

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-118 改0
提出年月日	平成30年2月13日

V-3-別添 3-2-1 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

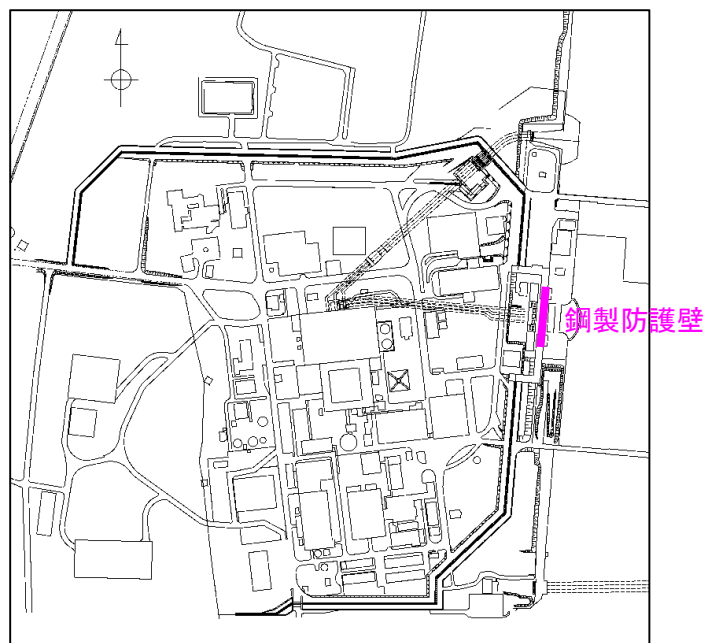
本資料は、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、鋼製防護壁が繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水に伴う津波荷重や余震荷重等に対し、主要な構造部材の構造健全性を保持すること、十分な支持性能を有する地盤に設置していること及び主要な構造体の境界部に設置する部材が有意な漏えいを生じない変形に留まることを確認するものである。

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。

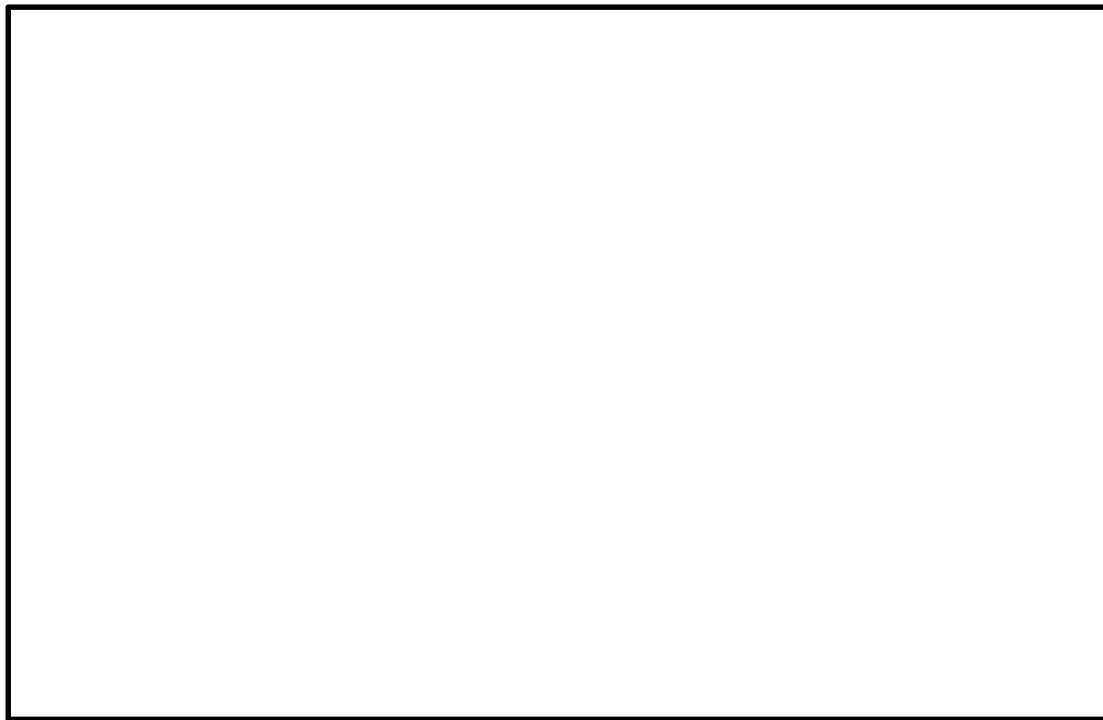
基礎部は、第 2-5 図に示すとおり、南北両側に配置した地中連続壁基礎にて構成され、津波荷重等を受ける鋼製防護壁を支持する。地中連続壁基礎の内側には中実鉄筋コンクリートを充填し、地中連続壁基礎と中実鉄筋コンクリートはジベル筋等により一体化し、両者で発生断面力を負担する。

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。

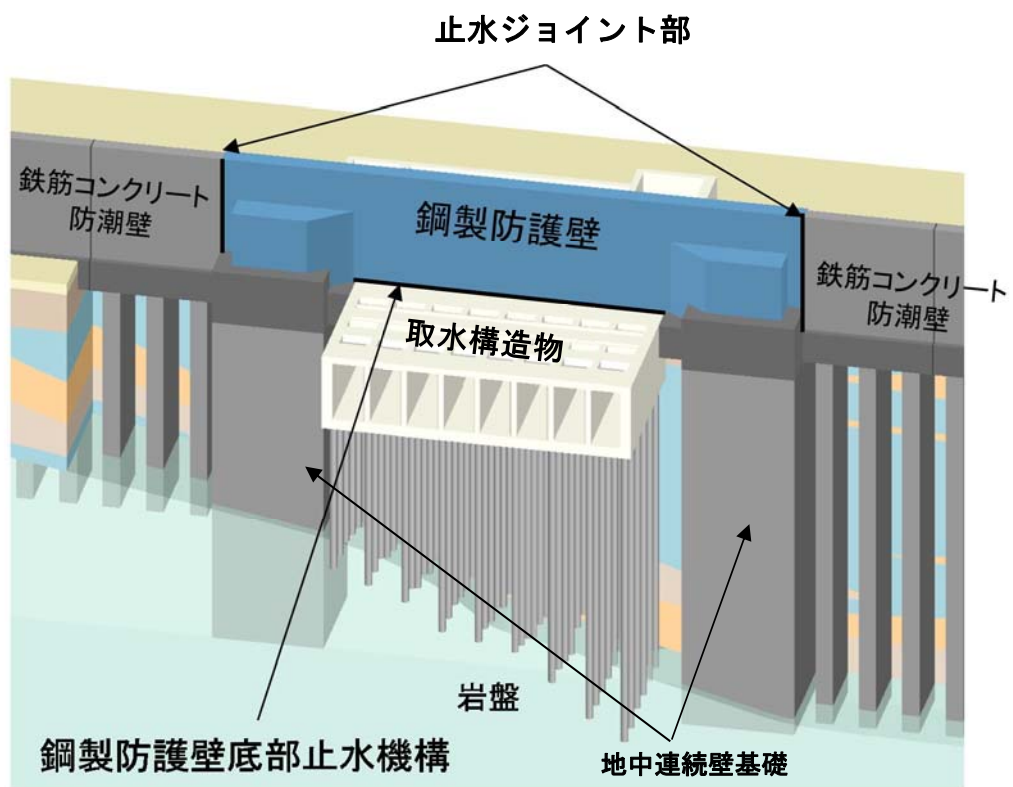
鋼製防護壁と地中連続壁基礎とは鋼製防護壁アンカーによって剛結合され、上部工からの軸力と水平軸回りの曲げモーメントを引抜き力、押込力として基礎上部の頂版鉄筋コンクリートに伝達することで一体構造として挙動する。鋼製防護壁の基礎直上は第 2-7 図に示すとおり、鋼殻内に必要な高さまで中詰め鉄筋コンクリートを打設して鋼殻と一体化し、鋼製防護壁アンカーへの確実な荷重伝達を図る。

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。

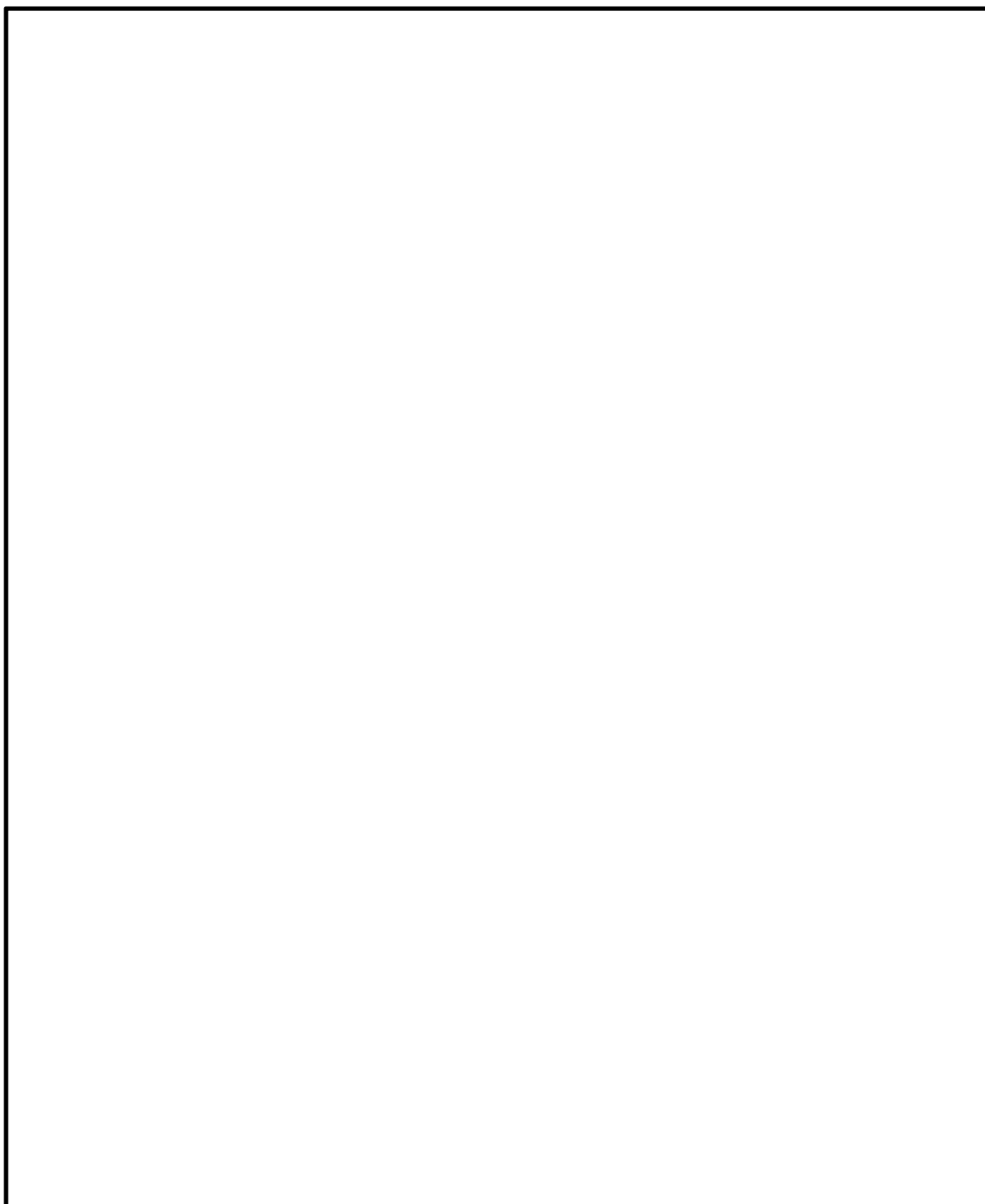
また、鋼製防護壁と鉄筋コンクリート防潮壁との境界部に止水性維持のために止水ジョイント部を設置する。鋼製防護壁の底面と既設取水構造物との境界部には、止水性維持のために止水機構を設置する。



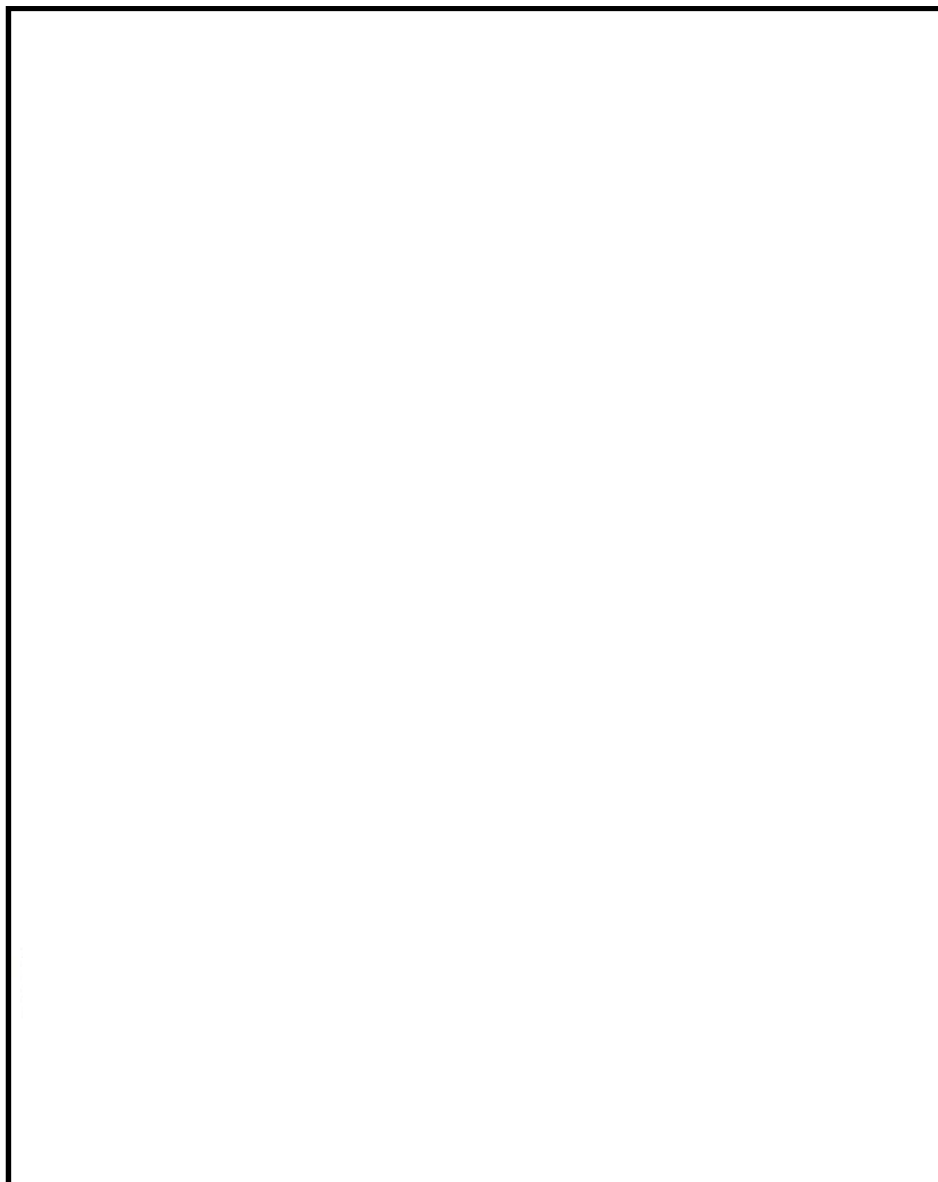
第 2-2 図 鋼製防護壁 検討対象位置平面図



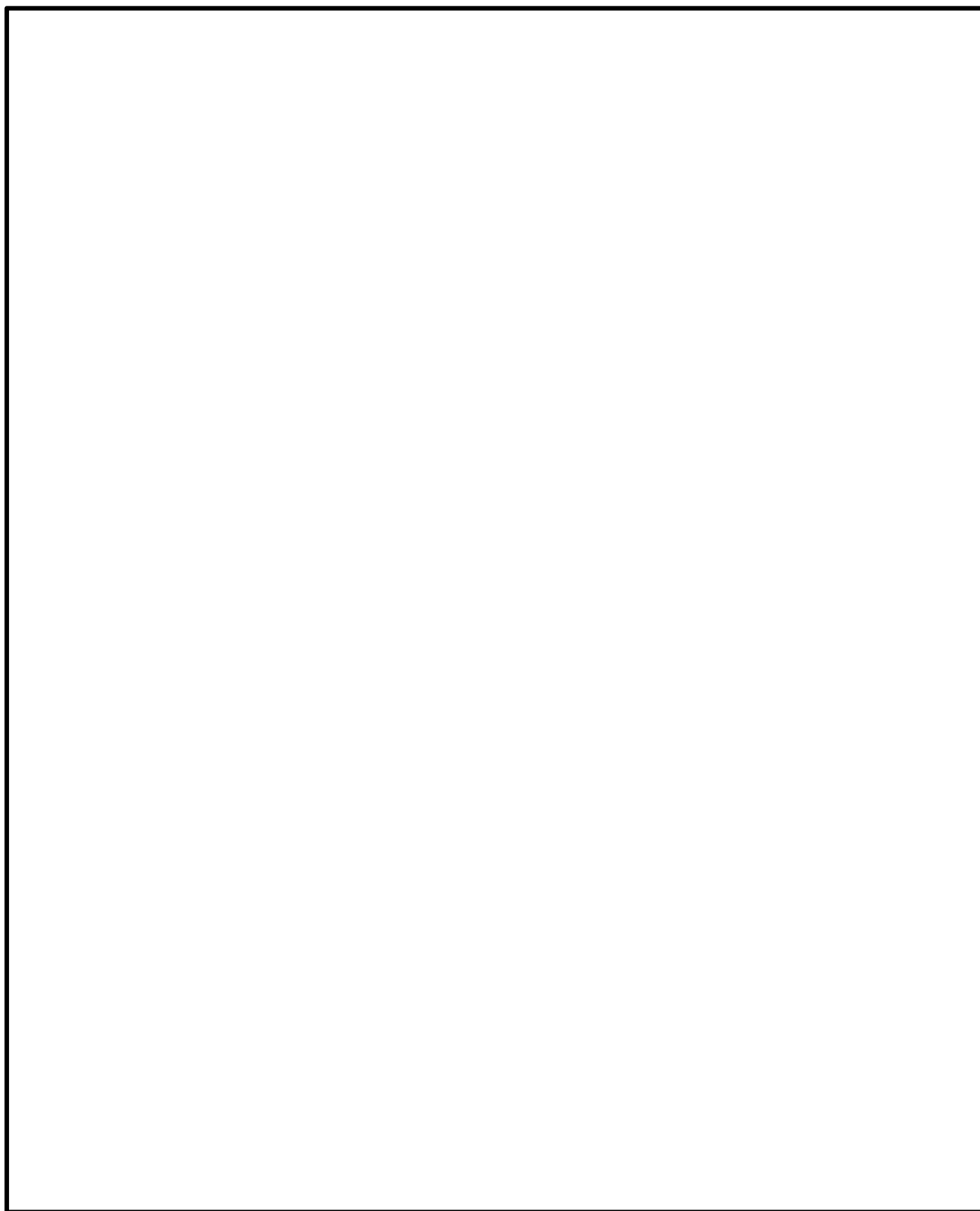
第 2-3 図 鋼製防護壁の構造概要図



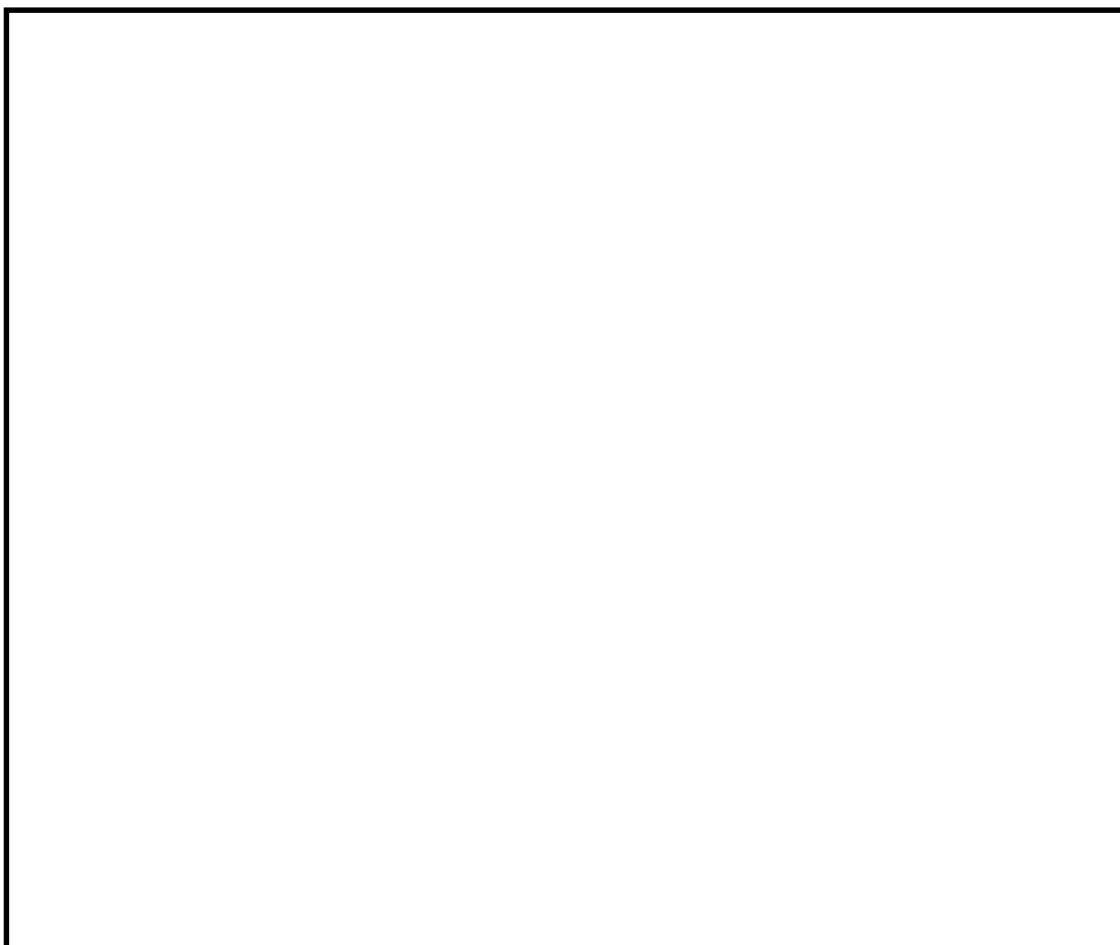
第 2-4 図 鋼製防護壁構造図



第 2-5 図 鋼製防護壁全体の構造イメージ図



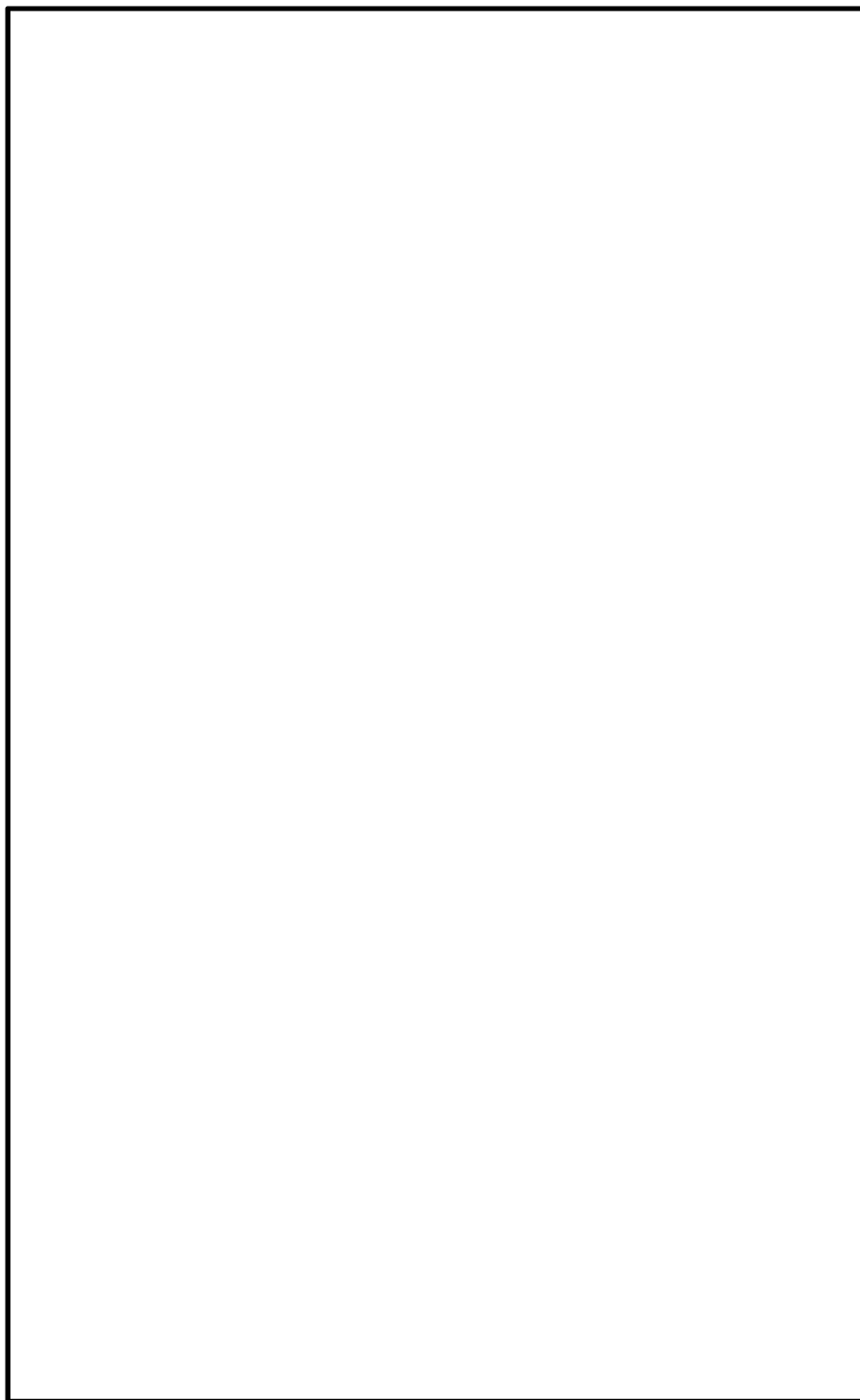
第 2-6 図 鋼製防護壁上部工の構造イメージ図



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



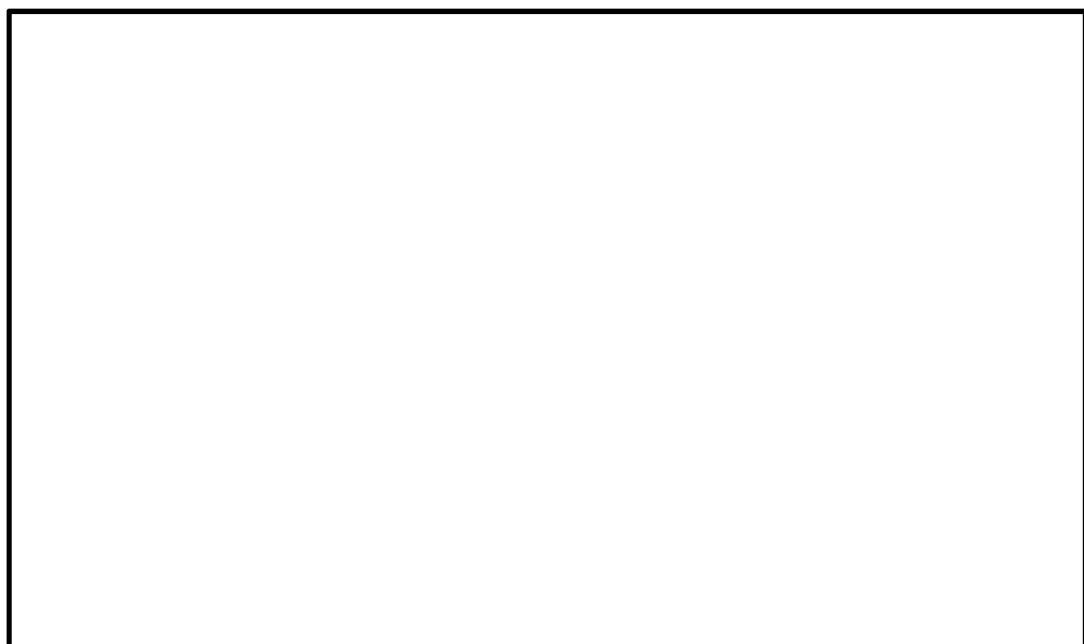
第2-9図(1) 鋼製防護壁と地中連続壁基礎との結合部構造図(A-A断面)



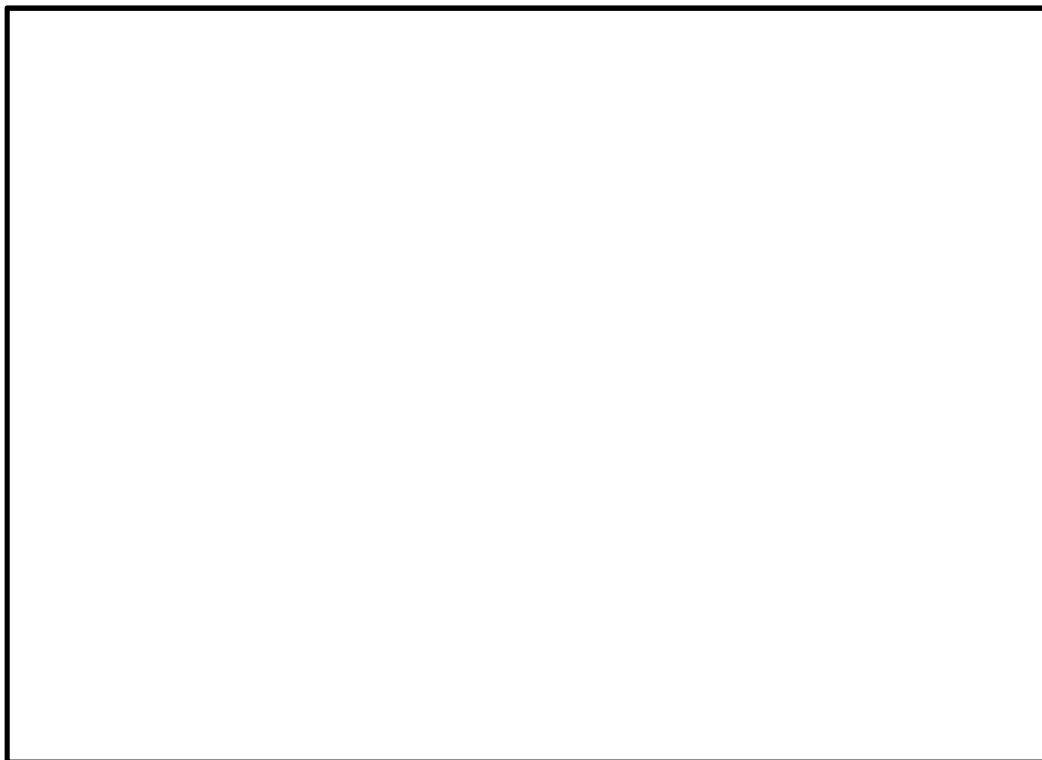
第2-9図(2) 鋼製防護壁と地中連続壁基礎との結合部構造図(B-B断面)



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「津波又は溢水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。

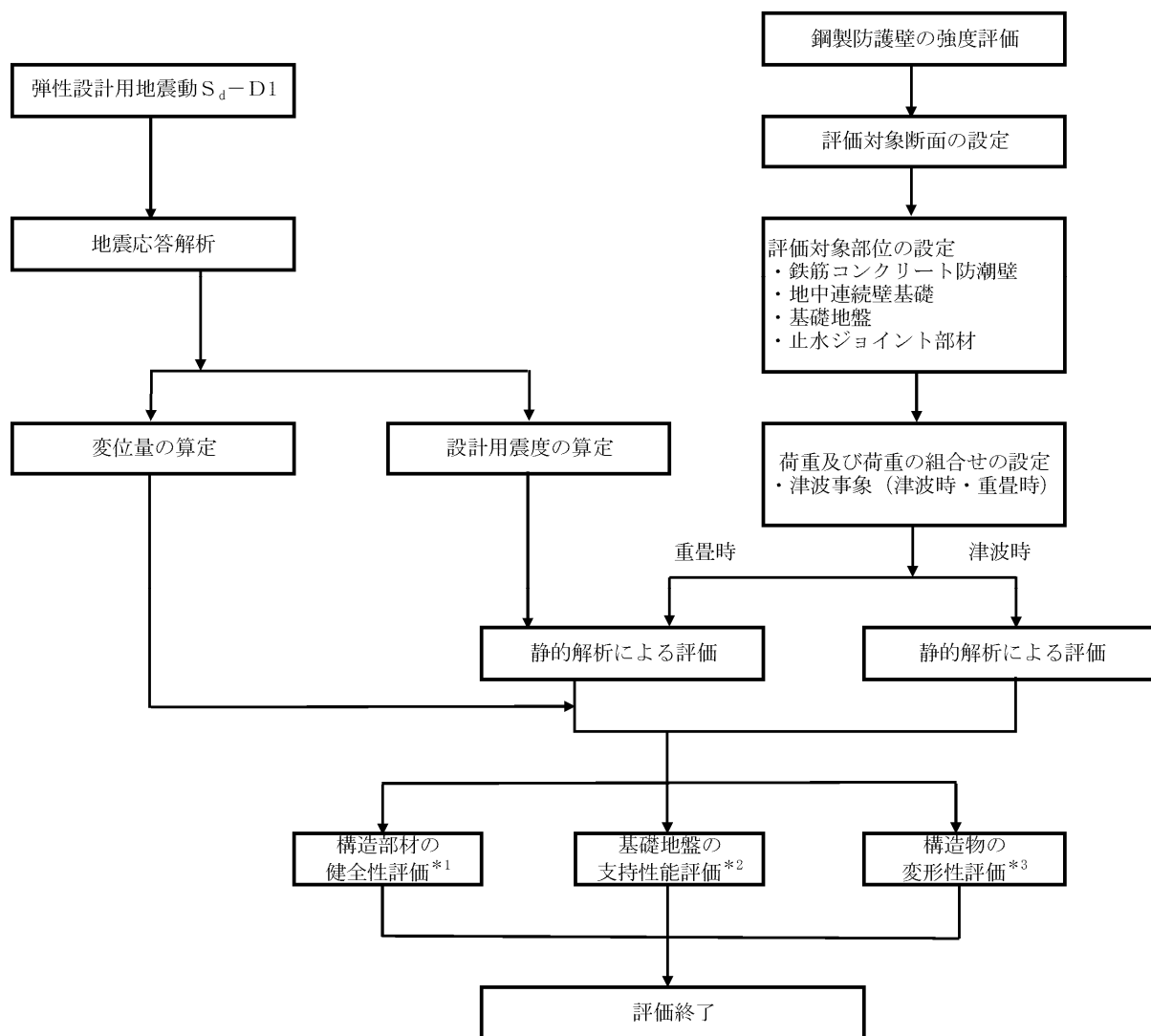
構造物の変形性評価については、止水ジョイント部材の変形量を算定し、有意な漏えいが生じないことを確認した許容限界以下であることを確認する。

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「津波又は溢水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

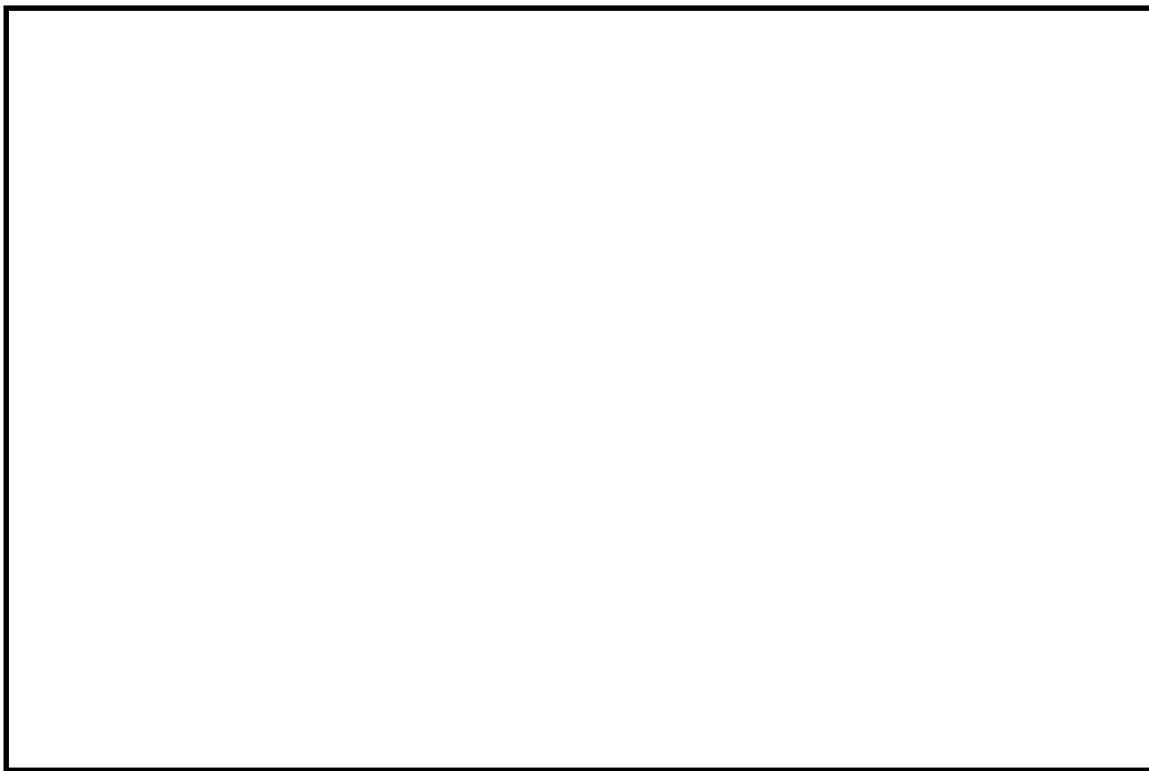
止水ジョイント部材の評価対象部位は、構造物間に設置するゴムジョイント及びシートジョイントとする。

(4) 鋼製アンカー

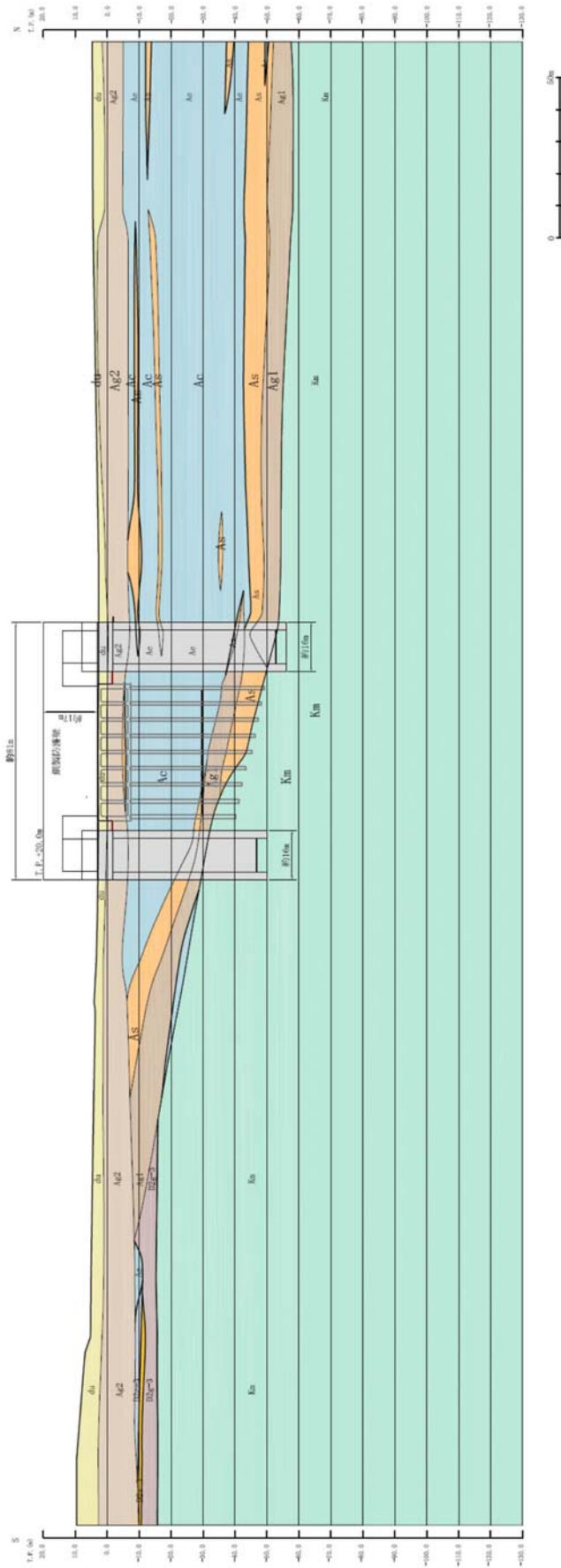
鋼製アンカーの評価対象部位は、止水ジョイント部材の取り付け部の鋼製アンカーとする。

(5) 鋼製防護部材

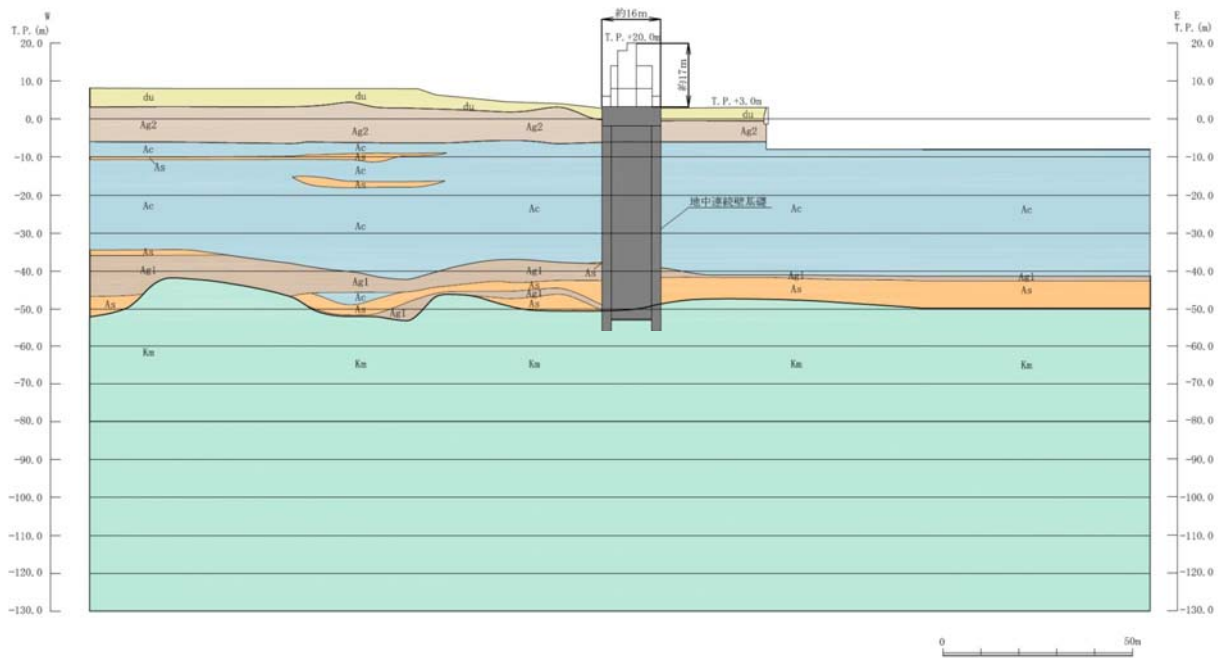
鋼製防護部材の評価対象部位は、止水ジョイント部材を防護する鋼製防護部材とする。



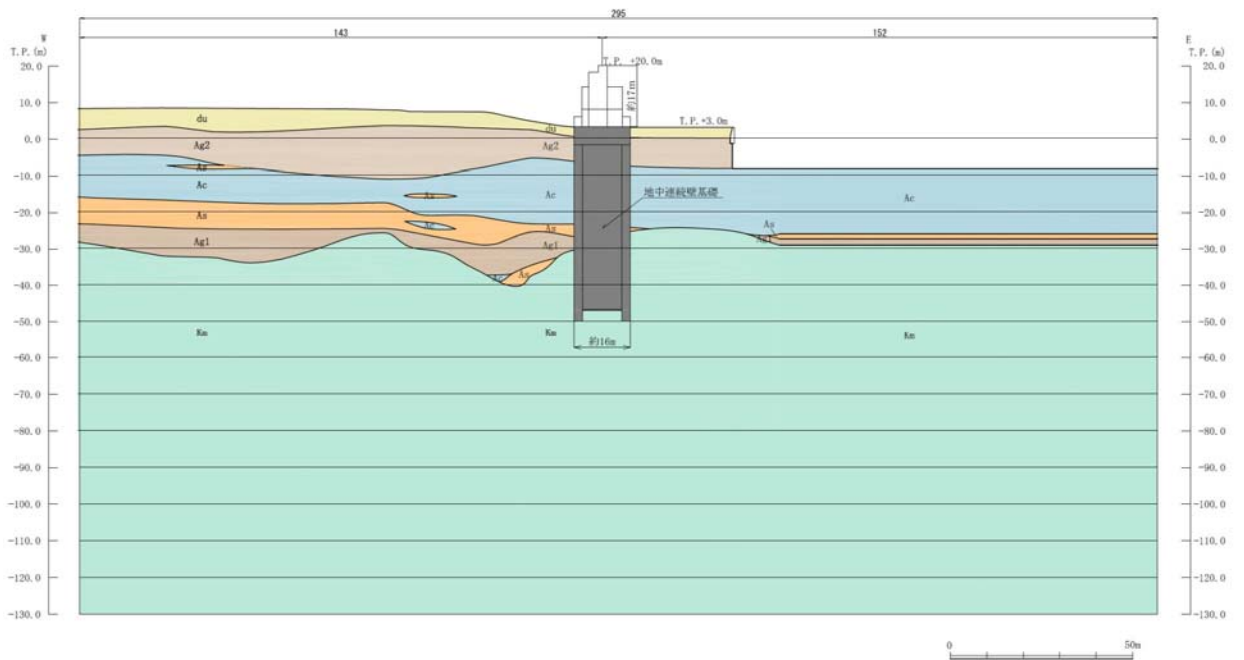
第 3-1 図 鋼製防護壁の検討対象断面位置



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「津波又は溢水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。

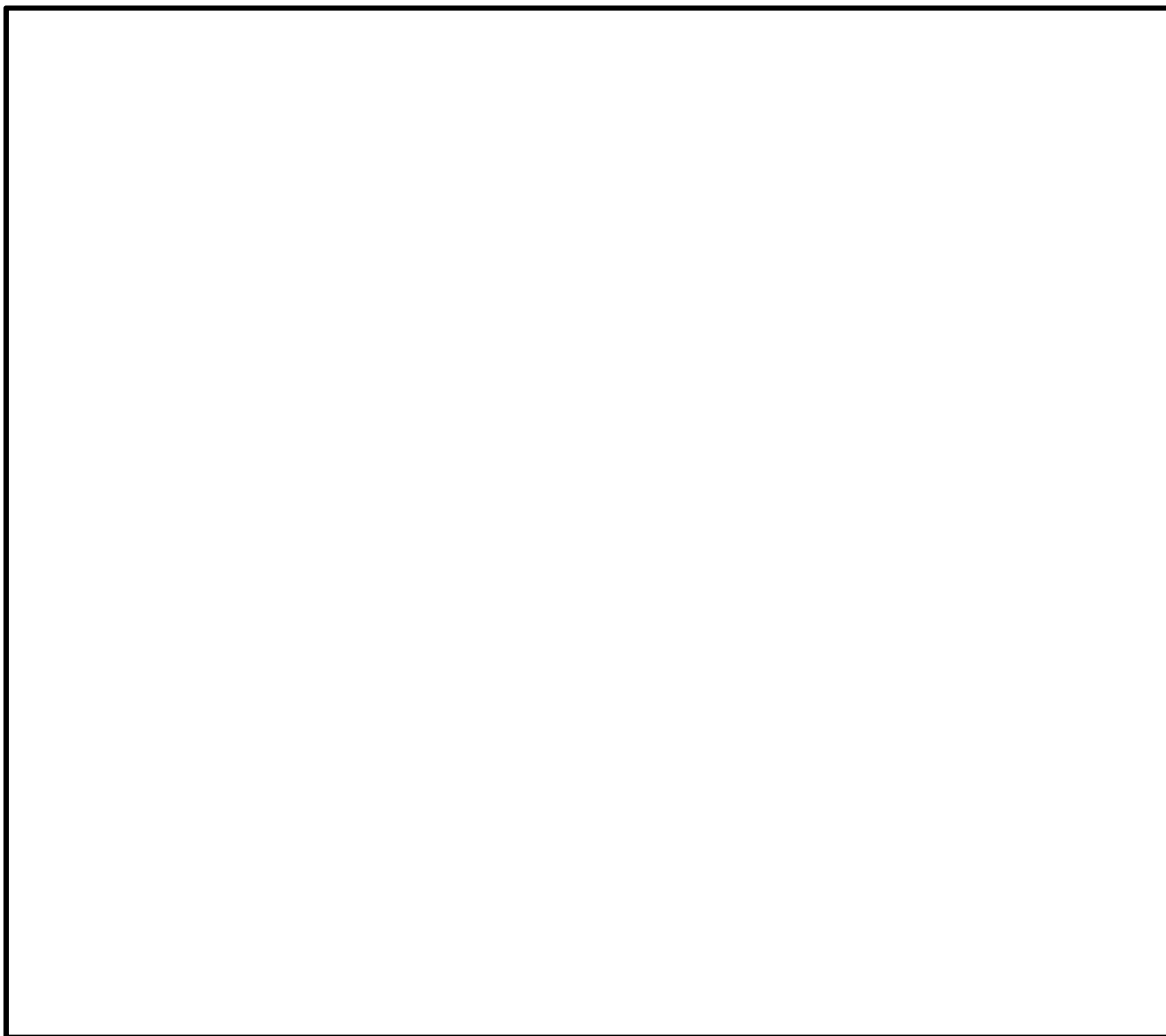
一方、地中連続壁基礎は、線形はり要素でモデル化する。

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。

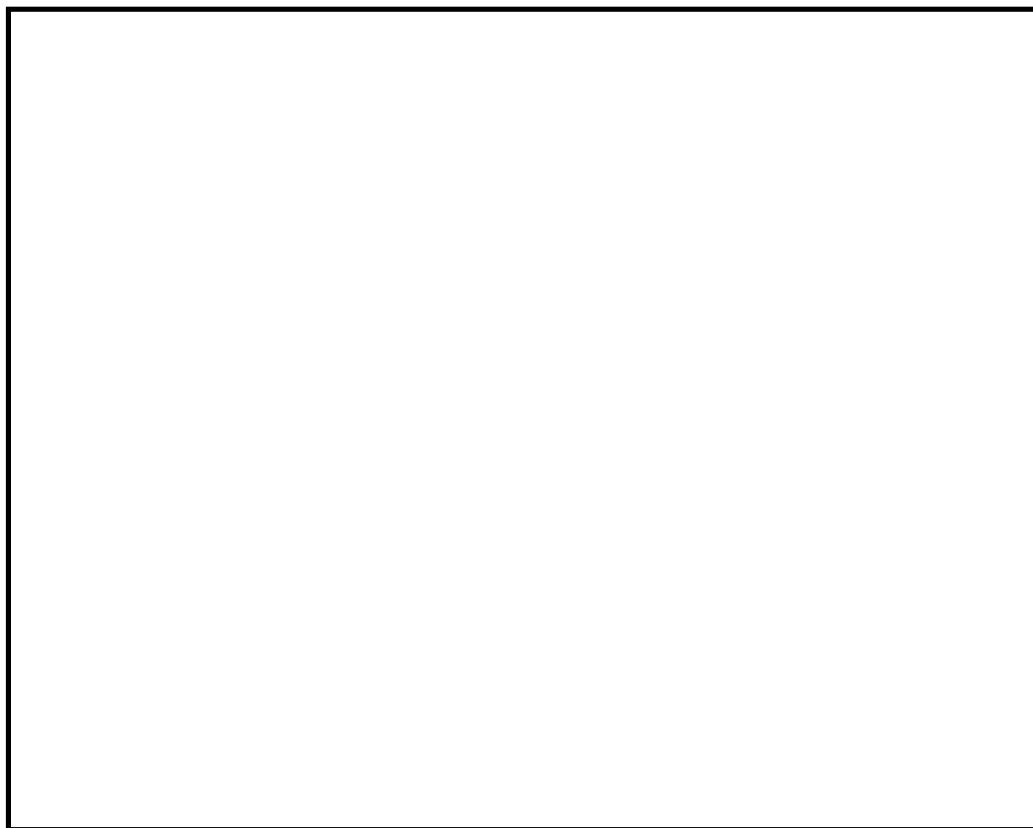
(2) 地盤のモデル化

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。

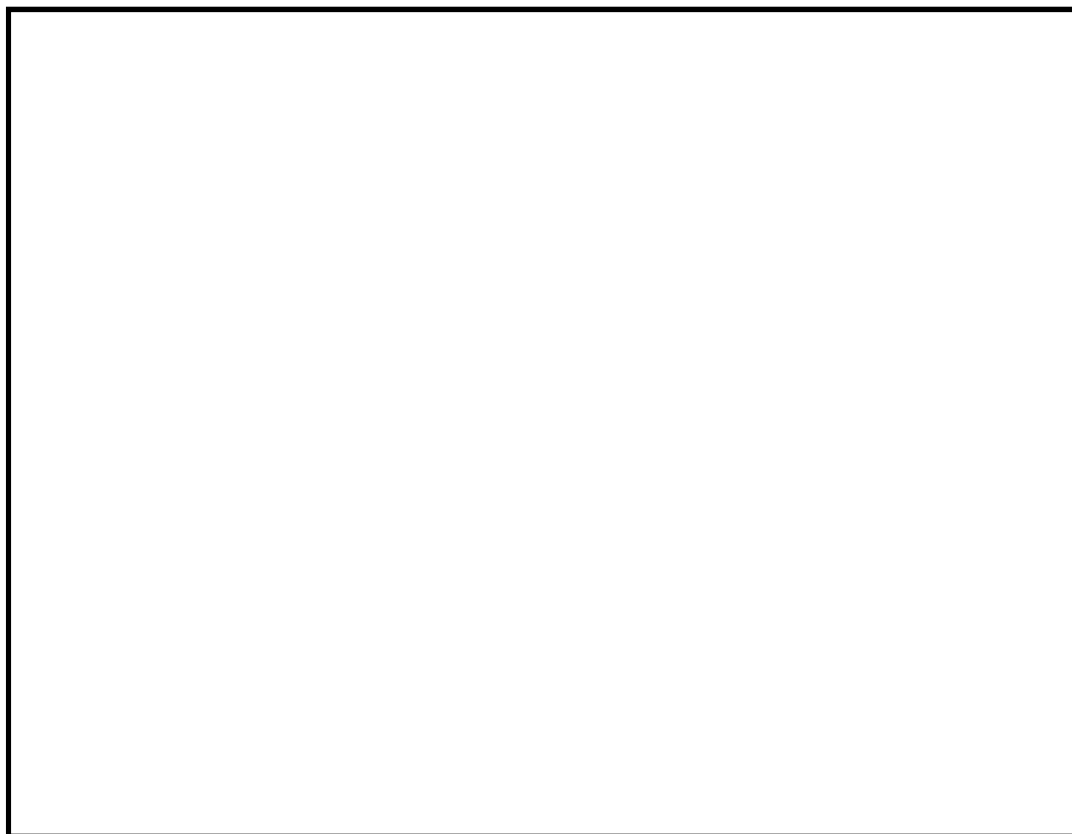
地震応答解析モデルにおいて、地盤は、剛性と減衰の非線形特性を考慮してモデル化する。



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「津波又は溢水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「津波又は溢水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。