

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	TK-1-607 改0
提出年月日	平成30年4月27日

日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

工事計画の添付資料

津波（添付）

東海第二発電所 工事計画の添付資料及びそれに係る補足説明資料のうち、2018年4月27日に提出した資料について下線で示す。

V-1-1-2-2 津波への配慮に関する説明書

V-1-1-2-2-1 耐津波設計の基本方針

V-1-1-2-2-2 基準津波の概要

V-1-1-2-2-3 入力津波の設定

V-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価

V-1-1-2-2-5 津波防護に関する施設的设计方針

V-2-2-35 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）の地震応答計算書

V-2-2-36 防潮堤（鋼管杭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 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

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

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

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

V-2-10-2-2-3 防潮扉の耐震性についての計算書

V-2-10-2-3 放水路ゲートの耐震性についての計算書

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

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

V-2-10-2-5-2 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

V-2-10-2-5-3 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

V-2-10-2-5-4 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

V-2-10-2-5-5 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

V-2-10-2-5-6 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

V-2-10-2-5-7 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

V-2-10-2-5-8 常設低圧代替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

V-2-10-2-5-9 常設低圧代替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

V-2-10-2-5-10 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

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ドレン排出口逆止弁の耐震性についての計算書

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

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

V-2-10-2-6-4 緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口逆止弁の耐震性についての計算書

V-2-10-2-7 貫通部止水処置の耐震性についての計算書

V-2-10-2-8 水密扉の耐震性についての計算書

V-2-10-2-9 津波監視設備の耐震性についての計算書

V-2-10-2-9-1 津波・構内監視カメラの耐震性についての計算書

V-2-10-2-9-2 潮位計の耐震性についての計算書

V-2-10-2-9-3 取水ピット水位計の耐震性についての計算書

V-2-10-4 非常用取水設備の耐震性についての計算書

V-2-10-4-4-1 貯留堰の耐震性についての計算書

V-2-10-4-4-2 貯留堰取付護岸の耐震性についての計算書

V-3-別添 3 津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度に関する説明書

V-3-別添 3-1 津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針

V-3-別添 3-2 津波への配慮が必要な施設の強度計算書

V-3-別添 3-2-1 防潮堤及び防潮扉の強度計算書

V-3-別添 3-2-1-1 防潮堤（鋼製防護壁）の強度計算書

V-3-別添 3-2-1-2 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の強度計算書

V-3-別添 3-2-1-2-1 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の強度計算書

V-3-別添 3-2-1-2-2 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））の強度計算書

V-3-別添 3-2-1-3 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）の強度計算書

V-3-別添 3-2-1-4 防潮扉の強度計算書

V-3-別添 3-2-2 放水路ゲートの強度計算書

V-3-別添 3-2-3 構内排水路逆流防止設備強度計算書

V-3-別添 3-2-4 浸水防止蓋の強度計算書

V-3-別添 3-2-4-1 取水路点検用開口部浸水防止蓋の強度計算書

V-3-別添 3-2-4-2 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の強度計算書

V-3-別添 3-2-4-3 S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の強度計算書

V-3-別添 3-2-4-4 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の強度計算書

V-3-別添 3-2-4-5 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度計算書

V-3-別添 3-2-4-6 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度計算書

V-3-別添 3-2-4-7 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチの強度計算書

V-3-別添 3-2-4-8 常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチの強度計算書

V-3-別添 3-2-4-9 常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチの強度計算書

V-3-別添 3-2-4-10 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の強度計算書

V-3-別添 3-2-5 逆止弁の強度計算書

V-3-別添 3-2-5-1 海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の強度計算書

V-3-別添 3-2-5-2 取水ピット空気抜き配管逆止弁の強度計算書

V-3 別添 3-2-5-3 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の強度計算書

V-3-別添 3-2-5-4 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の強度計算書

V-3-別添 3-2-6 貫通部止水処置の強度計算書

V-3-別添 3-2-7 水密扉の強度計算書

V-3-別添 3-2-8 津波監視設備の強度計算書

V-3-別添 3-2-8-1 潮位計の強度計算書

V-3-別添 3-2-8-2 取水ピット水位計の強度計算書

V-3-別添 3-2-9 貯留堰の強度計算書

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-290 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-1-1-2-2 津波への配慮に関する説明書

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-291 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-1-1-2-2-5 津波防護に関する施設の設計方針

目 次

1. 概要.....	1
2. 設計の基本方針.....	2
3. 要求事項及び性能目標.....	3
3.1 津波防護施設.....	3
3.2 浸水防止設備.....	3
3.3 津波監視設備.....	4
4. 機能設計.....	4

1. 概要

本添付資料は、添付資料V-1-1-2-2-1「耐津波設計の基本方針」に基づき、津波防護に関する施設の施設分類、要求機能及び性能目標を明確にし、各施設の機能設計及び構造強度設計に関する設計方針について説明するものである。

2. 設計の基本方針

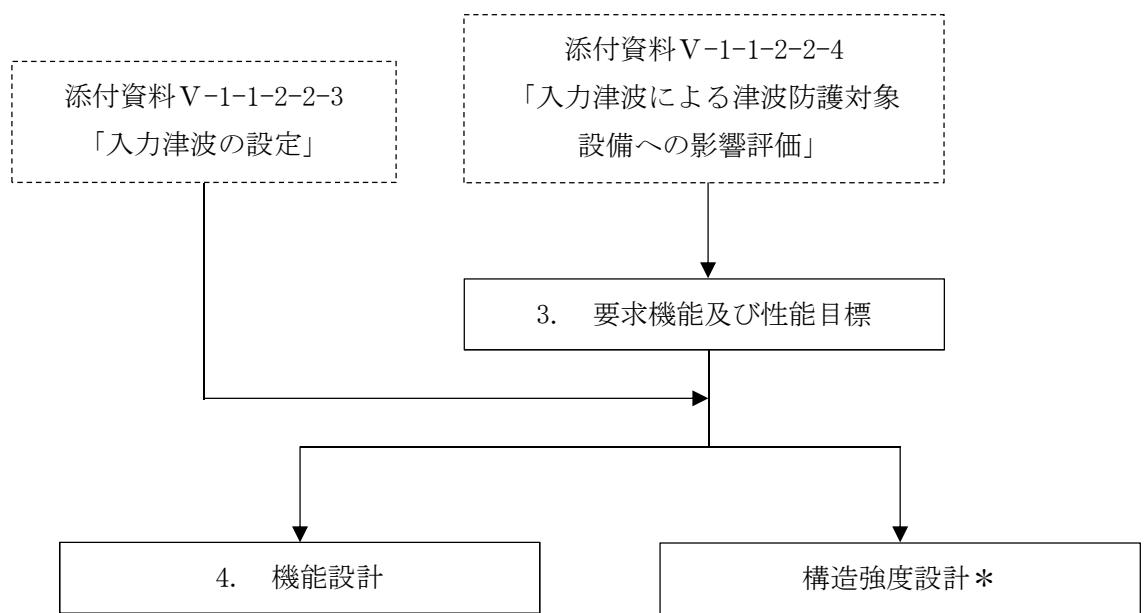
発電所に影響を与える可能性がある基準津波の発生により、添付資料V-1-1-2-2-1「耐津波設計の基本方針」にて設定している津波防護対象設備がその安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を損なうおそれがないようにするため、津波防護に関する施設を設置する。津波防護に関する施設は、添付資料V-1-1-2-2-3「入力津波の設定」で設定している入力津波に対して、その機能が保持できる設計とする。

津波防護に関する施設の設計に当たっては、添付資料V-1-1-2-2-4「入力津波による津波防護対象設備への影響評価」にて設定している津波防護対策を実施する目的や施設の種類を踏まえて、施設分類ごとの要求機能を整理するとともに、施設ごとに機能設計上の性能目標及び構造強度設計上の性能目標を定める。

津波防護に関する施設の構造強度設計上の性能目標を達成するため、施設ごとに各機能の設計方針を示す。

津波防護に関する施設が構造強度設計上の性能目標を達成するための構造強度の設計方針等については、添付資料V-3-別紙 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す。

津波防護に関する施設の設計フローを図 2-1 に示す。



(注) フロー中の番号は本添付資料での記載箇所の章を示す。
* : 添付資料V-3-別紙 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」

図 2-1 施設の設計フロー

3. 要求事項及び性能目標

津波防護対策を実施する目的として、添付資料V-1-1-2-2-4「入力津波による津波防護対象設備への影響評価」において、津波の発生に伴い、津波防護対象設備がその安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこととしている。また、施設の分類については、添付資料V-1-1-2-2-4「入力津波による津波防護対象設備への影響評価」において、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備に分類している。これらを踏まえ、施設分類ごとの要求機能を整理するとともに、施設分類ごとの要求機能を踏まえた施設ごとの機能設計上の性能目標及び構造強度上の性能目標を設定する。

3.1 津波防護施設

(1) 施設

- a. 防潮堤及び防潮扉（外郭防護）
 - (a) 防潮堤（鋼製防護壁）
 - (b) 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）
 - (c) 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）
 - (d) 防潮扉
- b. 放水路ゲート（外郭防護）
- c. 構内排水路逆流防止設備（外郭防護）

(2) 要求機能

津波防護施設は、繰り返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護対象設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止することが要求される。

3.2 浸水防止設備

(1) 設備

- a. 取水路点検用開口部浸水防止蓋（外郭防護）
- b. 海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁（外郭防護）
- c. 取水ピット空気抜き配管逆止弁（外郭防護）
- d. 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋（内郭防護）
- e. SA用海水ピット開口部浸水防止蓋（外郭防護）
- f. 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋（外郭防護）
- g. 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋（内郭防護）
- h. 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋（内郭防護）
- i. 緊急用海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁（外郭防護）
- j. 緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口逆止弁（外郭防護）
- k. 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋（外郭防護）
- l. 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ（内郭防護）
- m. 常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ（内郭防護）
- n. 常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ（内郭防護）

o. 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（内郭防護）

(2) 要求機能

浸水防止設備は、繰り返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護対象設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、浸水想定範囲等における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性を評価し、津波による浸水及び漏水を防止することが要求される。

3.3 津波監視設備

(1) 設備

- a. 津波・構内監視カメラ
- b. 取水ピット水位計
- c. 潮位計

(2) 要求機能

津波監視設備は、繰り返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護施設及び浸水防止設備が要求される機能を損なうおそれがないよう、津波の襲来状況を監視できることが要求される。

4. 機能設計

添付資料V-1-1-2-2-3「入力津波の設定」で設定している入力津波に対し、「3. 要求機能及び性能目標」で設定している津波防護に関する施設の機能設計上の性能目標を達成するために、各施設の機能設計の方針を定める。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-236 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2 浸水防護施設の耐震性についての計算書

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-237 改0
提出年月日	平成30年4月27日

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_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	新規基準 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*2 (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*2 (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*2 (新規登録)	—	V-2-2-36	—	—
	防潮扉 1	S*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-2-3	—	—
	防潮扉 2	S*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-2-3	—	—
	放水路ゲート 1, 2, 3	S*2 (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*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-4	—	—
	構内排水路逆流防止設備 5, 6	S*2 (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。

* 2 浸水防止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 (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	新規基準 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-2-10-2-5-2	—	—	—
	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-2-10-2-5-3	—	—	—
	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-2-10-2-5-4	—	—	—
	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-2-10-2-5-5	—	—	—

* 浸水防止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 (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	新規基準 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-2-10-2-5-6	—	—	—
	緊急用海水ポンプグラウンドドレ 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-2-10-2-5-7	—	—	—
	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-2-10-2-5-7	—	—	—
	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-2-10-2-5-8	—	—	—
	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-2-10-2-5-9	—	—	—
	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-2-10-2-8	—	—	—

* 浸水防止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 (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-2-10-2-8	—	—
	原子炉建屋付属棟東側水密扉	S* (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—
	原子炉建屋付属棟西側水密扉	S* (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—
	原子炉建屋付属棟南側水密扉	S* (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—
	原子炉建屋付属棟北側水密扉 1	S* (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—
	原子炉建屋付属棟北側水密扉 2	S* (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—

* 浸水防止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 (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	新規基準 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	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—	—
	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—	—
	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—	—
	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—	—
	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—	—
	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—	—

* 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	S *1	—	V-2-10-2-8	—	—	—
	C-2 *2 (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—	—
	C-2 *2 (新規登録)	—	V-2-別添 2-3	—	—	—
	C-2 *2 (新規登録)	—	V-2-別添 2-3	—	—	—
	C-2 *2 (新規登録)	—	V-2-別添 2-3	—	—	—
	C-2 *2 (新規登録)	—	V-2-別添 2-3	—	—	—
	C-2 *2 (新規登録)	—	V-2-別添 2-3	—	—	—
	C-2 *2 (新規登録)	—	V-2-別添 2-3	—	—	—
	S *1	—	V-2-10-2-5-10	—	—	—
	C-2 *2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-10	—	—	—

* 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	新規基準 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
緊急用海水ポンプ点検用開口部 浸水防止蓋 緊急用海水ポンプ室人員用開口 部浸水防止蓋 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 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-2-10-2-5-5	—	—	—
	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-6	—	—	—
	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-7	—	—	—
	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-7	—	—	—
	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-8	—	—	—
	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-8	—	—	—
内 郭 浸 水 防 護 設 備						
浸 水 防 護 施 設						

* 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	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-5-9	—	—	—
	S*1 C-2*2 (新規登録)	—	V-2-10-2-8	—	—	—
	C*2 (新規登録)	—	—	—	—	—
原子炉建屋						

* 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。

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-299 改0
提出年月日	平成30年4月27日

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

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-300 改0
提出年月日	平成30年4月27日

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

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-239 改0
提出年月日	平成30年4月27日

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。

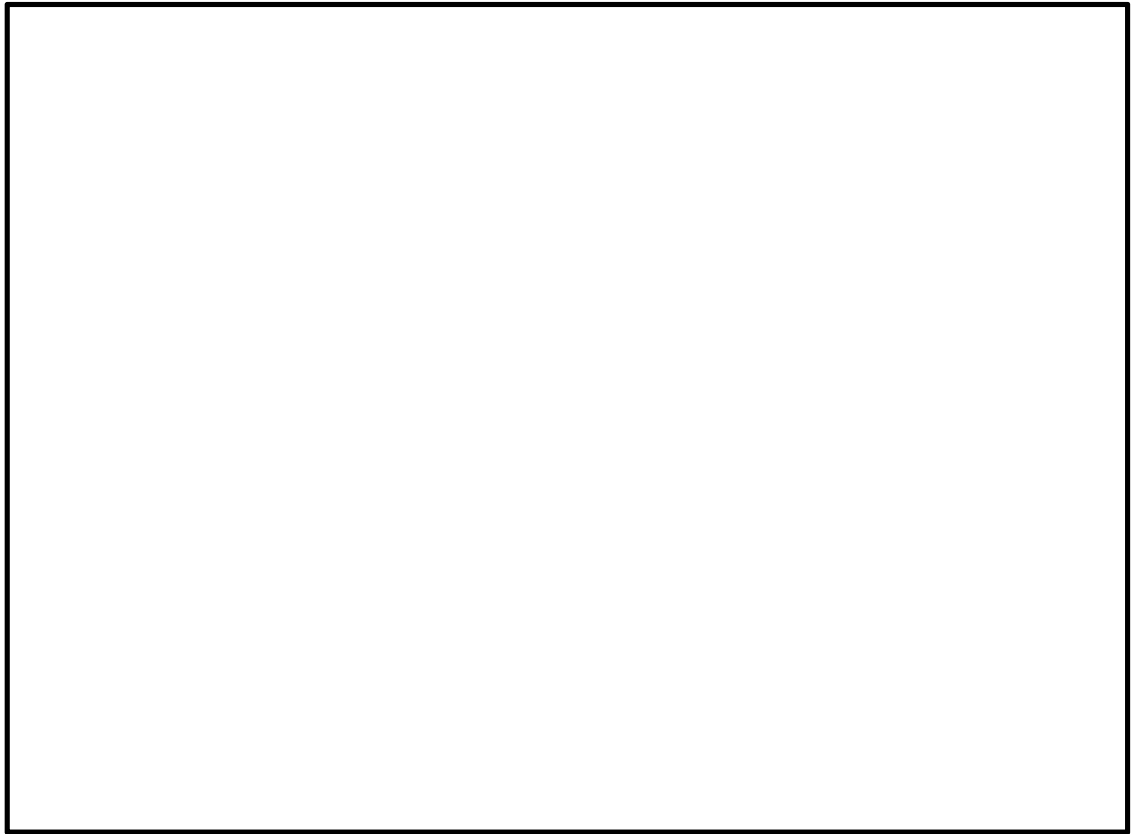


図 2-1 放水路ゲートの位置図

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。

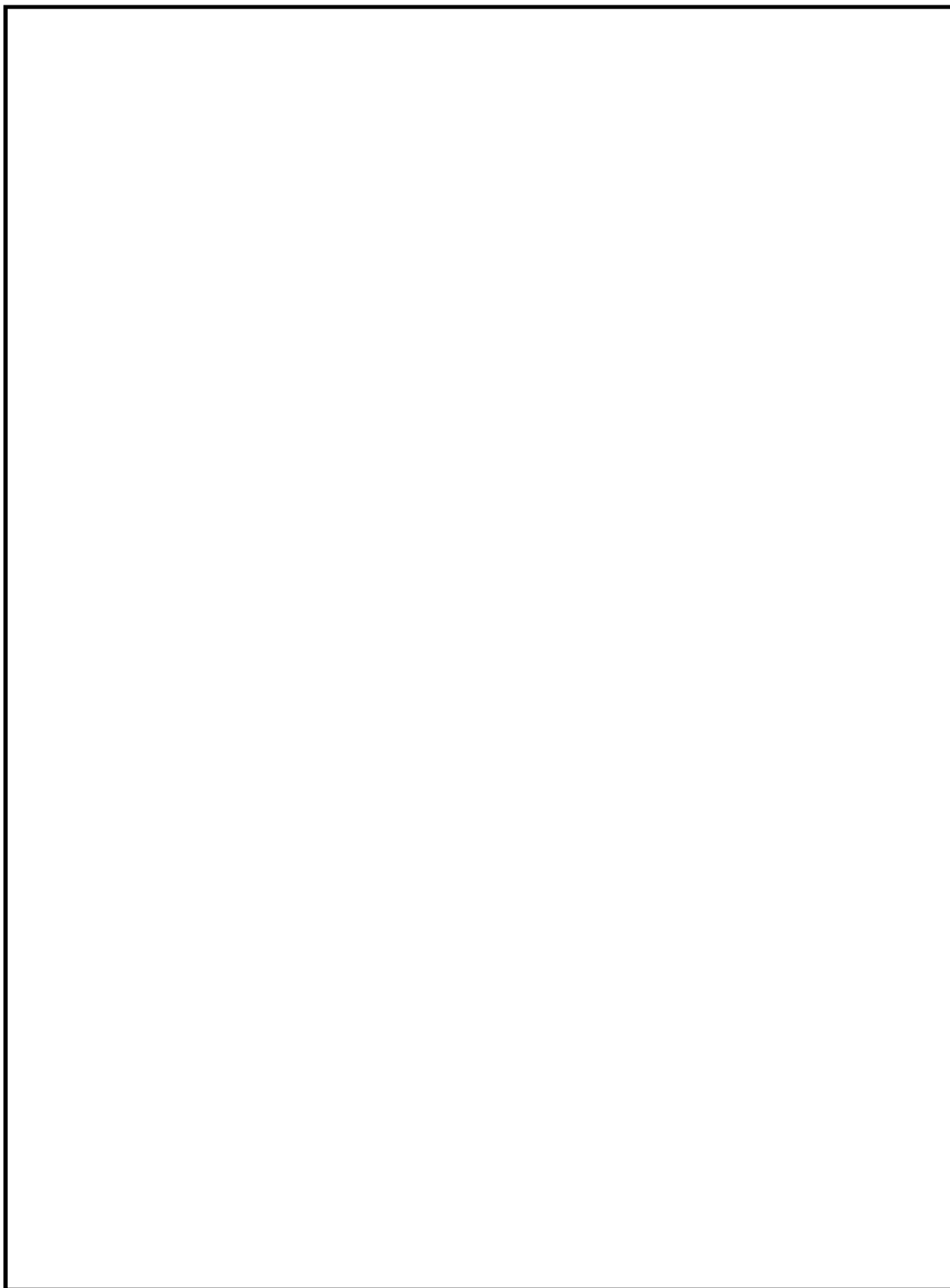
また、扉体にはフラップ式の鋼製の小扉が設置されており、放水路ゲートが閉止後においても非常用海水ポンプの運転が可能な構造である。

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。

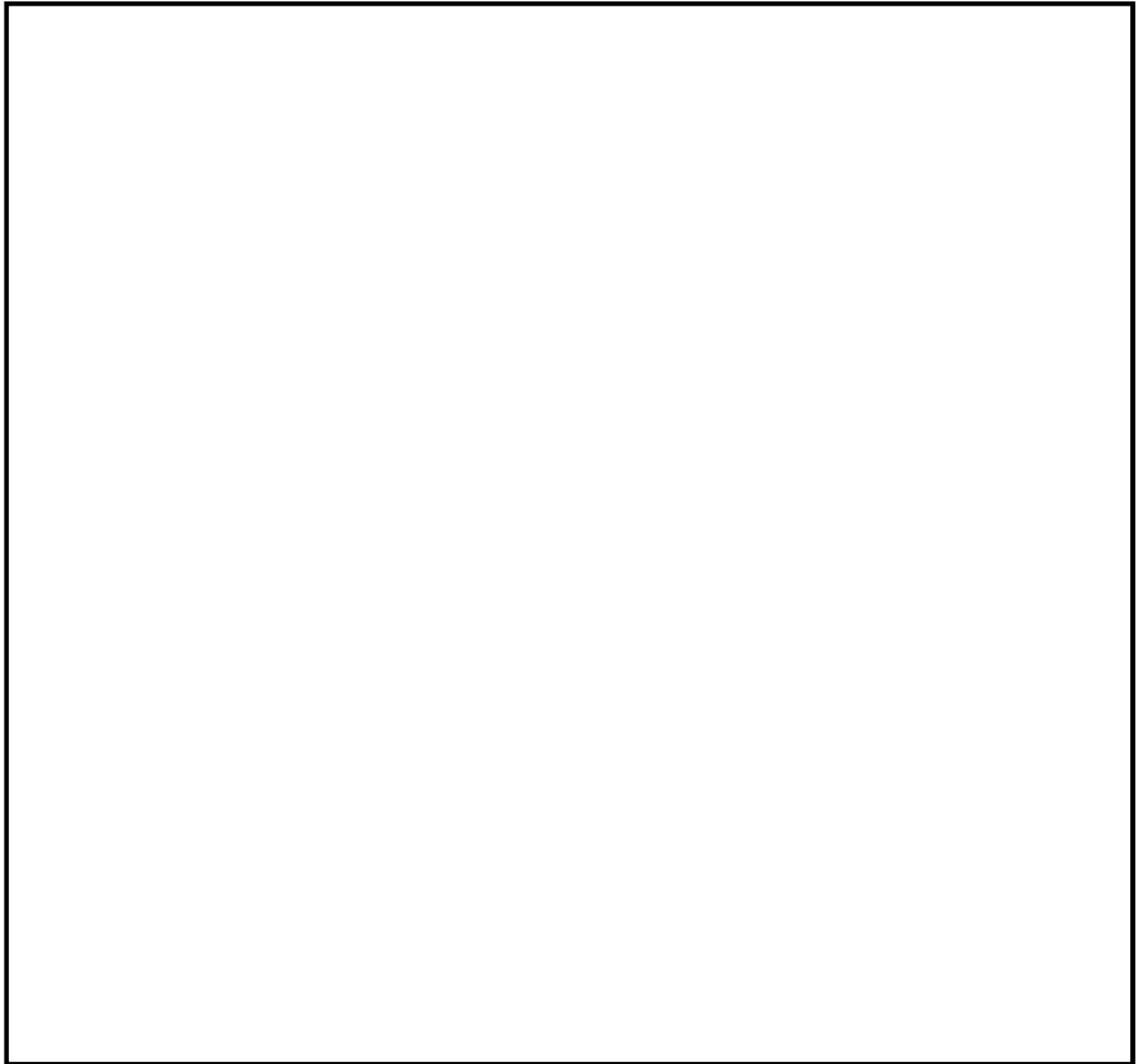
鉄筋コンクリート防潮壁は、鉄筋コンクリート造の構造物であり、ブロック間は止水ジョイントを施した構造である。鉄筋コンクリート防潮壁は、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。鉄筋コンクリート防潮壁と地中連続壁基礎とは、鉄筋コンクリート製のフーチングを介した剛結合で一体構造とする。

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。

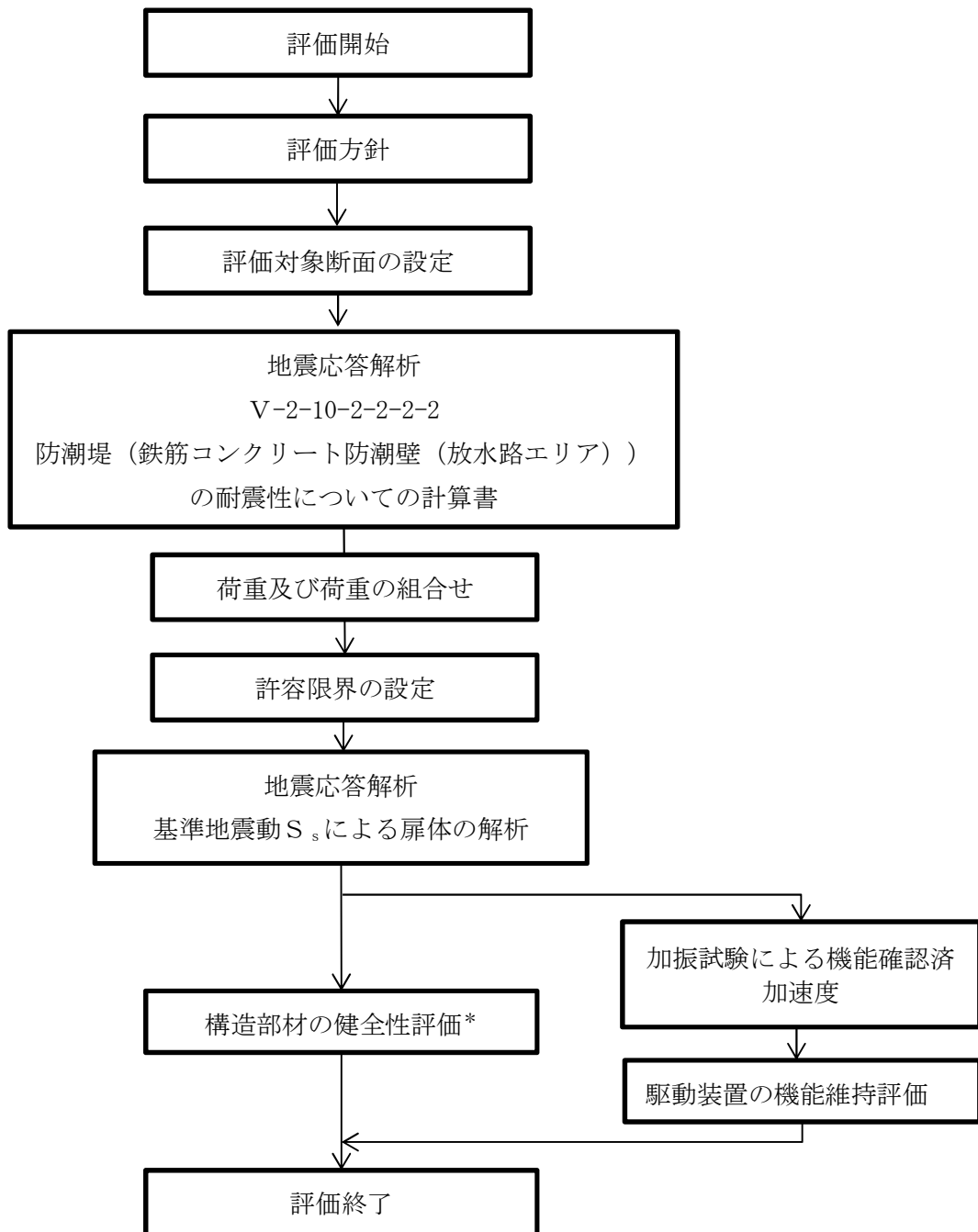
放水路ゲートの駆動装置の健全性評価は、地震応答解析により得られる加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。

(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_a-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。

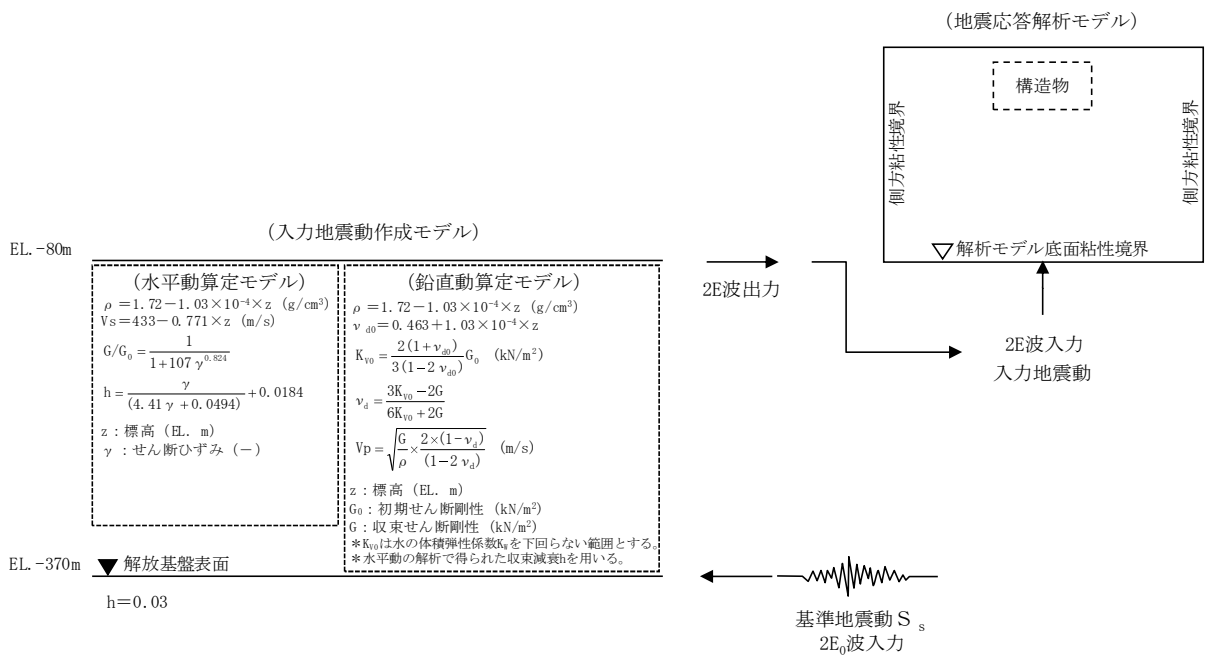


図3-3 入力地震動算定の概念図

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。

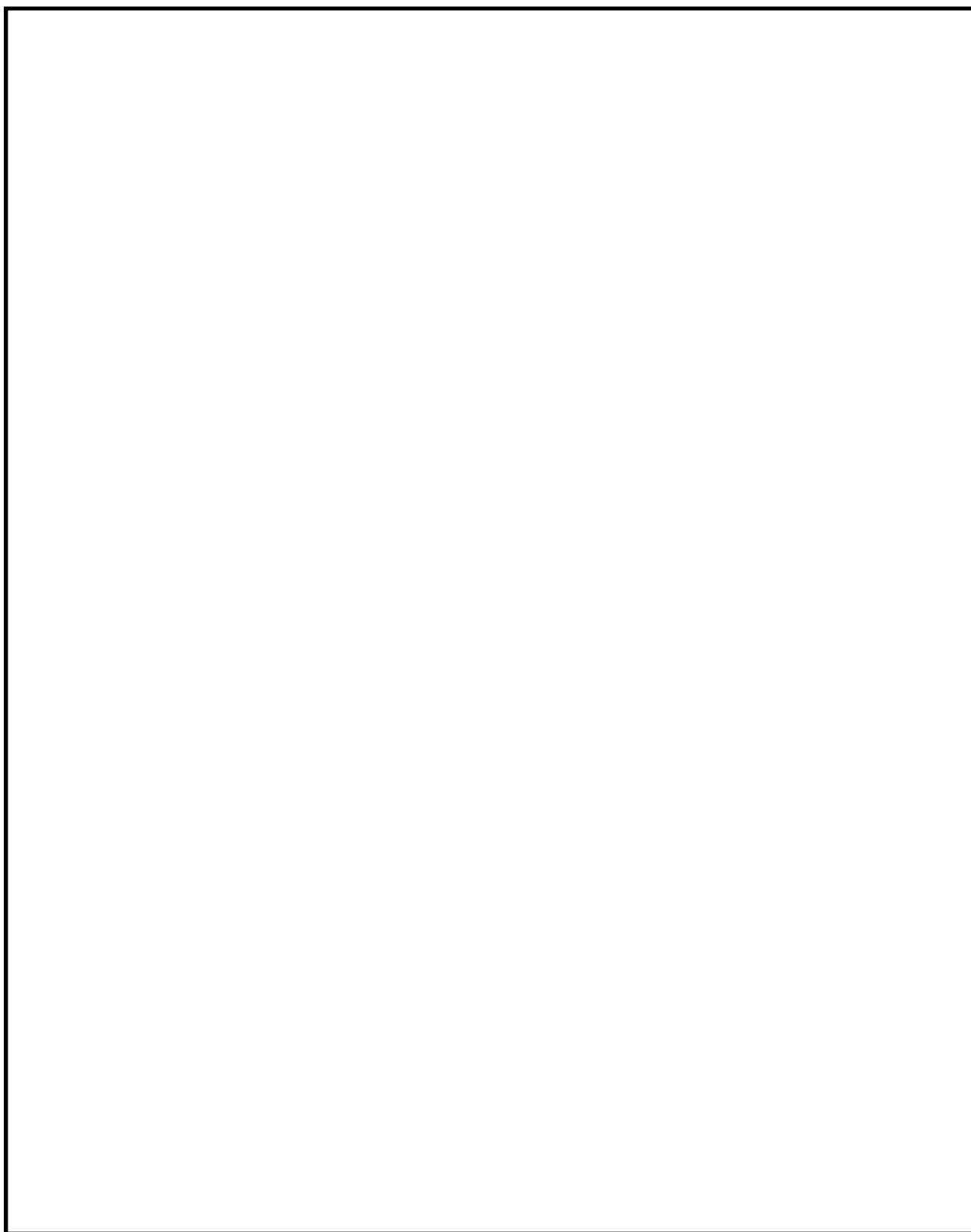
放水路ゲートの正面図及び平面図を図 4-1 に、放水路ゲート側面図を図 4-2 に示す。

(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。

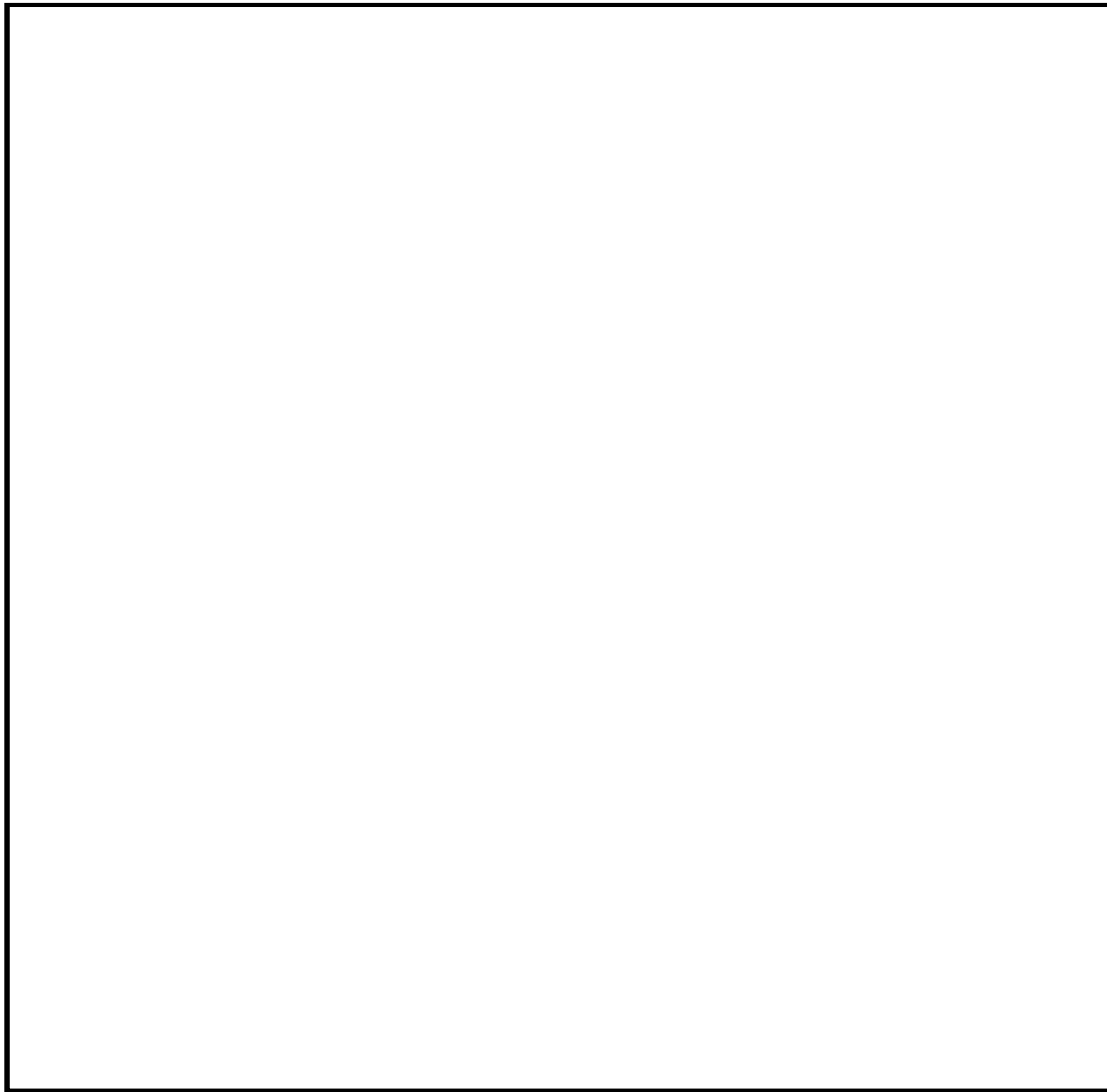
(2) 戸当りの健全性

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 ≤ 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 ≤ 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) 戸当たり

戸当たりの許容限界は、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。

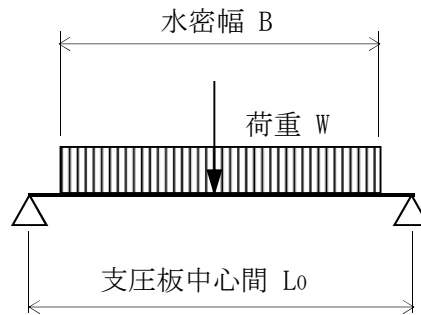


図 4-3 主桁のモデル図

(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)

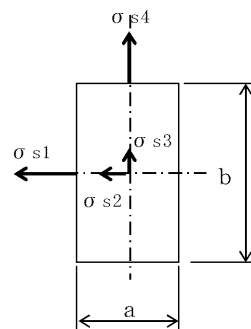
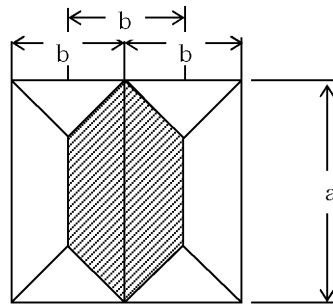


図 4-4 スキンプレートの応力算定式とモデル図

(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。

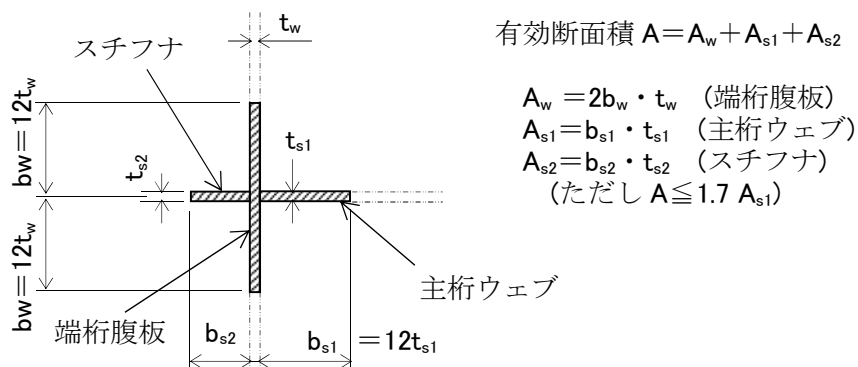
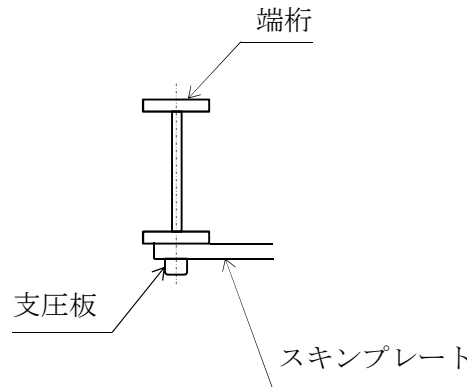


図 4-6 端桁のモデル図

(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。



$$p = 0.591 \sqrt{\frac{P \cdot E_1 \cdot E_2}{Lh \cdot R \cdot (E_1 + E_2)}}$$

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/mm²)
- P : 計算荷重の常時換算値 = (Ps + Pc) / γ (N)
- pd : 扉体下端水圧 (N/mm²)
- B : 扉体水密幅
- γ : 許容応力補正係数に裕度を乗じた係数
- E₁ : 支圧板の弾性係数
- E₂ : 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

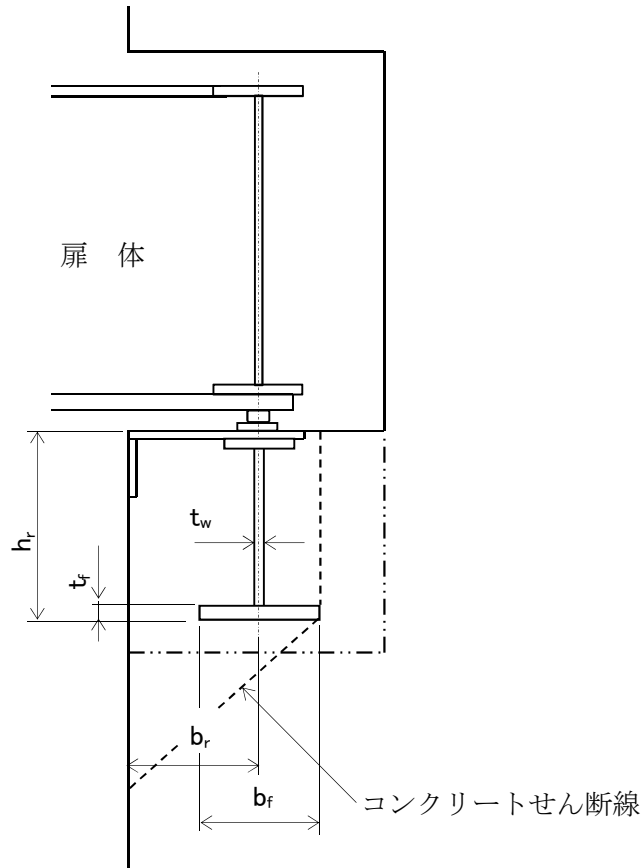
4.3.2 戸当り

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

b_f : 戸当り底面フランジ幅

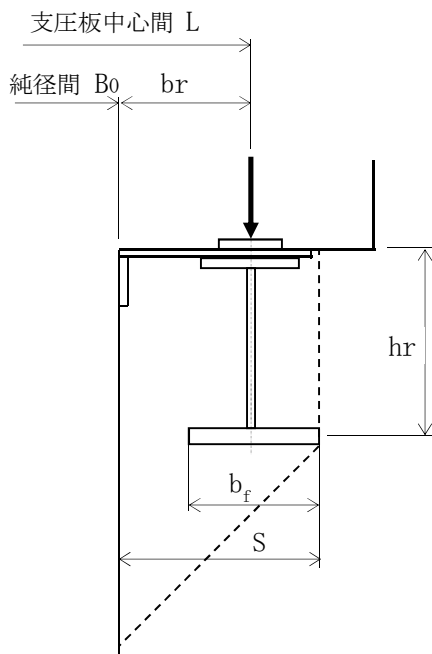
t_f : 戸当り底面フランジ厚さ

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

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-240 改0
提出年月日	平成30年4月27日

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。

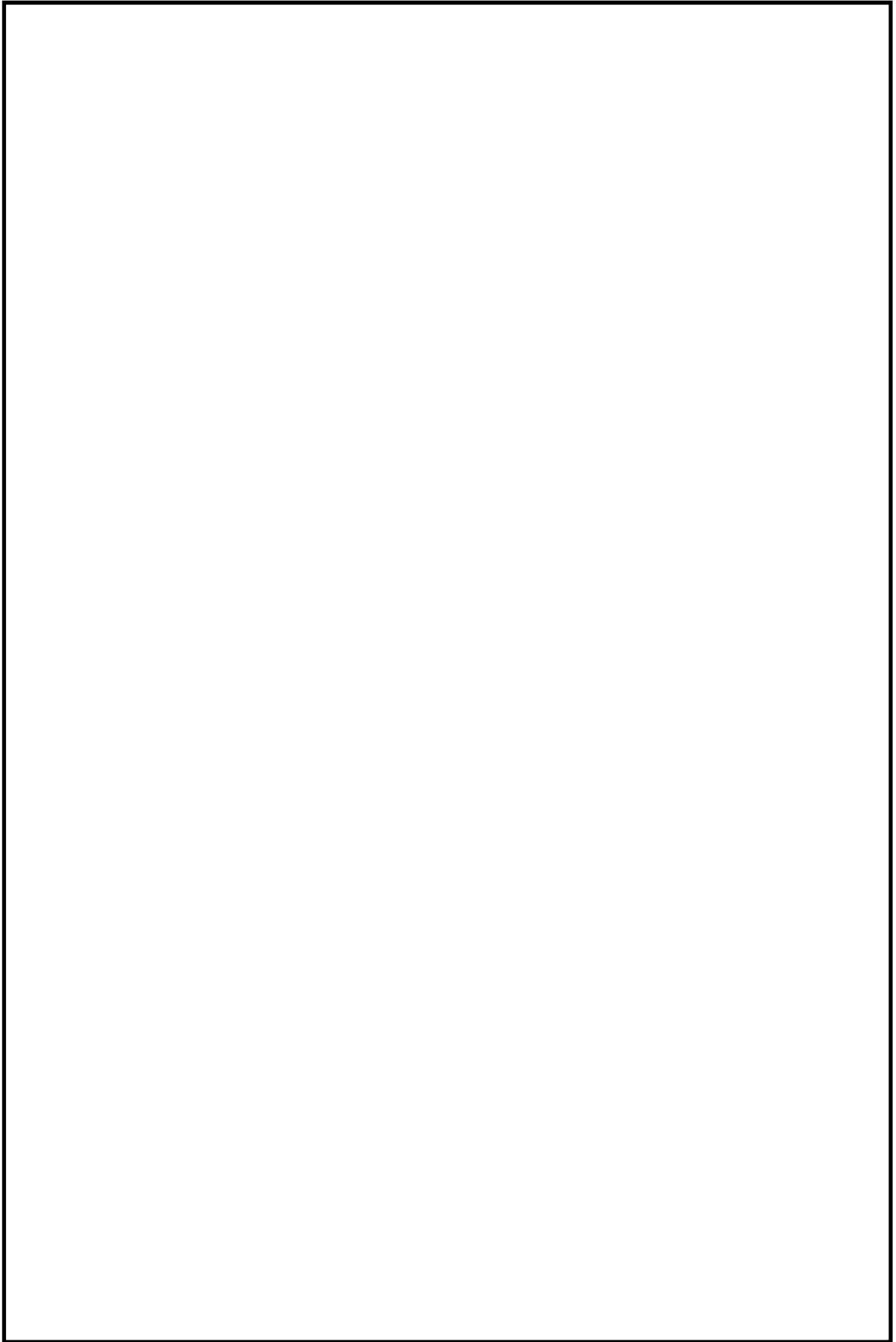


図 2-1 構内排水路逆流防止設備の設置位置図

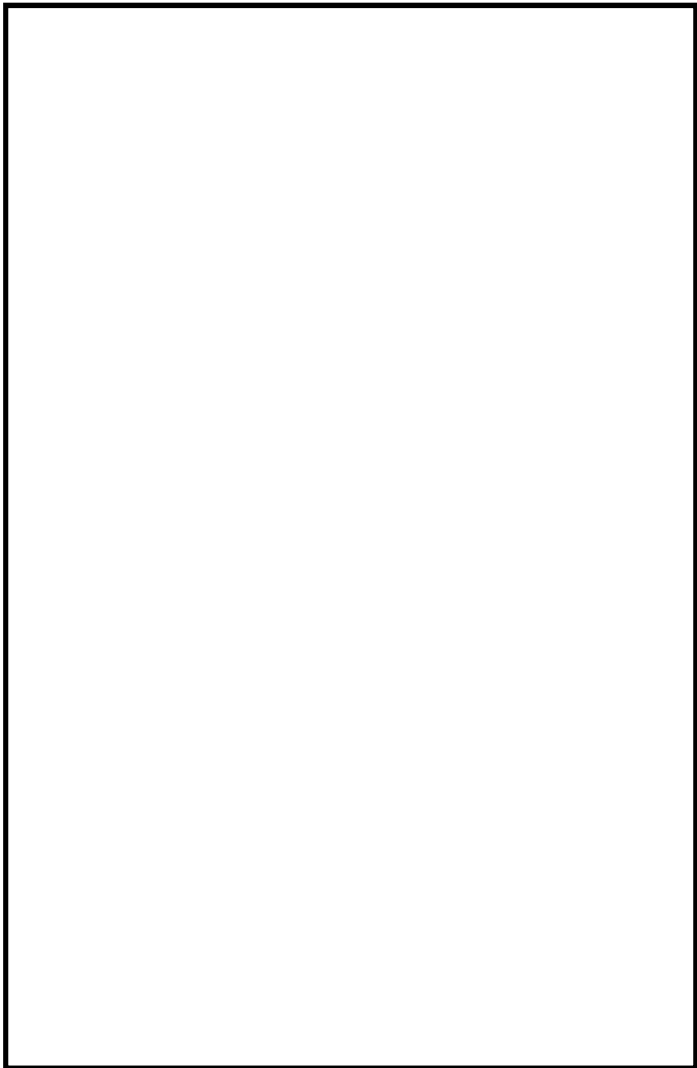
2.2 構造概要

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。

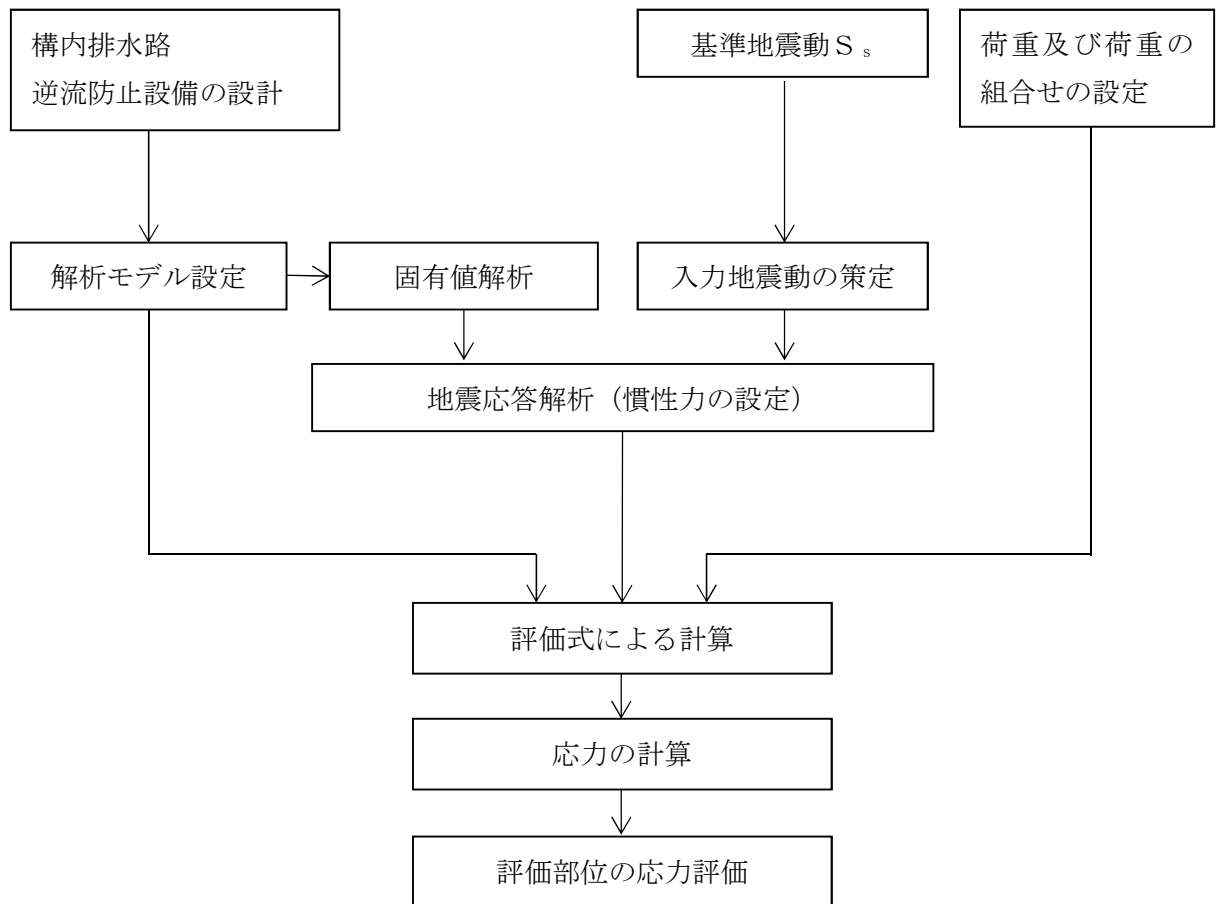


図 2-2 耐震評価フロー

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-241 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-5 浸水防止蓋の耐震性についての計算書

本資料のうち，枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-242 改0
提出年月日	平成30年4月27日

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）

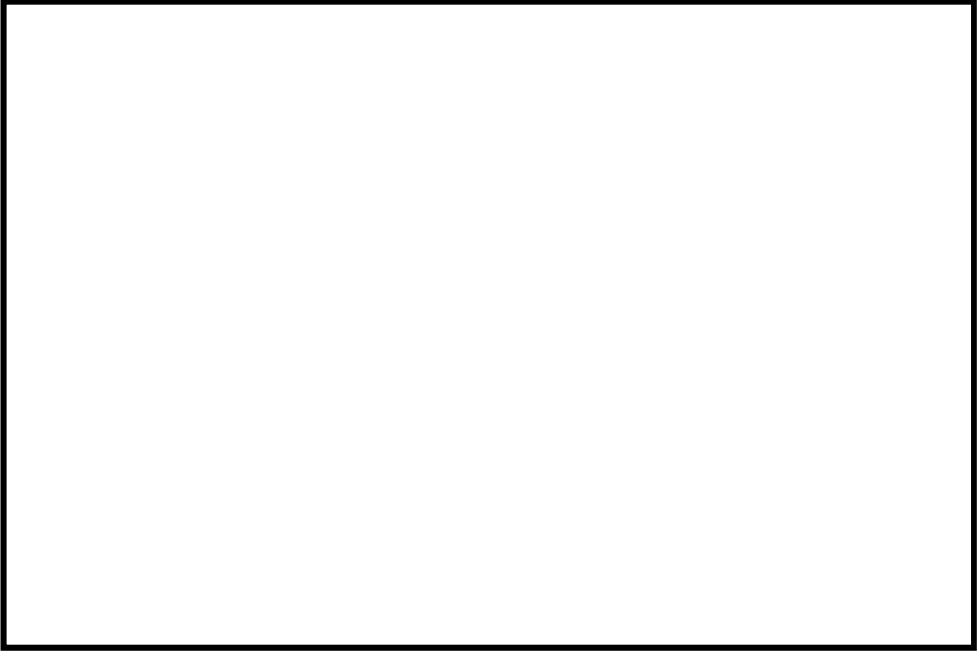
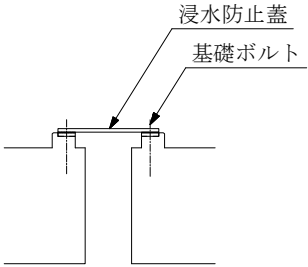
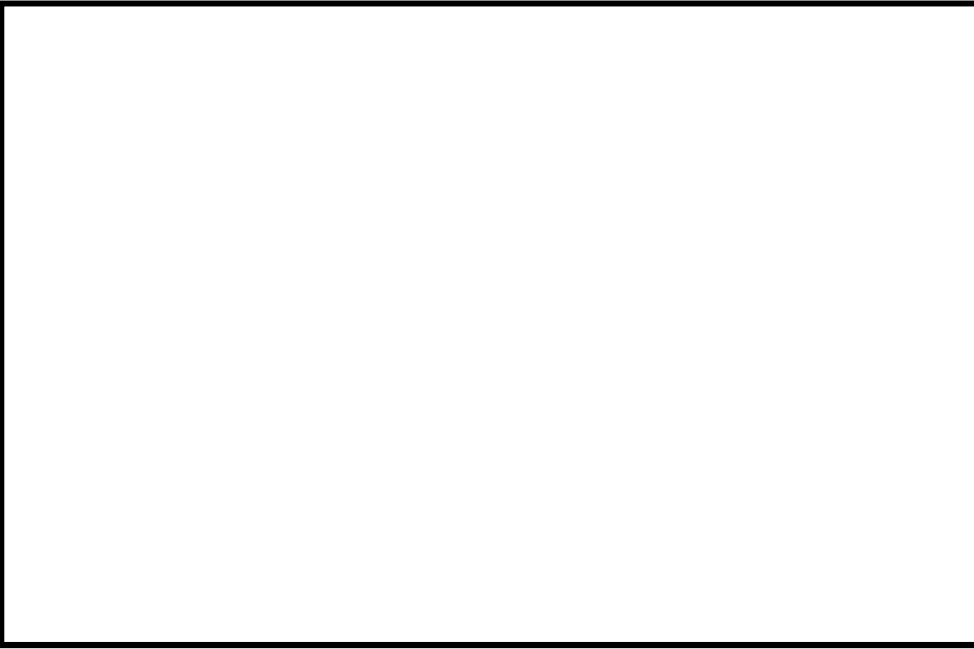
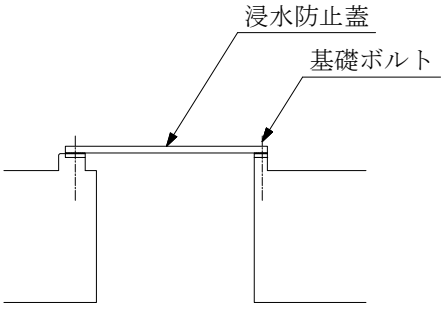
設備名称	配置図		
取水路点検用開口部浸水防止蓋 1, 10			
	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
	蓋により構成する。	取水路上版に基礎ボルトで固定する。	
			

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）

<p>設備名称</p>	<p>配置図</p>		
<p>取水路点検用開口部浸水防止蓋 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9</p>			
	<p>計画の概要</p>		<p>説明図</p>
	<p>主体構造</p>	<p>支持構造</p>	
	<p>蓋により構成する。</p>	<p>取水路上版に基礎ボルトで固定する。</p>	

NT2 補② V-2-10-2-5-1 R0

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

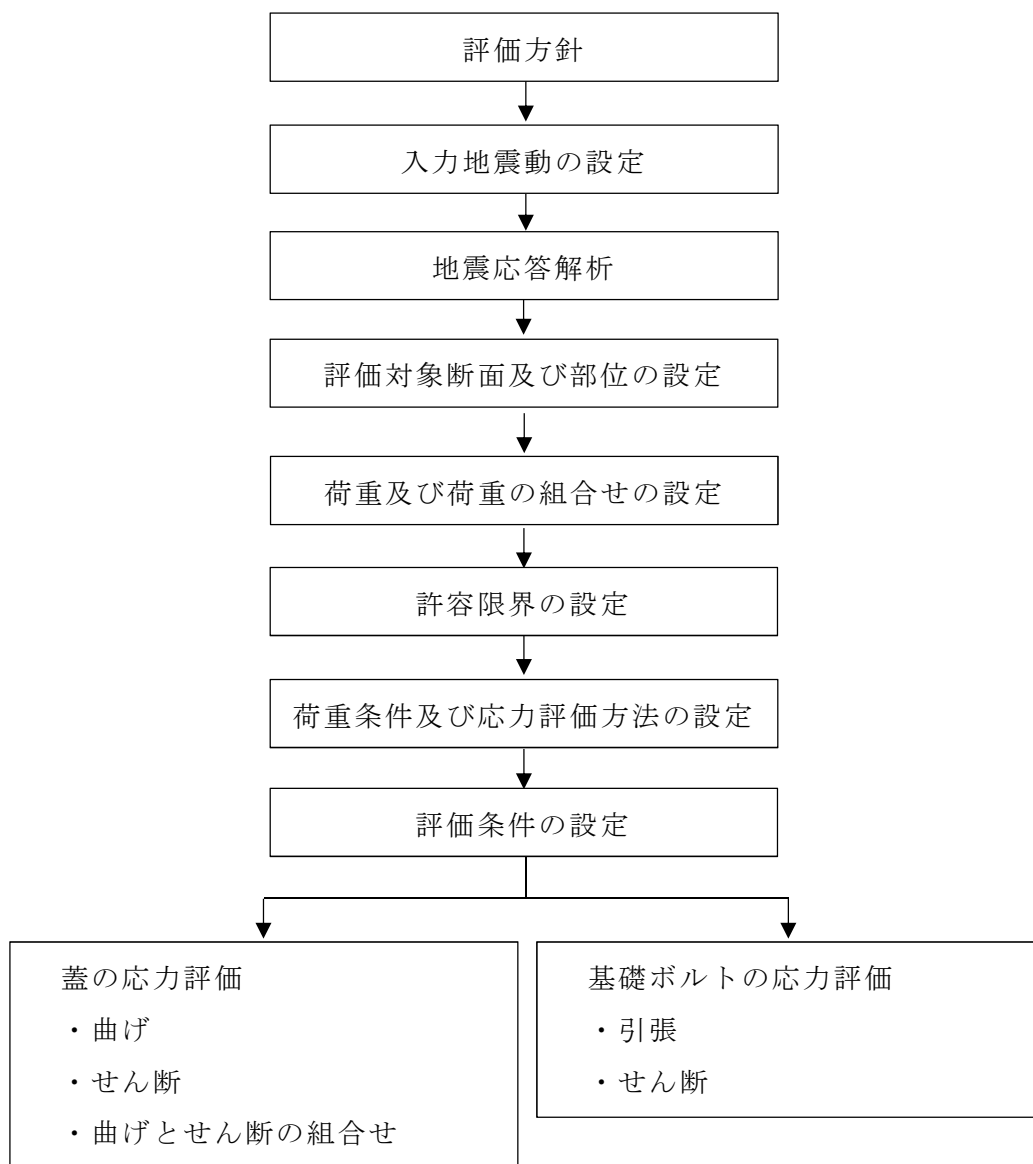


図 2-2 耐震評価フロー

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。

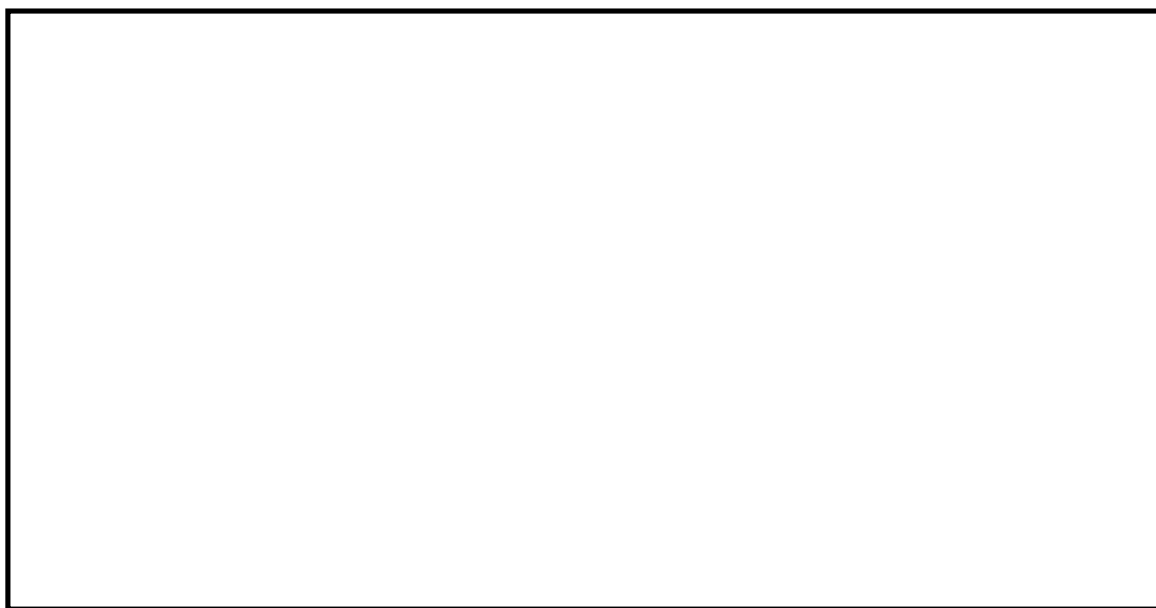
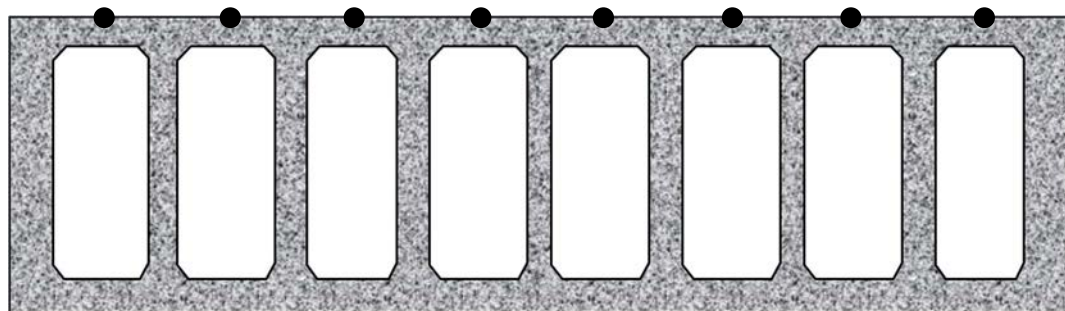


図 3-1 評価対象断面



(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。

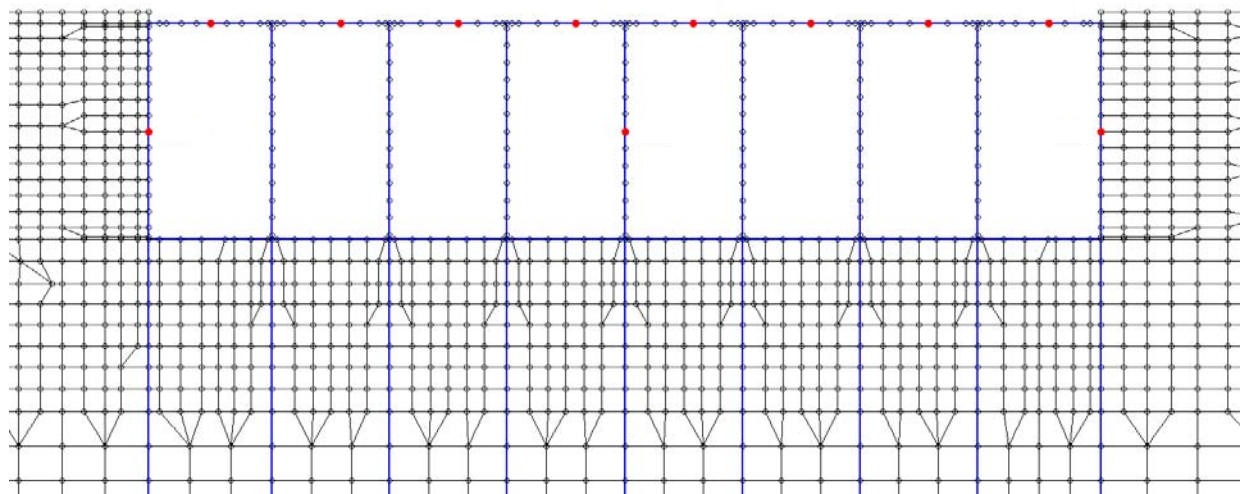


図 3-3 地震応答解析モデル

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

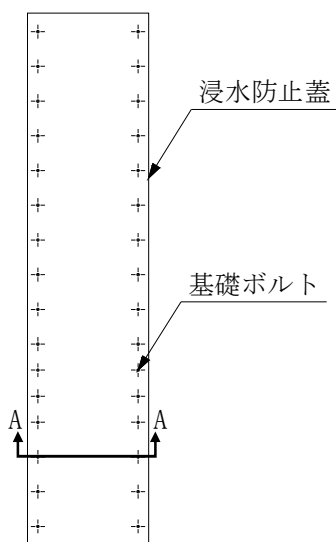
取水路点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価対象部位は，「2.2 構造概要」にて設定している構造を踏まえ選定する。評価対象部位を表 4-1 に示す。

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。

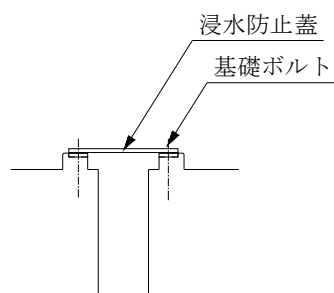
取水路点検用開口部浸水防止蓋の耐震評価における評価対象部位を，図 4-1 及び図 4-2 に示す。

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

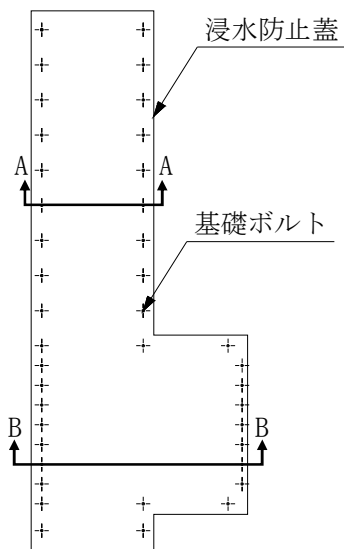


平面図

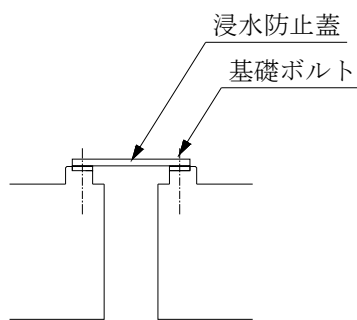


A-A 断面図

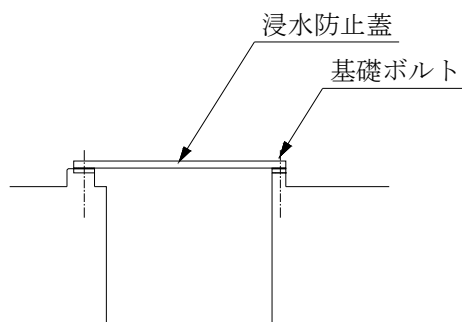
図 4-1 評価対象部位 (蓋 1, 10)



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 - D 1 L	正転	反転	346	688	<u>0.36</u> * ¹	0.71
S _s - 1 2	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 (°C)	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 (°C)	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 (N・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・mm)

Z：単位幅当たりの断面係数 (mm³)

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 (mm²)

(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 (mm²)

$$A_m = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \text{ で求める。}$$

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。

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所	工事計画審査資料
資料番号	工認-243 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-5-2 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

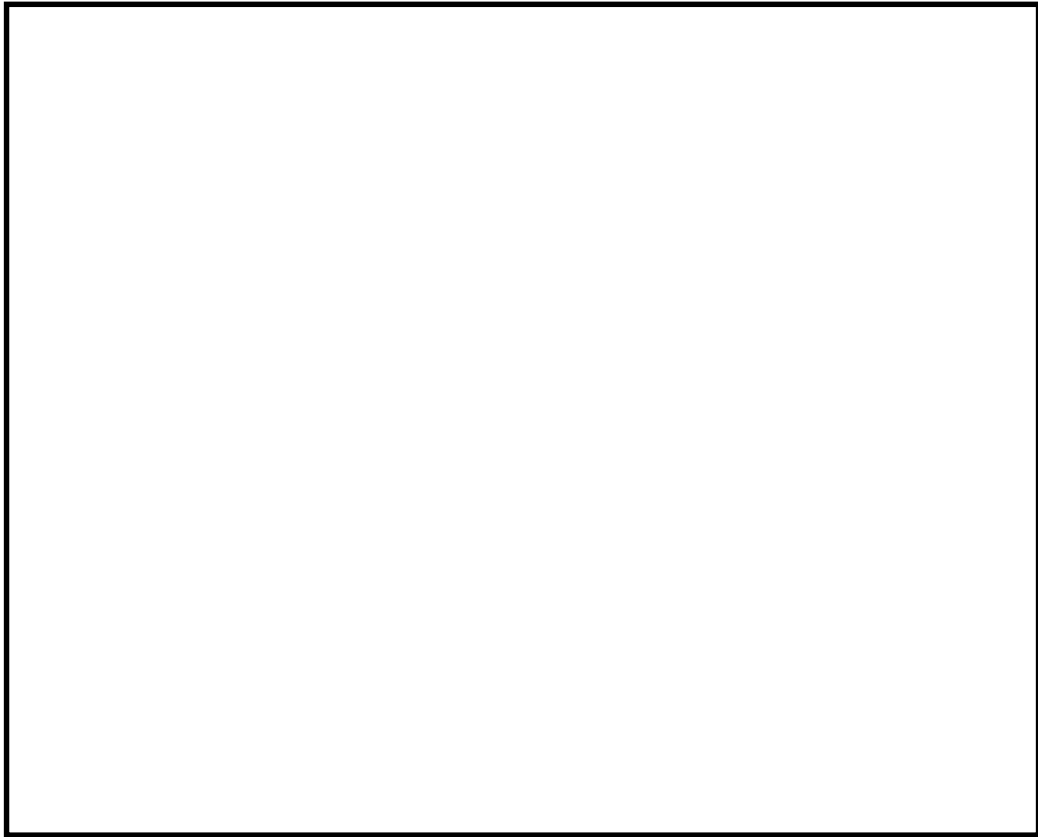
本資料は、添付資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度に基づき、浸水防護施設のうち放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋が設計用地震力及びその他自然現象等による荷重に対して、主要な構造部材が十分な構造健全性を有することを説明するものである。

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，放水路上版に設置する。

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)

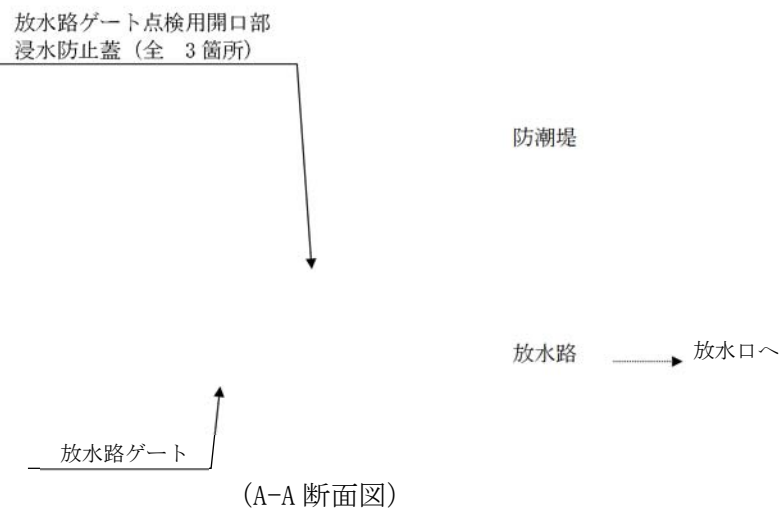
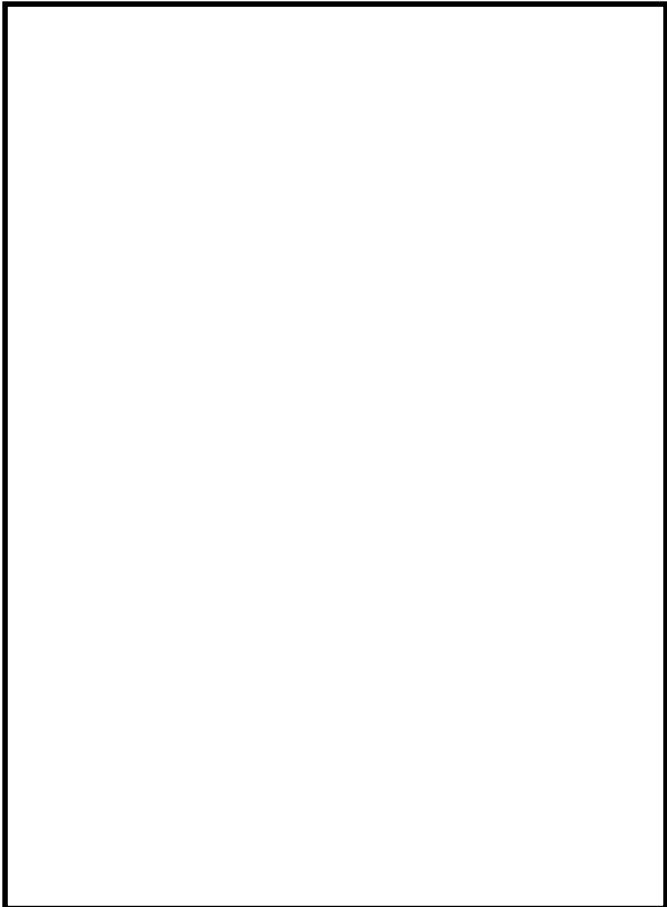


図 2-1 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の設置位置図

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。	 <p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>

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。

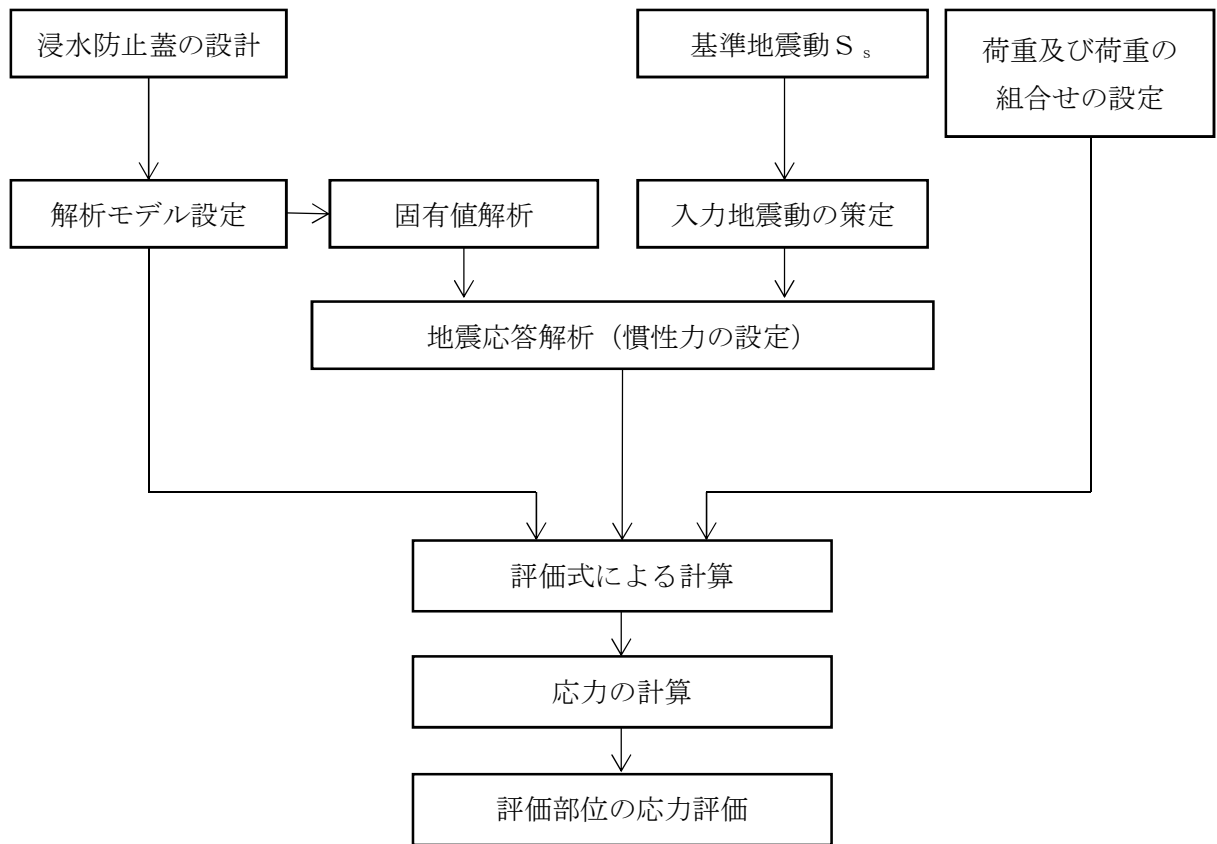


図 2-2 耐震評価フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-244 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-5-3 SA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

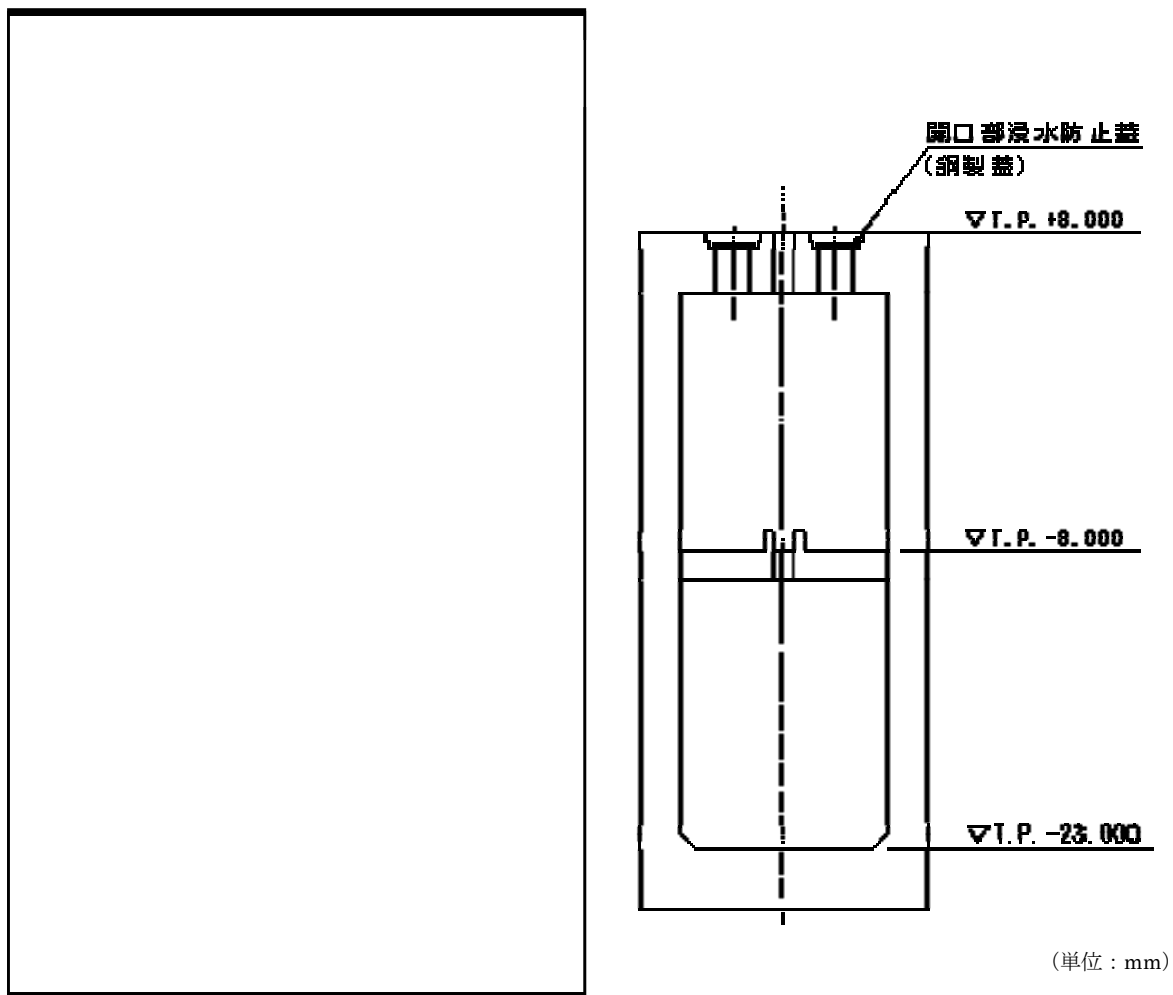
本資料はV-2-1-1「耐震設計の基本方針」にて設定している構造強度に基づき、S A用海水ピット開口部浸水防止蓋が設計用地震力に対して、主要な構造部材が十分な構造健全性を有していることを説明するものである。その耐震評価はS A用海水ピット開口部浸水防止蓋の固有値解析及び応力評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

SA用海水ピット開口部浸水防止蓋は、SA用海水ピット開口部に設置する。

SA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。

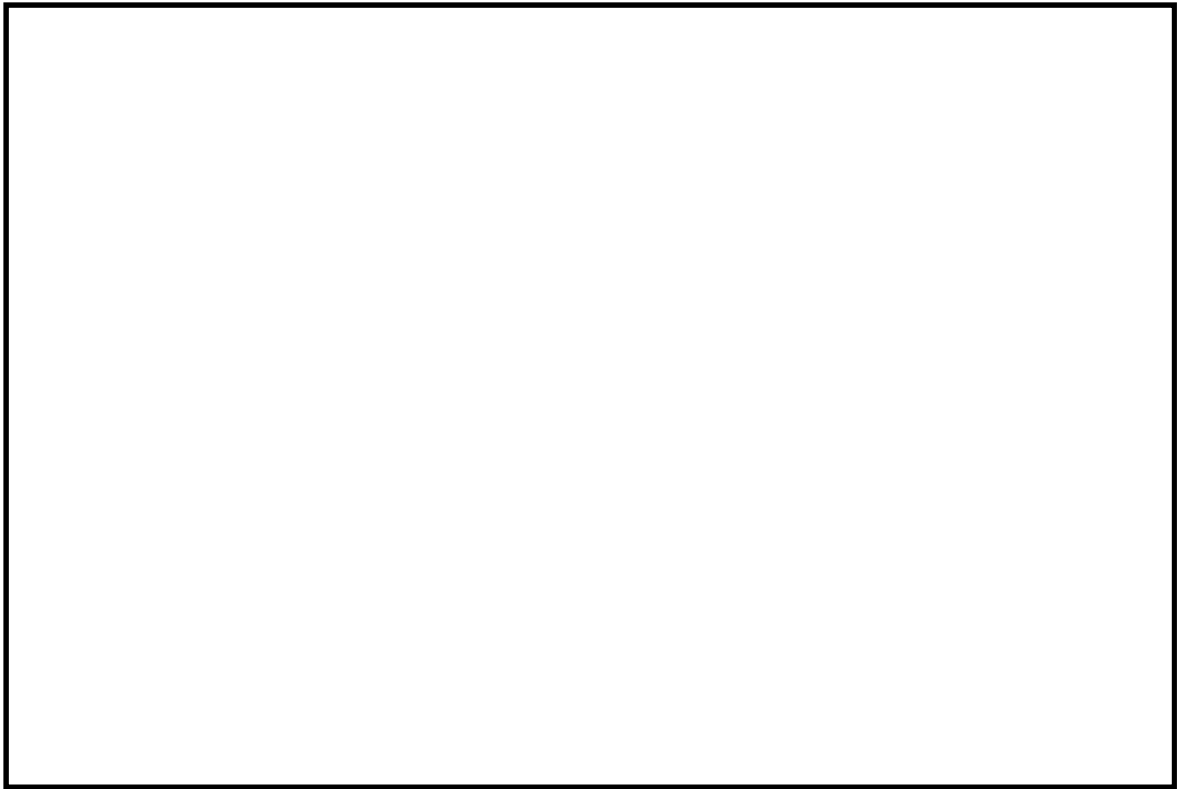


第2-1図 SA用海水ピット開口部浸水防止蓋設置位置図

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

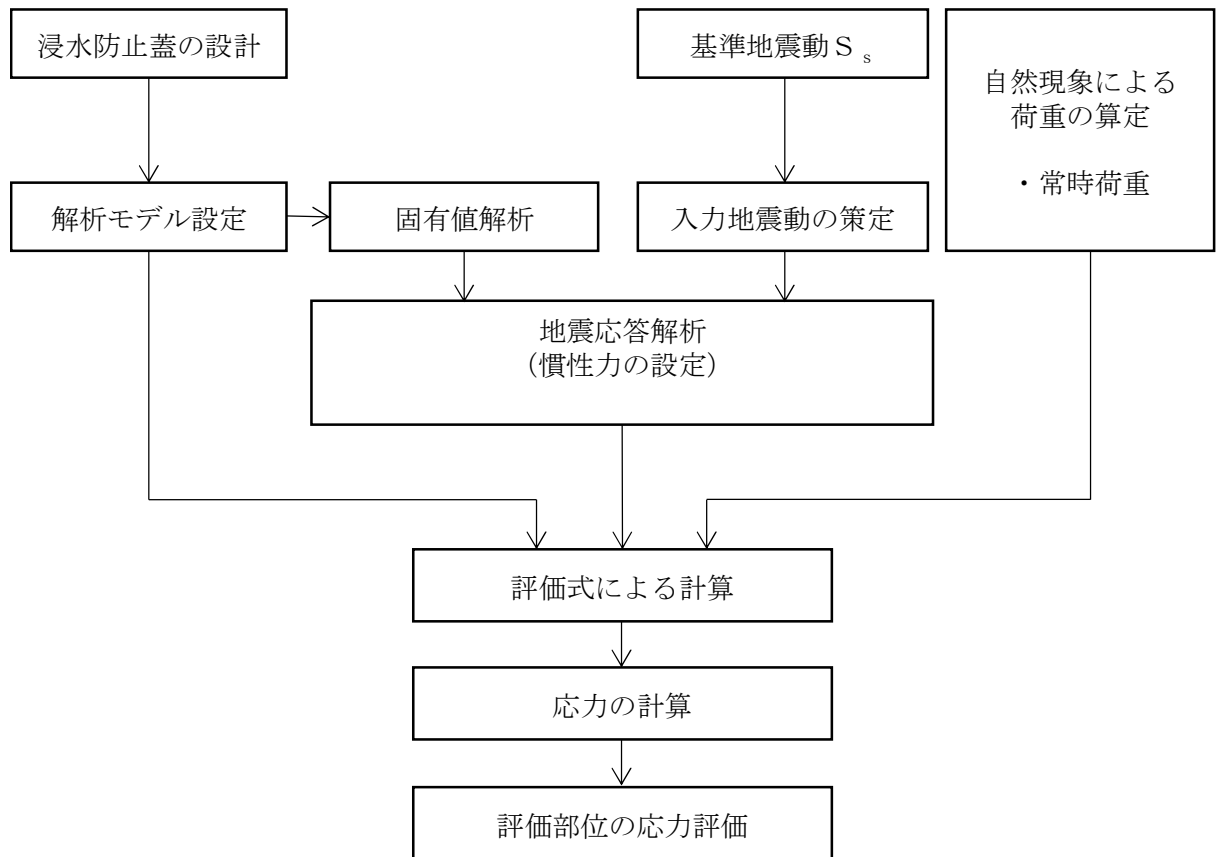
2.3 評価方針

SA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。

SA用海水ピット開口部浸水防止蓋の耐震計算は、SA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。

SA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、SA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

SA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

SA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 SA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

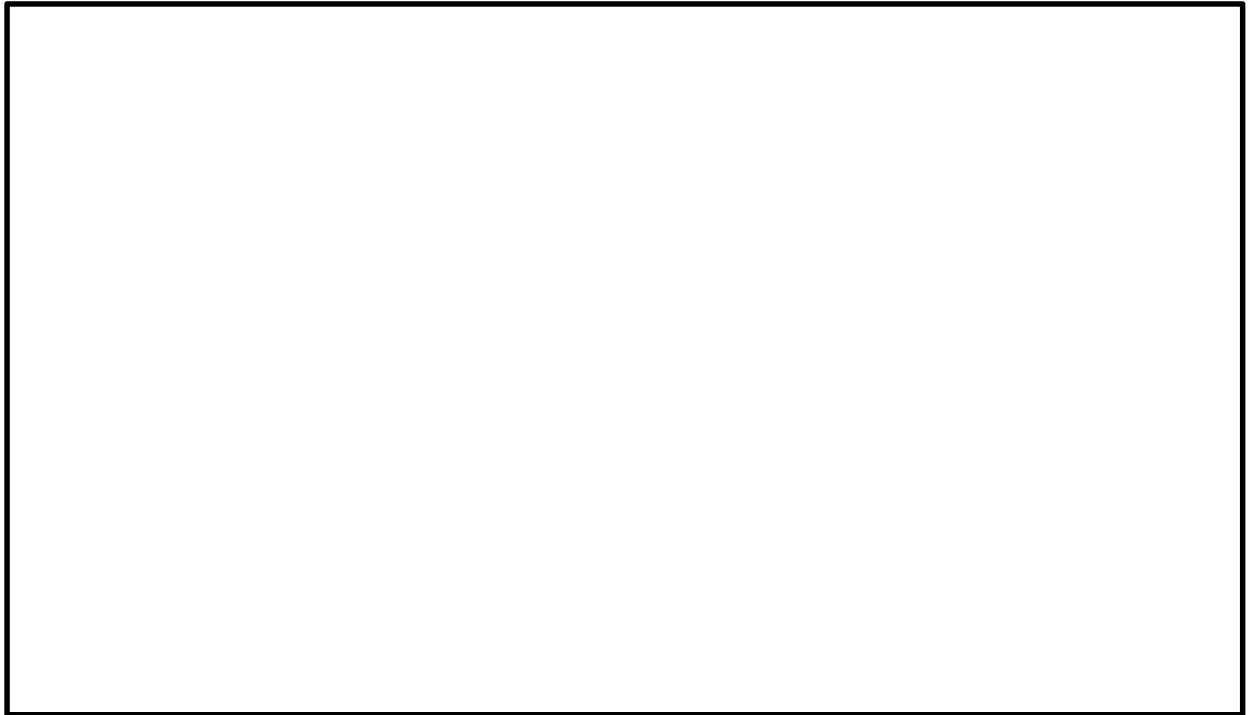
記号	単位	定義
g	m/s^2	重力加速度
σ_v	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計降伏点
σ_u	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計引張強さ
σ_a	N/mm^2	許容圧縮応力度, 許容引張応力度, 許容曲げ応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\sigma_a = \sigma_v / F$ *安全率Fは2程度
τ_a	N/mm^2	許容せん断応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\tau_a = \sigma_a / \sqrt{3}$
σ_{ca}	N/mm^2	許容支圧応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\sigma_{ca} = 1.5 \sigma_a$

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、SA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	SA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

SA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)

ブラケットの根本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} : ブラケット根本の断面二次係数

(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

SA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

SA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

SA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	

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-245 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-5-4 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

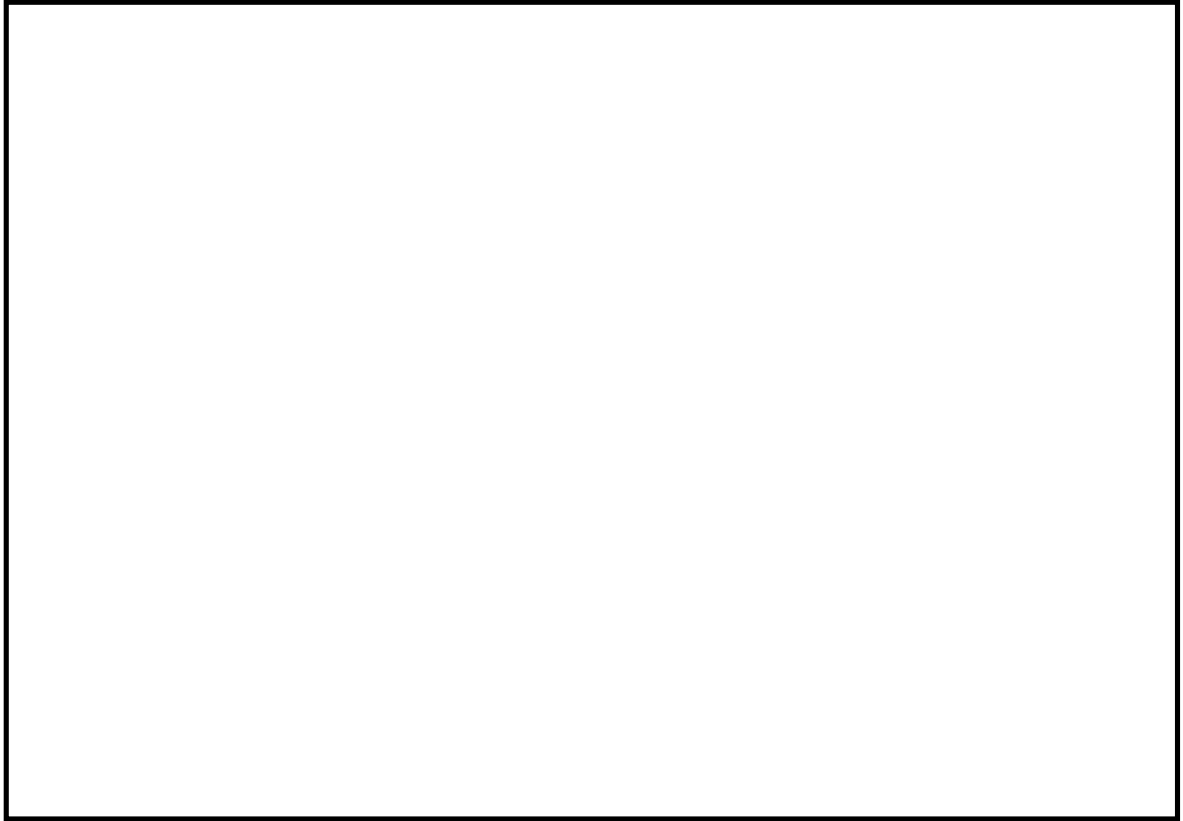
1. 概要

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。

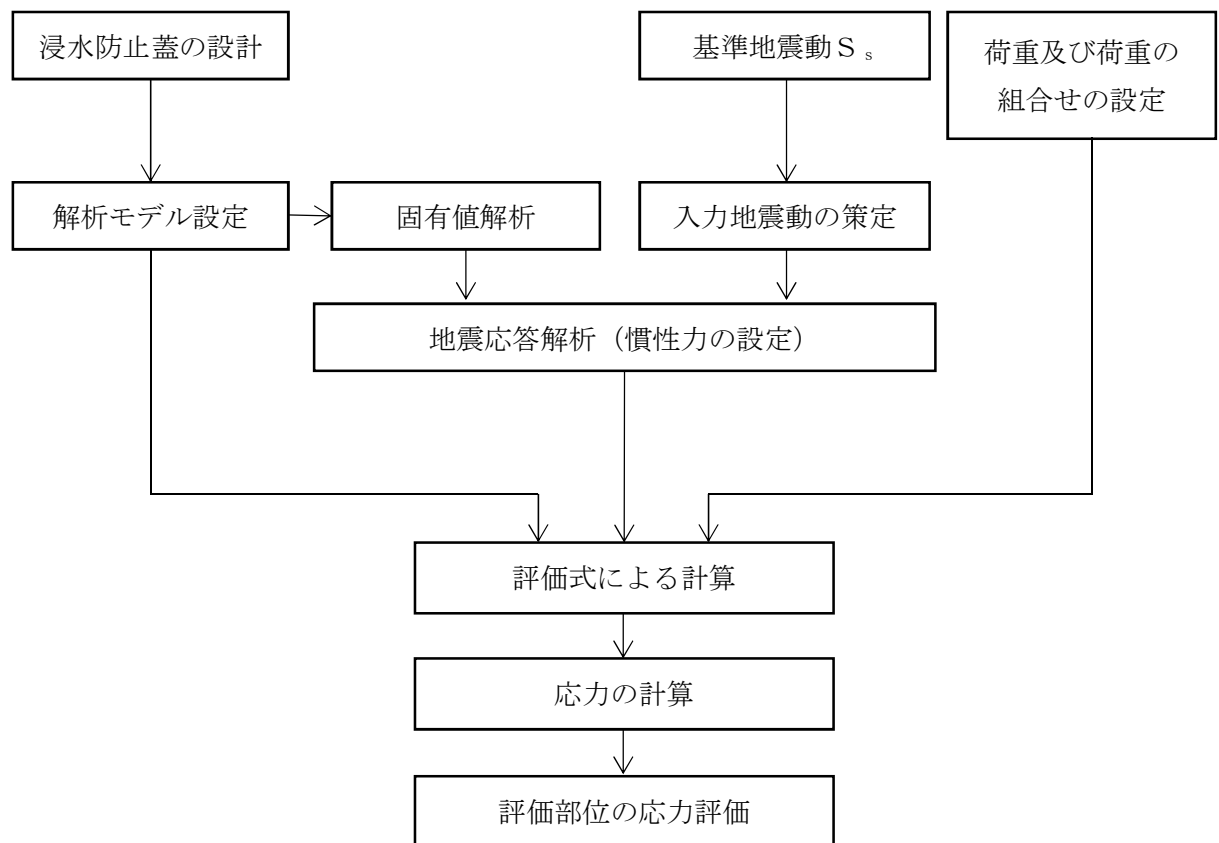


図 2-2 耐震評価フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-246 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-5-5 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

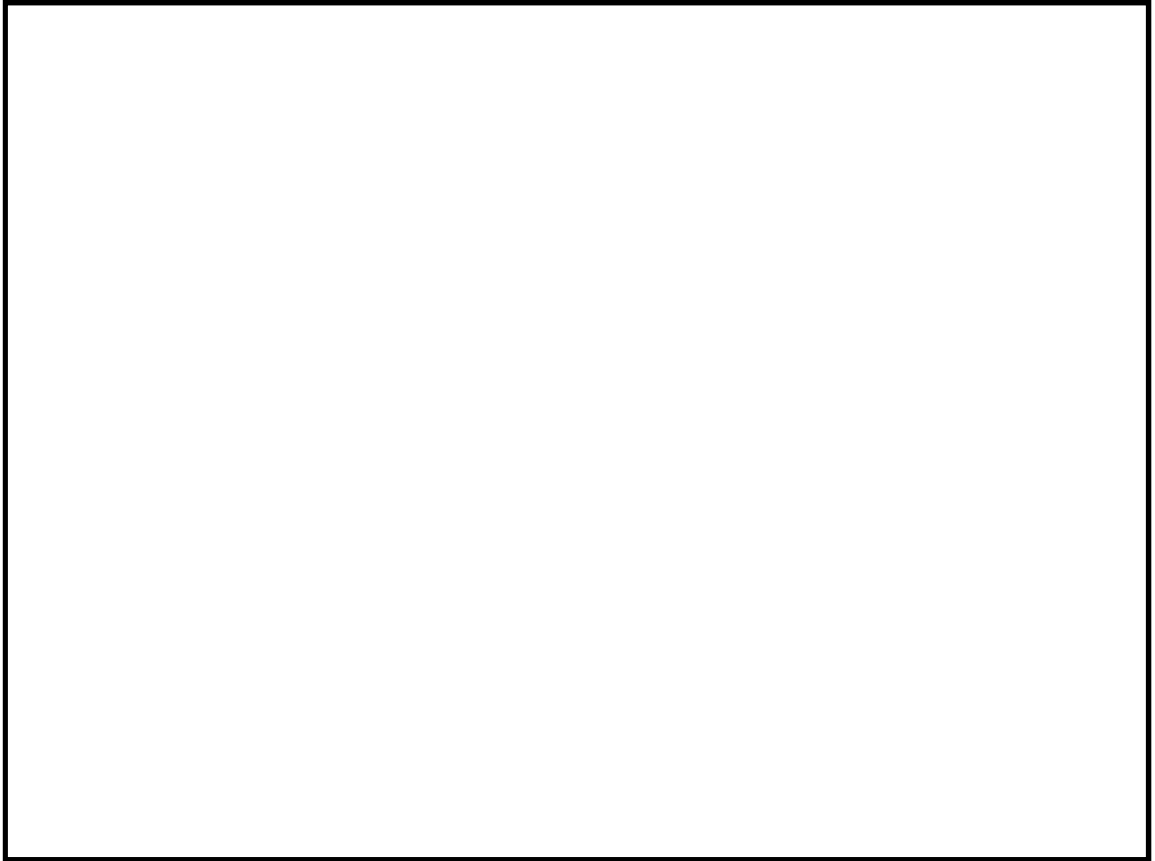
本資料は、V-2-1-1「耐震設計の基本方針」にて設定している構造強度に基づき、浸水防護設備のうち緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋が設計用地震力に対して、主要な構造部材が十分な構造健全性を有することを説明するものである。その耐震評価は緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の固有値解析及び応力評価により行う。

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。

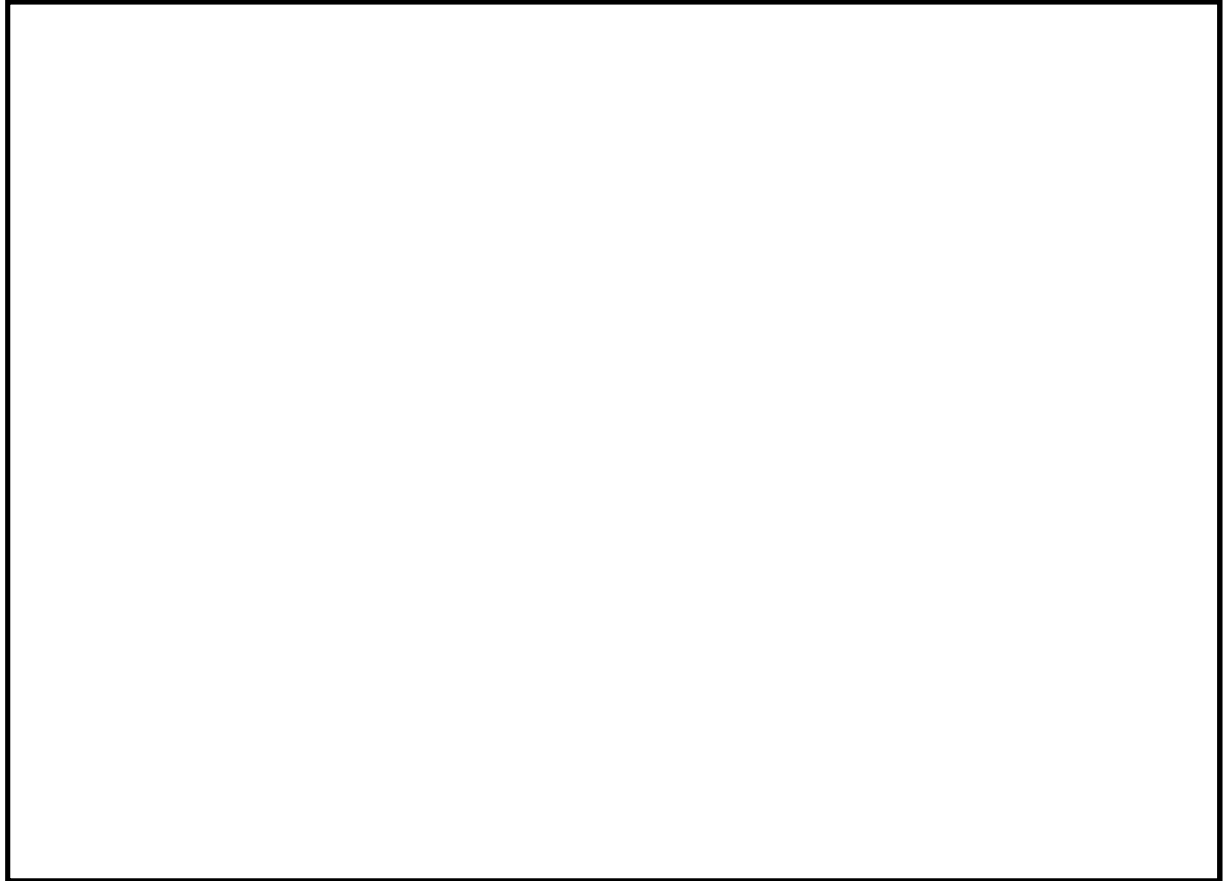


第2-1図 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋配置図

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

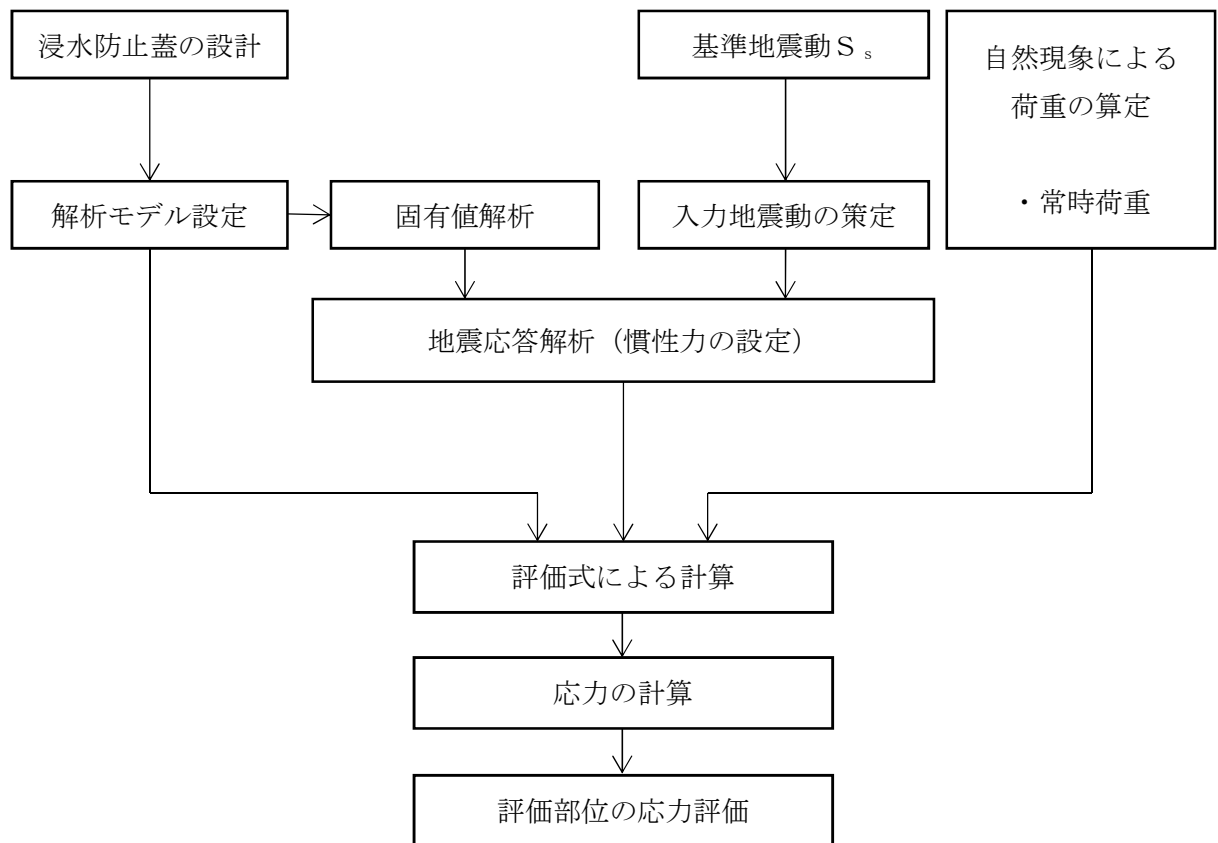
2.3 評価方針

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

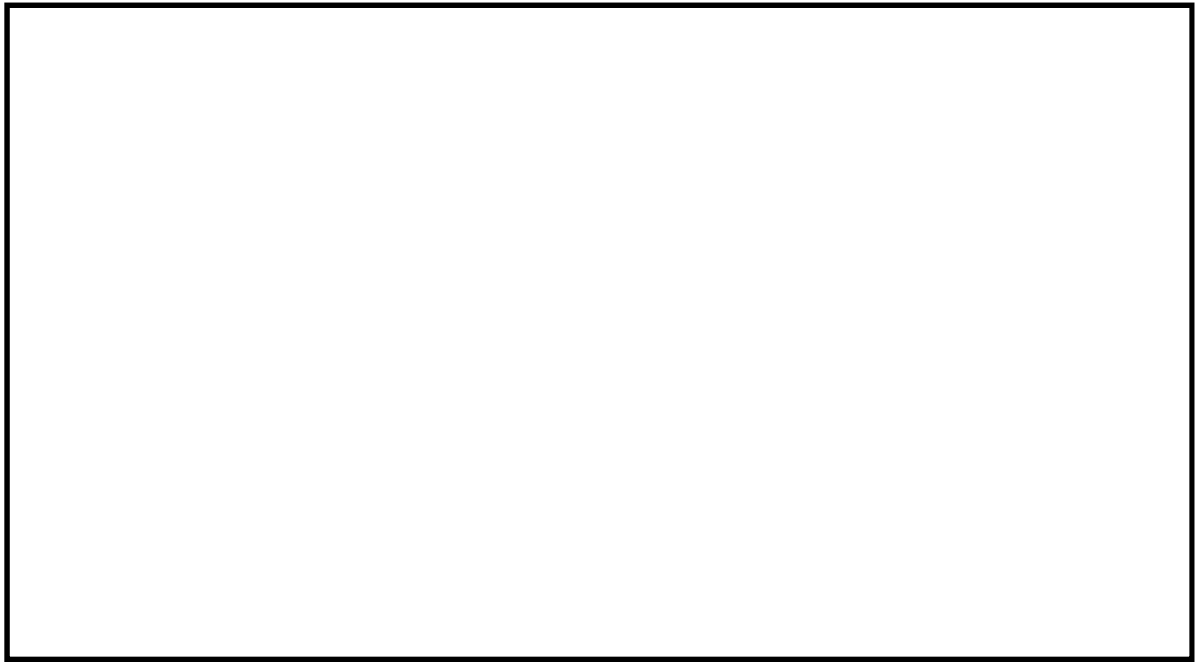
記号	単位	定義
g	m/s^2	重力加速度
σ_v	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計降伏点
σ_u	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計引張強さ
σ_a	N/mm^2	許容圧縮応力度, 許容引張応力度・許容曲げ応力度 ダム・堰施設技術基準(案) $\sigma_a = \sigma_v / F$ *安全率Fは2程度
τ_a	N/mm^2	許容せん断応力度 ダム・堰施設技術基準(案) $\tau_a = \sigma_a / \sqrt{3}$
σ_{ca}	N/mm^2	許容支圧応力度 ダム・堰施設技術基準(案) $\sigma_{ca} = 1.5 \sigma_a$

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

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-247 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-5-6 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

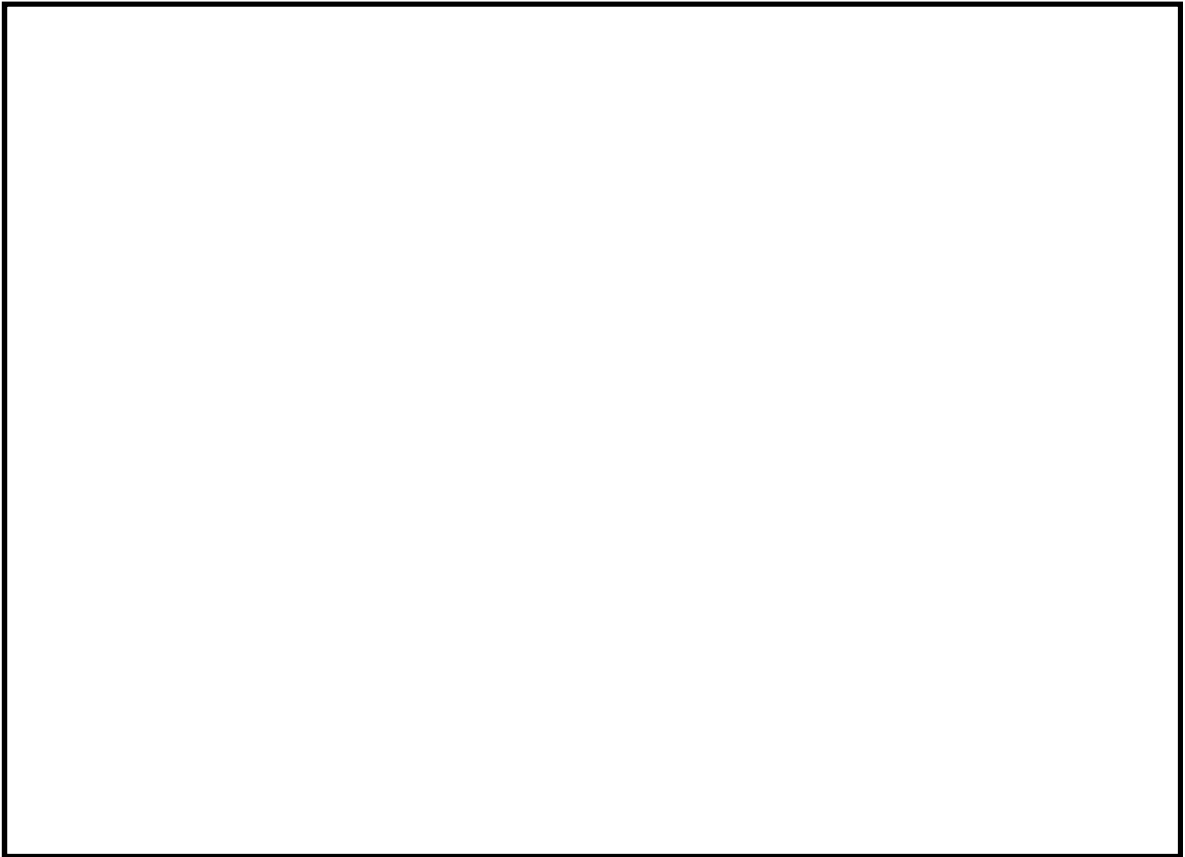
本資料は、V-2-1-1「耐震設計の基本方針」にて設定している構造強度に基づき、浸水防護設備のうち緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋が設計用地震力に対して、主要な構造部材が十分な構造健全性を有することを説明するものである。その耐震評価は緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の固有値解析及び応力評価により行う。

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。

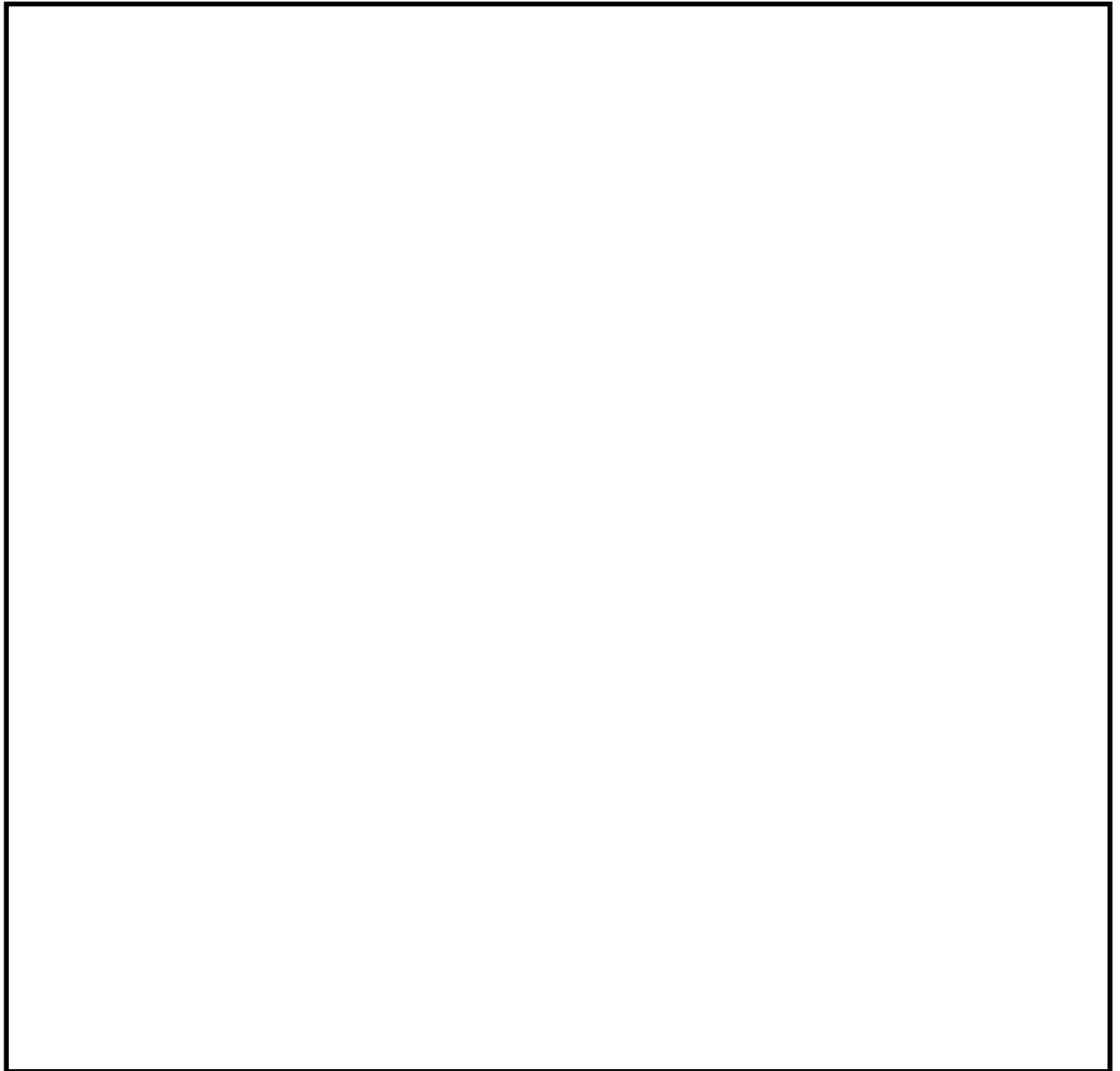


第2-1図 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋配置図

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

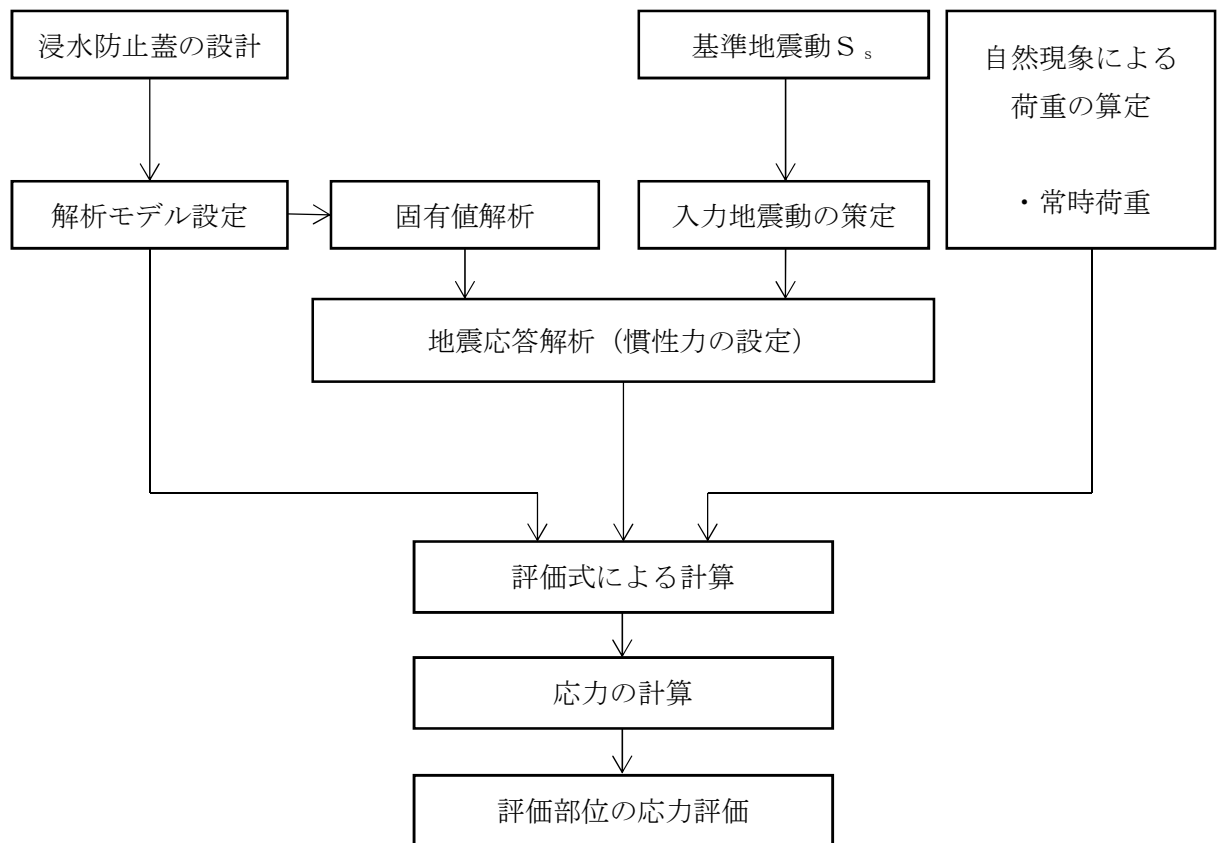
2.3 評価方針

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

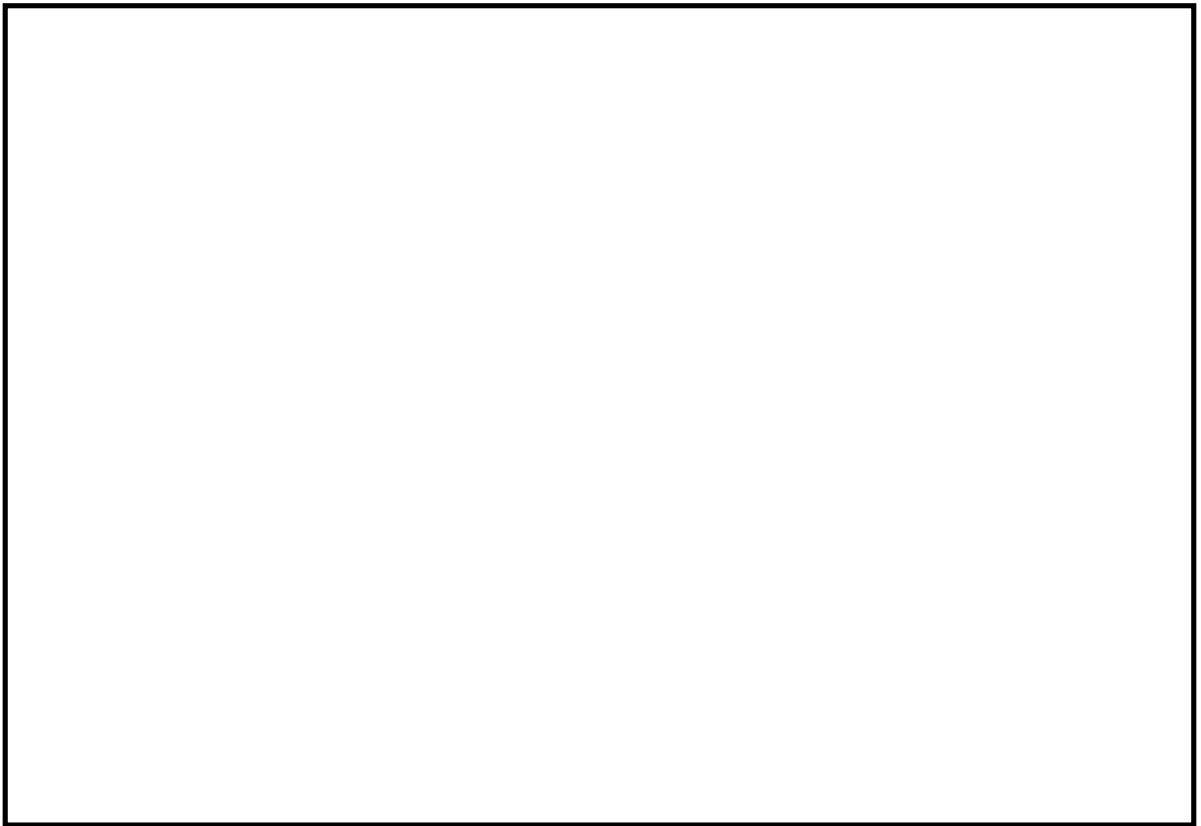
記号	単位	定義
g	m/s^2	重力加速度
σ_v	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計降伏点
σ_u	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計引張強さ
σ_a	N/mm^2	許容圧縮応力度, 許容引張応力度, 許容曲げ応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\sigma_a = \sigma_v / F$ *安全率Fは2程度
τ_a	N/mm^2	許容せん断応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\tau_a = \sigma_a / \sqrt{3}$
σ_{ca}	N/mm^2	許容支圧応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\sigma_{ca} = 1.5 \sigma_a$

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

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密
又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-248 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-5-7 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
4.1 基本方針	4
4.2 固有振動数の計算方法	5
4.3 固有値解析結果	6
5. 応力評価	6
5.1 基本方針	6
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	6
5.3 設計用地震力	8
5.4 応力評価方法	8
5.5 応力評価条件	9
6. 評価結果	9

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。

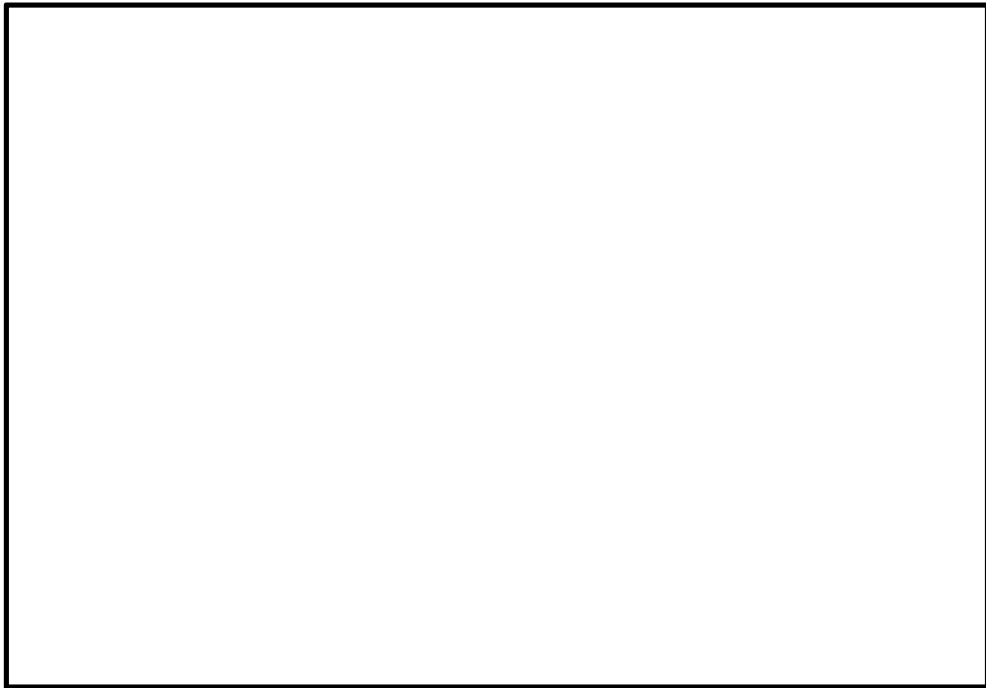
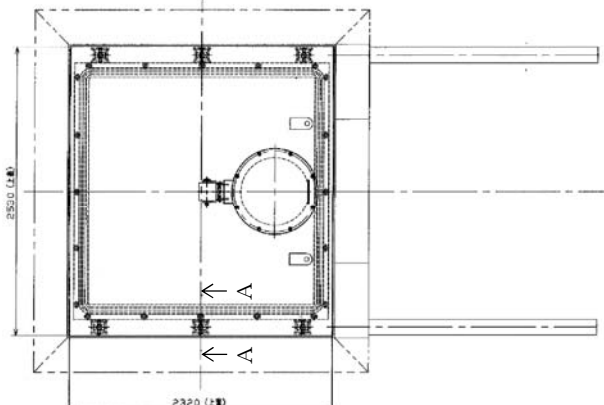
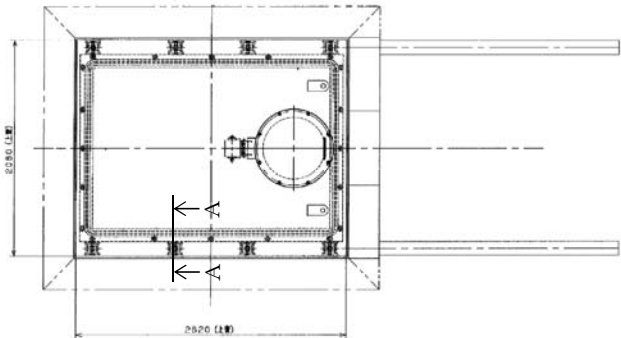
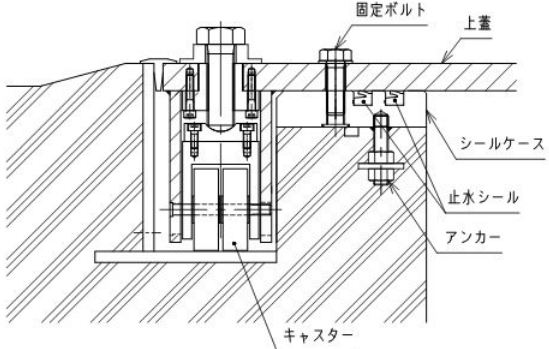


図1 水密ハッチの設置場所

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	 <p style="text-align: center;">格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチA</p>	
	 <p style="text-align: center;">格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチB</p>	
計画の概要		
主体構造	支持構造	説明図(A-A)
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、「5. 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。

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)

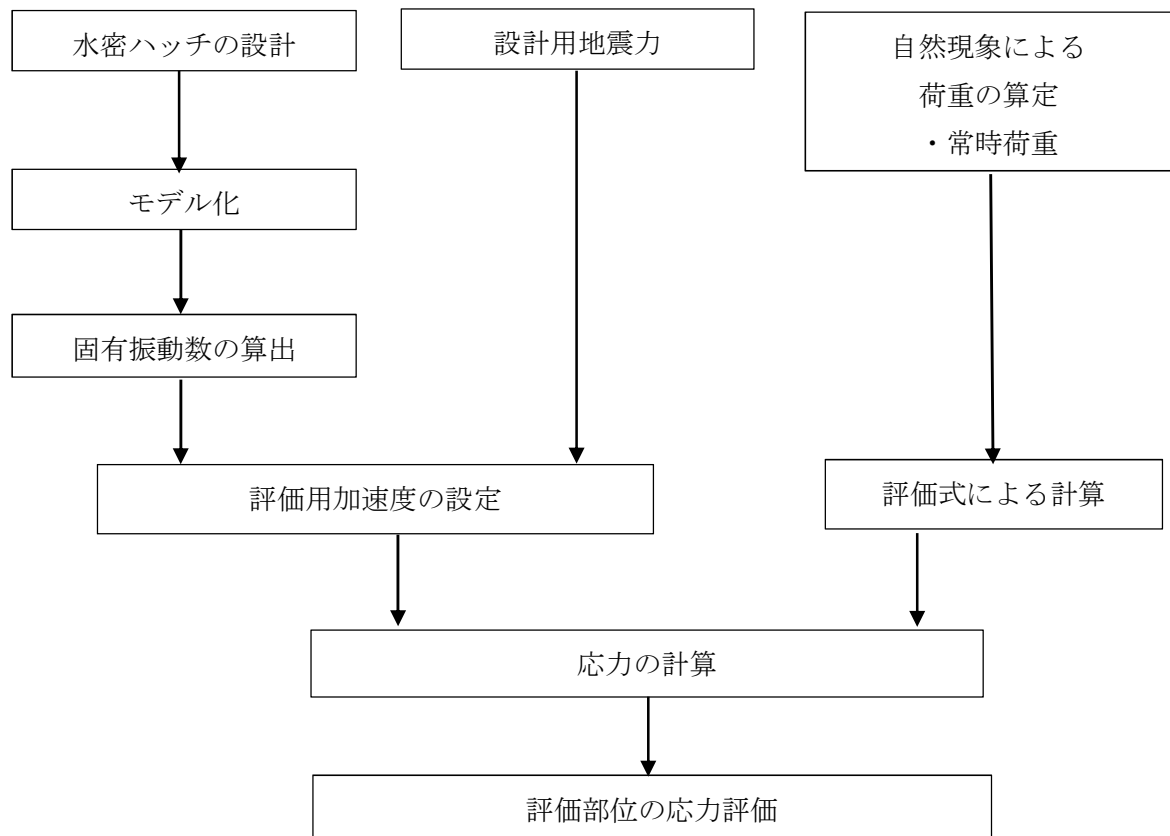


図2 水密ハッチの耐震評価フロー

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。

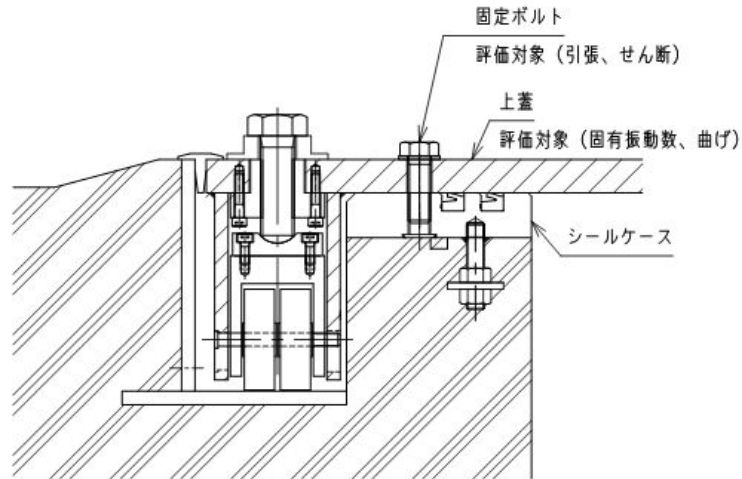


図3 評価対象部位

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。

4.2 固有振動数の計算方法

4.2.1 記号の説明

水密ハッチの固有振動数算出に用いる記号を表2に示す。

表2 水密ハッチの固有振動数算出に用いる記号

記号	単位	記号の説明
a	mm	モデル化に用いる蓋材の幅
b	mm	モデル化に用いる蓋材の長さ
E	GPa	縦弾性係数
f	Hz	1次固有振動数
g	m/s ²	重力加速度
hp	mm	上蓋の厚さ
m	kg	蓋重量
ρ	kg/m ³	材料の密度
ν	-	ポアソン比
λ	-	定数(板モデルの固有振動数算出)

4.2.2 モデル

水密ハッチは、シールケースにボルト止めされた構造であることから、荷重がかかる上蓋は周辺固定の長方形板モデルとする。(図4)

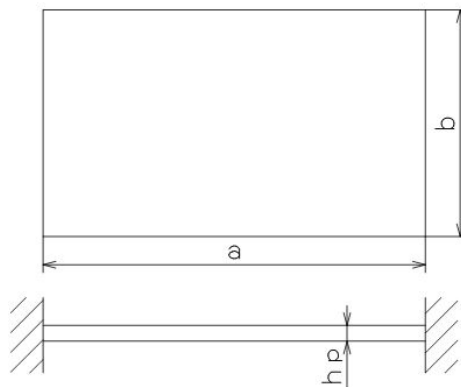


図4 水密ハッチ概略モデル

4.2.3 固有振動数の算出方法

(1) 上蓋

a. 1次固有振動数 f の算出式(参考：機械工学便覧)

$$f = \frac{\lambda \cdot \pi \cdot hp/2}{2 \cdot b^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot g}{3(1 - \nu^2) \cdot \rho}}$$

4.2.4 固有振動数の計算条件

表3に上蓋の固有振動数の計算条件を示す。

表3 上蓋の固有振動数の算出条件

モデルの材質	定数 λ (注)	上蓋の厚さ hp (mm)	モデル化に用 いる上蓋の幅 a (mm)	モデル化に用 いる上蓋の長 さ b (mm)
SUS304	2.74	30	3320	3080

重力加速度 g (m/s^2)	ポアソン比 ν	材料の密度 ρ (kg/m^3)	縦弾性係数 E (GPa)
9.81	0.3	7930	193.7

(注)定数 λ は $a/b \neq 1.1$ の場合の定数がないため、より小さな値として算出される $a/b = 1.5$ の場合の定数 $\lambda = 2.74$ を用いた。

4.3 固有値解析結果

上記計算の結果、蓋板の固有振動数は 20.36Hz であり、水密ハッチの固有振動数が 20Hz 以上であることから剛構造であることを確認した。

5. 応力評価

5.1 基本方針

(1) 水密ハッチ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、発生応力が許容応力以下であることを確認する。

(3) 許容応力について、JSME S NC1-2005 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、少数第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ

水密ハッチの設計にて考慮する荷重の組合せを表4に示す。

表 4 考慮する荷重の組合せ

施設区分	機器名称	重要度分類	荷重の組合せ	許容応力状態
浸水防止設備	屋外設備用 水密ハッチ	A	D+P _D +M _D +S _s	供用状態 A 及び B

D：常時作用する荷重(水密ハッチの自重)

P_D：該当設備の最高圧力による荷重

M_D：該当設備の機械的荷重

S_s：地震動に伴う地震力

5.2.2 許容応力

水密ハッチの設計にて考慮する許容応力状態を表 5 に示す。また、評価部位に応じた許容応力評価を表 6 に示す。

表 5 水密ハッチの設計にて考慮する許容応力状態

許容応力状態	許容限界(ボルト等) ^(注)		許容限界(ボルト以外) ^(注)
	一次応力		一次応力
	引張	せん断	曲げ
供用状態 A 及び B	f t	f s	f t1

(注)「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME SNC1-2005」のボルト材の許容応力、ボルト材以外の許容応力を適用する。

表 6 水密ハッチの部位に応じた許容応力評価条件

評価部位	材料	温度条件	f t	f s	f t1
上蓋	SUS304	40	-	-	137
固定ボルト	SUS304		102.5	79	-

5.3 設計用地震力

水密ハッチの耐震計算に用いる設計用地震動には、「基準地震動 Ss8 波に基づく評価条件整備用耐震条件」における表 2-1「基準地震動 Ss による原子炉建屋内機器・配管系の水平方向評価用震度」及び表 2-2「基準地震動 Ss による原子炉建屋内機器・配管系の鉛直方向評価用震度」の評価用震度に対して数字を乗じたものに基づき、表 7 にて示す条件を用いて作成した評価用加速度を用いる。

表 7 設計用地震動

地震動	設置場所及び 床面高さ(m)	設計用地震動			備考
		建屋及び高さ	方向	評価用加速度	
基準地震動 Ss	水密ハッチ 8.2m	水密ハッチ 8.2m	水平	1.10×2.5	評価用地震動 に対して数字 を乗じたもの を用いる。
			鉛直	0.96×1.2	

5.4 応力評価方法

5.4.1 記号の説明

耐震評価に用いる記号を表 8 に示す。

表 8 耐震評価に用いる記号

記号	単位	記号の説明
a_H	-	基準時振動 Ss による水平方向の評価用加速度に用いる係数
a_V	-	基準時振動 Ss による鉛直方向の評価用加速度に用いる係数
a	mm	上蓋の荷重負担幅
Ab	mm ²	固定ボルト谷径断面積
b	mm	上蓋の荷重負担長さ
g	m/s ²	重力加速度
m	kg	上蓋の質量
n	本	固定ボルト本数
t	mm	上蓋の板厚
β_1	-	上蓋の曲げ応力算定に用いる係数
ρ	kg/m ³	材料の密度
σ	MPa	曲げ応力
σ_t	MPa	固定ボルトの引張応力
τ	MPa	固定ボルトの引張応力せん断応力

5.4.2 応力計算

(1) 上蓋

四辺を固定された長方形板に等分布荷重が作用している板に発生する曲げ応力は以下の式により算出する。

$$\sigma = \frac{\beta_1 \cdot Pz \cdot a^2}{t^2}$$

$$Pz = \rho \cdot t \cdot (a_v + 1) \cdot g$$

(2) 固定ボルト

鉛直地震，水平地震により水密ハッチに作用する荷重は，固定ボルトに張力，せん断力として作用することから，以下の式より算出する。

a. 引張応力

$$\sigma_t = \frac{m \cdot g \cdot (a_v + 1)}{n \cdot Ab}$$

b. せん断応力

$$\tau = \frac{m \cdot g \cdot a_H}{n \cdot Ab}$$

5.5 応力評価条件

5.5.1 水密ハッチの応力評価条件

表 9 に水密ハッチの応力評価条件を示す。

表 9 水密ハッチの応力評価条件

上蓋の材質	上蓋の荷重負担幅 a(mm)	上蓋の荷重負担 長さ b(mm)	上蓋の板厚 t(mm)
SUS304	2700	3200	30

係数 β_1	固定ボルトの材質	固定ボルトの谷径 断面積 (mm ²)	固定ボルト本数 n(本)
0.4	SUS304	234.899	28

重力加速度 g(m/s ²)	材料の密度 ρ (kg/m ³)	基準時振動 S_s に よる鉛直方向の 評価用加速度に 用いる係数	基準地震動 S_s に よる水平方向の 評価用加速度に 用いる係数
9.81	7930	0.96×1.2	1.10×2.5

6. 評価結果

水密ハッチ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。

基準地震動 Ss に対する評価結果を表 10 に示す。

表 10 基準地震動 Ss による評価結果

部位	発生値 (MPa)		評価基準値 (MPa)
上蓋	曲げ	16.27	137
固定ボルト	引張	8.987	102.5
	せん断	11.48	79

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密
又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-249 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-5-8 常設低圧代替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
4.1 基本方針	4
4.2 固有振動数の計算方法	5
4.3 固有値解析結果	6
5. 応力評価	6
5.1 基本方針	6
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	6
5.3 設計用地震力	8
5.4 応力評価方法	8
5.5 応力評価条件	9
6. 評価結果	10

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代替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。

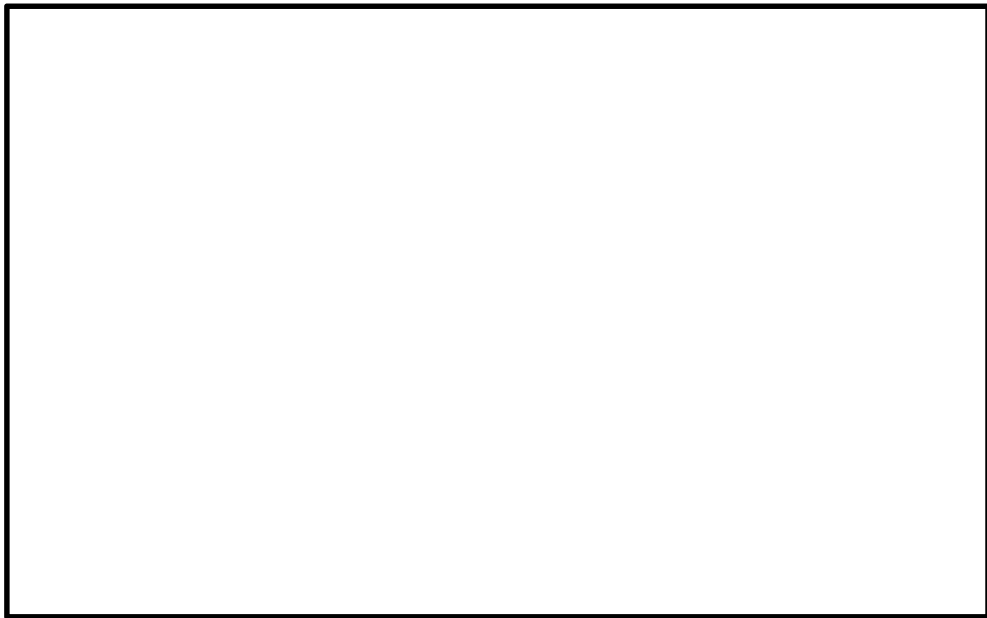


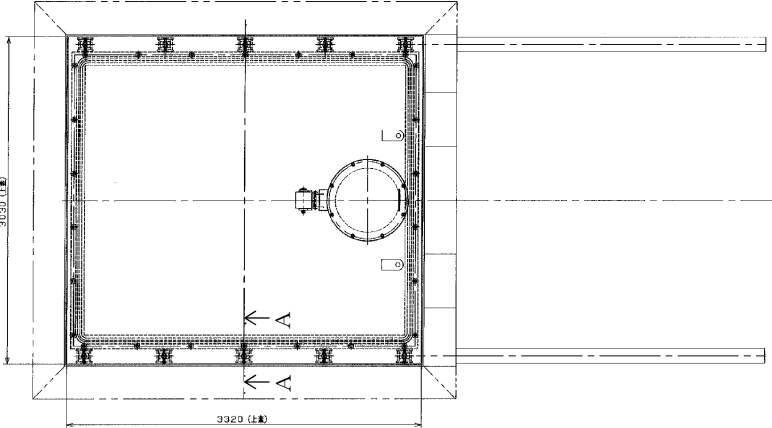
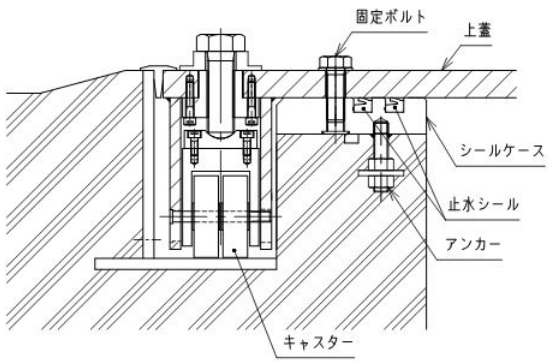
図1 水密ハッチの設置場所

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、「5. 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。

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)

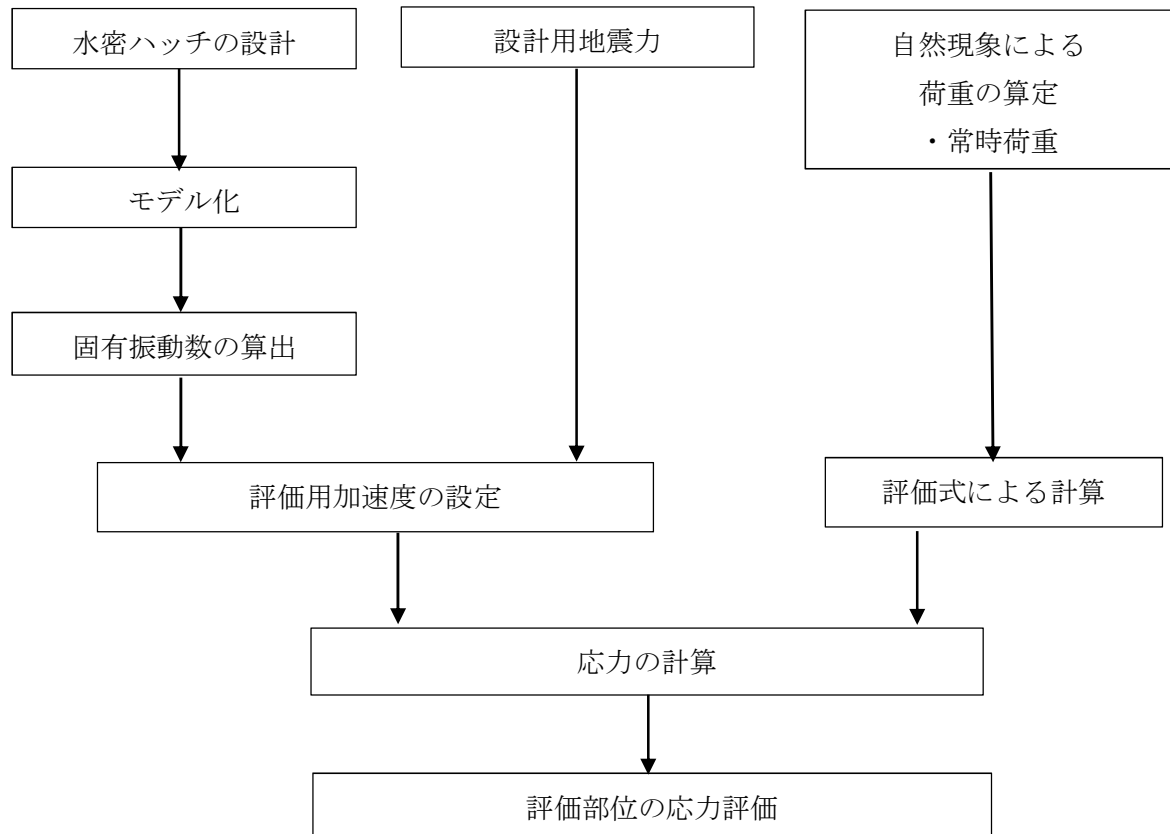


図2 水密ハッチの耐震評価フロー

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。

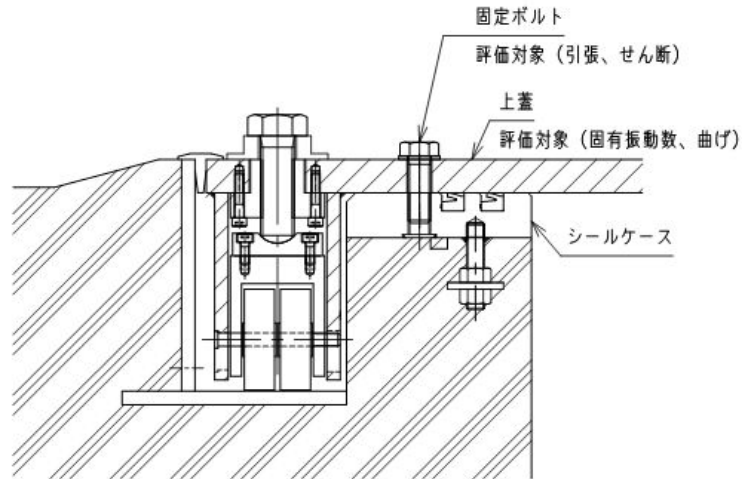


図3 評価対象部位

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。

4.2 固有振動数の計算方法

4.2.1 記号の説明

水密ハッチの固有振動数算出に用いる記号を表2に示す。

表2 水密ハッチの固有振動数算出に用いる記号

記号	単位	記号の説明
a	mm	モデル化に用いる蓋材の幅
b	mm	モデル化に用いる蓋材の長さ
E	GPa	縦弾性係数
f	Hz	1次固有振動数
g	m/s ²	重力加速度
hp	mm	上蓋の厚さ
m	kg	蓋重量
ρ	kg/m ³	材料の密度
ν	-	ポアソン比
λ	-	定数(板モデルの固有振動数算出)

4.2.2 モデル

水密ハッチは、シールケースにボルト止めされた構造であることから、荷重がかかる上蓋は周辺固定の長方形板モデルとする。(図4)

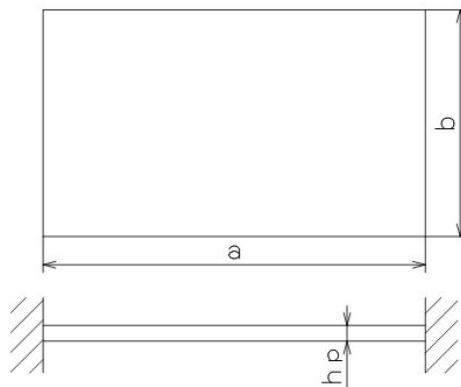


図4 水密ハッチ概略モデル

4.2.3 固有振動数の算出方法

(1) 上蓋

a. 1次固有振動数 f の算出式(参考：機械工学便覧)

$$f = \frac{\lambda \cdot \pi \cdot hp/2}{2 \cdot b^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot g}{3(1 - \nu^2) \cdot \rho}}$$

4.2.4 固有振動数の計算条件

表3に上蓋の固有振動数の計算条件を示す。

表3 上蓋の固有振動数の算出条件

モデルの材質	定数 λ (注)	上蓋の厚さ hp (mm)	モデル化に用 いる上蓋の幅 a (mm)	モデル化に用 いる上蓋の長 さ b (mm)
SUS304	2.74	30	3320	3080

重力加速度 g (m/s ²)	ポアソン比 ν	材料の密度 ρ (kg/m ³)	縦弾性係数 E (GPa)
9.81	0.3	7930	193.7

(注) 定数 λ は $a/b \neq 1.1$ の場合の定数が無いため、より小さな値として算出される $a/b = 1.5$ の場合の定数 $\lambda = 2.74$ を用いた。

4.3 固有値解析結果

上記計算の結果、蓋板の固有振動数は 20.36Hz であり、水密ハッチの固有振動数が 20Hz 以上であることから剛構造であることを確認した。

5. 応力評価

5.1 基本方針

- (1) 水密ハッチ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、発生応力が許容応力以下であることを確認する。
- (3) 許容応力について、JSME S NC1-2005 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、少数第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ

水密ハッチの設計にて考慮する荷重の組合せを表4に示す。

表 4 考慮する荷重の組合せ

施設区分	機器名称	重要度分類	荷重の組合せ	許容応力状態
浸水防止設備	屋外設備用 水密ハッチ	A	$D+P_D+M_D+S_s$	供用状態 A 及び B

D：常時作用する荷重(水密ハッチの自重)

P_D ：該当設備の最高圧力による荷重

M_D ：該当設備の機械的荷重

S_s ：地震動に伴う地震力

5.2.2 許容応力

水密ハッチの設計にて考慮する許容応力状態を表 5 に示す。また、評価部位に応じた許容応力評価を表 6 に示す。

表 5 水密ハッチの設計にて考慮する許容応力状態

許容応力状態	許容限界(ボルト等) ^(注)		許容限界(ボルト以外) ^(注)
	一次応力		一次応力
	引張	せん断	曲げ
供用状態 A 及び B	f t	f s	f t1

(注)「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME SNC1-2005」のボルト材の許容応力、ボルト材以外の許容応力を適用する。

表 6 水密ハッチの部位に応じた許容応力評価条件

評価部位	材料	温度条件	f t	f s	f t1
上蓋	SUS304	40	-	-	137
固定ボルト	SUS304		102.5	79	-

5.3 設計用地震力

水密ハッチの耐震計算に用いる設計用地震動には、「基準地震動 Ss8 波に基づく評価条件整備用耐震条件」における表 2-1「基準地震動 Ss による原子炉建屋内機器・配管系の水平方向評価用震度」及び表 2-2「基準地震動 Ss による原子炉建屋内機器・配管系の鉛直方向評価用震度」の評価用震度に対して数字を乗じたものに基づき、表 7 にて示す条件を用いて作成した評価用加速度を用いる。

表 7 設計用地震動

地震動	設置場所及び床面高さ(m)	設計用地震動			備考
		建屋及び高さ	方向	評価用加速度	
基準地震動 Ss	水密ハッチ 8.2m	水密ハッチ 8.2m	水平	1.10×2.5	評価用地震動 に対して数字 を乗じたもの を用いる。
			鉛直	0.96×1.2	

5.4 応力評価方法

5.4.1 記号の説明

耐震評価に用いる記号を表 8 に示す。

表 8 耐震評価に用いる記号

記号	単位	記号の説明
a_H	-	基準時振動 Ss による水平方向の評価用加速度に用いる係数
a_V	-	基準時振動 Ss による鉛直方向の評価用加速度に用いる係数
a	mm	上蓋の荷重負担幅
Ab	mm ²	固定ボルト谷径断面積
b	mm	上蓋の荷重負担長さ
g	m/s ²	重力加速度
m	kg	上蓋の質量
n	本	固定ボルト本数
t	mm	上蓋の板厚
β_1	-	上蓋の曲げ応力算定に用いる係数
ρ	kg/m ³	材料の密度
σ	MPa	曲げ応力
σ_t	MPa	固定ボルトの引張応力
τ	MPa	固定ボルトの引張応力せん断応力

5.4.2 応力計算

(1) 上蓋

四辺を固定された長方形板に等分布荷重が作用している板に発生する曲げ応力は以下の式により算出する。

$$\sigma = \frac{\beta_1 \cdot Pz \cdot a^2}{t^2}$$

$$Pz = \rho \cdot t \cdot (a_v + 1) \cdot g$$

(2) 固定ボルト

鉛直地震，水平地震により水密ハッチに作用する荷重は，固定ボルトに張力，せん断力として作用することから，以下の式より算出する。

a. 引張応力

$$\sigma_t = \frac{m \cdot g \cdot (a_v + 1)}{n \cdot Ab}$$

b. せん断応力

$$\tau = \frac{m \cdot g \cdot a_H}{n \cdot Ab}$$

5.5 応力評価条件

5.5.1 水密ハッチの応力評価条件

表9に水密ハッチの応力評価条件を示す。

表9 水密ハッチの応力評価条件

上蓋の材質	上蓋の荷重負担幅 a(mm)	上蓋の荷重負担 長さ b(mm)	上蓋の板厚 t(mm)
SUS304	2700	3200	30

係数 β_1	固定ボルトの材質	固定ボルトの谷径 断面積 (mm ²)	固定ボルト本数 n(本)
0.4	SUS304	234.899	28

重力加速度 g(m/s ²)	材料の密度 ρ (kg/m ³)	基準時振動 S_s に よる鉛直方向の 評価用加速度に 用いる係数	基準地震動 S_s に よる水平方向の 評価用加速度に 用いる係数
9.81	7930	0.96×1.2	1.10×2.5

6. 評価結果

水密ハッチ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。

基準地震動 S_s に対する評価結果を表 10 に示す。

表 10 基準地震動 S_s による評価結果

部位	発生値 (MPa)		評価基準値 (MPa)
上蓋	曲げ	16.27	137
固定ボルト	引張	8.987	102.5
	せん断	11.48	79

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密
又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-250 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-5-9 常設低圧代替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
4.1 基本方針	4
4.2 固有振動数の計算方法	5
4.3 固有値解析結果	6
5. 応力評価	6
5.1 基本方針	6
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	6
5.3 設計用地震力	8
5.4 応力評価方法	8
5.5 応力評価条件	9
6. 評価結果	10

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代替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。

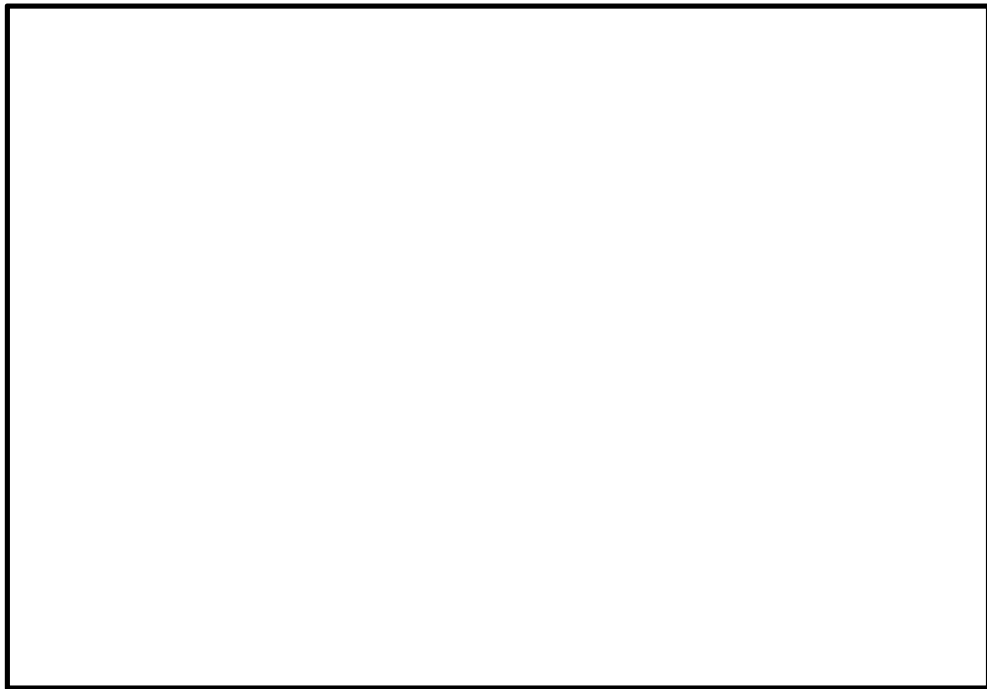


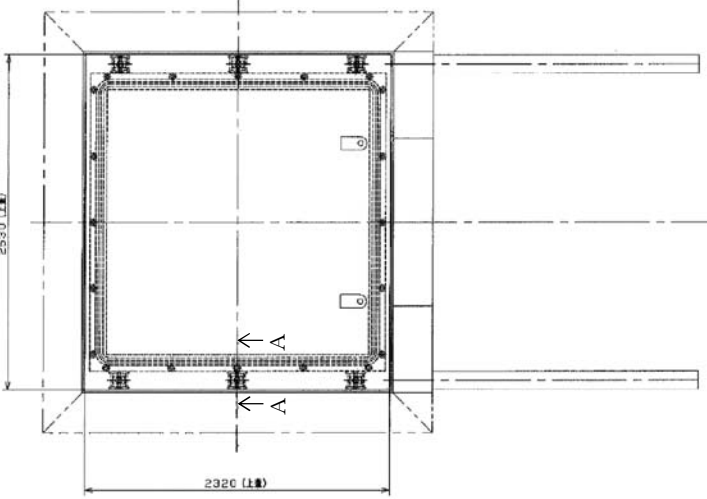
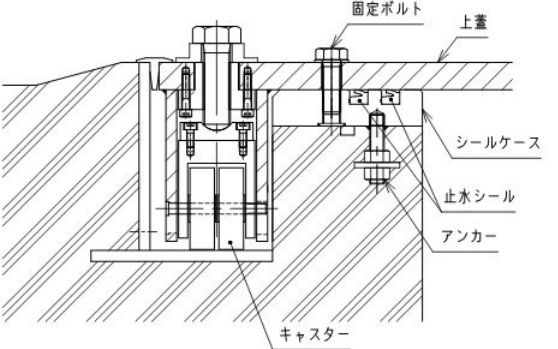
図1 水密ハッチの設置場所

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	 <p style="text-align: center;">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</p>	
	計画の概要	
	主体構造	支持構造
<p>鋼製の上蓋により構成する。</p>	<p>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。</p>	

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、「5. 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。

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)

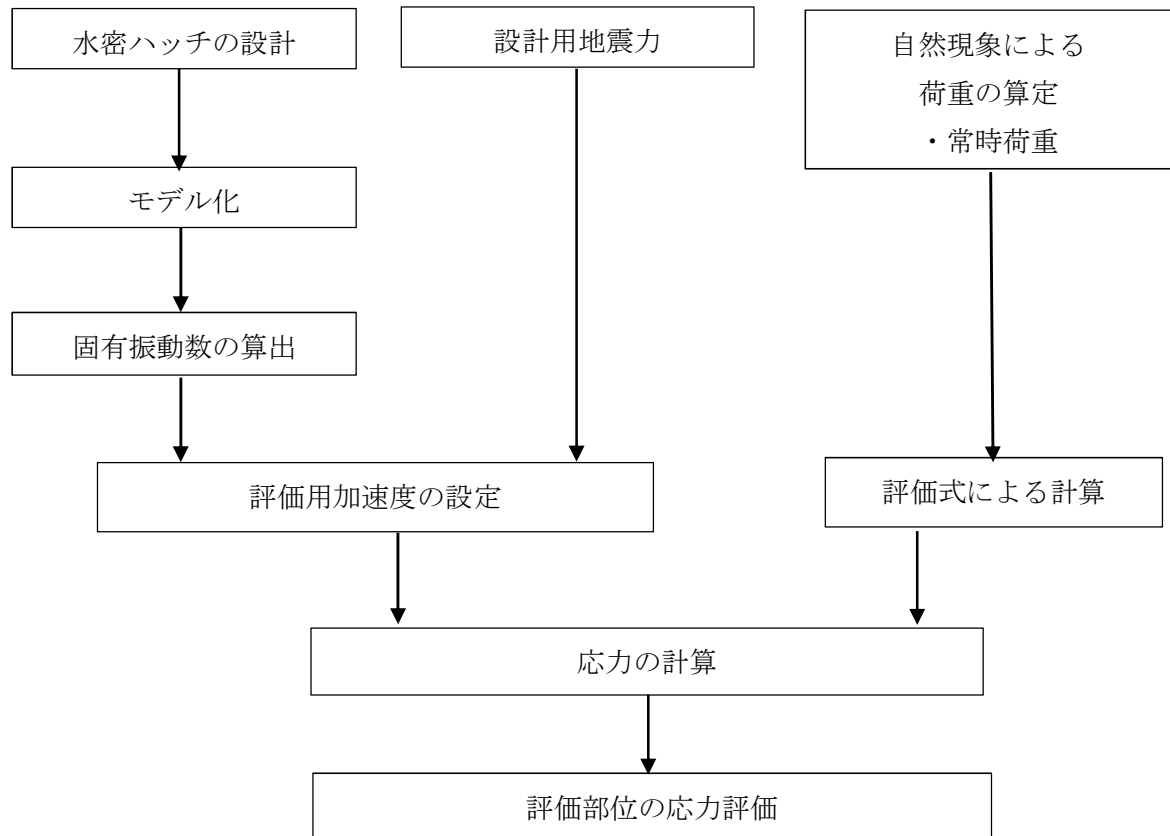


図2 水密ハッチの耐震評価フロー

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。

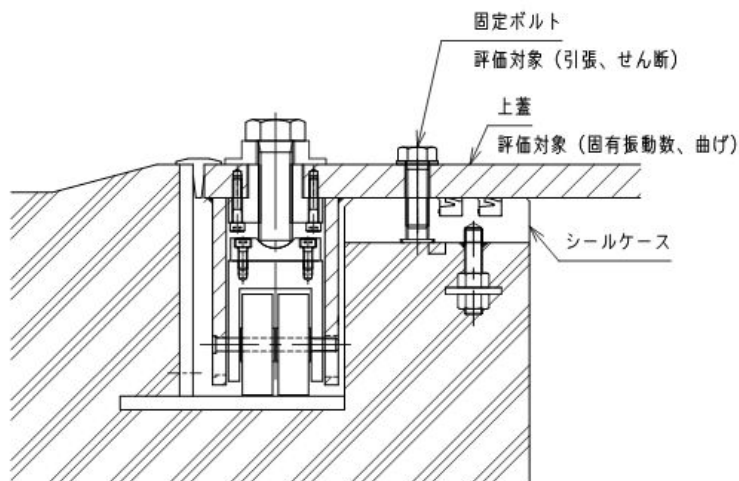


図3 評価対象部位

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。

4.2 固有振動数の計算方法

4.2.1 記号の説明

水密ハッチの固有振動数算出に用いる記号を表2に示す。

表2 水密ハッチの固有振動数算出に用いる記号

記号	単位	記号の説明
a	mm	モデル化に用いる蓋材の幅
b	mm	モデル化に用いる蓋材の長さ
E	GPa	縦弾性係数
f	Hz	1次固有振動数
g	m/s ²	重力加速度
hp	mm	上蓋の厚さ
m	kg	蓋重量
ρ	kg/m ³	材料の密度
ν	-	ポアソン比
λ	-	定数(板モデルの固有振動数算出)

4.2.2 モデル

水密ハッチは、シールケースにボルト止めされた構造であることから、荷重がかかる上蓋は周辺固定の長方形板モデルとする。(図4)

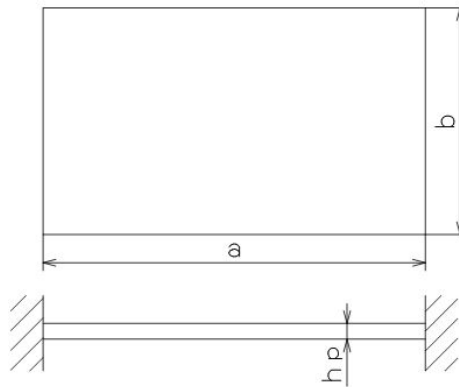


図4 水密ハッチ概略モデル

4.2.3 固有振動数の算出方法

(1) 上蓋

a. 1次固有振動数 f の算出式(参考：機械工学便覧)

$$f = \frac{\lambda \cdot \pi \cdot hp/2}{2 \cdot b^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot g}{3(1 - \nu^2) \cdot \rho}}$$

4.2.4 固有振動数の計算条件

表3に上蓋の固有振動数の計算条件を示す。

表3 上蓋の固有振動数の算出条件

モデルの材質	定数 λ (注)	上蓋の厚さ hp(mm)	モデル化に用 いる上蓋の幅 a (mm)	モデル化に用 いる上蓋の長 さ b (mm)
SUS304	2.74	30	3320	3080

重力加速度 g (m/s ²)	ポアソン比 ν	材料の密度 ρ (kg/m ³)	縦弾性係数 E (GPa)
9.81	0.3	7930	193.7

(注)定数 λ は $a/b \neq 1.1$ の場合の定数が無いため、より小さな値として算出される $a/b = 1.5$ の場合の定数 $\lambda = 2.74$ を用いた。

4.3 固有値解析結果

上記計算の結果、蓋板の固有振動数は 20.36Hz であり、水密ハッチの固有振動数が 20Hz 以上であることから剛構造であることを確認した。

5. 応力評価

5.1 基本方針

(1) 水密ハッチ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、発生応力が許容応力以下であることを確認する。

(3) 許容応力について、JSME S NC1-2005 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、少数第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ

水密ハッチの設計にて考慮する荷重の組合せを表4に示す。

表 4 考慮する荷重の組合せ

施設区分	機器名称	重要度分類	荷重の組合せ	許容応力状態
浸水防止設備	屋外設備用 水密ハッチ	A	$D+P_D+M_D+S_s$	供用状態 A 及び B

D：常時作用する荷重(水密ハッチの自重)

P_D ：該当設備の最高圧力による荷重

M_D ：該当設備の機械的荷重

S_s ：地震動に伴う地震力

5.2.2 許容応力

水密ハッチの設計にて考慮する許容応力状態を表 5 に示す。また、評価部位に応じた許容応力評価を表 6 に示す。

表 5 水密ハッチの設計にて考慮する許容応力状態

許容応力状態	許容限界(ボルト等) ^(注)		許容限界(ボルト以外) ^(注)
	一次応力		一次応力
	引張	せん断	曲げ
供用状態 A 及び B	f t	f s	f t1

(注)「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME SNC1-2005」のボルト材の許容応力、ボルト材以外の許容応力を適用する。

表 6 水密ハッチの部位に応じた許容応力評価条件

評価部位	材料	温度条件	f t	f s	f t1
上蓋	SUS304	40	-	-	137
固定ボルト	SUS304		102.5	79	-

5.3 設計用地震力

水密ハッチの耐震計算に用いる設計用地震動には、「基準地震動 Ss8 波に基づく評価条件整備用耐震条件」における表 2-1「基準地震動 Ss による原子炉建屋内機器・配管系の水平方向評価用震度」及び表 2-2「基準地震動 Ss による原子炉建屋内機器・配管系の鉛直方向評価用震度」の評価用震度に対して数字を乗じたものに基づき、表 7 にて示す条件を用いて作成した評価用加速度を用いる。

表 7 設計用地震動

地震動	設置場所及び 床面高さ(m)	設計用地震動			備考
		建屋及び高さ	方向	評価用加速度	
基準地震動 Ss	水密ハッチ 8.2m	水密ハッチ 8.2m	水平	1.10×2.5	評価用地震動 に対して数字 を乗じたもの を 用いる。
			鉛直	0.96×1.2	

5.4 応力評価方法

5.4.1 記号の説明

耐震評価に用いる記号を表 8 に示す。

表 8 耐震評価に用いる記号

記号	単位	記号の説明
a_H	-	基準時振動 Ss による水平方向の評価用加速度に用いる係数
a_V	-	基準時振動 Ss による鉛直方向の評価用加速度に用いる係数
a	mm	上蓋の荷重負担幅
Ab	mm ²	固定ボルト谷径断面積
b	mm	上蓋の荷重負担長さ
g	m/s ²	重力加速度
m	kg	上蓋の質量
n	本	固定ボルト本数
t	mm	上蓋の板厚
β_1	-	上蓋の曲げ応力算定に用いる係数
ρ	kg/m ³	材料の密度
σ	MPa	曲げ応力
σ_t	MPa	固定ボルトの引張応力
τ	MPa	固定ボルトの引張応力せん断応力

5.4.2 応力計算

(1) 上蓋

四辺を固定された長方形板に等分布荷重が作用している板に発生する曲げ応力は以下の式により算出する。

$$\sigma = \frac{\beta_1 \cdot Pz \cdot a^2}{t^2}$$

$$Pz = \rho \cdot t \cdot (a_v + 1) \cdot g$$

(2) 固定ボルト

鉛直地震，水平地震により水密ハッチに作用する荷重は，固定ボルトに張力，せん断力として作用することから，以下の式より算出する。

a. 引張応力

$$\sigma_t = \frac{m \cdot g \cdot (a_v + 1)}{n \cdot Ab}$$

b. せん断応力

$$\tau = \frac{m \cdot g \cdot a_H}{n \cdot Ab}$$

5.5 応力評価条件

5.5.1 水密ハッチの応力評価条件

表 9 に水密ハッチの応力評価条件を示す。

表 9 水密ハッチの応力評価条件

上蓋の材質	上蓋の荷重負担幅 a(mm)	上蓋の荷重負担 長さ b(mm)	上蓋の板厚 t(mm)
SUS304	2700	3200	30
係数 β_1	固定ボルトの材質	固定ボルトの谷径 断面積 (mm ²)	固定ボルト本数 n(本)
0.4	SUS304	234.899	28
重力加速度 g(m/s ²)	材料の密度 ρ (kg/m ³)	基準時振動 S_s に よる鉛直方向の 評価用加速度に 用いる係数	基準地震動 S_s に よる水平方向の 評価用加速度に 用いる係数
9.81	7930	0.96×1.2	1.10×2.5

6. 評価結果

水密ハッチ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。

基準地震動 S_s に対する評価結果を表 10 に示す。

表 10 基準地震動 S_s による評価結果

部位	発生値 (MPa)		評価基準値 (MPa)
上蓋	曲げ	16.27	137
固定ボルト	引張	8.987	102.5
	せん断	11.48	79

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-251 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-5-10 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。



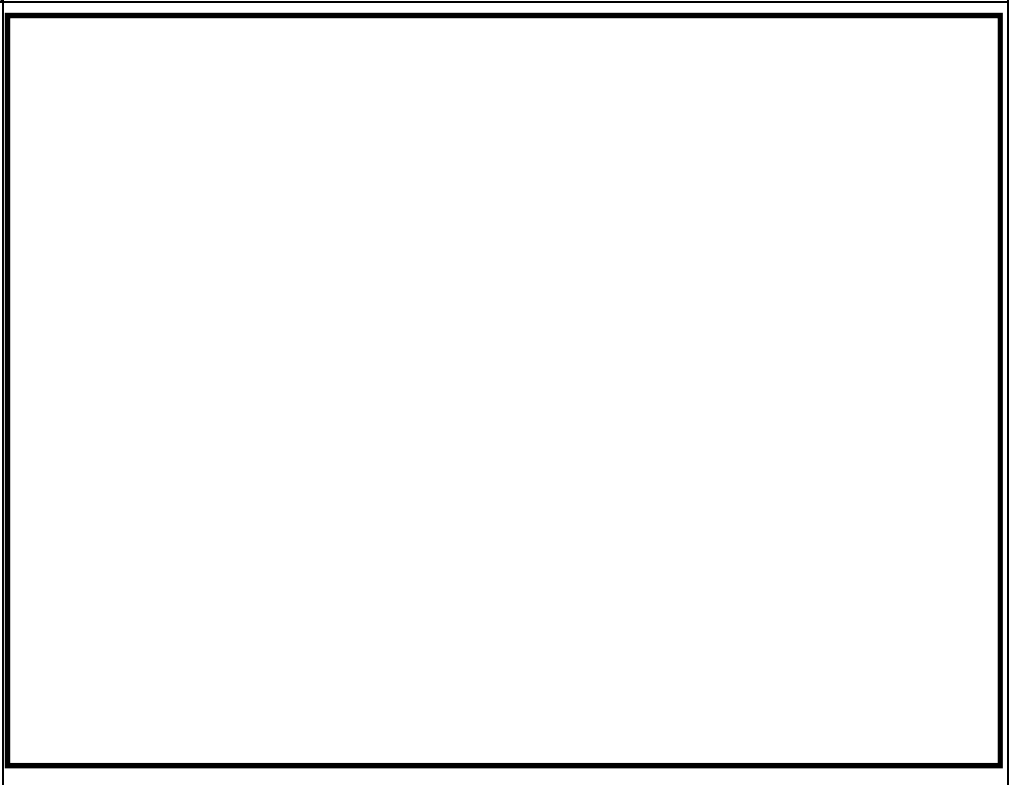
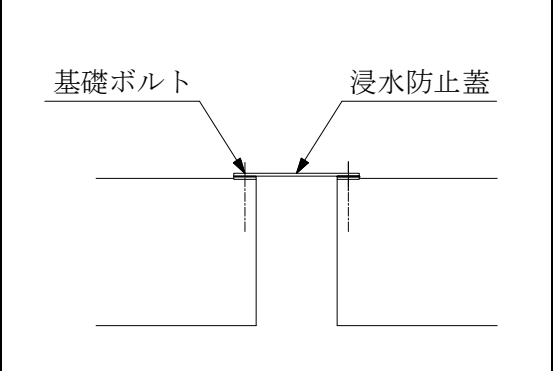
図 2-1 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の設置位置図

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

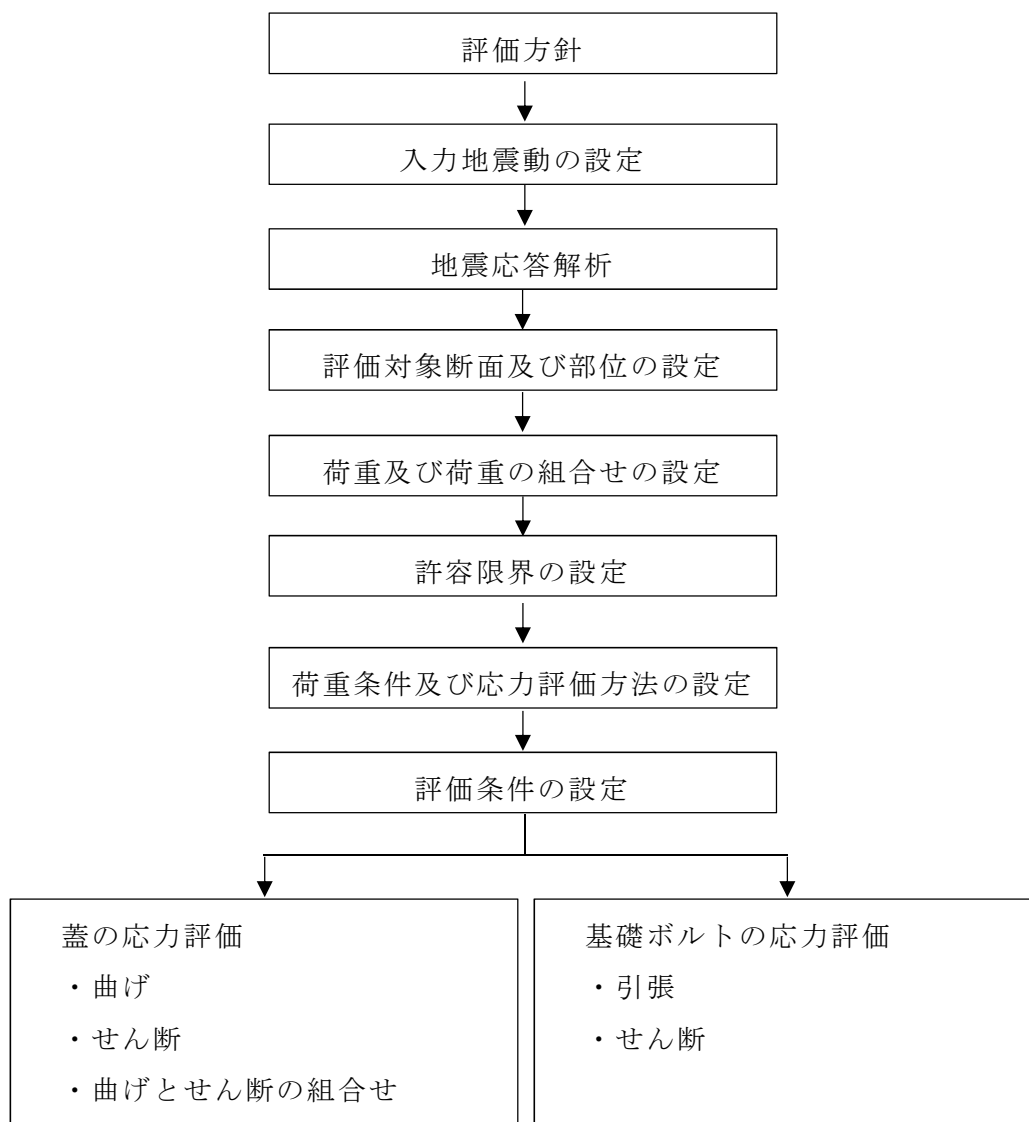


図 2-2 耐震評価フロー

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。

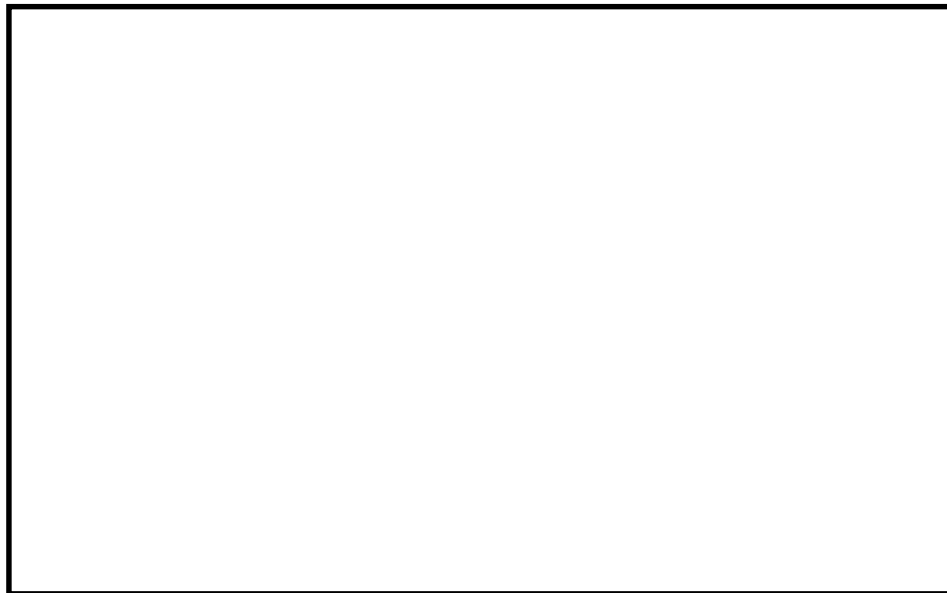
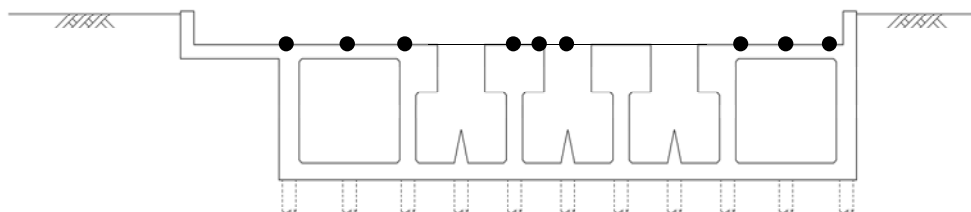


図 3-1 評価対象断面



● 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。

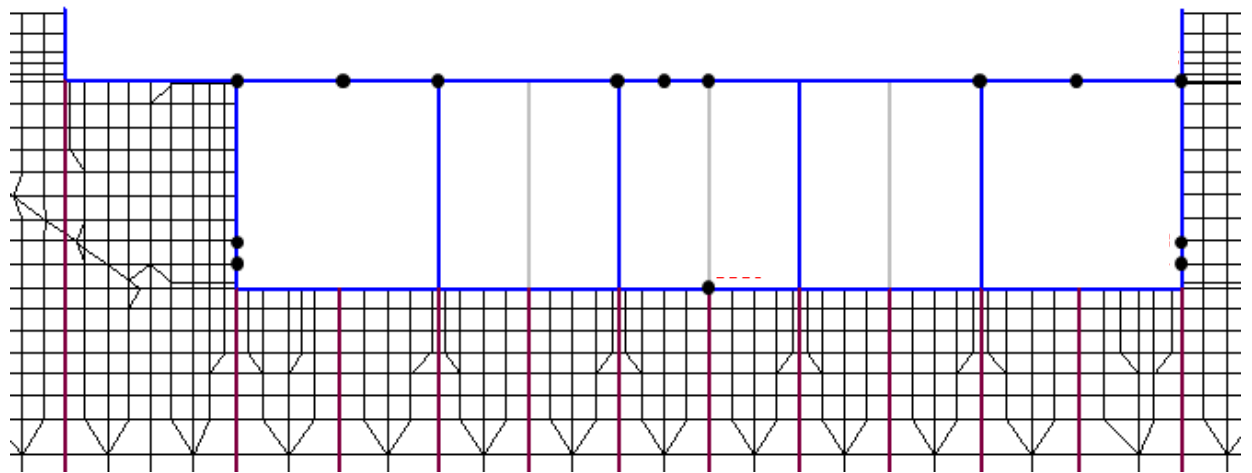


図 3-3 地震応答解析モデル

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

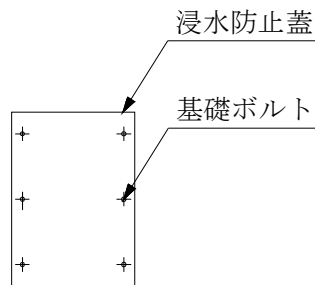
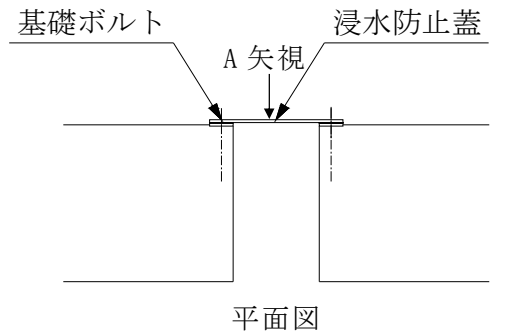


図 4-1 評価対象部位

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 (°C)	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 (°C)	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・mm)

Z : 単位幅当たりの断面係数 (mm³)

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 (mm²)

(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 (mm²)

$$A_m = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \text{ で求める。}$$

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。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-252 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-6 逆止弁の耐震性についての計算書

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-253 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-6-1 海水ポンプグラウンド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

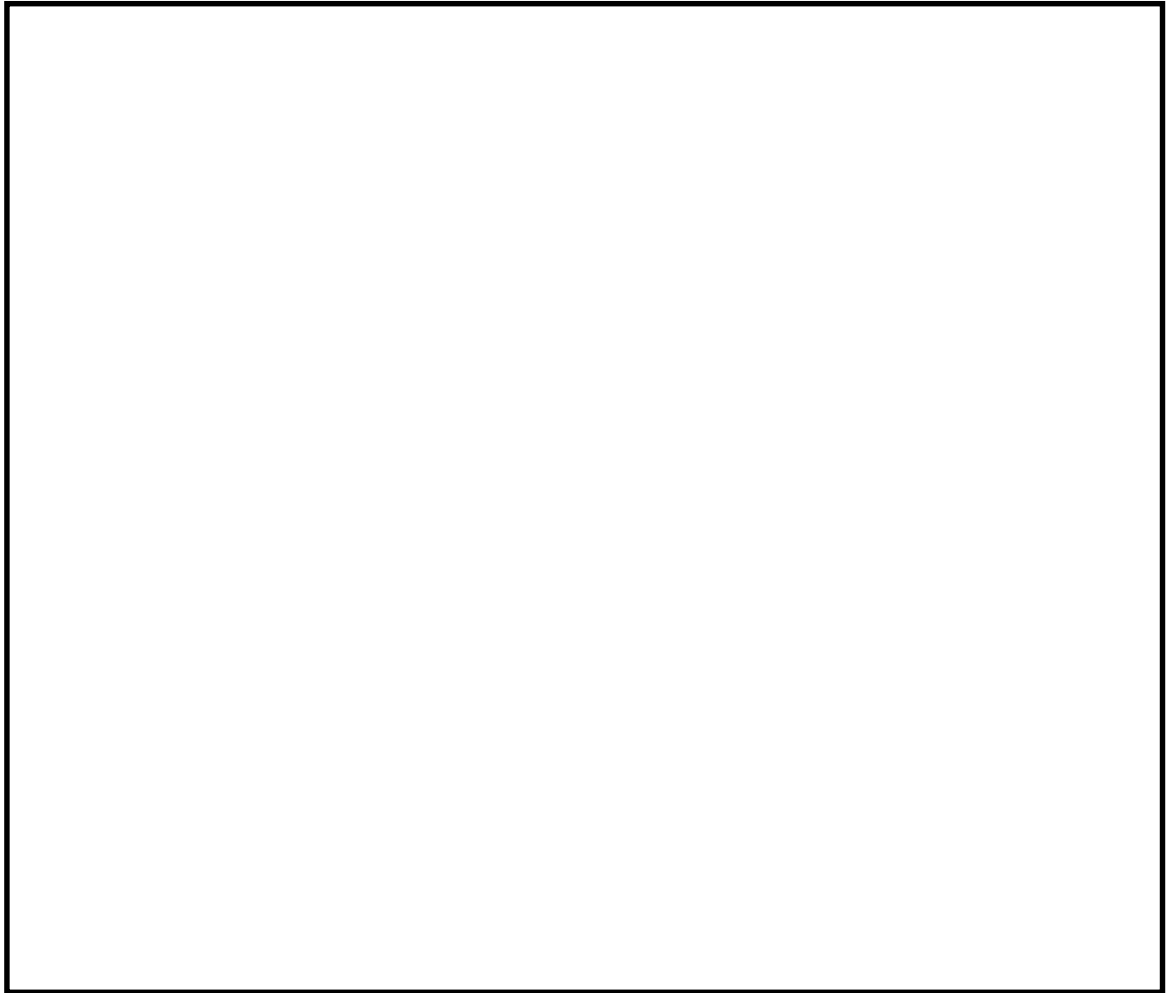
本資料は、添付資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度に基づき、浸水防護施設のうち海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁が設計用地震力に対して、主要な構造部材が十分な構造健全性を有することを説明するものである。その耐震評価は、逆止弁の固有値解析、応力評価及び機能維持評価により行う。

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。



NT2 補② V-2-10-2-6-1 R0

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。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 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	
海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁 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。	<p>The diagram shows a vertical cross-section of the valve assembly. At the top, the valve body (弁本体) is shown with a flange that is bolted to a concrete base (弁座). The bolts are labeled as foundation bolts (基礎ボルト). Below the valve body, a float (フロート) is positioned within a vertical guide (フロートガイド). The float is designed to rise when seawater enters, pushing the valve body up to seal against the base.</p>

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。

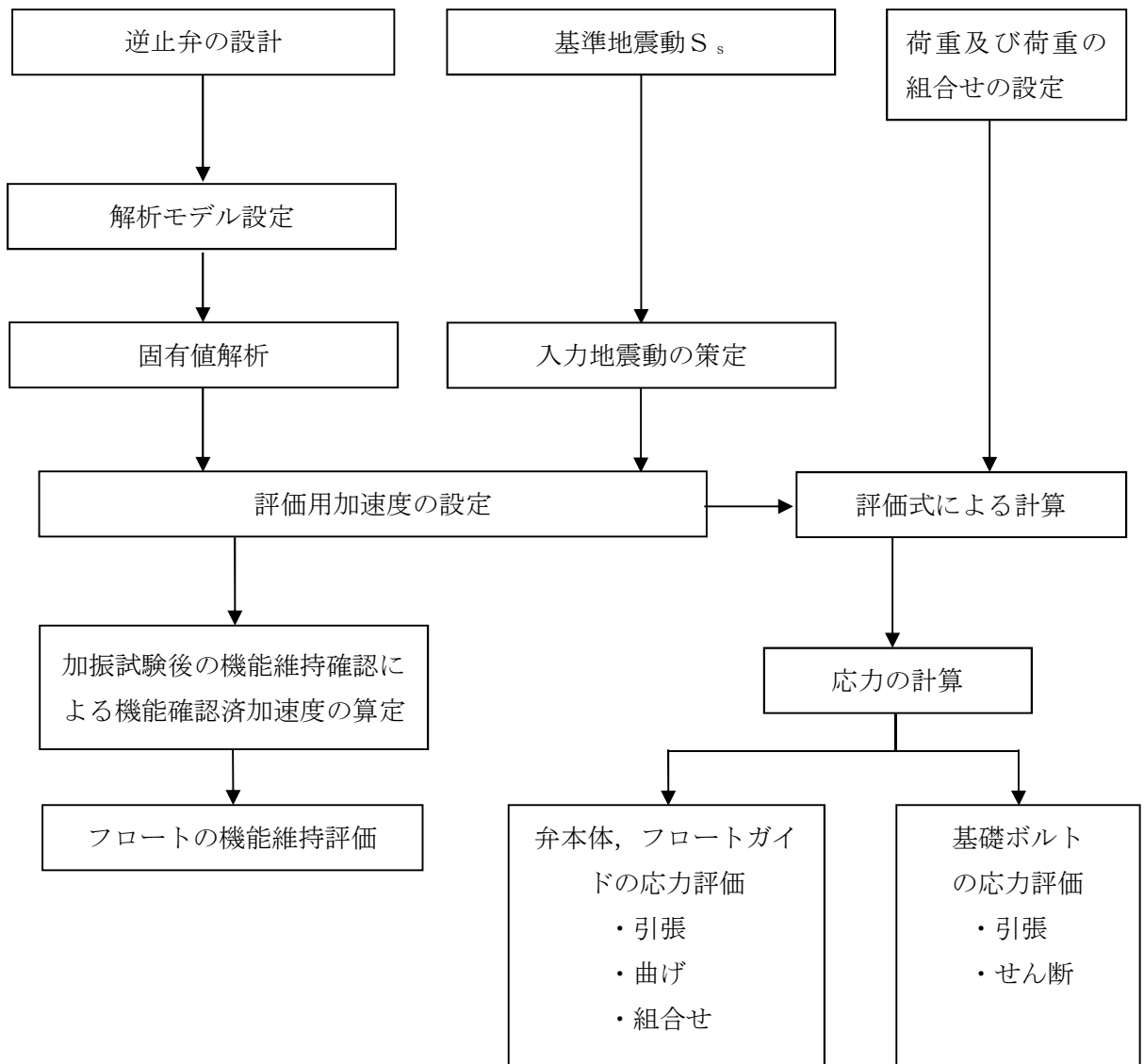


図 2-2 耐震評価フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-254 改0
提出年月日	平成30年4月27日

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

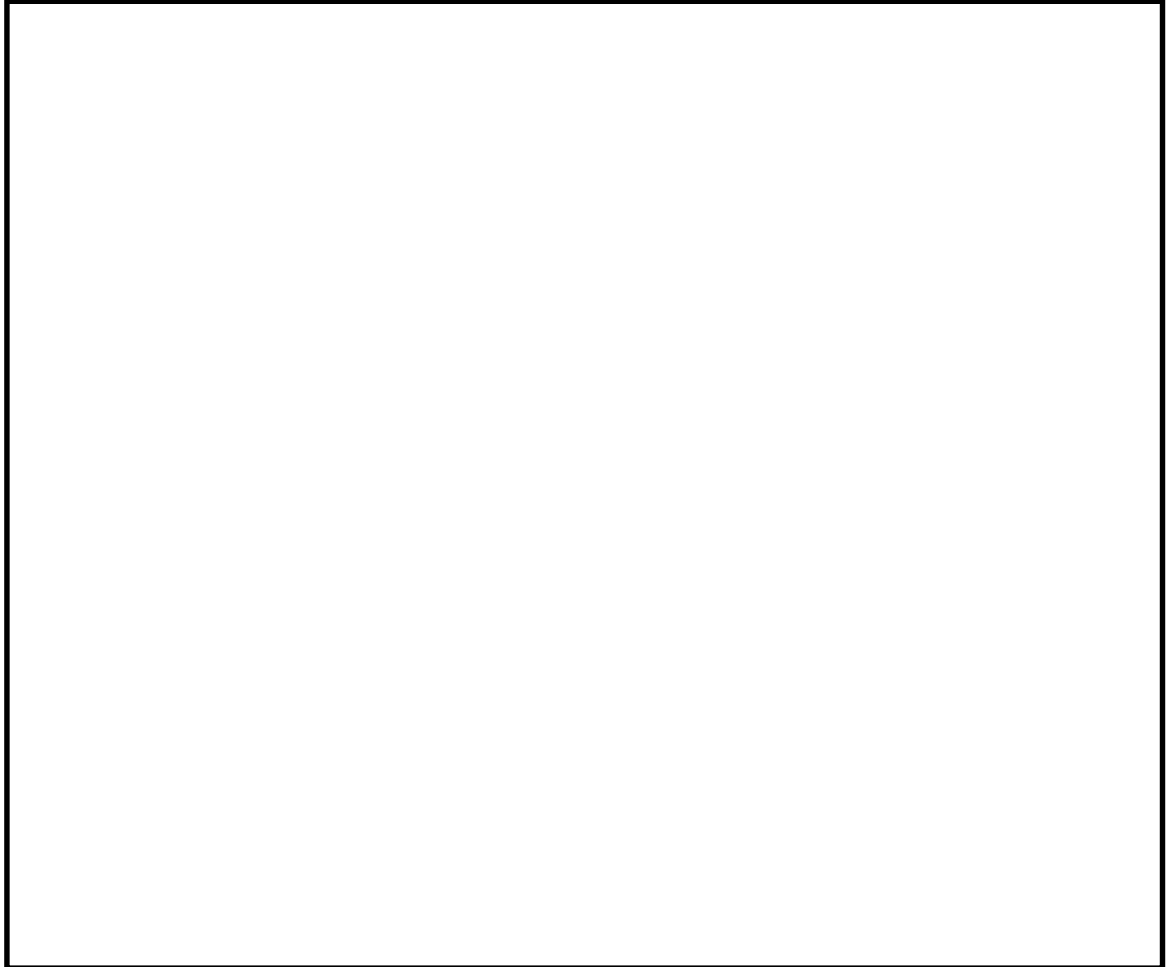
1. 概要

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。

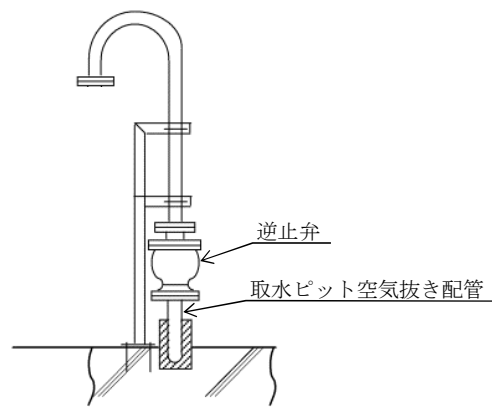
2. 基本方針

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し上げられ、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ガイド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。

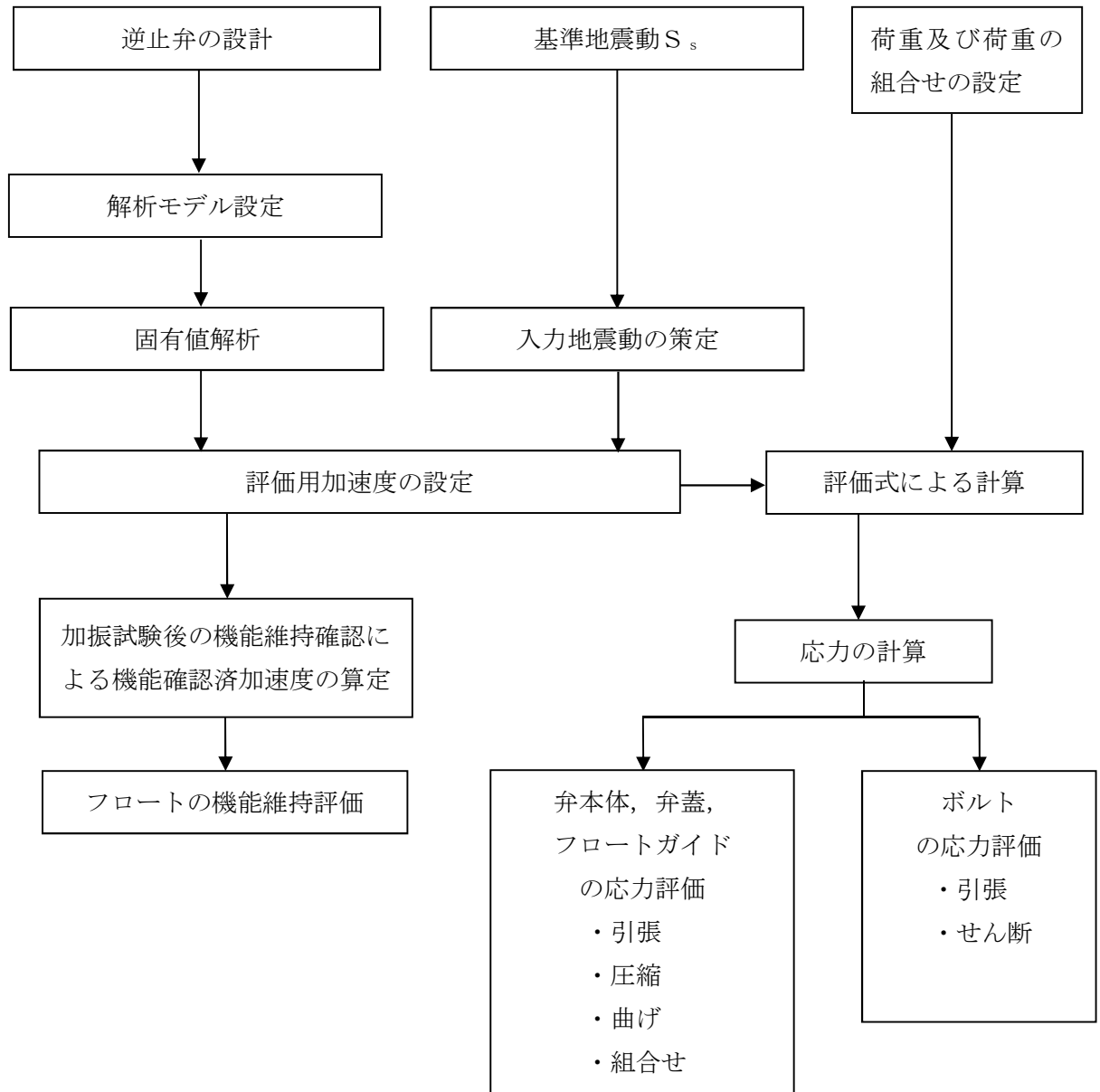


図 2-2 耐震評価フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-255 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-6-3 緊急用海水ポンプグラウンド 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

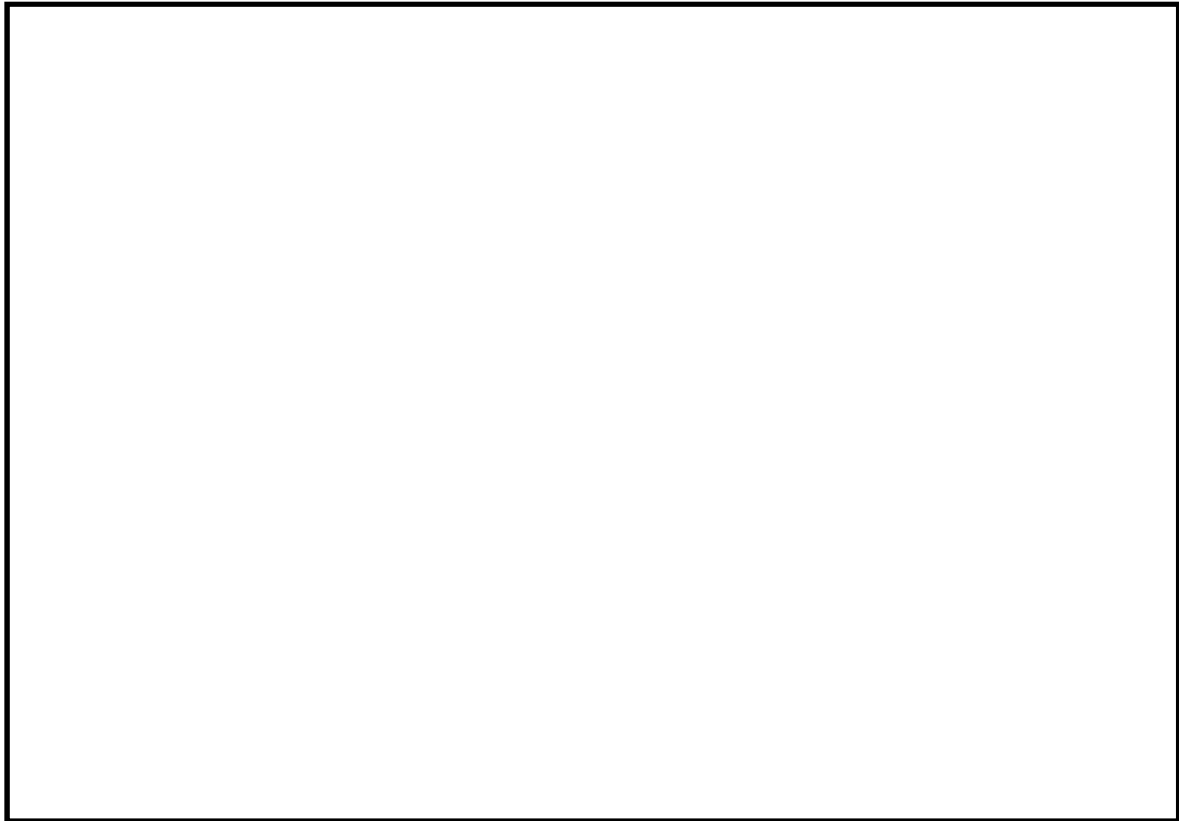
1. 概 要

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ウンド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ウ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、緊急用海水ポンプグラウンド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ウ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。

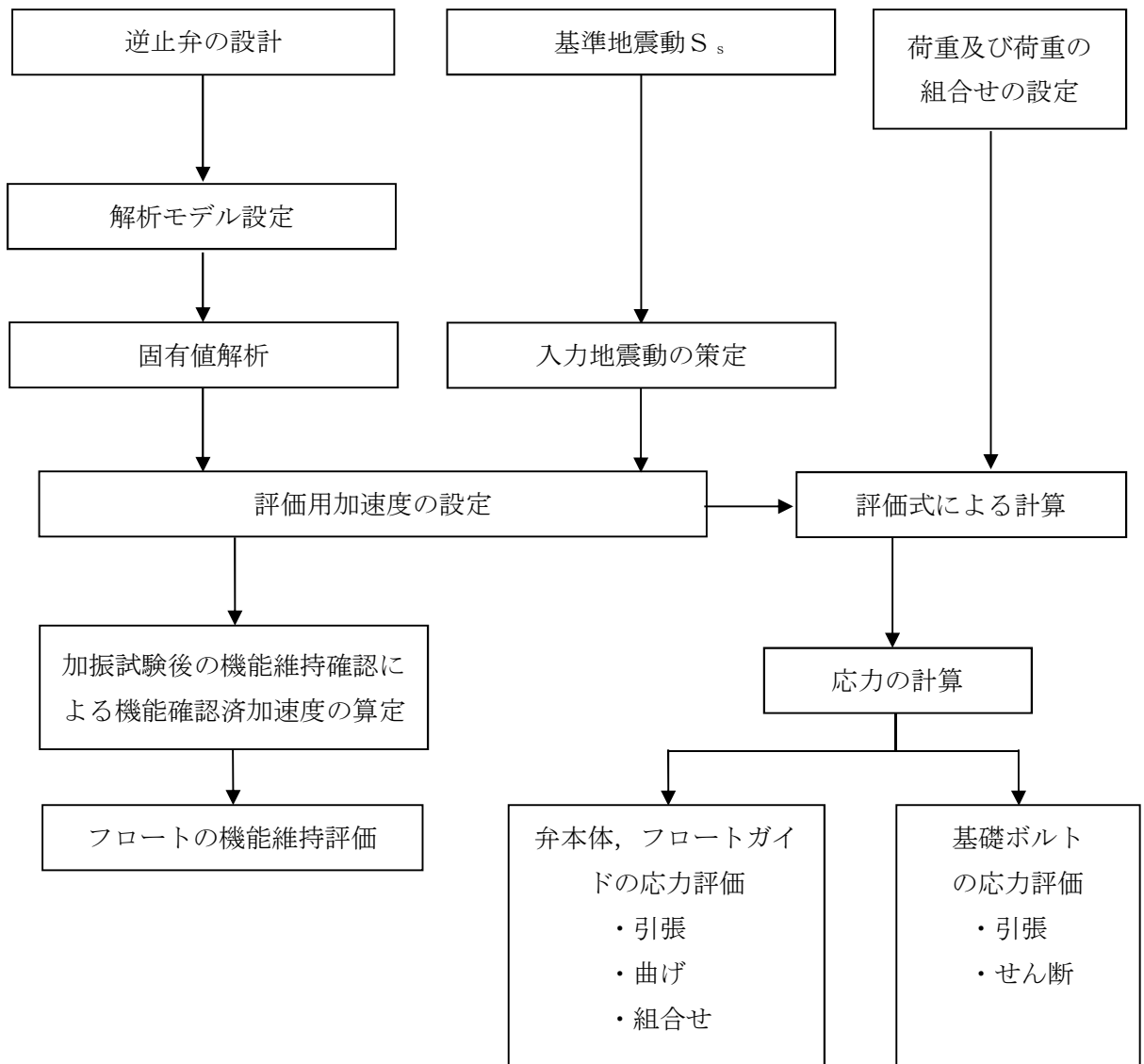


図 2-2 耐震評価フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-256 改0
提出年月日	平成30年4月27日

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

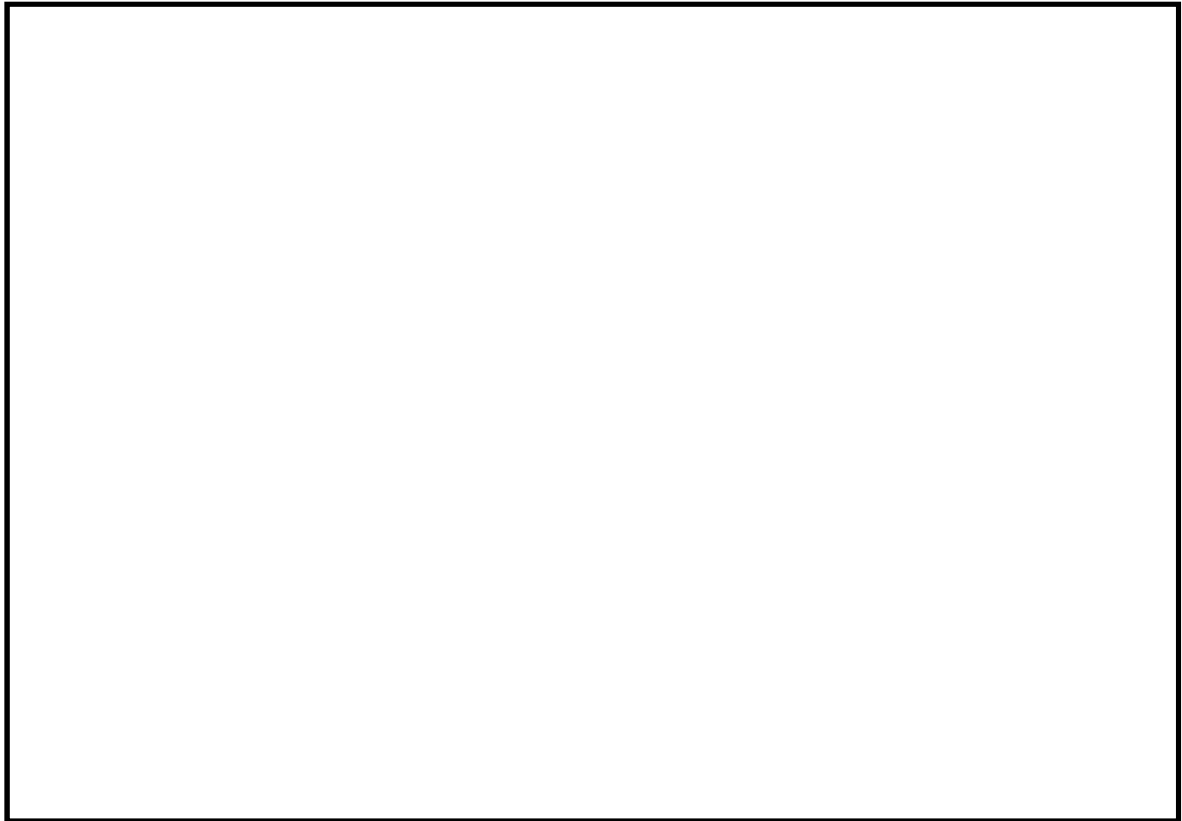
1. 概 要

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。

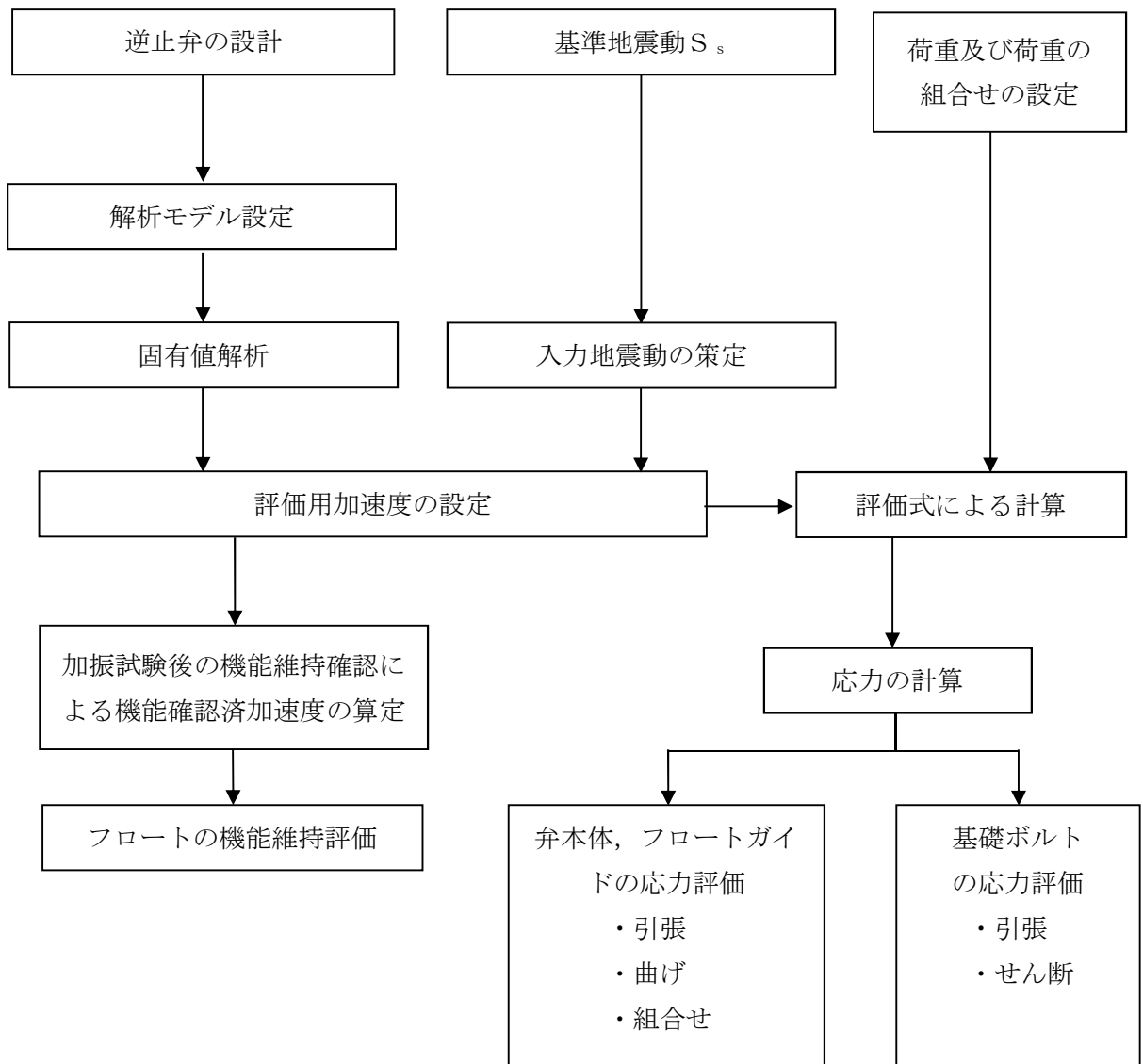


図 2-2 耐震評価フロー

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-257 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-7 貫通部止水処置の耐震性についての計算書

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-258 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-8 水密扉の耐震性についての計算書

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-259 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-9 津波監視設備の耐震性についての計算書

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-260 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-9-1 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気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

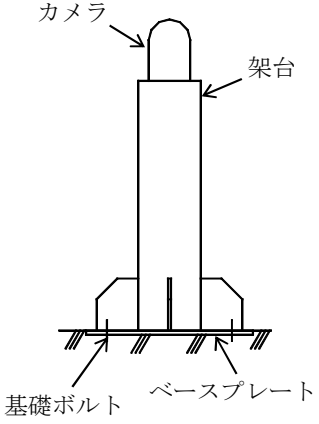
2.1.1 位置

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。

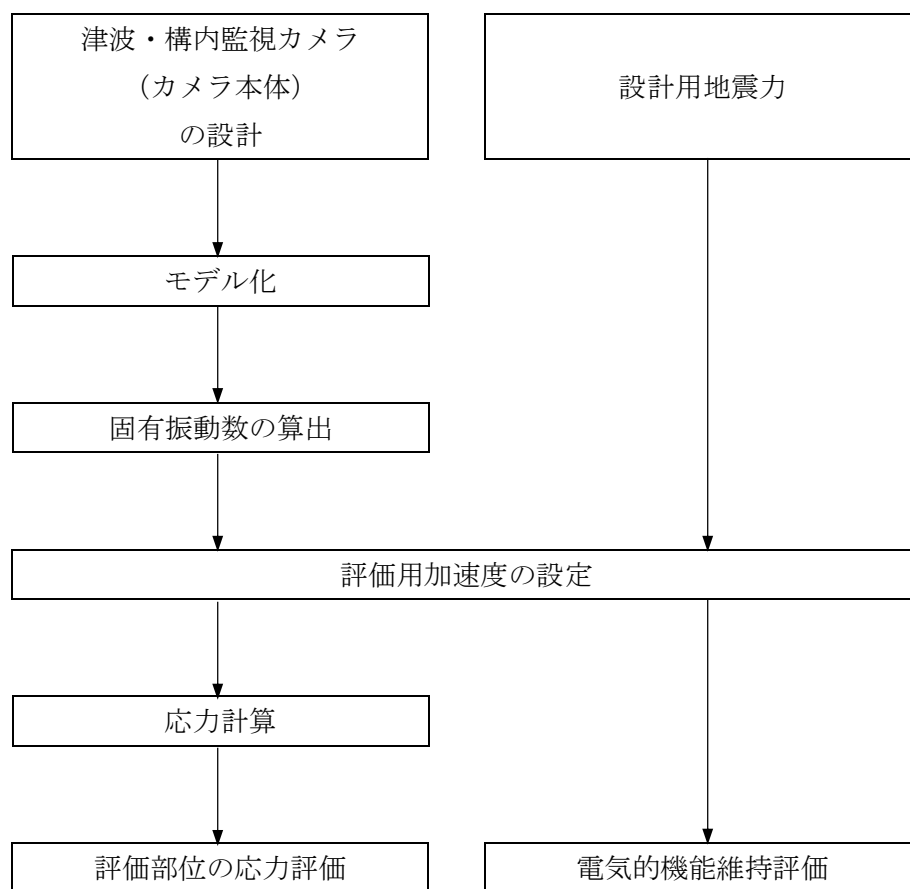
第2.1-1表 津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の構造計画

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

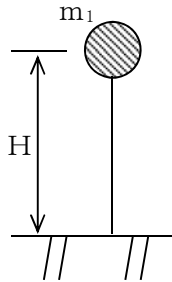
第 2.3-2 表に津波・構内監視カメラ（カメラ本体）の固有振動数の計算条件を示す。

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)
	その他発電原子炉の付属施設					

(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 $S_s 1\sim 8$ 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	$\times 9.8\text{m/s}^2$
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	$\times 9.8\text{m/s}^2$
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

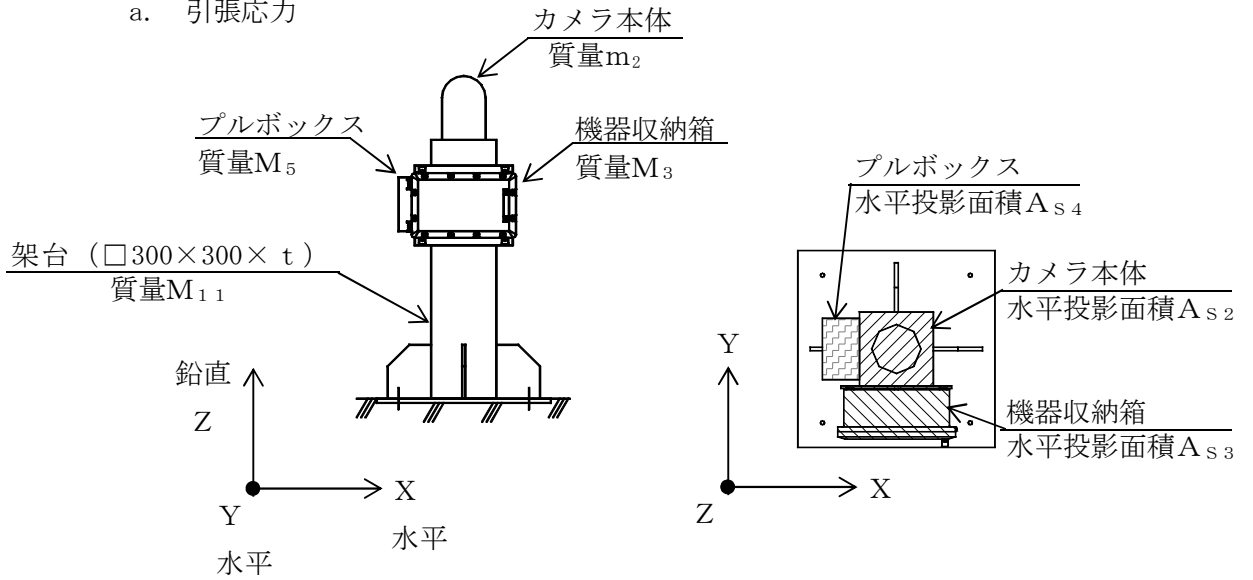
記号	記号の説明	単位
P_{X4}	プルボックスに作用する基準地震動 S_s による水平X方向の地震慣性力	N
P_{X5}	架台に作用する基準地震動 S_s による水平X方向の地震慣性力	N
P_{Y2}	カメラ本体に作用する基準地震動 S_s による水平Y方向の地震慣性力	N
P_{Y3}	機器収納箱に作用する基準地震動 S_s による水平Y方向の地震慣性力	N
P_{Y4}	プルボックスに作用する基準地震動 S_s による水平Y方向の地震慣性力	N
P_{Y5}	架台に作用する基準地震動 S_s による水平Y方向の地震慣性力	N
P_{Z2}	カメラ本体に作用する基準地震動 S_s による鉛直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	—
$4.5 C_{fX3}$	機器収納箱の風力係数	—
$4.5 C_{fX4}$	プルボックスの風力係数	—
$4.5 C_{fX5}$	架台の風力係数	—
$4.5 C_{fY3}$	機器収納箱の風力係数	—
$4.5 C_{fY4}$	プルボックスの風力係数	—
$4.5 C_{fY5}$	架台の風力係数	—

2.4.5.2 応力計算

(1) 架台

a. 引張応力



$$\sigma_{tK} = \frac{N_{tK}}{A_a}$$

$$N_{tK} = N_{t1} + N_{t2} + N_{t3} + N_{t4}$$

$$N_{t1} = P_{G5} + P_{Z5}$$

$$P_{G5} = M_{11} \cdot g$$

$$P_{Z5} = \alpha_Z \cdot M_{11} \cdot g$$

$$N_{t2} = P_{G2} + (0.35 \cdot S_2) + P_{Z2}$$

$$P_{G2} = m_2 \cdot g$$

$$S_2 = d_s \cdot \rho_s \cdot A_{S2}$$

$$P_{Z2} = \alpha_Z \cdot (m_2 \cdot g + 0.35 \cdot S_2)$$

$$N_{t3} = P_{G3} + (0.35 \cdot S_3) + P_{Z3}$$

$$P_{G3} = M_3 \cdot g$$

$$S_3 = d_s \cdot \rho_s \cdot A_{S3}$$

$$P_{Z3} = \alpha_Z \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

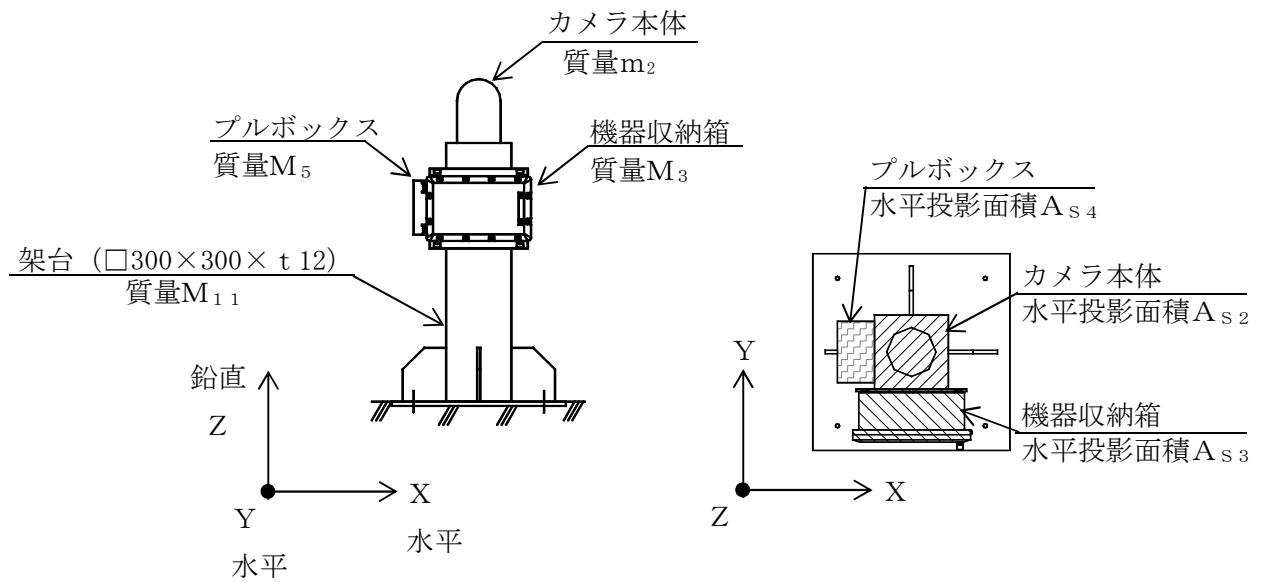
$$N_{t4} = P_{G4} + (0.35 \cdot S_4) + P_{Z4}$$

$$P_{G4} = M_5 \cdot g$$

$$S_4 = d_s \cdot \rho_s \cdot A_{S4}$$

$$P_{Z4} = \alpha_Z \cdot (M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4)$$

b. 圧縮応力



$$\sigma_{cK} = \frac{N_{cK}}{A_a}$$

$$N_{cK} = N_{c1} + N_{c2} + N_{c3} + N_{c4}$$

$$N_{c1} = P_{G5} - P_{Z5}$$

$$P_{G5} = M_{11} \cdot g$$

$$P_{Z5} = \alpha_Z \cdot M_{11} \cdot g$$

$$N_{c2} = P_{G2} + (0.35 \cdot - S_2) - P_{Z2}$$

$$P_{G2} = m_2 \cdot - g$$

$$S_2 = d_S \cdot p_S \cdot A_{S2}$$

$$P_{Z2} = \alpha_Z \cdot (m_2 \cdot g + 0.35 \cdot S_2)$$

$$N_{c3} = P_{G3} + (0.35 \cdot - S_3) - P_{Z3}$$

$$P_{G3} = M_3 \cdot - g$$

$$S_3 = d_S \cdot p_S \cdot A_{S3}$$

$$P_{Z3} = \alpha_Z \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

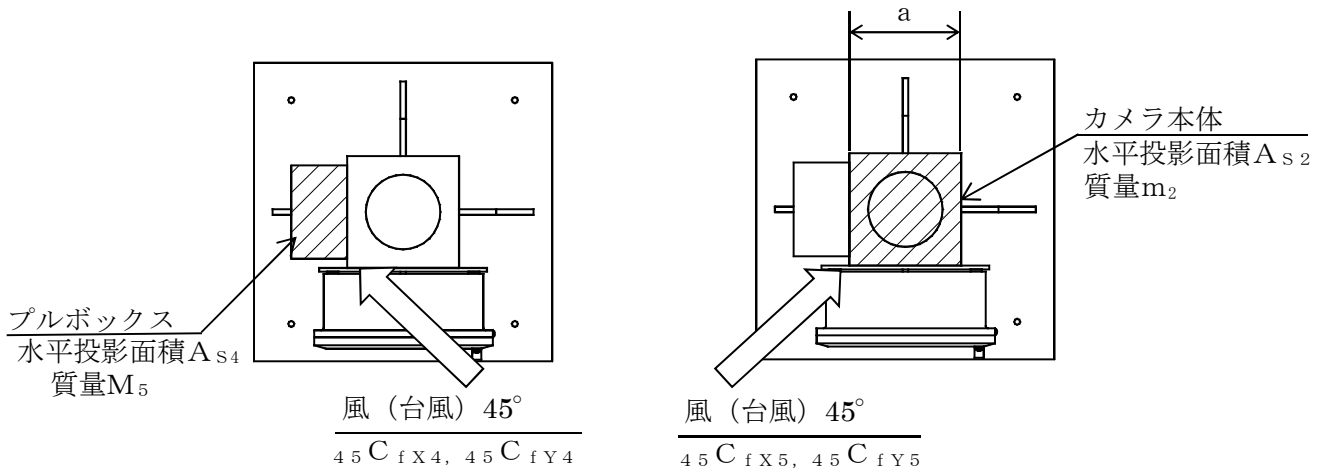
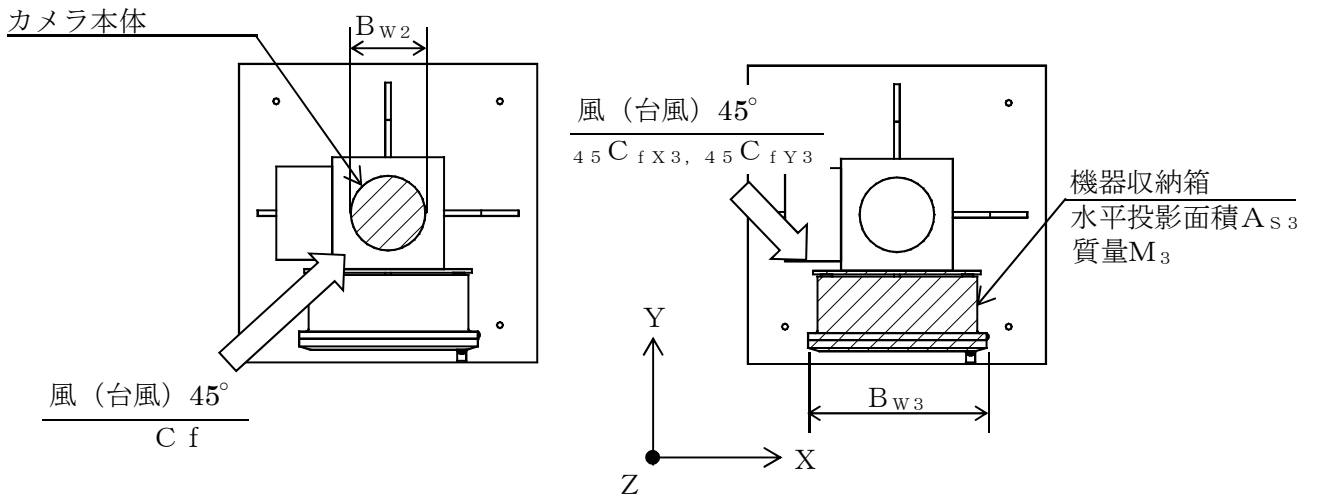
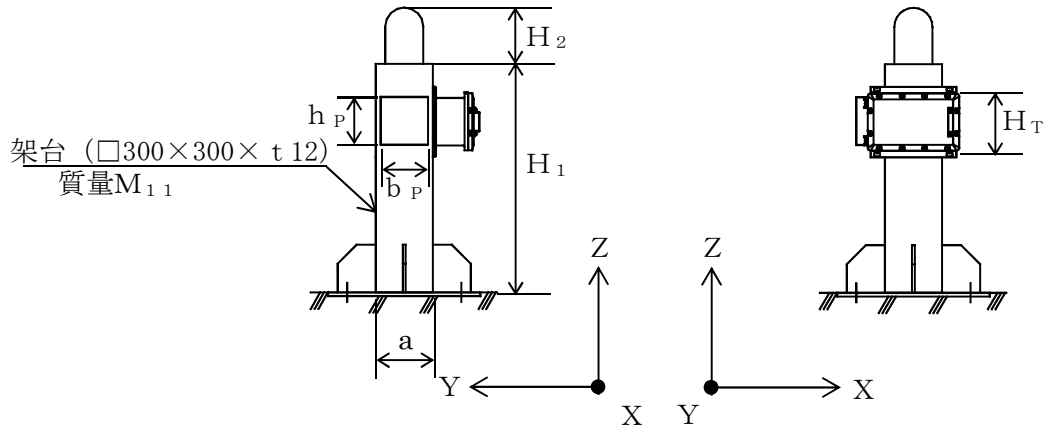
$$N_{c4} = P_{G4} + (0.35 \cdot - S_4) - P_{Z4}$$

$$P_{G4} = M_5 \cdot - g$$

$$S_4 = d_S \cdot p_S \cdot A_{S4}$$

$$P_{Z4} = \alpha_Z \cdot (M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4)$$

c. せん断応力



$$\tau_K = \frac{Q_K}{A_S} + \frac{M_{tK}}{Z_P}$$

$$Q_K = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_1 = \sqrt{\left(P_{X5} + {}_{45}W_{X5}\right)^2 + \left(P_{Y5} + {}_{45}W_{Y5}\right)^2}$$

$$P_{X5} = \alpha_X \cdot M_{11} \cdot g$$

$${}_{45}W_{X5} = q \cdot a \cdot H_1 \cdot {}_{45}C_{fX5}$$

$$P_{Y5} = \alpha_Y \cdot M_{11} \cdot g$$

$${}_{45}W_{Y5} = q \cdot a \cdot H_1 \cdot {}_{45}C_{fY5}$$

$$Q_2 = \sqrt{\left(P_{X2} + \frac{W_2}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(P_{Y2} + \frac{W_2}{\sqrt{2}}\right)^2}$$

$$P_{X2} = \alpha_X \cdot (m_2 \cdot g + 0.35 \cdot S_2)$$

$$P_{Y2} = \alpha_Y \cdot (m_2 \cdot g + 0.35 \cdot S_2)$$

$$S_2 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S2}$$

$$W_2 = q \cdot B_{W2} \cdot H_2 \cdot C_f$$

$$Q_3 = \sqrt{\left(P_{X3} + {}_{45}W_{X3}\right)^2 + \left(P_{Y3} + {}_{45}W_{Y3}\right)^2}$$

$$P_{X3} = \alpha_X \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$${}_{45}W_{X3} = q \cdot B_{W3} \cdot H_T \cdot {}_{45}C_{fX3}$$

$$P_{Y3} = \alpha_Y \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$${}_{45}W_{Y3} = q \cdot B_{W3} \cdot H_T \cdot {}_{45}C_{fY3}$$

$$S_3 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S3}$$

$$Q_4 = \sqrt{\left(P_{X4} + {}_{45}W_{X4}\right)^2 + \left(P_{Y4} + {}_{45}W_{Y4}\right)^2}$$

$$P_{X4} = \alpha_X \cdot \left(M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4\right)$$

$${}_{45}W_{X4} = q \cdot b_P \cdot h_P \cdot {}_{45}C_{fX4}$$

$$P_{Y4} = \alpha_Y \cdot \left(M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4\right)$$

$${}_{45}W_{Y4} = q \cdot b_P \cdot h_P \cdot {}_{45}C_{fY4}$$

$$S_4 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S4}$$

$$M_{TK} = M_{T3} + M_{T4}$$

$$M_{T3} = \left(P_{X3} + {}_{45}W_{X3}\right) \cdot B_1$$

$$P_{X3} = \alpha_X \cdot \left(M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3\right)$$

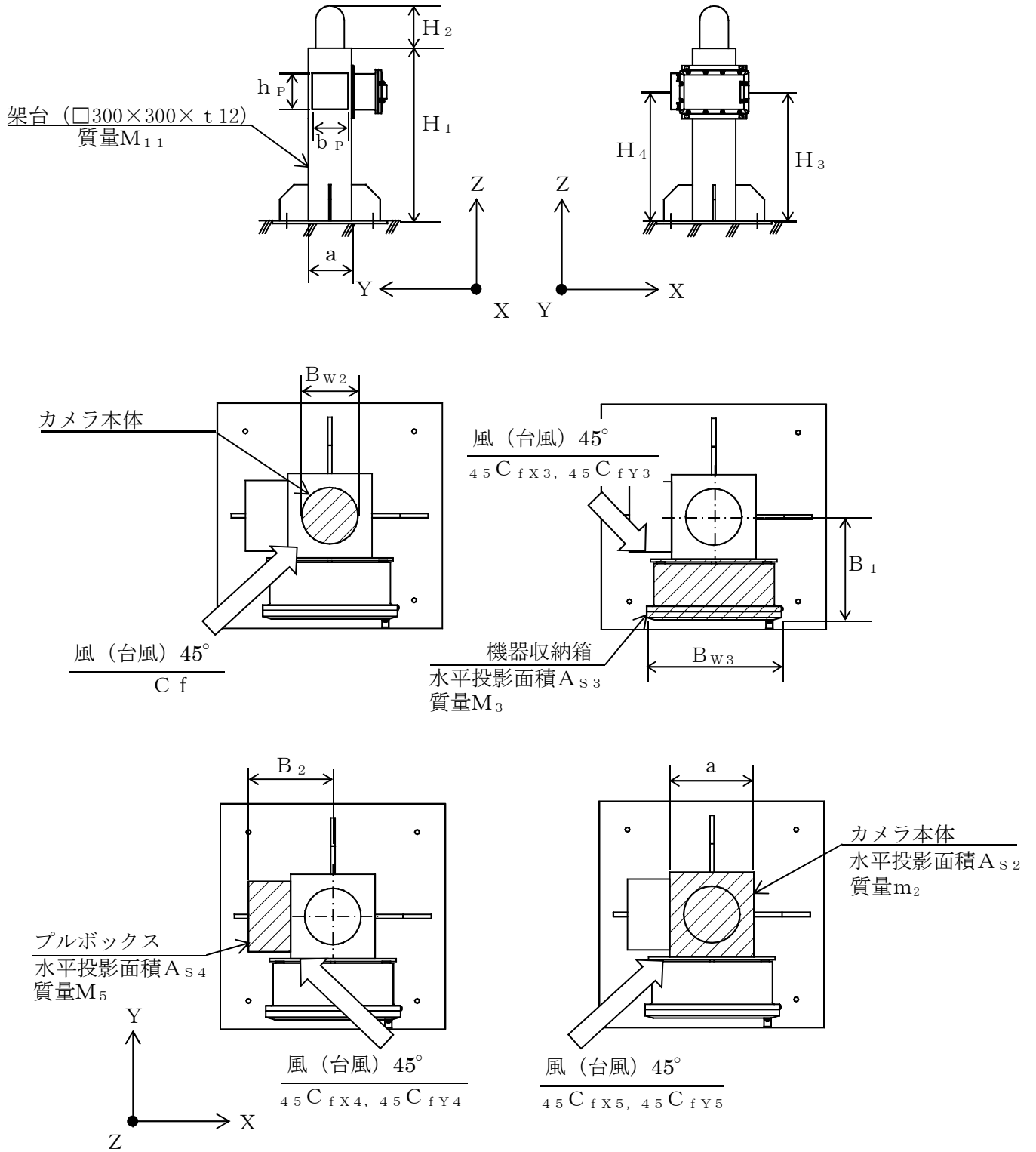
$${}_{45}W_{X3} = q \cdot b_P \cdot h_P \cdot {}_{45}C_{fX3}$$

$$M_{T4} = \left(P_{Y4} + {}_{45}W_{Y4}\right) \cdot B_2$$

$$P_{Y4} = \alpha_Y \cdot \left(M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4\right)$$

$${}_{45}W_{Y4} = q \cdot b_P \cdot h_P \cdot {}_{45}C_{fY4}$$

d. 曲げ応力



$$\sigma_{bK} = \frac{M_{XK} + M_{YK}}{Z}$$

$$M_{XK} = M_{X1} + M_{X2} + M_{X3} + M_{X4}$$

$$M_{X1} = P_{X5} \cdot H_1 + {}_{45}M_{WX5}$$

$$P_{X5} = \alpha_X \cdot M_{11} \cdot g$$

$${}_{45}M_{WX5} = {}_{45}W_{X5} \cdot H_1$$

$${}_{45}W_{X5} = q \cdot a \cdot H_1 \cdot {}_{45}C_{fX5}$$

$$M_{X2} = \left(P_{X2} + \frac{W_2}{\sqrt{2}} \right) \cdot H_2$$

$$P_{X2} = \alpha_X \cdot (m_2 \cdot g + 0.35 \cdot S_2)$$

$$S_2 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S2}$$

$$W_2 = q \cdot B_{W2} \cdot H_2 \cdot C_f$$

$$M_{X3} = \left(P_{X3} + {}_{45}W_{X3} \right) \cdot H_3$$

$$P_{X3} = \alpha_X \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$$S_3 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S3}$$

$${}_{45}W_{X3} = q \cdot B_{W3} \cdot H_T \cdot {}_{45}C_{fX3}$$

$$M_{X4} = \left(\left| P_{G4} \right| + 0.35 \cdot S_4 + P_{Z4} \right) \cdot B_2 + \left(P_{X4} + {}_{45}W_{X4} \right) \cdot H_4$$

$$P_{G4} = M_5 \cdot -g$$

$$P_{Z4} = \alpha_Z \cdot (M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4)$$

$$S_4 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S4}$$

$$P_{X4} = \alpha_X \cdot (M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4)$$

$${}_{45}W_{X4} = q \cdot b_P \cdot h_P \cdot {}_{45}C_{fX4}$$

$$M_{YK} = M_{Y1} + M_{Y2} + M_{Y3} + M_{Y4}$$

$$M_{Y1} = P_{Y5} \cdot H_1 + {}_{45}M_{WY5}$$

$$P_{Y5} = \alpha_Y \cdot M_{11} \cdot g$$

$${}_{45}M_{WY5} = {}_{45}W_{Y5} \cdot H_1$$

$${}_{45}W_{Y5} = q \cdot a \cdot H_1 \cdot {}_{45}C_{fY5}$$

$$M_{Y2} = \left(P_{Y2} + \frac{W_2}{\sqrt{2}} \right) \cdot H_2$$

$$P_{Y2} = \alpha_Y \cdot (m_2 \cdot g + 0.35 \cdot S_2)$$

$$W_2 = q \cdot B_{W2} \cdot H_2 \cdot C_f$$

$$M_{Y3} = \left(|P_{G3}| + 0.35 \cdot S_3 + P_{Z3} \right) \cdot B_1 + \left(P_{Y3} + {}_{45}W_{Y3} \right) \cdot H_3$$

$$P_{G3} = M_3 \cdot -g$$

$$P_{Z3} = \alpha_Z \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$$P_{Y3} = \alpha_Y \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$$S_3 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S3}$$

$${}_{45}W_{Y3} = q \cdot B_{W3} \cdot H_T \cdot {}_{45}C_{fY3}$$

$$M_{Y4} = \left(P_{Y4} + {}_{45}W_{Y4} \right) \cdot H_4$$

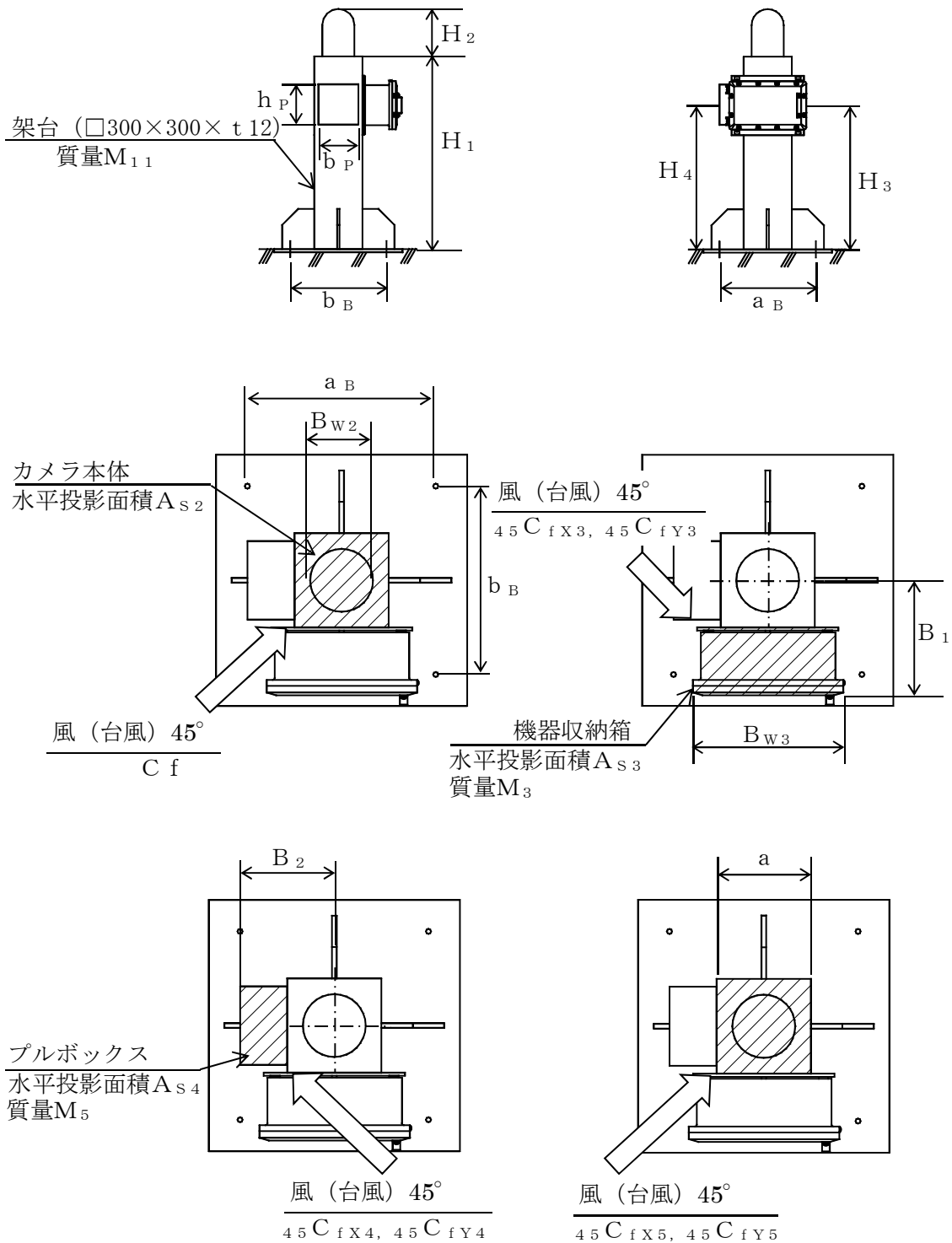
$$P_{Y4} = \alpha_Y \cdot (M_5 \cdot g + 0.35 \cdot S_4)$$

$$S_4 = d_S \cdot \rho_S \cdot A_{S4}$$

$${}_{45}W_{Y4} = q \cdot b_P \cdot h_P \cdot {}_{45}C_{fY4}$$

(2) ベースプレート

a. 曲げ応力



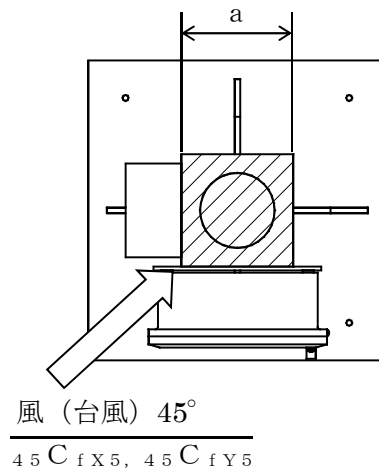
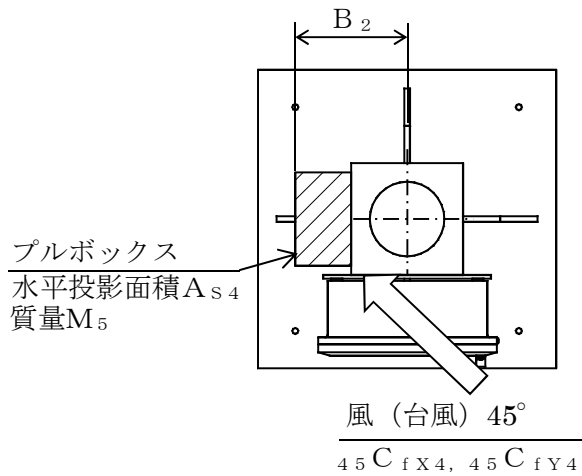
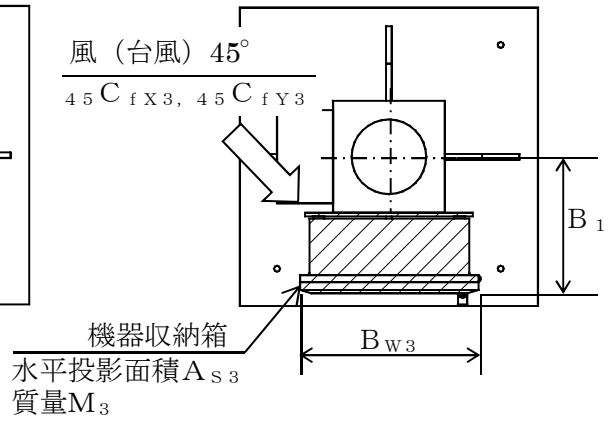
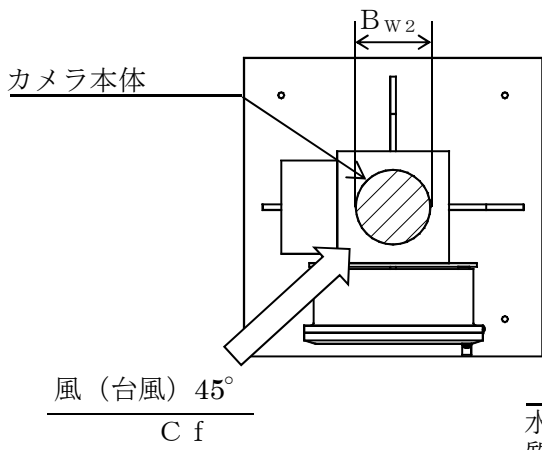
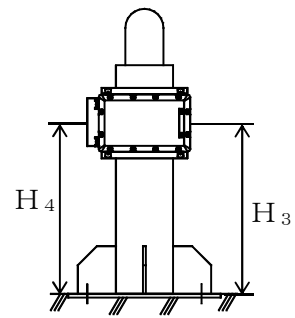
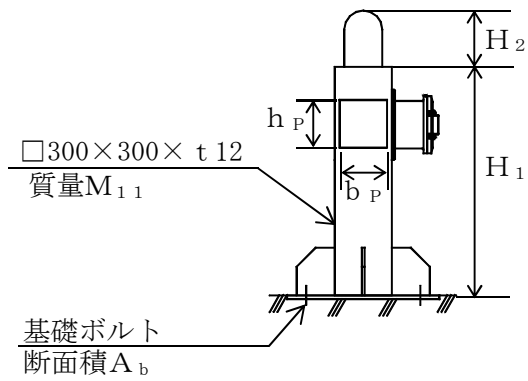
$$\sigma_{bB} = \frac{{}_{45}M_p}{Z_B}$$

$${}_{45}M_p = {}_{45}N_b \cdot L_B$$

$${}_{45}N_b = \left(\frac{N_{tK}}{n} \right) + \left(\frac{\frac{M_{XK}}{a_B}}{n_t} \right) + \left(\frac{\frac{M_{YK}}{b_B}}{n_t} \right)$$

(3) 基礎ボルト

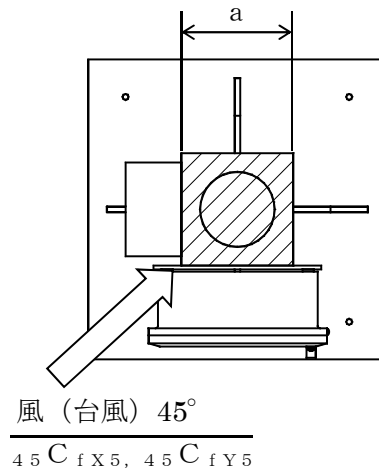
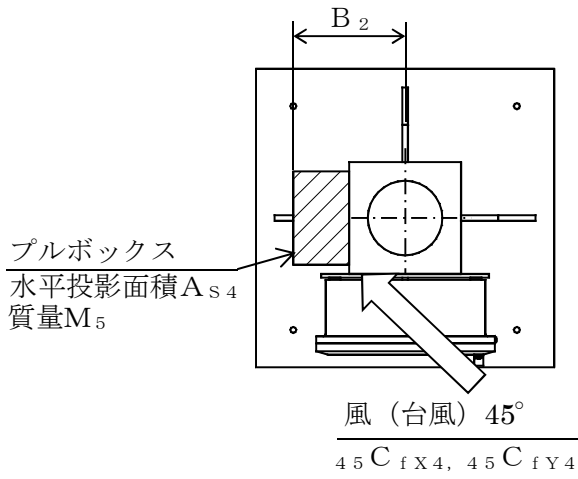
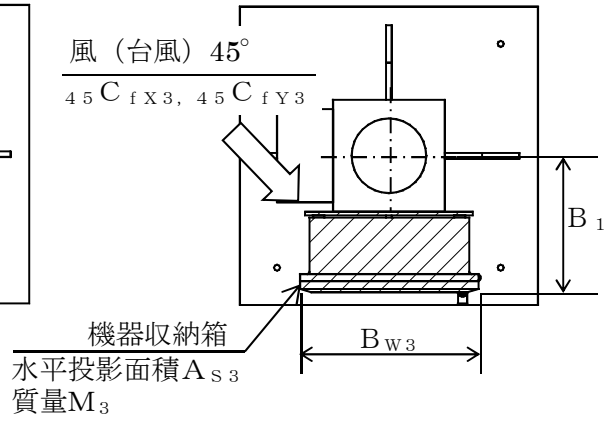
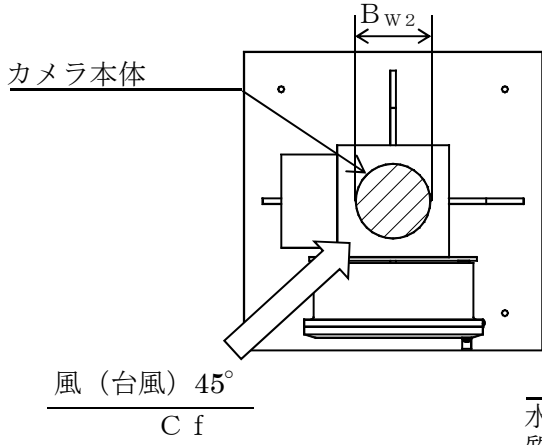
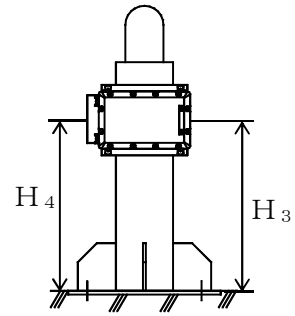
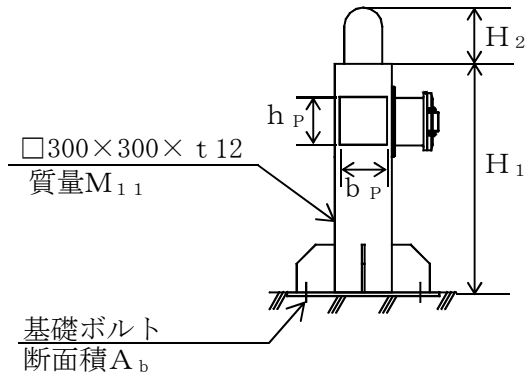
a. 引張応力



$$\sigma_{tb} = \frac{{}_{45}N_b}{A_b}$$

$${}_{45}N_b = \left(\frac{N_{tK}}{n} \right) + \left(\frac{\frac{M_{XK}}{a_B}}{n_t} \right) + \left(\frac{\frac{M_{YK}}{b_B}}{n_t} \right)$$

b. せん断応力



$$\tau_b = \frac{{}_{45}Q_b}{A_b}$$

$${}_{45}Q_b = \left(\frac{Q_K}{n} \right) + \left(\frac{M_{TK}}{L_t} \right)$$

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	<input type="text"/>
鉛直	<input type="text"/>

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 (°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	
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	<input type="text"/>

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 ($\times 9.8m/s^2$)
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 その他発電用原子炉の付属施設	中央制御室機能	組合せ応力		246	246
	浸水防護施設	曲げ応力		283	
計測制御系統 その他発電用原子炉の付属施設	基礎ボルト	引張応力		184	184

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 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		鉛直加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)			
		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 その他発電用原子炉の付属施設	中央制御室機能 浸水防護施設	津波・構内監視カメラ (カメラ本体)	2.45		1.88		-

3. 津波・構内監視カメラ制御盤

3.1 基本方針

3.1.1 位置

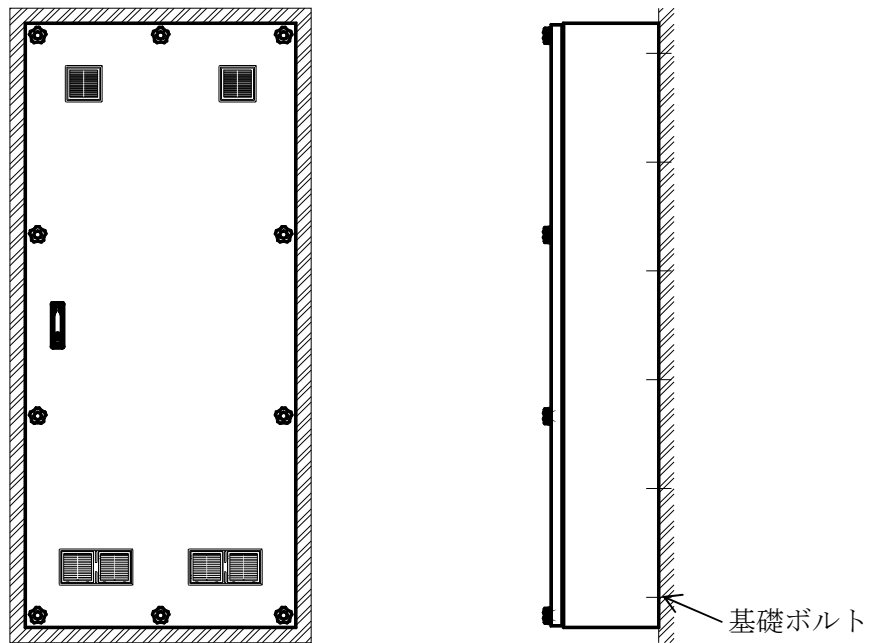
津波・構内監視カメラ用制御盤は、中央制御室に1台設置する。

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

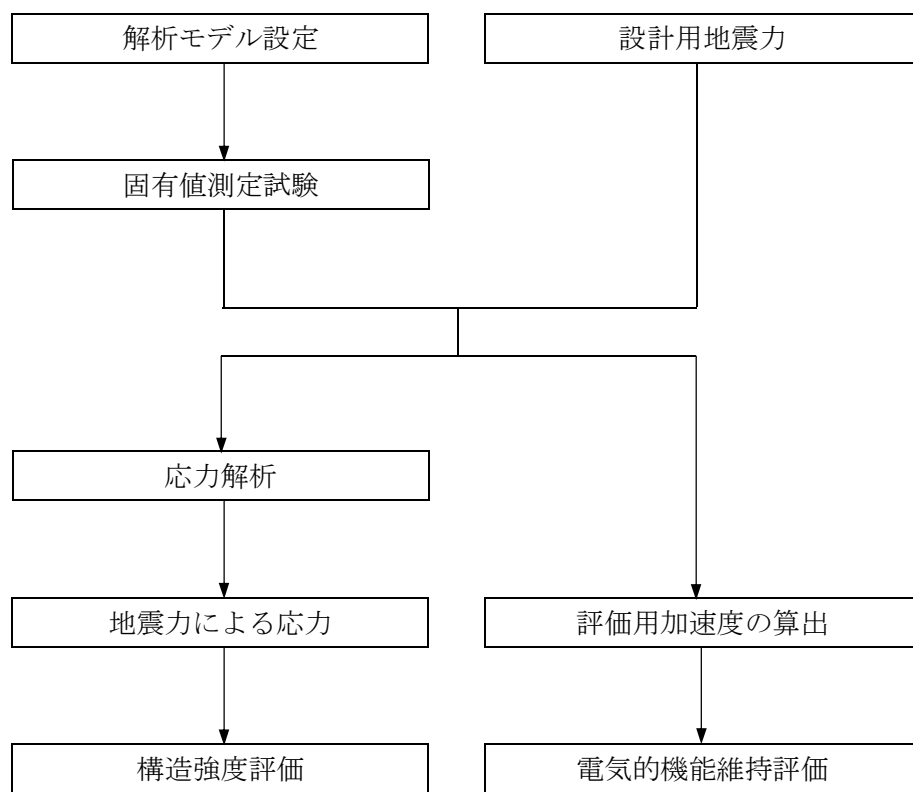


第3.1-1図 津波・構内監視カメラ制御盤の外形図

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 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)
	浸水防護施設					
その他発電用原子炉の付属施設						

(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。

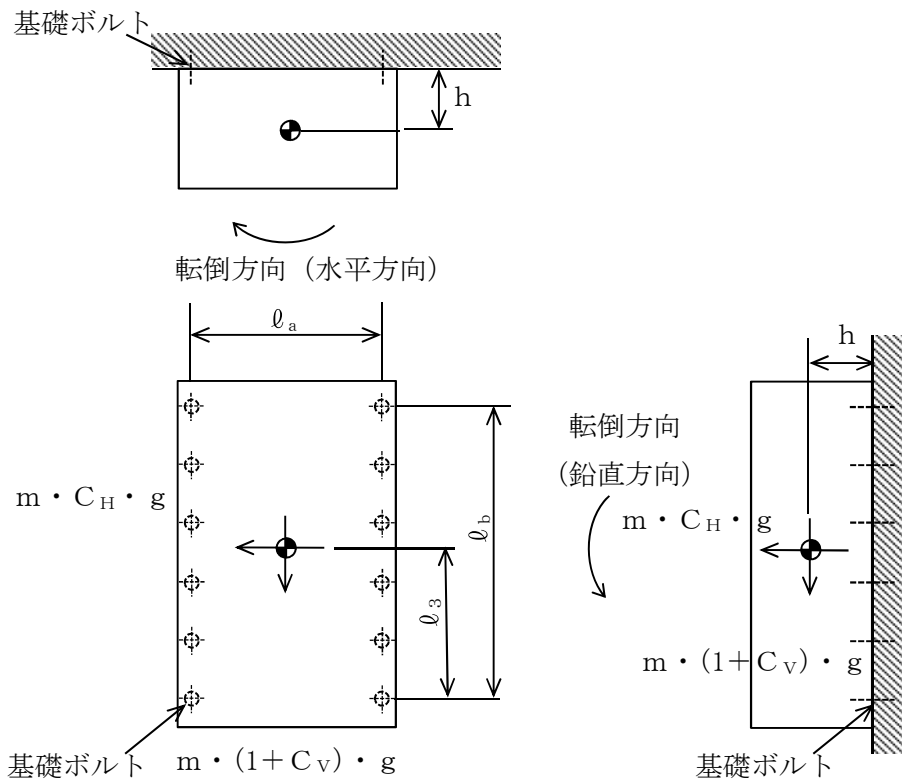
第 3.4-4 表 設計用地震力

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*1SSB-3131に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格*1SSB-3133に定める値	MPa
F_b	ボルトに作用する引張力（1本あたり）	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本あたり）（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本あたり）（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 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。

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	<input type="text"/>
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 (°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	
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

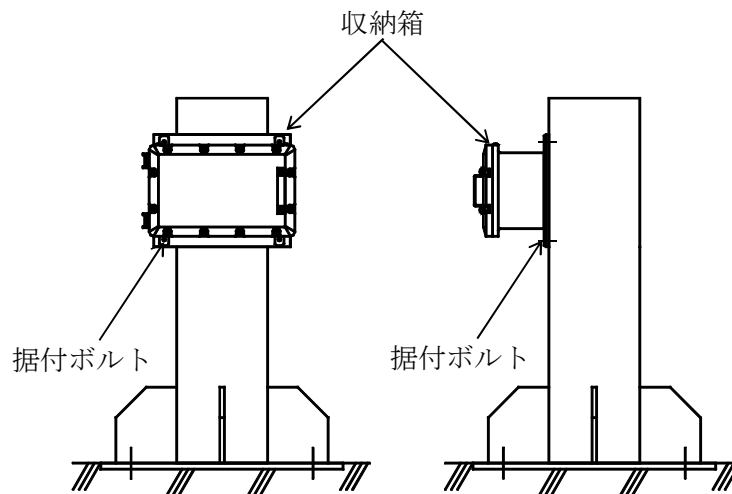
津波・構内監視カメラ用機器収納箱は、原子炉建屋屋上に1台設置する。

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

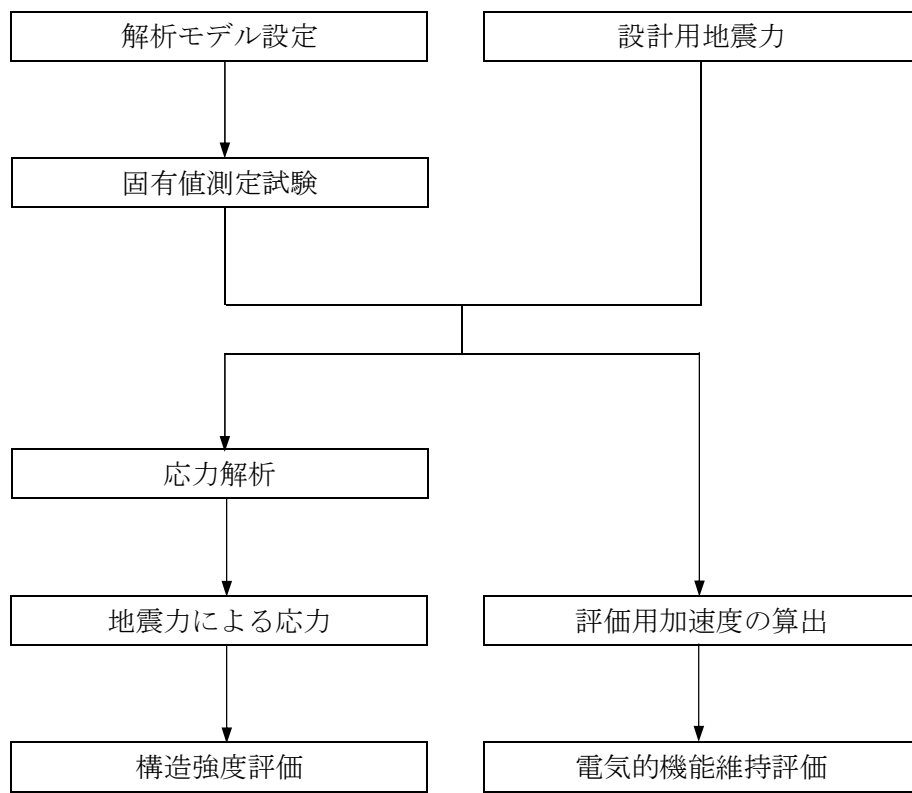


第4.1-1図 津波・構内監視カメラ用機器収納箱 外形図

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					

(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。

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	$\times 9.8m/s^2$
α_y	基準地震動 S_s による水平Y方向の評価用加速度	$\times 9.8m/s^2$
α_z	基準地震動 S_s による鉛直Z方向の評価用加速度	$\times 9.8m/s^2$
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	$N \cdot mm$
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	$N \cdot mm$
M_{X3}	機器収納箱のX方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
M_{Z3}	機器収納箱のZ方向曲げモーメント	$N \cdot mm$

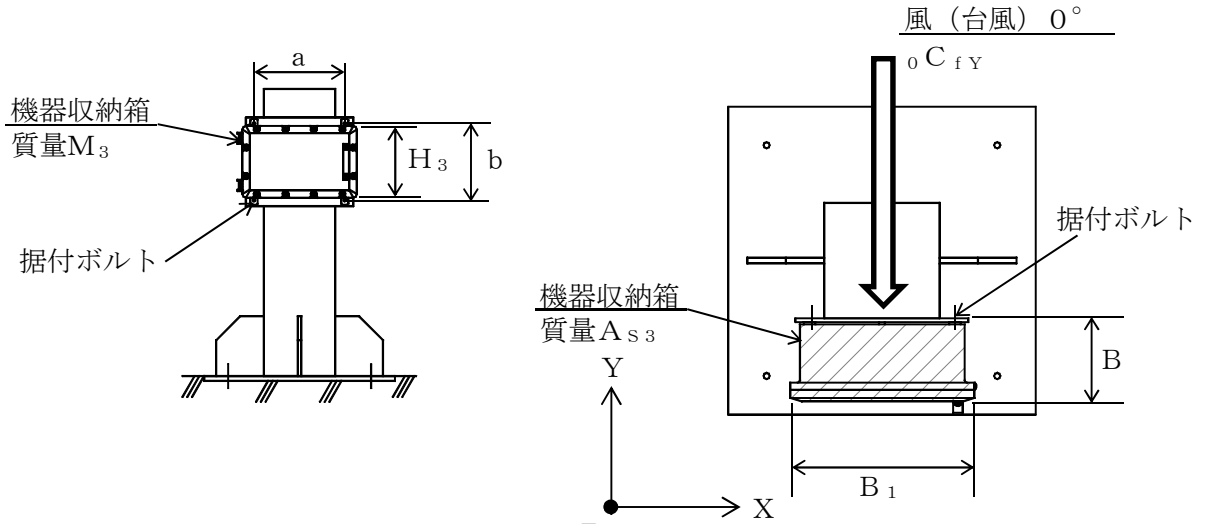
記号	記号の説明	単位
P_{G3}	機器収納箱の固定荷重	N
P_{X3}	機器収納箱に作用する基準地震動 S_s による水平X方向の地震慣性力	N
P_{Y3}	機器収納箱に作用する基準地震動 S_s による水平Y方向の地震慣性力	N
P_{Z3}	機器収納箱に作用する基準地震動 S_s による鉛直Z方向の地震慣性力	N
${}_{90}W_{X3}$	風（台風） 90° 方向による機器収納箱のせん断荷重	N
${}_{90}C_{fX}$	風（台風） 90° 方向による機器収納箱の風力係数	—
${}_0W_{Y3}$	風（台風） 0° 方向による機器収納箱のせん断荷重	N
${}_0C_{fY}$	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



$$N_t = \frac{\frac{M_{G3}}{b}}{n_t} + \left(0.35 \cdot \frac{\frac{M_{S3}}{b}}{n_t} \right) + \frac{\frac{M_{X3}}{a}}{n_t} + \frac{P_{Y3}}{n} + \frac{\frac{M_{Z3}}{b}}{n_t} + \frac{W_{Y3}}{n}$$

$$M_{G3} = |P_{G3} \cdot B|$$

$$P_{G3} = M_3 \cdot -g$$

$$S_3 = d_s \cdot \rho_s \cdot A_{S3}$$

$$M_{S3} = S_3 \cdot B$$

$$M_{X3} = P_{X3} \cdot B$$

$$P_{X3} = \alpha_X \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$$P_{Y3} = \alpha_Y \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$$M_{Z3} = P_{Z3} \cdot B$$

$$P_{Z3} = \alpha_Z \cdot (M_3 \cdot g + 0.35 \cdot S_3)$$

$${}_0W_{Y3} = q \cdot B_1 \cdot H_3 \cdot {}_0C_{fY}$$

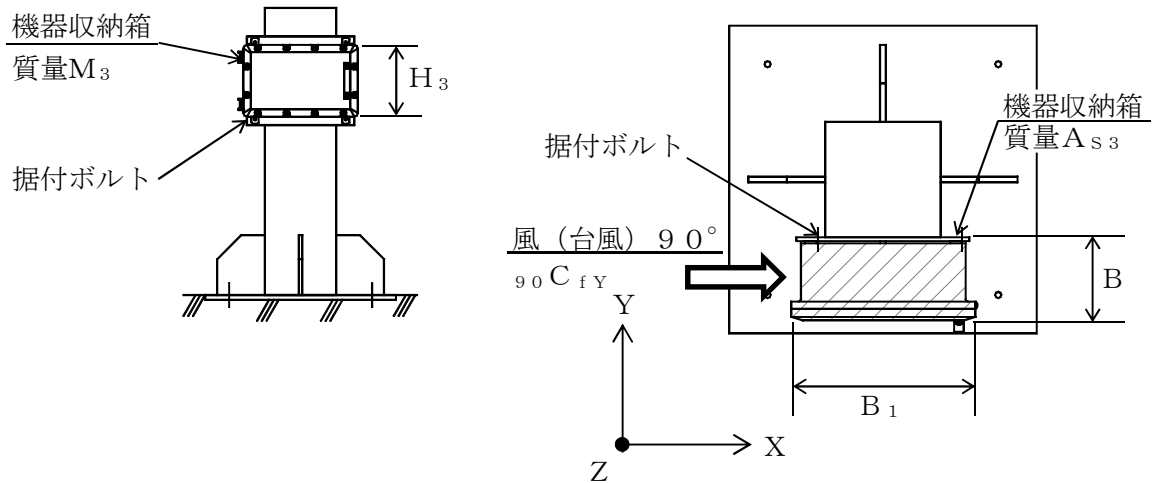
b. 引張応力

$$\sigma_t = \frac{N_t}{A}$$

(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 ($\times 9.8 m/s^2$)	基準地震動 S_s による 水平 Y 方向の評価用加速度 α_y ($\times 9.8 m/s^2$)	基準地震動 S_s による 水平 Z 方向の評価用加速度 α_z ($\times 9.8 m/s^2$)
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 (°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	
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 (×9.8 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

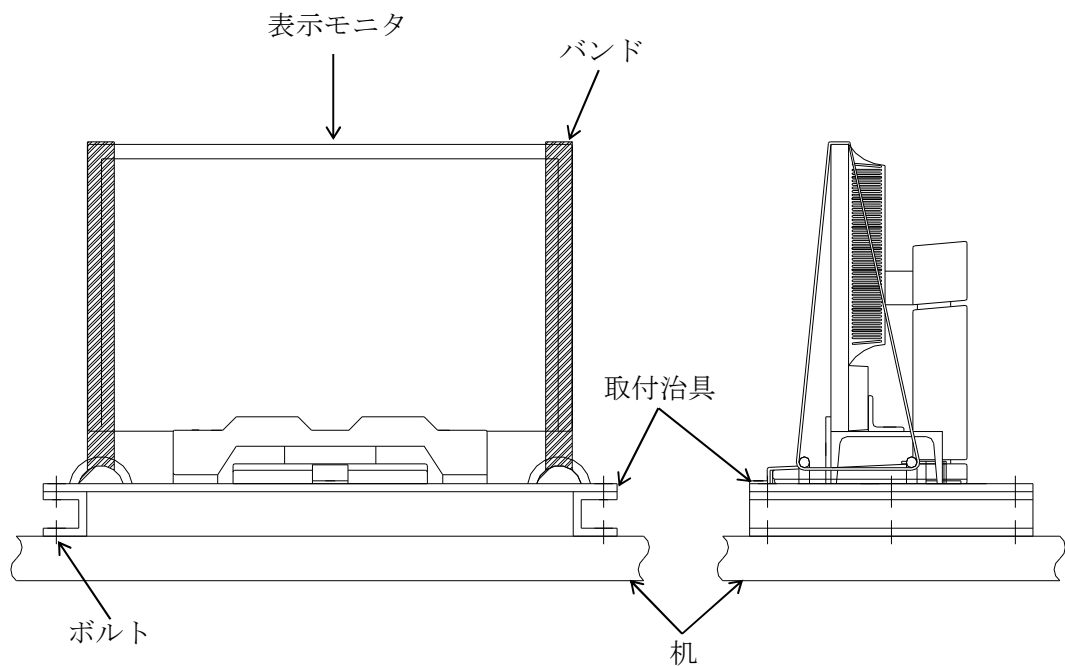
津波・構内監視カメラ表示モニタは、中央制御室に1台設置する。

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

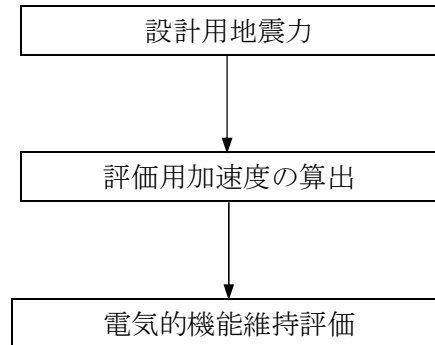


第5.1-1図 津波・構内監視カメラ表示モニタ 外形図

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の機能維持評価は、津波・構内監視カメラ表示モニタ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)
		$S_s - D 1 \sim$ $S_s - 31$ 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 電気的機能維持の評価結果 (単位: $\times 9.8 \text{ m/s}^2$)

	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	

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-261 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-9-2 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_0 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

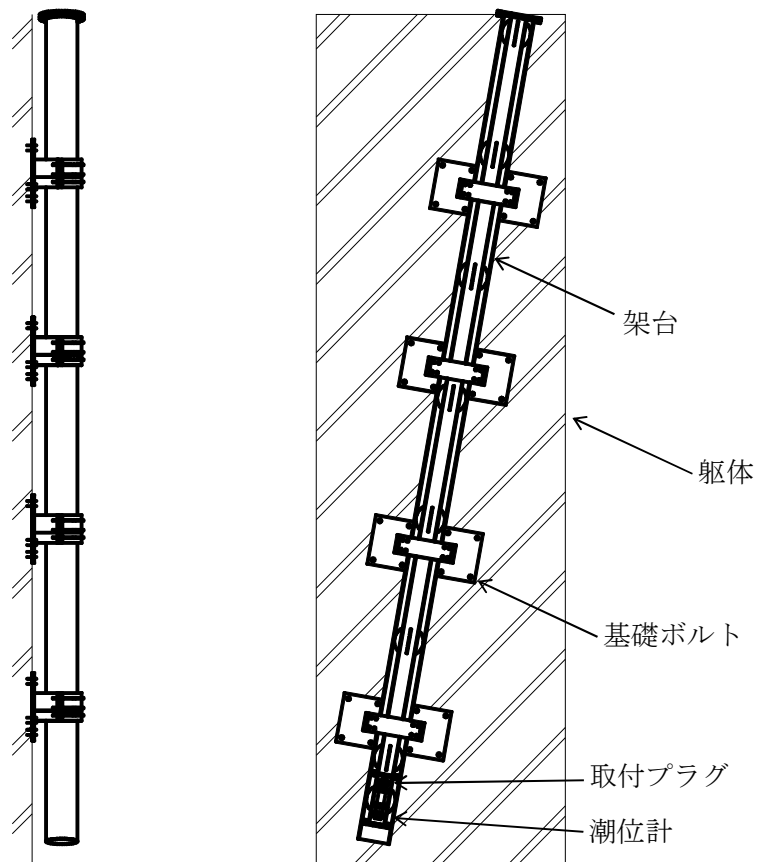
潮位計は，取水路に2台設置する。

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

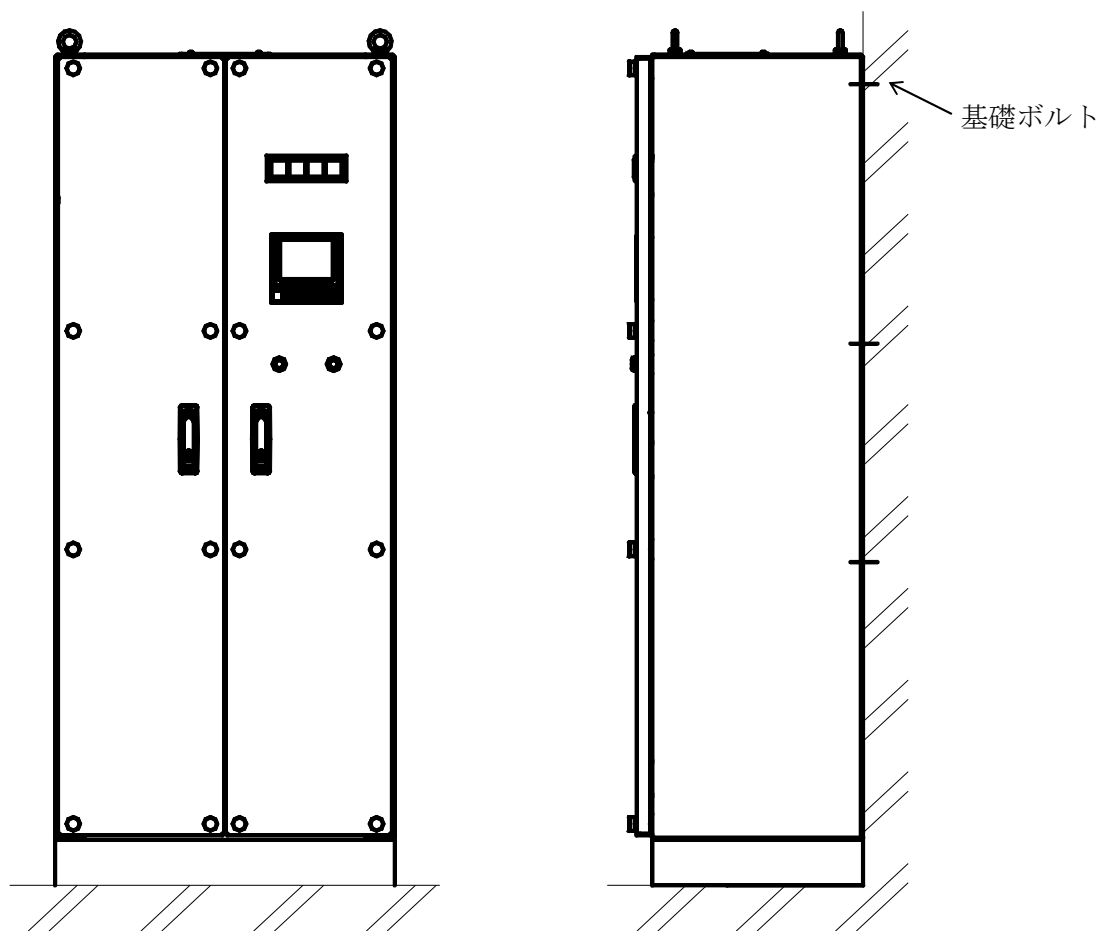
潮位監視盤は、1台設置する。

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。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-262 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-2-9-3 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。

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-301 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-2-10-4 非常用取水設備の耐震性についての計算書

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-263 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添3 津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度に関する説明書

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-264 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添3-1 津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針

目次

1. 概要	1
2. 強度評価の基本方針	2
2.1 評価対象施設	2
2.2 評価方針	5
3. 構造強度設計	6
3.1 構造強度の設計方針	6
3.2 機能維持の方針	11
4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界	38
4.1 荷重及び荷重の組合せ	38
4.2 許容限界	45
5. 強度評価方法	74
5.1 土木構造物に関する評価式	74
5.2 機器・配管系に関する評価式	78
6. 適用規格	86

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第 6 条及び第 51 条並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」に適合する設計とするため、添付資料V-1-1-2「発電用原子炉施設の自然現象による損傷の防止に関する説明書」のうち添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に基づき設計する津波防護に関する浸水防護設備である津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備が、津波に対して構造健全性を有することを確認するための強度計算方針について説明するものである。

強度計算は、添付資料V-1-1-2「発電用原子炉施設の自然現象による損傷の防止に関する説明書」のうち添付資料V-1-1-2-2-1「耐津波設計の基本方針」に示す適用規格を用いて実施する。

各施設の具体的な計算の方法及び結果は、添付資料V-3-別紙 3-2「津波への配慮が必要な施設の強度計算書」に示す。

2. 強度評価の基本方針

強度計算は、「2.1 評価対象施設」に示す評価対象施設を対象として、「4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界」で示す津波による荷重と組合すべき他の荷重による組合せ荷重又は応力などが許容限界内にあることを「5. 強度評価方法」に示す評価方法を使用し、「6. 適用規格」に示す適用規格を用いて確認する。

2.1 評価対象施設

強度評価の対象施設とする浸水防護施設を表 2.1-1 に示す。また、強度評価の対象施設とする津波防護施設の配置を図 2.1-1 に示す。

表 2.1-1 強度計算の対象施設

設備名称		施設分類	
防潮堤	防潮堤（鋼製防護壁）	津波防護施設	
	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）		
	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））		
	防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）		
防潮扉			
放水路ゲート			
構内排水路逆流防止設備			
貯留堰			
取水路点検用開口部浸水防止蓋			浸水防止設備
海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁			
取水ピット空気抜き配管逆止弁			
海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋			
SA用海水ピット開口部浸水防止蓋			
緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋			
緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋			
緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋			
緊急用海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁			
緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁			
放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋			
格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ			
常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ			
常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ			
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			
貫通部止水処置			
取水ピット水位計		津波監視設備	
潮位計			

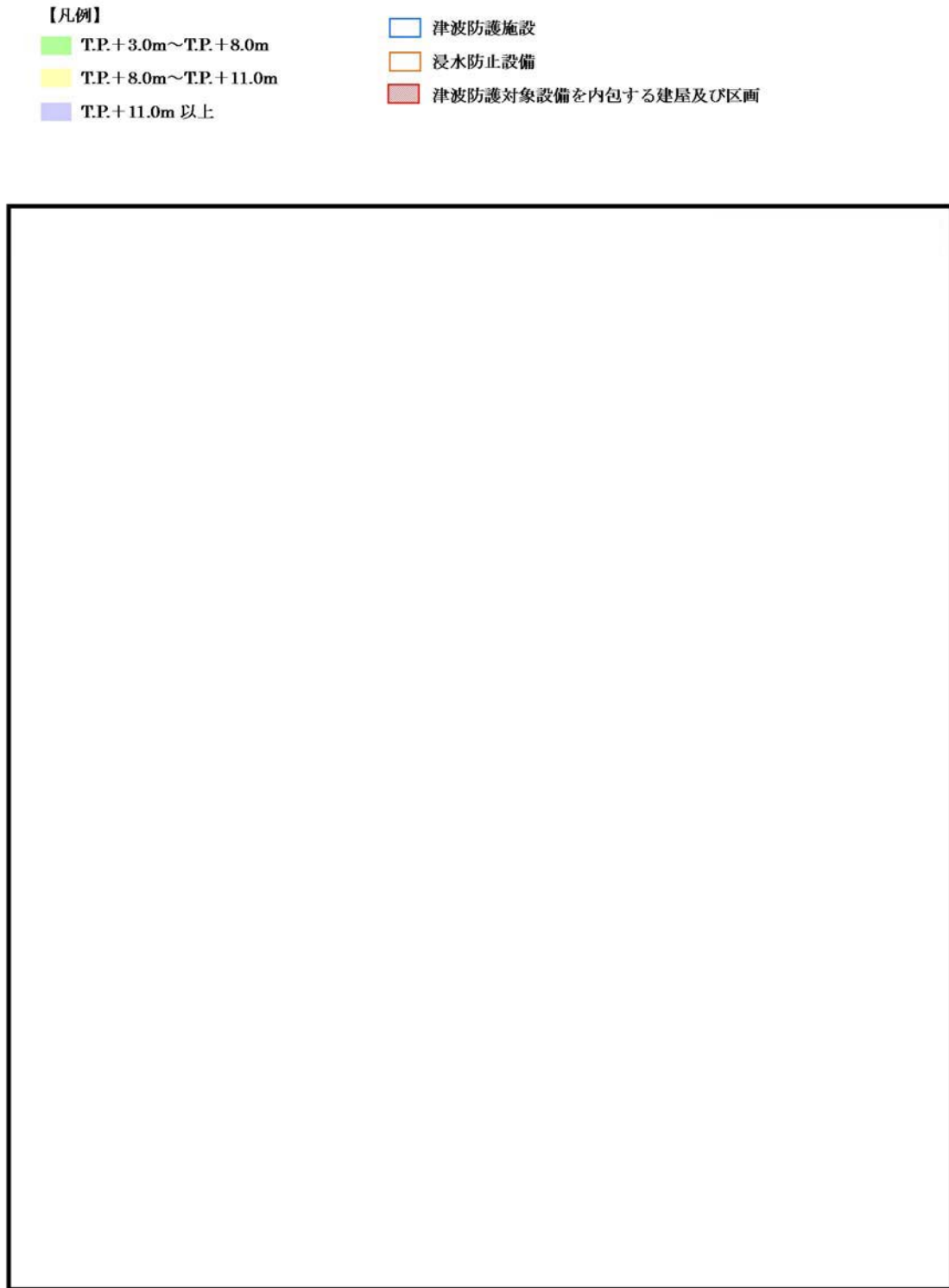
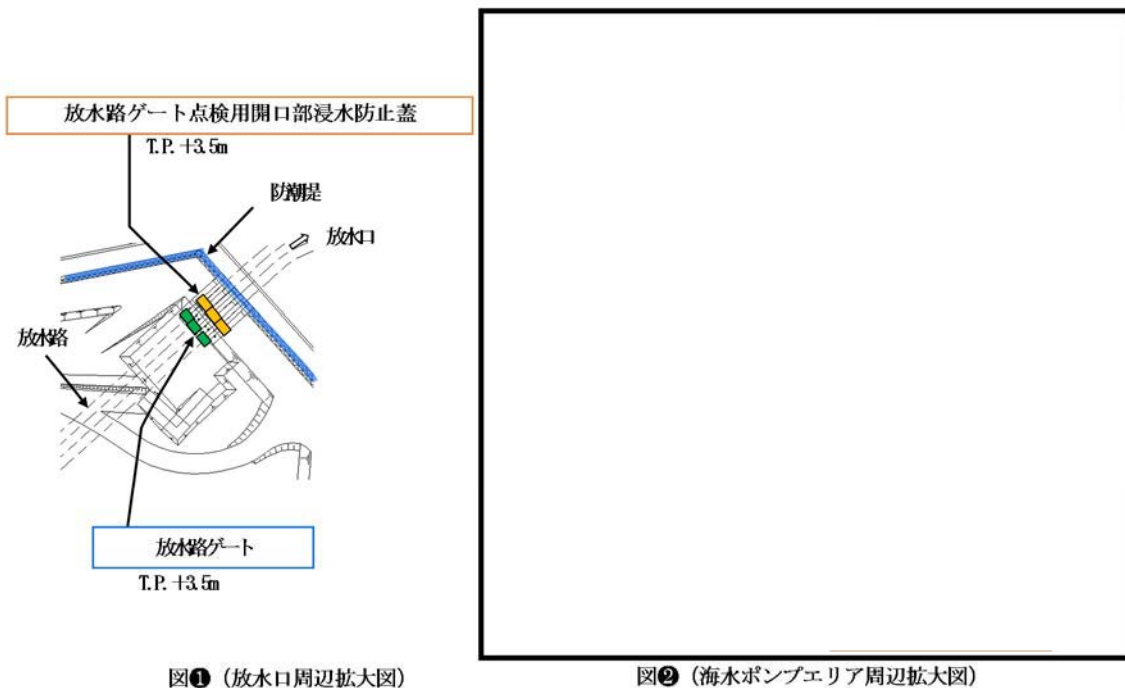


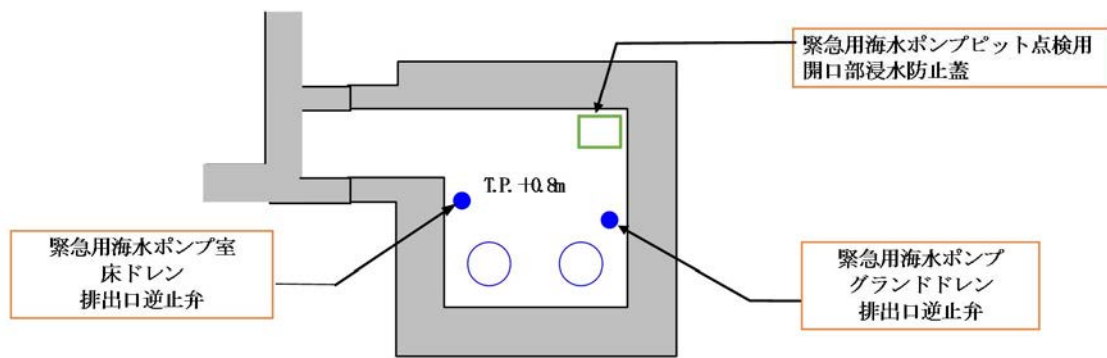
図 2.1-1 強度評価の対象施設の配置 (1/2)

- 【凡例】
- 津波防護施設
 - 浸水防止設備
 - 津波防護対象設備を内包する建屋及び区画



図① (放水口周辺拡大図)

図② (海水ポンプエリア周辺拡大図)



図③ (緊急用海水ポンプエリア周辺拡大図)

図 2.1-1 強度評価の対象施設の配置 (2/2)

2.2 評価方針

浸水防護施設は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を達成するため、「2.1 評価対象施設」で分類した施設ごとに、浸水防護に関する強度評価を実施する。

3. 構造強度設計

「2.1 評価対象施設」で設定している施設が、構造強度設計上の性能目標を達成するよう、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「4. 機能設計」で設定している各施設が有する機能を踏まえて、構造強度の設計方針を設定する。

各施設の構造強度の設計方針を設定し、想定する荷重及び荷重の組合せを設定し、それらの荷重に対し、各施設の構造強度を保持するよう構造設計と評価方針を設定する。

3.1 構造強度の設計方針

添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を達成するための設計方針を、「2.1 評価対象施設」ごとに示す。

3.1.1 津波防護施設

(1) 防潮堤

防潮堤の構造形式としては、地中連続壁に鋼製の上部工を設置する鋼製防護壁、地中連続壁に鉄筋コンクリート製の上部工を設置する鉄筋コンクリート防潮壁及び基礎となる鋼管杭の上部工部分に鉄筋コンクリートを被覆した鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の3種類からなる。

防潮堤はそれぞれの構造形式ごとに、以下に示すとおり、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1 津波防護施設 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえた設計とする。

a. 防潮堤（鋼製防護壁）

鋼製防護壁は、地震後の繰返しの襲来を想定した敷地への遡上に伴う津波（以下、「遡上波」という。）及び取水路、放水路等の経路からの流入に伴う津波（以下、「経路からの津波」という。）の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼製防護壁部については鋼材で、地中連続壁基礎部については鉄筋コンクリートで構成し、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とし、十分な支持性能を有する岩盤に設置する設計とするとともに、主要な構造体の境界部には、止水ジョイント部材を設置し、有意な漏えいを生じない設計とする。

b. 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）

鉄筋コンクリート防潮壁は、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鉄筋コンクリート防潮壁部及び地中連続壁基礎部については鉄筋コンクリートで構成し、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とし、十分な支持性能を有する岩盤に設置する設計とするとともに、主要な構造体の境界部には、止水ジョイント部材を設置し、有意な漏えいを生じない設計とする。

c. 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）は、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、津波後の再使用性を考慮し、鉄筋コンクリートで構成さ

れる主要な部材の構造健全性を保持する設計とし、十分な支持性能を有する岩盤に設置する設計とするとともに、主要な構造体の境界部には止水ジョイント部材を設置し、有意な漏えいを生じない設計とする。

d. 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼製の杭、鉄筋コンクリート製の上部構造、地盤高さの嵩上げ（改良体）、表層改良体で構成し、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とし、主要な構造体の境界部や防潮壁前面の地盤には、止水ジョイント部材や表層改良体を設置し、有意な漏えいを生じない設計とする。

(2) 防潮扉

防潮扉は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.1 津波防護施設 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、扉体は戸当りを介してコンクリート躯体部に固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(3) 放水路ゲート

放水路ゲートは、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.1 津波防護施設 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、扉体は戸当りを介してコンクリート躯体部となる防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））に固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(4) 構内排水路逆流防止設備

構内排水路逆流防止設備は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.1 津波防護施設 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鉄筋コンクリート製の集水枡に基礎ボルトで固定する鋼製の扉体とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(5) 貯留堰

貯留堰は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1 津波防護施設 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、貯留堰本体は鋼管矢板と鋼管矢板同士を接続する鋼管矢板継手、護岸接続部は止水ゴム、防護材及びこれらを取り付けるための鋼材で構成し、津波後の再使用性を考慮し、主

要な構造部材の構造健全性を保持すること及び主要な構造体の境界部に設置する部材が有意な漏えいを生じない変形に留める設計とする。

3.1.2 浸水防止設備

(1) 取水路点検用開口部浸水防止蓋

取水路点検用開口部浸水防止蓋は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、取水構造物に基礎ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(2) 海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁

海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、取水構造物に基礎ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(3) 取水ピット空気抜き配管逆止弁

取水ピット空気抜き配管逆止弁は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、取水ピット空気抜き配管にボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(4) 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、取水構造物にボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(5) SA用海水ピット開口部浸水防止蓋

SA用海水ピット開口部浸水防止蓋は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、SA用海水ピットに基礎ボルト及びヒンジで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(6) 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋

緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、緊急用海水ポンプピットに固定ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(7) 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、緊急用海水ポンプピットに固定ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(8) 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、緊急用海水ポンプピットに固定ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(9) 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁

緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、緊急用海水ポンプピットに基礎ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(10) 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁

緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、緊急用海水ポンプピットに基礎ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持す

る設計とする。

(11) 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））に基礎ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(12) 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ

格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチは、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、格納容器圧力逃がし装置格納槽に固定ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(13) 常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ

常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチは、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、常設低圧代替注水系格納槽に固定ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(14) 常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ

常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチは、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、常設低圧代替注水系格納槽に固定ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(15) 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

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は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、常設代替電源装置用カルバート

に基礎ボルト等で固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

3.1.3 津波監視設備

(1) 取水ピット水位計

取水ピット水位計は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.3 津波監視設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、取水構造物に設置された取付座に取付ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

(2) 潮位計

潮位計は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求事項及び性能目標」の「3.3 津波監視設備 (3) 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、鋼材で構成し、支持構造物を介して取水構造物に取付ボルトで固定する構造とし、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とする。

3.2 機能維持の方針

添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を達成するために、「3.1 構造強度の設計方針」に示す構造を踏まえ、添付資料V-1-1-2-2-1「耐津波設計の基本方針」の「2.1.4 津波防護対策に必要な浸水防護の設計方針 (2) 荷重の組合せ及び許容限界 b. 荷重の組合せ」及び「2.1.4 津波防護対策に必要な浸水防護の設計方針 (2) 荷重の組合せ及び許容限界 c. 許容限界」で設定している荷重を適切に考慮して、各施設の構造設計及びそれを踏まえた評価方針を設定する。

3.2.1 防潮堤

(1) 構造設計

防潮堤は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-1「耐津波設計の基本方針」の「2.1.4 津波防護対策に必要な浸水防護の設計方針 (2) 荷重の組合せ及び許容限界」で設定する荷重を踏まえ、以下の構造とする。

防潮堤の構造計画を表 3.2-1～表 3.2-4 に示す。

a. 鋼製防護壁

鋼製防護壁は、鋼製防護壁（上部工）と地中連続壁基礎（下部工）から構成され、上部工と下部工を鋼製防護壁アンカーにより接合する。

鋼製防護壁は上部工と下部工を一体とした構造とし、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。

隣接する構造物との境界には、止水性を確保するための止水ジョイント部材を設置する。

b. 鉄筋コンクリート防潮壁

鉄筋コンクリート防潮壁は、鉄筋コンクリート防潮壁（上部工）と地中連続壁基礎（下部工）から構成される。

鉄筋コンクリート防潮壁は上部工と下部工を一体とした構造とし、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。

隣接する構造物との境界には、止水性を確保するための止水ジョイント部材を設置する。

c. 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）は、地中連続壁基礎による下部工、防潮壁及び放水路による上部工から構成される。地中連続壁、防潮壁及び放水路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。

隣接する構造物との境界には、止水性を確保するための止水ジョイント部材を設置する。

d. 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、鋼管杭による下部工と、5本の鋼管杭を束ね止水機能を確保する鉄筋コンクリートの壁による上部工から構成される。

下部工は鋼管杭、上部工は鉄筋コンクリート梁壁及び鋼管鉄筋コンクリート（SRC構造）の一体構造で構築される。大口径で肉厚の厚い鋼管杭を地震及び津波荷重に耐える構造躯体とし、杭間からの津波の浸水を防止する観点で、鋼管杭に鉄筋コンクリートを被覆する上部構造とした。

隣接する構造物との境界には、止水性を確保するための止水ジョイント部材を設置する。

防潮壁の堤内側には、耐津波に対する受働抵抗を目的とした改良体による地盤高さの嵩上げを行うとともに、洗掘防止対策やボーリング対策として、堤内及び堤外の表層部の地盤改良を実施する。

(2) 評価方針

防潮堤は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とする。

a. 鋼製防護壁

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とするために、構造部材である鋼製防護壁、地中連続壁基礎及び鋼製防護壁アンカーが、おおむね弾性状態にとどまることを確認する。また、基礎地盤については、鋼製防護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。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造体の境界部に設置する部材を有意な漏えいを生じない変形に留める設計とするため、境界部に設置するゴムジョイント及びシートジョイントが有意な漏えいを生じない変形量以下であることを確認する。

b. 鉄筋コンクリート防潮壁

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とするために、構造部材である鉄筋コンクリート防潮壁及び地中連続壁基礎が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する。また、基礎地盤については、鉄筋コンクリート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。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造体の境界部に設置する部材を有意な漏えいを生じない変形に留める設計とするため、境界部に設置するゴムジョイント及びシートジョイントが有意な漏えいを生じない変形量以下であることを確認する。

c. 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とするために、構造部材である鉄筋コンクリート部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、防潮壁を支持する基礎地盤に発生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。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造体の境界部に設置する部材を有意な漏えいを生じない設計とするため、境界部に設置する止水ジョイント部材が有意な漏えいが生じないことを確認した許容限界以下であることを確認する。

d. 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とするために、構造部材である鋼管杭、鉄筋コンクリート、鋼製アンカー及び鋼製防護部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、地盤として滑動しない抵抗性を保持する設計とするため、地盤高さの嵩上げ部底面が滑動しないこと及び受働崩壊角にすべりが発生しないことを確認する。また、洗掘防止対策やボーリング

対策としての機能を保持するため、表層改良体にせん断破壊が生じないことを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造体の境界部に設置する部材を有意な漏えいを生じない変形に留める設計とするため、境界部に設置するゴムジョイント及びシートジョイントが有意な漏えいを生じない変形量以下であることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、ボイリング対策としての機能を保持するため、シートパイルにせん断破壊が生じないことを確認する。

表 3.2-1 防潮堤（鋼製防護壁）の構造計画

設備名称	配置図		
防潮堤			
鋼製防護壁	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
	鋼製防護壁，地中連続壁基礎及び鋼製防護壁アンカーから構成する。	十分な支持性能を有する岩盤に設置する。	<div data-bbox="826 1131 1465 1926" style="border: 2px solid black; height: 355px; width: 100%;"></div> <p data-bbox="1037 1937 1244 1982" style="text-align: center;">正面図，断面図</p>

表 3.2-2 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の構造計画

設備名称	配置図		
防潮堤			
鉄筋コンクリート防潮壁	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
	鉄筋コンクリート防潮壁及び地中連続壁基礎から構成する。	十分な支持性能を有する岩盤に設置する。	<div data-bbox="821 1160 1460 1886" style="border: 2px solid black; height: 324px; width: 398px;"></div> <p data-bbox="1045 1899 1241 1930" style="text-align: center;">正面図，断面図</p>

表 3.2-3 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））の構造計画


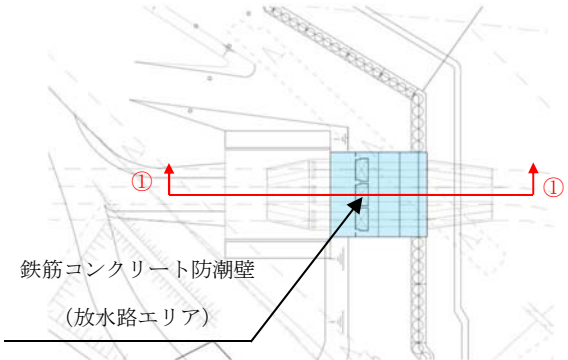

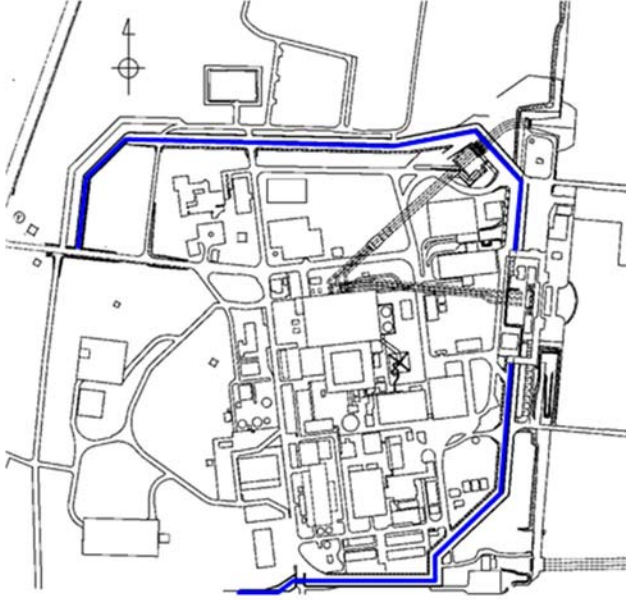
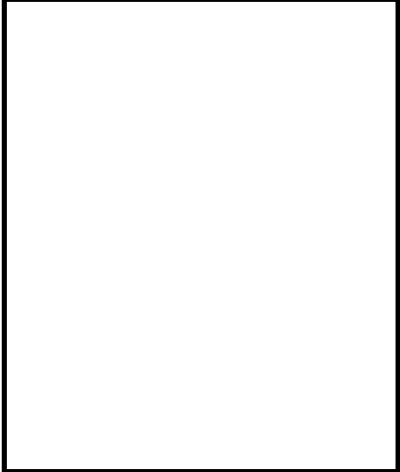
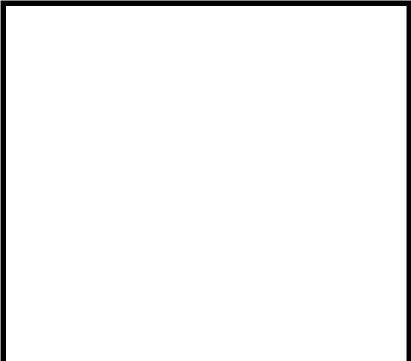
設備名称	配置図		
防潮堤	 <p style="text-align: right;">鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)</p>		
鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
	地中連続壁基礎による下部工及び防潮壁，放水路による上部工から構成される。	地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。	 <p style="text-align: center;">鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)</p>
	①-①断面		
			

表 3.2-4 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）の構造計画

設備名称	配置図		
防潮堤			
鋼管杭鉄筋 コンクリート 防潮壁	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
	鋼管杭による下部工と、5本の鋼管杭を束ね止水機能を確保する鉄筋コンクリートの壁による上部工から構成する。	十分な支持性能を有する岩盤に設置する。	
断面			

3.2.2 防潮扉

(1) 構造設計

防潮扉は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

防潮扉は、扉体（スキンプレート、主桁、縦補助桁、端桁及び支圧板）、戸当り、駆動装置及び躯体を主体構造とする。

防潮扉の扉体は戸当りを介して、鉄筋コンクリート製の躯体にて支持する構造とする。

防潮扉1の躯体は、鉄筋コンクリート防潮壁から構成され、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する構造とする。防潮扉2の躯体は、鉄筋コンクリート防潮壁で構成され、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構造とする。

また、扉体に作用する荷重は、戸当りを介して、躯体の鉄筋コンクリートに伝達する構造とする。躯体に作用する荷重は、地中連続壁基礎又は鋼管杭から岩盤に作用する構造とする。

(2) 評価方針

防潮扉は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、扉体として鋼製のスキンプレート、主桁、縦補助桁、端桁及び支圧板が、支承部として戸当り及び躯体の鉄筋コンクリート部がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。また、躯体として鉄筋コンクリート及び鋼管杭がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、漏えいが想定される隙間は、圧着構造となるよう、扉体を構成するスキンプレート、主桁、縦補助桁及び端桁がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.3 放水路ゲート

(1) 構造設計

放水路ゲートは、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

放水路ゲートは、扉体（スキンプレート、主桁、縦補助桁、端桁、支圧板及び小扉）、戸当り及び駆動装置を主体構造とする。

放水路ゲートの扉体は戸当りを介して、間接支持構造物である防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））にて支持する構造とする。また、扉体に作用する荷重は、戸当りを介して、間接支持構造物である防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））に伝達する構造とする。

(2) 評価方針

放水路ゲートは、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並び

に余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、扉体として鋼製のスキンプレート、主桁、縦補助桁、端桁及び小扉が、支承部として戸当り及び鉄筋コンクリートがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、漏えいが想定される隙間は、圧着構造となるよう、扉体を構成するスキンプレート、主桁、縦補助桁、端桁及び小扉がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.4 構内排水路逆流防止設備

(1) 構造設計

構内排水路逆流防止設備は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

構内逆流防止設備は、扉体（スキンプレート、主桁及び補助桁）及び固定部（ヒンジ、吊りピン、ジョイント、及びアンカー）を主体構造とする。

構内排水路逆流防止設備は、アンカーで鉄筋コンクリート製の集水桁に固定し、支持する構造とする。また、扉体に作用する荷重は、アンカーを介して鉄筋コンクリートに伝達する構造とする。

(2) 評価方針

構内排水路逆流防止設備は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、扉体としてスキンプレート、主桁及び補助桁がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、漏えいが想定される隙間は、圧着構造となるよう、扉体を構成するスキンプレート、主桁及び補助桁がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.5 貯留堰

(1) 構造設計

貯留堰は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

貯留堰は、その機能及び目的から貯留堰本体及び護岸接続部に区分され、このうち貯留堰本体は鋼管矢板と鋼管矢板同士を接続する鋼管矢板継手、護岸接続部は止水ゴム、防護材及びこれらを取り付けるための鋼材より構成される。

鋼管矢板は、下端を岩盤に十分根入れすることにより支持性能を確保するとともに、天端は、残留熱除去系海水系ポンプ、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの取水に必要な水量を確保するための高さとする。

貯留堰の構造計画を表 3.2-5 に示す。

(2) 評価方針

貯留堰は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰り返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持すること及び主要な構造体の境界部に設置する部材が有意な漏えいを生じない変形にとどまることを確認する。

貯留堰の強度評価は、構造部材の健全性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。

構造物の変形性評価については、止水ゴムの変形量を算定し、有意な漏えいが生じないことを確認した許容限界以下であることを確認する。

表 3.2-5 貯留堰の構造計画 (1/2)


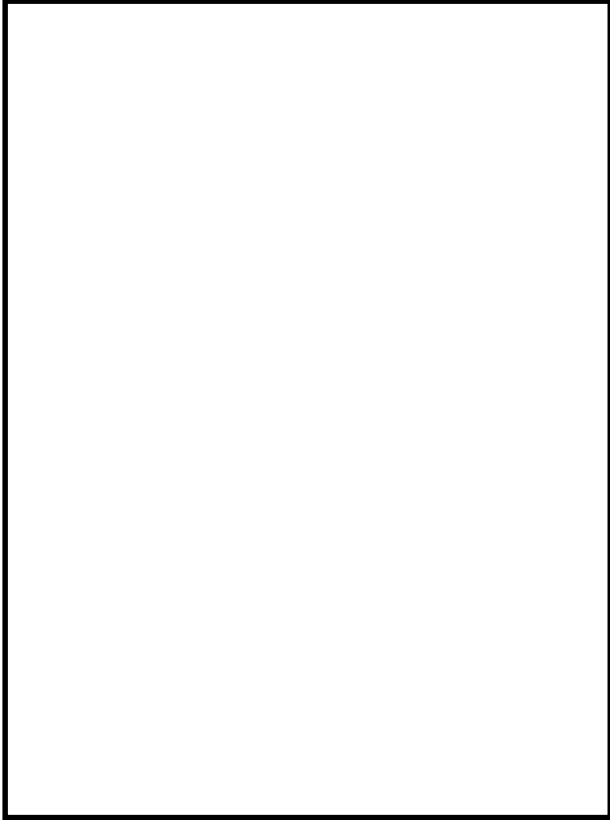
設備名称	配置図		
貯留堰			
	計画の概要		説明図
貯留堰本体	<p>主体構造</p> <p>鋼管矢板と鋼管矢板同士を接続する鋼管矢板継手より構成する。</p>	<p>支持構造</p> <p>鋼管矢板下端を十分な支持性能を有する岩盤に根入れする。</p>	 <p style="text-align: center;">平面図</p>

表 3.2-5 貯留堰の構造計画 (2/2)

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
貯留堰本体	鋼管矢板と鋼管矢板同士を接続する鋼管矢板継手より構成する。	鋼管矢板下端を十分な支持性能を有する岩盤に根入れする。	断面図
護岸接続部	止水ゴム、防護材及びこれらを貯留堰取付護岸及び貯留堰本体に取り付けるための鋼材より構成する。	貯留堰取付護岸及び貯留堰本体に支持する。	<p style="text-align: center;">平面図 (拡大)</p>

NT2 補② V-3-別添 3-1 R0

3.2.6 取水路点検用開口部浸水防止蓋

(1) 構造設計

取水路点検用開口部浸水防止蓋は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

取水路点検用開口部浸水防止蓋は、浸水防止蓋及び基礎ボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも浸水防止蓋が動かないように取水路の上版に基礎ボルトで固定し、支持する構造とする。また、浸水防止蓋に作用する荷重は、基礎ボルトを介して鉄筋コンクリートに伝達する構造とする。

(2) 評価方針

取水路点検用開口部浸水防止蓋は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、浸水防止蓋及び基礎ボルトがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、浸水防止蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.7 海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁

(1) 構造設計

海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁は、弁本体、フロートガイド、フロート及び基礎ボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも逆止弁が動かないように海水ポンプ室の床面に基礎ボルトで固定し、支持する構造とする。また、逆止弁に作用する荷重は、基礎ボルトを介して鉄筋コンクリートに伝達する構造とする。

(2) 評価方針

海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、弁本体、フロートガイド及び基礎ボルトがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、弁本体及びフロートガイドがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.8 取水ピット空気抜き配管逆止弁

(1) 構造設計

取水ピット空気抜き配管逆止弁は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

取水ピット空気抜き配管逆止弁は、弁本体、弁蓋、フロートガイド、フロート及びボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも逆止弁が動かないように循環水ポンプ室の床面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し、更に配管系への支持構造物の取付けにより固定し、支持する構造とする。また、逆止弁に作用する荷重は、ボルト及び取水ピット空気抜き配管を介して鉄筋コンクリートに伝達する構造とする。

(2) 評価方針

取水ピット空気抜き配管逆止弁は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、弁本体、弁蓋、フロートガイド及びボルトがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、弁本体、弁蓋及びフロートガイドがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.9 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋

(1) 構造設計

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋は、浸水防止蓋及び基礎ボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも浸水防止蓋が動かないように海水ポンプ室の壁面に基礎ボルトで固定し、支持する構造とする。また、浸水防止蓋に作用する荷重は、基礎ボルトを介して鉄筋コンクリートに伝達する構造とする。

(2) 評価方針

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、浸水防止蓋及び基礎ボルトがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、浸水防止蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.10 S A用海水ピット開口部浸水防止蓋

(1) 構造設計

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋は、浸水防止蓋としてスキンプレート及び主桁並びに固定ボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも浸水防止蓋が動かないようにS A用海水ピットの床面に固定ボルト及びヒンジで固定し、支持する構造とする。また、浸水防止蓋に作用する荷重は、固定ボルト及びヒンジを介して鉄筋コンクリートに伝達する構造とする。

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の構造計画を表 3.2-6 に示す。

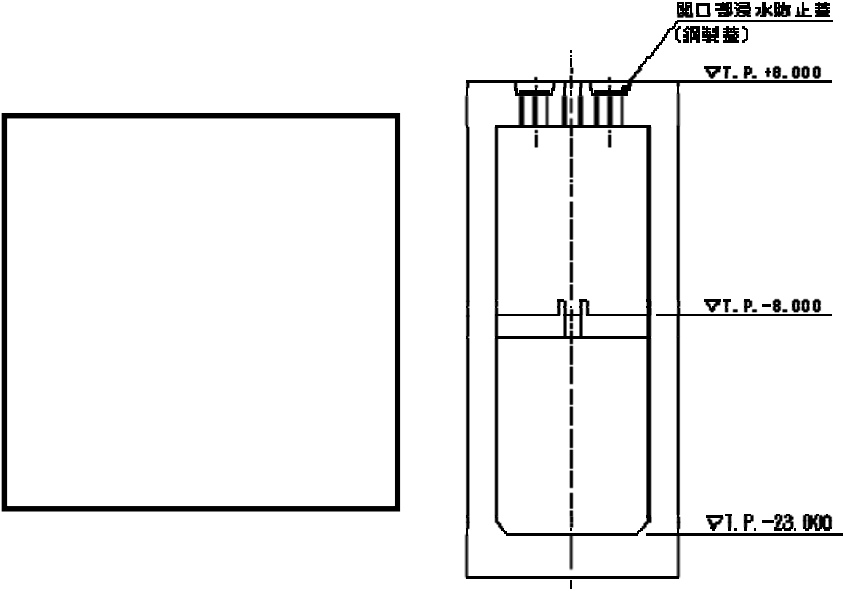
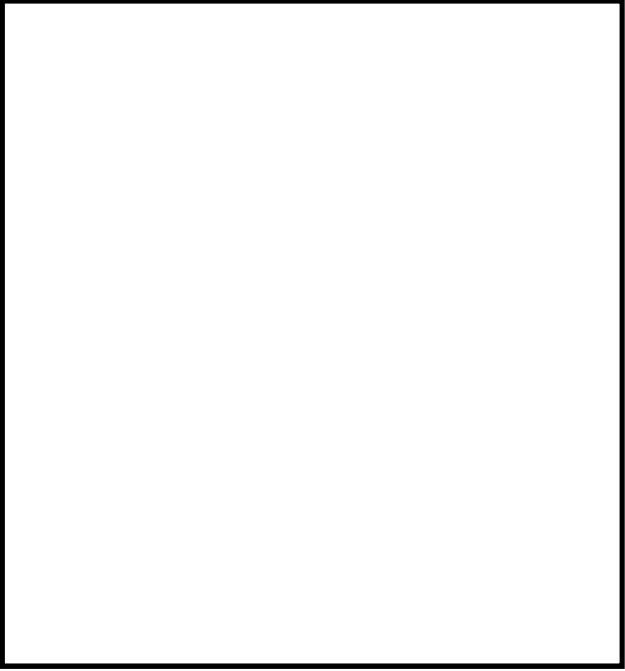
(2) 評価方針

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、浸水防止蓋としてスキンプレート及び主桁が、固定部として固定ボルト及びヒンジがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、浸水防止蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

表 3.2-6 S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の構造計画

<p>設備名称</p>	<p>配置図</p>		
<p>S A用海水ピット</p>			
	<p>計画の概要</p>		<p>説明図</p>
<p>S A用海水ピット開口部浸水防止蓋</p>	<p>主体構造 鋼製の浸水防止蓋で構成する。</p>	<p>支持構造 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より本体を固定する。</p>	

3.2.11 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋

(1) 構造設計

緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋は、浸水防止蓋としてスキンプレート及び主桁並びに固定ボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも浸水防止蓋が動かないように緊急用海水ポンプ室の床面に固定ボルトで固定し、支持する構造とする。また、浸水防止蓋に作用する荷重は、固定ボルトを介して鉄筋コンクリートに伝達する構造とする。

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計画を表3.2-7に示す。

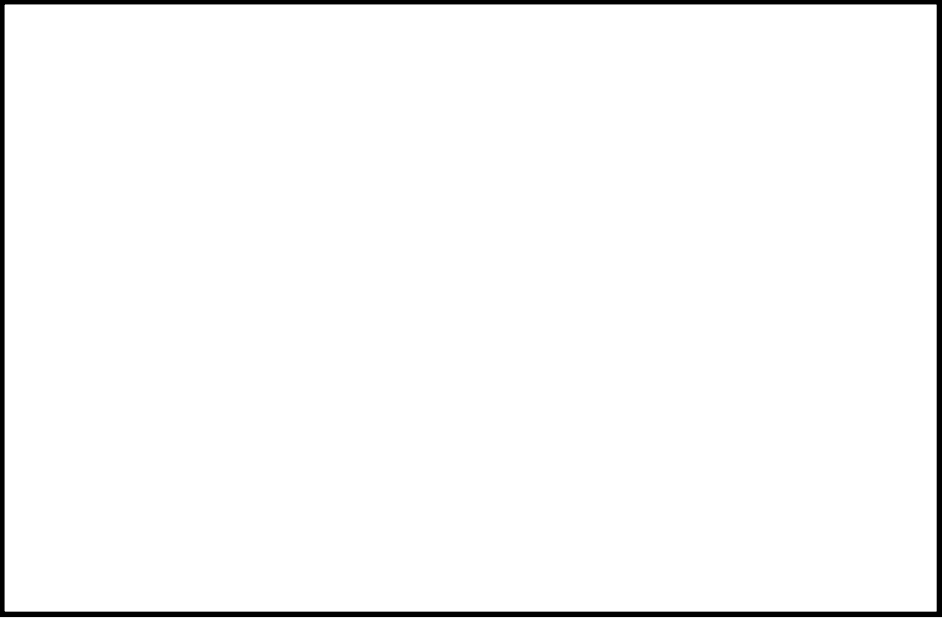
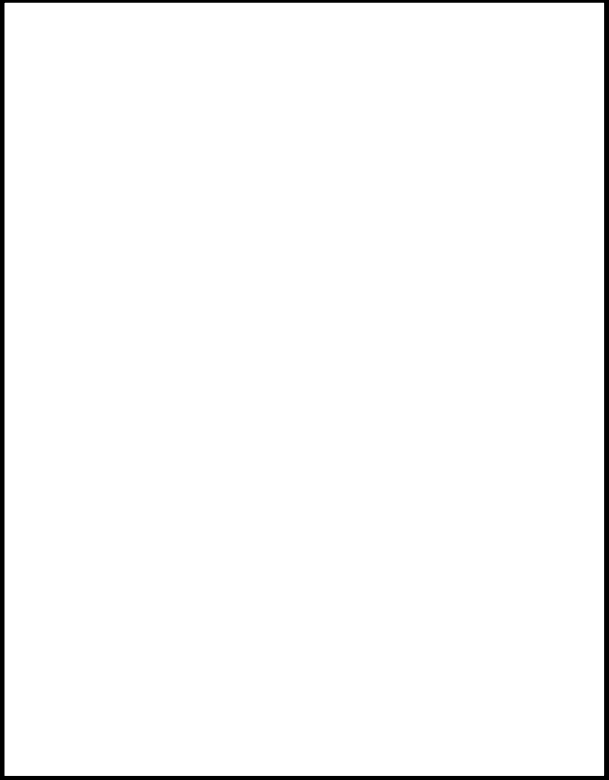
(2) 評価方針

緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、浸水防止蓋としてスキンプレート及び主桁が、固定部として固定ボルトがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、浸水防止蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

表 3.2-7 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計画

設備名称	配置図		
緊急用海水ポンプピット			
緊急用海水ポンプピット 点検用開口部 浸水防止蓋	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
	鋼製の浸水防止蓋で構成する。	海水ポンプピット下部の人員用開口部に設置する固定ボルトにより本体を固定する。	

3.2.12 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋

(1) 構造設計

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋は、浸水防止蓋としてスキンプレート及び主桁並びに固定ボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも浸水防止蓋が動かないように緊急用海水ポンプピットの上版に固定ボルトで固定し、支持する構造とする。

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構造計画を表 3.2-8 に示す。

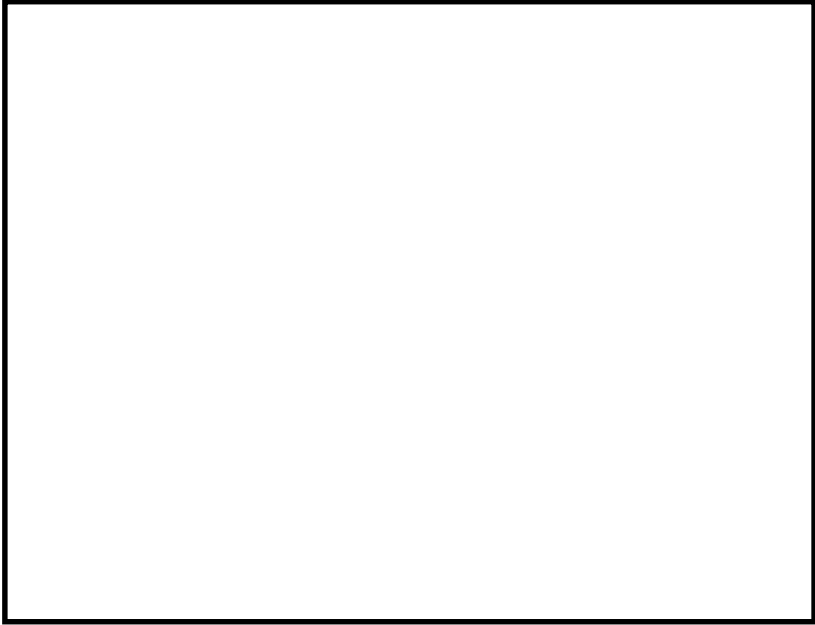
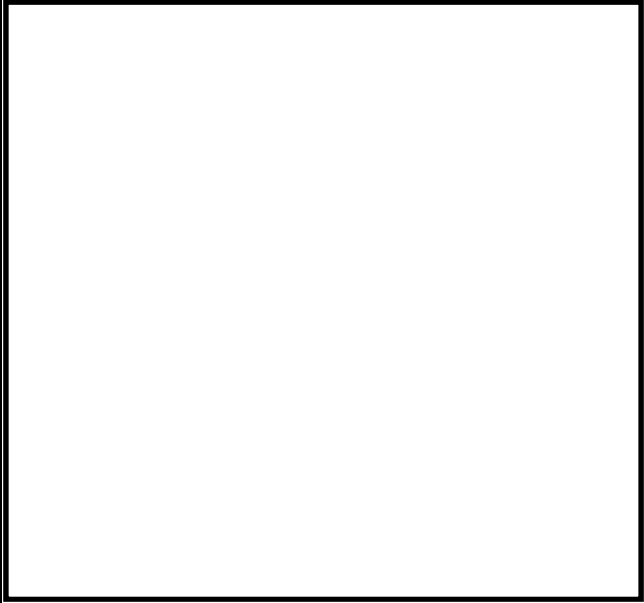
(2) 評価方針

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、浸水防止蓋としてスキンプレート及び主桁が、固定部として固定ボルトがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、浸水防止蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

表 3.2-8 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構造計画

設備名称	配置図		
緊急用海水ポンプピット			
緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
	鋼製の浸水防止蓋で構成する。	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。	

3.2.13 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋

(1) 構造設計

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋は、浸水防止蓋としてスキンプレート及び主桁並びに固定ボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも浸水防止蓋が動かないように緊急用海水ポンプピットの上版に固定ボルトで固定し、支持する構造とする。

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の構造計画を表 3.2-9 に示す。

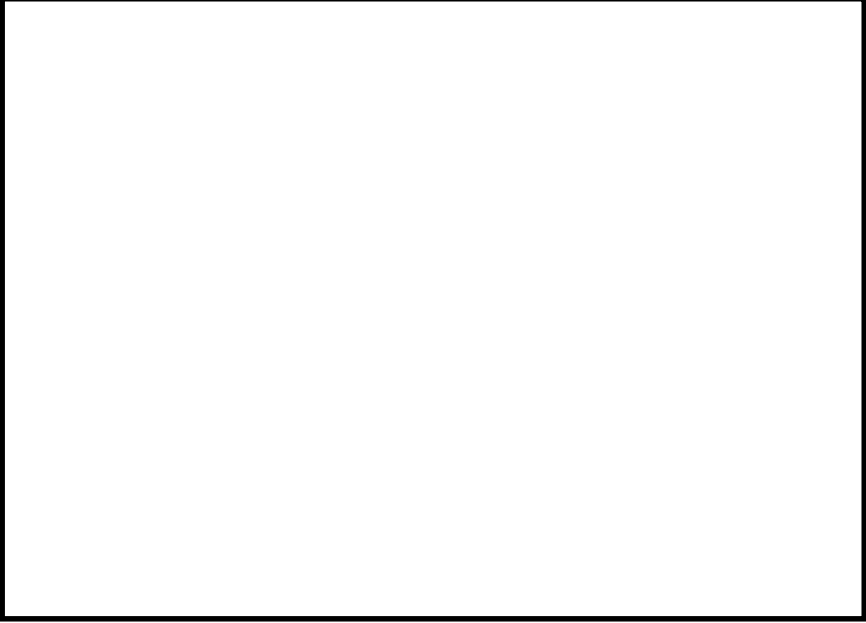
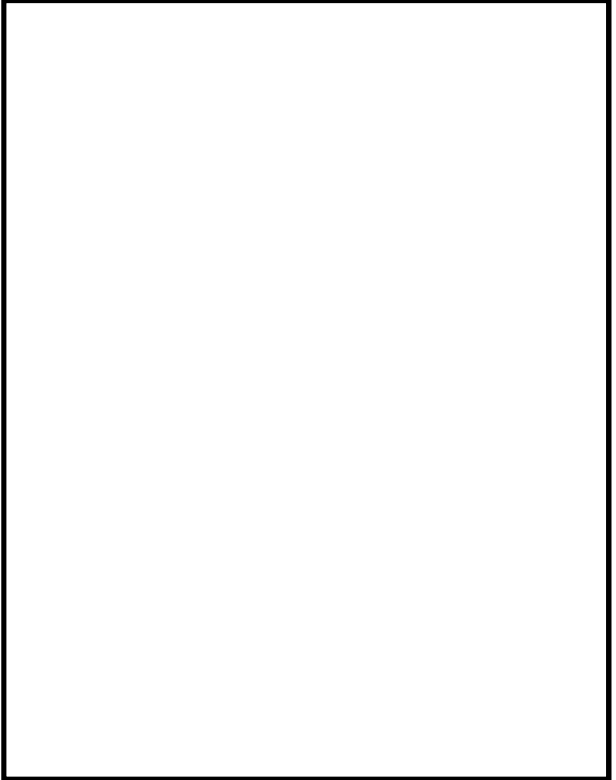
(2) 評価方針

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、浸水防止蓋としてスキンプレート及び主桁が、固定部として固定ボルトがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、浸水防止蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

表 3.2-9 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の構造計画

設備名称	配置図		
緊急用海水ポンプピット			
緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
	鋼製の浸水防止蓋で構成する。	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。	

3.2.14 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁

(1) 構造設計

緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁は、弁本体、フロートガイド、フロート及び基礎ボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも逆止弁が動かないように緊急用海水ポンプ室の床面に基礎ボルトで固定し、支持する構造とする。また、逆止弁に作用する荷重は、基礎ボルトを介して鉄筋コンクリートに伝達する構造とする。

(2) 評価方針

緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、弁本体、フロートガイド及び基礎ボルトがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、弁本体及びフロートガイドがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.15 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁

(1) 構造設計

緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁は、弁本体、フロートガイド、フロート及び基礎ボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも逆止弁が動かないように緊急用海水ポンプ室の床面に基礎ボルトで固定し、支持する構造とする。また、逆止弁に作用する荷重は、基礎ボルトを介して鉄筋コンクリートに伝達する構造とする。

(2) 評価方針

緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、弁本体、フロートガイド及び基礎ボルトがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、弁本体及びフロートガイドがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.16 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋

(1) 構造設計

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定してい

る設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋は、浸水防止蓋としてスキンプレート及び主桁並びに固定ボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも浸水防止蓋が動かないように緊急用海水ポンプ室の床面に固定ボルトで固定し、支持する構造とする。また、浸水防止蓋に作用する荷重は、固定ボルトを介して鉄筋コンクリートに伝達する構造とする。

(2) 評価方針

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、浸水防止蓋としてスキンプレート及び主桁が、固定部として固定ボルトがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、浸水防止蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.17 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ

(1) 構造設計

格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチは、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチは、上蓋及び固定ボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも浸水防止蓋が動かないように格納容器圧力逃がし装置格納槽の上版に固定ボルトで固定し、支持する構造とする。

(2) 評価方針

格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチは、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、上蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、上蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.18 常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ

(1) 構造設計

常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチは、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチは、上蓋及び固定ボルトを主体構造とし、

荷重が作用した場合にも浸水防止蓋が動かないように格納容器圧力逃がし装置格納槽の上版に固定ボルトで固定し、支持する構造とする。

(2) 評価方針

常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチは、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、上蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、上蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.19 常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ

(1) 構造設計

常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチは、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチは、上蓋及び固定ボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも浸水防止蓋が動かないように格納容器圧力逃がし装置格納槽の上版に固定ボルトで固定し、支持する構造とする。

(2) 評価方針

常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチは、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、上蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、上蓋がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

3.2.20 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

(1) 構造設計

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は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針及び添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」の「3. 要求機能及び性能目標」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

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は、水密扉として扉板及び芯材並びに固定部としてカンヌキ、カンヌキ受けピン及びカンヌキ受けボルトを主体構造とし、荷重が作用した場合にも水密扉が動かないように鉄筋コンクリートの壁面にアンカーで固定し、支持する構造とする。また、水密扉に作用する荷重は、カンヌキ、カンヌキ受けピン、カンヌキ受けボルト及アンカーを介して鉄筋コンクリートに伝達する構造とする。

(2) 評価方針

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は、「(1) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、扉板、芯材、カンヌキ、カンヌキ受けピン及びカンヌキ受けボルトがおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水に伴う津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、止水機能を損なわないよう、扉板及び芯材がおおむね弾性状態にとどまることを確認する。

4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界

浸水防護施設の強度計算に用いる荷重及び荷重の組合せを以下の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に、許容限界を「4.2 許容限界」に示す。

4.1 荷重及び荷重の組合せ

(1) 荷重の種類

a. 常時作用する荷重 (D, G, P)

常時作用する荷重は、持続的に生じる荷重であり、自重又は固定荷重、積載荷重、土圧及び海中部に対する静水圧（浮力含む。）とする。

b. 津波荷重 (P_t , P_h)

津波荷重は、施設ごとに設置位置における津波の浸入形態に応じて、以下のとおり、遡上津波荷重、突き上げ津波荷重又は浸水津波荷重として算定する。

(a) 遡上津波荷重 (P_t)

遡上津波荷重は、遡上波により波圧として作用する荷重であり、「防波堤の耐津波設計ガイドライン（国土交通省港湾局，平成 25 年 9 月）」等を参考に、各施設の設置位置等における遡上波の高さから、津波波圧算定式として谷本式を適用する場合は、各施設の設置位置における複雑な地形条件を考慮し、静水面からの入射津波高さの 3 倍のさらに 1.5 倍の高さまで作用する水圧として算定し、津波波圧算定式として静水圧差式を適用する場合は、各施設の設置位置における複雑な地形条件を考慮し、静水面からの津波高さの 1.5 倍の高さまで作用する水圧として算定する。

(b) 突き上げ津波荷重 (P_t)

突き上げ津波荷重は、床面に設置されている施設に対して、経路からの津波が鉛直上向き方向に作用した場合の津波荷重であり、各施設の設置位置における経路からの津波高さ及び流速を用いて算定する。

(b) 浸水津波荷重 (P_h)

浸水津波荷重は、経路からの津波による浸水又は津波による溢水により冠水した場合に静水圧として作用する荷重であり、各施設の設置位置における施設の設置高さ及び浸水深さを考慮して、静水圧として算定する。また、閉塞部における浸水津波荷重については余震の鉛直方向成分の影響を考慮する。

c. 余震荷重 (K_{sd})

余震荷重は、弾性設計用地震動 $S_d - D1$ に伴う地震力（動水圧含む。）として算定する。

d. 衝突荷重 (P_c)

衝突荷重は、漂流物（総排水トン 15t の漁船を考慮）の質量及び敷地前面における津波の流速を考慮して算定する。

e. 風荷重 (P_k)

風荷重は、平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号に定められた東海村の基準風速 30m/s を使用する。津波と風荷重の最大荷重の継続時間がともに短く同時に発生する確率が低いことを踏まえ、ガスト影響係数を 1 として風荷重を算定する。

f. 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重は、建築基準法施行規則細則（茨城県）に定められた東海村の垂直積雪量 30 cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮した値を基本として設定し、積雪量 1 cm ごとに 20 N/m^2 の積雪荷重が作用することを考慮し、各施設の積雪面積を乗じて設定する。

(2) 荷重の組合せ

各施設の強度計算に用いる荷重の組合せは、施設の配置、構造計画に基づく形状及び評価対象部位を踏まえて、「(1) 荷重の種類」で示した荷重 a. ~f. を常時作用する荷重、津波の形態に応じた津波荷重等及びその他自然現象による荷重に分けて適切に組み合わせる。

荷重の組合せにおいては、まず、常時作用する荷重として、対象施設に応じて、以下の荷重の組合せを考慮する。構造物については、固定荷重 (G) を考慮する。さらに、上載物の荷重を負担する又は影響を受ける構造である場合は、積載荷重 (P) を組み合わせる。一方、機器類については、自重 (D) を考慮する。

次に、津波の形態に応じた津波荷重等の組合せを考慮する。

津波荷重として、遡上津波荷重 (P_t)、突き上げ津波荷重 (P_t) 又は浸水津波荷重 (P_h) を考慮する場合（漂流物の影響を受ける位置に設置している施設については、衝突荷重 (P_c) の組合せを考慮する（以下、「津波時」という。））と、遡上津波荷重 (P_t)、突き上げ津波荷重 (P_t) 又は浸水津波荷重 (P_h) と余震荷重 (K_{sd}) の組合せを考慮する場合（以下、「重畳時」という。）に分けて強度計算を行う。

最後に、施設の構造等を踏まえ、風荷重 (P_k)、積雪荷重 (P_s) の組合せを考慮する。

風荷重 (P_k) については、屋外の直接風を受ける場所に設置している施設のうち、風荷重 (P_k) の影響が津波荷重 (P_t , P_h) と比べて相対的に無視できないような構造、形状及び仕様の施設については組合せを考慮する。風荷重 (P_k) の影響を受ける可能性のある施設については、各強度計算書において風荷重 (P_k) の影響を確認する。

積雪荷重 (P_s) については、屋外の積雪が生じる場所に設置している施設について、組合せを考慮する。ただし、自重 (D) に対して積雪荷重 (P_s) の割合が無視できる施設については、各強度計算書において積雪荷重 (P_s) の影響が無視できることを確認したうえで、組合せ計算を実施しない。

以上を踏まえ、具体的に施設ごとの強度計算書において考慮すべき荷重の組合せを設定する。荷重の組合せの設定フローを図 4.1-1 に、フローに基づき設定した施設ごとの荷重の組合せ結果を表 4.1-1 に示す。

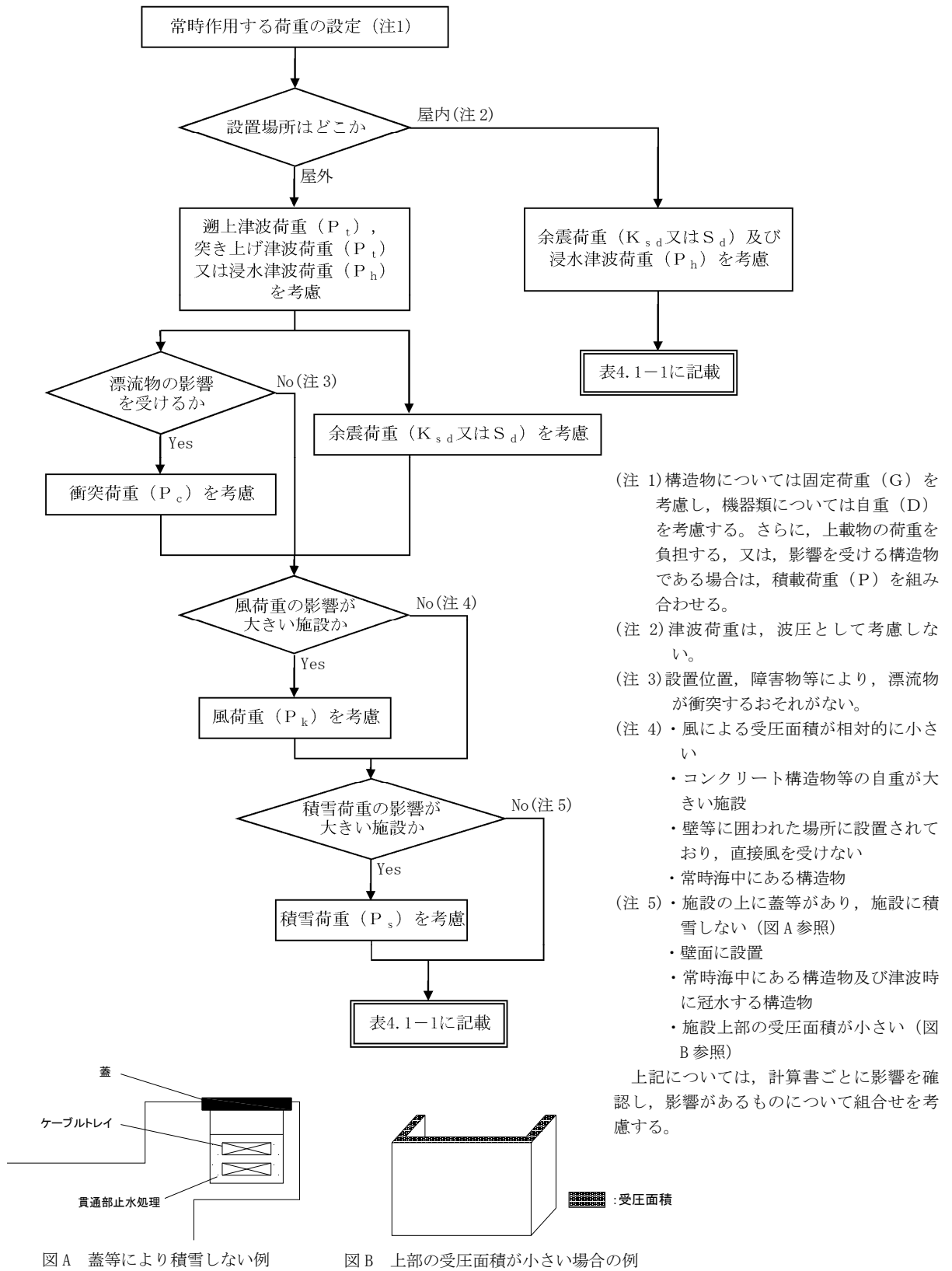


図 4.1-1 強度計算における荷重の組合せの設定フロー

表 4.1-1 津波防護に関する施設の強度計算における荷重の組合せ (1/4)

強度計算の対象施設	事象	荷重							
		自重 (D) 又は 固定荷重 (G)	積載荷重 (P)	余震荷重 (S_d 又 は K_{sd})	遡上津波荷重 (P_t), 突き上げ津波荷重 (P_t) 又は浸水津波荷重 (P_h)	衝突荷重 (P_c)	風荷重 (P_k)	積雪荷重 (P_s)	
防潮堤	防潮堤 (鋼製防護壁)	津波時	○	○	—	○ 遡上津波 (P_t)	○	—	○
		重畳時	○	○	○	○ 遡上津波 (P_t)	—	—	○
	防潮堤 (鉄筋コンクリート防潮壁)	津波時	○	○	—	○ 遡上津波 (P_t)	○	—	○
		重畳時	○	○	○	○ 遡上津波 (P_t)	—	—	○
	防潮堤 (鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア))	津波時	○	○	—	○ 遡上津波 (P_t) 突き上げ津波荷重 (P_t)	○	—	○
		重畳時	○	○	○	○ 遡上津波 (P_t) 突き上げ津波荷重 (P_t)	—	—	○
	防潮堤 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)	津波時	○	—	—	○ 遡上津波 (P_t)	○	—	○
		重畳時	○	—	○	○ 遡上津波 (P_t)	—	—	○

(○：考慮する荷重を示す。)

表 4.1-1 津波防護に関する施設の強度計算における荷重の組合せ (2/4)

強度計算の対象施設	事象	荷重						
		自重 (D) 又は 固定荷重 (G)	積載荷重 (P)	余震荷重 (S_d 又 は K_{sd})	遡上津波荷重 (P_t), 突き上げ津波荷重 (P_t) 又は浸水津波荷重 (P_h)	衝突荷重 (P_c)	風荷重 (P_k)	積雪荷重 (P_s)
防潮扉	津波時	○	○	—	○ 遡上津波 (P_t)	○	—	○
	重畳時	○	○	○	○ 遡上津波 (P_t)	—	—	○
	重畳時	○	—	○	○ 突き上げ津波 (P_t)	—	—	○
放水路ゲート	重畳時	○	—	○	○ 遡上津波 (P_t)	—	—	—
	重畳時	○	—	—	○ 遡上津波 (P_t)	○	—	—
構内排水路逆流防止設備	津波時	○	—	—	○ 遡上津波 (P_t)	○	—	—
	重畳時	○	—	○	○ 遡上津波 (P_t)	—	—	—
貯留堰	津波時	○	—	—	○ 遡上津波 (P_t)	—	—	—
	重畳時	○	—	○	○ 遡上津波 (P_t)	—	—	—

(○：考慮する荷重を示す。)

表 4.1-1 津波防護に関する施設の強度計算における荷重の組合せ (3/4)

強度計算の対象施設	事象	荷重									
		自重 (D) 又は 固定荷重 (G)	積載荷重 (P)	余震荷重 (S _d 又 はK _{s d})	遡上津波荷重 (P _t), 突き上げ津波荷重 (P _t) 又は浸水津波荷重 (P _h)	衝突荷重 (P _c)	風荷重 (P _k)	積雪荷重 (P _s)			
取水路点検用開口部浸水防止蓋	重畳時	○	—	○	○	○	—	○	—	—	○
海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁	重畳時	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—
取水ピット空気抜き配管逆止弁	重畳時	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—
海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋	重畳時	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—
SA用海水ピット開口部浸水防止蓋	重畳時	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—
緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋	重畳時	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—
緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋	重畳時	○	—	○	○	○	○	○	—	—	○
緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋	重畳時	○	—	○	○	○	○	○	—	—	○
緊急用海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁	重畳時	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—
緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁	重畳時	○	—	○	○	○	○	○	—	—	—

(○：考慮する荷重を示す。)

表 4.1-1 津波防護に関する施設の強度計算における荷重の組合せ (4/4)

強度計算の対象施設	事象	荷重						
		自重 (D) 又は 固定荷重 (G)	積載荷重 (P)	余震荷重 (S _d 又 はK _{s d})	遡上津波荷重 (P _t), 突き上げ津波荷重 (P _t) 又は浸水津波荷重 (P _h)	衝突荷重 (P _c)	風荷重 (P _k)	積雪荷重 (P _s)
放水路ゲート点検用開口部浸 水防止蓋	重畳時	○	—	○	○	○	—	○
格納容器圧力逃がし装置格納 槽点検用水密ハッチ	重畳時	○	—	○	○	○	—	○
常設低圧代替注水系格納槽点 検用水密ハッチ	重畳時	○	—	○	○	○	—	○
常設低圧代替注水系可搬型ボ ンプ用水密ハッチ	重畳時	○	—	○	○	○	—	○
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	重畳時	○	—	○	○	○	—	—
取水ピット水位計	重畳時	○	—	○	○	○	—	—
潮位計	重畳時	○	—	○	○	○	—	—

(○：考慮する荷重を示す。)

4.2 許容限界

許容限界は、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」にて設定している。津波荷重を考慮した施設ごとの構造強度設計上の性能目標及び機能維持の評価方針を踏まえて、評価対象部位ごとに設定する。

「4.1 荷重及び荷重の組合せ」で設定している荷重及び荷重の組合せを含めて施設ごとの許容限界を表 4.2-1 に示す。

各施設の許容限界の詳細は、各計算書で評価対象部位の応力や変形の状態を考慮し、評価対象部位ごとに許容限界を設定する。

4.2.1 施設ごとの許容限界

(1) 防潮堤

a. 鋼製防護壁

(a) 鋼製防護壁，鋼製防護壁アンカー

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震，積載物，漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し，構造部材の健全性を保持する設計とするために，鋼材が，おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ，「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）及び「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，短期許容応力度を許容限界として設定する。

(b) 基礎地盤

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震，積載物，漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し，十分な支持機能を有する岩盤に設置する設計とするために，鋼製防護壁を支持する基礎岩盤の極限支持力に基づき，V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している値とする。

(c) 地中連続壁基礎

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震，積載物，漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し，構造部材の健全性を保持する設計とするために，鉄筋コンクリートが，おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ，「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，短期許容応力度を許容限界として設定する。

(d) 止水ジョイント部材

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震，積載物，漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し，主要な構造体の境界部に設置する部材を有意な漏えいを生じない変形に留める設計とするため，境界部に設置するゴムジョイント及びシートジョイントが有意な漏えいを生じない変形量以下であることを確認する評価方針としていることを踏まえ，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。

(d) 鋼製アンカー

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鋼製アンカーが、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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「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）」に基づき設定する。

(e) 鋼製防護部材

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに、余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鋼製防護部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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。

b. 鉄筋コンクリート防潮壁

(a) 鉄筋コンクリート防潮壁，地中連続壁基礎

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鉄筋コンクリートが、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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、短期許容応力度を許容限界として設定する。

(b) 基礎地盤

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、十分な支持機能を有する岩盤に設置する設計とするために、鉄筋コンクリート防潮壁を支持する基礎岩盤の極限支持力に基づき、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している値とする。

(c) 止水ジョイント部材

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造体の境界部に設置する部材を有意な漏えいを生じない変形に留める設計とするため、境界部に設置するゴムジョイント及びシートジョイントが有意な漏えいを生じない変形量以下であることを確認する評価方針としていることを踏まえ、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。

(d) 鋼製アンカー

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鋼製アンカーが、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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「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）」に基づき設定する。

(e) 鋼製防護部材

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鋼製防護部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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。

c. 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）

(a) 鉄筋コンクリート

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鉄筋コンクリートが、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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、短期許容応力度を許容限界として設定する。

(b) 基礎地盤

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波及び経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、堅固な支持地盤に設置する設計とするために、鉄筋コンクリート防潮壁を支持する基礎岩盤の極限支持力に基づき、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している値とする。

d. 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

(a) 鋼管杭

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鋼管杭が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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、短期許容応力度を許容限界として設定する。

(b) 鉄筋コンクリート

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鉄筋コンクリートが、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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、短期許容応力度を許容限界として設定する。

(c) 地盤高さの嵩上げ部 (改良体) 及び表層改良体

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、地盤として滑動しない抵抗性を保持する設計とするため、地盤高さの嵩上げ部底面が滑動しないこと及び受働崩壊角にすべりが発生しないことを確認し、洗掘防止対策やボイリング対策としての機能を保持するため、表層改良体にせん断破壊が生じないことを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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「耐津波設計に係る工認審査ガイド (原子力規制委員会, 平成 25 年 6 月) 」を考慮し、せん断強度に基づき設定する。

(d) 止水ジョイント部材

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造体の境界部に設置する部材を有意な漏えいを生じない変形に留める設計とするため、境界部に設置するゴムジョイント及びシートジョイントが有意な漏えいを生じない変形量以下であることを確認する評価方針としていることを踏まえ、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。

(e) 鋼製アンカー

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鋼製アンカーが、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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「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) 」に基づき設定する。

(f) 鋼製防護部材

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鋼製防護部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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。

(g) シートパイル

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、ボイリング対策としての機能を保持するため、シートパイルにせん断破壊が生じないことを確認する評価方針としていることを踏まえ、せん断強度に基づき設定する。

(2) 防潮扉

a. 扉体

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、扉体を構成する鋼製部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

b. 戸当り

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、戸当りを構成する鋼製部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

c. 鋼管杭

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鋼管杭が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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、短期許容応力度を許容限界として設定する。

d. 鉄筋コンクリート

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鉄筋コンクリートが、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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、短期許容応力度を許容限界として設定する。

e. 基礎地盤

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、堅固な支持地盤に設置す

る設計とするために、鉄筋コンクリート防潮壁を支持する基礎岩盤の極限支持力に基づき、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している値とする。

f. 止水ジョイント部材

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造体の境界部に設置する部材を有意な漏えいを生じない変形に留める設計とするため、境界部に設置するゴムジョイント及びシートジョイントが有意な漏えいを生じない変形量以下であることを確認する評価方針としていることを踏まえ、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。

g. 鋼製アンカー

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鋼製アンカーが、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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「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）」に基づき設定する。

h. 鋼製防護部材

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震、積載物、漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鋼製防護部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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。

(3) 放水路ゲート

a. 扉体

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、扉体を構成する鋼製部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

b. 戸当り

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、戸当りを構成する鋼製部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

c. 鉄筋コンクリート

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鉄筋コンクリートが、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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、短期許容応力度を許容限界として設定する。

(4) 構内排水路逆流防止設備

a. 扉体

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、扉体を構成する鋼製部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

(5) 貯留堰

a. 鋼管矢板

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び漂流物の衝突を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、鋼管矢板が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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、短期許容応力度として設定する。

b. 止水ゴム

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び漂流物の衝突を考慮した荷重に対し、境界部に設置する部材を有意な漏えいを生じない変形に留める設計とするため、境界部に設置する止水ゴムが有意な漏えいを生じない変形量以下であることを確認する評価方針としていることを踏まえ、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。

c. 止水ゴム取付部鋼材

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び漂流物の衝突を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、止水ゴム取付部鋼材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「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、短期許容応力度として設定する。

d. 防護材

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び漂流物の衝突を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、防護材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としているこ

とを踏まえ、「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，短期許容応力度として設定する。

e. 防護材取付部鋼材

地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び漂流物の衝突を考慮した荷重に対し，構造部材の健全性を保持する設計とするために，防護材取付部鋼材が，おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ，「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，短期許容応力度として設定する。

(6) 取水路点検用開口部浸水防止蓋

a. 浸水防止蓋

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し，構造部材の健全性を保持する設計とするために，浸水防止蓋（鋼製部材）が，おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ，「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補含む）） J S M E S N C 1 - 2 0 0 5 / 2 0 0 7 （（社）日本機械学会）」に準じた共用状態 C の許容応力を許容限界として設定する。

b. 基礎ボルト

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し，構造部材の健全性を保持する設計とするために，基礎ボルト（鋼製部材）が，おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ，「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補含む）） J S M E S N C 1 - 2 0 0 5 / 2 0 0 7 （（社）日本機械学会）」に準じた共用状態 C の許容応力を許容限界として設定する。

(7) 海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁

a. 弁本体

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し，構造部材の健全性を保持する設計とするために，弁本体（鋼製部材）が，おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ，「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補含む）） J S M E S N C 1 - 2 0 0 5 / 2 0 0 7 （（社）日本機械学会）」に準じた共用状態 C の許容応力を許容限界として設定する。

b. フロートガイド

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し，構造部材の健全性を保持する設計とするために，フロートガイド（鋼製部材）が，おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ，「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補含む）） J S M E S N C 1 - 2 0 0 5 / 2 0 0 7 （（社）日本機械学会）」に準じた共用状態 C の許容応力を許容限界として設定する。

c. 基礎ボルト

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、基礎ボルト（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補含む）） JSME S NC 1-2005/2007（（社）日本機械学会）」に準じた共用状態Cの許容応力を許容限界として設定する。

(8) 取水ピット空気抜き配管逆止弁

a. 弁本体及び弁蓋

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、弁本体及び弁蓋（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補含む）） JSME S NC 1-2005/2007（（社）日本機械学会）」に準じた共用状態Cの許容応力を許容限界として設定する。

b. フロートガイド

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、フロートガイド（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補含む）） JSME S NC 1-2005/2007（（社）日本機械学会）」に準じた共用状態Cの許容応力を許容限界として設定する。

c. ボルト

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、ボルト（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補含む）） JSME S NC 1-2005/2007（（社）日本機械学会）」に準じた共用状態Cの許容応力を許容限界として設定する。

(9) 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋

a. 浸水防止蓋

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水時の浸水津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、浸水防止蓋（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補含む）） JSME S NC 1-2005/2007（（社）日本機械学会）」に準じた共用状態Cの許容応力を許容限界として設定する。

b. 基礎ボルト

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水時の浸水津波高さに応じた津

波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、基礎ボルト（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補含む）） JSME S NC1-2005/2007（（社）日本機械学会）」に準じた共用状態Cの許容応力を許容限界として設定する。

(10) SA用海水ピット開口部浸水防止蓋

a. 浸水防止蓋

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、浸水防止蓋を構成する鋼製部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

b. 固定ボルト及びヒンジ

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、固定ボルト及びヒンジ（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

(11) 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋

a. 浸水防止蓋

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、浸水防止蓋を構成する鋼製部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

b. 固定ボルト

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、固定ボルト（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

(12) 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋

a. 浸水防止蓋

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水時の浸水津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計と

するために、浸水防止蓋を構成する鋼製部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

b. 固定ボルト

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水時の浸水津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、固定ボルト（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

(13) 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋

a. 浸水防止蓋

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水時の浸水津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、浸水防止蓋を構成する鋼製部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

b. 固定ボルト

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水時の浸水津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、固定ボルト（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

(14) 緊急用海水ポンプグラウンドレン排出口逆止弁

a. 弁本体

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、弁本体（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補含む）） J S M E S N C 1 - 2005 / 2007（（社）日本機械学会）」に準じた共用状態 C の許容応力を許容限界として設定する。

b. フロートガイド

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、フロートガイド（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007

年追補含む)) JSME S NC 1-2005/2007 ((社) 日本機械学会)) に準じた共用状態Cの許容応力を許容限界として設定する。

c. 基礎ボルト

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、基礎ボルト(鋼製部材)が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年追補含む)) JSME S NC 1-2005/2007 ((社) 日本機械学会)) に準じた共用状態Cの許容応力を許容限界として設定する。

(15) 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁

a. 弁本体

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、弁本体(鋼製部材)が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年追補含む)) JSME S NC 1-2005/2007 ((社) 日本機械学会)) に準じた共用状態Cの許容応力を許容限界として設定する。

b. フロートガイド

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、フロートガイド(鋼製部材)が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年追補含む)) JSME S NC 1-2005/2007 ((社) 日本機械学会)) に準じた共用状態Cの許容応力を許容限界として設定する。

c. 基礎ボルト

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、基礎ボルト(鋼製部材)が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年追補含む)) JSME S NC 1-2005/2007 ((社) 日本機械学会)) に準じた共用状態Cの許容応力を許容限界として設定する。

(16) 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋

a. 浸水防止蓋

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、浸水防止蓋を構成する鋼製部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準(案)(基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

b. 固定ボルト

地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時の津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、固定ボルト（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「ダム・堰施設技術基準（案）（基礎解説編・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、短期許容応力度として設定する。

(17) 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ

a. 上蓋

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水時の浸水津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、浸水防止蓋（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補含む）） J S M E S N C 1 - 2005 / 2007（（社）日本機械学会）」に準じた共用状態 C の許容応力を許容限界として設定する。

(18) 常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ

a. 上蓋

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水時の浸水津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、浸水防止蓋（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補含む）） J S M E S N C 1 - 2005 / 2007（（社）日本機械学会）」に準じた共用状態 C の許容応力を許容限界として設定する。

(19) 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. 上蓋

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水時の浸水津波高さに応じた津波荷重並びに余震及び積雪を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、浸水防止蓋（鋼製部材）が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補含む）） J S M E S N C 1 - 2005 / 2007（（社）日本機械学会）」に準じた共用状態 C の許容応力を許容限界として設定する。

(20) 常設代替電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉

a. 扉板及び芯材

地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水時の浸水津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、構造部材の健全性を保持する設計とするために、扉体を構成する鋼製部材が、おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ、「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会，2005 改定）を踏まえて、短期許容応力度として設定する。

b. カンヌキ, カンヌキ受けピン及びカンヌキ受けボルト

地地震後の繰返しの襲来を想定した津波による溢水の浸水時の浸水津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し, 構造部材の健全性を保持する設計とするために, カンヌキ部を構成する鋼製部材が, おおむね弾性状態にとどまることを確認する評価方針としていることを踏まえ, 「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—(社)日本建築学会, 2005 改定)を踏まえて, 短期許容応力度として設定する。

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (1/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
防潮堤 (鋼製 防護壁)	$G+P+P_t+P_c+P_s$ $G+P+P_t+K_{sd}+P_s$	鋼製防護壁	曲げ, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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) に基づき, 短期許容応力度とする。
		鋼製防護壁アーカー	引張, せん断, 引き抜き	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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) 及び「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, 短期許容応力度とする。
		地中連続壁基礎	曲げ, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	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, 短期許容応力度とする。
		止水ジョイント部材	変形	有意な漏えいに至る変形	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。
		鋼製アーカー	引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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。
		鋼製防護部材	曲げ, 引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「鋼構造設計規程—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。

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (2/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
防潮堤 (鉄筋コンクリート防潮壁)		地中連続壁基礎	曲げ, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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, 短期許容応力度とする。
		鉄筋コンクリート防潮壁	曲げ, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	
		変形	有意な漏えいに至る変形	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。	
		引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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。	
		曲げ, 引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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。	

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (3/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
防潮堤（鉄筋コンクリート 防潮壁（放水路エリア））	$G + P + P_t + P_c + P_s$ $G + P + P_t + K_{sd} + P_s$	鉄筋コンクリート	曲げ，せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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，短期許容応力度とする。
		基礎地盤	接地圧	支持機能を喪失する状態	極限支持力とする。*
		止水ジョイント部材	変形	有意な漏えいに至る変形	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。

注記 * : 妥当な安全余裕を考慮する。

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (4/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
防潮堤 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)	$G + P_t + P_c + P_s$ $G + P_t + K_{sd} + P_s$	鋼管杭	曲げ, せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「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)」に基づき短期許容応力度とする。
		鉄筋コンクリート	曲げ, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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, 短期許容応力度とする。
		地盤高さの嵩上げ部 (改良体) 及び表層改良体	せん断	地盤高さの嵩上げ部の底面が滑動に至る状態, 上部構造背面の地盤がすべりに至る状態, 表層改良体がせん断破壊に至る状態	「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「耐津波設計に係る工認審査ガイド (原子力規制委員会, 平成 25 年 6 月)」を考慮し, せん断強度に基づき設定する。
		止水ジョイント部材	変形	有意な漏えいに至る変形	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。
		鋼製アンカー	引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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。
鋼製防護部材		曲げ, 引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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。	

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (5/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
防潮堤 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)	$G + P_t + P_c + P_s$ $G + P_t + K_{sd} + P_s$	シートパイル	せん断	部材がせん断破壊に至る状態	せん断強度に基づき設定する。

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (6/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
防刺扉	$G + P_t + P_c + P_s$ $G + P_t + K_{sd} + P_s$	扉体 (スキンプレート)	曲げ	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・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, 短期許容応力度とする。
		扉体 (主桁, 縦補助桁, 端桁)	曲げ, せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・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, 短期許容応力度とする。
		扉体 (支圧板)	支圧	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・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, 短期許容応力度とする。
		戸当り (鋼材)	曲げ, 圧縮	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・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, 短期許容応力度とする。
		戸当り (コンクリート)	支圧, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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, 短期許容応力度とする。

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (7/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
防潮扉	$G + P_t + P_c + P_s$ $G + P_t + K_{sd} + P_s$	防潮壁 (鋼管杭)	曲げ, せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「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)」に基づき短期許容応力度とする。
		防潮壁 (鉄筋コンクリート)	曲げ, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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, 短期許容応力度とする。
		防潮壁 (基礎地盤)	接地圧	支持機能を喪失する状態	極限支持力とする。*
		防潮壁 (止水ジョイント部材)	変形	有意な漏えいに至る変形	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。
		防潮壁 (鋼製アଙ୍କカー)	引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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。
		防潮壁 (鋼製防護部材)	曲げ, 引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「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。

注記 * : 妥当な安全余裕を考慮する。

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (8/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
放水路ゲート	$G + P_t + K_{sd} + P_s$	扉体 (スキンプ レート)	曲げ	部材が弾性域に 留まらず塑性域 に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・ 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, 短期許容応力 度とする。
		扉体 (主桁, 縦 補助桁, 端桁)	曲げ, せん断	部材が弾性域に 留まらず塑性域 に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・ 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, 短期許容応力 度とする。
		扉体 (支圧板)	支圧	部材が弾性域に 留まらず塑性域 に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・ 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, 短期許容応力 度とする。
		戸当り (鋼材)	曲げ, 圧縮	部材が弾性域に 留まらず塑性域 に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・ 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, 短期許容応力 度とする。
		戸当り (コンク リート)	支圧, せん断	部材が弾性域に とどまらず塑性 域に入る状態	「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, 短期許容応力度とする。

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (9/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
構内排水路逆流防止設備	$G + P_t + K_{sd}$	扉体 (スキンプレート)	曲げ	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (社) ダム・堰施設技術協会, 平成 25 年 6 月)」に基づき, 短期許容応力度とする。
		扉体 (主桁, 補助桁)	曲げ, せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (10/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
貯留堰	$G + P_t + P_c$ $G + K_{sd} + P_t$	鋼管矢板	曲げ, せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「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, 短期許容応力度とする。
		止水ゴム	変形	有意な漏えいに至る変形	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。
		止水ゴム, 取付部鋼材	曲げ, せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「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, 短期許容応力度とする。
		防護材	曲げ, せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「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, 短期許容応力度とする。
		防護材, 取付部鋼材	曲げ, せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「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, 短期許容応力度とする。

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (11/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
取水路点検用開口部浸水防止蓋	$D + P_t + S_d + P_s$	浸水防止蓋	曲げ*1, せん断*1	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	J SME に準じて許容状態 C の許容応力以下とする。
		基礎ボルト	引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	J SME に準じて許容状態 C の許容応力以下とする。
海水ポンプ室ケーブリング点検口浸水防止蓋	$D + P_h + S_d$	浸水防止蓋	曲げ*1, せん断*1	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	J SME に準じて許容状態 C の許容応力以下とする。
		基礎ボルト	引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	J SME に準じて許容状態 C の許容応力以下とする。
SA 用海水ピット開口部浸水防止蓋	$D + P_t + S_d$	浸水防止蓋	曲げ*1, せん断*1	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・マニユアル編) ((社) ダム・堰施設技術協会, 平成 25 年 6 月) 」に基づき, 短期許容応力度とする。
		固定ボルト, ヒンジ	引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・マニユアル編) ((社) ダム・堰施設技術協会, 平成 25 年 6 月) 」に基づき, 短期許容応力度とする。

*1 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力についても評価を行う。

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (12/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋	$D + P_t + S_d$	浸水防止蓋	曲げ*1, せん断*1	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・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, 短期許容応力度とする。
		固定ボルト	引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	
放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋	$D + P_t + S_d + P_s$	浸水防止蓋	曲げ*1, せん断*1	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・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, 短期許容応力度とする。
		固定ボルト	引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	

*1 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力についても評価を行う。

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (13/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋、緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋	$D + P_h + S_d + P_s$	浸水防止蓋 固定ボルト	曲げ*1, せん断*1	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「ダム・堰施設技術基準 (案) (基礎解説編・マニユアル編) ((社) ダム・堰施設技術協会, 平成 25 年 6 月) 」に基づき, 短期許容応力度とする。
			引張, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	
格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ, 常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ, 常設低圧代替注水系格納可搬型ポンプ用水密ハッチ	$D + P_h + S_d + P_s$	上蓋	曲げ*1, せん断*1	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	J S M E に準じて許容状態 C の許容応力以下とする。

*1 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力についても評価を行う。

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (14/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
海水ポンプグラ ランドドレン 排出口逆止 弁、緊急用海 水ポンプグラ ンドドレン排 出口逆止弁、 緊急用海水ポ ンプ室床ドレ ン排出口逆止 弁	$D + P_t + S_d$	弁本体、フ ロートガイド	圧縮, 曲げ	部材が弾性域に とどまらず塑性 域に入る状態	J S M E に準じて許容状態 C の許容応力以下と する。
		基礎ボルト	引張, せん断	部材が弾性域に とどまらず塑性 域に入る状態	J S M E に準じて許容状態 C の許容応力以下と する。
		弁本体	膜応力	部材が弾性域に とどまらず塑性 域に入る状態	J S M E に準じて許容状態 C の許容応力以下と する。
		弁蓋	曲げモーメント	部材が弾性域に とどまらず塑性 域に入る状態	J S M E に準じて許容状態 C の許容応力以下と する。
取水ピット空 気抜き配管逆 止弁	$D + P_t + S_d$	フロートガイド	圧縮, 曲げ	部材が弾性域に とどまらず塑性 域に入る状態	J S M E に準じて許容状態 C の許容応力以下と する。
		ボルト	引張, せん断	部材が弾性域に とどまらず塑性 域に入る状態	J S M E に準じて許容状態 C の許容応力以下と する。

表 4.2-1 施設ごとの許容限界 (15/15)

設備名	荷重の組合せ	評価対象部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
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	$D + P_h + S_d$	扉板	曲げ	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－(社)日本建築学会, 2005 改定)」を踏まえ、短期許容応力度とする。
		芯材, カンヌキ 受けピン	曲げ, せん断	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－(社)日本建築学会, 2005 改定)」を踏まえ、短期許容応力度とする。
		カンヌキ	組合せ*1	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－(社)日本建築学会, 2005 改定)」を踏まえ、短期許容応力度とする。
		カンヌキ受けボルト	引張	部材が弾性域にとどまらず塑性域に入る状態	「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－(社)日本建築学会, 2005 改定)」を踏まえ、短期許容応力度とする。

*1 曲げ応力度とせん断応力度の組合せ

5. 強度評価方法

評価手法は、以下に示す解析法により、適用性に留意の上、規格及び基準類や既往の文献において適用が妥当とされる手法に基づき実施することを基本とする。

- ・ F E M等を用いた解析法
- ・ 定式化された評価式を用いた解析法

余震荷重を基に設定した入力地震動に対する評価手法は、以下に示す解析法により、J E A G 4 6 0 1に基づき実施することを基本とする。

- ・ 時刻歴応答解析
- ・ F E M等を用いた解析法
- ・ 定式化された評価式を用いた解析法

5.1 土木構造物に関する評価式

5.1.1 防潮堤

(1) 評価方針

防護壁の評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴の違いから、鋼製防護壁、鉄筋コンクリート防潮壁、鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）及び鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁部に分けて設計を行う。
- b. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- c. 荷重及び荷重の組合せは、津波時及び重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。なお、基準地震動時に防護壁が塑性領域にとどまる場合や残留変形が残る場合には、応力・変形を引き継いで強度評価を実施する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.1-1～表 5.1-4 に示す。

表 5.1-1 評価対象部位及び評価内容（鋼製防護壁）

評価部位	評価内容
鋼製防護壁	曲げ，せん断
基礎地盤	接地圧
鋼製防護壁アンカー	引張，せん断，引抜き
地中連続壁基礎	曲げ，せん断
止水ジョイント部材	変形
鋼製アンカー	引張，せん断
鋼製防護部材	曲げ，引張，せん断

表 5.1-2 評価対象部位及び評価内容（鉄筋コンクリート防潮壁）

評価部位	評価内容
鉄筋コンクリート防潮壁	曲げ，せん断
基礎地盤	接地圧
地中連続壁基礎	曲げ，せん断
止水ジョイント部材	変形
鋼製アンカー	引張，せん断
鋼製防護部材	曲げ，引張，せん断

表 5.1-3 評価対象部位及び評価内容（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））

評価部位	評価内容
鉄筋コンクリート	曲げ，せん断
基礎地盤	接地圧
止水ジョイント部材	変形

表 5.1-4 評価対象部位及び評価内容（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）

評価部位	評価内容
鋼管杭	曲げ，せん断
鉄筋コンクリート	曲げ，せん断
地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体	せん断
止水ジョイント部材	変形
鋼製アンカー	引張，せん断
鋼製防護部材	曲げ，引張，せん断
シートパイル	せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については，添付資料 V-3-別添 3-2-1 「防潮堤及び防潮扉の強度計算書」に示す。

5.1.2 防潮扉

(1) 評価方針

防潮扉の評価を行う場合，以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴，津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し，評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは，津波時及び重畳時を考慮し，評価される最大荷重を設定する。なお，基準地震動時に貯留堰が塑性領域にとどまる場合や残留変形が残る場合には，

応力・変形を引き継いで強度評価を実施する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.1-5 に示す。

表 5.1-5 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
扉体（板材）	曲げ
扉体（補強材）	曲げ，せん断
扉体（支圧板）	支圧
戸当り（鋼材）	曲げ，圧縮
戸当り（鉄筋コンクリート）	支圧，せん断
防潮壁（鋼管杭）	曲げ，せん断
防潮壁（鉄筋コンクリート）	曲げ，せん断
防潮壁（基礎地盤）	せん断
防潮壁（止水ジョイント部材）	変形
防潮壁（鋼製アンカー）	引張，せん断
防潮壁（鋼製防護部材）	曲げ，引張，せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については，添付資料 V-3-別添 3-2-1 「防潮堤及び防潮扉の強度計算書」に示す。

5.1.3 放水路ゲート

(1) 評価方針

放水路ゲートの評価を行う場合，以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴，津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し，評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは，重畳時を考慮し，評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.1-6 に示す。

表 5.1-6 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
扉体（板材）	曲げ
扉体（補強材）	曲げ，せん断
扉体（支圧板）	支圧
戸当り（鋼材）	曲げ，圧縮
戸当り（鉄筋コンクリート）	支圧，せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-2「放水路ゲートの強度計算書」に示す。

5.1.4 構内排水路逆流防止設備

(1) 評価方針

放水路ゲートの評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.1-7 に示す。

表 5.1-7 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
扉体（板材）	曲げ
扉体（補強材）	曲げ，せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-3「構内排水路逆流防止設備の強度計算書」に示す。

5.1.5 貯留堰

(1) 評価方針

貯留堰の評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、津波時及び重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。なお、基準地震動時に貯留堰が塑性領域にとどまる場合や残留変形が残る場合には、応力・変形を引き継いで強度評価を実施する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.1-8 に示す。

表 5.1-8 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
鋼管矢板	曲げ，せん断
止水ゴム	変形
止水ゴム取付鋼材	曲げ，せん断
防護材	曲げ，せん断
防護材取付鋼材	曲げ，せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-9「貯留堰の強度計算書」に示す。

5.2 機器・配管系に関する評価式

以下に機器・配管系に関する各強度計算書で用いる強度評価の計算方法を示す。

5.2.1 取水路点検用開口部浸水防止蓋

(1) 評価方針

取水路点検用開口部浸水防止蓋の評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-1 に示す。

表 5.2-1 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
板材	曲げ, せん断
基礎ボルト	引張, せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-4-1「取水路点検用開口部浸水防止蓋の強度計算書」に示す。

5.2.2 海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁

(1) 評価方針

海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁の評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-2 に示す。

表 5.2-2 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
基礎ボルト以外	圧縮, 曲げ
基礎ボルト	引張, せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-5-1「海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁の強度計算書」に示す。

5.2.3 取水ピット空気抜き配管逆止弁

(1) 評価方針

取水ピット空気抜き配管逆止弁の評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-3 に示す。

表 5.2-3 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
弁本体	膜応力
弁蓋	曲げモーメント
フロートガイド	圧縮, 曲げ
ボルト	引張, せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-5-2「取水ピット空気抜き配管逆止弁の強度計算書」に示す。

5.2.4 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋

(1) 評価方針

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-4 に示す。

表 5.2-4 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
板材	曲げ, せん断
基礎ボルト	引張, せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-4-10「海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の強度計算書」に示す。

5.2.5 SA用海水ピット点検用開口部浸水防止蓋

(1) 評価方針

SA用海水ピット点検用開口部浸水防止蓋の評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-5 に示す。

表 5.2-5 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
板材及び補強材	曲げ, せん断
固定ボルト及びヒンジ	引張, せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-4-3「SA用海水ピット開口部浸水防止蓋の強度計算書」に示す。

5.2.6 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋

(1) 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評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-6 に示す。

表 5.2-6 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
板材及び補強材	曲げ, せん断
固定ボルト	引張, せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-4-4「緊急用海水ポンプ

ピット点検用開口部浸水防止蓋の強度計算書」に示す。

5.2.7 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋

(1) 評価方針

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-7 に示す。

表 5.2-7 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
板材及び補強材	曲げ, せん断
固定ボルト	引張, せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-4-5「緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度計算書」に示す。

5.2.8 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋

(1) 評価方針

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-8 に示す。

表 5.2-8 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
板材及び補強材	曲げ, せん断
固定ボルト	引張, せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-4-6「緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度計算書」に示す。

5.2.9 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁

(1) 評価方針

緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-9 に示す。

表 5.2-9 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
基礎ボルト以外	圧縮, 曲げ
基礎ボルト	引張, せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-5-3「緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の強度計算書」に示す。

5.2.10 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁

(1) 評価方針

緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-10 に示す。

表 5.2-10 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
基礎ボルト以外	圧縮, 曲げ
基礎ボルト	引張, せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-5-4「緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の強度計算書」に示す。

5.2.11 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋

(1) 評価方針

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-11 に示す。

表 5.2-11 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
板材及び補強材	曲げ, せん断
固定ボルト	引張, せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-4-2「放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の強度計算書」に示す。

5.2.12 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ

(1) 評価方針

格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチの評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは、重畳時を考慮し、評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-12 に示す。

表 5.2-12 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
板材	曲げ, せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については、添付資料V-3-別添 3-2-4-7「格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチの強度計算書」に示す。

5.2.13 常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ

(1) 評価方針

常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチの評価を行う場合、以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴，津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し，評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは，重畳時を考慮し，評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-13 に示す。

表 5.2-13 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
板材	曲げ，せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については，添付資料V-3-別添 3-2-4-8「常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチの強度計算書」に示す。

5.2.14 常設低圧代替注水系可搬型ポンプ用水密ハッチ

(1) 評価方針

常設低圧代替注水系格納槽点検可搬型ポンプ用水密ハッチの評価を行う場合，以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴，津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し，評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは，重畳時を考慮し，評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-14 に示す。

表 5.2-14 評価対象部位及び評価内容

評価部位	評価内容
板材	曲げ，せん断

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については，添付資料V-3-別添 3-2-4-9「常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチの強度計算書」に示す。

5.2.15 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

(1) 評価方針

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の評価を行う場合，以下の条件に従うものとする。

- a. 構造上の特徴，津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し，評価対象部位を設定する。
- b. 荷重及び荷重の組合せは，重畳時を考慮し，評価される最大荷重を設定する。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を表 5.2-15 に示す。

表 5.2-15 評価対象生井及び評価内容

評価部位	評価内容
板材（扉板）	曲げ
カンヌキ等の鋼材	曲げ，せん断
ボルト	引張

(3) 強度評価方法

強度計算の方法及び結果については，添付資料V-3-別添 3-2-7「水密扉の強度計算書」に示す。

6. 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 JEAG4601-1987 ((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 JEAC4616-2009 ((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)
- ・ 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)
- ・ 耐津波設計に係る工認審査ガイド (原子力規制委員会, 平成 25 年)
- ・ 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)
- ・ トンネル標準示方書 [[共通編]・同解説/[開削工法編]・同解説 ((社) 土木学会, 2016 年制定)
- ・ 津波漂流物対策施設設計ガイドライン (案) ((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)
- ・ 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)
- ・ 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)
- ・ 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)
- ・ 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)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・ 日本工業規格 (JIS)
- ・ 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)
- ・ 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2005 年版 (2007 年追補含む)) J S M E S N C 1 -2005/2007 ((社) 日本機械学会)

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-265 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2 津波への配慮が必要な施設の強度計算書

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-302 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-1 防潮堤及び防潮扉の強度計算書

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-118 改1
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-1-1 防潮堤（鋼製防護壁）の強度計算書

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. 強度評価方法	18
3.1 記号の定義	18
3.2 評価対象断面及び部位	20
3.3 荷重及び荷重の組合せ	24
3.4 解析モデル及び諸元	26
3.5 許容限界	30
3.6 評価方法	33

1. 概要

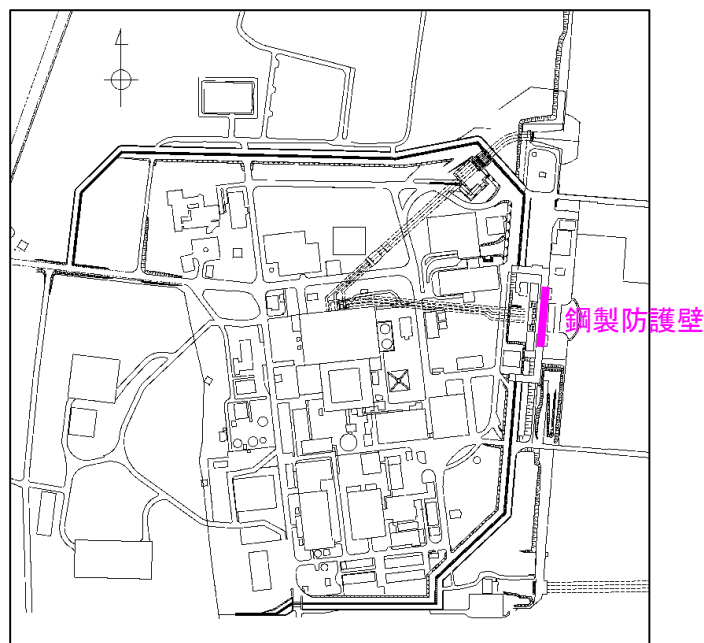
本資料は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、鋼製防護壁が繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水に伴う津波荷重や余震荷重等に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持すること、十分な支持性能を有する地盤に設置していること及び主要な構造体の境界部に設置する部材が有意な漏えいを生じない変形に留まることを確認するものである。

2. 基本方針

鋼製防護壁の検討対象断面位置は、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す「3.2 機能維持の方針」を踏まえて選定する。鋼製防護壁の「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」を示す。

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。

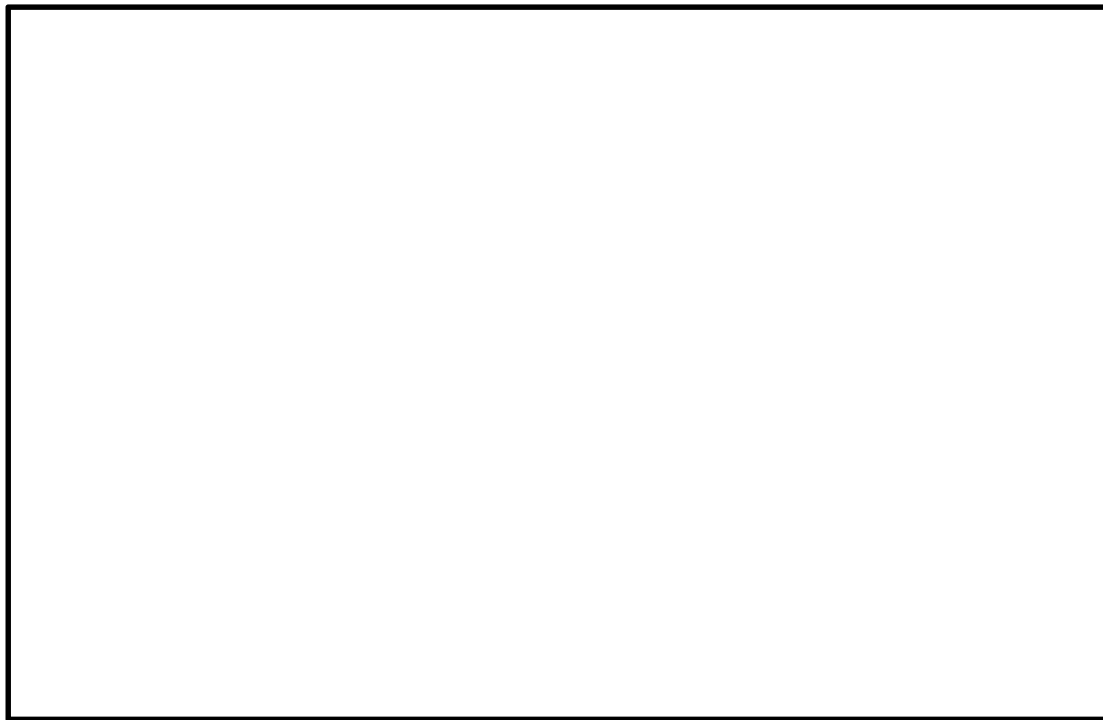
基礎部は、第 2-5 図に示すとおり、南北両側に配置した地中連続壁基礎にて構成され、津波荷重等を受ける鋼製防護壁を支持する。地中連続壁基礎の内側には中実鉄筋コンクリートを充填し、地中連続壁基礎と中実鉄筋コンクリートはジベル筋等により一体化し、両者で発生断面力を負担する。

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。

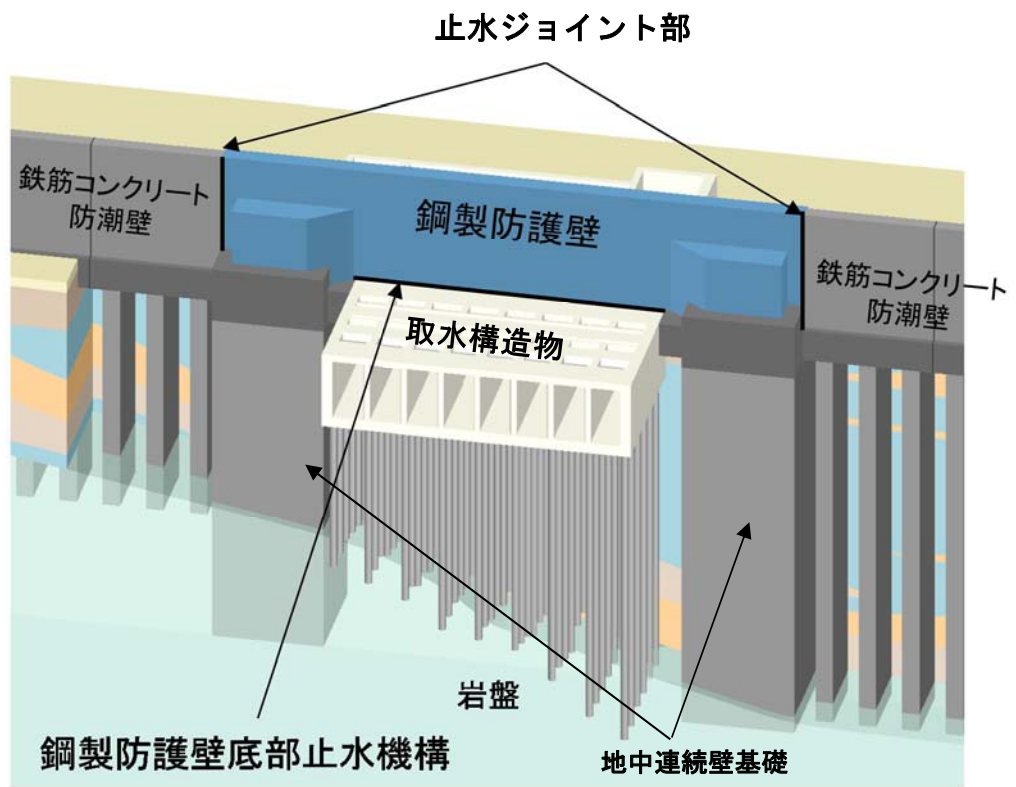
鋼製防護壁と地中連続壁基礎とは鋼製防護壁アンカーによって剛結合され、上部工からの軸力と水平軸回りの曲げモーメントを引抜き力、押込力として基礎上部の頂版鉄筋コンクリートに伝達することで一体構造として挙動する。鋼製防護壁の基礎直上は第 2-7 図に示すとおり、鋼殻内に必要な高さまで中詰め鉄筋コンクリートを打設して鋼殻と一体化し、鋼製防護壁アンカーへの確実な荷重伝達を図る。

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既設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。

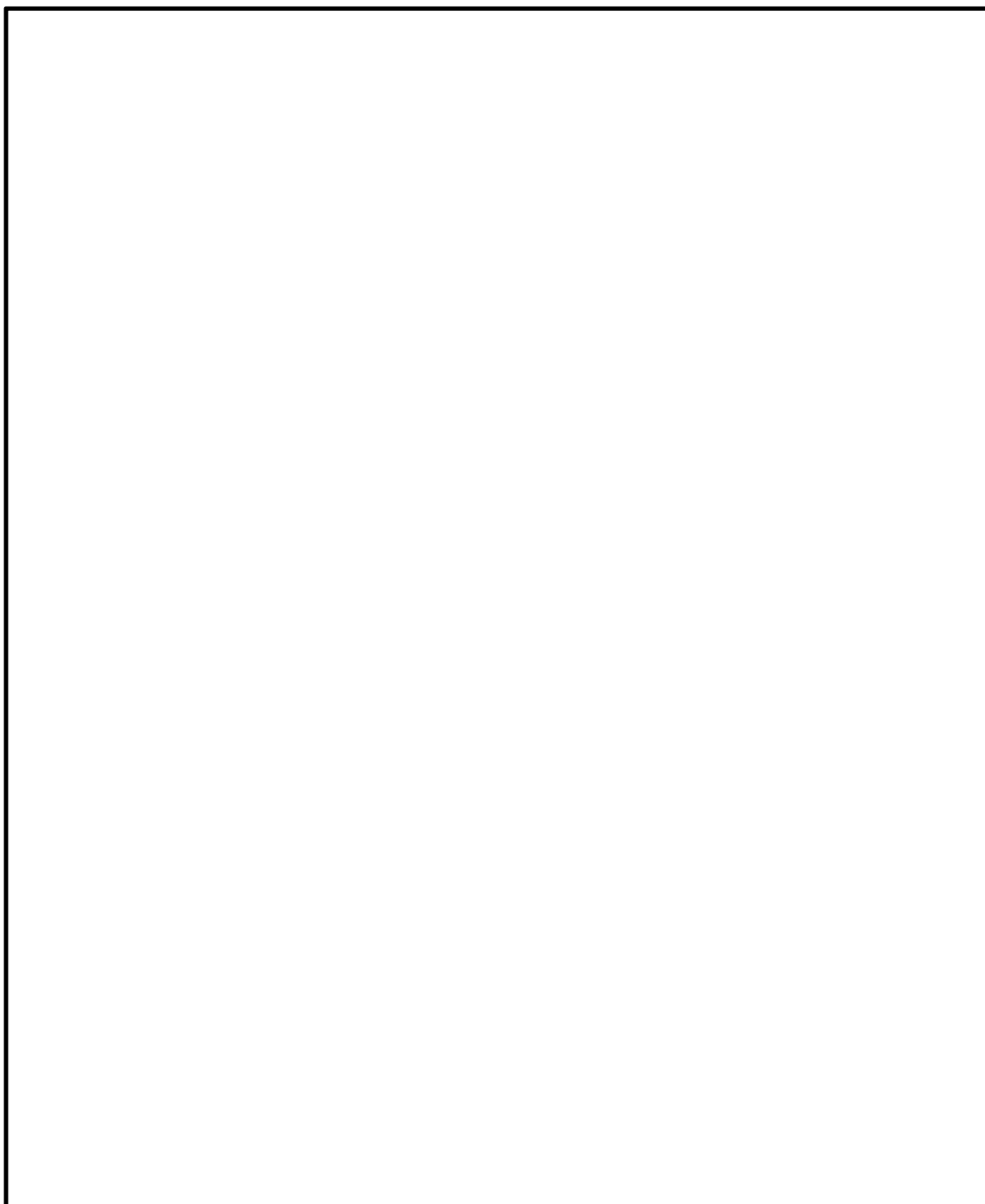


第 2-2 図 鋼製防護壁 検討対象位置平面図

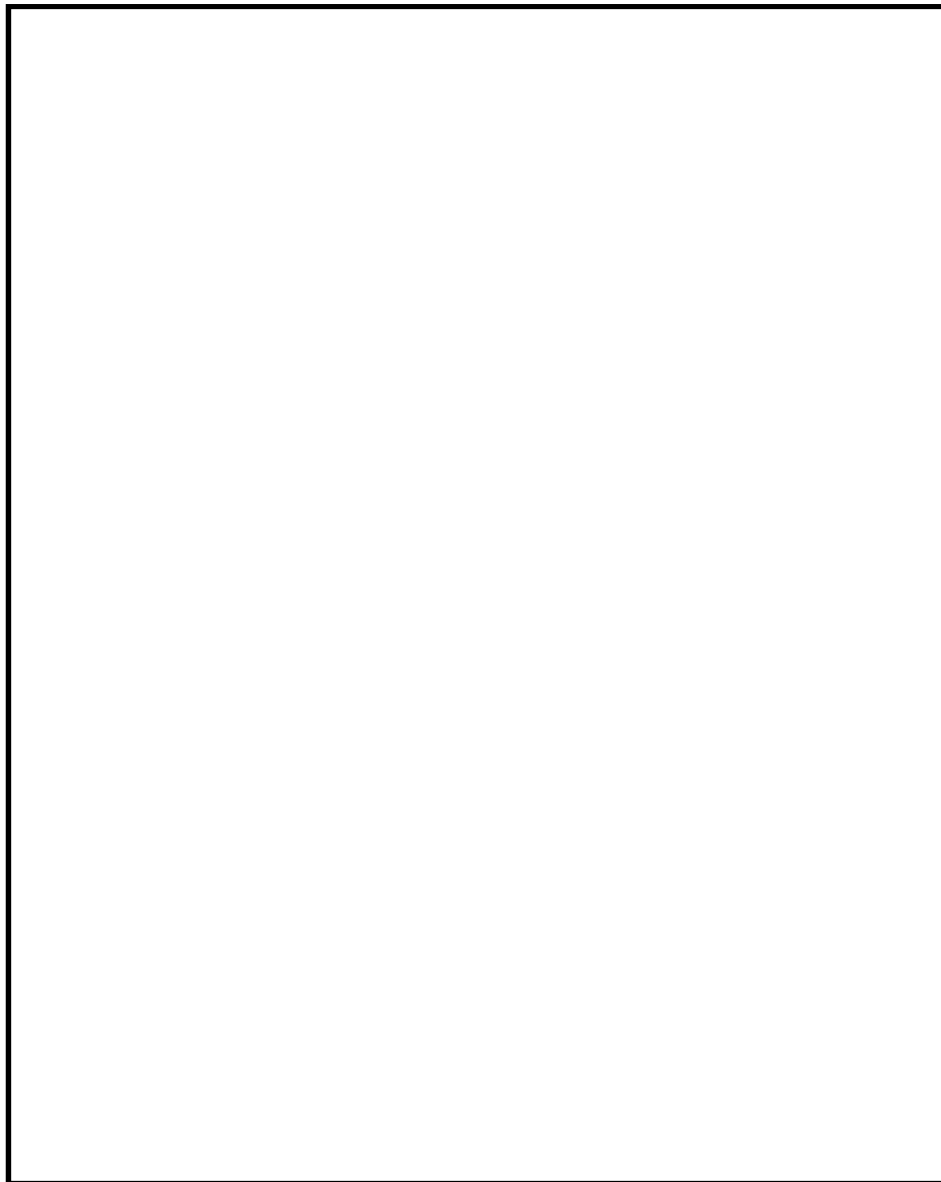


第2-3図 鋼製防護壁の構造概要図

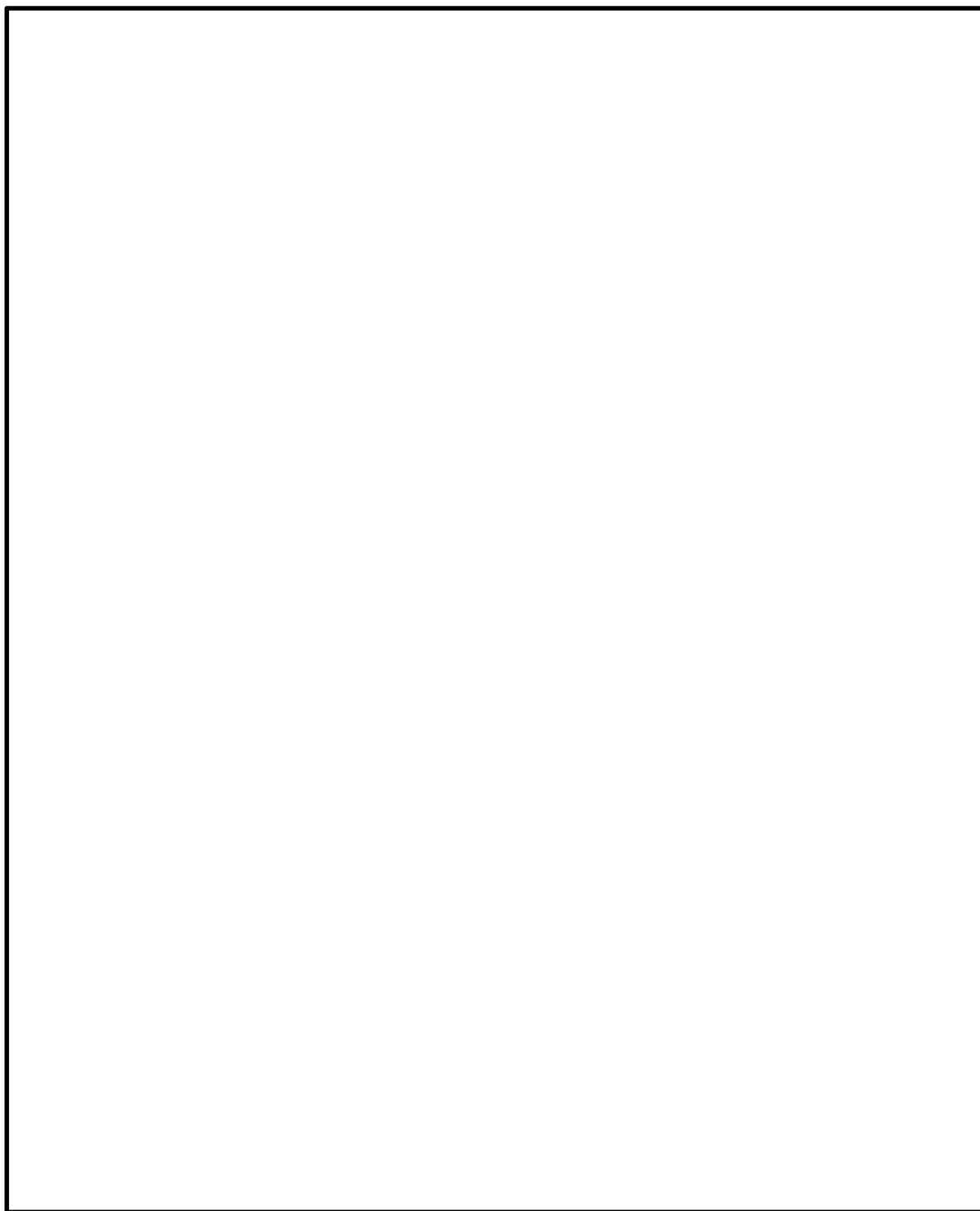
NT2 補② V-3-別添 3-2-1-1 R1



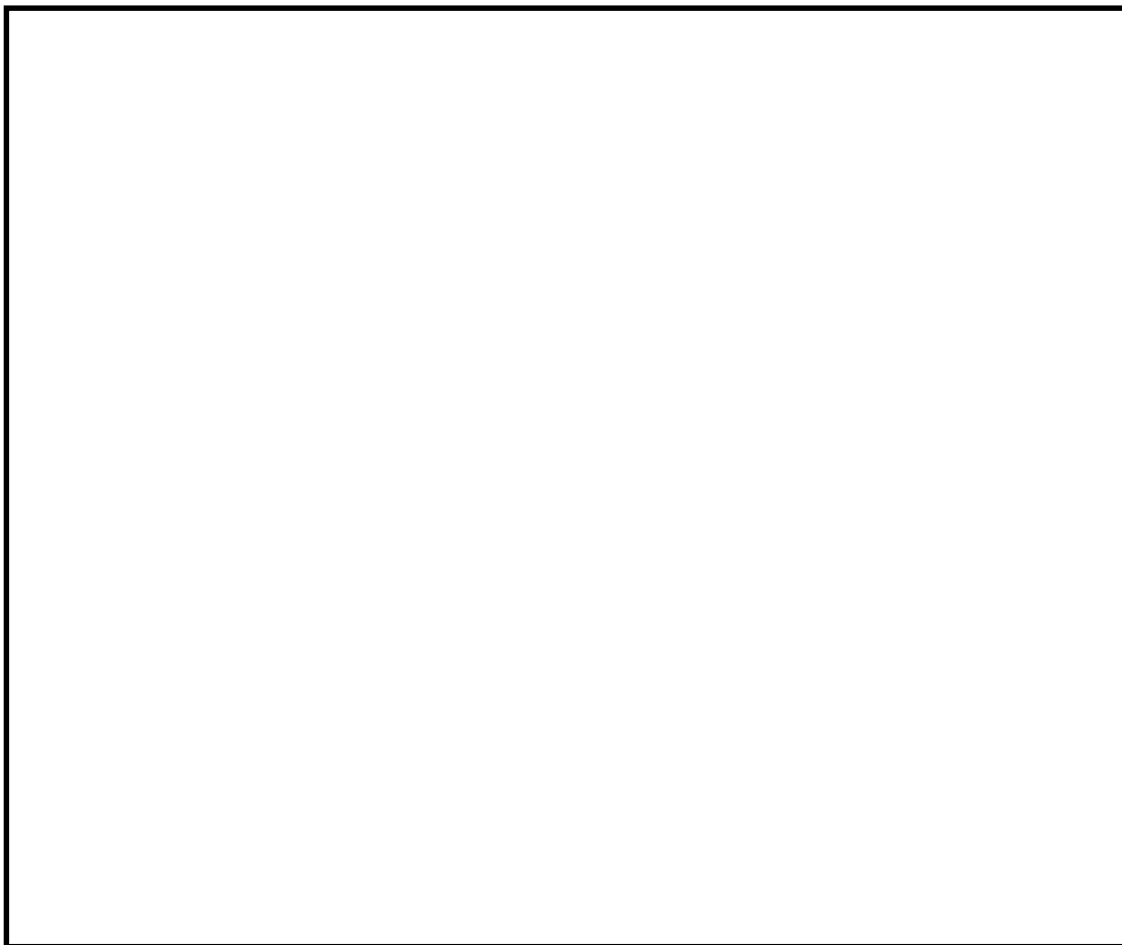
第 2-4 図 鋼製防護壁構造図



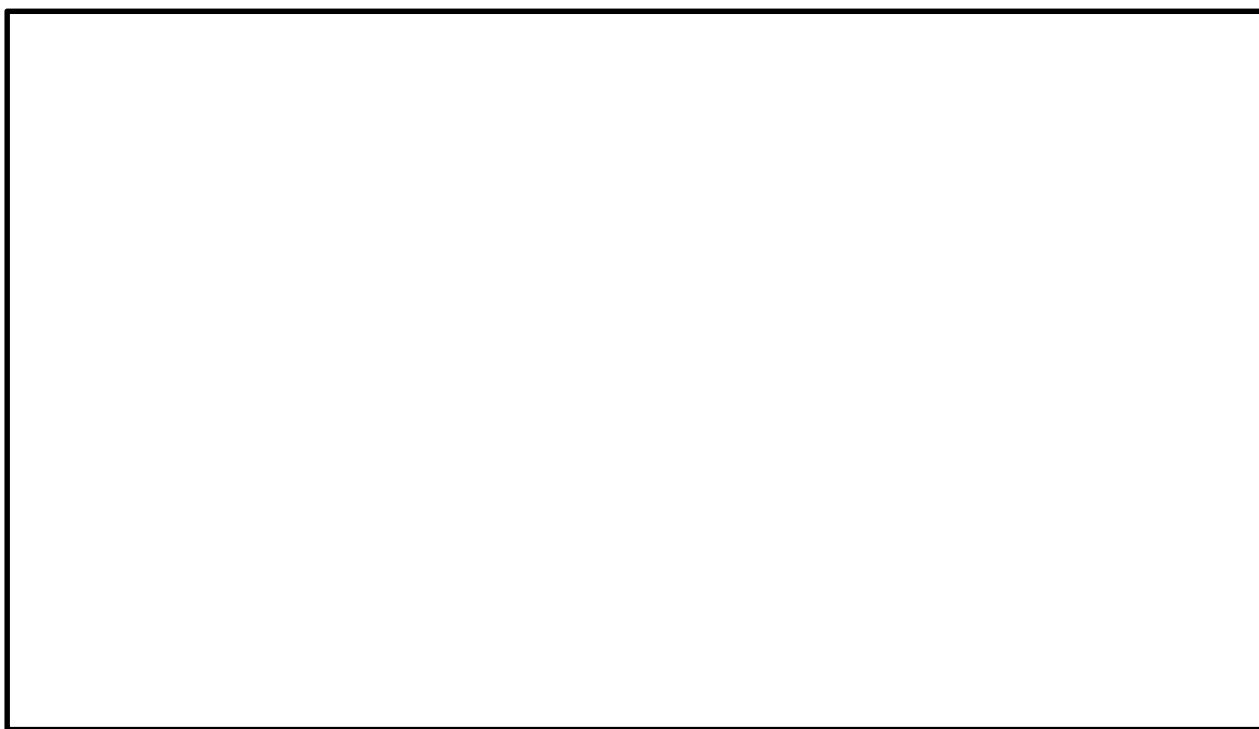
第 2-5 図 鋼製防護壁全体の構造イメージ図



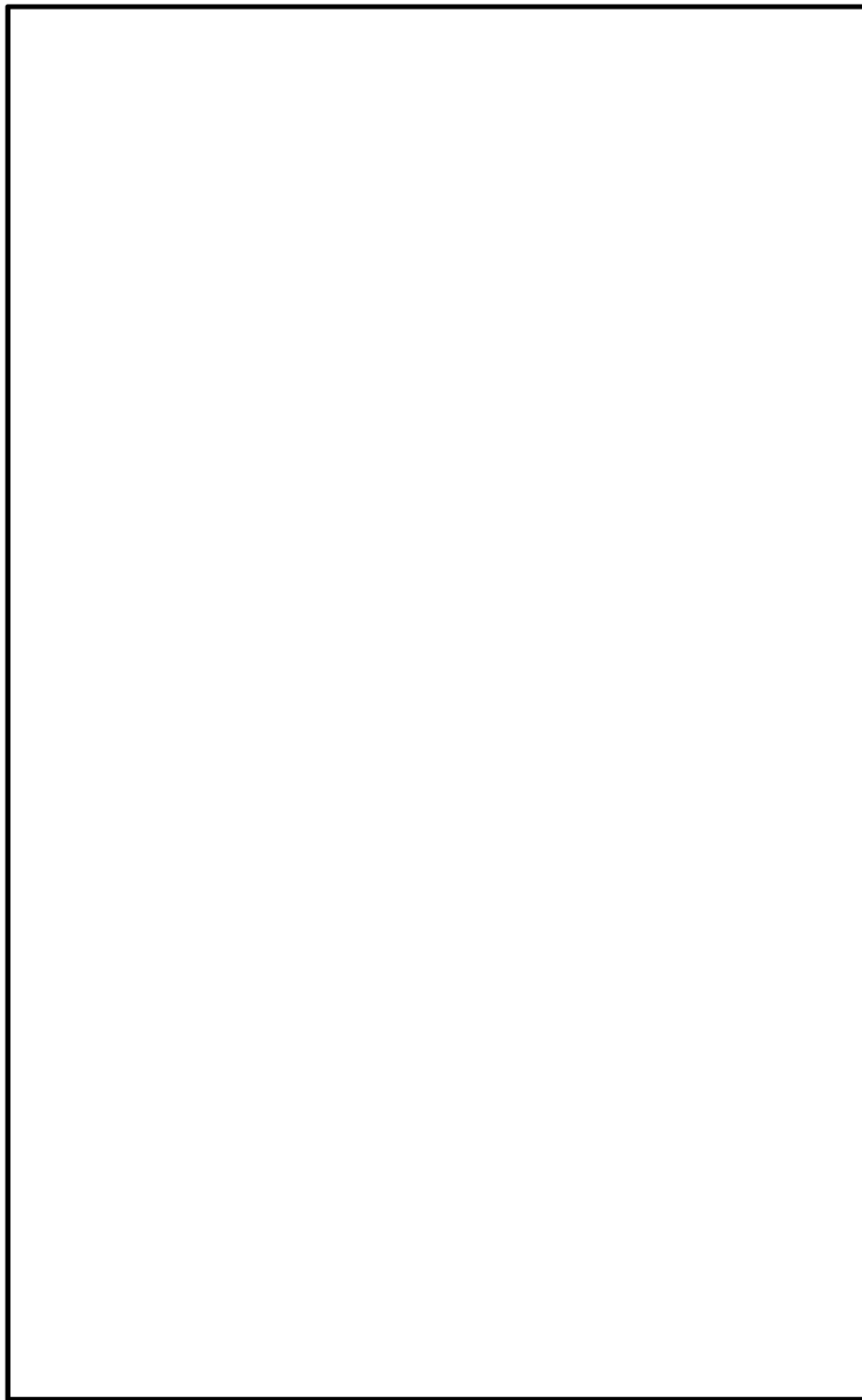
第 2-6 図 鋼製防護壁上部工の構造イメージ図



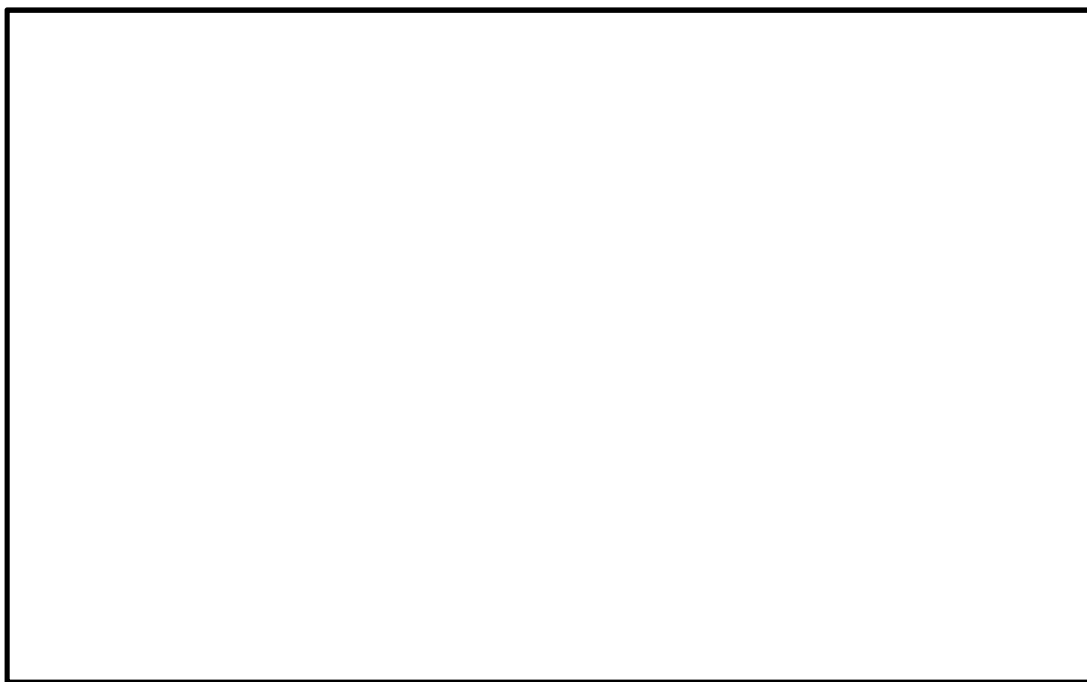
第 2-7 図 (1) 鋼製防護壁の全体構成図



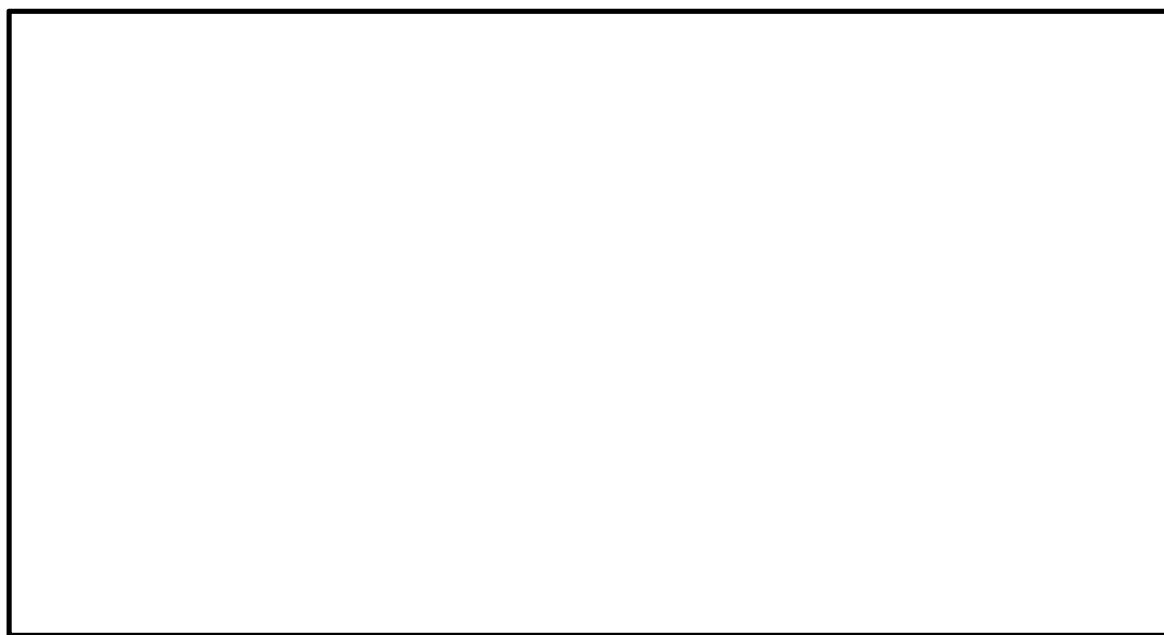
第 2-7 図 (2) 鋼製防護壁 (地中連続壁基礎) の構成図



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)



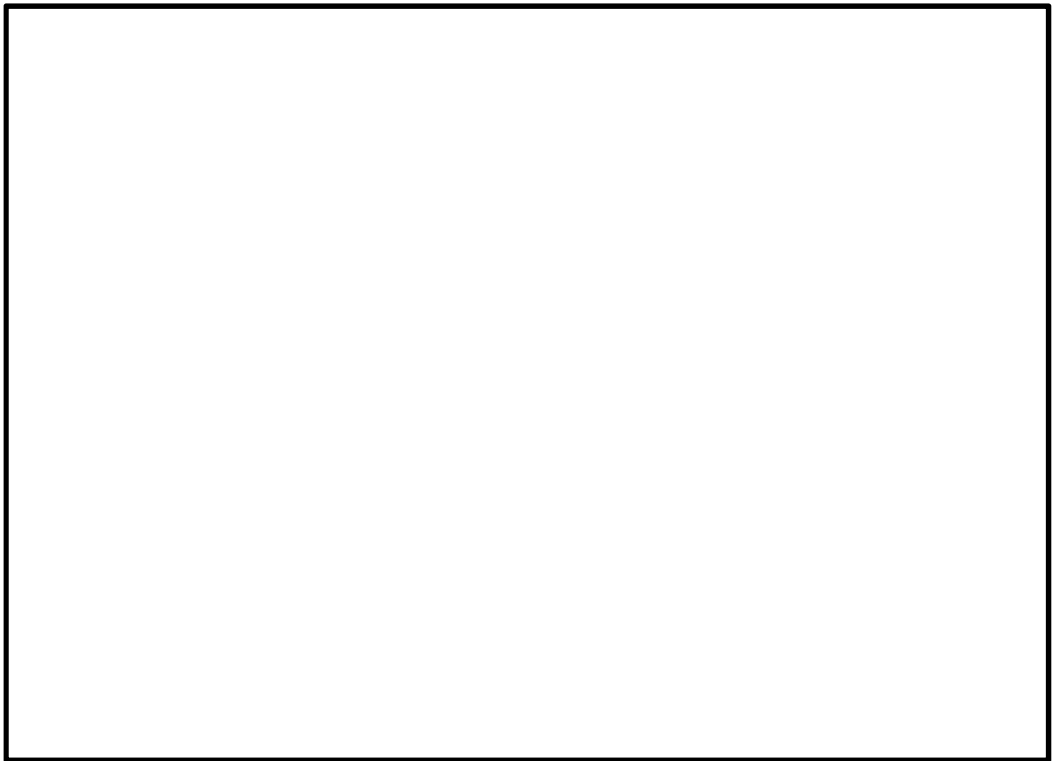
第2-9図(2) 鋼製防護壁と地中連続壁基礎との結合部構造図(B-B断面)



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。

鋼製防護壁の強度評価は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.2 許容限界」にて設定している荷重及び荷重の組合せ、並びに許容限界を踏まえて実施する。強度評価では、「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」より、鋼製防護壁の評価対象部位に作用する応力等が許容限界以下であることを確認する。

鋼製防護壁の耐震評価項目を第2-1表に、強度評価フローを第2-10図に示す。

鋼製防護壁の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重作用時（以下、「重畳時」という。）について行う。

鋼製防護壁は、上部工（鋼製防護壁）と下部工（地中連続壁基礎）が鋼製防護壁アンカーによって結合され、上部工からの軸力と水平軸回りのモーメントを引抜き力、押込み力として基礎上部の頂版コンクリートに伝達することで上下部工が一体構造として挙動するため、上部工と下部工を一体とした3次元モデルで強度評価を行なう。地中連続壁基礎をはり要素、鋼製防護壁を格子状の梁要素でモデル化する。

鋼製防護壁の強度評価は、設計基準対象施設として第2-1表の鋼製防護壁の評価項目に示すとおり、構造部材の健全性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、鋼製防護壁を支持する基礎地盤に発生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。

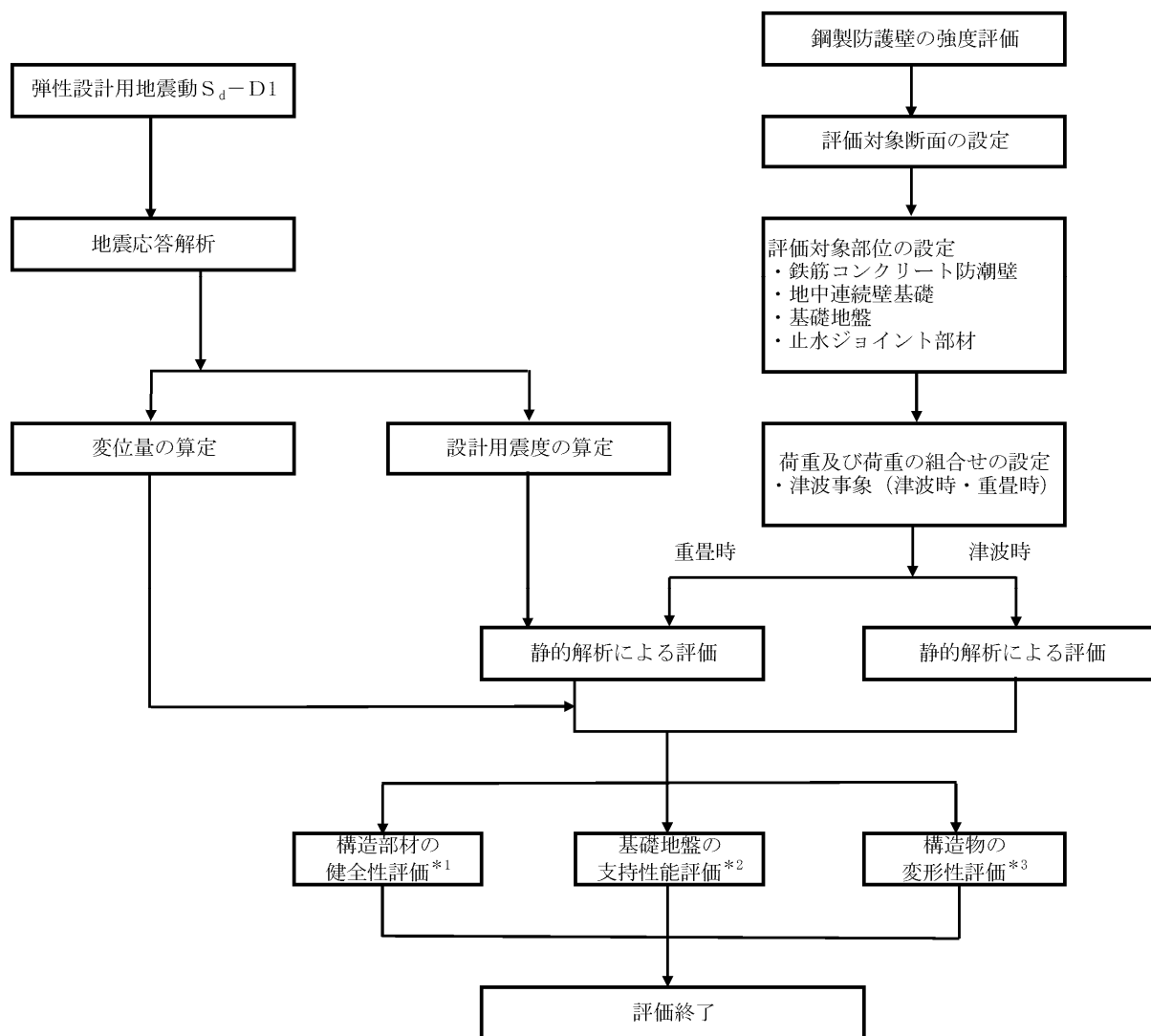
構造物の変形性評価については、止水ジョイント部材の変形量を算定し、有意な漏えいが生じないことを確認した許容限界以下であることを確認する。

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_a-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を用いる。

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	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*
	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 鋼製防護壁の耐津波評価フロー

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)
- 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. 強度評価方法

3.1 記号の定義

強度評価に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 (1) 強度評価に用いる記号 (1/2)

記号	単位	定義
G	kN	固定荷重
P	kN	積載荷重
P_s	kN	積雪荷重
P_t	kN/m ²	遡上津波荷重
P_c	kN	衝突荷重
K_{Sd}	kN	余震荷重
P_d	kN/m ²	動水圧
B	m	地中連続壁基礎の前面幅
D	m	地中連続壁基礎の側面幅
γ	kN/m ³	単位体積重量
P_{n1}	kN/m ²	最大津波波圧 (地表面の津波波圧)
P_{n2}	kN/m ²	壁天端の津波波圧
σ_{ca}	N/mm ²	コンクリートの許容曲げ圧縮応力度
τ_{a1}	N/mm ²	コンクリートの許容せん断応力度
σ_{ca}'	N/mm ²	コンクリートの許容支圧応力度
σ_c	N/mm ²	コンクリートの圧縮応力度
σ_{sa}	N/mm ²	鋼材の許容曲げ圧縮応力度
τ_{sa}	N/mm ²	鋼材の許容せん断応力度
σ_s	N/mm ²	鋼材の曲げモーメント及び軸力による応力
τ	N/mm ²	鋼材のせん断応力
M	N・mm	最大曲げモーメント
N	N	軸力
S	kN	せん断力
Z	mm ³	断面係数
A	mm ²	有効断面積
N_u	kN	座屈耐力

第3-1表(2) 強度評価に用いる記号(2/2)

記号	単位	定義
f'_{ck}	N/mm^2	コンクリートの設計基準強度
σ_y	N/mm^2	鋼材の基準降伏点
t	mm	鋼板の厚さ
b	mm	鋼板のフランジ幅
h	mm	鋼部材の高さ
E_c	kN/mm^2	コンクリートのヤング係数
E_s	kN/mm^2	鋼材のヤング係数
F_s	--	安全率
u	kN/m^2	平均過剰間隙水圧
w	kN/m^2	土の有効重量
γ'	kN/m^3	土の水中単位体積重量
l	m	浸透流路長
h_w	m	水面から掘削底面までの高さ(水位差)

3.2 評価対象断面及び部位

鋼製防護壁の評価対象断面は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」にて示している評価対象断面を踏まえて設定する。

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踏まえて設定する。第 3-1 図に評価対象断面位置図を、第 3-2 図に評価対象の断面図を示す。

(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

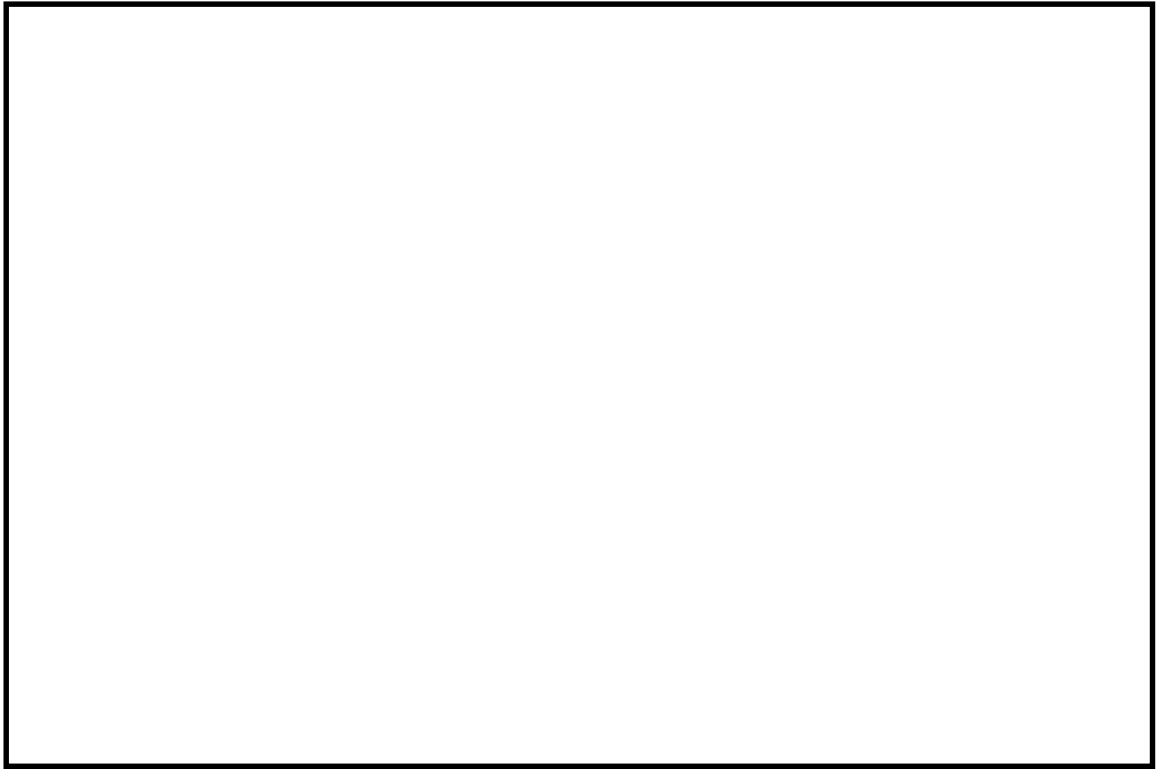
止水ジョイント部材の評価対象部位は、構造物間に設置するゴムジョイント及びシートジョイントとする。

(4) 鋼製アンカー

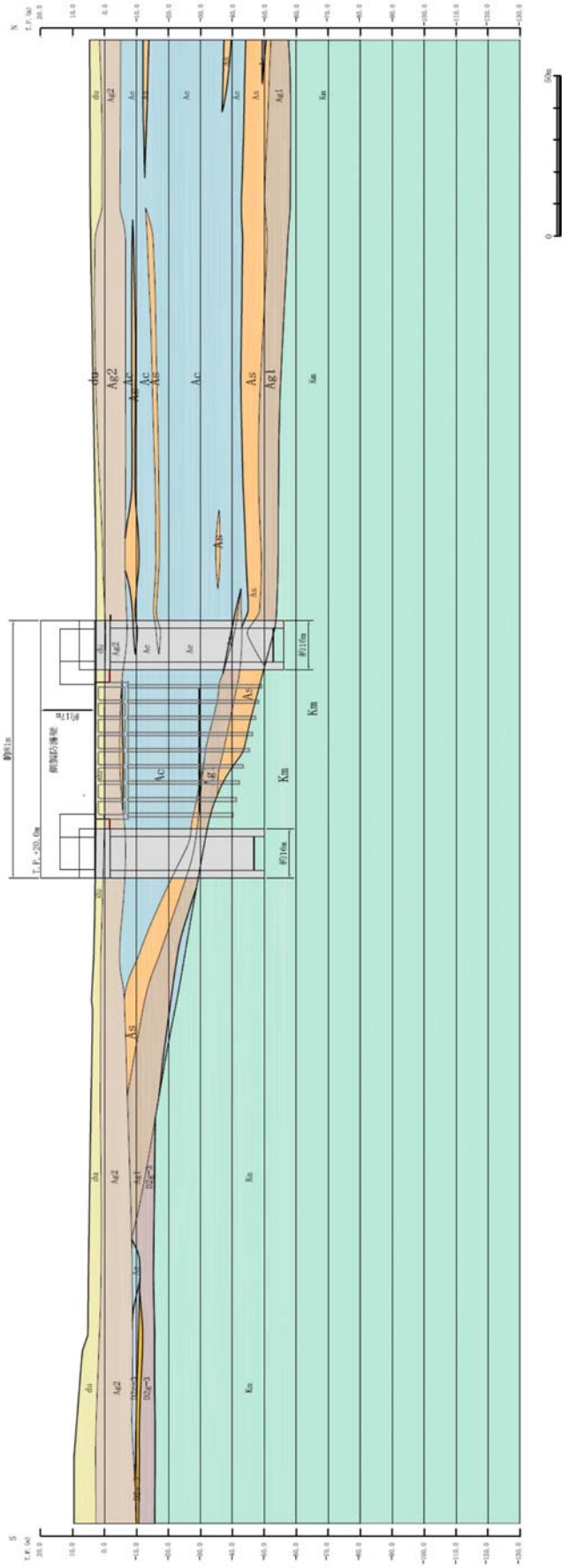
鋼製アンカーの評価対象部位は、止水ジョイント部材の取り付け部の鋼製アンカーとする。

(5) 鋼製防護部材

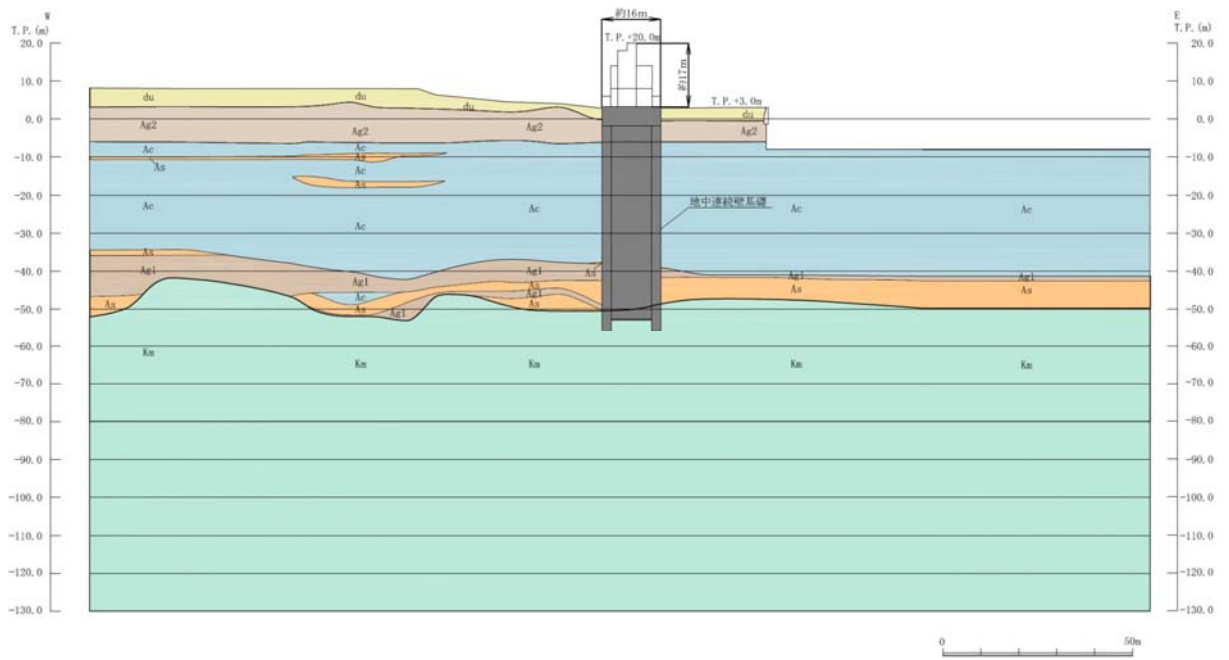
鋼製防護部材の評価対象部位は、止水ジョイント部材を防護する鋼製防護部材とする。



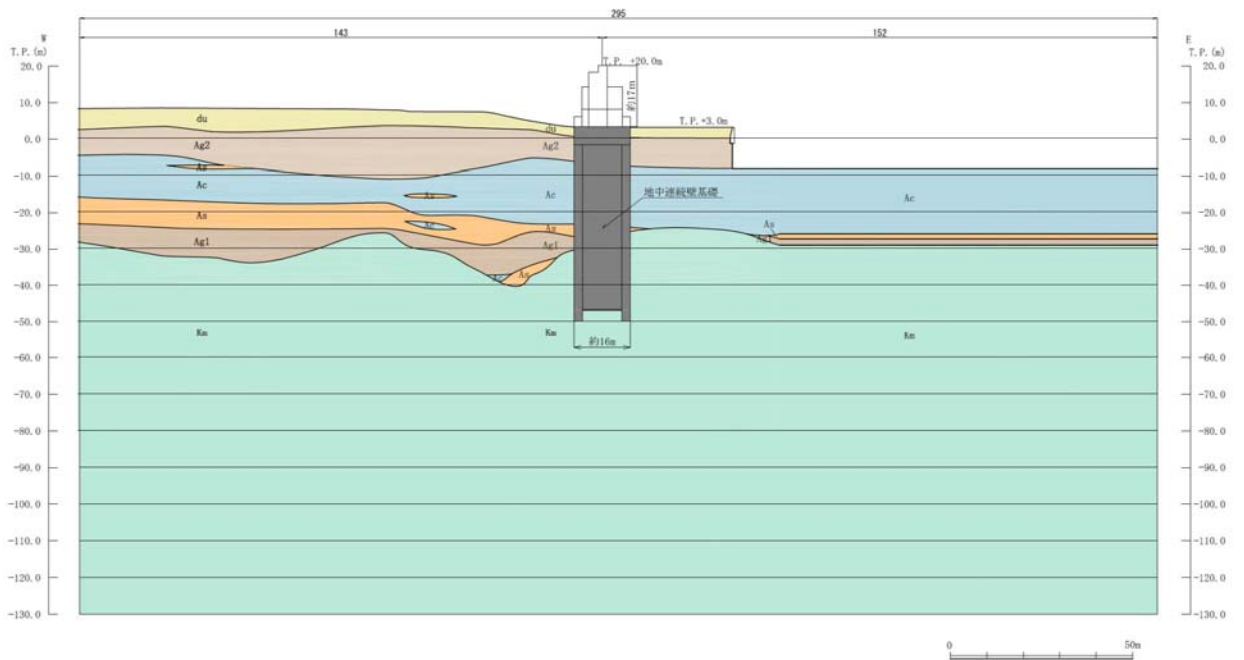
第 3-1 図 鋼製防護壁の検討対象断面位置



第 3-2 図 (1) 鋼製防護壁断面図 (A-A 断面)



第 3-2 図 (2) 鋼製防護壁断面図 (B-B 断面)



第 3-2 図 (3) 鋼製防護壁断面図 (C-C 断面)

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度計算に用いる荷重及び荷重の組合せは、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを踏まえて設定する。

3.3.1 荷重

鉄筋コンクリート防潮壁の強度評価において、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) 遡上津波荷重 (P_t)

遡上津波荷重については、防潮堤前面における最大津波水位標高と防潮堤設置地盤標高の差分の $3/2$ 倍を考慮して算定する。

(4) 余震荷重 (K_{sd})

余震荷重として、弾性設計用地震動 S_d -D1 による地震力及び動水圧を考慮する。

重畳時は、余震荷重 (K_{sd}) として水平慣性力及び鉛直慣性力を考慮する。地表面の最大加速度から水平震度及び鉛直震度を算定し、積雪荷重に対応する慣性力を作用させる。

(5) 衝突荷重 (P_c)

衝突荷重として、総排水トン 15 t の漁船の衝突を考慮する。

(6) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として、30 cm の積雪を考慮する。

(7) 風荷重 (P_k)

津波荷重作用時には風荷重の受圧面が存在しないため、津波荷重作用側には風荷重を考慮しない。また津波の作用方向と逆向きの風荷重は、保守的に考慮しない。

3.3.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを第 3-1 表に示す。強度評価に用いる荷重組合せは津波時及び重畳時に区分する。

第 3-1 表 荷重の組合せ

区分	荷重の組み合わせ
津波時	$G + P + P_t + P_c + P_s$
重畳時	$G + P + P_t + K_{sd} + P_s$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

P_t : 遡上津波荷重

K_{sd} : 余震荷重

P_c : 衝突荷重

P_s : 積雪荷重

3.4 解析モデル及び諸元

3.4.1 鋼製防護壁のモデル化

鋼製防護壁は、上部工(鋼製防護壁)と下部工(地中連続壁基礎)が鋼製防護壁アンカーによって結合され、上部工からの軸力と水平軸回りのモーメントを引抜き力、押込み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上下部工が一体構造として挙動するため、上部工と下部工を一体としたフレーム解析モデル及び地震応答解析モデルで強度評価を行なう。3次元フレーム解析モデルにおける鋼製防護壁上部工のモデル化イメージ図を第3-3図に、解析モデル概念図を第3-4図に示す。

(1) 構造物のモデル化

鋼製防護壁は、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、それらを結合した線形はり要素で構成される格子モデルによりモデル化する。モデル化のイメージ図を第3-3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3-3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3-3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。

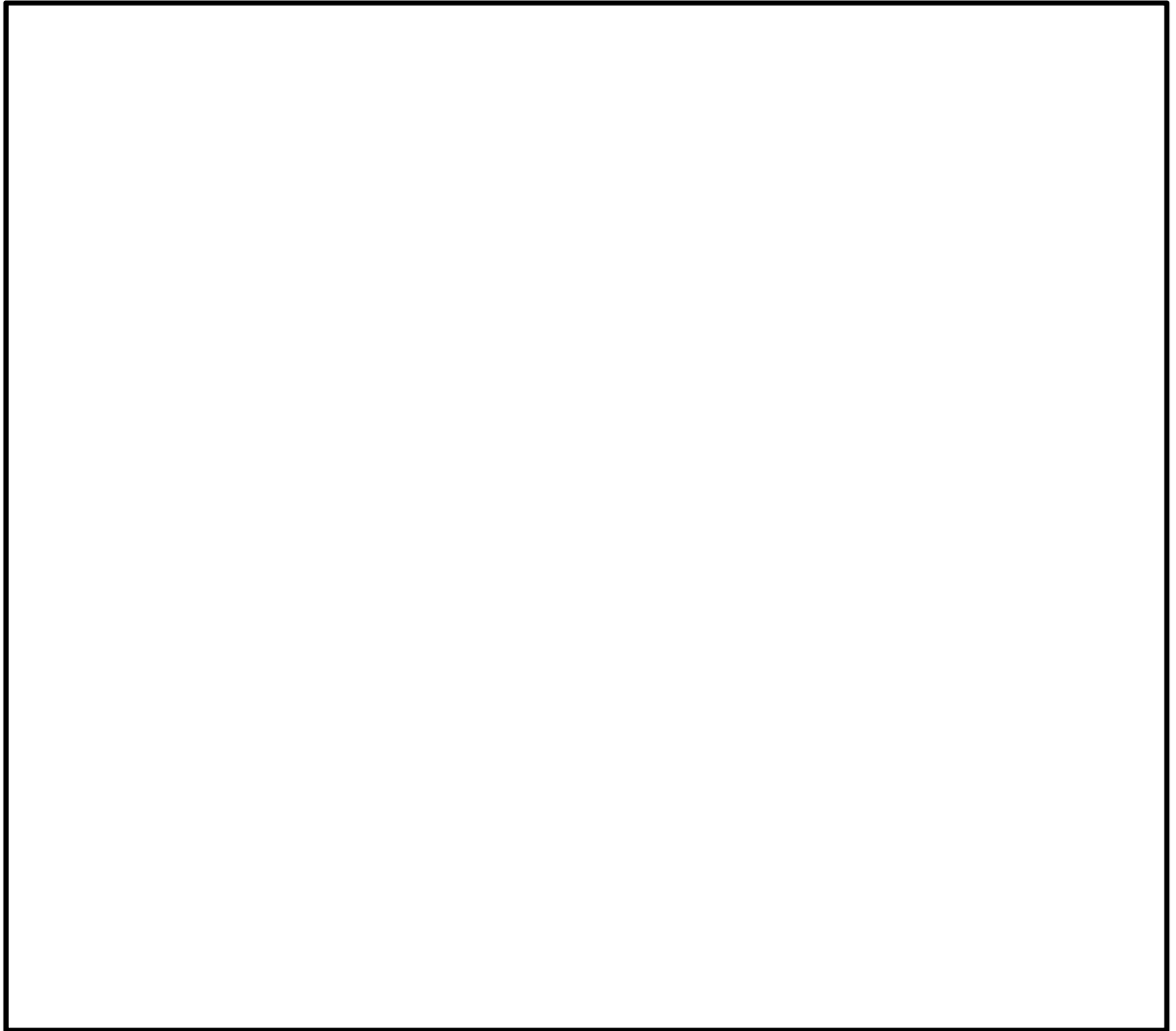
一方、地中連続壁基礎は、線形はり要素でモデル化する。

上部工と下部工を一体とした3次元モデル概念図を第3-4図の(a)(津波時)及び第3-4図の(b)(重畳時)に示す。

(2) 地盤のモデル化

フレーム解析モデルにおいて、地盤は、非線形バネ要素でモデル化する。

地震応答解析モデルにおいて、地盤は、剛性と減衰の非線形特性を考慮してモデル化する。



第 3-3 図 鋼製防護壁上部工のモデル化イメージ図



(a) 津波時の解析モデル概念図



(b) 重畳時の解析モデル概念図

第 3-4 図 鋼製防護壁の津波時及び重畳時の 3 次元フレームモデル概念図

3.4.2 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 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

3.4.3 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。

3.5 許容限界

鋼製防護壁の許容限界は、「3.2 評価対象断面」にて設定した評価対象断面の機能損傷モードを考慮し、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」にて示している許容限界を踏まえて設定する。

(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），「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3-4表のとおり設定する。短期許容応力度は，基準津波時におけるコンクリート及び鉄筋の許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。また，T.P. +24m 津波時はコンクリートの許容応力度に対して2.0倍，鉄筋の許容応力度に対して1.65倍の割増しを考慮する。

第3-4表 許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)	
			基準津波	T.P. +24m 津波
コンクリート	f' _{ck} =50 N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度 σ _{ca}	24.0	32.0
		許容せん断応力度 τ _{a1}	0.825*	1.1*
	f' _{ck} =40 N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度 σ _{ca}	21.0	28.0
		許容せん断応力度 τ _{a1}	0.825*	1.1*
鉄筋	SD345	許容引張応力度 σ _{sa}	294	323.4
	SD390	許容引張応力度 σ _{sa}	309	339.9
	SD490	許容引張応力度 σ _{sa}	435	478.5

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（Ⅰ共通編・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 3-5 表のとおり設定する。

第 3-5 表 許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)	
			基準津波	T. P. +24m 津波
鋼材	SS400	許容曲げ引張応力度 σ_{sa}	210*	238*
		許容せん断応力度 τ_{sa}	120*	136*
	SM490	許容曲げ引張応力度 σ_{sa}	277.5*	314.5*
		許容せん断応力度 τ_{sa}	157.5*	178.5*
	SM490Y	許容曲げ引張応力度 σ_{sa}	315*	357*
		許容せん断応力度 τ_{sa}	180*	204*
	SM570	許容曲げ引張応力度 σ_{sa}	382.5*	433.5*
		許容せん断応力度 τ_{sa}	217.5*	246.5*

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（Ⅰ共通編・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) 基礎地盤の支持性能評価における許容限界

基礎地盤の支持性能については，構造物の接地圧が基礎地盤の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。基礎地盤の極限支持力は，「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）による評価値とし，資料 V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき算定する。

(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 3-6 表に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

第3-6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）」に基づく短期許容応力度とする。

(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。

3.6 評価方法

鋼製防護壁の評価方法は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「5. 強度評価方法」にて示している荷重及び荷重の組合せを踏まえて設定する。

鋼製防護壁の強度評価は、解析結果により得られる照査用応答値が「3.5 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) 津波時

a. 鋼製防護壁

鋼製防護壁は、上部工と下部工を一体とし、地盤バネを設定した3次元フレーム解析モデルに津波荷重等を載荷して評価する。

b. 鋼製防護壁アンカー

3次元フレーム解析によって得られた断面力を用いて、アンカーの引張力及び鉄筋コンクリートの応力が許容限界以下であることを確認する。

c. 地中連続壁基礎

地中連続壁基礎は、上部工と下部工を一体とし、地盤バネを設定した3次元フレーム解析モデルに津波荷重等を載荷して評価する。

d. 基礎地盤の支持力

地中連続壁基礎底面において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。

e. 止水ジョイント部材

本震後の津波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。

f. 鋼製アンカー

津波荷重が止水ジョイント部材へ載荷された際に、アンカーの引張力及び鉄筋コンクリートの応力が許容限界以下であることを確認する。

g. 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。

(2) 重畳時

a. 地盤応答解析

(a) 解析方法

重畳時の検討で実施する地震応答解析は、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。

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。

イ. 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。

ロ. 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。

(b) 解析モデル及び諸元

イ. 解析モデル

解析モデルは、構造物設置位置の地層構成に基づきモデル化する。

ロ. 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。

(c) 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弾性設計用地震動 S_d 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。

b. 評価方法

(a) 鋼製防護壁

鋼製防護壁は、上部工と下部工を一体とし、地盤バネを設定した3次元フレーム解析モデルに津波荷重や余震荷重等を考慮して評価する。

(b) 地中連続壁基礎

地盤バネを設定した3次元フレーム解析モデルに津波荷重や余震荷重等を考慮して評価する。

(c) 基礎地盤の支持力

地中連続壁基礎底面において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値以下であることを確認する。

- (d) 止水ジョイント部材
止水ジョイント部材の重畳時の評価は、本震後の余震と津波の重畳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。
- (e) 鋼製アンカー
鋼製アンカーの重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。
- (f) 鋼製防護部材
鋼製防護部材の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-303 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添3-2-1-2 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の強度計算書

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-119 改1
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-1-2-1 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の強度計算書

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. 強度評価方法	11
3.1 記号の定義	11
3.2 評価対象断面及び部位	13
3.3 荷重及び荷重の組合せ	18
3.4 解析モデル及び諸元	20
3.5 許容限界	24
3.6 評価方法	26

1. 概要

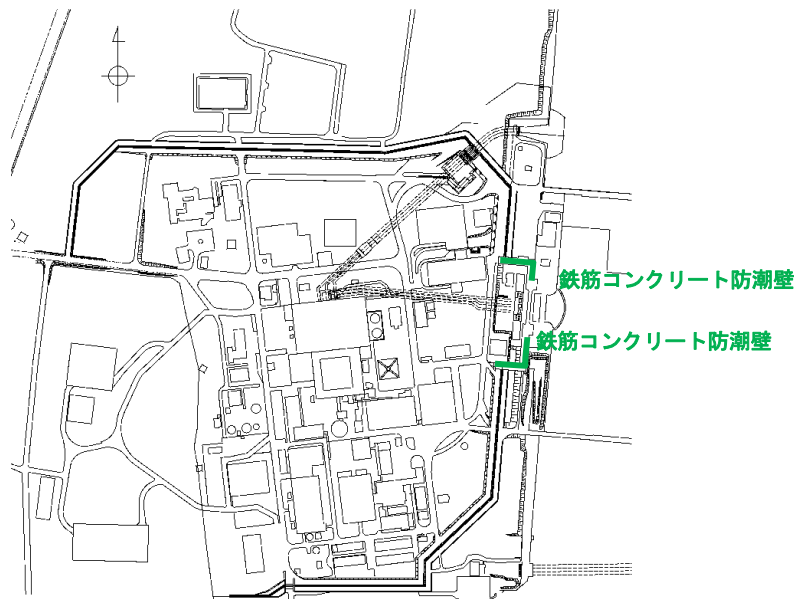
本資料は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、鉄筋コンクリート防潮壁が繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水に伴う津波荷重や余震荷重等に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持すること、十分な支持性能を有する地盤に設置していること及び主要な構造体の境界部に設置する部材が有意な漏えいを生じない変形に留まることを確認するものである。

2. 基本方針

鉄筋コンクリート防潮壁の検討対象断面位置は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す「3.2 機能維持の方針」を踏まえて選定する。鉄筋コンクリート防潮壁の「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」を示す。

2.1 位置

鉄筋コンクリート防潮壁の位置図を第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

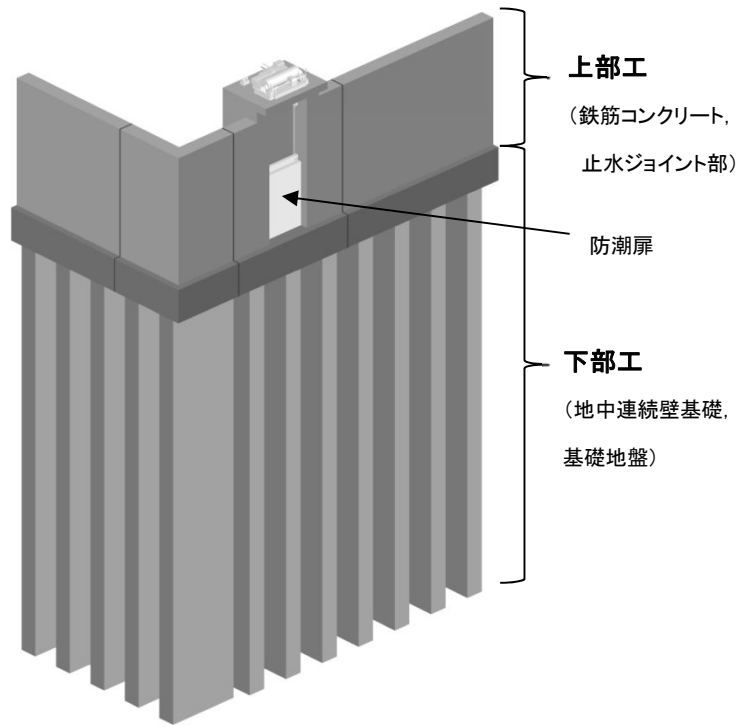
鉄筋コンクリート防潮壁は、1ブロック幅約11 m～20 m、天端高T.P. +20 m、奥行約10 mの鉄筋コンクリート造の構造物であり、ブロック間は止水ジョイントを施した構造である。鉄筋コンクリート防潮壁は、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。また、鉄筋コンクリート防潮壁に防潮扉及びフラップゲートを設置する。

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。

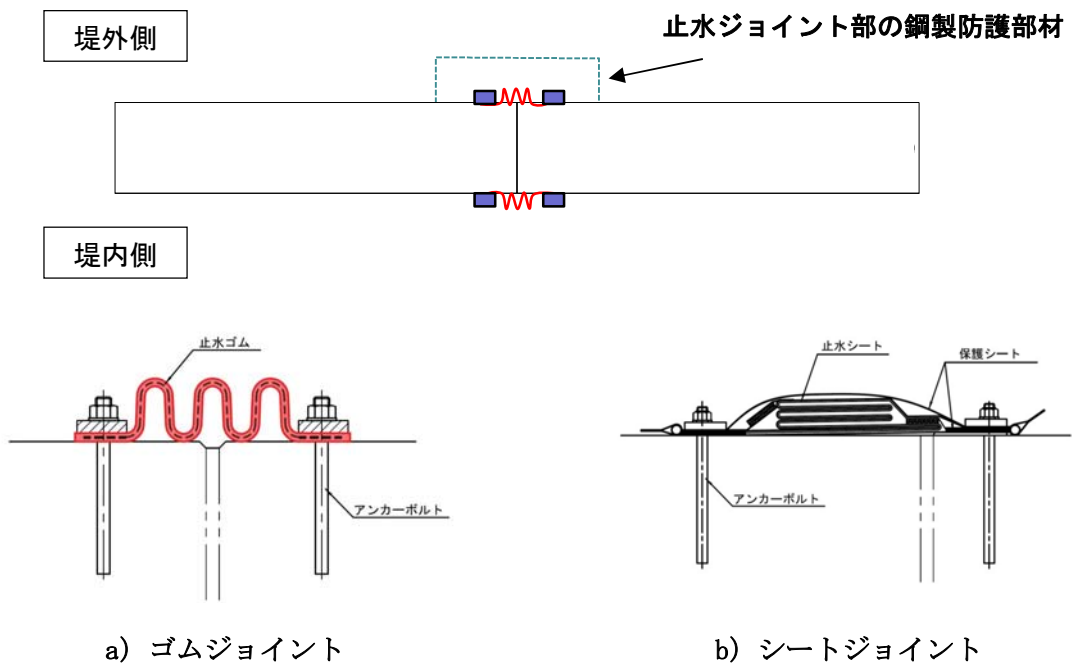
鉄筋コンクリート防潮壁の検討対象位置平面図を第2-2図に、概要図を第2-3図に、構造図を第2-4図に示す。



第2-2図 鉄筋コンクリート防潮壁 検討対象位置平面図

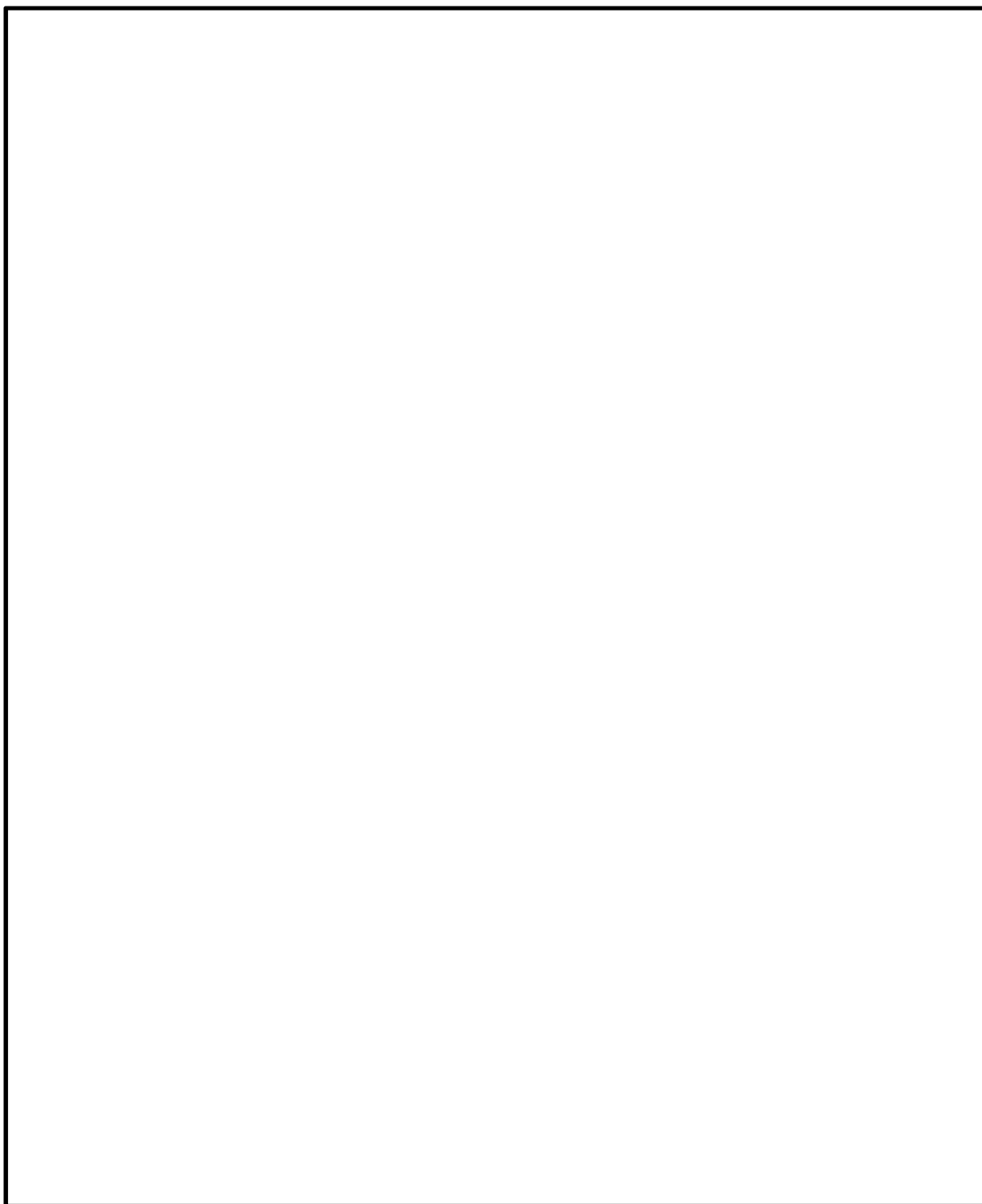


鉄筋コンクリート防潮壁の取水構造物の北側概要図

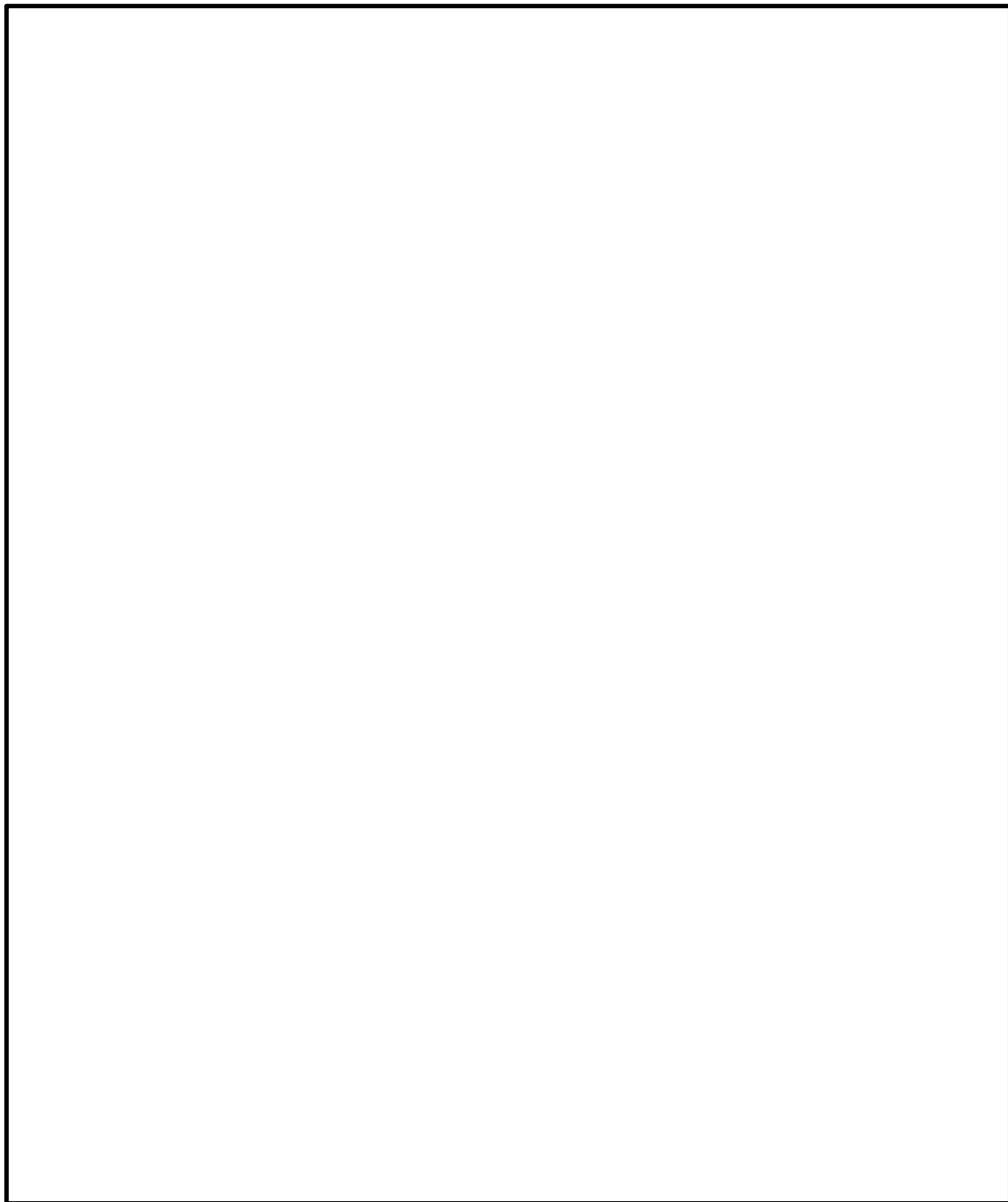


止水ジョイント部材の概要図

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強度評価は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.2 許容限界」にて設定している荷重及び荷重の組合せ、並びに許容限界を踏まえて実施する。強度評価では、「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」より、鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象部位に作用する応力等が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の耐震評価項目を第 2-1 表に、強度評価フローを第 2-5 図に示す。

鉄筋コンクリート防潮壁の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重作用時（以下、「重畳時」という。）について行う。

鉄筋コンクリート防潮壁は、上部工と下部工を一体とした3次元モデルで強度評価を行なう。地中連続壁基礎をはり要素、鉄筋コンクリート及びフーチングを平面要素でモデル化する。

鉄筋コンクリート防潮壁の強度評価は、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の評価項目に示すとおり、構造部材の健全性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、鉄筋コンクリート防潮壁を支持する基礎地盤に発生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、有意な漏えいが生じないことを確認した許容限界以下であることを確認する。

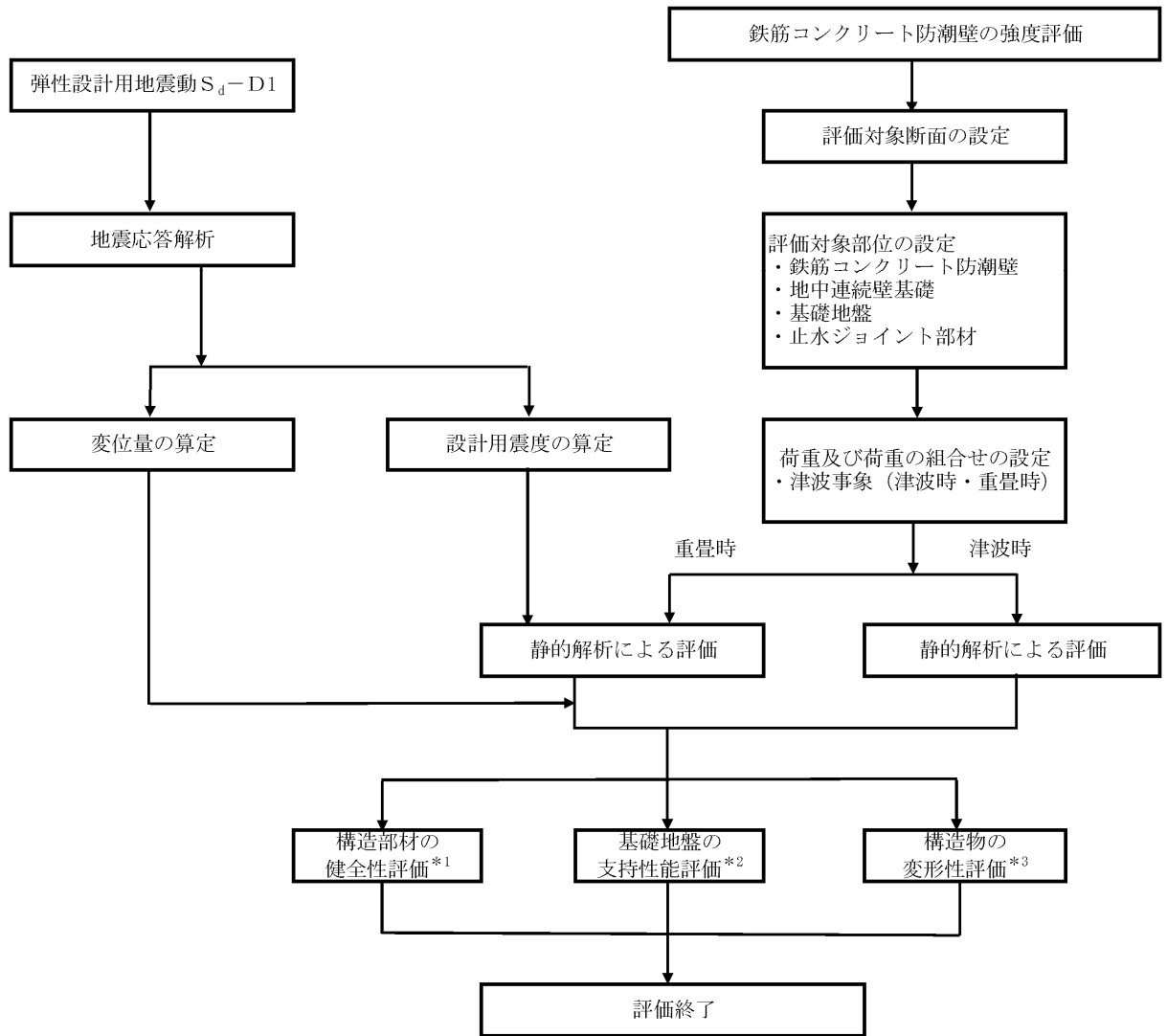
重畳時の評価における入力地震動は、解放基盤表面で定義される弾性設計用地震動 S_a-D1 を1次元波動論により地震応答解析モデル底面位置で評価したものをを用いる。

なお、防潮扉の評価をV-3-別添 3-2-4「防潮扉の強度計算書」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津波評価フロー

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（（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）
- 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. 強度評価方法

3.1 記号の定義

強度評価に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 (1) 強度評価に用いる記号 (1/2)

記号	単位	定義
G	kN	固定荷重
P	kN	積載荷重
P_s	kN	積雪荷重
P_t	kN/m^2	遡上津波荷重
P_c	kN	衝突荷重
K_{Sd}	kN	余震荷重
P_d	kN/m^2	動水圧
B	m	地中連続壁基礎の前面幅
D	m	地中連続壁基礎の側面幅
γ	kN/m^3	単位体積重量
P_{n1}	kN/m^2	最大津波波圧 (地表面の津波波圧)
P_{n2}	kN/m^2	壁天端の津波波圧
σ_{ca}	N/mm^2	コンクリートの許容曲げ圧縮応力度
τ_{a1}	N/mm^2	コンクリートの許容せん断応力度
σ_{ca}'	N/mm^2	コンクリートの許容支圧応力度
σ_c	N/mm^2	コンクリートの圧縮応力度
σ_{sa}	N/mm^2	鋼材の許容曲げ圧縮応力度
M	$N \cdot mm$	最大曲げモーメント
N	N	軸力
S	kN	せん断力
Z	mm^3	断面係数
A	mm^2	有効断面積

第3-1表(2) 強度評価に用いる記号(2/2)

記号	単位	定義
f'_{ck}	N/mm ²	コンクリートの設計基準強度
f_{yk}	N/mm ²	鋼材の引張降伏強度
E_c	kN/mm ²	コンクリートのヤング係数
E_s	kN/mm ²	鋼材のヤング係数
F_s	--	安全率
u	kN/m ²	平均過剰間隙水圧
w	kN/m ²	土の有効重量
γ'	kN/m ³	土の水中単位体積重量
l	m	浸透流路長
h_w	m	水面から掘削底面までの高さ(水位差)

3.2 評価対象断面及び部位

鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象断面は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」にて示している評価対象部位を踏まえて設定する。

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。第3-1図に評価対象断面位置図を、第3-2図に評価対象の断面図を示す。

(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、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

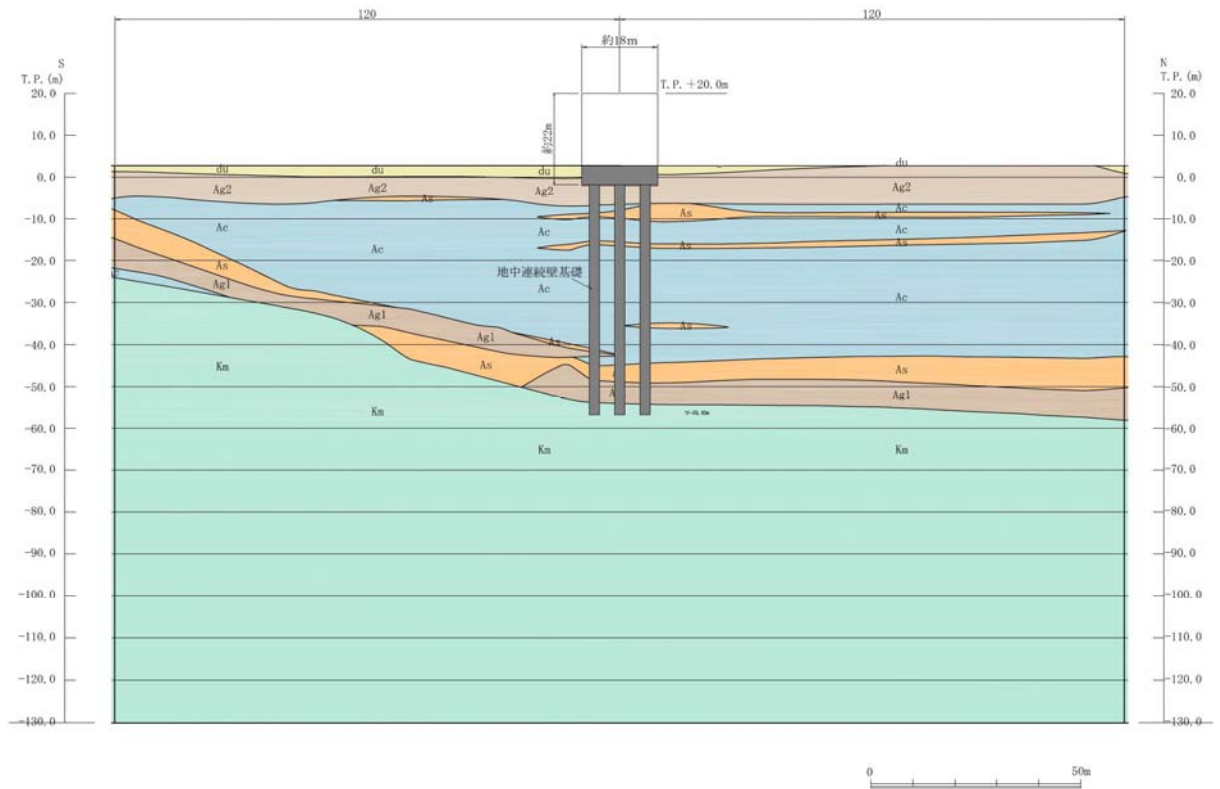
鋼製アンカーの評価対象部位は、止水ジョイント部材の取り付け部の鋼製アンカーとする。

(5) 鋼製防護部材

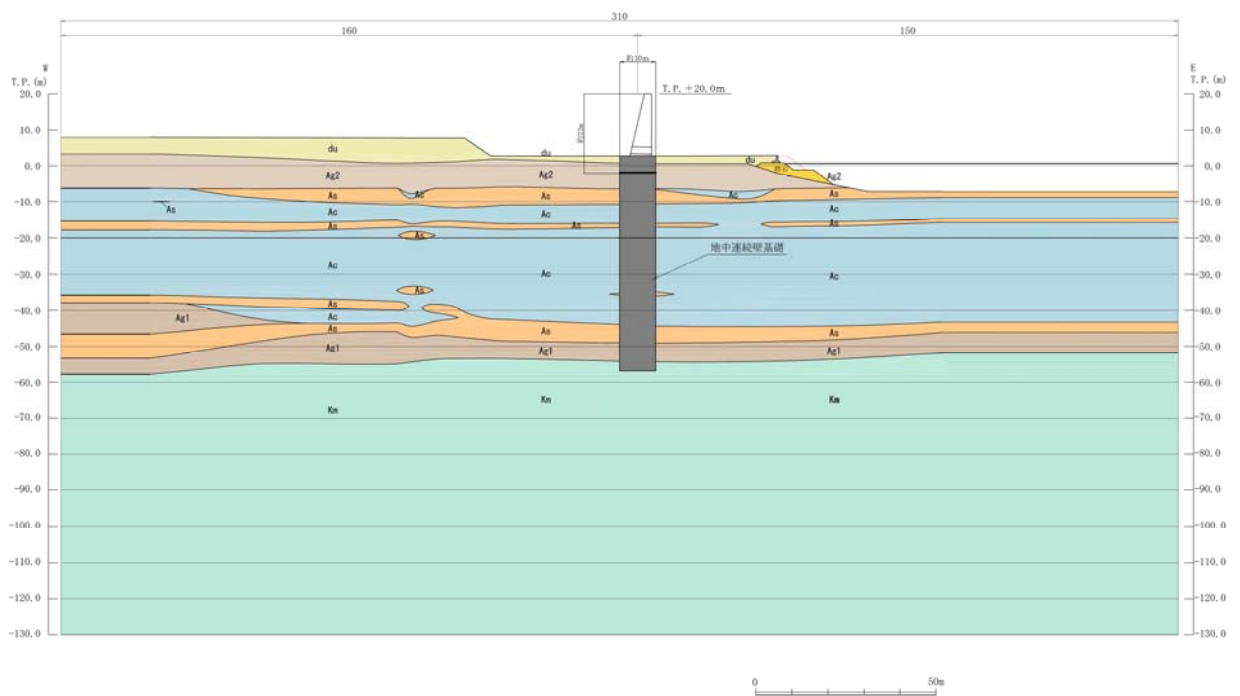
鋼製防護部材の評価対象部位は、止水ジョイント部材を防護する鋼製防護部材とする。



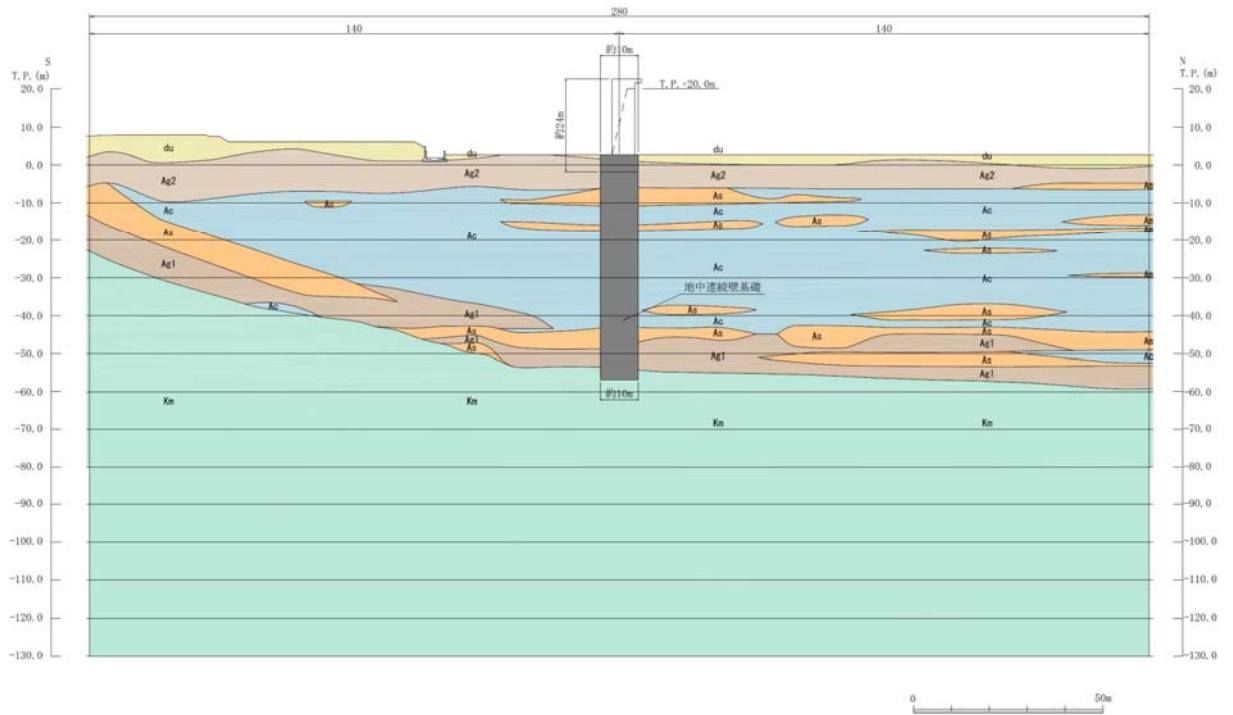
第3-1図 鉄筋コンクリート防潮壁の検討対象断面位置



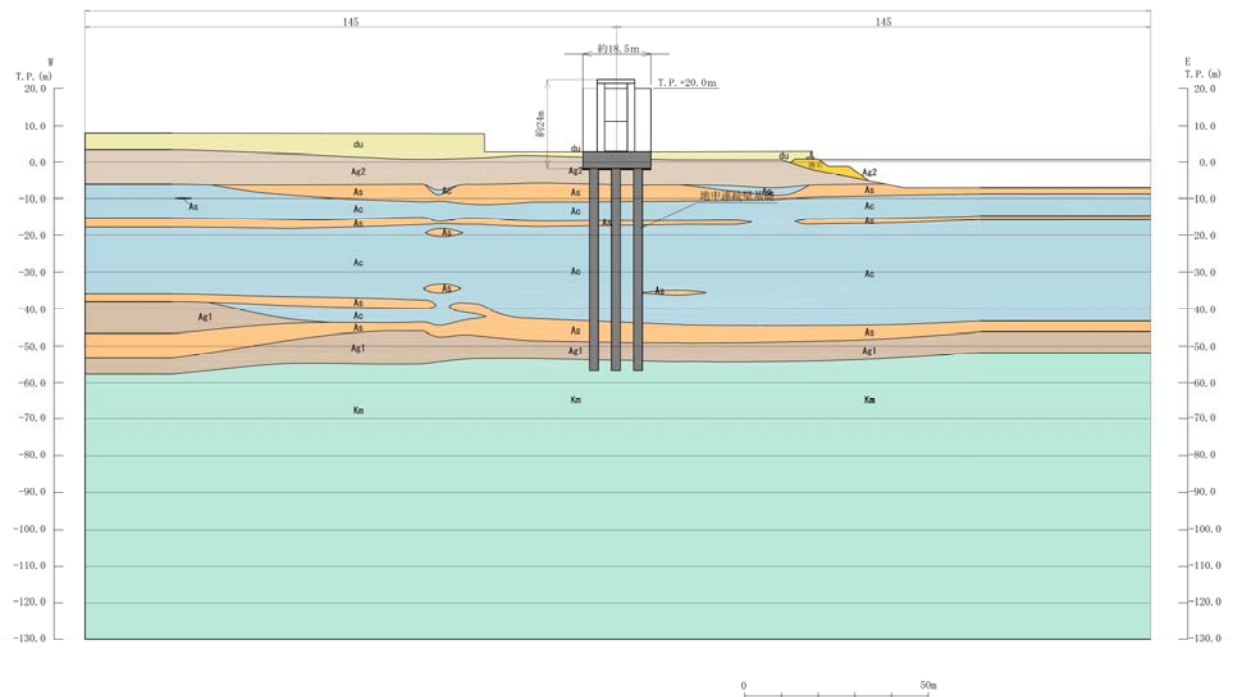
第3-2 図 (1) 鉄筋コンクリート防潮壁断面図 (①-①断面)



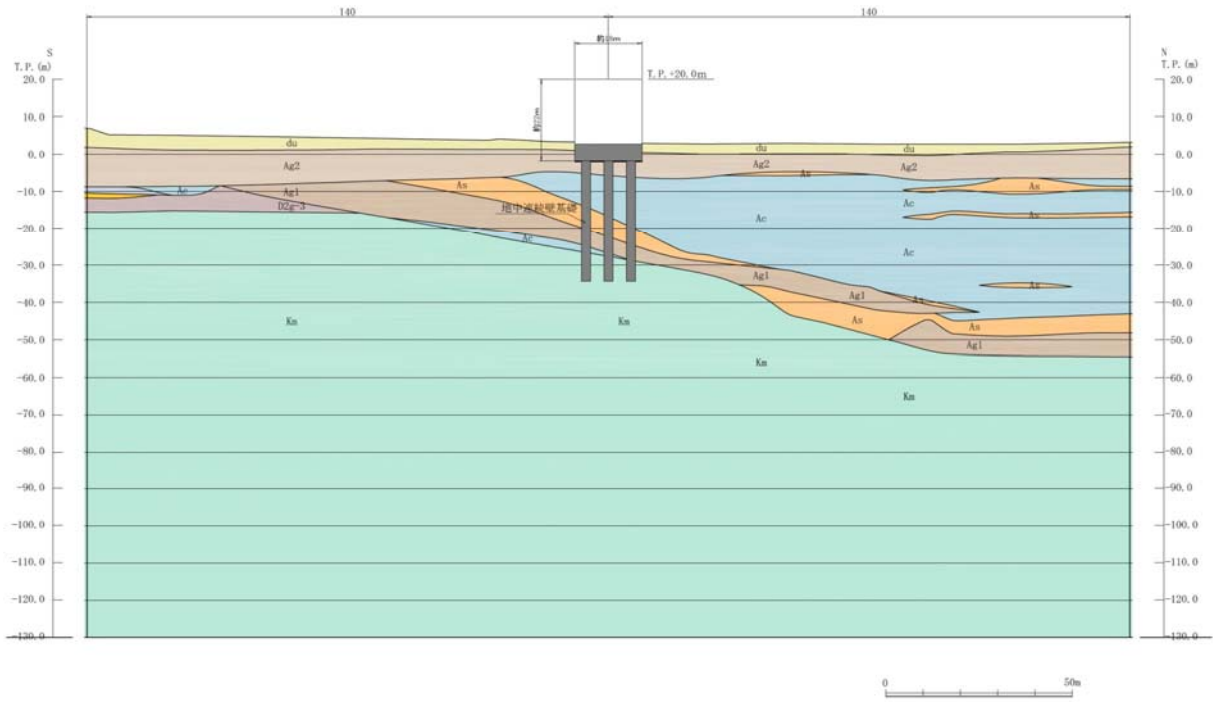
第3-2 図 (2) 鉄筋コンクリート防潮壁断面図 (②-②断面)



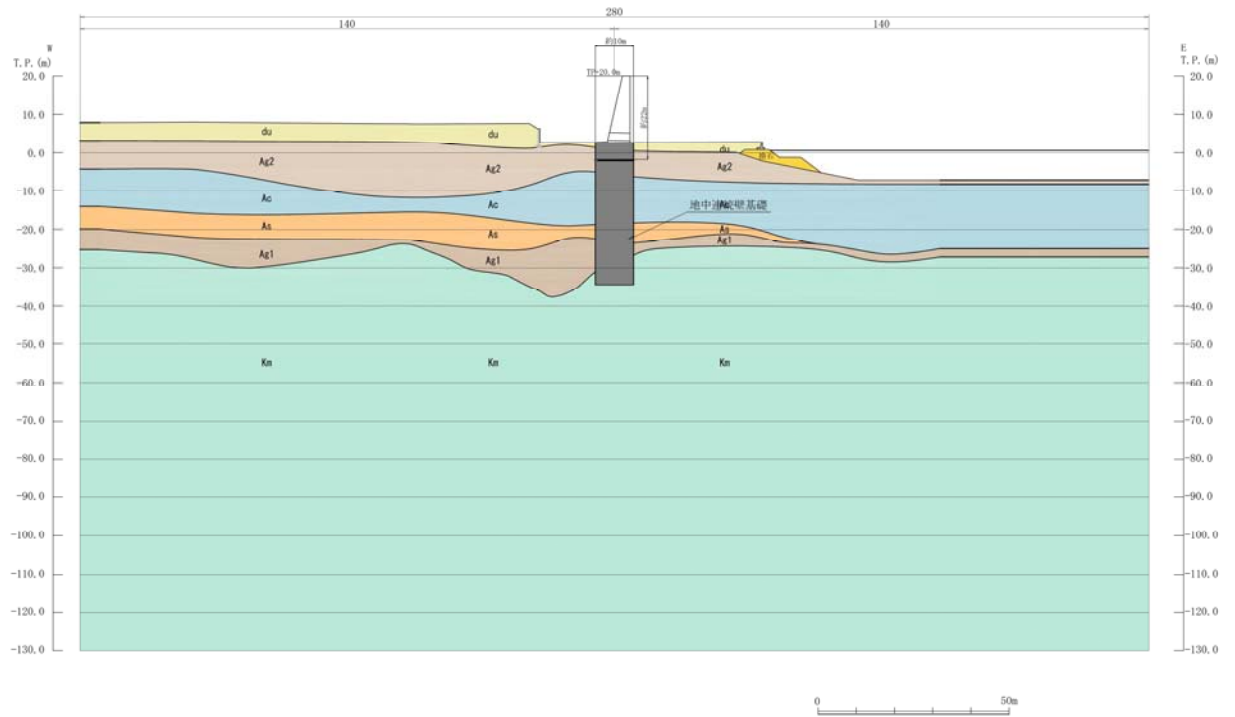
第 3-2 図 (3) 鉄筋コンクリート防潮壁断面図 (③-③断面)



第 3-2 図 (4) 鉄筋コンクリート防潮壁断面図 (④-④断面)



第3-2 図 (5) 鉄筋コンクリート防潮壁断面図 (⑤-⑤断面)



第3-2 図 (6) 鉄筋コンクリート防潮壁断面図 (⑥-⑥断面)

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度計算に用いる荷重及び荷重の組合せは、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを踏まえて設定する。

3.3.1 荷重

鉄筋コンクリート防潮壁の強度評価において、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) 遡上津波荷重 (P_t)

遡上津波荷重については、防潮堤前面における最大津波水位標高と防潮堤設置地盤標高の差分の $3/2$ 倍を考慮して算定する。

(4) 余震荷重 (K_{sd})

余震荷重として、弾性設計用地震動 S_d -D1 による地震力及び動水圧を考慮する。

重畳時は、余震荷重 (K_{sd}) として水平慣性力及び鉛直慣性力を考慮する。地表面の最大加速度から水平震度及び鉛直震度を算定し、積雪荷重に対応する慣性力を作用させる。

(5) 衝突荷重 (P_c)

衝突荷重として、総排水トン 15 t の漁船の衝突を考慮する。

(6) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として、30 cm の積雪を考慮する。

(7) 風荷重 (P_K)

津波荷重作用時には風荷重の受圧面が存在しないため、津波荷重作用側には風荷重を考慮しない。また津波の作用方向と逆向きの風荷重は、保守的に考慮しない。

3.3.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを第 3-2 表に示す。強度評価に用いる荷重組合せは津波時及び重畳時に区分する。

第 3-2 表 荷重の組合せ

区分	荷重の組み合わせ
津波時	$G + P + P_t + P_c + P_s$
重畳時	$G + P + P_t + K_{sd} + P_s$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

P_t : 遡上津波荷重

K_{sd} : 余震荷重

P_c : 衝突荷重

P_s : 積雪荷重

3.4 解析モデル及び諸元

3.4.1 鉄筋コンクリート防潮壁の解析モデル

鉄筋コンクリート防潮壁は、上部工と下部工を一体としたフレーム解析モデル及び地震応答解析モデルで強度評価を行なう。鉄筋コンクリート防潮壁の3次元フレーム解析モデルの解析モデル概念図を第3-3図に示す。

(1) 構造物のモデル化

地中連続壁基礎をはり要素，鉄筋コンクリート及びフーチングを平面要素でモデル化する。

(2) 地盤のモデル化

フレーム解析モデルにおいて，地盤は，非線形バネ要素でモデル化する。

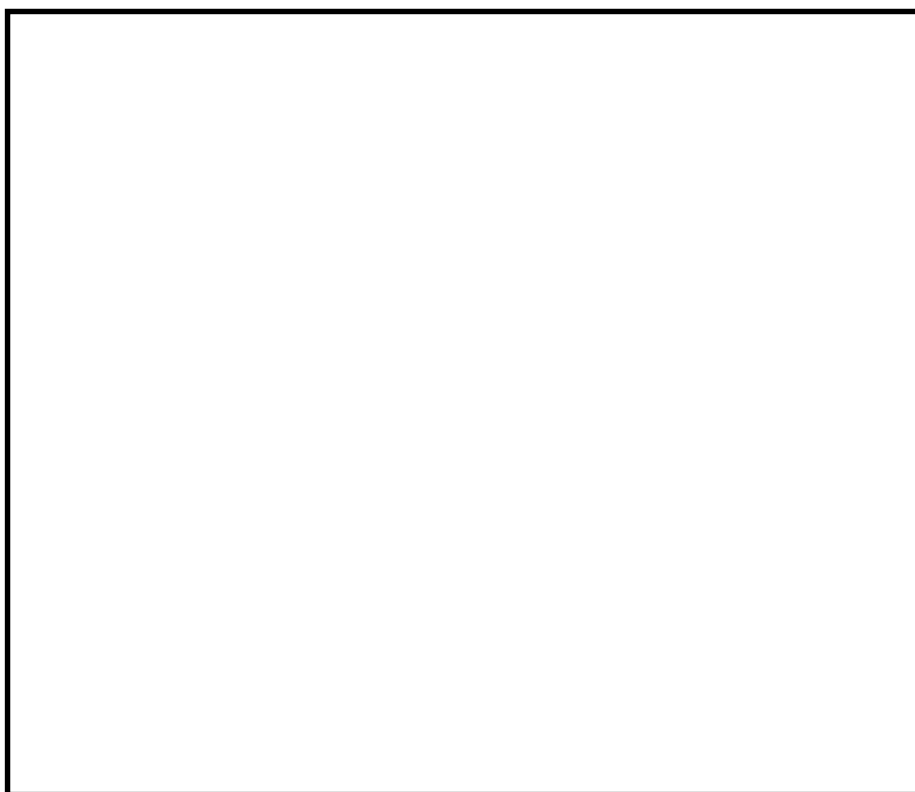
地震応答解析モデルにおいて，地盤は，剛性と減衰の非線形特性を考慮してモデル化する。

3.4.2 鉄筋コンクリート防潮壁（上部工）の解析モデル

上部工である鉄筋コンクリートについては，堤軸直交方向が弱軸断面方向となるため，縦壁下端を固定端とする片持ち梁で保守的に評価する。上部工の解析モデル概念図を第3-4図に示す。

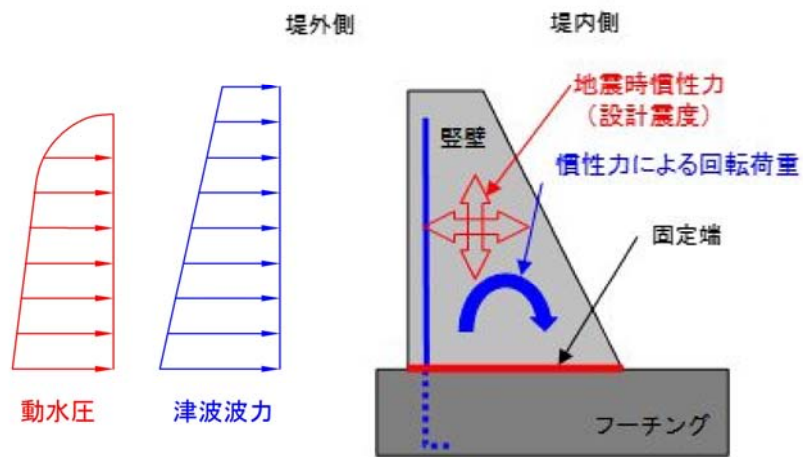


(a) 津波時の解析モデル概念図



(b) 重畳時の解析モデル概念図 (堤軸直角方向地震力の例)

第3-3図 鉄筋コンクリート防潮壁の津波時及び重畳時の3次元フレームモデル概念図



第3-4図 鉄筋コンクリート防潮壁（上部工）の重畳時の解析モデル概念図

3.4.3 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

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3-4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
鋼材	SM400, SM490	77.0	2.05×10 ⁵	0.3

3.4.4 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。

3.5 許容限界

鉄筋コンクリート防潮壁の許容限界は、「3.2 評価対象断面」にて設定した評価対象断面の機能損傷モードを考慮し、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」にて示している許容限界を踏まえて設定する。

(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 3-5 表のとおり設定する。短期許容応力度は，基準津波時におけるコンクリート及び鉄筋の許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。また，T.P. +24m 津波時はコンクリートの許容応力度に対して 2.0 倍，鉄筋の許容応力度に対して 1.65 倍の割増しを考慮する。

第 3-5 表 許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)	
			基準津波	T.P. +24m 津波
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	28.0
		許容せん断応力度 τ_{a1}	0.825*	1.1*
鉄筋	SD345	許容引張応力度 σ_{sa}	294	323.4
	SD390	許容引張応力度 σ_{sa}	309	339.9
	SD490	許容引張応力度 σ_{sa}	435	478.5

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) 基礎地盤の支持性能評価における許容限界

基礎地盤の支持性能については、構造物の接地圧が基礎地盤の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。基礎地盤の極限支持力は、「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）による評価値とし，V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき算定する。

(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 3-6 表に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

第 3-6 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 3-5 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。

3.6 評価方法

鉄筋コンクリート防潮壁の評価方法は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「5. 強度評価方法」にて示している荷重及び荷重の組合せを踏まえて設定する。

鉄筋コンクリート防潮壁の強度評価は、解析結果により得られる照査用応答値が「3.5 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) 津波時

a. 鉄筋コンクリート防潮壁

鉄筋コンクリート防潮堤は、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。

上部工については、フーチングとの連結部を固定端とする片持ち梁として評価する。

b. 地中連続壁基礎

地盤バネを設定した3次元フレームモデルに津波荷重等を載荷して評価する。

c. 基礎地盤の支持力

地中連続壁基礎底面において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。

d. 止水ジョイント部材

本震後の津波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。

e. 鋼製アンカー

津波荷重が止水ジョイント部材へ載荷された際に、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が許容限界以下であることを確認する。

f. 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。

(2) 重畳時

a. 地盤応答解析

(a) 解析方法

重畳時の検討で実施する地震応答解析は、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。

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。

イ. 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。

ロ. 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。

(b) 解析モデル及び諸元

イ. 解析モデル

解析モデルは、構造物設置位置の地層構成に基づきモデル化する。

ロ. 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。

(c) 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弾性設計用地震動 S_d を、1次元波動論によって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。

b. 評価方法

(a) 鉄筋コンクリート防潮壁

鉄筋コンクリート防潮堤は、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。

上部工については、フーチングとの連結部を固定端とする片持ち梁として評価する。

(b) 地中連続壁基礎

地盤バネを設定した3次元フレームモデルに津波荷重や余震荷重等を考慮して評価する。

- (c) 基礎地盤の支持力
地中連続壁基礎底面において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値以下であることを確認する。
- (d) 止水ジョイント部材
止水ジョイント部材の重畳時の評価は、本震後の余震時と津波の重畳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。
- (e) 鋼製アンカー
鋼製アンカーの重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。
- (f) 鋼製防護部材
鋼製防護部材の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-120 改1
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-1-2-2 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁
（放水路エリア））の強度計算書

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. 強度評価方法	11
3.1 記号の定義	11
3.2 評価対象断面及び部位	13
3.3 荷重及び荷重の組合せ	16
3.4 許容限界	18
3.5 評価方法	21

1. 概要

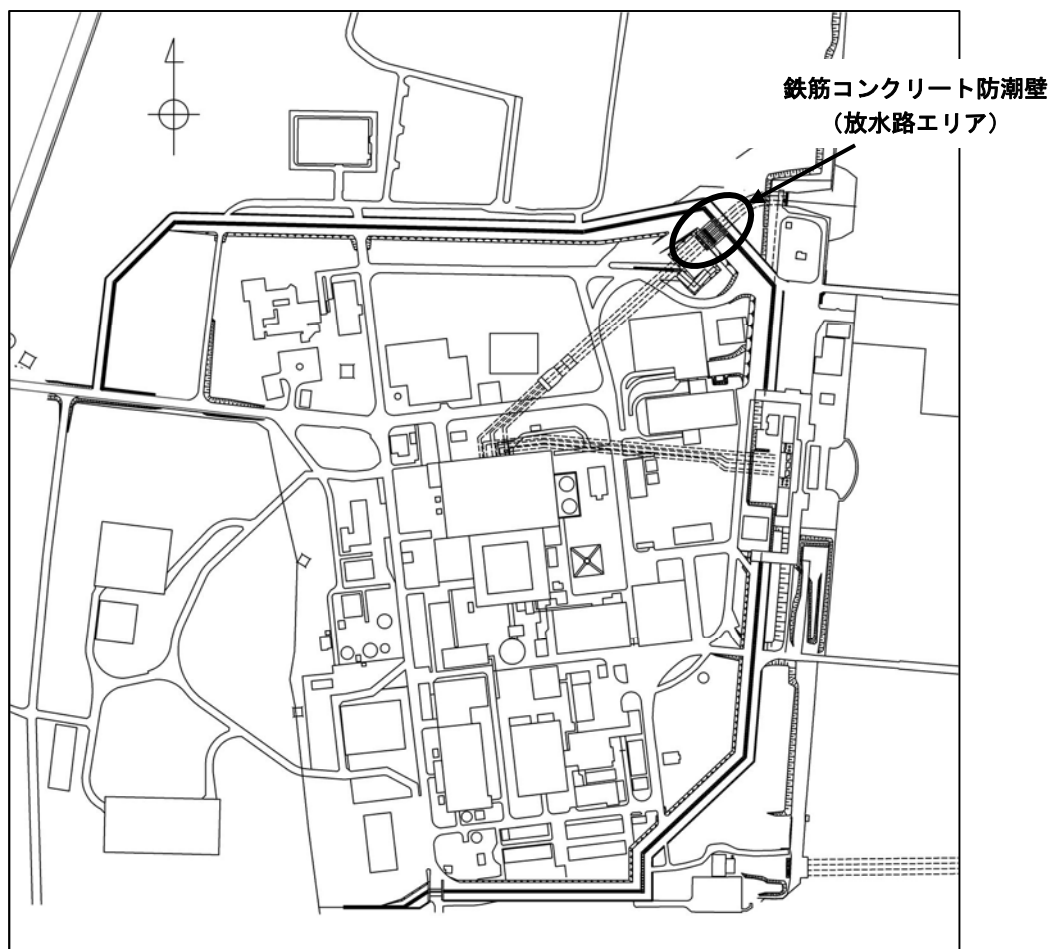
本資料は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、防潮堤のうち鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）が地震波の繰返しの襲来を想定した津波荷重、余震や漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持すること、十分な支持性能を有する岩盤に設置していること及び主要な構造体の境界部に設置する部材が有意な漏えいを生じない変形に留まることを確認するものである。

2. 基本方針

V-3-別添 3-1 「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す「2.1 機能維持の方針」を踏まえ、鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」を示す。

2.1 位置

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の位置図を第 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

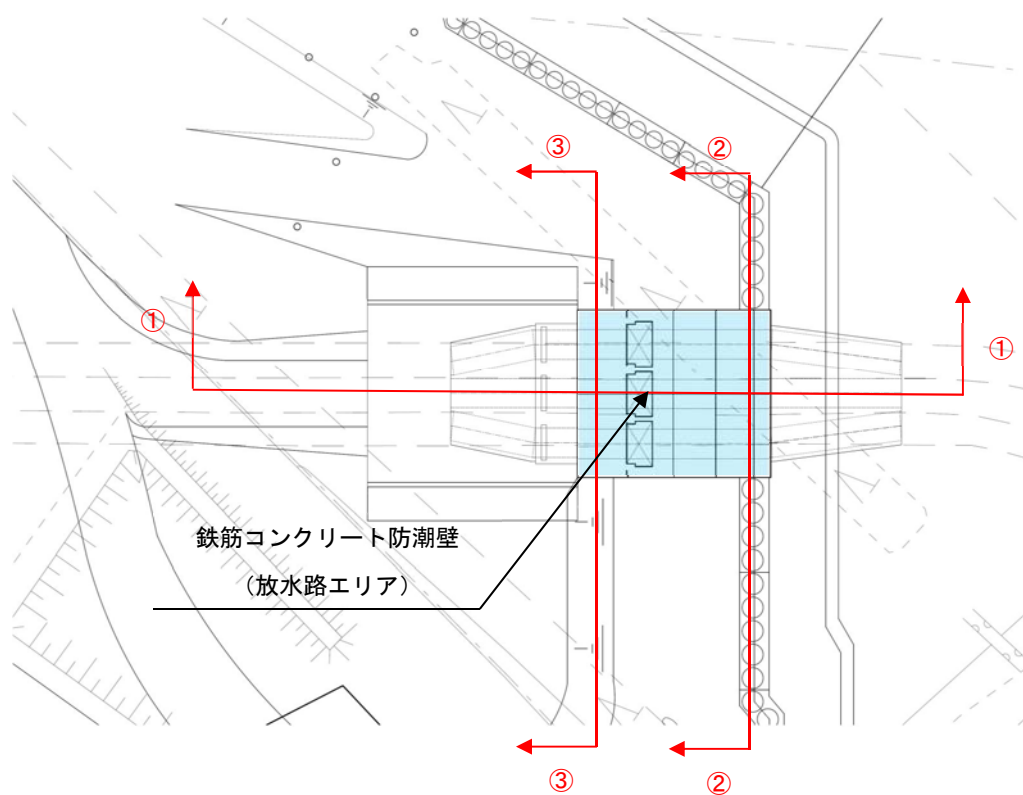
2.2 構造概要

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」のうち「3.2 機能維持の方針」に示す構造計画を踏まえ、詳細な構造を設定する。

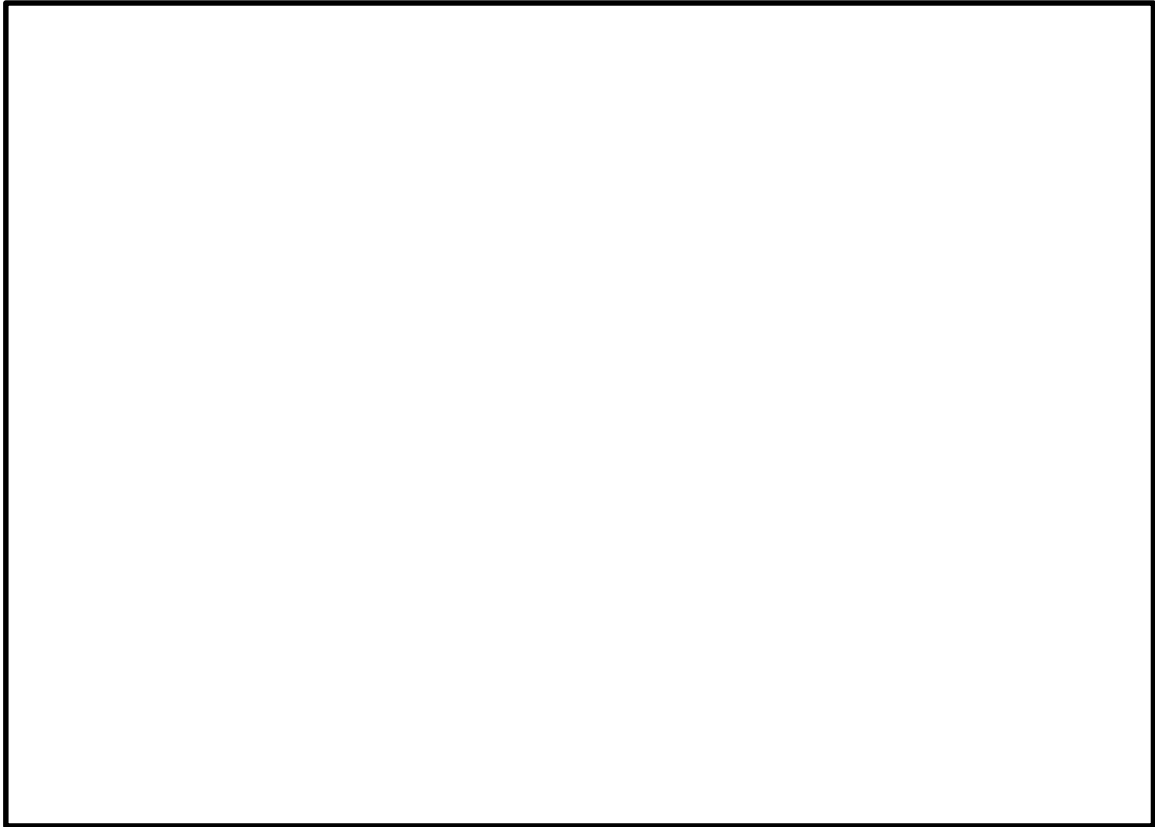
鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）は、鉄筋コンクリート製の放水路及び地中連続壁基礎の上に鉄筋コンクリート製の防潮壁を構築するものである。防潮壁、放水路及び地中連続壁基礎はすべて鉄筋コンクリートで一体化した構造とし、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。防潮壁直下に構築する放水路はカルバート構造であり、敷地内への津波の浸水を防止するためのゲートを設置する。

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

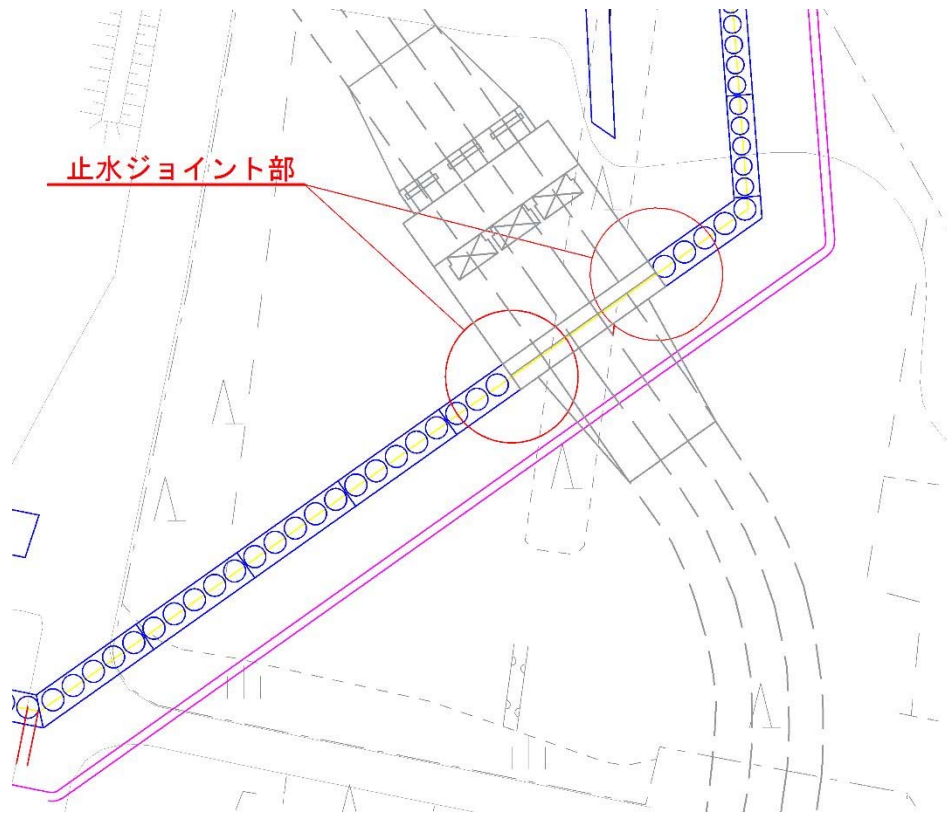
縦断方向：③—③断面



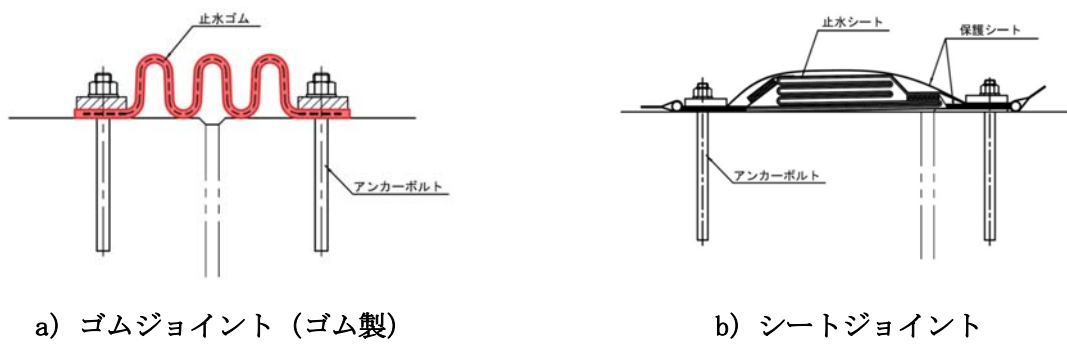
水平方向：④—④断面

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）の強度評価は、V-3-別添3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.2 許容限界」において設定している荷重及び荷重の組合せ、並びに許容限界を踏まえて実施する。強度評価では、「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」より、鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の評価対象部位に作用する応力等が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）の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震荷重の作用方向や伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重作用時（以下、「重畳時」という。）について行う。鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の強度評価は、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発生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、有意な漏えいが生じないことを確認した許容限界以下であることを確認する。

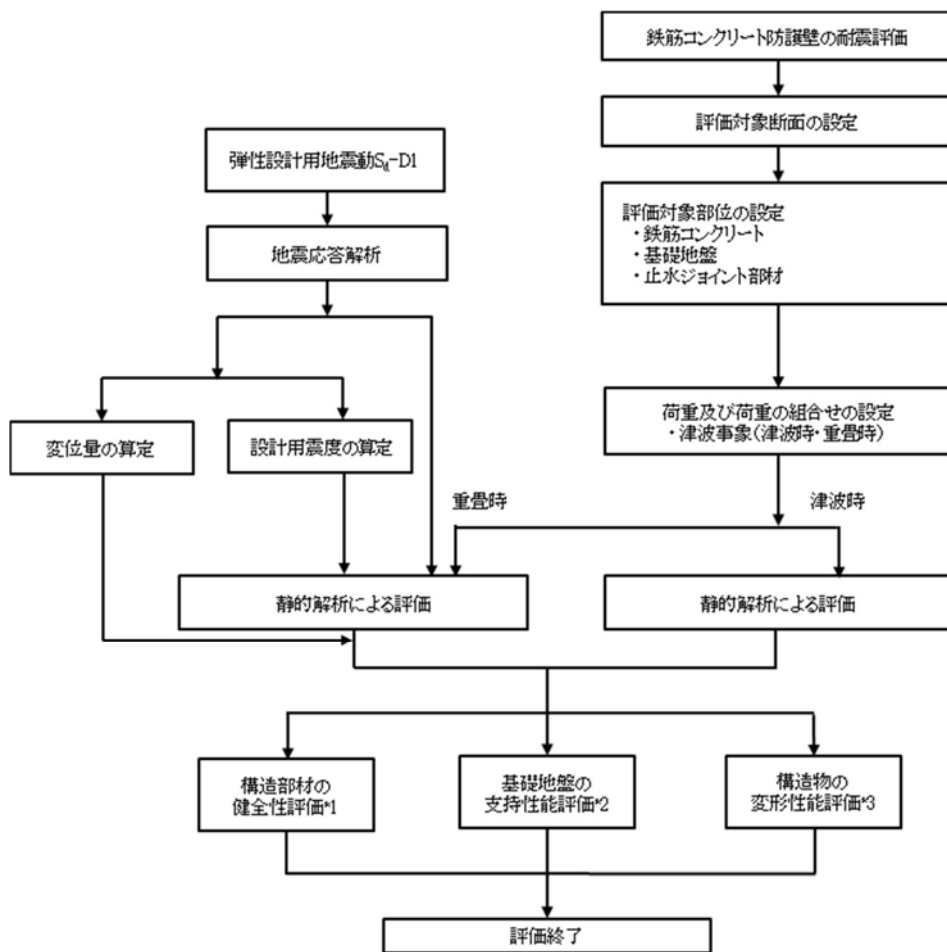
鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の強度評価フローを第2-6図に示す。

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を用いる。

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2-6 図 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の強度評価フロー

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. 強度評価方法

3.1 記号の定義

強度評価に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 (1) 強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
G	kN	固定荷重
P	kN	積載荷重
P_s	kN	積雪荷重
P_t	kN/m ²	遡上津波荷重
P_w	kN	衝突荷重
K_{Sd}	kN	余震荷重
P_d	kN/m ²	動水圧
B	m	断面幅
γ	kN/m ³	単位体積重量
P_{n1}	kN/m ²	最大津波波圧
σ_{sa}	N/mm ²	鉄筋の許容引張応力度
σ_{ca}	N/mm ²	コンクリートの許容曲げ圧縮応力度
V_a	kN	斜め引張鉄筋を考慮する場合の許容せん断力
V_{ca}	kN	コンクリートの負担するせん断力
V_{sa}	kN	斜め引張鉄筋の負担するせん断力
b_w	m	有効幅
j	—	1/1.15
d	m	有効高さ
A_w	m ²	斜め引張鉄筋断面積
s	m	斜め引張鉄筋間隔
τ_{a1}	N/mm ²	コンクリートの許容せん断応力度
σ	N/mm ²	曲げモーメント及び軸力による応力
M	N・mm	最大曲げモーメント

第3-1表(2) 強度評価に用いる記号

Z	mm ³	断面係数
N	N	軸力
A	mm ²	有効断面積
τ	N/mm ²	せん断応力
S	kN	せん断力
F	N/mm ²	鋼材の基準強度 (= σ_y)
E	kN/mm ²	ヤング係数
F _s	—	安全率
u	kN/m ²	平均過剰間隙水圧
w	kN/m ²	土の有効重量
γ'	kN/m ³	土の水中単位体積重量

3.2 評価対象断面及び部位

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。

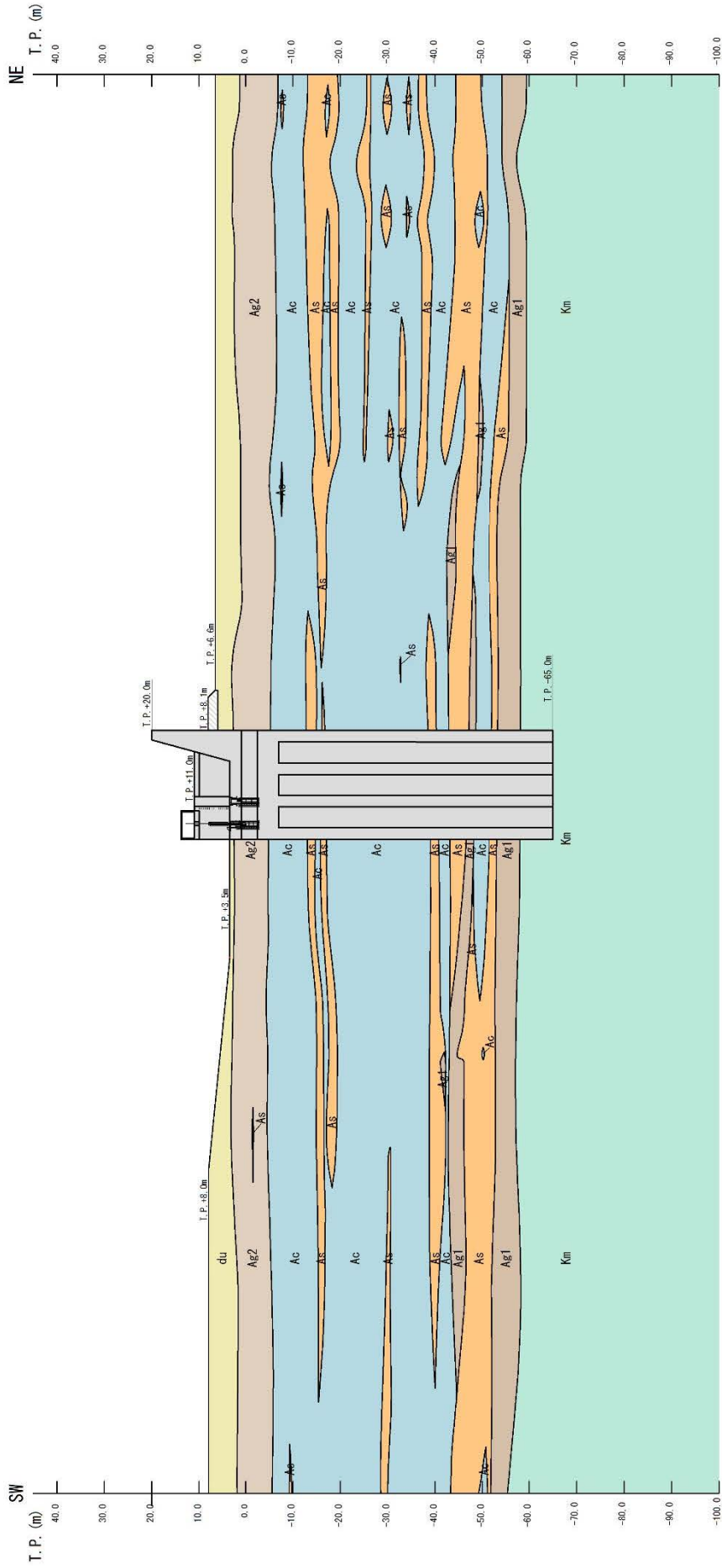
(1) 構造部材の健全性

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。

鉄筋コンクリートの評価対象部位は、津波方向に対応する部材とする。第 3-1 図に評価対象断面を示す。

(2) 基礎地盤の支持性能

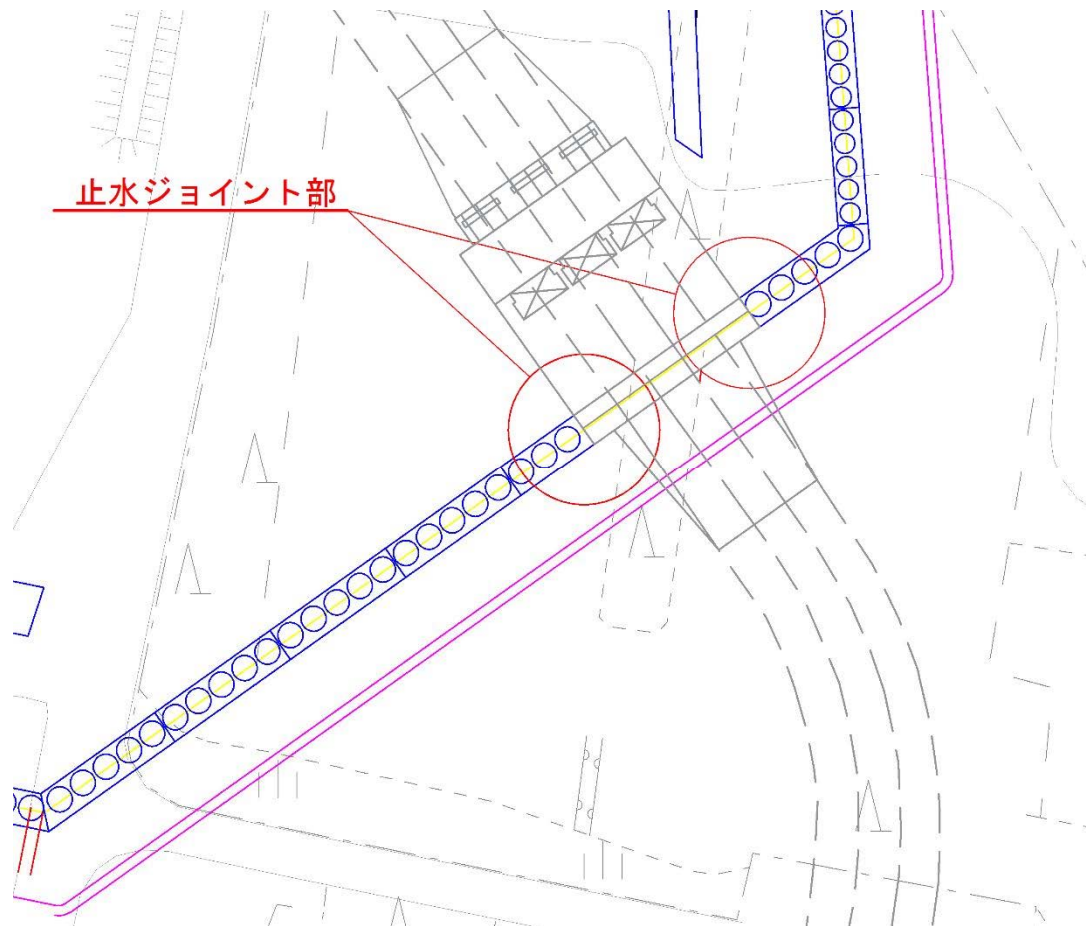
基礎地盤の支持性能に係る評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮堤（放水路エリア）の下部工となる地中連続壁基礎を支持する基礎地盤とし、基礎地盤に発生する接地圧を検討する。



第3-1図 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の評価対象断面図

(3) 止水ジョイント部材の変形性

止水ジョイント部材の変形性に係る評価対象部位は、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設置された止水ジョイント部材とする。止水ジョイント部材の変位量の評価対象部位を第3-2図に示す。



第3-2図 止水ジョイント部材の位置図

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度計算に用いる荷重及び荷重の組合せは、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを踏まえて設定する。

3.3.1 荷重

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の強度評価において、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3-2表のとおりである。

第3-2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) 遡上津波荷重（ P_t ）

遡上津波荷重については、防潮堤前面における最大津波水位標高と防潮堤設置地盤標高の差分の3/2倍を考慮して算定する。

(4) 余震荷重（ K_{sd} ）

余震荷重として、弾性設計用地震動 S_d -D1による地震力及び動水圧を考慮する。

余震と津波の「重畳時」は余震荷重(K_{sd})として水平慣性力及び鉛直慣性力を考慮する。地表面の最大加速度から水平震度及び鉛直震度を算定し、積雪荷重に対応する慣性力を作用させる。

a. 動水圧（ P_d ）

余震と津波の「重畳時」は、余震による地表面最大加速度に応じた水平震度に基づき算定される動水圧を考慮する。

(5) 衝突荷重（ P_w ）

衝突荷重として、総排水トン15 tの漁船の衝突を考慮する。

(6) 積雪荷重（ P_s ）

積雪荷重として、30 cmの積雪を考慮する。

(7) 風荷重（ P_k ）

風荷重は、作用時の方向が津波遡上荷重の作用方向と逆向きであることから、保守的に考慮しない。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを第 3-3 表に示す。強度評価に用いる荷重の組合せは津波時及び重畳時に区分する。

第 3-3 表 荷重の組合せ

区分	荷重の組合せ
津波時	$G + P + P_t + P_w + P_s$
重畳時	$G + P + P_t + K_{S_d} + P_d + P_s$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

P_t : 遡上津波荷重

P_d : 動水圧

K_{S_d} : 余震荷重

P_w : 衝突荷重

P_s : 積雪荷重

3.4 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

構造部材である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・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3-4表のとおり設定する。なお，第3-4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，基準津波時におけるコンクリート及び鉄筋の許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。また，T.P.+24 m津波時は2倍（コンクリート），1.65倍（鉄筋）の割増を考慮する。

第3-4表 許容応力度
(基準津波時)

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
コンクリート	f' _{ck} = 30 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_{a1}	0.75*
	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*
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

(T.P. +24 m 津波時)

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
コンクリート	f' _{ck} = 30 N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	22
		許容せん断応力度 τ_{a1}	1*
	f' _{ck} = 40 N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	28
		許容せん断応力度 τ_{a1}	1.1*
鉄筋	SD345	許容引張応力度 σ_{sa}	323.4
	SD390	許容引張応力度 σ_{sa}	339.9
	SD490	許容引張応力度 σ_{sa}	478.5

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

基礎地盤の支持性能に係る許容限界は、基礎地盤である支持岩盤の極限支持力に基づき、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している値を用いる。

(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3-5表に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

第3-5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

3.5 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、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」の「5. 強度評価方法」に基づき設定する。

3.5.1 津波時

(1) 解析方法

津波時に発生する応答値は、固定荷重、積載荷重及び積雪の長期荷重に加え、遡上津波荷重を作用させるとともに、衝突荷重を防潮壁天端に作用させたフレーム解析及びFEM解析により算定する。

解析コードは、フレーム解析については「MSC NASTRAN Ver. 2017.1」を、FEM解析については「FLIP Ver. 7.3.0_2」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。

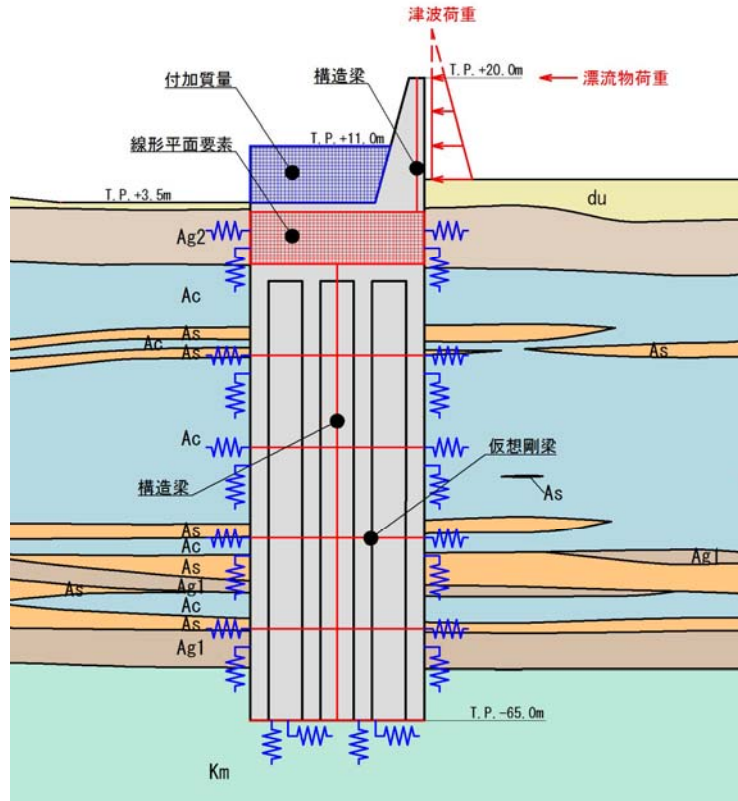
(2) 解析モデル及び諸元

a. 解析モデル

フレーム解析においては、防潮壁、地中連続壁基礎及び放水路（頂版及び底版）を線形はり要素、放水路（中壁及び側壁）を線形平面要素、地盤を非線形バネ要素でモデル化する。

地中連続壁基礎は、線形はり要素でモデル化し地盤バネを考慮する。防潮壁背面の放水路ゲートは、津波波力等の作用荷重に対して防潮壁を支持する構造部材として評価せず、付加質量として考慮する。

津波時の解析モデル図を第3-3図に示す。



第 3-3 図 解析モデル概念図 (津波時)

b. 使用材料及び材料の物性値

使用材料を第3-6表に、材料の物性値を第3-7表に示す。

第3-6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3-7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

c. 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。

(3) 評価方法

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の強度評価は、静的解析結果より得られる照査用応答値が「3.4 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。

a. 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートは、強度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。

b. 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。

c. 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、本震後の津波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。

3.5.2 重畳時

(1) 地震応答解析

a. 解析方法

重畳時の検討で実施する地震応答解析は、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。

解析コードは、地震応答解析については解析コード「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。

b. 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。

c. 減衰特性

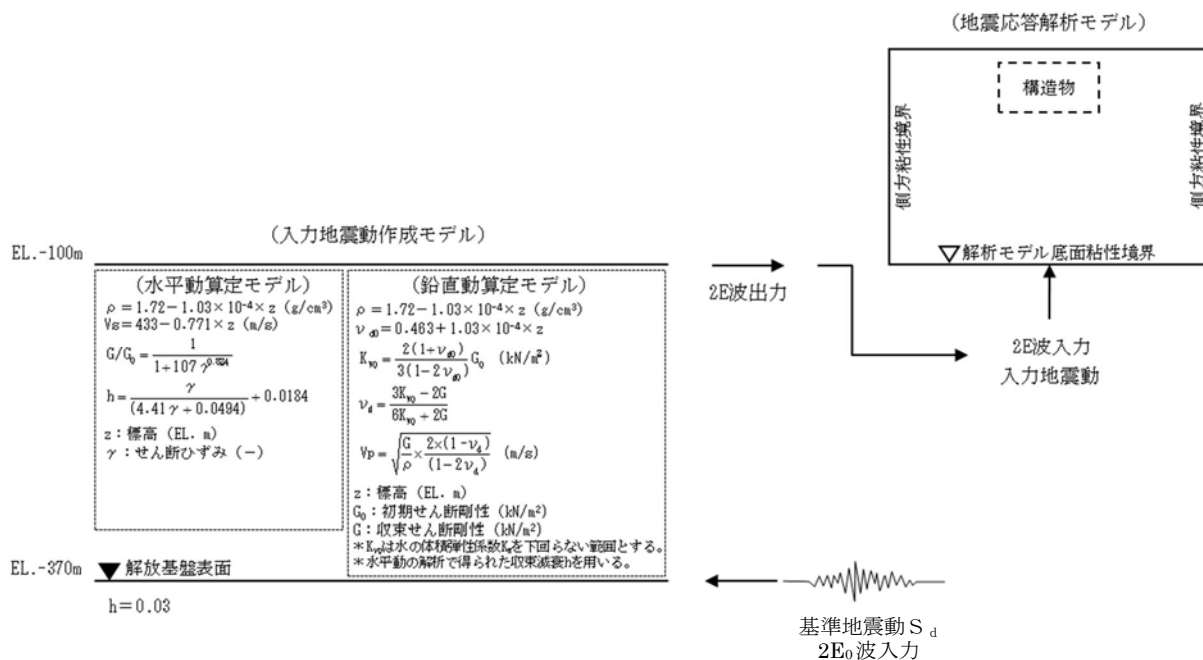
時刻歴非線形解析における減衰特性は、固有振動数等に基づく Rayleigh 減衰並びに地盤の履歴減衰を考慮する。

d. 入力地震動

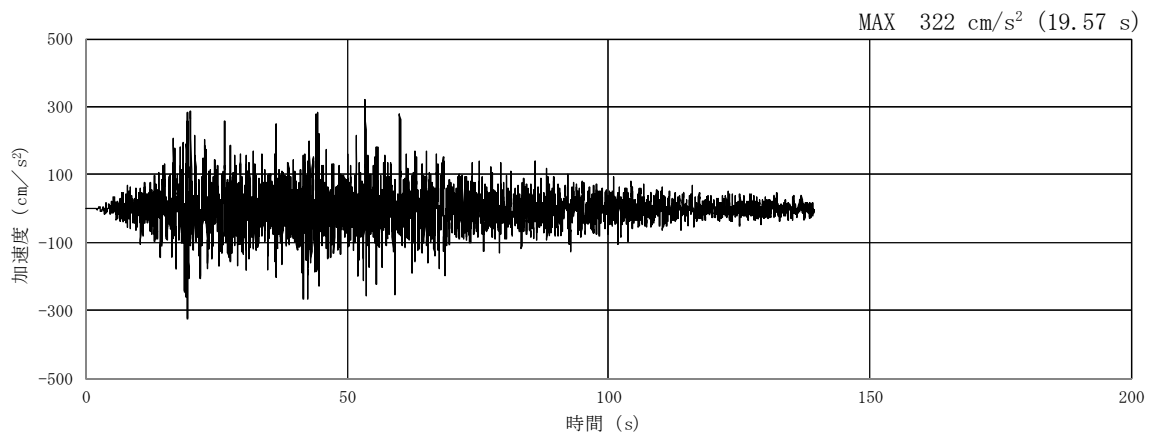
入力地震動は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて実施する。

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を用いる。入力地震動算定の概念図を第3-4図に示す。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。

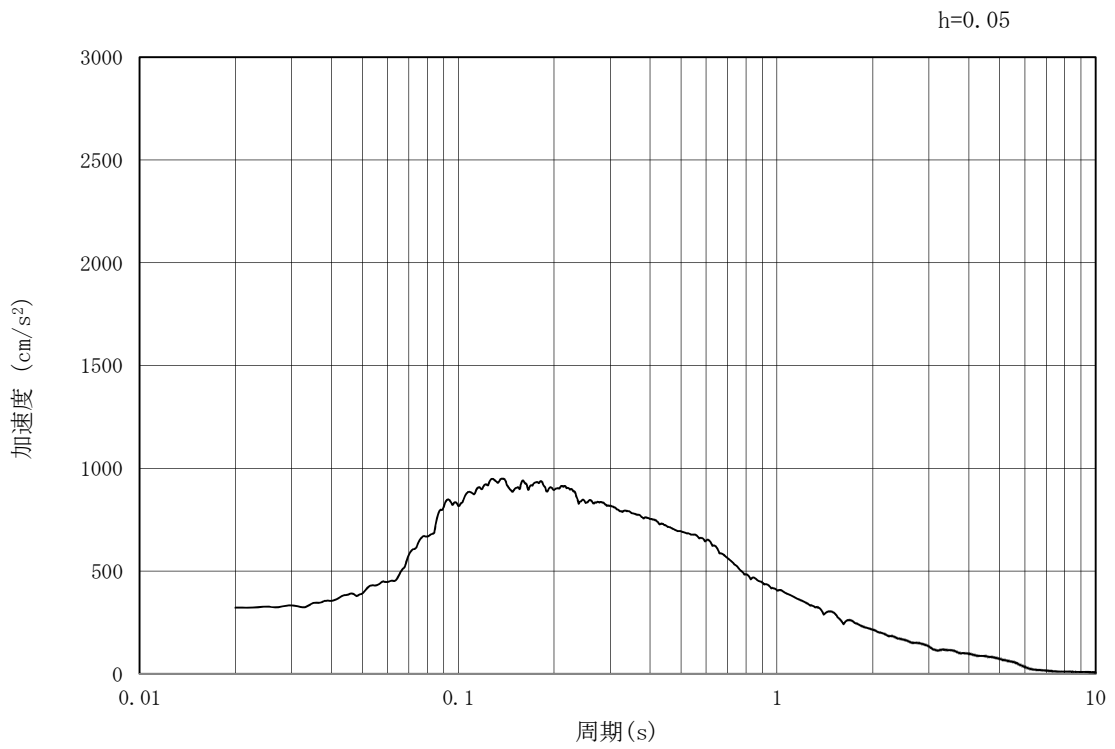
入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



第3-4図 入力地震動算定の概念図

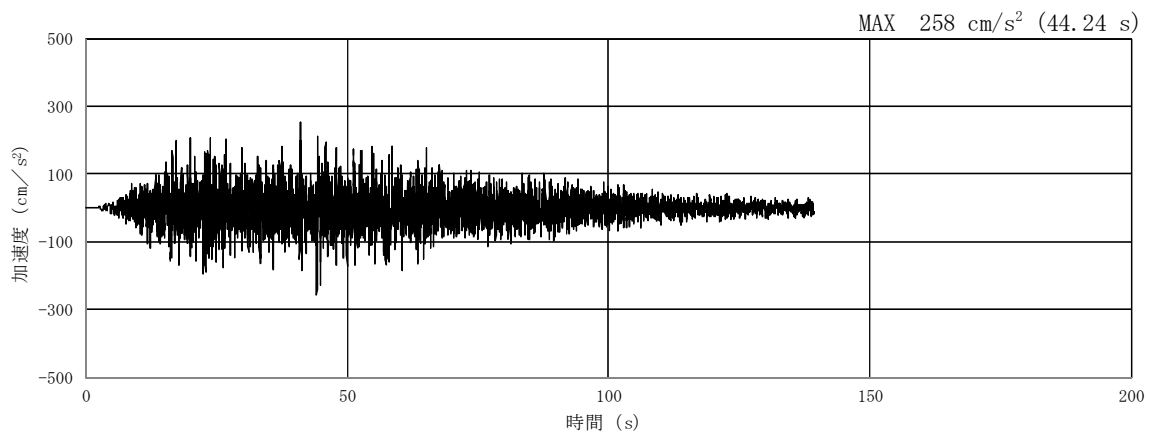


(a) 加速度時刻歴波形

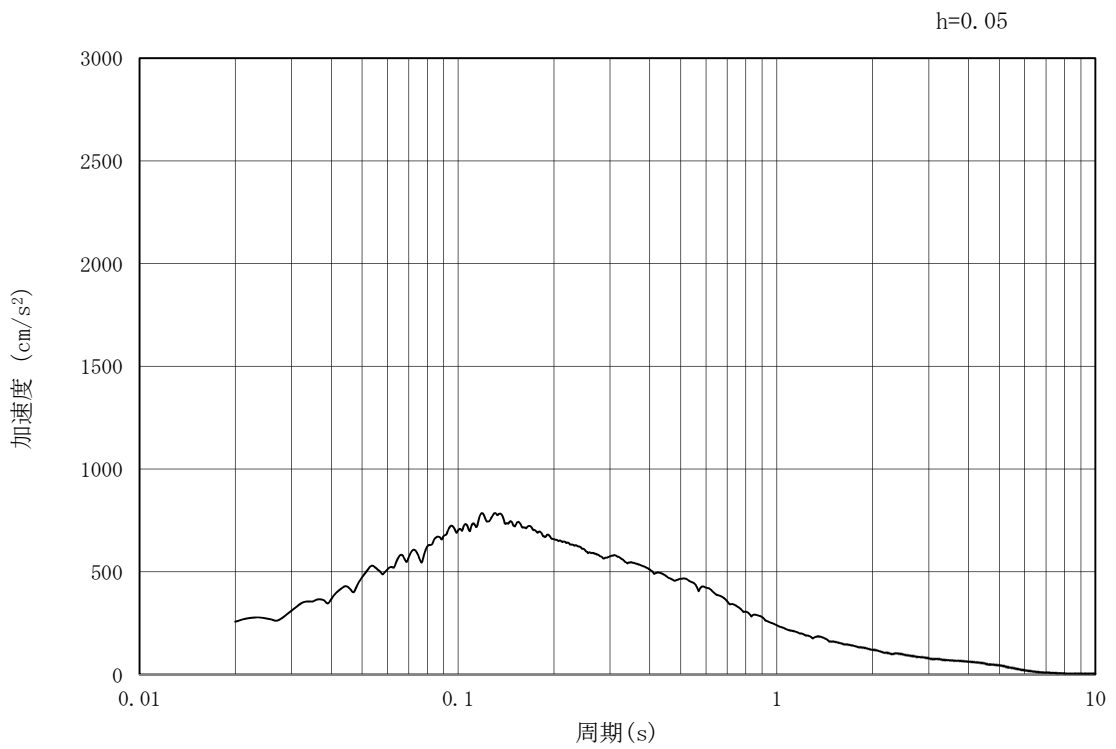


(b) 加速度応答スペクトル

第 3-5 図 (1) 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 : $S_d - D 1$)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

第3-5 図 (2) 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_d-D1)

e. 解析モデル及び諸元

(a) 解析モデル

解析モデルは、構造物設置位置の地層構成に基づきモデル化する。

(b) 使用材料及び材料の物性値

使用材料及び材料の物性値は、「3.5.1 津波時」と同じである。

(c) 地盤及び地盤改良体の物性値

使用材料及び材料の物性値は、「3.5.1 津波時」と同じである。

(2) 静的解析

a. 解析方法

重畳時に発生する構造部材の発生応力は、固定荷重、積載荷重及び積雪の長期荷重に加え、遡上津波荷重を作用させるとともに、余震荷重に対応する動水圧及び慣性力の静的荷重、並びに地盤変位を作用させた応答変位法（フレーム解析）により算定する。

また、重畳時に発生する基礎地盤の接地圧は、固定荷重、積載荷重及び積雪の長期荷重に加え、遡上津波荷重を作用させるとともに、余震荷重に対応する動水圧を作用させたFEM解析で算出された接地圧に、地震応答解析で算出された接地圧を加えて算定する。

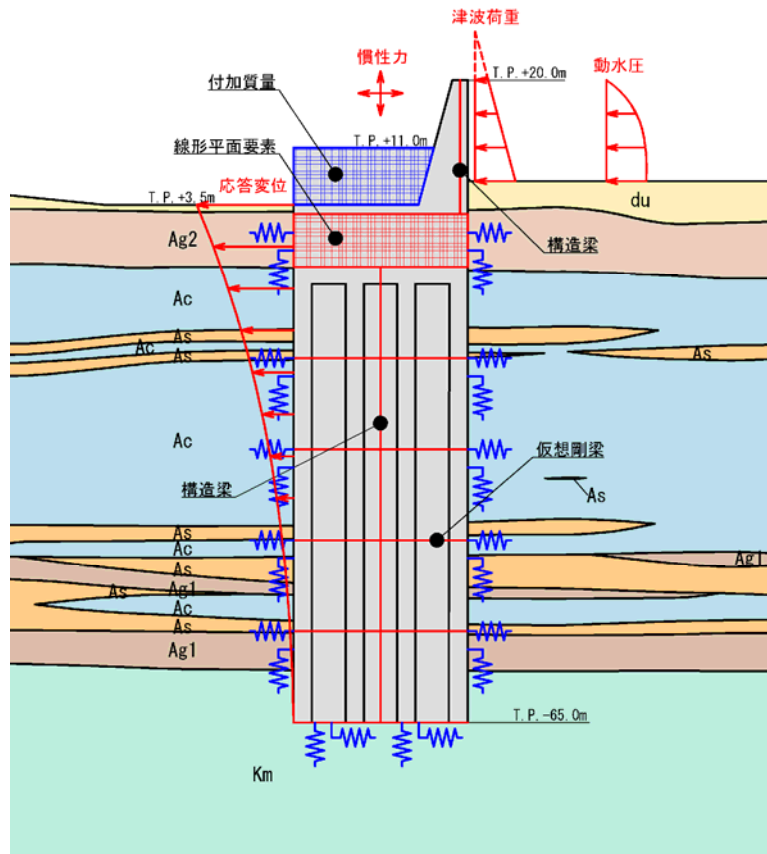
解析コードは、フレーム解析については「MSC NASTRAN Ver. 2017.1」、FEM解析については「FLIP Ver. 7.3.0_2」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

b. 解析モデル

フレーム解析においては、防潮壁、地中連続壁基礎及び放水路（頂版及び底版）を線形はり要素、放水路（中壁及び側壁）を線形平面要素、地盤を非線形バネ要素でモデル化する。

地中連続壁基礎は、線形はり要素でモデル化し地盤バネを考慮する。防潮壁背面の放水路ゲートは、津波波力等の作用荷重に対して防潮壁を支持する構造部材として評価せず、付加質量として考慮する。

重畳時の解析モデル図を第3-6図に示す。



第3-6図 解析モデル概念図（重畳時）

- c. 使用材料及び材料の物性値
使用材料及び材料の物性値は、「3.5.1 津波時」と同じである。

- d. 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、「3.5.1 津波時」と同じである。

(3) 評価方法

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の強度評価は、静的解析結果より得られる照査用応答値が「3.4 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。

a. 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートの評価は、「3.5.1 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

b. 基礎地盤の支持力

基礎地盤の支持性能に係る評価については、「3.5.1 津波時」と同じ方法により、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。

c. 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、「3.5.1 津波時」と同じ方法により、本震後の余震と津波の重畳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。

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-121 改1
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-1-3 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）の強度計算書

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. 強度評価方法	11
3.1 記号の定義	11
3.2 評価対象断面及び部位	13
3.3 荷重及び荷重の組合せ	17
3.4 許容限界	20
3.5 評価方法	23

1. 概要

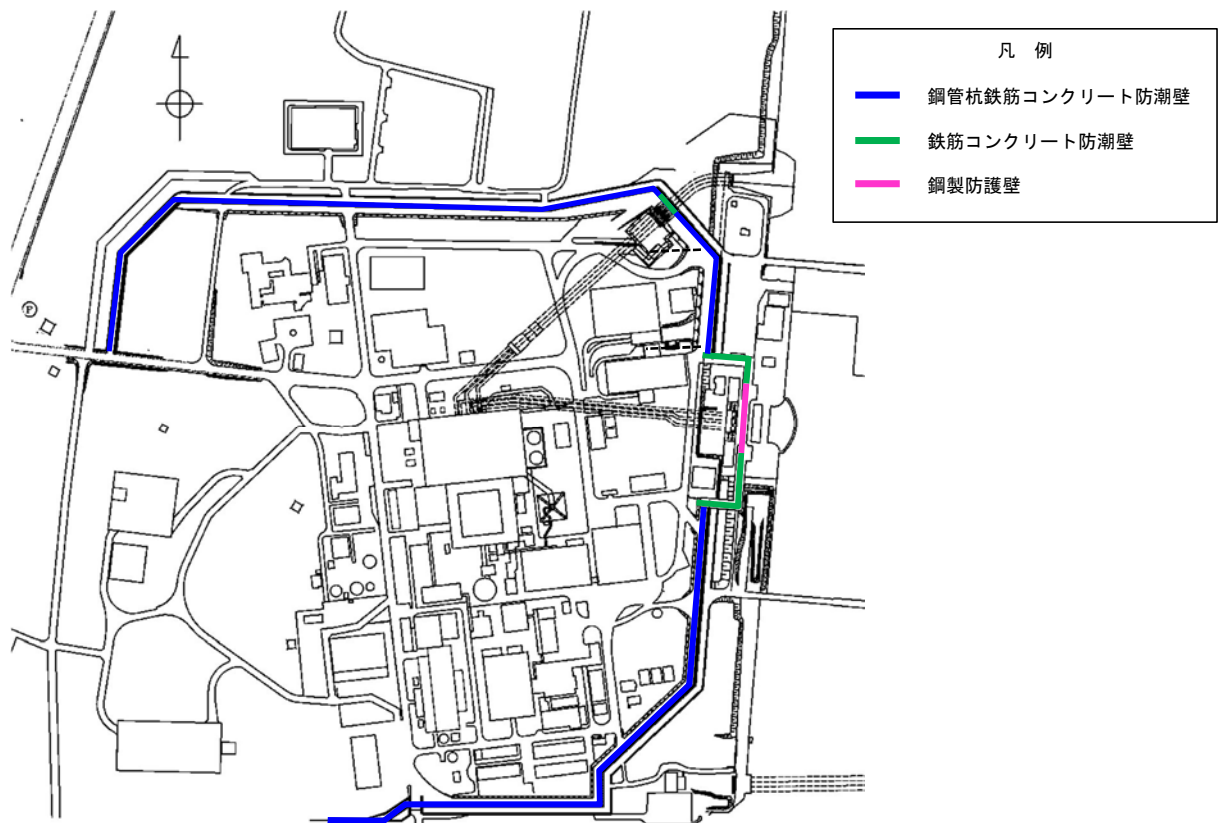
本資料は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、防潮堤のうち鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁が地震後の繰返しの襲来を想定した津波荷重、余震や漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持すること、十分な支持性能を有する岩盤に設置していること及び主要な構造体の境界部に設置する部材が有意な漏えいを生じない変形に留まることを確認するものである。

2. 基本方針

V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す「2.1 機能維持の方針」を踏まえ、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」を示す。

2.1 位置

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の位置図を第2-1図に示す。



第2-1図 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の位置図

2.2 構造概要

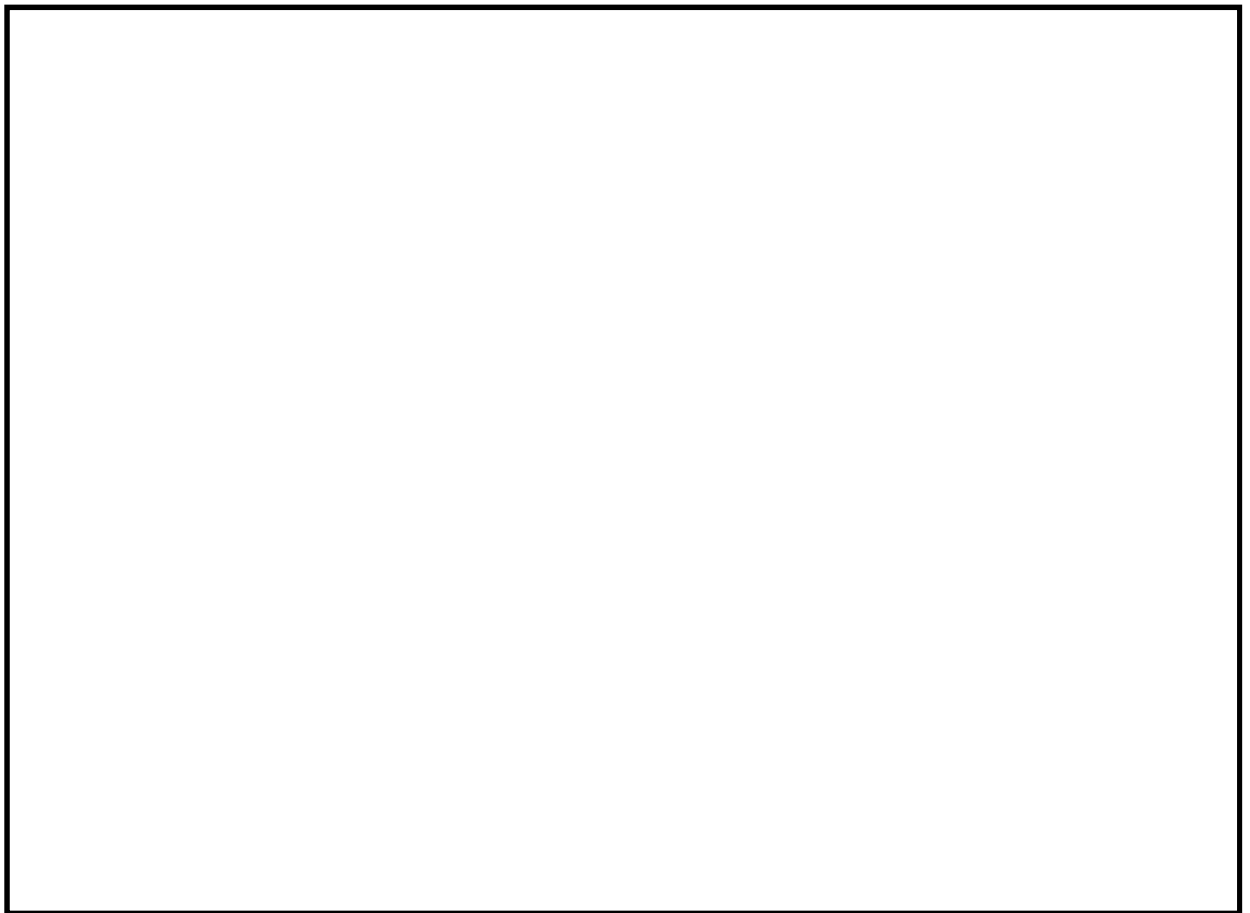
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、鋼管杭による下部工と、5本の鋼管杭を束ね止水機能を確保する鉄筋コンクリートの壁による上部工から構成される。

下部工は鋼管杭、上部工は鉄筋コンクリート梁壁及び鋼管鉄筋コンクリート（SRC構造）の一体構造で構築される。大口径で肉厚の厚い鋼管杭を地震及び津波荷重に耐える構造躯体とし、杭間からの津波の浸水を防止する観点で、鋼管杭に鉄筋コンクリートを被覆する上部構造とした。

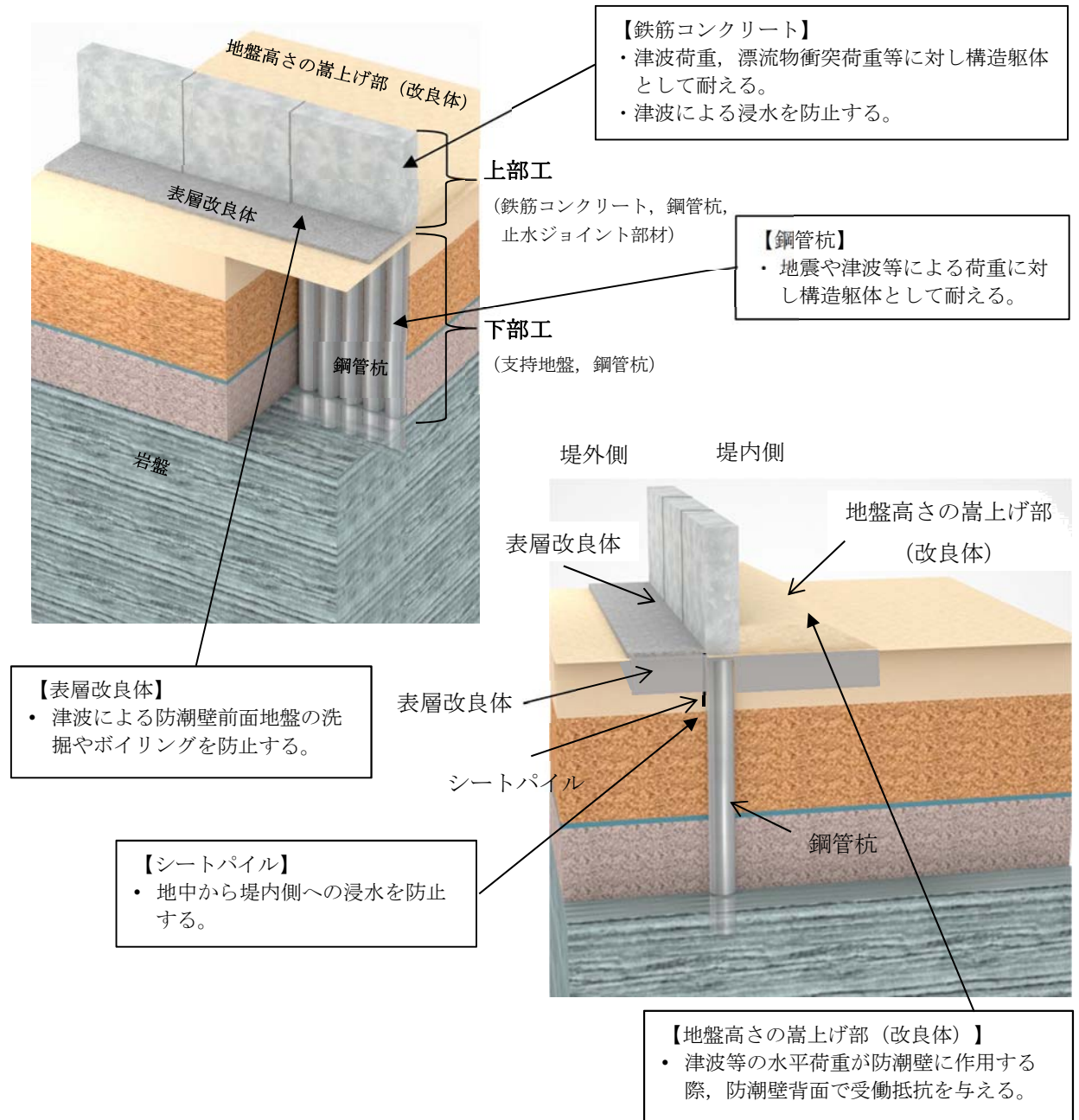
隣接する構造物との境界には、止水性を確保するための止水ジョイント部材を設置する。

防潮壁の堤内側には、耐津波に対する受働抵抗を目的とした改良体による地盤高さの嵩上げを行うとともに、洗掘防止対策やボーリング対策として、堤内及び堤外の表層部の地盤改良を実施する。

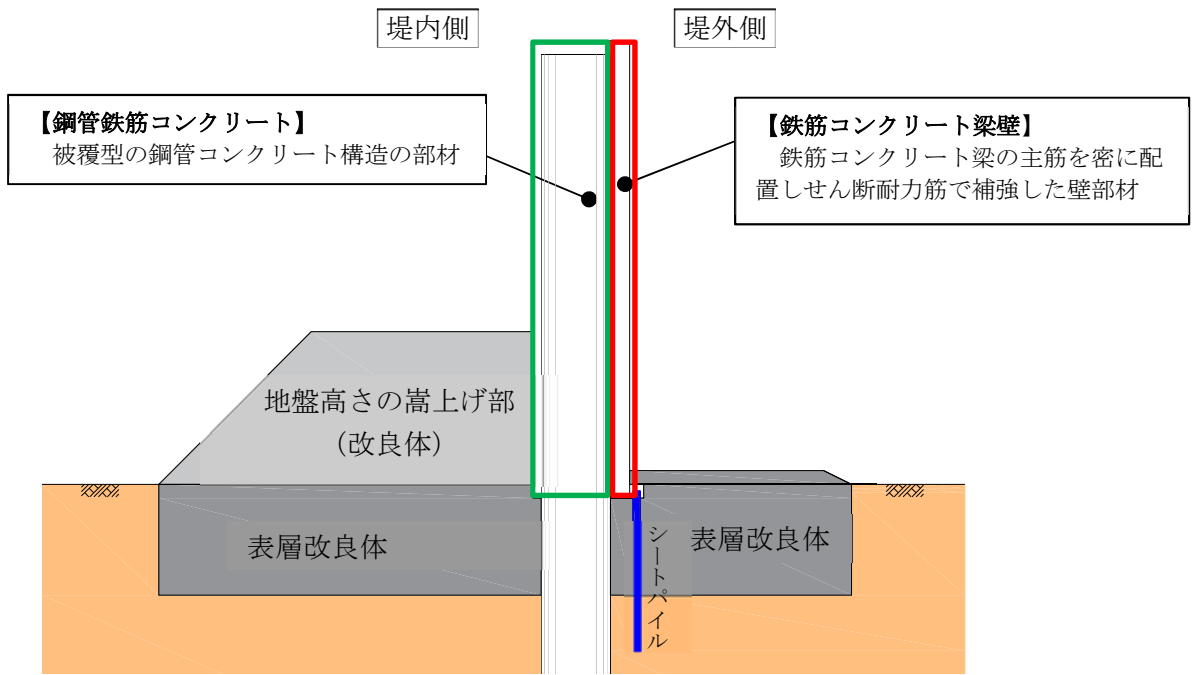
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要図を第2-2図、上部工概要図を第2-3図、止水ジョイント部材概念図を第2-4図、止水ジョイント部を有する範囲を第2-5図に示す。



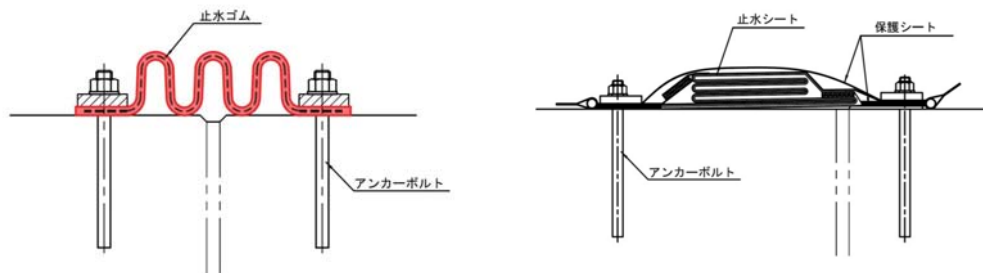
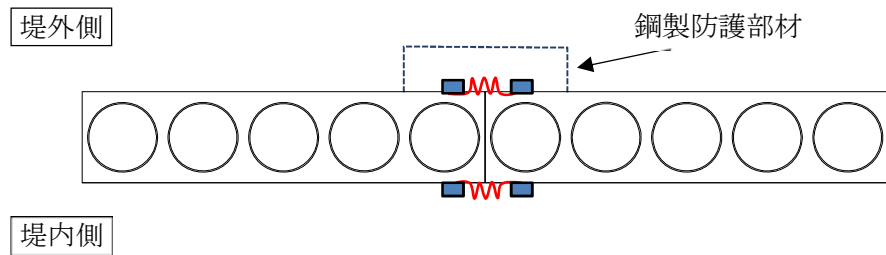
第2-2図 (1) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要図 (1/2)
(断面③：正面図と断面図)



第 2-2 図 (2) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要図 (2/2)



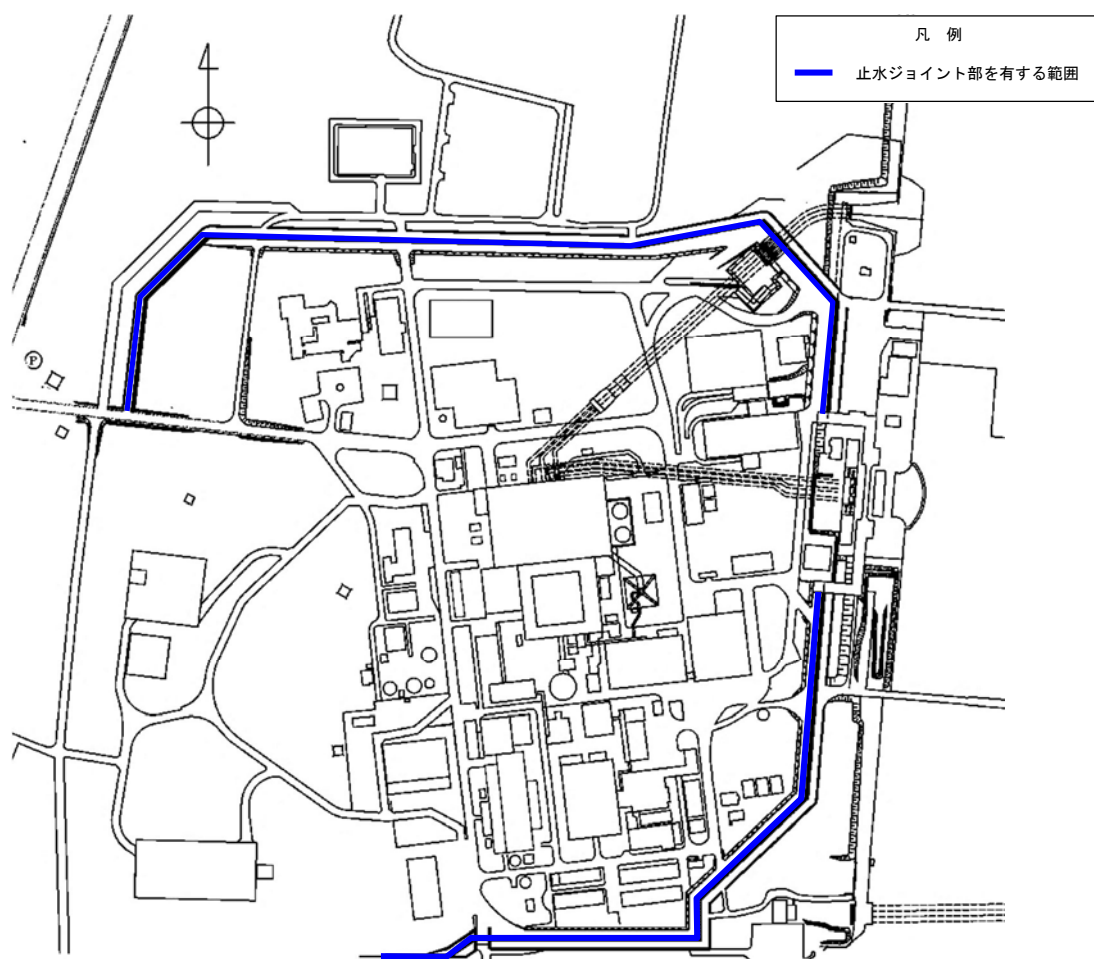
第2-3図 上部工概要図



a) ゴムジョイント

b) シートジョイント

第2-4図 止水ジョイント部概念図



第2-5図 止水ジョイント部を有する範囲

2.3 評価方針

鋼管杭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。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度評価は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.2 許容限界」において設定している荷重及び荷重の組合せ、並びに許容限界を踏まえて実施する。強度評価では、「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」より、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象部位に作用する応力等が許容限界以下であることを確認する。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震荷重の作用方向や伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重作用時（以下、「重畳時」という。）について行う。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度評価は、設計基準対象施設として第2-1表の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価項目に示すとおり、構造部材の健全性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。

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、有意な漏えいが生じないことを確認した許容限界以下であることを確認する。

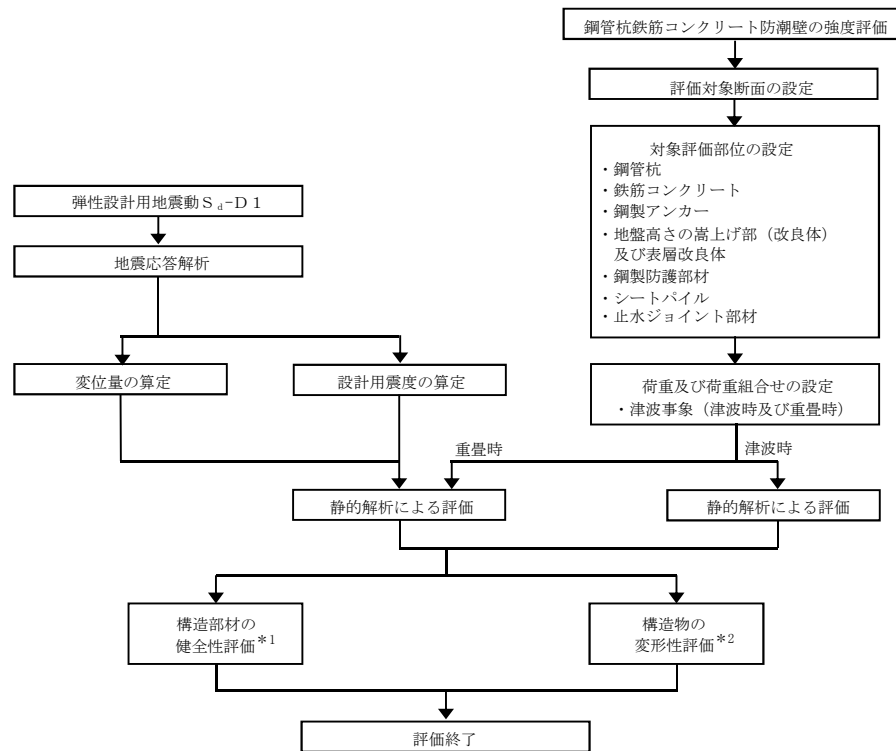
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度評価の検討フローを第2-6図に示す。

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を用いる。

第2-1表 鋼管杭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	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
		地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体	発生応力が許容限界以下であることを確認	せん断強度*
		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
		シートパイル	発生応力が許容限界以下であることを確認	せん断強度*
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
		地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体	発生応力が許容限界以下であることを確認	せん断強度*
		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
		シートパイル	発生応力が許容限界以下であることを確認	せん断強度*
	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、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：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 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度評価の検討フロー

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)
- ・ 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)
- ・ 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)
- ・ トンネル標準示方書 [共通編] ・同解説 / [開削工法編] ・同解説 ((社) 土木学会, 2016 年制定)
- ・ 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. 強度評価方法

3.1 記号の定義

強度評価に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 (1) 強度評価に用いる記号 (1/2)

記号	単位	定義
G	kN	固定荷重
P_s	kN	積雪荷重
P_k	kN	風荷重
P_t	kN/m ²	遡上津波荷重
P_c	kN	衝突荷重
K_{Sd}	kN	余震荷重
P_d	kN/m ²	動水圧
σ_{sa1}	N/mm ²	鋼管杭の許容引張応力度及び許容圧縮応力度
τ_{sa1}	N/mm ²	鋼管杭の許容せん断応力度
σ_{ca}	N/mm ²	コンクリートの許容曲げ圧縮応力度
τ_{a1}	N/mm ²	コンクリートの許容せん断応力度
V_a	kN	斜め引張鉄筋を考慮する場合の許容せん断力
V_{ca}	kN	コンクリートの許容せん断力
V_{sa}	kN	斜め引張鉄筋の許容せん断力
b_w	m	有効幅
j	—	1/1.15
d	m	有効高さ
A_w	m ²	斜め引張鉄筋断面積
σ_{sa2}	N/mm ²	鉄筋の許容引張応力度
s	m	斜め引張鉄筋間隔
σ	N/mm ²	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	N	軸力
A	mm ²	有効断面積
M	N・mm	最大曲げモーメント
Z	mm ³	断面係数
τ	N/mm ²	鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力
S	kN	せん断力
κ	—	せん断応力の分布係数 (2.0)

第3-1表(2) 強度評価に用いる記号(2/2)

記号	単位	定義
F_s	—	安全率
u	kN/m^2	シートパイル先端に作用する平均過剰間隙水圧
w	kN/m^2	土の有効重量
γ'	kN/m^3	土の水中単位体積重量
l_d	m	シートパイルの根入れ深さ
l	m	浸透流路長
h_w	m	水面から掘削底面までの高さ(水位差)

3.2 評価対象断面及び部位

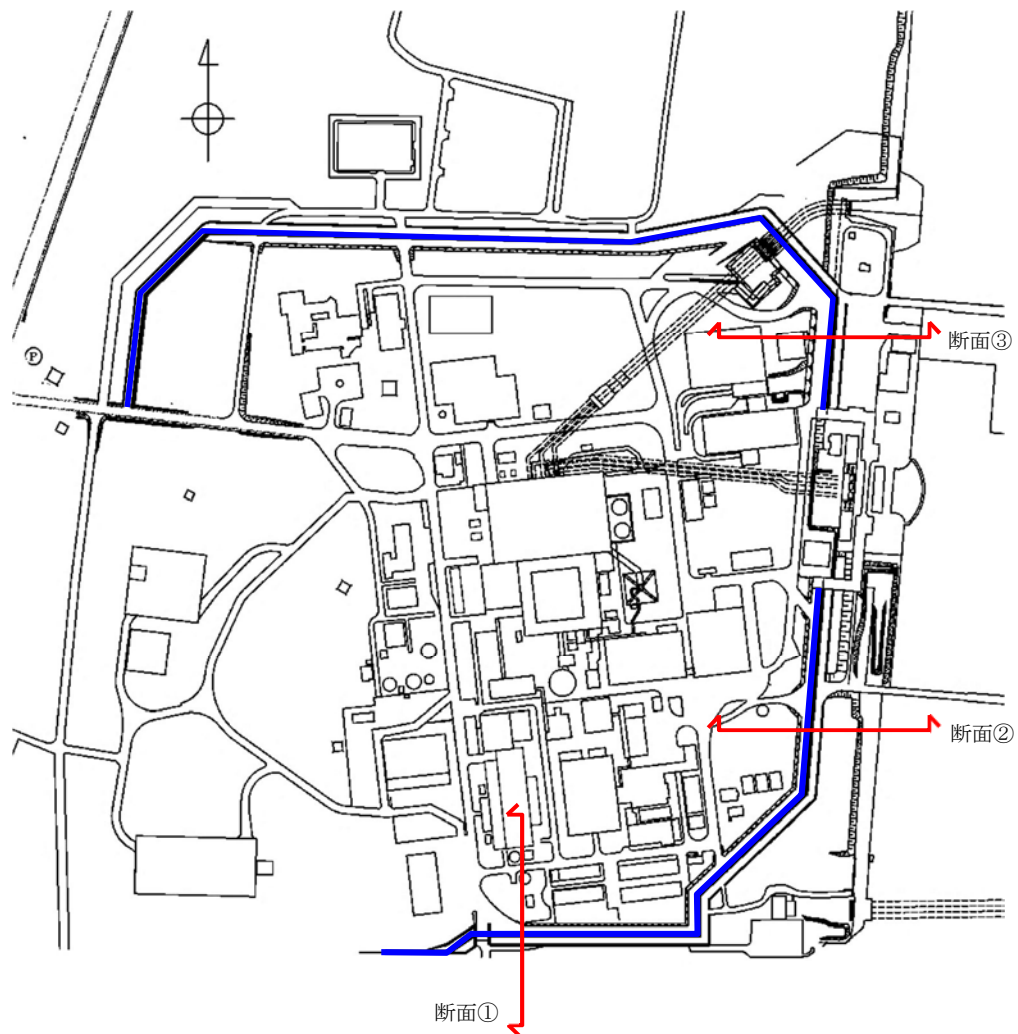
3.2.1 評価対象断面

評価対象断面は、鋼管杭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、第3-1図に示す断面位置とする。評価対象断面図を第3-2図～第3-4図に示す。

断面①：防潮壁高さが T.P. +18 m の個所で第四紀層が薄く堆積する個所。

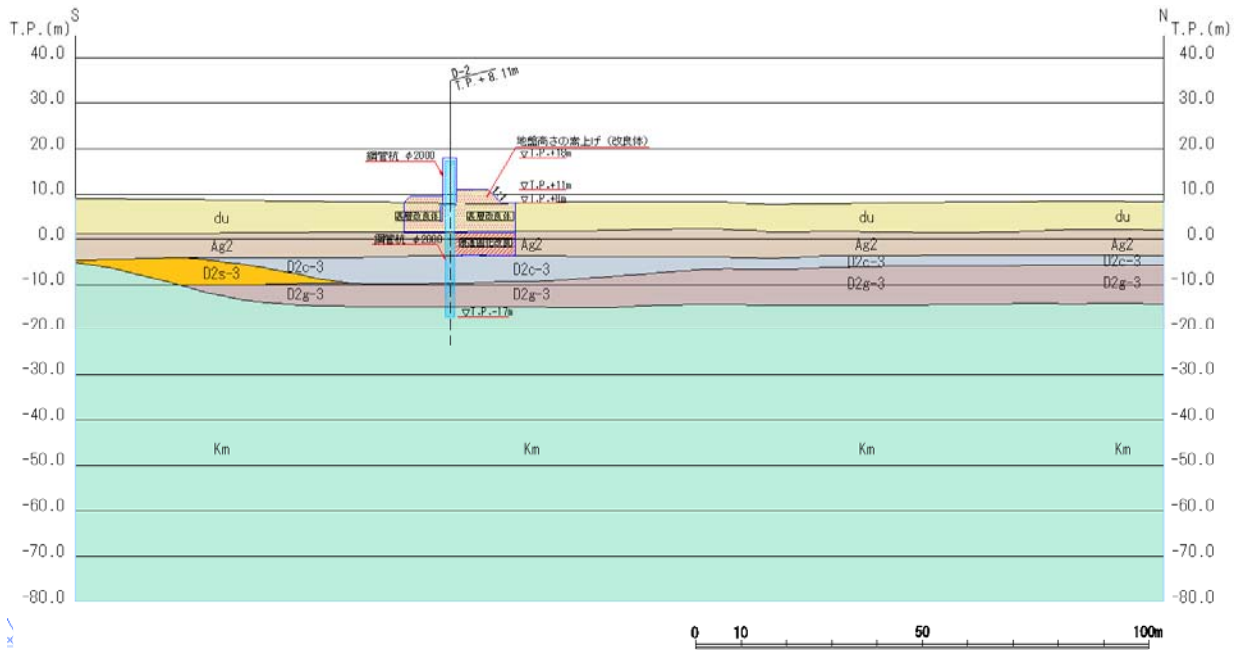
断面②：防潮壁高さが T.P. +20 m の個所で第四紀層が薄く堆積する個所。

断面③：防潮壁高さが T.P. +20 m の個所で、津波波力が最も大きく、第四紀層が厚く堆積する個所。



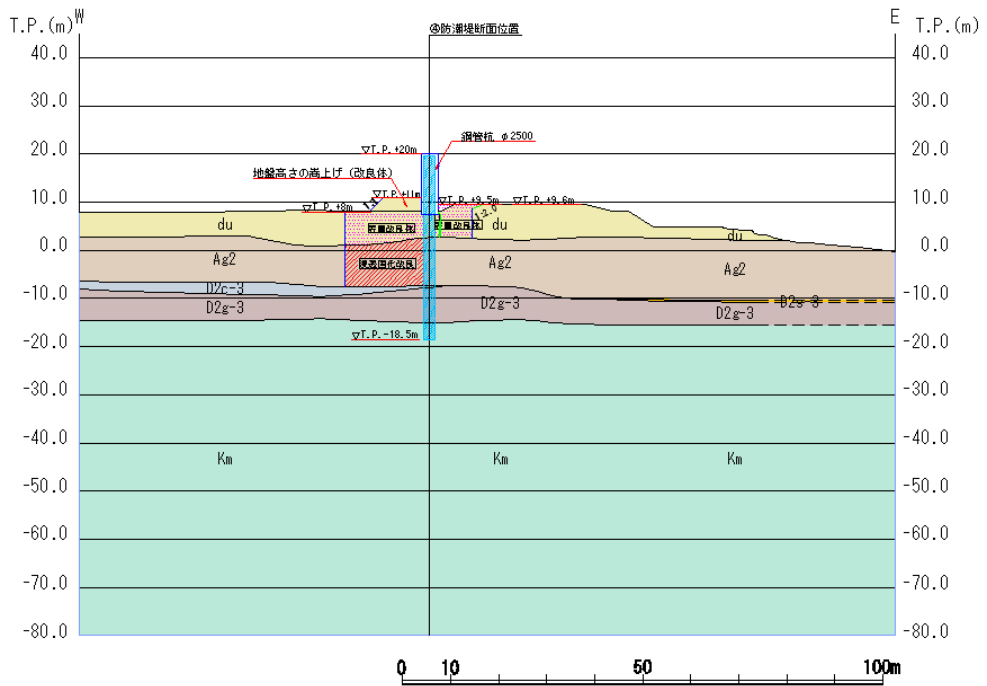
第3-1図 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象断面位置図

(1) 断面①



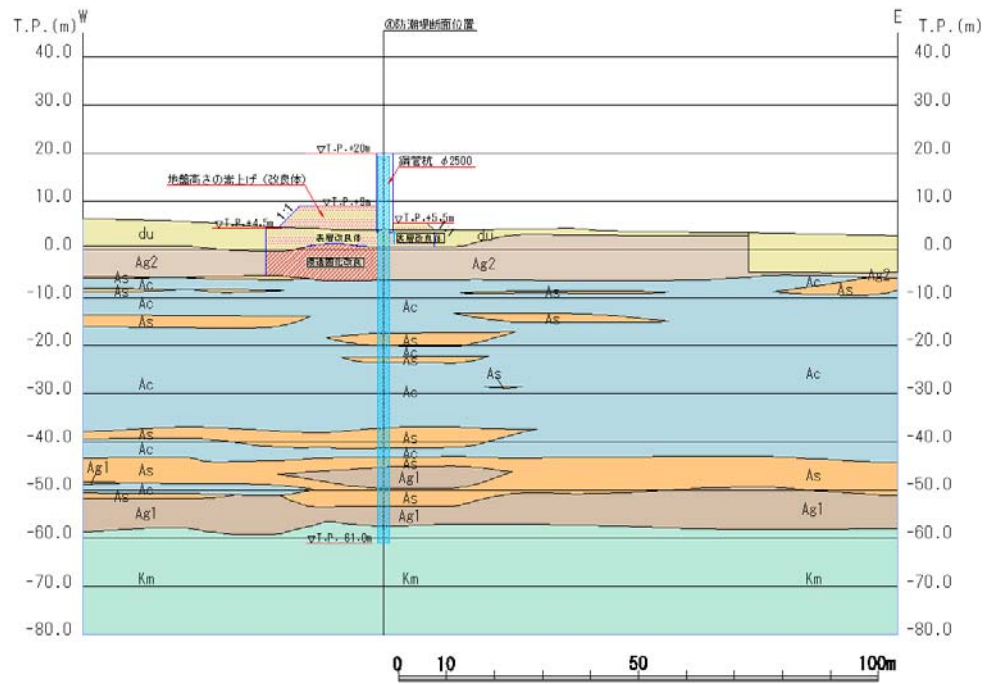
第3-2図 評価対象断面 (1/3)

(2) 断面②



第3-3図 評価対象断面 (2/3)

(3) 断面③



第3-4図 評価対象断面 (3/3)

3.2.2 評価対象部位

評価対象部位は、鋼管杭鉄筋コンクリート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、下部工及び上部工の鋼管杭とする。

(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、上部工のうち鉄筋コンクリート（鉄筋コンクリート梁壁）とする。

(3) 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体

地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体の評価対象部位は、堤外側の地盤高さの嵩上げ部（改良体）と堤外側及び堤内側の表層改良体とする。

(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鋼製アンカーとする。

(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。

(7) シートパイル

シートパイルの評価対象部位は、地中から堤内側への浸水を防止するシートパイルとする。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度計算に用いる荷重及び荷重の組合せは、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを踏まえて設定する。

(1) 荷重

強度評価には、以下の荷重を用いる。

a. 固定荷重 (G)

固定荷重として、躯体自重、地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体の静止土圧、並びに杭体内の土の重量を考慮する。

b. 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として 30 cm の積雪を考慮する。

c. 風荷重 (P_k)

津波の遡上時には海面下にあり、風荷重は考慮しない。

d. 遡上津波荷重 (P_t)

遡上津波荷重については、防潮堤前面における最大津波水位標高と防潮堤設置地盤標高の差分の 3/2 倍を考慮して算定する。

e. 衝突荷重 (P_c)

衝突荷重として、総排水トン 15t の漁船の衝突を考慮する。

f. 余震荷重 (K_{sd})

余震荷重として、弾性設計用地震動 S_d-D1 による地震力及び動水圧を考慮する。

余震と津波の「重畳時」は余震荷重 (K_{sd}) として水平慣性力及び鉛直慣性力を考慮する。地表面の最大加速度から水平震度及び鉛直震度を算定し、慣性力を作用させる。

(a) 動水圧 (P_d)

余震と津波の「重畳時」は、余震による地表面最大加速度に応じた水平震度に基づき算定される動水圧を考慮する。

(2) 荷重の組合せ

荷重の組合せを第 3-2 表に示す。強度評価に用いる荷重の組合せは津波時及び重畳時に区分し、荷重の作用図を第 3-5 図～第 3-8 図に示す。

第 3-2 表 荷重の組合せ

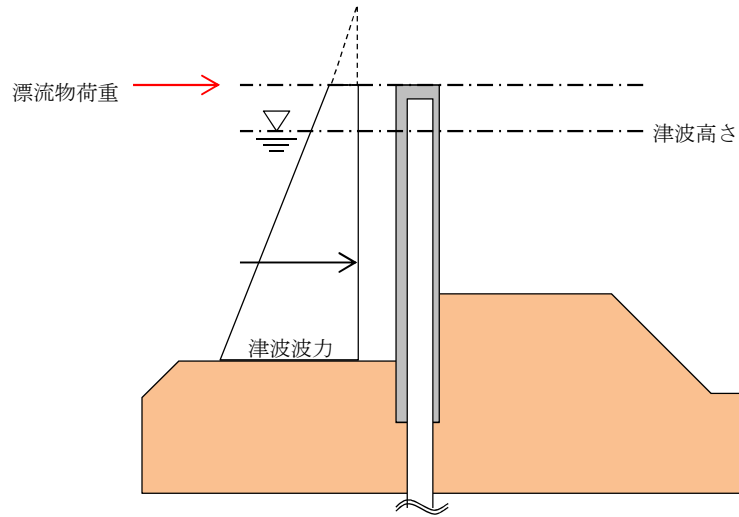
区分	荷重の組合せ
津波時	$G + P_s + P_t + P_c$
重畳時	$G + P_s + P_t + K_{sd}$

G : 固定荷重

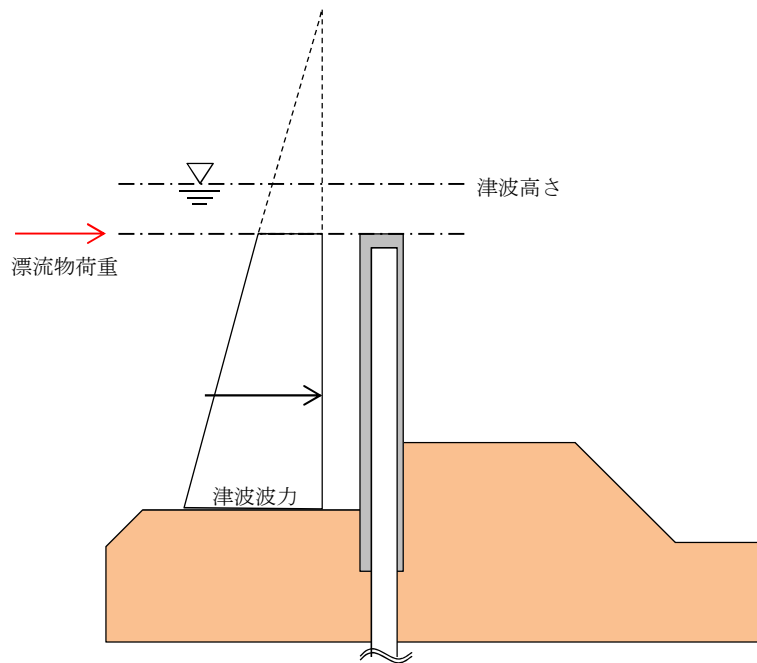
P_s : 積雪荷重

P_t : 遡上津波荷重

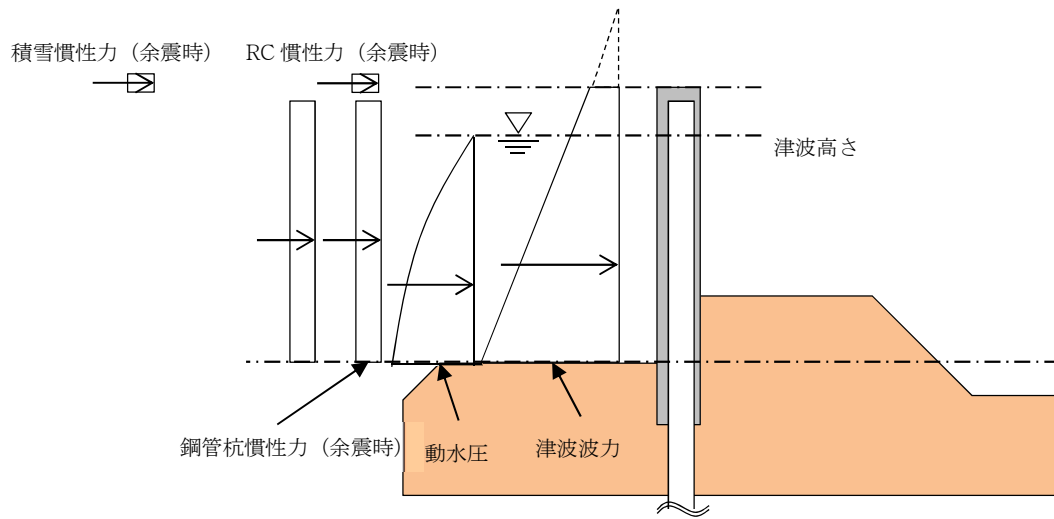
P_c : 衝突荷重
 K_{sd} : 余震荷重



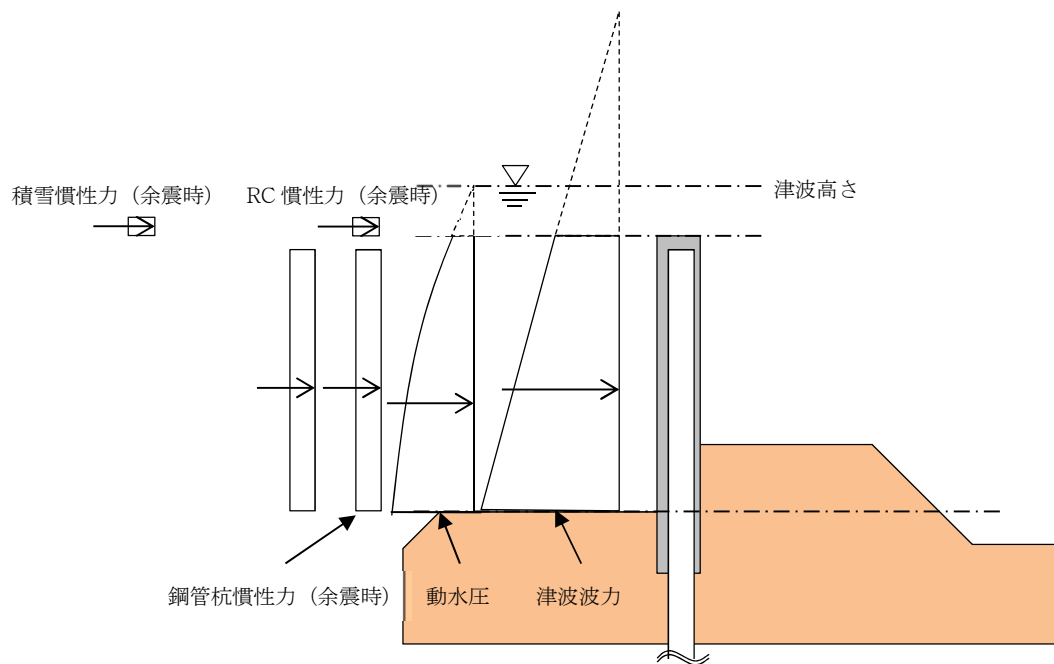
第3-5図 基準津波+漂流物衝突時の作用図



第3-6図 T.P. +24.0 m 津波+漂流物衝突時の作用図



第 3-7 図 余震+基準津波時の作用図



第 3-8 図 余震+T.P. +24.0 m 津波時荷重の作用図

3.4 許容限界

許容限界は、「3.2 評価対象断面及び部位」にて設定した評価対象部位の応力や変形の状態を考慮し、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している許容限界を踏まえて設定する。

(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，第 3-3 表に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，基準津波時における鋼材の許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。また，T.P. +24 m 津波時は 1.7 倍の割増を考慮する。

第 3-3 表 鋼管杭の許容限界
(基準津波時)

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 τ_{sa1}	217.5

(T.P. +24 m 津波時)

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}	433.5
		許容圧縮応力度 σ_{sa1}	
		許容せん断応力度 τ_{sa1}	246.5

(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，第 3-4 表に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，基準津波時における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，T.P. +24 m 津波時には，コンクリートの許容応力度に対して 2.0 倍，鉄筋の許容応力度に対して 1.65 倍の割増を考慮する。

第3-4表 鉄筋コンクリートの許容限界
(基準津波時)

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*
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

(T.P. +24 m 津波時)

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}	28
		許容せん断応力度 τ _{a1}	1.1*
鉄筋	SD490	許容曲げ引張応力度 σ _{sa2} (軸方向鉄筋)	478.5
		許容曲げ引張応力度 σ _{sa2} (せん断補強筋)	330

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) 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体

地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体の許容限界は、「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）」及び「耐津波設計に係る工認審査ガイド（原子力規制委員会，平成 25 年 6 月）」を考慮し，せん断強度に基づき設定する。

(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 3-5 表に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

第 3-5 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 3-4 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。

(7) シートパイル

シートパイルの許容限界は，せん断強度に基づき設定する。

3.5 評価方法

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価は、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」の「5. 強度評価方法」に基づき設定する。

(1) 津波時

a. 鋼管杭

(a) 解析方法

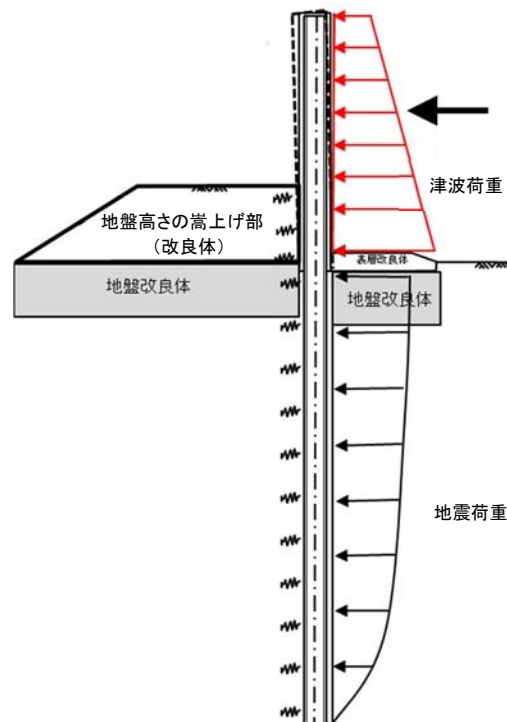
保守的な配慮として、鋼管杭のみでも津波に抵抗可能とするため、鋼管杭のみをモデル化した静的フレーム解析を行い、津波時の鋼管杭基礎の構造健全性を確認する。

(b) 解析モデル及び諸元

イ. 解析モデル

解析モデルは鋼管杭を2次元梁要素でモデル化し、地盤抵抗を表現するため、地盤バネを設置する。

解析モデル概念図を第3-9図に示す。



第3-9図 解析モデル概念図

ロ. 使用材料及び材料の物性値

使用材料を第3-6表に、材料の物性値を第3-7表に示す。

第3-6表 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	敷地前面東側 : φ 2500 mm (SM570) 敷地側面北側及び南側 : φ 2000 mm (SM570)

第3-7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	24.5	3.10×10 ⁴	0.2
鋼管杭	77.0	2.00×10 ⁵	0.3

(c) 鋼管杭の評価

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。

イ. 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)

ロ. 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)

b. 鉄筋コンクリート

(a) 解析方法

上部工については、2次元梁バネモデル解析を基本として実施する。

(b) 解析モデル及び諸元

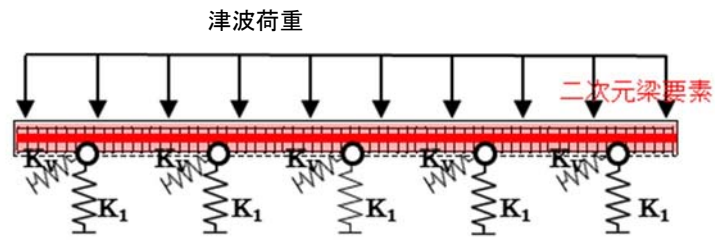
イ. 解析モデル

上部工の解析モデルを以下に示す。

(イ) 2次元梁バネモデル

解析モデルは、鉄筋コンクリート梁壁をビーム要素でモデル化し、地盤抵抗を表現するため、地盤バネを設置する。

2次元梁バネモデルの概念図を第3-10図に示す。

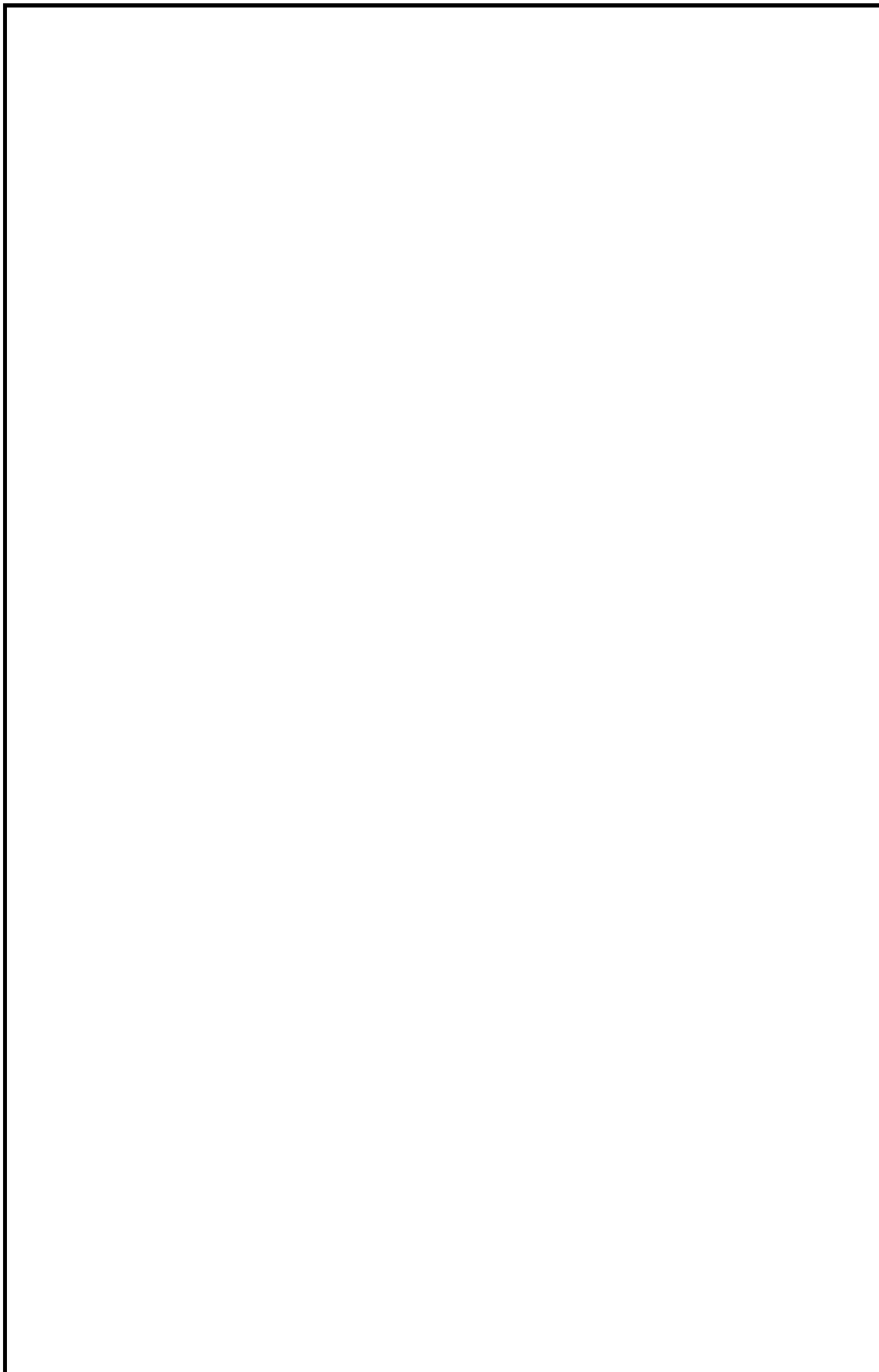


第3-10図 2次元梁バネモデル概念図

(ロ) 3次元FEMモデル

解析モデルは上部工をソリッド要素で、鋼管杭をシェル要素でモデル化し、地盤抵抗を表現するため、地盤バネを設置する。

3次元FEMモデルの概要を第3-11図に示す。



第3-11図 3次元FEM解析モデル

ロ. 使用材料及び材料の物性値

使用材料を第3-8表に、材料の物性値を第3-9表に示す。

第3-8表 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	敷地前面東側 : φ 2500 mm (SM570) 敷地側面北側及び南側 : φ 2000 mm (SM570)

第3-9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	24.5	3.10×10 ⁴	0.2
鋼管杭	77.0	2.00×10 ⁵	0.3

(c) 評価方法

鉄筋コンクリートは、強度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。

c. 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体

津波時の2次元有効応力解析及び2次元フレーム解析による結果より、地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体のせん断応力が改良体の許容限界以下であることを確認する。

d. 止水ジョイント部材

本震後の津波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。

e. 鋼製アンカー

津波荷重が止水ジョイント部へ載荷された際に、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。

f. 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。

g. シートパイル

シートパイルに発生す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。

(a) ボイリングに対する評価

ボイリングに対する評価は、堤内側の地盤の有効重量とシートパイル先端位置に作用する平均過剰間隙水圧との比を求める次式に基づいて実施する。

$$F_s = \frac{w}{u}$$

ここで、

u : シートパイル先端に作用する平均過剰間隙水圧

w : 土の有効重量

$$w = \gamma' l_d$$

γ' : 土の水中単位体積重量

l_d : シートパイルの根入れ深さ

なお、安全率(F_s)は、「トンネル標準示方書 [共通編]・同解説 / [開削工法編]・同解説 ((社) 土木学会, 2016 年制定) 」に準拠し、 $F_s \geq 1.5$ を確保する。

(b) パイピングに対する評価

パイピングに対する評価は、堤外側から堤内側の浸透経路長と水位差の比を求める次式に基づいて実施する。

$$l/h_w \geq F_s$$

ここで、

l : 浸透流路長

h_w : 水面から掘削底面までの高さ (水位差)

なお、安全率 (F_s) は、「トンネル標準示方書 [共通編]・同解説 / [開削工法編]・同解説 ((社) 土木学会, 2016 年制定) 」に準拠し、 $F_s \geq 2.0$ を確保する。

(2) 重畳時

a. 地震応答解析

(a) 解析方法

重畳時の検討で実施する地震応答解析は、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。

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。

イ. 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。

ロ. 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。

(b) 解析モデル及び諸元

イ. 解析モデル

解析モデルは、構造物設置位置の地層構成に基づきモデル化する。

ロ. 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。

(c) 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を用いる。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。

b. 静的解析

(a) 鋼管杭

鋼管杭の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

(b) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートの重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

(c) 地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体

地盤高さの嵩上げ部（改良体）及び表層改良体の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

(d) 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の重畳時の評価は、本震後の余震と津波の重畳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。

(e) 鋼製アンカー

鋼製アンカーの重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

(f) 鋼製防護部材

鋼製防護部材の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

(g) シートパイル

シートパイルの重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-124 改1
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-1-4 防潮扉の強度計算書

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	14
3. 強度評価方法	15
3.1 記号の定義	15
3.2 評価対象断面及び部位	18
3.3 荷重及び荷重の組合せ	23
3.4 許容限界	27
3.5 評価方法	32

1. 概要

本資料は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す通り、防潮扉が地震後の繰返しの襲来を想定した津波荷重、余震や漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持すること及び主要な構造体の境界部に設置する部材が有意な漏えいを生じない変形に留まることを確認するものである。

2. 基本方針

V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す「2.1 評価対象施設」を踏まえて、防潮扉の位置及び構造概要を示す。

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 1 及び防潮扉 2 の設置位置図を図 2-1 に示す。

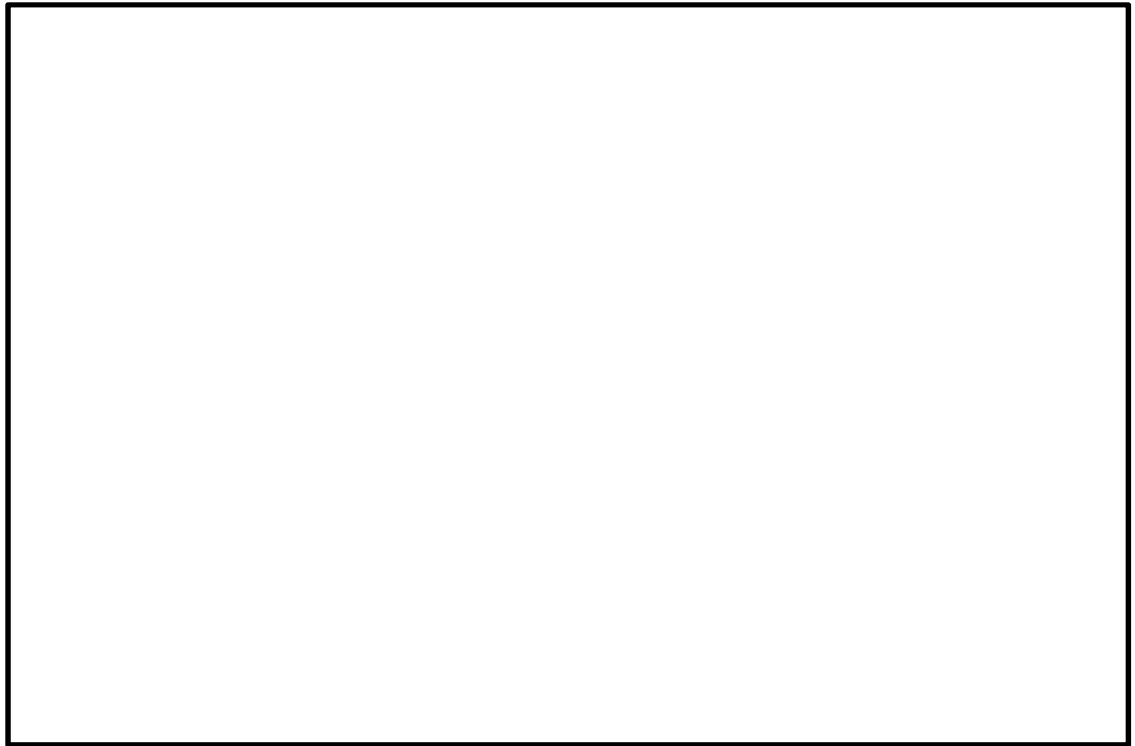


図 2-1 防潮扉の設置位置図

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。

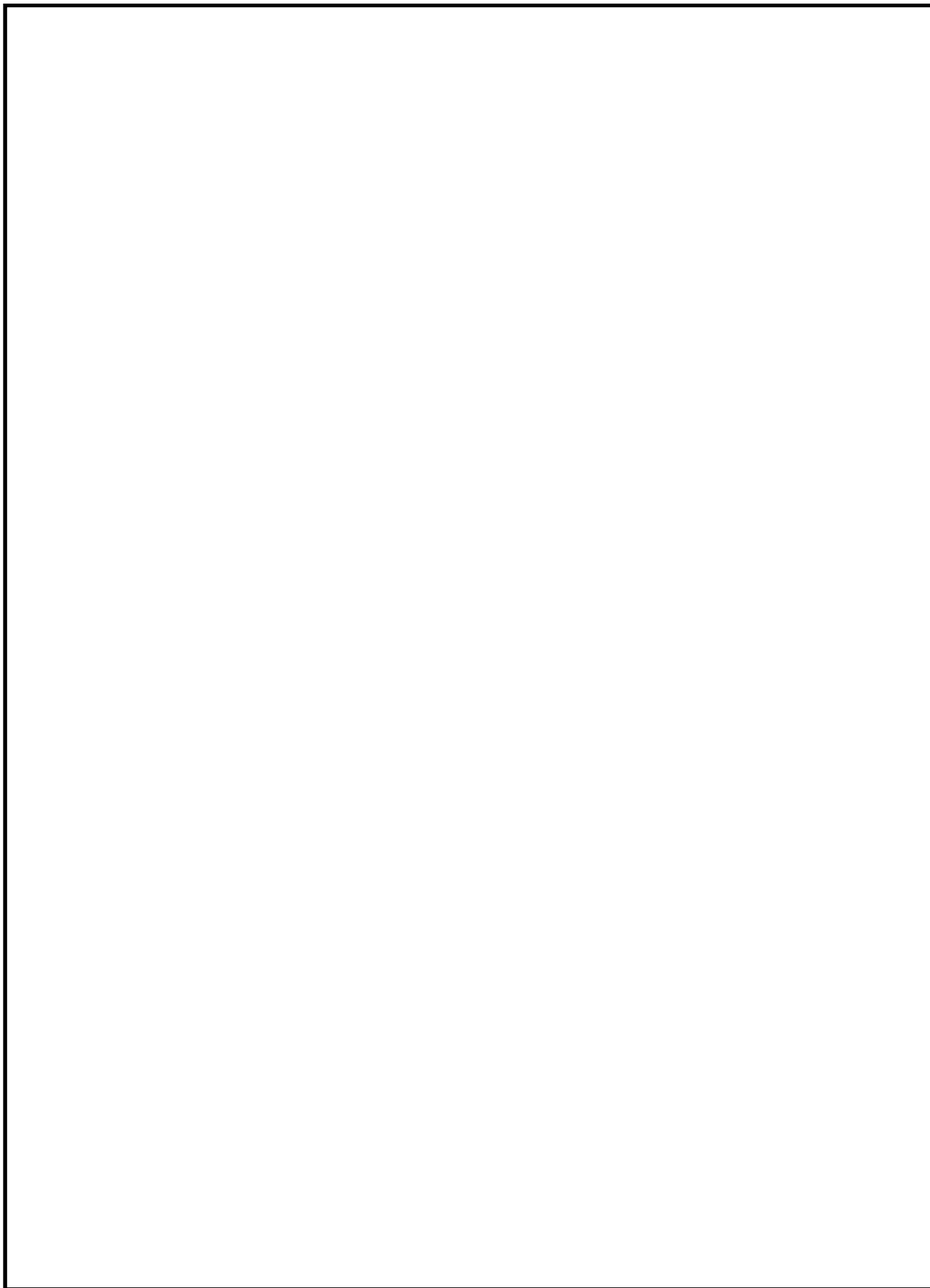


図 2-2 防潮扉 1 正面図及び平面図

NT2 補② V-3-別添 3-2-1-4 R1

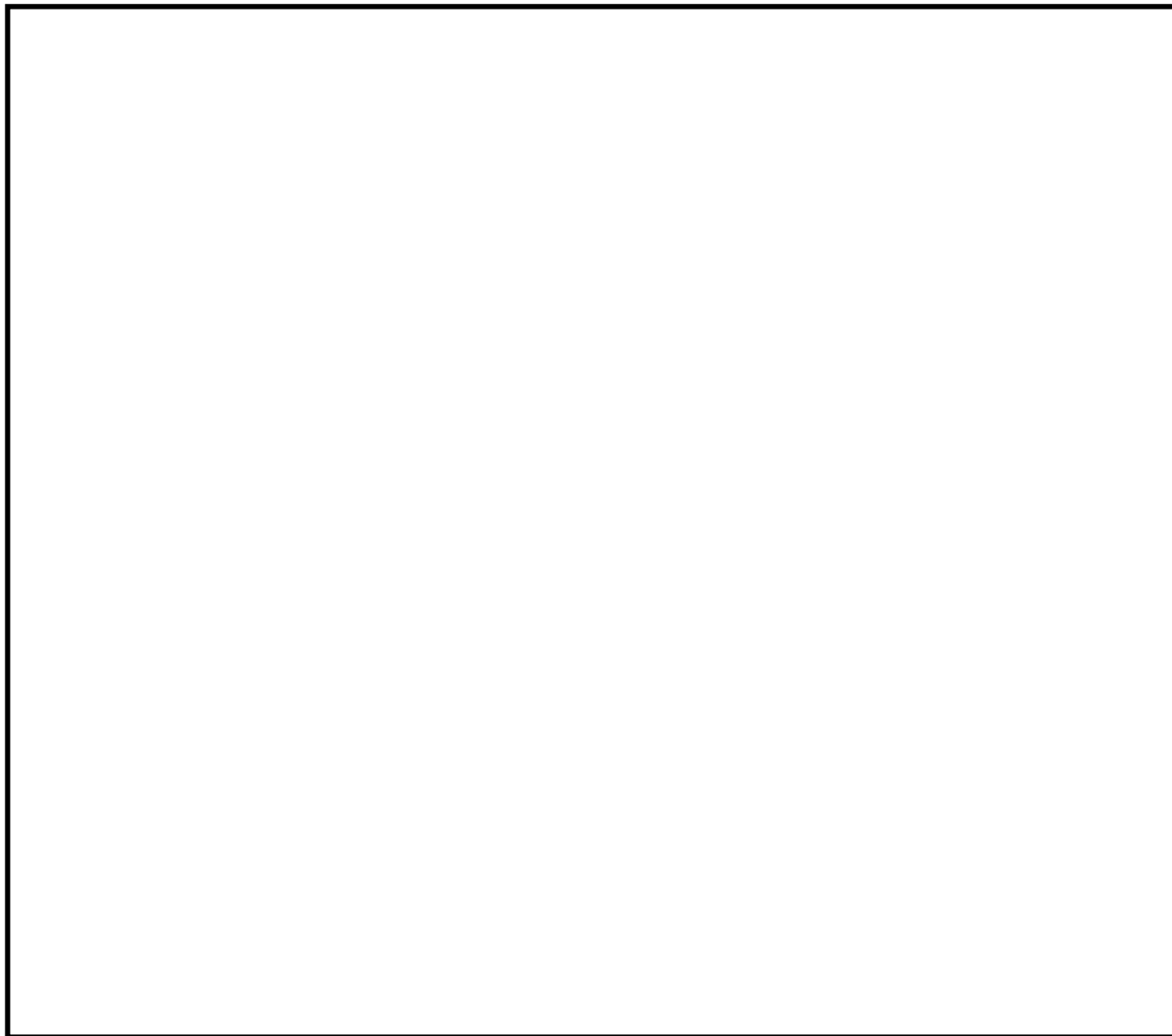


图 2-3 防潮扉 1 側面図

(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。

NT2 補② V-3-別添 3-2-1-4 R1

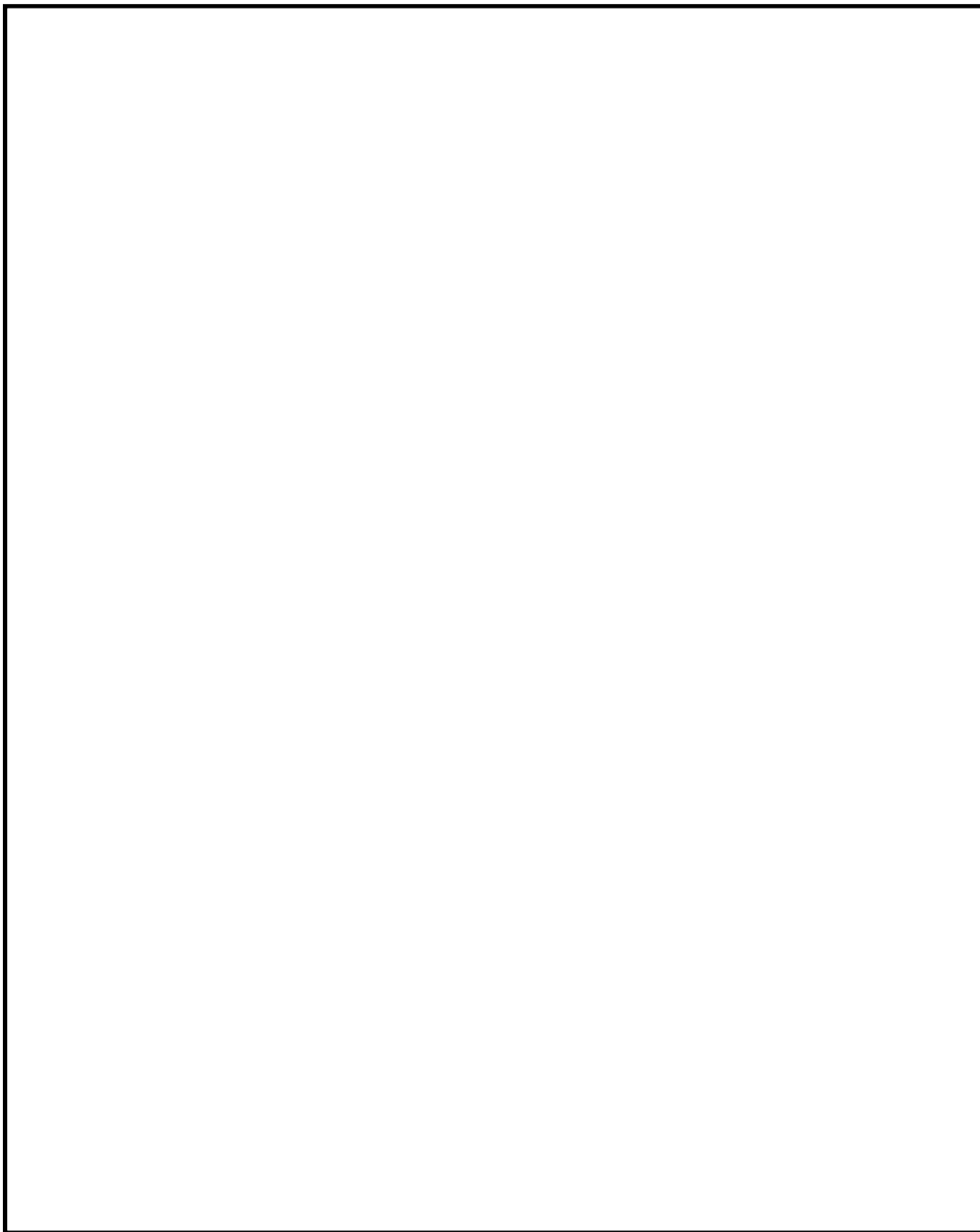


図 2-4 防潮扉 2 正面図及び平面図

NT2 補② V-3-別添 3-2-1-4 R1

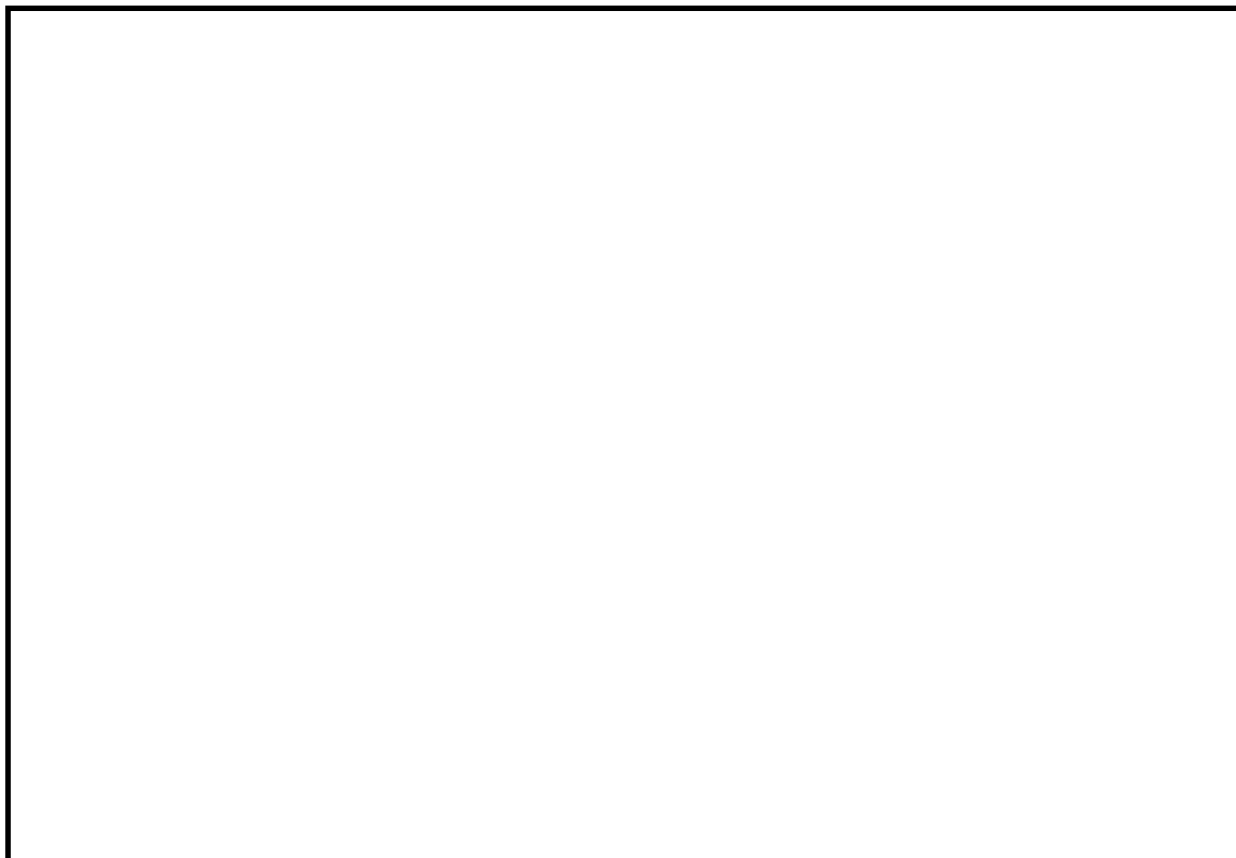


図 2-5 図 防潮扉 2 側面図

2.3 評価方針

防潮扉の強度評価は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.2 許容限界」において設定している荷重及び荷重の組合せ、並びに許容限界を踏まえて実施する。強度評価では、「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」より、防潮扉の評価対象部位に作用する応力等が許容限界以下であることを確認する。

防潮扉の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震荷重の作用方向や伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波荷重に伴う荷重作用時と余震に伴う荷重作用時（以下、「重畳時」という。）について行う。

(1) 扉体及び戸当り

防潮扉の強度評価は、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。

戸当りの強度評価は、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。強度評価のフローを図 2-6 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を用いる。

(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強度評価は、V-3-別添 3-2-2-1「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の強度計算書」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強度評価は、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、有意な漏えいが生じないことを確認した許容限界以下であることを確認する。

防潮壁の強度評価フローを図 2-7 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を用いる。

NT2 補② V-3-別添 3-2-1-4 R1

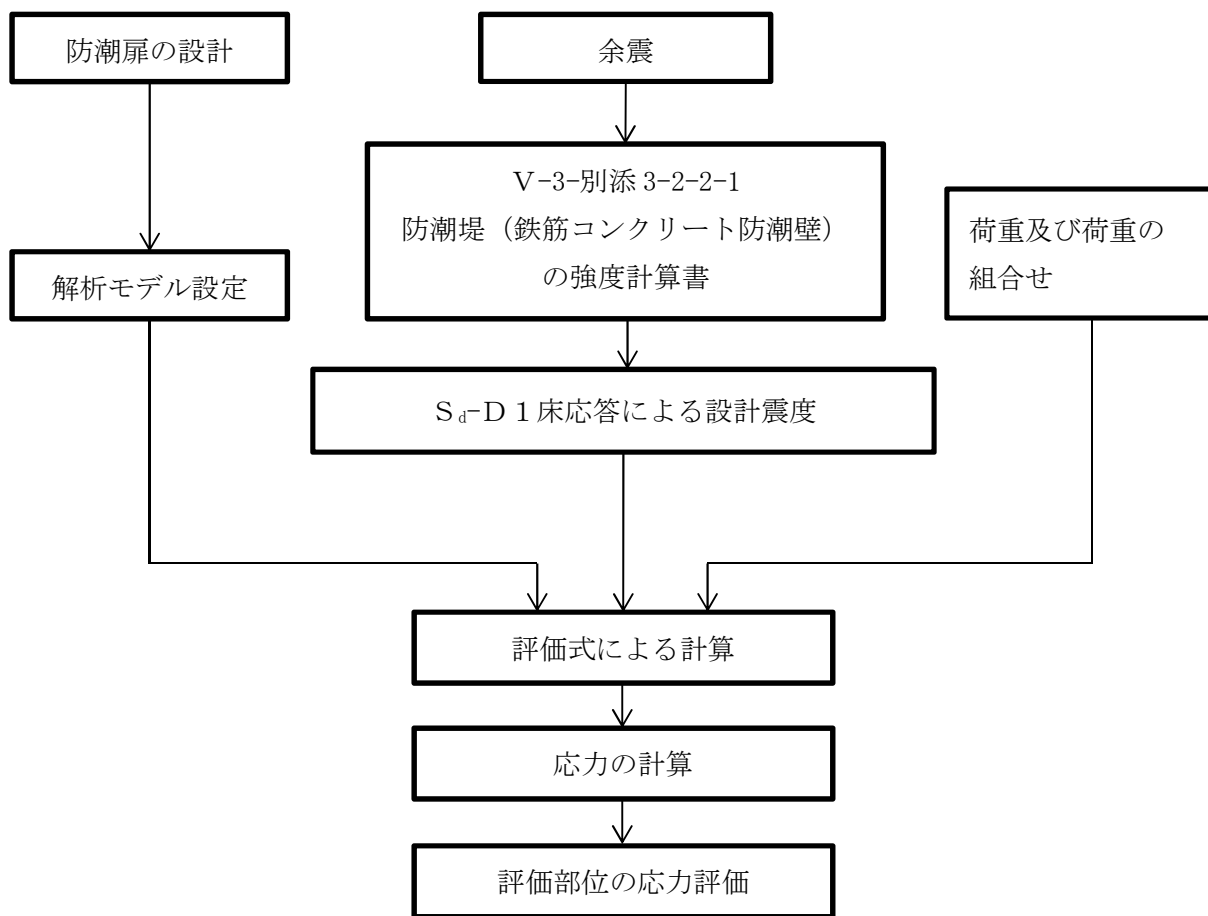
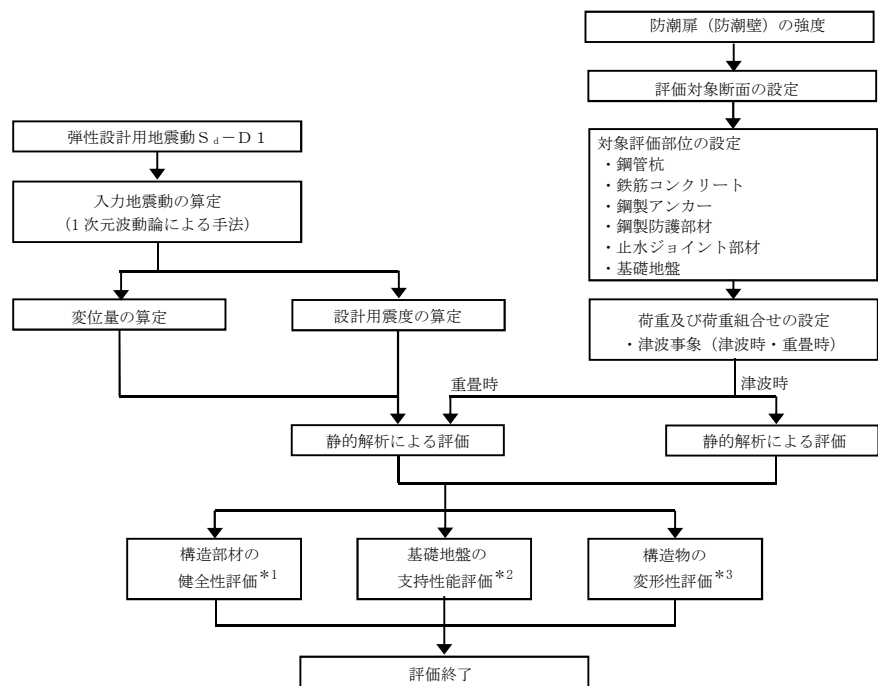


図 2-6 防潮扉（扉体及び戸当り）の強度評価における評価フロー

表 2-1 防潮扉（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	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 2-1 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 2-1 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 2-1 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 防潮壁 (防潮壁) の強度評価フロー

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）
- ・ 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）
- ・ 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）
- ・ 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. 強度評価方法

3.1 記号の定義

(1) 扉体及び戸当り

扉体及び戸当りの強度評価に用いる記号を表 3-1 に示す。

表 3-1 扉体及び戸当りの強度評価に用いる記号(1/2)

記号	単位	定義
G	kN	固定荷重
P_s	kN/m^2	静水圧
P_e	kN/m^2	動水圧
I_{gi}	kN	地震時慣性力
W_s	kN	積雪荷重
P_c	kN	漂流物衝突荷重
H	m	津波高さ
H_s	m	水密高さ
H_0	m	津波時の設計水深
H_1	m	津波時の下端止水位置までの水深
H_2	m	津波時の上端止水位置までの水深
H_3	m	余震時の基礎地盤までの深さ
H_4	m	余震時の設計水深
B	m	水密幅
W_1	kN/m^3	水の単位体積荷重
W_g	kN	扉体自重による荷重
K_i	—	余震時の設計震度
P_w	kN	風荷重
ρ	$\text{kN}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$	空気密度
U_d	m/s	風速
G	—	ガスト応答係数
C_d	—	形状係数
A	m^2	投影面積
q_s	kN/m^2	単位積雪荷重
D_s	m	扉体総桁高
B_s	m	扉体受圧幅

表 3-1 扉体及び戸当りの強度評価に用いる記号(2/2)

記号	単位	定義
M	kN・m	各評価対象部位における最大曲げモーメント
R	kN	各評価対象部位における最大圧縮力
σ_c	N/mm ²	各評価対象部位における最大曲げ、圧縮及び支圧応力度
S	kN	各評価対象部位における最大せん断力
τ	N/mm ²	各評価対象部位における最大せん断応力
δ	mm	各評価対象部位における最大たわみ
t_s	mm	スキンプレート厚
σ_f	N/mm ²	戸当り底面フランジの曲げ応力度
σ_w	N/mm ²	戸当り腹板の圧縮応力度
τ_c	N/mm ²	戸当りコンクリートのせん断応力度

(2) 防潮壁

防潮壁の強度評価に用いる記号を表 3-2 に示す。

表 3-2 防潮壁の強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
G	kN	固定荷重
P	kN	積載荷重
P_s	kN	積雪荷重
P_k	kN	風荷重
P_t	kN/m ²	遡上津波波力
K_{Sd}	kN	余震荷重
P_c	kN	漂流物衝突荷重
P_d	kN/m ²	動水圧
τ_{sa1}	N/mm ²	鋼管杭の許容せん断応力度
σ_{ca}	N/mm ²	コンクリートの許容曲げ圧縮応力度
τ_{a1}	N/mm ²	コンクリートの許容せん断応力度
τ_{a1}'	N/mm ²	コンクリートの許容押抜きせん断応力度
σ_{ca}'	N/mm ²	コンクリートの許容支圧応力度
V_c	kN	コンクリートの負担するせん断力
V_s	kN	斜め引張鉄筋の負担するせん断力
b_w	m	有効幅
j	—	1/1.15
d	m	有効高さ
A_w	m ²	斜め引張鉄筋断面積
σ_{sa1}	N/mm ²	鋼管杭の許容引張応力度及び許容圧縮応力度
σ_{sa2}	N/mm ²	鉄筋の許容曲げ引張応力度
s	m	斜め引張鉄筋間隔
σ	N/mm ²	鋼管杭の曲げモーメント及び軸力より算定される応力
M	N・mm	最大曲げモーメント
Z	mm ³	断面係数
N	N	軸力
A	mm ²	有効断面積
τ	N/mm ²	鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力
S	kN	せん断力
κ	—	せん断応力の分布係数 ($\kappa = 2.0$)

3.2 評価対象断面及び部位

防潮扉の評価対象断面及び評価対象部位は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 許容限界」にて示している。

(1) 扉体及び戸当り

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1の部材名を図3-1及び図3-2に示す。

a. 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。

b. 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。

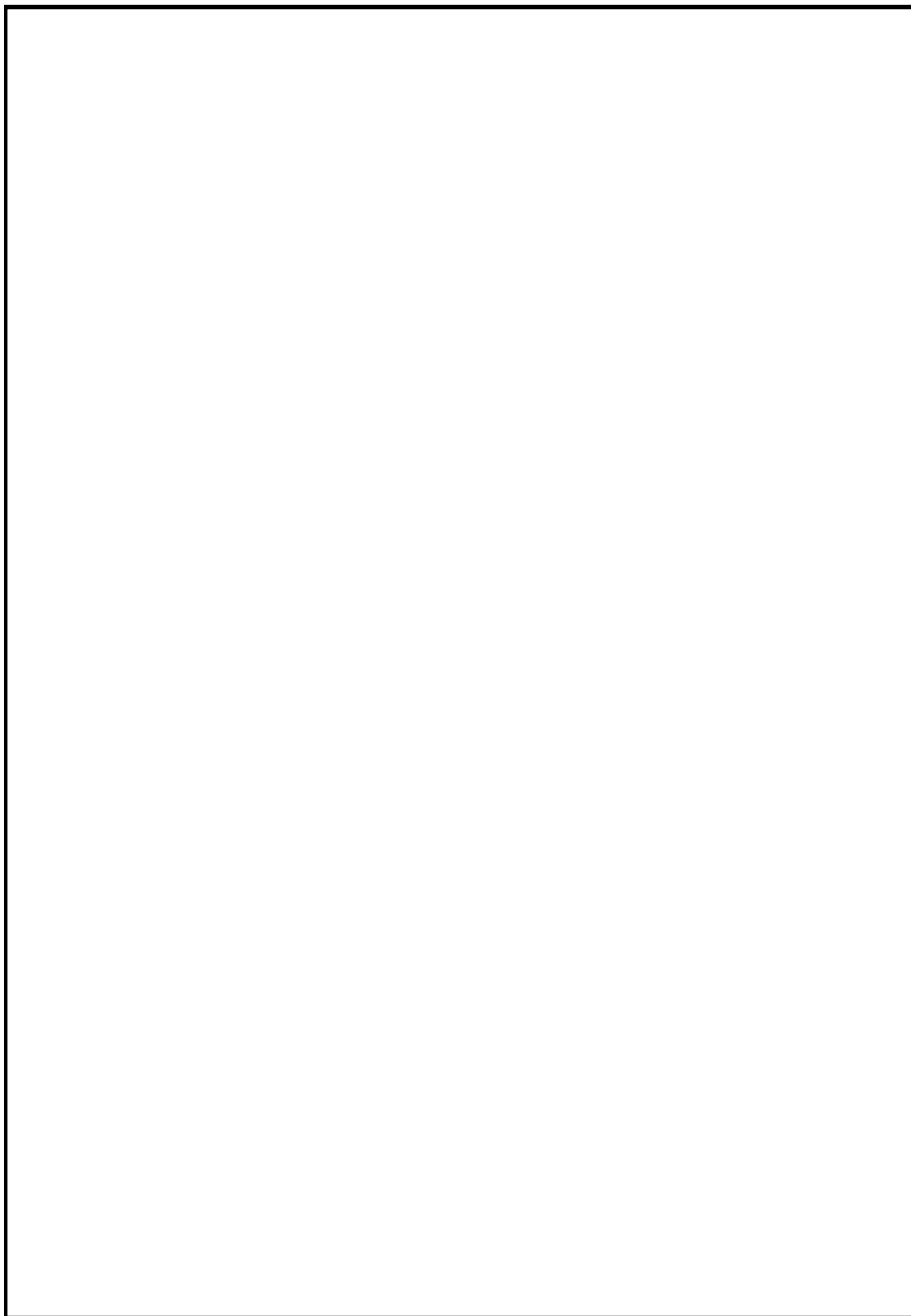


図 3-1 防潮扉 1 の部材名 (正面図, 平面図)

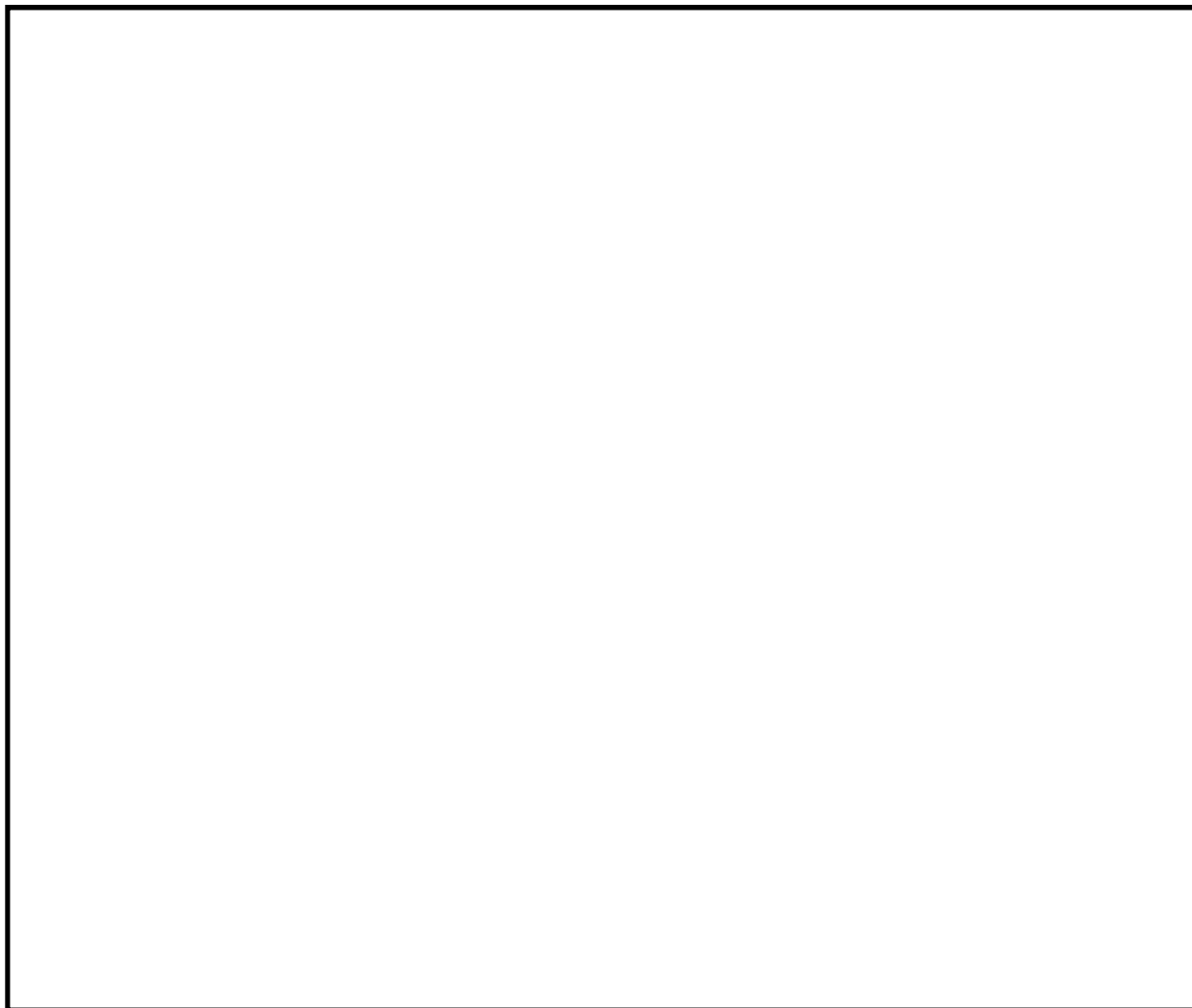


図 3-2 防潮扉 2 の部材名 (側面図)

(2) 防潮壁

a. 評価対象断面

評価対象断面は津波荷重が作用する方向，すなわち防潮扉横断方向とする。評価対象断面位置図を図 3-3，評価対象断面図を図 3-4 に示す。

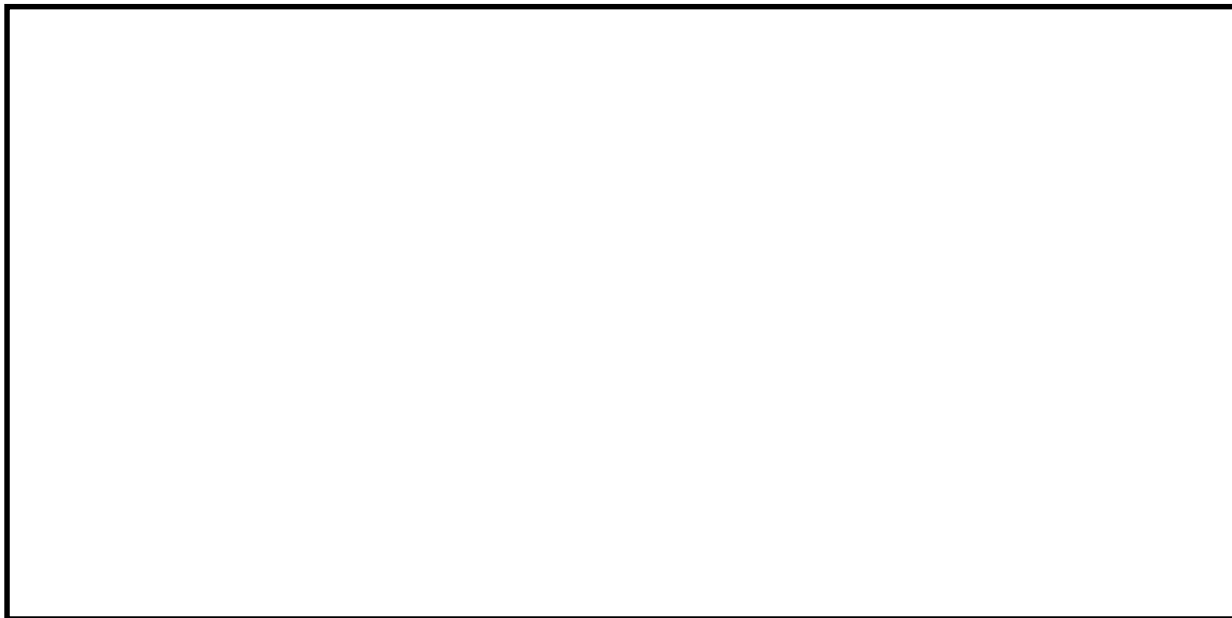


図 3-3 評価対象断面位置図

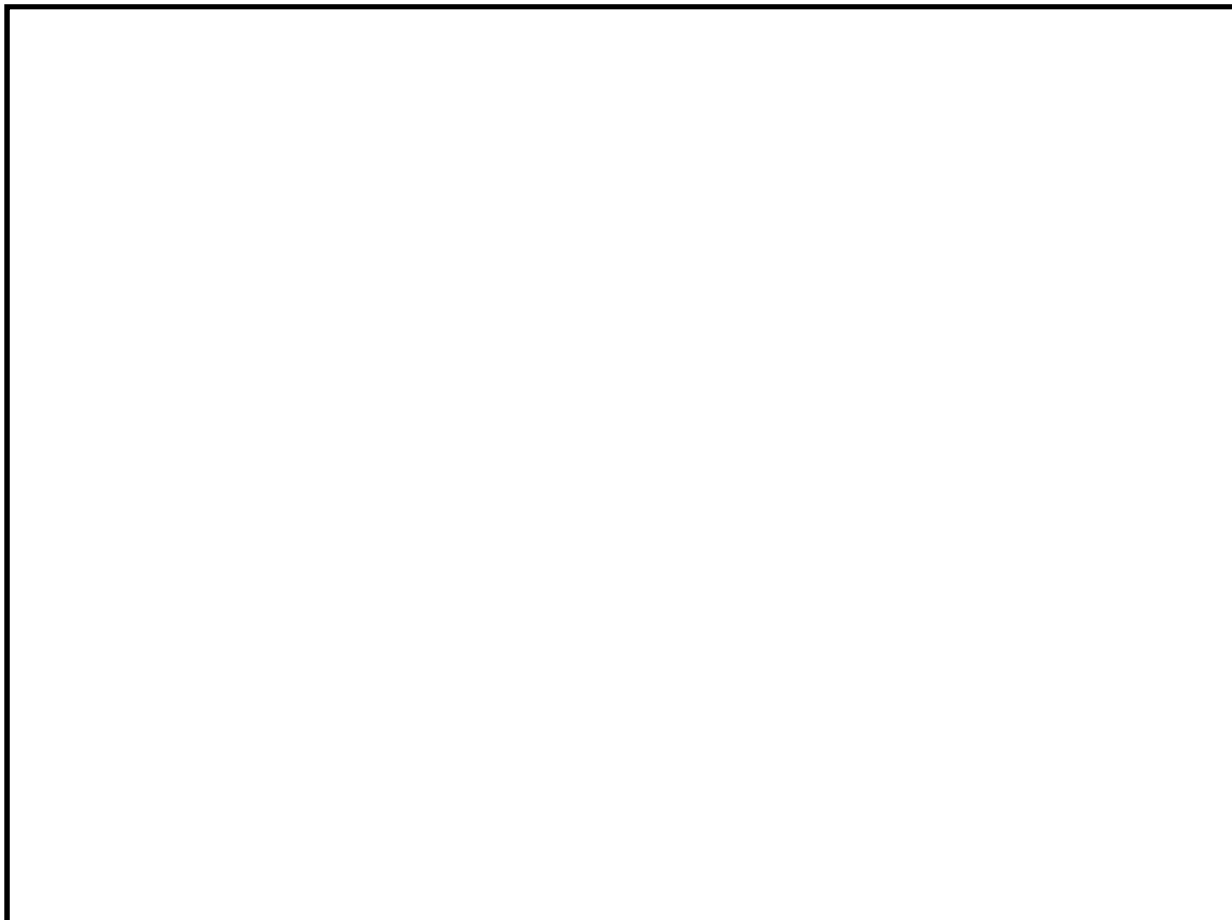


図 3-4 評価対象断面図

b. 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。

(a) 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。

(b) 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。

(c) 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。

(d) 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。

(e) 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。

(f) 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。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度計算に用いる荷重及び荷重の組合せは、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを踏まえて設定する。

(1) 扉体及び戸当り

a. 荷重

荷重強度には、以下の荷重を用いる。

(a) 固定荷重 (G)

固定荷重として、扉体自重 (W_g) を考慮する。

(b) 静水圧 (P_s)

津波時の扉体への作用静水圧を考慮する。

$$P_s = \{H_s(p_u + p_d)B\}/2$$

$$p_u = W_1 \cdot H_2$$

$$p_d = W_1 \cdot H_1$$

(c) 動水圧 (P_e)

余震時の扉体への作用動水圧を考慮する。

$$P_e = 7/12 \cdot W_1 \cdot K_H \cdot \sqrt{H_3} \cdot (\sqrt{H_4^3} - \sqrt{H_5^3}) \cdot B$$

(d) 地震時慣性力 (I_{gi})

余震時の扉体自重による慣性力を考慮する。

$$I_{gi} = W_g \cdot K_i$$

(e) 積雪荷重 (W_s)

津波時・余震時とも扉体への積雪荷重を考慮する。

$$W_s = q_s \cdot D_s \cdot B_s$$

(f) 漂流物衝突荷重 (P_c)

津波時は漂流物として総排水トン 15 t の漁船による衝突荷重を集中荷重として考慮する。

b. 荷重の組合せ

扉体及び戸当りの設計に考慮する荷重の組合せを表 3-3 に、静水圧と動水圧の荷重作用図を図 3-5、図 3-6 に示す。

表 3-3 荷重の組合せ

区分	荷重の組合せ
津波時	$G + P_s + W_s + P_c$
重畳時	$G + P_s + P_e + I_{gi} + W_s$

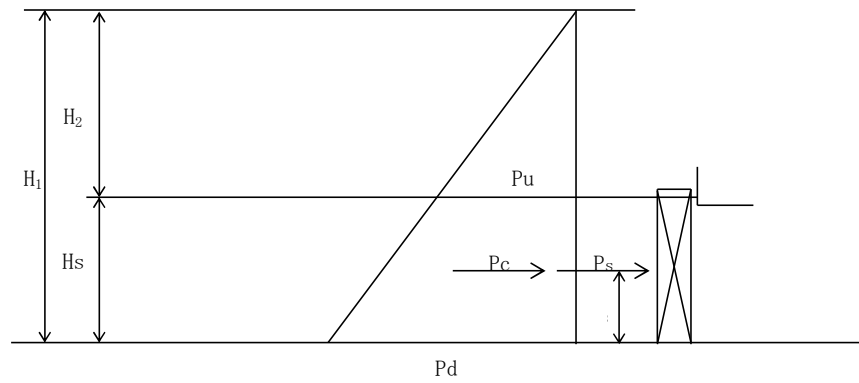


図 3-5 静水圧の荷重作用図

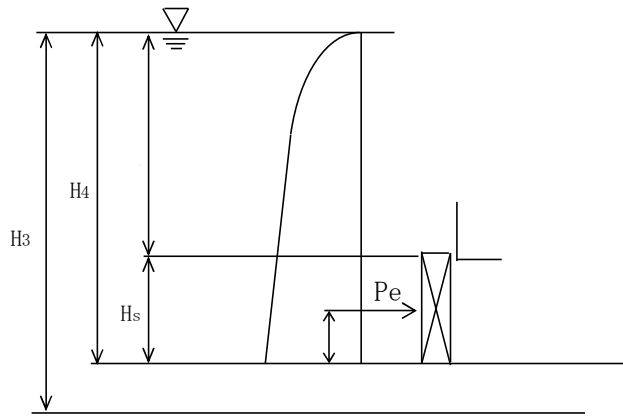


図 3-6 動水圧の荷重作用図

3.3.1 使用材料及び材料の物性値

使用材料及び材料の物性値について表 3-4 に示す。

表 3-4 扉体本体の使用材料

評価部材	諸元
スキンプレート, 縦補助桁, 主桁, 端桁	SM490
支圧板	SUS304

(2) 防潮壁

a. 荷重

防潮壁の強度評価には、以下の荷重を用いる。

(a) 固定荷重 (G)

固定荷重として、構造物の自重及び浮力を考慮する。地下水位のレベルは地表面とする。

(b) 積載荷重 (P)

積載荷重として、機器荷重とする。

(c) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として、30 cm の積雪を考慮する。

(d) 風荷重 (P_k)

津波の遡上時には海面下にあり、風荷重は考慮しない。

(e) 遡上津波荷重 (P_t)

イ. 遡上津波波圧

遡上津波荷重については、防潮堤前面における最大津波水位標高と防潮堤設置地盤標高の差分の $3/2$ 倍を考慮して算定する。

ロ. 海水重量

防潮扉前面のフーチング上について津波の水塊による海水重量を考慮する。なお、海水の密度は $\rho = 1.03 \text{ t/m}^3$ とする。

ハ. 津波による揚圧力

津波波圧が防潮扉上部の軒を超える場合は津波による揚圧力を考慮する。

(f) 漂流物衝突荷重 (P_c)

漂流物衝突荷重として、総排水トン 15t の漁船の衝突を考慮する。

(g) 余震荷重 (K_{sd})

余震荷重として、弾性設計用地震動 $S_d - D1$ による地震力及び動水圧を考慮する。

余震と津波の「重畳時」は余震荷重 (K_{sd}) として水平慣性力及び鉛直慣性力を考慮する。地震応答解析で算定した地表面の最大加速度から水平震度及び鉛直震度を算定し、慣性力を作用させる。

イ. 動水圧

余震と津波の「重畳時」は、余震による地表面最大加速度に応じた水平震度に基づき算定される動水圧を考慮する。

b. 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-5 に示す。

表 3-5 荷重の組合せ

区分	荷重の組合せ
津波時	$G + P + P_s + P_t + P_c$
重畳時	$G + P + P_s + P_t + K_{Sd}$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

P_s : 積雪荷重

P_t : 津波波力

K_{Sd} : 余震荷重

P_c : 衝突荷重

3.4 許容限界

防潮扉の許容限界は、「3.2 評価対象断面及び部位」にて設定した評価対象断面の機能損傷モードを考慮し、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」にて示している許容限界を踏まえて設定する。

(1) 扉体及び戸当り

a. 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 3-6 に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は、基準津波時及び余震＋基準津波時に対しては鋼材の許容応力度に対して 1.5 倍、敷地に遡上する津波時（T.P. +24 m）及び余震＋敷地に遡上する津波時（T.P. +24 m）に対しては鋼材の許容応力度に対して 2.0 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 3-6 鋼材の許容応力度（短期）

評価項目				短期許容応力度 (N/mm ²)	
				基準津波	敷地に遡上する津波
スキンプレート, 主桁, 補助桁, 端桁	SM490	t ≤ 40* ¹	許容曲げ応力度 σ_{ca}	240	320
			許容圧縮応力度, 許容引張応力度 σ_{ca}	240	320
			許容せん断応力度 τ_a	135	180
			許容支圧応力度 σ_{ca} * ²	360	480
支圧板	SUS304	t ≤ 40* ¹	許容支圧応力度 σ_{ca} * ²	225	300

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。

b. 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、は表 3-7 に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は、基準津波時及び余震＋基準津波時に対してはコンクリートの許容応力度に対して 1.5 倍、敷地に遡上する津波時 (T.P. +24 m) 及び余震＋敷地に遡上する津波時 (T.P. +24 m) に対してはコンクリートの許容応力度に対して 2.0 倍の割増しを考慮する。

表 3-7 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)	
			基準津波時	敷地に遡上する津波時 (T.P. +24 m)
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	10.8
		許容支圧応力度 σ_{ca}	8.85	11.8
		許容せん断応力度 τ_a	0.6	0.8
		許容付着応力度 σ_{ca}^*	2.4	3.2

注記 * : 異形鉄筋の場合を示す。

(2) 防潮壁

a. 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 3-8 に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，基準津波時における鋼材の許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。また，敷地に遡上する津波時（T.P. +24 m）は 1.7 倍の割増を考慮する。

表 3-8 鋼管杭の許容限界
基準津波時

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 τ_{sa1}	217.5

敷地に遡上する津波時（T.P. +24 m）

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}	433.5
		許容圧縮応力度 σ_{sa1}	
		許容せん断応力度 τ_{sa1}	246.5

b. 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 3-9 に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，基準津波時における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，敷地に遡上する津波時（T.P. +24 m）においては，コンクリートの許容応力度に対して 2.0 倍，鉄筋の許容応力度に対して 1.65 倍の割増を考慮する。

なお，杭頭部に関しても，鉄筋コンクリートは表 3-9 に示す短期許容応力度を許容限界とする。

表 3-9 コンクリート及び鉄筋の許容限界
基準津波時

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

敷地に遡上する津波時 (T.P. +24 m)

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}	28
		許容せん断応力度 τ_{a1}	1.1*
		許容押抜きせん断応力度 τ_{a1}'	2.2
		許容支圧応力度 σ_{ca}'	24
鉄筋	SD490	許容曲げ引張応力度 σ_{sa2} (軸方向鉄筋)	478.5
		許容曲げ引張応力度 σ_{sa2} (せん断補強筋)	330

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

c. 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。

d. 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 3-10 に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

表 3-10 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

e. 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 3-9 に示す短期許容応力度を許容限界とする。

f. 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（（社）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。

3.5 評価方法

防潮壁の耐震評価は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「5. 強度評価方法」に基づき設定する。

(1) 津波時

a. 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。

(a) 扉体

イ. 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 3-7 に示す。

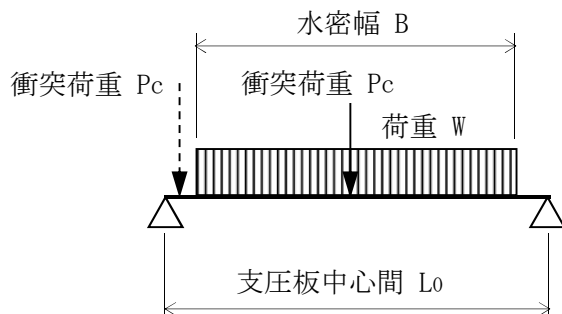


図 3-7 主桁のモデル図

ロ. 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 3-8 に示す。

$$\sigma = \frac{k \cdot a^2 \cdot P \cdot -10^6}{100 \cdot t^2}$$

σ : 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

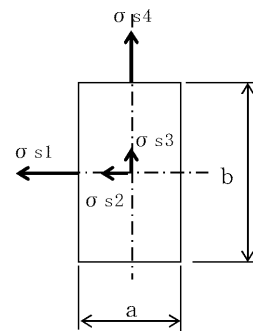


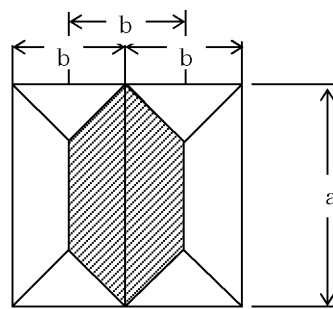
図 3-8 スキンプレートのモデル図及び応力算定式

ハ. 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。

また、縦補助桁はスキンプレートの補剛材であるため、衝突荷重についても考慮する。衝突荷重は曲げモーメント時は桁中央に、せん断力時は桁端部に 1/2 の集中荷重が作用したとして計算する。

縦補助桁のモデル図及び応力算定式を図 3-9 に示す。



- p : 各区分の平均水圧 (kN/m²)
- Pc : 衝突荷重
- 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

$$M = \frac{p \cdot b}{24} (3 \cdot a^2 - b^2) + \frac{Pc \cdot b}{4} \text{ (kN-m)}$$

最大せん断力

$$S = \frac{p \cdot b}{2} \left(a - \frac{b}{2} \right) + \frac{Pc}{2} \text{ (kN)}$$

図 3-9 縦補助桁のモデル図及び応力算定式

二. 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が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 3-10 に示す。

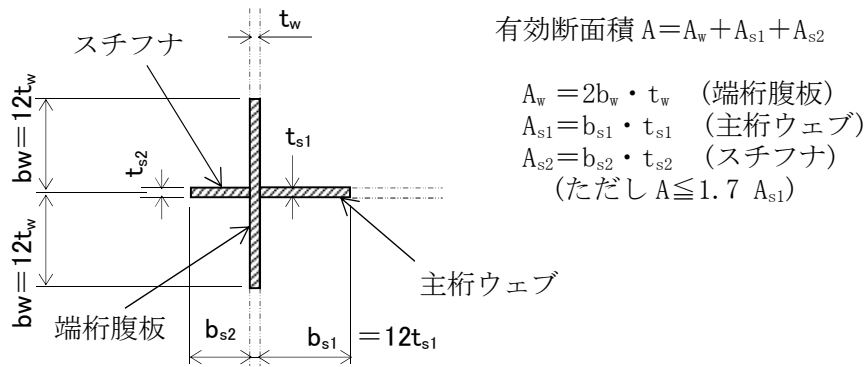


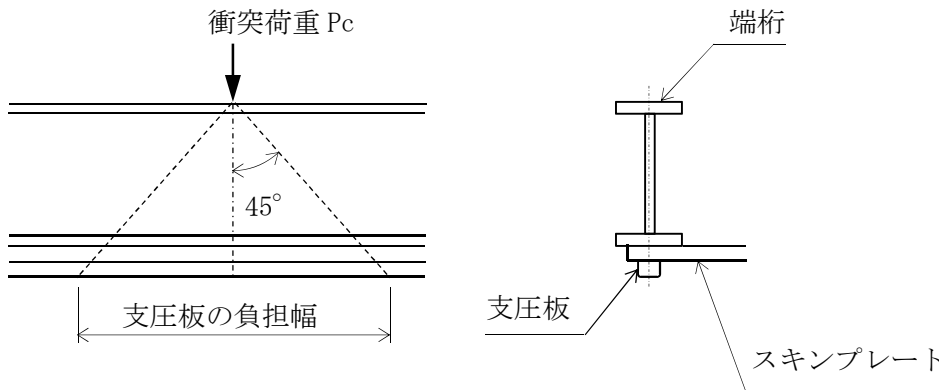
図 3-10 端桁のモデル図

ホ. 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。

なお、衝突荷重については扉体端桁に作用したとして、端桁高、スキンプレート厚さ支圧板厚さを考慮した片側 45 度分布長で負担するものとする。

端桁のモデル図及び応力算定式を図 3-11 に示す。



$$p = 0.591 \sqrt{\frac{P \cdot E_1 \cdot E_2}{Lh \cdot R \cdot (E_1 + E_2)}}$$

$$C = 1.080 \sqrt{\frac{P \cdot R \cdot (E_1 + E_2)}{Lh \cdot E_1 \cdot E_2}}$$

$$Z = 0.78 \cdot C$$

ここに、

- p : ヘルツの接触応力度 (N/mm²)
- P : 計算荷重の常時換算値 = (Ps+Pc) / γ (N)
- Ps : 静水圧
- Pc : 衝突荷重
- pd : 扉体下端水圧 (N/mm²)
- B : 扉体水密幅
- γ : 許容応力補正係数に裕度を乗じた係数
- E₁ : 支圧板の弾性係数
- E₂ : 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 3-11 支圧板のモデル図及び応力算定式

(b) 戸当り

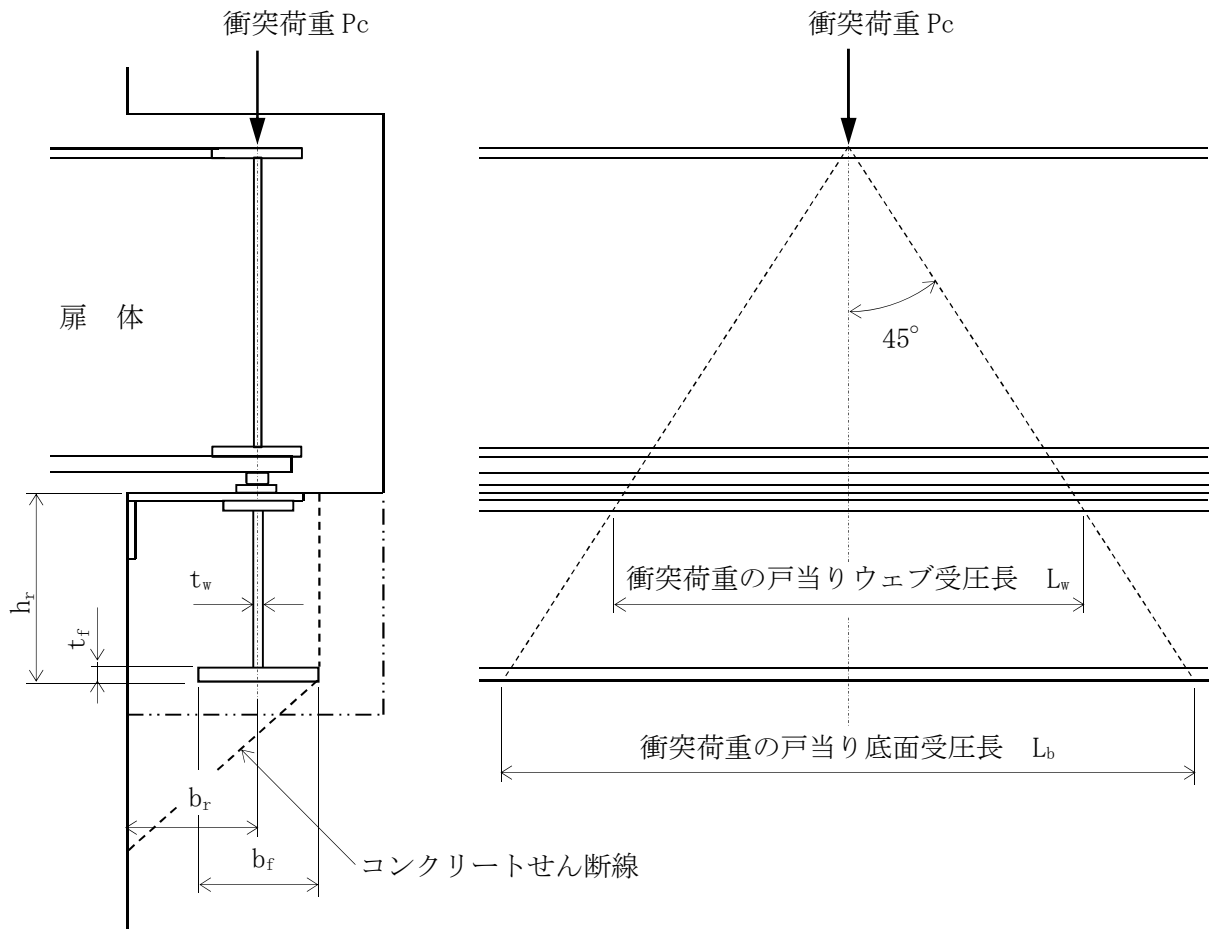
評価位置において鋼材については底面フランジの曲げ応力、腹板の圧縮応力が、コンクリートについては支圧応力、せん断応力が許容限界以下であることを確認する。

イ. 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。また、衝突荷重は扉体端桁上流側フランジに作用したとして、片側 45 度の分布長で負担するものとする。

戸当りのモデル図及び応力算定式を図 3-12 に示す。

NT2 補② V-3-別添 3-2-1-4 R1



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

$$\sigma_{cw} = \frac{pd \cdot B}{2 \cdot t_w} + \frac{Pc}{L_w \cdot b_f} \quad (\text{N/mm}^2)$$

ここに、

pd : 下部作用水圧 (N/mm²)

B : 扉体水密幅

Pc : 衝突荷重

br : 水路面より戸当り中心までの距離

hr : 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

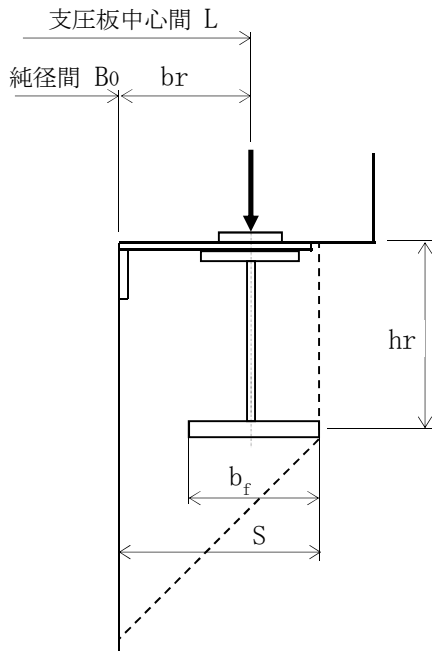
t_f : 戸当り底面フランジ厚さ

図 3-12 戸当り鋼材のモデル図及び応力算定式

ロ. 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 3-13 に示す。



コンクリートの支圧応力度

$$\sigma_k = \frac{pd \cdot B}{2 \cdot bf} + \frac{Pc}{Lb \cdot bf} \quad (\text{N/mm}^2)$$

コンクリートのせん断応力度

$$\tau_k = \frac{\sigma_k \cdot bf}{hr + 2 \cdot S} \quad (\text{N/mm}^2)$$

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	bf
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	$S = br + bf/2$

図 3-13 戸当りコンクリートのモデル図及び応力算定式

b. 防潮壁

(a) 鋼管杭

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。

イ. 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)

ロ. 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 (kN)
- A : 有効断面積 (mm²)
- κ : せん断応力の分布係数 (2.0)

(b) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートは、強度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。

(c) 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。

(d) 止水ジョイント部材

地震時残留変位と津波荷重作用時変位の和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。

(e) 鋼製アンカー

津波荷重が止水ジョイントへ載荷された際に、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。

(f) 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。

(2) 重畳時

a. 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。

(a) 扉体

評価位置において主桁など鋼材の曲げ応力，せん断応力が，たわみ，スキンプレートの最大応力，支圧板の支圧応力が許容限界以下であることを確認する。

イ. 主桁

主桁の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

ロ. スキンプレート

スキンプレートの重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

ハ. 縦補助桁

縦補助桁の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

ニ. 端桁

端桁の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

ホ. 支圧板

支圧板の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

(b) 戸当り

評価位置において鋼材については底面フランジの曲げ応力，腹板の圧縮応力が，コンクリートについては支圧応力，せん断応力が許容限界以下であることを確認する。

イ. 鋼材

鋼材の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

ロ. コンクリート

コンクリートの重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

b. 防潮壁

(a) 地震応答解析

イ. 解析方法

重畳時の検討で実施する地震応答解析は、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。

解析コードは、「FLIP Ver. 7.3.0_2」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。

(イ) 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。

(ロ) 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。

ロ. 解析モデル及び諸元

(イ) 解析モデル

解析モデルは、構造物設置位置の地層構成に基づきモデル化する。

(ロ) 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。

ハ. 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を用いる。

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。

(b) 静的解析

イ. 鋼管杭

鋼管杭の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

ロ. 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートの重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

ハ. 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の重畳時の評価は、本震後の残留変位に加え、余震時の変形量が許容限界以下であることを確認する。

ニ. 鋼製アンカー

鋼製アンカーの重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

ホ. 鋼製防護部材

鋼製防護部材の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、発生する応力が許容限界以下であることを確認する。

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-267 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-2 放水路ゲートの強度計算書

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. 強度評価方法	9
3.1 記号の定義	9
3.2 評価対象部位	11
3.3 荷重及び荷重の組合せ	14
3.4 許容限界	16
3.5 評価方法	18

1. 概要

本資料は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す通り、放水路ゲートが地震後の繰返しの襲来を想定した津波荷重、余震や積雪を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持すること及び主要な構造体の境界部に設置する部材が有意な漏えいを生じない変形に留まることを確認するものである。

2. 基本方針

V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す「2.1 評価対象施設」を踏まえて、放水路ゲートの「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」を示す。

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。

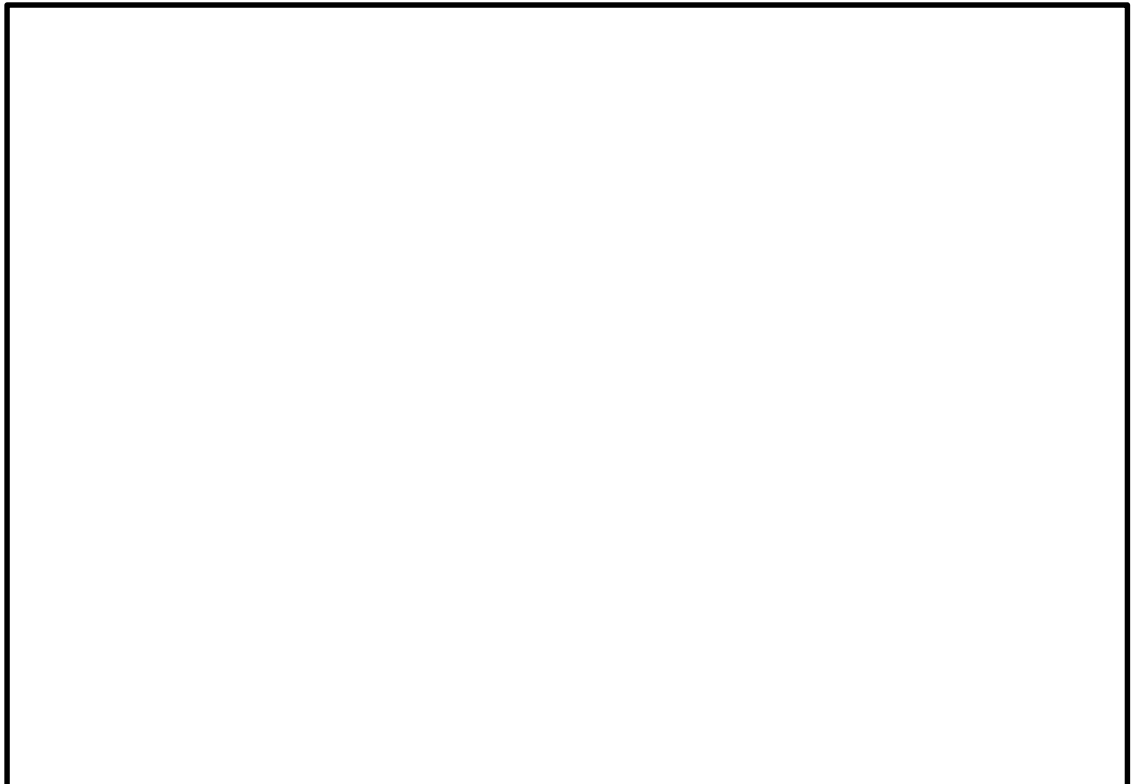


図 2-1 放水路ゲートの位置図

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。

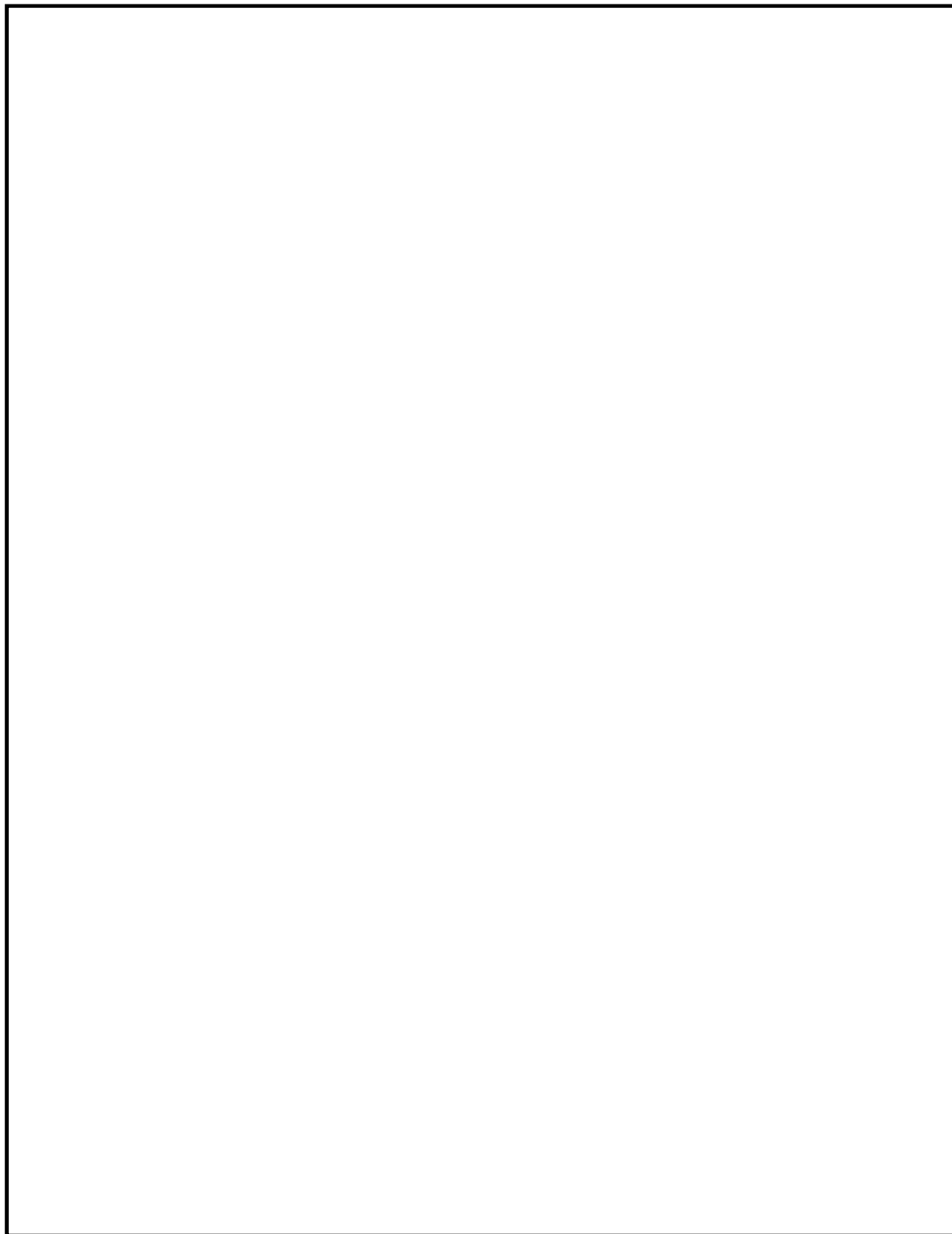
また、扉体にはフラップ式の鋼製の小扉が設置されており、放水路ゲートが閉止後においても非常用海水ポンプの運転が可能な構造である。

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。

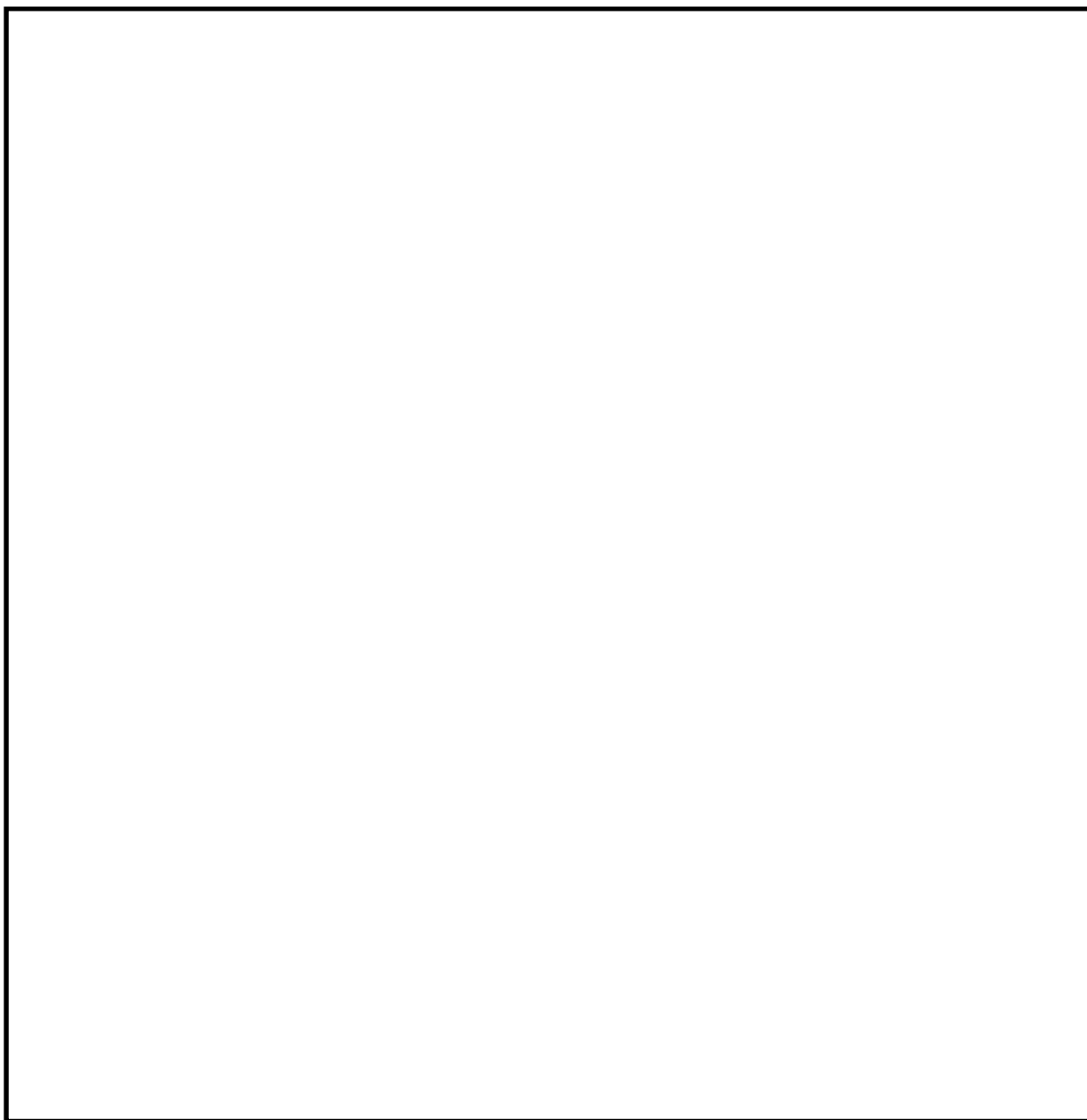
鉄筋コンクリート防潮壁は、鉄筋コンクリート造の構造物であり、ブロック間は止水ジョイントを施した構造である。鉄筋コンクリート防潮壁は、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。鉄筋コンクリート防潮壁と地中連続壁基礎とは、鉄筋コンクリート製のフーチングを介した剛結合で一体構造とする。

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

放水路ゲートの強度評価は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.2 許容限界」において設定している荷重及び荷重の組合せ、並びに許容限界を踏まえて実施する。強度評価では、「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」より、放水路ゲートの評価対象部位に作用する応力等が許容限界以下であることを確認する。

放水路ゲートの強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震荷重の作用方向や伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時(以下、「津波時」という。)及び津波荷重に伴う荷重作用時と余震に伴う荷重作用時(以下、「重畳時」という。)について行う。

(1) 扉体及び戸当り

放水路ゲートの強度評価は、スキンプレート、主桁、縦補助桁、端桁、支圧板の各部位に発生する応力を算定し、許容限界との比較を行う。

戸当りの強度評価は、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。強度評価のフローを図 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を用いる。

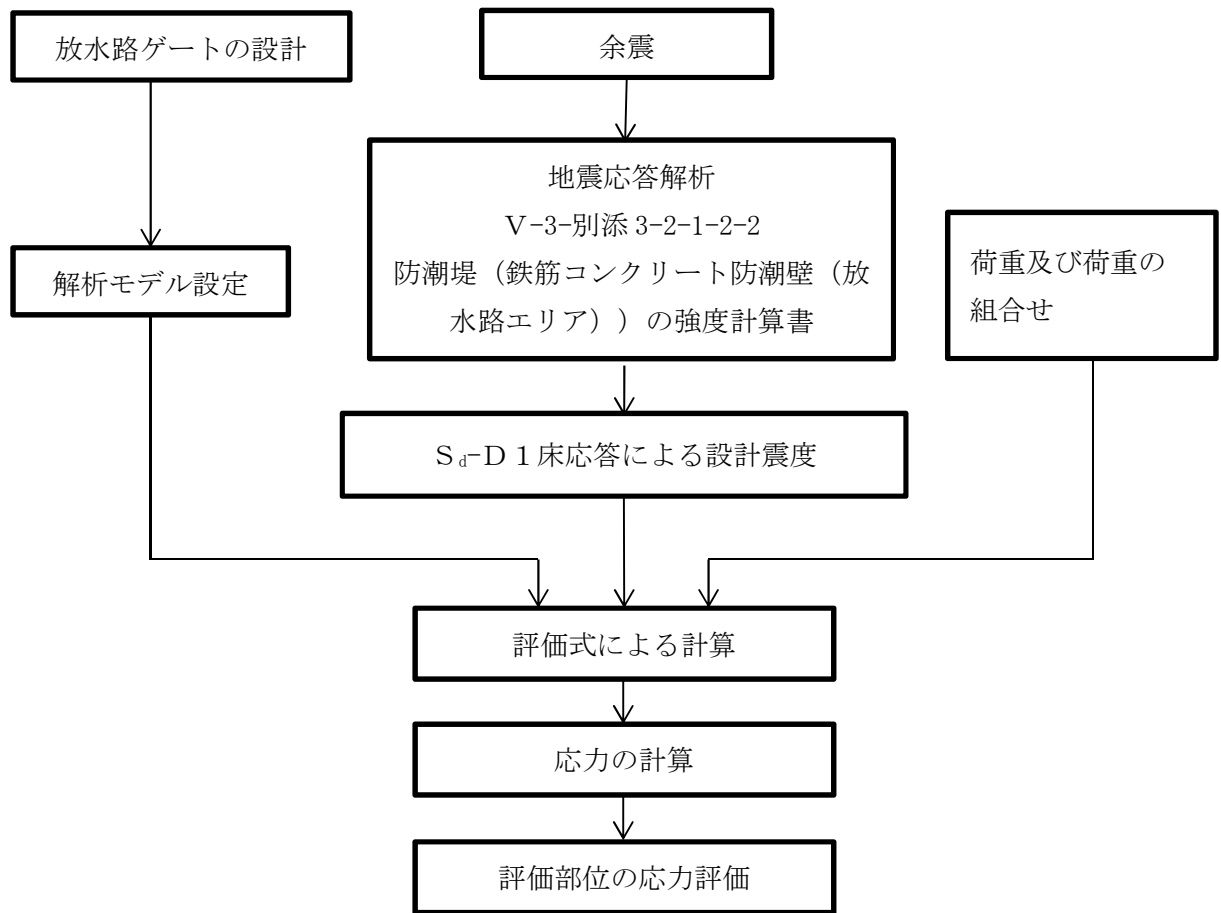


図 2-4 放水路ゲート（扉体及び戸当り）の強度評価における評価フロー

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）
- ・ 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）
- ・ 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）
- ・ 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. 強度評価方法

3.1 記号の定義

(1) 扉体及び戸当り

扉体及び戸当りの強度評価に用いる記号を表 3-1 に示す。

表 3-1 扉体及び戸当りの強度評価に用いる記号(1/2)

記号	単位	定義
G	kN	固定荷重
P_s	kN/m^2	静水圧
P_e	kN/m^2	動水圧
I_{gi}	kN	地震時慣性力
W_s	kN	積雪荷重
H	m	津波高さ
H_s	m	水密高さ
H_0	m	津波時の設計水深
H_1	m	津波時の下端止水位置までの水深
H_2	m	津波時の上端止水位置までの水深
H_3	m	余震時の基礎地盤までの深さ
H_4	m	余震時の設計水深
B	m	水密幅
W_1	kN/m^3	水の単位体積荷重
W_g	kN	扉体自重による荷重
K_H	—	余震時の設計震度
P_w	kN	風荷重
ρ	$\text{kN}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$	空気密度
U_d	m/s	風速
G	—	ガスト応答係数
C_d	—	形状係数
A	m^2	投影面積
q_s	kN/m^2	単位積雪荷重
D_s	m	扉体総桁高
B_s	m	扉体受圧幅

表 3-1 扉体及び戸当りの強度評価に用いる記号(2/2)

記号	単位	定義
M	kN・m	各評価対象部位における最大曲げモーメント
R	kN	各評価対象部位における最大圧縮力
σ_c	N/mm ²	各評価対象部位における最大曲げ、圧縮及び支圧応力度
S	kN	各評価対象部位における最大せん断力
τ	N/mm ²	各評価対象部位における最大せん断応力
δ	mm	各評価対象部位における最大たわみ
t_s	mm	スキンプレート厚
σ_f	N/mm ²	戸当り底面フランジの曲げ応力度
σ_w	N/mm ²	戸当り腹板の圧縮応力度
τ_c	N/mm ²	戸当りコンクリートのせん断応力度

3.2 評価対象部位

放水路ゲートの評価対象断面及び評価対象部位は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 許容限界」にて示している。

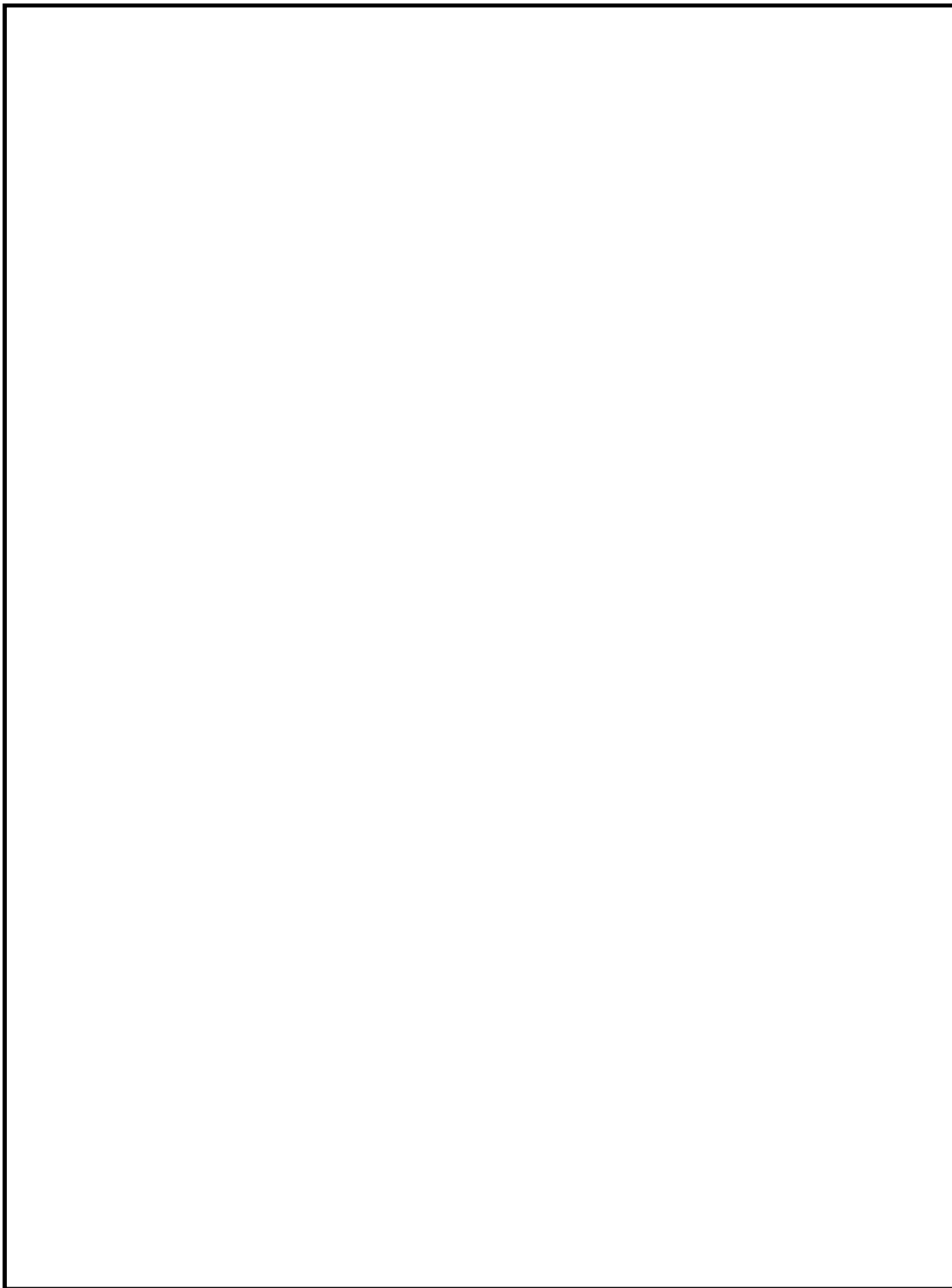
評価対象部位は放水路ゲートの構造上の目的から、水圧等の荷重を受ける受圧部にスキンプレート、スキンプレートを受ける縦補助桁、その受圧部から荷重を受ける架構部に主桁、端桁、架構部から支承部にかけて戸当り、支圧板の構造部材を評価対象部位とする。

放水路ゲートの放水路ゲート正面図及び平面図を図 3-1 に、放水路ゲート側面図及び平面図を図 3-2 に示す。

(1) 扉体及び戸当り

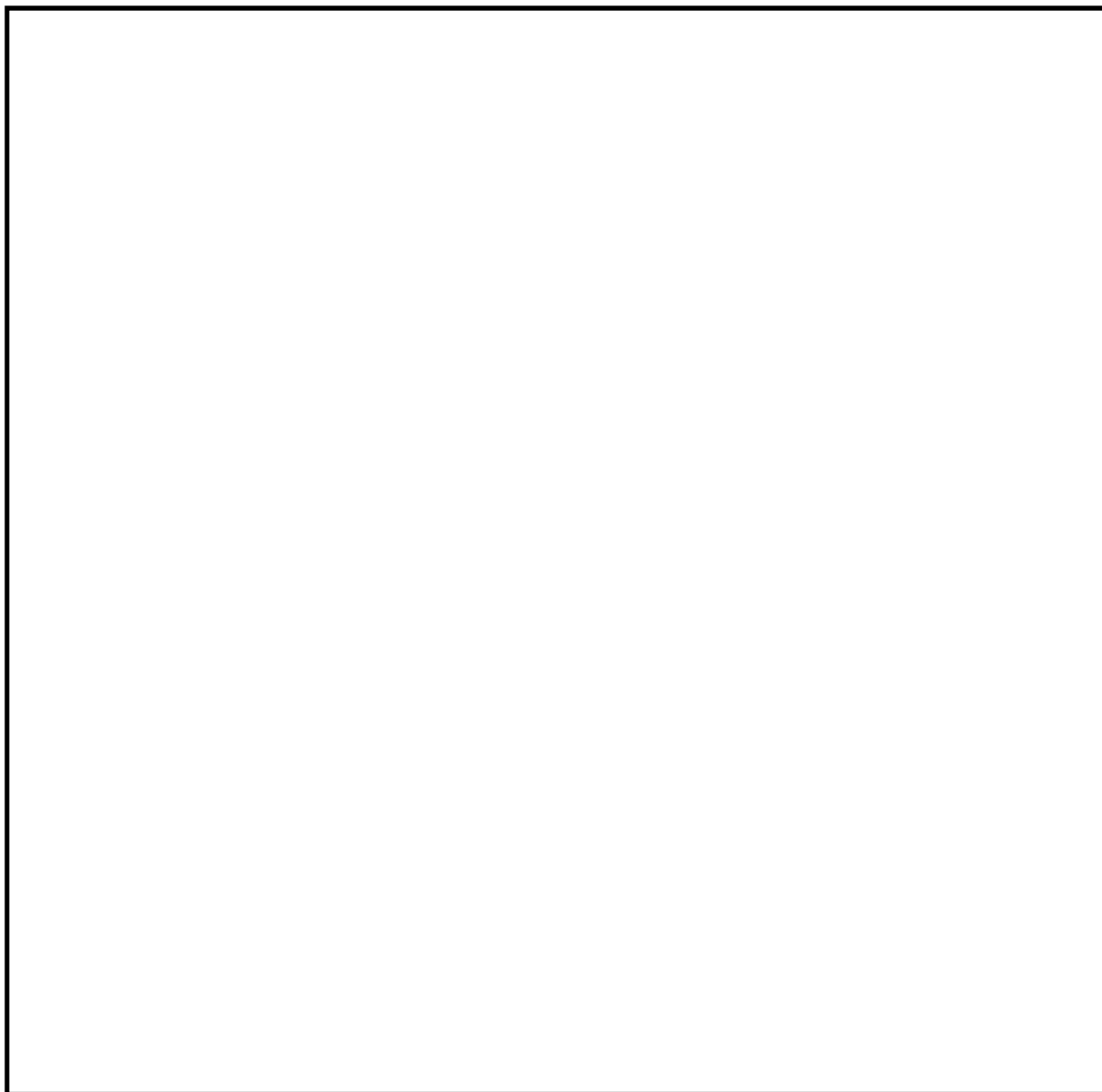
扉体は主桁、スキンプレート、縦補助桁、端桁、支圧板それぞれについて評価する。

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評価する。



注：寸法は mm を示す。

図 3-1 放水路ゲート正面図及び平面図



注：寸法は mm を示す。

図 3-2 放水路ゲート側面図

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度計算に用いる荷重及び荷重の組合せは、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを踏まえて設定する。

(1) 扉体及び戸当り

a. 荷重

荷重強度には、以下の荷重を用いる。

(a) 固定荷重 (G)

固定荷重として、扉体自重 (W_g) を考慮する。

(b) 静水圧 (P_s)

津波時の扉体への作用静水圧を考慮する。

$$P_s = \{H_s(p_u + p_d)B\}/2$$

$$p_u = W_1 \cdot H_2$$

$$p_d = W_1 \cdot H_1$$

(c) 動水圧 (P_e)

余震時の扉体への作用動水圧を考慮する。

$$P_e = 7/12 \cdot W_1 \cdot K_H \cdot \sqrt{H_2} \cdot (\sqrt{H_3^3} - \sqrt{H_4^3}) \cdot B$$

(d) 地震時慣性力 (I_{gi})

余震時の扉体自重による慣性力を考慮する。

$$I_{gi} = W_g \cdot K_H$$

(e) 積雪荷重 (W_s)

津波時・余震時とも扉体への積雪荷重を考慮する。

$$W_s = q_s \cdot D_s \cdot B_s$$

b. 荷重の組合せ

扉体及び戸当りの設計に考慮する荷重の組合せを表 3-3 に、静水圧と動水圧の荷重作用図を図 3-5、図 3-6 に示す。

表 3-3 荷重の組合せ

区分	荷重の組合せ
津波時	$G + P_s + W_s$
重畳時	$G + P_s + P_e + I_{gi} + W_s$

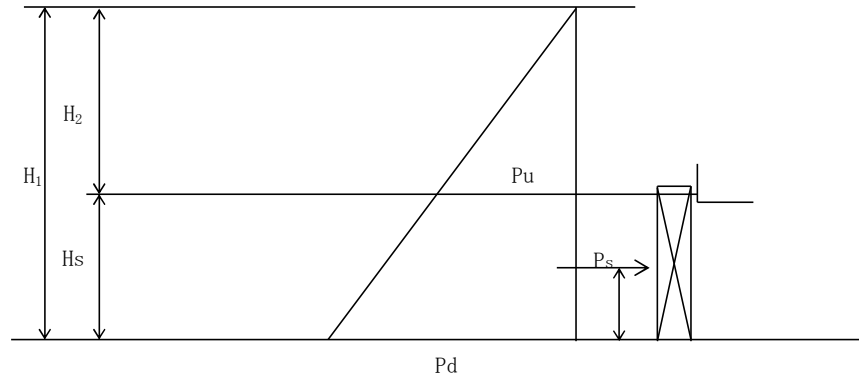


図 3-5 静水圧の荷重作用図

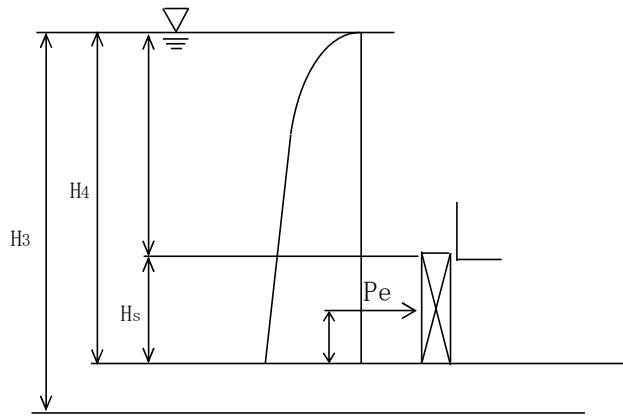


図 3-6 動水圧の荷重作用図

3.3.1 使用材料及び材料の物性値

使用材料及び材料の物性値について表 3-4 に示す。

表 3-4 扉体本体の使用材料

評価部材	諸元
スキンプレート, 縦補助桁, 主桁, 端桁	SM490
支圧板	SUS304

3.4 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) 扉体及び戸当り

a. 扉体の許容限界

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 3-5 に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は、基準津波時及び余震＋基準津波時に対しては鋼材の許容応力度に対して 1.5 倍、敷地に遡上する津波時（T.P. +24 m）及び余震＋敷地に遡上する津波時（T.P. +24 m）に対しては鋼材の許容応力度に対して 2.0 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 3-5 鋼材の許容応力度（短期）

評価項目				短期許容応力度 (N/mm ²)	
				基準津波	敷地に遡上する津波
スキンプレート, 主桁, 補助桁, 端桁	SM490	t ≤ 40* ¹	許容曲げ応力度 σ_{ca}	240	320
			許容圧縮応力度 σ_{ca} , 許容引張応力度 σ_{ca}	240	320
			許容せん断応力度 τ_a	135	180
			許容支圧応力度 σ_{ca} * ²	360	480
支圧板	SUS304	t ≤ 40* ¹	許容支圧応力度 σ_{ca} * ²	225	300

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。

b. 戸当りの許容限界

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、は表 3-6 に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は、基準津波時及び余震+基準津波時に対してはコンクリートの許容応力度に対して 1.5 倍、敷地に遡上する津波時 (T.P. +24 m) 及び余震+敷地に遡上する津波時 (T.P. +24 m) に対してはコンクリートの許容応力度に対して 2.0 倍の割増しを考慮する。

表 3-6 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)	
			基準津波時	敷地に遡上する津波時 (T.P. +24 m)
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	10.8
		許容支圧応力度 σ_{ca}	8.85	11.8
		許容せん断応力度 τ_a	0.6	0.8
		許容付着応力度 σ_{ca}^*	2.4	3.2

注記 * : 異形鉄筋の場合を示す。

3.5 評価方法

放水路ゲートの強度評価は、V-3-別添 3-1 「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「5. 強度評価方法」に基づき設定する。

(1) 津波時

a. 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。

(a) 扉体

イ. 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 3-7 に示す。

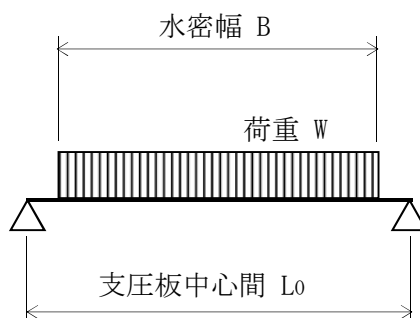


図 3-7 主桁のモデル図

ロ. 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 3-8 に示す。

$$\sigma = \frac{k \cdot a^2 \cdot P \cdot -10^6}{100 \cdot t^2}$$

σ : 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

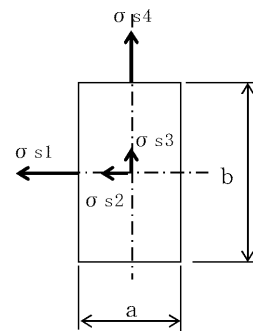
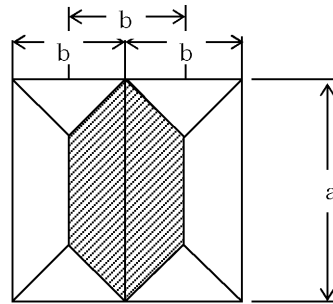


図 3-8 スキンプレートのモデル図及び応力算定式

ハ. 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を図 3-9 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 3-9 縦補助桁のモデル図及び応力算定式

二. 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が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 3-10 に示す。

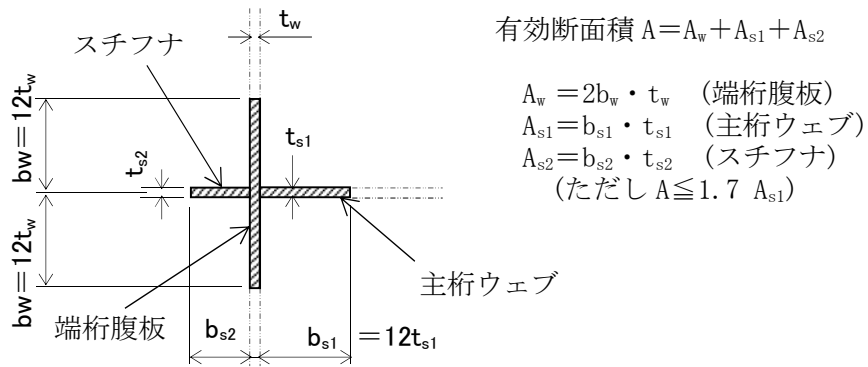
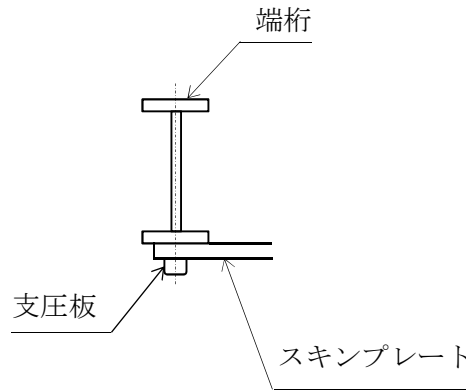


図 3-10 端桁のモデル図

ホ. 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 3-11 に示す。



$$p = 0.591 \sqrt{\frac{P \cdot E_1 \cdot E_2}{Lh \cdot R \cdot (E_1 + E_2)}}$$

$$C = 1.080 \sqrt{\frac{P \cdot R \cdot (E_1 + E_2)}{Lh \cdot E_1 \cdot E_2}}$$

$$Z = 0.78 \cdot C$$

ここに、

- p : ヘルツの接触応力度 (N/mm²)
- P : 計算荷重の常時換算値 = (Ps + Pc) / γ (N)
- pd : 扉体下端水圧 (N/mm²)
- B : 扉体水密幅
- γ : 許容応力補正係数に裕度を乗じた係数
- E₁ : 支圧板の弾性係数
- E₂ : 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 3-11 支圧板のモデル図及び応力算定式

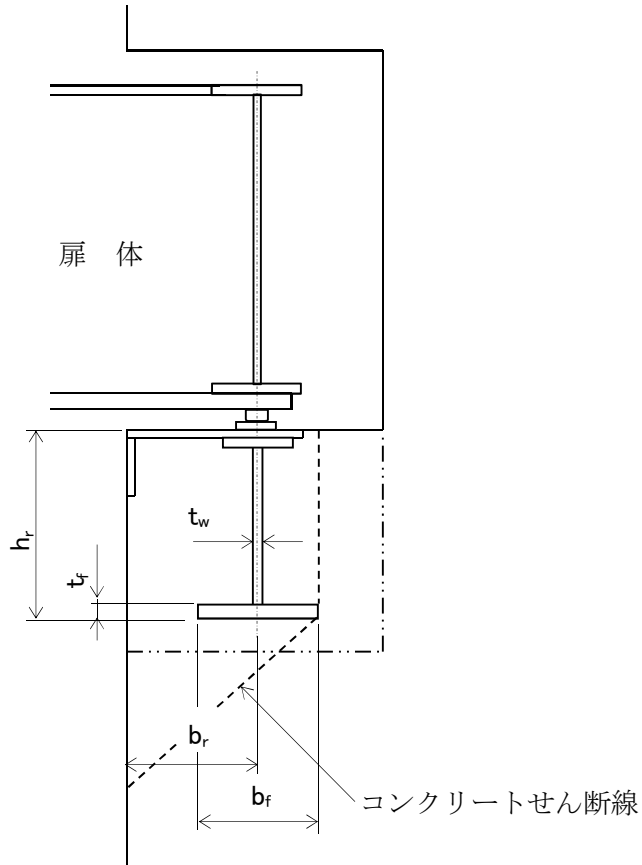
(b) 戸当り

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。

イ. 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 3-12 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

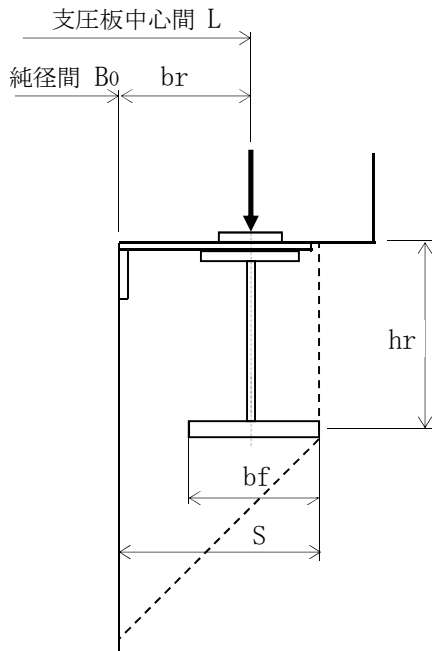
t_f : 戸当り底面フランジ厚さ

図 3-12 戸当り鋼材のモデル図及び応力算定式

ロ. 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 3-13 に示す。



コンクリートの支圧応力度

$$\sigma_k = \frac{pd \cdot B}{2 \cdot bf} \quad (\text{N/mm}^2)$$

コンクリートのせん断応力度

$$\tau_k = \frac{\sigma_k \cdot bf}{hr + 2 \cdot S} \quad (\text{N/mm}^2)$$

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	bf
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	$S = br + bf/2$

図 3-13 戸当りコンクリートのモデル図及び応力算定式

(2) 重畳時

a. 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。

(a) 扉体

評価位置において主桁など鋼材の曲げ応力，せん断応力が，たわみ，スキンプレートの最大応力，支圧板の支圧応力が許容限界以下であることを確認する。

イ. 主桁

主桁の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

ロ. スキンプレート

スキンプレートの重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

ハ. 縦補助桁

縦補助桁の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

ニ. 端桁

端桁の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

ホ. 支圧板

支圧板の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

(b) 戸当り

評価位置において鋼材については底面フランジの曲げ応力，腹板の圧縮応力が，コンクリートについては支圧応力，せん断応力が許容限界以下であることを確認する。

イ. 鋼材

鋼材の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

ロ. コンクリート

コンクリートの重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により行う。

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-268 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-3 構内排水路逆流防止設備の強度計算書

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、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」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津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

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。

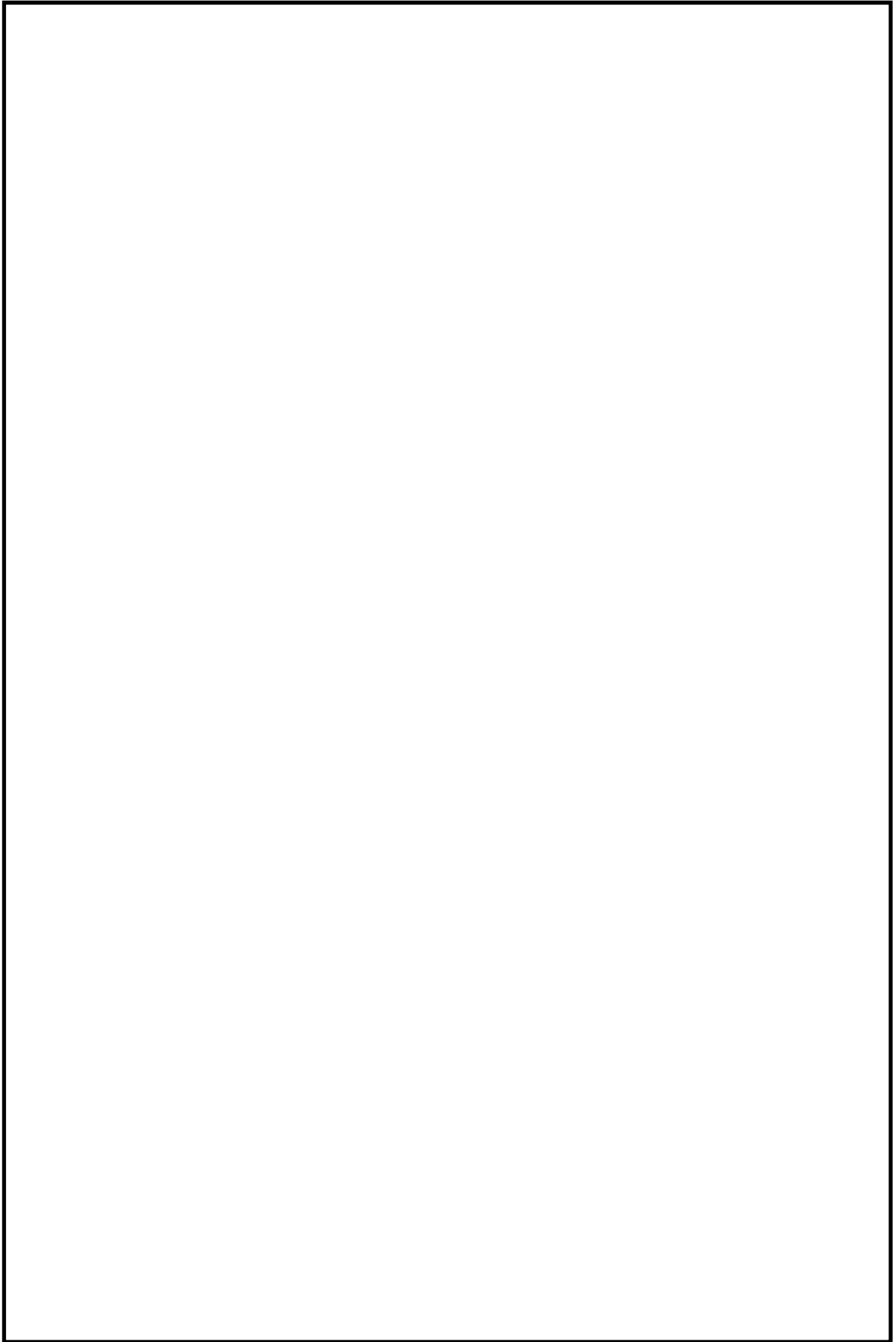


図 2-1 構内排水路逆流防止設備の設置位置図

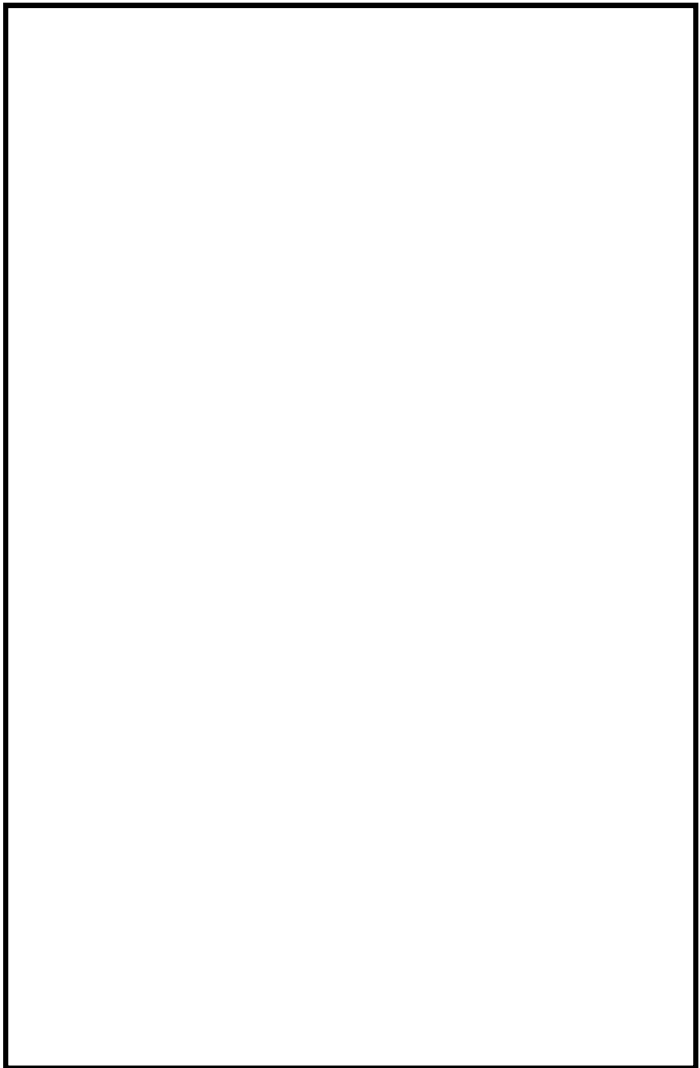
2.2 構造概要

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強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、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等が許容限界以下であることを「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

構内排水路逆流防止設備の強度評価フローを図 2-2 に示す。構内排水路逆流防止設備の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重の作用時（以下、「重畳時」という。）を考慮し、評価される最大荷重を設定する。重畳時においては、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動 S_d を入力して得られた最大床応答加速度の最大値を静的震度として用いる。

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。

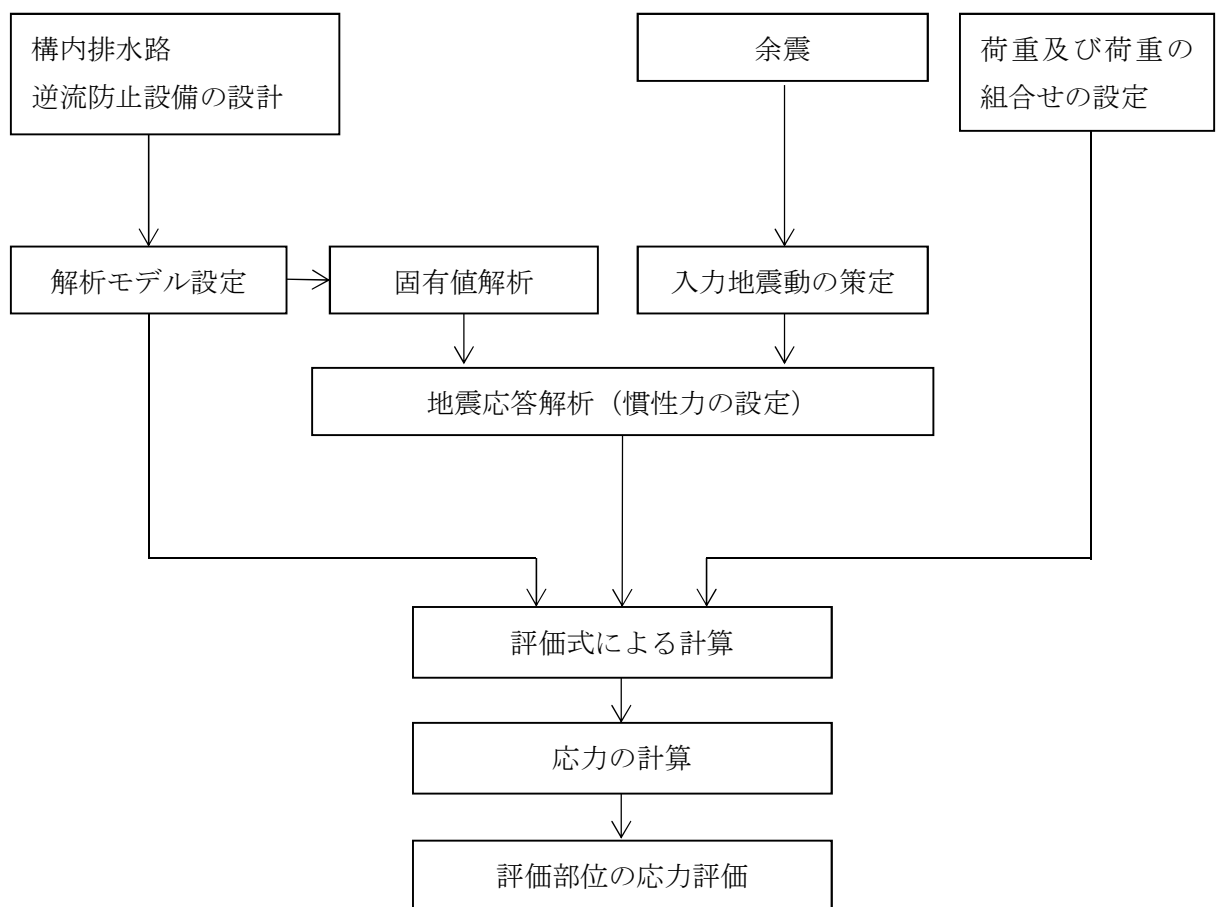


図 2-2 強度評価フロー

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-269 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-4 浸水防止蓋の強度計算書

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-270 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-4-1 取水路点検用開口部浸水防止蓋の強度計算書

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.	強度評価方法	7
3.1	記号の定義	8
3.2	評価対象部位	9
3.3	荷重及び荷重の組合せ	11
3.3.1	荷重	11
3.3.2	荷重の組合せ	13
3.4	許容限界	14
3.5	評価方法	15
3.5.1	荷重条件	15
3.5.2	応力評価	15
3.5.3	組合せ応力	17
4.	評価条件	18
5.	強度評価結果	20

1. 概要

本資料は、添付資料 V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」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津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

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）

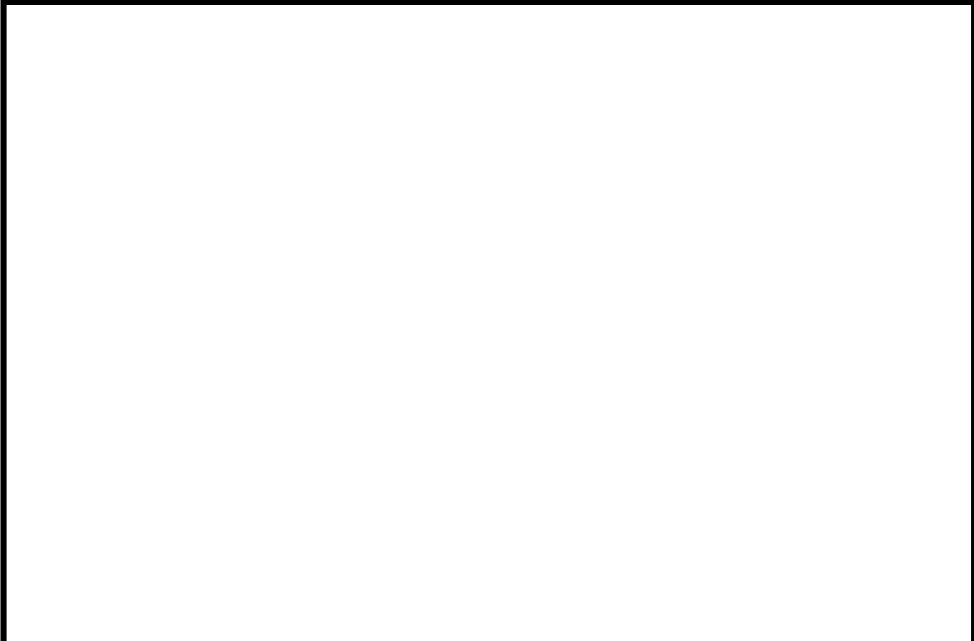
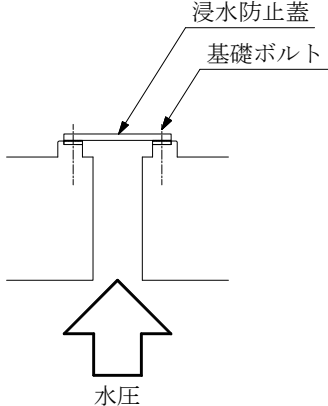
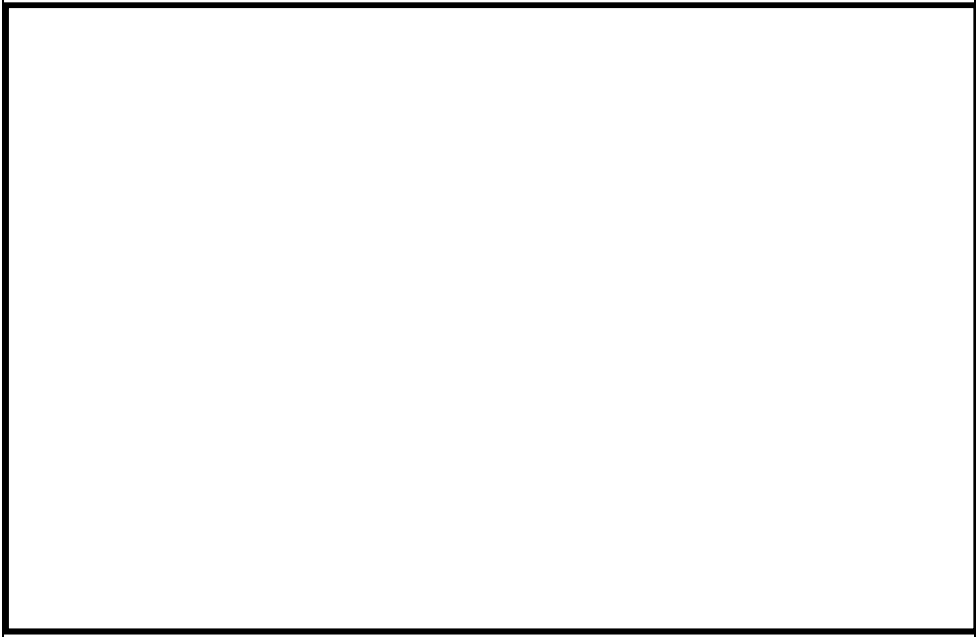
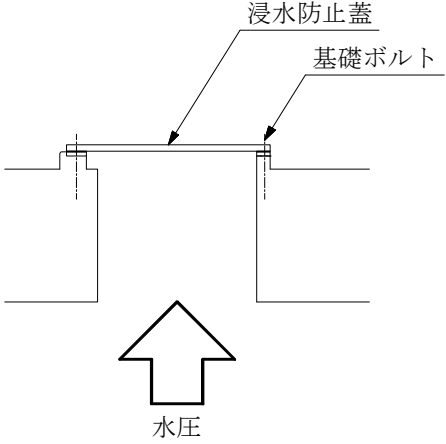
設備名称	配置図		
取水路点検用開口部浸水防止蓋 1, 10			
	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
	蓋により構成する。	取水路上版に基礎ボルトで固定する。	

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）

<p>設備名称</p>	<p>配置図</p>		
<p>取水路点検用開口部浸水防止蓋 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9</p>			
	<p>計画の概要</p>		<p>説明図</p>
	<p>主体構造</p>	<p>支持構造</p>	
	<p>蓋により構成する。</p>	<p>取水路上版に基礎ボルトで固定する。</p>	

NT2 補② V-3-別添 3-2-4-1 R0

2.3 評価方針

取水路点検用開口部浸水防止蓋の強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、取水路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等が許容限界以下であることを「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

取水路点検用開口部浸水防止蓋の強度評価フローを図 2-2 に示す。取水路点検用開口部浸水防止蓋の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重の作用時（以下、「重畳時」という。）を考慮し、評価される最大荷重を設定する。重畳時においては、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動 S_d を入力して得られた最大床応答加速度の最大値を静的震度として用いる。

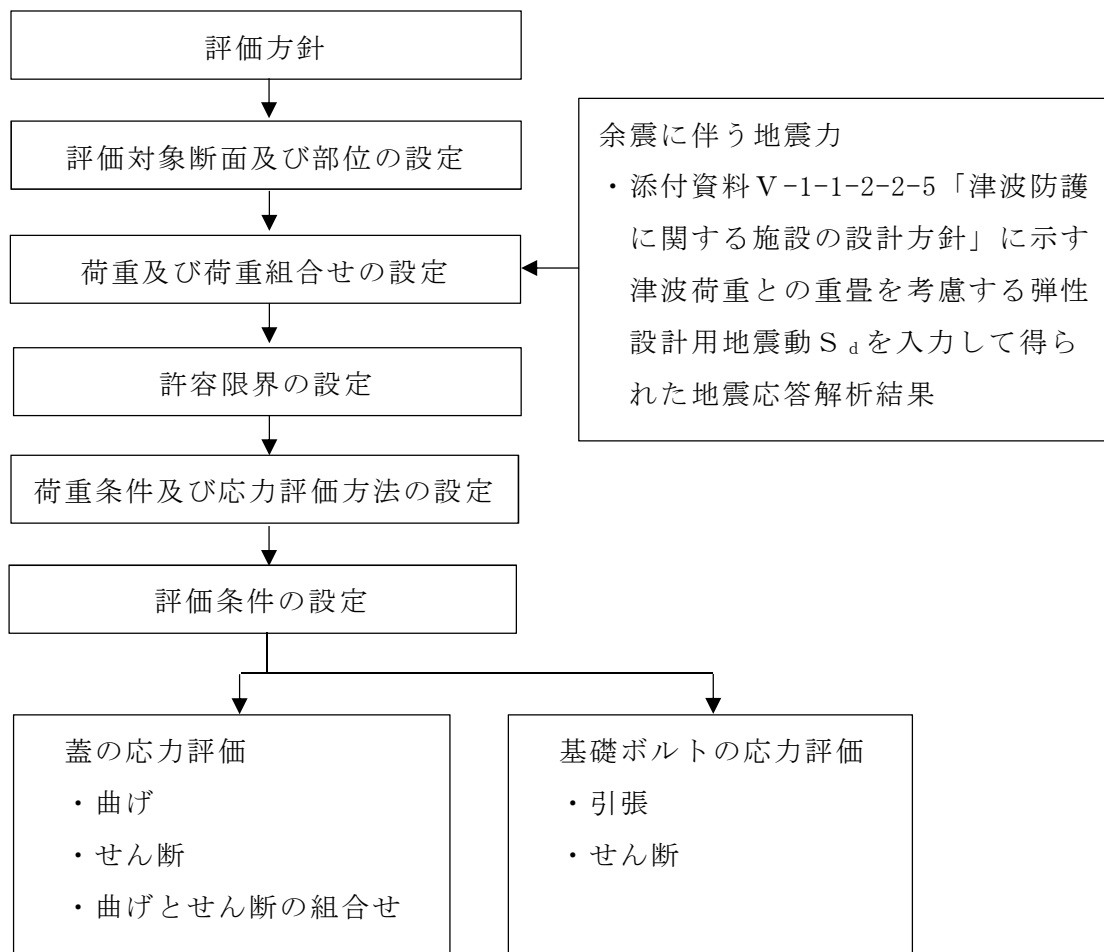


図 2-2 強度評価フロー

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
- ・港湾の施設の技術上の基準・同解説（（社）日本港湾協会 平成 19年）

3. 強度評価方法

取水路点検用開口部浸水防止蓋の強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、「3.2 評価対象部位」にて設定する評価対象部位に作用する応力等が「3.4 許容限界」にて示す許容限界以下であることを確認する。

3.1 記号の定義

取水路点検用開口部浸水防止蓋の強度計算に用いる記号を表 3-1 に示す。

表 3-1 強度計算に用いる記号

記号	単位	定義
m_s	kg	積雪荷重による質量
P_s	N	積雪荷重
A_s	m^2	積雪面積
w_s	Pa	積雪量 1 cm ごとの積雪荷重
d_s	cm	垂直積雪量
P_t	Pa	津波荷重 (動・突き上げ)
ρ	kg/m^3	海水の密度
g	m/s^2	重力加速度
h	m	津波荷重水位 (T.P. +)
C_D	—	抗力係数
U	m/s	流速
S_y	MPa	J S M E S N C 1—2005/2007 の付録図表 Part5 表 8 に規定される材料の設計降伏点
S_u	MPa	J S M E S N C 1—2005/2007 の付録図表 Part5 表 9 に規定される材料の設計引張強さ
f_t	MPa	許容引張応力 J S M E S N C 1—2005/2007 SSB—3121.1(1)に定める値とする。
f_s	MPa	許容せん断応力 J S M E S N C 1—2005/2007 SSB—3121.1(2)に定める値とする。
f_b	MPa	許容曲げ応力 J S M E S N C 1—2005/2007 SSB—3121.1(4)に定める値とする。
F	MPa	許容応力算定用基準値 J S M E S N C 1—2005/2007 SSB—3121.1(1)a. (b)に定める, S_y 及び $0.7 \cdot S_u$ のいずれか小さい方の値とする。

3.2 評価対象部位

取水路点検用開口部浸水防止蓋の強度評価対象部位は、「2.2 構造概要」にて示す構造を踏まえ選定する。

取水路点検用開口部浸水防止蓋に対して、津波と余震による荷重が作用し、これらの荷重は蓋より、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強度評価における評価対象部位を、図 3-1 及び図 3-2 に示す。

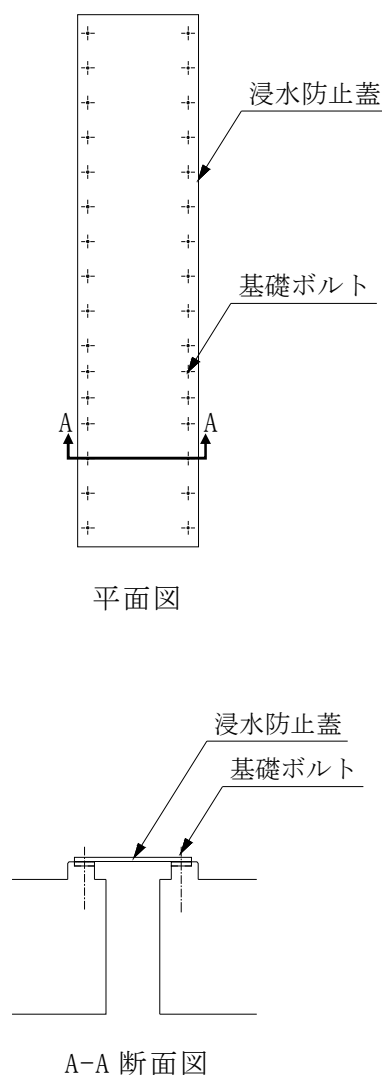
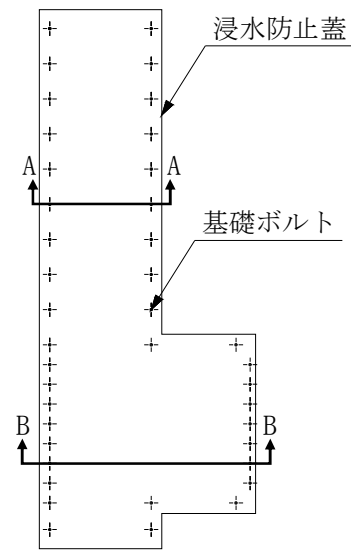
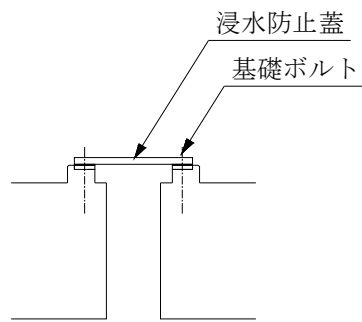


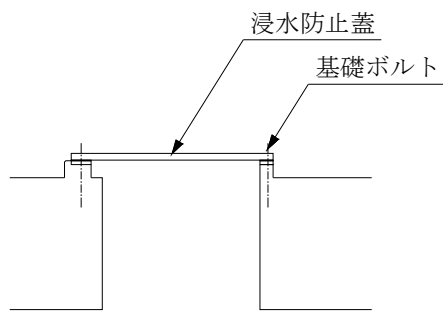
図 3-1 評価対象部位（蓋 1, 10）



平面図



A-A 断面図



B-B 断面図

図 3-2 評価対象部位 (蓋 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

3.3 荷重及び荷重の組合せ

3.3.1 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) 津波荷重 (動・突き上げ) (P_t)

津波荷重 (動・突き上げ) は、基準津波による取水ピットにおける入力津波高さ T.P. +19.2 m の静水圧に設計上の裕度をもたせた津波荷重水位 T.P. +22.0 m の静水圧を考慮する。

津波荷重は次式を用いて算出する。

$$P_t = \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho \cdot U^2$$

(3) 余震荷重 (S_d)

余震荷重は、添付資料 V-1-1-2-2-5 「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動 S_d を入力して得られた地震応答解析に伴う取水路上版における最大床応答加速度の最大値を静的震度として、取水路点検用開口部浸水防止蓋に作用する余震による慣性力を考慮する。なお、静的震度は最大床応答加速度を重力加速度で除して算出する。

また、取水路点検用開口部浸水防止蓋の強度評価に用いる地震応答解析は、添付資料 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」と同様の解析方法、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)、評価対象断面及び評価対象位置により実施する。

取水路点検用開口部浸水防止蓋の最大床応答加速度を表 3-2 に、応力評価に用いる S_d 地震荷重の最大静的震度を表 3-3 に示す。

なお、鉛直地震荷重については、津波荷重 (動・突き上げ) を緩和する方向に作用するため考慮しない。

表 3-2 取水路点検用開口部浸水防止蓋の最大床応答加速度

弾性設計用 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 _d -D1L	正転	正転	192	357
	反転	正転	187	371
	正転	反転	199	373
	反転	反転	332	551

表 3-3 応力評価に用いる最大静的震度

弾性設計用 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 _d -D1L	反転	反転	332	551	<u>0.34</u> *1	0.57

注記 *1：下線部は応力評価に用いる静的震度を示す。

(4) 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。

$$m_s = \frac{P_s \cdot A_s}{g} = \frac{0.35 \cdot w_s \cdot d_s \cdot A_s}{g}$$

3.3.2 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 3-4 に示す。

表 3-4 荷重の組合せ

施設区分	機器名称	荷重の組合せ
浸水防護施設 (浸水防止設備)	取水路点検用開口部浸水防止蓋	$D + P_t + S_d + P_s$

注記 *1：Dは固定荷重， P_t は津波荷重（動・突き上げ）， S_d は余震荷重， P_s は積雪荷重を示す。

3.4 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 3-5 に、許容応力算定用基準値を表 3-6 に示す。また、評価部位に応じた許容応力評価条件を表 3-7 に示す。

表 3-5 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	
	曲げ	せん断	組合せ ^{*3}	引張	せん断
C (Ⅲ _A S)	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$

注記 *1: 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 3-6 許容応力算定用基準値

評価部位	材料	温度条件 (°C)	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 3-7 許容応力評価条件

評価部位	材料	温度条件 (°C)	f_b (MPa)	f_t (MPa)	f_s (MPa)
蓋	SUS304	40	136	136	78
基礎ボルト			—	102	

3.5 評価方法

取水路点検用開口部浸水防止蓋の強度評価は、構造部材に作用する応力が、「3.4 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。

3.5.1 荷重条件

(1) 固定荷重 (D)

蓋の自重は津波荷重（動・突き上げ）を緩和する方向に作用することから、考慮しない。ただし、 S_d 地震時水平地震力を求めるに当たって、固定荷重として蓋の自重を考慮する。

(2) 積雪荷重 (P_s)

蓋の自重と同様の理由により考慮しない。ただし、 S_d 地震時水平地震力を求めるに当たっては、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) 津波荷重（動・突き上げ）(P_t)

津波荷重（動・突き上げ）は、取水路点検用開口部浸水防止蓋の取水路上版開口部に作用するものとする。

(4) 余震荷重 (S_d)

余震荷重 S_d は、取水路点検用開口部浸水防止蓋の設置位置における水平方向の最大床応答加速度を静的震度として、以下のとおり算出する。

$$W_{hk} = C_H \cdot (m_D + m_S) \cdot g$$

ここで、

W_{hk} : 水平地震荷重 (N)

C_H : 設計水平震度

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)

3.5.2 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・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・mm)

Z : 単位幅当たりの断面係数 (mm³)

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 (mm²)

(2) 基礎ボルト

基礎ボルトに作用する引張荷重は鉛直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。

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)

$$Q = \frac{W_{hk}}{n} \text{ で求める。}$$

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)

3.5.3 組合せ応力

3.5.2 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

4. 評価条件

取水路点検用開口部浸水防止蓋の強度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 4-1 に示す。

表 4-1 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. 津波荷重の算出条件

津波荷重の算出条件を表 4-2 に示す。

表 4-2 津波荷重の算出条件

津波荷重の内訳	算出条件		
静水頭圧	津波荷重水位 h (T.P. + m)	海水の密度 ρ (kg/m^3)	重力加速度 g (m/s^2)
	22.0	1030* ¹	9.80665
動圧	抗力係数 (-)	海水の密度 ρ (kg/m^3)	流速 (m/s)
	2.01* ¹	1030* ¹	2.0

注記 *1: 港湾の施設の技術上の基準・同解説((社)日本港湾協会 平成 19 年)による。

c. 余震荷重の算出条件及び結果

余震荷重算出に用いる質量の算出結果を表 4-3 に示す。

表 4-3 余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 4-4，基礎ボルトの諸元を表 4-5 に示す。

表 4-4 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 4-5 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

5. 強度評価結果

蓋，基礎ボルトの強度評価結果を表 5-1 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，津波荷重及び余震を考慮した荷重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 5-1 強度評価結果

(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	146	204
		せん断	4	117
		組合せ* ¹	146	204
	基礎ボルト	引張	122	153
		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	162	204
		せん断	4	117
		組合せ* ¹	162	204
	基礎ボルト	引張	122	153
		せん断	1	117

注記 *1：曲げとせん断の組合せである。

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-271 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-4-2 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の強度計算書

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

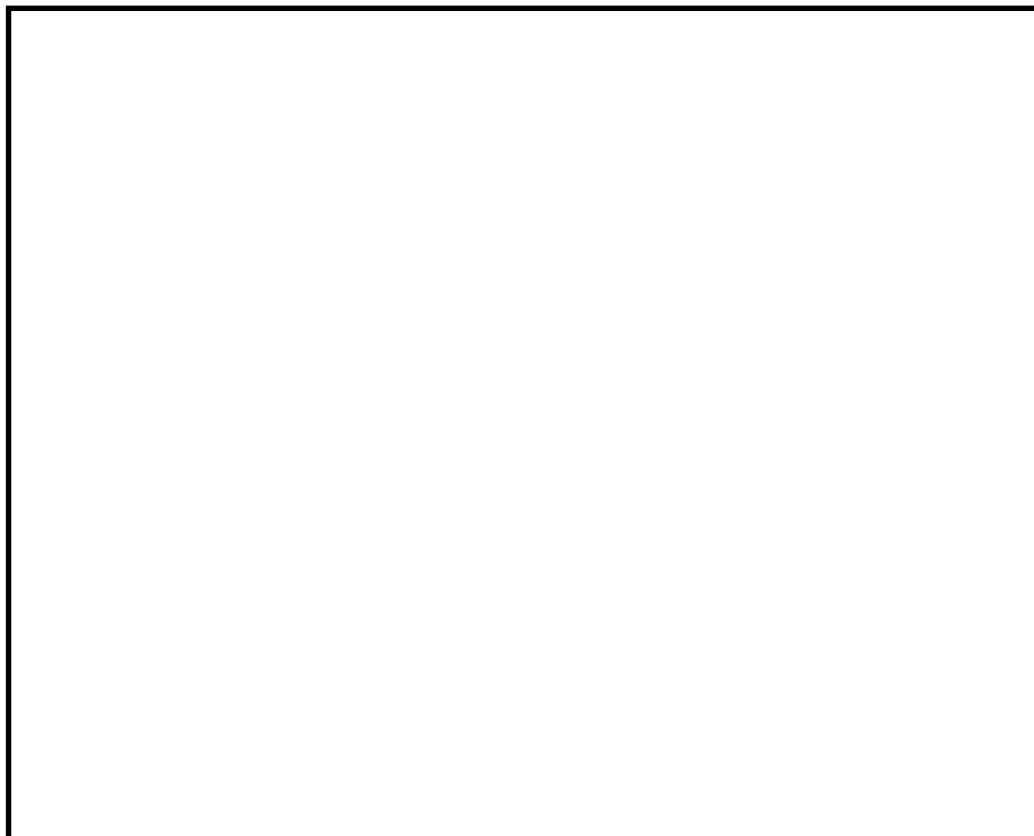
1. 概要

本資料は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」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津波荷重、余震を考慮した荷重及びその他自然現象等による荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

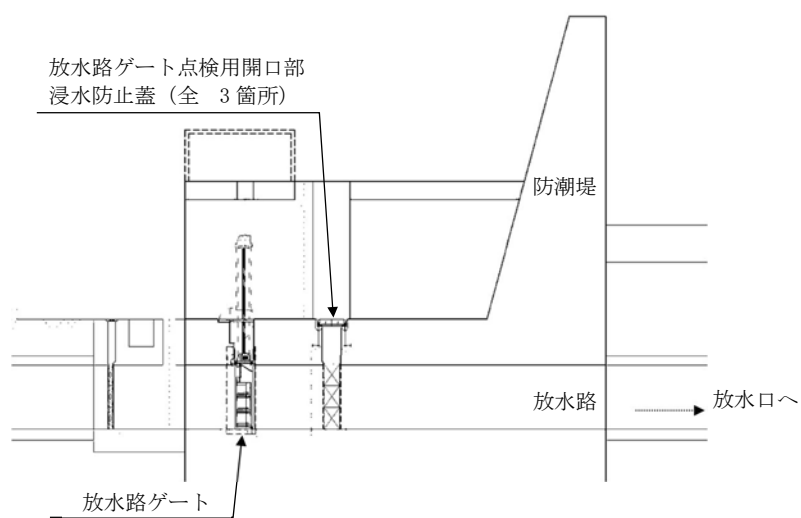
2. 基本方針

2.1 位置

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋は、放水路上版に設置する。
 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)



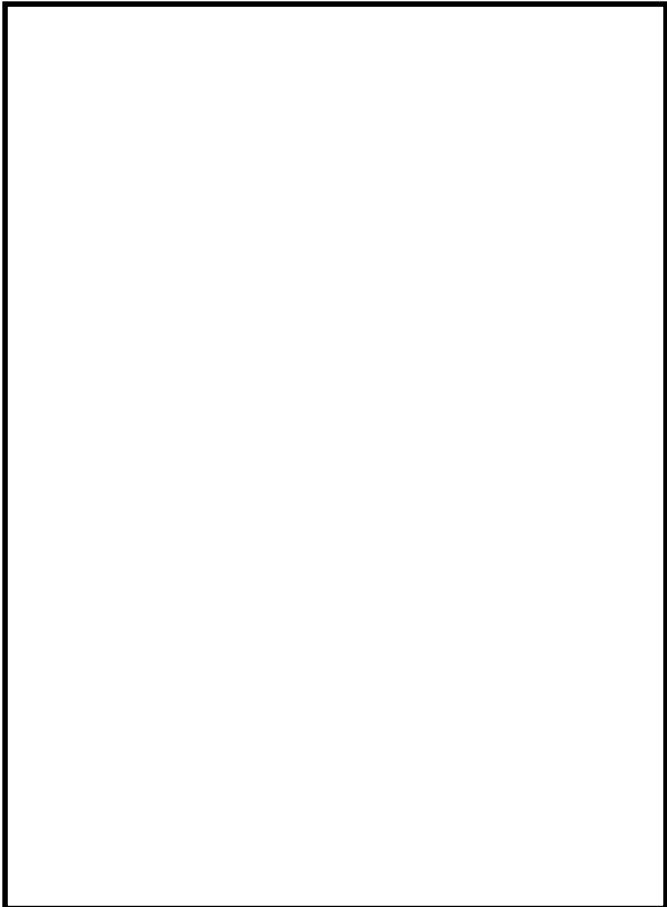
(A-A 断面図)

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。	 <p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>

2.3 評価方針

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、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等が許容限界以下であることを「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の強度評価フローを図 2-2 に示す。放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重の作用時（以下、「重畳時」という。）を考慮し、評価される最大荷重を設定する。重畳時においては、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動 S_d を入力して得られた最大床応答加速度の最大値を静的震度として用いる。

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。

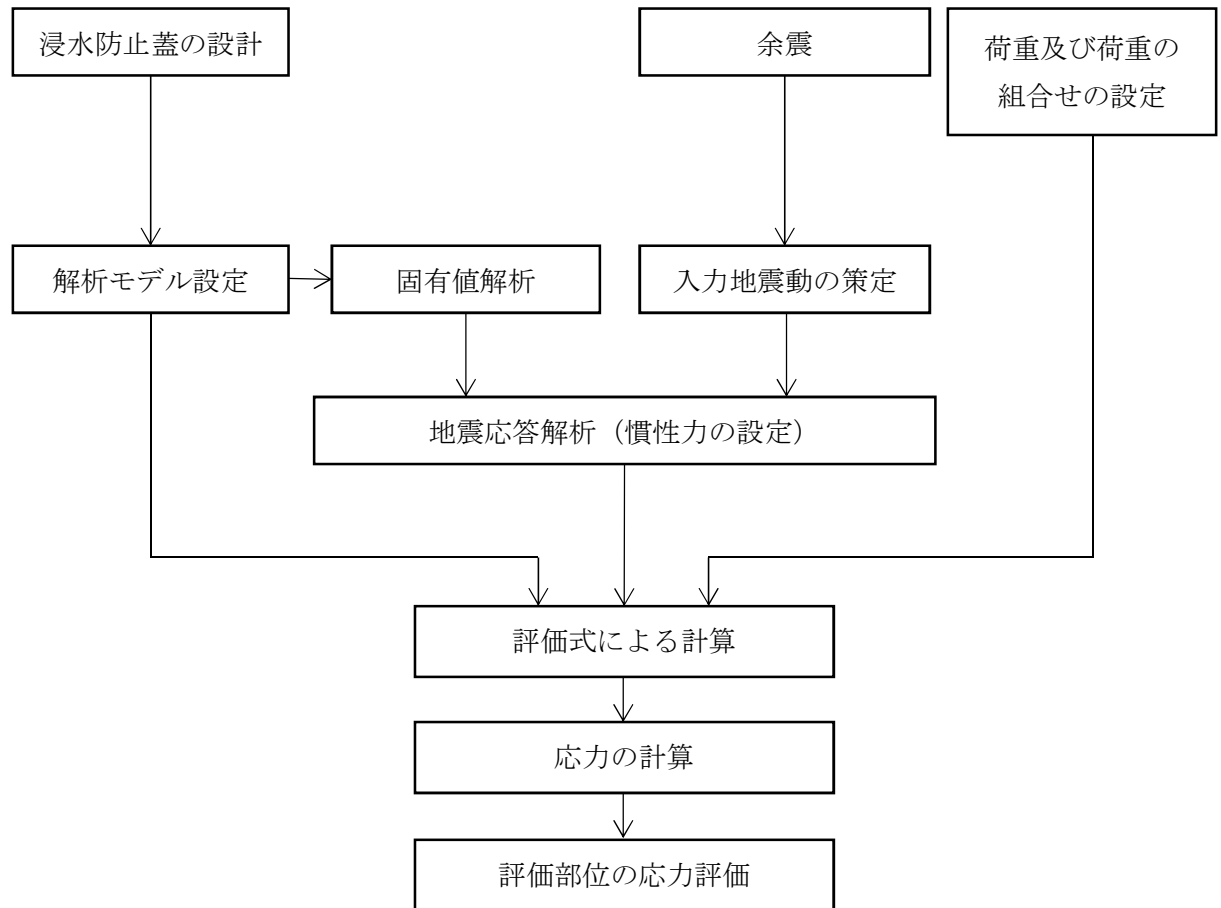


図 2-2 強度評価フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-272 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-4-3 SA用海水ピット開口部浸水防止蓋の強度計算書

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. 強度評価方法.....	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

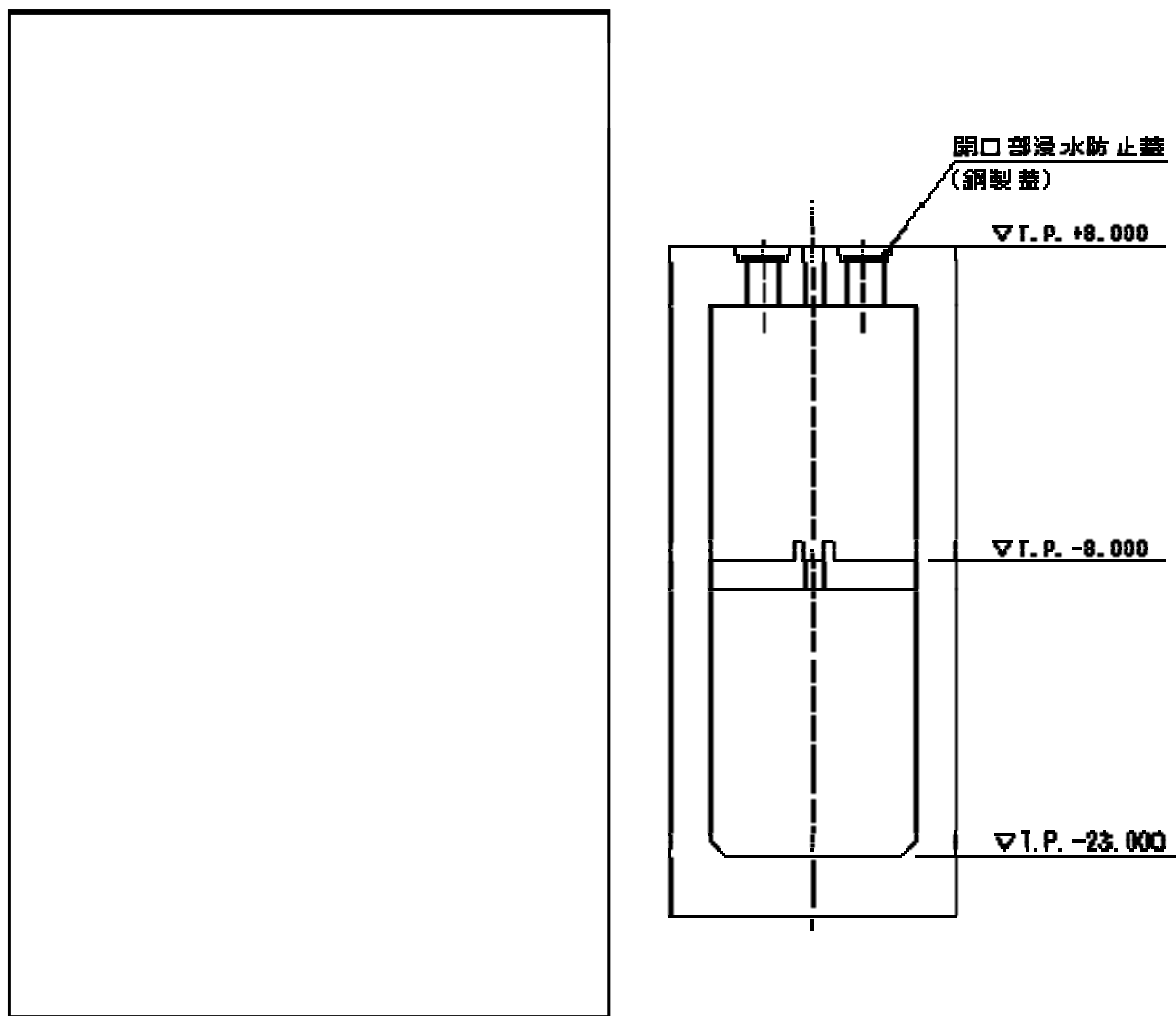
本資料は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に基づき、浸水防護設備のうちS A用海水ピット開口部浸水防止蓋が津波荷重及び余震荷重を考慮した荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

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。

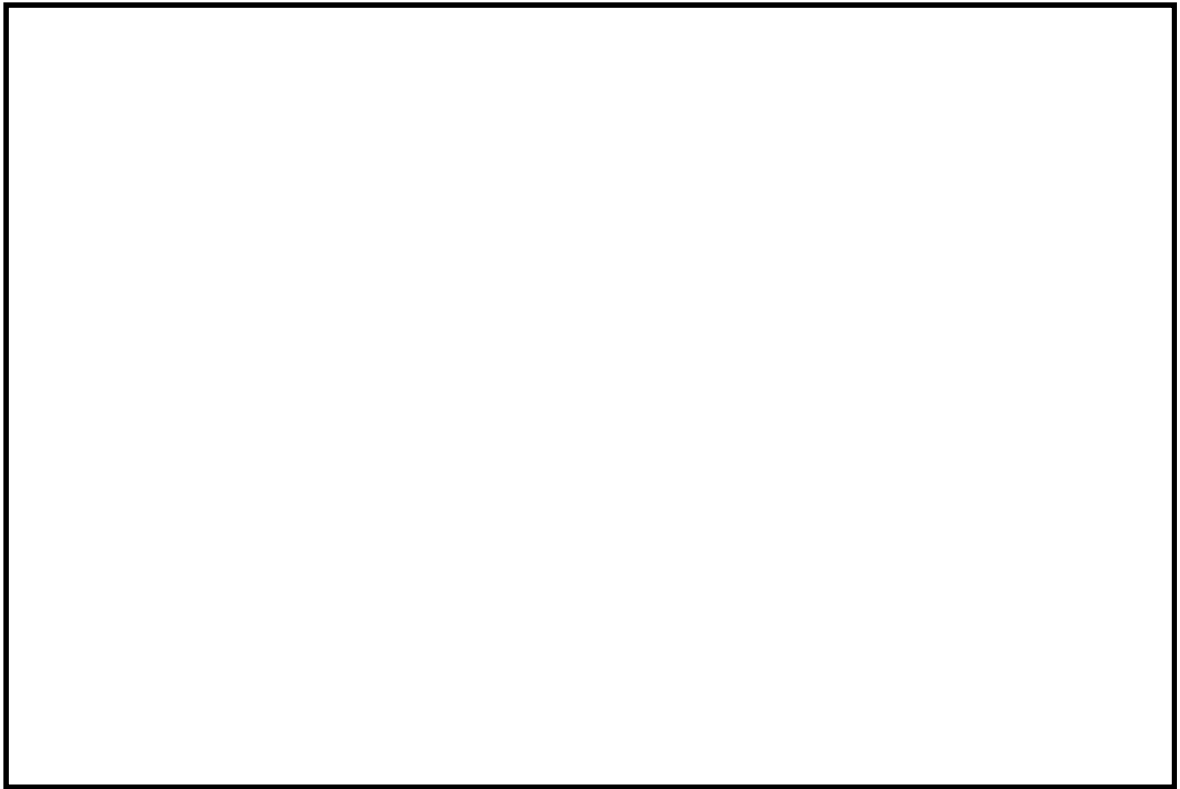


第2-1図 S A用海水ピット開口部浸水防止蓋設置位置図

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

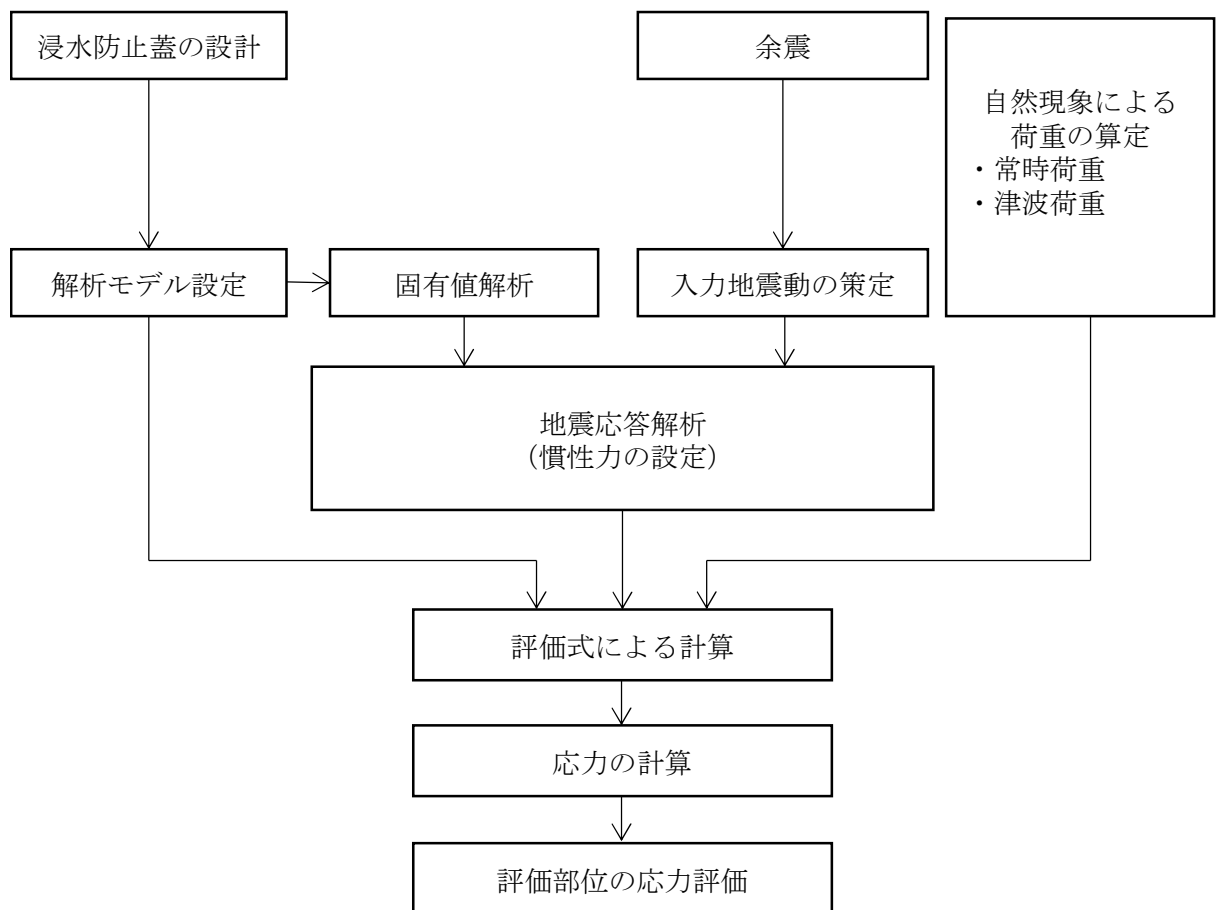
2.3 評価方針

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強度計算は、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. 強度評価方法」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強度評価では、津波襲来時に余震が発生することを想定し、津波荷重及び余震荷重を考慮した強度評価を実施する。強度評価フローを第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 強度評価フロー

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. 強度評価方法

SA用海水ピット開口部浸水防止蓋の強度評価は、「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

SA用海水ピット開口部浸水防止蓋の強度計算に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 SA用海水ピット開口部浸水防止蓋の強度計算に用いる記号

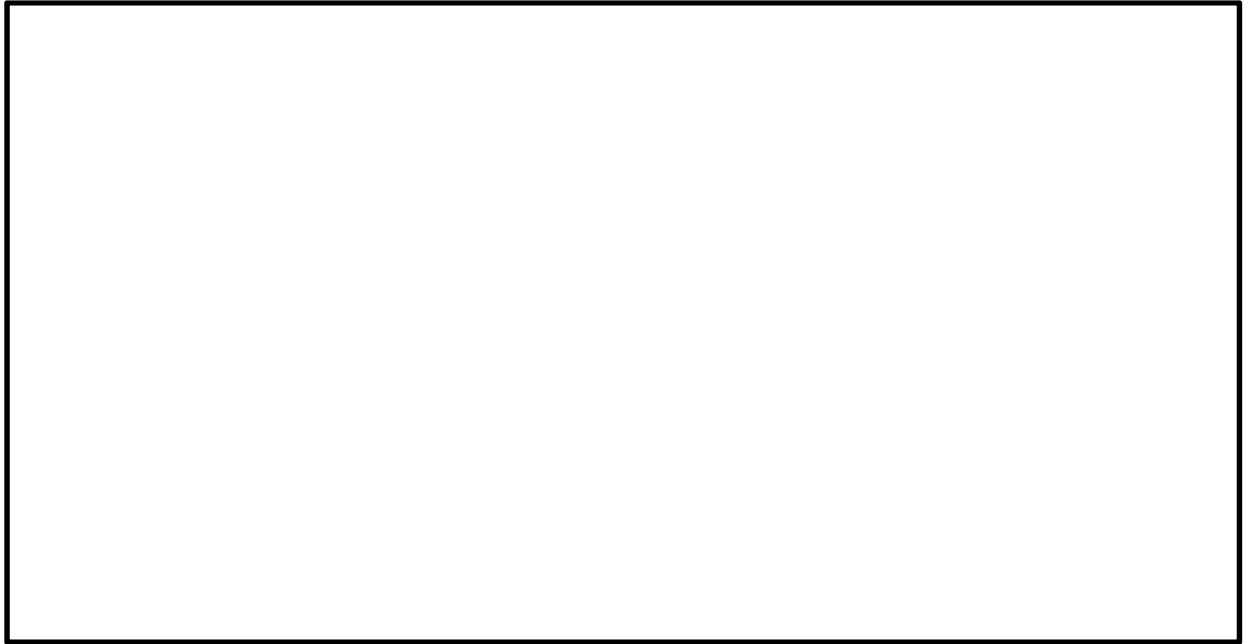
記号	単位	定義
W_0	kg/m ³	海水の密度
g	m/s ²	重力加速度
K	G	余震時設計震度
H	m	津波水位(T.P.)
h	m	津波時設計水深
q	kN/m ²	津波時静水圧
q'	kN/m ²	津波時動水圧
σ_y	N/mm ²	日本工業規格に規定される材料の設計降伏点
σ_u	N/mm ²	日本工業規格に規定される材料の設計引張強さ
σ_a	N/mm ²	許容圧縮応力度, 許容引張応力度, 許容曲げ応力度 ダム・堰施設技術基準(案) $\sigma_a = \sigma_y / F^*$ 安全率Fは2程度
τ_a	N/mm ²	許容せん断応力度 ダム・堰施設技術基準(案) $\tau_a = \sigma_a / \sqrt{3}$
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、津波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強度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強度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 荷重及び荷重の組合せ

強度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

強度評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

(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、SA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) 津波荷重 (動・突き上げ) (P_t)

津波時静水圧及び余震時動水圧を考慮して算出した設計水圧と各部材の受圧面積から各部材の津波荷重を算出する。津波時静水圧は、設計水深と海水の密度から算出し、津波時動水圧は、ウェスタガードの簡易式を用いて算出する。

(3) 余震荷重 (S_d)

余震荷重として、弾性設計用地震動 S_d-D1 による地震力を考慮する。

余震荷重 S_d は、SA用海水ピット開口部浸水防止蓋に作用する余震による慣性力を考慮する。

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	SA用海水ピット開口部 浸水防止蓋	$D + P_t + S_d$

注記 * : D : 自重, S_d : 余震荷重, P_t : 津波荷重

3.4 許容限界

S A用海水ピット開口部浸水防止蓋の許容限界は，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

SA用海水ピット開口部浸水防止蓋の強度評価は、津波荷重及び余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)

固定荷重は津波荷重を緩和する方向に作用することから、考慮しない。ただし、余震時水平地震力を求めるにあたっては、固定荷重による質量を考慮する。

(2) 津波荷重 (P_t)

津波時の水圧は、静水圧と動水圧の2つを考慮するものとする。静水圧 q 及び動水圧 q' はそれぞれ以下のとおりとする。

$$q = h \cdot W_0$$

$$q' = \frac{7}{8} \cdot W_0 \cdot K \cdot \sqrt{H \cdot h} \quad (\text{ウエスタガードの簡易式})$$

(3) 余震荷重 (S_d)

余震荷重は、以下のとおりとする。

$$W_g = K \cdot D \cdot g$$

ここで、

K : 余震時設計震度 (G)

W_g : 余震時地震荷重 (k)

D : 固定荷重による全体質量 (kg)

g : 重力加速度 (m/s²)

3.5.2 強度評価

(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。なお、主桁については、「ダム・堰施設技術基準 (案)」に準じ、たわみ度も確認する。

(a) 曲げ応力

津波時水圧により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

(c) たわみ度

浸水防止蓋の主桁のたわみ度 $\Delta\delta$ を次式により算出する。

$$\Delta\delta = \frac{w \cdot B}{48 \cdot E \cdot I} \left(L^3 - \frac{L \cdot B^2}{2} + \frac{B^3}{8} \right)$$

ここで、

w：主桁に作用する地震荷重による等分布荷重

E：鋼材の縦弾性係数

I：主桁の断面二次モーメント

B：水密荷重作用幅

L：主桁の支間距離

(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)

ブラケットの根本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} : ブラケット根本の断面二次係数

(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

SA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

SA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

SA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	

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-273 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-4-4 緊急用海水ポンプピット点検用開口部
浸水防止蓋の強度計算書

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

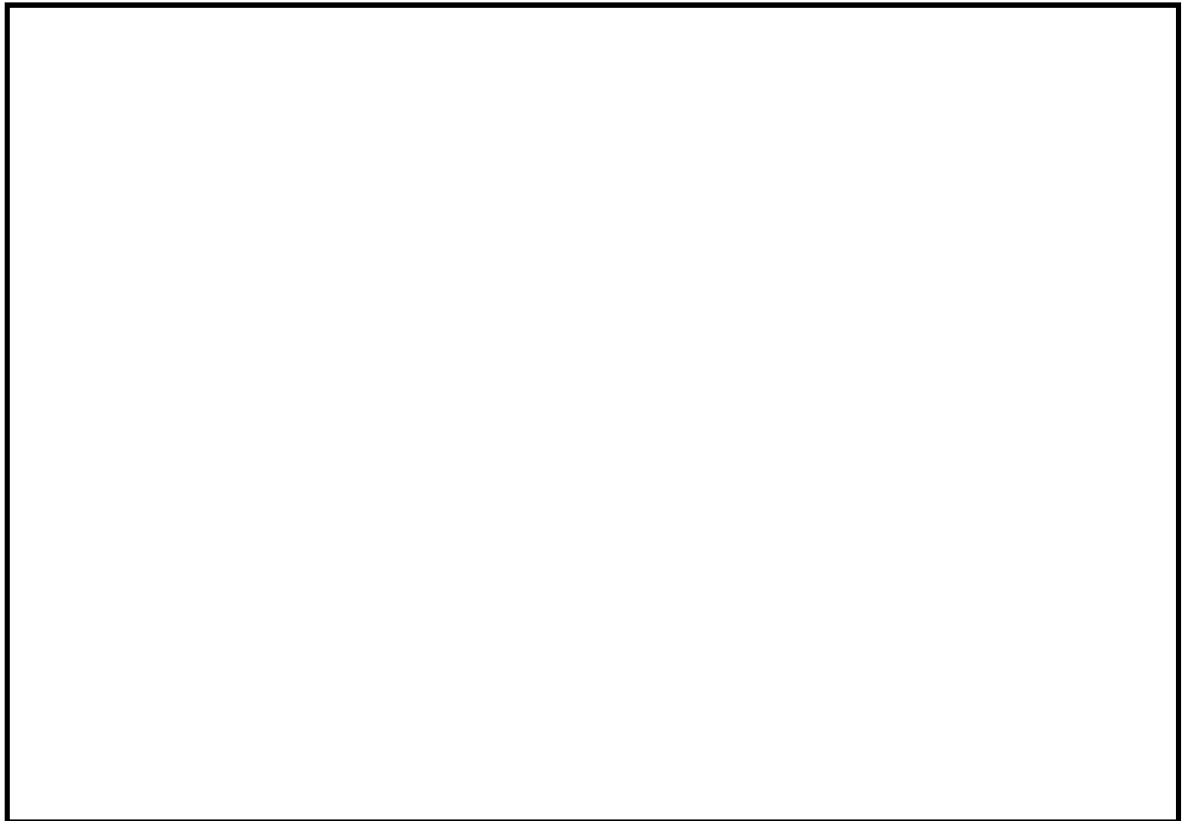
1. 概要

本資料は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に基づき、浸水防護設備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津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

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強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、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等が許容限界以下であることを「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」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強度評価フローを図 2-2 に示す。緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重の作用時（以下、「重畳時」という。）を考慮し、評価される最大荷重を設定する。重畳時においては、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動 S_d を入力して得られた最大床応答加速度の最大値を静的震度として用いる。

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。

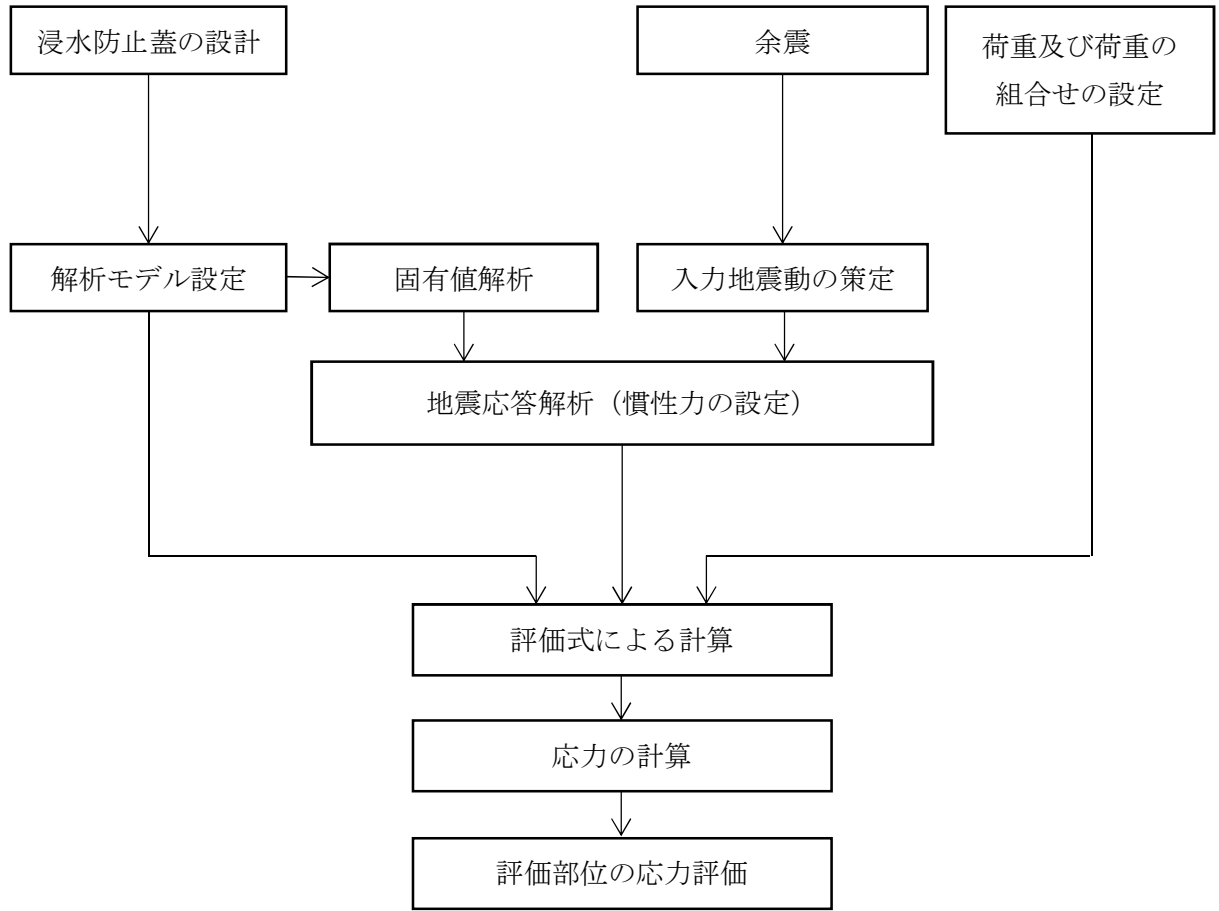


図 2-2 強度評価フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-274 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-4-5 緊急用海水ポンプ点検用開口部

浸水防止蓋の強度計算書

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. 強度評価.....	6
3.1 記号の定義.....	6
3.2 評価対象部位.....	7
3.3 荷重及び荷重の組合せ.....	8
3.4 許容限界.....	9
3.5 評価方法.....	10

1. 概要

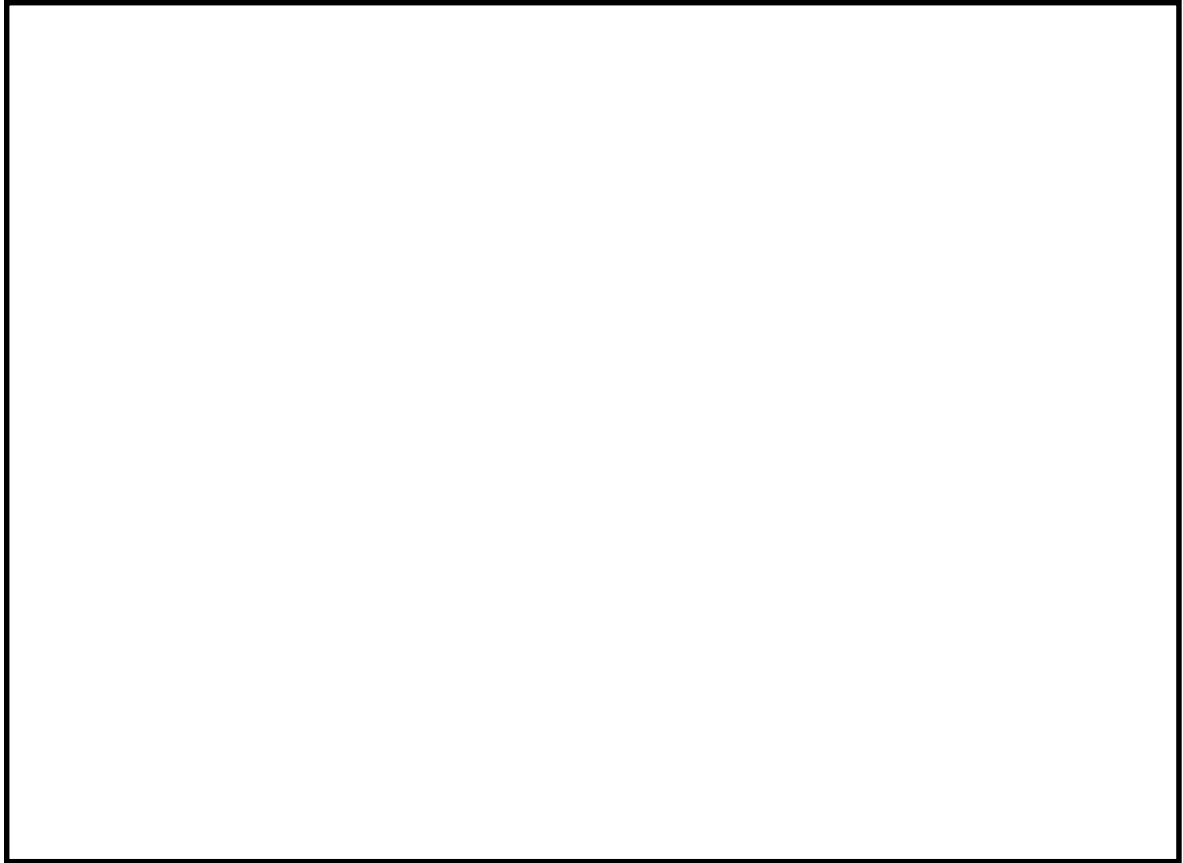
本資料はV-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に基づき、浸水防護設備のうち緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋が津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

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、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。

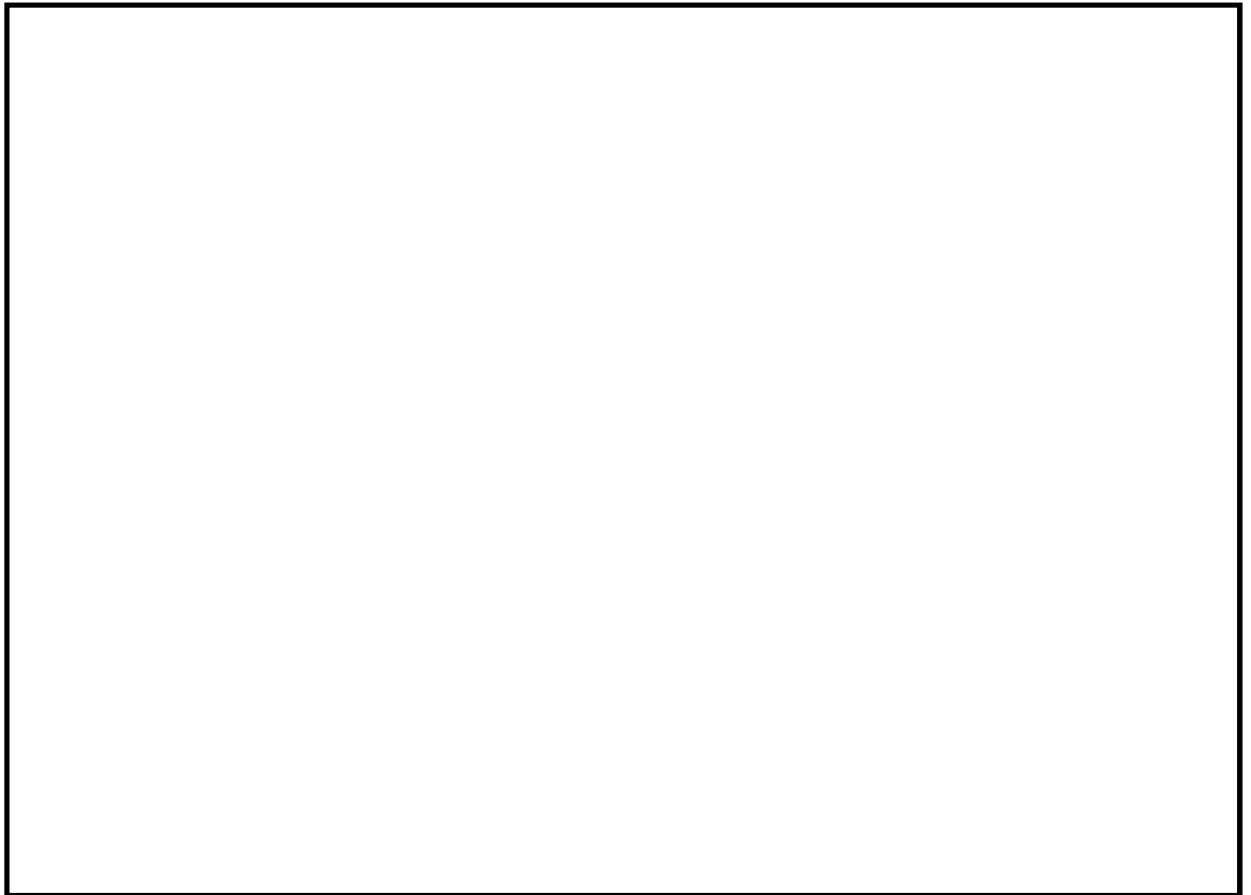


第2-1図 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋配置図

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。



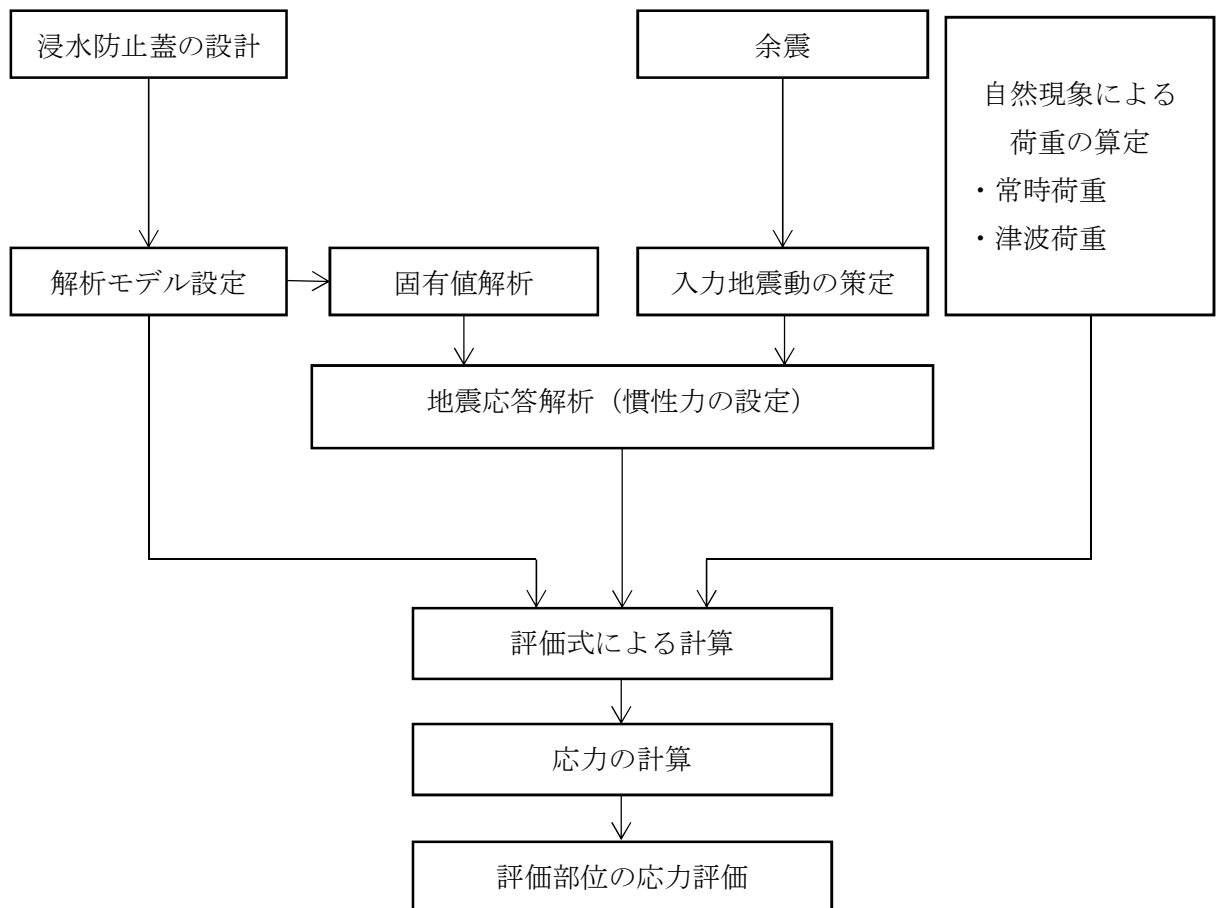
第2-2図 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構造概要

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の強度計算は、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. 強度評価方法」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. 強度評価結果」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強度評価では、津波襲来時に余震が発生することを想定し、津波荷重及び余震荷重を考慮した強度評価を実施する。強度評価フローを第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 強度評価フロー

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. 強度評価

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度評価は、「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強度計算に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度計算に用いる記号

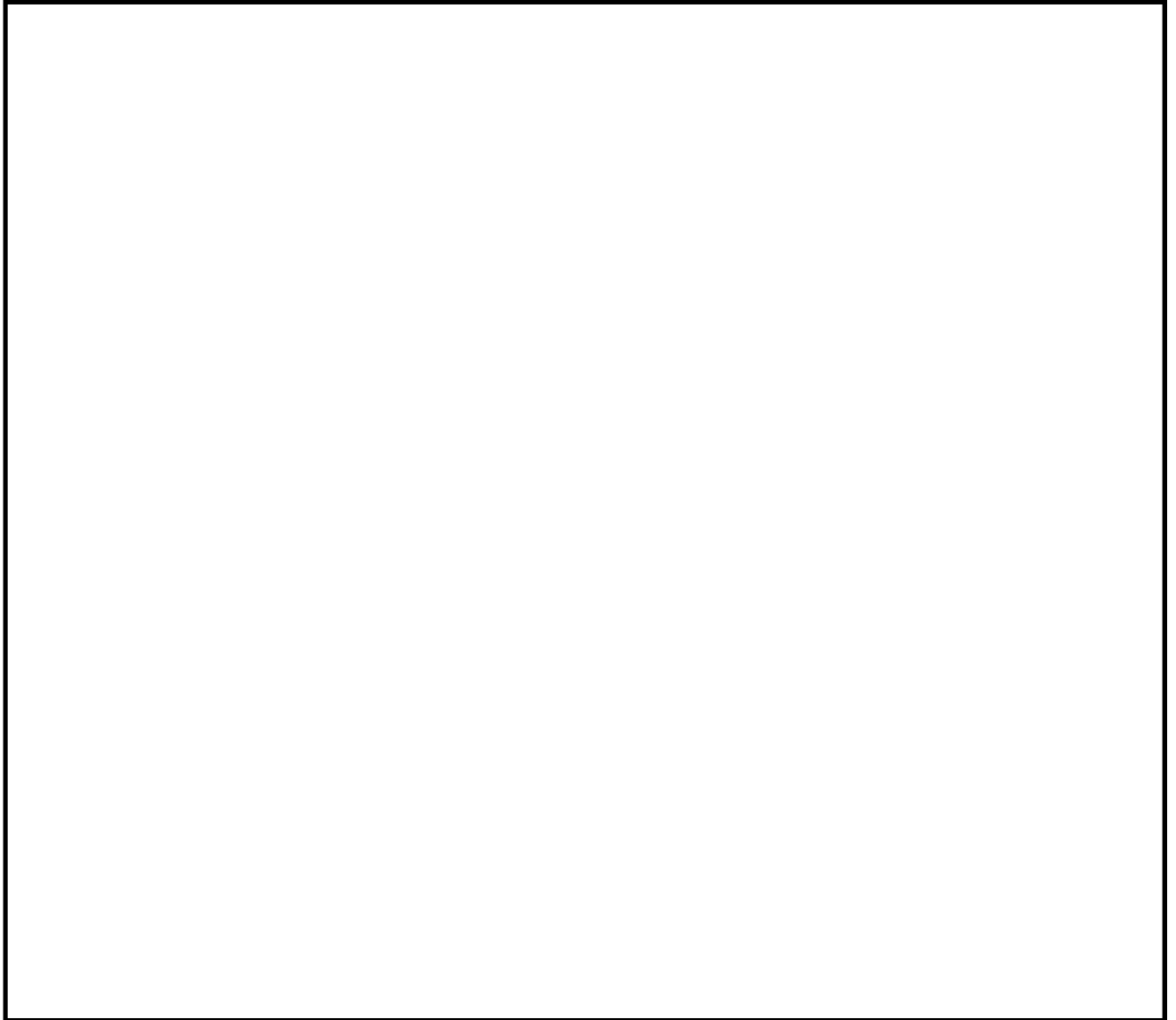
記号	単位	定義
W_0	kg/m^3	海水の密度
g	m/s^2	重力加速度
K	G	余震時設計震度
H	m	津波水位 (T.P.)
h	m	津波時設計水深
q	kN/m^2	津波時静水圧
σ_y	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計降伏点
σ_u	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計引張強さ
σ_a	N/mm^2	許容圧縮応力度, 許容引張応力度, 許容曲げ応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\sigma_a = \sigma_y / F$ *安全率Fは2程度
τ_a	N/mm^2	許容せん断応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\tau_a = \sigma_a / \sqrt{3}$
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、津波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強度計算における評価対象部位は、浸水防止蓋とする。

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の強度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 荷重及び荷重の組合せ

強度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

強度評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

(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、緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構成部材の質量を用いる。

(2) 津波荷重 (動・突き上げ) (P_t)

津波時静水圧を考慮して算出した設計水圧と各部材の受圧面積から各部材の津波荷重を算出する。

(3) 余震荷重 (S_d)

余震荷重として、弾性設計用地震動 S_d-D1 による地震力を考慮する。

余震荷重 S_d は、緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋に作用する余震による慣性力を考慮する。

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	$D + P_t + S_d$

注記 * : D : 自重, S_d : 余震荷重, P_t : 津波荷重

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	
	一次応力	
短期	曲げ	せん断
	$1.5\sigma_a$	$1.5\tau_a$

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強度評価は、津波荷重や余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)

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の構成部材の質量を用いる。

(2) 津波荷重 (P_t)

津波時の水圧 q は、以下のとおりとする。

$$q = h \cdot W_0$$

(3) 余震荷重 (S_d)

余震荷重は、以下のとおりとする。

$$W_g = K \cdot D \cdot g$$

ここで、

K : 余震時設計震度 (G)

W_g : 余震時地震荷重 (kN)

D : 固定荷重による全体質量 (kg)

g : 重力加速度 (m/s^2)

3.5.2 強度評価

(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。なお、主桁については、「ダム・堰施設技術基準 (案)」に準じ、たわみ度も確認する。

(a) 曲げ応力

津波時水圧により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

(c) たわみ度

浸水防止蓋の主桁のたわみ度 $\triangle \delta$ を次式により算出する。

$$\triangle \delta = \frac{w \cdot B}{48 \cdot E \cdot I} \left(L^3 - \frac{L \cdot B^2}{2} + \frac{B^3}{8} \right)$$

ここで、

$\triangle \delta$: 主桁のたわみ度

w : 主桁に作用する地震荷重による等分布荷重

E : 鋼材の弾性係数

I : 主桁の断面二次モーメント

B : 水密荷重作用幅

L : 主桁の支間距離

(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

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-275 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-4-6 緊急用海水ポンプ室人員用開口部

浸水防止蓋の強度計算書

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. 強度評価方法.....	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

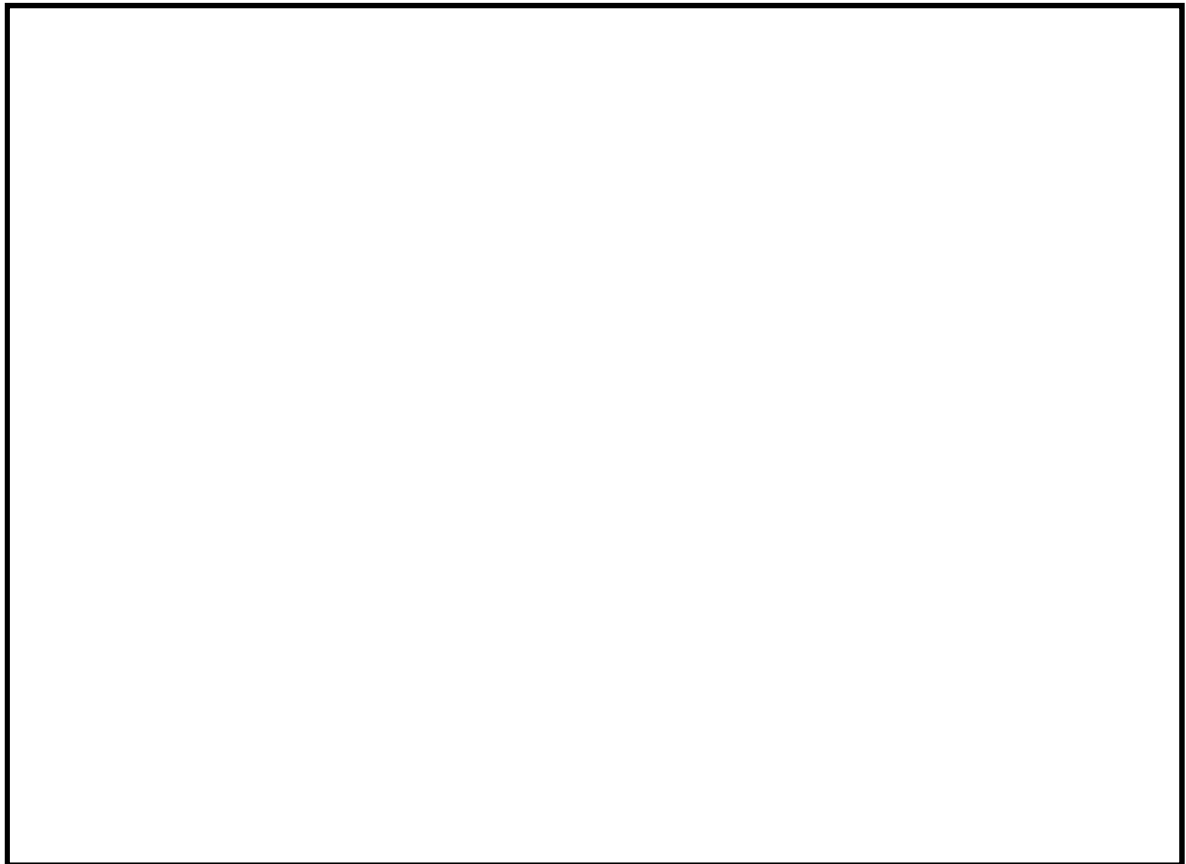
本資料は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に基づき、浸水防護設備のうち緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋が津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

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、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。

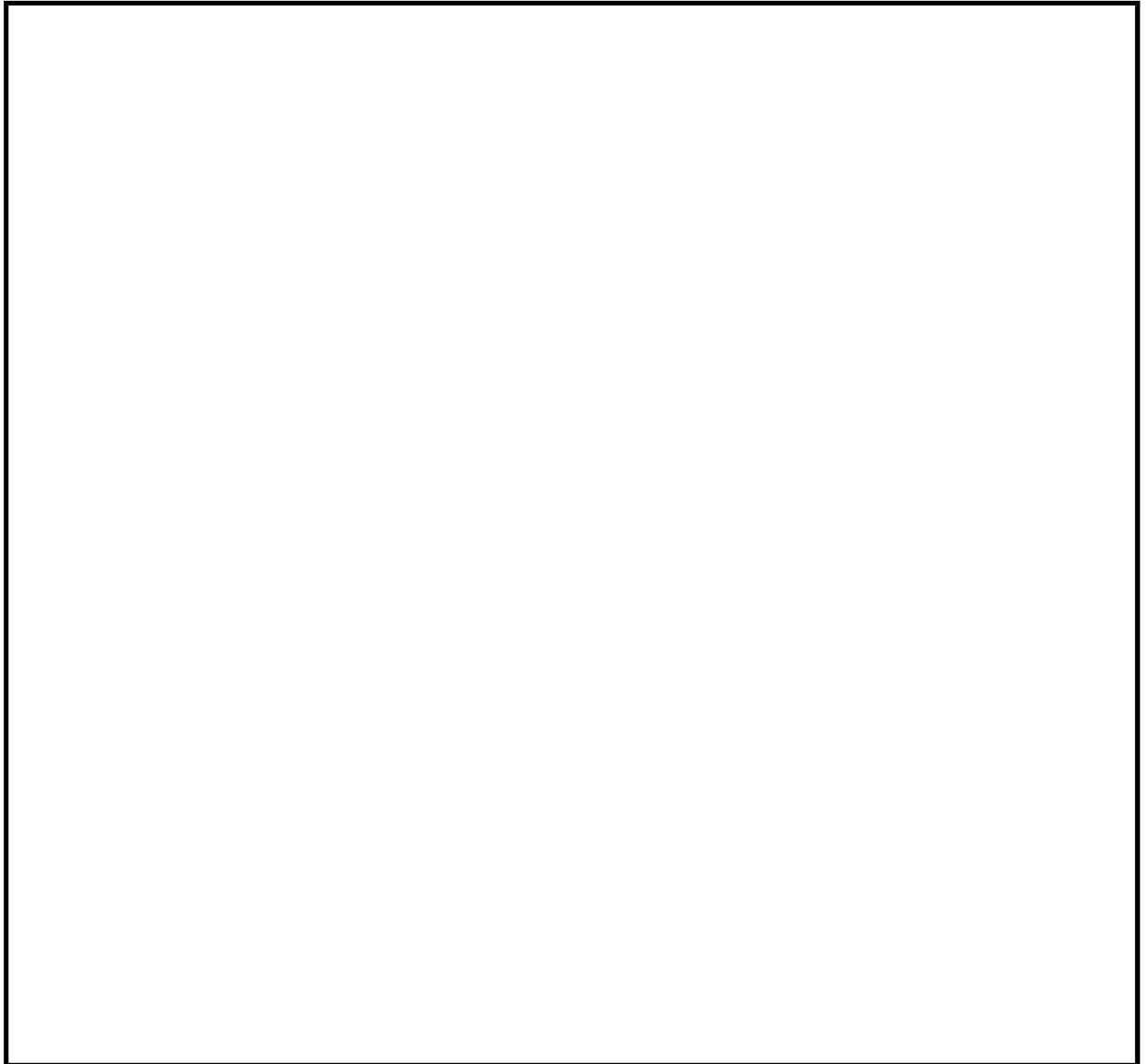


第2-1図 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋配置図

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。



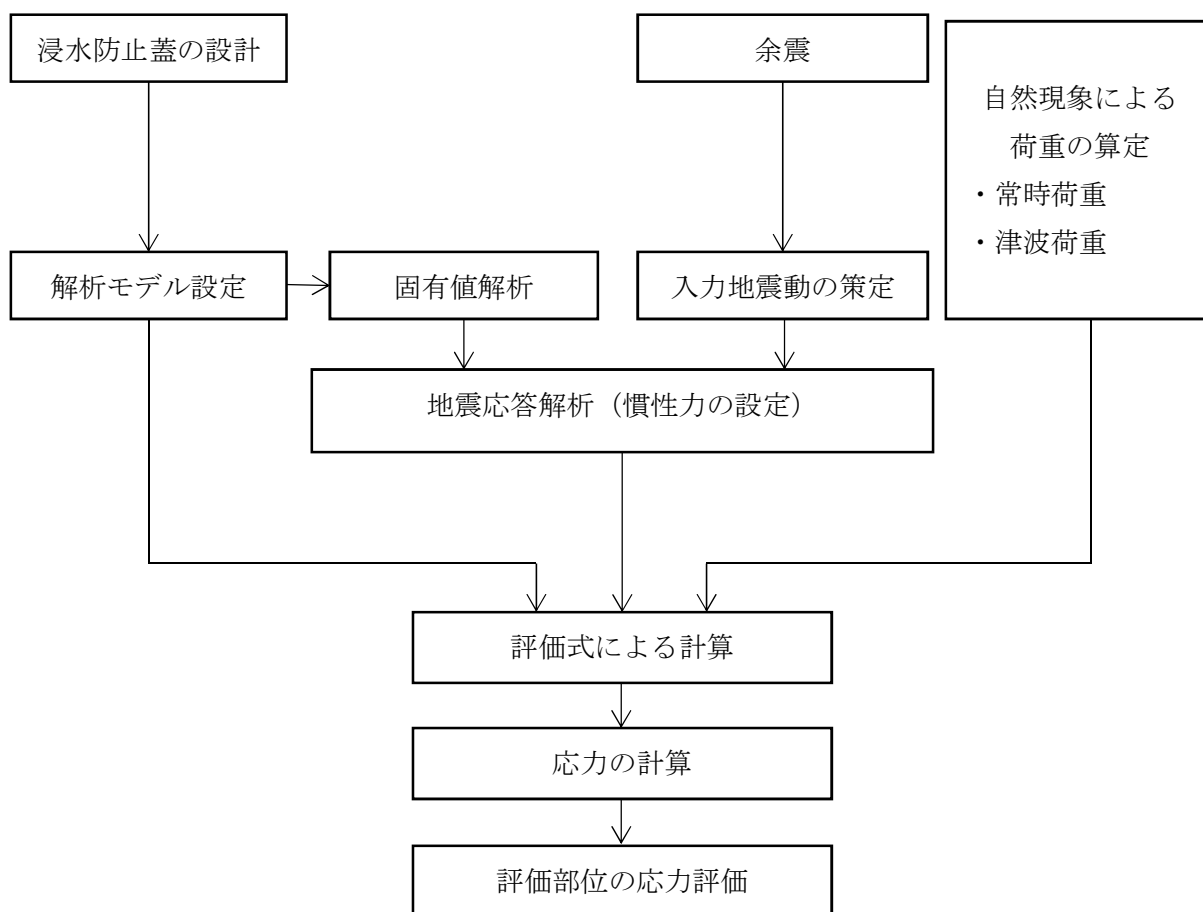
第2-2図 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の構造概要

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の強度計算は、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以下であることを「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」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強度評価では、津波襲来時に余震が発生することを想定し、津波荷重及び余震荷重を考慮した強度評価を実施する。強度評価フローを第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 強度評価フロー

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. 強度評価方法

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度評価は、「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強度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強度計算に用いる記号

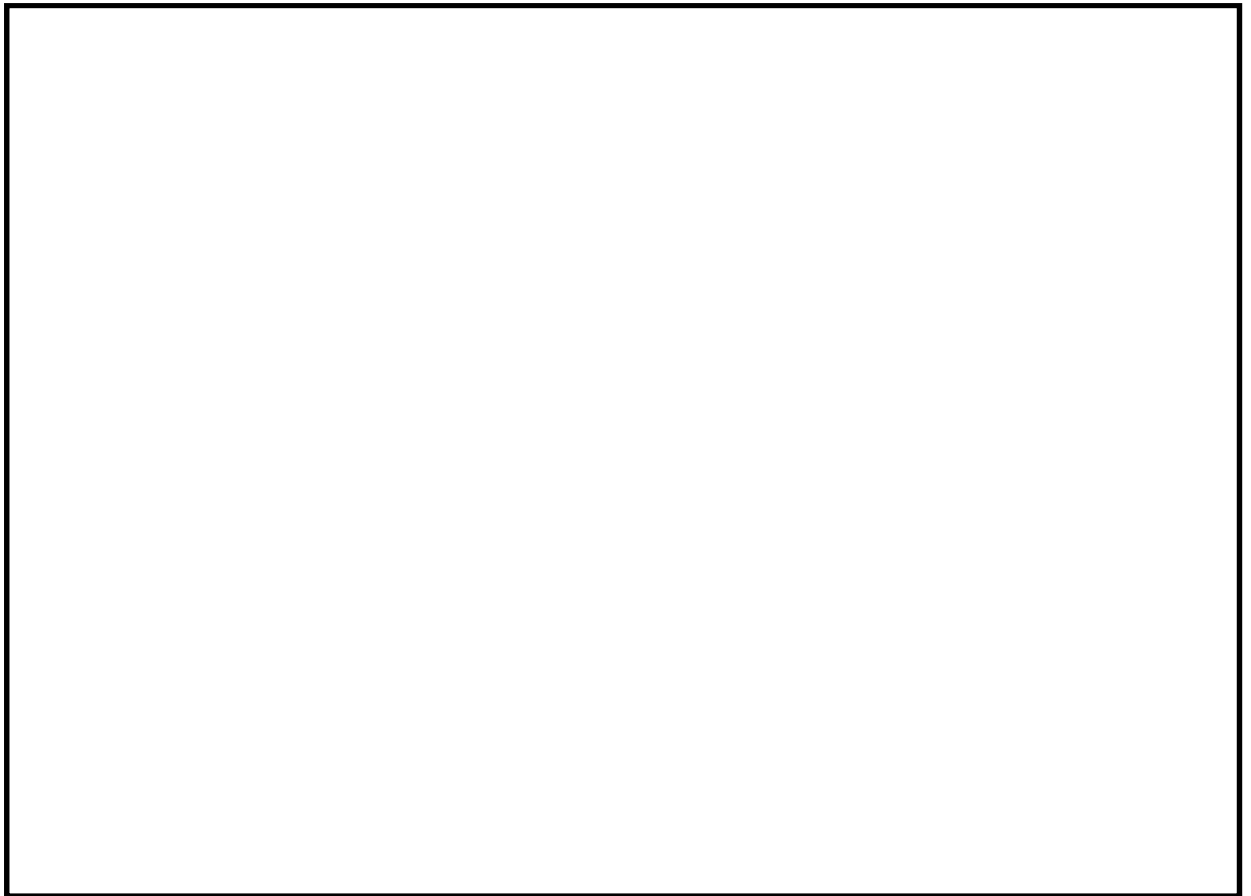
記号	単位	定義
W_0	kg/m^3	海水の密度
g	m/s^2	重力加速度
K	G	余震時設計震度
H	m	津波水位 (T.P.)
h	m	津波時設計水深
q	kN/m^2	津波時静水圧
σ_y	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計降伏点
σ_u	N/mm^2	日本工業規格に規定される材料の設計引張強さ
σ_a	N/mm^2	許容圧縮応力度, 許容引張応力度, 許容曲げ応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\sigma_a = \sigma_y / F$ *安全率Fは2程度
τ_a	N/mm^2	許容せん断応力度 ダム・堰施設技術基準 (案) $\tau_a = \sigma_a / \sqrt{3}$
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、津波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強度計算における評価対象部位は、浸水防止蓋とする。

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の強度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 荷重及び荷重の組合せ

強度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

強度評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

(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) 津波荷重 (動・突き上げ) (P_t)

津波時静水圧を考慮して算出した設計水圧と各部材の受圧面積から各部材の津波荷重を算出する。

(3) 余震荷重 (S_d)

余震荷重として、弾性設計用地震動 S_d-D1 による地震力を考慮する。

余震荷重 S_d は、緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋に作用する余震による慣性力を考慮する。

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	$D + P_t + S_d$

注記 * : D : 自重, S_d : 余震荷重, P_t : 津波荷重

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	
	一次応力	
短期	曲げ	せん断
	$1.5\sigma_a$	$1.5\tau_a$

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強度評価は、津波荷重や余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)

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) 津波荷重 (P_t)

津波時の水圧 q は、以下のとおりとする。

$$q = h \cdot W_0$$

(3) 余震荷重 (S_d)

余震荷重は、以下のとおりとする。

$$W_g = K \cdot D \cdot g$$

ここで、

K : 余震時設計震度 (G)

W_g : 余震時地震荷重 (kN)

D : 固定荷重による全体質量 (kg)

g : 重力加速度 (m/s^2)

3.5.2 強度評価

(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。なお、主桁については、「ダム・堰施設技術基準 (案)」に準じ、たわみ度も確認する。

(a) 曲げ応力

津波時水圧により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

(c) たわみ度

浸水防止蓋の主桁のたわみ度 $\triangle \delta$ を次式により算出する。

$$\triangle \delta = \frac{w \cdot B}{48 \cdot E \cdot I} \left(L^3 - \frac{L \cdot B^2}{2} + \frac{B^3}{8} \right)$$

ここで、

$\triangle \delta$: 主桁のたわみ度

w : 主桁に作用する地震荷重による等分布荷重

E : 鋼材の弾性係数

I : 主桁の断面二次モーメント

B : 水密荷重作用幅

L : 主桁の支間距離

(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

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密
又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-276 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-4-7 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用

水密ハッチの強度計算書

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	3
3. 強度評価方法	3
3.1 記号の定義	4
3.2 評価対象部位	4
3.3 荷重及び荷重の組合せ	5
3.4 許容限界	6
3.5 評価方法	6
4. 評価条件	7
5. 強度評価結果	7

1. 概要

本資料は、添付資料V-3-別添 3-1「津波の配慮が必要な施設の強度計算の方針」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。）が津波の冠水に伴う津波荷重を考慮した荷重に対し、津波後の再使用性を考慮して主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

2.1 位置

水密ハッチの設置場所を図1に示す。

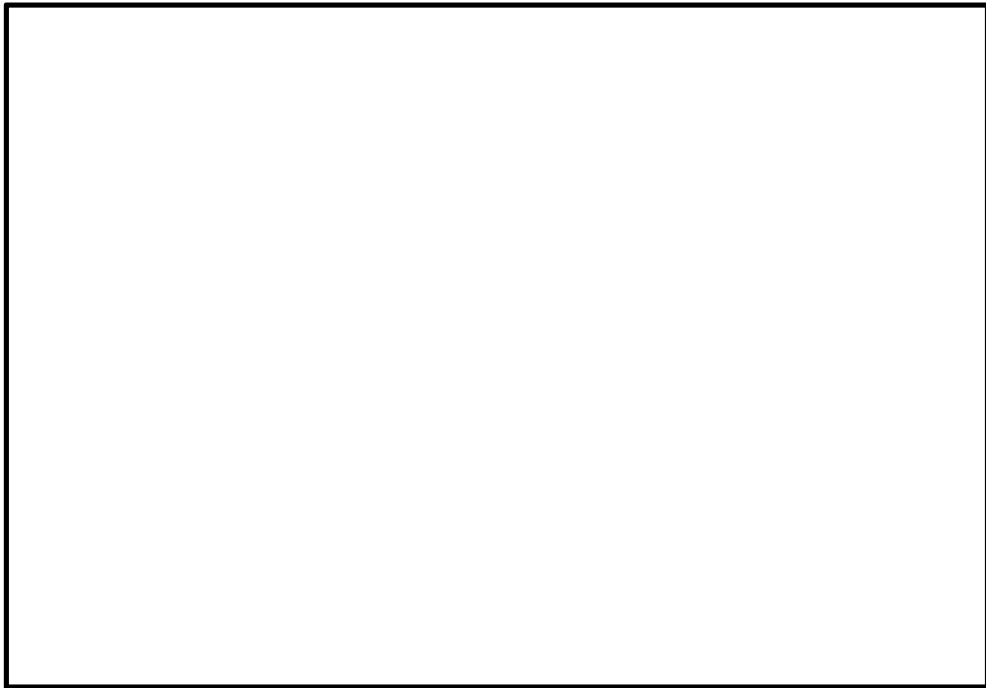


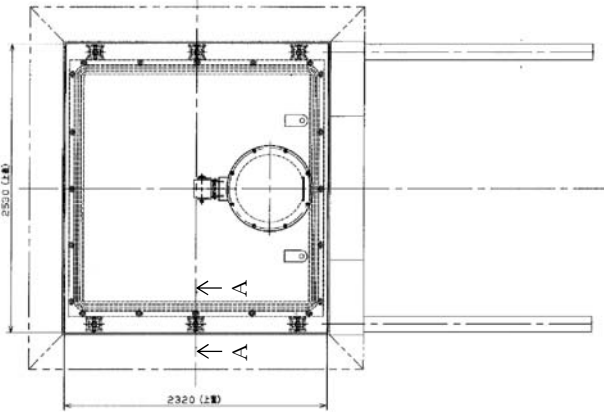
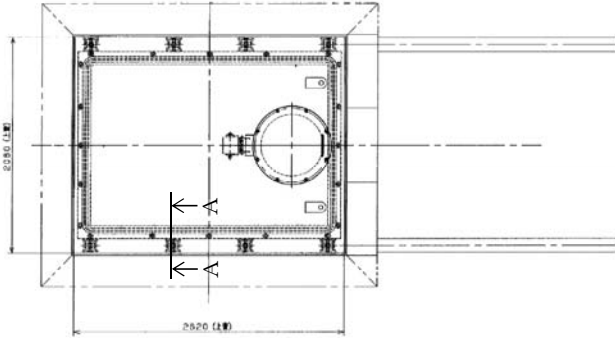
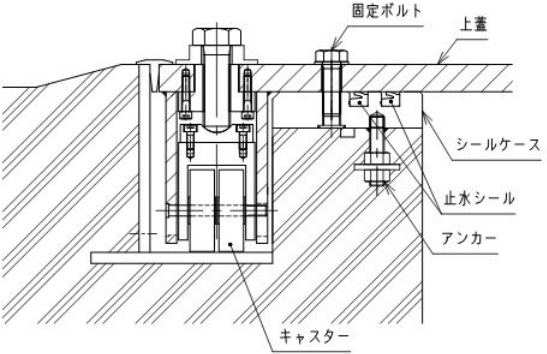
図1 水密ハッチの設置場所

2.2 構造概要

水密ハッチの構造は、鋼板構造であり、格納容器圧力逃がし装置格納槽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。

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	 <p style="text-align: center;">格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチA</p>	
	 <p style="text-align: center;">格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチB</p>	
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。	
		 <p style="text-align: center;">固定ボルト 上蓋 シールケース 止水シール アンカー キャスター</p>

2.3 評価方針

水密ハッチの強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波の配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、水密ハッチ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. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

水密ハッチの強度評価フローを図2に示す。

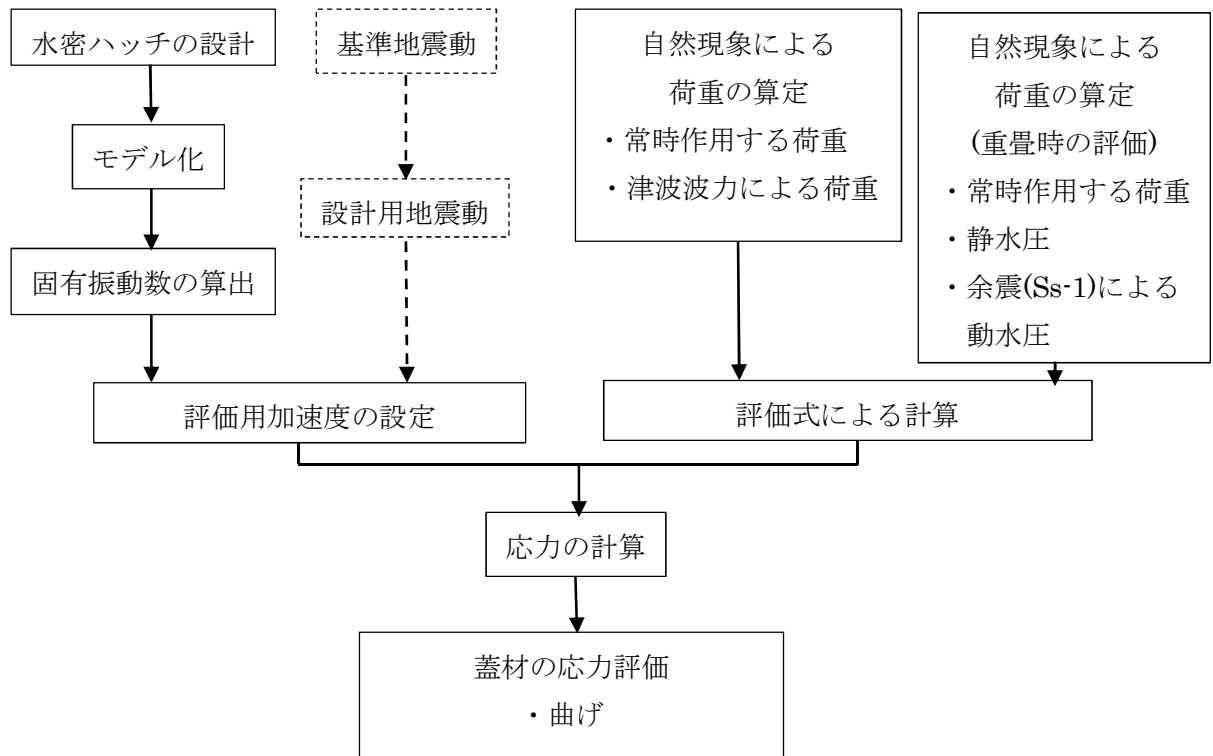


図2 水密ハッチの強度評価フロー

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 JSME SNC1-2005 ((社)日本機械学会)

3. 強度評価方法

水密ハッチの強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波の配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している方法を用いて強度評価を実施する。

水密ハッチの強度評価は「3.2 評価対象部位」に示す評価対象部位に対し、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.4 許容限界」に示す荷重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

水密ハッチの強度評価に用いる記号を表2に示す。

表2 強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
a	mm	上蓋の荷重負担幅
b	mm	上蓋の荷重負担長さ
g	m/s ²	重力加速度
h	m	水位差
P _{Hss1}	MPa	水平加速度により加わる動水圧荷重
P _{Vss1}	MPa	鉛直加速度により加わる動水圧荷重
Ph	MPa	浸水津波荷重による静水圧荷重
Pt	MPa	突き上げ津波荷重(波圧)
t	mm	上蓋の板厚
β_1	-	上蓋の曲げ応力算定に用いる係数
ρ_0	kg/m ³	海水の密度
σ	MPa	曲げ応力

3.2 評価対象部位

水密ハッチの評価対象部位は、「2.2 構造概要」にて示している評価対象部位を踏まえて、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

津波による荷重は、上蓋に静水圧がかかることにより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わる。このことから、主要構成部材である上蓋を評価対象部位として設定する。評価対象部位について図3に示す。

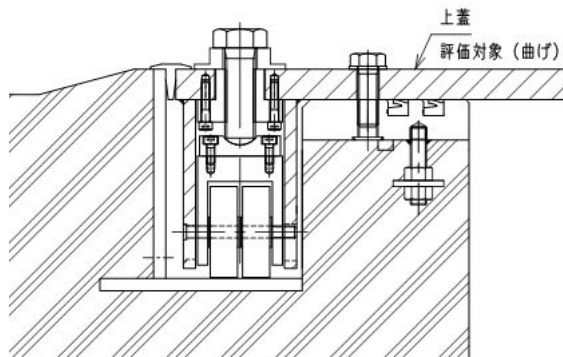


図3 評価対象部位

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは添付資料V-3-別添 3-1「津波の配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.3.1 荷重の設定

強度評価に用いる荷重は以下の荷重を用いる。

(1) 常時作用する荷重(D)

常時作用する荷重として水密ハッチの自重を考慮する。

(2) 突き上げ津波荷重(Pt)

突き上げ津波荷重(以下「波圧」という)は屋外設備用水密ハッチには作用しないと想定されるため考慮しないものとする。

$$P_t=0$$

(3) 浸水津波荷重(Ph)

浸水津波荷重として、経路からの津波又は溢水に伴う水位を用いた静水圧を考慮し、以下の式より算出する。

$$P_h=\rho_o \cdot g \cdot h$$

(4) 余震荷重(Ss-1)

余震荷重は、基準地震動 Ss-1 に伴う地震力(動水圧含む)とする。屋外設備用水密ハッチには作用しないと想定されるため考慮しないものとする。

$$P_{Vss1}=0$$

$$P_{Hss1}=0$$

3.3.2 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、津波時、重畳時に区分して設定する。

荷重の組合せを表3に示す。

表3 荷重の組合せ

施設区分	種類	設置位置	強度評価に用いる荷重の組合せ	
浸水防止設備	上蓋	屋外設備	津波時	D+Pt
			重畳時	D+Ph+Ss-1

3.4 許容限界

水密ハッチの許容限界は、「3.2 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME SNC1-2005」に準じた供用状態 A 及び B の許容応力を用いる。各評価対象部位の許容限界を表 4 に示す。

表 4 水密ハッチの許容限界

状態温度条件(°C)		許容限界(ボルト以外) ^(注2)
		一次応力
		曲げ
供用状態 A 及び B	40 ^(注1)	ft1

(注 1) 水密ハッチの温度条件は 40°C とする。

(注 2) 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME SNC1-2005」のボルト材以外の許容応力を適用する。

3.5 評価方法

水密ハッチの強度評価は、構造部材に作用する応力が、「3.4 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。

(1) 津波時の強度評価(D+Pt)

a. 上蓋

四辺を固定された長方形板に等分布荷重が作用した際に、上蓋に発生する曲げ応力は、以下の式より算出する。

$$\sigma = \frac{\beta_1 \cdot Pt \cdot a^2}{t^2}$$

(2) 重畳時の強度評価(D+Ph+Ss-1)

a. 上蓋

四辺を固定された長方形板に等分布荷重が作用した際に、上蓋に発生する曲げ応力は、以下の式より算出する。

$$\sigma = \frac{\beta_1 \cdot (Ph + P_{Vss1} + P_{Hss1}) \cdot a^2}{t^2}$$

4. 評価条件

水密ハッチの「3. 強度評価方針」に用いる評価条件を表 5-1, 5-2 に示す。

表 5-1 蓋材の各緒元

蓋板の材質	蓋板の荷重 負担幅 a (mm)	蓋板の荷重 負担長さ b (mm)	係数 β_1	蓋板の板厚 t (mm)
SUS304	2700	3200	0.4	30

表 5-2 水密ハッチの強度評価に用いる条件

重力加速度 g (m/s^2)	海水の密度 ρ_0 (kg/m^3)	水位差 h (m)
9.81	1035	1

5. 強度評価結果

水密ハッチの津波時の強度評価結果を表 6 に示す。

水密ハッチの蓋材の発生応力は許容応力以下である。

表 6 強度評価結果

評価対象部位	発生応力 (MPa)			許容応力 (MPa)
	曲げ	津波時	重畳時	
蓋板		津波時	0	137
		重畳時	32.4	

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密
又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-277 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-4-8 常設低圧代替注水系格納槽点検用

水密ハッチの強度計算書

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	3
3. 強度評価方法	3
3.1 記号の定義	4
3.2 評価対象部位	4
3.3 荷重及び荷重の組合せ	5
3.4 許容限界	6
3.5 評価方法	6
4. 評価条件	7
5. 強度評価結果	7

1. 概要

本資料は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に基づき、浸水防護施設のうち常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ（以下、「水密ハッチ」という。）が津波の冠水に伴う津波荷重を考慮した荷重に対し、津波後の再使用性を考慮して主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

2.1 位置

水密ハッチの設置場所を図1に示す。



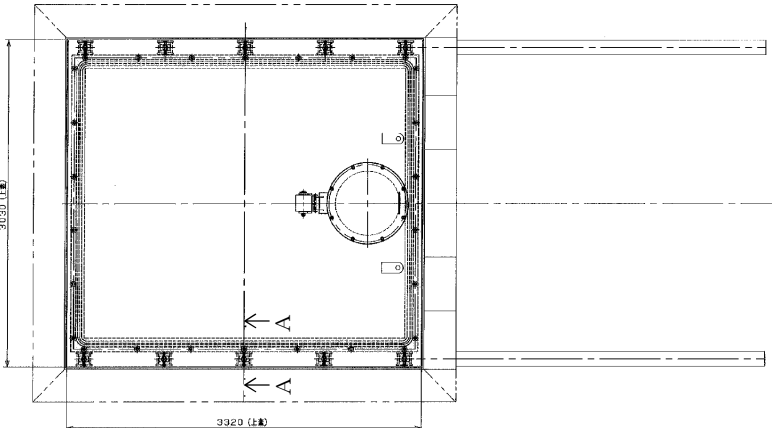
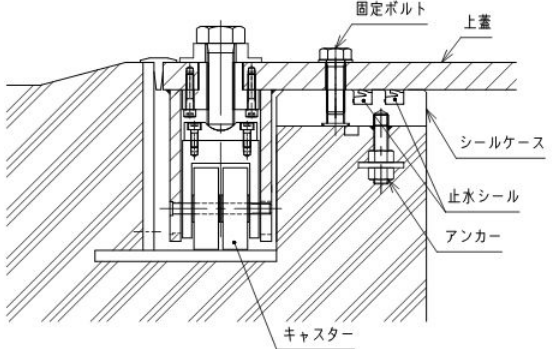
図1 水密ハッチの設置場所

2.2 構造概要

水密ハッチの構造は、鋼板構造であり、常設低圧代替注水系格納槽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。

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	
	主体構造	支持構造
<p>鋼製の上蓋により構成する。</p>	<p>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。</p>	

2.3 評価方針

水密ハッチの強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、水密ハッチ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. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

水密ハッチの強度評価フローを図2に示す。

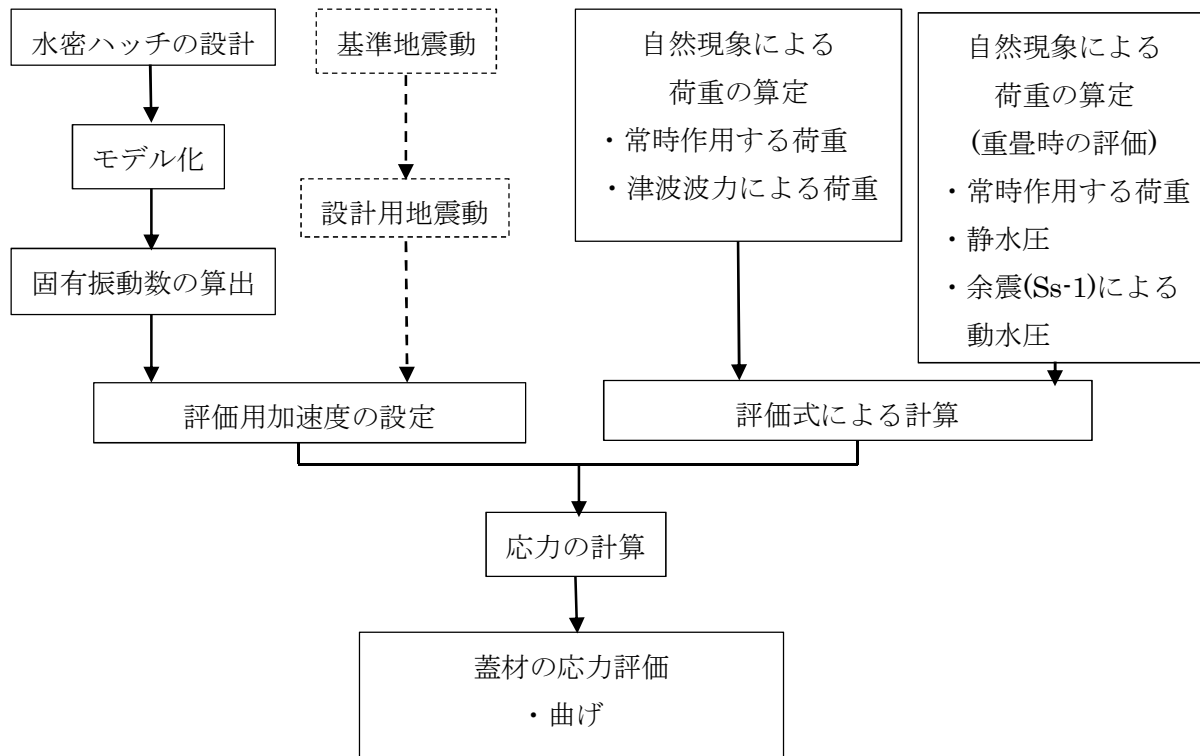


図2 水密ハッチの強度評価フロー

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 JSME SNC1-2005 ((社)日本機械学会)

3. 強度評価方法

水密ハッチの強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している方法を用いて強度評価を実施する。

水密ハッチの強度評価は「3.2 評価対象部位」に示す評価対象部位に対し、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.4 許容限界」に示す荷重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

水密ハッチの強度評価に用いる記号を表2に示す。

表2 強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
a	mm	上蓋の荷重負担幅
b	mm	上蓋の荷重負担長さ
g	m/s ²	重力加速度
h	m	水位差
P _{Hss1}	MPa	水平加速度により加わる動水圧荷重
P _{Vss1}	MPa	鉛直加速度により加わる動水圧荷重
Ph	MPa	浸水津波荷重による静水圧荷重
Pt	MPa	突き上げ津波荷重(波圧)
t	mm	上蓋の板厚
β_1	-	上蓋の曲げ応力算定に用いる係数
ρ_0	kg/m ³	海水の密度
σ	MPa	曲げ応力

3.2 評価対象部位

水密ハッチの評価対象部位は、「2.2 構造概要」にて示している評価対象部位を踏まえて、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

津波による荷重は、上蓋に静水圧がかかることにより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わる。このことから、主要構成部材である上蓋を評価対象部位として設定する。評価対象部位について図3に示す。

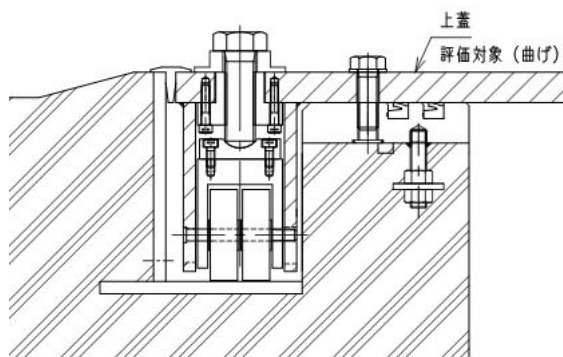


図3 評価対象部位

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.3.1 荷重の設定

強度評価に用いる荷重は以下の荷重を用いる。

(1) 常時作用する荷重(D)

常時作用する荷重として水密ハッチの自重を考慮する。

(2) 突き上げ津波荷重(Pt)

突き上げ津波荷重(以下「波圧」という)は屋外設備用水密ハッチには作用しないと想定されるため考慮しないものとする。

$$P_t=0$$

(3) 浸水津波荷重(Ph)

浸水津波荷重として、経路からの津波又は溢水に伴う水位を用いた静水圧を考慮し、以下の式より算出する。

$$P_h=\rho_o \cdot g \cdot h$$

(4) 余震荷重(Ss-1)

余震荷重は、基準地震動 Ss-1 に伴う地震力(動水圧含む)とする。屋外設備用水密ハッチには作用しないと想定されるため考慮しないものとする。

$$P_{Vss1}=0$$

$$P_{Hss1}=0$$

3.3.2 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、津波時、重畳時に区分して設定する。

荷重の組合せを表3に示す。

表3. 荷重の組合せ

施設区分	種類	設置位置	強度評価に用いる荷重の組合せ	
浸水防止設備	上蓋	屋外設備	津波時	D+Pt
			重畳時	D+Ph+Ss-1

3.4 許容限界

水密ハッチの許容限界は、「3.2 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME SNC1-2005」に準じた供用状態 A 及び B の許容応力を用いる。各評価対象部位の許容限界を表 4 に示す。

表 4 水密ハッチの許容限界

状態温度条件(°C)		許容限界(ボルト以外) ^(注2)
		一次応力
		曲げ
供用状態 A 及び B	40 ^(注1)	ft1

(注 1) 水密ハッチの温度条件は 40°C とする。

(注 2) 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME SNC1-2005」のボルト材以外の許容応力を適用する。

3.5 評価方法

水密ハッチの強度評価は、構造部材に作用する応力が、「3.4 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。

(1) 津波時の強度評価(D+Pt)

a. 上蓋

四辺を固定された長方形板に等分布荷重が作用した際に、上蓋に発生する曲げ応力は、以下の式より算出する。

$$\sigma = \frac{\beta_1 \cdot Pt \cdot a^2}{t^2}$$

(2) 重畳時の強度評価(D+Ph+Ss-1)

a. 上蓋

四辺を固定された長方形板に等分布荷重が作用した際に、上蓋に発生する曲げ応力は、以下の式より算出する。

$$\sigma = \frac{\beta_1 \cdot (Ph + P_{Vss1} + P_{Hss1}) \cdot a^2}{t^2}$$

4. 評価条件

水密ハッチの「3. 強度評価方針」に用いる評価条件を表 5-1, 5-2 に示す。

表 5-1 蓋材の各緒元

蓋板の材質	蓋板の荷重 負担幅 a (mm)	蓋板の荷重 負担長さ b (mm)	係数 β_1	蓋板の板厚 t (mm)
SUS304	2700	3200	0.4	30

表 5-2 水密ハッチの強度評価に用いる条件

重力加速度 g (m/s ²)	海水の密度 ρ_0 (kg/m ³)	水位差 h (m)
9.81	1035	1

5. 強度評価結果

水密ハッチの津波時の強度評価結果を表 6 に示す。

水密ハッチの蓋材の発生応力は許容応力以下である。

表 6 強度評価結果

評価対象部位	発生応力 (MPa)			許容応力 (MPa)
	曲げ	津波時	0	
蓋板		曲げ	重畳時	32.4

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密
又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-278 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-4-9 常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用

水密ハッチの強度計算書

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	3
3. 強度評価方法	3
3.1 記号の定義	4
3.2 評価対象部位	4
3.3 荷重及び荷重の組合せ	5
3.4 許容限界	6
3.5 評価方法	6
4. 評価条件	7
5. 強度評価結果	7

1. 概要

本資料は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に基づき、浸水防護施設のうち常設低圧代替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。）が津波の冠水に伴う津波荷重を考慮した荷重に対し、津波後の再使用性を考慮して主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

2.1 位置

水密ハッチの設置場所を添付1に示す。

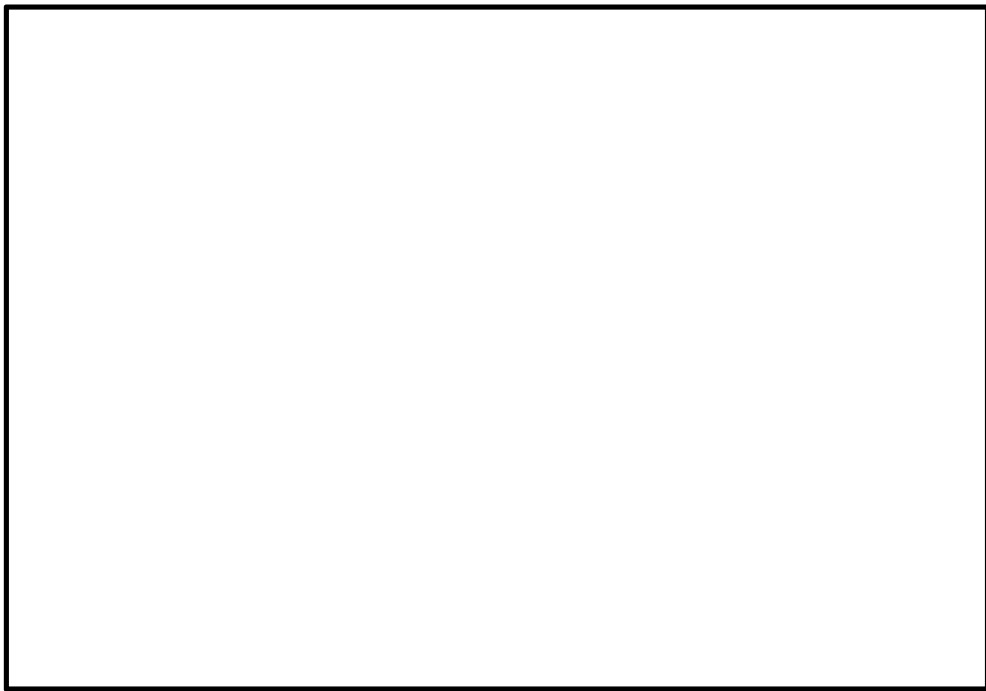


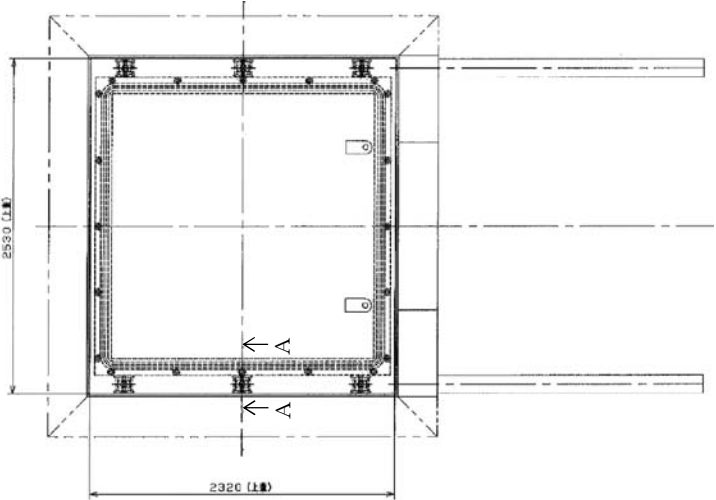
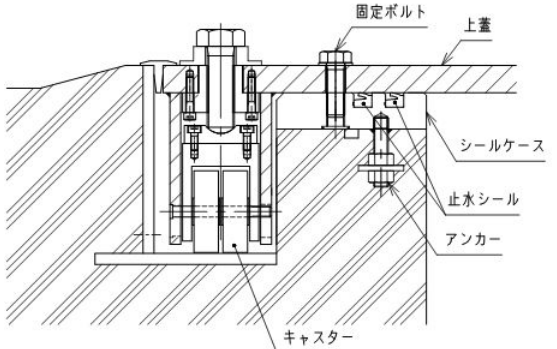
図1 水密ハッチの設置場所

2.2 構造概要

水密ハッチの構造は、鋼板構造であり、代替淡水貯槽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。

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	 <p style="text-align: center;">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</p>	
	計画の概要	
	主体構造	支持構造
<p>鋼製の上蓋により構成する。</p>	<p>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。</p>	

2.3 評価方針

水密ハッチの強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、水密ハッチ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. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

水密ハッチの強度評価フローを図2に示す。

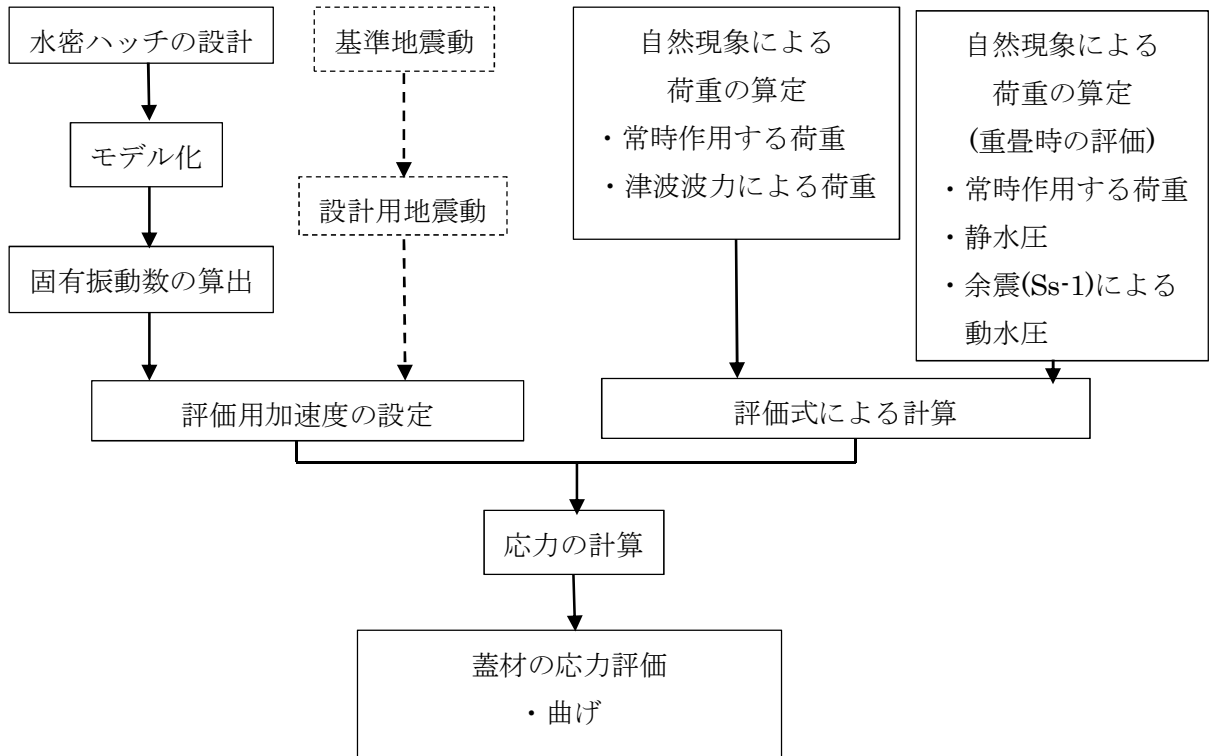


図2 水密ハッチの強度評価フロー

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 JSME SNC1-2005 ((社)日本機械学会)

3. 強度評価方法

水密ハッチの強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している方法を用いて強度評価を実施する。

水密ハッチの強度評価は「3.2 評価対象部位」に示す評価対象部位に対し、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.4 許容限界」に示す荷重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

水密ハッチの強度評価に用いる記号を表2に示す。

表2 強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
a	mm	上蓋の荷重負担幅
b	mm	上蓋の荷重負担長さ
g	m/s ²	重力加速度
h	m	水位差
P _{Hss1}	MPa	水平加速度により加わる動水圧荷重
P _{Vss1}	MPa	鉛直加速度により加わる動水圧荷重
Ph	MPa	浸水津波荷重による静水圧荷重
Pt	MPa	突き上げ津波荷重(波圧)
t	mm	上蓋の板厚
β_1	-	上蓋の曲げ応力算定に用いる係数
ρ_0	kg/m ³	海水の密度
σ	MPa	曲げ応力

3.2 評価対象部位

水密ハッチの評価対象部位は、「2.2 構造概要」にて示している評価対象部位を踏まえて、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

津波による荷重は、上蓋に静水圧がかかることにより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わる。このことから、主要構成部材である上蓋を評価対象部位として設定する。評価対象部位について図3に示す。

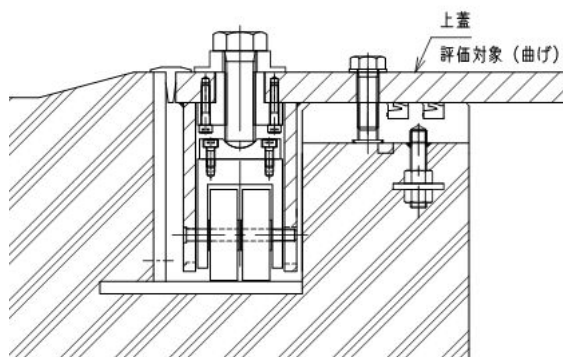


図3 評価対象部位

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.3.1 荷重の設定

強度評価に用いる荷重は以下の荷重を用いる。

(1) 常時作用する荷重(D)

常時作用する荷重として水密ハッチの自重を考慮する。

(2) 突き上げ津波荷重(Pt)

突き上げ津波荷重(以下「波圧」という)は屋外設備用水密ハッチには作用しないと想定されるため考慮しないものとする。

$$P_t=0$$

(3) 浸水津波荷重(Ph)

浸水津波荷重として、経路からの津波又は溢水に伴う水位を用いた静水圧を考慮し、以下の式より算出する。

$$P_h=\rho_o \cdot g \cdot h$$

(4) 余震荷重(Ss-1)

余震荷重は、基準地震動 Ss-1 に伴う地震力(動水圧含む)とする。屋外設備用水密ハッチには作用しないと想定されるため考慮しないものとする。

$$P_{Vss1}=0$$

$$P_{Hss1}=0$$

3.3.2 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、津波時、重畳時に区分して設定する。

荷重の組合せを表3に示す。

表3. 荷重の組合せ

施設区分	種類	設置位置	強度評価に用いる荷重の組合せ	
浸水防止設備	上蓋	屋外設備	津波時	D+Pt
			重畳時	D+Ph+Ss-1

3.4 許容限界

水密ハッチの許容限界は、「3.2 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME SNC1-2005」に準じた供用状態 A 及び B の許容応力を用いる。各評価対象部位の許容限界を表 4 に示す。

表 4 水密ハッチの許容限界

状態温度条件(°C)		許容限界(ボルト以外) ^(注2)
		一次応力
		曲げ
供用状態 A 及び B	40 ^(注1)	ft1

(注 1) 水密ハッチの温度条件は 40°C とする。

(注 2) 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME SNC1-2005」のボルト材以外の許容応力を適用する。

3.5 評価方法

水密ハッチの強度評価は、構造部材に作用する応力が、「3.4 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。

(1) 津波時の強度評価(D+Pt)

a. 上蓋

四辺を固定された長方形板に等分布荷重が作用した際に、上蓋に発生する曲げ応力は、以下の式より算出する。

$$\sigma = \frac{\beta_1 \cdot Pt \cdot a^2}{t^2}$$

(2) 重畳時の強度評価(D+Ph+Ss-1)

a. 上蓋

四辺を固定された長方形板に等分布荷重が作用した際に、上蓋に発生する曲げ応力は、以下の式より算出する。

$$\sigma = \frac{\beta_1 \cdot (Ph + P_{Vss1} + P_{Hss1}) \cdot a^2}{t^2}$$

4. 評価条件

水密ハッチの「3. 強度評価方針」に用いる評価条件を表 5-1, 5-2 に示す。

表 5-1 蓋材の各緒元

蓋板の材質	蓋板の荷重 負担幅 a (mm)	蓋板の荷重 負担長さ b (mm)	係数 β_1	蓋板の板厚 t (mm)
SUS304	2700	3200	0.4	30

表 5-2 水密ハッチの強度評価に用いる条件

重力加速度 g (m/s^2)	海水の密度 ρ_0 (kg/m^3)	水位差 h (m)
9.81	1035	1

5. 強度評価結果

水密ハッチの津波時の強度評価結果を表 6 に示す。

水密ハッチの蓋材の発生応力は許容応力以下である。

表 6 強度評価結果

評価対象部位	発生応力 (MPa)			許容応力 (MPa)
	曲げ	津波時	重畳時	
蓋板		津波時	0	137
		重畳時	32.4	

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-279 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-4-10 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋
の強度計算書

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

1. 概要

本資料は、添付資料 V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」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溢水による静水圧荷重及び余震を考慮した荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

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。

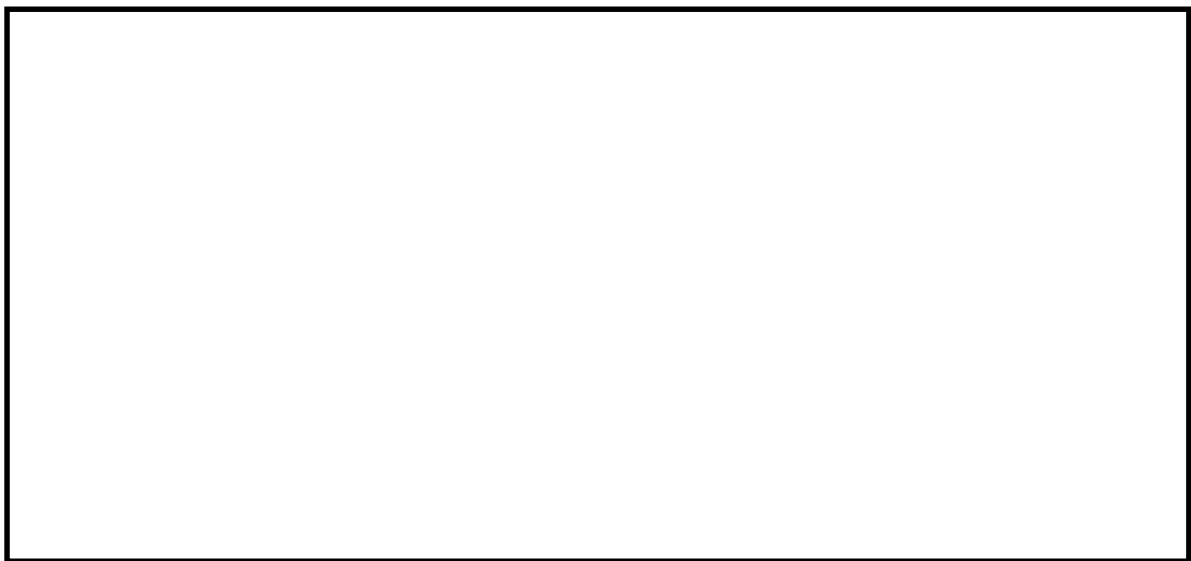



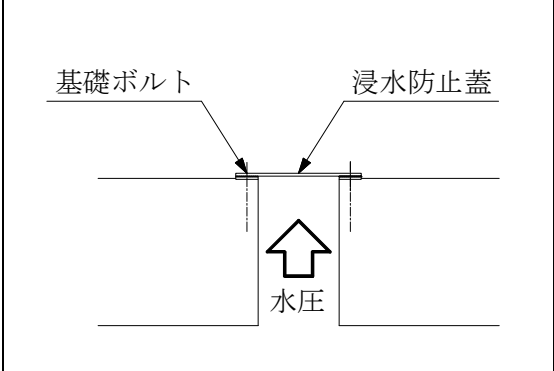
図 2-1 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の設置位置図

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強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の評価対象部位に作用する応力等が許容限界以下であることを「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の強度評価フローを図 2-2 に示す。海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の強度評価においては、その構造を踏まえ、溢水による荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、溢水による荷重作用時（以下、「溢水時」という。）及び溢水による荷重と余震に伴う荷重作用時（以下、「重畳時」という。）を考慮し、評価される最大荷重を設定する。重畳時においては、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動 S_d を入力して得られた最大床応答加速度の最大値を静的震度として用いる。

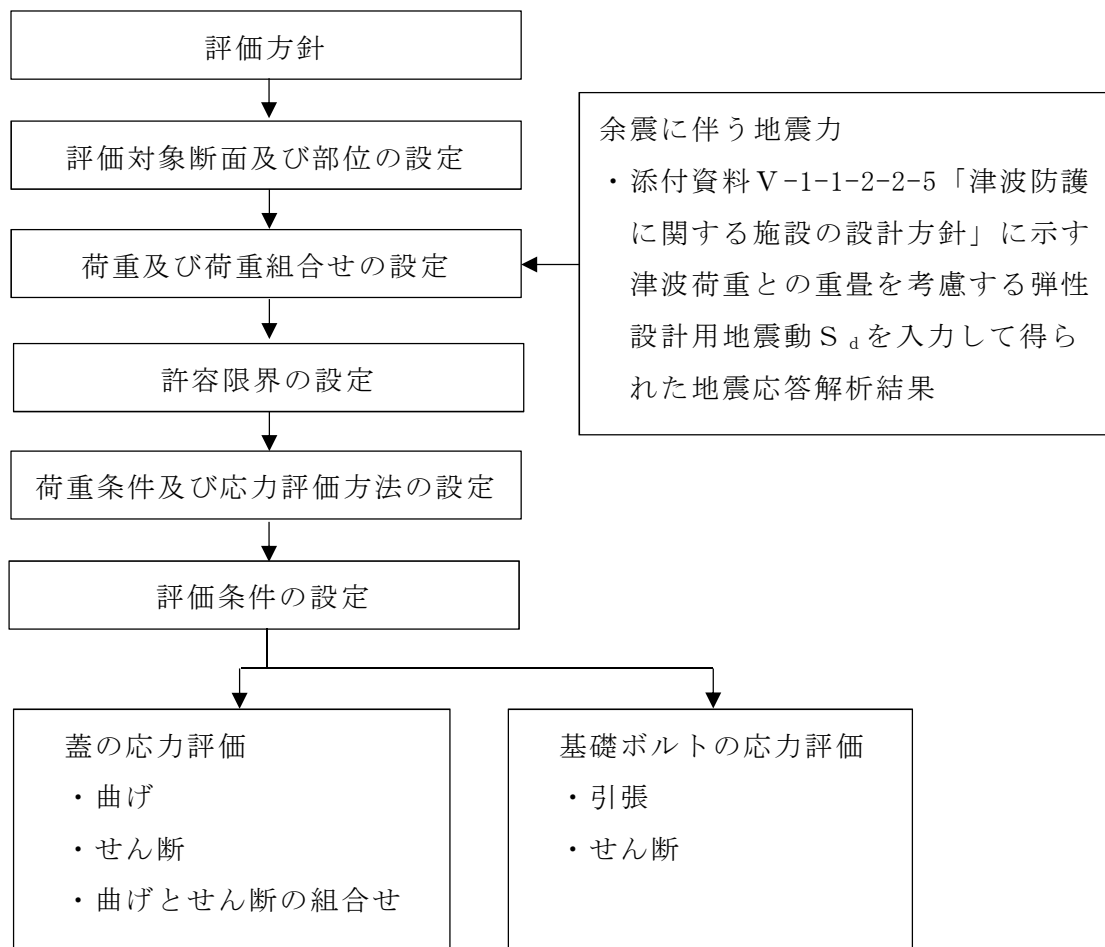


図 2-2 強度評価フロー

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-280 改
提出年月日	平成 30 年 4 月 27 日

V-3-別添 3-2-5 逆止弁の強度計算書

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-281 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-5-1 海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁
の強度計算書

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-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に基づき、浸水防護施設のうち海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁が津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

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。

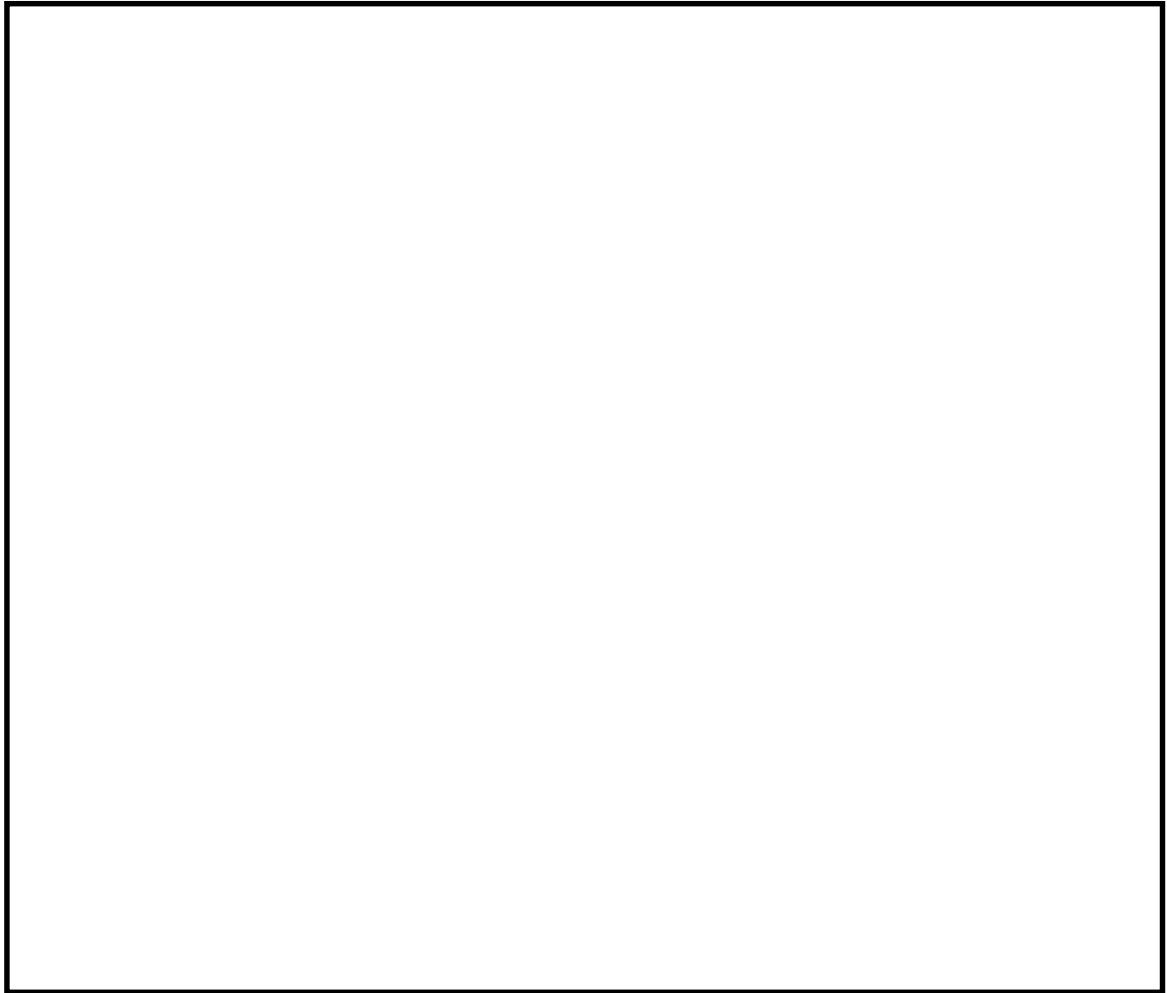


図 2-1 海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の設置位置図

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。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 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	
海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁 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

海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁の強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、海水ポンプグラウ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等が許容限界以下であることを「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁の強度評価フローを図 2-2 に示す。海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重の作用時（以下、「重畳時」という。）を考慮し、評価される最大荷重を設定する。重畳時においては、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動 S_d を入力して得られた最大床応答加速度の最大値を静的震度として用いる。

また、上記評価を実施するに当たり、海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁をモデル化した固有値解析を行う。

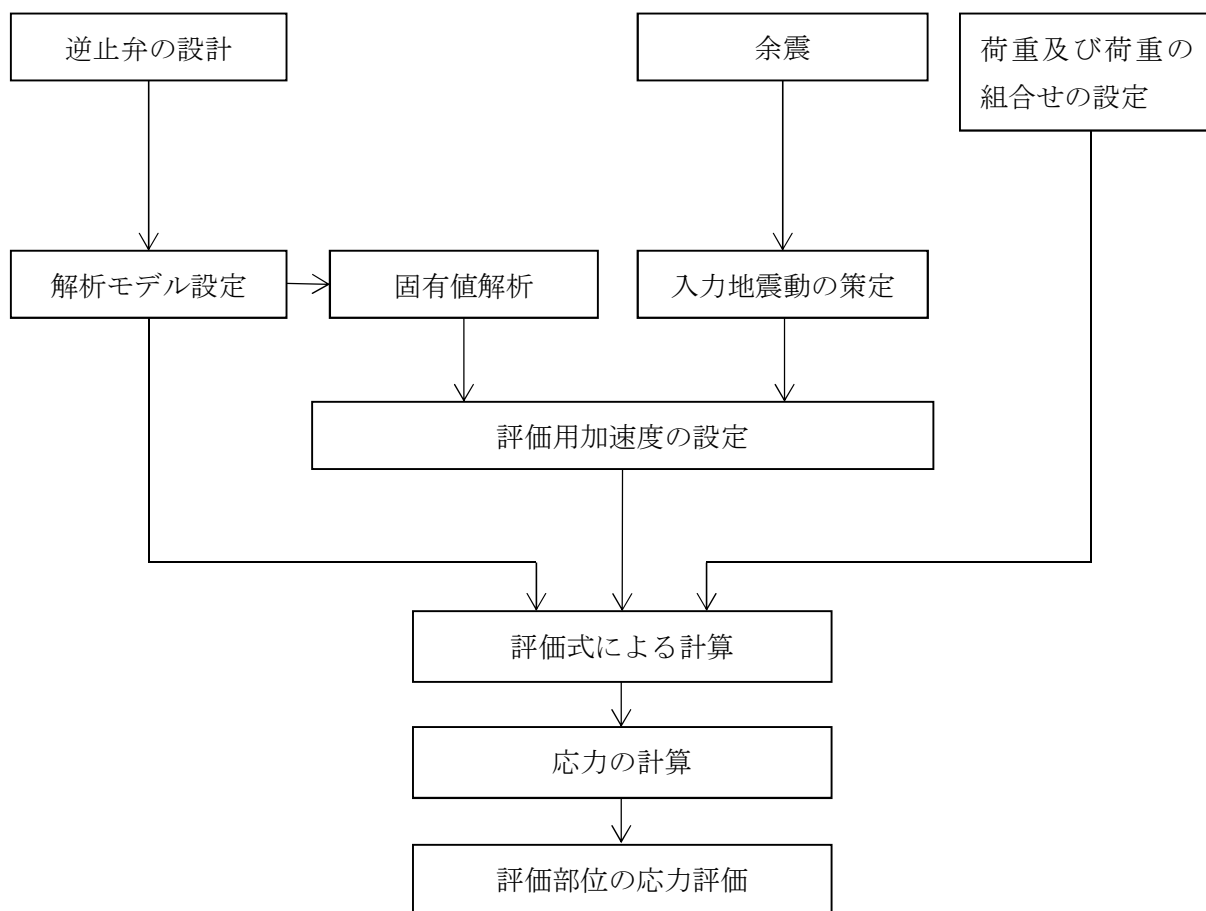


図 2-2 強度評価フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-282 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-5-2 取水ピット空気抜き配管逆止弁の強度計算書

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

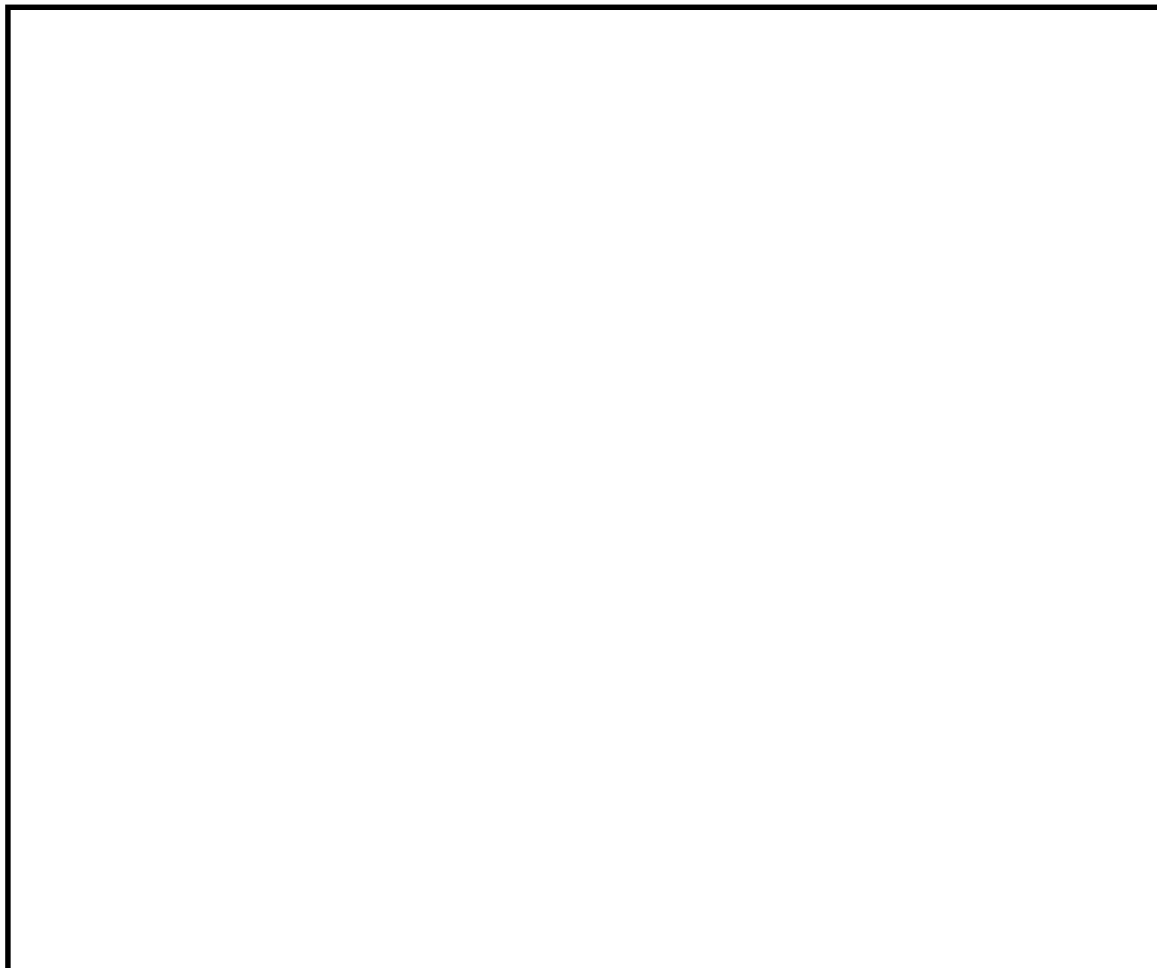
1. 概要

本資料は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」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津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

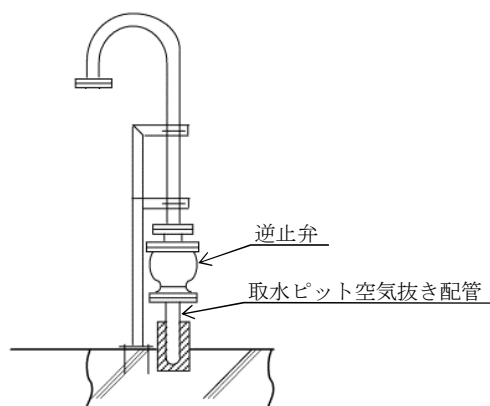
2. 基本方針

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し上げられ、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ガイド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強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、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等が許容限界以下であることを「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

取水ピット空気抜き配管逆止弁の強度評価フローを図 2-2 に示す。取水ピット空気抜き配管逆止弁の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重の作用時（以下、「重畳時」という。）を考慮し、評価される最大荷重を設定する。重畳時においては、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動 S_d を入力して得られた最大床応答加速度の最大値を静的震度として用いる。

また、上記評価を実施するに当たり、取水ピット空気抜き配管逆止弁をモデル化した固有値解析を行う。

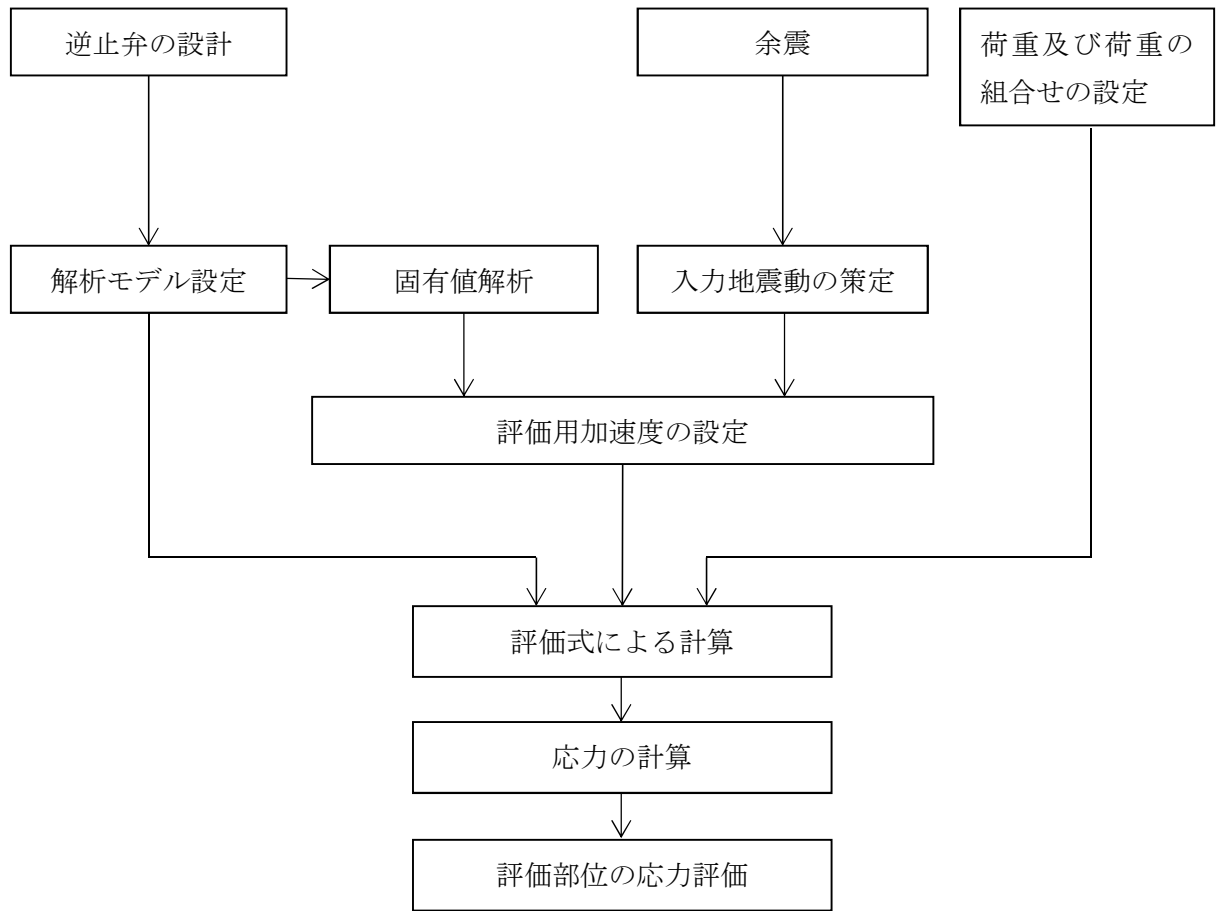


図 2-2 強度評価フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-283 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-5-3 緊急用海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁
の強度計算書

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

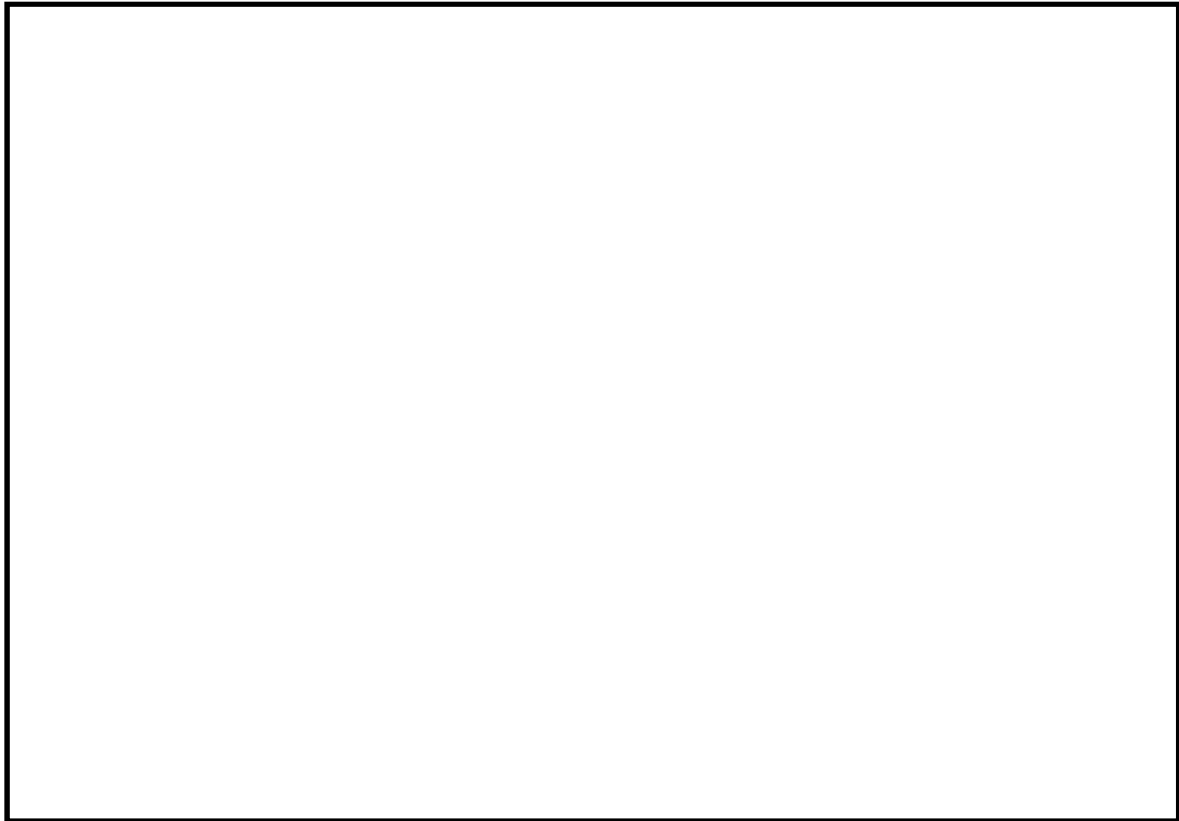
1. 概要

本資料は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」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 排出口逆止弁が津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

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ドドレン排出口逆止弁の強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、緊急用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等が許容限界以下であることを「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の強度評価フローを図 2-2 に示す。緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重の作用時（以下、「重畳時」という。）を考慮し、評価される最大荷重を設定する。重畳時においては、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動 S_a を入力して得られた最大床応答加速度の最大値を静的震度として用いる。

また、上記評価を実施するに当たり、緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁をモデル化した固有値解析を行う。

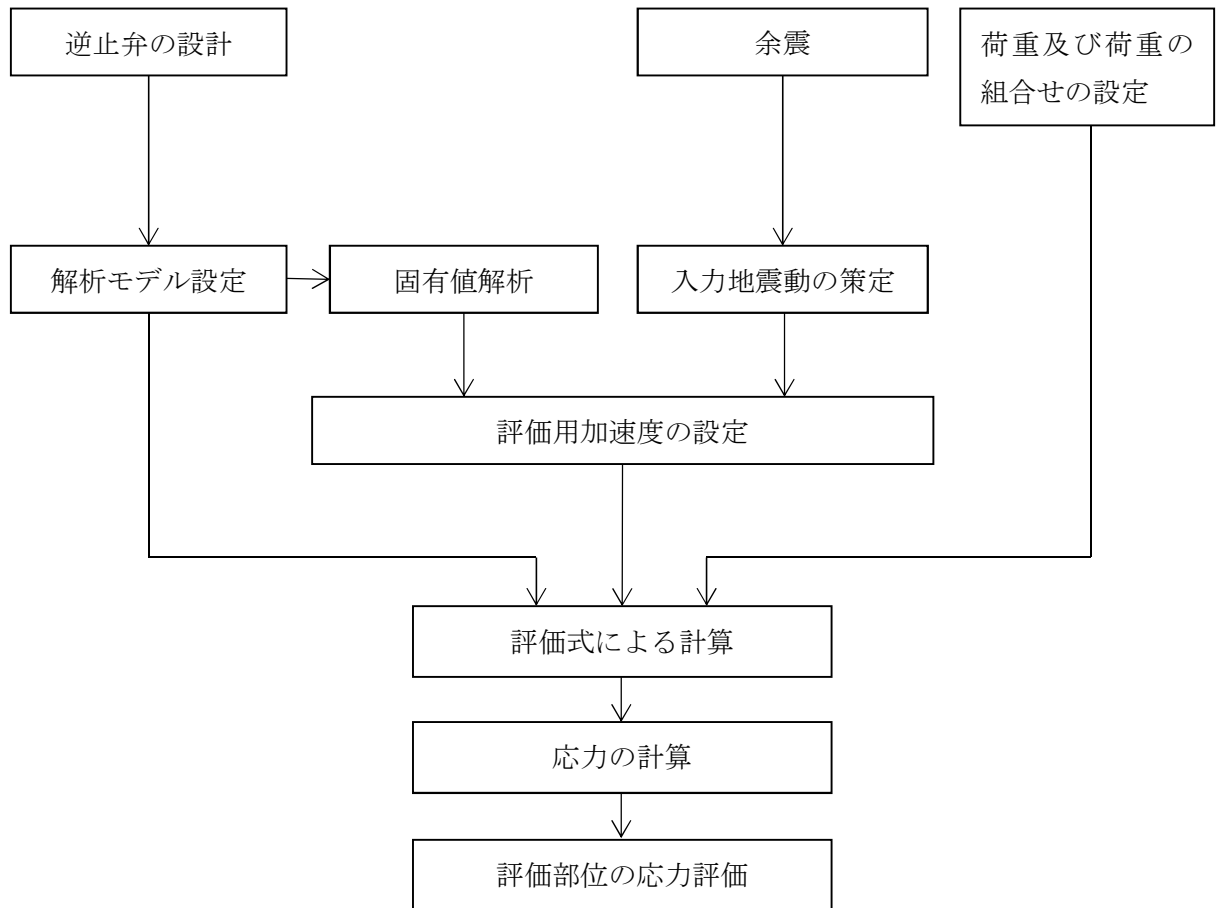


図 2-2 強度評価フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-284 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-5-4 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁
の強度計算書

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

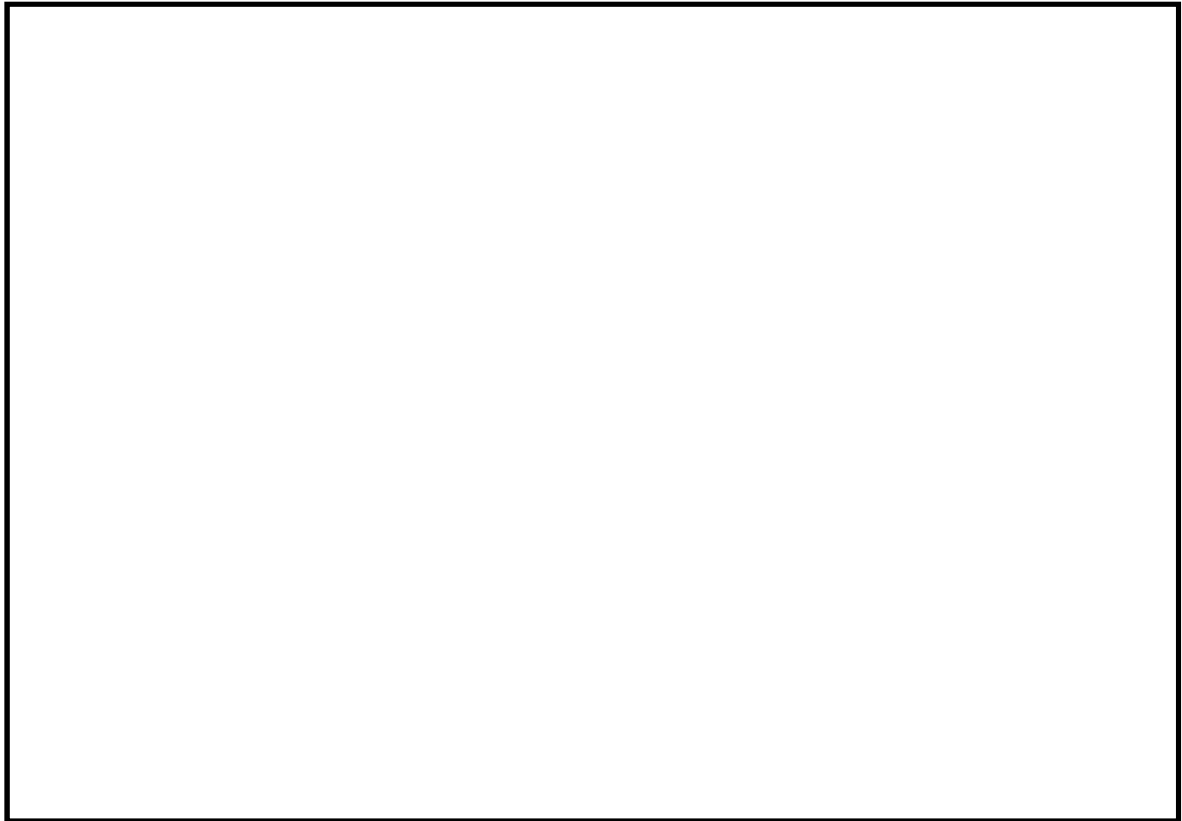
1. 概要

本資料は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」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津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

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強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、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等が許容限界以下であることを「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の強度評価フローを図 2-2 に示す。緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重の作用時（以下、「重畳時」という。）を考慮し、評価される最大荷重を設定する。重畳時においては、添付資料V-1-1-2-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾性設計用地震動 S_d を入力して得られた最大床応答加速度の最大値を静的震度として用いる。

また、上記評価を実施するに当たり、緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁をモデル化した固有値解析を行う。

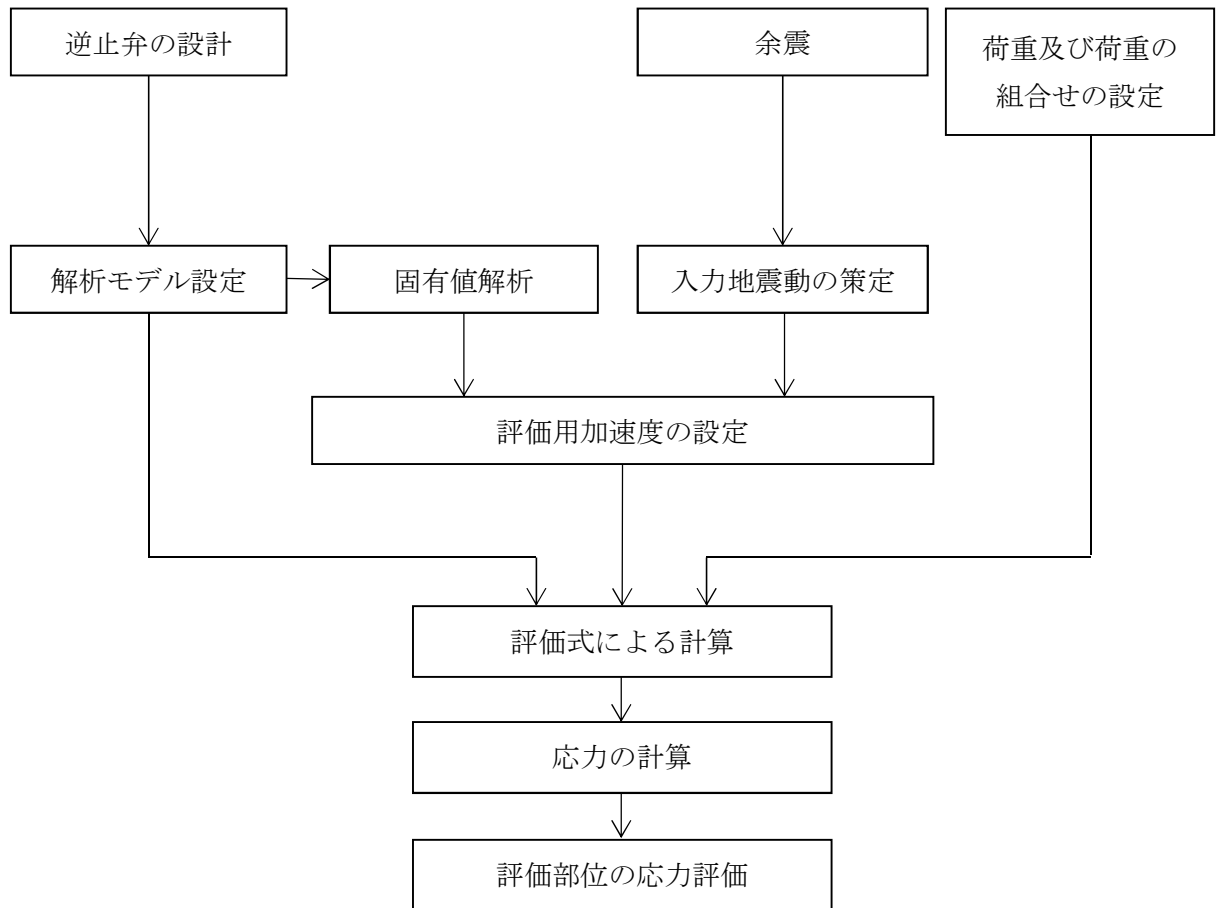


図 2-2 強度評価フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-285 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-6 貫通部止水処置の強度計算書

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-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、貫通部止水処置が繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水や冠水に伴う津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、津波後の再使用性を考慮して、構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す構造計画のとおり、貫通部止水処置の位置及び構造概要を示す。

2.1 位置

貫通部止水処置は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の構造計画に示すとおり、津波の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への流入を防止するために、防潮堤及び防潮扉下部に配管等貫通部を施工する。

防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置の位置図を図 2-1 に示す。

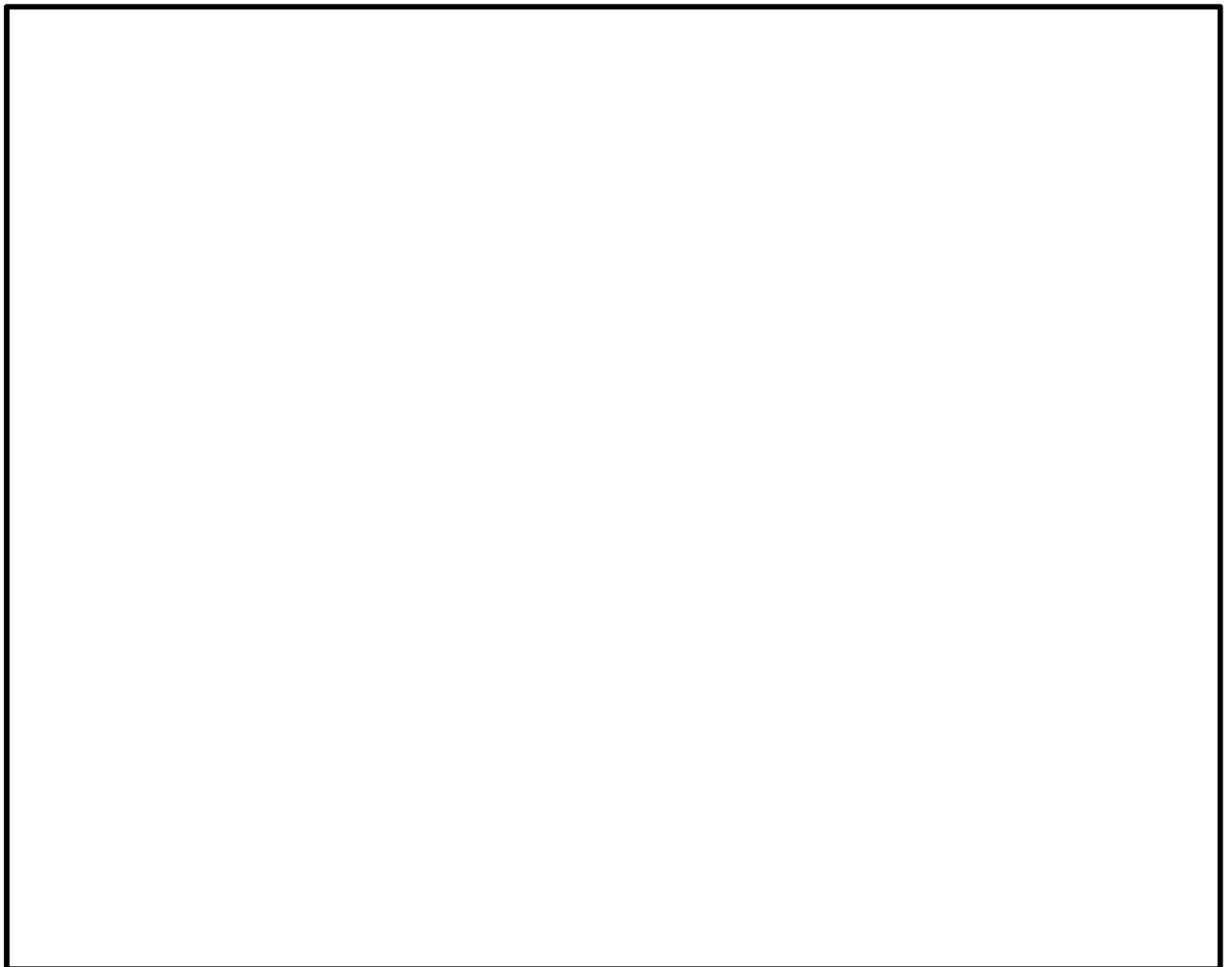


図 2-1 防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置の位置図

2.2 構造概要

貫通部止水処置の構造は、貫通する壁に貫通スリーブを設置し、貫通スリーブと配管等との間にモルタルを充填することで、止水性を確保する構造である。

貫通部止水処置の構造計画を表 2-1 に、貫通部止水処置の概要図を図 2-2 に示す。

表 2-1 貫通部止水処置の構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
貫通部 止水処置	モルタルにより構成する。	貫通部の開口部にモルタルを充てんし、貫通部内面、配管等の外面と一定の付着力によって接合される。	

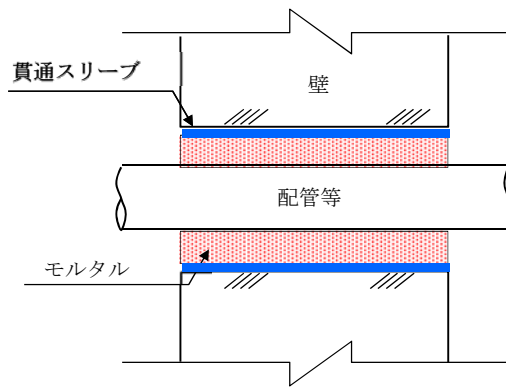


図 2-2 貫通部止水処置概要図

2.3 評価方針

貫通部止水処置の強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、貫通部止水処置の評価対象部位に作用する荷重が許容限界内に収まることを「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

強度評価フローを図 2-3 に示す。

評価用加速度は、添付資料V-2「耐震性に関する説明書」のうち添付資料V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、評価対象貫通部の設置階層を包絡する設計用床応答曲線を用いる。当該貫通部は貫通部の周りをモルタルで固定しており、壁と一体に動く構造となっており、貫通配管等の評価用加速度には最大床応答加速度の 1.2 倍を用いて評価する。地震荷重は添付資料V-2「耐震性に関する説明書」のうち添付資料V-2-1-11「機器・配管の耐震支持設計方針」に基づいて評価を行う。使用されていない貫通部は配管等の自重により生じる荷重がないため、配管等が通っている場合の評価に包絡される。また、評価においては受圧面積として配管等の貫通面積を含まないことにより、貫通部止水処置部に作用する荷重を保守的に考慮し、余裕を持った評価とする。

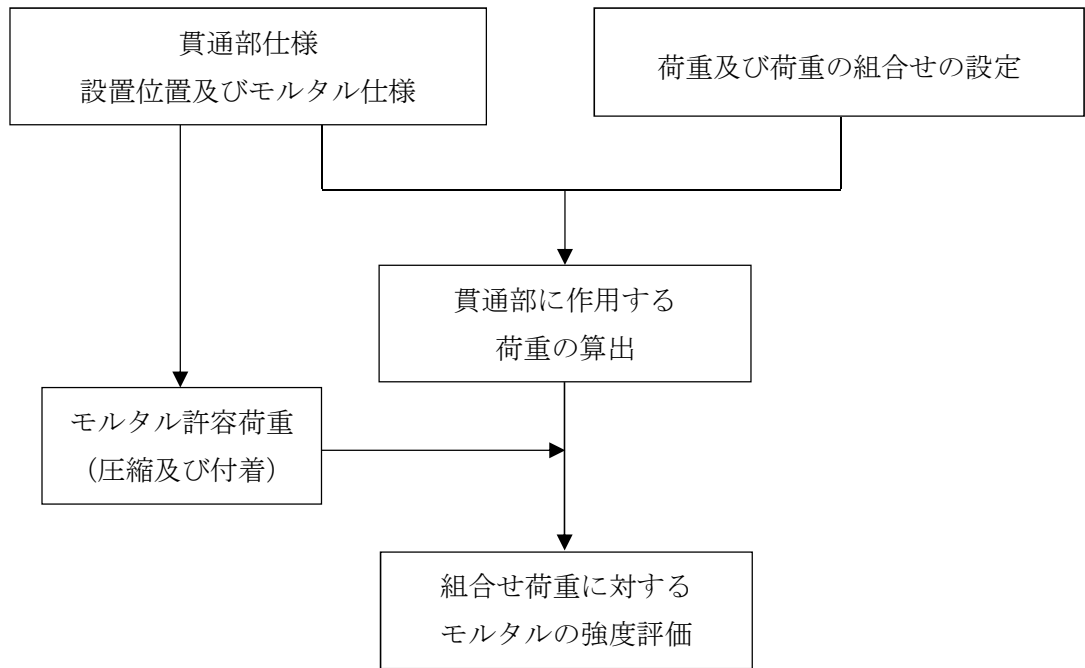


図 2-3 強度評価フロー

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-286 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-7 水密扉の強度計算書

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-287 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-8 津波監視設備の強度計算書

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-288 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添3-2-8-1 潮位計の強度計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 位置	1
2.2 構造概要	1
2.3 評価方針	3
2.4 適用規格	4

1. 概要

本計算書は、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」に示すとおり、潮位計が繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水や冠水に伴う津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、津波監視機能の維持を考慮して、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」に示す構造計画を踏まえ、潮位計の「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」を示す。

2.1 位置

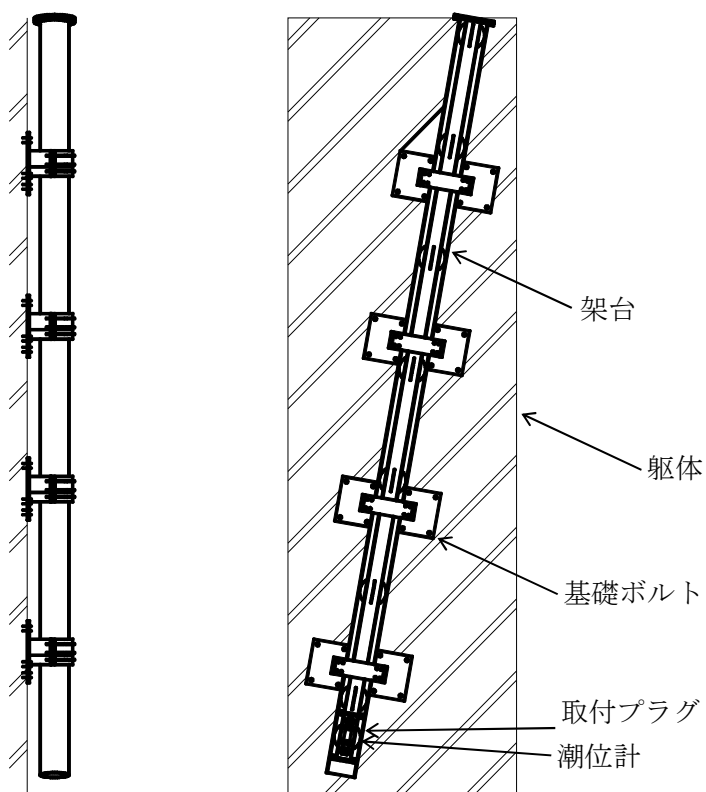
潮位計は、取水路に 2 台設置する。

2.2 構造概要

潮位計の構造計画を第 2-1 表に示す。

第 2-1 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及び検出器の架台より構成する。	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 図



第 2-1 図 潮位計の構造計画図

2.3 評価方針

潮位計の強度評価は、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」を用いて確認する。具体的な評価方針を以下に示す。

潮位計の強度評価では、津波が取水路内に侵入した場合に余震が発生することを想定し、余震により作用する慣性力と動水圧を組み合わせた評価を実施する。

2.4 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）及び発電用原子力設備規格 設計・建設規格（J S M E S N C 1 -2005/2007）に準拠して評価する。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-289 改0
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添3-2-8-2 取水ピット水位計の強度計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 位置	1
2.2 構造概要	1
2.3 評価方針	2
2.4 適用規格	3

1. 概要

本計算書は、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」に示すとおり、取水ピット水位計が繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水や冠水に伴う津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、津波監視機能の維持を考慮して、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」に示す構造計画を踏まえ、取水ピット水位計の「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」を示す。

2.1 位置

取水ピット水位計は、取水ピットに2台設置する。

2.2 構造概要

取水ピット水位計の構造計画を第 2.1-1 表に示す。

第 2.1-1 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及び検出器の架台より構成する。	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。	

2.3 評価方針

取水ピット水位計の強度評価は、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」を用いて確認する。具体的な評価方針を以下に示す。

取水ピット水位計の強度評価では、津波が取水ピット内に侵入した場合に余震が発生することを想定し、余震により作用する慣性力と動水圧を組み合わせた評価を実施する。

2.4 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）及び発電用原子力設備規格 設計・建設規格（J S M E S N C 1 - 2005/2007）に準拠して評価する。

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-122 改1
提出年月日	平成30年4月27日

V-3-別添 3-2-9 貯留堰の強度計算書

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	7
2.4 適用規格	10
3. 強度評価方法	11
3.1 記号の定義	11
3.2 評価対象断面及び部位	13
3.3 荷重及び荷重の組合せ	19
3.4 許容限界	22
3.5 評価方法	25

1. 概要

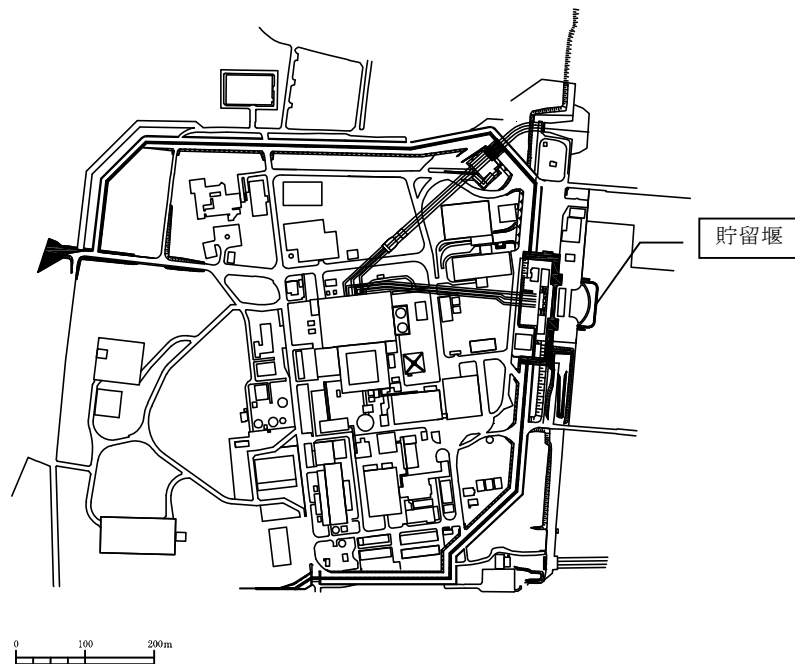
本資料は、V-3-別添3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、貯留堰が地震後の繰返しの襲来を想定した津波荷重、余震及び漂流物の衝突を考慮した荷重に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持すること及び主要な構造体の境界部に設置する部材が有意な漏えいを生じない変形に留まることを確認するものである。

2. 基本方針

V-3-別添 3-1 「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す「2.1 機能維持の方針」を踏まえ、貯留堰の「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」を示す。

2.1 位置

貯留堰の平面配置図を第 2-1 図に示す。



第 2-1 図 (1) 貯留堰の平面配置図 (全体図)



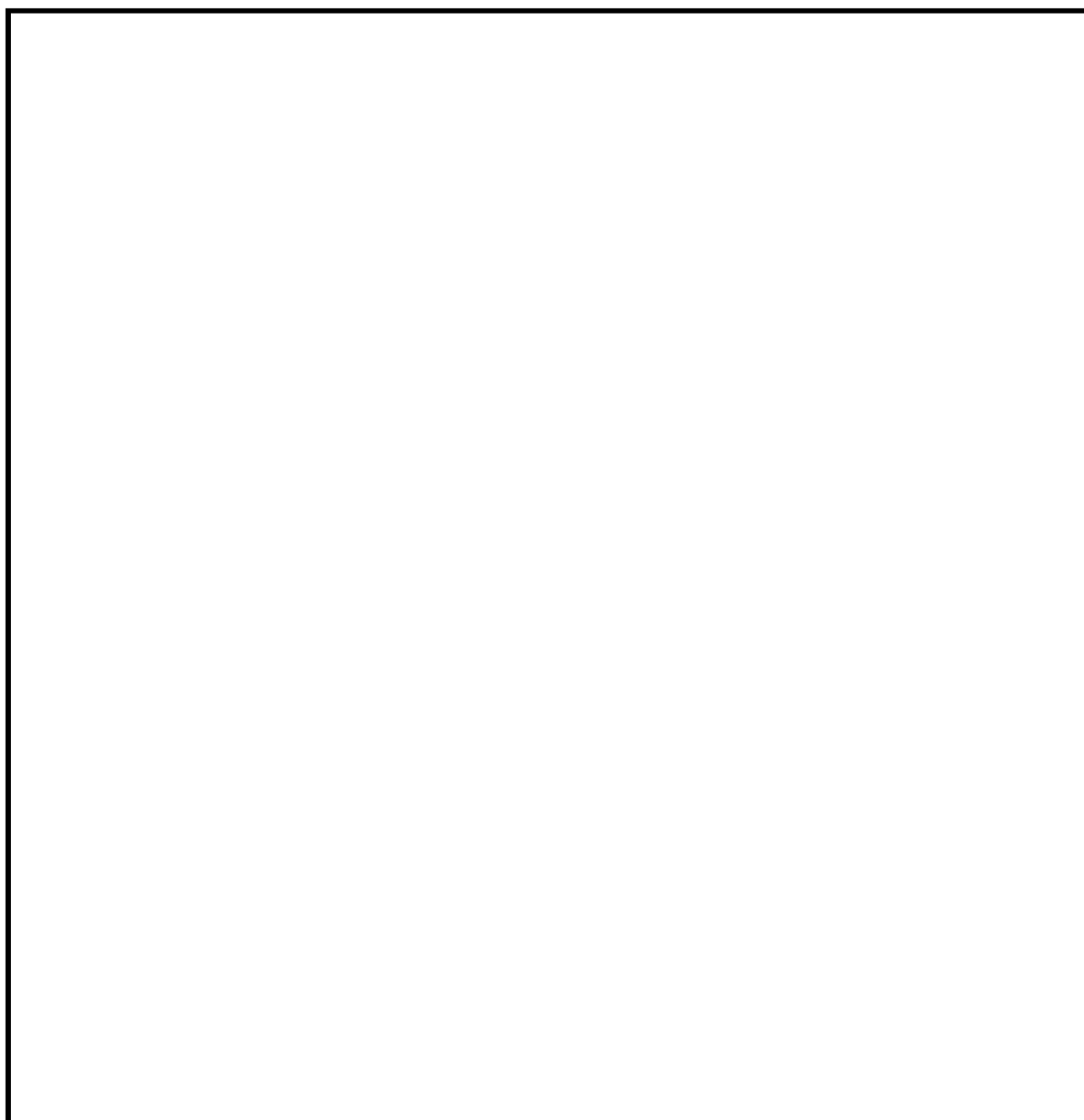
第2-1図(2) 貯留堰の平面配置図(拡大図)

2.2 構造概要

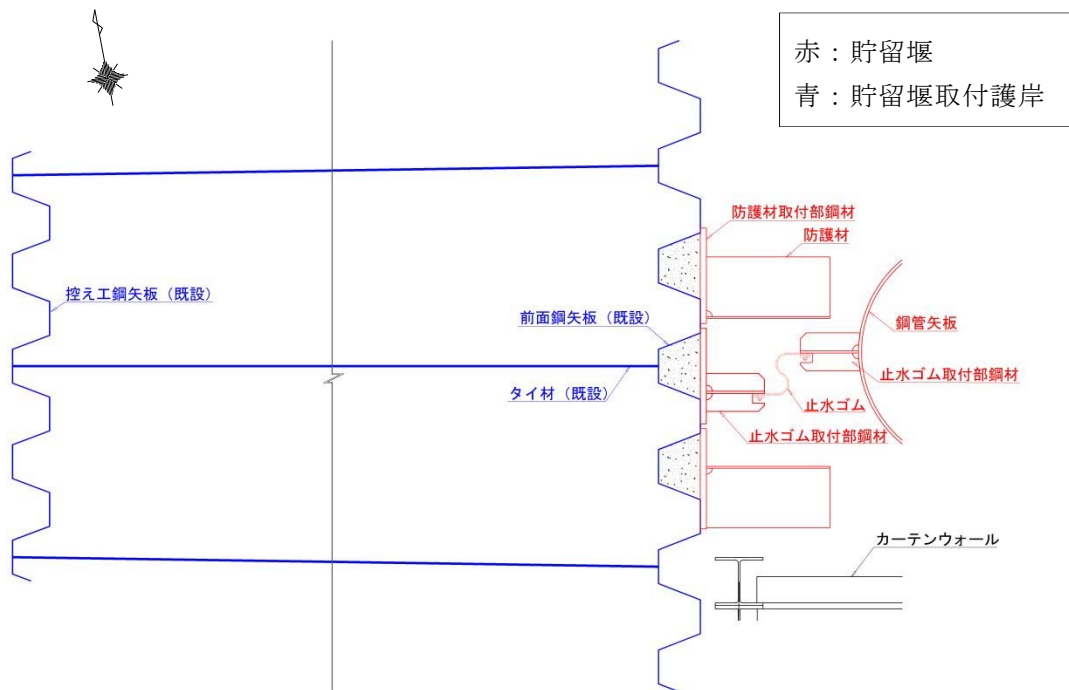
貯留堰は、その機能及び目的から貯留堰本体及び護岸接続部に区分され、このうち貯留堰本体は鋼管矢板と鋼管矢板同士を接続する鋼管矢板継手、護岸接続部は止水ゴム、防護材及びこれらを取り付けるための鋼材より構成される。

鋼管矢板は、 $\phi 2000$ mm の炭素鋼鋼管であり、全 47 本の鋼管矢板を連続的に打設することにより堰形状を構成する。鋼管矢板は、下端を岩盤に十分根入れすることにより支持性能を確保するとともに、天端は、非常用海水ポンプの取水に必要な水量を確保するため、海底地盤レベル T.P. -6.9 m に対して天端高さを T.P. -4.9 m としており、約 2 m の堰高さを有する。貯留堰の寸法は、約 65 m \times 約 24 m である。

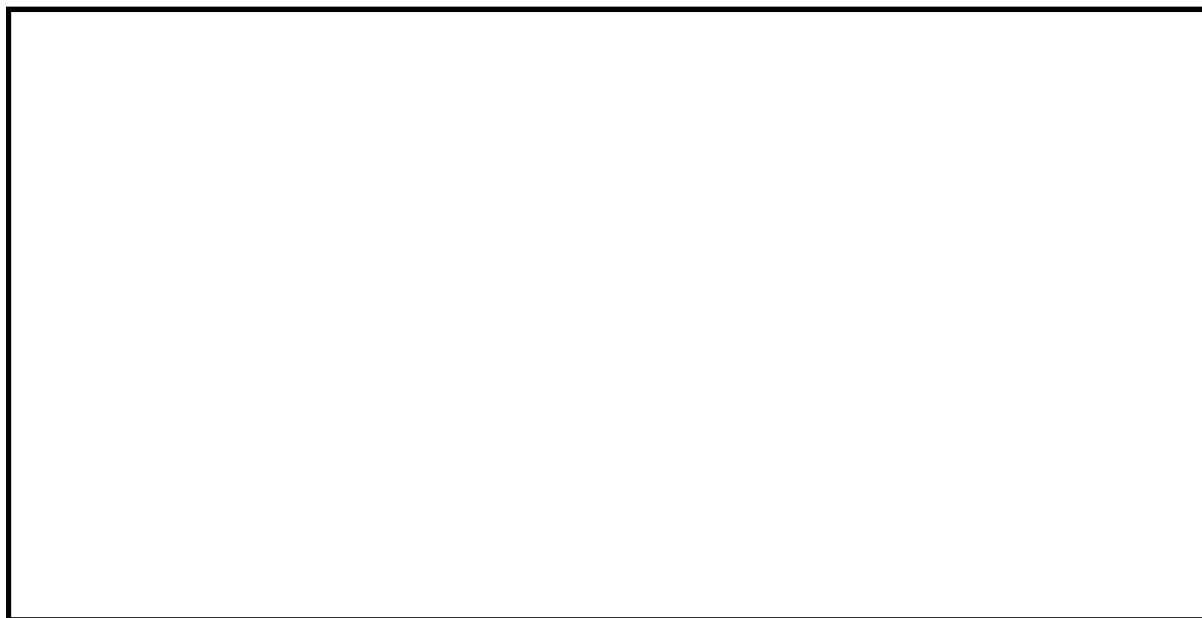
貯留堰の平面図を第 2-2 図、断面図を第 2-3 図、縦断断面図を第 2-4 図に示す。



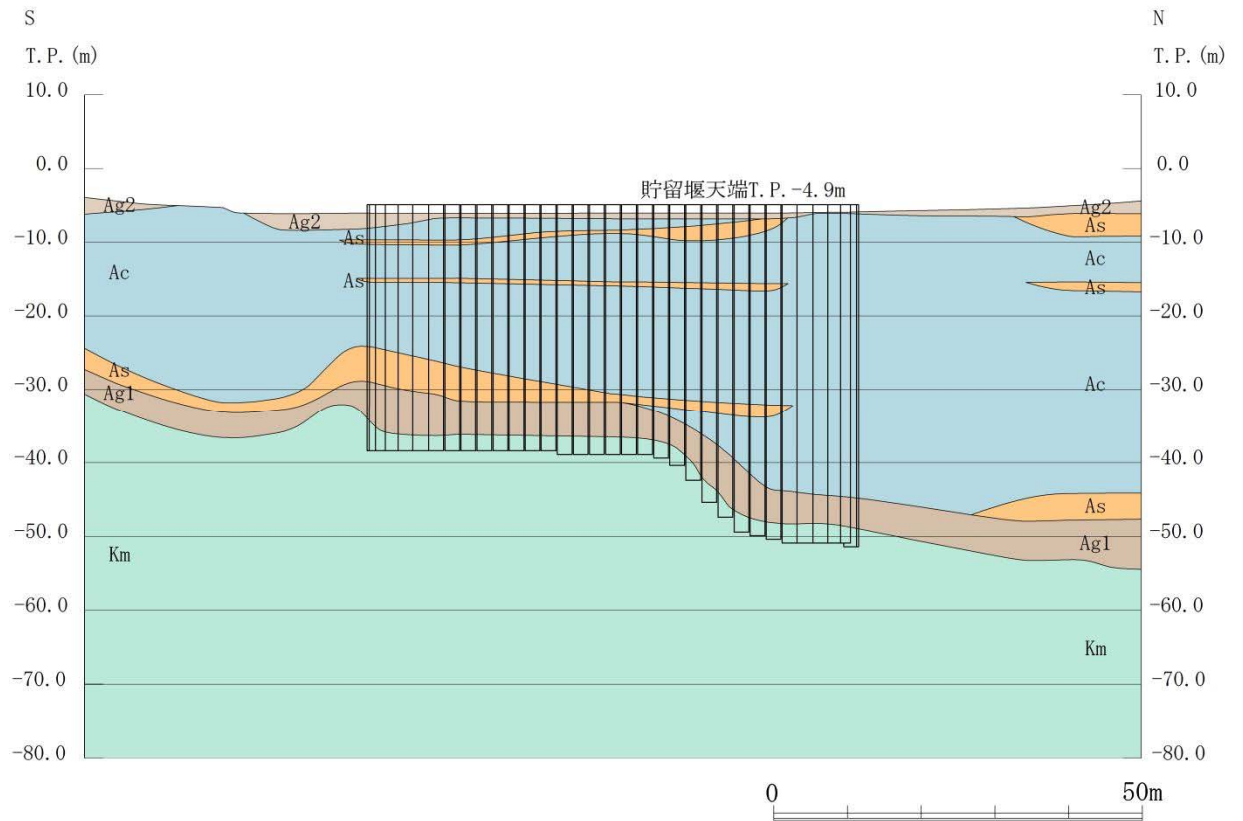
第 2-2 図 (1) 貯留堰の平面図



第2-2図 (2) 貯留堰の平面図 (A部拡大)



第2-3図 貯留堰の断面図



護岸平行方向断面

第 2-4 図 貯留堰の縦断断面図 (A-A 断面)

2.3 評価方針

貯留堰は、設計基準対象施設においては、Sクラス施設である浸水防護施設及び非常用取水設備である屋外重要土木構造物に、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。

貯留堰の強度評価は、V-3-別添3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.2 許容限界」にて設定している、荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、貯留堰の評価対象部位に作用する応力等が許容限界以下となることを、「3. 強度評価方法」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. 強度評価結果」にて確認する。

貯留堰においては、その構造を踏まえ、津波及び余震荷重の作用方向や伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、津波に伴う荷重作用時（以下、「津波時」という。）及び津波に伴う荷重と余震に伴う荷重作用時（以下、「重畳時」という。）について行う。

貯留堰の強度評価は、設計基準対象施設として第2-1表の貯留堰の評価項目に示すとおり、構造部材の健全性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。

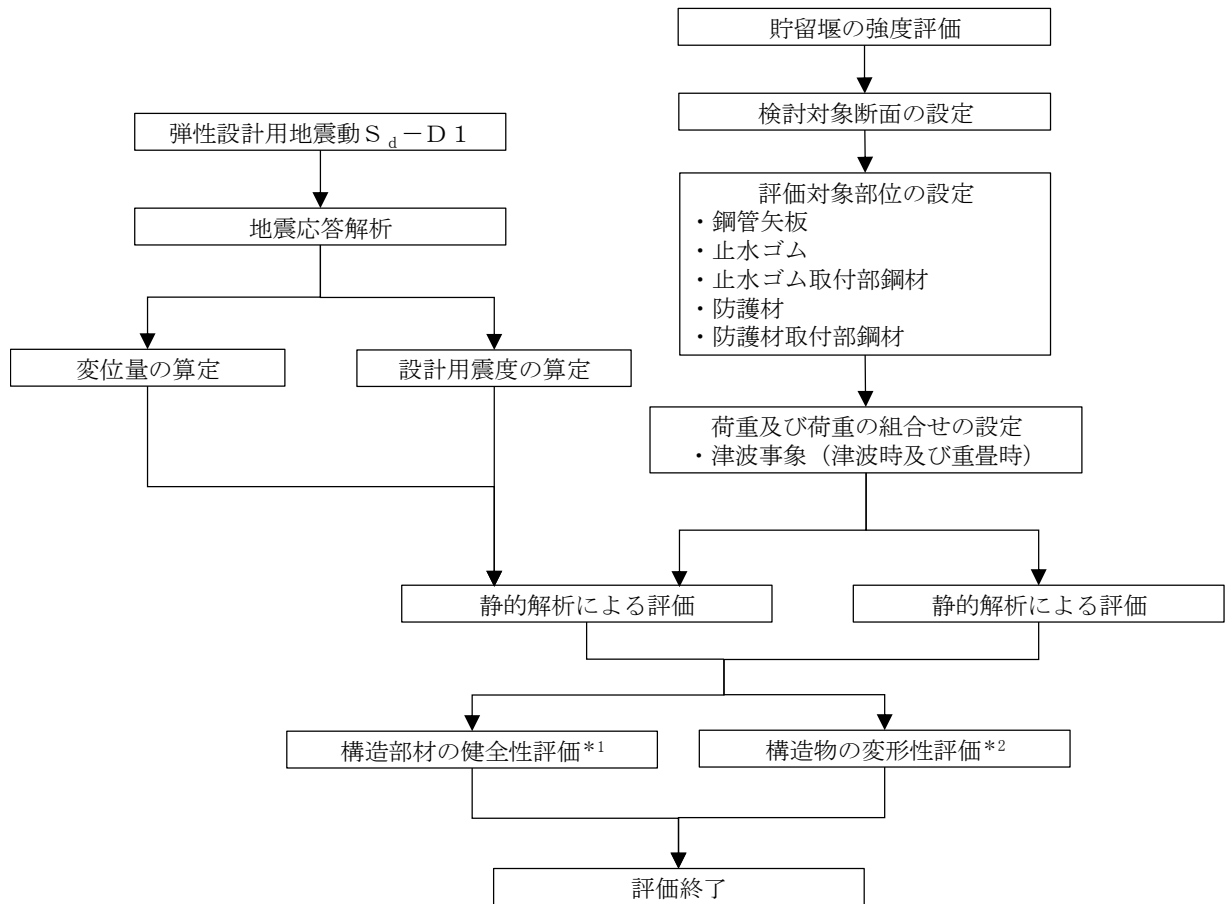
構造物の変形性評価については、止水ゴムの変形量を算定し、有意な漏えいが生じないことを確認した許容限界以下であることを確認する。

貯留堰の強度評価の検討フローを第2-5図に示す。

なお、重畳時の評価における余震に伴う入力地震動は、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を用いる。

第 2-1 表 貯留堰の評価項目

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	鋼管矢板	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
		止水ゴム取付部鋼材	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
		防護材	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
		防護材取付部鋼材	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
止水性を損なわないこと	構造部材の健全性	鋼管矢板	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
		止水ゴム取付部鋼材	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
		防護材	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
		防護材取付部鋼材	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	止水ゴム	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 *1：構造部材の健全性を評価することで、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：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 貯留堰の強度評価フロー

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）
- ・ 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）
- ・ 港湾の施設の技術上の基準・同解説（国土交通省港湾局，2007年版）
- ・ 防波堤の耐津波設計のガイドライン（国土交通省港湾局，平成27年改訂）

3. 強度評価方法

3.1 記号の定義

貯留堰の強度評価に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 (1) 強度評価に用いる記号 (1/2)

記号	単位	定義
g	m/s^2	重力加速度
h	m	浸水深
k_h	—	水平震度
k_v	—	鉛直震度
p_1	kN/m^2	直立壁前面の底面における波圧強度
p_2	kN/m^2	直立壁前面の天端面における波圧強度
p_3	kN/m^2	直立壁背面の底面における波圧強度
η_f	m	直立壁前面の静水面からの津波高さ
η_r	m	直立壁背面の静水面からの津波高さ
h'	m	直立壁の底面の水深
h_c	m	静水面から直立壁天端面までの高さ
P_c	kN	衝突荷重
P_d	kN/m^2	動水圧
P_t	kN/m^2	津波荷重
v	m/s	貯留堰位置での津波最大流速
W_c	kN	漂流物の重量
y	m	動水圧の作用高さ
γ_w	kN/m^3	海水の単位体積重量
ρ	kg/m^3	海水の密度
G	kN	固定荷重
K_{sd}	kN	余震荷重
σ	N/mm^2	曲げモーメント及び軸力による応力
σ_a	N/mm^2	許容曲げ圧縮応力度
M	$N\cdot mm$	最大曲げモーメント

第3-1表(2) 強度評価に用いる記号(2/2)

記号	単位	定義
Z	mm ³	断面係数
N	N	軸力
A	mm ²	有効断面積
τ	N/mm ²	せん断応力
τ_a	N/mm ²	許容せん断応力度
S	kN	せん断力
κ	—	せん断応力の分布係数で ($\kappa = 2.0$)

3.2 評価対象断面及び部位

評価対象断面及び部位は、貯留堰の構造物の配置、荷重条件及び地盤条件を考慮し設定する。

3.2.1 評価対象断面

評価対象断面は、貯留堰鋼管矢板が縦断方向に対し一様な設備形状であることを踏まえ、鋼管矢板の周辺の地質状況に基づき設定する。

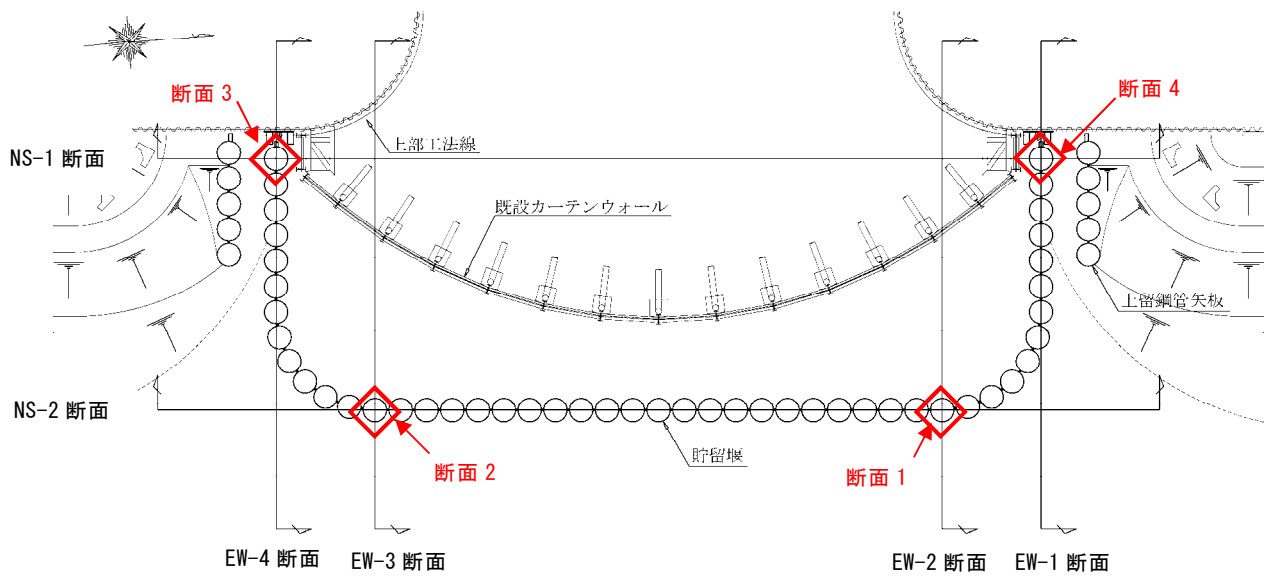
第3-1図に示す平面図及び第3-2図に示す断面図より、南北方向では北に向かって堆積層の基底面が深くなっていることから、貯留堰の本体に着目した検討断面として、以下の4断面より選定する。支持層である久米層の深度に着目して久米層の深度が最も高い断面3と最も低い断面4を強度評価の評価対象断面とする。

断面1：貯留堰の長手方向直線部の北側端部（Km層の上端標高が低い断面）

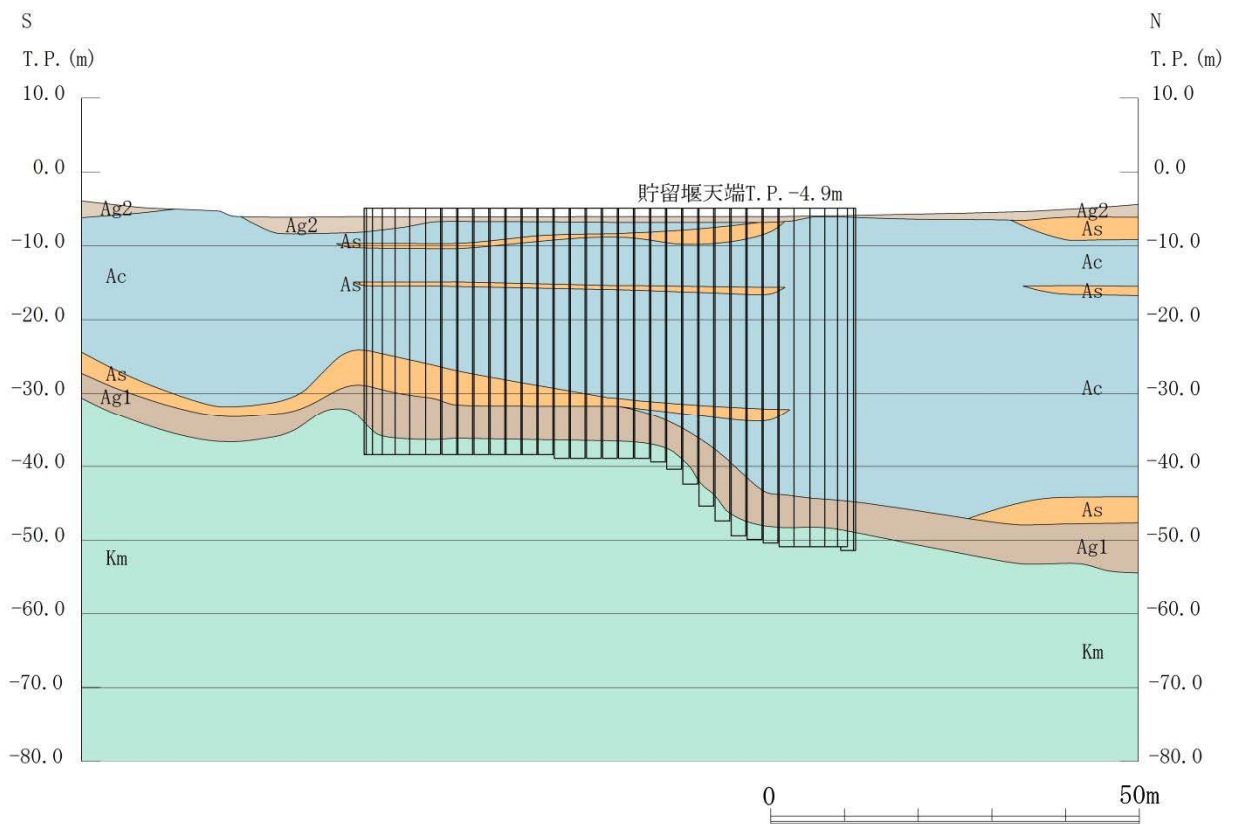
断面2：貯留堰の長手方向直線部の南側端部（Km層の上端標高が中間程度の高さの断面）

断面3：貯留堰の短手方向直線部の南側端部（Km層の上端標高が最も高い断面）

断面4：貯留堰の短手方向直線部の北側端部（Km層の上端標高が最も低い断面）

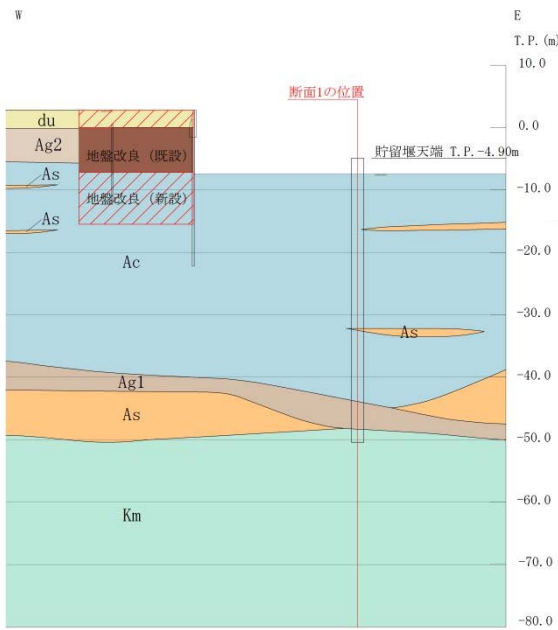


第 3-1 図 貯留堰の平面図

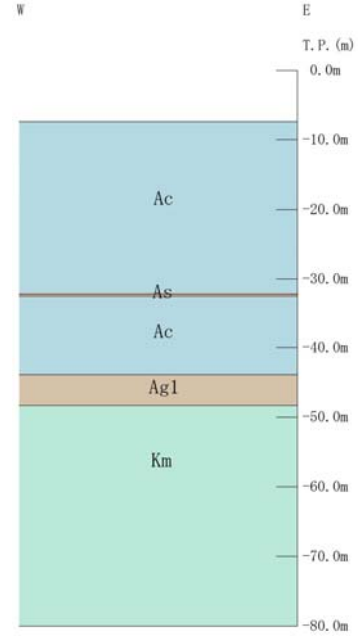


第 3-2 図 貯留堰の断面図 (NS-2)

地層構成の抽出位置 (EW-2 断面)

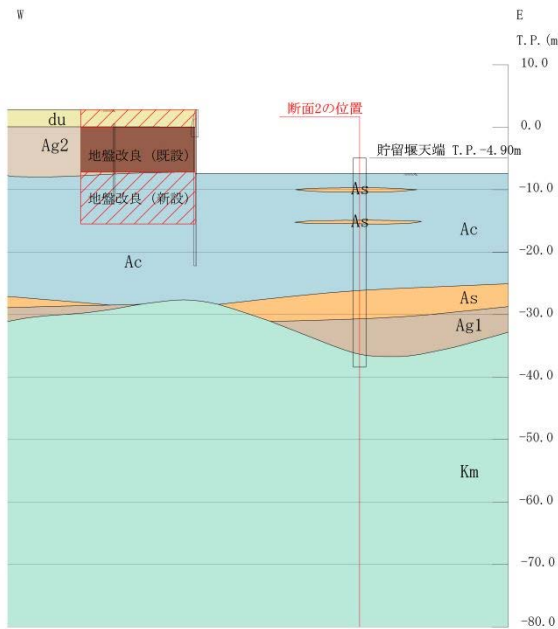


断面 1 (成層)

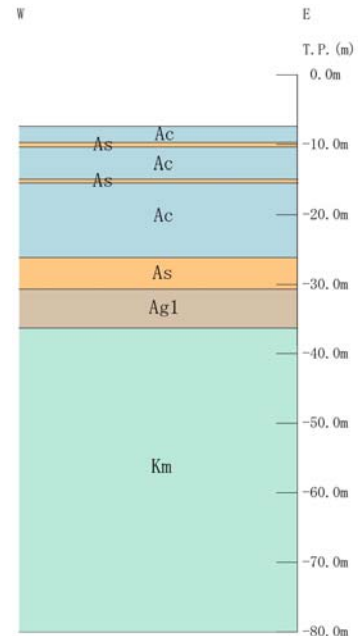


第 3-3 図 (1) 評価対象断面 (断面 1)

地層構成の抽出位置 (EW-3 断面)

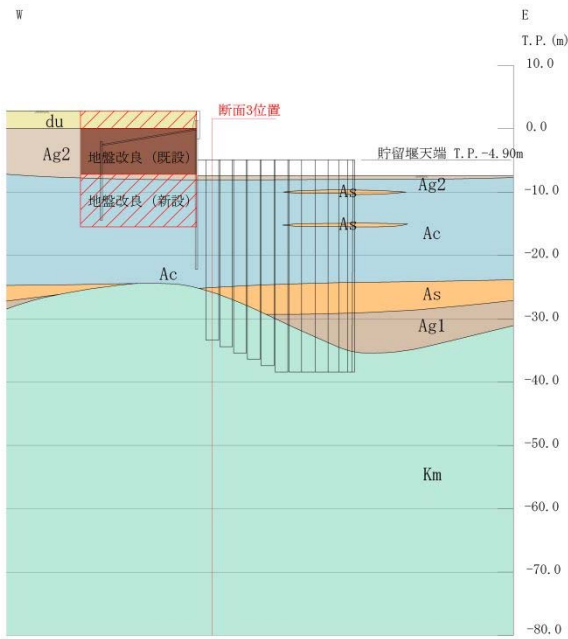


断面 2 (成層)

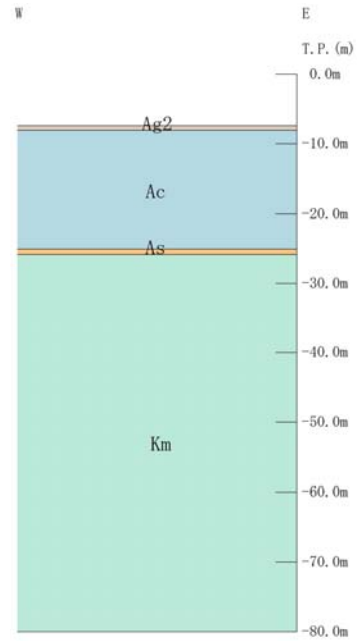


第 3-3 図 (2) 評価対象断面 (断面 2)

地層構成の抽出位置 (EW-4 断面)

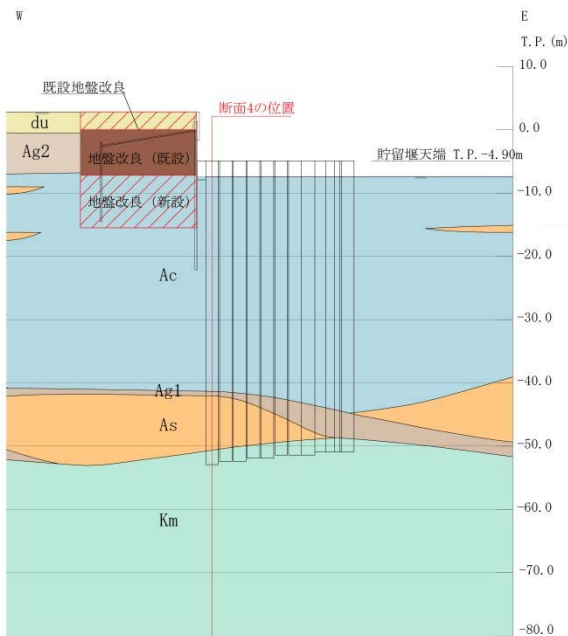


断面 3 (成層)

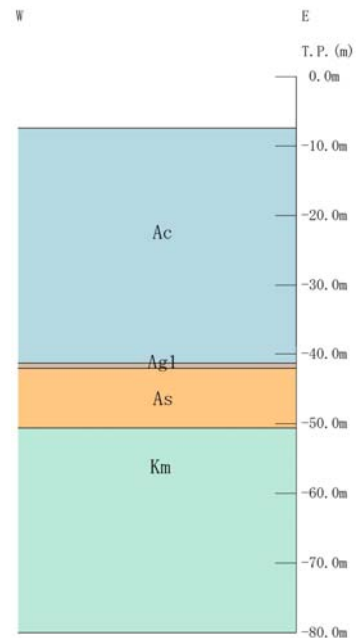


第 3-3 図 (3) 評価対象断面 (断面 3)

地層構成の抽出位置 (EW-1 断面)



断面 4 (成層)



第 3-3 図 (4) 評価対象断面 (断面 4)

3.2.2 評価対象部位

第3-4図に評価対象部位を示す。

(1) 鋼管矢板

構造部材の健全性が要求される鋼管矢板を評価対象部位とする。

(2) 止水ゴム

貯留堰の護岸接続部に設置する止水ゴムを評価対象部位とする。

(3) 止水ゴム取付部鋼材

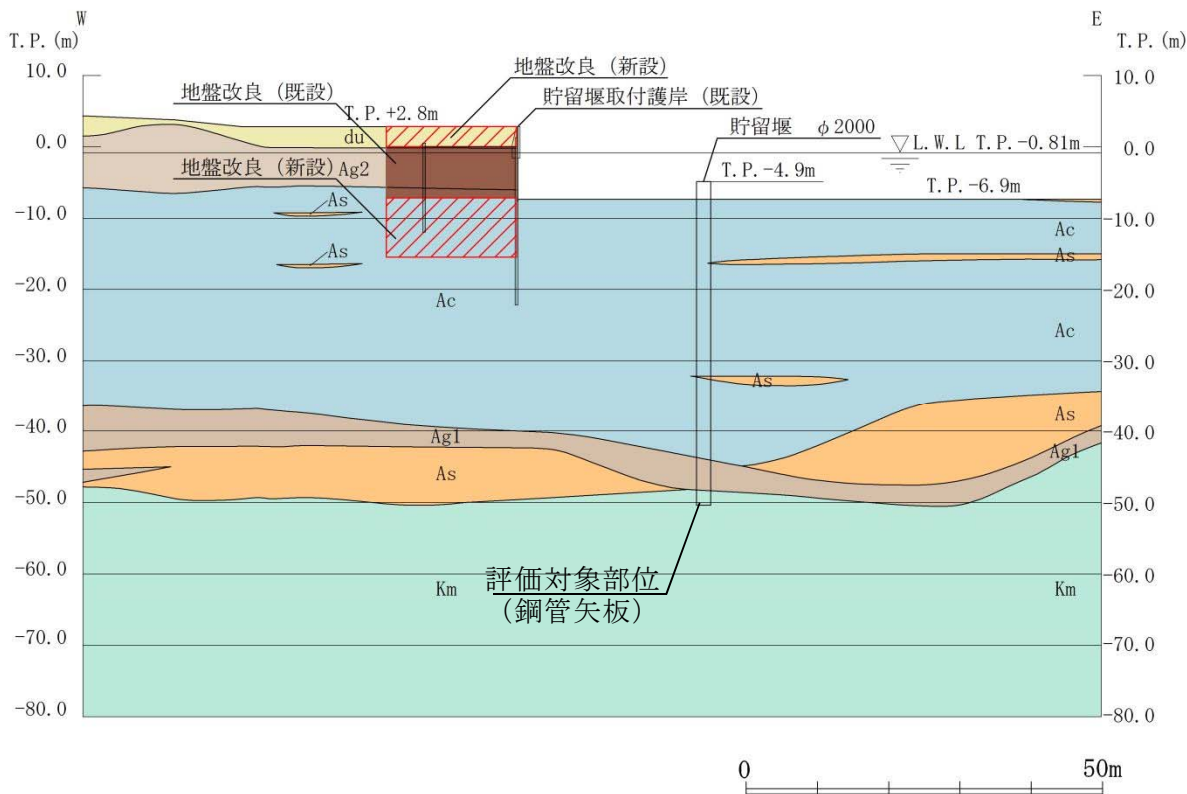
貯留堰の護岸接続部に設置する止水ゴム取付部鋼材を評価対象部位とする。

(4) 防護材

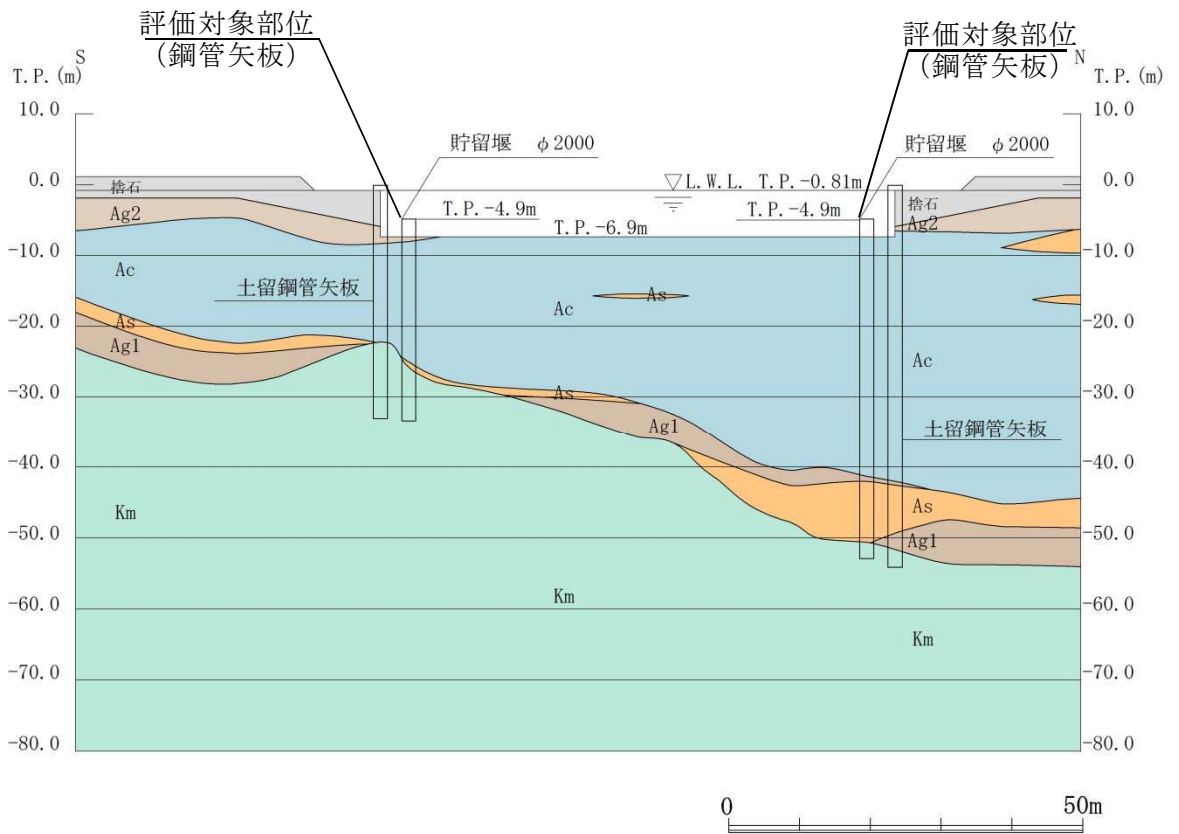
貯留堰の護岸接続部に設置する防護材を評価対象部位とする。

(5) 防護材取付部鋼材

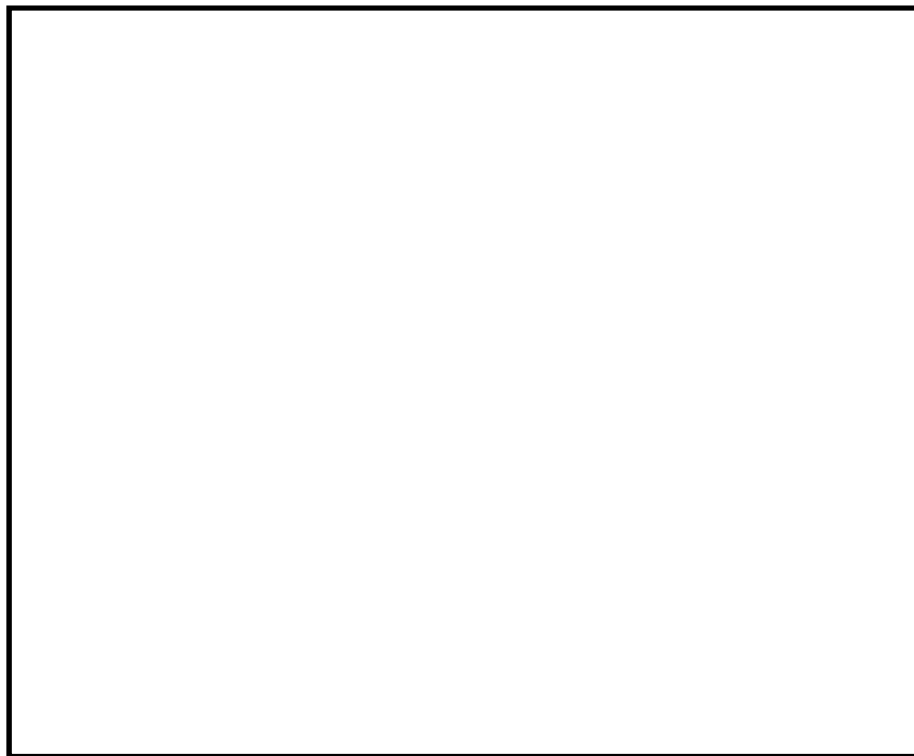
貯留堰の護岸接続部に設置する防護材取付部鋼材を評価対象部位とする。



第3-4図 (1) 評価対象部位 (1/3)



第3-4図 (2) 評価対象部位 (2/3)



第3-4図 (3) 評価対象部位 (3/3)

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度計算に用いる荷重及び荷重の組合せは、V-3-別添3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを踏まえて設定する。

3.3.1 荷重

貯留堰の強度評価には以下の荷重を用いる。

(1) 固定荷重 (G)

固定荷重として、構造物及び海水の自重を考慮する。

(2) 津波荷重 (P_t)

津波荷重として、貯留堰を越流する直前の津波波力と越流時の津波波力（静水圧差）を算定し、保守的なものを適用する。

(3) 衝突荷重 (P_c)

衝突荷重として、総排水トン 15t の漁船の衝突を考慮する。

(4) 余震荷重 ($K_{s,d}$)

余震荷重として、弾性設計用地震動 S_d -D1 による地震力及び動水圧を考慮する。

余震と津波の「重畳時」は余震荷重 ($K_{s,d}$) として水平慣性力及び鉛直慣性力を考慮する。地表面の最大加速度から水平震度及び鉛直震度を算定し、慣性力及び動水圧を作用させる。

a. 動水圧 (P_d)

余震と津波の「重畳時」は、余震による地表面最大加速度に応じた水平震度に基づき算定される動水圧を考慮する。

3.3.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを第3-2表に示す。強度評価に用いる荷重の組合せは津波時及び重畳時に区分し、荷重の作用図を第3-5図に示す。

第3-2表 荷重の組合せ

区分	荷重の組合せ
津波時	$G + P_t + P_c$
重畳時	$G + P_t + K_{s d} + P_d$

G : 固定荷重

P_t : 津波荷重

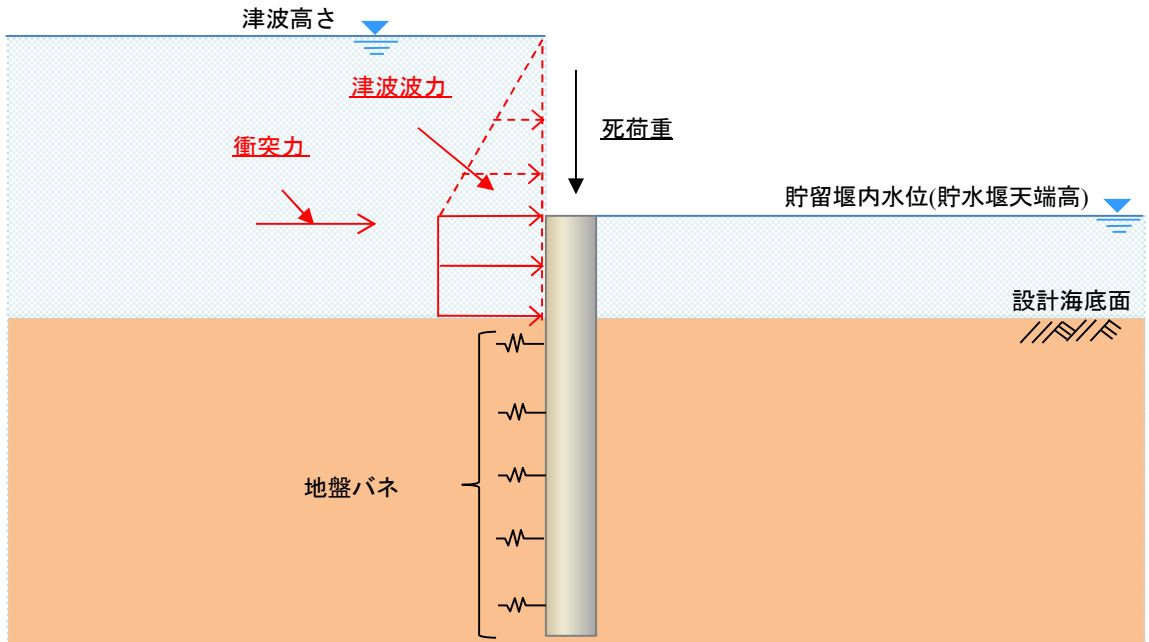
P_d : 動水圧

P_c : 衝突荷重

$K_{s d}$: 余震荷重

貯留堰外側

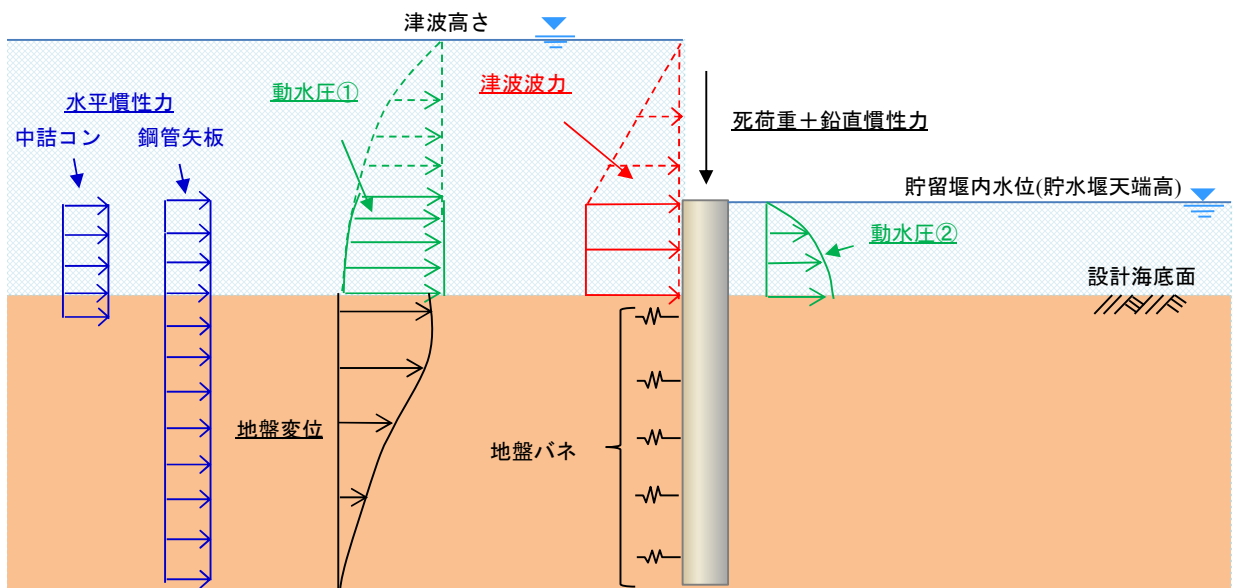
貯留堰内側



第 3-5 図 (1) 荷重の作用図 (津波時)

貯留堰外側

貯留堰内側



第 3-5 図 (2) 荷重の作用図 (重畳時)

3.4 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。

3.4.1 構造部材の健全性

(1) 鋼管矢板

鋼管矢板の許容限界は、「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，第 3-3 表に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，基準津波時における鋼材の許容応力度に対して 1.5 倍の割増しを考慮する。

第 3-3 表 鋼管矢板の許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
鋼管矢板 φ 2000	SM570	許容曲げ応力度	382.5
		許容せん断応力度	217.5

(2) 止水ゴム

止水ゴム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 3-4 表に止水ゴムの変形量の許容限界を示す。

第 3-4 表 止水ゴムの変形量の許容限界

評価項目	許容限界
止水ゴム	貯留堰と貯留堰取付護岸の相対変位：1050mm

(3) 止水ゴム取付部鋼材

止水ゴム取付部鋼材の許容限界は、「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，第 3-5 表に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，基準津波時における鋼材の許容応力度に対して 1.5 倍の割増しを考慮する。

第 3-5 表 止水ゴム取付部鋼材の許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
止水ゴム 取付部鋼材	SS400	許容曲げ応力度	210
		許容せん断応力度	120

(4) 防護材

防護材の許容限界は、「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，第 3-6 表に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，基準津波時における鋼材の許容応力度に対して 1.5 倍の割増しを考慮する。

第 3-6 表 防護材の許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
防護材	SS400	許容曲げ応力度	210
		許容せん断応力度	120

(5) 防護材取付部鋼材

防護材取付部鋼材の許容限界は、「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，第3-7表に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，基準津波時における鋼材の許容応力度に対して1.5倍の割増しを考慮する。

第3-7表 防護材取付部鋼材の許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
防護材 取付部鋼材	SM570	許容曲げ応力度	382.5
		許容せん断応力度	217.5

3.5 評価方法

貯留堰の評価方法は、V-3-別添3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「5. 強度評価方法」に基づき設定する。

3.5.1 津波時

(1) 鋼管矢板

a. 解析方法

鋼管矢板で津波に抵抗するため、鋼管矢板をモデル化した静的フレーム解析を行い、津波時の鋼管矢板の構造健全性を確認する。

b. 解析モデル及び諸元

(a) 解析モデル

解析モデルは鋼管矢板を2次元はり要素でモデル化し、地盤抵抗を表現するため、地盤バネを設置する。

(b) 使用材料及び材料の物性値

使用材料を第3-8表に、材料の物性値を第3-9表に示す。

第3-8表 使用材料

諸元	
鋼管矢板	SM570

第3-9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
鋼管矢板	77	2.00×10^5	0.3

c. 鋼管矢板の評価

鋼管矢板の評価は、鋼管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) 止水ゴム

発生変位量が「3.4 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。

(3) 止水ゴム取付部鋼材

止水ゴム取付部鋼材に発生する曲げ応力及びせん断応力が「3.4 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) 防護材及び防護材取付部鋼材

防護材に発生する曲げ応力及びせん断応力が「3.4 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。

3.5.2 重畳時

(1) 地盤応答解析

a. 解析方法

重畳時の検討で実施する地震応答解析は、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。

(a) 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。

(b) 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。

b. 解析モデル及び諸元

(a) 解析モデル

解析モデルは、構造物設置位置の地層構成に基づきモデル化する。

(b) 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。

c. 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の底面位置で評価したものを
用いる。

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。

(2) 静的解析

a. 鋼管矢板

鋼管矢板の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

b. 止水ゴム

止水ゴムの重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

c. 止水ゴム取付部鋼材

止水ゴム取付部鋼材の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

d. 防護材及び防護材取付部鋼材

防護材の及び防護材取付部鋼材の重畳時の評価は「(1) 津波時」と同じ方法により、許容限界以下であることを確認する。

