

V-2-9-4 原子炉格納容器調気設備の耐震性についての計算書

V-2-9-4-1 不活性ガス系の耐震性についての計算書

V-2-9-4-1-1 管の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図	2

1. 概要

本計算書は、「付録6 管の応力計算書及び耐震性についての計算書作成の基本方針」及び「V-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針」に基づき、管、支持構造物及び弁の耐震性についての計算を実施した結果を示したものである。

評価結果記載方法は以下に示す通りとする。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式ごとの反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

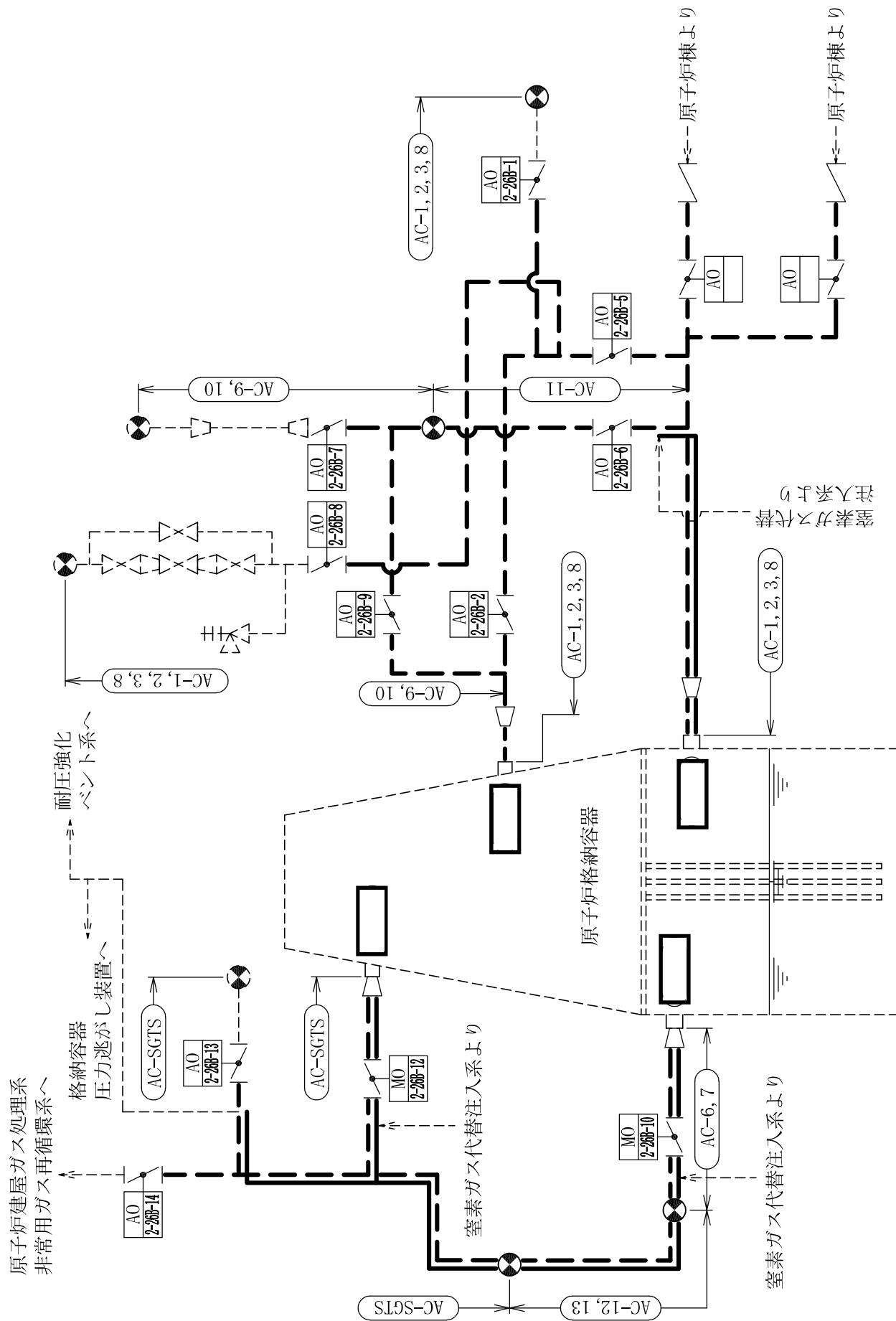
(3) 弁

機能確認済加速度の応答加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として評価結果を記載する。

2. 概略系統図

概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち、他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス]	
DB1	クラス 1 管
DB2	クラス 2 管
DB3	クラス 3 管
DB4	クラス 4 管
SA2	重大事故等クラス 2 管
SA3	重大事故等クラス 3 管
DB1/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管
DB2/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管
DB3/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管
DB4/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



不活性ガス系概略系統図

V-2-9-4-2 窒素ガス代替注入系の耐震性についての計算書

V-2-9-4-2-1 管の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図	2

1. 概要

本計算書は、「付録6 管の応力計算書及び耐震性についての計算書作成の基本方針」及び「V-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針」に基づき、管、支持構造物及び弁の耐震性についての計算を実施した結果を示したものである。

評価結果記載方法は以下に示す通りとする。

(1) 管

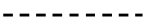
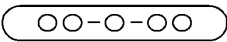
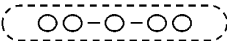
工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最少となる解析モデルを代表として記載する。

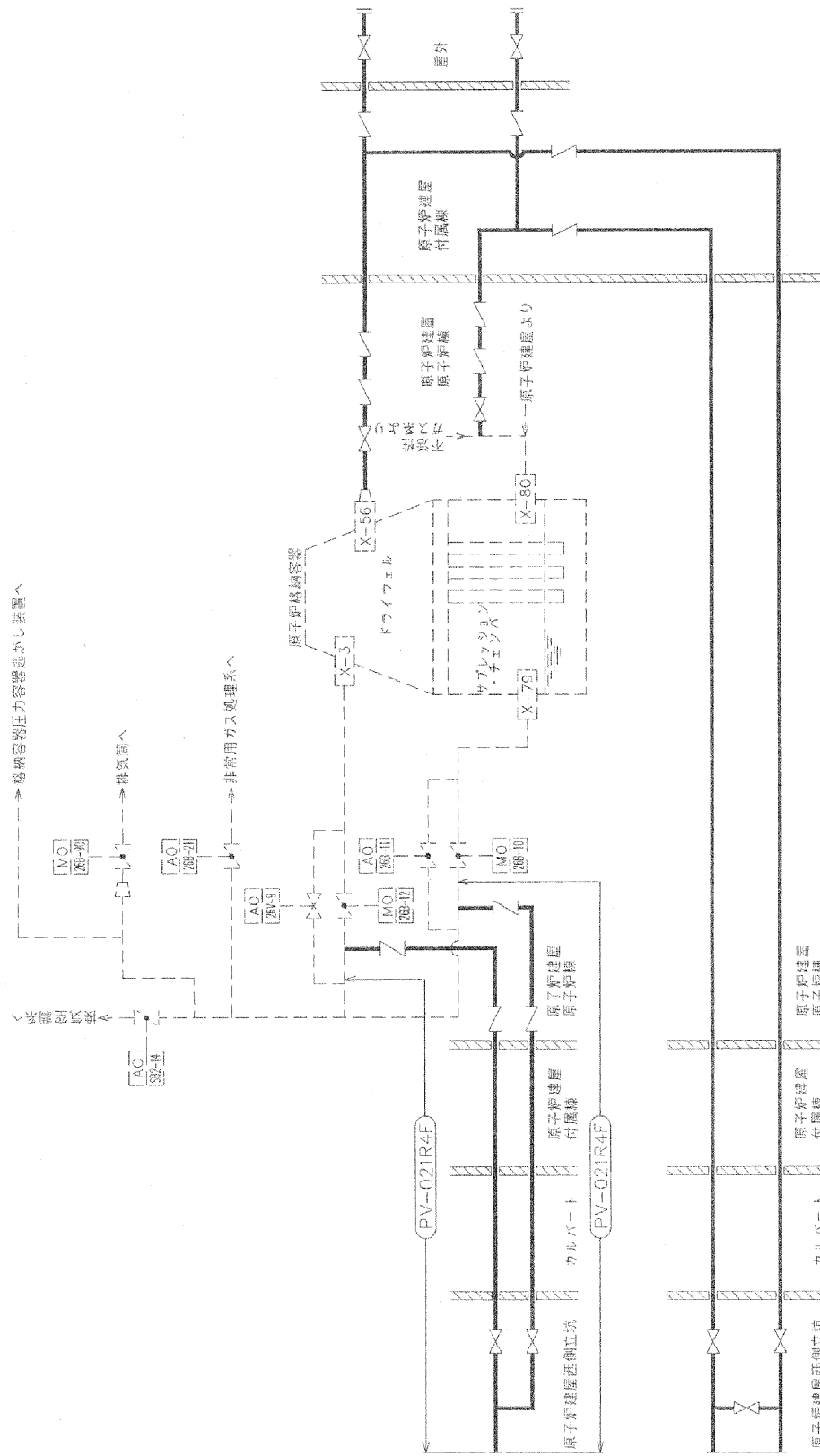
(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式ごとの反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

2. 概略系統図

概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち、他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス]	
DB1	クラス 1 管
DB2	クラス 2 管
DB3	クラス 3 管
DB4	クラス 4 管
SA2	重大事故等クラス 2 管
SA3	重大事故等クラス 3 管
DB1/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管
DB2/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管
DB3/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管
DB4/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



窒素ガス代替注入系配管系統図

V-2-9-4-3 圧力逃がし装置の耐震性についての計算書

V-2-9-4-3-1 格納容器圧力逃がし装置の耐震性についての計算書

V-2-9-4-3-1-1 管の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図	2

1. 概要

本計算書は、「付録6 管の応力計算書及び耐震性についての計算書作成の基本方針」及び「V-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針」に基づき、管、支持構造物及び弁の耐震性についての計算を実施した結果を示したものである。

評価結果記載方法は以下に示す通りとする。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最少となる解析モデルを代表として記載する。

(2) 支持構造物

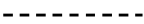
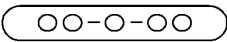
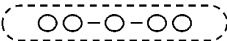
工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式ごとの反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

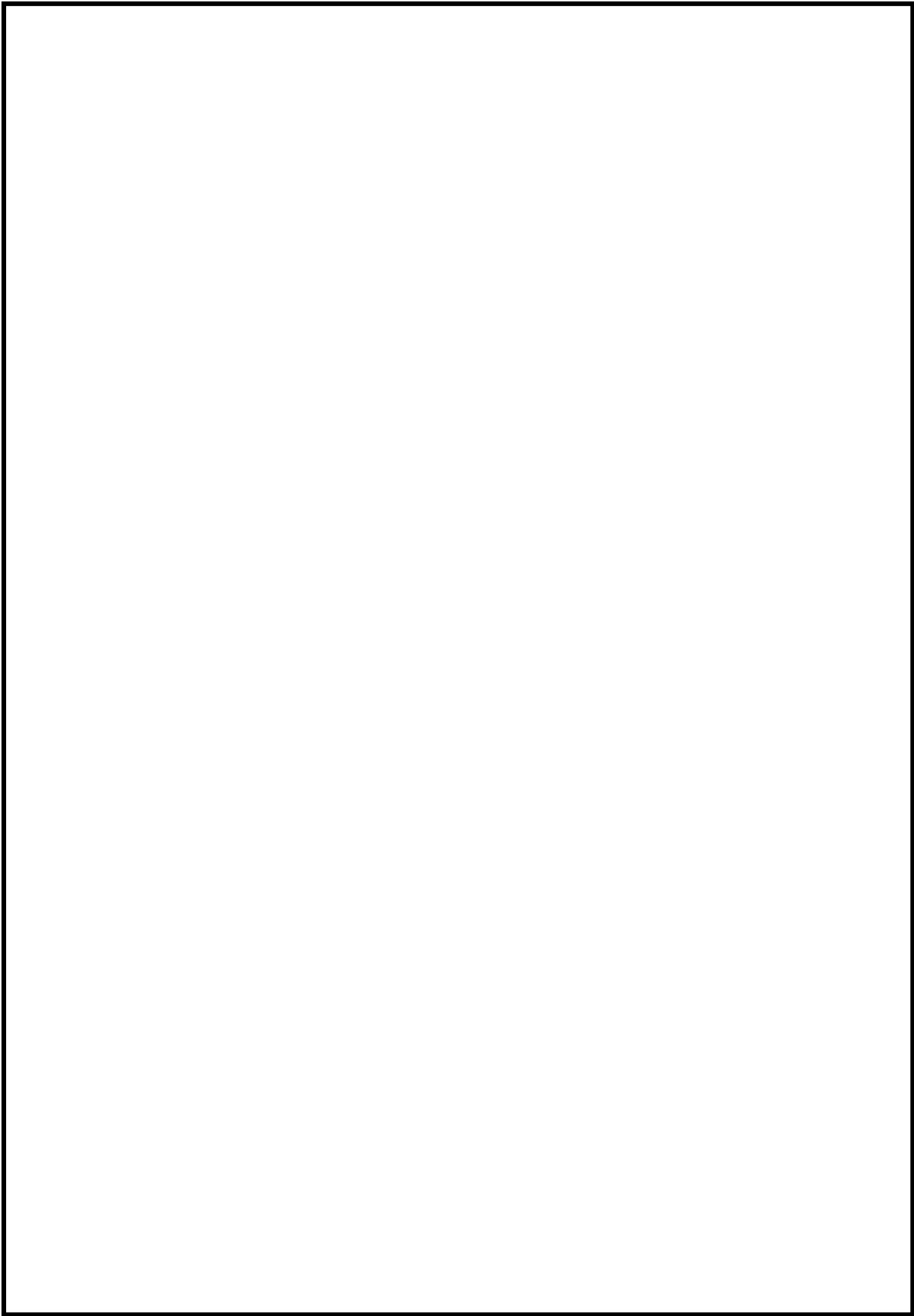
(3) 弁

機能確認済加速度の応答加速度に対する裕度が最少となる動的機能維持要求弁を代表として評価結果を記載する。

2. 概略系統図

概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち、他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス]	
DB1	クラス 1 管
DB2	クラス 2 管
DB3	クラス 3 管
DB4	クラス 4 管
SA2	重大事故等クラス 2 管
SA3	重大事故等クラス 3 管
DB1/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管
DB2/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管
DB3/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管
DB4/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



V-2-9-4-3-1-2 フィルタ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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3

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の設計方針に基づき、フィルタ装置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。

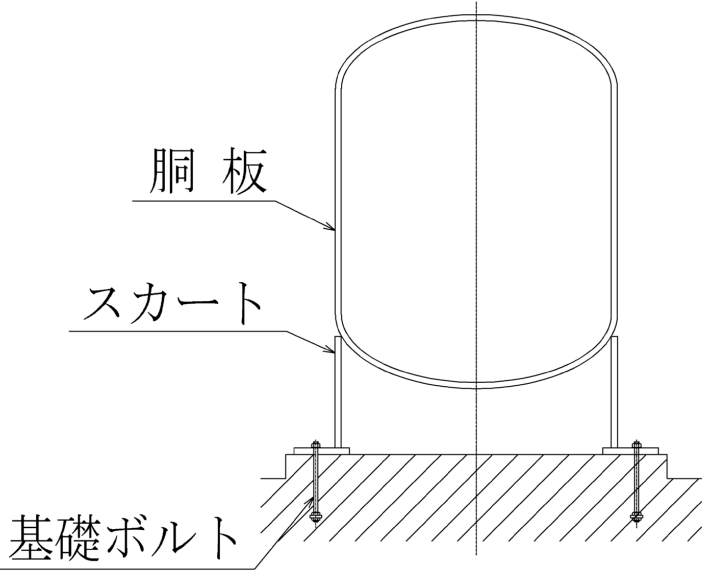
フィルタ装置は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

フィルタ装置の構造計画を表 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	
胴をスカートで支持し、スカートを基礎ボルトで基礎に据え付ける。	上面及び下面に鏡板を有するたて置円筒形	

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

フィルタ装置の構造はスカート支持たて置円筒形容器であるため、構造強度評価は、「付録 1 スカート支持たて置円筒形容器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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

フィルタ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 3-1 に示す。

3.2.2 許容応力

フィルタ装置の許容応力を表 3-2 及び表 3-3 に示す。

表 3-1 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
原子炉格納 施設	圧力逃がし 装置	フィルタ装置	常設耐震／防止 常設／緩和	^{*2} 重大事故等 クラス 2 容器	$D + P_D + M_D + S_S$ ^{*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：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，
「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：重大事故等クラス 2 容器の支持構造物を含む。

*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 3-2 許容応力（重大事故等クラス 2 容器）

許容応力状態	許容限界*1, *2			
	一次一般膜応力	一次膜応力＋一次曲げ応力	一次＋二次応力	一次＋二次＋ピーク応力
IVAS	0.6・Su	左欄の 1.5 倍の値	基準地震動 S s のみによる疲労解析を行い, 疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし, 地震動のみによる一次＋二次応力の変動値が 2・S y 以下であれば, 疲労解析は行わない。	
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)				

注記 *1：座屈に対する評価が必要な場合には，クラスMC容器の座屈に対する評価式による。
*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 3-3 許容応力（重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (スカー ト)	許容限界 ^{*1, *2} (基礎ボルト)	
	一次応力	一次応力	
	組合せ	引張り	せん断
IV _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A S として IV _A S 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。

V-2-9-4-3-1-3 移送ポンプの耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 応力評価	2
2.1 基本方針	2
3. 機能維持評価	3
3.1 機能維持評価方法	3

1. 概要

本計算書は、添付書類 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、移送ポンプが設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能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、応力評価及び機能維持評価により行う。

2. 応力評価

2.1 基本方針

応力評価は，付録 4「横軸ポンプ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評価する。

3. 機能維持評価

移送ポンプの地震後の動的機能維持評価について、以下に示す。

3.1 機能維持評価方法

移送ポンプは地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性を持っているため、添付書類 V-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。

V-2-10 その他発電用原子炉の附属施設の耐震性についての計算書

V-2-10-1 非常用電源設備の耐震性についての計算書

V-2-10-1-1 非常用電源設備の耐震計算結果

目 次

1. 概要 1

2. 耐震評価条件整理 1

1. 概要

本資料は、非常用電源設備の耐震計算の手法及び条件の整理並びに資料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いて、設計基準対象施設であり重大事故等対処施設でなく既に認可を受けた手法を適用する設備の耐震計算について説明するものである。

2. 耐震評価条件整理

非常用電源設備に対して、設計基準対象施設の耐震クラス、重大事故等対処施設の設備分類を整理した。既設の設計基準対象施設については、耐震評価における手法及び条件について、既に認可を受けた実績との差異の有無を整理した。また、重大事故等対処施設のうち、設計基準対象施設であるものについては、重大事故等対処施設の評価条件と設計基準対象施設の評価条件との差異の有無を整理した。結果を表 2-1 に示す。

非常用電源設備のうち、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施設の耐震計算は表 2-1 に示す計算書に記載することとする。また、表 2-1 に示す設備のうち、耐震評価における手法及び条件について、既に認可を受けた実績との差異がない施設の耐震計算は、工事計画の認可実績を示し、入力条件及び評価結果を示すことを基本とする。

なお、既設の設備における弾性設計用地震動 S_d による耐震評価については、基準地震動 S_e による評価結果が弾性設計用地震動 S_d の許容限界を満足する場合、省略することとし、省略せず耐震評価を実施する場合は、静的地震力についても考慮することとする。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (1/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準 施工前に認 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
非常用電源設備	非常用発電装置	非常用ディーゼル発電機 内燃機関* ²	S	無	V-2-10-1-2-1	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-2-1
		非常用ディーゼル発電機 空気だめ* ³	S	無	V-2-10-1-2-2	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-2-2
		非常用ディーゼル発電機 燃料油デイトンク	S	無	V-2-10-1-2-3	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-2-3
		非常用ディーゼル発電機 燃料移送ポンプ	S (新規登録)	—	V-2-10-1-2-4	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-2-4
		軽油貯蔵タンク	S (新規登録)	—	V-2-10-1-2-5	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-2-5
		主配管	S (新規登録)	—	V-2-10-1-2-9	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-2-9
		非常用ディーゼル発電機	S	無	V-2-10-1-2-1	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-2-1
		非常用ディーゼル発電機 制御盤* ⁴	S	無	V-2-10-1-2-6	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-2-6
		非常用ディーゼル発電機用 海水ポンプ	S	無	V-2-10-1-2-7	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-2-7
		非常用ディーゼル発電機用 海水ストレーナ	S	無	V-2-10-1-2-8	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-2-8

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (2/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準 施工前に認 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
非常用電源設備	非常用発電装置	主配管	S	無	V-2-10-1-2-9	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-2-9
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル 発電機内燃機関*5	S	無	V-2-10-1-3-1	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-3-1
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル ディーゼル発電機空気だめ*6	S	無	V-2-10-1-3-2	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-3-2
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル 発電機燃料油デイトンク	S	無	V-2-10-1-3-3	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-3-3
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル 発電機用燃料移送ポンプ	S (新規登録)	－	V-2-10-1-3-4	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-3-4
		軽油貯蔵タンク	S (新規登録)	－	V-2-10-1-3-5	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-3-5
		主配管	S (新規登録)	－	V-2-10-1-3-9	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-3-9
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル 発電機	S	無	V-2-10-1-3-1	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-3-1
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル 発電機制御盤*7	S	無	V-2-10-1-3-6	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-3-6
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル 発電機用海水ポンプ	S	無	V-2-10-1-3-7	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-3-7

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (3/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準 施工前に認 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
非常用電源設備	非常用発電装置	高圧炉心スプレイ系ディーゼル 発電機用海水ストレーナ	S	無	V-2-10-1-3-8	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-3-8
		主配管	S	無	V-2-10-1-3-9	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-3-9
		常設代替高圧電源装置 内燃機関	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-4-1
		常設代替高圧電源装置 燃料油サービスタンク	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-4-3
		常設代替高圧電源装置 燃料移送ポンプ	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-4-2
		軽油貯蔵タンク	S (新規登録)	—	V-2-10-1-2-5	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-2-5
		主配管	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-2-9
		常設代替高圧電源装置 発電機	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-4-4
		常設代替高圧電源装置 制御盤	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-4-5
		緊急時対策所用発電機 内燃機関	—	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-5-1

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (4/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準 施工前に認 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
非常用電源設備	非常用発電装置	緊急時対策所用発電機 燃料油サービスタンク	—	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-5-2
		緊急時対策所用発電機 燃料油給油ポンプ	—	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-5-3
		緊急時対策所用発電機 燃料油貯蔵タンク	—	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-5-4
		主配管	—	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-5-6
		緊急時対策所用発電機	—	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-5-1
		緊急時対策所用発電機 制御盤	—	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-5-5
	その他の電源装置	非常用無停電電源装置	S (新規登録)	—	V-2-10-1-6-6	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-6-6
		緊急用無停電電源装置	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-6-7
		125V 系蓄電池 A 系/B 系	S	無	V-2-10-1-6-1	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-6-1
		125V 系蓄電池 HPCS 系	S	無	V-2-10-1-6-2	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-6-2

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (5/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準 施工前に認 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
非常用電源設備	その他の電源装置	中性子モニタ用蓄電池	S	無	V-2-10-1-6-5	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-6-5
		緊急用 125V 系蓄電池	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-6-3
		緊急時対策所用 125V 系蓄電池	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-6-4
	その他	メタルクラッド開閉装置	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-1
		パワーセンタ	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-2
		モータコントロールセンタ	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-3
		動力変圧器	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-4
		直流 125V モータコントロールセンタ	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-5
		直流 125V 主母線盤	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-6
		直流 125V 主母線盤 HPCS	—	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-24

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (6/8)

評価対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
		耐震クラス	新規制基準 施工前に認 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
非常用電源設備	その他	緊急用断路器	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-7
		緊急用メタルクラッド開閉装置	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-8
		緊急用パワーセンタ	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-9
		緊急用モータコントロールセン タ	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-10
		緊急用動力変圧器	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-11
		常設代替高圧電源装置 遠隔操作盤	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-12
		可搬型代替直流電源設備用 電源切替盤	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-13
		緊急用電源切替盤	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-14
		可搬型代替低圧電源車接続盤	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-15
		緊急用直流 125V モータコントロールセンタ	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-17

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (7/8)

評価対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
		耐震クラス	新規制基準 施工前に認 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
非常用電源設備	その他	緊急用直流 125V 主母線盤	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-18
		緊急用直流 125V 計装分電盤	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-19
		緊急用計装交流主母線盤	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-20
		可搬型整流器用変圧器	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-21
		非常用無停電計装分電盤	S (新規登録)	V-2-10-1-7-22	常設耐震／防止 常設／緩和	無	V-2-10-1-7-22
		緊急用無停電計装分電盤	—	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-23
		緊急時対策所用 メタルクラッド開閉装置	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-25
		緊急時対策所用 パワーセンタ	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-26
		緊急時対策所用 モータコントロールセンタ	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-27
		緊急時対策所用 動力変圧器	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-29

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (8/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準 施工前に認 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
非常用電源設備	その他	緊急時対策所用 100V 分電盤	—	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-30
		緊急時対策所用 直流 125V 主母線盤	—	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-31
		緊急時対策所用 直流 125V 分電盤	—	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-32
		緊急時対策所用 災害対策本部操作盤	—	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-33
		緊急時対策所用 非常用換気空調設備操作盤	—	—	—	常設／防止 常設／緩和	—	V-2-10-1-7-34

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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備, 「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2: 非常用ディーゼル発電機調速装置, 非常用ディーゼル発電機非常調速装置及び非常用ディーゼル発電機冷却水ポンプは非常用ディーゼル発電機内燃機関付きであるため, 非常用ディーゼル発電機内燃機関の評価を実施する。

*3: 非常用ディーゼル発電機空気だめ安全弁は非常用ディーゼル発電機空気だめ付きであるため, 非常用ディーゼル発電機空気だめの評価を実施する。

*4: 非常用ディーゼル発電機励磁装置は非常用ディーゼル発電機制御盤付きであるため, 非常用ディーゼル発電機制御盤の評価を実施する。

*5: 非常用ディーゼル発電機保護継電装置は非常用ディーゼル発電機制御盤付き及びメタルクラッド開閉装置付きであるため, 非常用ディーゼル発電機制御盤及びメタルクラッド開閉装置の評価を実施する。

- *6：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機調速装置，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機非常調速装置及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機冷却水ポンプは高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機内燃機関付きであるため，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機内燃機関の評価を実施する。
- *7：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機空気だめ安全弁は高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機空気だめ付きであるため，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機空気だめの評価を実施する。
- *8：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機励磁装置は高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤付きであるため，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤の評価を実施する。
- *9：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機保護継電装置は高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤付き及びメタルクラッド開閉装置付きであるため，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤及びメタルクラッド開閉装置の評価を実施する。
- *10：常設代替高圧電源装置調速装置，常設代替高圧電源装置非常用調速装置，常設代替高圧電源装置冷却水ポンプ及び常設代替高圧電源装置保護継電装置は常設代替高圧電源装置付きであるため，常設代替高圧電源装置の評価を実施する。
- *11：常設代替高圧電源装置励磁装置は常設代替高圧電源装置発電機付きであるため，常設代替高圧電源装置発電機の評価を実施する。
- *12：緊急時対策所用発電機調速装置，緊急時対策所用発電機非常用調速装置，緊急時対策所用発電機冷却水ポンプ及び緊急時対策所用発電機保護継電装置は緊急時対策所用発電機内燃機関付きであるため，緊急時対策所用発電機内燃機関の評価を実施する。
- *13：緊急時対策所用発電機励磁装置は緊急時対策所用発電機発電機付きであるため，緊急時対策所用発電機の評価を実施する。
- *14：緊急時対策所用発電機保護継電装置は緊急時対策所用発電機制御盤付きであるため，緊急時対策所用発電機制御盤の評価を実施する。

V-2-10-1-2 非常用ディーゼル発電装置の耐震性についての計算書

V-2-10-1-2-4 非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプの耐震性に
ついての計算書

V-2-10-1-2-5 軽油貯蔵タンクの耐震性についての計算書

目次

1. 基本方針	1
1.1 一般事項	1
1.1.1 概要	1
1.1.2 適用規格.....	1
1.1.3 計算条件.....	1
1.1.4 記号の説明.....	2
1.1.5 計算精度と数値の丸め方.....	8
1.2 計算方法	9
1.2.1 固有周期の計算方法.....	9
1.2.2 応力の計算方法.....	12
1.2.2.1 胴の応力.....	12
1.2.2.2 脚の応力.....	21
1.2.2.3 基礎ボルトの応力.....	22
1.3 評価方法	26
1.3.1 固有周期の評価.....	26
1.3.2 応力の評価.....	26
1.3.2.1 胴の応力評価.....	26
1.3.2.2 脚の応力評価.....	27
1.3.2.3 基礎ボルトの応力評価.....	27
1.4 参考文献	27
2. 設計条件	28
3. 機器概要	28
4. 計算数値	29
4.1 胴に生じる応力.....	29
4.2 脚に生じる応力.....	30
4.3 基礎ボルトに生じる応力.....	30
5. 結論	31
5.1 固有周期	31
5.2 応力	31

1. 基本方針

1.1 一般事項

1.1.1 概要

本基本方針は、横置円筒形容器(5脚)の耐震性に関する計算書の計算方法を示す。

1.1.2 適用規格

本計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 (日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和 62 年 8 月)に準拠したものである。

1.1.3 計算条件

- (1) 容器及び内容物の質量は、胴の中心軸に集中させる。
- (2) 脚下端は固定条件とする。
- (3) 容器は、胴を 5 脚で支持され、脚はそれぞれボルトで据付面に据え付けられているものとする。
- (4) 容器の胴は剛とみなす。
- (5) 容器の脚は鉛直方向に剛とみなす。
- (6) 水平方向については脚の曲げ及びせん断変形を考慮するものとする。
- (7) 地震力は、容器に対して水平及び鉛直方向から作用するものとし、計算を実施し、強度評価において各応力を組み合わせる。
- (8) 腐食代を考慮する容器については、剛性及び応力計算に腐食代を考慮する。
なお、質量には、腐食代を考慮しない。

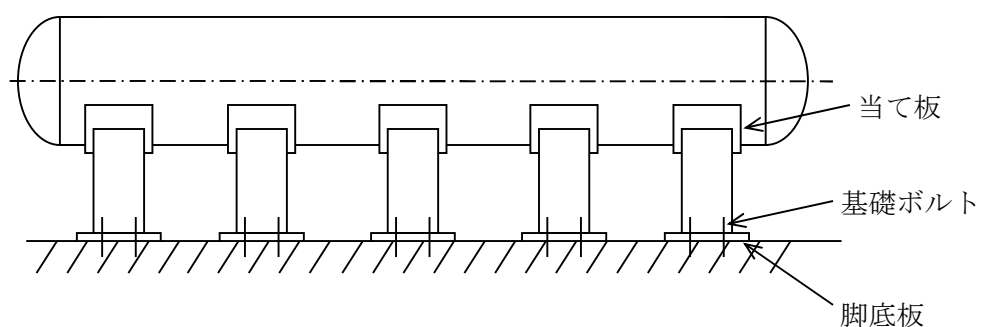


図 1.1.3-1 概要図

1.1.4 記号の説明

記号	記号の定義	単位
A_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
A_s	脚の断面積	mm^2
A_{s1}	脚の長手方向に対する有効せん断断面積	mm^2
A_{s2}	脚の横方向に対する有効せん断断面積	mm^2
A_{s3}	脚の長手方向に対するせん断断面積	mm^2
A_{s4}	脚の横方向に対するせん断断面積	mm^2
a	脚底板の長手方向幅	mm
b	脚底板の横方向幅	mm
C_1	アタッチメントである脚の胴への取付部の幅の2分の1（胴の横方向）	mm
C_2	アタッチメントである脚の胴への取付部の幅の2分の1（胴の長手方向）	mm
C_c	応力の補正係数（参考文献（1）より得られる値）	—
C_H	水平方向設計震度	—
C_λ	応力の補正係数（参考文献（1）より得られる値）	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
D_i	胴の内径	mm
d_1	脚底板端面から基礎ボルト中心までの長手方向の距離	mm
d_2, d_3	脚底板端面から基礎ボルト中心までの横方向の距離	mm
E_s	脚の縦弾性係数	MPa
e	脚中心から偏心荷重作用点までの距離（長手方向）	mm
e_1	脚中心から偏心荷重作用点までの距離（横方向）	mm
F	材料の許容応力を決定する場合の基準値。 「JSME S NC1」のSSB-3121.1（1）に定める値。	MPa
F^*	材料の許容応力を決定する場合の基準値。 「JSME S NC1」のSSB-3121.1（1）に定める値。 ただし、 S_y を $1.2S_y$ と読み替える。	MPa
F_{b1}, F_{b2}	基礎ボルトに作用する引張力	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f_t	脚の許容引張応力	MPa
f_{t0}	引張力のみを受ける基礎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基礎ボルトの許容引張応力	MPa
G_s	脚のせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度（ $=9.80665$ ）	m/s^2
H	水頭	mm
h_1	基礎から脚の胴付け根部までの高さ	mm
h_2	基礎から胴の中心までの高さ	mm

記号	記号の定義	単位
I_{sx}	脚の長手方向軸まわりの断面二次モーメント	mm^4
I_{sy}	脚の横方向軸まわりの断面二次モーメント	mm^4
K_1, K_2	参考文献 (1) によるアタッチメントパラメータの補正係数	—
K_c	脚のばね定数 (胴の横方向に水平力が作用する場合)	N/mm
K_λ	脚のばね定数 (胴の長手方向に水平力が作用する場合)	N/mm
k_c, k_λ	参考文献 (1) によるアタッチメントパラメータの補正係数	—
λ	両端の脚中心から鏡板重心までの距離	mm
λ_0	脚中心間距離	mm
λ_H	鏡板の端から鏡板の丸みの始まる箇所までの長さ	mm
λ_L	鏡板の丸みの始まる箇所の長さ	mm
λ_w	当て板における脚の取り付けられない部分の長手方向長さ	mm
M	脚つけ根部における胴の運転時質量による最大曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_i	脚つけ根部における胴の運転時質量による曲げモーメント ($i=1\sim5$)	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_b	脚底板に作用する曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_c	水平方向地震力 (横方向) により胴の脚つけ根部に作用する曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_{c1}	水平方向地震力 (横方向) により脚底面に作用する曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_λ	水平方向地震力 (長手方向) により胴の脚つけ根部に作用する曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
$M_{\lambda 1}$	水平方向地震力 (長手方向) により脚底面に作用する曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_x	参考文献 (1) による胴に生じる軸方向の曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm/mm}$
M_ϕ	参考文献 (1) による胴に生じる周方向の曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm/mm}$
m_0	容器の運転時質量	kg
m_s	脚 1 個の質量	kg
N_x	参考文献 (1) による胴に生じる軸方向の膜力	N/mm
N_ϕ	参考文献 (1) による胴に生じる周方向の膜力	N/mm
n	脚 1 個当たりの基礎ボルトの本数	—
n_s	脚の本数 ($n_s=5$)	—
n_1	鉛直方向地震力及び水平方向地震力 (長手方向) により引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
n_2	鉛直方向地震力及び水平方向地震力 (横方向) により引張りを受ける基礎ボルトの本数	—

記号	記号の定義	単位
P	運転時質量により胴の脚つけ根部に作用する反力	N
P_e	鉛直方向地震力により胴の脚つけ根部に作用する反力	N
P_λ	水平方向地震力（長手方向）により胴の脚つけ根部に作用する鉛直方向荷重	N
P_r	最高使用圧力	MPa
P_s	鉛直方向地震力及び水平方向地震力（長手方向）により脚底部に作用する鉛直方向荷重	N
P_{s1}	鉛直方向地震力及び水平方向地震力（横方向）により脚底部に作用する鉛直方向荷重	N
R	脚の受ける荷重の最大	N
R_i	脚の受ける荷重($i=1\sim5$)	N
r_m	脚つけ根部における胴の平均半径	mm
r_o	脚つけ根部における胴の外半径	mm
S	「JSME S NC1」に定める許容引張応力	MPa
S_a	胴の許容応力	MPa
S_y	「JSME S NC1」に定める設計降伏点	MPa
S_u	「JSME S NC1」に定める設計引張強さ	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
T_1	水平方向（長手方向）固有周期	s
T_2	水平方向（横方向）固有周期	s
t	胴板の厚さ	mm
t_e	脚つけ根部における胴の有効板厚	mm
X_{n1}, X_{n2}	基礎が圧縮力を受ける幅	mm
Z	参考文献(2)による胴の断面係数	mm ³
Z_{sx}	脚の長手方向軸に対する断面係数	mm ³
Z_{sy}	脚の横方向軸に対する断面係数	mm ³
$\beta, \beta_1, \beta_2, \beta_\sigma, \beta_\lambda$	参考文献（1）によるアタッチメントパラメータ	—
γ	参考文献（1）によるシェルパラメータ	—
θ	参考文献(2)による胴の有効範囲角の2分の1	rad
θ_0	胴の脚端部より鉛直軸までの角度	rad
θ_w	胴の脚端部より当て板端部までの角度	rad
π	円周率	—
ρ	液体の比重	—

記号	記号の定義	単位
σ_0	胴の組合せ一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{0c}	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
σ_{0cx}	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0c\phi}$	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0\lambda}$	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{0\lambda x}$	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0\lambda\phi}$	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
σ_1	胴の組合せ一次応力の最大値	MPa
σ_{1c}	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{1cx}	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1c\phi}$	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1\lambda}$	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
$\sigma_{1\lambda x}$	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1\lambda\phi}$	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
σ_2	地震力のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
σ_{2c}	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{2cx}	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2c\phi}$	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\lambda}$	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\lambda x}$	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\lambda\phi}$	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa

記号	記号の定義	単位
$\sigma_{2\phi 4}, \sigma_{2x4}$	水平方向地震力（長手方向）による胴の脚つけ根部に生じる周方向二次応力の和，軸方向二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\phi 41}, \sigma_{2x41}$	水平方向地震力（長手方向）による胴の脚つけ根部のモーメントにより生じる周方向二次応力，軸方向二次応力	MPa
$\sigma_{2\phi 42}, \sigma_{2x42}$	水平方向地震力（長手方向）による胴の脚つけ根部の鉛直荷重により生じる周方向二次応力，軸方向二次応力	MPa
$\sigma_{2\phi 5}, \sigma_{2x5}$	水平方向地震力（横方向）による胴の脚つけ根部のモーメントにより生じる周方向二次応力，軸方向二次応力	MPa
$\sigma_{2\phi 7}, \sigma_{2x7}$	鉛直方向地震力により胴の脚つけ根部に生じる周方向二次応力，軸方向二次応力	MPa
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
σ_{b1}	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{b2}	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_s	脚の組合せ応力の最大値	MPa
σ_{sc}	水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{s\lambda}$	水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
σ_{s1}	運転時質量により脚に生じる圧縮応力	MPa
σ_{s2}	水平方向地震力（長手方向）により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
σ_{s3}	水平方向地震力（横方向）により脚に生じる曲げ応力	MPa
σ_{s4}	鉛直方向地震力により脚に生じる圧縮応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}, \sigma_{x1}$	内圧又は静水頭により胴に生じる周方向一次応力，軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直地震力が加わり胴に生じる周方向一次応力	MPa
σ_{x2}	運転時質量による長手方向曲げモーメントにより胴の脚つけ根部に生じる軸方向の一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 3}, \sigma_{x3}$	運転時質量により胴の脚つけ根部に生じる周方向一次応力，軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 4}, \sigma_{x4}$	水平方向地震力（長手方向）により胴の脚つけ根部に生じる周方向一次応力の和，軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 41}, \sigma_{x41}$	水平方向地震力（長手方向）により胴の脚つけ根部の曲げモーメントにより生じる周方向及び軸方向の一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 42}, \sigma_{x42}$	水平方向地震力（長手方向）により胴の脚つけ根部の鉛直荷重により生じる周方向一次応力，軸方向一次応力	MPa

記号	記号の定義	単位
σ_{x43}	水平方向地震力（長手方向）による水平方向荷重により生じる胴の応力	MPa
$\sigma_{\phi 5}, \sigma_{x5}$	水平方向地震力（横方向）による胴の脚つけ根部の曲げモーメントにより生じる周方向一次応力，軸方向一次応力	MPa
σ_{x6}	鉛直方向地震力による長手方向曲げモーメントにより胴の脚つけ根部に生じる軸方向の一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 7}, \sigma_{x7}$	鉛直方向地震により胴の脚つけ根部に生じる周方向一次応力，軸方向一次応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力の最大値	MPa
τ_{b1}	水平方向地震力（長手方向）により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_{b2}	水平方向地震力（横方向）により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_c	水平方向地震力（横方向）により胴の脚つけ根部に生じるせん断応力	MPa
τ_λ	水平方向地震力（長手方向）により胴の脚つけ根部に生じるせん断応力	MPa
τ_{s2}	水平方向地震力（長手方向）により脚に生じるせん断応力	MPa
τ_{s3}	水平方向地震力（横方向）により脚に生じるせん断応力	MPa
ω	胴部自重による等分布荷重	N/mm

注記：「JSME S NC1」とは，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)）J S M E S N C 1－2005/2007）（日本機械学会 2007 年）をいう。

1.1.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 1-2 に示すとおりとする。

表 1-2 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	小数点第 4 位	四捨五入	小数点第 3 位
縦弾性係数	MPa	有効数字 4 桁目	切捨て	有効数字 3 桁目
せん断弾性係数	MPa	有効数字 4 桁目	切捨て	有効数字 3 桁目
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
断面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁目
ボルト断面積	mm ²	小数点第 2 位	切捨て	小数点第 1 位
断面二次モーメント	mm ⁴	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁目
断面係数	mm ³	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁目
算出応力	MPa	小数点第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*1}	MPa	小数点第 1 位	切捨て	整数位
角度	rad	小数点第 4 位	四捨五入	小数点第 3 位
設計震度	—	小数点第 3 位	切上げ	小数点第 2 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：「発電用原子力設備規格 材料規格」に記載された温度の中間における許容引張応力、設計降伏点及び設計引張強さは、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。なお、許容応力を求める際に使用する温度は雰囲気温度、40℃とする。

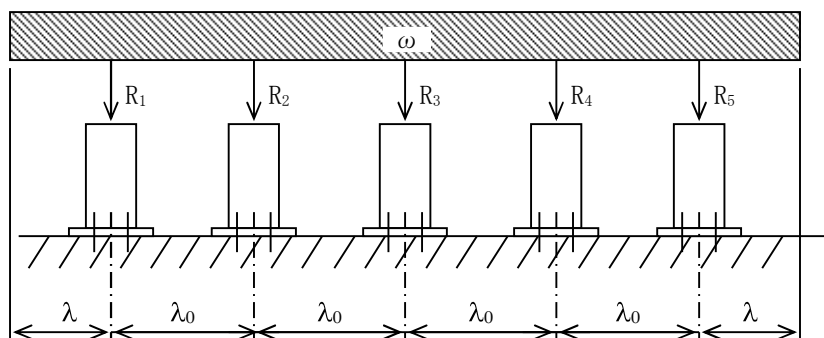
1.2 計算方法

1.2.1 固有周期の計算方法

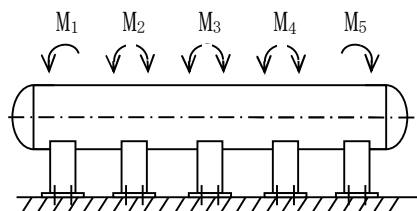
(1) 計算モデル

本容器の荷重状態及び胴に生じるモーメントを第 1.2.1-1 図～第 1.2.1-4 図に示す。

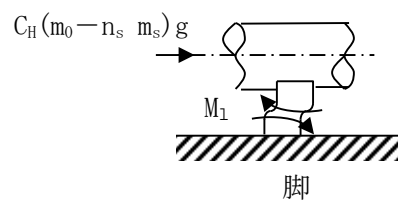
本容器は、第 1.2.1-5 図及び第 1.2.1-6 図に示す 1 質点系振動モデルとして考える。



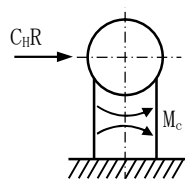
第 1.2.1-1 図 脚の荷重状態



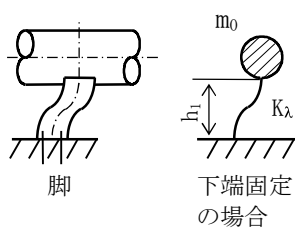
第 1.2.1-2 図 脚の位置での曲げモーメント



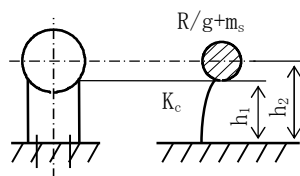
第 1.2.1-3 図 長手方向荷重により胴が受ける局部モーメント



第 1.2.1-4 図 横方向荷重により胴が受ける局部モーメント



第 1.2.1-5 図 水平方向（長手方向）の固有周期計算モデル



第 1.2.1-6 図 水平方向（横方向）の固有周期計算モデル

(2) 水平方向 (長手方向)

固有周期は、次による。

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{10^3 \cdot K_\lambda}} \quad \dots\dots\dots (1.2.1-1)$$

ここで、第 1.2.1-5 図におけるばね定数は、次による。

$$K_\lambda = \frac{n_s}{\frac{h_1^3}{12E_s I_{sy}} + \frac{h_1}{G_s A_{s1}}} \quad \dots\dots\dots (1.2.1-2)$$

(3) 水平方向 (横方向)

固有周期は、次による。

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{R}{g} + m_s}{10^3 \cdot K_c}} \quad \dots\dots\dots (1.2.1-3)$$

ここで、第 1.2.1-6 図におけるばね定数は、次による。

$$K_c = \frac{1}{\frac{h_1^2(3h_2 - h_1)}{6E_s I_{sx}} + \frac{(h_2 - h_1)h_1(h_2 - h_1/2)}{E_s I_{sx}} + \frac{h_1}{G_s A_{s2}}} \quad \dots\dots (1.2.1-4)$$

(4) 鉛直方向

鉛直方向については、剛構造とみなす。

1.2.2 応力の計算方法

S クラスに対する応力の計算方法を以下に示す。

ここで、静的地震力を用いる場合は絶対値和し、動的地震力を用いる場合には S R S S 法を適用する。

なお、B、C クラスに対する応力を計算する場合には、一次＋二次応力を計算することを要しない。また、鉛直地震力は考慮しない。

1.2.2.1 胴の応力

(1) 脚の受ける荷重

脚にかかる荷重は、モーメントの釣合より求める。

$$\omega = \frac{(m_0 - n_s m_s) g}{\lambda_L + \frac{4}{3} \lambda_H} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-1)$$

$$\lambda = \frac{2}{3} \lambda_H + \frac{\lambda_L - (n_s - 1) \lambda_0}{2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-2)$$

$$R_1 = R_5 = \frac{\omega (\lambda_L + \frac{4}{3} \lambda_H) - 2R_2 - R_3}{2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-3)$$

$$R_2 = R_4 = \omega \lambda_0 + \frac{-M_1 + 2M_2 - M_3}{\lambda_0} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-4)$$

$$R_3 = \omega \lambda_0 + \frac{2(M_3 - M_2)}{\lambda_0} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-5)$$

$$R = \text{Max}(R_1, R_2, R_3) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-6)$$

(2) 曲げモーメント

第 1.2.1-1 図に示すように胴は等分布荷重を受けるはりとして考える。

第 1.2.1-2 図において脚つけ根部における曲げモーメント M は、次による。

$$M_1 = M_5 = \frac{1}{2} \omega \lambda^2 \quad \dots\dots\dots (1.2.2-7)$$

$$M_2 = M_4 = -\frac{1}{7} \omega \lambda^2 + \frac{3}{28} \omega \lambda_0^2 \quad \dots\dots\dots (1.2.2-8)$$

$$M_3 = \frac{1}{14} \omega (\lambda^2 + \lambda_0^2) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-9)$$

$$M = \text{Max}(M_1, M_2, M_3) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-10)$$

(3) 静水頭又は内圧による応力

静水頭による場合（鉛直方向地震時を含む）

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{10^{-6} \cdot g \rho H D_i}{2t} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-11)$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{10^{-6} \cdot g \rho H D_i C_V}{2t} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-12)$$

$$\sigma_{x1} = \frac{10^{-6} \cdot g \rho H D_i}{4t} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-13)$$

内圧による場合

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_r(D_i + 1.2t)}{2t} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-14)$$

$$\sigma_{\phi 2} = 0 \quad \dots\dots\dots (1.2.2-15)$$

$$\sigma_{x1} = \frac{P_r(D_i + 1.2t)}{4t} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-16)$$

(4) 運転時質量及び鉛直方向地震力による長手方向曲げモーメントにより生じる胴の応力（脚つけ根部）

(2)で求めた長手方向曲げモーメントにより胴の脚つけ根部に生じる応力は、次のように求める。

長手方向曲げモーメントにより、胴の脚つけ根部には局部変形が生じ、胴の長手方向曲げモーメントに対しての有効断面を減少させる。

参考文献(2)によると、長手方向曲げモーメントに対する胴の有効断面積は、第1.2.2-1図に 2θ で示される円弧殻である。

したがって、応力は、次による。

$$\sigma_{x2} = \frac{M}{Z} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-17)$$

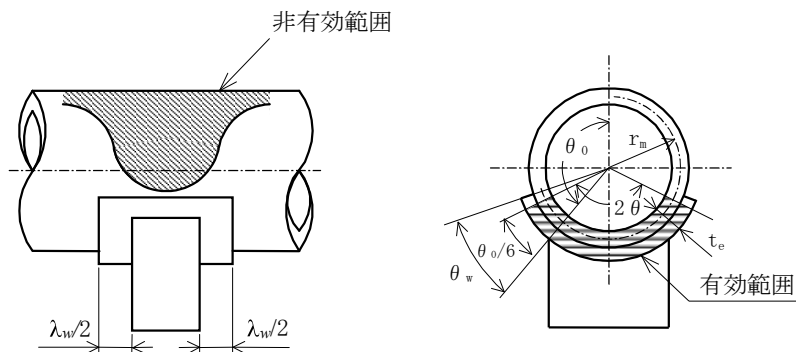
また、鉛直方向地震荷重による応力は、次による。

$$\sigma_{x6} = \frac{M}{Z} C_V \quad \dots\dots\dots (1.2.2-18)$$

ここで、

$$r_m = \frac{D_i + t_e}{2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-19)$$

$$Z = r_m^2 t_e \left(\frac{\theta + \sin \theta \cos \theta - 2 \sin^2 \theta / \theta}{\sin \theta / \theta - \cos \theta} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-20)$$



第 1.2.2-1 図 脚つけ根部の有効範囲

胴の脚つけ根部に取り付く当て板の大きさが、

$$\text{円周方向範囲 } \theta_w \geq \frac{\theta_0}{6} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-21)$$

$$\text{長手方向範囲 } \lambda_w \geq 1.56 \sqrt{\left(\frac{D_i + t}{2} \right) t} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-22)$$

である場合、脚つけ根部における胴の有効板厚 t_e は胴板の厚さと当て板の厚さの合計とする。

また、当て板が上記範囲を満たさない場合、 t_e は胴板の厚さとする。

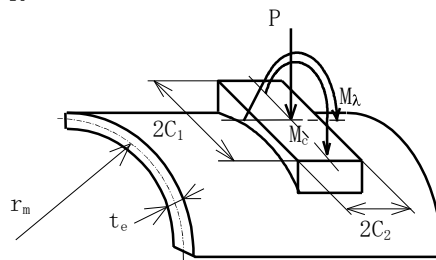
(5) 運転時質量及び鉛直方向地震力により生じる胴の脚つけ根部の応力

胴の脚つけ根部には、脚反力による局部応力が生じる。

胴の脚つけ根部に作用する反力は、次による。

運転時質量による反力

$$P = R \quad \dots\dots\dots (1.2.2-23)$$



第 1.2.2-2 図 脚が胴に及ぼす力の関係

鉛直方向地震力による反力

$$P_e = RC_v \quad \dots\dots\dots (1.2.2-24)$$

この反力 P 及び P_e により生じる胴の局部応力は、参考文献 (1) により次のように求める。

$$\gamma = r_m/t_e \quad \dots\dots\dots (1.2.2-25)$$

$$\beta_1 = C_1/r_m \quad \dots\dots\dots (1.2.2-26)$$

$$\beta_2 = C_2/r_m \quad \dots\dots\dots (1.2.2-27)$$

$\beta_1/\beta_2 \geq 1$ のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{1}{3} (\beta_1/\beta_2 - 1)(1 - K_1) \right\} \sqrt{\beta_1 \beta_2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-28)$$

$\beta_1/\beta_2 < 1$ のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{4}{3} (1 - \beta_1/\beta_2)(1 - K_2) \right\} \sqrt{\beta_1 \beta_2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-29)$$

シェルパラメータ γ 及びアタッチメントパラメータ β によって、参考文献 (1) の表より値を求める (以下*を付記する。) ことにより、胴の脚つけ根部の応力は、次による。

反力 P により生じる応力

$$\sigma_{\phi 3} = \left[\frac{N_\phi}{P/r_m} \right]^* \left(\frac{P}{r_m t_e} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-30)$$

$$\sigma_{x3} = \left[\frac{N_x}{P/r_m} \right]^* \left(\frac{P}{r_m t_e} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-31)$$

反力 P_e により生じる応力

一次応力

$$\sigma_{\phi 7} = \left[\frac{N_\phi}{P_e/r_m} \right]^* \left(\frac{P_e}{r_m t_e} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-32)$$

$$\sigma_{x7} = \left[\frac{N_x}{P_e/r_m} \right]^* \left(\frac{P_e}{r_m t_e} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-33)$$

二次応力

$$\sigma_{2\phi 7} = \left[\frac{M_\phi}{P_e} \right]^* \left(\frac{6P_e}{t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-34)$$

$$\sigma_{2x7} = \left[\frac{M_x}{P_e} \right]^* \left(\frac{6P_e}{t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-35)$$

(6) 水平方向地震力（長手方向）により生じる胴の脚つけ根部の応力

胴の脚つけ根部に作用する曲げモーメント及び鉛直方向荷重（偶力）は、次による。

$$M_{\lambda} = \frac{1}{2n_s} C_H (m_0 - n_s m_s) g h_1 \quad \dots\dots\dots (1.2.2-36)$$

$$P_{\lambda} = C_H (m_0 - n_s m_s) g \frac{h_2 - \frac{1}{2} h_1}{(n_s - 1) \lambda_0} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-37)$$

曲げモーメント M_{λ} と鉛直方向荷重 P_{λ} により生じる胴の局部応力は(5)と同様な方法で参考文献(1)より求める。

曲げモーメント M_{λ} により生じる応力

一次応力

$$\sigma_{\phi 41} = \left[\frac{N_{\phi}}{M_{\lambda}/(r_m^2 \beta)} \right]^* \left(\frac{M_{\lambda}}{r_m^2 \beta_{\lambda} t_e} \right) C_{\lambda} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-38)$$

$$\sigma_{x41} = \left[\frac{N_x}{M_{\lambda}/(r_m^2 \beta)} \right]^* \left(\frac{M_{\lambda}}{r_m^2 \beta_{\lambda} t_e} \right) C_{\lambda} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-39)$$

二次応力

$$\sigma_{2\phi 41} = \left[\frac{M_{\phi}}{M_{\lambda}/(r_m \beta)} \right]^* \left(\frac{6M_{\lambda}}{r_m \beta_{\lambda} t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-40)$$

$$\sigma_{2x41} = \left[\frac{M_x}{M_{\lambda}/(r_m \beta)} \right]^* \left(\frac{6M_{\lambda}}{r_m \beta_{\lambda} t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-41)$$

ここで、アタッチメントパラメータ β_{λ} は、次による。

ただし、二次応力を求める場合はさらに k_{λ} を乗じた値とする。

$$\beta_{\ell} = \sqrt[3]{\beta_1 \beta_2^2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-42)$$

鉛直方向荷重 P_{λ} により生じる応力は、次による。

一次応力

$$\sigma_{\phi 42} = \left[\frac{N_{\phi}}{P_{\lambda}/r_m} \right]^* \left(\frac{P_{\lambda}}{r_m t_e} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-43)$$

$$\sigma_{x42} = \left[\frac{N_x}{P_{\lambda}/r_m} \right]^* \left(\frac{P_{\lambda}}{r_m t_e} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-44)$$

二次応力

$$\sigma_{2\phi 42} = \left[\frac{M_\phi}{P_\lambda} \right]^* \left(\frac{6P_\lambda}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (1.2.2-45)$$

$$\sigma_{2x42} = \left[\frac{M_x}{P_\lambda} \right]^* \left(\frac{6P_\lambda}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (1.2.2-46)$$

また、水平方向荷重により胴に生じる引張応力は、次による。

$$\sigma_{x43} = \frac{C_H(m_0 - n_s m_s)g}{\pi(D_i + t)t} \dots\dots\dots (1.2.2-47)$$

したがって、曲げモーメント M_λ 、鉛直方向荷重 P_λ 及び水平方向荷重により生じる胴の応力は、次による。

一次応力

$$\sigma_{\phi 4} = \sigma_{\phi 41} + \sigma_{\phi 42} \dots\dots\dots (1.2.2-48)$$

$$\sigma_{x4} = \sigma_{x41} + \sigma_{x42} + \sigma_{x43} \dots\dots\dots (1.2.2-49)$$

二次応力

$$\sigma_{2\phi 4} = \sigma_{2\phi 41} + \sigma_{2\phi 42} \dots\dots\dots (1.2.2-50)$$

$$\sigma_{2x4} = \sigma_{2x41} + \sigma_{2x42} \dots\dots\dots (1.2.2-51)$$

また、水平方向地震力（長手方向）が作用した場合、胴の脚つけ根部に生じるせん断応力は、次による。

$$\tau_\lambda = \frac{C_H(m_0 - n_s m_s)g}{4n_s C_2 t} \dots\dots\dots (1.2.2-52)$$

(7) 水平方向地震力（横方向）により生じる胴の脚つけ根部の応力

水平方向地震力（横方向）が作用した場合、胴の脚つけ根部の曲げモーメント M_c は、次による。

$$M_c = C_H R r_0 \dots\dots\dots (1.2.2-53)$$

$$r_0 = \frac{D_i}{2} + t_e \dots\dots\dots (1.2.2-54)$$

この曲げモーメント M_c により生じる胴の局部応力は、(5)，(6)と同様な方法で参考文献(1)より求める。

シェルパラメータ γ は(5)と同じであるが、アタッチメントパラメータ β_c は、次による。

ただし、二次応力を求める場合はさらに k_c を乗じた値とする。

$$\beta_c = \sqrt[3]{\beta_1^2 \beta_2} \dots\dots\dots (1.2.2-55)$$

曲げモーメント M_c により生じる応力は、次による。

一次応力

$$\sigma_{\phi 5} = \left[\frac{N_{\phi}}{M_c / (r_m^2 \beta)} \right]^* \left(\frac{M_c}{r_m^2 \beta_c t_e} \right) C_c \quad \dots\dots\dots (1.2.2-56)$$

$$\sigma_{x5} = \left[\frac{N_x}{M_c / (r_m^2 \beta)} \right]^* \left(\frac{M_c}{r_m^2 \beta_c t_e} \right) C_c \quad \dots\dots\dots (1.2.2-57)$$

二次応力

$$\sigma_{2\phi 5} = \left[\frac{M_{\phi}}{M_c / (r_m \beta)} \right]^* \left(\frac{6M_c}{r_m \beta_c t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-58)$$

$$\sigma_{2x5} = \left[\frac{M_x}{M_c / (r_m \beta)} \right]^* \left(\frac{6M_c}{r_m \beta_c t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-59)$$

また、水平方向地震力（横方向）が作用した場合、胴の脚のつけ根部に生じるせん断応力は、次による。

$$\tau_c = \frac{C_H R}{4C_1 t} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-60)$$

(8) 組合せ応力

(3) ～ (7) によって算出される脚つけ根部に生じる胴の応力は、次により組み合わせる。

(a) 一次一般膜応力

【絶対値和】

i) 水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{0\lambda\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-61)$$

$$\sigma_{0\lambda x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x6} + \sigma_{x43} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-62)$$

$$\sigma_{0\lambda} = \text{Max} [\sigma_{0\lambda\phi}, \sigma_{0\lambda x}] \quad \dots\dots\dots (1.2.2-63)$$

ii) 水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{0c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-64)$$

$$\sigma_{0cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x6} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-65)$$

$$\sigma_{0c} = \text{Max} [\sigma_{0c\phi}, \sigma_{0cx}] \quad \dots\dots\dots (1.2.2-66)$$

【S R S S法】

i) 水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{0\lambda\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-67)$$

$$\sigma_{0\lambda x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x6}^2 + \sigma_{x43}^2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-68)$$

$$\sigma_{0\lambda} = \text{Max}[\sigma_{0\lambda\phi}, \sigma_{0\lambda x}] \quad \dots\dots\dots (1.2.2-69)$$

ii) 水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{0c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-70)$$

$$\sigma_{0cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x6} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-71)$$

$$\sigma_{0c} = \text{Max}[\sigma_{0c\phi}, \sigma_{0cx}] \quad \dots\dots\dots (1.2.2-72)$$

したがって、胴に生じる一次一般膜応力の最大値は、絶対値和、S R S S法それぞれに対して、次による。

$$\sigma_0 = \text{Max}[\sigma_{0\lambda}, \sigma_{0c}] \quad \dots\dots\dots (1.2.2-73)$$

(b) 一次応力（膜＋曲げ）

【絶対値和】

i) 水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{1\lambda\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 7} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-74)$$

$$\sigma_{1\lambda x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} + \sigma_{x6} + \sigma_{x7} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-75)$$

$$\sigma_{1\lambda} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{1\lambda\phi} + \sigma_{1\lambda x} + \sqrt{(\sigma_{1\lambda\phi} - \sigma_{1\lambda x})^2 + 4\tau_{\lambda}^2} \right\} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-76)$$

ii) 水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{1c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 5} + \sigma_{\phi 7} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-77)$$

$$\sigma_{1cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x5} + \sigma_{x6} + \sigma_{x7} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-78)$$

$$\sigma_{1c} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{1c\phi} + \sigma_{1cx} + \sqrt{(\sigma_{1c\phi} - \sigma_{1cx})^2 + 4\tau_c^2} \right\} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-79)$$

【S R S S法】

i) 水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{1\lambda\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 4}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 7})^2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-80)$$

$$\sigma_{1\lambda x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x4}^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x7})^2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-81)$$

$$\sigma_{1\lambda} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{1\lambda\phi} + \sigma_{1\lambda x} + \sqrt{(\sigma_{1\lambda\phi} - \sigma_{1\lambda x})^2 + 4\tau_{\lambda}^2} \right\} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-82)$$

ii) 水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{1c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 5}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 7})^2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-83)$$

$$\sigma_{1cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x5}^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x7})^2} \quad \cdots \cdots (1.2.2-84)$$

$$\sigma_{1c} = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{1c\phi} + \sigma_{1cx} + \sqrt{(\sigma_{1c\phi} - \sigma_{1cx})^2 + 4\tau_c^2} \right\} \quad \cdots \cdots (1.2.2-85)$$

したがって、胴に生じる一次応力（膜＋曲げ）の最大値は、絶対値和、S R S S法それぞれに対して、次による。

$$\sigma_1 = \text{Max}[\sigma_{1\lambda}, \sigma_{1c}] \quad \cdots \cdots (1.2.2-86)$$

(c) 地震力のみによる一次＋二次応力の変動値

【絶対値和】

i) 水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{2\lambda\phi} = \sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{2\phi 4} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{2\phi 7} \quad \cdots \cdots (1.2.2-87)$$

$$\sigma_{2\lambda x} = \sigma_{x4} + \sigma_{2x4} + \sigma_{x6} + \sigma_{x7} + \sigma_{2x7} \quad \cdots \cdots (1.2.2-88)$$

$$\sigma_{2\lambda} = \sigma_{2\lambda\phi} + \sigma_{2\lambda x} + \sqrt{(\sigma_{2\lambda\phi} - \sigma_{2\lambda x})^2 + 4\tau_\lambda^2} \quad \cdots \cdots (1.2.2-89)$$

ii) 水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{2c\phi} = \sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 5} + \sigma_{2\phi 5} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{2\phi 7} \quad \cdots \cdots (1.2.2-90)$$

$$\sigma_{2cx} = \sigma_{x5} + \sigma_{2x5} + \sigma_{x6} + \sigma_{x7} + \sigma_{2x7} \quad \cdots \cdots (1.2.2-91)$$

$$\sigma_{2c} = \sigma_{2c\phi} + \sigma_{2cx} + \sqrt{(\sigma_{2c\phi} - \sigma_{2cx})^2 + 4\tau_c^2} \quad \cdots \cdots (1.2.2-92)$$

【S R S S法】

i) 水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{2\lambda\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{2\phi 7})^2 + (\sigma_{\phi 4} + \sigma_{2\phi 4})^2} \quad \cdots \cdots (1.2.2-93)$$

$$\sigma_{2\lambda x} = \sqrt{(\sigma_{x4} + \sigma_{2x4})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x7} + \sigma_{2x7})^2} \quad \cdots \cdots (1.2.2-94)$$

$$\sigma_{2\lambda} = \sigma_{2\lambda\phi} + \sigma_{2\lambda x} + \sqrt{(\sigma_{2\lambda\phi} - \sigma_{2\lambda x})^2 + 4\tau_\lambda^2} \quad \cdots \cdots (1.2.2-95)$$

ii) 水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{2c\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{2\phi 7})^2 + (\sigma_{\phi 5} + \sigma_{2\phi 5})^2} \quad \cdots \cdots (1.2.2-96)$$

$$\sigma_{2cx} = \sqrt{(\sigma_{x5} + \sigma_{2x5})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x7} + \sigma_{2x7})^2} \quad \cdots \cdots (1.2.2-97)$$

$$\sigma_{2c} = \sigma_{2c\phi} + \sigma_{2cx} + \sqrt{(\sigma_{2c\phi} - \sigma_{2cx})^2 + 4\tau_c^2} \quad \cdots \cdots (1.2.2-98)$$

したがって、胴に生じる一次＋二次応力の変動値の最大値は、絶対値和、S R S S法それぞれに対して、次による。

$$\sigma_2 = \text{Max}[\sigma_{2\lambda}, \sigma_{2c}] \quad \cdots \cdots (1.2.2-99)$$

1.2.2.2 脚の応力

(1) 運転時質量による応力

$$\sigma_{s1} = \frac{R + m_s g}{A_s} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-100)$$

(2) 鉛直方向地震力による応力

$$\sigma_{s4} = \frac{R + m_s g}{A_s} C_V \quad \dots\dots\dots (1.2.2-101)$$

(3) 水平方向地震力（長手方向）による応力

曲げ，圧縮応力は，次による。

$$\sigma_{s2} = \frac{M_{\lambda 1}}{Z_{sy}} + \frac{P_{\lambda}}{A_s} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-102)$$

ここで，

$$M_{\lambda 1} = \frac{1}{2n_s} C_H m_0 g h_1 \quad \dots\dots\dots (1.2.2-103)$$

せん断応力は，次による。

$$\tau_{s2} = \frac{C_H m_0 g}{n_s A_{s3}} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-104)$$

(4) 水平方向地震力（横方向）による応力

曲げ応力は，次による。

$$\sigma_{s3} = \frac{C_H (R + m_s g) h_2}{Z_{sx}} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-105)$$

せん断応力は，次による。

$$\tau_{s3} = \frac{C_H (R + m_s g)}{A_{s4}} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-106)$$

(5) 組合せ応力

【絶対値和】

(a) 水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{s\lambda} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s4})^2 + 3 \tau_{s2}^2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-107)$$

(b) 水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{sc} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s3} + \sigma_{s4})^2 + 3 \tau_{s3}^2} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-108)$$

【S R S S 法】

(a) 水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{s\lambda} = \sqrt{\left(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s4}^2}\right)^2 + 3\tau_{s2}^2} \quad \cdots \cdots \cdots (1.2.2-109)$$

(b) 水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

$$\sigma_{sc} = \sqrt{\left(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s3}^2 + \sigma_{s4}^2}\right)^2 + 3\tau_{s3}^2} \quad \cdots \cdots \cdots (1.2.2-110)$$

したがって、脚に生じる最大応力は、絶対値和、S R S S 法それぞれに対して、次による。

$$\sigma_s = \text{Max}[\sigma_{s\lambda}, \sigma_{sc}] \quad \cdots \cdots \cdots (1.2.2-111)$$

1.2.2.3 基礎ボルトの応力

(1) 水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

(a) 引張応力

水平方向地震力（長手方向）が作用した場合に脚底面に働く曲げモーメントは、次による。

$$M_b = M_{\lambda l} \quad \cdots \cdots \cdots (1.2.2-112)$$

水平方向地震力（長手方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の鉛直方向荷重は、次による。

【絶対値和】

$$P_s = (1 - C_v)(R + m_s g) - P_\lambda \quad \cdots \cdots \cdots (1.2.2-113)$$

【S R S S 法】

$$P_s = R + m_s g - \sqrt{\{C_v(R + m_s g)\}^2 + P_\lambda^2} \quad \cdots \cdots \cdots (1.2.2-114)$$

今、曲げモーメントと圧縮荷重の比を

$$e = M_b / P_s \quad \cdots \cdots \cdots (1.2.2-115)$$

とすると、 e が負の場合又は

$$e > \frac{a}{6} + \frac{d_1}{3} \quad \cdots \cdots \cdots (1.2.2-116)$$

の時、基礎ボルトに引張力が生じ、この引張力は次のように求める。

今、中立軸の位置 X_{n1} を

$$X_{n1}^3 + 3\left(e - \frac{a}{2}\right)X_{n1}^2 - \frac{6sA_b n_1}{b}\left(e + \frac{a}{2} - d_1\right)(a - d_1 - X_{n1}) = 0$$

..... (1.2.2-117)

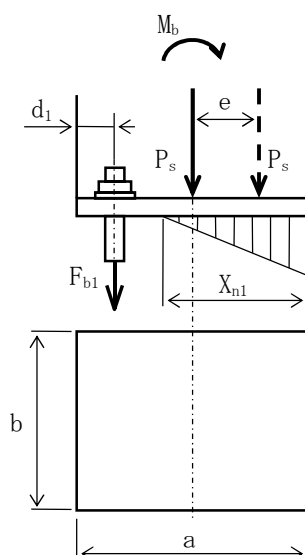
より求めると、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_{b1} = \frac{P_s \left(e - \frac{a}{2} + \frac{X_{n1}}{3} \right)}{a - d_1 - \frac{X_{n1}}{3}} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-118)$$

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は、次による。

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{n_1 A_b} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-119)$$



第 1.2.2-3 図 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係

(b) せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{C_H m_0 g}{n_s n A_b} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-120)$$

(2) 水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合

(a) 引張応力

水平方向地震力（横方向）が作用した場合に脚底面に働く曲げモーメントは、次による。

$$M_{c1} = C_H (R + m_s g) h_2 \quad \dots\dots\dots (1.2.2-121)$$

水平方向地震力（横方向）及び鉛直方向地震力が作用した場合の鉛直方向荷重は、次による。

$$P_{s1} = (1 - C_v)(R + m_s g) \quad \dots\dots\dots (1.2.2-122)$$

今、曲げモーメントと圧縮荷重の比を

$$e_1 = M_{c1} / P_{s1} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-123)$$

とすると、 e_1 が負の場合又は

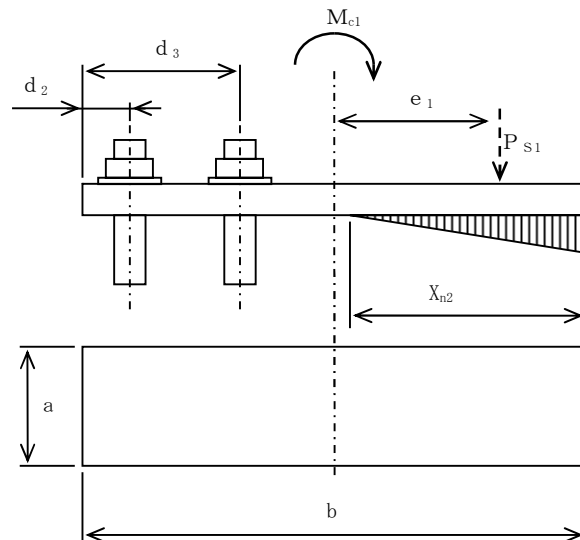
$$e_1 > \frac{b}{6} + \frac{d_2}{3} \quad \dots\dots\dots (1.2.2-124)$$

の時、基礎ボルトに引張力が生じ、この引張力は次のように求める。

i) 基礎ボルトが長手方向から見て 2 列の場合

(1) (a) と同様にして引張応力は求められるが、 M_{c1} は M_b とし、 P_{s1} は P_s 、 d_2 は d_1 、 a は b 、 b は a 、 n_2 は n_1 、 e_1 は e と置き換え、得られた基礎ボルトの応力を σ_{b2} とする。

ii) 基礎ボルトが長手方向から見て 4 列の場合は以下となる。



第 1.2.2-4 図 基礎ボルトが長手方向から見て 4 列の場合の横方向地震による基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係

基礎ボルトが長手方向から見て 4 列の場合は以下の式より計算する。

$$f(x) = X_{n2}^3 - 3\left(\frac{b}{2} - e_1\right)X_{n2}^2 + \frac{6sA_b n_2}{a} \{ (b - d_2 - d_3 + 2e_1)X_{n2} - (b - d_2)\left(\frac{b}{2} - d_2\right) - (b - d_3)\left(\frac{b}{2} - d_3\right) - e_1(2b - d_2 - d_3) \} \dots\dots\dots (1.2.2-125)$$

の式から、条件式

$$f(d_3) > 0 \text{かつ} f(b - d_3) < 0 \dots\dots\dots (1.2.2-126)$$

又は

$$f(d_3) < 0 \text{かつ} f(b - d_3) > 0 \dots\dots\dots (1.2.2-127)$$

の時、中立軸 X_{n2} 及び基礎ボルトに生じる引張力は以下の式により求まる。

$$X_{n2}^3 - 3\left(\frac{b}{2} - e_1\right)X_{n2}^2 + \frac{6sA_b n_2}{a} \{ (b - d_2 - d_3 + 2e_1)X_{n2} - (b - d_2)\left(\frac{b}{2} - d_2\right) - (b - d_3)\left(\frac{b}{2} - d_3\right) - e_1(2b - d_2 - d_3) \} = 0 \dots\dots\dots (1.2.2-128)$$

$$F_{b2} = \frac{P_{s1} \{ 2s(b - d_2 - X_{n2})n_2 A_b \}}{aX_{n2}^2 - 2s(2b - d_2 - d_3 - 2X_{n2})n_2 A_b} \dots\dots (1.2.2-129)$$

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{n_2 A_b} \dots\dots\dots (1.2.2-130)$$

なお、条件式を満たさない場合は、中立軸 X_{n2} 及び基礎ボルトに生じる引張応力は (1) (a) と同様にして求められるが、 P_{s1} は P_s 、 d_2 は d_1 、 a は b 、 b は a 、 n_2 (=2 とする) は n_1 、 e_1 は e と置き換え、得られた基礎ボルトの応力を σ_{b2} とする。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力の最大は、次による。

$$\sigma_b = \text{Max}[\sigma_{b1}, \sigma_{b2}] \dots\dots\dots (1.2.2-131)$$

(b) せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{C_H(R + m_s g)}{nA_b} \dots\dots\dots (1.2.2-132)$$

したがって、基礎ボルトに生じるせん断応力の最大は、次による。

$$\tau_b = \text{Max}[\tau_{b1}, \tau_{b2}] \dots\dots\dots (1.2.2-133)$$

1.3 評価方法

1.3.1 固有周期の評価

1.2.1 項で求めた固有周期から設計震度を設定する。

1.3.2 応力の評価

1.3.2.1 胴の応力評価

1.2.2.1 項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における表 1.3.2.1-1 に示す許容応力 S_a 以下であること。

表 1.3.2.1-1 胴の許容応力

耐震 クラス	供用状態	許容応力 S_a			
		一次一般膜応力	一次応力	一次＋二次 応力範囲	一次＋二次 ⁽¹⁾ ＋ピーク応力
S	C_s	$\text{Min}[S_y, 0.6S_u]$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金は、 1.2S とすることができる。	左欄の 1.5 倍	$2S_y$	⁽²⁾ 疲労累積係数 ≤ 1.0
	D_s	$0.6S_u$	左欄の 1.5 倍		
B, C	C_s	$\text{Min}[S_y, 0.6S_u]$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金は、 1.2S とすることができる。	S_y ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金は、 1.2S とすることができる。	—	—

注 (1) : 一次＋二次応力範囲が $2S_y$ 以下の場合は評価不要である。

注 (2) : 地震力のみによる疲労累積係数とする。

1.3.2.2 脚の応力評価

1.2.2.2 項で求めた脚の組合せ応力が表 1.3.2.2-1 に示す許容応力 f_t 以下であること。

表 1.3.2.2-1 脚の許容応力

耐震 クラス	供用状態	許容引張応力 f_t
S	C _s	$1.5 \left(\frac{F}{1.5} \right)$
	D _s	$1.5 \left(\frac{F^*}{1.5} \right)$
B, C	C _s	$1.5 \left(\frac{F}{1.5} \right)$

1.3.2.3 基礎ボルトの応力評価

1.2.2.3 で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。

$$f_{ts} = \text{Min} \left[1.4f_{t0} - 1.6 \tau_b, f_{t0} \right] \quad \dots\dots\dots (1.3.2-1)$$

せん断応力 τ_b はせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{t0} 及び f_{sb} は表 1.3.2.3-1 による。

表 1.3.2.3-1 基礎ボルトの許容応力

耐震 クラス	供用状態	許容引張応力 f_{t0}	許容せん断応力 f_{sb}
S	C _s	$1.5 \left(\frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left(\frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$
	D _s	$1.5 \left(\frac{F^*}{2} \right)$	$1.5 \left(\frac{F^*}{1.5\sqrt{3}} \right)$
B, C	C _s	$1.5 \left(\frac{F}{2} \right)$	$1.5 \left(\frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right)$

1.4 参考文献

- (1) “Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings” (WELDING RESEARCH COUNCIL BULLETIN No. 107 AUG. 1965. REV. MAR. 1979)
- (2) “Stresses in Large Horizontal Cylindrical Pressure Vessels on Two Saddle Supports” (WELDING RESEARCH SUPPLEMENT SEP. 1951)

2. 設計条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付場所及び床面 高さ (m)	固有周期 (s)	静的震度又は 弾性設計用地震動 S _d		基準地震動 S _s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比 重
				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				
軽油貯蔵タンク	S	原子炉建屋 E L. 14.0*	0.041	0.800	0.530	1.420	0.990	静水頭	55	40	1.00

注記＊：基準床レベルを示す。

3. 機器概要

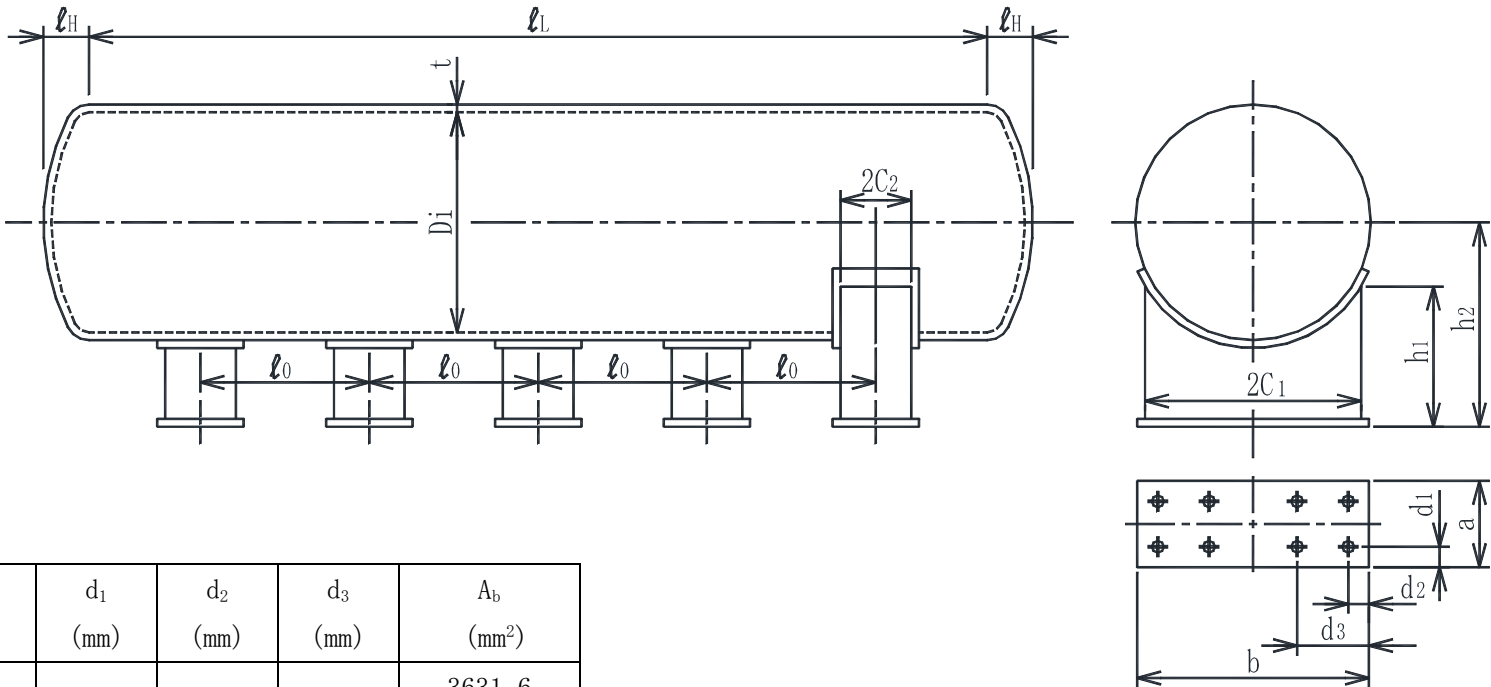
m ₀ (kg)	m _s (kg)	D _i (mm)	t (mm)	t _e (mm)	λ ₀ (mm)	λ _L (mm)	λ _H (mm)
588000	3110	5000	38	76	4650	21076	1008

h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	H (mm)	C ₁ (mm)	C ₂ (mm)	E _s (MPa)	G _s (MPa)
1759.9	3100	4450	2200	550	201000	77300

θ (rad)	θ ₀ (rad)	θ _w (rad)	λ _w (mm)	s (－)	n (－)	n ₁ (－)	n ₂ (－)	a (mm)	b (mm)	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	d ₃ (mm)	A _b (mm ²)
1.377	2.118	0.373	500	10	8	4	4	1250	4550	120	530	1410	3631.6 (M 68)

I _{Sx} (mm ⁴)	I _{Sy} (mm ⁴)	Z _{Sx} (mm ³)	Z _{Sy} (mm ³)	A _s (mm ²)	A _{S1} (mm ²)	A _{S2} (mm ²)	A _{S3} (mm ²)	A _{S4} (mm ²)
5.989×10 ¹¹	1.864×10 ¹⁰	2.722×10 ⁸	3.389×10 ⁷	3.033×10 ⁵	1.541×10 ⁵	8.485×10 ⁴	1.213×10 ⁵	9.047×10 ⁴

S (胴板) (MPa)	S _y (胴板) (MPa)	S _u (胴板) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
152	484	595	235	280	560	560



4. 計算数値

4.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	地震の種類	静的震度又は弾性設計用地震動 S d				基準地震動 S s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の種類	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
	静水頭又は内圧による応力	$\sigma_{\phi 1} = 3$	$\sigma_{X1} = 2$	$\sigma_{\phi 1} = 3$	$\sigma_{X1} = 2$	$\sigma_{\phi 1} = 3$	$\sigma_{X1} = 2$	$\sigma_{\phi 1} = 3$	$\sigma_{X1} = 2$
	鉛直方向地震による 静水頭又は内圧による応力	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—
	運転時質量による応力	—	$\sigma_{X2} = 3$	—	$\sigma_{X2} = 3$	—	$\sigma_{X2} = 3$	—	$\sigma_{X2} = 3$
	鉛直方向地震による 運転時質量による応力	—	$\sigma_{X6} = 2$	—	$\sigma_{X6} = 2$	—	$\sigma_{X6} = 3$	—	$\sigma_{X6} = 3$
	水平方向地震による応力	—	$\sigma_{X43} = 8$	—	—	—	$\sigma_{X43} = 14$	—	—
	組合せ応力	$\sigma_{0\lambda} = 12$		$\sigma_{0c} = 6$		$\sigma_{0\lambda} = 18$		$\sigma_{0c} = 8$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

	地震の種類	静的震度又は弾性設計用地震動 S d				基準地震動 S s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の種類	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
	静水頭又は内圧による応力	$\sigma_{\phi 1} = 3$	$\sigma_{X1} = 2$	$\sigma_{\phi 1} = 3$	$\sigma_{X1} = 2$	$\sigma_{\phi 1} = 3$	$\sigma_{X1} = 2$	$\sigma_{\phi 1} = 3$	$\sigma_{X1} = 2$
	鉛直方向地震による 静水頭又は内圧による応力	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—
	運転時質量による応力	—	$\sigma_{X2} = 3$	—	$\sigma_{X2} = 3$	—	$\sigma_{X2} = 3$	—	$\sigma_{X2} = 3$
	鉛直方向地震による 運転時質量による応力	—	$\sigma_{X6} = 2$	—	$\sigma_{X6} = 2$	—	$\sigma_{X6} = 3$	—	$\sigma_{X6} = 3$
	運転時質量による 脚反力による応力	$\sigma_{\phi 3} = 23$	$\sigma_{X3} = 17$	$\sigma_{\phi 3} = 23$	$\sigma_{X3} = 17$	$\sigma_{\phi 3} = 23$	$\sigma_{X3} = 17$	$\sigma_{\phi 3} = 23$	$\sigma_{X3} = 17$
	鉛直方向地震による 脚反力による応力	$\sigma_{\phi 7} = 12$	$\sigma_{X7} = 9$	$\sigma_{\phi 7} = 12$	$\sigma_{X7} = 9$	$\sigma_{\phi 7} = 23$	$\sigma_{X7} = 17$	$\sigma_{\phi 7} = 23$	$\sigma_{X7} = 17$
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 4} = 24$	$\sigma_{X4} = 20$	$\sigma_{\phi 5} = 22$	$\sigma_{X5} = 52$	$\sigma_{\phi 4} = 42$	$\sigma_{X4} = 35$	$\sigma_{\phi 5} = 39$	$\sigma_{X5} = 92$
	せん断	$\tau_{\lambda} = 11$		$\tau_c = 3$		$\tau_{\lambda} = 20$		$\tau_c = 5$	
	組合せ応力	$\sigma_{1\lambda} = 60$		$\sigma_{1c} = 74$		$\sigma_{1\lambda} = 88$		$\sigma_{1c} = 115$	

(3) 地震動のみによる一次＋二次応力

(単位：MPa)

		静的震度又は弾性設計用地震動 S d				基準地震動 S s			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
鉛直方向地震による 静水頭又は内圧による応力		$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—
鉛直方向地震による 運転時質量による応力		—	$\sigma_{X6} = 2$	—	$\sigma_{X6} = 2$	—	$\sigma_{X6} = 3$	—	$\sigma_{X6} = 3$
鉛直方向地震による 脚反力による応力		$\sigma_{\phi 7} = 12$ $\sigma_{2\phi 7} = 12$	$\sigma_{X7} = 9$ $\sigma_{2X7} = 19$	$\sigma_{\phi 7} = 12$ $\sigma_{2\phi 7} = 12$	$\sigma_{X7} = 9$ $\sigma_{2X7} = 19$	$\sigma_{\phi 7} = 23$ $\sigma_{2\phi 7} = 22$	$\sigma_{X7} = 17$ $\sigma_{2X7} = 35$	$\sigma_{\phi 7} = 23$ $\sigma_{2\phi 7} = 22$	$\sigma_{X7} = 17$ $\sigma_{2X7} = 35$
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 4} = 24$ $\sigma_{2\phi 4} = 18$	$\sigma_{X4} = 20$ $\sigma_{2X4} = 39$	$\sigma_{\phi 5} = 22$ $\sigma_{2\phi 5} = 123$	$\sigma_{X5} = 52$ $\sigma_{2X5} = 67$	$\sigma_{\phi 4} = 42$ $\sigma_{2\phi 4} = 32$	$\sigma_{X4} = 35$ $\sigma_{2X4} = 69$	$\sigma_{\phi 5} = 39$ $\sigma_{2\phi 5} = 218$	$\sigma_{X5} = 92$ $\sigma_{2X5} = 119$
	せん断	$\tau_{\lambda} = 11$		$\tau_c = 3$		$\tau_{\lambda} = 20$		$\tau_c = 5$	
組合せ応力		$\sigma_{2\lambda} = 141$		$\sigma_{2c} = 294$		$\sigma_{2\lambda} = 252$		$\sigma_{2c} = 523$	

4.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

		静的震度又は弾性設計用地震動 S d		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	$\sigma_{S1} = 4$	$\sigma_{S1} = 4$	$\sigma_{S1} = 4$	$\sigma_{S1} = 4$
鉛直方向地震による応力	圧縮	$\sigma_{S4} = 3$	$\sigma_{S4} = 3$	$\sigma_{S4} = 4$	$\sigma_{S4} = 4$
水平方向地震による応力	曲げ	$\sigma_{S2} = 26$	$\sigma_{S3} = 11$	$\sigma_{S2} = 46$	$\sigma_{S3} = 20$
	せん断	$\tau_{S2} = 8$	$\tau_{S3} = 11$	$\tau_{S2} = 14$	$\tau_{S3} = 19$
組合せ応力		$\sigma_{S\lambda} = 33$	$\sigma_{Sc} = 24$	$\sigma_{S\lambda} = 55$	$\sigma_{Sc} = 41$

4.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

		静的震度又は弾性設計用地震動 S d		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
引張応力		$\sigma_{b1} = 42$	$\sigma_{b2} = 69$	$\sigma_{b1} = 106$	$\sigma_{b2} = 190$
せん断応力		$\tau_{b1} = 32$	$\tau_{b2} = 33$	$\tau_{b1} = 57$	$\tau_{b2} = 59$

5. 結論

5.1 固有周期 (単位：s)

方向	固有周期
長手方向	$T_1 = 0.035$
横方向	$T_2 = 0.041$

5.2 応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	静的震度又は弾性設計用地震動 S d		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SPV490	一次一般膜	$\sigma_0 = 12$	$S_a = 357$	$\sigma_0 = 18$	$S_a = 357$
		一次	$\sigma_1 = 74$	$S_a = 535$	$\sigma_1 = 115$	$S_a = 535$
		一次＋二次	$\sigma_2 = 294$	$S_a = 968$	$\sigma_2 = 523$	$S_a = 968$
脚	SM400C	組合せ	$\sigma_s = 33$	$f_t = 235$	$\sigma_s = 55$	$f_t = 280$
基礎ボルト	SNB7	引張	$\sigma_b = 69$	$f_{ts} = 420$	$\sigma_b = 190$	$f_{ts} = 420$
		せん断	$\tau_b = 33$	$f_{sb} = 323$	$\tau_b = 59$	$f_{sb} = 323$

すべて許容応力以下である。

V-2-10-1-2-6 非常用ディーゼル発電機制御盤の
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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 評価結果	7
4.1 設計基準対象施設としての評価結果	7
4.2 重大事故等対処設備としての評価結果	7

1. 概要

本計算書は、添付書類「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、非常用ディーゼル発電機制御盤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。

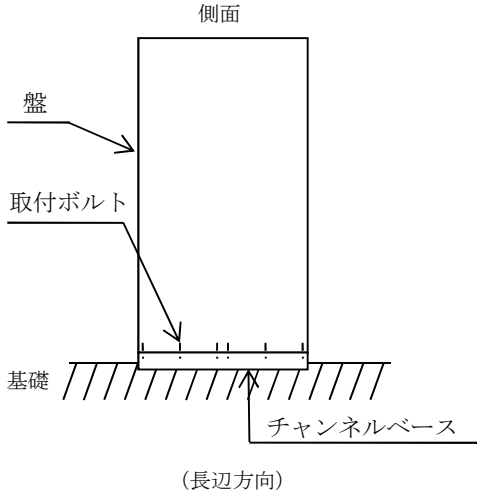
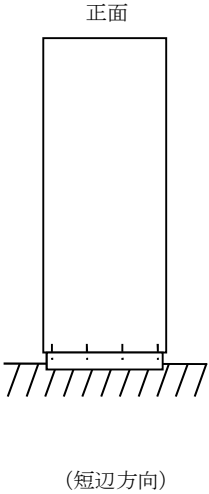
非常用ディーゼル発電機制御盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

非常用ディーゼル発電機制御盤の構造計画を表 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	
非常用ディーゼル発電機制御盤は，チャンネルベースに取付ボルトで設置する。	垂直自立型	側面  盤 取付ボルト 基礎 チャンネルベース (長辺方向) 正面  (短辺方向)

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

非常用ディーゼル発電機制御盤の構造は垂直自立型であるため、構造強度評価は、添付書類「付録7 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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用ディーゼル発電機制御盤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 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

非常用ディーゼル発電機制御盤の許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

非常用ディーゼル発電機制御盤の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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
非常用 電源設備	非常用 発電装置	非常用ディーゼル 発電機制御盤	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-2 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
非常用 電源設備	非常用 発電装置	非常用ディーゼル 発電機制御盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（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 (R T) (MPa)
取付ボルト		周囲環境温度		211	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（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 (R T) (MPa)
取付ボルト		周囲環境温度		211	394	—

4. 評価結果

4.1 設計基準対象施設としての評価結果

非常用ディーゼル発電機制御盤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ページ以降の表に示す。

4.2 重大事故等対処設備としての評価結果

非常用ディーゼル発電機制御盤の設計基準対象施設としての耐震評価条件が，重大事故等対処設備としての耐震評価条件と同等であることから，重大事故等対処設備の耐震評価は省略した。

【非常用ディーゼル発電機制御盤(DG 2C CP)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

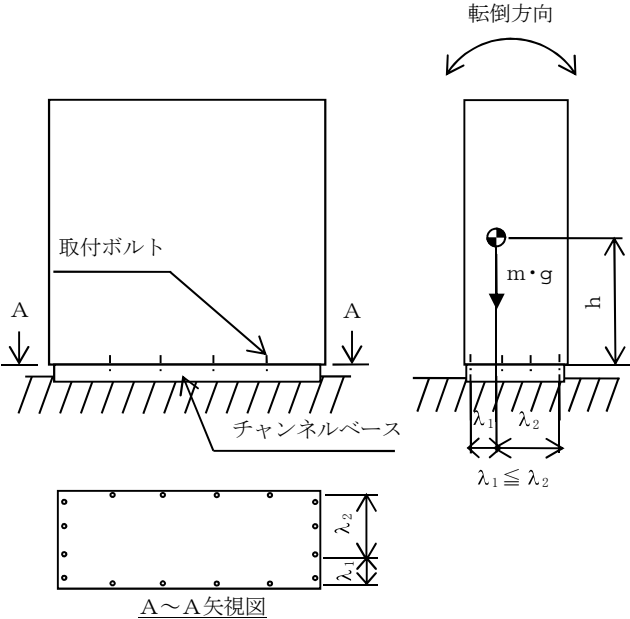
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
非常用ディーゼル 発電機制御盤	S	原子炉建屋付属棟 EL. *1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f
取 付 ボ ル ト							4

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	211	394	211	253	短辺方向	



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト	1.368×10 ³	3.413×10 ³	6.825×10 ³	1.130×10 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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト		引張り	$\sigma_{b2}=7$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=17$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

【非常用ディーゼル発電機制御盤(DG 2D CP)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対処施設

1.1 設計条件

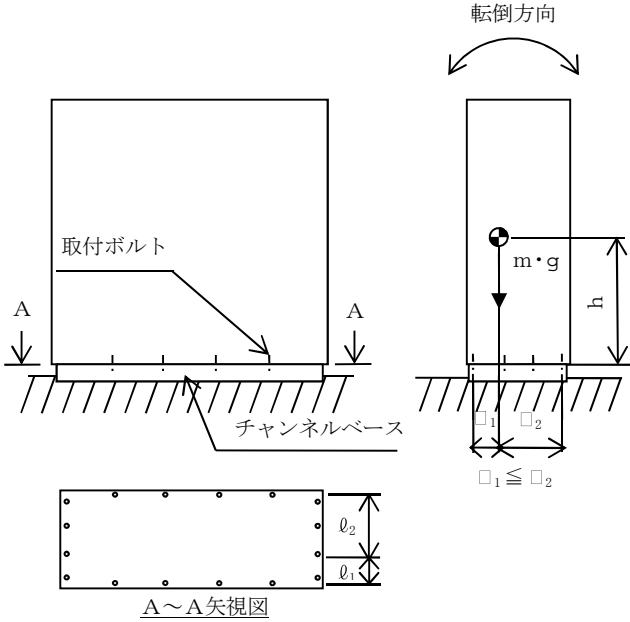
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
非常用ディーゼル 発電機制御盤	S	原子炉建屋付属棟 EL. *1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト	 						4

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	211	394	211	253	短辺方向	



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト	1.368×10 ³	3.413×10 ³	6.825×10 ³	1.130×10 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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト		引張り	$\sigma_{b2}=7$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=17$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

V-2-10-1-2-9 管の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図	2

1. 概要

本計算書は、「付録6 管の応力計算書及び耐震性についての計算書作成の基本方針」及び「V-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針」に基づき、管、支持構造物及び弁の耐震性についての計算を実施した結果を示したものである。

評価結果記載方法は以下に示す通りとする。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として記載する。

(2) 支持構造物

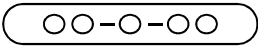
工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式ごとの反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

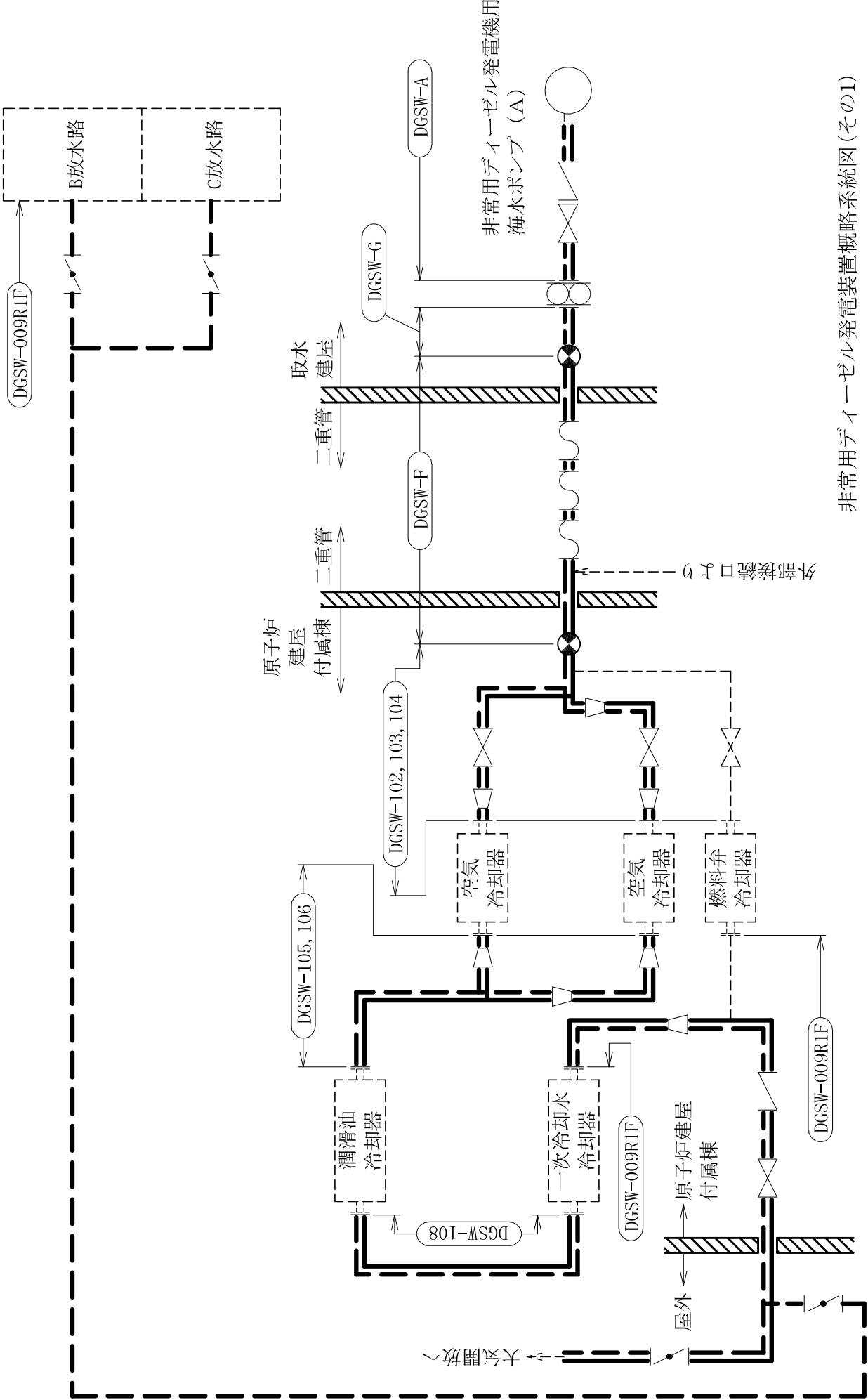
(3) 弁

機能確認済加速度の応答加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として評価結果を記載する。

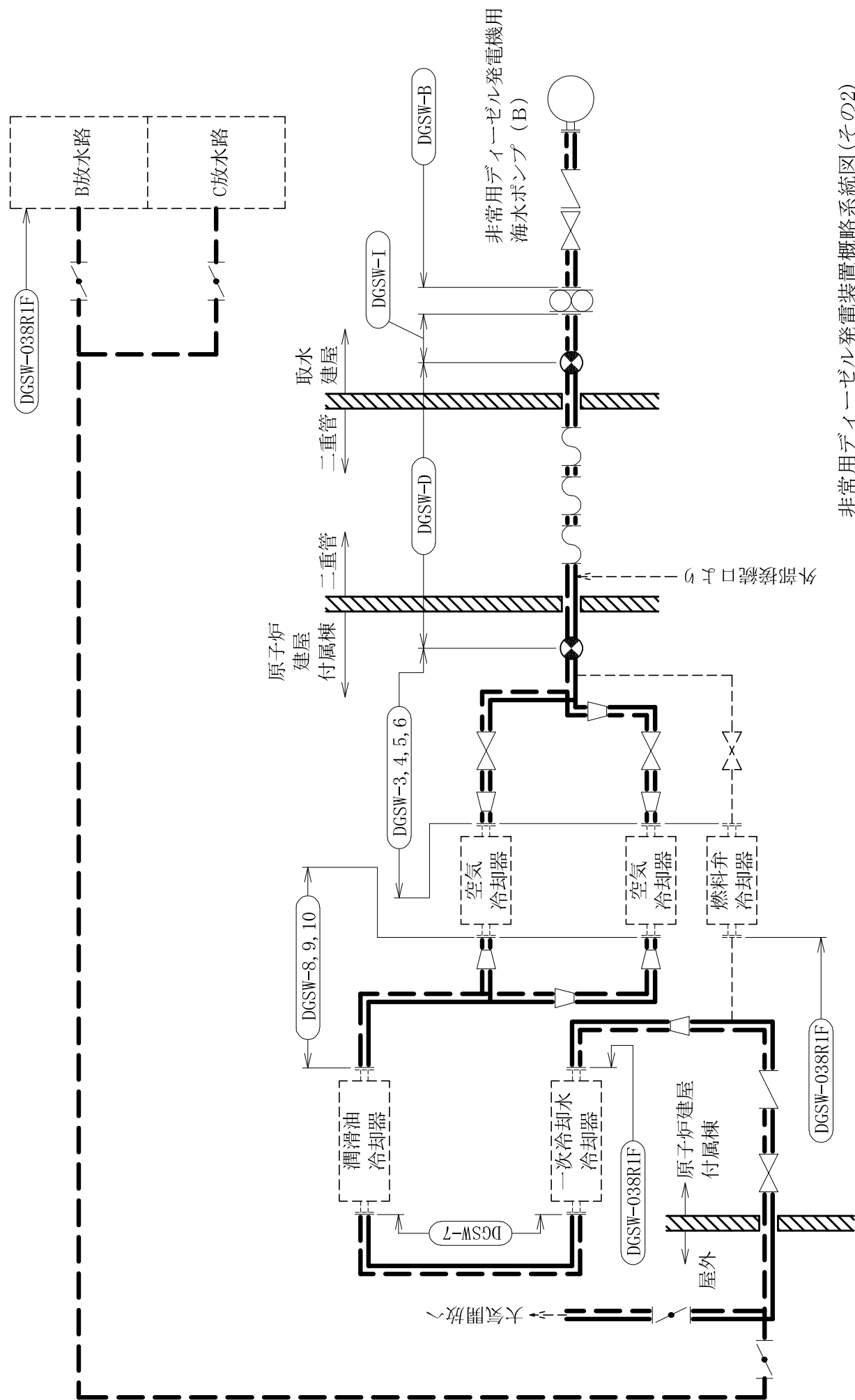
2. 概略系統図

概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち、他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス]	
DB1	クラス 1 管
DB2	クラス 2 管
DB3	クラス 3 管
DB4	クラス 4 管
SA2	重大事故等クラス 2 管
SA3	重大事故等クラス 3 管
DB1/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管
DB2/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管
DB3/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管
DB4/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



非常用ディーゼル発電装置概略系統図 (その1)



非常用ディーゼル発電装置概略系統図 (その2)

V-2-10-1-3 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置の
耐震性についての計算書

V-2-10-1-3-4 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポン
プの耐震性についての計算書

V-2-10-1-3-5 軽油貯蔵タンクの耐震性についての計算書

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の軽油貯蔵タンクは、非常用ディーゼル発電機の軽油貯蔵タンクと兼用であり、軽油貯蔵タンクの耐震性についての計算書は、「V-2-10-1-2-5 軽油貯蔵タンクの耐震性についての計算書」と同じ。

V-2-10-1-3-6 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤の
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. 構造強度評価 3

3.1 構造強度評価方法 3

3.2 荷重の組合せ及び許容応力 3

4. 評価結果 7

4.1 設計基準対象施設としての評価結果 7

4.2 重大事故等対処設備としての評価結果 7

1. 概要

本計算書は、添付書類「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、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤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。

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤は、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分類される。以下、分類に応じた構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤の構造計画を表 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	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤は、チャンネルベースに取付ボルトで設置する。	垂直自立型	側面 正面

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤の構造は垂直自立型であるため、構造強度評価は、添付書類「付録 7 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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤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 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤の許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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
非常用 電源設備	非常用 発電装置	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機 制御盤	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-2 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
非常用 電源設備	非常用 発電装置	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機 制御盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（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 (R _T) (MPa)
取付ボルト		周囲環境温度		211	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（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 (R _T) (MPa)
取付ボルト		周囲環境温度		211	394	—

4. 評価結果

4.1 設計基準対象施設としての評価結果

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤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ページ以降の表に示す。

4.2 重大事故等対処設備としての評価結果

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤の設計基準対象施設としての耐震評価条件が，重大事故等対処設備としての耐震評価条件と同等であることから，重大事故等対処設備の耐震評価は省略した。

【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機制御盤(DG HPCS CP)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

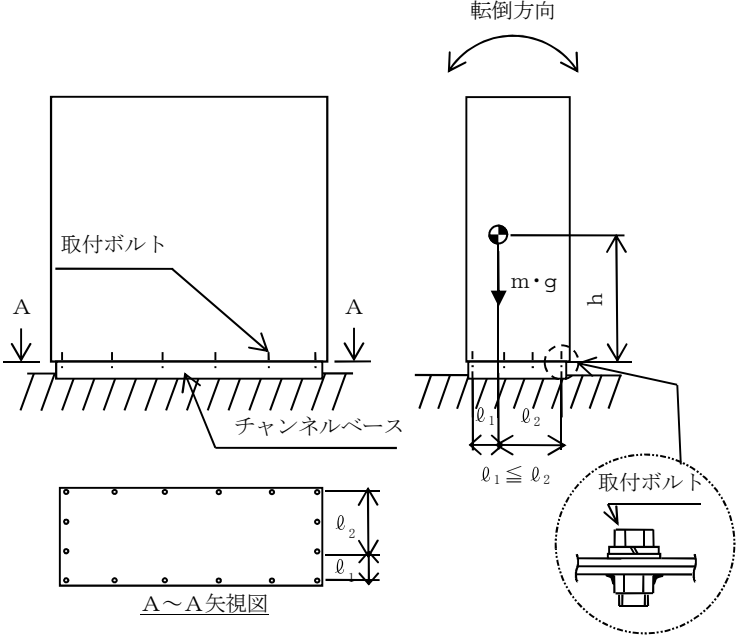
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機 制御盤	S	原子炉建屋付属棟 EL. *1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト							6

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	211	394	211	253	短辺方向	



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト	912.0	2.275×10 ³	6.825×10 ³	1.130×10 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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト		引張り	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

V-2-10-1-3-9 管の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図	2

1. 概要

本計算書は、「付録6 管の応力計算書及び耐震性についての計算書作成の基本方針」及び「V-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針」に基づき、管、支持構造物及び弁の耐震性についての計算を実施した結果を示したものである。

評価結果記載方法は以下に示す通りとする。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（裕度）が最小となる解析モデルを代表として記載する。

(2) 支持構造物

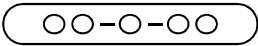
工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式ごとの反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

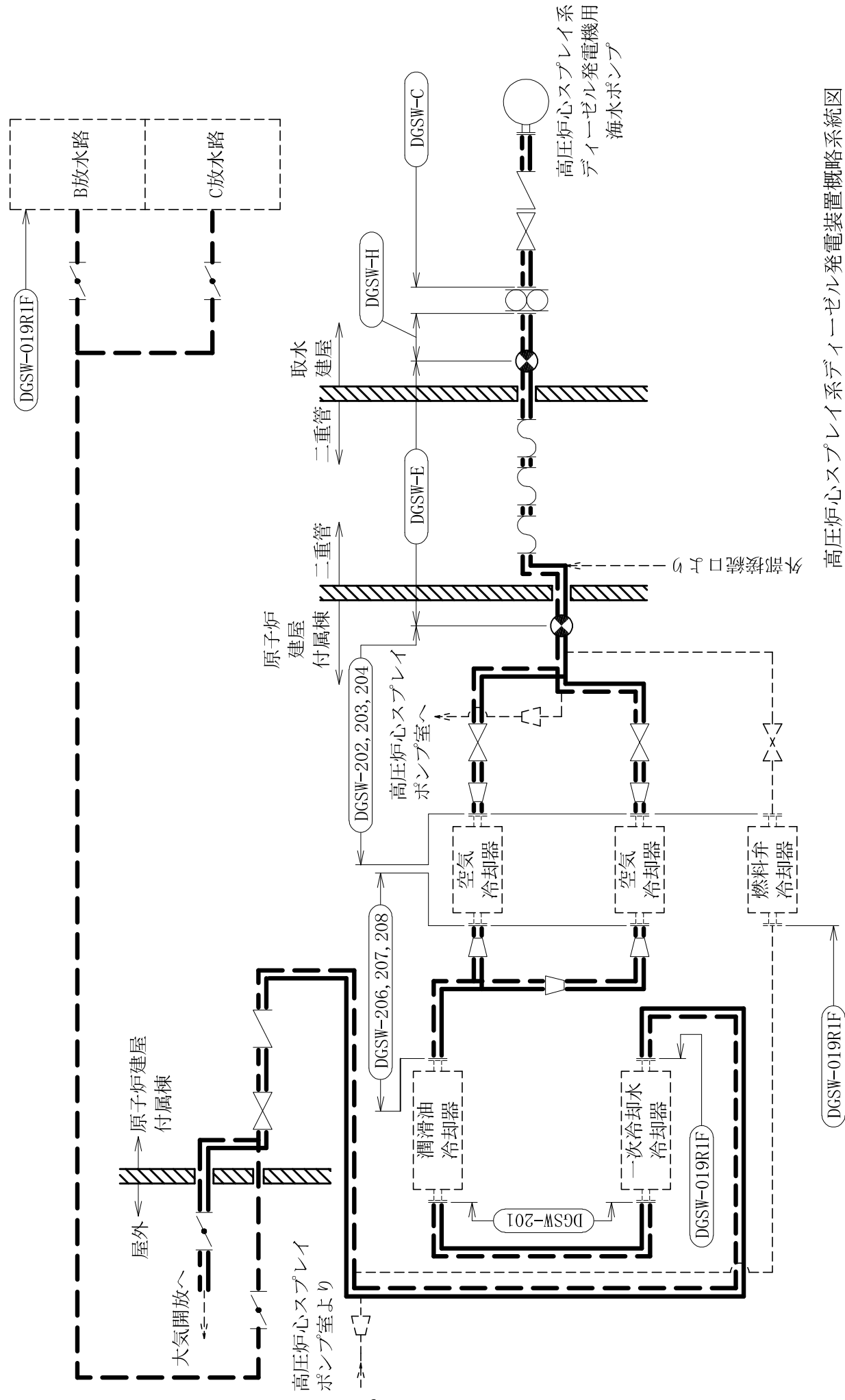
(3) 弁

機能確認済加速度の応答加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として評価結果を記載する。

2. 概略系統図

概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管の うち、他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (評価結果を記載する範囲)
	鳥瞰図番号 (評価結果の記載を省略する範囲)
	アンカ
[管クラス]	
DB1	クラス 1 管
DB2	クラス 2 管
DB3	クラス 3 管
DB4	クラス 4 管
SA2	重大事故等クラス 2 管
SA3	重大事故等クラス 3 管
DB1/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管
DB2/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管
DB3/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管
DB4/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



V-2-10-1-4 常設代替高圧電源装置の耐震性についての計算書

V-2-10-1-4-1 常設代替高圧電源装置内燃機関
の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 構造の説明	1
2.2 評価方針	5
3. 耐震評価箇所	8
4. 車両の加振試験	9
4.1 基本方針	9
4.2 試験構成	9
4.3 入力地震動	9
4.4 許容限界	9
4.5 加振試験結果	9
5. 車両の評価	11
5.1 応力評価	11
5.2 機能維持評価	21
6. 内燃機関の評価	22
6.1 応力評価	22
6.2 機能維持評価	30

1. 概要

本資料は、資料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、常設代替高压電源装置内燃機関が設計用地震力に対して十分な構造強度、動的機能及び電氣的機能を有していることを説明するものである。その耐震評価は応力評価及び機能維持評価により行う。

また、常設代替高压電源装置のうち間接支持構造物である車両が設計用地震力に対して十分な支持機能を有していることを説明するものである。その耐震評価は応力評価及び機能維持評価により行う。

常設代替高压電源装置は、重大事故等対処設備において常設耐震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、この分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 構造の説明

常設代替高压電源装置の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 常設代替高压電源装置の構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
常設代替高压電源装置車両	コンテナ (発電装置本体、遮断機盤)	コンテナを車両フレームに取付ボルトにて固定する。	図 2-1 図 2-2 図 2-3 図 2-4
	フレーム (トレーラ)	・ 車載設備の自重を支持するフレームをサスペンションを有する車両に設置する。 ・ 車両は固縛する。	
常設代替高压電源装置内燃機関	4 サイクル直接噴射式 16 気筒内燃機関	車載式の内燃機関は、発電機との共通台板に取付ボルトにて固定する。	図 2-5 図 2-6

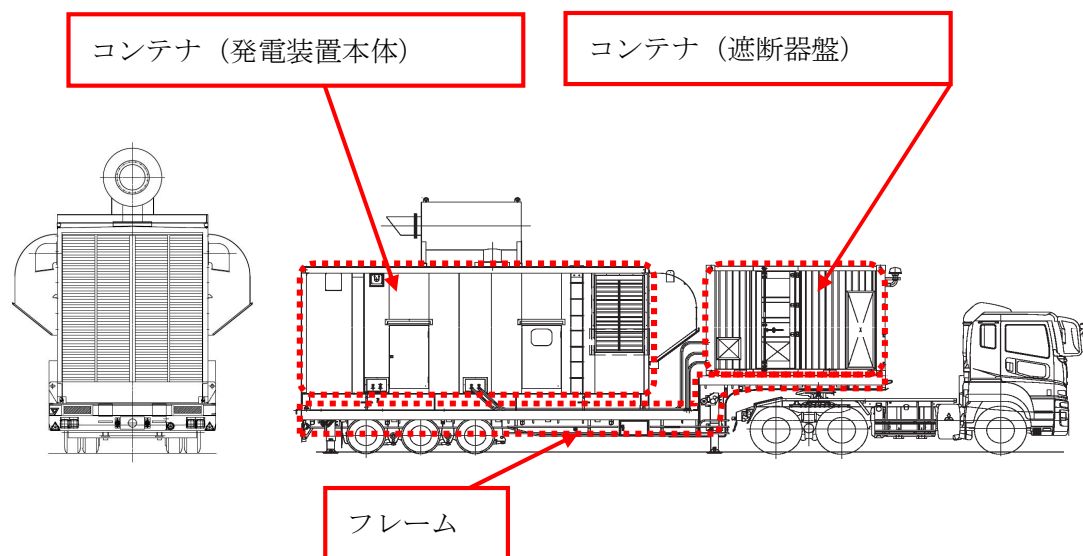


図 2-1 常設代替高圧電源装置車両の構造図

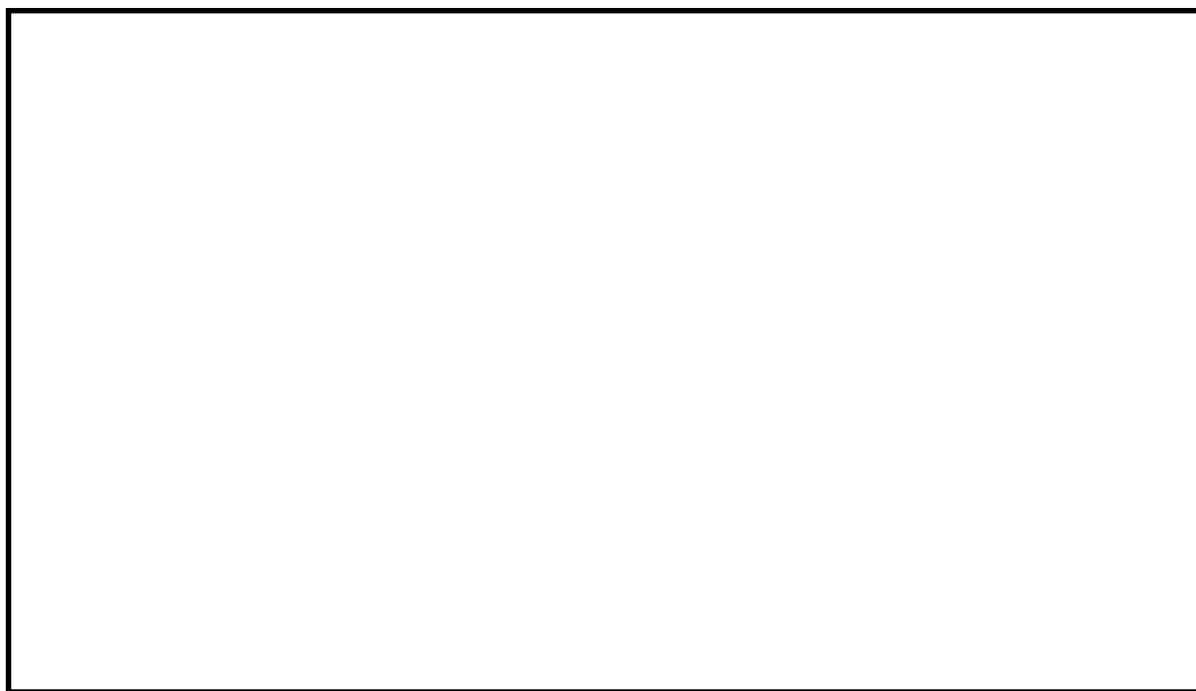


図 2-2 常設代替高圧電源装置車両のフレーム概略図

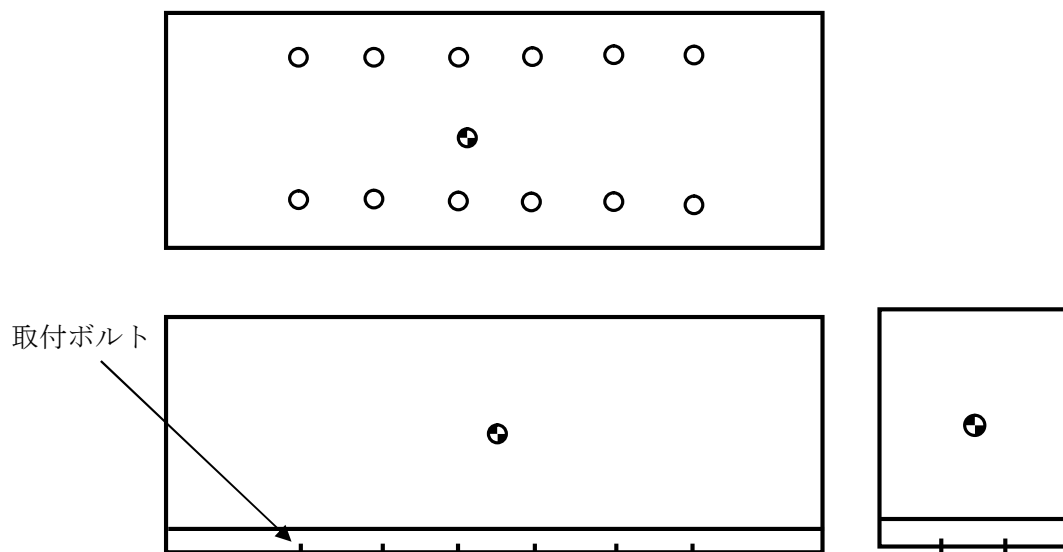


図 2-3 コンテナ（発電装置本体）取付ボルト配置図

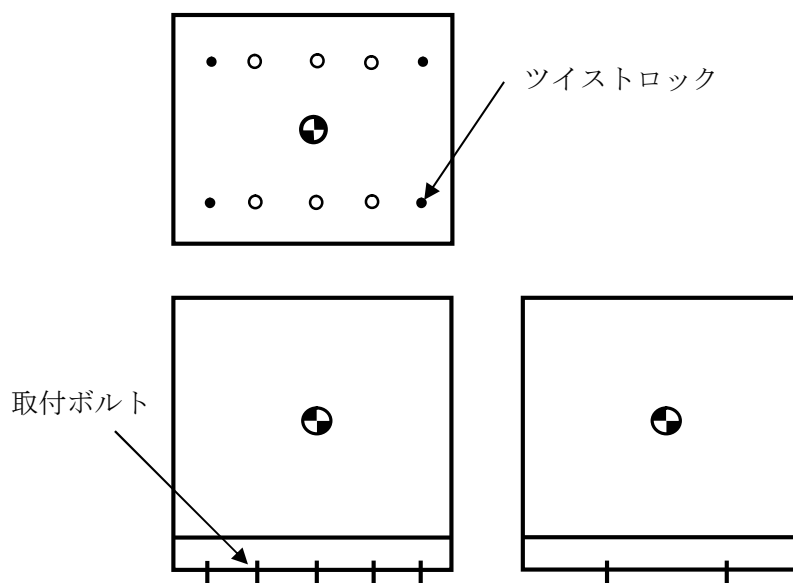


図 2-4 コンテナ（遮断器盤）取付ボルト配置図

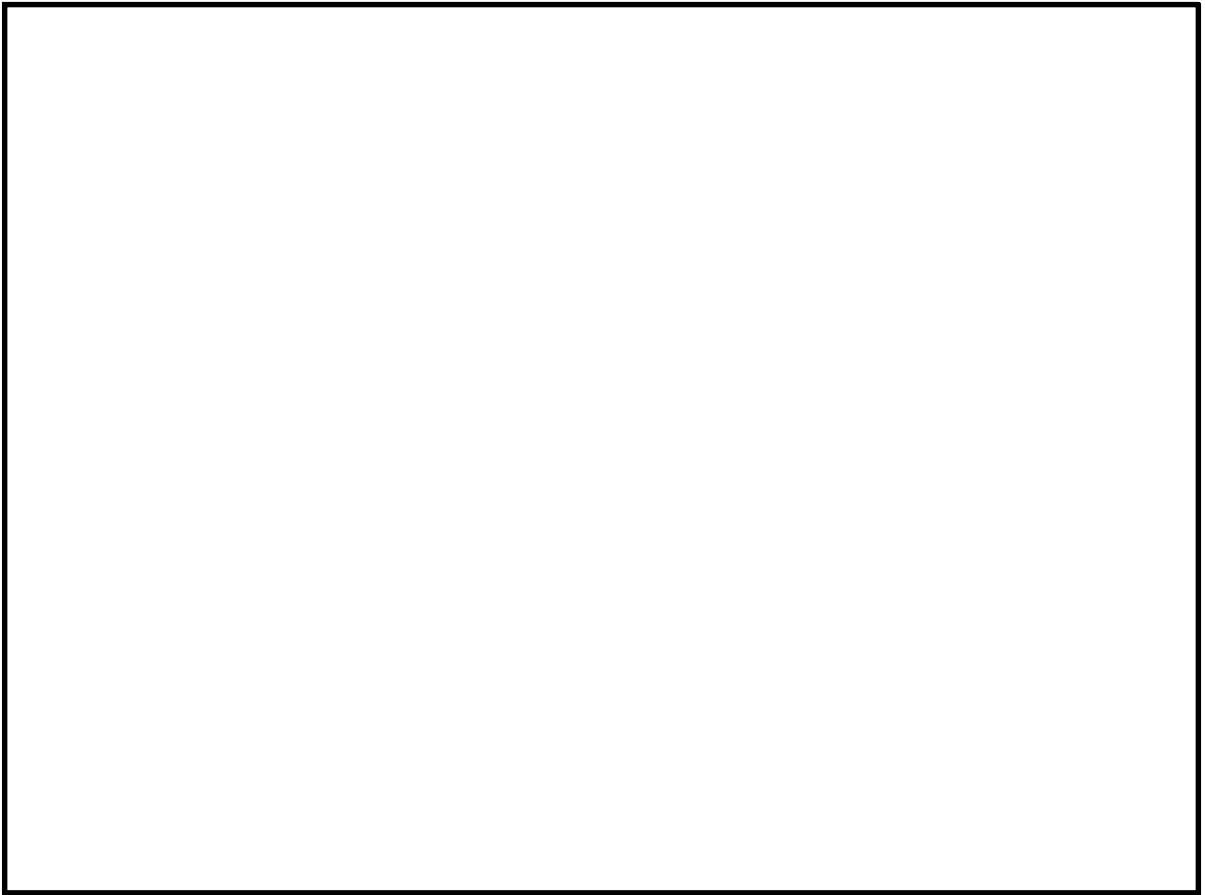


図 2-5 常設代替高圧電源装置の内燃機関の配置図

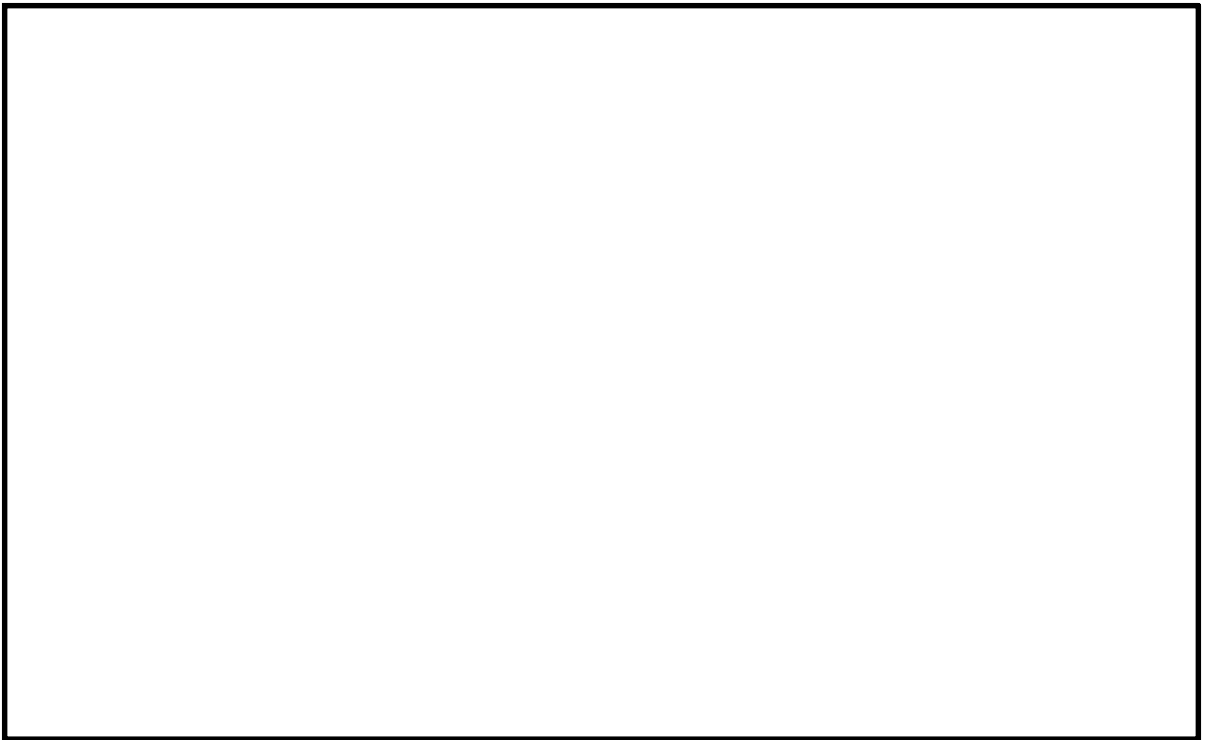


図 2-6 内燃機関の構造図

2.2 評価方針

間接支持構造物である常設代替高圧電源装置車両の機能維持評価は、資料V-1-2-9「機能維持の基本方針」にて設定した支持機能維持の方針及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す常設代替高圧電源装置の部位を踏まえ、「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に発生する応力等が許容限界内に収まることを、「4. 車両の加振試験」で得られた設計用加速度を用い、「5. 車両の評価」の「5.1 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

また、常設代替高圧電源装置車両の機能維持評価は、間接支持構造物として十分な支持機能を有していることを、「5. 車両の評価」の「5.2 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。

常設代替高圧電源装置のうち内燃機関の応力評価は、資料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 構造の説明」にて示す内燃機関の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、「4. 車両の加振試験」で計測された最大応答加速度を用い、「6. 内燃機関の評価」の「6.1 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

また、常設代替高圧電源装置のうち内燃機関の機能維持評価は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した動的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が機能確認済加速度以下であることを、「4. 車両の加振試験」で得られた最大応答加速度を用い、「6. 内燃機関の評価」の「6.2 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。

常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震評価フローを図 2-8 に示す。

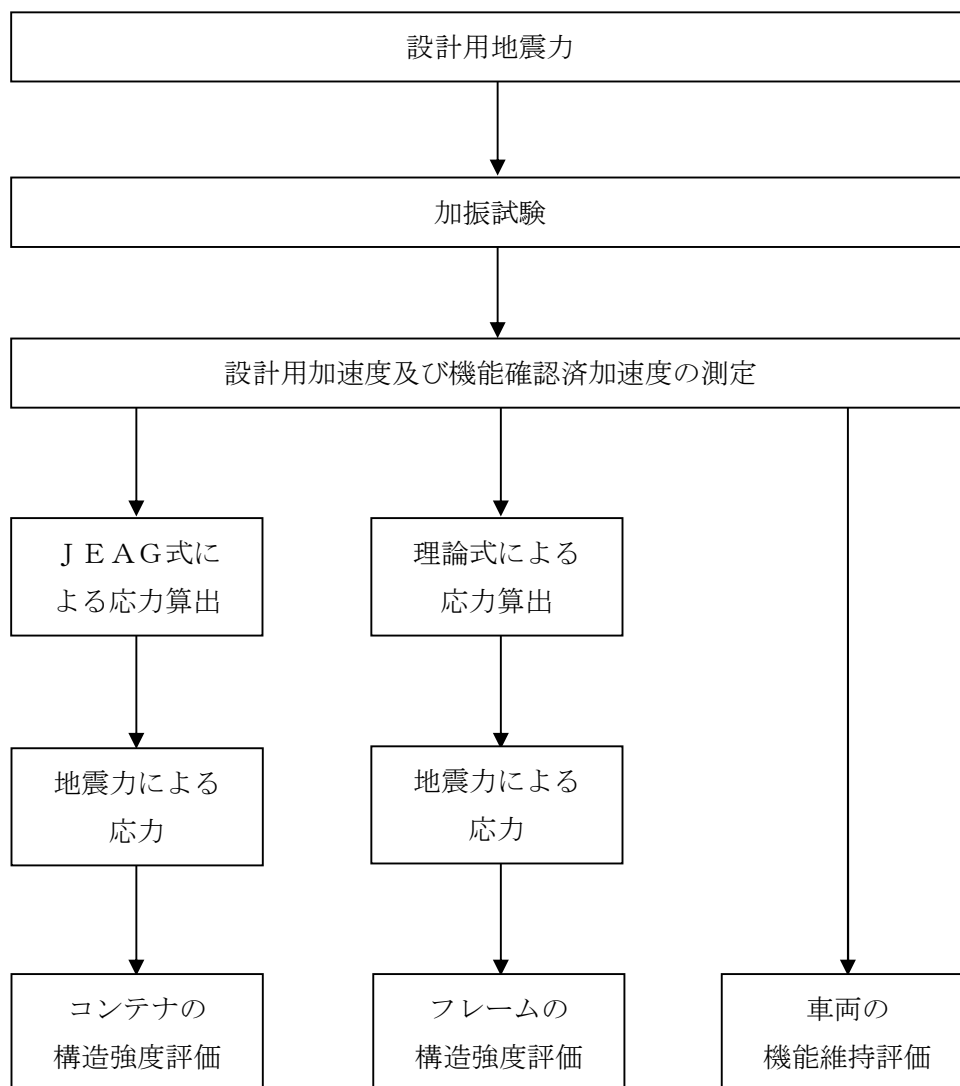


図 2-7 常設代替高圧電源装置車両の耐震評価フロー

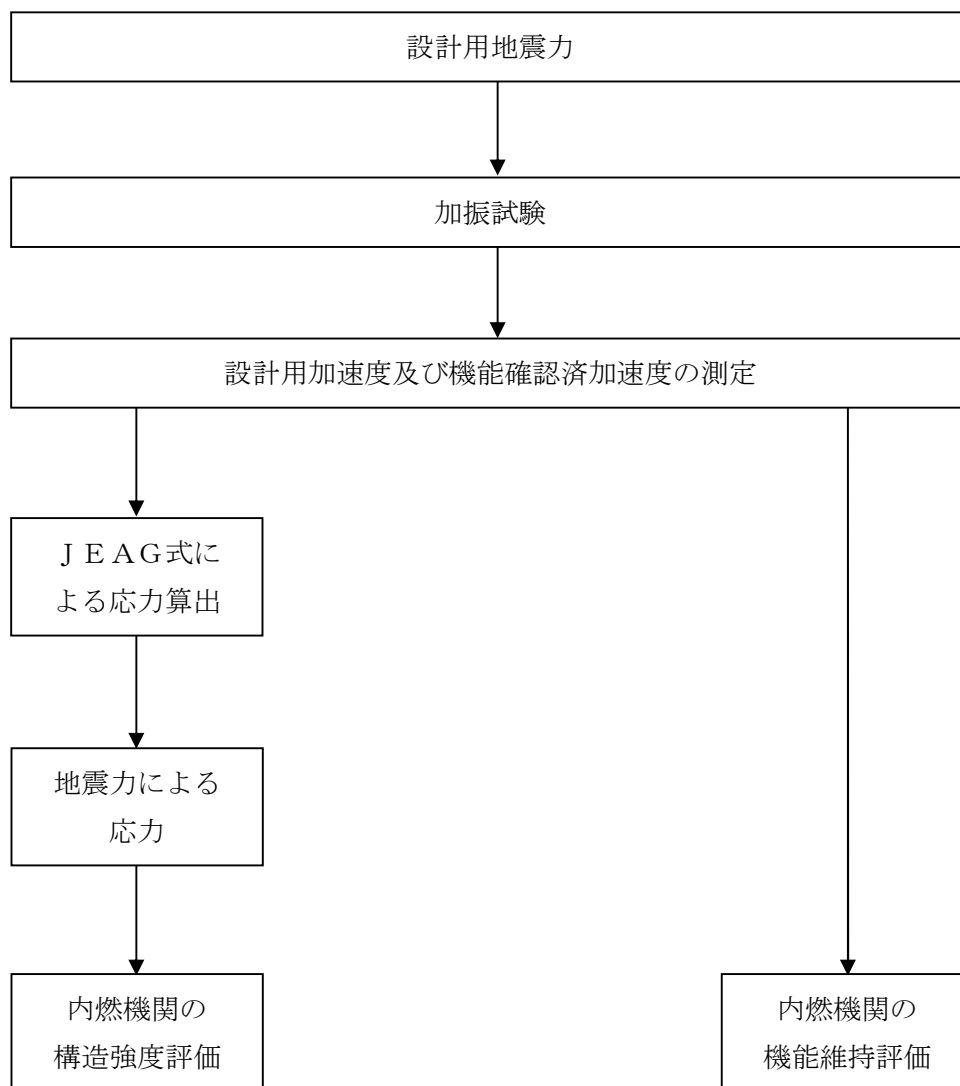


図 2-8 常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震評価フロー

3. 耐震評価箇所

常設代替高圧電源装置の車両の耐震評価は、自重を支持している車両のフレーム、車両以外の車両部（コンテナ台板、コンテナ取付ボルト）のうち断面積の最も小さく、応力評価上厳しくなるコンテナを固定するボルトであるコンテナ取付ボルトを評価対象部位とする。

常設代替高圧電源装置の内燃機関の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる取付ボルトを選定して実施する。

4. 車両の加振試験

地震時に車両に発生する各機器頂部の応答加速度及び機能維持確認済加速度を求めるため、加振試験を実施する。

4.1 基本方針

重大事故等に対処するための機能を保持するために、車両全体として安定性を有し、転倒しないこと、主要な構造部材が必要な構造強度を有すること及び支持機能、動的及び電氣的機能が保持できることを加振試験の結果を踏まえて評価することから、以下の「4.2 入力地震動」に示す入力地震動を用いて、加振試験を実施する。なお、加振台の最大床加速度を機能確認済加速度とする。

4.2 試験構成

図 2-1 に示す常設代替高圧電源装置車両全体を固縛装置にて固定した状態で加振台に設置する。

4.3 入力地震動

入力地震動は、常設代替高圧電源装置の設置エリアにおける地盤条件を考慮し、常設代替高圧電源装置エリアにおける基準地震動を包絡するスペクトル特性を有する時刻歴波とする。

4.4 許容限界

機能確認済加速度を求める際、車両全体として安定性を有し、転倒しないこと、また、車両に搭載している発電装置の発電機能並びにこの駆動源となる内燃機関等の動的及び電氣的機能が保持できることを許容限界として設定し、加振試験後にこれらを確認する。

4.5 加振試験結果

加振試験結果により得られたコンテナ頂部及び内燃機関頂部の最大応答加速度を表 4-1、表 4-2、表 4-3 に、また機能維持確認済加速度を表 4-4 に示す。

表 4-1 コンテナ（発電装置本体）頂部の最大応答加速度

項目	最大応答加速度 (m/s^2)
水平	32.5
鉛直	27.2

表 4-2 コンテナ（遮断器盤）頂部の最大応答加速度

項目	最大応答加速度 (m/s^2)
水平	57.5
鉛直	43.2

表 4-3 内燃機関頂部の最大応答加速度

項目	最大応答加速度 (m/s^2)
水平	27.9
鉛直	36.9

表 4-4 機能維持確認済加速度

項目	最大応答加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
水平	1.37
鉛直	1.41

5. 車両の評価

常設代替高圧電源装置のうち間接支持構造物である車両について、その支持機能が地震時に維持されることを確認する。

5.1 応力評価

5.1.1 基本方針

- (1) コンテナ取付ボルトの解析モデルは、1 質点系モデルとし、コンテナの重心位置に「4. 車両の加振試験」で得られたコンテナ頂部の最大応答加速度の 1.2 倍が作用するものとする。
- (2) 車両のフレームの解析モデルは、2 点支持はりモデルとし、「4. 車両の加振試験」で得られた設計用加速度によりフレームに作用する分布荷重による応力を理論式により求める。
はりモデル化にあたっては、発生応力が保守側となるよう車両前方の片端支持部を考慮しないものとする。
- (3) 車両は、「4. 車両の加振試験」で得られた設計用加速度を用いて発生応力を算出し、応力評価を行う。
- (4) 許容応力について J S M E S N C 1 - 2005/2007 の付録材料図表を用いて計算する際に、温度が付録材料図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。
但し、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (5) 応力計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

5.1.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.1.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

常設代替高圧電源装置車両の荷重の組合せ及び許容応力状態について、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。

5.1.2.2 許容応力

常設代替高圧電源装置車両の許容応力を表 5-2 に示す。

5.1.2.3 許容応力

常設代替高圧電源装置車両の使用材料の許容応力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}	機器クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	常設代替高圧電源 装置車両	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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状態を適用する。

*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 5-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容 応力 状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト以外)				許容限界*2 (ボルト等)	
	一次応力				一次応力	
	引張	せん断	圧縮	曲げ	引張	せん断
IV _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記 *1：「鋼構造設計規準 S I 単位版」（2002 年日本建築学会）等の幅厚比の制限を満足させる。

*2：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。

*3：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 許容応力（その他の支持構造物）

材 質	評価温度 (℃)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F [*] (MPa)
SCM435 (取付ボルト)	40 (雰囲気温度)	785	930	651
SM490 (フレーム)	40 (雰囲気温度)	315	490	343

5.1.3 応力評価方法

5.1.3.1 コンテナ取付ボルトの応力評価方法

(1) 記号の説明

記 号	定 義	単 位
A_{Cbt}	取付ボルト軸断面積	mm^2
a_H	水平地震加速度 (加振試験で得られた車両頂部の最大応答加速度の 1.2 倍)	m/s^2
a_V	鉛直地震加速度 (加振試験で得られた車両頂部の最大応答加速度の 1.2 倍)	m/s^2
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
h_{CG}	取付面からコンテナ重心までの高さ	mm
L_C	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離 (短辺方向)	mm
L_{C1}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離 (長辺方向)	mm
L_{C2}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離 (長辺方向)	mm
L_{C3}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離 (長辺方向)	mm
L_{CG}	支点となる取付ボルトから重心までの距離 (短辺方向)	mm
L_{CGX}	支点となる取付ボルトから重心までの距離 (長辺方向)	mm
m_C	コンテナの質量	kg
n_C	せん断応力評価用の取付ボルト本数	—
n_{C1}	引張応力評価用の取付ボルト本数 (短辺方向評価用)	—
n_{C2}	引張応力評価用の取付ボルト本数 (長辺方向評価用)	—
σ_{bt}	取付ボルト引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトせん断応力	MPa

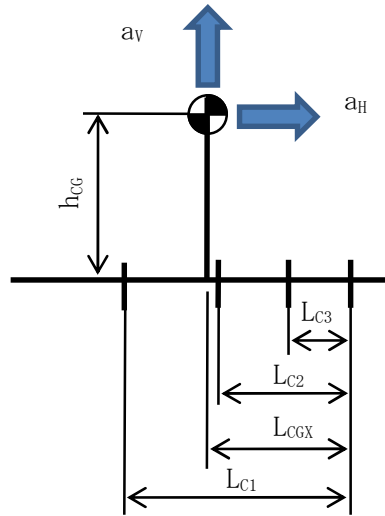
(2) 応力計算方法

コンテナ取付ボルトの応力評価を行う。応力評価にあたっては、「4. 車両の加振試験」で得られた設計用加速度を用いて実施する。

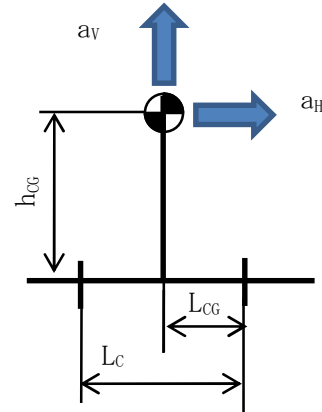
a. 引張応力の評価

引張応力は、取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の取付ボルトで受けるものとして計算する。

【長辺方向の計算モデル図】



【短辺方向の計算モデル図】



第 5-1 図 コンテナ取付ボルトの計算モデル図

コンテナ取付ボルトの計算モデル図である第 5-1 図に示すモーメントのつり合い式より以下の各計算式が得られる。

【長辺方向の引張応力計算式】

$$\sigma_{bt} = \frac{\left\{ \sqrt{(m_C \cdot a_H \cdot h_{CG})^2 + (m_C \cdot a_V \cdot L_{CGX})^2} - m_C \cdot g \cdot L_{CGX} \right\} \cdot L_{C1}}{n_{C2} \cdot (L_{C1}^2 + L_{C2}^2 + L_{C3}^2) \cdot A_{Cbt}}$$

【短辺方向の引張応力計算式】

$$\sigma_{bt} = \frac{\sqrt{(m_C \cdot a_H \cdot h_{CG})^2 + (m_C \cdot a_V \cdot L_{CG})^2} - m_C \cdot g \cdot L_{CG}}{n_{C1} \cdot A_{Cbt} \cdot L_C}$$

b. せん断応力の評価

せん断応力は、全ボルトで受けるものとして計算する。

$$\tau_b = \frac{m_c \cdot a_H}{n_c \cdot A_{Cbt}}$$

c. 組合せ応力の評価

引張応力とせん断応力の組合せ応力を J S M E S N C 1-2005/2007 S S B-3 1 3 3 に基づき次式で評価する。

$$\sigma_{bt} \leq \min(1.4 \times 1.5f_t^* - 1.6\tau_b, 1.5f_t^*)$$

5.1.3.2 フレームの応力評価方法

(1) 記号の説明

記 号	定 義	単 位
$A_H(x), A_V(x)$	それぞれ水平, 鉛直方向に対する支持位置 A から距離 x におけるフレームの断面積	mm^2
a_H	水平方向地震加速度 (加振試験で得られた車両頂部の最大応答加速度の 1.2 倍)	m/s^2
a_V	鉛直方向地震加速度 (加振試験で得られた車両頂部の最大応答加速度の 1.2 倍)	m/s^2
a_V'	水平方向地震による鉛直方向加速度 $= \frac{h_c}{\lambda_1} a_H$	m/s^2
h_c	車両の重心高さ	mm
λ_1	フレームの支持位置間の距離	mm
$F_H(x), F_V(x), F_V'(x)$	それぞれ a_H, a_V, a_V' による支持位置 A から距離 x におけるせん断荷重	N
$M_H(x), M_V(x), M_V'(x)$	それぞれ a_H, a_V, a_V' による支持位置 A から距離 x における曲げモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
x	支持位置 A からの距離	mm
$w(x)$	支持位置 A から距離 x における分布質量	kg/mm
$Z_H(x), Z_V(x)$	それぞれ水平, 鉛直方向に対する支持位置 A から距離 x におけるフレームの断面係数	mm^3
$\sigma_H(x), \sigma_V(x), \sigma_V'(x)$	それぞれ a_H, a_V, a_V' による支持位置 A から距離 x におけるフレームの組合せ応力	MPa
$\sigma_{bH}(x), \sigma_{bV}(x), \sigma_{bV}'(x)$	それぞれ a_H, a_V, a_V' による支持位置 A から距離 x におけるフレームの曲げ応力	MPa
$\tau_H(x), \tau_V(x), \tau_V'(x)$	それぞれ a_H, a_V, a_V' による支持位置 A から距離 x におけるフレームのせん断応力	MPa
σ	組合せ応力	MPa

(2) 曲げモーメント及びせん断荷重の算出

トレーラと車両の接合部（支持位置 A）とタイヤ中心（支持位置 B）を支持固定とした、各々の設備の分布荷重が作用するはりモデルとして、曲げモーメントとせん断荷重を算出する。

図 5-2 に計算モデルを示す。計算モデルは、「5.1.1 基本方針」に示す通り、片端支持部である支持位置 A から前方を考慮しないものとする。ただし、保守的に遮断器盤コンテナの重量は全て支持位置 A より後方に付加するものとする。

図 5-3 の計算モデルより、支持位置 A からの距離 x において、以下の各計算式が得られる。

a. 曲げモーメントの算出式

支持位置 A から距離 x における各加速度による曲げモーメントは、その間の単位加速度当りの質量分布を考慮し以下の通り計算する。

$$M_H(x) = a_H \cdot \int_0^x w(x) \cdot x dx$$

$$M_V(x) = a_V \cdot \int_0^x w(x) \cdot x dx$$

$$M'_V(x) = a'_V \cdot \int_0^x w(x) \cdot x dx$$

b. せん断荷重の算出式

支持位置 A から距離 x における各加速度によるせん断荷重は、その間の単位加速度当りの質量分布を考慮し以下の通り計算する。

$$F_H(x) = a_H \cdot \int_0^x w(x) dx$$

$$F_V(x) = a_V \cdot \int_0^x w(x) dx$$

$$F'_V(x) = a'_V \cdot \int_0^x w(x) dx$$

(3) 応力計算方法

前項にて算出した曲げモーメントとせん断荷重を用いて、曲げ応力及びせん断応力を算出し、組合せ（ミーゼス）応力にて評価する。

なお、水平、鉛直方向、それぞれの方向で組合せ応力を算出し、それらの発生応力を二乗和平方根法にて組み合わせて評価することとする。

a. 曲げ応力の算出式

フレームに発生する曲げ応力は、各加速度に対し以下の通り計算する。

$$\begin{aligned}\sigma_{bH}(x) &= \frac{M_H(x)}{Z_H(x)} \\ \sigma_{bV}(x) &= \frac{M_V(x)}{Z_V(x)} \\ \sigma_{bV}'(x) &= \frac{M_V'(x)}{Z_V(x)}\end{aligned}$$

b. せん断応力の算出式

フレームに発生するせん断応力は、各加速度に対し以下の通り計算する。

$$\begin{aligned}\tau_H(x) &= \frac{F_H(x)}{A_H(x)} \\ \tau_V(x) &= \frac{F_V(x)}{A_V(x)} \\ \tau_V'(x) &= \frac{F_V'(x)}{A_V(x)}\end{aligned}$$

c. 各方向の組合せ応力の算出式

曲げ応力とせん断応力の最大値から、各加速度に対し組合せ応力を次式に基づき算出する。

$$\begin{aligned}\sigma_H &= \sqrt{\sigma_{bH}^2 + 3\tau_H^2} \\ \sigma_V &= \sqrt{\sigma_{bV}^2 + 3\tau_V^2} \\ \sigma_V' &= \sqrt{\sigma_{bV}'^2 + 3\tau_V'^2}\end{aligned}$$

d. 組合せ応力の評価

各加速度に対する組合せ応力から車両フレームの組合せ応力を求め、下式を満足することを確認する。

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_H + \sigma_V')^2 + \sigma_V^2} \leq 1.5f_t^*$$

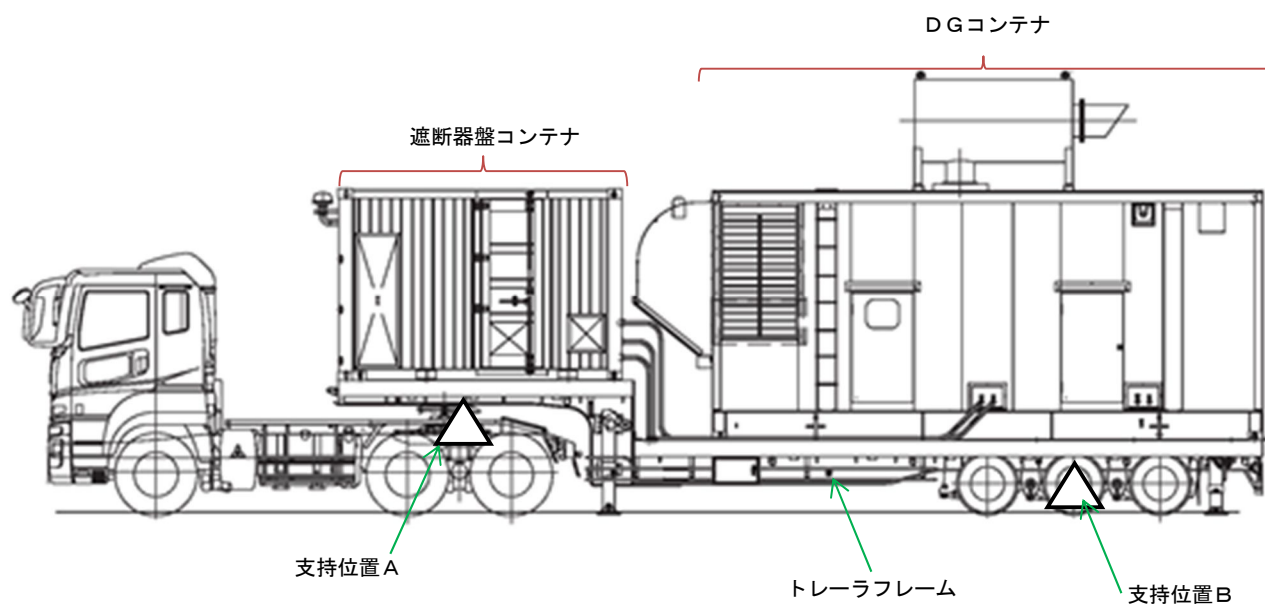


図 5-3 車両フレームの計算モデル図

5.2 機能維持評価

常設代替高圧電源装置の間接支持構造物である車両について，その支持機能の維持のために地震時に車両が転倒しないことを確認する。

5.2.1 機能維持評価方法

車両の支持機能が維持されており，車両全体として安定性を有し，転倒しないことを確認した機能確認済加速度と設置場所の最大床加速度を比較することで実施する。

6. 内燃機関の評価

6.1 応力評価

6.1.1 基本方針

- (1) 内燃機関の解析モデルは、1 質点系モデルとし、内燃機関の重心位置に地震荷重、内燃機関の運転による加速度及び内燃機関の運転により働くモーメントが作用するものとする。
- (2) 内燃機関は、厚肉構造の低重心であるため、剛として取り扱うこととする。
- (3) 内燃機関は、「4. 車両の加振試験」で測定された内燃機関頂部における最大応答加速度の 1.2 倍を用いて発生応力を算出し、応力評価を行う。
- (4) 許容応力について J S M E S N C 1-2005/2007 の付録材料図表を用いて計算する際に、温度が付録材料図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。
但し、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

6.1.2 設計用地震力

耐震計算に用いる設計用地震力には、資料V-1-2-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づき、作成した設計用床応答曲線を上回るように設定した入力地震動を用いて実施した「4. 車両の加振試験」で得られた設計用加速度を用いる。

6.1.3 荷重の組合せ及び許容応力

6.1.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

常設代替高圧電源装置内燃機関の荷重の組合せ及び許容応力状態について、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 6-1 に示す。

6.1.3.2 許容応力

常設代替高圧電源装置内燃機関の許容応力を表 6-2 に示す。

6.1.3.3 使用材料の許容応力

常設代替高圧電源装置内燃機関の使用材料の許容応力を表 6-3 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}	機器クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	常設代替高圧電源 装置車両	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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状態を適用する。

*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 6-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてIV _A S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 6-3 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

強度区分	評価温度 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F [*] (MPa)
10.9 ※	40	900	1000	700

注記 ※: JIS B 1051 に規定される材料を使用。

6.1.4 応力評価方法

6.1.4.1 内燃機関の取付ボルト応力評価方法

(1) 記号の説明

記 号	定 義	単 位
A_{bt}	取付ボルト軸断面積	mm^2
a_H	水平方向地震加速度（加振試験で得られた内燃機関頂部の最大応答加速度の 1.2 倍）	m/s^2
a_V	鉛直方向地震加速度（加振試験で得られた内燃機関頂部の最大応答加速度の 1.2 倍）	m/s^2
a_p	回転体振動による加速度	m/s^2
g	重力加速度（ $=9.80665$ ）	m/s^2
h_G	取付面からディーゼル機関重心までの高さ	mm
L_1	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（軸直角方向）	mm
L_{1X}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（軸方向）	mm
L_{2X}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（軸方向）	mm
L_{3X}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（軸方向）	mm
L_{4X}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（軸方向）	mm
L_{5X}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（軸方向）	mm
L_G	支点となる取付ボルトから重心までの距離（軸直角方向）	mm
L_{GX}	支点となる取付ボルトから重心までの距離（軸方向）	mm
m_{DG}	ディーゼル機関質量	kg
M_p	回転体回転により働くモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
n	取付ボルト総本数	—
n_{t1}	軸方向に設けた取付ボルトの片側本数	—
n_{t2}	軸直角方向に設けた取付ボルトの片側本数	—
p	回転体の許容振幅	μm
P	原動機出力	kW
R	機関定格回転数	min^{-1}

記 号	定 義	単 位
σ_{bt}	取付ボルト引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトせん断応力	MPa

(2) 応力計算方法

内燃機関の取付ボルトの応力評価を行う。応力評価にあたっては、「4. 車両の加振試験」で得られた設計用加速度を用いて実施する。

a. 引張応力の評価

引張応力は、取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の取付ボルトで受けるものとして計算する。

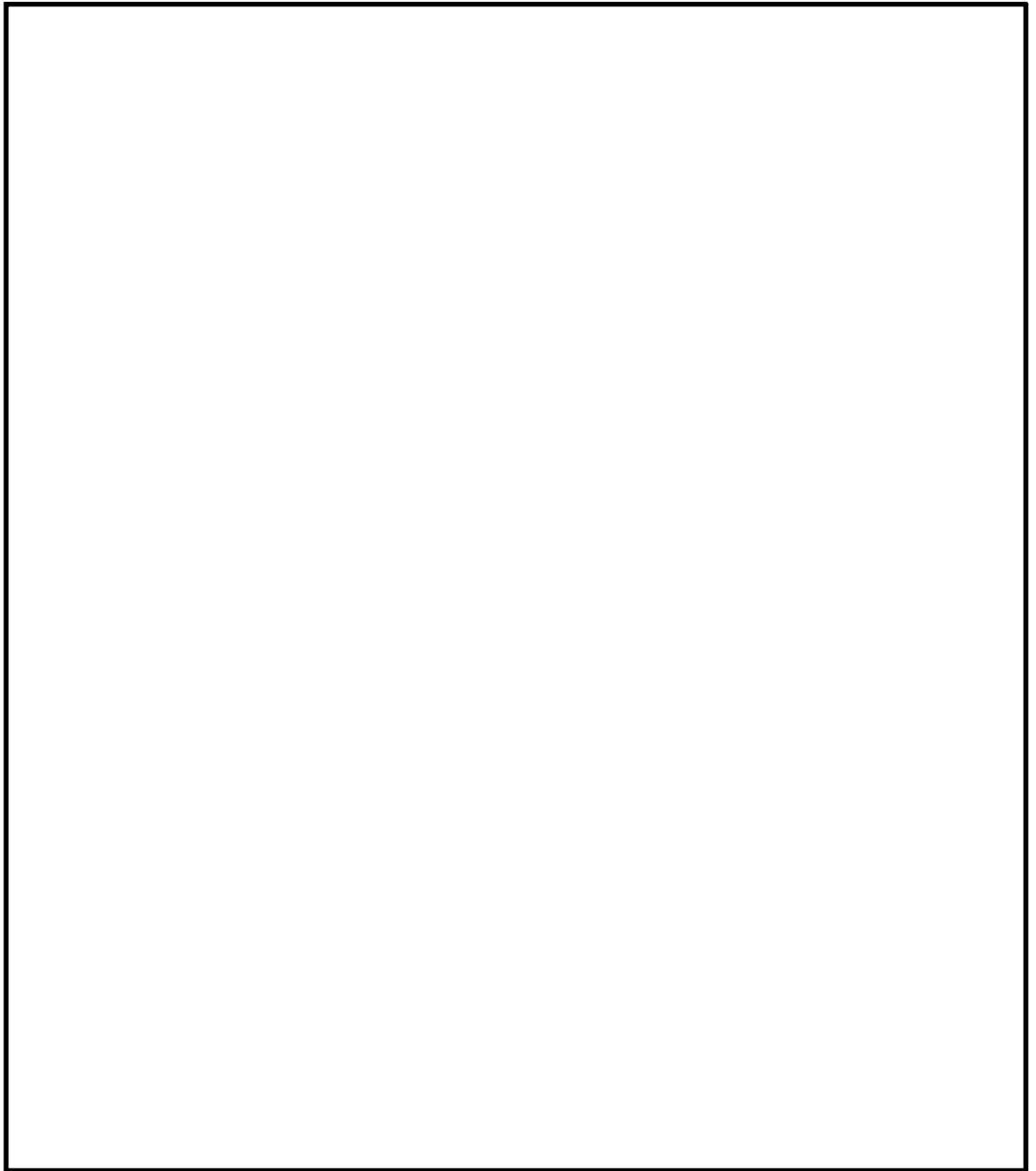


図 6-1 内燃機関 取付ボルトの計算モデル図

第 6-1 図に示すモーメントのつり合い式より以下の各計算式が得られる。

【軸直角方向の引張応力計算式】

$$\sigma_{bt} = \frac{m_{DG} \cdot (a_H + a_P) \cdot h_G + M_P - m_{DG} \cdot (g - a_V - a_P) \cdot L_G}{n_{t1} \cdot A_{bt} \cdot L_1}$$

【軸方向の引張応力計算式】

$$\sigma_{bt} = \frac{\{m_{DG} \cdot (a_H + a_P) \cdot h_G - m_{DG} \cdot (g - a_V - a_P) \cdot L_{GX}\} \cdot L_{1X}}{n_{t2} \cdot (L_{1X}^2 + L_{2X}^2 + L_{3X}^2 + L_{4X}^2 + L_{5X}^2) \cdot A_{bt}}$$

σ_{bt} は、上式で得られる大きい方の値とする。

【回転体回転によるモーメントの計算式】

$$M_P = \frac{60P}{2\pi \cdot R} \times 10^6$$

【回転体振動による加速度の計算式】

$$a_p = \left(2\pi \cdot \frac{R}{60}\right)^2 \cdot \frac{p \cdot 10^{-6}}{2}$$

b. セン断応力の評価

せん断応力は、全ボルトで受けるものとして計算する。

$$\tau_b = \frac{m_{DG} \cdot (a_H + a_P)}{n \cdot A_{bt}}$$

c. 組合せ応力の評価

引張応力とせん断応力の組合せ応力を J S M E S N C 1 - 2005/2007 S S B - 3 1 3 3 に基づき次式で評価する。

$$\sigma_{bt} \leq \min(1.4 \times 1.5f_t^* - 1.6\tau_b, 1.5f_t^*)$$

6.2 機能維持評価

常設代替高圧電源装置内燃機関の地震後機能維持評価について、以下に示す。

6.2.1 機能維持評価方法

車両に搭載している内燃機関の動的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大床加速度を比較することで実施する。

表 6-5 機能確認済加速度

項 目	機能確認済加速度 (×9.8 m/s ²)
水 平	1.37
鉛 直	1.41

V-2-10-1-4-2 常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプの耐震性につ
いての計算書

V-2-10-1-4-3 常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンク
の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 構造の説明	1
2.2 評価方針	3
3. 耐震評価箇所	4
4. 応力評価	4
4.1 基本方針	4
4.2 設計用地震力	5
4.3 荷重の組合せ及び許容応力	5
4.4 応力評価方法	9

1. 概要

本資料は、資料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の設計方針に基づき、常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンク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。その耐震評価は、応力評価により行う。

また、間接支持構造物である車両が設計用地震力に対して十分な支持機能を有していることは、資料V-2-10-1-4-1「常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震性についての計算書」で説明している。

常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクは、重大事故等対処設備において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、この分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 構造の説明

常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
常設代替高圧電源装置 燃料油サービスタンク	角型平底大気開放容器	車載式のディーゼル発電装置で、燃料油サービスタンクは、フレーム上に取付ボルトにて固定する。	図 2-1 図 2-2

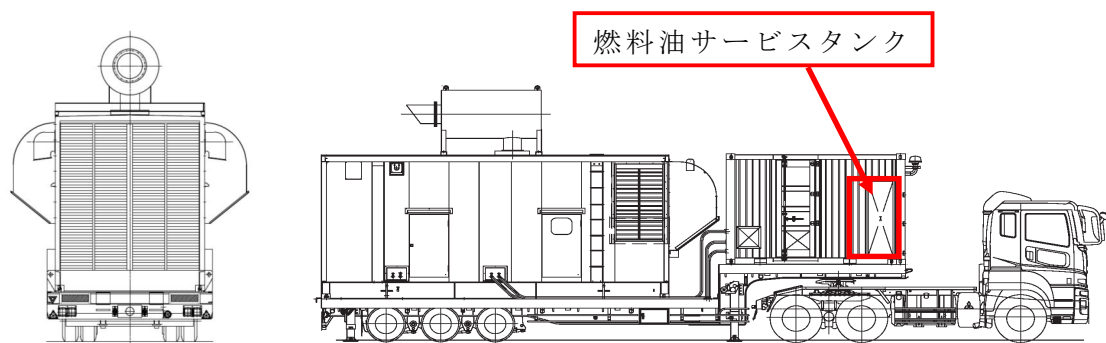


図 2-1 常設代替高圧電源装置の燃料油サービスタンクの配置図

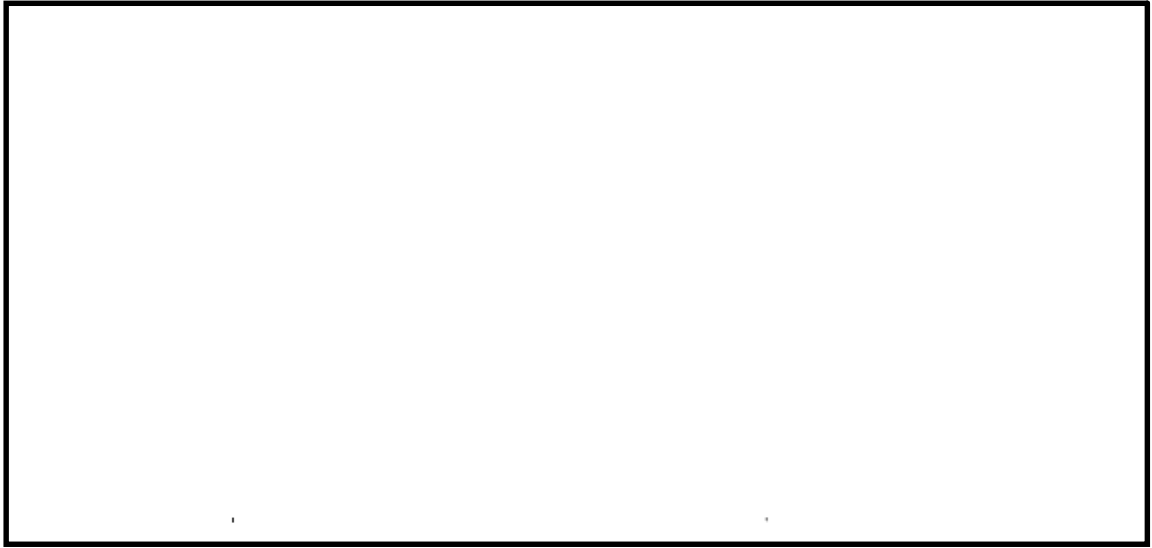


図 2-2 常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの構造図

2.2 評価方針

常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの応力評価は、資料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 構造の説明」にて示す常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に発生する応力等が許容限界内に収まることを、資料V-2-10-1-4-1「常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震性についての計算書」の「4. 車両の加振試験」で測定された常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンク頂部における最大応答加速度を用い、「4. 応力評価」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。

常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの耐震評価フローを図2-3に示す。

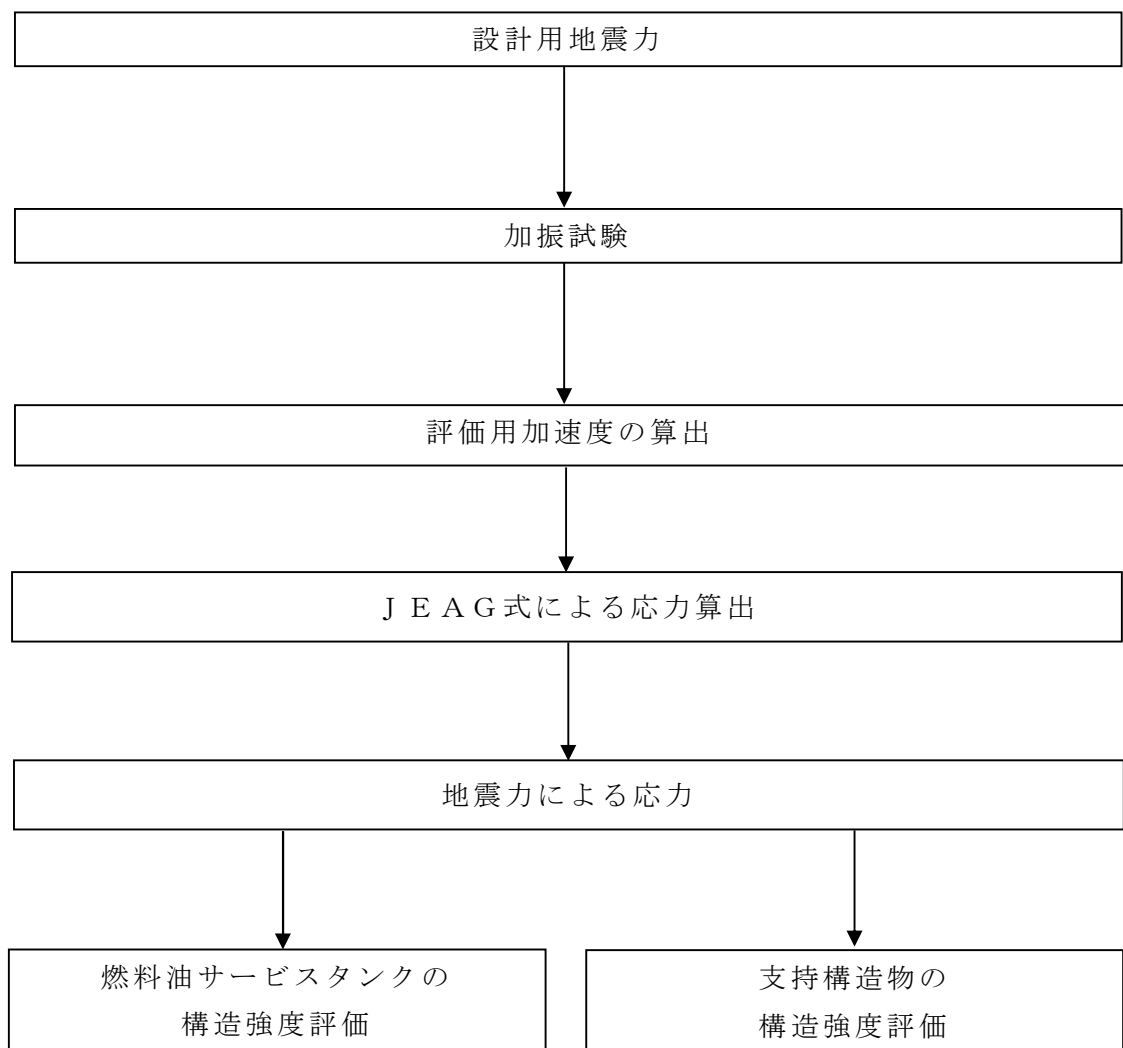


図 2-3 常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの耐震評価フロー

3. 耐震評価箇所

常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの耐震評価は，耐震評価上厳しくなる胴板及びスカート並びに取付ボルトを選定して実施する。

4. 応力評価

地震時に車両に発生する各機器頂部の応答加速度及び機能維持確認済加速度を求めるため，加振試験を実施する。

4.1 基本方針

- (1) 常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンクの応力計算モデルは 1 質点系モデルとする。
- (2) 加振試験により測定された常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンク頂部における最大応答加速度の 1.2 倍を用いて発生応力を算出し，応力評価を行う。
- (3) 許容応力について J S M E S N C 1 - 2005/2007 の付録材料図表を用いて計算する際に，温度が付録材料図表記載値の中間の値の場合は，比例法を用いて計算する。

ただし，比例法を用いる場合の端数処理は，小数第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

- (4) 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

4.2 設計用地震力

耐震計算に用いる設計用地震力には、資料V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づき作成した設計用床応答曲線を上回るように設定した入力地震動を用いて実施した資料V-2-10-1-4-1「常設代替高压電源装置内燃機関の耐震性についての計算書」の「4. 車両の加振試験」で得られた常設代替高压電源装置燃料油サービスタンク頂部における最大応答加速度の1.2倍を用いる。

4.3 荷重の組合せ及び許容応力

4.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

常設代替高压電源装置燃料油サービスタンクの荷重の組合せ及び許容応力状態について、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。

4.3.2 許容応力

常設代替高压電源装置燃料油サービスタンクの許容応力を表4-2～表4-3に示す。

4.3.3 使用材料の許容応力

常設代替高压電源装置燃料油サービスタンクの使用材料の許容応力について、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-4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	機器クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用 電源設備	非常用 発電装置	常設代替高圧電源装置 燃料油サービスタンク	常設耐震／防止 常設／緩和	— *2	$D+P_D+M_D+S_s$ *3	$IV_A S$
					$D+P_{SAD}+M_{SAD}+S_s$	$V_A S$ （ $V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，
「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（容器）

許容応力 状態	許容限界			
	一次一般膜応力	一次膜応力＋ 一次曲げ応力	一次＋二次応力	一次＋二次＋ ピーク応力
$IV_A S$	0.6Su	左欄の 1.5 倍の値	^{*1} S_s 地震動のみによる疲労解析を行い、 疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次＋二次 応力の変動値が $2S_y$ 以下であれば、疲 労解析は行わない。	
$V_A S$ ($V_A S$ として $IV_A S$ の 許容限界を用いる。)				

注記 *1: $2S_y$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、J S M E S N C 1 P V B - 3 3 0 0 (同 P V B - 3 3 1 3 を除く。また、 S_m は $2/3S_y$ に読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物）

許容 応力 状態	許容限界 ^{*1, 2} (ボルト以外)				許容限界 ^{*2} (ボルト等)	
	一次応力				一次応力	
	引張	せん断	圧縮	曲げ	引張	せん断
$IV_A S$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
$V_A S$ ($V_A S$ として $IV_A S$ の 許容限界を用いる。)						

注記 *1: 「鋼構造設計規準 S I 単位版」(2002 年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。

*2: 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。

表 4-4 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

部位	材質	温度条件 (℃)	圧力条件 (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F* (MPa)	摘要
胴板 (タンク)	SS400	50 (使用温度)	0 (大気開放)	241	394	—	—
スカート	SS400	50 (使用温度)	0 (大気開放)	241	394	275	—
取付ボルト	SS400	50 (使用温度)	—	241	394	275	呼径 M16

4.4 応力評価方法

応力評価は、J E A G 4 6 0 1－1987 に記載の平底たて置円筒形容器及びスカートの評価式をベースに、矩形タンクの要素を考慮した評価式にて評価を実施する。応力評価にあたっては、加振試験により測定された常設代替高圧電源装置燃料油サービスタンク頂部における最大応答加速度の1.2倍を用いて実施する。

4.4.1 記号の説明

記 号	定 義	単 位
A	容器胴の断面積	mm ²
A _{sk}	容器スカートの断面積	mm ²
A _b	ボルトの呼び径断面積	mm ²
A _s	容器胴のせん断断面積	mm ²
A _{ssk}	容器スカートのせん断断面積	mm ²
a、b	応力係数 β 算定に用いる長方形の辺の長さ（タンク内径）	mm
a _H	水平地震加速度（加振試験で得られた燃料油サービスタンク 頂部の最大応答加速度の 1.2 倍）	m/s ²
a _v	鉛直地震加速度（加振試験で得られた燃料油サービスタンク 頂部の最大応答加速度の 1.2 倍）	m/s ²
E	胴板の縦弾性係数	MPa
E _{sk}	スカートの縦弾性係数	MPa
F _{sb}	取付ボルトへ作用するせん断荷重	N
F _{tb1}	取付ボルトへ作用する引張荷重（短辺方向）	N
F _{tb2}	取付ボルトへ作用する引張荷重（長辺方向）	N
G	胴板のせん断弾性係数	MPa
G _{sk}	スカートのせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度（9.80665）	m/s ²
H	水頭高さ	mm
I	胴の断面 2 次モーメント	mm ⁴
I _{sk}	スカートの断面 2 次モーメント	mm ⁴
L ₁	支点から片側のボルト位置までの距離（短辺方向）	mm
L ₂	支点から片側のボルト位置までの距離（長辺方向）	mm
ℓ ₁	容器重心からボルト位置までの距離（短辺方向）	mm
ℓ ₂	容器重心からボルト位置までの距離（長辺方向）	mm
ℓ _g	スカート上面から容器重心までの距離	mm
ℓ _{gsk}	基礎からスカート重心までの距離	mm
m ₀	満水質量	kg
m _e	空質量	kg
n _b	ボルトの全本数	—

記 号	定 義	単 位
n_{fb1}	引張が作用するボルトの本数（短辺方向）	—
n_{fb2}	引張が作用するボルトの本数（長辺方向）	—
p	容器底部の最大圧力	MPa
t	側板板厚	mm
Z	容器胴の断面係数	mm^3
Z_{sk}	容器スカートの断面係数	mm^3
β_1	応力係数	—
ρ	内容物（油）の密度	kg/mm^3
σ_1	容器胴に作用する組合せ応力	MPa
σ_{s1}	スカートに作用する圧縮応力（短辺方向）	MPa
σ_{s2}	スカートに作用する圧縮応力（長辺方向）	MPa
σ_{s3}	スカートに作用する軸方向応力	MPa
σ_{b1}	取付ボルトに作用する引張応力（短辺方向）	MPa
σ_{b2}	取付ボルトに作用する引張応力（長辺方向）	MPa
σ_x	容器胴に作用する軸方向応力	MPa
σ_{x2}	容器胴に作用する空質量による応力	MPa
σ_{x3}	水平方向地震により容器胴板に作用する応力	MPa
$\sigma_{x\phi 1}$	容器胴に作用する静水頭による応力	MPa
σ_ϕ	容器胴の周方向応力	MPa
σ_{sb}	スカートに作用する曲げモーメントによる軸圧縮応力	MPa
σ_{sc}	スカートに作用する軸圧縮荷重による軸圧縮応力	MPa
τ	水平方向地震により容器胴板に作用するせん断応力	MPa
τ_s	水平方向地震により容器スカートに作用するせん断応力	MPa
τ_{sb}	取付ボルトに作用するせん断応力	MPa

4.4.2 胴板（タンク）の応力計算

(1) 静水頭による応力 $\sigma_{x\phi 1}$

$$\sigma_{x\phi 1} = \beta_1 \frac{p \cdot a^2}{t^2}$$

ここで、

β_1 : 図 4-1 に基づく b/a に対する応力係数

ここでは、 $b/a=1.65$ より、安全側に $\beta_1=0.6$ とする。

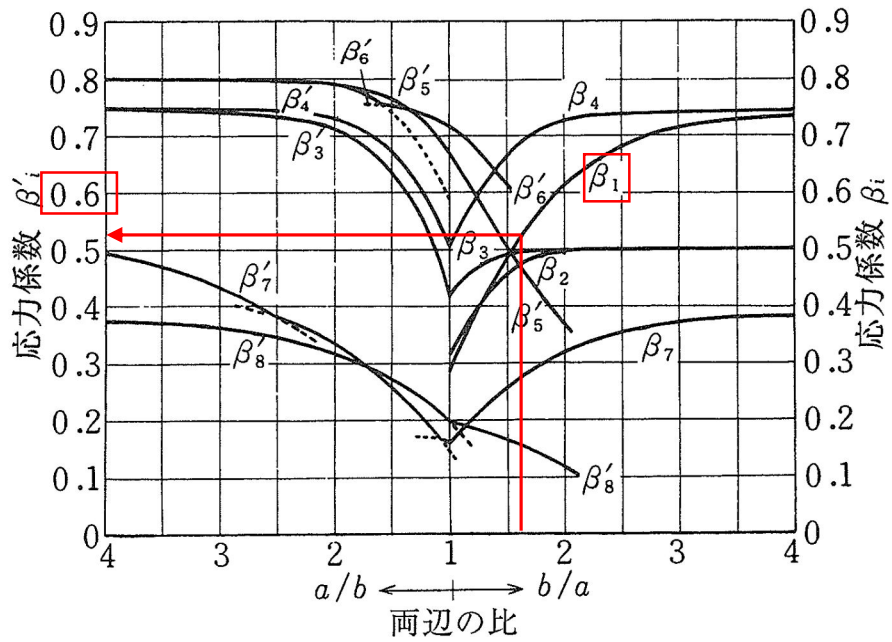


図 5-16 長方形板 No.1～No.8 の応力の係数 β_i , β'_i

(機械工学便覧「材料力学」抜粋)

図 4-1 応力係数算出グラフ

- (2) 空質量による応力 σ_{x2}

$$\sigma_{x2} = \frac{m_e(g + a_v)}{A}$$

- (3) 水平方向地震による応力 σ_{x3} , τ

$$\sigma_{x3} = \frac{m_0 \cdot a_H \cdot \lambda_g}{Z}$$

$$\tau = \frac{m_0 \cdot a_H}{A_s}$$

- (4) 組合せ応力

上記(1)～(3)項によって求めた胴の応力を以下のように組み合わせる。

- a. 一次一般膜応力

- ・周方向応力 σ_ϕ

$$\sigma_\phi = \sigma_{x\phi1}$$

- ・軸方向応力 σ_x

$$\sigma_x = \sigma_{x\phi1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3}$$

- ・組合せ応力 σ_1

組合せ応力は、周方向応力 σ_ϕ 、軸方向応力 σ_x 及びせん断応力 τ を組合せて算出する。

$$\sigma_1 = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_\phi + \sigma_x) + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_x)^2 + 4\tau^2} \right\}$$

- b. 一次応力

一次応力は、一次一般膜応力に示す式により組合せ応力として算出した値と同じである。

4.4.3 スカートの応力計算

- (1) 満水質量による引張応力 σ_{s1} , σ_{s2}

$$\sigma_{s1} = \frac{m_0 \cdot g}{A_{sk}}$$

$$\sigma_{s2} = \frac{m_0 \cdot a_v}{A_{sk}}$$

- (2) 水平方向地震による応力 σ_{s3} , τ_s

$$\sigma_{s3} = \frac{m_0 \cdot a_H \cdot (\lambda_g + \lambda_{gsk})}{Z_{sk}}$$

$$\tau_s = \frac{m_0 \cdot a_H}{A_{ssk}}$$

- (3) 組合せ応力

組合せ応力は、周方向応力 σ_ϕ 、軸方向応力 σ_x 及びせん断応力 τ を組合せて算出する。

$$\sigma_s = (\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3})^2 + 3 \times \tau_s^2$$

- (4) 座屈応力

座屈応力は、軸圧縮荷重による軸圧縮応力 σ_{sc} と曲げモーメントによる軸圧縮応力 σ_{sb} を組合せて評価する。

$$\sigma_{sc} = \sigma_{s1} + \sigma_{s2}$$

$$\sigma_{sb} = \sigma_{s3}$$

$$\frac{\sigma_{sc}}{1.5 \cdot f_c^*} + \frac{\sigma_{sb}}{1.5 \cdot f_b^*}$$

4.4.4 取付けボルトの応力計算

(1) 引張応力 σ_{b1}, σ_{b2}

$$F_{tb1} = \frac{1}{L_1} \{ m_0 \cdot a_H \cdot (\lambda_g + \lambda_{gsk}) - m_0 \cdot (g - a_v) \cdot \lambda_1 \}$$

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{tb1}}{n_{fb1} \cdot A_b}$$

$$F_{tb2} = \frac{1}{L_2} \{ m_0 \cdot a_H \cdot (\lambda_g + \lambda_{gsk}) - m_0 \cdot (g - a_v) \cdot \lambda_2 \}$$

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{tb2}}{n_{fb2} \cdot A_b}$$

(2) せん断応力 τ_{sb}

$$F_{sb} = m_0 \cdot a_H$$

$$\tau_{sb} = \frac{F_{sb}}{n_b \cdot A_b}$$

(3) 組合せ応力

J S M E S N C 1-2005/2007 S S B-3 1 3 3 に基づき次式で評価する。

$$\sigma_b \leq \min(1.4 \times 1.5 \cdot f_t^* - 1.6 \cdot \tau_b, 1.5 \cdot f_t^*)$$

V-2-10-1-4-4 常設代替高圧電源装置発電機
の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 構造の説明	1
2.2 評価方針	4
3. 耐震評価箇所	6
4. 応力評価	6
4.1 基本方針	6
4.2 設計用地震力	6
4.3 荷重の組合せ及び許容応力	6
4.3 応力評価方法	9
5 機能維持評価	12
5.1 評価方法	12

1. 概要

本資料は、資料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、常設代替高圧電源装置のうち、発電機が設計用地震力に対して十分な構造強度、動的機能及び電氣的機能を有していることを説明するものである。その耐震評価は応力評価及び機能維持評価により行う。

また、間接支持構造物である車両が設計用地震力に対して十分な支持機能を有していることは、資料V-2-10-1-4-1「常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震性についての計算書」で説明している。

常設代替高圧電源装置のうち発電機は、重大事故等対処設備において常設耐震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、この分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 構造の説明

常設代替高圧電源装置発電機の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 常設代替高圧電源装置発電機の構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
常設代替高圧電源装置のうち発電機	防滴保護・空気冷却自己自由通風型・交流発電機	車載式のディーゼル発電装置で、発電機はディーゼル機関と共通台板に取付ボルトにて固定する。	図 2-1 図 2-2 図 2-3

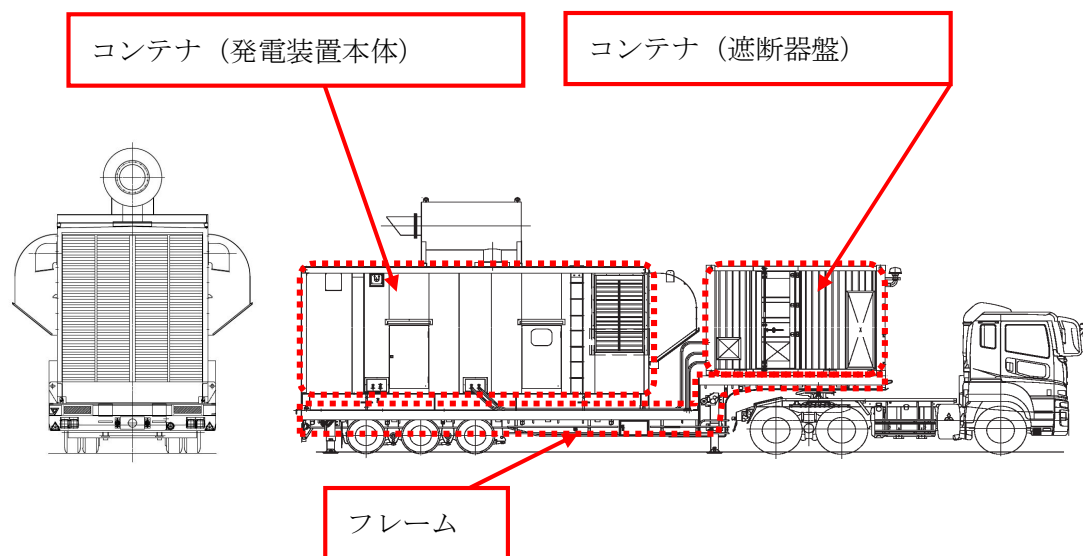


図 2-1 常設代替高圧電源装置車両の構造図



図 2-2 発電機の配置図

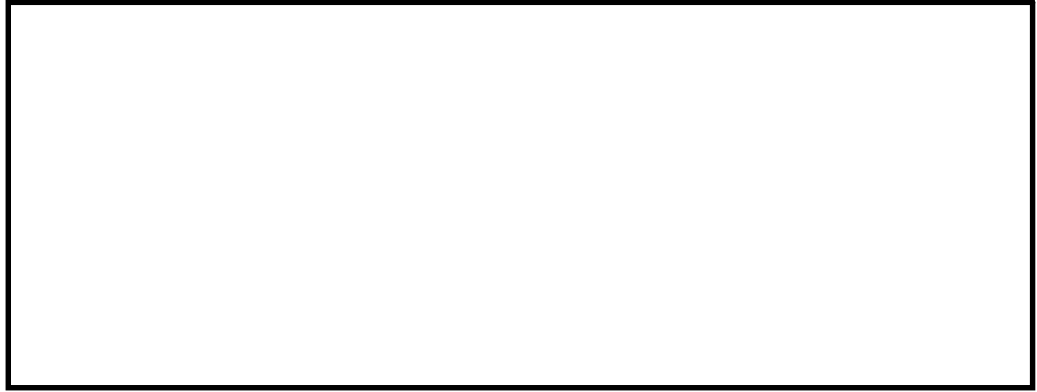


図 2-3 常設代替高圧電源装置の発電機の外形図

2.2 評価方針

発電機の応力評価は、資料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 構造の説明」にて示す発電機の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、資料V-2-10-1-4-1「常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震性についての計算書、4. 車両の加振試験」で計測された最大応答加速度を用い、「4. 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

また、発電機の機能維持評価は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した動的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が機能確認済加速度以下であることを、資料V-2-10-1-4-1「常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震性についての計算書、4. 車両の加振試験」で計測された最大応答加速度を用い、「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震評価フローを図 2-4 に示す。

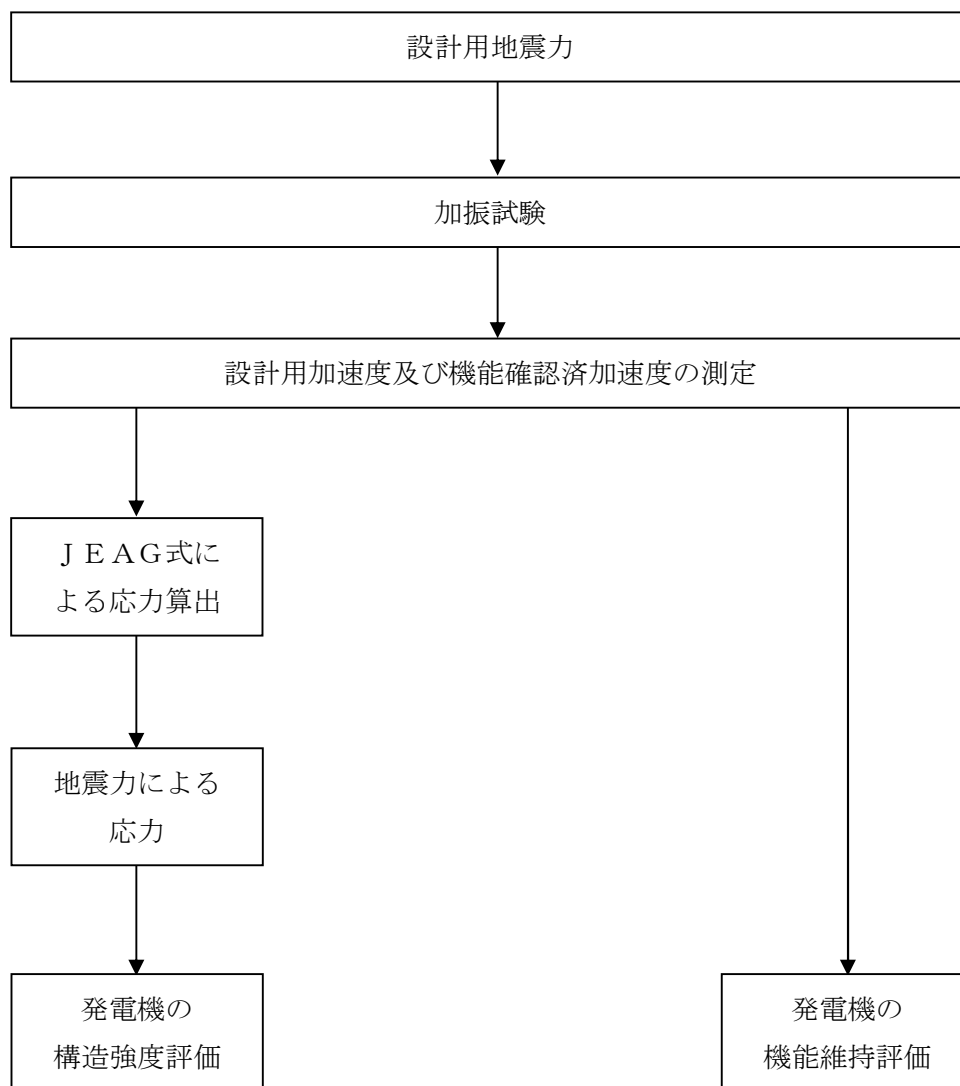


図 2-4 発電機の耐震評価フロー

3. 耐震評価箇所

常設代替高圧電源装置のうち発電機の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる発電機の取付ボルトを選定して実施する。

4. 応力評価

4.1 基本方針

- (1) 解析モデルは、1 質点系モデルとし、発電機の重心位置に地震荷重、発電機の運転による加速度及び発電機運転により働くモーメントが作用するものとする。
- (2) 発電機は、J E A G 4 6 0 1 -1987 に従い一つの剛体として取り扱うこととする。
- (3) 加振試験により測定された発電機頂部における最大応答加速度の 1.2 倍を用いて発生応力を算出し、応力評価を行う。
- (4) 許容応力について J S M E S N C 1 -2005/2007 の付録材料図表を用いて計算する際に、温度が付録材料図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。
ただし、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

4.2 設計用地震力

耐震計算に用いる入力地震力には、資料 V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づき、作成した設計用床応答曲線を上回るように設定した入力地震動を用いて実施した資料 V-2-10-1-4-1「常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震性についての計算書」の「4. 車両の加振試験」で得られた設計用加速度を用いる。

4.3 荷重の組合せ及び許容応力

4.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

発電機の荷重の組合せ及び許容応力状態について、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。

4.3.2 許容応力

発電機の許容応力を表 4-2 に示す。

4.3.3 許容応力

発電機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。

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}	機器クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	常設代替高圧電源 装置発電機	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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状態を適用する。

*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（その他の支持構造物（重大事故等対処設備））

許容 応力 状態	許容限界* (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	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 *：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。

表 4-3 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

強度区分	評価温度 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F [*] (MPa)
10.9 [*]	40 (雰囲気温度)	900	1000	700

注記 * : J I S B 1051に規定される材料を使用。

4.3 応力評価方法

4.4.1 記号の説明

記 号	定 義	単 位
A_{bt}	取付ボルト軸断面積	mm^2
a_H	水平地震加速度（加振試験で得られた発電機頂部の最大応答加速度の 1.2 倍）	m/s^2
a_V	鉛直地震加速度（加振試験で得られた発電機頂部の最大応答加速度の 1.2 倍）	m/s^2
a_p	回転体振動による加速度	m/s^2
g	重力加速度（ $=9.80665$ ）	m/s^2
h_G	取付面から発電機重心までの高さ	mm
L_1	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（軸直角方向）	mm
L_2	支点となる取付ボルトから重心までの距離（軸直角方向）	mm
L_{1X}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（軸方向）	mm
L_{2X}	支点となる取付ボルトから重心までの距離（軸方向）	mm
m	発電機の質量	kg
M_p	回転体回転により働くモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
n	取付ボルト総本数	本
n_1	軸方向及び軸直角方向に設けた取付ボルトの片側本数	本
p	回転体の許容振幅	μm
P	発電機出力	kW
R	発電機定格回転数	min^{-1}
σ_{bt}	取付ボルト引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトせん断応力	MPa

4.4.2 応力計算方法

発電機取付ボルトの応力評価を行う。応力評価にあたっては、資料V-2-10-1-4-1「常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震性についての計算書」の「4. 車両の加振試験」で得られた設計用加速度を用いて実施する。

4.4.3 引張応力の評価

引張応力は、取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の取付ボルトで受けるものとして計算する。

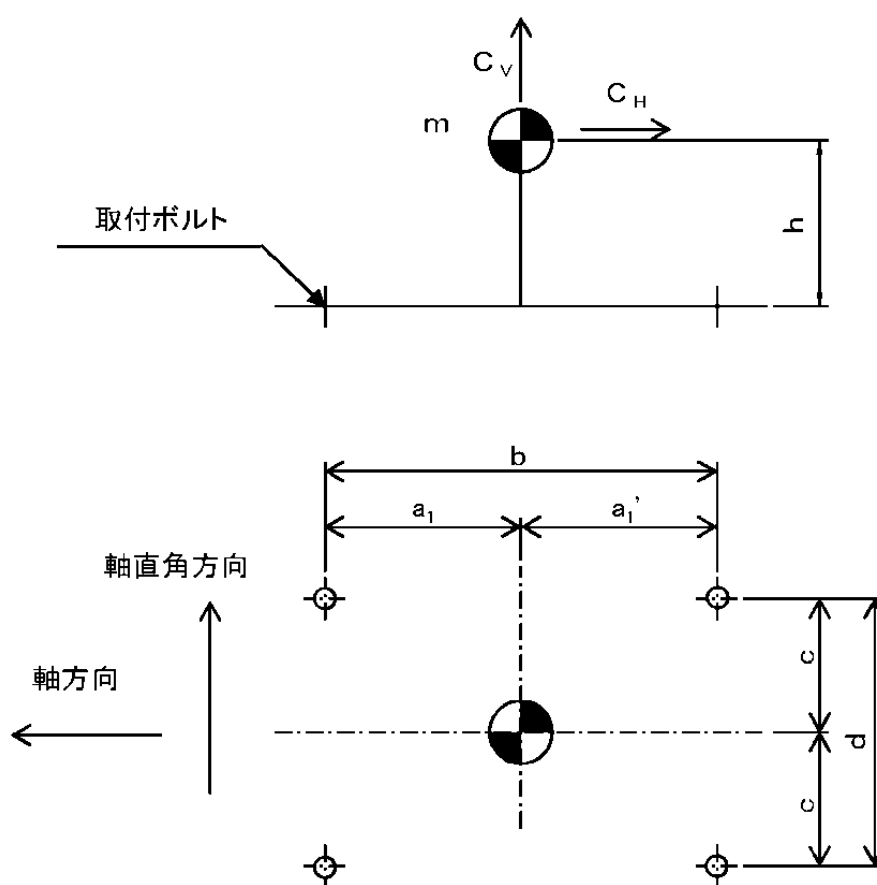


図 4-1 発電機 取付ボルトの計算モデル図

第 4-1 図に示すモーメントのつり合い式より以下の各計算式が得られる。

【軸直角方向の引張応力計算式】

$$\sigma_{bt} = \frac{m \cdot (a_H + a_p) \cdot h_G + M_p - m \cdot (g - a_v - a_p) \cdot L_2}{n_l \cdot A_{bt} \cdot L_l}$$

【軸方向の引張応力計算式】

$$\sigma_{bt} = \frac{m \cdot (a_H + a_p) \cdot h_G - m \cdot (g - a_v - a_p) \cdot L_{2X}}{n_l \cdot A_{bt} \cdot L_{lX}}$$

σ_{bt} は、上式で得られる大きい方の値とする。

ここで、回転体回転によるモーメント M_p は、発電機の実出力及び定格回転数を考慮して定める値である。回転体振動による加速度 a_p は、回転体の許容振幅及び発電機の定格回転数を考慮して定める値である。

【回転体回転によるモーメントの計算式】

$$M_p = \frac{60P}{2\pi \cdot R} \times 10^6$$

【回転体振動による加速度の計算式】

$$a_p = \left(2\pi \cdot \frac{R}{60} \right)^2 \cdot \frac{p \cdot 10^{-6}}{2}$$

4.4.4 セン断応力の評価

せん断応力は、全ボルトで受けるものとして計算する。

$$\tau_b = \frac{m \cdot (a_H + a_p)}{n \cdot A_{bt}}$$

4.4.5 組合せ応力の評価

引張応力とせん断応力の組合せ応力を J S M E S N C 1-2005/2007 S S B-3 1 3 3 に基づき次式で評価する。

$$\sigma_{bt} \leq \min(1.4 \times 1.5f_t^* - 1.6\tau_b, 1.5f_t^*)$$

5 機能維持評価

常設代替高圧電源装置発電機の地震時及び地震後の機能維持評価について、以下に示す。

5.1 評価方法

車両に搭載している発電機の動的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大床加速度を比較し、地震時の応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

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

項 目	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
水 平	1.37
鉛 直	1.41

V-2-10-1-4-5 常設代替高圧電源装置制御盤
の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 構造の説明	1
2.2 評価方針	3
3. 耐震評価箇所	4
4. 応力評価	4
4.1 基本方針	4
4.2 設計用地震力	4
4.3 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.4 応力評価方法	7
4.5 応力評価条件	10
5. 機能維持評価	11
5.1 機能維持評価方法	11

1. 概要

本資料は、資料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、常設代替高圧電源装置制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。その耐震評価は応力評価及び機能維持評価により行う。

また、間接支持構造物である車両が設計用地震力に対して十分な支持機能を有していることは、資料V-2-10-1-4-1「常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震性についての計算書」で説明している。

常設代替高圧電源装置制御盤は、重大事故等対処設備において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、この分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 構造の説明

常設代替高圧電源装置制御盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 常設代替高圧電源装置制御盤の構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
常設代替高圧電源装置 制御盤	自立閉鎖型	車載式のディーゼル発電装置で、制御盤は取付ボルトにて車体に固定する。	図 2-1 図 2-2 図 2-3

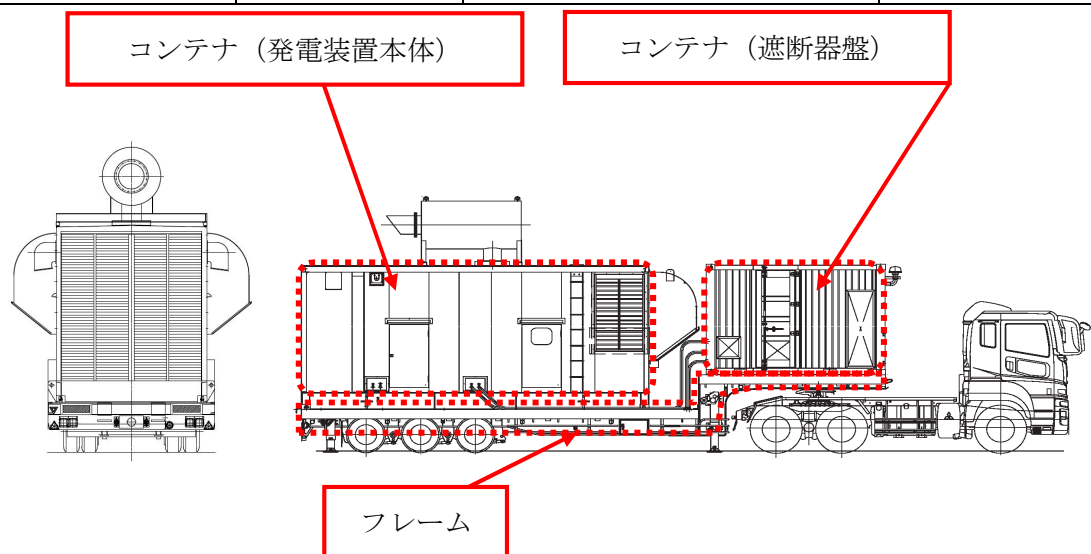


図 2-1 常設代替高圧電源装置の構造図

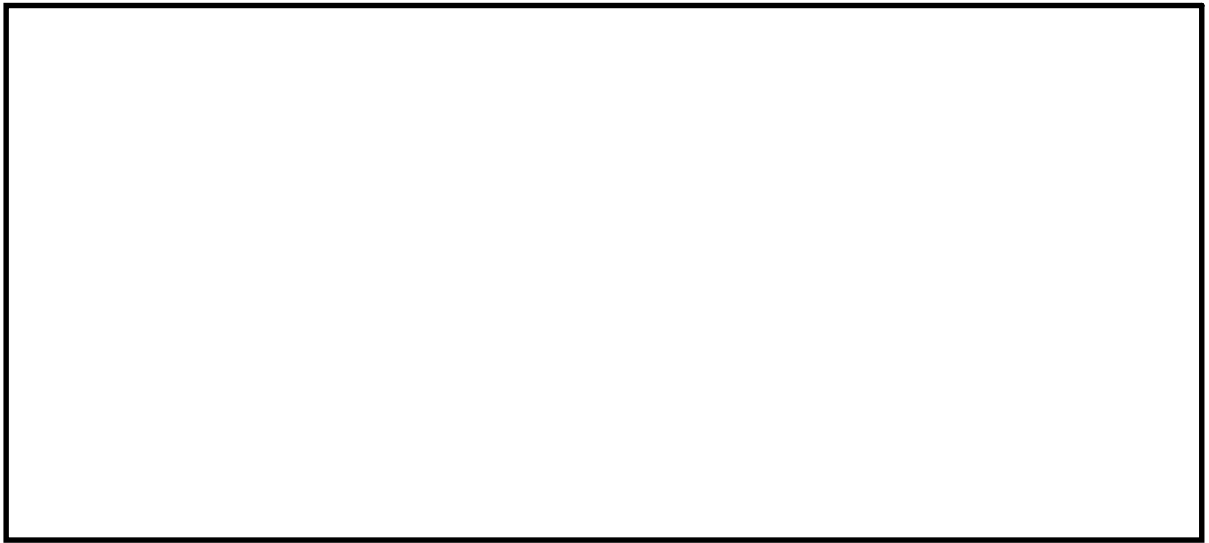


図 2-2 常設代替高圧電源装置制御盤の配置図

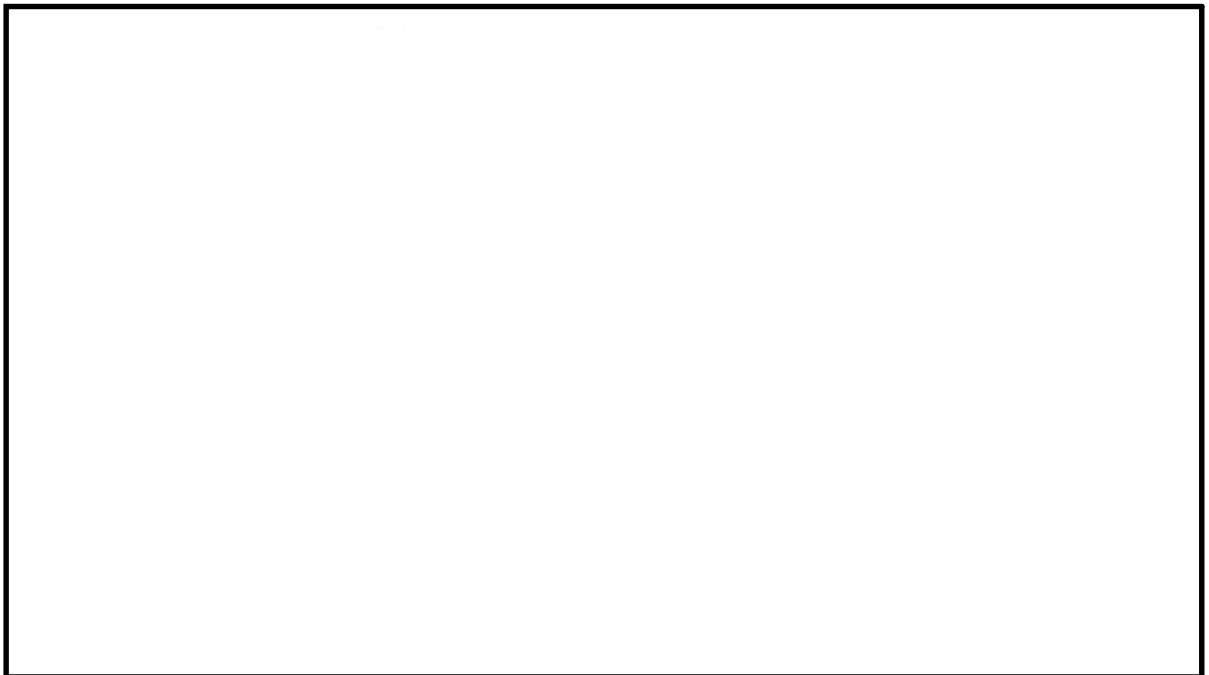


図 2-3 常設代替高圧電源装置制御盤の外形図

2.2 評価方針

常設代替高圧電源装置制御盤の応力評価は、資料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 構造の説明」にて示す常設代替高圧電源装置制御盤の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に発生する応力等が許容限界内に収まることを、資料V-2-10-1-4-1「常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震性についての計算書」の「4. 車両の加振試験」で測定された常設代替高圧電源装置制御盤頂部における最大応答加速度を用い、「4. 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、常設代替高圧電源装置制御盤の機能維持評価は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

常設代替高圧電源装置制御盤の耐震評価フローを図 2-4 に示す。

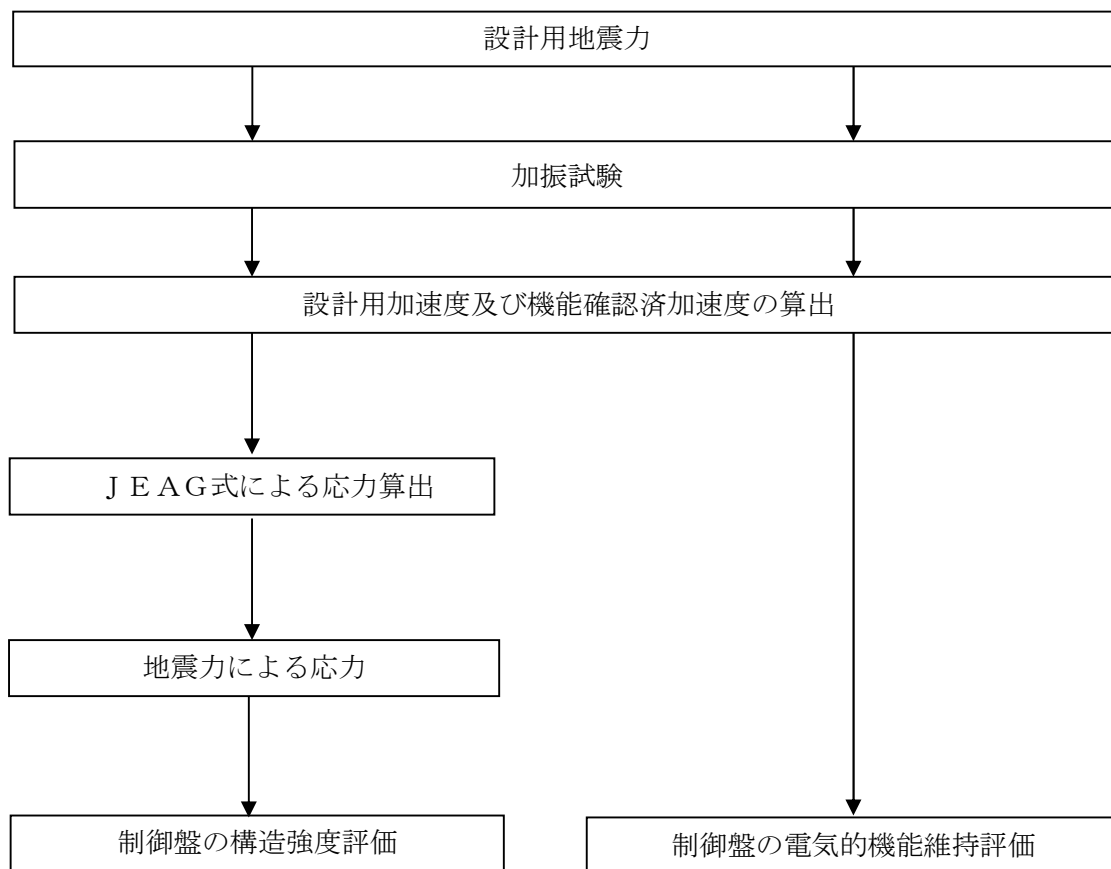


図 2-4 常設代替高圧電源装置制御盤の耐震評価フロー

3. 耐震評価箇所

常設代替高圧電源装置制御盤の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる取付ボルトを選定して実施する。

4. 応力評価

4.1 基本方針

- (1) 常設代替高圧電源装置制御盤の応力計算モデルは、1 質点系モデルとする。
- (2) 加振試験により測定された常設代替高圧電源装置制御盤頂部における最大応答加速度の 1.2 倍を用いて発生応力を算出し、応力評価を行う。
- (3) 許容応力について J S M E S N C 1 - 2005/2007 の付録材料図表を用いて計算する際に、温度が付録材料図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。
ただし、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

4.2 設計用地震力

耐震計算に用いる設計用地震力には、資料 V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づき作成した設計用床応答曲線を上回るように設定した入力地震動を用いて実施した資料 V-2-10-1-4-1「常設代替高圧電源装置内燃機関の耐震性についての計算書」の「4. 車両の加振試験」で測定された常設代替高圧電源装置制御盤頂部における最大応答加速度の 1.2 倍を用いる。

4.3 荷重の組合せ及び許容応力

4.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

常設代替高圧電源装置制御盤の荷重の組合せ及び許容応力状態について、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。

4.3.2 許容応力

常設代替高圧電源装置制御盤の許容応力を表 4-2 に示す。

4.3.3 使用材料の許容応力

常設代替高圧電源装置制御盤の使用材料の許容応力について、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。

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}	機器クラス	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用 電源設備	非常用 発電装置	常設代替高圧電源装置 制御盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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（その他の支持構造物（重大事故等対処設備））

許容応力状態	許容限界* ¹ (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV _A S	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

表 4-3 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

評価部位	強度区分	評価温度 (℃)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F* (MPa)
取付ボルト	10.9* ¹	40 (雰囲気温度)	900	1000	700

注記 *1：J I S B 1 0 5 1に規定される材料を使用。

4.4 応力評価方法

4.4.1 記号の説明

記 号	定 義	単 位
A_{bt}	取付ボルト軸断面積	mm^2
a_H	水平地震加速度（加振試験で得られた制御盤頂部の最大応答加速度の 1.2 倍）	m/s^2
a_V	鉛直地震加速度（加振試験で得られた制御盤頂部の最大応答加速度の 1.2 倍）	m/s^2
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h_G	取付面から制御盤重心までの高さ	mm
L_1	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（短辺方向）	mm
ℓ_1	支点となる取付ボルトから重心までの距離（短辺方向）	mm
L_{1X}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（長辺方向）	mm
L_{2X}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（長辺方向）	mm
ℓ_{1X}	支点となる取付ボルトから重心までの距離（長辺方向）	mm
m	制御盤の質量	kg
n	取付ボルト総本数	本
n_1	短辺方向に設けた取付ボルトの片側本数	本
n_2	長辺方向に設けた取付ボルトの片側本数	本
σ_{bt}	取付ボルト引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトせん断応力	MPa

図 4-1 に示すモーメントのつり合い式より以下の各計算式が得られる。

【長辺方向の引張応力計算式】

$$\sigma_{bt} = \frac{\{m \cdot a_H \cdot h_G - m \cdot (g - a_V) \cdot \lambda_{1X}\} \cdot L_{1X}}{n_1 \cdot (L_{1X}^2 + L_{2X}^2) \cdot A_{bt}}$$

【短辺方向の引張応力計算式】

$$\sigma_{bt} = \frac{m \cdot a_H \cdot h_G - m \cdot (g - a_V) \cdot \lambda_1}{n_2 \cdot A_{bt} \cdot L_1}$$

σ_{bt} は、上式で得られる大きい方の値とする。

4.4.4 セン断応力の評価

せん断応力は、全ボルトで受けるものとして計算する。

$$\tau_b = \frac{m \cdot a_H}{n \cdot A_{bt}}$$

4.4.5 組合せ応力の評価

引張応力とせん断応力の組合せ応力を J S M E S N C 1 - 2005/2007 S S B - 3 1 3 3 に基づき次式で評価する。

$$\sigma_{bt} \leq \min(1.4 \times 1.5f_t^* - 1.6\tau_b, 1.5f_t^*)$$

4.5 応力評価条件

(1) 盤関係

項目	記号	単位	数値
取付ボルト軸断面積	A_{bt}	mm^2	78.5 (M10)
重力加速度	g	m/s^2	9.80665
取付面から制御盤重心までの高さ	h_G	mm	
支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（短辺方向）	L_1	mm	
支点となる取付ボルトから重心までの距離（短辺方向）	ℓ_1	mm	
支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（長辺方向）	L_{1X}	mm	
支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離（長辺方向）	L_{2X}	mm	
支点となる取付ボルトから重心までの距離（長辺方向）	ℓ_{1X}	mm	
制御盤の質量	m	kg	
取付ボルト総本数	n	本	
短辺方向に設けた取付ボルトの片側本数	n_1	本	2
長辺方向に設けた取付ボルトの片側本数	n_2	本	3

(2) 設計用加速度

項目	記号	設計用加速度 (m/s^2)
水平	a_H	32.6
鉛直	a_V	32.8

5. 機能維持評価

常設代替高圧電源装置制御盤の地震後の機能維持評価について、以下に示す。

5.1 機能維持評価方法

車両に搭載している常設代替高圧電源装置制御盤の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大床加速度を比較することで実施する。

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

項目	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
水平	1.37
鉛直	1.41

V-2-10-1-4-6 管の耐震性についての計算書

V-2-10-1-5 緊急時対策所用代替電源設備の耐震性についての計算書

V-2-10-1-5-1 緊急時対策所用発電機内燃機関の耐震性についての
計算書

目 次

	頁
1. 概 要	1
2. 耐震計算方法	
2.1 基本事項	2
2.2 内燃機関の耐震計算方法	6
3. 機能維持評価	
3.1 機能維持評価方法	10
4. 耐震計算結果	11

1. 概 要

本資料は、東海第二発電所緊急時対策所用発電機設備のうち内燃機関の耐震計算の方法及び計算結果について示すものである。

2. 耐震計算方法

2.1 基本事項

2.1.1 適用基準

本資料における計算方法は、以下に示す指針・規程に準拠する。

- ・ 日本電気協会「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）
- ・ 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」（JEAG4601-1987）
- ・ 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）
- ・ 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程」（JEAC4601-2008）

2.1.2 耐震計算の条件

内燃機関の耐震計算を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- (1) 内燃機関の耐震計算モデルは1質点系モデルとし、重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- (2) 内燃機関は、台板上に据付けられる構造である。内燃機関と台板は、取付ボルトにて固定され、台板は基礎コンクリートに基礎ボルトにて固定される。
- (3) 評価は、JEAG4601に記載の横置きポンプ（ボルト矩形配置）の評価式ベースとした評価式にて評価を実施する。
- (4) 発電用原子力設備規格（設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）の付録材料図表にて計算する際に、中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、付録材料図表 Part 5 表 8 及び 9 で比例法を用いる場合の端数処理は、小数点第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (5) 計算に用いる寸法は、公称値を使用する。計算は適切な裕度を持った許容値を使用することで実施しており、公称値を用いることで問題ない。
- (6) ボルトの減肉は考慮しないものとする。
- (7) 内燃機関はその設置目的上、地震後の機能維持が要求されるものであり、運転時荷重であるディーゼル機関往復運動による加速度とディーゼル機関回転によるモーメントは考慮しない。

2.1.3 評価用地震荷重

(1) 記号の説明

地震荷重に使用する記号の説明を第 1 表に示す。

第 1 表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
a_H	評価用水平加速度	m/s^2
a_v	評価用鉛直加速度	m/s^2
K_h	評価用水平地震力	—
K_v	評価用鉛直地震力	—

(2) 動的地震力

動的水平及び動的鉛直地震力は、内燃機関の設置床面における設計用床応答曲線により求めるものとする。

(3) 評価用地震力

評価用地震力の求め方を第 2 表に示す。

第 2 表 評価用地震力の求め方

耐 震 重要度分類	評価用水平地震力 (K_h)		評価用鉛直地震力 (K_v)	
C (S_s) クラス	動的	設計用床応答曲線 (S_s) による地震力 ^(注)	動的	設計用床応答曲線 (S_s) による地震力 ^(注)

(注) 固有周期が 0.05 s 以下の設備は、設置床面における最大応答加速度の値を 1.2 倍した値を用いる。

2.1.4 応力評価の考え方

(1) 記号の説明

応力評価に使用する記号の説明を第 3 表に示す。

第 3 表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
D	死荷重	N
f_t^*	f_t の値を算出する際に「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8」に定める値とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8に定める値の 1.2 倍の値」と読み替えて算出した値 ^(注)	MPa
f_s^*	f_s の値を算出する際に「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8」に定める値とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8に定める値の 1.2 倍の値」と読み替えて算出した値 ^(注)	MPa
M_D	地震と組み合わせすべきプラントの供用状態 A 及び B (供用状態 C がある場合にはこれを含む。), 又は当該設備に設計上定められた機械的荷重	N
P_D	地震と組み合わせべきプラントの供用状態 A 及び B (供用状態 C がある場合にはこれを含む。), 又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重	N
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	N
IV_{AS}	設計・建設規格の供用状態 D の許容応力を基準として, それに地震により生じる応力に対する特別な制限を加えた許容応力状態	—
σ_b	ボルトに発生する引張応力	MPa
τ_{sb}	ボルトに発生するせん断応力	MPa

(注) 基礎ボルトについては, 雰囲気温度における値。取付ボルトについては, 共通台板に設置されるため機器の最高使用温度における値。

(2) 荷重の組合せと許容応力状態

荷重の組合せと許容応力状態を第 4 表に示す。

第 4 表 荷重の組合せと許容応力状態

荷重の組合せ	$D + P_D + M_D + S_s$
許容応力状態	$IV_A S$

(3) 許容応力

許容応力は、クラス3支持構造物に準拠する。

a 支持構造物

基礎ボルト及び取付ボルトの許容応力を第 5 表に示す。

また、評価する応力を第 6 表に示す。

第 5 表 基礎ボルト，取付ボルトの許容応力

耐震 重要度 分類	許容 応力 状態	支持構造物の 種類 応力 分類	基礎ボルト，取付ボルト		
			一次応力		
			引 張	せん断	組合せ ^(注)
C (Ss) クラス	$IV_A S$		$1.5 f_t^*$	$1.5 f_s^*$	f_{ts}^*

(注) ボルトにせん断力が作用する場合，以下の評価式で組合せ評価を実施する。

$$IV_A S : f_{ts}^* = \text{Min} (1.4(1.5 f_t^*) - 1.6 \tau_{sb}, 1.5 f_t^*)$$

第 6 表 基礎ボルト，取付ボルトの評価する応力

種類	応力分類	一次応力	
		引 張	せん断
内 燃 機 関		σ_b	τ_{sb}

2.2 内燃機関の耐震計算方法

2.2.1 記号の説明

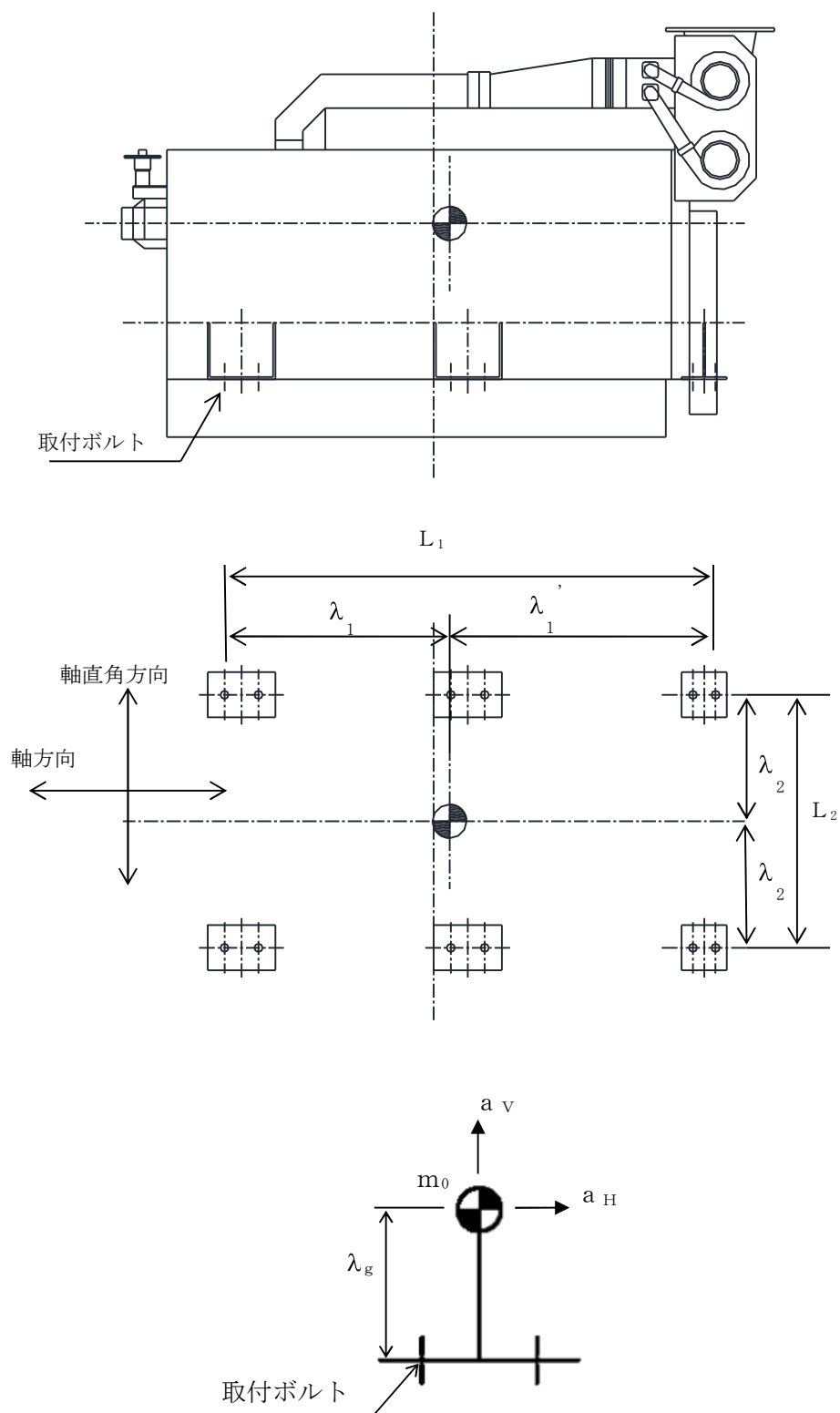
内燃機関の耐震計算に使用する記号を第 7 表に示す。

第 7 表 記号の説明

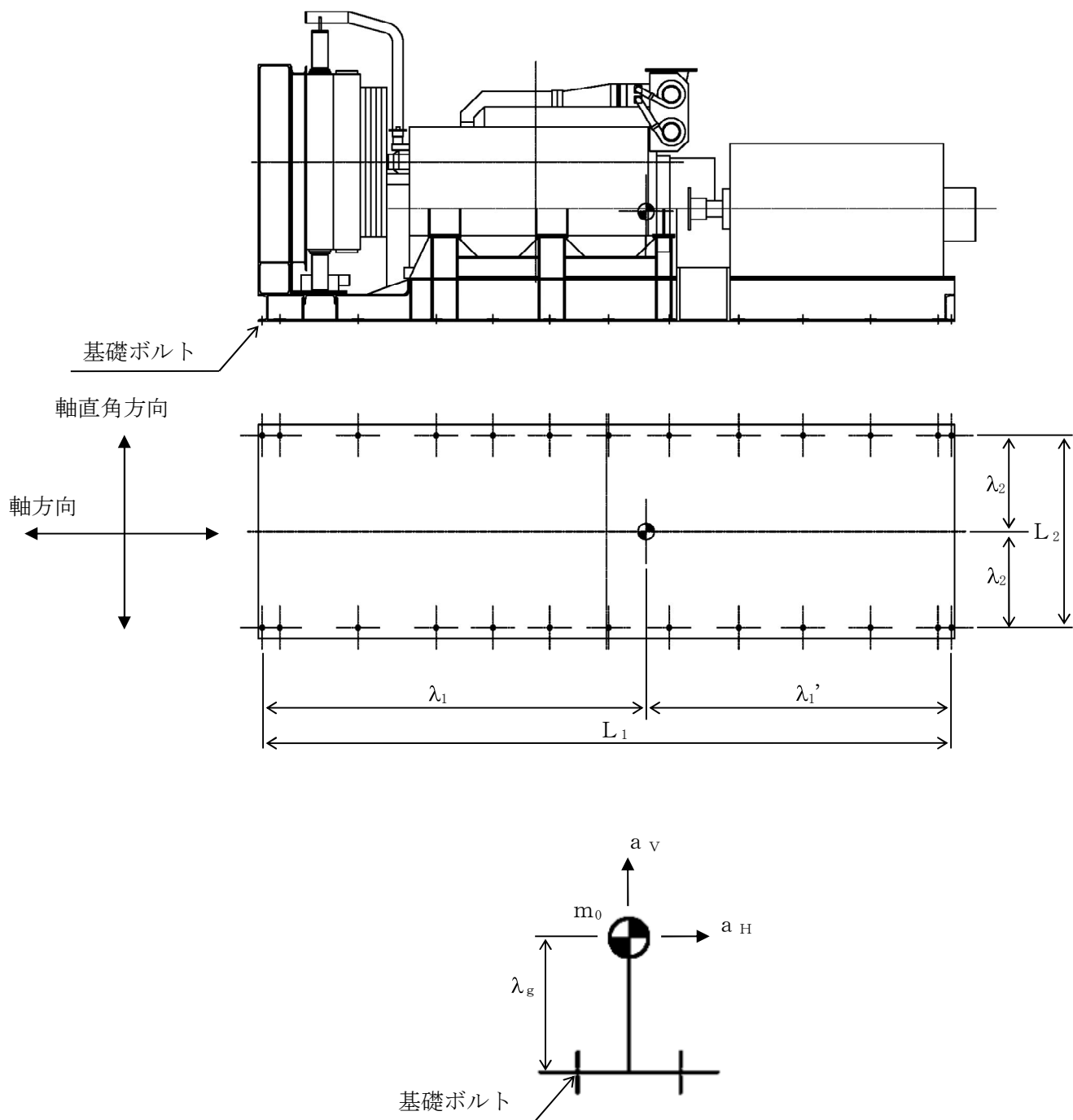
記号	記 号 の 説 明	単位
A_b	ボルトの呼び径断面積	mm^2
a_H	設計用水平加速度	m/s^2
a_V	設計用鉛直加速度	m/s^2
C_H	設計用水平震度	G
C_V	設計用鉛直震度	G
F_{sb}	ボルトのせん断荷重	N
F_b	ボルト最大引張荷重	N
F_{b1}, F_{b2}	ボルト引張荷重	N
g	重力加速度 ($g = 9.80665$)	m/s^2
λ_g	ボルト設置位置から重心までの高さ	mm
λ_1, λ_1'	重心からボルト位置までの距離(軸方向)	mm
L_1	支点から片側のボルト位置までの距離(軸方向)	mm
λ_2	重心からボルト位置までの距離(軸直角方向)	mm
L_2	支点から片側のボルト位置までの距離(軸直角方向)	mm
m_0	質量	kg
n_b	ボルトの全本数	—
n_{fb}	引張が作用するボルトの本数	—

※取付ボルト評価時には、質量は内燃機関の質量、重心は内燃機関のみの重心位置とし、取付ボルト位置までの距離を評価に用いる。また、基礎ボルト評価時には、質量は台板上に積載される設備の全質量、重心は全設備の重心位置とし、基礎ボルト位置までの距離を評価に用いることにする。

2.2.2 評価モデル図



第1図 内燃機関 外形図及び取付ボルト評価モデル



第2図 内燃機関（台板含む） 外形図及び基礎ボルト評価モデル

2.2.3. 算出過程

評価は、JEAG4601 に記載の横置きポンプ（ボルト矩形配置）の評価式をベースとした評価式にて評価を実施する。

2.2.3.1 基礎ボルト及び取付ボルトの応力計算

(1) 引張応力評価

(a) 軸方向

$$F_{b1} = \frac{1}{L_1} \{ m_0 \cdot a_H \cdot \lambda_g - m_0 \cdot (g - a_V) \cdot \lambda_1 \}$$

$$F_{b2} = \frac{1}{L_1} \{ m_0 \cdot a_H \cdot \lambda_g - m_0 \cdot (g - a_V) \cdot \lambda_1 \}$$

$$F_b = \max (F_{b1}, F_{b2})$$

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_{fb} \cdot A_b}$$

ここで,

$$a_H = C_H \times g$$

$$a_V = C_V \times g$$

(b) 軸直角方向

$$F_b = \frac{1}{L_2} \{ m_0 \cdot a_H \cdot \lambda_g - m_0 \cdot (g - a_V) \cdot \lambda_2 \}$$

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_{fb} \cdot A_b}$$

(2) せん断応力評価

$$F_{sb} = m_0 \cdot a_H$$

$$\tau_{sb} = \frac{F_{sb}}{n_b \cdot A_b}$$

3. 機能維持評価

緊急時対策所用発電機設備の内、内燃機関の地震後機能維持評価について、以下に示す。

3.1 機能維持評価方法

緊急時対策所用発電機設備（以降「発電機設備」という）と同型の常設代替高圧電源装置（以降「電源車」という）の加振試験を実施した※。機能維持評価方法としては、発電機設備の設置エリアの最大加速度が電源車の加振試験で得られた内燃機関の機能確認済加速度以下であることにより確認する。機能確認済加速度については第8表に示す。

※2017 年委託「東海第二発電所 SA 車両設備の加振試験に係る委託(Phase2)」受託報告書参照。

第 8 表 機能確認済加速度

項 目	機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)
水 平	1.6
鉛 直	2.3

4. 耐震計算結果

発電機設備の内燃機関の耐震計算結果を以降に示す。応力の発生値は評価基準値以下であり、耐震性を有することを確認した。また、設置エリアの加速度は機能維持確認済加速度以下であり、基準地震動 S_s に対して動的機能が維持されることを確認した。

東海第二発電所 緊急時対策所用発電機設備（内燃機関）の耐震計算書

1. 設計条件

耐震重要度 分類	設置場所 (m)	取付ボルト，基礎ボルト 配置状態	取付ボルト，基礎ボルト 評価温度 (℃)
C (Ss)	EL. 23.3	矩形配置	50

2. 評価用加速度

設計用加速度 (応力評価) (m/s ²)		設計用加速度 (動的機能維持評価) (m/s ²)	
水 平 (a _H)	鉛 直 (a _V)	水 平 (a _H)	鉛 直 (a _V)
14.71	9.81	11.77	9.81

3. 機器要目

評価部位	m _o (kg)	λ _g (mm)	A _b (mm ²)	n _b (本)	n _{f b} (本)		L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	λ ₁ (mm)	λ ₁ ' (mm)	λ ₂ (mm)
					軸方向	軸直角方向					
取付ボルト	8740	470	254.4	12	2	6	2270.5	1070	1046.5	1224	535
基礎ボルト	24330	1016	706.8	29	2	13	6145	1350	2829	3316	675

4. 結果

4.1 取付ボルトの応力評価結果（許容応力状態Ⅳ_AS）

評価部材	評価応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	耐震裕度	結果
取付ボルト	引張	53	205	3.86	○
	せん断	43	157	3.65	○
	組合せ	53	205	3.86	○

4.2 基礎ボルトの応力評価結果（許容応力状態Ⅳ_AS）

評価部材	評価応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	耐震裕度	結果
基礎ボルト	引張	42	475	11.30	○
	せん断	18	366	20.33	○
	組合せ	42	475	11.30	○

4.3 内燃機関の機能維持評価結果

項 目	評価用加速度 (×9.8m/s ²)	機能確認済加速度 (×9.8m/s ²)	結果
水 平	1.2	1.6	○
鉛 直	1.0	2.3	○

V-2-10-1-5-2 緊急時対策所用発電機燃料油サービスタンクの
耐震性についての計算書

目 次

	頁
1. 概 要	1
2. 耐震計算方法	
2.1 基本事項	2
2.2 燃料油サービスタンクの耐震計算方法	14
3. 耐震計算結果	22

1. 概 要

本資料は、東海第二発電所緊急時対策所用発電機設備のうち燃料油サービスタンクの耐震計算の方法及び計算結果について示すものである。

2. 耐震計算方法

2.1 基本事項

2.1.1 適用基準

本資料における計算方法は、以下に示す指針・規程に準拠する。

- ・ 日本電気協会「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）
- ・ 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」（JEAG4601-1987）
- ・ 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）
- ・ 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程」（JEAC4601-2008）

2.1.2 耐震計算の条件

燃料油サービスタンクの耐震計算を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- (1) 燃料油サービスタンクの耐震計算モデルは平底たて置円筒形容器の1質点系モデルとし、重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- (2) 評価は、JEAG4601に記載の平底たて置円筒形容器の評価式ベースとした評価式にて評価を実施する。
- (3) 水平方向地震による水平力は、容器の胴下端のベースプレートと基礎コンクリート面との摩擦力によって基礎コンクリートに伝達させるものとする。また、容器胴下端のベースプレートを架台に取り付ける場合、水平方向地震による水平力は、ベースプレートと鉄鋼面との摩擦力によって、剛に設置された架台に伝達させるものとする。この場合、基礎ボルトは取付ボルトに読み替える。
したがって、基礎ボルト及び取付ボルトにはせん断力は作用しないものとし、ベースプレートと据付面の摩擦力が水平地震力を上回ることを確認する。しかし、この評価で満足しない場合は、せん断力の評価を実施して確認する。なお、本評価の際、ボルトの締付トルクは考慮しないものとする。
- (4) 平底たて置円筒形容器の仮定条件及び設計条件
 - a 仮定条件
 - (a) 容器の質量は重心に集中したものとする。
 - (b) 容器の胴下端部（ベースプレート）を、多数の基礎ボルトで基礎に固定されているので固定端とする。
 - b 設計条件
 - (a) 変形モードは、容器全体をはりと考えた時の曲げ及びせん断変形とする。
- (5) 発電用原子力設備規格（設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）の付録材料図表にて計算する際に、中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、付録材料図表 Part 5 表 8 及び 9 で比例法を用いる場合の端数処理は、小数点第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

- (6) 計算に用いる寸法は，公称値を使用する。計算は適切な裕度を持った許容値を使用することで実施しており，公称値を用いることで問題ない。
- (7) ボルトの減肉は考慮しないものとする。

2.1.3 変形モードの組合せ

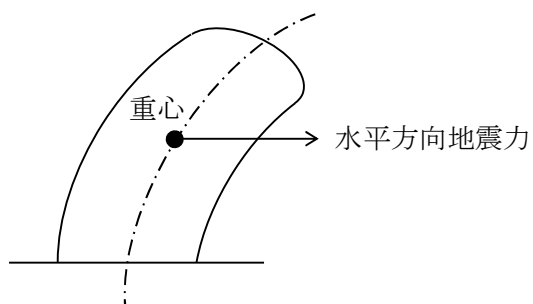
容器の重心に水平方向地震力が作用した場合、平底たて置円筒形容器は、いくつかの変形モードが組み合わされて振動すると考える。

変形モード及び変形モードの組合せを以下に示す。

(1) 変形モード

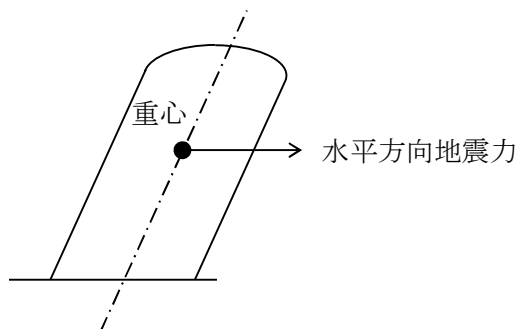
a A型変形

容器胴体の曲げ変形モード。



b B型変形

容器胴体のせん断変形モード。



(2) 変形モードの組合せ

平底たて置円筒形容器 = A + B

なお、B型変形については、容器胴体のA型変形に対して、組み合わせる変形モードである。

2.1.4 評価用地震荷重

(1) 記号の説明

地震荷重に使用する記号の説明を第 1 表に示す。

第 1 表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
a_H	評価用水平加速度	m/s^2
a_v	評価用鉛直加速度	m/s^2
K_h	評価用水平地震力	—
K_v	評価用鉛直地震力	—

(2) 動的地震力

動的水平及び動的鉛直地震力は、燃料油サービスタンクの設置床面における設計用床応答曲線により求めるものとする。

(3) 評価用地震力

評価用地震力の求め方を第 2 表に示す。

第 2 表 評価用地震力の求め方

耐 震 重要度分類	評価用水平地震力 (K_h)		評価用鉛直地震力 (K_v)	
C (Ss) クラス	動的	設計用床応答曲線 (S_s) による地震力 ^(注)	動的	設計用床応答曲線 (S_s) による地震力 ^(注)

(注) 固有周期が 0.05 s 以下の設備は、設置床面における最大応答加速度の値を 1.2 倍した値を用いる。

2.1.5 応力評価の考え方

(1) 記号の説明

応力評価に使用する記号の説明を第 3 表に示す。

第 3 表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
A	断面積	mm ²
D	死荷重	N
E	材料の縦弾性係数（設計・建設規格 付録材料図表 Part6 表 1 に規定される値） ^(注)	MPa
F	設計・建設規格 SSB-3131 により規定される F の値	MPa
F *	F の値を算出する際に設計・建設規格 SSB-3131 本文中「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8 に定める値」とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8 に定める値の 1.2 倍の値」と読み替えて算出した値	MPa
f _{b b}	曲げモーメントに対する座屈応力	MPa
f _{c b}	軸圧縮荷重に対する座屈応力	MPa
f _t *	f _t の値を算出する際に「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8」に定める値とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8 に定める値の 1.2 倍の値」と読み替えて算出した値 ^(注)	MPa
f _s *	f _s の値を算出する際に「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8」に定める値とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8 に定める値の 1.2 倍の値」と読み替えて算出した値 ^(注)	MPa
g	重力加速度（g = 9.80665）	m/s ²
M	曲げモーメント	N・mm
M _D	地震と組み合わせすべきプラントの供用状態 A 及び B（供用状態 C がある場合にはこれを含む。）、又は当該設備に設計上定められた機械的荷重	N
P	軸圧縮荷重	N
P _D	地震と組み合わせすべきプラントの供用状態 A 及び B（供用状態 C がある場合にはこれを含む。）、又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重	N

記号	記 号 の 説 明	単位
R	円筒の平均半径	mm
S	設計引張応力（設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 5 に規定される値） ^(注)	MPa
S _s	基準地震動 S _s により定まる地震力	N
S _u	設計引張強さ（設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 9 に規定される値） ^(注)	MPa
S _y	設計降伏点（設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8 に規定される値） ^(注)	MPa
S _I	胴板の一次応力の許容値	MPa
t	円筒の板厚	mm
Z	断面係数	mm ³
α	安全率	—
η	R / t	—
η ₁	1,200 × g / F	—
η ₂	8,000 × g / F	—
η ₃	9,600 × g / F	—
IV _A S	設計・建設規格の供用状態 D の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な制限を加えた許容応力状態	—
σ ₁	胴の組合せ一次応力	MPa
σ _b	基礎ボルト，取付ボルトの引張応力	MPa
σ _φ	胴の周方向一次一般膜応力	MPa
σ _x	胴の長手方向一次一般膜応力	MPa
τ _b	基礎ボルト，取付ボルトのせん断応力	MPa

（注） 胴については，最高使用温度における値。基礎ボルトについては，雰囲気温度における値。取付ボルトについては，架台に設置されるため機器の最高使用温度における値。

(2) 荷重の組合せと許容応力状態

荷重の組合せと許容応力状態を第 4 表に示す。

第 4 表 荷重の組合せと許容応力状態

荷重の組合せ	$D + P_D + M_D + S_s$
許容応力状態	$IV_A S$

(3) 許容応力

許容応力は、クラス3容器及び支持構造物に準拠する。

a 耐圧部（胴板）

耐圧部（胴板）の許容応力を第 5 表に示す。

また、評価する応力を第 6 表に示す。

第 5 表 胴板の許容応力

耐震 重要度 分類	許容 応力 分類	一次一般膜応力	一次膜応力＋ 一次曲げ応力	一次＋二次応力
C (S _s) クラス	$IV_A S$	$0.6 S_u$	左欄の 1.5 倍の値	地震動のみによる 一次＋二次応力の 変動値を $2 S_y$ 以下 とすることにより 疲れ解析は行わな い。

第6表 胴板の評価する応力

応力分類 種類	一次一般膜応力	一次膜応力＋ 一次曲げ応力	一次＋二次応力
平底たて置 円筒容器	σ_1 （注１）	—（注１）	—（注２）

(注1) σ_1 は、長手方向一次一般膜応力 (σ_x)、周方向一次一般膜応力 (σ_ϕ) 及びせん断応力を組み合わせたものとする。なお、 σ_1 は一次一般膜応力の許容値で評価するため、一次一般膜応力の欄に記載するものとする。

(注 2) 地震力のみを考慮した発生応力である一次＋二次応力の評価は、自重と地震力を考慮した発生応力である一次一般膜応力の評価に包絡されるため、一次一般膜応力の評価に含めるものとする。

b 耐圧部（胴板の座屈評価）

$$\frac{\alpha(\text{P} / \text{A})}{f_{\text{c b}}} + \frac{\alpha(\text{M} / \text{Z})}{f_{\text{b b}}} \leq 1$$

軸圧縮荷重に対する座屈応力 f_{cb} は次による。

$$f_{cb} = \begin{cases} F & (\eta \leq \eta_1) \\ F \left[1 - \frac{1}{6,800 \text{ g}} \{ F - \phi_c(\eta_2) \} (\eta - \eta_1) \right] & (\eta_1 < \eta < \eta_2) \\ \phi_c(\eta) & (\eta_2 \leq \eta \leq 800) \end{cases}$$

ここで、

$$\phi_c(\eta) = 0.6 \frac{E}{\eta} \left[1 - 0.901 \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{1}{16} \sqrt{\eta} \right) \right\} \right]$$

曲げモーメントに対する座屈応力 f_{bb} は次による。

$$f_{b\ b} = \begin{cases} F & (\eta \leq \eta_1) \\ F \left[1 - \frac{1}{8,400\ g} \{F - \phi_b(\eta_3)\}(\eta - \eta_1) \right] & (\eta_1 < \eta < \eta_3) \\ \phi_b(\eta) & (\eta_3 \leq \eta \leq 800) \end{cases}$$

ここで,

$$\phi_b(\eta) = 0.6 \frac{E}{\eta} \left[1 - 0.731 \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \sqrt{\eta}\right) \right\} \right]$$

安全率 α は, 次による。

$$\alpha = \begin{cases} 1.0 & (\eta \leq \eta_1) \\ 1.0 + \frac{F}{13,600 g} (\eta - \eta_1) & (\eta_1 < \eta < \eta_2) \\ 1.5 & (\eta \geq \eta_2) \end{cases}$$

c 支持構造物

基礎ボルトの許容応力を第7表に示す。

また, 評価する応力を第8表に示す。

第7表 基礎ボルトの許容応力

耐震 重要度 分類	許容 応力 状態	支持構造物の 種類 応力 分類	基礎ボルト, 取付ボルト		
			一次応力		
			引 張	せん断	組合せ ^(注)
C (Ss) クラス	IV _A S		1.5 f _t *	1.5 f _s *	f _{ts} *

(注) ボルトにせん断力が作用する場合, 以下の評価式で組合せ評価を実施する。

$$IV_{AS} : f_{ts}^* = \text{Min} (1.4(1.5 f_t^*) - 1.6 \tau_b, 1.5 f_t^*)$$

第8表 基礎ボルトの評価する応力

種類	応力分類	一次応力	
		引 張	せん断
平 底 た て 置 円 筒 形 容 器		σ_b	τ_b

2.1.6 記載する数値に関する注意事項

- (1) 耐震計算において計算結果がいくつかあるもの、例えば、基礎ボルトの引張応力が基礎ボルトの配置によって異なる場合、計算結果の最も厳しいもの一つを選択して記載する。
- (2) 計算結果の出ないもの、例えば引張力が作用しない場合の基礎ボルトの引張応力は、計算結果表の記入欄には — として記載する。

2.1.7 耐震計算書のフォーマット

次に耐震計算書のフォーマットを示す。

東海第二発電所 燃料油サービスタンク耐震計算書

1. 設計条件

機器等の区分	耐震重要度分類	据付場所 及び床面高さ (m)	構造概要	最高使用圧力 P _r (MPa)	最高使用温度 (℃)	液体の比重 ρ
—	C (Ss)		平底 たて置円筒形			

2. 設計用加速度

減衰定数 (%)	固有周期 T (s)	基準地震動 S _s	
		設計加速度 (m/s ²)	
		水平	鉛直
1.0			

3. 機器要目

m _o (kg)	W _e (kg)	D _i (mm)	t (mm)	E (MPa)	G (MPa)	λ _g (mm)

H (mm)	s (-)	n (-)	D _c (mm)	D _{b o} (mm)	D _{b i} (mm)	A _b (mm ²)

評価部材	評価温度 (℃)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
胴板						
基礎ボルト						

4. 結論

	基準地震動S _s による力
摩擦力 F (N)	
水平地震力 F _H (N)	
評価結果	

(応力の単位：MPa)

評価部材	材料	応力		基準地震動 S _s による応力	
				算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	周方向	$\sigma_{\phi} =$	S _I =
			軸方向	$\sigma_x =$	
		組合せ一次		$\sigma_1 =$	
		圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)		$\frac{\alpha \cdot \sigma_{xc}}{f_{cb}} + \frac{\alpha \cdot \sigma_{xb}}{f_{bb}} \leq 1$	
基礎ボルト		引張		$\sigma_b =$	1.5 f _t * =
		せん断		$\tau_b =$	1.5 f _s * =
		組合せ		$\sigma_b =$	f _{ts} * =

算出応力はすべて許容応力以下であるので安全である。

2.2 燃料油サービスタンクの耐震計算方法

2.2.1 記号の説明

燃料油サービスタンクの耐震計算に使用する記号を第 9 表に示す。

第 9 表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
A_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
A_e	胴の有効せん断断面積	mm^2
a_H	設計用水平加速度	m/s^2
a_v	設計用鉛直加速度	m/s^2
C_c	基礎ボルト計算における係数	—
C_t	基礎ボルト計算における係数	—
D_i	胴の内径	mm
D_o	基礎ボルトのピッチ円径	mm
D_{bo}	ベースプレートの外径	mm
D_{bi}	ベースプレートの内径	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
e	計算における係数	—
F	ベースプレートと据付面の摩擦力	N
F_H	水平地震力	N
F_c	基礎に作用する圧縮力	N
F_f	基礎ボルトの締付力	N
F_t	基礎ボルトに作用する引張力	N
G	胴のせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 ($g = 9.80665$)	m/s^2
H	水頭	Mm
I	胴の断面 2 次モーメント	mm^4
K	ばね定数	N/mm
k	基礎ボルト計算における中立軸の荷重係数	—
λ_g	基礎から容器重心までの距離	mm

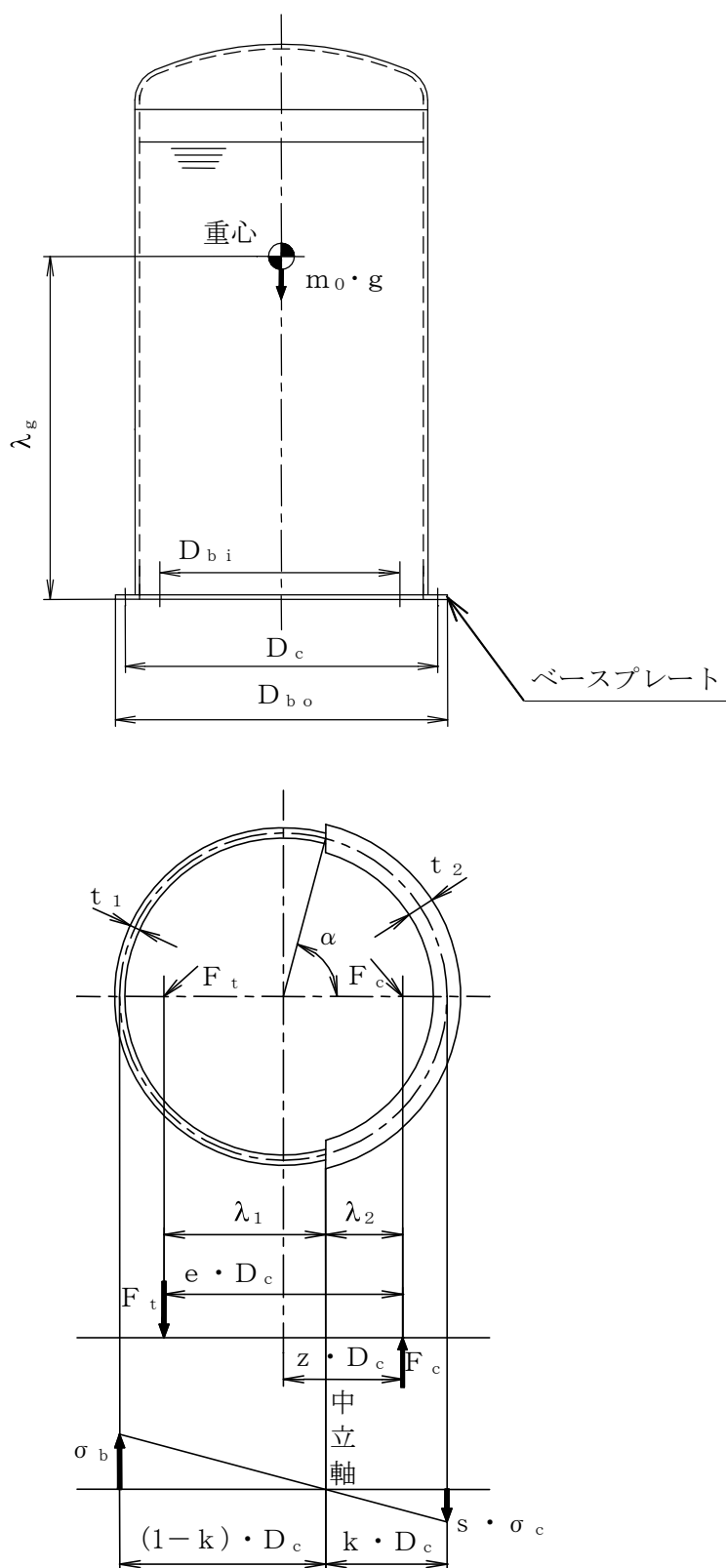
記号	記 号 の 説 明	単位
λ_1, λ_2	基礎ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離	mm
M	転倒モーメント	N・mm
m_o	容器の有効運転質量 ^(注)	kg
m_e	容器の空質量	kg
n	基礎ボルトの本数	—
P_r	最高使用圧力	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比 (コンクリートの場合 $s = 10$, 鋼の場合 $s = 1$)	—
T	固有周期	s
t	胴の板厚	mm
t_1	基礎ボルト面積相当板幅	mm
t_2	圧縮側基礎相当幅	mm
z	基礎ボルト計算における係数	—
α	基礎ボルト計算における中立軸を定める角度	rad
ρ	液体の比重	—
μ	ベースプレートと基礎の摩擦係数 (コンクリートの場合 $\mu = 0.4$, 鋼の場合 $\mu = 0.3$)	—
σ_1	胴の組合せ応力	MPa
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
σ_c	基礎に生じる圧縮応力	MPa
σ_x	胴の軸方向応力の和	MPa
$\sigma_{x1}, \sigma_{\phi 1}$	静水頭又は内圧により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
σ_{x2}, σ_{x3}	胴の空質量及び鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
σ_{x4}	水平方向地震により胴に生じる軸方向応力	MPa
σ_{xb}	胴の曲げモーメントによる軸圧縮応力	MPa
σ_{xc}	胴の軸圧縮荷重による軸圧縮応力	MPa
σ_ϕ	胴の周方向応力の和	MPa
τ	地震により胴に生じるせん断応力	MPa

(注) 有効運転質量は、容器の満水時及び充満時における質量とする。

なお、満水時の質量とは以下の状態の質量とする。

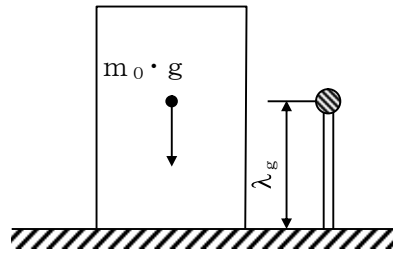
- ① 開放容器若しくは連続水位制御している圧力容器については、100%水位における質量
- ② 貯留構造になっていない圧力容器については、想定される最大水量を加えた質量

2.2.2 容器説明図



第1図 容器の形状及び基礎ボルトの応力計算に用いる記号説明図

2.2.3 固有周期の計算方法



第2図 固有周期の計算モデル

(1) 計算モデル

本容器は，下端固定の1質点系振動モデルとして考える。

(2) 固有周期

曲げ及びせん断変形によるばね定数Kは，次式で求められる。

$$K = \frac{1}{\frac{\lambda_g^3}{3E \cdot I} + \frac{\lambda_g}{G \cdot A_e}}$$

ここで，胴の断面性能は，次式で求める。

$$I = \frac{\pi}{8} (D_i + t)^3 t$$

$$A_e = \frac{2}{3} \pi (D_i + t) t$$

したがって，固有周期は，次式で求める。

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{K \times 10^3}}$$

2.2.4 胴の応力計算

(1) 静水頭又は、内圧による応力

a 静水頭による場合

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho(g + a_v)H \times 10^{-6} D_i}{2 t}$$

$$\sigma_{x 1} = 0$$

b 内圧による場合

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_r(D_i + 1.2 t)}{2 t}$$

$$\sigma_{x 1} = \frac{P_r(D_i + 1.2 t)}{4 t}$$

(2) 空質量及び鉛直方向地震による応力

空質量による圧縮応力及び鉛直方向地震による圧縮応力又は引張応力が生じる。

$$\sigma_{x 2} = \frac{m_e \cdot g}{\pi(D_i + t)t}$$

$$\sigma_{x 3} = \frac{m_e \cdot a_v}{\pi(D_i + t)t}$$

(3) 水平方向地震による応力

水平方向の地震力により、胴はベースプレート接合部で最大となる曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求める。

$$\sigma_{x 4} = \frac{4m_0 \cdot a_H \cdot \lambda_g}{\pi(D_i + t)^2 t}$$

$$\tau = \frac{2m_0 \cdot a_H}{\pi(D_i + t)t}$$

(4) 組合せ応力

(1)項～(3)項によって求めた胴の応力を以下のように組み合わせる。

a 一次一般膜応力

周方向応力 σ_{ϕ}

$$\sigma_{\phi} = \sigma_{\phi 1}$$

軸方向応力 σ_x

$$\sigma_x = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sigma_{x 4}$$

組合せ応力 σ_1

組合せ応力は、周方向応力 σ_{ϕ} 、軸方向応力 σ_x 及びせん断応力 τ を組み合わせで求

める。

$$\sigma_1 = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_\phi + \sigma_x + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_x)^2 + 4\tau^2} \right\}$$

b 一次応力

一次応力は，一次一般膜応力と同じになるため省略する。

c 組合せ圧縮応力

組合せ圧縮応力については，座屈評価を行う。

軸圧縮荷重による軸圧縮応力

$$\sigma_{xc} = \sigma_{x2} + \sigma_{x3}$$

曲げモーメントによる軸圧縮応力

$$\sigma_{xb} = \sigma_{x4}$$

座屈評価式の(P/A)に σ_{xc} を，(M/Z)に σ_{xb} を代入して評価する。

2.2.5 基礎ボルトの応力計算

(1) 引張応力

転倒モーメントMが作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については，荷重と変位量の釣合い条件を考慮することにより求める。

以下にその手順を示す。

a σ_b ， σ_c を仮定して係数kを求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_b}{s \cdot \sigma_c}}$$

b α を求める。

$$\alpha = \cos^{-1}(1 - 2k)$$

c 各定数e，z， C_t 及び C_c を求める。

$$e = \frac{1}{2} \left\{ \frac{(\pi - \alpha) \cos^2 \alpha + \frac{1}{2}(\pi - \alpha) + \frac{3}{2} \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{(\pi - \alpha) \cos \alpha + \sin \alpha} + \frac{\frac{1}{2} \alpha - \frac{3}{2} \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right\}$$

$$z = \frac{1}{2} \left(\cos \alpha + \frac{\frac{1}{2} \alpha - \frac{3}{2} \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right)$$

$$C_t = \frac{2\{(\pi - \alpha)\cos\alpha + \sin\alpha\}}{1 + \cos\alpha}$$

$$C_c = \frac{2(\sin\alpha - \alpha \cdot \cos\alpha)}{1 - \cos\alpha}$$

d 各定数を用いて F_t , F_c を求める。

$$F_t = \frac{M - m_0(g - a_v)z \cdot D_c}{e \cdot D_c}$$

$$F_c = F_t + m_0(g - a_v)$$

ここで,

$$M = m_0 \cdot a_H \cdot \lambda_g$$

基礎ボルトに引張力が作用しないのは, α が π に等しくなったときであり, α を π に近づけた場合の値 $e = 0.75$ 及び $z = 0.25$ を F_t を求める式に代入し, 得られる F_t の値によって引張力の有無を次のように判断する。

$F_t \leq 0$ ならば引張力は作用しない。

$F_t > 0$ ならば引張力が作用しているので次の計算を行う。

e σ_b , σ_c を求める。

$$\sigma_b = \frac{2F_t}{t_1 \cdot D_c \cdot C_t}$$

$$\sigma_c = \frac{2F_c}{(t_2 + s \cdot t_1) D_c \cdot C_c}$$

ここで,

$$t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi D_c}$$

$$t_2 = \frac{1}{2}(D_{bo} - D_{bi}) - t_1$$

σ_b , σ_c が a 項にて仮定した値と十分に近似していることを確認する。この場合の σ_b , σ_c を基礎ボルトと基礎に生じる応力とする。

(2) せん断応力

ボルトに対するせん断力は、ボルト全数で受けるものとして計算する。

$$\tau_b = \frac{m_0 \cdot a_H}{n \cdot A_b}$$

2.2.6 ベースプレートと据付面の摩擦力の確認

(1) ベースプレートと据付面の摩擦力

ベースプレートと据付面の摩擦力 F を次の式により求め、各ボルト位置に作用する水平地震力 F_H と比較する。

$$F = \mu \cdot \{ m_0 \cdot (g - a_v) \}$$

(2) 水平方向地震による水平方向荷重

$$F_H = m_0 \cdot a_H$$

(3) 上記(1)及び(2)項の算定結果に基づき、下記の評価を実施する。

(a) $F \geq F_H$ の場合

基礎ボルト或いは取付ボルトにせん断力は発生しない。

従って、計算結果表の記入欄は と記載する。

(b) $F < F_H$ の場合

基礎ボルト或いは取付ボルトにせん断力が発生する。発生応力が許容応力以下であることを確認することとし、発生応力は水平方向荷重 F_H をボルト全数の断面積で除した値とする。

3. 耐震計算結果

次に耐震計算結果を示す。

東海第二発電所 燃料油サービスタンク耐震計算書

1. 設計条件

機器等の区分	耐震重要度分類	据付場所 及び床面高さ (m)	構造概要	最高使用圧力 P _r (MPa)	最高使用温度 (℃)	液体の比重 ρ
—	C (Ss)	緊急時対策所 EL. 23. 3	平底 たて置円筒形	静水頭	50	0. 870

2. 設計用加速度

減衰定数 (%)	固有周期 T (s)	基準地震動 S _s	
		設計加速度 (m/s ²)	
		水平	鉛直
1. 0	0. 006	14. 71	15. 69

3. 機器要目

m ₀ (kg)	m _e (kg)	D _i (mm)	t (mm)	E (MPa)	G (MPa)	λ _g (mm)
1180	390	960. 0	6. 0	2. 01×10 ⁵	7. 73×10 ⁴	560. 0

H (mm)	s (-)	n (-)	D _c (mm)	D _{b o} (mm)	D _{b i} (mm)	A _b (mm ²)
1039. 0	1	8	1040. 0	1100. 0	960. 0	201 (M16)

評価部材	評価温度(℃)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
胴板	50	241	394	—	241	275
基礎ボルト	50	241	394	—	241	275

4. 結論

	基準地震動S _s による力
摩擦力 F (N)	—
水平地震力 F _H (N)	1.8×10 ⁴
評価結果	F<F _H より，基礎(取付)ボルトの組合せ応力評価を実施する

(応力の単位：MPa)

評価部材	材料	応力		基準地震動 S _s による応力	
				算出応力	許容応力
胴板	SM400B	一次一般膜	周方向	$\sigma_{\phi}=2$	S _I = 236
			軸方向	$\sigma_x=3$	
		組合せ一次		$\sigma_1=5$	
		圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)		$\frac{\alpha \cdot \sigma_{xc}}{f_{cb}} + \frac{\alpha \cdot \sigma_{xb}}{f_{bb}} \leq 1$	
				0.02	
基礎ボルト	SS400	引張		$\sigma_b=22$	1.5 f _t [*] = 205
		せん断		$\tau_b=11$	1.5 f _s [*] = 157
		組合せ		$\sigma_b=22$	f _{ts} [*] = 205

算出応力はすべて許容応力以下であるので安全である。

V-2-10-1-5-3 緊急時対策所用発電機給油ポンプの
耐震性についての計算書

目 次

	頁
1. 概 要	1
2. 耐震計算方法	
2.1 基本事項	2
2.2 給油ポンプの耐震計算方法	9
3. 機能維持評価	
3.1 給油ポンプの機能維持評価方法	12
4. 耐震計算結果	15

1. 概 要

本資料は、東海第二発電所緊急時対策所用発電機設備のうち給油ポンプの耐震計算の方法及び計算結果について示すものである。

2. 耐震計算方法

2.1 基本事項

2.1.1 適用基準

本資料における計算方法は、以下に示す指針・規程に準拠する。

- ・日本電気協会「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）
- ・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」（JEAG4601-1987）
- ・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）
- ・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程」（JEAC4601-2008）

2.1.2 耐震計算の条件

給油ポンプの耐震計算を行う場合、以下の条件に従うものとする。

(1) 評価対象部位

評価対象部位は、以下の通り。

- a. 基礎ボルト
- b. 取付ボルト
- c. 軸
- d. 摺動部（ギア部）
- e. 軸受
- f. メカニカルシール
- g. 軸継手

このうち、「f. メカニカルシール」は、構造上存在せず、「g. 軸継手」は、軸受がブレンメタルでありサイドスラスト荷重が発生しない構造であるため、評価対象外とする。

以上より、本資料においては、給油ポンプの「a. 基礎ボルト」「b. 取付ボルト」「c. 軸」「d. 摺動部（ギア部）」「e. 軸受」の評価方針を示す。

- (2) 評価用地震動は、Ss 地震動とする。
- (3) 給油ポンプの耐震計算モデルは 1 質点系モデルとし、重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- (4) 給油ポンプは、台板上に据付けられる構造である。給油ポンプと台板は、取付ボルトにて固定され、台板は基礎コンクリートに基礎ボルトにて固定される。
- (5) 評価は、JEAG4601 に記載の横置きポンプ（ボルト矩形配置）の評価式ベースで評価する。
- (6) 発電用原子力設備規格（設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）の付録材料図表にて計算する際に、中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、付録材料図表 Part 5 表 8 及び 9 で比例法を用いる場合の端数処理は、小数点第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (7) 計算に用いる寸法は、公称値を使用する。計算は適切な裕度を持った許容値を使用す

ることで実施しており、公称値を用いることで問題ない。

- (8) ボルトの減肉は考慮しないものとする。
- (9) 給油ポンプはその設置目的上、地震後の機能維持が要求されるものであり、運転時荷重である回転によるモーメント及び回転体振動による加速度は考慮しない。
- (10) 電動機の評価は、電動機に作用する最大加速度の 1.0 倍の値(1.0ZPA の値)が、JEAC4601-2008 記載の値（機能維持確認済加速度）以下であることを確認する。

2.1.3 評価用地震荷重

(1) 記号の説明

地震荷重に使用する記号の説明を第 1 表に示す。

第 1 表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
a_H	評価用水平加速度	m/s^2
a_V	評価用鉛直加速度	m/s^2
K_H	評価用水平地震力	—
K_V	評価用鉛直地震力	—

(2) 動的地震力

動的水平及び動的鉛直地震力は、給油ポンプの設置床面における設計用床応答曲線により求めるものとする。

機能維持評価において、ポンプの応力評価は、評価用加速度として、最大加速度の 1.0 倍の値(1.0ZPA)と 1.2 倍の値(1.2ZPA)の 2 ケースを実施する。

(3) 評価用地震力

評価用地震力の求め方を第 2 表に示す。

第 2 表 評価用地震力の求め方

耐 震 重要度分類	評価用水平地震力 (K_H)		評価用鉛直地震力 (K_V)	
C (S_s) クラス	動的	設計用床応答曲線 (S_s) による地震力 ^(注)	動的	設計用床応答曲線 (S_s) による地震力 ^(注)

(注) 固有周期が 0.05 s 以下の設備は、設置床面における最大応答加速度の値を 1.2 倍した値を用いる。

2.1.4 応力評価の考え方

(1) 記号の説明

応力評価に使用する記号の説明を第 3 表に示す。

第 3 表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
D	死荷重	N
f_t^*	f_t の値を算出する際に「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8」に定める値とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8に定める値の 1.2 倍の値」と読み替えて算出した値 ^(注)	MPa
f_s^*	f_s の値を算出する際に「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8」に定める値とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8に定める値の 1.2 倍の値」と読み替えて算出した値 ^(注)	MPa
M_D	地震と組み合わせすべきプラントの供用状態 A 及び B (供用状態 C がある場合にはこれを含む。), 又は当該設備に設計上定められた機械的荷重	N
P_D	地震と組み合わせすべきプラントの供用状態 A 及び B (供用状態 C がある場合にはこれを含む。), 又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重	N
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	N
S_y	設計降伏点 (設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8 に規定される値)	MPa
S_u	設計引張強さ (設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 9 に規定される値)	MPa
$IV_A S$	設計・建設規格の供用状態 D の許容応力を基準として, それに地震により生じる応力に対する特別な制限を加えた許容応力状態	—
σ_{b1}	ボルトに発生する最大引張応力	MPa
τ_{sb1}	ボルトに発生するせん断応力	MPa
σ_{b2}	軸に発生する引張応力	MPa
σ_c	軸に発生する圧縮応力	MPa
σ_t	軸に発生する曲げ応力	MPa
τ_{sb2}	軸に発生するせん断応力	MPa
σ_1	軸に発生する一次一般膜応力と曲げ応力	MPa
σ_2	軸に発生する一次一般膜応力	MPa

(注) 基礎ボルト及び取付ボルトについては，雰囲気温度における値。

(2) 荷重の組合せと許容応力状態

荷重の組合せと許容応力状態を第 4 表に示す。

第 4 表 荷重の組合せと許容応力状態

荷重の組合せ	$D + P_D + M_D + S_s$
許容応力状態	$IV_A S$

(3) 許容応力

許容応力は、クラス3支持構造物に準拠する。

a 支持構造物

基礎ボルト及び取付ボルトの許容応力を第 5 表に、軸の許容応力を第 6 表に示す。

また、基礎ボルト及び取付ボルトの評価する応力を第 7 表に、軸の評価する応力を第 8 表に示す。

第 5 表 基礎ボルト、取付ボルトの許容応力

耐震 重要度 分類	許容 応力 状態	支持構造物の 種類		基礎ボルト、取付ボルト	
		応力 分類		一次応力	
				引 張	せん断
C (Ss) クラス	$IV_A S$			$1.5 f_t^*$	$1.5 f_s^*$
				組合せ (注)	
				f_{ts}^*	

(注) ボルトにせん断力が作用する場合、以下の評価式で組合せ評価を実施する。

$$IV_A S : f_{ts}^* = \text{Min} (1.4(1.5 f_t^*) - 1.6 \tau_{sb}, 1.5 f_t^*)$$

第 6 表 軸の許容応力

耐震 重要度 分類	許容 応力 状態	応力分類	
		引張応力 圧縮応力 せん断応力 一次一般膜応力	曲げ応力 一次一般膜応力と 曲げ応力
C (Ss) クラス	$IV_A S$	$0.6 S_u$	左欄の 1.5 倍の値

第 7 表 基礎ボルト，取付ボルトの評価する応力

種類 \ 応力分類	一次応力	
	引 張	せん断
給 油 ポ ン プ	σ_{b1}	τ_{sb1}

第 8 表 軸の評価する応力

種類 \ 応力分類	引 張	圧 縮	曲 げ	せん断	一次一般 膜応力と 曲げ応力	一次一般 膜応力
軸	σ_{b2}	σ_c	σ_t	τ_{sb2}	σ_1	σ_2

2.2 給油ポンプの耐震計算方法

2.2.1 記号の説明

給油ポンプの耐震計算に使用する記号を第 9 表に示す。

第 9 表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
A_b	ボルトの呼び径断面積	mm^2
a_H	設計用水平加速度	m/s^2
a_V	設計用鉛直加速度	m/s^2
C_H	設計用水平震度	G
C_V	設計用鉛直震度	G
g	重力加速度 ($g=9.80665$)	m/s^2
ℓ_g	ボルト設置位置から重心までの高さ	mm
ℓ	重心とボルト間の水平方向距離	mm
L	支点としている基礎ボルト及び取付ボルトより最大引張応力がかかる基礎ボルト及び取付ボルトまでの距離	mm
m_o	質量	kg
n_b	ボルトの全本数	—
n_{fb}	引張が作用するボルトの本数	—
σ_{b1}	ボルトに発生する最大引張応力	MPa
τ_{sb1}	ボルトに発生するせん断応力	MPa

※取付ボルト評価時には、質量は給油ポンプの質量、重心は給油ポンプのみの重心位置とし、取付ボルト位置までの距離を評価に用いる。また、基礎ボルト評価時には、質量は台板上に積載される設備の全質量、重心は全設備の重心位置とし、基礎ボルト位置までの距離を評価に用いることにする。

2.2.2 評価モデル図

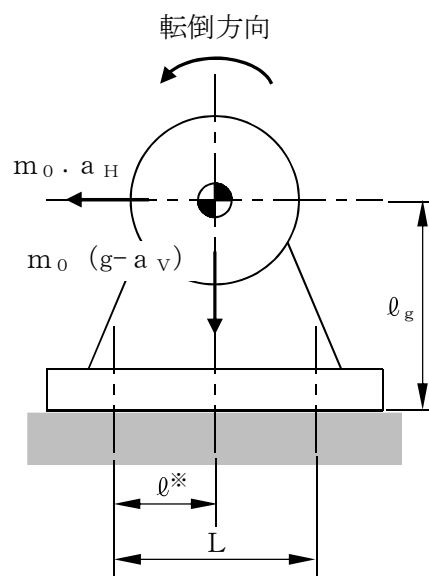
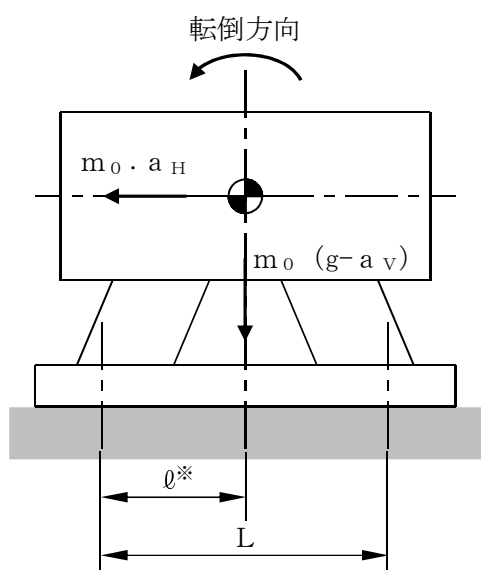


図1 計算モデル（軸方向転倒）

図2 計算モデル（軸直角方向転倒）

※ ℓ は最大引張応力がかかる寸法を採用すること

2.2.3. 算出過程

評価は、JEAG4601 に記載の横置きポンプ（ボルト矩形配置）の評価式をベースとした評価式にて評価を実施する。

2.2.3.1 基礎ボルト及び取付ボルトの応力計算

(1) 引張応力評価

$$\sigma_{b1} = \frac{m_0 \cdot a_H \cdot \lambda_g - m_0 \cdot (g - a_v) \cdot \lambda}{n_{fb} \cdot A_b \cdot L}$$

ここで,

$$a_H = C_H \times g$$

$$a_v = C_v \times g$$

(2) せん断応力評価

$$\tau_{sb1} = \frac{m_0 \cdot a_H}{n_b \cdot A_b}$$

3. 機能維持評価

緊急時対策所用発電機設備の内、給油ポンプの地震後機能維持評価について、以下に示す。

3.1 給油ポンプの機能維持評価方法

3.1.1 記号の説明

給油ポンプの機能維持評価に使用する記号を第 10 表に示す。

第 10 表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
A	最小軸直径部の軸断面積	mm^2
A _s	軸受面積	mm^2
ω	地震力を考慮した等分布荷重	N/mm
H _s	ハイドロスラスト荷重	N
ℓ	軸及び摺動部（ギア部）の支持間長さ	mm
W ₀	軸及び摺動部（ギア部）の質量	kg
M	等分布荷重により働くモーメント	N・mm
Z	断面係数	mm^3
δ	たわみ量	mm
E	摺動部（ギア部）のヤング率	MPa
I	断面二次モーメント	mm^4
σ_{b2}	軸に発生する引張応力	MPa
σ_c	軸に発生する圧縮応力	MPa
σ_t	軸に発生する曲げ応力	MPa
τ_{sb2}	軸に発生するせん断応力	MPa
σ_1	軸に発生する一次一般膜応力と曲げ応力	MPa
σ_2	軸に発生する一次一般膜応力	MPa
P	軸に作用する面圧	MPa

3.1.2 給油ポンプの機能維持評価方法

(1) 軸

軸を両端支持の単純はりモデル化し、地震力を考慮した荷重による引張応力、圧縮応力、曲げ応力、せん断応力、組合せ応力を算出する。許容応力は、第 6 表に示す値とし発生する応力値が、許容応力値を下回ることを確認する。

a. 引張応力

σ_{b2} の算出式は、以下の通り。

$$\sigma_{b2} = \frac{\omega \cdot \ell + Hs}{A}$$

ここで、

$$\omega = \frac{W_0 \times \sqrt{a_H^2 + (9.80665 + a_V)^2}}{\ell}$$

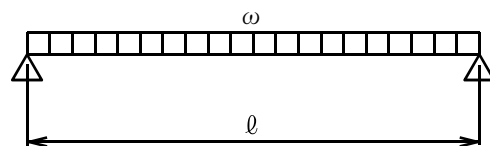


図3 評価モデル

b. 圧縮応力

σ_c の算出式は、以下の通り。

$$\sigma_c = \frac{\omega \cdot \ell + Hs}{A}$$

c. 曲げ応力

M, σ_t の算出式は、以下の通り。

$$M = \frac{\omega \cdot \ell^2}{8}$$

$$\sigma_t = \frac{M}{Z}$$

d. せん断応力

τ_{sb2} の算出式は、以下の通り。

$$\tau_{sb2} = \frac{\omega \cdot \ell}{A}$$

e. 一次一般膜応力と曲げ応力

σ_1 の算出式は、以下の通り。

$$\sigma_1 = \sigma_{11} - \sigma_{21}$$

ここで、

$$\sigma_{11} = \frac{1}{2}(\sigma_t + \sigma_b) + \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + 4\tau^2}$$

$$\sigma_{21} = \frac{1}{2}(\sigma_t + \sigma_b) - \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + 4\tau^2}$$

f. 一次一般膜応力

σ_2 の算出式は、以下の通り。

$$\sigma_2 = \sigma_{12} - \sigma_{22}$$

ここで、

$$\sigma_{12} = \frac{1}{2}\sigma_t + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau^2}$$

$$\sigma_{22} = \frac{1}{2}\sigma_t - \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau^2}$$

(2) 摺動部（ギア部）

摺動部（ギア部）の評価は、摺動部を両端支持の単純はりモデル化し、地震力を考慮した等分布荷重によるたわみ量を算出し、たわみ量がギアとケーシングのクリアランス内であることを確認する。

たわみ量の算出式は、以下の通り。

$$\delta = \frac{5 \omega \cdot \ell^4}{384 E \cdot I}$$

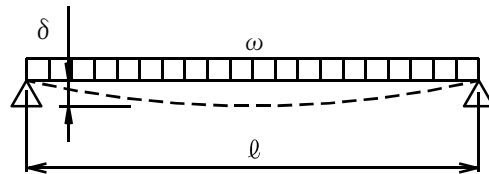


図4 評価モデル

(3) 軸受

軸受の評価は、地震時に作用する全荷重を軸受が受けるものとし、地震による面圧が、軸受メーカーカタログ記載の荷重値（許容面圧）内であることを確認する。

面圧の算出式は、以下の通り。

$$P = \frac{\omega \cdot \ell}{A_s}$$

3.1.3 電動機の機能維持評価方法

電動機の評価は、2.1.2 項(10)でも示している通り、電動機に作用する最大加速度の1.0 倍の値（1.0ZPA の値）が、JEAC4601-2008 記載の値（機能維持確認済加速度）以下であることを確認する。

4. 耐震計算結果

次に耐震計算結果を示す。

東海第二発電所 緊急時対策所用発電機設備（給油ポンプ）の耐震計算書

1. 設計条件

耐震重要度 分類	設置場所 (m)	ボルト配置状態	評価温度(℃)		
			基礎ボルト	ポンプ取付ボルト	原動機取付ボルト
C (Ss)	19. 3	矩形配置	50	50	50

2. 評価用加速度

設計用加速度 (応力評価) (m/s ²)	
水 平 (a _H)	鉛 直 (a _V)
14. 71	9. 81

3. 機器要目

評価部位	m _o (kg)	ℓ _g (mm)	A _b (mm ²)	n _b (-)	n _{f b} (-)	ℓ (mm)	L (mm)
基礎ボルト	150	195	113. 1 (M12)	4	2	161 179	340
ポンプ取付ボルト	37. 2	183	113. 1 (M12)	4	2	0 40	40
原動機取付ボルト	28. 8	90	50. 3 (M8)	4	2	181. 5	75

4. 結果

4. 1 基礎ボルトの応力評価結果（許容応力状態Ⅳ_A S）

評価部材	材料	評価応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	耐震裕度	結果
基礎ボルト	SUS630	引張	6	475	79. 16	○
		せん断	5	366	73. 20	○
		組合せ	6	475	79. 16	○

4. 2 ポンプ取付ボルトの応力評価結果（許容応力状態Ⅳ_A S）

評価部材	材料	評価応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	耐震裕度	結果
ポンプ取付ボルト	SS400	引張	12	205	17. 08	○
		せん断	2	157	78. 50	○
		組合せ	12	205	17. 08	○

4. 3 原動機取付ボルトの応力評価結果（許容応力状態Ⅳ_A S）

評価部材	材料	評価応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	耐震裕度	結果
原動機取付ボルト	SS400	引張	14	205	14. 64	○
		せん断	3	157	52. 33	○
		組合せ	14	205	14. 64	○

1. 設計条件

耐震重要度分類	設置場所 (m)	配置状態	評価温度 (℃)	電動機の型式
C (Ss)	19.3	矩形配置	50	横形ころがり軸受 電動機

2. 評価用加速度

設計用加速度 (応力評価) (m/s ²)		設計用加速度 (動的機能維持評価) (m/s ²)	
水 平 (a _H)	鉛 直 (a _V)	水 平 (a _H)	鉛 直 (a _V)
11.77	9.81	11.77	9.81

3. 機器要目

A (mm ²)	A _S (mm ²)	H _S (N)	ℓ (mm)	W ₀ (kg)	Z (mm ³)	E (MPa)	I (mm ⁴)
804.2	1440	0	115	2.4	3.22×10 ³	2.03×10 ⁵	5.15×10 ⁴

4. 結果

4.1 給油ポンプ

(1) 軸

材料	評価応力		発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
SCM440	引張		1	572
	圧縮		1	572
	曲げ		1	858
	せん断		1	572
	組合せ	一次一般膜応力と曲げ応力	4	858
		一次一般膜応力	3	572

発生応力はすべて許容応力以下であるので安全である。

(2) 摺動部（ギア部）

変位量 (mm)	クリアランス (mm)
0.0002	0.04

変位量はクリアランス内に収まっているので安全である。

(3) 軸受

面圧 (MPa)	許容面圧 (MPa)
1	2

面圧は許容面圧以下であるので安全である。

4.2 電動機

項 目	評価用加速度※1 (×9.8m/s ²)	機能維持確認済加速度 (×9.8m/s ²)	結果
水 平	1.2	4.7	○
鉛 直	1.0	1.0	○

※1：電動機の固有値については、剛とすることとし、評価用加速度は、最大加速度の1.0倍の値を用いる。
評価用加速度はすべて機能維持確認済加速度以下であるので安全である。

1. 設計条件

耐震重要度分類	設置場所 (m)	配置状態	評価温度 (℃)	電動機の型式
C (Ss)	19. 3	矩形配置	50	横形ころがり軸受 電動機

2. 評価用加速度

設計用加速度 (応力評価) (m/s ²)	
水 平 (a _H)	鉛 直 (a _V)
14. 71	9. 81

3. 機器要目

A (mm ²)	A _S (mm ²)	H _S (N)	ℓ (mm)	W ₀ (kg)	Z (mm ³)	E (MPa)	I (mm ⁴)
804. 2	1440	0	115	2. 4	3. 22×10 ³	2. 03×10 ⁵	5. 15×10 ⁴

4. 結果

4. 1 給油ポンプ

(1) 軸

材料	評価応力		発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
SCM440	引張		1	572
	圧縮		1	572
	曲げ		1	858
	せん断		1	572
	組合せ	一次一般膜応力と曲げ応力	4	858
		一次一般膜応力	3	572

発生応力はすべて許容応力以下であるので安全である。

(2) 摺動部（ギア部）

変位量 (mm)	クリアランス (mm)
0. 0002	0. 04

変位量はクリアランス内に収まっているので安全である。

(3) 軸受

面圧 (MPa)	許容面圧 (MPa)
1	2

面圧は許容面圧以下であるので安全である。

V-2-10-1-5-4 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンクの
耐震性についての計算書

目	次	頁
1. 概	要	1

1. 概 要

本資料は、東海第二発電所緊急時対策所用発電機設備のうち燃料油貯蔵タンクの耐震計算の方法及び計算結果について示すものである。

V-2-10-1-5-5 緊急時対策所用発電機の耐震性についての計算書

目 次

	頁
1. 概 要	1
2. 耐震計算方法	2
2.1 基本事項	2
2.2 発電機の耐震計算方法	6
3. 機能維持評価	9

1. 概 要

本資料は、東海第二発電所緊急時対策所用発電機のうち発電機の耐震計算の方法及び計算結果について示すものである。

2. 耐震計算方法

2.1 基本事項

2.1.1 適用基準

本資料における計算方法は、以下に示す指針・規程に準拠する。

- ・ 日本電気協会「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)
- ・ 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1987)
- ・ 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)
- ・ 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程」(JEAC4601-2008)

2.1.2 耐震計算の条件

発電機の耐震計算を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- (1) 発電機の耐震計算モデルは1質点系モデルとし、重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- (2) 評価は、JEAG4601に記載の横置きポンプ（ボルト矩形配置）の評価式ベースとした評価式にて評価を実施する。
- (3) 発電用原子力設備規格（設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）の付録材料図表にて計算する際に、中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、付録材料図表 Part 5 表 8 及び 9 で比例法を用いる場合の端数処理は、小数点第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (4) 計算に用いる寸法は、公称値を使用する。計算は適切な裕度を持った許容値を使用することで実施しており、公称値を用いることで問題ない。
- (5) ボルトの減肉は考慮しないものとする。
- (6) 発電機はその設置目的上、地震後の機能維持が要求されるものであり、運転時荷重である回転によるモーメント及び回転体振動による加速度を考慮しないものとする。

2.1.3 評価用地震荷重

(1) 記号の説明

地震荷重に使用する記号の説明を第1表に示す。

第1表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
a_H	評価用水平加速度	m/s^2
a_V	評価用鉛直加速度	m/s^2
K_H	評価用水平地震力	—
K_V	評価用鉛直地震力	—

(2) 動的地震力

動的水平及び動的鉛直地震力は，発電機の設置床面における設計用床応答曲線により求めるものとする。

(3) 評価用地震力

評価用地震力の求め方を第2表に示す。

第2表 評価用地震力の求め方

耐震重要度分類	評価用水平地震力 (K_H)		評価用鉛直地震力 (K_V)	
C (S_s) クラス	動的	設計用床応答曲線 (S_s) による地震力 (注)	動的	設計用床応答曲線 (S_s) による地震力 (注)

(注) 固有周期が 0.05 s 以下の設備は，設置床面における最大応答加速度の値を 1.2 倍した値を用いる。

2.1.4 応力評価の考え方

(1) 記号の説明

応力評価に使用する記号の説明を第3表に示す。

第3表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
D	死荷重	N
f_t^*	f_t の値を算出する際に「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8」に定める値とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8に定める値の1.2倍の値」と読み替えて算出した値 ^(注)	MPa
f_s^*	f_s の値を算出する際に「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8」に定める値とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8に定める値の1.2倍の値」と読み替えて算出した値 ^(注)	MPa
M_D	地震と組み合わせすべきプラントの供用状態A及びB（供用状態Cがある場合にはこれを含む。）、又は当該設備に設計上定められた機械的荷重	N
P_D	地震と組み合わせべきプラントの供用状態A及びB（供用状態Cがある場合にはこれを含む。）、又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重	N
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	N
$IV_A S$	設計・建設規格の供用状態Dの許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な制限を加えた許容応力状態	—
σ_b	ボルトに発生する引張応力	MPa
τ_{sb}	ボルトに発生するせん断応力	MPa

(注) 取付ボルトについては、共通台板に設置されるため機器の最高使用温度における値。

(2) 荷重の組合せと許容応力状態

荷重の組合せと許容応力状態を第4表に示す。

第4表 荷重の組合せと許容応力状態

荷重の組合せ	$D + P_D + M_D + S_s$
許容応力状態	$IV_A S$

(3) 許容応力

許容応力は、クラス3支持構造物に準拠する。

a 支持構造物

取付ボルトの許容応力を第5表に示す。

また、評価する応力を第6表に示す。

第5表 取付ボルトの許容応力

耐震 重要度 分類	支持構造物の 種類	許容 応力 状態	応力 分類	取付ボルト		
				一次応力		
				引 張	せん断	組合せ (注)
C (Ss) クラス		$IV_A S$		$1.5 f_t^*$	$1.5 f_s^*$	f_{ts}^*

(注) ボルトにせん断力が作用する場合、以下の評価式で組合せ評価を実施する。

$$IV_A S : f_{ts}^* = \text{Min} (1.4(1.5 f_t^*) - 1.6 \tau_b, 1.5 f_t^*)$$

第6表 取付ボルトの評価する応力

種類	応力分類	一次応力	
		引 張	せん断
発 電 機		σ_b	τ_{sb}

2.2 発電機の耐震計算方法

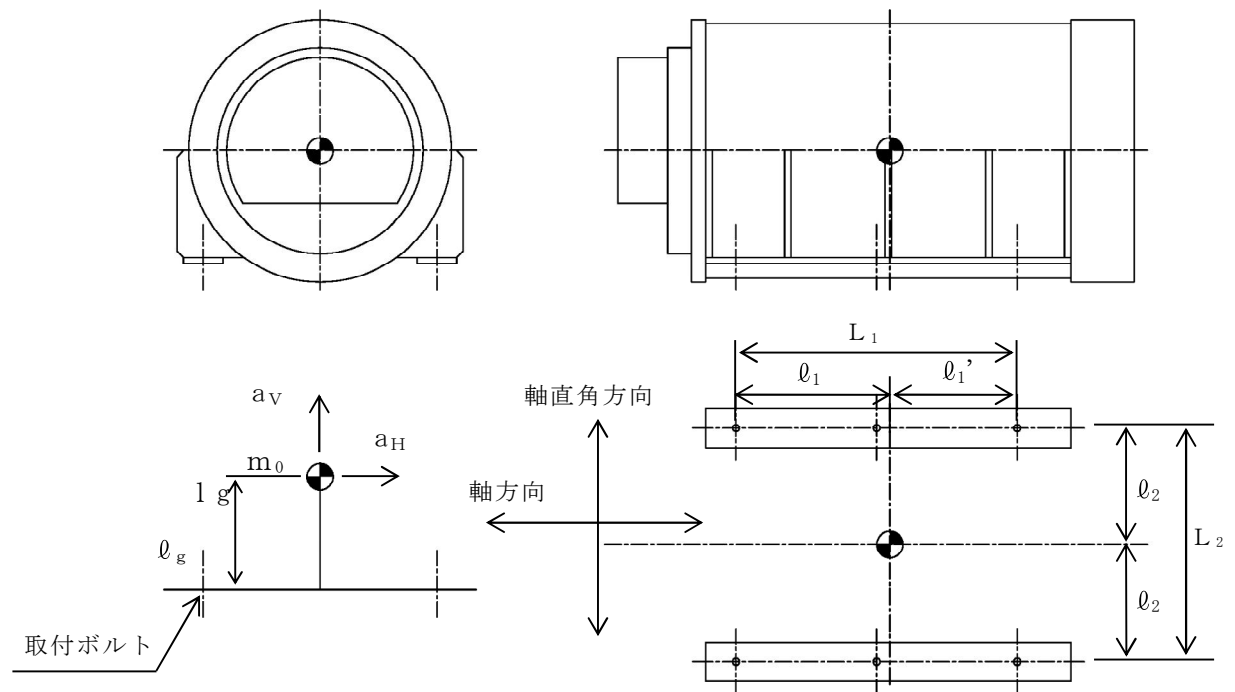
2.2.1 記号の説明

発電機の耐震計算に使用する記号を第7表に示す。

第7表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
A_b	ボルトの呼び径断面積	mm^2
a_H	設計用水平加速度	m/s^2
a_V	設計用鉛直加速度	m/s^2
C_H	設計用水平震度	G
C_V	設計用鉛直震度	G
F_b	ボルト最大引張荷重	N
F_{sb}	ボルトのせん断荷重	N
F_{b1}, F_{b2}	ボルト引張荷重	N
g	重力加速度 ($g = 9.80665$)	m/s^2
ℓ_g	ボルト設置位置から重心までの高さ	mm
ℓ_1, ℓ_1'	発電機重心からボルト位置までの距離	mm
L_1	支点から片側のボルト位置までの距離	mm
ℓ_2	発電機重心からボルト位置までの距離	mm
L_2	支点から片側のボルト位置までの距離	mm
m_0	発電機質量	kg
n_b	ボルトの全本数	—
n_{fb}	引張が作用するボルトの全本数	—

2.2.2 評価モデル図



第 1 図 発電機 外形図及び評価モデル

2.2.3 算出過程

評価は、JEAG4601 に記載の横置きポンプ（ボルト矩形配置）の評価式をベースとした評価式にて評価を実施する。

2.2.3.1 取付ボルトの応力計算

(1) 引張応力評価

(a) 軸方向

$$F_{b1} = \frac{1}{L_1} \{m_0 \cdot a_H \cdot \lambda_g - m_0 \cdot (g - a_v) \cdot \lambda_1\}$$

$$F_{b2} = \frac{1}{L_1} \{m_0 \cdot a_H \cdot \lambda_g - m_0 \cdot (g - a_v) \cdot \lambda_1'\}$$

$$F_b = \max (F_{b1}, F_{b2})$$

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_{fb} \cdot A_b}$$

ここで,

$$a_H = C_H \times g$$

$$a_v = C_v \times g$$

(b) 軸直角方向

$$F_b = \frac{1}{L_2} \{m_0 \cdot a_H \cdot \lambda_g - m_0 \cdot (g - a_v) \cdot \lambda_2\}$$

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_{fb} \cdot A_b}$$

(2) せん断応力評価

$$F_{sb} = m_0 \cdot a_H$$

$$\tau_{sb} = \frac{F_{sb}}{n_b \cdot A_b}$$

3. 機能維持評価

緊急時対策所用発電機のうち発電機の地震後機能維持評価について、以下に示す。

3.1 機能維持評価方法

緊急時対策所用発電機と同型の常設代替高圧電源装置の加振試験を実施した。機能維持評価方法としては、緊急時対策所用発電機の設置エリアの最大加速度が常設代替高圧電源装置の加振試験で得られた発電機の機能確認済加速度以下であることにより確認する。機能確認済加速度については第8表に示す。

第8表 機能確認済加速度

項 目	機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)
水 平	1.6
鉛 直	2.3

V-2-10-1-5-6 緊急時対策所用発電機制御盤
の耐震性についての計算書

目 次

	頁
1. 概 要	1
2. 制御盤の耐震計算方法	2
2.1 基本事項	2
2.2 制御盤の耐震計算方法	6
3. 制御盤の機能維持評価	10
3.1 機能維持評価方法	10
4. 保護継電装置盤の耐震計算方法	11
4.1 基本事項	11
4.2 保護継電装置盤の耐震計算方法	15
5. 保護継電装置盤の機能維持評価	18
5.1 機能維持評価方法	18

1. 概 要

本資料は、東海第二発電所緊急時対策所用発電機制御盤（制御盤，保護継電装置盤）の耐震計算の方法及び計算結果について示すものである。対象となる制御盤は第 1 表に示す。

第 1 表 緊急時対策所用発電機制御盤構成

名称	種類
緊急時対策所用発電機制御盤	垂直自立形
緊急時対策所用発電機保護継電装置盤	垂直自立形

2. 制御盤の耐震計算方法

2.1 基本事項

2.1.1 適用基準

本資料における計算方法は、以下に示す指針・規程に準拠する。

- ・ 日本電気協会「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)
- ・ 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1987)
- ・ 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)
- ・ 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程」(JEAC4601-2008)

2.1.2 耐震計算の条件

制御盤の耐震計算を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- (1) 制御盤の耐震計算モデルは1質点系モデルとし、重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- (2) 評価は、JEAG4601に記載の横置きポンプ（ボルト矩形配置）の評価式ベースで評価する。
- (3) 発電用原子力設備規格（設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）の付録材料図表にて計算する際に、中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、付録材料図表 Part 5 表 8 及び 9 で比例法を用いる場合の端数処理は、小数点第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (4) 計算に用いる寸法は、公称値を使用する。計算は適切な裕度を持った許容値を使用することで実施しており、公称値を用いることで問題ない。
- (5) ボルトの減肉は考慮しないものとする。
- (6) 設備の固有振動数は、同型の制御盤の加振試験より、水平（左右方向）が 19.5 Hz であり、水平（前後方向）が 11.25 Hz であり、鉛直方向が 20 Hz 以上である。
- (7) 減衰定数は水平方向と鉛直方向ともに 1.0%を用いる。

2.1.3 評価用地震荷重

(1) 記号の説明

地震荷重に使用する記号の説明を第2表に示す。

第2表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
a_H	評価用水平加速度	m/s^2
a_V	評価用鉛直加速度	m/s^2
K_H	評価用水平地震力	—
K_V	評価用鉛直地震力	—

(2) 動的地震力

動的水平及び動的鉛直地震力は，制御盤の設置床面における設計用床応答曲線により求めるものとする。

(3) 評価用地震力

評価用地震力の求め方を第3表に示す。

第3表 評価用地震力の求め方

耐震重要度分類	評価用水平地震力 (K_H)		評価用鉛直地震力 (K_V)	
C (S_s) クラス	動的	設計用床応答曲線 (S_s) による地震力 (注)	動的	設計用床応答曲線 (S_s) による地震力 (注)

(注) 固有周期が 0.05 s 以下の設備は，設置床面における最大応答加速度の値を 1.2 倍した値を用いる。

2.1.4 応力評価の考え方

(1) 記号の説明

応力評価に使用する記号の説明を第4表に示す。

第4表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
D	死荷重	N
f_t^*	f_t の値を算出する際に「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8」に定める値とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8に定める値の1.2倍の値」と読み替えて算出した値 ^(注)	MPa
f_s^*	f_s の値を算出する際に「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8」に定める値とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8に定める値の1.2倍の値」と読み替えて算出した値 ^(注)	MPa
M_D	地震と組み合わせすべきプラントの供用状態A及びB（供用状態Cがある場合にはこれを含む。）、又は当該設備に設計上定められた機械的荷重	N
P_D	地震と組み合わせすべきプラントの供用状態A及びB（供用状態Cがある場合にはこれを含む。）、又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重	N
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	N
$IV_A S$	設計・建設規格の供用状態Dの許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な制限を加えた許容応力状態	—
σ_b	ボルトに発生する引張応力	MPa
τ_{sb}	ボルトに発生するせん断応力	MPa

(注) 基礎ボルトについては、雰囲気温度における値。取付ボルトについては、機器の最高使用温度における値。

(2) 荷重の組合せと許容応力状態

荷重の組合せと許容応力状態を第5表に示す。

第5表 荷重の組合せと許容応力状態

荷重の組合せ	$D + P_D + M_D + S_s$
許容応力状態	$IV_A S$

(3) 許容応力

許容応力は、クラス3支持構造物に準拠する。

a 支持構造物

基礎ボルト及び取付ボルトの許容応力を第6表に示す。

また、評価する応力を第7表に示す。

第6表 基礎ボルト及び取付ボルトの許容応力

耐震 重要度 分類	支持構造物の 種類	許容 応力 状態	応力 分類	基礎ボルト, 取付ボルト		
				一次応力		
				引 張	せん断	組合せ (注)
C (Ss) クラス		$IV_A S$		$1.5 f_t^*$	$1.5 f_s^*$	f_{ts}^*

(注) ボルトにせん断力が作用する場合、以下の評価式で組合せ評価を実施する。

$$IV_A S : f_{ts}^* = \text{Min} (1.4(1.5 f_t^*) - 1.6 \tau_b, 1.5 f_t^*)$$

第7表 基礎ボルト及び取付ボルトの評価する応力

種類	応力分類	一次応力	
		引 張	せん断
制 御 盤		σ_b	τ_{sb}

2.2 制御盤の耐震計算方法

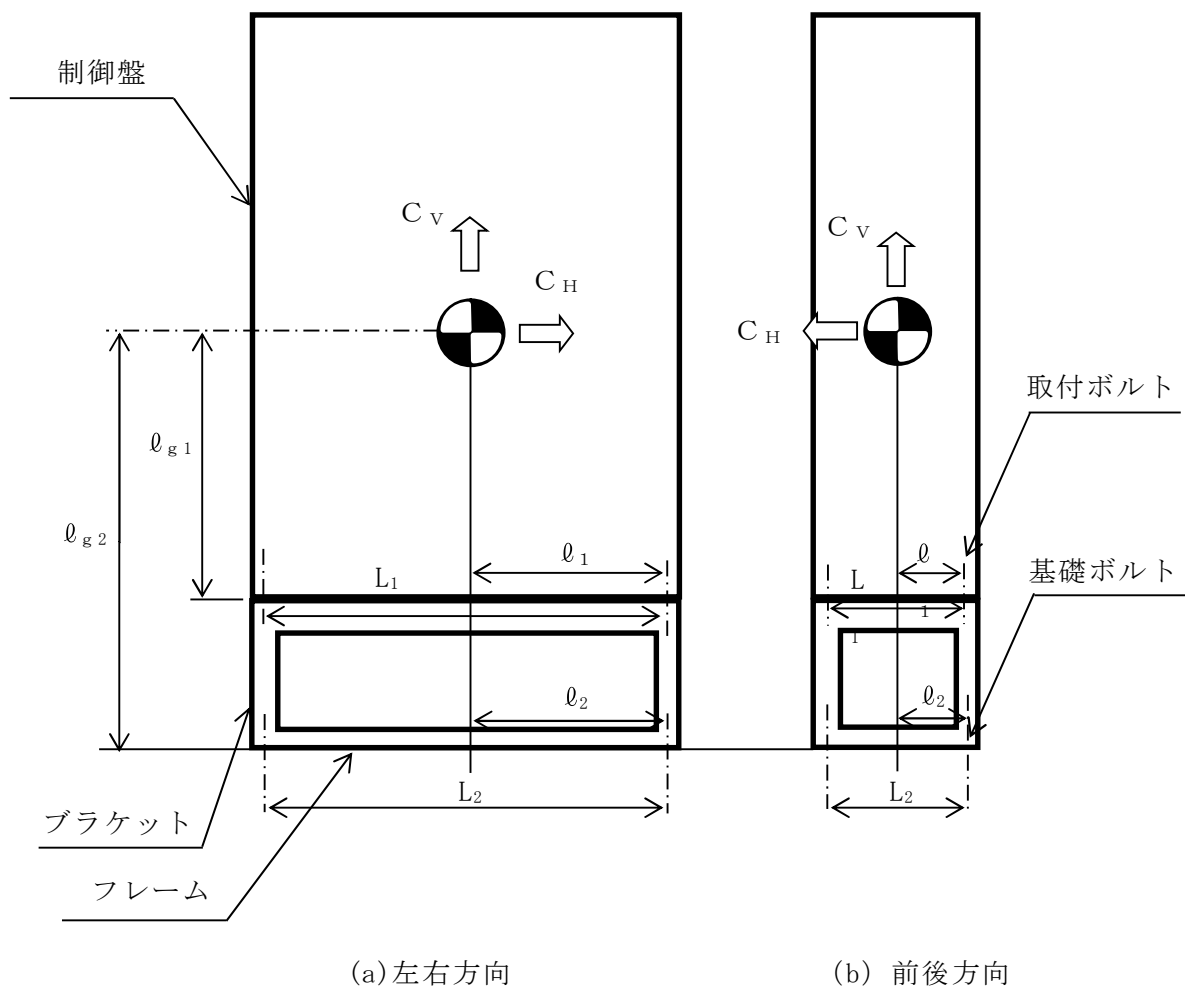
2.2.1 記号の説明

制御盤の耐震計算に使用する記号を第8表に示す。

第8表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
A_b	ボルトの呼び径断面積	mm^2
a_H	設計用水平加速度	m/s^2
a_V	設計用鉛直加速度	m/s^2
C_H	設計用水平震度	G
C_V	設計用鉛直震度	G
F_b	ボルト引張荷重	N
F_{sb}	ボルトせん断荷重	N
g	重力加速度 ($g = 9.80665$)	m/s^2
ℓ_{g1}	取付ボルト設置位置から重心までの高さ	mm
ℓ_1	制御盤重心からボルト位置までの距離	mm
L_1	支点から片側のボルト位置までの距離	mm
ℓ_{g2}	基礎ボルト設置位置から重心までの高さ	mm
ℓ_2	制御盤重心からボルト位置までの距離	mm
L_2	支点から片側のボルト位置までの距離	mm
m_1	制御盤質量	kg
m_2	制御盤およびブラケットの質量	kg
n_b	せん断が作用するボルトの本数	—
n_{fb}	引張が作用するボルトの本数	—

2.2.2 評価モデル図



第1図 制御盤 外形図及び評価モデル

2.2.3 算出過程

評価は、JEAG4601 に記載の横置きポンプ（ボルト矩形配置）の評価式をベースとした評価式にて評価を実施する。

2.2.3.1 取付ボルトの応力計算

(1) 引張応力評価

(a) 左右方向

$$F_b = \frac{1}{L_1} \{m_1 \cdot a_H \cdot \lambda_{g1} - m_1 \cdot (g - a_v) \cdot \lambda_1\}$$

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_{fb} \cdot A_b}$$

ここで,

$$a_H = C_H \times g$$

$$a_v = C_v \times g$$

(b) 前後方向

$$F_b = \frac{1}{L_1} \{m_1 \cdot a_H \cdot \lambda_{g1} - m_1 \cdot (g - a_v) \cdot \lambda_1\}$$

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_{fb} \cdot A_b}$$

(2) せん断応力評価

$$F_{sb} = m_1 \cdot a_H$$

$$\tau_{sb} = \frac{F_{sb}}{n_b \cdot A_b}$$

2.2.3.2 基礎ボルトの応力計算

(1) 引張応力評価

(a) 左右方向

$$F_b = \frac{1}{L_2} \{ m_2 \cdot a_H \cdot \lambda_{g2} - m_2 \cdot (g - a_v) \cdot \lambda_2 \}$$

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_{fb} \cdot A_b}$$

(b) 前後方向

$$F_b = \frac{1}{L_2} \{ m_2 \cdot a_H \cdot \lambda_{g2} - m_2 \cdot (g - a_v) \cdot \lambda_2 \}$$

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_{fb} \cdot A_b}$$

(2) せん断応力評価

$$F_{sb} = m_2 \cdot a_H$$

$$\tau_{sb} = \frac{F_{sb}}{n_b \cdot A_b}$$

3. 制御盤の機能維持評価

制御盤の地震後機能維持評価について、以下に示す。

3.1 機能維持評価方法

緊急時対策所用発電機制御盤と同型の制御盤が搭載されている常設代替高圧電源装置の加振試験を実施した。機能維持評価方法としては、緊急時対策所用発電機制御盤の設置エリアの最大加速度が常設代替高圧電源装置の加振試験で得られた制御盤の機能確認済加速度以下であることにより確認する。機能確認済加速度については第9表に示す。

第9表 機能確認済加速度

項 目	機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)
水 平	1.6
鉛 直	2.3

4. 保護継電装置盤の耐震計算方法

4.1 基本事項

4.1.1 適用基準

本資料における計算方法は、以下に示す指針・規程に準拠する。

- ・ 日本電気協会「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)
- ・ 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1987)
- ・ 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)
- ・ 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程」(JEAC4601-2008)

4.1.2 耐震計算の条件

保護継電装置盤の耐震計算を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- (1) 保護継電装置盤の耐震計算モデルは 1 質点系モデルとし、重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- (2) 評価は、JEAG4601 に記載の横置きポンプ（ボルト矩形配置）の評価式ベースで評価する。
- (3) 発電用原子力設備規格（設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）の付録材料図表にて計算する際に、中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、付録材料図表 Part 5 表 8 及び 9 で比例法を用いる場合の端数処理は、小数点第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (4) 計算に用いる寸法は、公称値を使用する。計算は適切な裕度を持った許容値を使用することで実施しており、公称値を用いることで問題ない。
- (5) ボルトの減肉は考慮しないものとする。

4.1.3 評価用地震荷重

(1) 記号の説明

地震荷重に使用する記号の説明を第10表に示す。

第 10 表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
a_H	評価用水平加速度	m/s^2
a_V	評価用鉛直加速度	m/s^2
K_H	評価用水平地震力	—
K_V	評価用鉛直地震力	—

(2) 動的地震力

動的水平及び動的鉛直地震力は、保護継電装置盤の設置床面における設計用床応答曲線および常設代替高圧電源装置の加振試験での保護継電装置盤頂部における応答加速度により求めるものとする。

(3) 評価用地震力

評価用地震力の求め方を第11表に示す。

第 11 表 評価用地震力の求め方

耐 震 重要度分類	評価用水平地震力 (K_H)		評価用鉛直地震力 (K_V)	
C (S_s) クラス	動的	設計用床応答曲線 (S_s) および加振試験での応答加速度による地震力 (注)	動的	設計用床応答曲線 (S_s) および加振試験での応答加速度による地震力 (注)

(注) 固有周期が 0.05 s 以下の設備は、設置床面における最大応答加速度の値を 1.2 倍した値を用いる。

4.1.4 応力評価の考え方

(1) 記号の説明

応力評価に使用する記号の説明を第 12 表に示す。

第 12 表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
D	死荷重	N
f_t^*	f_t の値を算出する際に「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8」に定める値とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8 に定める値の 1.2 倍の値」と読み替えて算出した値 ^(注)	MPa
f_s^*	f_s の値を算出する際に「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8」に定める値とあるのを「設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8 に定める値の 1.2 倍の値」と読み替えて算出した値 ^(注)	MPa
M_D	地震と組み合わせべきプラントの供用状態 A 及び B（供用状態 C がある場合にはこれを含む。）、又は当該設備に設計上定められた機械的荷重	N
P_D	地震と組み合わせべきプラントの供用状態 A 及び B（供用状態 C がある場合にはこれを含む。）、又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重	N
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	N
$IV_A S$	設計・建設規格の供用状態 D の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な制限を加えた許容応力状態	—
σ_b	ボルトに発生する引張応力	MPa
τ_{sb}	ボルトに発生するせん断応力	MPa

(注) 基礎ボルトについては、雰囲気温度における値。

(2) 荷重の組合せと許容応力状態

荷重の組合せと許容応力状態を第13表に示す。

第 13 表 荷重の組合せと許容応力状態

荷重の組合せ	$D + P_D + M_D + S_s$
許容応力状態	$IV_A S$

(3) 許容応力

許容応力は、クラス3支持構造物に準拠する。

a 支持構造物

基礎ボルトの許容応力を第 14 表に示す。

また、評価する応力を第 15 表に示す。

第 14 表 基礎ボルトの許容応力

耐震 重要度 分類	支持構造物の 種類	許容 応力 状態	応力 分類	基礎ボルト		
				一次応力		
				引 張	せん断	組合せ (注)
C (Ss) クラス		$IV_A S$		$1.5 f_t^*$	$1.5 f_s^*$	f_{ts}^*

(注) ボルトにせん断力が作用する場合、以下の評価式で組合せ評価を実施する。

$$IV_A S : f_{ts}^* = \text{Min} (1.4(1.5 f_t^*) - 1.6 \tau_{sb}, 1.5 f_t^*)$$

第 15 表 基礎ボルトの評価する応力

種類	応力分類	一次応力	
		引 張	せん断
保 護 継 電 装 置 盤		σ_b	τ_{sb}

4.2 保護継電装置盤の耐震計算方法

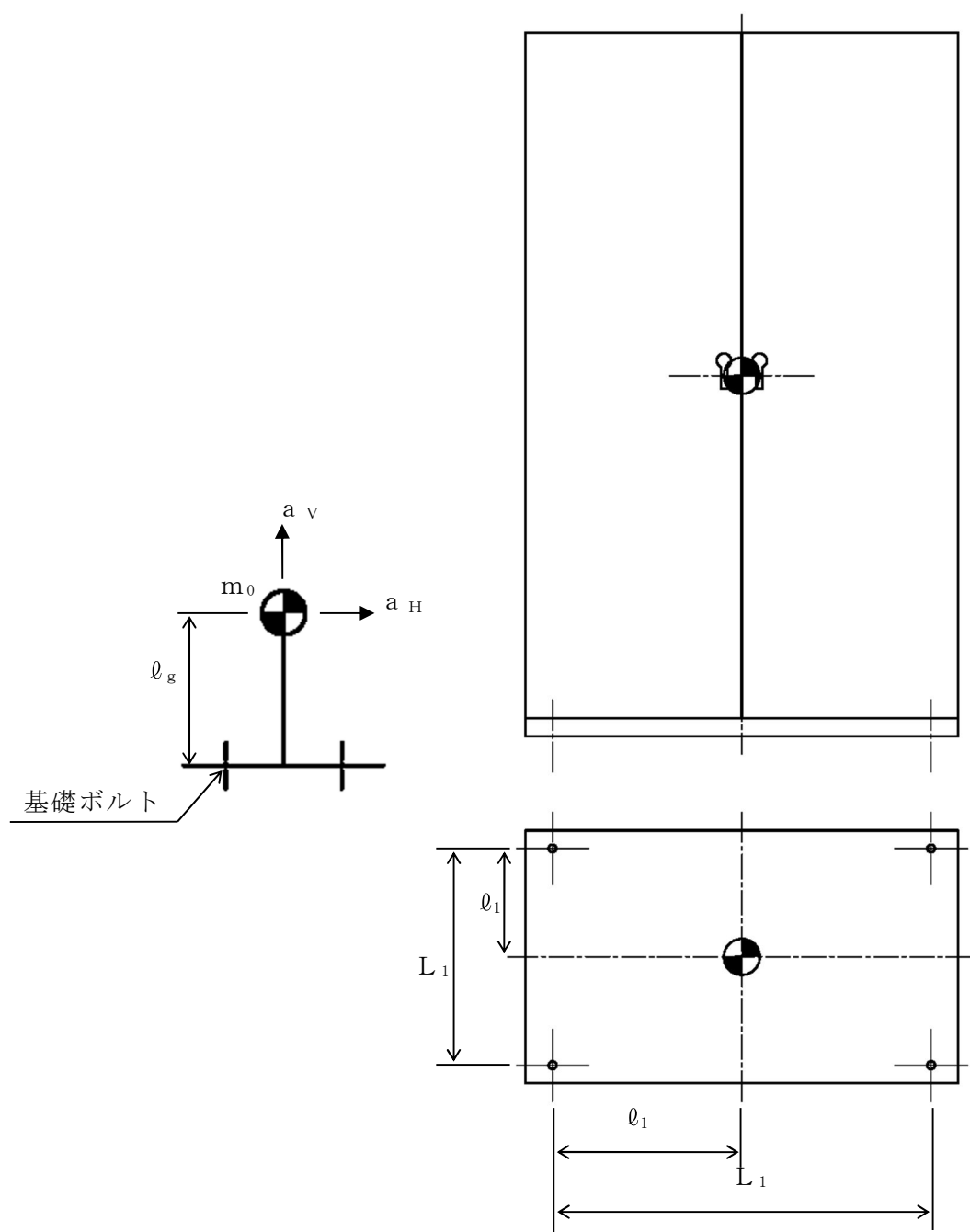
4.2.1 記号の説明

保護継電装置盤の耐震計算に使用する記号を第 16 表に示す。

第 16 表 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単位
A_b	ボルトの呼び径断面積	mm^2
a_H	設計用水平加速度	m/s^2
a_V	設計用鉛直加速度	m/s^2
C_H	設計用水平震度	G
C_V	設計用鉛直震度	G
F_{sb}	ボルトのせん断荷重	N
F_b	ボルト最大引張荷重	N
g	重力加速度 ($g=9.80665$)	m/s^2
l_g	ボルト設置位置から重心までの高さ	mm
l_1	重心からボルト位置までの距離	mm
L_1	支点から片側のボルト位置までの距離	mm
m_0	質量	kg
n_b	ボルトの全本数	—
n_{fb}	引張が作用するボルトの本数	—

4.2.2 評価モデル図



第 2 図 保護継電装置盤 外形図及び評価モデル

4.2.3 算出過程

評価は、JEAG4601 に記載の横置きポンプ（ボルト矩形配置）の評価式をベースとした評価式にて評価を実施する。

4.2.3.1 基礎ボルトの応力計算

(1) 引張応力評価

$$F_b = \frac{1}{L_1} \{m_0 \cdot a_H \cdot \lambda_g - m_0 \cdot (g - a_v) \cdot \lambda_1\}$$

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_{fb} \cdot A_b}$$

ここで,

$$a_H = C_H \times g$$

$$a_v = C_v \times g$$

(2) せん断応力評価

$$F_{sb} = m_0 \cdot a_H$$

$$\tau_{sb} = \frac{F_{sb}}{n_b \cdot A_b}$$

5. 保護継電装置盤の機能維持評価

保護継電装置盤の地震後機能維持評価について、以下に示す。

5.1 機能維持評価方法

緊急時対策所用発電機保護継電装置盤と同型の保護継電装置盤が搭載されている常設代替高圧電源装置の加振試験を実施した。機能維持評価方法としては、緊急時対策所用発電機保護継電装置盤の設置エリアの最大加速度が常設代替高圧電源装置の加振試験で得られた保護継電装置盤の機能確認済加速度以下であることにより確認する。機能確認済加速度については第 17 表に示す。

第 17 表 機能確認済加速度

項 目	機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)
水 平	4.1
鉛 直	5.5

V-2-10-1-5-7 管の耐震性についての計算書

目 次

	頁
1. 概要	1
2. 設計用地震力	1

1. 概要

本資料は、「付録 6 管の応力計算書及び耐震性についての計算書作成の基本方針」及び「V-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針」に基づき、今回申請する緊急時対策所用発電機の配管（耐震 C クラス）について、標準支持間隔における耐震計算結果をまとめたものである。

2. 設計用地震力

「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に示す Ss 地震の床応答曲線を床区分ごとに谷埋め包絡した設計用床応答曲線を用いる。計算に使用する床応答曲線の種類及び減衰定数を次に示す。

機 器 名		建 屋	床応答曲線 E L. (m)	減衰定数 (%)
緊急時対策所用発電機	緊急時対策所用発電機 燃料油貯蔵タンク 2A 燃料油貯蔵タンク 2B ～	屋外	23.3	0.5
	緊急時対策所用発電機 給油ポンプ 2A 給油ポンプ 2B	緊急時対策所	23.3	
	緊急時対策所用発電機 給油ポンプ 2A 給油ポンプ 2B ～ 緊急時対策所用発電機 燃料油サービスタンク 2A 燃料油サービスタンク 2B	緊急時対策所	23.3	0.5
			30.3	
	緊急時対策所用発電機 燃料油サービスタンク 2A 燃料油サービスタンク 2B ～ 緊急時対策所用発電機 内燃機関 2A 内燃機関 2B	緊急時対策所	30.3	0.5

V-2-10-1-6 その他の電源装置の耐震性についての計算書

V-2-10-1-6-1 125V 系蓄電池 A 系/B 系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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 電氣的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、資料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系蓄電池A系/B系が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

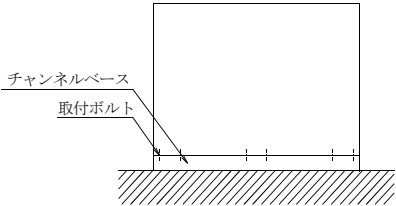
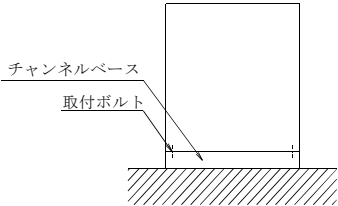
125V系蓄電池A系/B系は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

125V系蓄電池A系/B系の構造計画を表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 系蓄電池 A 系/B 系は架台に収納され、かつ、架台と一体とみなすことができる。架台はコンクリート床面に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで固定する。	制御弁式据置鉛蓄電池	正面  側面 

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

125V 系蓄電池 A 系/B 系の構造は直立形の盤に類するため、構造強度評価は、付録 7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 系蓄電池 A 系/B 系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 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

125V 系蓄電池 A 系/B 系の許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

125V 系蓄電池 A 系/B 系の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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	125V 系蓄電池 A 系/B 系	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-2 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	125V 系蓄電池 A 系/B 系	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S _{y2} (MPa)	S _{u2} (MPa)	S _{y2} (RT) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S _{y2} (MPa)	S _{u2} (MPa)	S _{y2} (RT) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

4. 機能維持評価

4.1 電氣的機能維持評価方法

125V 系蓄電池 A 系/B 系の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は J E A G 4 6 0 1－1987 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、125V 系蓄電池 A 系/B 系の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

125V 系蓄電池 A 系/B 系の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価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。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 系蓄電池 A 系/B 系の設計基準対象施設としての耐震条件が，重大事故等対処設備としての耐震条件と同等であることから，重大事故等対処設備の耐震評価は省略する。

【125V 系蓄電池 A 系 (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 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 系蓄電池 A 系 (4 個並び 2 段 1 列)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 10.50 ^{*1}			$C_H=0.69^{*2}$	$C_V=0.53^{*2}$	$C_H=1.13^{*3}$	$C_V=0.99^{*3}$	

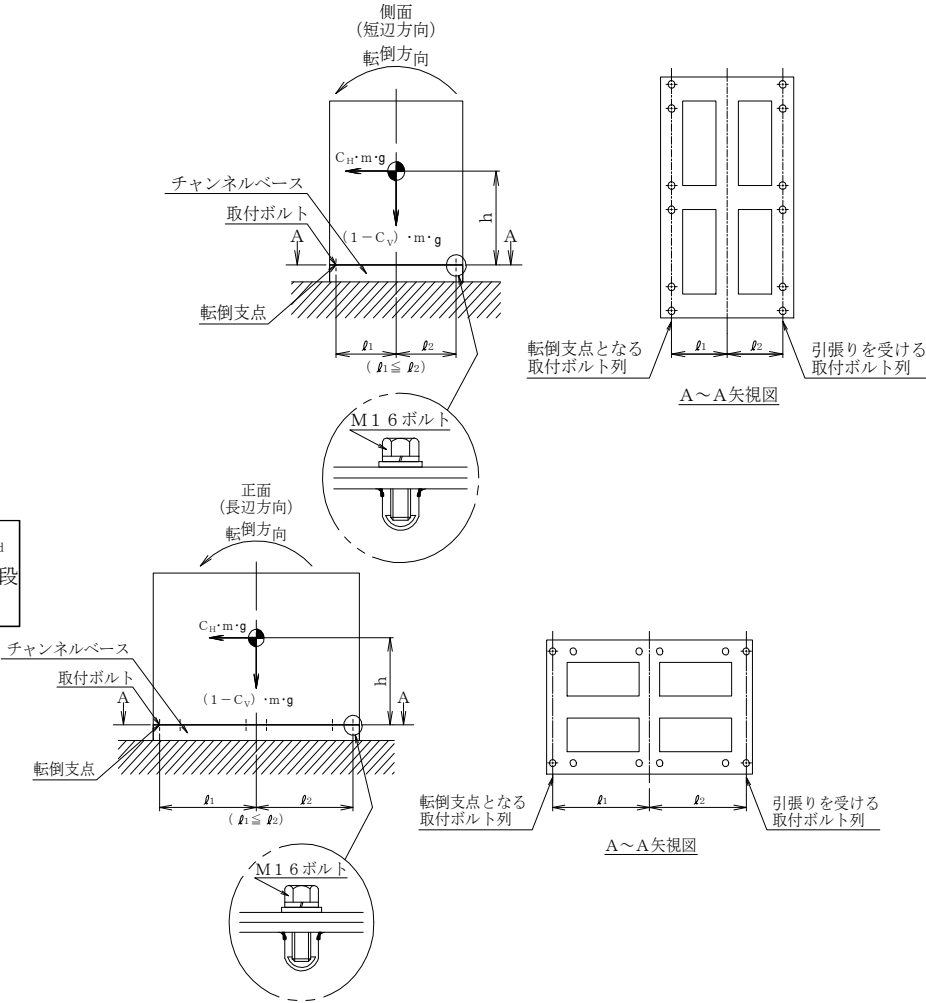
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	$\varnothing_1^*$ (mm)	$\varnothing_2^*$ (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f^*
取 付 ボ ル ト						12	6 2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺	長辺

注記 *：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

【125V 系蓄電池 A 系 (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

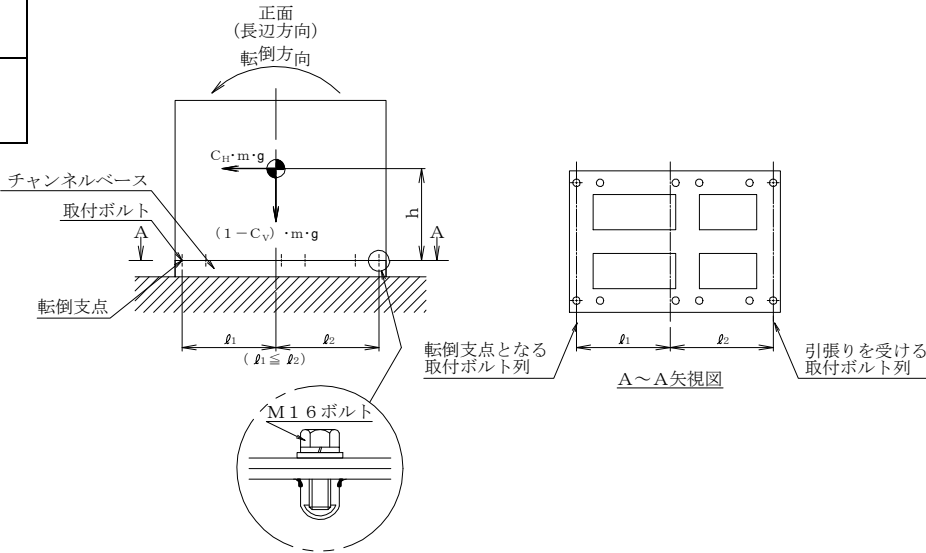
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 系蓄電池 A 系 (3 個並び 2 段 1 列)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 10.50*1			$C_H=0.69^{*2}$	$C_V=0.53^{*2}$	$C_H=1.13^{*3}$	$C_V=0.99^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						12	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	231	276	長辺	



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

【125V 系蓄電池 B 系 (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 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 系蓄電池 B 系 (4 個並び 2 段 1 列)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 8. 20* ¹			$C_H=0.63^{*2}$	$C_V=0.50^{*2}$	$C_H=1.10^{*3}$	$C_V=0.96^{*3}$	

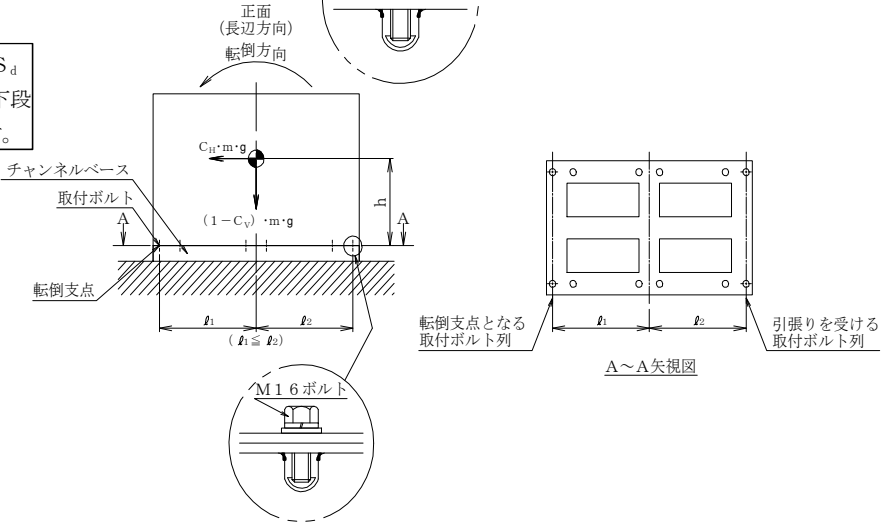
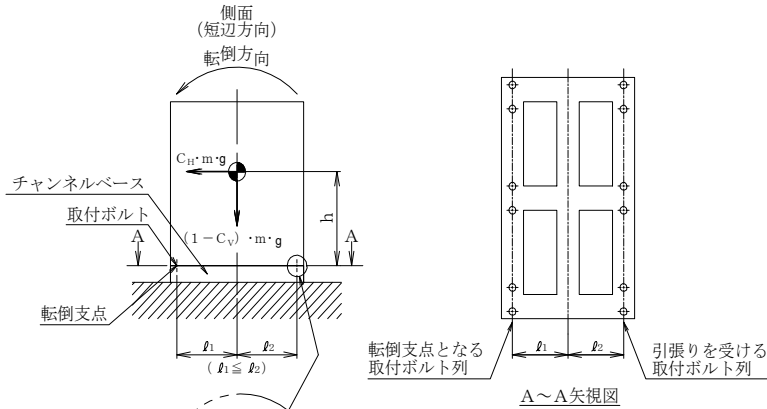
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	$\varnothing_1^*$ (mm)	$\varnothing_2^*$ (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f^*
取 付 ボ ル ト						12	6
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺	長辺

注記 *：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

【125V 系蓄電池 B 系 (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

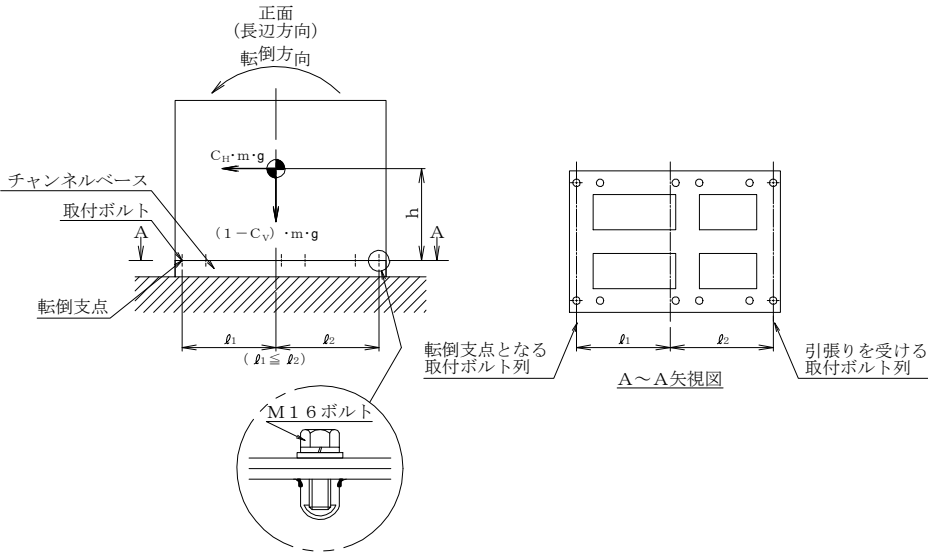
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 系蓄電池 B 系 (3 個並び 2 段 1 列)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 8. 20 ^{*1}			$C_H=0.63^{*2}$	$C_V=0.50^{*2}$	$C_H=1.10^{*3}$	$C_V=0.96^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						12	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	231	276	長辺	



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

V-2-10-1-6-2 125V 系蓄電池 HPCS 系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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 電氣的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、資料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 系蓄電池 HPCS 系が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

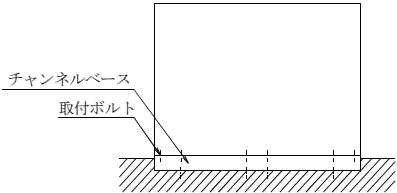
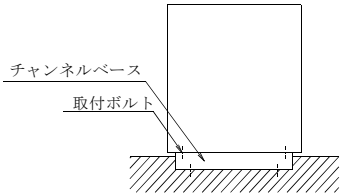
125V 系蓄電池 HPCS 系は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

125V 系蓄電池 HPCS 系の構造計画を表 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 系蓄電池 HPCS 系は架台に収納され、かつ、架台と一体とみなすことができる。架台はコンクリート床面に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで固定する。	制御弁式据置鉛蓄電池	正面  側面 

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

125V 系蓄電池 HPCS 系の構造は直立形の盤に類するため、構造強度評価は、付録 7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 系蓄電池 HPCS 系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 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

125V 系蓄電池 HPCS 系の許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

125V 系蓄電池 HPCS 系の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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	125V 系蓄電池 HPCS 系	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-2 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	125V 系蓄電池 HPCS 系	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	$S_{y2}(RT)$ (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	$S_{y2}(RT)$ (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

4. 機能維持評価

4.1 電氣的機能維持評価方法

125V 系蓄電池 HPCS 系の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は J E A G 4 6 0 1－1987 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、125V 系蓄電池 HPCS 系の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

125V 系蓄電池 HPCS 系の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価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。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 系蓄電池 HPCS 系の設計基準対象施設としての耐震条件が，重大事故等対処設備としての耐震条件と同等であることから，重大事故等対処設備の耐震評価は省略する。

【125V 系蓄電池 HPCS 系 (8 個並び 2 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 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 系蓄電池 HPCS 系 (8 個並び 2 段 2 列)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 10.50 ^{*1}			$C_H=0.69^{*2}$	$C_V=0.53^{*2}$	$C_H=1.13^{*3}$	$C_V=0.99^{*3}$	

注記 *1: 基準床レベルを示す。

*2: 弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度

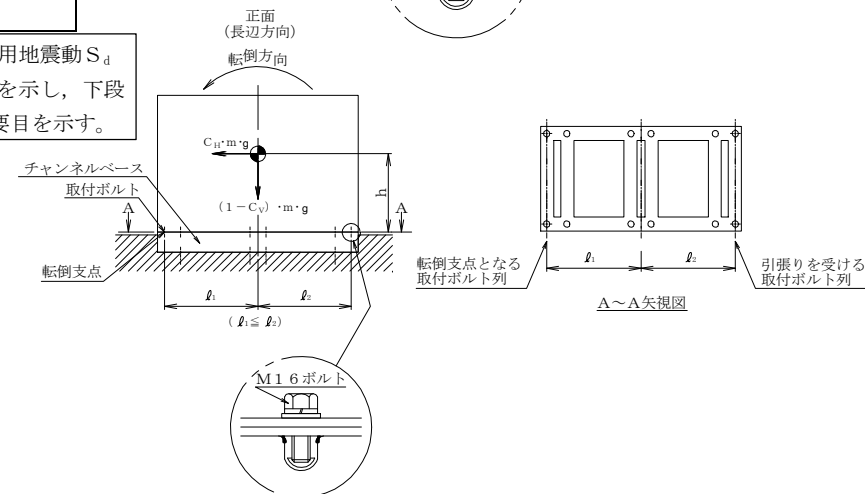
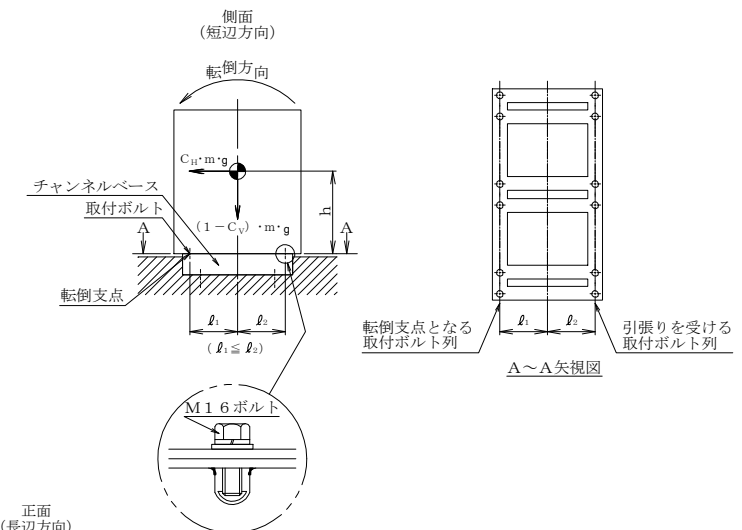
*3: 基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ϕ_1^* (mm)	ϕ_2^* (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f^*
取 付 ボ ル ト						12	6 2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径 $\leq$ 40 mm)	394	231	276	短辺	長辺

注記 *: 取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

【125V 系蓄電池 HPCS 系 (6, 7 個並び 2 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 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 系蓄電池 HPCS 系 (6, 7 個並び 2 段 2 列)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 10.50* ¹			$C_H=0.69^{*2}$	$C_V=0.53^{*2}$	$C_H=1.13^{*3}$	$C_V=0.99^{*3}$	

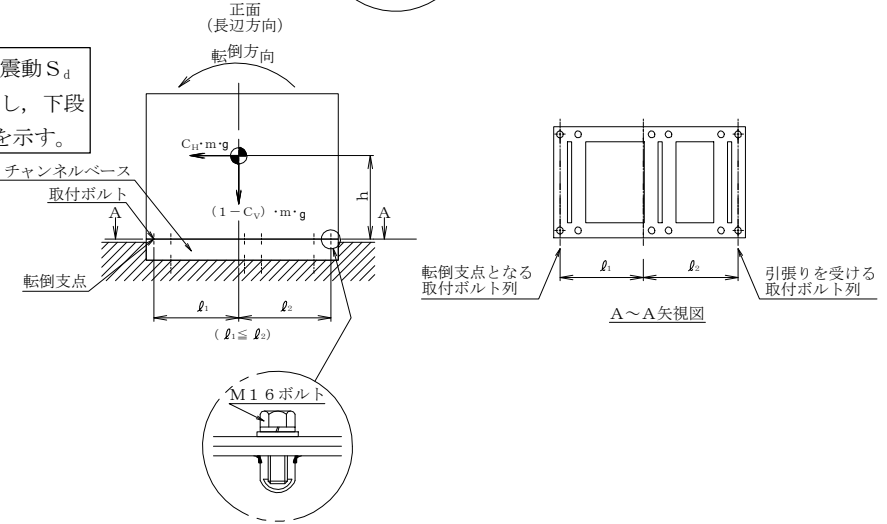
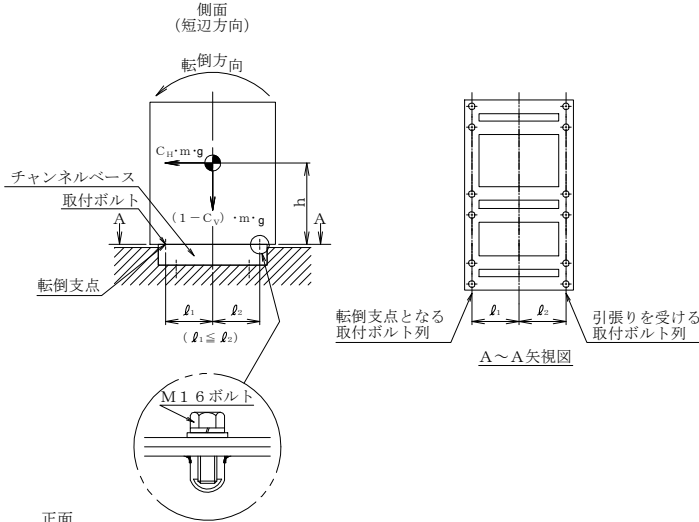
注記 *1: 基準床レベルを示す。
*2: 弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3: 基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	$\varnothing_1^*$ (mm)	$\varnothing_2^*$ (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f^*
取 付 ボ ル ト						12	6 2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺	長辺

注記 *: 取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

V-2-10-1-6-3 緊急用 125V 系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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 電氣的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、資料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 125V 系蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

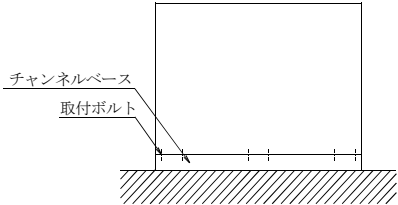
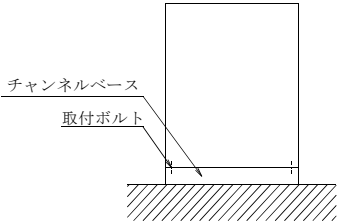
緊急用 125V 系蓄電池は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

緊急用 125V 系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	
緊急用 125V 系蓄電池は、チャンネルベースに取付ボルトで設置する。	制御弁式据置鉛蓄電池	正面  側面 

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

緊急用 125V 系蓄電池の構造は直立形の盤に類するため、構造強度評価は、付録 7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用 125V 系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 3-1 に示す。

3.2.2 許容応力

緊急用 125V 系蓄電池の許容応力を表 3-2 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

緊急用 125V 系蓄電池の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-3 に示す。

表 3-1 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 125V 系蓄電池	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備,
「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 3-2 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 _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてIV _A S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 3-3 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	$S_{y2}(RT)$ (MPa)
		周囲環境温度		231	394	—

4. 機能維持評価

4.1 電氣的機能維持評価方法

緊急用 125V 系蓄電池は、J E A G 4 6 0 1 -1987 において「装置」に分類され、一般に剛構造であるため、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 125V 系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。

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急用 125V 系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氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価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 125V 系蓄電池 (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	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急用 125V 系蓄電池 (4 個並び 2 段 1 列)	— (S_s 機能維持)	原子炉建屋付属棟 EL. 8.20/10.5 ^{*1}			—	—	$C_H=1.13^{*2}$	$C_V=0.99^{*2}$	

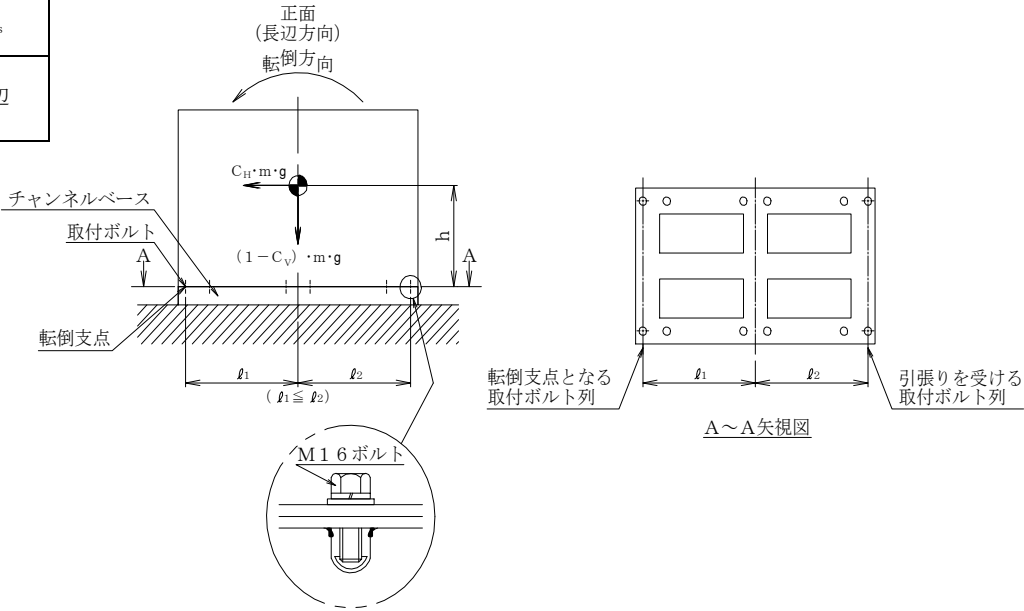
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						12	2

6

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	—	276	—	長辺



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

【緊急用 125V 系蓄電池 (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

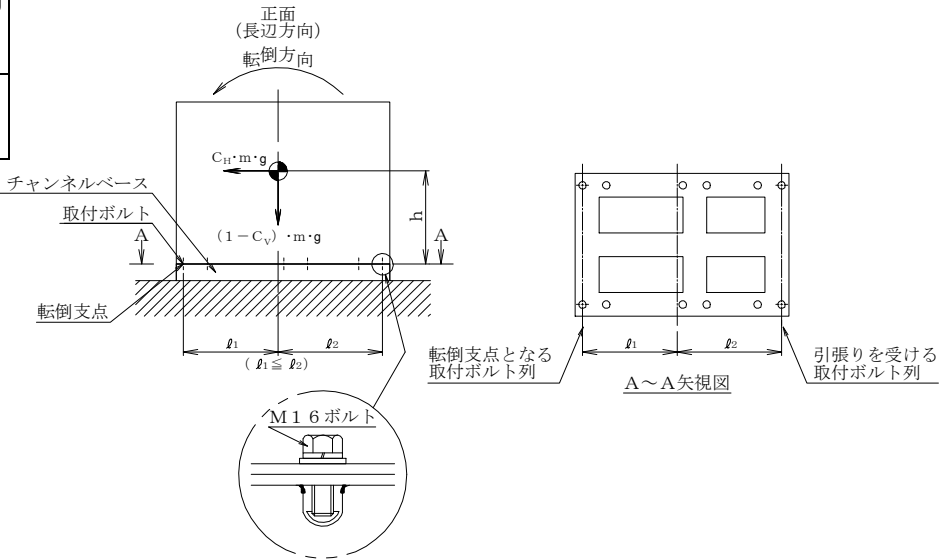
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急用 125V 系蓄電池 (3 個並び 2 段 1 列)	— (S_s 機能維持)	原子炉建屋付属棟 EL. 8.20/10.5*1			—	—	$C_H=1.13^{*2}$	$C_V=0.99^{*2}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						12	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	—	276	—	長辺



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

V-2-10-1-6-4 緊急時対策所用 125V 系蓄電池の 耐震性についての計算書

目 次

1. 一般事項	1
1.1 適用基準.....	1
1.2 計算条件.....	1
1.3 記号の説明	2
1.4 計算精度と数値の丸め方	3
2. 計算方法	4
2.1 固有周期の計算方法	4
2.2 応力の計算方法.....	4
3. 評価方法	6
3.1 固有周期の評価.....	6
3.2 応力の評価.....	6
3.3 機能維持評価	6

1. 一般事項

本計算書は、緊急時対策所用125V系蓄電池の耐震性についての計算方法と計算結果を示す。対象となる蓄電池を表1-1に示す。

表1-1 緊急時対策所用 125V系蓄電池構成

名称	配列	架台数量
緊急時対策所用	8個並び2段1列	3
125V系蓄電池	6個並び2段1列	1

1.1 適用基準

本計算書における計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 ・ 補－1984 及び J E A G 4 6 0 1 －1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年及び昭和62 年）（以下「指針」という。）に準拠する。

なお、盤における応力評価は、指針「6.6.2(5)d. 電気計装制御装置(b)盤」に準じて、支持構造物（取付ボルト）の評価を行う。

1.2 計算条件

- (1) 蓄電池の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して、水平方向及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) 蓄電池（垂直自立形）は架台に収納され、架台は取付ボルトで基礎（埋込金物に溶接固定又は、コンクリート床面に基礎ボルトにて固定されたチャンネルベース）に固定された固定端とする。ここで、基礎については剛となるように設計する。
- (4) 蓄電池（垂直自立形）の転倒方向は、図1-1 概要図における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。
- (5) 盤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。

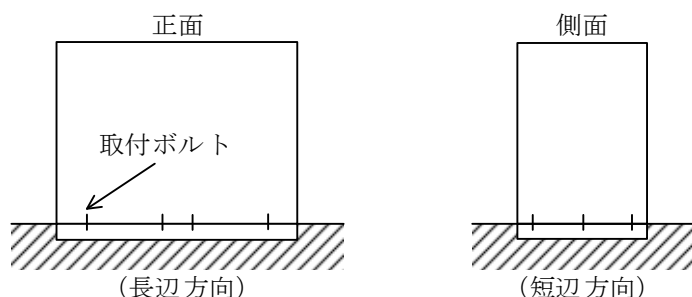


図 1-1 概要図（垂直自立形）

1.3 記号の説明

記 号	記 号 の 説 明	単 位
A_b	取付ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	取付ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 ^{*1} SSB-3131に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 ^{*1} SSB-3133に定める値	MPa
F_b	取付ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける取付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取付ボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
λ_1	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離 ^{*2}	mm
λ_2	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離 ^{*2}	mm
m	盤の質量	kg
n	取付ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待する取付ボルトの本数	—
Q_b	取付ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計引張強さ（設計・建設規格 ^{*1} 付録材料図表 Part5 表9に定める値）	MPa
S_y	設計降伏点（設計・建設規格 ^{*1} 付録材料図表 Part5 表8に定める値）	MPa
π	円周率	—
σ_b	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*1：「設計・建設規格」とは、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む。））J S M E S N C 1－2005/2007）（日本機械学会2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

*2： $\lambda_1 \leq \lambda_2$

1.4 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表1-1 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
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*1	mm	—	—	整数位
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*2	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：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降伏点及び引張強さは，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：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

2. 計算方法

2.1 固有周期の計算方法

蓄電池架台の固有周期は、既に振動試験が行われているものと同等又は類似のものの固有周期を使用する。

2.2 応力の計算方法

2.2.1 取付ボルトの応力

取付ボルトの応力は、地震による震度で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。

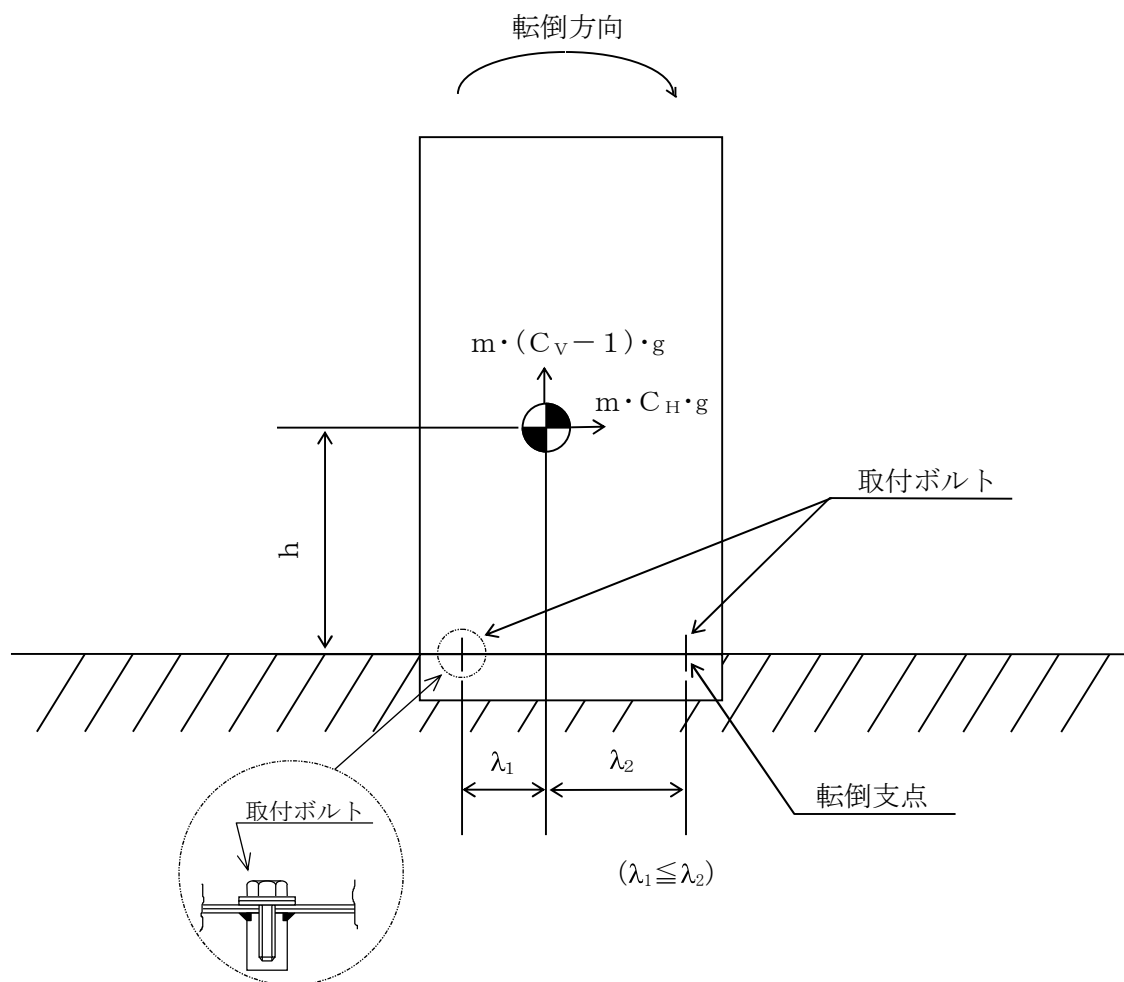


図 2-1 応力計算モデル（垂直自立形， $(1-C_V) < 0$ の場合）

(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 2-1 で最外列の取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の取付ボルトで受けるものとして計算する。

引張力 (F_b)

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot \lambda_2 \cdot g}{n_f \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)} \dots\dots\dots (2.2.1)$$

引張応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.2.2)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.2.3)$$

ただし、 F_b が負のとき取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) セン断応力

取付ボルトに対するせん断力は、取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力 (Q_b)

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (2.2.4)$$

せん断応力 (τ_b)

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (2.2.5)$$

3. 評価方法

3.1 固有周期の評価

機械的衝撃による自由振動試験により、固有周期が0.05秒以下であること。

3.2 応力の評価

3.2.1 取付ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めた取付ボルトの引張応力 σ_b は、下記 2 式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b \quad \dots\dots\dots (3.1.1)$$

かつ、

$$f_{ts} \leq f_{to} \quad \dots\dots\dots (3.1.2)$$

ただし、 f_{to} 及び f_{sb} は下表による。

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

3.3 機能維持評価

3.3.1 電氣的機能維持評価

緊急時対策所用 125V 系蓄電池の電氣的機能維持評価について、以下に示す。
蓄電池は J E A G 4 6 0 1 - 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、緊急時対策所用 125V 系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。

V-2-10-1-6-5 中性子モニタ用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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 電氣的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、資料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、中性子モニタ用蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

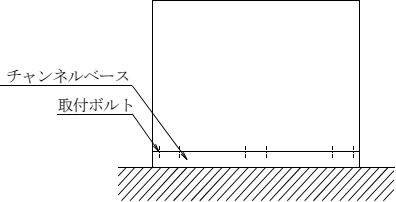
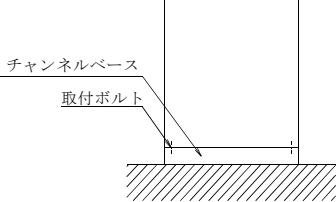
中性子モニタ用蓄電池は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

中性子モニタ用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	
中性子モニタ用蓄電池は架台に収納され、かつ、架台と一体とみなすことができる。架台はコンクリート床面に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで固定する。	制御弁式据置鉛蓄電池	正面  側面 

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

中性子モニタ用蓄電池の構造は直立形の盤に類するため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

中性子モニタ用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 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

中性子モニタ用蓄電池の許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

中性子モニタ用蓄電池の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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	中性子モニタ用蓄電池	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-2 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	中性子モニタ用蓄電池	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S _{y2} (MPa)	S _{u2} (MPa)	S _{y2} (RT) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S _{y2} (MPa)	S _{u2} (MPa)	S _{y2} (RT) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

4. 機能維持評価

4.1 電氣的機能維持評価方法

中性子モニタ用蓄電池の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は J E A G 4 6 0 1－1987 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、中性子モニタ用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。

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

中性子モニタ用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氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価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。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

中性子モニタ用蓄電池の設計基準対象施設としての耐震条件が，重大事故等対処設備としての耐震条件と同等であることから，重大事故等対処設備の耐震評価は省略する。

【中性子モニタ用蓄電池 A 系(12 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 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		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	
中性子モニタ用 蓄電池 A 系 (12 個並び 1 段 2 列)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 8. 20* ¹			$C_H=0.63^{*2}$	$C_V=0.50^{*2}$	$C_H=1.10^{*3}$	$C_V=0.96^{*3}$	

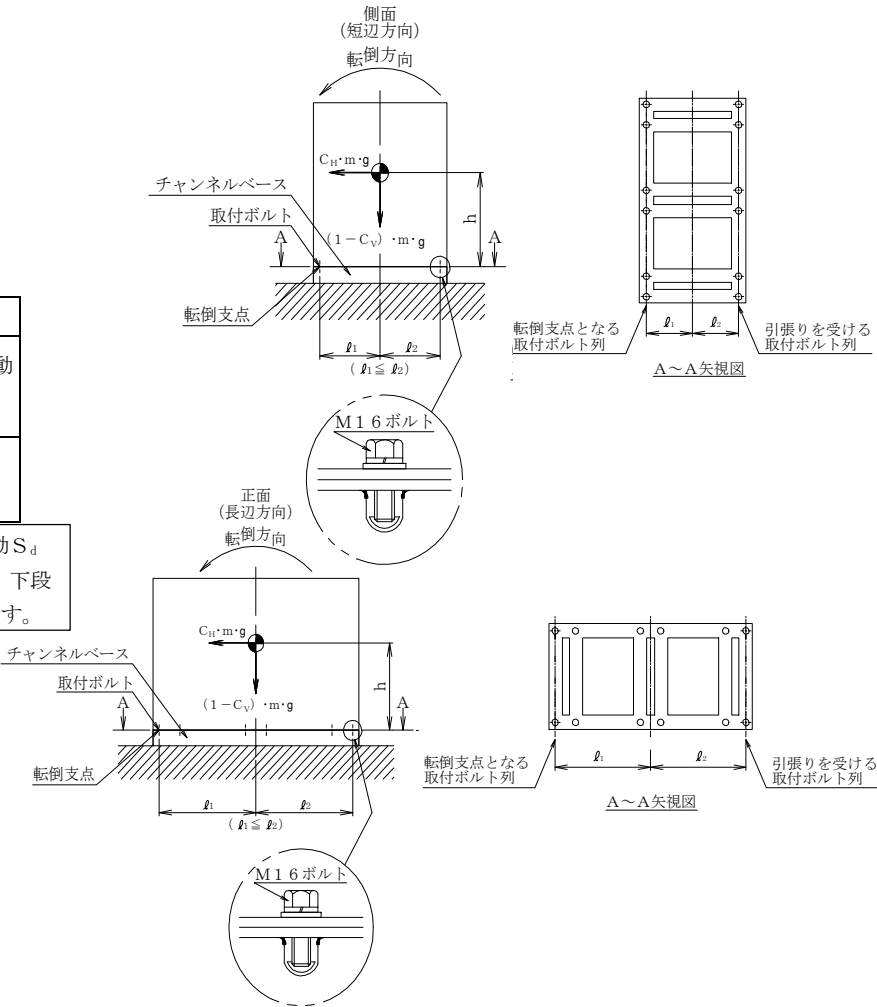
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n _f [*]
取 付 ボ ル ト						12	6
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺	長辺

注記 *：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

【中性子モニタ用蓄電池 B 系 (12 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 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
中性子モニタ用 蓄電池 B 系 (12 個並び 1 段 2 列)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 8. 20 ^{*1}			$C_H=0.63^{*2}$	$C_V=0.50^{*2}$	$C_H=1.10^{*3}$	$C_V=0.96^{*3}$	

注記 *1: 基準床レベルを示す。

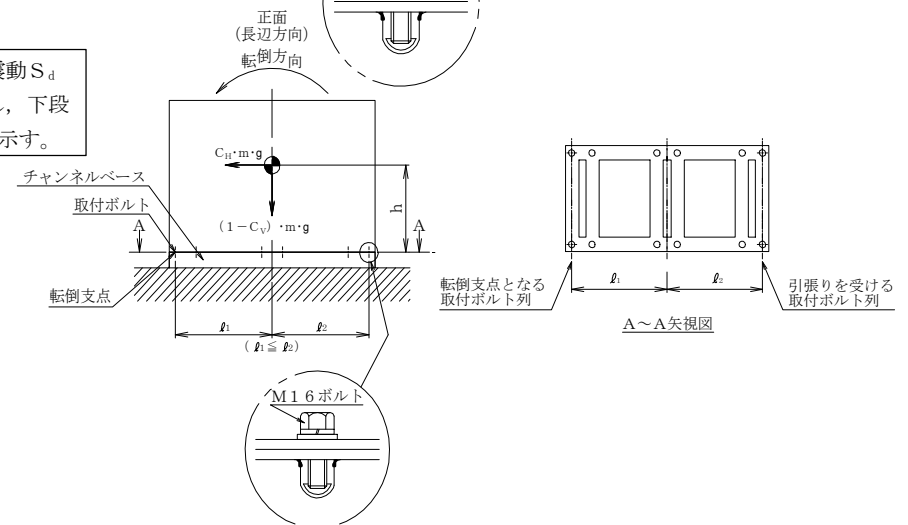
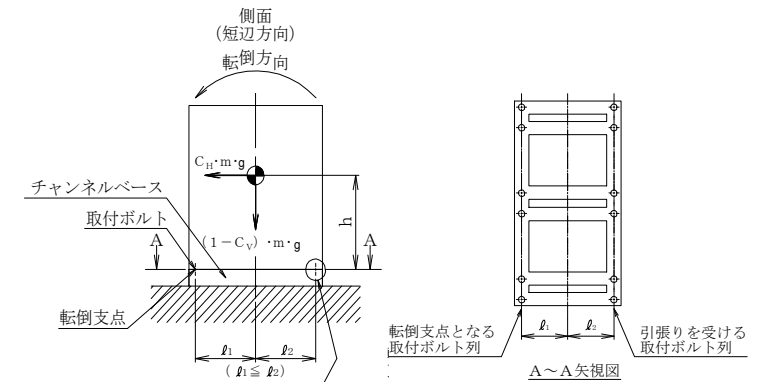
*2: 弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度*3: 基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	$\varnothing_1^*$ (mm)	$\varnothing_2^*$ (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f^*
取 付 ボ ル ト						12	6 2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径 $\leq$ 40mm)	394	231	276	短辺	長辺

注記 *: 取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

V-2-10-1-6-6 非常用無停電電源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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3

1. 概要

本計算書は、資料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、非常用無停電電源装置が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

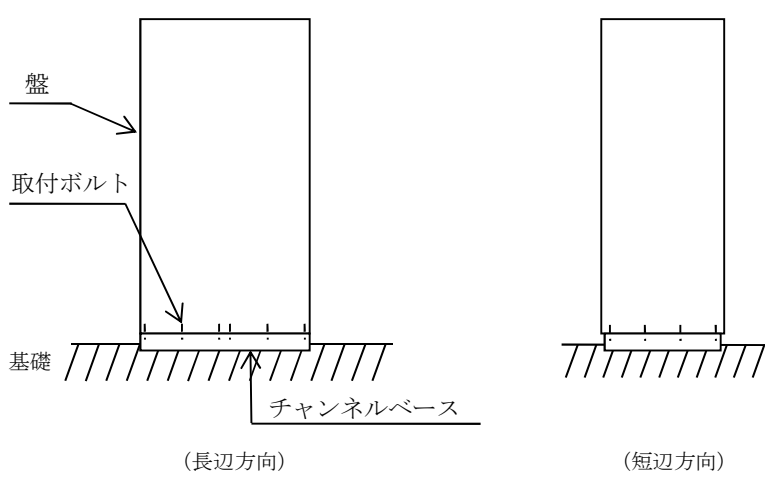
非常用無停電電源装置は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

非常用無停電電源装置の構造計画を表 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	
非常用無停電電源装置は、チャンネルベースに取付ボルトで設置する。	垂直自立形	

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

非常用無停電電源装置の構造は垂直自立形であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用無停電電源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3-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表3-2に示す。

3.2.2 許容応力

非常用無停電電源装置の許容応力を表3-3に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

非常用無停電電源装置の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表3-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表3-5に示す。

表 3-1 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
非常用電源 設備	その他の電 源設備	非常用無停電電源装置	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-2 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
非常用電源 設備	その他の 電源設備	非常用無停電電源装置	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（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 (R T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		215	400	—

表 3-5 使用材料の許容応力（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 (R T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		215	400	—

V-2-10-1-6-7 緊急用無停電電源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. 構造強度評価 3

3.1 構造強度評価方法 3

3.2 荷重の組合せ及び許容応力 3

1. 概要

本計算書は、資料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、緊急用無停電電源装置が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

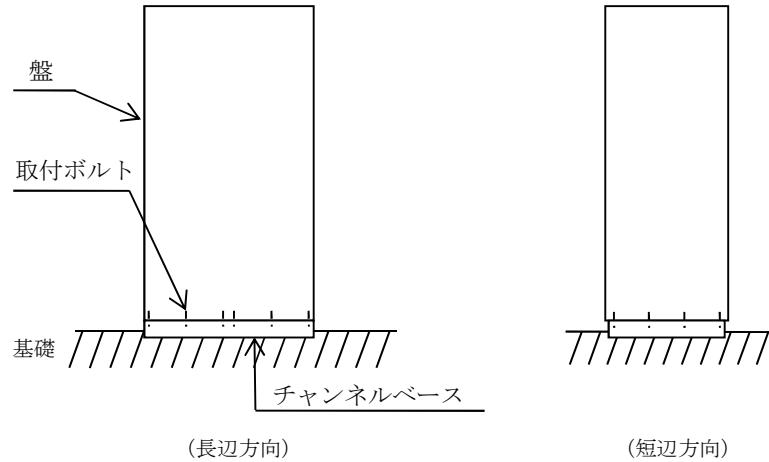
緊急用無停電電源装置は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

緊急用無停電電源装置の構造計画を表 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	
緊急用無停電電源装置は、チャンネルベースに取付ボルトで設置する。	垂直自立形	

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

緊急用無停電電源装置の構造は垂直自立形であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用無停電電源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3-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表3-2に示す。

3.2.2 許容応力

緊急用無停電電源装置の許容応力を表3-3に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

緊急用無停電電源装置の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表3-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表3-5に示す。

表 3-1 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
非常用電源 設備	その他の 電源装置	緊急用無停電電源装置	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記＊：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-2 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
非常用電源 設備	その他の 電源装置	緊急用無停電電源装置	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（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 (R _T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		215	400	—

表 3-5 使用材料の許容応力（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 (R _T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		215	400	—

V-2-10-1-7 その他の非常用電源設備の耐震性についての計算書

V-2-10-1-7-1 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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 電氣的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、資料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。

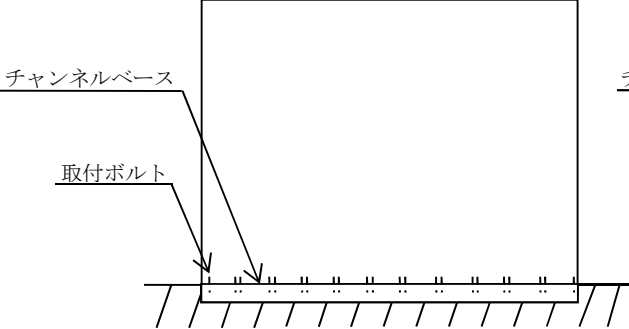
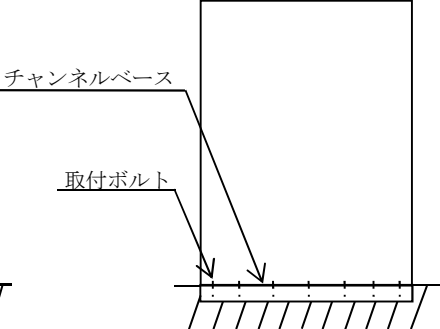
メタルクラッド開閉装置は、設計基準対象施設においては既設のSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

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

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
メタルクラッド開閉装置は、基礎に埋め込まれた埋込金物で固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	垂直自立形	正面 (長辺方向)  側面 (短辺方向) 

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

メタルクラッド開閉装置の構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 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 3-1、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

メタルクラッド開閉装置の許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

メタルクラッド開閉装置の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	$III_A S$
					$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

表 3-2 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	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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状態を適用する。

*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 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

4. 機能維持評価

4.1 電氣的機能維持評価方法

メタルクラッド開閉装置の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、付録7「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評価する。

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には、同形式の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度 (×9.8 m/s²)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
盤内電気品	真空遮断器（水平方向） 配線用遮断器（鉛直方向）	水平	2.0
		鉛直	1.0

5. 評価結果

5.1 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氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次ページ以降の表に示す。

5.2 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設計基準対象施設としての耐震条件が，重大事故等対処設備としての耐震条件と同等であることから，重大事故等対処設備の耐震評価は省略した。

【メタルクラッド開閉装置の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

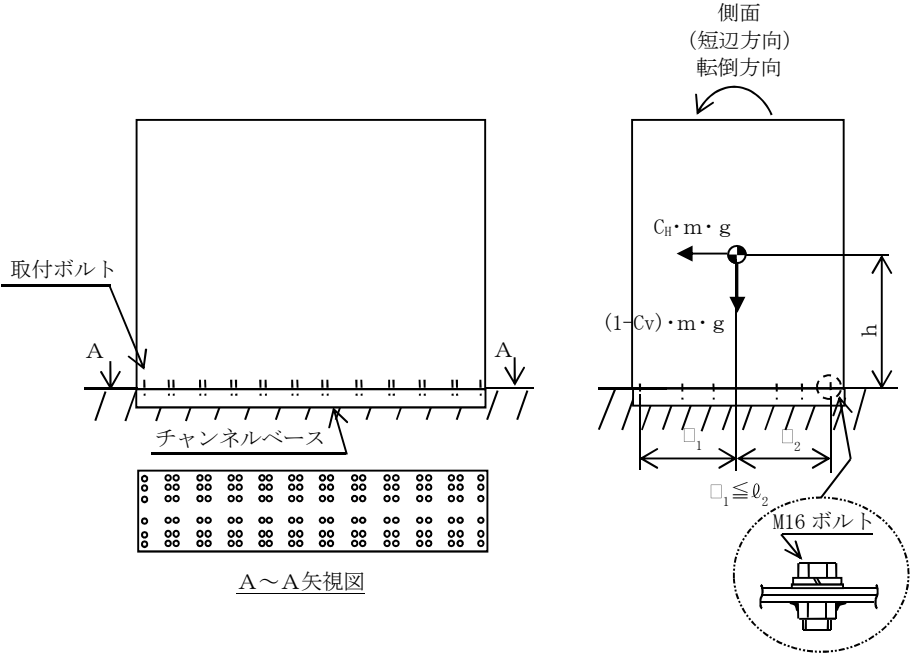
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
非常用メタクラ 2C	S	原子炉建屋付属棟 EL. -4.00 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.87^{*3}$	$C_V=0.90^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						132	22

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺方向	



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。

注記 *：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果

(単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
真空遮断器（水平方向） 配線用遮断器（鉛直方向）	水平方向	0.72	2.0
	鉛直方向	0.75	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【メタルクラッド開閉装置の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

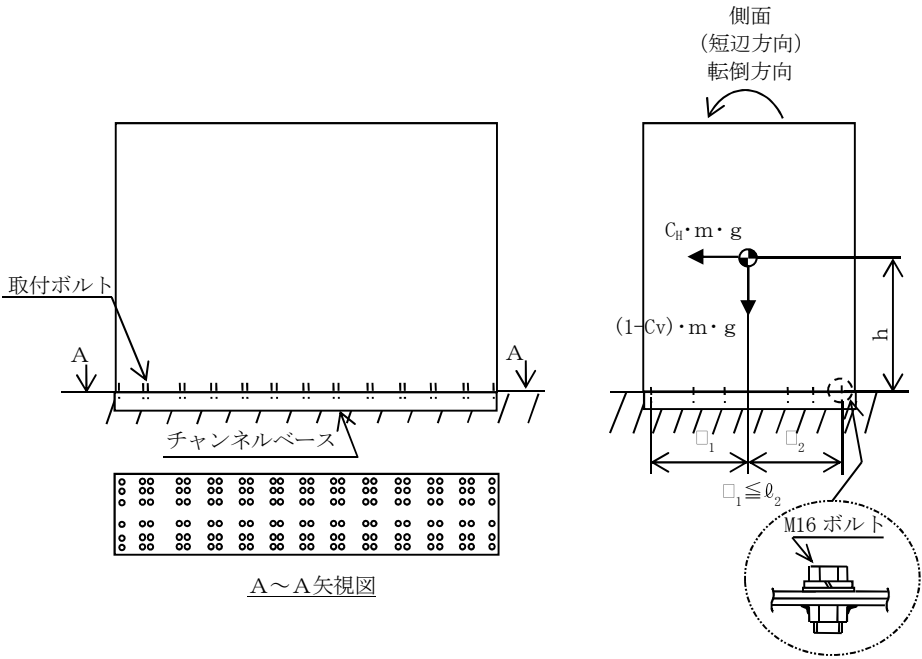
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
非常用メタクラ 2D	S	原子炉建屋付属棟 EL. 2.56 ^{*1}			$C_H=0.63^{*2}$	$C_V=0.50^{*2}$	$C_H=1.10^{*3}$	$C_V=0.96^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						144	24

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺方向	



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
真空遮断器（水平方向） 配線用遮断器（鉛直方向）	水平方向	0.92	2.0
	鉛直方向	0.80	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【メタルクラッド開閉装置の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

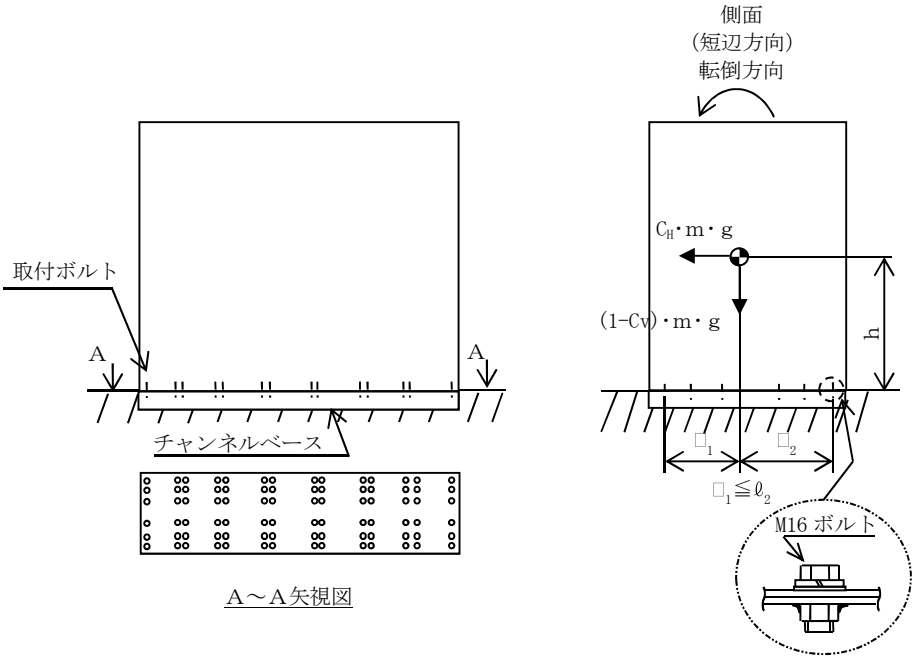
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
非常用メタクラ HPCS	S	原子炉建屋付属棟 EL. -4.00 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.87^{*3}$	$C_V=0.90^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						84	14

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺方向	



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
真空遮断器（水平方向） 配線用遮断器（鉛直方向）	水平方向	0.72	2.0
	鉛直方向	0.75	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

V-2-10-1-7-2 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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 電氣的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、資料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氣的機能を有していることを説明するものである。

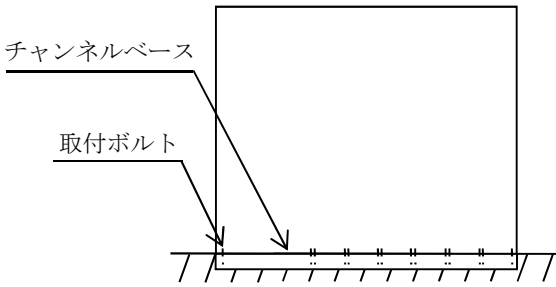
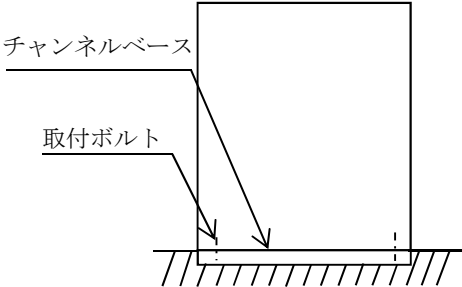
パワーセンタは、設計基準対象施設においては既設のSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

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埋込金物で固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	垂直自立形	正面 (長辺方向)  側面 (短辺方向) 

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

パワーセンタの構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 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 3-1、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

パワーセンタの許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

パワーセンタの使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

表 3-2 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	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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状態を適用する。

*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 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R _T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度	231	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R _T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度	231	394	—

4. 機能維持評価

4.1 電氣的機能維持評価方法

パワーセンタの電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、付録7「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評価する。

パワーセンタに設置される器具の機能確認済加速度には、同形式の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度 (×9.8 m/s²)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
盤内電気品	気中遮断器(水平方向) 配線用遮断器 (鉛直方向)	水平	1.1
		鉛直	1.0

5. 評価結果

5.1 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氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次ページ以降の表に示す。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

パワーセンタの設計基準対象施設としての耐震条件が、重大事故等対処設備としての耐震条件と同等であることから、重大事故等対処設備の耐震評価は省略した。

【パワーセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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	
非常用 パワーセンタ 2C	S	原子炉建屋付属棟 EL. -4.00 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.87^{*3}$	$C_V=0.90^{*3}$	

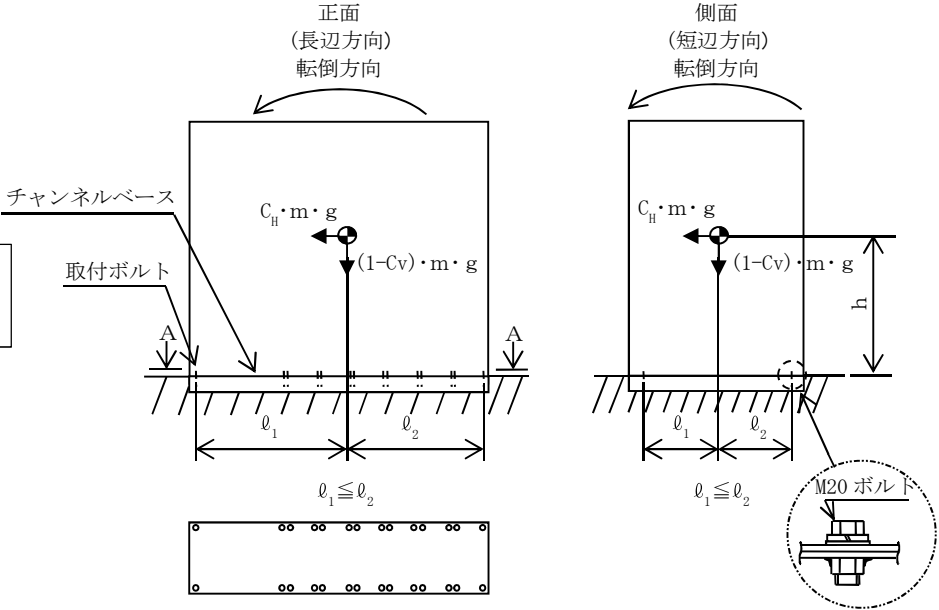
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{h2} (mm ²)	n ₂	n _f [*]
取 付 ボ ル ト						32	16
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記 *：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s に対する評価時の要目を示す。



A～A矢視図

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
気中遮断器(水平方向) 配線用遮断器 (鉛直方向)	水平方向	0.72	1.1
	鉛直方向	0.75	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【パワーセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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	
非常用 パワーセンタ 2D	S	原子炉建屋付属棟 EL. 2.56 ^{*1}			$C_H=0.63^{*2}$	$C_V=0.50^{*2}$	$C_H=1.10^{*3}$	$C_V=0.96^{*3}$	

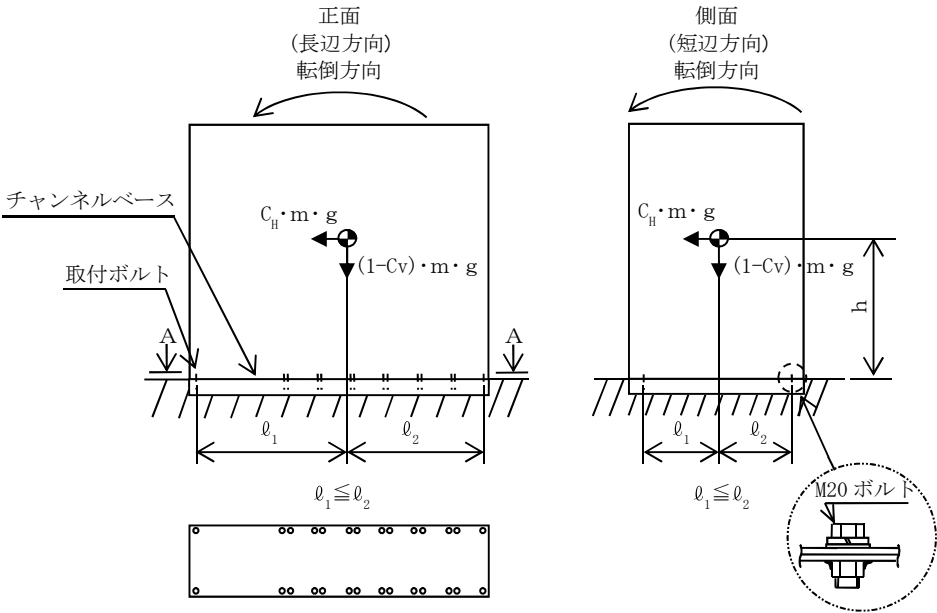
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n f [*]
取 付 ボ ル ト						32	16
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記 *：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s に対する評価時の要目を示す。



A～A矢視図

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
気中遮断器(水平方向) 配線用遮断器 (鉛直方向)	水平方向	0.92	1.1
	鉛直方向	0.80	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

V-2-10-1-7-3 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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 電氣的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、資料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氣的機能を有していることを説明するものである。

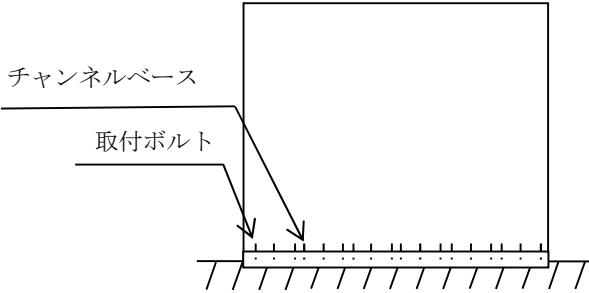
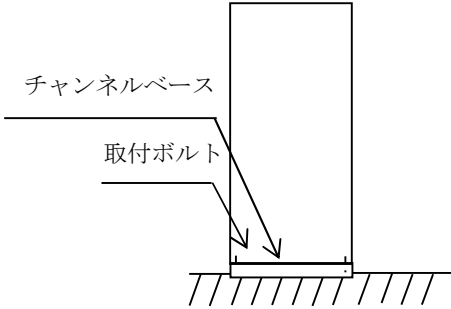
モータコントロールセンタは、設計基準対象施設においては既設のSクラス施設に、重大事故等対処施設においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

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埋込金物で固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	垂直自立形	正面 (長辺方向)  側面 (短辺方向) 

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

モータコントロールセンタの構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 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 3-1 に、重大事故等対処施設の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

モータコントロールセンタの許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

モータコントロールセンタの使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処施設の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	$III_A S$
					$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$

注記＊：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

表 3-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処施設）

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	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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状態を適用する。

＊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 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（重大事故等対処施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—
				210	373	—

4. 機能維持評価

4.1 電氣的機能維持評価方法

モータコントロールセンタの電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、付録 7「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評価する。

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には、同形式の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度 (×9.8 m/s²)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
盤内電気品 (MCC 2C-7, 2D-7 以外)	配線用遮断器	水平	3.0
		鉛直	1.0
盤内電気品 (MCC 2C-7, 2D-7)	タイマー(水平方向)	水平	2.2
	配線用遮断器(鉛直方向)	鉛直	1.0

5. 評価結果

5.1 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氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

5.2 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対処設備としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

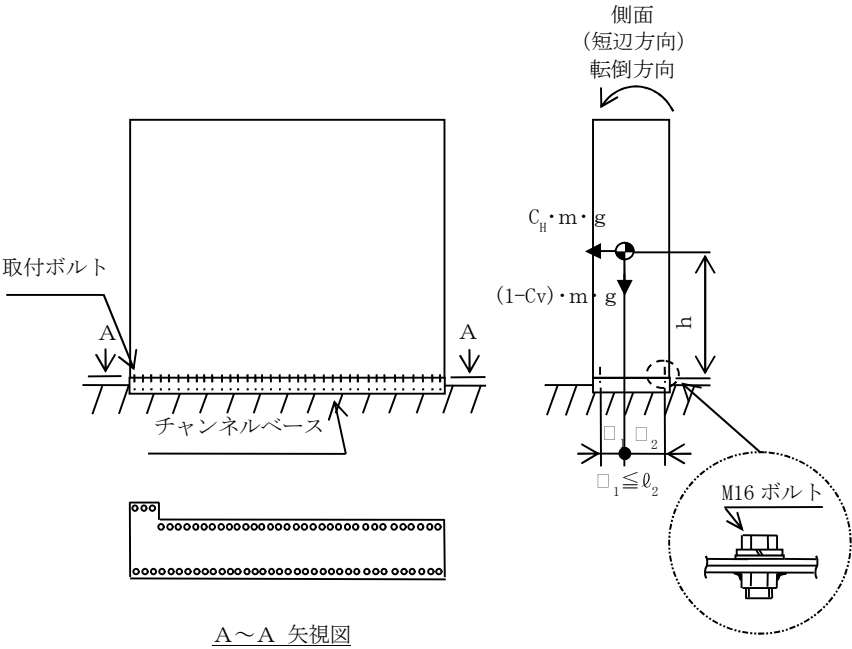
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
モータコントロール センタ 2C-3	S	原子炉建屋 EL. 2.00 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						72	36

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタ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

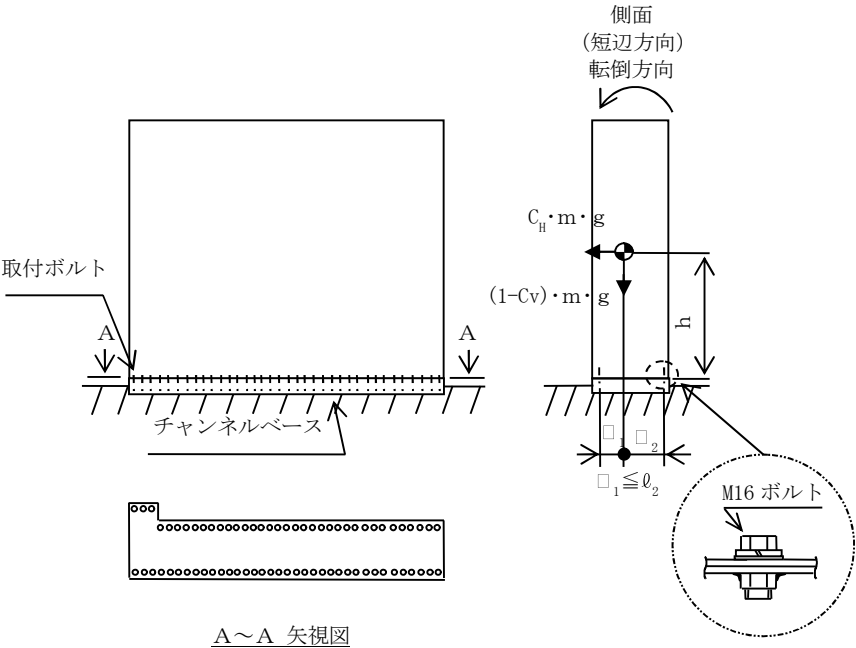
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
モータコントロール センタ 2C-3	S	原子炉建屋 EL. 2.00 ^{*1}			—	—	$C_H=0.96^{*2}$	$C_V=0.92^{*2}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						72	36

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	229 (16mm<径≤40mm)	391	—	273	—	短辺方向



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。

注記＊：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果

(単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2C-4(1)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 0.70 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

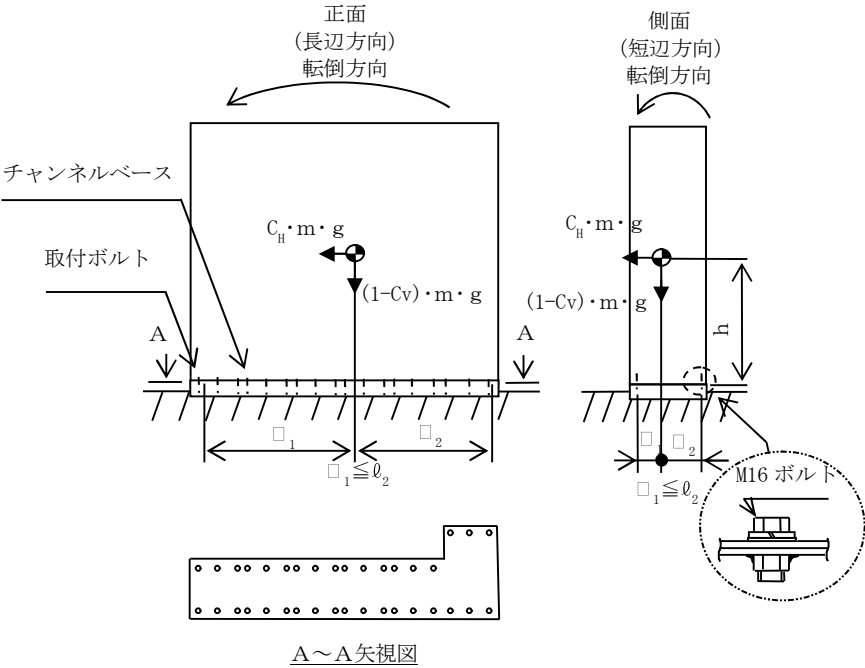
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{h2} (mm ²)	n ₂	n _f [*]
取 付 ボ ル ト						36	18
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2C-4 (2)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 0.70*1			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

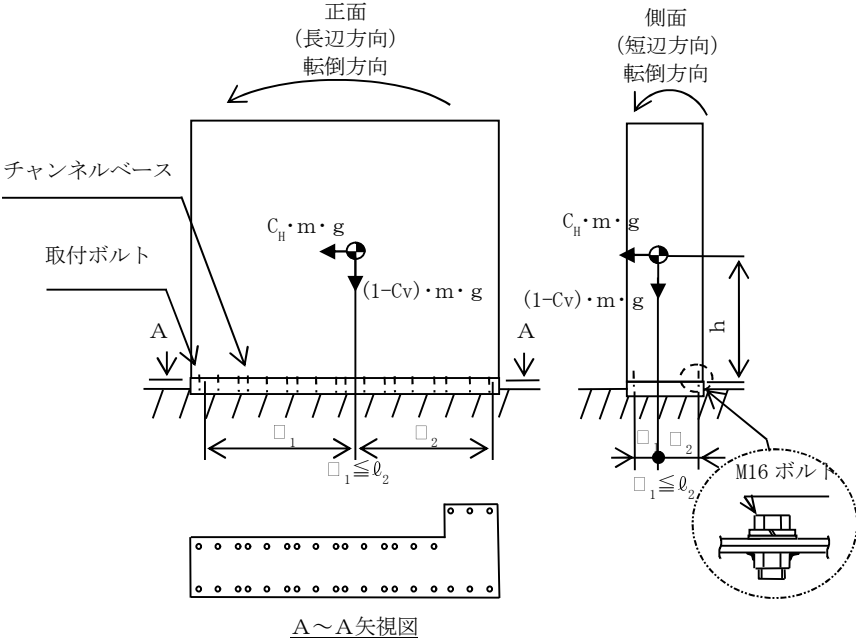
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n f [*]
取 付 ボ ル ト						18	9
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
モータコントロール センタ 2C-5	S	原子炉建屋 EL. 2.00 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

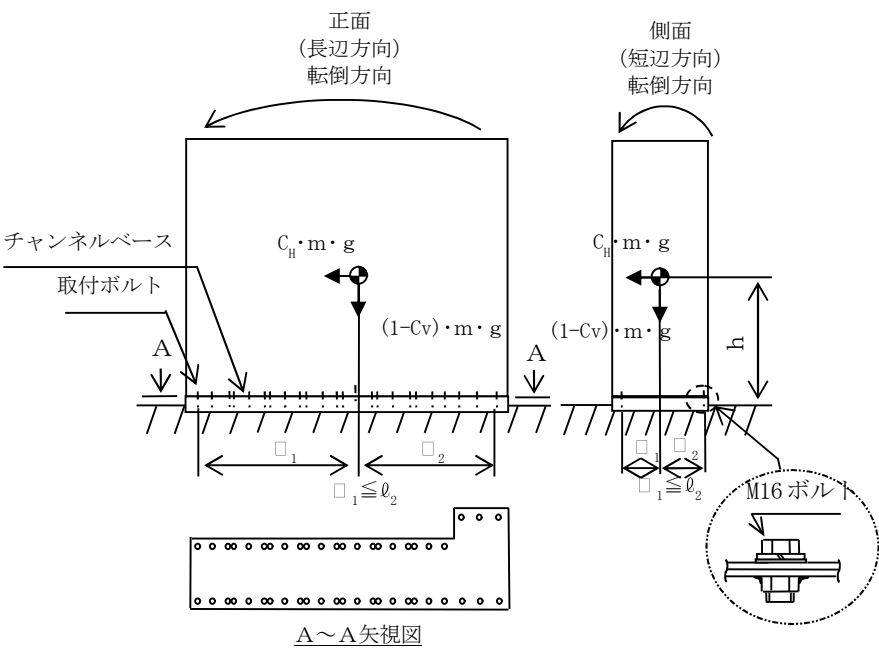
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{h2} (mm ²)	n ₂	n _f [*]
取 付 ボ ル ト						48	24
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタ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

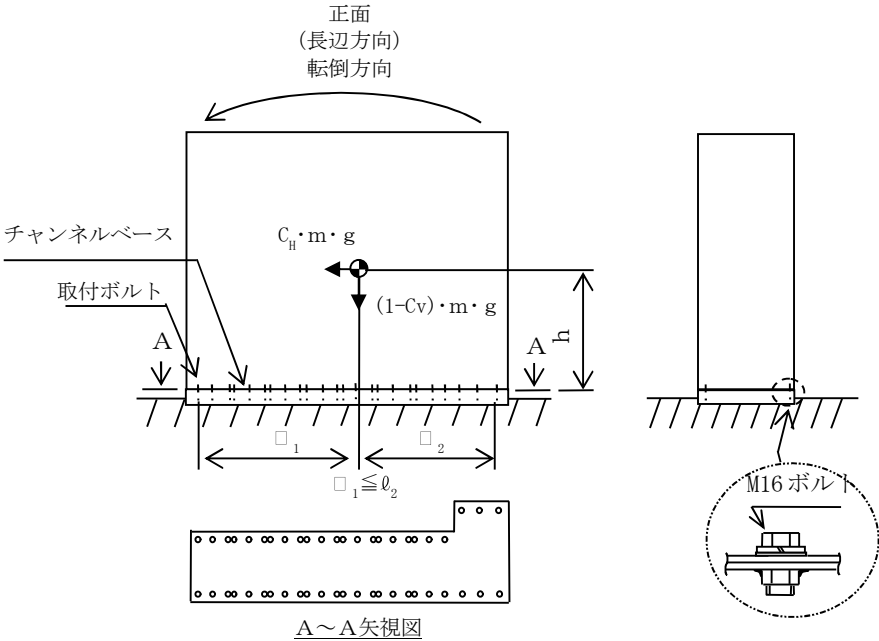
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
モータコントロール センタ 2C-5	S	原子炉建屋 EL. 2.00 ^{*1}			—	—	$C_H=0.96^{*2}$	$C_V=0.92^{*2}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						48	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	229 (16mm<径≤40mm)	391	—	273	—	長辺方向



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2C-6	S	原子炉建屋付属棟 EL. 8.20 ^{*1}			$C_H=0.63^{*2}$	$C_V=0.50^{*2}$	$C_H=1.10^{*3}$	$C_V=0.96^{*3}$	

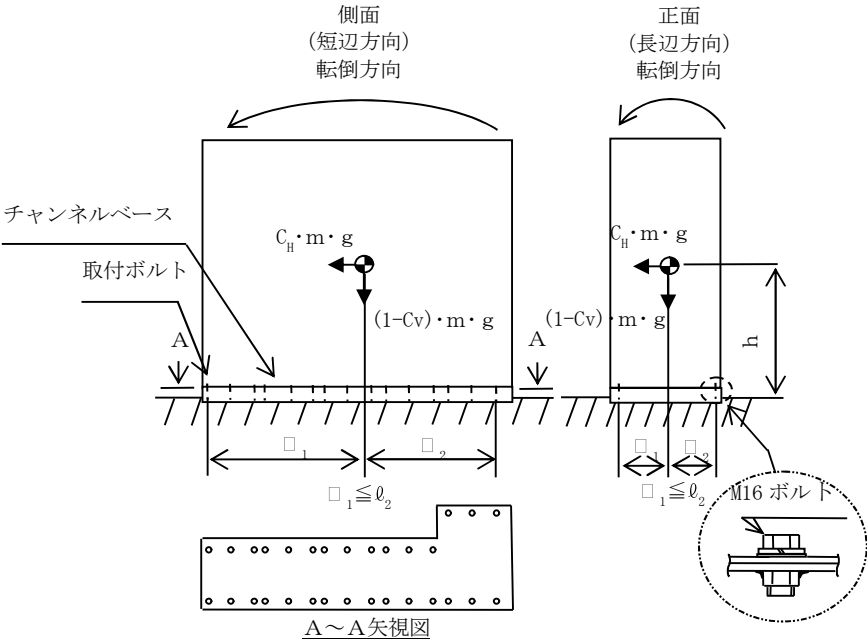
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n _f [*]
取 付 ボ ル ト						30	15
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.92	3.0
	鉛直方向	0.80	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2C-7	S	原子炉建屋 EL. 20.3 ^{*1}			$C_H=0.78^{*2}$	$C_V=0.54^{*2}$	$C_H=1.34^{*3}$	$C_V=1.01^{*3}$	

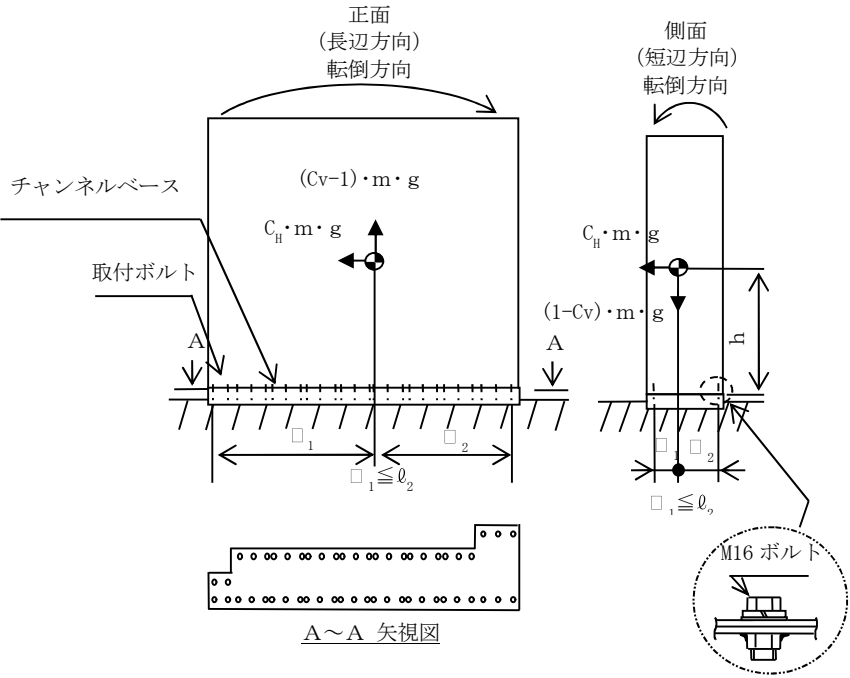
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n _f [*]
取 付 ボ ル ト						48	24
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
タイマー(水平方向) 配線用遮断器(鉛直方向)	水平方向	1.11	2.2
	鉛直方向	0.84	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタ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

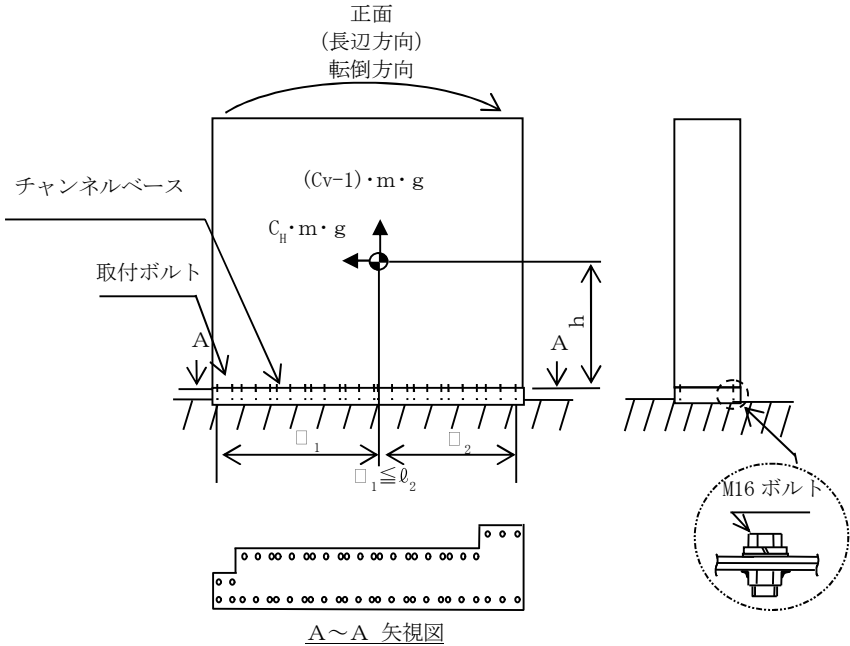
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
モータコントロール センタ 2C-7	S	原子炉建屋 EL. 20.3 ^{*1}			—	—	$C_H=1.34^{*2}$	$C_v=1.01^{*2}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f
取 付 ボ ル ト						48	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	210 (16mm<径≤40mm)	373	—	252	—	長辺方向



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
タイマー(水平方向) 配線用遮断器(鉛直方向)	水平方向	1.11	2.2
	鉛直方向	0.84	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2C-8	S	原子炉建屋 EL. 20.3 ^{*1}			$C_H=0.78^{*2}$	$C_V=0.54^{*2}$	$C_H=1.34^{*3}$	$C_V=1.01^{*3}$	

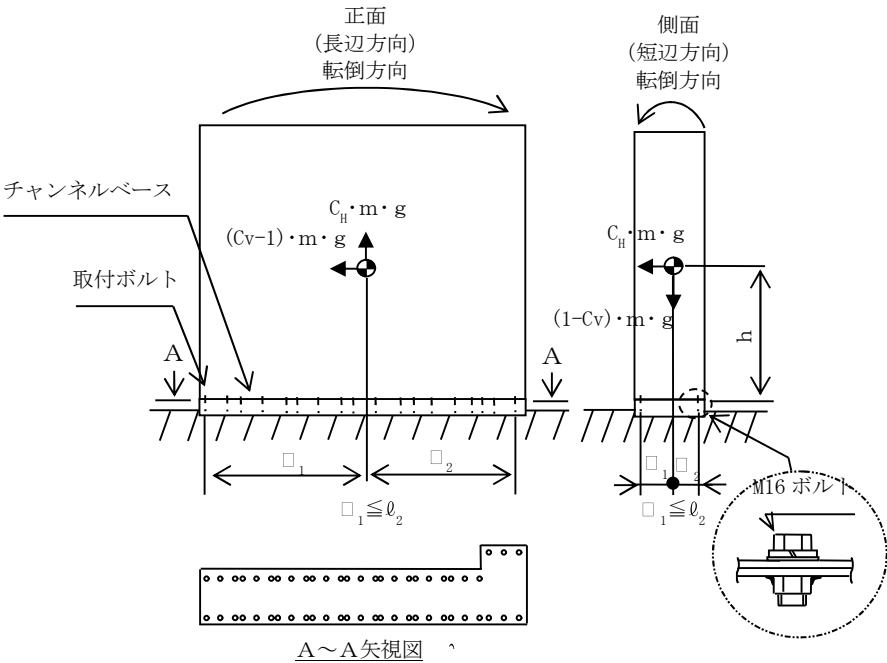
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n f [*]
取 付 ボ ル ト						54	27
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	1.11	3.0
	鉛直方向	0.84	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタ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

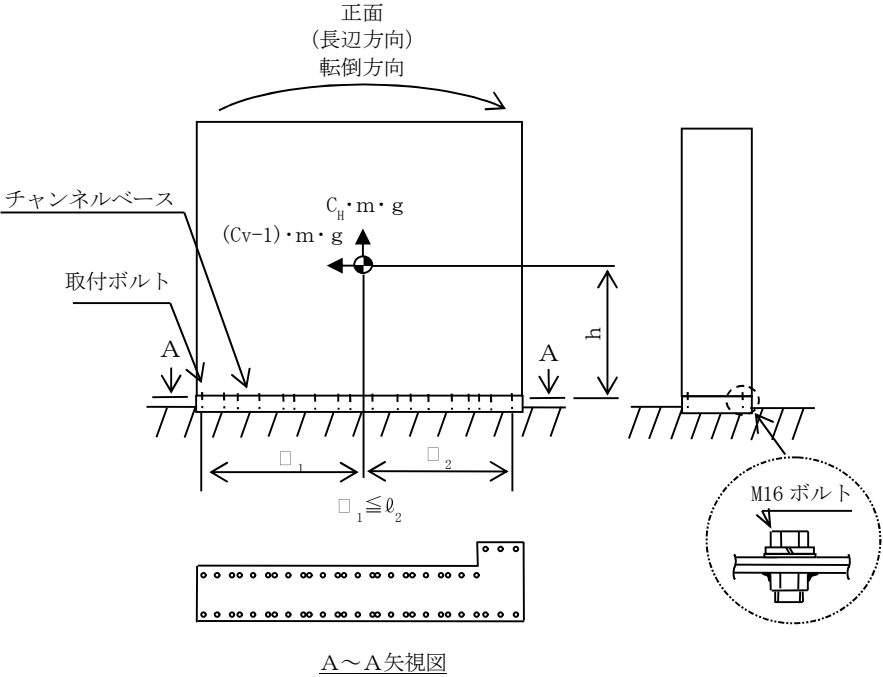
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
モータコントロール センタ 2C-8	S	原子炉建屋 EL. 20.3 ^{*1}			—	—	$C_H=1.34^{*2}$	$C_v=1.01^{*2}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						54	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	210 (16mm<径≦40mm)	373	—	252	—	長辺方向



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	1.11	3.0
	鉛直方向	0.84	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2C-9	S	原子炉建屋 EL. 29.0 ^{*1}			$C_H=0.88^{*2}$	$C_V=0.62^{*2}$	$C_H=1.55^{*3}$	$C_V=1.17^{*3}$	

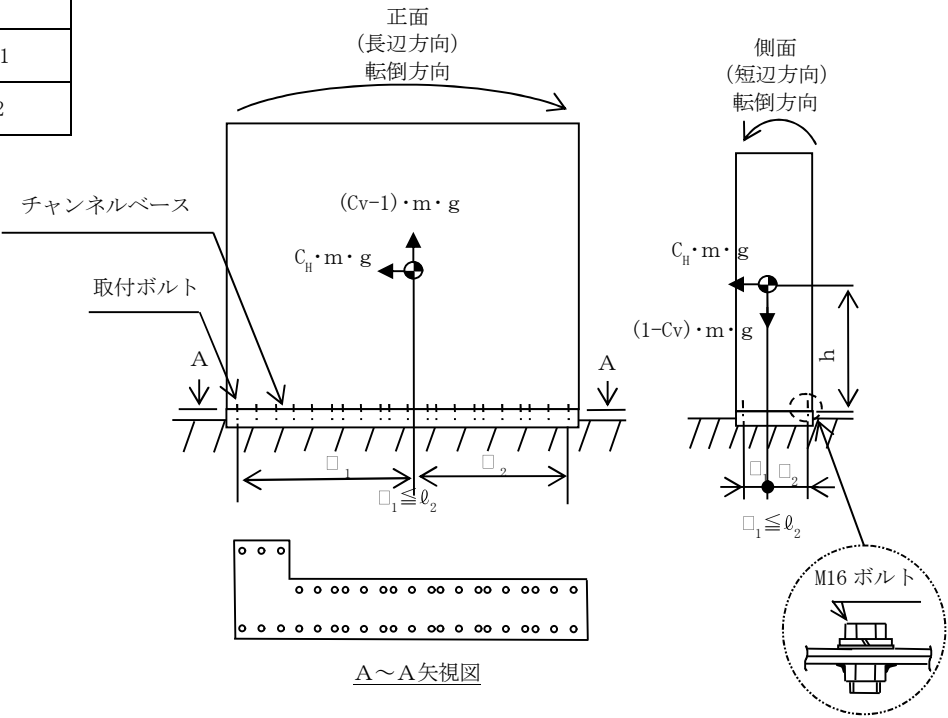
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n _f [*]
取 付 ボ ル ト						42	21
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	1.29	3.0
	鉛直方向	0.98	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタ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

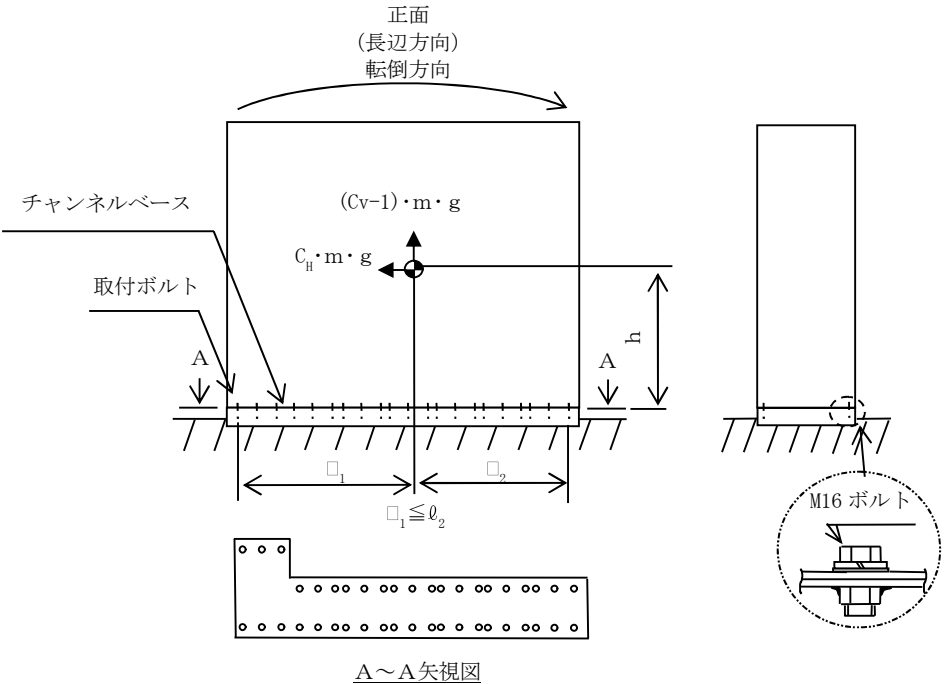
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
モータコントロール センタ 2C-9	S	原子炉建屋 EL. 29.0 ^{*1}			—	—	$C_H=1.55^{*2}$	$C_V=1.17^{*2}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f
取 付 ボ ル ト						42	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	210 (16mm<径≤40mm)	373	—	252	—	長辺方向



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	1.29	3.0
	鉛直方向	0.98	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2D-3	S	原子炉建屋 EL. 2.00*1			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

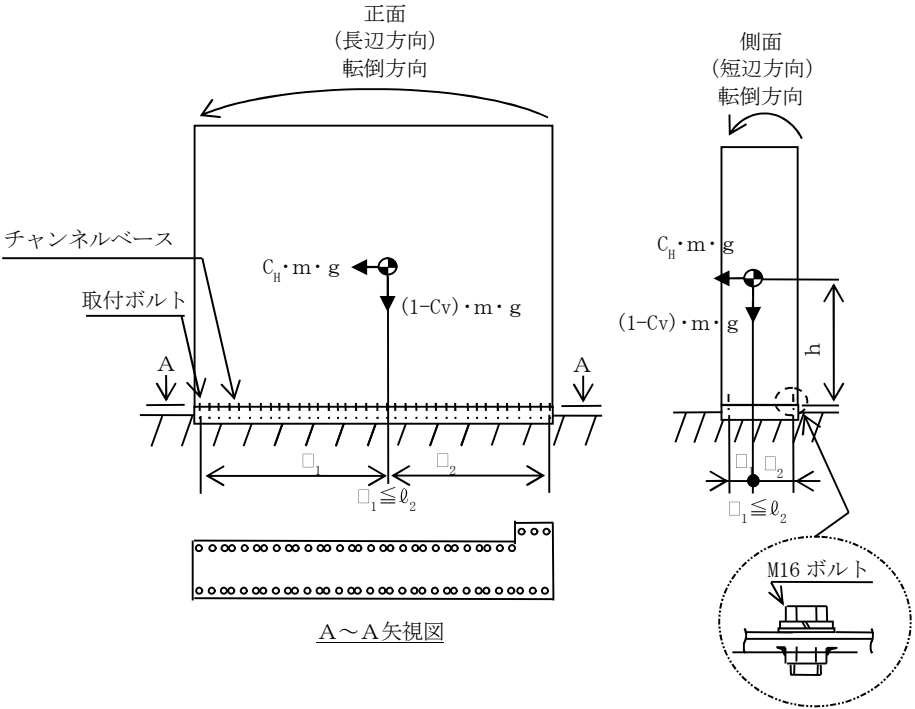
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n _f [*]
取 付 ボ ル ト						66	33
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。

注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果

(単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタ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

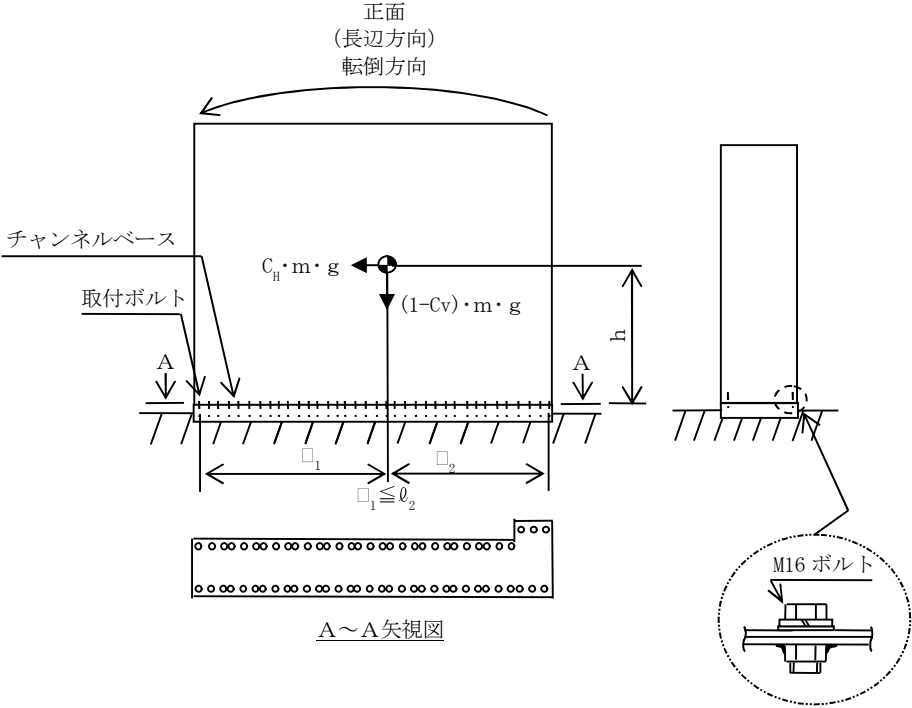
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
モータコントロール センタ 2D-3	S	原子炉建屋 EL. 2.00 ^{*1}			—	—	$C_H=0.96^{*2}$	$C_V=0.92^{*2}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f
取 付 ボ ル ト						66	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	229 (16mm<径≤40mm)	391	—	273	—	長辺方向



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。

注記＊：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果

(単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2D-4(1)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 0.70 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

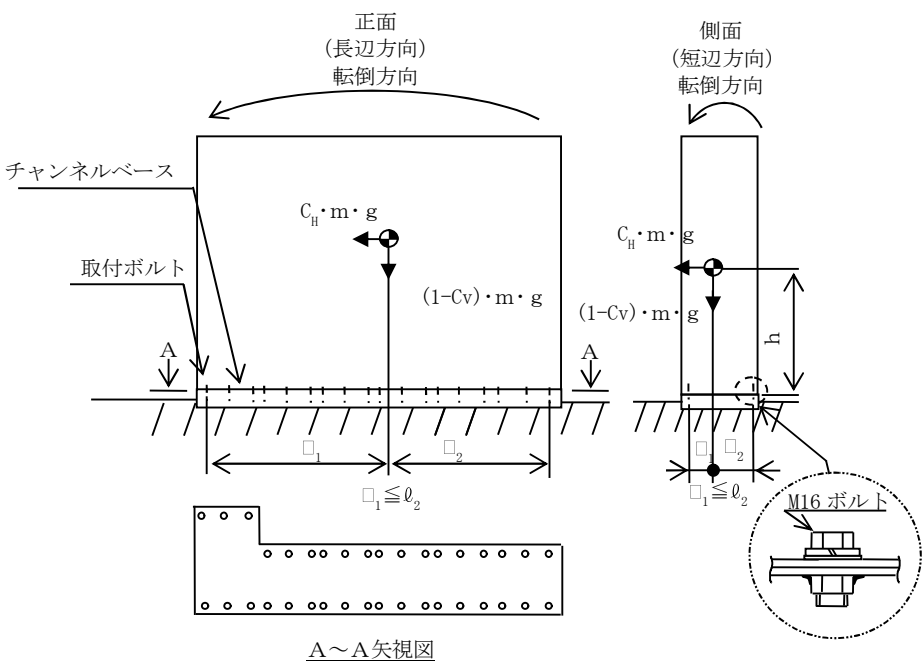
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n _f [*]
取 付 ボ ル ト						36	18
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≦40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2D-4(2)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 0.70 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

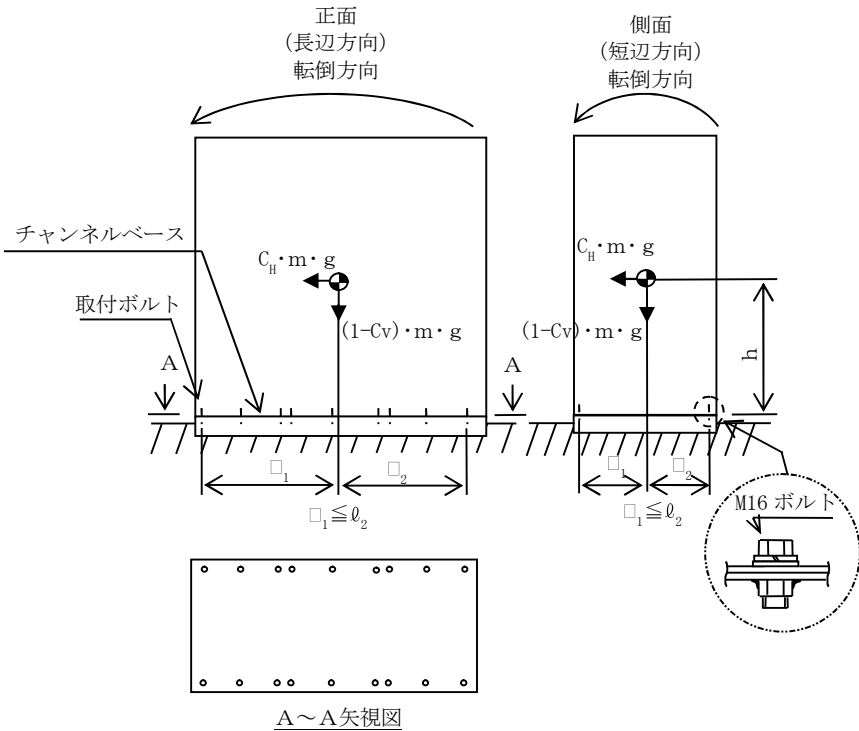
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n f [*]
取 付 ボ ル ト						18	9
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2D-5	S	原子炉建屋 EL. 2.00 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

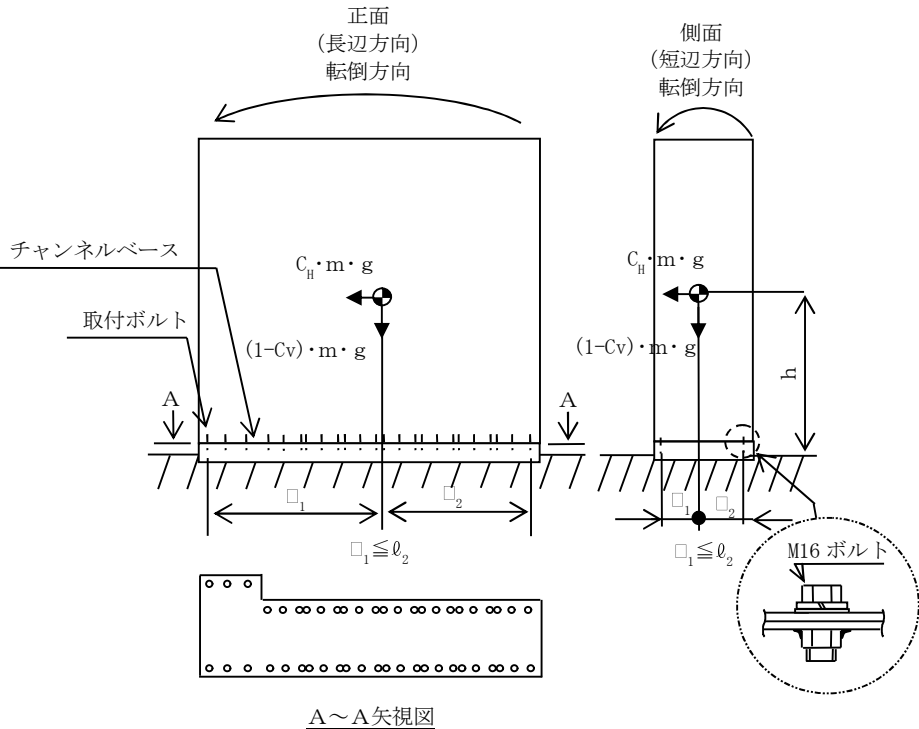
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n _f [*]
取 付 ボ ル ト						48	24
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

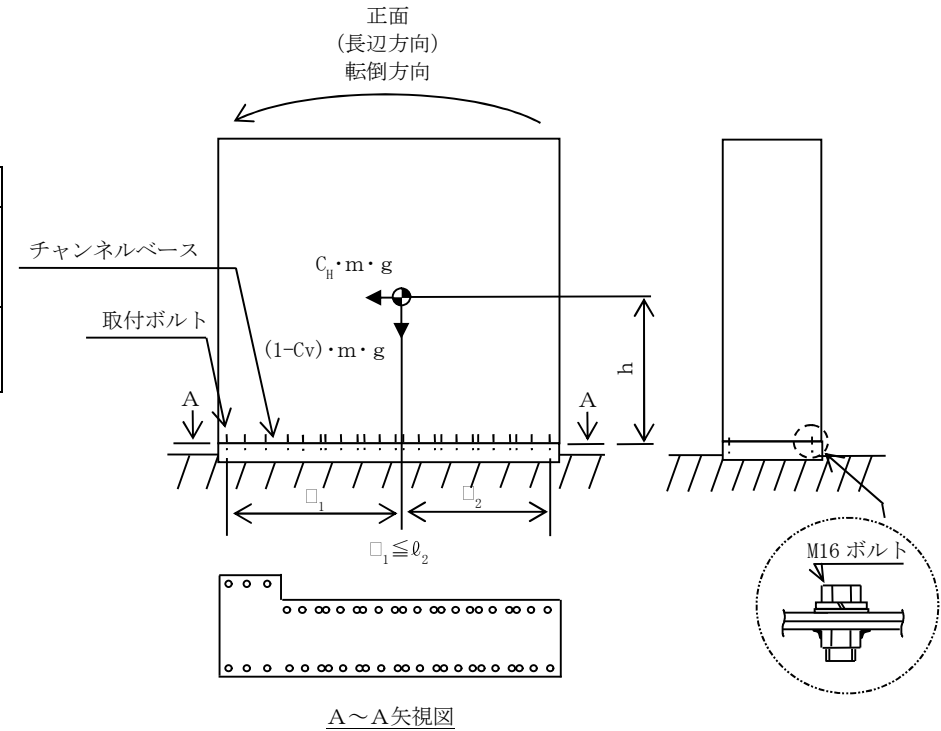
部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。

注記＊：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果

(単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2D-6	S	原子炉建屋付属棟 EL. 8.20 ^{*1}			$C_H=0.63^{*2}$	$C_V=0.50^{*2}$	$C_H=1.10^{*3}$	$C_V=0.96^{*3}$	

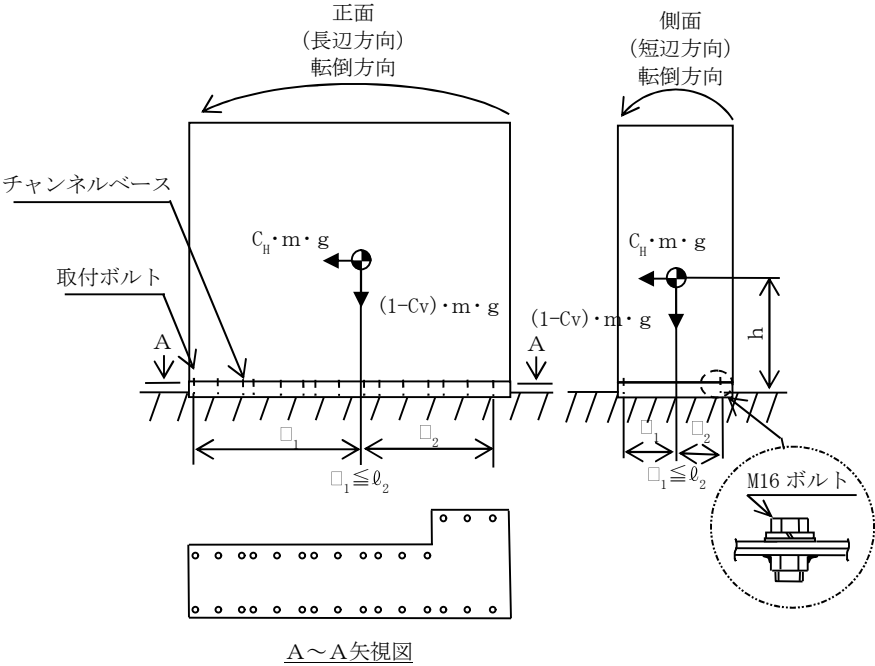
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n f [*]
取 付 ボ ル ト						30	15
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.92	3.0
	鉛直方向	0.80	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2D-7	S	原子炉建屋 EL. 20.3 ^{*1}			$C_H=0.78^{*2}$	$C_V=0.54^{*2}$	$C_H=1.34^{*3}$	$C_V=1.01^{*3}$	

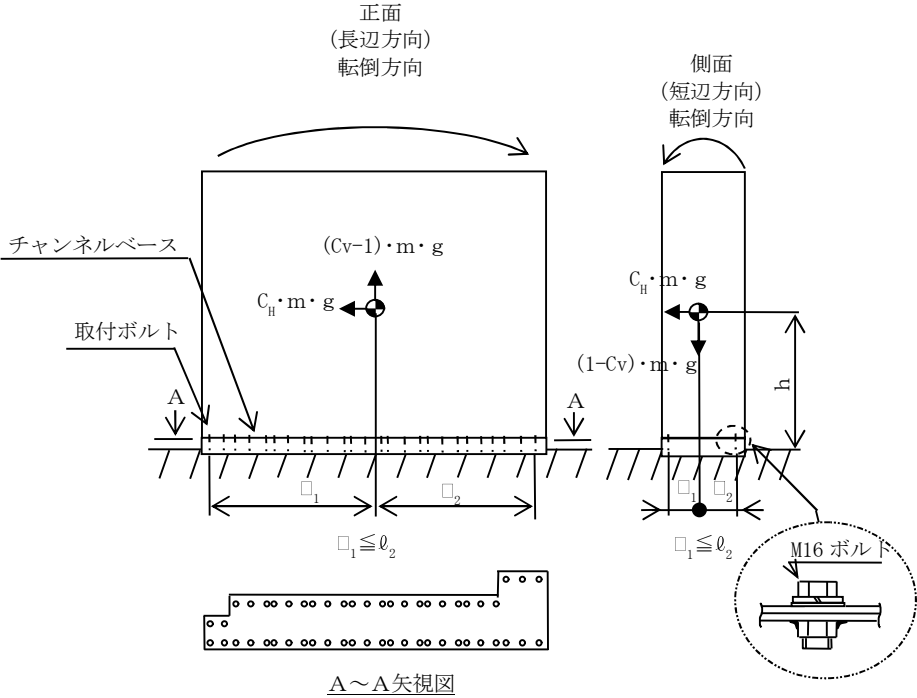
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n f [*]
取 付 ボ ル ト						48	24
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
タイマー(水平方向) 配線用遮断器(鉛直方向)	水平方向	1.11	2.2
	鉛直方向	0.84	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタ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

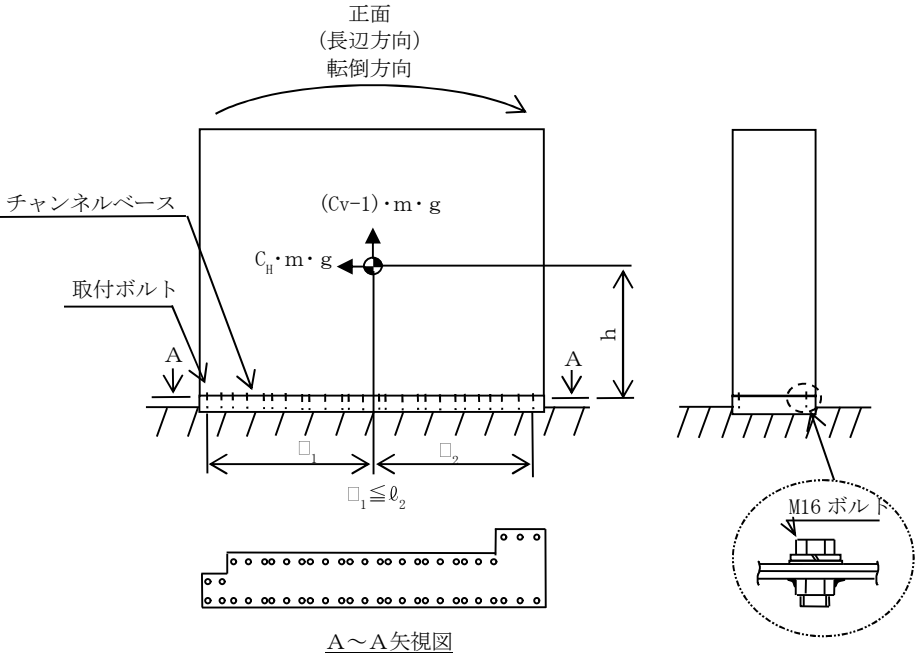
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
モータコントロール センタ 2D-7	S	原子炉建屋 EL. 20.3 ^{*1}			—	—	$C_H=1.34^{*2}$	$C_V=1.01^{*2}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f
取 付 ボ ル ト						48	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	210 (16mm<径≤40mm)	373	—	252	—	長辺方向



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
タイマー(水平方向) 配線用遮断器(鉛直方向)	水平方向	1.11	2.2
	鉛直方向	0.84	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2D-8	S	原子炉建屋 EL. 20.3 ^{*1}			$C_H=0.78^{*2}$	$C_V=0.54^{*2}$	$C_H=1.34^{*3}$	$C_V=1.01^{*3}$	

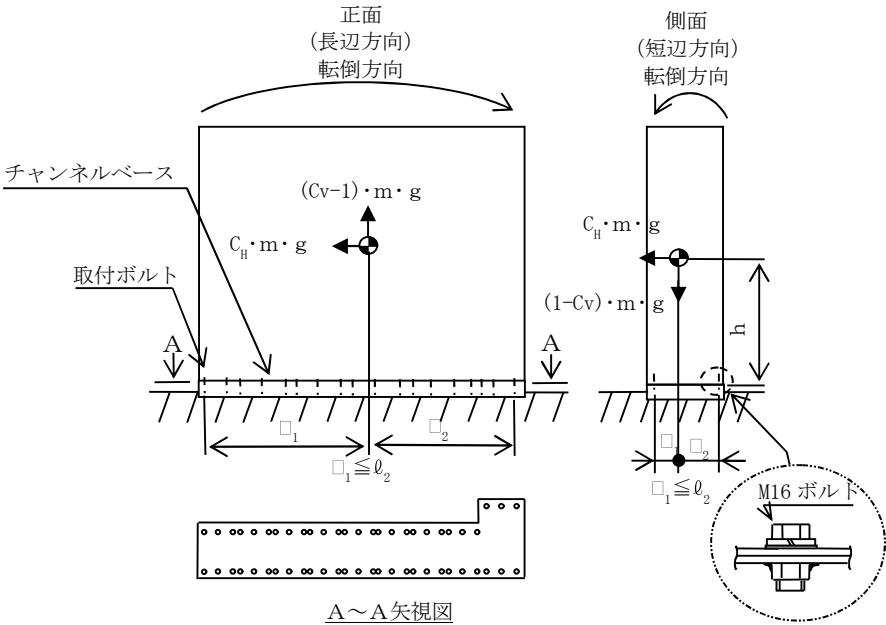
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n f [*]
取 付 ボ ル ト						54	27
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	1.11	3.0
	鉛直方向	0.84	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタ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

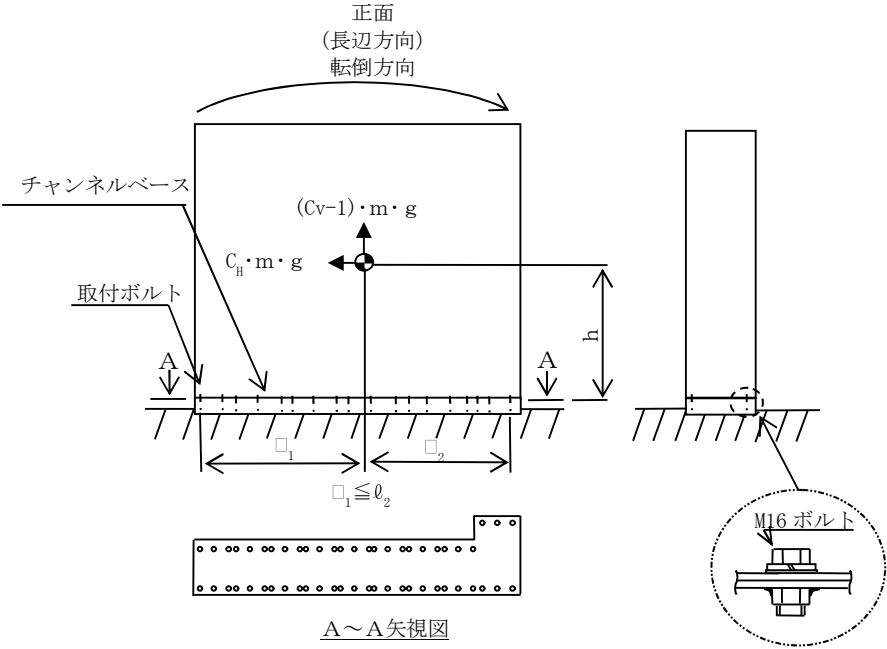
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
モータコントロール センタ 2D-8	S	原子炉建屋 EL. 20.3 ^{*1}			—	—	$C_H=1.34^{*2}$	$C_v=1.01^{*2}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						54	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	210 (16mm<径≤40mm)	373	—	252	—	長辺方向



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。

注記＊：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果

(単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	1.11	3.0
	鉛直方向	0.84	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 2D-9	S	原子炉建屋 EL. 29.0 ^{*1}			$C_H=0.88^{*2}$	$C_V=0.62^{*2}$	$C_H=1.55^{*3}$	$C_V=1.17^{*3}$	

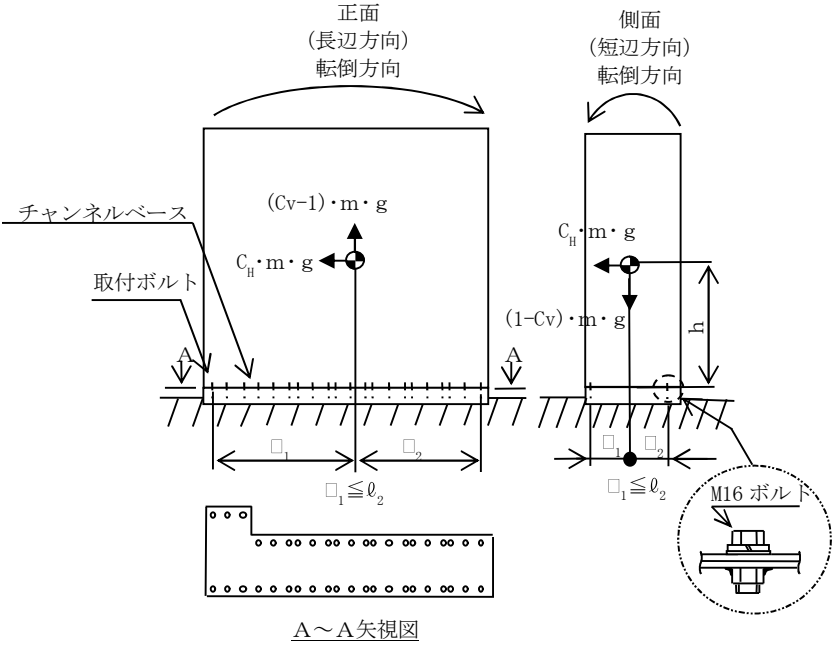
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n f [*]
取 付 ボ ル ト						42	21
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≦40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	1.29	3.0
	鉛直方向	0.98	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタ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

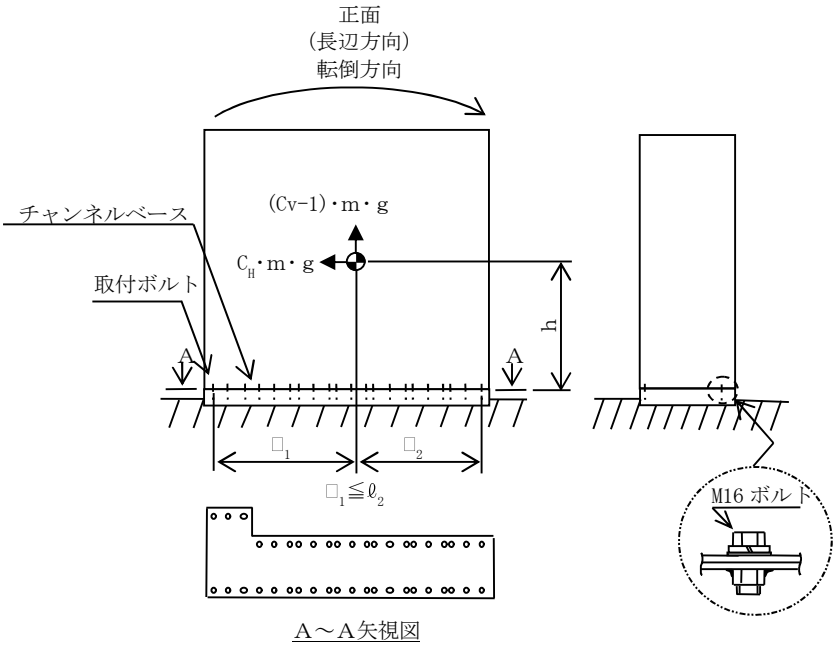
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
モータコントロール センタ 2D-9	S	原子炉建屋 EL. 29.0 ^{*1}			—	—	C _H =1.55 ^{*2}	C _V =1.17 ^{*2}	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動S_sの震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ (mm)	ℓ ₂ (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n _f
取 付 ボ ル ト						42	2

部 材	S _{y2} (MPa)	S _{u2} (MPa)	F ₂ (MPa)	F ₂ [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取 付 ボ ル ト	210 (16mm<径≦40mm)	373	—	252	—	長辺方向



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	1.29	3.0
	鉛直方向	0.98	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 HPCS (1)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 0.70 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

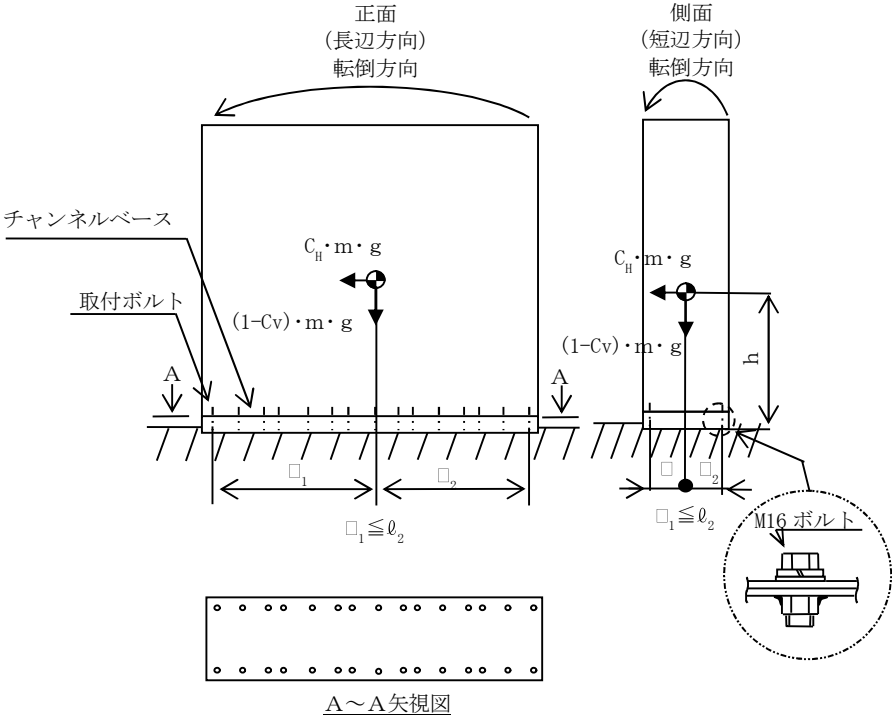
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n f [*]
取 付 ボ ル ト						30	15
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 HPCS (2)	S	原子炉建屋付属棟 EL. 0.70 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

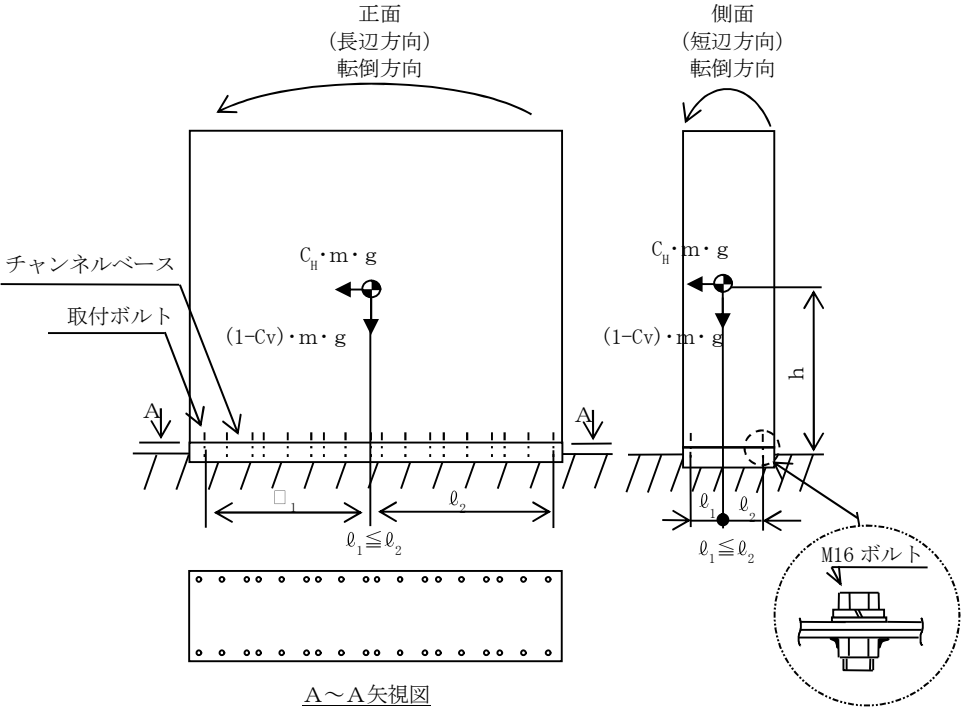
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n f [*]
取 付 ボ ル ト						36	18
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記*：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記＊：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

V-2-10-1-7-4 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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 電氣的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、資料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氣的機能を有していることを説明するものである。

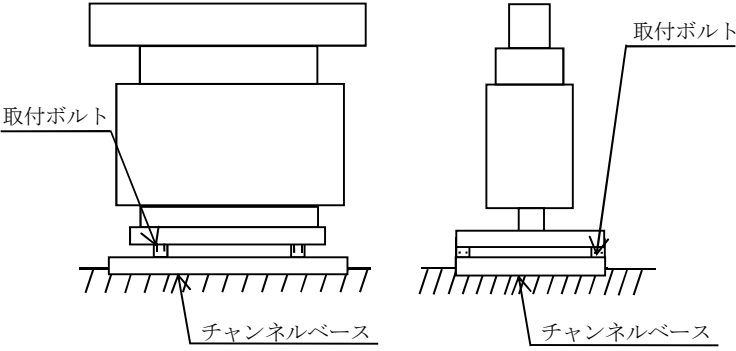
動力変圧器は、設計基準対象施設においては既設のSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

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、基礎に埋め込まれた埋込金物で固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	垂直自立形	

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

動力変圧器の構造は垂直自立形の盤内に設置されたものであるため、構造強度評価は、付録 7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 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設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-1、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

動力変圧器の許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

動力変圧器の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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	動力変圧器	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	$III_A S$
					$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

表 3-2 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	動力変圧器	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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状態を適用する。

*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 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

4. 機能維持評価

4.1 電氣的機能維持評価方法

動力変圧器の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、付録 7「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評価する。

動力変圧器に設置される器具の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度

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

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
盤内電氣品	評価対象器具該当無し	水平	—
		鉛直	—

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

動力変圧器の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次ページ以降の表に示す。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

動力変圧器の設計基準対象施設としての耐震条件が，重大事故等対処設備としての耐震条件と同等であることから，重大事故等対処設備の耐震評価は省略した。

【動力変圧器の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

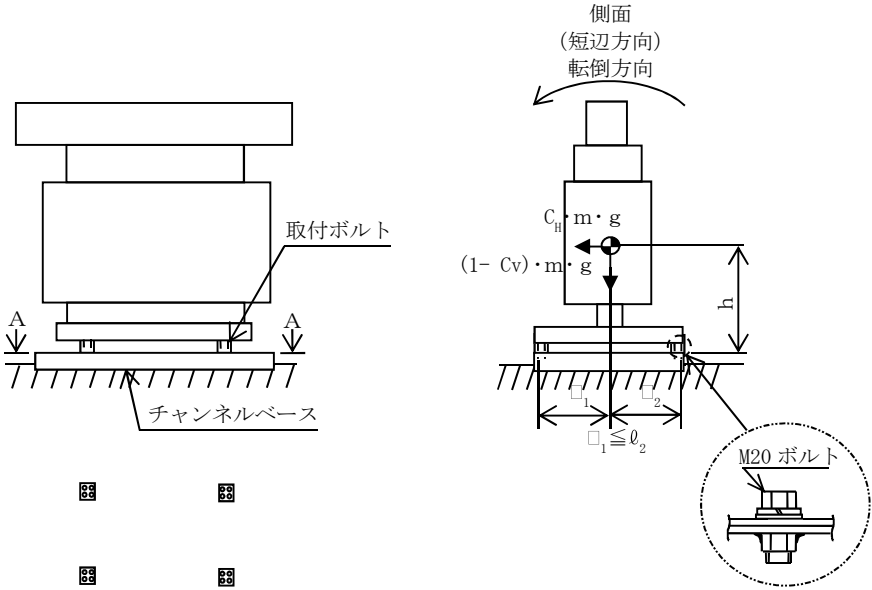
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
動力変圧器 2C	S	原子炉建屋付属棟 EL. -4.00 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.87^{*3}$	$C_V=0.90^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						8	4

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺方向	



A～A矢视图

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
評価対象器具該当無し	水平方向	—	—
	鉛直方向	—	—

【動力変圧器の耐震性についての計算結果】

2. 設計基準対象施設

2.1 設計条件

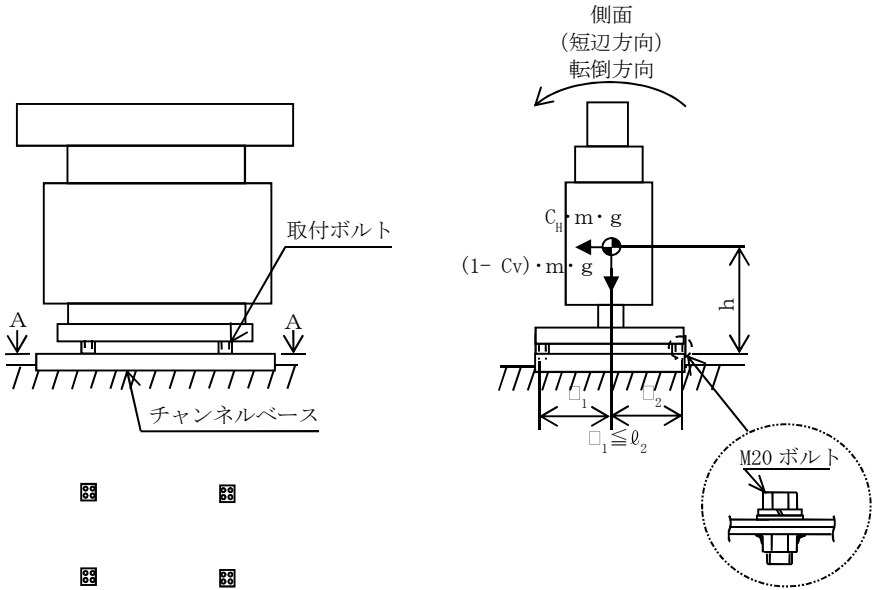
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
動力変圧器 2D	S	原子炉建屋付属棟 EL. 2.56 ^{*1}			$C_H=0.63^{*2}$	$C_V=0.50^{*2}$	$C_H=1.10^{*3}$	$C_V=0.96^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						8	4

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺方向	



A～A矢视图

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
評価対象器具該当無し	水平方向	—	—
	鉛直方向	—	—

【動力変圧器の耐震性についての計算結果】

3. 設計基準対象施設

3.1 設計条件

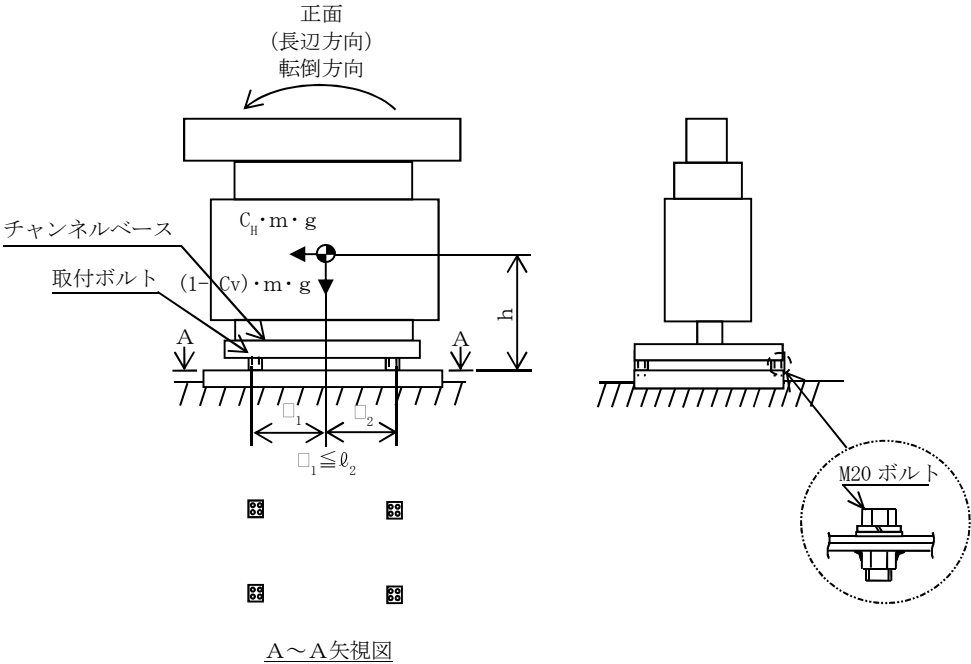
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
動力変圧器 HPCS	S	原子炉建屋付属棟 EL. -4.00 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.87^{*3}$	$C_V=0.90^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

3.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f
取 付 ボ ル ト						8	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	231	276	長辺方向	



3.3 計算数値

3.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

3.4 結 論

3.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

3.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
評価対象器具該当無し	水平方向	—	—
	鉛直方向	—	—

V-2-10-1-7-5 直流 125V 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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 電氣的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、資料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 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氣的機能を有していることを説明するものである。

直流 125V 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既設の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分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

直流 125V 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	
直流 125V モータコン トロールセンタは、基 礎に埋め込まれた埋込 金物で固定されたチャ ンネルベースに取付ボ ルトで設置する。	垂直自立形	正面 (長辺方向) 側面 (短辺方向)

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

直流 125V モータコントロールセンタの構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録 7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

直流 125V 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 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

直流 125V モータコントロールセンタの許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

直流 125V モータコントロールセンタの使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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 モータコントロールセンタ	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	$III_A S$
					$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

表 3-2 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 モータコントロールセンタ	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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状態を適用する。

*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 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度	231	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度	229	391	—

4. 機能維持評価

4.1 電氣的機能維持評価方法

直流 125V モータコントロールセンタの電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、付録 7「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評価する。

直流 125V 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には、同形式の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度 (×9.8 m/s²)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
盤内電気品	配線用遮断器	水平	3.0
		鉛直	1.0

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

直流 125V 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氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次ページ以降の表に示す。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

直流 125V モータコントロールセンタの重大事故等対処設備としての評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次ページ以降の表に示す。

【直流 125V モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

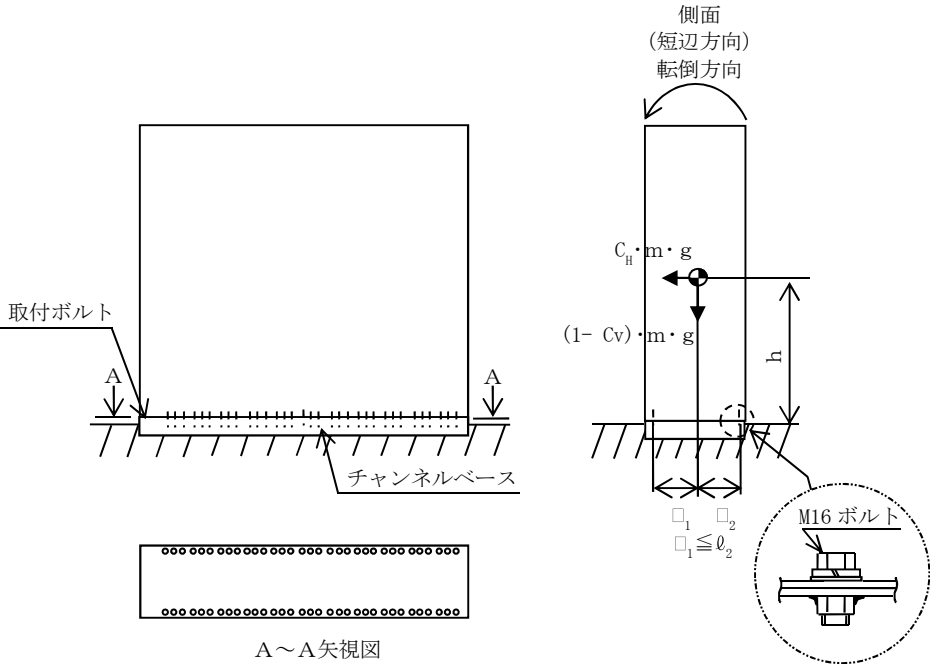
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
直流 125V モータコントロールセンタ 2A-1	S	原子炉建屋 EL. 2.00 ^{*1}			$C_H=0.58^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=0.96^{*3}$	$C_V=0.92^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f
取 付 ボ ル ト						66	33

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。

注記 *：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果

(単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

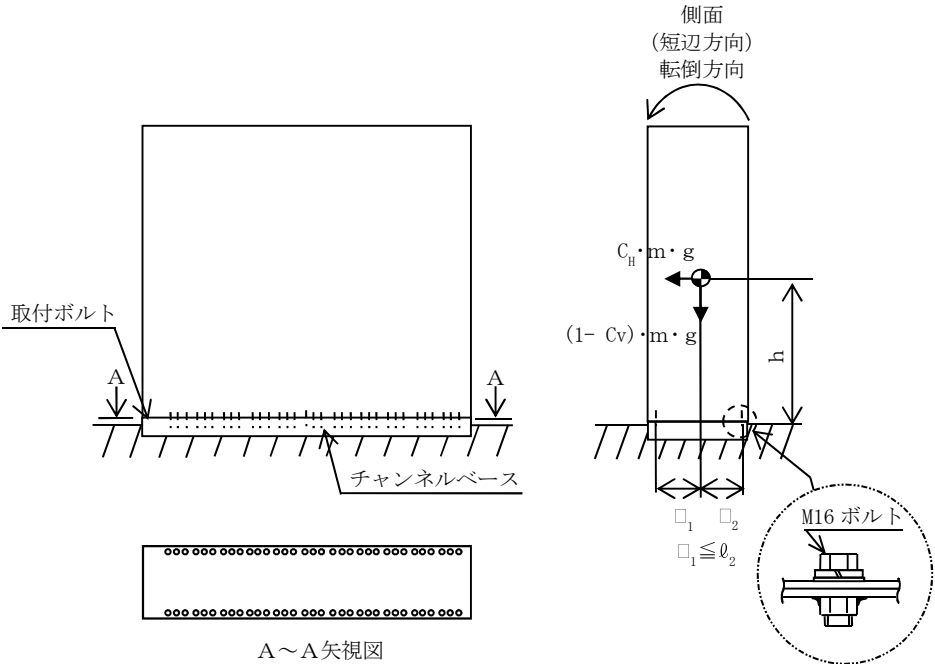
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
直流 125V コントロールセンタ 2A-1	S	原子炉建屋 EL. 2.00 ^{*1}			—	—	$C_H=0.96^{*2}$	$C_v=0.92^{*2}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	nf
取 付 ボ ル ト						66	33

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	229 (16mm<径≤40mm)	391	—	273	—	短辺方向



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.80	3.0
	鉛直方向	0.77	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【直流 125V モータコントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			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 モータコントロールセンタ 2A-2	S	原子炉建屋 EL. 29.0 ^{*1}			$C_H=0.88^{*2}$	$C_V=0.62^{*2}$	$C_H=1.55^{*3}$	$C_V=1.17^{*3}$	

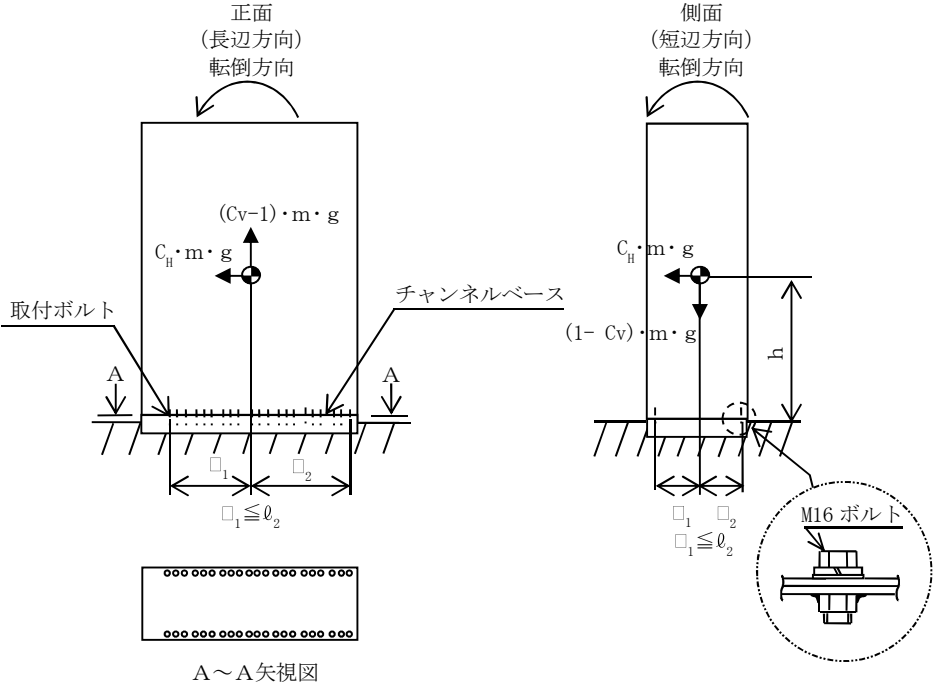
注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₂	n _f [*]
取 付 ボ ル ト						42	21
							2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16mm<径≤40mm)	394	231	276	短辺方向	長辺方向

注記 *：取付ボルトにおける上段は弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対する評価時の要目を示し、下段は基準地震動 S_s 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 _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。注記 *：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	1.29	3.0
	鉛直方向	0.98	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

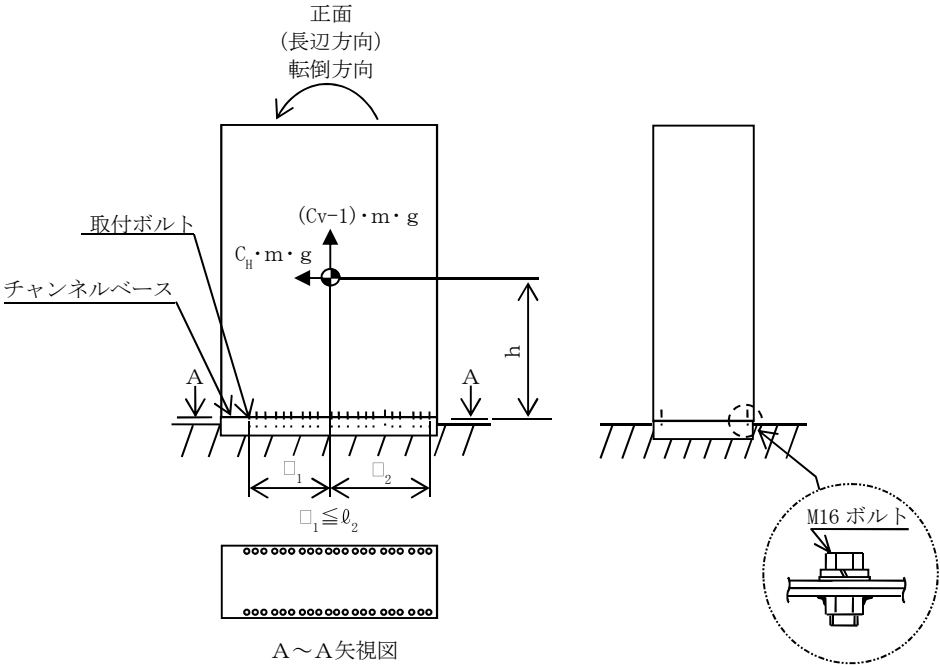
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
直流 125V モータコントロールセンタ 2A-2	S	原子炉建屋 EL. 29.0 ^{*1}			—	—	$C_H=1.55^{*2}$	$C_v=1.17^{*2}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f
取 付 ボ ル ト						42	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	229 (16mm<径≤40mm)	391	—	273	—	長辺方向



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	1.29	3.0
	鉛直方向	0.98	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

V-2-10-1-7-6 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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 電氣的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、資料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氣的機能を有していることを説明するものである。

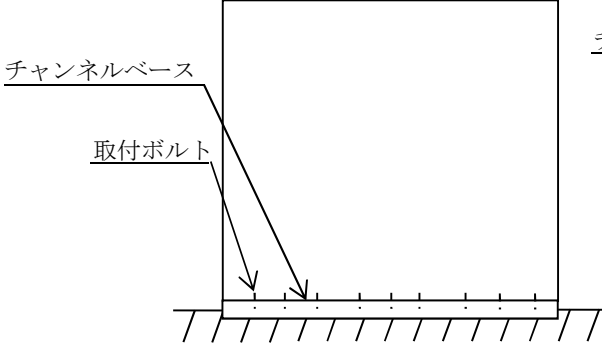
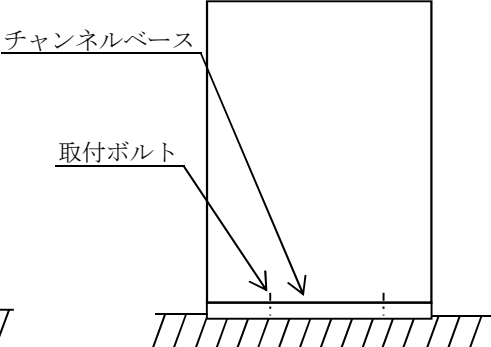
直流 125V 主母線盤は、設計基準対象施設においては既設の S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

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

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
直流 125V 主母線盤は、 基礎に埋め込まれた埋 込金物で固定されたチ ャネルベースに取付 ボルトで設置する。	垂直自立形	正面 (長辺方向)  側面 (短辺方向) 

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

直流 125V 主母線盤の構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録 7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 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設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

直流 125V 主母線盤の許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

直流 125V 主母線盤の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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 主母線盤	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	$III_A S$
					$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

表 3-2 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 主母線盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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状態を適用する。

*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 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

4. 機能維持評価

4.1 電氣的機能維持評価方法

直流 125V 主母線盤の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、付録 7「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評価する。

直流 125V 主母線盤に設置される器具の機能確認済加速度には、同形式の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度 (×9.8 m/s²)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
盤内電気品	配線用遮断器	水平	3.0
		鉛直	1.0

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

直流 125V 主母線盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次ページ以降の表に示す。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

直流 125V 主母線盤の設計基準対象施設としての耐震条件が、重大事故等対処設備としての耐震条件と同等であることから、重大事故等対処設備の耐震評価は省略した。

【直流 125V 主母線盤の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

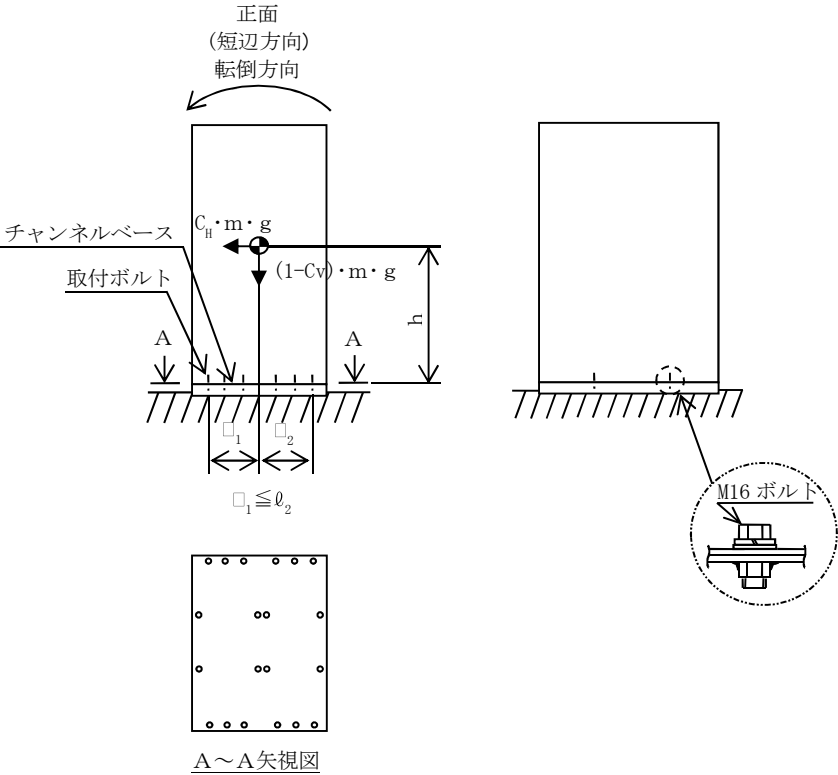
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
直流 125V 主母線盤 2A	S	原子炉建屋付属棟 EL. 8.20 ^{*1}			$C_H=0.63^{*2}$	$C_V=0.50^{*2}$	$C_H=1.10^{*3}$	$C_V=0.96^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f
取 付 ボ ル ト						20	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺方向	



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.92	3.0
	鉛直方向	0.80	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【直流 125V 主母線盤の耐震性についての計算結果】

2. 設計基準対象施設

2.1 設計条件

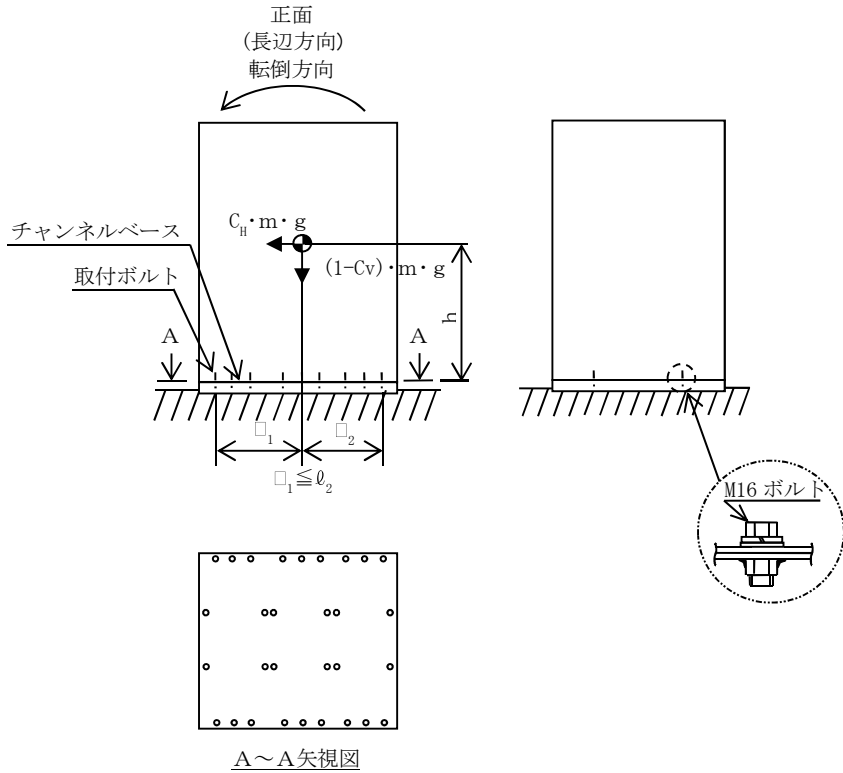
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
直流 125V 主母線盤 2B	S	原子炉建屋付属棟 EL. 8.20 ^{*1}			$C_H=0.63^{*2}$	$C_v=0.50^{*2}$	$C_H=1.10^{*3}$	$C_v=0.96^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

2.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f
取 付 ボ ル ト						30	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	231	276	長辺方向	



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.92	3.0
	鉛直方向	0.80	1.0

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

V-2-10-1-7-7 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. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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氣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、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

緊急用断路器の構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 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 2-1 に示す。

2.2.2 許容応力

緊急用断路器の許容応力を表 2-2 に示す。

表 2-1 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}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，
「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状態を適用する。

*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 2-2 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 _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

V-2-10-1-7-8 緊急用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. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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氣的機能を有していることを説明するものである。

緊急用メタルクラッド開閉装置は、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、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

緊急用メタルクラッド開閉装置の構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用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重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-1 に示す。

2.2.2 許容応力

緊急用メタルクラッド開閉装置の許容応力を表 2-2 に示す。

表 2-1 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	緊急用メタルクラッド 開閉装置	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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状態を適用する。

*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 2-2 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 _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

V-2-10-1-7-9 緊急用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. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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、緊急用パワーセンタの設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

緊急用パワーセンタは、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、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

緊急用パワーセンタの構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用パワーセンタ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 2-1 に示す。

2.2.2 許容応力

緊急用パワーセンタの許容応力を表 2-2 に示す。

表 2-1 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	緊急用パワーセンタ	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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状態を適用する。

*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 2-2 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 _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

V-2-10-1-7-10 緊急用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. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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、緊急用コントロールセンタの設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

緊急用コントロールセンタは、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、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

緊急用コントロールセンタの構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用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重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-1 に示す。

2.2.2 許容応力

緊急用コントロールセンタの許容応力を表 2-2 に示す。

表 2-1 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	緊急用コントロール センタ	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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状態を適用する。

*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 2-2 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 _A S	1.5・f _t * 	1.5・f _s *
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

V-2-10-1-7-11 緊急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. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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、緊急用動力変圧器の設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

緊急用動力変圧器は、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、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

緊急用動力変圧器の構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急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 2-1 に示す。

2.2.2 許容応力

緊急用動力変圧器の許容応力を表 2-2 に示す。

表 2-1 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}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，
「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状態を適用する。

*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 2-2 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 _A S	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

V-2-10-1-7-12 常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の
耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 構造の説明	1
2.2 評価方針	2
3. 耐震評価箇所	3
4. 地震応答解析及び応力評価	4
4.1 基本方針	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 設計用地震力	7
4.4 解析モデル及び諸元	8
4.5 固有値	9
4.6 応力評価方法	11
4.7 応力評価条件	17
5. 機能維持評価	18
5.1 機能維持評価方法	18
6. 評価結果	19
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	19

1. 概要

本資料は、資料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、常設代替高圧電源装置遠隔操作盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。その耐震評価は地震応答解析及び応力評価並びに機能維持評価により行う。

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤は、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、この分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 構造の説明

資料V-2-1-11「機器・配管の耐震支持設計方針」にて設定した機器の耐震支持設計方針に基づき設計した常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の構造計画

機器名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
常設代替高圧電源装置 遠隔操作盤	自立型	器具は器具取付板及びフレームに固定する。器具取付板はボルト及び溶接にてフレームに固定する。フレームは盤取付ボルトにて据付架台に固定する。据付架台は据付ボルトにて床面に据え付ける。	

2.2 評価方針

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の応力評価は、資料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 構造の説明」にて示す常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の機能維持評価は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

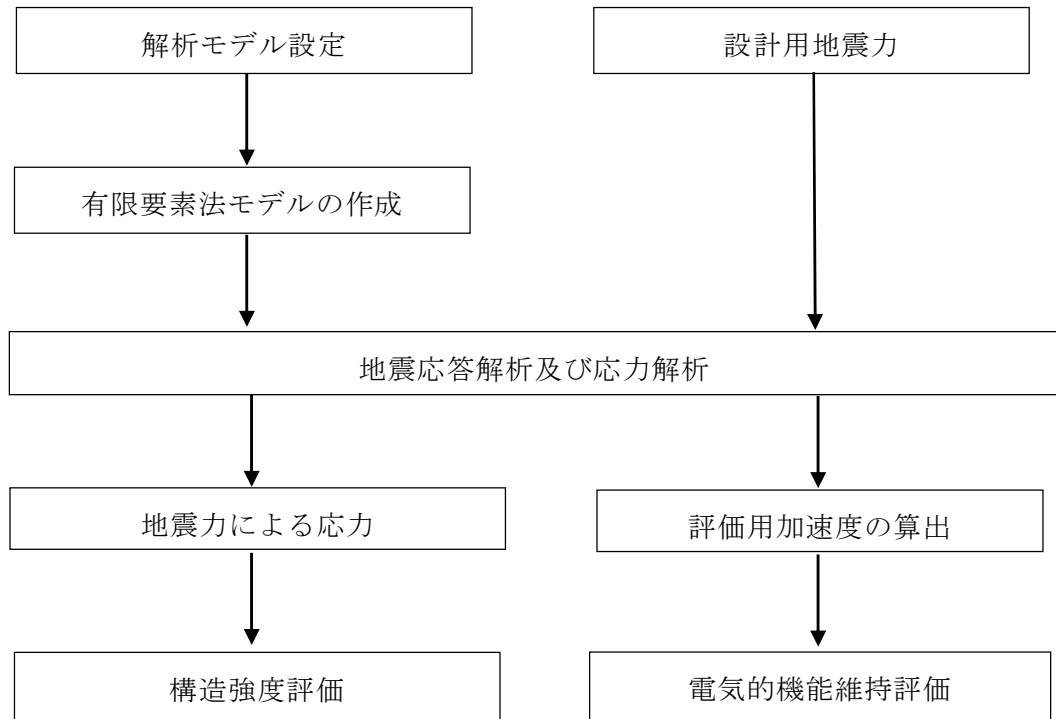


図 2-1 常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の耐震評価フロー

3. 耐震評価箇所

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の耐震評価は，耐震評価上厳しくなるフレーム，器具取付板，据付架台，盤取付ボルト及び据付ボルトを選定して実施する。

4. 地震応答解析及び応力評価

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の固有振動数、応力及び荷重を算定するための地震応答解析について以下に示す。

4.1 基本方針

- (1) 盤を構成する鋼材をはり要素、鋼板及び架台をシェル要素としてモデル化した 3 次元 FEM モデルによる固有値解析を行い、固有振動数が 30Hz 以上である場合は最大床応答加速度の 1.2 倍を用いた静解析を、30Hz 未満である場合はスペクトルモーダル解析を実施する。
- (2) 取付器具は、取付位置に質量要素として付加する。
- (3) 解析コードは MSC NASTRAN を使用する。なお、評価に用いる解析コード MSC NASTRAN の検証及び妥当性確認等の概要については、付録 15「計算機プログラム（解析コード）の概要・NASTRAN」に示す。
- (4) 拘束条件は据付ボルトで並進 3 方向を固定とする。なお、据付ボルト部は剛体として評価する。
- (5) 許容応力について J S M E S N C 1 - 2005/2007 の付録材料図表を用いて計算する際に、温度が図表記載温度の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

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

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の荷重の組合せ及び許容応力状態について、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

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の許容応力を表4-2に示す。

4.2.3 使用材料の許容応力

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の使用材料の許容応力について、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。

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	常設代替高圧電源装置 遠隔操作盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s$ * ³	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備,「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（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, 2} (ボルト以外)				許容限界 ^{*2} (ボルト等)	
	一次応力				一次応力	
	引張	せん断	圧縮	曲げ	引張	せん断
IV _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの 許容限界を用いる。)						

注記 *1:「鋼構造設計基準 S I 単位版」(2002年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。

*2: 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。

表4-3 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

部位	材質	雰囲気 温度条件 (℃)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F [*] (MPa)	摘要
フレーム 器具取付板	SS400		245	400	280	—
据付架台	SS400 ($t \leq 16\text{mm}$)		245	400	280	
	SS400 ($16\text{mm} < t \leq 40\text{mm}$)		235	400	280	
盤取付ボルト	SS400		245	400	280	呼径 M12
据付ボルト	SS400 相当					呼径 M16

4.3 設計用地震力

耐震計算における入力地震力には、資料V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づき、表 4-4 にて示す条件を用いて作成した設計用床応答曲線を用いる。また、減衰定数は資料V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」表 3-1 に記載の減衰定数を用いる。

表 4-4 設計用地震力

地震動	設置場所 及び 床面高さ	設計用床応答曲線			備 考
		建屋及び高さ	方向	減衰定数 ^{*1} (%)	
基準地震動 S_s	原子炉建屋 EL. 18.0 m	原子炉建屋 EL. 20.3 m	水平	4.0	水平方向は基準地震動 S_s^{*2} の X 方向及び Y 方向の包絡曲線を用いる。鉛直方向は基準地震動 S_s^{*2} の包絡曲線を用いる。
			鉛直	1.0	

注記 *1：資料V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づく。

*2： S_s -D1, S_s -11, S_s -12, S_s -13, S_s -14, S_s -21, S_s -22, S_s -31

4.4 解析モデル及び諸元

解析モデルは、盤を構成する鋼材をはり要素，鋼板及び架台をシェル要素としてモデル化した 3 次元 FEM モデルである。解析モデルを図 4-1 に，解析モデルの諸元を表 4-5 に示す。

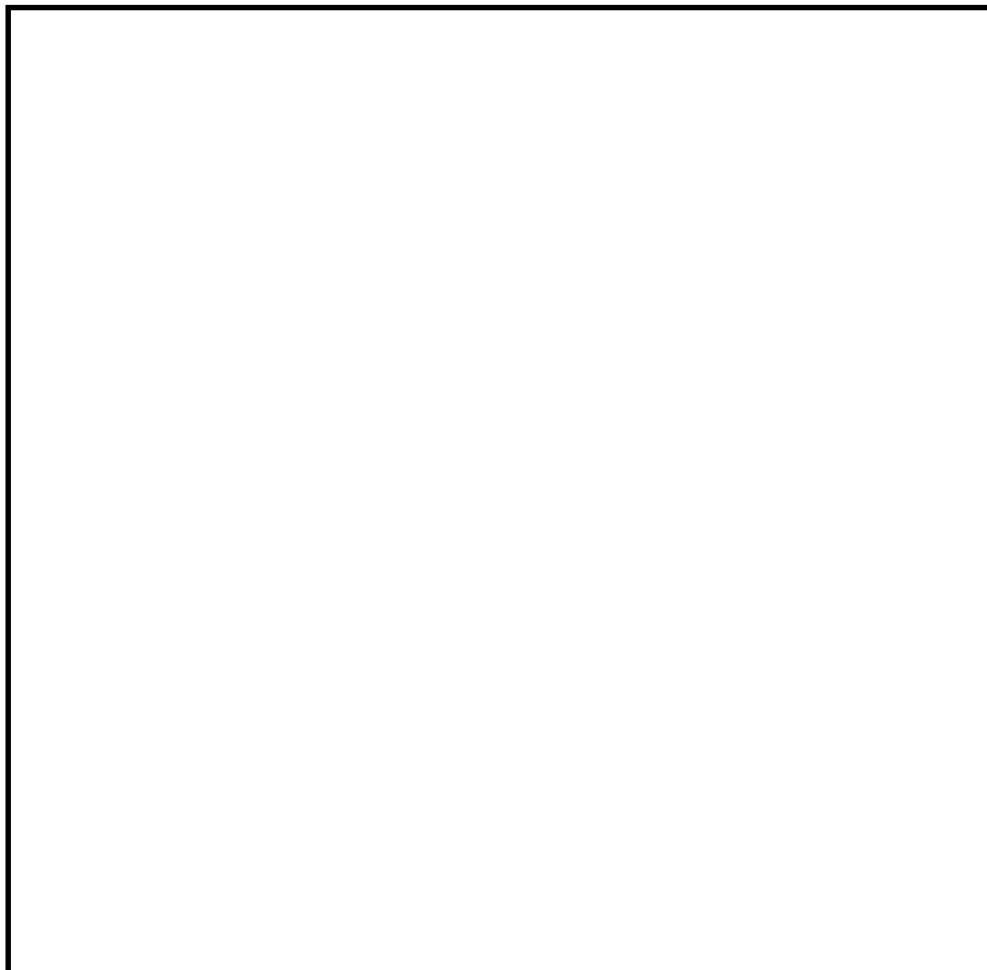
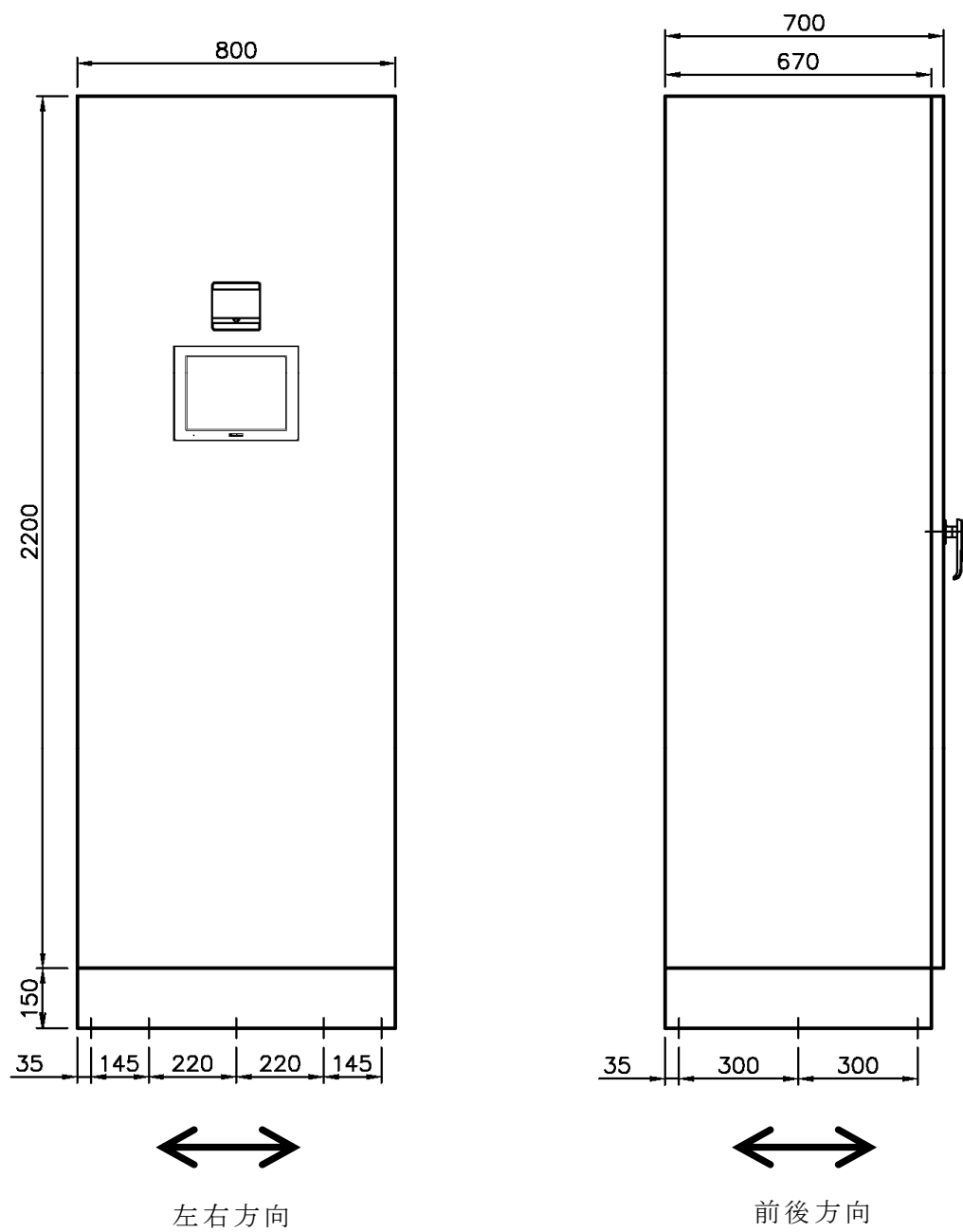


図 4-1 解析モデル

表 4-5 解析モデルの諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SS400
温度条件(雰囲気温度)	T	℃	40
縦弾性係数	E	MPa	2.02×10^5
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	4,656
節点数	—	個	4,885
寸法	—	—	図 4-2



(単位：mm)

図 4-2 常設代替高圧電源装置遠隔操作盤 外形図

4.5 固有値

固有振動数の計算結果を表 4-6 に，1 次の振動モード図を図 4-3 に示す。

表 4-6 固有振動数

振動次数	固有振動数 (Hz)	刺激係数			卓越相当 部材
		X 方向	Y 方向	Z 方向	
1	32.3	-4.40×10^{-1}	-1.44×10^{-3}	-3.20×10^{-5}	盤全体

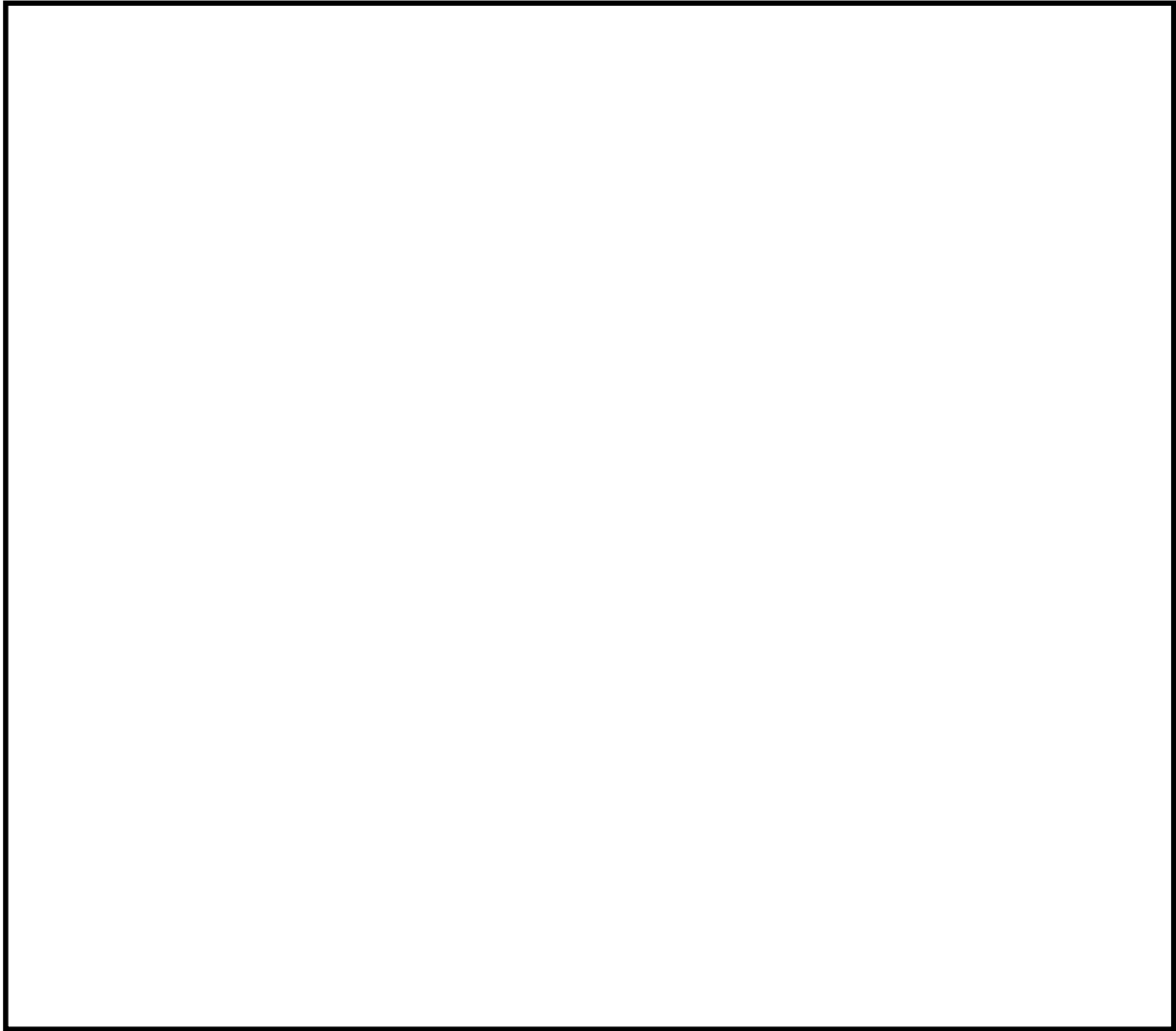


図 4-3 振動モード（1 次）

4.6 応力評価方法

4.6.1 器具取付板及び据付架台の応力計算式

FEM解析の結果から得られる器具取付板及び据付架台部分のシェル要素の応力成分を用いて、以下の式により最大の組合せ応力を算出する。また、最大応力発生部位を図4-4に示す。

応力の種類	単位	応力計算式
組合せ	MPa	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2}$

ここで、

σ_x, σ_y : 膜+曲げ応力 (MPa)

τ_{xy} : せん断応力 (MPa)

4.6.2 フレームの応力計算式

FEM解析の結果から得られるフレーム部分のはり要素の荷重, モーメントを用いて、以下の式により最大応力及び組合せ応力を算出する。また、最大応力発生部位を図4-4に示す。

応力の種類		単位	応力計算式
引張応力 σ_t		MPa	$\frac{F_x}{A}$
圧縮応力 σ_c		MPa	$\frac{F_x}{A}$
曲げ応力 σ_b		MPa	$\frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z}$
せん断応力 τ		MPa	$\frac{F_y}{A_y} + \frac{F_z}{A_z} + \frac{M_x}{Z_p}$
組合せ	引張+曲げ	—	$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 \cdot f_t^*}$
	圧縮+曲げ	—	$\frac{\sigma_c}{1.5 \cdot f_c^*} + \frac{\sigma_b}{1.5 \cdot f_b^*}$

ここで,

(左右+上下)

記号	説明	単位	値
F_x	はりに作用する引張力	N	2.33×10^3
	はりに作用する圧縮力	N	3.41×10^3
F_y	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	3.11×10^2
F_z	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	4.35×10^3
M_y	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	1.98×10^5
M_z	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	2.75×10^4
M_x	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	7.95×10^3
A	引張力が作用するはりの断面積	mm ²	5.64×10^2
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm ²	8.73×10^2
A_y	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm ²	4.50×10^2
A_z	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm ²	4.50×10^2
Z_y	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm ³	8.47×10^3
Z_z	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm ³	8.47×10^3
Z_p	はりのねじり断面係数	mm ³	1.72×10^3

(前後+上下)

記号	説明	単位	値
F_x	はりに作用する引張力	N	4.26×10^3
	はりに作用する圧縮力	N	4.43×10^3
F_y	はりに作用する Y 軸方向のせん断力	N	4.65×10^2
F_z	はりに作用する Z 軸方向のせん断力	N	3.76×10^3
M_y	はりに作用する Y 軸周りの曲げモーメント	N・mm	1.59×10^5
M_z	はりに作用する Z 軸周りの曲げモーメント	N・mm	4.27×10^4
M_x	はりに作用するねじりモーメント	N・mm	1.84×10^4
A	引張力が作用するはりの断面積	mm ²	8.73×10^2
	圧縮力が作用するはりの断面積	mm ²	8.73×10^2
A_y	はりの有効せん断断面積 (Y 軸方向)	mm ²	4.50×10^2
A_z	はりの有効せん断断面積 (Z 軸方向)	mm ²	4.50×10^2
Z_y	はりの Y 軸まわりの断面係数	mm ³	8.47×10^3
Z_z	はりの Z 軸まわりの断面係数	mm ³	8.47×10^3
Z_p	はりのねじり断面係数	mm ³	1.72×10^3

4.6.3 盤取付ボルト及び据付ボルト

FEM解析の結果から得られる盤取付ボルト及び据付ボルト部の最大荷重を用いて、以下の式により最大応力及び組合せ応力を算出する。また、最大応力発生部位を図4-4に示す。

応力の種類	単位	応力計算式
引張応力 σ_b	MPa	$\frac{F_x}{A_b}$
せん断応力 τ_b	MPa	$\frac{\sqrt{F_y^2 + F_z^2}}{A_b}$
組合せ応力	MPa	$\frac{F_x}{A_b}$

ここで、

盤取付ボルト（左右+上下）

記号	説明	単位	値
F_x	盤取付ボルトに作用する引張力	N	4.15×10^3
F_y	盤取付ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	1.40×10^3
F_z	盤取付ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	2.58×10^3
A_b	盤取付ボルトの断面積	mm ²	1.13×10^2

盤取付ボルト（前後+上下）

記号	説明	単位	値
F_x	盤取付ボルトに作用する引張力	N	3.21×10^3
F_y	盤取付ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	2.08×10^3
F_z	盤取付ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	4.71×10^2
A_b	盤取付ボルトの断面積	mm ²	1.13×10^2

据付ボルト（左右+上下）

記号	説明	単位	値
F_x	据付ボルトに作用する引張力	N	5.51×10^3
F_y	据付ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	2.21×10^3
F_z	据付ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	2.32×10^2
A_b	据付ボルトの断面積	mm^2	2.01×10^2

据付ボルト（前後+上下）

記号	説明	単位	値
F_x	据付ボルトに作用する引張力	N	4.28×10^3
F_y	据付ボルトに作用する Y 軸方向のせん断力	N	7.77×10^2
F_z	据付ボルトに作用する Z 軸方向のせん断力	N	1.95×10^3
A_b	据付ボルトの断面積	mm^2	2.01×10^2

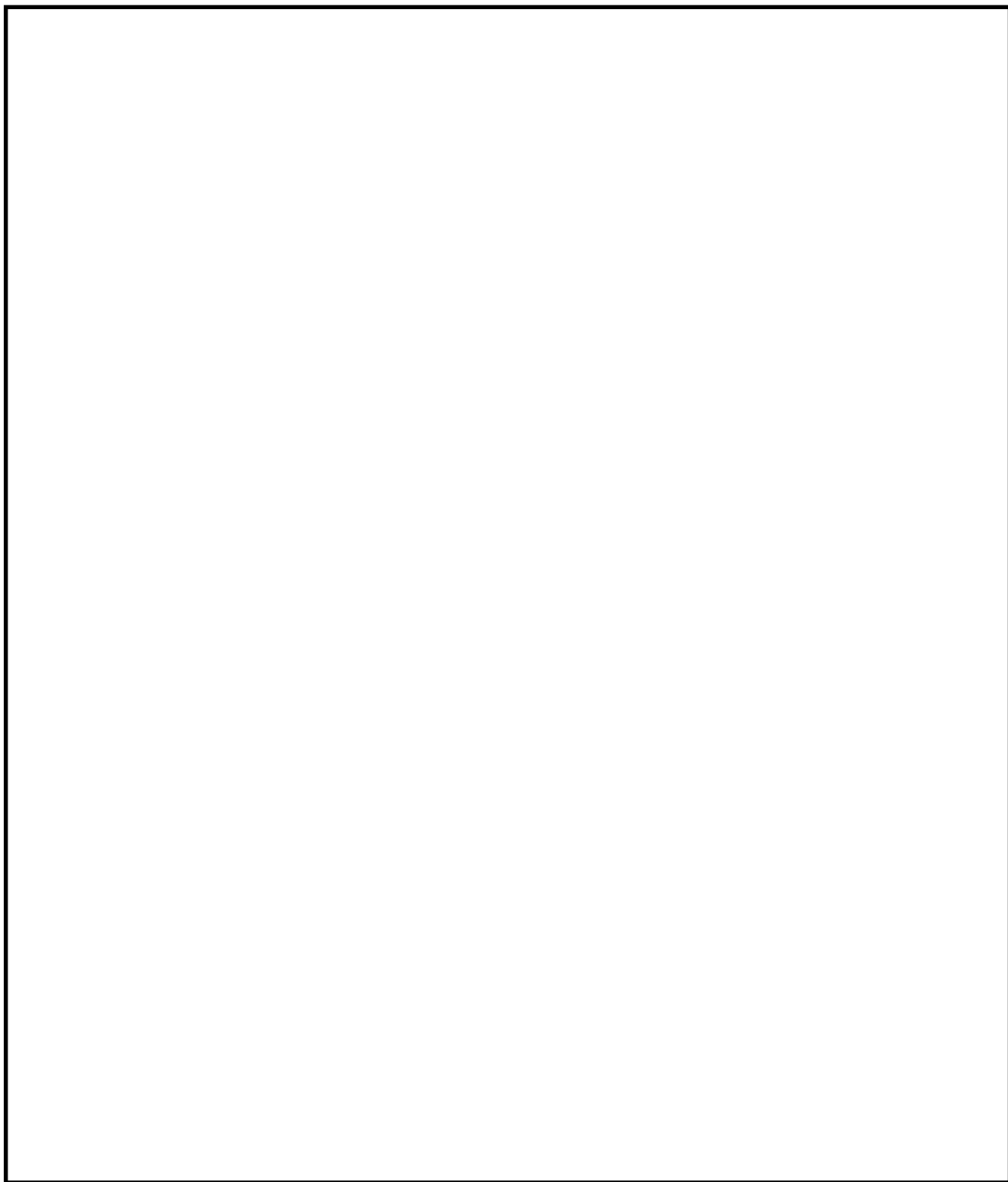


図 4-4 最大応力発生部位

4.7 応力評価条件

(1) フレーム，器具取付板及び据付架台

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SS400
寸法	—	—	図4-2

(2) 盤取付ボルト

項目	記号	単位	数値等
材質	—	—	SS400
ボルト呼び径	d	mm	12

(3) 据付ボルト

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SS400相当
ボルト呼び径	d	mm	16

(4) 設計用加速度

項目	記号	設計用加速度 ^{*1} ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
水平	α_H	1.34
鉛直	α_V	1.01

注記 *1：固有振動数が 30 Hz 以上であることを確認したため，設計用加速度には最大床応答加速度の 1.2 倍を使用する。

5. 機能維持評価

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤は、地震時及び地震後に電氣的機能が要求されており、地震時及び地震後においても、その機能が維持されていることを示す。

5.1 機能維持評価方法

常設代替高圧電源装置遠隔操作盤の応答加速度を求め、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、器具単体の正弦波加振試験（掃引試験及びビート試験）において、電氣的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。機能確認済加速度を表5-1に示す。

なお、固有値解析結果より、固有振動数が30Hz以上であることを確認したため、評価用加速度には最大床加速度を使用する。

表5-1 機能確認済加速度

項目	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
水平	10.0
鉛直	5.0

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

常設代替高圧電源装置遠隔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。発生値は評価基準値を満足しており，耐震性を有することを確認した。また，評価用加速度は機能確認済加速度以下であり，基準地震動 S_s に対して電氣的機能が維持されることを確認した。

基準地震動 S_s に対する応力評価結果を表 6-1 に示す。また，電氣的機能維持確認結果を表 6-2 に示す。

表 6-1 基準地震動 S_s による評価結果 ($D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$) (1/2)

評価対象設備			評価部位	応力分類		加速度の方向	発生値	評価基準値	
							MPa	MPa	
非常用電源設備	その他	常設代替高圧電源装置 遠隔操作盤	フレーム	引張応力		左右+上下	5	279	
						前後+上下	5		
				せん断応力		左右+上下	15	160	
						前後+上下	21		
				圧縮応力		左右+上下	4	46	
						前後+上下	6		
				曲げ応力		左右+上下	27	279	
						前後+上下	24		
				組合せ 応力	引張＋ 曲げ ^{*1}	左右+上下	0.10 ^{*3}	1 ^{*3}	
						前後+上下	0.09 ^{*3}		
					圧縮＋ 曲げ ^{*2}	左右+上下	0.13 ^{*3}		
						前後+上下	0.13 ^{*3}		
			器具取付板 据付架台		組合せ		左右+上下	32	279
							前後+上下	34	

注記 *1: $\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 \cdot f_t^*}$

*2: $\frac{\sigma_c}{1.5 \cdot f_c^*} + \frac{\sigma_b}{1.5 \cdot f_b^*}$

*3: 単位なし。

表 6-1 基準地震動 S_s による評価結果 ($D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$) ($2/2$)

評価対象設備			評価部位	応力分類	加速度の方向	発生値	評価基準値
						MPa	MPa
非常用電源設備	その他	常設代替高圧電源装置 遠隔操作盤	盤取付 ボルト	引張応力	左右+上下	37	210
					前後+上下	29	
				せん断応力	左右+上下	26	160
					前後+上下	19	
				組合せ応力	左右+上下	37	210 ^{*1}
					前後+上下	29	
			据付ボルト	引張応力	左右+上下	28	210
					前後+上下	22	
				せん断応力	左右+上下	12	160
					前後+上下	11	
				組合せ応力	左右+上下	28	210 ^{*1}
					前後+上下	22	

注記 *1: 引張応力 (σ_b) とせん断応力 (τ_b) との組合せ応力の評価基準値は, $\text{Min}(1.4 \cdot 1.5 \cdot f_t^* - 1.6 \cdot \tau_b, 1.5 \cdot f_t^*)$ とする。

表 6-2 電氣的機能維持評価結果（重大事故等対処設備）

評価対象設備			機能確認済加速度との比較				
			加速度確認部位	水平加速度 (×9.8 m/s ²)		鉛直加速度 (×9.8 m/s ²)	
				評価用 加速度	機能確認済 加速度	評価用 加速度	機能確認済 加速度
非常用電源設備	その他	常設代替高圧電源装置 遠隔操作盤	—	1.11	10.0	0.84	5.0

V-2-10-1-7-13 可搬型代替直流電源設備用電源切替盤の
耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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、可搬型代替直流電源設備用電源切替盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

可搬型代替直流電源設備用電源切替盤は、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、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

可搬型代替直流電源設備用電源切替盤の構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録 7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

可搬型代替直流電源設備用電源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 2-1 に示す。

2.2.2 許容応力

可搬型代替直流電源設備用電源切替盤の許容応力を表 2-2 に示す。

表 2-1 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	可搬型代替直流電源設備用 電源切替盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，
「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状態を適用する。

*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 2-2 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 _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

V-2-10-1-7-14 緊急用電源切替盤の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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。

緊急用電源切替盤は、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、分類に応じた構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

緊急用電源切替盤の構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用電源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 2-1 に示す。

2.2.2 許容応力

緊急用電源切替盤の許容応力を表 2-2 に示す。

表 2-1 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	緊急用電源切替盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備,
「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状態を適用する。

*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 2-2 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 _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

V-2-10-1-7-15 可搬型代替低圧電源車接続盤の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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、可搬型代替低圧電源車接続盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

可搬型代替低圧電源車接続盤は、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、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

可搬型代替低圧電源車接続盤の構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

可搬型代替低圧電源車接続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 2-1 に示す。

2.2.2 許容応力

可搬型代替低圧電源車接続盤の許容応力を表 2-2 に示す。

表 2-1 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	可搬型代替低圧電源車接続盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備,
「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状態を適用する。

*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 2-2 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 _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

V-2-10-1-7-16 緊急用直流 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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 電氣的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、資料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氣的機能を有していることを説明するものである。

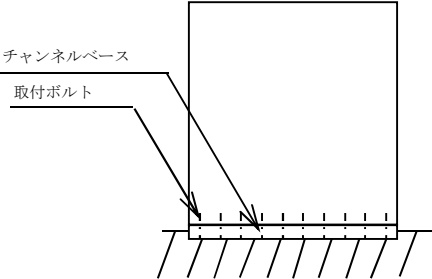
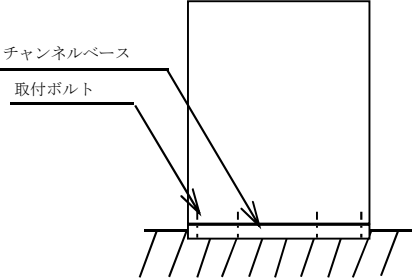
緊急用直流 125V 充電器は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

緊急用直流 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	
緊急用直流 125V 充電器は、チャンネルベースに取付ボルトで設置する。	緊急用直流 125V 充電器	正面  側面 

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

緊急用直流 125V 充電器の構造は直立形の盤であるため、構造強度評価は、付録 7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用直流 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 3-1 に示す。

3.2.2 許容応力

緊急用直流 125V 充電器の許容応力を表 3-2 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

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

表 3-1 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}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備,
「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 3-2 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
$IV_A S$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
$V_A S$ ($V_A S$ として $IV_A S$ 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 3-3 使用材料の許容応力（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (℃)		S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	$S_{y2}(RT)$ (MPa)
		周囲環境温度		231	394	—

4. 機能維持評価

4.1 電氣的機能維持評価方法

緊急用直流 125V 充電器の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、付録 7「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評価する。

緊急用直流 125V 充電器に設置される電磁接触器の機能確認済加速度には、同形式の電磁接触器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度 (×9.8 m/s²)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
緊急用直流 125V 充電器	電磁接触器	水平	3.00
		鉛直	1.50

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急用直流 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氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次ページ以降の表に示す。

【緊急用直流 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

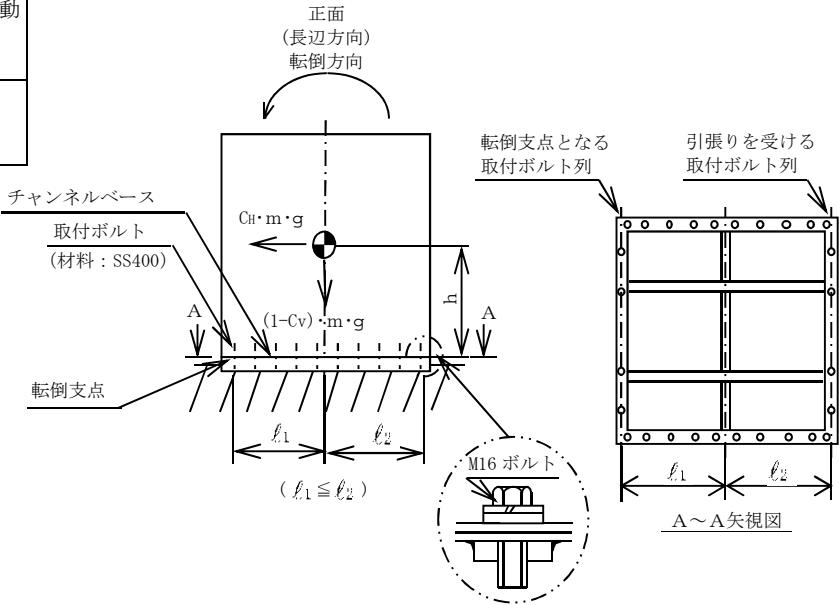
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急用直流 125V 充電器	－ (S_s 機能維持)	原子炉建屋付属棟 EL. 8.20 ^{*1}			—	—	$C_H=1.10^{*2}$	$C_v=0.96^{*2}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f
取 付 ボ ル ト						28	4

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	—	276	—	長辺



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=28$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
電磁接触器	水平方向	1.10	3.00
	鉛直方向	0.96	1.50

評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

V-2-10-1-7-17 緊急用直流 125V 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. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料V-2-1-9「機能維持の検討方針」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、緊急用直流 125V 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氣的機能を有していることを説明するものである。

緊急用直流 125V モータコントロールセンタは、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、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

緊急用直流 125V モータコントロールセンタの構造計画を表 2-1 に示す。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

緊急用直流 125V モータコントロールセンタの構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録 7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用直流 125V 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、重大事故等対処施設の評価に用いるものを表 2-1 に示す。

2.2.2 許容応力

緊急用直流 125V モータコントロールセンタの許容応力を表 2-2 に示す。

表 2-1 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	緊急用直流 125V モータコントロールセンタ	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備,
「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状態を適用する。

*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 2-2 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 _A S	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

V-2-10-1-7-18 緊急用直流 125V 主母線盤の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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氣的機能を有していることを説明するものである。

緊急用直流 125V 主母線盤は、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、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

緊急用直流 125V 主母線盤の構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録 7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用直流 125V 主母線盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処施設の評価に用いるものを表 2-1 に示す。

2.2.2 許容応力

緊急用直流 125V 主母線盤の許容応力を表 2-2 に示す。

表 2-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処施設）

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	緊急用直流 125V 主母線盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備,
「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状態を適用する。

*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 2-2 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 _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

V-2-10-1-7-19 緊急用直流 125V 計装分電盤の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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、緊急用直流 125V 計装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。

緊急用直流 125V 計装分電盤は、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分類される。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

緊急用直流 125V 計装分電盤の構造強度評価は、付録 7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用直流 125V 計装分電盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 2-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-2 に示す。

2.2.2 許容応力

緊急用直流 125V 計装分電盤の許容応力を表 2-3 に示す。

表 2-1 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
非常用 電源設備	その他の 電源装置	緊急用直流 125V 計装分電盤	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記＊：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 2-2 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
非常用 電源設備	その他の 電源装置	緊急用直流 125V 計装分電盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，
「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 2-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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。

V-2-10-1-7-20 緊急用計装交流主母線盤の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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、緊急用計装交流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氣的機能を有していることを説明するものである。

緊急用計装交流主母線盤は、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、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

緊急用計装交流主母線盤の構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用計装交流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 2-1 に示す。

2.2.2 許容応力

緊急用計装交流主母線盤の許容応力を表 2-2 に示す。

表 2-1 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	緊急用計装交流主母線盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備,
「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状態を適用する。

*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 2-2 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 _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

V-2-10-1-7-21 可搬型整流器用変圧器の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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、可搬型整流器用変圧器が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

可搬型整流器用変圧器は、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、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

可搬型整流器用変圧器の構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

可搬型整流器用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 2-1 に示す。

2.2.2 許容応力

可搬型整流器用変圧器の許容応力を表 2-2 に示す。

表 2-1 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	可搬型整流器用変圧器	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ 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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備,
「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状態を適用する。

*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 2-2 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 _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてIV _A S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。

V-2-10-1-7-22 非常用無停電計装分電盤の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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、非常用無停電計装分電盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

非常用無停電計装分電盤は、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分類される。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

非常用無停電計装分電盤の構造強度評価は、付録 7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用無停電計装分電盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 2-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-2 に示す。

2.2.2 許容応力

非常用無停電計装分電盤の許容応力を表 2-3 に示す。

表 2-1 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
非常用 電源設備	その他の 電源装置	非常用無停電 計装分電盤	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記＊：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 2-2 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
非常用 電源設備	その他の 電源装置	非常用無停電 計装分電盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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 2-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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。

V-2-10-1-7-23 緊急用無停電計装分電盤の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 構造強度評価	2
2.1 構造強度評価方法	2
2.2 荷重の組合せ及び許容応力	2

1. 概要

本計算書は、資料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、緊急用無停電計装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。

緊急用無停電計装分電盤は、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分類される。

2. 構造強度評価

2.1 構造強度評価方法

緊急用無停電計装分電盤の構造強度評価は、付録 7「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評価する。

2.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用無停電計装分電盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 2-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-2 に示す。

2.2.2 許容応力

緊急用無停電計装分電盤の許容応力を表 2-3 に示す。

表 2-1 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
非常用 電源設備	その他の 電源装置	緊急用無停電 計装分電盤	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記＊：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 2-2 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
非常用 電源設備	その他の 電源装置	緊急用無停電 計装分電盤	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，
「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 2-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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。

V-2-10-1-7-24 直流 125V 主母線盤 HPCS 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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 電氣的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、資料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 HPCS が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

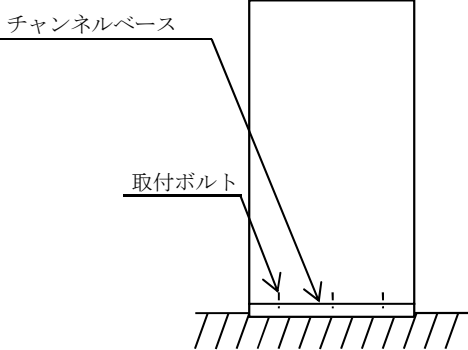
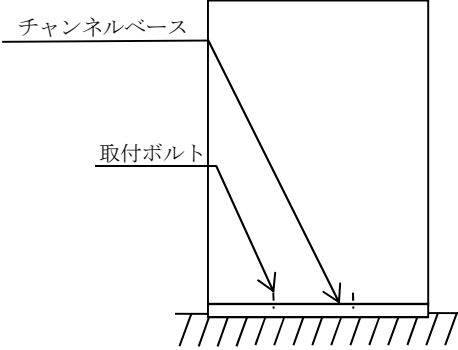
直流 125V 主母線盤 HPCS は、設計基準対象施設においては既設の S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

直流 125V 主母線盤 HPCS 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 主母線盤 HPCS は，基礎に埋め込まれた埋込金物で固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	垂直自立形	正面 (短辺方向)  側面 (長辺方向) 

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

直流 125V 主母線盤 HPCS の構造は垂直自立形盤であるため、構造強度評価は、付録 7「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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

直流 125V 主母線盤 HPCS 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 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

直流 125V 主母線盤 HPCS の許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

直流 125V 主母線盤 HPCS の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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 主母線盤 HPCS	S	— *	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

表 3-2 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 主母線盤 HPCS	常設耐震／防止 常設／緩和	— * ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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状態を適用する。

*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 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（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 (R _T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（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 (R _T) (MPa)
取付ボルト	SS400	周囲環境温度		231	394	—

4. 機能維持評価

4.1 電氣的機能維持評価方法

直流 125V 主母線盤 HPCS の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、付録 7「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評価する。

直流 125V 主母線盤 HPCS に設置される器具の機能確認済加速度には、同形式の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度 (×9.8 m/s²)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
盤内電気品	配線用遮断器	水平	3.0
		鉛直	1.0

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

直流 125V 主母線盤 HPCS の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次ページ以降の表に示す。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

直流 125V 主母線盤 HPCS の設計基準対象施設としての耐震条件が，重大事故等対処設備としての耐震条件と同等であることから，重大事故等対処設備の耐震評価は省略した。

【直流 125V 主母線盤 HPCS の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

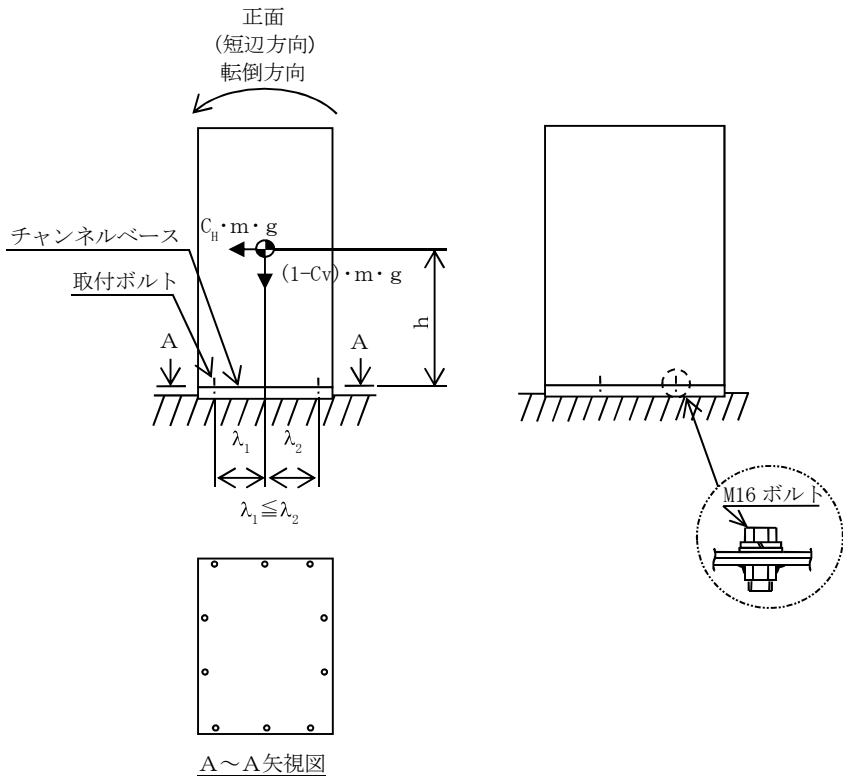
機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
直流 125V 主母線盤 HPCS	S	原子炉建屋付属棟 EL. 8. 20 ^{*1}			$C_H=0.63^{*2}$	$C_v=0.50^{*2}$	$C_H=1.10^{*3}$	$C_v=0.96^{*3}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度を上回る設計震度
*3：基準地震動 S_s の震度を上回る設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_2 (kg)	h_2 (mm)	ℓ_1 (mm)	ℓ_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_f
取 付 ボ ル ト						10	2

部 材	S_{y2} (MPa)	S_{u2} (MPa)	F_2 (MPa)	F_2^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は 静的震度	基準地震動 S_s
取 付 ボ ル ト	231 (16 mm<径≤40 mm)	394	231	276	短辺方向	



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{b2}		Q _{b2}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト				

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張り				
		せん断				

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
配線用遮断器	水平方向	0.92	3.0
	鉛直方向	0.80	1.0

評価用加速度すべて機能確認済加速度以下である。

V-2-10-1-7-25 直流±24V 中性子モニタ用分電盤の
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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 評価結果	7
4.1 設計基準対象施設としての評価結果	7
4.2 重大事故等対処設備としての評価結果	7

1. 概要

本計算書は、添付書類「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±24V 中性子モニタ用分電盤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。

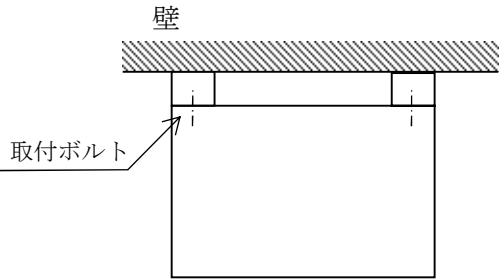
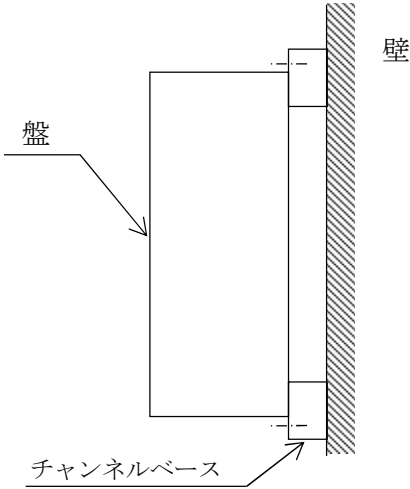
直流±24V 中性子モニタ用分電盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、分類に応じた構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

直流±24V 中性子モニタ用分電盤の構造計画を表 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	
直流±24V 中性子モニタ用分電盤は、チャンネルベースに取付ボルトで設置する。	壁掛形	 (水平方向)  (鉛直方向)

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

直流±24V 中性子モニタ用分電盤の構造は壁掛形であるため、構造強度評価は、添付書類「付録 7 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評価する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

直流±24V 中性子モニタ用分電盤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 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

直流±24V 中性子モニタ用分電盤の許容応力を表 3-3 に示す。

3.2.3 使用材料の許容応力

直流±24V 中性子モニタ用分電盤の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

表 3-1 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
非常用 電源設備	その他の 電源装置	直流±24V 中性子モニタ用 分電盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記＊：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-2 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
非常用 電源設備	その他の 電源装置	直流±24V 中性子モニタ用 分電盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「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 3-3 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
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A S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 3-4 使用材料の許容応力（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 (R _T) (MPa)
取付ボルト		周囲環境温度		211	394	—

表 3-5 使用材料の許容応力（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 (R _T) (MPa)
取付ボルト		周囲環境温度		211	394	—

4. 評価結果

4.1 設計基準対象施設としての評価結果

直流±24V 中性子モニタ用分電盤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ページ以降の表に示す。

4.2 重大事故等対処設備としての評価結果

直流±24V 中性子モニタ用分電盤の設計基準対象施設としての耐震評価条件が，重大事故等対処設備としての耐震評価条件と同等であることから，重大事故等対処設備の耐震評価は省略した。

【直流±24V 中性子モニタ用分電盤 2A の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度 ^{*4}		基準地震動 S_s		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±24V 中性子モニタ用 分電盤 2 A	S	原子炉建屋付属棟 EL. ^{*1} (EL. ^{*2})	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.69^{*3}$	$C_V=0.53^{*3}$	$C_H=1.13^{*4}$	$C_V=0.99^{*4}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
 *2：壁掛形の盤なので、設置床上階の設計用地震力を使用する。
 *3：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
 *4：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_i (kg)	h_i (mm)	ℓ_{1i} (mm)	ℓ_{2i} (mm)	ℓ_{3i} (mm)	A_{bi} (mm ²)	n_i	n_{fVi}	n_{fHi}
基 礎 ボ ル ト (i=1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
取 付 ボ ル ト (i=2)							4	2	2

部 材	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
基 礎 ボ ル ト (i=1)	—	—	—	—	—	—
取 付 ボ ル ト (i=2)	211	394	211	253	鉛 直 方 向	

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

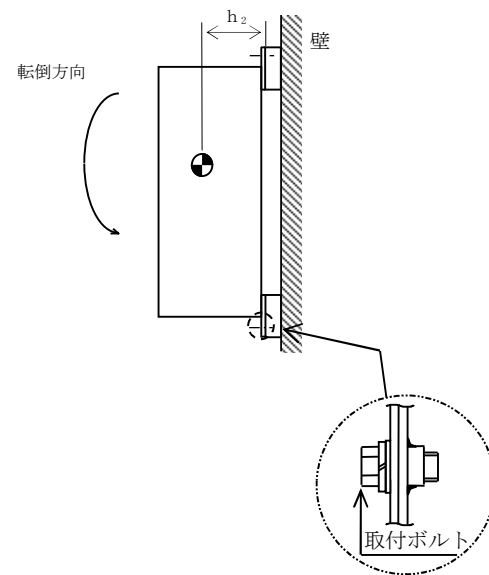
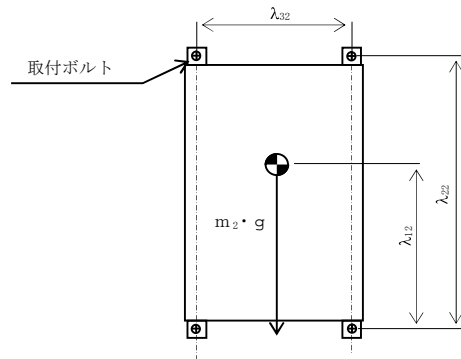
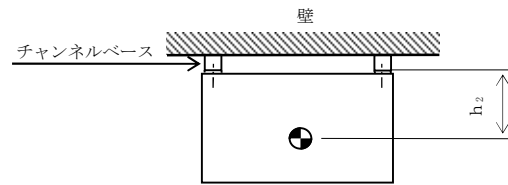
部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基 礎 ボ ル ト (i=1)	—	—	—	—
取 付 ボ ル ト (i=2)	259.2	394.1	1.646×10 ³	2.244×10 ³

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基 礎 ボ ル ト	—	引張り	σ_{b1} ＝—	f_{ts1} ＝—	σ_{b1} ＝—	f_{ts1} ＝—
		せん断	τ_{b1} ＝—	f_{sb1} ＝—	τ_{b1} ＝—	f_{sb1} ＝—
取 付 ボ ル ト		引張り	σ_{b2} ＝2	f_{ts2} ＝158*	σ_{b2} ＝2	f_{ts2} ＝190*
		せん断	τ_{b2} ＝2	f_{sb2} ＝122	τ_{b2} ＝3	f_{sb2} ＝146

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出



【直流±24V 中性子モニタ用分電盤 2B の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機 器 名 称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度 ^{*4}		基準地震動 S_s		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±24V 中性子モニタ用 分電盤 2 B	S	原子炉建屋付属棟 EL. ^{*1} (EL. ^{*2})	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.69^{*3}$	$C_V=0.53^{*3}$	$C_H=1.13^{*4}$	$C_V=0.99^{*4}$	

注記 *1：基準床レベルを示す。
*2：壁掛形の盤なので、設置床上階の設計用地震力を使用する。
*3：弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度と同等以上の設計震度
*4：基準地震動 S_s の震度と同等以上の設計震度

1.2 機器要目

部 材	m_i (kg)	h_i (mm)	ℓ_{1i} (mm)	ℓ_{2i} (mm)	ℓ_{3i} (mm)	A_{bi} (mm ²)	n_i	n_{fVi}	n_{fHi}
基 礎 ボ ル ト (i=1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
取 付 ボ ル ト (i=2)								2	2

部 材	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又 は静的震度	基準地震動 S_s
基 礎 ボ ル ト (i=1)	—	—	—	—	—	—
取 付 ボ ル ト (i=2)	211	394	211	253	鉛 直 方 向	

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

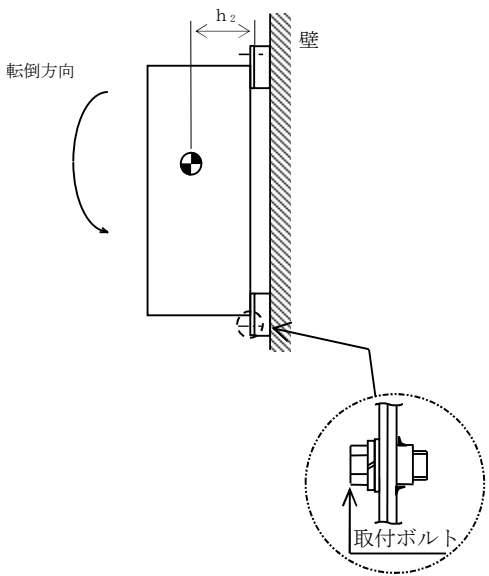
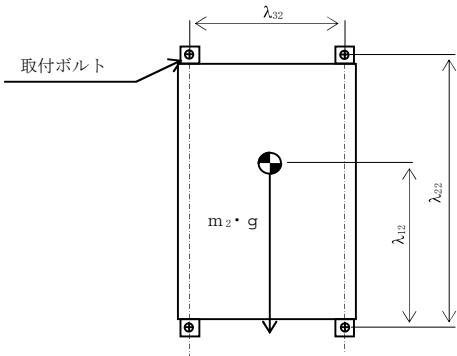
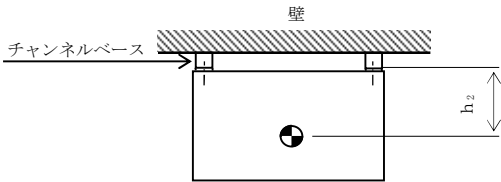
部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基 礎 ボ ル ト (i=1)	—	—	—	—
取 付 ボ ル ト (i=2)	259.2	394.1	1.646×10 ³	2.244×10 ³

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 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基 礎 ボ ル ト	—	引張り	σ_{b1} ＝—	f_{ts1} ＝—	σ_{b1} ＝—	f_{ts1} ＝—
		せん断	τ_{b1} ＝—	f_{sb1} ＝—	τ_{b1} ＝—	f_{sb1} ＝—
取 付 ボ ル ト		引張り	σ_{b2} ＝2	f_{ts2} ＝158*	σ_{b2} ＝2	f_{ts2} ＝190*
		せん断	τ_{b2} ＝2	f_{sb2} ＝122	τ_{b2} ＝3	f_{sb2} ＝146

すべて許容応力以下である。 注記 *：(5.4.1.2)式より算出



V-2-10-1-7-26 緊急時対策所用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. 一般事項	1
1.1 適用基準.....	1
1.2 計算条件.....	1
1.3 記号の説明	2
1.4 計算精度と数値の丸め方	3
2. 計算方法	4
2.1 固有周期の計算方法	4
2.2 応力の計算方法.....	4
3. 評価方法	6
3.1 固有周期の評価.....	6
3.2 応力の評価.....	6
3.2 機能維持評価	6

1. 一般事項

本計算書は、緊急時対策所用メタルクラッド開閉装置（以下「メタクラ」という。）の耐震性についての計算方法と計算結果を示す。

1.1 適用基準

本計算書における計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 ・ 補－1984 及び J E A G 4 6 0 1－1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年及び昭和62 年）（以下「指針」という。）に準拠する。

なお、盤における応力評価は、指針「6.6.2(5)d. 電気計装制御装置(b)盤」に準じて、支持構造物（取付ボルト）の評価を行う。

1.2 計算条件

- (1) メタクラの質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力はメタクラに対して、水平方向及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) メタクラ（垂直自立形）は取付ボルトで基礎（埋込金物に溶接固定又は、コンクリート床面に基礎ボルトにて固定されたチャンネルベース）に固定された固定端とする。ここで、基礎については剛となるように設計する。
- (4) メタクラ（垂直自立形）の転倒方向は、図1-1 概要図における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。
- (5) メタクラ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。

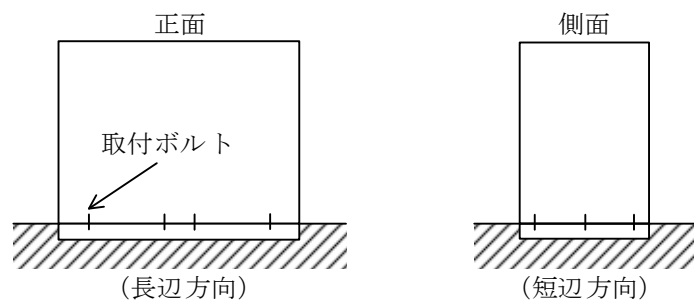


図 1-1 概要図（垂直自立形）

1.3 記号の説明

記 号	記 号 の 説 明	単 位
A_b	取付ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	取付ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格* ¹ SSB-3131に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格* ¹ SSB-3133に定める値	MPa
F_b	取付ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける取付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取付ボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
λ_1	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離* ²	mm
λ_2	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離* ²	mm
m	盤の質量	kg
n	取付ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待する取付ボルトの本数	—
Q_b	取付ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計引張強さ（設計・建設規格* ¹ 付録材料図表 Part5 表9に定める値）	MPa
S_y	設計降伏点（設計・建設規格* ¹ 付録材料図表 Part5 表8に定める値）	MPa
π	円周率	—
σ_b	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*1：「設計・建設規格」とは、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む。））J SME S NC 1－2005/2007）（日本機械学会2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

*2： $\lambda_1 \leq \lambda_2$

1.4 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表1-1 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
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*1	mm	—	—	整数位
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*2	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：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降伏点及び引張強さは，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：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

2. 計算方法

2.1 固有周期の計算方法

メタクラの固有周期は、既に振動試験が行われているものと同等又は類似のものの固有周期を使用する。

2.2 応力の計算方法

2.2.1 取付ボルトの応力

取付ボルトの応力は、地震による震度で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。

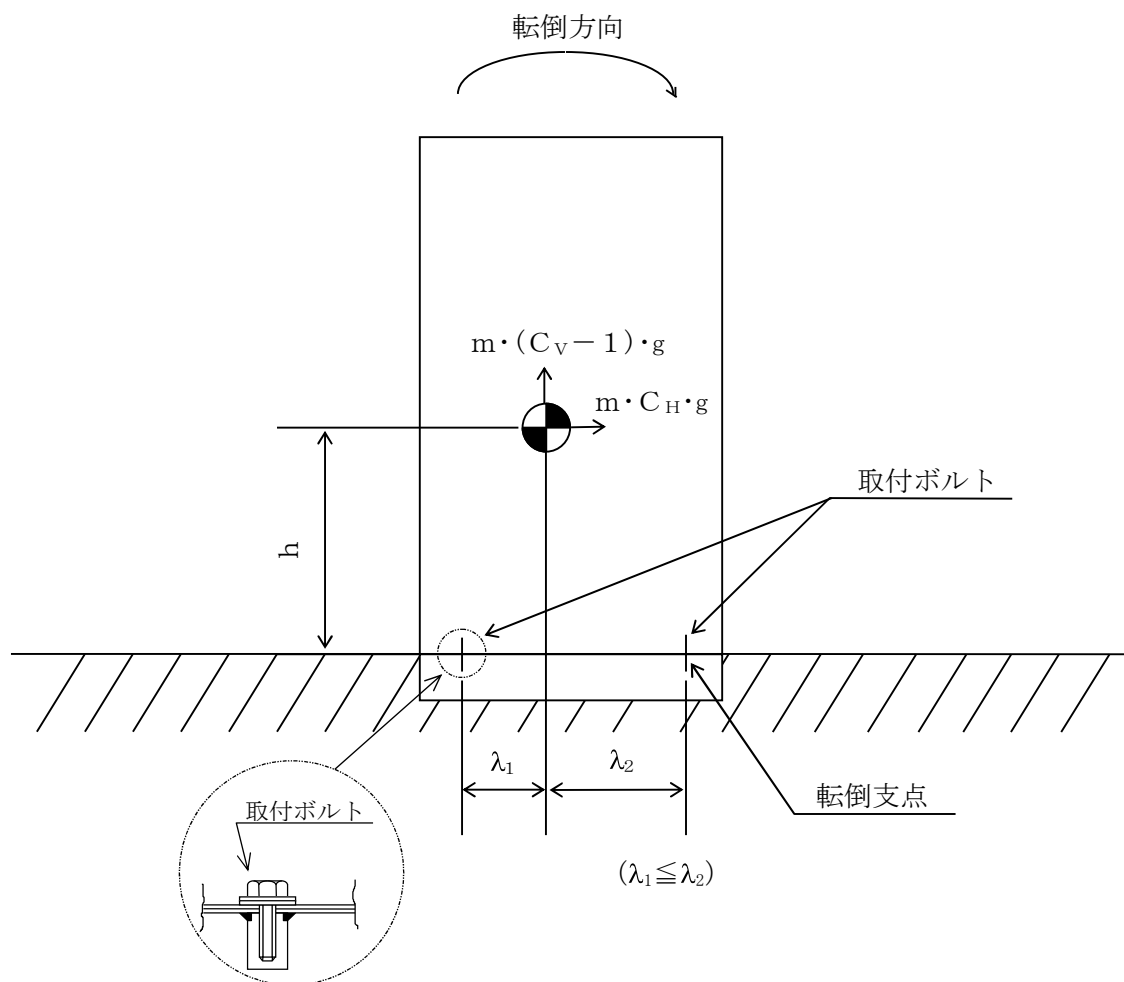


図 2-1 応力計算モデル（垂直自立形， $(1-C_V) < 0$ の場合）

(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 2-1 で最外列の取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の取付ボルトで受けるものとして計算する。

引張力 (F_b)

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot \lambda_2 \cdot g}{n_f \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)} \dots\dots\dots (2.2.1)$$

引張応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.2.2)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.2.3)$$

ただし、 F_b が負のとき取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) セン断応力

取付ボルトに対するせん断力は、取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力 (Q_b)

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (2.2.4)$$

せん断応力 (τ_b)

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (2.2.5)$$

3 評価方法

3.1 固有周期の評価

機械的衝撃による自由振動試験により、固有周期が0.05秒以下であること。

3.2 応力の評価

3.2.1 取付ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めた取付ボルトの引張応力 σ_b は、下記 2 式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b \quad \dots\dots\dots (3.1.1)$$

かつ、

$$f_{ts} \leq f_{to} \quad \dots\dots\dots (3.1.2)$$

ただし、 f_{to} 及び f_{sb} は下表による。

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

3.3 機能維持評価

3.3.1 電氣的機能維持評価

「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処設備の施設区分に応じた地震動による応答加速度と電氣的機能確認済加速度との比較、あるいは解析による応力評価により、地震時又は地震後の電氣的機能維持を評価する。

V-2-10-1-7-27 緊急時対策所用パワーセンタの 耐震性についての計算書

目 次

1. 一般事項	1
1.1 適用基準.....	1
1.2 計算条件.....	1
1.3 記号の説明	2
1.4 計算精度と数値の丸め方	3
2. 計算方法	4
2.1 固有周期の計算方法	4
2.2 応力の計算方法.....	4
3. 評価方法	6
3.1 固有周期の評価.....	6
3.2 応力の評価.....	6
3.3 機能維持評価	6

1. 一般事項

本計算書は、緊急時対策所用パワーセンタの耐震性についての計算方法と計算結果を示す。

1.1 適用基準

本計算書における計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 ・ 補－1984 及び J E A G 4 6 0 1 －1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年及び昭和62 年）（以下「指針」という。）に準拠する。

なお、盤における応力評価は、指針「6.6.2(5)d. 電気計装制御装置(b)盤」に準じて、支持構造物（取付ボルト）の評価を行う。

1.2 計算条件

- (1) パワーセンタの質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力はパワーセンタに対して、水平方向及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) パワーセンタ（垂直自立形）は取付ボルトで基礎（埋込金物に溶接固定又は、コンクリート床面に基礎ボルトにて固定されたチャンネルベース）に固定された固定端とする。ここで、基礎については剛となるように設計する。
- (4) パワーセンタ（垂直自立形）の転倒方向は、図1-1 概要図における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。
- (5) パワーセンタ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。

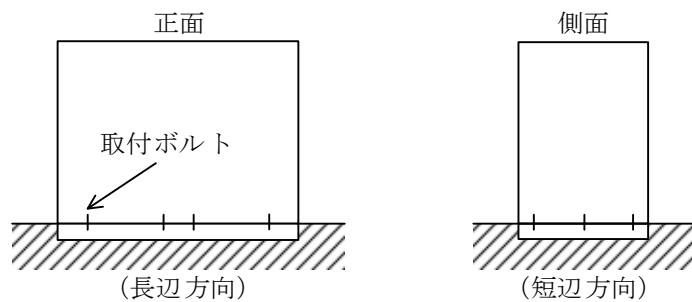


図 1-1 概要図（垂直自立形）

1.3 記号の説明

記 号	記 号 の 説 明	単 位
A_b	取付ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	取付ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格* ¹ SSB-3131に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格* ¹ SSB-3133に定める値	MPa
F_b	取付ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける取付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取付ボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
λ_1	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離* ²	mm
λ_2	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離* ²	mm
m	盤の質量	kg
n	取付ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待する取付ボルトの本数	—
Q_b	取付ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計引張強さ（設計・建設規格* ¹ 付録材料図表 Part5 表9に定める値）	MPa
S_y	設計降伏点（設計・建設規格* ¹ 付録材料図表 Part5 表8に定める値）	MPa
π	円周率	—
σ_b	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*1：「設計・建設規格」とは、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む。））J S M E S N C 1－2005/2007）（日本機械学会2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

*2： $\lambda_1 \leq \lambda_2$

1.4 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表1-1 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
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 ^{*1}	mm	—	—	整数位
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*2}	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：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降伏点及び引張強さは，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：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

2. 計算方法

2.1 固有周期の計算方法

パワーセンタの固有周期は、既に振動試験が行われているものと同等又は類似のもの固有周期を使用する。

2.2 応力の計算方法

2.2.1 取付ボルトの応力

取付ボルトの応力は、地震による震度で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。

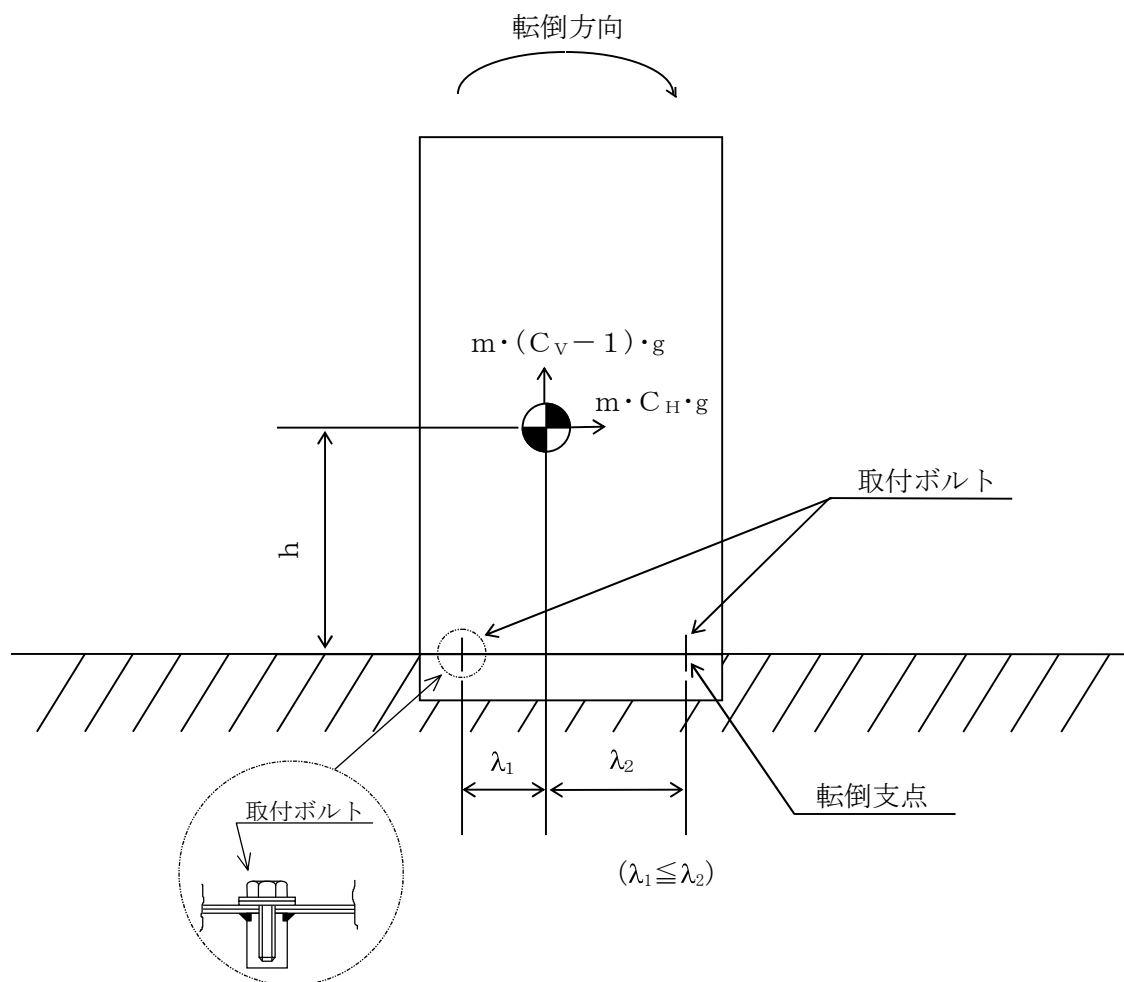


図 2-1 応力計算モデル（垂直自立形， $(1-C_V) < 0$ の場合）

(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 2-1 で最外列の取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の取付ボルトで受けるものとして計算する。

引張力 (F_b)

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot \lambda_2 \cdot g}{n_f \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)} \dots\dots\dots (2.2.1)$$

引張応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.2.2)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.2.3)$$

ただし、 F_b が負のとき取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) セン断応力

取付ボルトに対するせん断力は、取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力 (Q_b)

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (2.2.4)$$

せん断応力 (τ_b)

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (2.2.5)$$

3. 評価方法

3.1 固有周期の評価

機械的衝撃による自由振動試験により、固有周期が0.05秒以下であること。

3.2 応力の評価

3.2.1 取付ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めた取付ボルトの引張応力 σ_b は、下記 2 式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b \quad \dots\dots\dots (3.1.1)$$

かつ、

$$f_{ts} \leq f_{to} \quad \dots\dots\dots (3.1.2)$$

ただし、 f_{to} 及び f_{sb} は下表による。

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

3.3 機能維持評価

3.3.1 電氣的機能維持評価

「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処設備の施設区分に応じた地震動による応答加速度と電氣的機能確認済加速度との比較、あるいは解析による応力評価により、地震時又は地震後の電氣的機能維持を評価する。

V-2-10-1-7-28 緊急時対策所用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. 一般事項	1
1.1 適用基準.....	1
1.2 計算条件.....	2
1.3 記号の説明	3
1.4 計算精度と数値の丸め方	4
2. 計算方法	5
2.1 固有周期の計算方法	5
2.2 応力の計算方法.....	5
3. 評価方法	7
3.1 固有周期の評価.....	7
3.2 応力の評価.....	7
3.3 機能維持評価	7

1. 一般事項

本計算書は、緊急時対策所用モータコントロールセンタの耐震性についての計算方法と計算結果を示す。対象となるモータコントロールセンタを表1-1に示す。

表1-1 緊急時対策所用モータコントロールセンタ構成

名称	種類
緊急時対策所用480Vモータコントロールセンタ2A	配電盤
緊急時対策所用210Vモータコントロールセンタ2A	変圧器盤
	配電盤
緊急時対策所用480Vモータコントロールセンタ2B	配電盤
緊急時対策所用210Vモータコントロールセンタ2B	変圧器盤
	配電盤

1.1 適用基準

本計算書における計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 ・ 補－1984 及び J E A G 4 6 0 1 －1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年及び昭和62 年）（以下「指針」という。）に準拠する。

なお、盤における応力評価は、指針「6.6.2(5)d. 電気計装制御装置(b)盤」に準じて、支持構造物（取付ボルト）の評価を行う。

1.2 計算条件

- (1) モータコントロールセンタの質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力はモータコントロールセンタに対して、水平方向及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) モータコントロールセンタ（垂直自立形）は取付ボルトで基礎（埋込金物に溶接固定又は、コンクリート床面に基礎ボルトにて固定されたチャンネルベース）に固定された固定端とする。ここで、基礎については剛となるように設計する。
- (4) モータコントロールセンタ（垂直自立形）の転倒方向は、図1-1 概要図における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。
- (5) モータコントロールセンタ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。

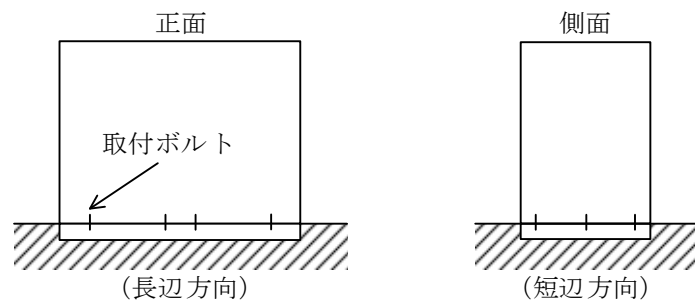


図 1-1 概要図（垂直自立形）

1.3 記号の説明

記 号	記 号 の 説 明	単 位
A_b	取付ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	取付ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格* ¹ SSB-3131に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格* ¹ SSB-3133に定める値	MPa
F_b	取付ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける取付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取付ボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
λ_1	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離* ²	mm
λ_2	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離* ²	mm
m	盤の質量	kg
n	取付ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待する取付ボルトの本数	—
Q_b	取付ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計引張強さ（設計・建設規格* ¹ 付録材料図表 Part5 表9に定める値）	MPa
S_y	設計降伏点（設計・建設規格* ¹ 付録材料図表 Part5 表8に定める値）	MPa
π	円周率	—
σ_b	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*1：「設計・建設規格」とは、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む。））J SME S NC 1－2005/2007）（日本機械学会2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

*2： $\lambda_1 \leq \lambda_2$

1.4 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表1-1 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
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*1	mm	—	—	整数位
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*2	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：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降伏点及び引張強さは，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：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

2. 計算方法

2.1 固有周期の計算方法

モータコントロールセンタの固有周期は、既に振動試験が行われているものと同等又は類似のものの固有周期を使用する。

2.2 応力の計算方法

2.2.1 取付ボルトの応力

取付ボルトの応力は、地震による震度で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。

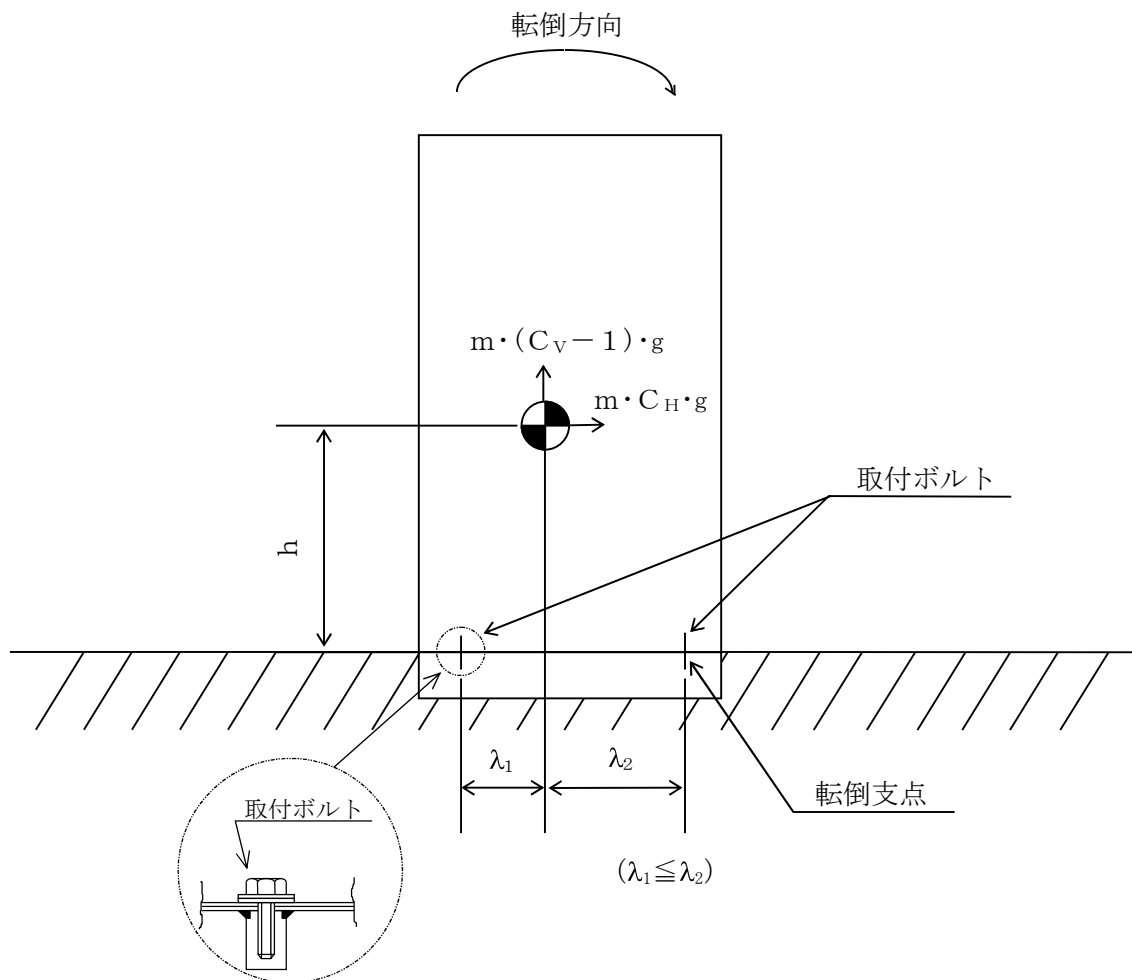


図 2-1 応力計算モデル（垂直自立形, $(1-C_V) < 0$ の場合）

(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 2-1 で最外列の取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の取付ボルトで受けるものとして計算する。

引張力 (F_b)

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot \lambda_2 \cdot g}{n_f \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)} \dots\dots\dots (2.2.1)$$

引張応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.2.2)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.2.3)$$

ただし、 F_b が負のとき取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) セン断応力

取付ボルトに対するせん断力は、取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力 (Q_b)

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (2.2.4)$$

せん断応力 (τ_b)

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (2.2.5)$$

3. 評価方法

3.1 固有周期の評価

機械的衝撃による自由振動試験により，固有周期が0.05秒以下であること。

3.2 応力の評価

3.2.1 取付ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めた取付ボルトの引張応力 σ_b は，下記 2 式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。せん断応力 τ_b は，せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b \quad \dots\dots\dots (3.1.1)$$

かつ，

$$f_{ts} \leq f_{to} \quad \dots\dots\dots (3.1.2)$$

ただし， f_{to} 及び f_{sb} は下表による。

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

3.3 機能維持評価

3.3.1 電氣的機能維持評価

「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき，設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処設備の施設区分に応じた地震動による応答加速度と電氣的機能確認済加速度との比較，あるいは解析による応力評価により，地震時又は地震後の電氣的機能維持を評価する。

V-2-10-1-7-29 緊急時対策所用動力変圧器の
耐震性についての計算書

目 次

1. 一般事項	1
1.1 適用基準.....	1
1.2 計算条件.....	1
1.3 記号の説明	2
1.4 計算精度と数値の丸め方	3
2. 計算方法	4
2.1 固有周期の計算方法	4
2.2 応力の計算方法.....	4
3. 評価方法	6
3.1 固有周期の評価.....	6
3.2 応力の評価	6
3.3 機能維持評価	6

1. 一般事項

本計算書は、緊急時対策所用動力変圧器の耐震性についての計算方法と計算結果を示す。

1.1 適用基準

本計算書における計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 ・ 補－1984 及び J E A G 4 6 0 1 －1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年及び昭和62 年）（以下「指針」という。）に準拠する。

なお、盤における応力評価は、指針「6.6.2(5)d. 電気計装制御装置(b)盤」に準じて、支持構造物（取付ボルト）の評価を行う。

1.2 計算条件

- (1) 動力変圧器の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は動力変圧器に対して、水平方向及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) 動力変圧器（垂直自立形）は取付ボルトで基礎（埋込金物に溶接固定又は、コンクリート床面に基礎ボルトにて固定されたチャンネルベース）に固定された固定端とする。ここで、基礎については剛となるように設計する。
- (4) 動力変圧器（垂直自立形）の転倒方向は、図1-1 概要図における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。
- (5) 動力変圧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。

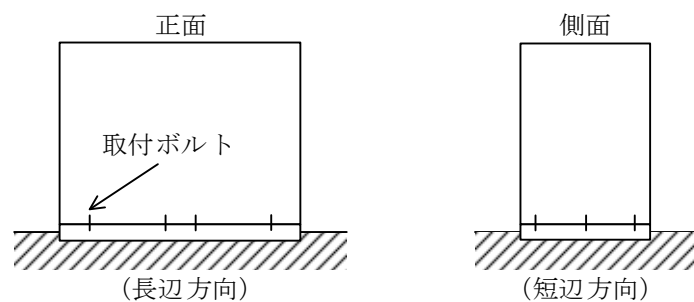


図 1-1 概要図（垂直自立形）

1.3 記号の説明

記 号	記 号 の 説 明	単 位
A_b	取付ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	取付ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格* ¹ SSB-3131に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格* ¹ SSB-3133に定める値	MPa
F_b	取付ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける取付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取付ボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
λ_1	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離* ²	mm
λ_2	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離* ²	mm
m	盤の質量	kg
n	取付ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待する取付ボルトの本数	—
Q_b	取付ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計引張強さ（設計・建設規格* ¹ 付録材料図表 Part5 表9に定める値）	MPa
S_y	設計降伏点（設計・建設規格* ¹ 付録材料図表 Part5 表8に定める値）	MPa
π	円周率	—
σ_b	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*1：「設計・建設規格」とは、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む。））J SME S NC 1－2005/2007）（日本機械学会2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

*2： $\lambda_1 \leq \lambda_2$

1.4 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表1-1 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
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 ^{*1}	mm	—	—	整数位
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*2}	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：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降伏点及び引張強さは，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：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

2. 計算方法

2.1 固有周期の計算方法

動力変圧器の固有周期は、既に振動試験が行われているものと同等又は類似のものの固有周期を使用する。

2.2 応力の計算方法

2.2.1 取付ボルトの応力

取付ボルトの応力は、地震による震度で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。

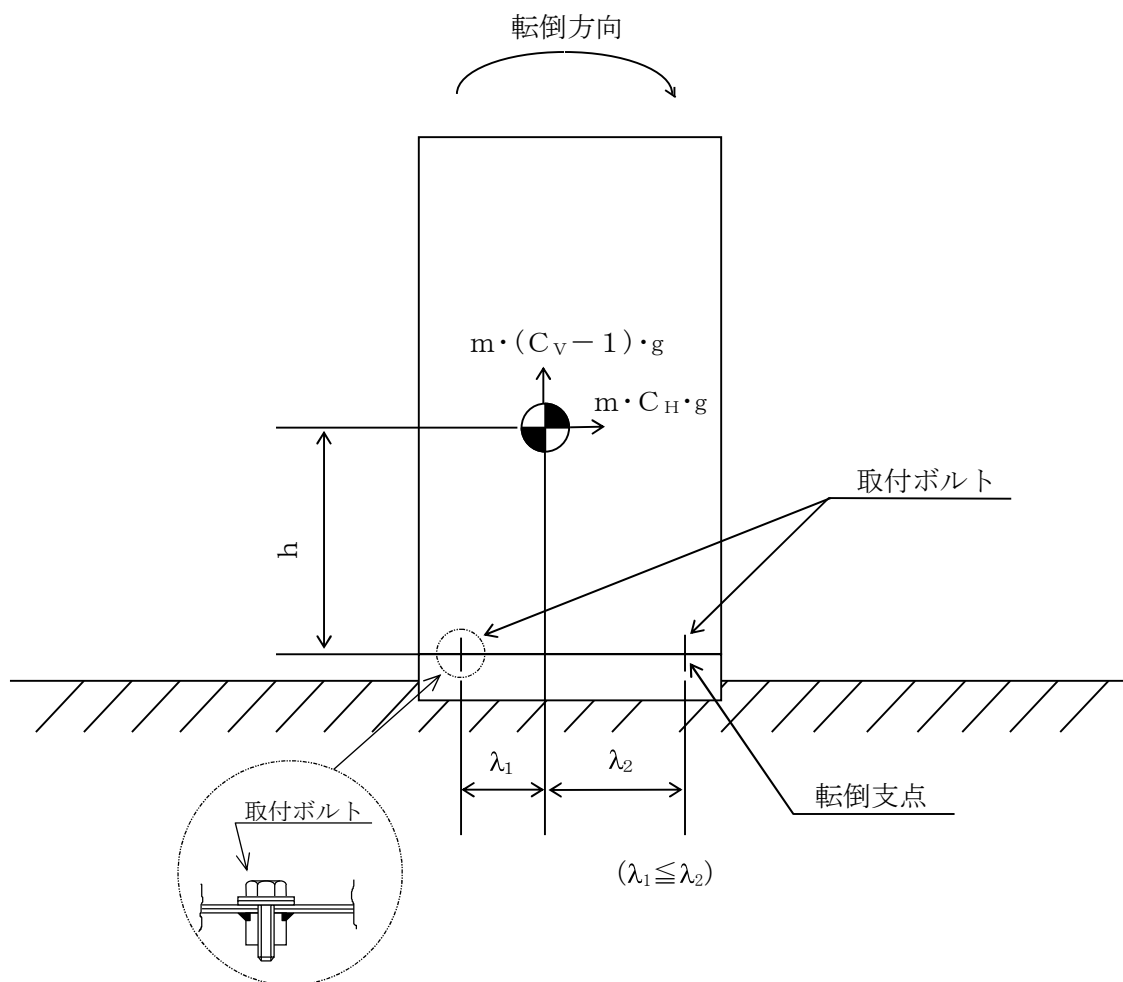


図 2-1 応力計算モデル（垂直自立形， $(1-C_V) < 0$ の場合）

(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 2-1 で最外列の取付ボルトを支点とする転倒を考え, これを片側の最外列の取付ボルトで受けるものとして計算する。

引張力 (F_b)

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot \lambda_2 \cdot g}{n_f \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)} \quad \dots\dots\dots (2.2.1)$$

引張応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \quad \dots\dots\dots (2.2.2)$$

ここで, ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (2.2.3)$$

ただし, F_b が負のとき取付ボルトには引張力が生じないので, 引張応力の計算は行わない。

(2) セン断応力

取付ボルトに対するせん断力は, 取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力 (Q_b)

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \quad \dots\dots\dots (2.2.4)$$

せん断応力 (τ_b)

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (2.2.5)$$

3. 評価方法

3.1 固有周期の評価

機械的衝撃による自由振動試験により、固有周期が0.05秒以下であること。

3.2 応力の評価

3.2.1 取付ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めた取付ボルトの引張応力 σ_b は、下記 2 式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b \quad \dots\dots\dots (3.1.1)$$

かつ、

$$f_{ts} \leq f_{to} \quad \dots\dots\dots (3.1.2)$$

ただし、 f_{to} 及び f_{sb} は下表による。

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

3.3 機能維持評価

3.3.1 電氣的機能維持評価

緊急時対策所用動力変圧器の電氣的機能維持評価について、以下に示す

変圧器は J E A G 4 6 0 1 - 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、緊急時対策所用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。

V-2-10-1-7-30 緊急時対策所用 100V 分電盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 一般事項	1
1.1 適用基準.....	1
1.2 計算条件.....	2
1.3 記号の説明	3
1.4 計算精度と数値の丸め方	5
2. 計算方法	6
2.1 固有周期の計算方法	6
2.2 応力の計算方法.....	6
3. 評価方法	10
3.1 固有周期の評価.....	10
3.2 応力の評価.....	10
3.3 機能維持評価	10

1. 一般事項

本計算書は、緊急時対策所用100V分電盤の耐震性についての計算方法と計算結果を示す。
対象となる100V分電盤を表1-1に示す。

表1-1 緊急時対策所用100V分電盤構成

名称	種類
緊急時対策所用100V分電盤1	垂直自立形
緊急時対策所用100V分電盤2-1	垂直自立形
緊急時対策所用100V分電盤2-2	壁掛形

1.1 適用基準

本計算書における計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 ・ 補
－1984 及び J E A G 4 6 0 1 －1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59
年及び昭和62 年）（以下「指針」という。）に準拠する。

なお、盤における応力評価は、指針「6.6.2(5)d. 電気計装制御装置(b)盤」に準じて、
支持構造物（取付ボルト）の評価を行う。

1.2 計算条件

- (1) 100V 分電盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は100V分電盤に対して、水平方向及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) 100V分電盤1及び2-1（垂直自立形）は、取付ボルトで基礎（埋込金物に溶接固定又は、コンクリート床面に基礎ボルトにて固定されたチャンネルベース）に固定された固定端とする。また、100V分電盤2-2（壁掛形）は取付ボルトで壁面（埋込金物に溶接固定又は、後打ちプレートに溶接固定又は、壁面に基礎ボルトにて固定されたチャンネルベース）に固定された固定端とする。ここで、基礎については剛となるように設計する。
- (4) 100V分電盤1及び2-1（垂直自立形）の転倒方向は、図1-1 概要図（垂直自立形）における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。
100V分電盤2-2（壁掛形）の転倒方向は、図1-2 概要図（壁掛形）における水平方向及び鉛直方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。
- (5) 100V分電盤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。

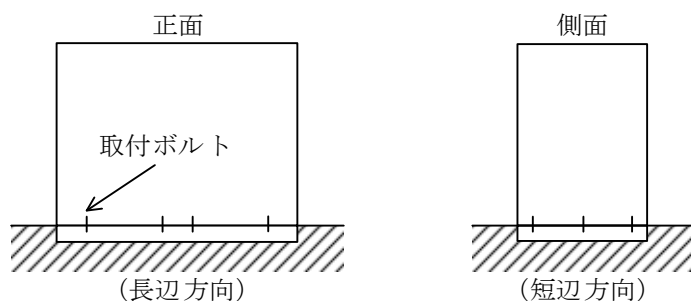


図 1-1 概要図（垂直自立形）

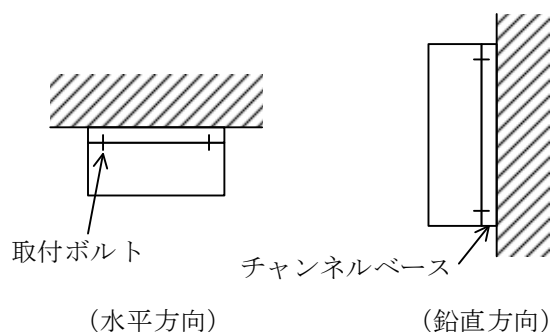


図 1-2 概要図（壁掛形）

1.3 記号の説明

記 号	記 号 の 説 明	単 位
A_b	取付ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	取付ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格* ¹ SSB-3131に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格* ¹ SSB-3133に定める値	MPa
F_b	取付ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
F_{b1}	鉛直方向地震及び壁掛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）	N
F_{b2}	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）	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける取付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取付ボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
λ_1	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離* ²	mm
λ_2	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離* ²	mm
λ_3	重心と下側取付ボルト中心間の鉛直方向距離（壁掛形）	mm
λ_a	左側取付ボルトと右側取付ボルト間の水平方向距離（壁掛形）	mm
λ_b	上側取付ボルトと下側取付ボルト間の鉛直方向距離（壁掛形）	mm
m	盤の質量	kg
n	取付ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待する取付ボルトの本数	—
n_{FH}	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）	—
n_{FV}	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）	—

記 号	記 号 の 説 明	単 位
Q_b	取付ボルトに作用するせん断力	N
Q_{b1}	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）	N
Q_{b2}	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）	N
S_u	設計引張強さ（設計・建設規格 ^{*1} 付録材料図表 Part5 表9に定める値）	MPa
S_y	設計降伏点（設計・建設規格 ^{*1} 付録材料図表 Part5 表8に定める値）	MPa
π	円周率	—
σ_b	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*1：「設計・建設規格」とは，発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む。））J SME S NC 1－2005/2007）（日本機械学会2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

*2： $\lambda_1 \leq \lambda_2$

1.4 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表1-1 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
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 ^{*1}	mm	—	—	整数位
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*2}	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：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降伏点及び引張強さは，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：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

2. 計算方法

2.1 固有周期の計算方法

100V 分電盤の固有周期は、既に振動試験が行われているものと同等又は類似のもの固有周期を使用する。

2.2 応力の計算方法

2.2.1 取付ボルトの応力

取付ボルトの応力は、地震による震度で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。

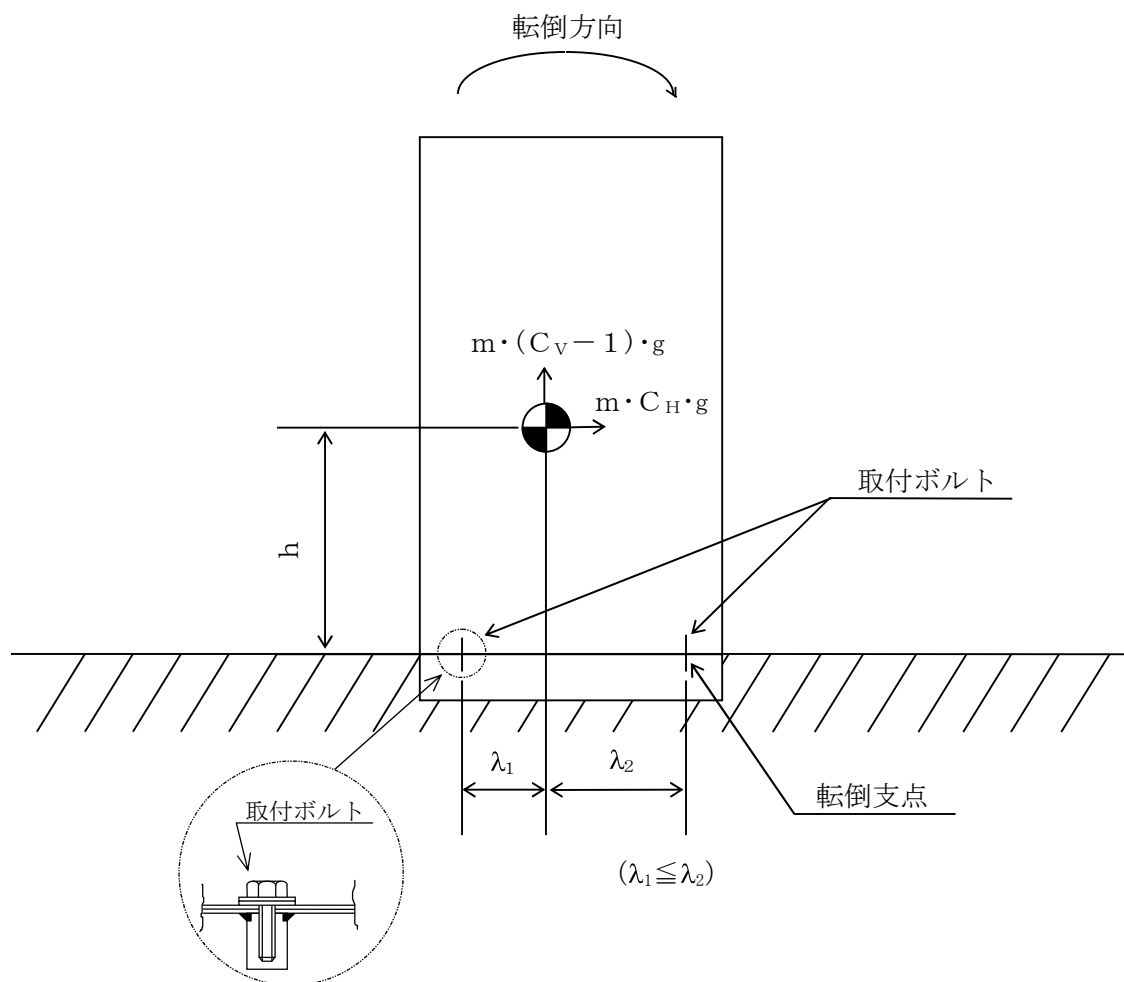


図 2-1 応力計算モデル（垂直自立形， $(1-C_V) < 0$ の場合）

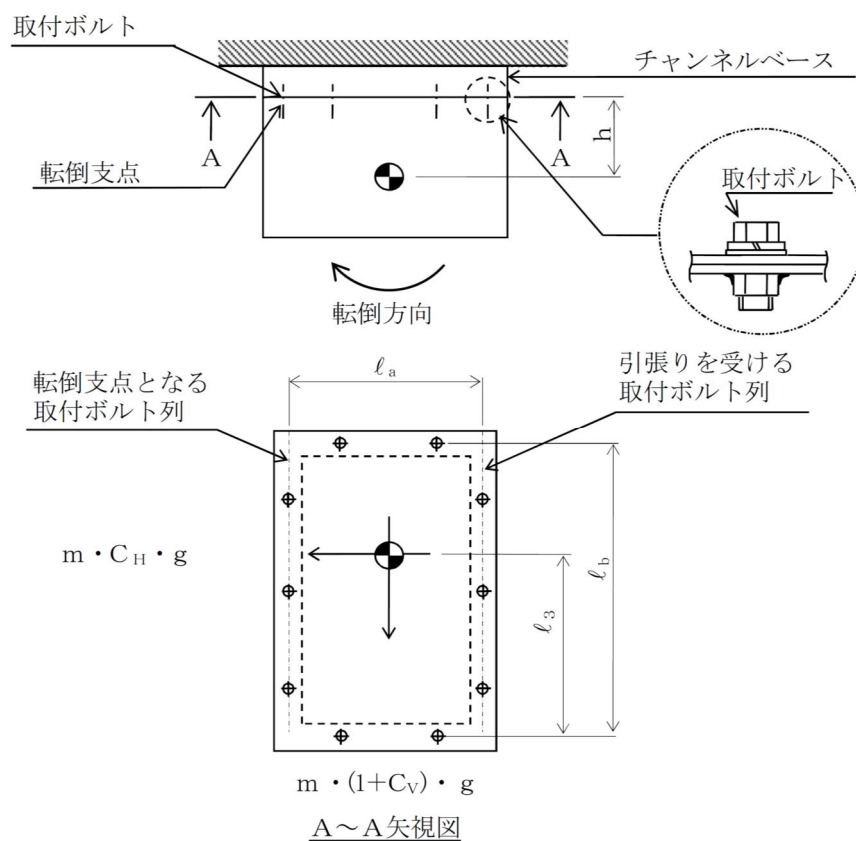


図 2-2(1) 応力計算モデル（壁掛形，水平方向転倒の場合）

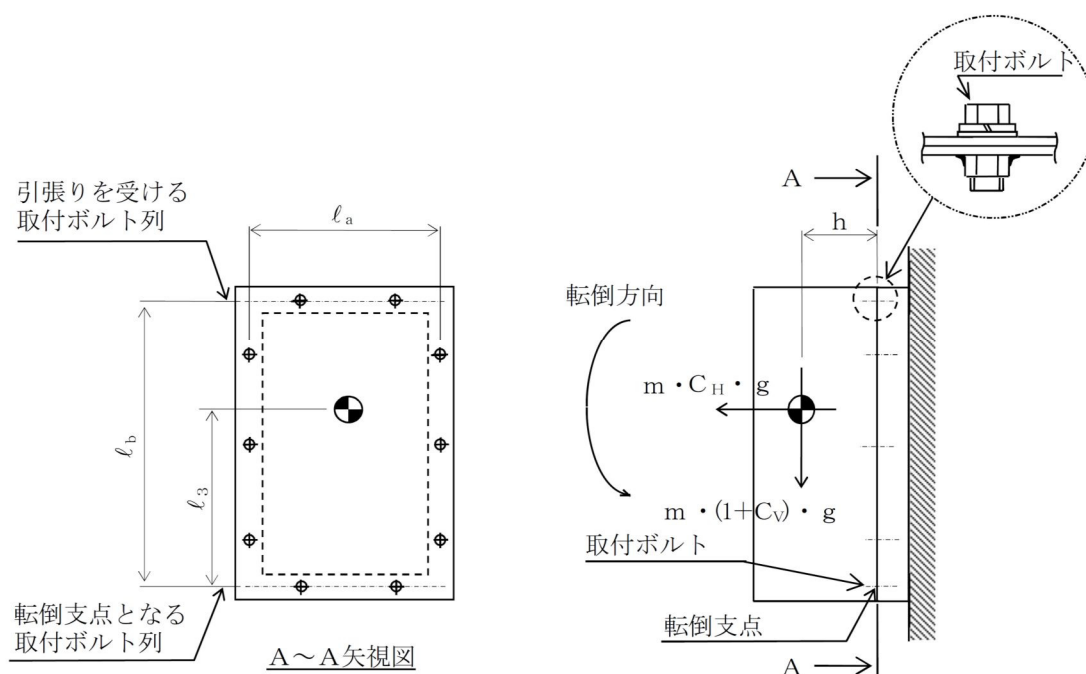


図 2-2(2) 応力計算モデル（壁掛形，鉛直方向転倒の場合）

(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 2-1, 図 2-2 で最外列の取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の取付ボルトで受けるものとして計算する。

引張力 (F_b)

計算モデル図2-1の場合の引張力

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot \lambda_2 \cdot g}{n_f \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)} \quad \dots\dots\dots (2.2.1)$$

計算モデル図2-2(1), 図2-2 (2)の場合の引張力

$$F_{b1} = \frac{m \cdot (1 + C_V) \cdot h \cdot g}{n_{fV} \cdot \lambda_b} + \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g}{n_{fH} \cdot \lambda_a} \quad \dots\dots\dots (2.2.2)$$

$$F_{b2} = \frac{m \cdot (1 + C_V) \cdot h \cdot g + m \cdot C_H \cdot \lambda_3 \cdot g}{n_{fV} \cdot \lambda_b} \quad \dots\dots\dots (2.2.3)$$

$$F_b = \text{M a x} (F_{b1}, F_{b2}) \quad \dots\dots\dots (2.2.4)$$

引張応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \quad \dots\dots\dots (2.2.5)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (2.2.6)$$

ただし、 F_b が負のとき取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

取付ボルトに対するせん断力は, 取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力 (Q_b)

a. 垂直自立形の場合

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \quad \dots\dots\dots (2.2.7)$$

b. 壁掛形の場合

$$Q_{b1} = m \cdot C_H \cdot g \quad \dots\dots\dots (2.2.8)$$

$$Q_{b2} = m \cdot (1 + C_V) \cdot g \quad \dots\dots\dots (2.2.9)$$

$$Q_b = \sqrt{(Q_{b1})^2 + (Q_{b2})^2} \quad \dots\dots\dots (2.2.10)$$

せん断応力 (τ_b)

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (2.2.11)$$

3. 評価方法

3.1 固有周期の評価

機械的衝撃による自由振動試験により、固有周期が0.05秒以下であること。

3.2 応力の評価

3.2.1 取付ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めた取付ボルトの引張応力 σ_b は、下記 2 式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b \quad \dots\dots\dots (3.1.1)$$

かつ、

$$f_{ts} \leq f_{to} \quad \dots\dots\dots (3.1.2)$$

ただし、 f_{to} 及び f_{sb} は下表による。

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

3.3 機能維持評価

3.3.1 電氣的機能維持評価

「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処設備の施設区分に応じた地震動による応答加速度と電氣的機能確認済加速度との比較、あるいは解析による応力評価により、地震時又は地震後の電氣的機能維持を評価する。

V-2-10-1-7-31 緊急時対策所用直流 125V 主母線盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 一般事項	1
1.1 適用基準.....	1
1.2 計算条件.....	1
1.3 記号の説明	2
1.4 計算精度と数値の丸め方	3
2. 計算方法	4
2.1 固有周期の計算方法	4
2.2 応力の計算方法.....	4
3. 評価方法	6
3.1 固有周期の評価.....	6
3.2 応力の評価	6
3.3 機能維持評価	6

1. 一般事項

本計算書は、緊急時対策所用直流125V主母線盤の耐震性についての計算方法と計算結果を示す。

1.1 適用基準

本計算書における計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 ・ 補－1984 及び J E A G 4 6 0 1 －1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年及び昭和62 年）（以下「指針」という。）に準拠する。

なお、盤における応力評価は、指針「6.6.2(5)d. 電気計装制御装置(b)盤」に準じて、支持構造物（取付ボルト）の評価を行う。

1.2 計算条件

- (1) 直流 125V 主母線盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は直流125V主母線盤に対して、水平方向及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) 直流125V主母線盤（垂直自立形）は取付ボルトで基礎（埋込金物に溶接固定又は、コンクリート床面に基礎ボルトにて固定されたチャンネルベース）に固定された固定端とする。ここで、基礎については剛となるように設計する。
- (4) 直流125V主母線盤（垂直自立形）の転倒方向は、図1-1 概要図における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。
- (5) 直流125V主母線盤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。

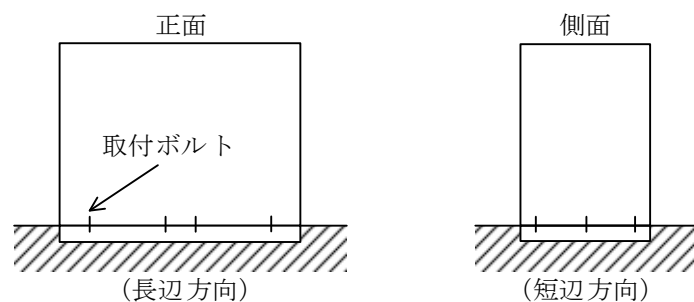


図 1-1 概要図（垂直自立形）

1.3 記号の説明

記 号	記 号 の 説 明	単 位
A_b	取付ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	取付ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 ^{*1} SSB-3131に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 ^{*1} SSB-3133に定める値	MPa
F_b	取付ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける取付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取付ボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
λ_1	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離 ^{*2}	mm
λ_2	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離 ^{*2}	mm
m	盤の質量	kg
n	取付ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待する取付ボルトの本数	—
Q_b	取付ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計引張強さ（設計・建設規格 ^{*1} 付録材料図表 Part5 表9に定める値）	MPa
S_y	設計降伏点（設計・建設規格 ^{*1} 付録材料図表 Part5 表8に定める値）	MPa
π	円周率	—
σ_b	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*1：「設計・建設規格」とは、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む。））J SME S NC 1－2005/2007）（日本機械学会2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

*2： $\lambda_1 \leq \lambda_2$

1.4 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表1-1 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
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*1	mm	—	—	整数位
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*2	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：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降伏点及び引張強さは，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：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

2. 計算方法

2.1 固有周期の計算方法

直流 125V 主母線盤の固有周期は、既に振動試験が行われているものと同等又は類似のものの固有周期を使用する。

2.2 応力の計算方法

2.2.1 取付ボルトの応力

取付ボルトの応力は、地震による震度で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。

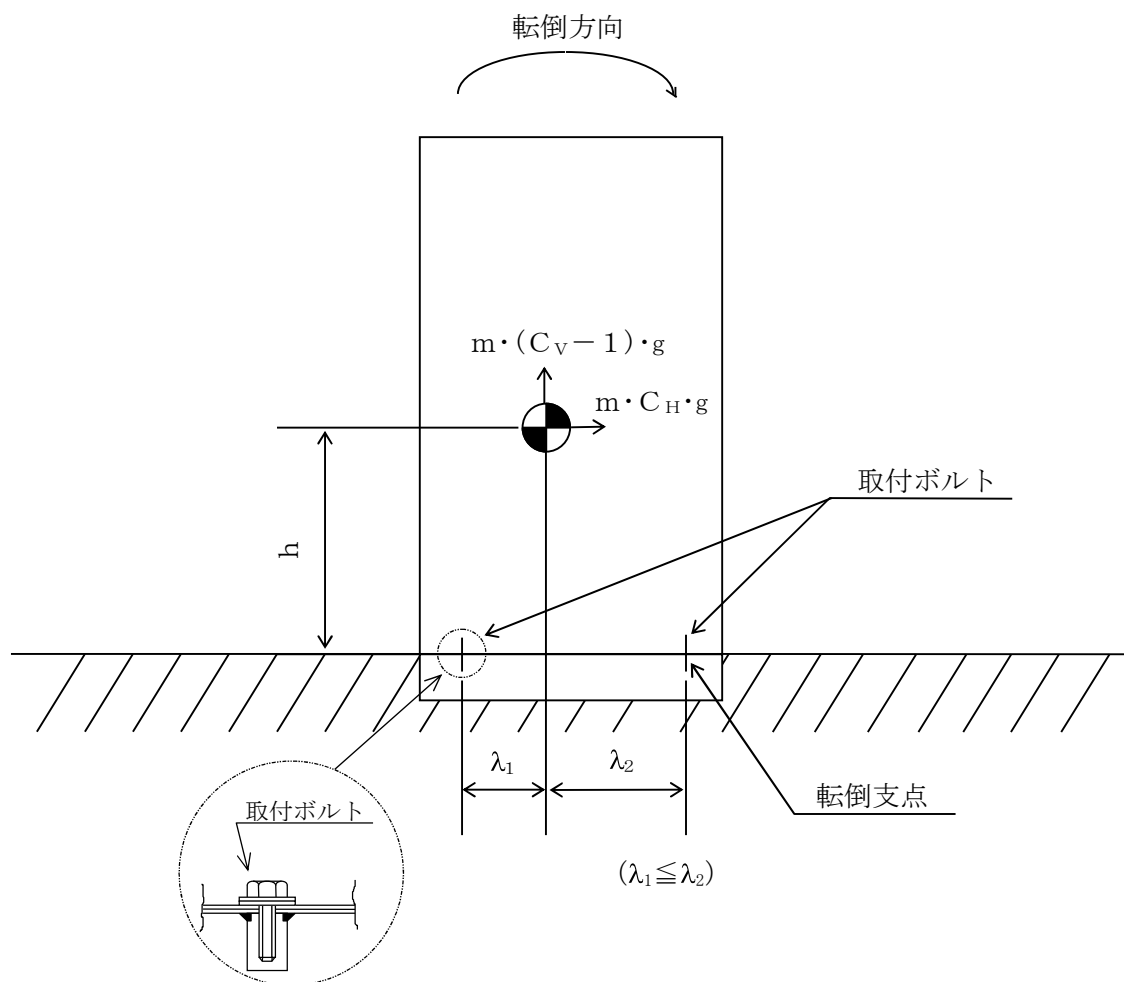


図 2-1 応力計算モデル（垂直自立形， $(1-C_V) < 0$ の場合）

(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 2-1 で最外列の取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の取付ボルトで受けるものとして計算する。

引張力 (F_b)

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot \lambda_2 \cdot g}{n_f \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)} \quad \dots\dots\dots (2.2.1)$$

引張応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \quad \dots\dots\dots (2.2.2)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (2.2.3)$$

ただし、 F_b が負のとき取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) セン断応力

取付ボルトに対するせん断力は、取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力 (Q_b)

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \quad \dots\dots\dots (2.2.4)$$

せん断応力 (τ_b)

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (2.2.5)$$

3. 評価方法

3.1 固有周期の評価

機械的衝撃による自由振動試験により、固有周期が0.05秒以下であること。

3.2 応力の評価

3.2.1 取付ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めた取付ボルトの引張応力 σ_b は、下記 2 式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b \quad \dots\dots\dots (3.1.1)$$

かつ、

$$f_{ts} \leq f_{to} \quad \dots\dots\dots (3.1.2)$$

ただし、 f_{to} 及び f_{sb} は下表による。

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

3.3 機能維持評価

3.3.1 電氣的機能維持評価

「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処設備の施設区分に応じた地震動による応答加速度と電氣的機能確認済加速度との比較、あるいは解析による応力評価により、地震時又は地震後の電氣的機能維持を評価する。

V-2-10-1-7-32 緊急時対策所用直流 125V 分電盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 一般事項	1
1.1 適用基準.....	1
1.2 計算条件.....	1
1.3 記号の説明	2
1.4 計算精度と数値の丸め方	3
2. 計算方法	4
2.1 固有周期の計算方法	4
2.2 応力の計算方法.....	4
3. 評価方法	6
3.1 固有周期の評価.....	6
3.2 応力の評価	6

1. 一般事項

本計算書は、緊急時対策所用直流125V分電盤の耐震性についての計算方法と計算結果を示す。対象となる直流125V分電盤を表1-1に示す。

表1-1 緊急時対策所用直流125V分電盤構成

名称	種類
緊急時対策所用直流125V分電盤1	配電盤
緊急時対策所用直流125V分電盤2	配電盤

1.1 適用基準

本計算書における計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 ・ 補－1984 及び J E A G 4 6 0 1 －1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年及び昭和62 年）（以下「指針」という。）に準拠する。

なお、盤における応力評価は、指針「6.6.2(5)d. 電気計装制御装置(b)盤」に準じて、支持構造物（取付ボルト）の評価を行う。

1.2 計算条件

- (1) 直流 125V 分電盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は直流125V分電盤に対して、水平方向及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) 直流125V分電盤（垂直自立形）は取付ボルトで基礎（埋込金物に溶接固定又は、コンクリート床面に基礎ボルトにて固定されたチャンネルベース）に固定された固定端とする。ここで、基礎については剛となるように設計する。
- (4) 直流125V分電盤（垂直自立形）の転倒方向は、図1-1 概要図における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。
- (5) 直流125V分電盤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。

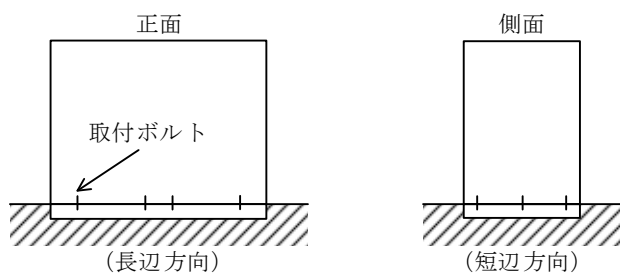


図 1-1 概要図（垂直自立形）

1.3 記号の説明

記 号	記 号 の 説 明	単 位
A_b	取付ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	取付ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格* ¹ SSB-3131に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格* ¹ SSB-3133に定める値	MPa
F_b	取付ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける取付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取付ボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
λ_1	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離* ²	mm
λ_2	重心と取付ボルト中心間の水平方向距離* ²	mm
m	盤の質量	kg
n	取付ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待する取付ボルトの本数	—
Q_b	取付ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計引張強さ（設計・建設規格* ¹ 付録材料図表 Part5 表9に定める値）	MPa
S_y	設計降伏点（設計・建設規格* ¹ 付録材料図表 Part5 表8に定める値）	MPa
π	円周率	—
σ_b	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*1：「設計・建設規格」とは、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む。））J SME S NC 1－2005/2007）（日本機械学会2007年9月）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

*2： $\lambda_1 \leq \lambda_2$

1.4 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表1-1 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
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 ^{*1}	mm	—	—	整数位
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*2}	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：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降伏点及び引張強さは，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：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

2. 計算方法

2.1 固有周期の計算方法

直流 125V 分電盤の固有周期は，既に振動試験が行われているものと同等又は類似のものの固有周期を使用する。

2.2 応力の計算方法

2.2.1 取付ボルトの応力

取付ボルトの応力は，地震による震度で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。

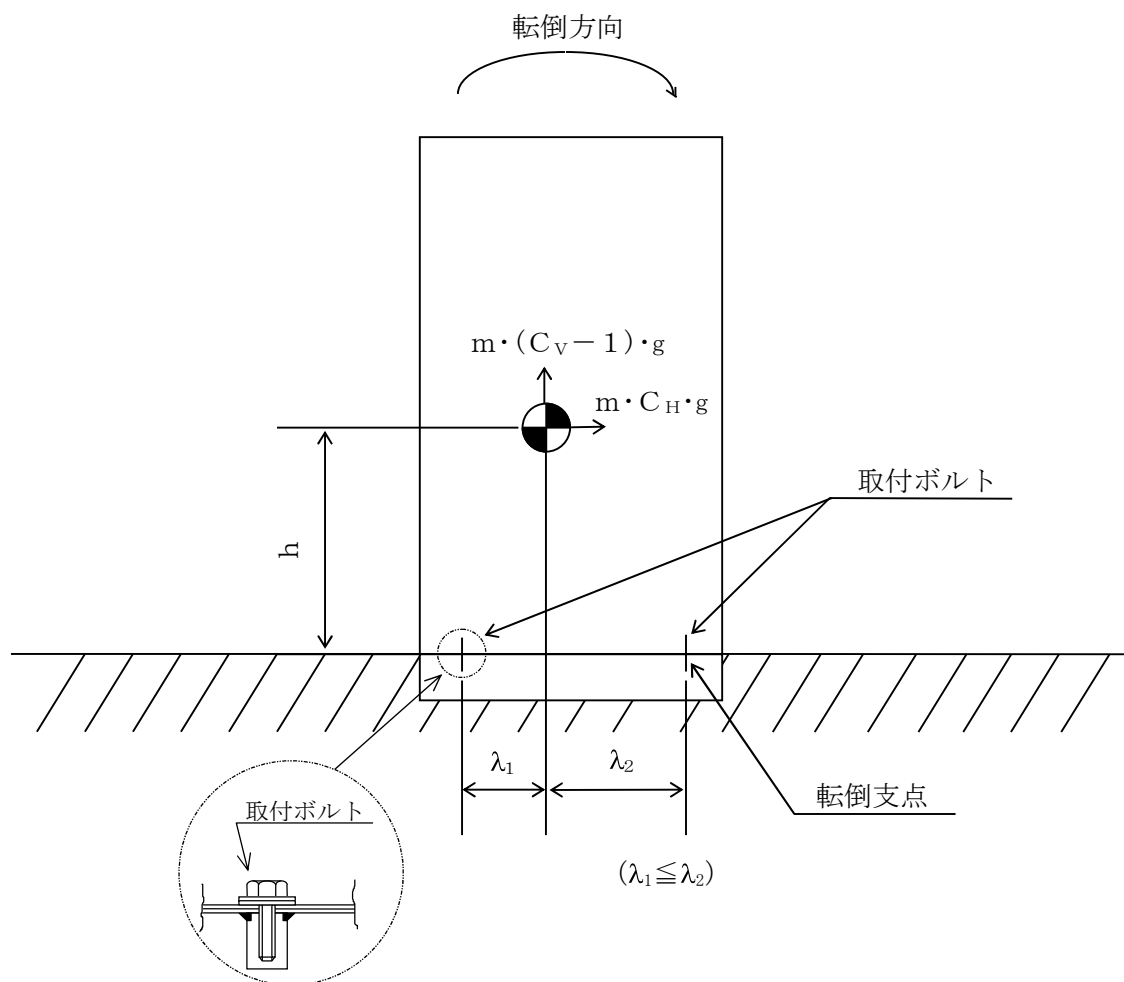


図 2-1 応力計算モデル（垂直自立形， $(1-C_V) < 0$ の場合）

(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 2-1 で最外列の取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の取付ボルトで受けるものとして計算する。

引張力 (F_b)

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot \lambda_2 \cdot g}{n_f \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)} \quad \dots\dots\dots (2.2.1)$$

引張応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \quad \dots\dots\dots (2.2.2)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (2.2.3)$$

ただし、 F_b が負のとき取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) セン断応力

取付ボルトに対するせん断力は、取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力 (Q_b)

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \quad \dots\dots\dots (2.2.4)$$

せん断応力 (τ_b)

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (2.2.5)$$

3. 評価方法

3.1 固有周期の評価

機械的衝撃による自由振動試験により，固有周期が0.05秒以下であること。

3.2 応力の評価

3.2.1 取付ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めた取付ボルトの引張応力 σ_b は，下記 2 式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。せん断応力 τ_b は，せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b \quad \dots\dots\dots (3.1.1)$$

かつ，

$$f_{ts} \leq f_{to} \quad \dots\dots\dots (3.1.2)$$

ただし， f_{to} 及び f_{sb} は下表による。

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

3.3 機能維持評価

3.3.1 電氣的機能維持評価

「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき，設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処設備の施設区分に応じた地震動による応答加速度と電氣的機能確認済加速度との比較，あるいは解析による応力評価により，地震時又は地震後の電氣的機能維持を評価する。

V-2-10-1-7-33 緊急時対策所用災害対策本部操作盤
の耐震性についての計算書

目次

1. 一般事項	1
1.1 適用基準	1
1.2 計算条件	1
1.3 記号の説明	3
1.4 計算精度と数値の丸め方	4
2. 計算方法	5
2.1 固有周期の計算方法	5
2.2 応力の計算方法	5
3. 評価方法	8
3.1 応力の評価	8
3.2 機能維持評価	8

1. 一般事項

本計算書は、盤（耐震設計上の重要度分類Sクラス，S_s機能維持の計算を行うもの）の耐震性についての計算方法と計算結果を示すものである。

1.1 適用基準

本計算書における計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 ・ 補-1984及びJ E A G 4 6 0 1 -1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年及び昭和62年）（以下「指針」という。）に準拠する。

なお、盤における応力評価は、指針「6.6.2(5)d. 電気計装制御装置(b)盤」に準じて、支持構造物（取付ボルト）の評価を行う。

1.2 計算条件

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して、水平方向及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) ベンチ形及び垂直自立形の盤は取付ボルトで基礎（埋込金物に溶接固定又は、コンクリート床面に基礎ボルトにて固定されたチャンネルベース）に固定された固定端とする。ここで、基礎については剛となるように設計する。
- (4) ベンチ形及び垂直自立形の盤の転倒方向は、図1-1 概要図（ベンチ形）及び図1-2 概要図（垂直自立形）における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。
- (5) 盤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。

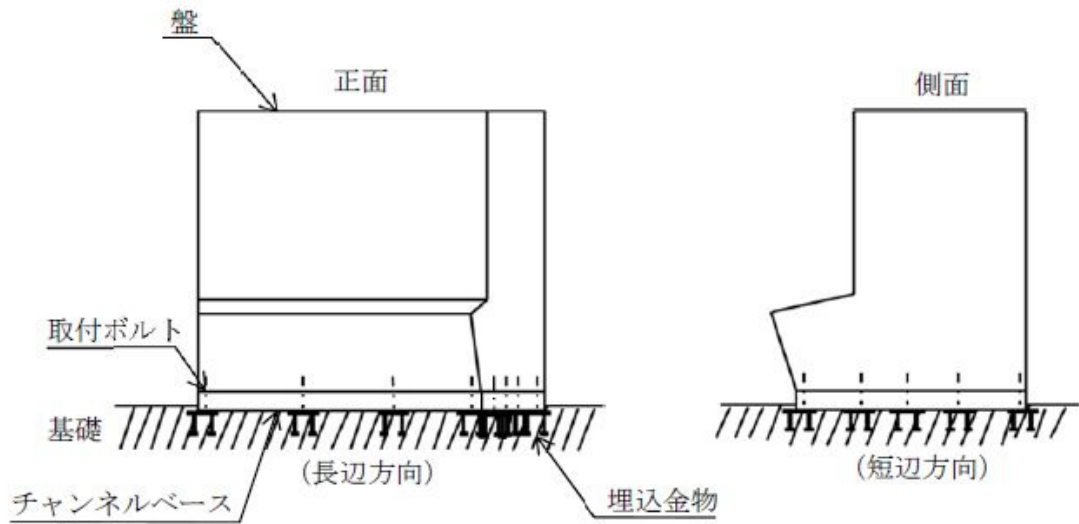


図1-1 概要図（ベンチ形，埋込金物）

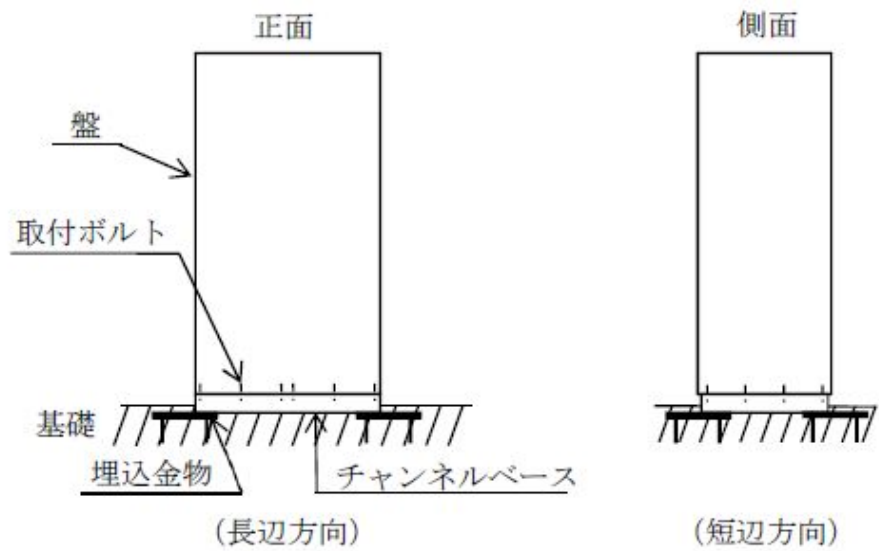


図1-2 概要図（垂直自立形，埋込金物）

1.3 記号の説明

記 号	記 号 の 説 明	単 位
A_b	ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 ^{*1} SSB-3131に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 ^{*1} SSB-3133に定める値	MPa
F_b	ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
f_{sb}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける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ボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h	取付面から重心までの距離	mm
λ_1	重心とボルト間の水平方向距離 ^{*2}	mm
λ_2	重心とボルト間の水平方向距離 ^{*2}	mm
m	盤の質量	kg
n	ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数	—
Q_b	ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計・建設規格 ^{*1} 付録材料図表 Part5 表9に規定される値	MPa
S_y	設計・建設規格 ^{*1} 付録材料図表 Part5 表8に規定される値	MPa
π	円周率	—
σ_b	ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*1：「設計・建設規格」とは、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む。））J S M E S N C 1－2005/2007）（日本機械学会2007年）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

*2： $\lambda_1 \leq \lambda_2$

1.4 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表1-1 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
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 ^{*1}	mm	—	—	整数位
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*2}	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：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降伏点及び引張強さは，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：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

2. 計算方法

2.1 固有周期の計算方法

盤の固有周期は、既に振動試験が行われているものと同等又は類似のものの固有周期を使用する。

2.2 応力の計算方法

2.2.1 ボルトの応力

ボルトの応力は、地震による震度で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。

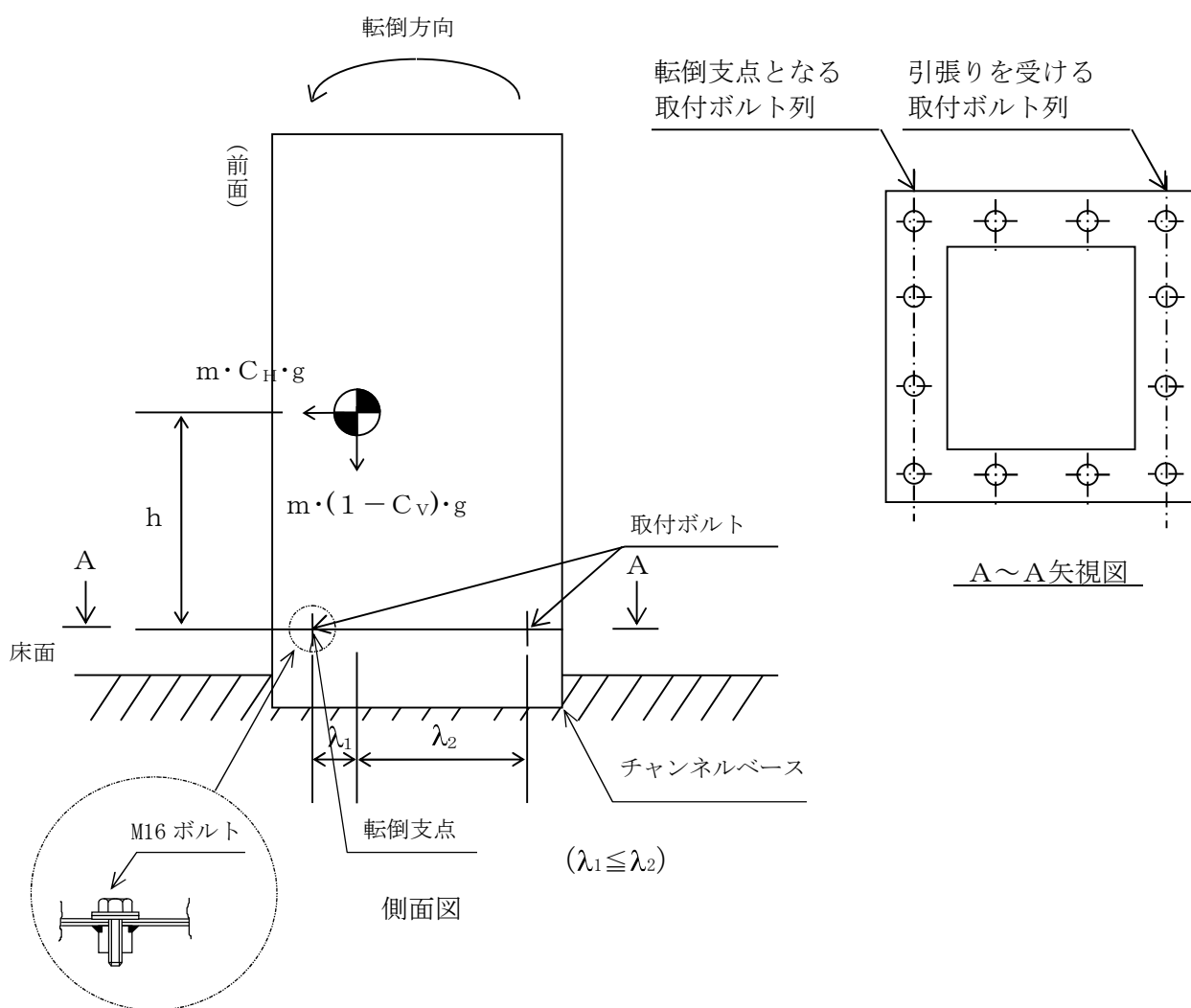


図2-1 計算モデル

（垂直自立形 短辺方向転倒 $(1 - C_V) \geq 0$ の場合）

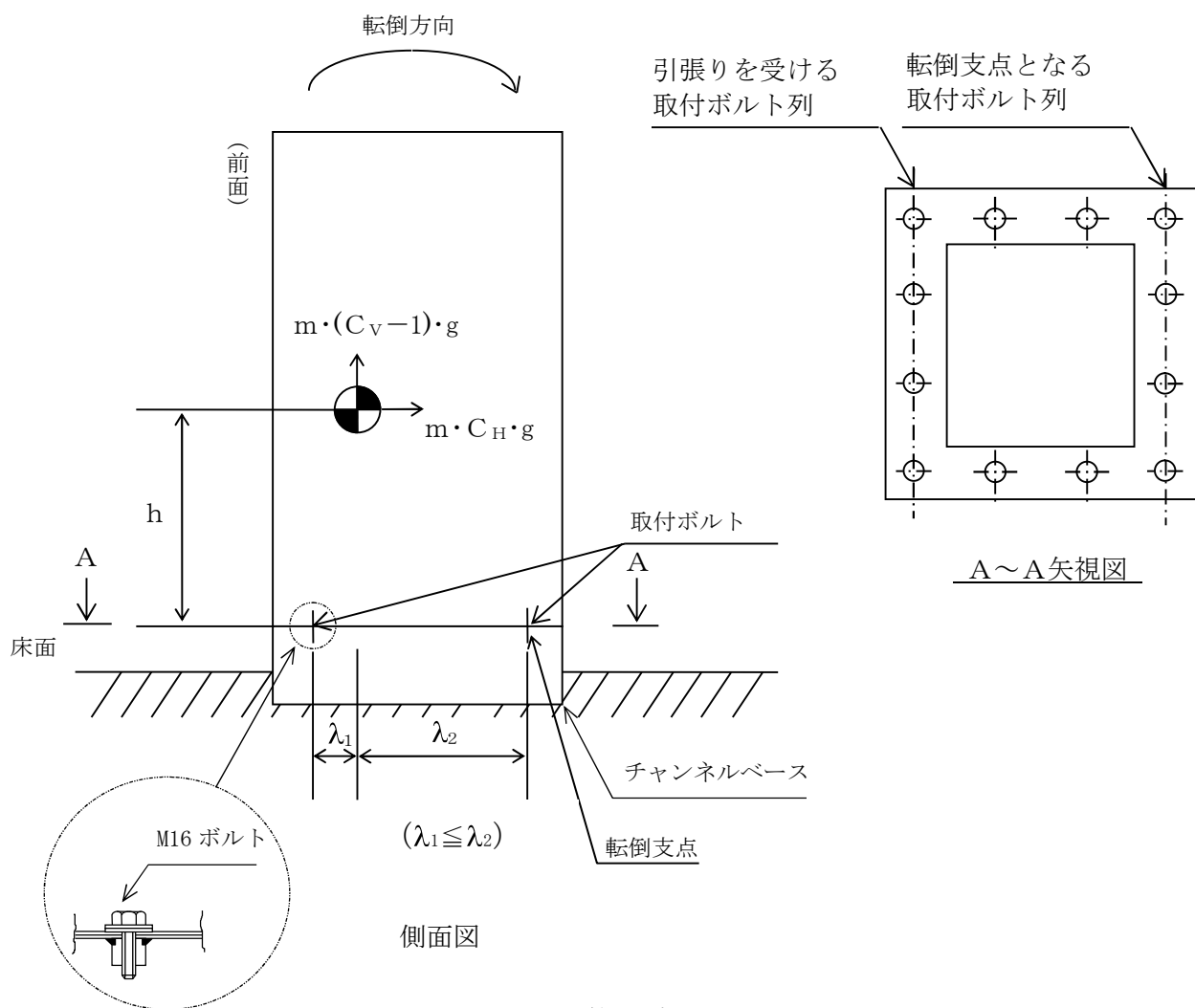


図2-2 計算モデル
(垂直自立形 短辺方向転倒 $(1 - C_V) < 0$ の場合)

(1) 引張応力

ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として、図 2-1、図 2-2 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 2-1 の場合の引張力

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot \lambda_1 \cdot g}{n_f \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)} \dots\dots\dots (2.2.1)$$

計算モデル図 2-2 の場合の引張力

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot \lambda_2 \cdot g}{n_f \cdot (\lambda_1 + \lambda_2)} \dots\dots\dots (2.2.2)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.2.3)$$

ここで、ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.2.4)$$

ただし、 F_b が負のときボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (2.2.5)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (2.2.6)$$

3. 評価方法

3.1 応力の評価

3.1.1 ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めたボルトの引張応力 σ_b は、次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b \quad \dots\dots\dots (3.1.1)$$

かつ、

$$f_{ts} \leq f_{to} \quad \dots\dots\dots (3.1.2)$$

ただし、 f_{to} 及び f_{sb} は下表による。

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

3.2 機能維持評価

3.2.1 電氣的機能維持評価

「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処設備の施設区分に応じた地震動による応答加速度と電氣的機能確認済加速度との比較、あるいは解析による応力評価により、地震時又は地震後の電氣的機能維持を評価する。

V-2-10-1-7-34 緊急時対策所用非常用換気空調設備操作盤の耐震性について
の計算書

目次

1. 一般事項	1
1.1 適用基準	1
1.2 計算条件	1
1.3 記号の説明	3
1.4 計算精度と数値の丸め方	4
2. 計算方法	5
2.1 固有周期の計算方法	5
2.2 応力の計算方法	5
3. 評価方法	8
3.1 応力の評価	8
3.2 機能維持評価	8

1. 一般事項

本計算書は、盤（耐震設計上の重要度分類Sクラス， S_s 機能維持の計算を行うもの）の耐震性についての計算方法と計算結果を示すものである。

1.1 適用基準

本計算書における計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 ・ 補－1984及びJ E A G 4 6 0 1 －1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年及び昭和62年）（以下「指針」という。）に準拠する。

なお、盤における応力評価は、指針「6.6.2(5)d. 電気計装制御装置(b)盤」に準じて、支持構造物（取付ボルト）の評価を行う。

1.2 計算条件

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して、水平方向及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) ベンチ形及び垂直自立形の盤は取付ボルトで基礎（埋込金物に溶接固定又は、コンクリート床面に基礎ボルトにて固定されたチャンネルベース）に固定された固定端とする。ここで、基礎については剛となるように設計する。
- (4) ベンチ形及び垂直自立形の盤の転倒方向は、図1-1 概要図（ベンチ形）及び図1-2 概要図（垂直自立形）における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。
- (5) 盤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。

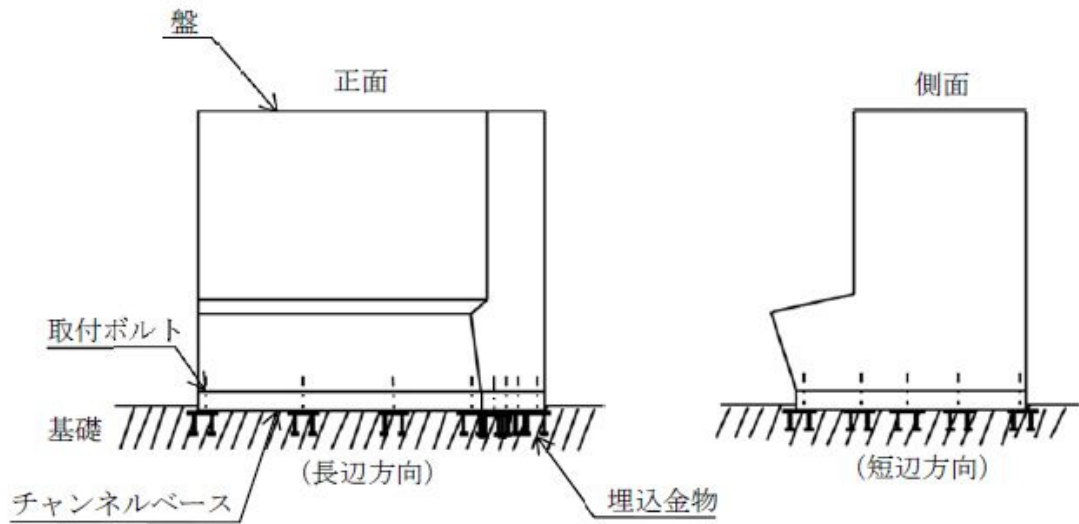


図1-1 概要図（ベンチ形，埋込金物）

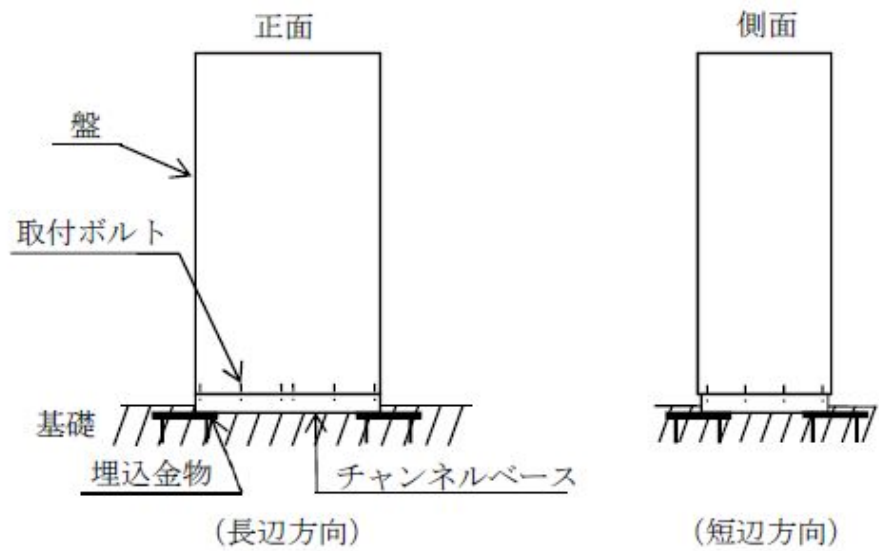


図1-2 概要図（垂直自立形，埋込金物）

1.3 記号の説明

記 号	記 号 の 説 明	単 位
A_b	ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 ^{*1} SSB-3131に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 ^{*1} SSB-3133に定める値	MPa
F_b	ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
f_{sb}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける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ボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h	取付面から重心までの距離	mm
ℓ_1	重心とボルト間の水平方向距離 ^{*2}	mm
ℓ_2	重心とボルト間の水平方向距離 ^{*2}	mm
m	盤の質量	kg
n	ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数	—
Q_b	ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計・建設規格 ^{*1} 付録材料図表 Part5 表9に規定される値	MPa
S_y	設計・建設規格 ^{*1} 付録材料図表 Part5 表8に規定される値	MPa
π	円周率	—
σ_b	ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*1：「設計・建設規格」とは、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む。））J S M E S N C 1－2005/2007）（日本機械学会2007年）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

*2： $\ell_1 \leq \ell_2$

1.4 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表1-1に示すとおりとする。

表1-1 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
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 ^{*1}	mm	—	—	整数位
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*2}	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：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降伏点及び引張強さは，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：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

2. 計算方法

2.1 固有周期の計算方法

盤の固有周期は、既に振動試験が行われているものと同等又は類似のものの固有周期を使用する。

2.2 応力の計算方法

2.2.1 ボルトの応力

ボルトの応力は、地震による震度で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。

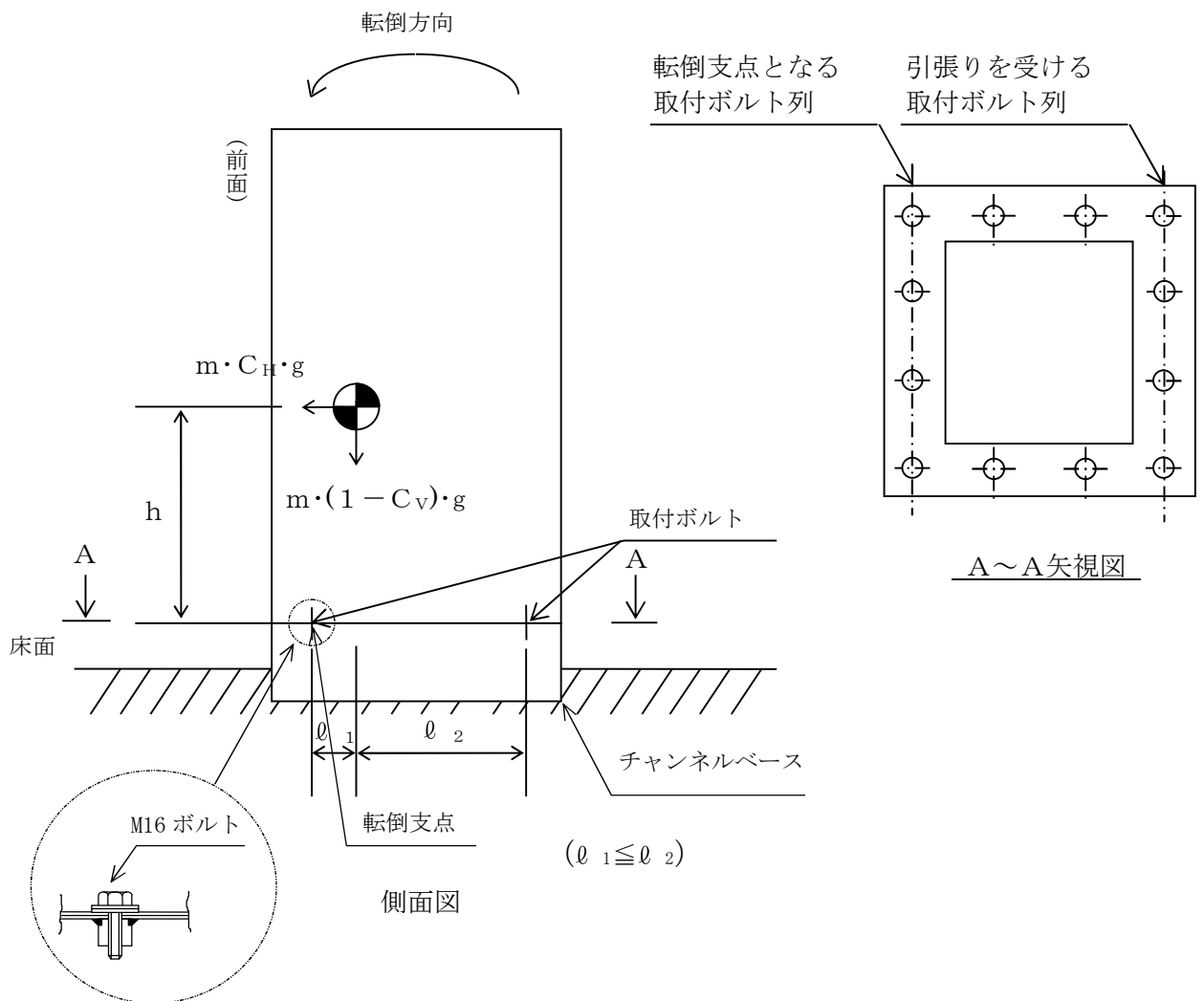


図2-1 計算モデル
(垂直自立形 短辺方向転倒 $(1 - C_V) \geq 0$ の場合)

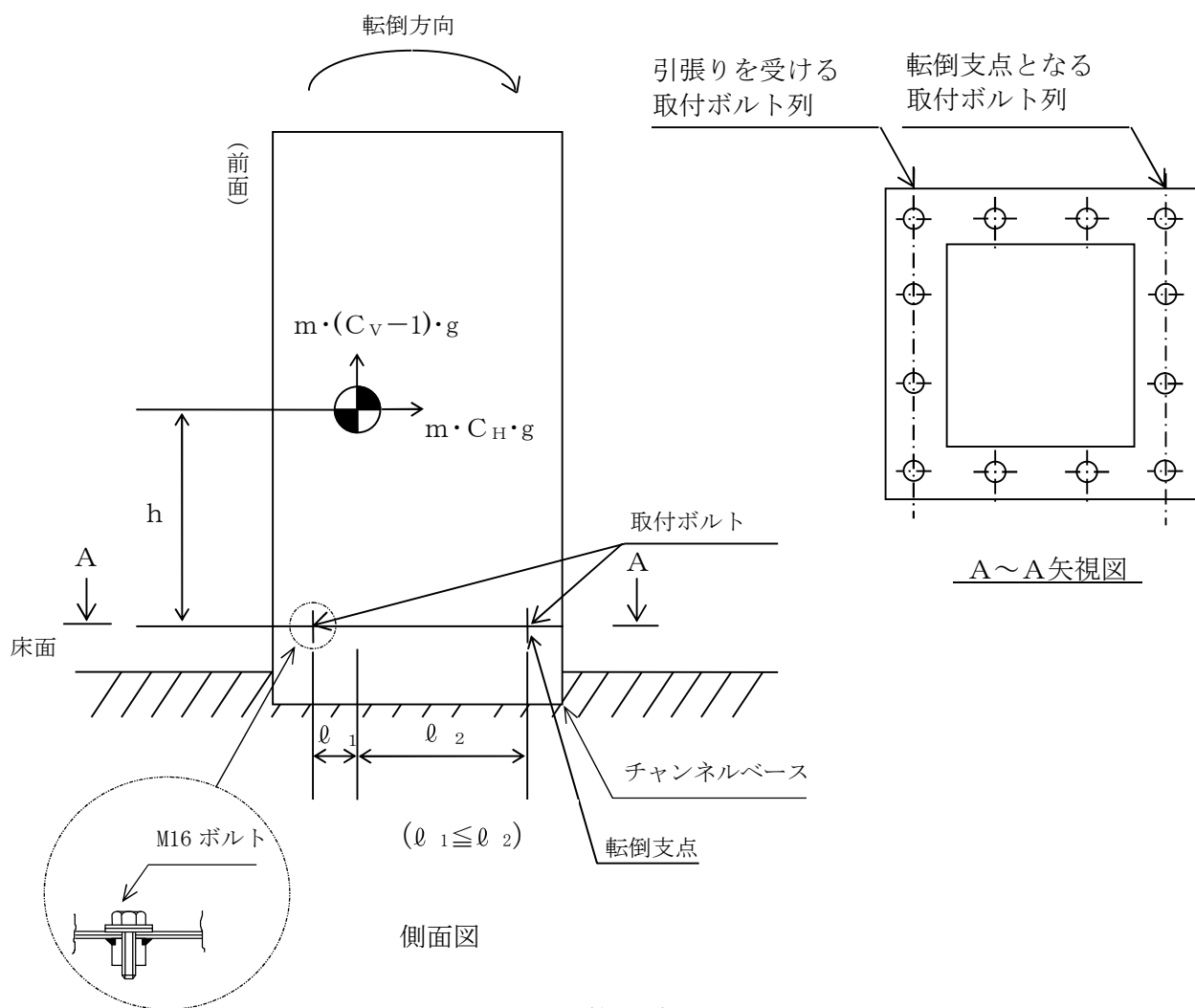


図2-2 計算モデル
(垂直自立形 短辺方向転倒 $(1 - C_V) < 0$ の場合)

(1) 引張応力

ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として、図 2-1、図 2-2 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 2-1 の場合の引張力

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_1 \cdot g}{n_f \cdot (\ell_1 + \ell_2)} \dots\dots\dots (2.2.1)$$

計算モデル図 2-2 の場合の引張力

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_2 \cdot g}{n_f \cdot (\ell_1 + \ell_2)} \dots\dots\dots (2.2.2)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.2.3)$$

ここで、ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.2.4)$$

ただし、 F_b が負のときボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) セン断応力

ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (2.2.5)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (2.2.6)$$

3. 評価方法

3.1 応力の評価

3.1.1 ボルトの応力評価

2.2.1 項で求めたボルトの引張応力 σ_b は、次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b \quad \dots\dots\dots (3.1.1)$$

かつ、

$$f_{ts} \leq f_{to} \quad \dots\dots\dots (3.1.2)$$

ただし、 f_{to} 及び f_{sb} は下表による。

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

3.2 機能維持評価

3.2.1 電氣的機能維持評価

「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処設備の施設区分に応じた地震動による応答加速度と電氣的機能確認済加速度との比較、あるいは解析による応力評価により、地震時又は地震後の電氣的機能維持を評価する。

V-2-10-2 浸水防護施設の耐震性についての計算書

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、浸水防護施設の耐震計算の手法及び条件の整理並びに資料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いて、設計基準対象施設であり重大事故等対処施設でなく既に認可を受けた手法を適用する設備の耐震計算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、重大事故等対処施設の設備分類を整理した。既設の設計基準対象施設については、耐震評価における手法及び条件について、既に認可を受けた実績との差異の有無を整理した。また、重大事故等対処施設のうち、設計基準対象施設であるものについては、重大事故等対処施設の評価条件と設計基準対象施設の評価条件と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施設の耐震計算は表 2-1 に示す計算書に記載することとする。また、表 2-1 に示す設備のうち、耐震評価における手法及び条件について、既に認可を受けた実績との差異がない施設の耐震計算は、工事計画の認可実績を示し、入力条件及び評価結果を示すことを基本とする。

なお、既設の設備における弾性設計用地震動 S_d による耐震評価については、基準地震動 S_s による評価結果が弾性設計用地震動 S_d の許容限界を満足する場合、省略することとし、省略せず耐震評価を実施する場合は、静的地震力についても考慮することとする。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (1/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準 施工前に認可 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	外郭浸水防護設備	防潮堤（鋼製防護壁）	S (新規登録)	—	V-2-10-2-2-1	—	—	—
		防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）*1	S (新規登録)	—	V-2-10-2-2-2	—	—	—
		防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）	S (新規登録)	—	V-2-2-36	—	—	—
		防潮扉 1	S (新規登録)	—	V-2-10-2-2-3	—	—	—
		防潮扉 2	S (新規登録)	—	V-2-10-2-2-3	—	—	—
		放水路ゲート 1, 2, 3	S (新規登録)	—	V-2-10-2-3	—	—	—
		構内排水路逆流防止設備 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9	S (新規登録)	—	V-2-10-2-4	—	—	—
		構内排水路逆流防止設備 5, 6	S (新規登録)	—	V-2-10-2-4	—	—	—

* 1 「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）」及び「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））」を示す。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (2/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準施工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	外郭浸水防護設備	取水路点検用開口部浸水防止蓋 1, 10	S (新規登録)	—	V-2-10-2-5-1	—	—	—
		取水路点検用開口部浸水防止蓋 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	S (新規登録)	—	V-2-10-2-5-1	—	—	—
		海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁 1, 2	S (新規登録)	—	V-2-10-2-6-1	—	—	—
		取水ピット空気抜き配管逆止弁 1, 2, 3	S (新規登録)	—	V-2-10-2-6-2	—	—	—
		放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋 1, 2, 3	S (新規登録)	—	V-2-10-2-5-4	—	—	—
		S A用海水ピット開口部浸水防止蓋 1, 2, 3, 4, 5, 6	S (新規登録)	—	V-2-10-2-5-2	—	—	—
		緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋	S (新規登録)	—	V-2-10-2-5-3	—	—	—
		緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋	S (新規登録)	—	V-2-10-2-5-9	—	—	—

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (3/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準施工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	外郭浸水防護設備	緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋	S (新規登録)	—	V-2-10-2-5-10	—	—	—
		緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁	S (新規登録)	—	V-2-10-2-6-3	—	—	—
		緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁	S (新規登録)	—	V-2-10-2-6-4	—	—	—
		格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ A	S (新規登録)	—	V-2-10-2-5-6	—	—	—
		格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ B	S (新規登録)	—	V-2-10-2-5-6	—	—	—
		常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ	S (新規登録)	—	V-2-10-2-5-7	—	—	—
		常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ A, B	S (新規登録)	—	V-2-10-2-5-8	—	—	—
		常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉	S (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (4/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準施工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	外郭浸水防護設備	原子炉建屋原子炉棟水密扉	S (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋付属棟東側水密扉	S (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋付属棟西側水密扉	S (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋付属棟南側水密扉	S (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋付属棟北側水密扉 1	S (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋付属棟北側水密扉 2	S (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (5/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準施工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	内郭浸水防護設備	原子炉建屋原子炉棟水密扉	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋付属棟東側水密扉	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋付属棟西側水密扉	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋付属棟南側水密扉	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋付属棟北側水密扉 1	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—

* 1 浸水防止設備としての耐震クラスを示す。

* 2 溢水の伝播を防止する設備としての耐震クラスを示す。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (6/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準施工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	内郭浸水防護設備	原子炉建屋付属棟北側水密扉 2	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋残留熱除去系 A 系ポンプ室水密扉	C - 2 (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室北側水密扉	C - 2 (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室南側水密扉	C - 2 (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋高圧炉心スプレイポンプ室水密扉	C - 2 (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋 1, 2, 3	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-5	—	—	—

* 1 浸水防止設備としての耐震クラスを示す。

* 2 溢水の伝播を防止する設備としての耐震クラスを示す。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (7/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準施工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	内郭浸水防護設備	緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-9	—	—	—
		緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-10	—	—	—
		格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチA	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-6	—	—	—
		格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチB	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-6	—	—	—
		常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-7	—	—	—

* 1 浸水防止設備としての耐震クラスを示す。

* 2 溢水の伝播を防止する設備としての耐震クラスを示す。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (8/8)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準施工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	内郭浸水防護設備	常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ A, B	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-8	—	—	—
		常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉	S * 1 C - 2 * 2 (新規登録)	—	V-2-10-8	—	—	—
		原子炉建屋	C (新規登録)	—	—	—	—	—

* 1 浸水防止設備としての耐震クラスを示す。

* 2 溢水の伝播を防止する設備としての耐震クラスを示す。

V-2-10-2-2 防潮堤及び防潮扉の耐震性についての計算書

V-2-10-2-2-1 防潮堤（鋼製防護壁）の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	14
2.4 適用規格	17
3. 地震応答解析	18
3.1 評価対象断面	18
3.2 解析方法	21
3.3 荷重及び荷重の組合せ	22
3.4 入力地震動	24
3.5 解析モデル及び諸元	25
4. 耐震評価	31
4.1 評価対象部位	31
4.2 許容限界	32
4.3 評価方法	35

1. 概要

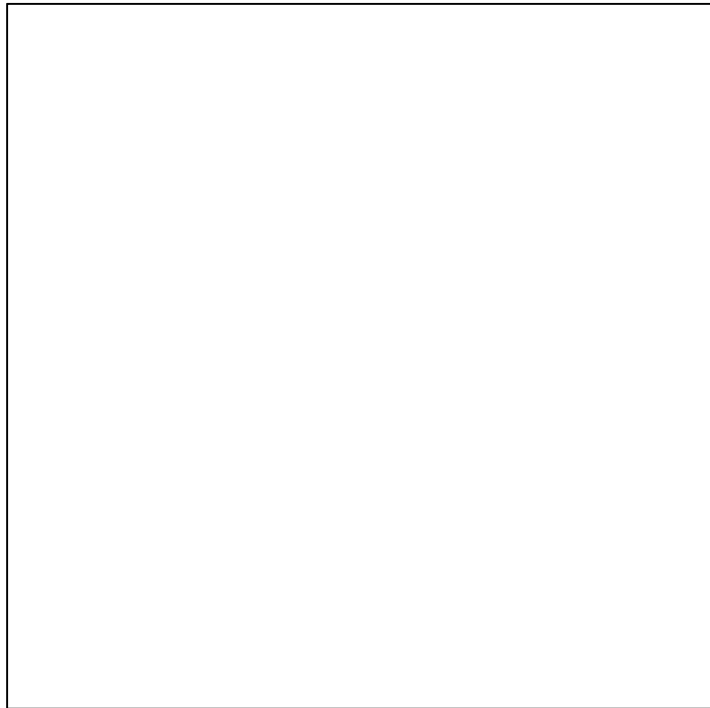
本資料は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、鋼製防護壁が基準地震動 S_s に対して十分な構造強度及び支持性能並びに止水機能を有していることを確認するものである。

鋼製防護壁に要求される機能の維持を確認するに当たっては、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

鋼製防護壁の位置図を第 2-1 図に示す。



第 2-1 図 鋼製防護壁位置図

2.2 構造概要

鋼製防護壁は、幅約 81 m、高さ約 17 m、奥行き約 5 m の鋼製の構造物であり、幅約 50 m の取水構造物を横断し、取水構造物の側方の地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。鋼製防護壁周辺の地盤は新第三系の岩盤上面が南側から北側に傾斜し、その上部に第四系の地質が堆積しているため、第四系の地層は北側で厚く分布している。

鋼製防護壁の検討対象位置平面図を第 2-2 図に、構造概要図を第 2-3 図に、構造図を第 2-4 図に示す。

鋼製防護壁は鉛直及び水平方向に配置された鋼板で構成される鋼殻構造であり、施工性を考慮して分割したブロックの集合体として全体を構成する。各ブロックは添接板と高力ボルトを用いた摩擦接合により結合する。

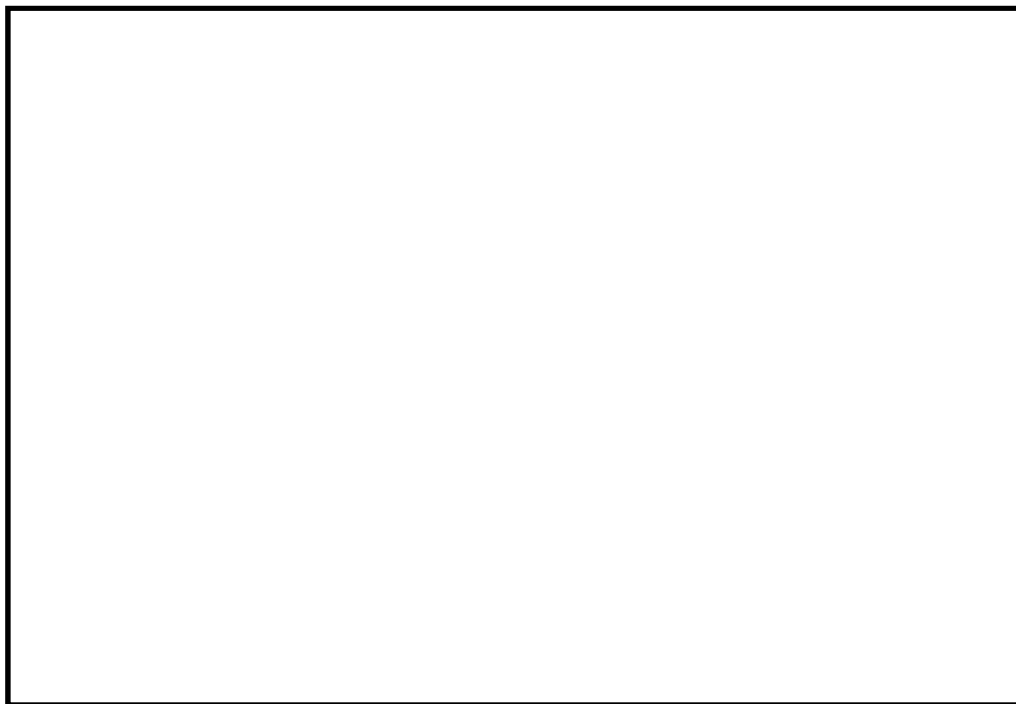
基礎部は、第 2-5 図に示すとおり、南北両側に配置した地中連続壁基礎にて構成され、津波荷重等を受ける鋼製防護壁を支持する。地中連続壁基礎の内側には中実鉄筋コンクリートを充填し、地中連続壁基礎と中実鉄筋コンクリートはジベル筋等により一体化し、両者で発生断面力を負担する。

第 2-6 図に鋼製防護壁の構造イメージを示す。鋼製防護壁は、下端標高 T.P. +3.20 m から天端標高 T.P. +20.0 m までを頂部鋼板を含めて 10 層の水平隔壁に分割した構造とし、法線、法線直交方向の鉛直隔壁並びに外面鋼板とで構成される。各層は、第 2-6 図に示すブロックが複数結合された構造である。

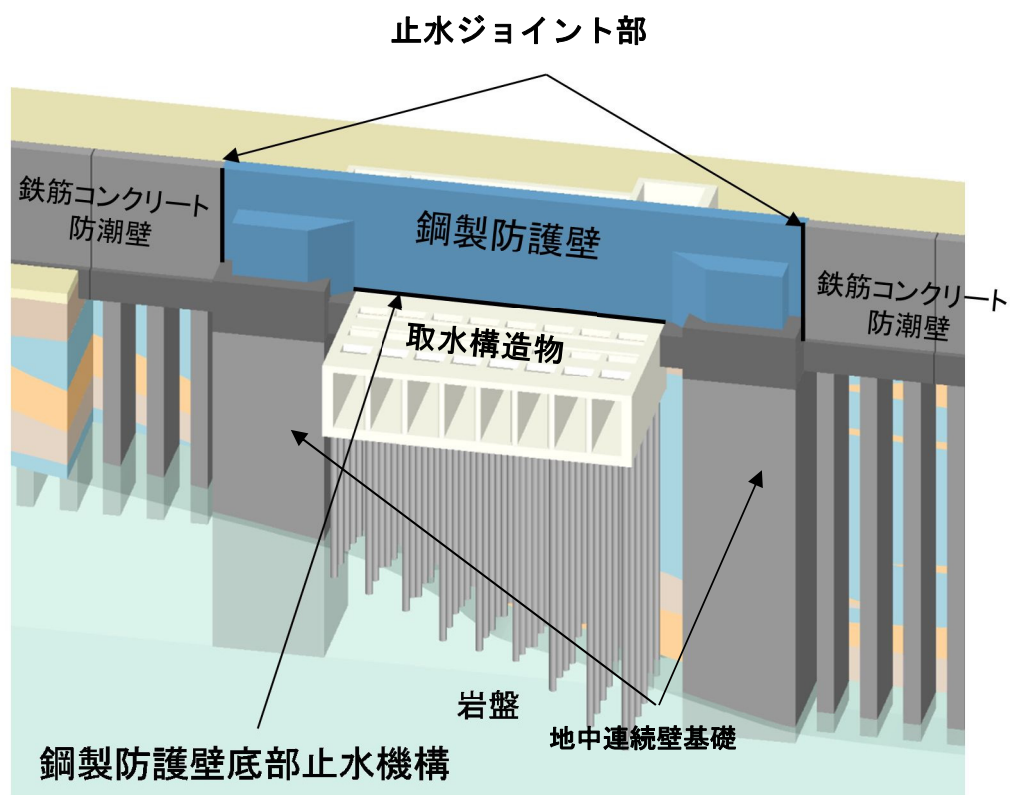
鋼製防護壁と地中連続壁基礎とは鋼製防護壁アンカーによって剛結合され、上部工からの軸力と水平軸回りの曲げモーメントを引抜き力、押込力として基礎上部の頂版鉄筋コンクリートに伝達することで一体構造として挙動する。鋼製防護壁の基礎直上は第 2-7 図に示すとおり、鋼殻内に必要な高さまで中詰め鉄筋コンクリートを打設して鋼殻と一体化し、鋼製防護壁アンカーへの確実な荷重伝達を図る。

鋼製防護壁と地中連続壁基礎との結合部イメージ図を第 2-8 図に、結合部構造図を第 2-9 図に示す。

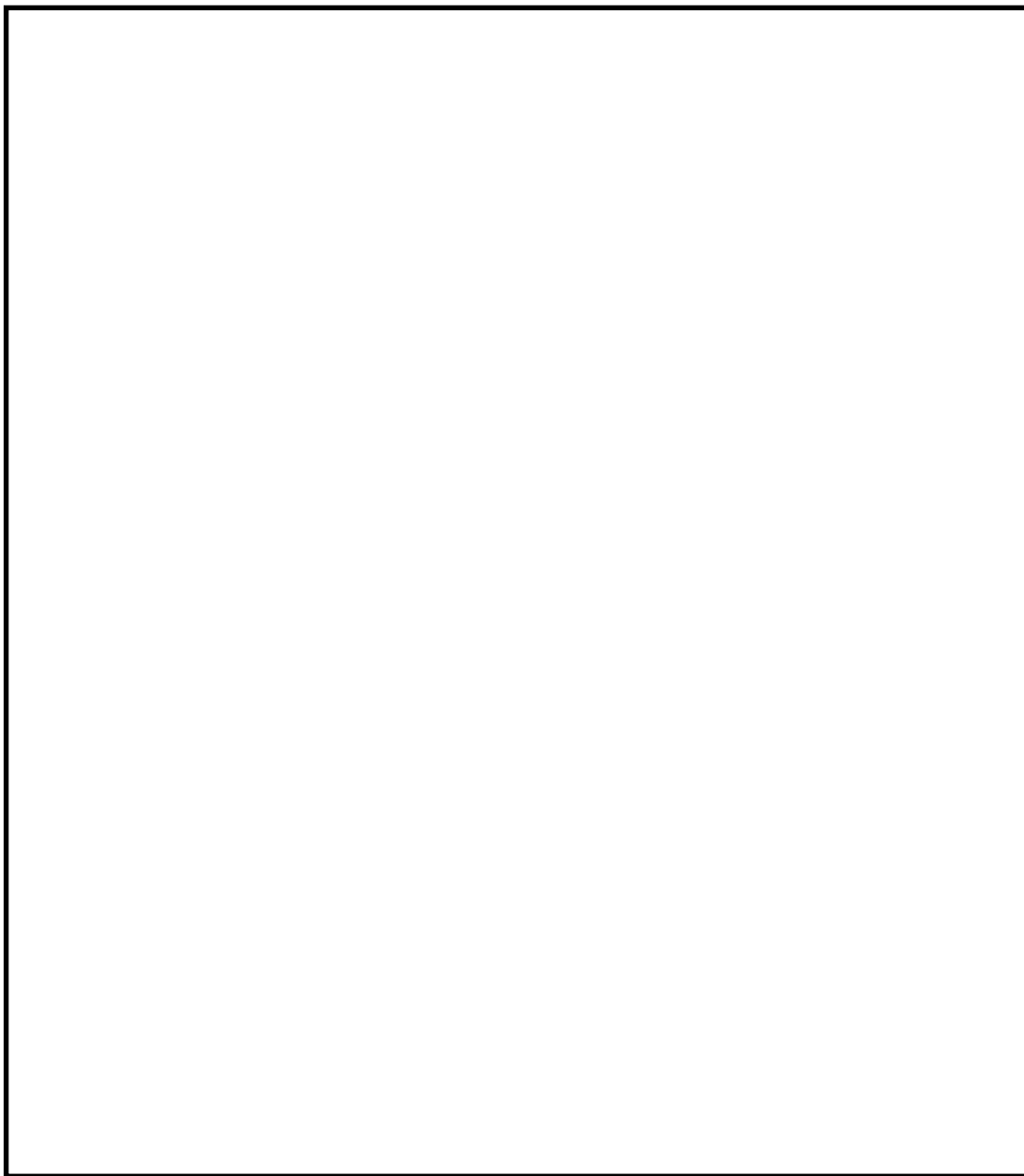
また、鋼製防護壁と鉄筋コンクリート防潮壁との境界部に止水性維持のために止水ジョイント部を設置する。鋼製防護壁の底面と取水構造物との境界部には、止水性維持のために止水機構を設置する。



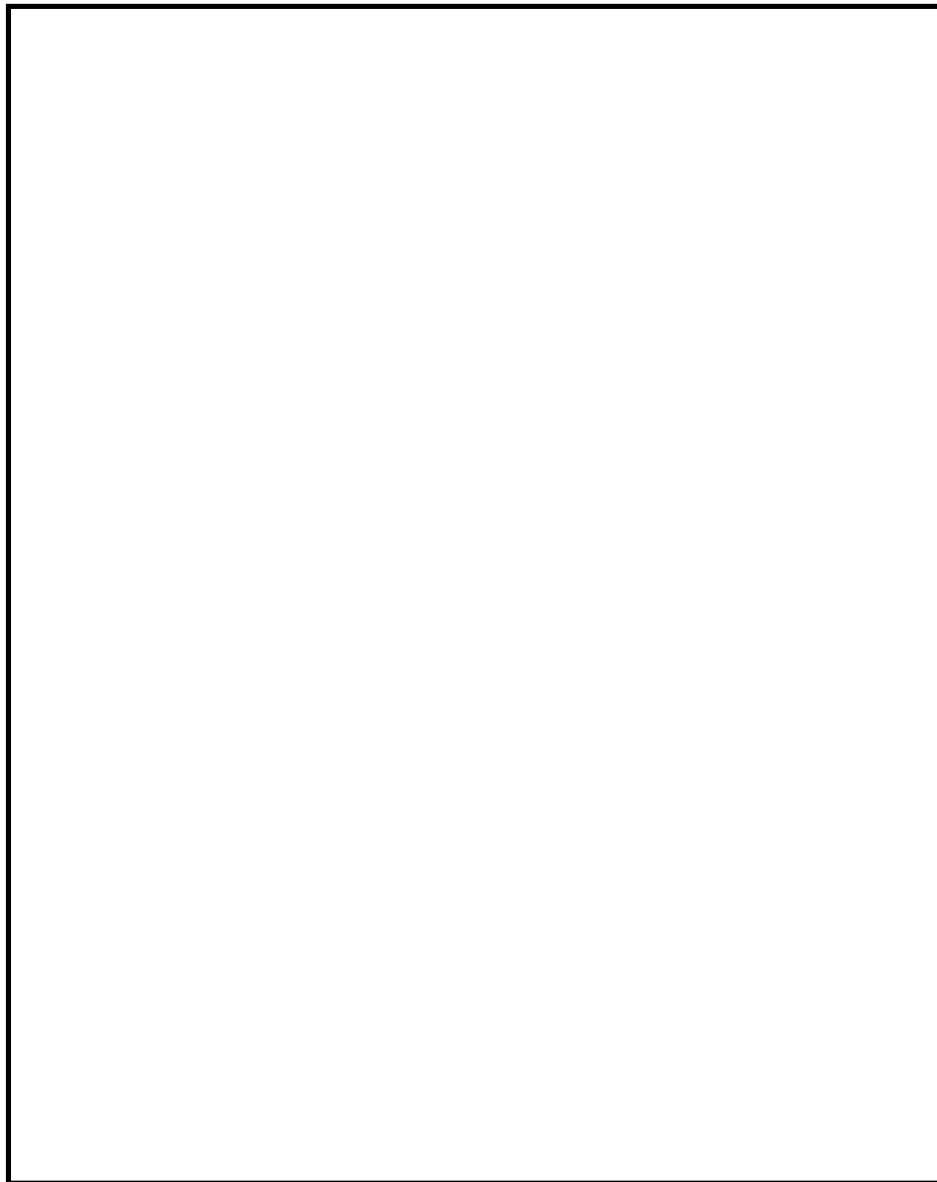
第 2-2 図 鋼製防護壁 検討対象位置平面図



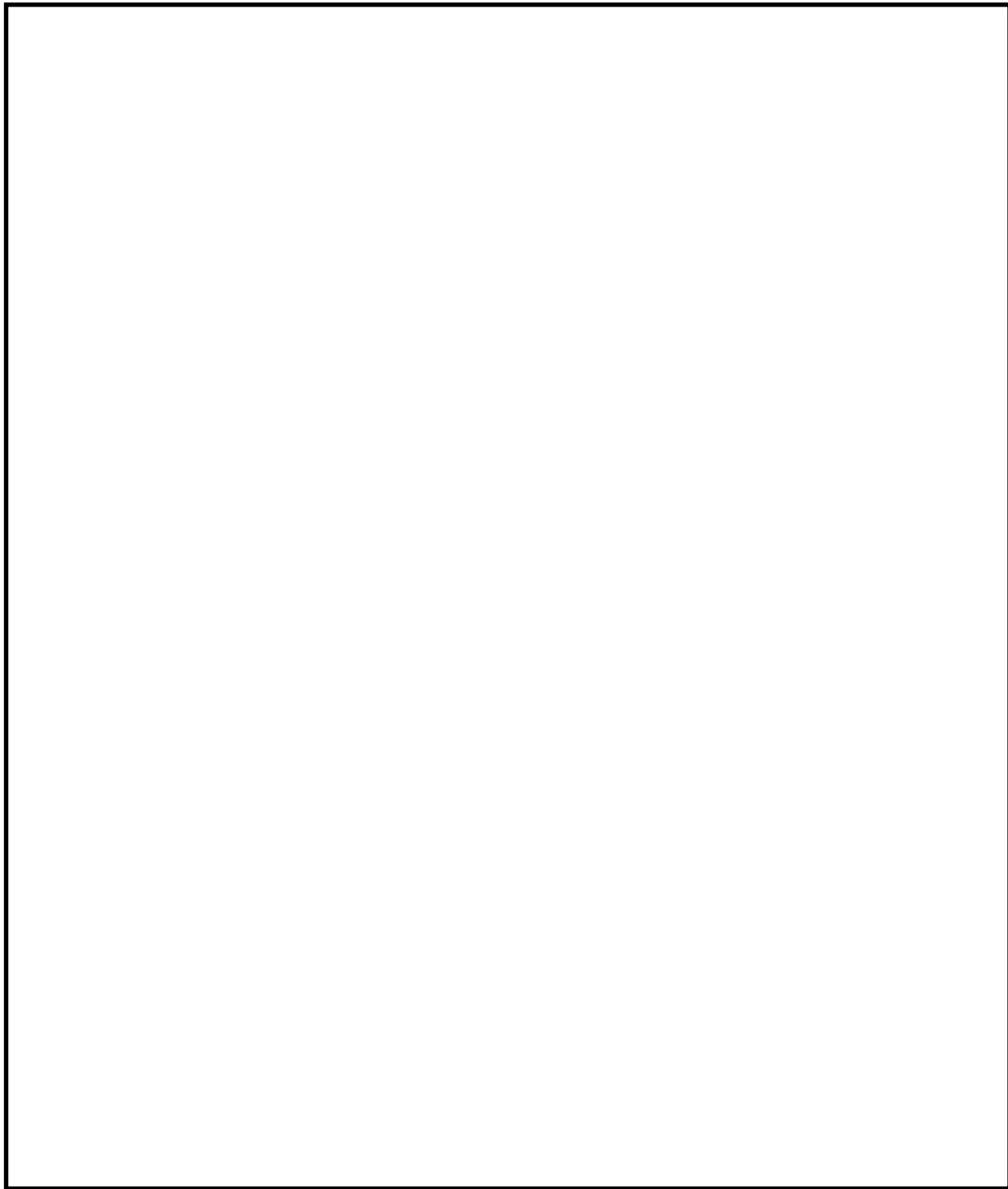
第2-3図 鋼製防護壁の構造概要図



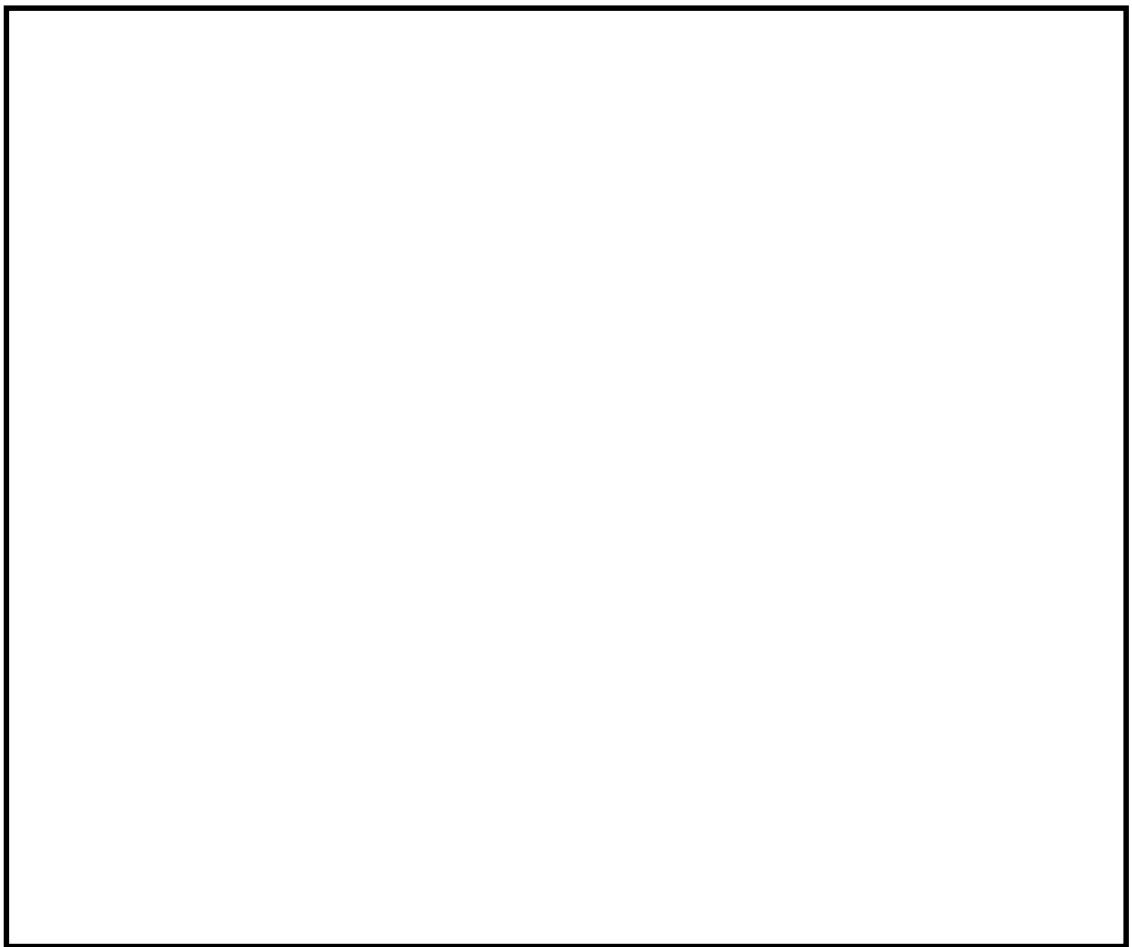
第 2-4 図 鋼製防護壁構造図



第 2-5 図 鋼製防護壁全体の構造イメージ図



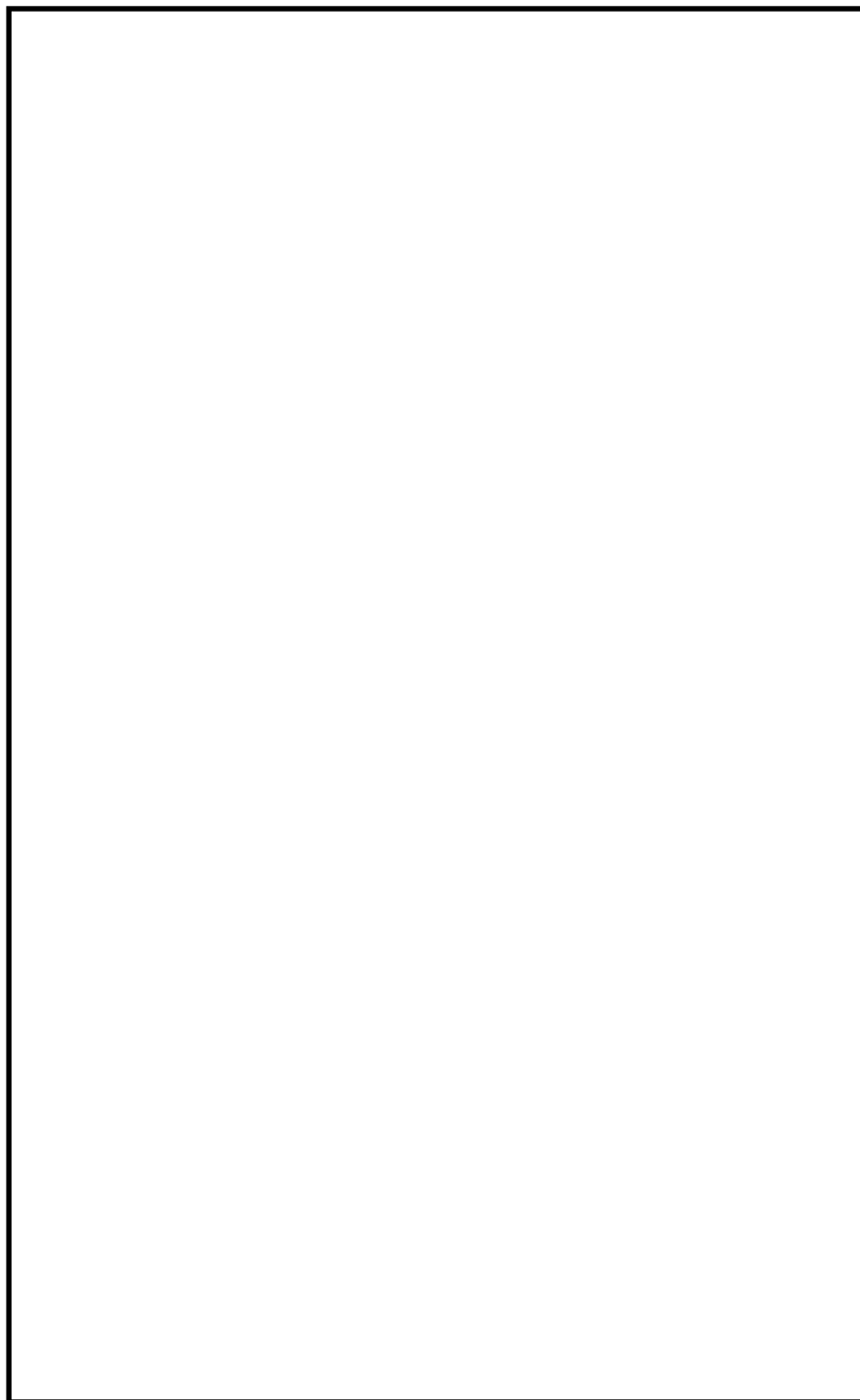
第 2-6 図 鋼製防護壁上部工の構造イメージ図



第 2-7 図 (1) 鋼製防護壁の全体構成図



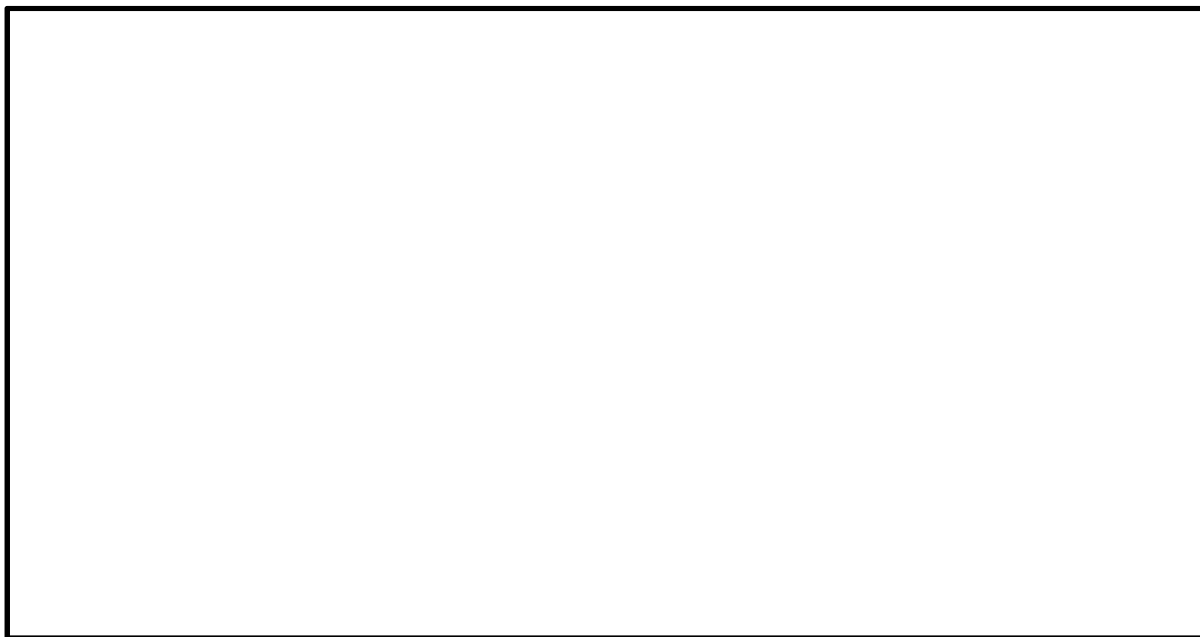
第 2-7 図 (2) 鋼製防護壁（地中連続壁基礎）の構成図



第 2-8 図 鋼製防護壁と地中連続壁基礎との結合部イメージ図



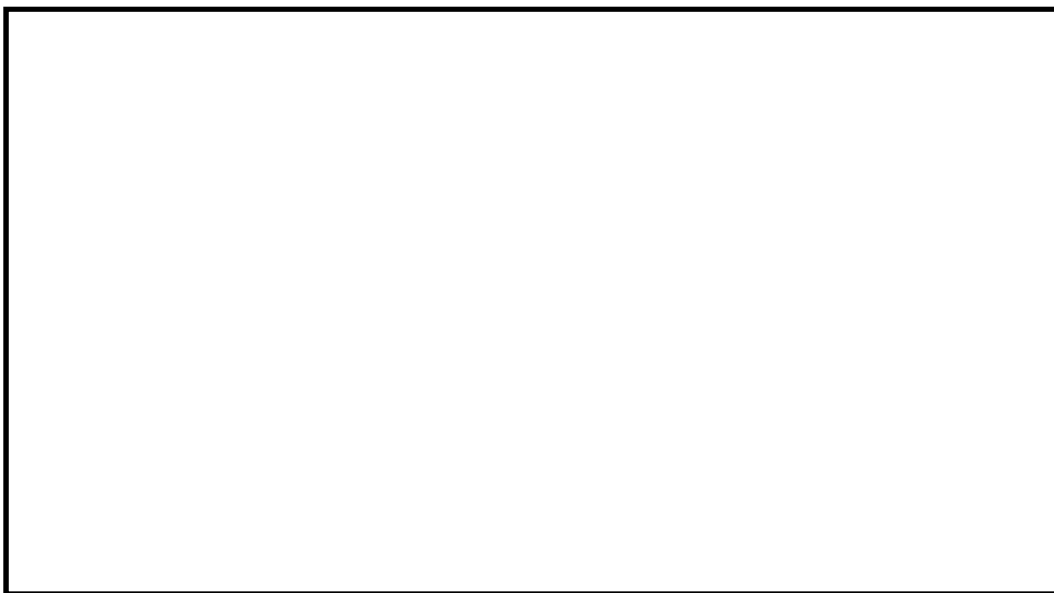
第 2-9 図 (1) 鋼製防護壁と地中連続壁基礎との結合部構造図 (A-A 断面)



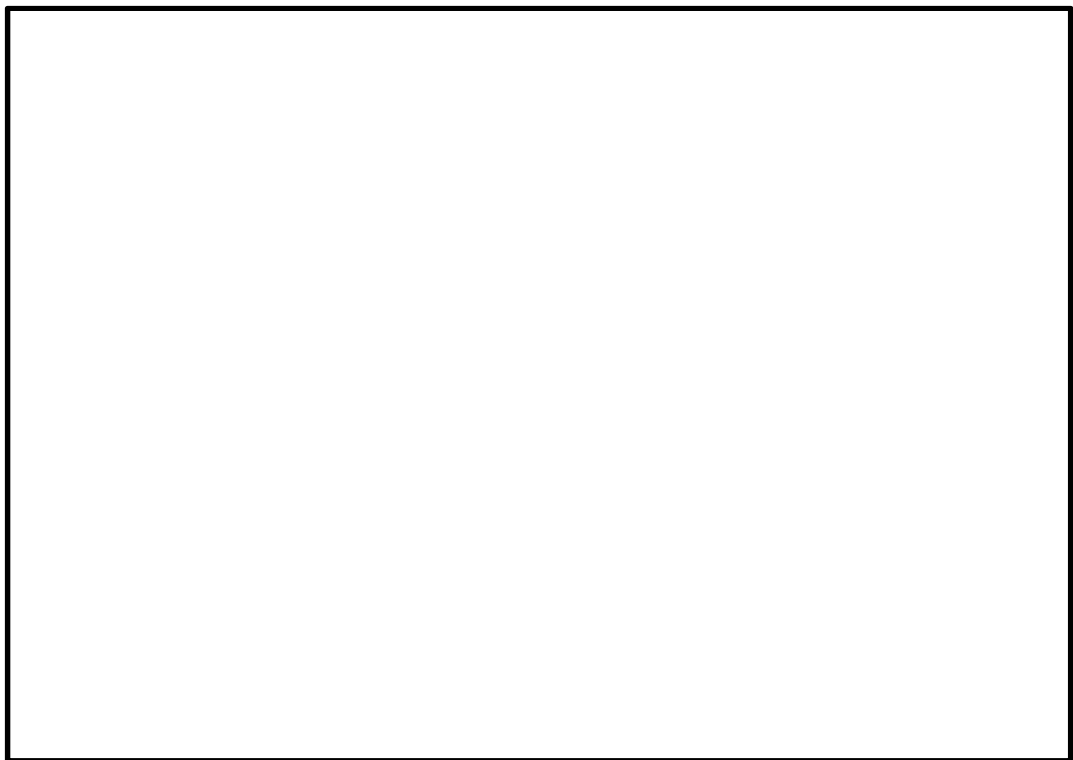
第 2-9 図 (2) 鋼製防護壁と地中連続壁基礎との結合部構造図 (B-B 断面)



第 2-9 図 (3) 鋼製防護壁と地中連続壁基礎との結合部構造図 (C-C 断面)



第 2-9 図 (4) 鋼製防護壁と地中連続壁基礎との結合部構造図 (D-D 断面)



第 2-9 図 (5) 鋼製防護壁と地中連続壁基礎との結合部構造図 (E-E 断面)

2.3 評価方針

防潮堤（鋼製防護壁）は，Sクラス施設である浸水防護施設に分類される。

鋼製防護壁の耐震評価は，設計基準対象施設の評価として，第2-1表に示すとおり，構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

構造部材の健全性評価については，地震応答解析から得られた荷重を用いた応力解析に基づく発生応力が許容限界以下であることを確認する。基礎地盤の支持性能評価については，基礎地盤に作用する接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

構造物の変形性評価については，止水ジョイント部材の変形量を算定し，試験により確認した許容限界以下であることを確認する。

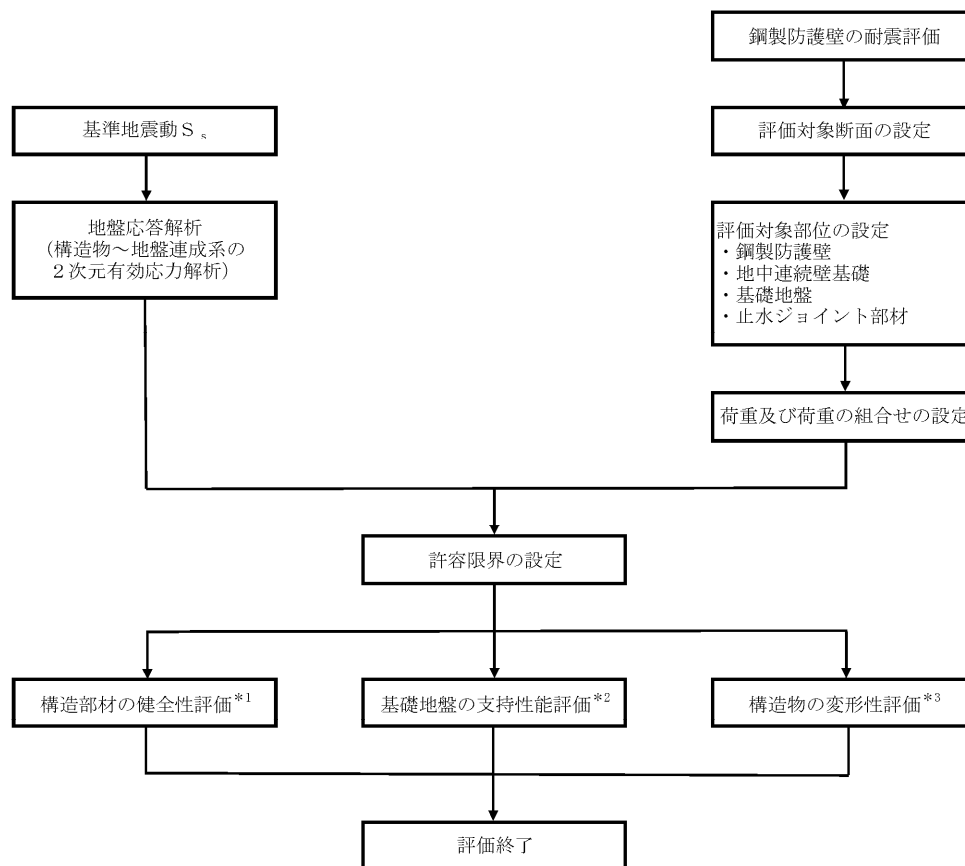
機器・配管系の加速度応答は，解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を1次元波動論により地震応答解析モデル底面位置で評価し，構造物と地盤の連成系2次元有効応力解析を実施して求める。

鋼製防護壁の耐震評価フローを第2-10図に示す。

第2-1表 鋼製防護壁の評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構 造 部 材 の健全性	鋼製防護壁	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護壁 アンカー	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		地中連続壁基礎	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製アンカー	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護部材	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基 礎 地 盤 の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
止水性を損なわないこと	構 造 部 材 の健全性	地中連続壁基礎	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護壁 アンカー	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製アンカー	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護部材	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基 礎 地 盤 の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
	構造物の変形性	止水ジョイント部材	発生変形量が許容限界以下であることを確認	有意な漏えいが生じないことを確認した変形量

注記 *：妥当な安全余裕を考慮する。



- 注記 *1：構造部材の健全性評価を実施することで、第 2-1 表に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。
- *2：基礎地盤の支持性能評価を実施することで、第 2-1 表に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。
- *3：構造物の変形性評価を実施することで、第 2-1 表に示す「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

第 2-10 図 鋼製防護壁の耐震評価フロー

2.4 適用規格

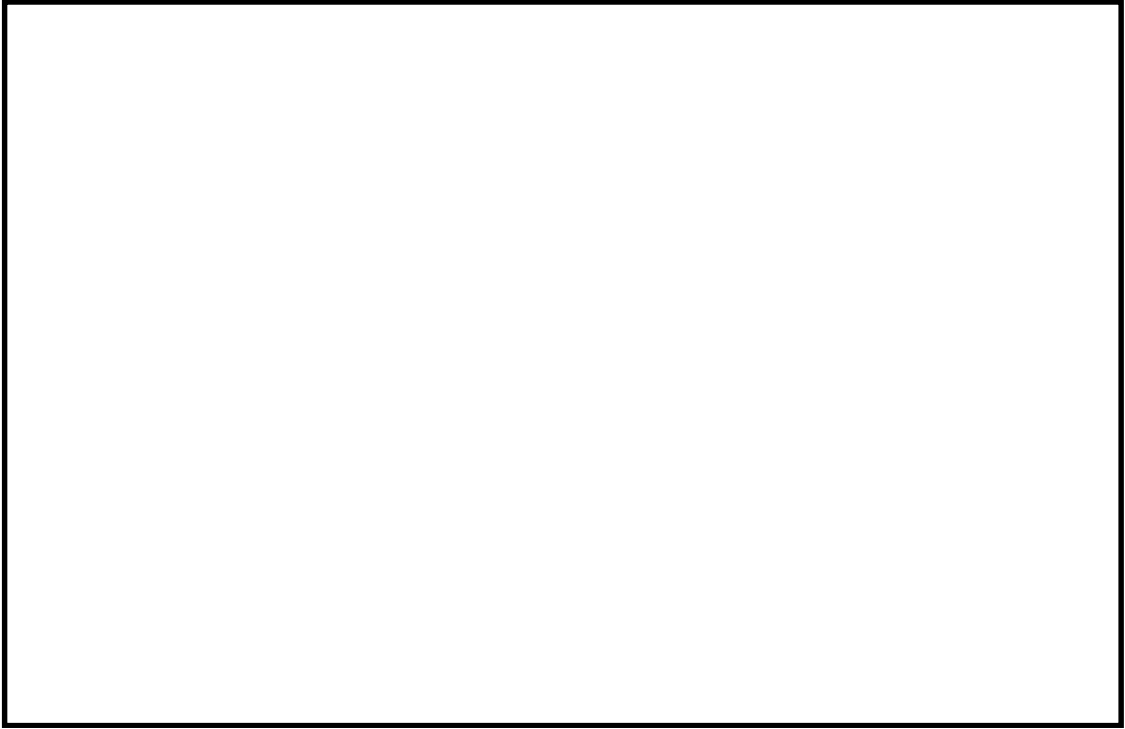
適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・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）
- ・道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）
- ・道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）
- ・道路土工カルバート工指針（平成 21 年度版）（（社）日本道路協会，平成 22 年 3 月）
- ・原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（（社）土木学会，2005 年）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）
- ・鋼構造物設計基準（Ⅱ鋼製橋脚編，名古屋高速道路公社，平成 15 年 10 月）
- ・鋼構造設計基準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 年 9 月）
- ・各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 年 11 月）
- ・津波漂流物対策施設設計ガイドライン（（財）沿岸技術研究センター，（社）寒地港湾技術研究センター，2014 年 3 月）
- ・建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）

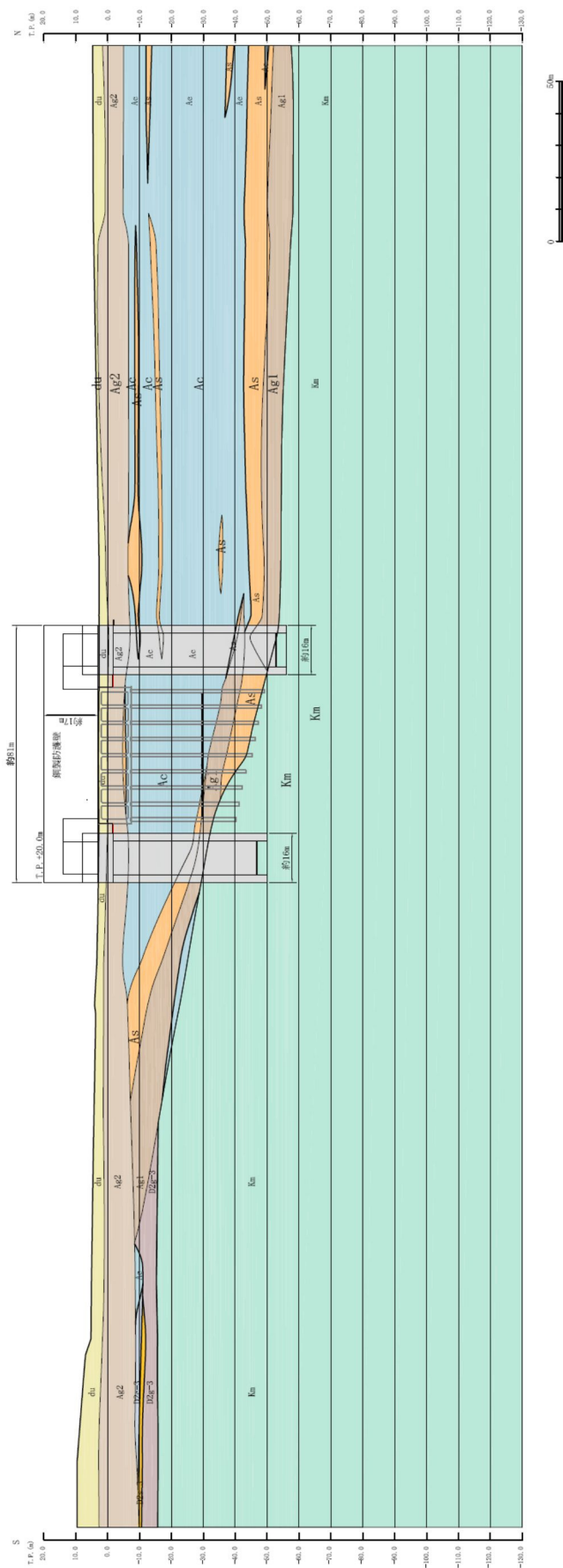
3. 地震応答解析

3.1 評価対象断面

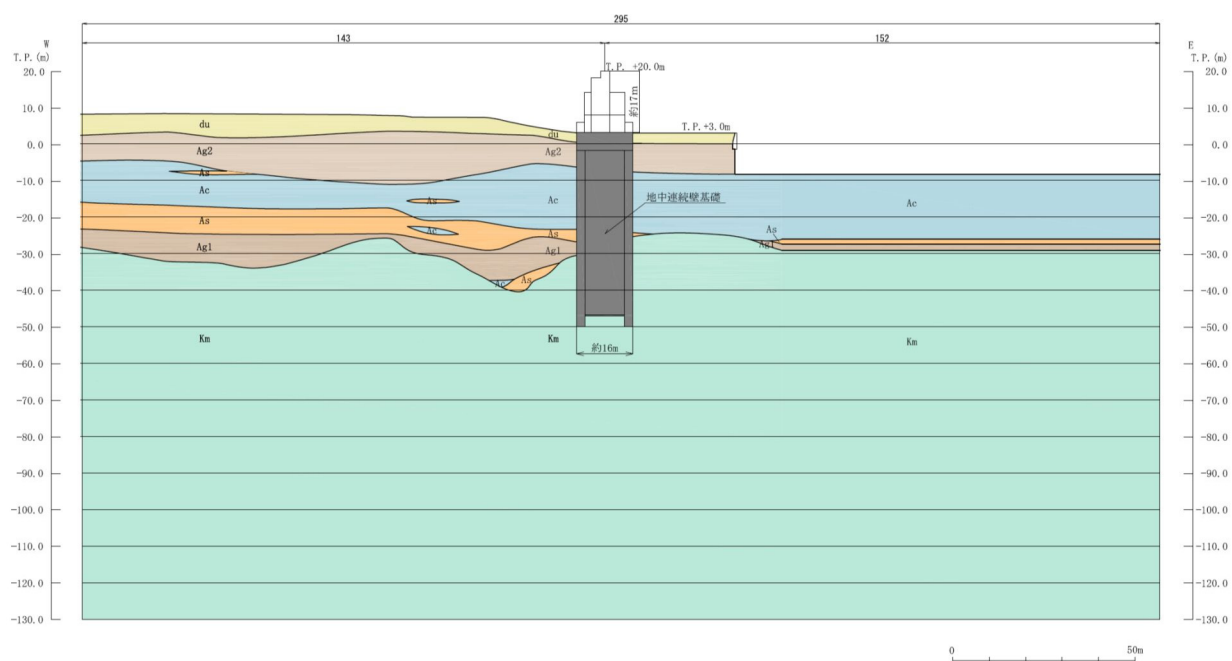
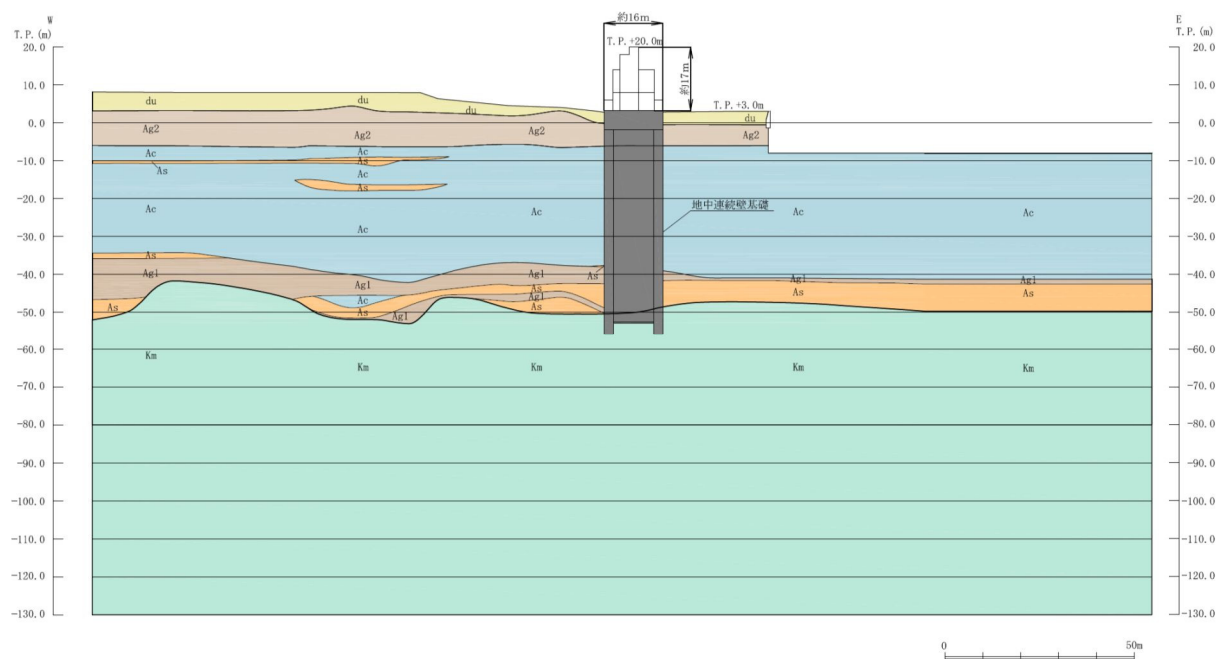
評価対象断面は、鋼製防護壁の構造上の特徴や周辺地盤状況を考慮して、縦断方向 1 断面（A-A断面）及び南北基礎の横断方向（堤軸に対して直交する方向）2 断面（B-B断面，C-C断面）を選定する。第 3-1 図に評価対象断面位置図を，第 3-2 図に評価対象断面図を示す。



第 3-1 図 鋼製防護壁 検討対象断面位置



第3-2図 (1) 鋼製防護壁断面図 (A-A断面)



3.2 解析方法

地震応答解析は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答計算では、地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮できる有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定することを基本とする。

地中土木構造物への地盤変位に対する保守的な配慮として、地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する場合は、原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）を設定する。

上部土木構造物及び機器・配管系への加速度応答に対する保守的な配慮として、地盤の非液状化の影響を考慮する場合は、原地盤において非液状化の条件を仮定した解析を実施する。

地震応答解析には、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.1 構造部材

構造部材は、線形はり要素でモデル化する。

3.2.2 地盤

V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示す有効応力解析用地盤物性値に基づき、地盤の有効応力の変化に応じた地震時挙動を考慮できるモデルとする。

3.2.3 減衰特性

時刻歴非線形解析における減衰特性については、固有値解析にて求められる固有振動数に基づく Rayleigh 減衰を考慮する。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震評価上考慮する状態

鋼製防護壁の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪及び風荷重を考慮する。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

鋼製防護壁の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重(G)

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

(2) 積載荷重(P)

積載荷重として機器及び配管荷重を考慮する。

(3) 地震荷重(K_s)

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

(4) 積雪荷重(P_s)

積雪荷重として 30 cm の積雪を考慮する。

(5) 風荷重(P_k)

護岸による地盤の高低差の影響により海側への変位が卓越することから、堤軸直交方向断面については、30 m/s（基準風速）相当の風荷重を海向き（堤外向き）に考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを第3-1表に示す。

第3-1表 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S_s)	$G + P + K_s + P_s + P_k$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

K_s : 地震荷重

P_s : 積雪荷重

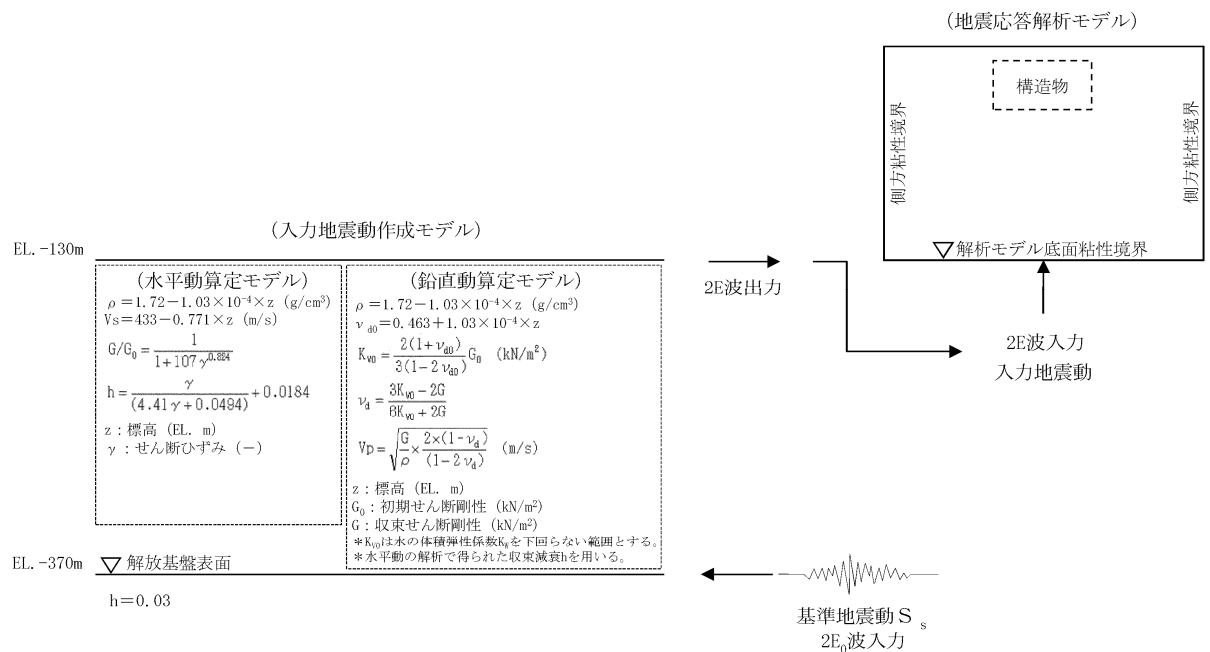
P_k : 風荷重

3.4 入力地震動

入力地震動は、資料V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重量土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を1次元波動論により地震応答解析モデル底面位置で評価したものをを用いる。入力地震動算定の概念図を第3-3図に示す。

入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第3-3図 入力地震動算定の概念図

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

(1) 2次元有効応力解析モデル

鋼製防護壁の2次元有効応力解析モデルを第3-4図に示す。

a. 解析領域

解析領域は、側方境界及び底面境界が構造物の応答に影響しないよう、構造物と側方境界及び底面境界との距離を十分に大きく設定する。

b. 境界条件

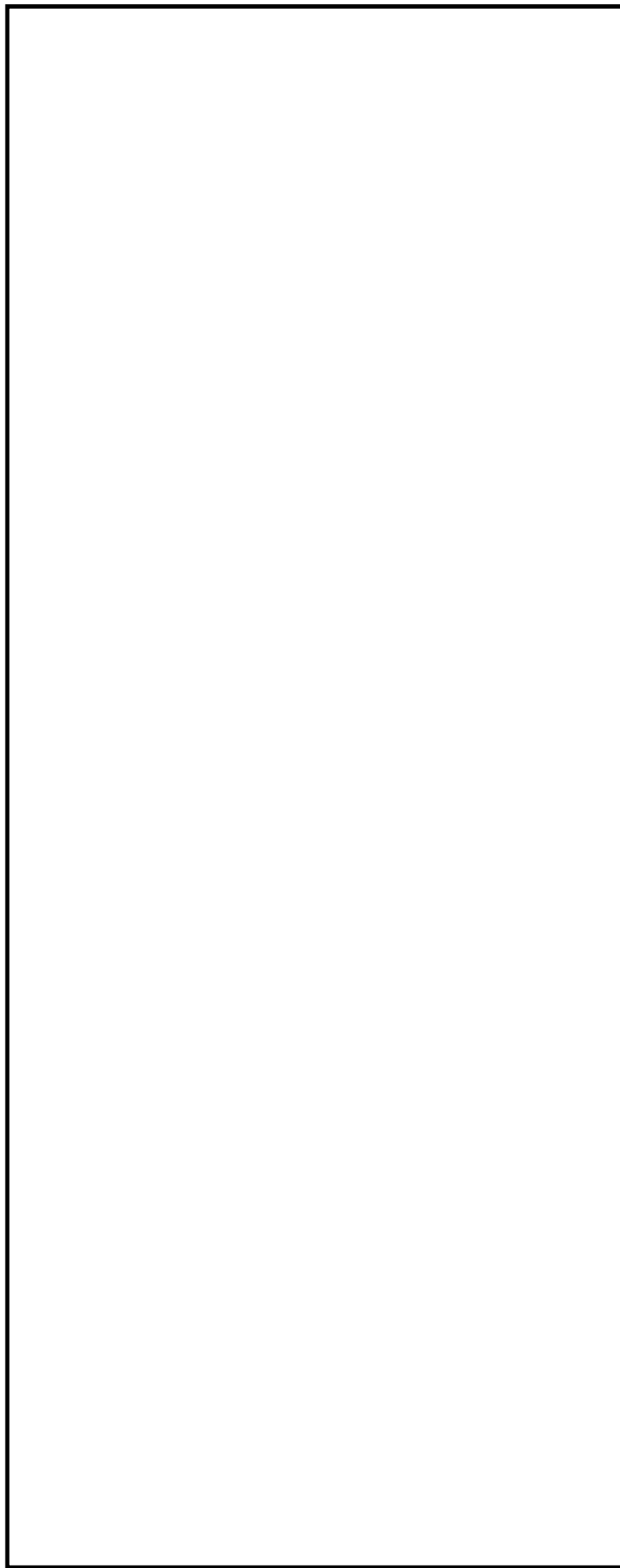
解析領域の側方及び底面には、エネルギーの逸散効果を考慮するため、粘性境界を設定する。

c. 構造物のモデル化

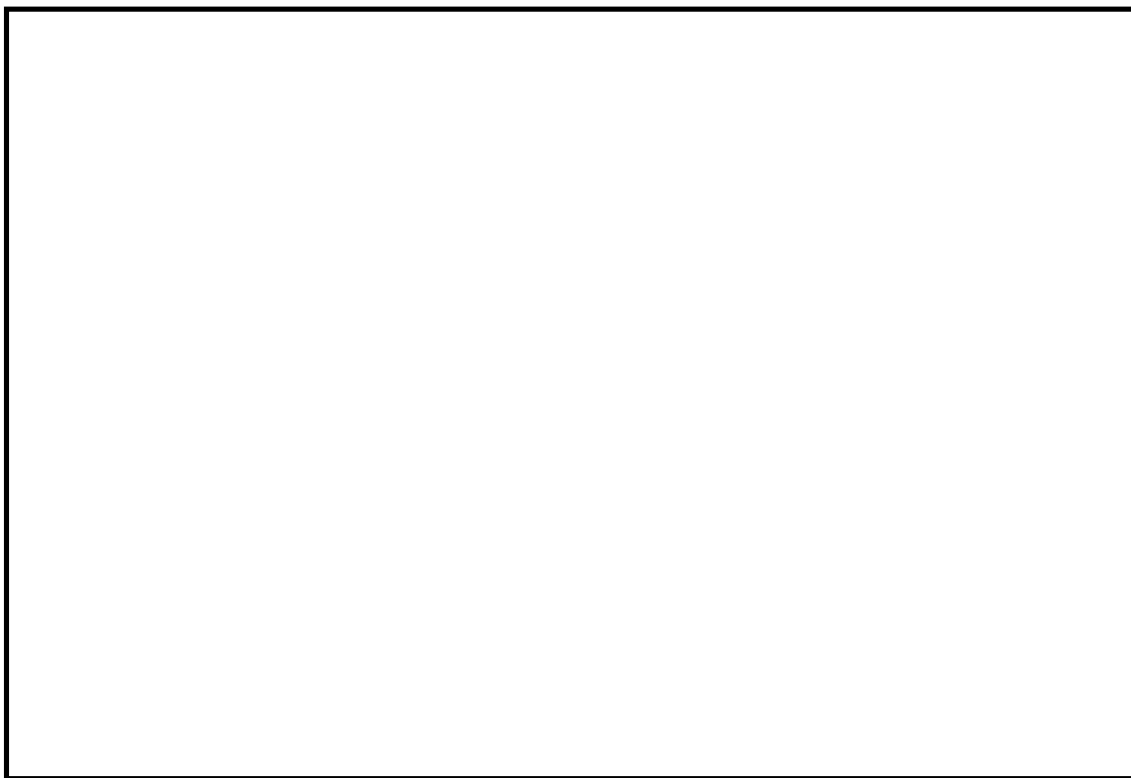
構造物は、線形はり要素でモデル化する。

d. 地盤のモデル化

地盤は、マルチスプリング要素でモデル化する。



第3-4図 (1) 鋼製防護壁の2次元有効応力解析モデル (A-A断面)



第3-4図(2) 鋼製防護壁の2次元有効応力解析モデル(B-B断面)

(2) 鋼製防護壁の動的解析モデル

a. 構造物のモデル化

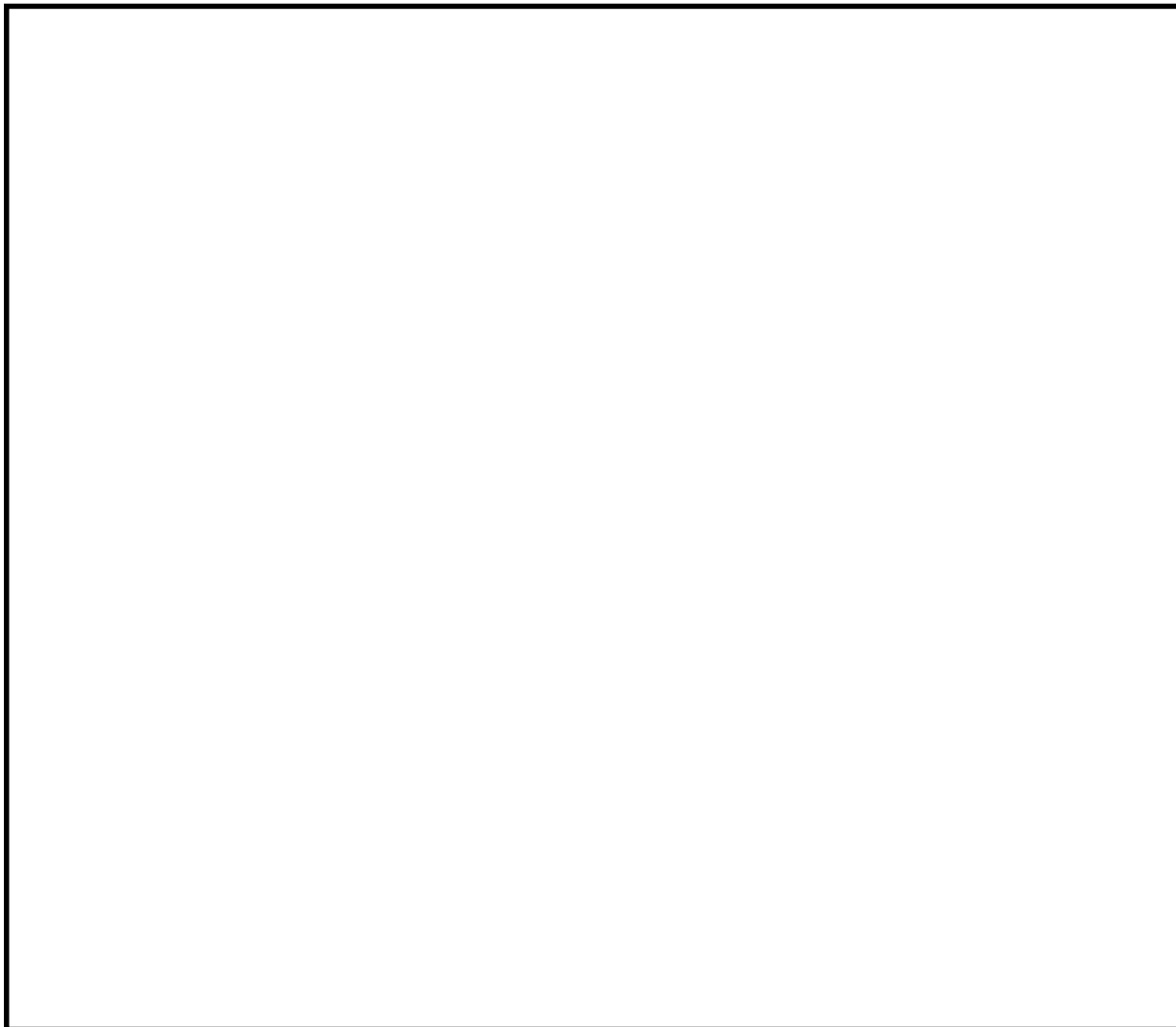
水平（X方向）隔壁及び鉛直（Z方向）隔壁の交差位置並びに添接板継手位置を節点とし、それらを結合したはり要素で構成される格子モデルとする。モデル化のイメージ図を第3-5図に示す。

- i) 主桁部材（水平方向）は、外壁鋼板をフランジ、水平（X方向）隔壁をウェブとみなしたI断面とする（第3-5図の青色表示部分）。
- ii) 横桁部材（鉛直方向）は、外壁鋼板をフランジ、鉛直（Z方向）隔壁をウェブとみなしたI断面とする（第3-5図の赤色表示部分）。
- iii) ねじれ剛性は、外面鋼板が連続していることから、箱断面として算出したねじれ剛性を両部材に考慮する。

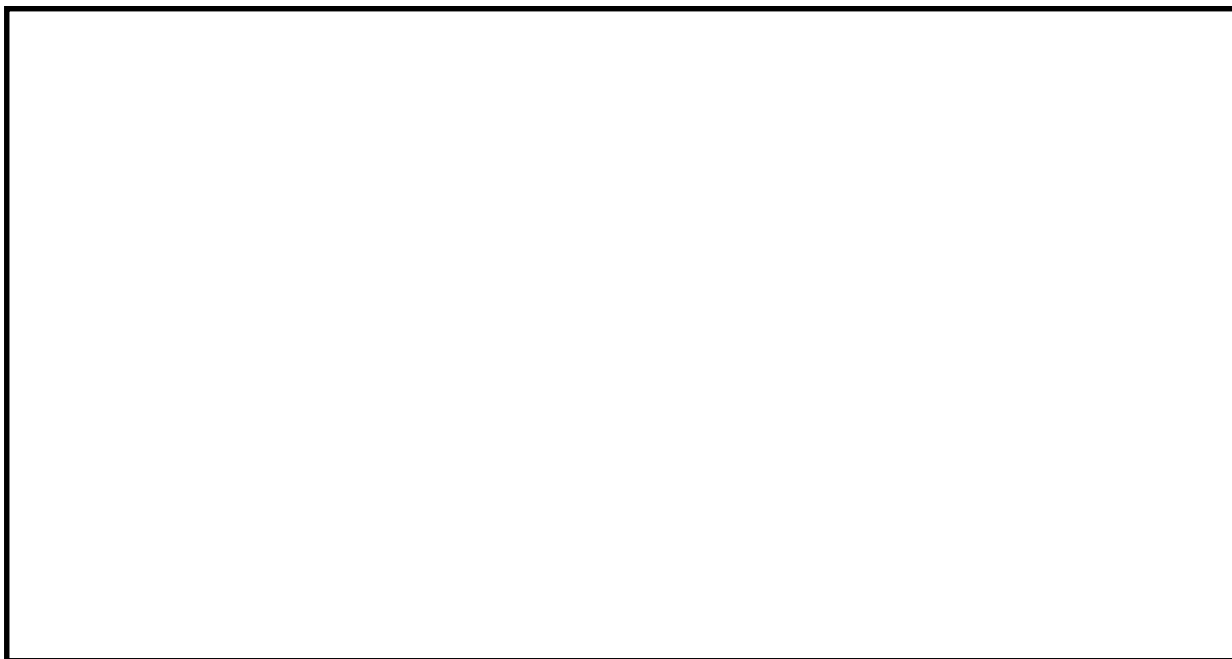
鋼製防護壁の動的解析モデルの概念図を第3-6図に示す。

b. 荷重条件

2次元有効応力解析により算出される基礎天端中心における並進3成分（堤軸方向、堤軸直行方向、鉛直方向）及び回転2成分（堤軸方向断面内、堤軸直行方向断面内の回転成分）の変位時刻歴を強制変位として与える。これにより鋼製防護壁に慣性力が作用することとなる。また、同じ解析モデルにて堤軸直行方向の水平震度による鋼製防護壁の静的解析を実施し、得られる応答値を重ね合わせることで水平回転成分による影響を考慮する。



第3-5図 鋼製防護壁上部工のモデル化イメージ図



第3-6図 鋼製防護壁上部工の3次元動的フレーム解析モデル概念図

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

使用材料を第3-2表に、材料の物性値を第3-3表に示す。

第3-2表 使用材料

材料		諸元
コンクリート	頂版コンクリート (鉄筋コンクリート)	設計基準強度 50 N/mm ²
	中詰コンクリート (鉄筋コンクリート)	
	地中連続壁基礎	設計基準強度 40 N/mm ²
	中実コンクリート (鉄筋コンクリート)	設計基準強度 40 N/mm ²
鉄筋		SD345, SD390, SD490
鋼材	鋼製防護壁	SS400, SM400, SM490, SM490Y, SM570

第3-3表 材料の物性値

材料		単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比
鉄筋 コンクリート	設計基準強度 50 N/mm ²	24.5	3.3×10^4	0.2
	設計基準強度 40 N/mm ²	24.5	3.1×10^4	0.2
鋼材	SS400, SM400 SM490, SM490Y SM570	77.0	2.05×10^5	0.3

3.5.3 地盤の物性値

地盤の物性値は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

4. 耐震評価

4.1 評価対象部位

評価対象部位は、鋼製防護壁の構造的特徴や周辺状況の特徴を踏まえて設定する。

(1) 構造部材の健全性

構造部材の健全性に係る評価対象部位は、鋼製防護壁、地中連続壁基礎を連結する鋼製防護壁アンカー及び地中連続壁基礎の各鉄筋コンクリート部材について設定する。

(2) 基礎地盤の支持性能

基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は、鋼製防護壁の下部工となる地中連続壁基礎を支持する基礎地盤とする。

(3) 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の評価対象部位は、構造物間に設置するゴムジョイント及びシートジョイントとする。

(4) 鋼製アンカー

鋼製アンカーの評価対象部位は、止水ジョイント部材の取り付け部の鋼製アンカーとする。

(5) 鋼製防護部材

鋼製防護部材の評価対象部位は、止水ジョイント部材を防護する鋼製防護部材とする。

4.2 許容限界

許容限界は，資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

(1) 鉄筋コンクリート（地中連続壁）の許容限界

許容応力度については，「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），「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ 下部構造編）・同解説」（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）」及び「道路土工カルバート工指針（平成 21 年度版）」（（社）日本道路協会，平成 22 年 3 月）に基づき第 4-1 表のとおり設定する。短期許容応力度は，コンクリート及び鉄筋の許容応力度に対して 1.5 倍の割増しを考慮する。

第 4-1 表 許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
コンクリート	$f'_{ck}=50 \text{ N/mm}^2$	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	24.0
		許容せん断応力度 τ_{a1}	0.825*
	$f'_{ck}=40 \text{ N/mm}^2$	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	21.0
		許容せん断応力度 τ_{a1}	0.825*
鉄筋	SD345	許容引張応力度 σ_{sa}	294
	SD390	許容引張応力度 σ_{sa}	309
	SD490	許容引張応力度 σ_{sa}	435

注記 *：斜め引張鉄筋を考慮する場合は，「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）」に準拠し，次式により求められる許容せん断力（ V_a ）を許容限界とする。

$$V_a = V_{ca} + V_{sa}$$

ここで，

V_{ca} : コンクリートの許容せん断力

$$V_{ca} = 1/2 \cdot \tau_{a1} \cdot b_w \cdot j \cdot d$$

V_{sa} : 斜め引張鉄筋の許容せん断力

$$V_{sa} = A_w \cdot \sigma_{sa} \cdot j \cdot d / s$$

τ_{a1} : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度

b_w : 有効幅

j : $1/1.15$

d : 有効高さ

A_w : 斜め引張鉄筋断面積

σ_{sa} : 鉄筋の許容引張応力度

s : 斜め引張鉄筋間隔

(2) 鋼製防護壁・鋼製防護壁アンカーの許容限界

鋼製防護壁で使用する鋼材の許容限界は、「道路橋示方書（Ⅱ鋼橋編）・同解説」（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）「鋼構造物設計基準（Ⅱ鋼製橋脚編，名古屋高速道路公社，平成 15 年 10 月）」に基づき第 4-2 表のとおり設定する。

第 4-2 表 許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
鋼材	SS400 SM400	許容曲げ引張応力度 σ_{sa}	210*
		許容せん断応力度 τ_{sa}	120*
	SM490	許容曲げ引張応力度 σ_{sa}	277.5*
		許容せん断応力度 τ_{sa}	157.5*
	SM490Y	許容曲げ引張応力度 σ_{sa}	315*
		許容せん断応力度 τ_{sa}	180*
	SM570	許容曲げ引張応力度 σ_{sa}	382.5*
		許容せん断応力度 τ_{sa}	217.5*

注記 *：板厚 40mm 以下の値を示す。

板厚が 40mm を超える場合は「道路橋示方書（Ⅱ鋼橋編）・同解説」（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）3.2.1，3.2.3，15.3 に示される許容応力度を用いる。

(3) 基礎地盤の支持力に対する許容限界

基礎地盤に作用する接地圧に対する許容限界は，V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」を考慮し，極限支持力に基づき設定する。

(4) 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の変形量の許容限界は，メーカー規格，漏水試験及び変形試験により有意な漏えいが生じないことを確認した変形量とする。第 4-3 表に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

第 4-3 表 止水ジョイント部材の変形量の許容限界

評価項目		許容限界
止水ジョイント 部材	ゴムジョイント	水平：200 mm，鉛直：200 mm，軸直角：200 mm
	シートジョイント	防潮壁天端相対変位：2 m

(5) 鋼製アンカー

鋼製アンカーの許容限界は，「各種合成構造設計指針・同解説」（（社）日本建築学会，2010 年 11 月）」に基づき設定する。コンクリートの許容限界は，第 4-1 表に示す短期許容応力度を許容限界とする。

(6) 鋼製防護部材

鋼製防護部材の許容限界は，「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—」（（社）日本建築学

会，2005 年 9 月）」，「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 年 11 月）及び「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（（財）沿岸技術研究センター，（社）寒地港湾技術研究センター，2014 年 3 月）」に基づき設定する。

4.3 評価方法

鋼製防護壁の耐震評価は、地震応答解析結果により得られる照査用応答値が「4.1 許容限界」で設定した許容限界以下であることを確認する。

(1) 鋼製防護壁

堤軸方向、堤軸直行方向それぞれの水平－鉛直方向同時変位時刻歴入力に対する動的解析により得られる断面力を用いて応力照査を行う。

また、堤軸方向、堤軸直行方向及び鉛直方向毎の変位時刻歴入力に対する動的解析により得られる断面力を用いて応力度照査を行う。

(2) 鋼製防護壁アンカー

各解析モデルにより得られる断面力を用いて、鋼製防護壁アンカーの引張応力及び鉄筋コンクリートのせん断応力度照査を行う。

(3) 地中連続壁基礎

曲げ応力に対する照査は、各解析により得られる断面力を用いて実施する。

(4) 基礎地盤の支持性能評価

基礎地盤の支持性能評価においては、基礎地盤に作用する接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

(5) 止水ジョイント部材

地震応答解析で求められる相対変位が許容限界以下であることを確認する。

(6) 鋼製アンカー

アンカーボルトの引張力、せん断力及びコンクリートのせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

(7) 鋼製防護部材

鋼製防護部材に発生する応力が許容限界以下であることを確認する。

V-2-10-2-2-2 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の 耐震性についての計算書

V-2-10-2-2-2-1 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	7
2.4 適用規格	10
3. 地震応答解析	11
3.1 評価対象断面	11
3.2 解析方法	15
3.3 荷重及び荷重の組合せ	16
3.4 入力地震動	18
3.5 解析モデル及び諸元	19
4. 耐震評価	22
4.1 評価対象部位	22
4.2 許容限界	23
4.3 評価方法	25

1. 概要

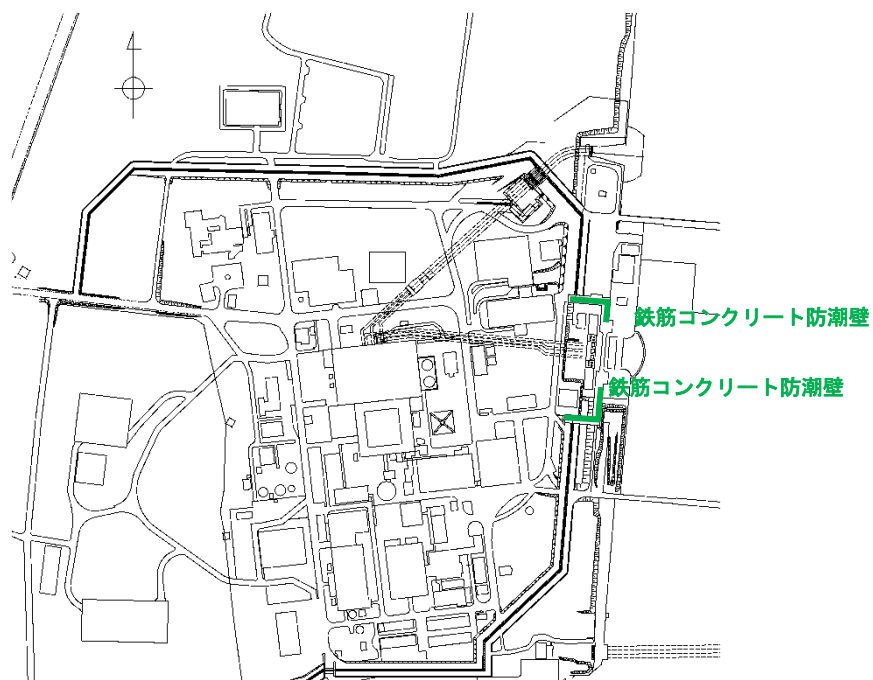
本資料は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、鉄筋コンクリート防潮壁が基準地震動に対して十分な構造強度、支持性能及び止水機能を有していることを確認するものである。

鉄筋コンクリート防潮壁に要求される機能の維持を確認するに当たっては、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

鉄筋コンクリート防潮壁の位置図を第2-1図示す。



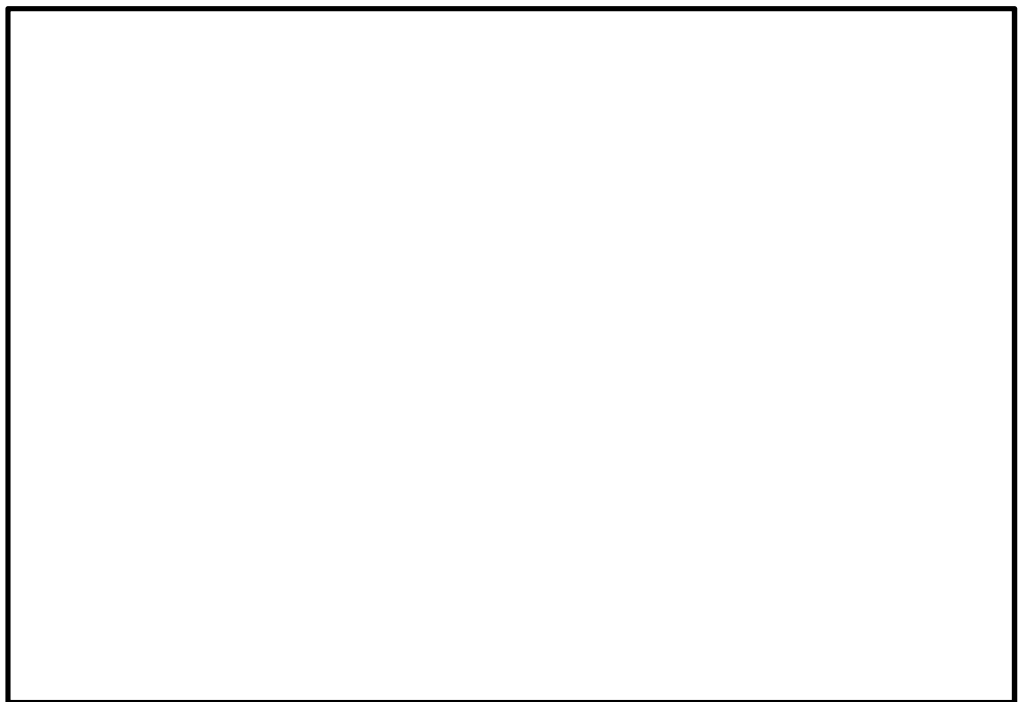
第2-1図 鉄筋コンクリート防潮壁位置図

2.2 構造概要

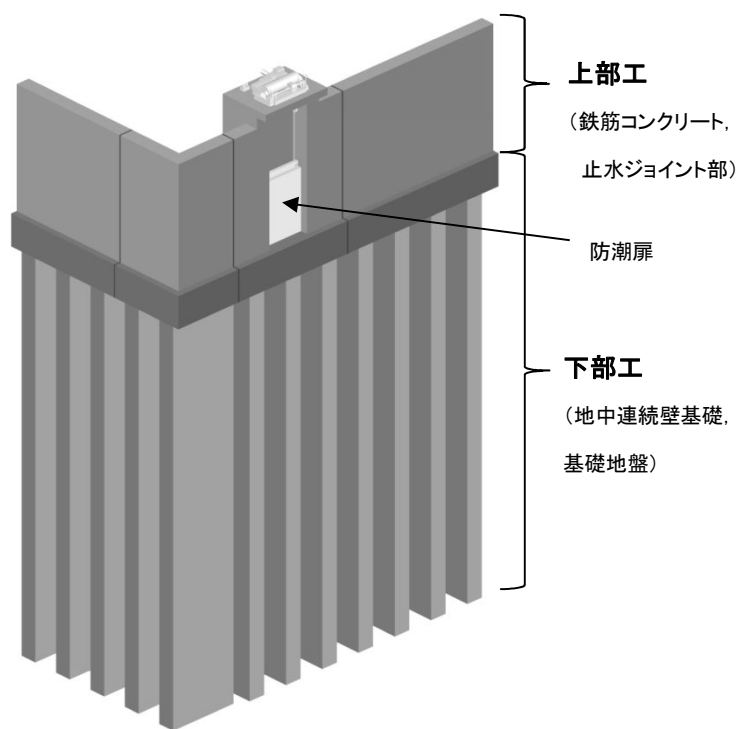
鉄筋コンクリート防潮壁は、1ブロック幅約 11 m～20 m、天端高 T.P. +20 m、奥行約 10 m の鉄筋コンクリート造の構造物であり、ブロック間は止水ジョイントを施した構造である。鉄筋コンクリート防潮壁は、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。また、鉄筋コンクリート防潮壁に防潮扉及びフラップゲートを設置する。

鉄筋コンクリート防潮壁のたて壁と地中連続壁基礎とは、鉄筋コンクリートフーチングを介した剛結合で一体構造とする。

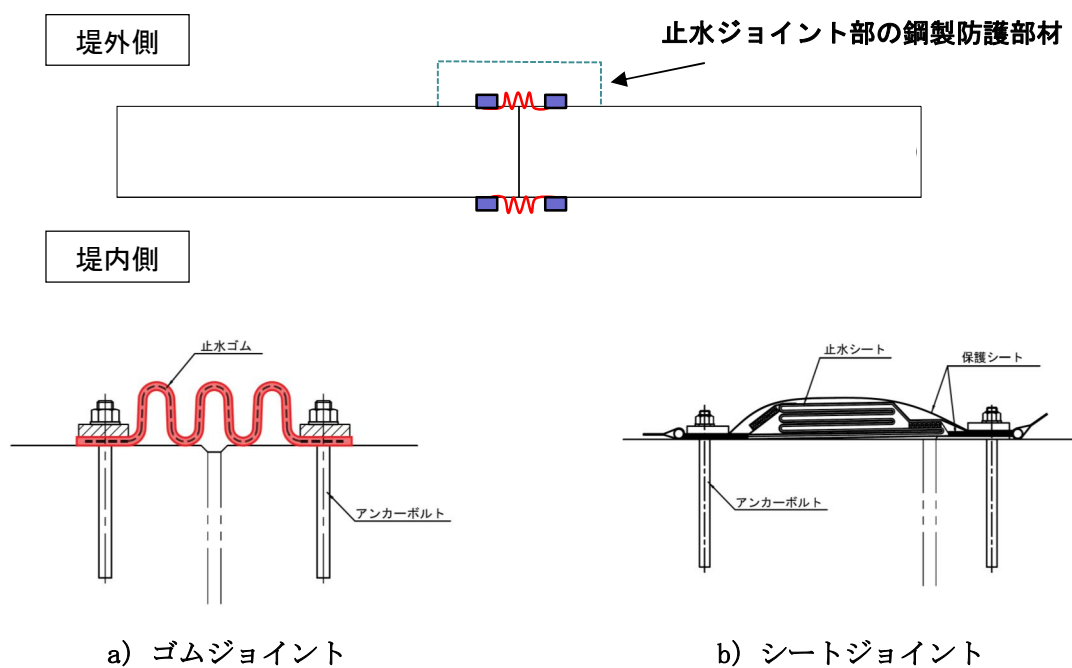
鉄筋コンクリート防潮壁の検討対象位置平面図を第 2-2 図に、概要図を第 2-3 図に、構造図を第 2-4 図に示す。



第 2-2 図 鉄筋コンクリート防潮壁 検討対象位置平面図

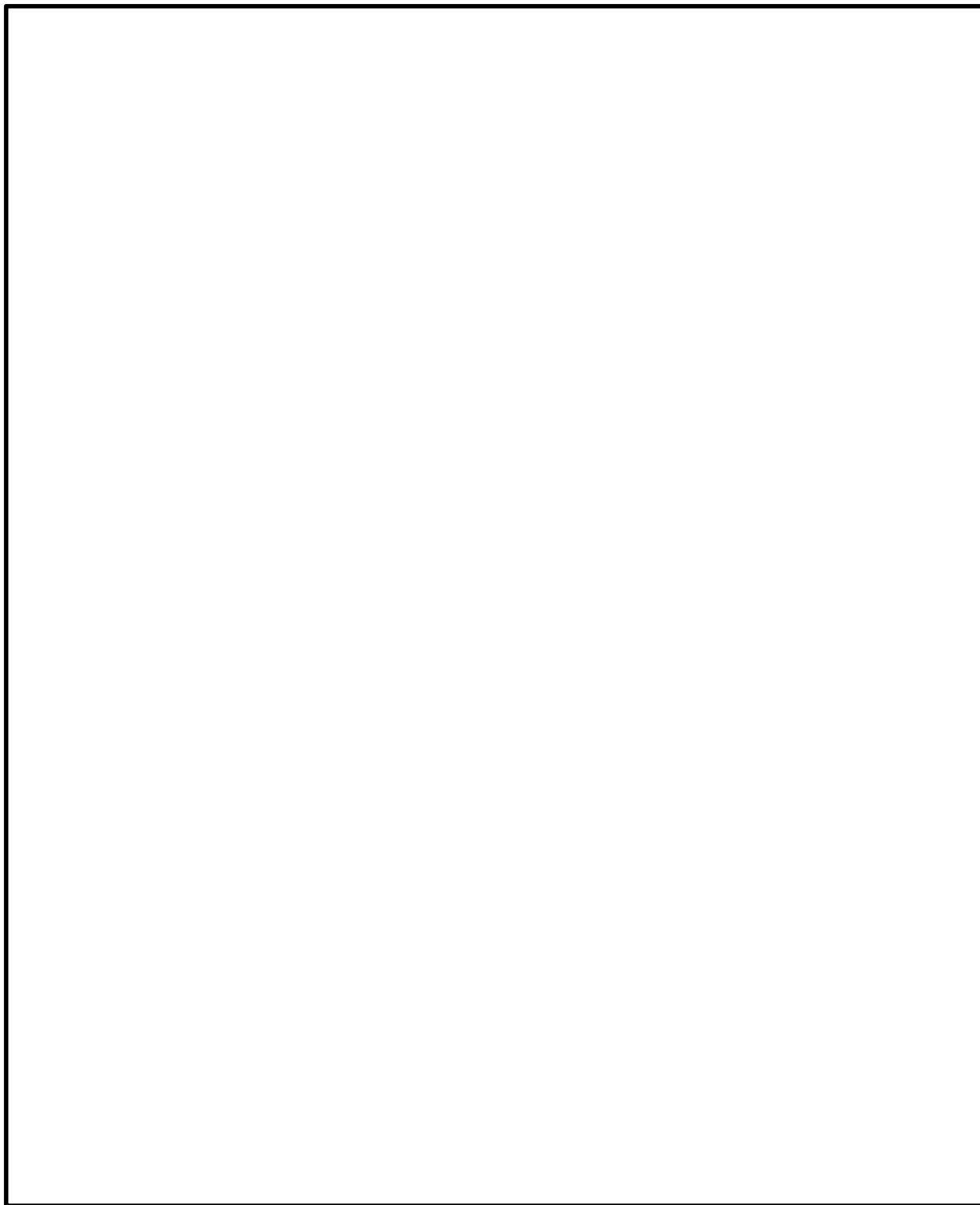


鉄筋コンクリート防潮壁の取水構造物の北側概要図

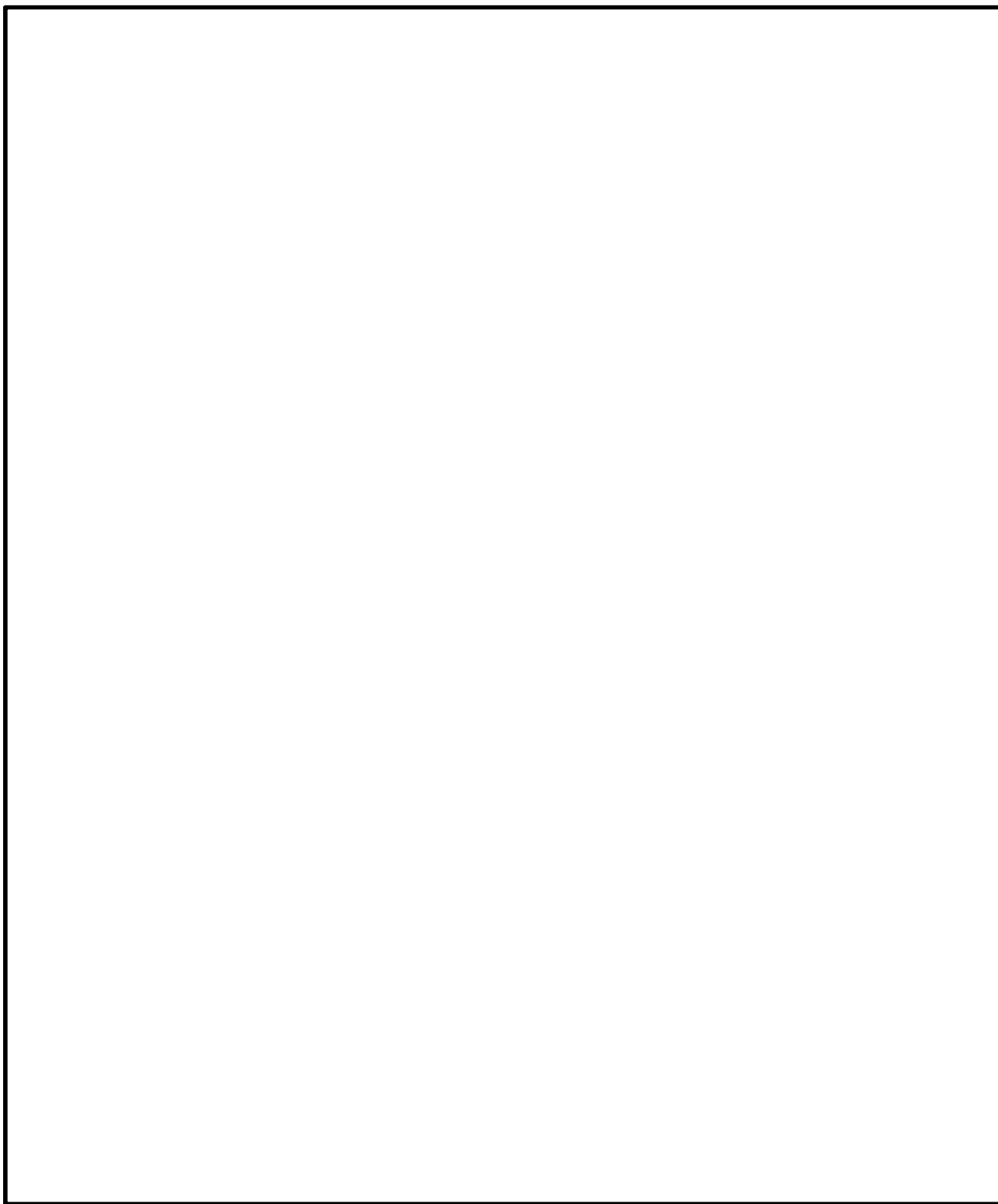


止水ジョイント部材の概要図

第 2-3 図 鉄筋コンクリート防潮壁構造概要図



第2-4図(1) 鉄筋コンクリート防潮壁構造図(フラップゲート部)



第 2-4 図 (2) 鉄筋コンクリート防潮壁構造図 (防潮扉部)

2.3 評価方針

防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）は、Sクラス施設である浸水防護施設に分類される。

鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価は、設計基準対象施設の評価として、第2-1表に示すとおり、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

構造部材の健全性評価については、地震応答解析から得られた荷重を用いた応力解析に基づく発生応力が許容限界以下であること確認する。基礎地盤の支持性能評価については、基礎地盤に作用する接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

構造物の変形性評価については、止水ジョイント部材の変形量を算定し、試験により確認した許容限界以下であることを確認する。

機器・配管系の加速度応答は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を1次元波動論により地震応答解析モデル底面位置で評価し、構造物と地盤の連成系2次元有効応力解析を実施して求める。

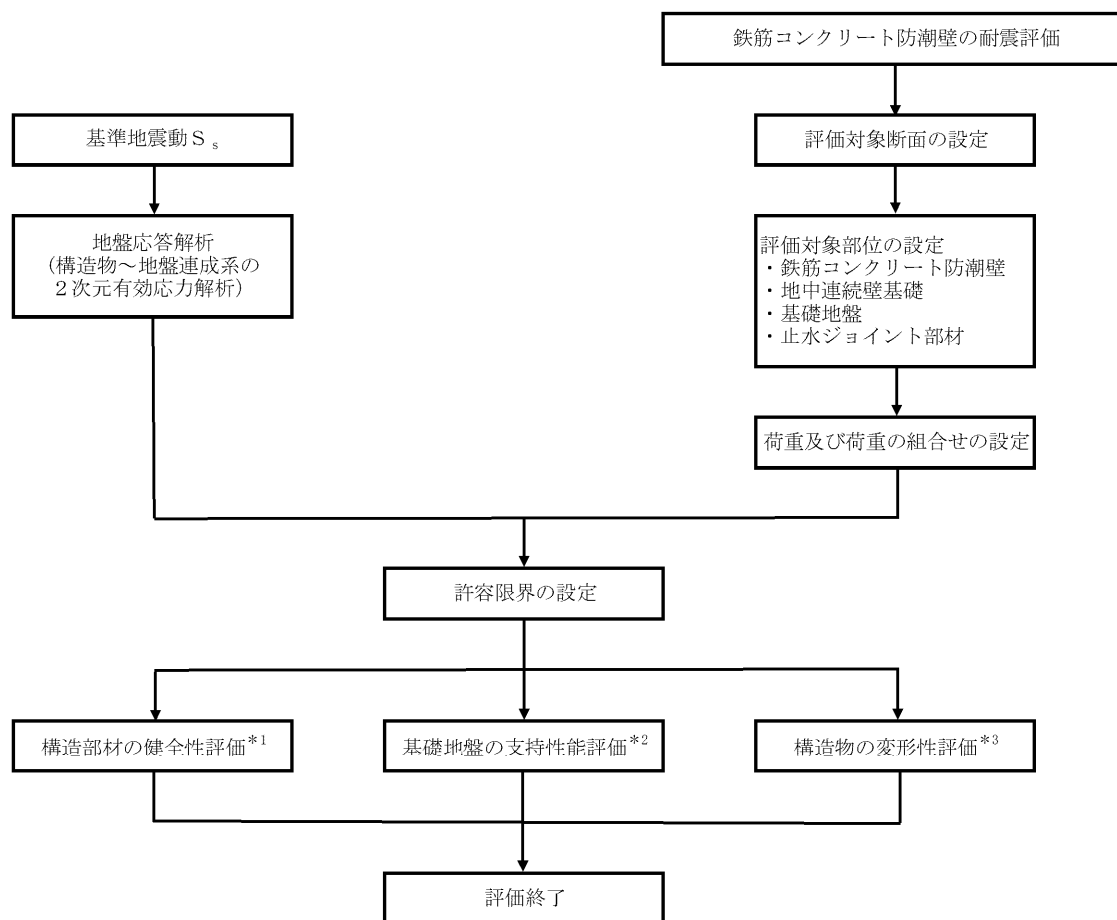
なお、防潮扉の評価を資料V-2-10-2-2-3「防潮扉の耐震性についての計算書」に示す。

鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価フローを第2-5図に示す。

第2-1表 鉄筋コンクリート防潮壁の評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート防潮壁	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		地中連続壁基礎	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製アンカー	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護部材	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
止水性を損なわないこと	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート防潮壁	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		地中連続壁基礎	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製アンカー	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護部材	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
	構造物の変形性	止水ジョイント部材	発生変形量が許容限界以下であることを確認	有意な漏えいが生じないことを確認した変形量

注記 *：妥当な安全余裕を考慮する。



注記 *1：構造部材の健全性評価を実施することで，第 2-1 表に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

*2：基礎地盤の支持性能評価を実施することで，第 2-1 表に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

*3：構造物の変形性評価を実施することで，第 2-1 表に示す「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

第 2-5 図 鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価フロー

2.4 適用規格

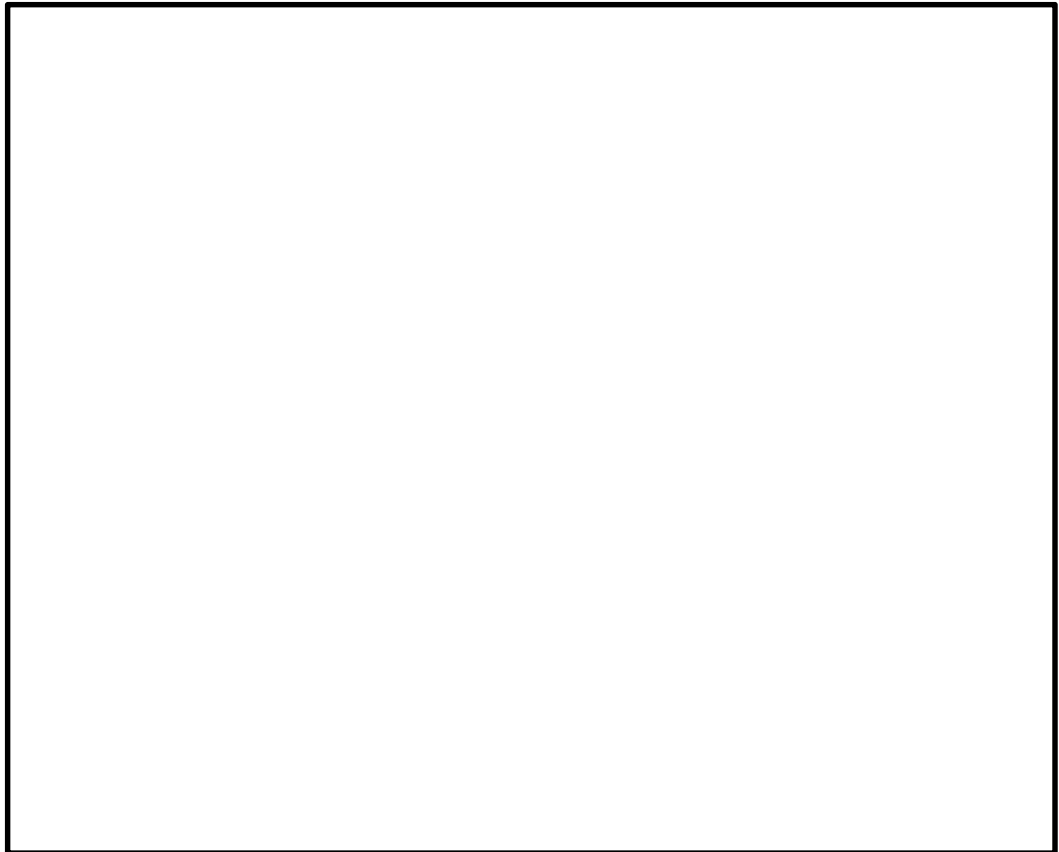
適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・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）
- ・道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）
- ・原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（（社）土木学会，2005 年）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）
- ・鋼構造設計基準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 年 9 月）
- ・各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 年 11 月）
- ・津波漂流物対策施設設計ガイドライン（（財）沿岸技術研究センター，（社）寒地港湾技術研究センター，2014 年 3 月）
- ・建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）

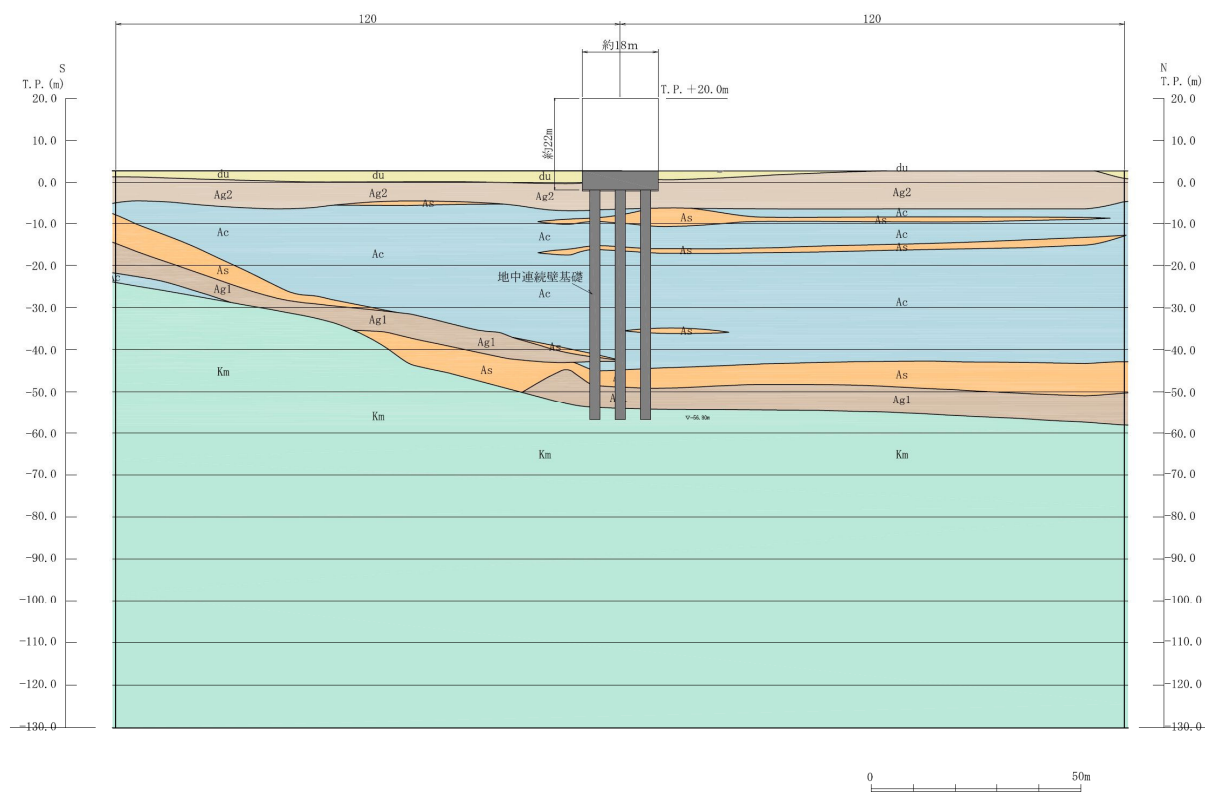
3. 地震応答解析

3.1 評価対象断面

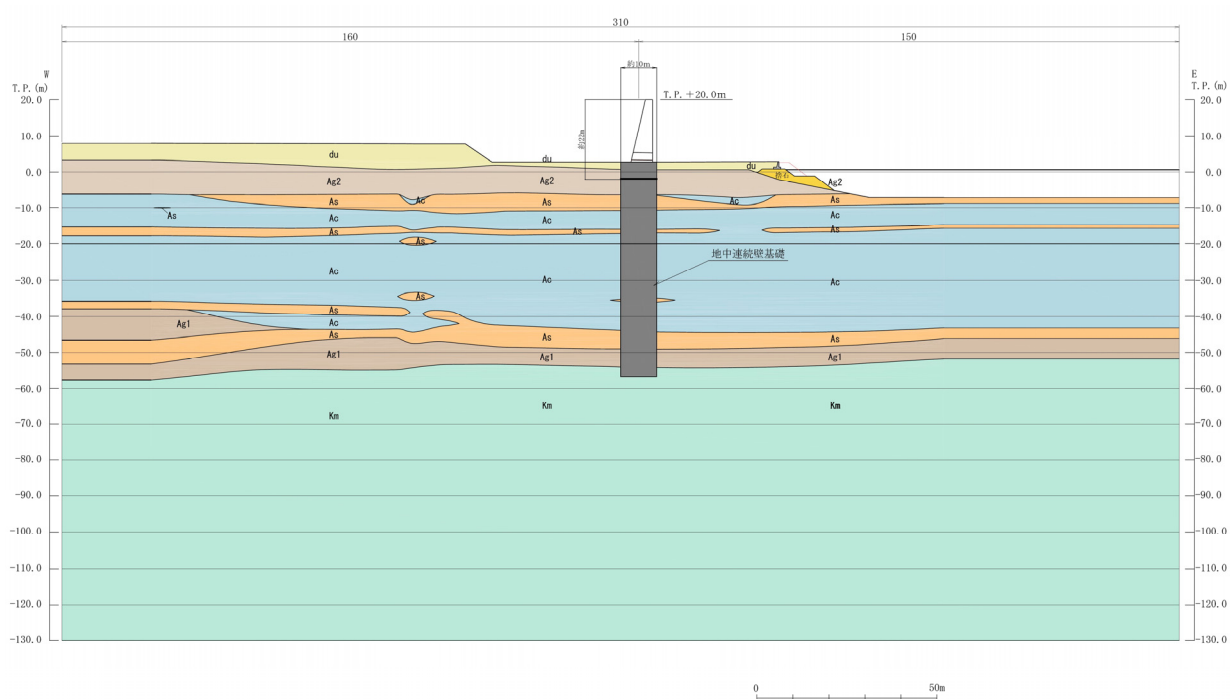
評価対象断面は、鉄筋コンクリート防潮壁の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて選定する。第 3-1 図に評価対象断面位置図を、第 3-2 図に評価対象断面図を示す。



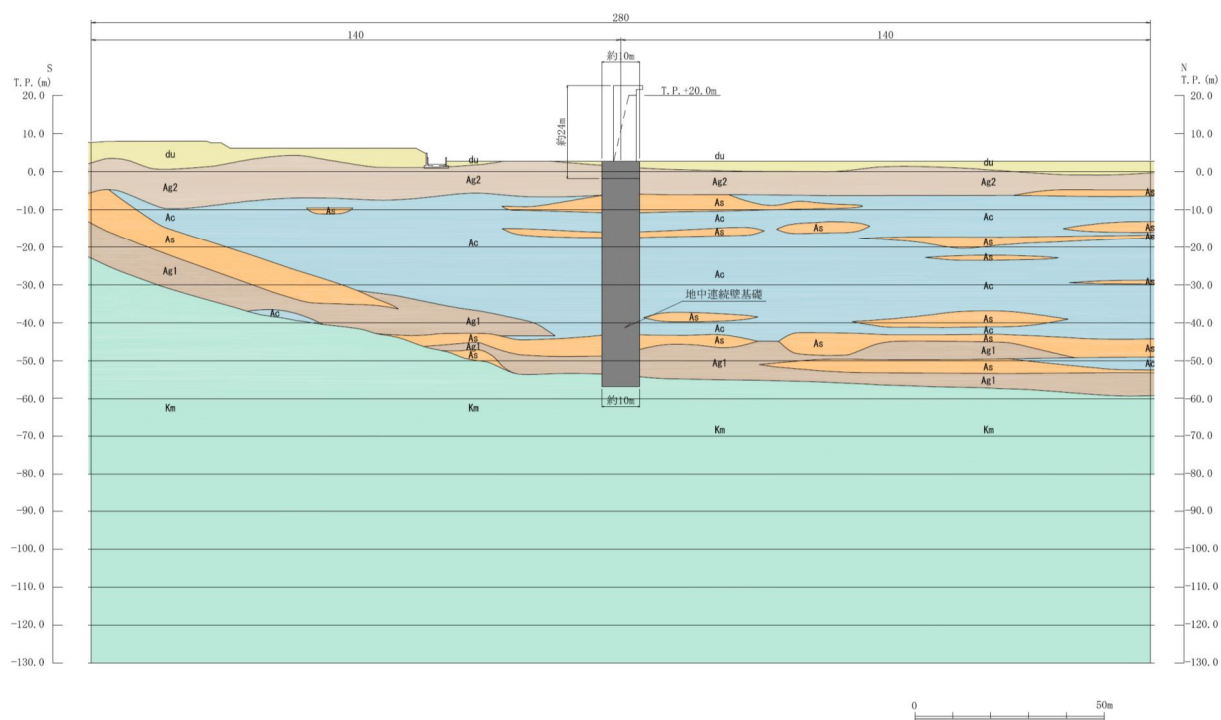
第 3-1 図 鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象断面位置図



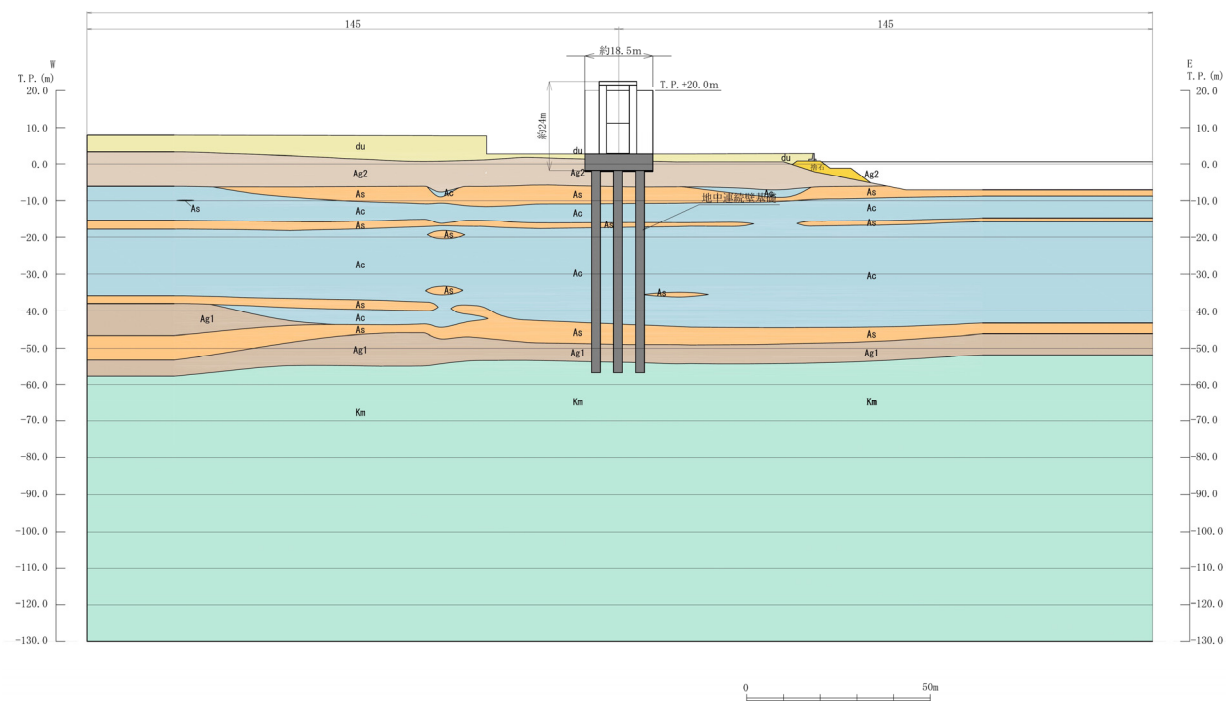
第3-2 図 (1) 鉄筋コンクリート防潮壁 評価対象断面図 (①-①断面)



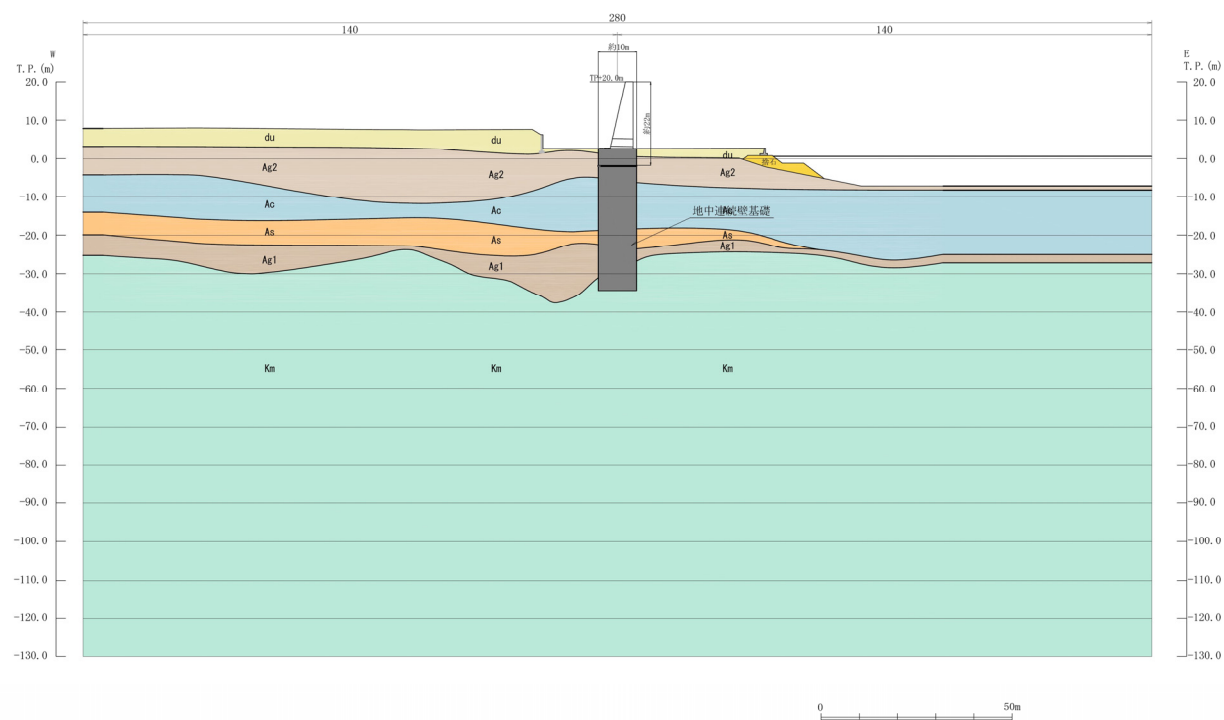
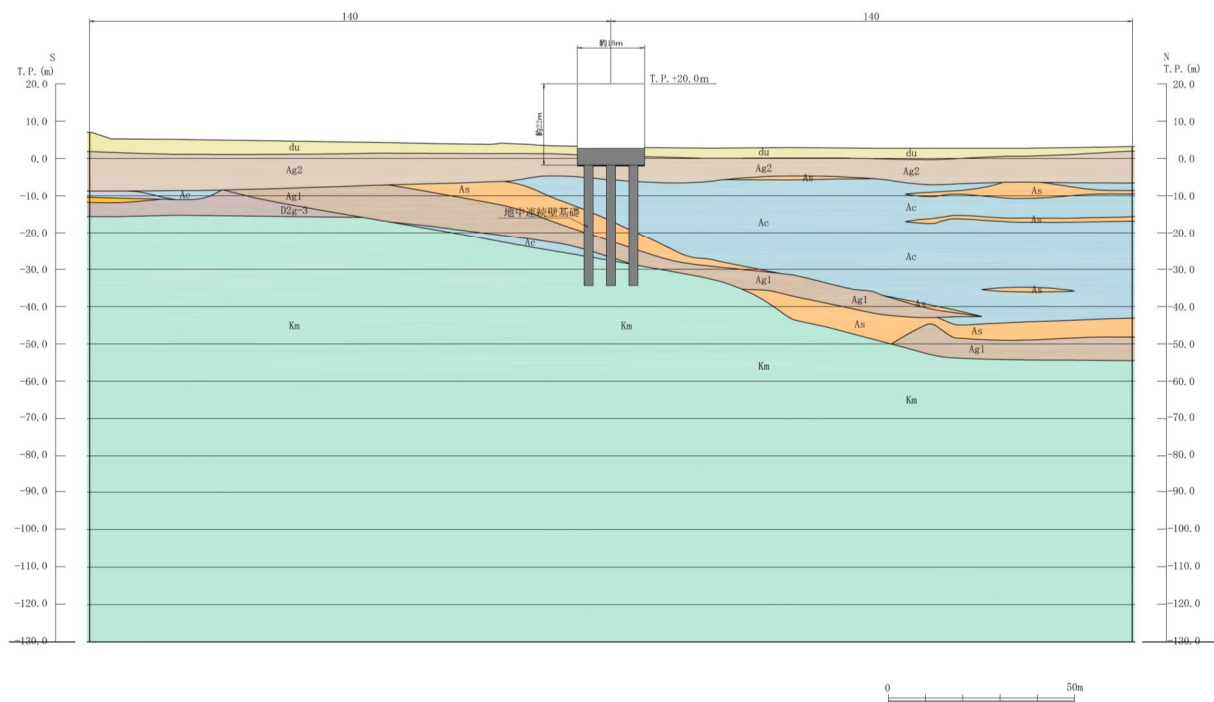
第3-2 図 (2) 鉄筋コンクリート防潮壁 評価対象断面図 (②-②断面)



第3-2 図 (3) 鉄筋コンクリート防潮壁 評価対象断面図 (③-③断面)



第3-2 図 (4) 鉄筋コンクリート防潮壁 評価対象断面図 (④-④断面)



3.2 解析方法

地震応答解析は、資料V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答計算では、地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮できる有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定することを基本とする。

地中土木構造物への地盤変位に対する保守的な配慮として、地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する場合は、原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）を設定する。

上部土木構造物及び機器・配管系への加速度応答に対する保守的な配慮として、地盤の非液状化の影響を考慮する場合は、原地盤において非液状化の条件を仮定した解析を実施する。

地震応答解析には、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.1 構造部材

構造部材は、線形はり要素でモデル化する。

3.2.2 地盤

V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示す有効応力解析用地盤物性値に基づき、地盤の有効応力の変化に応じた地震時挙動を考慮できるモデル化とする。

3.2.3 減衰特性

時刻歴非線形解析における減衰特性については、固有値解析にて求められる固有振動数に基づく Rayleigh 減衰を考慮する。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震評価上考慮する状態

鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解折において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪及び風荷重を考慮する。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

鉄筋コンクリート防潮壁の地震応答解折において、考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重(G)

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

(2) 積載荷重(P)

積載荷重として機器及び配管荷重を考慮する。

(3) 地震荷重(K_s)

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

(4) 積雪荷重(P_s)

積雪荷重として 30 cm の積雪を考慮する。

(5) 風荷重(P_k)

東面に位置する防潮壁は、護岸による地盤の高低差の影響により海側への変位が卓越することから、堤軸直交方向断面については北面も含め、30 m/s（基準風速）相当の風荷重を堤外向きに考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを第3-1表に示す。

第3-1表 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S_s)	$G + P + K_s + P_s + P_k$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

K_s : 地震荷重

P_s : 積雪荷重

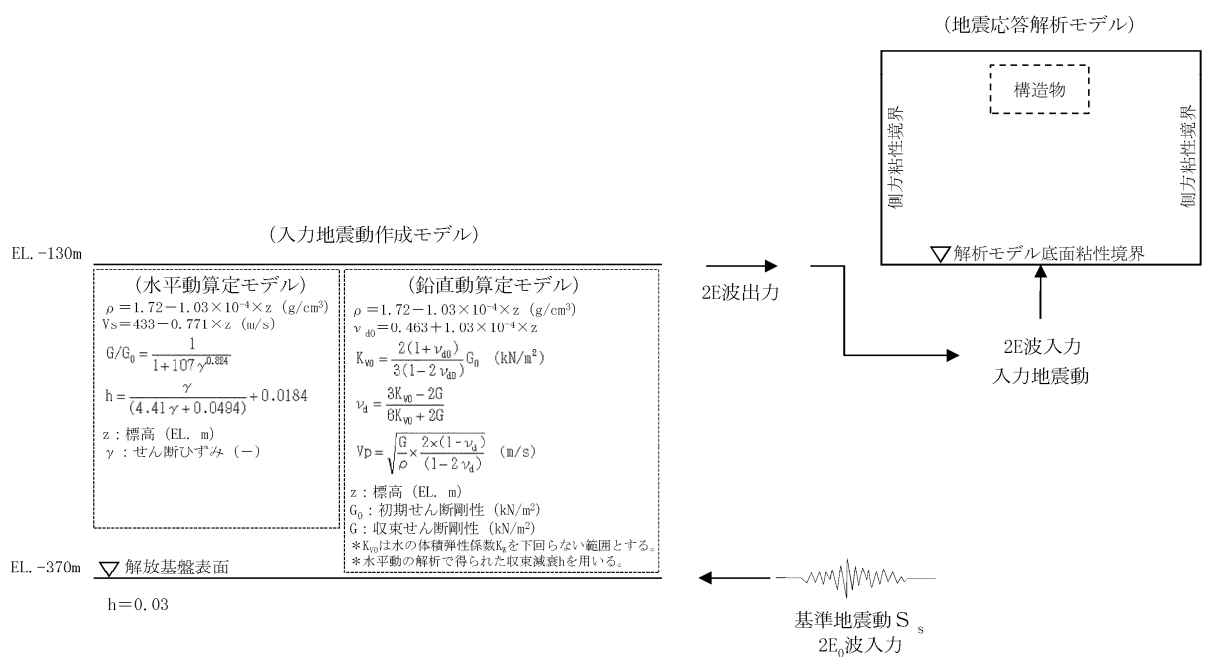
P_k : 風荷重

3.4 入力地震動

入力地震動は、資料V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重量土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を1次元波動論により地震応答解析モデル底面位置で評価したものをを用いる。入力地震動算定の概念図を第3-3図に示す。

入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第3-3図 入力地震動算定の概念図

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

鉄筋コンクリート防潮壁の2次元有効応力解析モデルを第3-4図に示す。

(1) 解析領域

解析領域は、側方境界及び底面境界が構造物の応答に影響しないよう、構造物と側方境界及び底面境界との距離を十分に大きく設定する。

(2) 境界条件

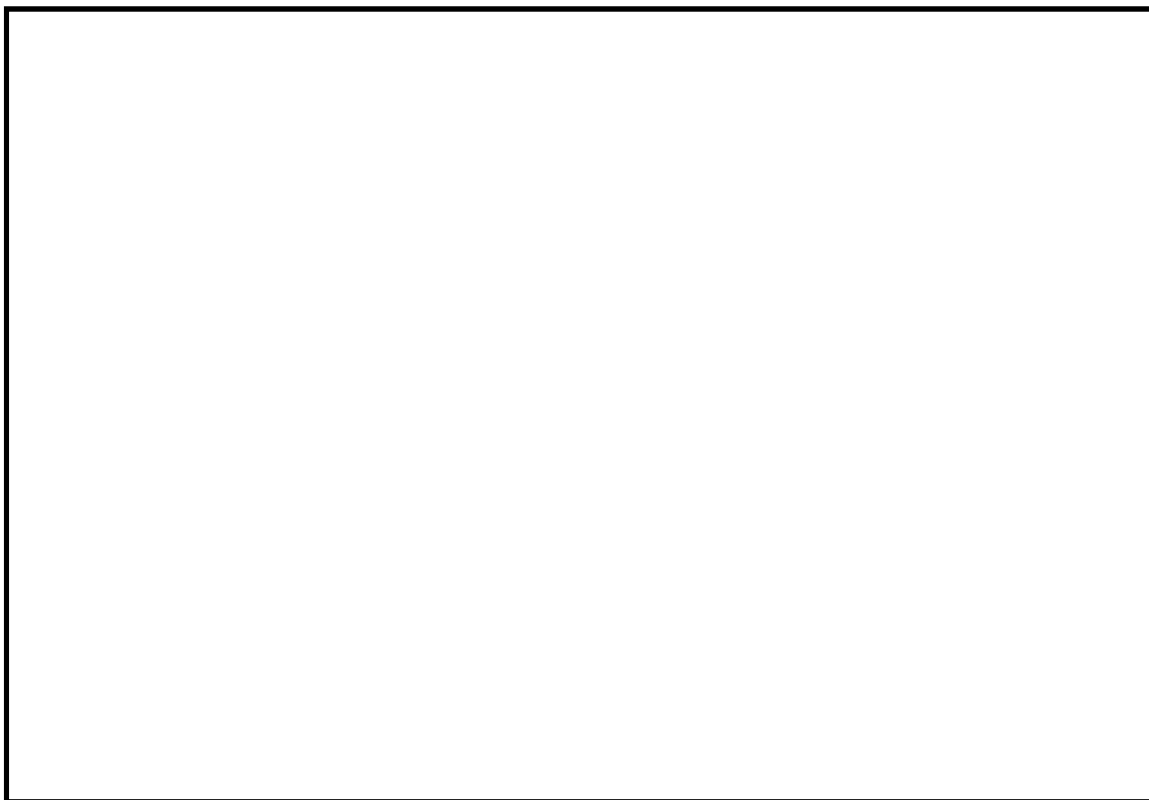
解析領域の側方及び底面には、エネルギーの逸散効果を考慮するため、粘性境界を設ける。

(3) 構造物のモデル化

構造物は、線形はり要素でモデル化する。

(4) 地盤のモデル化

地盤は、マルチスプリング要素でモデル化する。



第 3-4 図 (1) 鉄筋コンクリート防潮壁の 2 次元有効応力解析モデル (①-①断面)



第 3-4 図 (2) 鉄筋コンクリート防潮壁の 2 次元有効応力解析モデル (⑤-⑤断面)

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

使用材料を第3-2表に、材料の物性値を第3-3表に示す。

第3-2表 使用材料

材料		諸元
コンクリート	地中連続壁基礎	設計基準強度 40 N/mm ²
	防潮壁	設計基準強度 40 N/mm ²
鉄筋		SD345, SD390, SD490

第3-3表 材料の物性値

材料		単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比
鉄筋 コンクリート	設計基準強度 40 N/mm ²	24.5	3.1×10 ⁴	0.2

3.5.3 地盤の物性値

地盤の物性値は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

4. 耐震評価

4.1 評価対象部位

評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮壁の構造的特徴や周辺状況の特徴を踏まえて設定する。

(1) 構造部材の健全性

構造部材の健全性に係る評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮壁及び地中連続壁基礎の各鉄筋コンクリート部材について設定する。

(2) 基礎地盤の支持性能

基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮壁の下部工となる地中連続壁基礎を支持する基礎地盤とする。

(3) 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の評価対象部位は、構造物間に設置するゴムジョイント及びシートジョイントとする。

(4) 鋼製アンカー

鋼製アンカーの評価対象部位は、止水ジョイント部材の取り付け部の鋼製アンカーとする。

(5) 鋼製防護部材

鋼製防護部材の評価対象部位は、止水ジョイント部材を防護する鋼製防護部材とする。

4.2 許容限界

許容限界は，資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

(1) 鉄筋コンクリートの許容限界

許容応力度については，「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）及び「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ 下部構造編）・同解説」（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）」に基づき第 4-1 表のとおり設定する。短期許容応力度は，コンクリート及び鉄筋の許容応力度に対して 1.5 倍の割増しを考慮する。

第 4-1 表 許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
コンクリート	$f'_{ck}=40 \text{ N/mm}^2$	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	21.0
		許容せん断応力度 τ_{a1}	0.825*
鉄筋	SD345	許容引張応力度 σ_{sa}	294
	SD390	許容引張応力度 σ_{sa}	309
	SD490	許容引張応力度 σ_{sa}	435

注記 *：斜め引張鉄筋を考慮する場合は，「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）」に準拠し，次式により求められる許容せん断力（ V_a ）を許容限界とする。

$$V_a = V_{ca} + V_{sa}$$

ここで，

V_{ca} : コンクリートの許容せん断力

$$V_{ca} = 1/2 \cdot \tau_{a1} \cdot b_w \cdot j \cdot d$$

V_{sa} : 斜め引張鉄筋の許容せん断力

$$V_{sa} = A_w \cdot \sigma_{sa2} \cdot j \cdot d / s$$

τ_{a1} : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度

b_w : 有効幅

j : $1/1.15$

d : 有効高さ

A_w : 斜め引張鉄筋断面積

σ_{sa2} : 鉄筋の許容引張応力度

s : 斜め引張鉄筋間隔

(2) 基礎地盤の支持力に対する許容限界

基礎地盤に作用する接地圧に対する許容限界は，V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」を考慮し，極限支持力に基づき設定する。

(3) 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の変形量の許容限界は、メーカー規格、漏水試験及び変形試験により、有意な漏えいが生じないことを確認した変形量とする。第 4-2 表に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

第 4-2 表 止水ジョイント部材の変形量の許容限界

評価項目		許容限界
止水ジョイント 部材	ゴムジョイント	水平：200 mm，鉛直：200 mm，軸直角：200 mm
	シートジョイント	防潮壁天端相対変位：2 m

(4) 鋼製アンカー

鋼製アンカーの許容限界は、「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 年 11 月）」に基づき設定する。コンクリートの許容限界は，第 4-1 表に示す短期許容応力度を許容限界とする。

(5) 鋼製防護部材

鋼製防護部材の許容限界は，「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会，2005 年 9 月）」，「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 年 11 月）及び「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（（財）沿岸技術研究センター，（社）寒地港湾技術研究センター，2014 年 3 月）」に基づき設定する。

4.3 評価方法

鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価は、地震応答解析結果により得られる照査用応答値が「4.1 許容限界」で設定した許容限界以下であることを確認する。

(1) 鉄筋コンクリート（鉄筋コンクリート防潮壁）

鉄筋コンクリート防潮壁は、堤軸方向に同様な断面が連続する構造であることから、堤軸直交方向が弱軸断面方向となる。

保守側の評価を行うため、フーチングとの連結部を固定端とする片持ち梁としてモデル化する。

(2) 鉄筋コンクリート（地中連続壁基礎）

曲げ応力に対する照査は、各解析により得られる断面力を用いて実施する。

(3) 基礎地盤の支持性能評価

基礎地盤の支持性能評価においては、基礎地盤に作用する接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

(4) 止水ジョイント部材

地震応答解析で求められる相対変位が許容限界以下であることを確認する。

(5) 鋼製アンカー

アンカーの引張力、せん断力及びコンクリートのせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

(6) 鋼製防護部材

鋼製防護部材に発生する応力が許容限界以下であることを確認する。

V-2-10-2-2-2-2 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	7
2.4 適用規格	10
3. 地震応答解析	11
3.1 評価対象断面	11
3.2 解析方法	15
3.3 荷重及び荷重の組合せ	16
3.4 入力地震動	18
3.5 解析モデル及び諸元	51
4. 耐震評価	54
4.1 評価対象部位	54
4.2 許容限界	55
4.3 評価方法	57

1. 概要

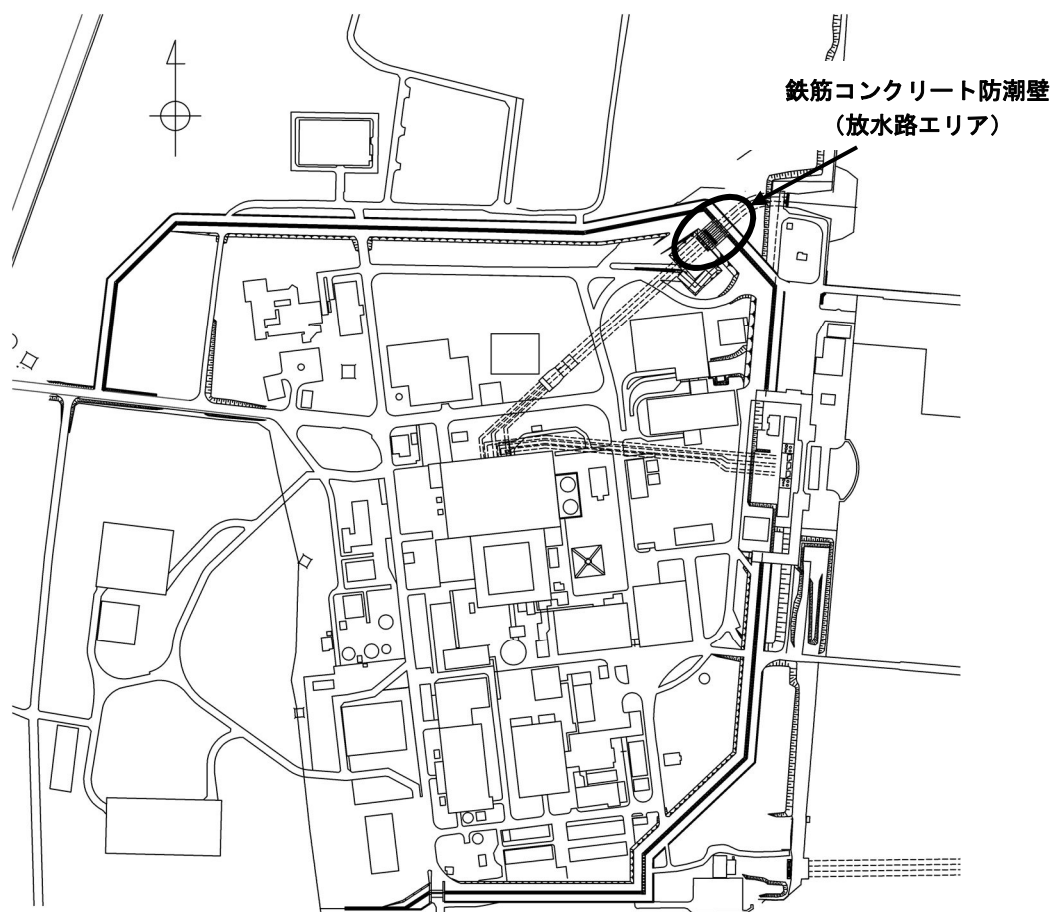
本資料は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」の構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、防潮堤のうち鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）が基準地震動 S_0 に対して十分な構造強度を有していること及び止水性を損なわないことを説明するものである。

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）に要求される機能の維持を確認するにあたっては、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の平面位置図を第 2-1 図に示す。



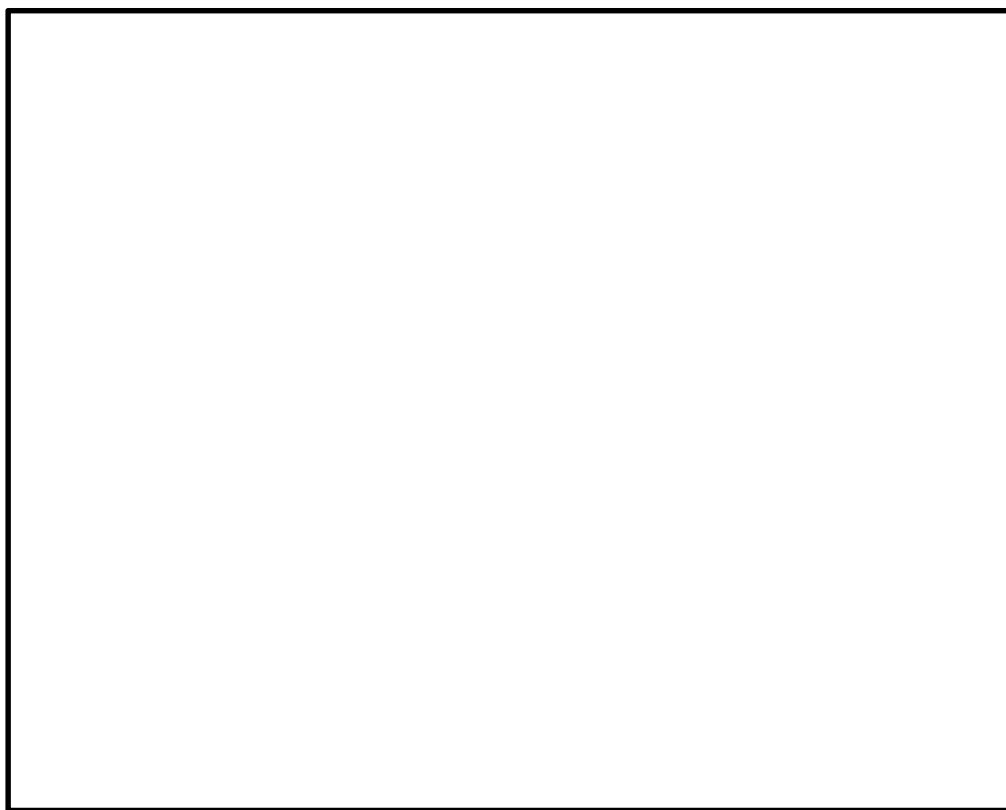
第 2-1 図 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の位置図

2.2 構造概要

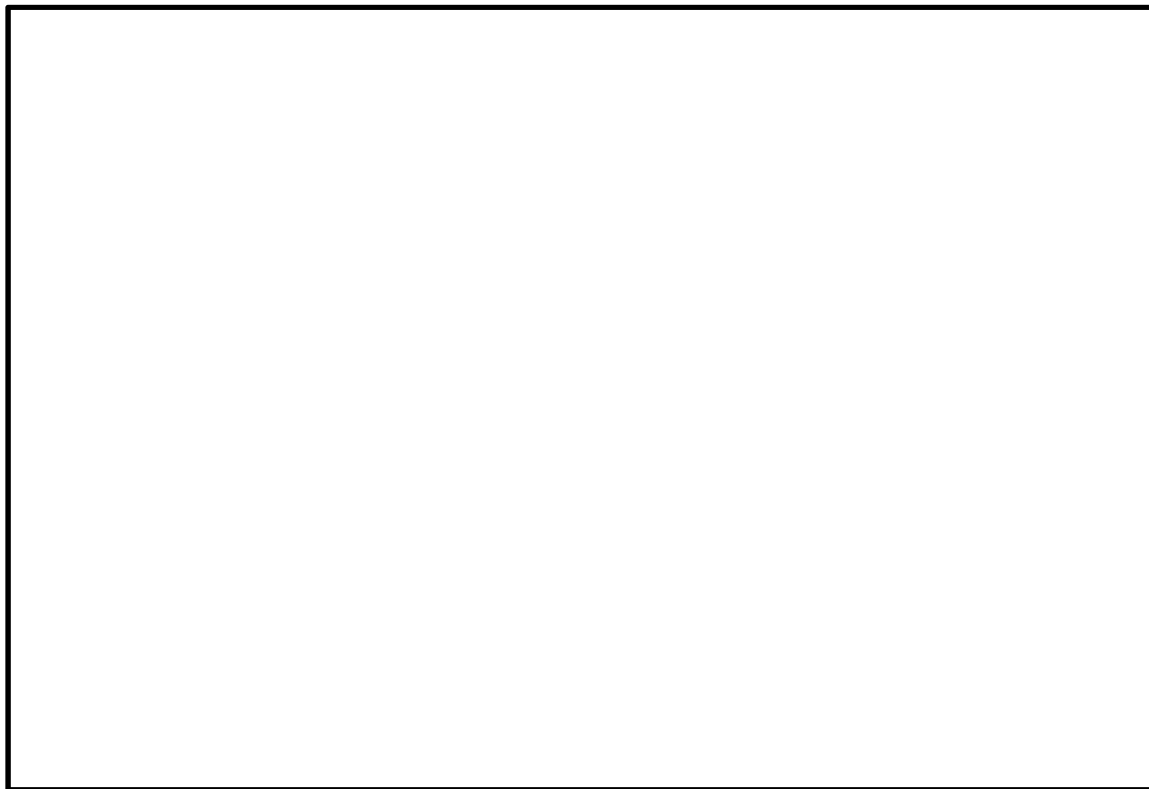
鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）は、鉄筋コンクリート製の放水路及び地中連続壁基礎の上に鉄筋コンクリート製の防潮壁を構築するものである。防潮壁、放水路及び地中連続壁基礎はすべて鉄筋コンクリートで一体化した構造とし、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。防潮壁直下に構築する放水路はカルバート構造であり、敷地内への津波の浸水を防止するためのゲートを設置する。

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の平面図を第 2-2 図に、断面図を第 2-3 図に示す。

また、防潮壁に隣接する鋼管杭で支持された鉄筋コンクリート壁との境界には、止水性の維持のため、伸縮性を有する止水ジョイント部材を設置する。止水ジョイント部材の設置位置図を第 2-4 図に、概念図を第 2-5 図に示す。



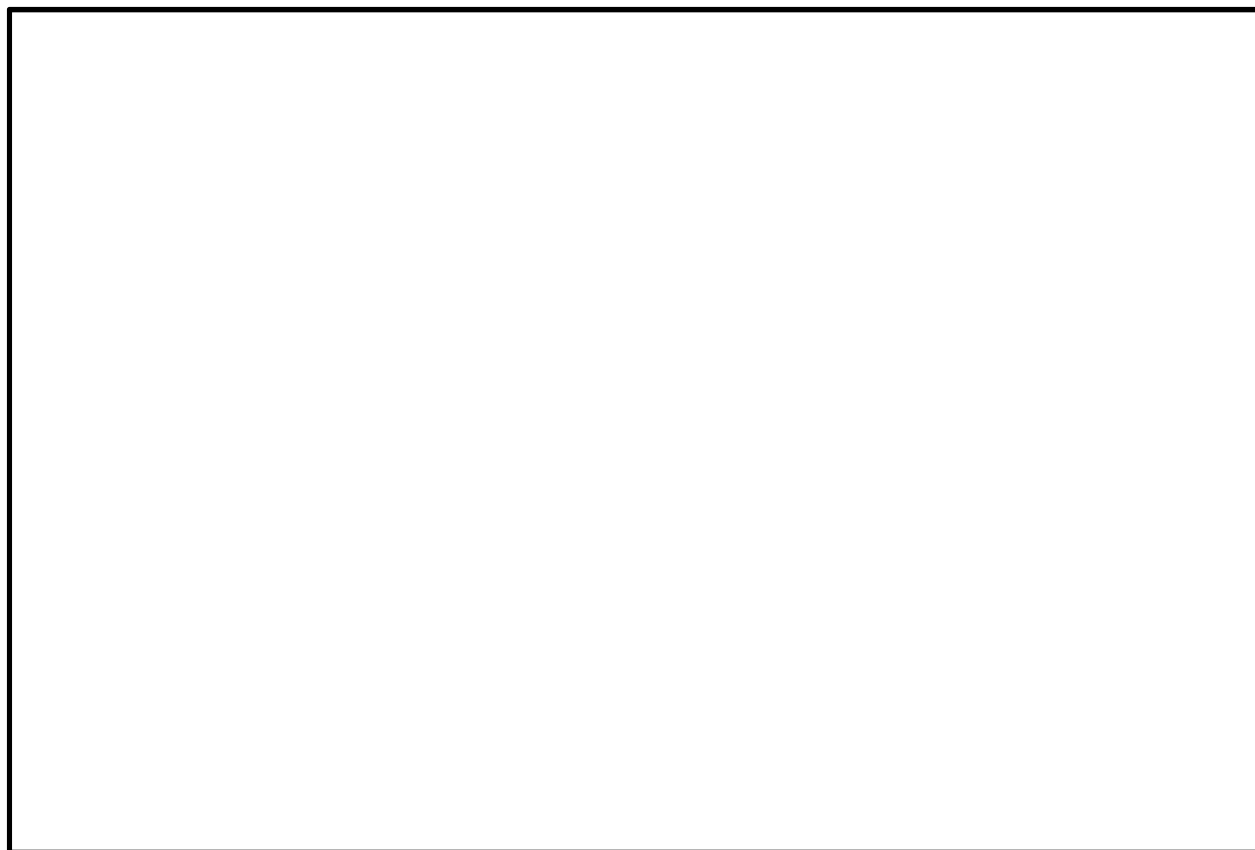
第 2-2 図 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の平面図



横断方向：①—①断面

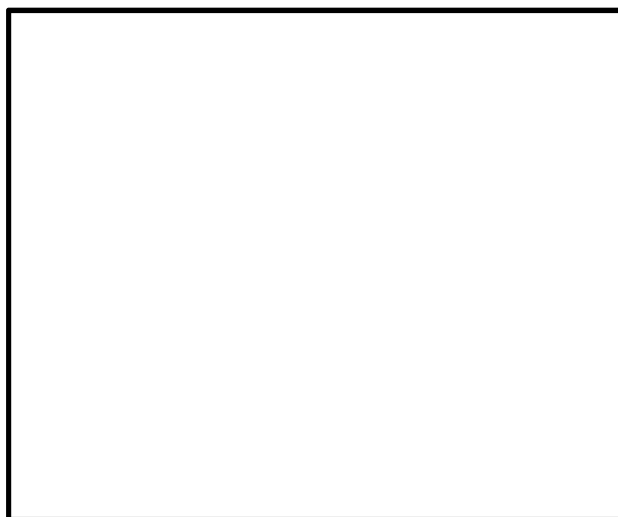
注：寸法は mm を示す。

第 2-3 図 (1) 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の断面図



縦断方向：②—②断面

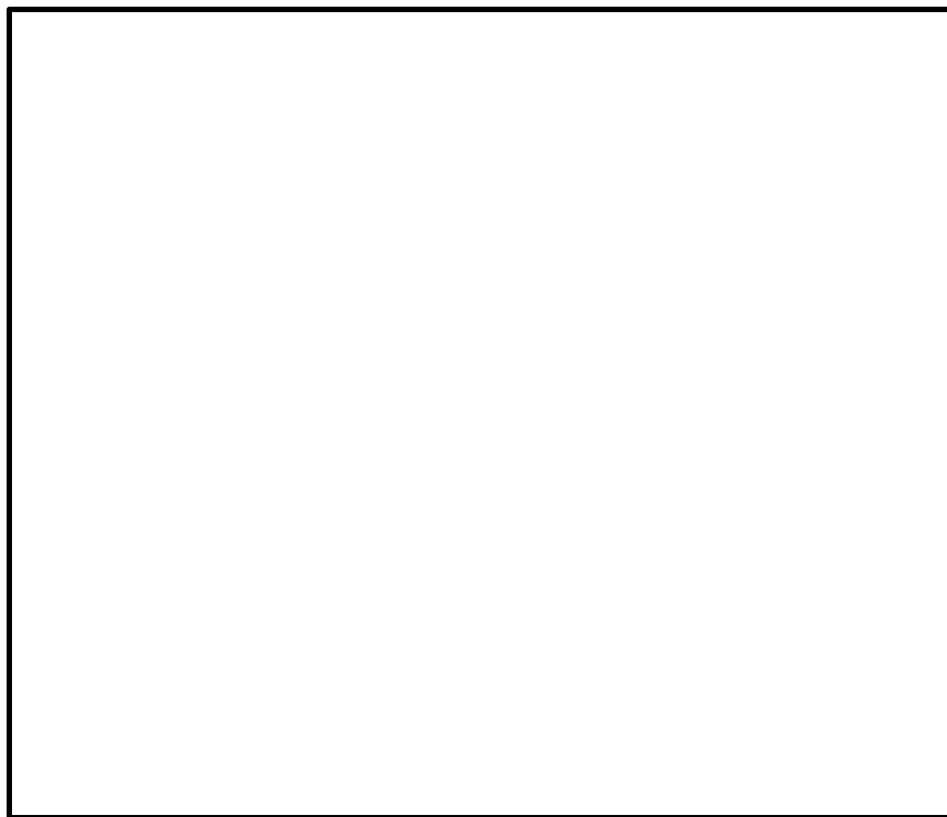
縦断方向：③—③断面



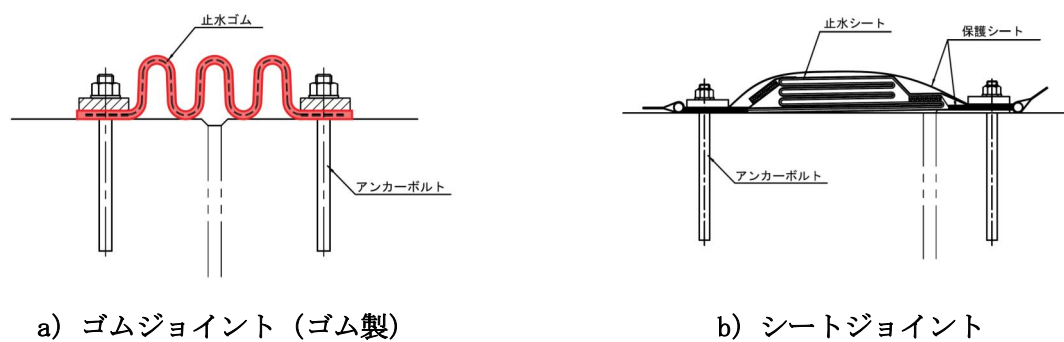
水平方向：④—④断面

注：寸法は mm を示す。

第 2-3 図 (2) 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の断面図



第 2-4 図 止水ジョイント部材の設置位置図



第 2-5 図 止水ジョイント部材の概念図

2.3 評価方針

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）は、Sクラス施設である浸水防護施設に分類される。

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の耐震評価は、設計基準対象施設として第2-1表の鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の評価項目に示すとおり、構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価を行う。

構造部材の健全性評価については、構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については、防潮壁を支持する基礎地盤に作用する接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

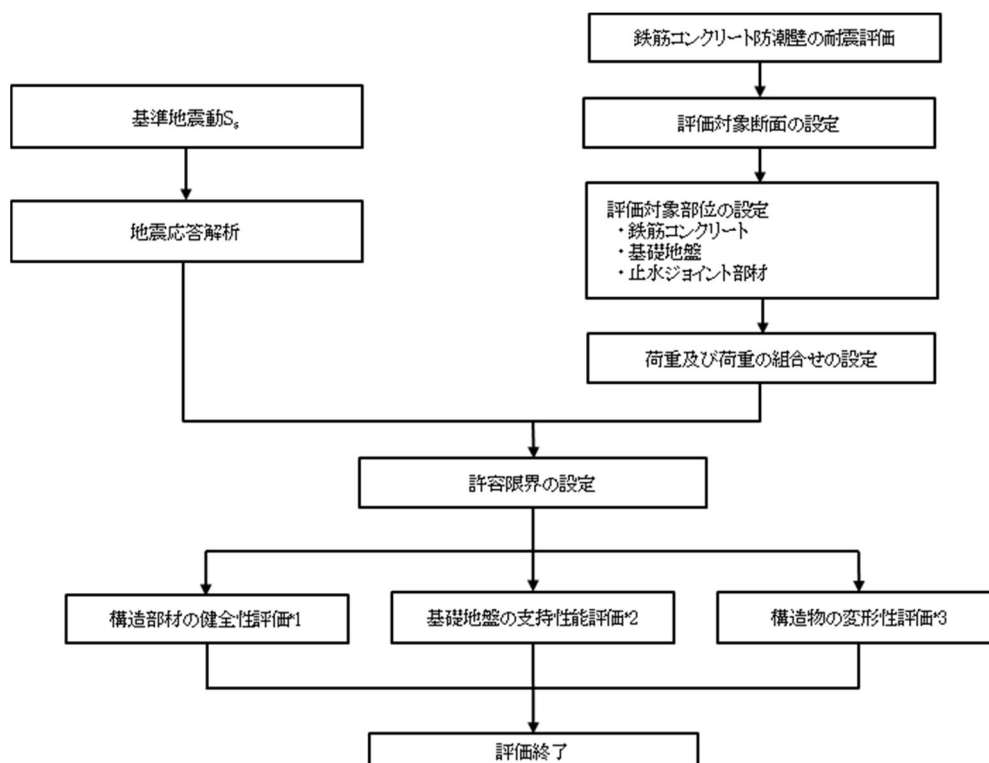
構造物の変形性評価については、止水ジョイント部材の変形量を算定し、試験により確認した許容限界以下であることを確認する。

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の耐震評価の検討フローを第2-6図に示す。

第2-1表 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
止水性を損なわないこと	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート	発生応力が許容限以下であることを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
	構造物の変形性	止水ジョイント部材	発生変形量が許容限界以下であることを確認	有意な漏えいが生じないことを確認した変形量

注記 *：妥当な安全余裕を考慮する。



- 注記 *1：構造部材の健全性評価を実施することで、第 2-1 表に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。
- *2：基礎地盤の支持性能評価を実施することで、第 2-1 表に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。
- *3：構造物の変形性評価を実施することで、第 2-1 表に示す「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

第 2-6 図 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の耐震評価の検討フロー

2.4 適用規格

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）
- ・道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）
- ・建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- ・各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 年 11 月）
- ・原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル
（（社）土木学会，2005 年）

3. 地震応答解析

3.1 評価対象断面

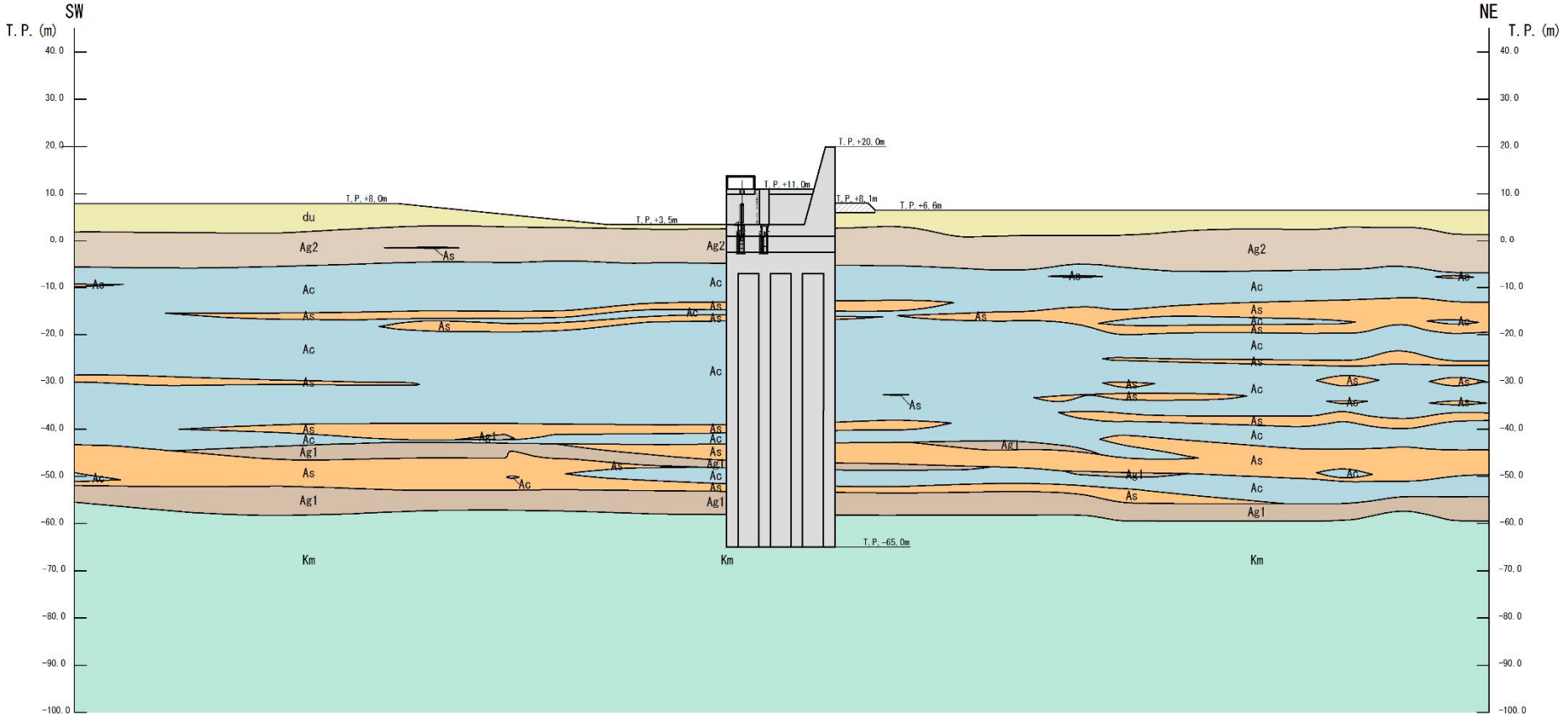
地震応答解析の評価対象断面は、鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて設定する。

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の地中連続壁基礎は、強軸断面方向と弱軸断面方向が明確でなく、横断方向と縦断方向で地質断面に差異があるため、構造物に直交する両方向を評価対象断面とする。縦断方向については、防潮壁及び浸水防止ゲートによって地震時の応答が変化すると考えられることから、防潮壁を通過する②－②断面（防潮壁部）、及び浸水防止ゲートを通過する③－③断面（ゲート部）の2断面を評価対象断面として選定する。

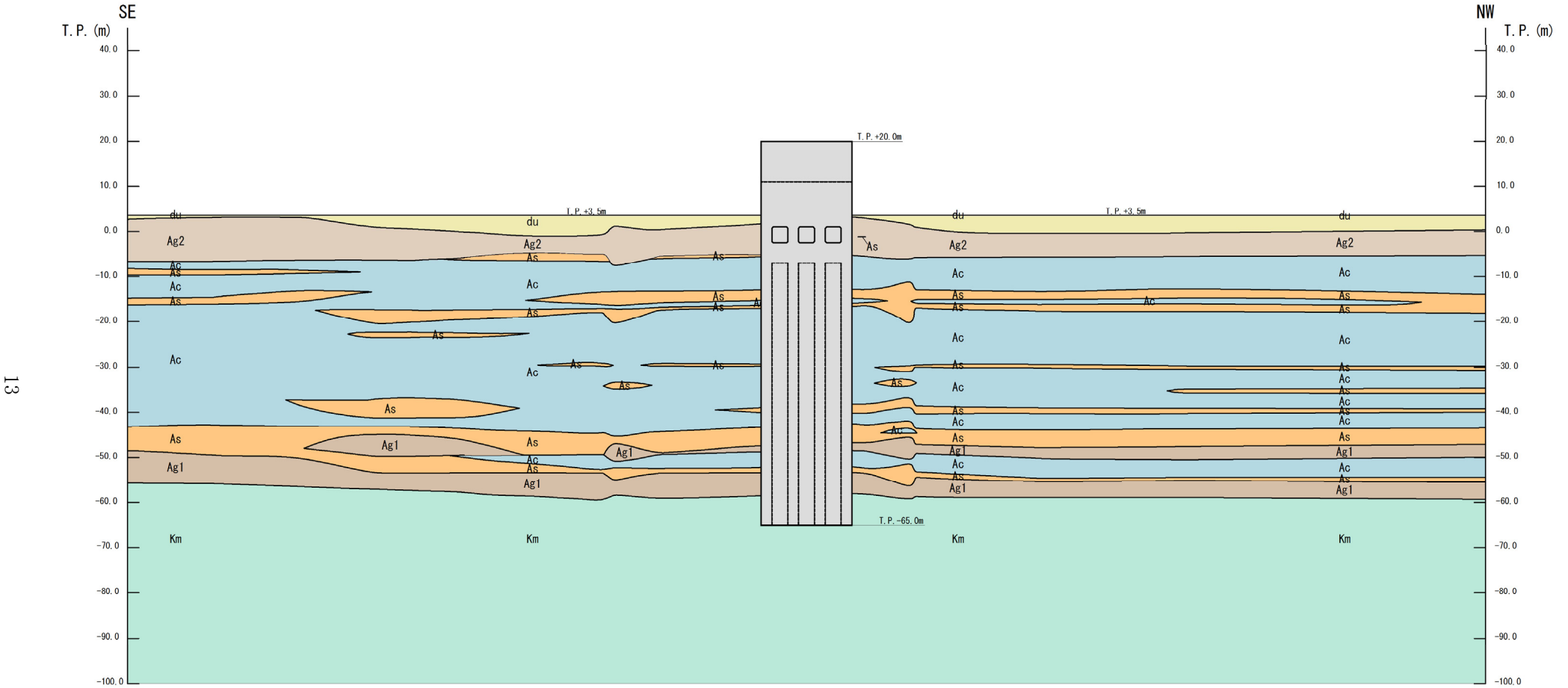
第3-1図に評価対象断面位置図を、第3-2図に評価対象断面図を示す。



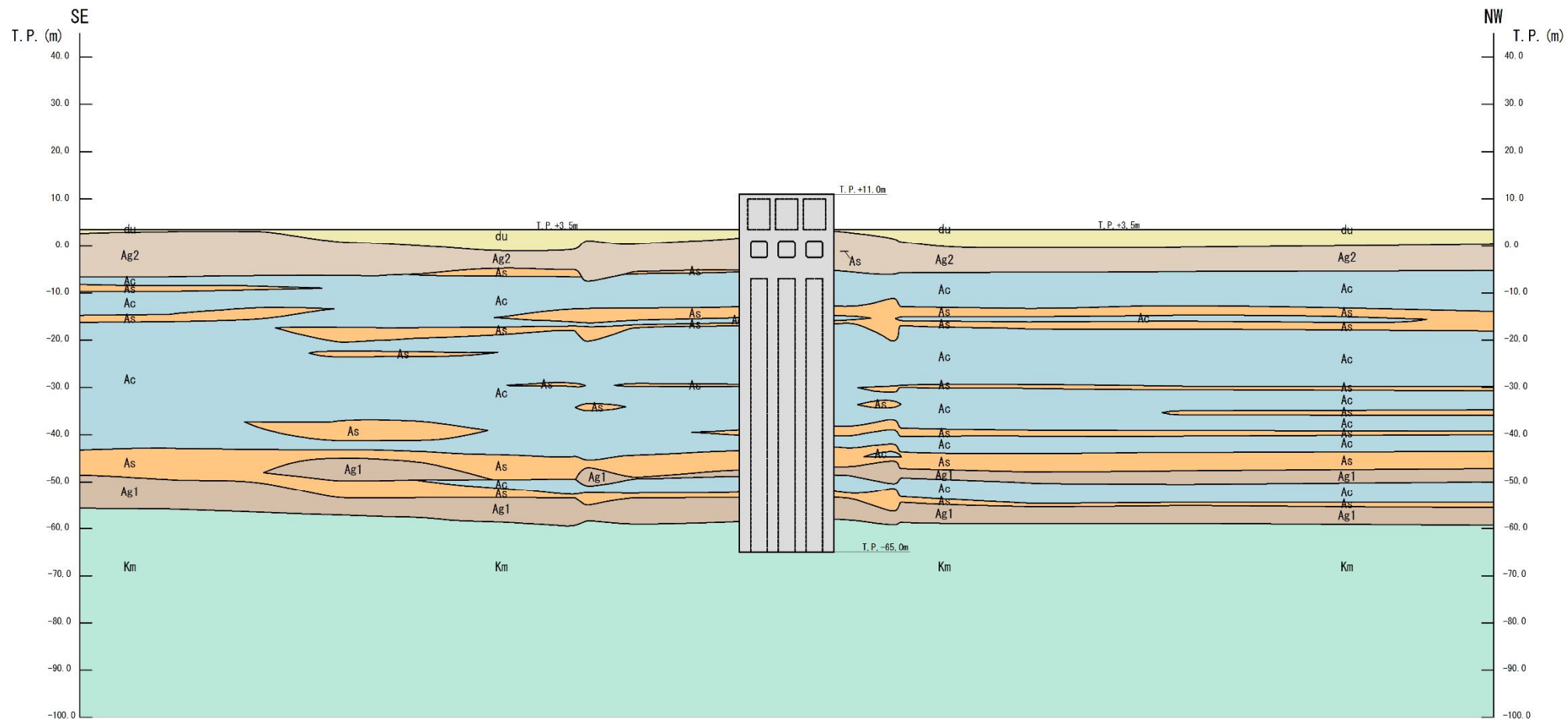
第3-1図 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の評価対象断面位置図



第 3-2 図 (1) 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の評価対象断面図（横断方向：①-①断面）



第 3-2 図 (2) 鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア) の評価対象断面図 (縦断方向：②-②断面, 防潮壁部)



第 3-2 図 (3) 鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア) の評価対象断面図 (縦断方向: ③-③断面, ゲート部)

3.2 解析方法

地震応答解析は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答計算では、地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮できる有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定することを基本とする。

地中土木構造物への地盤変位に対する保守的な配慮として、地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する場合は、原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）を設定する。

上部土木構造物及び機器・配管系への加速度応答に対する保守的な配慮として、地盤の非液状化の影響を考慮する場合は、原地盤において非液状化の条件を仮定した解析を実施する。

地震応答解析には、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.1 構造部材

構造部材は、はり要素及び平面要素を適用し、線形部材としてモデル化する。

3.2.2 地盤

V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示す有効応力解析用地盤物性値に基づき、地盤の有効応力の変化に応じた地震時挙動を考慮できるモデルとする。

3.2.3 減衰特性

時刻歴非線形解析における減衰特性については、固有値解析にて求められる固有振動数に基づく Rayleigh 減衰を考慮する。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震評価上考慮する状態

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪荷重及び風荷重を考慮する。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重（G）

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

(2) 積載荷重（P）

積載荷重として、浸水防止ゲート及び巻上機械の機器・配管荷重、並びに放水路内の静水圧による荷重を考慮する。

なお、考慮する機器・配管荷重は第3-1表のとおりである。

第3-1表 機器・配管荷重一覧表

機器	備考
浸水防止ゲート及び巻上機	86 kN/基×3 基

(3) 地震荷重（ K_s ）

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

(4) 積雪荷重（ P_s ）

積雪荷重として、30 cm の積雪を考慮する。

(5) 風荷重（ P_k ）

風荷重として、風速 30 m/s の風圧力を考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを第 3-2 表に示す。

第 3-2 表 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S _s)	G + P + K _S + P _s + P _k

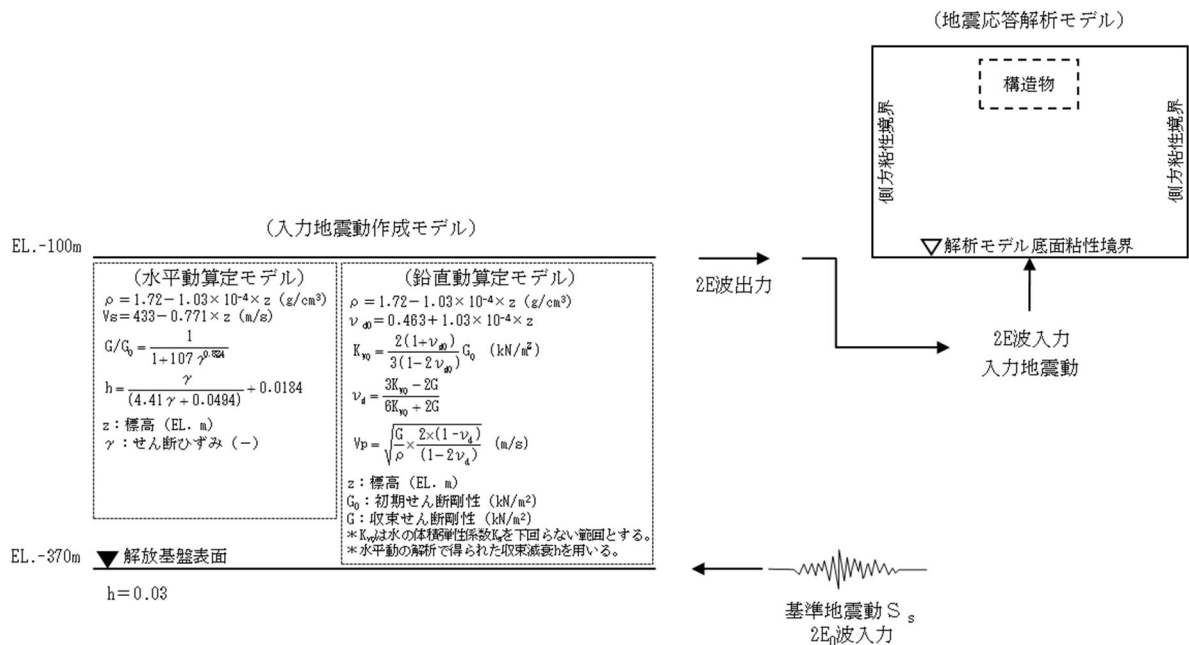
- G : 固定荷重
- P : 積載荷重
- K_S : 地震荷重
- P_s : 積雪荷重
- P_k : 風荷重

3.4 入力地震動

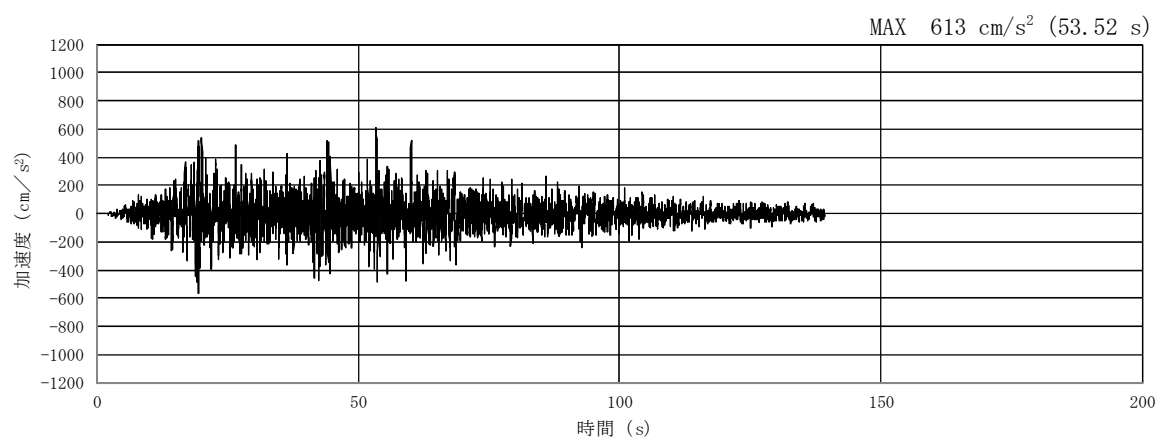
入力地震動は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を 1 次元波動論により、地震応答解析モデルの底面位置で評価したものをを用いる。入力地震動算定の概念図を第 3-3 図に、横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを第 3-4 図に、縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを第 3-5 図に示す。

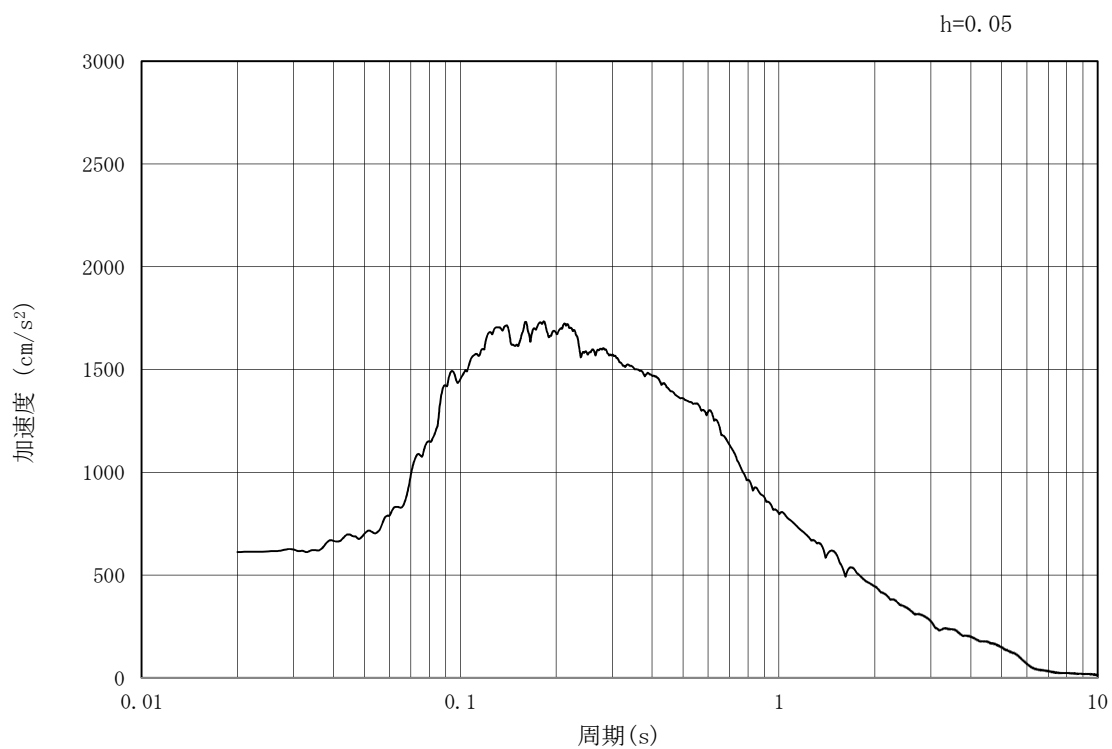
入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



第 3-3 図 入力地震動算定の概念図

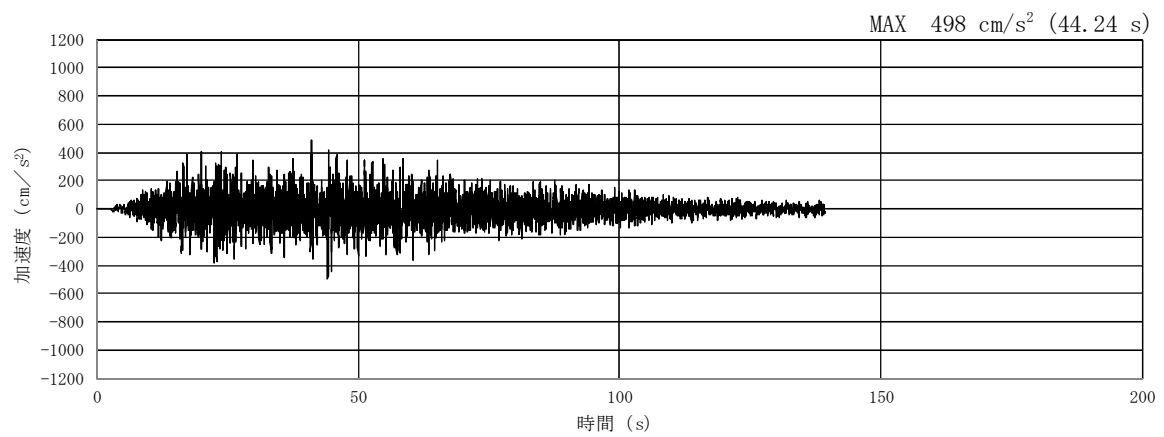


(a) 加速度時刻歴波形

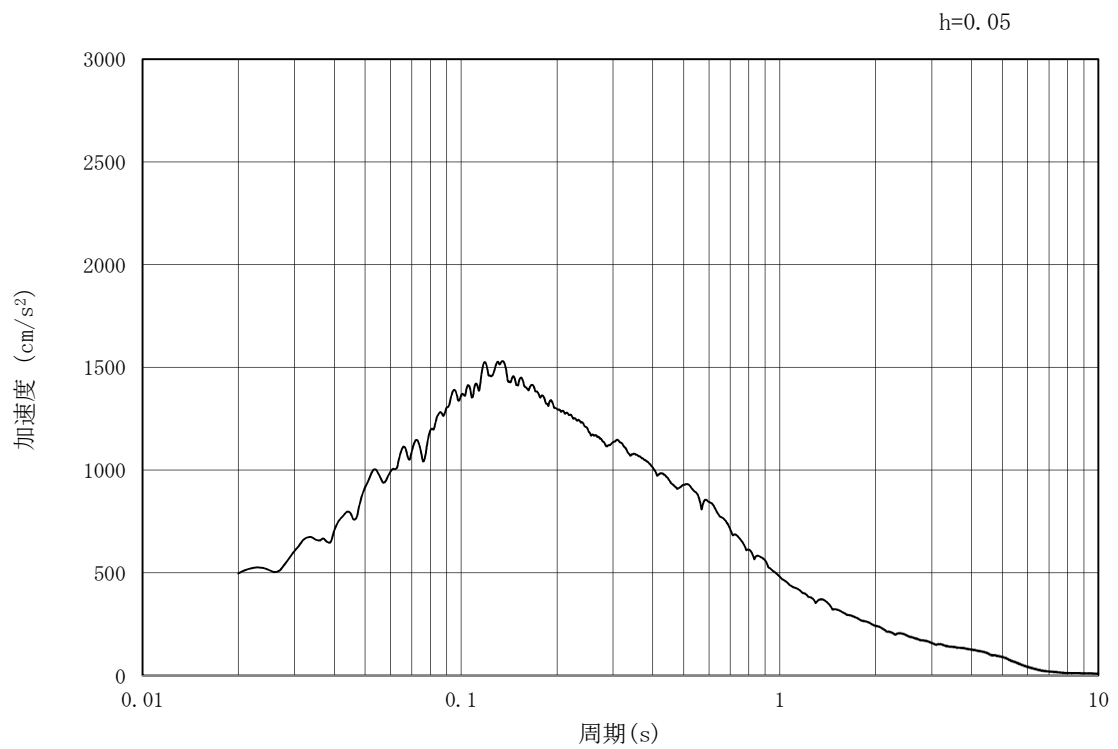


(b) 加速度応答スペクトル

第3-4図 (1) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - D1$)

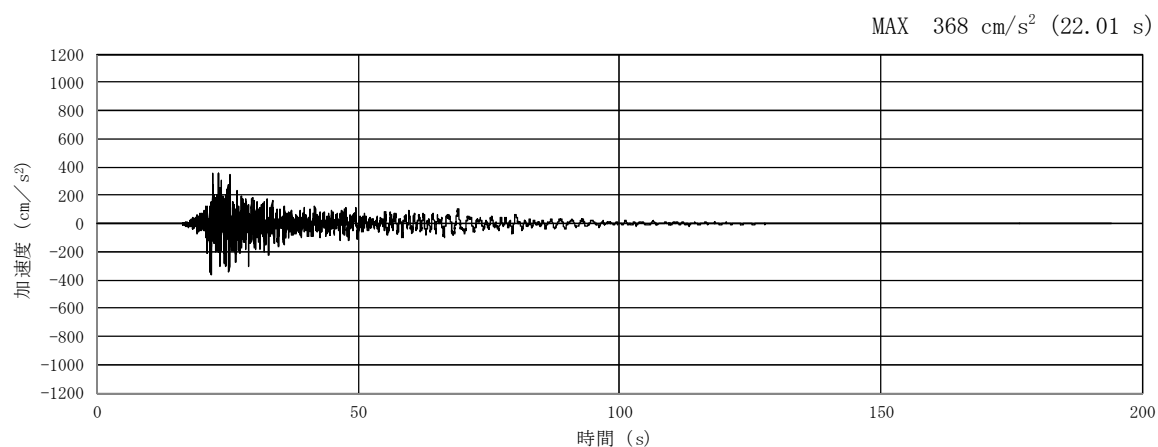


(a) 加速度時刻歴波形

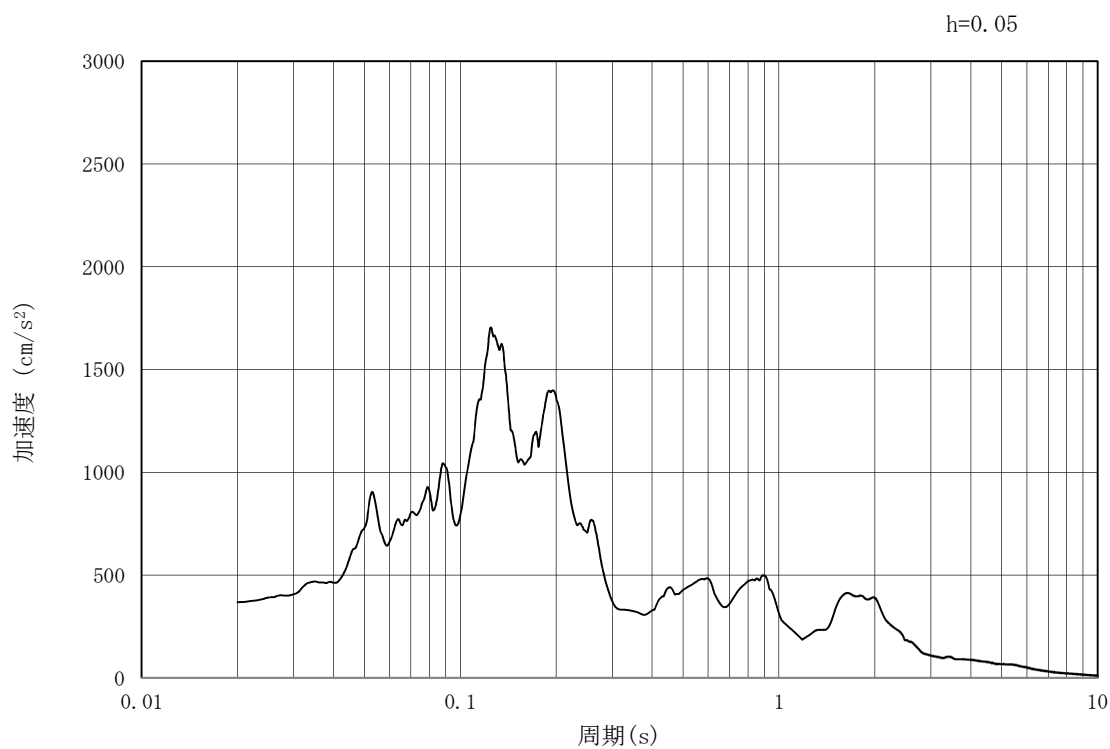


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-4 図 (2) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - D1$)

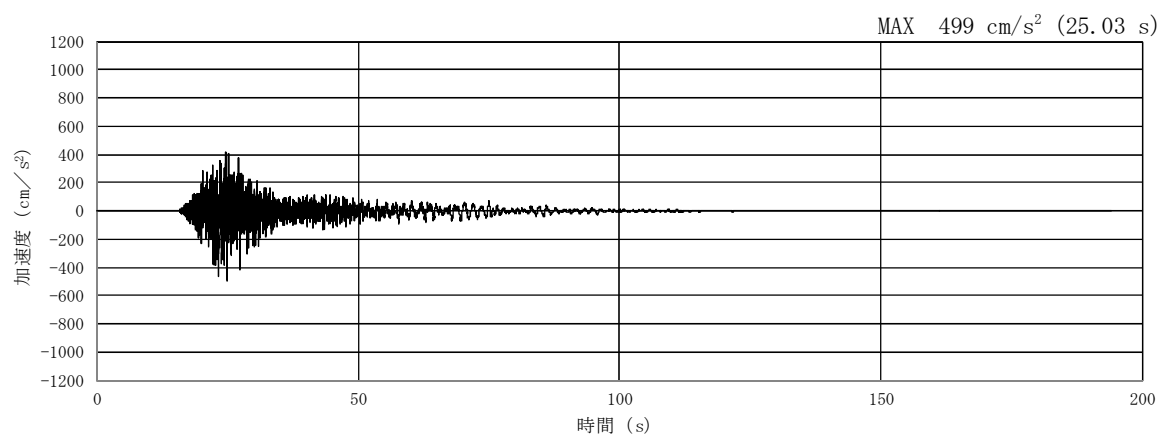


(a) 加速度時刻歴波形

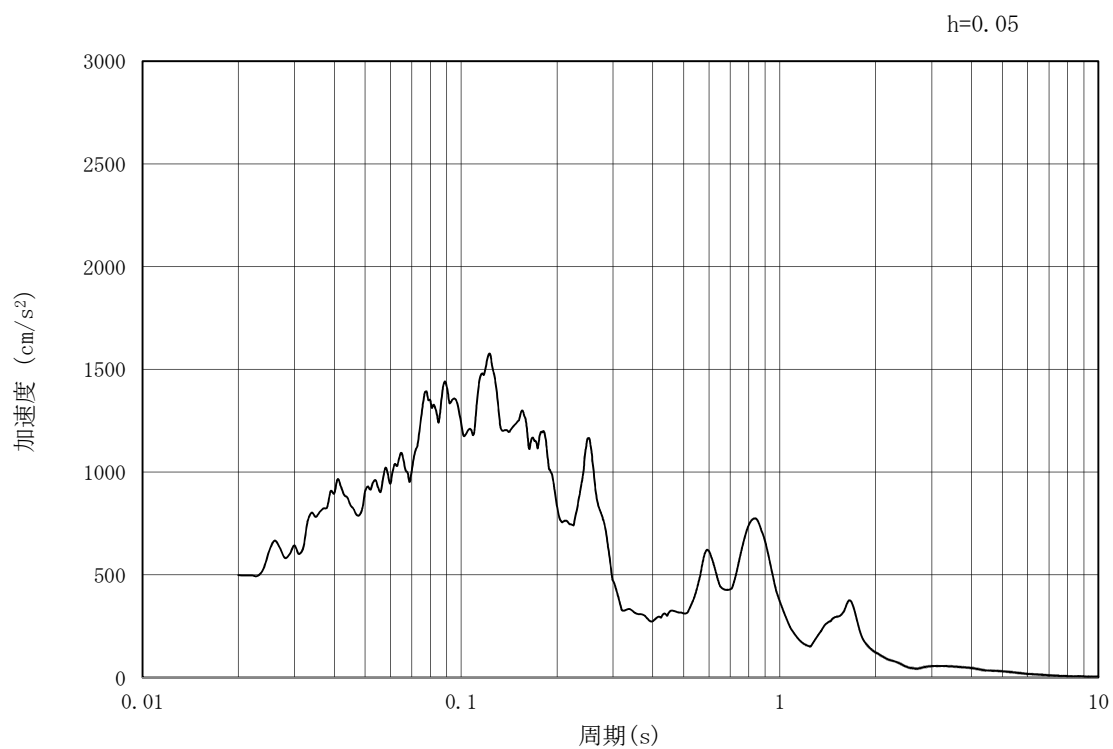


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-4 図 (3) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 1.1$)

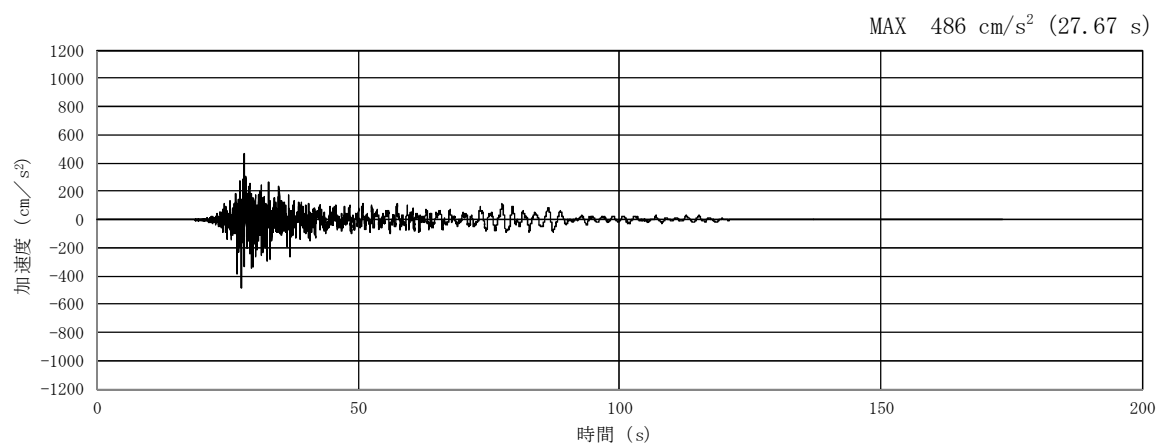


(a) 加速度時刻歴波形

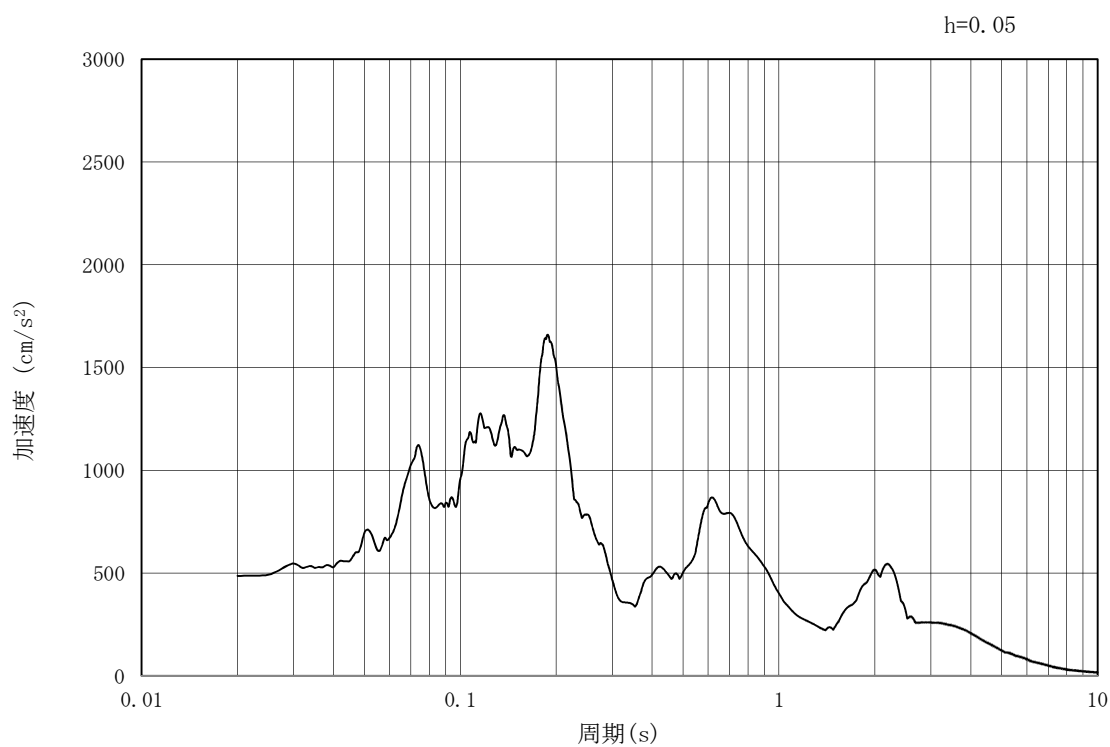


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-4 図 (4) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: S_s - 1 1)

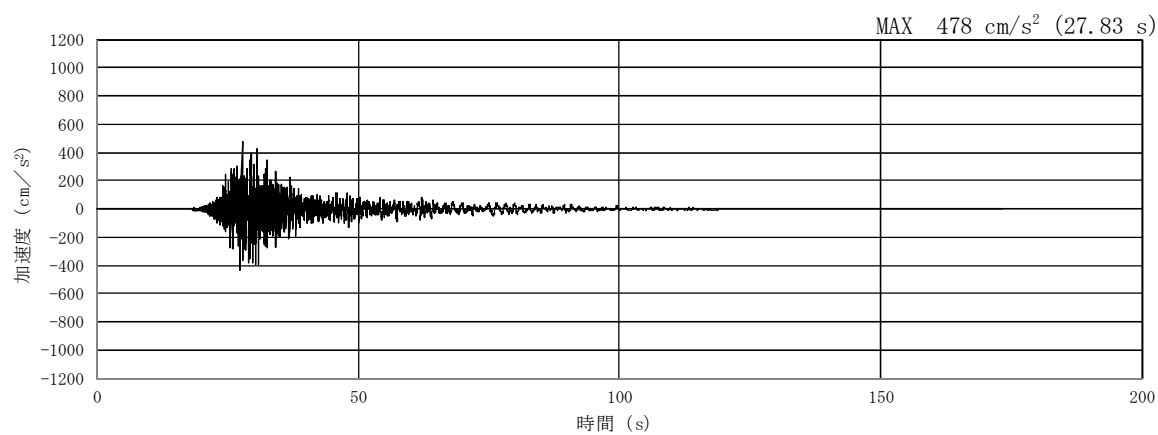


(a) 加速度時刻歴波形

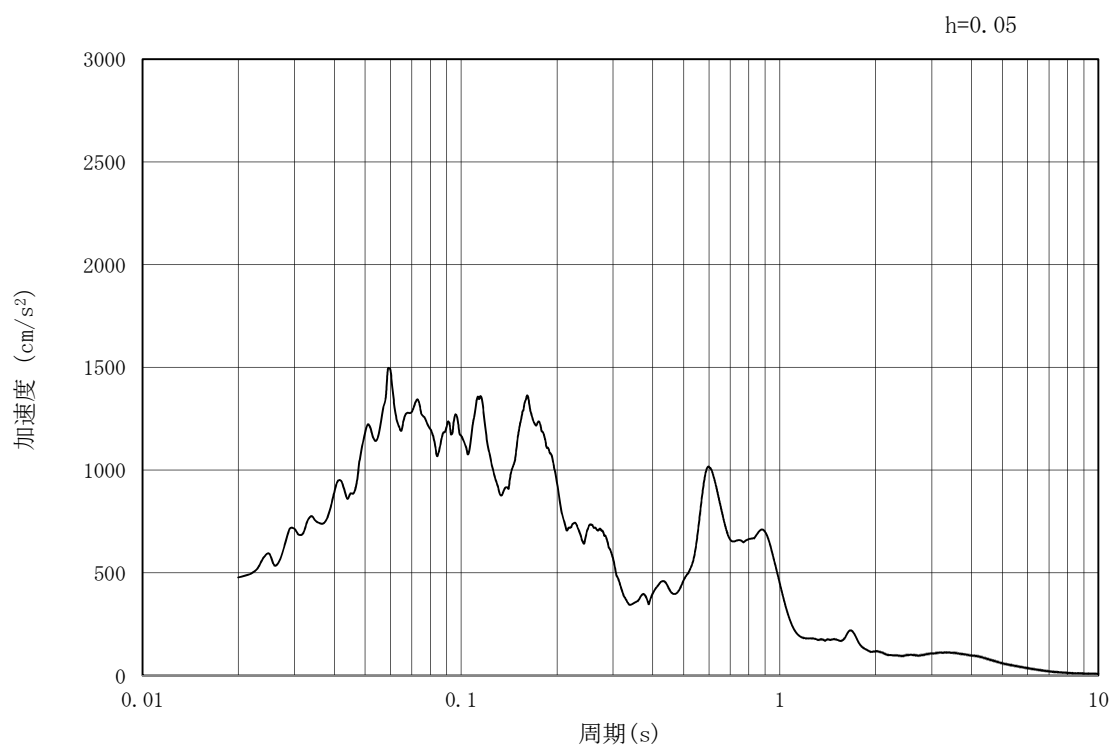


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-4 図 (5) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 1.2$)

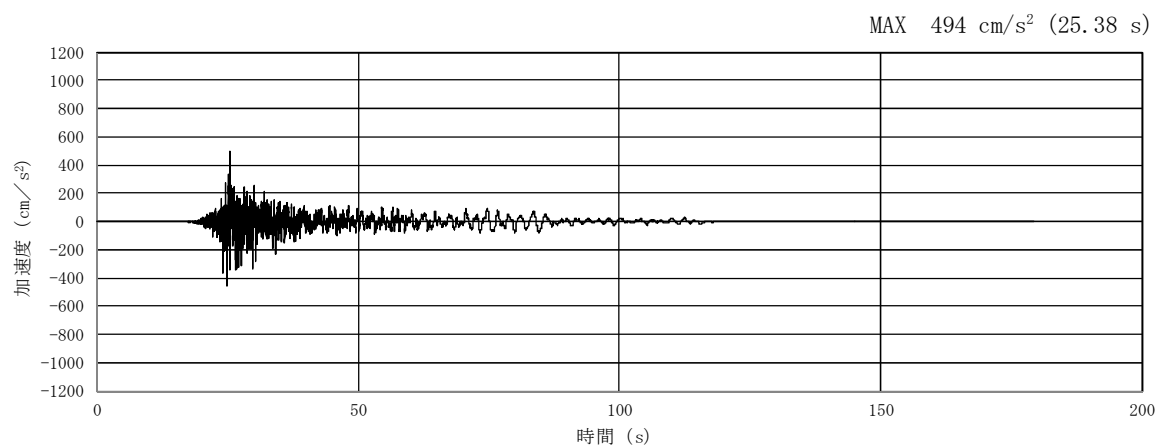


(a) 加速度時刻歴波形

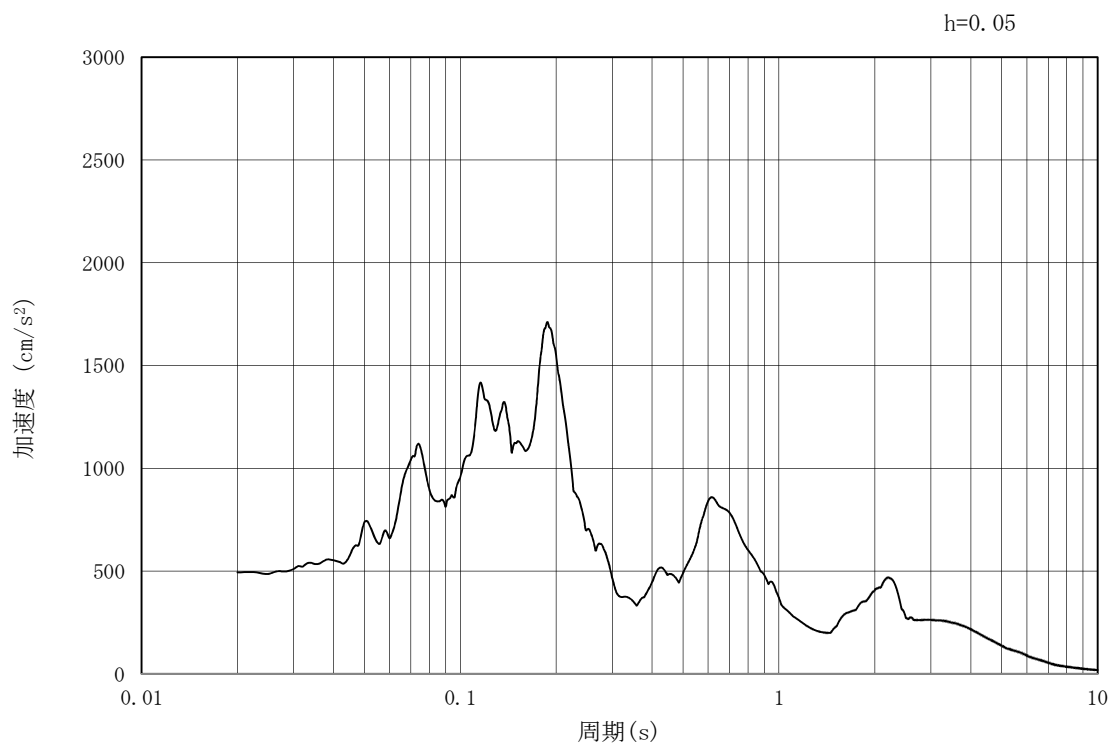


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-4 図 (6) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 1.2$)

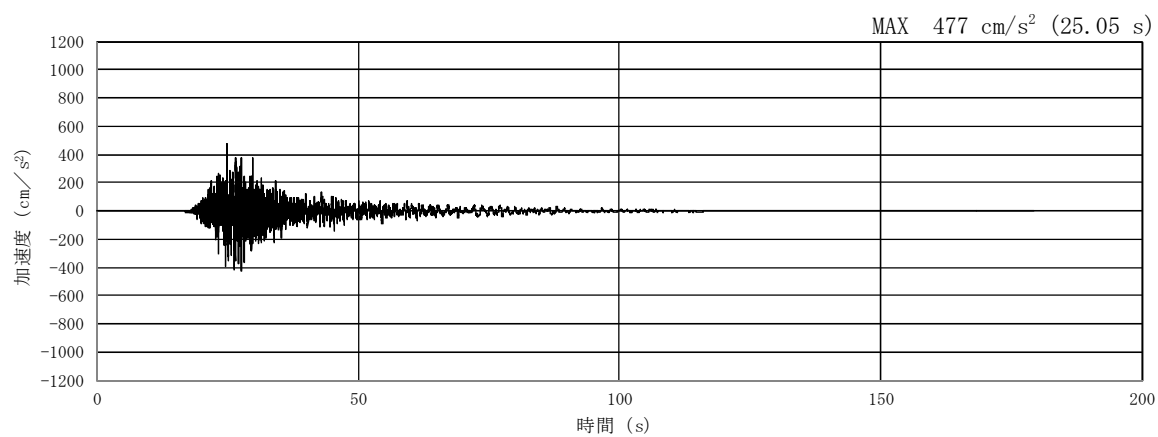


(a) 加速度時刻歴波形

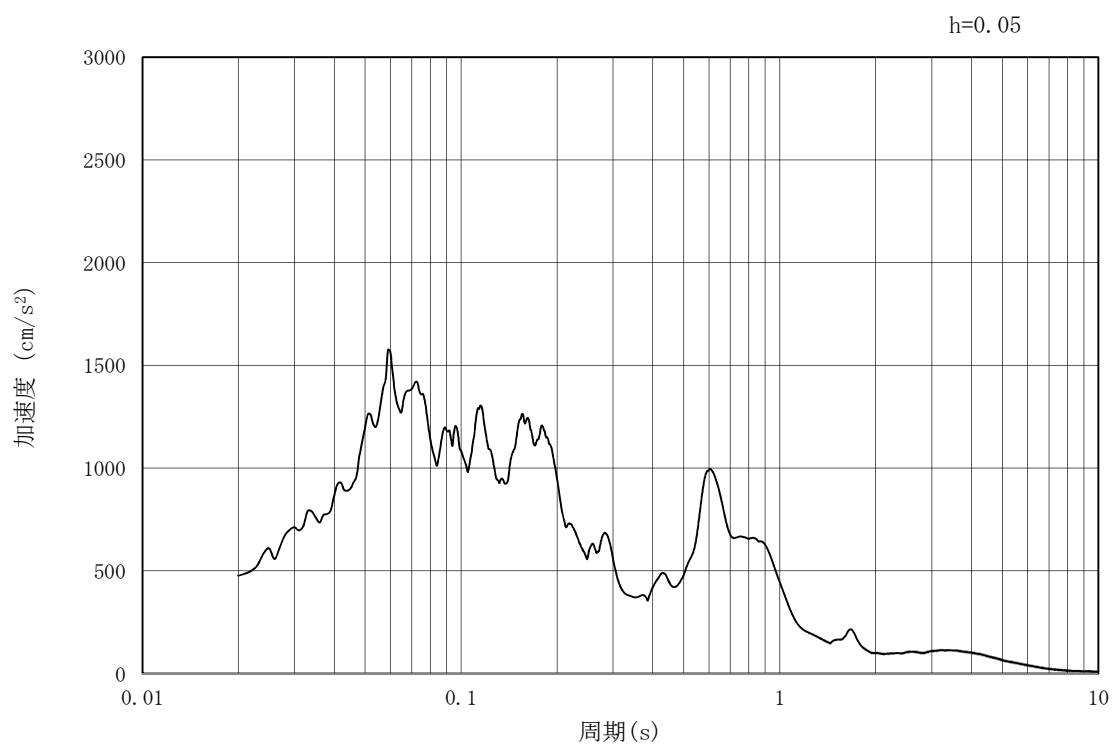


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-4 図 (7) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 1.3$)

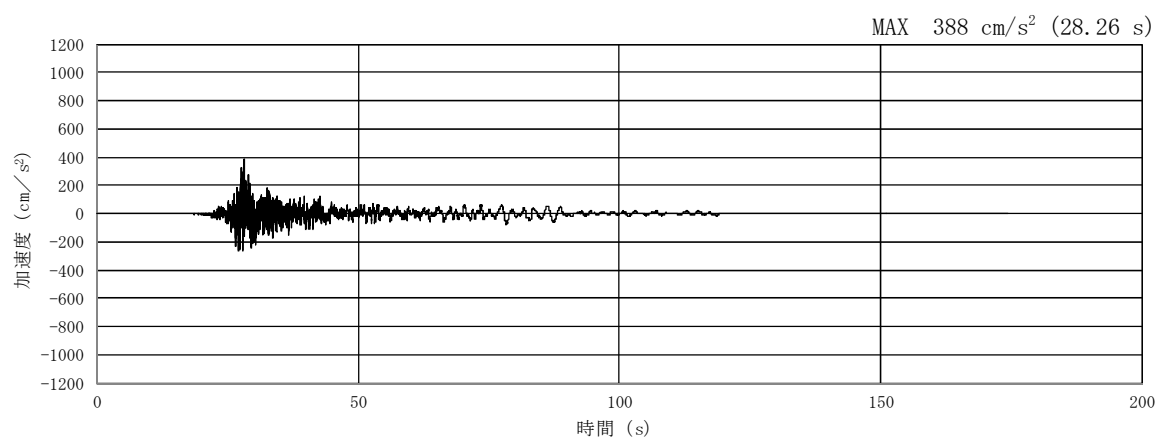


(a) 加速度時刻歴波形

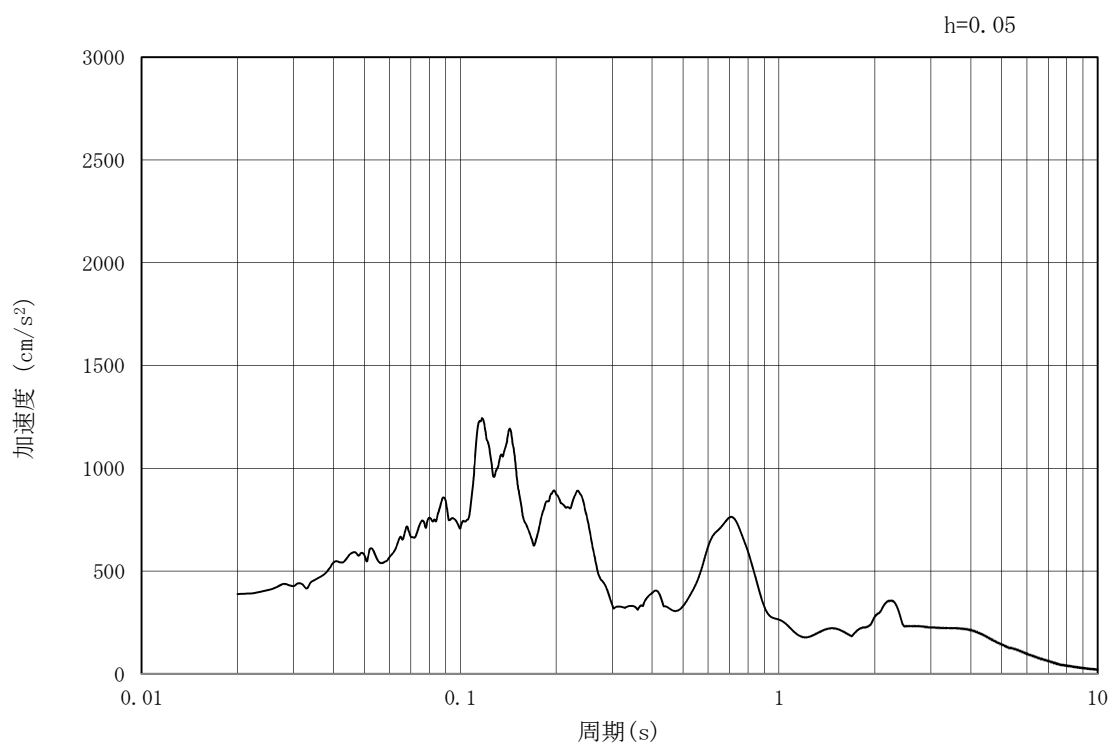


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-4 図 (8) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 1.3$)

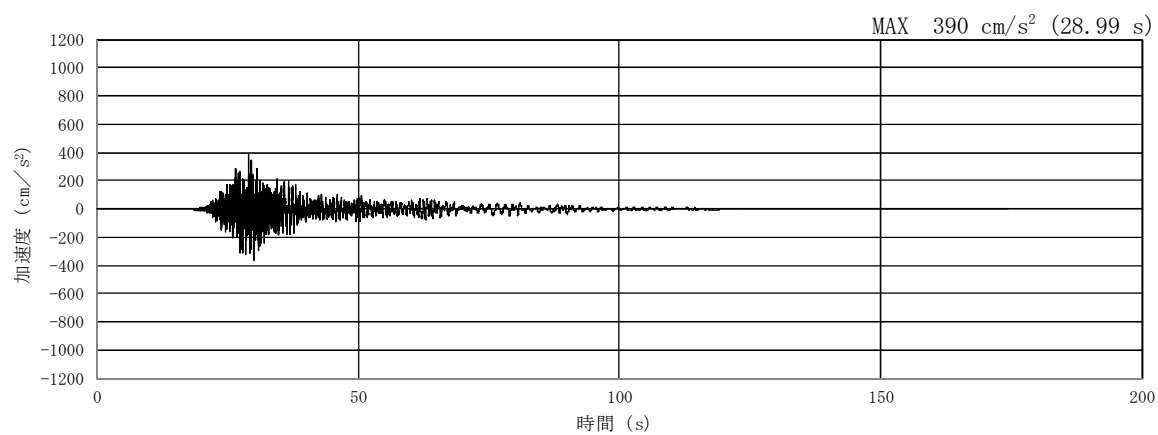


(a) 加速度時刻歴波形

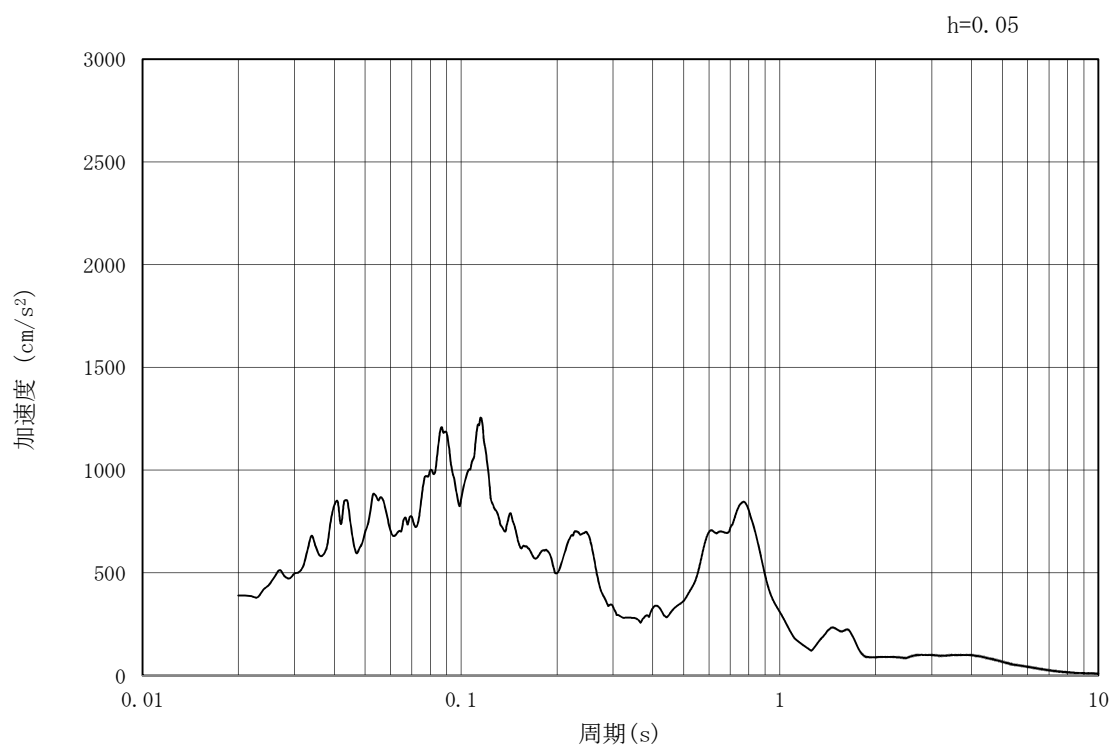


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-4 図 (9) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 1.4$)

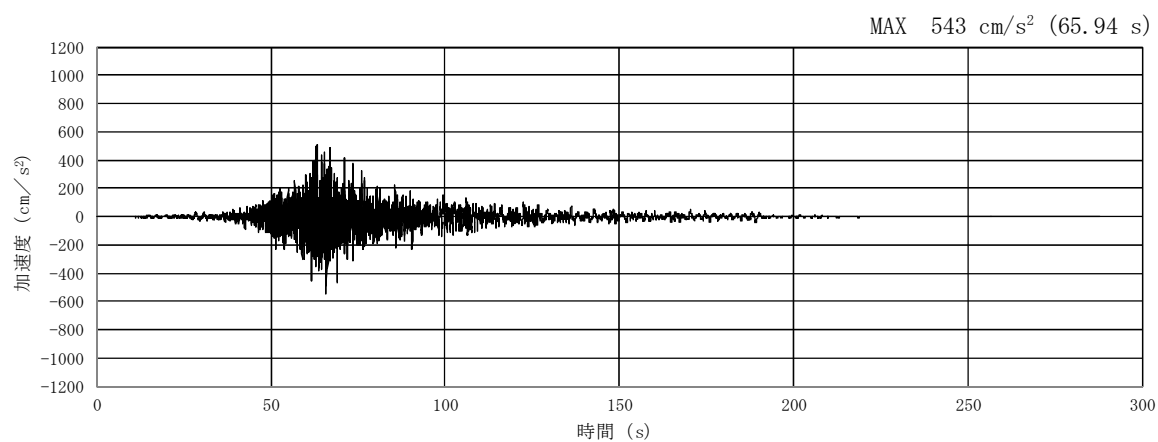


(a) 加速度時刻歴波形

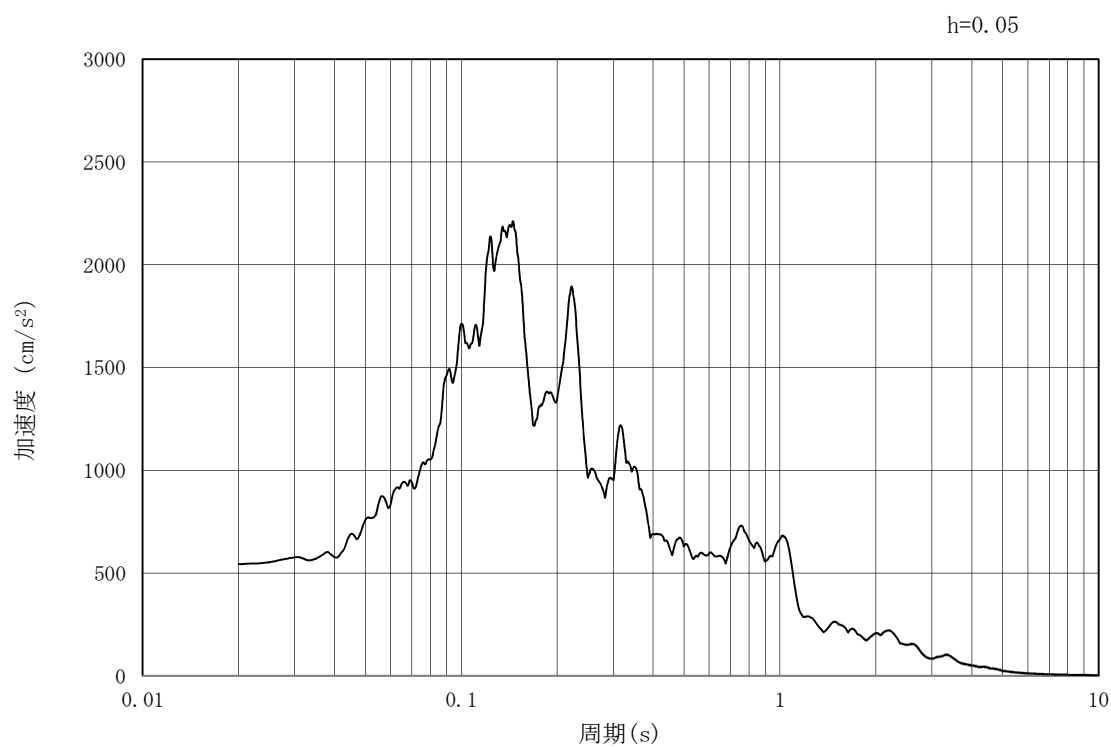


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-4 図 (10) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 1.4$)

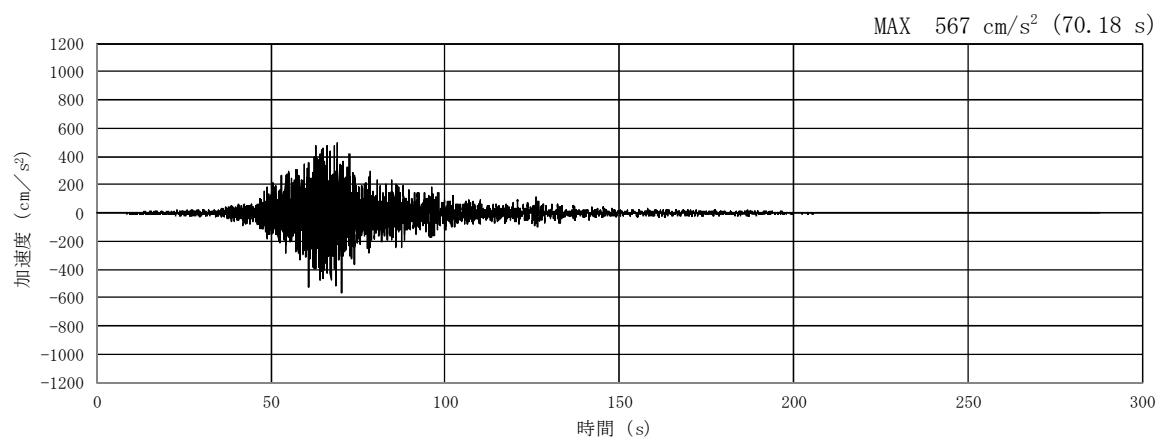


(a) 加速度時刻歴波形

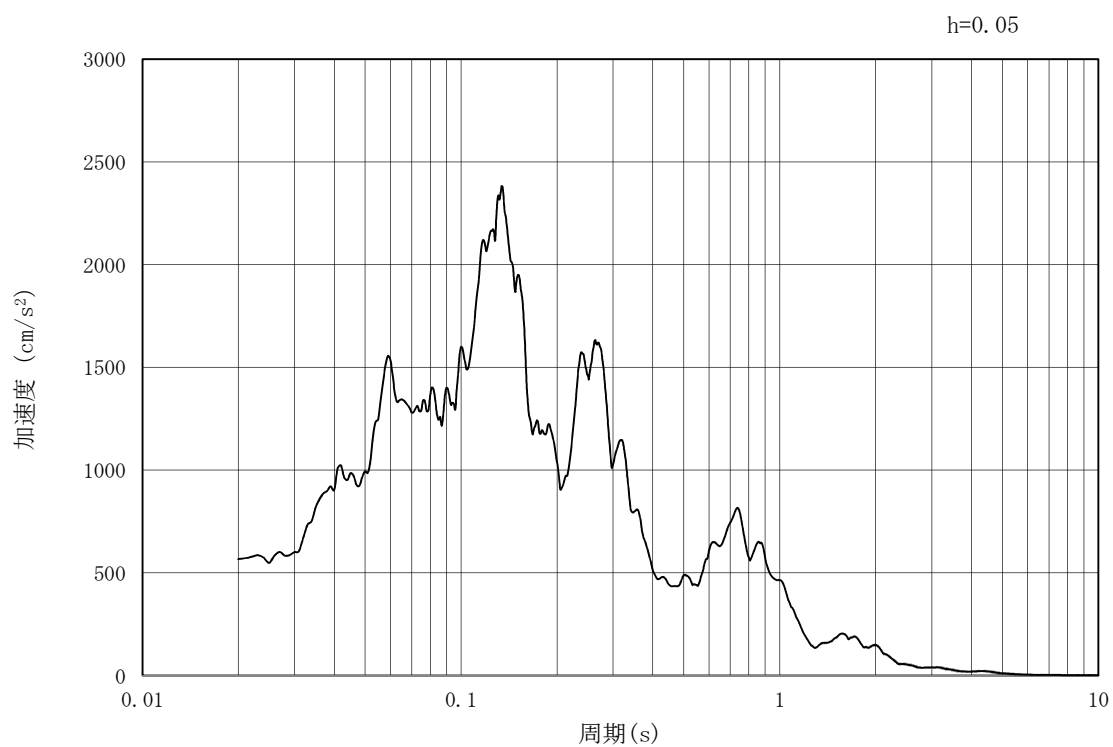


(b) 加速度応答スペクトル

第3-4図 (11) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 21$)

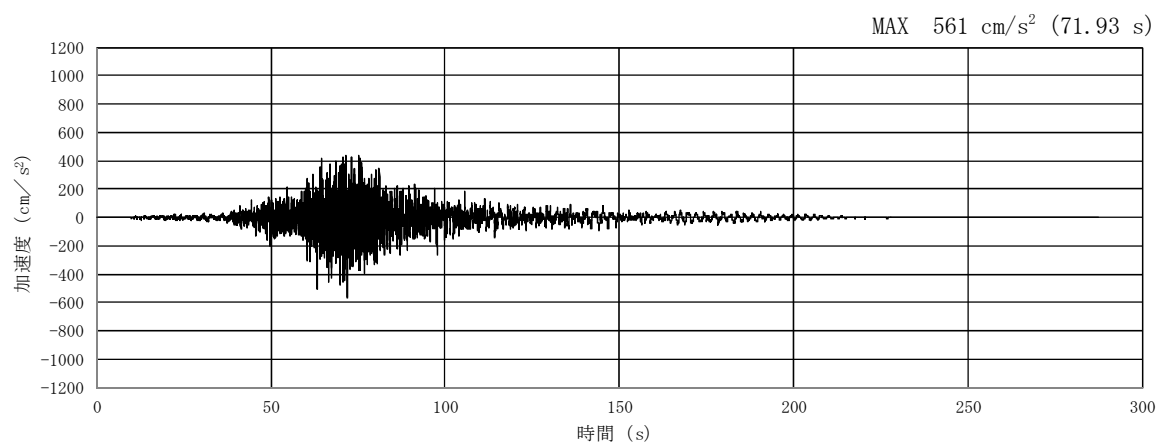


(a) 加速度時刻歴波形

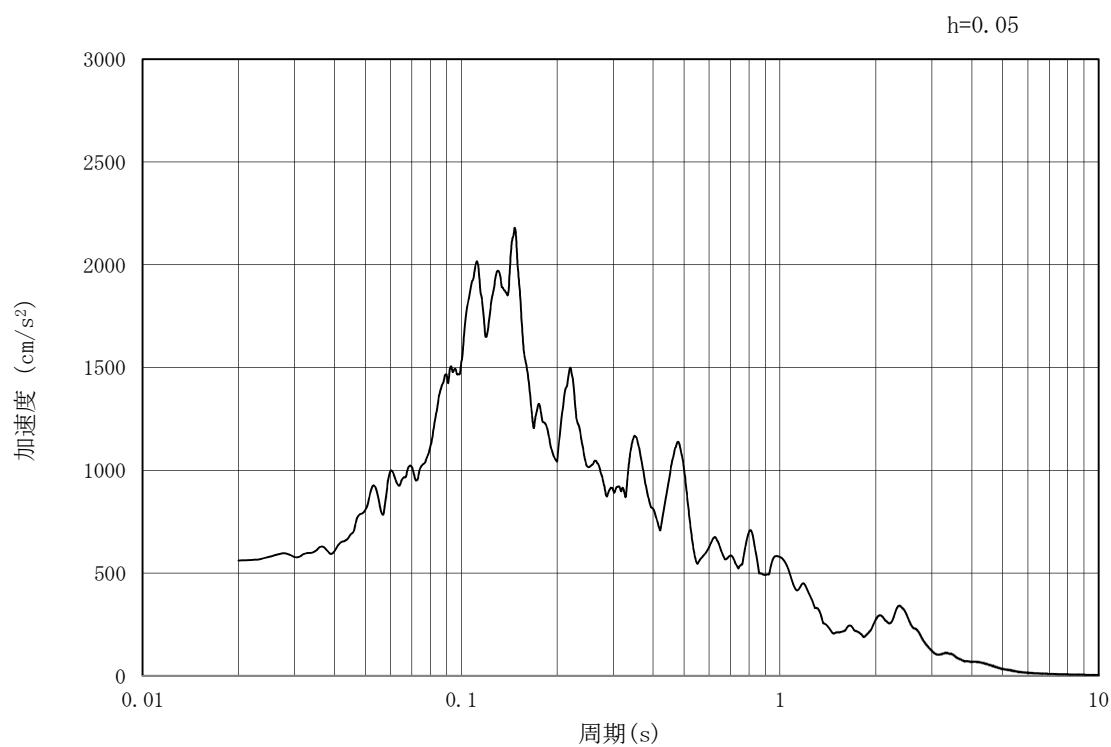


(b) 加速度応答スペクトル

第3-4図 (12) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: S_s-2 1)

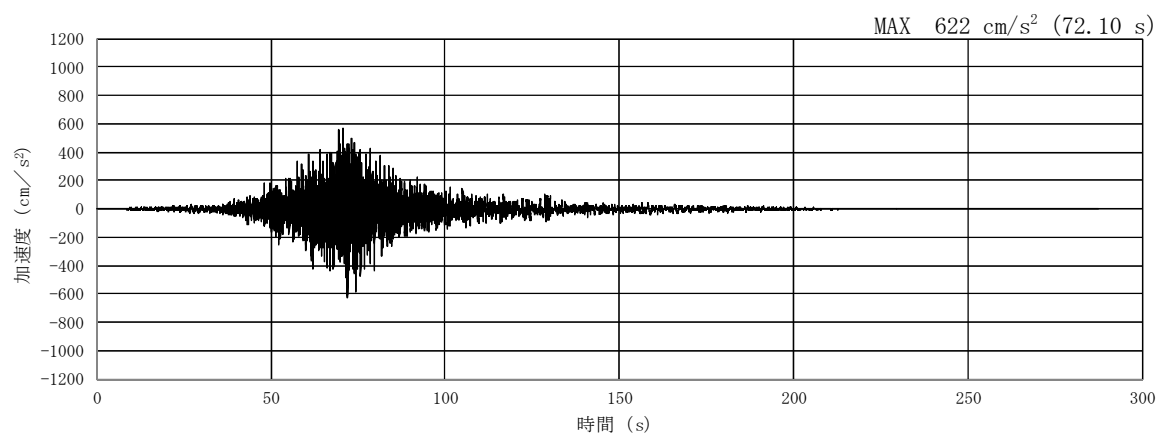


(a) 加速度時刻歴波形

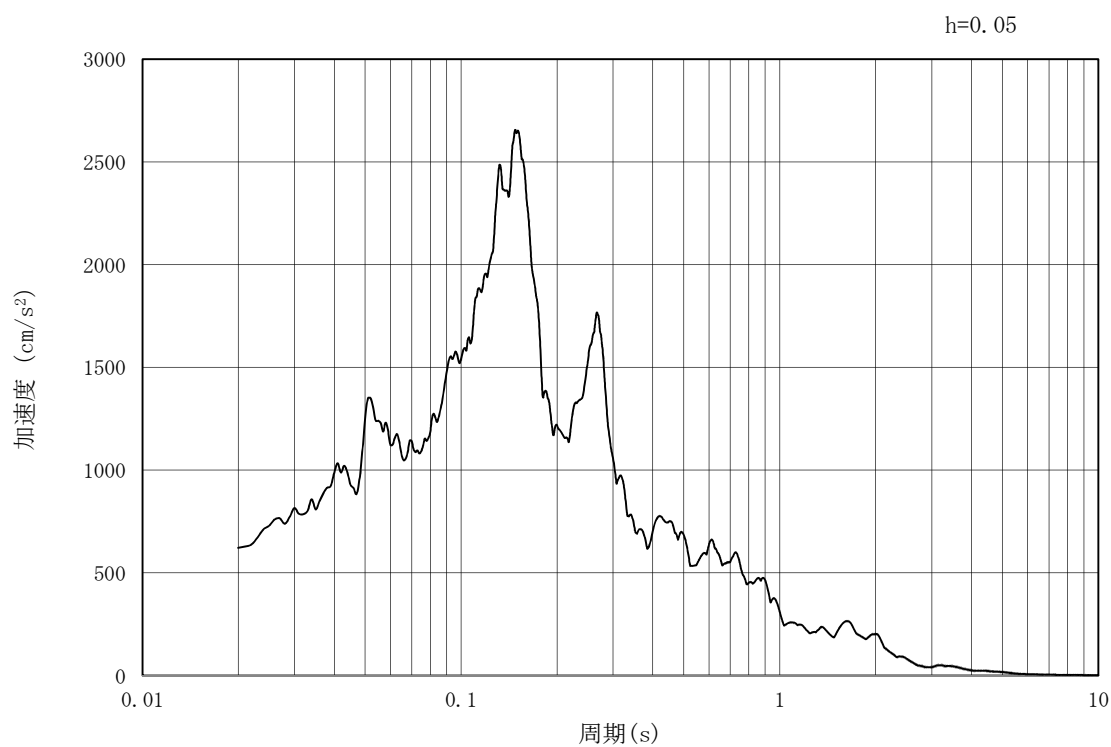


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-4 図 (13) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : $S_s - 2.2$)

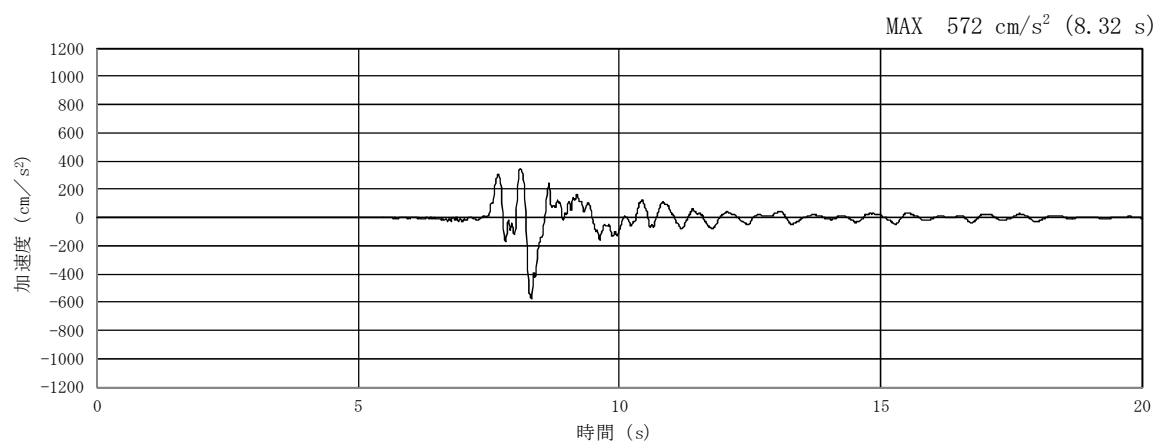


(a) 加速度時刻歴波形

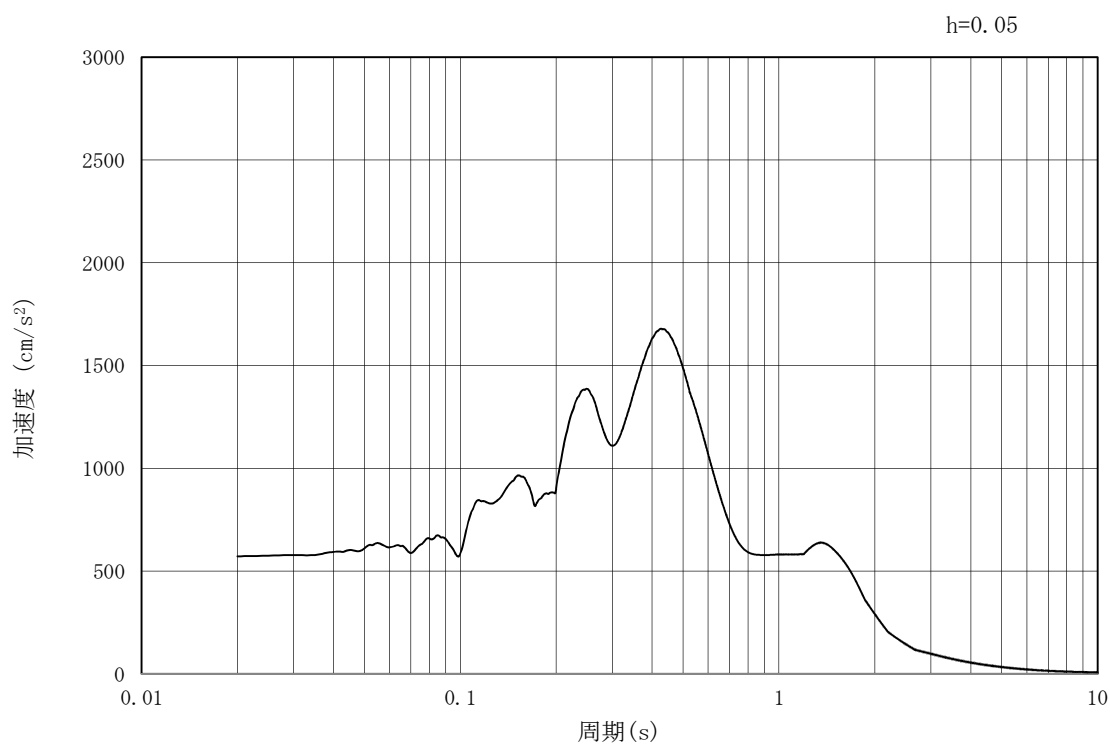


(b) 加速度応答スペクトル

第3-4図 (14) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: S_s-22)

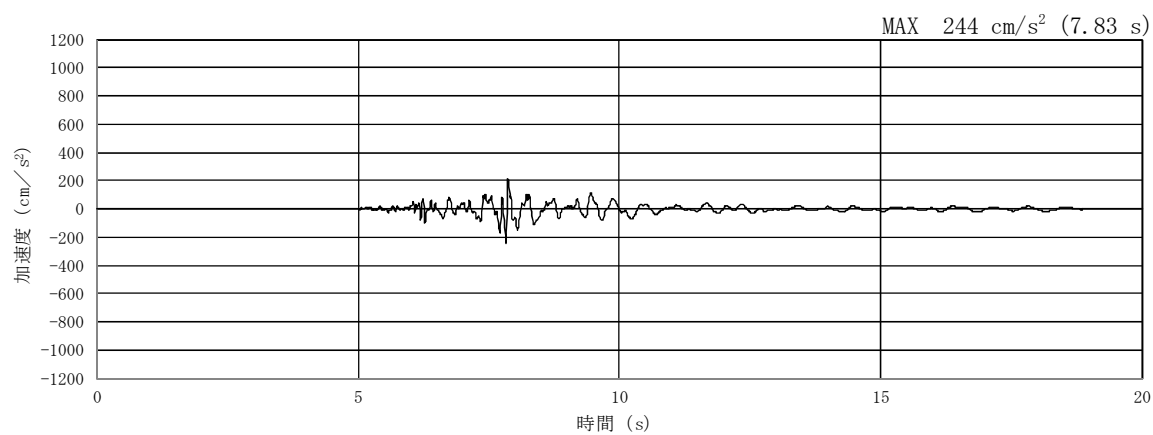


(a) 加速度時刻歴波形

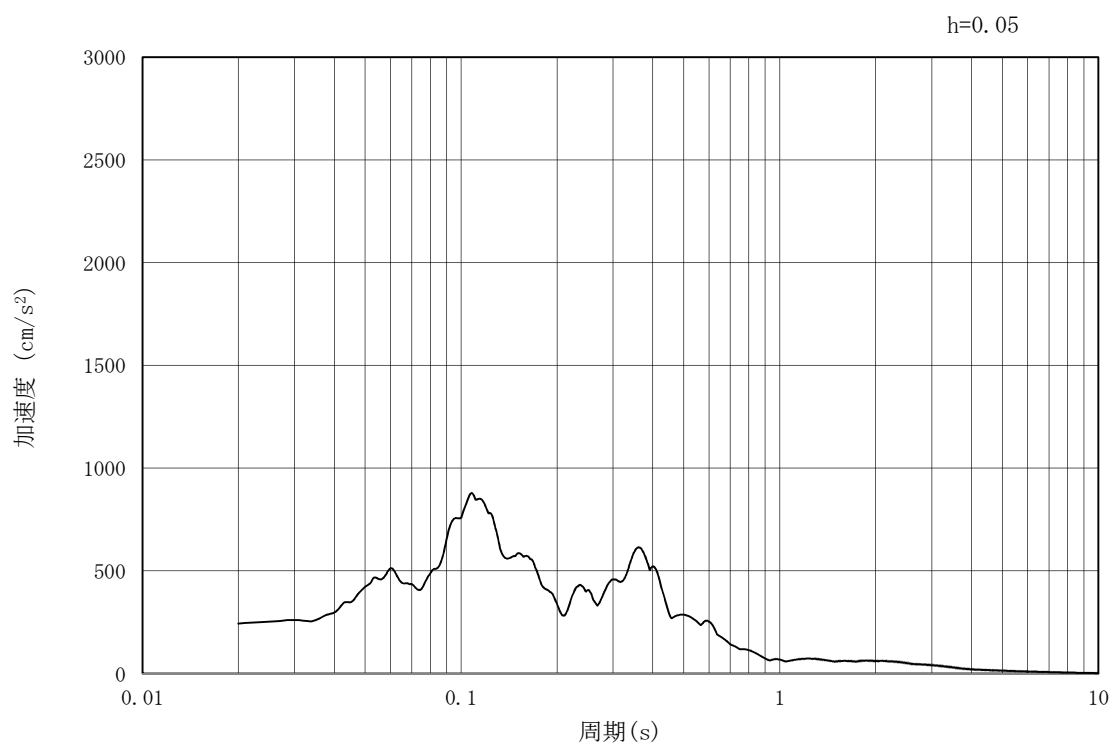


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-4 図 (15) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: S_s-3 1)

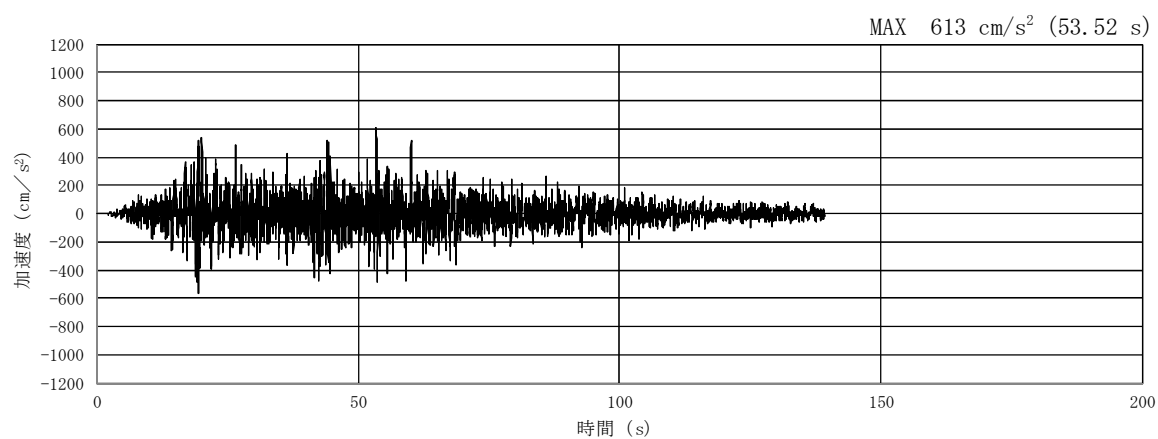


(a) 加速度時刻歴波形

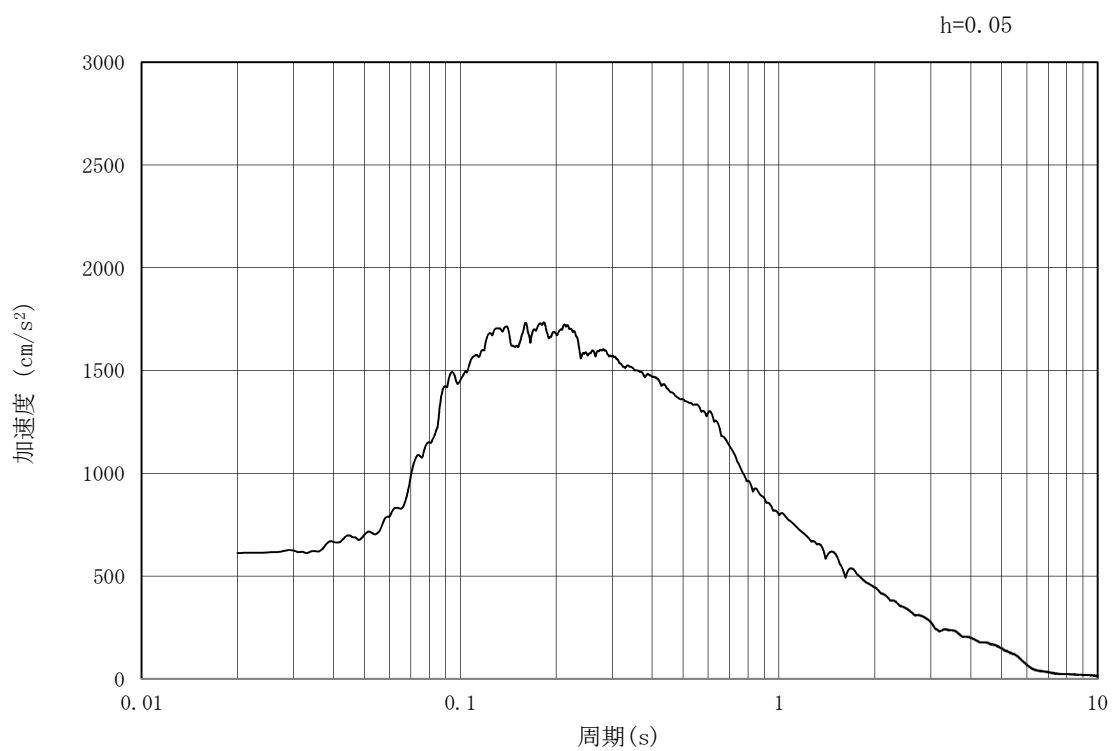


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-4 図 (16) 横断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 31$)

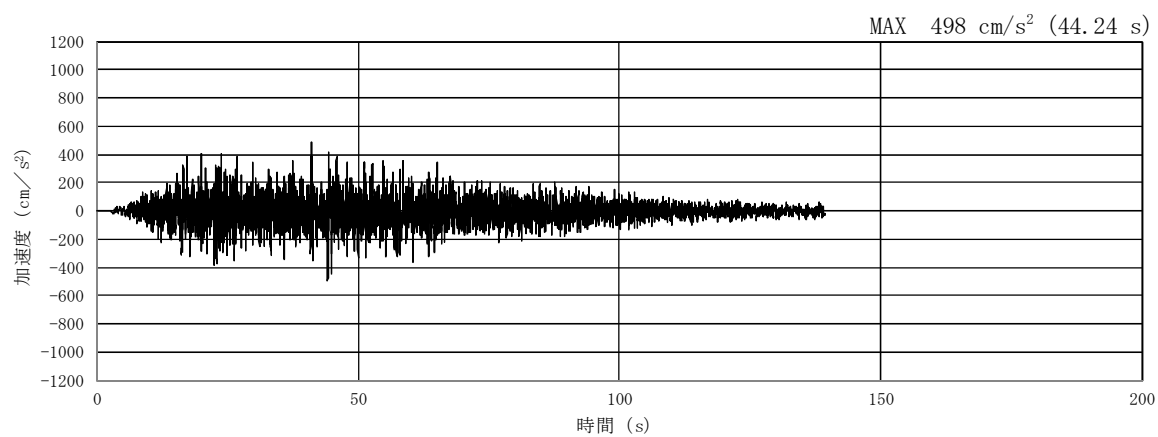


(a) 加速度時刻歴波形

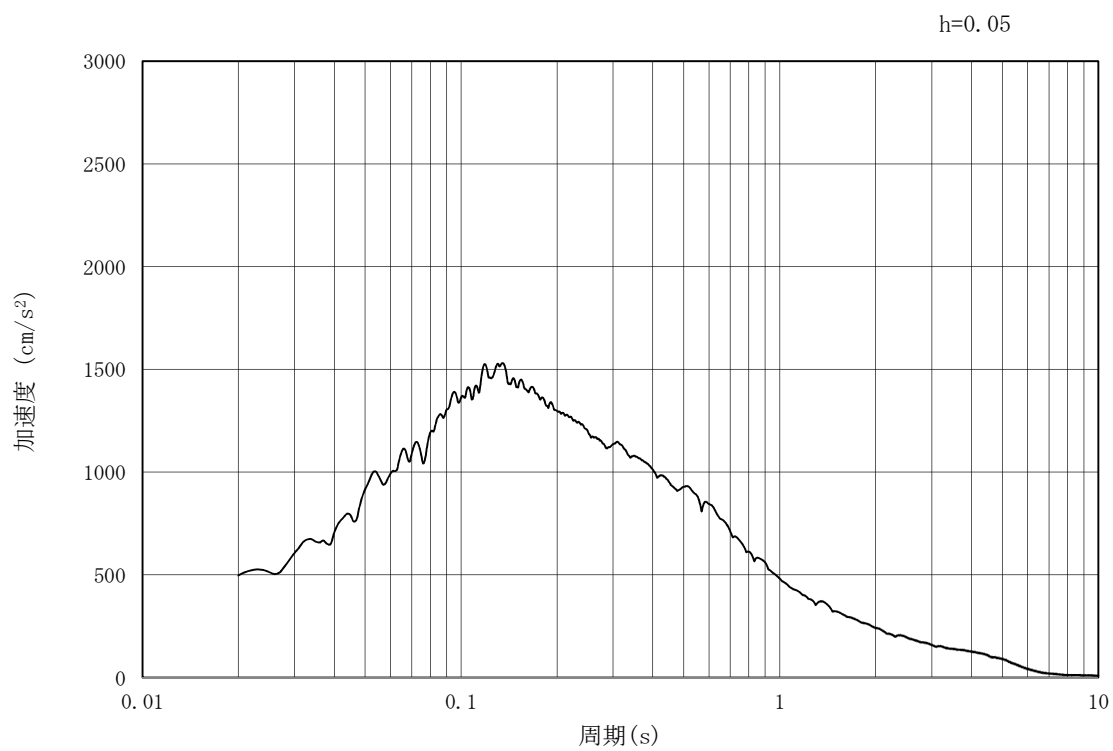


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (1) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : $S_s - D1$)

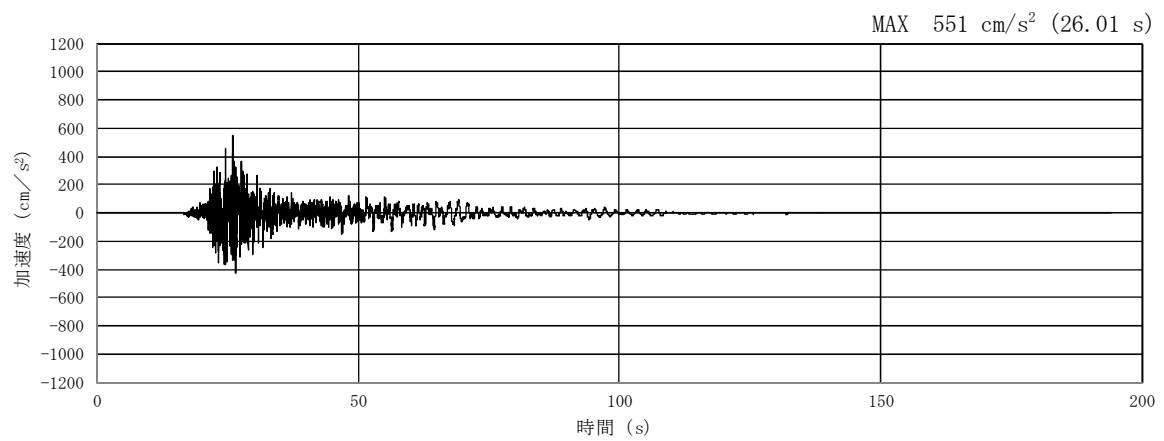


(a) 加速度時刻歴波形

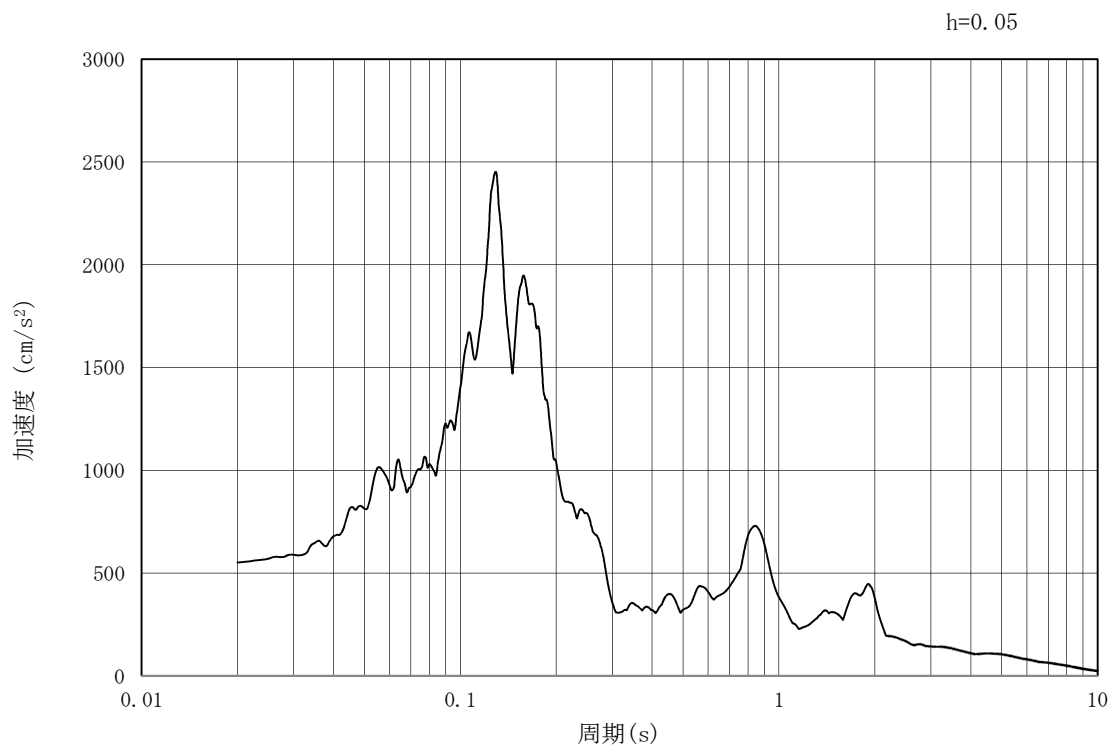


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (2) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: S_s-D 1)

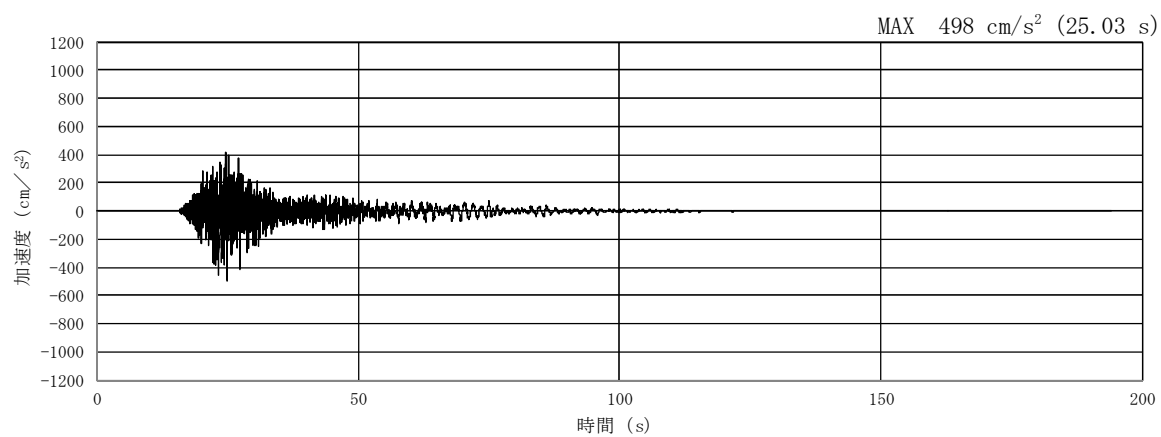


(a) 加速度時刻歴波形

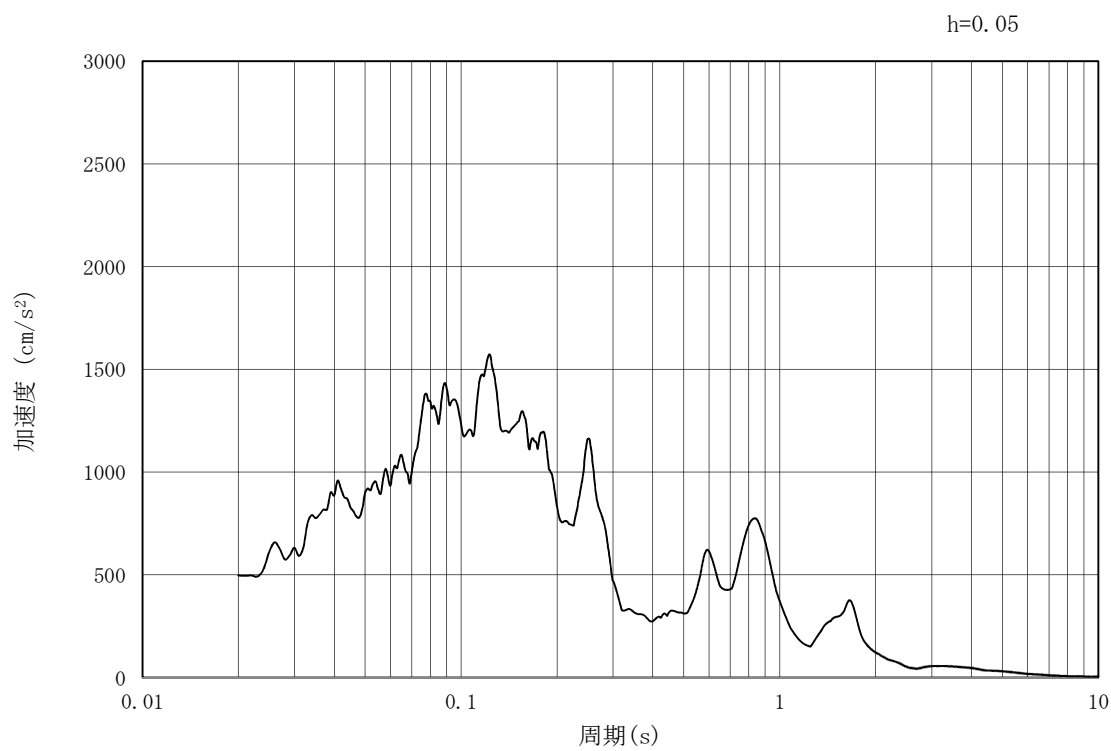


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (3) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 11$)

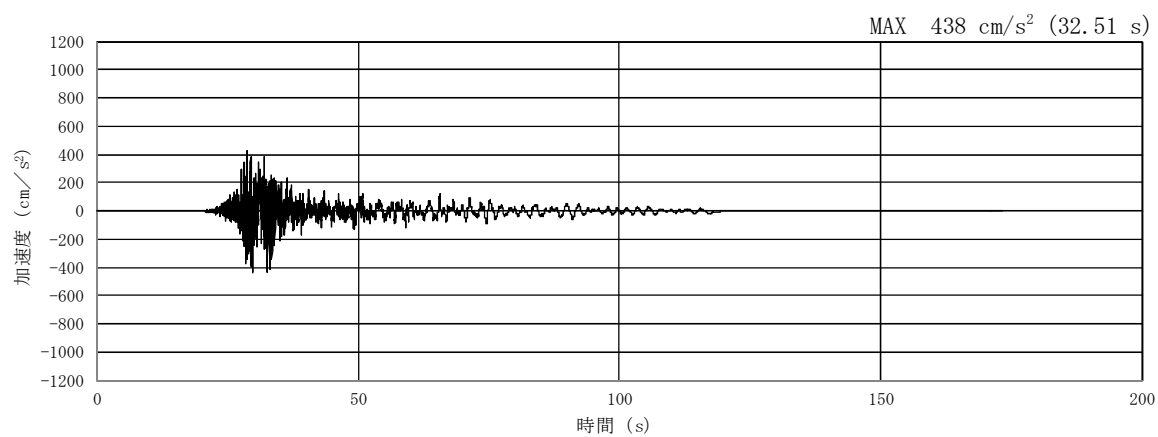


(a) 加速度時刻歴波形

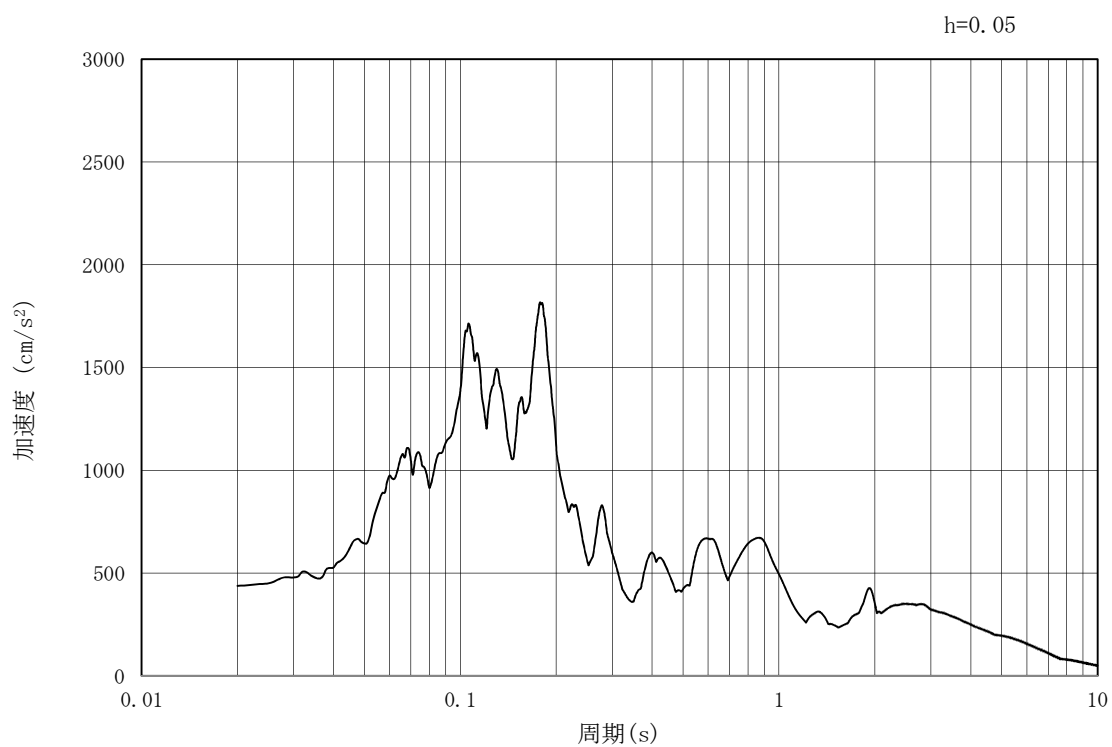


(b) 加速度応答スペクトル

第3-5図 (4) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 11$)

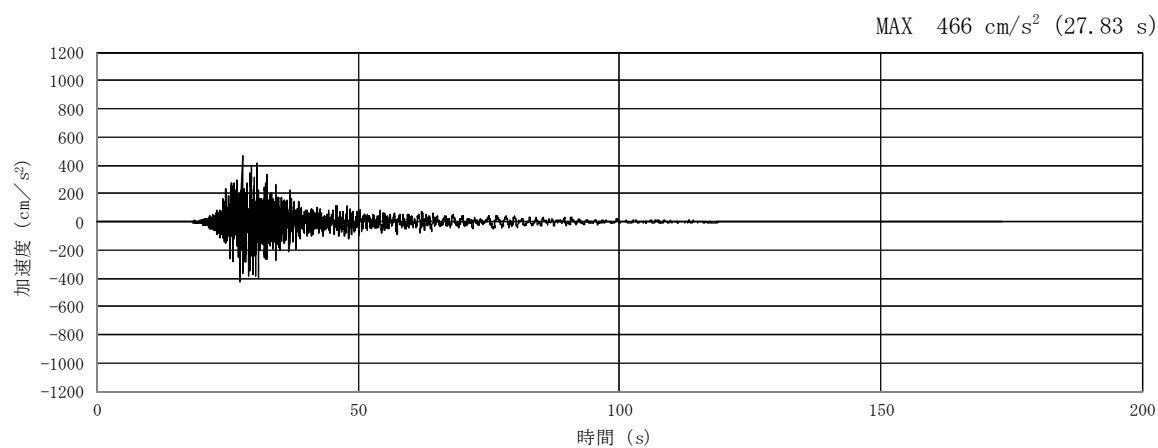


(a) 加速度時刻歴波形

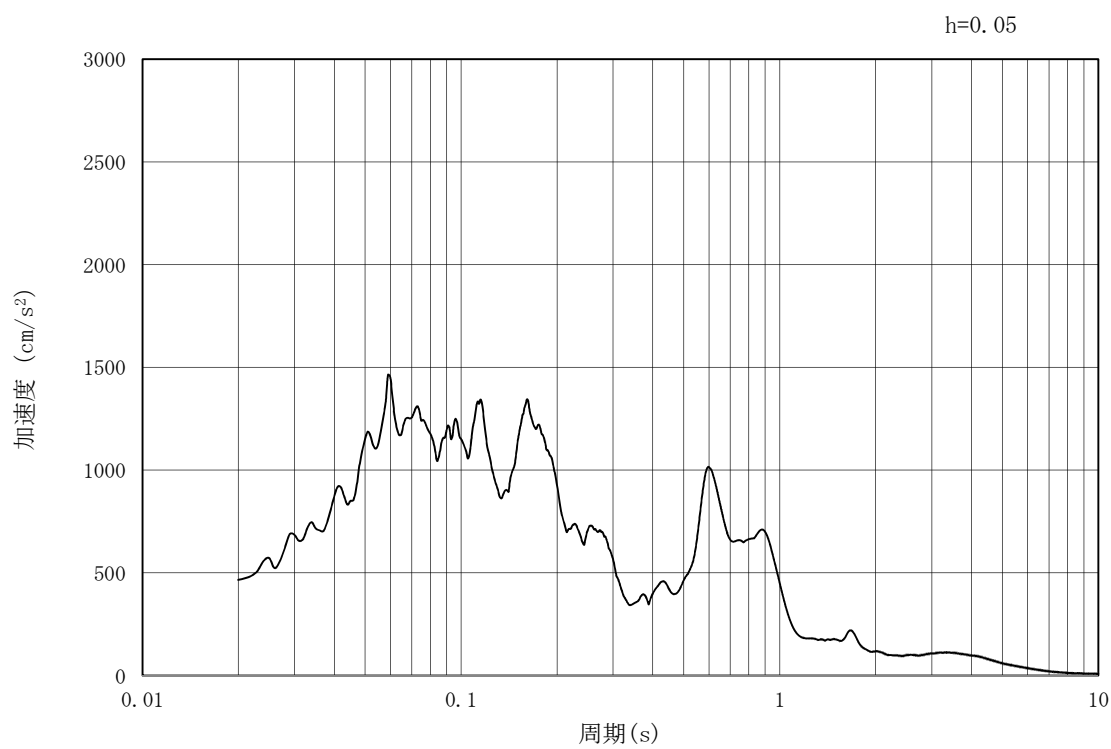


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (5) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 1.2$)

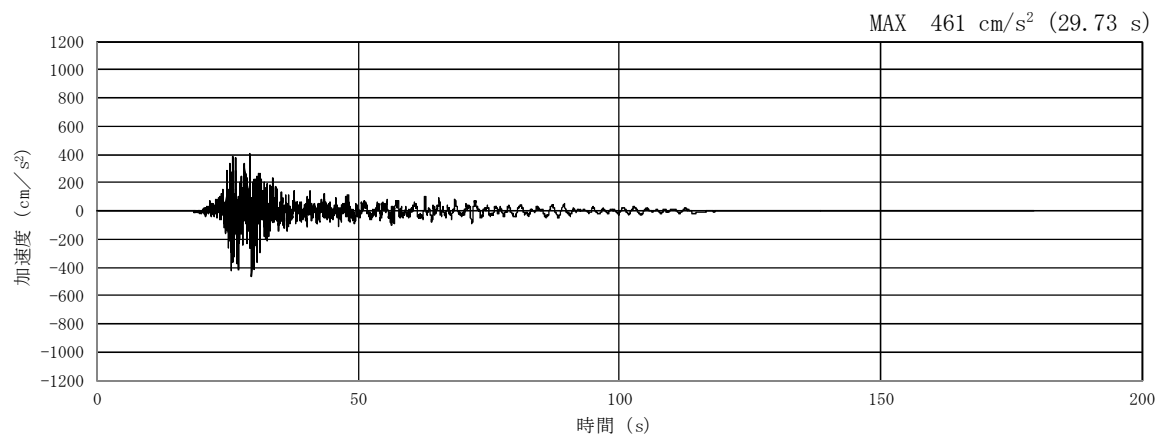


(a) 加速度時刻歴波形

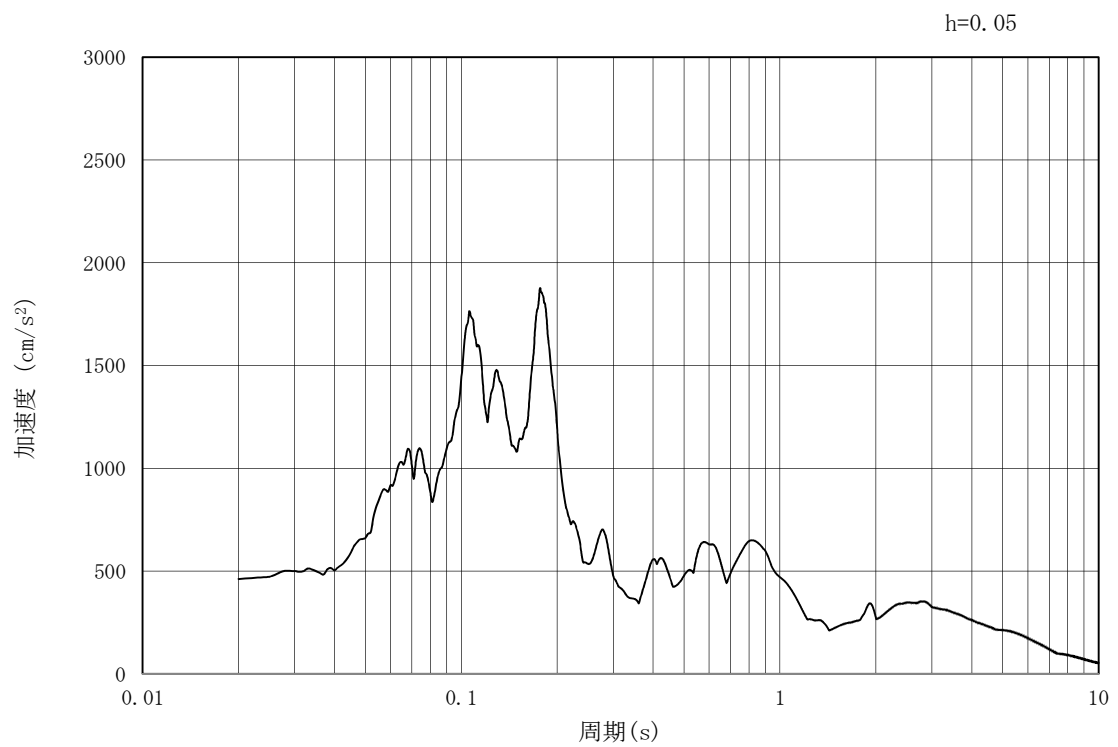


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (6) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 1.2$)

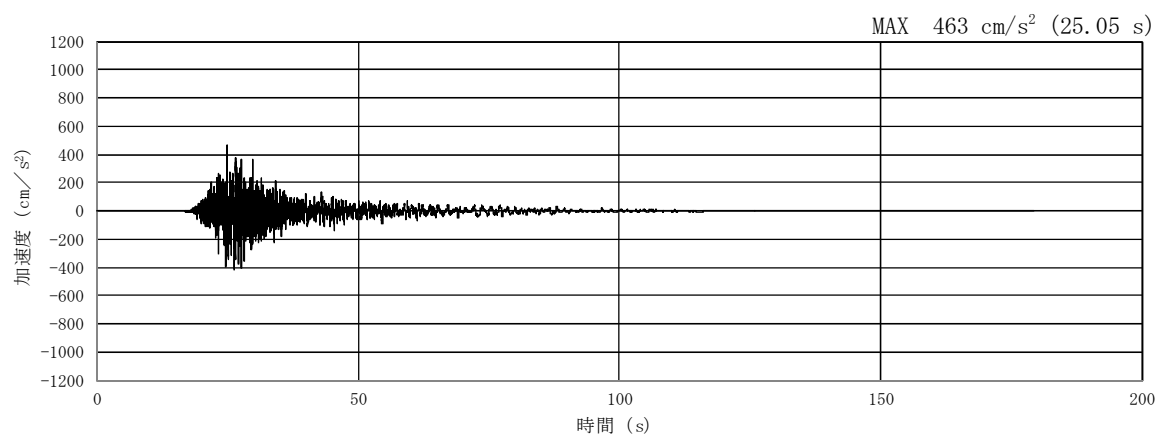


(a) 加速度時刻歴波形

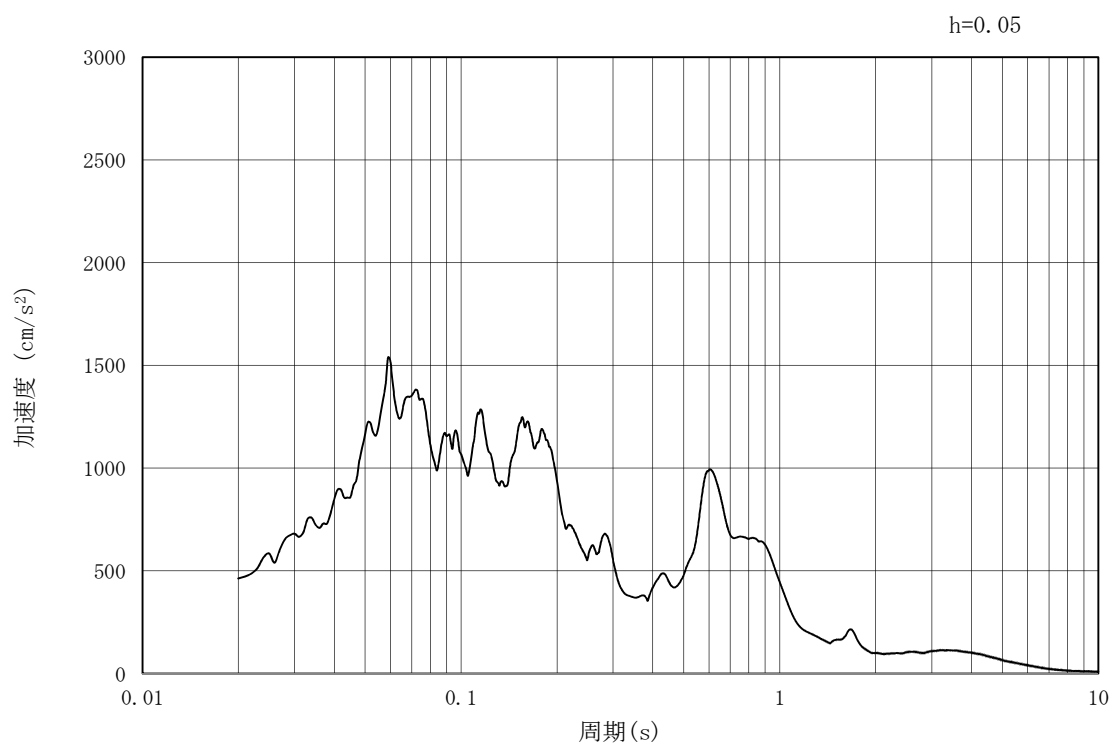


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (7) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 1.3$)

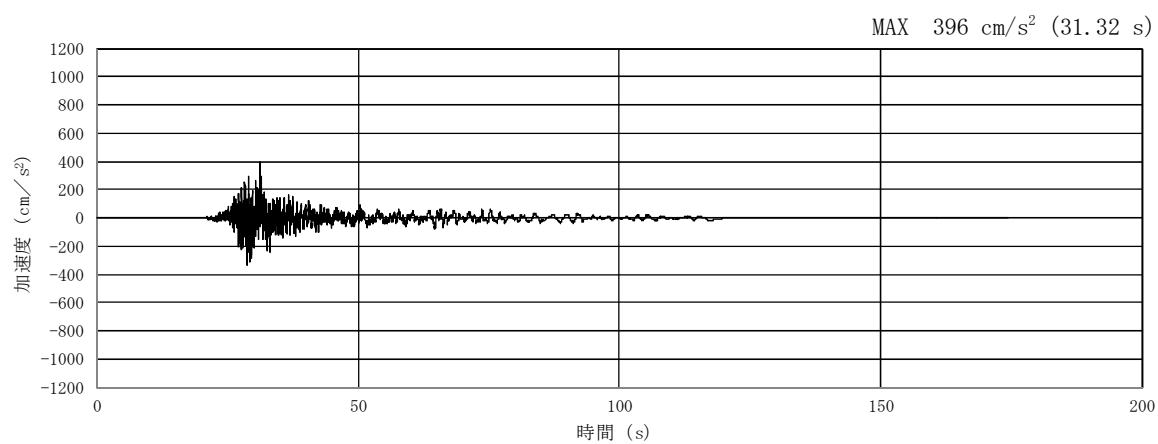


(a) 加速度時刻歴波形

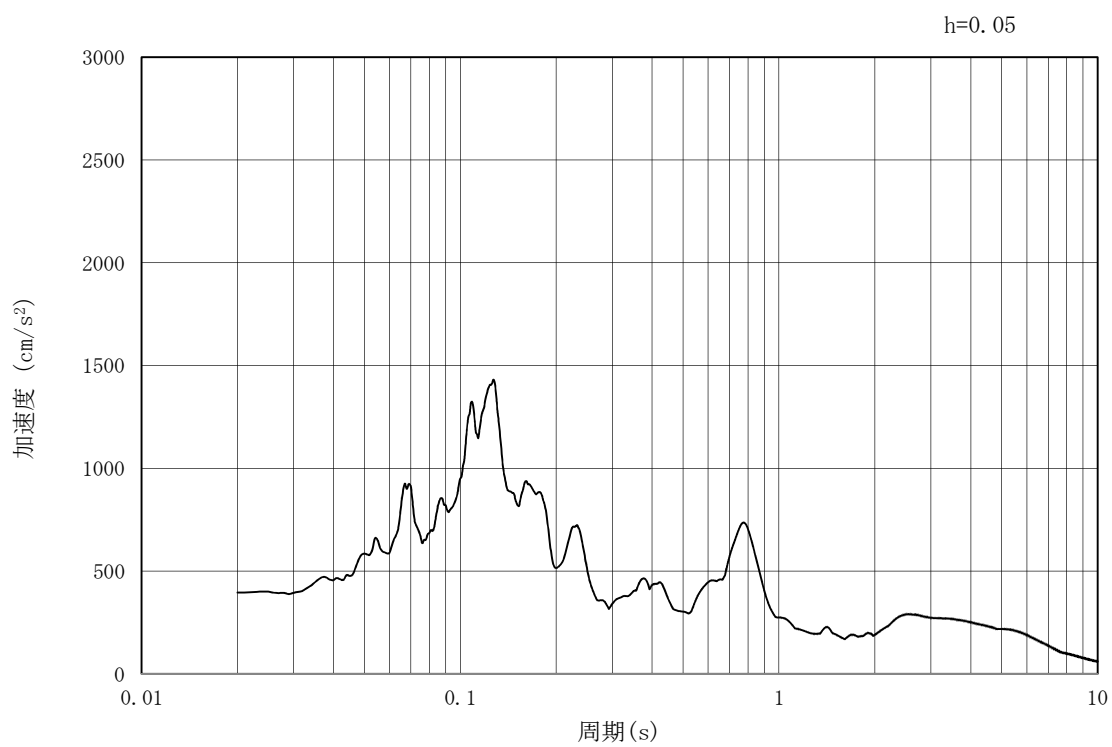


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (8) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 1.3$)

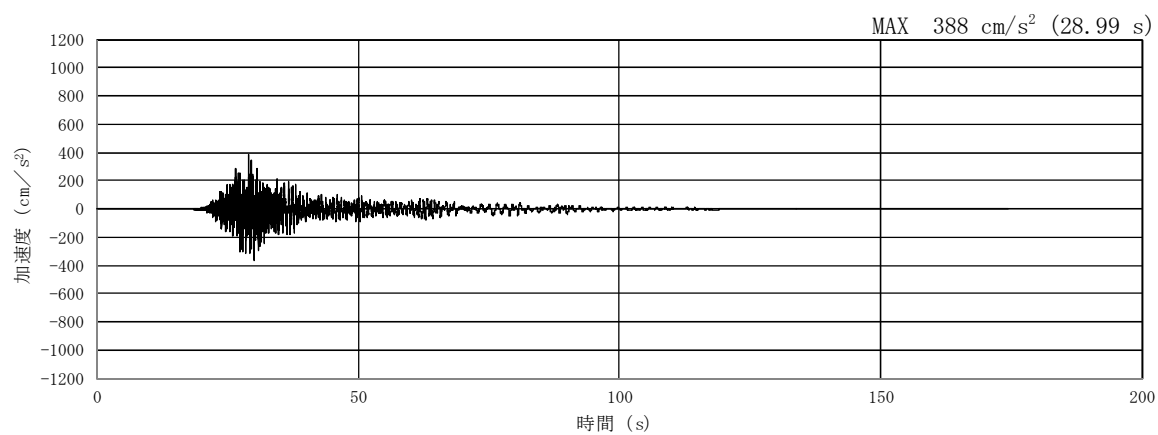


(a) 加速度時刻歴波形

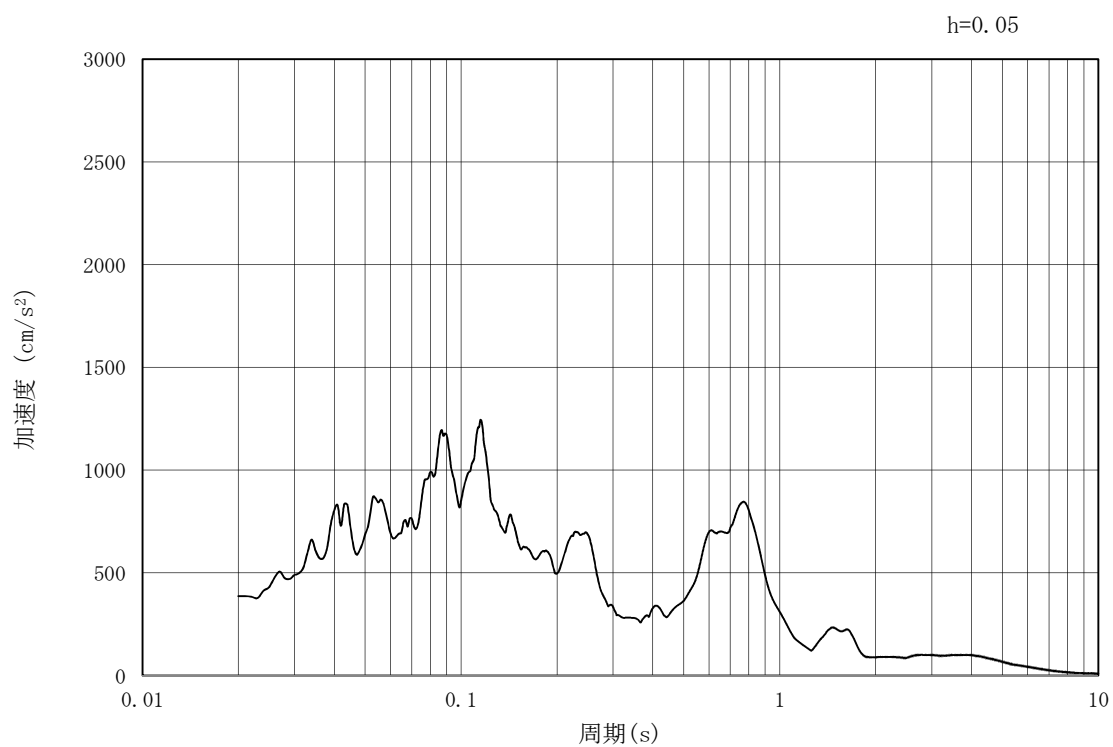


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (9) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向: $S_s - 1.4$)

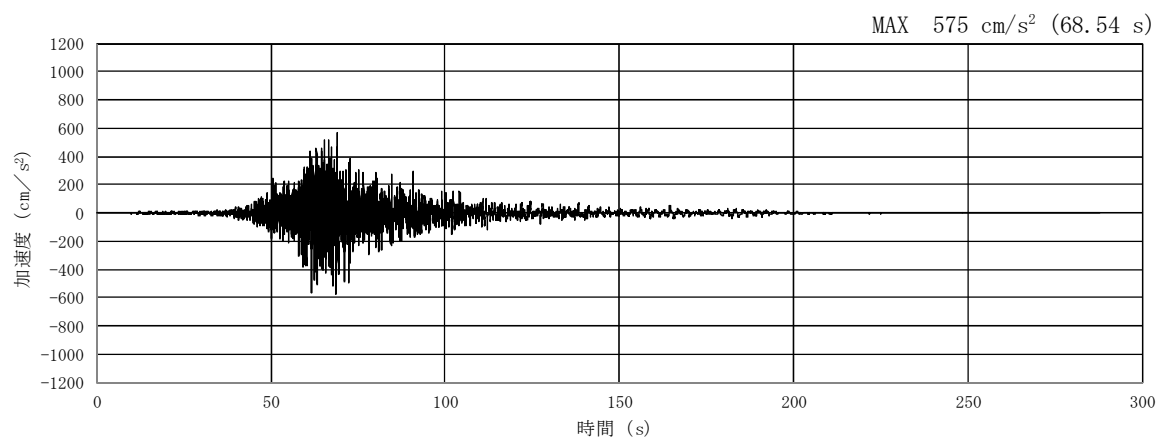


(a) 加速度時刻歴波形

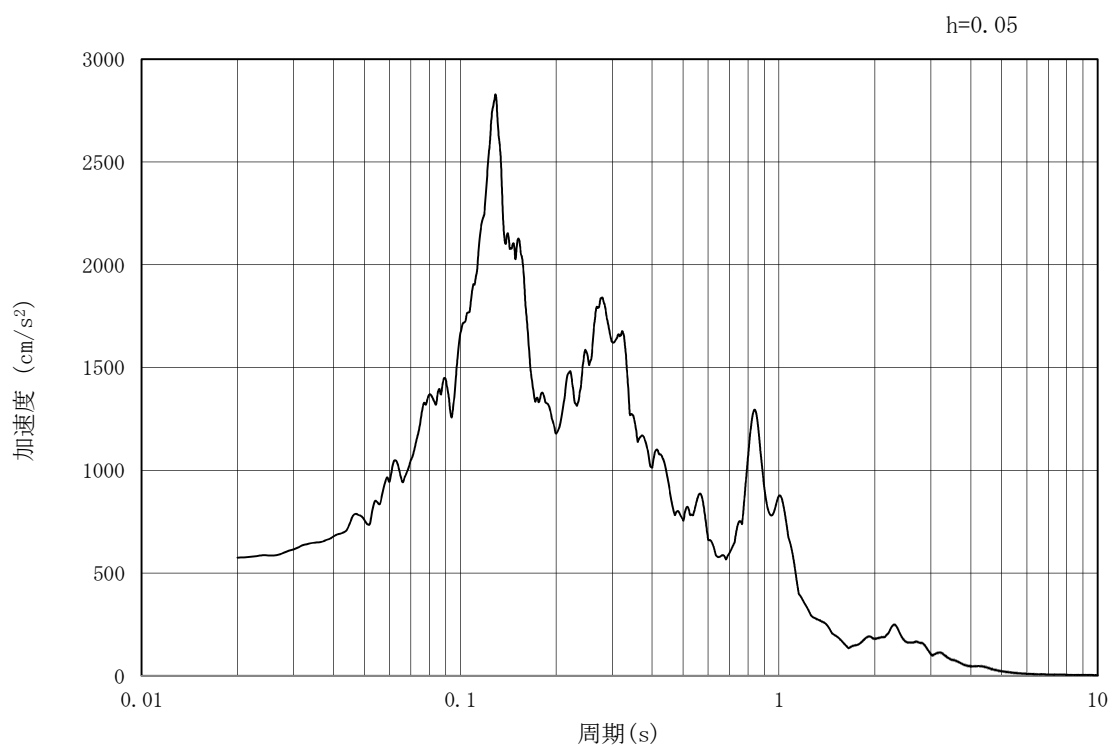


(b) 加速度応答スペクトル

第3-5図 (10) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 1.4$)

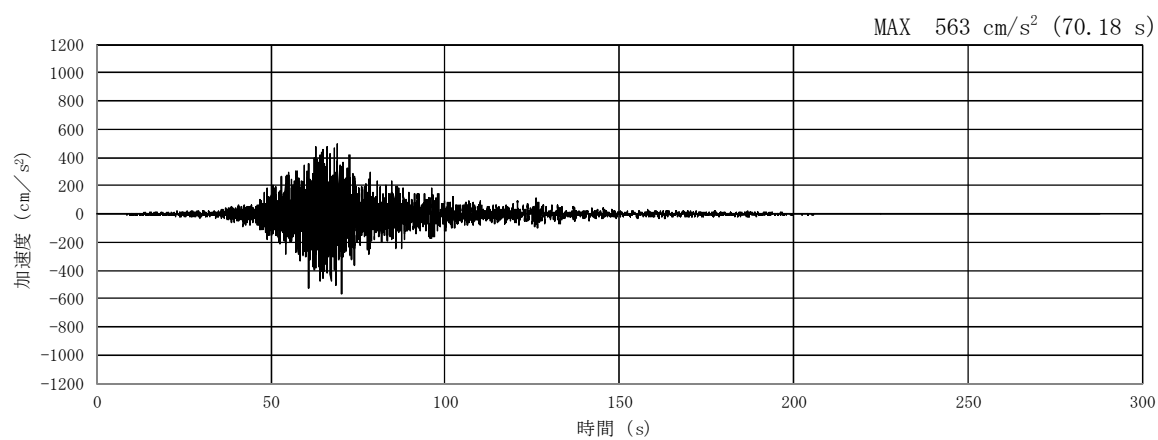


(a) 加速度時刻歴波形

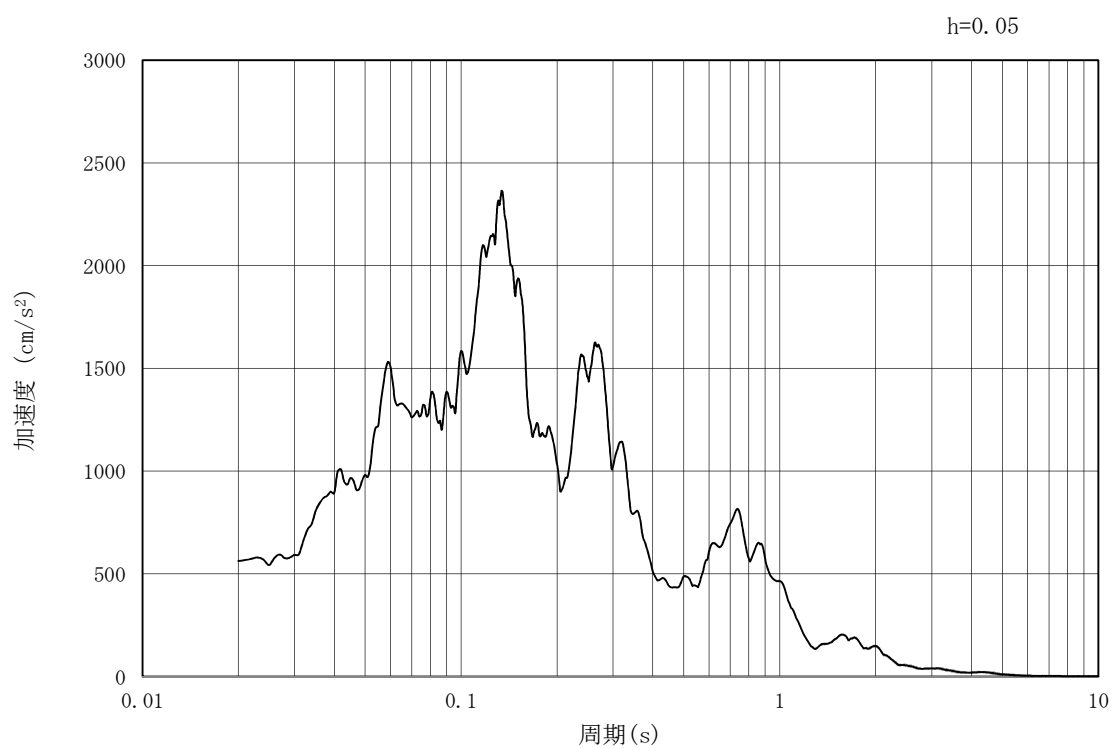


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (11) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : $S_s - 21$)

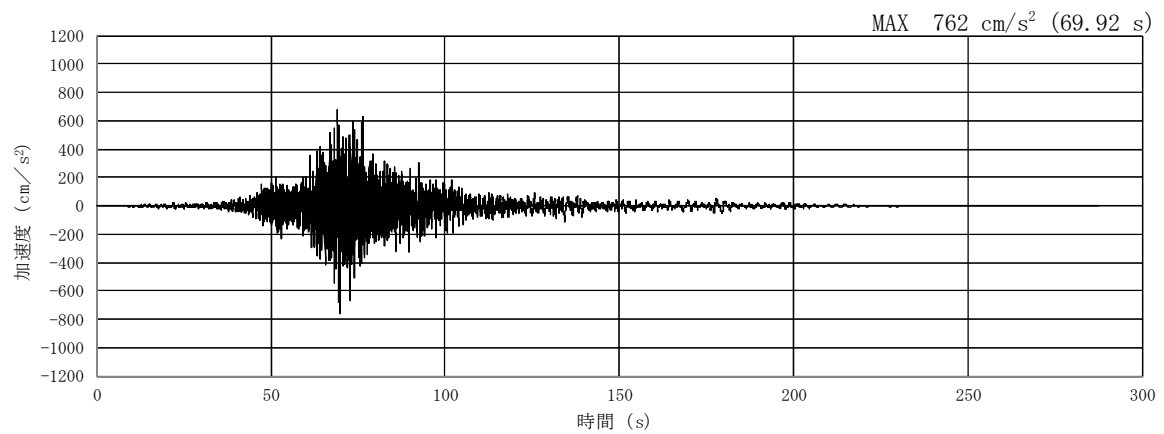


(a) 加速度時刻歴波形

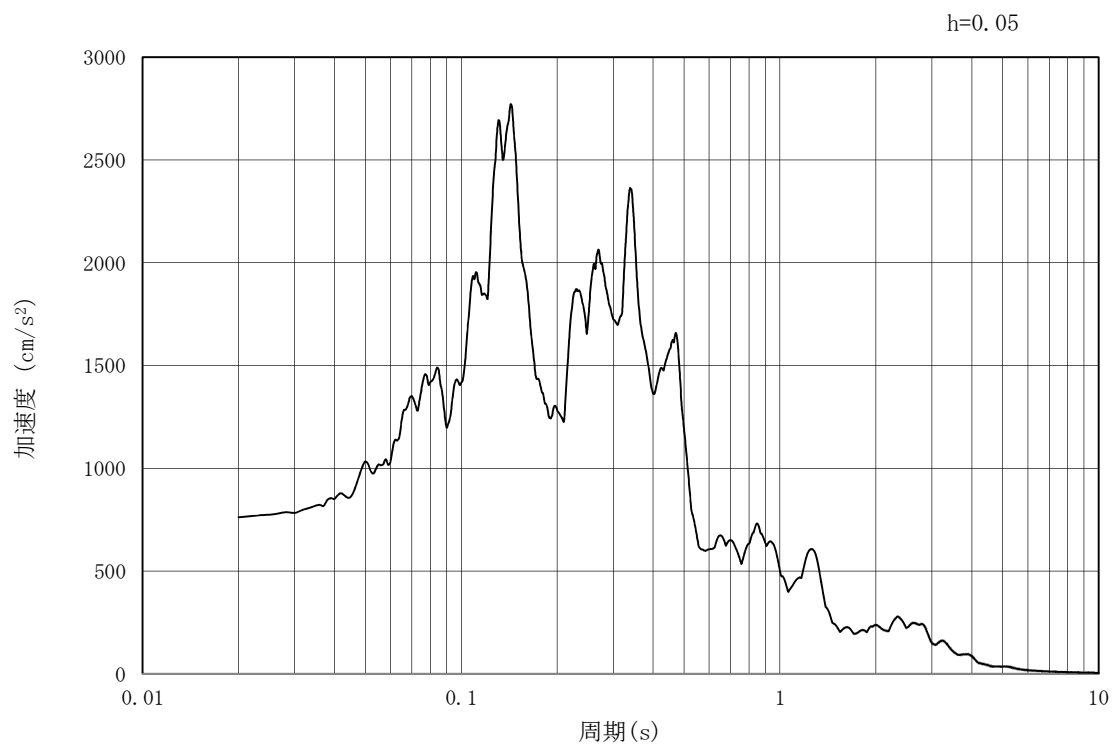


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (12) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向 : $S_s - 2.1$)

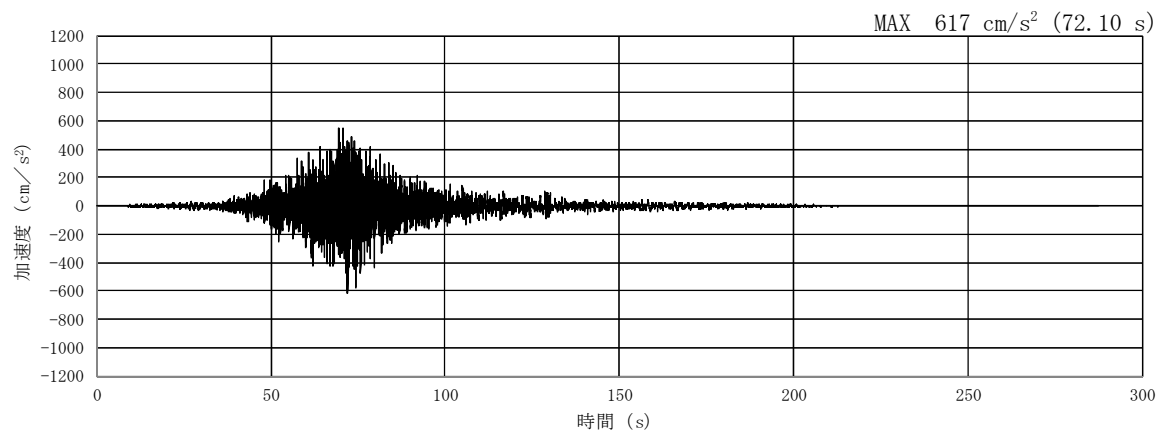


(a) 加速度時刻歴波形

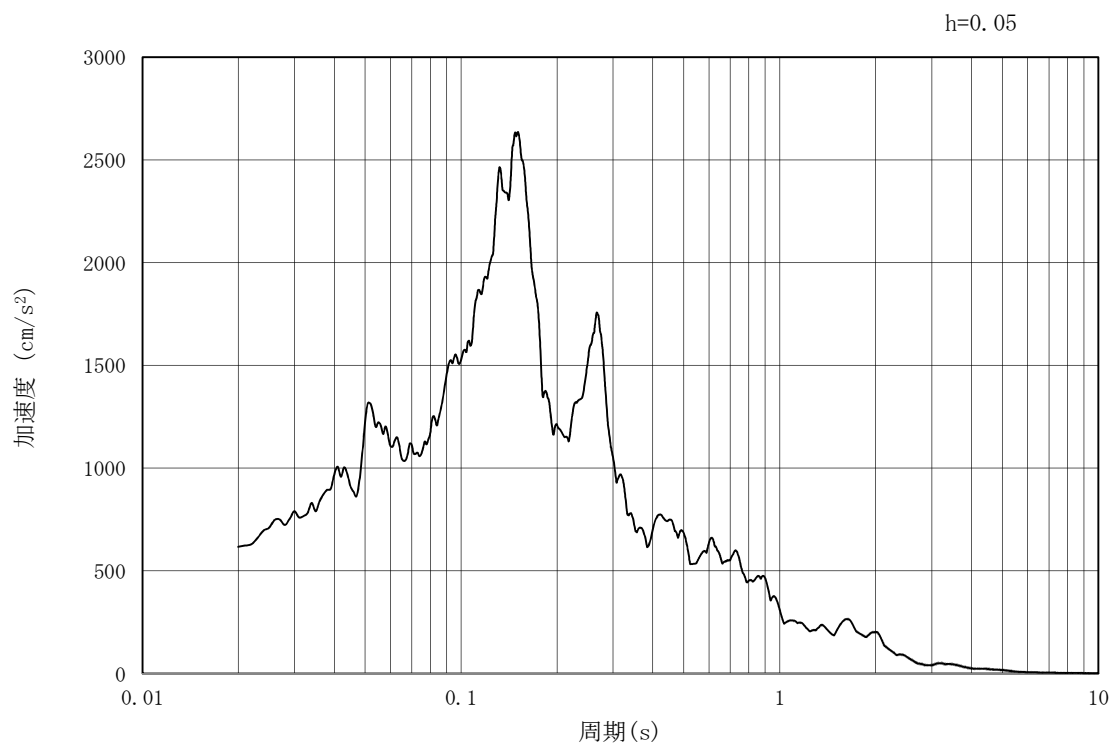


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (13) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : $S_s - 22$)

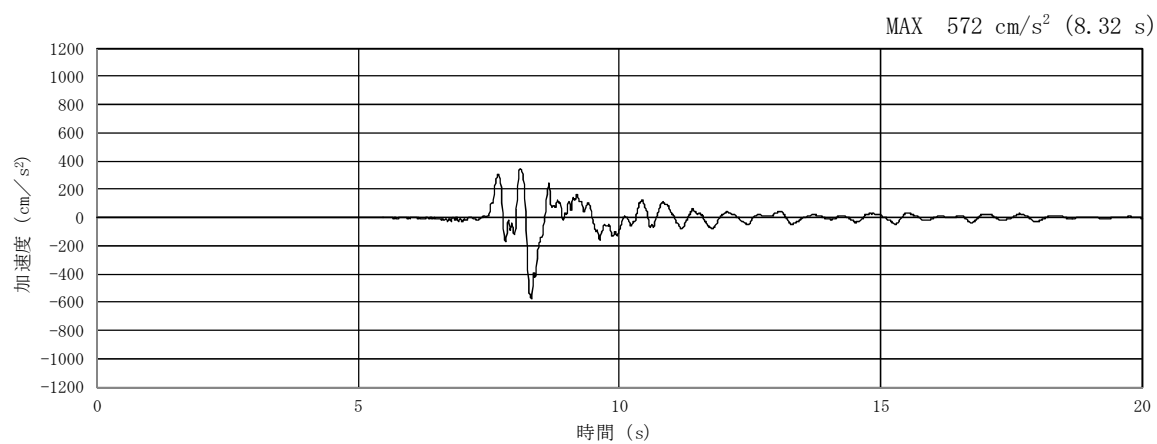


(a) 加速度時刻歴波形

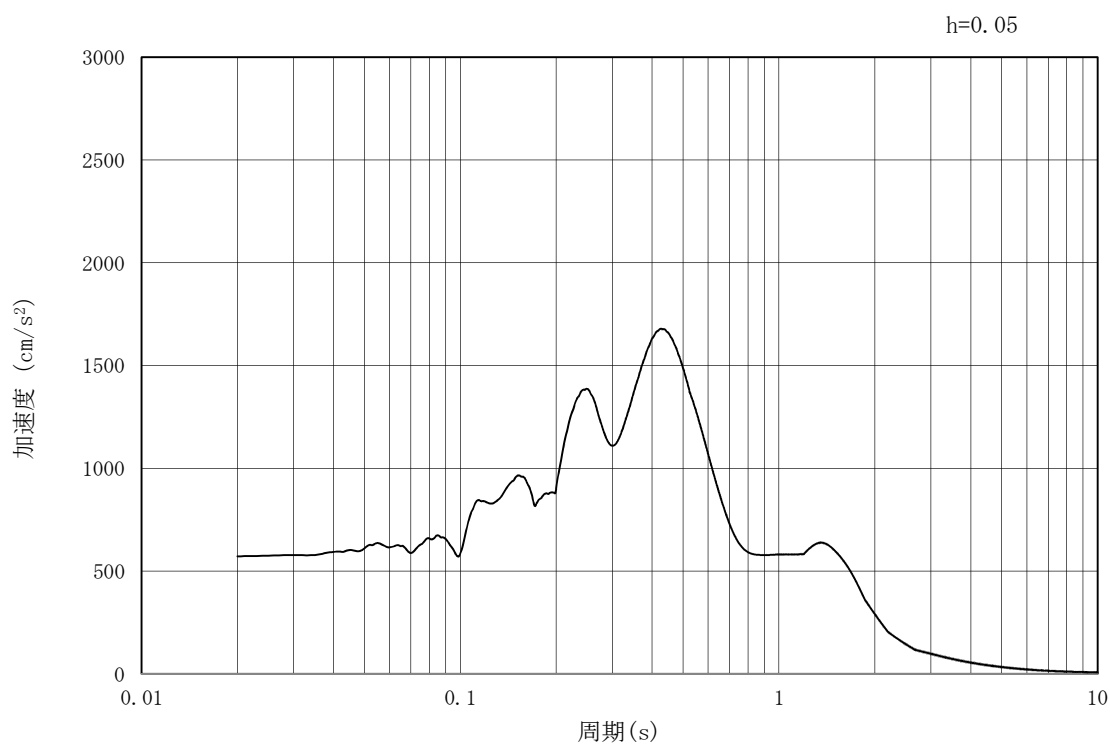


(b) 加速度応答スペクトル

第3-5図 (14) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 2.2$)

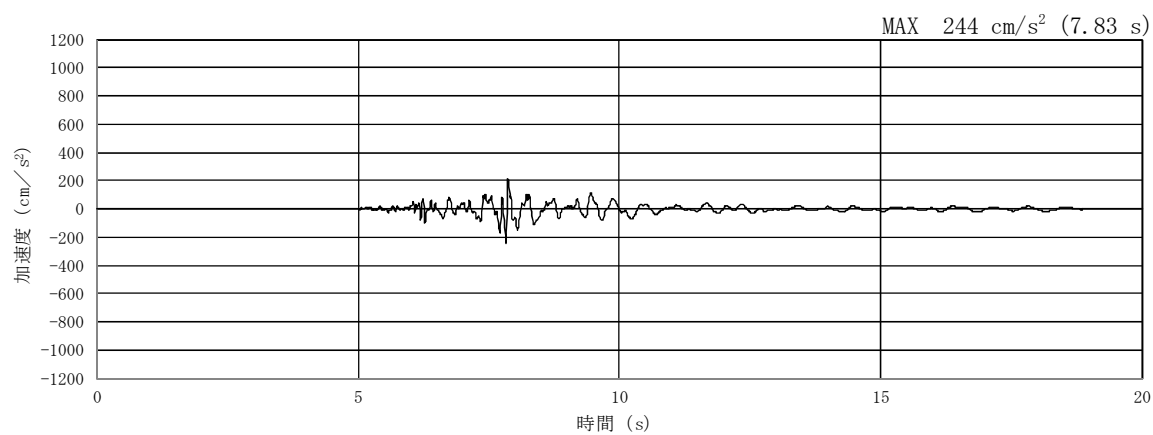


(a) 加速度時刻歴波形

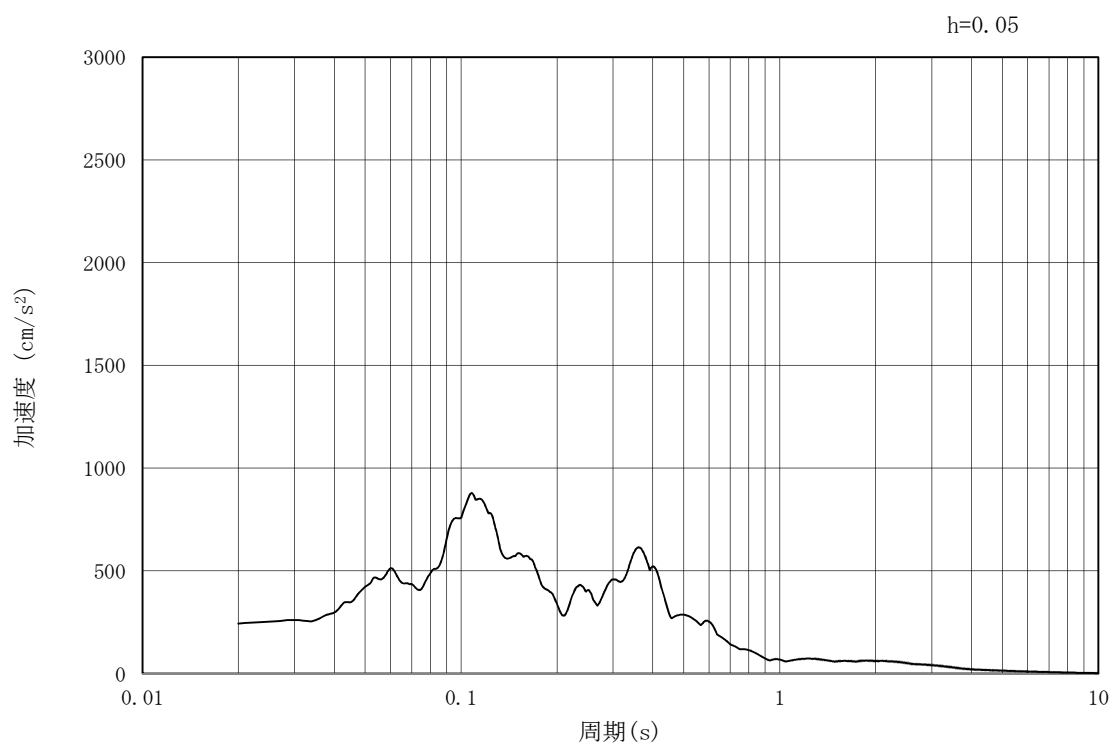


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (15) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(水平方向 : S_s - 3 1)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (16) 縦断方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(鉛直方向: $S_s - 31$)

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の地震応答解析モデルは、以下のように設定する。

(1) 解析領域

解析領域は、側方境界及び底面境界が構造物の応答に影響しないよう、構造物と側方境界及び底面境界との距離を十分に大きく設定する。

(2) 境界条件

解析領域の側方及び底面には、エネルギーの逸散効果を考慮するため、粘性境界を設ける。

(3) 構造物のモデル化

構造物は、はり要素及び平面要素を適用し、線形部材としてモデル化する。

(4) 地盤のモデル化

地盤は、地質断面図に基づき、マルチスプリング要素でモデル化する。

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

使用材料を第 3-3 表に，材料の物性値を第 3-4 表に示す。

第 3-3 表 使用材料

使用箇所	材料	諸元
防潮壁	鉄筋	SD345, SD490
	コンクリート	設計基準強度 40 N/mm ²
放水路	鉄筋	SD345
	コンクリート	設計基準強度 30 N/mm ²
地中連続壁基礎	鉄筋	SD390, SD490
	コンクリート	設計基準強度 40 N/mm ²

第 3-4 表 材料の物性値

使用箇所	材料	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比
防潮壁	鉄筋コンクリート	24.5	3.1×10^4	0.2
放水路	鉄筋コンクリート	24.5	2.8×10^4	0.2
地中連続壁基礎	鉄筋コンクリート	24.5	3.1×10^4	0.2

3.5.3 地盤及び地盤改良体の物性値

地盤及び地盤改良体の物性値は，V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

4. 耐震評価

4.1 評価対象部位

評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の構造上の特徴や周辺の状況も踏まえて設定する。

(1) 構造部材の健全性

構造部材の健全性に係る評価対象部位は、一体化された防潮壁、放水路及び地中連続壁基礎の各鉄筋コンクリート部材について設定する。

防潮壁は、地震時に弱軸断面方向となる津波襲来方向の部材とする。放水路は、地震時に弱軸断面方向となる津波襲来方向に直交する方向の部材とする。地中連続壁基礎は、強軸断面方向と弱軸断面方向が明確でなく、横断方向と縦断方向で地質断面に差異があることから、津波方向とこれに直交する方向の両方向の部材とする。

(2) 基礎地盤の支持性能

基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の下部工となる地中連続壁基礎を支持する基礎地盤とし、基礎地盤に発生する接地圧を検討する。

(3) 止水ジョイント部材の変形性

止水ジョイント部材は、余震時における変形量が許容限界以下であることを確認する。

4.2 許容限界

許容限界は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

(1) 構造部材に対する許容限界

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の構造部材の照査は、許容応力度による照査を行う。許容応力度については、「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）」，及び「道路橋示方書・同解説，Ⅳ下部構造編」（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）」に基づき，第 4-1 表のとおり設定する。なお，第 4-1 表に示す許容応力度は短期許容応力度とし，短期許容応力度は耐震設計上考慮する荷重が地震荷重であることを考慮し，コンクリート及び鉄筋の許容応力度に対して 1.5 倍の割増しを考慮する。

第 4-1 表 許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
コンクリート	$f'_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	16.5
		許容せん断応力度 τ_{al}	0.75*
	$f'_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	21
		許容せん断応力度 τ_{al}	0.825*
鉄筋	SD345	許容引張応力度 σ_{sa}	294
	SD390	許容引張応力度 σ_{sa}	309
	SD490	許容引張応力度 σ_{sa}	435

注記 *：斜め引張鉄筋を考慮する場合は，「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）」に準拠し，次式により求められる許容せん断力（ V_a ）を許容限界とする。

$$V_a = V_{ca} + V_{sa}$$

ここで、

V_{ca} : コンクリートの許容せん断力

$$V_{ca} = 1/2 \cdot \tau_{al} \cdot b_w \cdot j \cdot d$$

V_{sa} : 斜め引張鉄筋の許容せん断力

$$V_{sa} = A_w \cdot \sigma_{sa} \cdot j \cdot d / s$$

τ_{al} : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度

b_w : 有効幅

j : $1/1.15$

d : 有効高さ

A_w : 斜め引張鉄筋断面積

σ_{sa} : 鉄筋の許容引張応力度

s : 斜め引張鉄筋間隔

(2) 基礎地盤の支持力に対する許容限界

基礎地盤に作用する接地圧に対する許容限界は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」を考慮し、極限支持力に基づき設定する。

(3) 止水ジョイント部材の変形量

止水ジョイント部材の変形量の許容限界は、メーカー規格、漏水試験及び変形試験により、有意な漏えいが生じないことを確認した変形量とする。第4-2表に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

第4-2表 止水ジョイント部材の変形量の許容限界

評価項目		許容限界
止水ジョイント部材	ゴムジョイント	水平：200 mm，鉛直：200 mm，軸直角 200 mm
	シートジョイント	防潮壁天端相対変位：2 m

4.3 評価方法

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の耐震評価は，地震応答解析結果より得られる照査用応答値が，「4.2 許容限界」で設定した許容限界以下であることを確認する。

(1) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートは，耐震評価により算定したコンクリートの曲げ圧縮方向及び鉄筋の引張方向，並びにせん断方向に発生する応力が許容限界以下であることを確認する。

(2) 基礎地盤の支持力

基礎地盤の支持性能に係る評価においては，基礎地盤に作用する接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

(3) 止水ジョイント部材の変形量

止水ジョイント部材の変形量の評価は，地震応答解析で算定した各構造物間に生じる相対変位量が止水ジョイント部材の許容限界以下であることを確認する。

V-2-10-2-2-3 防潮扉の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	9
2.4 適用規格	13
3. 地震応答解析	14
3.1 評価対象断面	14
3.2 解析方法	16
3.3 荷重及び荷重の組合せ	17
3.4 入力地震動	19
3.5 解析モデル及び諸元	20
4. 扉体及び戸当りの耐震評価	21
4.1 評価対象部位	21
4.2 許容限界	24
4.3 評価方法	25
5. 防潮壁の耐震評価	31
5.1 評価対象部位	31
5.2 解析方法	33
5.3 許容限界	34
5.4 評価方法	37

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及び機能維持の設計方針に基づき、防潮扉が設計用地震力にして十分な構造健全性及び止水性を有していることを確認するものである。

防潮扉に要求される機能の維持を確認するに当たっては、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価、構造部材全体の安定性評価、構造物の支持性能評価及び構造物の変形性評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

防潮扉は、海水ポンプエリアと敷地南側境界部に設置する。

防潮扉の設置位置図を図 2-1 に示す。



図 2-1 防潮扉の設置位置図

2.2 構造概要

(1) 防潮扉 1

防潮扉は、スライド式のゲートで扉体、戸当り、駆動装置、間接支持構造物から構成されている。扉体は鋼製の構造であり、荷重を受ける受圧部にスキンプレートがあり、主桁、縦補助桁、端桁により架構が構成され、スキンプレートに掛る荷重を架構が受ける構造である。扉体で受けた荷重については、扉体の支圧板から支承部の戸当りを介して間接支持構造物が受ける構造である。

扉体の構造は、鋼製の桁及びスキンプレートを組合せた構造であり、鉄筋コンクリート防潮壁の躯体で保持している。戸当りは、H形鋼を組合せた構造である。

躯体は、鉄筋コンクリート防潮壁から構成され、鉄筋コンクリート造の構造物であり、ブロック間に止水ジョイントを設置する。鉄筋コンクリート防潮壁は、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。鉄筋コンクリート防潮壁と地中連続壁基礎は、鉄筋コンクリート製のフーチングを介した剛結合で一体構造とする。

防潮扉 1 の正面図及び平面図を図 2-2、側面図を図 2-3 に示す。

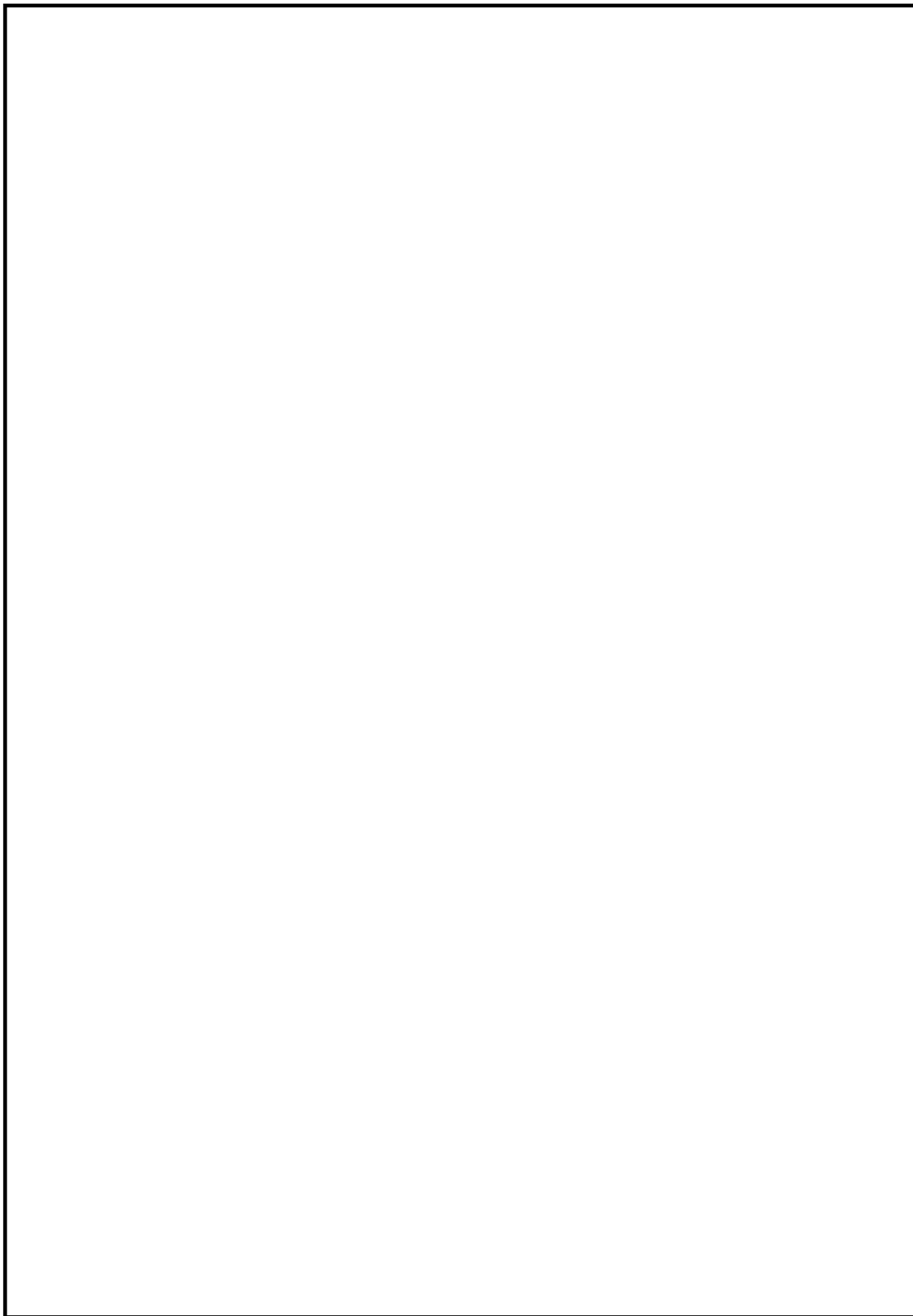


図 2-2 防潮扉 1 正面図及び平面図



図 2-3 防潮扉 1 側面図

(2) 防潮扉 2

防潮扉は、スライド式のゲートで扉体、戸当り、駆動装置、間接支持構造物から構成されている。扉体は鋼製の構造であり、荷重を受ける受圧部にスキンプレートがあり、主桁、縦補助桁、端桁により架構が構成され、スキンプレートに掛る荷重を架構が受ける構造である。扉体で受けた荷重については、扉体の支圧板から支承部の戸当りを介して間接支持構造物が受ける構造である。

扉体の構造は、鋼製の桁及びスキンプレートを組合せた構造であり、鉄筋コンクリート防潮壁の躯体で保持している。戸当りは、H形鋼を組合せた構造である。

躯体は、鉄筋コンクリート防潮壁から構成され、鉄筋コンクリート造の構造物であり、ブロック間に止水ジョイントを設置する。鉄筋コンクリート防潮壁は、鋼管杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。鉄筋コンクリート防潮壁と鋼管杭基礎は、鉄筋コンクリート製のフーチングを介した剛結合で一体構造とする。

防潮扉 2 の正面図及び平面図を図 2-4、側面図を図 2-5 に示す。

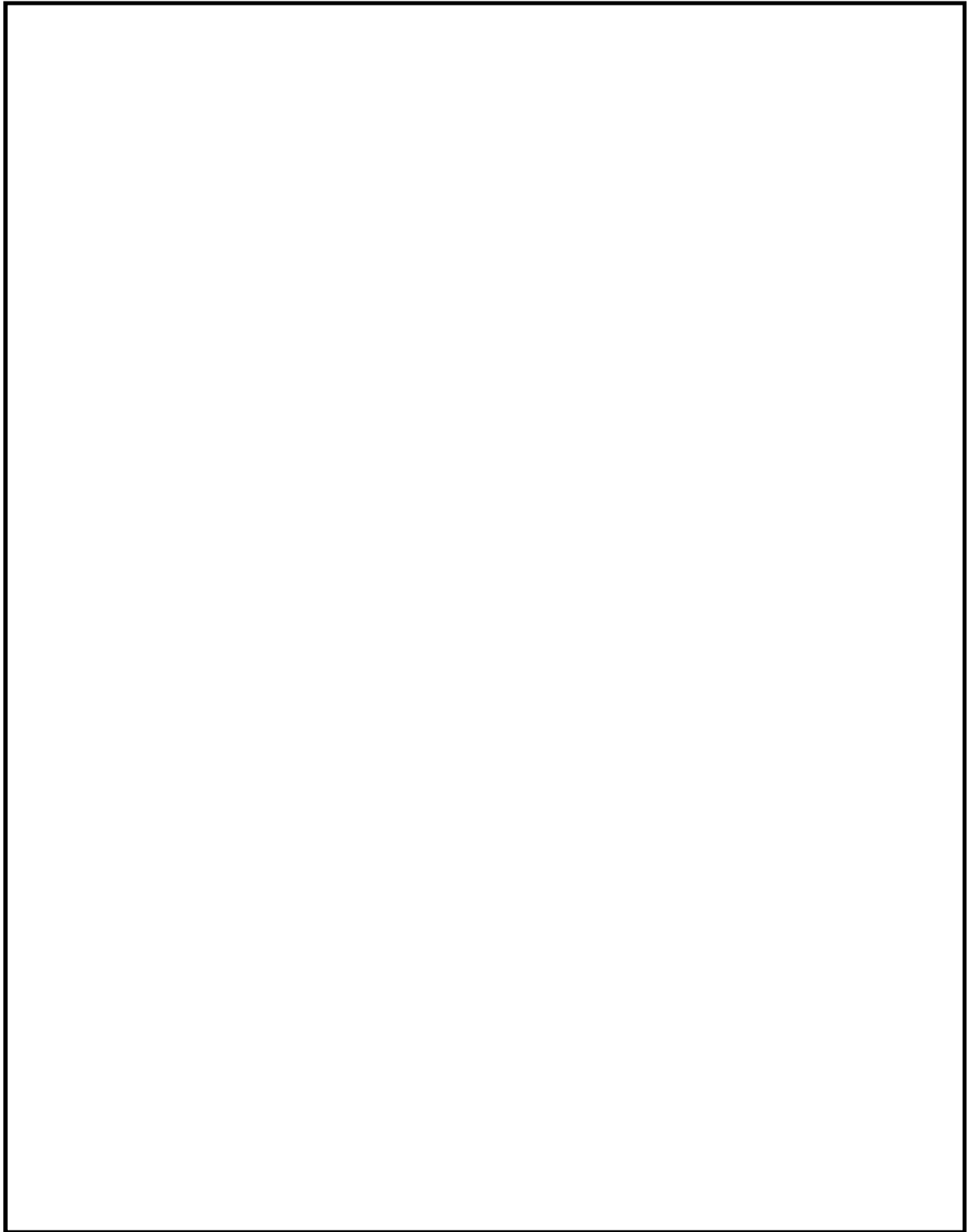


図 2-4 防潮扉 2 正面図及び平面図

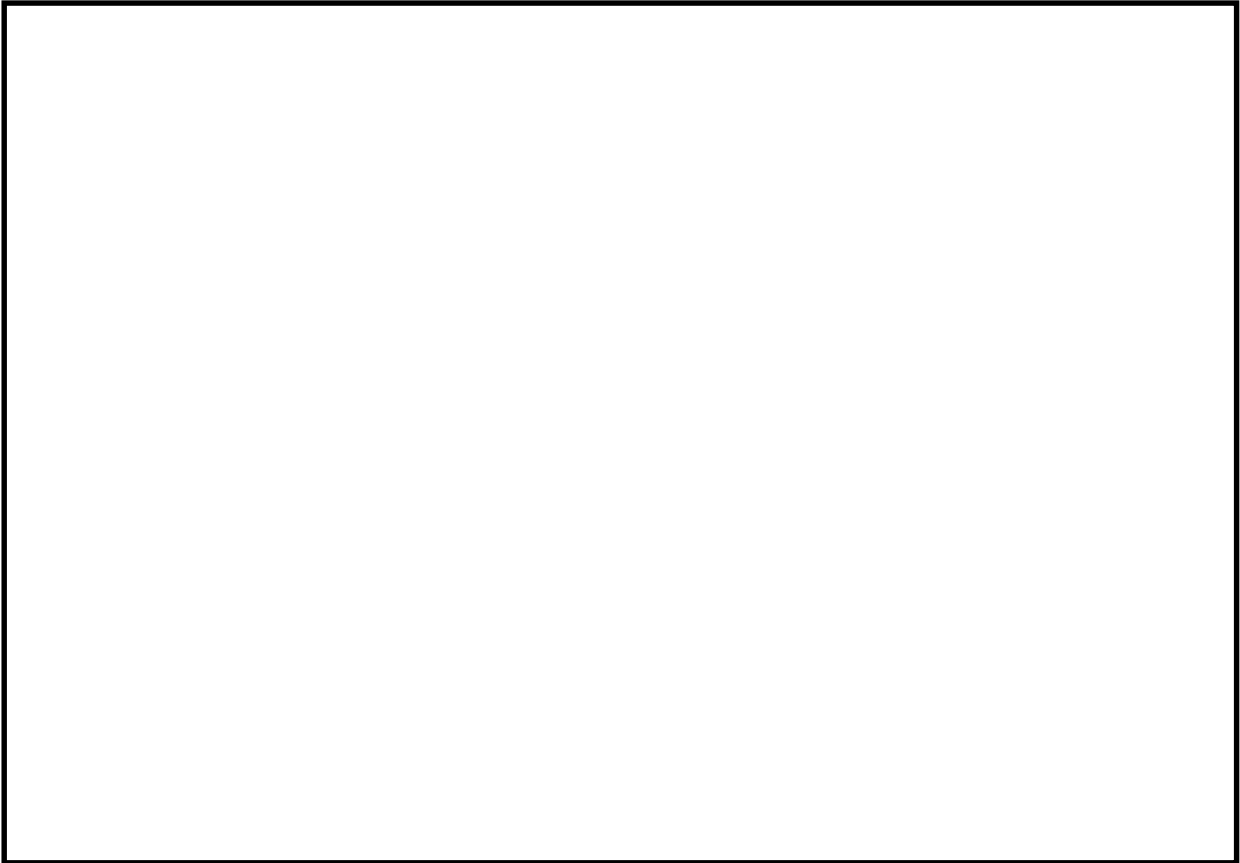


図 2-5 図 防潮扉 2 側面図

2.3 評価方針

防潮扉は、Sクラス施設である浸水防護施設に分類される。

評価において、防潮扉1は扉体及び戸当りの評価を行う。

防潮扉2は、構造上の特徴の違いから扉体及び戸当り、鉄筋コンクリート防潮壁に分けて評価を行う。また、扉体及び戸当り、並びに鉄筋コンクリート防潮壁の評価においては、地震応答解析により得られる応答値を用いて、各々の耐震評価を行う。

(1) 扉体及び戸当り

評価対象部位における発生応力が許容限界以下であることを確認する。

戸当りの耐震評価は、H鋼及び後打ちコンクリートに発生する応力を算定し、許容限界との比較を行う。耐震評価のフローを図2-6に示す。

(2) 防潮壁

a. 防潮扉1

防潮扉1における鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価は、V-2-10-2-2-2-1「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の耐震性についての計算書」に示す。

b. 防潮扉2

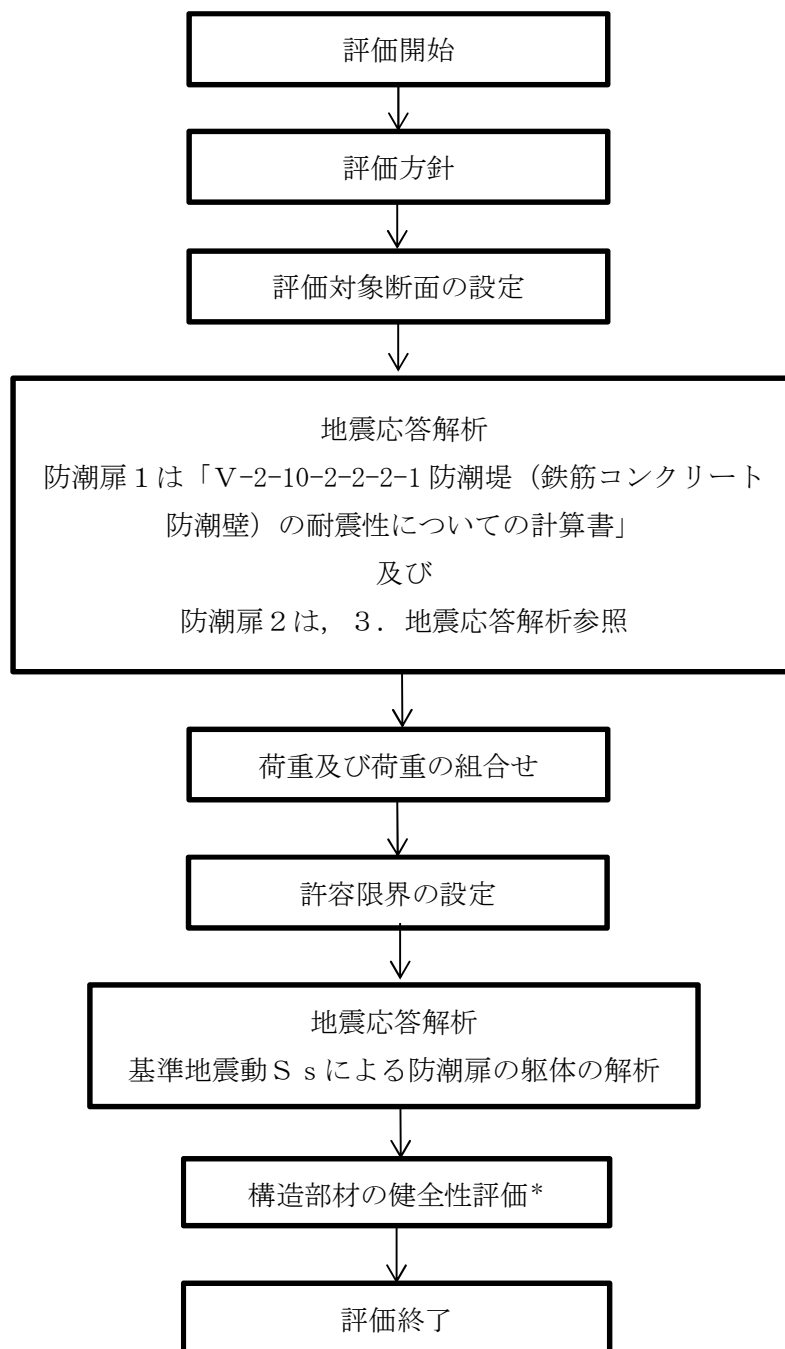
防潮扉2における鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価は、設計基準対象施設として表2-1の防潮扉（防潮壁）の評価項目に示すとおり、構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価を行う。

構造部材の健全性評価については、部材に発生する応力が許容限界以下であることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については、基礎地盤に作用する発生応力が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

構造物の変形性評価については、止水ジョイント部材の変形量を算定し、試験により確認した許容限界以下であることを確認する。

防潮壁の耐震評価フローを図2-7に示す。



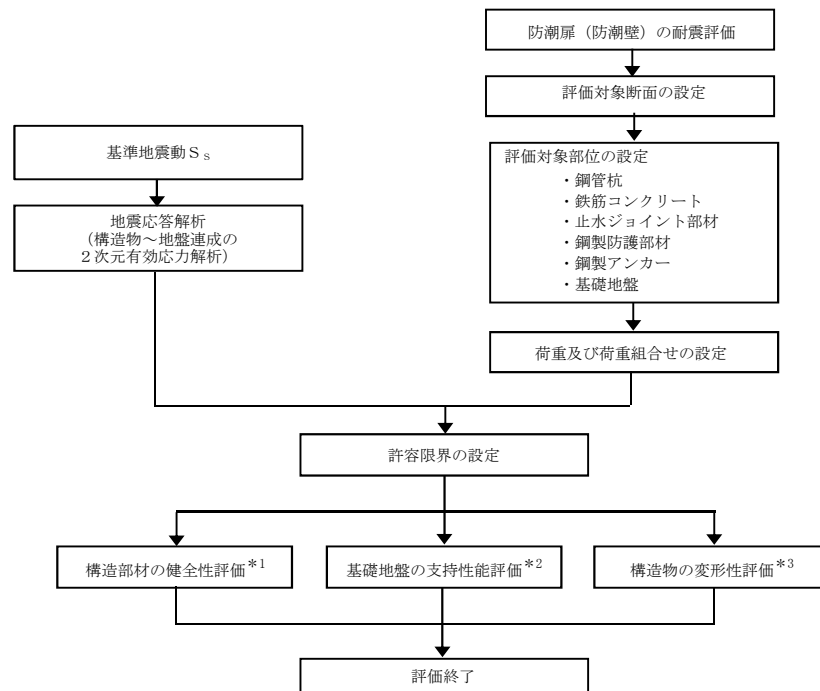
注記 * : 構造部材の健全性評価を実施することで、「構造強度を有すること」
及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

図 2-6 防潮扉（扉体及び戸当り）の耐震評価フロー

表 2-2 防潮扉 2 の評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鋼管杭	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鉄筋コンクリート	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製アンカー	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護部材	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	発生応力が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
止水性を損なわないこと	構造部材の健全性	鋼管杭	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鉄筋コンクリート	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製アンカー	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護部材	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	構造物の変形性	止水ジョイント部材	発生変形量が許容限界以下であることを確認	有意な漏えいが生じないことを確認した変形量

注記 * : 妥当な安全余裕を考慮する。



- 注記 *1：構造部材の健全性評価を実施することで、表 2-2 に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。
- *2：基礎地盤の支持性能評価を実施することで、表 2-2 に示す「構造強度を有すること」を満足することを確認する。
- *3：構造物の変形性評価を実施することで、表 2-2 に示す「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

図 2-7 防潮扉 2 の耐震評価フロー

2.4 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）
- ・ 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）
- ・ 道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会 平成 24 年 3 月）
- ・ 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（（社）土木学会 2005 年）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）
- ・ 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程 J E A C 4 6 1 6 -2009（（社）日本電気協会）
- ・ 建築基礎構造設計指針（（社）日本建築学会 2001 年）
- ・ 各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010 年 11 月）
- ・ 鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会 2005 年 9 月）
- ・ 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・ 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- ・ 津波漂流物対策施設設計ガイドライン（（財）沿岸技術研究センター （社）寒地港湾技術研究センター 2014 年 3 月）

3. 地震応答解析

防潮壁 1 の地震応答解析については、V-2-10-2-2-2-1「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の耐震性についての計算書」に示す。

防潮扉 2 の地震応答解析について説明する。

3.1 評価対象断面

評価対象断面は、鉄筋コンクリート防潮壁の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて設定する。評価断面位置を図 3-1 に評価対象断面を図 3-2 に示す。



図 3-1 評価対象断面位置図

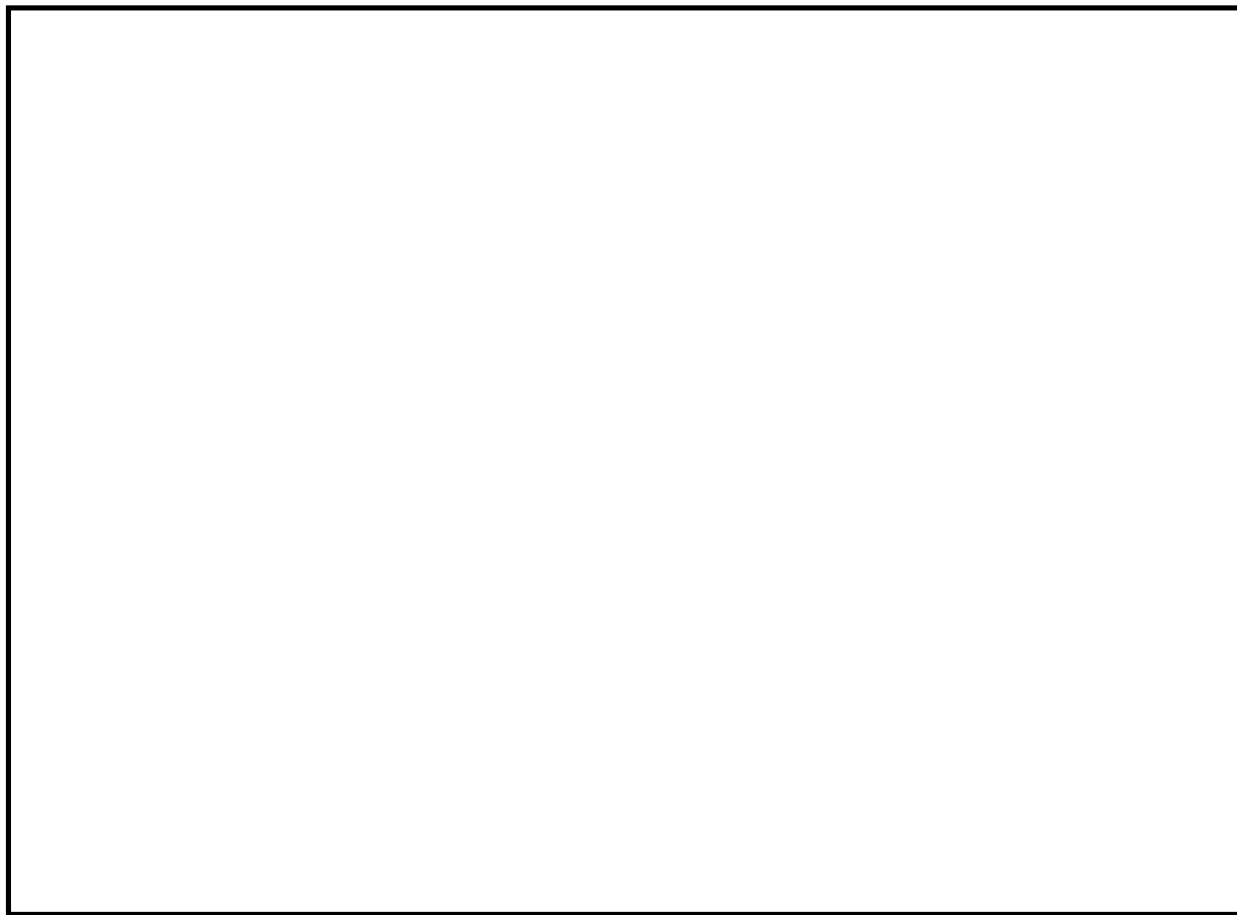


図 3-2 評価対象断面図

3.2 解析方法

地震応答解析は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答計算では、地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮できる有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定することを基本とする。

地中土木構造物への地盤変位に対する保守的な配慮として、地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する場合は、原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）を設定する。

上部土木構造物及び機器・配管系への加速度応答に対する保守的な配慮として、地盤の非液状化の影響を考慮する場合は、原地盤において非液状化の条件を仮定した解析を実施する。

地震応答解析には、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.1 構造部材

構造部材は、線形はり要素でモデル化する。

3.2.2 地盤

V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示す有効応力解析用地盤物性値に基づき、地盤の有効応力の変化に応じた地震時挙動を考慮できるモデルとする。

3.2.3 減衰特性

時刻歴非線形解析における減衰特性については、固有値解析にて求められる固有振動数に基づく Rayleigh 減衰を考慮する。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震安全性評価上考慮する状態

防潮扉の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪及び風荷重を考慮する。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

防潮扉の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重 (G)

固定荷重として、扉体自重を考慮する。

(2) 積載荷重 (P)

積載荷重として、機器荷重を考慮する。

(3) 地震荷重 (K_s)

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

(4) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として、30 cm の積雪を考慮する。

(5) 風荷重 (P_k)

風荷重として、風速 30 m/s の風圧力を考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-1 に示す。

表 3-1 荷重の組合せ

区分	荷重の組合せ
地震時	$G + P + K_s + P_s + P_k$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

K_s : 地震荷重

P_s : 積雪荷重

P_k : 風荷重

3.4 入力地震動

入力地震動は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を 1 次元波動論により地震応答解析モデルの底面位置で評価したものをを用いる。入力地震動算定の概念図を図 3-3 に示す。

入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

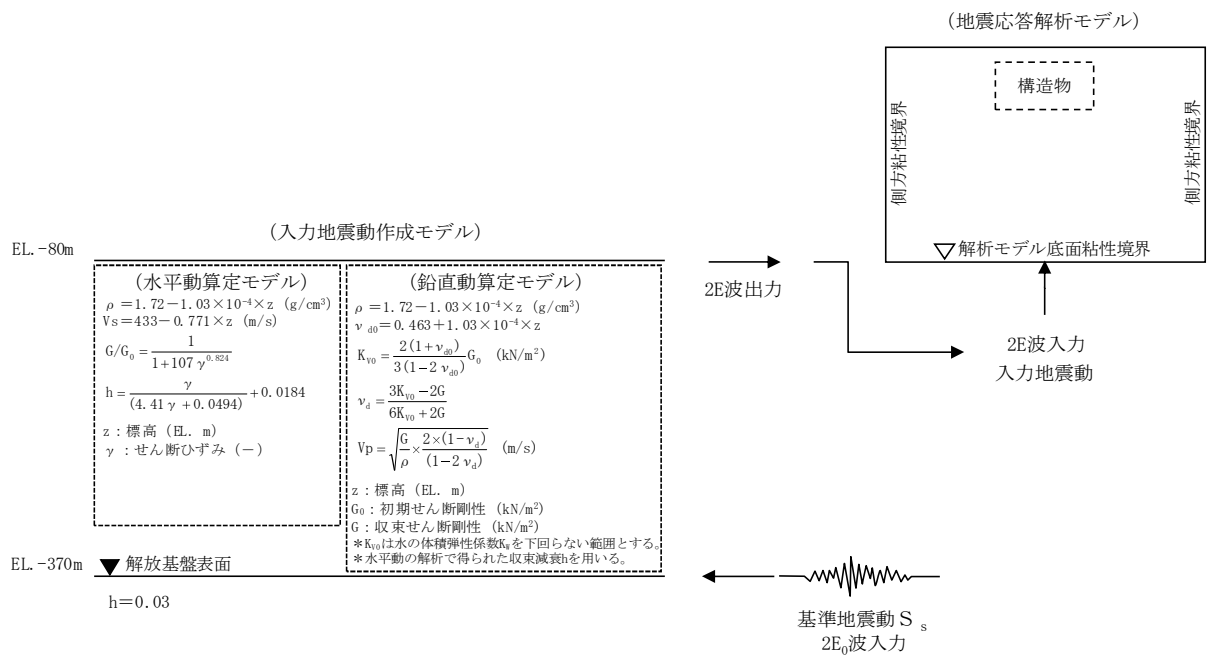


図 3-3 入力地震動算定の概念図

3.5 解析モデル及び諸元

(1) 解析モデル

a. 解析領域

解析領域は，側方境界及び底面境界が，構造物の応答に影響しないよう，構造物と側方境界及び底面境界との距離を十分に大きく設定する。

b. 境界条件

解析領域の側方及び底面には，エネルギーの逸散効果を考慮するため，粘性境界を設ける。

c. 構造物のモデル化

構造物は，線形はり要素でモデル化する。

d. 地盤のモデル化

地盤は，地質断面図に基づき，マルチスプリング要素でモデル化する。

(2) 使用材料及び材料の物性値

使用材料を表 3-2 に，材料の物性値を表 3-3 に示す。

表 3-2 使用材料

諸元	
鉄筋	SD490
コンクリート	設計基準強度 : 40 N/mm ²
鋼管杭	SM570

表 3-3 材料の物性値

材料	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比
鉄筋コンクリート	24.5	3.10×10^4	0.2
鋼管杭	77.0	2.00×10^5	0.3

(3) 地盤の物性値

地盤の物性値は，V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

4. 扉体及び戸当りの耐震評価

4.1 評価対象部位

評価対象部位は、水圧等の荷重を受ける受圧部にスキンプレートがあり、主桁、縦補助桁、端桁により構成される架構の構造部材を評価対象部材とする。また、扉体の支圧板から支承部の戸当りについても評価対象部材にする。

防潮扉の部材名を図 4-1 及び図 4-2 に示す。

(1) 扉体の健全性

扉体は主桁、スキンプレート、縦補助桁、端桁、支圧板について検討する。

(2) 戸当りの健全性

戸当りはコンクリート支圧応力、底面フランジ曲げ応力、コンクリートのせん断応力それぞれについて検討する。

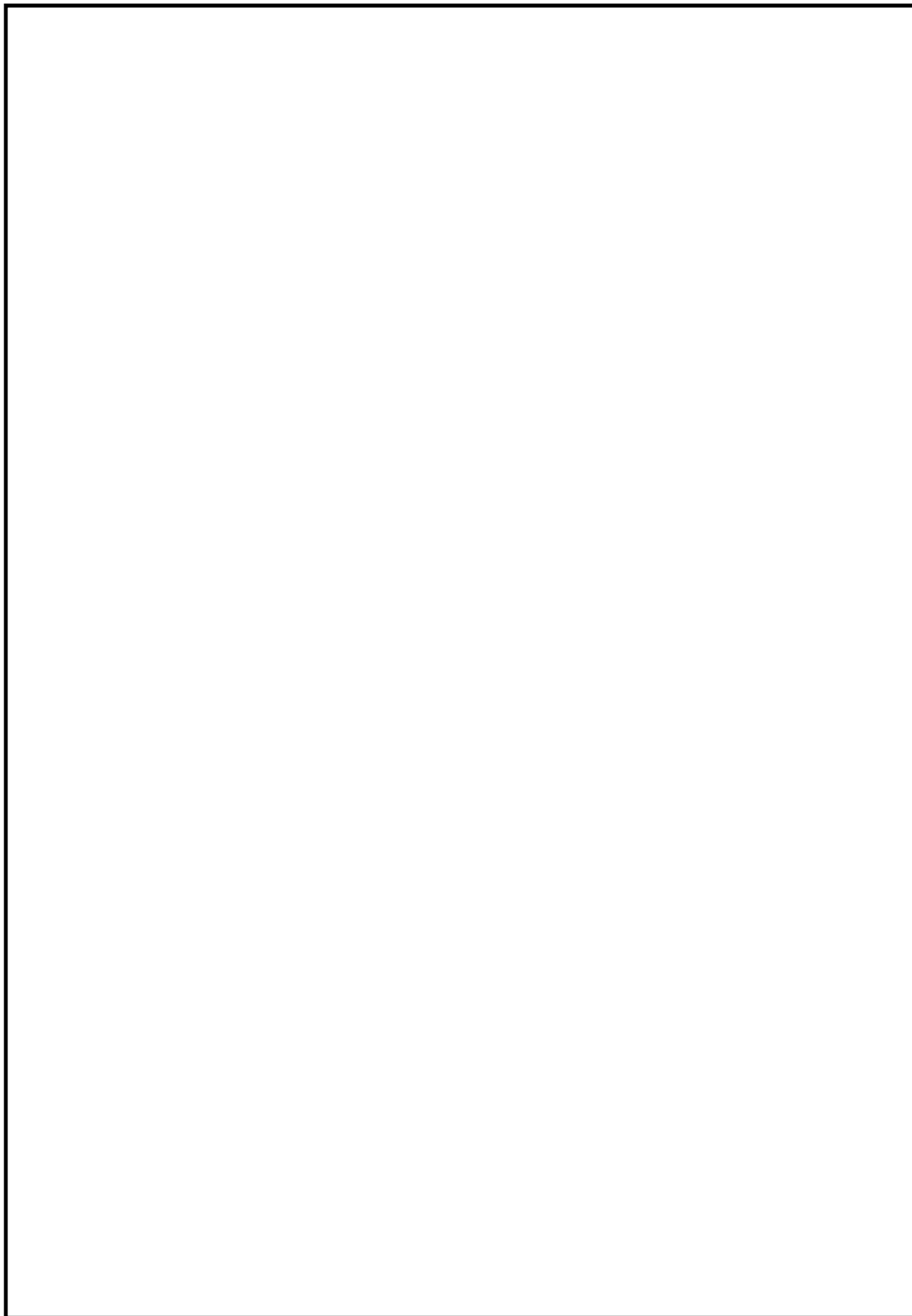


図 4-1 防潮扉 1 の部材名（正面図及び平面図）



図 4-2 防潮扉 1 の部材名（側面図）

4.2 許容限界

許容限界は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

(1) 扉体

扉体の許容限界は、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会，平成25年6月）」に基づき，表4-1に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，鋼材の許容応力度に対して1.5倍の割増しを考慮する。

また，止水性については許容限界を短期許容応力度とすることで部材をおおむね弾性域内の変形に留め，戸当たりとの圧着構造を保つことで止水性を確保するものとする。

表 4-1 鋼材の許容応力度（短期）

評価項目				短期許容応力度 (N/mm ²)
スキンプレート，主桁，縦補助桁，端桁	SM490	$t \leq 40^{*1}$	許容曲げ応力度 σ_{ca}	240
			許容圧縮応力度，許容引張応力度 σ_{ca}	240
			許容せん断応力度 τ_a	135
			許容支圧応力度 σ_{ca}^{*2}	360
支圧板	SUS304	$t \leq 40^{*1}$	許容支圧応力度 σ_{ca}^{*2}	225

注記 *1：t 鋼材の板厚（mm）

*2：許容支圧応力の上限值は降伏点とする。

(2) 戸当り

防潮扉戸当りの許容限界は，鋼材については扉体と同様とする。コンクリートの許容限界は表4-2に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，コンクリート鋼材の許容応力度に対して1.5倍の割増しを考慮する。

表 4-2 コンクリートの許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
無筋 コンクリート	コンクリートの 設計基準強度 24 N/mm ²	許容圧縮応力度 σ_{ca}	8.1
		許容支圧応力度 σ_{ca}	8.85
		許容せん断応力度 τ_a	0.6
		許容付着応力度 σ_{ca}^{*1}	2.4

注記 *：異形鉄筋の場合を示す。

4.3 評価方法

4.3.1 扉体

評価対象部位における発生応力が許容限界以下であることを確認する。

(1) 主桁

主桁は、部材の発生断面力に対して保守的な評価となるよう、支圧板の設置位置を支点とする両端をピン支点の単純梁によりモデル化する。

主桁のモデル図を図 4-3 に示す。

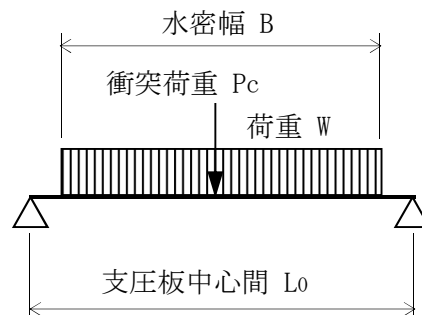


図 4-3 主桁のモデル図

(2) スキンプレート

スキンプレートに発生する曲げモーメントは、4 辺を固定指示された平板としてモデル化し、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」の式により曲げ応力を算定する。

スキンプレートのモデル図及び応力算定式を図 4-4 に示す。

$$\sigma = \frac{k \cdot a^2 \cdot P \cdot -10^6}{100 \cdot t^2}$$

\$\sigma\$: 応力度 (N/mm)

\$k\$: 辺長比 (\$b/a\$) による係数

\$a\$: 短辺 (mm)

\$b\$: 長辺 (mm)

\$P\$: 水圧

\$t\$: 板厚

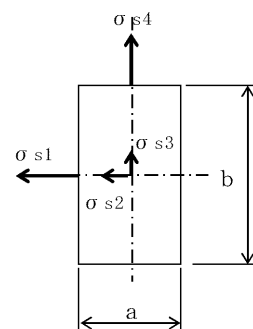
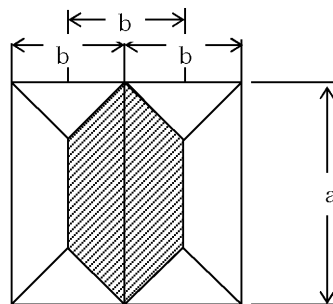


図 4-4 スキンプレートの応力算定式とモデル図

(3) 縦補助桁

縦補助桁については、主桁によって支持された単純支持梁とし、荷重は平均水圧が亀甲形または菱形に作用したものとして、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会，平成 25 年 6 月）」の式により曲げ応力及びせん断応力を算定する。

縦補助桁のモデル図及び応力算定式（亀甲形の例）を図 4-5 に示す。



p : 各区分の平均水圧 (kN/m^2)

a : 主桁及び横補助桁間隔 (m)

b : 縦補助桁間隔 (m)

最大曲げモーメント

$$M = \frac{p \cdot b}{24} (3 \cdot a^2 - b^2) \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

最大せん断力

$$S = \frac{p \cdot b}{2} \left(a - \frac{b}{2} \right) \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

図 4-5 縦補助桁のモデル図及び応力算定式（亀甲形の例）

(4) 端桁

本設備はスライドゲートであるため、端桁は主桁端部に生じた反力を戸当りを介してコンクリート躯体に伝達する役割を果たしている。よって「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」に従い、垂直補剛材を有するプレートガーダの荷重集中点として腹板強度の照査を行う。

端桁腹板には垂直補剛材として主桁ウェブとスチフナを有する。縦桁腹板は天地方向に、主桁ウェブは径間方向に部材が伸びているが、実際に荷重が作用している有効断面をで検討するため、有効幅はそれぞれの板厚の 12 倍までとする。ただし、補剛材（主桁ウェブ）については、全有効断面積が補剛材断面積の 1.7 倍を超える場合は有効幅を小さくし、全有効断面積が補剛材断面積の 1.7 倍となるようにする。

端桁のモデル図を図 4-6 に示す。

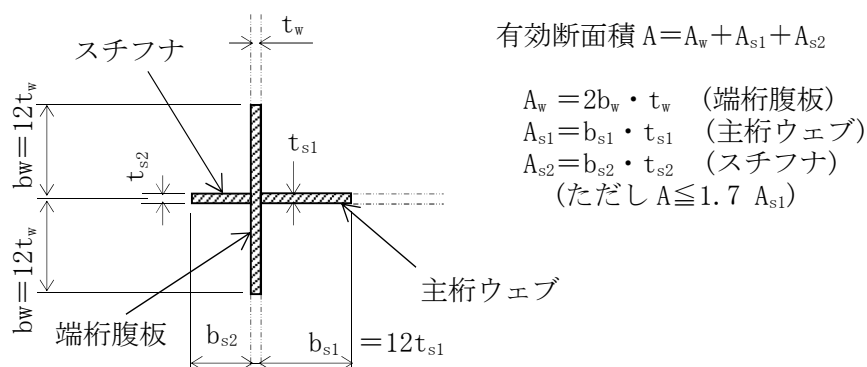
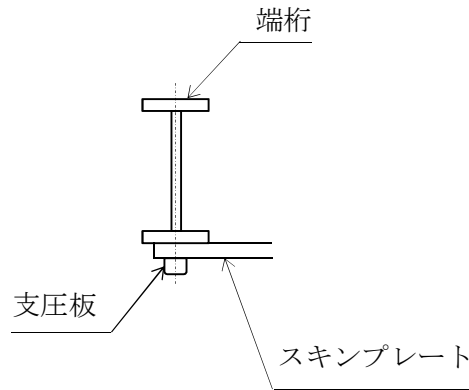


図 4-6 端桁のモデル図

(5) 支圧板

支圧板の面圧は踏面に曲率を設けるため、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」のローラの線接触に倣って計算する。

端桁のモデル図及び応力算定式を図 4-7 に示す。



$$p = 0.591 \sqrt{\frac{P \cdot E_1 \cdot E_2}{Lh \cdot R \cdot (E_1 + E_2)}}$$

ここに、

$$C = 1.080 \sqrt{\frac{P \cdot R \cdot (E_1 + E_2)}{Lh \cdot E_1 \cdot E_2}}$$

$$Z = 0.78 \cdot C$$

p : ヘルツの接触応力度 (N/mm^2)

P : 計算荷重の常時換算値 = $(P_s + P_c) / \gamma$ (N)

p_d : 扉体下端水圧 (N/mm^2)

B : 扉体水密幅

γ : 許容応力補正係数に裕度を乗じた係数

E_1 : 支圧板の弾性係数

E_2 : 支圧板当りの弾性係数

Lh : 支圧板計算高さ

R : 支圧板半径 (mm)

C : 接触幅の1/2 (mm)

Z : 最大せん断応力度が発生する深さ (mm)

ν : 安全率 = 1.3 (線接触の場合)

H_B : 支圧板のブリネル硬さ

図 4-7 支圧板のモデル図及び応力算定式

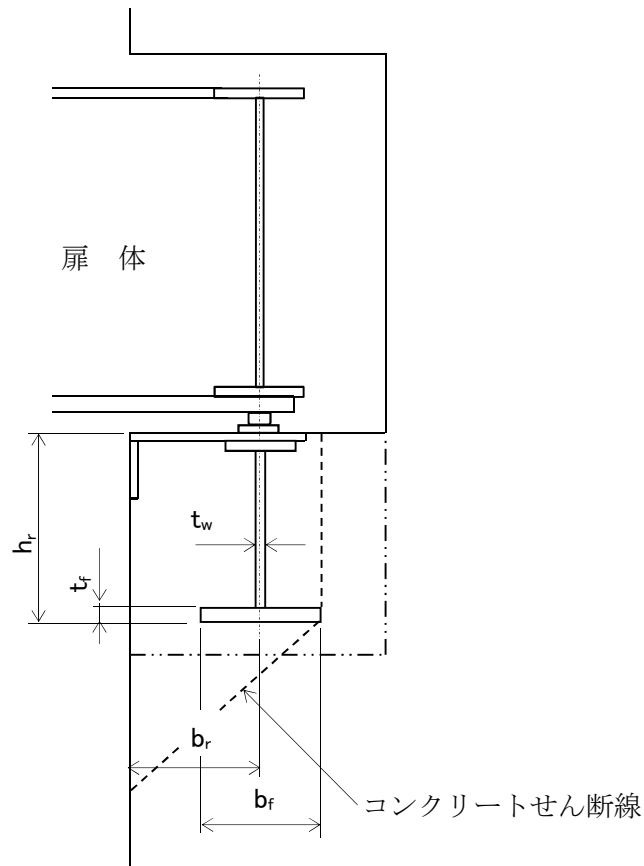
4.3.2 戸当り

評価対象部位における発生応力が許容限界以下であることを確認する。

(1) 鋼材

戸当りの鋼材は、下面の水圧が高いため作用水圧とする。

戸当りのモデル図及び応力算定式を図 4-8 に示す。



底面フランジ曲げ応力度

$$\sigma_f = \frac{6 \cdot \sigma_k \cdot b_f^2}{8 \cdot t_f^2} \quad (\text{N/mm}^2)$$

腹板の圧縮応力度

$$\sigma_{cw} = \frac{pd \cdot B}{2 \cdot t_w} \quad (\text{N/mm}^2)$$

pd : 下部作用水圧 (N/mm²)

B : 扉体水密幅

br : 水路面より戸当り中心までの距離

hr : 戸当り高

tw : 戸当りウェブ厚さ

bf : 戸当り底面フランジ幅

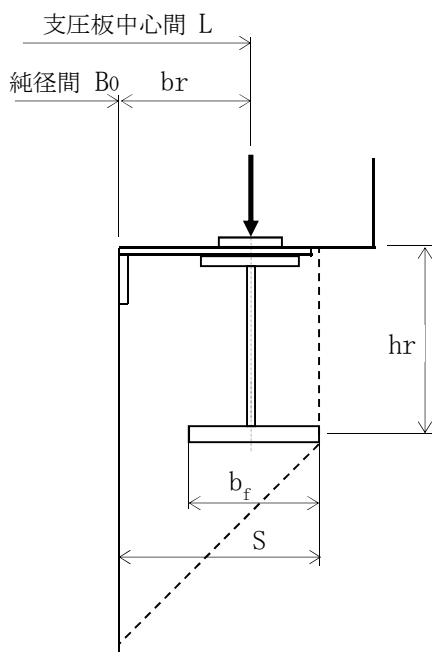
tf : 戸当り底面フランジ厚さ

図 4-8 戸当り鋼材のモデル図及び応力算定式

(2) コンクリート

戸当りのコンクリートは、前項の鋼材の作用力を負担するものとして支圧応力及びせん断応力を評価する。

戸当りコンクリートのモデル図及び応力算定式を図 4-9 に示す。



コンクリートの支圧応力度

$$\sigma_k = \frac{pd \cdot B}{2 \cdot b_f} \quad (\text{N/mm}^2)$$

コンクリートのせん断応力度

$$\tau_k = \frac{\sigma_k \cdot b_f}{hr + 2 \cdot S} \quad (\text{N/mm}^2)$$

ここに、

支圧板中心間	L
純径間	B0
水路面より戸当り中心 までの距離	br
コンクリート支圧応力度	σ_k (N/mm ²)
戸当り底面フランジ幅	b _f
戸当り高さ	hr
堰柱側面から底面フランジ 端面までの距離	$S = br + b_f/2$

図 4-9 戸当りコンクリートのモデル図及び応力算定式

5. 防潮壁の耐震評価

防潮壁 1 の耐震評価については、V-2-10-2-2-2-1「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の耐震性についての計算書」に示す。

防潮扉 2 の防潮壁について説明する。防潮扉 2 の防潮壁正面図を図 5-1 に、防潮壁断面図を図 5-2 に示す。

5.1 評価対象部位

評価対象部位は、防潮壁の構造上の特徴を踏まえ設定する。

(1) 鋼管杭

鋼管杭の評価対象部位は、防潮壁を支持する鋼管杭とする。

(2) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートの評価対象部位は、防潮壁とフーチングの鉄筋コンクリートとする。

(3) 基礎地盤の支持力

基礎地盤の評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮壁を支持する基礎地盤とする。

(4) 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の評価対象部位は、構造物間に設置する止水ゴム及び止水シートとする。

(5) 鋼製アンカー

鋼製アンカーの評価対象部位は、止水ジョイント部材の取り付け部のアンカーとする。

(6) 鋼製防護部材

鋼製防護部材の評価対象部位は、止水ジョイント部材を防護する鋼製防護部材とする。

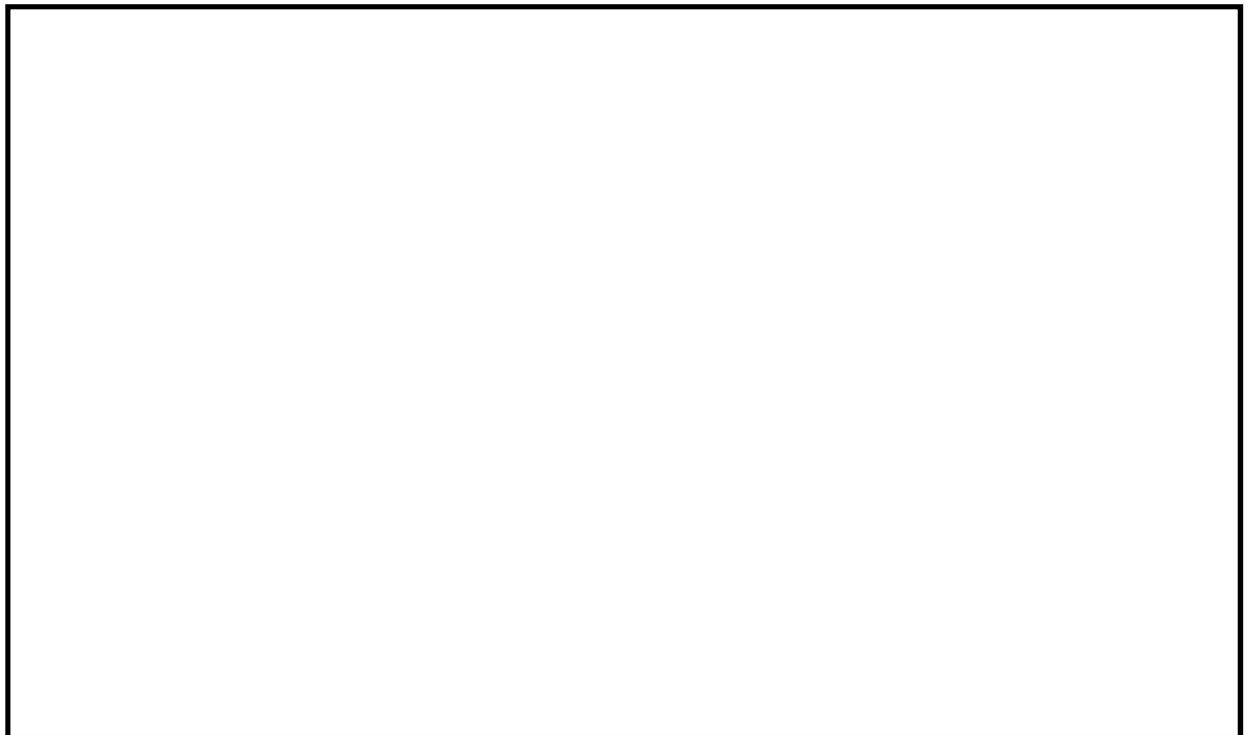


図 5-1 防潮壁正面図（防潮扉 2）

NT2 補② V-2-10-2-2-3 R0

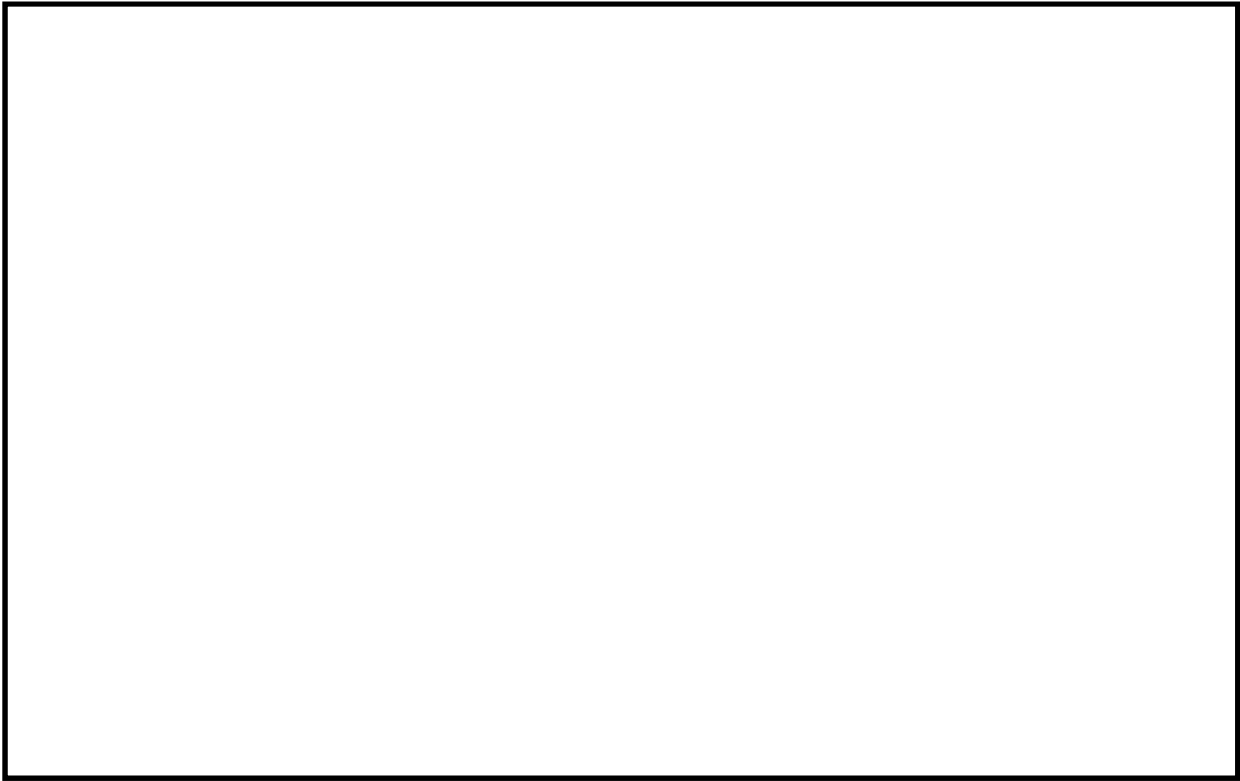


图 5-2 防潮壁正面图（防潮扉 2）

5.2 解析方法

(1) 鉄筋コンクリート及び鋼管杭基礎

設計対象構造物～地盤の連成系モデルによる２次元地震応答解析を行い、地震時の鋼管杭基礎の構造健全性及び支持性能を確認する。有効応力の変化を考慮することができる有効応力法を用いることとし、２次元地震応答解析を実施する。

5.3 許容限界

許容限界は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

(1) 鋼管杭

鋼管杭の許容限界は、「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会、平成24年3月）」に基づき、表5-1に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は、鋼材の長期許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

表 5-1 鋼管杭の許容限界

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
鋼管杭	SM570	許容引張応力度 σ_{sa1}	382.5
		許容圧縮応力度 σ_{sa1}	
		許容せん断応力度 σ_{sa1}	217.5

(2) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートの許容限界は、「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）」及び「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会 平成24年3月）」に基づき、表5-2に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は、鉄筋コンクリートの許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

また、杭頭部に関しても、鉄筋コンクリートは表5-2に示す短期許容応力度を許容限界とする。

表 5-2 鉄筋コンクリートの許容限界

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
コンクリート	$f'_{ck}=40$ N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	21
		許容せん断応力度 τ_{a1}	0.825*
		許容押抜きせん断応力度 τ_{a1}'	1.65
		許容支圧応力度 σ_{ca}'	18
鉄筋	SD490	許容曲げ引張応力度 σ_{sa2} (軸方向鉄筋)	435
		許容曲げ引張応力度 σ_{sa2} (せん断補強筋)	300

注記 *：斜め引張鉄筋を考慮する場合は、「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）」に準拠し、次式により求められる許容せん断力（ V_a ）を許容限界とする。

$$V_a = V_{ca} + V_{sa}$$

ここで,

V_{ca} : コンクリートの許容せん断力

$$V_{ca} = 1/2 \cdot \tau_{a1} \cdot b_w \cdot j \cdot d$$

V_{sa} : 斜め引張鉄筋の許容せん断力

$$V_{sa} = A_w \cdot \sigma_{sa2} \cdot j \cdot d / s$$

τ_{a1} : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度

b_w : 有効幅

j : $1/1.15$

d : 有効高さ

A_w : 斜め引張鉄筋断面積

σ_{sa2} : 鉄筋の許容引張応力度

s : 斜め引張鉄筋間隔

(3) 基礎地盤の支持力

基礎地盤に作用する許容限界は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」を考慮し、極限支持力に基づき設定する。

(4) 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の変形量の許容限界は、メーカー規格、漏水試験及び変形試験により、有意な漏えいが生じないことを確認した変形量とする。表 5-3 に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

表 5-3 止水ジョイント部材の変形量の許容限界

評価項目		許容限界
止水ジョイント部材	ゴムジョイント	水平：200 mm，鉛直：200 mm，軸直角：200 mm
	シートジョイント	防潮壁天端相対変位：2 m

(5) 鋼製アンカー

鋼製アンカーの許容限界は、「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010 年 11 月）」に基づき設定する。コンクリートの許容限界は、表 5-2 に示す短期許容応力度を許容限界とする。

(6) 鋼製防護部材

鋼製防護部材の許容限界は、「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 年 9 月）」，「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010 年 11 月）」及び「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（（財）沿岸技術研究センター，（社）寒地港湾技術研究センター 2014 年 3 月）」に基づき設定する。

5.4 評価方法

防潮壁の耐震評価は、「3. 地震応答解析」により得られる照査用応答値が、「5.3 許容限界」で設定した許容限界以下であることを確認する。

(1) 鋼管杭の評価手法

鋼管杭の評価は、杭体の曲げモーメント及び軸力より算定される応力及びせん断力より算定されるせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

a. 曲げモーメント及び軸力に対する照査

曲げモーメント及び軸力を用いて次式により算定される応力が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

ここで、

σ : 鋼管杭の曲げモーメント及び軸力より算定される応力 (N/mm²)

M : 最大曲げモーメント (N・mm)

Z : 断面係数 (mm³)

N : 軸力 (N)

A : 有効断面積 (mm²)

b. せん断力に対する照査

せん断力を用いて次式により算定されるせん断応力がせん断強度に基づく許容限界以下であることを確認する。

$$\tau = \kappa \frac{S}{A}$$

ここで、

τ : 鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力 (N/mm²)

S : せん断力 (N)

A : 有効断面積 (mm²)

κ : せん断応力の分布係数 (2.0)

(2) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートは、耐震評価により算定した曲げ圧縮応力、曲げ引張応力及びせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

(3) 基礎地盤の支持力

基礎地盤の支持性能評価においては、基礎地盤に作用する発生応力が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

(4) 止水ジョイント部材

地震応答解析で求められる相対変位が許容限界以下であることを確認する。

(5) 鋼製アンカー

アンカーの引張力、せん断力及びコンクリートのせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

(6) 鋼製防護部材

鋼製防護部材に発生する応力が許容限界以下であることを確認する。

V-2-10-2-3 放水路ゲートの耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	6
2.4 適用規格	8
3. 地震応答解析	9
3.1 評価対象断面	9
3.2 解析方法	10
3.3 荷重及び荷重の組合せ	11
3.4 入力地震動	13
4. 扉体及び戸当りの耐震評価	14
4.1 評価対象部位	14
4.2 許容限界	17
4.3 評価方法	18

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及び機能維持の設計方針に基づき、放水路ゲート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を確認するものである。

放水路ゲートに要求される機能の維持を確認するに当たっては、地震応答解析に基づく構造部材の健全性、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

放水路ゲートは、放水口に近い位置で放水路上に設置する
放水路ゲートの設置位置図を図 2-1 に示す。



図 2-1 放水路ゲートの位置図

2.2 構造概要

(1) 放水路ゲート

放水路ゲートは、スライド式のゲートで扉体、戸当り、駆動装置、間接支持構造物から構成されている。扉体は鋼製の構造であり、荷重を受ける受圧部にスキンプレートがあり、主桁、縦補助桁、端桁により架構が構成され、スキンプレートに掛る荷重を架構が受ける構造である。扉体で受けた荷重については、扉体の支圧板から支承部の戸当りを介して間接支持構造物が受ける構造である。

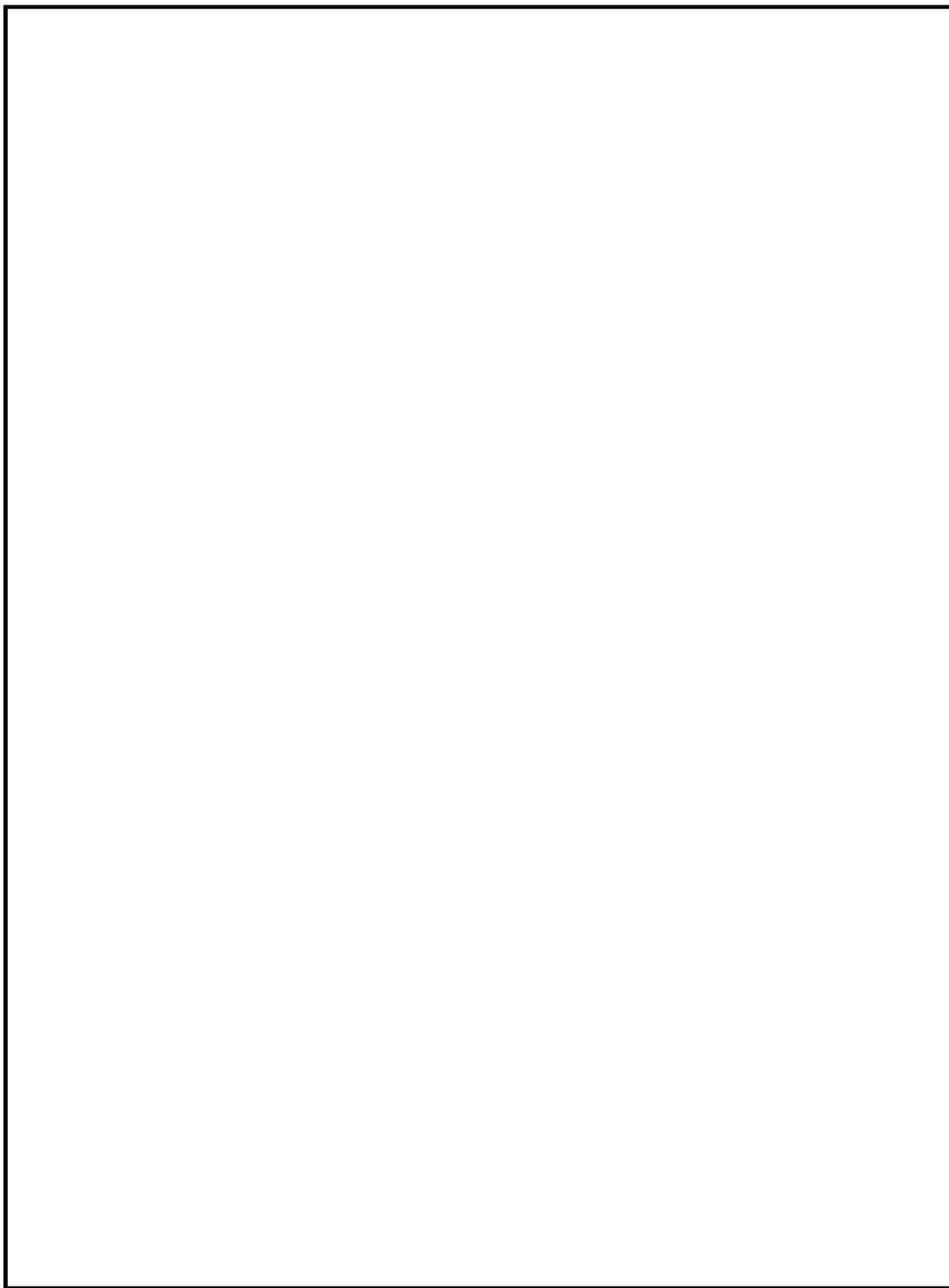
また、扉体にはフラップ式の鋼製の小扉が設置されており、放水路ゲートが閉止後においても非常用海水ポンプの運転が可能な構造である。

扉体の駆動装置は、放水路ゲートの上部に設置されており、中央制御室からの信号により電動駆動式と機械式の駆動機構によって確実に閉止する。

躯体は、鉄筋コンクリート防潮壁から構成され、地中連続壁基礎で支持する。

鉄筋コンクリート防潮壁は、鉄筋コンクリート造の構造物であり、ブロック間は止水ジョイントを施した構造である。鉄筋コンクリート防潮壁は、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。鉄筋コンクリート防潮壁と地中連続壁基礎とは、鉄筋コンクリート製のフーチングを介した剛結合で一体構造とする。

放水路ゲートの正面図及び平面図を図 2-2、側面図を図 2-3 に示す。



注：寸法は mm を示す。

図 2-2 放水路ゲート 正面図及び平面図



注：寸法は mm を示す。

図 2-3 放水路ゲート側面図

2.3 評価方針

放水路ゲートは、耐震Sクラス施設である浸水防護施設及び安全上の機能別重要度分類において異常影響緩和系である重要安全施設（MS-1）に分類する。

放水路ゲートの耐震評価は、構造部材の健全性評価、構造物全体の安定性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

放水路ゲートは、構造上の特徴から扉体及び戸当り、駆動装置に分けて評価を行う。

また、放水路ゲートの評価は、地震応答解析により得られる応答値を用い、扉体及び戸当りの応力解析を行う。

放水路ゲートの間接支持構造物となる鉄筋コンクリート防潮壁の構造物全体の安全性評価及び基礎地盤の支持性能については、V-2-10-2-2-2-2「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））の耐震性についての計算書」において説明する。

放水路ゲートの扉体及び戸当りの構造部材の健全性評価は、部材の発生応力等が許容限界を超えないことを確認する。

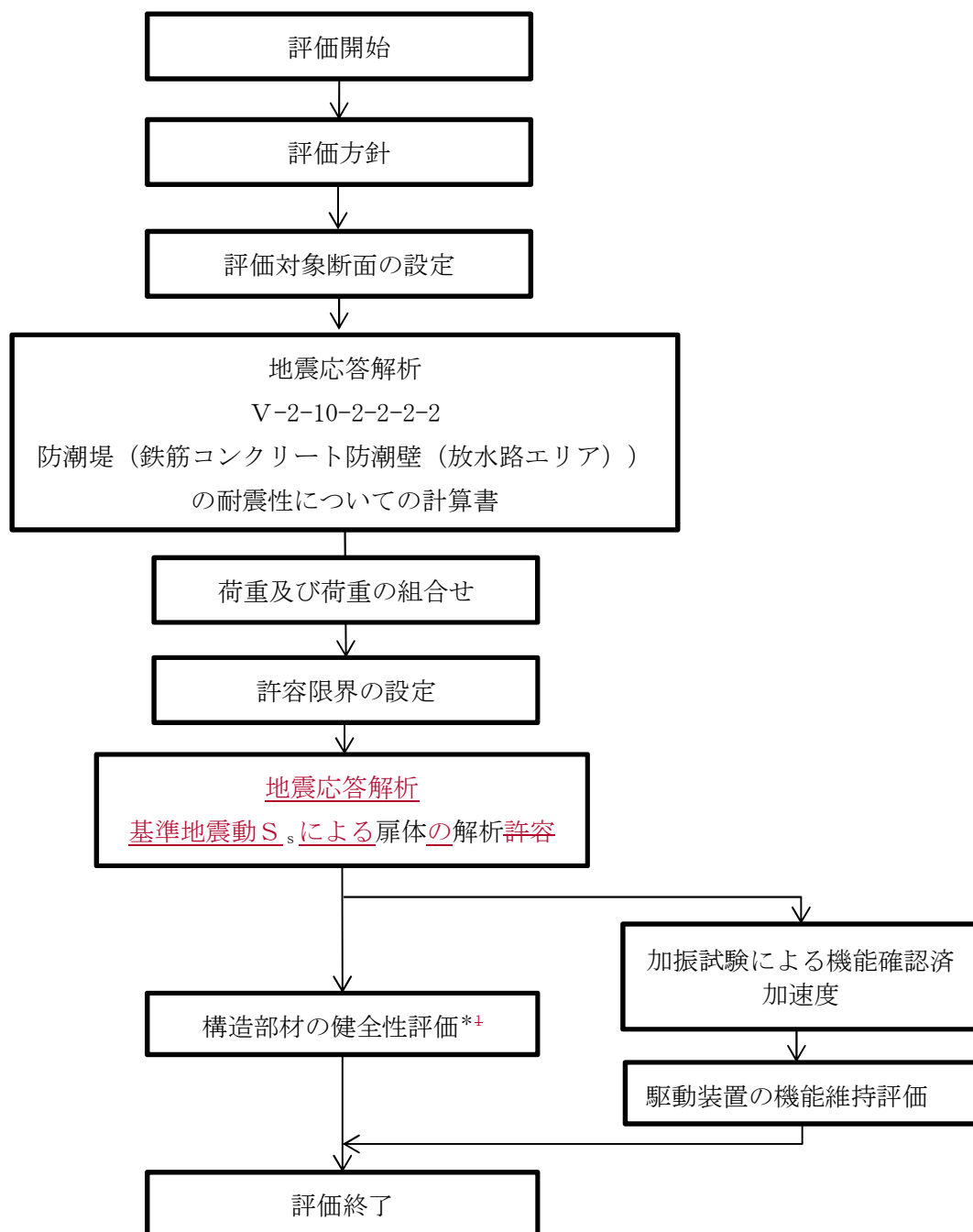
放水路ゲートの駆動装置の健全性評価は、地震応答解析により得られる加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。

(1) 扉体及び戸当り

放水路ゲートの耐震評価は、スキンプレート、主桁、縦補助桁、端桁、支圧板の各部材に発生する応力を算定し、許容限界との比較を行う。

戸当りの耐震評価は、H鋼及び後打ちコンクリートに発生する応力を算定し、許容限界との比較を行う。耐震評価のフローを図2-4に示す。

なお、重畳時の評価における入力地震動は、解放基盤表面で定義される弾性設計用地震動 S_d-D1 を1次元波動論により地震応答解析モデル底面位置で評価したものを用いる。



注記 *：構造部材の健全性評価を実施することで、「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

図 2-4 放水路ゲート（扉体及び戸当り）の耐震評価フロー

2.4 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）
- ・ 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）
- ・ 道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会 平成 24 年 3 月）
- ・ 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（（社）土木学会 2005 年）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）
- ・ 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程 J E A C 4 6 1 6 -2009（（社）日本電気協会）
- ・ 建築基礎構造設計指針（（社）日本建築学会 2001 年）
- ・ 各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010 年 11 月）
- ・ 鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会 2005 年 9 月）
- ・ 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・ 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- ・ 津波漂流物対策施設設計ガイドライン（（財）沿岸技術研究センター（社）寒地港湾技術研究センター 2014 年 3 月）

3. 地震応答解析

放水路ゲートの地盤応答解析により得られる応答値については、V-2-10-2-2-2-2「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））の耐震性についての計算書」に示す。

放水路ゲートの地盤応答解析について説明する。

3.1 評価対象断面

評価対象断面は、防潮堤の鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて設定する。

3.2 解析方法

地震応答解析は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答解析では、地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮できる有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定することを基本とする。

地中土木構造物への地盤変位に対する保守的な配慮として、地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する場合は、原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）を設定する。

上部土木構造物及び機器・配管系への加速度応答に対する保守的な配慮として、地盤の非液状化の影響を考慮する場合は、原地盤において非液状化の条件を仮定した解析を実施する。

地震応答解析には、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.1 構造部材

構造部材は、線形はり要素でモデル化する。

3.2.2 地盤

V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示す有効応力解析用地盤物性値に基づき、地盤の有効応力の変化に応じた地震時挙動を考慮できるモデルとする。

3.2.3 減衰特性

時刻歴非線形解析における減衰特性については、固有値解析にて求められる固有振動数に基づく Rayleigh 減衰を考慮する。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震安全性評価上考慮する状態

放水路ゲートの地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪を考慮する。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

放水路ゲートの地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重 (G)

固定荷重として、扉体自重を考慮する。

(2) 地震荷重 (K_s)

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

(3) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として、30 cm の積雪を考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-1 に示す。

表 3-1 荷重の組合せ

区分	荷重の組合せ
地震時	$G + K_s + P_s$

G : 固定荷重

K_s : 地震荷重

P_s : 積雪荷重

3.4 入力地震動

入力地震動は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を 1 次元波動論により地震応答解析モデルの底面位置で評価したものをを用いる。入力地震動算定の概念図を図 3-3 に示す。

入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

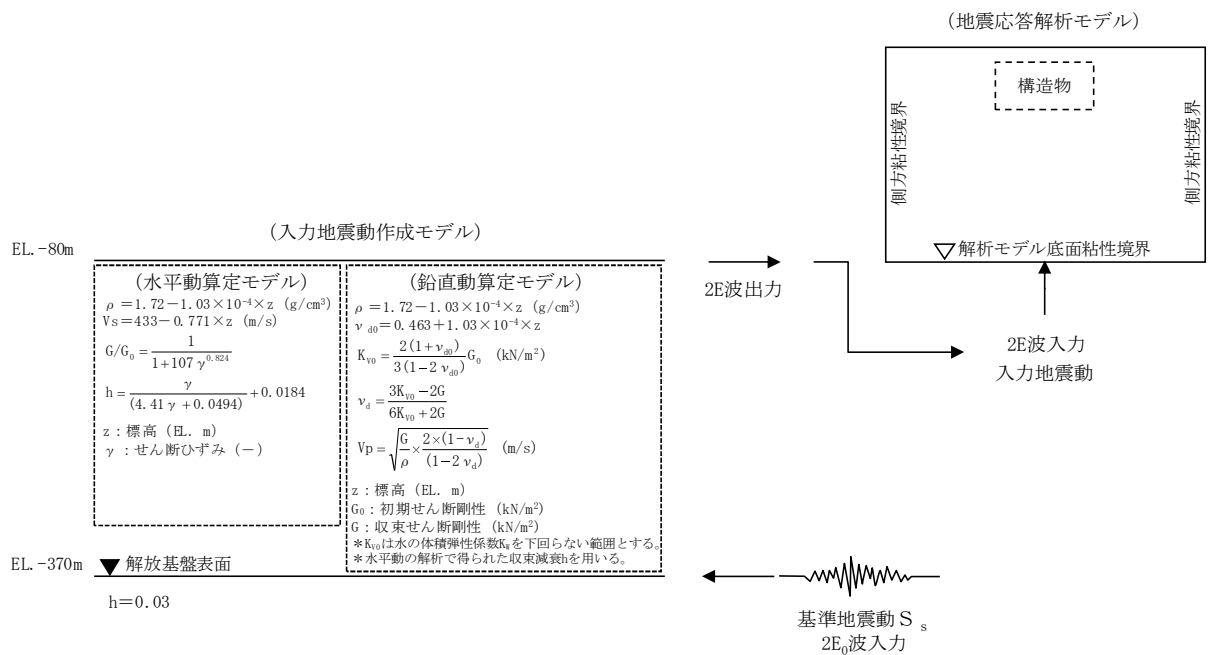


図 3-3 入力地震動算定の概念図

4. 扉体及び戸当りの耐震評価

4.1 評価対象部位

放水路ゲートの評価対象部位は、水圧等の荷重を受ける受圧部にスキンプレートがあり、主桁、縦補助桁、端桁により架構が構成される構造部材を評価対象部材とする。また、支圧板から構成される戸当り部についても評価対象部材にする。

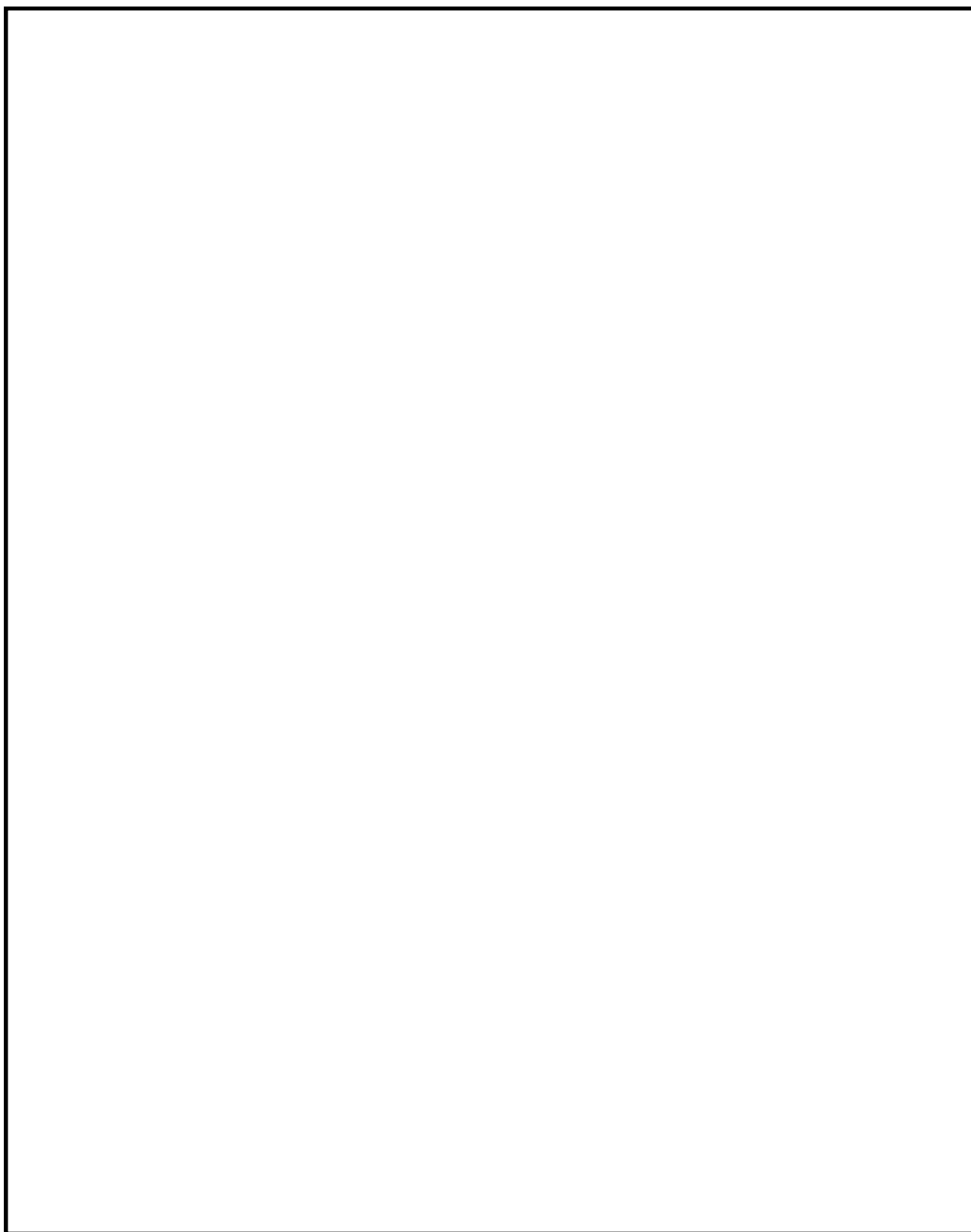
放水路ゲートの正面図及び平面図を図 4-1 に、放水路ゲート側面図を図 4-2 に示す。

(1) 扉体の健全性

扉体はスキンプレート、主桁、縦補助桁、端桁、支圧板について検討する。

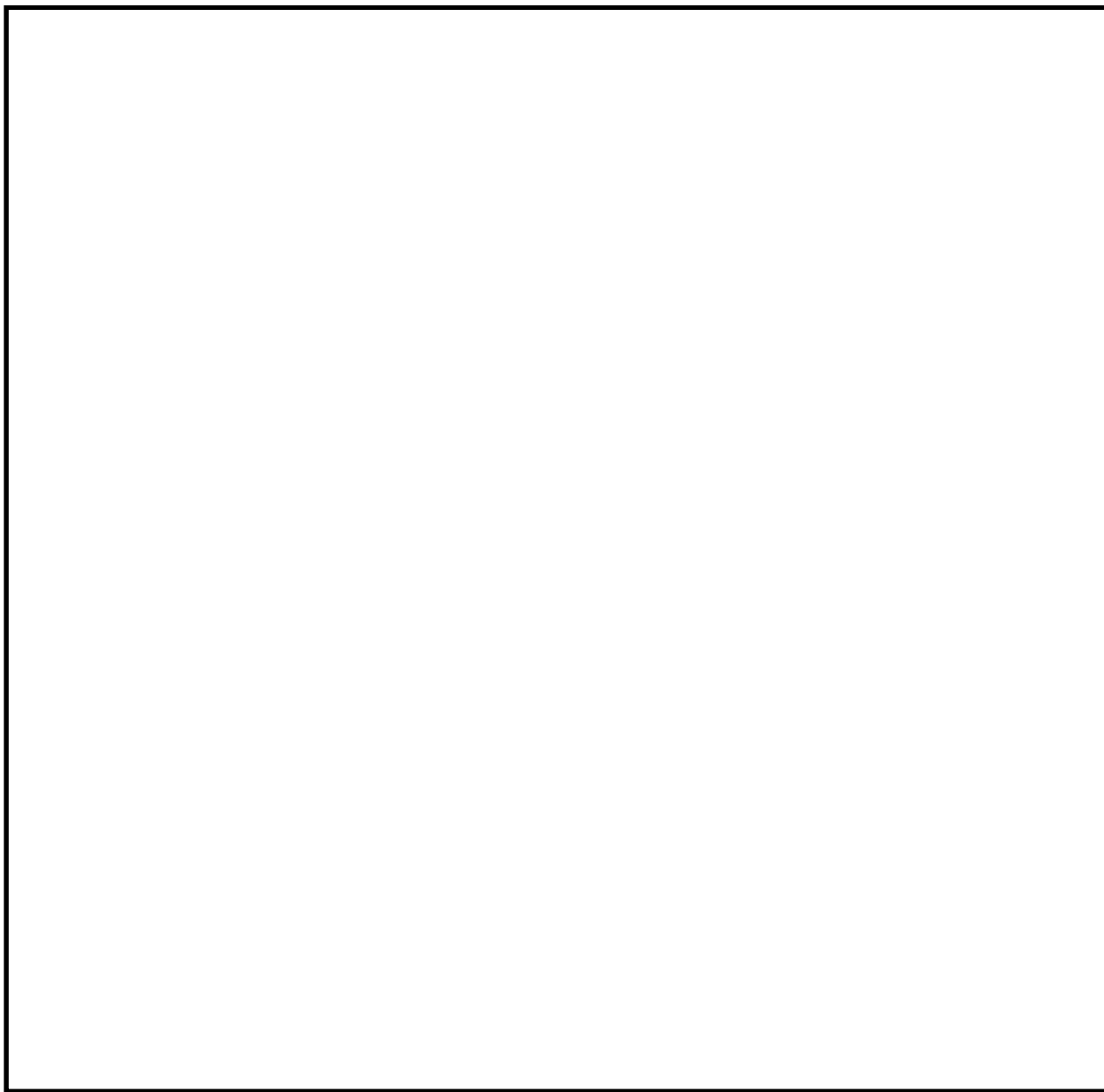
(2) 戸当りの健全性

戸当りはコンクリート支圧応力、底面フランジ曲げ応力、コンクリートのせん断応力それぞれについて検討する。



注：寸法は mm を示す。

図 4-1 放水路ゲート正面図及び平面図



注：寸法は mm を示す。

図 4-2 放水路ゲート側面図

4.2 許容限界

許容限界は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

(1) 扉体

扉体の許容限界は、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成25年6月）」に基づき、表4-1に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は、鋼材の許容応力度に対して1.5倍の割増しを考慮する。

また、止水性については許容限界を短期許容応力度とすることで部材をおおむね弾性域内の変形に留め、戸当たりとの圧着構造を保つことで止水性を確保するものとする。

表 4-1 鋼材の許容応力度（短期）

評価項目				短期許容応力度 (N/mm ²)
スキンプレート、主桁、縦補助桁、端桁	SM490	$t \leq 40^{*1}$	許容曲げ応力度 σ_{ca}	240
			許容圧縮応力度 σ_{ca} 、 許容引張応力度 σ_{ca}	240
			許容せん断応力度 τ_a	135
			許容支圧応力度 σ_{ca}^{*2}	360
支圧板	SUS304	$t \leq 40^{*1}$	許容支圧応力度 σ_{ca}^{*2}	225

注記 *1：t 鋼材の板厚（mm）

*2：許容支圧応力度の上限値は降伏点とする。

(2) 戸当り

戸当りの許容限界は、鋼材については扉体と同様とする。コンクリートの許容限界は表4-2に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は、コンクリート鋼材の許容応力度に対して1.5倍の割増しを考慮する。

表 4-2 コンクリートの許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
無筋 コンクリート	コンクリートの 設計基準強度 24 N/mm ²	許容圧縮応力度 σ_{ca}	8.1
		許容支圧応力度 σ_{ca}	8.85
		許容せん断応力度 τ_a	0.6
		許容付着応力度 σ_{ca}^{*1}	2.4

注記 *1：異形鉄筋の場合を示す。

4.3 評価方法

4.3.1 扉体

評価対象部位における発生応力が許容限界以下であることを確認する。

(1) 主桁

主桁は、部材の発生断面力に対して保守的な評価となるよう、支圧板の設置位置を支点とする両端をピン支点の単純梁によりモデル化する。

主桁のモデル図を図 4-3 に示す。

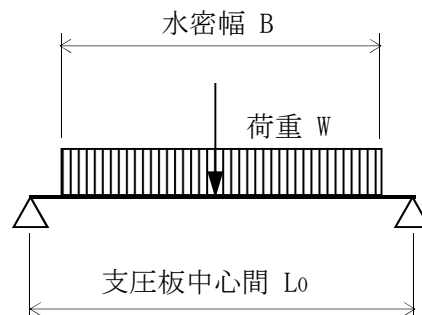


図 4-3 主桁のモデル図

(2) スキンプレート

スキンプレートに発生する曲げモーメントは、4 辺を固定支持された平板としてモデル化し、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」の式により曲げ応力を算定する。

スキンプレートのモデル図及び応力算定式を図 4-4 に示す。

$$\sigma = \frac{k \cdot a^2 \cdot P \cdot -10^6}{100 \cdot t^2}$$

σ : 応力度 (N/mm²)

k : 辺長比 (b/a) による係数

a : 短辺 (mm)

b : 長辺 (mm)

P : 水圧 (N/mm²)

t : 板厚 (mm)

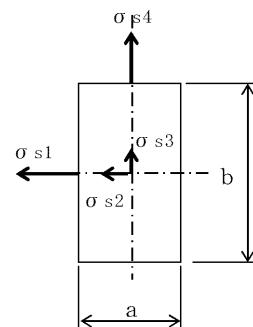
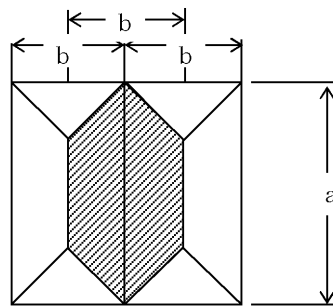


図 4-4 スキンプレートの応力算定式とモデル図

(3) 縦補助桁

縦補助桁については、主桁によって支持された単純支持梁とし、荷重は平均水圧が亀甲形または菱形に作用したものとして、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」の式により曲げ応力及びせん断応力を算定する。

縦補助桁のモデル図及び応力算定式（亀甲形の例）を図 4-5 に示す。



p : 各区分の平均水圧 (kN/m²)

a : 主桁及び横補助桁間隔 (m)

b : 縦補助桁間隔 (m)

最大曲げモーメント

$$M = \frac{p \cdot b}{24} (3 \cdot a^2 - b^2) \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

最大せん断力

$$S = \frac{p \cdot b}{2} \left(a - \frac{b}{2} \right) \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

図 4-5 縦補助桁のモデル図及び応力算定式（亀甲形の例）

(4) 端桁

本設備はスライドゲートであるため、端桁は主桁端部に生じた反力を戸当りに介してコンクリート躯体に伝達する役割を果たしている。よって「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」に従い、垂直補剛材を有するプレートガーダの荷重集中点として腹板強度の照査を行う。

端桁腹板には垂直補剛材として主桁ウェブとスチフナを有する。縦桁腹板は天地方向に、主桁ウェブは径間方向に部材が伸びているが、実際に荷重が作用している有効断面のみで検討するため、有効幅はそれぞれの板厚の 12 倍までとする。ただし、補剛材（主桁ウェブ）については、全有効断面積が補剛材断面積の 1.7 倍を超える場合は有効幅を小さくし、全有効断面積が補剛材断面積の 1.7 倍となるようにする。

端桁のモデル図を図 4-6 に示す。

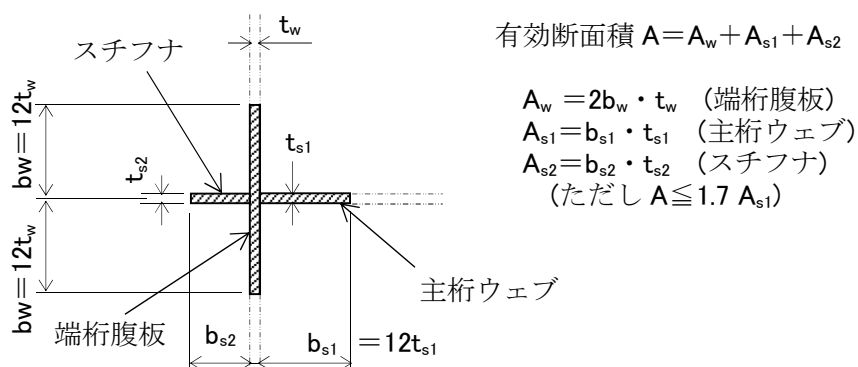
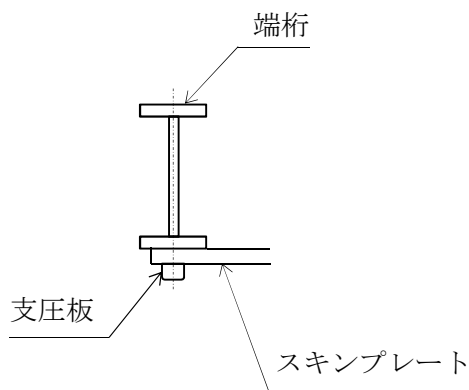


図 4-6 端桁のモデル図

(5) 支圧板

支圧板の面圧は踏面に曲率を設けるため、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」のローラの線接触に倣って計算する。

端桁のモデル図及び応力算定式を図 4-7 に示す。



$$p = 0.591 \sqrt{\frac{P \cdot E_1 \cdot E_2}{L_h \cdot R \cdot (E_1 + E_2)}}$$

ここに、

$$C = 1.080 \sqrt{\frac{P \cdot R \cdot (E_1 + E_2)}{L_h \cdot E_1 \cdot E_2}}$$

$$Z = 0.78 \cdot C$$

p : ヘルツの接触応力度 (N/mm^2)

P : 計算荷重の常時換算値 = $(P_s + P_c) / \gamma$ (N)

p_d : 扉体下端水圧 (N/mm^2)

B : 扉体水密幅

γ : 許容応力補正係数に裕度を乗じた係数

E_1 : 支圧板の弾性係数

E_2 : 支圧板当りの弾性係数

L_h : 支圧板計算高さ

R : 支圧板半径 (mm)

C : 接触幅の1/2 (mm)

Z : 最大せん断応力度が発生する深さ (mm)

ν : 安全率 = 1.3 (線接触の場合)

H_B : 支圧板のブリネル硬さ

図 4-7 支圧板のモデル図及び応力算定式

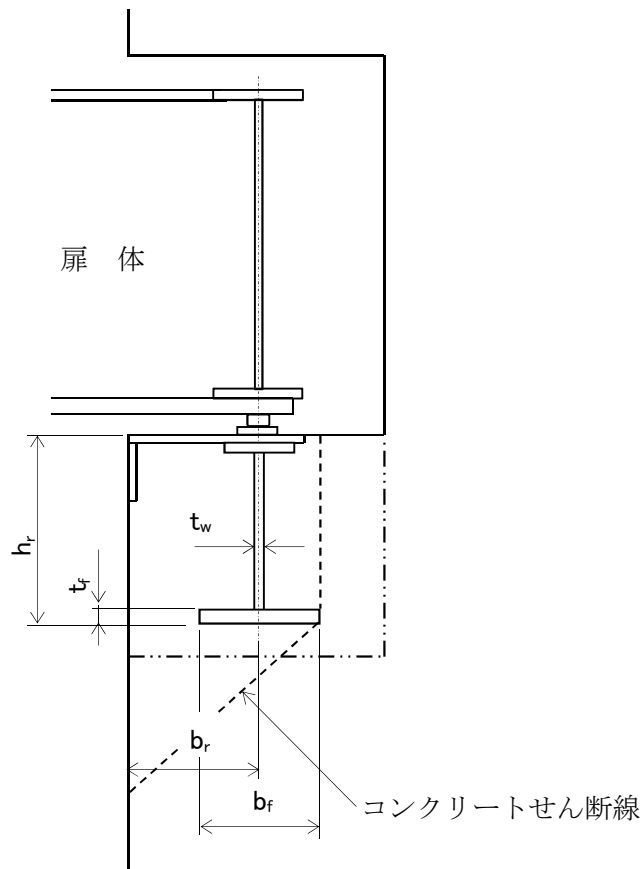
4.3.2 戸当り

評価対象部位における発生応力が許容限界以下であることを確認する。

(1) 鋼材

戸当りの鋼材は、下面の水圧が高いため作用水圧とする。

戸当りのモデル図及び応力算定式を図 4-8 に示す。



底面フランジ曲げ応力度

$$\sigma_f = \frac{6 \cdot \sigma_k \cdot b_f^2}{8 \cdot t_f^2} \quad (\text{N/mm}^2)$$

腹板の圧縮応力度

$$\sigma_{cw} = \frac{p_d \cdot B}{2 \cdot t_w} \quad (\text{N/mm}^2)$$

p_d : 下部作用水圧 (N/mm^2)

B : 扉体水密幅

b_r : 水路面より戸当り中心までの距離

h_r : 戸当り高

t_w : 戸当りウェブ厚さ

b_f : 戸当り底面フランジ幅

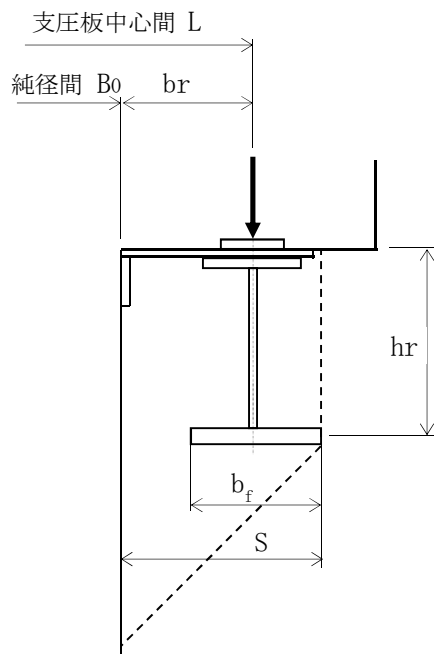
t_f : 戸当り底面フランジ厚さ

図 4-8 戸当り鋼材のモデル図及び応力算定式

(2) コンクリート

戸当りのコンクリートは、前項の鋼材の作用力を受ける部材として支圧応力及びせん断応力を評価する。

戸当りコンクリートのモデル図及び応力算定式を図 4-9 に示す。



コンクリートの支圧応力度

$$\sigma_k = \frac{pd \cdot B}{2 \cdot b_f} \quad (\text{N/mm}^2)$$

コンクリートのせん断応力度

$$\tau_k = \frac{\sigma_k \cdot b_f}{hr + 2 \cdot S} \quad (\text{N/mm}^2)$$

ここに、

支圧板中心間	L
純径間	B0
水路面より戸当り中心 までの距離	br
コンクリート支圧応力度	σ_k (N/mm ²)
戸当り底面フランジ幅	b _f
戸当り高さ	hr
堰柱側面から底面フランジ 端面までの距離	$S = br + b_f/2$

図 4-9 戸当りコンクリートのモデル図及び応力算定式

V-2-10-2-4 構内排水路逆流防止設備の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	4
2.3 評価方針	6

1. 概要

本資料は、添付資料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構内排水路逆流防止設備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。

2. 基本方針

2.1 位置

構内排水路逆流防止設備は、構内排水路の出口側集水枡に設置する。

構内排水路逆流防止設備の設置位置を図 2-1 に示す。

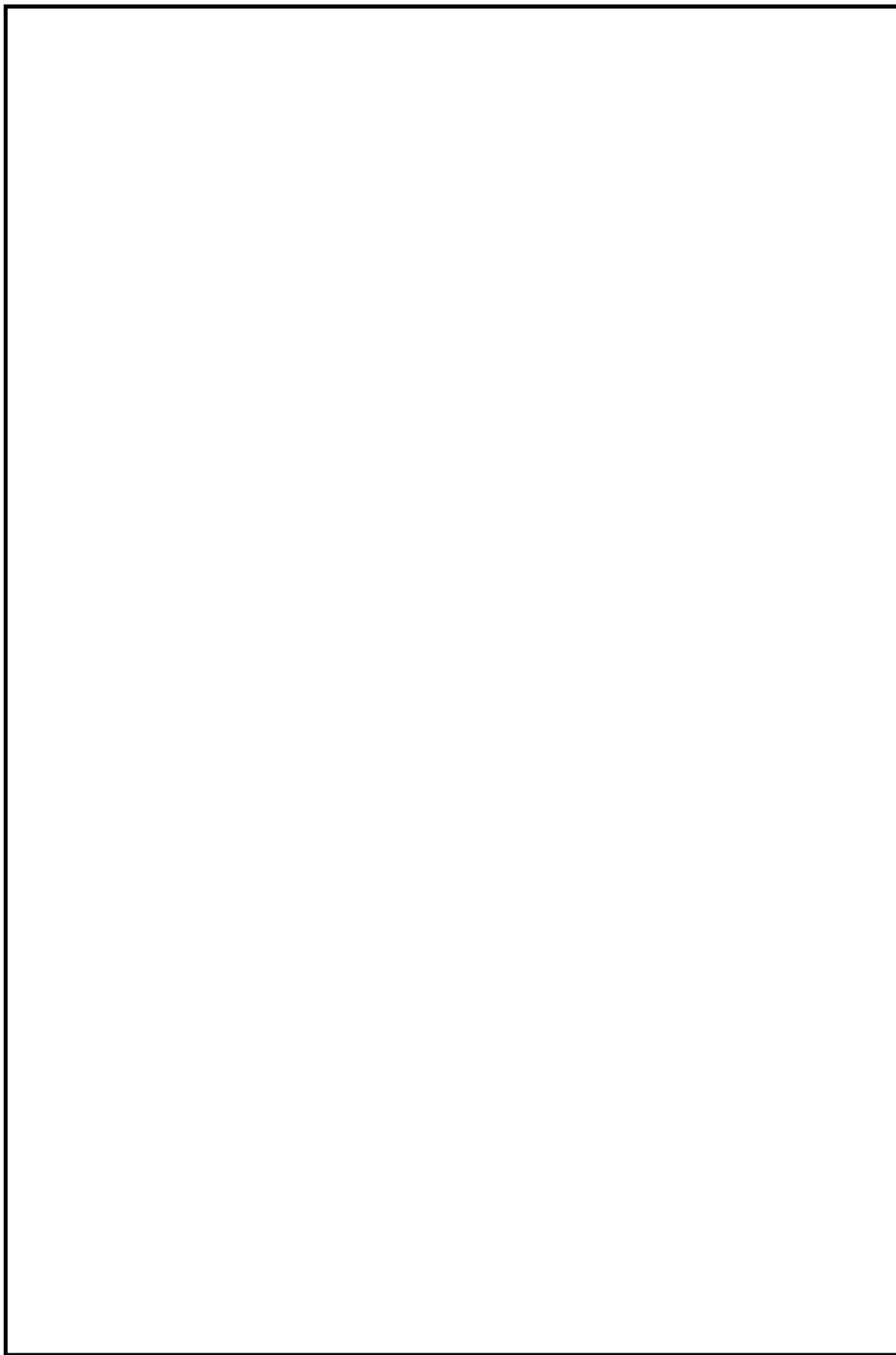


図 2-1 構内排水路逆流防止設備の設置位置図

2.2 構造概要

構内排水路逆流防止設備の構造は、スキンプレートに主桁及び補助桁を組合せた構造とする。本体をヒンジ、ジョイント、吊りピン及びアンカーを介して出口側集水枡に固定し、構内排水路を経由した津波の流入を防止する。構内排水路逆流防止設備の構造概要を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 構内排水路逆流防止設備（1, 2, 3, 4, 7, 8, 9）の構造概要

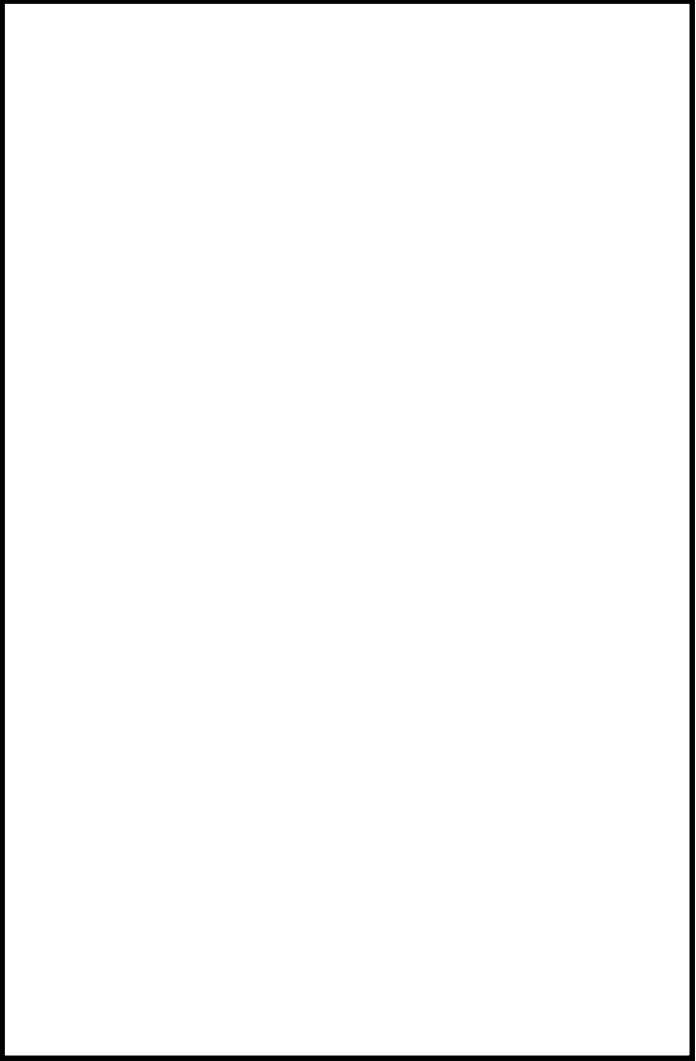
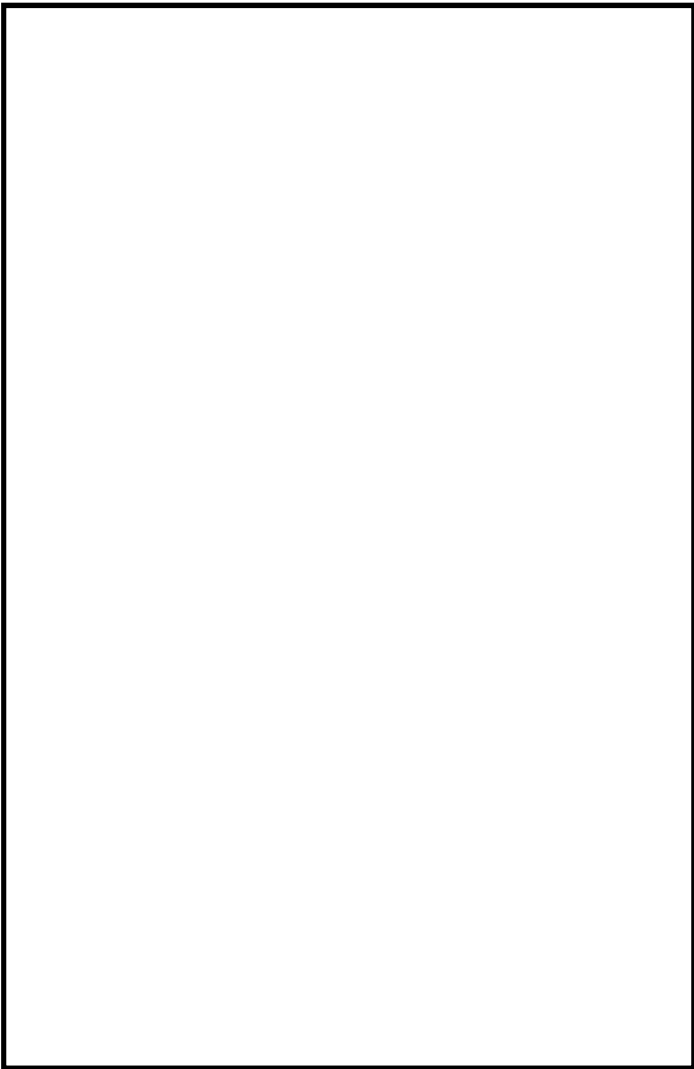
設備名称	構造概要		説 明 図
	主体構造	支持構造	
構内排水路逆流防止設備 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9	スキンプレートにより構成する。	本体をヒンジ、ジョイント、吊りピン及びアンカーを介して出口側集水枡に固定する。	 (単位：mm)

表 2-2 構内排水路逆流防止設備（5, 6）の構造概要

設備名称	構造概要		説 明 図
	主体構造	支持構造	
構内排水路 逆流防止設 備 5, 6	スキンプ レートに より構成 する。	本体をヒン ジ、ジョイ ント、吊り ピン及びア ンカーを介 して出口側 集水枡に固 定する。	 (単位：mm)

2.3 評価方針

構内排水路逆流防止設備の耐震評価は、構内排水路逆流防止設備の評価対象部位に作用する応力が許容限界以下であることを「3. 耐震評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「5. 耐震評価結果」にて確認する。

構内排水路逆流防止設備の耐震評価では、地震発生時に各部に作用する荷重を考慮する。耐震評価フローを図 2-2 に示す。

また、上記評価を実施するに当たり、構内排水路逆流防止設備をモデル化した固有値解析を行う。

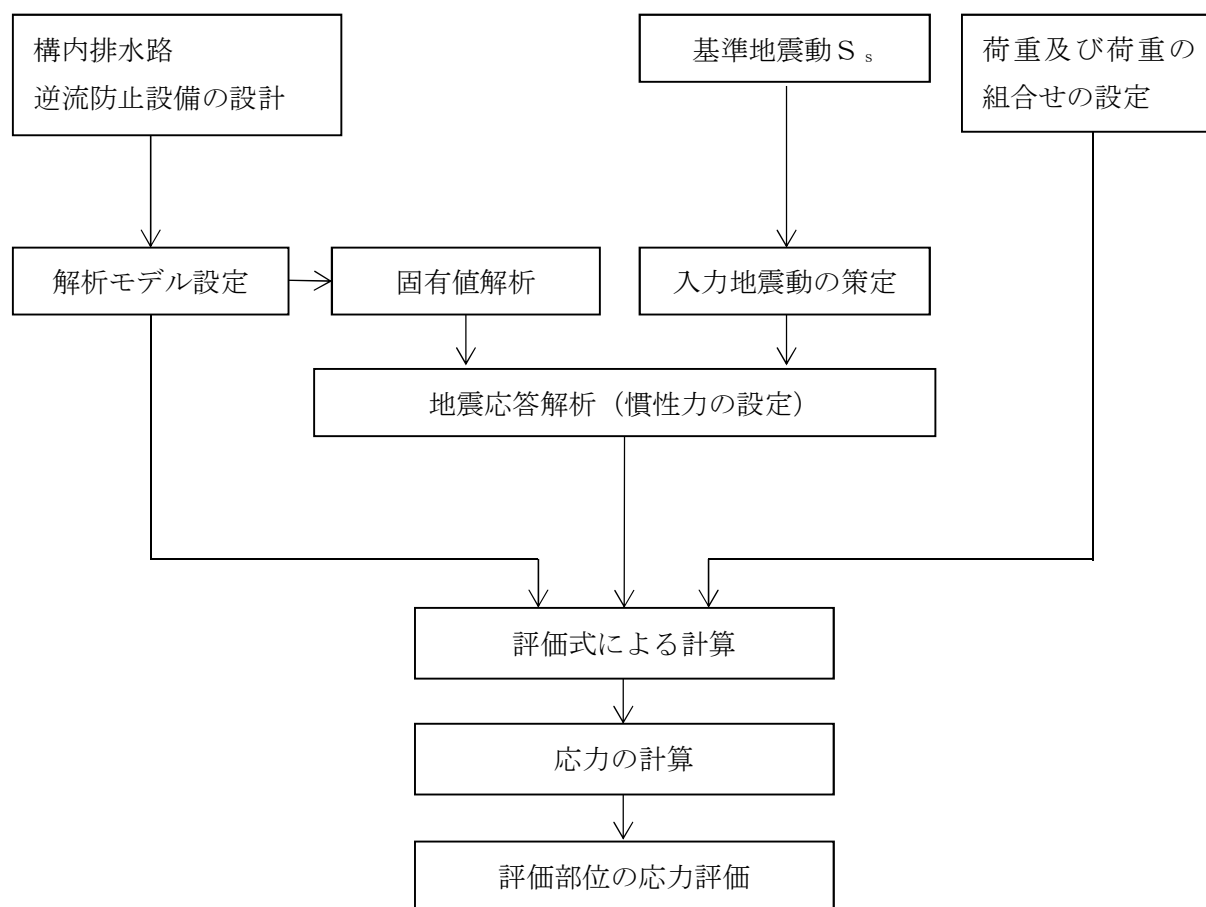


図 2-2 耐震評価フロー

V-2-10-2-5 浸水防止蓋の耐震性についての計算書

V-2-10-2-5-1 取水路点検用開口部浸水防止蓋の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要.....	1
2. 基本方針.....	1
2.1 位置.....	1
2.2 構造概要.....	2
2.3 評価方針.....	4
2.4 適用規格.....	6
3. 地震応答解析.....	7
3.1 評価対象断面及び位置.....	7
3.2 地震応答解析モデル.....	8
3.3 地震応答解析結果.....	9
4. 応力評価.....	10
4.1 基本方針.....	10
4.2 評価対象部位.....	10
4.3 荷重及び荷重の組合せ.....	13
4.3.1 荷重.....	13
4.3.2 荷重の組合せ.....	14
4.4 許容限界.....	15
4.5 評価方法.....	16
4.5.1 荷重条件.....	16
4.5.2 応力評価.....	16
4.5.3 組合せ応力.....	18
5. 評価条件.....	19
6. 耐震評価結果.....	21

1. 概要

本資料は、添付資料 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取水路点検用開口部浸水防止蓋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。その評価は取水路点検用開口部浸水防止蓋に要求される機能の維持を確認するために地震応答解析に基づく構造部材の曲げ、引張及びせん断強度評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

取水路点検用開口部浸水防止蓋は、取水路上版に設置する。

取水路点検用開口部浸水防止蓋の設置位置を図 2-1 に示す。

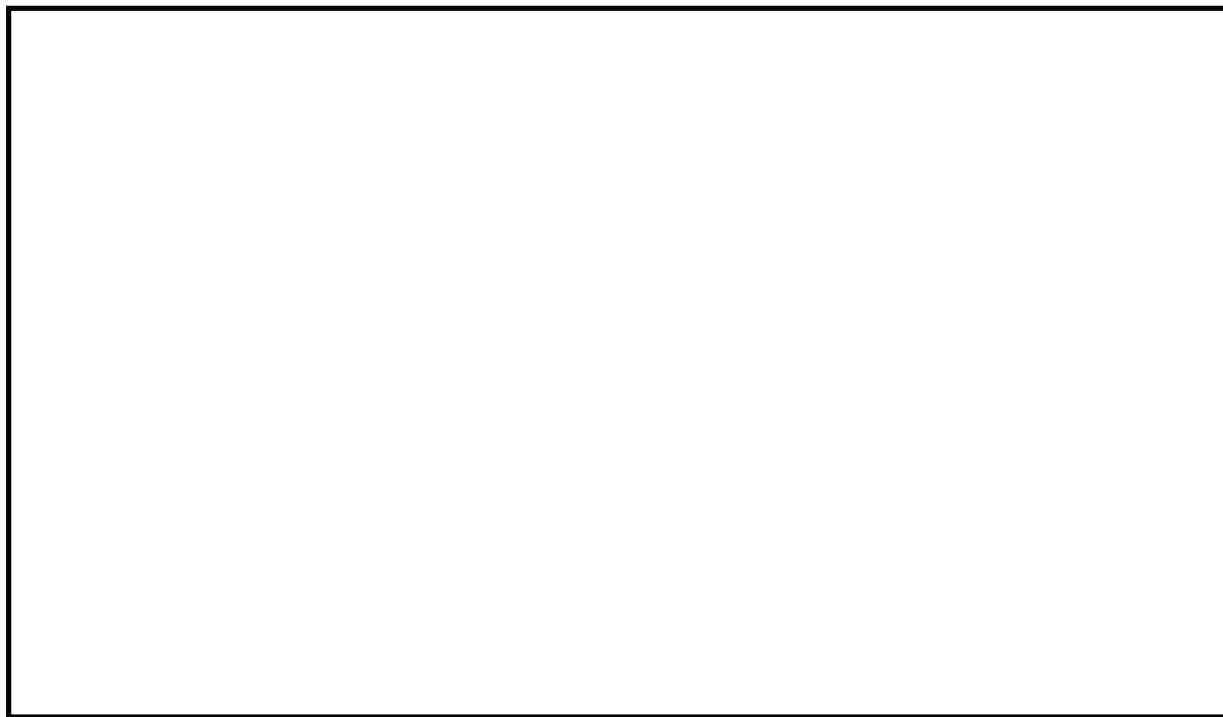


図 2-1 取水路点検用開口部浸水防止蓋の設置位置図

2.2 構造概要

取水路点検用開口部浸水防止蓋の構造は，鋼板構造であり，取水路上版に基礎ボルトにより固定することで，止水性を確保する構造とする。

取水路点検用開口部浸水防止蓋の構造概要を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 構造概要（取水路点検用開口部浸水防止蓋 1, 10）

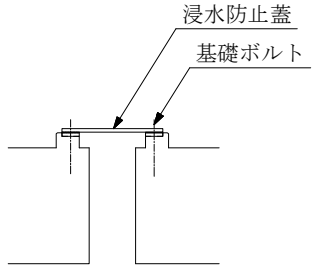
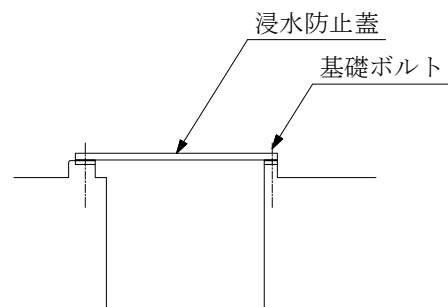
設備名称	配置図		
取水路点検用開口部浸水防止蓋 1, 10			
	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
	蓋により構成する。	取水路上版に基礎ボルトで固定する。	

表 2-2 構造概要（取水路点検用開口部浸水防止蓋 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9）

設備名称	配置図		
取水路点検用開口部浸水防止蓋 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9			
	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
	蓋により構成する。	取水路上版に基礎ボルトで固定する。	



2.3 評価方針

取水路点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価は，表 2-3 に示すとおり，「2.2 構造概要」に示す構造部材の曲げ，引張及びせん断評価を行う。

構造部材の曲げ，引張及びせん断評価については，地震応答解析から得られた荷重を用いた応力解析に基づく発生応力が許容限界以下であることを確認する。

取水路点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価フローを図 2-2 に示す。

表 2-3 耐震評価項目

評価方針	評価項目	設計用 地震力	評価対象 部位	評価方法	許容限界
構造健全性を有すること	構造部材の曲げ，引張及びせん断	基準地震動 S_s	「4.2 評価対象部位」にて設定	発生応力が許容限界を超えないことを確認	「4.4 許容限界」にて設定

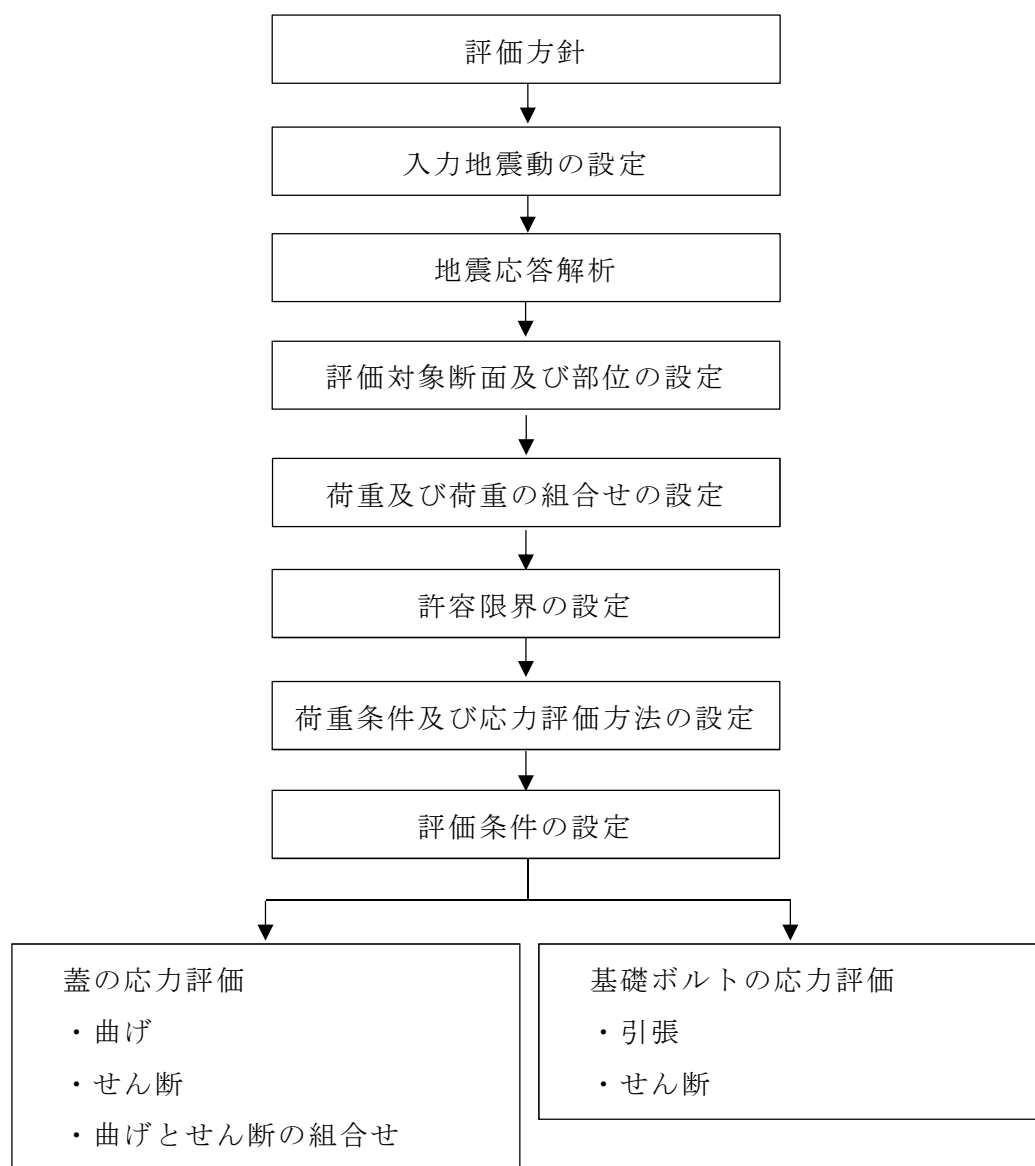


図 2-2 耐震評価フロー

2.4 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・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）） J S M E S N C 1－2005/2007（（社）日本機械学会 2007年）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1・補－1984（（社）日本電気協会 昭和59年）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1－1987（（社）日本電気協会 昭和62年）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1－1991 追補版）（（社）日本電気協会 平成3年）
- ・各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010改定）
- ・建築基準法及び同施行令
- ・日本工業規格 J I S G 4 3 0 4（1999） 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯
- ・日本工業規格 J I S G 4 3 0 3（1998） ステンレス鋼棒

3. 地震応答解析

取水路点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価に用いる地震応答解析は、添付資料V-2-2-6「取水構造物の地震応答計算書」と同様の解析方法、荷重及び荷重の組合せ、入力地震動、モデル化及び諸元（材料物性値、地盤の物性値、荷重の入力方法）により実施する。

なお、入力地震動は、添付資料V-2-1-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」に基づく基準地震動 S_s とする。

3.1 評価対象断面及び位置

評価対象断面は、取水路点検用開口部浸水防止蓋が取水路上版に設置されていることから、取水路の弱軸方向である横断方向を評価対象断面とする。取水路の評価対象断面を図3-1に、評価対象位置を図3-2に示す。評価対象部位は取水路上版とする。

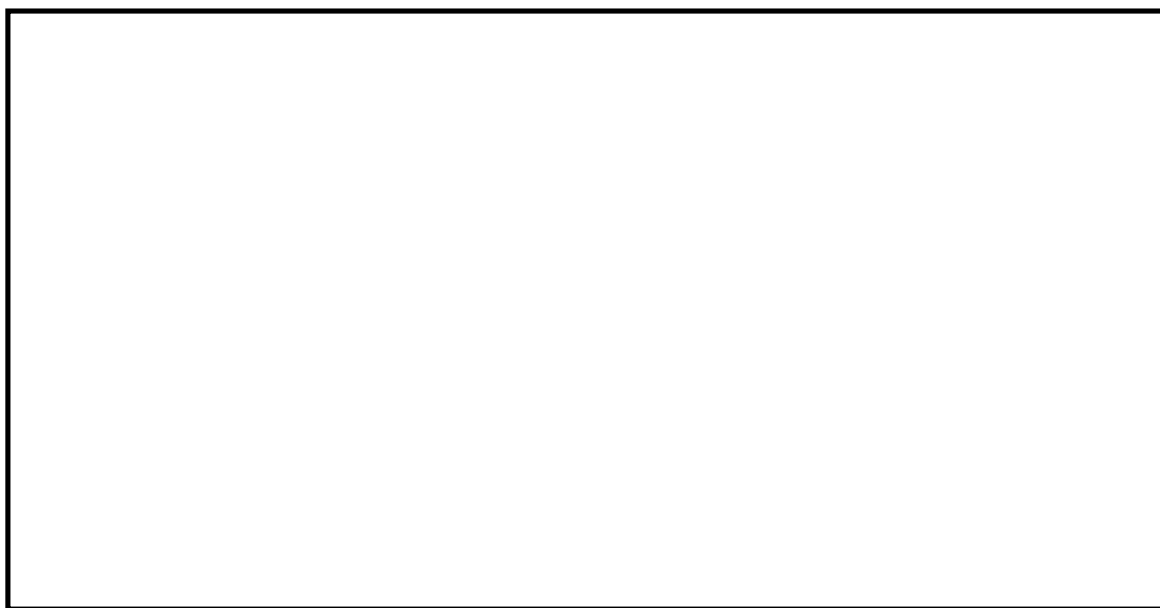
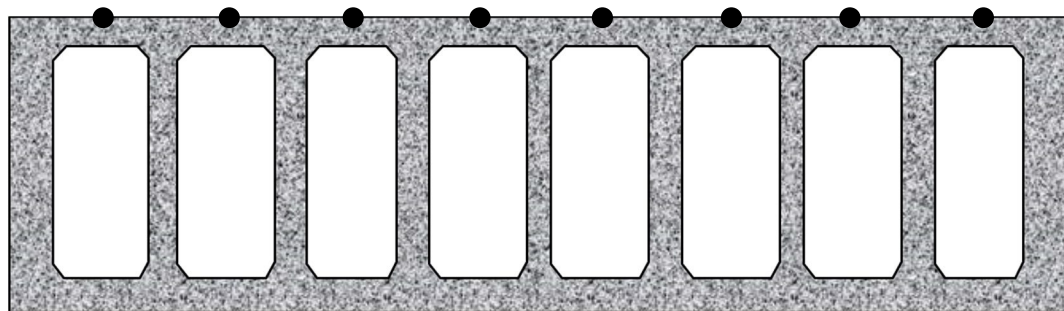


図 3-1 評価対象断面



(取水路断面図)

● 評価対象位置

図 3-2 評価対象位置

3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルを図 3-3 に示す。

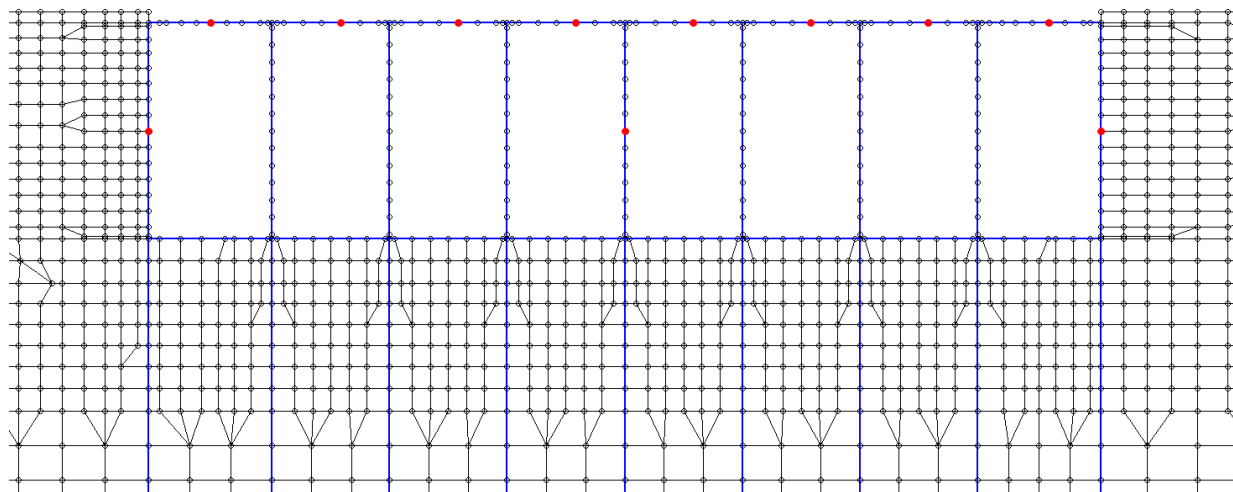


図 3-3 地震応答解析モデル

3.3 地震応答解析結果

取水路上版に作用する基準地震動 S_s に伴う最大床応答加速度を表 3-1 に示す。

表 3-1 基準地震動 S_s に伴う最大床応答加速度

基準地震動	水平地震動	鉛直地震動	最大床応答加速度 (Gal)	
			水平方向	鉛直方向
$S_s - D1L$	正転	正転	303	693
	反転	正転	302	671
	正転	反転	346	688
	反転	反転	279	681
$S_s - 11$	正転	正転	284	722
$S_s - 12$	正転	正転	245	739
$S_s - 13$	正転	正転	223	712
$S_s - 14$	正転	正転	209	555
$S_s - 21$	正転	正転	287	699
$S_s - 22$	正転	正転	290	633
$S_s - 31$	正転	正転	281	275
	反転	正転	272	269

4. 応力評価

4.1 基本方針

- (1) 取水路点検用開口部浸水防止蓋の各部位の応力評価を実施し，発生応力を算出する。
- (2) 各部位の発生応力と許容応力を比較し，発生応力が許容限界以下であることを確認する。

4.2 評価対象部位

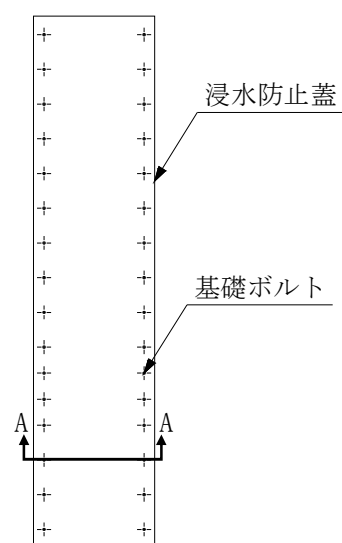
取水路点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価対象部位は，「2.2 構造概要」にて設定している構造を踏まえ選定する。評価対象部位を表 4-1 に示す。

取水路点検用開口部浸水防止蓋に対して，地震発生による荷重が作用する。蓋に作用する荷重は，それを固定している基礎ボルトに伝達することから，評価対象部位は，蓋及び基礎ボルトを対象とする。

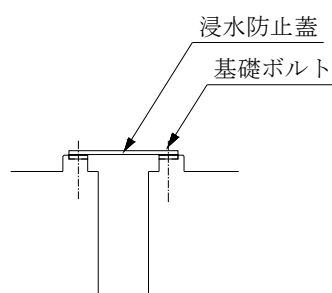
取水路点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価における評価対象部位を，図 4-1 及び図 4-2 に示す。

表 4-1 評価対象部位

地震力	部位
鉛直方向	蓋
	基礎ボルト
水平方向	基礎ボルト

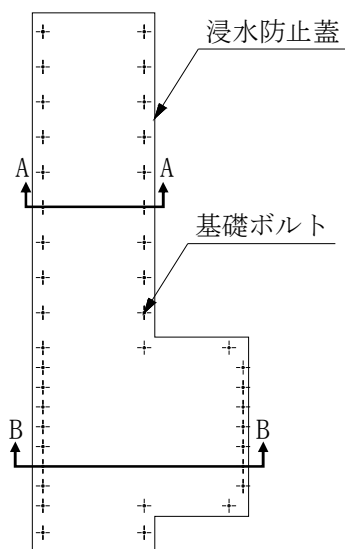


平面図

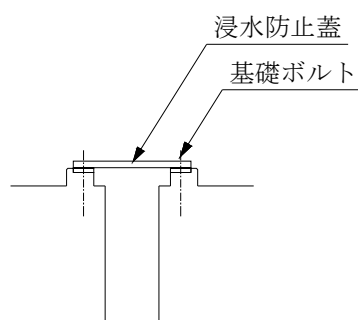


A-A 断面図

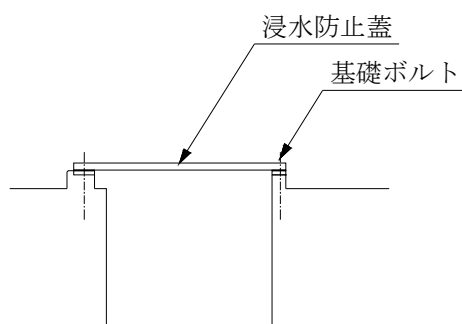
図 4-1 評価対象部位（蓋 1, 10）



平面図



A-A 断面図



B-B 断面図

図 4-2 評価対象部位（蓋 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9）

4.3 荷重及び荷重の組合せ

4.3.1 荷重

(1) 固定荷重 (D)

固定荷重として、蓋の自重を考慮する。

(2) 地震荷重 (S_s)

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

ここで、応力評価に用いる静的震度は取水路上版における最大加速度を重力加速度で除して算出し、各方向での最大値を用いる。表 4-2 に応力評価に用いる静的震度を示す。なお、鉛直震度が 1G を超えないため、蓋の浮き上がりによるボルトの引張が起こらないことから、基礎ボルトの発生応力においては引張を考慮しないこととする。

表 4-2 応力評価に用いる最大静的震度

基準地震動	水平 地震動	鉛直 地震動	最大床応答加速度 (Gal)		水平震度 C_H	鉛直震度 C_V
			水平方向	鉛直方向		
$S_s - D1L$	正転	反転	346	688	<u>0.36</u> * ¹	0.71
$S_s - 12$	正転	正転	245	739	0.25	<u>0.76</u> * ¹

注記 *1：下線部は応力評価に用いる静的震度を示す。

(3) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重を考慮する。

積雪荷重 P_s については、30 cm の積雪量を想定し、平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。

積雪荷重による質量は次式を用いて算出する。

$$m_s = \frac{P_s \cdot A_s}{g} = \frac{0.35 \cdot w_s \cdot d_s \cdot A_s}{g}$$

ここで、

m_s : 積雪荷重による質量 (kg)

P_s : 積雪荷重 (N)

A_s : 積雪面積 (m²)

g : 重力加速度 (m/s²)

w_s : 積雪量 1 cm ごとの積雪荷重 (Pa)

d_s : 垂直積雪量 (cm)

4.3.2 荷重の組合せ

取水路点検用開口部浸水防止蓋は，取水路上版部に位置する平板であることから，その構造と形状から漂流物による衝突荷重及び風荷重の影響は考慮しない。荷重の組合せを表 4-3 に示す。

表 4-3 荷重の組合せ

施設区分	機器名称	荷重の組合せ*1
浸水防護施設 (浸水防止設備)	取水路点検用開口部浸水防止蓋	$D + S_s + P_s$

注記 *1：Dは固定荷重， S_s は地震荷重， P_s は積雪荷重を示す。

4.4 許容限界

取水路点検用開口部浸水防止蓋の設計にて考慮する供用状態（許容応力状態）を表 4-4 に、許容応力算定用基準値を表 4-5 に示す。また、評価部位に応じた許容応力評価条件を表 4-6 に示す。

表 4-4 供用状態（許容応力状態）

供用状態 (許容応力状態)	許容限界 ^{*1*2}			
	蓋			基礎ボルト
	一次応力			一次応力
C (Ⅲ _A S)	曲げ	せん断	組合せ ^{*3}	せん断
	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$

注記 *1：曲げ及びせん断は、J E A G 4 6 0 1・補-1984 を準用し、「その他の支持構造物」の許容限界を適用する。組合せは、J S M E N C 1-2005/2007 による。

*2： f_b ：許容曲げ応力， f_s ：許容せん断応力， f_t ：許容引張応力を示す。

*3：曲げとせん断の組合せである。

表 4-5 許容応力算定用基準値

評価部位	材料	温度条件 (℃)	S_y ^{*1} (MPa)	S_u ^{*1} (MPa)	F ^{*1*2} (MPa)
蓋	SUS304	40	205	520	205
基礎ボルト					

注記 *1： S_y ：設計降伏点， S_u ：設計引張強さ， F ：許容応力算定用基準値を示す。

*2： $F = \text{Min}[S_y, 0.7 \cdot S_u]$ とする。

表 4-6 許容応力評価条件

評価部位	材料	温度条件 (℃)	f_b (MPa)	f_t (MPa)	f_s (MPa)
蓋	SUS304	40	136	136	78
基礎ボルト			—	—	

4.5 評価方法

応力評価は、構造部材に作用する荷重が、「4.4 許容限界」で設定した許容限界以下であることを確認する。

4.5.1 荷重条件

(1) 固定荷重 (D)

固定荷重として蓋の自重を考慮する。

(2) 積雪荷重 (P_s)

取水路点検用開口部浸水防止蓋の全面に積雪荷重を考慮する。

(3) 地震荷重 (S_s)

地震荷重は、以下のとおりとする。

$$W_{hk} = C_H \cdot (m_D + m_S) \cdot g$$

$$W_{vk} = C_V \cdot (m_D + m_S) \cdot g$$

$$w_{vk} = \frac{C_V \cdot (m_D + m_S) \cdot g}{A}$$

ここで、

W_{hk} : 水平地震荷重 (N)

W_{vk} : 鉛直地震荷重 (N)

w_{vk} : 鉛直地震等分布荷重 (MPa)

C_H : 設計水平震度

C_V : 設計鉛直震度

m_D : 蓋の自重による質量 (kg)

m_S : 積雪荷重による質量 (kg)

g : 重力加速度 (m/s^2)

A : 蓋の面積 (mm^2)

4.5.2 応力評価

各評価対象部位に作用する応力及びその算出式等をまとめる。

(1) 蓋

蓋は、基礎ボルトで支持されているものとし、蓋端間で等分布荷重を受ける両端単純支持ばりとして評価する。単位幅当たりの最大曲げモーメント及び単位幅当たりの最大せん断力は次式で与えられる。

$$M = \frac{w \cdot L^2}{8}$$

$$Q = \frac{w \cdot L}{2}$$

ここで、

M : 単位幅当たりの最大曲げモーメント ($\text{N} \cdot \text{mm}$)

Q : 単位幅当たりの最大せん断力 (N)

w : 蓋に作用する等分布荷重 (MPa)

L : 支点間距離 (mm)

a. 最大曲げ応力

最大曲げ応力は、次式により算出する。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここで、

σ_b : 最大曲げ応力 (MPa)

M : 単位幅当たりの最大曲げモーメント ($\text{N} \cdot \text{mm}$)

Z : 単位幅当たりの断面係数 (mm^3)

b. 最大せん断応力

最大せん断応力は、次式により算出する。

$$\tau = \frac{Q}{A_s}$$

ここで、

τ : 最大せん断応力 (MPa)

Q : 単位幅当たりの最大せん断力 (N)

A_s : 単位幅当たりのせん断断面積 (mm^2)

(2) 基礎ボルト

基礎ボルトに作用するせん断荷重は、水平方向荷重をすべての基礎ボルトで負担するものとして評価する。基礎ボルトのせん断応力は、次式により算出する。

$$\tau_k = \frac{Q}{A_m}$$

ここで、

τ_k : 基礎ボルトのせん断応力 (MPa)

Q : 基礎ボルトに作用するせん断荷重 (N)

$$Q = \frac{W_{hk}}{n} \text{ で求める。}$$

W_{hk} : 水平地震荷重 (N)

n : 基礎ボルトの本数

A_m : 基礎ボルトの断面積 (mm^2)

$$A_m = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \text{ で求める。}$$

ϕ : 基礎ボルトの呼び径 (mm)

4.5.3 組合せ応力

4.5.2 において算出した垂直応力やせん断応力については，次式にて組合せ応力を算出する。

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \cdot \tau_{xy}^2} * 1$$

ここで，

σ : 組合せ応力 (MPa)

σ_x, σ_y : 互いに直交する垂直応力 (MPa)

τ_{xy} : σ_x, σ_y の作用する面内のせん断応力 (MPa)

注記 *1 : J S M E S N C 1 - 2005/2007 SSB-3121.1

5. 評価条件

取水路点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価に関する評価条件を以下に説明する。

(1) 荷重算出条件及び結果

a. 積雪荷重の算出条件

積雪荷重の算出条件を表 5-1 に示す。

表 5-1 積雪荷重の算出条件

積雪箇所	1 cm ごとの 積雪荷重 w_s (Pa/cm)	積雪面積 A_s (m^2)	垂直積雪量 d_s (cm)
取水路点検用開口部浸水防止蓋 1, 10	20	3.323	30
取水路点検用開口部浸水防止蓋 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	20	4.168	30

b. 地震荷重の算出条件及び結果

地震荷重算出に用いる質量の算出結果を表 5-2 に示す。

表 5-2 地震荷重算出に用いる質量の算出結果

項目		部位	質量又は 荷重	質量換算	合計
取水路点検用開口部浸水 防止蓋 1, 10	固定荷重 (自重)	蓋	1000 kg	1000 kg	1072 kg
	積雪荷重		600 Pa	72.12 kg	
取水路点検用開口部浸水 防止蓋 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	固定荷重 (自重)	蓋	2000 kg	2000 kg	2090 kg
	積雪荷重		600 Pa	90.44 kg	

(2) 評価対象部位の諸元

評価対象部位である，蓋の諸元を表 5-3，基礎ボルトの諸元を表 5-4 に示す。

表 5-3 評価対象部位の各諸元（蓋）

施設名称	材質	厚さ (mm)	たて (mm)	横 (mm)
取水路点検用開口部浸水防止蓋 1, 10	SUS304	29.75 (30.0 ^{*1})	3820 ^{*1}	870 ^{*1}
取水路点検用開口部浸水防止蓋 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	SUS304	49.75 (50.0 ^{*1})	3820 ^{*1}	1535 ^{*1}

注記 *1：公称値を示す。

表 5-4 評価対象部位の各諸元（基礎ボルト）

施設名称	材質	呼び径 (mm)	本数 (本)
取水路点検用開口部浸水防止蓋 1, 10	SUS304	16	32
取水路点検用開口部浸水防止蓋 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	SUS304	16	40

6. 耐震評価結果

蓋，基礎ボルトの耐震評価結果を表 6-1 に示す。取水路点検用開口部浸水防止蓋の各部位の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十分な健全性を有することを確認した。

表 6-1 耐震評価結果

(単位：MPa)

評価対象部位		評価応力	発生応力	許容応力
取水路点検用開口部浸水防止蓋 1, 10	蓋	曲げ	4	204
		せん断	1	117
		組合せ* ¹	4	204
	基礎ボルト	せん断	1	117
取水路点検用開口部浸水防止蓋 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	蓋	曲げ	7	204
		せん断	1	117
		組合せ* ¹	7	204
	基礎ボルト	せん断	1	117

注記 *1：曲げとせん断の組合せである。

V-2-10-2-5-2 S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	4
2.4 適用規格	5
3. 耐震評価方法	6
3.1 記号の定義	6
3.2 評価対象部位	7
3.3 荷重の種類及び荷重の組合せ	8
3.4 許容限界	9
3.5 評価方法	10

1. 概要

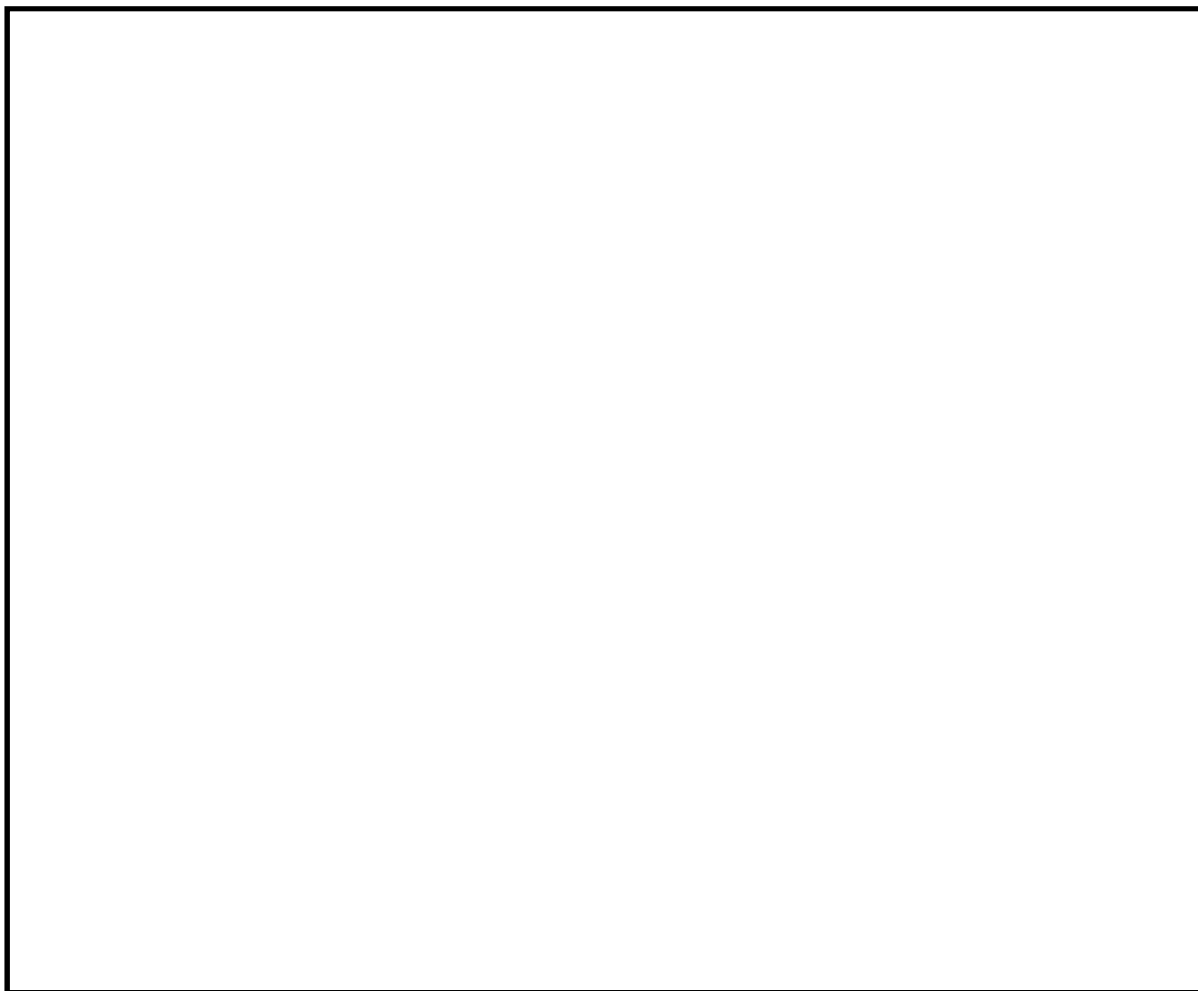
本資料はV-2-1-1「耐震設計の基本方針」にて設定している構造強度に基づき、S A用海水ピット開口部浸水防止蓋が設計用地震力に対して、主要な構造部材が十分な構造健全性を有していることを説明するものである。その耐震評価はS A用海水ピット開口部浸水防止蓋の固有値解析及び応力評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋は、S A用海水ピット開口部に設置する。

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の設置位置図を第 2-1 図に示す。

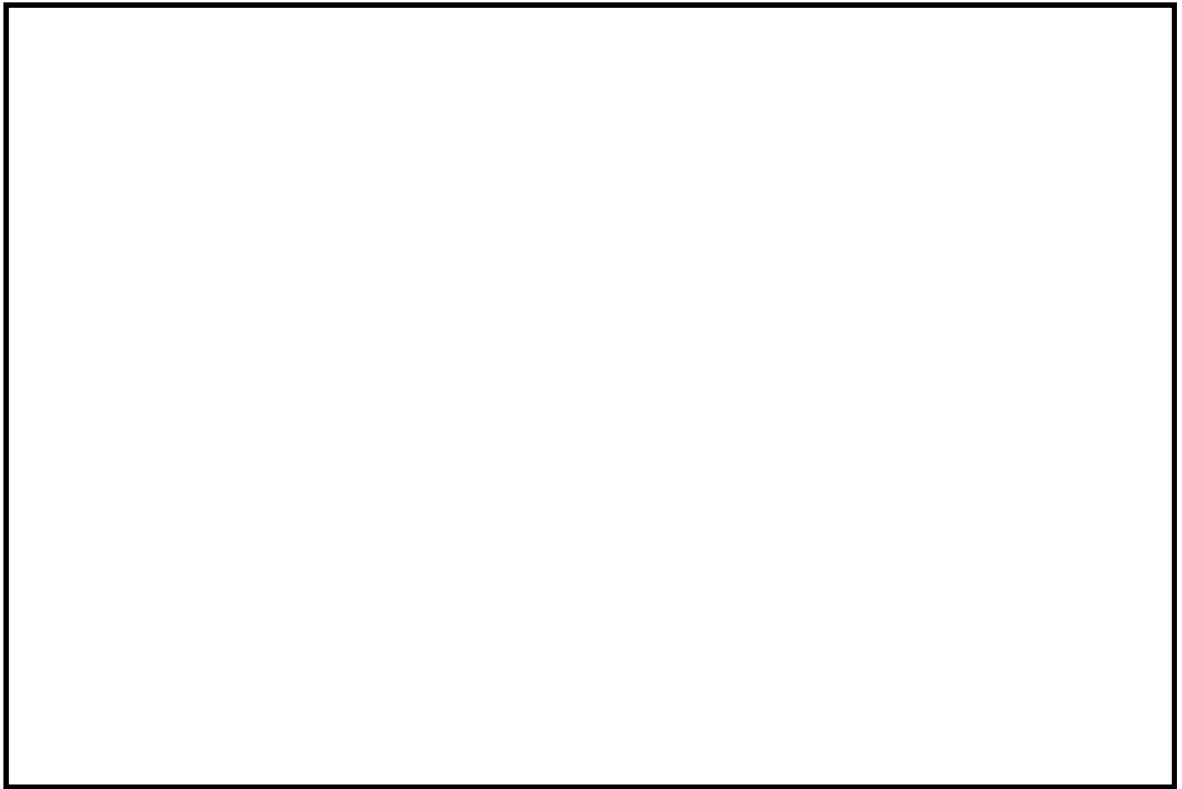


第 2-1 図 S A用海水ピット開口部浸水防止蓋設置位置図

2.2 構造概要

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の構造は、長方形の鋼板に主桁及び補助桁（ともに溝形鋼）を組合せた構造とする。

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋は、本体をS A用海水ピット開口部に設置する固定ボルト及びヒンジで固定する。S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の構造概要図を第 2-2 図に示す。



第 2-2 図 S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の構造概要

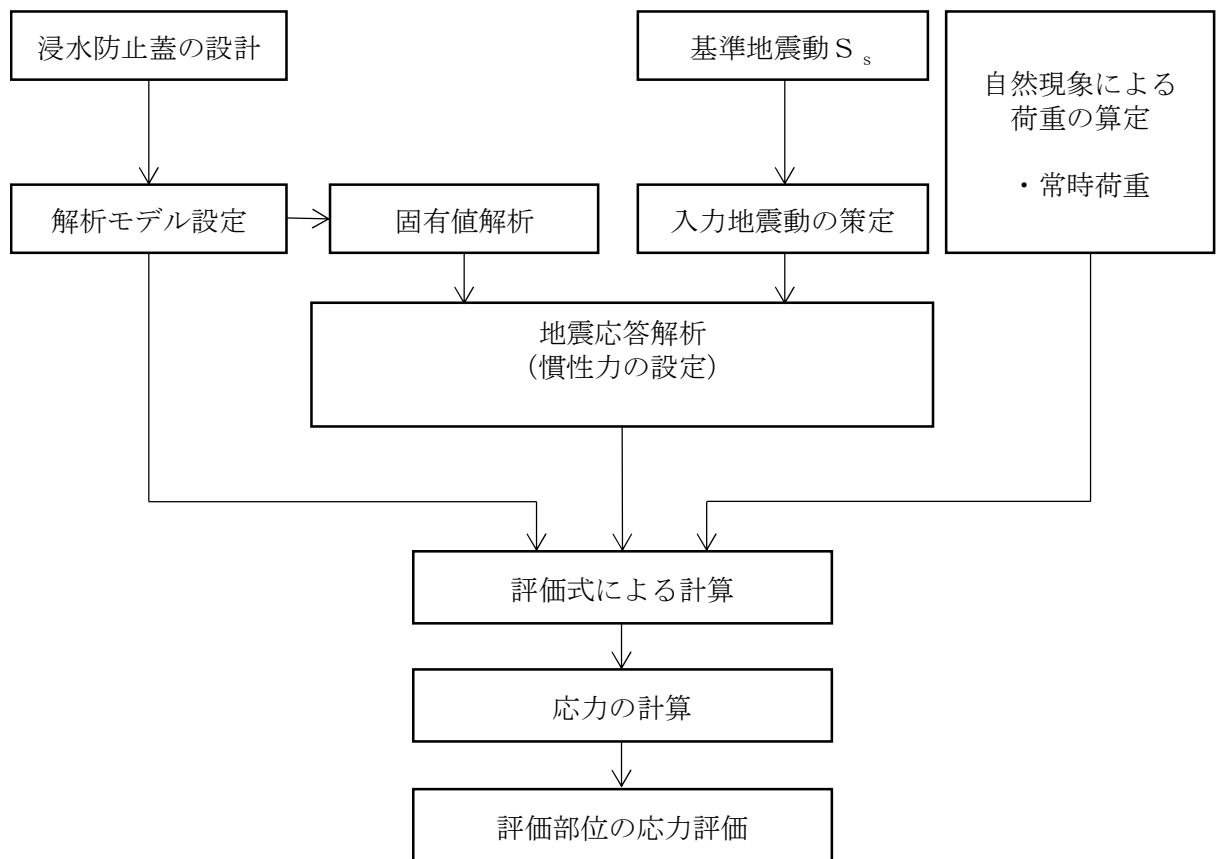
2.3 評価方針

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋は、Sクラス施設である浸水防護施設に分類される。

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の耐震計算は、S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の評価対象部位に作用する応力が許容限界以下であることを「3. 耐震評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算する。

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の耐震評価では、地震発生時に各部に作用する荷重を考慮する。耐震評価フローを第2-3図に示す。

また、上記評価を実施するにあたり、S A用海水ピット開口部浸水防止蓋をモデル化した固有値解析を行う。



第2-3図 耐震評価フロー

2.4 適用規格

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 J E A G 4 6 0 1－1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1・補－1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1－1991 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 J S M E S N C 1－2005 ((社) 日本機械学会)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 J S M E S N C 1－2007 ((社) 日本機械学会)
- ・日本工業規格(J I S)
- ・ダム・堰施設技術基準(案)(基準解説編・マニュアル編)((社)ダム・堰施設技術協会，平成 25 年 6 月)

3. 耐震評価方法

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の耐震評価は、「3.2 評価対象部位」に示す評価対象部位に対し、「3.3 荷重の種類及び荷重の組合せ」及び「3.4 許容限界」に示す荷重の種類及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「3.5 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

3.1 記号の定義

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の耐震計算に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の耐震計算に用いる記号

記号	単位	定義
g	m/s^2	重力加速度
σ_v	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計降伏点
σ_u	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計引張強さ
σ_a	N/mm^2	許容圧縮応力度，許容引張応力度，許容曲げ応力度 ダム・堰施設技術基準（案） $\sigma_a = \sigma_v / F$ *安全率Fは2程度
τ_a	N/mm^2	許容せん断応力度 ダム・堰施設技術基準（案） $\tau_a = \sigma_a / \sqrt{3}$
σ_{ca}	N/mm^2	許容支圧応力度 ダム・堰施設技術基準（案） $\sigma_{ca} = 1.5 \sigma_a$

3.2 評価対象部位

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の評価対象部位は、「2.2 構造概要」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。

なお、S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の耐震計算における評価対象部位は、浸水防止蓋、ヒンジ及び固定ボルトとする。

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の耐震評価における評価対象部位を第3-1図に示す。



第3-1図 評価対象部位

3.3 荷重の種類及び荷重の組合せ

耐震評価に用いる荷重の種類及び荷重の組合せに関して以下に示す。

3.3.1 荷重の設定

耐震評価に用いる荷重は、以下のとおり。

(1) 常時作用する荷重（D）

常時作用する荷重として、自重Dを考慮する。自重Dについては、S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の構成部材の質量を用いる。

(2) 地震荷重（ S_s ）

耐震計算に用いる地震荷重（ S_s ）は地震応答解析より得られる蓋の照査用応答値を用いる。

3.3.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを第3-2表に示す。

第3-2表 荷重の組合せ

施設区分	機器名称	荷重の組合せ
浸水防止設備	S A用海水ピット開口部 浸水防止蓋	$D + S_s$

3.4 許容限界

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の各部材の許容限界は、評価対象部位ごとに、「ダム・堰施設技術基準（案）」に規定される許容応力度を用いる。

各評価対象部位の許容限界を第3-3表に示す。

第3-3表 各評価対象部位の許容限界

状態	許容限界 *1, *2			
	浸水防止蓋		固定ボルト	
	一次応力		一次応力	
短期	曲げ	せん断	引張	せん断
	$1.5 \sigma_a$	$1.5 \tau_a$	$1.5 \sigma_a$	$1.5 \tau_a$

注記 *1:「ダム・堰施設技術基準（案）」に準じ、短期時許容値割増 1.5 とする。

*2: σ_a : 許容曲げ応力度, τ_a : 許容せん断応力度

3.5 評価方法

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の耐震評価は、地震荷重による各部材の発生応力が許容限界以下であることを確認するものとする。

3.5.1 荷重条件

(1) 固定荷重 (D)

固定荷重による質量を考慮する。

(2) 地震荷重 (S_s)

地震荷重 S_s は、以下のとおりとする。

なお、鉛直震度は、自重と同じ鉛直下向きに考慮する。

$$W_{hg} = K_h \cdot D \cdot g$$

$$W_{vg} = K_v \cdot D \cdot g$$

$$w_{vg} = W_{vg} / A$$

ここで、

K_h : 設計水平震度 (G)

K_v : 設計鉛直震度 (G)

W_{hg} : 全体の水平地震荷重 (N)

W_{vg} : 全体の鉛直地震荷重 (N)

w_{vg} : 鉛直地震分布荷重 (N/mm²)

D : 固定荷重による全体質量 (kg)

g : 重力加速度 (m/s²)

A : 浸水防止蓋の投影面積 (mm²)

3.5.2 耐震評価

(1) 浸水防止蓋

浸水防止蓋の荷重条件は、地震荷重を等分布荷重とし、浸水防止蓋を構成する主桁および補助桁に発生する最大曲げモーメント及び最大せん断力は「ダム・堰施設技術基準(案)」に規定される計算式を用いる。

(a) 曲げ応力

浸水防止蓋の主桁及び補助桁に発生する最大曲げ応力 σ は、次式により算出する。

$$\sigma = M / Z$$

ここで、

M : 主桁及び補助桁に発生する最大曲げモーメント

Z : 主桁及び補助桁の断面係数

(b) せん断応力

浸水防止蓋の主桁及び補助桁に発生する最大せん断応力 τ は次式により算出する。

$$\tau = S / A_w$$

ここで、

S : 主桁及び補助桁に発生する最大せん断力

A_w : 主桁及び補助桁のウェブ断面積

(2) 固定ボルト

固定ボルトに作用する荷重は、固定ボルト設置位置及び間隔から浸水防止蓋に対する負担面積を設定し、鉛直方向荷重及び水平方向荷重に対して評価を行う。

(a) 引張応力

固定ボルト 1 本あたりの引張応力 σ_b は、次式により算出する。

$$\sigma_b = P_b / A_b$$

ここで、

P_b : 固定ボルト 1 本あたりに作用する引張応力

A_b : 固定ボルトの有効断面積

(b) せん断応力

固定ボルト 1 本あたりのせん断応力 τ_b は、次式により算出する。

$$\tau_b = S_b / A_b$$

ここで、

S_b : 固定ボルト 1 本あたりに作用するせん断荷重

(c) 組合せ応力

固定ボルトに発生する曲げ応力 σ_b 及びせん断応力 τ_b による組合せ荷重 σ_{bm} を「ダム・堰施設技術基準(案)」記載の次式により算出する。

$$\sigma_{bm} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_b^2}$$

(3) ヒンジ

ヒンジに作用する引張荷重は、ヒンジ設置位置及び間隔から浸水防止蓋に対する負担面積を設定し、鉛直方向荷重及び水平方向荷重に対して評価を行う。なお、ヒンジの評価は、ヒンジを構成するブラケット及びピンで行う。

(a) 曲げ応力（ブラケット）

ブラケットの根元に発生する曲げ応力 σ_{bu} を、次式により算出する。

$$\sigma_{bu} = M_{bu} / Z_{bu}$$

ここで、

M_{bu} ：ブラケットを片持ち梁でモデル化した時に発生する最大曲げモーメント

Z_{bu} ：ブラケット根元の断面二次係数

(b) せん断応力（ブラケット）

ブラケットに発生するせん断応力 τ_{bu} を、次式により算出する。

$$\tau_{bu} = S_{bu} / A_{bu}$$

ここで、

S_{bu} ：ブラケットに発生する最大せん断荷重

A_{bu} ：最大せん断荷重発生箇所におけるブラケットの断面積

(c) 組合せ応力（ブラケット）

ブラケットに発生する曲げ応力 σ_{bu} 及びせん断応力 τ_{bu} による組合せ荷重 σ_{bum} を「ダム・堰施設技術基準(案)」記載の次式により算出する。

$$\sigma_{bum} = \sqrt{\sigma_{bu}^2 + 3\tau_{bu}^2}$$

(d) 曲げ応力（ピン）

ピンに発生する曲げ応力 σ_p を、次式により算出する。

$$\sigma_p = M_p / Z_p$$

ここで、

M_p ：ピンを両端支持梁でモデル化した時に発生する最大曲げモーメント

Z_p ：ピンの断面二次係数

(e) せん断応力（ピン）

ピンに発生するせん断応力 τ_p を、次式により算出する。

$$\tau_p = S_p / 2A_p$$

ここで、

S_p ：ピンを両端支持梁でモデル化した時に発生する最大せん断荷重

A_p ：ピンの断面積

3.5.3 固有値解析

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の耐震評価にあたり、「2.3 評価方針」に記載したとおり、当該設備をモデル化した固有値解析を実施する。

(1) 解析モデル

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の主桁を単純支持梁としてモデル化する。

(2) 固有振動数の計算

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋は、主桁を単純支持梁としてモデル化し、評価を行う。「構造力学公式集（1988 年），土木学会」より、両端支持梁の一次固有振動数は次のとおり与えられる。

$$f = \frac{\pi^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{E \cdot I}{m}}$$

各記号の定義並びに評価に必要な諸元を第 3-4 表に示す。

第 3-4 表 固有振動数の計算における記号の定義と評価に必要な諸元

記号	定義	単位	備考
f	一次固有振動数	Hz	
E	縦弾性係数	N/m ²	
I	主桁の断面二次モーメント	m ⁴	
m	主桁の単位長さ当りの重量	kg/m	
L	主桁の長さ	m	

V-2-10-2-5-3 緊急用海水ポンプピット点検用開口部

浸水防止蓋の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	4

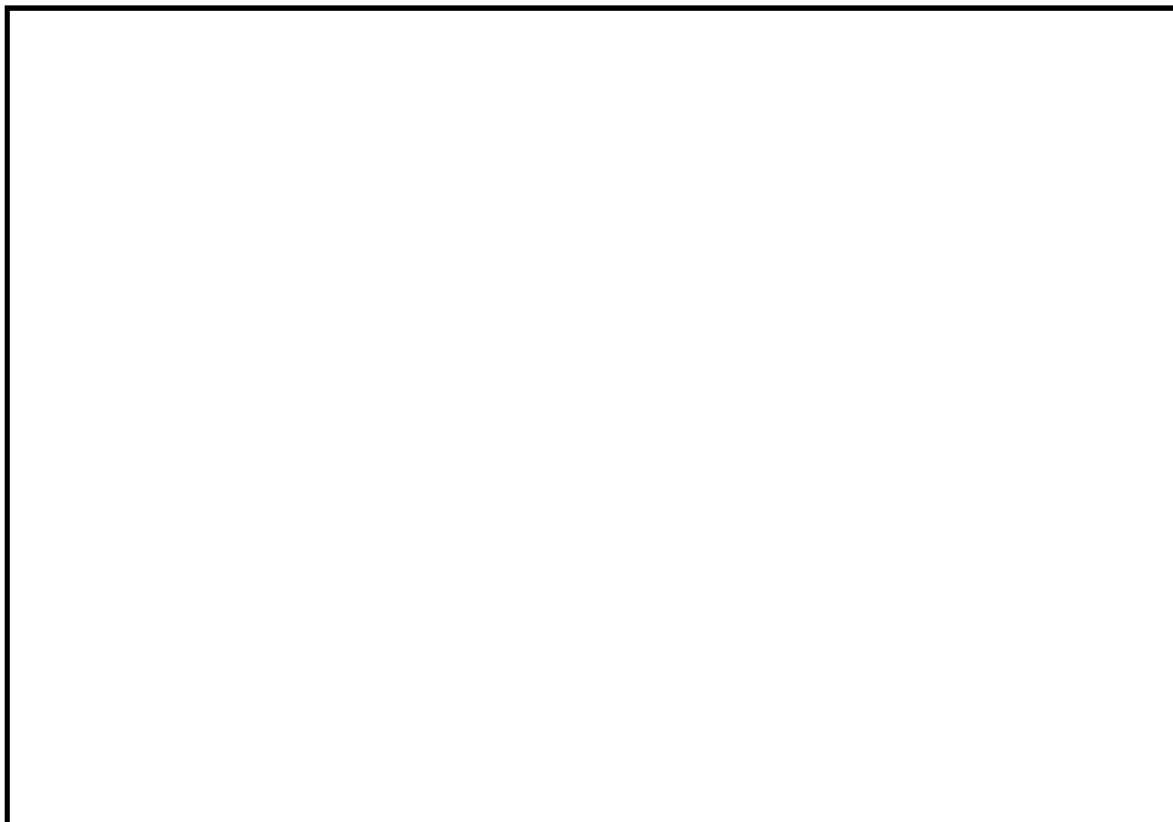
1. 概要

本資料は、添付資料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緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋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。

2. 基本方針

2.1 位置

緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋は，緊急用海水ポンプ室床面に設置する。
緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の設置位置を図 2-1 に示す。



(単位：mm)

図 2-1 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の設置位置図

2.2 構造概要

緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の構造は、長方形の鋼板に主桁及び補助桁を組合せた構造とし、本体を緊急用海水ポンプ室床面に固定ボルトにより固定することで、止水性を確保する。緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の構造概要を表 2-1 に示す。

表 2-1 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の構造概要

設備名称	構造概要		説 明 図
	主体構造	支持構造	
緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋	蓋により構成する。	緊急用海水ポンプ室床面に固定ボルトで固定する。	(単位：mm)

2.3 評価方針

緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価は、緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の評価対象部位に作用する応力が許容限界以下であることを「3. 耐震評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「5. 耐震評価結果」にて確認する。

緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価では、地震発生時に各部に作用する荷重を考慮する。耐震評価フローを図 2-2 に示す。

また、上記評価を実施するに当たり、緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋をモデル化した固有値解析を行う。

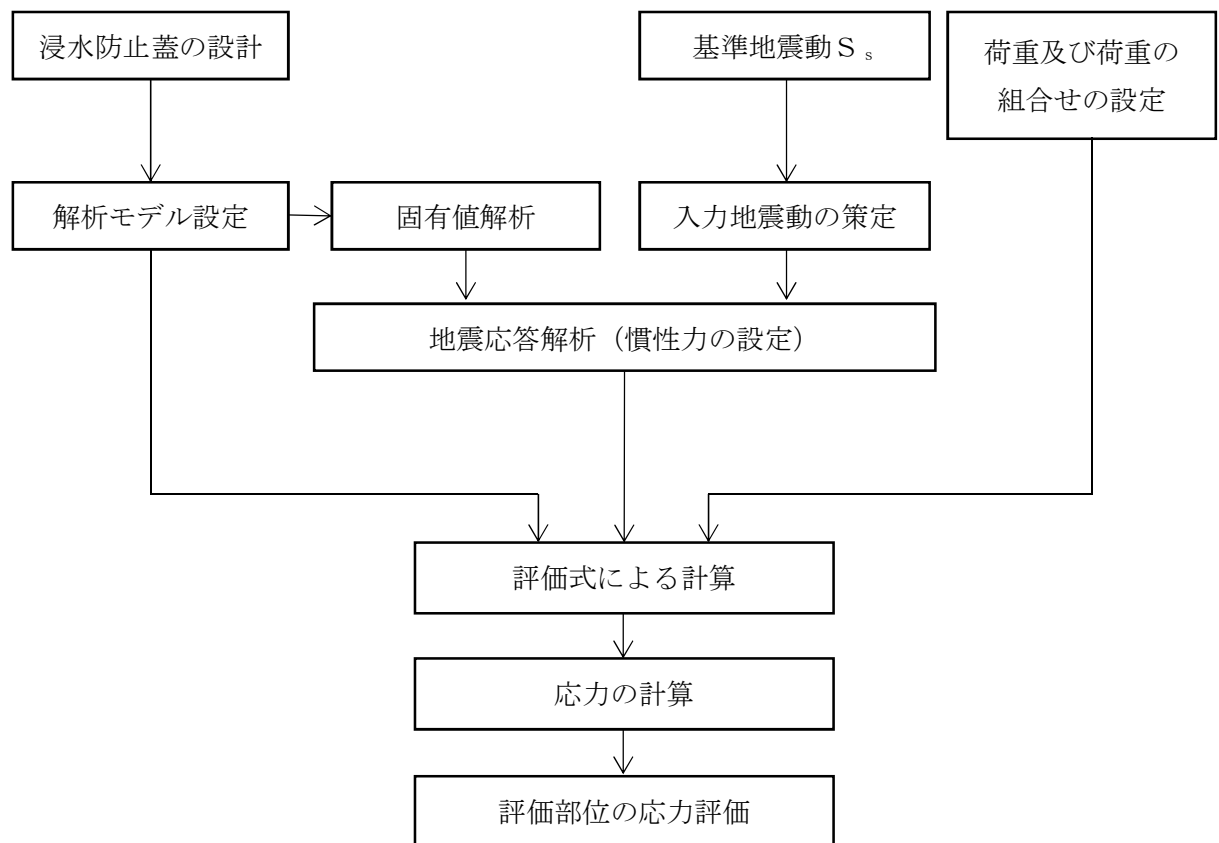


図 2-2 耐震評価フロー

V-2-10-2-5-4 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概 要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	4

1. 概 要

本資料は、添付資料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放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋が設計用地震力及びその他自然現象等による荷重に対して、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。

2. 基本方針

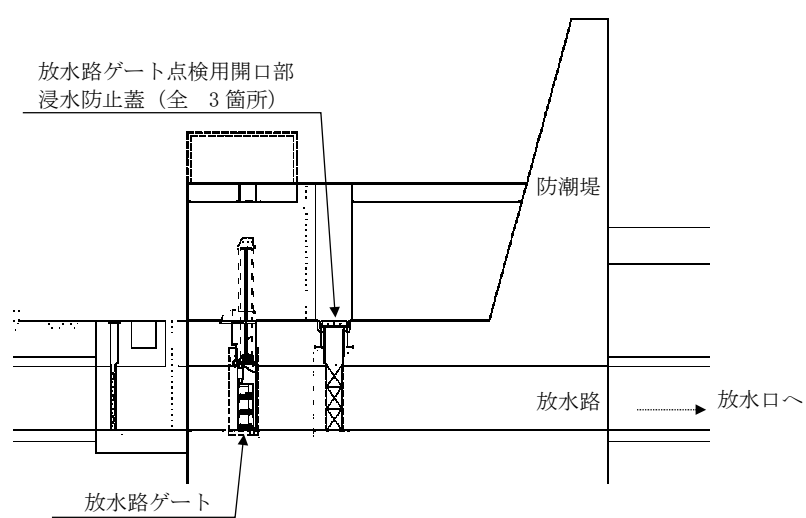
2.1 位置

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋は，放水上版に設置する。

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の設置位置を図 2-1 に示す。



(平面図)



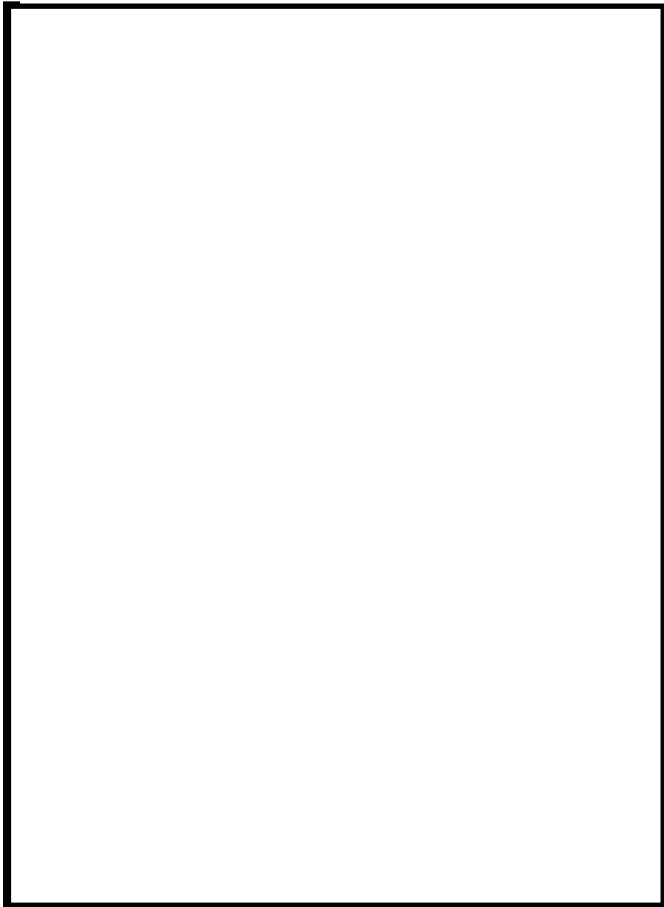
(A-A 断面図)

図 2-1 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の設置位置図

2.2 構造概要

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の構造は，長方形の鋼板に主桁及び補助桁を組合せた構造とし，本体を放水上版に固定ボルトにより固定することで，止水性を確保する。放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の構造概要を表 2-1 に示す。

表 2-1 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の構造概要

設備名称	構造概要		説 明 図
	主体構造	支持構造	
放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋 1, 2, 3	蓋により構成する。	放水上版に固定ボルトで固定する。	 (単位：mm)

2.3 評価方針

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価は、放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の評価対象部位に作用する応力が許容限界以下であることを「3. 耐震評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「5. 耐震評価結果」にて確認する。

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価では、地震発生時に各部に作用する荷重を考慮する。耐震評価フローを図 2-2 に示す。

また、上記評価を実施するに当たり、放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋をモデル化した固有値解析を行う。

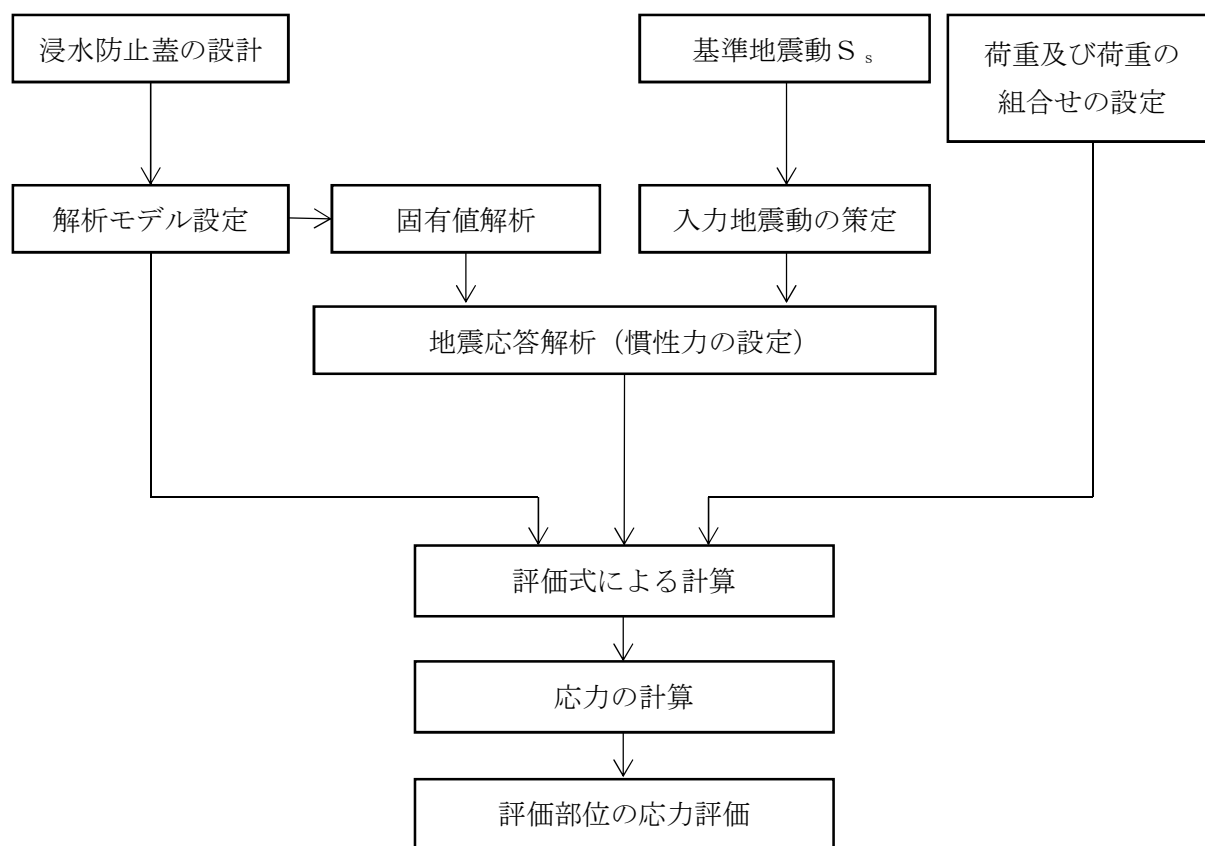


図 2-2 耐震評価フロー

V-2-10-2-5-5 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 位置	1
2.2 構造概要	2
2.3 評価方針	3
2.4 適用規格	5
3. 地震応答解析	6
3.1 評価対象断面及び位置	6
3.2 地震応答解析モデル	7
3.3 地震応答解析結果	8
4. 応力評価	9
4.1 基本方針	9
4.2 評価対象部位	9
4.3 荷重及び荷重の組合せ	10
4.3.1 荷重	10
4.3.2 荷重の組合せ	10
4.4 許容限界	11
4.5 評価方法	12
4.5.1 荷重条件	12
4.5.2 応力評価	12
4.5.3 組合せ応力	14
5. 評価条件	15
6. 耐震評価結果	16

1. 概要

本資料は、添付資料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海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋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。その評価は海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋に要求される機能の維持を確認するために地震応答解析に基づく構造部材の曲げ，引張及びせん断強度評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋は，海水ポンプ室に設置する。

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の設置位置を図 2-1 に示す。



図 2-1 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の設置位置図

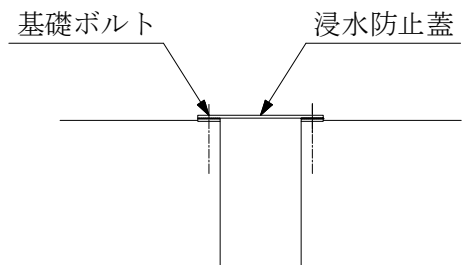
2.2 構造概要

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の構造は，鋼板構造であり，海水ポンプ室壁面に基礎ボルトにより固定することで，止水性を確保する構造とする。

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の構造概要を表 2-1 に示す。

表 2-1 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の構造概要

設備名称	配置図		
海水ポンプ室 ケーブル点検 口浸水防止蓋 1, 2, 3			
	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
	蓋により構成する。	海水ポンプ室壁面に基礎ボルトで固定する。	



2.3 評価方針

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の耐震評価は、表 2-2 に示すとおり、「2.2 構造概要」に示す構造部材の曲げ、引張及びせん断評価を行う。

構造部材の曲げ、引張及びせん断評価については、地震応答解析から得られた荷重を用いた応力解析に基づく発生応力が許容限界以下であることを確認する。

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の耐震評価フローを図 2-2 に示す。

表 2-2 耐震評価項目

評価方針	評価項目	設計用 地震力	評価対象 部位	評価方法	許容限界
構造健全性を有すること	構造部材の曲げ、引張及びせん断	基準地震動 S_s	「4.2 評価対象部位」にて設定	発生応力が許容限界を超えないことを確認	「4.4 許容限界」にて設定

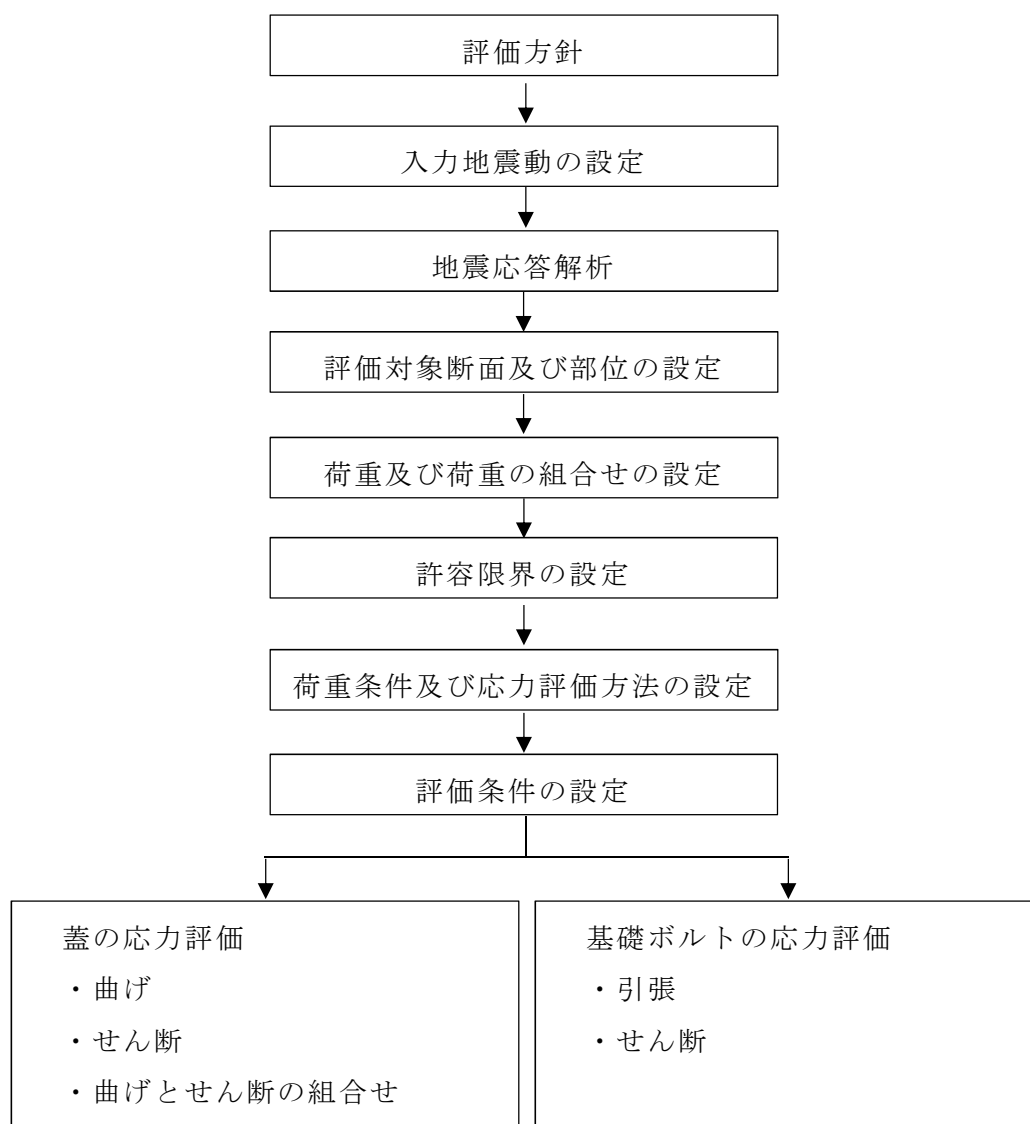


図 2-2 耐震評価フロー

2.4 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・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）） J S
M E S N C 1－2005/2007（（社）日本機械学会 2007 年）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1・
補－1984（（社）日本電気協会 昭和 59 年）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1－1987（（社）日本電気協会
昭和 62 年）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1－1991 追補版）（（社）日本
電気協会 平成 3 年）
- ・各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010 改定）
- ・建築基準法及び同施行令
- ・日本工業規格 J I S G 4 3 0 4（1999） 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼
帯
- ・日本工業規格 J I S G 4 3 0 3（1998） ステンレス鋼棒

3. 地震応答解析

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の耐震評価に用いる地震応答解析は、添付資料V-2-2-6「取水構造物の地震応答計算書」と同様の解析方法、荷重及び荷重の組合せ、入力地震動、モデル化及び諸元（材料物性値、地盤の物性値、荷重の入力方法）により実施する。

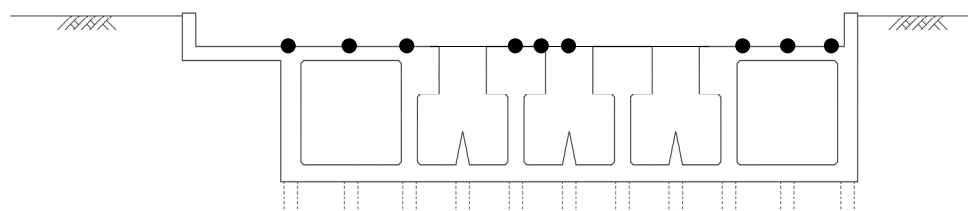
なお、入力地震動は、添付資料V-2-1-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」に基づく基準地震動 S_s とする。

3.1 評価対象断面及び位置

評価対象断面は、海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋が海水ポンプ室に設置されることを考慮し、図3-1に示す断面とする。評価対象位置を図3-2に示す。



図 3-1 評価対象断面



● 評価対象位置

図 3-2 評価対象位置

3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルを図 3-3 に示す。

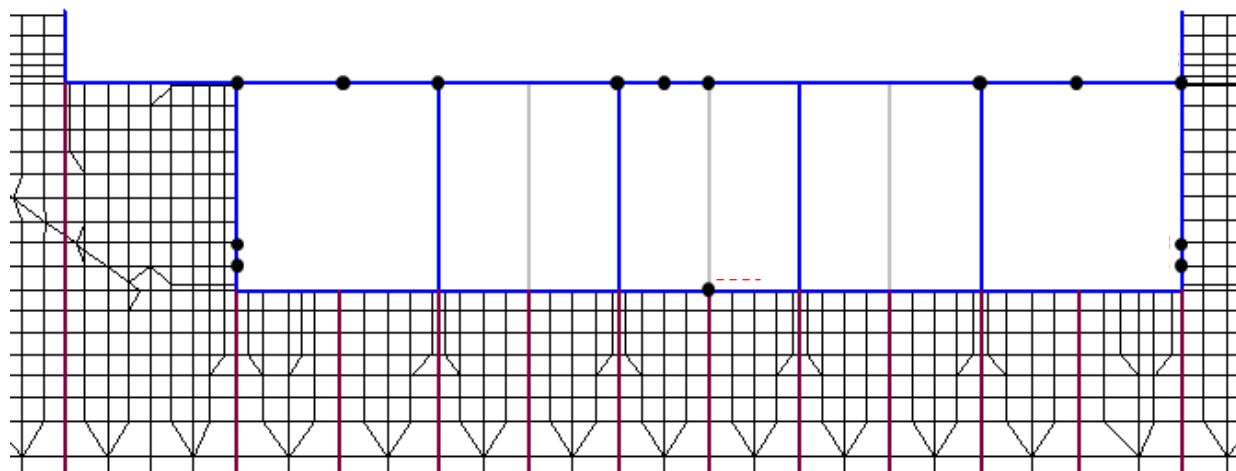


図 3-3 地震応答解析モデル

3.3 地震応答解析結果

評価対象位置に作用する基準地震動 S_s に伴う最大床応答加速度を表 3-1 に示す。

表 3-1 基準地震動 S_s に伴う最大床応答加速度

基準地震動	水平地震動	鉛直地震動	最大床応答加速度 (Gal)	
			水平方向	鉛直方向
$S_s - D1L$	正転	正転	299	1105
	反転	正転	280	1196
	正転	反転	335	1195
	反転	反転	247	1109
$S_s - 11$	正転	正転	250	1257
$S_s - 12$	正転	正転	265	1061
$S_s - 13$	正転	正転	273	993
$S_s - 14$	正転	正転	260	639
$S_s - 21$	正転	正転	372	1232
$S_s - 22$	正転	正転	348	1449
$S_s - 31$	正転	正転	239	656
	反転	正転	251	681

4. 応力評価

4.1 基本方針

- (1) 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の各部位の応力評価を実施し，発生応力を算出する。
- (2) 各部位の発生応力と許容応力を比較し，発生応力が許容限界以下であることを確認する。

4.2 評価対象部位

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の耐震評価箇所は，「2.2 構造概要」にて設定している構造を踏まえ選定する。評価対象部位を表 4-1 に示す。

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋に対して，地震発生による荷重が作用する。蓋に作用する荷重は，それを固定している基礎ボルトに伝達することから，評価対象部位は，蓋及び基礎ボルトを対象とする。

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の耐震評価における評価対象部位を，図 4-1 に示す。

表 4-1 評価対象部位

地震力	部位
鉛直方向	基礎ボルト
水平方向	蓋
	基礎ボルト

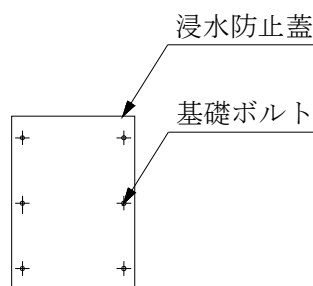
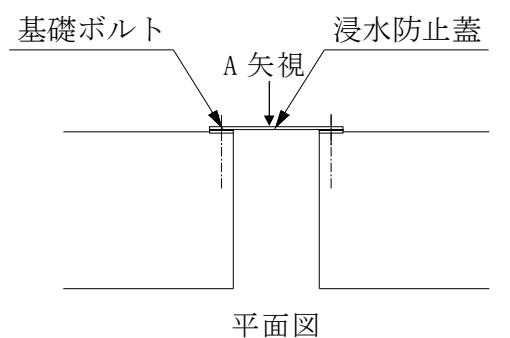


図 4-1 評価対象部位

4.3 荷重及び荷重の組合せ

4.3.1 荷重

(1) 固定荷重 (D)

固定荷重として、蓋の自重を考慮する。

(2) 地震荷重 (S_s)

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

ここで、応力評価に用いる静的震度は、海水ポンプ室上版における最大加速度を重力加速度で除して算出し、各方向での最大値を用いる。

表 4-2 に応力評価に用いる静的震度を示す。

表 4-2 応力評価に用いる最大静的震度

基準地震動	水平 地震動	鉛直 地震動	最大床応答加速度 (Gal)		水平震度 C_H	鉛直震度 C_V
			水平方向	鉛直方向		
$S_s - 2.1$	正転	正転	372	1232	<u>0.38</u> ^{*1}	1.26
$S_s - 2.2$	正転	正転	348	1449	0.36	<u>1.48</u> ^{*1}

注記 *1：下線部は応力評価に用いる静的震度を示す。

4.3.2 荷重の組合せ

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋は、海水ポンプ室壁面に設置されており、その構造と形状から影響が微小と考えられる積雪荷重及び風荷重は考慮しない。荷重の組合せを表 4-3 に示す。

表 4-3 荷重の組合せ

施設区分	機器名称	荷重の組合せ ^{*1}
浸水防護施設 (浸水防止設備)	海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋	$D + S_s$

注記 *1：Dは固定荷重， S_s は地震荷重を示す。

4.4 許容限界

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の設計にて考慮する供用状態（許容応力状態）を表 4-4 に、許容応力算定用基準値を表 4-5 に示す。また、評価部位に応じた許容応力評価条件を表 4-6 に示す。

表 4-4 供用状態（許容応力状態）

供用状態 (許容応力状態)	許容限界 ^{*1*2}				
	蓋			基礎ボルト	
	一次応力			一次応力	
C (Ⅲ _A S)	曲げ	せん断	組合せ ^{*3}	引張	せん断
	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$

注記 *1: J E A G 4 6 0 1・補-1984 を準用し、「その他の支持構造物」の許容限界を適用する。組合せは、J S M E N C 1-2005/2007 による。

*2: f_b : 許容曲げ応力, f_s : 許容せん断応力, f_t : 許容引張応力を示す。

*3: 曲げとせん断の組合せである。

表 4-5 許容応力算定用基準値

評価部位	材料	温度条件 (℃)	S_y ^{*1} (MPa)	S_u ^{*1} (MPa)	F ^{*1*2} (MPa)
蓋	SUS304	40	205	520	205
基礎ボルト					

注記 *1: S_y : 設計降伏点, S_u : 設計引張強さ, F : 許容応力算定用基準値を示す。

*2: $F = \text{Min}[S_y, 0.7 \cdot S_u]$ とする。

表 4-6 許容応力評価条件

評価部位	材料	温度条件 (℃)	f_b (MPa)	f_t (MPa)	f_s (MPa)
蓋	SUS304	40	136	136	78
基礎ボルト			—	102	

4.5 評価方法

応力評価は、構造部材に作用する荷重が、「4.4 許容限界」で設定した許容限界以下であることを確認する。

4.5.1 荷重条件

(1) 固定荷重 (D)

固定荷重として、蓋の自重を考慮する。

(2) 地震荷重 (S_s)

地震荷重は、以下のとおりとする。

$$W_{hk} = C_H \cdot m_D \cdot g$$

$$W_{vk} = C_v \cdot m_D \cdot g$$

$$w_{hk} = \frac{C_H \cdot m_D \cdot g}{A}$$

ここで、

W_{hk} : 水平地震荷重 (N)

W_{vk} : 鉛直地震荷重 (N)

w_{hk} : 水平地震等分布荷重 (MPa)

C_H : 設計水平震度

C_v : 設計鉛直震度

m_D : 蓋の自重による質量 (kg)

g : 重力加速度 (m/s^2)

A : 蓋の面積 (mm^2)

4.5.2 応力評価

各評価対象部位に作用する応力及びその算出式等をまとめる。

(1) 蓋

蓋は、基礎ボルトで支持されているものとし、蓋端間で等分布荷重を受ける両端単純支持ばりとして評価する。単位幅当たりの最大曲げモーメント及び単位幅当たりの最大せん断力は次式で与えられる。

$$M = \frac{w \cdot L^2}{8}$$

$$Q = \frac{w \cdot L}{2}$$

ここで、

M : 単位幅当たりの最大曲げモーメント ($N \cdot mm$)

Q : 単位幅当たりの最大せん断力 (N)

w : 蓋に作用する等分布荷重 (MPa)

L : 支点間距離 (mm)

a. 最大曲げ応力

最大曲げ応力は、次式により算出する。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここで、

σ_b : 最大曲げ応力 (MPa)

M : 単位幅当たりの最大曲げモーメント ($N \cdot mm$)

Z : 単位幅当たりの断面係数 (mm^3)

b. 最大せん断応力

最大せん断応力は、次式により算出する。

$$\tau = \frac{Q}{A_s}$$

ここで、

τ : 最大せん断応力 (MPa)

Q : 単位幅当たりの最大せん断力 (N)

A_s : 単位幅当たりのせん断断面積 (mm^2)

(2) 基礎ボルト

基礎ボルトに作用する引張荷重は、水平方向荷重を受ける基礎ボルトに対する蓋の負担面積から算定し、また、せん断荷重は、鉛直方向荷重をすべての基礎ボルトで負担するものとして評価する。

a. 引張応力

基礎ボルトの引張応力は、次式により算出する。

$$\sigma_t = \frac{P_{tb}}{A_m}$$

ここで、

σ_t : 基礎ボルトの引張応力 (MPa)

P_{tb} : 基礎ボルトに作用する引張荷重 (N)

$P_{tb} = Q \cdot b$ で求める。

Q : 蓋の端部に生じる単位幅当たりのせん断力 (N)

b : 基礎ボルトの負担幅 (mm)

A_m : 基礎ボルトの断面積 (mm^2)

$$A_m = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \text{ で求める。}$$

ϕ : 基礎ボルトの呼び径 (mm)

b. せん断応力

基礎ボルトのせん断応力は，次式により算出する。

$$\tau_k = \frac{Q}{A_m}$$

ここで，

τ_k : 基礎ボルトのせん断応力 (MPa)

Q : 基礎ボルトに作用するせん断荷重 (N)

$$Q = \frac{(m_D \cdot g + W_{vk})}{n} \text{ で求める。}$$

m_D : 蓋の自重による質量 (kg)

g : 重力加速度 (m/s^2)

W_{vk} : 鉛直地震荷重 (N)

n : 基礎ボルトの本数

A_m : 基礎ボルトの断面積 (mm^2)

$$A_m = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \text{ で求める。}$$

ϕ : 基礎ボルトの呼び径 (mm)

4.5.3 組合せ応力

4.5.2 において算出した垂直応力やせん断応力については，次式にて組合せ応力を算出する。

$$\sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \cdot \tau_{xy}^2} * 1$$

ここで，

σ : 組合せ応力 (MPa)

σ_x, σ_y : 互いに直交する垂直応力 (MPa)

τ_{xy} : σ_x, σ_y の作用する面内のせん断応力 (MPa)

注記 *1 : J S M E S N C 1 - 2005/2007 SSB-3121.1

5. 評価条件

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の耐震評価に関する評価条件を以下に説明する。

(1) 荷重算出条件及び結果

地震荷重の算出条件及び結果

地震荷重算出に用いる質量の算出結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 地震荷重算出に用いる質量の算出結果

(単位：kg)

項目		質量
海水ポンプ室ケーブル点検口 浸水防止蓋	固定荷重 (自重)	200

(2) 評価対象部位の諸元

評価対象部位である，蓋の諸元を表 5-2，基礎ボルトの諸元を表 5-3 に示す。

表 5-2 評価対象部位の各諸元（蓋）

施設名称	材質	厚さ (mm)	たて (mm)	横 (mm)
海水ポンプ室ケーブル点検口 浸水防止蓋	SUS304	17.75 (18.0* ¹)	1200* ¹	850* ¹

注記 *1：公称値を示す。

表 5-3 評価対象部位の各諸元（基礎ボルト）

施設名称	材質	呼び径 (mm)	総本数 (本)
海水ポンプ室ケーブル点検口 浸水防止蓋	SUS304	16	6

6. 耐震評価結果

蓋，基礎ボルトの耐震評価結果を表 6-1 に示す。海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の各部位の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十分な健全性を有することを確認した。

表 6-1 耐震評価結果

(単位：MPa)

評価対象部位		評価応力	発生応力	許容応力
海水ポンプ室ケーブル点検口 浸水防止蓋	蓋	曲げ	2	204
		せん断	1	117
		組合せ* ¹	2	204
	基礎ボルト	引張	1	153
		せん断	5	117

注記 *1：曲げとせん断の組合せである。

V-2-10-2-5-6 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用
水密ハッチの耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 構造の説明	1
2.2 評価方針	3
3. 耐震評価箇所	4
4. 固有値解析	4

1. 概要

本資料は、添付資料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格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ（以下、「水密ハッチ」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。その耐震評価は水密ハッチの固有値解析及び応力評価により行う。

2. 基本方針

2.1 構造の説明

水密ハッチは、屋外設備に設置し、浸水を防止するために設置する設計とする。水密ハッチの設置場所を図1に示す。

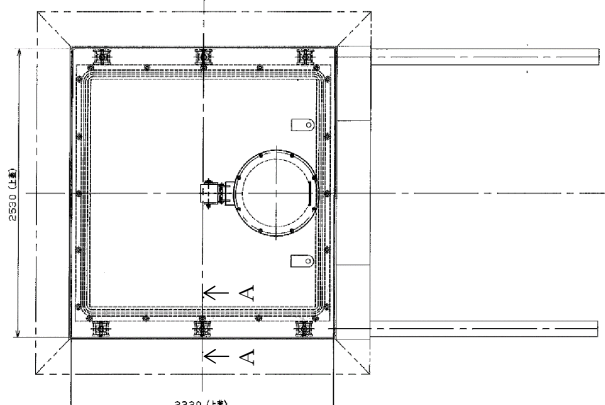
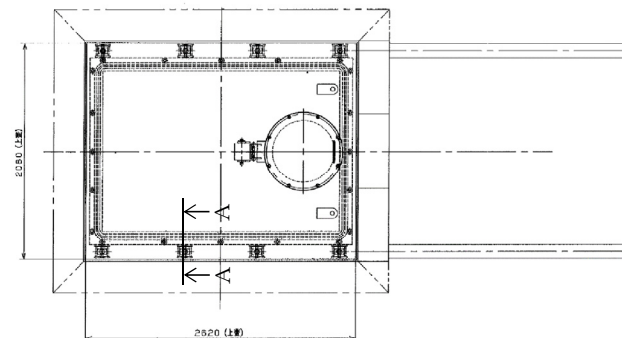
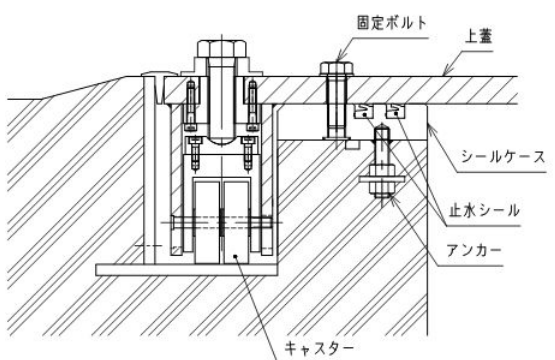


図1 水密ハッチの設置場所

2.1.2 設備構造

水密ハッチは屋外に設置し、海水がハッチ内部に浸入することを防止する。
水密ハッチの構造計画を表1に示す。

表1 水密ハッチ構造計画

設備名称	平面図		
水密ハッチ			
	格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチA		
			
格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチB			
計画の概要		説明図(A-A)	
主体構造	支持構造		
鋼製の上蓋により構成する。	床と一体化した鋼製のシールケースにボルトで固定する。		
			

2.2 評価方針

水密ハッチの応力評価は、添付資料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 構造の説明」にて示す水密ハッチの部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所において、「4. 固有値解析」で算出した固有振動数に基づく応力が許容限界内に収まることを確認する。

水密ハッチの耐震評価フローを図2に示す。

また、適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME SNC1-2005 ((社)日本機械学会)
- ・原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008
((社)日本電気協会, 原子力規格委員会)

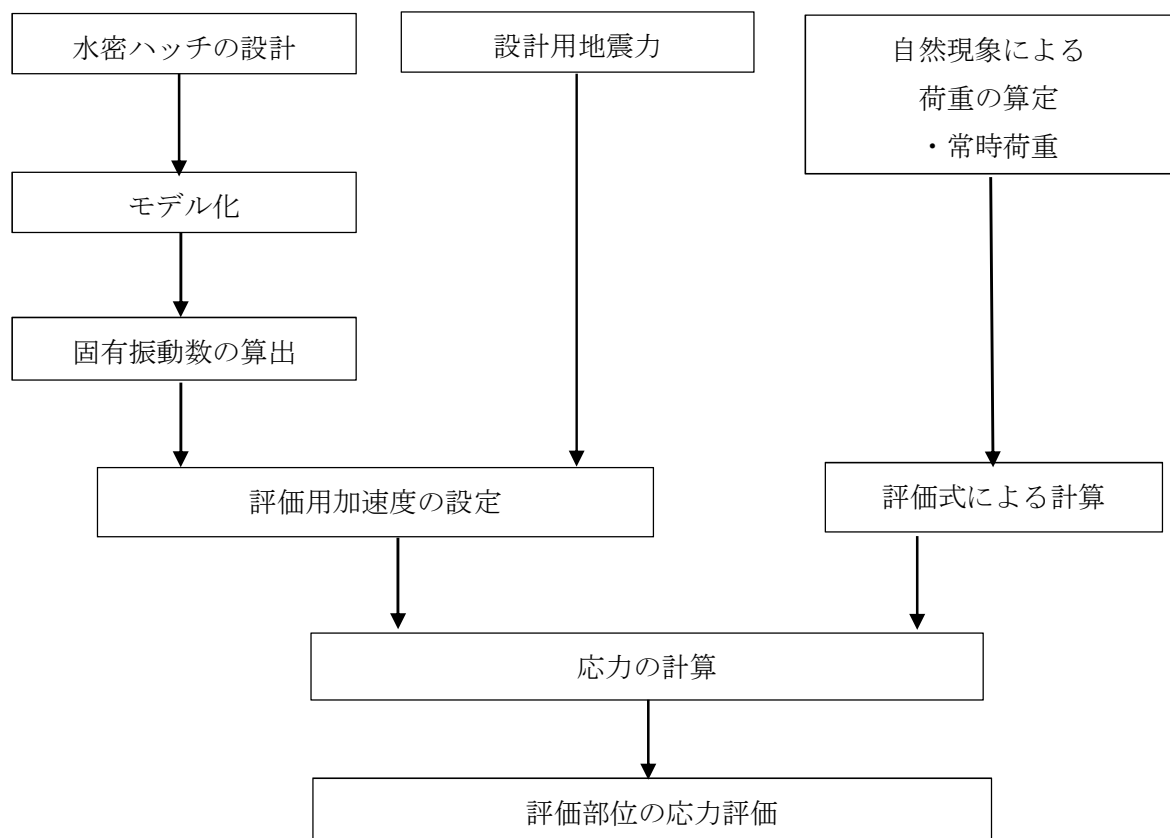


図2 水密ハッチの耐震評価フロー

3. 耐震評価箇所

水密ハッチは、鋼製の上蓋を主体構造とし、床と一体化した鋼製のシールケースにボルトで固定し支持する構造とする。また、作用する荷重については、上蓋で受けた荷重を、床と一体化したシールケースを介して屋外設備の床に伝達する構造とする。

評価対象部位を図3に示す。

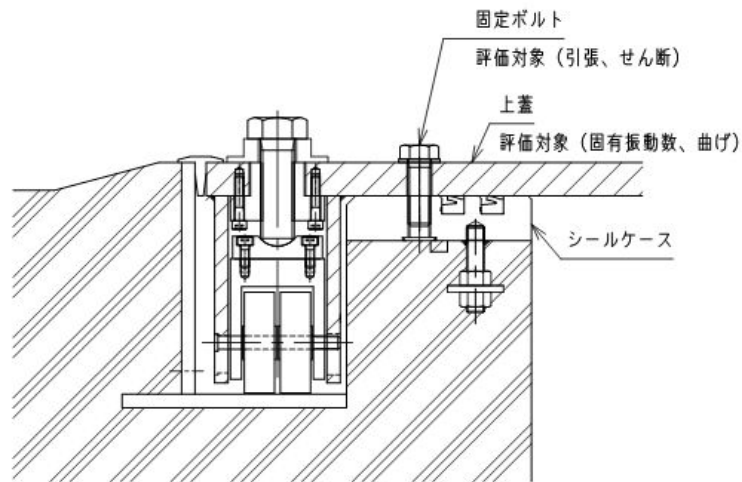


図3 評価対象部位

4. 固有値解析

4.1 基本方針

- (1) 水密ハッチの構造に応じて、固有振動数を算出する。
- (2) 水密ハッチの応力評価において、地震荷重の算出に用いる応答加速度として、設置床面の最大床加速度を適用するために、固有振動数が20Hz以上であることを確認する。

V-2-10-2-5-7 常設低圧注水系格納槽点検用水密ハッチの
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 構造の説明	1
2.2 評価方針	3
3. 耐震評価箇所	4
4. 固有値解析	4

1. 概要

本資料は、添付資料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常設低圧注水系格納槽点検用水密ハッチ（以下、「水密ハッチ」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。その耐震評価は水密ハッチの固有値解析及び応力評価により行う。

2. 基本方針

2.1 構造の説明

水密ハッチは、屋外設備に設置し、浸水を防止するために設置する設計とする。水密ハッチの設置場所を図1に示す。

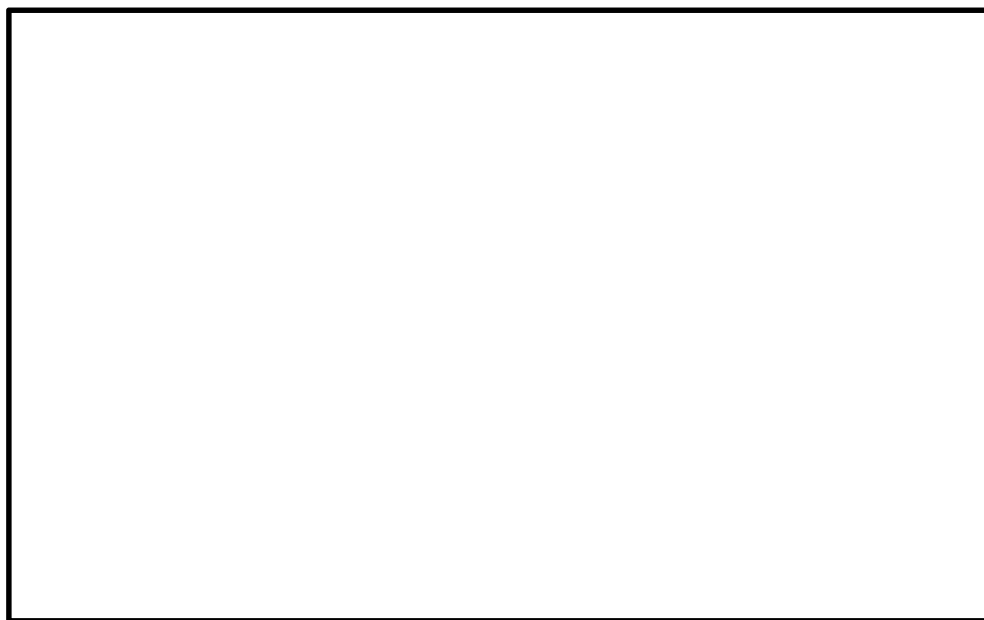


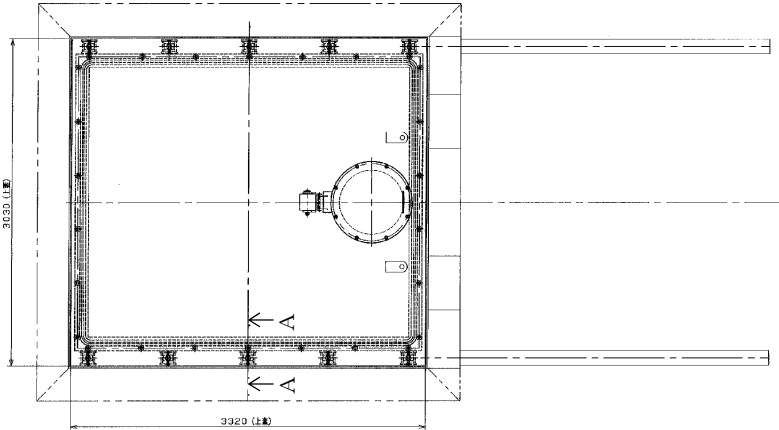
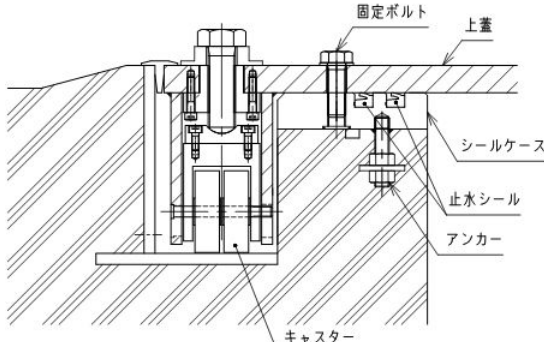
図1 水密ハッチの設置場所

2.1.2 設備構造

水密ハッチは屋外に設置し、海水がハッチ内部に浸入することを防止する。

水密ハッチの構造計画を表1に示す。

表1 水密ハッチ構造計画

設備名称	平面図		
水密ハッチ			
	計画の概要		説明図(A-A)
	主体構造	支持構造	
	鋼製の上蓋により構成する。	床と一体化した鋼製のシールケースにボルトで固定する。	
			

2.2 評価方針

水密ハッチの応力評価は、添付資料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 構造の説明」にて示す水密ハッチの部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所において、「4. 固有値解析」で算出した固有振動数に基づく応力が許容限界内に収まることを確認する。

水密ハッチの耐震評価フローを図2に示す。

また、適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME SNC1-2005 ((社)日本機械学会)
- ・原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008

((社)日本電気協会, 原子力規格委員会)

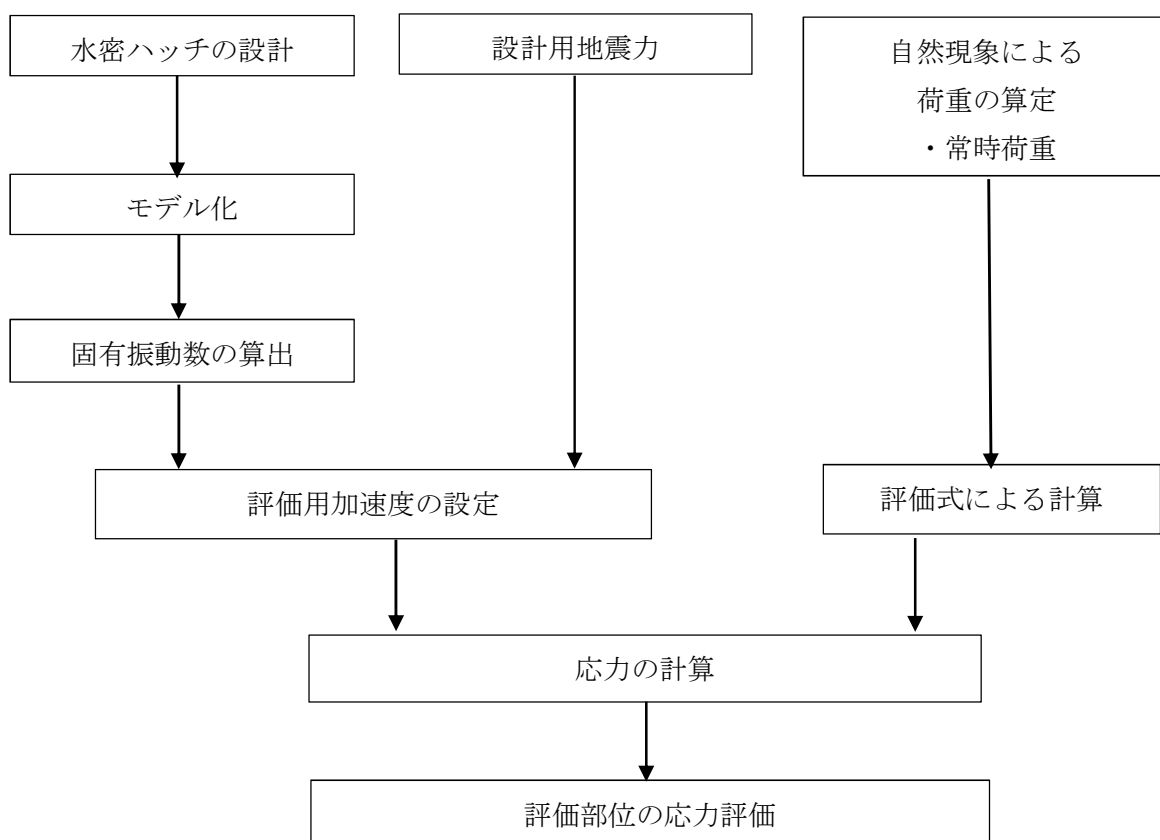


図2 水密ハッチの耐震評価フロー

3. 耐震評価箇所

水密ハッチは、鋼製の上蓋を主体構造とし、床と一体化した鋼製のシールケースにボルトで固定し支持する構造とする。また、作用する荷重については、上蓋で受けた荷重を、床と一体化したシールケースを介して屋外設備の床に伝達する構造とする。

評価対象部位を図3に示す。

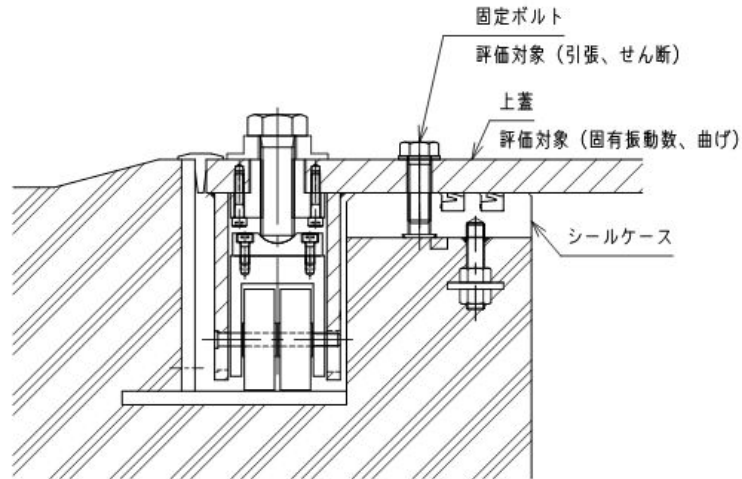


図3 評価対象部位

4. 固有値解析

4.1 基本方針

- (1) 水密ハッチの構造に応じて、固有振動数を算出する。
- (2) 水密ハッチの応力評価において、地震荷重の算出に用いる応答加速度として、設置床面の最大床加速度を適用するために、固有振動数が20Hz以上であることを確認する。

V-2-10-2-5-8 常設低圧注水系格納槽可搬型ポンプ用

水密ハッチの耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 構造の説明	1
2.2 評価方針	3
3. 耐震評価箇所	4
4. 固有値解析	4

1. 概要

本資料は、添付資料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常設低圧注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ（以下、「水密ハッチ」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。その耐震評価は水密ハッチの固有値解析及び応力評価により行う。

2. 基本方針

2.1 構造の説明

水密ハッチは、屋外設備に設置し、浸水を防止するために設置する設計とする。水密ハッチの設置場所を図1に示す。



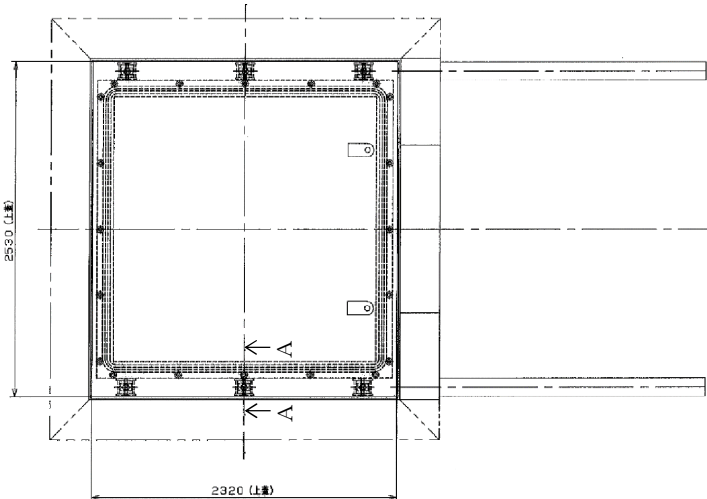
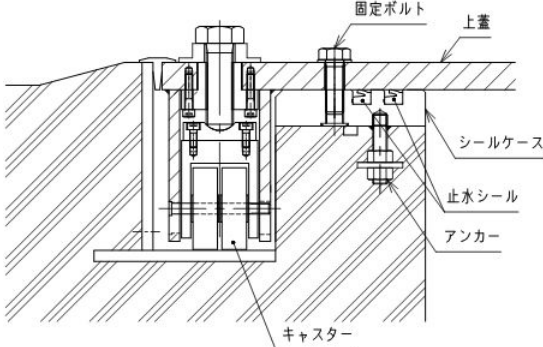
図1 水密ハッチの設置場所

2.1.2 設備構造

水密ハッチは屋外に設置し、海水がハッチ内部に浸入することを防止する。

水密ハッチの構造計画を表1に示す。

表1 水密ハッチ構造計画

設備名称	平面図		
水密ハッチ			
	常設低圧注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ A, B		
	計画の概要		説明図 (A-A)
	主体構造	支持構造	
	鋼製の上蓋により構成する。	床と一体化した鋼製のシールケースにボルトで固定する。	
			

2.2 評価方針

水密ハッチの応力評価は、添付資料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 構造の説明」にて示す水密ハッチの部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所において、「4. 固有値解析」で算出した固有振動数に基づく応力が許容限界内に収まることを確認する。

水密ハッチの耐震評価フローを図2に示す。

また、適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME SNC1-2005 ((社)日本機械学会)
- ・原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008

((社)日本電気協会, 原子力規格委員会)

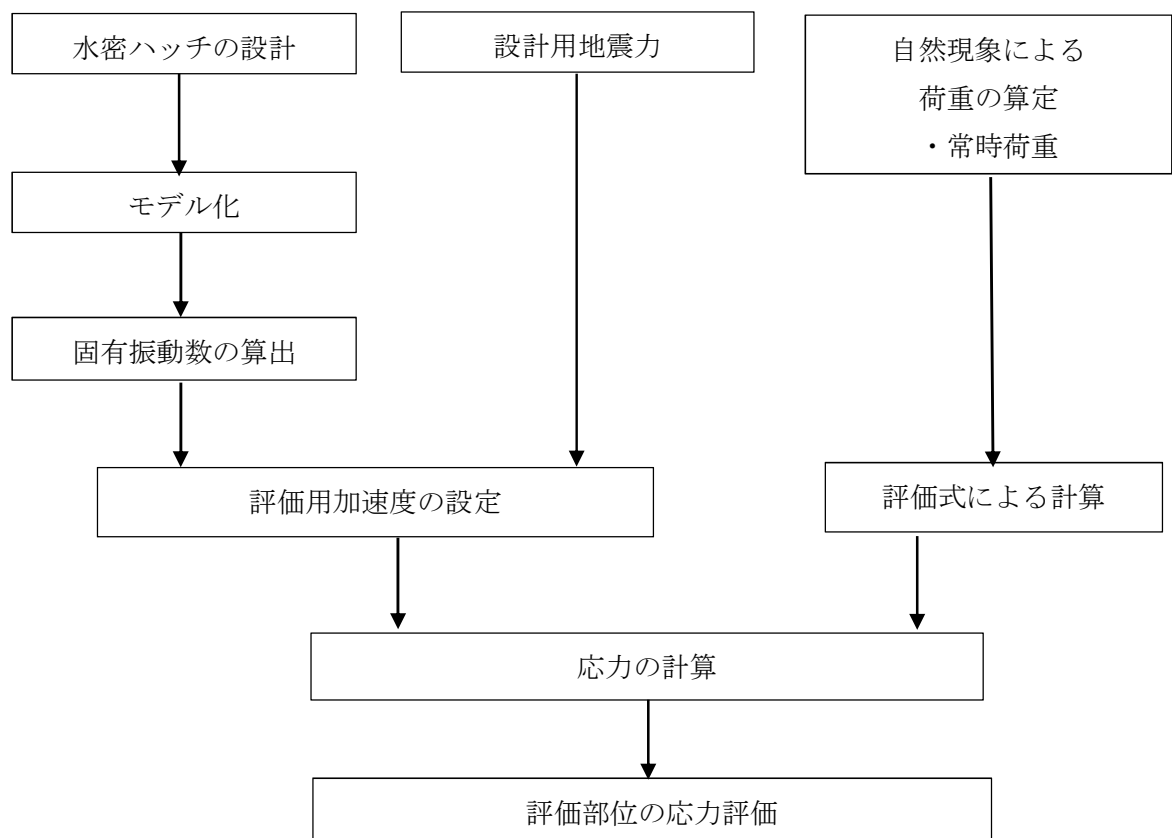


図2 水密ハッチの耐震評価フロー

3. 耐震評価箇所

水密ハッチは、鋼製の上蓋を主体構造とし、床と一体化した鋼製のシールケースにボルトで固定し支持する構造とする。また、作用する荷重については、上蓋で受けた荷重を、床と一体化したシールケースを介して屋外設備の床に伝達する構造とする。

評価対象部位を図3に示す。

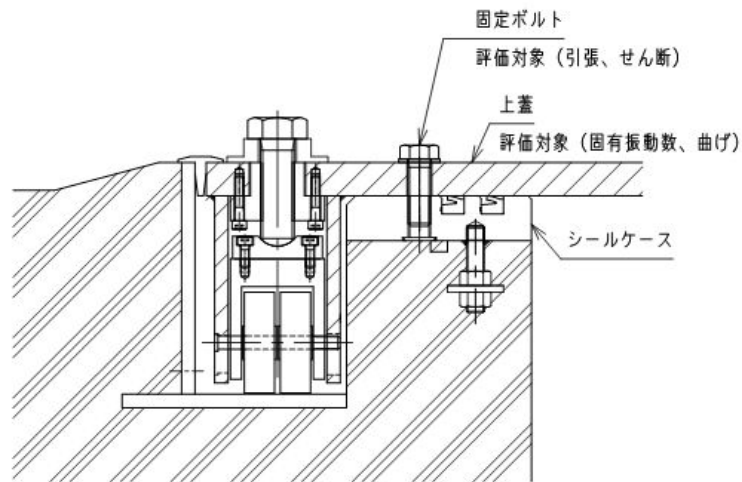


図3 評価対象部位

4. 固有値解析

4.1 基本方針

- (1) 水密ハッチの構造に応じて、固有振動数を算出する。
- (2) 水密ハッチの応力評価において、地震荷重の算出に用いる応答加速度として、設置床面の最大床加速度を適用するために、固有振動数が20Hz以上であることを確認する。

V-2-10-2-5-9 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	4
2.4 適用規格	5
3. 耐震評価	6
3.1 記号の定義	6
3.2 評価対象部位	7
3.3 荷重の種類及び荷重の組合せ	8
3.4 許容限界	8
3.5 評価方法	9

1. 概要

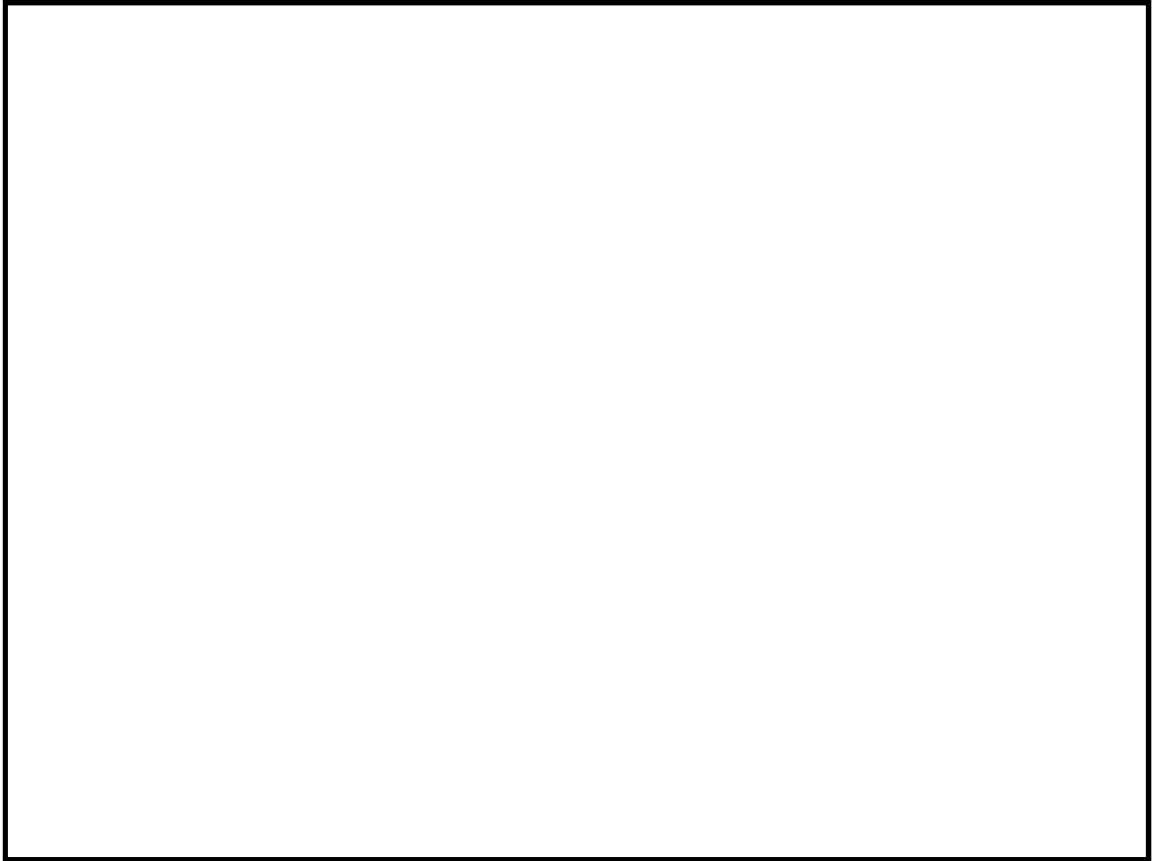
本資料は、V-2-1-1「耐震設計の基本方針」にて設定している構造強度に基づき、浸水防護設備のうち緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋が設計用地震力に対して、主要な構造部材が十分な構造健全性を有することを説明するものである。その耐震評価は緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の固有値解析及び応力評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋は、海水ポンプ点検用ピット最上部のスラブ部分（頂版部）に設置する。

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の設置位置図を第2-1図に示す。

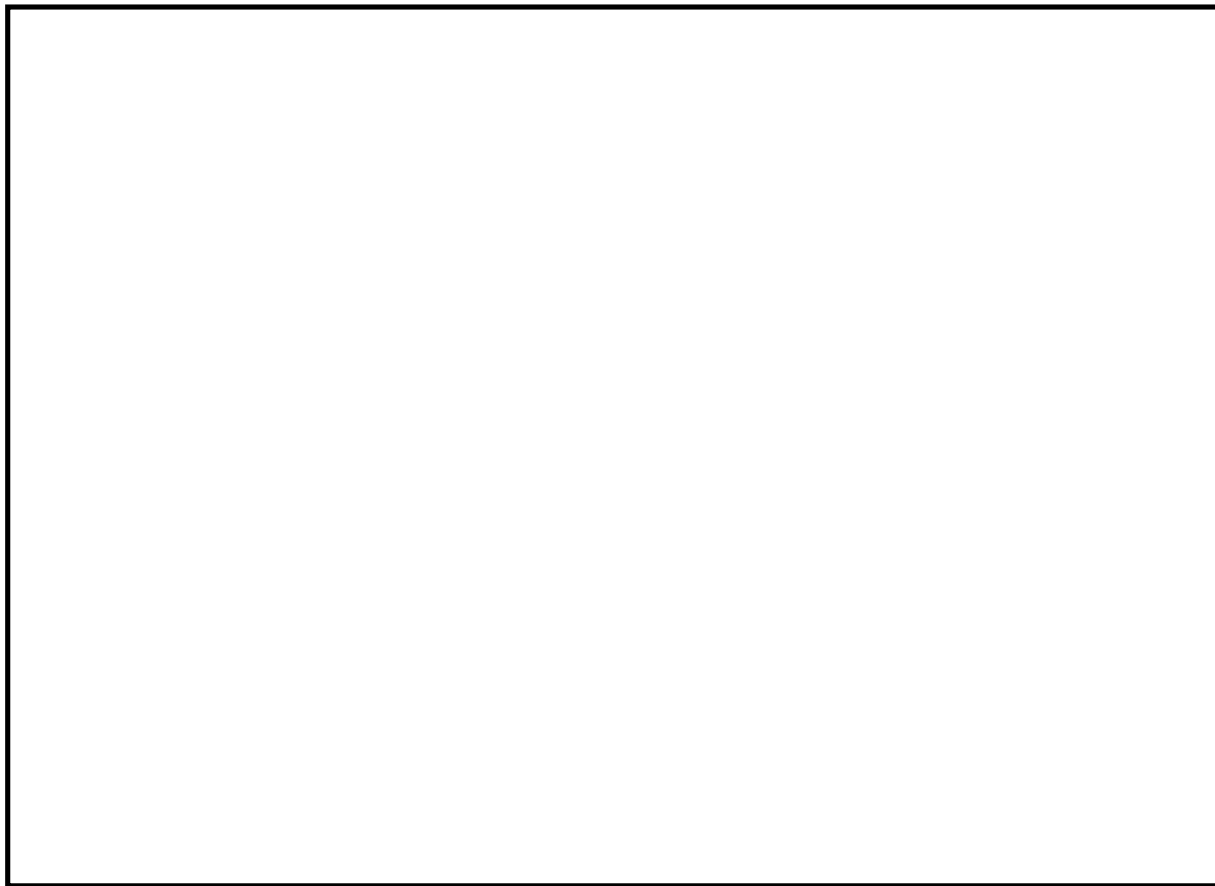


第2-1図 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋配置図

2.2 構造概要

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構造は、長方形の鋼板に主桁（溝形鋼）及び補助桁（T形鋼）を組合せた構造とする。

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋は、本体を海水ポンプ点検用ピット最上部のスラブ部分（頂版部）に設置する固定ボルトで固定する。緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構造概要図を第2-2図に示す。



第2-2図 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構造概要

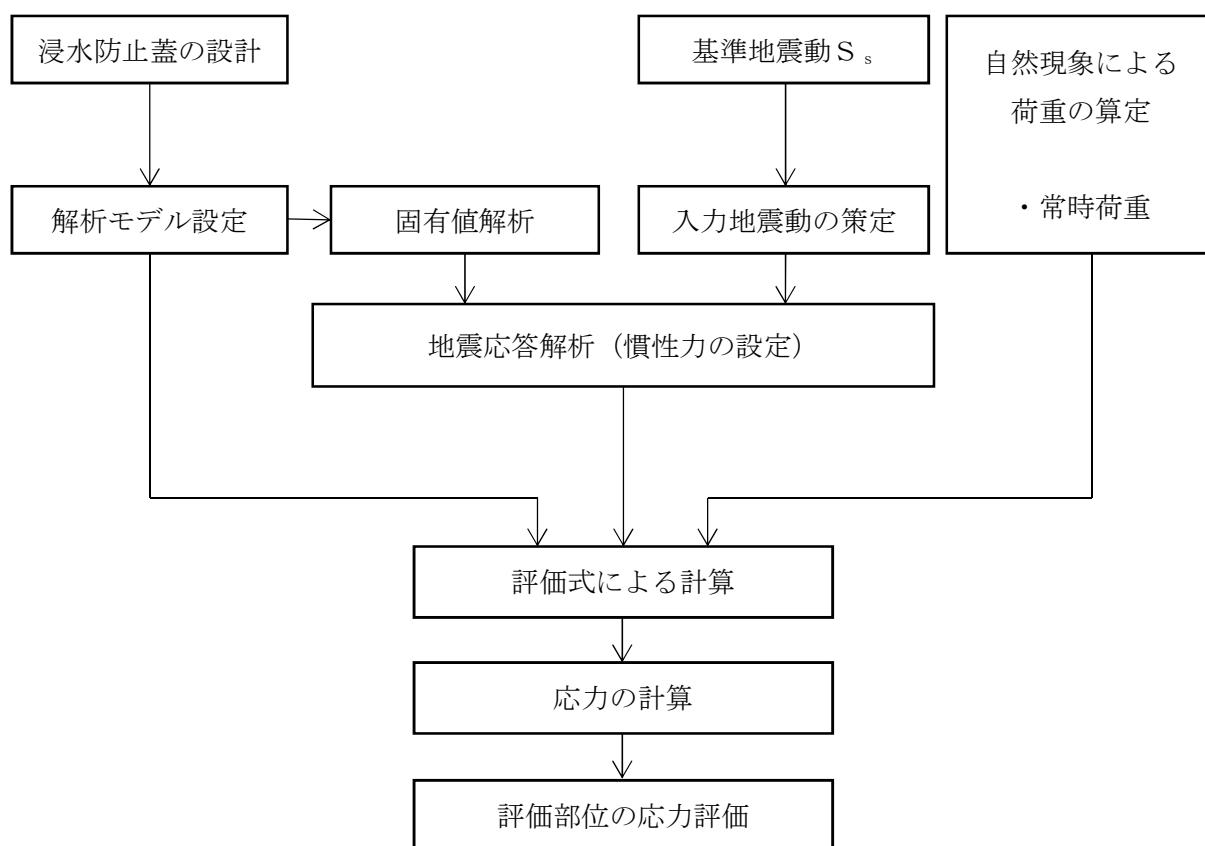
2.3 評価方針

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋は、Sクラス施設である浸水防護施設に分類される。

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の耐震計算は、緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の評価対象部位に作用する応力が許容限界以下であることを「3. 耐震評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて評価し、「5. 耐震評価結果」にて確認する。

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価では、地震発生時に各部に作用する荷重を考慮する。耐震評価フローを第2-3図に示す。

また、上記評価を実施するにあたり、緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋をモデル化した固有値解析を行う。



第2-3図 耐震評価フロー

2.4 適用規格

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 J E A G 4 6 0 1－1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1・補－1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1－1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・日本工業規格 (J I S)
- ・ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・マニュアル編) ((社) ダム・堰施設技術協会, 平成 25 年 6 月)

3. 耐震評価

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価は、「3.2 評価対象部位」に示す評価対象部位に対し、「3.3 荷重の種類及び荷重の組合せ」及び「3.4 許容限界」に示す荷重の種類及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「3.5 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

3.1 記号の定義

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の耐震計算に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋(上部)の耐震計算に用いる記号

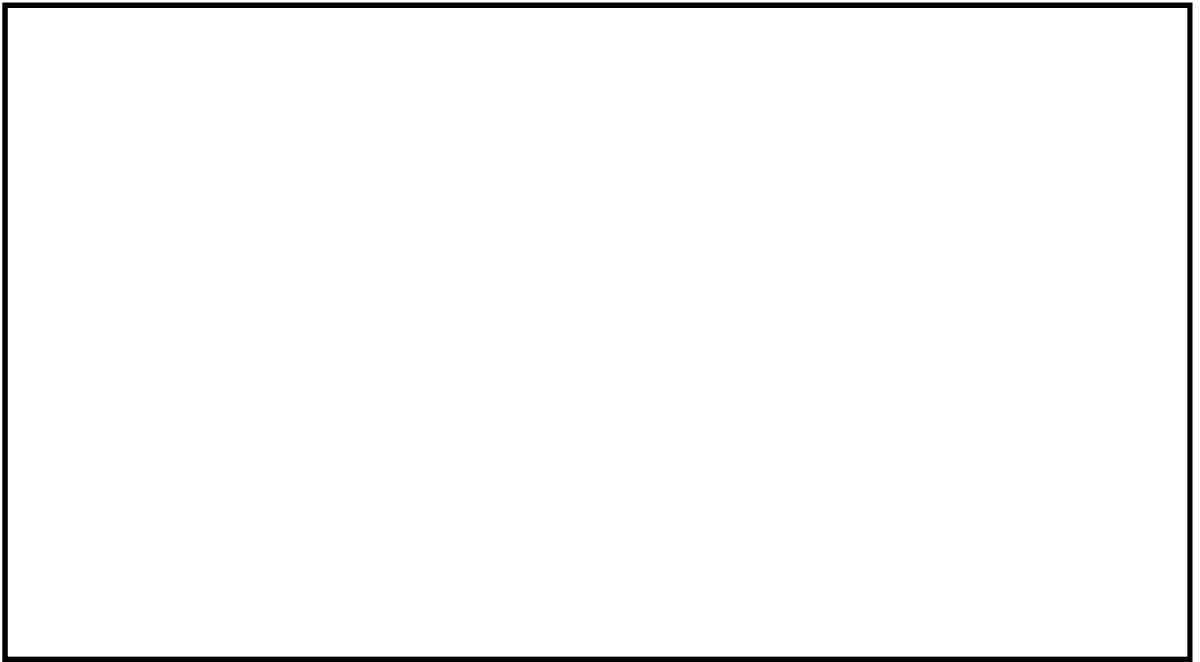
記号	単位	定義
g	m/s^2	重力加速度
σ_v	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計降伏点
σ_u	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計引張強さ
σ_a	N/mm^2	許容圧縮応力度，許容引張応力度・許容曲げ応力度 ダム・堰施設技術基準（案） $\sigma_a = \sigma_v / F$ *安全率Fは2程度
τ_a	N/mm^2	許容せん断応力度 ダム・堰施設技術基準（案） $\tau_a = \sigma_a / \sqrt{3}$
σ_{ca}	N/mm^2	許容支圧応力度 ダム・堰施設技術基準（案） $\sigma_{ca} = 1.5 \sigma_a$

3.2 評価対象部位

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の評価対象部位は、「2.2 構造概要」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。

なお、緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の耐震計算における評価対象部位は、浸水防止蓋及び固定ボルトとする。

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価における評価対象部位を、第 3-1 図に示す。



第 3-1 図 評価対象部位

3.3 荷重の種類及び荷重の組合せ

耐震評価に用いる荷重の種類及び荷重の組合せに関して以下に示す。

3.3.1 荷重の設定

耐震評価に用いる荷重は、以下のとおり。

(1) 常時作用する荷重 (D)

常時作用する荷重として、自重Dを考慮する。自重Dについては、緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋（上部）の構成部材の質量を用いる。

(2) 地震荷重 (S_s)

耐震計算に用いる地震荷重 (S_s) は地震応答解析より得られる蓋の照査用応答値を用いる。

3.3.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを第3-2表に示す。

第3-2表 荷重の組合せ

施設区分	機器名称	荷重の組合せ*
浸水防止設備	緊急用海水ポンプ点検用 開口部浸水防止蓋	$D + S_s$

注記 * : D : 自重, S_s : 地震荷重

3.4 許容限界

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の各部材の許容限界は、評価対象部位ごとに、「ダム・堰施設技術基準（案）」に規定される許容応力度を用いる。

各評価対象部位の許容限界を第3-3表に示す。

第3-3表 各評価対象部位の許容限界

状態	許容限界*1, *2			
	浸水防止蓋		固定ボルト	
	一次応力		一次応力	
短期	曲げ	せん断	引張	せん断
	$1.5 \sigma_a$	$1.5 \tau_a$	$1.5 \sigma_a$	$1.5 \tau_a$

注記 *1: 「ダム・堰施設技術基準（案）」に準じ、短期時許容値割増 1.5 とする。

*2: σ_a : 許容曲げ応力度, τ_a : 許容せん断応力度

3.5 評価方法

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価は、地震荷重による各部材の発生応力が許容限界以下であることを確認するものとする。

3.5.1 荷重条件

(1) 固定荷重 (D)

固定荷重による質量を考慮する。

(2) 地震荷重 (S_s)

地震荷重 S_s は、以下のとおりとする。

なお、鉛直震度は、自重と同じ鉛直下向きに考慮する。

$$W_{hg} = K_h \cdot D \cdot g$$

$$W_{vg} = K_v \cdot D \cdot g$$

$$w_{vg} = W_{vg} / A$$

ここで、

K_h : 設計水平震度 (G)

K_v : 設計鉛直震度 (G)

W_{hg} : 全体の水平地震荷重 (N)

W_{vg} : 全体の鉛直地震荷重 (N)

w_{vg} : 鉛直地震分布荷重 (N/mm²)

D : 固定荷重による全体質量 (kg)

g : 重力加速度 (m/s²)

A : 浸水防止蓋の投影面積 (mm²)

3.5.2 耐震評価

(1) 浸水防止蓋

浸水防止蓋の荷重条件は、地震荷重を等分布荷重とし、浸水防止蓋を構成する主桁及び補助桁に発生する最大曲げモーメント及び最大せん断力は「ダム・堰施設技術基準 (案)」に規定される計算式を用いる。

(a) 曲げ応力

浸水防止蓋の主桁に発生する最大曲げ応力度 σ は、次式により算出する。

$$\sigma = M / Z$$

ここで、

σ : 最大曲げ応力度

M : 主桁に発生する曲げモーメント

Z : 主桁及び補助桁の断面係数

(b) せん断応力

浸水防止蓋の主桁に発生する最大せん断応力度 τ は次式により算出する。

$$\tau = S / A_w$$

ここで、

τ : 最大せん断応力度

S : 主桁に発生する最大せん断力

A_w : 主桁及び補助桁のウェブ断面積

(2) 固定ボルト

固定ボルトに作用する荷重は、固定ボルト設置位置及び間隔から浸水防止蓋に対する負担面積を設定し、鉛直方向荷重及び水平方向荷重に対して評価を行う。

(a) 引張応力

固定ボルト 1 本あたりの引張応力度 σ_b は、次式により算出する。

$$\sigma_b = P_b / A_b$$

ここで、

σ_b : 固定ボルト 1 本あたりの引張応力度

P_b : 固定ボルト 1 本あたりに作用する引張応力

A_b : 固定ボルトの有効断面積

(b) せん断応力

固定ボルト 1 本あたりのせん断応力度 τ_b は、次式により算出する。

$$\tau_b = S_b / A_b$$

ここで、

τ_b : 固定ボルト 1 本あたりのせん断応力度

S_b : 固定ボルト 1 本あたりに作用するせん断荷重

A_b : 固定ボルトの有効断面積

(c) 組合せ応力

固定ボルトに発生する曲げ応力度 σ_b 及びせん断応力度 τ_b による組合せ荷重 σ_{bm} を「ダム・堰施設技術基準(案)」記載の次式により算出する。

$$\sigma_{bm} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_b^2}$$

3.5.3 固有値解析

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価にあたり、「2.3 評価方針」に記載したとおり、当該設備をモデル化した固有値解析を実施する。

(1) 解析モデル

緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の主桁を単純支持梁としてモデル化する。

(2) 固有振動数の計算

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋は、主桁を単純支持梁としてモデル化し、評価を行う。「構造力学公式集（1988 年），土木学会」より，両端支持梁の一次固有振動数は次のとおり与えられる。

$$f = \frac{\pi^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{E \cdot I}{m}}$$

各記号の定義並びに評価に必要な諸元を第 3-4 表に示す。

第 3-4 表 固有振動数の計算における記号の定義と評価に必要な諸元

記号	定義	数値	単位
f	一次固有振動数	—	Hz
g	重力加速度	9.80665	m/s ²
E	縦弾性係数	206×10 ⁶	kN/m ²
I	主桁の断面 2 次モーメント	10541×10 ⁻⁸	m ⁴
m	主桁の単位長さ当りの重量	53.2	kg/m
L	主桁の長さ	2.73	m

V-2-10-2-5-10 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	4
2.4 適用規格	5
3. 耐震評価	6
3.1 記号の定義	6
3.2 評価対象部位	7
3.3 荷重の種類及び荷重の組合せ	8
3.4 許容限界	8
3.5 評価方法	9

1. 概要

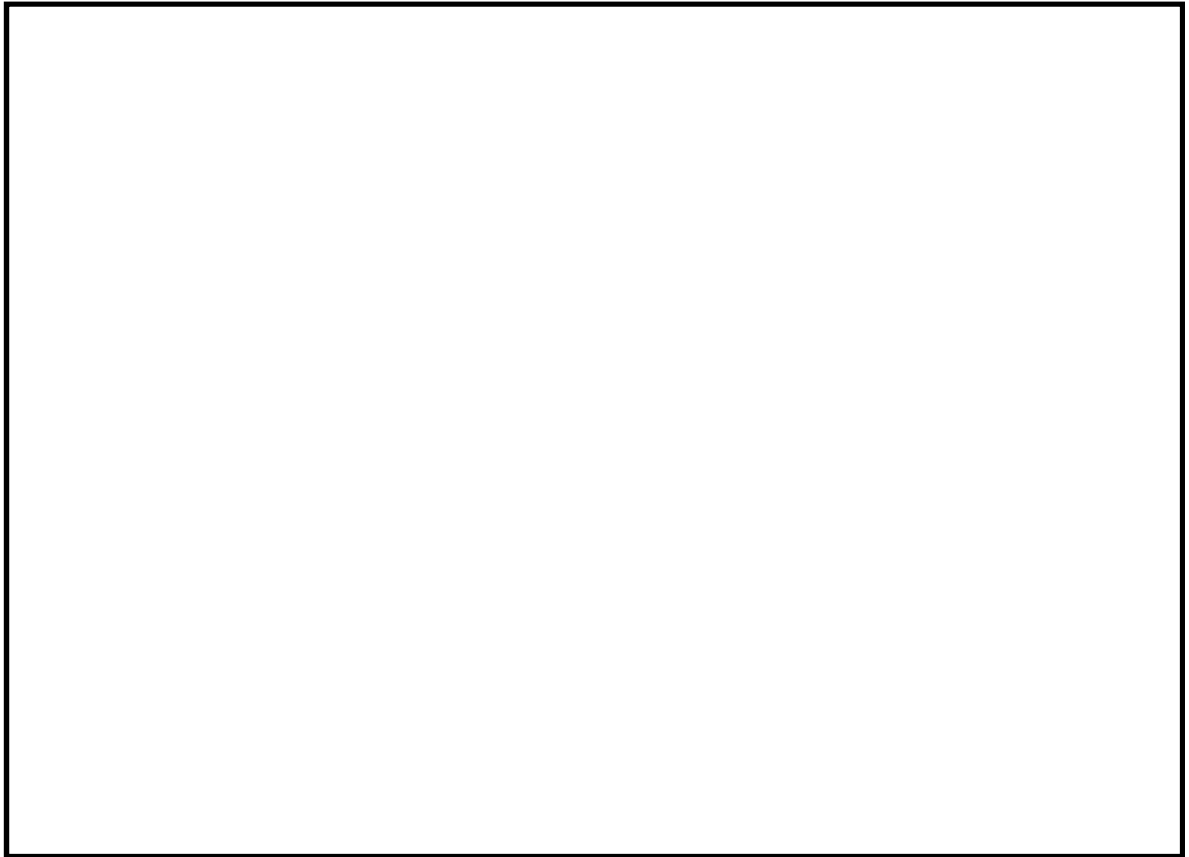
本資料は、V-2-1-1「耐震設計の基本方針」にて設定している構造強度に基づき、浸水防護設備のうち緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋が設計用地震力に対して、主要な構造部材が十分な構造健全性を有することを説明するものである。その耐震評価は緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の固有値解析及び応力評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋は、最上部スラブ（頂版部）の人員用開口部分に設置する。

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の設置位置図を第 2-1 図に示す。

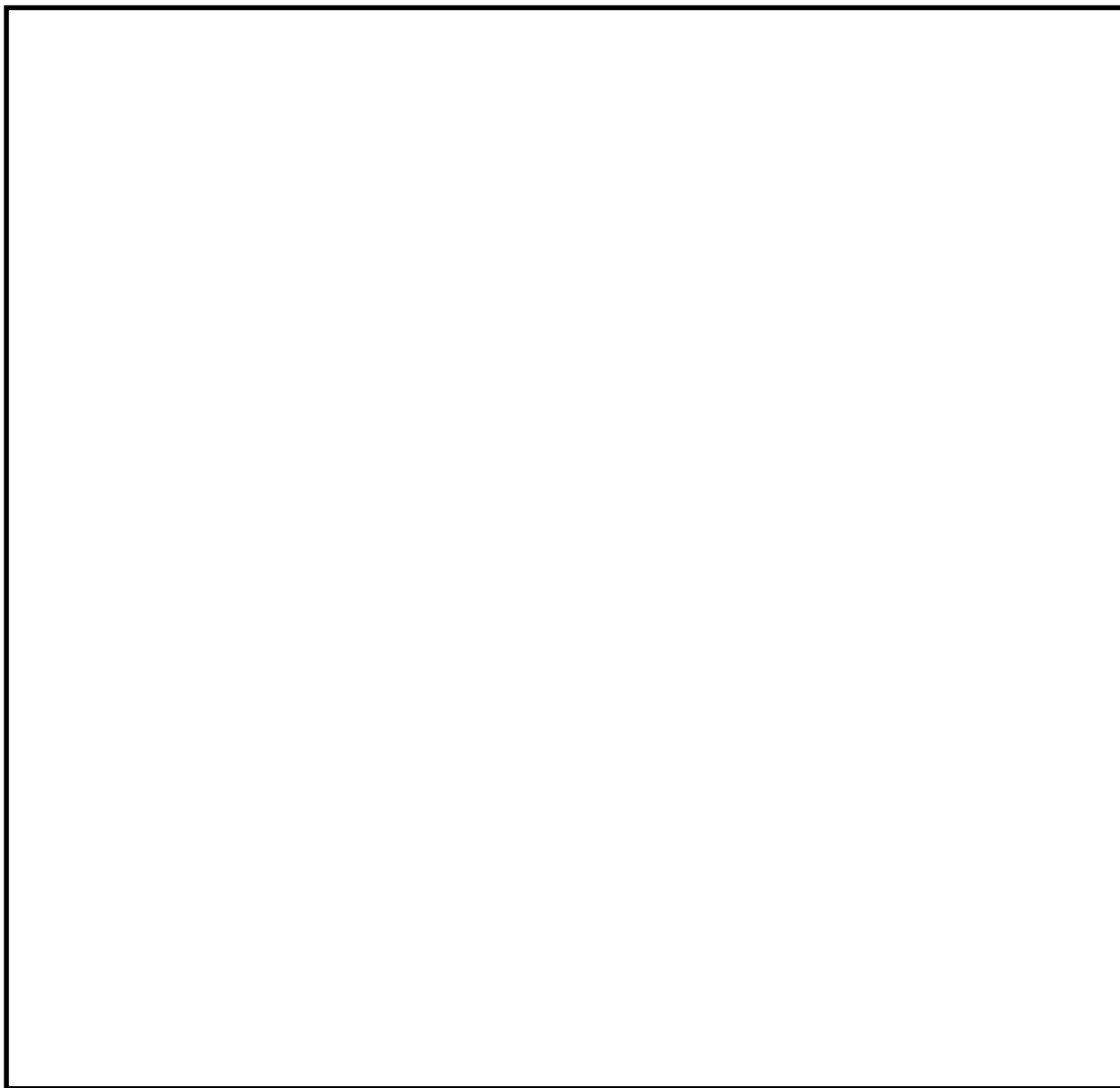


第 2-1 図 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋配置図

2.2 構造概要

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の構造は、長方形の鋼板に主桁（溝形鋼）及び補助桁（T形鋼）を組合せた構造とする。

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋は、本体を最上部スラブ（頂版部）の人員用開口部分に設置する固定ボルトで固定する。緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の構造概要図を第2-2図に示す。



第2-2図 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の構造概要

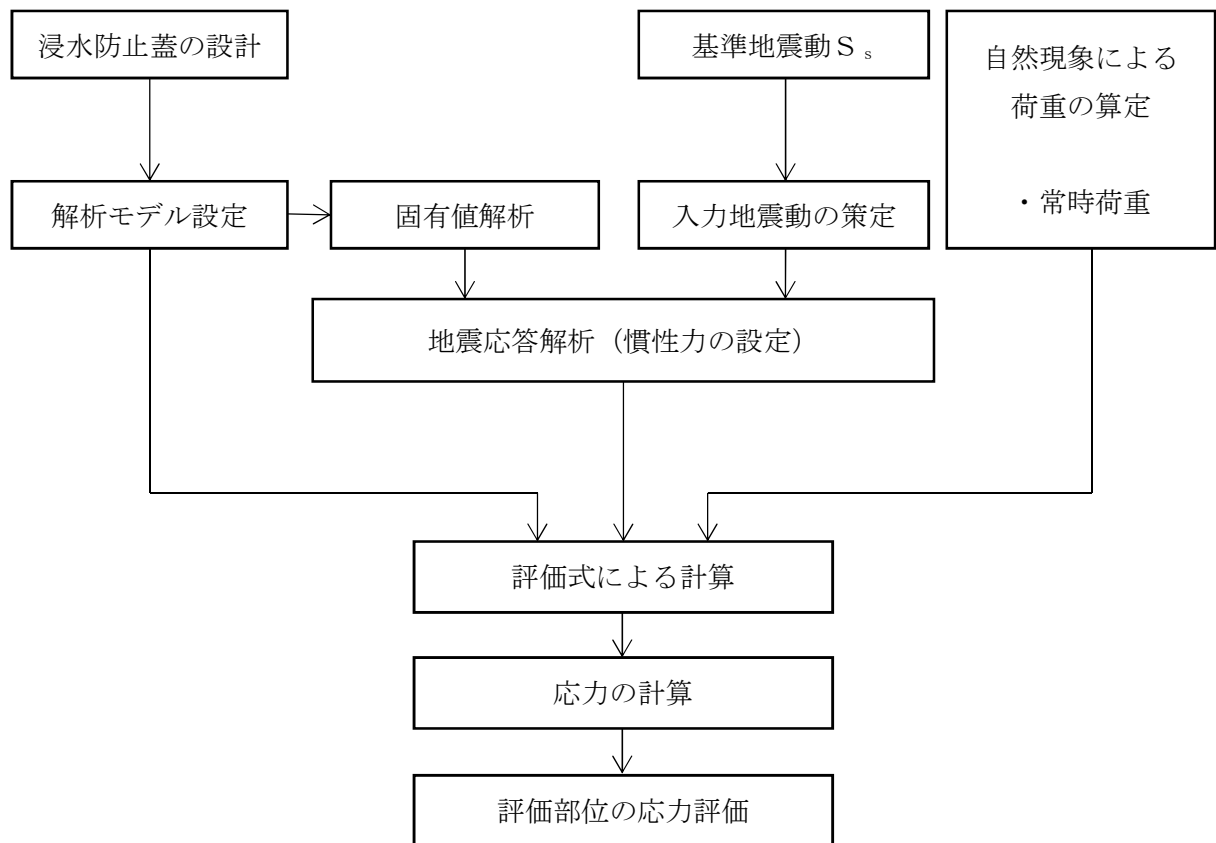
2.3 評価方針

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋は、Sクラス施設である浸水防護施設に分類される。

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の耐震計算は、緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の評価対象部位に作用する応力が許容限界内に収まることを「3. 耐震評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて評価し、「5. 耐震評価結果」にて確認する。

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の耐震評価では、地震発生時に各部に作用する荷重を考慮する。耐震評価フローを第2-3図に示す。

また、上記評価を実施するにあたり、緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋をモデル化した固有値解析を行う。



第2-3図 耐震評価フロー

2.4 適用規格

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 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・日本工業規格 (J I S)
- ・ダム・堰施設技術基準 (案) (基準解説編・マニュアル編) ((社) ダム・堰施設技術協会, 平成 25 年 6 月)

3. 耐震評価

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の耐震評価は、「3.2 評価対象部位」に示す評価対象部位に対し、「3.3 荷重の種類及び荷重の組合せ」及び「3.4 許容限界」に示す荷重の種類及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「3.5 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

3.1 記号の定義

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の耐震計算に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の耐震計算に用いる記号

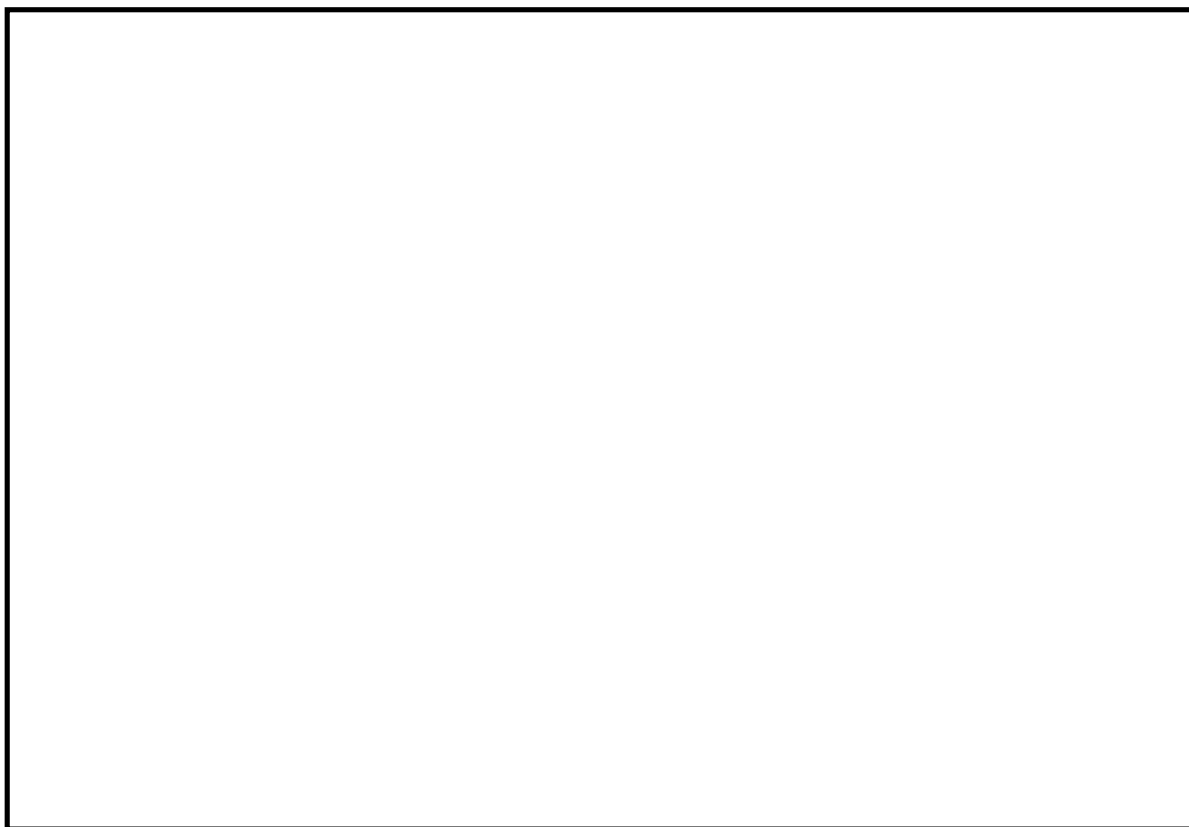
記号	単位	定義
g	m/s^2	重力加速度
σ_v	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計降伏点
σ_u	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計引張強さ
σ_a	N/mm^2	許容圧縮応力度，許容引張応力度，許容曲げ応力度 ダム・堰施設技術基準（案） $\sigma_a = \sigma_v / F$ *安全率Fは2程度
τ_a	N/mm^2	許容せん断応力度 ダム・堰施設技術基準（案） $\tau_a = \sigma_a / \sqrt{3}$
σ_{ca}	N/mm^2	許容支圧応力度 ダム・堰施設技術基準（案） $\sigma_{ca} = 1.5 \sigma_a$

3.2 評価対象部位

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の評価対象部位は、「2.2 構造概要」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。

なお、緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の耐震計算における評価対象部位は、浸水防止蓋及び固定ボルトとする。

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の耐震評価における評価対象部位を、第3-1図に示す。



第3-1図 評価対象部位

3.3 荷重の種類及び荷重の組合せ

耐震評価に用いる荷重の種類及び荷重の組合せに関して以下に示す。

3.3.1 荷重の設定

耐震評価に用いる荷重は、以下のとおり。

(1) 常時作用する荷重 (D)

常時作用する荷重として、自重Dを考慮する。自重Dについては、緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の構成部材の質量を用いる。

(2) 地震荷重 (S_s)

耐震計算に用いる地震荷重 (S_s) は地震応答解析より得られる蓋の照査用応答値を用いる。

3.3.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを第3-2表に示す。

第3-2表 荷重の組合せ

施設区分	機器名称	荷重の組合せ*
浸水防止設備	緊急用海水ポンプ室 人員用開口部浸水防止蓋	$D + S_s$

注記 * : D : 自重, S_s : 地震荷重

3.4 許容限界

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の各部材の許容限界は、評価対象部位ごとに、「ダム・堰施設技術基準（案）」に規定される許容応力度を用いる。

各評価対象部位の許容限界を第3-3表に示す。

第3-3表 各評価対象部位の許容限界

状態	許容限界*1, *2			
	浸水防止蓋		固定ボルト	
	一次応力		一次応力	
短期	曲げ	せん断	引張	せん断
	$1.5 \sigma_a$	$1.5 \tau_a$	$1.5 \sigma_a$	$1.5 \tau_a$

注記 *1 : 「ダム・堰施設技術基準（案）」に準じ、短期時許容値割増 1.5 とする。

*2 : σ_a : 許容曲げ応力度, τ_a : 許容せん断応力度

3.5 評価方法

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の耐震評価は、地震荷重による各部材の発生応力が許容限界以下であることを確認するものとする。

3.5.1 荷重条件

(1) 固定荷重 (D)

固定荷重による質量を考慮する。

(2) 地震荷重 (S_s)

地震荷重 S_s は、以下のとおりとする。

なお、鉛直震度は、自重と同じ鉛直下向きに考慮する。

$$W_{hg} = K_h \cdot D \cdot g$$

$$W_{vg} = K_v \cdot D \cdot g$$

$$w_{vg} = W_{vg} / A$$

ここで、

K_h : 設計水平震度 (G)

K_v : 設計鉛直震度 (G)

W_{hg} : 全体の水平地震荷重 (N)

W_{vg} : 全体の鉛直地震荷重 (N)

w_{vg} : 鉛直地震分布荷重 (N/mm²)

D : 固定荷重による全体質量 (kg)

g : 重力加速度 (m/s²)

A : 浸水防止蓋の投影面積 (mm²)

3.5.2 耐震評価

(1) 浸水防止蓋

浸水防止蓋の荷重条件は、地震荷重を等分布荷重とし、浸水防止蓋を構成する主桁及び補助桁に発生する最大曲げモーメント及び最大せん断力は「ダム・堰施設技術基準 (案)」に規定される計算式を用いる。

(a) 曲げ応力

浸水防止蓋の主桁に発生する最大曲げ応力度 σ は、次式により算出する。

$$\sigma = M / Z$$

ここで、

σ : 最大曲げ応力度

M : 主桁に発生する曲げモーメント

Z : 主桁及び補助桁の断面係数

(b) せん断応力

浸水防止蓋の主桁に発生する最大せん断応力度 τ は次式により算出する。

$$\tau = S / A_w$$

ここで、

τ : 最大せん断応力度

S : 主桁に発生する最大せん断力

A_w : 主桁及び補助桁のウェブ断面積

(2) 固定ボルト

固定ボルトに作用する荷重は、固定ボルト設置位置及び間隔から浸水防止蓋に対する負担面積を設定し、鉛直方向荷重及び水平方向荷重に対して評価を行う。

(a) 引張応力

固定ボルト 1 本あたりの引張応力度 σ_b は、次式により算出する。

$$\sigma_b = P_b / A_b$$

ここで、

σ_b : 固定ボルト 1 本あたりの引張応力度

P_b : 固定ボルト 1 本あたりに作用する引張応力

A_b : 固定ボルトの有効断面積

(b) せん断応力

固定ボルト 1 本あたりのせん断応力度 τ_b は、次式により算出する。

$$\tau_b = S_b / A_b$$

ここで、

τ_b : 固定ボルト 1 本あたりのせん断応力度

S_b : 固定ボルト 1 本あたりに作用するせん断荷重

A_b : 固定ボルトの有効断面積

(c) 組合せ応力

固定ボルトに発生する曲げ応力度 σ_b 及びせん断応力度 τ_b による組合せ荷重 σ_{bm} を「ダム・堰施設技術基準(案)」記載の次式により算出する。

$$\sigma_{bm} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_b^2}$$

3.5.3 固有値解析

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の耐震評価にあたり、「2.3 評価方針」に記載したとおり、当該設備をモデル化した固有値解析を実施する。

(1) 解析モデル

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の主桁を単純支持梁としてモデル化する。

(2) 固有振動数の計算

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋は、主桁を単純支持梁としてモデル化し、評価を行う。「構造力学公式集（1988 年），土木学会」より、両端支持梁の一次固有振動数は次のとおり与えられる。

$$f = \frac{\pi^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{E \cdot I}{m}}$$

各記号の定義並びに評価に必要な諸元を第 3-4 表に示す。

第 3-4 表 固有振動数の計算における記号の定義と評価に必要な諸元

記号	定義	数値	単位
f	一次固有振動数	—	Hz
g	重力加速度	9.80665	m/s ²
E	縦弾性係数	206×10 ⁶	kN/m ²
I	主桁の断面 2 次モーメント	1066×10 ⁻⁸	m ⁴
m	主桁の単位長さ当りの重量	23.9	kg/m
L	主桁の長さ	1.36	m

V-2-10-2-6 逆止弁の耐震性についての計算書

V-2-10-2-6-1 海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概 要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	4

1. 概 要

本資料は、添付資料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海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁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、逆止弁の固有値解析、応力評価及び機能維持評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁は、海水ポンプ室の床面に設置する。

海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の設置位置を図 2-1 に示す。



図 2-1 海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の設置位置図

2.2 構造概要

海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁は、フロート式の逆止弁であり、津波の流入によりフロートが押し上げられ、弁座に密着することで止水する。海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁の構造概要を表 2-1 に示す。

表 2-1 海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁の構造概要

設備名称	構造概要		説 明 図
	主体構造	支持構造	
海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁 1, 2	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へ導くフロートガイドで構成する。	弁本体のフランジ部を海水ポンプ室の床面に基礎ボルトで固定する。	

2.3 評価方針

海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の耐震評価は、海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の評価対象部位に作用する応力が許容限界以下であることを「3. 耐震評価方法」に示す方法により、「4. 固有値解析」で算出した固有振動数に基づく応力等が許容限界内に収まることを、「5. 応力評価」に示す方法にて確認する。また、海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の機能維持評価は、海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の固有振動数から応答加速度を求め、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。応力評価及び機能維持評価の確認結果を「7. 耐震評価結果」にて確認する。

ここで、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。

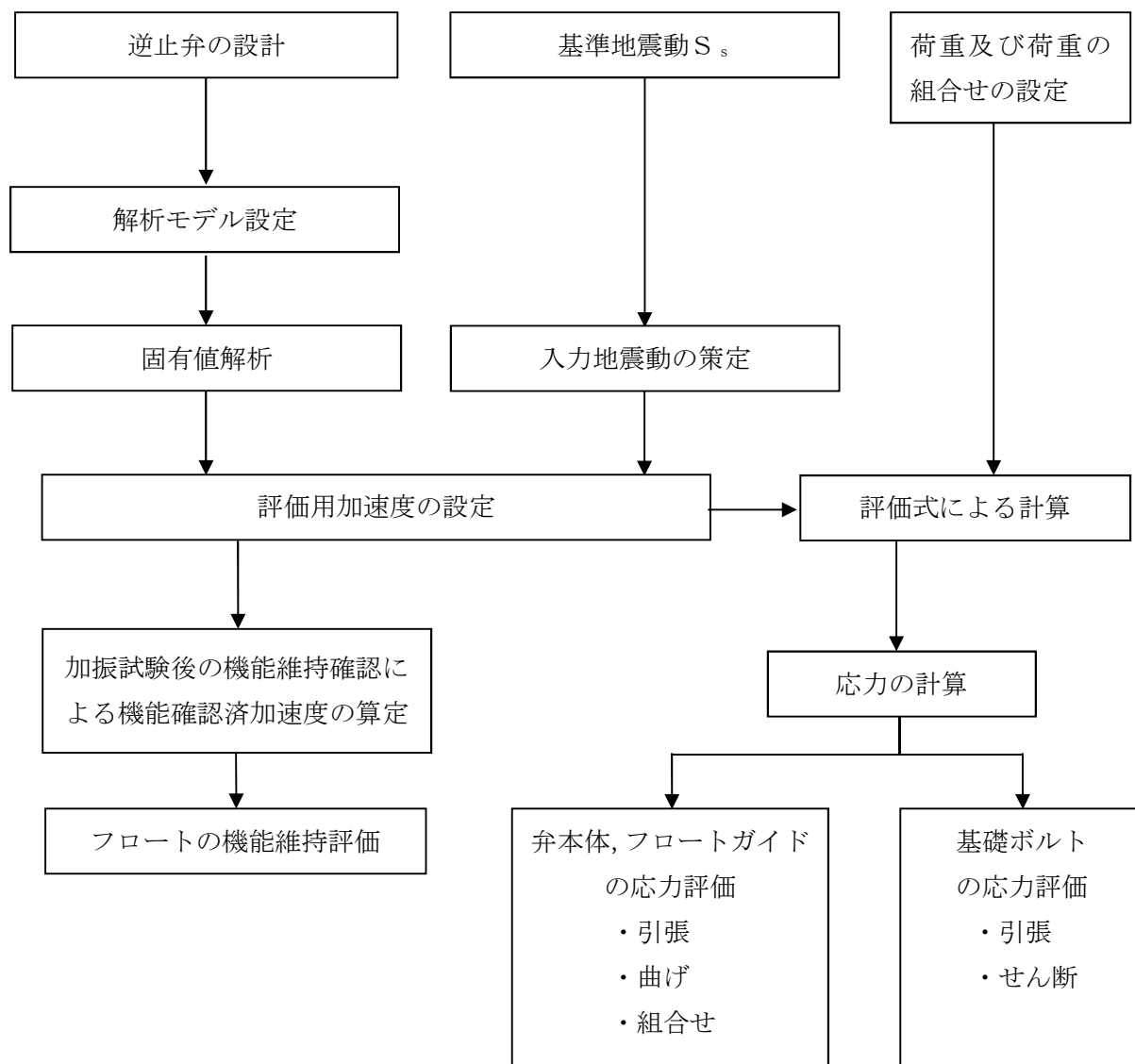


図 2-2 耐震評価フロー

V-2-10-2-6-2 取水ピット空気抜き配管逆止弁の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概 要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	4

1. 概 要

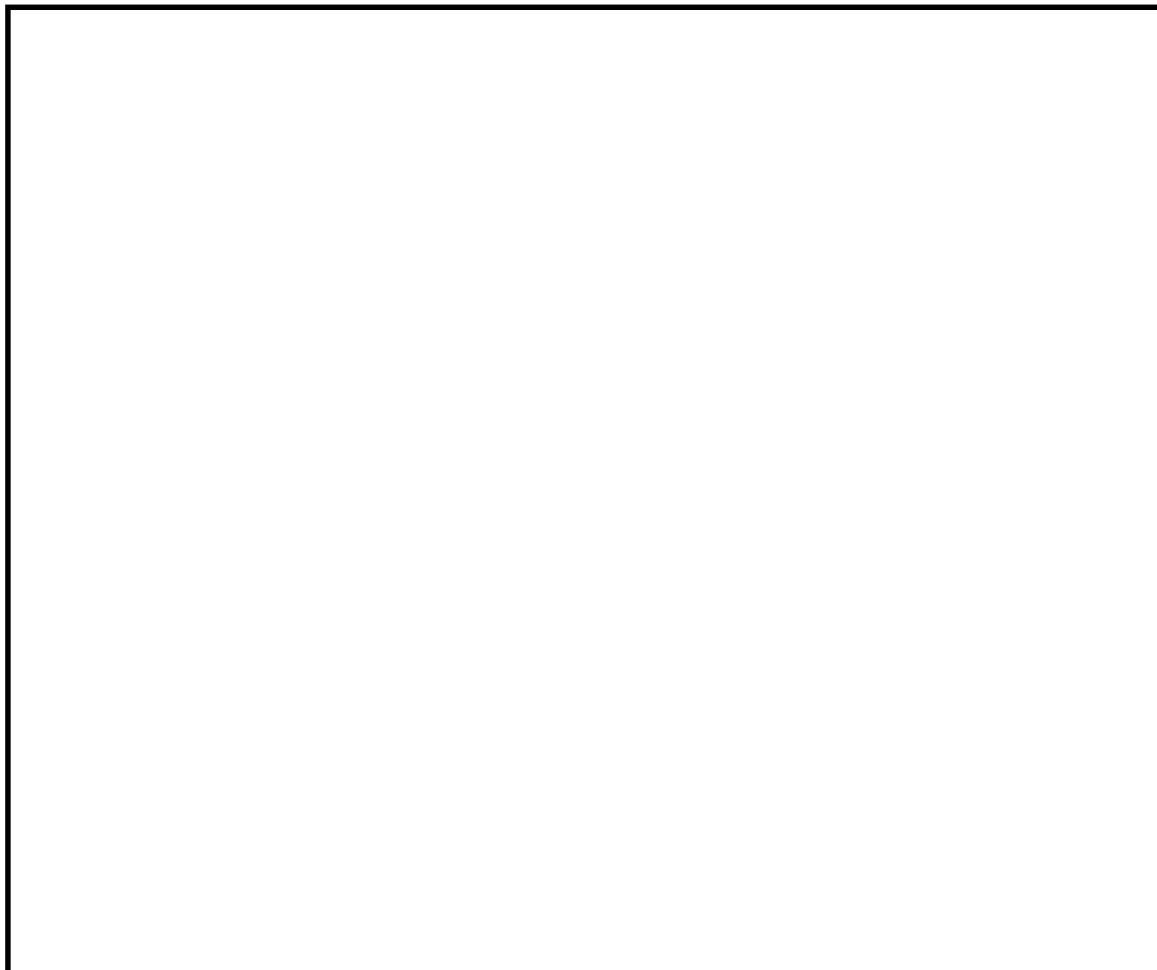
本資料は、添付資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度に基づき、浸水防護施設のうち取水ピット空気抜き配管逆止弁が設計用地震力に対して、主要な構造部材が十分な構造健全性を有することを説明するものである。その耐震評価は、逆止弁の固有値解析、応力評価及び機能維持評価により行う。

2. 基本方針

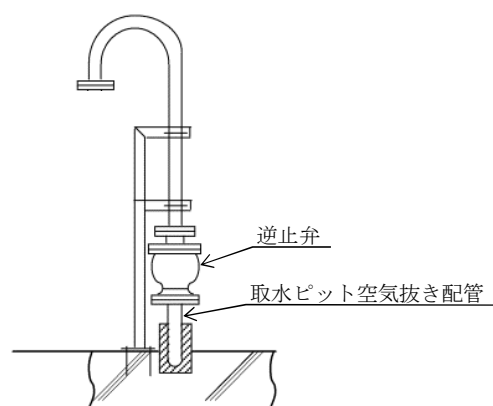
2.1 位置

取水ピット空気抜き配管逆止弁は、循環水ポンプ室の取水ピット空気抜き配管に設置する。

取水ピット空気抜き配管逆止弁の設置位置を図 2-1 に示す。



(平面図)



A 矢視

図 2-1 取水ピット空気抜き配管逆止弁の設置位置図

2.2 構造概要

取水ピット空気抜き配管逆止弁は、フロート式の逆止弁であり、津波の流入によりフロートが押上げられ、弁座に密着することで止水する。取水ピット空気抜き配管逆止弁の構造概要を表 2-1 に示す。

表 2-1 取水ピット空気抜き配管逆止弁の構造概要

設備名称	構造概要		説明図
	主体構造	支持構造	
取水ピット 空気抜き配 管 逆 止 弁 1, 2, 3	弁本体、弁座を含む弁蓋、弁体であるフロート及びフロートを弁座へ導くフロートガイドで構成する。	弁本体及び弁蓋のフランジ部を循環水ポンプ室に設置されている取水ピット空気抜き配管のフランジ面にボルトで固定する。また、配管系への支持構造物の取付けにより固定する。	

2.3 評価方針

取水ピット空気抜き配管逆止弁の耐震評価は、取水ピット空気抜き配管逆止弁の評価対象部位に作用する応力が許容限界以下であることを「3. 耐震評価方法」に示す方法により、「4. 固有値解析」で算出した固有振動数に基づく応力等が許容限界内に収まることを、「5. 応力評価」に示す方法にて確認する。また、取水ピット空気抜き配管逆止弁の機能維持評価は、取水ピット空気抜き配管逆止弁の固有振動数から応答加速度を求め、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。応力評価及び機能維持評価の確認結果を「7. 耐震評価結果」にて確認する。

ここで、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。

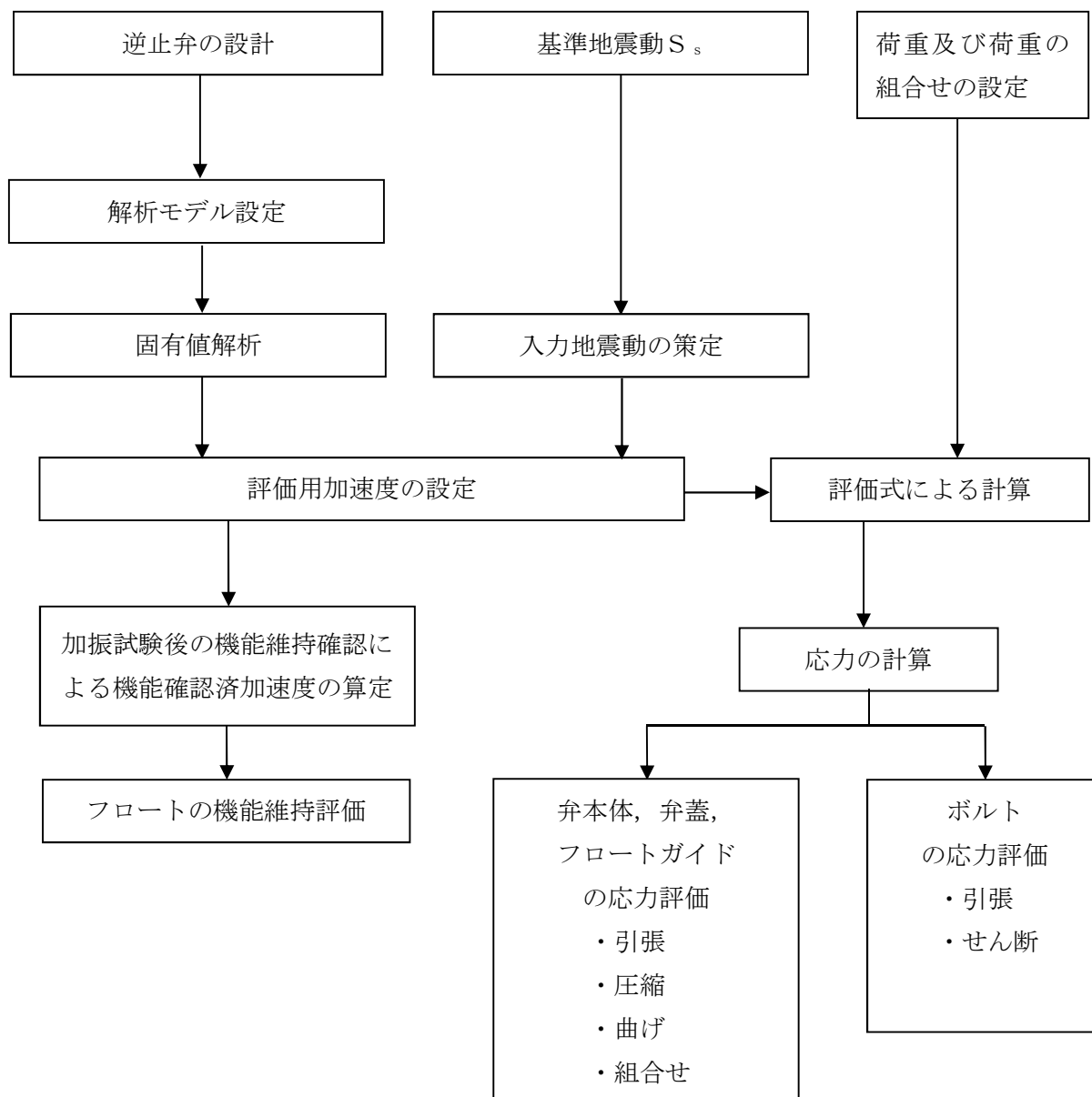


図 2-2 耐震評価フロー

V-2-10-2-6-3 緊急用海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概 要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	4

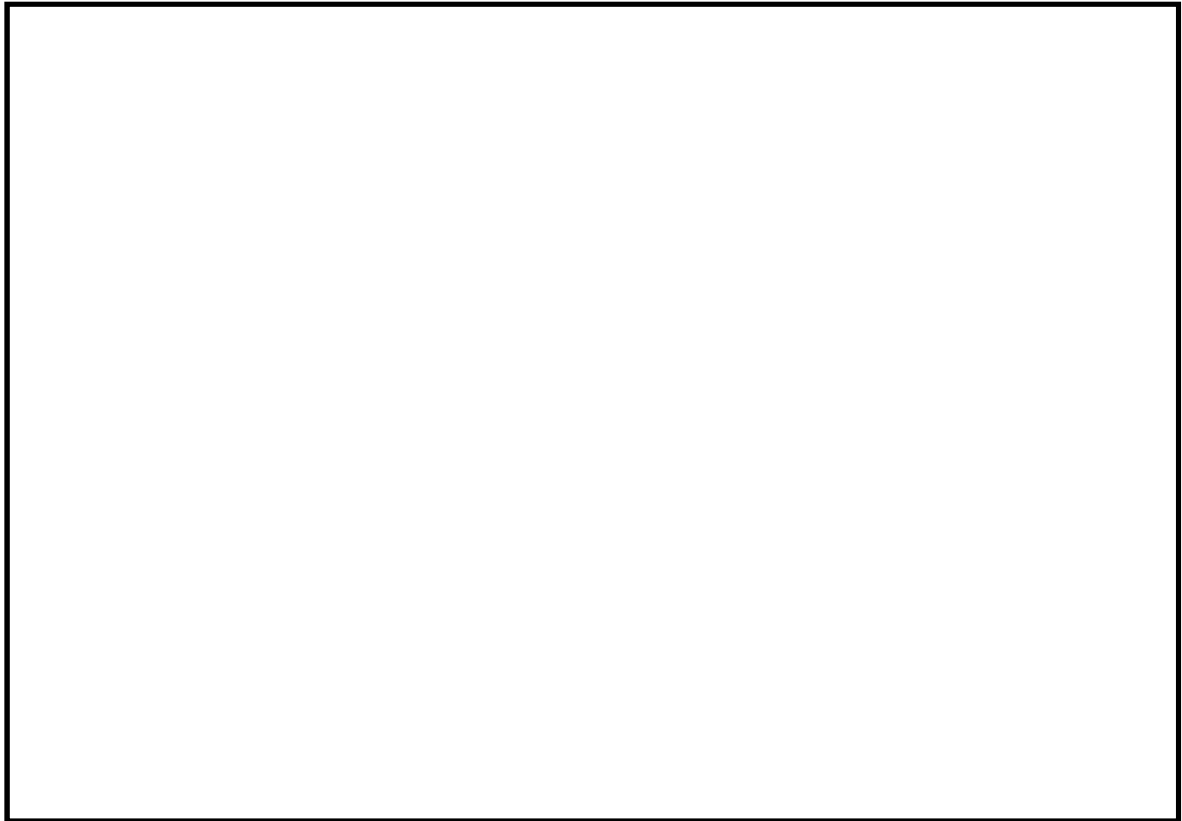
1. 概 要

本資料は、添付資料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緊急用海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁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、逆止弁の固有値解析、応力評価及び機能維持評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

緊急用海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁は、緊急用海水ポンプ室の床面に設置する。
緊急用海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁の設置位置を図 2-1 に示す。



(単位：mm)

図 2-1 緊急用海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁の設置位置図

2.2 構造概要

緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁は、フロート式の逆止弁であり、津波の流入によりフロートが押上げられ、弁座に密着することで止水する。緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の構造概要を表 2-1 に示す。

表 2-1 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の構造概要

設備名称	構造概要		説 明 図
	主体構造	支持構造	
緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁	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へ導くフロートガイドで構成する。	弁本体のフランジ部を緊急用海水ポンプ室の床面に基礎ボルトで固定する。	

2.3 評価方針

緊急用海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁の耐震評価は、緊急用海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁の評価対象部位に作用する応力が許容限界以下であることを「3. 耐震評価方法」に示す方法により、「4. 固有値解析」で算出した固有振動数に基づく応力等が許容限界内に収まることを、「5. 応力評価」に示す方法にて確認する。また、緊急用海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁の機能維持評価は、緊急用海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁の固有振動数から応答加速度を求め、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。応力評価及び機能維持評価の確認結果を「7. 耐震評価結果」にて確認する。

ここで、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。

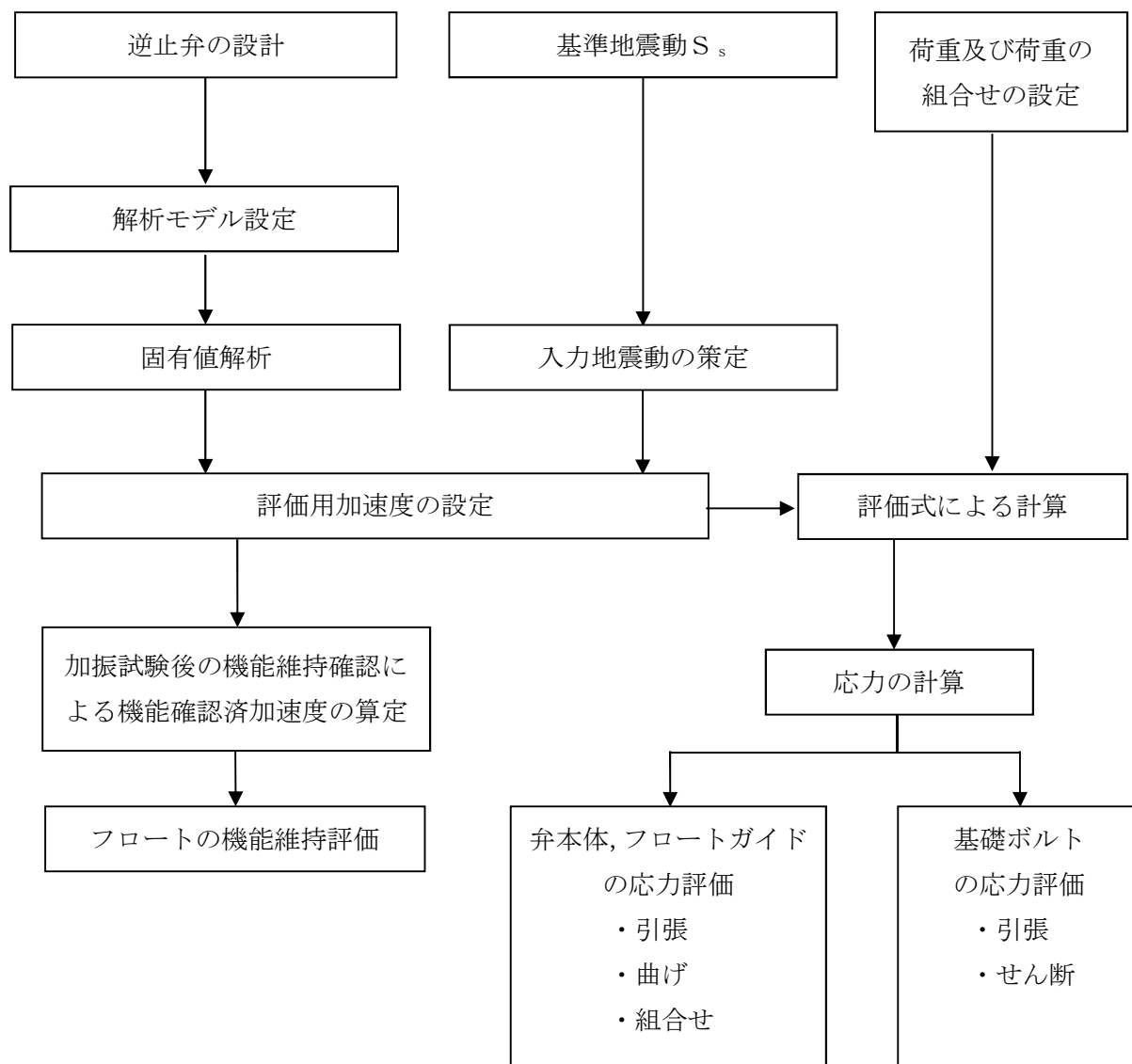


図 2-2 耐震評価フロー

V-2-10-2-6-4 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概 要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	4

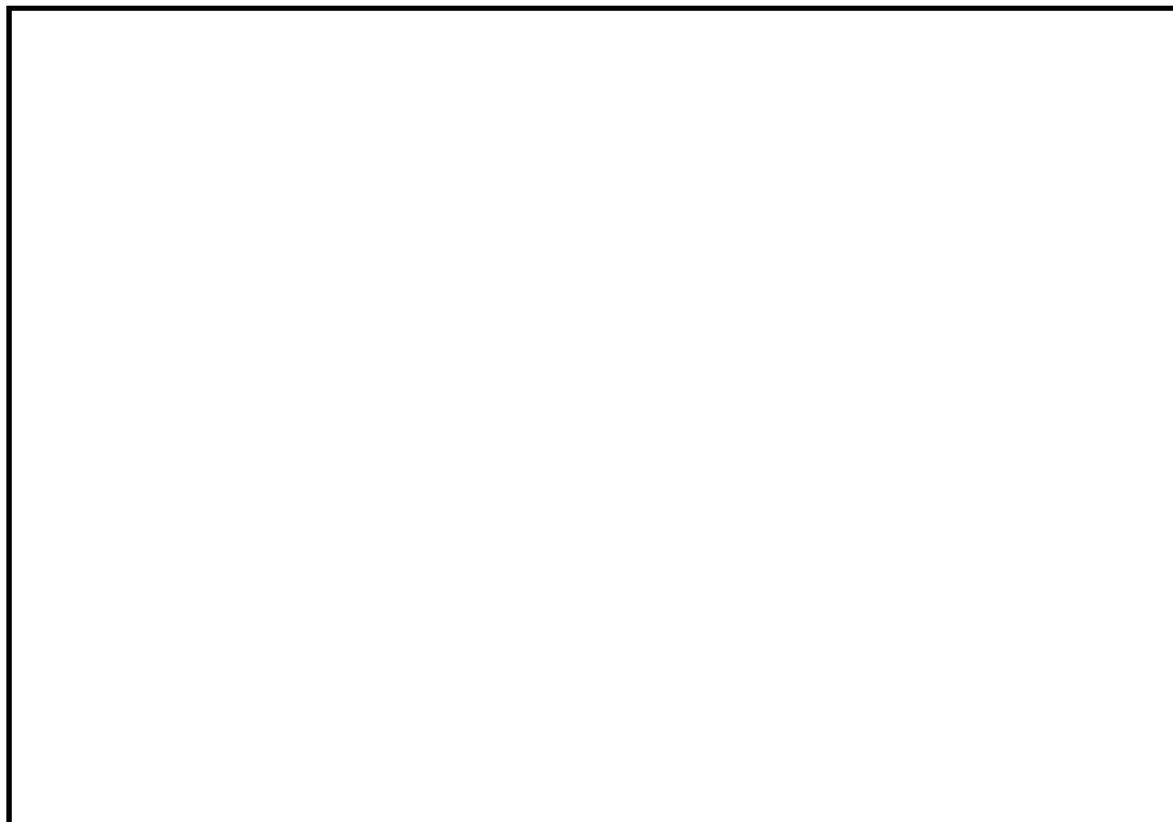
1. 概 要

本資料は、添付資料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緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁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、逆止弁の固有値解析、応力評価及び機能維持評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁は、緊急用海水ポンプ室の床面に設置する。
緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の設置位置を図 2-1 に示す。



(単位：mm)

図 2-1 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の設置位置図

2.2 構造概要

緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁は、フロート式の逆止弁であり、津波の流入によりフロートが押し上げられ、弁座に密着することで止水する。緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の構造概要を表 2-1 に示す。

表 2-1 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の構造概要

設備名称	構造概要		説 明 図
	主体構造	支持構造	
緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁	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へ導くフロートガイドで構成する。	弁本体のフランジ部を緊急用海水ポンプ室の床面に基礎ボルトで固定する。	

2.3 評価方針

緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の耐震評価は、緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の評価対象部位に作用する応力が許容限界以下であることを「3. 耐震評価箇所」に示す方法により、「4. 固有値解析」で算出した固有振動数に基づく応力等が許容限界内に収まることを、「5. 応力評価」に示す方法にて確認する。また、緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の機能維持評価は、緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の固有振動数から応答加速度を求め、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。応力評価及び機能維持評価の確認結果を「7. 耐震評価結果」にて確認する。

ここで、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。

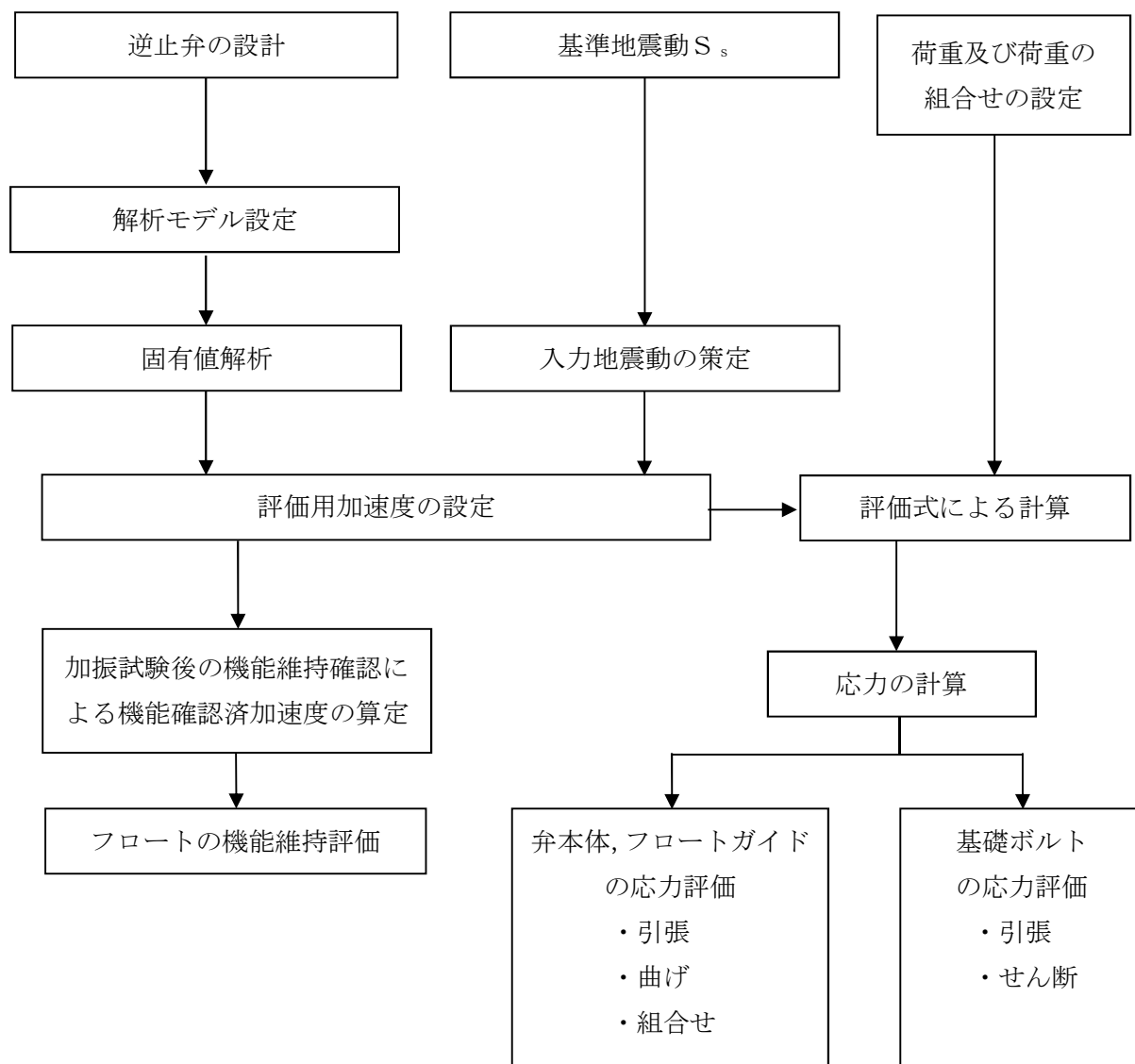


図 2-2 耐震評価フロー

V-2-10-2-7 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. 基本方針 1

2.1 構造の説明 1

2.2 耐震評価箇所 2

2.3 評価方針 2

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及び機能維持の設計方針に基づき、貫通部止水処置が設計用地震力に対して十分な構造強度及び止水機能を有していることを説明するものである。その耐震評価は貫通部止水処置の荷重評価により行う。

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に分類される。

以下、この分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 構造の説明

V-2-1-11「機器・配管の耐震支持設計方針」にて設定した機器の支持方針に基づき設計した貫通部止水処置の構造計画を第2-1表に示す。また、V-1-1-2-2-5「4.2.5(1) 貫通部止水処置の漏えい試験」にて止水性を確認したシール材及びブーツを用い、止水性を維持する構造とする。

第2-1表 貫通部止水処置の構造計画

設備名称	計画の概要		対策説明図
	主体構造	止水処置方法手順	
貫通部 止水処置	シール材 にて構成 する。	既設閉止板等と配管隙間にコーキング材を施工する。	
		躯体へ閉止板を取り付け、配管周り・閉止板外周・ボルト頭にコーキング施工する。	
		スリーブに閉止板を取り付け、コーキング施工する。	
		ブーツのベロー端部とベロー接合部等にコーキングの増盛りで補修を行う。	

2.2 耐震評価箇所

シール材については、第2-1表に示すように、配管の貫通部に適用するシール材の耐震性を満足させるために当該壁の貫通部直近に支持構造物を設置することとしており、地震時は建屋と配管系が一体で動くことから、建屋－配管の間、建屋間相対変位の影響も軽微である。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ため地震による影響は軽微であり、健全性が損なわれることはない。

モルタルについては、地震時に配管の反力が直接作用することが考えられる。

2.3 評価方針

(1) シール材及びラバーブーツ

シール材及びラバーブーツは、伸縮性や配管変位追従性を考慮して設計を行い、貫通部止水構造に地震が作用した場合の性能試験にて耐震性を確認する。模擬体に地震時に相当する荷重（又は変位）を付与した後、静水頭圧を作用させ確認する。また、余震が作用することとも考慮し、本震時に相当する荷重（又は変位）を付与した後、静水頭圧を作用させた状態で、余震時に相当する荷重（又は変位）を付与し、貫通部止水材料の浸水抑制性能を確認する。

これらの結果から、貫通部止水材料が浸水抑制性能を有する限界荷重（又は変位）と浸水抑制性能との関係を確認する。

設計においては、これらの検証結果から、貫通部止水構造の荷重（又は変位）が許容限界以上とならないよう、貫通物を固定する等の設備補強を実施する。

(2) モルタル

モルタルを充填した評価対象貫通部でのモルタル充填深から基準地震動 S_s において貫通部に発生する圧縮・付着荷重が、モルタルの許容荷重以下になることを確認する。

V-2-10-2-11 津波監視設備の耐震性についての計算書

V-2-10-2-11-1 津波・構内監視カメラの
耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 津波・構内監視カメラ（カメラ本体）	2
2.1 基本方針	2
2.1.1 位置	2
2.1.2 構造概要	2
2.1.3 評価方針	3
2.1.4 適用規格	3
2.2 耐震評価箇所	4
2.3 固有値解析	4
2.3.1 基本方針	4
2.3.2 固有振動数の計算方法	4
2.3.2.1 記号の説明	4
2.3.2.2 固有振動数の算出方法	4
2.3.2.3 固有振動数の計算条件	5
2.3.3 モデル	5
2.3.4 固有値解析結果	5
2.4 応力評価	6
2.4.1 基本方針	6
2.4.2 評価対象部位	6
2.4.3 荷重の組合せ及び許容応力	6
2.4.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	6
2.4.3.2 許容応力	6
2.4.3.3 風荷重	6
2.4.3.4 積雪荷重	6
2.4.4 設計用地震力	9
2.4.5 応力評価方法	10
2.4.5.1 記号の説明	10
2.4.5.2 応力計算	15
2.4.5.3 応力評価条件	30
2.5 機能維持評価	32
2.5.1 基本方針	32
2.5.2 機能維持評価方法	32
2.6 評価条件	32
2.7 評価結果	34
2.7.1 設計基準対象施設としての評価結果	34
3. 津波・構内監視カメラ制御盤	36
3.1 基本方針	36

3.1.1	位置	36
3.1.2	構造概要	36
3.1.3	評価方針	37
3.1.4	適用規格	37
3.2	耐震評価箇所	38
3.3	固有値解析	38
3.3.1	基本方針	38
3.3.2	固有振動数の計算方法	38
3.3.3	固有値解析結果	38
3.4	応力評価	39
3.4.1	基本方針	39
3.4.2	評価対象部位	39
3.4.3	荷重の組合せ及び許容応力	39
3.4.4	許容限界	39
3.4.5	設計用地震力	41
3.4.6	応力評価方法	42
3.4.6.1	記号の説明	43
3.4.6.2	基礎ボルトの応力計算	45
3.4.7	応力評価条件	46
3.4.7.1	支持構造物の応力評価条件	46
3.5	機能維持評価	47
3.5.1	基本方針	47
3.5.2	機能維持評価方法	47
3.6	評価条件	47
3.7	評価結果	50
3.7.1	設計基準対象施設としての評価結果	50
4.	津波・構内監視カメラ用機器収納箱	52
4.1	基本方針	52
4.1.1	位置	52
4.1.2	構造概要	52
4.1.3	評価方針	53
4.1.4	適用規格	53
4.2	耐震評価箇所	54
4.3	固有値解析	54
4.3.1	基本方針	54
4.3.2	固有振動数の計算方法	54
4.3.3	固有値解析結果	54
4.4	応力評価	55
4.4.1	基本方針	55

4.4.2	評価対象部位	55
4.4.3	荷重の組合せ及び許容応力	55
4.4.3.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	55
4.4.3.2	許容限界	55
4.4.3.3	風荷重	55
4.4.3.4	積雪荷重	55
4.4.4	設計用地震力	57
4.4.5	応力評価方法	58
4.4.5.1	記号の説明	58
4.4.5.2	据付ボルトの応力計算	60
4.4.6	応力評価条件	63
4.4.6.1	支持構造物の応力評価条件	63
4.5	機能維持評価	64
4.5.1	基本方針	64
4.5.2	機能維持評価方法	64
4.6	評価条件	64
4.7	評価結果	67
4.7.1	設計基準対象施設としての評価結果	67
5.	津波・構内監視カメラ表示モニタ	69
5.1	基本方針	69
5.1.1	位置	69
5.1.2	構造概要	69
5.1.3	評価方針	70
5.1.4	適用規格	70
5.2	耐震評価箇所	71
5.3	機能維持評価	71
5.3.1	基本方針	71
5.3.2	機能維持評価方法	71
5.4	加振試験	72
5.4.1	基本事項	72
5.4.2	設計用地震力	72
5.5	評価結果	73
5.5.1	設計基準対象施設としての評価結果	73

1. 概要

本資料は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に示すとおり、津波・構内監視カメラが基準地震動 S_s による地震力に対しても電氣的機能を維持するために、耐震性を有することを確認するものである。

2. 津波・構内監視カメラ（カメラ本体）

2.1 基本方針

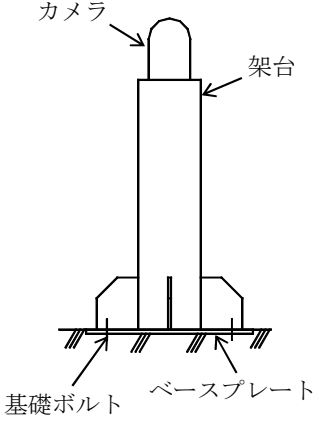
2.1.1 位置

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）は，原子炉建屋屋上に１台設置する。

2.1.2 構造概要

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の構造計画を，第2.1-1表に示す。

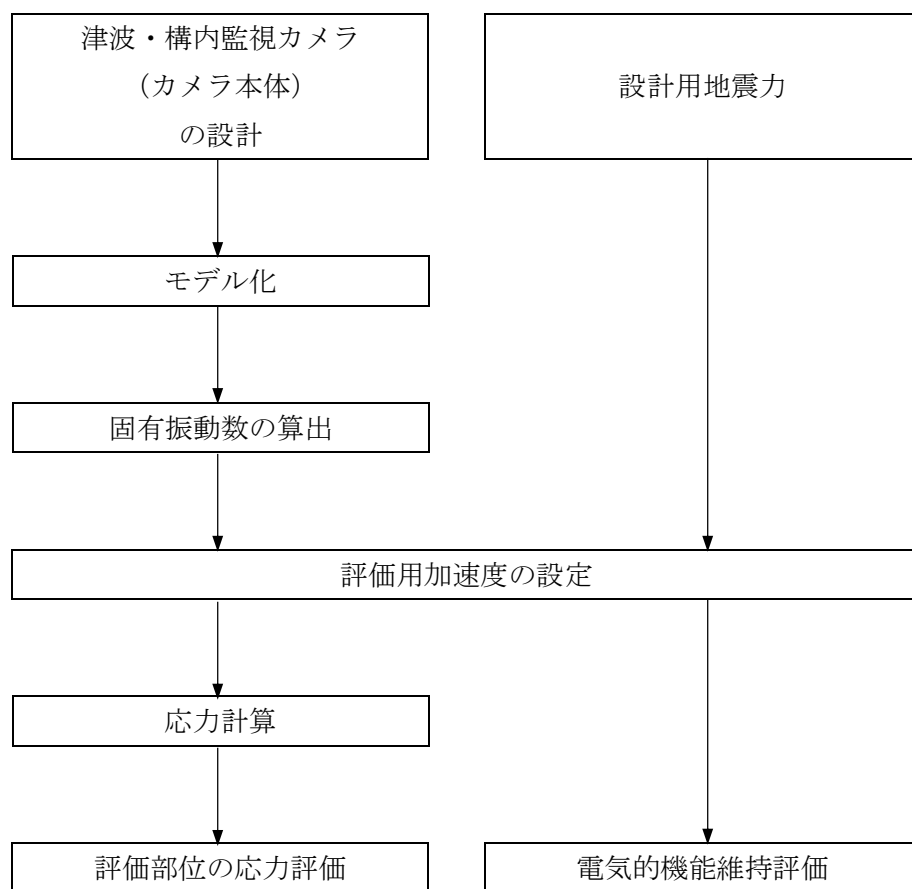
第2.1-1表 津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の構造計画

設備名称	計画の概要		説 明 図
	主体構造	支持構造	
津波・構内監視カメラ (カメラ本体)	監視カメラ	カメラを床面に基礎ボルトにて固定された架台に据え付ける。	

2.1.3 評価方針

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）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、「2.1.2 構造概要」にて示すカメラ本体の部位を踏まえ、「2.2 耐震評価箇所」にて設定する箇所に作用する応力等が許容限界内に収まることを、「2.4 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、カメラ本体の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「2.5 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「2.7 評価結果」に示す。

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の耐震評価フローを第2.1-1図に示す。



第2.1-1図 津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の耐震評価フロー

2.1.4 適用規格

本計算書においては、原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1・補-1984, J E A G 4 6 0 1-1987 及び J E A G 4 6 0 1-1991 追補版）（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和 59 年, 昭和 62 年及び平成 3 年）に準拠して評価する。

2.2 耐震評価箇所

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の耐震評価は，耐震評価上厳しくなる架台，ベースプレート，基礎ボルトを選定して実施する。カメラ本体の耐震評価箇所については，第 2.1-1 表の説明図に示す。

2.3 固有値解析

2.3.1 基本方針

- (1) 固有振動数計算モデルは 1 質点系モデルとし，津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の重心位置に地震荷重が作用するものとする。なお，保守的な評価とするため，重心位置は津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の先端とする。
- (2) 固有振動数の計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

2.3.2 固有振動数の計算方法

2.3.2.1 記号の説明

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の固有振動数算出に用いる記号を第 2.3-1 表に示す。

第 2.3-1 表 津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の
固有振動数算出に用いる記号

記号	記号の説明	単位
f	固有振動数	Hz
T	固有周期	s
E	縦弾性係数	MPa
I	断面二次モーメント	mm ⁴
m ₁	津波・構内監視カメラ（カメラ本体）質量	kg
H	取付面から重心までの距離	mm

2.3.2.2 固有振動数の算出方法

- (1) 津波・構内監視カメラ（カメラ本体）

- a. 1 次固有振動数 f の算出式

$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{1}{\frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot E \cdot I \cdot 10^3}{m_1 \cdot H^3}}}$$

2.3.2.3 固有振動数の計算条件

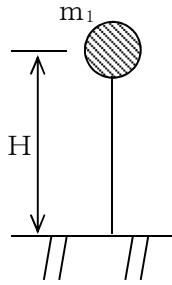
第 2.3-2 表に津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の固有振動数の計算条件を示す。

第 2.3-2 表 津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の固有振動数の計算条件

モデル材質	縦弾性係数 E (MPa)	断面二次 モーメント I (mm ⁴)	総質量 m ₁ (kg)	全長 H (mm)
SUS316	1.94×10^5	1.83×10^8		

2.3.3 モデル

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）は、芯材にて荷重を負担する第 2.3-1 図の片持ち支持梁モデルとする。



第 2.3-1 図 津波・構内監視カメラ（カメラ本体）のモデル化の概略

2.3.4 固有値解析結果

上記計算の結果，津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の固有振動数は 62 Hz であり，固有振動数が，20 Hz 以上であることから剛構造であることを確認した。

2.4 応力評価

2.4.1 基本方針

- (1) 耐震計算モデルは1質点系モデルとし、津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の重心位置に地震荷重が作用するものとする。なお、保守的な評価とするため、重心位置は津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の先端とする。
- (2) 各部位の発生応力と許容応力を比較し、発生応力が許容応力以下であることを確認する。
- (3) 許容応力について、J S M E S N C 1 - 2005/2007 の付録材料図表を用いて計算する際に、温度が付録材料図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、比例法を用いる場合の端数処理は、小数点第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (4) 耐震評価に用いる寸法は、公称値を使用する。

2.4.2 評価対象部位

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる架台、ベースプレート、基礎ボルトを選定して実施する。

2.4.3 荷重の組合せ及び許容応力

2.4.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）にて考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を第2.4-1表に示す。

2.4.3.2 許容応力

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）にて考慮する許容応力状態を第2.4-2表に示す。また、評価部位に応じた使用材料の許容応力を第2.4-3表に示す。

2.4.3.3 風荷重

風荷重 P_K は、風速30 m/sを使用し、津波・構内監視カメラの架台形状を踏まえ、各部位に作用する風圧力を算出する。算出した風圧力を、第2.4-4表に示す。

2.4.3.4 積雪荷重

積雪荷重 P_S は、建築基準法施行令より積雪圧力及び積雪堆積量を、第2.4-5表に示す。

第 2.4-1 表 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	設備分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御系統	中央制御室機能	津波・構内監視カメラ (カメラ本体)	—	—	$D + P_D + M_D + S_s + P_K + P_S$	$III_A S$ (注 1)
その他発電用 原子炉の付属 施設	浸水防護施設					

(注 1) 地震後，津波後の再使用性や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。

第 2.4-2 表 許容応力（津波監視設備）

許容応力 状態	許容限界（注 1）（注 2） （ボルト以外）				許容限界（注 1）（注 2） （ボルト等）	
	一次応力				一次応力	
	引張	せん断	圧縮	曲げ	引張	せん断
Ⅲ _A S（注 3）	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$

（注 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。

（注 2）その他の支持構造物（設計基準対象施設）に対する許容限界に準じて設定する。

（注 3）地震後，津波後の再使用性や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。

第 2.4-3 表 使用材料の許容応力（津波監視設備）

評価部位	材料	温度条件 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
架台	SUS316		205	520	205	246
ベースプレート	SUS316		205	520	205	246
基礎ボルト（M16）	SUS316		205	520	205	246

第 2.4-4 表 風圧力

作用する部位	風圧力 (N/m ²)
架台	1825

第 2.4-5 表 積雪圧力

作用する部位	積雪圧力 (N/cm/m ²)	積雪量 (cm)
架台	20	30

2.4.4 設計用地震力

耐震計算に用いる入力地震力には、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づき、第2.4-6表にて示す条件を用いて作成した設計用床応答曲線を用いる。また、減衰定数はV-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

第2.4-6表 設計用地震力

地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線			備 考
		建屋及び 高さ (m)	方向	減衰定数 (%)	
基準 地震動 S_s	原子炉建屋 EL. 64.78	原子炉建屋 EL. 63.65	水平	1.0	水平方向，鉛直方向ともに S_s 1～8 の包絡曲線を用いる。
			鉛直	1.0	

2.4.5 応力評価方法

2.4.5.1 記号の説明

耐震評価に用いる記号を第2.4-7表に示す。

第2.4-7表 耐震評価に用いる記号

記号	記号の説明	単位
σ_{tK}	架台に作用する引張応力	MPa
σ_{cK}	架台に作用する圧縮応力	MPa
σ_{bK}	架台に作用する曲げ応力	MPa
τ_K	架台に作用するせん断応力	MPa
σ_{bB}	ベースプレートに作用する曲げ応力	MPa
σ_{tb}	基礎ボルトに作用する引張応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに作用するせん断応力	MPa
N_{tK}	軸方向引張荷重	N
N_{cK}	軸方向圧縮荷重	N
M_{XK}	X方向曲げモーメント	N・mm
M_{YK}	Y方向曲げモーメント	N・mm
Q_K	せん断荷重	N
M_{TK}	曲げモーメント	N・mm
${}_{45}M_p$	ベースプレートに発生する曲げモーメント	N・mm
${}_{45}N_b$	風（台風）45°方向による基礎ボルト1本に作用する軸方向荷重	N
${}_{45}Q_b$	風（台風）45°方向による基礎ボルト1本に作用するせん断荷重	N
N_{t1}	軸方向引張荷重	N
N_{t2}	カメラ本体に発生する荷重が架台におよぼす軸方向引張荷重	N
N_{t3}	機器収納箱に発生する荷重が架台におよぼす軸方向引張荷重	N
N_{t4}	プルボックスに発生する荷重が架台におよぼす軸方向引張荷重	N
N_{c1}	軸方向圧縮荷重	N
N_{c2}	カメラ本体に発生する荷重が架台におよぼす軸方向圧縮荷重	N
N_{c3}	機器収納箱に発生する荷重が架台におよぼす軸方向圧縮荷重	N
N_{c4}	プルボックスに発生する荷重が架台におよぼす軸方向圧縮荷重	N

記号	記号の説明	単位
Q_1	せん断荷重	N
Q_2	カメラ本体に発生する荷重が架台におよぼすせん断荷重	N
Q_3	機器収納箱に発生する荷重が架台におよぼすせん断荷重	N
Q_4	プルボックスに発生する荷重が架台におよぼすせん断荷重	N
M_{X1}	架台のX方向曲げモーメント	N・mm
M_{X2}	カメラ本体に発生する荷重が架台におよぼすX方向曲げモーメント	N・mm
M_{X3}	機器収納箱に発生する荷重が架台におよぼすX方向曲げモーメント	N・mm
M_{X4}	プルボックスに発生する荷重が架台におよぼすX方向曲げモーメント	N・mm
M_{Y1}	架台のY方向曲げモーメント	N・mm
M_{Y2}	カメラ本体に発生する荷重が架台におよぼすY方向曲げモーメント	N・mm
M_{Y3}	機器収納箱に発生する荷重が架台におよぼすY方向曲げモーメント	N・mm
M_{Y4}	プルボックスに発生する荷重が架台におよぼすY方向曲げモーメント	N・mm
M_{T3}	機器収納箱に発生する荷重が架台におよぼすY方向ねじりモーメント	N・mm
M_{T4}	プルボックスに発生する荷重が架台におよぼすY方向ねじりモーメント	N・mm
A_a	架台の断面積	mm ²
A_s	架台のせん断断面積	mm ²
A_b	ボルト断面積	mm ²
Z	架台の断面係数	mm ³
Z_P	架台のねじり断面係数	mm ³
Z_B	ベースプレートの評価断面の断面係数	mm ³
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
α_X	基準地震動 S_s による水平X方向の評価用加速度	×9.8m/s ²
α_Y	基準地震動 S_s による水平Y方向の評価用加速度	×9.8m/s ²
α_Z	基準地震動 S_s による鉛直Z方向の評価用加速度	×9.8m/s ²
ρ_s	積雪圧力	N/cm/m ²

記号	記号の説明	単位
S_2	カメラ本体に作用する積雪荷重	N
S_3	機器収納箱に作用する積雪荷重	N
S_4	プルボックスに作用する積雪荷重	N
q	風（台風）の速度圧	N/m^2
W_2	カメラ本体に作用する風荷重	N
n	基礎ボルト本数	—
n_t	基礎ボルト本数	—
L_B	モーメントアーム	mm
L_t	トルクレバー	mm
d_s	積雪量	cm
H_1	取付面からの架台の高さ	mm
H_2	監視カメラの取付面からの高さ	mm
H_3	機器収納箱の取付高さ	mm
H_4	プルボックスの取付高さ	mm
H_T	機器収納箱の高さ	mm
h_P	プルボックスの高さ	mm
B_{W2}	監視カメラの幅	mm
B_{W3}	機器収納箱の幅	mm
a	架台の幅（X方向）	mm
b_P	プルボックスの幅	mm
B_1	機器収納箱から架台中心までの距離	mm
B_2	プルボックスから架台中心までの距離	mm
a_B	基礎ボルト間の距離（X方向）	mm
b_B	基礎ボルト間の距離（Y方向）	mm
A_{S2}	カメラ本体の水平投影面積	mm^2
A_{S3}	機器収納箱の水平投影面積	mm^2
A_{S4}	プルボックスの水平投影面積	mm^2
P_{G2}	カメラ本体の固定荷重	N
P_{G3}	機器収納箱の固定荷重	N
P_{G4}	プルボックスの固定荷重	N
P_{G5}	架台の固定荷重	N
P_{X2}	カメラ本体に作用する基準地震動 S_s による水平X方向の地震慣性力	N
P_{X3}	機器収納箱に作用する基準地震動 S_s による水平X方向の地震慣性力	N

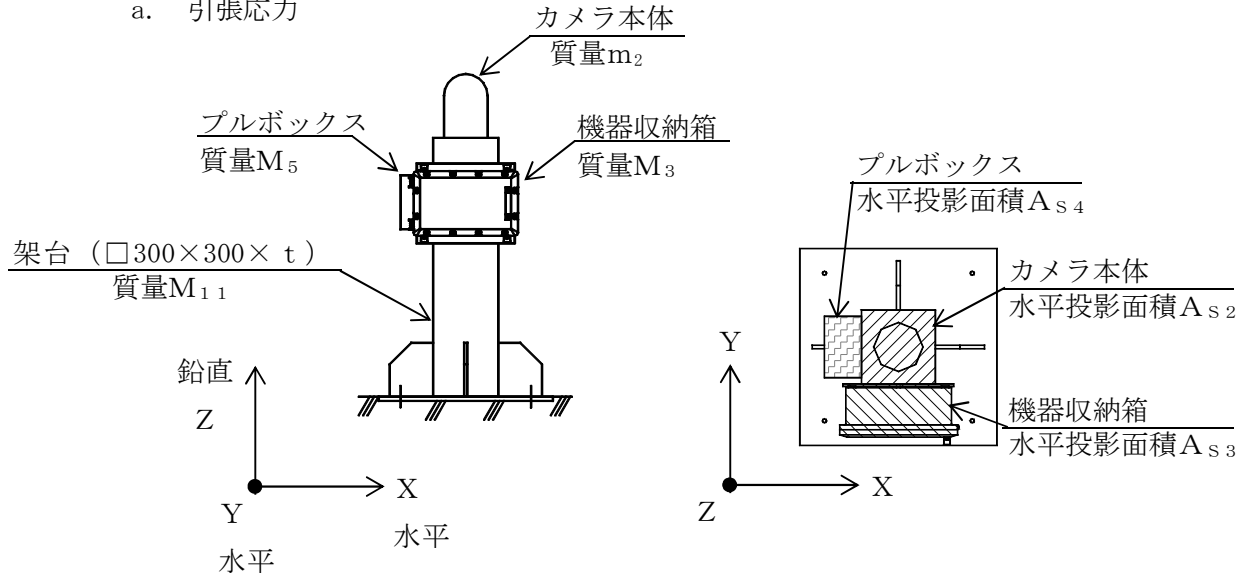
記号	記号の説明	単位
P_{X4}	プルボックスに作用する基準地震動 S_s による水平 X 方向の地震慣性力	N
P_{X5}	架台に作用する基準地震動 S_s による水平 X 方向の地震慣性力	N
P_{Y2}	カメラ本体に作用する基準地震動 S_s による水平 Y 方向の地震慣性力	N
P_{Y3}	機器収納箱に作用する基準地震動 S_s による水平 Y 方向の地震慣性力	N
P_{Y4}	プルボックスに作用する基準地震動 S_s による水平 Y 方向の地震慣性力	N
P_{Y5}	架台に作用する基準地震動 S_s による水平 Y 方向の地震慣性力	N
P_{Z2}	カメラ本体に作用する基準地震動 S_s による鉛直 Z 方向の地震慣性力	N
P_{Z3}	機器収納箱に作用する基準地震動 S_s による鉛直 Z 方向の地震慣性力	N
P_{Z4}	プルボックスに作用する基準地震動 S_s による鉛直 Z 方向の地震慣性力	N
P_{Z5}	架台に作用する基準地震動 S_s による鉛直 Z 方向の地震慣性力	N
M_{11}	架台の負担質量	kg
m_2	カメラ本体質量	kg
M_3	機器収納箱の負担質量	kg
M_5	プルボックスの負担質量	kg
$_{45}W_{X3}$	風（台風） 45° 方向による機器収納箱のせん断荷重	N
$_{45}W_{X4}$	風（台風） 45° 方向によるプルボックスのせん断荷重	N
$_{45}W_{X5}$	風（台風） 45° 方向による架台のせん断荷重	N
$_{45}W_{Y3}$	風（台風） 45° 方向による機器収納箱のせん断荷重	N
$_{45}W_{Y4}$	風（台風） 45° 方向によるプルボックスのせん断荷重	N
$_{45}W_{Y5}$	風（台風） 45° 方向による架台のせん断荷重	N
$_{45}M_{WX5}$	風（台風） 45° 方向による架台のせん断荷重により架台基部に発生する曲げモーメント	N・mm
$_{45}M_{WY5}$	風（台風） 45° 方向による架台のせん断荷重により架台基部に発生する曲げモーメント	N・mm

記号	記号の説明	単位
C_f	監視カメラの風力係数	—
${}_{45}C_{fX3}$	機器収納箱の風力係数	—
${}_{45}C_{fX4}$	プルボックスの風力係数	—
${}_{45}C_{fX5}$	架台の風力係数	—
${}_{45}C_{fY3}$	機器収納箱の風力係数	—
${}_{45}C_{fY4}$	プルボックスの風力係数	—
${}_{45}C_{fY5}$	架台の風力係数	—

2.4.5.2 応力計算

(1) 架台

a. 引張応力



$$\sigma_{tK} = \frac{N_{tK}}{A_a}$$

$$N_{tK} = N_{t1} + N_{t2} + N_{t3} + N_{t4}$$

$$N_{t1} = P_{G5} + P_{Z5}$$

$$P_{G5} = M_{11} \cdot g$$

$$P_{Z5} = \alpha_Z \cdot M_{11} \cdot g$$

$$N_{t2} = P_{G2} + (0.35 \cdot S_2) + P_{Z2}$$

$$P_{G2} = m_2 \cdot g$$

$$S_2 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S2}$$

$$P_{Z2} = \alpha_Z \cdot (m_2 \cdot g + 0.35 \cdot S_2)$$

$$N_{t3} = P_{G3} + (0.35 \cdot S_3) + P_{Z3}$$

$$P_{G3} = M_3 \cdot g$$

$$S_3 = d_s \cdot \rho_s \cdot A_{s3}$$

$$P_{z3} = \alpha_z \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

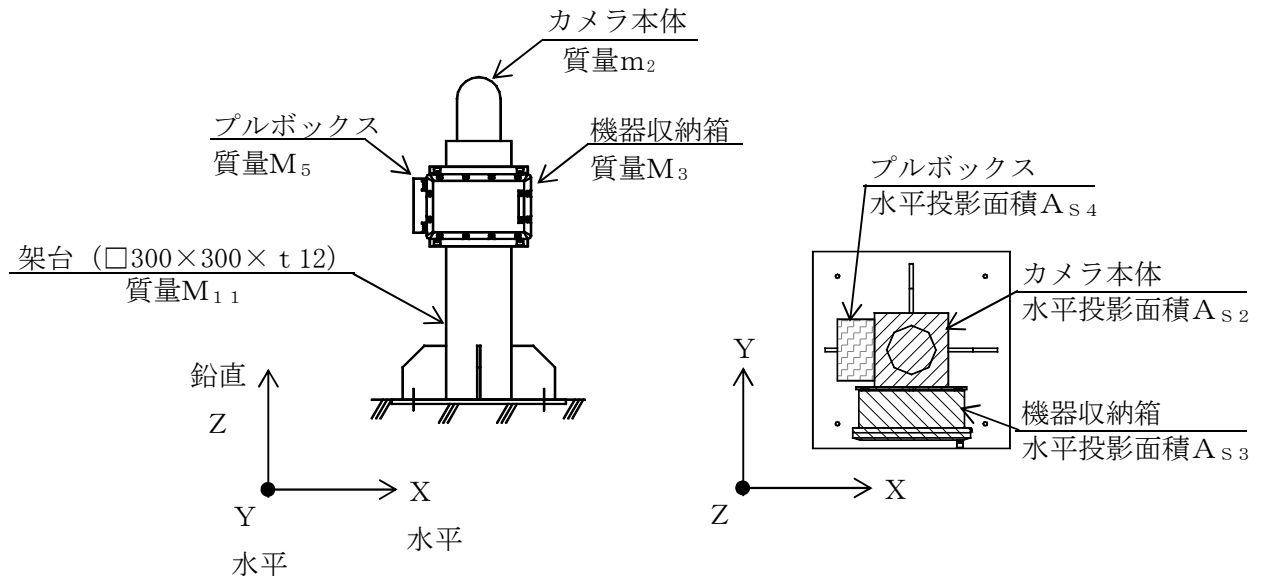
$$N_{t4} = P_{G4} + (0.35 \cdot S_4) + P_{z4}$$

$$P_{G4} = M_5 \cdot g$$

$$S_4 = d_s \cdot \rho_s \cdot A_{s4}$$

$$P_{z4} = \alpha_z \cdot (M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4)$$

b. 圧縮応力



$$\sigma_{cK} = \frac{N_{cK}}{A_a}$$

$$N_{cK} = N_{c1} + N_{c2} + N_{c3} + N_{c4}$$

$$N_{c1} = P_{G5} - P_{z5}$$

$$P_{G5} = M_{11} \cdot g$$

$$P_{z5} = \alpha_z \cdot M_{11} \cdot g$$

$$N_{c\ 2} = P_{G\ 2} + \left(0.35 \cdot - S_{\ 2}\right) - P_{Z\ 2}$$

$$P_{G\ 2} = m_{\ 2} \cdot - g$$

$$S_{\ 2} = d_{\ S} \cdot p_{\ S} \cdot A_{S\ 2}$$

$$P_{Z\ 2} = \alpha_{\ Z} \cdot \left(m_{\ 2} \cdot g + 0.35 \cdot S_{\ 2}\right)$$

$$N_{c\ 3} = P_{G\ 3} + \left(0.35 \cdot - S_{\ 3}\right) - P_{Z\ 3}$$

$$P_{G\ 3} = M_{\ 3} \cdot - g$$

$$S_{\ 3} = d_{\ S} \cdot p_{\ S} \cdot A_{S\ 3}$$

$$P_{Z\ 3} = \alpha_{\ Z} \cdot \left(M_{\ 3} \cdot g + 0.35 \cdot S_{\ 3}\right)$$

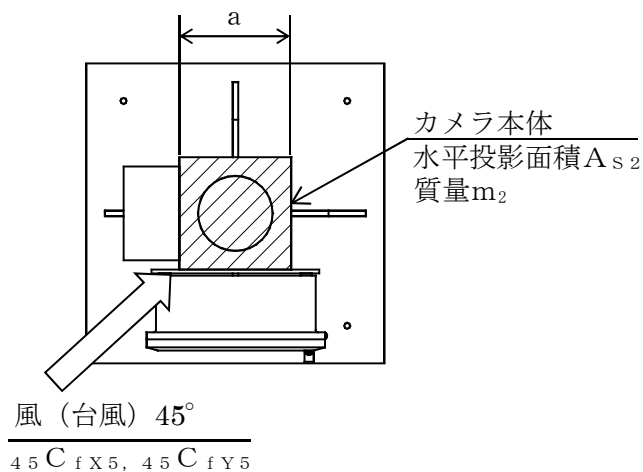
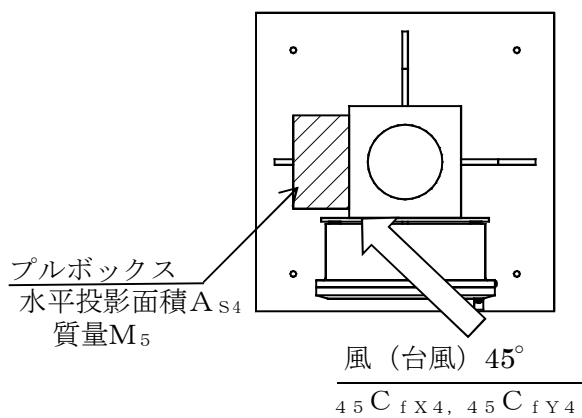
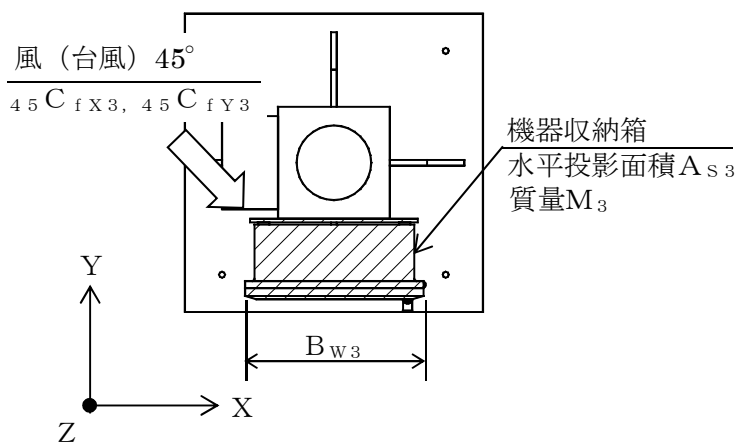
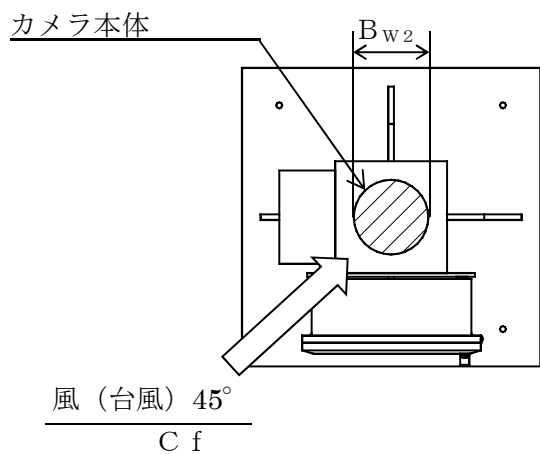
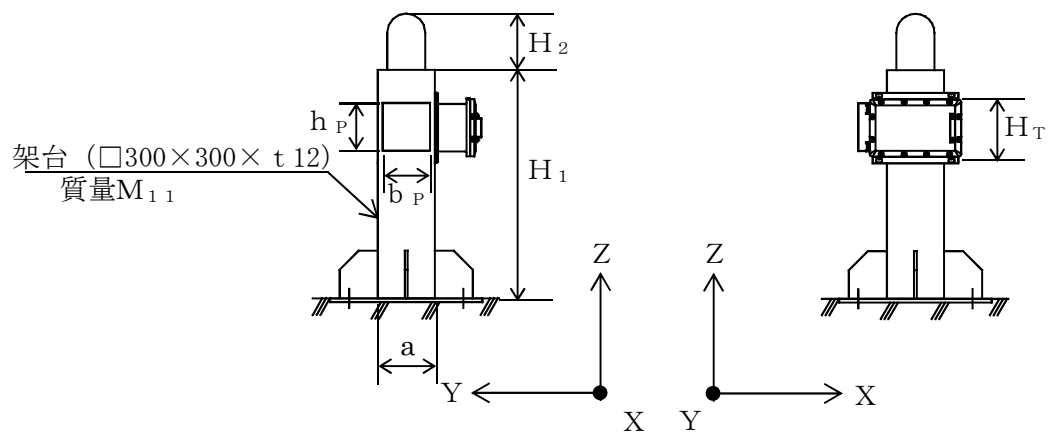
$$N_{c\ 4} = P_{G\ 4} + \left(0.35 \cdot - S_{\ 4}\right) - P_{Z\ 4}$$

$$P_{G\ 4} = M_{\ 5} \cdot - g$$

$$S_{\ 4} = d_{\ S} \cdot p_{\ S} \cdot A_{S\ 4}$$

$$P_{Z\ 4} = \alpha_{\ Z} \cdot \left(M_{\ 5} \cdot g + 0.35 \cdot S_{\ 4}\right)$$

c. せん断応力



$$\tau_{\text{K}} = \frac{Q_{\text{K}}}{A_{\text{S}}} + \frac{M_{\text{tK}}}{Z_{\text{P}}}$$

$$Q_{\text{K}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_1 = \sqrt{\left(P_{\text{X}5} + {}_{45}W_{\text{X}5}\right)^2 + \left(P_{\text{Y}5} + {}_{45}W_{\text{Y}5}\right)^2}$$

$$P_{\text{X}5} = \alpha_{\text{X}} \cdot M_{11} \cdot g$$

$${}_{45}W_{\text{X}5} = q \cdot a \cdot H_1 \cdot {}_{45}C_{\text{fX}5}$$

$$P_{\text{Y}5} = \alpha_{\text{Y}} \cdot M_{11} \cdot g$$

$${}_{45}W_{\text{Y}5} = q \cdot a \cdot H_1 \cdot {}_{45}C_{\text{fY}5}$$

$$Q_2 = \sqrt{\left(P_{\text{X}2} + \frac{W_2}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(P_{\text{Y}2} + \frac{W_2}{\sqrt{2}}\right)^2}$$

$$P_{\text{X}2} = \alpha_{\text{X}} \cdot \left(m_2 \cdot g + 0.35 \cdot S_2\right)$$

$$P_{\text{Y}2} = \alpha_{\text{Y}} \cdot \left(m_2 \cdot g + 0.35 \cdot S_2\right)$$

$$S_2 = d_{\text{S}} \cdot \rho_{\text{S}} \cdot A_{\text{S}2}$$

$$W_2 = q \cdot B_{\text{W}2} \cdot H_2 \cdot C_{\text{f}}$$

$$Q_3 = \sqrt{\left(P_{\text{X}3} + {}_{45}W_{\text{X}3}\right)^2 + \left(P_{\text{Y}3} + {}_{45}W_{\text{Y}3}\right)^2}$$

$$P_{\text{X}3} = \alpha_{\text{X}} \cdot \left(M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3\right)$$

$${}_{45}W_{\text{X}3} = q \cdot B_{\text{W}3} \cdot H_{\text{T}} \cdot {}_{45}C_{\text{fX}3}$$

$$P_{\text{Y}3} = \alpha_{\text{Y}} \cdot \left(M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3\right)$$

$${}_{45}W_{\text{Y}3} = q \cdot B_{\text{W}3} \cdot H_{\text{T}} \cdot {}_{45}C_{\text{fY}3}$$

$$S_3 = d_s \cdot \rho_s \cdot A_{s3}$$

$$Q_4 = \sqrt{\left(P_{X4} + {}_{45}W_{X4}\right)^2 + \left(P_{Y4} + {}_{45}W_{Y4}\right)^2}$$

$$P_{X4} = \alpha_X \cdot \left(M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4\right)$$

$${}_{45}W_{X4} = q \cdot b_P \cdot h_P \cdot {}_{45}C_{fX4}$$

$$P_{Y4} = \alpha_Y \cdot \left(M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4\right)$$

$${}_{45}W_{Y4} = q \cdot b_P \cdot h_P \cdot {}_{45}C_{fY4}$$

$$S_4 = d_s \cdot \rho_s \cdot A_{s4}$$

$$M_{TK} = M_{T3} + M_{T4}$$

$$M_{T3} = \left(P_{X3} + {}_{45}W_{X3}\right) \cdot B_1$$

$$P_{X3} = \alpha_X \cdot \left(M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3\right)$$

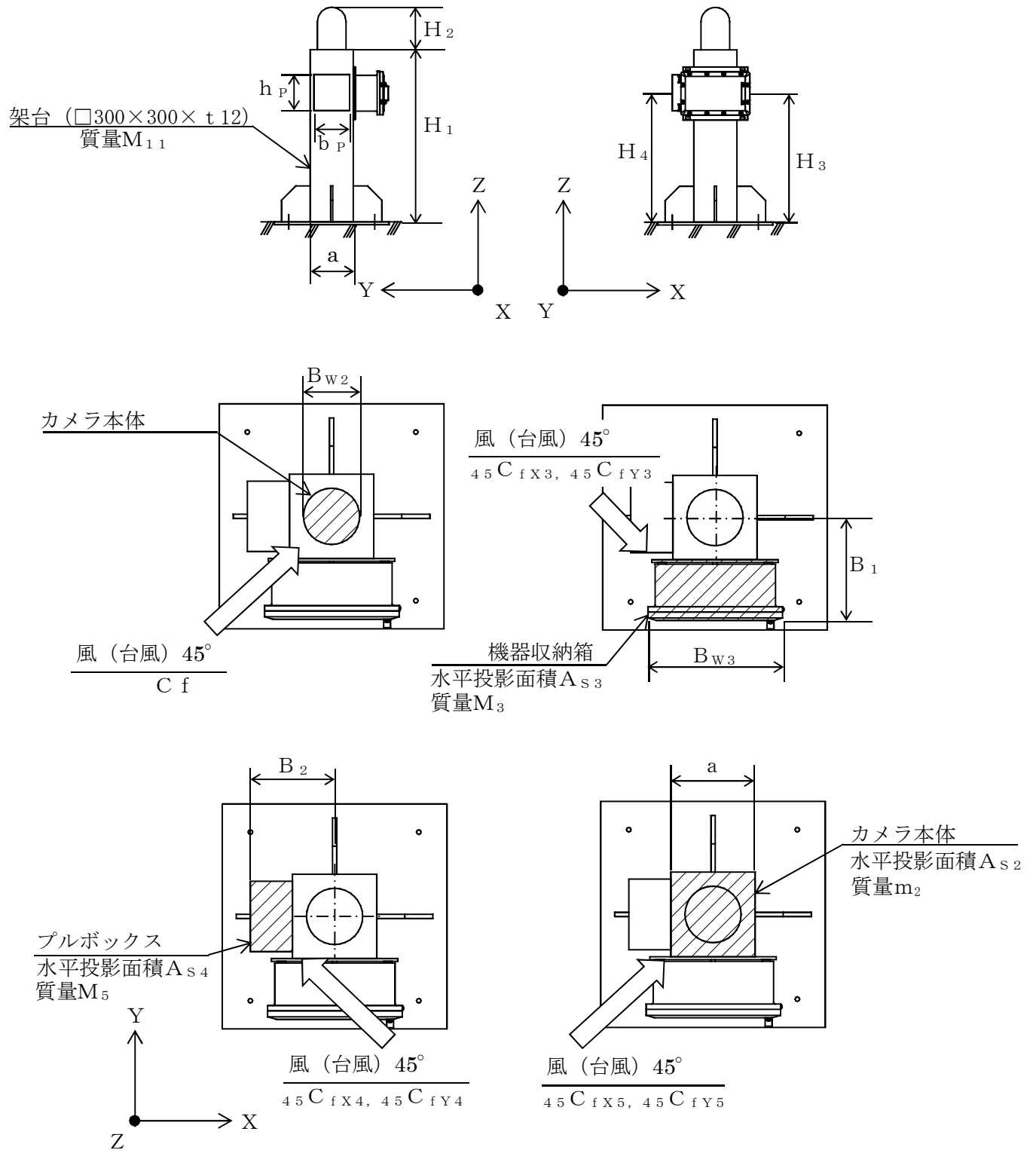
$${}_{45}W_{X3} = q \cdot b_P \cdot h_P \cdot {}_{45}C_{fX3}$$

$$M_{T4} = \left(P_{Y4} + {}_{45}W_{Y4}\right) \cdot B_2$$

$$P_{Y4} = \alpha_Y \cdot \left(M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4\right)$$

$${}_{45}W_{Y4} = q \cdot b_P \cdot h_P \cdot {}_{45}C_{fY4}$$

d. 曲げ応力



$$\sigma_{bK} = \frac{M_{XK} + M_{YK}}{Z}$$

$$M_{XK} = M_{X1} + M_{X2} + M_{X3} + M_{X4}$$

$$M_{X1} = P_{X5} \cdot H_1 + {}_{45}M_{WX5}$$

$$P_{X5} = \alpha_X \cdot M_{11} \cdot g$$

$${}_{45}M_{WX5} = {}_{45}W_{X5} \cdot H_1$$

$${}_{45}W_{X5} = q \cdot a \cdot H_1 \cdot {}_{45}C_{fX5}$$

$$M_{X2} = \left(P_{X2} + \frac{W_2}{\sqrt{2}} \right) \cdot H_2$$

$$P_{X2} = \alpha_X \cdot (m_2 \cdot g + 0.35 \cdot S_2)$$

$$S_2 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S2}$$

$$W_2 = q \cdot B_{W2} \cdot H_2 \cdot C_f$$

$$M_{X3} = \left(P_{X3} + {}_{45}W_{X3} \right) \cdot H_3$$

$$P_{X3} = \alpha_X \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$$S_3 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S3}$$

$${}_{45}W_{X3} = q \cdot B_{W3} \cdot H_T \cdot {}_{45}C_{fX3}$$

$$M_{X4} = \left(\left| P_{G4} \right| + 0.35 \cdot S_4 + P_{Z4} \right) \cdot B_2 + \left(P_{X4} + {}_{45}W_{X4} \right) \cdot H_4$$

$$P_{G4} = M_5 \cdot -g$$

$$P_{Z4} = \alpha_Z \cdot (M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4)$$

$$S_4 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S4}$$

$$P_{X4} = \alpha_X \cdot (M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4)$$

$${}_{4\ 5}W_{X\ 4} = q \cdot b_P \cdot h_P \cdot {}_{4\ 5}C_{f\ X\ 4}$$

$$M_{YK} = M_{Y\ 1} + M_{Y\ 2} + M_{Y\ 3} + M_{Y\ 4}$$

$$M_{Y\ 1} = P_{Y\ 5} \cdot H_1 + {}_{4\ 5}M_{WY\ 5}$$

$$P_{Y\ 5} = \alpha_Y \cdot M_{1\ 1} \cdot g$$

$${}_{4\ 5}M_{WY\ 5} = {}_{4\ 5}W_{Y\ 5} \cdot H_1$$

$${}_{4\ 5}W_{Y\ 5} = q \cdot a \cdot H_1 \cdot {}_{4\ 5}C_{f\ Y\ 5}$$

$$M_{Y\ 2} = \left(P_{Y\ 2} + \frac{W_2}{\sqrt{2}} \right) \cdot H_2$$

$$P_{Y\ 2} = \alpha_Y \cdot (m_2 \cdot g + 0.35 \cdot S_2)$$

$$W_2 = q \cdot B_{W\ 2} \cdot H_2 \cdot C_f$$

$$M_{Y\ 3} = \left(\left| P_{G\ 3} \right| + 0.35 \cdot S_3 + P_{Z\ 3} \right) \cdot B_1 + \left(P_{Y\ 3} + {}_{4\ 5}W_{Y\ 3} \right) \cdot H_3$$

$$P_{G\ 3} = M_3 \cdot -g$$

$$P_{Z\ 3} = \alpha_Z \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$$P_{Y\ 3} = \alpha_Y \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$$S_3 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S\ 3}$$

$${}_{4\ 5}W_{Y\ 3} = q \cdot B_{W\ 3} \cdot H_T \cdot {}_{4\ 5}C_{f\ Y\ 3}$$

$$M_{Y\ 4} = \left(P_{Y\ 4} + {}_{4\ 5}W_{Y\ 4} \right) \cdot H_4$$

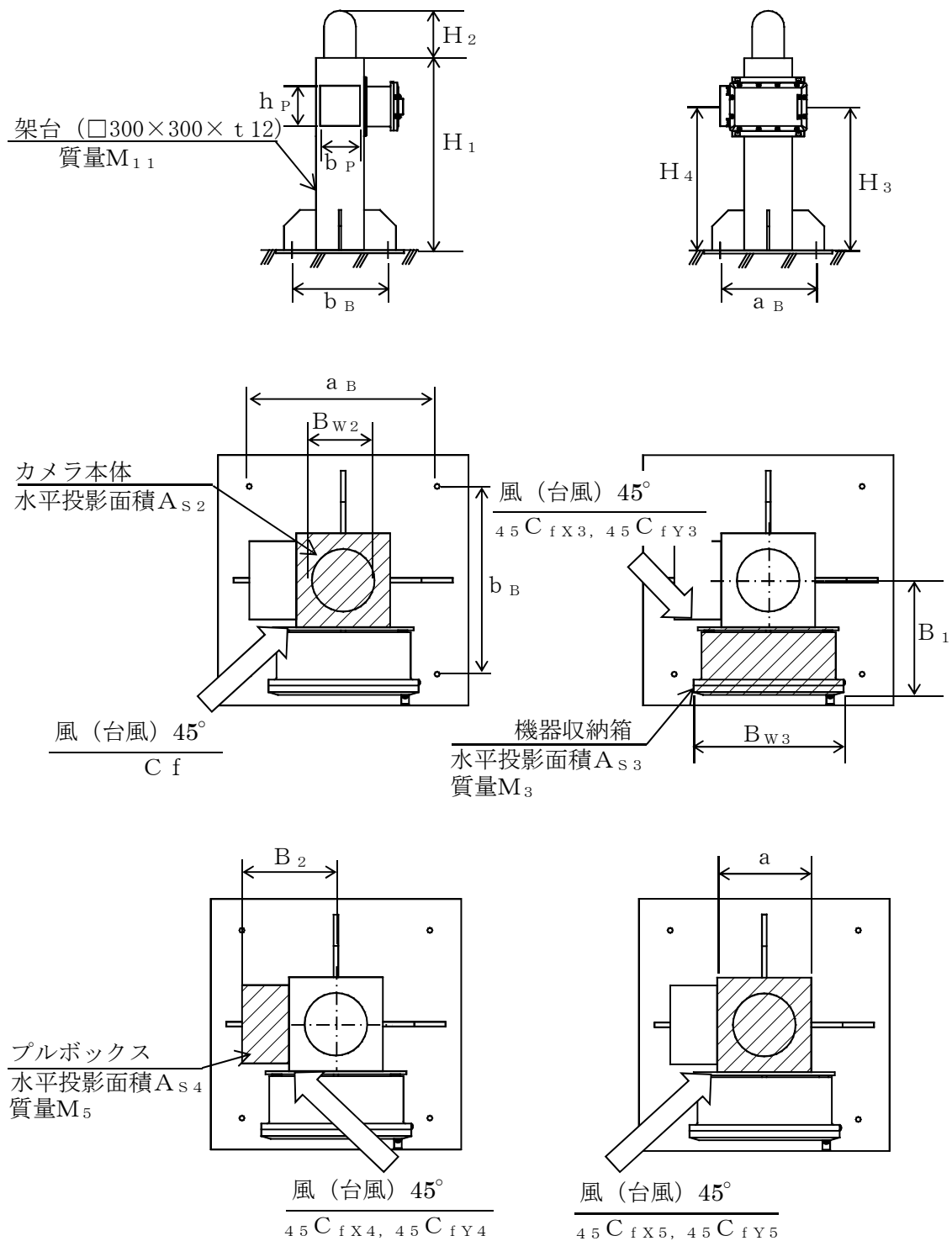
$$P_{Y\ 4} = \alpha_Y \cdot (M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4)$$

$$S_4 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S\ 4}$$

$${}_{4\ 5}W_{Y\ 4} = q \cdot b_P \cdot h_P \cdot {}_{4\ 5}C_{f\ Y\ 4}$$

(2) ベースプレート

a. 曲げ応力

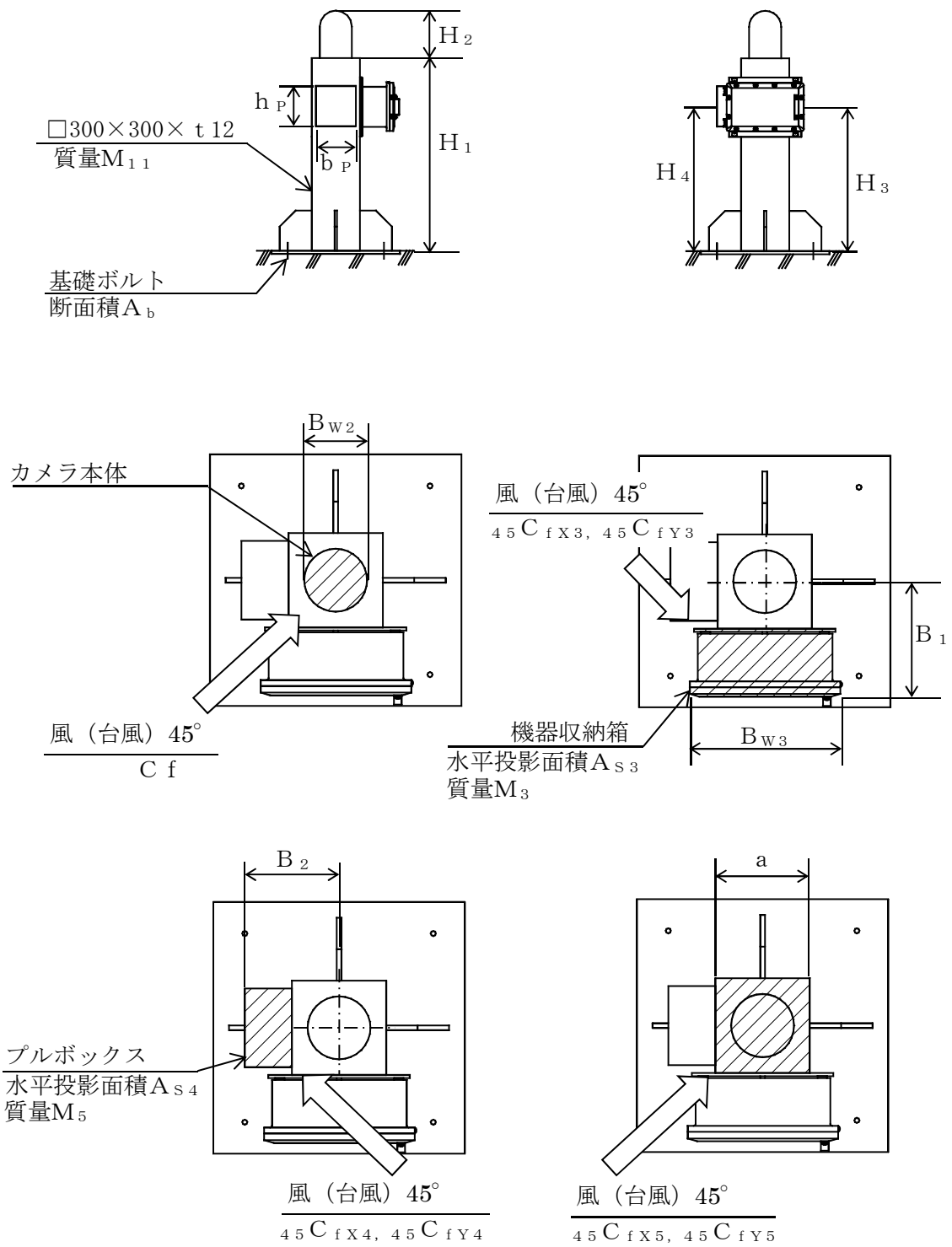


$$\sigma_{\text{b B}} = \frac{{}_{4\text{ }5}\text{M}_{\text{p}}}{Z_{\text{B}}}$$

$${}_{4\text{ }5}\text{M}_{\text{p}} = {}_{4\text{ }5}\text{N}_{\text{b}} \cdot \text{L}_{\text{B}}$$

$${}_{4\text{ }5}\text{N}_{\text{b}} = \left(\frac{\text{N}_{\text{tK}}}{\text{n}}\right) + \left(\frac{\frac{\text{M}_{\text{XK}}}{\text{a}_{\text{B}}}}{\text{n}_{\text{t}}}\right) + \left(\frac{\frac{\text{M}_{\text{YK}}}{\text{b}_{\text{B}}}}{\text{n}_{\text{t}}}\right)$$

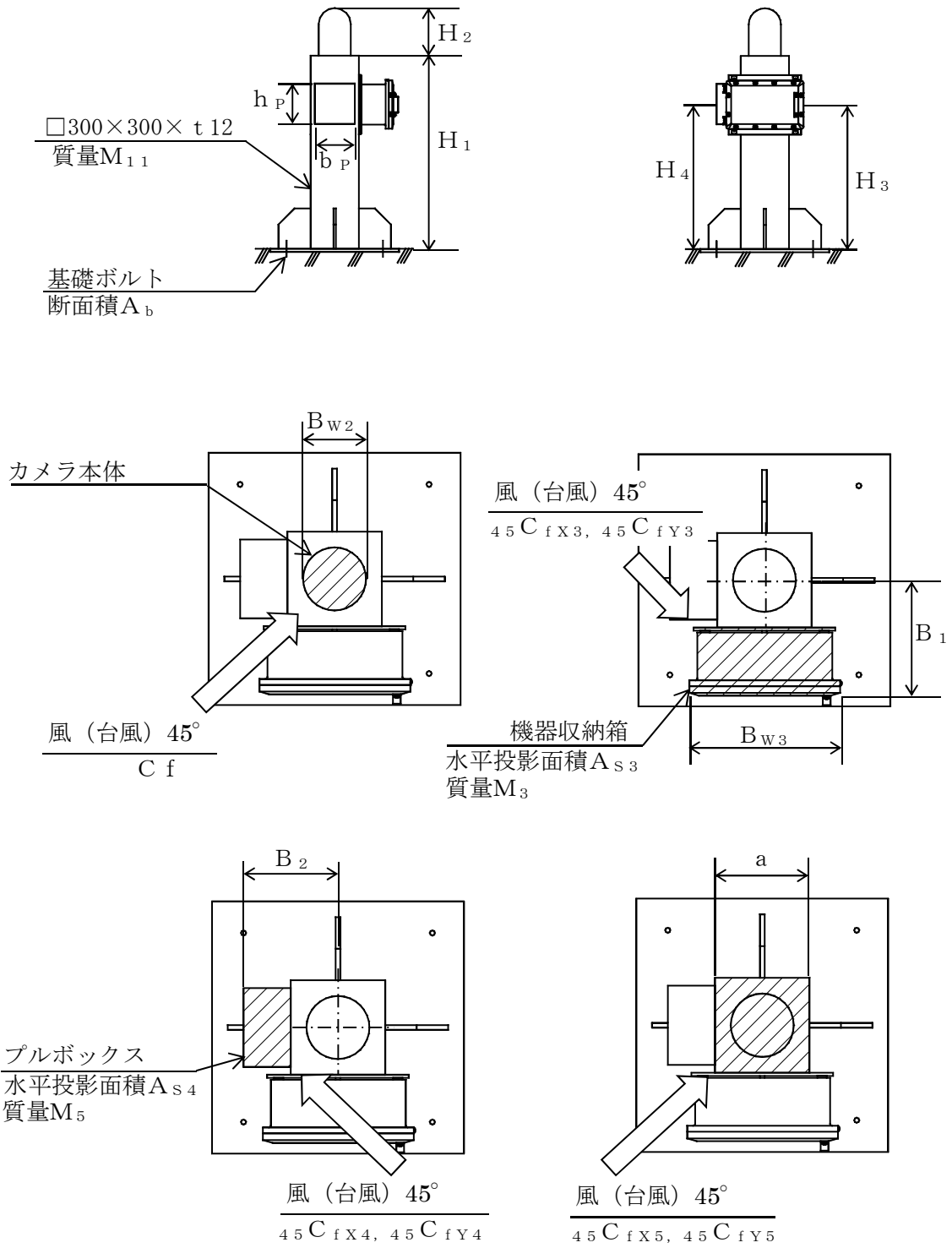
(3) 基礎ボルト
a. 引張応力



$$\sigma_{\text{t b}} = \frac{{}_4\text{ }_5\text{N}_{\text{b}}}{\text{A}_{\text{b}}}$$

$${}_4\text{ }_5\text{N}_{\text{b}} = \left(\frac{\text{N}_{\text{tK}}}{\text{n}}\right) + \left(\frac{\frac{\text{M}_{\text{XK}}}{\text{a}_{\text{B}}}}{\text{n}_{\text{t}}}\right) + \left(\frac{\frac{\text{M}_{\text{YK}}}{\text{b}_{\text{B}}}}{\text{n}_{\text{t}}}\right)$$

b. せん断応力



$$\tau_b = \frac{{}_4{}_5Q_b}{A_b}$$

$${}_4{}_5Q_b = \left(\frac{Q_K}{n}\right) + \left(\frac{\frac{M_{TK}}{L_t}}{n}\right)$$

2.4.5.3 応力評価条件

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の応力評価条件を以下に示す。

(1) 機器収納箱関係

項 目	記 号	単 位	数 値
架台の断面積	A_a	mm^2	1.345×10^4
架台のせん断断面積	A_s	mm^2	6.048×10^3
ボルト断面積	A_b	mm^2	201.1
架台の断面係数	Z	mm^3	1.220×10^6
架台のねじり断面係数	Z_P	mm^3	1.991×10^6
ベースプレートの評価断面の断面係数	Z_B	mm^3	33000
基礎ボルト本数	n	本	4
基礎ボルト本数	n_t	本	2
モーメントアーム	L_B	mm	283
トルクレバー	L_t	mm	495
取付面からの架台の高さ	H_1	mm	1200
監視カメラの高さ	H_2	mm	294.6
機器収納箱の取付高さ	H_3	mm	896
プルボックスの取付高さ	H_4	mm	901
機器収納箱の高さ	H_T	mm	300
プルボックスの高さ	h_P	mm	250
監視カメラの幅	B_{W2}	mm	177.8
機器収納箱の幅	B_{W3}	mm	480
架台の幅（X方向）	a	mm	300
プルボックスの幅	b_P	mm	250
機器収納箱から架台中心までの距離	B_1	mm	366
プルボックスから架台中心までの距離	B_2	mm	300
基礎ボルト間の距離（X方向）	a_B	mm	700
基礎ボルト間の距離（Y方向）	b_B	mm	700
カメラ本体の水平投影面積	A_{S2}	mm^2	90000
機器収納箱の水平投影面積	A_{S3}	mm^2	103680
プルボックスの水平投影面積	A_{S4}	mm^2	37500
柱の負担質量	M_{11}	kg	
カメラ本体質量	m_2	kg	
機器収納箱の負担質量	M_3	kg	
プルボックスの負担質量	M_5	kg	

(2) 設計用加速度

基準地震動 S_s による 水平 X 方向の評価用加速度 α_x ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)	基準地震動 S_s による 水平 Y 方向の評価用加速度 α_y ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)	基準地震動 S_s による 水平 Z 方向の評価用加速度 α_z ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
2.45	2.45	1.88

(3) 自然現象関係

項 目	記 号	単 位	数値
積雪圧力	ρ_s	N/cm/m ²	20
積雪量	d_s	cm	30
風圧力	q	N/m ²	1825
監視カメラの風力係数	C_f	—	1.2
機器収納箱の風力係数	$_{45}C_{fX3}$	—	0.7
機器収納箱の風力係数	$_{45}C_{fY3}$	—	1.6
プルボックスの風力係数	$_{45}C_{fX4}$	—	1.6
架台の風力係数	$_{45}C_{fX5}$	—	1.6
架台の風力係数	$_{45}C_{fY5}$	—	1.6

2.5 機能維持評価

2.5.1 基本方針

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）は、地震時及び地震後に電氣的機能が要求されており、地震時及び地震後においても、その機能が維持されていることを示す。

2.5.2 機能維持評価方法

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の固有振動数から応答加速度を求め、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、器具単体の正弦波加振試験（掃引試験及びサインビート試験）において、電氣的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。機能確認済加速度については、第 2.5-3 表に示す。

なお、津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の加振試験の結果から、固有振動数は水平及び鉛直方向ともに 35Hz 以上であることを確認したことから、評価用加速度は津波・構内監視カメラ（カメラ本体）設置床の応答加速度とする。

第 2.5-3 表 機能確認済加速度

項 目	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
水 平	
鉛 直	

2.6 評価条件

評価結果の妥当性を確認する上で必要となる、設計条件及び評価用加速度について第 2.6-1 表及び第 2.6-2 表に記載する。

第 2.6-1 表 設計条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付場所及 び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周辺環境温度 (℃)
			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	
津波・構内 監視カメラ (カメラ本 体)	S	原子炉建屋 EL. 63.65	0.05 以下	0.05 以下	—	—	2.45	1.88	

注記 * : 固有周期は式 (3.2.1) により求めた計器スタンションの固有振動数 f の逆数である。

第 2.6-2 表 評価用加速度

項 目	評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)
水 平	2.45
鉛 直	1.88

2.7 評価結果

2.7.1 設計基準対象施設としての評価結果

津波・構内監視カメラ（カメラ本体）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。発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。また、評価用加速度は機能確認済加速度以下であり、基準地震動 S_s に対して電氣的機能が維持されることを確認した。

基準地震動 S_s に対する応力評価結果を第 2.7-1 表に示す。また、電氣的機能維持評価結果を第 2.7-2 表に示す。

第 2.7-1 表 基準地震動 S_s による評価結果 ($D + P_D + M_D + S_s + P_K + P_S$)

評価対象設備			評価部位	応力の種類	最大発生応力	評価基準値
					MPa	MPa
計測制御系統	中央制御室機能	津波・構内監視カメラ (カメラ本体)	架台	組合せ応力		246
			ベースプレート	曲げ応力		283
その他発電用原子炉の付属施設	浸水防護施設		基礎ボルト	引張応力		184
				せん断応力		142

第 2.7-2 表 電氣的機能維持評価結果 (設計基準対象施設)

評価対象設備			機能確認済加速度との比較					詳細評価
			加速度確認 部位	水平加速度 (×9.8 m/s ²)		鉛直加速度 (×9.8 m/s ²)		
				評価用 加速度	機能確認済 加速度	評価用 加速度	機能確認済 加速度	
計測制御系統	中央制御室 機能	津波・構内 監視カメラ (カメラ本体)	—	2.45		1.88		—
その他発電用原子 炉の附属施設	浸水防護 施設							

3. 津波・構内監視カメラ制御盤

3.1 基本方針

3.1.1 位置

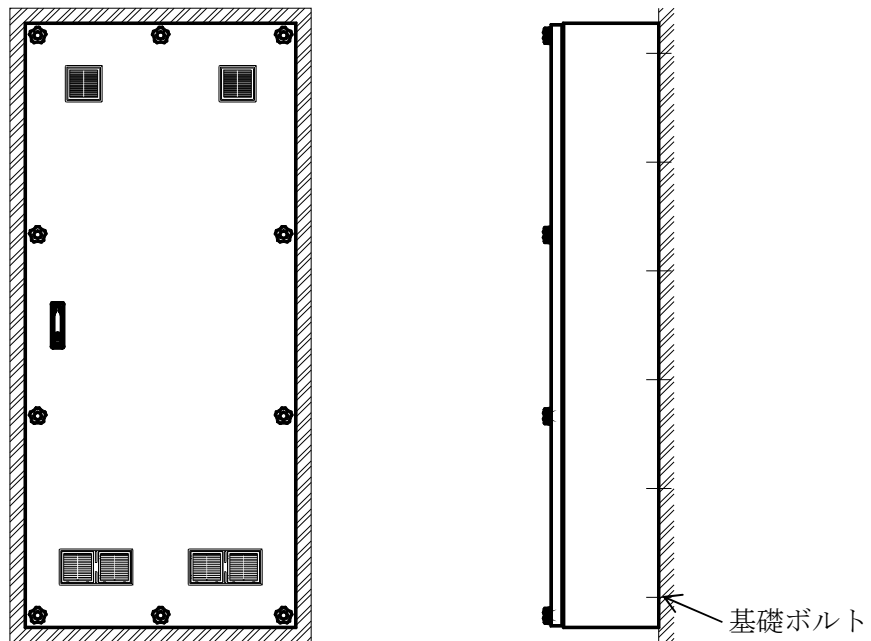
津波・構内監視カメラ用制御盤は、中央制御室に1台設置する。

3.1.2 構造概要

津波・構内監視カメラ用制御盤の構造計画を第3.1-1表に示す。

第3.1-1表 津波・構内監視カメラ制御盤の構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
津波・構内 監視カメラ制御盤	壁掛閉鎖型	壁に盤を基礎ボルトにて据え付ける。	第3.1-1図

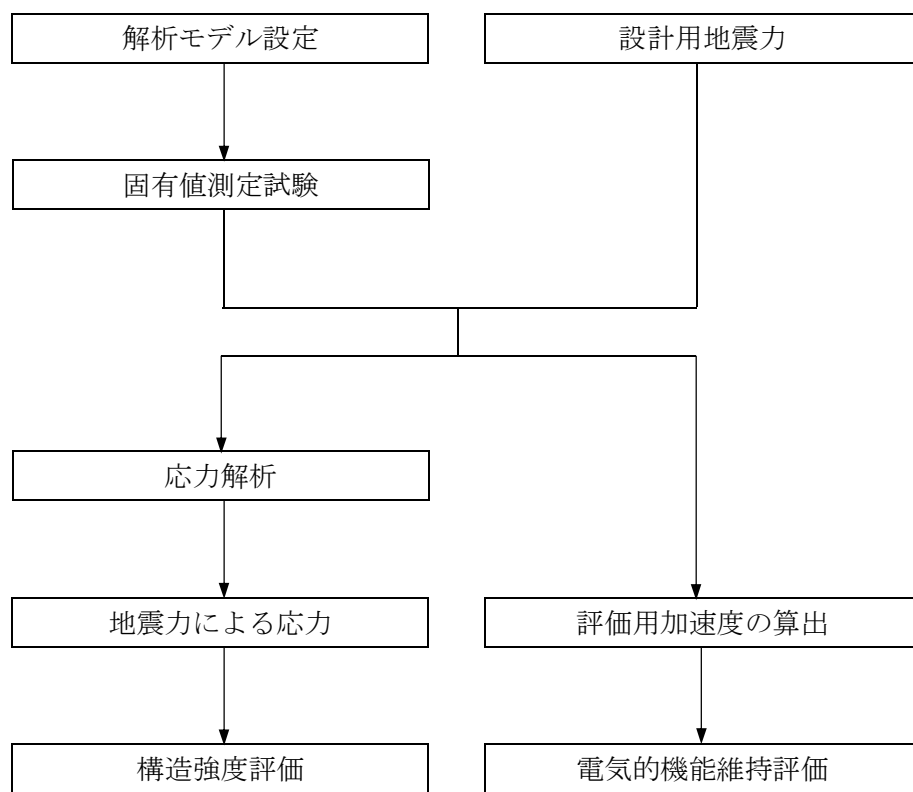


第3.1-1図 津波・構内監視カメラ制御盤の外形図

3.1.3 評価方針

津波・構内監視カメラ制御盤の応力評価は、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、「3.1.2 構造概要」にて示す津波・構内監視カメラ制御盤の部位を踏まえ「3.2 耐震評価箇所」にて設定する箇所に発生する応力等が許容限界内に収まることを、「3.4 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、津波・構内監視カメラ制御盤の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「3.5 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「3.7 評価結果」に示す。

津波・構内監視カメラ制御盤の耐震評価フローを第3.1-2図に示す



第3.1-2図 津波・構内監視カメラ制御盤の耐震評価フロー

3.1.4 適用規格

本計算書においては、原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984, J E A G 4 6 0 1 -1987 及び J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和 59 年, 昭和 62 年及び平成 3 年）に準拠して評価する。

3.2 耐震評価箇所

津波・構内監視カメラ制御盤の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる基礎ボルトを選定して実施する。津波・構内監視カメラ制御盤の耐震評価箇所については、第 3.1-1 図に示す。

3.3 固有値解析

3.3.1 基本方針

振動特性試験にて盤の固有振動数を求める。

3.3.2 固有振動数の計算方法

振動試験装置にて 1～35 Hz の範囲について加速度 0.1 G で掃引し、盤の応答を測定する。

3.3.3 固有値解析結果

固有振動数の計算結果を以下に示す。

方向	盤の固有振動数 (Hz)
水平	20 以上
鉛直	20 以上

3.4 応力評価

3.4.1 基本方針

- (1) 耐震計算モデルは 1 質点系モデルとし、盤の重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- (2) 許容応力について、J SME S NC 1-2005/2007 の付録材料図表を用いて計算する際に、温度が付録材料図表記載の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第 1 位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (3) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

3.4.2 評価対象部位

津波・構内監視カメラ制御盤の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる基礎ボルトを選定して実施する。

3.4.3 荷重の組合せ及び許容応力

津波・構内監視カメラ制御盤の荷重の組合せ及び許容応力状態について、設計基準対象施設の評価に用いるものを第 3.4-1 表に示す。

3.4.4 許容限界

津波・構内監視カメラ制御盤の許容応力を第 3.4-2 表に示す。また、評価部位に応じた使用材料の許容応力を第 3.4-3 表に示す。

第 3.4-1 表 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	設備分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御系統	中央制御室 機能	津波・構内 監視カメラ制御盤	—	—	$D + P_D + M_D + S_s$	$III_A S$ (注 1)
その他発電用 原子炉の付属 施設	浸水防護施 設					

（注 1）地震後，津波後の再使用性や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。

第 3.4-2 表 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界（ボルト等） (注 1) (注 2)	
	一次応力	
	引張	せん断
$III_A S$ (注 3)	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$

（注 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。

（注 2）その他の支持構造物（設計基準対象施設）に対する許容限界に準じて設定する。

（注 3）地震後，津波後の再使用性や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。

第 3.4-3 表 使用材料の許容応力（設計基準対象施設）

評価部位	材料	温度条件 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F [*] (MPa)
基礎ボルト	SUS304		205	520	205	246

3.4.5 設計用地震力

耐震計算に用いる入力地震力には、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づき、第 3.4-4 表にて示す条件を用いて作成した設計用床応答曲線を用いる。また、減衰定数は V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」第 3-1 表に記載の減衰定数を用いる。

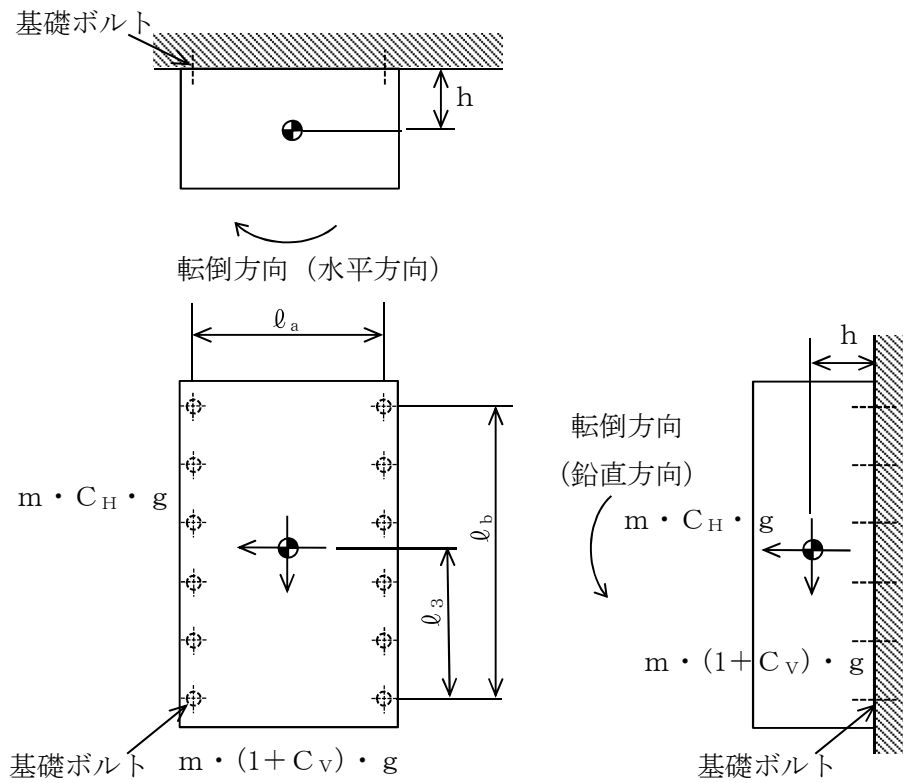
第 3.4-4 表 設計用地震力

地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線			備 考
		建屋及び 高さ ^(注) (m)	方 向	減衰 定数 (%)	
基準 地震動 S _s	原子炉 建屋 EL. 20.3	原子炉 建屋 EL. 29.0	水 平	4.0	水平方向，鉛直方向と もに S _s 1～8 の包絡 曲線を用いる。
			鉛 直	1.0	

(注) 制御盤は壁掛形であるため，設置フロア上階の設計用床応答曲線を使用する。

3.4.6 応力評価方法

基礎ボルトの応力算出概念図を以下に示す。



第 3.4-1 図 基礎ボルトの応力算出概念図

3.4.6.1 記号の説明

耐震評価に用いる記号を第3.4-5表に示す。

第3.4-5表 耐震評価に用いる記号

記号	記 号 の 説 明	単位
A_b	ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格*SSB-3131 に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格*SSB-3133 に定める値	MPa
F_b	ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
F_{b1}	鉛直方向地震及び壁掛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）	N
F_{b2}	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）	N
f_{sb}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h	取付面から重心までの距離	mm
ℓ_3	重心と下側ボルト間の鉛直方向距離（壁掛形）	mm
ℓ_a	左側取付ボルトと右側取付ボルト間の水平方向距離（壁掛形）	mm
ℓ_b	上側取付ボルトと下側取付ボルト間の鉛直方向距離（壁掛形）	mm
m	盤の質量	kg
n	ボルトの本数	—
n_{fH}	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）	—
n_{fV}	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）	—

記号	記号の説明	単位
Q_b	ボルトに作用するせん断力	N
Q_{b1}	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）	N
Q_{b2}	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）	N
S_u	設計・建設規格*1 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格*1 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値	MPa
π	円周率	—
σ_b	ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	ボルトに生じるせん断応力	MPa

* 1 : 「設計・建設規格」とは、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。）） J SME S NC 1－2005/2007（日本機械学会 2007 年）（以下「設計・建設規格」という。）をいう。

3.4.6.2 基礎ボルトの応力計算

(1) 基礎ボルトの引張応力計算

ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として、第 3.4-1 図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。

a. 引張力

$$F_b = \text{Max} (F_{b1}, F_{b2})$$

$$F_{b1} = \frac{m \cdot (1 + C_V) \cdot h \cdot g}{n_{fV} \cdot \ell_b} + \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g}{n_{fH} \cdot \ell_a}$$

$$F_{b2} = \frac{m \cdot (1 + C_V) \cdot h \cdot g + m \cdot C_H \cdot \ell_3 \cdot g}{n_{fV} \cdot \ell_b}$$

b. 引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b}$$

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

(2) 基礎ボルトのせん断応力

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。

a. せん断力

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

$$Q_{b1} = m \cdot C_H \cdot g$$

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

b. せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b}$$

3.4.7 応力評価条件

3.4.7.1 支持構造物の応力評価条件

(1) 盤関係

項 目	記 号	単 位	入力値
機器（盤）質量	m	kg	
重力加速度	g	m/s ²	9.80665
取付面から重心までの距離	h	mm	165
左側取付ボルトと右側取付ボルト間の 水平方向距離（壁掛形）	ℓ_a	mm	820
上側取付ボルトと下側取付ボルト間の 鉛直方向距離（壁掛形）	ℓ_b	mm	1800
重心と下側ボルト間の鉛直方向距離 （壁掛形）	ℓ_3	mm	879

(2) 設計用加速度

項 目	記 号	設計用加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
水平	C_H	1.55
鉛直	C_V	1.17

3.5 機能維持評価

3.5.1 基本方針

津波・構内監視カメラ制御盤は、地震時及び地震後に電氣的機能が要求されており、地震時及び地震後においても、その機能が維持されていることを示す。

3.5.2 機能維持評価方法

津波・構内監視カメラ制御盤の固有振動数から応答加速度を求め、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、器具を実装した制御盤の正弦波加振試験（掃引試験及びサインビート試験）において、電氣的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。機能確認済加速度を第 3.5-1 表に示す。

なお、津波・構内監視カメラ制御盤の加振試験の結果から、固有振動数は水平及び鉛直方向ともに 20 Hz 以上であることを確認したことから、評価用加速度には最大床加速度を使用する。

第 3.5-1 表 機能確認済加速度

項 目	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)	
水 平		
鉛 直		

3.6 評価条件

評価結果の妥当性を確認する上で必要となる、設計条件、評価用加速度及び機器要目について第 3.6-1 表、第 3.6-2 表及び第 3.6-3 表に記載する。

第 3.6-1 表 設計条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付場所及 び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周辺環境温度 (℃)
			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	
津波・構内 監視カメラ 制御盤	S	EL. 29.0	0.05 以下	0.05 以下	—	—	1.55	1.17	40

注記 * : 固有周期は掃引試験により求めた津波・構内監視カメラ制御盤の固有振動数 f の逆数である。

第 3.6-2 表 評価用加速度

項 目	評価用加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
水 平	1.55
鉛 直	1.17

第 3.6－3 表 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	ℓ_3 (mm)	ℓ_a (mm)	ℓ_b (mm)	A_b (mm ²)	n	n_{fV}	n_{fH}
基礎ボルト						201.1	12	2	6

部材	S_y (MPa)	S_u (MPa)	F (MPa)	F^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は静的震度	弾性設計用 地震動 S_s
基礎ボルト	205	520	205	246	—	鉛直

3.7 評価結果

3.7.1 設計基準対象施設としての評価結果

津波・構内監視カメラ制御盤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。
発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。また、評価用加速度は機能確認済加速度以下であり、基準地震動 S_s に対して電氣的機能が維持されることを確認した。

基準地震動 S_s に対する応力評価結果を第 3.7-1 表及び第 3.7-2 表に示す。また、電氣的機能維持評価結果を第 3.7-3 表に示す。

第 3.7-1 表 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	1420	—	7924

第 3.7-2 表 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SUS304	引張	—	—		184
		せん断	—	—		141

第 3.7-3 表 電氣的機能維持の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

	評価用加速度	機能確認済加速度
水平方向	1.55	
鉛直方向	1.17	

4. 津波・構内監視カメラ用機器収納箱

4.1 基本方針

4.1.1 位置

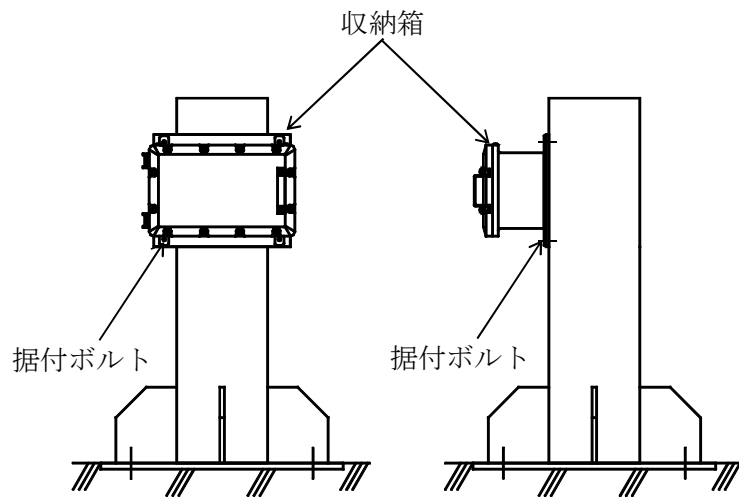
津波・構内監視カメラ用機器収納箱は、原子炉建屋屋上に1台設置する。

4.1.2 構造概要

津波・構内監視カメラ用機器収納箱の構造計画を第4.1-1表に示す。

第4.1-1表 津波・構内監視カメラ用機器収納箱の構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
津波・構内監視カメラ用 機器収納箱	壁掛形	収納箱を架台に据付ボルトにて据え付ける。	第4.1-1図

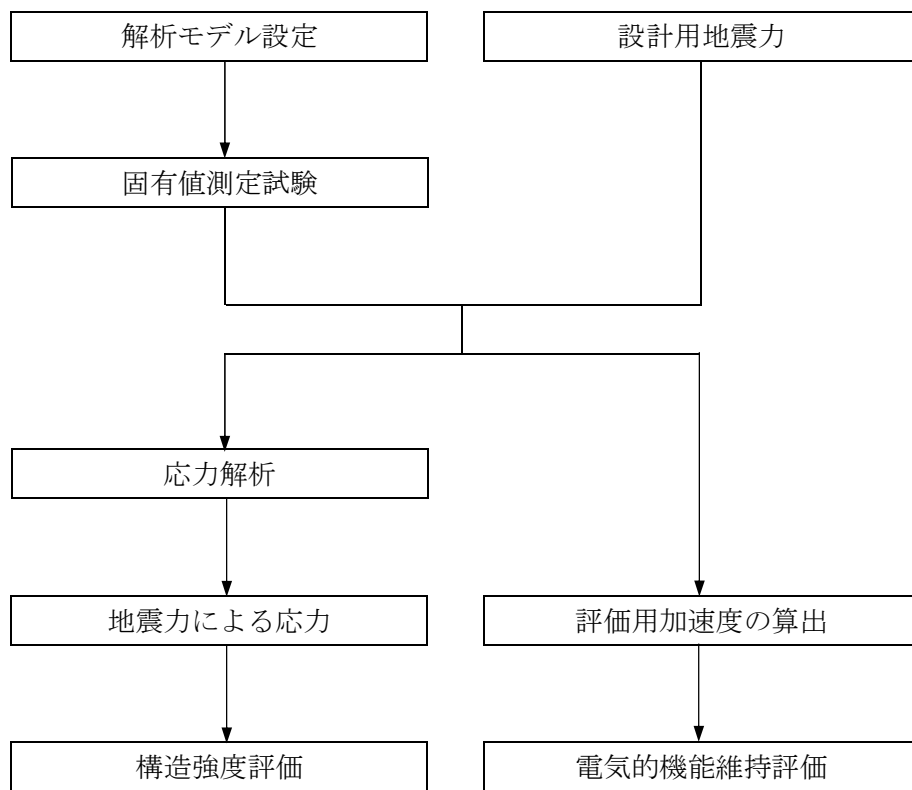


第4.1-1図 津波・構内監視カメラ用機器収納箱 外形図

4.1.3 評価方針

津波・構内監視カメラ用機器収納箱の応力評価は、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、「4.1.2 構造概要」にて示す収納箱の部位を踏まえ、「4.2 耐震評価箇所」にて設定する箇所に発生する応力等が許容限界内に収まることを、「4.4 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、津波・構内監視カメラ用機器収納箱の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「4.5 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「4.7 評価結果」に示す。

津波・構内監視カメラ用機器収納箱の耐震評価フローを第4.1-2図に示す。



第4.1-2図 津波・構内監視カメラ用機器収納箱の耐震評価フロー

4.1.4 適用規格

本計算書においては、原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984, J E A G 4 6 0 1 -1987 及び J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和 59 年, 昭和 62 年及び平成 3 年）に準拠して評価する。

4.2 耐震評価箇所

津波・構内監視カメラ用機器収納箱の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる据付ボルトを選定して実施する。津波・構内監視カメラ用機器収納箱の耐震評価箇所については、第 4.1-1 図に示す。

4.3 固有値解析

4.3.1 基本方針

振動特性試験にて津波・構内監視カメラ用機器収納箱の固有振動数を求める。

4.3.2 固有振動数の計算方法

振動試験装置にて 1～35 Hz の範囲について加速度 0.1 G で掃引し、津波・構内監視カメラ用機器収納箱の応答を測定する。

4.3.3 固有値解析結果

固有振動数の計算結果を以下に示す。

方向	固有振動数 (Hz)
水平	20 以上
鉛直	20 以上

4.4 応力評価

4.4.1 基本方針

- (1) 耐震計算モデルは1質点系モデルとし、津波・構内監視カメラ用機器収納箱の重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- (2) 許容応力について、J S M E S N C 1-2005/2007 の付録材料図表を用いて計算する際に、温度が付録材料図表記載値の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、比例法を用いる場合の端数処理は、小数第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- (3) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

4.4.2 評価対象部位

津波・構内監視カメラ用機器収納箱の耐震評価は、耐震評価上厳しくなる据付ボルトを選定して実施する。

4.4.3 荷重の組合せ及び許容応力

4.4.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

津波・構内監視カメラ用機器収納箱の荷重の組合せ及び許容応力状態について、設計基準対象施設の評価に用いるものを第4.4-1表に示す。

4.4.3.2 許容限界

津波・構内監視カメラ用機器収納箱の許容応力を第4.4-2表に示す。また、評価部位に応じた使用材料の許容応力を第4.4-3表に示す。

4.4.3.3 風荷重

風荷重 P_K は、風速30 m/sを使用し、津波・構内監視カメラの架台形状を踏まえ、各部位に作用する風圧力を算出する。算出した風圧力を、第4.4-4表に示す。

4.4.3.4 積雪荷重

積雪荷重 P_S は、建築基準法施行令より積雪圧力及び積雪量を、第4.4-5表に示す。

第 4.4-1 表 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	設備分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御系統	中央制御室機能	津波・構内 監視用カメラ用 機器収納箱	—	—	$D + P_D + M_D + S_s + P_K + P_S$	$III_A S$ (注 1)
その他発電用 原子炉の付属 施設	浸水防護施設					

(注 1) 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。

56 第 4.4-2 表 許容応力（津波監視設備）

許容応力 状態	許容限界 (注 1) (注 2)	
	(ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
$III_A S$ (注 3)	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$

(注 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。

(注 2) その他の支持構造物（設計基準対象施設）に対する許容限界に準じて設定する。

(注 3) 地震後，津波後の再使用性や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。

第 4.4-3 表 使用材料の許容応力（設計基準対象施設）

評価部位	材料	温度条件 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
据付ボルト	SUS316		205	520	205	246

第 4.4-4 表 風圧力

作用する部位	風圧力 (N/m ²)
津波・構内監視用カメラ用 機器収納箱	1825

第 4.4-5 表 積雪圧力

作用する部位	積雪圧力 (N/cm/m ²)	積雪量 (cm)
津波・構内監視用カメラ用 機器収納箱	20	30

4.4.4 設計用地震力

耐震計算に用いる入力地震力には、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づき、第 4.4-6 表にて示す条件を用いて作成した設計用床応答曲線を用いる。また、減衰定数は V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」第 3-1 表に記載の減衰定数を用いる。

第 4.4-6 表 設計用地震力

地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線			備 考
		建屋及び 高さ (注) (m)	方 向	減衰 定数 (%)	
基準 地震動 S _s	原子炉 補助建屋 EL. 64.78	原子炉補助 建屋 EL. 63.65	水 平	4.0	水平方向，鉛直方向と もに S _s 1~8 の包絡曲 線を用いる。
			鉛 直	1.0	

4.4.5 応力評価方法

4.4.5.1 記号の説明

耐震評価に用いる記号を第 4.4-7 表に示す。

第 4.4-7 耐震評価に用いる記号

記号	記 号 の 説 明	単位
σ_t	風（台風）荷重の作用方向 0° による引張応力	N/mm^2
τ	風（台風）荷重の作用方向 90° によるせん断応力	N/mm^2
N_t	風（台風）荷重の作用方向 0° による引張荷重	N
Q	風（台風）荷重の作用方向 90° によるせん断荷重	N
A	ボルト断面積	mm^2
n	ボルト本数	—
n_t	引張力を負担するボルト本数	—
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
q	風（台風）の速度圧	N/m^2
α_X	基準地震動 S_s による水平 X 方向の評価用加速度	$\times 9.8 \text{m/s}^2$
α_Y	基準地震動 S_s による水平 Y 方向の評価用加速度	$\times 9.8 \text{m/s}^2$
α_Z	基準地震動 S_s による鉛直 Z 方向の評価用加速度	$\times 9.8 \text{m/s}^2$
M_3	機器収納箱の負担質量	kg
H_3	機器収納箱の高さ	mm
B	機器収納箱の奥行	mm
B_1	機器収納箱の幅	mm
a	左右方向ボルト間の距離	mm
b	上下方向ボルト間の距離	mm
S_3	機器収納箱に作用する積雪荷重	N
d_s	積雪量	cm
ρ_s	単位荷重	N/cm/m^2
A_{S3}	機器収納箱の水平投影面積	mm^2
M_{G3}	機器収納箱の固定荷重により定着部に作用する曲げモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
M_{S3}	機器収納箱へ堆積する積雪荷重により定着部に作用する曲げモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
M_{X3}	機器収納箱の X 方向曲げモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
M_{Z3}	機器収納箱の Z 方向曲げモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$

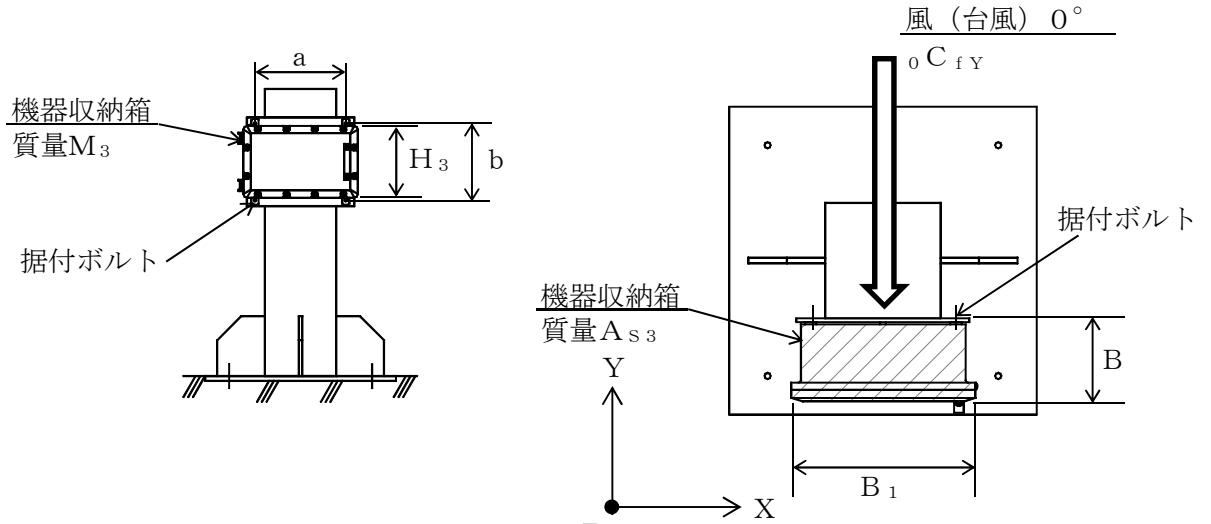
記号	記 号 の 説 明	単位
P_{G3}	機器収納箱の固定荷重	N
P_{X3}	機器収納箱に作用する基準地震動 S_s による水平 X 方向の地震慣性力	N
P_{Y3}	機器収納箱に作用する基準地震動 S_s による水平 Y 方向の地震慣性力	N
P_{Z3}	機器収納箱に作用する基準地震動 S_s による鉛直 Z 方向の地震慣性力	N
${}_{90}W_{X3}$	風（台風） 90° 方向による機器収納箱のせん断荷重	N
${}_{90}C_{fX}$	風（台風） 90° 方向による機器収納箱の風力係数	—
${}_0W_{Y3}$	風（台風） 0° 方向による機器収納箱のせん断荷重	N
${}_0C_{fY}$	風（台風） 0° 方向による機器収納箱の風力係数	—

4.4.5.2 据付ボルトの応力計算

(1) 据付ボルトの引張応力計算

ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として、第 3.4-1 図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。

a. 引張力



$$N_t = \frac{\frac{M_{G3}}{b}}{n_t} + \left(0.35 \cdot \frac{\frac{M_{S3}}{b}}{n_t} \right) + \frac{\frac{M_{X3}}{a}}{n_t} + \frac{P_{Y3}}{n} + \frac{\frac{M_{Z3}}{b}}{n_t} + \frac{0 W_{Y3}}{n}$$

$$M_{G3} = |P_{G3} \cdot B|$$

$$P_{G3} = M_3 \cdot -g$$

$$S_3 = d_s \cdot \rho_s \cdot A_{S3}$$

$$M_{S3} = S_3 \cdot B$$

$$M_{X3} = P_{X3} \cdot B$$

$$P_{X3} = \alpha_X \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$$P_{Y3} = \alpha_Y \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$$M_{Z3} = P_{Z3} \cdot B$$

$$P_{Z3} = \alpha_Z \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$${}_0W_{Y_3} = q \cdot B_1 \cdot H_3 \cdot {}_0C_{fY}$$

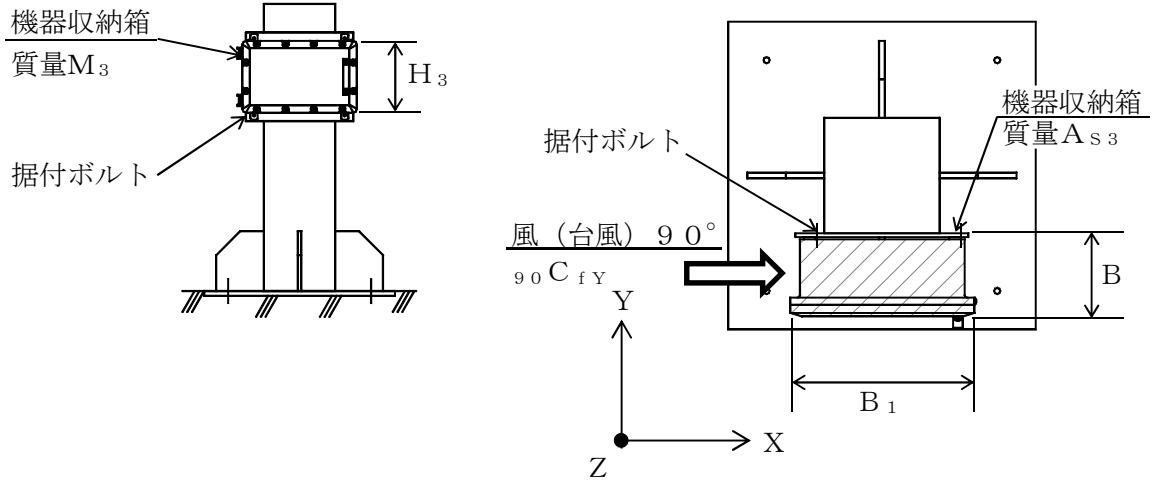
b. 引張応力

$$\sigma_t = \frac{N_t}{A}$$

(2) 据付ボルトのせん断応力

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。

a. せん断力



$$Q = \sqrt{\left\{ \frac{|P_{G3}|}{n} + \left(0.35 \cdot \frac{S_3}{n} \right) + \frac{P_{Z3}}{n} \right\}^2 + \left(\frac{P_{X3}}{n} + \frac{{}_{90}W_{X3}}{n} \right)^2}$$

$$P_{G3} = M_3 \cdot -g$$

$$S_3 = d_s \cdot \rho_s \cdot A_{S3}$$

$$P_{Z3} = \alpha_Z \cdot (M_3 \cdot g) + (0.35 \cdot S_3)$$

$$P_{X3} = \alpha_X \cdot (M_3 \cdot g) + (0.35 \cdot S_3)$$

$${}_{90}W_{X3} = q \cdot B_1 + H_3 \cdot {}_{90}C_{fX}$$

b. せん断応力

$$\tau = \frac{Q}{A}$$

4.4.6 応力評価条件

4.4.6.1 支持構造物の応力評価条件

(1) 機器収納箱関係

項 目	記 号	単 位	数 値
機器（機器収納箱）質量	M_3	kg	
重力加速度	g	m/s^2	9.80665
左側取付ボルトと右側取付ボルト間の 水平方向距離	a	mm	380
上側取付ボルトと下側取付ボルト間の 鉛直方向距離	b	mm	320
取付ボルト本数	n	—	4
引張力を負担するボルト本数	n_t	—	2
機器収納箱取付面から架台までの距離	B	mm	216
機器収納箱の水平投影面積	A_{S3}	mm^2	103,680
機器収納箱の幅	B_1	mm	480
機器収納箱の高さ	H_3	mm	300

(2) 設計用加速度

基準地震動 S_s による 水平 X 方向の評価用加速度 α_x ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)	基準地震動 S_s による 水平 Y 方向の評価用加速度 α_y ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)	基準地震動 S_s による 水平 Z 方向の評価用加速度 α_z ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
2.45	2.45	1.88

(3) 自然現象関係

項 目	記 号	単 位	数 値
積雪量	d_s	cm	30
積雪圧力	ρ_s	$N/cm/m^2$	20
風圧力	q	N/m^2	1825
機器収納箱の風力係数 (0°)	${}_0 C_{fY}$	—	2.4
機器収納箱の風力係数 (90°)	${}_{90} C_{fX}$	—	0.8

4.5 機能維持評価

4.5.1 基本方針

津波・構内監視カメラ用機器収納箱は、地震時及び地震後に電氣的機能が要求されており、地震時及び地震後においても、その機能が維持されていることを示す。

4.5.2 機能維持評価方法

津波・構内監視カメラ用機器収納箱の固有振動数から応答加速度を求め、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、器具を実装した収納箱の正弦波加振試験（掃引試験及びサインビート試験）において、電氣的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。機能確認済加速度を第 4.5-3 表に示す。

なお、津波・構内監視カメラ用機器収納箱の加振試験の結果から、固有振動数は水平及び鉛直方向ともに 20 Hz 以上であることを確認したことから、評価用加速度には最大床加速度を使用する。

第 4.5-3 表 機能確認済加速度

項 目	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)	
水 平		
鉛 直		

4.6 評価条件

評価結果の妥当性を確認する上で必要となる、設計条件、評価用加速度及び機器要目について第 4.6-1 表、第 4.6-2 表及び第 4.6-3 表に記載する。

第 4.6-1 表 設計条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付場所及 び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		周辺環境温度 (℃)
			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	
津波・構内監視カメラ用 機器収納箱	S	EL. 64.78	0.05 以下	0.05 以下	—	—	2.45	1.88	38.4

注記 * : 固有周期は掃引試験により求めた津波・構内監視カメラ制御盤の固有振動数 f の逆数である。

第 4.6-2 表 評価用加速度

項 目	評価用加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
水 平	2.45
鉛 直	1.88

第 4.6-3 表 機器要目

部材	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S _d 又は静的震度	弾性設計用 地震動 S _s
据付ボルト	205	520	205	246	—	鉛直

4.7 評価結果

4.7.1 設計基準対象施設としての評価結果

津波・構内監視カメラ用機器収納箱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。発生値は評価基準値を満足しており、耐震性を有することを確認した。また、評価用加速度は機能確認済加速度以下であり、基準地震動 S_s に対して電氣的機能が維持されることを確認した。

基準地震動 S_s に対する応力評価結果を第 4.7-1 表及び第 4.7-2 表に示す。また、電氣的機能維持評価結果を第 4.7-3 表に示す。

第 4.7-1 表 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	N _t		Q	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
据付ボルト	—	1348	—	529

第 4.7-2 表 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
据付ボルト	SUS316	引張	—	—		184
		せん断	—	—		142

第 4.7-3 表 電氣的機能維持の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

	評価用加速度	機能確認済加速度
水平方向	2.45	
鉛直方向	1.88	

5. 津波・構内監視カメラ表示モニタ

5.1 基本方針

5.1.1 位置

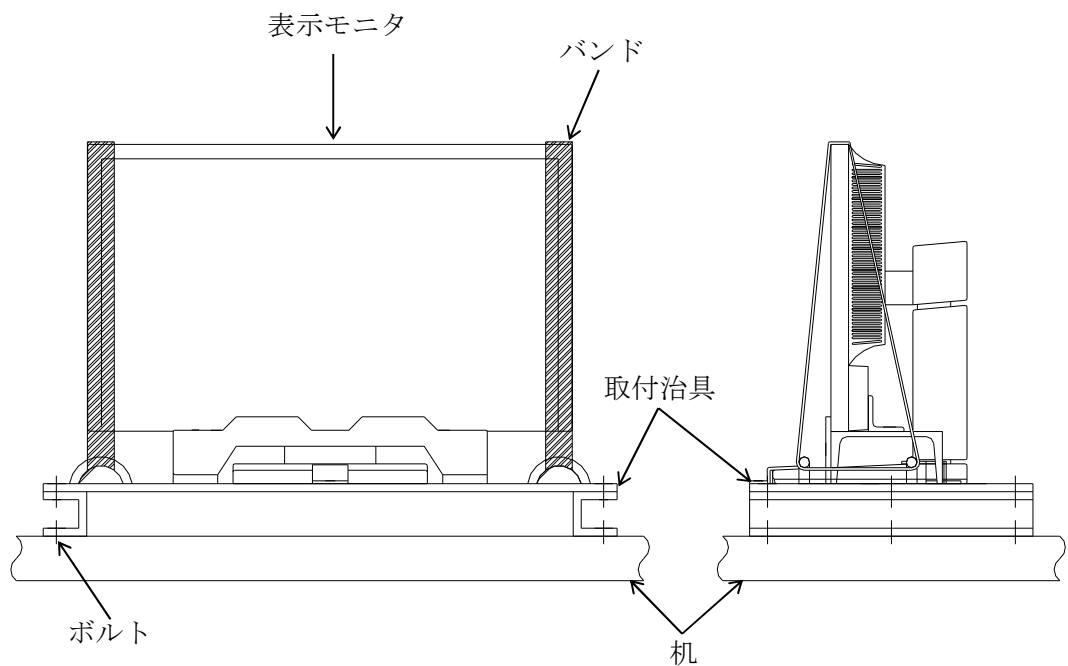
津波・構内監視カメラ表示モニタは、中央制御室に1台設置する。

5.1.2 構造概要

津波・構内監視カメラ表示モニタの構造計画を第5.1-1表に示す。

第5.1-1表 津波・構内監視カメラ表示モニタの構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
津波・構内 監視カメラ 表示モニタ	据付型	表示モニタを取付治具 にてバンドにて固定す る。 取付治具をボルトにて 机に据付ける。	第5.1-1図

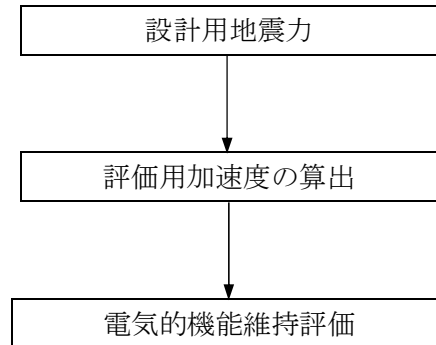


第5.1-1図 津波・構内監視カメラ表示モニタ 外形図

5.1.3 評価方針

津波・構内監視カメラ表示モニタの機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「5.3 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5.5 評価結果」に示す。

津波・構内監視カメラ表示モニタの耐震評価フローを第 5.1-2 図に示す。



第 5.1-2 図 津波・構内監視カメラ表示モニタの耐震評価フロー

5.1.4 適用規格

本計算書においては、原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984, J E A G 4 6 0 1 -1987 及び J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和 59 年，昭和 62 年及び平成 3 年）に準拠して評価する。

5.2 耐震評価箇所

耐震評価箇所は津波・構内監視カメラ表示モニター本体である。本計算書では、加振試験結果を用いた津波・構内監視カメラ表示モニターの電氣的機能維持評価について示す。

津波・構内監視カメラ表示モニターの機能維持評価は、津波・構内監視カメラ表示モニター設置床の加速度により実施する。津波・構内監視カメラ表示モニターの耐震評価部位については、第 5.1-1 図に示す。

5.3 機能維持評価

5.3.1 基本方針

津波・構内監視カメラ表示モニターは、地震時及び地震後に電氣的機能が要求されており、地震時及び地震後においても、その機能が維持されていることを示す。

5.3.2 機能維持評価方法

津波・構内監視カメラ表示モニターの電氣的機能維持評価について、以下に示す。

津波・構内監視カメラ表示モニターは原子炉建屋付属棟（中央制御室）内に設置されることから、評価用加速度は V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示す原子炉建屋の地震応答解析で評価した津波・構内監視カメラ表示モニターを設置する床に生じる加速度とし、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、表示モニターの加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。機能確認済加速度を第 5.3-1 表に示す。

第 5.3-1 表 機能確認済加速度

項 目	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
水 平	
鉛 直	

5.4 加振試験

5.4.1 基本事項

津波・構内監視カメラ表示モニタについて実際の設置状態を模擬して加振試験を行い、基準地震動 S_s による地震力に対して要求される機能が維持されることを確認する。

5.4.2 設計用地震力

以下の加振波の最大床加速度を上回る加速度で加振を行う。

- ・加振波：対象機器設置床における基準地震動 S_s に対する設計用床応答曲線を上回るように設定
- ・加振方向：水平 2 方向と鉛直方向の 3 方向単軸加振

(単位： $\times 9.8 \text{ m/s}^2$)

対象機器設置箇所	加振方向	評価用加速度 (G)
		$S_s - D1 \sim$ $S_s - 31$ の包絡
原子炉建屋 EL. 18.0m (EL. 29.00m) *1	水平*2	1.55
	鉛直	1.17

注記 *1：設置場所は中間階のため、設置場所より上階の最大床加速度を用いて保守的に評価する。

*2：水平方向はX方向及びY方向の包絡曲線を用いる。

5.5 評価結果

5.5.1 設計基準対象施設としての評価結果

津波・構内監視カメラ表示モニタの設計基準対象施設としての状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。評価用加速度は機能確認済加速度以下であり，基準地震動 S_s に対して電氣的機能が維持されることを確認した。

基準地震動 S_s に対する電氣的機能維持評価結果を第 5.5-1 表に示す。

第 5.5－1 表 電氣的機能維持の評価結果 (単位：×9.8 m/s²)

	評価用加速度	機能確認済加速度	
水平方向	1.55		
鉛直方向	1.17		

V-2-10-2-11-2 潮位計の耐震性についての計算書

目次

1. 概要 1

2. 潮位計 2

2.1 基本方針 2

2.1.1 位置 2

2.1.2 構造概要 2

2.1.3 評価方針 3

2.1.4 適用規格 3

3. 潮位監視盤 4

3.1 基本方針 4

3.1.1 位置 4

3.1.2 構造概要 4

3.1.3 評価方針 5

3.1.4 適用規格 5

1. 概要

本計算書は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に示すとおり、潮位計が基準地震動 S_s による地震力に対しても電氣的機能を維持するために、耐震性を有することを確認するものである。

2. 潮位計

2.1 基本方針

2.1.1 位置

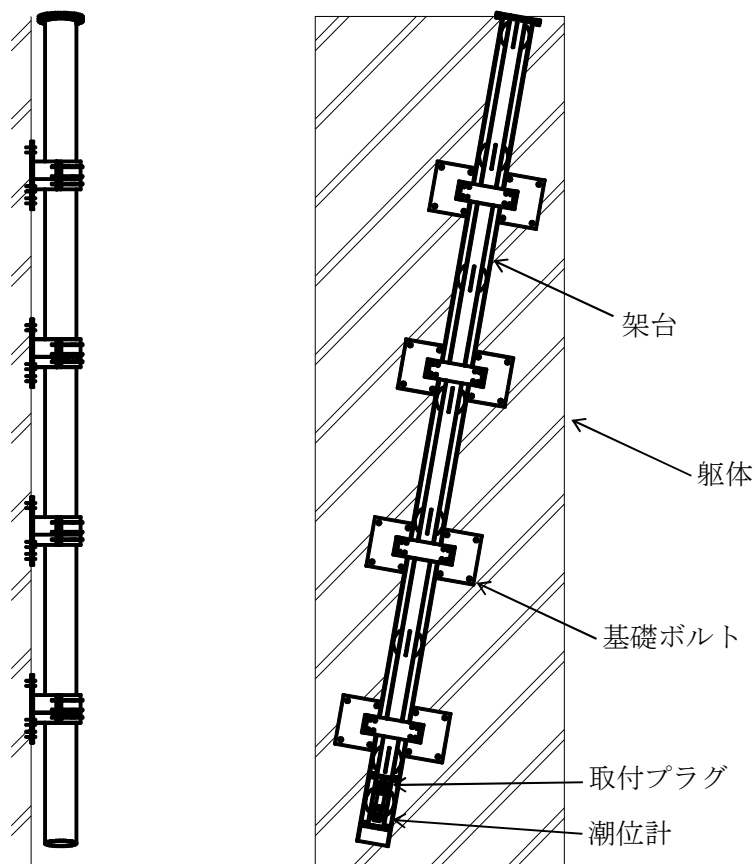
潮位計は，取水路に2台設置する。

2.1.2 構造概要

潮位計の構造計画を第2.1-1表に示す。

第2.1-1表 潮位計の構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
潮位計	潮位計本体である圧力式検出器，検出器の取付架台より構成する。	潮位計は架台に取付プラグで固定する。架台は躯体と基礎ボルトにて据付ける。	第2.1-1図



第2.1-1図

2.1.3 評価方針

潮位計の応力評価は、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実施する。また、潮位計の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき実施する。

2.1.4 適用規格

本計算書においては、原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984, J E A G 4 6 0 1 -1987 及び J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和 59 年，昭和 62 年及び平成 3 年）に準拠して評価する。

3. 潮位監視盤

3.1 基本方針

3.1.1 位置

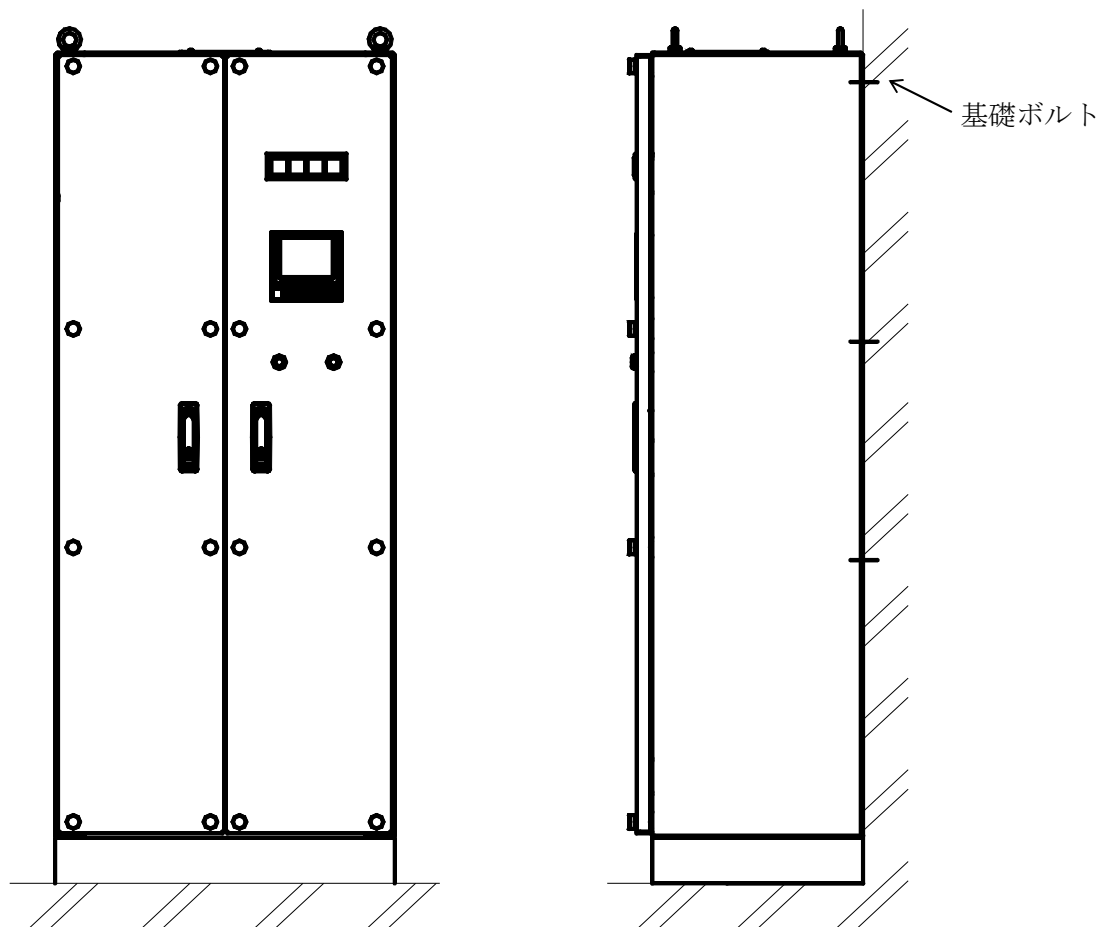
潮位監視盤は、1 台設置する。

3.1.2 構造概要

潮位監視盤の構造計画を第 3.1-1 表に示す。

第 3.1-1 表 潮位監視盤の構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
潮位監視盤	壁掛閉鎖型	盤を壁面に基礎ボルトにて据え付ける。	第 3.1-1 図



第 3.1-1 図 潮位監視盤の外形図

3.1.3 評価方針

潮位監視盤の応力評価は、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、実施する。また、潮位監視盤の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき実施する。

3.1.4 適用規格

本計算書においては、原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984, J E A G 4 6 0 1 -1987 及び J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和 59 年, 昭和 62 年及び平成 3 年）に準拠して評価する。

V-2-10-2-11-3 取水ピット水位計の耐震性についての計算書

目次

1. 概要 1

2. 取水ピット水位計 2

2.1 基本方針 2

2.1.1 位置 2

2.1.2 構造概要 2

2.1.3 評価方針 3

2.1.4 適用規格 3

1. 概要

本計算書は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に示すとおり、取水ピット水位計が基準地震動 S_s による地震力に対しても電氣的機能を維持するために、耐震性を有することを確認するものである。

2. 取水ピット水位計

2.1 基本方針

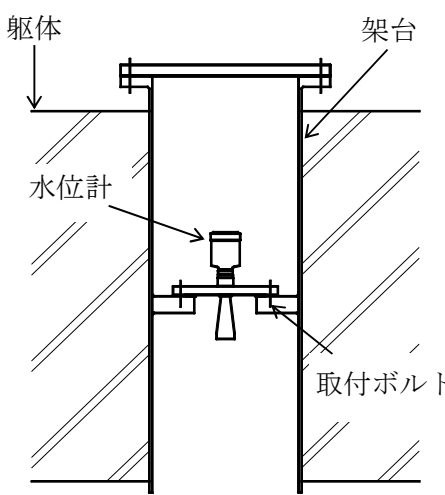
2.1.1 位置

取水ピット水位計は，取水ピットに 2 台設置する。

2.1.2 構造概要

取水ピット水位計の構造計画を第 2-1 表に示す。

第 2-1 表 取水ピット水位計の構造計画

設備名称	計画の概要		説 明 図
	主体構造	支持構造	
取水ピット水位計	水位計本体であるレーザ式検出器，検出器の取付架台より構成する。	水位計は，架台に取付ボルトで固定する。 架台は，躯体と一体化させる。	

2.1.3 評価方針

取水ピット水位計の応力評価は、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実施する。また、水位計の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき実施する。

2.1.4 適用規格

本計算書においては、原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984, J E A G 4 6 0 1 -1987 及び J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和 59 年, 昭和 62 年及び平成 3 年）に準拠して評価する。