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2
提出年月日	平成 30 年 9 月 12 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

	2.	一般	事項	$\cdots 2$
	2.	1 酉	2置概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 2$
	2.	2 構	舞造計画・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 4$
	2.	4 遃	箇用基準·····	$\cdots 7$
	2.	5 記	2号の説明・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	8
;	3.	評価額	部位 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	$\cdots 10$
4	4.	固有周	周期	$\cdots 12$
	4.	1 固	固有周期の計算方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 12$
	4.	2 固	国有周期の計算条件・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 12$
	4.	3 固	国有周期の計算結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 13$
ļ	5.	構造引	強度評価・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 14$
	5.	1 構	構造強度評価方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 14$
	5.	2 荷	苛重及び荷重の組合せ	$\cdots 14$
	5.	3 許	午容限界・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 16$
	5.	4 設	受計用地震力・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 20$
	5.	5 計	+算方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 21$
	5.	6 計	+算条件	$\cdots 25$
(	6.	評価約	結果	$\cdots 29$
,	7.	出口(	側集水枡の強度評価・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 31$
	7.	1 出	出口側集水桝の構造概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 31$
	7.	2 評	平価方針	$\cdots 37$
		7.2.1	1 杭間部・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 37$
		7.2.2	2 RC防潮壁部	•••• 39
	7.	3	<b>適用基準・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</b>	$\cdots 41$
2	8.	強度調	評価方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 42$
	8.	1 記	2号の定義・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 42$
	8.	2 許	平価対象断面及び部位・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 43$
		8.2.1	1 杭間部・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 43$
		8.2.2	2 RC防潮壁部	$\cdots 45$
	8.	3 荷	青重及び荷重の組合せ	$\cdots 47$
		8.3.1	1 荷重・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 47$
		8.3.2	2 荷重の組合せ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 47$
	8.	4 許	午容限界·····	$\cdots 48$
	8.	5 評	平価方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 52$
		8.5.1	1 津波時	$\cdots 52$
		8.5.2	2 重畳時	$\cdots 59$

9.	評価条件	70
10.	評価結	果
1	0.1 津沥	8時の強度評価結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
	10.1.1	杭間部 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
	10.1.2	RC防潮壁部 ····································
1	0.2 重畳	と時の強度評価結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
	10.2.1	杭間部 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
	10.2.2	RC防潮壁部······93

#### 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。

<mark>津波荷重については,基準津波による津波荷重を考慮した評価と敷地に遡上する津波による津</mark> 波荷重を考慮した評価を実施する。

#### 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 構内排水路逆流防止設備 1,2,3,4,7,8,9)



(<mark>B</mark>矢視 構内排水路逆流防止設備 5,6)

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。

	<mark>計画0</mark>	<mark>り</mark> 概要	
設備名称	<mark>基礎・支持</mark> 構造	<mark>主体構造</mark>	· ···································
構 路 赴 設 備 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9	本ジ及側ンりし集定を体軍固吊可をする。と前について、このでは、このでは、このでは、このでは、このでは、このでは、このでは、このでは	主助せプよる。	(単位 : m)

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

	<mark>計画0</mark>	D <mark>概要</mark>	
設備名称	<u>基礎・支持</u> 構造	<mark>主体構造</mark>	· ···································
構路止 排流 5,6	本ジ側部り戸を口にるという。「「「「」」の「「」」の「「」」の「「」」の「「」」の「」」の「」の「」の「」の	主桁桁をユキンプレートにより構る。	

#### 表 2-2 構内排水路逆流防止設備(5,6)の構造概要

#### 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部位に作用する応力等が許容限界以下であることを「5. 構造強度評価」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」に示す津波荷重との重畳を考慮する弾 性設計用地震動S<sub>d</sub>を入力して得られた設置床の最大応答加速度の最大値を考慮して設定した 設計震度を用いる。

。なお、強度評価に当たっては、基準津波による津波荷重を考慮した評価と敷地に遡上する 津波による津波荷重を考慮した評価を実施する。



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。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補一 1984(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版(日本電気協会)
- (4) 日本工業規格 JIS G4053-2008 機械構造用合金鋼鋼材
- (5) 「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)

#### 2.5 記号の説明

強度評価に用いる記号を表 2-3 に示す。

記号	定義	単位
Т	固有周期	S
f	一次固有振動数	Hz
Е	縦弾性係数	N/mm <sup>2</sup>
Ι	主桁の断面二次モーメント	$\mathrm{mm}^4$
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)	Ν
P <sub>t</sub>	遡上津波荷重	N/mm <sup>2</sup>
${\rm K}_{\rm HSd}$	余震による水平方向の設計震度	_
$K_{\rm VSd}$	余震による鉛直方向の設計震度	—
P <sub>d</sub>	余震による動水圧	N/mm <sup>2</sup>
A 1	扉体面積	mm <sup>2</sup>
Q 1	津波及び余震による分布荷重	N/mm <sup>2</sup>
W <sub>o</sub>	水の単位体積重量	N/mm <sup>3</sup>
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
$\alpha_1$	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	Ν
L o	主桁の支圧板中心間	mm
Z 2	主桁の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Aw_2$	主桁のウェブ断面積	$\mathrm{mm}^2$
рз	縦補助桁に加わる各区分の平均荷重	$N/mm^2$
a <sub>3</sub>	縦補助桁の主桁間隔	mm
Ζ3	縦補助桁の断面係数	mm <sup>3</sup>
Aw <sub>3</sub>	縦補助桁のウェブ断面積	$\mathrm{mm}^2$
I <sub>HSd</sub>	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	Ν
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(1/2)

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 <sup>2</sup>
D <sub>r</sub>	支圧板中心径	mm
b w	支圧幅	mm
S	戸当り幅	mm
H <mark>1</mark>	入力津波高さ	m
h <mark>1</mark>	設計水深	m
H	水面から基礎地盤までの水深	m
h	水面から動水圧を算定する点までの水深	m

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)

#### 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、添付書類「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書類「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。 NT2 補② V-3-別添 3-2-3 R2

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。

$$T = \frac{1}{f}$$
$$f = \frac{\pi^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{E \cdot I}{m}}$$

#### 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(閉門時) 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
Т	固有周期	_	S
f	一次固有振動数	—	Hz
E	縦弾性係数	$1.93 \times 10^{5}$	$N/mm^2$
I	主桁の断面二次モーメント	$1.11 \times 10^{8}$	$\mathrm{mm}^4$
m	主桁の単位長さ当たりの質量	0.32415	kg/mm
LI	主桁の長さ	1090	mm

表 4-2	固有周期の計算に必要な諸元	(閉門時)

記号	定義	数値	単位
Т	固有周期	_	S
f	一次固有振動数	—	Hz
E	縦弾性係数	$1.93 \times 10^{5}$	$N/mm^2$
Ι	主桁の断面二次モーメント	8.90 $\times 10^{6}$	$\mathrm{mm}^4$
m	主桁の単位長さ当たりの質量	0.17522	kg/mm
LI	主桁の長さ	<mark>570</mark>	mm

#### 構内排水路逆流防止設備(5,6)

#### 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<mark>周期</mark>の計算結果(閉門時)

固有振動数	固有周期
(Hz)	(s)
345	0.0029

(構内排水路逆流防止設備(1,2,3,4,7,8,9))

## 表 4-4 固有<mark>周期</mark>の計算結果(閉門時)

(構内排水路逆流防止設備(5,6))

固有振動数	固有周期	
(Hz)	(s)	
476	0.0021	

- 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<sub>t</sub>)
   遡上津波荷重は,基準津波による水位及び敷地に遡上する津波による水位を考慮する。
   遡上津波荷重は以下の式により算出する。
   P<sub>t</sub>=W<sub>o</sub>・h
   h=H/2・3
- (3) 余震による地震荷重(Ksd) 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Sd-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<sub>HSd</sub> =W・K<sub>HSd</sub>
     I<sub>VSd</sub> =W・K<sub>VSd</sub>
  - b. 余震による動水圧

 $P_{d} = \frac{7}{8} \cdot W_{o} \cdot K_{HSd} \cdot \sqrt{H \cdot h}$ 

地震力の算出に用いる設計震度K<sub>HSd</sub>及びK<sub>VSd</sub>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」に示す防潮提(鋼 管杭鉄筋コンクリート防潮壁)及び防潮提(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桝に設置されるため,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。

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	$\mathrm{G}+\mathrm{P}_{\mathrm{t}}+\mathrm{K}_{\mathrm{S}\mathrm{d}}$

表 5-1 荷重の組合せ

注記 \*1:Gは固定荷重, Ptは遡上津波荷重, Ksd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(Ksd)の組合せが,強度評価上,遡上津波荷 重(Pt)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

#### (1) 基準津波に対する許容限界

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

	許容限界*1			
許容応力状態	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,当該構造物全体の変形能力に 対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう,設備を構成する材料が弾性域内 に収まることを基本とする。

\*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<mark>又</mark> はコンクリートの許容応力度に対して1.5倍の割増しを考慮する。

农55°种的环站边视的正段面仍用有心力时面本什					
評価対象部位	材料	$\sigma$ ab $^{*1,2}$	$\sigma$ at *1,2	$ au$ a $^{*1,2}$	$\sigma$ as $^{*1,2}$
		$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$
スキンプレート	SUS316L	90	_		—
主桁	SUS316L	90	_	50	—
縦補助桁	SUS316L	90	—	50	—
戸当り	無筋コンクリ			0 10	5.0
(コンクリート)	- +	_	—	0.40	5.9

表 5-3 構内排水路逆流防止設備の許容応力評価条件

注記 \*1: σ<sub>ab</sub>: 許容曲げ応力度, σ<sub>at</sub>: 許容引張応力度, τ<sub>a</sub>: 許容せん断応力度, σ<sub>as</sub>: 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。

許容限界 許容応力 1 次応力 評価対象部位 状態 曲げ 引張 せん断 支圧  $(N/mm^2)$  $(N/mm^2)$  $(N/mm^2)$  $(N/mm^2)$ スキンプレート 135\_ \_ \_ \_ 主桁 13575 \_\_\_\_ 短期許容 縦補助桁 135\_ 75 \_ 応力度 戸当り 0.6 8.9 \_ \_\_\_ (コンクリート)

表 5-4 構内排水路逆流防止設備の許容応力算出結果

#### (2) 敷地に遡上する津波に対する許容限界

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 5-5 に,構内排水路逆流防止設備の許容応力評 価条件を表 5-6 に,構内排水路逆流防止設備の許容応力算出結果を表 5-7 にそれぞれ示す。

表 5-5 構内排水路逆流防止設備の許容限界

	許容限界*1				
許容応力状態	1 次応力				
	曲げ	引張	せん断	支圧	
短期許容応力度	1.7 $\sigma_{ab}$ *2	1.7 $\sigma_{at}$ *2	1.7 $\tau_{a}^{*2}$	1.7 $\sigma_{as}^{*2}$	

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, 当該構造物全体の変形能力に 対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう, 設備を構成する材料が弾性域内 に収まることを基本とする。

\*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、鋼材又 はコンクリートの許容応力度に対して1.7倍の割増しを考慮する。

河価対免部位	++ ¥1	$\sigma$ ab $^{*1, 2}$	$\sigma$ at *1,2	$ au$ a $^{*1,2}$	$\sigma_{as}^{*1,2}$
<b>評個內家</b> 前位	がや	$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$
スキンプレート	SUS316L	90	—	—	_
主桁	SUS316L	90	_	50	_
縦補助桁	SUS316L	90	_	50	—
戸当り	無筋コンクリ			0 10	5.0
(コンクリート)	ート		_	0.40	5.9

表 5-6 構内排水路逆流防止設備の許容応力評価条件

注記 \*1: σ<sub>ab</sub>: 許容曲げ応力度, σ<sub>at</sub>: 許容引張応力度, τ<sub>a</sub>: 許容せん断応力度, σ<sub>as</sub>: 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。

		許容限界					
許容応力	亚伍马布如佐		1 次応力				
状態	計個対象的位	曲げ	引張	せん断	支圧		
		$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$		
	スキンプレート	153	—	—	—		
后期新索	主桁	153	—	85	—		
<sup>  </sup> 忠明計谷	縦補助桁	153	—	85	—		
心力度	戸当り			0.69	10.02		
	(コンクリート)		_	0.68	10.03		

表 5-7 構内排水路逆流防止設備の許容応力算出結果

#### 5.4 設計用地震力

「4. 固有<mark>周期</mark>」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」に示す防潮提(鋼管杭鉄筋コンクリー ト防潮壁)及び防潮提(鉄筋コンクリート防潮壁)における設置床の最大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。

設備名称	地震動	設置場所 及び 床面高さ (EL.m)	余震による設計	┼震度* <mark>1</mark>
構内排水路逆		出口側集水枡 EL. 1.14~5.40 (笠底真さ)	水平方向K <sub>HSd</sub>	0.45
1, 2, 3, 4, 7, 8, 9	弾性設計用 地震動	(EL. 5.550 <sup>*2</sup> )	鉛直方向K <sub>vsd</sub>	0. 23
構内排水路逆	地展朝 S <sub>d</sub> -D1	出口側集水枡 1.350 (笹底真さ)	水平方向K <sub>HSd</sub>	0.44
5,6		(官)広向さ) (EL. 1.8 <sup>*3</sup> )	鉛直方向K <sub>vsd</sub>	0.27
注記 *1:「4. 固有周期」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、設置床の最大応答加速度の 1.2 倍を考慮した設計震度を設定した。				

表 5-5 設計<mark>用地震力</mark>(閉門時)

\*3:防潮提(鉄筋コンクリート防潮壁)における基準床レベルを示す。

#### 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。

$$A_{1} = \frac{\pi \cdot B^{2}}{4}$$

$$i_{HSd} = \frac{I_{HSd}}{A_{1}}$$

$$q_{1} = P_{t} + i_{HSd} + P_{d}$$

$$P_{1} = q_{1}$$

$$\sigma = \frac{k \cdot a_{1}^{2} \cdot P_{1} \cdot \alpha}{100 \cdot t_{1}^{2}}$$

2



ここに,

A<sub>1</sub>:扉体面積 (mm<sup>2</sup>)

- i<sub>Hsd</sub>: 余震による単位面積当たりの水平方向
   地震荷重(N/mm<sup>2</sup>)
- q1:津波及び余震による分布荷重 (N/mm<sup>2</sup>)
- σ:応力度 (N/mm)
- k:辺長比(b<sub>1</sub>/a<sub>1</sub>)による係数
- a1:スキンプレートの短辺 (mm)
- b<sub>1</sub>:スキンプレートの長辺 (mm)
- P<sub>1</sub>:スキンプレートに加わる単位面積当たり の荷重 (N/mm<sup>2</sup>)
- t<sub>1</sub>: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。

 $W = q_1 \cdot A_1$ 

主桁のモデル図を図 5-2 に示す。



W: 主桁に加わる津波及び余震による荷重(N)A<sub>1</sub>: 扉体面積(mm<sup>2</sup>)

q1:津波及び余震による分布荷重 (N/mm<sup>2</sup>)

Mmax :最大曲げモーメント (N・mm)

- Smax :最大せん断力 (N)
- σ :曲げ応力 (N/mm<sup>2</sup>)
- τ : せん断応力 (N/mm<sup>2</sup>)
- W : 主桁に加わる荷重 (N)
- L<sub>0</sub> : 支圧板中心間(mm)
- B :水密幅(mm)
- Z<sub>2</sub> : 主桁の断面係数 (mm<sup>3</sup>)
- A<sub>w2</sub> : 主桁のウェブ断面積 (mm<sup>2</sup>)

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。

・菱形の場合





q<sub>1</sub>:津波及び余震による分布荷重 (N/mm<sup>2</sup>)
 Mmax:最大曲げモーメント (N・mm)
 Smax:最大せん断力 (N)
 σ :曲げ応力 (N/mm<sup>2</sup>)
 τ :せん断応力 (N/mm<sup>2</sup>)
 p<sub>3</sub> :縦補助桁に加わる各区分の平均荷重 (N/mm<sup>2</sup>)

- a<sub>3</sub> : 主桁間隔 (mm)
- Z<sub>3</sub>:縦補助桁の断面係数(mm<sup>3</sup>)
- Aw3:縦補助桁のウェブ断面積(mm<sup>2</sup>)

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。



ここに、

q<sub>1</sub>:津波及び余震による分布荷重(N/mm<sup>2</sup>)
 q :津波及び余震によりコンクリートに加わる圧力(N/mm<sup>2</sup>)
 D<sub>r</sub>:支圧板中心径(mm)
 b<sub>w</sub>:支圧幅(mm)
 σ<sub>bk</sub>:コンクリート支圧応力度(N/mm<sup>2</sup>)
 A:支圧面積(mm<sup>2</sup>)
 S:戸当り幅(mm)
 τ<sub>c</sub>:コンクリートのせん断応力度(N/mm<sup>2</sup>)

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

## (1) 強度評価に用いる構内排水路逆流防止設備の仕様及び津波荷重に関わる計算条件を除く計 算条件

構内排水路逆流防止設備の仕様及び津波荷重に関わる計算条件を除く計算条件を表 5-6 及び 表 5-7 に示す。

表 5-6 構内排水路逆流防止設備の仕様及び津波荷重に関わる計算条件を除く計算条件 (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 <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )	水の単位体積重量 Wo (N/mm³)
SUS316L	3. $5 \times 10^{3}$	$8.99 \times 10^{5}$	$1.01 \times 10^{-5}$

スキンプレートの辺	スキンプレートの	スキンプレートの	スキンプレートの
長比 (b/a) による	短辺	長辺	板厚
係数	a 1	b <sub>1</sub>	t 1
k	(mm)	(mm)	(mm)
<mark>44. 88</mark>	390	575	16

スキンプレートの 応力の補正係数 α <sub>1</sub>	主桁の 支圧板中心間 L o (mm)	主桁の 断面係数 Z <sub>2</sub> (mm <sup>3</sup> )	主桁の ウェブ断面積 Aw <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )
0.8	$1.089 \times 10^{3}$	$2.24 \times 10^{5}$	$1.632 \times 10^{3}$

縦補助桁の 主桁間隔 a <sub>3</sub> (mm)	縦補助桁の断面係数 Z <sub>3</sub> (mm <sup>3</sup> )	縦補助桁の ウェブ断面積 Aw <sub>3</sub> (mm <sup>2</sup> )	余震による水平方向 地震荷重 I <sub>HSd</sub> (N)
390	$2.5 \times 10^{4}$	7. $04 \times 10^2$	$1.575 \times 10^{3}$

(傳內排水路逆流的止設備(1,2,3,4,7,8,9)) (2/2)					
余震による鉛直方向 地震荷重 I <sub>vsd</sub> (N)	支圧板中心径 Dr (mm)	支圧幅 b <sub>w</sub> (t <sub>0</sub> +2t <sub>r</sub> ) (mm)	戸当り幅 S (mm)		
4. $305 \times 10^3$	$1.15 \times 10^{3}$	50	$1.20  imes 10^{2}$		

## 表 5-6 構内排水路逆流防止設備の仕様及び津波荷重に関わる計算条件を除く計算条件 (構内排水路逆流防止設備(1,2,3,4,7,8,9)) (2/2)

表 5-7 <mark>構内排</mark> ;	水路逆流防止設備の	仕様及び津波荷重に	2関わる計算条件を	除く計算条件			
	(構内排水路逆流防止設備(5,6))						
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 <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )	水の単位体積重 量 Wo (N/mm <sup>3</sup> )				
SUS316L	981	$2.12 \times 10^{5}$	$1.01 \times 10^{-5}$				

スキンプレートの辺	スキンプレートの	スキンプレートの	スキンプレートの
長比 (b/a) による	短辺	長辺	板厚
係数	a 1	b <sub>1</sub>	t 1
k	(mm)	(mm)	(mm)
45.5	2. $00 \times 10^2$	3. $00 \times 10^2$	9

スキンプレートの 応力の補正係数 α <sub>1</sub>	主桁の 支圧板中心間 L o (mm)	主桁の 断面係数 Z <sub>2</sub> (nm <sup>3</sup> )	主桁の ウェブ断面積 Aw <sub>2</sub> (nm <sup>2</sup> )
0.8	566	3. $300 \times 10^4$	4. $00 \times 10^{2}$

縦補助桁の 主桁間隔 a <sub>3</sub> (mm)	縦補助桁の断面係数 Z <sub>3</sub> (mm <sup>3</sup> )	縦補助桁の ウェブ断面積 Aw <sub>3</sub> (nm <sup>2</sup> )	余震による水平方向 地震荷重 I <sub>HSd</sub> (N)
2. $00 \times 10^2$	$1.700 \times 10^{4}$	5. $60 \times 10^2$	4. $316 \times 10^2$

余震による鉛直方向 地震荷重 I <sub>vsd</sub> (N)	支圧板中心径 D <sub>r</sub> (mm)	支圧幅 b <sub>w</sub> (t <sub>0</sub> +2t <sub>r</sub> ) (mm)	戸当り幅 S (mm)
$1.246 \times 10^{3}$	6. $00 \times 10^2$	50	$1.20 \times 10^{2}$

## (2) 強度評価に用いる構内排水路逆流防止設備の津波荷重に関わる計算条件 構内排水路逆流防止設備の津波荷重に関わる計算条件を表 5-8 及び表 5-9 に示す。

		(1冉11111111111	哈史加列工可	$\chi$ (1, 2, 3,	4, (, 0, 9))		
対象の津波	入力津波 高さ H <sub>1</sub> (m)	設計水深 h <sub>1</sub> (m)	津波及び余 震による分 布荷重 q <sub>1</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	スキンプレ ートに加わ る単位面積 当たりの荷 重 P <sub>1</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	主桁に加わ る津波及び 余震による 荷重 W (N)	縦補助桁に 加わる各区 分の平均荷 重 p <sub>3</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )
基準津波	17.9	26.9	0.34	0.34	$1.528 \times 10^{5}$	0.34	0.34
敷地に遡上 する津波	24.0	36.0	0.46	0.46	2.068 $\times 10^5$	0.46	0.46

# 表 5-8 構内排水路逆流防止設備の津波荷重に関わる計算条件

表 5-9	構内排水路逆流防止設備の津波荷重に関わる計算条	€件
	(構内排水路逆流防止設備(5,6))	

対象の津波	入力津波 高さ H <sub>1</sub> (m)	設計水深 h <sub>1</sub> (m)	津波及び余 震による分 布荷重 q <sub>1</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	スキンプレ ートに加わ る単位面積 当たりの荷 重 P <sub>1</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	主桁に加わ る津波及び 余震による 荷重 W (N)	縦補助桁に 加わる各区 分の平均荷 重 p <sub>3</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )
基準津波	17.9	26.9	0.34	0.34	$3.610 \times 10^4$	0.34	0.34
敷地に遡上 する津波	24.0	36.0	0.46	0.46	4.885 $\times 10^4$	0.46	0.46

#### 6. 評価結果

## (1) 基準津波と余震による重畳時

重畳時における評価部位の応力評価結果を表 6-1 及び表 6-2 に示す。 発生応力が許容応力以下であることから,構造部材が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))

評価部位		莎伍内市	発生応力	許容応力
		青半小山ルロンプ	$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$
	スキンプレート	最大応力度	73	135
扉体部	主桁	曲げ応力度	95	135
		せん断応力度	47	75
	縦補助桁	曲げ応力度	68	135
		せん断応力度	19	75
田空堂	戸当り	支圧応力度	1.96	8.9
回化即	(コンクリート)	せん断応力度	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))

評価部位		評価項目	発生応力	許容応力
	スキンプレート	最大応力度	62	135
扉体部	- - - - - - - - - -	曲げ応力度	84	135
	土.竹J	せん断応力度	46	75
	縦補助桁	曲げ応力度	14	135
		せん断応力度	7	75
固定部	戸当り	支圧応力度	1. 02	8.9
	(コンクリート)	せん断応力度	0. 22	0.6

#### (2) 敷地に遡上する津波と余震による重畳時

重畳時における評価部位の応力評価結果を表 6-3 及び表 6-4 に示す。 発生応力が許容応力以下であることから,構造部材が構造健全性を有することを確認した。

評価部位		評価応力	発生応力	許容応力	
			$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$	
	スキンプレート	最大応力度	99	153	
扉体部	主桁	曲げ応力度	128	153	
		せん断応力度	64	85	
	縦補助桁	曲げ応力度	91	153	
		せん断応力度	25	85	
田今初	戸当り	支圧応力度	2.65	10.03	
回化即	(コンクリート)	せん断応力度	0. 56	0. 68	

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

評価部位		評価応力	発生応力	許容応力
			$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$
扉体部	スキンプレート	最大応力度	83	153
	主桁	曲げ応力度	114	153
		せん断応力度	62	85
	縦補助桁	曲げ応力度	19	153
		せん断応力度	9	85
固定部	戸当り	支圧応力度	1.38	10.03
	(コンクリート)	せん断応力度	0. 29	0. 68

表 6-4 強度評価結果(構内排水路逆流防止設備(5,6))

7. 出口側集水枡の強度評価

#### 7.1 出口側集水桝の構造概要

集水桝は、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、「集水桝(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、「集水桝(R C防潮壁部)」という。)に区分される。堤内側で接続する集水桝(以下、「入口側集水桝」と いう。)と堤外側で接続する集水桝(以下、「出口側集水桝」という。)があり、構内排水路逆 流防止設備は出口側集水桝に設置する。

出口側集水桝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。

出口側集水桝の構造図を図 7-1 に示す。

図 7-1(1)図 構内排水路(杭間部) 出口側集水枡構造図(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 集水桝 (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,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「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<sub>d</sub>-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用いる。

7.2.1 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。

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界	
		出口側集水桝の	発生応力が許容限界以	短期許容応力度	
楼洪政府	構造部材の	全構造部材	下であることを確認		
悟垣 畑皮   た右 する	健全性	出口側集水桝を支	発生応力が許容限界以	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
そ有りる	持する鋼管杭	下であることを確認	应朔可谷心刀皮		
	基礎地盤の	其石林北船	接地圧が許容限界以下	極限支持力*	
	支持性能		であることを確認	極限又付刀	
有意な漏		出口側集水桝の	発生応力が許容限界以	后期实际专力库	
えいを生	構造部材の	全構造部材	下であることを確認	应期矸谷心力度	
じないこ	健全性	出口側集水桝を支	発生応力が許容限界以	后期实际内由由	
2		持する鋼管杭	下であることを確認	应朔矸谷応刀度	

表 7-1 出口側集水桝(杭間部)の評価項目

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 7-1 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 7-1 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 出口側集水桝(杭間部)の強度評価フロー

### 7.2.2 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。

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	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
こと	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

表 7-2 出口側集水桝(RC防潮壁部)の評価項目

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: R C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防潮壁底版接合鉄筋の健全性評価を実施することで,表 7-2 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 出口側集水桝(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 JEAG4601-1987((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。

記号	単位	定義
G	kN	固定荷重
Р	kN	積載荷重
P <sub>t</sub>	$kN/m^2$	遡上津波荷重
K <sub>Sd</sub>	$kN/m^2$	余震荷重
Рс	kN	衝突荷重
P <sub>k</sub>	$kN/m^2$	風荷重
P <sub>s</sub>	kN	積雪荷重
τ <sub>sa</sub>	$N/mm^2$	鋼管杭の許容せん断応力度
σ <sub>sa1</sub>	$N/mm^2$	鋼管杭の許容引張応力度,許容圧縮応力度
σ <sub>са</sub>	$N/mm^2$	コンクリートの許容曲げ圧縮応力度
τ а 1	$N/mm^2$	コンクリートの許容せん断応力度
σsa2	$N/mm^2$	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
М	N•mm	最大曲げモーメント
Z	mm <sup>3</sup>	断面係数
N	Ν	軸力
А	$\mathrm{mm}^2$	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)

表 8-1 強度計算書で用いる記号の定義

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、添付書類「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。

8.2.1 杭間部

出口側集水桝の評価対象部位は、桝本体の底版と前背面壁、及び桝を支持する鋼管杭、支持力、杭頭部とする。評価対象断面は、集水桝及び集水桝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)

### 8.2.2 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<sub>t</sub>)
   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<sub>sd</sub>)
   余震荷重として,弾性設計用地震動S<sub>d</sub>-D1による地震力及び動水圧を考慮する。
- (5) 衝突荷重(P。)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<sub>k</sub>)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<sub>s</sub>) 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。

区分		荷重の組合せ
津波時		$G + P + P_t$
重畳時		$\mathrm{G}+\mathrm{P}+\mathrm{P}_{\mathrm{t}}+\mathrm{K}_{\mathrm{S}\mathrm{d}}$
G	:固定	定荷重
Р	:積載	載荷重
P <sub>t</sub>	:遡_	上津波荷重
K s d	:余意	長荷重

表 8-2 荷重の組合せ

#### 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

		許容限界		
	評価項目	基準津波時	T.P.+24 m 津波時	
鋼管杭	短期許容引張応力度 $\sigma_{sa1}$ (N/mm <sup>2</sup> ) 短期許容圧縮応力度 $\sigma_{sa1}$ (N/mm <sup>2</sup> )	382.5	433. 5	
(SM570)	短期許容せん断応力度τ <sub>sa</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	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. +24m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。

	許容限界					
	評価項目			T.P.+24 m 津波時		
		短期許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$ (N/mm <sup>2</sup> )	21*1	28 <sup>*1</sup>		
	設計基準強度	短期許容せん断応力度 <sub>τ a1</sub> *1 (N/mm <sup>2</sup> )	0.825*4	$1.1^{*4}$		
	$40 \text{ N/mm}^2$	短期許容押抜きせん断応力度 <sub>て a 1</sub> ' (N/mm <sup>2</sup> )	$1.65^{*1}$	2. $2^{*1}$		
コンクリート		短期許容支圧応力度 $\sigma_{c,a}$ (N/mm <sup>2</sup> )	18*1	$24^{*1}$		
	設計基準強度 50 N/mm <sup>2</sup>	短期許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{\rm c.a.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	24 <sup>*3</sup>	32* <sup>3</sup>		
		短期許容せん断応力度 τ <sub>a1</sub> *1 (N/mm <sup>2</sup> )	0. 825*4	$1.1^{*4}$		
		短期許容押抜きせん断応力度 τ <sub>а1</sub> ' (N/mm <sup>2</sup> )	$1.1^{*1}$	2. $2^{*1}$		
		短期許容支圧応力度 $\sigma_{ca}$ (N/mm <sup>2</sup> )	22. $5^{*1}$	30*1		
	SD345*1	短期許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa2}$ (N/mm <sup>2</sup> ) (軸方向鉄筋)	294	323.4		
鉄筋	50345	短期許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa2}$ (N/mm <sup>2</sup> ) (せん断補強筋)	294	323.4		
	SD400*2	短期許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa2}$ (N/mm <sup>2</sup> ) (軸方向鉄筋)	435	478.5		
	SD490*2	短期許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa2}$ (N/mm <sup>2</sup> ) (せん断補強筋)	300	330		

表 8-4 鉄筋コンクリートの許容限界

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<sub>a</sub>)を許容限界とする。

$$V_{a}\!=\!V_{ca}\!+\!V_{sa}$$

ここで,

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

V<sub>sa</sub>: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<sub>a1</sub>: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<sub>w</sub>:斜め引張鉄筋断面積
- σ<sub>sa2</sub>:鉄筋の許容引張応力度
- s : 斜め引張鉄筋間隔

斜め引張鉄筋を配置する部材のせん断力に対する許容限界を表 8-5 に示す。

表 8-5 斜め引張鉄筋を配置する部材のせん断力に対する許容限界

		断面	形状		せ	ん断補強角	穷	許容せ	ん断力	短期許容
(上 四	*****		.2. 20	<b>大</b> 拱室		01	0	コンクリート	鉄筋	せん断力 Va
112.直	部材幅	部材局	73-5-9	有	径	Sb	Ss	Vca	Vsa	(=Vca+Vsa)
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)
壁部	1000	800	150	650	D22	200	400	233. 15	820.27	1053.4
底版部	1000	800	150	650	D22	200	400	233. 15	820. 27	1053.4

c. 基礎地盤の支持力

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((社)日本道路協会,平成14年3月)によ り以下の支持力算定式により設定する。基礎地盤の支持力に対する許容限界を表 8-6 に示 す。

極限支持力算定式(杭基礎 [中堀り工法])

 $R_{u} = q_{d} \cdot A + U \Sigma L_{i} \cdot f_{i} \qquad (kN)$ 

Ru: 地盤から決まる杭の極限支持力(kN)

qd:杭下端における単位面積あたりの極限支持力度 (kN/m<sup>2</sup>):コンクリート打設方式

 $q_d = 3 \cdot q_u$ 

qu:支持岩盤の一軸圧縮強度 (kN/m<sup>2</sup>)

\* c<sub>CW</sub>=q<sub>u</sub>/2 より, q<sub>u</sub>=c<sub>CW</sub>×2。ここで, c<sub>CW</sub>はKm層の非排水せん断強度 A:杭下端面積 (m<sup>2</sup>)

U:杭の周長 (m)

L<sub>i</sub>:周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

f<sub>i</sub>:周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦応力度 (kN/m<sup>2</sup>)

項目	算定結果	備考
極限支持力R <sub>u</sub> (kN)	—	
$q_{d}A_{kN}$	_	
$U \Sigma L_i f_i$ (kN)	—	
極限支持力度q <sub>d</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	6288	$=3 \cdot q_u$
一軸圧縮強度 q u (kN/m <sup>2</sup> )	2096	=非排水せん断強度×2
非排水せん断強度 (kN/m <sup>2</sup> )	1048	
杭下端標高 EL. (m)	-61.0	
杭下端面積A (m²)	-	
杭の周長U (m)	-	
周面摩擦力を考慮する層の層厚L <sub>i</sub> (m)	_	
最大周面摩擦力度 f i (kN/m <sup>2</sup> )	—	

表 8-6 基礎地盤の支持力に対する許容限界

### 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。

- 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。この時, 付与する地盤バネは上限値を有するバイリニア型とする。図 8-5 にモデル概念図を 示す。



図 8-5 フレーム解析モデル概念図

2次元静的フレーム解析に用いる地盤バネは「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)」に準拠し,地盤反力上限値を考慮したバイリニア型とする。

本検討では、津波波力及び漂流物荷重などの堤外側から堤内側に作用する荷重を主た る荷重として扱うためフーチング側部による地盤抵抗を期待するものとする。地盤バネ は沈下した地盤面から杭先端までの範囲で考慮する。

津波時の地盤バネは、地盤の剛性及び反力上限値の低下が無いと仮定した地盤バネ1 及び地盤の剛性及び反力上限値の低下を考慮した地盤バネ2の2ケースを考慮する。

ケーフタ	地盤バネの	地盤バネの	(世本		
クース名	バネ定数	反力上限值	加石		
	初期せん断剛性	ピーク強度(平均値)	地盤抵抗が大きいと仮定し		
地盤ハイI	から設定	から設定	た場合		
抽般バクの	静弹性係数	残留強度(-1σ低減値)	地盤抵抗が小さいと仮定し		
地盤ハネ2	から設定	から設定	た場合		

表 8-7 地盤バネケース

(ロ) 使用材料及び材料の物性値

使用材料を表 8-8 に、材料の物性値を表 8-9 に示す。

表 8-8 使用材料

	諸元	
出口側集水枡	鉄筋	SD490
(杭間部)	コンクリート	設計基準強度 50 N/mm <sup>2</sup>
鋼管杭*	(杭間部)	$\phi 800 \text{ mm} (SM570) \text{ t} = 40$

注記 \*: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)に従い腐食代1mmを考慮する。杭の断面照 査及び杭の曲げ剛性を算出する際は腐食代1mmによる断面積の低 減を考慮する。

表 8-9 材料の物性値

材料		単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
鉄筋コンクリート*	$50 \text{ N/mm}^2$	24.5	$3.30 \times 10^4$	0.2
鋼管杭(杭間部)*		77.0	2.00 $\times 10^{5}$	0.3

注記 \*: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)

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/mm<sup>2</sup>)
- M :最大曲げモーメント (N·mm)
- Z : 断面係数 (mm<sup>3</sup>)
- N : 軸力 (N)
- A : 有効断面積 (mm<sup>2</sup>)

(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。

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

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/mm<sup>2</sup>)

S : せん断力 (N)

A : 有効断面積 (mm<sup>2</sup>)

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及び材料の物性値は、表 8-8 及び表 8-9 と同様とする。
- 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 8-6 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 8-7 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 8-10 に、材料の物性値を表 8-11 に示す。

諸元				
出口側集水枡	鉄筋(主筋)	SD490		
(RC防潮壁部)	コンクリート	設計基準強度 40 N/mm <sup>2</sup>		

表 8-10 使用材料

表 8-11 材料の物性値

材料		単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
鉄筋コンクリート* 40 N/mm <sup>2</sup>		24.5	3. $10 \times 10^4$	0.2

注記 \*: 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)

- 8.5.2 重畳時
  - (1) 出口側集水桝(杭間部)

重畳時においては出口側集水桝の静的解析に必要な余震時の設計震度,地盤変位,地盤剛 性及び反力上限値を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, 地盤剛性及び反力上限値を集水桝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. 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,解折コード「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

地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素によりモデル化し、地震時の有効 応力の変化に応じた非線形せん断応力~せん断ひずみ関係を考慮する。

(口) 減衰定数

固有値解析にて求められる固有振動数及び初期減衰定数に基づく剛性比例型減衰 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。

- 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,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。表 8-12 に地盤の物性値を示す。

				原地盤									
	パラメータ			相戶十			第四系	(海状化検討	は多層)				
				埋庆上									
				fl	du	Ag2	As	Agl	D2s-3	D2g-3	D1g-1		
物	密度	0	g /om <sup>3</sup>	1.98	1.98	2.01	1 74	2.01	1 92	2.15	2.01	1 958	
理些	() は地下水位以浅	β	g/ CIII	(1.82)	(1.82)	(1.89)	1. (4	(1.89)	1. 52	(2.11)	(1.89)	1. 500	
竹性	間隙比	е	_	0.75	0.75	0.67	1.2	0.67	0.79	0.43	0.67	0.702	
	ポアソン比	$\nu_{\rm CD}$	—	0.26	0.26	0.25	0.26	0.25	0.19	0.26	0.25	0.333	
亦	基準平均有効主応力	_,	1 1 / 2	358	358	497	970	814	066	1167	1695	12.6	
変形	() は地下水位以浅	σ <sub>ma</sub>	<sub>ma</sub> kN/m <sup>2</sup>	(312)	(312)	(299)	310	(814)	966	(1167)	(1710)		
特州	基準初期せん断剛性	0	1-N /m <sup>2</sup>	253529	253529	278087	1 4000 4	392073	650611	1362035	947946	18975	
性	() は地下水位以浅	G <sub>ma</sub>	kN/m <sup>-</sup>	(220739)	(220739)	(167137)	143284	(392073)		(1362035)	(956776)		
	最大履歷減衰率	h <sub>max</sub>	_	0.220	0.220	0.233	0.216	0.221	0.192	0.130	0.233	0.287	
強度	粘着力	C <sub>CD</sub>	$N/mm^2$	0	0	0	0.012	0	0.01	0	0	0	
特性	内部摩擦角	$\phi_{\rm CD}$	度	37.3	37.3	37.4	41	37.4	35.8	44.4	37.4	30	
	液状化パラメータ	$\phi_{\rm p}$	_	34.8	34.8	34.9	38.3	34.9	33.4	41.4	34.9	28	
4	液状化パラメータ	$S_1$	_	0.047	0.047	0.028	0.046	0.029	0.048	0.030	0.020	0.005	
液状化	液状化パラメータ	$W_1$	-	6.5	6.5	56.5	6.9	51.6	17.6	45.2	10.5	5.06	
化特	液状化パラメータ	$P_1$	-	1.26	1.26	9.00	1.00	12.00	4.80	8.00	7.00	0.57	
Τ±	液状化パラメータ	$P_2$	-	0.80	0.80	0.60	0.75	0.60	0.96	0.60	0.50	0.80	
	液状化パラメータ	$C_1$	_	2.00	2.00	3.40	2. 27	3. 35	3.15	3. 82	2.83	1.44	

表 8-12(1) 地盤の解析用物性値一覧(液状化検討対象層)

表 8-12(2)	地盤の解析用物性値一覧	(非液状化層)
		() + () + () + () + () + () + () + () +

			原地盤							
パラメータ					第四系(非	液状化層)	新第三系			
				Ac	D2c-3	1m	D1c-1*1	Km	括石	
物理性	密度 () は地下水位以浅	ρ	g/cm <sup>3</sup>	1.65	1.77	1.47 (1.43)	_	1.72–1.03×10 <sup>-4</sup> · z	2.04 (1.84)	
村性	間隙比	е	_	1.59	1.09	2.8	_	1.16	0.82	
	ポアソン比	u <sub>CD</sub>	_	0.10	0.22	0.14		0.16+0.00025 · z	0.33	
変形特性	基準平均有効主応力 () は地下水位以浅	$\sigma'_{ma}$	kN/m²	480	696	249 (223)	_	乱仏亦でれたりっせった	98	
	基準初期せん断剛性 () は地下水位以浅	G <sub>ma</sub>	kN/m²	121829	285223	38926 (35783)	_	動的変形特性に基づさ z(標高)毎に物性値を 設定	180000	
	最大履歴減衰率	$h_{\text{max}}$	_	0.200	0.186	0.151	_		0.24	
強度	粘着力	C <sub>CD</sub>	$N/mm^2$	0.025	0.026	0.042	_	0.358-0.00603 · z	0.02	
特性	内部摩擦角	$\phi_{\rm CD}$	度	29.1	35.6	27.3	_	23.2+0.0990• z	35	

注記 \*1:施設の耐震評価に影響を与えるものではないことから、解析用物性値として本表には記載しない。

z:標高 (m)

表 8-12(3) 地盤の解析用物性値一覧(新第三系 Km 層)

区分	設定深度		密度	静ポアソン比	粘着力	内部摩擦角	せん断波	基準初期	基準体積	基準平均有効	拘束圧	最大履歴	動ポアソン比	疎密波
番号	T.P.(m)	適用深度 T.P.(m)	ρ	ν <sub>cn</sub>	Ccn	φ <sub>cp</sub>	速度Vs	せん断剛性 Gma	弾性係数 Kma	主応力 σ'ma	依存係数	減衰率	ν	速度Vp
	z		(g/cm <sup>3</sup> )		(kN∕m <sup>*</sup> )	(°)	(m/s)	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	mG.mK	hmax(-)	u u	(m/s)
1	10	9.5 ~ 10.5	1.72	0.16	298	24.2	425	310.675	353.317	504	0	0.105	0.464	1640
2	9	8.5 ~ 9.5	1.72	0.16	304	24.1	426	312,139	354,982	504	0	0.105	0.464	1644
3	8	7.5 ~ 8.5	1.72	0.16	310	24.0	427	313.606	356.650	504	0	0.105	0.464	1648
4	7	6.5 ~ 7.5	1.72	0.16	316	23.9	428	315.076	358.322	504	0	0.105	0.464	1651
5	6	5.5 ~ 6.5	1.72	0.16	322	23.8	428	315.076	358.322	504	0	0.106	0.464	1651
6	5	4.5 ~ 5.5	1.72	0.16	328	23.7	429	316.551	359,999	504	0	0.106	0.464	1655
7	4	3.5 ~ 4.5	1.72	0.16	334	23.6	430	318.028	361.679	504	0	0.106	0.463	1638
8	3	2.5 ~ 3.5	1.72	0.16	340	23.5	431	319,509	363.363	504	0	0.107	0.463	1642
9	2	1.5 ~ 2.5	1.72	0.16	346	23.4	431	319.509	363.363	504	0	0.107	0.463	1642
10	1	0.5 ~ 1.5	1.72	0.16	352	23.3	432	320.993	365.051	504	0	0.107	0.463	1646
11	0	-0.5 ~ 0.5	1.72	0.16	358	23.2	433	322 481	366 743	504	0	0.107	0.463	1650
12	-1	-1.5 ~ -0.5	1.72	0.16	364	23.1	434	323 972	368 439	504	0	0.107	0.463	1653
13	-2	-2.5 ~ -1.5	1.72	0.16	370	23.0	435	325 467	370 139	504	0	0.108	0.463	1657
14	-3	-3.5 ~ -2.5	1.72	0.16	376	22.0	435	325 467	370 139	504	0	0.108	0.463	1657
15	-4	-4.5 ~ -3.5	1.72	0.16	382	22.0	436	326 965	371 843	504	0	0.100	0.463	1661
16	-5	-5.5 ~ -4.5	1.72	0.16	388	22.0	400	328.467	373 551	504	0	0.100	0.462	1644
17	-6	-6.5 ~ -5.5	1.72	0.16	394	22.6	438	329.972	375 262	504	0	0.100	0.462	1648
18	-7	-7.5 ~ -6.5	1.72	0.16	400	22.5	438	329,972	375 262	504	0	0.109	0.462	1648
10	_0	-9.5 ~ -7.5	1.72	0.16	406	22.0	400	321,490	276.077	504	0	0.100	0.462	1652
20	-9	-9.5 ~ -8.5	1.72	0.16	412	22.4	400	332 992	378 697	504	0	0.100	0.462	1656
20	-10	-11	1.72	0.10	412	22.0	440	332,552	370,037	504	0	0.110	0.462	1650
21	-10	-11 ~ -9.5	1.72	0.10	410	22.2	441	334,507	380,420	504	0	0.110	0.462	1662
22	-14	-15 ~ -12	1.72	0.10	430	22.0	442	330,020	295.614	504	0	0.110	0.462	1671
2.5	-16	-17 +: -15	1.72	0.10	442	21.0	444	335,074	303,014	504	0	0.111	0.461	1654
24	-10	-17 ~ -13	1.72	0.10	404	21.0	440	340,003	367,352	504	0	0.112	0.461	1662
20	-10	-19 ~ -17	1.72	0.10	407	21.4	447	345,071	390,842	504	0	0.112	0.461	1665
20	-20	-21 ~ -19	1.72	0.16	4/9	21.2	448	345,211	392,593	204	0	0.112	0.461	1672
27	-22	-23 ~ -21	1.72	0.15	491	21.0	450	348,300	381,471	498	0	0.112	0.461	1073
28	-24	-25 ~ -23	1.72	0.15	503	20.8	452	351,403	384,870	498	0	0.113	0.461	1680
29	-26	-2/ ~ -25	1.72	0.15	515	20.6	453	352,959	386,574	498	0	0.113	0.460	1664
30	-28	-29 ~ -2/	1.72	0.15	527	20.4	455	356,083	389,996	498	0	0.114	0.460	1072
31	-30	-31 ~ -29	1.72	0.15	539	20.2	456	357,650	391,/12	498	0	0.114	0.460	1675
32	-32	-33 ~ -31	1.72	0.15	501	20.0	458	360,794	395,155	498	0	0.115	0.460	1083
33	-34	-35 ~ -33	1.72	0.15	563	19.8	459	362,371	396,883	498	0	0.115	0.459	1667
34	-36	-3/~-35	1.72	0.15	5/5	19.6	461	365,536	400,349	498	0	0.115	0.459	1675
35	-38	-39 ~ -3/	1./2	0.15	587	19.4	462	367,124	402,088	498	0	0.116	0.459	1678
36	-40	-41 ~ -39	1./2	0.15	599	19.2	464	370,309	405,577	498	0	0.116	0.459	1685
3/	-42	-43 ~ -41	1./2	0.15	611	19.0	465	3/1,90/	407,327	498	0	0.117	0.459	1689
38	-44	-45 ~ -43	1.72	0.15	623	18.8	467	375,113	410,838	498	0	0.117	0.458	1678
39	-46	-47 ~ -45	1.72	0.15	635	18.6	468	376,721	412,599	498	0	0.117	0.458	1681
40	-48	-49 ~ -47	1.72	0.15	647	18.4	470	379,948	416,134	498	0	0.118	0.458	1688
41	-50	-51 ~ -49	1.73	0.15	660	18.3	472	385,416	422,122	498	0	0.118	0.458	1696
42	-52	-53 ~ -51	1.73	0.15	672	18.1	473	387,051	423,913	498	0	0.118	0.458	1699
43	-54	-55 ~ -53	1.73	0.15	684	17.9	475	390,331	427,505	498	0	0.118	0.457	1688
44	-56	-57 ~ -55	1.73	0.15	696	17.7	476	391,976	429,307	498	0	0.119	0.457	1692
45	-58	-59 ~ -57	1.73	0.15	708	17.5	478	395,277	432,922	498	0	0.119	0.457	1699
46	-60	-61 ~ -59	1.73	0.15	720	17.3	479	396,933	434,736	498	0	0.120	0.457	1702
47	-62	-63 ~ -61	1.73	0.14	732	17.1	481	400,255	422,491	492	0	0.120	0.457	1709
48	-64	-65 ~ -63	1.73	0.14	744	16.9	482	401,921	424,250	492	0	0.120	0.456	1695
49	-66	-67 ~ -65	1.73	0.14	756	16.7	484	405,263	427,778	492	0	0.120	0.456	1702
50	-68	-69 ~ -67	1.73	0.14	768	16.5	485	406,939	429,547	492	0	0.121	0.456	1705
51	-70	-71 ~ -69	1.73	0.14	780	16.3	487	410,302	433,097	492	0	0.121	0.456	1712
52	-72	-73 ~ -71	1.73	0.14	792	16.1	489	413,679	436,661	492	0	0.121	0.456	1719
53	-74	-75 ~ -73	1.73	0.14	804	15.9	490	415,373	438,449	492	0	0.122	0.455	1705
54	-76	-77 ~ -75	1.73	0.14	816	15.7	492	418,771	442,036	492	0	0.122	0.455	1712
55	-78	-79 ~ -77	1.73	0.14	828	15.5	493	420,475	443,835	492	0	0.122	0.455	1716
56	-80	-81 ~ -79	1.73	0.14	840	15.3	495	423,893	447,443	492	0	0.122	0.455	1723
57	-82	-85 ~ -81	1.73	0.14	852	15.1	496	425,608	449,253	492	0	0.123	0.455	1726
58	-88	-90 ~ -85	1.73	0.14	889	14.5	501	434,232	458,356	492	0	0.124	0.454	1726
59	-92	-95 ~ -90	1.73	0.14	913	14.1	504	439,448	463,862	492	0	0.124	0.454	1736
60	-98	-101 ~ -95	1.73	0.14	949	13.5	509	448,210	473,111	492	0	0.125	0.453	1736
61	-104	-108 ~ -101	1.73	0.13	985	12.9	513	455,282	463,485	486	0	0.126	0.452	1733
62	-112	-115 ~ -108	1.73	0.13	1,033	12.1	519	465,995	474,391	486	0	0.127	0.451	1737
63	-118	-122 ~ -115	1.73	0.13	1,070	11.5	524	475,016	483,575	486	0	0.127	0.451	1754
64	-126	-130 ~ -122	1.73	0.13	1,118	10.7	530	485,957	494,713	486	0	0.128	0.450	1758

項目		地盤改良体(セメント改良)*						
		一軸圧縮強度(≦8.5N/mm²の場合)	一軸圧縮強度(>8.5N/mm <sup>2</sup> の場合)					
物 理 特 性	密度 ρ <sub>ι</sub> (g/cm³)	改良対象の原地盤の平均密度×1.1						
静的変	静弹性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	581	2159					
形特性	静ポアソン比 <sub>ッ。</sub>	0	260					
÷L.	初期せん <mark>断</mark> 剛性 G <sub>0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	$G_0 = \rho_t / 1000 \times Vs^2$ Vs = 147.6 × q_u <sup>0.417</sup> (m/s) q_u: 一軸汪縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )						
的変	動ポアソン比 <sub>v d</sub>	0. 431						
形 特 性	動せん断弾性係数 のひずみ依存性 G/G <sub>0</sub> 〜 y	G/G <sub>0</sub> = <u>1</u> 1+ y /0.000537 y : せん断ひずみ (-)	$G/G_{o} = rac{1}{1 + \gamma / 0.\ 001560}$ $\gamma : せん断ひずみ (-)$					
	減衰定数 h~γ	h=0.152 <mark>γ/0.000537</mark> 1+γ/0.000537 γ:せん断ひずみ(一)	h=0.178 <mark>γ/0.001560</mark> 1+γ/0.001560 γ:せん断ひずみ(一)					
強度特性	粘着力 C(N/mm <sup>2</sup> )	$C = c$ $q_u: 一軸圧縮$	lu / 2 強度 (N/mm²)					

### 表 8-12(4) 地盤改良体の物性値一覧

注記 \*: 地盤改良体(嵩上げ部)の一軸圧縮強度:1.5 N/mm<sup>2</sup>

(ハ) 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、表 8-8 及び表 8-9 と同様とする。

(ニ) 地下水位

地下水位は地表面として設定する。

ハ. 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<sub>d</sub>-D1を,1次元波動論により地震応答解析モデルの底面位置で評価したものを 用いる。

図 8-8 に入力地震動算定の概念図を,図 8-9 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。

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 8-8 に示す。



図 8-8 入力地震動算定の概念図

MAX 331 cm/s<sup>2</sup> (19.5 s)







図 8-9(1) 杭間部:入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (水平方向:S<sub>d</sub>-D1)

MAX 256 cm/s<sup>2</sup> (44.22 s)







(b) 加速度応答スペクトル

図 8-9(2) 杭間部:入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (鉛直方向:S<sub>d</sub>-D1)







(b) 加速度応答スペクトル

図 8-9(3) R C 防潮壁部:入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (水平方向: S<sub>d</sub>-D1)







(b) 加速度応答スペクトル

図 8-9(4) R C 防潮壁部:入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (鉛直方向: S<sub>d</sub>-D1)

- b. 2次元静的フレーム解析
  - イ. 鋼管杭

重畳時も津波時同様,2次元静的フレーム解析に用いる地盤バネは「道路橋示方 書・同解説 IV 下部構造編(平成14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。杭側面に水平方向地盤バネ及び鉛直方向地盤バネ,杭下端に鉛 直方向地盤バネを設定する。

重畳時の地盤バネは,表 8-13 に示すケースにおいてS<sub>d</sub>波による1次元有効応力 解析を実施し,地表面最大加速度発生時刻,地表面最大変位発生時刻及び最大せん断 ひずみ時刻における物性により設定し,表 8-14 に示す3ケースを考慮する。

表 8-13 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		<ol> <li>①</li> <li>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)</li> </ol>	② 地盤物性の ば島 (+1 σ)した 析 ケース	③ 地盤物性の ば島つき オ (-1 σ)した 解 析ケース	<ul> <li>④</li> <li>地盤を強け</li> <li>さ破状こと</li> <li>を仮行</li> <li>を仮</li> <li>する</li> <li>する</li></ul>	<ol> <li>⑤</li> <li>原地盤にお</li> <li>いて非液件の条</li> <li>化の全した</li> <li>板ケース</li> </ol>	<ul> <li>⑥</li> <li>地盤物性のば</li> <li>らつきを考慮</li> <li>(+1 σ)し</li> <li>て非液状化の</li> <li>条件を仮定し</li> <li>た解析ケース</li> </ul>
液状化強度特性 の設定		<ul> <li>原地盤に基</li> <li>づく液性</li> <li>強度標準偏差</li> <li>を考慮)</li> </ul>	<ul> <li>原地盤に基</li> <li>づく液性</li> <li>強度標準偏差</li> <li>を考慮)</li> </ul>	<ul> <li>原地盤に基</li> <li>づく液性</li> <li>強度標準偏差</li> <li>を考慮)</li> </ul>	<ul><li>敷地に存在</li><li>しない豊</li><li>しない豊</li><li>小</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li><li>ボージン</li>&lt;</ul>	液状化パラ メータを非 適用	液状化パラ メータを非 適用
地震波	$S_d - D1$	1	1	1	1	1	1
	計	1	1	1	1	1	1

\*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照査する。

表 8-14 地盤バネケース

ケース名	地盤バネの	地盤バネの	供考	
	バネ定数	反力上限值	加巧	
	S d波による1ど	次元有効応力解析から	地盤抵抗が	
地盛ハイ 3	地表面最大加速度発生時刻	大きいケース		
	S <sub>d</sub> 波による1ど			
地盛ハイ 4	地表面最大変位発生時刻	地盤抵抗が		
地盤バネ5	S d波による1ど	小さいケース		
	最大せん断ひずみ発生時刻	刻における地盤物性により設定		

鋼管杭の重畳時の評価は「8.5.1 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。

- 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「8.5.1 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。
- 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<sub>d</sub>-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「8.5.1 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。
# 9. 評価条件

「8. 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 9-1 強度評価に用いる条件(基準津波時)

記号	定義	数値	単位
6	固定荷重(鉄筋コンクリート)	1554	kN
G	固定荷重(鋼管杭)	1791	kN
P <sub>s</sub>	積雪荷重	0.0	kN/m <sup>2</sup>
P <sub>k</sub>	風荷重	0.0	kN
P <sub>t</sub>	遡上津波荷重(底版天端標高:T.P.+0.7)	264.1	kN/m <sup>2</sup>
Рс	衝突荷重	0.0	kN
K <sub>Sd</sub>	余震荷重	0.0	kN
P <sub>d</sub>	動水圧	0.0	kN/m <sup>2</sup>
σ <sub>sa1</sub>	鋼管杭の許容引張応力度及び許容圧縮応力度	382.5	$N/mm^2$
τ <sub>sal</sub>	鋼管杭の許容せん断応力度	217.5	$N/mm^2$
σ <sub>ca</sub>	コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	21	$N/mm^2$
τ <sub>а1</sub>	コンクリートの許容せん断応力度	0.825	$N/mm^2$
V a	斜め引張鉄筋を考慮する場合の許容せん断力	1053.4	kN
V c a	コンクリートの許容せん断力	233.1	kN
V s a	斜め引張鉄筋の許容せん断力	820.3	kN
b w	有効幅	1.0	m
j	1/1.15	0.870	—
d	有効高さ	0.65	m
Aw	斜め引張鉄筋断面積	19.35	$cm^2$
σ <sub>sa2</sub>	鉄筋の許容引張応力度	435	$N/mm^2$
s	斜め引張鉄筋間隔	0.4	m
А	鋼管杭の有効断面積	0.09299	m <sup>2</sup>
Z	鋼管杭の断面係数	0.01682	m <sup>3</sup>
κ	せん断応力の分布係数	2.0	_

記号	定義	数値	単位
6	固定荷重(鉄筋コンクリート)	1554	kN
G	固定荷重(鋼管杭)	1791	kN
P <sub>s</sub>	積雪荷重	0.0	$kN/m^2$
P <sub>k</sub>	風荷重	0.0	kN
P <sub>t</sub>	遡上津波荷重(底版天端標高:T.P.+0.7)	356.6	$kN/m^2$
P <sub>c</sub>	衝突荷重	0.0	kN
K <sub>Sd</sub>	余震荷重	0.0	kN
P <sub>d</sub>	動水圧	0.0	$kN/m^2$
σ <sub>sa1</sub>	鋼管杭の許容引張応力度及び許容圧縮応力度	433.5	$N/mm^2$
τ <sub>sal</sub>	鋼管杭の許容せん断応力度	246.5	$N/mm^2$
σ <sub>ca</sub>	コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	28	$N/mm^2$
τ <sub>a1</sub>	コンクリートの許容せん断応力度	1.1	$N/mm^2$
V a	斜め引張鉄筋を考慮する場合の許容せん断力	1213.1	kN
V c a	コンクリートの許容せん断力	310.8	kN
V s a	斜め引張鉄筋の許容せん断力	902.3	kN
b w	有効幅	1.0	m
j	1/1.15	0.870	_
d	有効高さ	0.65	m
Aw	斜め引張鉄筋断面積	19.35	$\mathrm{cm}^2$
σ <sub>sa2</sub>	鉄筋の許容引張応力度	478.5	$N/mm^2$
s	斜め引張鉄筋間隔	0.4	m
А	鋼管杭の有効断面積	0.09299	$m^2$
Z	鋼管杭の断面係数	0.01682	m <sup>3</sup>
κ	せん断応力の分布係数	2.0	_

表 9-2 強度評価に用いる条件(T.P.+24 m 津波時)

表 9-3 強度評価に用いる条件(断面①:基準津波時)

記号	定義	定義			
6	固定荷重(鉄筋コンクリート)		1554	kN	
G	固定荷重(鋼管杭)		1791	kN	
P <sub>s</sub>	積雪荷重	0.0	$kN/m^2$		
P <sub>k</sub>	風荷重		0.0	kN	
P <sub>t</sub>	遡上津波荷重(底版天端標高:T.P.+0.7)		264.1	$kN/m^2$	
Рс	衝突荷重		0.0	kN	
IZ.	余震荷重:水平方向(水平震度×自重)	水平震度*	0.20	_	
K s d	余震荷重:鉛直方向(鉛直震度×自重)	鉛直震度*	0.20	_	
P <sub>d</sub>	動水圧(設置地盤標高:T.P.+0.7)		31.0	$kN/m^2$	
σ <sub>sal</sub>	鋼管杭の許容引張応力度及び許容圧縮応力	鋼管杭の許容引張応力度及び許容圧縮応力度			
τ <sub>sal</sub>	鋼管杭の許容せん断応力度	217.5	$N/mm^2$		
σ <sub>ca</sub>	コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	21	$N/mm^2$		
τ <sub>a1</sub>	コンクリートの許容せん断応力度	0.825	$N/mm^2$		
V a	斜め引張鉄筋を考慮する場合の許容せん断	力	1122.8	kN	
V c a	コンクリートの許容せん断力		197.28	kN	
V <sub>s a</sub>	斜め引張鉄筋の許容せん断力		925.57	kN	
b w	有効幅		1.0	m	
j	1/1.15		0.870	—	
d	有効高さ		0.65	m	
Aw	斜め引張鉄筋断面積		19.35	$\mathrm{cm}^2$	
σ <sub>sa2</sub>	鉄筋の許容引張応力度	鉄筋の許容引張応力度			
S	斜め引張鉄筋間隔		0.4	m	
А	鋼管杭の有効断面積		0.09299	$m^2$	
Z	鋼管杭の断面係数		0.01682	m <sup>3</sup>	
κ	せん断応力の分布係数		2.0	—	

\*:地盤バネケースのうち最大の値を示す。

記号	定義	数值	単位	
C	固定荷重(鉄筋コンクリート)		1554	kN
G	固定荷重(鋼管杭)		1791	kN
P <sub>s</sub>	積雪荷重	0.0	kN/m <sup>2</sup>	
P <sub>k</sub>	風荷重		0.0	kN
P <sub>t</sub>	遡上津波荷重(底版天端標高:T.P.+0.7)		356.6	$kN/m^2$
P <sub>c</sub>	衝突荷重		0.0	kN
IZ.	余震荷重:水平方向(水平震度×自重)	水平震度*	0.20	-
K S d	余震荷重:鉛直方向(鉛直震度×自重)	鉛直震度*	0.20	-
P <sub>d</sub>	遡上津波荷重(底版天端標高:T.P.+0.7)		41.8	$kN/m^2$
σ <sub>sa1</sub>	鋼管杭の許容引張応力度及び許容圧縮応力	度	433.5	$N/mm^2$
τ <sub>sal</sub>	鋼管杭の許容せん断応力度	246.5	$N/mm^2$	
σса	コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	28	$N/mm^2$	
τ <sub>al</sub>	コンクリートの許容せん断応力度	1.1	$N/mm^2$	
V a	斜め引張鉄筋を考慮する場合の許容せん断	力	1213.1	kN
V c a	コンクリートの許容せん断力		310.8	kN
V <sub>s a</sub>	斜め引張鉄筋の許容せん断力		902.3	kN
b w	有効幅		1.0	m
j	1/1.15		0.870	—
d	有効高さ		0.65	m
$A_w$	斜め引張鉄筋断面積		19.35	$\mathrm{cm}^2$
σ <sub>sa2</sub>	鉄筋の許容引張応力度	478.5	$N/mm^2$	
S	斜め引張鉄筋間隔		0.4	m
А	鋼管杭の有効断面積	0.09299	m <sup>2</sup>	
Z	鋼管杭の断面係数		0.01682	m <sup>3</sup>
κ	せん断応力の分布係数		2.0	_

表 9-4 強度評価に用いる条件 (T.P.+24 m 津波時)

\*:地盤バネケースのうち最大の値を示す。

## 10. 評価結果

- 10.1 津波時の強度評価結果
- 10.1.1 杭間部
  - (1) 鋼管杭の評価結果
    - a. 曲げ軸力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 10-1 に,曲げ軸力に対する照査結果を表 10-2~表 10-3 に示す。鋼管杭に対して許容応力度法による照査を行った結果,曲げ軸応力が短期許 容応力度以下であることを確認した。なお,発生応力は最大となる値を示している。

	断面	板厚	断面積	断面係数					
		(mm)	$(m^2)$	$(m^3)$					
	排水系統 I −2	40	0.09299	0.01682					

表 10-1 鋼管杭 (SM570) 断面諸元

表 10-2 曲げ軸力に対する照査結果(基準津波時)

	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生曲げ 軸応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
地盤バネ1	24	592	8	382.5	0.03
地盤バネ2	120	679	14	382.5	0.04

表 10-3 曲げ軸力に対する照査結果 (T.P.+24 m 津波時)

	曲げ	■h →	発生曲げ	短期許容	
	モーメント		軸応力	応力度	照査値
	$(kN \cdot m)$	(KN)	$(N/mm^2)$	$(N/mm^2)$	
地盤バネ1	27	750	10	433.5	0.03
地盤バネ2	121	875	16	433.5	0.04

b. せん断力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元は前出の表 10-1 に, せん断力に対する照査結果を表 10-4 及び表 10-5 に示す。

鋼管杭に対して許容応力度法による照査を行った結果, せん断応力が短期許容応力 度以下であることを確認した。なお,発生応力は各地盤バネに対して最大となる値を 示している。

	せん断力 (kN)	発生せん断 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照查値
地盤バネ1	22	0.48	217.5	0.01
地盤バネ2	32	0.69	217.5	0.01

表 10-4 せん断力に対する照査結果(基準津波時)

表 10-5 せん断力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時)

	せん断力 (kN)	発生せん断 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照查値
地盤バネ1	26	0.56	246.5	0.01
地盤バネ2	32	0. 69	246.5	0.01

- (2) 鉄筋コンクリートの評価結果
  - a. 曲げ軸力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 10-6 に,曲げ軸力に対する照査結果を表 10-7 及び 表 10-8 に,概略配筋図を図 10-1 に示す。

鉄筋コンクリートに対して許容応力度法による照査を行った結果,コンクリートに 発生する曲げ圧縮応力及び鉄筋に発生する曲げ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,発生応力は各部材において最大となる値を示している。

断面	かぶり (m)	断面有効高さ (m)	主筋	主筋断面積 (mm <sup>2</sup> )				
底版部	0.15	0.65	D32@200	3971				
壁部	0.15	0.65	D32@200	3971				

表 10-6 鉄筋コンクリート断面諸元



	部材		軸力	軸力 (kN) 田 (kN) (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ	短期許叙 (N/i	客応力度 mm <sup>2</sup> )	曲げ 圧縮	曲げ 引張
		(kN • m)	(kN)		ら「短応)」 (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 圧縮	曲げ 引張	応力 照査値	応力 照査値
地盤	壁部	60	465	0.24	-	21	435	0.02	—
バネ1	底版部	261	-15	0.91	29	21	435	0.05	0.07
地盤	壁部	58	519	0.25	-	21	435	0.02	—
バネ2	底版部	310	16	1.08	33	21	435	0.06	0.08

表 10-7 曲げ軸力に対する照査結果(基準津波時)

表 10-8 曲げ軸力に対する照査結果 (T.P.+24 m 津波時)

	部材	曲げ モーメント (kN・m) (kN)	軸力	曲げ F 圧縮応力 引引 (N/mm <sup>2</sup> ) (N	曲げ 리張広力	短期許3 (N/	容応力度 mm <sup>2</sup> )	曲げ 圧縮	曲げ 引張
			(kN)		(N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 圧縮	曲げ 引張	応力 照査値	応力 照査値
地盤	壁部	81	594	0.32	-	21	435	0.02	_
バネ1	底版部	339	-43	1.18	38	21	435	0.06	0.09
地盤	壁部	84	636	0.33	_	21	435	0.02	—
バネ2	底版部	368	2	1.28	40	21	435	0.07	0.10

## b. せん断力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 10-9 に, せん断力に対する照査結果を表 10-10 及 び表 10-11 に示す。

鉄筋コンクリートにおける許容応力度法による照査を行った結果, せん断力が許容 せん断力以下であることを確認した。なお,発生応力は各部材において最大となる値 を示している。

断面	斜め引張 鉄筋	斜め引張鉄筋 間隔 s (m)	間隔 s における 斜め引張鉄筋断面積 (mm <sup>2</sup> )
底版部	D22@200	0.4	1935
壁部	D22@200	0. 4	1935

表 10-9 鉄筋コンクリート断面諸元

表 10-10 せん断力に対する照査結果(基準津波時)

		せん断力 (kN)	許容せん断力 (kN)	照査値
地盤バネ1	壁部	26	1053.4	0.03
	底版部	127	1053.4	0.13
地盤バネ2	壁部	17	1053.4	0.02
	底版部	153	1053.4	0. 15

表 10-11 せん断力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時)

		せん断力 (kN)	許容せん断力 (kN)	照査値
地盤バネ1	壁部	35	1213. 1	0.03
	底版部	165	1213. 1	0.14
地盤バネ2	壁部	21	1213. 1	0. 02
	底版部	185	1213. 1	0.16

- 10.1.2 RC防潮壁部
  - (1) 曲げ軸力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 10-12 に,曲げ軸力に対する照査結果を表 10-13 及び 表 10-14 に,概略配筋図を図 10-2 に示す。

鉄筋コンクリートに対して許容応力度法による照査を行った結果,コンクリートに発 生する曲げ圧縮応力及び鉄筋に発生する曲げ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,発生応力は各地震動において最大となる値を示している。

断面	主筋方向	かぶり (m)	断面有効高さ (m)	鉄筋
<b>N</b> 7 1	水平	0.30	2.10 (2.40-0.3)	D32@150
Iv-1	鉛直	0.127	0. 473 (0. 60-0. 127)	D22@150

表 10-12 鉄筋コンクリート断面諸元

L			

図 10-2 概略配筋図

部位	曲げ           曲げ           曲げ           曲げ           曲げ           曲げ           Eiric             鉄筋           モーメント           (kN)           (kN)           Eiric	曲げ モーメント	軸力	曲げ 圧縮応力	曲げ 引張広力	短期許3 (N/	容応力度 mm <sup>2</sup> )	曲げ 圧縮	曲げ 引張
<u></u> [1]		)上、州田ルバクリ (N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 圧縮	曲げ 引張	応力 照査値	応力 照査値		
壁部+底版	水平鉄筋	6225	1489	2.2	147	21	435	0.11	0.34
壁部	鉛直鉄筋	362	0	4. 3	140	21	435	0.21	0. 33

表 10-13 基準津波時の曲げ軸力に対する照査結果

\* 軸力は正の値を引張とする。

表 10-14 T.P.+24 m 津波時の曲げ軸力に対する照査結果

部位 錯銘	<i>全</i> 生, 告生,	曲げ	軸力	軸力 (kN) 曲げ 曲げ 圧縮応力 引張応力 (N/mm <sup>2</sup> ) (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 引張応力	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		曲げ 圧縮	曲げ 引張
可以立	亚大用力	(kN • m)	(kN)		(N/mm <sup>2</sup> ) (N/mm <sup>2</sup> )		曲げ 圧縮	曲げ 引張	応力 照査値
壁部+底版	水平鉄筋	7995	2043	2.8	191	28	478.5	0.10	0.40
壁部	鉛直鉄筋	485	0	5.8	187	28	478.5	0.21	0.40

\* 軸力は正の値を引張とする。

(2) せん断力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 10-15 に, せん断力に対する照査結果を表 10-16 及び 表 10-17 に示す。

鉄筋コンクリートにおける許容応力度法による照査を行った結果, せん断応力が短期 許容応力度以下であることを確認した。なお, 発生応力は各地震動において最大となる値 を示している。

表 10-15 鉄筋コンクリート断面諸元

断面	主筋 方向	せん断	本数 (本)	区間 s における せん断補強鉄筋断面積 (mm <sup>2</sup> )
Π7 1	水平	D22@150*1	6 66	2578.1
IV-1	鉛直	D19@150 (SD345) *2	0.00	1909.8

注記 \*1:壁部+底版(水平方向)ついては鉛直方向の主筋をスターラップとする。

```
ただし,許容せん断応力度については SD345 とする。
```

\*2:壁部(鉛直方向)についてはスラーラップ(SD345)を配置する。

せん断補強鉄筋を考慮した許容せん断力を以下に計算する。

$$Va = Vc + Vs$$
$$Vc = \frac{1}{2}\tau_{a1}b_{w}jd$$
$$Vs = \frac{A_{w} \cdot \sigma_{sa} \cdot j \cdot d}{s}$$

ここで

- Va : 許容せん断力 (kN)
- Vc : コンクリートの許容せん断力 (kN)
- *Vs* :斜め引張鉄筋の許容せん断力(kN)
- でal:斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- *b*<sub>w</sub> :断面幅 (m)
- j : 1/1.15
- *d* : 有効高さ (mm)
- $A_w$ :斜め引張鉄筋断面積 (mm<sup>2</sup>)
- σsa:鉄筋の許容引張応力度(N/mm<sup>2</sup>)
- *s* :斜め引張鉄筋間隔(m)

·基準津波時(壁部+底版)

 $V_c = 1/2 \times 0.825/1.15 \times 0.60 \times 2.10 \times 1000 = 451.96$  $V_s = 2578.1 \times 294/1.15 \times 2.10/0.15/1000 = 9227.36$  $V_a = 451.96 + 9227.36 = 9679.31$ 

·基準津波時(壁部:鉛直)

 $V_c = 1/2 \times 0.825/1.15 \times 0.473 \times 2.50 \times 1000 = 424.16$  $V_s = 1908.1 \times 294/1.15 \times 0.473/0.15/1000 = 1538.23$  $V_a = 424.16 + 1538.23 = 1962.38$ 

### •T.P.+24 m 津波時(壁部+底版)

Vc= $1/2 \times 1.100/1.15 \times 0.60 \times 2.10 \times 1000 = 602.61$ Vs= $2578.1 \times 323.4/1.15 \times 2.10/0.15/1000 = 10150.09$ Va=602.61 + 10150.09 = 10752.70

•T.P.+24 m 津波時(壁部:鉛直)

 $V_c = 1/2 \times 1.100/1.15 \times 0.473 \times 2.50 \times 1000 = 565.54$  $V_s = 1908.1 \times 323.4/1.15 \times 0.473/0.15/1000 = 1692.05$  $V_a = 565.54 + 1692.05 = 2257.59$ 

部位	設計基準強度	発生せん断力 (kN)	許容せん断 耐力 (kN)	照査値
壁部+底版	$40 \text{ N/mm}^2$	4271.6	9679.31	0.45
壁部	$40 \text{ N/mm}^2$	892.2	1962. 38	0.46

表 10-16 基準津波時のせん断力に対する照査結果

表 10-17 T.P. +24 m 津波時のせん断力に対する照査結果

部位	設計基準強度	発生せん断力 (kN)	許容せん断 耐力 (kN)	照査値
壁部+底版	$40 \text{ N/mm}^2$	5536.4	10752.70	0.52
壁部	$40~{ m N/mm^2}$	1196.2	2257.59	0.53

#### 10.2 重畳時の強度評価結果

- 10.2.1 杭間部
  - (1) 1次元有効応力解析結果

I-2 断面における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, 最大せん断ひずみをまとめたものを表10-18 に示す。

	1	2	3	4	5	6	
	原地盤に基づ	地盤物性のば	地盤物性のば	地盤を強制的	原地盤におい	地盤物性のば	
	く液状化強度	らつきを考慮	らつきを考慮	に液状化させ	て非液状化の	らつきを考慮	
検討ケース	特性を用いた	(+1 σ) し	(-1 σ) し	ることを仮定	条件を仮定し	(+1 σ) し	
	解析ケース(基	た解析ケース	た解析ケース	した解析ケー	た解析ケース	て非液状化の	
	本ケース)			ス		条件を仮定し	
						た解析ケース	
地表面最大							
水平加速度	152.8	146.7	149.5	86.3	186.0	186.2	
$(cm/s^2)$							
地表面最大							
変位	12.65	9.45	13.44	16.05	10.51	9.12	
(cm)							
最大せん断	2 $41 \times 10^{-2}$	$2.18 \times 10^{-2}$	$2.40 \times 10^{-2}$	$2.56 \times 10^{-2}$	$2.40 \times 10^{-2}$	$2.02 \times 10^{-2}$	
ひずみ	J. 41 × 10	3. 10 × 10	J. 49 × 10	3. 30 × 10	J. 40 ∧ 10	2.92×10	

表 10-18 1 次元有効応力解析結果(I-2 断面)

表 10-18 より,地盤バネ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,地盤バネ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,地盤バネ5は最大せん断ひずみが発生する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'<sub>m</sub>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バネを設定する。

各地盤バネケースにおいて鋼管杭に与える地盤変位は、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。

- (2) 鋼管杭の評価結果
  - a. 曲げ軸力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 10-19 に,曲げ軸力に対する照査結果を表 10-20 及び 表 10-21 に示す。鋼管杭に対して許容応力度法による照査を行った結果,曲げ軸応力が短 期許容応力度以下であることを確認した。なお,発生応力は最大となる値を示している。

 表 10-19
 鋼管杭(SM570)断面諸元

 板厚
 断面積
 断面係数

 (mm)
 (m<sup>2</sup>)
 (m<sup>3</sup>)

 排水系統 I -2
 40
 0.09299
 0.01682

	鉛直 慣性力	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生曲げ 軸応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
地般バマの	上向き	662	869	49	382.5	0.13
	下向き	662	1130	51	382.5	0.14
	上向き	1809	127	109	382.5	0.29
	下向き	1809	151	109	382.5	0.29
手巻いふし	上向き	2095	148	126	382.5	0. 33
地盘八个 5	下向き	2095	165	126	382.5	0.33

表 10-20 曲げ軸力に対する照査結果(基準津波時)

表 10-21 曲げ軸力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時)

	鉛直 慣性力	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生曲げ 軸応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照查値
	上向き	633	1100	49	433.5	0.12
地盤ハイも	下向き	633	1399	53	433.5	0.13
主要が少し	上向き	1808	196	110	433.5	0.26
地盤バネ4	下向き	1808	231	110	433.5	0.26
地盤バネ5	上向き	2095	215	127	433.5	0.30
	下向き	2095	239	127	433.5	0. 30

b. せん断力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元は前出の表 10-19 に, せん断力に対する照査結果を表 10-22 及び表 10-23 に示す。

鋼管杭に対して許容応力度法による照査を行った結果, せん断応力が短期許容応力 度以下であることを確認した。なお,発生応力は各地盤バネに対して最大となる値を 示している。

表 10-22	せん断力に対する照査結果	(基準津波時)

	鉛直 慣性力	せん断力 (kN)	発生せん断 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照查値
抽般バマの	上向き	126	3	217.5	0.02
地盤バネ3	下向き	126	3	217.5	0.02
	上向き	646	14	217.5	0.07
地盛八个4	下向き	646	14	217.5	0.07
山山市、シントー	上向き	572	12	217.5	0.06
地盛八个 3	下向き	572	12	217.5	0.06

表 10-23 せん断力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時)

	鉛直 慣性力	せん断力 (kN)	発生せん断 応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値
地船バクの	上向き	119	3	246.5	0.02
	下向き	119	3	246.5	0.02
- 地船バマ 4	上向き	646	14	246.5	0.06
地盛八个4	下向き	646	14	246.5	0.06
生きたい	上向き	572	12	246.5	0. 05
地盘八个 3	下向き	572	12	246.5	0. 05

- (3) 鉄筋コンクリートの評価結果
  - a. 曲げ軸力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 10-24 に,曲げ軸力に対する照査結果を表 10-25 及 び表 10-26 に,概略配筋図を図 10-3 に示す。

鉄筋コンクリートに対して許容応力度法による照査を行った結果,コンクリートに 発生する曲げ圧縮応力及び鉄筋に発生する曲げ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,発生応力は各部材において最大となる値を示している。

	2			
断面	かぶり (m)	断面有効高さ (m)	主筋	主筋断面積 (mm <sup>2</sup> )
底版部	0.15	0.65	D32@200	3971
壁部	0. 15	0.65	D32@200	3971

表 10-24 鉄筋コンクリート断面諸元



	部材	曲げ	軸力 (kN)	曲げ 圧縮応力 (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 引張応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		曲げ 圧縮	曲げ 引張
		(kN • m)				曲げ 圧縮	曲げ 引張	応力 照査値	応力 照査値
上向き	壁部	363	-159	1.25	44	21	435	0.03	0.05
	底版部	1053	-109	3.66	117	21	435	0.04	0.05
下白き	壁部	380	-31	1.32	42	21	435	0.04	0.05
下回き	底版部	1125	-97	3.91	125	21	435	0.04	0.05

表 10-25(1) 曲げ軸力に対する照査結果(基準津波時・地盤バネ3)

表 10-25(2) 曲げ軸力に対する照査結果(基準津波時・地盤バネ4)

	立四十十	mtt ー 世げ ー 軸力		曲げ	曲げ	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		曲げ 圧縮	曲げ 引張
	日の内	$(kN \cdot m)$	(kN)	)エ、州目ルにクリ (N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 圧縮	曲げ 引張	応力 照査値	応力 照査値
	壁部	48	499	0.23	-	21	435	0.02	-
工旧ら	底版部	327	55	1.14	34	21	435	0.06	0.08
下向き	壁部	53	536	0.25	_	21	435	0.02	_
ト同き	底版部	348	59	1.22	36	21	435	0.06	0. 09

表 10-25(3) 曲げ軸力に対する照査結果(基準津波時・地盤バネ5)

	部材	曲げ	軸力	曲げ 圧縮応力 (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 引張応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		曲げ 圧縮	曲げ 引張
		(kN・m)	(kN)			曲げ 圧縮	曲げ 引張	応力 照査値	応力 照査値
上向き	壁部	50	497	0.23	-	21	435	0.02	-
	底版部	343	53	1.20	35	21	435	0.06	0.09
下向き	壁部	49	528	0.24	-	21	435	0.02	_
ト同き・	底版部	356	55	1.24	37	21	435	0.06	0.09

表 10-26(1) 曲げ軸力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時・地盤バネ3)

	部材	曲げ	軸力 (kN)	曲げ 圧縮応力 (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 引張応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		曲げ 圧縮	曲げ 引張
		(kN・m)				曲げ 圧縮	曲げ 引張	応力 照査値	応力 照査値
	壁部	378	49	1.32	39	28	478.5	0.05	0.09
こ回う	底版部	1101	-107	3.82	122	28	478.5	0.14	0.26
下向き・	壁部	393	185	1.38	37	28	478.5	0.05	0.08
	底版部	1183	-99	4.11	131	28	478.5	0.15	0.28

	部材	曲げ	軸力 (kN)	曲げ 圧縮応力 (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 引張応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		曲げ 圧縮	曲げ 引張
		モーメント (kN・m)				曲げ	曲げ	応力 昭本値	応力 昭本値
						上和	り坂	即正照	即正況
・上向き	壁部	78	613	0.31	-	28	478.5	0.02	_
	底版部	387	43	1.35	40	28	478.5	0.05	0.09
下向き・	壁部	81	648	0.33	-	28	478.5	0.02	—
	底版部	413	46	1.44	43	28	478.5	0.06	0.09

表 10-26(2) 曲げ軸力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時・地盤バネ4)

表 10-26(3) 曲げ軸力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時・地盤バネ5)

	立化大大	曲げ	軸力	曲げ 圧縮応力 (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 引張応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許3 (N/	容応力度 mm <sup>2</sup> )	曲げ 圧縮	曲げ 引張
	市内公	(kN • m)	(kN)			曲げ 圧縮	曲げ 引張	応力 照査値	応力 照査値
したそ	壁部	76	615	0.31	-	28	478.5	0.02	-
工印石	底版部	400	43	1.40	42	28	478.5	0.05	0.09
下白き	壁部	78	638	0.32	-	28	478.5	0.02	-
ト回き	底版部	417	45	1.46	44	28	478.5	0.06	0.10

## b. せん断力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 10-27 に、せん断力に対する照査結果を表 10-28 及 び表 10-29 に示す。

鉄筋コンクリートにおける許容応力度法による照査を行った結果、せん断応力が短 期許容応力度以下であることを確認した。なお、発生応力は各部材において最大とな る値を示している。

間隔 s における 斜め引張 斜め引張鉄筋 断面 斜め引張鉄筋断面積 鉄筋 間隔 s (m)  $(mm^2)$ 底版部 D22@200 0.4 1935壁部 D22@200 0.4 1935

表 10-27 鉄筋コンクリート断面諸元

表 10-28(1) せん断力に対する照査結果(基準津波時・地盤バネ3)

鉛直慣性力	部材 世ん断力 (kN)		許容せん断力 (kN)	照查値
し白き	壁部	135	1053.4	0.13
「二回る」	底版部	336	1053.4	0.32
下向き	壁部	138	1053.4	0.14
「回る	底版部	380	1053.4	0.37

表 10-28(2) せん断力に対する照査結果(基準津波時・地盤バネ4)

鉛直慣性力	部材	せん断力 (kN)	許容せん断力 (kN)	照查値
し白き	壁部	28	1053.4	0.03
5回工	底版部	145	1053.4	0.14
下白き	壁部	27	1053.4	0.03
し回る	底版部	159	1053.4	0.16

表 10-28(3) せん断力に対する照査結果(基準津波時・地盤バネ5)

鉛直慣性力	計直慣性力 部材		許容せん断力 (kN)	照査値
し白き	壁部	22	1053.4	0.03
上向き	底版部	147	1053.4	0.14
下白き	壁部	22	1053.4	0.03
「回る	底版部	156	1053.4	0.15

鉛直慣性力	部材	部材 (kN)		照査値
し白き	壁部	149	1213. 1	0.13
子回ろ	底版部	366	1213. 1	0.31
下向き	壁部	151	1213. 1	0.13
1.115	底版部	418	1213. 1	0.35

表 10-29(1) せん断力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時・地盤バネ3)

表 10-29(2) せん断力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時・地盤バネ4)

鉛直慣性力	部材 (kN)		許容せん断力 (kN)	照查値
上向き	壁部	31	1213. 1	0.03
三回る	底版部	179	1213. 1	0.15
下白を	壁部	30	1213. 1	0.03
「旧ろ	底版部	194	1213. 1	0.16

表 10-29(3) せん断力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時・地盤バネ5)

鉛直慣性力	部材	部材 (kN)		照查値
「「白キ	壁部	25	1213. 1	0.03
「二川ろ」	底版部	180	1213. 1	0.15
下白キ	壁部	24	1213. 1	0.02
「山ろ	底版部	191	1213. 1	0.16

(4) 基礎地盤の支持力に対する評価結果

基礎地盤の支持力に対する照査結果を表 10-30 及び表 10-31 に示す。 基礎地盤の支持力に対する照査を行った結果,最大接地圧が極限支持力度以下であるこ とを確認した。

土作物品	最大接地圧	極限支持力度	
地盛	$(kN/m^2)$	$(kN/m^2)$	
地盤バネ3	987	6288	
地盤バネ4	1001	6288	
地盤バネ5	1091	0288	

表 10-30 極限支持力に対する照査結果(基準津波時)

表 10-31 極限支持力に対する照査結果 (T.P.+24 m 津波時)

土作商品	最大接地圧	極限支持力度	
	$(kN/m^2)$	$(kN/m^2)$	
地盤バネ3	1025	6288	
地盤バネ4	1120	6200	
地盤バネ5	1132	6288	

- 10.2.2 RC防潮壁部
  - (1) 曲げ軸力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 10-32 に,曲げ軸力に対する照査結果を表 10-33~表 10-36 に, 概略配筋図を図 10-4 に示す。

鉄筋コンクリートに対して許容応力度法による照査を行った結果,コンクリートに発生 する曲げ圧縮応力及び鉄筋に発生する曲げ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,発生応力は各地震動において最大となる値を示している。

除盂	十次十百	かぶり	断面有効高さ	杂生合本
上	土肋万问	(m)	(m)	亚大月力
		0.20	2.10	D22@1E0
<b>W</b> 7.4	水平	0.30	(2.40-0.3)	D32@150
10-1	秋古	0 197	0. 473	D99@1E0
	亚但.	0.127	(0.60-0.127)	DZZ@150

表 10-32 鉄筋コンクリート断面諸元

図 10-4 概略配筋図

解析 ケース	地震動	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 <sup>*2</sup> (kN)	曲げ 圧縮応力 (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 引張応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許名 (N/i 曲げ 圧縮	容応力度 mm <sup>2</sup> ) 曲げ 引張	曲げ 圧縮 応力 照査値	曲げ 引張 応力 照査値
平均剛性 (非液状化)	S <sub>d</sub> – D 1	6908. 6 (694. 5) *1	2033. 4 (1105. 2) *1	2.8	174	21	435	0.14	0.40

表 10-33 水平鉄筋:曲げ軸力に対する照査結果(基準津波時:壁部+底版)

注記 \*1:()内は二軸照査に用いた別軸方向の曲げモーメントの値を示す。

\*2:軸力は正の値を引張とする。

表 10-34 水平鉄筋:曲げ軸力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時:壁部+底版)

解析 ケース	地震動	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 <sup>*2</sup> (kN)	曲げ 圧縮応力 (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 引張応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許 (N/: 曲げ 圧縮	容応力度 mm <sup>2</sup> ) 曲げ 引張	曲げ 圧縮 応力 照査値	曲げ 引張 応力 照査値
平均剛性 (非液状化)	S <sub>d</sub> – D 1	8822. 4 (837. 6) *1	2675. 4 (1572. 0) *1	3.6	223	28	478.5	0.14	0. 47

注記 \*1:()内は二軸照査に用いた別軸方向の曲げモーメントの値を示す。

\*2:軸力は正の値を引張とする。

表 10-35 鉛直鉄筋:曲げ軸力に対する照査結果(基準津波時:壁部)

解析     曲け       ケース     地震動       くいろ     ビーメ       (kN・	北電動	曲げ	軸力	曲げ	曲げ 리正広力	短期許和 (N/i	客応力度 mm <sup>2</sup> )	曲げ 圧縮	曲げ 引張
	(kN • m)	(kN)		(N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 圧縮	曲げ 引張	応力 照査値	応力 照査値	
平均剛性 (非液状化)	S <sub>d</sub> – D 1	428.8	0.0	5.1	166	21	435	0.25	0.39

表 10-36 鉛直鉄筋:曲げ軸力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時:壁部)

解析 ケース	地震動	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	曲げ 圧縮応力 (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ 引張応力 (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		曲げ 圧縮	曲げ 引張
						曲げ 圧縮	曲げ 引張	応力 照査値	応力 照査値
平均剛性 (非液状化)	S <sub>d</sub> – D 1	571.5	0. 0	6.8	221	28	478.5	0.25	0.47

(2) せん断力に対する照査

断面計算に用いた断面諸元を表 10-37 に, せん断力に対する照査結果を表 10-38~表 10-41 に示す。

鉄筋コンクリートにおける許容応力度法による照査を行った結果, せん断応力が短期許 容応力度以下であることを確認した。なお,発生応力は各地震動において最大となる値を 示している。

表 10-37 鉄筋コンクリート断面諸元

	断面	主筋 方向	せん断	本数 (本)	区間 s における せん断補強鉄筋断面積 (mm <sup>2</sup> )
	IV-1	水平	D22@150*1	6 66	2578.1
		鉛直	D19@150 (SD345) *2	0.00	1909. 8

注記 \*1:壁部+底版(水平方向)ついては鉛直方向の主筋をスターラップとする。

```
ただし、許容せん断応力度については SD345 とする。
```

\*2:壁部(鉛直方向)についてはスラーラップ(SD345)を配置する。

せん断補強鉄筋を考慮した許容せん断力を以下に計算する。

$$Va = Vc + Vs$$
$$Vc = \frac{1}{2}\tau_{a1}b_{w}jd$$
$$Vs = \frac{A_{w} \cdot \sigma_{sa} \cdot j \cdot d}{s}$$

ここで

- *Va* :許容せん断力(kN)
- Vc : コンクリートの許容せん断力 (kN)
- Vs : 斜め引張鉄筋の許容せん断力 (kN)
- てal: 斜め引張鉄筋を考慮しない場合の許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- *b*<sub>w</sub> : 断面幅 (m)
- j : 1/1.15
- *d* : 有効高さ (mm)
- *A*<sub>w</sub> : 斜め引張鉄筋断面積 (mm<sup>2</sup>)
- σ<sub>sa</sub>:鉄筋の許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- *s* : 斜め引張鉄筋間隔 (m)

·基準津波時(壁部+底版)

 $V_c = 1/2 \times 0.825/1.15 \times 0.60 \times 2.10 \times 1000 = 451.96$  $V_s = 2578.1 \times 294/1.15 \times 2.10/0.15/1000 = 9227.36$  $V_a = 451.96 + 9227.36 = 9679.31$ 

·基準津波時(壁部:鉛直)

 $V_c = 1/2 \times 0.825/1.15 \times 0.473 \times 2.50 \times 1000 = 424.16$  $V_s = 1908.1 \times 294/1.15 \times 0.473/0.15/1000 = 1538.23$  $V_a = 424.16 + 1538.23 = 1962.38$ 

## •T.P.+24 m 津波時(壁部+底版)

Vc= $1/2 \times 1.100/1.15 \times 0.60 \times 2.10 \times 1000 = 602.61$ Vs= $2578.1 \times 323.4/1.15 \times 2.10/0.15/1000 = 10150.09$ Va=602.61 + 10150.09 = 10752.70

•T.P.+24 m 津波時(壁部:鉛直)

 $Vc = 1/2 \times 1.100/1.15 \times 0.473 \times 2.50 \times 1000 = 565.54$  $Vs = 1908.1 \times 323.4/1.15 \times 0.473/0.15/1000 = 1692.05$ Va = 565.54 + 1692.05 = 2257.59

荷重ケース	設計基準強度	発生せん断力 (kN)	許容せん断 耐力 (kN)	照查値
重畳時 基準津波	$40 \text{ N/mm}^2$	4715.4	9679.31	0. 49

表 10-38 水平方向: せん断力に対する照査結果(基準津波時: 壁部+底版)

表 10-39 鉛直方向: せん断力に対する照査結果(基準津波時: 壁部)

荷重ケース	設計基準強度	発生せん断力 (kN)	許容せん断 耐力 (kN)	照查值
重畳時 基準津波	$40 \text{ N/mm}^2$	1058.6	1962. 38	0.54

表 10-40 水平方向: せん断力に対する照査結果(T.P. +24 m 津波時: 壁部+底版)

荷重ケース	設計基準強度	発生せん断力 (kN)	許容せん断 耐力 (kN)	照査値
重畳時 T.P.+24 m 津波	$40 \text{ N/mm}^2$	6082.4	10752.70	0. 57

表 10-41 鉛直方向: せん断力に対する照査結果(T.P.+24 m 津波時: 壁部)

荷重ケース	設計基準強度	発生せん断力 (kN)	許容せん断 耐力 (kN)	照查値
重畳時 T.P.+24 m	$40 \text{ N/mm}^2$	1410.6	2257.59	0.63
津波				