

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1
提出年月日	平成30年8月7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. 一般事項	2
2.1 配置概要	2
2.2 構造計画	4
2.3 評価方針	6
2.4 適用基準	7
2.5 記号の説明	8
3. 評価部位	10
4. 固有周期	12
4.1 固有周期の計算方法	12
4.2 固有周期の計算条件	12
4.3 固有周期の計算結果	13
5. 構造強度評価	14
5.1 構造強度評価方法	14
5.2 荷重及び荷重の組合せ	14
5.3 許容限界	16
5.4 設計用地震力	18
5.5 計算方法	19
5.6 計算条件	23
6. 評価結果	27
7. 出口側集水桁の強度評価	28
7.1 出口側集水桁の構造概要	28
7.2 評価方針	34
7.3 適用基準	38
8. 強度評価方法	39
8.1 記号の定義	39
8.2 評価対象断面及び部位	40
8.3 荷重及び荷重の組合せ	44
8.3.1 荷重	44
8.3.2 荷重の組合せ	44
8.4 許容限界	45
8.5 評価方法	48
8.5.1 津波時	48
8.5.2 重畳時	52

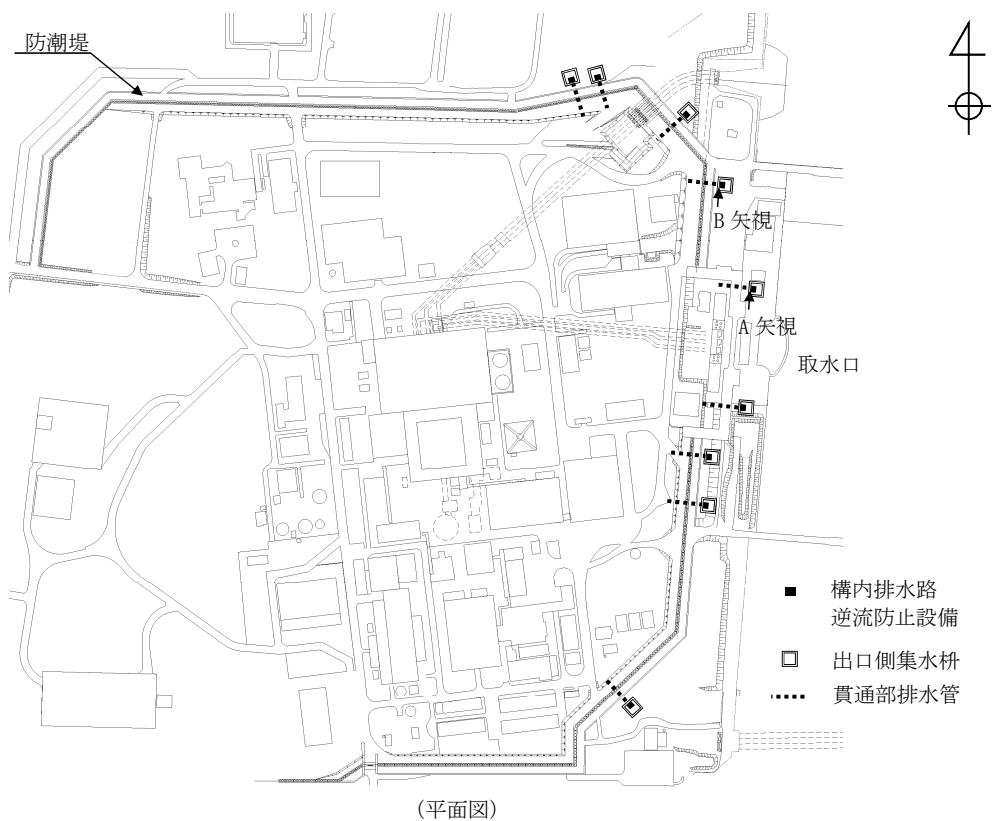
1. 概要

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。その強度評価は構内排水路逆流防止設備の固有値解析及び応力評価により行う。また、構内排水路逆流防止設備が設置される出口側集水枡は耐震重要度分類Sクラスの間接支持構造物としての機能が要求されることから、津波荷重及び余震を考慮した荷重に対して、構成する部材が概ね弾性範囲にとどまることを確認するため、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

2. 一般事項

2.1 配置概要

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。



(A 矢視)



(B 矢視)

図 2-1 構内排水路逆流防止設備の設置位置図

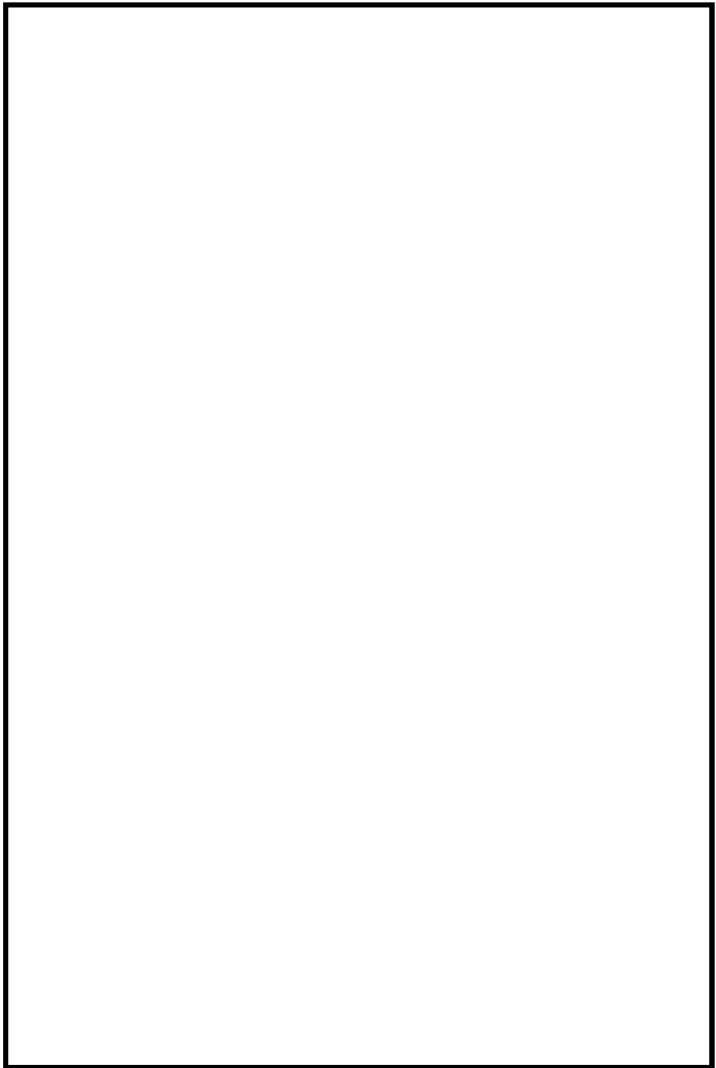
2.2 構造計画

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縦補助桁を組合せた構造とする。本体をヒンジ（扉体部側及び固定部側），吊りピン及び戸当り金物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	主桁及び縦補助桁を組合せたスキンプレートにより構成する。	本体をヒンジ（扉体部側及び固定部側），吊りピン及び戸当り金物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	主桁及び 縦補助桁 を組合せ たスキン プレート により構 成する。	本体をヒン ジ（扉体部 側及び固定 部側），吊 りピン及び 戸当り金物 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「5.1 構造強度評価方法」に示す方法により、「5.6 計算条件」に示す計算条件を用いて評価し、「6. 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-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設計震度として用いる。

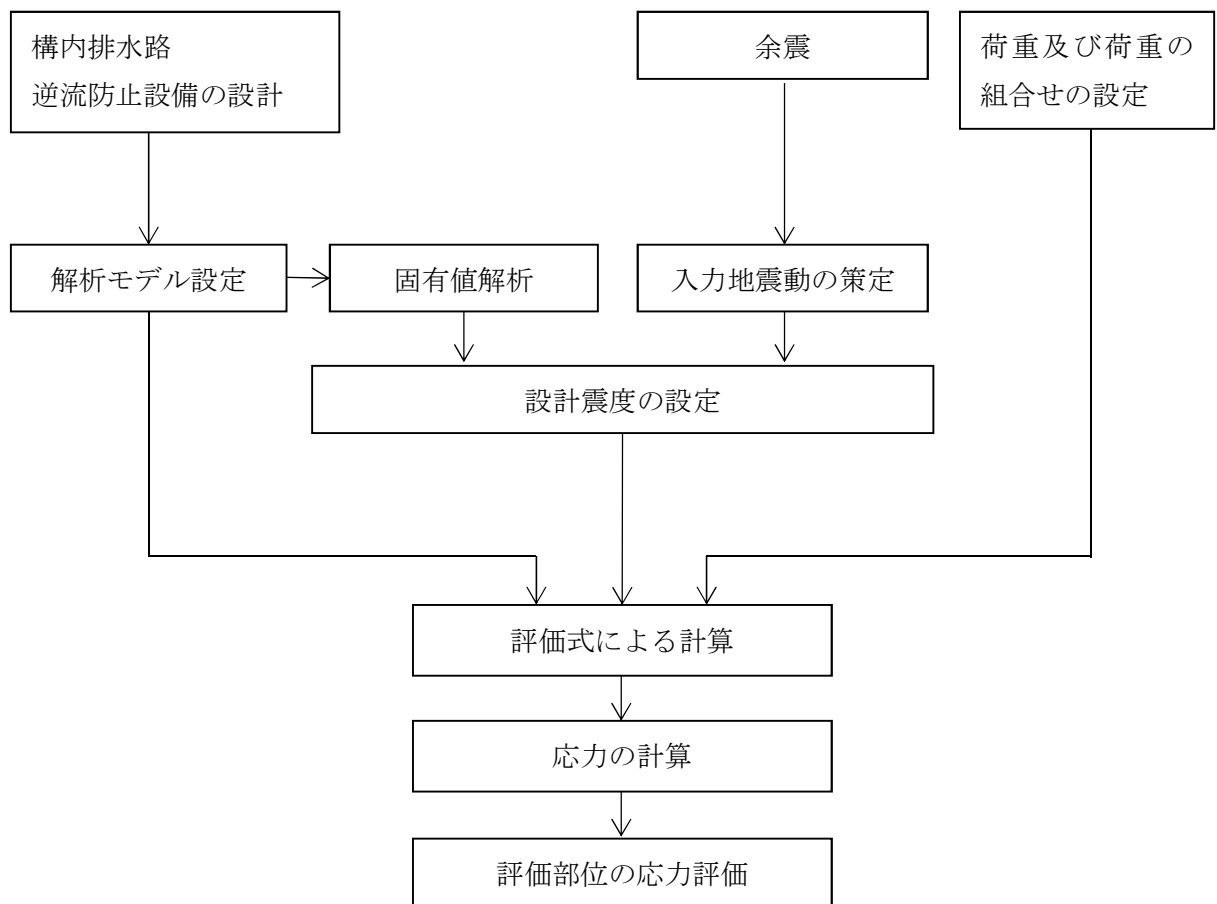


図 2-2 強度評価フロー

2.4 適用基準

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 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）
- ・日本工業規格 JIS G4053(2008) 機械構造用合金鋼鋼材
- ・「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）

2.5 記号の説明

強度評価に用いる記号を表 2-3 に示す。

表 2-3 構内排水路逆流防止設備の強度計算に用いる記号 (1/2)

記号	定義	単位
T	固有周期	s
f	一次固有振動数	Hz
E	縦弾性係数	N/mm ²
I	主桁の断面二次モーメント	mm ⁴
m	主桁の単位長さ当たりの質量	kg/mm
L	主桁の長さ	mm
G	固定荷重 (扉体の自重)	N
P _t	遡上津波荷重	N/mm ²
K _{HSd}	余震による水平方向の設計震度	—
K _{VSd}	余震による鉛直方向の設計震度	—
P _d	余震による動水圧	N/mm ²
A ₁	扉体面積	mm ²
q ₁	津波及び余震による分布荷重	N/mm ²
W _o	水の単位体積重量	N/mm ³
k	スキンプレートの辺長比 (b/a) による係数	—
a ₁	スキンプレートの短辺	mm
b ₁	スキンプレートの長辺	mm
P ₁	スキンプレートに加わる単位面積当たりの荷重	N/mm ²
t ₁	スキンプレートの板厚	mm
α ₁	スキンプレートの応力の補正係数	—
W	主桁に加わる津波及び余震による荷重	N
L _o	主桁の支圧板中心間	mm
Z ₂	主桁の断面係数	mm ³
A _{w2}	主桁のウェブ断面積	mm ²
p ₃	縦補助桁に加わる各区分の平均荷重	N/mm ²
a ₃	縦補助桁の主桁間隔	mm
Z ₃	縦補助桁の断面係数	mm ³
A _{w3}	縦補助桁のウェブ断面積	mm ²
I _{HSd}	余震による水平方向地震荷重	N
I _{VSd}	余震による鉛直方向地震荷重	N
i _{HSd}	余震による単位面積当たりの水平方向地震荷重	N/mm ²

表 2-3 構内排水路逆流防止設備の強度計算に用いる記号 (2/2)

記号	定義	単位
q	津波及び余震により加わるコンクリートに加わる圧力	N/mm ²
D _r	支圧板中心径	mm
b _w	支圧幅	mm
S	戸当り幅	mm
H	入力津波高さ	m
h	設計水深	m

3. 評価部位

構内排水路逆流防止設備は、主桁及び縦補助桁等を有する扉体部及び扉体を集水枡に固定するヒンジ（扉体部側及び固定部側）、吊りピン等を有する固定部で構成されている。津波による荷重の作用時には構内排水路逆流防止設備は外水圧により閉じる構造となっており、津波による荷重が余震による地震力よりも大きいことから、重畳時において構内排水路逆流防止設備は閉状態となる。このため、固定部（ヒンジ（固定部側）及び吊ピン）には津波荷重による引張荷重は作用しない。また、重畳時においては構内排水路逆流防止設備の横断方向及び鉛直方向にも余震荷重が作用するが、添付資料「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」に示す地震時に考慮する地震荷重と比較して、重畳時に作用する余震荷重が小さいことから、構内排水路逆流防止設備の横断方向及び鉛直方向の評価については添付資料「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」にて示した評価に包含される。

上記を踏まえ、強度評価においては、扉体部の評価部位として、主要部材であるスキンプレート、主桁及び縦補助桁を選定し、固定部の評価部位として戸当り（コンクリート）を選定する。構内排水路逆流防止設備の評価部位について、図 3-1 に示す。

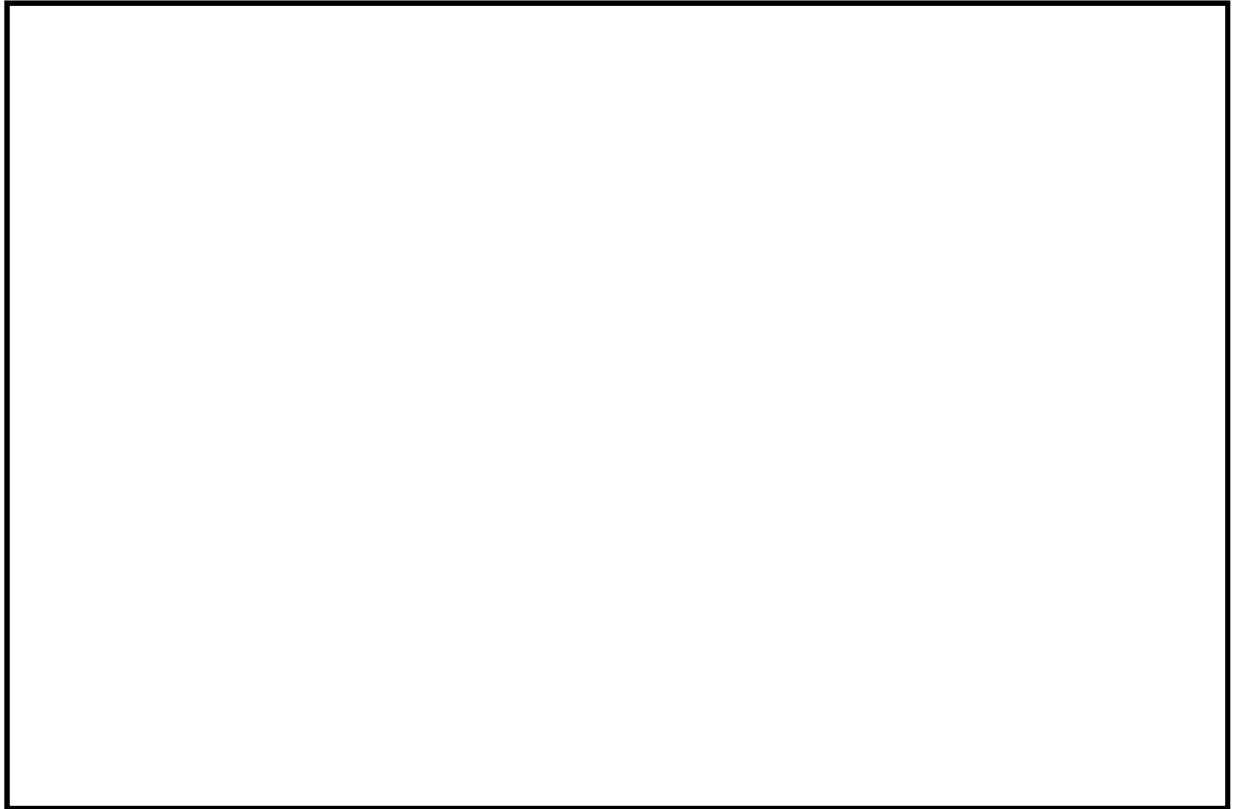


図 3-1 構内排水路逆流防止設備の評価部位

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

津波による荷重の作用時には構内排水路逆流防止設備は外水圧により閉じる構造となっており、津波による荷重が余震による地震力よりも大きいことから、重畳時において構内排水路逆流防止設備は閉状態となる。このことから、構内排水路逆流防止設備の強度評価に用いる固有周期の計算に当たっては、閉門時のみを考慮する。

(1) 解析モデル

構内排水路逆流防止設備の主桁及びスキンプレートを単純支持梁としてモデル化する。

(2) 固有周期の計算

固有振動数の計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

「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 f 及び固有周期 T は次のとおり与えられる。

$$f = \frac{\pi^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{E \cdot I}{m}}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

4.2 固有周期の計算条件

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) の固有周期の計算に必要な諸元を表 4-1 に、構内排水路逆流防止設備 (5, 6) の固有周期の計算に必要な諸元を表 4-2 にそれぞれ示す。

表 4-1 固有周期の計算に必要な諸元
(構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9))

記号	定義	数値	単位
T	固有周期	—	s
f	一次固有振動数	341	Hz
E	縦弾性係数	1.93×10^5	N/mm ²
I	主桁の断面二次モーメント	1.11×10^8	mm ⁴
m	主桁の単位長さ当たりの質量	0.32415	kg/mm
L	主桁の長さ	1090	mm

表 4-2 固有周期の計算に必要な諸元
(構内排水路逆流防止設備 (5, 6))

記号	定義	数値	単位
T	固有周期	—	s
f	一次固有振動数	483	Hz
E	縦弾性係数	1.93×10^5	N/mm ²
I	主桁の断面二次モーメント	8.90×10^6	mm ⁴
m	主桁の単位長さ当たりの質量	0.17668	kg/mm
L	主桁の長さ	566	mm

4.3 固有周期の計算結果

構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) の固有周期の計算結果を表 4-3 に、構内排水路逆流防止設備 (5, 6) の固有周期の計算結果を表 4-4 にそれぞれ示す。固有周期は、0.05s 以下であることから、剛構造である。

表 4-3 固有周期の計算結果 (閉門時)
(構内排水路逆流防止設備 (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9))

固有周期 (s)
0.003

表 4-4 固有周期の計算結果 (閉門時)
(構内排水路逆流防止設備 (5, 6))

固有周期 (s)
0.003

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

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、「3. 評価部位」にて設定する評価部位に作用する応力等が「5.3 許容限界」にて示す許容限界以下であることを確認する。

「4. 固有周期」にて示したとおり、重畳時において構内排水路逆流防止設備は閉状態となることから、閉門時における強度評価を実施する。

5.2 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、添付資料V-3-別添 3-1「津波又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。

5.2.1 荷重の設定

構内排水路逆流防止設備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、扉体自重を考慮する。

(2) 遡上津波荷重 (P_t)

遡上津波荷重を考慮する。

$$P_t = W_o \cdot h$$

$$h = \frac{H}{2} \cdot 3$$

(3) 余震による地震荷重 (K_{Sd})

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

a. 余震による地震力

余震時の扉体自重による慣性力を考慮する。

$$I_{HSd} = W \cdot K_{HSd}$$

$$I_{VSd} = W \cdot K_{VSd}$$

b. 余震による動水圧

$$P_d = \frac{7}{8} \cdot W_o \cdot K_{HSd} \cdot \sqrt{H^2}$$

地震力の算出に用いる設計震度 K_{HSd} 及び K_{VSd} については、「4. 固有周期」に示す構内排水路逆流防止設備の固有周期を考慮して設定する。

閉門時においては構内排水路逆流防止設備の固有周期が 0.05s 以下であることを確認した

ため、設計震度は、添付資料V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示す防潮堤（鋼管杭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）における最大床応答加速度を考慮して設定する。強度評価に用いる設計震度を「5.4 設計用地震力」に示す。

5.2.2 荷重の組合せ

構内排水路逆流防止設備は、構内排水路の出口側集水柵に設置されるため、その構造及び設置位置から風荷重及び積雪荷重の影響は考慮しない。

構内排水路逆流防止設備の設計に考慮する荷重の組合せを表 5-1 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ

施設区分	機器名称	荷重の組合せ*1*2
浸水防護施設 (津波防護施設)	構内排水路逆流防止設備	$G + P_t + K_{S_d}$

注記 *1：Gは固定荷重， P_t は遡上津波荷重， K_{S_d} は余震による地震荷重を示す。

*2：固定荷重（G）及び余震による地震荷重（ K_{S_d} ）の組合せが、強度評価上、遡上津波荷重（ P_t ）を緩和する方向に作用する場合、保守的にこれらを組合せない評価を実施する。

5.3 許容限界

構内排水路逆流防止設備の各部材の許容値は、評価対象部位毎に、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。

構内排水路逆流防止設備の許容限界を表 5-2 に、構内排水路逆流防止設備の許容応力評価条件を表 5-3 に、構内排水路逆流防止設備の許容応力算出結果を表 5-4 にそれぞれ示す。

表 5-2 構内排水路逆流防止設備の許容限界

許容応力状態	許容限界*1			
	1次応力			
	曲げ	引張	せん断	支圧
短期許容応力度	$1.5 \sigma_{ab}^{*2}$	$1.5 \sigma_{at}^{*2}$	$1.5 \tau_a^{*2}$	$1.5 \sigma_{as}^{*2}$

注記 *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、当該構造物全体の变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。

*2：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)」に基づき、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。

表 5-3 構内排水路逆流防止設備の許容応力評価条件

評価対象部位	材料	$\sigma_{ab}^{*1,2}$ (N/mm ²)	$\sigma_{at}^{*1,2}$ (N/mm ²)	$\tau_a^{*1,2}$ (N/mm ²)	$\sigma_{as}^{*1,2}$ (N/mm ²)
スキンプレート	SUS316L	90	—	—	—
主桁	SUS316L	90	—	50	—
縦補助桁	SUS316L	90	—	50	—
戸当り (コンクリート)	無筋コンクリート	—	—	0.40	5.9

注記 *1: σ_{ab} : 許容曲げ応力度, σ_{at} : 許容引張応力度, τ_a : 許容せん断応力度, σ_{as} : 許容支圧応力度を示す。

*2: 各許容応力度の値は、「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)」に基づく。

表 5-4 構内排水路逆流防止設備の許容応力算出結果

許容応力 状態	評価対象部位	許容限界			
		1次応力			
		曲げ (N/mm ²)	引張 (N/mm ²)	せん断 (N/mm ²)	支圧 (N/mm ²)
短期許容 応力度	スキンプレート	135	—	—	—
	主桁	135	—	75	—
	縦補助桁	135	—	75	—
	戸当り (コンクリート)	—	—	0.6	8.9

5.4 設計用地震力

「4. 固有値解析」に示したとおり，閉門時における構内排水路逆流防止設備の固有周期が0.05s以下であることを確認したため，構内排水路逆流防止設備の強度計算に用いる設計震度は，添付資料V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示す防潮堤（鋼管杭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）における最大床応答加速度を考慮して設定する。構内排水路逆流防止設備の強度計算に用いる設計震度を表5-5に示す。

表 5-5 設計震度の諸元（閉門時）

設備名称	地震動	設置場所 及び 床面高さ (EL. m)	基準床レベル (EL. m)	余震による設計震度*	
構内排水路逆流防止設備 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9	弾性設計用 地震動 $S_d - D1$	出口側集水枡 1.14~5.40 (管底高さ)	防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁） 5.550	水平方向 K_{HSd}	0.45
				鉛直方向 K_{VSd}	0.23
構内排水路逆流防止設備 5, 6		出口側集水枡 1.350 (管底高さ)	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁） 1.8	水平方向 K_{HSd}	0.44
				鉛直方向 K_{VSd}	0.27

注記 *：固有値解析結果より，構内排水路逆流防止設備の固有周期が0.05s以下であることを確認したため，最大床応答加速度を考慮した設計震度を設定した。

5.5 計算方法

各評価対象部位に加わる応力等の算出式を以下にまとめる。

(1) 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、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5-1に示す。

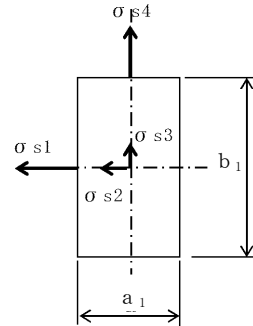
$$A_1 = \frac{\pi \cdot B^2}{4}$$

$$i_{HSd} = \frac{I_{HSd}}{A_1}$$

$$q_1 = P_t + i_{HSd} + P_d$$

$$P_1 = q_1$$

$$\sigma = \frac{k \cdot a_1^2 \cdot P_1 \cdot \alpha}{100 \cdot t_1^2}$$



ここに、

A_1 : 扉体面積 (mm²)

i_{HSd} : 余震による単位面積当たりの水平方向地震荷重 (N/mm²)

q_1 : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

σ : 応力度 (N/mm)

k : 辺長比 (b_1/a_1) による係数

a_1 : スキンプレートの短辺 (mm)

b_1 : スキンプレートの長辺 (mm)

P_1 : スキンプレートに加わる単位面積当たりの荷重 (N/mm²)

t_1 : スキンプレートの板厚 (mm)

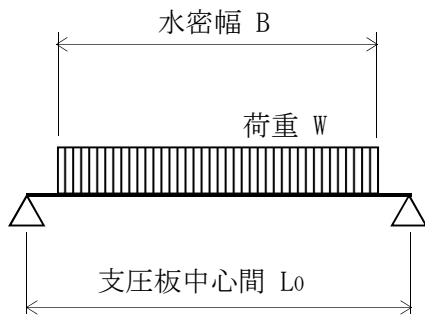
α : スキンプレートの応力の補正係数

図5-1 スキンプレートのモデル図及び応力算定式

(2) 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 5-2 に示す。



$$W = q_1 \cdot A_1$$

$$M_{\max} = \frac{W}{8} \cdot (2 \cdot L_0 - B)$$

$$S_{\max} = \frac{W}{2}$$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{Z_2}$$

$$\tau = \frac{S_{\max}}{A_{w2}}$$

W : 主桁に加わる津波及び余震による荷重 (N)

A₁ : 扉体面積 (mm²)

q₁ : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{max} : 最大せん断力 (N)

σ : 曲げ応力 (N/mm²)

τ : せん断応力 (N/mm²)

W : 主桁に加わる荷重 (N)

L₀ : 支圧板中心間 (mm)

B : 水密幅 (mm)

Z₂ : 主桁の断面係数 (mm³)

A_{w2} : 主桁のウェブ断面積 (mm²)

図 5-2 主桁のモデル図

(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）」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 5-3 に示す。

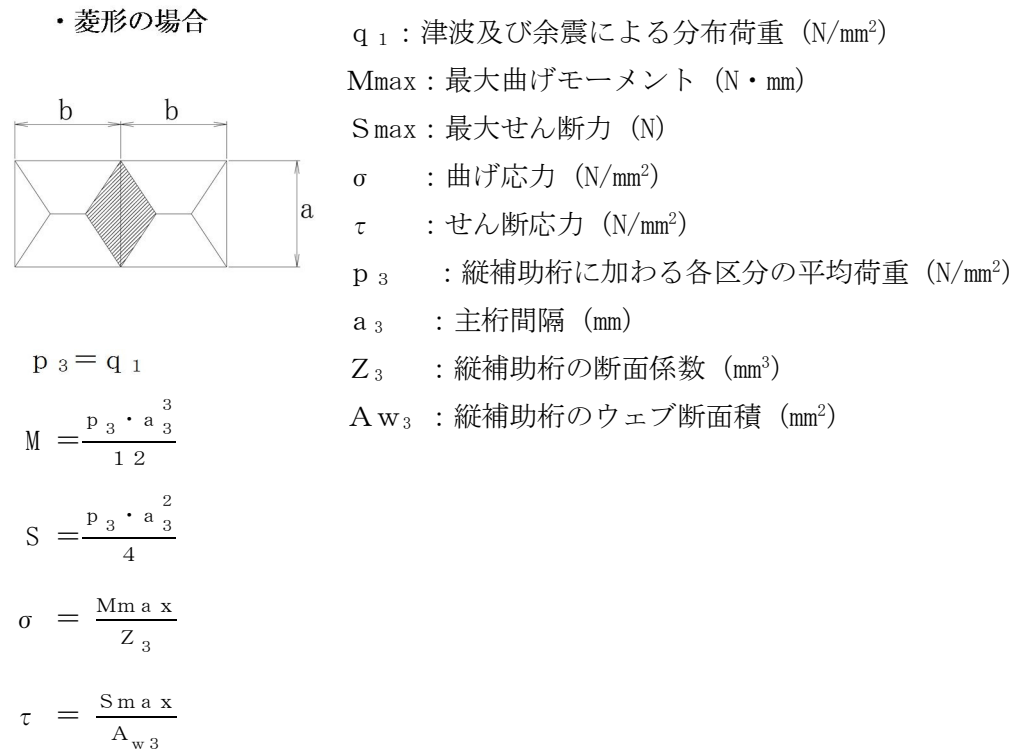
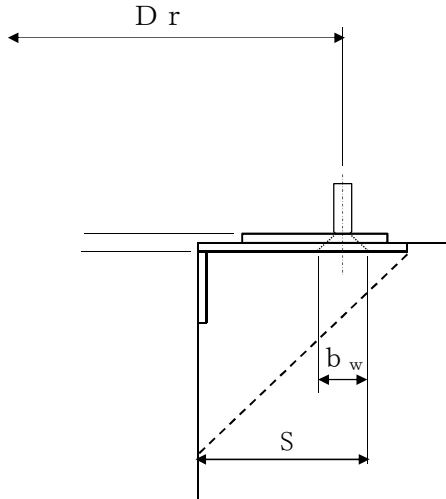


図 5-3 縦補助桁のモデル図及び応力算定式

(4) コンクリート

戸当りのコンクリートは、コンクリートに加わる圧力を戸当り全周で支持するものとして、支圧応力及びせん断応力を評価する。

戸当り部コンクリートのモデル図及び応力算定式を図 5-7 に示す。



コンクリートの支圧応力度

$$\sigma_{bk} = \frac{q \cdot A}{\pi \cdot D_r \cdot b_w}$$

$$A = \frac{\pi \cdot D_r^2}{4}$$

$$q = q_1$$

コンクリートのせん断応力度

$$\tau_c = \frac{\sigma_{bk} \cdot b_w}{2 \cdot S}$$

ここに、

q_1 : 津波及び余震による分布荷重 (N/mm²)

q : 津波及び余震によりコンクリートに加わる圧力 (N/mm²)

D_r : 支圧板中心径 (mm)

b_w : 支圧幅 (mm)

σ_{bk} : コンクリート支圧応力度 (N/mm²)

A : 支圧面積 (mm²)

S : 戸当り幅 (mm)

τ_c : コンクリートのせん断応力度 (N/mm²)

図 5-7 戸当り部コンクリートのモデル図及び応力算定式

5.6 計算条件

構内排水路逆流防止設備（1, 2, 3, 4, 7, 8, 9）の応力評価に関する計算条件を表 5-6 に、構内排水路逆流防止設備（5, 6）の応力評価に関する計算条件を表 5-7 にそれぞれ示す。

表 5-6 応力評価に使用する計算条件（構内排水路逆流防止設備（1, 2, 3, 4, 7, 8, 9））（1/2）

スキンプレー ト, 主桁, 縦補助 桁, ヒンジ及び吊り ピンの材質	固定荷重 (扉体の自重) G (N)	扉体面積 A ₁ (mm ²)	津波及び余震に よる分布荷重 q ₁ (N/mm ²)	水の単位体積重 量 W ₀ (N/mm ³)
SUS316L	3.5×10 ³	8.992×10 ⁵	0.34	1.01×10 ⁻⁵

以下、各部位毎の応力評価に使用する条件

スキンプレー トの辺 長比 (b/a) による 係数 k	スキンプレー トの 短辺 a ₁ (mm)	スキンプレー トの 長辺 b ₁ (mm)	スキンプレー トに 加わる単位面積当 たりの荷重 P ₁ (N/mm ²)
44.876	390	575	0.34

スキンプレー トの 板厚 t ₁ (mm)	スキンプレー トの 応力の補正係数 α ₁	主桁に加わる 津波及び余震による 荷重 W (N)	主桁の 支圧板中心間 L ₀ (mm)
16	0.8	1.528×10 ⁵	1.089×10 ³

主桁の 断面係数 Z ₂ (mm ³)	主桁の ウェブ断面積 A _{w2} (mm ²)	縦補助桁に加わる 各区分の平均荷重 p ₃ (N/mm ²)	縦補助桁の 主桁間隔 a ₃ (mm)
2.244×10 ⁵	1.632×10 ³	2.92×10 ⁻³	390

表 5-6 応力評価に使用する計算条件（構内排水路逆流防止設備（1, 2, 3, 4, 7, 8, 9））（2/2）

縦補助桁の断面係数 Z_3 (mm^3)	縦補助桁の ウェブ断面積 A_{w3} (mm^2)	余震による水平方向 地震荷重 I_{HSd} (N)	余震による鉛直方向 地震荷重 I_{VSd} (N)
2.489×10^4	7.04×10^2	1.575×10^3	4.305×10^3

津波及び余震により 加わるコンクリート に加わる圧力 q (N/mm^2)	支圧板中心径 D_r (mm)	支圧幅 b_w (mm)	戸当り幅 S (mm)
0.34	1.15×10^3	50	1.20×10^2

入力津波高さ H (m)	設計水深 h (m)
17.9	26.9

表 5-7 応力評価に使用する計算条件（構内排水路逆流防止設備（5,6））（1/2）

スキンプレート, 主桁, 補助桁, ヒンジ及び吊り ピンの材質	固定荷重 (扉体の自重) G (N)	扉体面積 A ₁ (mm ²)	津波及び余震に よる分布荷重 q ₁ (N/mm ²)	水の単位体積重 量 W ₀ (N/mm ³)
SUS316L	981	2.124×10 ⁵	0.34	1.01×10 ⁻⁵

以下、各部位毎の応力評価に使用する条件

スキンプレートの辺 長比 (b/a) による 係数 k	スキンプレートの 短辺 a ₁ (mm)	スキンプレートの 長辺 b ₁ (mm)	スキンプレートに 加わる単位面積当た りの荷重 P ₁ (N/mm ²)
45.5	2.00×10 ²	3.00×10 ²	0.34

スキンプレートの 板厚 t ₁ (mm)	スキンプレートの 応力の補正係数 α ₁	主桁に加わる 津波及び余震による 荷重 W (N)	主桁の 支圧板中心間 L ₀ (mm)
9	0.8	3.610×10 ⁴	566

主桁の 断面係数 Z ₂ (mm ³)	主桁の ウェブ断面積 A _{w2} (mm ²)	縦補助桁に加わる 各区分の平均荷重 p ₃ (N/mm ²)	縦補助桁の 主桁間隔 a ₃ (mm)
3.300×10 ⁴	4.00×10 ²	0.34	2.00×10 ²

縦補助桁の断面係数 Z ₃ (mm ³)	縦補助桁の ウェブ断面積 A _{w3} (mm ²)	余震による水平方向 地震荷重 I _{HSd} (N)	余震による鉛直方向 地震荷重 I _{VSd} (N)
1.705×10 ⁴	5.60×10 ²	4.316×10 ²	1.246×10 ³

表 5-7 応力評価に使用する計算条件（構内排水路逆流防止設備（5,6））（2/2）

津波及び余震により 加わるコンクリート に加わる圧力 q (N/mm ²)	支圧板中心径 D _r (mm)	支圧幅 b _w (mm)	戸当り幅 S (mm)
0.34	6.00×10 ²	50	1.20×10 ²

入力津波高さ H (m)	設計水深 h (m)
17.9	26.9

6. 評価結果

構内排水路逆流防止設備（1, 2, 3, 4, 7, 8, 9）の扉体部及び固定部の評価結果を表 6-1 に、構内排水路逆流防止設備（5, 6）の扉体部及び固定部の評価結果を表 6-2 にそれぞれ示す。構内排水路逆流防止設備の評価部位における発生応力は許容応力以下であり、基準津波荷重を考慮した荷重に対して構造部材が十分な構造健全性を有することを確認した。

表 6-1 強度評価結果（構内排水路逆流防止設備（1, 2, 3, 4, 7, 8, 9））（重畳時（基準津波））

評価部位		評価項目	発生応力	許容応力
扉体部	スキンプレート	最大応力度 (N/mm ²)	73	135
	主桁	曲げ応力度 (N/mm ²)	95	135
		せん断応力度 (N/mm ²)	47	75
	縦補助桁	曲げ応力度 (N/mm ²)	68	135
		せん断応力度 (N/mm ²)	19	75
固定部	戸当り（コンクリート）	支圧応力度 (N/mm ²)	1.96	8.9
		せん断応力度 (N/mm ²)	0.41	0.6

表 6-2 強度評価結果（構内排水路逆流防止設備（5, 6））（重畳時（基準津波））

評価部位		評価項目	発生応力	許容応力
扉体部	スキンプレート	最大応力度 (N/mm ²)	62	135
	主桁	曲げ応力度 (N/mm ²)	84	135
		せん断応力度 (N/mm ²)	46	75
	縦補助桁	曲げ応力度 (N/mm ²)	14	135
		せん断応力度 (N/mm ²)	7	75
固定部	戸当り（コンクリート）	支圧応力度 (N/mm ²)	1.02	8.9
		せん断応力度 (N/mm ²)	0.22	0.6

7. 出口側集水柵の強度評価

7.1 出口側集水柵の構造概要

集水柵は、底版と4面の壁からなる箱型の鉄筋コンクリート構造物であり、十分な支持性能を有する岩盤に設置する。支持形式の違いにより、鋼管杭を介するもの（以下、「集水柵（杭間部）」という。）と鉄筋コンクリート防潮壁の底版と一体化させるもの（以下、「集水柵（RC防潮壁部）」という。）に区分される。堤内側で接続する集水柵（以下、「入口側集水柵」という。）と堤外側で接続する集水柵（以下、「出口側集水柵」という。）があり、構内排水路逆流防止設備は出口側集水柵に設置する。

出口側集水柵に要求される機能維持の確認として、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

出口側集水柵の構造概要図を図7-1に示す。

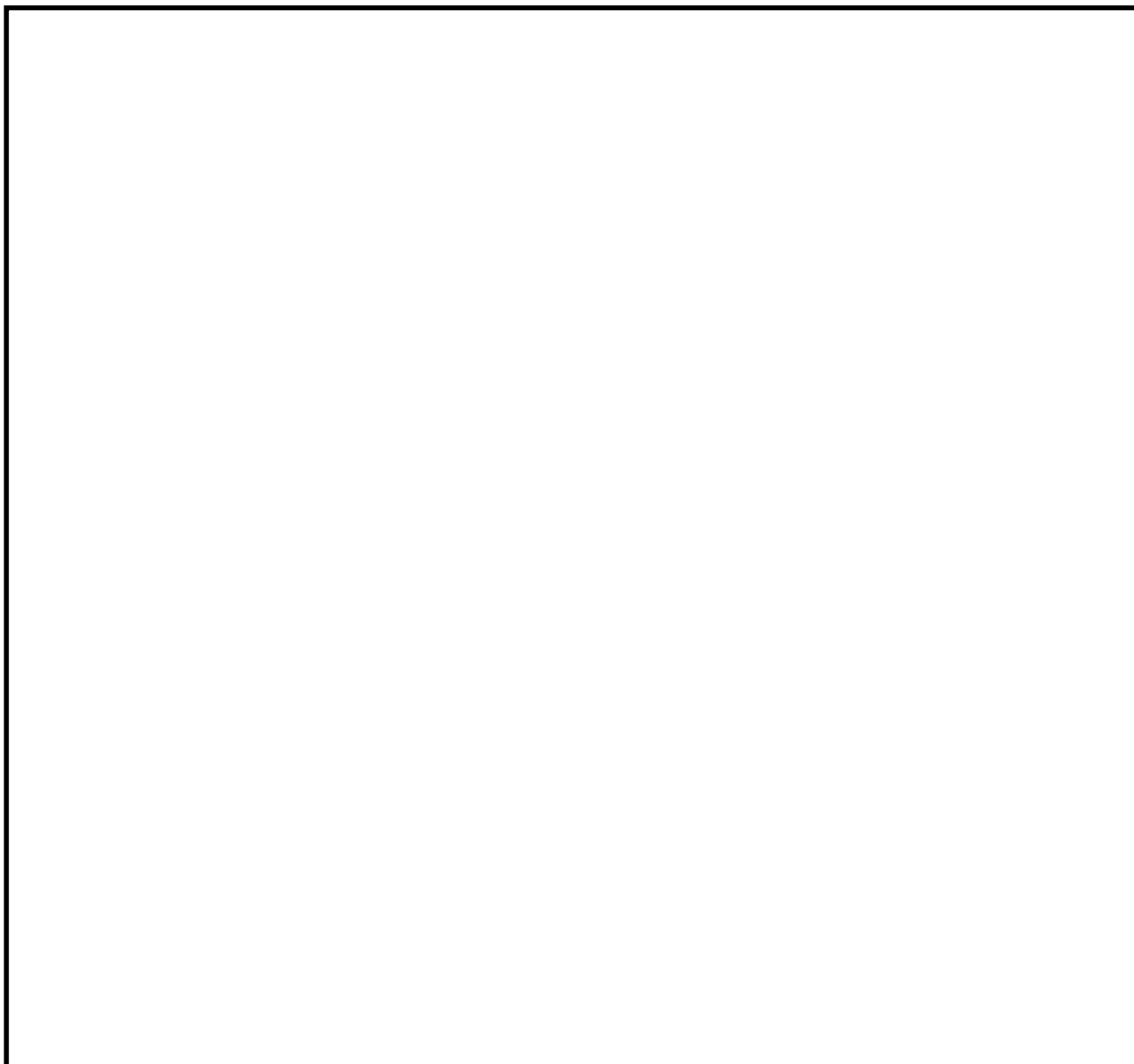
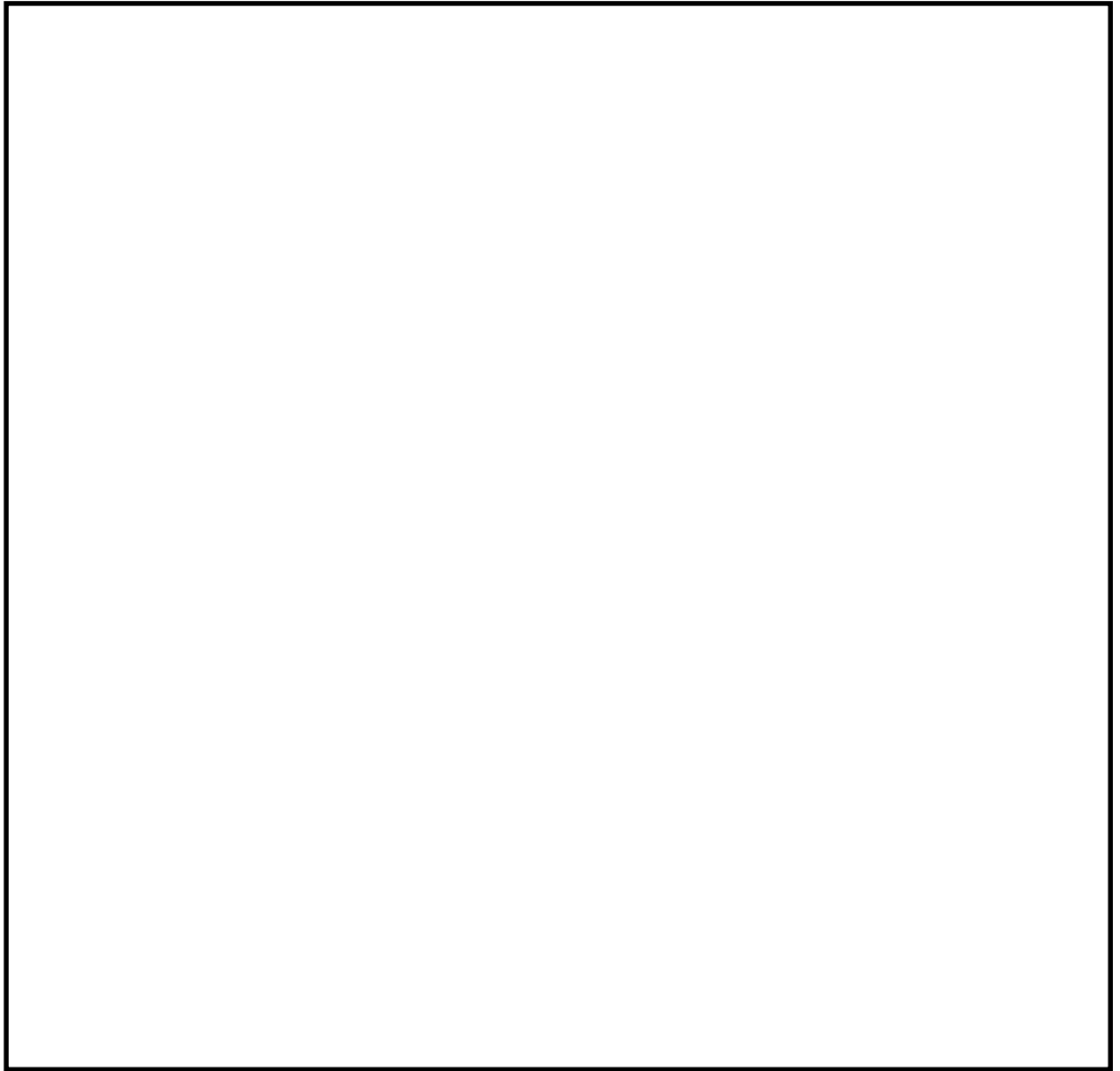


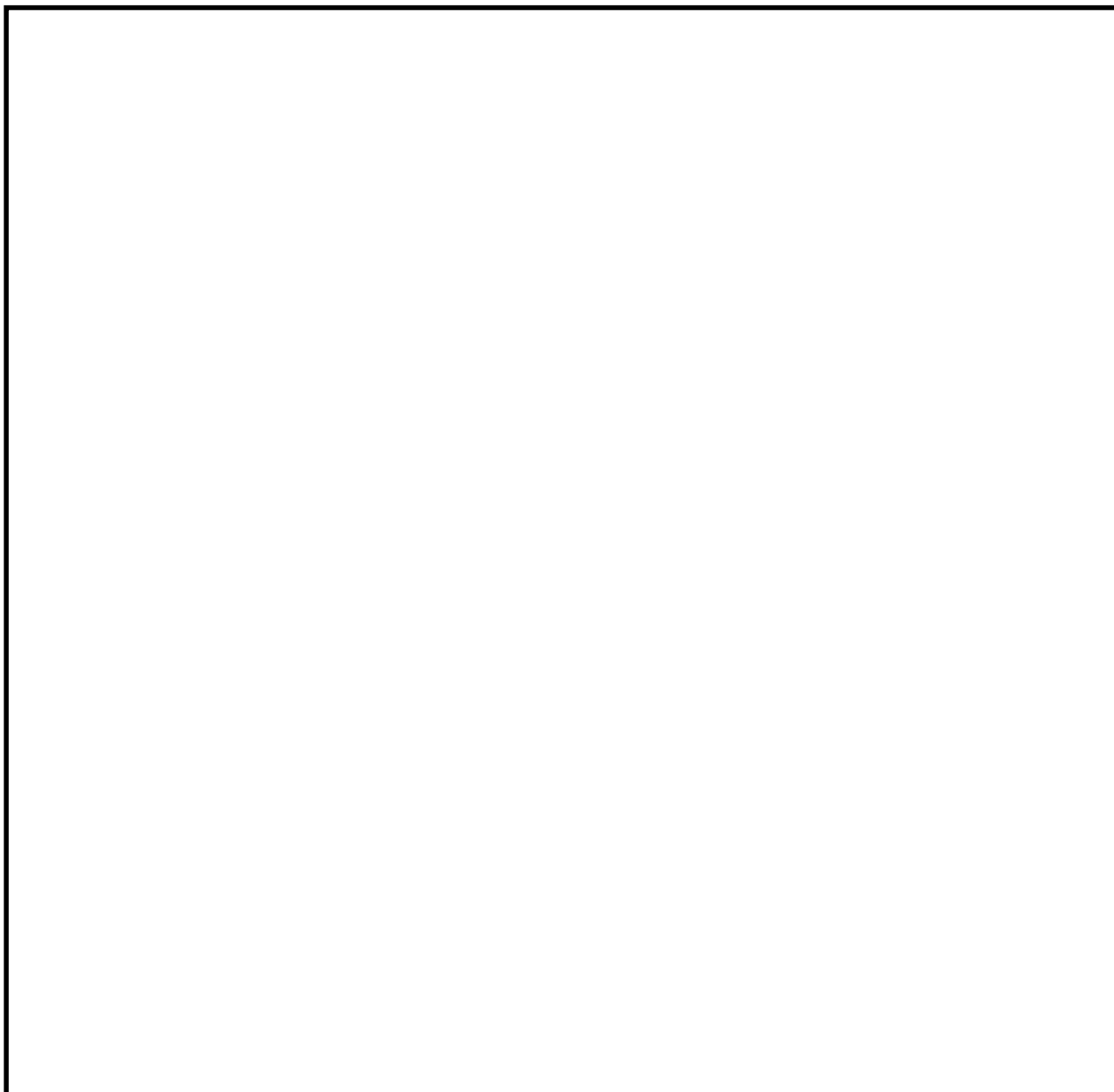
図 7-1 (1) 図 構内排水路（杭間部） 出口側集水柵構造図(排水系統 I -2)



(排水系統 I -3)

(排水系統 II -1)

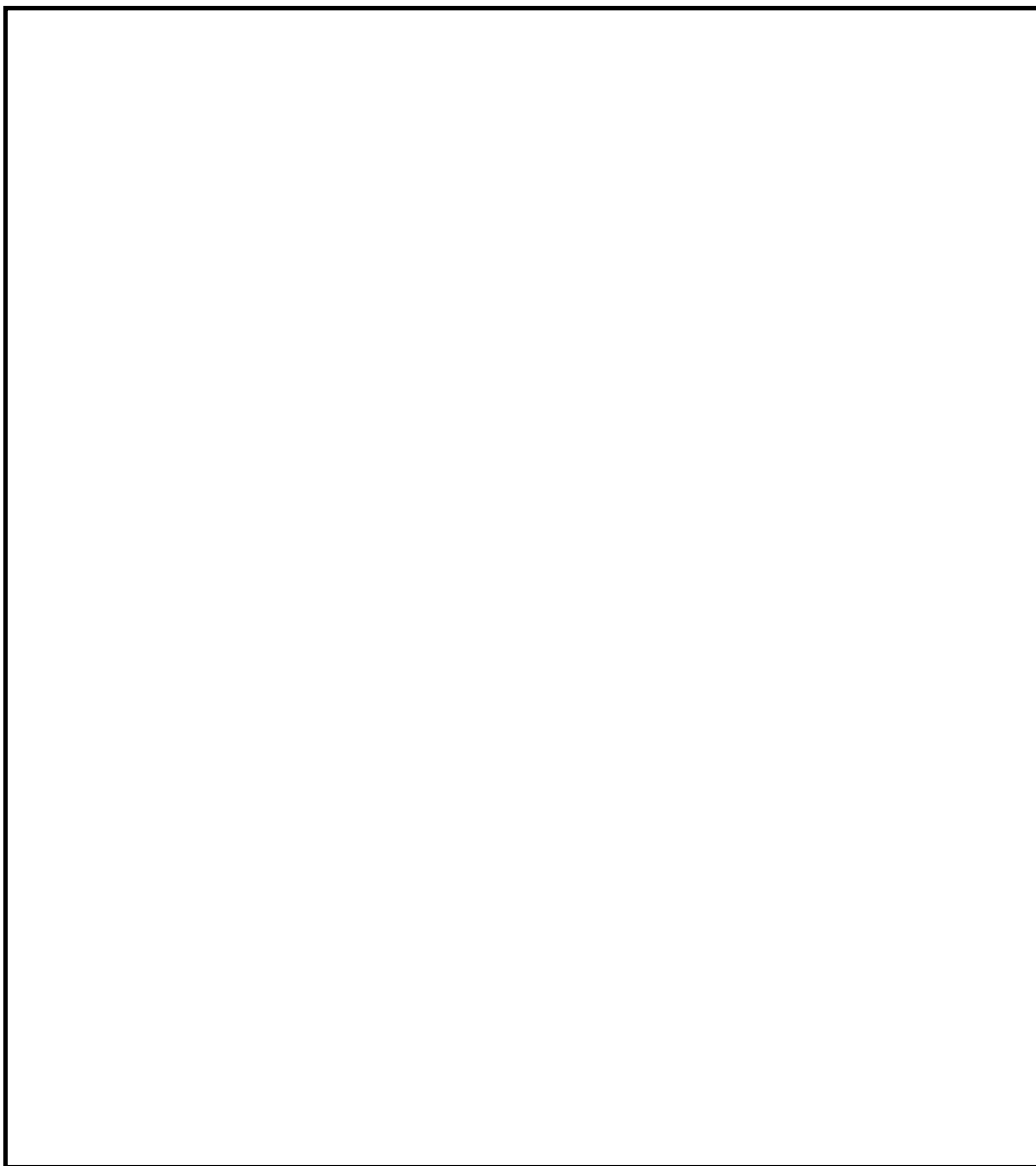
図 7-1 (2) 図 構内排水路 (杭間部) 出口側集水枡構造図(排水系統 I -3・II -1)



(排水系統Ⅱ-2)

(排水系統Ⅲ-1)

図7-1(3) 図 構内排水路(杭間部) 出口側集水枡構造図(排水系統Ⅱ-2・Ⅲ-1)



(排水系統Ⅲ-2)

(排水系統Ⅴ)

図 7-1 (4) 図 構内排水路 (杭間部) 出口側集水枡構造図(排水系統Ⅲ-2・Ⅴ)

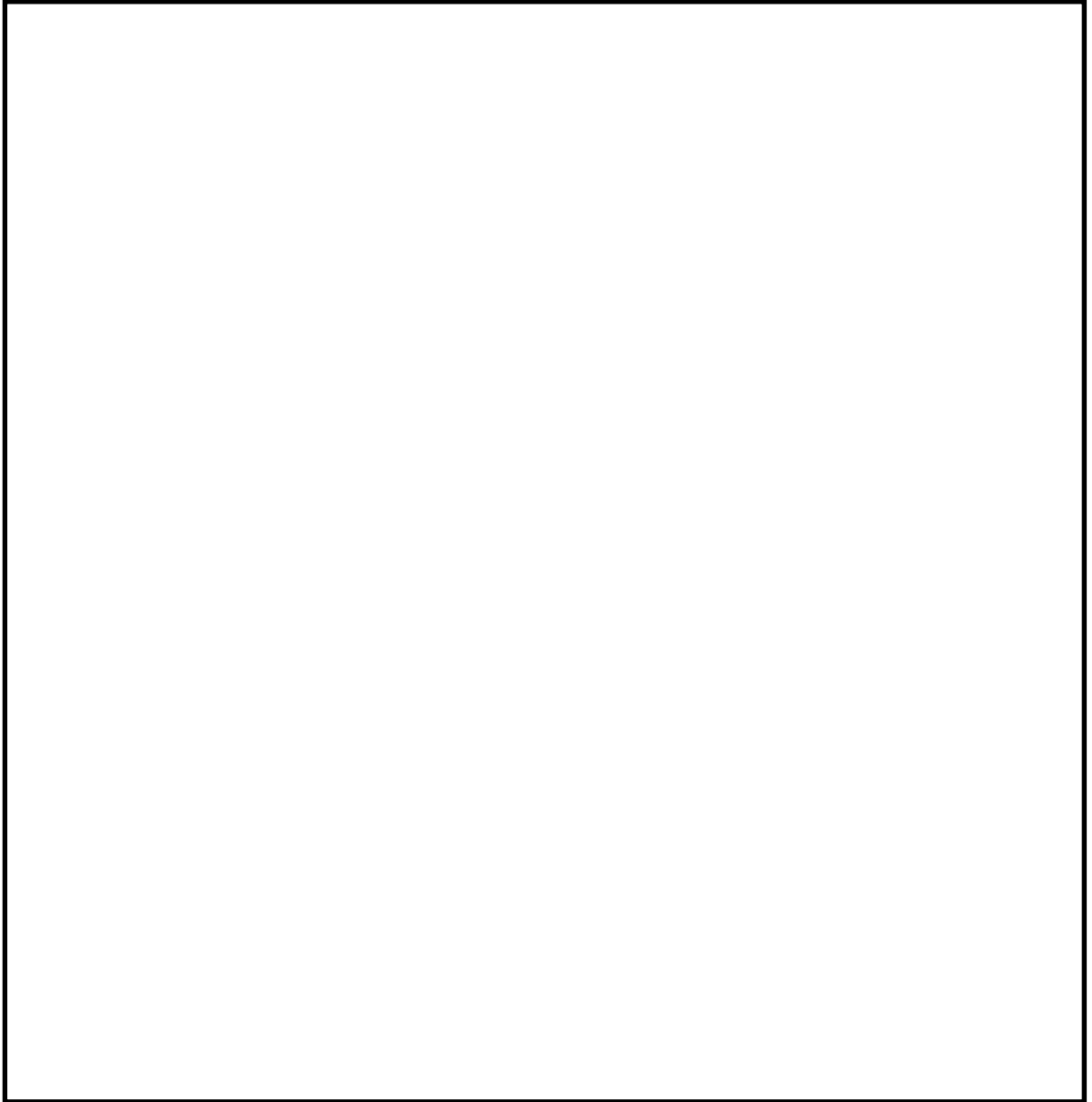


図 7-1 (5) 図 集水枿 (RC 防潮壁部) 及び貫通部配管 RC 底版の構造概要図

7.2 評価方針

出口側集水桝の強度評価は、V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」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、評価対象部位に作用する応力が許容限界に収まることを確認する。

出口側集水桝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。

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。

(1) 出口側集水桝（杭間部）

出口側集水桝（杭間部）の強度評価は、設計基準対象施設として表 7-1 の出口側集水桝（杭間部）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を行う。

表 7-1 出口側集水桝（杭間部）の評価項目

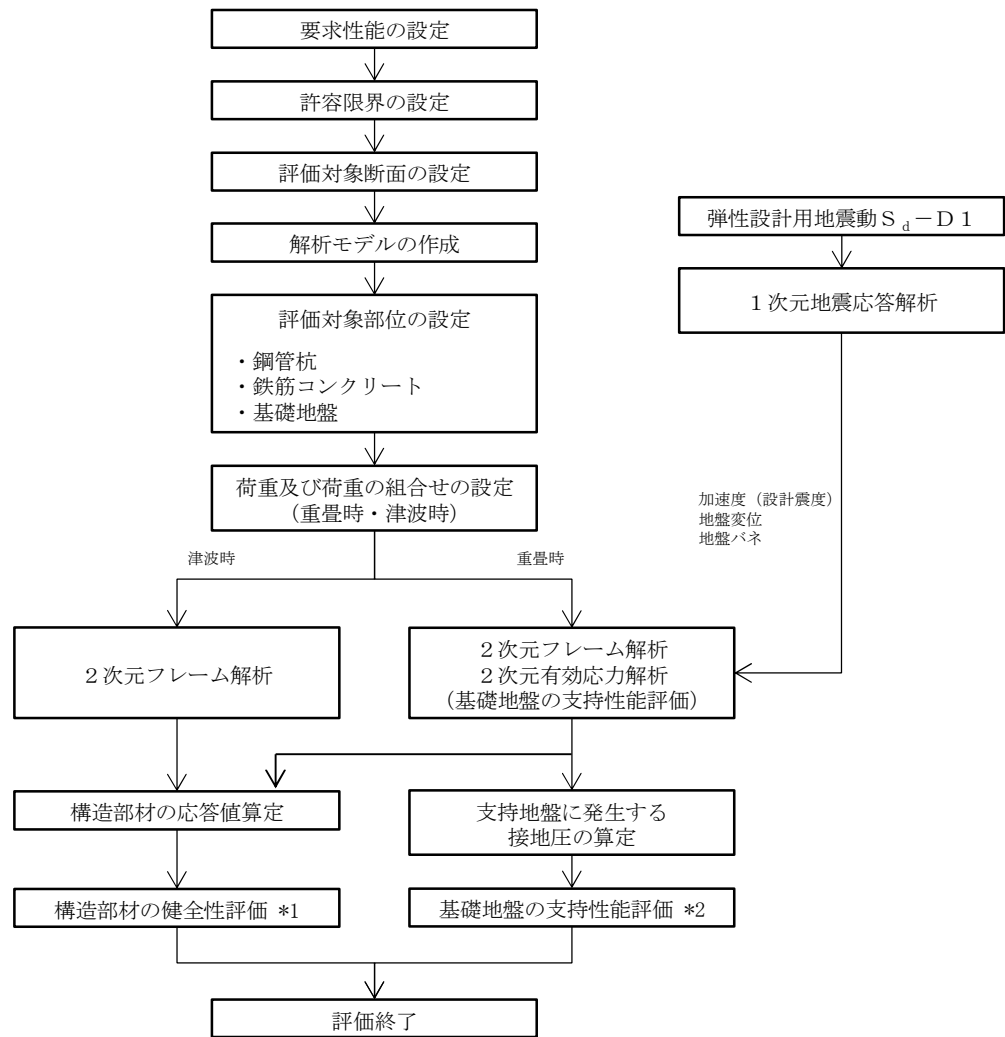
評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	出口側集水桝の全構造部材	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		出口側集水桝を支持する鋼管杭	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力*
有意な漏えいを生じないこと	構造部材の健全性	出口側集水桝の全構造部材	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度
		出口側集水桝を支持する鋼管杭	発生応力が許容限界以下であることを確認	短期許容応力度

注記 *：妥当な安全余裕を考慮する。

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

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

集水桝の強度評価フローを図 7-2 に示す。



- 注記 *1：構造部材の健全性評価を実施することで、表 6-1 に示す「構造強度を有すること」及び「有意な漏えいを生じないこと」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 6-1 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。

図 7-2 出口側集水柵（杭間部）の強度評価フロー

(2) 出口側集水桝（RC防潮壁部）

出口側集水桝（RC防潮壁部）の強度評価は、設計基準対象施設として表7-2の出口側集水桝（RC防潮壁部）の評価項目に示すとおり、構造部材の健全性評価を行う。

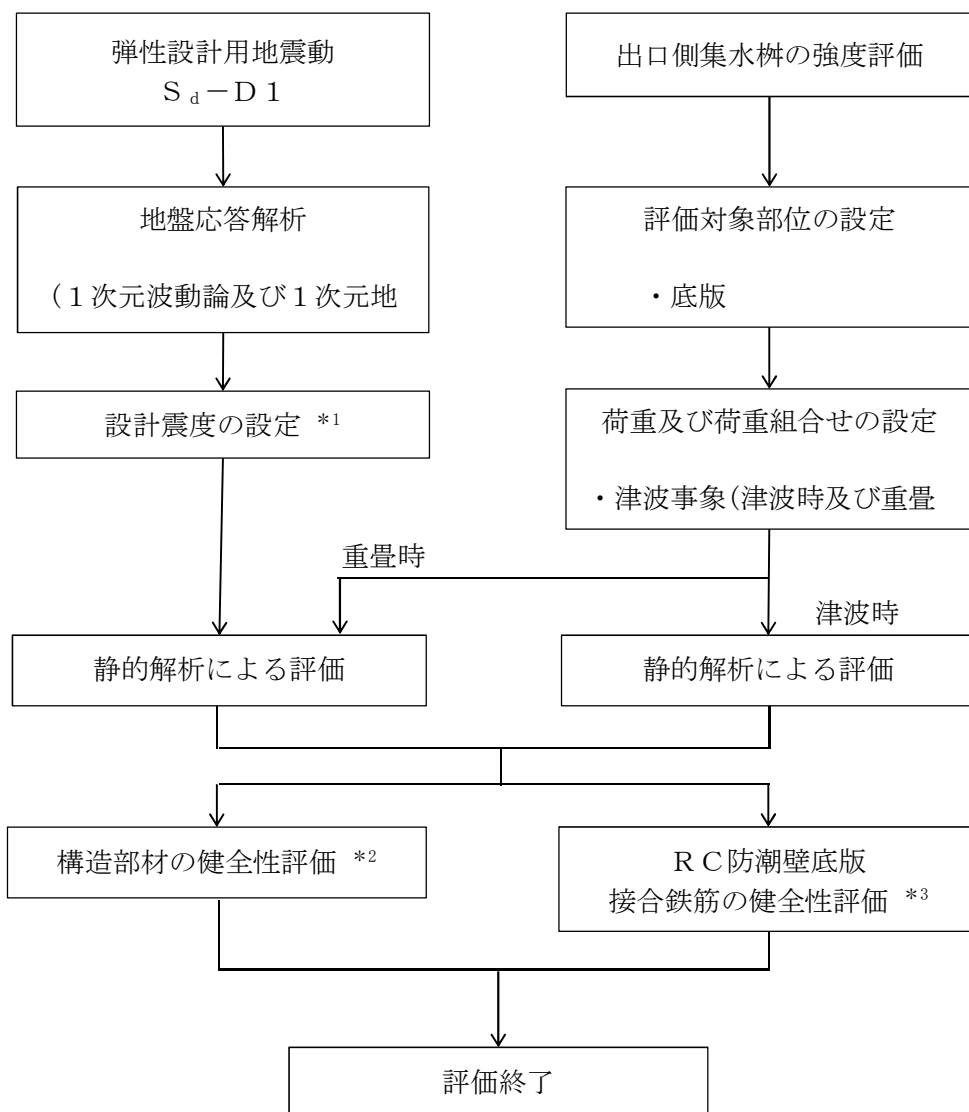
構造部材の健全性評価については、部材に発生する発生応力が許容限界以下であることを確認する。また、出口側集水桝（RC防潮壁部）の支持性能評価については、出口側集水桝が鉄筋コンクリート防潮壁底版と一体化することから、底版との接合鉄筋に生ずる発生応力が許容限界以下であることを確認する。

出口側集水桝の強度評価フローを図7-3に示す。

表7-2 出口側集水桝（RC防潮壁部）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	出口側集水桝の全構造部材	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
	構造部材の支持性能	RC防潮壁底版との一体化部 底版との接合鉄筋	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
有意な漏えいを生じないこと	構造部材の健全性	出口側集水桝の全構造部材	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

注記 *：妥当な安全余裕を考慮する。



注記 *1：地震時応答解析にて算出された最大加速度による設計用震度を設定する。

*2：RC構造部材の健全性評価を実施することで、表7-2「構造強度を有すること」及び「有意な漏えいを生じないこと」を満足することを確認する。

*3：RC防潮壁底板接合鉄筋の健全性評価を実施することで、表6-2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。

図7-3 出口側集水柵（RC防潮壁部）の強度評価フロー

7.3 適用基準

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 14 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）
- ・ 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）

8. 強度評価方法

8.1 記号の定義

強度評価に用いる記号を表 8-1 に示す。

表 8-1 強度計算書で用いる記号の定義

記号	単位	定義
G	kN	固定荷重
P	kN	積載荷重
P_t	kN/m ²	遡上津波荷重
K_{sd}	kN/m ²	余震荷重
P_c	kN	衝突荷重
P_k	kN/m ²	風荷重
P_s	kN	積雪荷重
τ_{sa}	N/mm ²	鋼管杭の許容せん断応力度
σ_{sa1}	N/mm ²	鋼管杭の許容引張応力度，許容圧縮応力度
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
σ_{sa2}	N/mm ²	鉄筋の許容曲げ引張応力度
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	—	せん断応力度の分布係数 (2.0)

8.2 評価対象断面及び部位

構内排水路逆流防止設備の評価対象断面及び評価対象部位は、添付資料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」の「3.2 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。

(1) 出口側集水枳（杭間部）

出口側集水枳の評価対象部位は、枳本体の底版と前背面壁、及び枳を支持する鋼管杭、支持力、杭頭部とする。評価対象断面は、集水枳及び集水枳を接続する排水管を含む断面のうち、入力津波高さが高く、地震時の地盤変位が大きい排水系統 I-2 の断面とする。評価対象断面位置図を図 8-1 に、評価対象断面図を図 8-2 に示す。

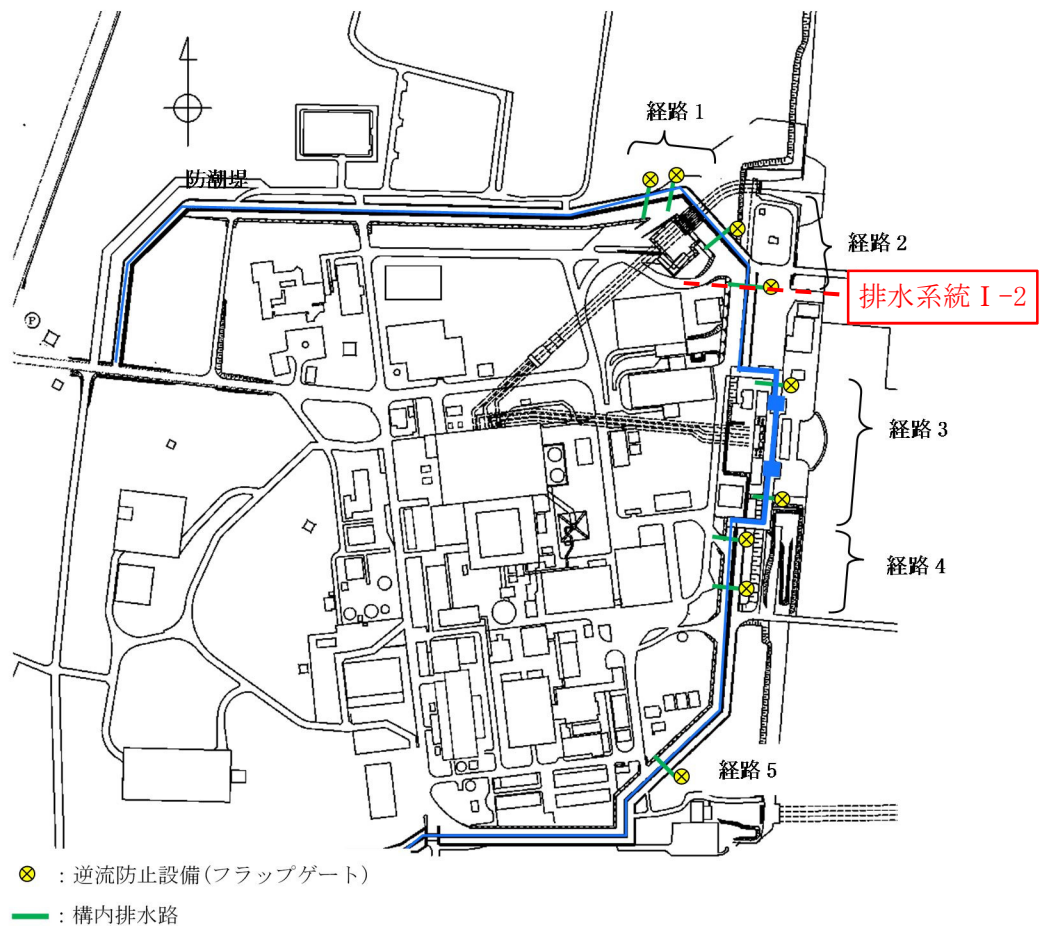


図 8-1 評価対象断面位置図

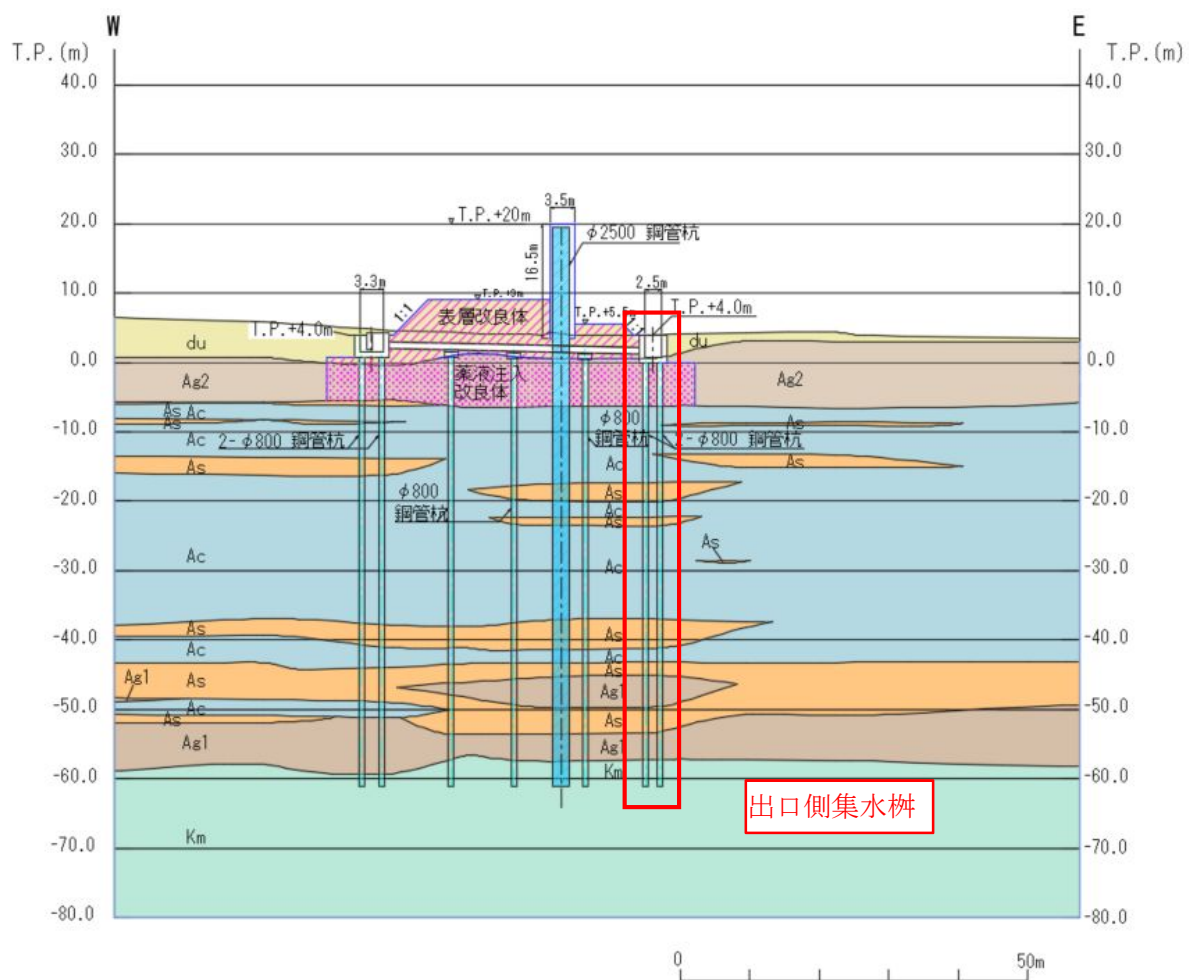


図 8-2 評価対象断面図 (排水系統 I - 2)

(2) 出口側集水柵（RC防潮壁部）

排水系統IV-1の断面位置を図8-3に示す。また、排水系統IV-1の断面図を図8-4に示す。

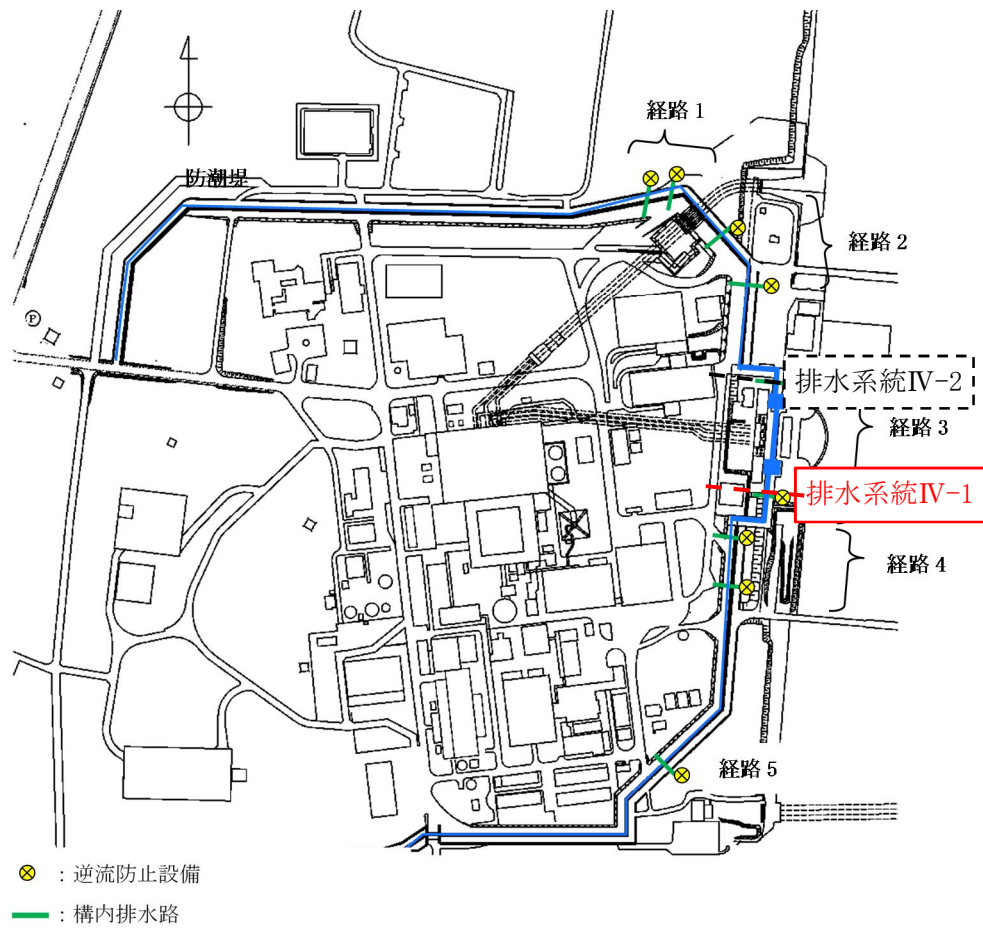


図8-3 構内排水路逆流防止設備（RC防潮壁部）の配置及び評価対象断面位置図

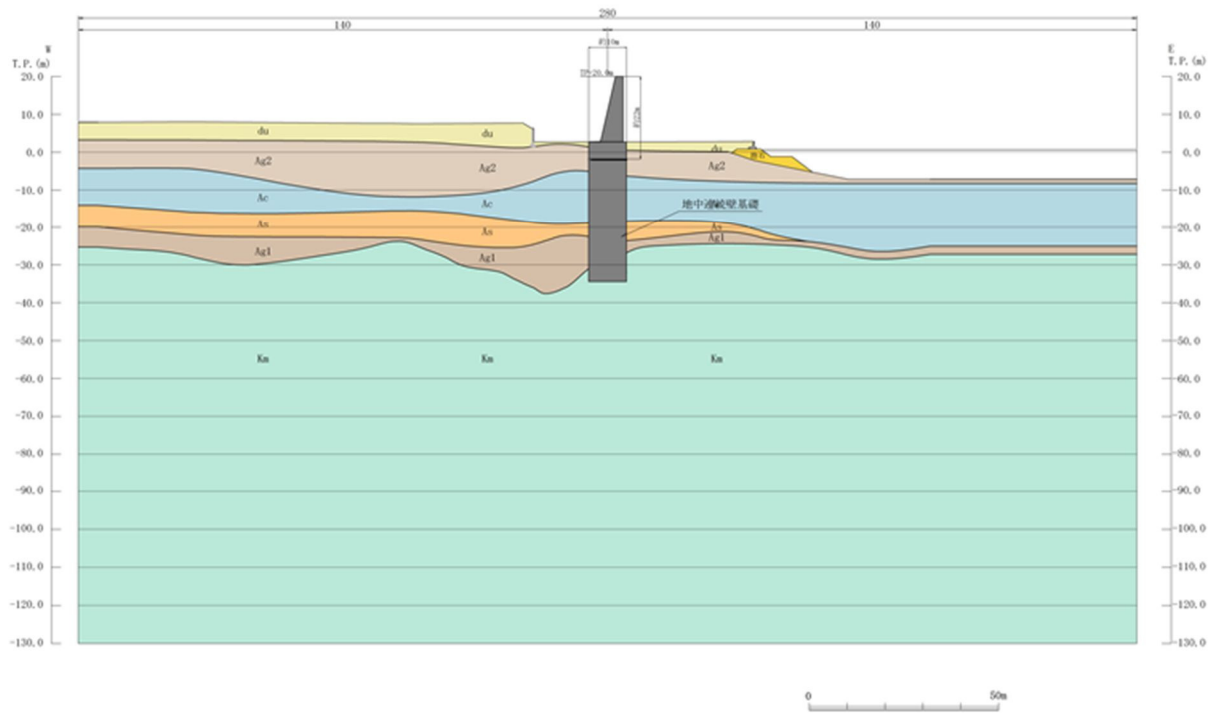


図 8-4 RC防潮壁部 評価対象断面図 (排水系統IV-1)

8.3 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」に基づき設定する。

8.3.1 荷重

出口側集水桝の強度評価には、以下の荷重を用いる。

(1) 固定荷重(G)

固定荷重として、躯体自重及び土圧を考慮する。

(2) 積載荷重(P)

積載荷重として、静水圧による荷重を考慮する。

(3) 遡上津波荷重(P_t)

堤外側の集水桝に作用する遡上津波荷重を考慮する。

(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。

(5) 衝突荷重(P_c)

構内排水路逆流防止設備は、津波の遡上時には考慮しない。

(6) 風荷重(P_k)

構造物全体が地表面以深にあり、風荷重は考慮しない。

(7) 積雪荷重(P_s)

構内排水路逆流防止設備は、津波の遡上時には海面下にあり、積雪荷重は考慮しない。

8.3.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 8-2 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 8-2 荷重の組合せ

区分		荷重の組合せ
津波時	集水桝	$G + P + P_t$
重畳時	集水桝	$G + P + P_t + K_{S_d}$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

P_t : 遡上津波荷重

K_{S_d} : 余震荷重

8.4 許容限界

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 14 年 3 月）」に基づき，表 8-3 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。

表 8-3 鋼管杭の許容限界

評価項目			短期許容応力度 (N/mm ²)	
			基準津波時	T. P. +24 m 津波時
鋼管杭	SM570	許容引張応力度 σ_{sa1}	382.5	433.5
		許容圧縮応力度 σ_{sa1}		
		許容せん断応力度 τ_{sa}	217.5	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 14 年 3 月）」、「道路土工 カルバート工指針（（社）日本道路協会 平成 21 年度版）」に基づき，表 8-4 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第 3-3 表に示す短期許容応力度を許容限界とする。

表 8-4 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)		
		基準津波時	T. P. +24 m 津波時	
コンクリート	設計基準強度 40 N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	21 ^{*1}	28 ^{*1}
		許容せん断応力度 τ_{a1} ^{*1}	0.825 ^{*4}	1.1 ^{*4}
		許容押抜きせん断応力度 τ_{a1}'	1.65 ^{*1}	2.2 ^{*1}
		許容支圧応力度 σ_{ca}'	18 ^{*1}	24 ^{*1}
	設計基準強度 50 N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	24 ^{*3}	32 ^{*3}
		許容せん断応力度 τ_{a1} ^{*1}	0.825 ^{*4}	1.1 ^{*4}
		許容押抜きせん断応力度 τ_{a1}'	1.1 ^{*1}	2.2 ^{*1}
		許容支圧応力度 σ_{ca}'	22.5 ^{*1}	30 ^{*1}
鉄筋	SD345 ^{*1}	許容曲げ引張応力度 σ_{sa2} (軸方向鉄筋)	294	323.4
		許容曲げ引張応力度 σ_{sa2} (せん断補強筋)	294	323.4
	SD490 ^{*2}	許容曲げ引張応力度 σ_{sa2} (軸方向鉄筋)	435	478.5
		許容曲げ引張応力度 σ_{sa2} (せん断補強筋)	300	330

注記 *1：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)

*2：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)

*3：道路土工 カルバート工指針 ((社) 日本道路協会 平成 21 年度版)

*4：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接地圧に対する許容限界は、添付資料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。

8.5 評価方法

構内排水路逆流防止設備の耐震評価は、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」の「5. 強度評価方法」に基づき設定する。

8.5.1 津波時

(1) 出口側集水桝（杭間部）

集水桝の壁と底版、及び桝を支持する鋼管杭を2次元フレーム解析モデルで表現する。このモデルに地盤バネを接続したモデルで応答変位法による2次元静的フレーム解析を行い、津波時の集水桝の各部材及び鋼管杭の構造健全性及び支持性能を確認する。

(a) 鋼管杭

イ. 解析方法

鋼管杭と集水桝の底版及び壁部材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。

ロ. 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する。また集水桝は、底版及び縦断面に垂直な側壁を2次元梁要素でモデル化し、縦断面に平行な面内壁を平面ひずみ要素でモデル化する。地盤抵抗を表現するため、地盤バネを設置する。

ハ. 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

イ. 解析方法

解析モデルは鋼管杭と集水桝の鉄筋コンクリート部材の両方をモデル化するため、鋼管杭の検討で実施する静的フレーム解析により、津波時の鉄筋コンクリートの構造健全性の確認を同時に行う。

ロ. 解析モデル及び諸元

(イ) 解析モデル

鋼管杭の検討で用いるモデルと同じモデルを用いる。

(ロ) 使用材料及び材料の物性値

使用材料を表 8-5 に、材料の物性値を表 8-6 に示す。

表 8-5 使用材料

諸元		
集水桝	鉄筋	SD490
	コンクリート	設計基準強度 : 50 N/mm ²
基礎杭		φ 800 mm (SM570) t = 40

表 8-6 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	3.30×10 ⁴	0.2
鋼管杭	77.0	2.00×10 ⁵	0.3

ハ. 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。

(2) 出口側集水桝（RC防潮壁部）

出口側集水桝のRC防潮壁側を固定支持とし、底版と側壁を断面に考慮した片持ち梁モデルとして2次元静的フレーム解析により鉄筋コンクリート部材の構造健全性を確認する。

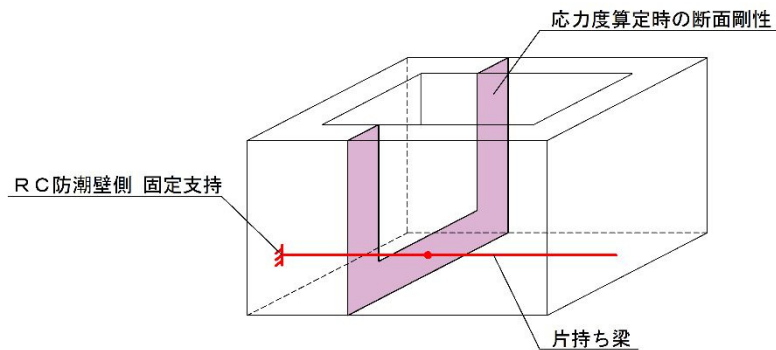


図 8-5 片持ち梁モデル概要図

(a) 梁部材としての評価

イ. 解析手法

出口側集水桝のRC防潮壁基礎側を固定支持とした片持ち梁として鉄筋コンクリートの構造健全性の確認を行う。

ロ. 解析モデル及び諸元

片持ち梁の断面は底版及び側壁を考慮する。

ハ. 底版の評価

片持ち梁に生じる曲げモーメント及び軸力を底版及び底版に垂直な両側の側壁を考慮した断面剛性によって応力度を算出し許容限界以下であることを確認する。また、せん断については側壁のみを有効断面として応力度を算出し許容限界以下であることを確認する。

(b) 面部材としての評価

出口側集水桝の側壁については、底版及び面外側の側壁との結合部を固定端、開口面となる上面を自由端とする三辺固定一辺自由スラブとして鉄筋コンクリート部材の構造健全性を確認する。

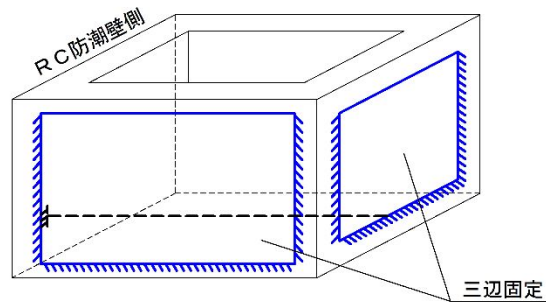


図 8-6 三辺固定版モデル概要図

イ. 解析手法

三辺固定一辺自由スラブとして曲げモーメント及びせん断力を算出し、鉄筋コンクリートの構造健全性の確認を行う。

ロ. 解析モデル及び諸元

三辺固定一辺自由スラブとして生じる応力が保守側となる箇所により構造健全性を確認する。

ハ. 側壁の評価

側壁に生じる曲げモーメント及びせん断によって側壁のみを有効断面として応力度を算出し許容限界以下であることを確認する。

(c) 使用材料及び材料の物性値

使用材料を表 8-7 に、材料の物性値を表 8-8 に示す。

表 8-7 使用材料

諸元		
集水桝	鉄筋	SD490
	コンクリート	設計基準強度 : 40 N/mm ²

表 8-8 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

8.5.2 重畳時

(1) 出口側集水榭（杭間部）

重畳時においては出口側集水榭の静的解析に必要な余震時の設計震度及び地盤変位を1次元有効応力解析により算出する。算出した設計震度及び地盤変位を集水榭と鋼管杭をモデル化した2次元フレーム解析モデルに考慮する。応答変位法による2次元静的フレーム解析を行い、重畳時における出口側集水榭の各部材及び鋼管杭の構造健全性及び支持性能を確認する。

a. 1次元有効応力解析

イ. 解析方法

重畳時の検討で実施する1次元有効応力解析は、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、V-5-10「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 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. 2次元静的フレーム解析

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. 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発生す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FEM静的解析により得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。

(2) 出口側集水桝 (RC防潮壁部)

鉄筋コンクリートの重畳時の評価は「7.5.1 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。