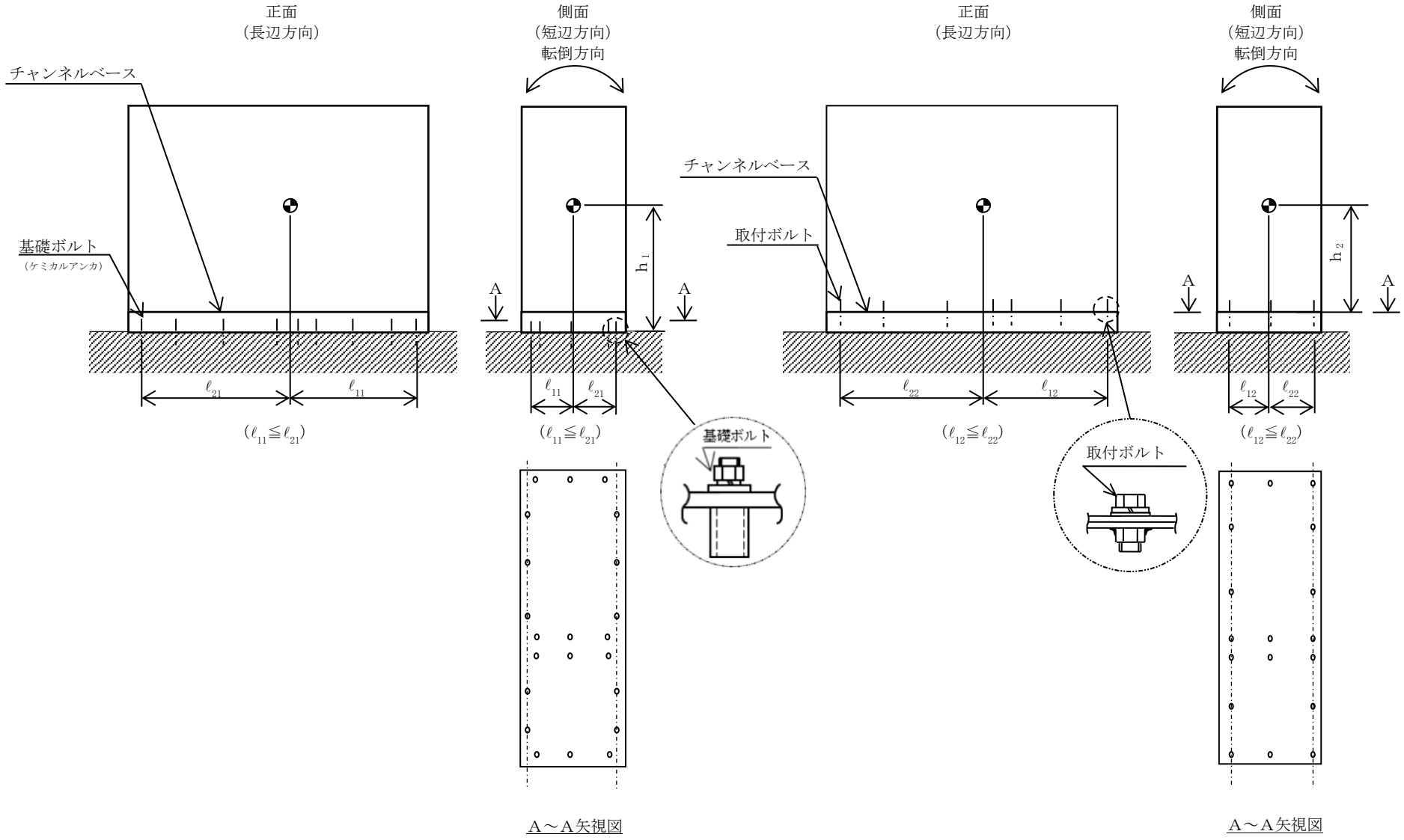
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 ($\times 9.8\mathrm{m/s^2}$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 同時投入防止用切替盤	水平方向	1.55	[redacted]
	鉛直方向	1.11	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
（長辺方向）
側面
（短辺方向）
転倒方向
チャンネルベース
基礎ボルト
（ケミカルアンカ）
A
A
h1
ℓ21
ℓ11
（ℓ11≦ℓ21）
基礎ボルト
A～A矢視図
正面
（長辺方向）
側面
（短辺方向）
転倒方向
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ22
ℓ12
（ℓ12≦ℓ22）
取付ボルト
A～A矢視図

Ⅴ-2-10-1-4-17　直流 125V HPAC MCC の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　構造計画 ····· 1
3.　固有周期 ····· 3
3.1　固有周期の確認 ····· 3
4.　構造強度評価 ····· 4
4.1　構造強度評価方法 ····· 4
4.2　荷重の組合せ及び許容応力 ····· 4
4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態 ····· 4
4.2.2　許容応力 ····· 4
4.2.3　使用材料の許容応力評価条件 ····· 4
4.3　計算条件 ····· 4
5.　機能維持評価 ····· 8
5.1　電気的機能維持評価方法 ····· 8
6.　評価結果 ····· 9
6.1　重大事故等対処設備としての評価結果 ····· 9

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，直流 125V HPAC MCC が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

直流 125V HPAC MCC は，重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下，重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

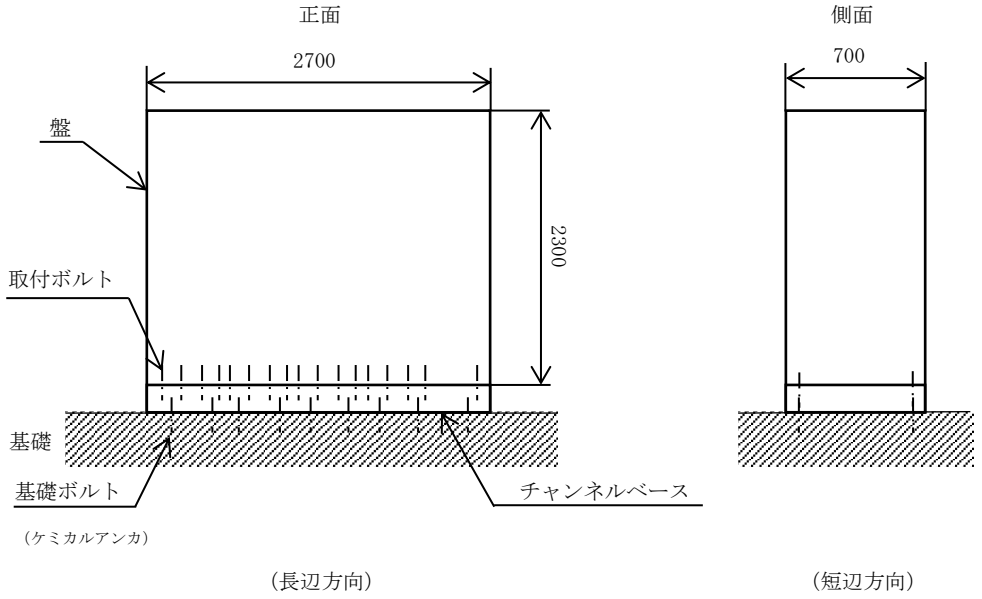
なお，直流 125V HPAC MCC は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

直流 125V HPAC MCC 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	
直流 125V HPAC MCC は，取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）	【直流 125V HPAC MCC】  （単位：mm）

3.　固有周期

3.1　固有周期の確認

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。試験の結果，剛であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3－1 に示す。

表 3－1　固有周期　　（単位：s）

水平	[redacted]
鉛直	[redacted]

4.　構造強度評価

4.1　構造強度評価方法

直流 125V HPAC MCC の構造強度評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

4.2　荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1　荷重の組合せ及び許容応力状態

直流 125V HPAC MCC の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－1 に示す。

4.2.2　許容応力

直流 125V HPAC MCC の許容応力は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4－2 のとおりとする。

4.2.3　使用材料の許容応力評価条件

直流 125V HPAC MCC の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4－3 に示す。

4.3　計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【直流 125V HPAC MCC 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 4－1　荷重の組合せ及び許容応力状態（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	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	直流 125V HPAC MCC	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	D＋P_D＋M_D＋S s *3	$Ⅳ_AS$
					D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋S s	V_AS （V_ASとして$Ⅳ_AS$の許容限界を用いる。）

注記＊1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

＊2：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。

＊3：「D＋P_{SAD}＋M_{SAD}＋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 4－2　許容応力（重大事故等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
ⅣＡＳ	1.5・ｆｔ*	1.5・ｆｓ*
ＶＡＳ （ＶＡＳとしてⅣＡＳの許容限界を用いる。）		

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 4－3　使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y（RT） (MPa)
基礎ボルト	SS400 (40mm＜径)	周囲環境温度	50	211	394	―
取付ボルト	SS400 (16mm＜径≦40mm)	周囲環境温度	50	231	394	―

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

直流 125V HPAC MCC の電気的機能維持評価は，Ⅴ-2-1-14「計算書作成の方法　添付資料-9　盤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。

直流 125V HPAC MCC に設置される器具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，同形式の器具及び当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において，電気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 5－1 に示す。

表 5－1　機能確認済加速度　　(×9.8m/s^2)

評価部位	方向	機能確認済加速度
直流 125V HPAC MCC	水平	[redacted]
	鉛直	[redacted]

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

直流 125V HPAC MCC の重大事故等時の状態を考慮した場合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気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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【直流 125V HPAC MCC の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ		周囲環境温度 (℃)
			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	
直流 125V HPAC MCC	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L.31.7*	[redacted]	[redacted]	—	—	C_H＝1.71	C_V＝1.41	50

注記＊：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm^2)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
基礎ボルト (i＝1)	[redacted]	1300	16 (M16)	201.1	18	211 (40mm＜径)	394 (40mm＜径)
取付ボルト (i＝2)	[redacted]	1200	16 (M16)	201.1	50	231 (16mm＜径≦40mm)	394 (16mm＜径≦40mm)

部材	ℓ_{1i}* (mm)	ℓ_{2i}* (mm)	n_{fi}*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト (i＝1)	305	305	9	—	253	—	長辺方向
	1145	1355	2				
取付ボルト (i＝2)	305	305	17	—	276	—	長辺方向
	1210	1420	4				

注記＊：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，
下段は長辺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_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ	弾性設計用地震動Ｓｄ又は静的震度	基準地震動Ｓｓ
基礎ボルト（ｉ＝1）	—	[redacted]	—	[redacted]
取付ボルト（ｉ＝2）	—	[redacted]	—	[redacted]

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Ｓｄ又は静的震度		基準地震動Ｓｓ	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト（ｉ＝1）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=56$	$f_{ts1}=152^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=10$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト（ｉ＝2）	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=24$	$f_{ts2}=207^{*}$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

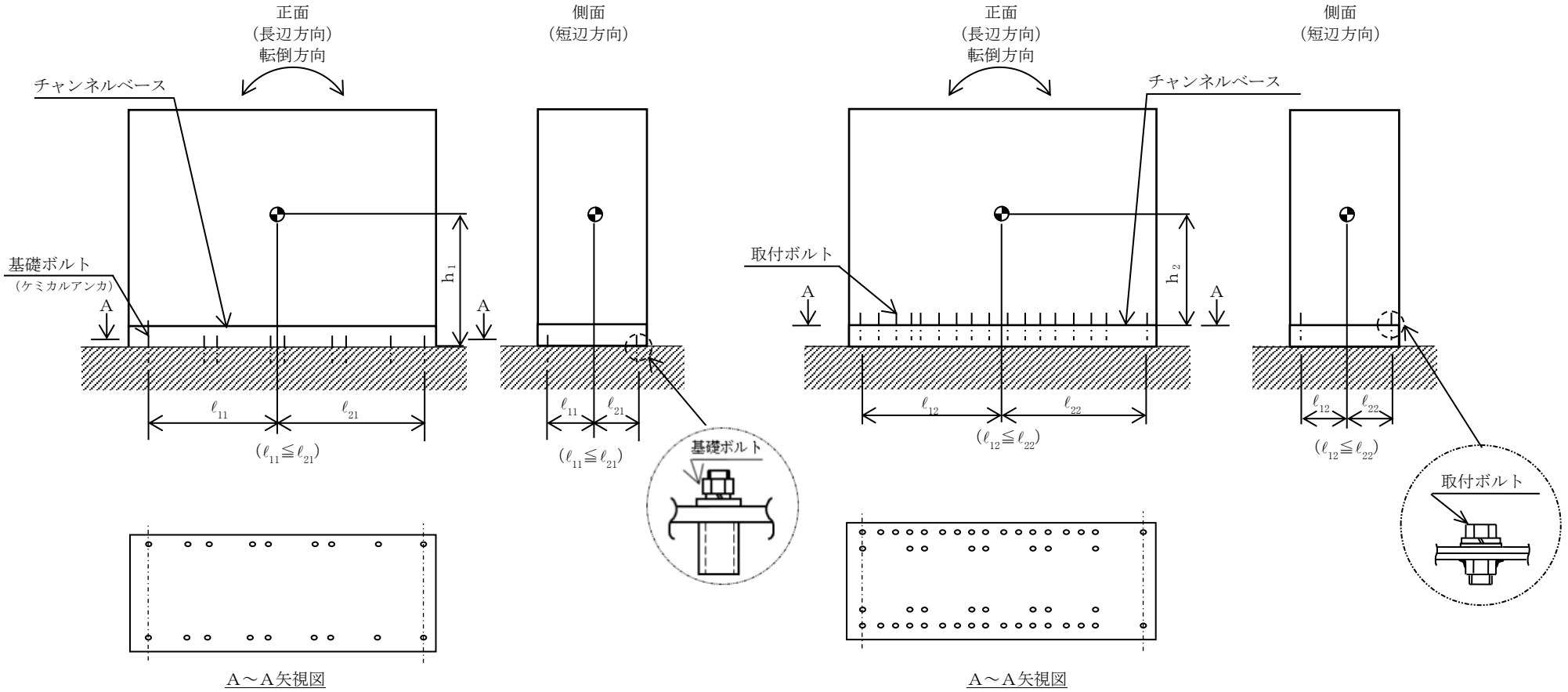
注記＊：$f_{tsi}=\mathrm{Min}[1.4\cdot f_{toi}-1.6\cdot \tau_{bi},\ f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度＊	機能確認済加速度
直流 125V HPAC MCC	水平方向	1.42	[redacted]
	鉛直方向	1.17	[redacted]

注記＊：基準地震動Ｓｓにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。


正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
基礎ボルト
(ケミカルアンカ)
A
A
h1
ℓ11
ℓ21
(ℓ11≦ℓ21)
(ℓ11≦ℓ21)
基礎ボルト
A～A矢視図
正面
(長辺方向)
転倒方向
側面
(短辺方向)
チャンネルベース
取付ボルト
A
A
h2
ℓ12
ℓ22
(ℓ12≦ℓ22)
(ℓ12≦ℓ22)
取付ボルト
A～A矢視図

Ⅴ－2－10－2　浸水防護施設の耐震性に関する説明書

Ⅴ-2-10-2-1　浸水防護施設の耐震計算結果

目　　次

1. 概要 ····· 1
2. 耐震評価条件整理 ····· 1

1. 概要

本資料は，浸水防護施設の設備の耐震計算の手法及び条件の整理について説明するものである。

2. 耐震評価条件整理

浸水防護施設に対して，設計基準対象施設の耐震クラス，重大事故等対処設備の設備分類を整理した。また，重大事故等対処設備のうち，設計基準対象施設であるものについては，重大事故等対処設備の評価条件と設計基準対象施設の評価条件の差異の有無を整理した。結果を表2－1に示す。

浸水防護施設のうち，新設又は新規登録の設計基準対象施設並びに重大事故等対処設備の耐震計算は表2－1に示す計算書に記載することとする。

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（1／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	外郭浸水防護施設	タービン補機冷却用海水取水槽閉止板	S *1	—*3	V-2-10-2-2-1	—	—	—
		補機冷却用海水取水槽（A）閉止版	S *1	—*3	V-2-10-2-2-1	—	—	—
		補機冷却用海水取水槽（B）閉止版	S *1	—*3	V-2-10-2-2-1	—	—	—
		補機冷却用海水取水槽（C）閉止版	S *1	—*3	V-2-10-2-2-1	—	—	—

表 2－1　耐震評価条件整理一覧表（2／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	タービン建屋地下 2 階北西階段室水密扉	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉 1	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉 2	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉 3	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表 2－1　耐震評価条件整理一覧表（3／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	建屋間連絡水密扉（タービン建屋地下 2 階～配管トレンチ）	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		原子炉補機冷却水系（C 系）熱交換器・ポンプ室　水密扉	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		循環水配管，電解鉄イオン供給装置室水密扉 1	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		循環水配管，電解鉄イオン供給装置室水密扉 2	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（4／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	タービン建屋地下中２階南西階段室水密扉	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		タービン建屋地下中２階北西階段室水密扉	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		計装用圧縮空気系・所内用圧縮空気系空気圧縮機室　水密扉	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		循環水配管メンテナンス室　水密扉１	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（5／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	循環水配管メンテナンス室　水密扉２	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		タービン建屋地下１階南西階段室　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		タービン建屋地下１階北西階段室　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		建屋間連絡水密扉（原子炉建屋地下１階～タービン建屋地下１階）	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表 2－1　耐震評価条件整理一覧表（6／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉補機冷却水系（B 系）熱交換器・ポンプ室　水密扉	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		原子炉補機冷却水系（A 系）熱交換器・ポンプ室　水密扉 2	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		タービン建屋 1 階北西階段室　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		建屋間連絡水密扉（タービン建屋地上 1 階～廃棄物処理建屋地上 1 階）	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（7／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	建屋間連絡水密扉（原子炉建屋地上１階～タービン建屋地上１階）	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		非常用電気品室（A 系）水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		原子炉隔離時冷却系ポンプ・タービン室水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		高圧炉心注水系(B)ポンプ室　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（8／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	高圧炉心注水系(C)ポンプ室　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		残留熱除去系(A)ポンプ・熱交換器室水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		残留熱除去系(B)ポンプ・熱交換器室水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		残留熱除去系(C)ポンプ・熱交換器室水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表 2－1　耐震評価条件整理一覧表（9／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	水圧制御ユニット室，計装ラック，制御棒駆動機構マスターコントロール室水密扉 1	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		水圧制御ユニット室，計装ラック，制御棒駆動機構マスターコントロール室水密扉 2	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		水圧制御ユニット室，計装ラック室水密扉 1	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		水圧制御ユニット室，計装ラック室水密扉 2	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（10／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	高圧代替注水系ポンプ室　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		残留熱除去系(A)ポンプハッチ室　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		原子炉建屋地上１階北階段室　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		非常用ディーゼル発電機(A)室　水密扉１	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（11／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	非常用ディーゼル発電機(A)室　水密扉２	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		非常用ディーゼル発電機(B)室　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		非常用ディーゼル発電機(C)室　水密扉１	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		非常用ディーゼル発電機(C)室　水密扉２	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（12／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	可燃性ガス濃度制御系再結合装置室　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		原子炉建屋北搬出入口　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		大物搬出入口建屋　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		燃料プール冷却浄化系弁室　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（13／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建屋地上４階トレイ室　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		建屋間連絡水密扉（コントロール建屋地下１階～サービス建屋地下１階）	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		7 号機コントロール建屋大物搬出入口水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		7 号機計測制御電源盤区域(B)送・排風機室水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（14／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	建屋間連絡水密扉（コントロール建屋地下２階～廃棄物処理建屋地下３階）１（6,7 号機共用）	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		建屋間連絡水密扉（コントロール建屋地下２階～廃棄物処理建屋地下３階）２（6,7 号機共用）	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		建屋間連絡水密扉（廃棄物処理建屋地下２階～配管トレンチ）（6,7 号機共用）	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		建屋間連絡水密扉（コントロール建屋地下１階～廃棄物処理建屋地下１階）（6,7 号機共用）	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（15／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉補機冷却水系（A 系） 熱交換器・ポンプ室　水密扉 1	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		燃料移送ポンプエリア（A 系）　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		燃料移送ポンプエリア（B 系）　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		燃料移送ポンプエリア（C 系）　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（16／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	フィルタベントエリア　水密扉	C *2	—*3	V-2-10-2-3-1	—	—	—
		タービン建屋地上１階（T4-TBTC）水密扉付止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-2	—	—	—
		タービン建屋地上１階（T7-TBTC）水密扉付止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-2	—	—	—
		原子炉建屋地上４階（R5R6-RFRG）水密扉付止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-2	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（17／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	タービン建屋地上１階（T2T3-TATB） レイダウンスペース　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		タービン建屋地上１階（T2T3-TBTC） 海水熱交換器区域給気エアフィルタ室 止水堰１	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		タービン建屋地上１階（T2T3-TBTC） 海水熱交換器区域給気エアフィルタ室 止水堰２	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		タービン建屋地上１階（T2T3-TBTC） 海水熱交換器区域冷却加熱コイル室 止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（18／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	タービン建屋地上１階（T3T4-TATB） レイダウンスペース　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		タービン建屋地上１階（T3T4-TCTD） 南階段室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		タービン建屋地上１階（T7T8-TATB） レイダウンスペース　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		タービン建屋地上１階（T7T9-TATB） レイダウンスペース　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（19／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	タービン建屋地上１階（T8T9-TATB） 北階段室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		タービン建屋地上１階（T8T9-TBTC） レイダウンスペース　止水堰	B	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		タービン建屋地上１階（T1T2-TCTD） 南西階段室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		タービン建屋地上１階（T1T2-TATB） 大物搬出入口　止水堰	B	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（20／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	タービン建屋地上１階（T2T3-TCTD） 南西階段室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		タービン建屋地上２階（T7T8-TDTE） 北西階段室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		タービン建屋地上２階（T2T3-TCTD） 南西階段室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地下２階（R1R2-RDRE）通路 止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表2－1　耐震評価条件整理一覧表（21／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建屋地下2階（R2R3-RERF）通路止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地下2階（R3R4-RERF）通路止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地下2階（R4R5-RERF）通路止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地下2階（R5R6-RERF）通路止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（22／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建屋地下２階（R6R7-RDRE）通路止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地下１階（R1R2-RCRD）原子炉系（DIV-Ⅳ）計装ラック室止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地下１階（R1R2-RDRE）原子炉系（DIV-Ⅱ）計装ラック室止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地下１階（R6R7-RBRC）残留熱除去系(A)配管室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（23／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建屋地下１階（R6R7-RCRD） 原子炉系（DIV-Ⅰ）計装ラック室 止水堰	C*2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地下１階（R6R7-RDRE） 原子炉系（DIV-Ⅲ）計装ラック室 止水堰	C*2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上１階（R1R2-RARB） 通路　止水堰	C*2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上１階（R1R2-RBRC） ほう酸水注入系ペネ，電気ペネ室 止水堰	C*2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（24／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建屋地上１階（R3R4-RFRG） 電気ペネ室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上１階（R4R5-RFRG） 可燃性ガス濃度制御系再結合装置室 止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上１階（R5R6-RARB）通路 止水堰１	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上１階（R5R6-RARB）通路 止水堰２	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（25／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建屋地上１階（R5R6-RBRC） 原子炉補機冷却水系・不活性ガス系・電気ペネ室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上１階（R5R6-RFRG） 通路　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上２階（R2R3-RFRG） 通路　止水堰１	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上２階（R2R3-RFRG） 通路　止水堰２	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（26／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建屋地上２階（R5R6-RARB） 主蒸気系トンネル室，配管ペネ室 止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上２階（R5R6-RARB） 通路　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上２階（R5R6-RCRD） 電気ペネ室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上２階（R2R3-RARB） 燃料プール冷却浄化系熱交換器室 止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（27／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建屋地上２階（R5R6-RCRD） 通路　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上３階（R2R3-RBRC） 非常用ガス処理系室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上３階（R2R3-RCRD） 非常用ガス処理系室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上３階（R3R4-RARB） 通路　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（28／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建屋地上３階（R4R5-RARB） 通路　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上３階（R5R6-RBRC） 主蒸気隔離弁・逃がし安全弁ラッピング室　止水堰１	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上３階（R5R6-RERF） 主蒸気隔離弁・逃がし安全弁ラッピング室　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上４階（R2R3-RARB） オペレーティングフロア　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（29／30）

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	内郭浸水防護施設	原子炉建屋地上４階（R2R3-RDRE） オペレーティングフロア　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—
		原子炉建屋地上４階（R2R3-RFRG） オペレーティングフロア　止水堰	C *2	—*3	V-2-10-2-3-3	—	—	—

表２－１　耐震評価条件整理一覧表（30／30）

評価対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
		耐震重要度分類	新規制基準施行前に認可された実績との差異	耐震計算の記載箇所	設備分類	設計基準対象施設との評価条件の差異	耐震計算の記載箇所
浸水防護施設	床ドレンライン浸水防止冶具	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-4-1	—	—	—
	貫通部止水処置	S *1 C *2	—*3	V-2-10-2-4-2	—	—	—
	取水槽水位	S *1	—*3	V-2-10-2-4-3	—	—	—
	津波監視カメラ	S *1	—*3	V-2-10-2-4-4	—	—	—

注記＊１：Ｓクラス施設のうち，浸水防止設備として基準地震動Ｓｓによる地震力に対して，要求される機能を保持するものを示す。
＊２：Ｃクラス施設のうち，溢水の伝播を防止する設備として基準地震動Ｓｓによる地震力に対して，要求される機能を保持するものを示す。
＊３：本工事計画で新規に申請する設備であることから，差異比較の対象外。

Ⅴ-2-10-2-2　外郭浸水防護設備の耐震性についての計算書

Ⅴ-2-10-2-2-1　取水槽閉止板の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 2
2.1　配置概要 ····· 2
2.2　構造計画 ····· 3
2.3　評価方針 ····· 4
2.4　適用規格・基準等 ····· 5
2.5　記号の説明 ····· 6
3.　評価対象部位及び評価対象設備 ····· 7
4.　固有値解析 ····· 9
4.1　固有振動数の計算方法 ····· 9
4.1.1　解析モデルの設定 ····· 9
4.1.2　記号の説明 ····· 10
4.1.3　固有振動数の算出方法 ····· 10
4.2　固有振動数の計算条件 ····· 11
4.3　固有振動数の計算結果 ····· 11
5.　構造強度評価 ····· 12
5.1　構造強度評価方法 ····· 12
5.2　荷重及び荷重の組合せ ····· 12
5.2.1　荷重の組合せ ····· 12
5.2.2　荷重の設定 ····· 12
5.3　許容限界 ····· 13
5.3.1　使用材料 ····· 13
5.3.2　許容限界 ····· 14
5.4　設計用地震力 ····· 15
5.5　評価方法 ····· 16
5.5.1　主桁 ····· 16
5.5.2　スキンプレート ····· 19
5.5.3　締付ボルト ····· 21
5.5.4　戸当り ····· 22
5.5.5　アンカーボルト ····· 25
5.6　評価条件 ····· 26
6.　評価結果 ····· 27

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に基づき，浸水防止設備のうちタービン補機冷却用海水取水槽閉止板，補機冷却用海水取水槽(A)閉止板，補機冷却用海水取水槽(B)閉止板及び補機冷却用海水取水槽(C)閉止板（以下「取水槽閉止板」という。）が設計用地震力に対して，主要な構造部材が十分な構造健全性を有することを説明するものである。その耐震評価は取水槽閉止板の固有値解析及び応力評価により行う。

取水槽閉止板は，浸水防止設備としてＳクラスの施設に分類される。以下，浸水防止設備としての構造強度評価を示す。

2.　一般事項

2.1　配置概要

取水槽閉止板は，タービン建屋の補機冷却用海水取水槽の上部床面に設置する。取水槽閉止板の設置位置図を図 2－1 に示す。

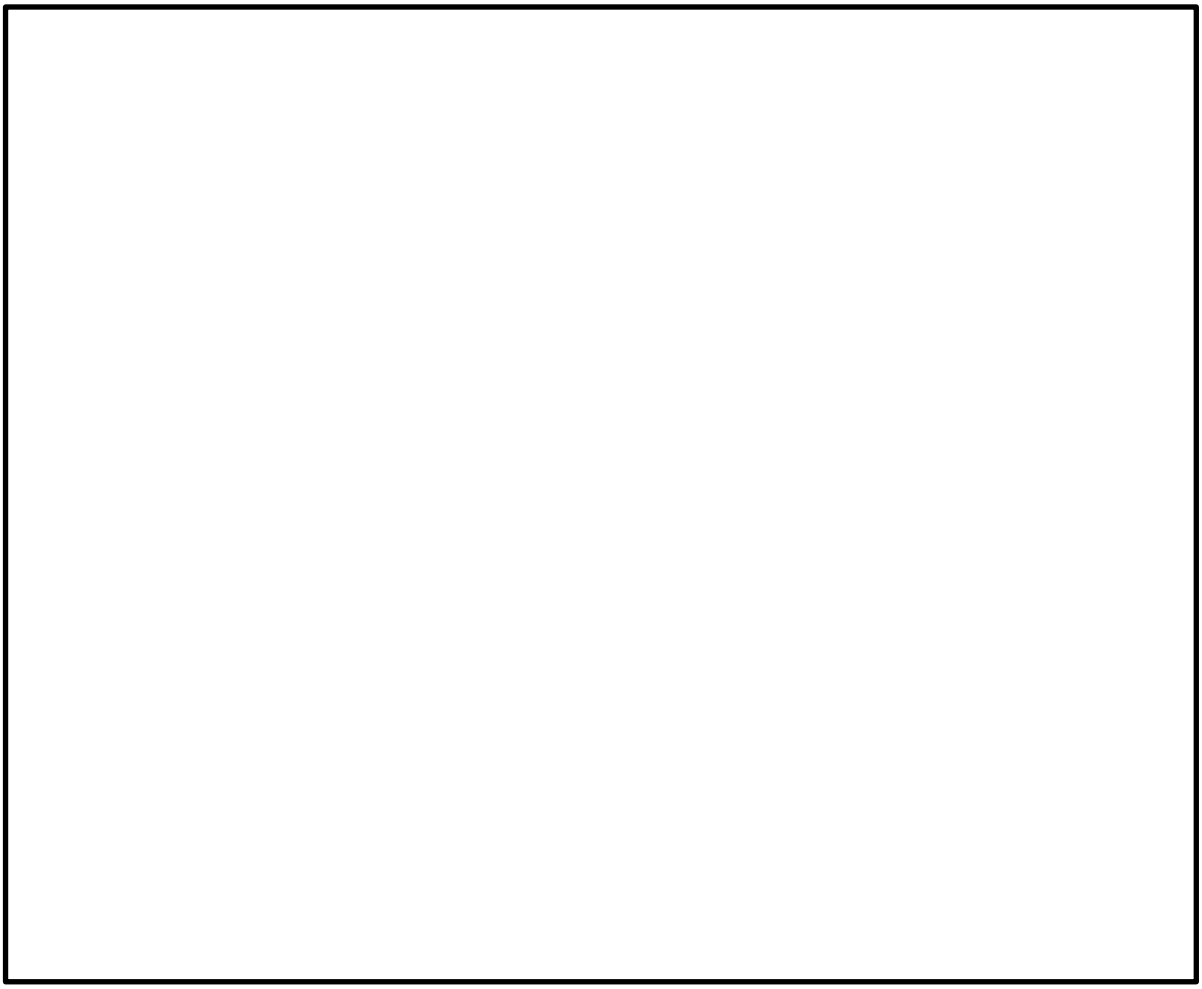


図 2－1　取水槽閉止板の設置位置図（タービン建屋 地下 1 階）

2.2　構造計画

取水槽閉止板の構造は，長方形のスキンプレートに主桁（溝形鋼）を組合せた構造とする。

取水槽閉止板は，補機冷却用海水取水槽の上部床面に設置するアンカーボルトにて固定する。取水槽閉止板の構造計画を表 2－1 に示す。

表 2－1　取水槽閉止板の構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
補機冷却用海水取水槽の上部床面に設置するアンカーボルトで戸当りを躯体に固定し，締付ボルトによりスキンプレート，主桁を戸当りに固定する。	スキンプレート，主桁及び戸当りにより構成する。	

2.3　評価方針

取水槽閉止板の耐震評価は，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，「2.2　構造計画」に示す取水槽閉止板の構造を踏まえ，「3.　評価対象部位及び評価対象設備」にて設定する評価部位において，「4.　固有値解析」で算出した固有振動数に基づく設計用地震力により算出した応力等が許容限界内に収まることを，「5.　構造強度評価」に示す方法にて確認する。応力評価の確認結果を「6.　評価結果」にて確認する。

耐震評価フローを図 2－2 に示す。

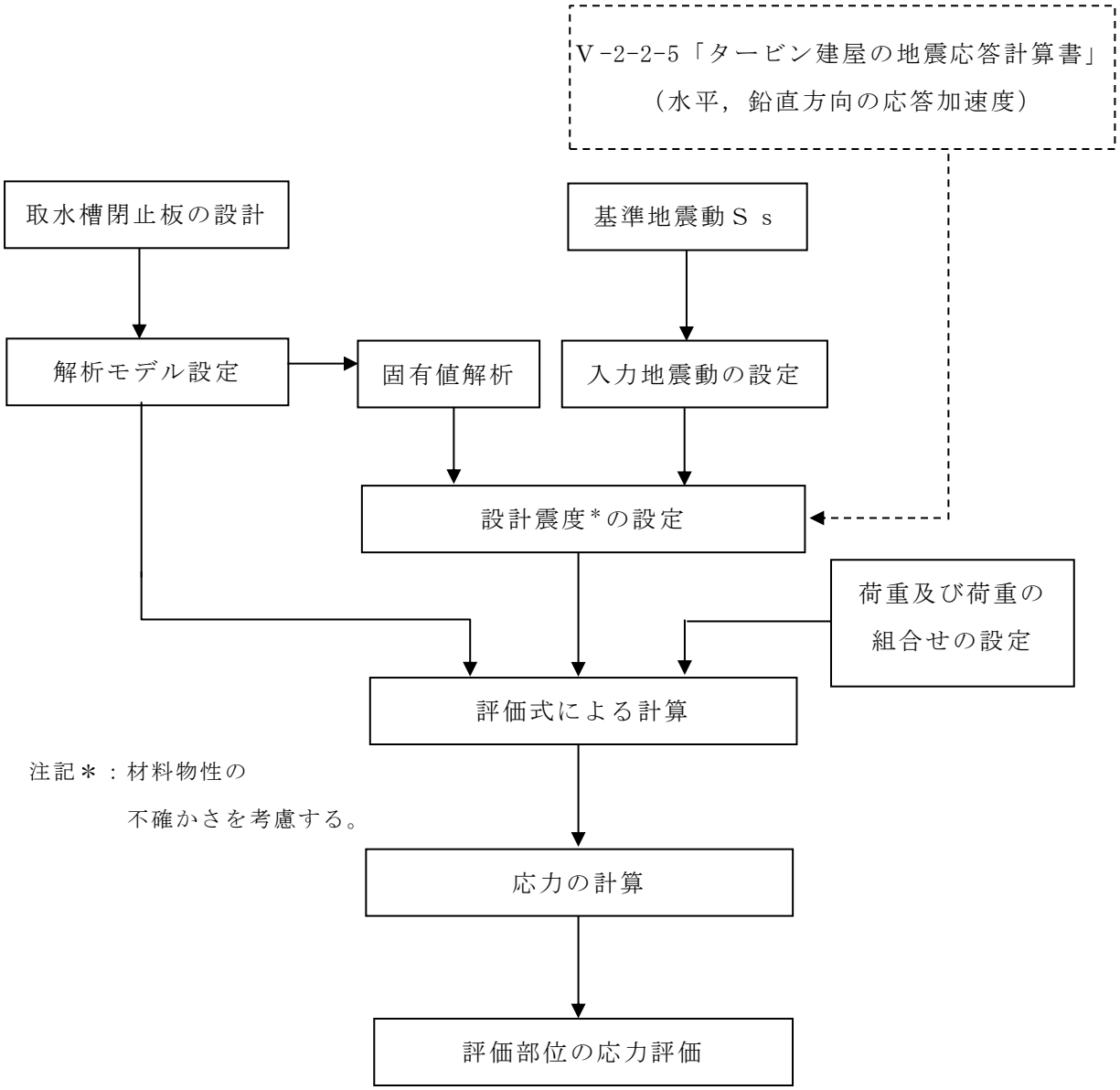


図 2－2　耐震評価フロー

2.4　適用規格・基準等

適用する規格，基準等を以下に示す。

・建築基準法・同施行令

・鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 改定）

・各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 改定）

・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－
（（社）日本建築学会，1999 改定）

・日本工業規格（ＪＩＳ）

・原子力発電所耐震設計技術指針ＪＥＡＧ４６０１-1987
（（社）日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針ＪＥＡＧ４６０１-1991 追補版
（（社）日本電気協会）

2.5　記号の説明

取水槽閉止板の耐震評価に用いる記号を表 2－2 に示す。

表 2－2　耐震評価に用いる記号

記号	単位	定義
Ｓｓ	kN	基準地震動Ｓｓによる地震荷重
k_H	－	基準地震動Ｓｓの水平方向の設計震度
k_V	－	基準地震動Ｓｓの鉛直方向の設計震度
G	kN	固定荷重
w_{ss}	kN/m	単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重
w_{ss}'	kN/m	単位長さ当りの水平方向の等分布荷重
τ	N/mm^2	最大せん断応力度
σ	N/mm^2	最大曲げ応力度
Q	kN	最大せん断力
M	kN・m	最大曲げモーメント
x	N/mm^2	組合せ応力度
A_s	mm^2	せん断断面積
Z	mm^3	断面係数
L_1	mm	主桁の負担幅
L_2	mm	主桁と直交方向のスキンプレートの長さ
L_3	mm	主桁全長
L_4	mm	スキンプレートの負担幅
L_5	mm	戸当り全長
L_6	mm	戸当りウェブ中心から上フランジに等分布荷重が作用する位置までの距離
L_7	mm	アンカーボルト中心位置から戸当りウェブ中心位置までの距離
N_1	本	戸当り本数
N_2	本	評価する戸当りに取り付くアンカーボルト本数
N_3	本	閉止板に取り付くアンカーボルトの本数
T_d	kN	アンカーボルト1本当りに作用する引張力
q	kN	アンカーボルト1本当りに作用するせん断力
T_s	kN	締付ボルト1本当りに作用する引張力
q_s	kN	締付ボルト1本当りに作用するせん断力
σ_t	N/mm^2	最大引張応力度
A	mm^2	締付ボルトの有効断面積
n_s	本	締付ボルトの本数

3. 評価対象部位及び評価対象設備

取水槽閉止板の評価対象部位は，「2.2 構造計画」にて設定している構造を踏まえて，地震に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。また，取水槽閉止板は構成部材の寸法，規格が等しく，評価結果が変わらないことから，代表としてタービン補機冷却用海水取水槽閉止板を評価対象設備として選定する。

取水槽閉止板の評価対象部位は，地震に伴う慣性力が取水槽閉止板のスキンプレート，主桁，締付ボルト及び戸当りに伝わり，取水槽閉止板を固定するアンカーボルトを介して躯体に伝達されることから，スキンプレート，主桁，締付ボルト，戸当り及びアンカーボルトとし，評価対象部位を図 3－1 に示す。

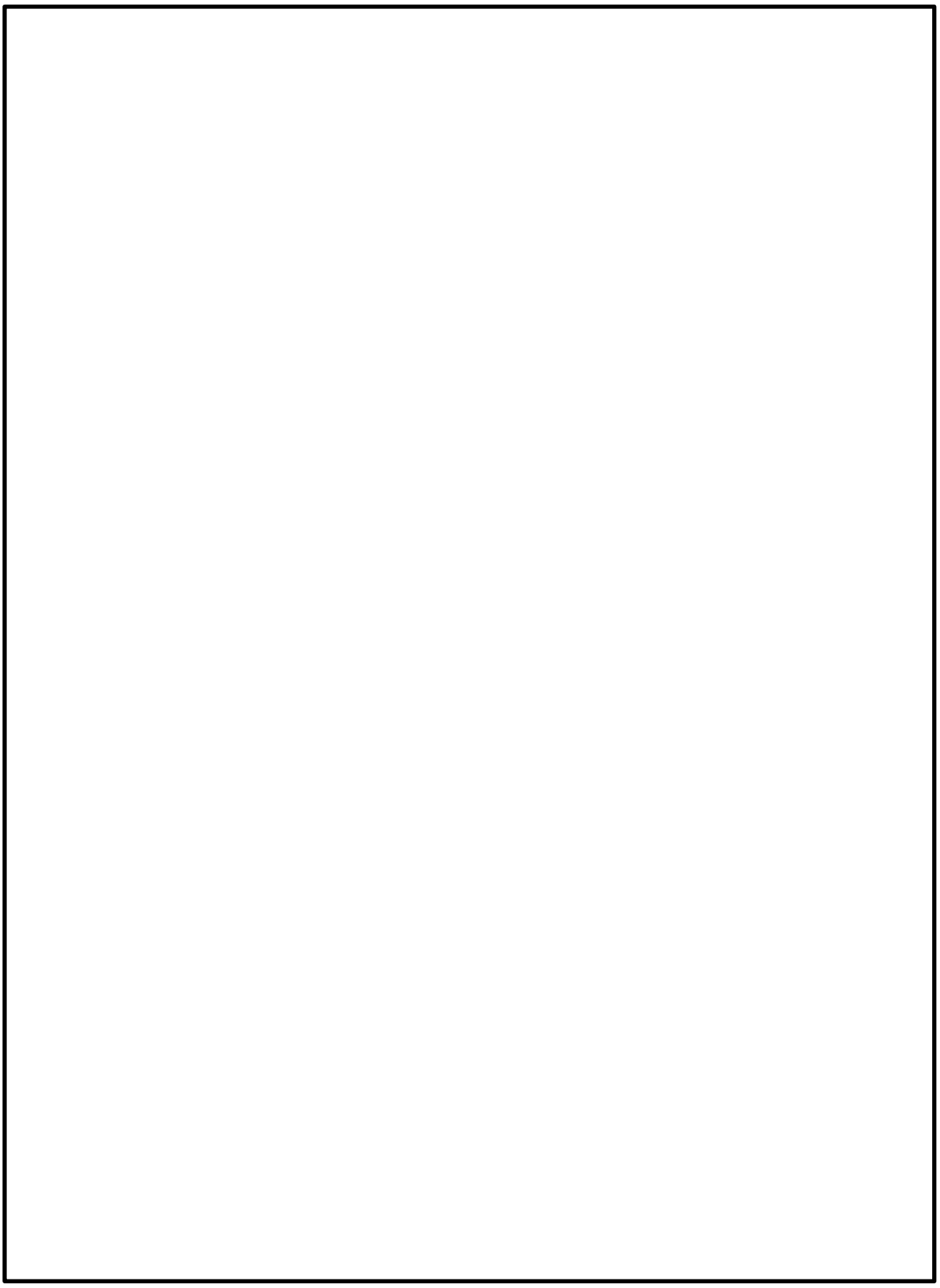


図 3―1　評価対象部位

4.　固有値解析

4.1　固有振動数の計算方法

取水槽閉止板の構造に応じて解析モデルを設定し，固有振動数を算出する。

4.1.1　解析モデルの設定

取水槽閉止板は，スキンプレート及び主桁の組合せにより剛な断面を有しているとともに，締付ボルトを介し，戸当り及びアンカーボルトにて取水槽閉止板と躯体を固定する構造であることから，取水槽閉止板の主桁を両端固定はりに単純化したモデルとし，モデル化に用いるはり長さは，主桁の全長とする。図 4－1に解析モデル図を示す。

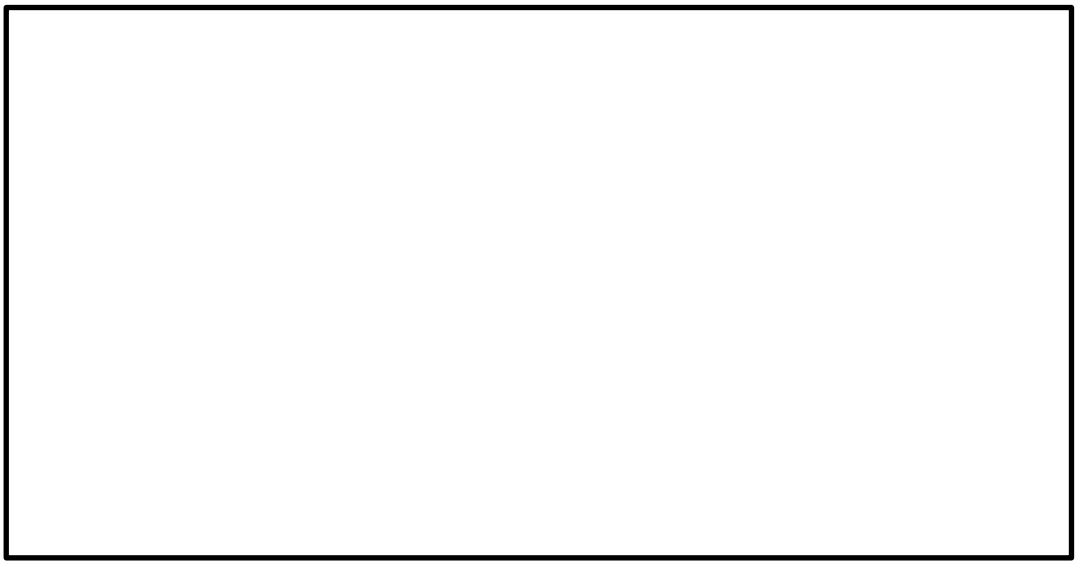


図 4－1　取水槽閉止板の固有値解析モデル

4.1.2　記号の説明

取水槽閉止板の固有振動数算出に用いる記号を表 4－1 に示す。

表 4－1　取水槽閉止板の固有振動数算出に用いる記号

記号	単位	定義
f	Hz	主桁の 1 次固有振動数
L	mm	はり長さ
E	N/mm^2	ヤング率
I	mm^4	主桁の断面二次モーメント
m	kg/m	質量分布

4.1.3　固有振動数の算出方法

固有振動数 f を「土木学会構造力学公式集」を参考に以下の式より算出する。

$$f = \frac{4.7300^2}{2\pi L^2}\sqrt{\frac{E I \times 10^6}{m}}$$

4.2　固有振動数の計算条件

固有振動数の計算条件を表 4－2 に示す。

表 4－2　固有振動数の計算条件

設備名称	はり長さ L (mm)	ヤング率 E (N/mm^2)	断面二次モーメント I (mm^4)	質量分布 m (kg/m)
タービン補機冷却用海水取水槽 閉止板	950	1.93×10^5	8.500×10^6	4.52×10
補機冷却用海水取水槽(A) 閉止板	950	1.93×10^5	8.500×10^6	4.52×10
補機冷却用海水取水槽(B) 閉止板	950	1.93×10^5	8.500×10^6	4.52×10
補機冷却用海水取水槽(C) 閉止板	950	1.93×10^5	8.500×10^6	4.52×10

4.3　固有振動数の計算結果

固有振動数の計算結果を表 4－3 に示す。固有振動数は 20Hz 以上であることから，剛構造である。

表 4－3　固有振動数の計算結果

設備名称	固有振動数 f (Hz)
タービン補機冷却用海水取水槽 閉止板	751.69
補機冷却用海水取水槽(A) 閉止板	751.69
補機冷却用海水取水槽(B) 閉止板	751.69
補機冷却用海水取水槽(C) 閉止板	751.69

5.　構造強度評価

5.1　構造強度評価方法

取水槽閉止板の耐震評価は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて，「3.　評価対象部位及び評価対象設備」にて設定する評価対象部位に作用する応力等が「5.3　許容限界」にて示す許容限界以下であることを確認する。

5.2　荷重及び荷重の組合せ

5.2.1　荷重の組合せ

取水槽閉止板の評価に用いる荷重の組合せを下記に示す。

$G + S_s$

ここで，G　　：固定荷重(kN)

S_s　：基準地震動S_sによる地震荷重(kN)

なお，積載荷重は考慮しない。

5.2.2　荷重の設定

耐震評価に用いる荷重は，以下のとおりとする。

(1)　固定荷重（G）

固定荷重として，取水槽閉止板を構成する部材の自重を考慮する。

(2)　基準地震動S_sによる地震荷重（S_s）

地震荷重として，基準地震動S_sに伴う慣性力を考慮する。地震荷重は，取水槽閉止板の固定荷重に設計震度を乗じた次式により算出する。

$S_s = G \cdot k$

ここで，S_s：基準地震動S_sによる地震荷重(kN)

G　：固定荷重(kN)

k　：基準地震動S_sの設計震度

（最大応答加速度／重力加速度）

5.3　許容限界

許容限界は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している許容限界を踏まえて設定する。

5.3.1　使用材料

取水槽閉止板を構成するスキンプレート，主桁，戸当り，締付ボルト及びアンカーボルトの使用材料を表 5－1 に示す。

表 5－1　使用材料

評価対象部位	材質	仕様
スキンプレート	SUS304	厚さ [redacted]
主桁	SUS304	C-150×75×9×9（mm）
戸当り	SUS304	BH-150×(240-150)×9×9（mm）
締付ボルト	SUS304	M24
アンカーボルト	SUS304	M16

5.3.2　許容限界

(1)　スキンプレート，主桁，戸当り，締付ボルト

鋼材の許容応力度は，「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 改定）」を踏まえて表 5－2 の値とする。

表 5－2　鋼材の短期許容応力度

材質	短期許容応力度 (N/mm^2)		
	曲げ	引張	せん断
SUS304	205	205	118

注：許容応力度を決定する場合の基準値Ｆは，日本工業規格（ＪＩＳ）に基づく。

(2)　アンカーボルト

アンカーボルトの許容荷重は，「3.　評価対象部位及び評価対象設備」に記載したアンカーボルトに作用する荷重の向きを踏まえて，「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010改定）」に基づき算定する。

地震荷重を考慮する場合のアンカーボルトの許容荷重を表5－3に示す。

なお，アンカーボルトは躯体に埋め込まれていることから，アンカーボルトが引張力を受ける場合においては，アンカーボルトの降伏により決まる許容荷重，付着力により決まる許容荷重を比較して，いずれか小さい値を採用する。また，アンカーボルトがせん断力を受ける場合においては，アンカーボルトのせん断強度により決まる許容荷重，定着したコンクリート躯体の支圧強度により決まる許容荷重及びコーン状破壊により決まる許容荷重を比較して，いずれか小さい値を採用する。

表 5－3　地震荷重を考慮する場合のアンカーボルトの短期許容荷重

材質	短期許容荷重(kN)	
	引張	せん断
SUS304	32.1	22.4

5.4　設計用地震力

「4.　固有値解析」に示したとおり，取水槽閉止板の固有振動数が 20Hz 以上であることを確認したため，取水槽閉止板の耐震評価に用いる設計震度は，材料物性の不確かさを考慮したものとしてⅤ-2-2-5「タービン建屋の地震応答計算書」の地震応答解析結果を用いる。

耐震評価で用いる設計震度を表 5－4 に示す。

表 5－4　設計震度

建屋	フロア	基準地震動Ｓｓの設計震度	
		水平 k_H	鉛直 k_V
タービン建屋	B1F	0.941	0.747

5.5 評価方法

取水槽閉止板を構成する主桁，スキンプレート，戸当り，締付ボルト及びアンカーボルトに発生する応力より算定する応力度が，許容限界以下であることを確認する。主桁とスキンプレートについては，箇所によって評価結果に差異が生じることから，図 5－1，図 5－2 にそれぞれ評価の対象とする主桁，スキンプレートを示す。また，図 5－3 に，戸当り，締付ボルト及びアンカーボルトの納まりを示す。

5.5.1 主桁

主桁の支持条件は両端をピン支持とし，図 5－1 に示す通り，主桁が荷重を負担する範囲が最も大きくなり，評価上最も厳しい条件となるよう評価を実施する。

(1) 基準地震動Ｓｓによる地震荷重Ｓｓ

$$Ss = G \cdot k_V$$

ここで，Ｓｓ：基準地震動Ｓｓによる地震荷重(kN)

Ｇ：主桁とスキンプレートの固定荷重(kN)

k_V：基準地震動Ｓｓの鉛直方向の設計震度

(2) 主桁に作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重w_{ss}

$$w_{ss} = Ss \cdot L_1 / (L_2 \cdot L_3 \cdot 10^{-3})$$

ここで，w_{ss}：主桁に作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重(kN/m)

Ｓｓ：基準地震動Ｓｓによる地震荷重(kN)

L_1：主桁の負担幅(mm)

L_2：主桁と直交方向のスキンプレートの長さ(mm)

L_3：主桁全長(mm)

(3) 主桁に作用する最大せん断応力度τ

$$\tau = (Q \cdot 10^3) / As$$

τ：主桁に作用する最大せん断応力度(N/mm^2)

Ｑ：主桁に作用する最大せん断力(kN)

Ａｓ：主桁のせん断断面積(mm^2)

ここで，$Q = 1/2 \cdot w_{ss} \cdot L_3 \cdot 10^{-3}$

Ｑ：主桁に作用する最大せん断力(kN)

w_{ss}：主桁に作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重(kN/m)

L_3：主桁全長(mm)

(4)　主桁に作用する最大曲げ応力度σ

$\sigma = (M \cdot 10^{6}) / Z$

σ：主桁に作用する最大曲げ応力度(N/mm^2)

M：主桁に作用する最大曲げモーメント(kN・m)

Z：主桁の断面係数(mm^3)

ここで，$M = 1/8 \cdot w_{ss} \cdot (L_3 \cdot 10^{-3})^2$

M　：主桁に作用する最大曲げモーメント(kN・m)

w_{ss}：主桁に作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重(kN/m)

L_3　：主桁全長(mm)

(5)　主桁に作用する組合せ応力度

主桁に作用する曲げ応力度，せん断応力度を算定し，主桁の短期許容応力度以下であることを確認する。また主桁に生じる曲げ応力度とせん断応力度から，組合せ応力度を「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005改定）」に基づく次式により算定し，短期許容応力度以下であることを確認する。

$x = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$

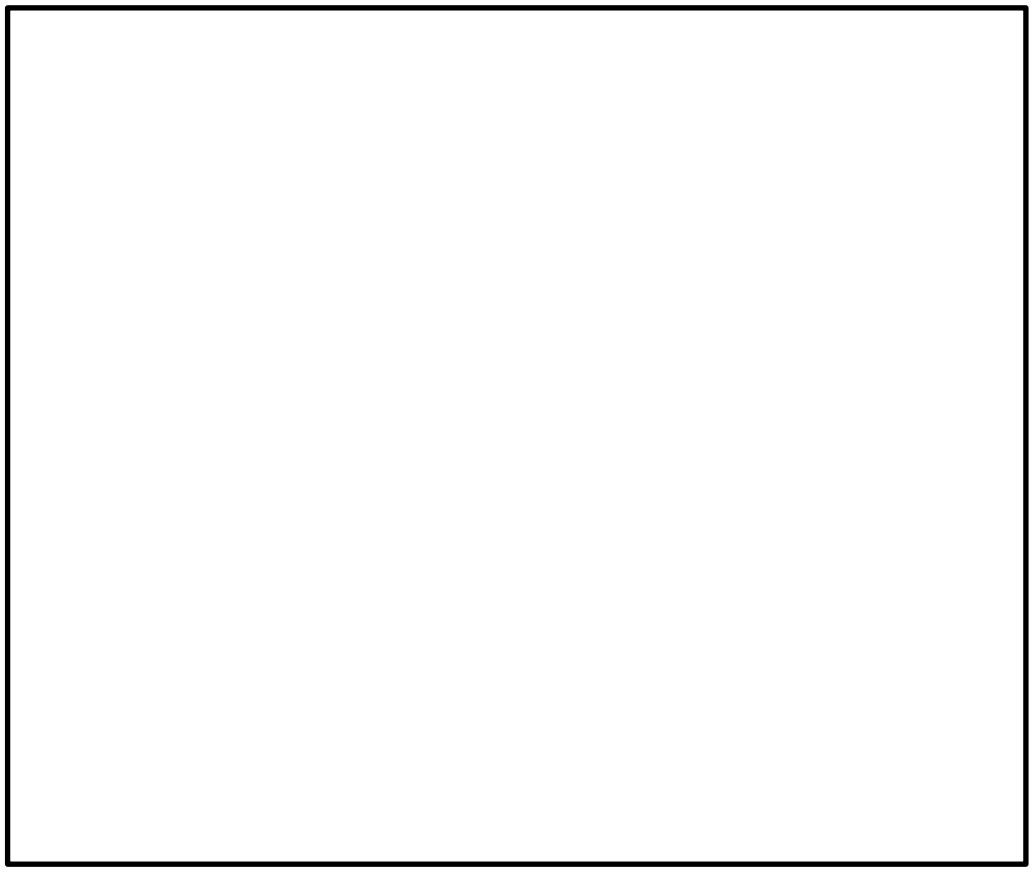
x：組合せ応力度（N/mm^2）

σ：曲げ応力度　M／Z(N/mm^2)

（M：曲げモーメント，Z：断面係数）

τ：せん断応力度　Q／As(N/mm^2)

（Q：せん断力，As：せん断断面積）



：評価の対象とする主桁

図 5－1　評価の対象とする主桁

5.5.2　スキンプレート

図5－2に示す通り，スキンプレートが荷重を負担する範囲が最も大きくなり，評価上最も厳しい条件となるよう評価を実施する。

(1)　基準地震動Ｓｓによる地震荷重Ｓｓ

$S_s = G \cdot k_V$

S_s　：基準地震動Ｓｓによる地震荷重(kN)

G　：スキンプレートの固定荷重(kN)

k_V　：基準地震動Ｓｓの鉛直方向の設計震度

(2)　スキンプレートに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重w_{ss}

$w_{ss} = S_s / (L_4 \cdot 10^{-3})$

w_{ss}　：スキンプレートに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重(kN/m)

S_s　：基準地震動Ｓｓによる地震荷重(kN)

L_4　：スキンプレートの負担幅(mm)

(3)　スキンプレートに作用する最大曲げ応力度σ

$\sigma = (M \cdot 10^{6}) / Z$

σ　：スキンプレートに作用する最大曲げ応力度(N/mm^2)

M　：スキンプレートに作用する最大曲げモーメント(kN・m)

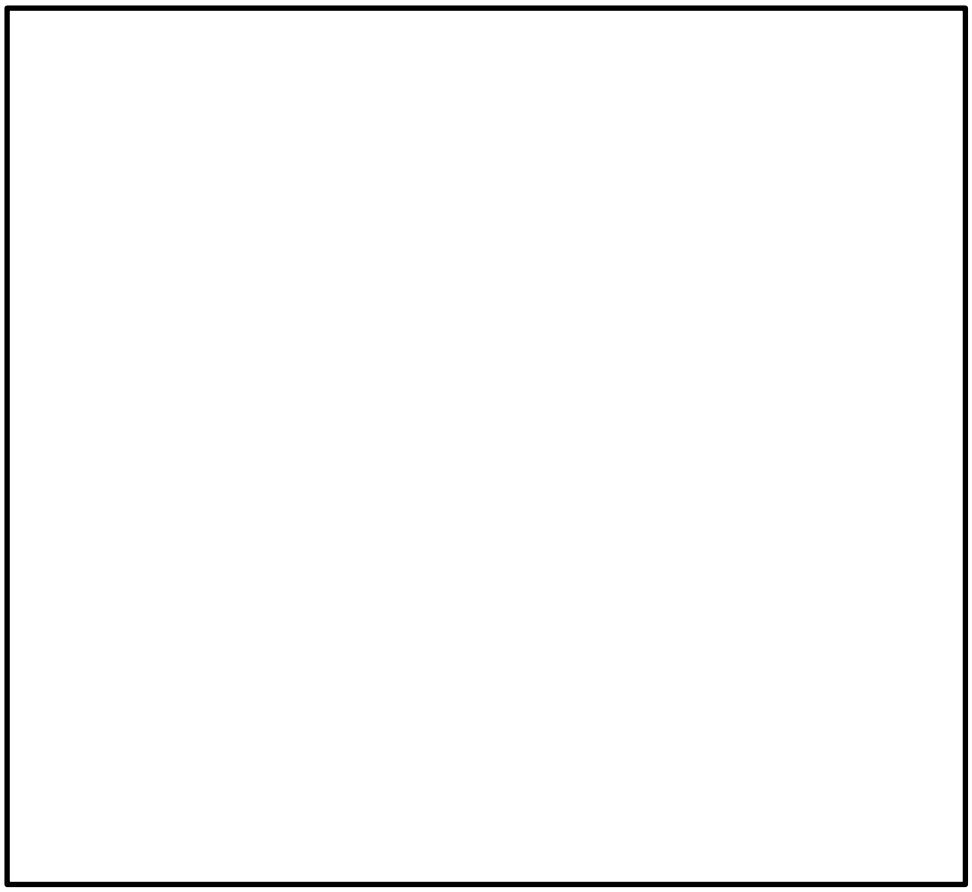
Z　：スキンプレートの断面係数(mm^3)

ここで，$M = 1/12 \cdot w_{ss} \cdot (L_4 \cdot 10^{-3})^2$

M　：スキンプレートに作用する最大曲げモーメント(kN・m)

w_{ss}　：スキンプレートに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重(kN/m)

L_4　：スキンプレートの負担幅(mm)



：評価の対象とするスキンプレート

図 5－2　評価の対象とするスキンプレート

5.5.3　締付ボルト

(1)　締付ボルト１本当りに作用する鉛直方向の引張荷重Ｔｓ

T_s　＝Ｇ・k_V／n_s

T_s　：締付ボルト１本当りに作用する引張力(kN)

Ｇ　　：主桁とスキンプレートの固定荷重(kN)

k_V　：基準地震動Ｓｓの鉛直方向の設計震度

n_s　：締付ボルトの本数(本)

(2)　締付ボルト１本当りに作用する鉛直方向の引張応力度σ_t

σ_t　＝T_s・10^3／Ａ

σ_t　：締付ボルト１本当りに作用する鉛直方向の引張応力度(N/mm^2)

T_s　：締付ボルト１本当りに作用する引張力(kN)

Ａ　　：締付ボルトの有効断面積(mm^2)

(3)　締付ボルト１本当りに作用する水平方向のせん断荷重q_s

q_s　＝Ｇ・k_H／n_s

q_s　：締付ボルト１本当りに作用するせん断力(kN)

Ｇ　　：主桁とスキンプレートの固定荷重(kN)

k_H　：基準地震動Ｓｓの水平方向の設計震度

n_s　：締付ボルトの本数(本)

(4)　締付ボルト１本当りに作用する水平方向のせん断応力度τ

τ　　＝q_s・10^3／Ａ

τ　　：締付ボルト１本当りに作用する水平方向のせん断応力度(N/mm^2)

q_s　：締付ボルト１本当りに作用する水平方向のせん断荷重(kN)

Ａ　　：締付ボルトの有効断面積(mm^2)

5.5.4　戸当り

(1)　基準地震動Ｓｓによる水平方向の地震荷重Ｓｓ

S_s　＝Ｇ・k_H

S_s　：基準地震動Ｓｓによる水平方向の地震荷重(kN)

Ｇ　：閉止板の固定荷重(kN)

k_H　：基準地震動Ｓｓの水平方向の設計震度

(2)　基準地震動Ｓｓによる鉛直方向の地震荷重Ｓｓ

S_s　＝Ｇ・k_V

S_s　：基準地震動Ｓｓによる鉛直方向の地震荷重(kN)

Ｇ　：閉止板の固定荷重(kN)

k_V　：基準地震動Ｓｓの鉛直方向の設計震度

(3)　戸当りに作用する水平方向の単位長さ当りの等分布荷重w_{ss}'

w_{ss}'　＝Ｓｓ／（L_5・N_1・10^{-3}）

w_{ss}'　：戸当りウェブ部に作用する単位長さ当りの水平方向の等分布荷重(kN/m)

S_s　：基準地震動Ｓｓによる水平方向の地震荷重(kN)

L_5　：戸当り全長(mm)

N_1　：戸当り本数

(4)　戸当りに作用する鉛直方向の単位長さ当りの等分布荷重w_{ss}

w_{ss}　＝Ｓｓ／（L_5・N_1・10^{-3}）

w_{ss}　：戸当りに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重(kN/m)

S_s　：基準地震動Ｓｓによる鉛直方向の地震荷重(kN)

L_5　：戸当り全長(mm)

N_1　：戸当り本数

(5)　戸当り上フランジに作用する単位長さ当りの最大曲げ応力度σ

σ　＝（M・10^6）／Z

σ　：戸当り上フランジに作用する最大曲げ応力度(N/mm^2)

M　：戸当り上フランジに作用する最大曲げモーメント(kN・m/m)

Z　：戸当り上フランジの断面係数(mm^3/m)

ここで，M　＝w_{ss}・L_6・10^{-3}

w_{ss}　：戸当りに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重(kN/m)

L_6　：戸当りウェブ中心から上フランジに等分布荷重が作用する位置までの距離(mm)

(6)　戸当り下フランジに作用する単位長さ当りの最大曲げ応力度σ

σ　＝（M・10^6）／Z

σ　：戸当り下フランジに作用する最大曲げ応力度(N/mm^2)

M　：戸当り下フランジに作用する最大曲げモーメント(kN・m/m)

Z　：戸当り下フランジの断面係数(mm^3/m)

ここで，M　＝w_{ss}・L_7・10^{-3}

w_{ss}　：戸当りに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重(kN/m)

L_7　：アンカーボルト中心位置から戸当りウェブ中心位置までの距離(mm)

(7)　戸当りウェブ部に作用する単位長さ当りの最大せん断応力度τ

τ　＝（Q・10^3）／As

τ　：戸当りに作用する最大せん断応力度(N/mm^2)

Q　：戸当りに作用する最大せん断力(kN)

As　：戸当りのせん断断面積(mm^2)

ここで，Q　＝w_{ss}’・L_5・10^{-3}

w_{ss}’　：戸当りウェブ部に作用する単位長さ当りの水平方向の等分布荷重(kN/m)

L_5　：戸当り全長(mm)

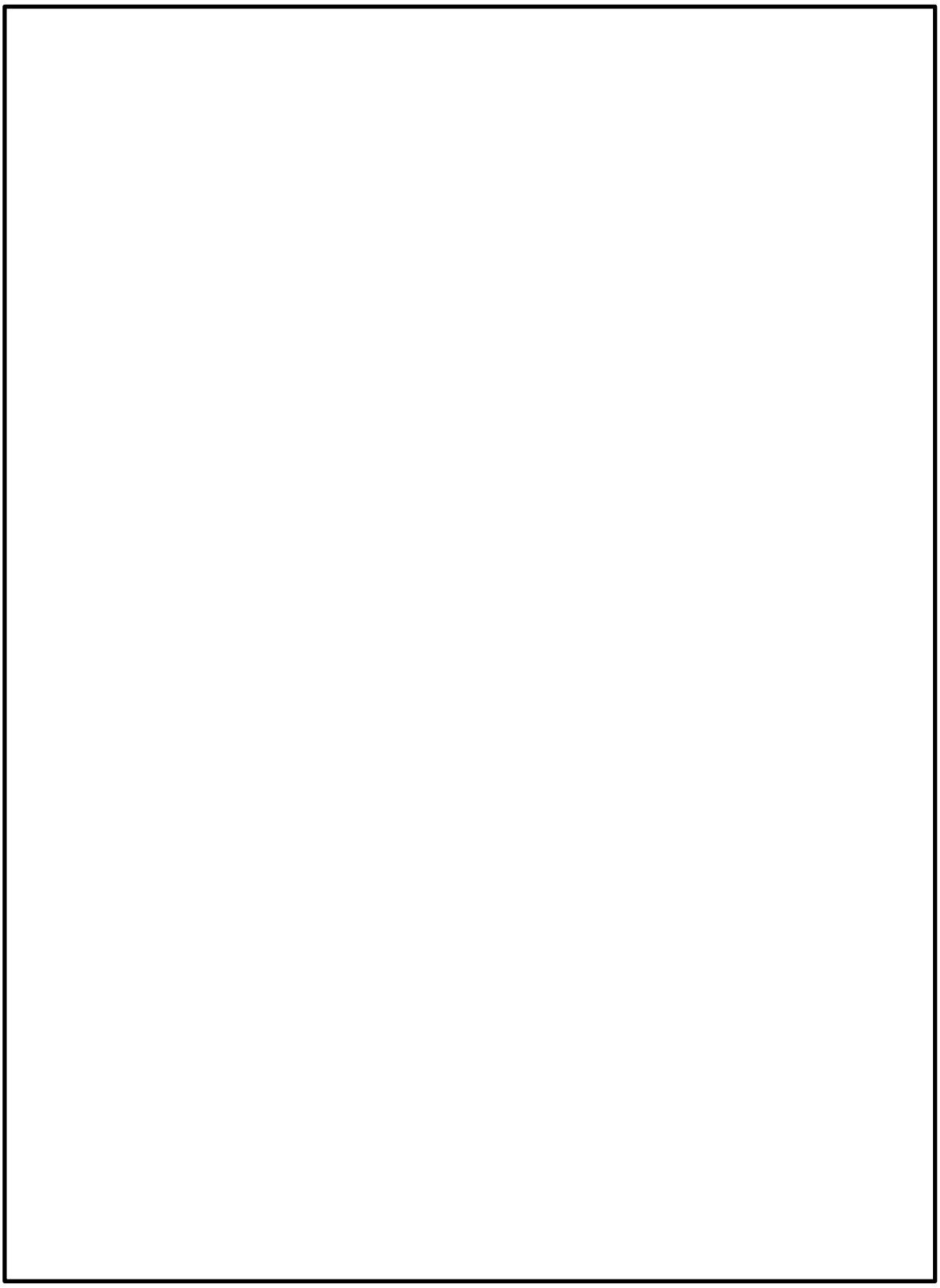


図 5－3　戸当り，締付ボルト及びアンカーボルトの納まり

5.5.5　アンカーボルト

(1)　基準地震動Ｓｓによる水平方向の地震荷重Ｓｓ

$S_s = G \cdot k_H$

S_s　：基準地震動Ｓｓによる水平方向の地震荷重(kN)

G　：閉止板の固定荷重(kN)

k_H　：基準地震動Ｓｓの水平方向の設計震度

(2)　基準地震動Ｓｓによる鉛直方向の地震荷重Ｓｓ

$S_s = G \cdot k_V$

S_s　：基準地震動Ｓｓによる鉛直方向の地震荷重(kN)

G　：閉止板の固定荷重(kN)

k_V　：基準地震動Ｓｓの鉛直方向の設計震度

(3)　アンカーボルトに作用する引張力T_d

$T_d = S_s / N_3$

S_s　：基準地震動Ｓｓによる鉛直方向の地震荷重(kN)

T_d　：アンカーボルト１本当りに作用する引張力(kN)

N_3　：閉止板に取り付くアンカーボルトの本数

(4)　アンカーボルトに作用するせん断力q

$q = S_s / N_3$

S_s　：基準地震動Ｓｓによる水平方向の地震荷重(kN)

q　：アンカーボルト１本当りに作用するせん断力(kN)

N_3　：閉止板に取り付くアンカーボルトの本数

5.6　評価条件

取水槽閉止板の耐震評価に用いる入力値を表 5－5 に示す。

表 5－5　取水槽閉止板の耐震評価に用いる入力値

評価対象部位	記号	単位	定義	数値
主桁	G	kN	主桁とスキンプレートの固定荷重	3.92
	L_1	mm	主桁の負担幅	300
	L_2	mm	主桁と直交方向のスキンプレートの長さ	800
	L_3	mm	主桁全長	950
	As	mm^2	せん断断面積	1.350×10^3
	Z	mm^3	断面係数	1.130×10^5
スキンプレート	L_4	mm	スキンプレートの負担幅	225
	Z	mm^3	断面係数	1.080×10^4
締付ボルト	n_s	本	締付ボルトの本数	8
	A	mm^2	締付ボルトの有効断面積	352.5
	G	kN	スキンプレート及び主桁の固定荷重	3.923
戸当り	G	kN	閉止板の固定荷重	6.86
	L_5	mm	戸当り全長	1280
	L_6	mm	戸当りウェブ中心から上フランジに等分布荷重が作用する位置までの距離	37
	L_7	mm	アンカーボルト中心位置から戸当りウェブ中心位置までの距離	125
	As	mm^2	戸当りウェブ部のせん断断面積	1.152×10^4
	Z	mm^3/m	戸当りフランジ部の断面係数	1.350×10^4
アンカーボルト	N_1	本	戸当り本数	4
	N_3	本	閉止板に取り付くアンカーボルトの本数	17
	T_d	kN	アンカーボルト1本当りに作用する引張力	0.302
	q	kN	アンカーボルト1本当りに作用するせん断力	0.381

6. 評価結果

取水槽閉止板の耐震評価結果を表 6－1 に示す。各部材の断面検定を行った結果，全ての部材において発生応力又は応力度が許容限界以下であることを確認した。

表 6－1　耐震評価結果

評価対象部位		発生値 (応力度又は荷重)		許容限界		検定値
主桁	曲げ	2.04	N/mm^2	205	N/mm^2	0.01 ＜1.0
	せん断	0.719	N/mm^2	118	N/mm^2	0.01 ＜1.0
	組合せ	2.39	N/mm^2	205	N/mm^2	0.02 ＜1.0
スキンプレート	曲げ	1.86	N/mm^2	205	N/mm^2	0.01 ＜1.0
締付ボルト	引張	1.04	N/mm^2	205	N/mm^2	0.01 ＜1.0
	せん断	1.31	N/mm^2	118	N/mm^2	0.02 ＜1.0
戸当り	曲げ*1	9.63	N/mm^2	205	N/mm^2	0.05 ＜1.0
	せん断*2	0.562	N/mm^2	118	N/mm^2	0.01 ＜1.0
アンカーボルト	引張	0.302	kN	32.1	kN	0.01 ＜1.0
	せん断	0.381	kN	22.4	kN	0.02 ＜1.0
	組合せ	－		－		0.01 ＜1.0

注記＊1：上フランジと下フランジのうち厳しい評価結果を記載する。

注記＊2：ウェブ部を評価対象とする。

Ⅴ-2-10-2-3　内郭浸水防護設備の耐震性についての計算書

Ⅴ-2-10-2-3-1　水密扉の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 …… 1
2.　一般事項 …… 2
2.1　検討対象水密扉一覧 …… 2
2.2　配置概要 …… 4
2.3　構造計画 …… 20
2.4　評価方針 …… 21
2.5　適用規格・基準等 …… 23
2.6　記号の説明 …… 24
3.　固有値解析 …… 25
3.1　固有振動数の算出方法 …… 25
3.1.1　解析モデルの設定 …… 25
3.2　固有振動数の算出条件等 …… 26
3.2.1　記号の説明 …… 26
3.2.2　固有振動数の算出方法 …… 26
3.2.3　固有振動数の算出条件 …… 27
3.3　固有振動数の算出結果 …… 30
4.　耐震評価方法 …… 32
4.1　評価対象部位 …… 32
4.2　荷重及び荷重の組合せ …… 35
4.2.1　荷重の組合せ …… 35
4.2.2　荷重 …… 35
4.3　許容限界 …… 36
4.3.1　使用材料 …… 36
4.3.2　許容限界 …… 37
4.4　設計用地震力 …… 39
4.5　評価方法 …… 40
4.5.1　応力算定 …… 40
4.5.2　断面検定 …… 50
4.6　評価条件 …… 54
5.　評価結果 …… 55

1. 概要

本計算書は，V-2-1-9「機能維持の基本方針」の構造強度及び機能維持の設計方針，V-1-1-9-5「溢水防護に関する施設の詳細設計」に基づき，原子炉建屋水密扉，タービン建屋水密扉，コントロール建屋水密扉，廃棄物処理建屋水密扉，屋外のフィルタベントエリア水密扉及び燃料移送ポンプエリア水密扉（以下「水密扉」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び止水性を有していること，溢水伝搬を防止する機能を維持するために，十分な構造強度を有していることを説明するものである。

その耐震評価は，水密扉に要求される機能の維持を確認するために，応力評価に基づく，構造部材の健全性評価により行う。

水密扉は，設計基準対象施設においては浸水防止設備及び溢水防護設備に分類される。

以下，設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 検討対象水密扉一覧

検討対象の水密扉を表2－1に示す。

表2－1（1／2） 検討対象水密扉一覧

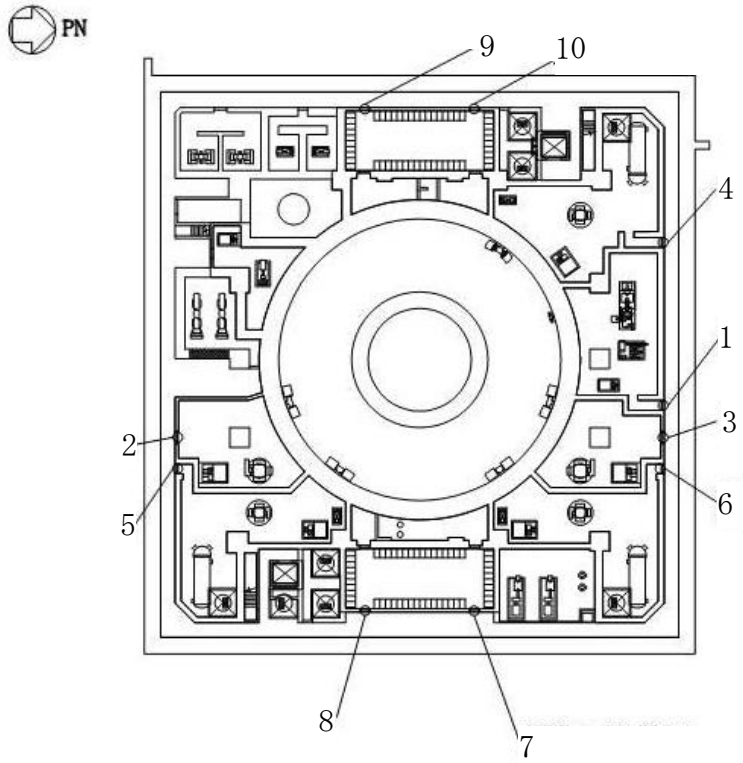
水密扉No.	扉名称	設置高さ
		T.M.S.L.
1	原子炉隔離時冷却系ポンプ・タービン室　水密扉	-8.2m
2	高圧炉心注水系(B)ポンプ室　水密扉	-8.2m
3	高圧炉心注水系(C)ポンプ室　水密扉	-8.2m
4	残留熱除去系[redacted]ポンプ・熱交換器室　水密扉	-8.2m
5	残留熱除去系[redacted]ポンプ・熱交換器室　水密扉	-8.2m
6	残留熱除去系[redacted]ポンプ・熱交換器室　水密扉	-8.2m
7	水圧制御ユニット室，計装ラック，制御棒駆動機構マスターコントロール室　水密扉1	-8.2m
8	水圧制御ユニット室，計装ラック，制御棒駆動機構マスターコントロール室　水密扉2	-8.2m
9	水圧制御ユニット室，計装ラック室　水密扉1	-8.2m
10	水圧制御ユニット室，計装ラック室　水密扉2	-8.2m
11	高圧代替注水系ポンプ室　水密扉	-1.7m
12	残留熱除去系[redacted]ポンプハッチ室　水密扉	-1.7m
13	[redacted]	12.3m
14		12.3m
15		12.3m
16		12.3m
17		12.3m
18		12.3m
19		12.3m
20		12.3m
21		12.3m
22	燃料プール冷却浄化系弁室　水密扉	18.1m
23	原子炉建屋地上4階トレイ室　水密扉	31.7m
24	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉3	-4.8m
25	循環水配管，電解鉄イオン供給装置室　水密扉1	-5.1m
26	循環水配管，電解鉄イオン供給装置室　水密扉2	-5.1m
27	建屋間連絡水密扉(タービン建屋地下2階～配管トレンチ)	-5.1m
28	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉	-4.8m
29	タービン建屋地下2階北西階段室　水密扉	-4.8m
30	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉1	-4.8m

表 2－1（2／2）　検討対象水密扉一覧

水密扉No.	扉名称	設置高さ T.M.S.L.
31	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉2	-4.8m
32	タービン建屋地下中2階南西階段室　水密扉	-1.1m
33	タービン建屋地下中2階北西階段室　水密扉	-1.1m
34	計装用圧縮空気系・所内用圧縮空気系空気圧縮機室　水密扉	-1.1m
35	循環水配管メンテナンス室　水密扉1	-1.1m
36	循環水配管メンテナンス室　水密扉2	-1.1m
37	タービン建屋地下1階南西階段室　水密扉	4.9m
38	タービン建屋地下1階北西階段室　水密扉	4.9m
39	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉2	3.5m
40	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉	3.5m
41	建屋間連絡水密扉(原子炉建屋地下1階～タービン建屋地下1階)	4.9m
42	[redacted]	12.3m
43		12.3m
44		12.3m
45		12.3m
46		12.3m
47	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下1階～サービス建屋地下1階)	6.5m
48	[redacted]	12.3m
49		12.3m
50	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下2階～廃棄物処理建屋地下3階)2 (6,7号機共用)	-6.1m
51	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下2階～廃棄物処理建屋地下3階)1 (6,7号機共用)	-6.1m
52	建屋間連絡水密扉(廃棄物処理建屋地下2階～配管トレンチ)(6,7号機共用)	-1.1m
53	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下1階～廃棄物処理建屋地下1階) (6,7号機共用)	6.5m
54	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉1	6.5m
55	フィルタベントエリア　水密扉　(7号)	12.0m
56	燃料移送ポンプエリア（A系）　水密扉	12.3m
57	燃料移送ポンプエリア（B系）　水密扉	12.3m
58	燃料移送ポンプエリア（C系）　水密扉	12.3m

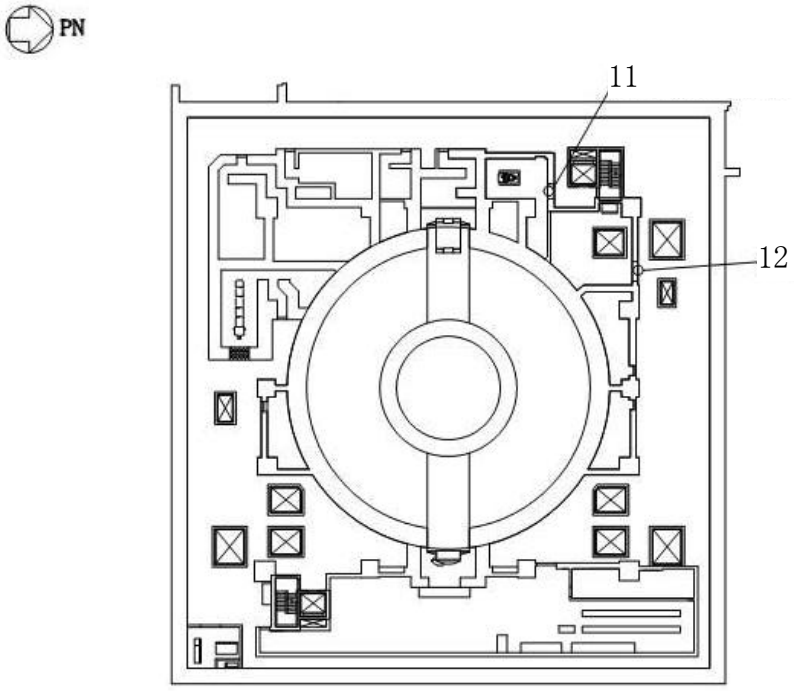
2.2　配置概要

原子炉建屋水密扉の設置位置図を図 2－1 に，タービン建屋水密扉の設置位置図を図 2－2 に，コントロール建屋水密扉の設置位置図を図 2－3 に，廃棄物処理建屋水密扉の設置位置図を図 2－4 に，フィルタベントエリア水密扉の設置位置図を図 2－5 に，燃料移送ポンプエリア水密扉の設置位置図を図 2－6 に示す。



1	原子炉隔離時冷却系ポンプ・タービン室　水密扉
2	高圧炉心注水系(B)ポンプ室　水密扉
3	高圧炉心注水系(C)ポンプ室　水密扉
4	残留熱除去系[redacted]ポンプ・熱交換器室　水密扉
5	残留熱除去系[redacted]ポンプ・熱交換器室　水密扉
6	残留熱除去系[redacted]ポンプ・熱交換器室　水密扉
7	水圧制御ユニット室，計装ラック，制御棒駆動機構マスターコントロール室　水密扉 1
8	水圧制御ユニット室，計装ラック，制御棒駆動機構マスターコントロール室　水密扉 2
9	水圧制御ユニット室，計装ラック室　水密扉 1
10	水圧制御ユニット室，計装ラック室　水密扉 2

図 2－1（1／5）　原子炉建屋水密扉設置位置図（地下 3 階）



11	高圧代替注水系ポンプ室　水密扉
12	残留熱除去系□ポンプハッチ室　水密扉

図 2－1（2／5）　原子炉建屋水密扉設置位置図（地下 2 階）

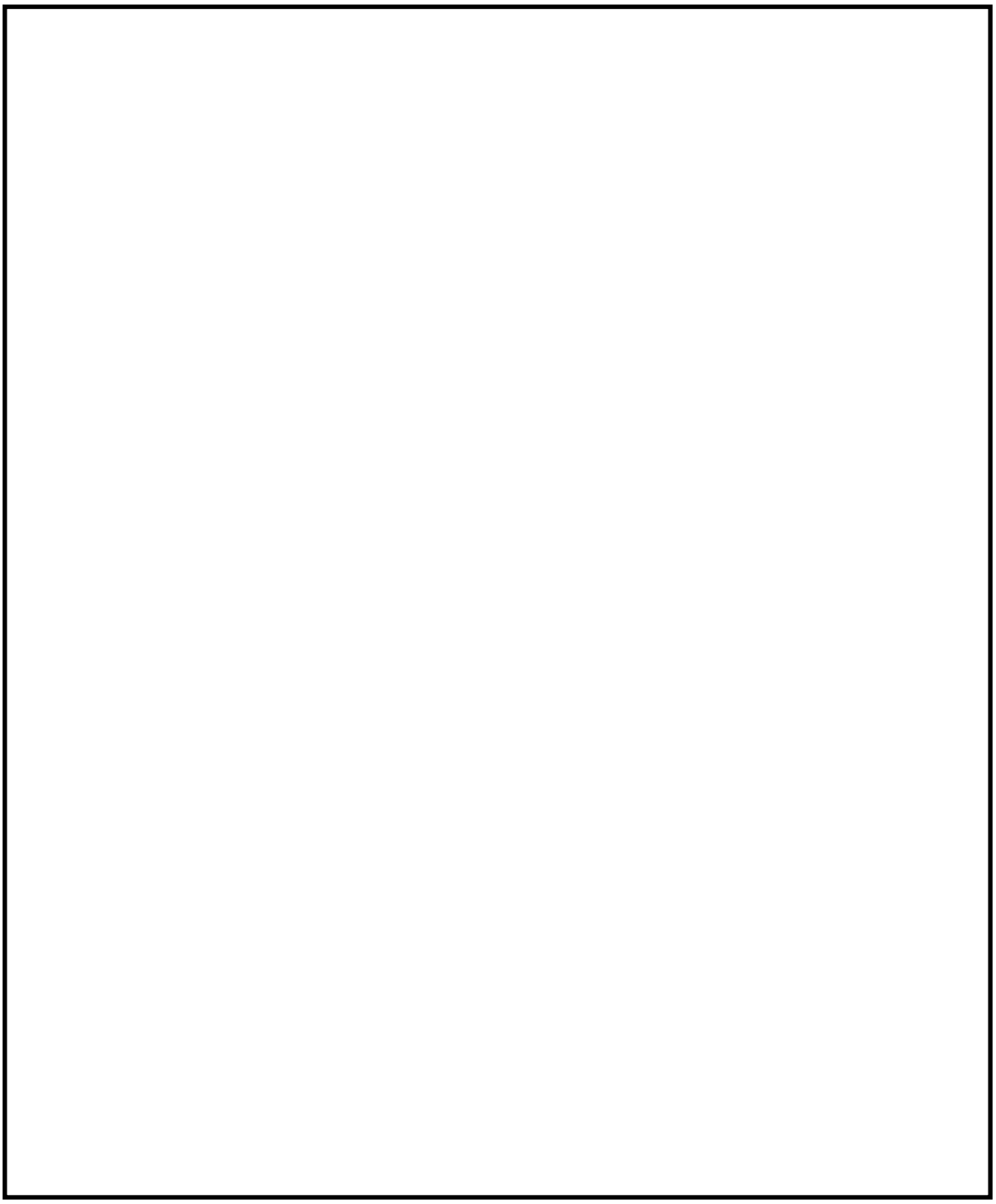
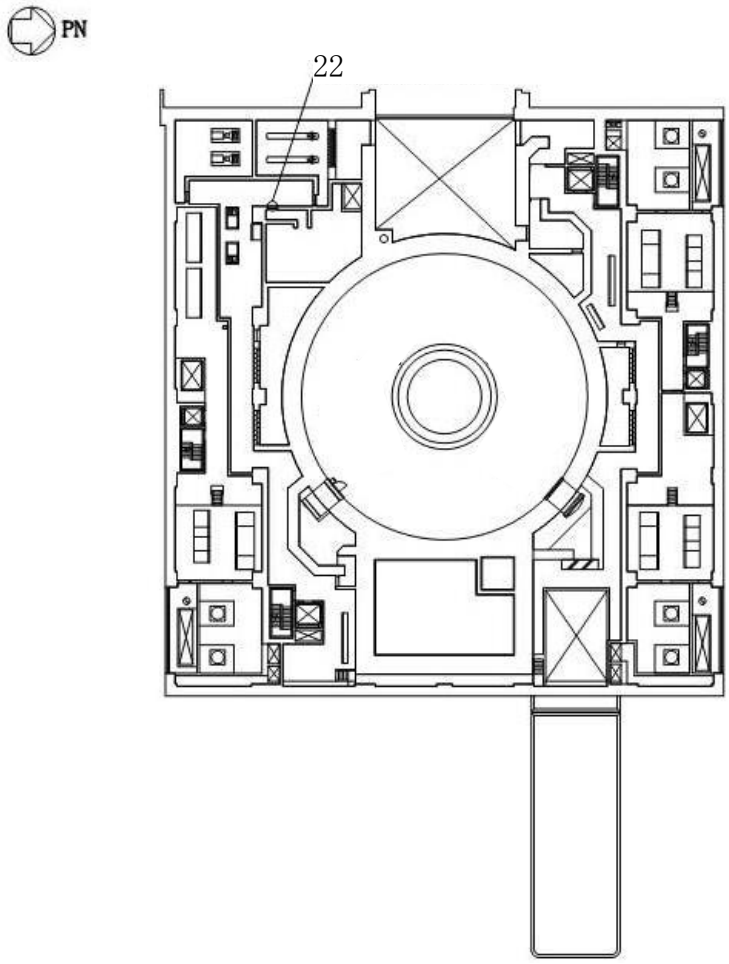
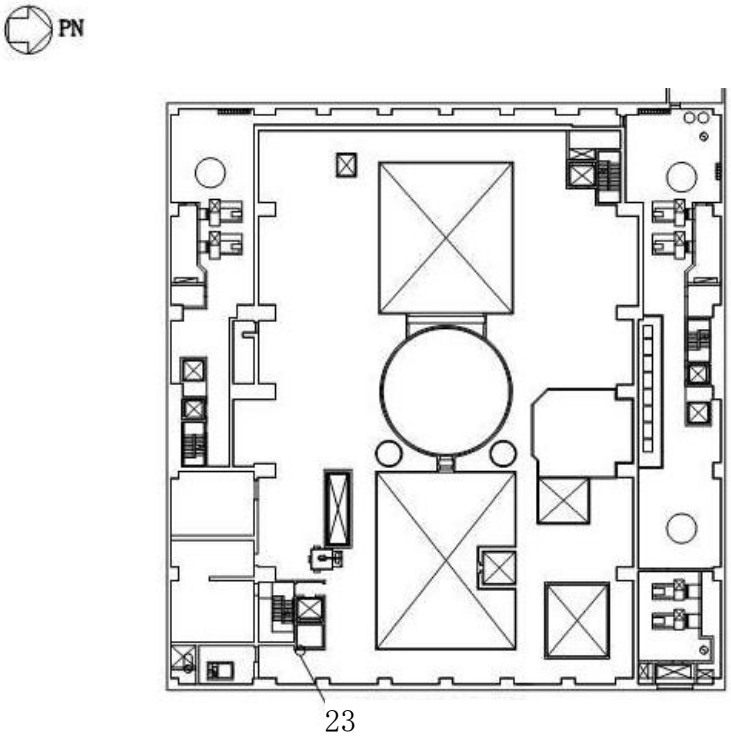


図 2－1（3／5）　原子炉建屋水密扉設置位置図（地上 1 階）



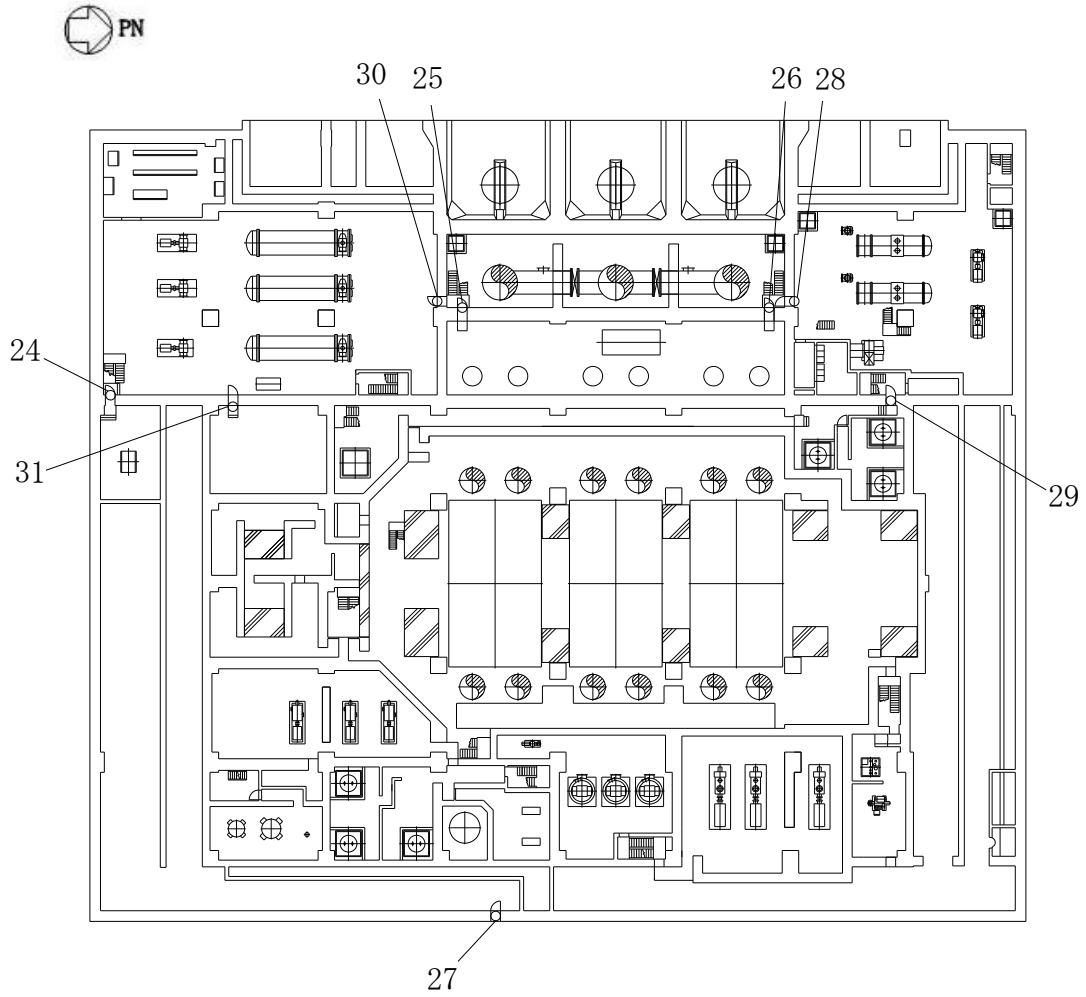
22	燃料プール冷却浄化系弁室　水密扉

図 2－1（4／5）　原子炉建屋水密扉設置位置図（地上 2 階）



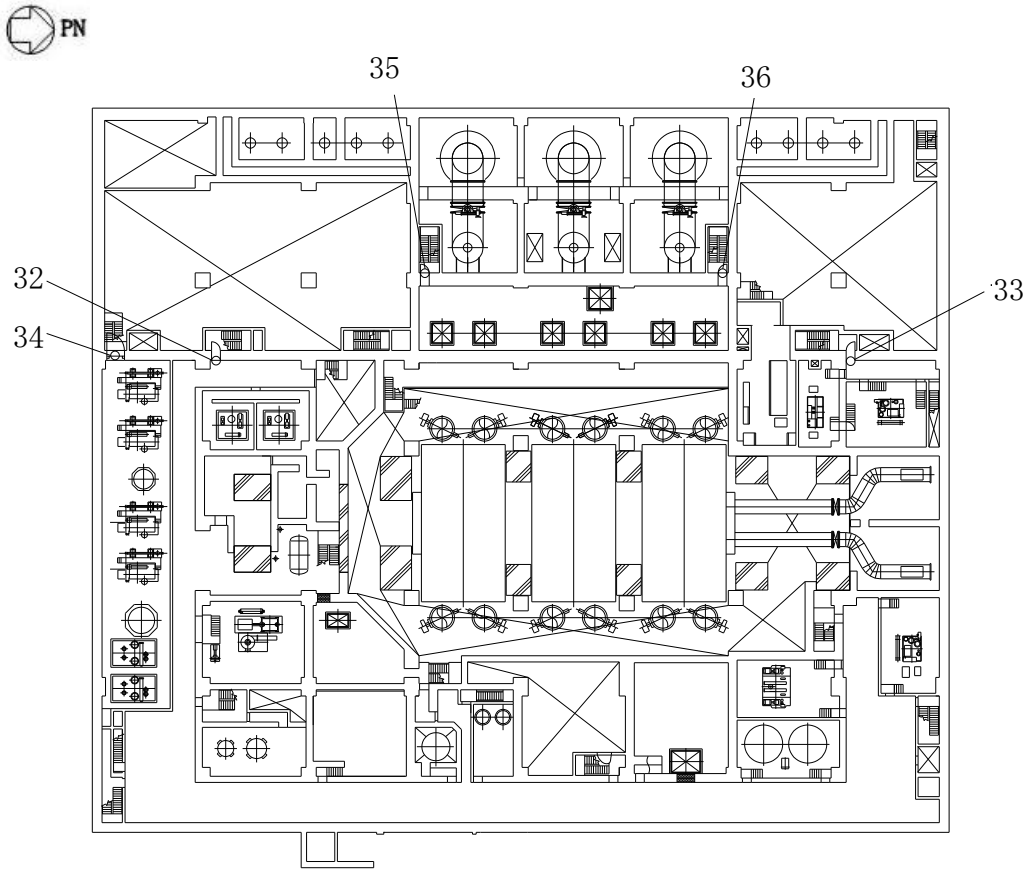
23	原子炉建屋地上４階トレイ室　水密扉

図２－１（5／5）　原子炉建屋水密扉設置位置図（地上４階）



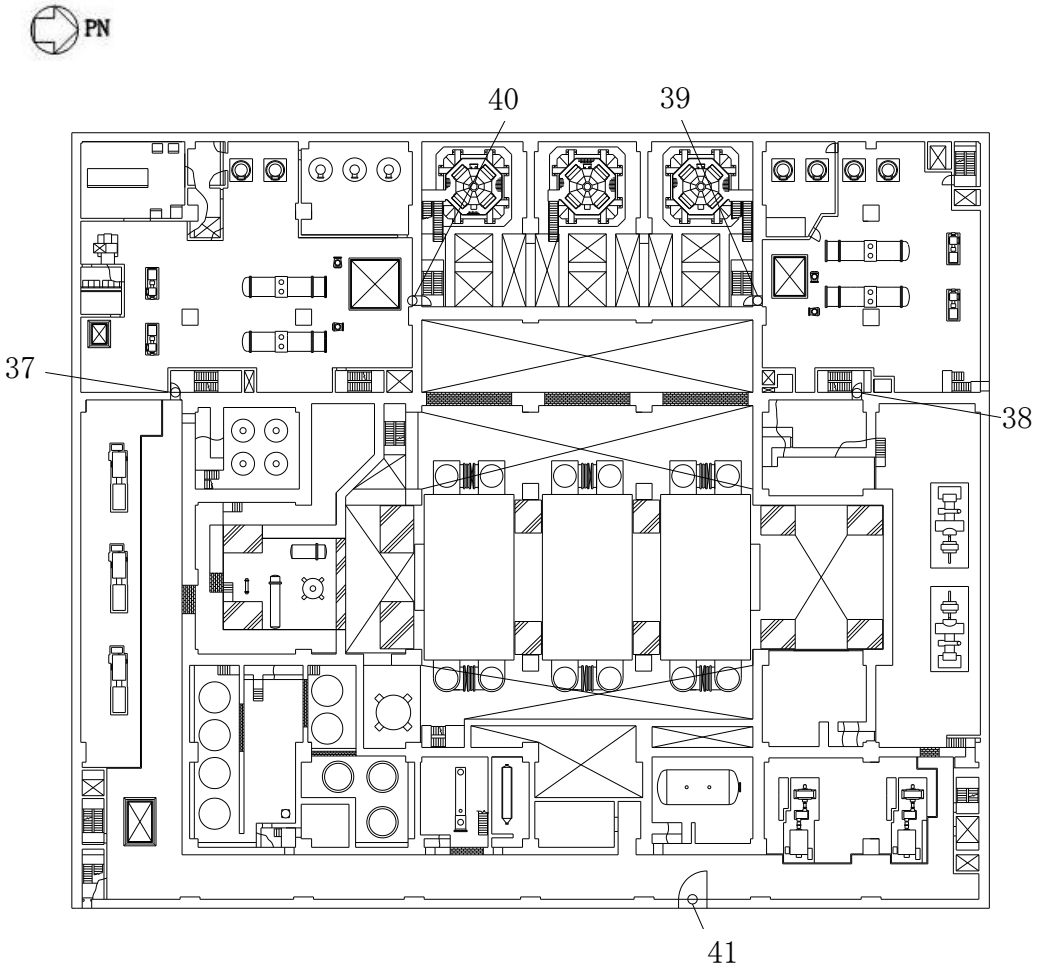
24	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉 3
25	循環水配管，電解鉄イオン供給装置室　水密扉 1
26	循環水配管，電解鉄イオン供給装置室　水密扉 2
27	建屋間連絡水密扉(タービン建屋地下 2 階～配管トレンチ)
28	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉
29	タービン建屋地下 2 階北西階段室　水密扉
30	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉 1
31	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉 2

図 2－2（1／4）　タービン建屋水密扉設置位置図（地下 2 階）



32	タービン建屋地下中２階南西階段室　水密扉
33	タービン建屋地下中２階北西階段室　水密扉
34	計装用圧縮空気系・所内用圧縮空気系空気圧縮機室　水密扉
35	循環水配管メンテナンス室　水密扉１
36	循環水配管メンテナンス室　水密扉２

図２－２（2／4）　タービン建屋水密扉設置位置図（地下中２階）



37	タービン建屋地下1階南西階段室　水密扉
38	タービン建屋地下1階北西階段室　水密扉
39	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉2
40	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉
41	建屋間連絡水密扉(原子炉建屋地下1階～タービン建屋地下1階)

図2－2（3／4）　タービン建屋水密扉設置位置図（地下1階）

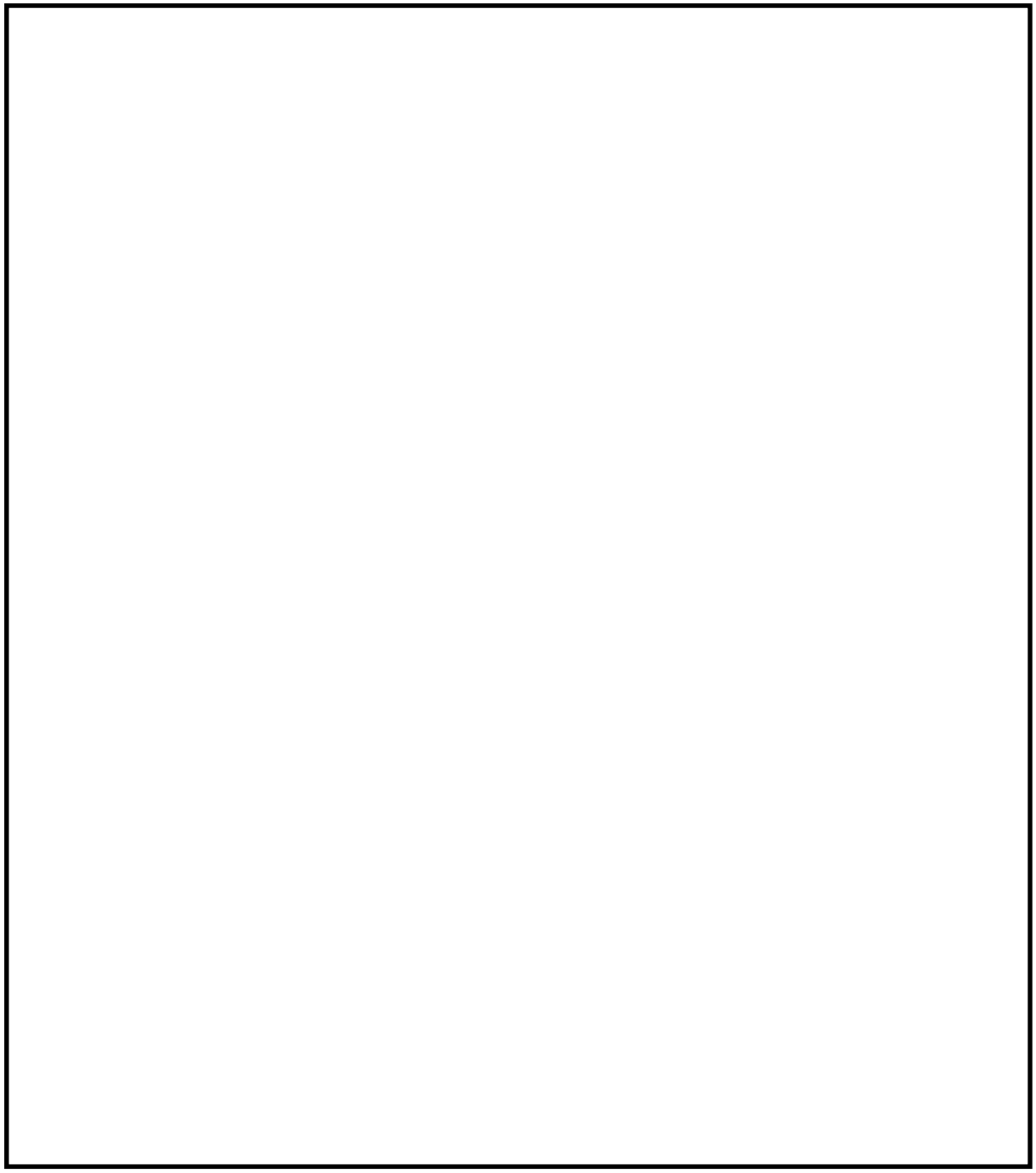
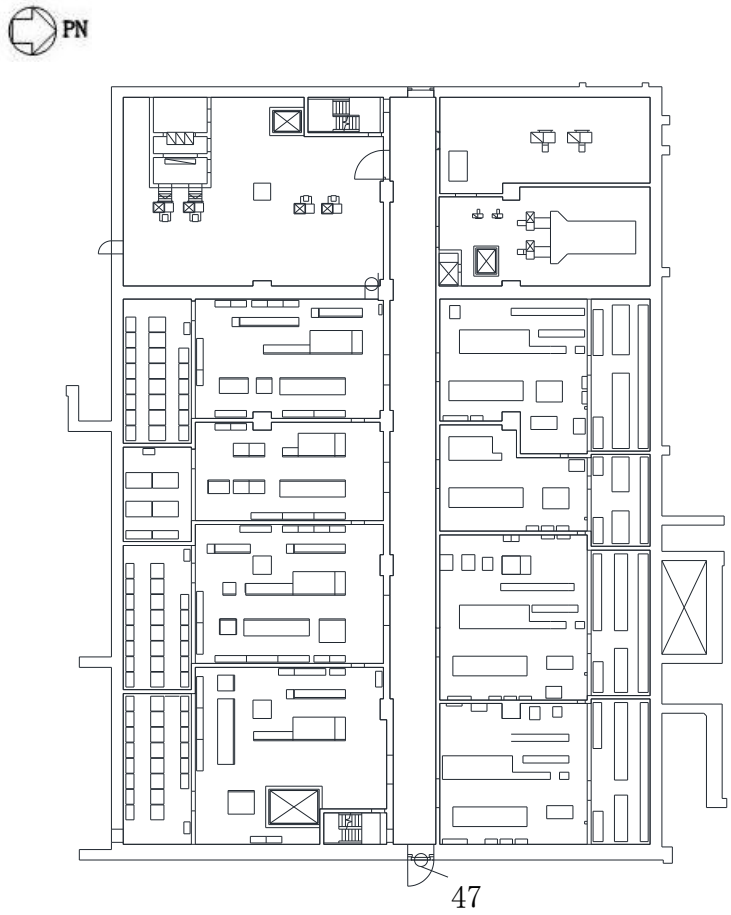


図 2－2（4／4）　タービン建屋水密扉設置位置図（地上 1 階）



47	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下1階～サービス建屋地下1階)

図 2－3（1／2）　コントロール建屋水密扉設置位置図（地下 1 階）

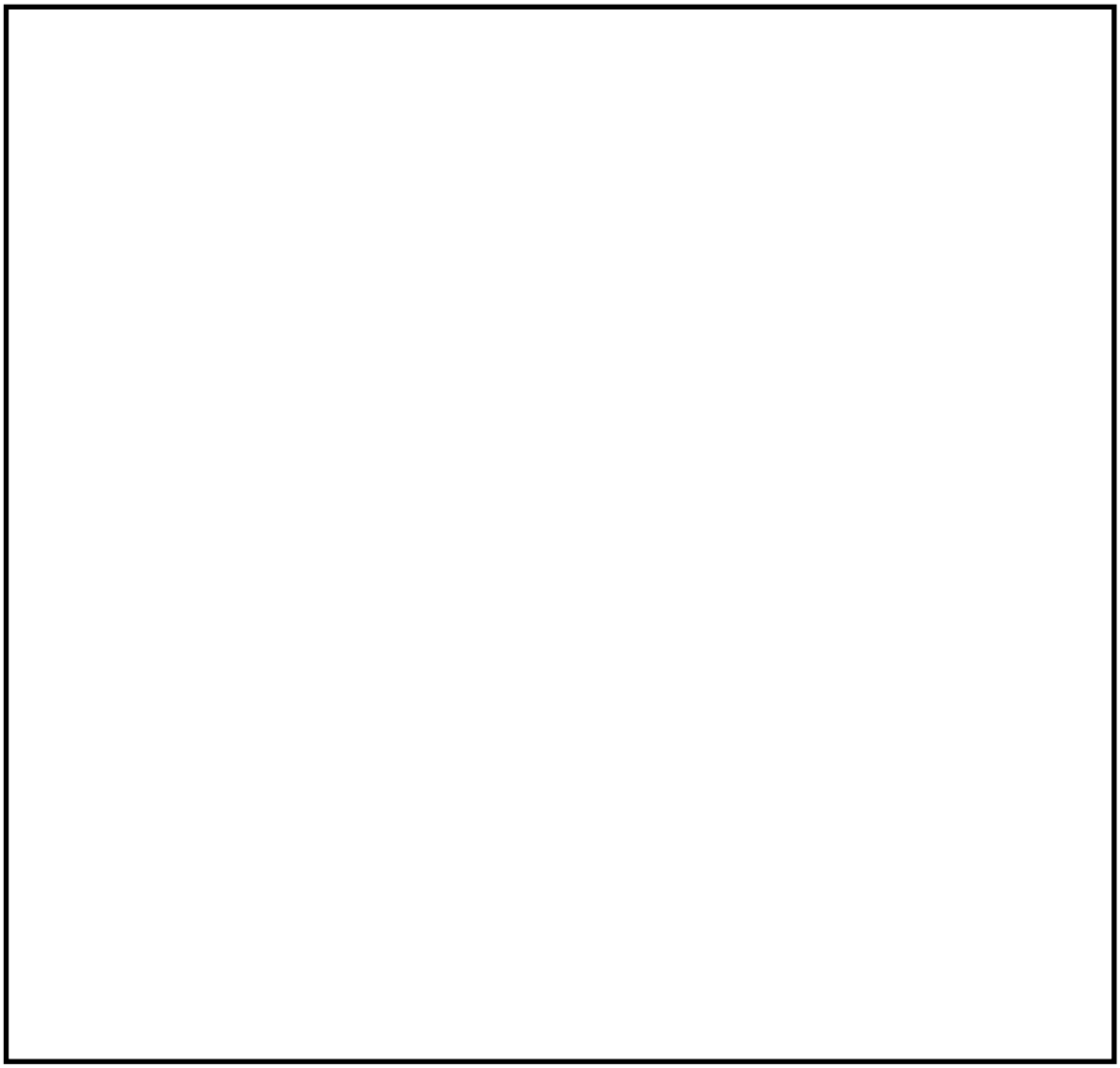
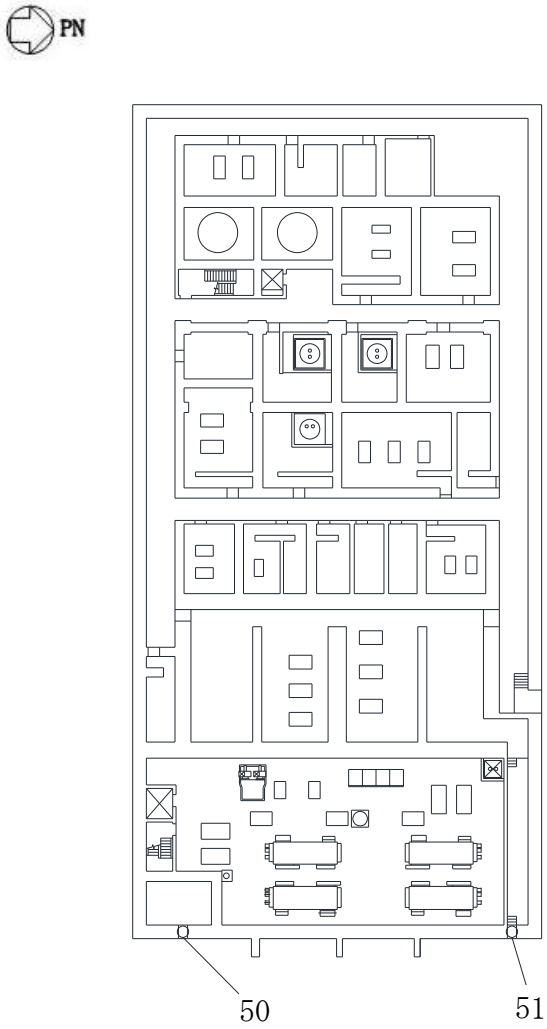
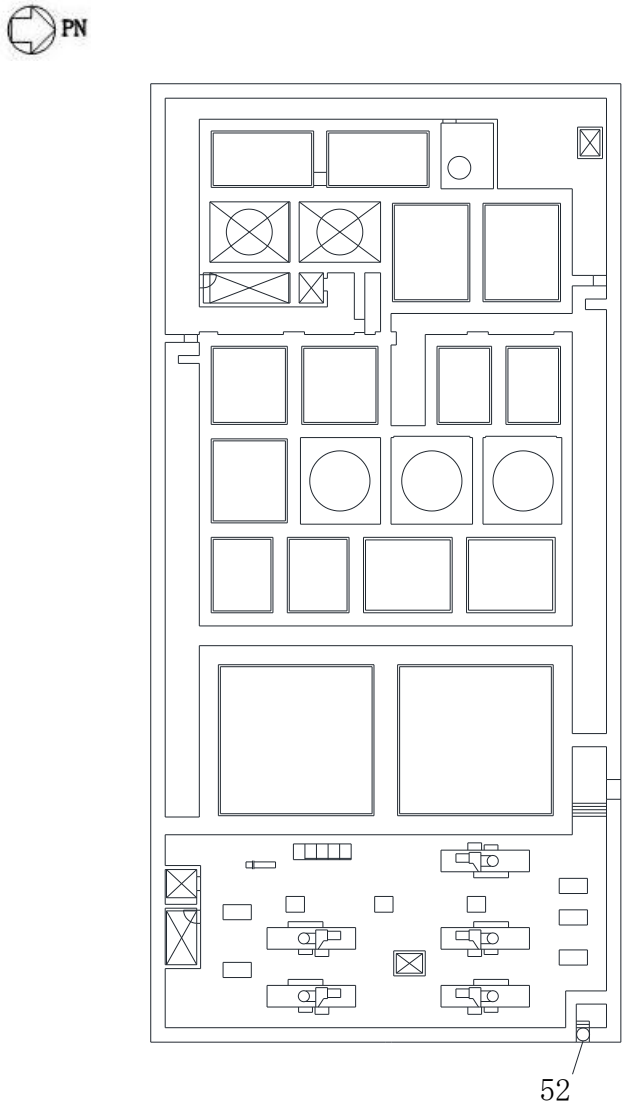


図 2－3（2／2）　コントロール建屋水密扉設置位置図（地上 1 階）



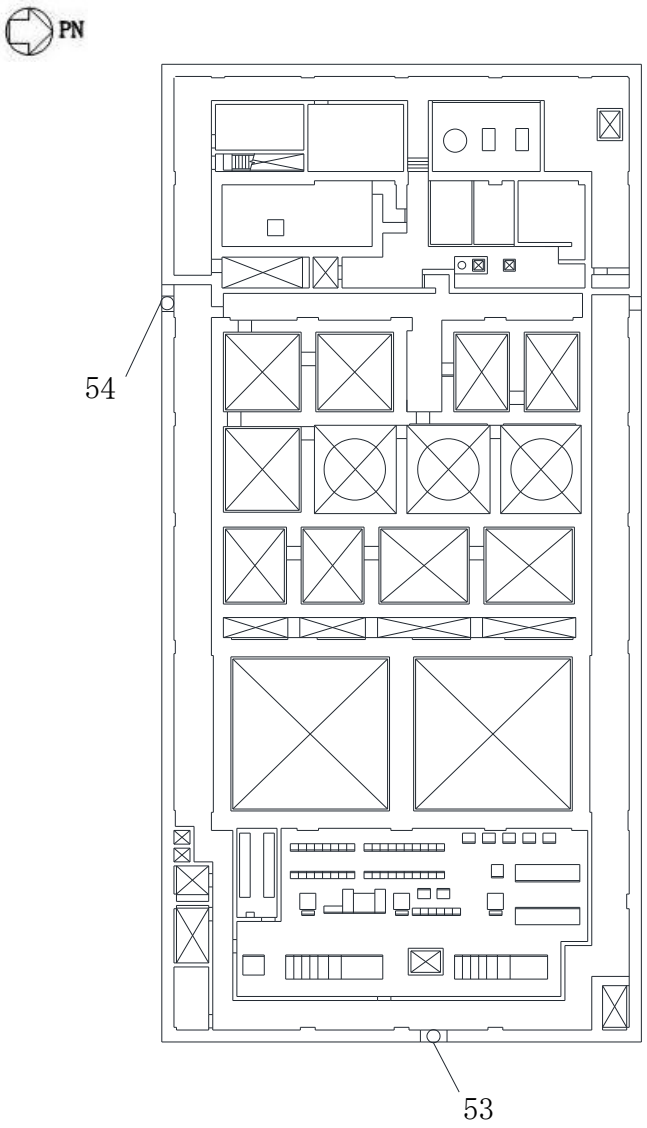
50	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下2階～廃棄物処理建屋地下3階)2 (6，7号機共用)
51	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下2階～廃棄物処理建屋地下3階)1 (6，7号機共用)

図2－4（1／3）　廃棄物処理建屋水密扉設置位置図（地下3階）



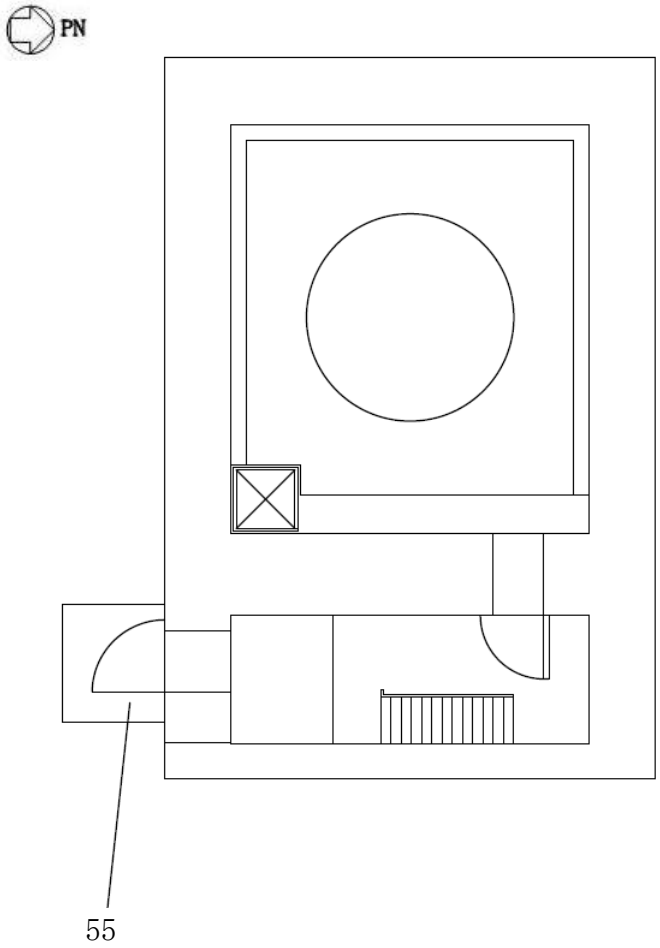
52	建屋間連絡水密扉(廃棄物処理建屋地下2階～配管トレンチ)（6，7号機共用）

図2－4（2／3）　廃棄物処理建屋水密扉設置位置図（地下2階）



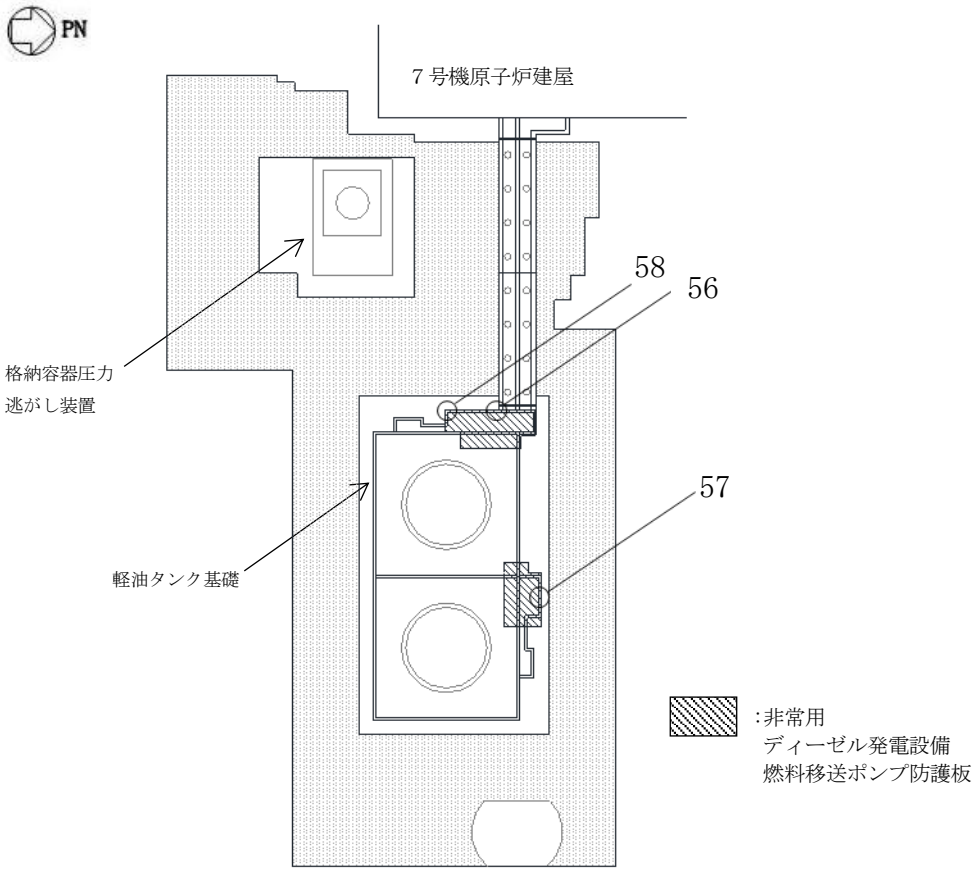
53	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下1階～廃棄物処理建屋地下1階) (6，7号機共用)
54	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉1

図2－4（3／3）　廃棄物処理建屋水密扉設置位置図（地下1階）



55	フィルタベントエリア　水密扉

図 2－5　フィルタベントエリア水密扉設置位置図



56	燃料移送ポンプエリア(A 系)水密扉
57	燃料移送ポンプエリア(B 系)水密扉
58	燃料移送ポンプエリア(C 系)水密扉

図 2－6　燃料移送ポンプエリア水密扉設置位置図

2.3　構造計画

水密扉は，片開型の鋼製扉とし扉板の背面に芯材を配した構造である。また，閉鎖状態において締付装置により固定され水密性を確保しており，アンカーボルトによって建屋躯体に固定された扉枠にて支持する構造とする。水密扉の構造計画を表 2－2 に示す。

表 2－2　水密扉の構造計画

計画の概要		概略構造図
主体構造	支持構造	
片開型の鋼製扉とし，鋼製の扉板に芯材を取付け，扉に設置された締付装置を鋼製の扉枠に差込み，扉と扉枠を一体化させる構造とする。 また，扉と躯体の接続はヒンジを介する構造とする。	扉開放時においては，ヒンジにより扉が扉枠に固定され，扉閉止時においては，締付装置により扉と扉枠が一体化する構造とする。 扉枠はアンカーボルトにより躯体へ固定する構造とする。	

2.4　評価方針

水密扉の耐震評価は，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，「2.3　構造計画」に示す水密扉の構造を踏まえ，「4.1　評価対象部位」にて設定する評価部位において，「3.　固有値解析」で算出した固有振動数に基づく設計用地震力により算出した応力等が許容限界内に収まることを，「4.5　評価方法」に示す方法にて確認する。応力評価の確認結果を「5.　評価結果」にて確認する。

耐震評価フローを図2－7に示す。水密扉の耐震評価においては，その構造を踏まえ，基準地震動Ｓｓによる地震荷重の作用方向及び伝達経路を考慮し，評価対象部位を設定する。

耐震評価においては，荷重を静的に作用させることにより，ヒンジ及び締付装置部の発生応力並びにアンカーボルトの発生荷重を算定し，許容限界との比較を行う。

なお，アンカーボルトは壁に埋め込まれた方向によって下記の通りに呼ぶこととする。

(a)0°　方向配置：アンカーボルトが壁の厚さの直交方向に配置されている場合

(b)45°方向配置：アンカーボルトが壁の厚さの方向から45°傾斜して配置されている場合

(c)90°方向配置：アンカーボルトが壁の厚さの方向に配置されている場合

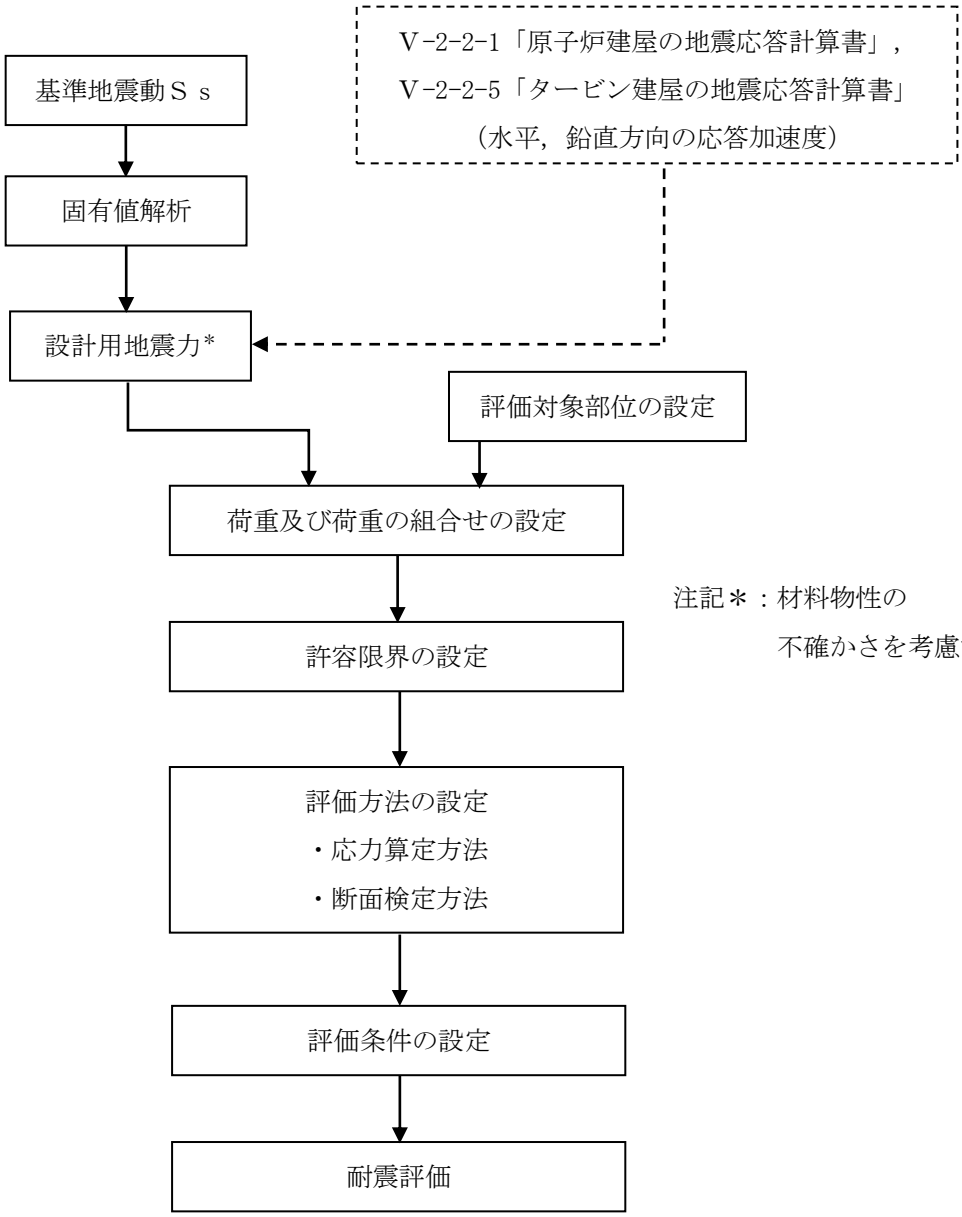


図２－７　水密扉の耐震評価フロー

2.5 適用規格・基準等

適用する規格・基準等を以下に示す。

・建築基準法・同施行令

・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－
（（社）日本建築学会，1999 改定）

・鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 改定）

・各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 改定）

・日本工業規格（ＪＩＳ）

・原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編ＪＥＡＧ４６０１・補-1984
（（社）日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987
（（社）日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991 追補版
（（社）日本電気協会）

2.6　記号の説明

水密扉の耐震評価に用いる記号を表2－3に示す。

表2－3　耐震評価に用いる記号

記号	単位	定義
W_1	kN	スラスト荷重
G	kN	扉重量
k_H	－	水平震度
k_{UD}	－	鉛直震度
F_1	kN	転倒力
F_{1a}	kN	扉と扉枠の重量を含んだ転倒力
L_1	mm	扉重心とヒンジ芯間距離
L_2	mm	ヒンジ芯間距離
L_3	mm	ヒンジ板の2軸間距離
L_4	mm	ヒンジ板と受板間距離
L_5	mm	締付装置の突出長さ
L_p	mm	締付装置受けピンの軸支持間距離
b’	mm	締付装置と締付装置受けピンが接する長さ
M	kN・m	曲げモーメント
T	kN	引張力
Q	kN	せん断力
n_1	本	ヒンジボルトの本数
n_2	本	締付装置の本数
n_3	本	ヒンジ側アンカーボルトの本数
n_b	本	締付装置受けボルトの本数
$\underline{g}$	m/s^2	重力加速度
w_a	kN	扉枠の重量
σ	N/mm^2	曲げ応力度
σ_t	N/mm^2	引張応力度
τ	N/mm^2	せん断応力度
x	N/mm^2	組合せ応力度
Z	mm^3	断面係数
A	mm^2	断面積
As	mm^2	せん断断面積
T_d	kN	アンカーボルト1本当りの引張力
Q_d	kN	アンカーボルト1本当りのせん断力
Ta	kN	アンカーボルト1本当りの短期許容引張力
Qa	kN	アンカーボルト1本当りの短期許容せん断力
H_1	mm	ヒンジ板の高さ
T_1	mm	ヒンジ板の厚さ
d_3	mm	ヒンジピンの径

3.　固有値解析

3.1　固有振動数の算出方法

水密扉の構造に応じて解析モデルを設定し，1 次固有振動数を算出する。

3.1.1　解析モデルの設定

水密扉は，ヒンジ及び締付装置により扉と扉枠を固定する構造であることから，扉閉止時については両端固定はり又は四辺支持の長方形板に，扉開放時についてはヒンジ，自由端はりに単純化したモデルとし，モデル化に用いる芯材又は扉板の長さは扉幅とする。解析モデル図を図 3－1 に示す。

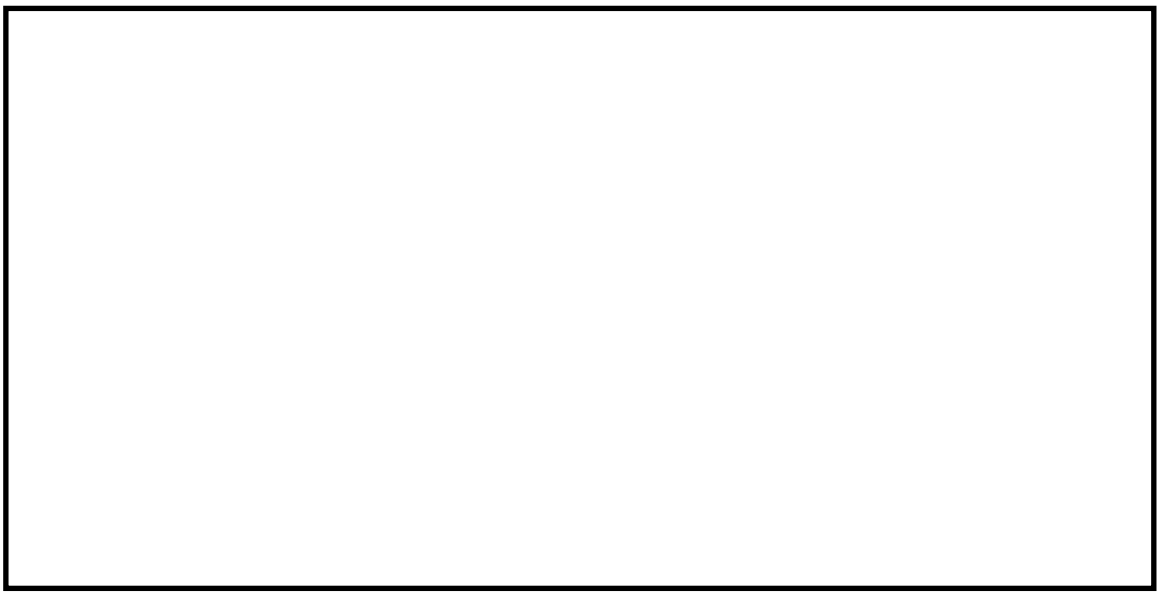


図 3－1　水密扉の固有値解析モデル

3.2　固有振動数の算出条件等

3.2.1　記号の説明

水密扉の固有振動数算出に用いる記号を表3－1に示す。

表3－1　水密扉の固有振動数算出に用いる記号

記号	単位	定義
f	Hz	水密扉の1次固有振動数
L	mm	モデル化に用いる芯材の長さ
E	MPa*	ヤング率
I	mm^4	断面二次モーメント
m	kg/m	質量分布
λ	－	定数
b	cm	モデル化に用いる扉板の長さ
h	cm	モデル化に用いる扉板の厚さ
ν	－	ポアソン比
ρ	kg/cm^2	材料の密度

注記＊：四辺支持の長方形板モデルにおいてはkg/cm^2。

3.2.2　固有振動数の算出方法

1次固有振動数fを「土木学会構造力学公式集」に基づき以下の式より算出する。ここで，固有振動数は水平方向（扉体面外方向）について算出するものとし，鉛直方向（扉体面内方向）については，扉に配された鉛直方向の芯材等の軸剛性が，面外方向の剛性に比べて十分に大きいため，固有振動数の算出を省略する。

モデル化の対象は，扉板及び芯材の組合せによる断面を有する水密扉については芯材を，芯材がなく扉板そのものにより断面を構成する水密扉については扉板とする。なお，扉開放時は芯材の有無に関わらず同一の評価式を用いる。

(1)　扉閉止時

a.　両端固定はりモデル（芯材をモデル化）

$$f = \frac{4.7300^2}{2\pi L^2}\sqrt{\frac{EI\times10^6}{m}}$$

b.　四辺支持の長方形板モデル（扉板をモデル化）

$$f = \frac{\lambda\pi h}{2b^2}\sqrt{\frac{E}{3(1-\nu^2)\rho}}$$

(2) 扉開放時（芯材又は扉板をモデル化）

扉開放時において水密扉は，面外方向については剛体モード（固有振動数がほぼゼロ）となり，これに伴う荷重の増幅は生じないことから，本評価においては芯材又は扉板が自由振動するものとして，下記の評価式にて固有振動数を算出することとした。

ヒンジ，自由端はりモデル

$$f = \frac{3.9266^2}{2\pi L^2}\sqrt{\frac{E I \times 10^6}{m}}$$

3.2.3 固有振動数の算出条件

水密扉の固有振動数の算出条件のうち，芯材をモデル化した場合の算出条件を表 3－2 に，扉板をモデル化した場合の算出条件を表 3－3，表 3－4 に示す。

表 3－2（1／2） 芯材をモデル化した場合の算出条件（扉閉止時及び扉開放時）

水密扉No.	扉名称	はり長さ L (mm)	ヤング率 E (MPa)	断面二次モーメント I (mm^4)	質量分布 m (kg/m)
1	原子炉隔離時冷却系ポンプ・タービン室　水密扉	1060	2.05×10^5	8.610×10^6	1.07×10^2
2	高圧炉心注水系(B)ポンプ室　水密扉	1310	2.05×10^5	8.610×10^6	1.01×10^2
3	高圧炉心注水系(C)ポンプ室　水密扉	1310	2.05×10^5	8.610×10^6	1.01×10^2
4	残留熱除去系[redacted]ポンプ・熱交換器室　水密扉	1060	2.05×10^5	8.610×10^6	1.07×10^2
5	残留熱除去系[redacted]ポンプ・熱交換器室　水密扉	1060	2.05×10^5	8.610×10^6	1.07×10^2
6	残留熱除去系[redacted]ポンプ・熱交換器室　水密扉	1060	2.05×10^5	8.610×10^6	1.07×10^2
7	水圧制御ユニット室，計装ラック，制御棒駆動機構マスターコントロール室　水密扉1	1060	2.05×10^5	8.610×10^6	1.07×10^2
8	水圧制御ユニット室，計装ラック，制御棒駆動機構マスターコントロール室　水密扉2	1060	2.05×10^5	8.610×10^6	1.07×10^2
9	水圧制御ユニット室，計装ラック室　水密扉1	1060	2.05×10^5	8.610×10^6	1.07×10^2
10	水圧制御ユニット室，計装ラック室　水密扉2	1060	2.05×10^5	8.610×10^6	1.07×10^2
13	[redacted]	5230	1.93×10^5	1.500×10^9	5.35×10^3
16	[redacted]	3580	1.93×10^5	2.100×10^8	6.09×10^2
18	[redacted]	3300	1.93×10^5	2.100×10^8	6.86×10^2
19	[redacted]	3620	1.93×10^5	2.100×10^8	5.07×10^2
20	[redacted]	3690	1.93×10^5	2.310×10^7	3.03×10^2
21	[redacted]	3880	1.93×10^5	2.310×10^7	2.88×10^2
22	燃料プール冷却浄化系弁室　水密扉	900	2.05×10^5	1.740×10^5	1.55×10^2
24	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉3	995	2.05×10^5	1.380×10^7	5.73×10
25	循環水配管，電解鉄イオン供給装置室　水密扉1	850	2.05×10^5	1.950×10^7	9.92×10
26	循環水配管，電解鉄イオン供給装置室　水密扉2	850	2.05×10^5	1.950×10^7	1.12×10^2
27	建屋間連絡水密扉(タービン建屋地下2階～配管トレンチ)	1060	2.05×10^5	1.380×10^7	5.19×10
28	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉	1060	2.05×10^5	1.380×10^7	5.19×10
29	タービン建屋地下2階北西階段室　水密扉	995	2.05×10^5	1.380×10^7	6.11×10
30	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉1	995	2.05×10^5	1.380×10^7	6.27×10

表3－2（2／2）　芯材をモデル化した場合の算出条件（扉閉止時及び扉開放時）

水密扉No.	扉名称	はり長さ L (mm)	ヤング率 E (MPa)	断面二次モーメント I (mm^4)	質量分布 m (kg/m)
31	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉2	995	2.05×10^5	1.380×10^7	6.11×10
32	タービン建屋地下中2階南西階段室　水密扉	995	2.05×10^5	1.380×10^7	6.11×10
33	タービン建屋地下中2階北西階段室　水密扉	995	2.05×10^5	1.380×10^7	6.11×10
34	計装用圧縮空気系・所内用圧縮空気系空気圧縮機室　水密扉	1530	2.05×10^5	2.490×10^7	6.40×10
35	循環水配管メンテナンス室　水密扉1	850	2.05×10^5	1.950×10^7	9.92×10
36	循環水配管メンテナンス室　水密扉2	850	2.05×10^5	1.950×10^7	1.12×10^2
37	タービン建屋地下1階南西階段室　水密扉	995	2.05×10^5	1.380×10^7	6.11×10
38	タービン建屋地下1階北西階段室　水密扉	995	2.05×10^5	1.380×10^7	6.11×10
39	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉2	1060	2.05×10^5	8.610×10^6	4.91×10
40	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉	1060	2.05×10^5	8.610×10^6	4.91×10
41	建屋間連絡水密扉(原子炉建屋地下1階～タービン建屋地下1階)	2520	2.05×10^5	4.720×10^7	1.21×10^2
42	[redacted]	995	2.05×10^5	1.380×10^7	5.89×10
43	[redacted]	2390	2.05×10^5	4.720×10^7	1.00×10^2
44	[redacted]	995	2.05×10^5	1.380×10^7	6.11×10
45	[redacted]	2630 2800	2.05×10^5	1.404×10^8	1.79×10^3
47	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下1階～サービス建屋地下1階)	1860	2.05×10^5	4.720×10^7	9.54×10
48	[redacted]	883	1.93×10^5	7.210×10^7	1.56×10^2
49	[redacted]	2420	1.93×10^5	1.070×10^8	2.70×10^2
50	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下2階～廃棄物処理建屋地下3階)2 (6,7号機共用)	900	2.05×10^5	1.380×10^7	4.90×10
51	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下2階～廃棄物処理建屋地下3階)1 (6,7号機共用)	760	2.05×10^5	1.380×10^7	5.58×10
52	建屋間連絡水密扉(廃棄物処理建屋地下2階～配管トレンチ)(6,7号機共用)	760	2.05×10^5	1.380×10^7	5.37×10
53	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下1階～廃棄物処理建屋地下1階) (6,7号機共用)	2187	2.05×10^5	4.720×10^7	1.00×10^2
54	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉1	995	2.05×10^5	1.380×10^7	6.11×10
56	燃料移送ポンプエリア（A系）　水密扉	1917	1.93×10^5	3.05×10^7	6.78×10^2
57	燃料移送ポンプエリア（B系）　水密扉	1917	1.93×10^5	3.05×10^7	6.78×10^2
58	燃料移送ポンプエリア（C系）　水密扉	1917	1.93×10^5	3.05×10^7	6.78×10^2

表 3－3　扉板をモデル化した場合の算出条件（扉閉止時）

水密扉No.	扉名称	板の厚さ h (cm)	ヤング率 E (kg/cm^2)	板の長さ b (cm)	振動数係数 λ (－)	ポアソン比 ν (－)	密度 ρ (kg/cm^2)
11	高圧代替注水系ポンプ室　水密扉	20.0	2.09×10^{6}	165.5	2.74	0.3	7.85×10^{-3}
12	残留熱除去系[redacted]ポンプハッチ室　水密扉	17.0	2.09×10^{6}	206.0	2.74	0.3	7.85×10^{-3}
14	[redacted]	3.5	1.97×10^{6}	95.5	2.49	0.3	7.93×10^{-3}
15	[redacted]	3.5	1.97×10^{6}	95.5	2.49	0.3	7.93×10^{-3}
17	[redacted]	3.5	1.97×10^{6}	95.5	2.49	0.3	7.93×10^{-3}
23	原子炉建屋地上4階トレイ室　水密扉	2.8	2.09×10^{6}	73.0	2.49	0.3	7.85×10^{-3}
46	[redacted]	3.5	1.97×10^{6}	92.0	2.49	0.3	7.93×10^{-3}
55	フィルタベントエリア　水密扉	3.5	1.97×10^{6}	136.0	2.49	0.3	7.93×10^{-3}

表 3－4　扉板をモデル化した場合の算出条件（扉開放時）

水密扉No.	扉名称	はり長さ L (mm)	ヤング率 E (MPa)	断面二次 モーメント I (mm^4)	質量 分布 m (kg/m)
11	高圧代替注水設備ポンプ室　水密扉	1655	2.05×10^{5}	1.373×10^{9}	4.59×10^{3}
12	残留熱除去系[redacted]ポンプハッチ室　水密扉	2290	2.05×10^{5}	8.434×10^{8}	3.49×10^{3}
14	[redacted]	955	1.93×10^{5}	7.467×10^{6}	1.41×10^{3}
15	[redacted]	955	1.93×10^{5}	7.467×10^{6}	1.41×10^{3}
17	[redacted]	955	1.93×10^{5}	7.467×10^{6}	1.41×10^{3}
23	原子炉建屋地上4階トレイ室　水密扉	730	2.05×10^{5}	3.567×10^{6}	9.59×10^{2}
46	[redacted]	920	1.93×10^{5}	7.003×10^{6}	1.09×10^{3}
55	フィルタベントエリア　水密扉	1360	1.93×10^{5}	7.860×10^{6}	8.09×10^{2}

3.3　固有振動数の算出結果

水密扉の固有振動数の算出結果を表3－5に示す。各水密扉の固有振動数は20Hz以上であり，剛構造であることを確認した。

表3－5（1／2）　固有振動数の算出結果

水密扉No.	扉名称	固有振動数 f	
		扉閉止時	扉開放時
		(Hz)	(Hz)
1	原子炉隔離時冷却系ポンプ・タービン室　水密扉	403.25	277.90
2	高圧炉心注水系(B)ポンプ室　水密扉	272.03	187.47
3	高圧炉心注水系(C)ポンプ室　水密扉	272.03	187.47
4	残留熱除去系[redacted]ポンプ・熱交換器室　水密扉	403.25	277.90
5	残留熱除去系[redacted]ポンプ・熱交換器室　水密扉	403.25	277.90
6	残留熱除去系[redacted]ポンプ・熱交換器室　水密扉	403.25	277.90
7	水圧制御ユニット室，計装ラック，制御棒駆動機構マスターコントロール室　水密扉1	403.25	277.90
8	水圧制御ユニット室，計装ラック，制御棒駆動機構マスターコントロール室　水密扉2	403.25	277.90
9	水圧制御ユニット室，計装ラック室　水密扉1	403.25	277.90
10	水圧制御ユニット室，計装ラック室　水密扉2	403.25	277.90
11	高圧代替注水系ポンプ室　水密扉	971.99	219.72
12	残留熱除去系[redacted]ポンプハッチ室　水密扉	533.26	103.13
13	[redacted]	29.97	20.65
14		448.16	85.18
15		448.16	85.18
16		71.00	48.93
17		448.16	85.18
18		78.71	54.24
19		76.07	52.43
20		31.37	21.62
21		29.10	20.06
22	燃料プール冷却浄化系弁室　水密扉	65.95	45.45
23	原子炉建屋地上4階トレイ室　水密扉	635.61	125.91
24	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉3	799.23	550.78
25	循環水配管，電解鉄イオン供給装置室　水密扉1	989.45	681.88
26	循環水配管，電解鉄イオン供給装置室　水密扉2	933.25	643.14
27	建屋間連絡水密扉(タービン建屋地下2階～配管トレンチ)	739.09	509.34
28	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉	739.09	509.34
29	タービン建屋地下2階北西階段室　水密扉	774.17	533.52
30	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉1	763.88	526.42

表3－5（2／2）　固有振動数の算出結果

水密扉No.	扉名称	固有振動数 f	
		扉閉止時	扉開放時
		(Hz)	(Hz)
31	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室　水密扉2	774.17	533.52
32	タービン建屋地下中2階南西階段室　水密扉	774.17	533.52
33	タービン建屋地下中2階北西階段室　水密扉	773.89	533.32
34	計装用圧縮空気系・所内用圧縮空気系空気圧縮機室　水密扉	429.50	295.99
35	循環水配管メンテナンス室　水密扉1	989.45	681.88
36	循環水配管メンテナンス室　水密扉2	933.25	643.14
37	タービン建屋地下1階南西階段室　水密扉	774.17	533.52
38	タービン建屋地下1階北西階段室　水密扉	774.17	533.52
39	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉2	600.17	413.60
40	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉	600.72	413.98
41	建屋間連絡水密扉(原子炉建屋地下1階～タービン建屋地下1階)	158.46	109.20
42	[redacted]	787.97	543.02
43	[redacted]	193.77	133.53
44	[redacted]	774.17	533.52
45	[redacted]	105.20	44.60
46	[redacted]	482.91	101.09
47	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下1階～サービス建屋地下1階)	327.73	225.86
48	[redacted]	1359.34	936.78
49	[redacted]	168.24	115.94
50	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下2階～廃棄物処理建屋地下3階)2 (6,7号機共用)	1056.26	727.92
51	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下2階～廃棄物処理建屋地下3階)1 (6,7号機共用)	1387.55	956.22
52	建屋間連絡水密扉(廃棄物処理建屋地下2階～配管トレンチ)(6,7号機共用)	1414.82	975.01
53	建屋間連絡水密扉(コントロール建屋地下1階～廃棄物処理建屋地下1階) (6,7号機共用)	231.41	159.48
54	原子炉補機冷却水系[redacted]熱交換器・ポンプ室　水密扉1	773.89	533.32
55	フィルタベントエリア　水密扉	220.98	56.89
56	燃料移送ポンプエリア（A系）　水密扉	90.00	62.02
57	燃料移送ポンプエリア（B系）　水密扉	90.00	62.02
58	燃料移送ポンプエリア（C系）　水密扉	90.00	62.02

4. 耐震評価方法

4.1 評価対象部位

評価対象部位は「2.3 構造計画」に示す水密扉の構造上の特徴を踏まえ選定する。

基準地震動Ｓｓによる地震荷重により水密扉に生じる慣性力は，ヒンジ（ヒンジ板，ヒンジピン，ヒンジボルト）及び締付装置部（締付装置，締付装置受けピン，締付装置受けボルト）から扉枠に伝わり，扉枠を固定するアンカーボルトを介し，開口部周囲の躯体に伝達されることから，評価対象部位をヒンジ，締付装置部及びアンカーボルトとする。また，アンカーボルトに発生する応力が最大となる状態で評価を行うことを考慮し，扉が0°，90°又は180°の開閉状態における評価を行うとともに，地震荷重の作用により応力が集中する扉の状態を踏まえ，ヒンジ側アンカーボルトを評価対象とする。

また，結果が厳しい評価対象部位を有する水密扉を代表として評価するものとし，水密扉No.12，18，19，21，41を抽出した。

水密扉閉止時に水密扉に作用する荷重の作用図を図4－1に，水密扉開放時に水密扉に作用する荷重の作用図を図4－2に示す。

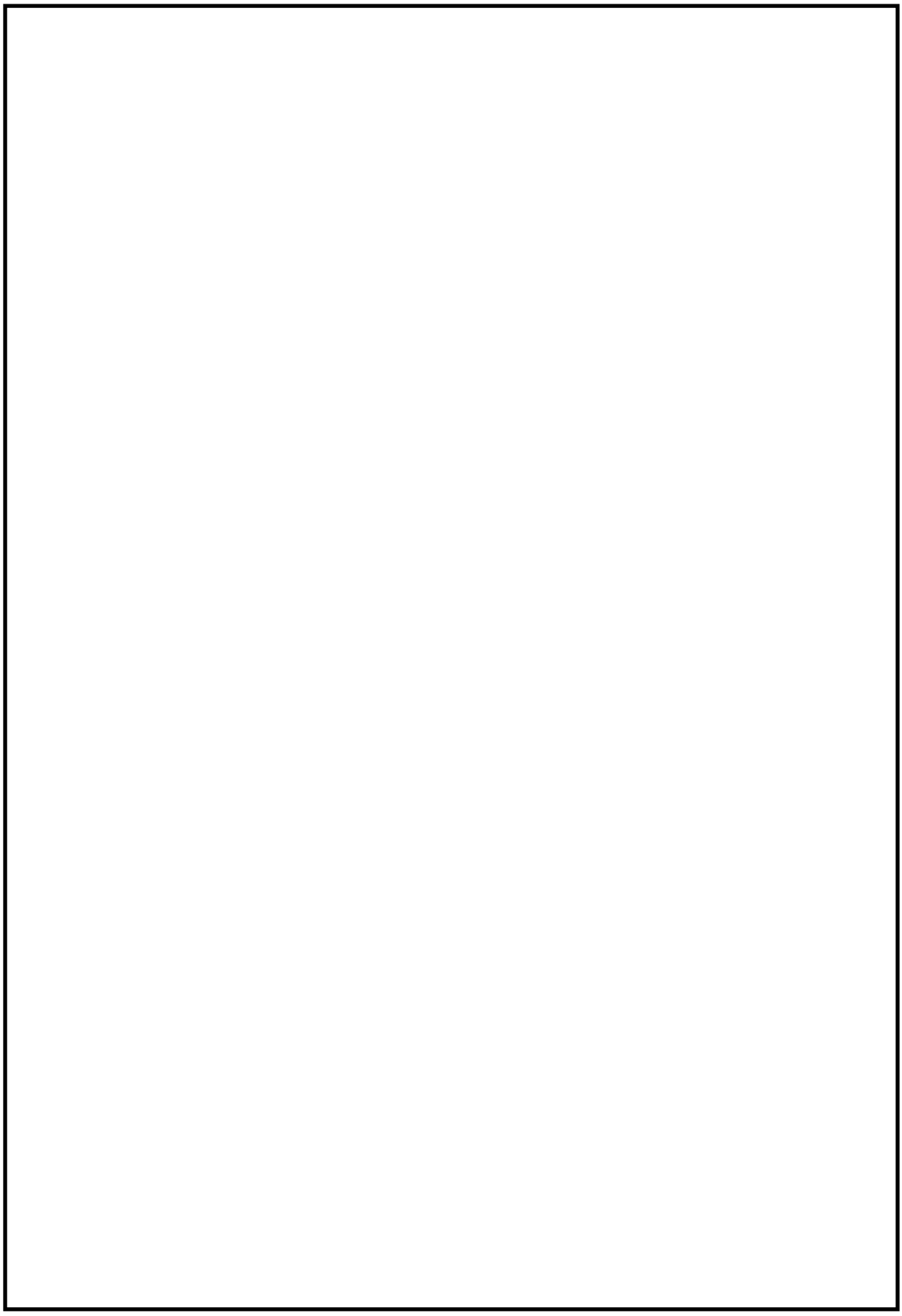


図 4－1　水密扉に作用する荷重の作用図（水密扉閉止時）

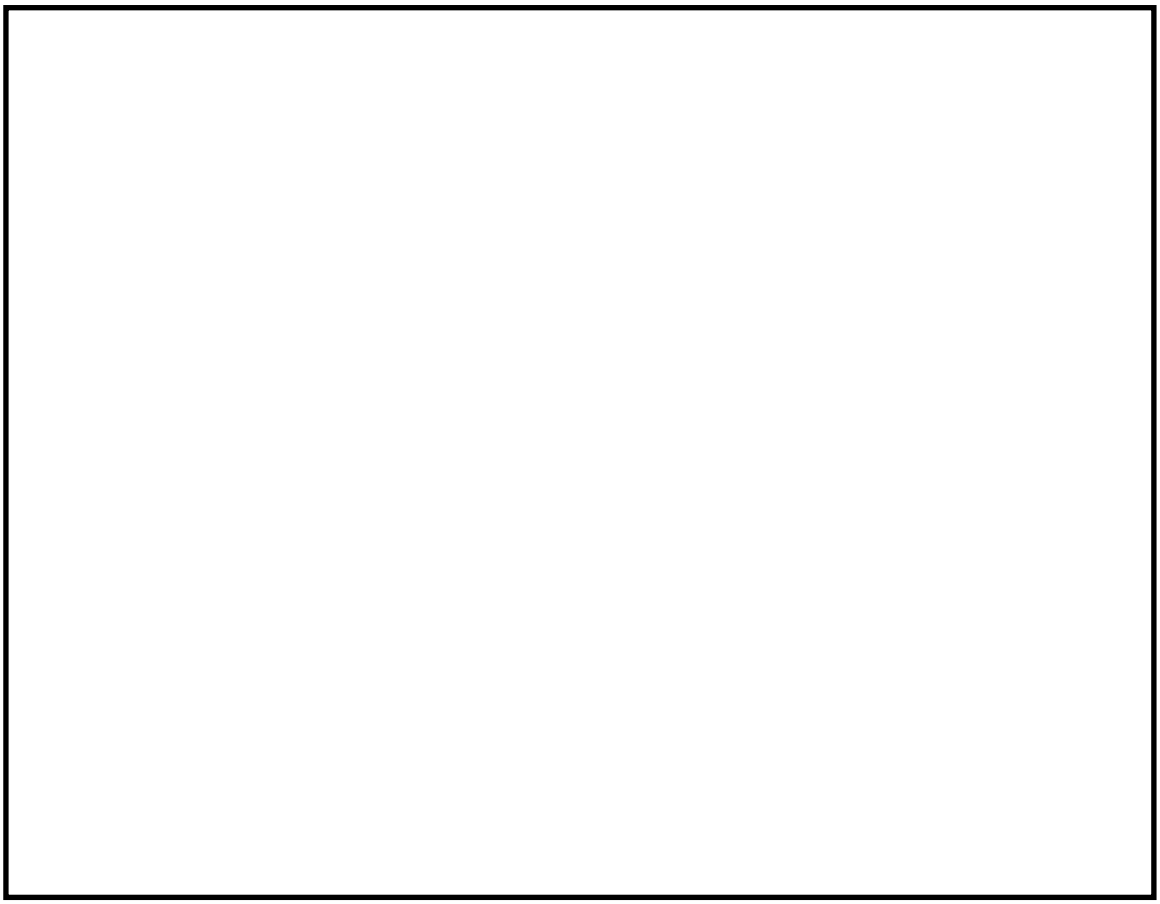


図 4－2　水密扉に作用する荷重の作用図（水密扉開放時）

4.2　荷重及び荷重の組合せ

4.2.1　荷重の組合せ

水密扉の評価に用いる荷重の組合せを下記に示す。

Ｇ＋Ｓｓ

ここで，Ｇ　　：固定荷重(kN)

Ｓｓ　：基準地震動Ｓｓによる地震荷重(kN)

水密扉は，上載物の荷重を負担する又は影響を受ける構造となっていないことから，積載荷重については考慮しない。

4.2.2　荷重

(1)　固定荷重（Ｇ）

固定荷重として水密扉の自重を考慮する。自重は「4.6　評価条件」に示す。

(2)　地震荷重（Ｓｓ）

地震荷重は，基準地震動Ｓｓによる荷重を考慮する。「3.　固有値解析」で設定した設計震度を用いて，次式により算定する。

Ｓｓ＝Ｇ・ｋ

ここで，Ｓｓ　：基準地震動Ｓｓによる地震荷重(kN)

Ｇ　　：固定荷重(kN)

ｋ　　：設計震度

なお，水平及び鉛直地震力による組合せ応力が作用する部位の評価は，水平方向と鉛直方向の地震力が同時に作用するものとして評価する。

4.3　許容限界

許容限界は，V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している許容限界を踏まえて設定する。

4.3.1　使用材料

水密扉を構成するヒンジ，締付装置部及びアンカーボルトの使用材料を表 4－1 に示す。

表 4－1　使用材料

評価対象部位		材質	仕様
ヒンジ	ヒンジ板	SS400 SUS304	高さ(mm) 75，80，150，160，230，200，250 厚さ(mm) 40，70，75，92，140，220，280
	ヒンジピン	S45C SUS304 SUS304N2 SUSF304 SCM440	径(mm) 25，40，60，70，90，120
	ヒンジボルト	SCM435 SS400 高強度ステンレス	径(mm) 12，16，20，22，24，30，39
締付装置部	締付装置	SS400 SUS304 SUS403	径(mm) 50，60，65，70，90
	締付装置 受けピン	SUS304 SUS304N2 S45C S55C	径(mm) 16，20，22，25，40，50
	締付装置 受けボルト	SCM435 SUS304 高強度ステンレス	M10，M12，M16，M20
アンカーボルト		SS400 SUS304 SUS304J3	M16，M20，φ16

4.3.2　許容限界

(1)　ヒンジ，締付装置部，アンカーボルト

鋼材の許容応力度は，「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 改訂）」を踏まえて表 4－2 の値とする。

表 4－2　鋼材の短期許容応力度

材質*2	短期許容応力度(N/mm^2)	
	曲げ	せん断
SS400（ｔ≦40）*1	235	135
SS400（40＜ｔ≦100）*1	215	124
SS400（100＜ｔ）*1	205	118
SUS304	205	118
SUS304N2	345	199
SUSF304	205	118
SUS304J3	175	101
SUS403	390	225
S45C	345	199
S55C	390	225
SCM435	651	375
SCM440	686	396
高強度ステンレス	410，450，640，700	236，259，404，520

注記＊1：ｔは板厚を示す。

注記＊2：許容応力度を決定する場合の基準値Ｆは，日本工業規格（ＪＩＳ）に基づく。

(2)　アンカーボルト

アンカーボルトの許容限界は，「4.1　評価対象部位」に記載したアンカーボルトに作用する荷重の向きを踏まえて，「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010改定）」に基づき算定する。

地震荷重を考慮する場合のアンカーボルトの許容限界を表4－3に示す。

なお，評価対象部位のアンカーボルトが引張力を受ける場合においては，アンカーボルトの降伏により決まる許容応力，付着力により決まる許容応力を比較して，いずれか小さい値を採用する。また，評価対象部位のアンカーボルトがせん断力を受ける場合においては，アンカーボルトのせん断強度により決まる許容応力，定着したコンクリート躯体の支圧強度により決まる許容応力及びコーン状破壊により決まる許容応力を比較して，いずれか小さい値を採用する。

表 4－3　地震荷重を考慮する場合のアンカーボルトの許容限界

水密扉 No.	扉名称	許容耐力（kN／本）	
		せん断	引張
12	残留熱除去系□ポンプハッチ室　水密扉	49.0	70.0
18		35.0	34.7
19		35.0	37.9
21		17.6	37.9
41	建屋間連絡水密扉 （原子炉建屋地下 1 階～タービン建屋地下 1 階）	10.3	51.5

注：扉が開放状態のとき，地震力による応力がヒンジ側に集中する扉の構造を考慮し，
ヒンジ側アンカーボルトのみ選定した。

4.4　設計用地震力

「3.　固有値解析」に示したとおり，水密扉の固有振動数が20Hz以上であることを確認したため，水密扉の耐震評価で用いる設計震度は，材料物性の不確かさを考慮したものとしてV-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」及びV-2-2-5「タービン建屋の地震応答計算書」によることとし，建屋の階ごとの設計震度を表4－4に示す。

ここで，最大応答加速度を保守的に評価するために，最大応答加速度の抽出位置は水密扉設置階の上階の値とする。

表4－4　設計震度

(a)　水平方向

建屋	階	T.M.S.L.	基準地震動Ｓｓの設計震度 k_H
原子炉建屋	4F	31.7m	1.16
	3F	23.5m	1.01
	2F	18.1m	0.941
	1F	12.3m	0.888
	B1F	4.8m	0.823
	B2F	-1.7m	0.856
タービン建屋	1F	12.3m	1.02
	B1F	4.9m	0.941
	MB2F	-1.1m	0.814
	B2F	-5.1m	0.783

(b)　鉛直方向

建屋	階	T.M.S.L.	基準地震動Ｓｓの設計震度 k_{UD}
原子炉建屋	4F	31.7m	0.952
	3F	23.5m	0.927
	2F	18.1m	0.901
	1F	12.3m	0.869
	B1F	4.8m	0.834
	B2F	-1.7m	0.830
タービン建屋	1F	12.3m	0.786
	B1F	4.9m	0.747
	MB2F	-1.1m	0.740
	B2F	-5.1m	0.741

4.5　評価方法

4.5.1　応力算定

(1)　ヒンジ

ヒンジは，ヒンジ板，ヒンジピン及びヒンジボルトで構成されており，次式により算定するスラスト荷重（回転軸線方向荷重）及び転倒力から，各部材に発生する応力を算定する。ここで，扉の重量は2箇所のヒンジで支持することから，ヒンジに生じる転倒力には，扉上半分の重量を慣性力として作用させるものとする。ヒンジに生じる荷重の例を図 4－3に示す。

$W_1 = G + k_{UD} \cdot G$

$F_1 = W_1 \cdot L_1 / L_2 + k_H \cdot G / 2$

W_1　：スラスト荷重(kN)

G　：扉重量(kN)

k_H　：水平震度

k_{UD}：鉛直震度

F_1　：転倒力(kN)

L_1　：扉重心とヒンジ芯間距離(mm)

L_2　：ヒンジ芯間距離(mm)

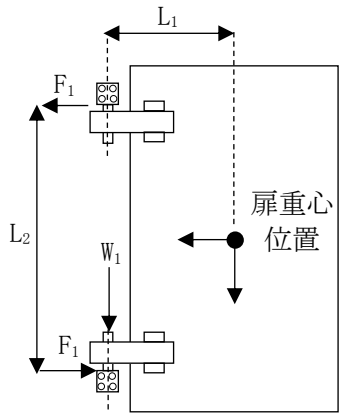


図 4－3　ヒンジに生じる荷重の例

a.　ヒンジ板

ヒンジ板に生じる応力は，次式により算定する。ヒンジ板に生じる荷重の例を図 4－4に示す。

$M = W_1 \cdot L_3 \cdot 10^{-3}$

$Q = W_1$

M　：ヒンジ板に生じる曲げモーメント(kN・m)

W_1：スラスト荷重(kN)

L_3：ヒンジ板の 2 軸間距離(mm)

Q　：ヒンジ板に生じるせん断力(kN)

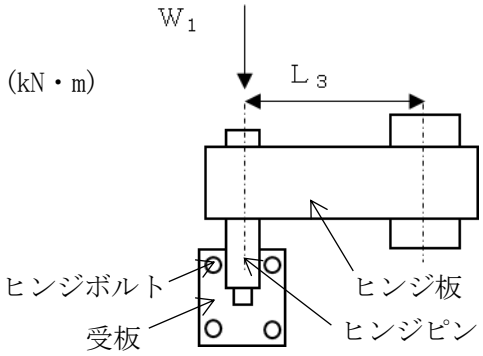


図 4－4　ヒンジ板に生じる荷重の例

b.　ヒンジピン

ヒンジピンに生じる応力は，次式により算定する。ヒンジピンに生じる荷重の例を図4－5に示す。

$M = F_1 \cdot L_4 \cdot 10^{-3}$

$Q = F_1$

M　：ヒンジピンに生じる曲げモーメント(kN・m)

F_1：転倒力(kN)

L_4：ヒンジ板と受板間距離(mm)

Q　：ヒンジピンに生じるせん断力(kN)

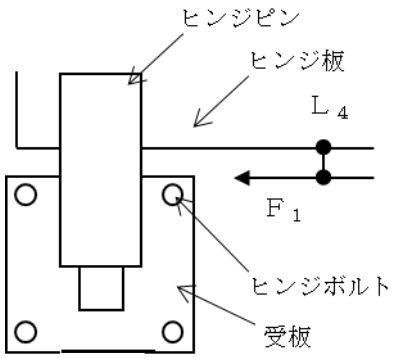


図 4－5　ヒンジピンに生じる荷重の例

c.　ヒンジボルト

ヒンジボルトに生じる応力は，次式により算定する。ヒンジボルトに生じる荷重の例を図4－6に示す。

$$Q = \sqrt{(W_1 / n_1)^2 + (F_1 / n_1)^2}$$

W_1：スラスト荷重(kN)

F_1：転倒力(kN)

n_1：ヒンジボルトの本数

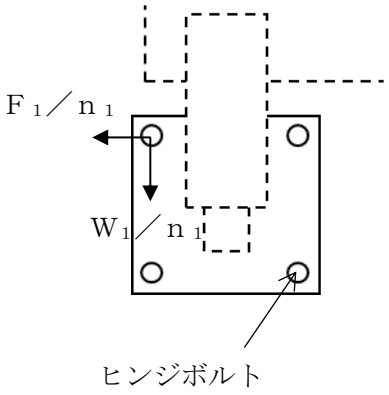


図 4－6　ヒンジボルトに生じる荷重の例

(2)　締付装置部

締付装置部は，締付装置，締付装置受けピン及び締付装置受けボルトで構成されており，生じる応力は次式により算定する。

締付装置部に作用する荷重の例を図 4－7 に示す。

R_1：地震力に伴う荷重の反力(kN)

ここで，$R_1 = k_H \cdot G / n_2$

R_1　：締付装置に生じる地震力に伴う荷重の反力(kN)

n_2　：締付装置の本数

k_H　：水平震度

G　　：扉重量(kN)

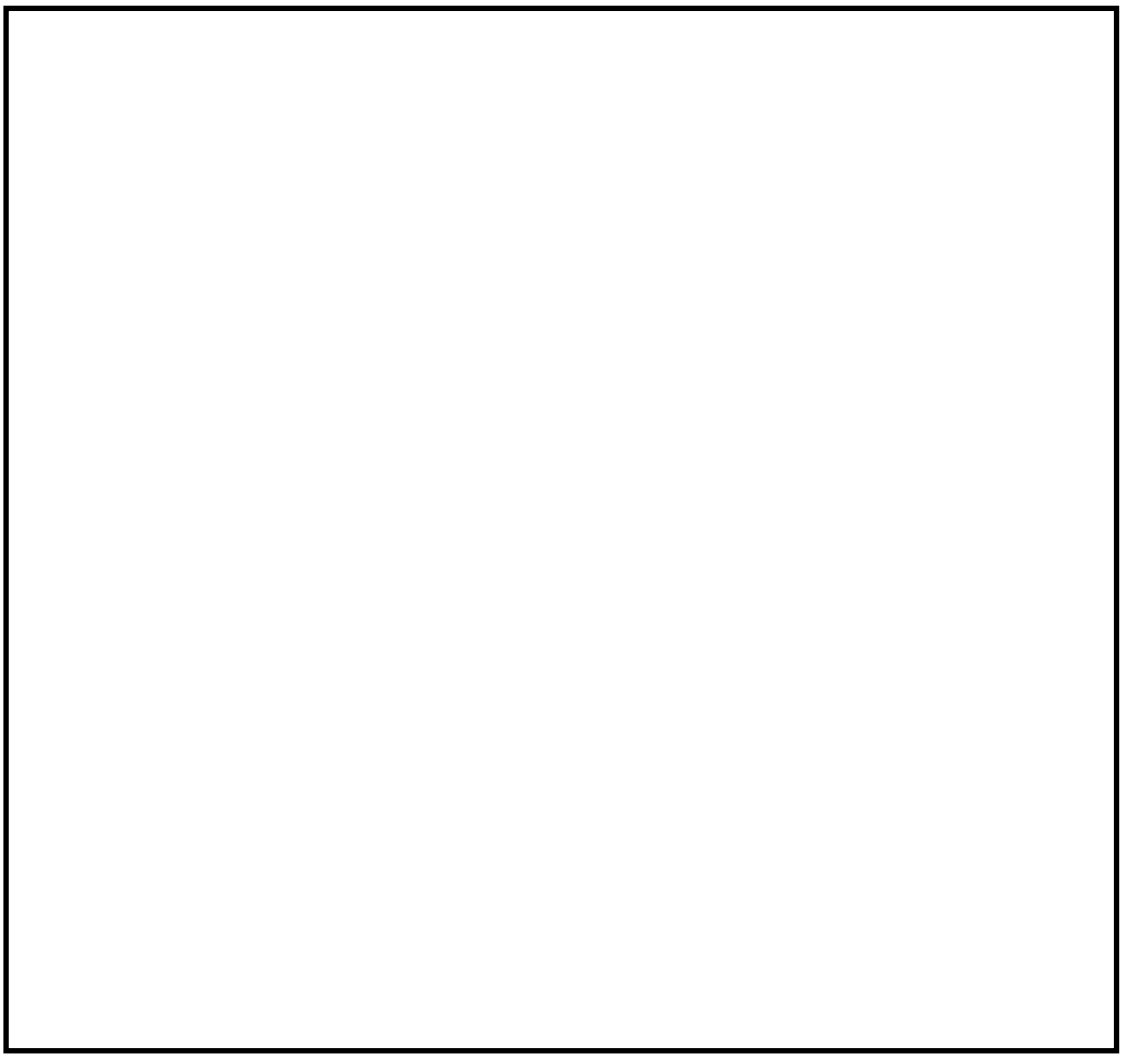


図 4－7　締付装置部に生じる荷重の例

a. 締付装置

締付装置に生じる応力は，次式により算定する。なお，算定に当たっては，締付装置受けピン中心位置を固定端とした片持ち梁として評価し，締付装置の取付部位に応じて作用する応力を考慮する。締付装置に生じる荷重の例を図4－8に示す。

$M = R_1 \cdot L_5 \cdot 10^{-3}$

M：締付装置の最大曲げモーメント(kN・m)

ここで，$R_1 = k_H \cdot G / n_2$

R_1 ：締付装置に生じる地震力に伴う荷重の反力(kN)

L_5 ：締付装置の突出長さ(mm)

k_H ：水平震度

G ：扉重量(kN)

n_2 ：締付装置の本数

$Q = R_1$

Q：締付装置の最大せん断力(kN)

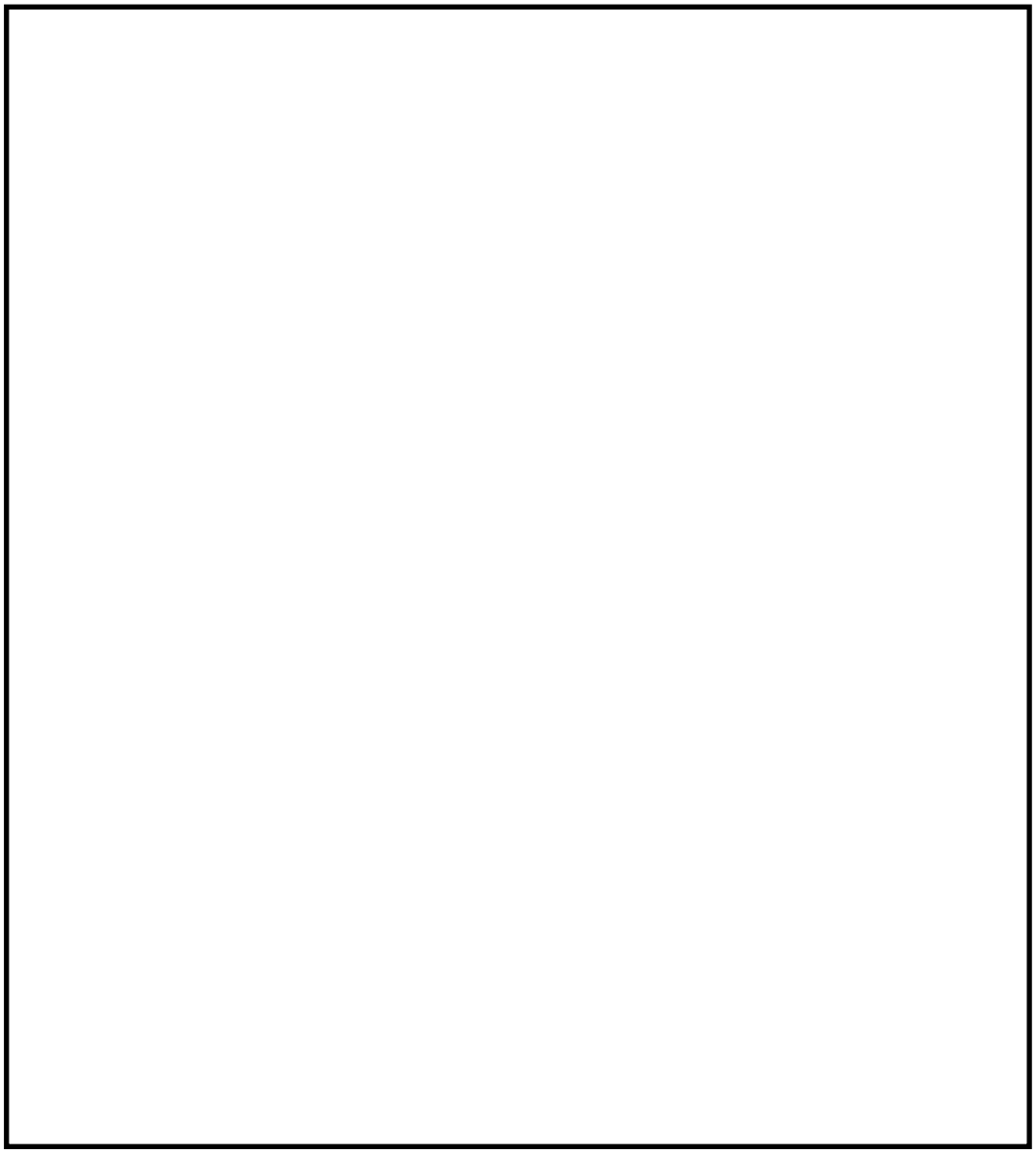


図４－８　締付装置に生じる荷重の例

b.　締付装置受けピン

締付装置受けピンに生じる応力は，次式により算定する。なお，算定にあたっては，締付装置の形状に応じて締付装置受けピンに作用する応力を考慮する。締付装置受けピンに生じる荷重の例を図4－9に示す。

（締付装置と締付装置受けピンが線接触する場合）

締付装置受けピンを部分等分布荷重が作用する両端固定梁とみなし，次式により算定する。

$M = R_1 \cdot (L_p^3 - 8 \cdot a'^3) / (24 \cdot b' \cdot L_p)$

M　：締付装置受けピンの最大曲げモーメント(kN・m)

$a' = (L_p - b') / 2$

ここで，$R_1 = k_H \cdot G / n_2$

R_1　：締付装置受けピンに生じる地震力に伴う荷重の反力(kN)

L_p　：締付装置受けピンの軸支持間距離(mm)

a’　：締付装置受けピンの支持点から締付装置軸の表面までの距離(mm)

b’　：締付装置と締付装置受けピンが接する長さ(mm)

k_H　：水平震度

G：扉重量

n_2　：締付装置の本数

$Q = R_1 / 2$

Q　：締付装置受けピンの最大せん断力(kN)

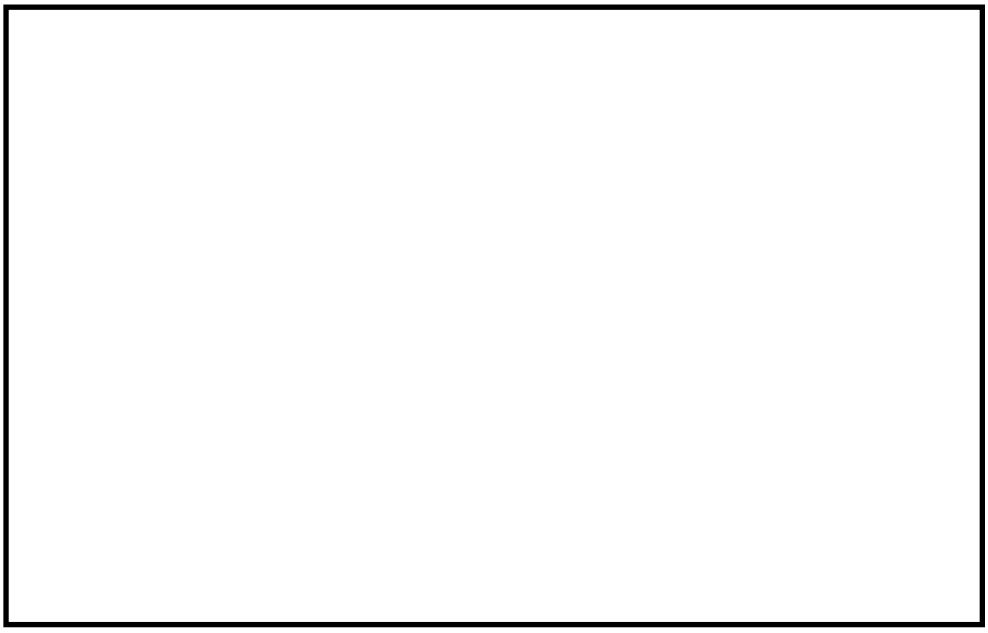


図4－9（1／2）　締付装置受けピンに生じる荷重の例
（締付装置と締付装置受けピンが線接触する場合）

（締付装置と締付装置受けピンが点接触する場合）

締付装置受けピンを集中荷重が作用する両端固定梁とみなし，次式により算定する。

$M = R_1 \cdot L_p \cdot 10^{-3} / 4$

M　：締付装置受けピンの最大曲げモーメント(kN・m)

ここで，$R_1 = k_H \cdot G / n_2$

R_1：締付装置受けピンに生じる地震力に伴う荷重の反力(kN)

L_p：締付装置受けピンの軸支持間距離(mm)

k_H：水平震度

G　：扉重量

n_2：締付装置の本数

$Q = R_1 / 2$

Q　：締付装置受けピンの最大せん断力(kN)

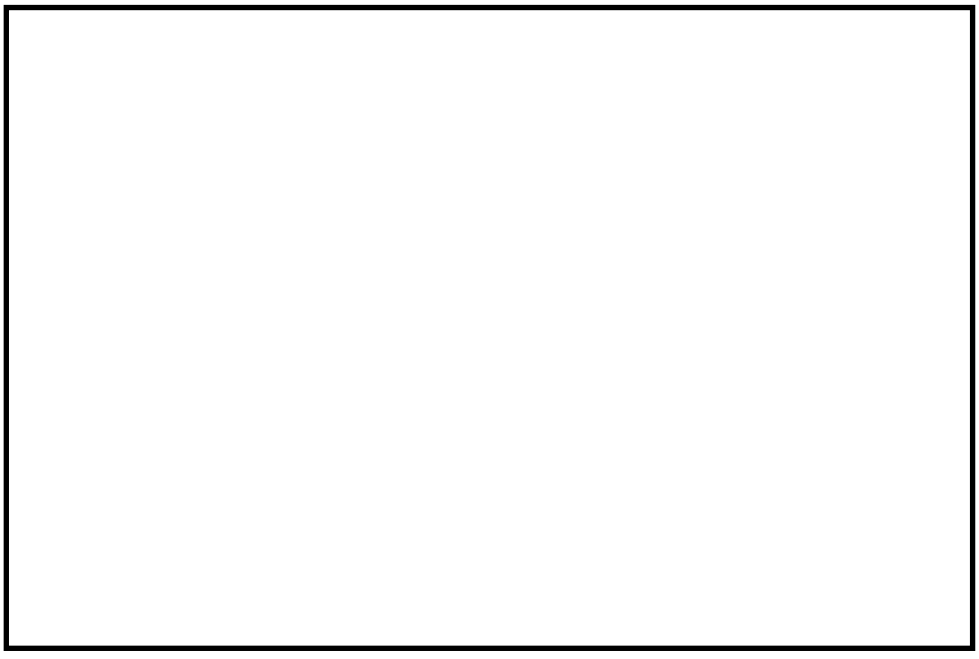


図4－9（2／2）　締付装置受けピンに生じる荷重の例
（締付装置と締付装置受けピンが点接触する場合）

c. 締付装置受けボルト

締付装置受けボルトに生じる応力は，次式により算定する。締付装置受けボルトに生じる荷重の例を図4－10に示す。

$T = R_1 / n_b$

T：締付装置受けボルトの最大引張力(kN)

ここで，$R_1 = (k_H \cdot G) / n_2$

R_1：締付装置に生じる地震力に伴う荷重の反力(kN)

n_b：締付装置受けボルトの本数

k_H：水平震度

G ：扉重量

n_2：締付装置の本数

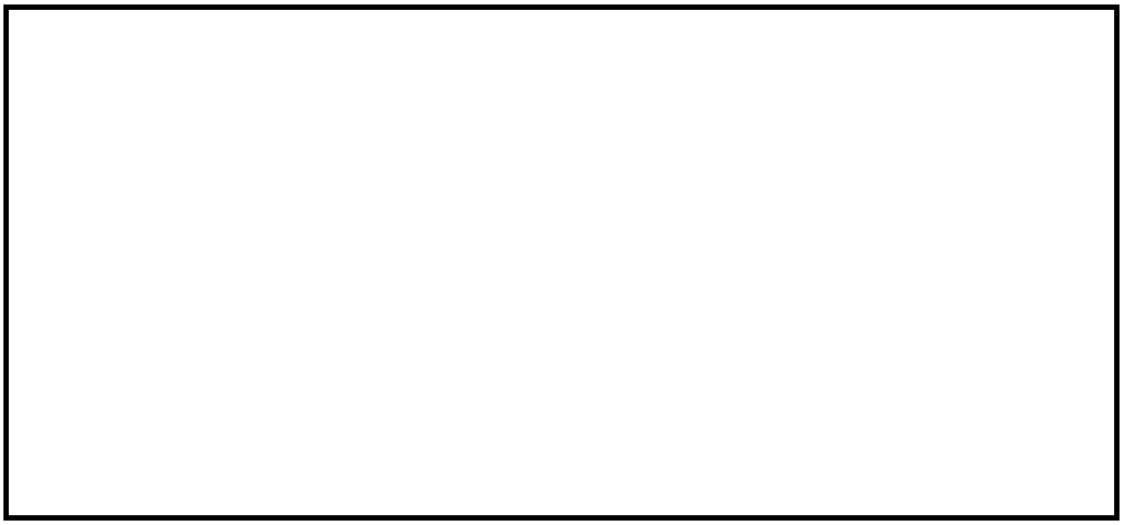


図 4－10　締付装置受けボルトに生じる荷重の例

(3)　アンカーボルト

アンカーボルトに生じる応力は，「4.1　評価対象部位」に基づき，地震荷重を考慮する場合はヒンジ側のアンカーボルトで荷重を負担するものとして算出する。ここで，アンカーボルトに作用する荷重は，引張力又はせん断力として作用する。評価対象のアンカーボルトの範囲は図4－11に示すとおり，転倒力が作用するヒンジ付近に限定し，枠の慣性力は枠全体の重量の1/4を評価において考慮する。また，扉の開放角度ごとの荷重の作用状況を図4－12に示す。

$F_{1a} = F_1 + k_H \cdot w_a / 4$

F_{1a} ：扉と扉枠の重量を含んだ転倒力(kN)

F_1 ：転倒力(kN)

k_H ：水平震度

w_a ：扉枠の重量(kN)

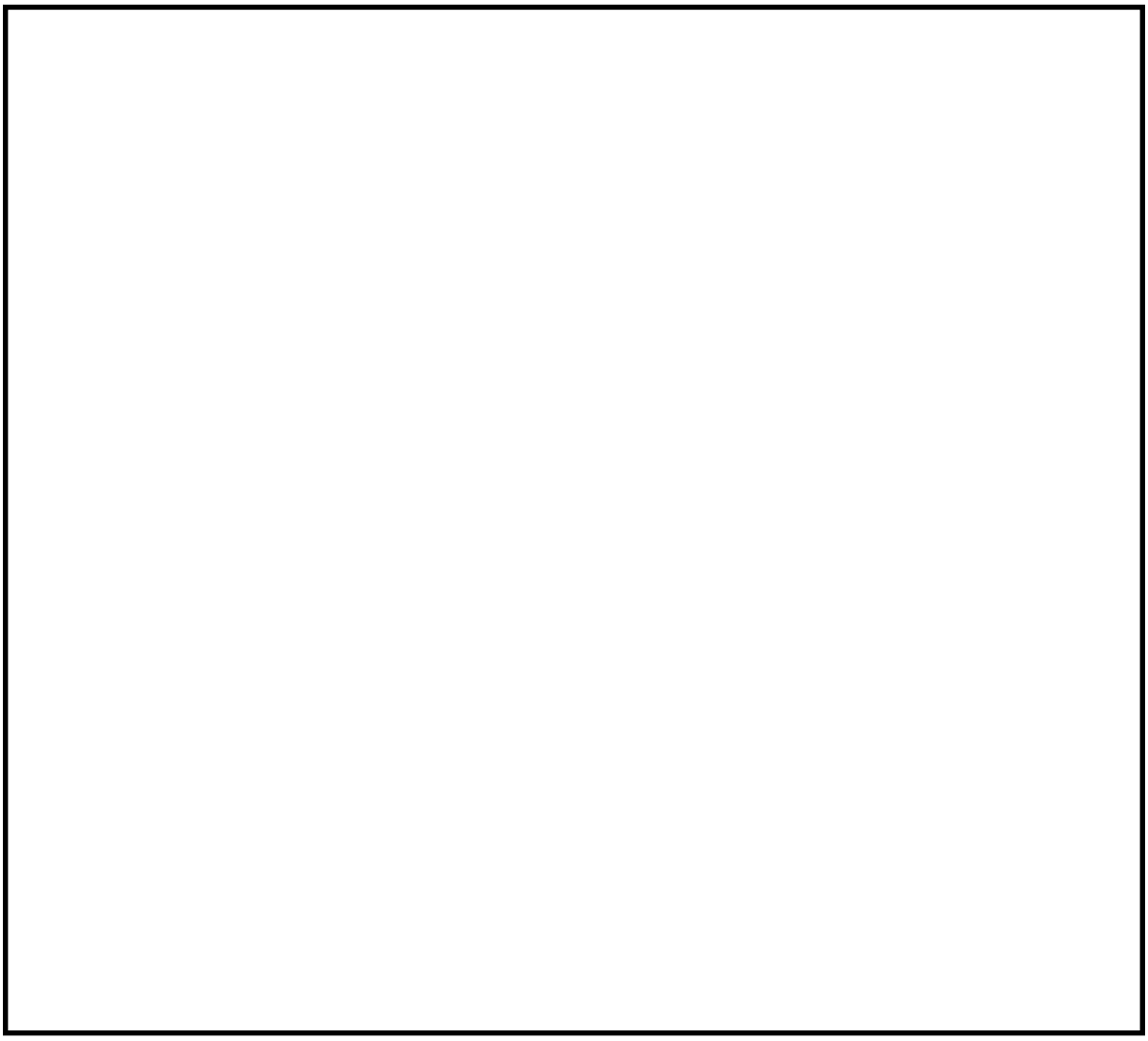
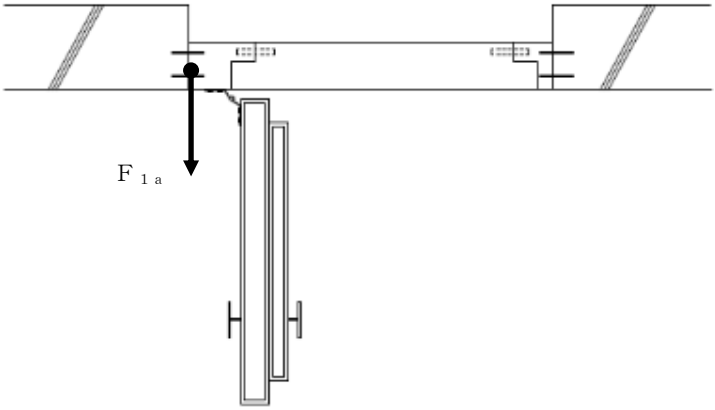
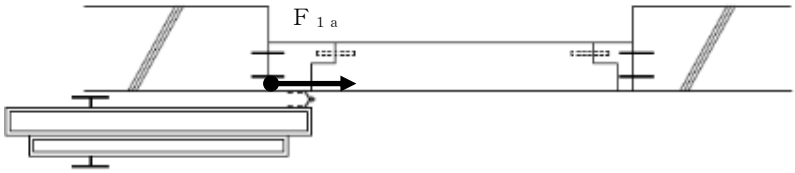


図 4－11　地震荷重を考慮する場合のヒンジ側アンカーボルトに生じる荷重の例

(a)　閉止時



(b)　90°開放時



(c)　180°開放時

平面図

図 4－12　扉の開放角度別の荷重の作用状況

4.5.2　断面検定

各部材に生じる応力より算定する応力度等が，許容限界値を下回ることを確認する。なお，異なる荷重が同時に作用する部材については，組合せを考慮する。

(1)　ヒンジ

a.　ヒンジ板

ヒンジ板に生じる曲げ応力度及びせん断応力度から，組合せ応力度を「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005改定）」に基づく次式により算定し，ヒンジ板の短期許容応力度を下回ることを確認する。

$$x=\sqrt{\sigma^2+3\cdot\tau^2}$$

x：組合せ応力度(N/mm^2)

ここで，$\sigma = (M\cdot 10^6)/Z$

σ　：ヒンジ板に生じる曲げ応力度(N/mm^2)

M　：ヒンジ板に生じる曲げモーメント(kN・m)

Z　：ヒンジ板の断面係数(mm^3)

$\tau = (Q\cdot 10^3)/A_s$

τ　：ヒンジ板に生じるせん断応力度(N/mm^2)

Q　：ヒンジ板に生じるせん断力(kN)

A_s：ヒンジ板のせん断断面積(mm^2)

b.　ヒンジピン

ヒンジピンに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から，組合せ応力度を「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005改定）」に基づく次式により算定し，ヒンジピンの短期許容応力度を下回ることを確認する。

$$x=\sqrt{\sigma^2+3\cdot\tau^2}$$

x：組合せ応力度(N/mm^2)

ここで，$\sigma = (M\cdot 10^6)/Z$

σ　：ヒンジピンに生じる曲げ応力度(N/mm^2)

M　：ヒンジピンに生じる曲げモーメント(kN・m)

Z　：ヒンジピンの断面係数(mm^3)

$\tau = (Q\cdot 10^3)/A_s$

τ　：ヒンジピンに生じるせん断応力度(N/mm^2)

Q　：ヒンジピンに生じるせん断力(kN)

A_s：ヒンジピンのせん断断面積(mm^2)

c. ヒンジボルト

ヒンジボルトに生じるせん断応力度を次式により算定し，ヒンジボルトの短期許容応力度を下回ることを確認する。

$\tau = (Q \cdot 10^3) / A_s$

τ ：ヒンジボルトの最大せん断応力度(N/mm^2)

Q ：ヒンジボルトの最大せん断力(kN)

A_s ：ヒンジボルトのせん断断面積(mm^2)

(2) 締付装置部

a. 締付装置

締付装置に生じる曲げ応力度及びせん断応力度から，組合せ応力度を「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005改定）」に基づく次式により算定し，締付装置の短期許容応力度を下回ることを確認する。

$x = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$

x：組合せ応力度(N/mm^2)

ここで，$\sigma = (M \cdot 10^6) / Z$

σ：締付装置の最大曲げ応力度(N/mm^2)

M：締付装置の最大曲げモーメント(kN・m)

Z：締付装置の断面係数(mm^3)

$\tau = (Q \cdot 10^3) / A_s$

τ：締付装置の最大せん断応力度(N/mm^2)

Q：締付装置の最大せん断力(kN)

A_s：締付装置のせん断断面積(mm^2)

b. 締付装置受けピン

締付装置受けピンに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から，組合せ応力度を「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005改定）」に基づく次式により算定し，締付装置受けピンの短期許容応力度を下回ることを確認する。

$x = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$

x：組合せ応力度(N/mm^2)

ここで，$\sigma = (M \cdot 10^6) / Z$

σ：締付装置受けピンの最大曲げ応力度(N/mm^2)

M：締付装置受けピンの最大曲げモーメント(kN・m)

Z：締付装置受けピンの断面係数(mm^3)

$\tau = (Q \cdot 10^3) / A_s$

τ：締付装置受けピンの最大せん断応力度(N/mm^2)

Q：締付装置受けピンの最大せん断力(kN)

A_s：締付装置受けピンのせん断断面積(mm^2)

c. 締付装置受けボルト

締付装置受けボルトに生じる引張応力度を次式により算定し，締付装置受けボルトの短期許容応力度を下回ることを確認する。

σ_t ＝（T・10^3）／A

σ_t ：締付装置受けボルトの最大引張応力度(N/mm^2)

T ：締付装置受けボルトの最大引張力(kN)

A ：締付装置受けボルトの断面積(mm^2)

(3) アンカーボルト

アンカーボルト1本当りに生じる引張力又はせん断力を算定し，アンカーボルトの許容荷重以下であることを確認する。

T_d／Ta≦1.0

ここで，T_d＝F_{1a}／n_3

T_d ：アンカーボルト1本当りの引張力(kN)

Ta ：アンカーボルト1本当りの短期許容引張力(kN)

F_{1a}：扉と扉枠の重量を含んだ転倒力(kN)

n_3 ：ヒンジ側アンカーボルトの本数

Q_d／Qa≦1.0

ここで，Q_d＝F_{1a}／n_3

Q_d ：アンカーボルト１本当りのせん断力(kN)

Qa ：アンカーボルト１本当りの短期許容せん断力(kN)

4.6　評価条件

耐震評価に用いる評価条件を表 4－5 に示す。

表 4－5　耐震評価に用いる条件

対象部位		記号	単位	定義	水密扉No.				
					12	18	19	21	41
共通		G	kN	扉重量	79.5	151	107	141	31.9
		k_H	－	水平震度	0.856	0.941	0.941	0.941	1.02
		k_{UD}	－	鉛直震度	0.834	0.901	0.901	0.901	0.786
		L_1	mm	扉重心とヒンジ芯間距離	1365	2103	2160	2115	1625
		L_2	mm	ヒンジ芯間距離	1920	3067	4034	3482	2185
		W_1	kN	スラスト荷重	146	288	204	269	57.0
		F_1	kN	転倒力	138	268	160	230	58.7
ヒンジ	ヒンジ板	L_3	mm	ヒンジ板の2軸間距離	410	600	600	500	340
		σ	N/mm^2	曲げ応力度	153	69.8	53.3	58.5	73.8
		τ	N/mm^2	せん断応力度	9.92	4.46	3.70	4.88	5.43
	ヒンジピン	L_4	mm	ヒンジ板と受板間距離	50	59	30	59	30
		σ	N/mm^2	曲げ応力度	97.0	94.0	67.0	80.0	83.0
		τ	N/mm^2	せん断応力度	28.9	31.6	33.4	27.1	27.7
	ヒンジボルト	n_1	本	ヒンジボルトの本数	6	4	6	4	6
		τ	N/mm^2	せん断応力度	127	135	103	121	60.0
締付装置部	共通	n_2	本	締付装置の本数	4	12	12	12	4
	締付装置	L_5	mm	締付装置の突出長さ	62	90	97	92	100
		σ	N/mm^2	曲げ応力度	39.7	87.2	38.7	83.2	11.4
		τ	N/mm^2	せん断応力度	6.84	8.05	3.97	7.52	1.28
	締付装置受けピン	L_P	mm	締付装置受けピンの軸支持間距離	73	67	98	63	－*1
		b’	mm	締付装置と締付装置受けピンが接する部分の長さ	35	30	－*2	30	－*2
		σ	N/mm^2	曲げ応力度	7.58	40.5	198	34.6	－*1
		τ	N/mm^2	せん断応力度	5.79	16.2	14.8	15.1	19.3
	締付装置受けボルト	n_b	本	締付装置受けボルトの本数	2	4	4	4	2
		σ_t	N/mm^2	引張応力度	34.8	－*3	－*3	－*3	27.1
アンカーボルト		w_a	kN	扉枠の重量	21.6	148	93.2	118	8.34
		n_3	本	ヒンジ側アンカーボルトの本数	8	29	43	34	6
		T_d	kN	アンカーボルト1本当りの引張力	35.7	20.9	8.43	15.2	10.2
		Q_d	kN	アンカーボルト1本当りのせん断力	35.7	20.9	8.43	15.2	10.2
		Ｔａ	kN	アンカーボルト1本当りの短期許容引張力	70.0	34.7	37.9	37.9	51.5
		Ｑａ	kN	アンカーボルト1本当りの短期許容せん断力	49.0	35.0	35.0	17.6	10.3

注記＊1　：締付装置受けピンに曲げが生じないことを示す。
注記＊2　：締付装置受けピンが締付装置と点接触することを示す。
注記＊3　：締付装置受けボルトに引張力が作用しないことを示す。

5. 評価結果

水密扉の評価結果を表 5－1 に示す。各部材の断面検定を行った結果，すべての水密扉において，発生応力度又は荷重が許容限界値を下回る。

表 5－1　水密扉の断面検定結果

水密扉No.	対象評価部材		発生応力度又は荷重 (N/mm^2)	許容限界値 (N/mm^2)	発生応力度/許容限界値
12	ヒンジ	ヒンジ板*2	154	215	0.72
		ヒンジピン*2	110	345	0.32
		ヒンジボルト	127	404	0.32
	締付装置部	締付装置*2	41.5	205	0.21
		締付装置受けピン*2	12.6	345	0.04
		締付装置受けボルト	34.8	700	0.05
	アンカーボルト*1		35.7	49.0	0.73
18	ヒンジ	ヒンジ板*2	70.3	205	0.35
		ヒンジピン*2	109	686	0.16
		ヒンジボルト	135	404	0.34
	締付装置部	締付装置*2	88.4	205	0.44
		締付装置受けピン*2	49.3	345	0.15
		締付装置受けボルト	－*3	－*3	－*3
	アンカーボルト*1		20.9	34.7	0.61
19	ヒンジ	ヒンジ板*2	53.7	205	0.27
		ヒンジピン*2	88.6	205	0.44
		ヒンジボルト	103	375	0.28
	締付装置部	締付装置*2	39.4	205	0.20
		締付装置受けピン*2	199	205	0.97
		締付装置受けボルト	－*3	－*3	－*3
	アンカーボルト*1		8.43	35.0	0.25
21	ヒンジ	ヒンジ板*2	59.2	205	0.29
		ヒンジピン*2	92.8	345	0.27
		ヒンジボルト	121	236	0.52
	締付装置部	締付装置*2	84.3	205	0.42
		締付装置受けピン*2	43.4	345	0.13
		締付装置受けボルト	－*3	－*3	－*3
	アンカーボルト*1		15.2	17.6	0.87
41	ヒンジ	ヒンジ板*2	74.4	205	0.37
		ヒンジピン*2	96.0	345	0.28
		ヒンジボルト	60.0	375	0.16
	締付装置部	締付装置*2	11.6	215	0.06
		締付装置受けピン*2	19.3	225	0.09
		締付装置受けボルト	27.1	651	0.05
	アンカーボルト*1		10.2	10.3	0.99

注記＊1：アンカーボルトについては，単位を kN とする。

注記＊2：組合せ荷重を記載。

注記＊3：締付装置受けボルトに引張力が作用しないことを示す。

Ⅴ-2-10-2-3-2　水密扉付止水堰の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 2
2.1　検討対象の水密扉付止水堰一覧 ····· 2
2.2　配置概要 ····· 3
2.3　構造計画 ····· 5
2.3.1　水密扉付止水堰の構造 ····· 5
2.4　評価方針 ····· 9
2.5　適用規格・基準等 ····· 11
2.6　記号の説明 ····· 12
3.　固有振動数及び設計用地震力 ····· 14
3.1　固有振動数の計算方法 ····· 14
3.1.1　解析モデルの設定 ····· 14
3.1.2　記号の説明 ····· 15
3.1.3　固有振動数の算出方法 ····· 15
3.2　固有振動数の計算条件 ····· 16
3.3　固有振動数の計算結果 ····· 16
3.4　設計用地震力 ····· 17
4.　耐震評価方法 ····· 18
4.1　評価対象部位 ····· 18
4.1.1　水密扉部の評価対象部位 ····· 18
4.1.2　止水堰部の評価対象部位 ····· 18
4.2　荷重及び荷重の組合せ ····· 19
4.2.1　荷重の組合せ ····· 19
4.2.2　荷重 ····· 19
4.3　許容限界 ····· 20
4.3.1　水密扉部 ····· 20
4.3.2　止水堰部 ····· 21

4.4　評価方法 ····· 22
4.4.1　水密扉部の応力算定 ····· 22
4.4.2　水密扉部の断面検定 ····· 28
4.4.3　止水堰部の応力算定 ····· 32
4.4.4　止水堰部の断面検定 ····· 36
4.5　評価条件 ····· 38
5.　評価結果 ····· 40

1. 概要

本資料は，Ⅴ-1-1-9-5「溢水防護に関する施設の詳細設計」に示すとおり，溢水防護に関する施設である水密扉付止水堰（以下「水密扉付止水堰」という。）が，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して，溢水伝播を防止する機能を維持するために，十分な構造強度を有することを説明するものである。その耐震評価は，応力評価により行う。止水性の維持を考慮して，主要な構造部材が構造健全性を維持することを確認するものである。

2.　一般事項

2.1　検討対象の水密扉付止水堰一覧

検討対象の水密扉付止水堰を表 2－1 に示す。

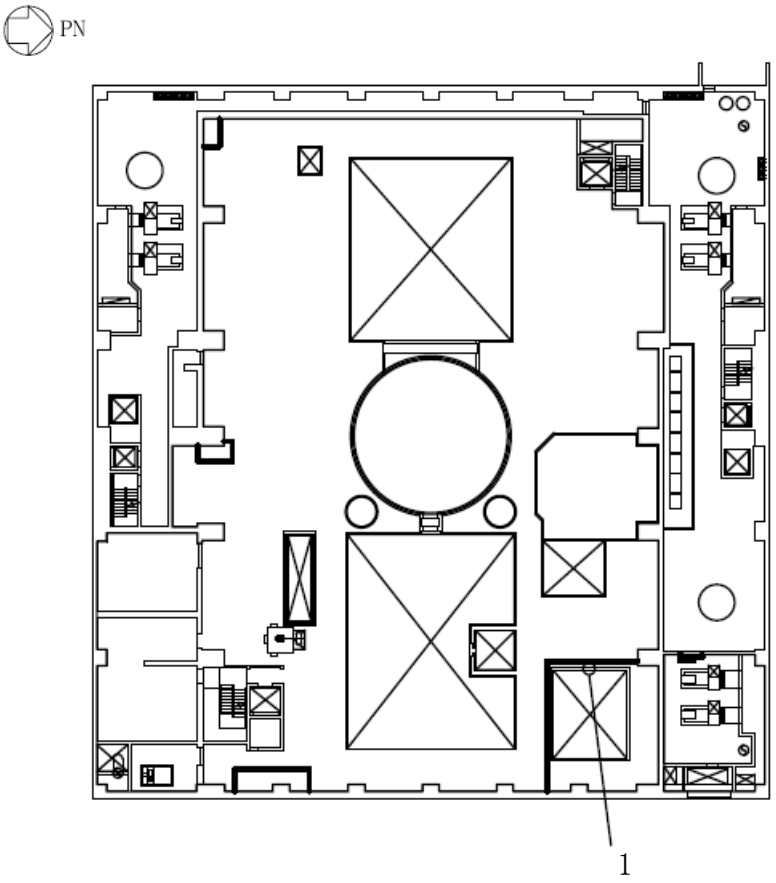
表 2－1　検討対象の水密扉付止水堰一覧

水密扉付止水堰No.	名称	設置床高さ (T.M.S.L.)
1	原子炉建屋地上4階（R5R6-RFRG）　水密扉付止水堰	31.7m
2	タービン建屋地上1階(T4-TBTC)　水密扉付止水堰	12.3m
3	タービン建屋地上1階(T7-TBTC)　水密扉付止水堰	12.3m

2.2　配置概要

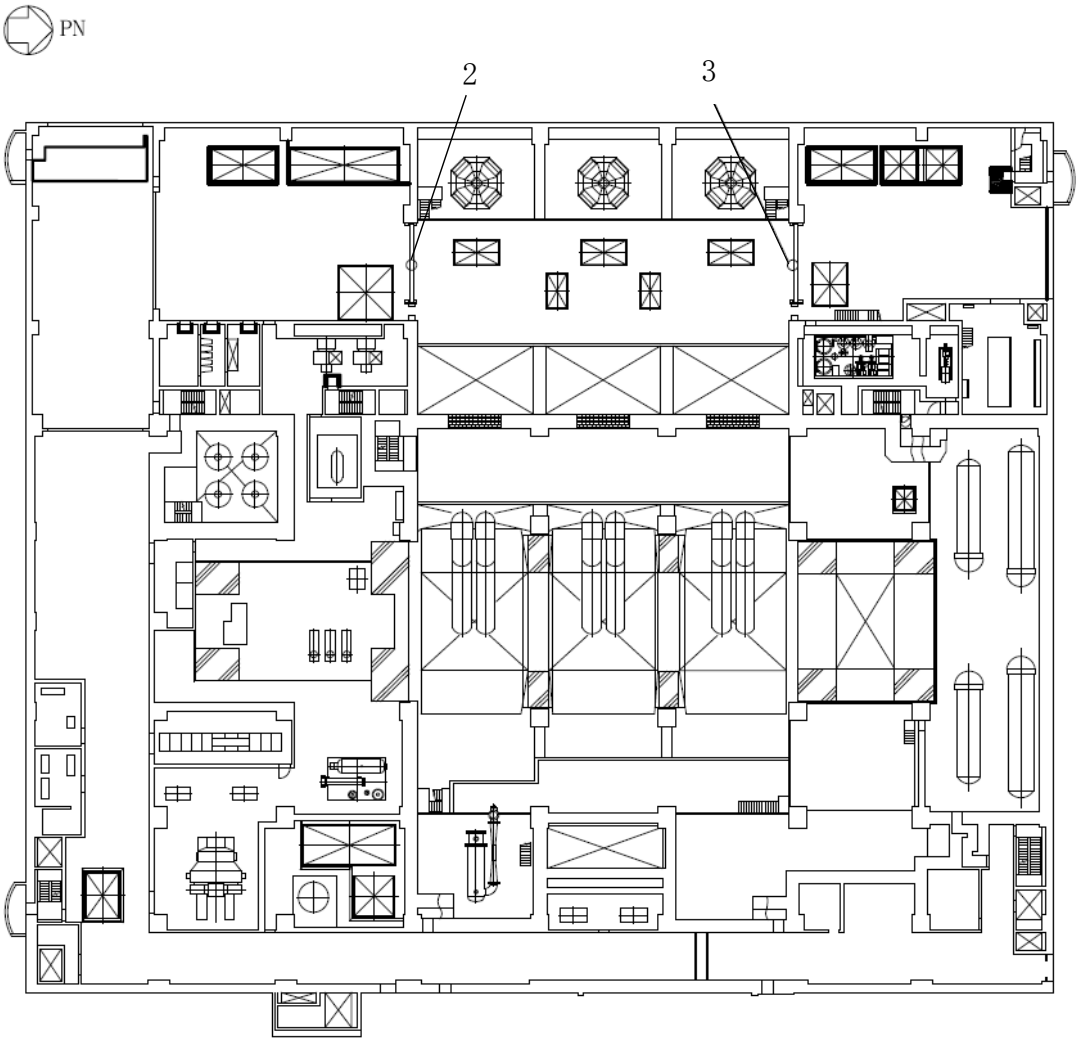
水密扉付止水堰は，Ⅴ-1-1-9-5「溢水防護に関する施設の詳細設計」の「4.1.4 水密扉付止水堰の設計方針」に示すとおり，原子炉建屋及びタービン建屋に設置する。

水密扉付止水堰の設置位置を図 2－1，図 2－2 に示す。



水密扉付堰止水堰 No.	名称
1	原子炉建屋地上 4 階（R5R6-RFRG）　水密扉付止水堰

図 2－1　水密扉付止水堰の設置位置図（原子炉建屋 T.M.S.L.31.7m）



水密扉付止水堰 No.	名称
2	タービン建屋地上 1 階(T4-TBTC)　水密扉付止水堰
3	タービン建屋地上 1 階(T7-TBTC)　水密扉付止水堰

図 2－2　水密扉付止水堰の設置位置図（タービン建屋 T.M.S.L.12.3m）

2.3　構造計画

水密扉付止水堰の構造は，Ⅴ-1-1-9-5「溢水防護に関する施設の詳細設計」の「3. 要求機能及び性能目標」に示す構造計画を踏まえて，詳細な構造を設定する。水密扉付止水堰は，水密扉部と止水堰部で構成され，それぞれの部位について構造計画を表2－2に，使用材料を表2－3，表2－4に示す。

2.3.1　水密扉付止水堰の構造

水密扉付止水堰は，水密扉部と止水堰部で構成される。

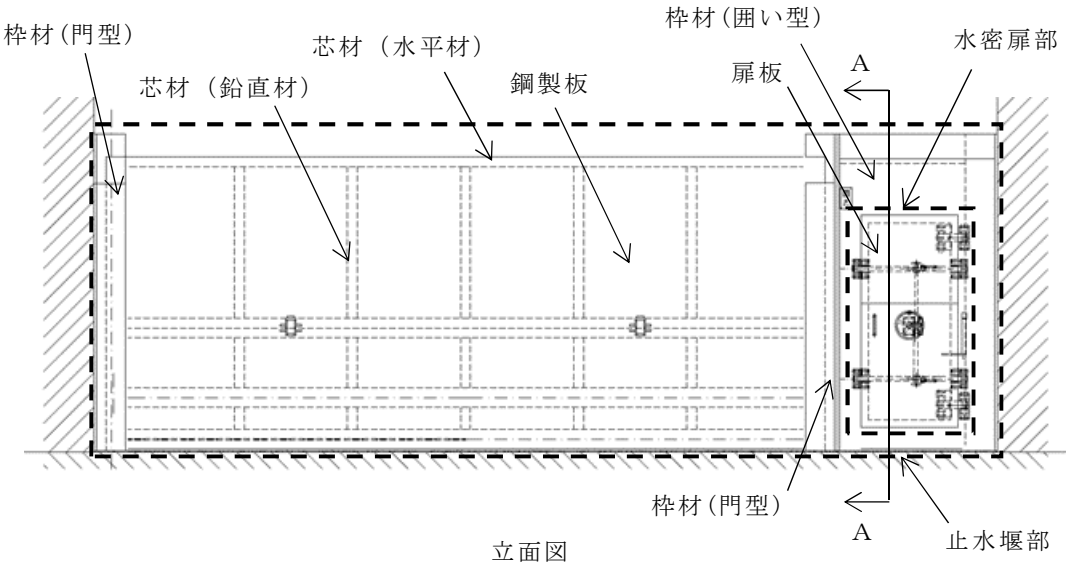
水密扉部は，片開型の鋼製扉とし扉板の背面に芯材を配した構造である。また，閉鎖状態において締付装置により固定され水密性を確保する構造とする。

止水堰部は，芯材（水平材，鉛直材），鋼製板，枠材及びアンカーボルトから構成され，アンカーボルトにより躯体と枠材を接合する構造とする。

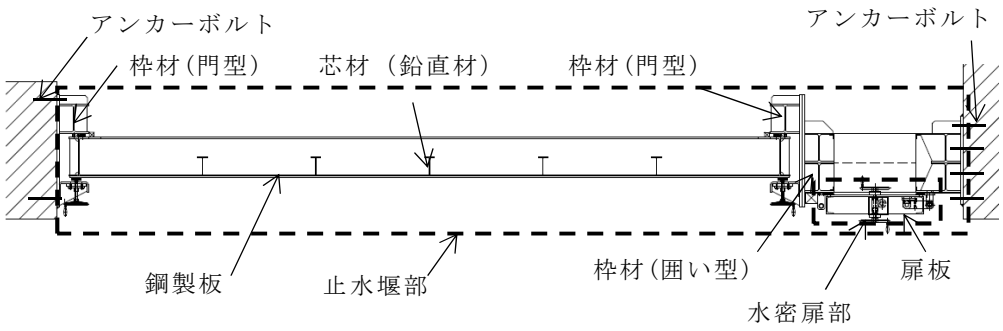
水密扉付止水堰の概略構造図を図2－3に示す。

表 2－2　水密扉付止水堰の構造計画

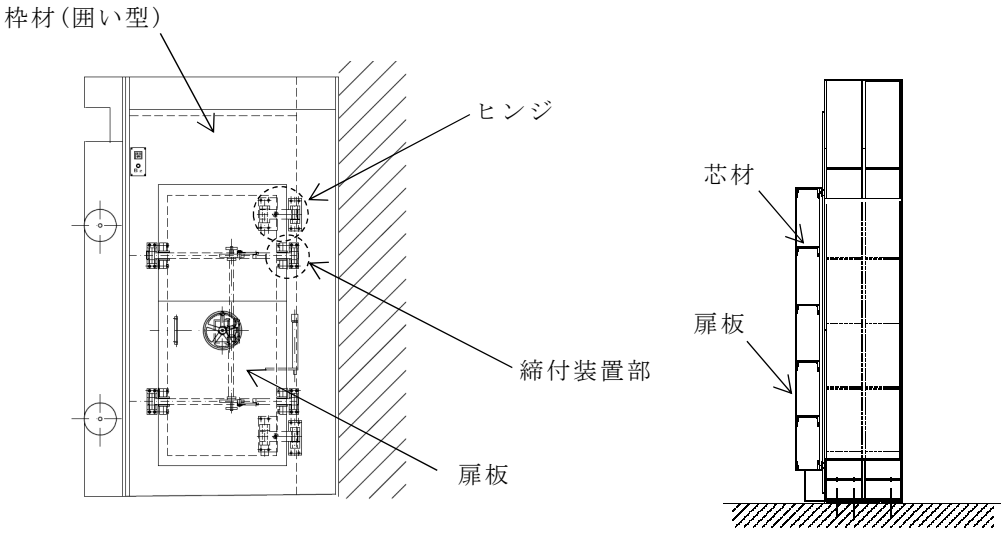
計画の概要		概略構造図
主体構造	支持構造	
水密扉部は，片開型の鋼製扉とし，鋼製の扉板に芯材を取付け，扉に設置された締付装置を鋼製の枠材(囲い型)に差込み，扉と枠材(囲い型)を一体化させる構造とする。また，扉と枠材(囲い型)の接続はヒンジを介する構造とする。 止水堰部は，鋼製板，芯材（水平材，鉛直材），枠材(門型，囲い型)及びアンカーボルトにて構成する。	水密扉部は，扉開放時においては，ヒンジにより扉が枠材(囲い型)に固定され，扉閉止時においては，締付装置により扉と枠材(囲い型)が一体化する構造とする。 止水堰部は，鋼製板を芯材（水平材，鉛直材）が支持し，枠材(門型)で固定するものとし，枠材(門型，囲い型)をアンカーボルトにより躯体へ固定する構造とする。	図2－3



立面図



平面図



水密扉部立面図

A－A断面図

図 2－3　水密扉付止水堰の概略構造図

表 2－3　使用材料（水密扉付止水堰 No.1）

評価対象部位			材質	仕様
水密扉部	ヒンジ	ヒンジ板	SS400	高さ 65mm 厚さ 21mm
		ヒンジピン	S45C	径 25mm
		ヒンジボルト	SCM435	径 12mm
	締付装置部	締付装置	SUS304	径 30mm
		締付装置 受けピン	S45C	径 20mm
		締付装置 受けボルト	SCM435	径 16mm
止水堰部	鋼製板		SS400	厚さ 6mm
	芯材		SS400	H-150×75×5×7（水平材） H-150×150×7×10(水平材・鉛直材) H-250×125×6×9（水平材） H-250×250×9×14(水平材・鉛直材) H-350×350×12×19（鉛直材）
	アンカーボルト		SS400	M20

表 2－4　使用材料（水密扉付止水堰 No.2，No.3）

評価対象部位			材質	仕様
水密扉部	ヒンジ	ヒンジ板	SS400	高さ 75mm 厚さ 75mm
		ヒンジピン	SUS304	径 40mm
		ヒンジボルト	SS400	径 16mm
	締付装置部	締付装置	SUS403	径 60mm
		締付装置 受けピン	SUS304	径 40mm
		締付装置 受けボルト	SCM435	M20
止水堰部	鋼製板		SS400	厚さ 12mm
	芯材		SS400	H-400×200×8×13（水平材） C-400×100×12×12（水平材） H-200×100×5.5×8（鉛直材）
	アンカーボルト		SS400	M20

2.4　評価方針

水密扉付止水堰の耐震評価は，「3.　固有振動数及び設計用地震力」にて算出した固有振動数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「4.　耐震評価方法」に示す方法にて確認することで実施する。

水密扉付止水堰の耐震評価フローを図 2－4 に示す。

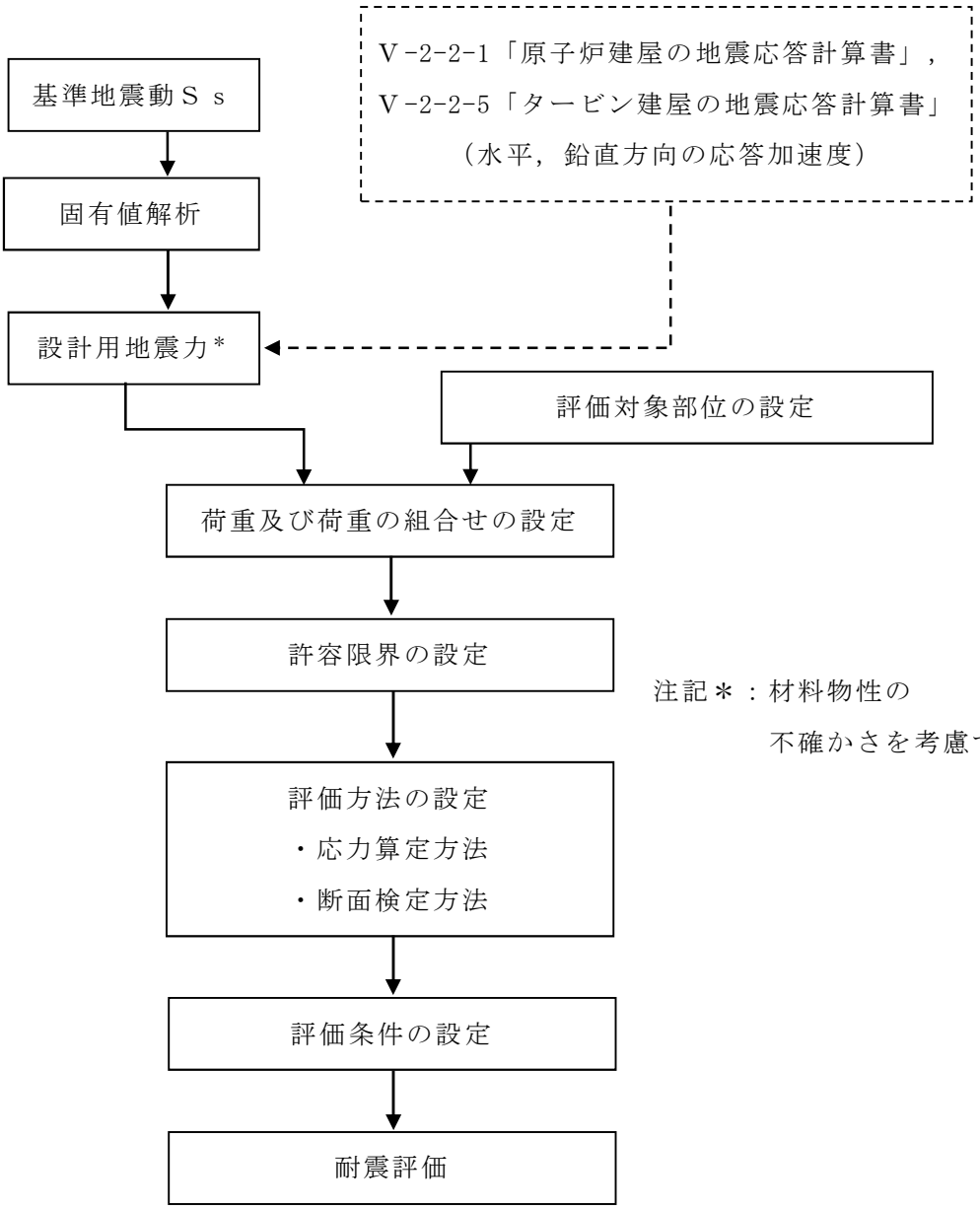


図 2－4　水密扉付止水堰の耐震評価フロー

2.5　適用規格・基準等

適用する規格・基準等を以下に示す。

・建築基準法・同施行令

・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－
（（社）日本建築学会，1999 改訂）

・鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 改訂）

・各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 改訂）

・日本工業規格（ＪＩＳ）

・原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編
ＪＥＡＧ４６０１・補-1984（（社）日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987
（（社）日本電気協会）

・原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991 追補版
（（社）日本電気協会）

2.6　記号の説明

水密扉部の耐震評価に用いる記号を表2－5に，止水堰部の耐震評価に用いる記号を表2－6に示す。

表 2－5　水密扉部の耐震評価に用いる記号

記号	単位	定義
W_1	kN	スラスト荷重
G_1	kN	扉重量
k_H	－	水平震度
k_{UD}	－	鉛直震度
F_1	kN	転倒力
F_{1a}	kN	水密扉部と止水堰部の全重量を含んだ水平力
L_1	mm	扉重心とヒンジ芯間距離
L_2	mm	ヒンジ芯間距離
L_3	mm	ヒンジ板の2軸間距離
L_4	mm	ヒンジ板と受板間距離
L_5	mm	締付装置芯と締付装置受の距離
L_p	mm	締付装置受けピンの支持点間距離
M	kN・m	曲げモーメント
Q	kN	せん断力
n_1	本	ヒンジボルトの本数
n_2	本	締付装置の本数
n_b	本	締付装置受けボルトの本数
g	m/s^2	重力加速度
T	kN	引張力
x	N/mm^2	組合せ応力度
σ	N/mm^2	曲げ応力度
σ_t	N/mm^2	引張応力度
τ	N/mm^2	せん断応力度
Z	mm^3	断面係数
As	mm^2	せん断断面積

表 2－6　止水堰部の耐震評価に用いる記号

記号	単位	定義
F_H	kN	設計用水平地震力
F_V	kN	設計用鉛直地震力
w_{ss}	kN/m	鋼製板又は芯材に作用する単位長さ当りの等分布荷重
Ｓｓ	kN	基準地震動Ｓｓによる地震荷重
G_2	kN	止水堰重量
w_a	kN	枠材（囲い型）の重量
σ	N/mm^2	曲げ応力度
x	N/mm^2	組合せ応力度
τ	N/mm^2	せん断応力度
M	kN・m	曲げモーメント
Q	kN	せん断力
ｗｈ’	kN/m	堰にかかる水平荷重
H	mm	鋼製板の高さ
Z	mm^3	断面係数
Ａｓ	mm^2	せん断断面積
T_d	kN	アンカーボルト1本当りの引張力
Ｔａ	kN	アンカーボルト1本当りの短期許容引張力
q	kN	アンカーボルト1本当りのせん断力
Ｑａ	kN	アンカーボルト1本当りの短期許容せん断力
N	本	片側のアンカーボルトの本数
L_6	mm	鋼製板の短辺長さ
L_7	mm	芯材の負担幅
L_8	mm	評価対象の芯材と直交方向の芯材の長さ
L_9	mm	芯材全長

3.　固有振動数及び設計用地震力

3.1　固有振動数の計算方法

水密扉付止水堰の構造に応じて解析モデルを設定し，固有振動数を求める。水密扉部と止水堰部の芯材の固有振動数を算出する。

3.1.1　解析モデルの設定

水密扉部は，扉板及び芯材の組合せにより剛な断面を有しているとともに，ヒンジ及び締付装置部により扉と扉枠を固定する構造であることから，両端固定はりに単純化したモデルとし，モデル化に用いる芯材の長さは扉幅とする。

止水堰部は，鋼板及び芯材の組合せにより剛な断面を有している構造であることから，両端固定はりに単純化したモデルとし，モデル化に用いる芯材（水平材）の長さは芯材（鉛直材）間距離とする。図3－1に解析モデル図を示す。

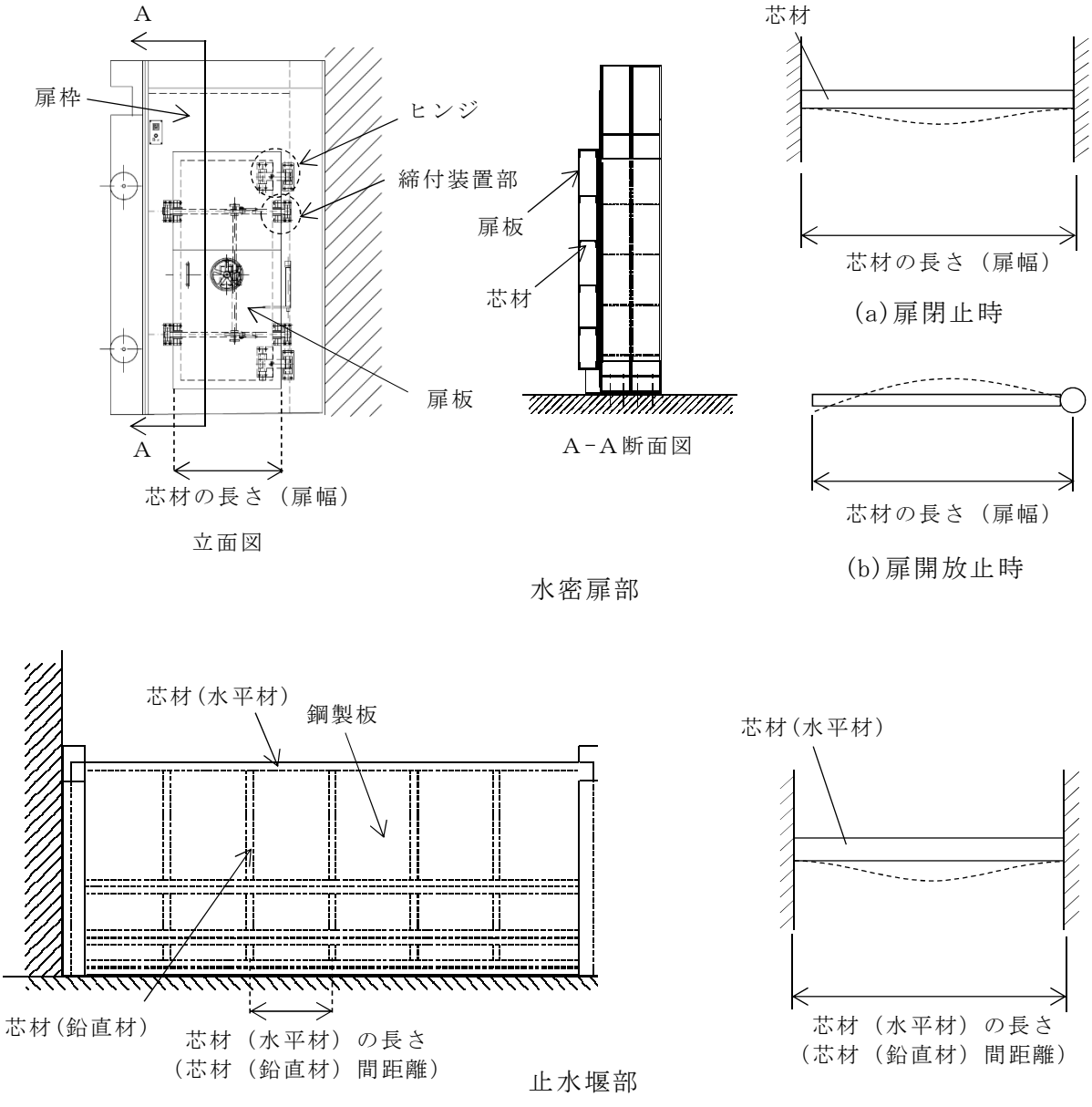


図 3－1　水密扉付止水堰の固有値解析モデル

3.1.2　記号の説明

固有振動数算出に用いる記号を表 3－1 に示す。

表 3－1　固有振動数算出に用いる記号

記号	単位	定義
f	Hz	固有振動数
L	mm	モデル化に用いる芯材の長さ
E	N/mm^2	ヤング率
I	mm^4	断面 2 次モーメント
m	kg/m	単位長さ当りの質量

3.1.3　固有振動数の算出方法

固有振動数 f を「土木学会 構造力学公式集」に基づき以下の式より算出する。ここで，扉板及び芯材の組合せによる断面を有する水密扉については水平方向の芯材をモデル化の対象とし、鉛直方向の芯材は評価対象外とする。

(1)　水密扉部(扉閉止時)，止水堰部

両端固定はりモデル（芯材をモデル化）

$$f = \frac{4.7300^2}{2\pi L^2}\sqrt{\frac{E I \times 10^6}{m}}$$

(2)　水密扉部(扉開放時)

扉開放時において水密扉部は，面外方向については剛体モード（固有振動数がほぼゼロ）となり，これに伴う荷重の増幅は生じないことから，本評価においては芯材が自由振動するものとして，下記の評価式にて固有振動数を算出することとした。

ヒンジ，自由端はりモデル

$$f = \frac{3.9266^2}{2\pi L^2}\sqrt{\frac{E I \times 10^6}{m}}$$

3.2　固有振動数の計算条件

水密扉付止水堰の固有振動数の計算条件を表 3－2 に示す。

表 3－2　固有振動数の計算条件

水密扉付止水堰No.	評価部位	長さ L (mm)	ヤング率 E (N/mm^2)	断面2次 モーメント I (mm^4)	質量分布 m (kg/m)
1	水密扉部	805	2.05×10^5	1.880×10^6	9.20×10
	止水堰部	6120	2.05×10^5	3.960×10^7	6.22×10
2	水密扉部	995	2.05×10^5	1.380×10^7	6.25×10
	止水堰部	1165	2.05×10^5	4.700×10^8	2.47×10^2
3	水密扉部	995	2.05×10^5	1.380×10^7	6.25×10
	止水堰部	1165	2.05×10^5	2.870×10^8	2.25×10^2

3.3　固有振動数の計算結果

水密扉付止水堰の固有振動数の計算結果を表 3－3 に示す。固有振動数は 20Hz 以上であり，剛構造であることを確認した。

表 3－3(1/2)　固有振動数の計算結果(水密扉部(扉閉止時)，止水堰部)

水密扉付 止水堰No.	評価部位	固有振動数 f (Hz)
1	水密扉部	352.18
	止水堰部	34.01
2	水密扉部	765.31
	止水堰部	1637.32
3	水密扉部	765.31
	止水堰部	1341.04

表 3－3(2/2)　固有振動数の計算結果(水密扉部(扉開放時))

水密扉付 止水堰No.	評価部位	固有振動数 f (Hz)
1	水密扉部	242.70
2	水密扉部	527.41
3	水密扉部	527.41

3.4　設計用地震力

「3.　固有振動数及び設計用地震力」に示したとおり，水密扉付止水堰の固有振動数が 20Hz 以上であることを確認したため，水密扉付止水堰の耐震評価で用いる設計震度は，材料物性の不確かさを考慮したものとしてⅤ-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」，Ⅴ-2-2-5「タービン建屋の地震応答計算書」によることとし，耐震評価で用いる設計震度を表 3－4 に示す。

表 3－4　設計震度

水密扉付止水堰No.	名称	基準地震動Ｓｓの設計震度	
		水平震度*	鉛直震度
1	原子炉建屋地上4階（R5R6-RFRG） 水密扉付止水堰	1.16	0.952
2	タービン建屋地上1階(T4-TBTC) 水密扉付止水堰	1.02	0.786
3	タービン建屋地上1階(T7-TBTC) 水密扉付止水堰	1.02	0.786

注記＊：NS 方向と EW 方向の大きい方を採用する。

4. 耐震評価方法

4.1 評価対象部位

評価対象部位は，「2.3 構造計画」に示す水密扉付止水堰の構造上の特徴を踏まえ水密扉部と止水堰部に分けて選定する。

4.1.1 水密扉部の評価対象部位

基準地震動Ｓｓによる地震荷重により水密扉部に生じる慣性力は，ヒンジ（ヒンジ板，ヒンジピン，ヒンジボルト）及び締付装置部（締付装置，締付装置受けピン，締付装置受けボルト）から枠材(門型)に伝達されることから，評価対象部位をヒンジ及び締付装置部とする。

4.1.2 止水堰部の評価対象部位

止水堰部の評価対象部位は，自重及び地震に伴う慣性力が，鋼製板及び芯材から枠材及びアンカーボルトへ伝わり，アンカーボルトを介して躯体に伝わることから，鋼製板，芯材及びアンカーボルトとする。

4.2　荷重及び荷重の組合せ

4.2.1　荷重の組合せ

水密扉付止水堰の評価に用いる荷重の組合せを下記に示す。

Ｇ＋Ｓｓ

ここで，Ｇ　：固定荷重(kN)

Ｓｓ：基準地震動Ｓｓによる地震荷重(kN)

4.2.2　荷重

(1)　固定荷重（Ｇ）

固定荷重として水密扉付止水堰の自重を考慮する。自重は「4.5　評価条件」に示す。

(2)　地震荷重（Ｓｓ）

地震荷重は，基準地震動Ｓｓによる荷重を考慮する。「3.　固有振動数及び設計用地震力」で設定した設計震度を用いて，次式により算定する。

Ｓｓ＝Ｇ・ｋ

ここで，Ｓｓ：基準地震動Ｓｓによる地震荷重(kN)

Ｇ　：固定荷重(kN)

ｋ　：設計震度

4.3　許容限界

4.3.1　水密扉部（ヒンジ，締付装置部）

鋼材の許容応力度は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している許容限界を踏まえて表 4－1 の値とする。

表 4－1　鋼材の短期許容応力度

材質*2	短期許容応力度(N/mm²)	
	曲げ	せん断
SS400（ｔ≦40）*1	235	135
SS400（40＜ｔ≦100）*1	215	124
SUS304	205	118
SUS403	390	225
S45C	345	199
SCM435	651	375

注記＊1：ｔは板厚を示す。

注記＊2：許容応力度を決定する場合の基準値Ｆは，日本工業規格（ＪＩＳ）に基づく。

4.3.2　止水堰部

(1)　鋼製板，芯材

鋼材の許容応力度は，Ｖ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している許容限界を踏まえて表 4－2 の値とする。

表 4－2　鋼材の短期許容応力度

材質*2	短期許容応力度(N/mm²)	
	曲げ	せん断
SS400（ｔ≦40）*1	235	135

注記＊1：ｔは板厚を示す。

注記＊2：許容応力度を決定する場合の基準値Ｆは，日本工業規格（ＪＩＳ）に基づく。

(2)　アンカーボルト

アンカーボルトの許容限界は，「4.1　評価対象部位」に記載したアンカーボルトに作用する荷重の向きを踏まえて，「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010改定）」に基づき算定する。

地震荷重を考慮する場合のアンカーボルトの許容応力を表4－3に示す。

評価対象部位のアンカーボルトが引張力を受ける場合においては，アンカーボルトの降伏により決まる耐力，及び付着力により決まる耐力を比較して，小さい値を採用する。せん断力を受ける場合においては，アンカーボルトのせん断強度により決まる許容応力，定着したコンクリート躯体の支圧強度により決まる許容応力及びコーン状破壊により決まる許容応力を比較して，いずれか小さい値を採用する。

表 4－3　アンカーボルトの短期許容荷重

材料	水密扉付堰止水堰 No.	短期許容荷重	
		引張 (N)	せん断 (N)
SS400	1	57500	40100
	2	57500	40100
	3	57500	40100

4.4　評価方法

4.4.1　水密扉部の応力算定

(1)　ヒンジ

ヒンジは，ヒンジ板，ヒンジピン及びヒンジボルトで構成されており，次式により算定するスラスト荷重（回転軸線方向荷重）及び転倒力から，各部材に発生する応力を算定する。ここで，扉の重量は2箇所のヒンジで支持することから，ヒンジに生じる転倒力には，扉上半分の重量を慣性力として作用させるものとする。ヒンジに生じる荷重の例を図4－1に示す。

$$W_1 = G_1 + k_{UD} \cdot G_1$$

$$F_1 = W_1 \cdot L_1 / L_2 + k_H \cdot G_1 / 2$$

W_1　：スラスト荷重(kN)

G_1　：扉重量(kN)

k_H　：水平震度

k_{UD}：鉛直震度

F_1　：転倒力(kN)

L_1　：扉重心とヒンジ芯間距離(mm)

L_2　：ヒンジ芯間距離(mm)

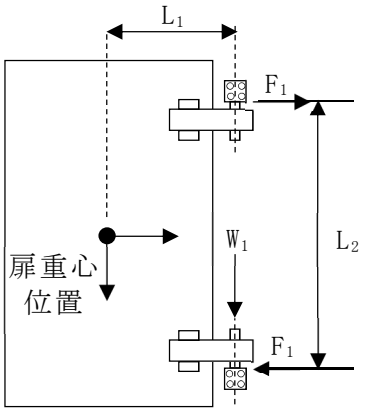


図4－1　ヒンジに生じる荷重の例

a.　ヒンジ板

ヒンジ板に生じる応力は，次式により算定する。ヒンジ板に生じる荷重の例を図4－2に示す。

$$M = W_1 \cdot L_3 \cdot 10^{-3}$$

M　：ヒンジ板の最大曲げモーメント(kN・m)

W_1：スラスト荷重(kN)

L_3：ヒンジ板の2軸間距離(mm)

$$Q = W_1$$

Q：ヒンジ板の最大せん断力(kN)

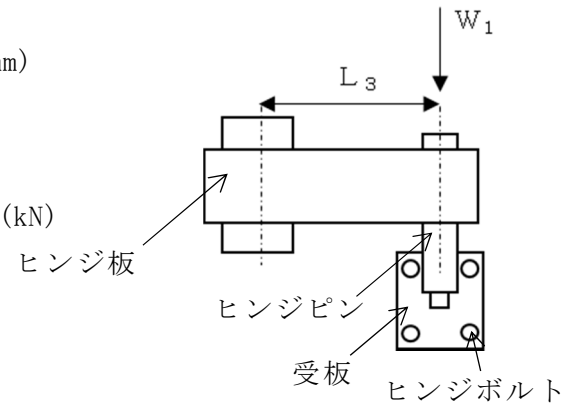


図4－2　ヒンジ板に生じる荷重の例

b.　ヒンジピン

ヒンジピンに生じる応力は，次式により算定する。ヒンジピンに生じる荷重の例を図4－3に示す。

$M = F_1 \cdot L_4 \cdot 10^{-3}$

M　：ヒンジピンの最大曲げモーメント(kN・m)

F_1：転倒力(kN)

L_4：ヒンジ板と受板間距離(mm)

$Q = F_1$

Q：ヒンジピンの最大せん断力(kN)

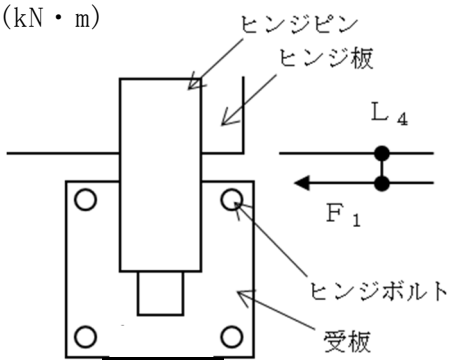


図 4－3　ヒンジピンに生じる荷重の例

c.　ヒンジボルト

ヒンジボルトに生じる応力は，次式により算定する。ヒンジボルトに生じる荷重の例を図4－4に示す。

$Q = \sqrt{(W_1 / n_1)^2 + (F_1 / n_1)^2}$

Q　：ヒンジボルトの最大せん断力(kN)

W_1：スラスト荷重(kN)

F_1：転倒力(kN)

n_1：ヒンジボルトの本数(本)

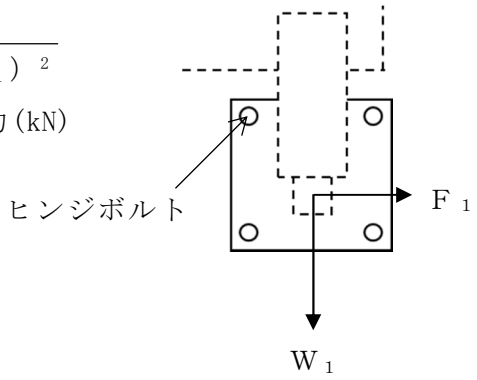


図 4－4　ヒンジボルトに生じる荷重の例

(2)　締付装置部

締付装置部は，締付装置，締付装置受けピン及び締付装置受けボルトで構成されており，生じる応力は次式により算定する。締付装置部に作用する荷重の例を図 4－5 に示す。

$R_1 = k_H \cdot G_1 / n_2$

R_1　：地震力に伴う荷重の反力(kN)

k_H　：水平震度

G_1　：扉重量(kN)

n_2　：締付装置の本数(本)

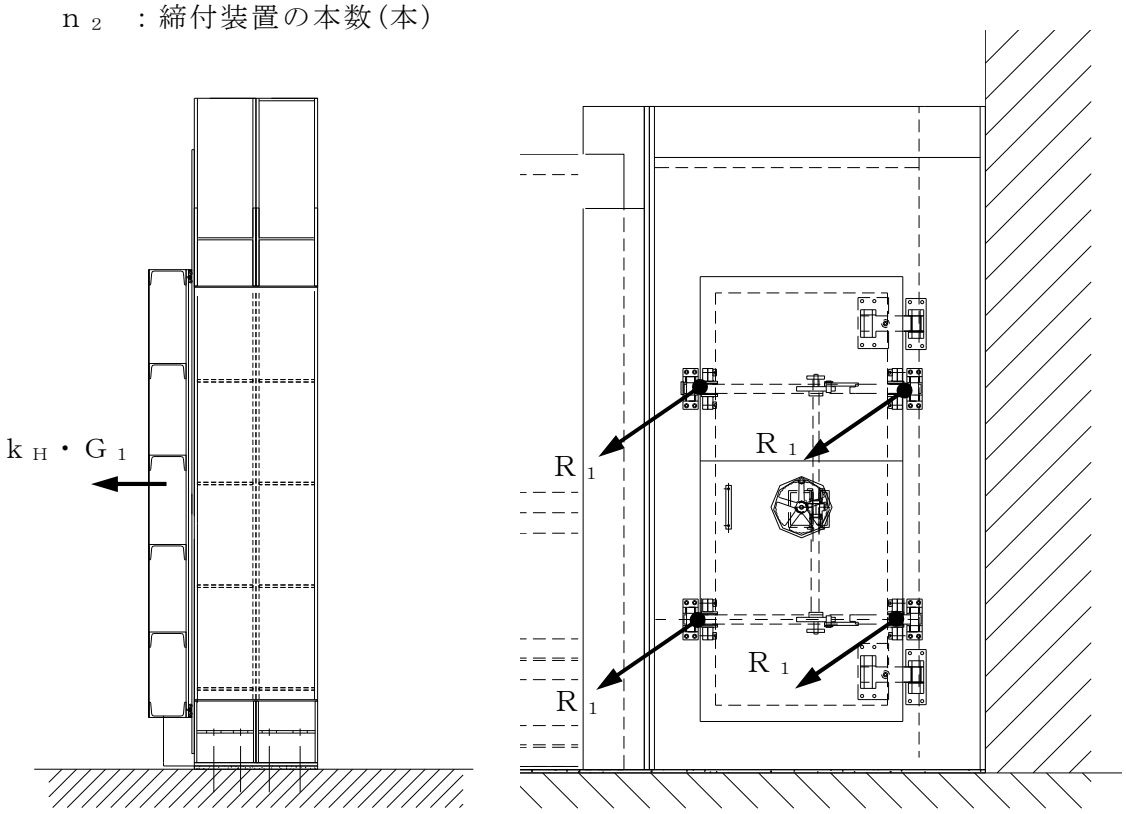


図 4－5　締付装置部に生じる荷重の例

a.　締付装置

締付装置に生じる応力は，次式により算定する。なお，算定に当たっては，締付装置を片持ち梁としてモデル化し，締付装置の取付部位に応じて作用する応力を考慮する。締付装置に生じる荷重の例を図4－6に示す。

$M = R_1 \cdot L_5 \cdot 10^{-3}$

M　：締付装置の最大曲げモーメント(kN・m)

R_1：地震力に伴う荷重の反力(kN)

L_5：締付装置の突出長さ(mm)

$Q = R_1$

Q：締付装置の最大せん断力(kN)

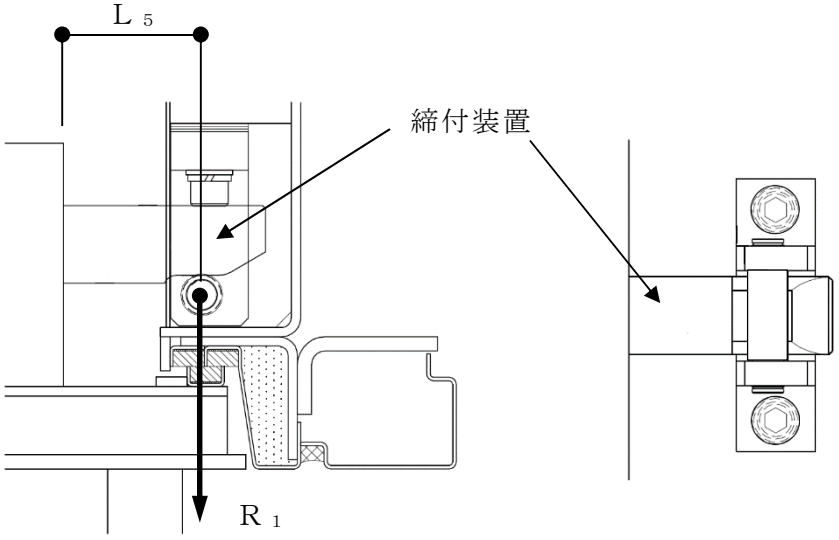


図 4－6　締付装置に生じる荷重の例

b.　締付装置受けピン

締付装置受けピンに生じる応力は，次式により算定する。なお，算定に当たっては，締付装置受けピンを両端支持の梁としてモデル化するものとし，締付装置受けピンに生じる荷重の例を図4－7に示す。

$M = R_1 \cdot L_p \cdot 10^{-3} / 4$

M　：締付装置受けピンの最大曲げモーメント(kN・m)

L_p：締付装置受けピンの支持点間距離(mm)

$Q = R_1 / 2$

Q：締付装置受けピンの最大せん断力(kN)

ここで，$R_1 = k_H \cdot G_1 / n_2$

R_1：締付装置受けピンに生じる地震力に伴う荷重の反力(kN)

k_H：水平震度

G_1：扉重量(kN)

n_2：締付装置の本数(本)

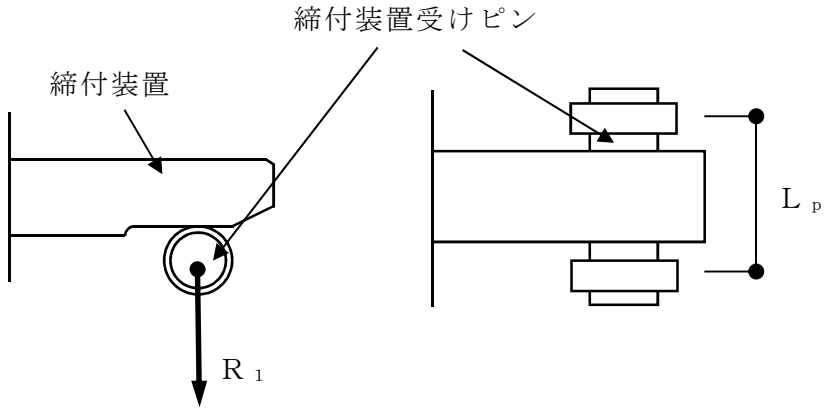


図4－7　締付装置受けピンに生じる荷重の例

c. 締付装置受けボルト

締付装置受けボルトに生じる応力は，次式により算定する。締付装置受けボルトに生じる荷重の例を図4－8に示す。

$T = R_1 / n_b$

T ：締付装置受けボルトの最大引張力(kN)

n_b：締付装置受けボルトの本数(本)

ここで，$R_1 = k_H \cdot G_1 / n_2$

R_1 ：締付装置受けピンに生じる地震力に伴う荷重の反力(kN)

k_H ：水平震度

G_1：扉重量(kN)

n_2 ：締付装置の本数(本)

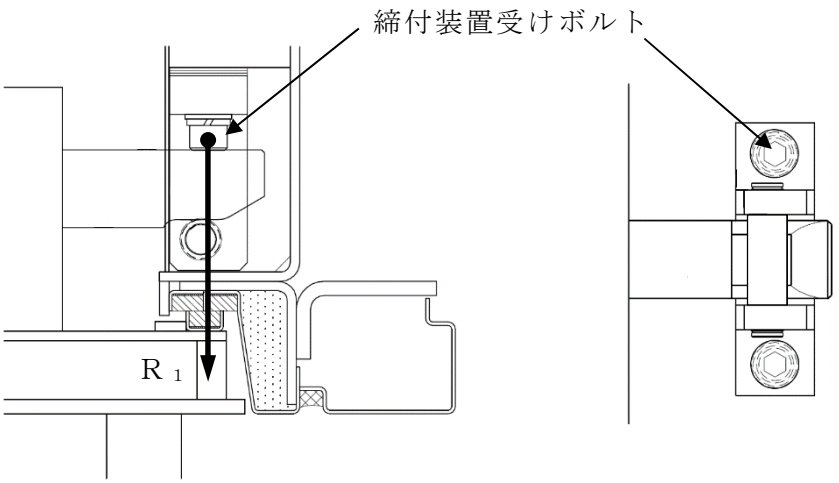


図 4－8　締付装置受けボルトに生じる荷重の例

4.4.2　水密扉部の断面検定

各部材に生じる応力より算定する応力度等が，許容限界値以下であることを確認する。なお，異なる荷重が同時に作用する部材については，組合せを考慮する。

(1)　ヒンジ

a.　ヒンジ板

ヒンジ板に生じる曲げ応力度及びせん断応力度から，組合せ応力度を「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005改定）」に基づく次式により算定し，ヒンジ板の短期許容応力度以下であることを確認する。

$$x = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

x：組合せ応力度(N/mm^2)

ここで，σ　＝（M・10^6）／Z

σ　：ヒンジ板の最大曲げ応力度(N/mm^2)

M　：ヒンジ板の最大曲げモーメント(kN・m)

Z　：ヒンジ板の断面係数(mm^3)

τ　＝（Q・10^3）／As

τ　：ヒンジ板の最大せん断応力度(N/mm^2)

Q　：ヒンジ板の最大せん断力(kN)

As：ヒンジ板のせん断断面積(mm^2)

b. ヒンジピン

ヒンジピンに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から，組合せ応力度を「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005改定）」に基づく次式により算定し，ヒンジピンの短期許容応力度以下であることを確認する。

$$x = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

x：組合せ応力度(N/mm^2)

ここで，σ ＝（M・10^6）／Z

σ ：ヒンジピンの最大曲げ応力度(N/mm^2)

M ：ヒンジピンの最大曲げモーメント(kN・m)

Z ：ヒンジピンの断面係数(mm^3)

τ ＝（Q・10^3）／As

τ ：ヒンジピンの最大せん断応力度(N/mm^2)

Q ：ヒンジピンの最大せん断力(kN)

As：ヒンジピンのせん断断面積(mm^2)

c. ヒンジボルト

ヒンジボルトに生じるせん断応力度を次式により算定し，ヒンジボルトの短期許容応力度以下であることを確認する。

τ ＝（Q・10^3）／As

τ ：ヒンジボルトの最大せん断応力度(N/mm^2)

Q ：ヒンジボルトの最大せん断力(kN)

As：ヒンジボルトのせん断断面積(mm^2)

(2) 締付装置部

a. 締付装置

締付装置に生じる曲げ応力度及びせん断応力度から，組合せ応力度を「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005改定）」に基づく次式により算定し，締付装置の短期許容応力度以下であることを確認する。

$x = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$

x：組合せ応力度(N/mm^2)

ここで，$\sigma = (M \cdot 10^6) / Z$

σ：締付装置の最大曲げ応力度(N/mm^2)

M：締付装置の最大曲げモーメント(kN・m)

Z：締付装置の断面係数(mm^3)

$\tau = (Q \cdot 10^3) / A_s$

τ：締付装置の最大せん断応力度(N/mm^2)

Q：締付装置の最大せん断力(kN)

A_s：締付装置のせん断断面積(mm^2)

b. 締付装置受けピン

締付装置受けピンに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から，組合せ応力度を「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005改定）」に基づく次式により算定し，締付装置受けピンの短期許容応力度以下であることを確認する。

$x = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$

x：組合せ応力度(N/mm^2)

ここで，$\sigma = (M \cdot 10^6) / Z$

σ：締付装置受けピンの最大曲げ応力度(N/mm^2)

M：締付装置受けピンの最大曲げモーメント(kN・m)

Z：締付装置受けピンの断面係数(mm^3)

$\tau = (Q \cdot 10^3) / A_s$

τ：締付装置受けピンの最大せん断応力度(N/mm^2)

Q：締付装置受けピンの最大せん断力(kN)

A_s：締付装置受けピンのせん断断面積(mm^2)

c. 締付装置受けボルト

締付装置受けボルトに生じる引張応力度を次式により算定し，締付装置受けボルトの短期許容応力度以下であることを確認する。

$\sigma_t = (T \cdot 10^3) / A$

σ_t ：締付装置受けボルトの最大引張応力度(N/mm^2)

T ：締付装置受けボルトの最大引張力(kN)

A ：締付装置受けボルトの断面積(mm^2)

4.4.3　止水堰部の応力算定

自重，地震荷重（水平方向及び鉛直方向）を受ける鋼製板，芯材に生じる曲げ応力，せん断応力，並びにアンカーボルトに生じるせん断力に対する確認を行うに当り，各荷重により生じる曲げモーメント，せん断力を次式により算定する。

止水堰部に生じる力の概念図を図 4－9 に示す。

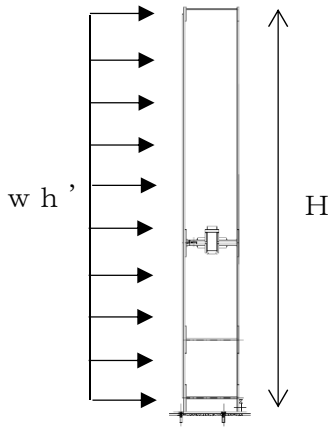


図 4－9　地震時の止水堰部に生じる力の概念図

(1)　鋼製板

図 4－10 に示すとおり，鋼製板が荷重を負担する範囲が最も大きくなり，評価上最も厳しい条件となるよう評価を実施する。

a.　基準地震動Ｓｓによる地震荷重Ｓｓ

$$Ss = G \cdot k_H$$

ここで，Ｓｓ　：基準地震動Ｓｓによる地震荷重(kN)

Ｇ　　：鋼製板の固定荷重(kN)

b.　鋼製板に作用する単位長さ当りの等分布荷重w_{ss}

$$w_{ss} = Ss / (L_6 \cdot 10^{-3})$$

ここで，w_{ss}　：鋼製板に作用する単位長さ当りの等分布荷重(kN/m)

Ｓｓ　：基準地震動Ｓｓによる地震荷重(kN)

L_6　：鋼製板の短辺長さ(mm)

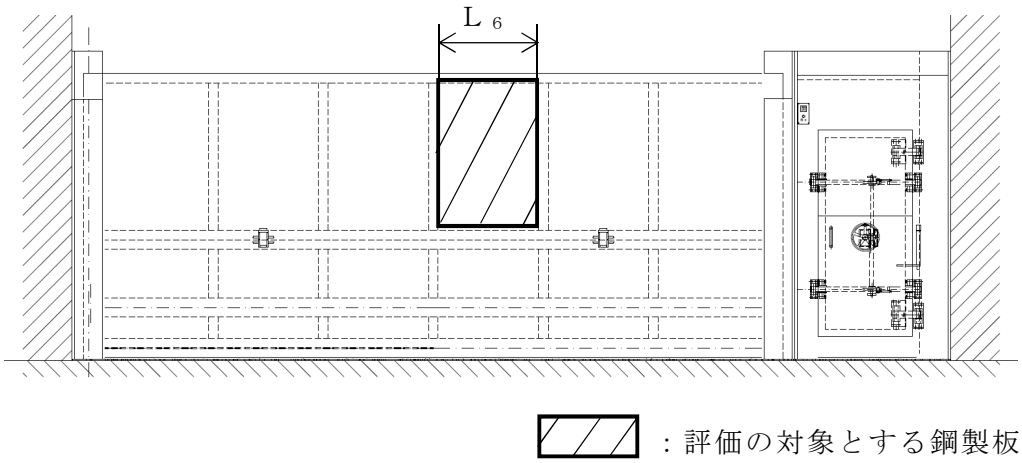


図 4－10　評価の対象とする鋼製板

(2)　芯材

芯材の支持条件について，水平材は両端をピン支持に，鉛直材は脚部固定とする。なお，個々の芯材の断面形状と芯材に取り付く鋼製板の重量の影響を考慮すると，評価結果は，芯材が荷重を負担する範囲が必ずしも対応しないことから，水平材，鉛直材ともに評価を実施するものとし，以下に図 4－11 の芯材（鉛直材）を評価する場合の応力算定方法を示す。

a.　基準地震動Ｓｓによる地震荷重Ｓｓ

$S_s = G \cdot k_H$

S_s　：基準地震動Ｓｓによる地震荷重(kN)

G　　：芯材と鋼製板の固定荷重(kN)

b.　芯材に作用する単位長さ当りの等分布荷重w_{ss}

$w_{ss} = S_s \cdot L_7 / (L_8 \cdot L_9 \cdot 10^{-3})$

w_{ss}　：芯材に作用する単位長さ当りの等分布荷重(kN/m)

S_s　：基準地震動Ｓｓによる地震荷重(kN)

L_7　：芯材の負担幅(mm)

L_8　：評価対象の芯材と直交方向の芯材の長さ(mm)

L_9　：芯材全長(mm)

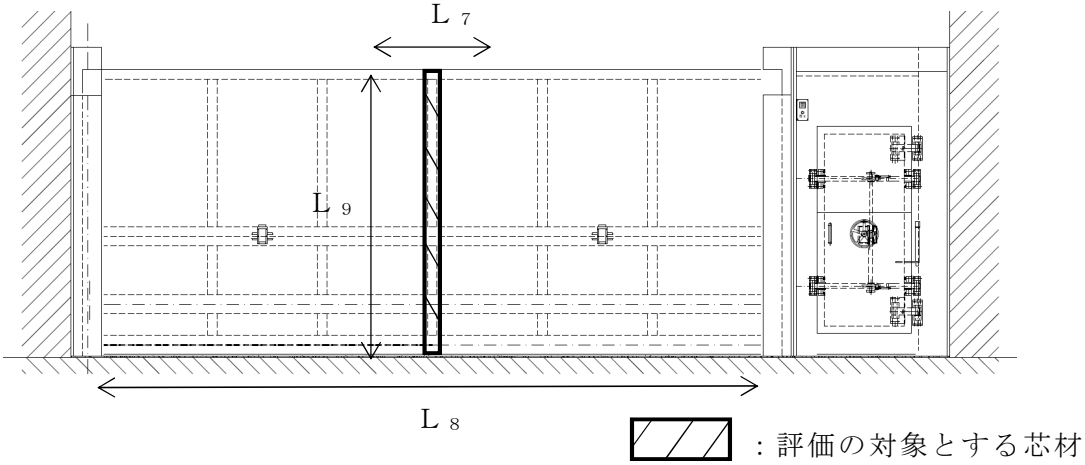


図 4－11　評価の対象とする芯材

(3) アンカーボルト

アンカーボルトに生じる応力は，次式により算定する。ここで，アンカーボルトに作用する荷重は，引張力又はせん断力として作用する。評価対象のアンカーボルトの範囲は図 4―12 に示す通りとする。ここで，評価においては止水堰部と水密扉部の全重量を片側のアンカーボルトに作用させるものとする。アンカーボルトに生じる荷重の例を図 4―12 に示す。

$F_{1a} = k_H (w_a + G_1 + G_2)$

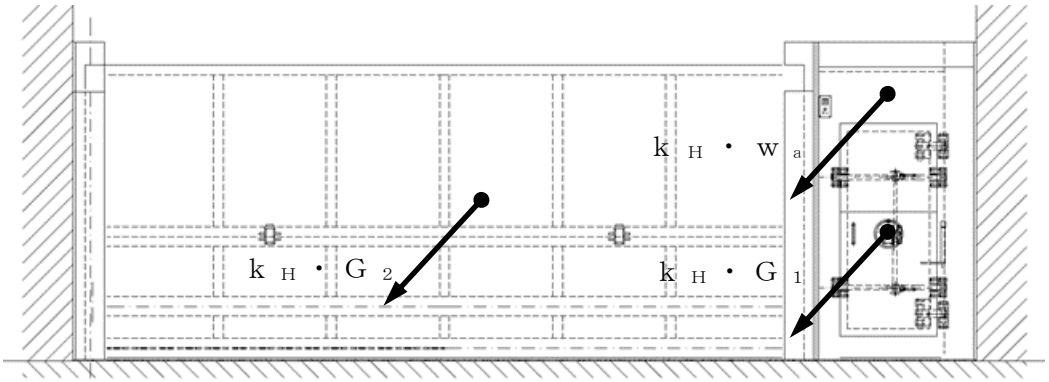
F_{1a}：水密扉部と止水堰部の全重量を含んだ水平力(kN)

k_H ：水平震度

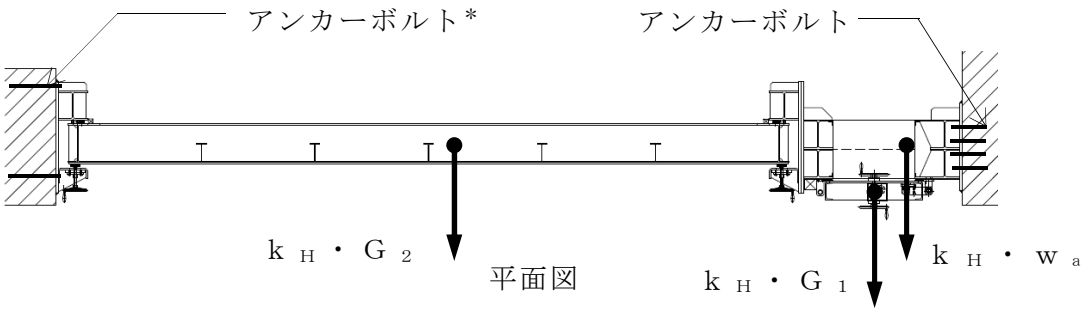
w_a ：枠材(囲い型)の重量(kN)

G_1 ：扉重量(kN)

G_2 ：止水堰重量(kN)



立面図



平面図

注記＊：両側のアンカーボルトのうち，アンカーボルトの本数が少ない当該部位を評価対象とした。

図 4―12　アンカーボルトに生じる荷重の例

4.4.4　止水堰部の断面検定

(1)　鋼製板

鋼製板に作用する最大曲げ応力度σ

σ　＝（M・10^6）／Z

σ　：鋼製板の最大曲げ応力度(N/mm^2)

M　：鋼製板の最大曲げモーメント(kN・m)

Z　：鋼製板の断面係数(mm^3)

ここで，M　＝1／12・w_{ss}・（L_6・10^{-3}）^{2}

M　：鋼製板の最大曲げモーメント(kN・m)

w_{ss}　：鋼製板に作用する単位長さ当りの等分布荷重(kN/m)

L_6　：鋼製板の短辺長さ(mm)

(2)　芯材

a.　芯材に作用する最大せん断応力度τ

τ　＝（Q・10^3）／As

τ　：芯材の最大せん断応力度(N/mm^2)

Q　：芯材の最大せん断力(kN)

As　：芯材のせん断断面積(mm^2)

ここで，Q　＝w_{ss}・L_9・10^{-3}

Q　：芯材の最大せん断力(kN)

w_{ss}　：芯材に作用する単位長さ当りの等分布荷重(kN/m)

L_9　：芯材全長(mm)

b.　芯材に作用する最大曲げ応力度σ

σ＝（M・10^6）／Z

σ：芯材の最大曲げ応力度(N/mm^2)

M：芯材の最大曲げモーメント(kN・m)

Z：芯材の断面係数(mm^3)

ここで，M＝1／2・w_{ss}・（L_9・10^{-3}）^{2}

M　：芯材の最大曲げモーメント(kN・m)

w_{ss}　：芯材に作用する単位長さ当りの等分布荷重(kN/m)

L_9　：芯材全長(mm)

c. 芯材に作用する組合せ応力度

芯材に作用する曲げ応力度，せん断応力度を算定し，芯材の短期許容応力度以下であることを確認する。また芯材に生じる曲げ応力度とせん断応力度から，組合せ応力度を「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 改定）」に基づく次式により算定し，短期許容応力度以下であることを確認する。

$$x = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

x ：組合せ応力度(N/㎜^{2})

σ ：芯材の最大曲げ応力度(N/㎜^{2})

τ ：芯材の最大せん断応力度(N/㎜^{2})

(3) アンカーボルト

アンカーボルト1本当りに生じる引張力又はせん断力を算定し，アンカーボルトの許容応力以下であることを確認する。

$Td / Ta \leqq 1.0$

ここで，$Td = F_{1a} / N$

Ｔｄ ：アンカーボルト１本当りの引張力(kN)

Ｔａ ：アンカーボルト１本当りの短期許容引張力(kN)

F_{1a} ：水密扉部と止水堰部の全重量を含んだ水平力(kN)

Ｎ ：片側のアンカーボルトの本数(本)

$q / Qa \leqq 1.0$

ここで，$q = F_{1a} / N$

ｑ ：アンカーボルト１本当りのせん断力(kN)

Ｑａ ：アンカーボルト１本当りの短期許容せん断力(kN)

F_{1a} ：水密扉部と止水堰部の全重量を含んだ水平力(kN)

Ｎ ：片側のアンカーボルトの本数(本)

4.5　評価条件

水密扉付止水堰のうち，水密扉部の耐震評価に用いる入力値を表4－4に，止水堰部の耐震評価に用いる入力値を表4－5に示す。

表 4－4　水密扉部の耐震評価に用いる入力値

対象部位		記号	単位	定義	水密扉付止水堰No.		
					1	2	3
共通		G_1	kN	扉重量	2.06	6.38	6.38
		L_1	mm	扉重心とヒンジ芯間距離	460	558	558
		L_2	mm	ヒンジ芯間距離	1044	1720	1720
		W_1	kN	スラスト荷重	4.03	11.4	11.4
		F_1	kN	転倒力	2.98	6.96	6.96
ヒンジ	ヒンジ板	L_3	mm	ヒンジ板の2軸間距離	182	235	235
		σ	N/mm^2	曲げ応力度	50.1	38.2	38.2
		τ	N/mm^2	せん断応力度	2.96	2.03	2.03
	ヒンジピン	L_4	mm	ヒンジ板と受板間距離	27	20	20
		σ	N/mm^2	曲げ応力度	58.8	23.9	23.9
		τ	N/mm^2	せん断応力度	8.11	7.39	7.39
	ヒンジボルト	n_1	本	ヒンジボルトの本数	4	4	4
		τ	N/mm^2	せん断応力度	20.0	28.4	28.4
締付装置部	共通	n_2	本	締付装置の本数	1	4	4
	締付装置	L_5	mm	締付装置の突出長さ	47	50	50
		σ	N/mm^2	曲げ応力度	45.3	3.85	3.85
		τ	N/mm^2	せん断応力度	4.52	0.577	0.577
	締付装置受けピン	L_p	mm	締付装置受けピンの支持点間距離	44	110	110
		σ	N/mm^2	曲げ応力度	33.6	7.96	7.96
		τ	N/mm^2	せん断応力度	5.10	0.649	0.649
	締付装置受けボルト	n_b	本	締付装置受けボルトの本数	2	4	4
		σ_t	N/mm^2	引張応力度	7.62	1.75	1.75

表 4－5　止水堰部の耐震評価に用いる入力値

記号	単位	定義	水密扉付止水堰No.		
			1	2	3
Z	mm^3/m	鋼製板の断面係数	6.000×10^3	2.400×10^4	2.400×10^4
H	mm	鋼製板の高さ	1510	3000	3000
N	本	片側のアンカーボルトの本数	6	14	14
G_2	kN	止水堰重量	101	73.6	73.6
T_d	kN	アンカーボルト1本当りの引張力	20.4	11.1	11.1
q	kN	アンカーボルト1本当りのせん断力	20.4	11.1	11.1
Ｔａ	kN	アンカーボルト1本当りの短期許容引張力	57.5	57.5	57.5
Ｑａ	kN	アンカーボルト1本当りの短期許容せん断力	40.1	40.1	40.1
w_a	kN	枠材（囲い型）の重量	2.30	70.6	70.6
L_6	mm	鋼製板の短辺長さ	698	1065	1065
L_7*	mm	芯材の負担幅	3488	1165	1165
L_8*	mm	評価対象の芯材と直交方向の芯材の長さ	－	7000	7000
L_9*	mm	芯材全長	1510	3000	3000

注記＊：検定比が最も厳しい芯材（鉛直材）の場合を示す。

5. 評価結果

水密扉部の耐震評価結果を表5－1に，止水堰部の耐震評価結果を表5－2に示す。発生値は許容値を満足しており，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して，溢水伝播を防止する機能を維持するために，十分な構造強度を有することを確認した。

表 5－1　水密扉部の耐震評価結果

水密扉付止水堰No.	対象評価部材		発生応力度又は荷重 (N/mm^2)	許容限界値 (N/mm^2)	発生応力度/許容限界値
1	ヒンジ	ヒンジ板*	50.4	235	0.22
		ヒンジピン*	60.5	345	0.18
		ヒンジボルト	20.0	375	0.06
	締付装置部	締付装置*	46.0	205	0.23
		締付装置受けピン*	34.8	345	0.11
		締付装置受けボルト	7.62	651	0.02
2	ヒンジ	ヒンジ板*	38.3	215	0.18
		ヒンジピン*	27.1	205	0.14
		ヒンジボルト	28.4	135	0.22
	締付装置部	締付装置*	3.98	390	0.02
		締付装置受けピン*	7.96	205	0.04
		締付装置受けボルト	1.75	651	0.01
3	ヒンジ	ヒンジ板*	38.3	215	0.18
		ヒンジピン*	27.1	205	0.14
		ヒンジボルト	28.4	135	0.22
	締付装置部	締付装置*	3.98	390	0.02
		締付装置受けピン*	7.96	205	0.04
		締付装置受けボルト	1.75	651	0.01

注記＊：組合せ応力度を記載。

表 5－2　止水堰部の耐震評価結果

水密扉付 止水堰No.	評価対象部位		発生値 (応力度又は荷重)		許容限界		検定値
1	鋼製板	曲げ	5.00	N/mm2	235	N/mm2	0.03 ＜1.0
	芯材	曲げ	33.9	N/mm2	235	N/mm2	0.15 ＜1.0
		せん断	10.7	N/mm2	135	N/mm2	0.08 ＜1.0
		組合せ	38.6	N/mm2	235	N/mm2	0.17 ＜1.0
	アンカーボルト	せん断	20.4	kN	40.1	kN	0.51 ＜1.0
2	鋼製板	曲げ	4.17	N/mm^2	235	N/mm^2	0.02 ＜1.0
	芯材	曲げ	33.4	N/mm^2	235	N/mm^2	0.15 ＜1.0
		せん断	3.66	N/mm^2	135	N/mm^2	0.03 ＜1.0
		組合せ	34.0	N/mm^2	235	N/mm^2	0.15 ＜1.0
	アンカーボルト	せん断	11.1	kN	40.1	kN	0.28 ＜1.0
3	鋼製板	曲げ	4.17	N/mm^2	235	N/mm^2	0.02 ＜1.0
	芯材	曲げ	33.4	N/mm^2	235	N/mm^2	0.15 ＜1.0
		せん断	3.66	N/mm^2	135	N/mm^2	0.03 ＜1.0
		組合せ	34.0	N/mm^2	235	N/mm^2	0.15 ＜1.0
	アンカーボルト	せん断	11.1	kN	40.1	kN	0.28 ＜1.0

Ⅴ-2-10-2-3-3　止水堰の耐震性についての計算書

目　次

1.　概要 ····· 1
2.　一般事項 ····· 1
2.1　検討対象堰一覧 ····· 1
2.2　配置概要 ····· 2
2.3　構造計画 ····· 10
2.3.1　L型鋼製堰の構造 ····· 10
2.3.2　鋼製落し込み型堰の構造 ····· 11
2.3.3　鉄筋コンクリート製堰の構造 ····· 12
2.3.4　鋼板組合せ堰の構造 ····· 13
2.4　評価方針 ····· 14
2.5　適用規格 ····· 14
2.6　記号の説明 ····· 15
3.　固有振動数及び設計用地震力 ····· 20
3.1　固有振動数の計算方法 ····· 20
3.1.1　解析モデルの設定 ····· 20
3.1.2　記号の説明 ····· 22
3.1.3　固有振動数の算出方法 ····· 22
3.2　固有振動数の計算条件 ····· 23
3.3　固有振動数の計算結果 ····· 26
3.4　設計用地震力 ····· 29
4.　構造強度評価 ····· 30
4.1　評価対象部位及び評価対象設備 ····· 30
4.1.1　L型鋼製堰と鋼製落し込み型堰 ····· 30
4.1.2　鉄筋コンクリート製堰 ····· 31
4.1.3　鋼板組合せ堰 ····· 32
4.2　荷重及び荷重の組合せ ····· 33
4.2.1　荷重の組合せ ····· 33
4.2.2　荷重 ····· 33
4.3　許容限界 ····· 33
4.3.1　L型鋼製堰の許容限界 ····· 33
4.3.2　鋼製落し込み型堰の許容限界 ····· 34
4.3.3　鉄筋コンクリート製堰の許容限界 ····· 35
4.3.4　鋼板組合せ堰の許容限界 ····· 36

4.4　評価方法 ····· 37
4.4.1　L型鋼製堰の評価方法 ····· 37
4.4.2　鋼製落し込み型堰の評価方法 ····· 40
4.4.3　鉄筋コンクリート製堰の評価方法 ····· 43
4.4.4　鋼板組合せ堰の評価方法 ····· 48
4.5　評価条件 ····· 56
5.　評価結果 ····· 58

1. 概要

本資料は，Ⅴ-1-1-9-5「溢水防護に関する施設の詳細設計」に示すとおり，浸水防護施設である溢水伝播防止堰及び管理区域外伝播防止堰(以下「堰」という。)があり，溢水伝播防止堰については，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して，管理区域外伝播防止堰については，耐震Ｂクラスの施設に適用される地震力S_Bに対して溢水伝播を防止する機能を維持するために，十分な構造強度を有することを説明するものである。その耐震評価は，応力評価により行う。

堰は設計基準対象施設においては耐震Ｂクラス施設及び耐震Ｃ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を示す。

2. 一般事項

2.1 検討対象堰一覧

検討対象の堰の各建屋ごとの数を表2－1に示す。

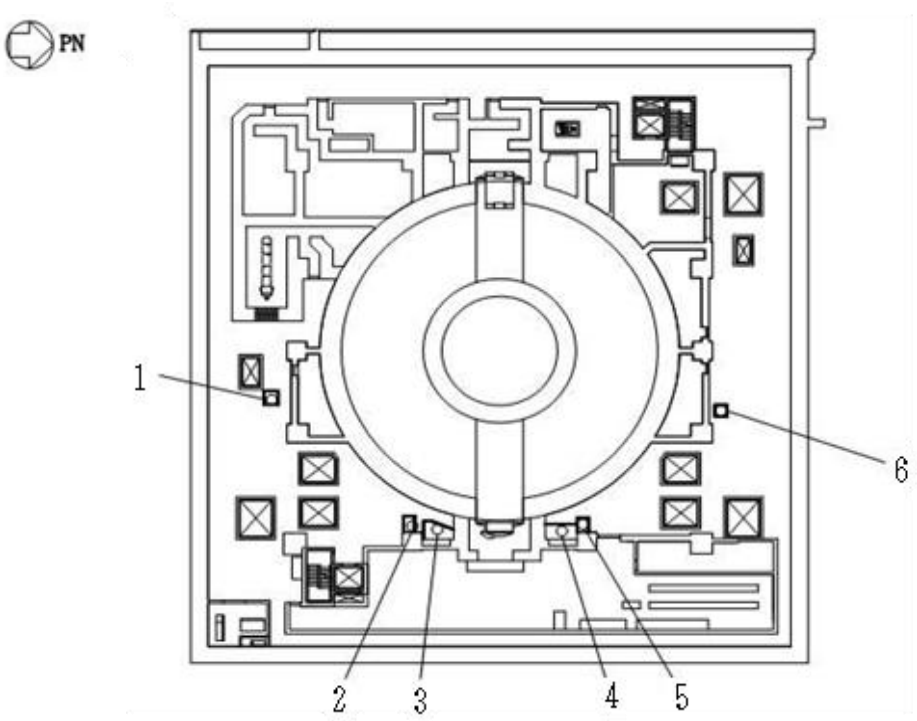
表 2－1　検討対象堰

設置建屋	対象堰数
原子炉建屋	35
タービン建屋	15
合計	50

2.2　配置概要

堰は，V-1-1-9-5「溢水防護に関する施設の詳細設計」の「4.1.2　溢水伝播防止堰の設計方針」及び「4.1.3　管理区域外伝播防止堰の設計方針」に示すとおり，原子炉建屋，タービン建屋に設置する。堰の設置位置及び堰の識別に用いる番号を図2－1に示す。

図2－1　堰の設置位置図(1/8)

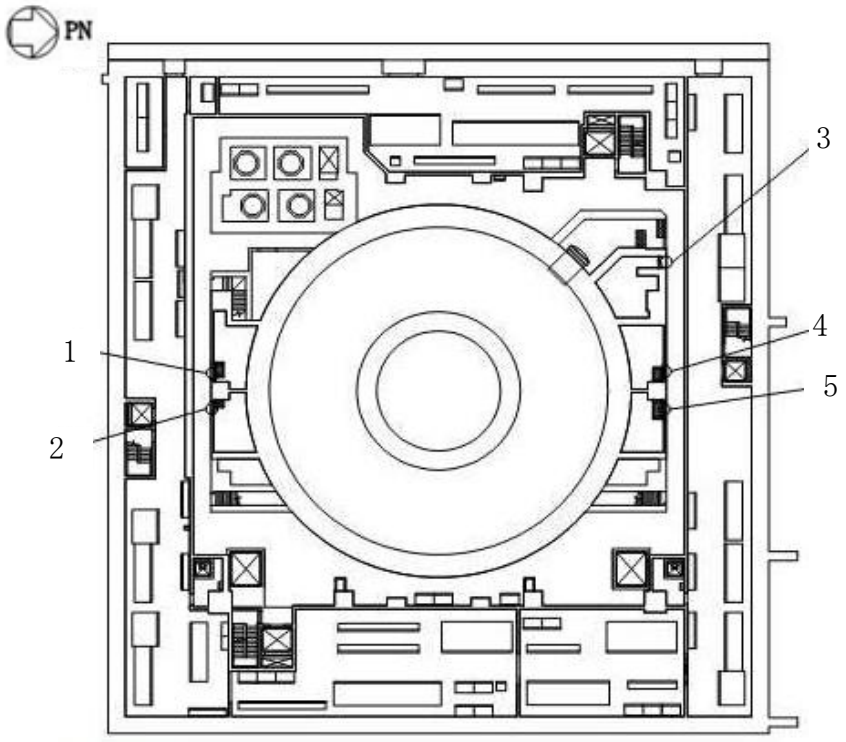


原子炉建屋　T.M.S.L.－1700mm

RB-B2F

1	原子炉建屋地下2階(R1R2-RDRE)通路　止水堰
2	原子炉建屋地下2階(R2R3-RERF)通路　止水堰
3	原子炉建屋地下2階(R3R4-RERF)通路　止水堰
4	原子炉建屋地下2階(R4R5-RERF)通路　止水堰
5	原子炉建屋地下2階(R5R6-RERF)通路　止水堰
6	原子炉建屋地下2階(R6R7-RDRE)通路　止水堰

図 2－1　堰の設置位置図(2/8)

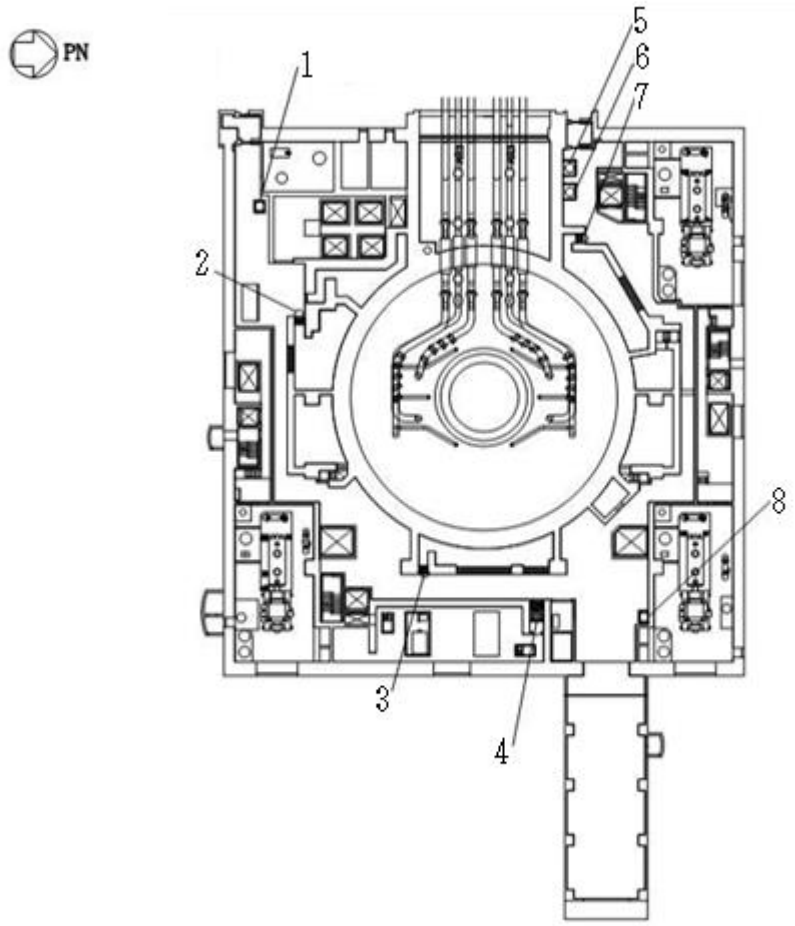


原子炉建屋　T.M.S.L.4800mm

RB-B1F

1	原子炉建屋地下 1 階(R1R2-RCRD)原子炉系(DIV-Ⅳ)計装ラック室 止水堰
2	原子炉建屋地下 1 階(R1R2-RDRE)原子炉系(DIV-Ⅱ)計装ラック室 止水堰
3	原子炉建屋地下 1 階(R6R7-RBRC)残留熱除去系(A)配管室　止水堰
4	原子炉建屋地下 1 階(R6R7-RCRD)原子炉系(DIV-Ⅰ)計装ラック室 止水堰
5	原子炉建屋地下 1 階(R6R7-RDRE)原子炉系(DIV-Ⅲ)計装ラック室 止水堰

図 2－1　堰の設置位置図(3/8)

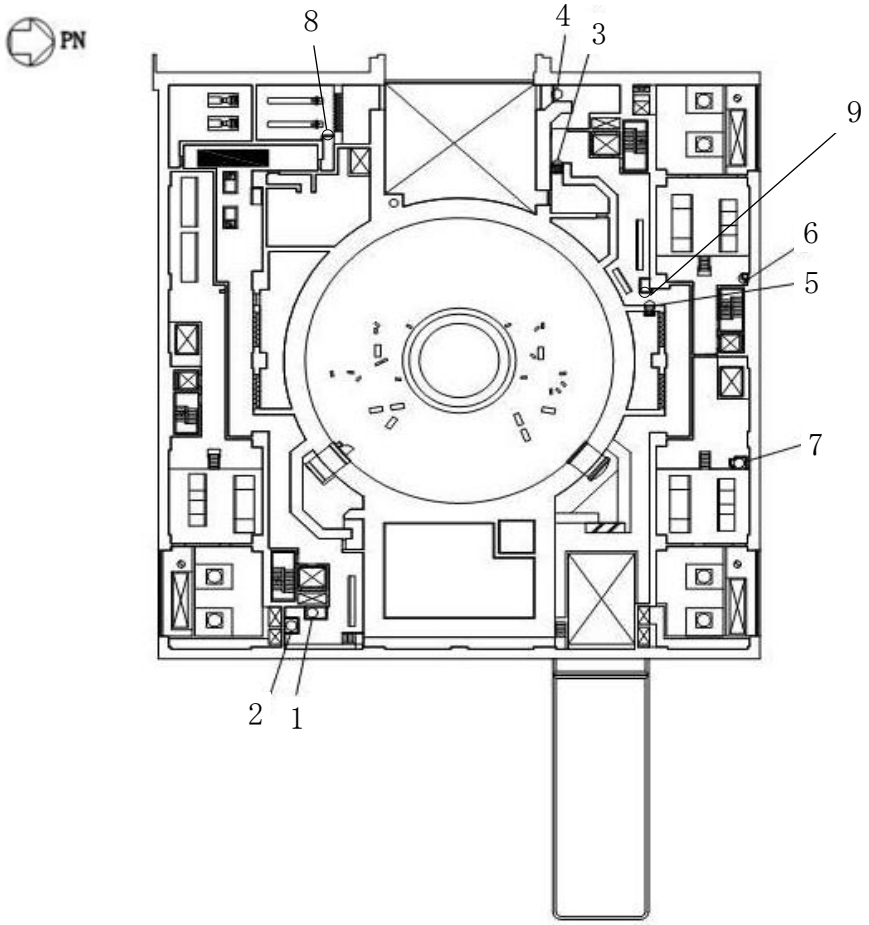


原子炉建屋　T.M.S.L.12300mm

RB-1F

1	原子炉建屋地上 1 階(R1R2-RARB)通路　止水堰
2	原子炉建屋地上 1 階(R1R2-RBRC)ほう酸水注入系ペネ，電気ペネ室 止水堰
3	原子炉建屋地上 1 階(R3R4-RFRG)電気ペネ室　止水堰
4	原子炉建屋地上 1 階(R4R5-RFRG)可燃性ガス濃度制御系再結合装置室 止水堰
5	原子炉建屋地上 1 階(R5R6-RARB)通路　止水堰 1
6	原子炉建屋地上 1 階(R5R6-RARB)通路　止水堰 2
7	原子炉建屋地上 1 階(R5R6-RBRC)原子炉補機冷却水系・不活性ガス系・ 電気ペネ室　止水堰
8	原子炉建屋地上 1 階(R5R6-RFRG)通路　止水堰

図 2－1　堰の設置位置図(4/8)



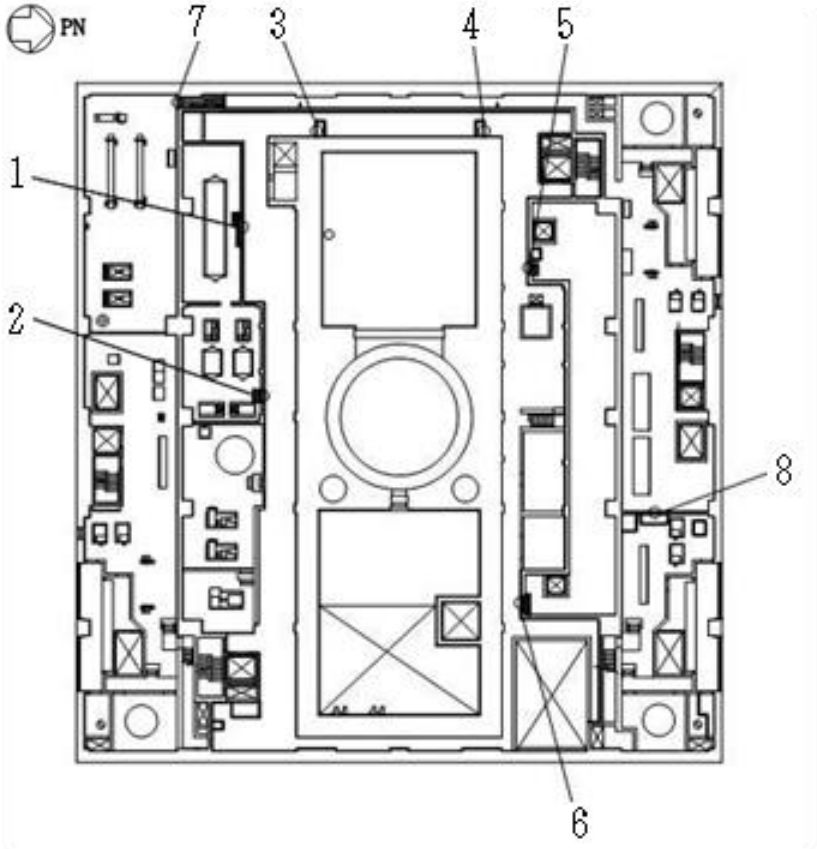
原子炉建屋　T.M.S.L.18100mm

RB-2F

1	原子炉建屋地上 2 階(R2R3-RFRG)通路　止水堰 1
2	原子炉建屋地上 2 階(R2R3-RFRG)通路　止水堰 2
3	原子炉建屋地上 2 階(R5R6-RARB)主蒸気系トンネル室，配管ペネ室 止水堰
4	原子炉建屋地上 2 階(R5R6-RARB)通路　止水堰
5	原子炉建屋地上 2 階(R5R6-RCRD)電気ペネ室　止水堰
6	原子炉建屋地上 2 階(R6R7-RBRC)通路　止水堰
7	原子炉建屋地上 2 階(R6R7-RERF)通路　止水堰
8	原子炉建屋地上 2 階(R2R3-RARB)燃料プール冷却浄化系熱交換器室 止水堰
9	原子炉建屋地上 2 階(R5R6-RCRD)通路　止水堰

注：灰色欄は，地震起因による溢水に対して伝播防止する止水堰ではないため本評価対象外

図 2－1　堰の設置位置図(5/8)



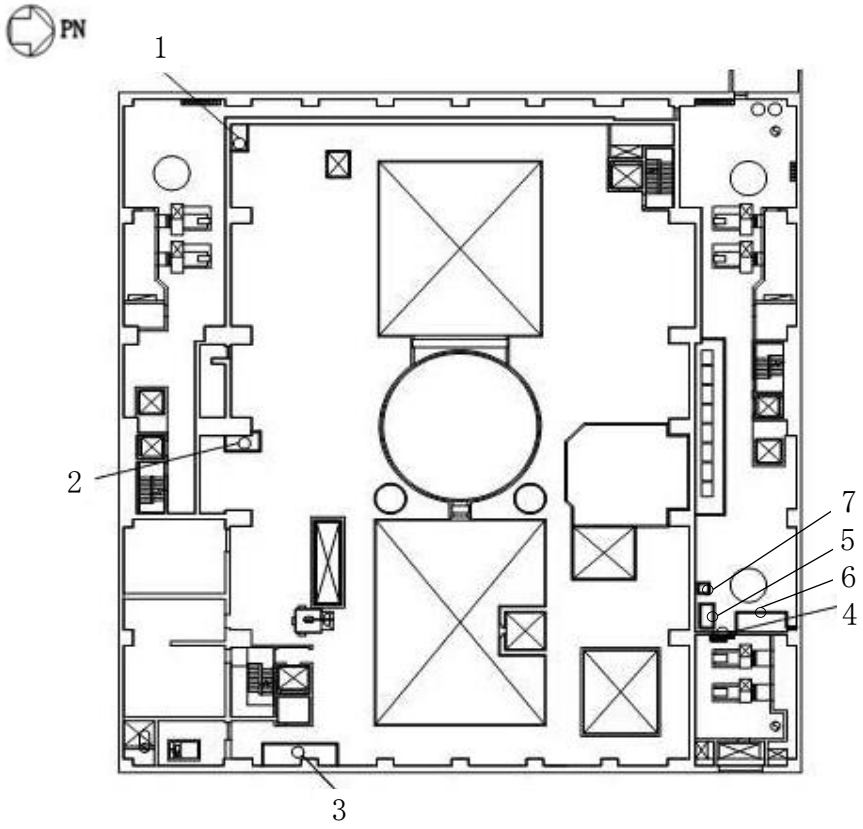
原子炉建屋　T.M.S.L.23500mm

RB-3F

1	原子炉建屋地上 3 階(R2R3-RBRC)非常用ガス処理系室　止水堰
2	原子炉建屋地上 3 階(R2R3-RCRD)非常用ガス処理系室　止水堰
3	原子炉建屋地上 3 階(R3R4-RARB)通路　止水堰
4	原子炉建屋地上 3 階(R4R5-RARB)通路　止水堰
5	原子炉建屋地上 3 階(R5R6-RBRC)主蒸気隔離弁・逃がし安全弁ラッピング室　止水堰 1
6	原子炉建屋地上 3 階(R5R6-RERF)主蒸気隔離弁・逃がし安全弁ラッピング室　止水堰
7	原子炉建屋地上 3 階(R2R3-RARB)通路　止水堰
8	原子炉建屋地上 3 階(R6R7-RERF)非常用ディーゼル発電機(C)補機室　止水堰

注：灰色欄は，地震起因による溢水に対して伝播防止する止水堰ではないため本評価対象外

図 2－1　堰の設置位置図(6/8)



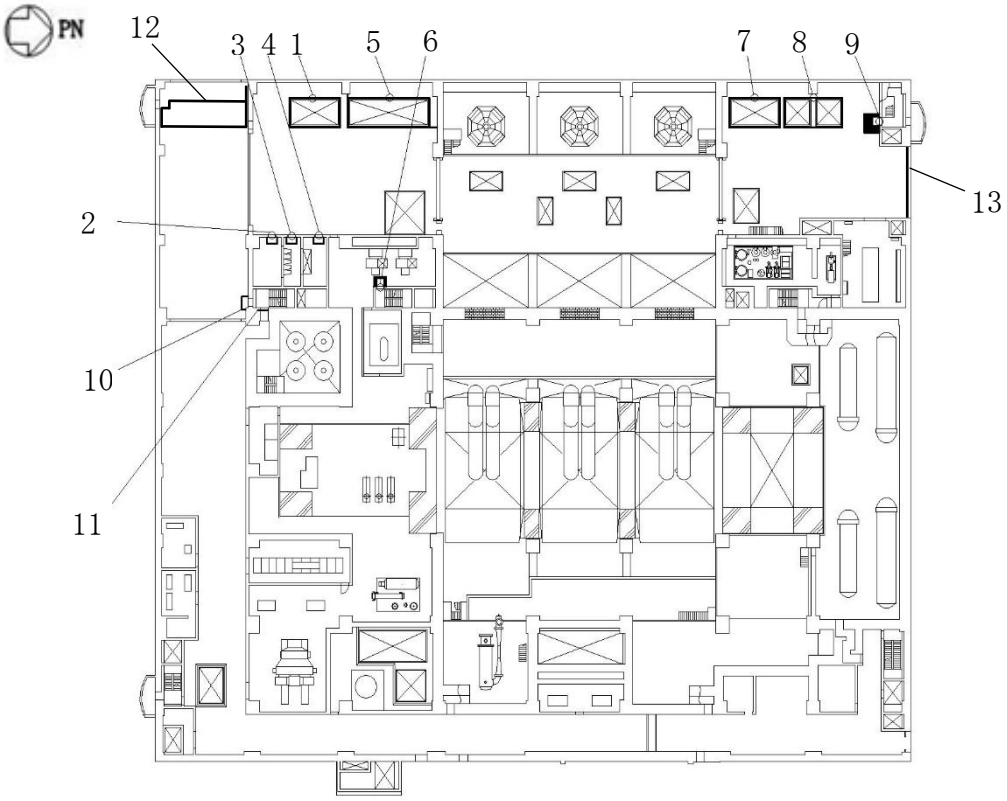
原子炉建屋　T.M.S.L.31700mm

RB-4F

1	原子炉建屋地上 4 階(R2R3-RARB)オペレーティングフロア　止水堰
2	原子炉建屋地上 4 階(R2R3-RDRE)オペレーティングフロア　止水堰
3	原子炉建屋地上 4 階(R2R3-RFRG)オペレーティングフロア　止水堰
4	原子炉建屋地上 4 階(R6R7-RFRG)非常用ディーゼル発電機(C)区域 排風機室，給気ルーバ室　止水堰
5	原子炉建屋地上 4 階(R6R7-RERF)通路　止水堰 1
6	原子炉建屋地上 4 階(R6R7-RERF)通路　止水堰 2
7	原子炉建屋地上 4 階(R6R7-RERF)通路　止水堰 3

注：灰色欄は，地震起因による溢水に対して伝播防止する止水堰ではないため本評価対象外

図 2－1　堰の設置位置図(7/8)



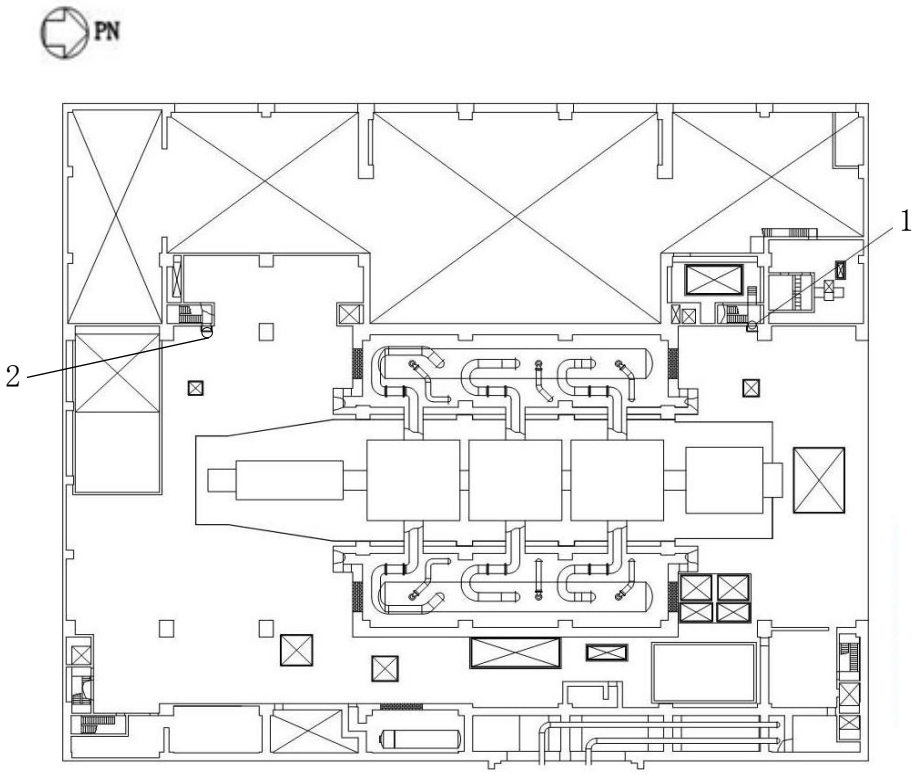
タービン建屋　T.M.S.L.12300mm

TB-1F

1	タービン建屋地上１階(T2T3-TATB)レイダウンスペース　止水堰
2	タービン建屋地上１階(T2T3-TBTC)海水熱交換器区域給気エアフィルタ室　止水堰１
3	タービン建屋地上１階(T2T3-TBTC)海水熱交換器区域給気エアフィルタ室　止水堰２
4	タービン建屋地上１階(T2T3-TBTC)海水熱交換器区域冷却加熱コイル室　止水堰
5	タービン建屋地上１階(T3T4-TATB)レイダウンスペース　止水堰
6	タービン建屋地上１階(T3T4-TCTD)南階段室　止水堰
7	タービン建屋地上１階(T7T8-TATB)レイダウンスペース　止水堰
8	タービン建屋地上１階(T7T9-TATB)レイダウンスペース　止水堰
9	タービン建屋地上１階(T8T9-TATB)北階段室　止水堰
10	タービン建屋地上１階(T1T2-TCTD)南西階段室　止水堰
11	タービン建屋地上１階(T2T3-TCTD)南西階段室　止水堰
12	タービン建屋地上１階(T1T2-TATB)大物搬出入口　止水堰*
13	タービン建屋地上１階(T8T9-TBTC)レイダウンスペース　止水堰*

注記＊：耐震Ｂクラス施設を示す。

図 2－1　堰の設置位置図(8/8)



タービン建屋　T.M.S.L.20400mm

TB-2F

1	タービン建屋地上 2 階(T7T8-TDTE)北西階段室　止水堰
2	タービン建屋地上 2 階(T2T3-TCTD)南西階段室　止水堰

2.3　構造計画

堰の構造は，V-1-1-9-5「溢水防護に関する施設の詳細設計」の「3.　要求機能及び性能目標」に示す構造計画を踏まえて，詳細な構造を設定する。堰は，鋼製堰（L型鋼製堰，鋼製落し込み型堰，鋼板組合せ堰）及び鉄筋コンクリート製堰に分類される。

2.3.1　L型鋼製堰の構造

L型鋼製堰は，鋼製板又はH型鋼及びアンカーボルトから構成され，アンカーボルトにより床面と接合する構造とする。L型鋼製堰の概略構造図を図2－2に示す。

表 2－2　L 型鋼製堰の構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
鋼製板又はH型鋼を床面にアンカーボルトにて固定する。	鋼製板又はH型鋼，アンカーボルトにて構成する。	図2－2

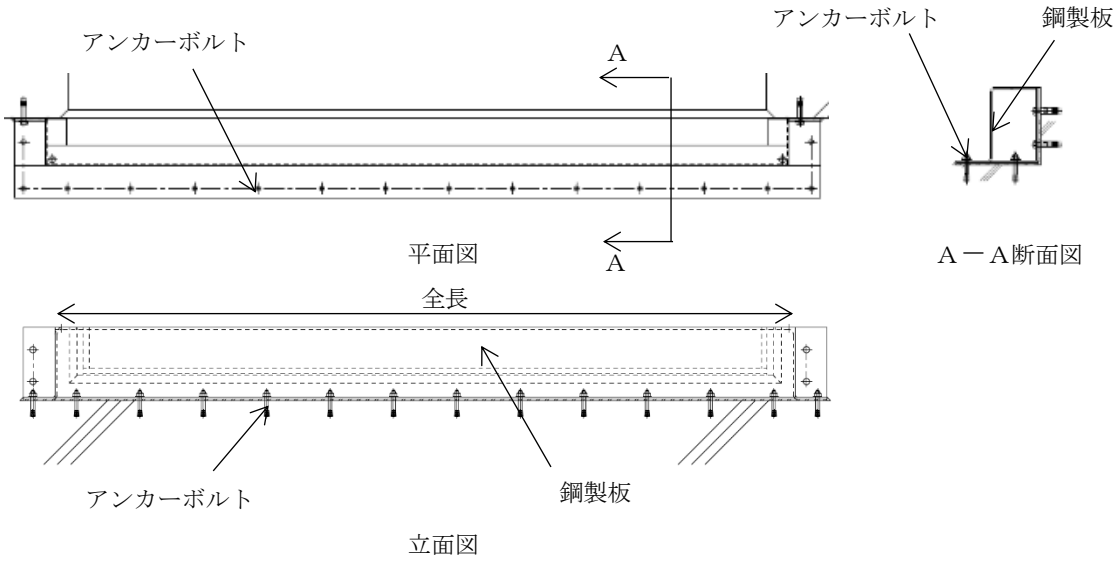


図 2－2　L 型鋼製堰の概略構造図

2.3.2　鋼製落し込み型堰の構造

鋼製落し込み型堰は，鋼製板及びアンカーボルトから構成され，アンカーボルトにより躯体と接合する構造とする。鋼製落し込み型堰の概略構造図を図2－3に示す。

表2－3　鋼製落し込み型堰の構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
鋼製板をコンクリート躯体にアンカーボルトにて固定する。	鋼製板，アンカーボルトにて構成する。	図2－3

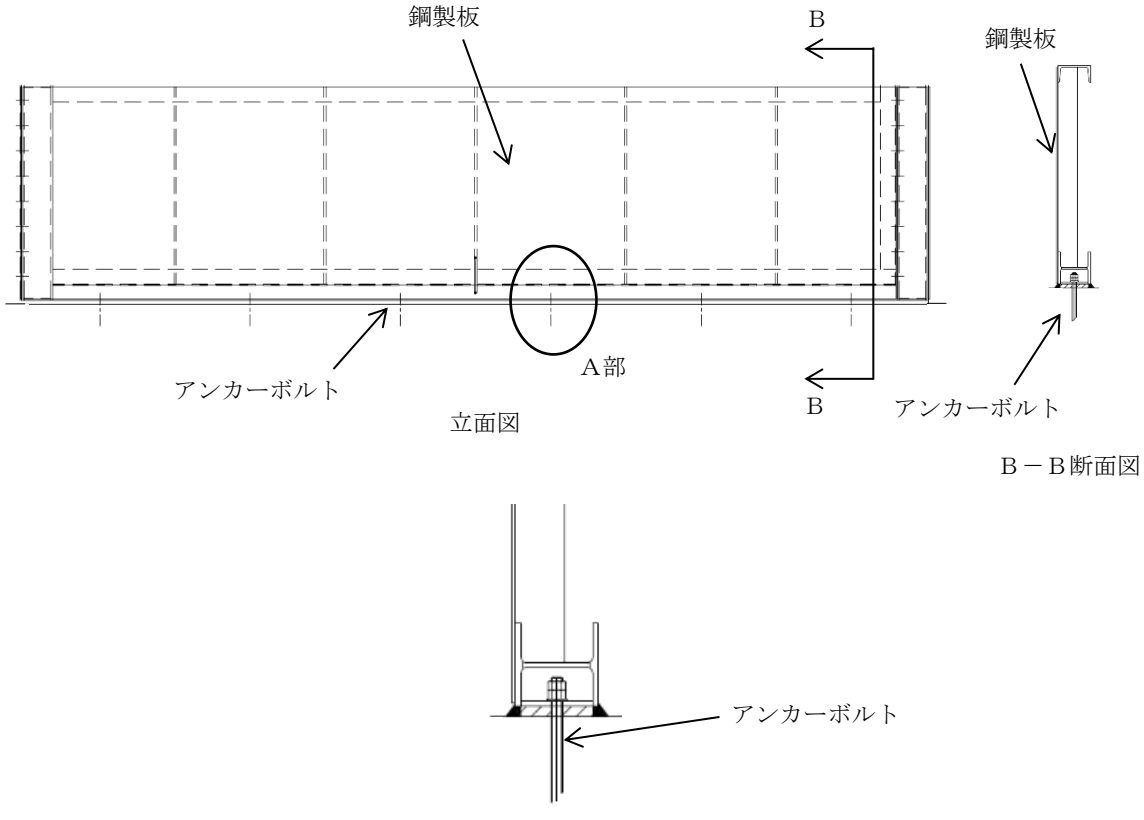


図 2－3　鋼製落し込み型堰の概略構造図

2.3.3　鉄筋コンクリート製堰の構造

鉄筋コンクリート製堰は，アンカー筋あるいはアンカーボルトにより，既存躯体と堰を一体化させた鉄筋コンクリート構造物である。

表2－4－1　鉄筋コンクリート製堰（一段）の構造計画

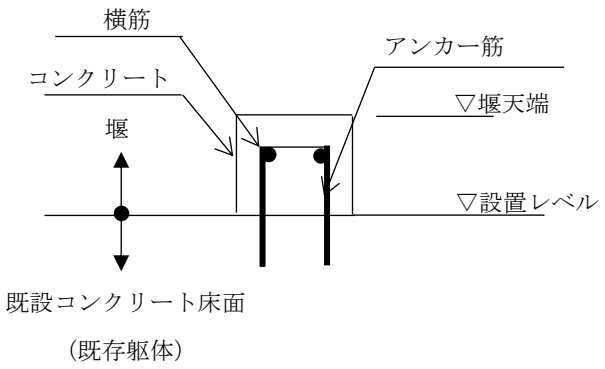
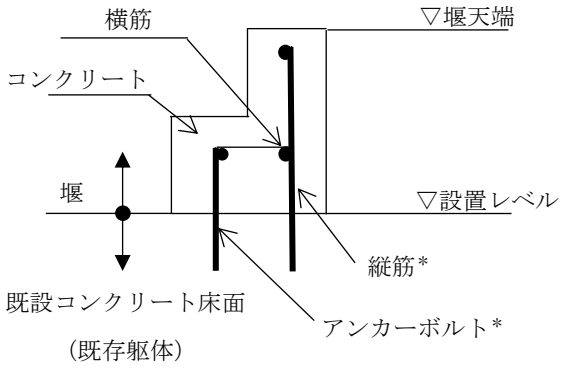
計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
堰を既設コンクリート床面にアンカー筋で固定する。	コンクリート，主筋（横筋）及びアンカー筋により構成する。	

表2－4－2　鉄筋コンクリート製堰（二段以上）の構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
堰を既設コンクリート床面にアンカーボルトで固定する。	コンクリート，主筋（縦筋，横筋）及びアンカーボルトにより構成する。	 注記＊　：鉄筋のうち，既存躯体に埋め込まれた部分をアンカーボルト，堰に敷設した部分を縦筋と定義する。

2.3.4　鋼板組合せ堰の構造

鋼板組合せ堰は，止水板，梁材及びアンカーボルトから構成され，アンカーボルトにより床面及び必要に応じ壁面と接合する構造とする。溢水経路となる開口部の形状等によっては，柱材及びベースプレートを用いる構造とする。鋼板組合せ堰の概略構造図を図2－4に示す。

表 2－5　鋼板組合せ堰の構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
鋼材で補強した止水板を床面及び必要に応じ壁面にアンカーボルトにて固定する。	止水板，梁材，柱座，ベースプレート及びアンカーボルトにて構成する。	図2－4

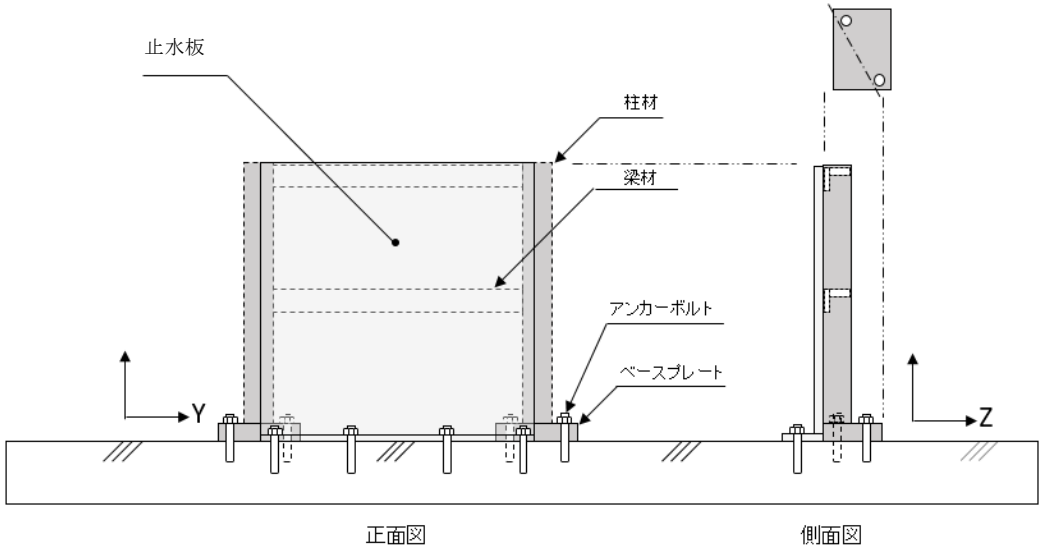


図 2－4　鋼板組合せ堰の概略構造図

2.4　評価方針

堰の耐震評価は，「3.　固有振動数及び設計用地震力」にて算出した固有振動数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「4.　構造強度評価」に示す方法にて確認することで実施する。堰の耐震評価フローを図 2－5 に示す。

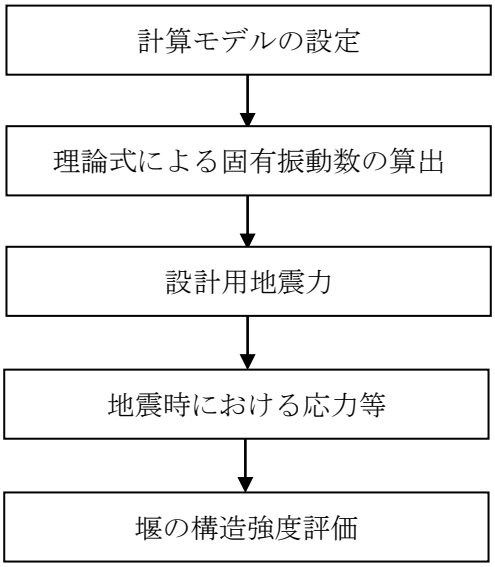


図 2－5　堰の耐震評価フロー

2.5　適用規格

適用する規格・基準等を以下に示す。

・建築基準法・同施行令
・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説　－許容応力度設計法－((社)日本建築学会，1999改定)
・鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，2005 改定)
・各種合成構造設計指針・同解説（(社) 日本建築学会，2010 改定)
・日本工業規格(ＪＩＳ)（日本規格協会)
・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 ＪＥＡＧ４６０１・補－1984（(社) 日本電気協会)
・原子力発電所耐震設計技術指針 ＪＥＡＧ４６０１－1987（(社) 日本電気協会)
・原子力発電所耐震設計技術指針 ＪＥＡＧ４６０１－1991　追補版（(社) 日本電気協会)
・機械工学便覧（(社) 日本機械学会)

2.6　記号の説明

L型鋼製堰の耐震評価に用いる記号を表2－6に,鋼製落し込み型堰の耐震評価に用いる記号を表2－7に，鉄筋コンクリート製堰の耐震評価に用いる記号を表2－8に，鋼板組合せ堰の耐震評価に用いる記号を表2－9に示す。

表 2－6　L 型鋼製堰の耐震評価に用いる記号

記号	単位	定義
K_H	－	水平方向の設計震度
σ	N/mm^2	鋼製板の曲げ応力度
wh’	kN/m^2	堰にかかる水平荷重
W_{PL}	kN/m^2	鋼製板の単位面積重量
τ’	N/mm^2	最大せん断応力度
M_h	kN・m/m	鋼製板の曲げモーメント
Z	mm^3/m	鋼製板の断面係数
H	mm	止水堰の高さ
T	kN	アンカーボルトに生じる最大引張力
Ta	kN	アンカーボルトに生じる引張りに対する短期許容荷重
b	mm	鋼製板の折り曲げ部の幅
e	mm	アンカーボルトの穴縁端距離
N	本	アンカーボルトの本数
w_1	kN	堰重量
q	kN	アンカーボルトに生じる最大せん断力
Qa	kN	アンカーボルトに生じるせん断に対する短期許容荷重
F_H	kN	設計用水平地震力

表2－7　鋼製落し込み型堰の耐震評価に用いる記号

記号	単位	定義
K_H	－	水平方向の設計震度
σ	N/mm^2	鋼製板の曲げ応力度
wh’	kN/m^2	堰にかかる水平荷重
W_{PL}	kN/m^2	鋼製板の単位面積重量
τ’	N/mm^2	最大せん断応力度
M_h	kN・m/m	鋼製板の曲げモーメント
Z	mm^3/m	鋼製板の断面係数
H	mm	止水堰の高さ
N	本	アンカーボルトの本数
q	kN	アンカーボルトに生じる最大せん断力
F_H	kN	設計用水平地震力
b	mm	鋼製板の折り曲げ部の幅
e	mm	アンカーボルトの穴縁端距離
Q_a	kN	アンカーボルトに生じるせん断に対する短期許容荷重
T	kN	アンカーボルトに生じる最大引張力
T_a	kN	アンカーボルトに生じる引張に対する短期許容荷重

表2－8　鉄筋コンクリート製堰の耐震評価に用いる記号

記号	単位	定義
K_H	－	水平方向の設計震度
K_V	－	鉛直方向の設計震度
T	kN	アンカーボルト及びアンカー筋に生じる最大引張力
F_V	kN	設計用鉛直地震力
w_1	kN	堰重量
N	本	アンカーボルト及びアンカー筋の本数
b’	mm	アンカーボルト及びアンカー筋の重心位置から躯体端部までの距離
M_h	kN・m/m	鉄筋コンクリート製堰の曲げモーメント
q	kN	アンカーボルト及びアンカー筋に生じる最大せん断力
F_H	kN	設計用水平地震力
Ta	kN	アンカーボルト及びアンカー筋に生じる引張りに対する短期許容荷重
Qa	kN	アンカーボルト及びアンカー筋に生じるせん断に対する短期許容荷重
T	kN	縦筋生じる最大引張力
N	本	縦筋の本数
b’	mm	縦筋の重心位置から躯体端部までの距離
q	kN	縦筋に生じる最大せん断力
Ta	kN	縦筋に生じる引張りに対する短期許容荷重
Qa	kN	縦筋に生じるせん断に対する短期許容荷重
τ’	N/mm^2	堰底部のコンクリートの最大せん断応力度
L	mm	堰全長
t	mm	堰厚さ
σ_C	N/mm^2	コンクリートの最大圧縮応力度
Z	mm^3/m	鉄筋コンクリート製堰の断面係数

表2－9　鋼板組合せ堰の耐震評価に用いる記号(1/2)

記号	単位	定義
ρ_{ss}	kg/m^3	止水板の密度
g	m/s^2	重力加速度
k_H	－	水平方向の設計震度
k_V	－	鉛直方向の設計震度
P_w	N/mm^2	地震荷重による分布荷重
σ_ρ	N/mm^2	止水板の曲げ応力度
wf’	N/mm	梁材の単位長さ当たりの水平荷重
σ_f	N/mm^2	梁材の曲げ応力度
M_f	N･mm	梁材の曲げモーメント
τ_f	N/mm^2	梁材のせん断応力度
Q_f	N	梁材の発生せん断力
σ_{ef}	N/mm^2	梁材の組合せ応力度
H	mm	止水堰の高さ，または溢水評価水位を上回る水位
L	mm	止水堰の正面全幅
B	mm	止水堰の側面全幅
W_1	N	止水堰の重量
t	mm	止水板の板厚
β	－	長方形板の応力係数
L’	mm	評価する梁材の長さ
Z	mm^3	梁材の断面係数
As	mm^2	梁材のせん断断面積
a’	mm	梁材１本当りが負担する止水板の幅
L_1’	mm	柱材１本あたりが負担する柱材及び止水板の幅
Z_Y	mm^3	柱材の断面係数
A_Y	mm^2	柱材のせん断断面積
n_t	mm	引張を受ける床側アンカーボルトの本数
h	mm	止水堰の重心高さ
b_1	mm	評価する止水板の長さ
ℓ_1	mm	重心とボルト間の水平距離
ℓ_2	mm	重心とボルト間の水平距離
N_t	本	せん断を受ける床側アンカーボルト本数
N_w	本	せん断を受ける壁側アンカーボルト本数

表 2－9　鋼板組合せ堰の耐震評価に用いる記号(2/2)

記号	単位	定義
W_{f2}'	N/mm	柱材の単位長さ当たりの水平荷重
σ_Y	N/mm^2	柱材の曲げ応力度
M_Y	N･mm	柱材の曲げモーメント
τ_Y	N/mm^2	柱材のせん断応力度
Q_Y	N	柱材の発生せん断力
σ_{eY}	N/mm^2	柱材の組合せ応力度
T	N	床側アンカーボルト発生引張力
q	N	床側及び壁側アンカーボルト発生せん断力
Ta	N	アンカーボルトの引張りに対する短期許容荷重
Qa	N	アンカーボルトのせん断に対する短期許容荷重

3.　固有振動数及び設計用地震力

3.1　固有振動数の計算方法

堰の構造に応じて解析モデルを設定し，固有振動数を求める。

3.1.1　解析モデルの設定

(1)　L型鋼製堰

各部位の寸法や形状を踏まえL型鋼製堰は片持ちはりに単純化したモデルとし，堰の評価モデル図を図3－1に示す。

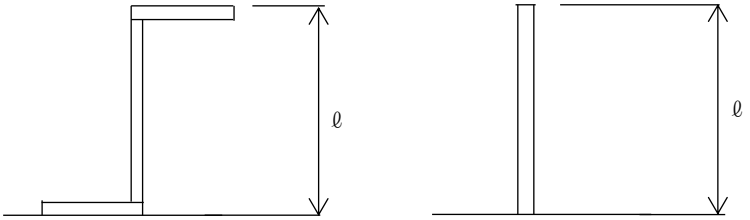


図 3－1　L 型鋼製堰の評価モデル図

(2)　鋼製落し込み型堰

各部位の寸法や形状を踏まえ鋼製落し込み型堰は片持ちはりに単純化したモデルとし，堰の評価モデル図を図3－2に示す。

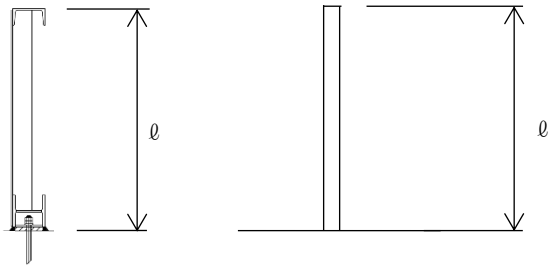
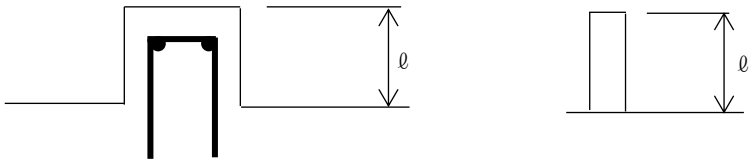


図 3－2　鋼製落し込み型堰の評価モデル図

(3)　鉄筋コンクリート製堰

各部位の寸法や形状を踏まえ鉄筋コンクリート製堰は片持ちはりに単純化したモデルとし，堰の評価モデル図を図3－3に示す。

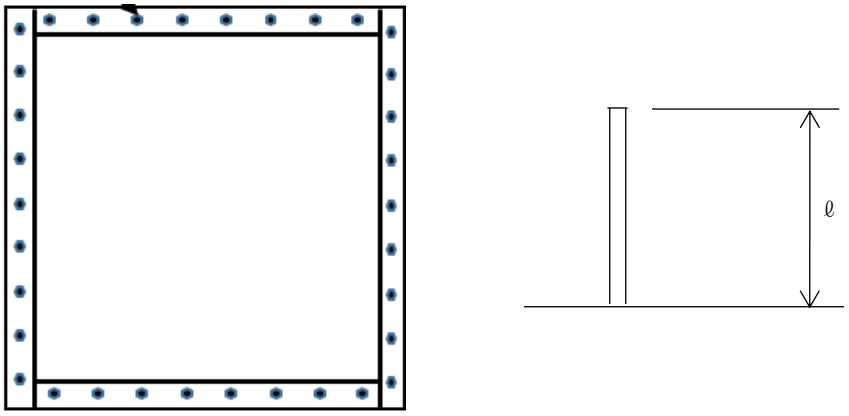


断面図概略　　評価モデル

図 3－3　鉄筋コンクリート製堰の評価モデル図

(4)　鋼板組合せ堰

堰全体の寸法や形状を踏まえ，鋼板組合せ堰は片持ちはりに単純化したモデルとし，堰の評価モデル図を図3－4に示す。



概略平面図　　評価モデル

図 3－4　鋼板組合せ堰の評価モデル図

3.1.2　記号の説明

堰の固有振動数算出に用いる記号を表 3－1 に示す。

表 3－1　堰の固有振動数算出に用いる記号

記号	単位	定義
f	Hz	固有振動数
ℓ	mm	堰高さ
E	N/mm^2	ヤング率
I	mm^4	断面 2 次モーメント
m	kg/m	単位長さ当りの質量

3.1.3　固有振動数の算出方法

固有振動数 f を「機械学会 機械工学便覧」に基づき以下の式より算出する。

$$f=\frac{1.875^2}{2\pi\ell^2}\sqrt{\frac{EI}{m}}\times10^3$$

3.2　固有振動数の計算条件

L 型鋼製堰の固有振動数の計算条件を表 3－2 に,鋼製落し込み型堰の固有振動数の計算条件を表 3－3 に，鉄筋コンクリート製堰の固有振動数の計算条件を表 3－4 に，鋼板組合せ堰の固有振動数の計算条件を表 3－5 に示す。

表 3－2　L 型鋼製堰の固有振動数の計算条件

堰No.	堰高さ ℓ (mm)	ヤング率 E (N/mm^2)	断面2次 モーメント I (mm^4)	質量分布 m (kg/m)
RB-3F-1	314.5	2.05×10^5	3.80×10^4	374
TB-1F-2	430	2.05×10^5	3.60×10^3	9.42
TB-1F-3	430	2.05×10^5	3.60×10^3	9.42
TB-1F-4	430	2.05×10^5	3.60×10^3	9.42
TB-1F-10	409	2.05×10^5	6.14×10^3	16.1
TB-1F-11	309	2.05×10^5	4.68×10^3	12.2
TB-2F-1	330	2.05×10^5	3.60×10^3	9.42
TB-2F-2	309	2.05×10^5	6.25×10^3	16.3

表 3－3　鋼製落し込み型堰の固有振動数の計算条件

堰No.	堰高さ ℓ (mm)	ヤング率 E (N/mm^2)	断面2次 モーメント I (mm^4)	質量分布 m (kg/m)
RB-2F-8	710	7.00×10^4	9.69×10^5	29.6
TB-1F-8	1200	2.05×10^5	8.39×10^6	106
TB-1F-13	620	7.00×10^4	3.93×10^6	56.5

表 3－4　鉄筋コンクリート製堰の固有振動数の計算条件

堰No.	堰高さ ℓ (mm)	ヤング率 E (N/mm^2)	断面2次 モーメント I (mm^4)	質量分布 m (kg/m)
RB-B1F-1	320	2.05×10^4	3.51×10^{10}	1836
RB-B1F-2	320	2.05×10^4	3.51×10^{10}	1836
RB-B1F-3	185	2.05×10^4	8.33×10^7	245
RB-B1F-4	320	2.05×10^4	3.51×10^{10}	1836
RB-B1F-5	320	2.05×10^4	3.51×10^{10}	1836
RB-1F-2	285	2.05×10^4	3.51×10^{10}	1836
RB-1F-3	340	2.05×10^4	3.51×10^{10}	1836
RB-1F-4	150	2.05×10^4	5.71×10^{11}	4650
RB-1F-7	290	2.05×10^4	3.51×10^{10}	1836
RB-2F-3	305	2.05×10^4	3.51×10^{10}	1836
RB-2F-4	305	2.05×10^4	2.81×10^8	368
RB-2F-5	290	2.05×10^4	1.04×10^{10}	1224
RB-3F-2	290	2.05×10^4	3.51×10^{10}	1836
RB-3F-5	340	2.05×10^4	3.51×10^{10}	1836
RB-3F-6	340	2.05×10^4	3.51×10^{10}	1836
TB-1F-1	450	2.05×10^4	1.88×10^9	2300
TB-1F-5	450	2.05×10^4	3.02×10^9	3700
TB-1F-6	450	2.05×10^4	2.62×10^9	921
TB-1F-7	450	2.05×10^4	1.88×10^9	2300
TB-1F-9	450	2.05×10^4	2.08×10^9	920
TB-1F-12	120	2.05×10^4	5.40×10^9	1660

表 3－5　鋼板組合せ堰の固有振動数の計算条件

堰 No.	堰高さ ℓ (mm)	ヤング率 E (N/mm^2)	断面 2 次 モーメント I (mm^4)	質量分布 m (kg/m)
RB-B2F-1	1000	205000	5.191×10^{9}	332.8
RB-B2F-2	1000	205000	2.576×10^{9}	222.4
RB-B2F-3	1000	205000	2.469×10^{9}	276.2
RB-B2F-4	1000	205000	1.651×10^{9}	287.8
RB-B2F-5	1000	205000	6.126×10^{9}	273.3
RB-B2F-6	410	205000	1.219×10^{8}	0.2078
RB-1F-1	400	205000	1.313×10^{5}	4.43
RB-1F-5	400	205000	1.313×10^{5}	4.43
RB-1F-6	400	205000	4.688×10^{5}	6.85
RB-1F-8	400	205000	1.313×10^{5}	4.43
RB-2F-1	1400	205000	4.688×10^{5}	6.85
RB-2F-2	1500	205000	2.042×10^{9}	215.7
RB-2F-9	303	205000	4.471×10^{8}	201.9
RB-3F-3	400	205000	1.479×10^{9}	188.0
RB-3F-4	400	205000	1.489×10^{9}	189.0
RB-4F-1	1500	205000	3.507×10^{9}	587.8
RB-4F-2	1500	205000	3.507×10^{9}	528.9
RB-4F-3	1500	205000	6.314×10^{10}	1156

3.3　固有振動数の計算結果

L 型鋼製堰の固有振動数の計算結果を表 3－6 に,鋼製落し込み型堰の固有振動数の計算結果を表 3－7 に，鉄筋コンクリート製堰の固有振動数の計算結果を表 3－8 に，鋼板組合せ堰の固有振動数の計算結果を表 3－9 に示す。計算結果より，全ての堰が剛であることを確認した。

表 3－6　L 型鋼製堰の固有振動数の計算結果

堰 No.	固有振動数 f (Hz)
RB-3F-1	25
TB-1F-2	26
TB-1F-3	26
TB-1F-4	26
TB-1F-10	29
TB-1F-11	51
TB-2F-1	45
TB-2F-2	51

表 3－7　鋼製落し込み型堰の固有振動数の計算結果

堰 No.	固有振動数 f (Hz)
RB-2F-8	52
TB-1F-8	49
TB-1F-13	102

表 3－8　鉄筋コンクリート製堰の固有振動数の計算結果

堰 No.	固有振動数 f (Hz)
RB-B1F-1	3387
RB-B1F-2	3387
RB-B1F-3	1351
RB-B1F-4	3387
RB-B1F-5	3387
RB-1F-2	4271
RB-1F-3	3000
RB-1F-4	39076
RB-1F-7	4125
RB-2F-3	3729
RB-2F-4	745
RB-2F-5	2750
RB-3F-2	4125
RB-3F-5	3000
RB-3F-6	3000
TB-1F-1	357
TB-1F-5	357
TB-1F-6	666
TB-1F-7	357
TB-1F-9	595
TB-1F-12	10047

表 3－9　鋼板組合せ堰の固有振動数の計算結果

堰 No.	固有振動数 f (Hz)
RB-B2F-1	1000
RB-B2F-2	862
RB-B2F-3	757
RB-B2F-4	606
RB-B2F-5	1199
RB-B2F-6	3649
RB-1F-1	272
RB-1F-5	272
RB-1F-6	414
RB-1F-8	272
RB-2F-1	33
RB-2F-2	346
RB-2F-9	5806
RB-3F-3	4441
RB-3F-4	4444
RB-4F-1	659
RB-4F-2	289
RB-4F-3	832

3.4　設計用地震力

基準地震動Ｓｓによる設計用地震力は，「Ⅴ-2-2-1　原子炉建屋の地震応答計算書」及び「Ⅴ-2-2-5　タービン建屋の地震応答計算書」に基づき設定する。

地震応答解析に基づいて算定された堰設置床の最大応答加速度から各堰の設計震度を設定する。また，堰は建物・構築物として評価する。

各堰の設置床の最大応答加速度から算出した設計震度を表3－10に示す。

表 3－10　堰の設計震度

建屋	階	床高さ (T.M.S.L.)	水平震度* (-)	鉛直震度 (-)
タービン建屋	地上 2 階	20.4m	1.42	0.821
	地上 1 階	12.3m	1.02	0.786
原子炉建屋	地上 4 階天井	38.2m	1.36	0.984
	地上 4 階	31.7m	1.16	0.952
	地上 3 階	23.5m	1.01	0.927
	地上 2 階	18.1m	0.941	0.901
	地上 1 階	12.3m	0.888	0.869
	地下 1 階	4.8m	0.823	0.834
	地下 2 階	-1.7m	0.856	0.830

注記＊：NS 方向及び EW 方向の最大値を用いる。

4.　構造強度評価

4.1　評価対象部位及び評価対象設備

堰の評価対象部位は，自重及び地震荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

また，L型鋼製堰，鋼製落とし込み型堰，鉄筋コンクリート製堰，鋼板組合せ堰において，評価結果が厳しい評価対象部位を有する堰を代表して評価する。

4.1.1　L型鋼製堰と鋼製落し込み型堰

L型鋼製堰の評価対象部位は，自重及び地震に伴う慣性力が，鋼製板からアンカーボルトへ伝わり，アンカーボルトを介して躯体に伝わることから，鋼製板とアンカーボルトとする。

鋼製落し込み型堰の評価対象部位は，堰に作用する自重及び地震荷重により応力が発生することから，鋼製板及びアンカーボルトとした。

評価の対象となるL型鋼製堰の選定結果を表4－1に，鋼製落し込み型堰の選定結果を表4－2に示す。

表 4－1　評価対象とするＬ型鋼製堰の選定結果

堰No.	名称	設置床高さ (T.M.S.L.)	評価対象設備 (代表)
RB-3F-1	原子炉建屋地上3階（R2R3-RBRC）非常用ガス処理系室　止水堰	23.5m	
TB-1F-2	タービン建屋地上1階（T2T3-TBTC）海水熱交換器区域給気エアフィルタ室　止水堰1	12.3m	
TB-1F-3	タービン建屋地上1階（T2T3-TBTC）海水熱交換器区域給気エアフィルタ室　止水堰2	12.3m	
TB-1F-4	タービン建屋地上1階（T2T3-TBTC）海水熱交換器区域冷却加熱コイル室　止水堰	12.3m	
TB-1F-10	タービン建屋地上1階（T1T2-TCTD）南西階段室　止水堰	12.3m	○*
TB-1F-11	タービン建屋地上1階（T2T3-TCTD）南西階段室　止水堰	12.3m	
TB-2F-1	タービン建屋地上2階（T7T8-TDTE）北西階段室　止水堰	20.4m	
TB-2F-2	タービン建屋地上2階（T2T3-TCTD）南西階段室　止水堰	20.4m	

注記＊：最も評価結果が厳しい評価対象部位を有する堰を選定

表 4－2　評価対象とする鋼製落し込み型堰の選定結果

堰No.	名称	設置床高さ (T.M.S.L.)	評価対象設備 (代表)
RB-2F-8	原子炉建屋地上2階(R2R3-RARB)燃料プール冷却浄化系熱交換器室　止水堰	18.1m	
TB-1F-8	タービン建屋地上1階（T7T9-TATB）レイダウンスペース　止水堰	12.3m	○*
TB-1F-13	タービン建屋地上1階（T8T9-TBTC）レイダウンスペース　止水堰	12.3m	

注記＊：最も評価結果が厳しい評価対象部位を有する堰を選定

4.1.2　鉄筋コンクリート製堰

鉄筋コンクリート製堰の評価対象部位は，堰に作用する自重及び地震荷重により応力が発生することから，堰と既存躯体の取合い部分の堰底部のコンクリート，アンカー筋又はアンカーボルト及び縦筋とした。評価の対象となる鉄筋コンクリート製堰の選定結果を表4－3に示す。

表 4－3　評価対象とする鉄筋コンクリート製堰の選定結果

堰No.	名称	設置床高さ（T.M.S.L.）	評価対象設備（代表）
RB-B1F-1	原子炉建屋地下1階（R1R2-RCRD）原子炉系（DIV-Ⅳ）計装ラック室　止水堰	4.8m	
RB-B1F-2	原子炉建屋地下1階（R1R2-RDRE）原子炉系（DIV-Ⅱ）計装ラック室　止水堰	4.8m	
RB-B1F-3	原子炉建屋地下1階（R6R7-RBRC）残留熱除去系（A）配管室　止水堰	4.8m	
RB-B1F-4	原子炉建屋地下1階（R6R7-RCRD）原子炉系（DIV-Ⅰ）計装ラック室　止水堰	4.8m	
RB-B1F-5	原子炉建屋地下1階（R6R7-RDRE）原子炉系（DIV-Ⅲ）計装ラック室　止水堰	4.8m	
RB-1F-2	原子炉建屋地上1階（R1R2-RBRC）ほう酸水注入系ペネ，電気ペネ室　止水堰	12.3m	
RB-1F-3	原子炉建屋地上1階（R3R4-RFRG）電気ペネ室　止水堰	12.3m	
RB-1F-4	原子炉建屋地上1階（R4R5-RFRG）可燃性ガス濃度制御系再結合装置室　止水堰	12.3m	
RB-1F-7	原子炉建屋地上1階（R5R6-RBRC）原子炉補機冷却水系・不活性ガス系・電気ペネ室　止水堰	12.3m	
RB-2F-3	原子炉建屋地上2階（R5R6-RARB）主蒸気系トンネル室，配管ペネ室　止水堰	18.1m	
RB-2F-4	原子炉建屋地上2階（R5R6-RARB）通路　止水堰	18.1m	
RB-2F-5	原子炉建屋地上2階（R5R6-RCRD）電気ペネ室　止水堰	18.1m	
RB-3F-2	原子炉建屋地上3階（R2R3-RCRD）非常用ガス処理系室　止水堰	23.5m	
RB-3F-5	原子炉建屋地上3階（R5R6-RBRC）主蒸気隔離弁・逃がし安全弁ラッピング室　止水堰1	23.5m	
RB-3F-6	原子炉建屋地上3階（R5R6-RERF）主蒸気隔離弁・逃がし安全弁ラッピング室　止水堰	23.5m	
TB-1F-1	タービン建屋地上1階（T2T3-TATB）レイダウンスペース　止水堰	12.3m	
TB-1F-5	タービン建屋地上1階（T3T4-TATB）レイダウンスペース　止水堰	12.3m	
TB-1F-6	タービン建屋地上1階（T3T4-TCTD）南階段室　止水堰	12.3m	
TB-1F-7	タービン建屋地上1階（T7T8-TATB）レイダウンスペース　止水堰	12.3m	
TB-1F-9	タービン建屋地上1階（T8T9-TATB）北階段室　止水堰	12.3m	○*
TB-1F-12	タービン建屋地上1階（T1T2-TATB）大物搬出入口　止水堰	12.3m	

注記＊：最も評価結果が厳しい評価対象部位を有する堰を選定

4.1.3　鋼板組合せ堰

鋼板組合せ堰の評価対象部位は，自重及び地震に伴う慣性力が，止水板，梁材，柱材及びベースプレートからアンカーボルトへ伝わり，アンカーボルトを介して躯体に伝わることから，止水板，梁材，柱材，ベースプレート及びアンカーボルトとする。

評価の対象となる鋼板組合せ堰の選定結果を表4－4に示す。

表 4－4　評価対象とする鋼板組合せ堰の選定結果

堰 No.	名　称	設置床高さ (T.M.S.L.)	評価対象設備 (代表)
RB-B2F-1	原子炉建屋地下 2 階(R1R2-RDRE)通路　止水堰	-1.7m	
RB-B2F-2	原子炉建屋地下 2 階(R2R3-RERF)通路　止水堰	-1.7m	
RB-B2F-3	原子炉建屋地下 2 階(R3R4-RERF)通路　止水堰	-1.7m	
RB-B2F-4	原子炉建屋地下 2 階(R4R5-RERF)通路　止水堰	-1.7m	
RB-B2F-5	原子炉建屋地下 2 階(R5R6-RERF)通路　止水堰	-1.7m	
RB-B2F-6	原子炉建屋地下 2 階(R6R7-RDRE)通路　止水堰	-1.7m	
RB-1F-1	原子炉建屋地上 1 階(R1R2-RARB)通路　止水堰	12.3m	
RB-1F-5	原子炉建屋地上 1 階(R5R6-RARB)通路　止水堰 1	12.3m	
RB-1F-6	原子炉建屋地上 1 階(R5R6-RARB)通路　止水堰 2	12.3m	
RB-1F-8	原子炉建屋地上 1 階(R5R6-RFRG)通路　止水堰	12.3m	
RB-2F-1	原子炉建屋地上 2 階(R2R3-RFRG)通路　止水堰 1	18.1m	
RB-2F-2	原子炉建屋地上 2 階(R2R3-RFRG)通路　止水堰 2	18.1m	
RB-2F-9	原子炉建屋地上 2 階(R5R6-RCRD)通路　止水堰	18.1m	
RB-3F-3	原子炉建屋地上 3 階(R3R4-RARB)通路　止水堰	23.5m	
RB-3F-4	原子炉建屋地上 3 階(R4R5-RARB)通路　止水堰	23.5m	
RB-4F-1	原子炉建屋地上 4 階(R2R3-RARB)オペレーティングフロア　止水堰	31.7m	
RB-4F-2	原子炉建屋地上 4 階(R2R3-RDRE)オペレーティングフロア　止水堰	31.7m	○*
RB-4F-3	原子炉建屋地上 4 階(R2R3-RFRG)オペレーティングフロア　止水堰	31.7m	

注記＊：最も評価結果が厳しい評価対象部位を有する堰を選定。

4.2　荷重及び荷重の組合せ

4.2.1　荷重の組合せ

堰の評価に用いる荷重の組合せを下記に示す。

G ＋ Ss*

注記＊：耐震Ｂクラスの施設に要求される地震荷重は地震荷重(S_B)であるが，保守的な評価となるように地震荷重(Ss)を組合せる。

4.2.2　荷重

(1)　固定荷重(G)

固定荷重として堰の自重を考慮する。自重は「4.5　評価条件」に示す。

(2)　地震荷重(Ss)

地震荷重は，基準地震動Ｓｓによる荷重を考慮する。「3.　固有振動数及び設計用地震力」で設定した設計震度を用いて，次式により算定する。

Ss ＝ G ・ K

Ss　:地震荷重(kN)

G　:固定荷重(kN)

K　:設計震度

4.3　許容限界

許容限界は，「4.1　評価対象部位及び評価対象設備」にて設定している評価対象部位ごとに機能損傷モードを考慮し，短期許容応力度又は短期許容荷重とする。代表として評価する堰の許容限界を以下に示す。

4.3.1　L型鋼製堰の許容限界

(1)　鋼製板

鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，2005改定）に基づき算定した短期許容応力度を表4－5に示す。

表4－5　鋼製板の短期許容応力度

材料	短期許容応力度		
	曲げ (N/mm^2)	せん断 (N/mm^2)	組合せ (N/mm^2)
SS400	235	135	235

(2)　アンカーボルト

各種合成構造設計指針・同解説（(社) 日本建築学会，2010 改定）に基づき算定した短期許容荷重を表 4－6 に示す。

なお，引張力を受ける場合においては，アンカーボルトの降伏により決まる許容荷重とコンクリート躯体のコーン状破壊により決まる許容荷重を比較して，いずれか小さい値を採用する。せん断力を受ける場合においては，アンカーボルト母材のせん断強度より決まる許容荷重，定着したコンクリート躯体の支圧強度及びコーン状破壊により決まる許容荷重を比較して，いずれか小さい値を採用する。

表 4－6　アンカーボルトの短期許容荷重

材料	短期許容荷重	
	引張り (kN)	せん断 (kN)
SS400	12.6	4.97

4.3.2　鋼製落し込み型堰の許容限界

(1)　鋼製板

鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，2005 改定）に基づき算定した短期許容応力度を表 4－7 に示す。

表4－7　鋼製板の短期許容応力度

材料	短期許容応力度		
	曲げ (N/mm^2)	せん断 (N/mm^2)	組合せ (N/mm^2)
SS400	235	135	235

(2)　アンカーボルト

各種合成構造設計指針・同解説（(社) 日本建築学会，2010 年改定）に基づき算定した短期許容荷重を表 4－8 に示す。

なお，引張力を受ける場合においては，アンカーボルトの降伏により決まる許容荷重とコンクリート躯体のコーン状破壊により決まる許容荷重を比較して，いずれか小さい値を採用する。せん断力を受ける場合においては，アンカーボルト母材のせん断強度より決まる許容荷重，定着したコンクリート躯体の支圧強度及びコーン状破壊により決まる許容荷重を比較して，いずれか小さい値を採用する。

表 4－8　アンカーボルトの短期許容荷重

材料	短期許容荷重	
	引張り (kN)	せん断 (kN)
SS400	25.6	14.4

4.3.3　鉄筋コンクリート製堰の許容限界

(1)　コンクリート

鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説　－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，1999 改定)に基づき算定したコンクリートの短期許容応力度を表 4－9 に示す。

表 4－9　コンクリートの短期許容応力度

材料	短期許容応力度	
	圧縮 (N/mm^2)	せん断 (N/mm^2)
コンクリート	14.0	1.05

(2)　縦筋

鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説　－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，1999 改定)に基づき算定した，縦筋の短期許容荷重を表 4－10 に示す。

表 4－10　縦筋の短期許容荷重

種類	短期許容荷重	
	引張り (kN)	せん断 (kN)
SD295A	37.4	37.4

(3)　アンカーボルト，アンカー筋

各種合成構造設計指針・同解説（(社) 日本建築学会，2010 年改定）に基づき算定した短期許容荷重を表 4－11 に示す。

なお，引張力を受ける場合においては，アンカーボルトの降伏により決まる許容荷重とコンクリート躯体のコーン状破壊により決まる許容荷重を比較して，いずれか小さい値を採用する。せん断力を受ける場合においては，アンカーボルト母材のせん断強度より決まる許容荷重，定着したコンクリート躯体の支圧強度及びコーン状破壊により決まる許容荷重を比較して，いずれか小さい値を採用する。

表 4－11　アンカーボルトの短期許容荷重

材料	短期許容荷重	
	引張り (kN)	せん断 (kN)
SD295	23.9	17.3

4.3.4　鋼板組合せ堰の許容限界

(1)　止水板

鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，2005 改定）に基づき算定した短期許容応力度を表 4－12 に示す。

表 4－12　止水板の短期許容応力度

材料	短期許容応力度
	曲げ (N/mm^2)
SS400	271

(2)　梁材

鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，2005 改定）に基づき算定した短期許容応力度を表 4－13 に示す。

表4－13　梁材の短期許容応力度

材料	短期許容応力度		
	曲げ (N/mm^2)	せん断 (N/mm^2)	組合せ (N/mm^2)
SS400	235	135	235

(3)　アンカーボルト

各種合成構造設計指針・同解説（(社) 日本建築学会，2010 改定）に基づき算定した短期許容荷重を表 4－14 に示す。

なお，引張力を受ける場合においては，アンカーボルトの降伏により決まる許容荷重とコンクリート躯体のコーン状破壊により決まる許容荷重を比較して，いずれか小さい値を採用する。せん断力を受ける場合においては，アンカーボルト母材のせん断強度により決まる許容荷重，定着したコンクリート躯体の支圧強度及びコーン状破壊により決まる許容荷重を比較して，いずれか小さい値を採用する。

表 4－14　アンカーボルトの短期許容荷重

部位	材料	短期許容荷重	
		引張り (N)	せん断 (N)
床	SS400 相当（SAE 1008）	4650	9240
壁	SWCH	3540	7000

4.4　評価方法

Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき，堰の耐震評価は地震により生じる応力度及び荷重が，「4.3　許容限界」で設定した許容限界を超えないことを確認する。

4.4.1　L 型鋼製堰の評価方法

地震荷重を受けるはりモデルに置き換え，鋼製板とアンカーボルトに発生する応力を算定し，各許容限界との比較により耐震評価を行う。

(1)　応力算定

自重及び地震荷重を受ける鋼製板に生じる曲げ応力，並びにアンカーボルトに生じる引張力及びせん断力に対する確認を行うに当たり，各荷重により生じる曲げモーメント，せん断力を算定する。

L 型鋼製堰に生じる力の概念図を図 4－1，図 4－2 に示す。

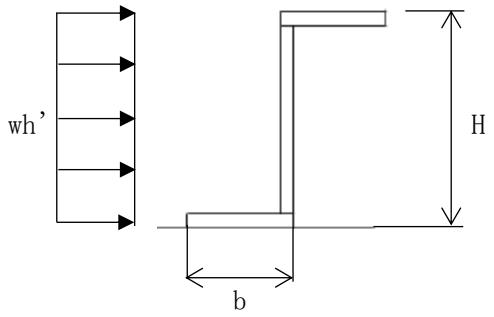


図 4－1　地震時の鋼製板に生じる力の断面概念図

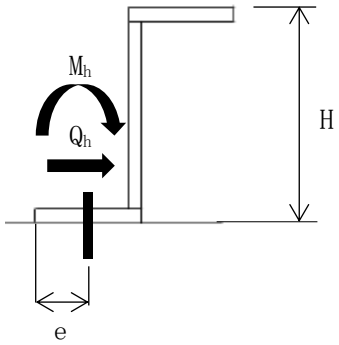


図 4－2　地震時のアンカーボルトに生じる力の断面概念図

(2)　断面検定

a.　鋼製板

(a)　水平方向地震荷重

単位長さ当りの地震時水平荷重は次式より算出する。

$$wh' = W_{PL} \cdot k_H$$

ここで，　wh'　：堰にかかる水平荷重（kN/m^2）
W_{PL}　：鋼製板の単位面積重量（kN/m^2）
k_H　：水平方向の設計震度

(b)　曲げ応力度に対する検定

鋼製板に生じる曲げ応力度は機械工学便覧に基づき次式より算出し，鋼製板の短期許容曲げ応力度を下回ることを確認する。

$$\sigma = (M_h \cdot 10^6) / Z$$
$$M_h = (wh' \cdot (H \cdot 10^{-3})^2) / 2$$

ここで，　σ　：鋼製板の曲げ応力度（N/mm^2）
M_h　：鋼製板の曲げモーメント（kN・m/m）
Z　：鋼製板の断面係数（mm^3/m）
wh'　：堰にかかる水平荷重（kN/m^2）
H　：止水堰の高さ（mm）

b. アンカーボルト

(a) 引張力に対する検定

アンカーボルトに作用する引張力を算出し，アンカーボルトの短期許容引張耐力を下回ることを確認する。

$$T = M_h / ((b - e) \cdot 10^{-3} \cdot N)$$

T ：アンカーボルトに生じる最大引張力（kN）
b ：鋼製板の折り曲げ部の幅（mm）
e ：アンカーボルトの穴縁端距離（mm）
N ：アンカーボルトの本数（本）

ここで，$M_h = w_1 \cdot k_H \cdot H / 2 \cdot 10^{-3}$
w_1 ： 堰重量（kN）

(b) せん断力に対する検定

アンカーボルトに作用するせん断力は次式より算出し，アンカーボルトの短期許容せん断荷重を下回ることを確認する。

$$q = F_H / N$$

q ：アンカーボルトに生じる最大せん断力（kN）
F_H ：設計用水平地震力（$w_1 \cdot k_H$）（kN）
w_1 ：堰重量（kN）
N ：アンカーボルトの本数（本）

(c) 引張力とせん断力の組合せに対する検定

組合せによる評価を各種合成構造設計指針・同解説（(社) 日本建築学会，2010 改定）に基づく次式により算出し，1 以下であることを確認する。

$$(T/Ta)^2 + (q/Qa)^2 \leqq 1$$

T ：アンカーボルトに生じる最大引張力（kN）
Ta ：アンカーボルトに生じる引張りに対する短期許容耐力（kN）
q ：アンカーボルトに生じる最大せん断力（kN）
Qa ：アンカーボルトに生じるせん断に対する短期許容耐力（kN）

4.4.2　鋼製落し込み型堰の評価方法

地震荷重を受けるはりモデルに置き換え，鋼製板及びアンカーボルトに発生する応力を算定し，各許容限界との比較により耐震評価を行う。

(1)　応力算定

自重及び地震荷重を受ける鋼製板及びアンカーボルトに対する確認を行うに当たり，各荷重により生じる応力を算定する。

鋼製落し込み型堰に生じる力の概念図を図 4－3 及び図 4－4 に示す。

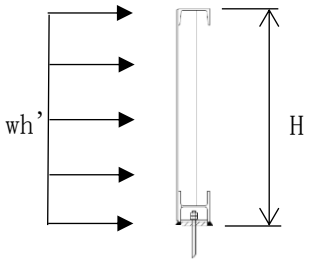


図 4－3　地震時の鋼製板に生じる力の断面概念図

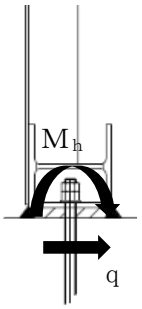


図 4－4　地震時のアンカーボルトに生じる力の断面概念図

(2) 断面検定

a. 鋼製板

(a) 曲げ応力度に対する検定

鋼製板に生じる曲げ応力度は機械工学便覧に基づき次式より算出し，鋼製板の短期許容曲げ応力度を下回ることを確認する。

$$wh' = W_{PL} \cdot k_H$$

ここで，　wh'　:堰にかかる水平荷重（kN/m^2）
　　W_{PL}　:鋼製板の単位面積重量（kN/m^2）

$$\sigma = (M_h \cdot 10^6) / Z$$
$$M_h = (wh' \cdot (H \cdot 10^{-3})^2) / 2$$

ここで，　σ　:鋼製板の曲げ応力度（N/mm^2）
　　M_h　:鋼製板の曲げモーメント（kN・m/m）
　　Z　:鋼製板の断面係数（mm^3/m）
　　wh'　:堰にかかる水平荷重（kN/m^2）
　　H　:止水堰の高さ（mm）

b. アンカーボルト

(a) 引張力に対する検定

アンカーボルトに作用する引張力を算出し,アンカーボルトの短期許容引張耐力を下回ることを確認する。

$$T = M_h / ((b - e) \cdot 10^{-3} \cdot N)$$

ここで，　T　:アンカーボルトに生じる最大引張力（kN）
　　b　:鋼製板の折り曲げ部の幅（mm）
　　e　:アンカーボルトの穴縁端距離（mm）
　　N　:アンカーボルトの本数（本）

(b)　せん断力に対する検定

アンカーボルトに作用するせん断力は次式より算出し，アンカーボルトの短期許容せん断耐力を下回ることを確認する。

$$q = F_H / N$$

ここで，　F_H　：設計用水平地震力（ w_1 ・ k_H ）（kN）
　　N　：アンカーボルトの本数（本）

(c)　引張力とせん断力の組合せに対する検定

組合せによる評価を「各種合成構造設計指針・同解説」（(社) 日本建築学会，2010 改定に基づく次式により算出し，1 以下であることを確認する。

$$(T/Ta)^2 + (q/Q_a)^2 \leqq 1$$

ここで，　T　：アンカーボルトに生じる最大引張力（kN）
　　T_a　：アンカーボルトに生じる引張に対する短期許容耐力（kN）
　　q　：アンカーボルトに生じる最大せん断力（kN）
　　Q_a　：アンカーボルトに生じるせん断に対する短期許容耐力（kN）

4.4.3　鉄筋コンクリート製堰の評価方法

鉄筋コンクリート製堰に生じる応力は，地震荷重を受ける片持ちはりとして，既存躯体との接合部に生じる圧縮力及びせん断力を算定し，鉄筋に生じる引張力及びせん断力並びにコンクリートに生じるせん断力及び圧縮力に対する確認を行う。

また，鉄筋に生じる引張力に対する確認においては，鉄筋コンクリート製堰の自重による鉛直上向きの地震荷重を組み合わせるものとする。

(1)　応力算定

自重及び地震荷重を受けるアンカーボルト，アンカー筋，コンクリート及び縦筋に対する確認を行うに当たり，各荷重により生じる応力を次式により算定する。

鉄筋コンクリート製堰に生じる力の概念図を図 4－5 及び図 4－6 に示す。

また，鉄筋コンクリート製堰のうち階段状の堰について，縦筋とアンカーボルトに生じる力の概念図を図 4－7，図 4－8 に示す。

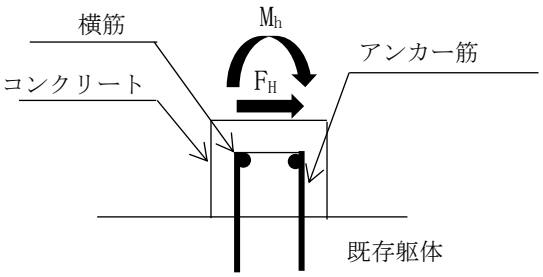


図 4－5　地震時の鉄筋コンクリート製堰に生じる力の断面概念図（矩形の堰）

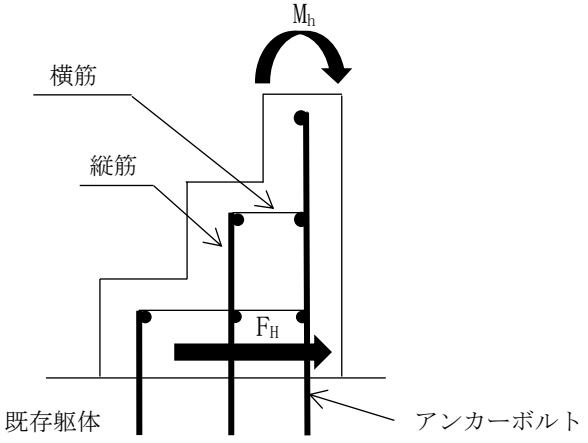
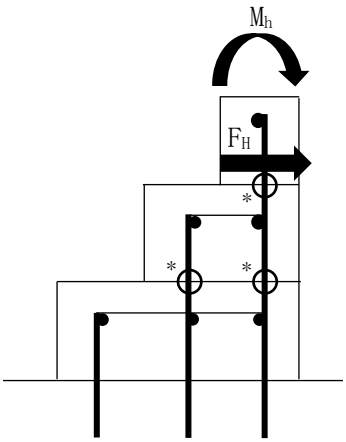
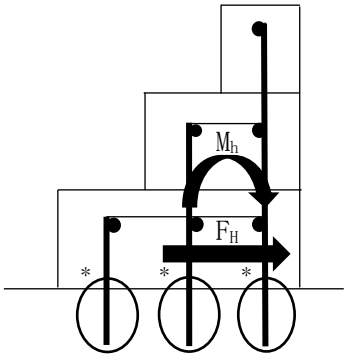


図 4－6　地震時の鉄筋コンクリート製堰に生じる力の断面概念図（階段状の堰）



注記＊：縦筋の評価対象部位を示し，
評価においては各評価対象部位よりも
上にある堰の重量を見込むものとする。

図 4－7　地震時の縦筋に生じる力の断面概念図



注記＊：アンカーボルトの評価対象部位を示し，
評価においては各評価対象部位よりも
上にある堰の重量を見込むものとする。

図 4－8　地震時のアンカーボルトに生じる力の断面概念図

(2) 断面検定

a. アンカーボルト及びアンカー筋

(a) 引張力に対する検定

アンカーボルト及びアンカー筋に作用する引張力を算出し，アンカーボルト及びアンカー筋の短期許容引張荷重を下回ることを確認する。

$$T = (F_V + (M_h \cdot L) / b') / N$$

ここで，
- T :アンカーボルト及びアンカー筋に生じる最大引張力（kN）
- F_V :設計用鉛直地震力（$w_1 \cdot k_V$）（kN）
- w_1 :堰重量（kN）
- N :アンカーボルト及びアンカー筋の本数（本）
- b' :アンカーボルト及びアンカー筋の重心位置から躯体端部までの距離（mm）
- M_h :鉄筋コンクリート製堰の曲げモーメント（kN・m/m）

(b) せん断力に対する検定

アンカーボルト及びアンカー筋に作用するせん断力は次式より算出し，アンカーボルト及びアンカー筋の短期許容せん断荷重を下回ることを確認する。

$$q = F_H / N$$

ここで，
- q :アンカーボルト及びアンカー筋に生じる最大せん断力（kN）
- F_H :設計用水平地震力（$w_1 \cdot k_H$）（kN）
- N :アンカーボルト及びアンカー筋の本数（本）

(c) 引張力とせん断力の組合せに対する検定

組合せによる評価を各種合成構造設計指針・同解説（(社) 日本建築学会，2010改定）に基づく次式により算出し，1以下であることを確認する。

$$(T / Ta)^2 + (q / Qa)^2 \leqq 1$$

ここで，
- Ta :アンカーボルト及びアンカー筋に生じる引張りに対する短期許容耐力（kN）
- Qa :アンカーボルト及びアンカー筋に生じるせん断に対する短期許容耐力（kN）

b. 縦筋

(a) 引張力に対する検定

縦筋に作用する引張力は堰の自重による鉛直上向きの地震荷重により算出し，縦筋に生じる引張力が短期許容引張耐力を下回ることを確認する。

$$T = (F_V + (M_h \cdot L) / b') / N$$

ここで，

T	：	縦筋に生じる最大引張力（kN）
F_V	：	設計用鉛直地震力（$w_1 \cdot k_V$）（kN）
w_1	：	堰重量（kN）
M_h	：	鉄筋コンクリート製堰の曲げモーメント（kN・m/m）
N	：	縦筋本数（本）
b'	：	縦筋の重心位置から躯体端部までの距離（mm）

(b) せん断力に対する検定

縦筋に作用するせん断力により，縦筋に生じるせん断力が短期許容せん断耐力を下回ることを確認する。

$$q = F_H / N$$

ここで，

q	：	縦筋に生じる最大せん断力（kN）
F_H	：	設計用水平地震力（$w_1 \cdot k_H$）（kN）
N	：	縦筋の本数（本）

(c) 引張力とせん断力の組合せに対する検定

組合せによる評価を各種合成構造設計指針・同解説（(社) 日本建築学会，2010 改定）に基づく次式により算出し，1 以下であることを確認する。

$$(T / Ta)^2 + (q / Qa)^2 \leqq 1$$

ここで，

Ta	：	縦筋に生じる引張りに対する短期許容耐力（kN）
Qa	：	縦筋に生じるせん断に対する短期許容耐力（kN）

c.　堰底部のコンクリート

(a)　せん断力に対する検定

堰底部に生じるせん断力が短期許容せん断荷重を下回ることを確認する。

$$\tau' = (F_H \cdot 10^3) / (L \cdot t)$$

ここで,　τ'　:堰底部のコンクリートの最大せん断応力度（N/mm^2）

F_H　:設計用水平地震力（$w_1 \cdot k_H$）（kN）

L　:堰全長（mm）

t　:堰厚さ（mm）

(b)　圧縮力に対する検定

堰に生じる曲げモーメントによりコンクリートの圧縮縁に生じる応力度が短期許容圧荷重を下回ることを確認する。

$$\sigma_c = (w_1 + F_V) \cdot 10^3 / (L \cdot t) + (M_h \cdot 10^6) / Z$$

ここで,　σ_c　:コンクリートの最大圧縮応力度（N/mm^2）

w_1　:堰自重（kN）

L　:堰全長（mm）

t　:堰厚さ（mm）

Z　:鉄筋コンクリート製堰の断面係数（mm^3/m）

4.4.4　鋼板組合せ堰の評価方法

地震荷重（水平方向及び鉛直方向）を受ける平板モデル，はりモデル及び機器モデルに置き換え，止水板，梁材，柱材，ベースプレート及びアンカーボルトに発生する応力を算定し，各許容限界との比較により耐震評価を行う。

(1)　応力算定

地震荷重（水平方向及び鉛直方向）を受ける止水板，梁材，柱材，ベースプレートに生じる曲げ応力度，せん断応力度，並びにアンカーボルトに生じる引張力及びせん断力に対する確認を行うに当たり，各荷重により生じる曲げ応力度，せん断応力度を算定する。

鋼板組合せ堰に生じる力の概念図を図 4－9～図 4－13 に示す。

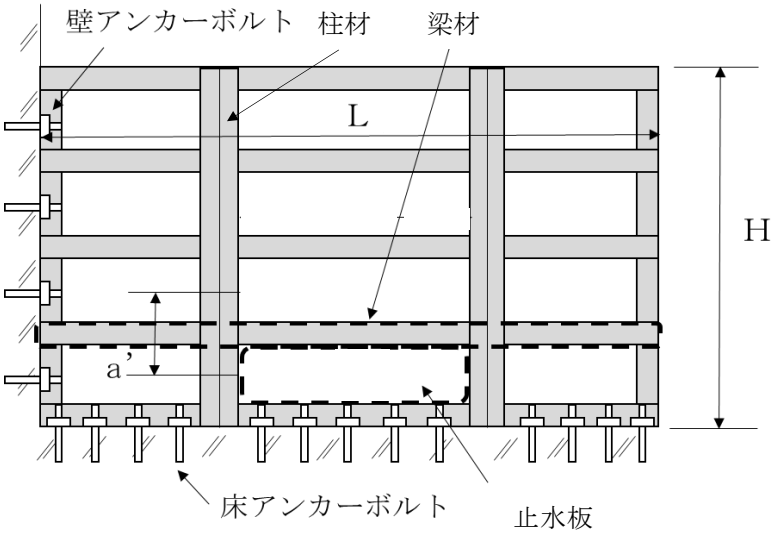


図 4－9　鋼板組合せ堰の断面概念図

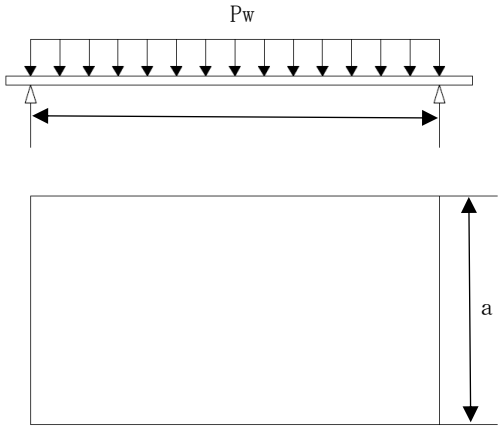


図 4－10　地震時の止水板に生じる力の断面概念図（等分布荷重，4 辺支持）

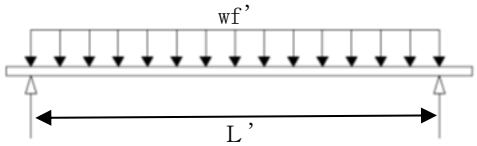


図 4－11　地震時の梁材に生じる力の断面概念図（等分布荷重，両端支持）

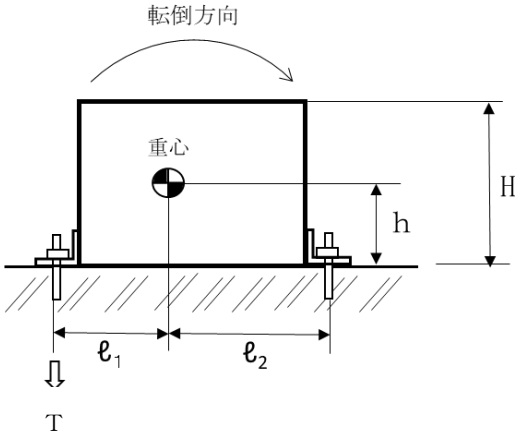


図 4－12　地震時のアンカーボルトに生じる力の断面概念図（横転倒）

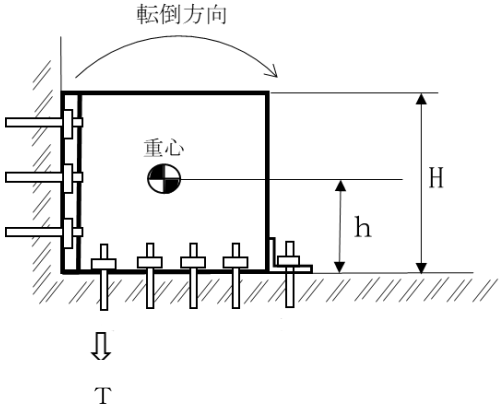


図 4－13　地震時のアンカーボルトに生じる力の断面概念図（前後転倒）

(2) 断面検定

a. 止水板

(a) 地震荷重による分布荷重

単位長さ当りの地震荷重による分布荷重は，次式より算出する。

$$Pw = \rho_{ss} \cdot g \cdot t \cdot k_H \cdot 10^{-9}$$

Pw ：地震荷重による分布荷重（N/mm^2）
ρ_{ss} ：止水板の密度（kg/m^3）
g ：重力加速度（m/s^2）
t ：止水板の板厚（mm）
k_H ：水平方向の設計震度

(b) 曲げ応力度に対する検定

止水板に生じる曲げ応力度は機械工学便覧に基づき次式より算出し，止水板の短期許容曲げ応力度を下回ることを確認する。なお，止水板の縦，横方向の長辺方向に対する曲げ応力度を確認する。

$$\sigma_\rho = \beta \cdot Pw \cdot a^2 / t^2$$

σ_ρ ：止水板の曲げ応力度（N/mm^2）
β ：長方形板の応力係数（β＝0.75）
Pw ：地震荷重による分布荷重（N/mm^2）
a ：止水板の長辺方向の幅（mm）
t ：止水板の板厚（mm）

b. 梁材

(a) 地震荷重による分布荷重

単位長さ当りの地震時水平荷重は止水板と梁材に作用する地震力を考慮して次式より算出する。

$$wf' = W_1 \cdot a' / H / (L + 2 \cdot B) \cdot k_H$$

wf’　　:梁材の単位長さ当りの水平荷重（N/mm）
W_1　　:止水堰の重量（N）
a’　　:梁材1本あたりが負担する止水板の幅（mm）
H　　:止水堰の高さ，または溢水評価水位を上回る水位（mm）
L　　:止水堰の正面全幅（mm）
B　　:止水堰の側面全幅（mm）

(b)　曲げ応力度に対する検定

梁材に生じる曲げ応力度は機械工学便覧に基づき次式より算出し，梁材の短期許容曲げ応力度を下回ることを確認する。

$$\sigma_f = M_f / Z$$
$$M_f = (wf' \cdot L'^2) / 8$$

σ_f　:梁材の曲げ応力度（N/mm^2）
M_f　:梁材の曲げモーメント（N・mm）
Z　:梁材の断面係数（mm^3）
wf’　:梁材の単位長さ当りの水平荷重（N/mm）
L’　:評価する梁材の長さ（mm）

(c)　せん断応力度に対する検定

梁材に生じるせん断応力度は機械工学便覧に基づき次式より算出し，梁材の短期許容せん断応力度を下回ることを確認する。

$$\tau_f = Q_f / As$$
$$Q_f = (wf' \cdot L') / 2$$

τ_f　:梁材のせん断応力度（N/mm^2）
Q_f　:梁材の発生せん断力（N）
As　:梁材のせん断断面積（mm^2）
wf’　:梁材の単位長さ当りの水平荷重（N/mm）
L’　:評価する梁材の長さ（mm）

(d)　曲げ応力度とせん断応力度の組合せに対する検定

梁材に生じる曲げ応力度とせん断応力度の組合せ応力度を鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，2005 年改定）に基づく次式により算定し，梁材の短期許容組合せ応力度を下回ることを確認する。

$$\sigma_{ef}=\sqrt{\sigma_f{}^2+3\cdot\tau_f{}^2}$$

σ_{ef}　:梁材の組合せ応力度（N/mm^2）
σ_f　:梁材の曲げ応力度（N/mm^2）
τ_f　:梁材のせん断応力度（N/mm^2）

c.　柱材

(a)　地震荷重による分布荷重

単位長さ当りの地震時水平荷重は止水板と柱材に作用する地震力を考慮して次式より算出する。

$$W_{f2}' = W_1 \cdot L_1' / H / (L + 2 \cdot B) \cdot k_H$$

W_{f2}'　:柱材の単位長さ当りの水平荷重（N/mm）
W_1　:止水堰の重量（N）
L_1'　:柱材1本あたりが負担する柱材及び止水板の幅（mm）
H　:止水堰の高さ，または溢水評価水位を上回る水位（mm）
L　:止水堰の正面全幅（mm）
B　:止水堰の側面全幅（mm）
k_H　:水平方向の設計震度

(b)　曲げ応力度に対する検定

柱材に生じる曲げ応力度は機械工学便覧に基づき次式より算出し，柱材の短期許容曲げ応力度を下回ることを確認する。

$$\sigma_Y = M_Y / Z_Y$$
$$M_Y = (W_{f2}' \cdot H^2) / 2$$

σ_Y　:柱材の曲げ応力度（N/mm^2）
M_Y　:柱材の曲げモーメント（N・mm）
Z_Y　:柱材の断面係数（mm^3）
W_{f2}'　:柱材の単位長さ当りの水平荷重（N/mm）
H　:止水堰の高さ，または溢水評価水位を上回る水位（mm）

(c)　せん断応力度に対する検定

柱材に生じるせん断応力度は機械工学便覧に基づき次式より算出し，柱材の短期許容せん断応力度を下回ることを確認する。

$$\tau_Y = Q_Y / A_Y$$
$$Q_Y = W_{f2}' \cdot H$$

τ_Y　:柱材のせん断応力度（N/mm^2）
Q_Y　:柱材の発生せん断力（N）
A_Y　:柱材のせん断断面積（mm^2）
W_{f2}'　:柱材の単位長さ当りの水平荷重（N/mm）
H　:止水堰の高さ，または溢水評価水位を上回る水位（mm）

(d)　曲げ応力度とせん断応力度の組合せに対する検定

梁材に生じる曲げ応力度とせん断応力度の組合せ応力度を鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社) 日本建築学会，2005 年改定）に基づく次式により算定し，梁材の短期許容組合せ応力度を下回ることを確認する。

$$\sigma_{eY} = \sqrt{\sigma_Y^2 + 3 \cdot \tau_Y^2}$$

σ_{eY}　:柱材の組合せ応力度（N/mm^2）
σ_Y　:柱材の曲げ応力度（N/mm^2）
τ_Y　:柱材のせん断応力度（N/mm^2）

d. アンカーボルト

(a) 引張力に対する検定

前面への転倒と側面への転倒を仮定して，大きい方をアンカーボルトに作用する引張力として算出し，アンカーボルトの短期許容引張荷重を下回ることを確認する。

前面方向の水平荷重は壁及び壁側アンカーボルトが負担するため，床側アンカーボルトには転倒モーメントによる引張力は発生しないが，保守的に壁側アンカーボルトが負担しないものと考えて止水堰前面への転倒を仮定して，床側アンカーボルトの転倒モーメントによる引張力を算出する。

側面方向の水平荷重は保守的に壁側アンカーボルトが負担しないものと考えて，止水堰側面への転倒を仮定して，アンカーボルトの発生引張力を算出する。

$$T = (k_H \cdot W_1 \cdot h + (k_V - 1) \cdot W_1 \cdot \ell_2) \ / \ n_t \ / \ (\ell_1 + \ell_2) \quad \text{ただし，} \ell_2 \geqq \ell_1$$

T	：	床側アンカーボルト発生引張力（N）
k_H	：	水平方向の設計震度
k_V	：	鉛直方向の設計震度
W_1	：	止水堰の重量（N）
h	：	止水堰の重心高さ（mm）
n_t	：	引張を受ける床側アンカーボルト本数（本）
ℓ_1	：	重心とボルト間の水平距離（mm）
ℓ_2	：	重心とボルト間の水平距離（mm）

(b)　せん断力に対する検定

アンカーボルトに作用するせん断力は次式より算出し，アンカーボルトの短期許容せん断荷重を下回ることを確認する。

前面方向の水平荷重は保守的に壁側アンカーボルトが引張で負担しないものと考え，床側アンカーボルトにせん断が発生すると仮定してアンカーボルトの発生せん断力を算出し，アンカーボルトの許容せん断荷重を下回ることを確認する。

$$q = (W_1 \cdot k_H) / N_t$$

q　:床側アンカーボルト発生せん断力（N）
W_1　:止水堰の重量（N）
k_H　:水平方向の設計震度
N_t　:せん断を受ける床側アンカーボルト本数（本）

側面方向の水平荷重は床・壁側アンカーボルト全数でせん断力を負担するものと仮定して壁側アンカーボルトの発生せん断力を算出し，アンカーボルトの許容せん断荷重を下回ることを確認する。

$$q = (W_1 \cdot k_H) / (N_t + N_w)$$

q　:壁側アンカーボルト発生せん断力（N）
W_1　:止水堰の重量（N）
k_H　:水平方向の設計震度
N_t　:せん断を受ける床側アンカーボルト本数（本）
N_w　:せん断を受ける壁側アンカーボルト本数（本）

(c)　引張力とせん断力の組合せに対する検定

組合せによる評価は各種合成構造設計指針・同解説（(社) 日本建築学会，2010 年改定）に基づく次式により算出し，1 以下であることを確認する。

$$(T / Ta)^2 + (q / Qa)^2 \leqq 1$$

T　:アンカーボルトの発生引張力（N）
Ta　:アンカーボルトの引張りに対する短期許容荷重（N）
q　:アンカーボルトの発生せん断力（N）
Qa　:アンカーボルトのせん断に対する短期許容荷重（N）

4.5　評価条件

L型鋼製堰の耐震評価に用いる入力値を表4－16に，鋼製落し込み型堰の耐震評価に用いる入力値を表4－17に，鉄筋コンクリート製堰の耐震評価に用いる入力値を表4－18に，鋼板組合せ堰の耐震評価に用いる入力値を表4－19に示す。

表4－16　L型鋼製堰の耐震評価に用いる入力値

記号	単位	堰No.	TB-1F-10
		定義	数値
W_{PL}	kN/m^2	鋼製板の単位面積重量	0.462
Z	mm^3/m	鋼製板の断面係数	6.000×10^3
H	mm	止水堰の高さ	409
b	mm	鋼製板の折り曲げ部の幅	100
e	mm	アンカーボルトの穴縁端距離	40
N	本	アンカーボルトの本数	7
w_1	kN	堰重量	3.22
k_H	－	水平方向の設計震度	1.02

表4－17　鋼製落し込み型堰の耐震評価に用いる入力値

記号	単位	堰No.	TB-1F-8
		定義	数値
Z	mm^3/m	断面係数	6.000×10^3
H	mm	止水堰の高さ	1320
N	本	アンカーボルトの本数	6
w_1	kN	堰重量	10.1
k_H	－	水平方向の設計震度	1.02

表4－18　鉄筋コンクリート製堰の耐震評価に用いる入力値

記号	単位	堰No.	TB-1F-9
		定義	数値
Z	mm^3/m	断面係数	9.375×10^7
b’	mm	アンカーボルトの重心位置から躯体端部までの距離	375
N	本/m	アンカーボルトの本数	5
w_1	kN	堰重量	11.3
k_H	－	水平方向の設計震度	1.02
k_V	－	鉛直方向の設計震度	0.786
L	mm	堰全長	2100
t	mm	堰厚さ	750

表 4－19　鋼板組合せ堰の耐震評価に用いる入力値

記号	単位	堰 No.	RB-4F-2
		定義	数値
ρ_{ss}	kg/m^3	止水板の密度	7.85×10^3
g	m/s^2	重力加速度	9.80665
k_H	－	水平方向の設計震度	1.36
k_V	－	鉛直方向の設計震度	0.984
H	mm	止水堰の高さ，または溢水評価水位を上回る水位	1500
L	mm	止水堰の正面全幅	5050
B	mm	止水堰の側面全幅	0
W_1	N	止水堰の重量	7780
t	mm	止水板の板厚	3.2
a	mm	止水板の長辺方向の幅	280
β	－	長方形板の応力係数	0.75
L’	mm	評価する梁材の長さ	2285
Z	mm^3	梁材の断面係数	67800
As	mm^2	梁材のせん断断面積	750
a’	mm	梁材１本当りが負担する止水板の幅	352.5
L_1’	mm	柱材１本あたりが負担する柱材及び止水板の幅	－
Z_Y	mm^3	柱材の断面係数	－
A_Y	mm^2	柱材のせん断断面積	－
n_t	mm	引張を受ける床側アンカーボルトの本数	6
h	mm	止水堰の重心高さ	750
ℓ_1	mm	重心とボルト間の水平距離	385.8
ℓ_2	mm	重心とボルト間の水平距離	814.2
N_t	本	せん断を受ける床側アンカーボルト本数	42
N_w	本	せん断を受ける壁側アンカーボルト本数	24

5. 評価結果

L型鋼製堰の耐震評価結果を表5－1に，鋼製落し込み型堰の耐震評価結果を表5－2に，鉄筋コンクリート製堰の耐震評価結果を表5－3に，鋼板組合せ堰の耐震評価結果を表5－4に示す。発生値は許容限界値以下であり，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して，溢水伝播を防止する機能を維持するために，十分な構造強度を有することを確認した。

表 5－1　L 型鋼製堰の耐震評価結果

堰No.	評価対象部位		発生値 (荷重又は発生応力度)		許容限界		検定値
TB-1F-10	鋼製板	曲げ	6.67	N/mm^2	235	N/mm^2	0.03＜1.0
	アンカーボルト	引張り	1.62	kN	12.6	kN	0.13＜1.0
		せん断	0.469	kN	4.97	kN	0.10＜1.0
		組合せ	－	－	－	－	0.03＜1.0

表5－2　鋼製落し込み型堰の耐震評価結果

堰No.	評価対象部位		発生値 (荷重又は発生応力度)		許容限界		検定値
TB-1F-8	鋼製板	曲げ	30.0	N/mm^2	235	N/mm^2	0.13＜1.0
	アンカーボルト	引張り	10.7	kN	25.6	kN	0.42＜1.0
		せん断	1.71	kN	14.4	kN	0.12＜1.0
		組合せ	－	－	－	－	0.20＜1.0

表5－3　鉄筋コンクリート製堰の耐震評価結果

堰No.	評価対象部位		発生値 (荷重または発生応力度)		許容限界		検定値
TB-1F-9	アンカーボルト 及び アンカー筋	引張り	1.52	kN	23.9	kN	0.07＜1.0
		せん断	1.10	kN	17.3	kN	0.07＜1.0
		組合せ	－	－	－	－	0.01＜1.0
	縦筋	引張り	1.52	kN	37.4	kN	0.05＜1.0
		せん断	1.11	kN	37.4	kN	0.03＜1.0
		組合せ	－	－	－	－	0.01＜1.0
	堰底部の コンクリート	せん断	2.21×10^{-2}	N/mm^2	1.05	N/mm^2	0.03＜1.0
		圧縮	0.121	N/mm^2	14.0	N/mm^2	0.01＜1.0

表 5－4　鋼板組合せ堰の耐震評価結果

堰 No.	評価対象部位		発生値 （荷重または発生応力度）		許容限界		検定値
RB-4F-2	止水板	曲げ	2	N/㎟	271	N/㎟	0.01＜1.0
	梁材	曲げ	5	N/㎟	235	N/㎟	0.03＜1.0
		せん断	1	N/㎟	135	N/㎟	0.01＜1.0
		組合せ	6	N/㎟	235	N/㎟	0.03＜1.0
	柱材	曲げ	—	N/㎟	—	N/㎟	—＜1.0
		せん断	—	N/㎟	—	N/㎟	—＜1.0
		組合せ	—	N/㎟	—	N/㎟	—＜1.0
	アンカーボルト（床）	引張り	1088	N	4650	N	0.24＜1.0
		せん断	251.9	N	9240	N	0.03＜1.0
		組合せ	—	—	—	—	0.06＜1.0
	アンカーボルト（壁）	せん断	160.3	N	7000	N	0.03＜1.0

Ⅴ-2-10-2-4　その他の浸水防護施設の耐震性についての計算書

Ⅴ-2-10-2-4-1 床ドレンライン浸水防止治具の耐震性についての計算書

目次

1. 概要 1
2. 一般事項 2
2.1 配置概要 2
2.2 構造計画 3
2.3 評価方針 7
2.4 適用基準 13
2.5 記号の説明 14
3. 評価部位 19
4. 固有周期 23
4.1 固有周期の計算方法 23
4.2 固有周期の計算条件 29
4.3 固有周期の計算結果 33
5. 構造強度評価 35
5.1 構造強度評価方法 35
5.2 荷重及び荷重の組合せ 36
5.3 許容限界 39
5.4 設計用地震力 42
5.5 計算方法 44
5.6 計算条件 52
6. 機能維持評価 58
6.1 機能維持評価方法 58
7. 評価結果 59

1. 概要

本資料は，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に基づき，浸水防護施設のうち床ドレンライン浸水防止治具が設計用地震力に対して，主要な構造部材が十分な構造健全性を有することを確認するものである。評価は，床ドレンライン浸水防止治具の固有値解析，応力評価，機能維持評価及び構造健全性評価により行う。

床ドレンライン浸水防止治具は，浸水防護施設としてSクラス及びCクラス施設に分類される。以下，浸水防護施設としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 配置概要

床ドレンライン浸水防止治具の設置位置を表2－1に示す。

表2－1 床ドレンライン浸水防止治具の設置位置

機器名称	建屋*	設置階	高さ(㎜)
床ドレンライン浸水防止治具	原子炉建屋	地下３階	T.M.S.L.－8200
		地下２階	T.M.S.L.－1700
		地下１階	T.M.S.L.＋4800
	タービン建屋	地下２階	T.M.S.L.－5100
		地下中２階	T.M.S.L.－1100
		地下１階	T.M.S.L.＋4900
	コントロール建屋	地下２階	T.M.S.L.－2700
		地下中２階	T.M.S.L.＋1000
	廃棄物処理建屋	地下３階	T.M.S.L.－6100
		地下１階	T.M.S.L.＋6500

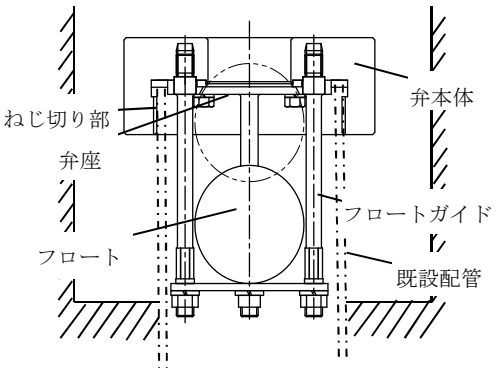
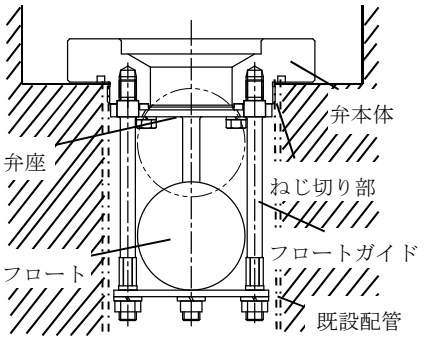
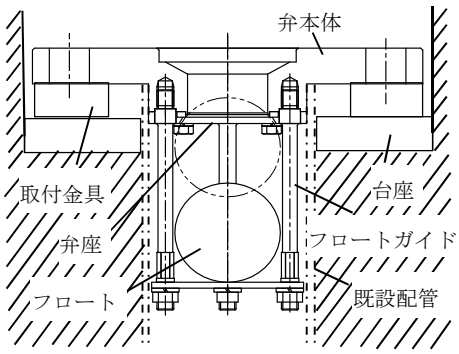
注記＊：建屋外周エリアを含む

2.2　構造計画

(1)　フロート式治具

フロート式治具は，フロート式の浸水防止治具であり，配管内で逆流が発生するとフロートが押上げられ，弁座に密着することで止水する。フロート式治具の構造計画を表2－2に示す。

表2－2　構造計画

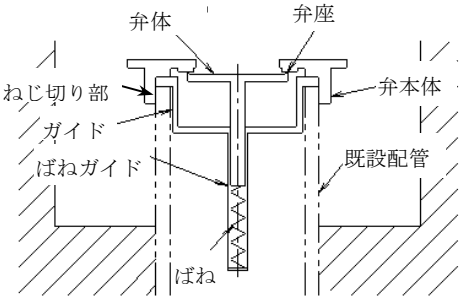
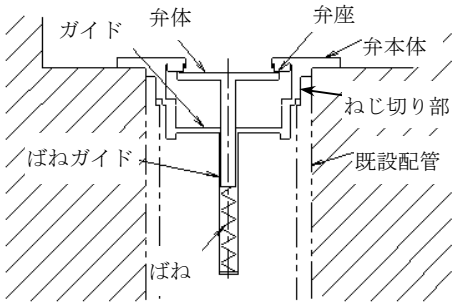
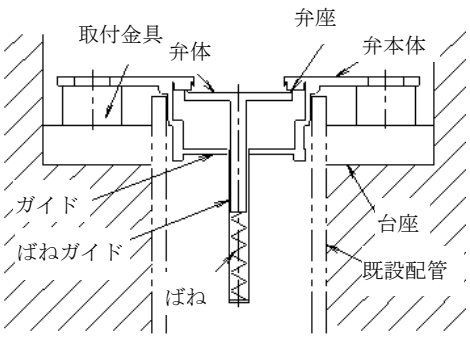
設備名称	計画の概要			概略構造図
	型式	主体構造	支持構造	
フロート式治具	外ねじ取付型	弁座を含む弁本体，弁体であるフロート及びフロートを弁座に導くフロートガイドで構成する。	配管のねじ切り部に直接ねじ込み固定とする。	
	内ねじ取付型			
	フランジ取付型		台座と取付金具を接着剤で固定し，弁本体フランジと取付金具をボルトで固定する。	

K7 ①V-2-10-2-4-1 R1

(2)　スプリング式治具

スプリング式治具は，スプリング式の浸水防止治具であり，ばね圧により常時弁体が弁座に密着している。配管内で逆流が発生すると，弁体の下方からの圧力が加わり，弁体と弁座の密着が維持されることで止水する。スプリング式治具の構造計画を表2－3に示す。

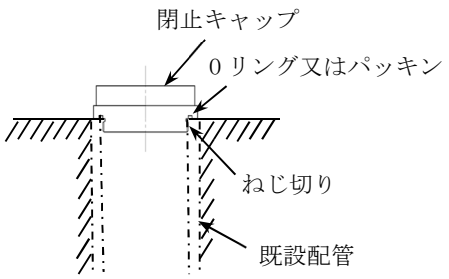
表2－3　構造計画

設備名称	計画の概要			概略構造図
	型式	主体構造	支持構造	
スプリング式治具	外ねじ取付型	弁座を含む弁本体及び弁体並びに弁体を弁座に導くガイドで構成する。	配管のねじ切り部に直接ねじ込み固定とする。	
	内ねじ取付型			
	フランジ取付型		台座と取付金具を接着剤で固定し，弁本体フランジと取付金具をボルトで固定する。	

(3)　閉止キャップ

閉止キャップは，配管に蓋をすることで配管内の順流及び逆流を止水する。閉止キャップの構造計画を表2－4に示す。

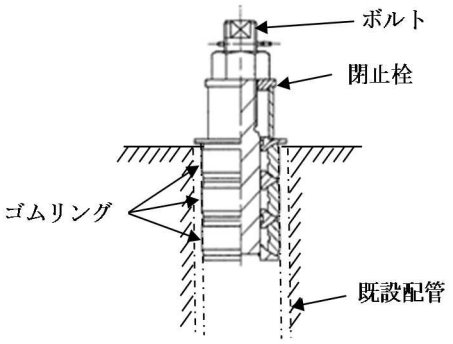
表2－4　構造計画

設備名称	計画の概要		概略構造図
	主体構造	支持構造	
閉止 キャップ	閉止キャップで構成する。	配管にねじ込み固定する。	

(4)　閉止栓

閉止栓は，配管に蓋をすることで配管内の順流及び逆流を止水する。閉止栓の構造計画を表2－5に示す。

表2－5　構造計画

設備名称	計画の概要		概略構造図
	主体構造	支持構造	
閉止栓	閉止栓で構成する。	ゴムの圧着により固定する。	

2.3　評価方針

(1)　フロート式治具

フロート式治具の耐震評価は，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，「2.2　構造計画」に示すフロート式治具の構造を踏まえ，「3.　評価部位」にて設定する評価部位において，「4.　固有周期」にて算出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，フロート式治具の機能維持評価は，フロート式治具の固有周期を考慮して機能維持評価用加速度を設定し，設定した機能維持評価用加速度が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。さらに，構造健全性評価により耐震評価を実施する評価部位については，フロート式治具の機能維持評価結果に基づき構造健全性を確認することで実施する。応力評価，機能維持評価及び構造健全性評価の評価結果を「7.　評価結果」にて確認する。

なお，機能確認済加速度には，正弦波加振試験において，止水性の機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。

耐震評価フローを図2－1に示す。

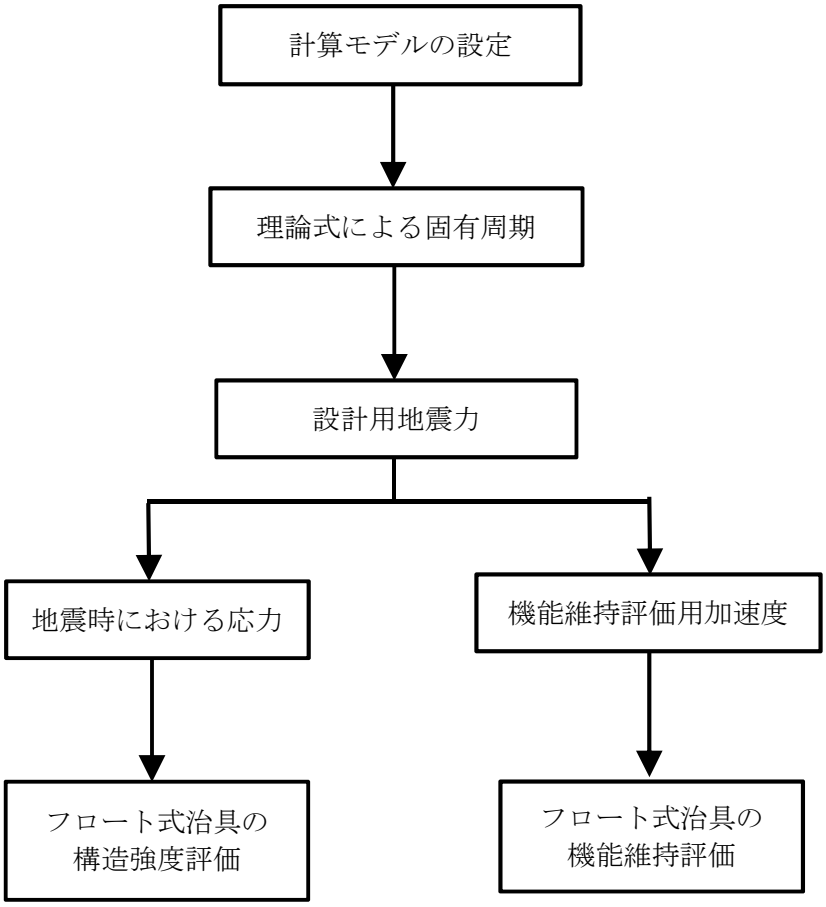


図2－1　耐震評価フロー（フロート式治具）

(2)　スプリング式治具

スプリング式治具の耐震評価は，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，「2.2　構造計画」に示すスプリング式治具の構造を踏まえ，「3.　評価部位」にて設定する評価部位において，「4.　固有周期」にて算出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，スプリング式治具の機能維持評価は，スプリング式治具の固有周期を考慮して機能維持評価用加速度を設定し，設定した機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを「6.　機能維持評価」に示す方法にて確認することで実施する。さらに，構造健全性評価により耐震評価を実施する評価部位については，スプリング式治具の機能維持評価結果に基づき構造健全性を確認することで実施する。応力評価，機能維持評価及び構造健全性評価の評価結果を「7.　評価結果」にて確認する。

なお，機能確認済加速度には，正弦波加振試験において，止水性の機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。

耐震評価フローを図2－2に示す。

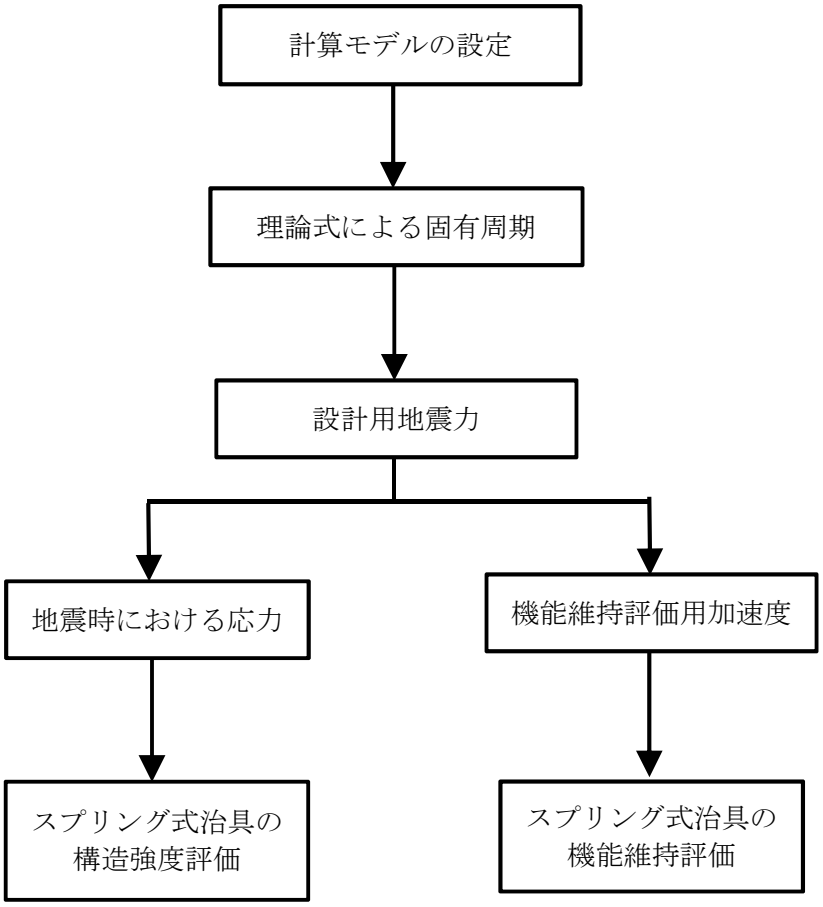


図2－2　耐震評価フロー（スプリング式治具）

(3)　閉止キャップ

閉止キャップの機能維持評価は,閉止キャップの固有周期を考慮して機能維持評価用加速度を設定し，設定した機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを「6.　機能維持評価」に示す。さらに，構造健全性評価により耐震評価を実施する評価部位については，機能維持評価結果に基づき構造健全性を確認し，機能維持評価及び構造健全性評価の評価結果を「7.　評価結果」にて確認する。

なお，機能確認済加速度には，正弦波加振試験において，止水性の機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。

耐震評価フローを図2－3に示す。

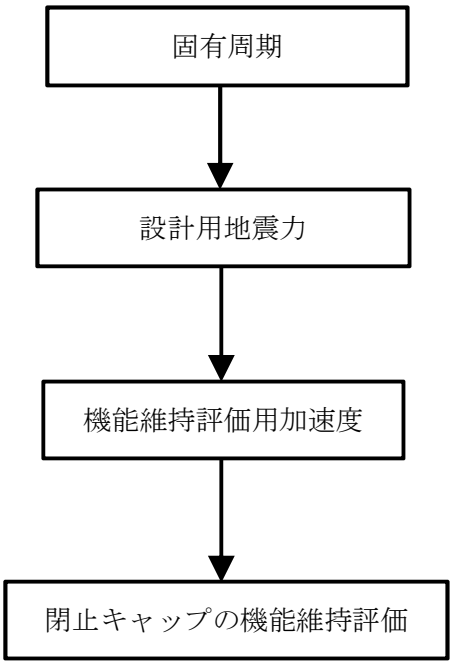


図2－3　耐震評価フロー（閉止キャップ）

(4)　閉止栓

閉止栓の機能維持評価は，閉止栓の固有周期を考慮して機能維持評価用加速度を設定し，設定した機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを「6.　機能維持評価」に示す。さらに，構造健全性評価により耐震評価を実施する評価部位については，機能維持評価結果に基づき構造健全性を確認し，機能維持評価及び構造健全性評価の評価結果を「7. 評価結果」にて確認する。

なお，機能確認済加速度には，正弦波加振試験において，止水性の機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。

耐震評価フローを図2－4に示す。

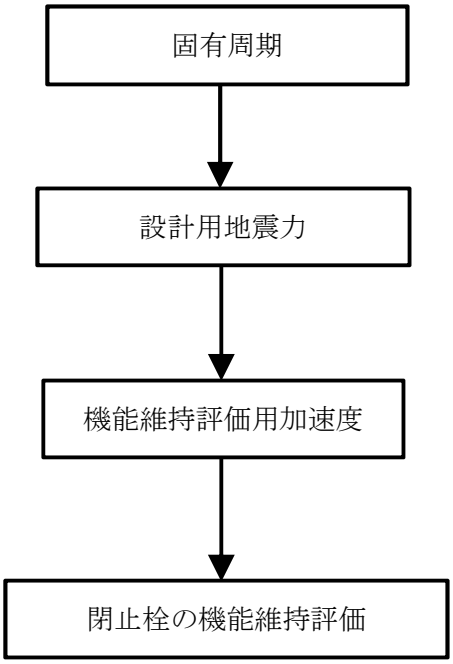


図2－4　耐震評価フロー（閉止栓）

2.4　適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

(1)　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。）　ＪＳＭＥ　ＳＮＣ１－2005/2007（日本機械学会）

(2)　原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１－1987（日本電気協会）

(3)　原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類･許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１・補－1984（日本電気協会）

(4)　原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１－1991　追補版（日本電気協会）

(5)　機械工学便覧（日本機械学会）

2.5　記号の説明

(1)　フロート式治具

フロート式治具の固有周期の計算に用いる記号を表2－6に，応力評価に用いる記号を表2－7にそれぞれ示す。

表2－6　フロート式治具の固有周期の計算に用いる記号

記号	記号の説明	単位
A	モデル化に用いるフロートガイドの有効断面積	mm^2
d_m	モデル化に用いる弁本体の内径	mm
D_{fm}	モデル化に用いるフロートガイドの直径	mm
D_m	モデル化に用いる弁本体の外径	mm
E	モデル化に用いるフロートガイドの縦弾性係数	MPa
f	床ドレンライン浸水防止治具の一次固有振動数	Hz
T	床ドレンライン浸水防止治具の固有周期	s
I_a	モデル化に用いるフロートガイド1本の断面二次モーメント	mm^4
I_m	モデルの等価断面二次モーメント	mm^4
I_{m1}	モデル化に用いる弁本体の断面二次モーメント	mm^4
I_{m2}	モデル化に用いるフロートガイド4本の等価断面二次モーメント	mm^4
k	モデルのばね定数	N/m
ℓ_1	モデル化に用いる弁本体の長さ	mm
ℓ_2	モデル化に用いるフロートガイドの長さ	mm
m	モデル化に用いる弁の全質量	kg
y_g	フロートガイドの図心GとX軸の距離	mm

表2－7　フロート式治具の応力評価に用いる記号

記号	記号の説明	単位
C_H	基準地震動S_sによる水平方向の設計震度	－
C_V	基準地震動S_sによる鉛直方向の設計震度	－
A_1	弁本体の断面積	mm^2
A_2	フロートガイドの最小断面積	mm^2
d_1	弁本体の内径	mm
D_1	弁本体の外径	mm
D_2	フロートガイドの最小直径	mm
F_{H1}	弁本体の最下端に加わる水平方向地震荷重	N
F_{H2}	フロートガイドの最下端に加わる水平方向地震荷重	N
F_{V1}	弁本体に加わる鉛直方向地震荷重	N
F_{V2}	フロートガイドに加わる鉛直方向地震荷重	N
g	重力加速度	m/s^2
S	ＪSME　S　NC１　付録材料図表Part5表5鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力	MPa
I_1	弁本体の断面二次モーメント	mm^4
I_2	フロートガイドの断面二次モーメント	mm^4
L_1	弁全体の長さ	mm
L_2	フロートガイドの長さ	mm
m_1	弁の全質量	kg
m_2	フロートガイド1本当たりの質量	kg
M_1	弁本体に発生する曲げモーメント	N･mm
M_2	フロートガイドに発生する曲げモーメント	N･mm
W_{d1}	弁全体の常時荷重	N
W_{d2}	フロートガイド1本当たりに作用する常時荷重	N
σ_{H1}	弁本体に加わる曲げ応力	MPa
σ_{H2}	フロートガイドの最小断面積に加わる曲げ応力	MPa
σ_{V1}	弁本体に加わる引張応力	MPa
σ_{V2}	フロートガイドの最小断面積に加わる引張応力	MPa

(2)　スプリング式治具

スプリング式治具の固有周期の計算に用いる記号を表2－8に，応力評価に用いる記号を表2－9にそれぞれ示す。

表2－8　スプリング式治具の固有周期の計算に用いる記号

記号	記号の説明	単位
A_G	モデル化に用いるガイド（矩形，円形）1本の断面積	mm^2
d_2	モデル化に用いるばねガイドの内径	mm
D_2	モデル化に用いるばねガイドの外径	mm
D_G	モデル化に用いる円形ガイド1本の断面における直径	mm
E	モデル化に用いる部位の縦弾性係数	MPa
f	床ドレンライン浸水防止治具の一次固有振動数	Hz
T	床ドレンライン浸水防止治具の固有周期	s
I_a	モデル化に用いる円形ガイド1本の断面二次モーメント	mm^4
I_{a1}	モデル化に用いる矩形ガイド1本の弱軸側断面二次モーメント	mm^4
I_{a2}	モデル化に用いる矩形ガイド1本の強軸側断面二次モーメント	mm^4
I_m	モデルの等価断面二次モーメント	mm^4
I_{m1}	モデル化に用いる弁本体・ガイドの等価断面二次モーメント	mm^4
I_{m2}	モデル化に用いるばねガイドの等価断面二次モーメント	mm^4
k	モデルのばね定数	N/m
ℓ_1	モデル化に用いる弁本体・ガイドの長さ	mm
ℓ_2	モデル化に用いるばねガイドの長さ	mm
ℓ_b	モデル化に用いる矩形ガイド1本の断面における長辺の長さ	mm
ℓ_h	モデル化に用いる矩形ガイド1本の断面における短辺の長さ	mm
m	モデル化に用いる床ドレンライン浸水防止治具の全質量	kg
y_g	モデル化に用いるガイド（矩形，円形）の図心GとX軸の距離	mm

表2－9　スプリング式治具の応力評価に用いる記号(1/2)

記号	記号の説明	単位
C_H	基準地震動S_Sによる水平方向の設計震度	—
C_V	基準地震動S_Sによる鉛直方向の設計震度	—
A_1	弁本体・ガイドの最小断面積	mm^2
A_2	ばねガイドの最小断面積	mm^2
A_G	ガイド（矩形，円形）1本の断面積	mm^2
A_D	弁体の断面積	mm^2
d_2	ばねガイドの内径	mm
D_1	弁本体・ガイドの最大外径	mm
D_2	ばねガイドの外径	mm
D_G	円形ガイド１本の外径	mm
D_D	弁体の直径	mm
D_Z	弁体の軸の直径	mm
F_{H1}	弁本体・ガイドの最下端に加わる水平方向地震荷重	N
F_{H2}	ばねガイドの最下端に加わる水平方向地震荷重	N
F_{HZ}	弁体の軸に加わる水平方向地震荷重	N
F_{V1}	弁本体・ガイドに加わる鉛直方向地震荷重	N
F_{V2}	ばねガイドに加わる鉛直方向地震荷重	N
F_{VD}	弁体の円盤に加わる鉛直方向の荷重	N
g	重力加速度	m/s^2
I_1	弁本体・ガイドの断面二次モーメント	mm^4
I_2	ばねガイドの断面二次モーメント	mm^4
I_{a1}	矩形ガイド1本の弱軸側断面二次モーメント	mm^4
I_{a2}	矩形ガイド1本の強軸側断面二次モーメント	mm^4
I_a	円形ガイド1本の断面二次モーメント	mm^4
I_Z	弁体の軸の断面二次モーメント	mm^4
L_1	弁本体・ガイドの長さ	mm
L_2	ばねガイドの長さ	mm
L_Z	弁体の軸の長さ	mm
ℓ_b	矩形ガイド1本の断面における長辺	mm
ℓ_h	矩形ガイド1本の断面における短辺	mm
m_1	弁本体・ガイドの質量	kg
m_2	ばねガイドの質量	kg
m_D	弁体の質量	kg

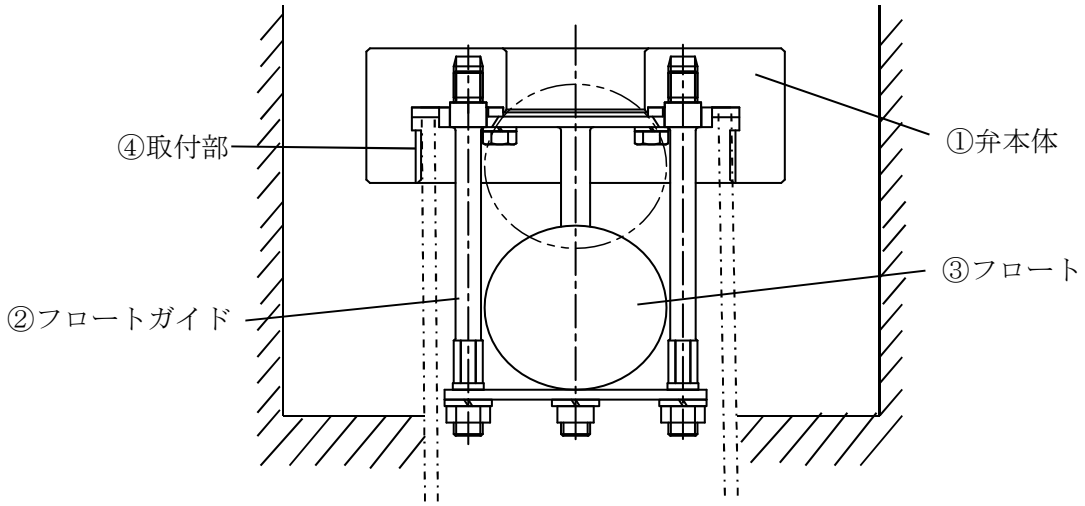
表2－9　スプリング式治具の応力評価に用いる記号(2/2)

記号	記号の説明	単位
M_1	弁本体・ガイドに発生する曲げモーメント	N･mm
M_2	ばねガイドに発生する曲げモーメント	N･mm
M_Z	弁体の軸に発生する曲げモーメント	N･mm
ｙｇ	矩形，円形ガイド1本の図心とX軸との距離	mm
S	ＪＳＭＥ　Ｓ　ＮＣ１　付録材料図表Part5表5鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力	MPa
t	弁体の板厚	mm
W_{d1}	弁本体・ガイドの自重	N
W_{d2}	ばねガイドの自重	N
W_D	弁体の自重による荷重	N
σ_{H1}	弁本体・ガイドに加わる曲げ応力	MPa
σ_{H2}	ばねガイドに加わる曲げ応力	MPa
σ_{V1}	弁本体・ガイドに加わる引張応力	MPa
σ_{V2}	ばねガイドに加わる引張応力	MPa
σ_D	弁体の円板に加わる曲げ応力	MPa
σ_Z	弁体の軸に加わる曲げ応力	MPa

3. 評価部位

(1) フロート式治具

フロート式治具は，弁本体，フロート，フロートガイド等で構成されている。耐震評価においては，応力評価による評価部位として，弁本体及びフロートガイドを選定し，構造健全性評価による評価部位としてフロート及び取付部を選定する。また，機能維持評価による評価部位として，フロート式治具を選定する。フロート式治具の評価部位について図3－1に示す。



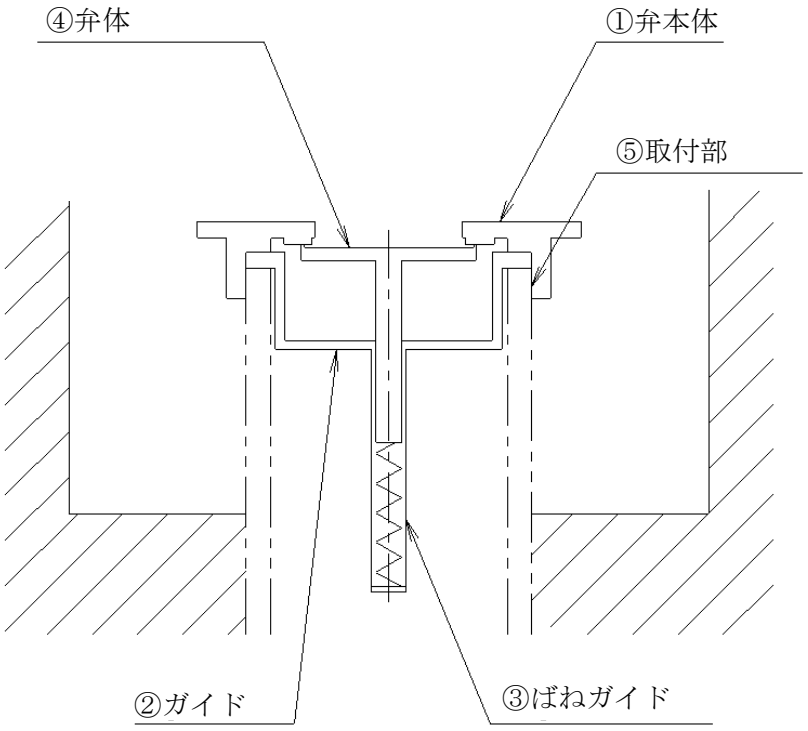
注記：図中の①～②は応力評価による評価部位を，③～④は構造健全性評価による評価部位を，それぞれ示す。

図3－1　フロート式治具の評価部位

(2)　スプリング式治具

スプリング式治具は，弁本体・ガイド，ばねガイド及び弁体等で構成されている。耐震評価においては，応力評価による評価部位として，弁本体・ガイド，ばねガイド及び弁体を選定する。構造健全性評価による評価部位として弁体及び取付部を選定する。

また，機能維持評価による評価部位としてスプリング式治具を選定する。スプリング式治具の評価部位について，図3－2に示す。

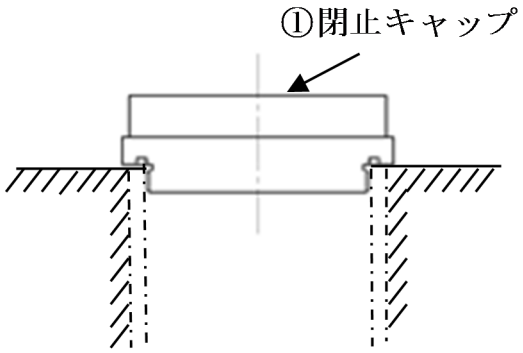


注記:図中の①～④は応力評価による評価部位を,④～⑤は構造健全性評価による評価部位を示す。

図3－2　スプリング式治具の評価部位

(3)　閉止キャップ

閉止キャップは閉止キャップ本体及びOリング又はパッキンの止水材で構成されている。構造健全性評価による評価部位として閉止キャップを選定する。また、機能維持評価による評価部位として閉止キャップを選定する。閉止キャップの評価部位について図3－3に示す。

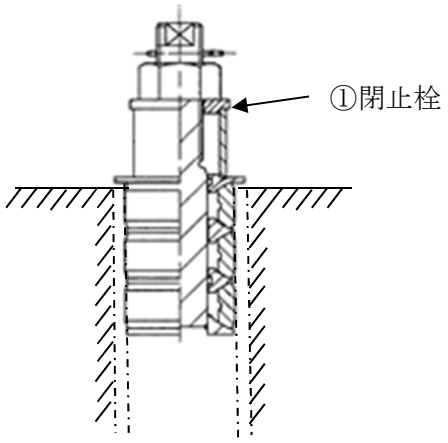


注記：図中の①は構造健全性評価による評価部位を示す。

図3－3　閉止キャップの評価部位

(4)　閉止栓

閉止栓はボルトやゴムリング等で構成されている。構造健全性評価による評価部位として閉止栓を選定する。また、機能維持評価による評価部位として閉止栓を選定する。閉止栓の評価部位について図3－4に示す。



注記：図中の①は構造健全性評価による評価部位を示す。

図3－4　閉止栓の評価部位

4.　固有周期

4.1　固有周期の計算方法

(1)　フロート式治具

フロート式治具の構造に応じて，保守的に固有周期が大きく算出されるよう，より柔となるようにモデル化し，固有周期を算出する。また，その場合においても固有周期が0.05s以下であることを確認する。

a.　解析モデル

質量の不均一性を考慮し,一方の端を固定端,他方の端を自由端の1質点系モデルとして,自由端に弁の全質量mが集中したモデルを組む。モデル化は，円筒状の弁本体及び円柱状の4本のフロートガイドの異なる2つの断面をもつ梁の組合せとして設定する。モデル化の概略を図4－1に示す。

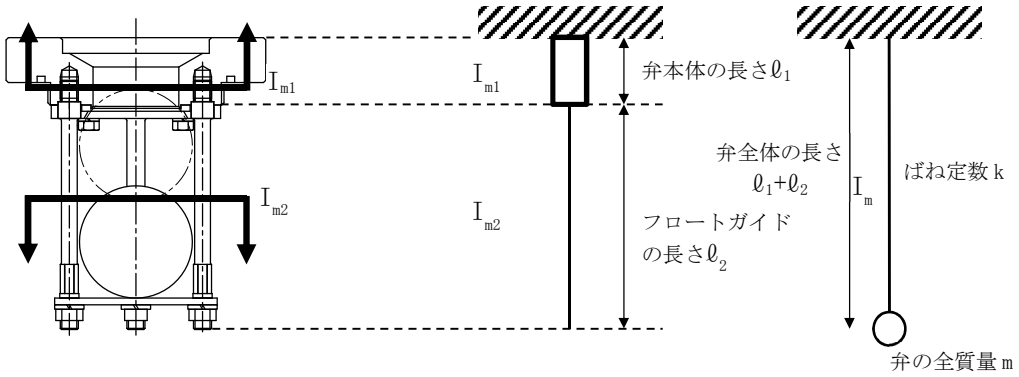


図4－1　フロート式治具のモデル化の概略

b.　固有周期の計算

固有周期の計算に用いる寸法は，公称値を使用する。固有周期Tを以下の式より算出する。

$$T=\frac{1}{f}$$

$$f=\frac{1}{2\cdot\pi}\cdot\sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$k=\frac{3\cdot E\cdot I_m}{\left(\ell_1+\ell_2\right)^3}\times 10^3$$

モデルの等価断面二次モーメントI_mの算出過程を以下に示す。

(a)　モデル化に用いる弁本体の断面二次モーメント

モデル化に用いる弁本体の断面二次モーメンI_{m1}は，以下の式より算出する。

$$I_{m1}=(D_m^4-d_m^4)\cdot\frac{\pi}{64}$$

(b)　モデル化に用いるフロートガイド4本の等価断面二次モーメント

平行軸の定理から，フロートガイドの図心GとX軸の距離ｙｇを用いて，モデル化に用いるフロートガイド4本の等価断面二次モーメントI_{m2}は，以下の式より算出する。フロートガイド4本の断面を図4－2に示す。

$$I_a=D_{fm}^4\cdot\frac{\pi}{64}$$

$$I_{m2}=2\cdot I_a+2\cdot(I_a+(yg)^2\cdot A)$$

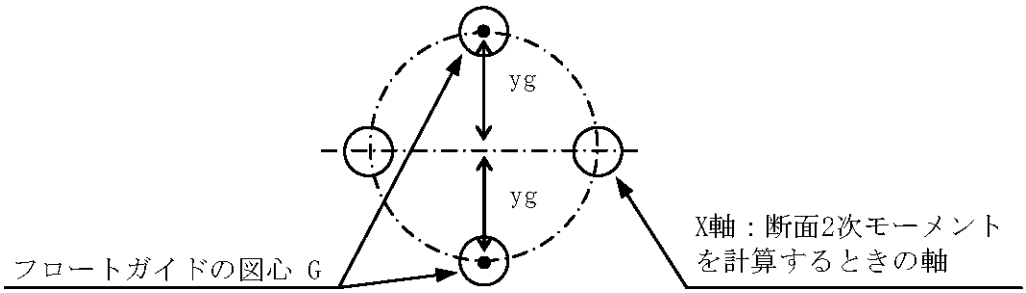


図4－2　フロートガイド4本の断面

(c)　モデルの等価断面二次モーメント

モデルの等価断面二次モーメントI_mは，以下の式より算出する。

$$I_m=\frac{(\ell_1+\ell_2)^3\cdot I_{m1}\cdot I_{m2}}{I_{m1}\cdot\ell_2{}^3+I_{m2}\cdot(\ell_1^3+3\ell_1\cdot\ell_2^2+3\ell_1^2\cdot\ell_2)}$$

(2)　スプリング式治具

スプリング式治具の構造に応じて，保守的に固有周期が大きく算出されるよう，より柔となるようにモデル化し，固有周期を算出する。また，その場合においても固有周期が0.05s以下であることを確認する。

a.　解析モデル

質量の不均一性を考慮し，一方の端を固定端，他方の端を自由端の１質点系モデルとして，自由端に治具の全質量mが集中したモデルを組む。モデル化は，弁本体と矩形もしくは円形の４本のガイドを持つ部分を「弁本体・ガイド」と称し，円筒状の部分を「ばねガイド」と称する２つの断面を持つ梁の組合せとして設定する。モデル化の概略を図4－3に示す。

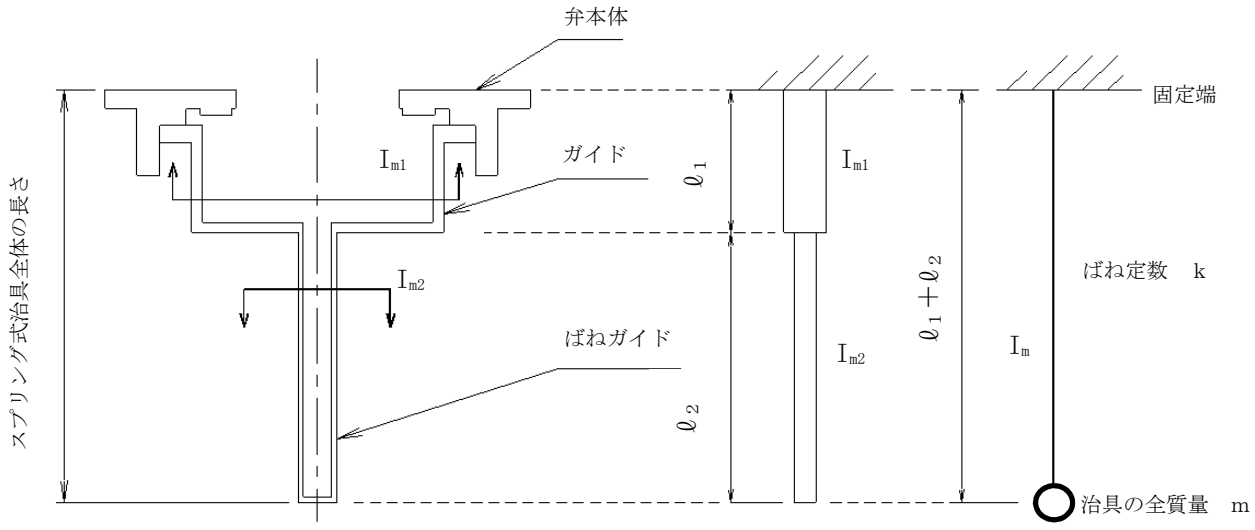


図4－3　スプリング式治具のモデル化の概略

b.　固有周期の計算

固有周期の計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

固有周期Ｔを以下の式より算出する。

$$T = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$k = \frac{3 \cdot E \cdot I_m}{\left(\ell_1 + \ell_2\right)^3} \times 10^3$$

モデルの等価断面二次モーメントＩ$_m$の算出過程を以下に示す。

(a)　モデル化に用いる弁本体・ガイドの断面二次モーメント

モデル化に用いる弁本体・ガイドの断面二次モーメントＩ$_{m1}$は，以下の式より算出する。

イ．　外ねじ取付型の矩形ガイドの場合

平行軸の定理から，ガイドの図心とＸ軸の距離ｙｇを用いて，モデル化に用いる弁本体・ガイドの等価断面二次モーメントＩ$_{m1}$は，以下の式より算出する。弁本体・ガイドの矩形ガイド断面を図4－4に示す。

$$I_{a1} = \frac{\ell_b \cdot \ell_h^3}{12} \qquad I_{a2} = \frac{\ell_h \cdot \ell_b^3}{12}$$

$$I_{m1} = 2 \cdot I_{a2} + 2 \cdot \left(I_{a1} + (y_g)^2 \cdot A_G \right)$$

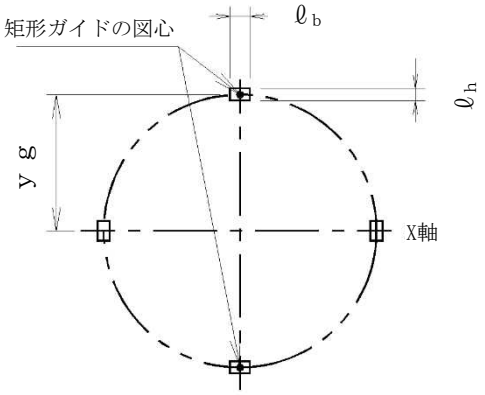


図4－4　弁本体・ガイドの矩形ガイド断面

ロ．　内ねじ取付型及びフランジ取付型の円形ガイドの場合

平行軸の定理から，円形ガイドの図心とX軸の距離ｙｇを用いて，モデル化に用いる弁本体・ガイドの等価断面二次モーメントI_{m1}は，以下の式より算出する。弁本体・ガイドの円形ガイド断面を図4－5に示す。

$$I_a = D_G^{\,4} \cdot \frac{\pi}{64}$$

$$I_{m1} = 2 \cdot I_a + 2 \cdot \left(I_a + (y_g)^2 \cdot A_G \right)$$

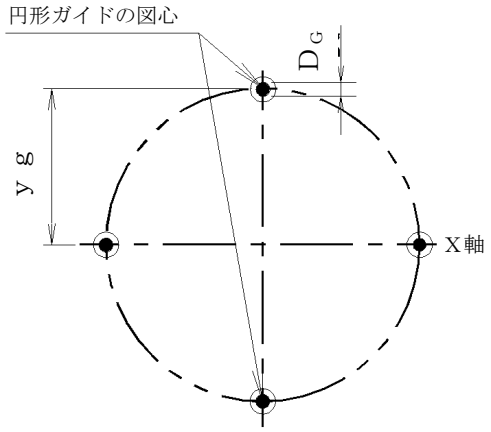


図4－5　弁本体・ガイドの円形ガイド断面

(b)　モデル化に用いるばねガイドの断面二次モーメント

モデル化に用いるばねガイドの断面二次モーメントI_{m2}は，以下の式より算出する。ばねガイドの断面を図4－6に示す。

$$I_{m2} = \left(D_2^{\,4} - d_2^{\,4} \right) \cdot \frac{\pi}{64}$$

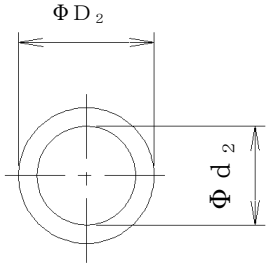


図4－6　ばねガイドの断面

K7 ①V-2-10-2-4-1 R1

(c) モデルの等価断面二次モーメント

モデルの等価断面二次モーメントI_mは，以下の式より算出する。

$$I_m = \frac{\left(\ell_1 + \ell_2\right)^3 \cdot I_{m1} \cdot I_{m2}}{I_{m1} \cdot \ell_2^{\,3} + I_{m2} \cdot \left(\ell_1^{\,3} + 3 \cdot \ell_1 \cdot \ell_2^{\,2} + 3 \cdot \ell_1^{\,2} \cdot \ell_2\right)}$$

(3) 閉止キャップ

正弦波掃引試験（振動数範囲：5～50Hz、掃引速度：1オクターブ/min）により振動数を把握する。

(4) 閉止栓

正弦波掃引試験（振動数範囲：5～50Hz、掃引速度：1オクターブ/min）により振動数を把握する。

4.2　固有周期の計算条件

(1)　フロート式治具

表4－1～表4－3に外ねじ取付型，内ねじ取付型及びフランジ取付型における固有周期の計算条件を示す。

表4－1　外ねじ取付型の固有周期の計算条件

フロートガイドの材質	モデル化に用いる弁の全質量 m (kg)	モデル化に用いる弁本体の外径 D_m (mm)	モデル化に用いる弁本体の内径 d_m (mm)	モデル化に用いるフロートガイドの直径 D_{fm} (mm)
SUS304	2.90	75	38	6.6

フロートガイドの図心GとX軸の距離 y_g (mm)	モデル化に用いる弁本体の長さ ℓ_1 (mm)	モデル化に用いるフロートガイドの長さ ℓ_2 (mm)	モデル化に用いるフロートガイドの縦弾性係数 E^* (MPa)
30	41	102	1.94×10^5

注記＊：「5.3　許容限界」における温度条件での縦弾性係数Ｅを用いる。

表4－2　内ねじ取付型の固有周期の計算条件

フロートガイドの材質	モデル化に用いる弁の全質量 m (kg)	モデル化に用いる弁本体の外径 D_m (mm)	モデル化に用いる弁本体の内径 d_m (mm)	モデル化に用いるフロートガイドの直径 D_{fm} (mm)
SUS304	2.15	75	65	6.6

フロートガイドの図心GとX軸の距離 y_g (mm)	モデル化に用いる弁本体の長さ ℓ_1 (mm)	モデル化に用いるフロートガイドの長さ ℓ_2 (mm)	モデル化に用いるフロートガイドの縦弾性係数 E^* (MPa)
30	30	102	1.94×10^5

注記＊：「5.3　許容限界」における温度条件での縦弾性係数Ｅを用いる。

表4－3　フランジ取付型の固有周期の計算条件

フロートガイドの材質	モデル化に用いる弁の全質量 m (kg)	モデル化に用いる弁本体の外径 D_m (mm)	モデル化に用いる弁本体の内径 d_m (mm)	モデル化に用いるフロートガイドの直径 D_{fm} (mm)
SUS316L	3.97	75	65	6.6

フロートガイドの図心GとX軸の距離 y_g (mm)	モデル化に用いる弁本体の長さ ℓ_1 (mm)	モデル化に用いるフロートガイドの長さ ℓ_2 (mm)	モデル化に用いるフロートガイドの縦弾性係数 E^* (MPa)
30	32	102	1.94×10^5

注記＊：「5.3　許容限界」における温度条件での縦弾性係数Ｅを用いる。

(2)　スプリング式治具

表4－4から表4－6に外ねじ取付型，内ねじ取付型，フランジ取付型の固有周期の計算条件を示す。

表4－4　外ねじ取付型の固有周期の計算条件

モデルの材質	モデル化に用いる床ドレンライン浸水防止治具の全質量 m (kg)	モデル化に用いるガイド1本における断面形状の長辺 ℓ_b (mm)	モデル化に用いるガイド1本における断面形状の短辺 ℓ_h (mm)	ガイド1本の図心とX軸との距離 y_g (mm)
SUS316L	0.94	5	3	34

モデル化に用いる弁本体・ガイドの長さ ℓ_1 (mm)	モデル化に用いるばねガイドの長さ ℓ_2 (mm)	モデル化に用いるばねガイドの外径 D_2 (mm)	モデル化に用いるばねガイドの内径 d_2 (mm)	モデル化に用いる部位の縦弾性係数 E＊ (MPa)
40	75.5	10.5	8.2	1.94×10^5

注記＊：「5.3　許容限界」における温度条件での縦弾性係数Ｅを用いる。

表4－5　内ねじ取付型の固有周期の計算条件

モデルの材質	モデル化に用いる床ドレンライン浸水防止治具の全質量 m (kg)	モデル化に用いるガイド1本の直径 D_G (mm)	ガイド1本の図心とX軸との距離 y_g (mm)
SUS316L	0.705	2.459	31

モデル化に用いる弁本体・ガイドの長さ ℓ_1 (mm)	モデル化に用いるばねガイドの長さ ℓ_2 (mm)	モデル化に用いるばねガイドの外径 D_2 (mm)	モデル化に用いるばねガイドの内径 d_2 (mm)	モデル化に用いる部位の縦弾性係数 E＊ (MPa)
40	75.5	10.5	8.2	1.94×10^5

注記＊：「5.3　許容限界」における温度条件での縦弾性係数Ｅを用いる。

表4－6　フランジ取付型の固有周期の計算条件

モデルの材質	モデル化に用いる床ドレンライン浸水防止治具の全質量 m (kg)	モデル化に用いるガイド1本の直径 D_G (mm)	ガイド1本の図心とX軸との距離 y_g (mm)
SUS316L	1.169	2.459	31

モデル化に用いる弁本体・ガイドの長さ ℓ_1 (mm)	モデル化に用いるばねガイドの長さ ℓ_2 (mm)	モデル化に用いるばねガイドの外径 D_2 (mm)	モデル化に用いるばねガイドの内径 d_2 (mm)	モデル化に用いる部位の縦弾性係数 E＊ (MPa)
40	75.5	10.5	8.2	1.94×10^5

注記＊：「5.3　許容限界」における温度条件での縦弾性係数Eを用いる。

4.3　固有周期の計算結果

(1)　フロート式治具

表4－7に固有周期の計算結果を示す。固有周期は，0.05s以下であることから，剛構造である。

表4－7　固有周期の計算結果

型式	固有周期 (s)
外ねじ取付型	0.002
内ねじ取付型	0.002
フランジ取付型	0.002

(2)　スプリング式治具

表4－8に固有周期の計算結果を示す。固有周期は，0.05s以下であることから，剛構造である。

表4－8　固有周期の計算結果

型式	固有周期 (s)
外ねじ取付型	0.009
内ねじ取付型	0.008
フランジ取付型	0.010

(3)　閉止キャップ

表4－9に掃引試験で求めた固有周期を示す。固有周期は，0.05s以下であることから，剛構造である。

表4－9　固有周期の試験結果

評価部位	固有周期 (s)
閉止キャップ	0.02以下

(4)　閉止栓

表4－10に掃引試験で求めた固有周期を示す。固有周期は，0.05s以下であることから，剛構造である。

表4－10　固有周期の試験結果

評価部位	固有周期 (s)
閉止栓	0.02以下

5.　構造強度評価

5.1　構造強度評価方法

床ドレンライン浸水防止治具の耐震評価は，Ⅴ-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて，「3.　評価部位」にて設定する評価部位に作用する応力等が「5.3　許容限界」にて示す許容限界以下であることを確認する。

5.2　荷重及び荷重の組合せ

5.2.1　荷重の設定

(1)　フロート式治具

a.　固定荷重（D）

常時作用する荷重として，弁全体の自重W_{d1}及びフロートガイドの自重W_{d2}を考慮し，以下の式より算出する。

$$W_{d1}=m_1\cdot g$$

$$W_{d2}=m_2\cdot g$$

b.　基準地震動S_Sによる地震荷重（S_S）

基準地震動S_Sによる地震荷重F_{H1}，F_{V1}，F_{H2}，F_{V2}を考慮し，以下の式より算出する。

$$F_{H1}=m_1\cdot C_H\cdot g$$

$$F_{H2}=m_2\cdot C_H\cdot g$$

$$F_{V1}=m_1\cdot C_V\cdot g$$

$$F_{V2}=m_2\cdot C_V\cdot g$$

(2)　スプリング式治具

a.　固定荷重（D）

常時作用する荷重として，弁本体･ガイド及びばねガイド並びに弁体の自重を考慮し，以下の式より算出する。

$$W_{d1}=m_1\cdot g$$

$$W_{d2}=m_2\cdot g$$

$$W_D=m_D\cdot g$$

b.　基準地震動S_Sによる地震荷重（S_S）

基準地震動S_Sによる地震荷重F_{H1}，F_{H2}，F_{V1}，F_{V2}，F_{HZ}，F_{VD}を考慮し，以下の式より算出する。

$$F_{H1}=m_1\cdot C_H\cdot g$$

K7 ①V-2-10-2-4-1 R1

$$F_{H2} = m_2 \cdot C_H \cdot g$$

$$F_{V1} = m_1 \cdot C_V \cdot g$$

$$F_{V2} = m_2 \cdot C_V \cdot g$$

$$F_{HZ} = m_D \cdot C_H \cdot g$$

$$F_{VD} = m_D \cdot C_V \cdot g$$

5.2.2　荷重の組合せ

床ドレンライン浸水防止治具の耐震計算にて考慮する荷重の組合せを表5－1に示す。

表5－1　荷重の組合せ及び許容応力状態

施設区分	機器名称	耐震重要度分類	荷重の組合せ*1*2	許容応力状態
浸水防護施設 （浸水防止設備）	床ドレンライン 浸水防止治具	S	$D+P_D+M_D+S_S$	$\mathrm{III}_A S$

注記　＊1：Dは固定荷重，P_Dは最高使用圧力による荷重，M_Dは機械的荷重，S_Sは基準地震動S_Sによる地震荷重を示す。

＊2：最高使用圧力による荷重（P_D），機械的荷重（M_D）は荷重がかからないため考慮しない。固定荷重（D）及び基準地震動（S_S）の組合せが荷重を緩和する方向に作用する場合，保守的にこれを組合せない評価を実施する。

5.3　許容限界

(1)　フロート式治具

フロート式治具の弁本体及びフロートガイドの許容限界を表5－2に，許容応力評価条件を表5－3にそれぞれ示す。また，弁本体及びフロートガイドの許容応力算出結果を表5－4にそれぞれ示す。

表5－2　弁本体及びフロートガイドの許容限界

許容応力状態	許容限界*1		
	一次応力		
	引張り	曲げ	組合せ*2
$\mathrm{III}_{\mathrm{A}}$Ｓ*3	1.2・Ｓ	1.2・Ｓ	1.2・Ｓ

注記＊1：引張り及び曲げ応力は，ＪＥＡＧ４６０１・補－1984を準用し，「管」の許容限界のうちクラス２，３配管に対する許容限界に準じて設定する。

＊2：引張と曲げの組合せである。

＊3：地震後，津波後の再使用性や津波の繰返し作用を想定し，当該構造物全体の変形能力に対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう，設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。

表5－3　弁本体及びフロートガイドの許容応力評価条件

型式	評価部位	材料	温度条件 (℃)	Ｓ* (MPa)
外ねじ取付型	弁本体	SUS303	40	129
	フロートガイド	SUS304		
内ねじ取付型	弁本体	SUS303		
	フロートガイド	SUS304		
フランジ取付型	弁本体	SUS316L		111
	フロートガイド	SUS316L		

注記＊：鉄鋼材料（ボルト材を除く）の許容引張応力を示す。

表5－4　弁本体及びフロートガイドの許容応力算出結果

許容応力状態	型式	評価部位	許容限界		
			一次応力		
			引張り 1.2・S (MPa)	曲げ 1.2・S (MPa)	組合せ 1.2・S (MPa)
ⅢAS	外ねじ取付型	弁本体	154	154	154
		フロートガイド	154	154	154
	内ねじ取付型	弁本体	154	154	154
		フロートガイド	154	154	154
	フランジ取付型	弁本体	133	133	133
		フロートガイド	133	133	133

(2)　スプリング式治具

スプリング式治具の弁本体・ガイド，ばねガイド及び弁体の許容限界を表5－5，許容応力評価条件を表5－6にそれぞれ示す。また弁本体・ガイド，ばねガイド及び弁体の許容応力算出結果を表5－7にそれぞれ示す。

表5－5　弁本体・ガイド，ばねガイド及び弁体の許容限界

許容応力状態	許容限界*1		
	一次応力		
	引張り	曲げ	組合せ*2
ⅢAS*3	1.2・S	1.2・S	1.2・S

注記＊1：引張り及び曲げ応力は，ＪＥＡＧ４６０１・補－1984を準用し，「管」の許容限界のうちクラス２，３配管に対する許容限界に準じて設定する。

＊2：引張りと曲げの組合せである。

＊3：地震後，津波後の再使用性や津波の繰返し作用を想定し，当該構造物全体の変形能力に対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう，設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。

表5－6　弁本体・ガイド，ばねガイド及び弁体の許容応力評価条件

型式	評価部位	材料	温度条件 (℃)	S＊ (MPa)
外ねじ 取付型	弁本体・ガイド	SUS316L	40	111
	ばねガイド	SUS316L		
	弁体	SUS316L		
内ねじ 取付型	弁本体・ガイド	SUS316L		
	ばねガイド	SUS316L		
	弁体	SUS316L		
フランジ 取付型	弁本体・ガイド	SUS316L		
	ばねガイド	SUS316L		
	弁体	SUS316L		

注記＊：鉄鋼材料（ボルト材を除く）の許容引張応力を示す。

表5－7　弁本体・ガイド，ばねガイド及び弁体の許容応力算出結果

許容 応力状態	型式	評価部位	許容限界		
			一次応力		
			引張り 1.2・S (MPa)	曲げ 1.2・S (MPa)	組合せ 1.2・S (MPa)
ⅢAS	外ねじ 取付型	弁本体・ガイド	133	133	133
		ばねガイド	133	133	133
		弁体	133	133	133
	内ねじ 取付型	弁本体・ガイド	133	133	133
		ばねガイド	133	133	133
		弁体	133	133	133
	フランジ 取付型	弁本体・ガイド	133	133	133
		ばねガイド	133	133	133
		弁体	133	133	133

5.4　設計用地震力

「4.　固有周期」に示したとおり床ドレンライン浸水防止治具の固有周期が0.05s以下であることを確認したため，床ドレンライン浸水防止治具の耐震計算に用いる設計震度は，Ⅴ-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示す床ドレンライン浸水防止治具における設置床の最大応答加速度の1.2倍を考慮して設定する。床ドレンライン浸水防止治具の耐震計算に用いる設計震度を表5－8～表5－11に示す。

表5－8　フロート式治具の設計震度

地震動	床面高さ*1 T.M.S.L. (mm)	場所	地震による設計震度*2*3	
基準地震動 S_S	44300	タービン建屋最上階	水平方向C_H	3.61
			鉛直方向C_v	2.30

注記＊1：基準床レベルを示す。

＊2：「4.　固有周期」より，フロート式治具の固有周期が0.05s以下であることを確認したため，保守的にタービン建屋最上階の最大応答加速度の1.2倍を考慮した設計震度を設定した。

＊3：床ドレンライン浸水防止治具の設置数が多いタービン建屋の中から，保守的に全てを包絡できる最上階に設定した。

表5－9　スプリング式治具の設計震度

地震動	床面高さ*1 T.M.S.L. (mm)	場所	地震による設計震度*2*3	
基準地震動 S_S	44300	タービン建屋最上階	水平方向C_H	3.61
			鉛直方向C_V	2.30

注記＊1：基準床レベルを示す。

＊2：「4.　固有周期」より，スプリング式治具の固有周期が0.05s以下であることを確認したため，保守的にタービン建屋最上階の最大応答加速度の1.2倍を考慮した設計震度を設定した。

＊3：床ドレンライン浸水防止治具の設置数が多いタービン建屋の中から，保守的に全てを包絡できる最上階に設定した。

表5－10　閉止キャップの設計震度

地震動	床面高さ*1 T.M.S.L. (mm)	場所	地震による設計震度*2*3	
基準地震動 S_S	44300	タービン建屋最上階	水平方向C_H	3.61
			鉛直方向C_V	2.30

注記＊1：基準床レベルを示す。

＊2：「4.　固有周期」より，閉止キャップの固有周期が0.05s以下であることを確認したため，保守的にタービン建屋最上階の最大応答加速度の1.2倍を考慮した設計震度を設定した。

＊3：床ドレンライン浸水防止治具の設置数が多いタービン建屋の中から，保守的に全てを包絡できる最上階に設定した。

表5－11　閉止栓の設計震度

地震動	床面高さ*1 T.M.S.L. (mm)	場所	地震による設計震度*2*3	
基準地震動 S_S	44300	タービン建屋最上階	水平方向C_H	3.61
			鉛直方向C_V	2.30

注記＊1：基準床レベルを示す。

＊2：「4.　固有周期」より，閉止栓の固有周期が0.05s以下であることを確認したため，保守的にタービン建屋最上階の最大応答加速度の1.2倍を考慮した設計震度を設定した。

＊3：床ドレンライン浸水防止治具の設置数が多いタービン建屋の中から，保守的に全てを包絡できる最上階に設定した。

5.5　計算方法

(1)　フロート式治具

a.　弁本体

弁本体の発生応力を算出する。弁本体の応力評価に用いる断面積A_1は，図5－1に示すとおり，弁本体のうち最も肉厚が薄い断面を適用する。

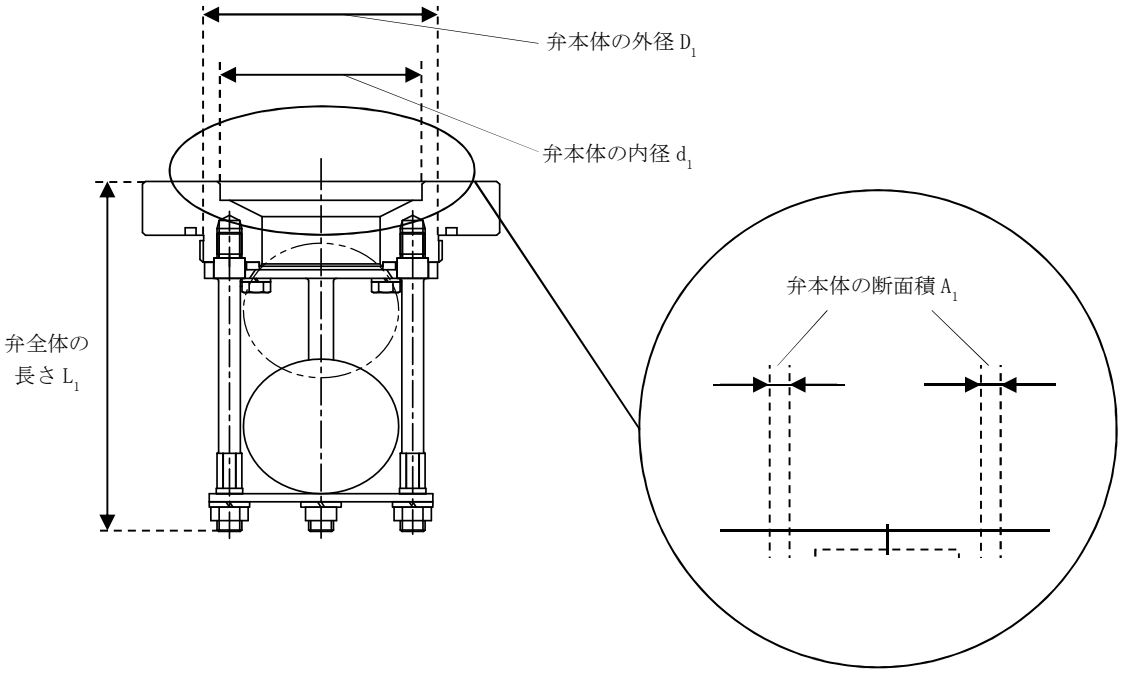


図5－1　フロート式治具本体の構造図

(a)　鉛直応答加速度負荷時

鉛直応答加速度により，弁本体に加わる引張応力σ_{V1}を以下の式より算出する。

$$\sigma_{V1}=\frac{W_{d1}+F_{V1}}{A_1}$$

(b)　水平応答加速度負荷時

弁体の最下端に集中荷重が負荷された片持ち梁として，水平応答加速度により，弁本体に加わる曲げ応力σ_{H1}を以下の式より算出する。

$$M_1=F_{H1}\cdot L_1$$

$$I_1=(D_1^4-d_1^4)\cdot\frac{\pi}{64}$$

K7 ①V-2-10-2-4-1 R1

$$\sigma_{H1} = \frac{M_1 \cdot \left(\frac{D_1}{2}\right)}{I_1}$$

b. フロートガイド

フロートガイドの応力評価に用いるフロートガイドの最小断面積A_2は，以下の図5－2に示すフロートガイドの最小直径D_2から求める。フロートガイドの最小断面積A_2はフロートガイドのうち最も肉厚が薄い断面を適用する。

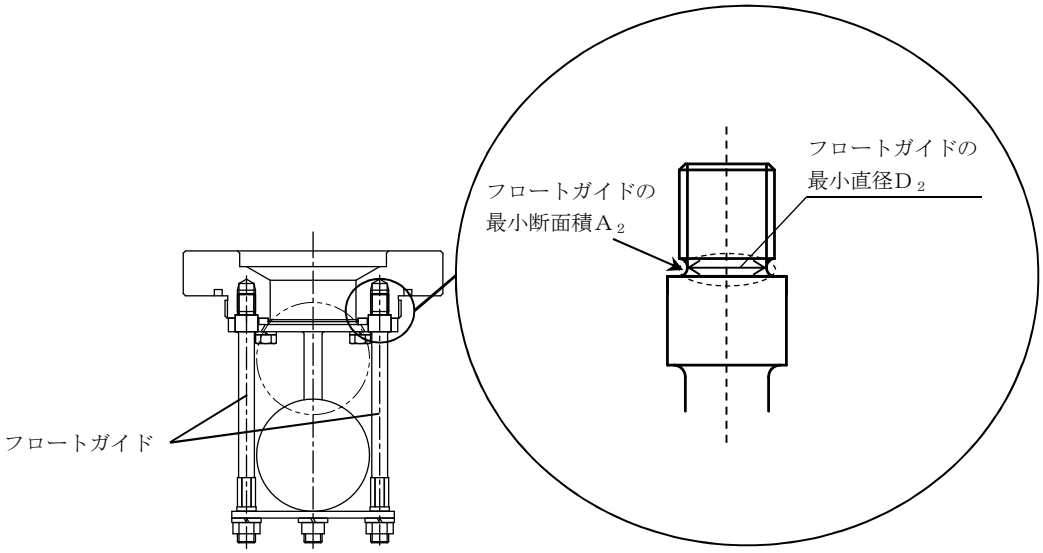


図5－2　フロートガイドの応力評価に用いる断面積

(a)　鉛直応答加速度負荷時

鉛直応答加速度により，フロートガイドの最小断面積に加わる引張応力σ_{V2}を以下の式より算出する。

$$\sigma_{V2} = \frac{W_{d2} + F_{V2}}{A_2}$$

(b)　水平応答加速度負荷時

フロートガイドの最下端に集中荷重が負荷された片持ち梁として，水平応答加速度により，フロートガイドの最小断面積に加わる曲げ応力σ_{H2}を以下の式より算出する。

$$M_2 = F_{H2} \cdot L_2$$

$$I_2 = D_2^4 \cdot \frac{\pi}{64}$$

$$\sigma_{H2} = \frac{M_2 \cdot \left(\frac{D_2}{2}\right)}{I_2}$$

(2)　スプリング式治具

a.　弁本体・ガイド

弁本体・ガイドの発生応力を算出する。モデル化は，弁本体と矩形もしくは円形の4本のガイドを持つ部分を「弁本体・ガイド」として設定する。弁本体・ガイドの応力評価に用いる断面積A_1は図5－3に示すとおり，弁本体・ガイドのうち最も断面積が小さい断面を適用する。

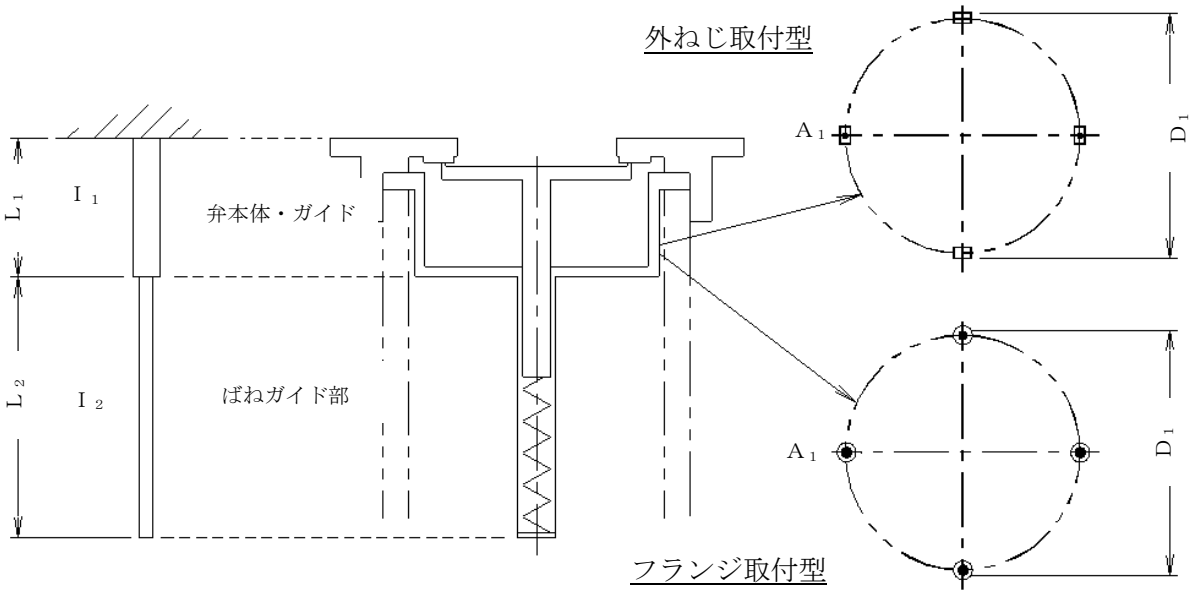


図5－3　スプリング式治具　弁本体・ガイドの構造図

(a)　鉛直応答加速度負荷時

鉛直応答加速度により，弁本体・ガイドに加わる引張応力σ_{V1}を以下の式より算出する。

$$\sigma_{V1}=\frac{W_{d1}+F_{V1}}{A_1}$$

(b)　水平応答加速度負荷時

弁本体・ガイドの最下端に集中荷重が負荷された片持ち梁として，水平応答加速度により，弁本体・ガイドに加わる曲げ応力σ_{H1}を以下の式より算出する。

$$M_1=F_{H1}\cdot L_1$$

$$\sigma_{H1}=\frac{M_1\cdot\left(\frac{D_1}{2}\right)}{I_1}$$

イ．　外ねじ取付型の場合

弁本体・ガイドのうち最も断面積の小さい断面は4本のガイド（矩形）部分である。したがって，1本の矩形ガイドの断面二次モーメントを矩形の長辺ｂと短辺ｈから求め，全体の断面二次モーメントを算出する。

$$I_{a1}=\frac{\ell_b\cdot\ell_h^{\,3}}{12}$$

$$I_{a2}=\frac{\ell_h\cdot\ell_b^{\,3}}{12}$$

$$I_1=2\cdot I_{a2}+2\cdot\left(I_{a1}+(y_g)^2\cdot A_G\right)$$

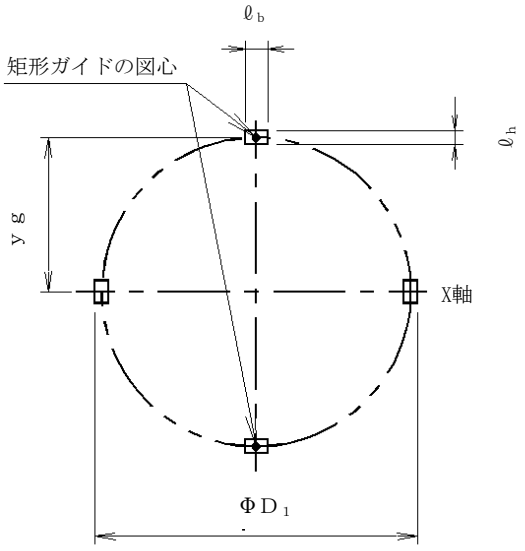


図5－4　外ねじ取付型の断面二次モーメント

ロ．　内ねじ取付型及びフランジ取付型の場合

内ねじ取付型及びフランジ取付型はガイド1本の断面形状が円形であり，外径がD_Gである。

$$I_a=D_G^{\,4}\cdot\frac{\pi}{64}$$

$$I_1=2\cdot I_a+2\cdot\left(I_a+(y_g)^2\cdot A_G\right)$$

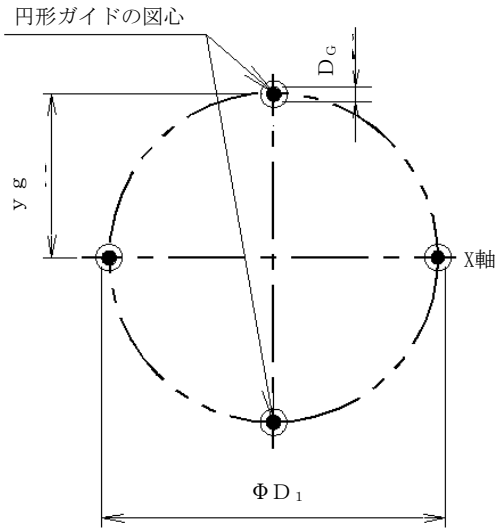


図5－5　内ねじ取付型及びフランジ取付型の断面二次モーメント

b.　ばねガイド

ばねガイドの発生応力を算出する。図5－6にばねガイドの断面を示す。

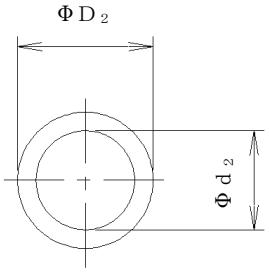


図5－6　ばねガイドの断面

(a)　鉛直応答加速度負荷時

鉛直応答加速度により，ばねガイドに加わる引張応力σ_{V2}を以下の式より算出する。

$$\sigma_{V2}=\frac{W_{d2}+F_{V2}}{A_2}$$

(b)　水平応答加速度負荷時

ばねガイドの最下端に集中荷重が負荷された片持ち梁として，水平応答加速度により，ばねガイドに加わる曲げ応力σ_{H2}を以下の式より算出する。

$$M_2=F_{H2}\cdot L_2$$

$$I_2 = \left(D_2^{\ 4} - d_2^{\ 4} \right) \cdot \frac{\pi}{64}$$

$$\sigma_{H2} = \frac{M_2 \cdot \left(\frac{D_2}{2} \right)}{I_2}$$

c. 弁体

弁体の発生応力を算出する。

(a) 鉛直応答加速度負荷時

図5－7に示すとおり，鉛直応答加速度により弁体は弁座に押し付けられ曲げ応力が発生する。曲げ応力σ_Dを以下の式より算出する。ただし，弁体の自重による荷重W_Dは曲げ応力σ_Dを緩和する方向に作用するため考慮しない。

$$\sigma_D = 1.24 \cdot \frac{\left(\frac{W_D + F_{VD}}{A_D} \right) \cdot \left(\frac{D_D}{2} \right)^2}{t^2}$$

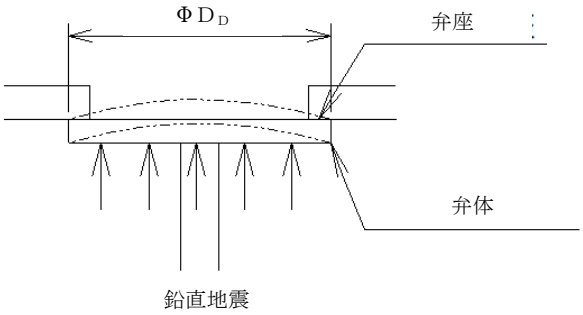


図5－7　弁体の円板に加わる曲げモーメント

(b)　水平応答加速度負荷時

図5－8に示すとおり，弁体の軸の最上端に集中荷重が負荷された片持ち梁として発生する曲げ応力σ_Zを以下の式より算出する。

$$M_Z = F_{HZ} \cdot L_Z$$

$$I_Z = D_Z^{\,4} \cdot \frac{\pi}{64}$$

$$\sigma_Z = \frac{M_Z \cdot \left(\frac{D_Z}{2}\right)}{I_Z}$$

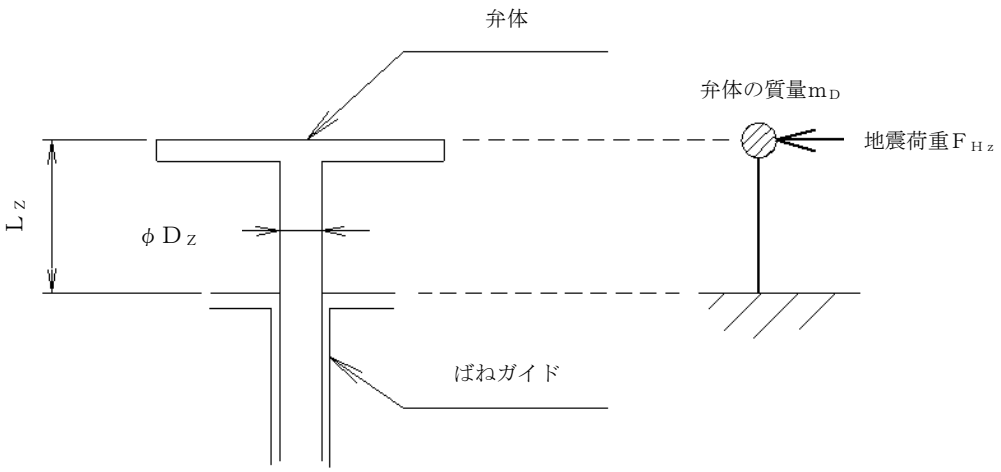


図5－8　弁体の軸に加わる曲げモーメント

5.6　計算条件

(1)　フロート式治具

フロート式治具の応力評価に用いる計算条件を表5－12～表5－14に示す。

表5－12　外ねじ取付型の応力評価に用いる計算条件

弁本体の材質	弁本体の断面積 A_1 (mm^2)	弁の全質量 m_1 (kg)	弁全体の長さ L_1 (mm)
SUS303	3284	2.90	120

弁本体の外径 D_1 (mm)	弁本体の内径 d_1 (mm)	フロートガイドの 材質	フロートガイドの 最小断面積 A_2 (mm^2)
75	38	SUS304	34.21

フロートガイドの 1本当たりの質量 m_2 (kg)	フロートガイドの 長さ L_2 (mm)	フロートガイドの 最小直径 D_2 (mm)	重力加速度 g (m/s^2)
0.05	102	6.6	9.80665

表5－13　内ねじ取付型の応力評価に用いる計算条件

弁本体の材質	弁本体の断面積 A_1 (mm^2)	弁の全質量 m_1 (kg)	弁全体の長さ L_1 (mm)
SUS303	1100	2.15	130

弁本体の外径 D_1 (mm)	弁本体の内径 d_1 (mm)	フロートガイドの 材質	フロートガイドの 最小断面積 A_2 (mm^2)
75	65	SUS304	34.21

フロートガイドの 1本当たりの質量 m_2 (kg)	フロートガイドの 長さ L_2 (mm)	フロートガイドの 最小直径 D_2 (mm)	重力加速度 g (m/s^2)
0.05	102	6.6	9.80665

表5－14　フランジ取付型の応力評価に用いる計算条件

弁本体の材質	弁本体の断面積 A_1 (mm^2)	弁の全質量 m_1 (kg)	弁全体の長さ L_1 (mm)
SUS316L	1100	3.97	130

弁本体の外径 D_1 (mm)	弁本体の内径 d_1 (mm)	フロートガイドの 材質	フロートガイドの 最小断面積 A_2 (mm^2)
75	65	SUS316L	34.21

フロートガイドの 1本当たりの質量 m_2 (kg)	フロートガイドの 長さ L_2 (mm)	フロートガイドの 最小直径 D_2 (mm)	重力加速度 g (m/s^2)
0.05	102	6.6	9.80665

(2) スプリング式治具

スプリング式治具の応力評価に用いる計算条件を表5－15～表5－17に示す。

表5－15 外ねじ取付型の応力評価に用いる計算条件

弁本体・ガイドの材質	弁本体・ガイドの最小断面積 A_1 (mm^2)	弁本体・ガイドの質量 m_1 (kg)	弁本体・ガイドの長さ L_1 (mm)	4本ガイドの最大外径 D_1 (mm)
SUS316L	60	0.809	40	71

矩形ガイド1本の断面の長辺 ℓ_b (mm)	矩形ガイド1本の断面の短辺 ℓ_h (mm)	矩形ガイドの図心とX軸との距離 y_g (mm)	ばねガイドの長さ L_2 (mm)	矩形ガイド1本の断面積 A_G (mm^2)
5	3	34	75.5	15

ばねガイドの材質	ばねガイドの質量 m_2 (kg)	ばねガイドの最小断面積 A_2 (mm^2)	ばねガイドの外径 D_2 (mm)	ばねガイドの内径 d_2 (mm)
SUS316L	0.03	33.78	10.5	8.2

弁体の材質	弁体の質量 m_D (kg)	弁体の外径 D_D (mm)	弁体の板厚 t (mm)	弁体の軸の長さ L_Z (mm)
SUS316L	0.101	55	4	32

弁体の軸の外径 D_Z (mm)	重力加速度 g (m/s^2)
8	9.80665

表5－16　内ねじ取付型の応力評価に用いる計算条件

弁本体・ガイドの材質	弁本体・ガイドの最小断面積 A_1 (mm^2)	弁本体・ガイドの質量 m_1 (kg)	弁本体・ガイドの長さ L_1 (mm)	4本ガイドの最大外径 D_1 (mm)
SUS316L	19.00	0.574	40	64.459

円形ガイドの外径 D_G (mm)	円形ガイドの図心とX軸との距離 y_g (mm)	ばねガイドの長さ L_2 (mm)	円形ガイド1本の断面積 A_G (mm^2)	ばねガイドの材質
2.459	31	75.5	4.749	SUS316L

ばねガイドの質量 m_2 (kg)	ばねガイドの最小断面積 A_2 (mm^2)	ばねガイドの外径 D_2 (mm)	ばねガイドの内径 d_2 (mm)
0.03	33.78	10.5	8.2

弁体の材質	弁体の質量 m_D (kg)	弁体の外径 D_D (mm)	弁体の板厚 t (mm)	弁体の軸の長さ L_Z (mm)
SUS316L	0.101	55	4	32

弁体の軸の外径 D_Z (mm)	重力加速度 g (m/s^2)
8	9.80665

表5－17　フランジ取付型の応力評価に用いる計算条件

弁本体・ガイドの材質	弁本体・ガイドの最小断面積 A_1 (mm^2)	弁本体・ガイドの質量 m_1 (kg)	弁本体・ガイドの長さ L_1 (mm)	4本ガイドの最大外径 D_1 (mm)
SUS316L	19.00	1.038	40	64.459

円形ガイドの外径 D_G (mm)	円形ガイドの図心とX軸との距離 y_g (mm)	ばねガイドの長さ L_2 (mm)	円形ガイド1本の断面積 A_G (mm^2)	ばねガイドの材質
2.459	31	75.5	4.749	SUS316L

ばねガイドの質量 m_2 (kg)	ばねガイドの最小断面積 A_2 (mm^2)	ばねガイドの外径 D_2 (mm)	ばねガイドの内径 d_2 (mm)
0.03	33.78	10.5	8.2

弁体の材質	弁体の質量 m_D (kg)	弁体の外径 D_D (mm)	弁体の板厚 t (mm)	弁体の軸の長さ L_Z (mm)
SUS316L	0.101	55	4	32

弁体の軸の外径 D_Z (mm)	重力加速度 g (m/s^2)
8	9.80665

6. 機能維持評価

「3. 評価部位」にて評価部位として設定した床ドレンライン浸水防止治具の地震時及び地震後の機能維持を確認するため,「6.1 機能維持評価方法」に示すとおり,床ドレンライン浸水防止治具の加振試験後に床ドレンライン浸水防止治具の漏えい試験を実施することにより床ドレンライン浸水防止治具の機能維持評価を実施した。

6.1 機能維持評価方法

床ドレンライン浸水防止治具の固有周期を考慮して,地震時における床ドレンライン浸水防止治具の機能維持評価用加速度を設定し,設定した機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。機能確認済加速度には,正弦波加振試験において,止水性の機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。床ドレンライン浸水防止治具の機能確認済加速度を表6－1に示す。

具体的な機能維持確認として,床ドレンライン浸水防止治具に対して,正弦波により水平方向及び鉛直方向の加振試験を実施後,V-1-1-3-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波による溢水または内部溢水を踏まえ,それらの浸水後の水位を上回る圧力として0.35MPaの水圧にて漏えい試験を実施し,漏えい量が許容漏えい量以下であることを確認した。本漏えい試験の結果により,床ドレンライン浸水防止治具の地震時及び地震後の機能維持を確認した。

なお,固有値解析結果より,床ドレンライン浸水防止治具の固有周期0.05s以下であることを確認したため,機能維持評価用加速度には保守的にタービン建屋最上階の最大応答加速度を使用する。

表6－1 床ドレンライン浸水防止治具の機能確認済加速度

評価部位	機能確認済加速度(×9.8m/s^2)	
	水平方向	鉛直方向
床ドレンライン浸水防止治具	6.0	6.0

7. 評価結果

7.1 フロート式治具

フロート式治具の耐震評価結果を以下に示す。(1)，(2)及び(3)に示す評価結果から，フロート式治具が耐震性を有することを確認した。

(1) 基準地震動S_Sに対する評価部位の応力評価

基準地震動S_Sに対する評価部位の応力評価結果を表7－1に示す。発生応力が許容応力以下であることから構造部材が構造健全性を有することを確認した。

表7－1 基準地震動S_Sに対する評価部位の応力評価

型式	評価部位	評価応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
外ねじ取付型	弁本体	引張り	1	154
		曲　げ	1	
		組合せ*	2	
	フロートガイド	引張り	1	
		曲　げ	7	
		組合せ*	8	
内ねじ取付型	弁本体	引張り	1	
		曲　げ	1	
		組合せ*	2	
	フロートガイド	引張り	1	
		曲　げ	7	
		組合せ*	8	
フランジ取付型	弁本体	引張り	1	133
		曲　げ	1	
		組合せ*	2	
	フロートガイド	引張り	1	
		曲　げ	7	
		組合せ*	8	

注記＊：引張(σ_V)＋曲げ(σ_H)は，$\sigma_V+\sigma_H \leqq 1.2S$で評価

(2)　基準地震動Ｓ$_s$に対するフロート式治具の機能維持評価

フロート式治具の機能維持評価結果を表7－2に示す。表7－2に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることからフロート式治具の機能維持を確認した。

表7－2　フロート式治具の機能維持評価結果

評価部位	標高 T.M.S.L. (mm)	場所	機能確認済加速度との比較			
			水平加速度(×9.8m/s^2)		鉛直加速度(×9.8m/s^2)	
			機能維持 評価用 加速度*	機能確認済 加速度	機能維持 評価用 加速度*	機能確認済 加速度
フロート式 治具	44300	タービン建屋 最上階	3.01	6.0	1.91	6.0

注記＊：「4.　固有周期」より，フロート式治具の固有周期が0.05s以下であることを確認したため，機能維持評価用加速度には床ドレンライン浸水防止治具の設置数が多いタービン建屋の中から，保守的に全てを包絡できる建屋最上階の最大応答加速度を使用した。

(3)　基準地震動Ｓ$_s$に対するフロート及び取付部の構造健全性評価

「(2)　基準地震動Ｓ$_s$に対するフロート式治具の機能維持評価」に示したとおりフロート式治具治具の機能維持を確認したことにより，評価部位であるフロート及び取付部が構造健全性を有することを確認した。

7.2　スプリング式治具

スプリング式治具の耐震評価結果を以下に示す。(1)，(2)及び(3)に示す評価結果から，スプリング式治具が耐震性を有することを確認した。

(1)　基準地震動Ｓ$_S$に対する評価部位の応力評価

基準地震動Ｓ$_S$に対する評価部位の応力結果を表7－3に示す。発生応力が許容応力以下であることから構造部材が構造健全性を有することを確認した。

表7－3　基準地震動Ｓ$_S$による評価部位の応力結果

型式	評価部位	評価応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
外ねじ取付型	弁本体・ガイド	引張り	1	133
		曲　げ	2	
		組合せ*	3	
	ばねガイド	引張り	1	
		曲　げ	2	
		組合せ*	3	
	弁体	平板の曲げ	1	
		軸の曲げ	3	
内ねじ取付型	弁本体・ガイド	引張り	1	
		曲　げ	3	
		組合せ*	4	
	ばねガイド	引張り	1	
		曲　げ	2	
		組合せ*	3	
	弁体	平板の曲げ	1	
		軸の曲げ	3	
フランジ取付型	弁本体・ガイド	引張り	2	
		曲　げ	6	
		組合せ*	8	
	ばねガイド	引張り	1	
		曲　げ	2	
		組合せ*	3	
	弁体	平板の曲げ	1	
		軸の曲げ	3	

注記＊：引張り（σＶ）+曲げ（σＨ）は，$\sigma_V + \sigma_H \leqq 1.2S$で評価

(2)　基準地震動Ｓ$_s$に対するスプリング式治具の機能維持評価

スプリング式治具の機能維持評価結果を表7－4に示す。表7－4に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることからスプリング式治具の機能維持を確認した。

表7－4　スプリング式治具の機能維持評価結果

評価部位	標高 T.M.S.L. (mm)	場所	機能確認済加速度との比較			
			水平加速度(×9.8m/s^2)		鉛直加速度(×9.8m/s^2)	
			機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度	機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スプリング式治具	44300	タービン建屋最上階	3.01	6.0	1.91	6.0

注記＊：「4.　固有周期」より，スプリング式治具の固有周期が0.05s以下であることを確認したため，機能維持評価用加速度には床ドレンライン浸水防止治具の設置数が多いタービン建屋の中から，保守的に全てを包絡できる建屋最上階の最大応答加速度を使用した。

(3)　基準地震動Ｓ$_s$に対する弁座及び取付部の構造健全性評価

「(2)　基準地震動Ｓ$_s$に対するスプリング式治具の機能維持評価」に示したとおりスプリング式治具の機能維持を確認したことにより，評価部位である弁体及び取付部が構造健全性を有することを確認した。

7.3　閉止キャップ

(1)　基準地震動Ｓ$_S$に対する閉止キャップの機能維持評価

閉止キャップの機能維持評価結果を表7－5に示す。表7－5に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることから閉止キャップの機能維持を確認した。

表7－5　閉止キャップの機能維持評価結果

評価部位	標高 T.M.S.L. (mm)	場所	機能確認済加速度との比較			
			水平加速度(×9.8m/s^2)		鉛直加速度(×9.8m/s^2)	
			機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度	機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
閉止キャップ	44300	タービン建屋最上階	3.01	6.0	1.91	6.0

注記＊：「4.　固有周期」より，閉止キャップの固有周期が0.05s以下であることを確認したため，機能維持評価用加速度には床ドレンライン浸水防止治具の設置数が多いタービン建屋の中から，保守的に全てを包絡できる建屋最上階の最大応答加速度を使用した。

(2)　基準地震動Ｓ$_S$に対する閉止キャップの構造健全性評価

「(1)　基準地震動Ｓ$_S$に対する閉止キャップの機能維持評価」に示したとおり閉止キャップの機能維持を確認したことにより，評価部位である閉止キャップが構造健全性を有することを確認した。

7.4　閉止栓

(1)　基準地震動Ｓ$_S$に対する閉止栓の機能維持評価

閉止栓の機能維持評価結果を表7－6に示す。表7－6に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることから閉止栓の機能維持を確認した。

表7－6　閉止栓の機能維持評価結果

評価部位	標高 T.M.S.L. (mm)	場所	機能確認済加速度との比較			
			水平加速度(×9.8m/s^2)		鉛直加速度(×9.8m/s^2)	
			機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度	機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
閉止栓	44300	タービン建屋 最上階	3.01	6.0	1.91	6.0

注記＊：「4.　固有周期」より，閉止栓の固有周期が0.05s以下であることを確認したため，機能維持評価用加速度には床ドレンライン浸水防止治具の設置数が多いタービン建屋の中から，保守的に全てを包絡できる建屋最上階の最大応答加速度を使用した。

(2)　基準地震動Ｓ$_S$に対する閉止栓の構造健全性評価

「(1)　基準地震動Ｓ$_S$に対する閉止栓の機能維持評価」に示したとおり閉止栓の機能維持を確認したことにより，評価部位である閉止栓が構造健全性を有することを確認した。

Ⅴ-2-10-2-4-2　貫通部止水処置の耐震性についての計算書

目　　次

1.　概要 …… 1
2.　一般事項 …… 1
2.1　配置概要 …… 1
2.2　構造計画 …… 1
2.3　評価方針 …… 4
2.4　適用規格・基準等 …… 9
2.5　記号の説明 …… 10
3.　評価部位 …… 14
4.　固有周期 …… 16
4.1　固有周期の確認方法 …… 16
4.2　固有周期の確認条件 …… 17
4.3　固有周期の確認結果 …… 18
5.　構造強度評価 …… 19
5.1　構造強度評価方法 …… 19
5.2　荷重及び荷重の組合せ …… 19
5.2.1　荷重の設定 …… 19
5.2.2　荷重の組合せ …… 23
5.3　許容限界 …… 23
5.4　設計用地震力 …… 28
5.5　計算方法 …… 30
5.5.1　荷重計算 …… 30
5.6　計算条件 …… 34
6.　機能維持評価 …… 37
6.1　機能維持評価方法 …… 37
7.　評価結果 …… 38
7.1　モルタル …… 38
7.2　鉄板 …… 38
7.3　フラップゲート …… 39
7.4　ケーブルトレイ金属ボックス …… 40

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に基づき，浸水防護施設のうち，貫通部止水処置が設計用地震力に対して，主要な構造部材が津波による溢水並びに内部溢水の伝播を防止する機能を維持するための十分な構造健全性を有することを説明するものである。その耐震評価は貫通部止水処置の荷重又は応力評価により行う。

貫通部止水処置は，設計基準対象施設においては浸水防止設備としてＳクラス及びＣ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機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 配置概要

貫通部止水処置は，原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋の貫通口と貫通物とのすき間に施工する。

2.2 構造計画

貫通部止水処置は，貫通部の位置や条件に応じて，シール材，モルタル，ブーツ，鉄板，フラップゲートを使用し，各貫通部止水処置の適用条件を考慮し施工する。シール材及びモルタルは壁の貫通口と貫通物のすき間に施工し，壁と貫通物を接合する構造とする。なお，シール材をケーブルトレイ貫通部の止水に用いる場合は，シール材が型崩れしないように金属ボックスをアンカーボルトで壁・床面に固定し，金属ボックスにシール材を充填，もしくは塗布する。ブーツは，伸縮性ゴムを用い，壁面に溶接した取付用座と配管を締付けバンドにて固定する構造とする。鉄板は，配管とスリーブを全周溶接する。また，フラップゲートはアンカーボルトで壁面に固定する構造とする。貫通部止水処置の構造計画を表 2－1 に示す。

表 2－1　貫通部止水処置の構造計画（1／2）

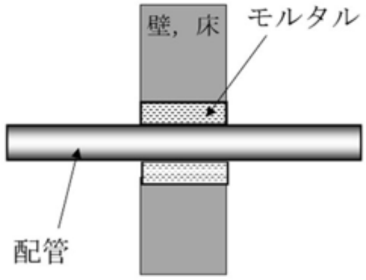
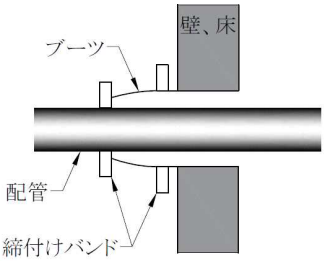
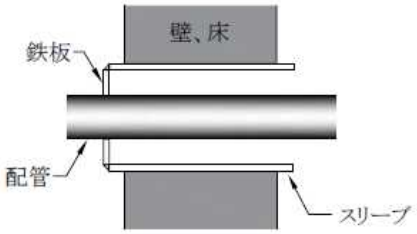
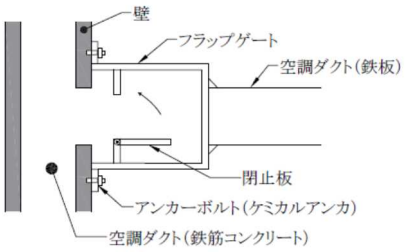
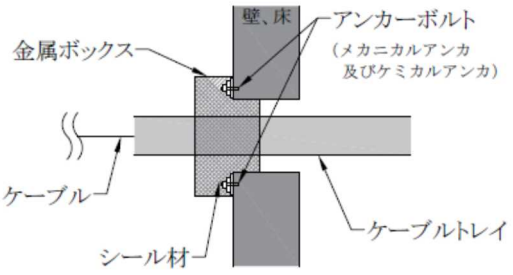
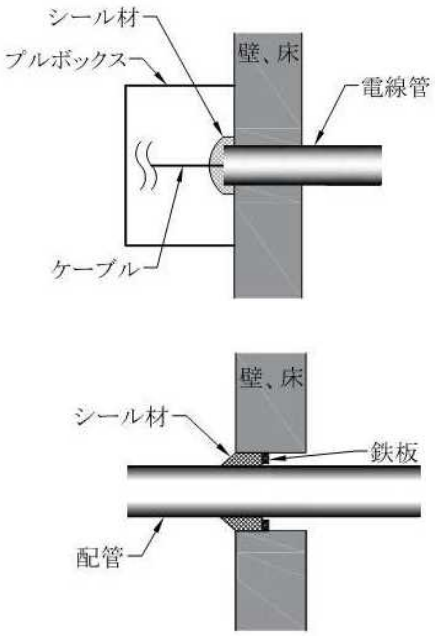
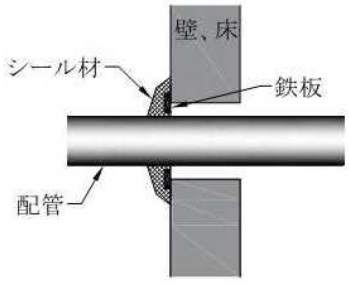
設備名称	計画の概要		概略構造図
	主体構造	支持構造	
貫通部止水処置	モルタルにて構成する。	貫通部の開口部にモルタルを充填し，硬化後は貫通部内面及び貫通物外面と一定の付着力によって接合する。	
	ブーツと締付けバンドにて構成する。	高温配管の熱膨張変位及び地震時の変位を吸収できるよう伸縮性ゴムを用い，壁面又は床面に溶接した取付用座と配管にて締付けバンドにて締結する。	
	鉄板にて閉止する構成とする。	貫通部の開口部に鉄板を挿入し，配管とスリーブを全周溶接によって接合する。	
	閉止板を内包するフラップゲートにて構成する。	空調ダクト（鉄筋コンクリート）と空調ダクト（鉄板）の間にフラップゲートを設置し，フラップゲートは空調ダクト（鉄筋コンクリート）壁面にアンカーボルトで固定する。	

表 2－1　貫通部止水処置の構造計画（2／2）

<table>
<tr><th rowspan="2">設備名称</th><th colspan="2">計画の概要</th><th rowspan="2">概略構造図</th></tr>
<tr><th>主体構造</th><th>支持構造</th></tr>
<tr><td rowspan="3">貫通部
止水処置</td><td rowspan="2">充填タイプのシール材にて構成する。</td><td>ケーブルトレイ貫通部については，シール材が型崩れしないよう金属ボックスをアンカーボルトで壁・床面に固定し，金属ボックスにシール材を充填，もしくは塗布する。シール材は，施工時は液状であり，反応硬化によって所定の強度を有する構造物が形成される。</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>貫通部の開口部にシール材を充填する。施工時は液状であり，反応硬化によって所定の強度を有する構造物が形成され，貫通部内面及び貫通物外面と一定の付着力によって接合する。</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>コーキングタイプのシール材にて構成する。</td><td>貫通部の開口部と貫通部のすき間にコーキングする。施工時は液状であり，反応硬化によって所定の強度を有する構造物が形成され，鉄板及び貫通物外面と一定の付着力によって接合する。</td><td> 
</td></tr>
</table>

2.3　評価方針

貫通部止水処置の耐震評価は，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，「2.2 構造計画」に示す貫通部止水処置の構造を踏まえ，「3.　評価部位」にて設定する評価部位において，発生する荷重が許容限界内に収まることを「4.　構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施し，確認結果を「5.　評価結果」に示す。貫通部止水処置（モルタル）の耐震評価フローを図 2－1 ，鉄板の耐震評価フローを図 2－2 ，フラップゲートの耐震評価フローを図 2－3 ，シール材施工に用いるケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価フローを図 2－4 に示す。

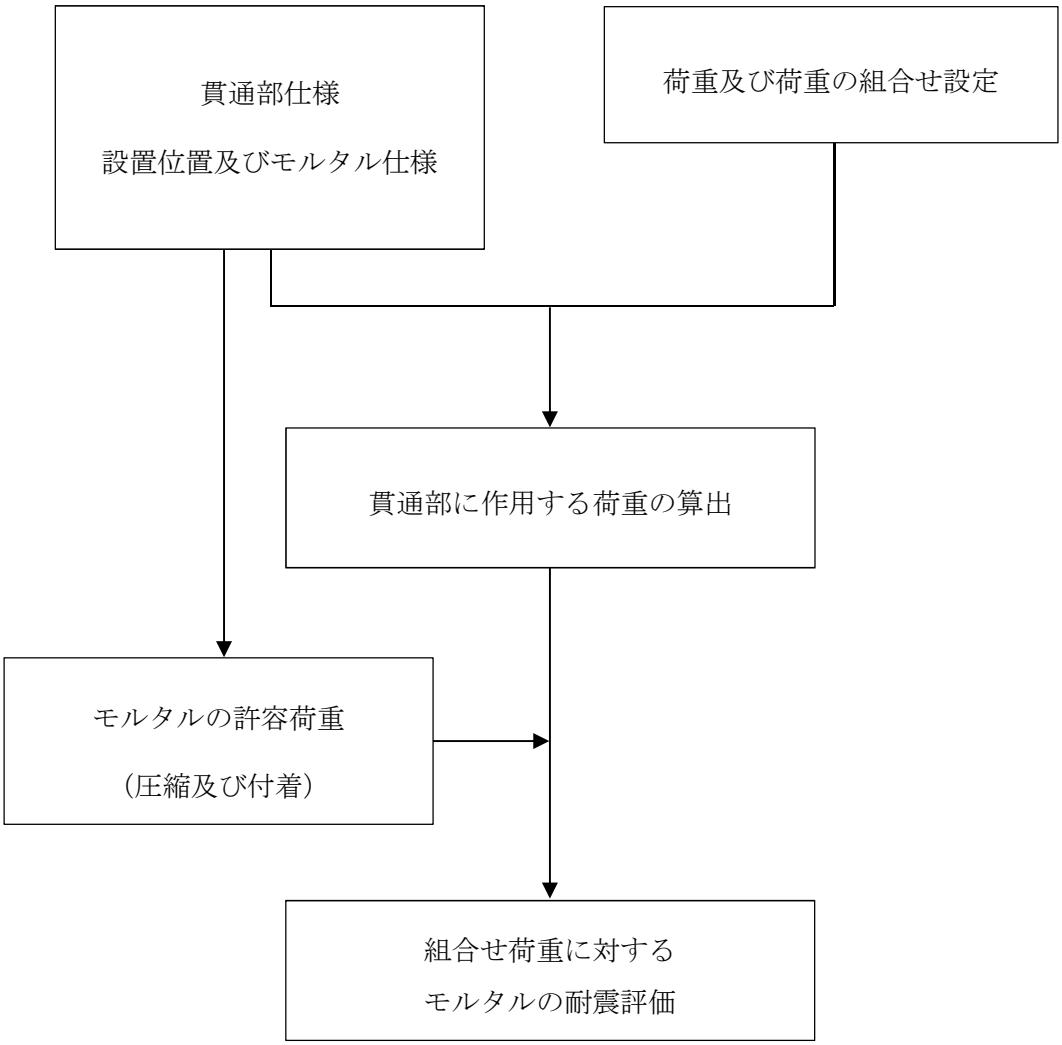


図 2－1　モルタルの耐震評価フロー

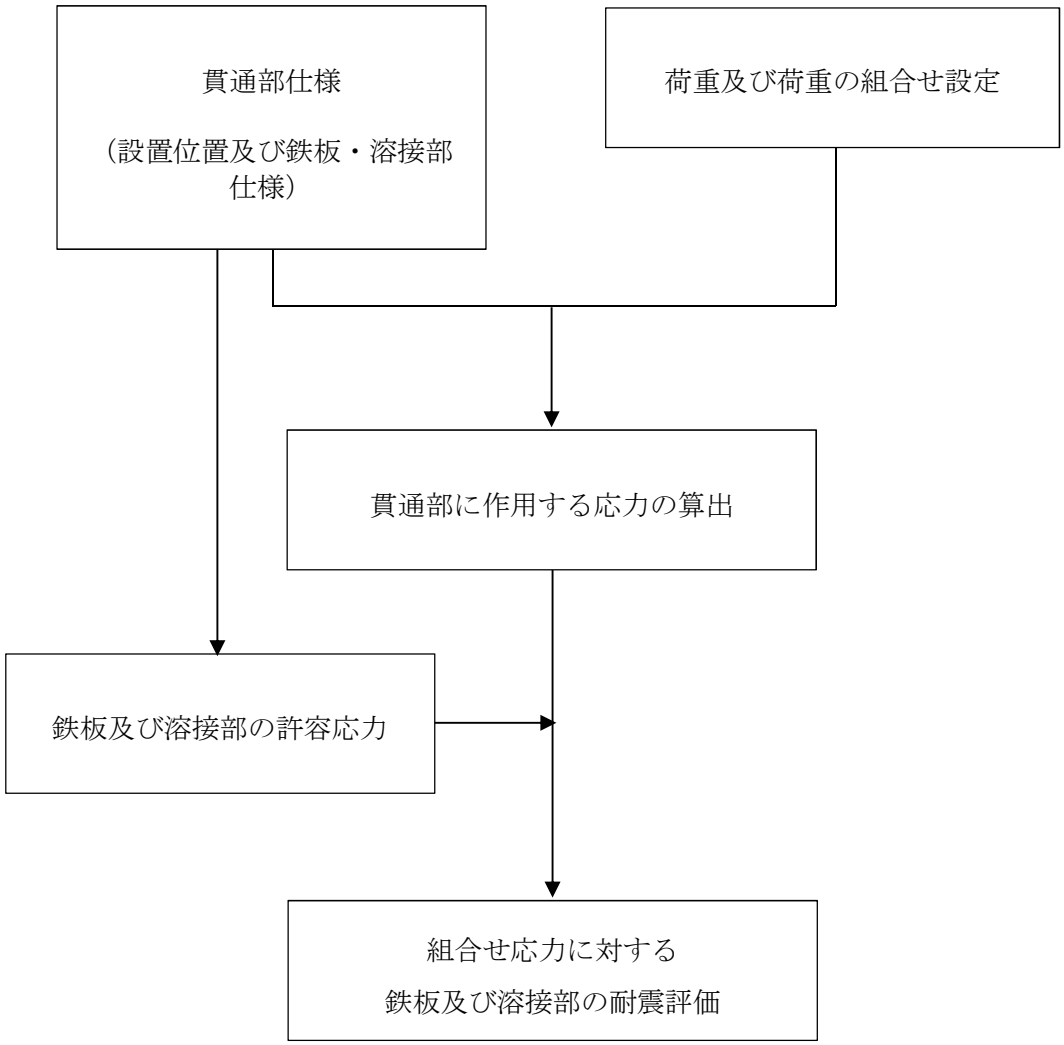


図 2－2　鉄板の耐震評価フロー

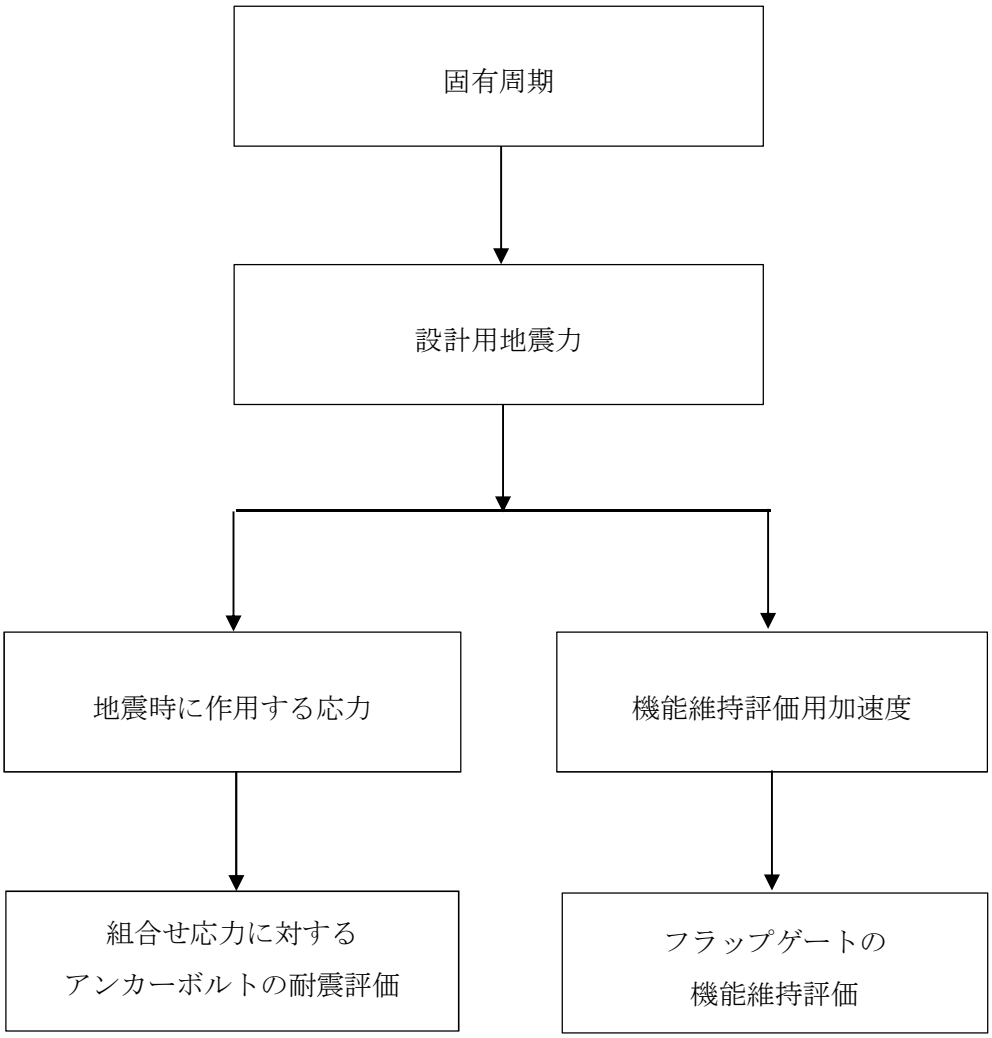


図 2－3　フラップゲートの耐震評価フロー

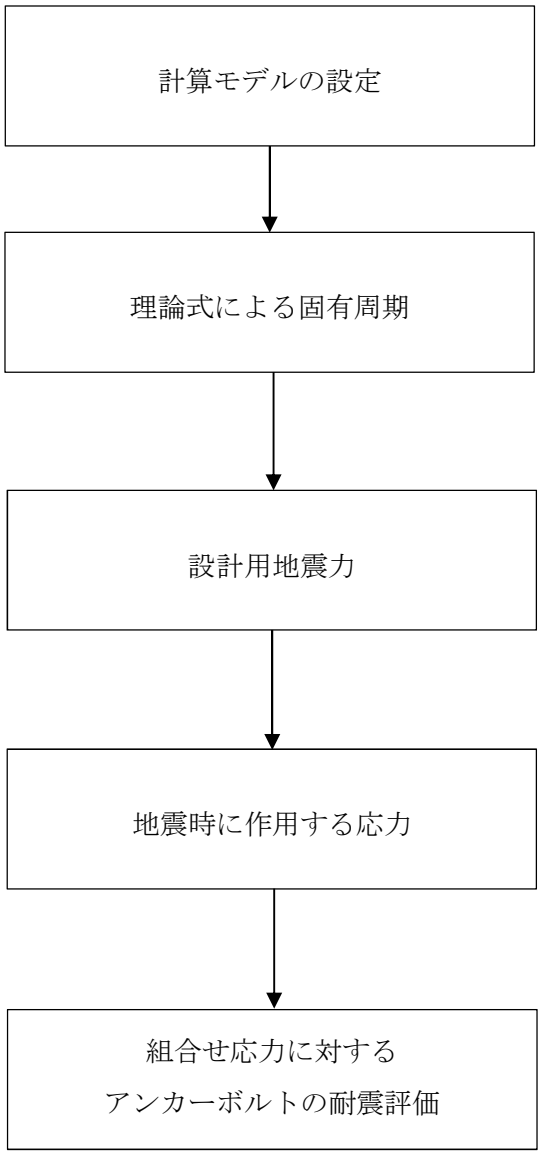


図 2－4　ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価フロー

2.4　適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

・ コンクリート標準示方書［構造性能照査編］（（社）土木学会　2002 年制定）
・ 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。））
ＪＳＭＥ　Ｓ　ＮＣ１-2005/2007（（社）日本機械学会）（以下「設計・建設規格」という。）
・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編　ＪＥＡＧ４６０１補-1984（（社）日本電気協会）
・ 原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1987（（社）日本電気協会）
・ 原子力発電所耐震設計技術指針　ＪＥＡＧ４６０１-1991 追補版　（（社）日本電気協会）
・ 機械工学便覧（（社）日本機械学会）

2.5　記号の説明

モルタル，鉄板，フラップゲート及びケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価に用いる記号を表 2－2，表 2－3，表 2－4，表 2－5 に示す。

表 2－2　モルタルの耐震評価に用いる記号

記　号	記号の説明	単位
A_P	貫通物の投影面積	m^2
C_H	基準地震動Ｓｓにより生じる貫通物の水平方向設計震度	－
C_V	基準地震動Ｓｓにより生じる貫通物の鉛直方向設計震度	－
d	モルタル貫通物の外径	mm
f_C	モルタルの許容圧縮荷重	N
f_S	モルタルの許容付着荷重	N
f'_{bok}	モルタル付着強度	MPa
f'_{ck}	モルタル圧縮強度	MPa
F_C	貫通物反力によりモルタルに生じる圧縮荷重	N
F_{H1}	基準地震動Ｓｓにより生じる貫通物の軸方向に作用する荷重	N
F_{H2}	基準地震動Ｓｓにより生じる貫通物の軸直方向に作用する荷重	N
F_V	基準地震動Ｓｓにより生じる貫通物の軸直方向に作用する荷重	N
g	重力加速度	m/s^2
L	貫通物の支持間隔	mm
L_W	モルタルの充填深さ	mm
S	貫通物の周長	mm
w	貫通物の支持間隔の単位長さ当たりの質量	kg/mm
γ_C	材料定数	－

表 2－3　鉄板の耐震評価に用いる記号

記号	記号の説明	単位
A_1	水圧を受ける鉄板の面積	mm^2
A_2	鉄板と貫通物との溶接部の付着面積	mm^2
A_3	鉄板とスリーブとの溶接部の付着面積	mm^2
d	鉄板貫通物の外径	mm
C_H	基準地震動Ｓｓにより生じる貫通物の水平方向設計震度	－
C_V	基準地震動Ｓｓにより生じる貫通物の鉛直方向設計震度	－
D	鉄板の外径	mm
f_b	鉄板及び溶接部の許容曲げ応力	N
f_s	鉄板及び溶接部の許容せん断応力	N
f_t	鉄板及び溶接部の許容引張応力	N
f_{total}	鉄板及び溶接部の許容組合せ応力	N
F	設計・建設規格　SSB-3121.1 に定める値	MPa
F_{s1}	鉄板及び溶接部に生じる軸方向引張力	N
F_{s2}，F_{s3}	鉄板及び溶接部に生じる軸直方向せん断力	N
g	重力加速度	m/s^2
L_1，L_2	鉄板から直近の支持装置までの距離	mm
M_{s2}，M_{s3}	鉄板及び溶接部に生じるモーメント	Nmm
t_1	鉄板の板厚	mm
t_2	鉄板と貫通物との溶接部の有効のど厚	mm
t_3	鉄板とスリーブとの溶接部の有効のど厚	mm
w	貫通物の支持間隔の単位長さ当たりの質量	kg/m
Z_1	鉄板の断面係数	mm^3
Z_2	鉄板と貫通物との溶接部の断面係数	mm^3
Z_3	鉄板とスリーブとの溶接部の断面係数	mm^3
τ	評価部位に加わるせん断応力	MPa
σ_b	評価部位に加わる曲げ応力	MPa
σ_t	鉄板に加わる引張応力	MPa
σ_{total}	鉄板に加わる組合せ応力	MPa

表 2－4　フラップゲートの耐震評価に用いる記号

記号	記号の説明	単位
A_f	評価上せん断力を受けるとして期待するアンカーボルトの総断面積	mm^2
A_{fH}	評価上引張力を受けるとして期待する鉛直方向のアンカーボルトの総断面積（転倒方向：水平）	mm^2
A_{fV}	評価上引張力を受けるとして期待する水平方向のアンカーボルトの総断面積（転倒方向：鉛直）	mm^2
C_H	水平方向設計震度	－
C_V	鉛直方向設計震度	－
F	設計・建設規格　SSB-3131 に定める値	MPa
f_{sb}	せん断力のみを受けるアンカーボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受けるアンカーボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受けるアンカーボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度	m/s^2
h	据付面又は取付面から重心までの距離	mm
ℓ_1	重心と下側アンカーボルト間の鉛直方向距離	mm
ℓ_2	上側アンカーボルトと下側アンカーボルト間の鉛直方向距離	mm
ℓ_3	左側アンカーボルトと右側アンカーボルト間の水平方向距離	mm
m	フラップゲート質量	kg
Q_{b1}	水平方向地震によりアンカーボルトに作用するせん断力	N
Q_{b2}	鉛直方向地震によりアンカーボルトに作用するせん断力	N
σ_b	アンカーボルトに作用する引張応力	MPa
σ_{b1}	鉛直方向地震及び金属ボックス取付面に対し，左右方向の水平方向地震によりアンカーボルトに作用する引張応力	MPa
σ_{b2}	鉛直方向地震及び金属ボックス取付面に対し，前後方向の水平方向地震によりアンカーボルトに作用する引張応力	MPa
τ_b	アンカーボルトに作用するせん断応力	MPa

表 2－5　ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価に用いる記号

記号	記号の説明	単位
A_f	評価上せん断力を受けるとして期待するアンカーボルトの総断面積	mm^2
A_{fH}	評価上引張力を受けるとして期待する鉛直方向のアンカーボルトの総断面積（転倒方向：水平）	mm^2
A_{fV}	評価上引張力を受けるとして期待する水平方向のアンカーボルトの総断面積（転倒方向：鉛直）	mm^2
C_H	水平方向設計震度	－
C_V	鉛直方向設計震度	－
F	設計・建設規格　SSB-3131 に定める値	MPa
f_{sb}	せん断力のみを受けるアンカーボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受けるアンカーボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受けるアンカーボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度	m/s^2
h	据付面又は取付面から重心までの距離	mm
ℓ_1	重心と下側アンカーボルト間の鉛直方向距離	mm
ℓ_2	上側アンカーボルトと下側アンカーボルト間の鉛直方向距離	mm
ℓ_3	左側アンカーボルトと右側アンカーボルト間の水平方向距離	mm
m	金属ボックスの質量（充填もしくは塗布されているシール材質量を含む）	kg
Q_{b1}	水平方向地震によりアンカーボルトに作用するせん断力	N
Q_{b2}	鉛直方向地震によりアンカーボルトに作用するせん断力	N
σ_b	アンカーボルトに作用する引張応力	MPa
σ_{b1}	鉛直方向地震及び金属ボックス取付面に対し，左右方向の水平方向地震によりアンカーボルトに作用する引張応力	MPa
σ_{b2}	鉛直方向地震及び金属ボックス取付面に対し，前後方向の水平方向地震によりアンカーボルトに作用する引張応力	MPa
τ_b	アンカーボルトに作用するせん断応力	MPa

3. 評価部位

貫通部止水処置の評価部位は，「2.2 構造計画」にて設定している構造にしたがって，地震荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し選定する。

モルタルと鉄板については，地震時に貫通物の反力が直接作用することが考えられる。

シール材（充填，コーキング）については，貫通部直近に支持構造物を設置しており，地震時は建屋壁と配管系が一体で動く事から，相対変位が軽微な箇所に設置している。また，電線管・ケーブルトレイ内に適用するシール材は，柔軟性及び余長を有するケーブルすき間に充填することとしており，地震時にケーブルに発生する荷重は小さく軽微である。このため，地震によるシール材への影響は軽微であることから評価対象としない。ただし，ケーブルトレイ貫通部については，シール材が型崩れしないように金属ボックスをアンカーボルトで壁・床面に固定し，金属ボックスにシール材を充填，もしくは塗布する構造であることから，金属ボックスを固定するアンカーボルトを評価対象部位とする。なお，ケーブルトレイ自体はサポートにより支持されており，金属ボックスとは金属同士で接しておらず，ケーブルトレイからの地震の影響は金属ボックスには及ばない構造となっていることから，評価対象部位として考慮しない。

ブーツについては，伸縮性ゴムを使用しており，配管の地震変位に対しても十分な伸縮性を有している。このため，地震による影響は軽微であることから評価対象としない。

フラップゲートは地震による応力がフラップゲートを壁面に固定するアンカーボルトに作用するため，耐震評価による評価部位としてボルトを選定する。また，機能維持評価としてフラップゲートの加振試験を実施する。なお，フラップゲートは空調ダクトと連結しているが，フラップゲートと空調ダクトは伸縮継手にて接続しており，空調ダクトからの地震の影響はフラップゲートには及ばないことから，空調ダクトは評価対象部位として考慮しない。

以上より，貫通部止水処置のうち，モルタル又は鉄板を用いた貫通部，ケーブルトレイ金属ボックス及びフラップゲートを固定するアンカーボルトを評価部位とする。また，モルタルに作用する荷重が最も大きい貫通部と，鉄板に津波の突き上げ荷重が作用する貫通部を各々の代表として評価する。モルタル又は鉄板を用いた貫通部のうち，貫通物がないため埋め戻しを行っている貫通部は貫通物の追従により生じる荷重がないため，貫通物が通っている場合の評価に包絡される。ケーブルトレイ金属ボックスについては，アンカーボルトに対して引張力がかかる方向からの水圧が，最も大きく作用する貫通部を代表として評価する。

モルタル及び鉄板の評価部位を図 3－1 に，フラップゲートの評価部位を図 3－2 に，ケーブルトレイ金属ボックスの評価部位を図 3－3 に示す。

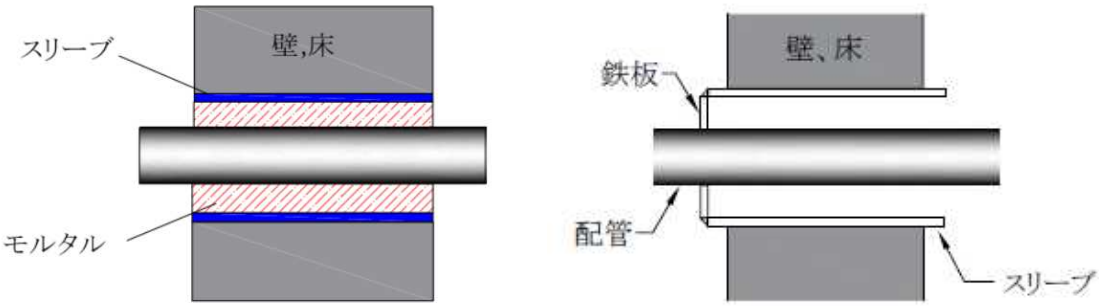


図 3－1　モルタル及び鉄板の評価部位

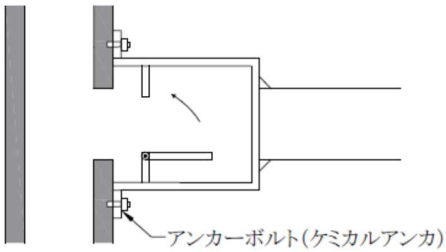


図 3－2　フラップゲート評価部位

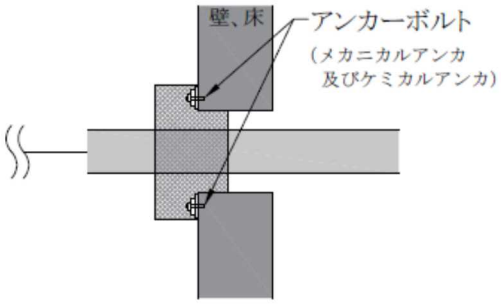


図 3－3　ケーブルトレイ金属ボックスの評価部位

4.　固有周期

4.1　固有周期の確認方法

モルタル及び鉄板については，壁・床に埋め込まれたり，表面に張り付いたりしている構造で躯体側と一体となって振動するため，モルタルと鉄板自体の耐震計算は不要であり固有周期は算出しない。

一方，フラップゲート及びケーブルトレイ金属ボックスは，壁に固定しているアンカーボルトの健全性を確認するため固有周期を算出する。その方法を以下に示す。

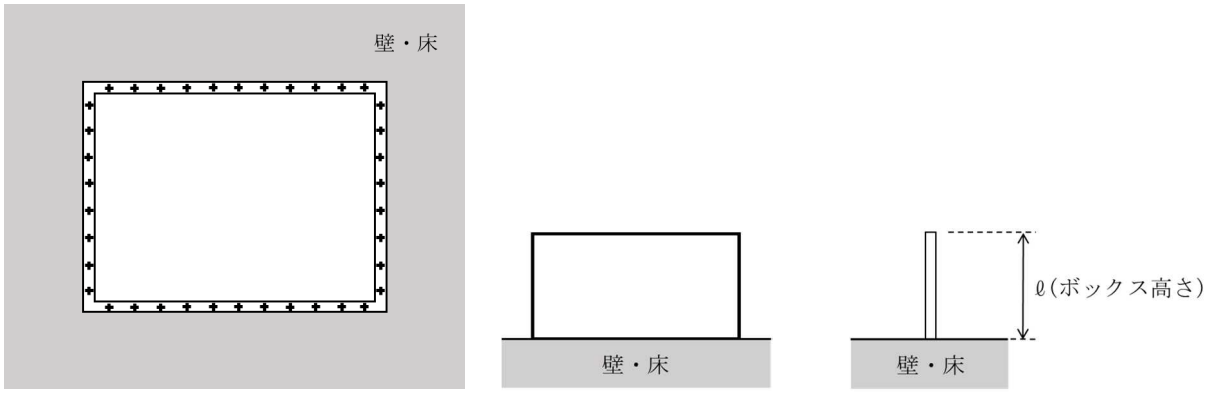
(1)　確認手法

a.　フラップゲート

振動特性把握試験により固有周期を求める。

b.　ケーブルトレイ金属ボックス

ケーブルトレイ金属ボックスの寸法や形状を踏まえ，図 4－1 に示す片持ちはりに単純化したモデルとして考える。



(a) 概略平面図　　(b) 概略側面図　　(c) モデル図

図 4－1　ケーブルトレイ金属ボックスの評価モデル

(2)　記号の説明

ケーブルトレイ金属ボックスの固有周期算出に用いる記号を表 4－1 に示す。

表 4－1　固有周期算出に用いる記号

記号	記号の説明	単位
T	固有周期	秒
f	固有振動数	Hz
ℓ	ボックス高さ	mm
E	ヤング率	N/mm^2
I	断面二次モーメント	mm^4
m	単位長さ当りの質量	kg/m

(3)　固有周期の算出方法

固有周期 T を「機械学会　機械工学便覧」に基づき，以下の式より算出する。

$$f=\frac{1.875^2}{2\cdot\pi\cdot\ell^2}\sqrt{\frac{E\cdot I}{m}}\cdot 10^3$$

$$T=1/f$$

4.2　固有周期の確認条件

ケーブルトレイ金属ボックスの固有周期の計算条件を表 4－2 に示す。

表 4－2　ケーブルトレイ金属ボックスの固有周期の計算条件

ボックス高さ ℓ (mm)	ヤング率 E (N/mm^2)	断面二次モーメント I (mm^4)		質量分布 m (kg/m)
		水平方向	鉛直方向	
200	201667	1.45306×10^{10}	1.03483×10^{10}	4065

4.3　固有周期の確認結果

フラップゲートの振動特性把握試験結果を表 4－3 に示す。ケーブルトレイ金属ボックスの固有周期の計算結果を表 4－4 に示す。

(1)　フラップゲート

固有周期は，0.05 秒以下であり，剛であることを確認した。

表 4－3　フラップゲートの固有周期

（単位：秒）

水平	0.05 以下
鉛直	0.05 以下

(2)　ケーブルトレイ金属ボックス

固有周期は，0.05秒以下であり，剛であることを確認した。

表 4－4　ケーブルトレイ金属ボックスの固有周期

（単位：秒）

水平	0.00008
鉛直	0.00010

5.　構造強度評価

5.1　構造強度評価方法

(1)　貫通部止水処置の評価部位の荷重（応力）評価を実施し，発生荷重（応力）を算出する。

(2)　評価部位の発生荷重（応力）と許容荷重（応力）を比較し，発生荷重（応力）が許容荷重（応力）以下であることを確認する。

5.2　荷重及び荷重の組合せ

耐震評価に用いる荷重及び荷重の組合せに関して以下に示す。

5.2.1　荷重の設定

(1)　モルタルに作用する地震荷重

強度評価に用いる荷重は，以下の荷重を用いる。

a.　固定荷重（G）

固定荷重として，貫通軸上の貫通物（配管等を示す。以下同じ。）及びその内容物の質量を考慮する。

b.　地震荷重（Ks）

地震荷重は，基準地震動Ｓｓ に伴う地震力とする。

モルタルに作用する荷重は，付着荷重及び圧縮荷重を考慮する。地震動により貫通物に地震荷重が発生し，その荷重がモルタルに作用するものとして算出する。

(a)　貫通物からモルタルに作用する地震荷重

モルタルに作用する荷重はモルタル端部とモルタルから最も近い支持構造物までの間の貫通物の固定荷重と地震荷重が作用する。評価においては，安全側の評価となるように貫通部の両側の支持構造物間の貫通物の固定荷重及び地震力がモルタルに作用し，モルタルに反力が発生するものとして荷重を算出する。貫通物からモルタルに作用する荷重作用図を図 5－1 に示す。

また，貫通物は柔構造となる場合もあることから，貫通物の設置場所における床応答スペクトル，当該スペクトルが無い場合は上層の床応答スペクトルの最大応答加速度を用いて算出する。

(b)　評価において考慮する貫通部

評価においては，それぞれの貫通部のうち，発生する荷重が最も大きいものを算出する。

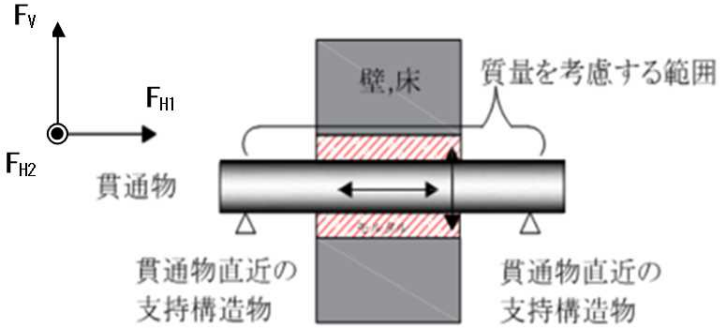


図 5－1　モルタルへの荷重作用図

(2)　鉄板に作用する地震荷重

耐震評価に用いる荷重は，以下の荷重を用いる。

a.　固定荷重（G）

固定荷重として，貫通軸上の貫通物及びその内容物の質量を考慮する。

b.　地震荷重（Ks）

地震荷重は，基準地震動Ｓｓ に伴う地震力とする。

鉄板及び溶接部に作用する荷重は，引張荷重，せん断荷重及び曲げ荷重を考慮する。地震動により貫通物に地震荷重が発生し，その荷重が鉄板及び溶接部に作用するものとして算出する。

(a)　貫通物から鉄板及び溶接部に作用する地震荷重

鉄板及び溶接部に作用する荷重は鉄板端部と鉄板から最も近い支持構造物までの間の貫通物の固定荷重と地震荷重が作用する。評価においては，安全側の評価となるように貫通部両側の固定荷重及び地震力が鉄板及び溶接部に作用し，鉄板及び溶接部に反力が発生するものとして荷重を算出する。貫通物から鉄板及び溶接部に作用する荷重作用図を図 5－2 に示す。

また，貫通物は柔構造となる場合もあることから，貫通物の設置場所における床応答スペクトル，当該スペクトルが無い場合は上層の床応答スペクトルを用いて算出する。

(b)　評価において考慮する貫通部

評価においては，それぞれの貫通部のうち，津波の突き上げ荷重が作用する貫通部を算出する。

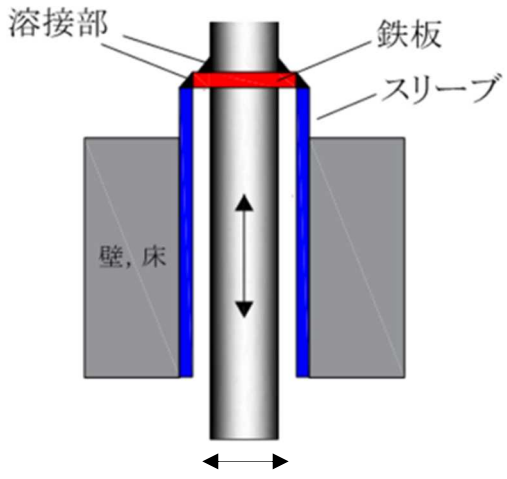


図 5－2　鉄板及び溶接部の荷重作用図

(3)　フラップゲートに作用する地震荷重

強度評価に用いる荷重は，以下の荷重を用いる。

a.　固定荷重（G）

固定荷重として，フラップゲートの質量を考慮する。

b.　地震荷重（Ks）

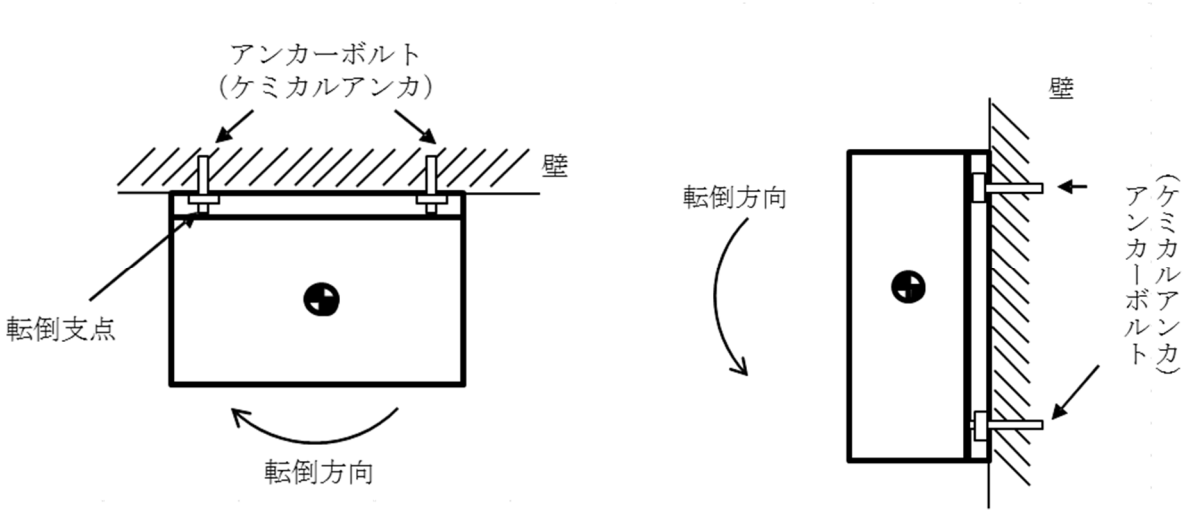
地震荷重は，基準地震動Ｓｓ に伴う地震力とする。

フラップゲートのアンカーボルトに作用する荷重はフラップゲートの固定荷重と地震荷重が作用する。

(a)　ボルトに作用する地震荷重

フラップゲートはアンカーボルトによって固定されていることから，アンカーボルトには固定荷重と地震荷重が作用し，フラップゲートが水平方向及び鉛直方向へ転倒する力が働く。アンカーボルトに作用する地震荷重作用図を図 5－3 に示す。

また，構造が同等なフラップゲートに対する振動試験の結果から固有周期が 0.05 秒以下で剛構造のため，フラップゲートの設置場所における最大応答加速度を用いて算出する。



水平方向への転倒　　鉛直方向への転倒

図 5－3　フラップゲートの荷重作用図

(4)　ケーブルトレイ金属ボックスに作用する地震荷重

強度評価に用いる荷重は，以下の荷重を用いる。

a.　固定荷重（G）

固定荷重として，ケーブルトレイ金属ボックス及びボックスに充填，もしくは塗布されているシール材の質量を考慮する。なお，ケーブルトレイ及びトレイ内構造物の質量は，外部サポートによって支持されているため考慮しない。

b.　地震荷重（Ks）

地震荷重は，基準地震動Ｓｓ に伴う地震力とする。

金属ボックスのアンカーボルトに作用する荷重は，金属ボックスの固定荷重と地震荷重が作用する。

(a)　ボルトに作用する地震荷重

ケーブルトレイ金属ボックスはアンカーボルトによって固定されていることから，アンカーボルトには固定荷重と地震荷重が作用し，金属ボックスが水平方向及び鉛直方向へ転倒する力が働く。アンカーボルトに作用する地震荷重作用図を図 5－4 に示す。

また，4.3 項に示す固有周期の計算結果（表 4－4）から固有周期が 0.05 秒以下で剛構造のため，金属ボックスの設置場所における最大応答加速度を用いて算出する。

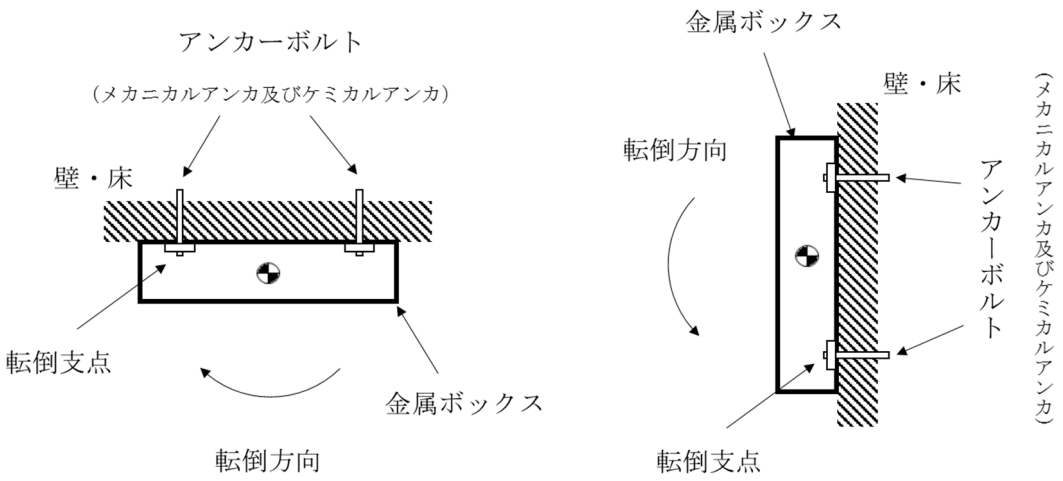


図 5－4　ケーブルトレイ金属ボックスの荷重作用図

5.2.2　荷重の組合せ

貫通部止水処置の荷重の組合せを表 5－1 に示す。

表 5－1　荷重の組合せ

施設区分	機器名称	荷重の組合せ*
浸水防護施設 （浸水防止設備）	貫通部止水処置	Ｇ＋Ｋｓ

注記＊：Ｇは固定荷重，Ｋｓは基準地震動Ｓｓによる地震荷重を示す。

5.3　許容限界

貫通部止水処置のうち，モルタルと鉄板，フラップゲート及びケーブルトレイ金属ボックスの許容限界に関して以下に示す。

(1)　モルタル

各評価部位の許容値は，コンクリート標準示方書［構造性能照査編］2002 年制定（（社）土木学会平成 14 年 3 月）に規定される許容限界を用いる。

貫通部止水処置の許容限界を表 5－2，貫通部止水処置の許容限界評価条件を表 5－3，貫通部止水処置の許容限界算出結果を表 5－4 に示す。

表 5－2　貫通部止水処置の設計にて考慮する許容限界（許容荷重）

状態	許容限界*	
	付着荷重	圧縮荷重
短期	f_s	f_c

注記＊：モルタルの許容限界は，コンクリート標準示方書［構造性能照査編］（（社）土木学会　2002 年制定）によりモルタルの許容付着荷重 f_s，モルタル付着強度 f'_{bok} 及びモルタルの許容圧縮荷重 f_c を算出する。モルタル圧縮強度 f'_{ck} は設計値を用いる。なお，同一貫通部に異なる口径の貫通物が設置されている場合，許容付着荷重の計算に使う周長 S は保守的に最も口径の大きい貫通物の周長を適用し，許容圧縮荷重の計算に使う直径 d は保守的に最も口径の小さい貫通物の直径を適用する。本計算書では，許容付着荷重の計算に適用する貫通物の口径 200A，許容圧縮荷重の計算に適用する貫通物の口径 25A，モルタル充填深さ Lw = 800 mm とする。

許容付着荷重　$f_s = f'_{bok} \cdot S \cdot L_W / \gamma_C$

$$f'_{bok} = 0.28 \cdot f'^{2/3}_{ck} \cdot 0.4$$

許容圧縮荷重　$f_c = f'_{ck} \cdot A_P / \gamma_C$

$$A_p = d \cdot L_W$$

表 5－3　貫通部止水処置の許容限界評価条件

評価部位	f'_{ck}*1 (N/mm^2)	γ_C*2
モルタル	32.3	1.3

注記＊1：f'_{ck}：モルタル圧縮強度

＊2：γ_C：材料定数を示す。

表 5－4　貫通部止水処置の許容限界算出結果

状態	評価部位	許容限界	
		付着荷重 f_s (kN)	圧縮荷重 f_c (kN)
短期	モルタル	475	675

(2)　鉄板

各評価部位の許容値は，設計・建設規格に規定されている許容限界を用いる。鉄板の許容限界は，設計・建設規格により鉄板の許容引張応力 f_t，鉄板の許容せん断応力 f_s，鉄板の曲げ許容応力 f_b 及び鉄板の許容組合せ応力 f_{total} を算出する。

鉄板の許容限界を表 5－5 ，許容限界評価条件を表 5－6 ，許容限界算出結果を表 5－7 に示す。

表 5－5　鉄板の許容限界

評価部位	許容応力状態	許容限界*			
		引張応力 f_t	せん断応力 f_s	曲げ応力 f_b	組合せ応力 f_{total}
鉄板	$\mathrm{III}_A S$	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5\sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$
配管と鉄板との溶接部		$\frac{F}{1.5\sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5\sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5\sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5\sqrt{3}} \cdot 1.5$
鉄板とスリーブとの溶接部					

注記＊：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 5－6　鉄板の許容限界評価条件

評価部位	材料	温度条件 (℃)		F (MPa)
鉄板	SUS304	周囲環境温度	40	205
配管と鉄板 との溶接部	SUS304 (配管，鉄板)	周囲環境温度	40	205
鉄板とスリーブ との溶接部	SGP (スリーブ)	周囲環境温度	40	147

表 5－7　鉄板の許容限界算出結果

評価部位	許容限界			
	引張応力 f_t (MPa)	せん断応力 f_s (MPa)	曲げ応力 f_b (MPa)	組合せ応力 f_{total} (MPa)
鉄板	204	117	204	204
配管と鉄板 との溶接部	117	117	117	117
鉄板とスリーブ との溶接部	84	84	84	84

(3) フラップゲート

フラップゲートのアンカーボルトの許容限界は，設計・建設規格によりボルトの許容引張応力 f_{ts}，ボルトの許容せん断応力 f_{sb} を算出する。

アンカーボルトの許容限界を表5－8 ，許容限界評価条件を表5－9 に示す。

表5－8　アンカーボルトの許容限界

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張応力 f_{to}	せん断応力 f_{sb}
$\mathrm{III}_{A}\mathrm{S}$	$\frac{F}{2}\cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5\sqrt{3}}\cdot 1.5$

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 5－9　アンカーボルトの許容限界評価条件

評価部位	材料	温度条件 (℃)		F (MPa)
アンカーボルト	SS400	周囲環境温度	40	215

(4)　ケーブルトレイ金属ボックス

ケーブルトレイ金属ボックスのアンカーボルトの許容限界は，設計・建設規格によりボルトの許容引張応力 f_{ts}，ボルトの許容せん断応力 f_{sb} を算出する。

ボルトの許容限界を表5－10 ，許容限界評価条件を表5－11 に示す。

表5－10　アンカーボルトの許容限界

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張応力 f_{to}	せん断応力 f_{sb}
$\mathrm{III}_{A}\mathrm{S}$	$\frac{F}{2}\cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5\sqrt{3}}\cdot 1.5$

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 5－11　アンカーボルトの許容限界評価条件

評価部位	材料	温度条件 (℃)		F (MPa)
アンカーボルト	SS400 相当	周囲環境温度	40	215

5.4　設計用地震力

(1)　モルタル

モルタル止水処置については，耐震計算に用いる設計震度をⅤ-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方法」における設計用地震力に基づき設計する。貫通部止水処置の耐震計算に用いる設計震度を表 5－12 に示す。

表 5－12　設計用震度

地震動	設置場所 及び 床面高さ (mm)	地震による設計震度*1	
基準地震動 Ｓｓ	原子炉建屋 T.M.S.L. 12300 (T.M.S.L. 12300*2)	水平方向C_H	12.81
		鉛直方向C_V	8.64

注記＊1：モルタル止水処置は評価対象箇所が多いことから，設計震度の算出が全ての対象箇所を包絡するように全周期帯の最大加速度を用いた。また，保守的な評価となるように設置場所の床応答曲線は減衰定数 0.5%を適用した。

＊2：設置場所の基準床レベルを示す。

(2)　鉄板

鉄板止水処置については，耐震計算に用いる設計震度をⅤ-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方法」における設計用地震力に基づき設計する。貫通部止水処置の耐震計算に用いる設計震度を表 5－13 に示す。

表 5－13　設計用震度

地震動	設置場所 及び 床面高さ (mm)	地震による設計震度*1	
基準地震動 Ｓｓ	タービン建屋 T.M.S.L. 3500 (T.M.S.L. 4900*2)	水平方向C_H	2.28
		鉛直方向C_V	3.08

注記＊1：鉄板止水処置は取水槽水位計のバブラー管（A 系）の設置場所の床応答曲線（T.M.S.L. 4900mm，減衰定数 0.5%）から貫通物の固有周期 [redacted] に対応した加速度を設計震度とした。

＊2：設置場所の基準床レベルを示す。

(3) フラップゲート

フラップゲートについては，耐震計算に用いる設計震度をⅤ-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方法」における設計用地震力に基づき設計する。フラップゲートの耐震計算に用いる設計震度を表5－14 に示す。

表5－14 設計用震度

地震動	設置場所 及び 床面高さ (mm)	地震による設計震度*1	
基準地震動 Ｓｓ	タービン建屋 T.M.S.L. -2525 (T.M.S.L. -1100*2)	水平方向C_H	0.98
		鉛直方向C_V	0.89

注記＊1：フラップゲートは固有周期が0.05秒以下であり剛構造のため，基準床の最大応答加速度の1.2 倍を設計震度とした。

＊2：設置場所の一階層上の基準床レベルを示す。

(4) ケーブルトレイ金属ボックス

ケーブルトレイ金属ボックスについては，耐震計算に用いる設計震度をⅤ-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方法」における設計用地震力に基づき設計する。ケーブルトレイ金属ボックスの耐震計算に用いる設計震度を表5－15 に示す。

表5－15 設計用震度

地震動	設置場所 及び 床面高さ (mm)	地震による設計震度*1	
基準地震動 Ｓｓ	タービン建屋 T.M.S.L. -3350 (T.M.S.L. -1100*2)	水平方向C_H	0.98
		鉛直方向C_V	0.89

注記＊1：ケーブルトレイ金属ボックスは固有周期が0.05秒以下であり剛構造のため，基準床の最大応答加速度の1.2 倍を設計震度とした。

＊2：設置場所の一階層上の基準床レベルを示す。

5.5　計算方法

5.5.1　荷重計算

(1)　モルタル

固定荷重及び基準地震動Ｓｓによる貫通物の反力によりモルタルに生じる荷重を算出する。

付着荷重は，鉛直反力と貫通軸上の貫通物の質量から次のとおり算出する。

$$F_{H1} = w(1 + C_V) \cdot L \cdot g$$

圧縮荷重は，貫通物の水平反力から次のとおり算出する。

$$F_{H2} = F_V = 5/8 \cdot w(1 + C_H) \cdot L \cdot g$$

$$Fc = \sqrt{F_{H2}^{\ 2} + F_V^{\ 2}}$$

(2)　鉄板

固定荷重及び基準地震動Ｓｓによる貫通物の反力により鉄板に生じる荷重は次のとおり算出する。

a.　鉄板を貫通する配管の反力により生じる荷重

固定荷重及び地震時の貫通物の反力により鉄板に生じる荷重は次の通り算出する。

(a)　鉄板に掛かる荷重

軸方向引張荷重　：　$F_{s1} = w(1 + C_V)(L_1 + L_2) \cdot g$

軸直方向せん断荷重：$F_{s2} = F_{s3} = 5/8\ w(1 + C_H)L_1 \cdot g + w(1 + C_H)L_2 \cdot g$

モーメント：　$M_{s2} = M_{s3} = 1/8\ w(1 + C_H)L_1^2 \cdot g + 1/2w(1 + C_H)L_2^2 \cdot g$

イ.　引張応力　：$\sigma_t = F_{s1}/A_1$

$A_1 = \pi d \cdot t_1$

t_1 ＝ 鉄板板厚

ロ.　せん断応力：$\tau_{2,3} = 2 \cdot F_{s2,3}/A_1$

$$\tau = \sqrt{\tau_2^{\ 2} + \tau_3^{\ 2}}$$

ハ.　曲げ応力　：　$\sigma_{b2,3} = M_{s2,3} / Z_1$

$$\sigma_b = \sqrt{\sigma_{b2}^2 + \sigma_{b3}^2}$$

ニ.　組合せ応力：$\sigma_{total} = \sqrt{\left(\sigma_t + \sigma_b\right)^2 + 3\tau^2}$

(b)　鉄板と配管との溶接部に生じる荷重

イ.　引張応力　：　$\sigma_t = F_{s1} / A_2$

$A_2 = \pi d \cdot t_2$

t_2 ＝ 有効のど厚

ロ.　せん断応力：$\tau_{2,3} = 2 \cdot F_{s2,3} / A_2$

$$\tau = \sqrt{\tau_2^2 + \tau_3^2}$$

ハ.　曲げ応力　：$\sigma_{b2,3} = M_{s2,3} / Z_2$

$$\sigma_b = \sqrt{\sigma_{b2}^2 + \sigma_{b3}^2}$$

ニ.　組合せ応力：$\sigma_{total} = \sqrt{\left(\sigma_t + \sigma_b\right)^2 + \tau^2}$

(c)　鉄板とスリーブとの溶接部に生じる荷重

イ.　引張応力　：　$\sigma_t = F_{s1} / A_3$

$A_3 = \pi d \cdot t_3$

t_3 ＝ 有効のど厚

ロ.　せん断応力：　$\tau_{2,3} = 2 \cdot F_{s2,3} / A_3$

$$\tau = \sqrt{\tau_2^2 + \tau_3^2}$$

ハ.　曲げ応力　：$\sigma_{b2,3} = M_{s2,3} / Z_3$

$$\sigma_b = \sqrt{\sigma_{b2}^2 + \sigma_{b3}^2}$$

ニ.　組合せ応力：$\sigma_{total} = \sqrt{\left(\sigma_t + \sigma_b\right)^2 + \tau^2}$

(3) フラップゲート

固定荷重及び基準地震動Ｓｓによる荷重は次のとおり算出する。

(a) 引張応力の計算

アンカーボルトに対する引張応力は，最も厳しい条件として，図5－3で片側のボルト列を支点とする転倒を考え，これをもう片側のボルト列で受けるものとして計算する。

フラップゲートが水平方向に転倒する場合の引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g}{A_{fH} \cdot l_3} + \frac{m \cdot (1 + C_V) \cdot h \cdot g}{A_{fV} \cdot l_2}$$

フラップゲートが鉛直方向に転倒する場合の引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{m \cdot C_H \cdot l_1 \cdot g + m \cdot (1 + C_V) \cdot h \cdot g}{A_{fV} \cdot l_2}$$

引張応力

$$\sigma_b = \mathrm{Max}(\sigma_{b1}, \sigma_{b2})$$

(b) せん断応力の計算

アンカーボルトに対するせん断応力は，ボルト全本数で受けるものとして計算する。

水平方向の力

$$Q_{b1} = C_H \cdot m \cdot g$$

鉛直方向の力

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

せん断応力

$$\tau_b = \frac{\sqrt{Q_{b1}^2 + Q_{b2}^2}}{A_f}$$

(4)　ケーブルトレイ金属ボックス

固定荷重及び基準地震動Ｓｓによる荷重は次のとおり算出する。

(a)　引張応力の計算

アンカーボルトに対する引張応力は，最も厳しい条件として，図5－4で片側のボルト列を支点とする転倒を考え，これをもう片側のボルト列で受けるものとして計算する。

金属ボックスが水平方向に転倒する場合の引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g}{A_{fH} \cdot l_3} + \frac{m \cdot (1 + C_V) \cdot h \cdot g}{A_{fV} \cdot l_2}$$

金属ボックスが鉛直方向に転倒する場合の引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{m \cdot C_H \cdot l_1 \cdot g + m \cdot (1 + C_V) \cdot h \cdot g}{A_{fV} \cdot l_2}$$

引張応力

$$\sigma_b = \mathrm{Max}(\sigma_{b1}, \sigma_{b2})$$

(b)　せん断応力の計算

アンカーボルトに対するせん断応力は，ボルト全本数で受けるものとして計算する。

水平方向の力

$$Q_{b1} = C_H \cdot m \cdot g$$

鉛直方向の力

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

せん断応力

$$\tau_b = \frac{\sqrt{Q_{b1}^2 + Q_{b2}^2}}{A_f}$$

5.6　計算条件

(1)　モルタル

貫通部止水処置（モルタル）の耐震評価に関する荷重評価条件を表 5－16 に示す。

表 5－16　モルタルの耐震評価に関する荷重評価条件

貫通部箇所 （貫通部仕様）	モルタルの充填深さ Lw (mm)	貫通部から直近支持点までの距離 L (mm)	貫通部から支持点までの単位長さ当たりの質量 w (kg/m)
原子炉建屋 1 階 床貫通部 （モルタル）	800	2833	[redacted]

(2)　鉄板

貫通部止水処置（鉄板）の耐震評価に関する荷重評価条件を表 5－17 に示す。

表 5－17　鉄板の耐震評価に関する荷重評価条件

貫通部箇所 （貫通部仕様）	貫通物の支持間隔の単位長さ当たりの質量 w (kg/m)	鉄板から直近の支持装置までの距離 L_1 (mm)	鉄板から直近の支持装置までの距離 L_2 (mm)
タービン建屋地下 1 階 床貫通部 （鉄板）	[redacted]	1164	240

鉄板の外径 D (mm)	鉄板貫通物の外径 d (mm)	鉄板の断面係数 Z_1 (mm^3)	鉄板と貫通物との溶接部の断面係数 Z_2 (mm^3)
160	48.6	9461	7791

鉄板とスリーブとの溶接部の断面係数 Z_3 (mm^3)	鉄板の板厚 t_1 (mm)	溶接部の有効のど厚 t_2 (mm)	溶接部の有効のど厚 t_3 (mm)
57316	4	3.8	2.8

(3) フラップゲート

フラップゲートの耐震評価に関する荷重評価条件を表5－18 に示す。

表5－18　フラップゲートの耐震評価に関する荷重評価条件

貫通部箇所	質量 m (kg)	重心距離 h (mm)	重心高さ ℓ_1 (mm)
タービン建屋 地下2階 壁貫通部 (フラップゲート)	[redacted]	586.3	232.6

評価上引張力を受けるとして期待する鉛直方向のアンカーボルトの総断面積 (転倒方向：水平) A_{fH} (mm^2)	評価上引張力を受けるとして期待する水平方向のアンカーボルトの総断面積 (転倒方向：鉛直) A_{fV} (mm^2)	上側アンカーボルトと下側アンカーボルト間の鉛直方向距離 ℓ_2 (mm)	左側アンカーボルトと右側アンカーボルト間の水平方向距離 ℓ_3 (mm)
792	679	743.0	878.0

評価上せん断力を受けるとして期待するアンカーボルトの総断面積 A_f (mm^2)	重力加速度 g (m/s^2)
2941	9.80665

(4) ケーブルトレイ金属ボックス

ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価に関する荷重評価条件を表 5－19 に示す。

表 5－19　ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価に関する荷重評価条件

貫通部箇所	質量 m (kg)	重心距離 h (mm)	重心高さ ℓ_1 (mm)
タービン建屋 地下 2 階 壁貫通部 （ケーブルトレイ）	[redacted]	200*	1355*

評価上引張力を受けるとして期待する鉛直方向のアンカーボルトの総断面積 （転倒方向：水平） A_{fH} (mm^2)	評価上引張力を受けるとして期待する水平方向のアンカーボルトの総断面積 （転倒方向：鉛直） A_{fV} (mm^2)	上側アンカーボルトと下側アンカーボルト間の鉛直方向距離 ℓ_2 (mm)	左側アンカーボルトと右側アンカーボルト間の水平方向距離 ℓ_3 (mm)
942	1049	1355	1660

評価上せん断力を受けるとして期待するアンカーボルトの総断面積 A_f (mm^2)	重力加速度 g (m/s^2)
4660	9.80665

注記＊：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

6.　機能維持評価

「3.　評価部位」にて評価部位として設定したフラップゲートの地震時及び地震後の機能維持を確認するため，「6.1　機能維持評価方法」に示すとおり，フラップゲートの加振試験後にフラップゲートの漏えい試験を実施することにより，フラップゲートの機能維持評価を実施する。

6.1　機能維持評価方法

フラップゲートの固有周期を考慮して，地震時におけるフラップゲートの評価用加速度を設定し，設定した評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。機能確認済加速度には，加振試験において，止水性の機能の健全性を確認した加振波の最大加速度を適用する。フラップゲートの機能確認済加速度を表 6－1 に示す。

具体的な機能維持確認として，フラップゲートに対して，ランダム波により水平方向及び鉛直方向の加振試験を実施後，Ⅴ-1-1-3-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波による溢水を踏まえ，それらの津波溢水後の浸水水位を上回る圧力として 0.2MPa の水圧にて漏えい試験を実施し，異常がないことを確認した。本漏えい試験の結果により，フラップゲートの地震時及び地震後の機能維持を確認する。

表 6－1　フラップゲートの機能確認済加速度

評価部位	機能確認済加速度(×9.8m/s^2)	
	水平方向	鉛直方向
フラップゲート	2.8	2.2

7. 評価結果

7.1 モルタル

貫通部止水処置（モルタル）の耐震評価結果を表 7－1 に示す。貫通部止水処置の評価部位における発生荷重は許容荷重以下であり，構造部材が設計用地震力に対して溢水の伝播を防止する機能を維持するための十分な構造健全性を有することを確認した。

表 7－1 モルタルの耐震評価結果

荷重	発生荷重 (kN)	許容荷重 (kN)
付着荷重	[redacted]	475
圧縮荷重	[redacted]	675

7.2 鉄板

貫通部止水処置（鉄板）の耐震評価結果を表 7－2 に示す。貫通部止水処置の評価部位における発生荷重は許容荷重以下であり，設計用地震力に対して構造部材が津波の伝播を防止する機能を維持するための十分な構造健全性を有することを確認した。

表 7－2 鉄板の耐震評価結果

評価部位	引張応力 (MPa)		せん断応力 (MPa)		曲げ応力 (MPa)		組合せ応力 (MPa)	
	発生	許容	発生	許容	発生	許容	発生	許容
鉄板	[redacted]	204	[redacted]	117	[redacted]	204	[redacted]	204
配管と鉄板との溶接部	[redacted]	117	[redacted]	117	[redacted]	117	[redacted]	117
鉄板とスリーブとの溶接部	[redacted]	84	[redacted]	84	[redacted]	84	[redacted]	84

7.3　フラップゲート

(1)　耐震評価結果

フラップゲートの耐震評価結果を表 7－3 に示す。貫通部止水処置の評価部位における発生応力は許容応力以下であり，設計用地震力に対して構造部材が津波による溢水の伝播を防止する機能を維持するための十分な構造健全性を有することを確認した。

表 7－3　フラップゲートの耐震評価結果

応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
引張応力	[redacted]	f_{ts}＝129*
せん断応力	[redacted]	f_{sb}＝99

注記＊　：f_{ts}＝Min[1.4・f_{to}－1.6・τ_b，f_{to}]

(2)　機能維持評価結果

フラップゲートの機能維持評価結果を表 7－4 に示す。表 7－4 に示すとおり，評価用加速度が機能確認済加速度以下であることから，フラップゲートの機能維持を確認した。また，フラップゲートの機能維持を確認したことにより，評価部位であるフラップゲートが構造健全性を有することを確認した。

表 7－4　フラップゲートの機能維持評価結果

評価部位	据付場所	機能確認済加速度との比較			
		水平加速度(×9.8m/s^2)		鉛直加速度(×9.8m/s^2)	
		評価用加速度*1	機能確認済加速度	評価用加速度*1	機能確認済加速度
フラップゲート	タービン建屋 T.M.S.L. -2525 (T.M.S.L. -1100*2)	0.82	2.8	0.74	2.2

注記＊1：「4.　固有周期」より，フラップゲートの固有周期が0.05s以下であることを確認したため，評価用加速度には設置床の最大応答加速度を使用した。

＊2：設置場所の一階層上の基準床レベルを示す。

7.4　ケーブルトレイ金属ボックス

ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価結果を表 7－5 に示す。貫通部止水処置の評価部位における発生応力は許容応力以下であり，設計用地震力に対して構造部材が津波による溢水の伝播を防止する機能を維持するための十分な構造健全性を有することを確認した。

表 7－5　ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価結果

応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
引張応力	[redacted]	f_{ts}＝129*
せん断応力	[redacted]	f_{sb}＝99

注記＊　：f_{ts}＝Min[1.4・f_{to}－1.6・τ_b，f_{to}]