

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 9 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 適用基準	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	20
3.5 評価方法	23
4. 評価条件	38
5. 評価結果	46
5.1 津波時	46
5.2 重畳時	61

1. 概要

本資料は、添付書類「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）が地震後の繰返しの襲来を想定した遡上津波荷重，余震や漂流物の衝突，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

添付書類「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、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）の位置図を図 2-1 に示す。

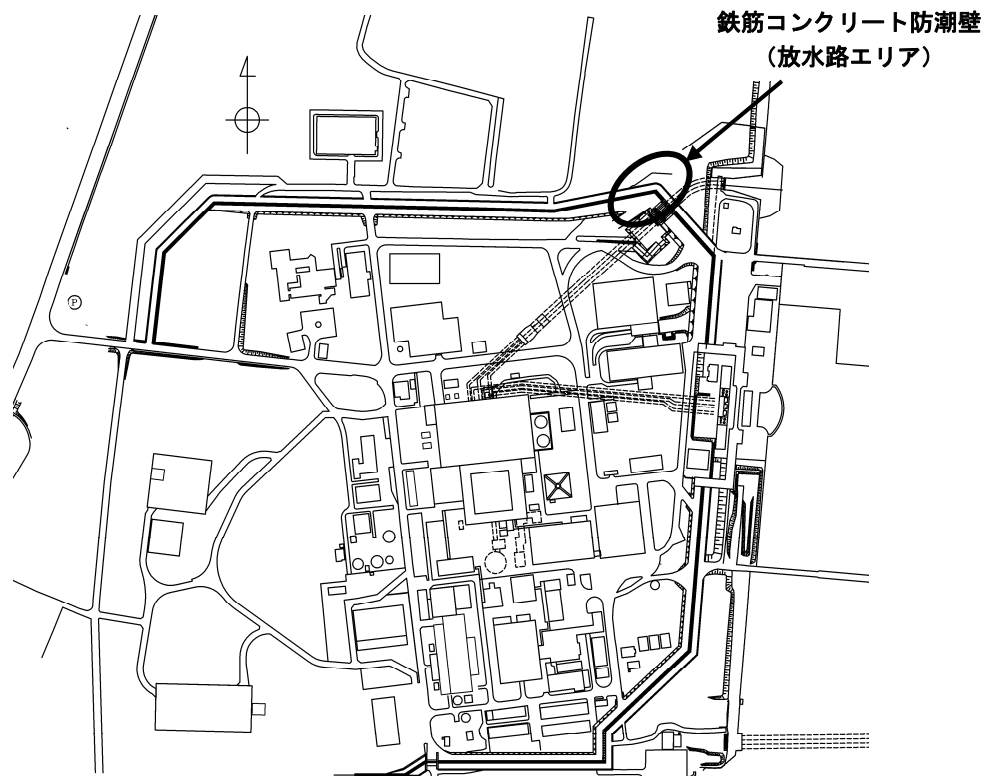


図 2-1 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の位置図

2.2 構造概要

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）は、鉄筋コンクリート製の放水路及び地中連続壁基礎の上に鉄筋コンクリート製の防潮壁を構築するものである。防潮壁、放水路及び地中連続壁基礎はすべて鉄筋コンクリートで一体化した構造とし、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。防潮壁直下に構築する放水路はカルバート構造であり、敷地内への津波の浸水を防止するための放水路ゲートを設置する。また、隣接する鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁との境界には、有意な漏えいを生じさせないために、変位追従性を有する止水ジョイント部材を設置する。

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の平面図を図 2-2 に、断面図を図 2-3 に示す。また、止水ジョイント部材の設置位置図を図 2-4 に、止水ジョイント部材の概要図を図 2-5 に示す。

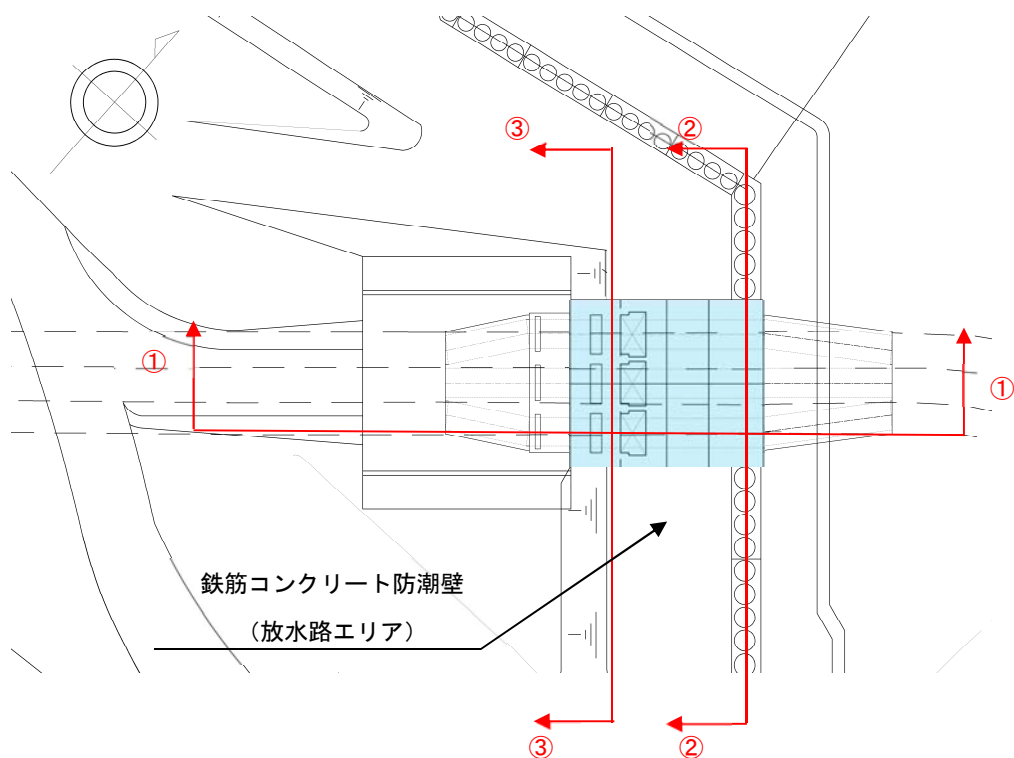


図 2-2 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の平面図

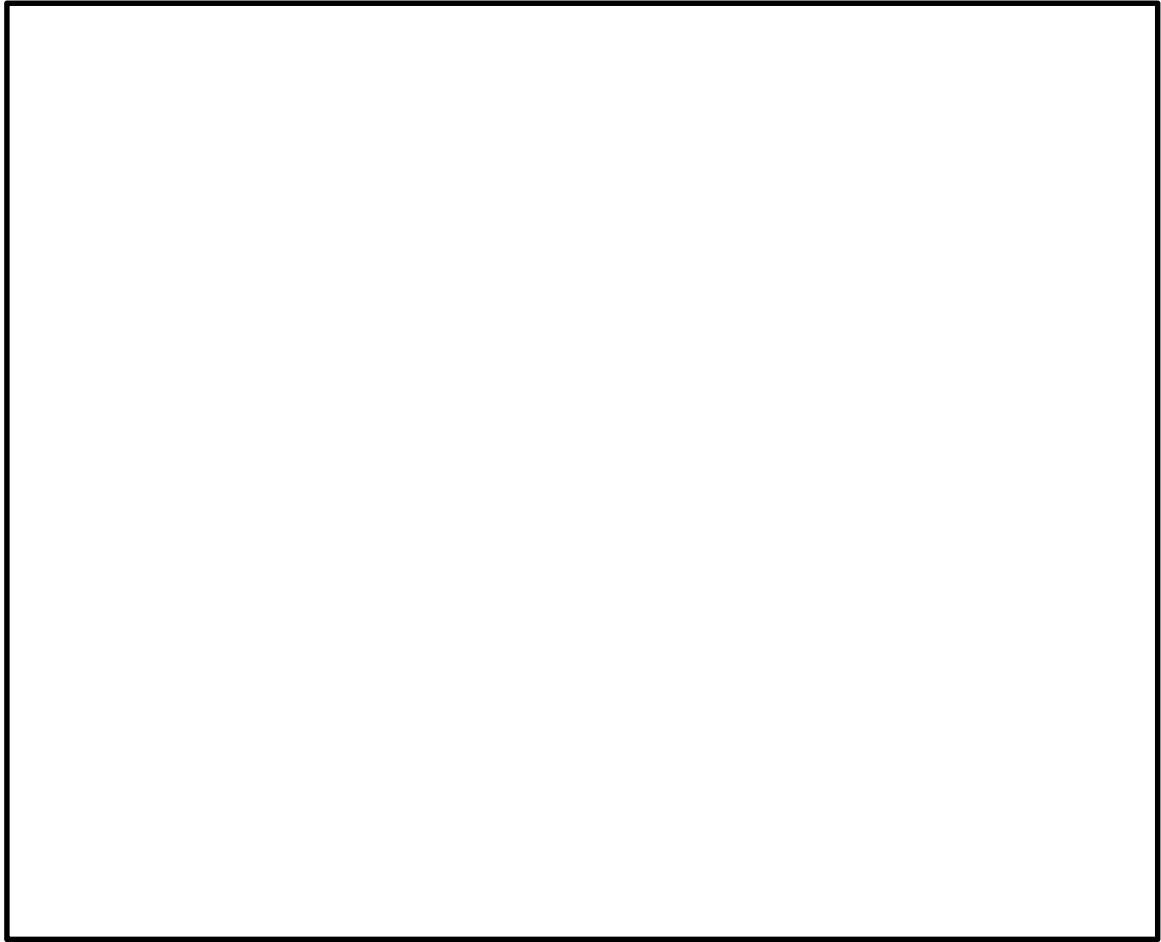


図 2-3 (1) 鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア) の断面図

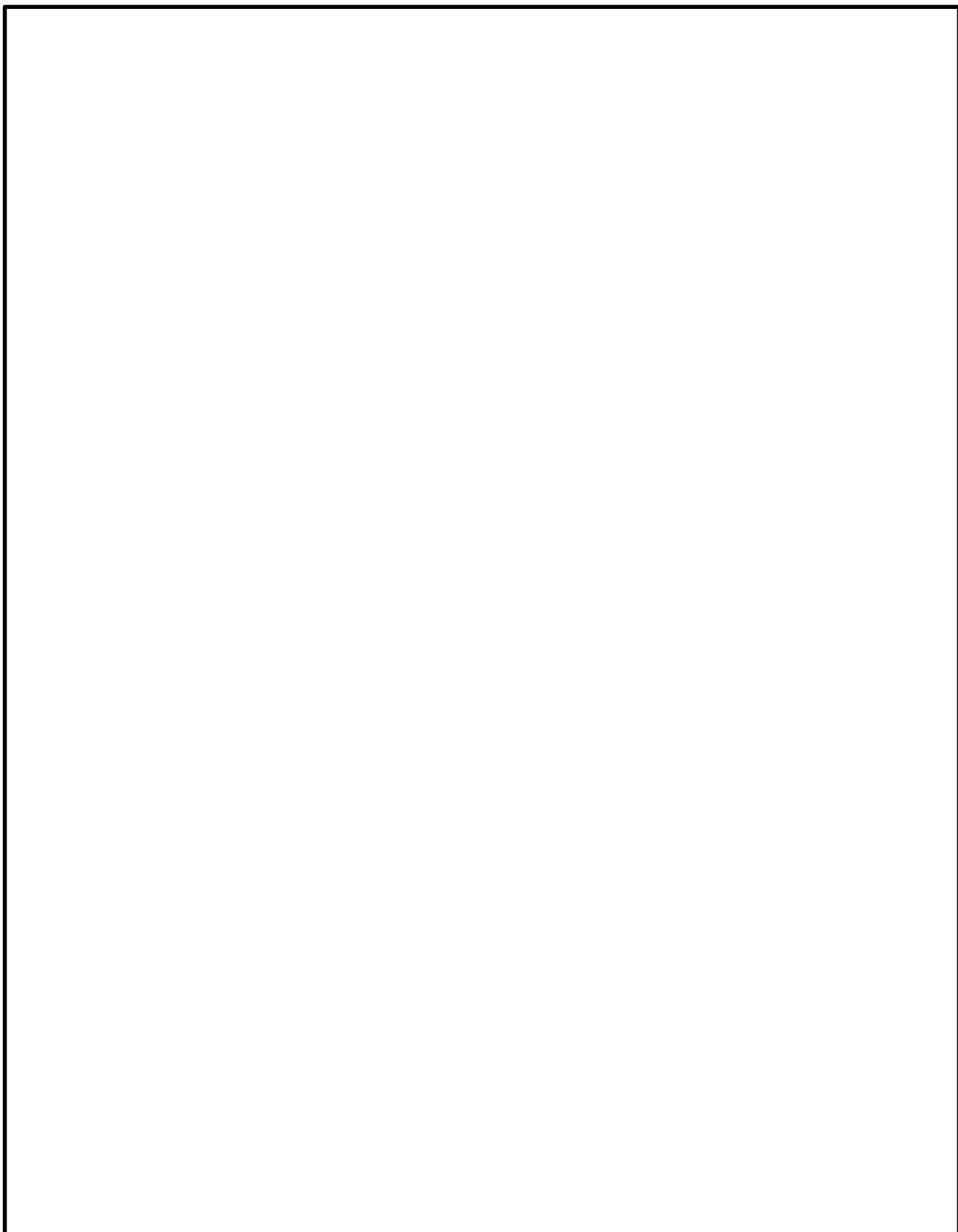


図 2-3 (2) 鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア) の断面図

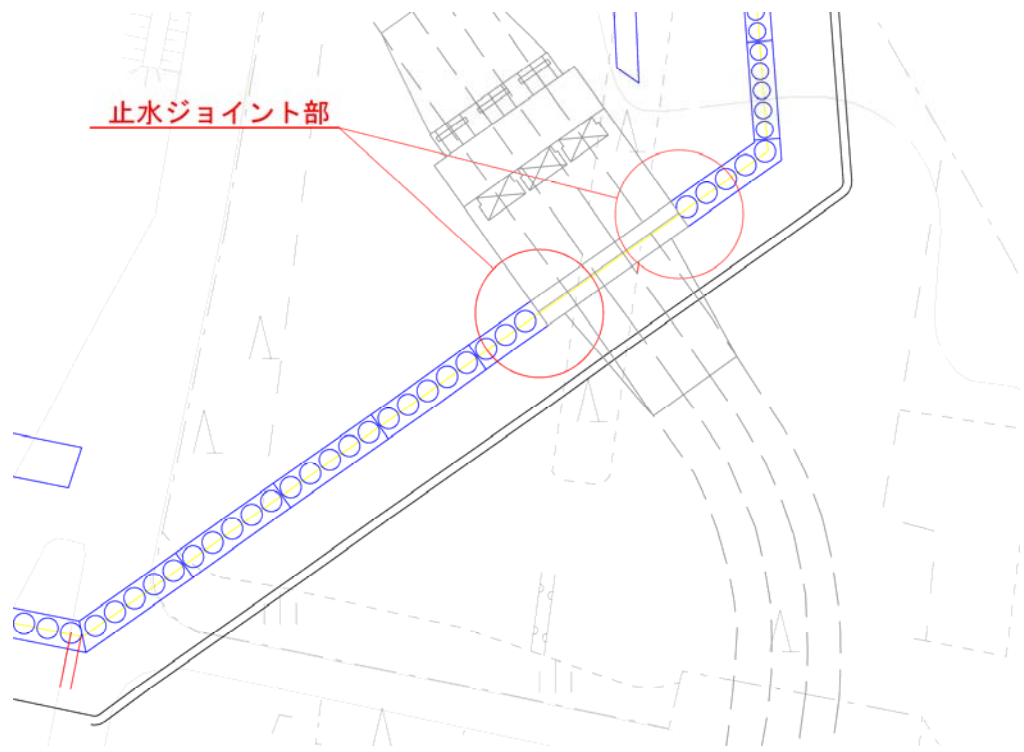
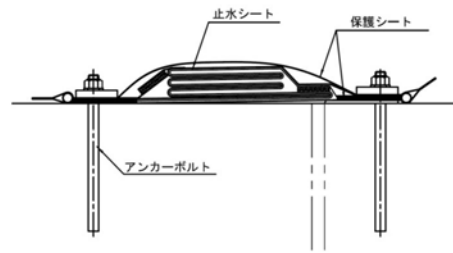


図 2-4 止水ジョイント部材の設置位置図



シートジョイント

図 2-5 止水ジョイント部材の概要図

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、添付書類「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」により「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて評価し、「5. 評価結果」より、鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の評価対象部位の発生応力及び発生変形量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表 2-1 の鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の評価項目に示すとおり、構造部材の健全性評価、基礎地盤の支持性能評価及び構造物の変形性評価を行う。

構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することで、構造強度を有すること及びSクラスの設備を支持する機能を損なわないことを確認する。

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。

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の強度評価の検討フローを図 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。

表 2-1 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	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認する。	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する。	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	曲げ軸力，せん断力に対する発生応力が許容限界以下であることを確認する。	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する。	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する。	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。

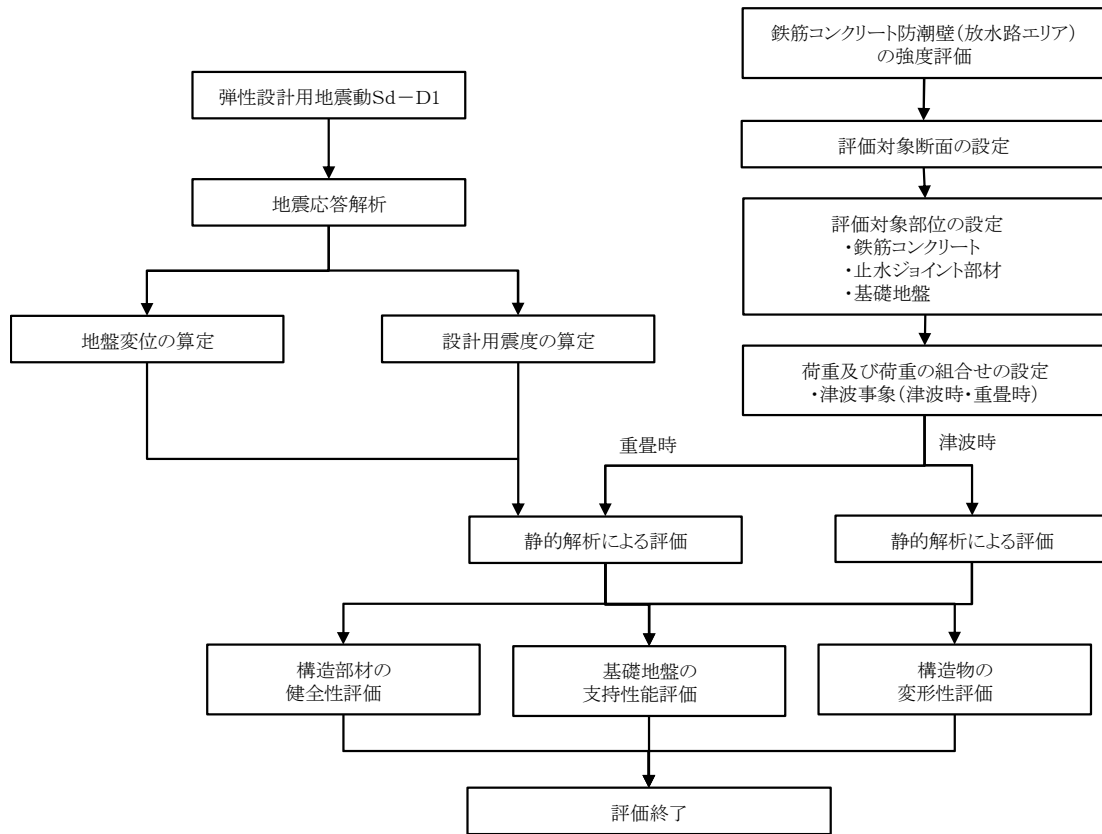


図 2-6 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の強度評価の検討フロー

2.4 適用基準

適用する規格，基準類を以下に示す。

- ・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年）
- ・道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（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（日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術規定 J E A C 4 6 0 1 -1991 追補版（日本電気協会）
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—（日本建築学会，1999年）
- ・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（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表 3-1 に示す。

表 3-1 (1) 強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
g	m/s^2	重力加速度
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 (防潮壁)
P	kN	積載荷重 (放水路ゲート及び巻上機)
P_s	kN/m^2	積雪荷重
h	m	設計用浸水深
P_t	kN/m^2	遡上津波荷重 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)
W_c	kN	漂流物の重量
v	m/s	津波最大流速
P_c	kN	衝突荷重
k_h	—	水平震度
k_v	—	鉛直震度
K_{sd}	kN	余震荷重
y	m	動水圧の作用高さ
P_d	kN/m^2	動水圧
σ_{ca}	N/mm^2	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度
σ_{sa}	N/mm^2	鉄筋の短期許容引張応力度
τ_{a1}	N/mm^2	コンクリートの短期許容せん断応力度
τ_a	N/mm^2	コンクリート (放水路及び隔壁) の短期許容せん断応力度
V_a	kN	斜め引張鉄筋を考慮する場合の短期許容せん断力
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

表 3-1 (2) 強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
σ	N/mm^2	曲げモーメント及び軸力による応力度
M	$\text{N}\cdot\text{mm}$	最大曲げモーメント
Z	mm^3	断面係数
N	kN	軸力
A	mm^2	断面積
τ	N/mm^2	せん断応力度
S	kN	せん断力

3.2 評価対象断面及び部位

3.2.1 評価対象断面

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）では，津波時及び重畳時ともに，防潮壁に作用する遡上津波荷重が主な荷重であり，遡上津波荷重の作用方向と同じ方向に余震荷重や衝突荷重等が作用した場合が構造成立性に対して最も厳しいことになる。したがって，津波時及び重畳時の検討では，防潮壁横断方向を評価対象断面とする。評価対象断面図を図3-1に示す。

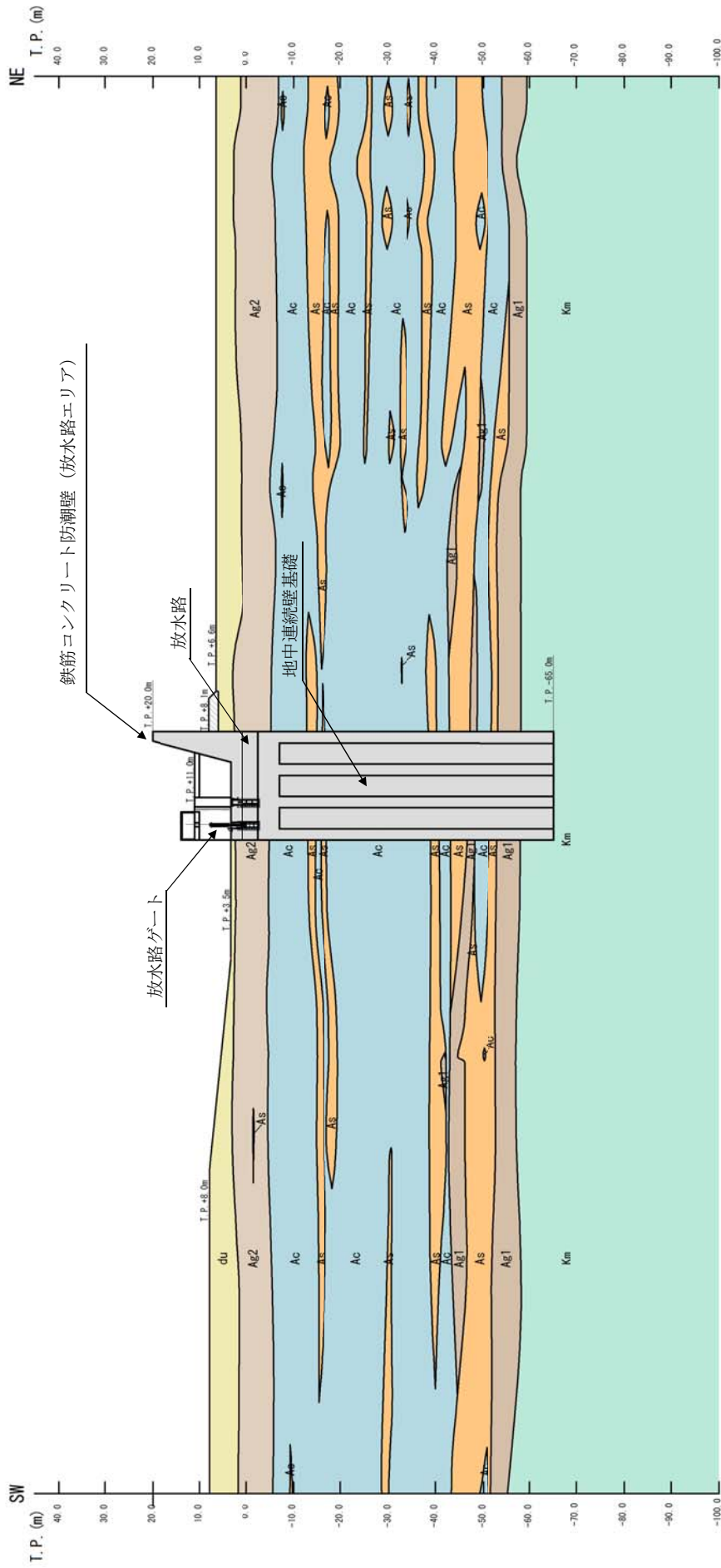


図 3-1 鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア) の評価対象断面図
(防潮壁横断方向)

3.2.2 評価対象部位

評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の構造上の特徴を踏まえ設定する。

(1) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートの評価対象部位は、一体構造となっている防潮壁、放水路及び地中連続壁基礎の各部材とする。

津波時及び重畳時の検討では、遡上津波荷重が作用する防潮壁及び防潮壁を支持する地中連続壁基礎を評価対象部材とする。また、放水路上に設置される防潮壁には、遡上津波荷重、衝突荷重及び水平慣性力等が作用し、放水路の隔壁及び側壁は強軸断面方向となる壁部材の面内方向に荷重を伝達し、耐震壁と同様の役割を担うと考えられることから、放水路側壁及び隔壁を耐震壁とみなした強度評価を併せて実施する。

(2) 基礎地盤

基礎地盤の評価対象部位は、鉄筋コンクリート防潮堤（放水路エリア）の下部構造となる地中連続壁基礎を支持する基礎地盤とし、基礎地盤に生じる接地圧を検討する。

(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、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。

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、添付書類「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) 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。

a. 固定荷重（G）

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

b. 積雪荷重（ P_s ）

積雪荷重については、「建築基準法施行令第 86 条」及び「茨城県建築基準法施工細則第 16 条の 4」に従って設定する。積雪の厚さ 1 cm 当たりの荷重を $20 \text{ N/m}^2/\text{cm}$ として、積雪量は 30 cm としていることから積雪荷重は 600 N/m^2 であるが、地震時短期荷重として積雪荷重の 0.35 倍である 0.21 kN/m^2 を考慮する。

積雪荷重は構造物上面に付加質量として考慮する。

c. 風荷重（ P_k ）

津波の遡上時には海面下であり、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 1/2 倍を設計用浸水深とし、朝倉式に基づき、その 3 倍を考慮して算定する。また、遡上津波荷重として、管路解析より求めた放水路内に作用する水圧も考慮する。

e. 衝突荷重 (P_c)

衝突荷重として、表 3-2 に示す 0.69 t 車両の F E M A (2012) *式による漂流物荷重を考慮する。

注記 * : F E M A (2012) : Guideline for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Second Edition, F E M A P-646, Federal Emergency Management Agency, 2012

表 3-2 衝突荷重

	流速 (m/s)	衝突荷重 (kN)
基準津波時	11	759
敷地に遡上する津波時	15	1035

f. 余震荷重 (K_{Sd})

余震と津波の「重畳時」は、余震荷重として弾性設計用地震動 S_d-D 1 による躯体慣性力及び動水圧を考慮する。躯体慣性力及び動水圧は、地表面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。

なお、水平方向の動水圧 (P_d) は次式を用いて算定し、鉛直方向の動水圧は、固定水の慣性力として設定する。

$$P_d(z) = 7/8 \times \gamma_0 \times K_h \times \sqrt{(h \cdot z)}$$

ここで、 γ_0 : 水の単位体積重量 (kN/m³)

K_h : 水平震度

h : 水深 (m)

z : 水面を 0 とし下向きにとった座標 (m)

g. 積載荷重 (P)

積載荷重として、放水路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・配管荷重は表 3-3 のとおりである。また、敷地に遡上する津波時では、越流した津波による海水重量を防潮壁天端に対して作用させる。

表 3-3 機器・配管荷重一覧表

機器	備考
放水路ゲート及び巻上機	86 kN/基×3 基

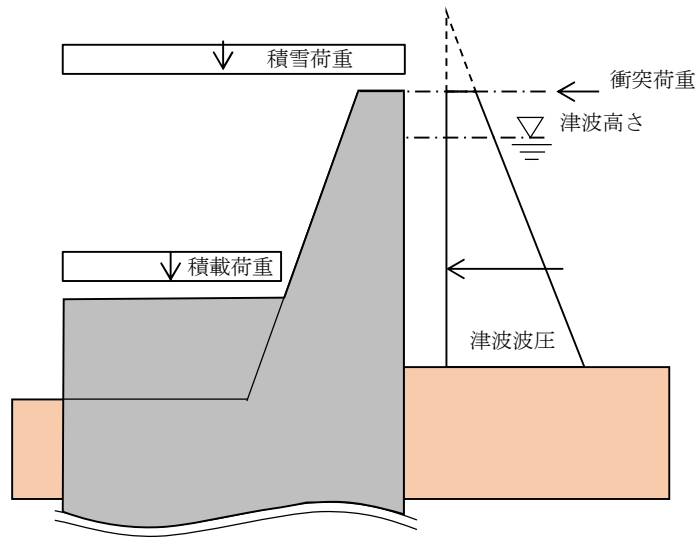
(2) 荷重の組合せ

荷重の組合せ及び算定方法を表 3-4 及び表 3-5 に示し、荷重の概念図を図 3-2 及び図 3-3 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。

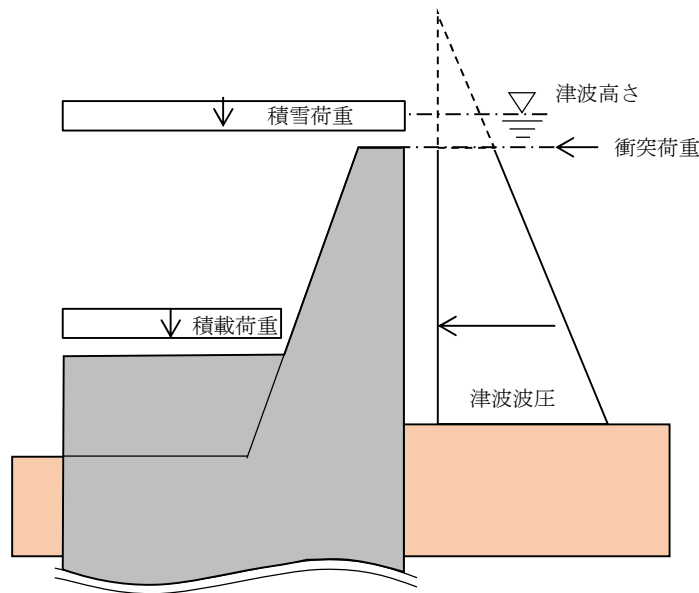
表 3-4 荷重の組合せ（津波時）

外力の状態	荷重の組合せ
津波時	$G + P + P_t + P_c + P_s$

G : 固定荷重 P_c : 衝突荷重
P : 積載荷重 P_s : 積雪荷重
 P_t : 遡上津波荷重



(a) 基準津波時



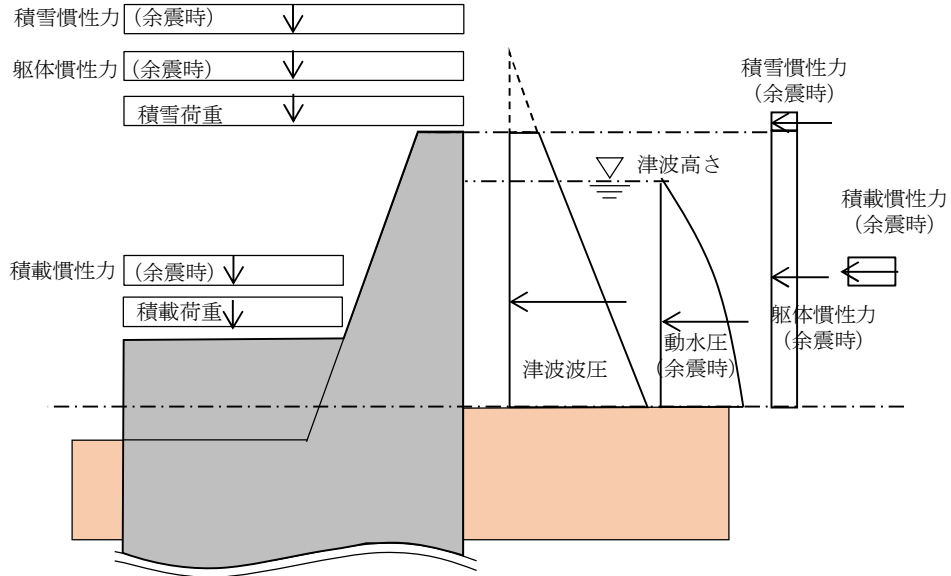
(b) 敷地に遡上する津波時

図 3-2 荷重概念図（津波時）

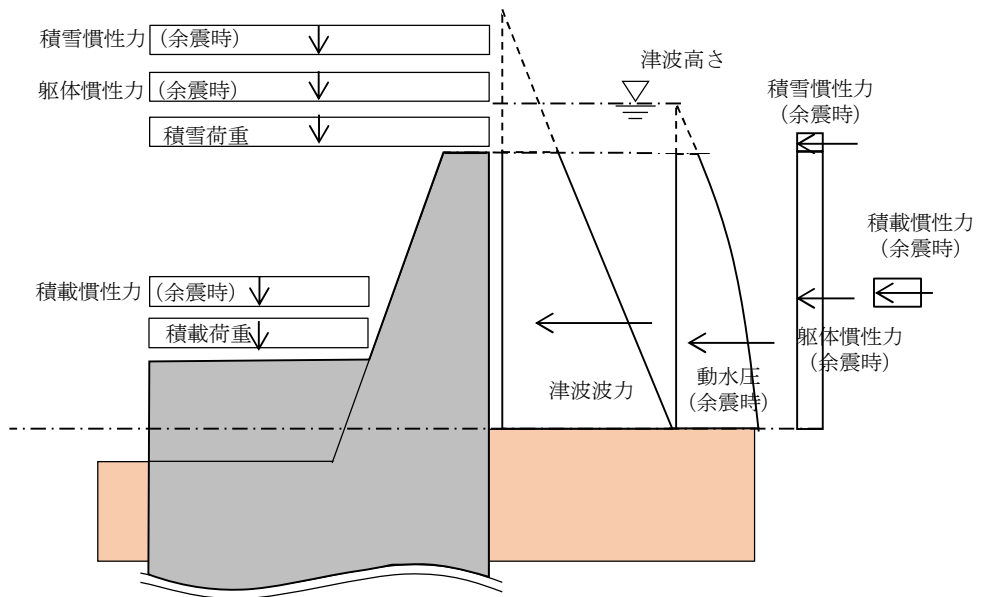
表 3-5 荷重の組合せ（重畳時）

外力の状態	荷重の組合せ
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_s : 積雪荷重



(a) 基準津波時



(b) 敷地に遡上する津波時

図 3-3 荷重概念図（重畳時）

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、添付書類「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) 構造部材の健全性に対する許容限界

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]（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（日本道路協会，平成24年3月）」及び「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—（日本建築学会，1999年）」に基づき，表 3-6 のとおり設定する。なお，表 3.4-1 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，敷地に遡上する津波時は 2 倍（コンクリート），1.65 倍（鉄筋）の割増を考慮する。

地中連続壁基礎の水平方向断面におけるコンクリート及び鉄筋の許容限界は，施工時におけるエレメント間の継手部を考慮して，コンクリート及び鉄筋の短期許容応力度を 20 % 低減したものをを用いる。

表 3-6 構造部材の健全性に対する許容限界

評価項目		許容限界 (N/mm ²)		
		基準津波時	敷地に遡上する津波時	
コンクリート	f' _{ck} = 40 N/mm ²	短期許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	21 * ¹	28 * ¹
		短期許容せん断応力度 τ_{a1}	0.825 * ³	1.1 * ³
		短期許容せん断応力度 τ_a	1.35 * ⁴	1.35 * ⁴
鉄筋 (SD490) * ²		短期許容引張応力度 σ_{sa}	435	478.5
鉄筋 (SD390) * ¹		短期許容引張応力度 σ_{sa}	309	339.9
鉄筋 (SD345) * ¹		短期許容引張応力度 σ_{sa}	294	323.4

注記 *1：コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年制定）

*2：道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成24年3月）

*3：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〕（土木学会，2002年制定）」に基づき設定する。

*4：放水路側壁及び隔壁を耐震壁として強度評価する場合は，「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—（日本建築学会，1999年）」に基づき設定する。

(2) 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

極限支持力は、添付書類「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（日本道路協会、平成 24 年 3 月）により設定する。

極限支持力度を表 3-7 に示す。

表 3-7 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

項目	許容限界 (kN/m ²)
極限支持力度 q_d	6371

(3) 構造物の変形性に対する許容限界

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 3-8 に止水ジョイント部材の変形量の許容限界を示す。

表 3-8 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 (シートジョイント)	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、添付書類「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」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2次元静的フレーム解析により算定する。

解析コードは、「MSC NASTRAN Ver. 2017.1」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、添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」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）を平面要素、地盤を非線形ばね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ばねを考慮する。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。

2次元静的フレーム解析に用いる地盤ばねは「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（平成24年3月）」に準拠し、地盤反力上限値を考慮したバイリニア型とする。津波時の地盤ばねは、表3-9に示す地盤ばね1及び地盤ばね2の2ケースを考慮する。

津波時の解析モデル図を図3-4に示す。

表 3-9 地盤ばねケース

ケース名	地盤ばねの ばね定数	地盤ばねの 反力上限値	備考
地盤ばね1	初期せん断剛性 から設定	ピーク強度（平均値） から設定	地盤抵抗が大きいと仮定した 場合
地盤ばね2	静弾性係数 から設定	残留強度（ -1σ 低減値） から設定	地盤抵抗が小さいと仮定した 場合

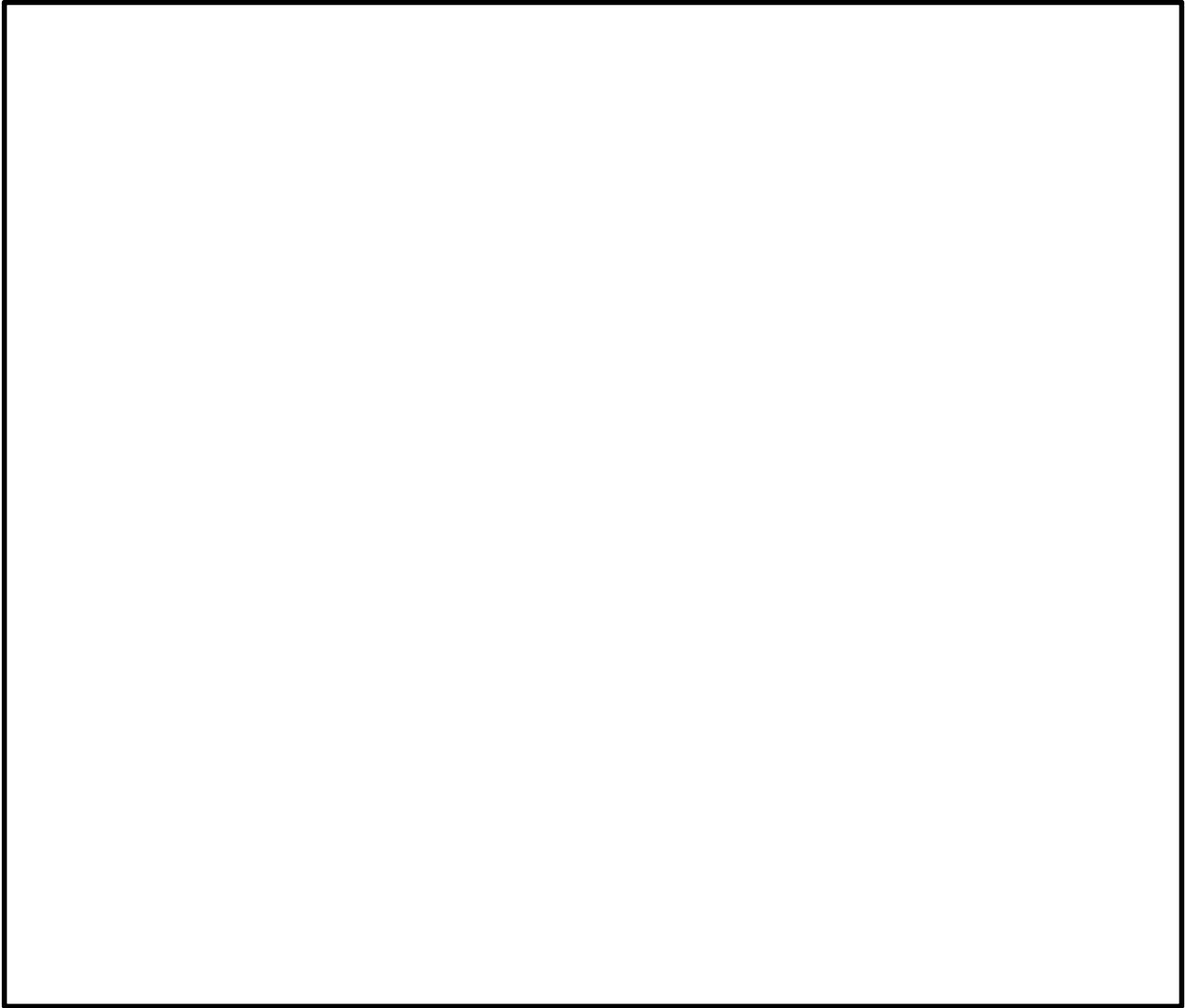


図 3-4 鉄筋クリート防潮壁（放水路エリア）の 2次元静的フレーム解析モデル

b. 使用材料及び材料の物性値

使用材料を表 3-10 に、材料の物性値を表 3-11 に示す。

表 3-10 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 40 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

表 3-11 材料の物性値

使用箇所	材料	単位体積重量 (kN/m ³) *1	ヤング係数 (N/mm ²) *1	ポアソン比 *1	減衰定数 (%) *2
防潮壁	鉄筋コンクリート	24.5	3.1×10 ⁴	0.2	5
放水路	鉄筋コンクリート	24.5	3.1×10 ⁴	0.2	5
地中連続壁基礎	鉄筋コンクリート	24.5	3.1×10 ⁴	0.2	5

注記 *1：道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成 24 年 3 月）

*2：原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（日本電気協会）

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、添付書類「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。なお、嵩上げ部における地盤改良体の一軸圧縮強度は、1.5 N/mm²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，2次元静的フレーム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

津波時における基礎地盤の支持性能に係る評価では，基礎地盤に生じる接地圧が地震時及び重畳時に包絡されると考えられることから実施しない。

c. 止水ジョイント部材

止水ジョイント部材の津波時の評価は，各方向の地震動による最終相対変位と津波時の最大相対変位をベクトル合成した相対変位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) 解析方法

重畳時においては、固定荷重、積載荷重の永久荷重及び積雪荷重の変動荷重に加え、遡上津波荷重及び余震荷重を作用させる。

構造物に発生する変形量や断面力は、2次元静的フレーム解析より算定する。なお、2次元静的フレーム解析で考慮する余震に伴う地盤変位や静的震度は、構造物中心位置の地盤モデルに対する1次元有効応力解析より設定する。また、基礎直下の接地圧は、2次元有効応力解析及び2次元静的FEM解析より算定する。

解析コードは、2次元静的フレーム解析については「MSC NASTRAN Ver. 2018.0.1」を、1次元有効応力解析及び2次元有効応力解析、並びに2次元静的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それぞれ、添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」及び「V-5-10 計算機プログラム（解析コード）の概要・FLIP」に示す。

重畳時の地盤ばねは、表 3-12 に示す解析ケースにおいて S_d 波による1次元有効応力解析を実施し、最大地表面加速度発生時刻、最大地表面変位発生時刻及び最大せん断ひずみ発生時刻におけるそれぞれの物性により設定し、表 3-13 に示す3ケースを考慮する。

表 3-12 2次元静的フレーム解析における1次元有効応力解析検討ケース

検討ケース		①	②	③	④	⑤	⑥
		原地盤に基づく液化強度特性を用いた解析ケース(基本ケース)	地盤物性のばらつきを考慮(+1 σ)した解析ケース	地盤物性のばらつきを考慮(-1 σ)した解析ケース	地盤を強制的に液化させることを仮定した解析ケース	原地盤において非液化の条件を仮定した解析ケース	地盤物性のばらつきを考慮(+1 σ)して非液化の条件を仮定した解析ケース
液化強度特性の設定		原地盤に基づく液化強度特性(標準偏差を考慮)	原地盤に基づく液化強度特性(標準偏差を考慮)	原地盤に基づく液化強度特性(標準偏差を考慮)	敷地に存在しない豊浦標準砂の液化強度特性	液化パラメータを非適用	液化パラメータを非適用
地震動	S _d -D1	1	1	1	1	1	1
計		1	1	1	1	1	1

注記 : 上記のケースより、地表面加速度最大ケース、地表面変位最大ケース及びせん断ひずみ最大ケースを選定して地盤ばねを設定する。

表 3-13 地盤ばねケース

ケース名	地盤ばねのばね定数及び反力上限値	備考
地盤ばね3	S _d 波による1次元有効応力解析から地表面加速度最大時刻における地盤物性により設定	地盤抵抗が大きいケース
地盤ばね4	S _d 波による1次元有効応力解析から地表面変位最大時刻における地盤物性により設定	地盤抵抗が小さいケース
地盤ばね5	S _d 波による1次元有効応力解析からせん断ひずみ最大時刻における地盤物性により設定	

a. 1次元有効応力解析

(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、添付書類「V-5-10 計算機プログラム（解析コード）の概要・FLIP」に示す。

イ. 地盤

添付書類「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適切に考慮できるモデル化とする。

ロ. 減衰定数

固有値解析により求められる固有振動数及び初期減衰定数に基づく要素剛性比例型減衰を考慮する。また、非線形特性をモデル化する地盤の履歴減衰を考慮する。

(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」と同様である。

(c) 入力地震動

入力地震動は、添付書類「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。

入力地震動算定の概念図を図 3-5 に、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図 3-6 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、添付書類「V-5-25 計算機プログラム（解析コード）の概要・k-SHAKE」に示す。

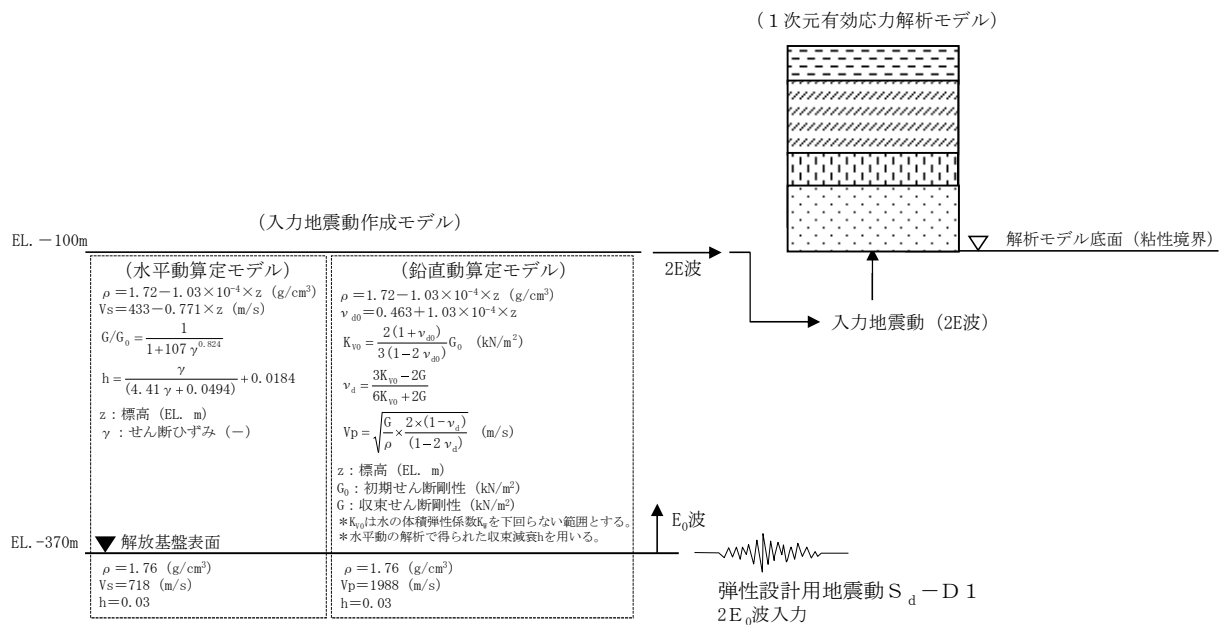
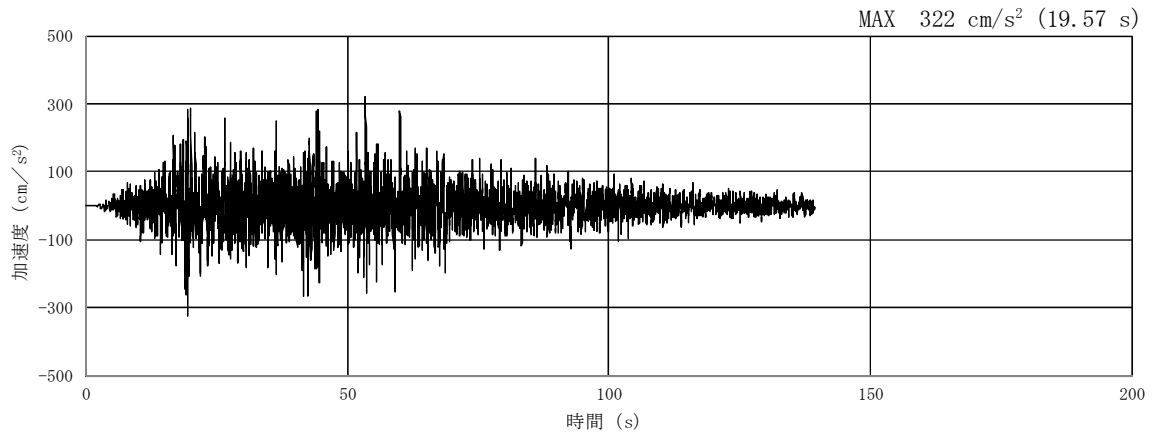
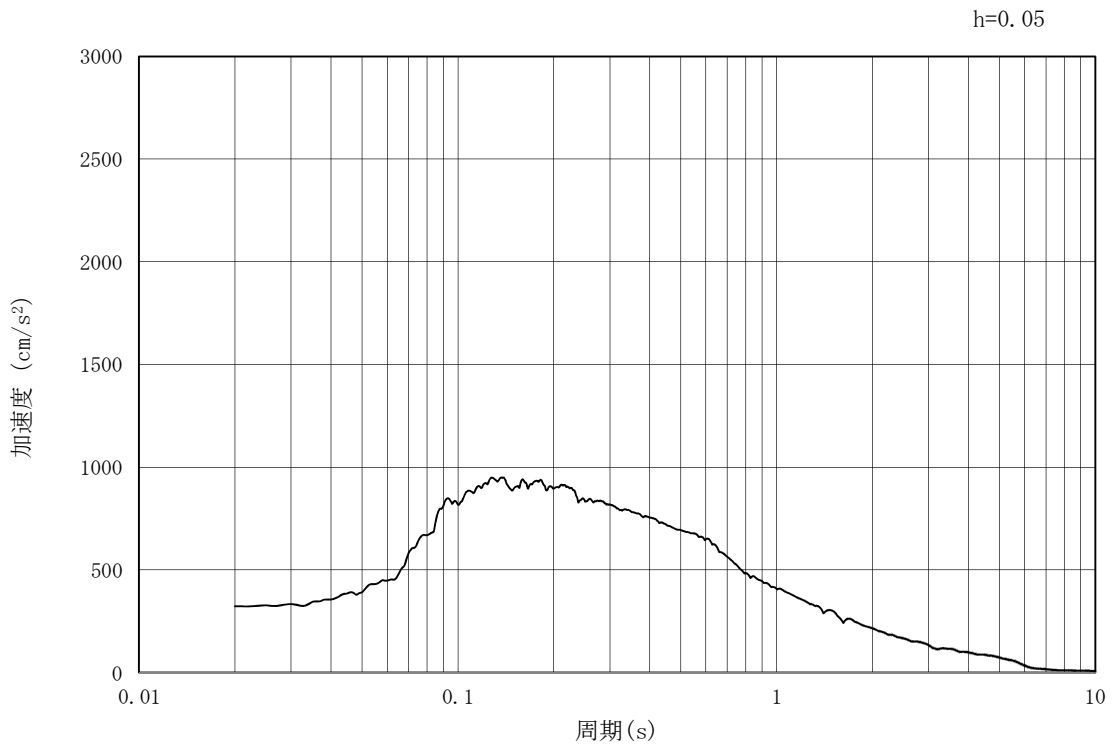


図 3-5 入力地震動算定の概念図

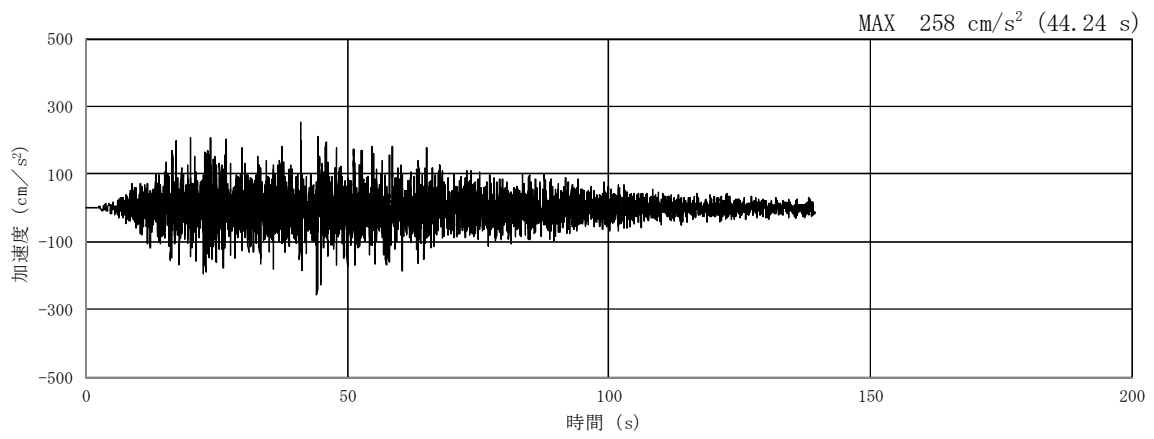


(a) 加速度時刻歴波形

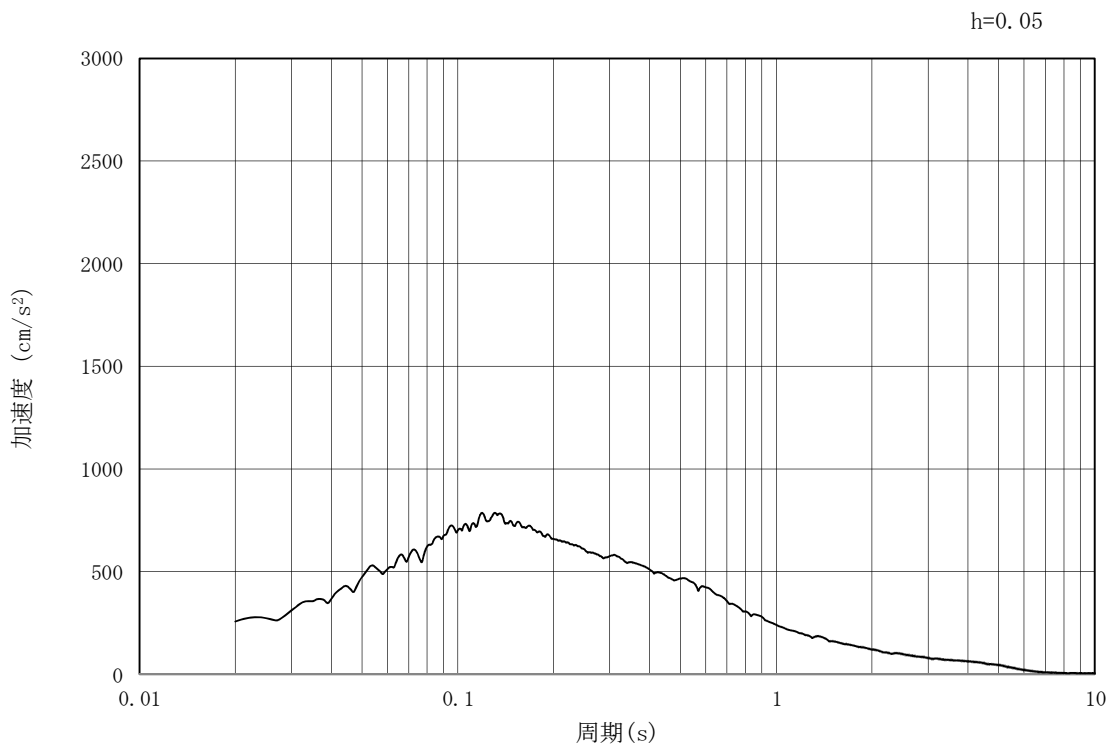


(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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 : $S_d - D1$)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 3-6 (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)

b. 2次元静的フレーム解析

(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2次元静的フレーム解析により算定する。

解析コードは、2次元静的フレーム解析については解析コード、「MSC NASTRAN Ver. 2017.1」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、添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

(b) 解析モデル及び諸元

イ. 解析モデル

解析モデルは、「3.5.1 津波時」と同様である。

ロ. 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」と同様である。

ハ. 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」と同様である。

c. 2次元有効応力解析

(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、添付書類「V-5-10 計算機プログラム（解析コード）の概要・FLIP」に示す。

イ. 地盤

添付書類「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適切に考慮できるモデル化とする。

ロ. 減衰定数

固有値解析により求められる固有振動数及び初期減衰定数に基づく要素剛性比例型減衰を考慮する。また、非線形特性をモデル化する地盤の履歴減衰を考慮する。

ハ. 入力地震動

入力地震動は、1次元有効応力解析で用いるものと同様に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。

(b) 解析モデル及び諸元

イ. 解析モデル

2次元有効応力解析では、地中連続壁基礎の奥行幅 20.1 m をモデル化対象範囲とし、構造物の断面積や断面二次モーメント等を単位奥行きあたりに換算した物性を用いる。荷重作用方向に対して弱軸断面方向部材となる防潮壁，放水路頂版，放水路底版及び地中連続壁基礎は，線形はり要素によりモデル化する。地中連続壁基礎は，水平全断面の平面保持を考慮した鉛直方向部材とし，水平断面中心位置で線形はり要素としてモデル化する。2次元有効応力解析モデルの概要図を図 3-7 に示す。

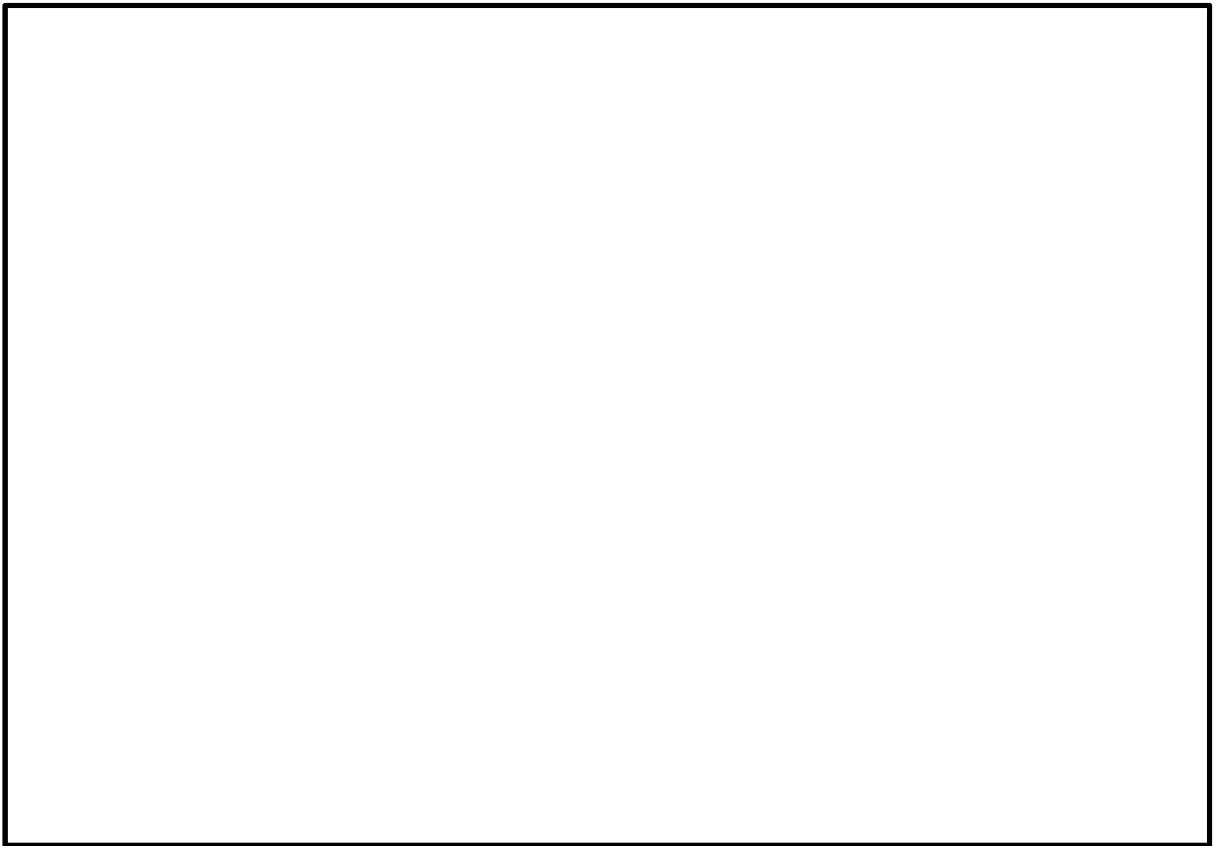


図 3-7 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の構造物モデル概要図

- ロ. 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」と同様である。
- ハ. 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」と同様である。

(2) 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、2次元静的フレーム解析、2次元有効応力解析及び2次元静的FEM解析により求め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

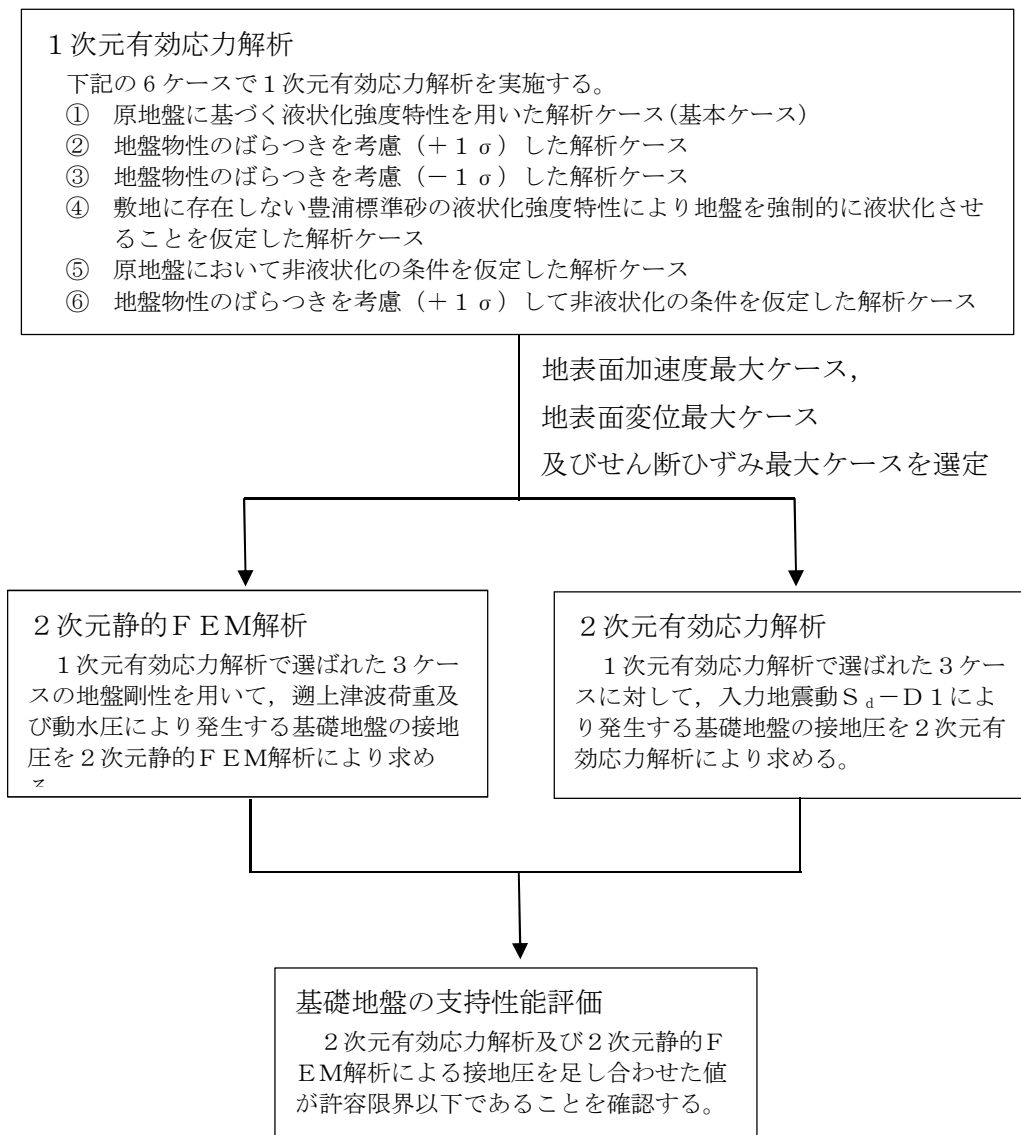
鉄筋コンクリートは、強度評価により算定した曲げ圧縮応力、曲げ引張応力及びせん断応力が許容限界以下であることを確認する。

b. 基礎地盤の支持力

基礎地盤の支持性能に係る評価は、 S_d-D1 を入力地震動とした2次元有効応力解析で求められる基礎地盤の接地圧に、津波波圧及び動水圧を作用させた2次元静的FEM解析で求められる接地圧を加えた値が許容限界以下であることを確認する。なお、基礎地盤の支持性能評価フローを図3-8に示す。

c. 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、各方向の地震動による最終相対変位と余震及び津波の重畳時の最大相対変位をベクトル合成した相対変位量が許容限界以下であることを確認する。



注記：*上記の2次元有効応力解析及び2次元静的FEM解析は、同じ地盤剛性同士の解析ケースで実施する。

図 3-8 基礎地盤の支持性能評価フロー

4. 評価条件

「3. 強度評価方法」に用いる評価条件を以下に示す。

(1) 津波時

表 4-1 強度評価に用いる条件(津波時, 基準津波時)

記号	定義	数値	単位
g	重力加速度	9.80665	m/s^2
γ_w	海水の単位体積重量	10.1	kN/m^3
ρ	海水の密度	1030	kg/m^3
G	固定荷重 (防潮壁)	34533	kN
P	積載荷重 (放水路ゲート及び巻上機)	258	kN
P_s	積雪荷重	0.60	kN/m^2
h	設計浸水深	5.65	m
P_t	遡上津波荷重 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)	171.2	kN/m^2
W_c	漂流物の重量	0.69	kN
v	津波最大流速	11	m/s
P_c	衝突荷重	759	kN
k_h	水平震度	—	—
k_v	鉛直震度	—	—
K_{sd}	余震荷重	—	kN
y	動水圧の作用高さ	—	m
P_d	動水圧 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)	—	kN/m^2
σ_{ca}	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度	21	N/mm^2
σ_{sa}	鉄筋の短期許容引張応力度 (SD490)	435	N/mm^2
τ_{a1}	コンクリートの短期許容せん断応力度	0.825	N/mm^2
τ_a	コンクリート(放水路及び隔壁)の短期許容せん断応力度	1.35	N/mm^2
V_a	斜め引張鉄筋を考慮する場合の短期許容せん断力	8587	kN

表 4-2 強度評価に用いる条件(津波時, 敷地に遡上する津波時)

記号	定義	数値	単位
g	重力加速度	9.80665	m/s^2
γ_w	海水の単位体積重量	10.1	kN/m^3
ρ	海水の密度	1030	kg/m^3
G	固定荷重 (防潮壁)	34533	kN
P	積載荷重 (放水路ゲート及び巻上機)	258	kN
P_s	積雪荷重	0.60	kN/m^2
h	設計浸水深	8.70	m
P_t	遡上津波荷重 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)	263.6	kN/m^2
W_c	漂流物の重量	0.69	kN
v	津波最大流速	15	m/s
P_c	衝突荷重	1035	kN
k_h	水平震度	—	—
k_v	鉛直震度	—	—
K_{Sd}	余震荷重	—	kN
y	動水圧の作用高さ	—	m
P_d	動水圧 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)	—	kN/m^2
σ_{ca}	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度	28	N/mm^2
σ_{sa}	鉄筋の短期許容引張応力度 (SD490)	478.5	N/mm^2
τ_{a1}	コンクリートの短期許容せん断応力度	1.1	N/mm^2
τ_a	コンクリート(放水路及び隔壁)の短期許容せん断応力度	1.35	N/mm^2
V_a	斜め引張鉄筋を考慮する場合の短期許容せん断力	9965	kN

(2) 重畳時

表 4-3 強度評価に用いる条件(重畳時, 地盤ばね 3, 基準津波時)

記号	定義	数値	単位
g	重力加速度	9.80665	m/s^2
γ_w	海水の単位体積重量	10.1	kN/m^3
ρ	海水の密度	1030	kg/m^3
G	固定荷重 (防潮壁)	34533	kN
P	積載荷重 (放水路ゲート及び巻上機)	258	kN
P_s	積雪荷重	0.21	kN/m^2
h	設計浸水深	5.65	m
P_t	遡上津波荷重 (設置地盤標高 : T. P. +6.6 m)	171.2	kN/m^2
W_c	漂流物の重量	—	kN
v	津波最大流速	—	m/s
P_c	衝突荷重	—	kN
k_h	水平震度	0.19	—
k_v	鉛直震度	0.20	—
K_{Sd}	余震荷重	震度×自重	kN
y	動水圧の作用高さ	4.52	m
P_d	動水圧 (設置地盤標高 : T. P. +6.6 m)	19.0	kN/m^2
σ_{ca}	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度	21	N/mm^2
σ_{sa}	鉄筋の短期許容引張応力度 (SD490)	435	N/mm^2
τ_{a1}	コンクリートの短期許容せん断応力度	0.825	N/mm^2
τ_a	コンクリート(放水路及び隔壁)の短期許容せん断応力度	1.35	N/mm^2
V_a	斜め引張鉄筋を考慮する場合の短期許容せん断力	8587	kN

表 4-4 強度評価に用いる条件(重畳時, 地盤ばね 3, 敷地に遡上する津波時)

記号	定義	数値	単位
g	重力加速度	9.80665	m/s^2
γ_w	海水の単位体積重量	10.1	kN/m^3
ρ	海水の密度	1030	kg/m^3
G	固定荷重 (防潮壁)	34533	kN
P	積載荷重 (放水路ゲート及び巻上機)	258	kN
P_s	積雪荷重	0.21	kN/m^2
h	設計浸水深	8.70	m
P_t	遡上津波荷重 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)	263.6	kN/m^2
W_c	漂流物の重量	—	kN
v	津波最大流速	—	m/s
P_c	衝突荷重	—	kN
k_h	水平震度	0.19	—
k_v	鉛直震度	0.20	—
K_{Sd}	余震荷重	震度×自重	kN
y	動水圧の作用高さ	6.96	m
P_d	動水圧 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)	29.2	kN/m^2
σ_{ca}	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度	28	N/mm^2
σ_{sa}	鉄筋の短期許容引張応力度 (SD490)	478.5	N/mm^2
τ_{a1}	コンクリートの短期許容せん断応力度	1.1	N/mm^2
τ_a	コンクリート(放水路及び隔壁)の短期許容せん断応力度	1.35	N/mm^2
V_a	斜め引張鉄筋を考慮する場合の短期許容せん断力	9965	kN

表 4-5 強度評価に用いる条件(重畳時, 地盤ばね 4, 基準津波時)

記号	定義	数値	単位
g	重力加速度	9.80665	m/s^2
γ_w	海水の単位体積重量	10.1	kN/m^3
ρ	海水の密度	1030	kg/m^3
G	固定荷重 (防潮壁)	34533	kN
P	積載荷重 (放水路ゲート及び巻上機)	258	kN
P_s	積雪荷重	0.21	kN/m^2
h	設計浸水深	5.65	m
P_t	遡上津波荷重 (設置地盤標高 : T. P. +6.6 m)	171.2	kN/m^2
W_c	漂流物の重量	—	kN
v	津波最大流速	—	m/s
P_c	衝突荷重	—	kN
k_h	水平震度	0.08	—
k_v	鉛直震度	0.20	—
K_{Sd}	余震荷重	震度×自重	kN
y	動水圧の作用高さ	4.52	m
P_d	動水圧 (設置地盤標高 : T. P. +6.6 m)	8.0	kN/m^2
σ_{ca}	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度	21	N/mm^2
σ_{sa}	鉄筋の短期許容引張応力度 (SD490)	435	N/mm^2
τ_{a1}	コンクリートの短期許容せん断応力度	0.825	N/mm^2
τ_a	コンクリート(放水路及び隔壁)の短期許容せん断応力度	1.35	N/mm^2
V_a	斜め引張鉄筋を考慮する場合の短期許容せん断力	8587	kN

表 4-6 強度評価に用いる条件(重畳時, 地盤ばね 4, 敷地に遡上する津波時)

記号	定義	数値	単位
g	重力加速度	9.80665	m/s^2
γ_w	海水の単位体積重量	10.1	kN/m^3
ρ	海水の密度	1030	kg/m^3
G	固定荷重 (防潮壁)	34533	kN
P	積載荷重 (放水路ゲート及び巻上機)	258	kN
P_s	積雪荷重	0.21	kN/m^2
h	設計浸水深	8.70	m
P_t	遡上津波荷重 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)	263.6	kN/m^2
W_c	漂流物の重量	—	kN
v	津波最大流速	—	m/s
P_c	衝突荷重	—	kN
k_h	水平震度	0.08	—
k_v	鉛直震度	0.20	—
K_{Sd}	余震荷重	震度×自重	kN
y	動水圧の作用高さ	6.96	m
P_d	動水圧 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)	12.3	kN/m^2
σ_{ca}	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度	28	N/mm^2
σ_{sa}	鉄筋の短期許容引張応力度 (SD490)	478.5	N/mm^2
τ_{a1}	コンクリートの短期許容せん断応力度	1.1	N/mm^2
τ_a	コンクリート(放水路及び隔壁)の短期許容せん断応力度	1.35	N/mm^2
V_a	斜め引張鉄筋を考慮する場合の短期許容せん断力	9965	kN

表 4-7 強度評価に用いる条件(重畳時, 地盤ばね5, 基準津波時)

記号	定義	数値	単位
g	重力加速度	9.80665	m/s^2
γ_w	海水の単位体積重量	10.1	kN/m^3
ρ	海水の密度	1030	kg/m^3
G	固定荷重 (防潮壁)	34533	kN
P	積載荷重 (放水路ゲート及び巻上機)	258	kN
P_s	積雪荷重	0.21	kN/m^2
h	設計浸水深	5.65	m
P_t	遡上津波荷重 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)	171.2	kN/m^2
W_c	漂流物の重量	—	kN
v	津波最大流速	—	m/s
P_c	衝突荷重	—	kN
k_h	水平震度	0.13	—
k_v	鉛直震度	0.20	—
K_{Sd}	余震荷重	震度×自重	kN
y	動水圧の作用高さ	4.52	m
P_d	動水圧 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)	13.0	kN/m^2
σ_{ca}	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度	21	N/mm^2
σ_{sa}	鉄筋の短期許容引張応力度 (SD490)	435	N/mm^2
τ_{a1}	コンクリートの短期許容せん断応力度	0.825	N/mm^2
τ_a	コンクリート(放水路及び隔壁)の短期許容せん断応力度	1.35	N/mm^2
V_a	斜め引張鉄筋を考慮する場合の短期許容せん断力	8587	kN

表 4-8 強度評価に用いる条件(重畳時, 地盤ばね 5, 敷地に遡上する津波時)

記号	定義	数値	単位
g	重力加速度	9.80665	m/s ²
γ_w	海水の単位体積重量	10.1	kN/m ³
ρ	海水の密度	1030	kg/m ³
G	固定荷重 (防潮壁)	34533	kN
P	積載荷重 (放水路ゲート及び巻上機)	258	kN
P_s	積雪荷重	0.21	kN/m ²
h	設計浸水深	8.70	m
P_t	遡上津波荷重 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)	263.6	kN/m ²
W_c	漂流物の重量	—	kN
v	津波最大流速	—	m/s
P_c	衝突荷重	—	kN
k_h	水平震度	0.13	—
k_v	鉛直震度	0.20	—
K_{sd}	余震荷重	震度×自重	kN
y	動水圧の作用高さ	6.96	m
P_d	動水圧 (設置地盤標高 : T.P. +6.6 m)	20.0	kN/m ²
σ_{ca}	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度	28	N/mm ²
σ_{sa}	鉄筋の短期許容引張応力度 (SD490)	478.5	N/mm ²
τ_{a1}	コンクリートの短期許容せん断応力度	1.1	N/mm ²
τ_a	コンクリート(放水路及び隔壁)の短期許容せん断応力度	1.35	N/mm ²
V_a	斜め引張鉄筋を考慮する場合の短期許容せん断力	9965	kN

5. 評価結果

5.1 津波時

5.1.1 防潮壁の評価結果

(1) コンクリートの曲げ軸力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元の一覧を表 5-1 に、概略配筋図を図 5-1 に、評価位置を図 5-2 に示す。

津波時におけるコンクリートの曲げ軸力に対する評価結果を表 5-2 に示す。防潮壁に対して許容応力度法による照査を行った結果、曲げ圧縮応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-1 (1) 断面諸元一覧表 (主鉄筋)

部位	断面性状				主鉄筋				
	部材幅	部材高	かぶり	有効高さ	鉄筋種別	径	段数	鉄筋間隔	鉄筋量
	b (m)	h (m)	d' (m)	d (m)	(-)	(mm)	(-)	(mm)	(cm ²)
防潮壁	1.000	6.500	0.300	6.200	SD490	51	2	200	195.8
地中連読壁基礎(鉛直)	20.060	22.960	0.260	22.700	SD490	51	1	200	101.4
地中連読壁基礎(水平)	1.000	2.360	0.309	2.051	SD490	51	1	150	135.1

表 5-1 (2) 断面諸元一覧表 (せん断補強鉄筋)

部位	断面性状				せん断補強筋				
	部材幅	部材高	かぶり	有効高さ	鉄筋種別	径	Sb	Ss	鉄筋量
	b (m)	h (m)	d' (m)	d (m)	(-)	(mm)	(mm)	(mm)	(cm ²)
防潮壁	1.000	6.500	0.300	6.200	SD345	29	400	400	40.2
地中連読壁基礎(鉛直)	0.470	22.960	0.260	22.700	SD490	51	150	8本	8.1
地中連読壁基礎(水平)	1.000	2.360	0.309	2.051	SD345	38	600	600	31.7

NT2 補② V-3-別添 3-2-1-1-2-2 R1

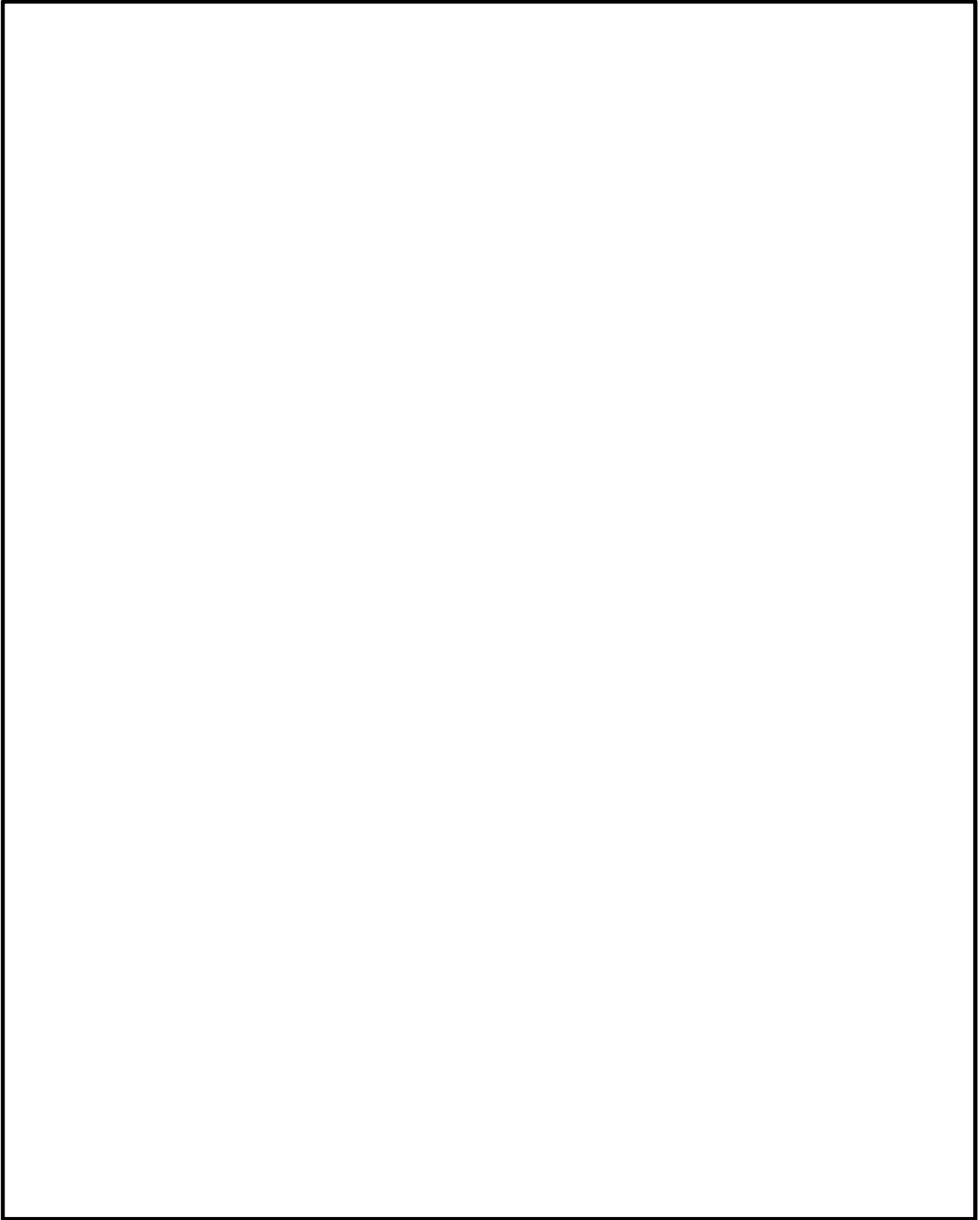


図 5-1 (1) 概略配筋図 (防潮壁)

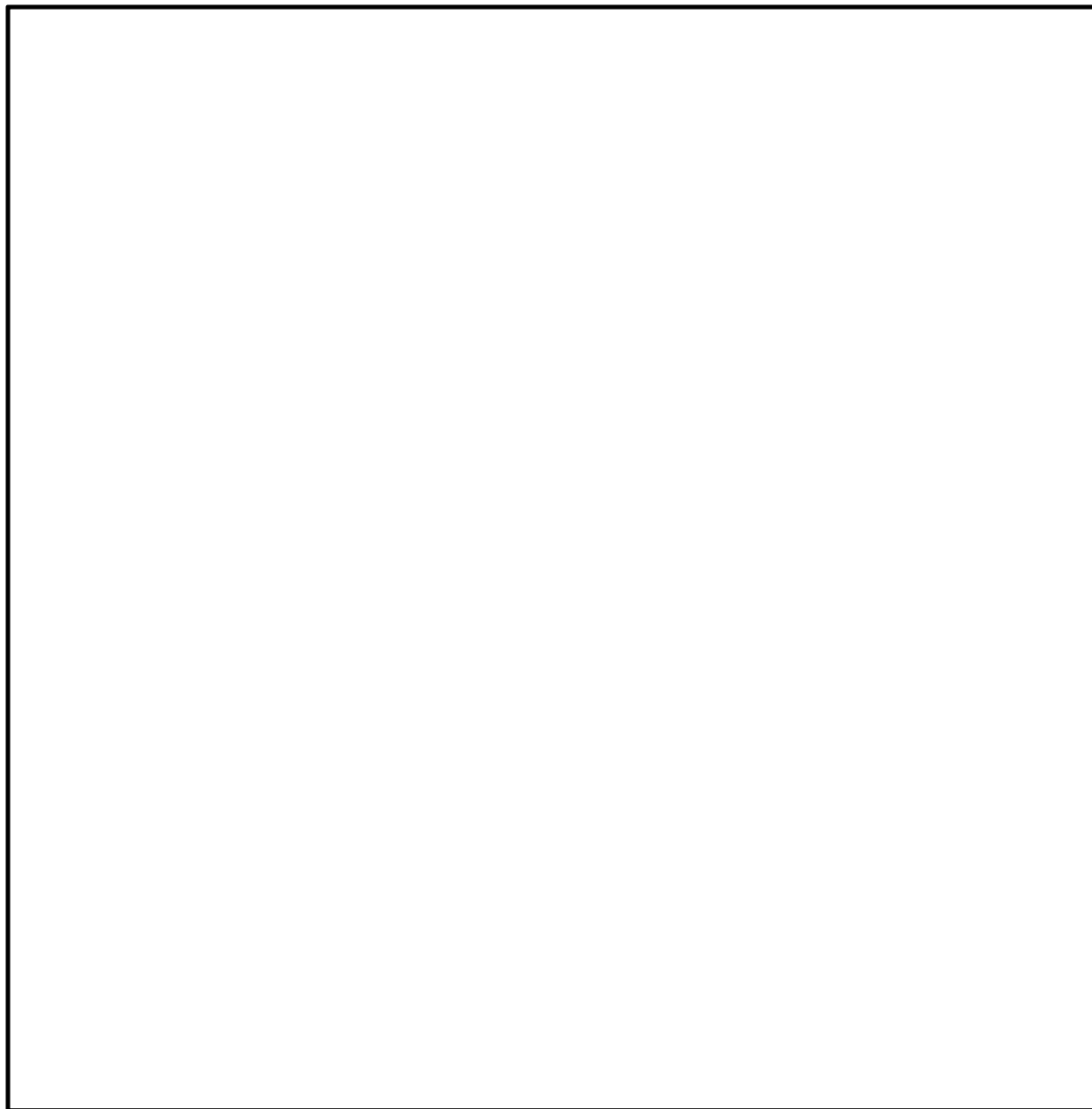


図 5-1 (2) 概略配筋図 (地中連続壁基礎)

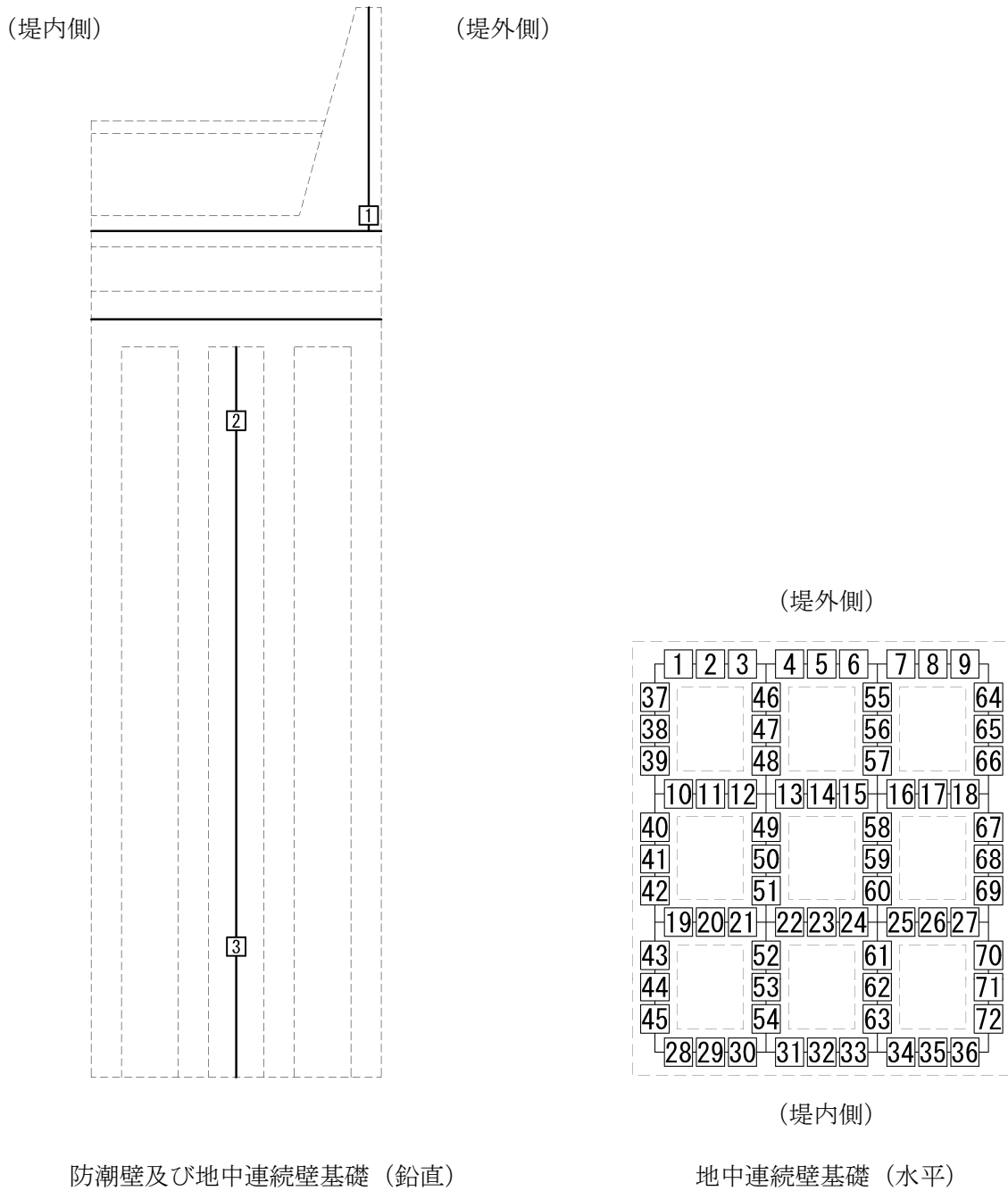


図 5-2 評価位置

表 5-2 (1) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果 (津波時：基準津波時)

検討ケース	評価位置	発生断面力		圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{ca}
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 1	1	27947	1694	5.23	21.0	0.25
地盤ばね 2	1	27947	1694	5.23	21.0	0.25

表 5-2 (2) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果 (津波時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース	評価位置	発生断面力		圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{ca}
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 1	1	44820	1774	8.27	28.0	0.30
地盤ばね 2	1	44820	1774	8.27	28.0	0.30

(2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査

津波時における鉄筋の曲げ軸力に対する評価結果を表 5-3 に示す。防潮壁に対して許容応力度法による照査を行った結果、引張応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-3 (1) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果 (津波時：基準津波時)

検討ケース	評価位置	発生断面力		引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 1	1	27947	1694	206.77	435.0	0.48
地盤ばね 2	1	27947	1694	206.77	435.0	0.48

表 5-3 (2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果 (津波時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース	評価位置	発生断面力		引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 1	1	44820	1774	352.29	478.5	0.74
地盤ばね 2	1	44820	1774	352.29	478.5	0.74

(3) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査

津波時における鉄筋コンクリートのせん断力に対する評価結果を表 5-4 に示す。防潮壁に対して許容応力度法による照査を行った結果、発生せん断力がコンクリートの短期許容せん断力 ($V_{c.a}$) と斜め引張鉄筋の短期許容せん断力 ($V_{s.a}$) を合わせた短期許容せん断力 (V_a) 以下であることを確認した。なお、発生せん断力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-4 (1) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査結果 (津波時：基準津波時)

検討ケース	評価位置	発生せん断力 V (kN/m)	せん断応力度 τ (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{a1}	短期許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V/V_a
地盤ばね 1	1	2204	0.380	0.825	0.47	8587	0.26
地盤ばね 2	1	2204	0.380	0.825	0.47	8587	0.26

表 5-4 (2) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査結果 (津波時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース	評価位置	発生せん断力 V (kN/m)	せん断応力度 τ (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{a1}	短期許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V/V_a
地盤ばね 1	1	3718	0.650	1.100	0.60	9965	0.38
地盤ばね 2	1	3718	0.650	1.100	0.60	9965	0.38

5.1.2 地中連続壁基礎（鉛直）の評価結果

(1) コンクリートの曲げ軸力に対する照査

津波時におけるコンクリートの曲げ軸力に対する評価結果を表 5-5 に示す。地中連続壁基礎の鉛直方向に対して許容応力度法による照査を行った結果、曲げ圧縮応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-5 (1) 地中連続壁基礎（鉛直）の曲げ軸力に対する照査結果（津波時：基準津波時）

検討ケース	評価位置	発生断面力		圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{ca}
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 1	3	19176	19654	1.37	21.0	0.07
地盤ばね 2	3	35012	27143	2.00	21.0	0.10

表 5-5 (2) 地中連続壁基礎（鉛直）の曲げ軸力に対する照査結果
（津波時：敷地に遡上する津波時）

検討ケース	評価位置	発生断面力		圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{ca}
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 1	3	38882	16742	1.47	28.0	0.06
地盤ばね 2	3	46739	27092	2.16	28.0	0.08

(2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査

津波時における鉄筋の曲げ軸力に対する評価結果を表 5-6 に示す。地中連続壁基礎の鉛直方向に対して許容応力度法による照査を行った結果、引張応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-6 (1) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果 (津波時：基準津波時)

検討ケース	評価位置	発生断面力		引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 1	3	1869	19141	15.92	435.0	0.04
地盤ばね 2	3	15079	27685	20.61	435.0	0.05

表 5-6 (2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果
(津波時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース	評価位置	発生断面力		引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 1	3	3428	19026	15.52	478.5	0.04
地盤ばね 2	3	23615	28164	19.36	478.5	0.05

(3) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査

津波時における鉄筋コンクリートのせん断力に対する評価結果を表 5-7 に示す。地中連続壁基礎の鉛直方向に対して許容応力度法による照査を行った結果、発生せん断力がコンクリートの短期許容せん断力 (V_{ca}) と斜め引張鉄筋の短期許容せん断力 (V_{sa}) を合わせた短期許容せん断力 (V_a) 以下であることを確認した。なお、発生せん断力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-7 (1) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査結果 (津波時：基準津波時)

検討ケース	評価位置	発生せん断力 V (kN/m)	せん断応力度 τ (N/mm^2)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm^2)	照査値 τ / τ_{a1}	短期許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V/V_a
地盤ばね 1	2	1546	0.210	0.825	0.26	28131	0.06
地盤ばね 2	2	1417	0.190	0.825	0.24	28131	0.06

表 5-7 (2) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査結果 (津波時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース	評価位置	発生せん断力 V (kN/m)	せん断応力度 τ (N/mm^2)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm^2)	照査値 τ / τ_{a1}	短期許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V/V_a
地盤ばね 1	2	2106	0.280	1.100	0.26	31837	0.07
地盤ばね 2	2	2110	0.280	1.100	0.26	31837	0.07

5.1.3 地中連続壁基礎（水平）の評価結果

(1) コンクリートの曲げ軸力に対する照査

津波時におけるコンクリートの曲げ軸力に対する評価結果を表 5-8 に示す。地中連続壁基礎の水平方向に対して許容応力度法による照査を行った結果、曲げ圧縮応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-8 (1) 地中連続壁基礎（水平）の曲げ軸力に対する照査結果（津波時：基準津波時）

検討ケース	評価位置	発生断面力		圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{ca}
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 1	37, 64	261	366	0.37	16.8	0.03
地盤ばね 2	37, 64	289	405	0.41	16.8	0.03

表 5-8 (2) 地中連続壁基礎（水平）の曲げ軸力に対する照査結果
（津波時：敷地に遡上する津波時）

検討ケース	評価位置	発生断面力		圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{ca}
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 1	37, 64	423	593	0.60	22.4	0.03
地盤ばね 2	37, 64	442	620	0.63	22.4	0.03

(2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査

津波時における鉄筋の曲げ軸力に対する評価結果を表 5-9 に示す。地中連続壁基礎の水平方向に対して許容応力度法による照査を行った結果、引張応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-9 (1) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果 (津波時：基準津波時)

検討ケース	評価位置	発生断面力		引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 1	2, 8	199	78	5.47	348.0	0.02
地盤ばね 2	2, 8	220	86	6.06	348.0	0.02

表 5-9 (2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果
(津波時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース	評価位置	発生断面力		引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 1	2, 8	322	126	8.87	382.8	0.03
地盤ばね 2	2, 8	337	132	9.28	382.8	0.03

(3) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査

津波時における鉄筋コンクリートのせん断力に対する評価結果を表 5-10 に示す。地中連続壁基礎の水平方向に対して許容応力度法による照査を行った結果、発生せん断力がコンクリートの短期許容せん断力 (V_{ca}) と斜め引張鉄筋の短期許容せん断力 (V_{sa}) を合わせた短期許容せん断力 (V_a) 以下であることを確認した。なお、発生せん断力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-10 (1) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査結果 (津波時：基準津波時)

検討ケース	評価位置	発生せん断力 V (kN/m)	せん断応力度 τ (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{a1}	短期許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V/V_a
地盤ばね 1	38, 65	78	0.043	0.660	0.07	3245	0.03
地盤ばね 2	38, 65	86	0.048	0.660	0.08	3245	0.03

表 5-10 (2) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査結果 (津波時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース	評価位置	発生せん断力 V (kN/m)	せん断応力度 τ (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{a1}	短期許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V/V_a
地盤ばね 1	38, 65	126	0.070	0.880	0.08	3707	0.04
地盤ばね 2	38, 65	132	0.073	0.880	0.09	3707	0.04

5.1.4 放水路の評価結果

津波時における放水路の側壁及び隔壁の評価結果を表 5-11 に示す。放水路の側壁及び隔壁に対して耐震壁の照査を行った結果、せん断応力が短期許容せん断応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-11 (1) 放水路の側壁及び隔壁の評価結果 (津波時：基準津波時)

検討ケース	せん断 応力度 τ (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_a (N/mm ²)	照査値 τ / τ_a
地盤ばね 1	0.093	1.350	0.07
地盤ばね 2	0.095	1.350	0.08

表 5-11 (2) 放水路の側壁及び隔壁の評価結果 (津波時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース	せん断 応力度 τ (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_a (N/mm ²)	照査値 τ / τ_a
地盤ばね 1	0.146	1.350	0.11
地盤ばね 2	0.153	1.350	0.12

5.1.5 止水ジョイント部の相対変位量に対する評価結果

津波時の止水ジョイント部の相対変位量に対する照査結果を表 5-12 に示す。

津波時の止水ジョイント部の相対変位量に対する照査を行った結果の相対変位量が許容限界以下であることを確認した。

表 5-12 (1) 津波時相対変位量 (天端)

		δx (m)	δy (m)	δz (m)	3 成分合成 (m)	許容限界 (m)
地震時 最終変位	鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)	0.297	0.051	0.037	/	/
	鋼管杭鉄筋コンクリート 防潮壁	0.113	0.109	0.032		
津波時 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)		0.182	0.182	0.009		
合計		0.592	0.342	0.078		

表 5-12 (2) 津波時相対変位量 (地表面)

		δx (m)	δy (m)	δz (m)	3 成分合成 (m)	許容限界 (m)
地震時 最終変位	鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)	0.297	0.051	0.037	/	/
	鋼管杭鉄筋コンクリート 防潮壁	0.113	0.109	0.032		
津波時 (鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア))		0.061	0.061	0.008		
合計		0.471	0.221	0.077		

5.2 重畳時

5.2.1 1次元有効応力解析結果

1次元有効応力解析結果から、地表面最大水平加速度、地表面最大変位及び最大せん断ひずみをまとめたものを表5-13に示す。

表 5-13 1次元有効応力解析結果

検討ケース	① 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース(基本ケース)	② 地盤物性のばらつきを考慮(+1 σ)した解析ケース	③ 地盤物性のばらつきを考慮(-1 σ)した解析ケース	④ 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース	⑤ 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース	⑥ 地盤物性のばらつきを考慮(+1 σ)して非液状化の条件を仮定した解析ケース
地表面最大水平加速度 (cm/s ²)	127.8	123.1	125.2	77.28	182.7	183.0
地表面最大変位 (m)	0.134	0.130	0.145	0.229	0.119	0.106
最大せん断ひずみ (%)	3.03	3.16	3.24	2.87	0.34	0.30

表 5-13 より、地盤ばね3は地表面最大加速度が発生する⑥地盤物性のばらつきを考慮(+1 σ)して非液状化の条件を仮定した解析ケース、地盤ばね4は地表面最大変位が発生する④敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース、地盤ばね5は最大せん断ひずみが発生する③地盤物性のばらつきを考慮(-1 σ)した解析ケースに基づき設定する。それぞれ地表面最大加速度発生時刻、地表面最大変位発生時刻、最大せん断ひずみ発生時刻における平均有効主応力 σ'_m 及びせん断ひずみ γ の深度分布により求められる地盤剛性及び反力上限値を用いて地盤ばねを設定する。

各地盤ケースにおける地盤変位は、それぞれ、地表面最大加速度発生時刻、地表面最大変位発生時刻、最大せん断ひずみ発生時刻の地盤変位を与える。

5.2.2 防潮壁の評価結果

(1) コンクリートの曲げ軸力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元の一覧を表 5-14 に、概略配筋図を図 5-3 に、評価位置を図 5-4 示す。

重畳時におけるコンクリートの曲げ軸力に対する評価結果を表 5-15 に示す。防潮壁に対して許容応力度法による照査を行った結果、曲げ圧縮応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-14 (1) 断面諸元一覧表 (主鉄筋)

部位	断面性状				主鉄筋				
	部材幅	部材高	かぶり	有効高さ	鉄筋種別	径	段数	鉄筋間隔	鉄筋量
	b (m)	h (m)	d' (m)	d (m)	(-)	(mm)	(-)	(mm)	(cm ²)
防潮壁	1.000	6.500	0.300	6.200	SD490	51	2	200	195.8
地中連読壁基礎(鉛直)	20.060	22.960	0.260	22.700	SD490	51	1	200	101.4
地中連読壁基礎(水平)	1.000	2.360	0.309	2.051	SD490	51	1	150	135.1

表 5-14 (2) 断面諸元一覧表 (せん断補強鉄筋)

部位	断面性状				せん断補強筋				
	部材幅	部材高	かぶり	有効高さ	鉄筋種別	径	Sb	Ss	鉄筋量
	b (m)	h (m)	d' (m)	d (m)	(-)	(mm)	(mm)	(mm)	(cm ²)
防潮壁	1.000	6.500	0.300	6.200	SD345	29	400	400	40.2
地中連読壁基礎(鉛直)	0.470	22.960	0.260	22.700	SD490	51	(8本)	150	8.1
地中連読壁基礎(水平)	1.000	2.360	0.309	2.051	SD345	38	600	300	63.3

注記 : () 内の値は、水平全断面当たりの本数である。

NT2 補② V-3-別添 3-2-1-1-2-2 R1

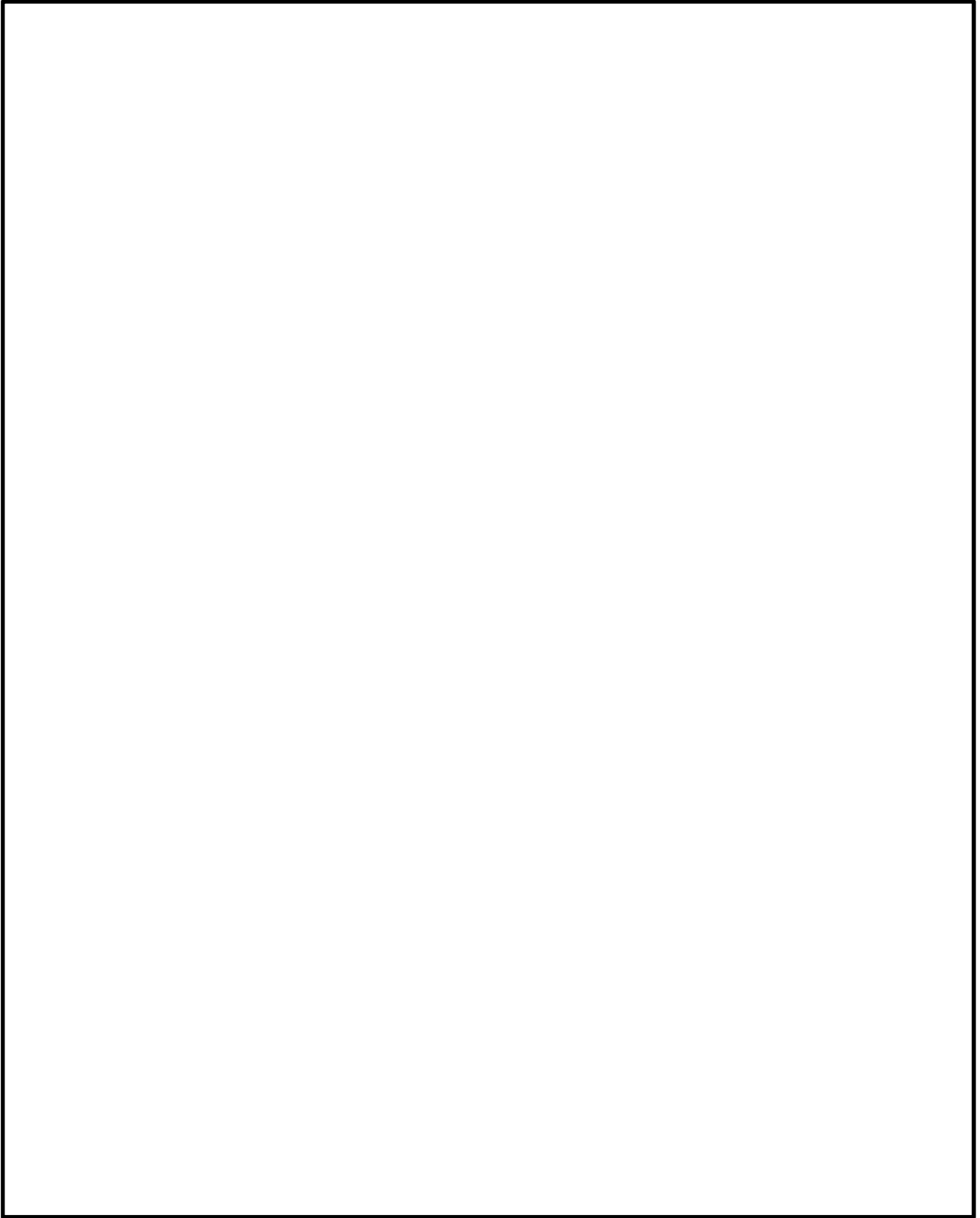


図 5-3 (1) 概略配筋図 (防潮壁)

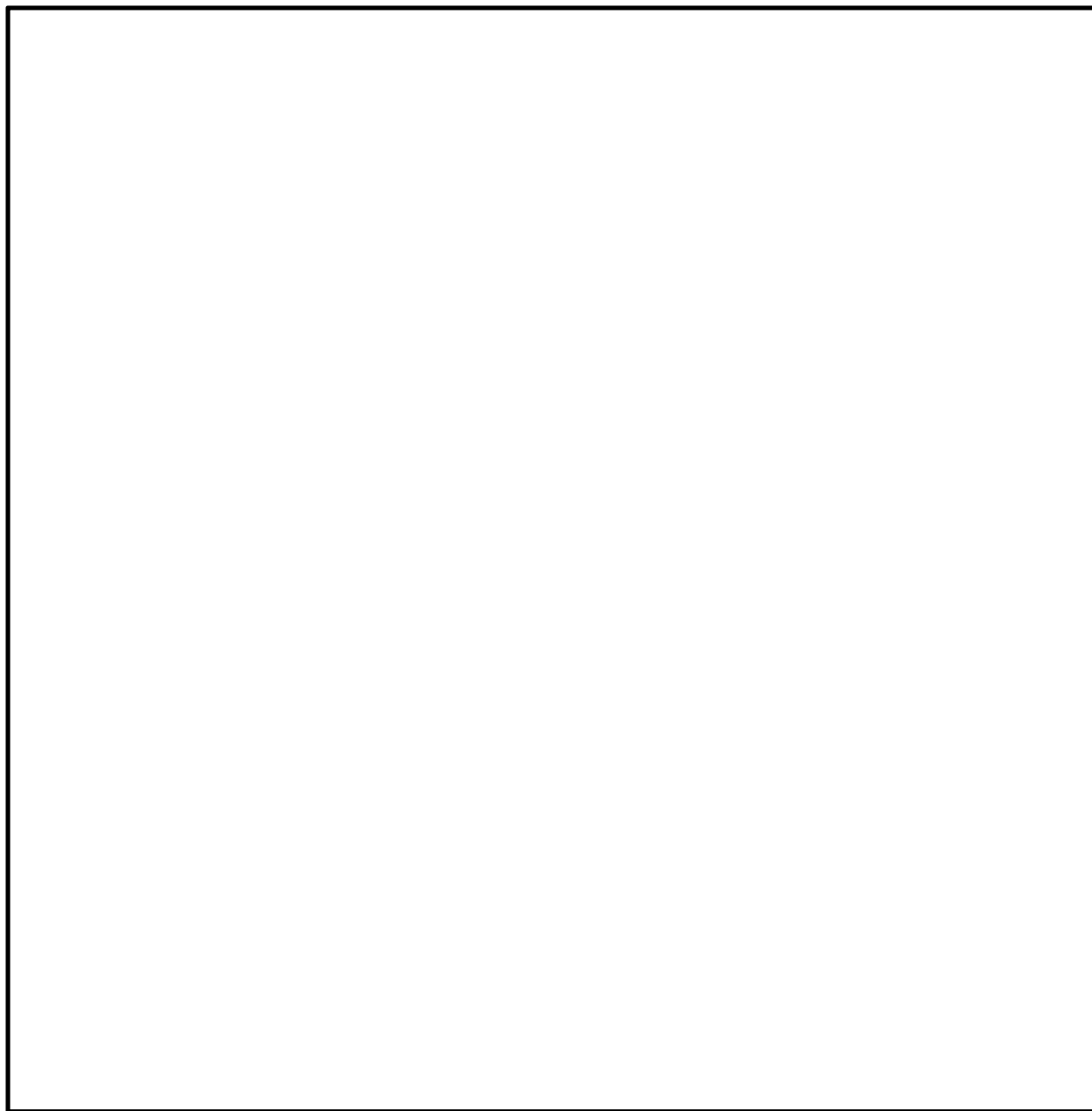


図 5-3 (2) 概略配筋図 (地中連続壁基礎)

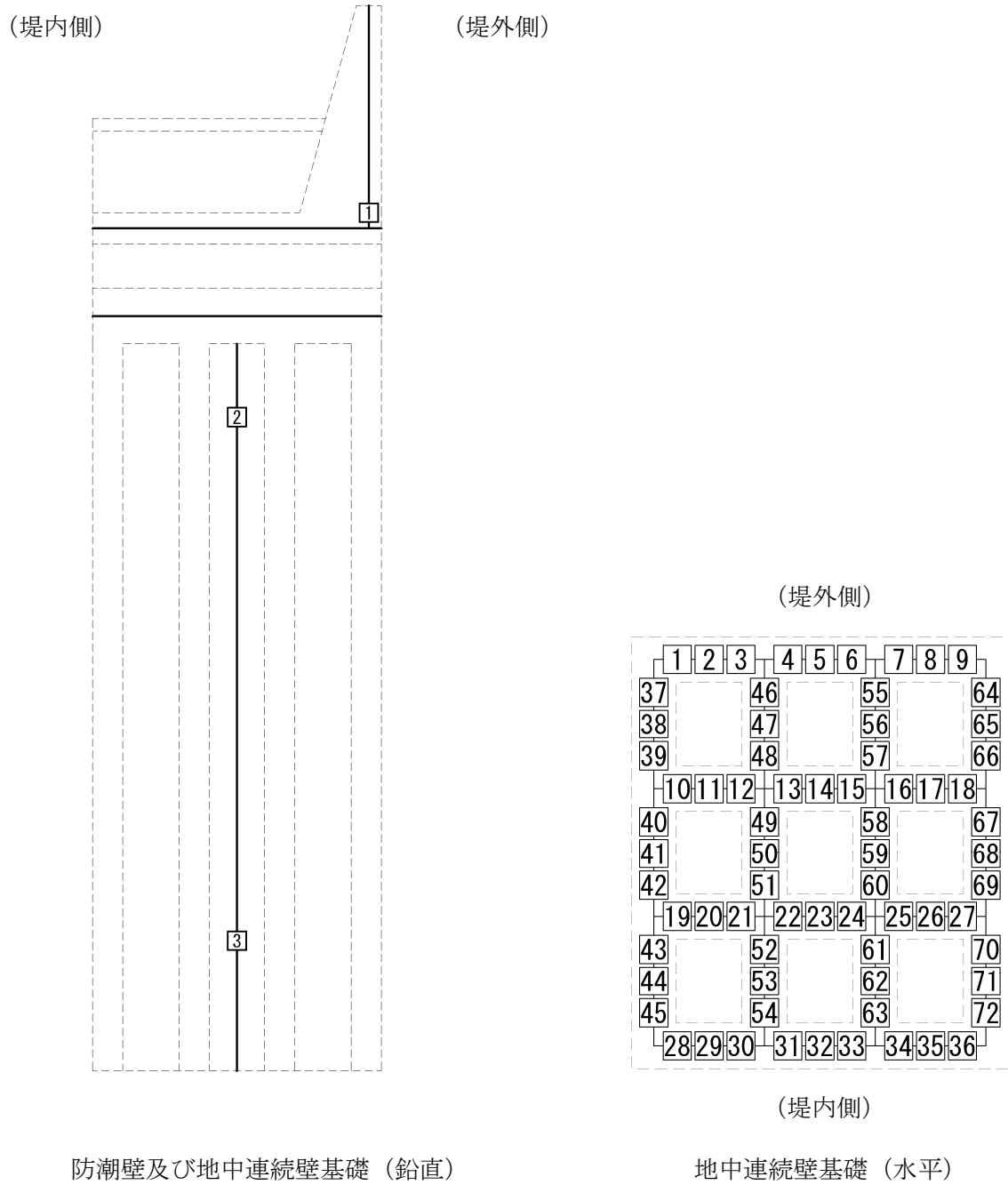


図 5-4 評価位置

表 5-15 (1) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果 (重畳時：基準津波時)

検討ケース		評価位置	発生断面力		圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{ca}
地盤ばね	慣性力		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 3	鉛直上向き	1	19410	1446	3.66	21.0	0.18
	鉛直下向き	1	20765	2048	3.96	21.0	0.19
地盤ばね 4	鉛直上向き	1	17408	1429	3.29	21.0	0.16
	鉛直下向き	1	18652	1982	3.57	21.0	0.17
地盤ばね 5	鉛直上向き	1	18091	1346	3.41	21.0	0.17
	鉛直下向き	1	19459	1954	3.71	21.0	0.18

表 5-15 (2) コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果 (重畳時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース		評価位置	発生断面力		圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{ca}
地盤ばね	慣性力		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 3	鉛直上向き	1	32878	1528	6.09	28.0	0.22
	鉛直下向き	1	34155	2172	6.40	28.0	0.23
地盤ばね 4	鉛直上向き	1	30420	1510	5.65	28.0	0.21
	鉛直下向き	1	31781	2115	5.96	28.0	0.22
地盤ばね 5	鉛直上向き	1	31721	1509	5.88	28.0	0.21
	鉛直下向き	1	32954	2057	6.17	28.0	0.23

(2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査

重畳時における鉄筋の曲げ軸力に対する評価結果を表 5-16 に示す。防潮壁に対して許容応力度法による照査を行った結果、引張応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-16 (1) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果 (重畳時：基準津波時)

検討ケース		評価位置	発生断面力		引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
地盤ばね	慣性力		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 3	鉛直上向き	1	19410	1446	137.77	435.0	0.32
	鉛直下向き	1	20765	2048	136.72	435.0	0.32
地盤ばね 4	鉛直上向き	1	17408	1429	120.73	435.0	0.28
	鉛直下向き	1	18652	1982	119.84	435.0	0.28
地盤ばね 5	鉛直上向き	1	18091	1346	128.45	435.0	0.30
	鉛直下向き	1	19459	1954	127.40	435.0	0.30

表 5-16 (2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果 (重畳時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース		評価位置	発生断面力		引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
地盤ばね	慣性力		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 3	鉛直上向き	1	32878	1528	253.42	478.5	0.53
	鉛直下向き	1	34155	2172	250.47	478.5	0.53
地盤ばね 4	鉛直上向き	1	30420	1510	232.37	478.5	0.49
	鉛直下向き	1	31781	2115	231.04	478.5	0.49
地盤ばね 5	鉛直上向き	1	31721	1509	243.75	478.5	0.51
	鉛直下向き	1	32954	2057	242.51	478.5	0.51

(3) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査

重畳時における鉄筋コンクリートのせん断力に対する評価結果を表 5-17 に示す。防潮壁に対して許容応力度法による照査を行った結果、発生せん断力がコンクリートの短期許容せん断力 (V_{ca}) と斜め引張鉄筋の短期許容せん断力 (V_{sa}) を合わせた短期許容せん断力 (V_a) 以下であることを確認した。なお、発生せん断力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-17 (1) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査結果 (重畳時：基準津波時)

検討ケース		評価位置	発生せん断力 V (kN/m)	せん断応力度 τ (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{a1}	短期許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V/V_a
地盤ばね	慣性力							
地盤ばね 3	鉛直上向き	1	2340	0.410	0.825	0.50	8587	0.28
	鉛直下向き	1	2340	0.410	0.825	0.50	8587	0.28
地盤ばね 4	鉛直上向き	1	2028	0.350	0.825	0.43	8587	0.24
	鉛直下向き	1	2028	0.350	0.825	0.43	8587	0.24
地盤ばね 5	鉛直上向き	1	2145	0.370	0.825	0.45	8587	0.25
	鉛直下向き	1	2145	0.370	0.825	0.45	8587	0.25

表 5-17 (2) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査結果 (重畳時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース		評価位置	発生せん断力 V (kN/m)	せん断応力度 τ (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{a1}	短期許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V/V_a
地盤ばね	慣性力							
地盤ばね 3	鉛直上向き	1	3561	0.620	1.100	0.57	9965	0.36
	鉛直下向き	1	3503	0.610	1.100	0.56	9965	0.36
地盤ばね 4	鉛直上向き	1	3333	0.580	1.100	0.53	9965	0.34
	鉛直下向き	1	3333	0.580	1.100	0.53	9965	0.34
地盤ばね 5	鉛直上向き	1	3492	0.610	1.100	0.56	9965	0.36
	鉛直下向き	1	3492	0.610	1.100	0.56	9965	0.36

5.2.3 地中連続壁基礎（鉛直）の評価結果

(1) コンクリートの曲げ軸力に対する照査

重畳時におけるコンクリートの曲げ軸力に対する評価結果を表 5-18 に示す。地中連続壁基礎の鉛直方向に対して許容応力度法による照査を行った結果、曲げ圧縮応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-18 (1) 地中連続壁基礎（鉛直）の曲げ軸力に対する照査結果（重畳時：基準津波時）

検討ケース		評価位置	発生断面力		圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{ca}
地盤ばね	慣性力		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 3	鉛直上向き	2	129332	12529	3.11	21.0	0.15
	鉛直下向き	2	121350	18367	2.85	21.0	0.14
地盤ばね 4	鉛直上向き	3	172556	18269	4.10	21.0	0.20
	鉛直下向き	3	155183	23270	3.64	21.0	0.18
地盤ばね 5	鉛直上向き	2	184603	11932	4.62	21.0	0.22
	鉛直下向き	2	179955	16909	4.34	21.0	0.21

表 5-18 (2) 地中連続壁基礎（鉛直）の曲げ軸力に対する照査結果
（重畳時：敷地に遡上する津波時）

検討ケース		評価位置	発生断面力		圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{ca}
地盤ばね	慣性力		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 3	鉛直上向き	2	155169	11980	3.82	28.0	0.14
	鉛直下向き	2	144847	17050	3.40	28.0	0.13
地盤ばね 4	鉛直上向き	3	198840	17586	4.83	28.0	0.18
	鉛直下向き	3	187948	21413	4.42	28.0	0.16
地盤ばね 5	鉛直上向き	2	235181	12665	5.94	28.0	0.22
	鉛直下向き	2	233634	17619	5.77	28.0	0.21

(2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査

重畳時における鉄筋の曲げ軸力に対する評価結果を表 5-19 に示す。地中連続壁基礎の鉛直方向に対して許容応力度法による照査を行った結果、引張応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-19 (1) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果 (重畳時：基準津波時)

検討ケース		評価位置	発生断面力		引張応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
地盤ばね	慣性力		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 3	鉛直上向き	2	125557	11683	49.90	435.0	0.12
	鉛直下向き	2	115469	16198	17.95	435.0	0.05
地盤ばね 4	鉛直上向き	3	172556	18269	54.26	435.0	0.13
	鉛直下向き	3	151433	21400	23.08	435.0	0.06
地盤ばね 5	鉛直上向き	2	182487	11370	114.95	435.0	0.27
	鉛直下向き	2	174708	15756	72.89	435.0	0.17

表 5-19 (2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果
(重畳時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース		評価位置	発生断面力		引張応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
地盤ばね	慣性力		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 3	鉛直上向き	2	152498	11329	81.40	478.5	0.18
	鉛直下向き	2	137887	15410	38.58	478.5	0.09
地盤ばね 4	鉛直上向き	2	164842	11533	93.53	478.5	0.20
	鉛直下向き	2	169158	16045	65.16	478.5	0.14
地盤ばね 5	鉛直上向き	2	232329	11878	169.11	478.5	0.36
	鉛直下向き	2	230419	16900	124.66	478.5	0.27

(3) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査

重畳時における鉄筋コンクリートのせん断力に対する評価結果を表 5-20 に示す。地中連続壁基礎の鉛直方向に対して許容応力度法による照査を行った結果、発生せん断力がコンクリートの短期許容せん断力 (V_{ca}) と斜め引張鉄筋の短期許容せん断力 (V_{sa}) を合わせた短期許容せん断力 (V_a) 以下であることを確認した。なお、発生せん断力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-20 (1) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査結果 (重畳時：基準津波時)

検討ケース		評価位置	発生せん断力 V (kN/m)	せん断応力度 τ (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{a1}	短期許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V/V_a
地盤ばね	慣性力							
地盤ばね 3	鉛直上向き	2	6130	-	-	-	28131	0.22
	鉛直下向き	2	5943	0.795	0.825	0.97	28131	0.22
地盤ばね 4	鉛直上向き	3	8080	-	-	-	28131	0.29
	鉛直下向き	3	10737	-	-	-	28131	0.39
地盤ばね 5	鉛直上向き	2	9410	-	-	-	28131	0.34
	鉛直下向き	2	9410	-	-	-	28131	0.34

表 5-20 (2) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査結果 (重畳時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース		評価位置	発生せん断力 V (kN/m)	せん断応力度 τ (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{a1}	短期許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V/V_a
地盤ばね	慣性力							
地盤ばね 3	鉛直上向き	2	6755	0.903	1.100	0.83	31837	0.22
	鉛直下向き	2	6556	0.880	1.100	0.80	31837	0.21
地盤ばね 4	鉛直上向き	3	9304	-	-	-	31837	0.30
	鉛直下向き	3	12170	-	-	-	31837	0.39
地盤ばね 5	鉛直上向き	2	10965	-	-	-	31837	0.35
	鉛直下向き	2	10964	-	-	-	31837	0.35

5.2.4 地中連続壁基礎（水平）の評価結果

(1) コンクリートの曲げ軸力に対する照査

重畳時におけるコンクリートの曲げ軸力に対する評価結果を表 5-21 に示す。地中連続壁基礎の水平方向に対して許容応力度法による照査を行った結果、曲げ圧縮応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-21 (1) 地中連続壁基礎（水平）の曲げ軸力に対する照査結果（重畳時：基準津波時）

検討ケース		評価位置	発生断面力		圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{ca}
地盤ばね	慣性力		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 3	鉛直上向き	37, 64	630	883	0.90	16.8	0.06
	鉛直下向き	37, 64	598	838	0.90	16.8	0.06
地盤ばね 4	鉛直上向き	37, 64	2551	3507	3.60	16.8	0.22
	鉛直下向き	37, 64	3016 (2588)	4118 (3617)	4.30 (3.69)	16.8	0.26 (0.22)
地盤ばね 5	鉛直上向き	37, 64	1271	1781	1.80	16.8	0.11
	鉛直下向き	37, 64	1268	1778	1.80	16.8	0.11

表 5-21 (2) 地中連続壁基礎（水平）の曲げ軸力に対する照査結果
（重畳時：敷地に遡上する津波時）

検討ケース		評価位置	発生断面力		圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{ca}
地盤ばね	慣性力		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 3	鉛直上向き	37, 64	554	777	0.79	22.4	0.04
	鉛直下向き	37, 64	685	932	0.97	22.4	0.05
地盤ばね 4	鉛直上向き	37, 64	2994	4118	4.26	22.4	0.20
	鉛直下向き	37, 64	3460 (2977)	4726 (4159)	4.92 (4.24)	22.4	0.22 (0.19)
地盤ばね 5	鉛直上向き	37, 64	1359	1905	1.94	22.4	0.09
	鉛直下向き	37, 64	1417	1942	2.01	22.4	0.09

注記：括弧内は水平断面モデルにおける両押し時の照査値を示す。

(2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査

重畳時における鉄筋の曲げ軸力に対する評価結果を表 5-22 に示す。地中連続壁基礎の水平方向に対して許容応力度法による照査を行った結果、引張応力が短期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-22 (1) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果 (重畳時：基準津波時)

検討ケース		評価位置	発生断面力		引張応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
地盤ばね	慣性力		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 3	鉛直上向き	2, 8	480	188	13.20	348.0	0.04
	鉛直下向き	2, 8	455	178	12.50	348.0	0.04
地盤ばね 4	鉛直上向き	2, 8	1,881	783	50.30	348.0	0.15
	鉛直下向き	2, 8	2199 (1984)	935 (271)	58.10 (71.53)	348.0	0.17 (0.21)
地盤ばね 5	鉛直上向き	2, 8	968	379	26.70	348.0	0.08
	鉛直下向き	2, 8	967	379	26.60	348.0	0.08

表 5-22 (2) 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果
(重畳時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース		評価位置	発生断面力		引張応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
地盤ばね	慣性力		曲げモーメント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)			
地盤ばね 3	鉛直上向き	2, 8	423	165	11.63	382.8	0.04
	鉛直下向き	2, 8	496	213	13.06	382.8	0.04
地盤ばね 4	鉛直上向き	2, 8	2210	918	59.13	382.8	0.16
	鉛直下向き	2, 8	2524 (2281)	1072 (312)	66.78 (82.26)	382.8	0.18 (0.22)
地盤ばね 5	鉛直上向き	2, 8	1036	406	28.51	382.8	0.08
	鉛直下向き	2, 8	1047	410	28.82	382.8	0.08

注記 : 括弧内は水平断面モデルにおける両押し時の照査値を示す。

(3) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査

重畳時における鉄筋コンクリートのせん断力に対する評価結果を表 5-23 に示す。地中連続壁基礎の水平方向に対して許容応力度法による照査を行った結果、発生せん断力がコンクリートの短期許容せん断力 (V_{ca}) と斜め引張鉄筋の短期許容せん断力 (V_{sa}) を合わせた短期許容せん断力 (V_a) 以下であることを確認した。なお、発生せん断力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-23 (1) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査結果 (重畳時：基準津波時)

検討ケース		評価位置	発生せん断力 V (kN/m)	せん断応力度 τ (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{a1}	短期許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V/V_a
地盤ばね	慣性力							
地盤ばね 3	鉛直上向き	38, 65	188	0.104	0.660	0.16	3245	0.06
	鉛直下向き	38, 65	178	0.098	0.660	0.15	3245	0.06
地盤ばね 4	鉛直上向き	38, 65	783	0.430	0.660	0.66	3245	0.25
	鉛直下向き	38, 65	935 (1281)	0.52 (-)	0.660	0.79 (-)	3245	0.29 (0.40)
地盤ばね 5	鉛直上向き	38, 65	379	0.210	0.660	0.32	3245	0.12
	鉛直下向き	38, 65	379	0.210	0.660	0.32	3245	0.12

表 5-23 (2) 鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査結果 (重畳時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース		評価位置	発生せん断力 V (kN/m)	せん断応力度 τ (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{a1}	短期許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V/V_a
地盤ばね	慣性力							
地盤ばね 3	鉛直上向き	38, 65	172	0.100	0.880	0.12	3707	0.05
	鉛直下向き	38, 65	213	0.120	0.880	0.14	3707	0.06
地盤ばね 4	鉛直上向き	38, 65	918	0.510	0.880	0.58	3707	0.25
	鉛直下向き	38, 65	1072 (1473)	0.59 (0.81)	0.880	0.68 (0.93)	3707	0.29 (0.40)
地盤ばね 5	鉛直上向き	38, 65	406	0.224	0.880	0.26	3707	0.11
	鉛直下向き	38, 65	436	0.240	0.880	0.28	3707	0.12

注記 : 括弧内は水平断面モデルにおける両押し時の照査値を示す。

5.2.5 放水路の評価結果

重畳時における放水路の側壁及び隔壁の評価結果を表 5-24 に示す。放水路の側壁及び隔壁に対して耐震壁の照査を行った結果、せん断応力が許容せん断応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各地盤ケースにおいて最大となる値を示している。

表 5-24 (1) 放水路の側壁及び隔壁の評価結果 (重畳時：基準津波時)

検討ケース		せん断 応力度 τ (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_a (N/mm ²)	照査値 τ / τ_a
地盤ばね	慣性力			
地盤ばね 3	鉛直上向き	0.202	1.350	0.15
	鉛直下向き	0.202	1.350	0.15
地盤ばね 4	鉛直上向き	0.151	1.350	0.12
	鉛直下向き	0.152	1.350	0.12
地盤ばね 5	鉛直上向き	0.191	1.350	0.15
	鉛直下向き	0.194	1.350	0.15

表 5-24 (2) 放水路の側壁及び隔壁の評価結果 (重畳時：敷地に遡上する津波時)

検討ケース		せん断 応力度 τ (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_a (N/mm ²)	照査値 τ / τ_a
地盤ばね	慣性力			
地盤ばね 3	鉛直上向き	0.259	1.350	0.20
	鉛直下向き	0.256	1.350	0.19
地盤ばね 4	鉛直上向き	0.222	1.350	0.17
	鉛直下向き	0.223	1.350	0.17
地盤ばね 5	鉛直上向き	0.263	1.350	0.20
	鉛直下向き	0.266	1.350	0.20

5.2.6 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

基礎地盤の支持性能照査結果を表 5-25 に示す。

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の基礎地盤に生じる最大接地圧は 2755 kN/m² であり、基礎地盤の極限支持力度 6371 kN/m² 以下である。

以上のことから、鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の基礎地盤は、津波時及び重畳時の荷重に対し、支持性能を有する。

表 5-25 (1) 基礎地盤の支持性能照査結果（重畳時：基準津波時）

検討ケース	最大接地圧 (kN/m ²)	極限支持力度 (kN/m ²)
地盤ばね 3	2525	6371
地盤ばね 4	2645	6371
地盤ばね 5	2673	6371

表 5-25 (2) 基礎地盤の支持性能照査結果（重畳時：敷地に遡上する津波時）

検討ケース	最大接地圧 (kN/m ²)	極限支持力度 (kN/m ²)
地盤ばね 3	2589	6371
地盤ばね 4	2717	6371
地盤ばね 5	2755	6371

5.2.7 止水ジョイント部の相対変位量に対する評価結果

重畳時の止水ジョイント部の相対変位量に対する照査結果を表 5-26 に示す。

重畳時の止水ジョイント部の相対変位量に対する照査を行った結果の相対変位量が許容限界以下であることを確認した。

表 5-26 (1) 重畳時相対変位量 (天端)

		δx (m)	δy (m)	δz (m)	3 成分合成 (m)	許容限界 (m)
地震時 最終変位	鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)	0.297	0.051	0.037	/	/
	鋼管杭鉄筋コンクリート 防潮壁	0.113	0.109	0.032		
重畳時 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)		0.471	0.471	0.023		
合計		0.881	0.631	0.092		

表 5-26 (2) 重畳時相対変位量 (地表面)

		δx (m)	δy (m)	δz (m)	3 成分合成 (m)	許容限界 (m)
地震時 最終変位	鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)	0.297	0.051	0.037	/	/
	鋼管杭鉄筋コンクリート 防潮壁	0.113	0.109	0.032		
重畳時 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)		0.188	0.188	0.023		
合計		0.598	0.348	0.092		