

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるい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-123 改0
提出年月日	平成30年2月13日

V-2-10-2-2-3 防潮扉の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	9
2.4 適用規格	13
3. 地震応答解析	14
3.1 評価対象断面	14
3.2 解析方法	16
3.3 荷重及び荷重の組合せ	17
3.4 入力地震動	19
3.5 解析モデル及び諸元	20
4. 扉体及び戸当りの耐震評価	21
4.1 評価対象部位	21
4.2 許容限界	24
4.3 評価方法	25
5. 防潮壁の耐震評価	31
5.1 評価対象部位	31
5.2 解析方法	33
5.3 許容限界	34
5.4 評価方法	37

1. 概要

本資料は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、防潮扉が設計用地震力にして十分な構造健全性及び止水性を有していることを確認するものである。

防潮扉に要求される機能の維持を確認するに当たっては、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価、構造部材全体の安定性評価、構造物の支持性能評価及び構造物の変形性評価により行う。

2. 基本方針

2.1 位置

防潮扉は、海水ポンプエリアと敷地南側境界部に設置する。

防潮扉の設置位置図を図 2-1 に示す。



図 2-1 防潮扉の設置位置図

2.2 構造概要

(1) 防潮扉 1

防潮扉は、スライド式のゲートで扉体、戸当り、駆動装置、間接支持構造物から構成されている。扉体は鋼製の構造であり、荷重を受ける受圧部にスキンプレートがあり、主桁、縦補助桁、端桁により架構が構成され、スキンプレートに掛る荷重を架構が受ける構造である。扉体で受けた荷重については、扉体の支圧板から支承部の戸当りを介して間接支持構造物が受ける構造である。

扉体の構造は、鋼製の桁及びスキンプレートを組合せた構造であり、鉄筋コンクリート防潮壁の躯体で保持している。戸当りは、H形鋼を組合せた構造である。

躯体は、鉄筋コンクリート防潮壁から構成され、鉄筋コンクリート造の構造物であり、ブロック間に止水ジョイントを設置する。鉄筋コンクリート防潮壁は、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。鉄筋コンクリート防潮壁と地中連続壁基礎は、鉄筋コンクリート製のフーチングを介した剛結合で一体構造とする。

防潮扉 1 の正面図及び平面図を図 2-2、側面図を図 2-3 に示す。

NT2 補② V-2-10-2-2-3 R0

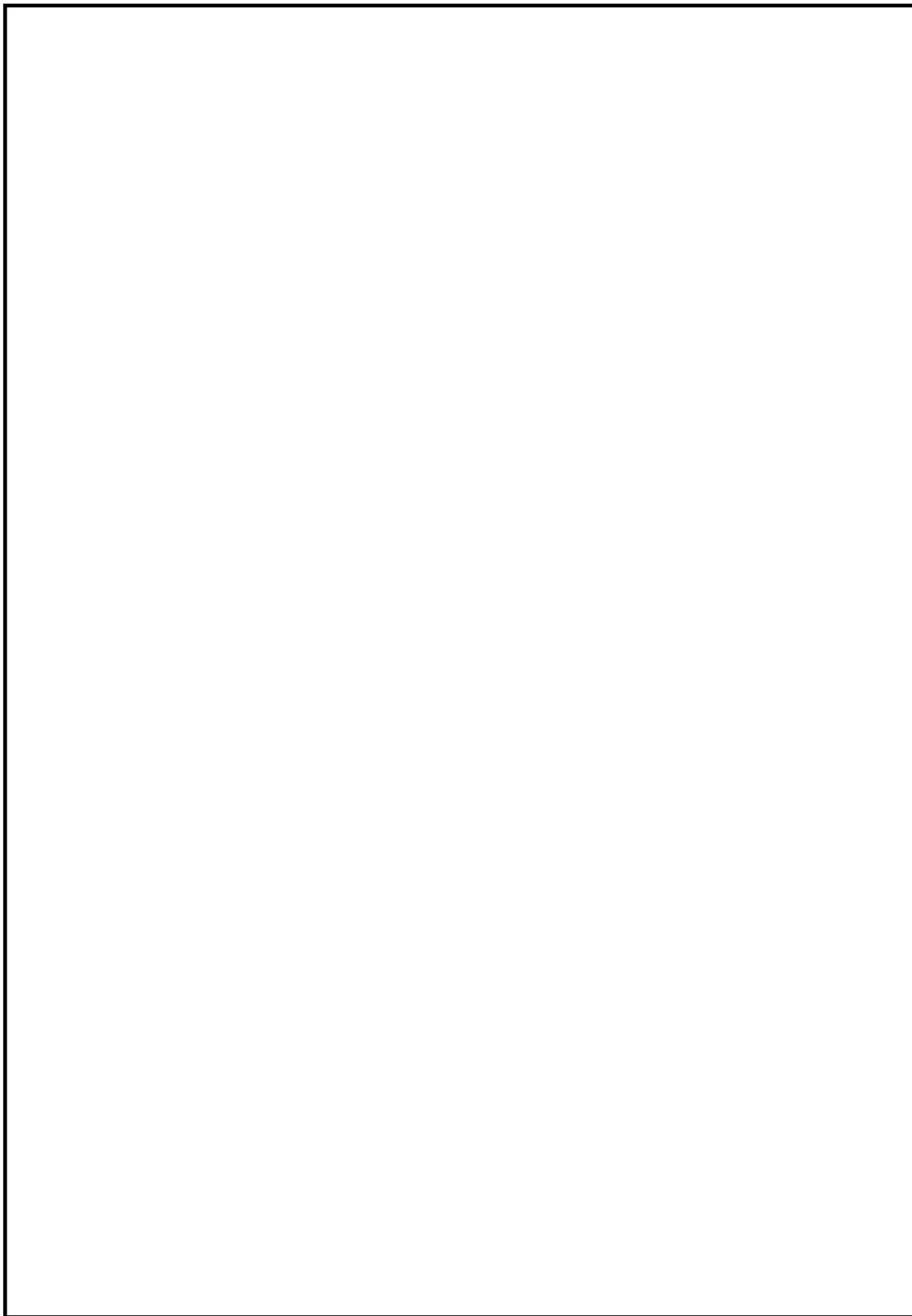


図 2-2 防潮扉 1 正面図及び平面図

NT2 補② V-2-10-2-2-3 R0

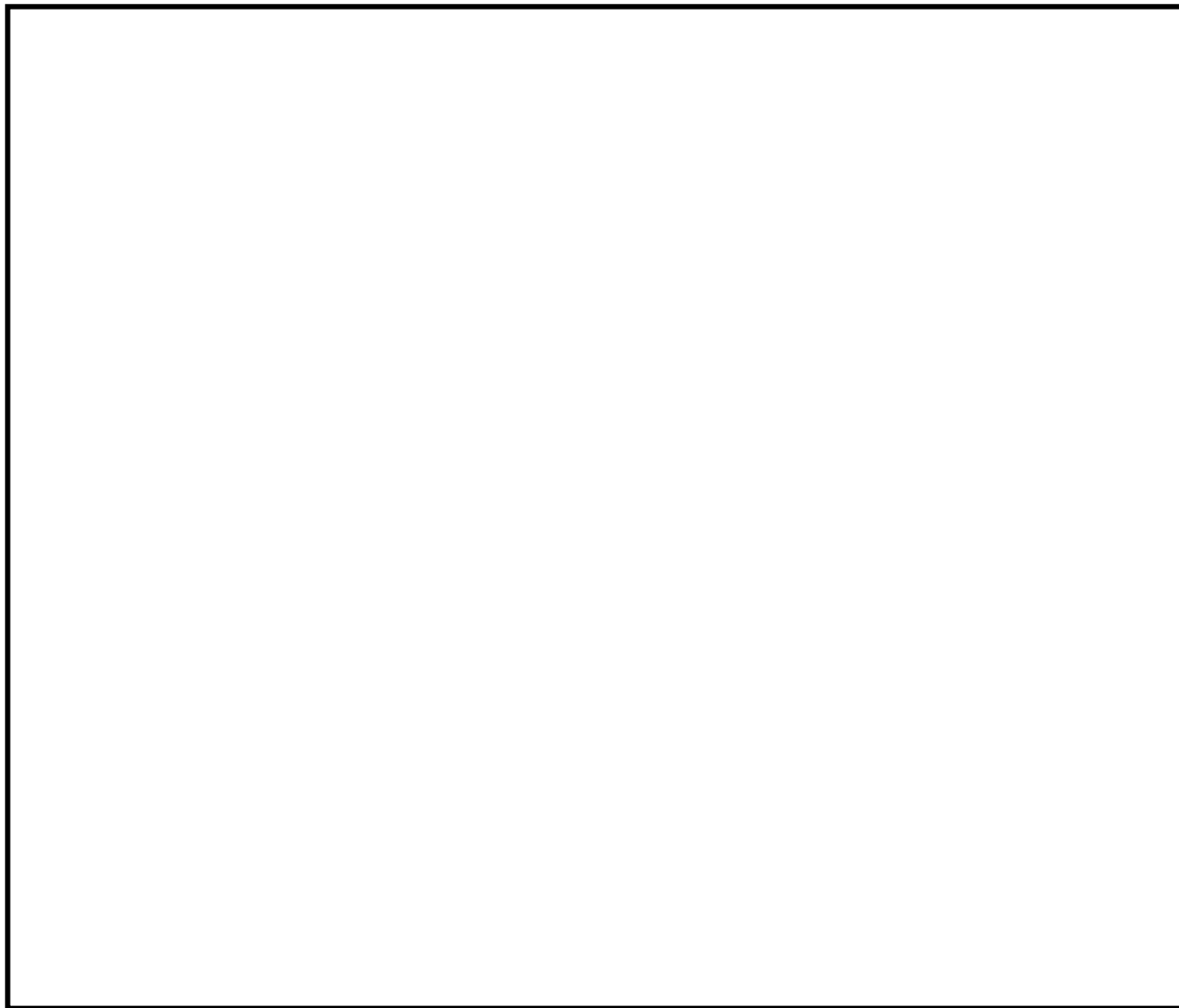


图 2-3 防潮扉 1 側面図

(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-2-10-2-2-3 R0

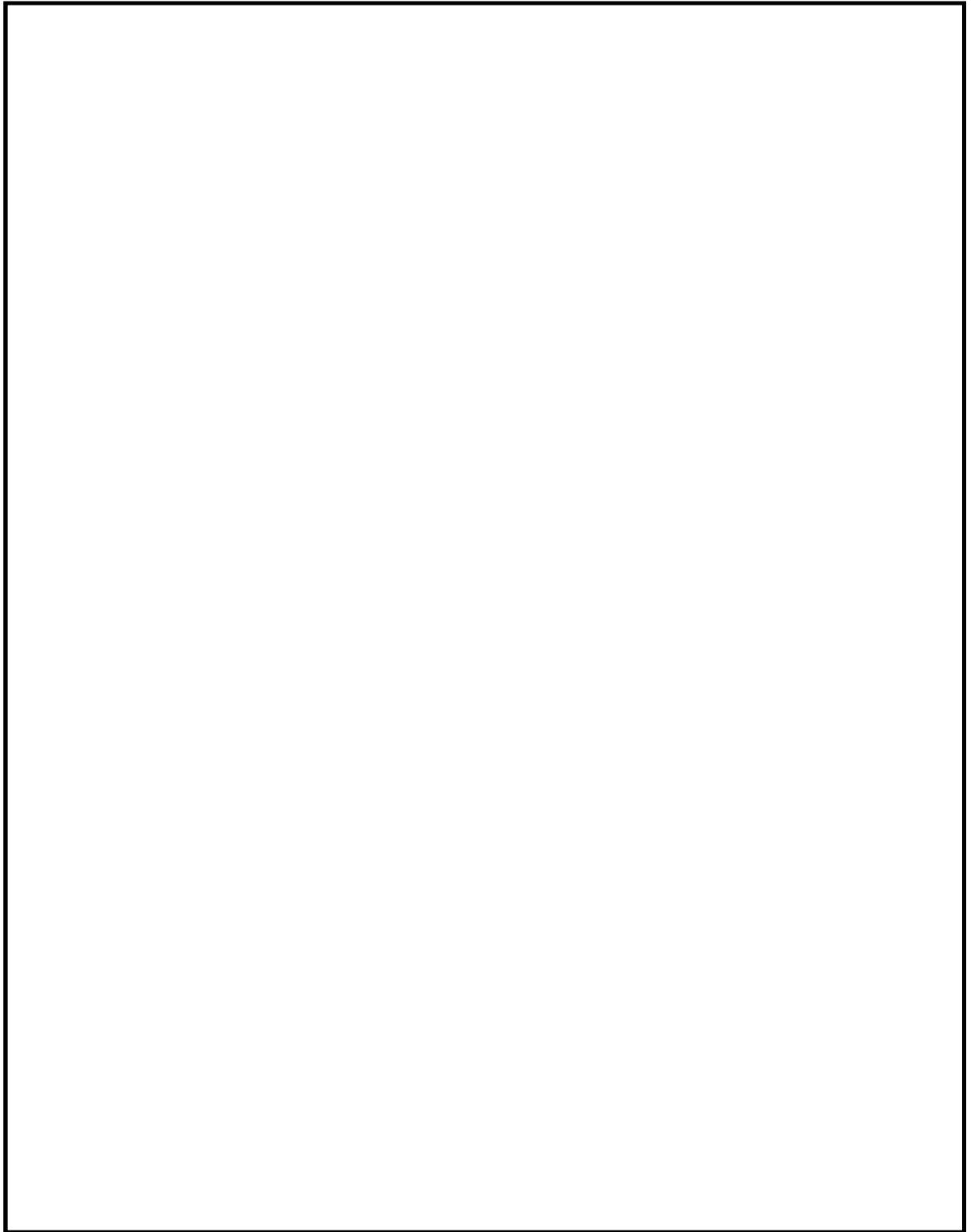


図 2-4 防潮扉 2 正面図及び平面図

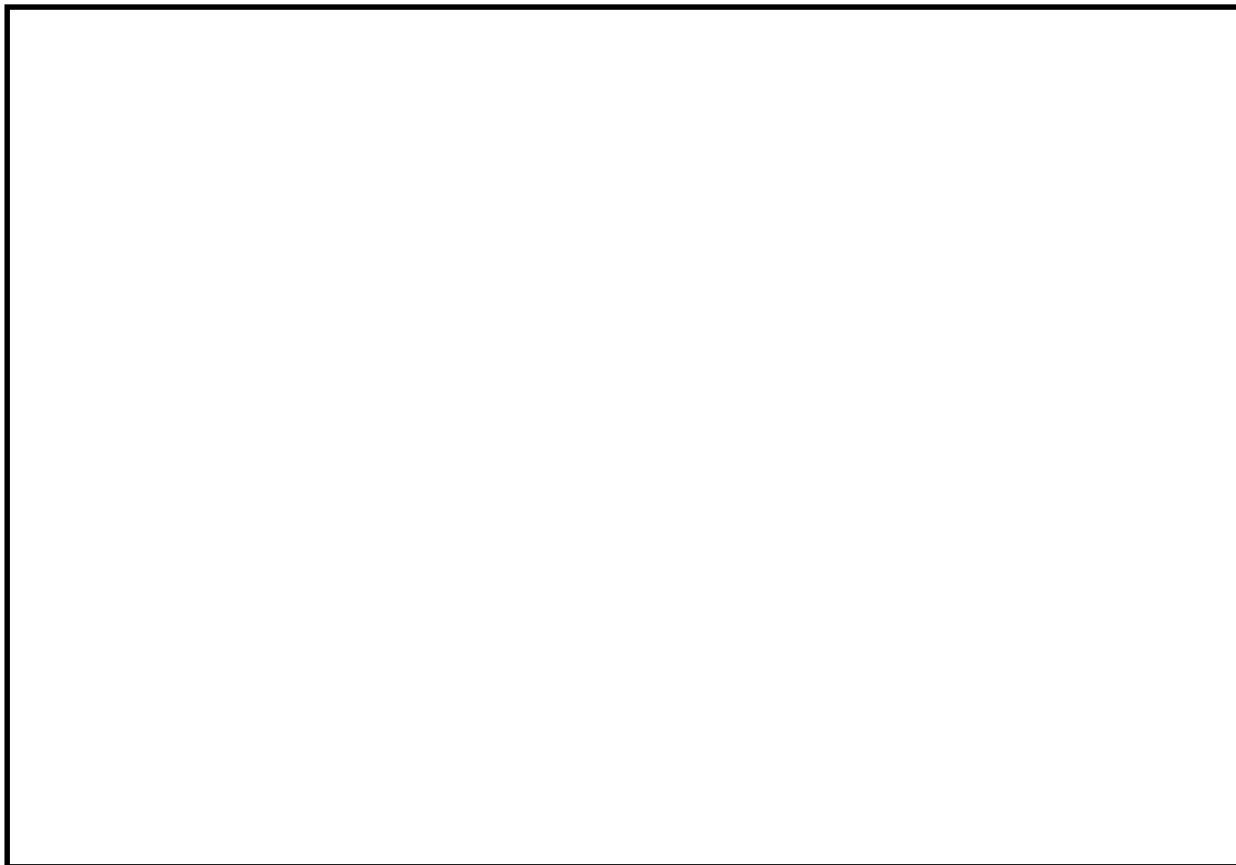


図 2-5 図 防潮扉 2 側面図

2.3 評価方針

防潮扉は、Sクラス施設である浸水防護施設に分類される。

評価において、防潮扉1は扉体及び戸当りの評価を行う。

防潮扉2は、構造上の特徴の違いから扉体及び戸当り、鉄筋コンクリート防潮壁に分けて評価を行う。また、扉体及び戸当り、並びに鉄筋コンクリート防潮壁の評価においては、地震応答解析により得られる応答値を用いて、各々の耐震評価を行う。

(1) 扉体及び戸当り

評価対象部位における発生応力が許容限界以下であることを確認する。

戸当りの耐震評価は、H鋼及び後打ちコンクリートに発生する応力を算定し、許容限界との比較を行う。耐震評価のフローを図2-6に示す。

(2) 防潮壁

a. 防潮扉1

防潮扉1における鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価は、V-2-10-2-2-2-1「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の耐震性についての計算書」に示す。

b. 防潮扉2

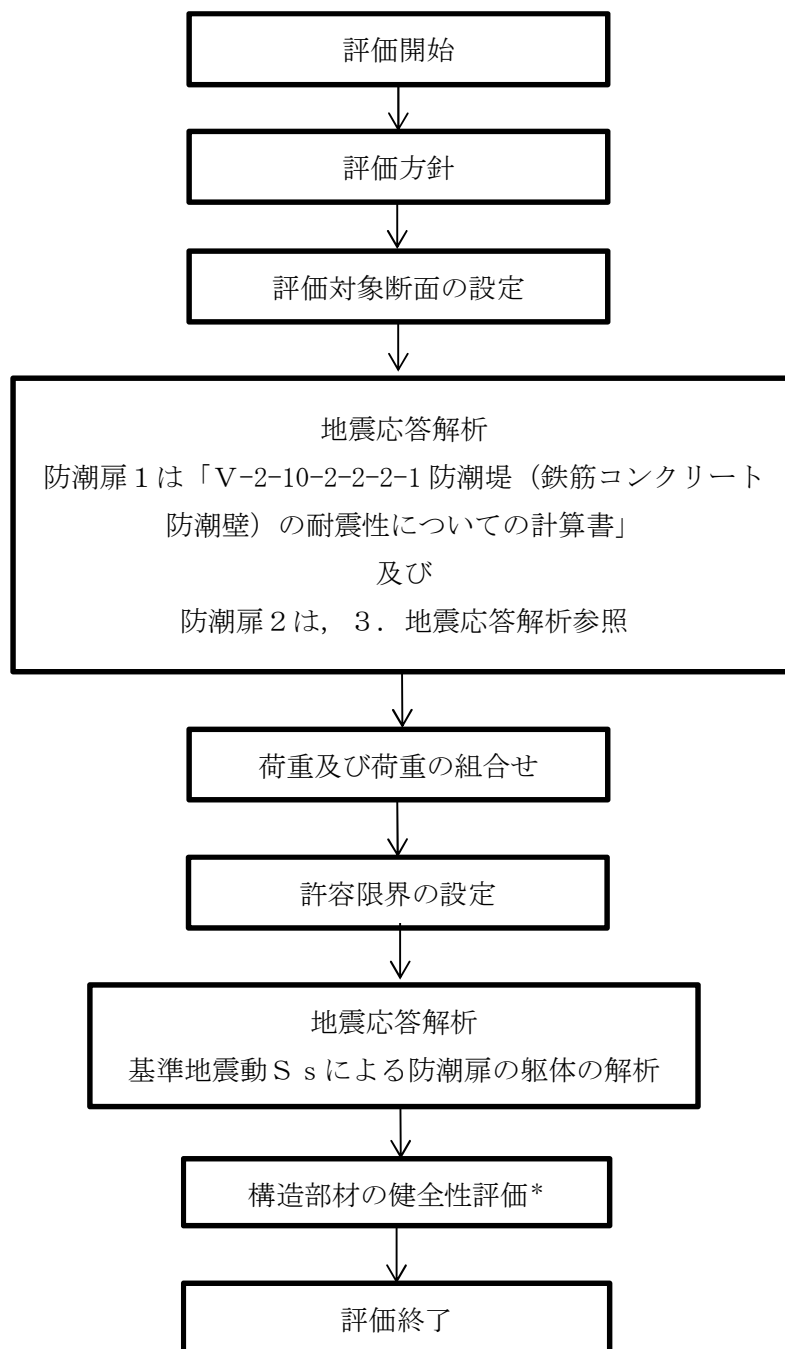
防潮扉2における鉄筋コンクリート防潮壁の耐震評価は、設計基準対象施設として表2-1の防潮扉（防潮壁）の評価項目に示すとおり、構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価を行う。

構造部材の健全性評価については、部材に発生する応力が許容限界以下であることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については、基礎地盤に作用する発生応力が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

構造物の変形性評価については、止水ジョイント部材の変形量を算定し、試験により確認した許容限界以下であることを確認する。

防潮壁の耐震評価フローを図2-7に示す。



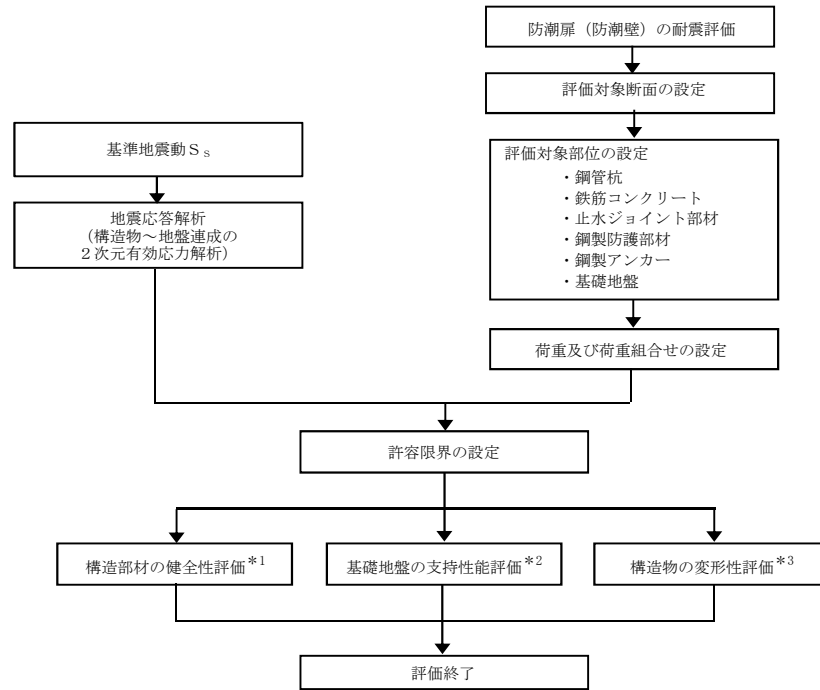
注記 * : 構造部材の健全性評価を実施することで、「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

図 2-6 防潮扉（扉体及び戸当り）の耐震評価フロー

表 2-2 防潮扉 2 の評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鋼管杭	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鉄筋コンクリート	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製アンカー	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護部材	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	発生応力が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
止水性を損なわないこと	構造部材の健全性	鋼管杭	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鉄筋コンクリート	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製アンカー	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		鋼製防護部材	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	構造物の変形性	止水ジョイント部材	発生変形量が許容限界以下であることを確認	有意な漏えいが生じないことを確認した変形量

注記 * : 妥当な安全余裕を考慮する。



- 注記 *1：構造部材の健全性評価を実施することで、表 2-2 に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。
- *2：基礎地盤の支持性能評価を実施することで、表 2-2 に示す「構造強度を有すること」を満足することを確認する。
- *3：構造物の変形性評価を実施することで、表 2-2 に示す「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

図 2-7 防潮扉 2 の耐震評価フロー

2.4 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）
- ・ コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会 2002 年制定）
- ・ 道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会 平成 24 年 3 月）
- ・ 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（（社）土木学会 2005 年）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）
- ・ 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程 J E A C 4 6 1 6 -2009（（社）日本電気協会）
- ・ 建築基礎構造設計指針（（社）日本建築学会 2001 年）
- ・ 各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010 年 11 月）
- ・ 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会 2005 年 9 月）
- ・ 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・ 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- ・ 津波漂流物対策施設設計ガイドライン（（財）沿岸技術研究センター（社）寒地港湾技術研究センター 2014 年 3 月）

3. 地震応答解析

防潮壁 1 の地震応答解析については、V-2-10-2-2-2-1「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の耐震性についての計算書」に示す。

防潮扉 2 の地震応答解析について説明する。

3.1 評価対象断面

評価対象断面は、鉄筋コンクリート防潮壁の構造上の特徴や周辺地盤状況を踏まえて設定する。評価断面位置を図 3-1 に評価対象断面を図 3-2 に示す。

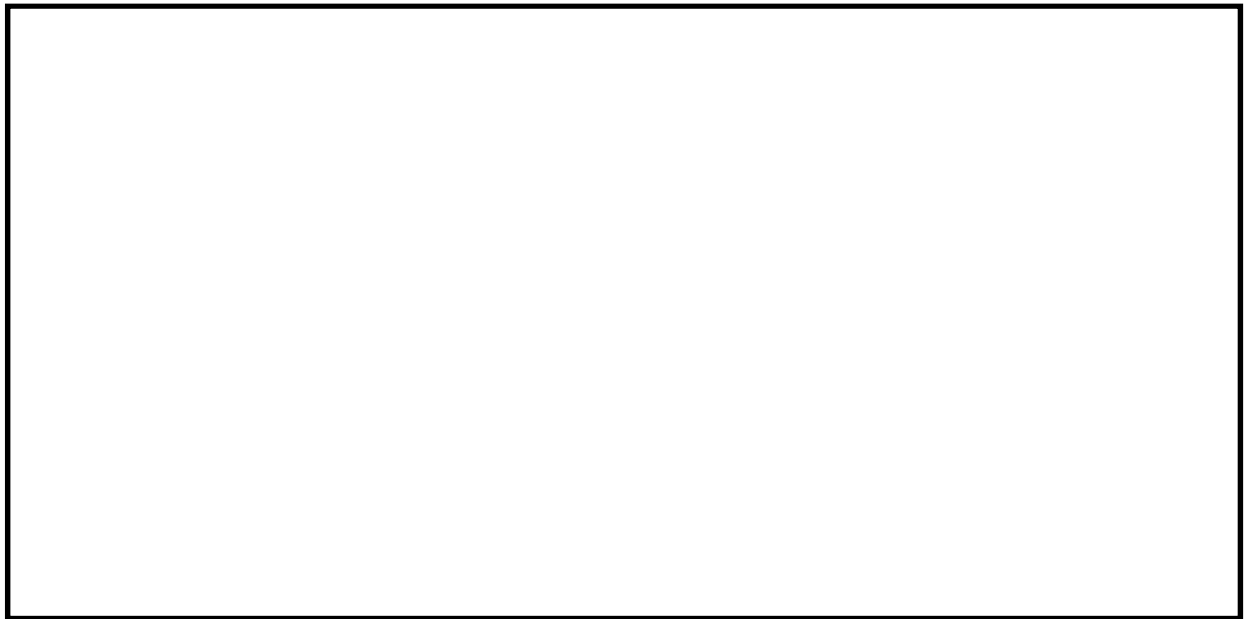


図 3-1 評価対象断面位置図

NT2 補② V-2-10-2-2-3 R0

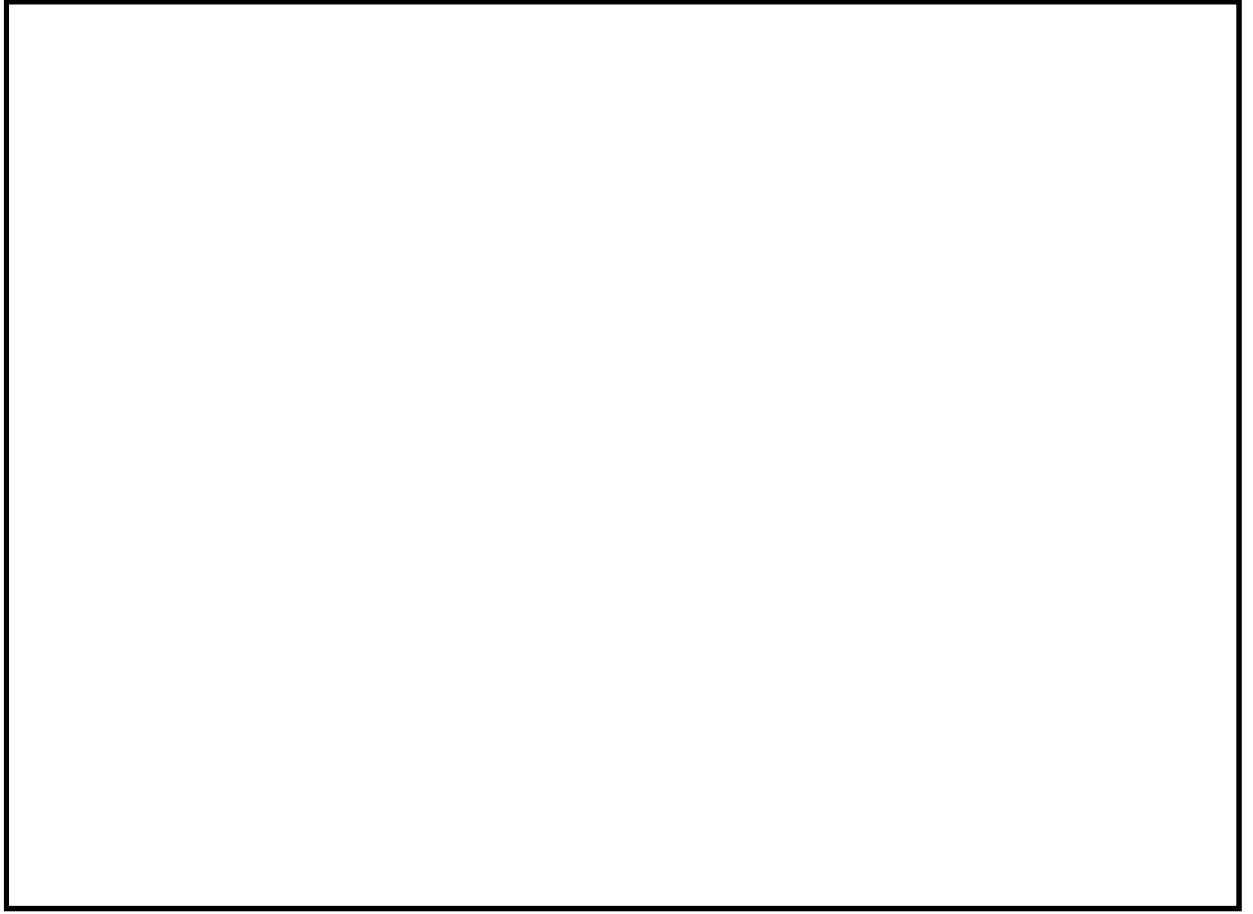


図 3-2 評価対象断面図

3.2 解析方法

地震応答解析は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答計算では、地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮できる有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定することを基本とする。

地中土木構造物への地盤変位に対する保守的な配慮として、地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する場合は、原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）を設定する。

上部土木構造物及び機器・配管系への加速度応答に対する保守的な配慮として、地盤の非液状化の影響を考慮する場合は、原地盤において非液状化の条件を仮定した解析を実施する。

地震応答解析には、解析コード「FLIP Ver. 7.3.0_2」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.1 構造部材

構造部材は、線形はり要素でモデル化する。

3.2.2 地盤

V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示す有効応力解析用地盤物性値に基づき、地盤の有効応力の変化に応じた地震時挙動を考慮できるモデルとする。

3.2.3 減衰特性

時刻歴非線形解析における減衰特性については、固有値解析にて求められる固有振動数に基づく Rayleigh 減衰を考慮する。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震安全性評価上考慮する状態

防潮扉の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪及び風荷重を考慮する。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

防潮扉の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重 (G)

固定荷重として、扉体自重を考慮する。

(2) 積載荷重 (P)

積載荷重として、機器荷重を考慮する。

(3) 地震荷重 (K_s)

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

(4) 積雪荷重 (P_s)

積雪荷重として、30 cm の積雪を考慮する。

(5) 風荷重 (P_k)

風荷重として、風速 30 m/s の風圧力を考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-1 に示す。

表 3-1 荷重の組合せ

区分	荷重の組合せ
地震時	$G + P + K_s + P_s + P_k$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

K_s : 地震荷重

P_s : 積雪荷重

P_k : 風荷重

3.4 入力地震動

入力地震動は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を1次元波動論により地震応答解析モデルの底面位置で評価したものをを用いる。入力地震動算定の概念図を図3-3に示す。

入力地震動の算定には、解析コード「k-SHAKE Ver. 6.2.0」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

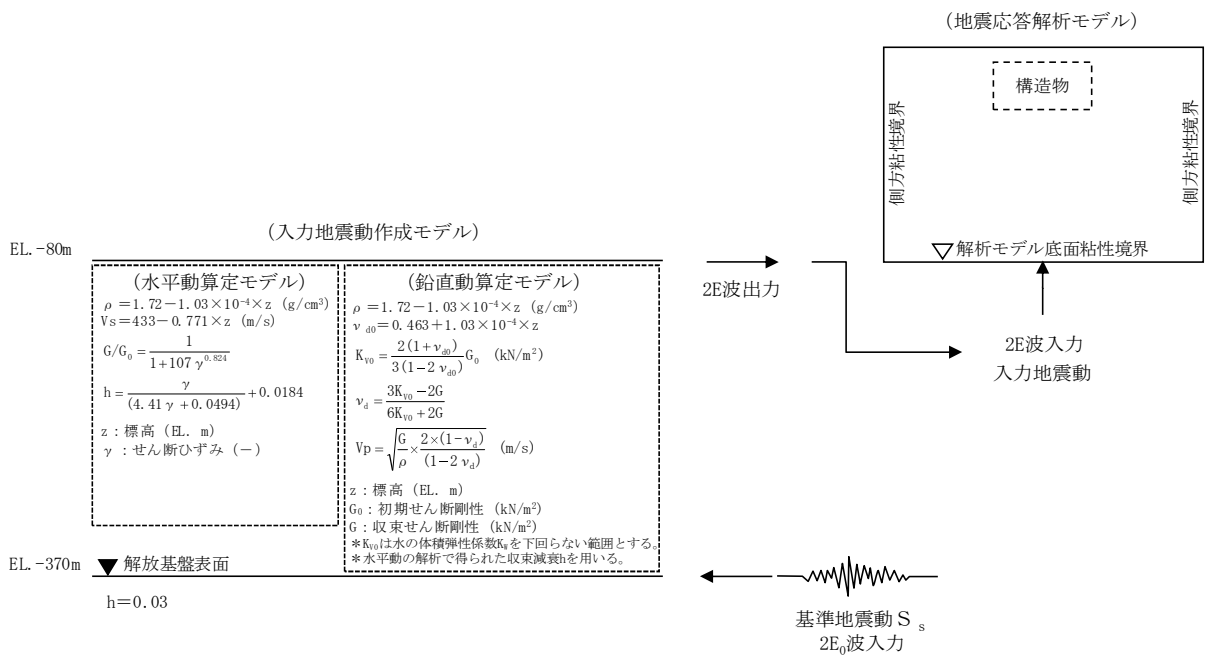


図3-3 入力地震動算定の概念図

3.5 解析モデル及び諸元

(1) 解析モデル

a. 解析領域

解析領域は、側方境界及び底面境界が、構造物の応答に影響しないよう、構造物と側方境界及び底面境界との距離を十分に大きく設定する。

b. 境界条件

解析領域の側方及び底面には、エネルギーの逸散効果を考慮するため、粘性境界を設ける。

c. 構造物のモデル化

構造物は、線形はり要素でモデル化する。

d. 地盤のモデル化

地盤は、地質断面図に基づき、マルチスプリング要素でモデル化する。

(2) 使用材料及び材料の物性値

使用材料を表 3-2 に、材料の物性値を表 3-3 に示す。

表 3-2 使用材料

諸元	
鉄筋	SD490
コンクリート	設計基準強度 : 40 N/mm ²
鋼管杭	SM570

表 3-3 材料の物性値

材料	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比
鉄筋コンクリート	24.5	3.10×10 ⁴	0.2
鋼管杭	77.0	2.00×10 ⁵	0.3

(3) 地盤の物性値

地盤の物性値は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

4. 扉体及び戸当りの耐震評価

4.1 評価対象部位

評価対象部位は、水圧等の荷重を受ける受圧部にスキンプレートがあり、主桁、縦補助桁、端桁により構成される架構の構造部材を評価対象部材とする。また、扉体の支圧板から支承部の戸当りについても評価対象部材にする。

防潮扉の部材名を図 4-1 及び図 4-2 に示す。

(1) 扉体の健全性

扉体は主桁、スキンプレート、縦補助桁、端桁、支圧板について検討する。

(2) 戸当りの健全性

戸当りはコンクリート支圧応力、底面フランジ曲げ応力、コンクリートのせん断応力それぞれについて検討する。

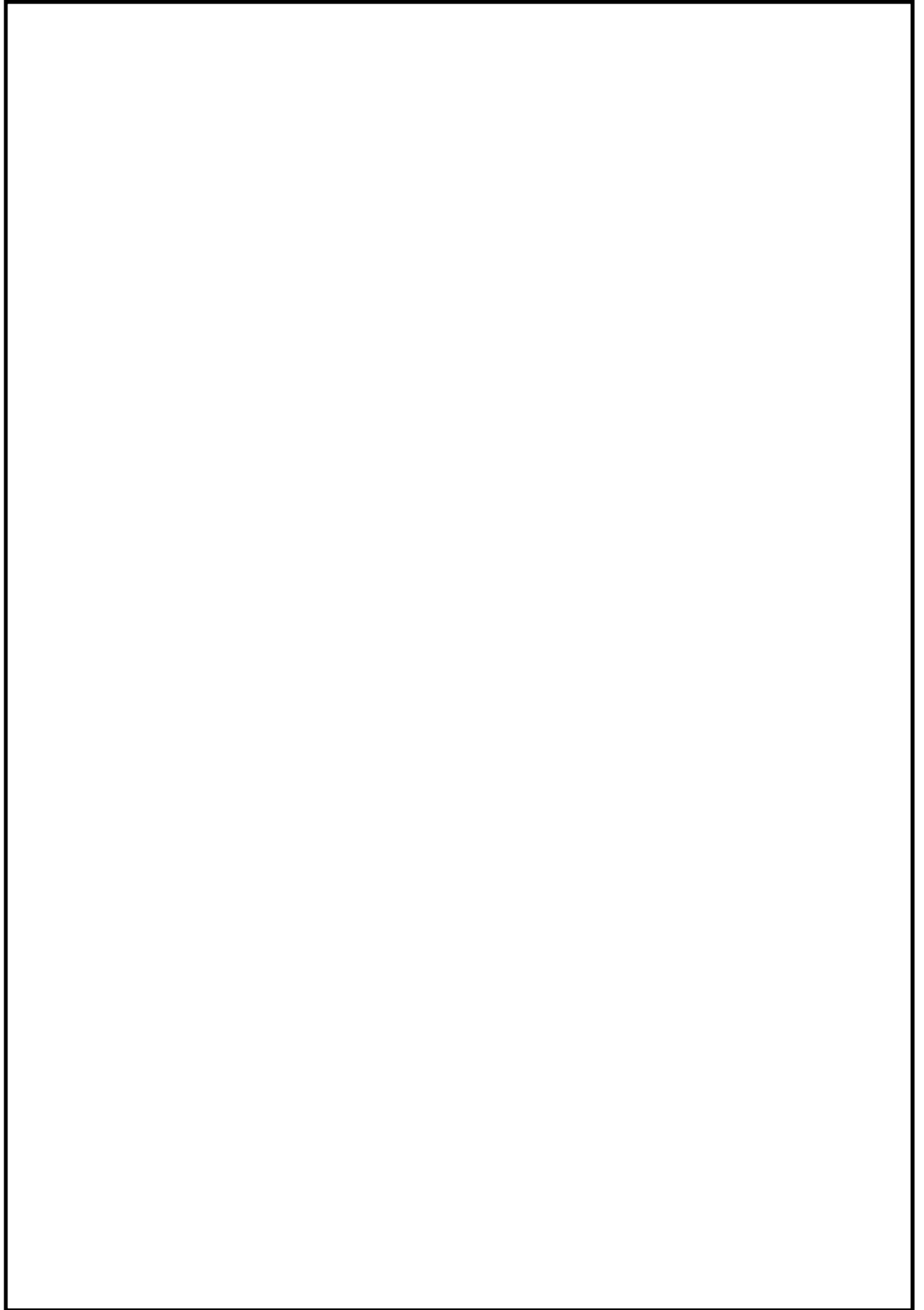


図 4-1 防潮扉 1 の部材名 (正面図及び平面図)

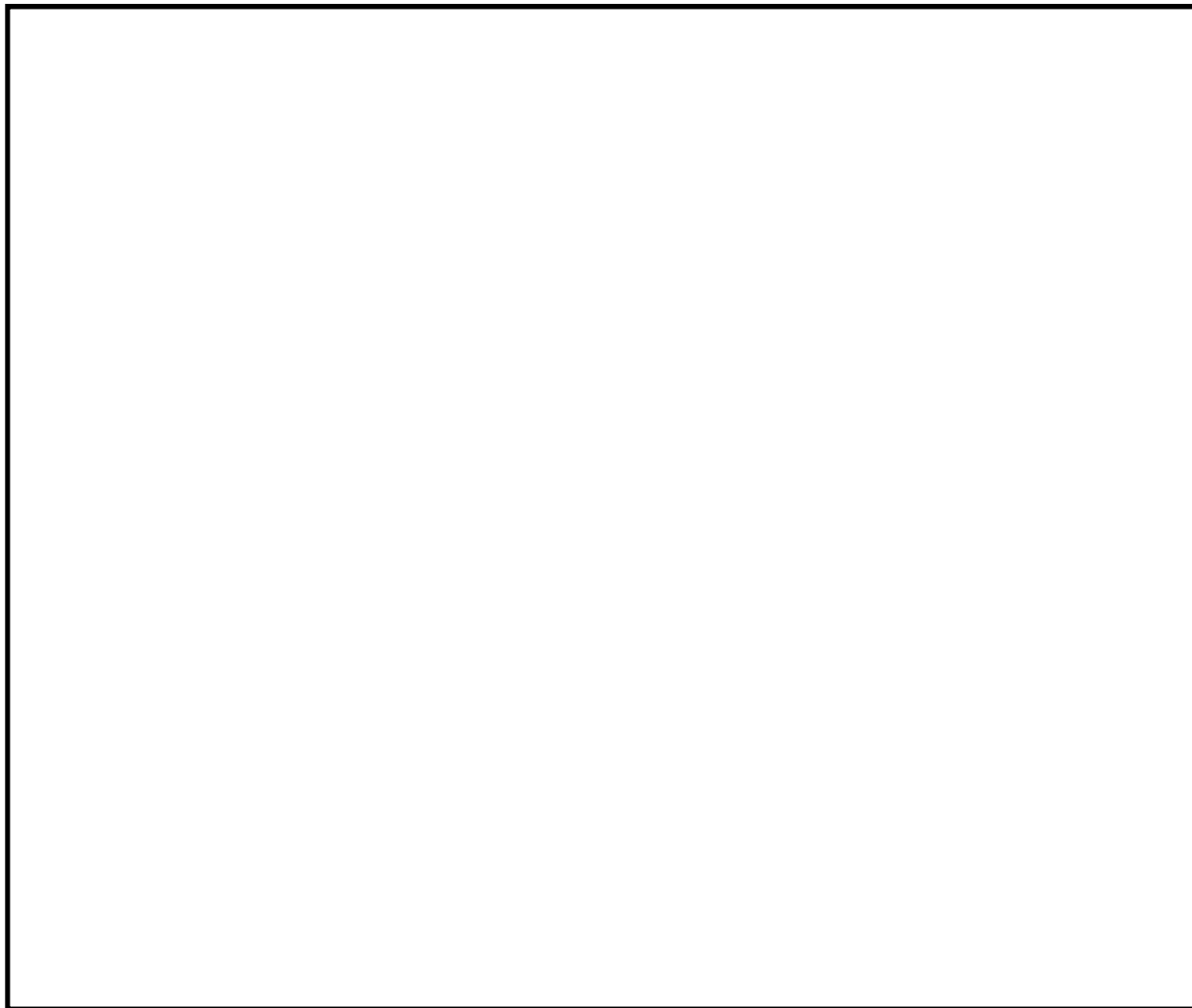


図 4-2 防潮扉 1 の部材名 (側面図)

4.2 許容限界

許容限界は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

(1) 扉体

扉体の許容限界は、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会，平成25年6月）」に基づき，表4-1に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，鋼材の許容応力度に対して1.5倍の割増しを考慮する。

また，止水性については許容限界を短期許容応力度とすることで部材をおおむね弾性域内の変形に留め，戸当たりとの圧着構造を保つことで止水性を確保するものとする。

表 4-1 鋼材の許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)	
スキンプレート，主桁，縦補助桁，端桁	SM490	t ≤ 40 ^{*1}	許容曲げ応力度 σ_{ca}	240
			許容圧縮応力度，許容引張応力度 σ_{ca}	240
			許容せん断応力度 τ_a	135
			許容支圧応力度 σ_{ca}^{*2}	360
支圧板	SUS304	t ≤ 40 ^{*1}	許容支圧応力度 σ_{ca}^{*2}	225

注記 *1：t 鋼材の板厚（mm）

*2：許容支圧応力の上限值は降伏点とする。

(2) 戸当り

防潮扉戸当りの許容限界は，鋼材については扉体と同様とする。コンクリートの許容限界は表4-2に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，コンクリート鋼材の許容応力度に対して1.5倍の割増しを考慮する。

表 4-2 コンクリートの許容応力度（短期）

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
無筋 コンクリート	コンクリートの 設計基準強度 24 N/mm ²	許容圧縮応力度 σ_{ca}	8.1
		許容支圧応力度 σ_{ca}	8.85
		許容せん断応力度 τ_a	0.6
		許容付着応力度 σ_{ca}^{*1}	2.4

注記 *：異形鉄筋の場合を示す。

4.3 評価方法

4.3.1 扉体

評価対象部位における発生応力が許容限界以下であることを確認する。

(1) 主桁

主桁は、部材の発生断面力に対して保守的な評価となるよう、支圧板の設置位置を支点とする両端をピン支点の単純梁によりモデル化する。

主桁のモデル図を図 4-3 に示す。

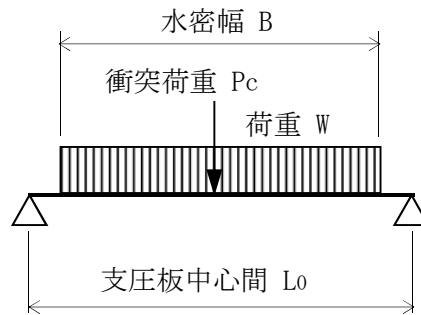


図 4-3 主桁のモデル図

(2) スキンプレート

スキンプレートに発生する曲げモーメントは、4辺を固定指示された平板としてモデル化し、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」の式により曲げ応力を算定する。

スキンプレートのモデル図及び応力算定式を図 4-4 に示す。

$$\sigma = \frac{k \cdot a^2 \cdot P \cdot -10^6}{100 \cdot t^2}$$

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

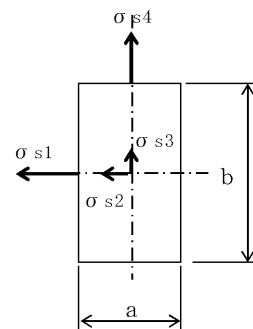
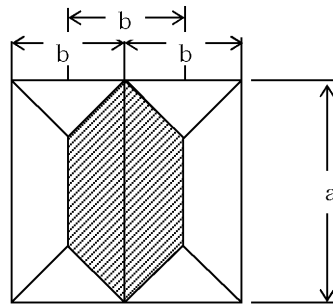


図 4-4 スキンプレートの応力算定式とモデル図

(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を介してコンクリート躯体に伝達する役割を果たしている。よって「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」に従い、垂直補剛材を有するプレートガーダの荷重集中点として腹板強度の照査を行う。

端桁腹板には垂直補剛材として主桁ウェブとスチフナを有する。縦桁腹板は天地方向に、主桁ウェブは径間方向に部材が伸びているが、実際に荷重が作用している有効断面をで検討するため、有効幅はそれぞれの板厚の 12 倍までとする。ただし、補剛材（主桁ウェブ）については、全有効断面積が補剛材断面積の 1.7 倍を超える場合は有効幅を小さくし、全有効断面積が補剛材断面積の 1.7 倍となるようにする。

端桁のモデル図を図 4-6 に示す。

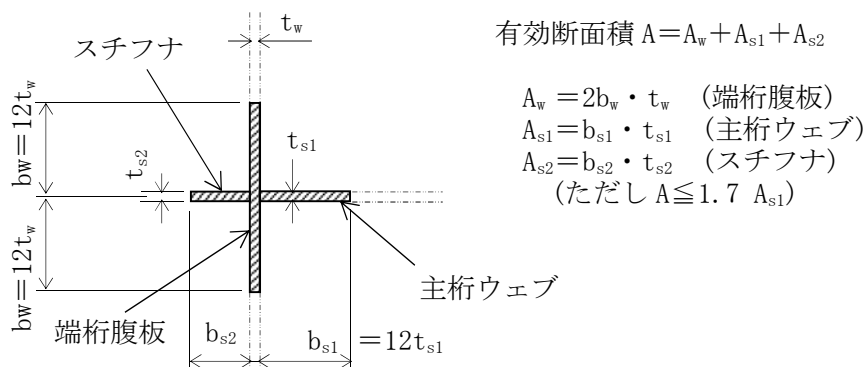
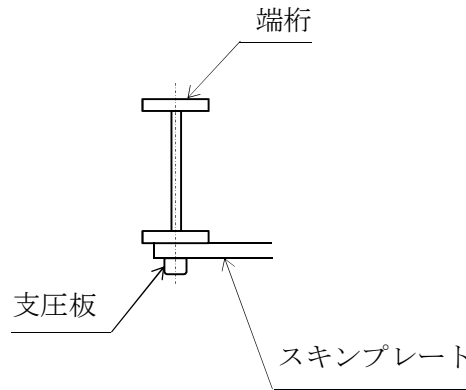


図 4-6 端桁のモデル図

(5) 支圧板

支圧板の面圧は踏面に曲率を設けるため、「ダム・堰施設技術基準（案）（基準解説編・マニュアル編）（（社）ダム・堰施設技術協会 平成 25 年 6 月）」のローラの線接触に倣って計算する。

端桁のモデル図及び応力算定式を図 4-7 に示す。



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

ここに、

$$C = 1.080 \sqrt{\frac{P \cdot R \cdot (E_1 + E_2)}{Lh \cdot E_1 \cdot E_2}}$$

$$Z = 0.78 \cdot C$$

p : ヘルツの接触応力度 (N/mm^2)
 P : 計算荷重の常時換算値 = $(P_s + P_c) / \gamma$ (N)

p_d : 扉体下端水圧 (N/mm^2)

B : 扉体水密幅

γ : 許容応力補正係数に裕度を乗じた係数

E_1 : 支圧板の弾性係数

E_2 : 支圧板当りの弾性係数

Lh : 支圧板計算高さ

R : 支圧板半径 (mm)

C : 接触幅の1/2 (mm)

Z : 最大せん断応力度が発生する深さ (mm)

ν : 安全率 = 1.3 (線接触の場合)

H_B : 支圧板のブリネル硬さ

図 4-7 支圧板のモデル図及び応力算定式

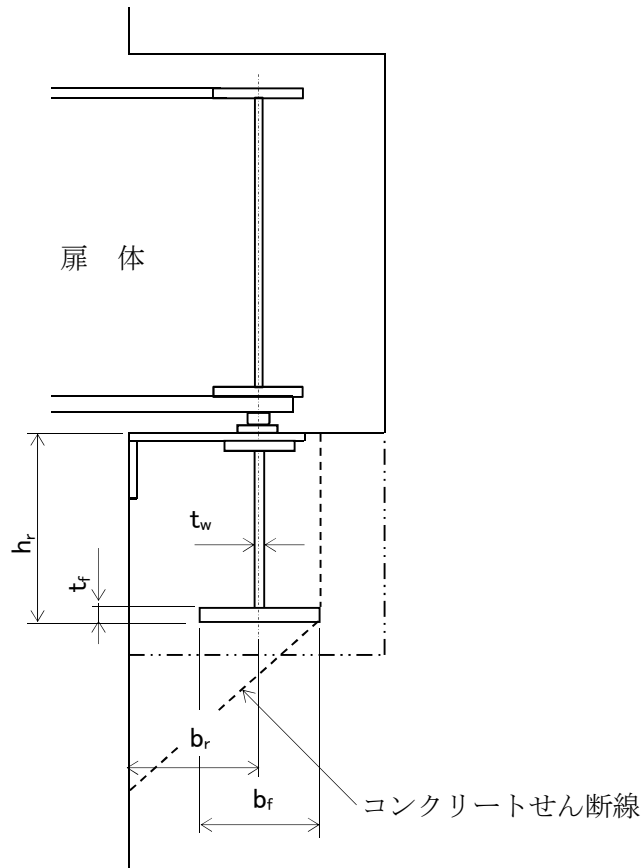
4.3.2 戸当り

評価対象部位における発生応力が許容限界以下であることを確認する。

(1) 鋼材

戸当りの鋼材は、下面の水圧が高いため作用水圧とする。

戸当りのモデル図及び応力算定式を図 4-8 に示す。



底面フランジ曲げ応力度

$$\sigma_f = \frac{6 \cdot \sigma_k \cdot b_f^2}{8 \cdot t_f^2} \quad (\text{N/mm}^2)$$

腹板の圧縮応力度

$$\sigma_{cw} = \frac{pd \cdot B}{2 \cdot t_w} \quad (\text{N/mm}^2)$$

pd : 下部作用水圧 (N/mm²)

B : 扉体水密幅

br : 水路面より戸当り中心までの距離

hr : 戸当り高

t_w : 戸当りウェブ厚さ

b_f : 戸当り底面フランジ幅

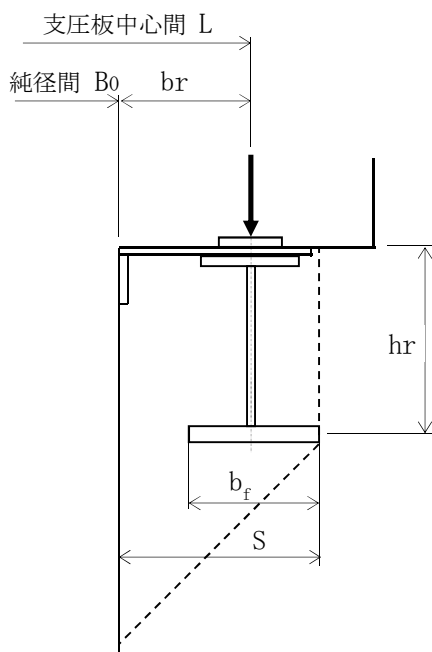
t_f : 戸当り底面フランジ厚さ

図 4-8 戸当り鋼材のモデル図及び応力算定式

(2) コンクリート

戸当りのコンクリートは、前項の鋼材の作用力を負担するものとして支圧応力及びせん断応力を評価する。

戸当りコンクリートのモデル図及び応力算定式を図 4-9 に示す。



コンクリートの支圧応力度

$$\sigma_k = \frac{pd \cdot B}{2 \cdot bf} \quad (\text{N/mm}^2)$$

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 4-9 戸当りコンクリートのモデル図及び応力算定式

5. 防潮壁の耐震評価

防潮壁 1 の耐震評価については、V-2-10-2-2-2-1「防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）の耐震性についての計算書」に示す。

防潮扉 2 の防潮壁について説明する。防潮扉 2 の防潮壁正面図を図 5-1 に、防潮壁断面図を図 5-2 に示す。

5.1 評価対象部位

評価対象部位は、防潮壁の構造上の特徴を踏まえ設定する。

(1) 鋼管杭

鋼管杭の評価対象部位は、防潮壁を支持する鋼管杭とする。

(2) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートの評価対象部位は、防潮壁とフーチングの鉄筋コンクリートとする。

(3) 基礎地盤の支持力

基礎地盤の評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮壁を支持する基礎地盤とする。

(4) 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の評価対象部位は、構造物間に設置する止水ゴム及び止水シートとする。

(5) 鋼製アンカー

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

(6) 鋼製防護部材

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

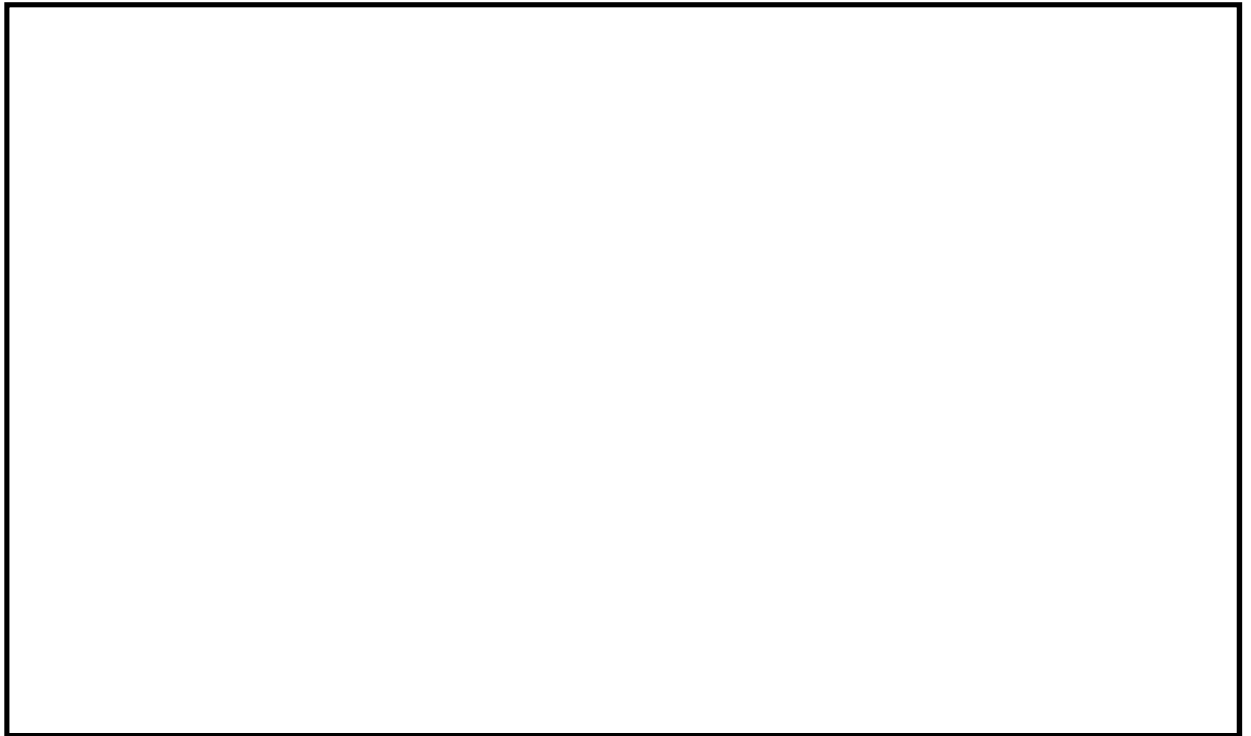


図 5-1 防潮壁正面図（防潮扉 2）

NT2 補② V-2-10-2-2-3 R0

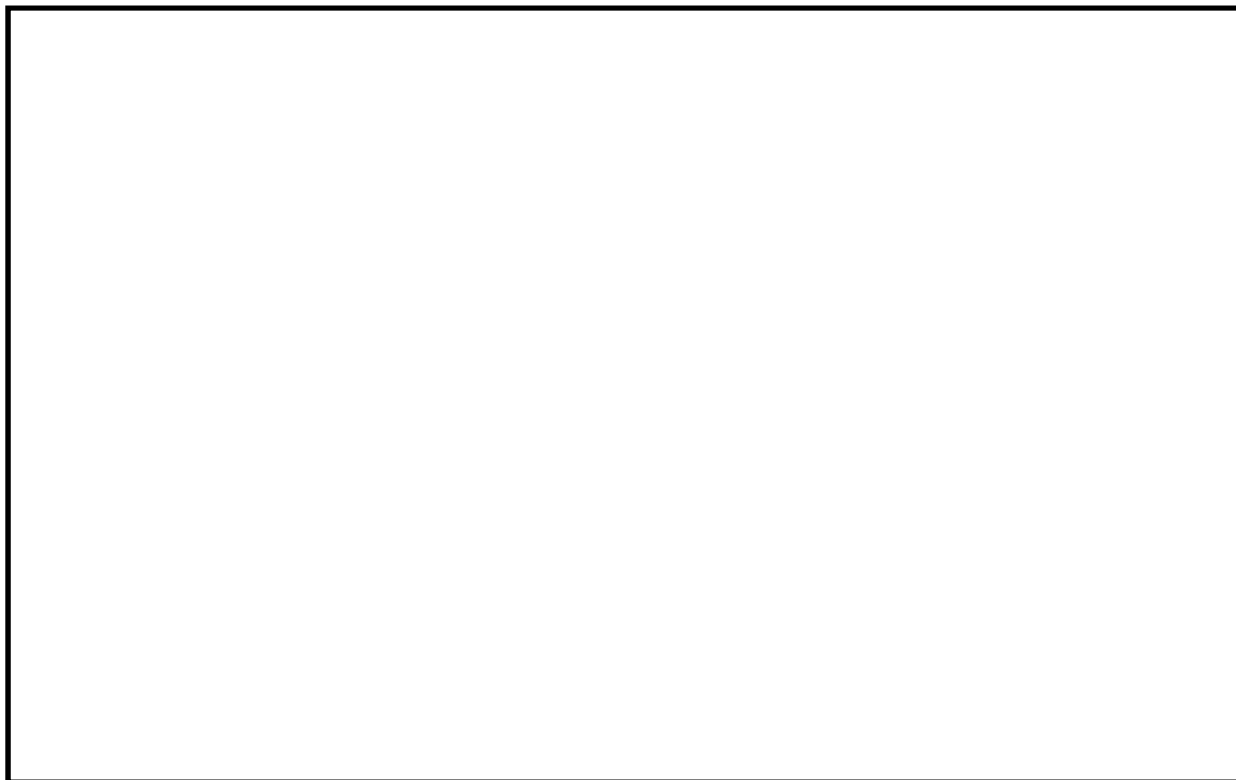


图 5-2 防潮壁正面图 (防潮扉 2)

5.2 解析方法

(1) 鉄筋コンクリート及び鋼管杭基礎

設計対象構造物～地盤の連成系モデルによる2次元地震応答解析を行い、地震時の鋼管杭基礎の構造健全性及び支持性能を確認する。有効応力の変化を考慮することができる有効応力法を用いることとし、2次元地震応答解析を実施する。

5.3 許容限界

許容限界は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。

(1) 鋼管杭

鋼管杭の許容限界は、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）」に基づき，表 5-1 に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，鋼材の長期許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

表 5-1 鋼管杭の許容限界

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
鋼管杭	SM570	許容引張応力度 σ_{sa1}	382.5
		許容圧縮応力度 σ_{sa1}	
		許容せん断応力度 σ_{sa1}	217.5

(2) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートの許容限界は、「コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]（（社）土木学会，2002 年制定）」及び「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会 平成 24 年 3 月）」に基づき，表 5-2 に示す短期許容応力度とする。短期許容応力度は，鉄筋コンクリートの許容応力度に対して 1.5 倍の割増を考慮する。

また，杭頭部に関しても，鉄筋コンクリートは表 5-2 に示す短期許容応力度を許容限界とする。

表 5-2 鉄筋コンクリートの許容限界

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)
コンクリート	$f'_{ck}=40$ N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	21
		許容せん断応力度 τ_{a1}	0.825*
		許容押抜きせん断応力度 τ_{a1}'	1.65
		許容支圧応力度 σ_{ca}'	18
鉄筋	SD490	許容曲げ引張応力度 σ_{sa2} (軸方向鉄筋)	435
		許容曲げ引張応力度 σ_{sa2} (せん断補強筋)	300

注記 *：斜め引張鉄筋を考慮する場合は，「コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]（（社）土木学会 2002 年制定）」に準拠し，次式により求められる許容せん断力 (V_a) を許容限界とする。

$$V_a = V_{ca} + V_{sa}$$

ここで、

V_{ca} : コンクリートの許容せん断力

$$V_{ca} = 1/2 \cdot \tau_{a1} \cdot b_w \cdot j \cdot d$$

V_{sa} : 斜め引張鉄筋の許容せん断力

$$V_{sa} = A_w \cdot \sigma_{sa2} \cdot j \cdot d / s$$

τ_{a1} : 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度

b_w : 有効幅

j : 1/1.15

d : 有効高さ

A_w : 斜め引張鉄筋断面積

σ_{sa2} : 鉄筋の許容引張応力度

s : 斜め引張鉄筋間隔

(3) 基礎地盤の支持力

基礎地盤に作用する許容限界は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」を考慮し、極限支持力に基づき設定する。

(4) 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の変形量の許容限界は、メーカー規格、漏水試験及び変形試験により、有意な漏えいが生じないことを確認した変形量とする。表 5-3 に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

表 5-3 止水ジョイント部材の変形量の許容限界

評価項目		許容限界
止水ジョイント部材	ゴムジョイント	水平：200 mm，鉛直：200 mm，軸直角：200 mm
	シートジョイント	防潮壁天端相対変位：2 m

(5) 鋼製アンカー

鋼製アンカーの許容限界は、「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010 年 11 月）」に基づき設定する。コンクリートの許容限界は、表 5-2 に示す短期許容応力度を許容限界とする。

(6) 鋼製防護部材

鋼製防護部材の許容限界は、「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会，2005年9月）」，「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会 2010年11月）」及び「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（（財）沿岸技術研究センター，（社）寒地港湾技術研究センター 2014年3月）」に基づき設定する。

5.4 評価方法

防潮壁の耐震評価は、「3. 地震応答解析」により得られる照査用応答値が、「5.3 許容限界」で設定した許容限界以下であることを確認する。

(1) 鋼管杭の評価手法

鋼管杭の評価は、杭体の曲げモーメント及び軸力より算定される応力及びせん断力より算定されるせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

a. 曲げモーメント及び軸力に対する照査

曲げモーメント及び軸力を用いて次式により算定される応力が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

ここで、

σ : 鋼管杭の曲げモーメント及び軸力より算定される応力 (N/mm²)

M : 最大曲げモーメント (N・mm)

Z : 断面係数 (mm³)

N : 軸力 (N)

A : 有効断面積 (mm²)

b. せん断力に対する照査

せん断力を用いて次式により算定されるせん断応力がせん断強度に基づく許容限界以下であることを確認する。

$$\tau = \kappa \frac{S}{A}$$

ここで、

τ : 鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力 (N/mm²)

S : せん断力 (N)

A : 有効断面積 (mm²)

κ : せん断応力の分布係数 (2.0)

(2) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートは、耐震評価により算定した曲げ圧縮応力、曲げ引張応力及びせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

(3) 基礎地盤の支持力

基礎地盤の支持性能評価においては、基礎地盤に作用する発生応力が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

(4) 止水ジョイント部材

地震応答解析で求められる相対変位が許容限界以下であることを確認する。

(5) 鋼製アンカー

アンカーの引張力、せん断力及びコンクリートのせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

(6) 鋼製防護部材

鋼製防護部材に発生する応力が許容限界以下であることを確認する。