島根原子力発電所第2号機 審査資料			
資料番号 NS2-添 3-015-05改02			
提出年月日	2023年6月7日		

Ⅵ-3-別添 3-2-2 防波壁通路防波扉の強度計算書

2023年6月

中国電力株式会社

防波壁通路防波扉の強度計算書

- 1. 防波壁通路防波扉(1号機北側,2号機北側)に関する強度計算書
- 2. 防波壁通路防波扉(荷揚場南)に関する強度計算書
- 3. 防波壁通路防波扉(3号機東側)に関する度計算書

防波壁通路防波扉(1号機北側,2号機北側)
 に関する強度計算書

1.	概要 ······1
2.	一般事項 ······ 2
2	.1 検討対象防波扉一覧 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
2.	.2 配置概要 ····································
2.	.3 構造計画 ····································
2.	.4 評価方針 ······ 8
2.	.5 適用規格・基準等 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
2.	.6 記号の説明・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
3.	強度評価
3.	.1 評価対象部位 ····································
3.	.2 荷重及び荷重の組合せ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・13
	3.2.1 荷重の設定 ····································
	3.2.2 荷重の組合せ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
3.	.3 許容限界····································
	3.3.1 使用材料 ····································
	3.3.2 許容限界 ····································
3.	.4 評価方法 ················17
	3.4.1 応力算定 ················17
	3.4.2 断面検定 ····································
	3.4.3 評価条件
4.	評価結果 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·

目

1. 概要

本資料は、VI-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり, 防波壁通路防波扉のうち,防波壁通路防波扉(1号機北側)(以下「防波扉(1号機北側)」 という。)及び防波壁通路防波扉(2号機北側)(以下「防波扉(2号機北側)」という。) が,地震後の繰返しの来襲を想定した津波荷重及び漂流物の衝突を考慮した荷重に対し, 施設の構造健全性を保持することを確認するものである。

2. 一般事項

2.1 検討対象防波扉一覧
 検討対象の防波扉を表 2-1 に示す。

 	設置高さ	
月上一 117	EL (m)	
防波扉(1号機北側)	9.5	
防波扉(2号機北側)	9.5	

表 2-1 検討対象防波扉一覧

2.2 配置概要

防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の位置図を図 2-1 に,防波扉(1号 機北側)の構造図を図 2-2 に,防波扉(2号機北側)の構造図を図 2-3 に示す。



(単位:mm)



平面図



図 2-2 防波扉(1 号機北側)の構造図

(単位:mm)





防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の構造計画を表 2-2 に示す。防波 扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側) は扉板,芯材,カンヌキ,ヒンジ部(ヒン ジ板,ヒンジピン,ヒンジボルト),扉枠,アンカーボルトにより構成され,アンカー ボルトにより躯体へ固定する構造とする。なお,固定する躯体は防波壁(多重鋼管杭式 擁壁)である。

計画0	⊃概要	戦 田 図
基礎・支持構造	主体構造	
扉開放時におい	片開型の鋼製扉	扉板
ては,ヒンジによ	とし, 鋼製の扉板	ヒンジ部 + + + + + +
り扉が扉枠に固	に芯材を取付け,	扉枠
定され, 扉閉止時	扉に設置された	
においては, カン	カンヌキ(差込	
ヌキ (差込形) に	形)を鋼製の扉枠	+
より扉と扉枠を	に差込み,扉体と	+ + +
一体化する構造	扉枠を一体化さ	
とする。	せる構造とする。	
扉枠はアンカー	また,扉と躯体の	· (上生出) +
ボルトにより躯	接続はヒンジ部	正面図
体(防波壁(多重	を介する構造と	アンカーボルト
鋼管杭式擁壁))	する。	ヒンジ部
へ固定する構造		躯体(防波壁
とする。		(多重鋼管杭式擁壁))
		ーー・ アンカーボルト
		y y
		断面図

表 2-2 防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の構造計画

2.4 評価方針

防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の強度評価は、VI-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」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許 容限界を踏まえ、防波扉の評価対象部位に生じる応力度等が許容限界以下であることを、 各設備の「3.4 評価方法」に示す方法により、「3.4.3 評価条件」に示す評価条件を 用いて評価し、応力評価の確認結果を「4. 評価結果」にて示す。

なお,強度評価については,津波に伴う荷重作用時(以下「津波時」という。)につ いて評価を実施することとし,津波と余震に伴う荷重が作用する重畳時については,防 波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の前面の敷地高さ(EL 8.5m)は「海域活 断層から想定される地震による津波(津波水位 EL 4.9m)」より高いため,評価を実施 しない。

防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の強度評価フローを図2-4に示す。



図 2-4 防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の強度評価フロー

2.5 適用規格·基準等

適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・機械工学便覧((社)日本機械学会)
- ・各種合成構造設計指針・同解説((社)日本建築学会,2010年)
- ・鋼構造設計規準-許容応力度設計法-((社)日本建築学会,2005年改定)
- ・日本産業規格(JIS)

2.6 記号の説明

防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の強度評価に用いる記号を表 2-3 に 示す。

記号	単位	定義
G	kN	扉の固定荷重
Ρt	kN/m^2	遡上津波荷重
Рс	kN	衝突荷重
P 1	kN/m	扉板上端に作用する遡上津波荷重
ρ	t/m^3	水の密度
g	m/s^2	重力加速度
h 1	m	水頭高さ
h 2	m	床面から扉板上端までの高さ
L ₁	m	扉板の短辺方向の長さ
P 2	kN/m	扉板下端に作用する遡上津波荷重
h 3	m	床面から扉板下端までの高さ
L ₂	m	扉板の長辺方向の長さ
L ₃	m	扉板の遡上津波荷重による曲げモーメントが最大となる高さ
M_1	kN•m	扉板に生じる遡上津波荷重による曲げモーメント
V_1	kN	遡上津波荷重により扉上端に生じる反力
M_2	kN•m	扉板に生じる衝突荷重による曲げモーメント
M_3	kN • m	扉板に生じる曲げモーメント
P 3	kN/m	芯材上端に作用する遡上津波荷重
h 4	m	床面から芯材上端までの高さ
L ₄	m	芯材の負担幅
P_4	kN/m	芯材下端に作用する遡上津波荷重
h 5	m	床面から芯材下端までの高さ
M_4	kN • m	芯材に生じる遡上津波荷重による曲げモーメント
V_2	kN	遡上津波荷重により芯材上端に生じる反力
L ₆	m	芯材の遡上津波荷重による曲げモーメントが最大となる高さ
L 5	m	芯材の負担長さ
M_5	kN•m	芯材に生じる衝突荷重による曲げモーメント

表 2-3(1) 強度評価に用いる記号

記号	単位	定義	
M_{6}	kN•m	芯材に生じる曲げモーメント	
\mathbf{Q}_1	kN	芯材に生じるせん断力	
P ₅	kN/m	最下部カンヌキ負担範囲の上端に作用する遡上津波荷重	
L 7	m	最下部カンヌキ負担高さ	
L 8	m	開口幅	
P 6	kN/m	開口下端に作用する遡上津波荷重	
R_1	kN	カンヌキ1本あたりに作用する遡上津波荷重	
n 1	本	最下部カンヌキの本数	
M_7	kN • m	カンヌキ1本あたりに生じる曲げモーメント	
L 9	m	カンヌキの扉外間距離	
\mathbf{Q}_2	kN	カンヌキ1本あたりに生じるせん断力	
P 7	kN/m	開口上端に作用する遡上津波荷重	
n 2	本	引張力を受けるアンカーボルトの本数	
L 10	m	開口高さ	
T 1	kN	アンカーボルト1本あたりに生じる引張力	
σ 1	N/mm^2	扉板に生じる曲げ応力度	
Z_1	mm ³	扉板の断面係数	
σ ₂	N/mm^2	芯材に生じる曲げ応力度	
Z_2	mm ³	芯材の断面係数	
$ au_{1}$	N/mm^2	芯材に生じるせん断応力度	
A_1	mm^2	芯材の断面積	
X 1	N/mm^2	芯材に生じる組合せ応力度	
σ_3	N/mm^2	カンヌキに生じる曲げ応力度	
Z 3	mm ³	カンヌキの断面係数	
τ2	N/mm^2	カンヌキに生じるせん断応力度	
A_2	mm ²	カンヌキの断面積	
X 2	N/mm ²	カンヌキに生じる組合せ応力度	
T 1	kN	アンカーボルト1本あたりに生じる引張力	
Τ _{1Α}	kN	アンカーボルト1本あたりの短期許容引張力	

表 2-3(2) 強度評価に用いる記号

- 3. 強度評価
- 3.1 評価対象部位

防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の評価対象部位は,「2.3 構造計画」 に示す構造上の特徴を踏まえ選定する。

防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)を開く方向に外部から作用する遡上 津波荷重は,扉板から芯材に伝わり,カンヌキに伝達され,扉枠を固定するアンカーボ ルトを介し,開口部周囲の防波壁躯体に伝達されることから,評価対象部位は扉板,芯 材,カンヌキ及びアンカーボルトとする。

なお、ヒンジ部は遡上津波荷重の伝達経路とならないため、評価対象外とする。

防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)が開く方向に作用する荷重の作用図 を図 3-1 に示す。



凡例	
	:風荷重(Pt)
$\langle \square$:衝突荷重(P
∢- •	:評価対象部位に作用する荷重
	: 評価対象部位



図 3-1 防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)が開く方向に作用する

<mark>荷重の作用図</mark> 12 3.2 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, VI-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを踏まえて設定する。

3.2.1 荷重の設定

強度評価に用いる荷重を以下に示す。

(1) 扉の固定荷重(G)

固定荷重として防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の自重を考慮す る。

(2) 遡上津波荷重(Pt)

遡上波により波圧として作用する遡上津波荷重を考慮する。朝倉式により,設計 津波水位(入力津波高さに参照する裕度(0.64m)を考慮した水位)と防波扉(1 号機北側)及び防波扉(2号機北側)の設置高さを用いて算出する。

遡上津波荷重イメージ図を図 3-2 に、遡上津波荷重の算定に用いる水頭高さ及び水の密度を表 3-1 に示す。



名称	水頭高さ	水の密度
	$h_1(m)$	ho (t/m ³)
防波扉(1号機北側)及び	C 1C*	1 02
防波扉(2号機北側)	5.15	1.03

表 3-1 水頭高さ及び水の密度

注記*:水頭高さは防波扉設置高さ(EL 9.5m)から,朝倉式による 遡上津波荷重の作用高さ上端(EL 14.65m)の間とする。

(3) 衝突荷重(Pc)

防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)は,防波壁(多重鋼管杭式擁壁) の壁面(海側)より奥まった狭隘な場所に設置することで,漂流物として船舶が衝 突しない構造とするため,漂流物として枕木を考慮する。

衝突荷重は,津波荷重により各部材に作用する荷重が最大となる高さに集中荷重 として作用するものとし,算定にあたっては既往の算定式により算定した衝突荷重 を考慮する。

3.2.2 荷重の組合せ

防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の強度評価に用いる荷重の組合 せを表 3-2 に示す。

表 3-2 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ	
津波時	G + P t + P c	

G : 扉の固定荷重

Pt: : 遡上津波荷重

Pc : 衝突荷重

3.3 許容限界

許容限界は、「3.1 評価対象部位」にて設定した部位に対し、VI-3-別添 3-1「津波 への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している許容限界を踏まえて設定す る。

3.3.1 使用材料

防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)を構成する扉板,芯材,カンヌ キ及びアンカーボルトの使用材料を表 3-3 に示す。

評価対象部位	材質 強度区分	仕様		
	SS400	PL-50		
芯材	SS400	$[-250 \times 90 \times 11 \times 14.5]$		
カンヌキ	SUS304	80 φ		
アンカーボルト	アルミキルド鋼	<mark>φ</mark> 16×160		

表 3-3 使用材料

3.3.2 許容限界

(1) 鋼材

鋼材の許容限界は、「鋼構造設計規準-許容応力度設計法-((社)日本建築学 会、2005年改定)」(以下「S規準」という。)及び「日本産業規格(JIS)」 を踏まえて表 3-4の値とする。

++ 175	短期許容応力度(N/mm ²)		
竹貝	曲げ・引張	せん断	
SS400 ($t \le 40^*$)	235	135	
SS400 $(40 < t \le 100^*)$	215	124	
SUS304	205	118	

表 3-4 鋼材の許容限界

注記*:tは板厚(mm)を示す。

(2) アンカーボルト

アンカーボルトの許容限界は、「3.1 評価対象部位」に記載したアンカーボルトに作用する荷重の向きを踏まえて、「各種合成構造設計指針・同解説((社)日本建築学会、2010年」)(以下「各種合成構造設計指針・同解説」という。)に基づき算定した表 3-5 の値とする。

<u> </u>	許容耐力(kN/本)	
	引張	せん断
アルミキルド鋼	47	33

表 3-5 アンカーボルトの許容限界

3.4 評価方法

防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の強度評価は, VI-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」にて設定している評価式を用いる。

- 3.4.1 応力算定
 - (1) 扉板

扉板に生じる応力は,等変分布荷重を受ける両端固定支持のはりとして,次式により算定する。

扉板に作用する荷重の例を図 3-3 に示す。

$$P_1 = \rho \cdot g \cdot (h_1 - h_2) \cdot L_1$$

ここで、
 $P_1 : 扉板上端に作用する遡上津波荷重(kN/m)$

1. 师做工师化于用,③题工件权向重

- ρ :水の密度 (t/m³)
- g :重力加速度 (m/s²)
- h₁:水頭高さ(m)
- h₂:床面から扉板上端までの高さ(m)
- L₁: 扉板の短辺方向の長さ(m)

$$P_{2} = \rho \cdot g \cdot (h_{1} - h_{3}) \cdot L_{1}$$

$$\Box \Box \overleftarrow{c},$$

P₂:扉板下端に作用する遡上津波荷重(kN/m)

h₃:床面から扉板下端までの高さ(m)

 $L_{3} = (L_{2} / (P_{2} - P_{1})) \cdot \left\{ -P_{1} + \sqrt{\frac{1}{3}} \cdot (P_{1}^{2} + P_{1} \cdot P_{2} + P_{2}^{2}) \right\}$ $\subset \subset \mathcal{O},$

L₃: 扉板の遡上津波荷重による曲げモーメントが最大となる高さ(m) L₂: 扉板の長辺方向の長さ(m)

 $M_{1} = V_{1} \cdot L_{3} - (P_{1} \cdot L_{3}^{2}) / 2 - (P_{2} - P_{1}) \cdot L_{3}^{3} / (6 \cdot L_{2})$ $= \mathbb{C},$

M₁: 扉板に生じる
 遡上津波荷重による曲げモーメント(kN・m)
 V₁: 遡上津波荷重により扉上端に生じる反力(kN)

$$V_1 = L_2 \cdot (2 \cdot P_1 + P_2) / 6$$

$$M_3 = M_1 + M_2$$

ここで,
 M_3 :扉板に生じる曲げモーメント (kN・m)



(2) 芯材

芯材に生じる応力は, 遡上津波荷重として等変分布荷重を, 集中荷重として衝突 荷重をそれぞれ受ける両端固定支持のはりとして次式により算定する。芯材に作用 する荷重の例を図 3-4 に示す。

P₃=ρ・g・(h₁-h₄)・L₄
ここで,
P₃:芯材上端に作用する遡上津波荷重(kN/m)
ρ:水の密度(t/m³)
g:重力加速度(m/s²)
h₁:水頭高さ(m)
h₄:床面から芯材上端までの高さ(m)
L₄:芯材の負担幅(m)

P₄=ρ・g・(h₁-h₅)・L₄
 こで、
 P₄:芯材下端に作用する遡上津波荷重(kN/m)
 h₅:床面から芯材下端までの高さ(m)

$$L_{6} = (L_{5} / (P_{4} - P_{3})) \cdot \left\{ -P_{3} + \sqrt{\frac{1}{3} \cdot (P_{3}^{2} + P_{3} \cdot P_{4} + P_{4}^{2})} \right\}$$

ここで,
$$L_{6} : 芯材の溯上津波荷重による曲げモーメントが最大となる高さ ($$

L₆: 心材の遡上津波荷重による曲げモーメントが最大となる高さ(m) L₅: 芯材の負担長さ(m)

 $M_{4} = V_{2} \cdot L_{6} - (P_{3} \cdot L_{6}^{2}) / 2 - (P_{4} - P_{3}) \cdot L_{6}^{3} / (6 \cdot L_{5})$ $= \mathbb{C},$

M₄: 芯材に生じる
 遡上津波荷重による曲げモーメント(kN・m)
 V₂: 遡上津波荷重により芯材上端に生じる反力(kN)

 $V_2 = L_5 \cdot (2 \cdot P_3 + P_4) / 6$

M₅=P_c・L₆・(L₅-L₆) /L₅ ここ<mark>で</mark>, M₅:芯材<mark>に生じる</mark>衝突荷重による曲げモーメント (kN・m) P_c:衝突荷重 (kN)

補 VI-3-別添 3-2-2 R1

S2

 $M_6 = M_4 + M_5$ ここで, $M_6 : 芯材に<mark>生じ</mark>る曲げモーメント (kN・m)$

$$Q_1 = (P_3 + P_4) \cdot L_5 / 2 + P_c$$

ここで、
 $Q_1 : 芯材に生じるせん断力 (kN)$



図 3-4 芯材に作用する荷重の例

(3) カンヌキ

カンヌキに生じる応力は次式により算定する。カンヌキは, 遡上津波荷重及び衝 突荷重が均等に作用するとして算定する。

カンヌキに作用する荷重の例を図 3-5 に示す。

 $P_5 = \rho \cdot q \cdot (h_1 - L_7) \cdot L_8$ ここ<mark>で</mark>, P₅:最下部カンヌキ負担範囲の上端に作用する遡上津波荷重(kN/m) ρ : 水の密度 (t/m³) q : 重力加速度 (m/s²) h₁:水頭高さ(m) L₇:最下部カンヌキ負担高さ(m) L₈:開口幅 (m) $P_6 = \rho \cdot q \cdot h_1 \cdot L_8$ ここで, P₆:開口下端に作用する遡上津波荷重(kN/m) $R_1 = (P_5 + P_6) \cdot L_7 / 2 \cdot n_1$ ここで, R₁: カンヌキ1本あたりに作用する遡上津波荷重(kN) n₁:最下部カンヌキの本数(本) $M_7 = (R_1 + P c / n_1) \cdot L_9$ ここで, $M_7: カンヌキ1本あたりに生じる曲げモーメント(kN・m)$ P_c: 衝突荷重(kN) L₉: カンヌキの扉外間距離 (m) $Q_2 = R_1 + P_c \land n_1$

ここで、 $Q_2: カンヌキ1本あたりに生じるせん断力(kN)$



図 3-5 カンヌキに作用する荷重の例

(4) アンカーボルト

アンカーボルトに生じる応力は, 遡上津波荷重及び衝突荷重を左右若しくは上下 に配置されたアンカーボルトに分配したものである。アンカーボルトに作用する荷 重の例を図 3-6 に示す。

 $P_7 = \rho \cdot g \cdot (h_1 - L_{10}) \cdot L_8$ ここで、 $P_7 : 開口上端に作用する遡上津波荷重(kN/m)$ $\rho : 水の密度(t/m³)$ g : 重力加速度(m/s²) $h_1 : 水頭高さ(m)$ $L_{10} : 開口高さ(m)$ $L_8 : 開口幅(m)$ $T_1 = \{((P_6 + P_7) \cdot L_{10}) / (2 \cdot n_2)\} + P_c / n_2$ ここで、 $T_1 : アンカーボルト1本あたりに生じる引張力(kN)$ $P_6 : 開口下端に作用する遡上津波荷重(kN/m)$

P。:衝突荷重(kN)

n₂:引張力を受けるアンカーボルトの本数(本)



3.4.2 断面検定

評価対象部位に生じる応力より算定する応力度及び荷重が,許容限界以下である ことを確認する。

(1) 扉板

扉板に生じる曲げ応力度を算定し,扉板の短期許容応力度以下であることを確認 する。

σ₁=M₃/Z₁ ここで, σ₁:扉板に生じる曲げ応力度 (N/mm²) M₃:扉板に<u>生じ</u>る曲げモーメント (kN・m) Z₁:扉板の断面係数 (mm³)

(2) 芯材

芯材に生じる曲げ応力度及びせん断応力度から,組合せ応力度を算定し,芯材の 短期許容応力度以下であることを確認する。

- a. 芯材に生じる曲げ応力度
 - $\sigma_2 = M_6 / Z_2$ ここで、 $\sigma_2 : 芯材に生じる曲げ応力度 (N/mm²)$ $M_6 : 芯材に生じる曲げモーメント (kN・m)$ $Z_2 : 芯材の断面係数 (mm³)$
- b. 芯材に生じるせん断応力度
 - τ₁=Q₁/A₁ ここで, τ₁:芯材に生じるせん断応力度 (N/mm²) Q₁:芯材に生じるせん断力 (kN) A₁:芯材の断面積 (mm²)

c. 芯材に生じる組合せ応力度

芯材に生じる曲げ応力度及びせん断応力度から,組合せ応力度を「S規準」に 基づく次式により算定し,短期許容応力度以下であることを確認する。

$$x_1 = \sqrt{(\sigma_2^2 + 3\tau_1^2)}$$

ここで,
 $x_1 : 芯材に生じる組合せ応力度 (N/mm^2)$

(3) カンヌキ

カンヌキに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から,組合せ応力度を算定し,カ ンヌキの短期許容応力度以下であることを確認する。

a. カンヌキに生じる曲げ応力度

σ₃=M₇/Z₃ ここで, σ₃:カンヌキに生じる曲げ応力度 (N/mm²) M₇:カンヌキ1本あたりに生じる曲げモーメント (kN・m) Z₃:カンヌキの断面係数 (mm³)

- b. カンヌキに生じるせん断応力度
 _τ 2=Q2/A2
 ₂ ここで,
 _τ 2: カンヌキに生じるせん断応力度(N/mm²)
 Q2: カンヌキ1本あたりに生じるせん断力(kN)
 A2: カンヌキの断面積(mm²)
- c. カンヌキに生じる組合せ応力度

カンヌキに生じる曲げ応力度とせん断応力度から,組合せ応力度を「S規 準」に基づく次式により算定し,短期許容応力度以下であることを確認する。

$$x_{2} = \sqrt{(\sigma_{3}^{2} + 3\tau_{2}^{2})}$$

ここで,
 $x_{2}: カンヌキに生じる組合せ応力度 (N/mm^{2})$

(4) アンカーボルト

アンカーボルト1本あたりに生じる引張力が,「各種合成構造設計指針・同解説」 に基づき算定したアンカーボルトの短期許容応力度以下であることを確認する。

 $T_{1}/T_{1A} \leq 1.0$

ここ<mark>で</mark>,

T₁:アンカーボルト1本あたりに生じる引張力(kN)

T_{1A}:アンカーボルト1本あたりの短期許容引張力(kN)

3.4.3 評価条件

<mark>強度計算</mark>に用いる評価条件を表 3-6 に示す。

対象部位	記号	単位	定義	値
共通	ρ	t/m^3	水の密度	1.03
	ģ	m/s^2	重力加速度	9.80665
	h_1	m	水頭高さ	5.15
	P _c	kN	衝突荷重	6.0
	h 2	m	床面から扉板上端までの高さ	2.21
	h 3	m	床面から扉板下端までの高さ	0.039
扉板	L_1	m	扉板の短辺方向の長さ	1.020
	L_2	m	扉板の長辺方向の長さ	2.171
	т	m	扉板の遡上津波荷重による曲げモーメントが最	1.134
	L 3		大となる高さ	
	V_2	kN	遡上津波荷重により芯材上端に生じる反力	12.64
	h 4	m	床面から芯材上端までの高さ	2.02
	h 5	m	床面から芯材下端までの高さ	0.225
	L ₄	m	芯材の負担幅	0.374
++ ++	L ₅	m	芯材の負担長さ	1.795
心权	L 6	m	芯材の遡上津波荷重による曲げモーメントが最	0.9307
			大となる高さ	
	Z_2	mm ³	芯材の断面係数	374000
	τ 1	N/mm^2	芯材に生じるせん断応力度	7
	A_1	mm^2	芯材の断面積	5117
	L ₇	m	最下部カンヌキ負担高さ	0.600
カンヌキ	L 8	m	開口幅	1.040
	L ₉	m	カンヌキの扉外間距離	0.131
	n_1	本	最下部カンヌキの本数	2
	A_2	mm^2	カンヌキの断面積	5027
アンカー ボルト	T _{1A}	kN	アンカーボルト1本あたりの短期許容引張力	47

表 3-6 強度評価に用いる条件

4. 評価結果

強度評価結果を表 4-1 に示す。防波扉(1号機北側)及び防波扉(2号機北側)の各 部材の断面検定を行った結果,発生応力度又は荷重は許容限界以下であることを確認した。

		XIII	再面顶定相求		
対象評価部材	単位	分類	発生応力度 又は荷重 (a)	許容 限界 (b)	照查值 (a)/(b)
扉板	N/mm^2	曲げ	66	215	0.31
芯材	N/mm^2	組合せ	27	235	0.12
カンヌキ	N/mm^2	組合せ	49	205	0.24
アンカーボルト	kN	引張	11	47	0.24

表 4-1 断面検定結果

2. 防波壁通路防波扉(荷揚場南)に関する強度計算書

R1
3-2-2
-別添:
VI-3
補
S2

1.	概要 …		• 1
2.	基本方針	針 •••••	· 2
2	.1 位置	<u>-</u>	· 2
2.	.2 構造	電概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	• 3
2	.3 評価	「方針・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	15
2.	.4 適用	月規格・基準等・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	20
3.	強度評任	価 • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	21
3	.1 記号	やの定義 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	21
3.	.2 評価	G対象断面 ·····	29
3.	.3 解析	行方法 ·····	31
3.	.4 荷重	夏及び荷重の組合せ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	31
	3.4.1	荷重 ·····	31
	3.4.2	荷重の組合せ	33
3	.5 解析	デモデル及び諸元・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	34
	3.5.1	解析モデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	34
	3.5.2	使用材料及び材料の物性値・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	36
	3.5.3	地盤の物性値 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	37
	3.5.4	地下水位	37
3.	.6 評価	fi対象部位 ······	38
	3.6.1	施設・地盤の健全性評価・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	38
	3.6.2	基礎地盤の支持性能評価・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	38
3.	.7 許容	等限界 ·····	39
	3.7.1	防波扉 ·····	39
	3.7.2	漂流物対策工 ······	43
3.	.8 評価	「方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	45
	3.8.1	防波扉 ·····	46
	3.8.2	漂流物対策工 ······	56
4.	評価条例	件 • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	68
5.	評価結果	果 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	72
5.	.1 防波	え扉・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	72
	5.1.1	防波扉(鋼製扉体) ······	72
	5.1.2	防波扉戸当り(RC支柱)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	72
	5.1.3	防波扉基礎スラブ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	73
	5.1.4	防波扉(鋼管杭) ······	77

目 次

	5.1.5	改良地盤 ·····	79
	5.1.6	基礎地盤 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	80
5.	2 漂流	物対策工	81
	5.2.1	漂流物対策工(鋼製扉体)	81
	5.2.2	漂流物対策工戸当り(RC支柱)	82
	5.2.3	漂流物対策工基礎スラブ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	86
	5.2.4	基礎地盤 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	90

1. 概要

本資料は、VI-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、防波壁通路防波扉(荷揚場南)(以下「防波扉(荷揚場南)」という。)が、地震後の繰返しの来襲を想定した津波荷重、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対して、施設・地盤の構造健全性を保持すること及び十分な支持性能を有する地盤に設置していることを確認するものである。
- 2. 基本方針
- 2.1 位置

防波扉(荷揚場南)の位置図を図2-1に示す。



2.2 構造概要

防波扉(荷揚場南)の構造概要図を図 2-2 に示す。

防波扉(荷揚場南)は、入力津波高さ(EL 11.9m)に対して、余裕を考慮した天端高さ(EL 15.0m)とする。

防波扉(荷揚場南)は、防波扉及び漂流物対策工から構成される。

防波扉は,岩盤に支持される鋼管(以下,「防波扉(鋼管杭)」という。)による杭 基礎構造と,防波扉(鋼製扉体),防波扉戸当り(RC支柱)及び防波扉基礎スラブに よる上部構造から構成される。防波扉(鋼製扉体),防波扉戸当り(RC支柱)及び防 波扉基礎スラブの境界部には水密ゴムを設置し,止水性を確保する。

防波扉(荷揚場南)の構造図を図 2-3,防波扉戸当り(RC支柱)の概略配筋図を図 2-4 に,防波扉基礎スラブの概略配筋図を図 2-5 に,水密ゴムの概念図を図 2-6 に示す。

漂流物対策工は、漂流物対策工(鋼製扉体),漂流物対策工戸当り(RC支柱)及び 漂流物対策工基礎スラブから構成され、マンメイドロック(以下「MMR」という。) 及び改良地盤を介して岩盤に支持される。

漂流物対策工の構造図を図 2-7 に,漂流物対策工戸当り(RC支柱)の概略配筋図 を図 2-8 に,漂流物対策工基礎スラブの概略配筋図を図 2-9 に,漂流物対策工戸当り (RC支柱)及び基礎スラブの接続部における概略配筋図を図 2-10 に,漂流物対策工 戸当り(RC支柱)のアンカー部付近における概略配筋図を図 2-11 示す。



図 2-2(1) 防波扉(荷揚場南)の構造概要図(鳥瞰図)







(A-A 断面)

z





(全体図)





図 2-3(2) 防波扉の構造図 (B-B断面)



図 2-3(3) 防波扉の構造図 (C-C断面)

(単位:mm)



図 2-4 防波扉戸当り(RC支柱)の概略配筋図(A-A断面)

(単位:mm)



図 2-5 防波扉基礎スラブの概略配筋図(B-B断面)







(底部水密ゴム拡大断面図)

図 2-6 水密ゴムの概念図

(側部水密ゴム②拡大平面図)

(側部水密ゴム①拡大平面図)





注:陸側から海側を望む

(全体図)



注:陸側から海側を望む

 (防波扉(鋼製扉体) 拡大図)
 図 2-7(1) 漂流物対策工の構造図(A-A断面) 10



図 2-7(2) 漂流物対策工の構造図(B-B断面)



図 2-7(3) 漂流物対策工の構造図 (C-C断面)





↑ 海

(単位:mm)



陸 ↓

図 2-8 漂流物対策工戸当り(RC支柱)の概略配筋図(A-A断面) 12

(単位:mm)



図 2-9 漂流物対策工基礎スラブの概略配筋図(B-B断面)





図 2-10 漂流物対策工戸当り(RC支柱)及び基礎スラブの 接続部における概略配筋図(C-C断面)

(単位:mm)



図 2-11 漂流物対策工戸当り(RC支柱)のアンカー部付近 における概略配筋図(D-D断面)

2.3 評価方針

防波扉(荷揚場南)は, Sクラス施設である津波防護施設に分類される。また, 漂流 物対策工により,防波扉に漁船等の漂流物が直接衝突しない構造とする。

防波扉(荷揚場南)の各部位の役割及び性能目標を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

また,防波扉(荷揚場南)の強度評価は, Ⅵ-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設 の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.2 許容限界」において 設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて実施する。強度評価では,

「3. 強度評価」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. 評価結果」より,防波扉(荷揚場南)の評価対象部位の発生応力度及びすべり安 全率が許容限界を満足することを確認する。

防波扉(荷揚場南)の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波の作用方向や伝 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。)について行う。

なお、津波と余震に伴う荷重が作用する重畳時については、防波扉(荷揚場南)前面の敷地高さ(EL 8.5m)は海域活断層から想定される地震による津波(津波水位 EL 4.9m)より高いため、評価を実施しない。

防波扉(荷揚場南)の強度評価は,設計基準対象施設として表 2-3 の防波扉(荷揚 場南)の評価項目に示すとおり,施設・地盤の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価 を行う。

施設・地盤の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することにより、構造強度を有すること及び止水性を損なわないことを確認する。

防波扉(荷揚場南)の強度評価フローを図 2-12 に示す。

\square	部位の名称	地震時の役割	津波時の役割
	防波扉		・遮水性を保持する。
	(鋼製扉体)	_	・津波荷重を基礎に伝達する。
	防波扉戸当り	叶波司 (御制司件) たままよる	・防波扉(鋼製扉体)を支持する。
	(RC支柱)	・防波扉(鋼製扉体)を文持する。	・津波荷重を基礎に伝達する。
	防波扉基礎	・防波扉 (鋼製扉体)及び防波扉戸当	・防波扉 (鋼製扉体)及び防波扉戸当
	スラブ	り(RC支柱)を支持する。	り(RC支柱)を支持する。
	防波扉 (鋼管杭)	・防波扉基礎スラブを支持する。	・防波扉基礎スラブを支持する。
			・漁船等の漂流物を防波扉に直接衝突
斾	漂流物対策工		させない。
設	(鋼製扉体)	_	・漂流物の衝突荷重及び津波荷重を基
P/X			礎に伝達する。
			・防波扉に漁船等の漂流物を衝突させ
	酒		ない。
	戸当り	・漂流物対策工(鋼製扉体)を支持す	・漂流物対策工(鋼製扉体)を支持す
	(RC支柱)	る。	る。
			・漂流物の衝突荷重及び津波荷重を基
			礎に伝達する。
	漂流物対策工	・漂流物対策工(鋼製扉体)及び漂流	・漂流物対策工(鋼製扉体)及び漂流
	基礎スラブ	物対策工戸当り(RC支柱)を支持	物対策工戸当り(RC支柱)を支持
		・鋼官机の変形を抑制する。	・鋼官机の変形を抑制する。
改良 ①~	改良地盤	・	・ に 、 、 、 、 、 、 、 、 、
	1~3	9 ⁹ 9 ³ ・ 其	に伝達りる。
		る後に温のすいり女だにに司子す	地盤干がらの百り込みによる夜小を防止する(難透水性を保持する)
		۰۵ ۵ ^۰	例正 疗 3 (無超水圧で体的 疗 37)。
Ши	ММР	・漂流物対策工基礎スラブを鉛直支持	・漂流物の衝突荷重及び津波荷重を岩
迎		する。	盤に伝達する。
盆		御佐井 海法協力協力甘政マニブ	御佐井 海法航社体子甘淋ュニブ
	世歌	• 剩官机, 倧加物对束上苤碇ヘノノ, 改自地般及びMMP 友公直支持才	・判官机, 係加物対象上基礎ヘノノ, 改自地般及びMMPを約直支持す
	石盆	以 氏 地 盗 及 い M M K を 距 直 又 行 り ろ	以及地盛及いMMKを如直又行 9 ス
	·····································	・ 役割に 期待しない (解析 モアルに 反 ・ の し 、 に 地	・
		作見作用を有思りると。	作互作用を有思りるた。

表 2-1 防波扉(荷揚場南)の各部位の役割

部位	性能目標	鉛直支持	すべり安定性	耐震性	耐津波性 (遮水性,難透水性)
	防波扉 (鋼製扉体)			構造物材の健	防波扉から有意な漏え いを生じさせないため に,おおむね弾性状態に 留まること。
	防波扉戸当り (RC支柱)			全性を保持す るために,各部	防波扉の支持機能を喪 失して防波扉との間か ら有意な漏えいを生じ
	防波扉基礎 スラブ			位がおおむね 弾性状態に留 まること。	させないために,おおむ ね弾性状態に留まるこ と。
施 設	防波扉 (鋼管杭)	_	_		構造部材の健全性を保 持するために,おおむね 弾性状態に留まること。
	漂流物対策工 (鋼製扉体)			_	漁船等の漂流物を防波 扉に衝突させないため に,各部位がおおむね弾 性状態に留まること。
	漂流物対策工 戸当り (RC支柱)			構造物材の健 全性を保持す るために,各部	構造部材の健全性を保 持するために,各部位が
	漂流物対策工 基礎スラブ			位がおおむね 弾性状態に留 まること。	おおむね弾性状態に留 まること。
地	改良地盤 ①~③	漂流物対策工を 鉛直支持するた め,十分な支持力 を保持すること。	基礎 地盤の する ため 、 十分 な すべ り 安定性 を 確保 する ため 、 十分 な すべ り 安定性 を 確保 する ため 、 十分 な すべ り 安定性 を で 保 する た め 、 十分 な す 、 ち 、 し し 、 し し 、 し 、 し し 、 し し こ し し 、 し し 、 し し 、 し し こ し し し し し し し し し し し し し	鋼管杭の変形 を抑制するた め,改良地盤が すべり破壊し ないこと(内的 安定を保持)。	鋼管杭の変形を抑制す るため,改良地盤がすべ り破壊しないこと(内的 安定を保持)。 地盤中からの回り込み による浸水を防止(難透 水性を維持)するため, 改良地盤がすべり破壊 しないこと(内的安定を 保持)。
盤	岩盤	鋼管杭及び漂流 物対策工を鉛直 支持するため,十 分な支持力を保 持すること。		_	_
	MMR	 漂流物対策工を 鉛直支持するため、十分な支持 力を保持すること。 	_	_	_

表 2-2 防波扉(荷揚場南)の各部位の性能目標

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
		防波扉(鋼製扉体)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
		防波扉戸当り(RC 支柱)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
		防波扉基礎スラブ	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
掛) 生 改	施設・地盤の健全性	防波扉(鋼管杭)	発生する断面力(曲げ応力及びせん 断応力)が許容限界以下であること を確認	降伏モーメント (曲げ・軸力) 短期許容応力度
構垣强度を有すること	0) 健主性	漂流物対策工(鋼製 扉体)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
		漂流物対策工戸当り (RC支柱)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
		漂流物対策工基礎ス ラブ	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
		改良地盤①~③	すべり破壊しないこと(内的安定を 保持)を確認	すべり安全率 1.2以上
	基礎地盤の 支持性能	基礎地盤	発生する応力(接地圧)が許容限界 以下であることを確認	極限支持力度* 支圧強度
		防波扉(鋼製扉体)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
止水性を損 なわないこ と		防波扉戸当り(RC 支柱)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
	施設・地盤 の健全性	防波扉基礎スラブ	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
		防波扉(鋼管杭)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	降伏モーメント (曲げ・軸力) 短期許容応力度
		改良地盤①~③	すべり破壊しないこと(内的安定を 保持)を確認	すべり安全率 1.2以上
	基礎地盤の 支持性能	基礎地盤	発生する応力(接地圧)が許容限界 以下であることを確認	極限支持力度* 支圧強度

表 2-3 防波扉(荷揚場南)の評価項目

注記*:妥当な安全余裕を考慮する。



19

2.4 適用規格·基準等

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)
- ・機械工学便覧((社)日本機械学会)
- ・ダム・堰施設技術基準(案)(基準解説編・設備計画マニュアル編)((社)ダム・ 堰施設技術協会,平成28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14年 3月)
- ・港湾の施設の技術上の基準・同解説(国土交通省港湾局,2007年版)
- ・耐津波設計に係る工認審査ガイド(平成25年6月19日原管地発第1306196号)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・港湾構造物設計事例集(沿岸技術研究センター,平成19年3月)
- ・建築基準法・同施行令

<mark>3. 強度評価</mark>

3.1 記号の定義

強度評価に用いる記号を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

評価対	象部位	記号	単位	定義
		а	mm	スキンプレートの短辺
		b	mm	スキンプレートの長辺
		t	mm	スキンプレートの板厚
	コナン	k	-	スキンプレートの辺長比(b/a)による係数
	スイン	β_1	-	応力の補正係数
) / - /	D	N / 2	スキンプレートに作用する津波時荷重(遡上津波
		Р	N/mm ²	荷重+風荷重)
		σ	N/mm^2	スキンプレートに生じる曲げ応力度
		σ_{a}	N/mm^2	許容曲げ応力度
		М	kN • m	主横桁に生じる曲げモーメント
		S	kN	主横桁に生じるせん断力
防波扉		N	kN	主横桁に生じる軸力
(鋼製		W	kN/m	主横桁に作用する遡上津波荷重
扉体)		W'	kN/m	主横桁に作用する風荷重
		L	m	主横桁の支間長
		а	m	主横桁の張出長さ
	<u> </u>	L ₁	m	主横桁の水密幅
	土傾桁	В	m	側部水密幅
		Z	mm ³	主横桁の断面係数
		A _w	mm^2	主横桁腹板の断面積
		A _s	mm^2	主横桁の断面積
		σ	$\rm N/mm^2$	主横桁に生じる曲げ応力度
		τ	N/mm^2	主横桁に生じるせん断応力度
		σ_{ca}	N/mm^2	許容曲げ応力度
		τ _a	N/mm^2	許容せん断応力度

表 3-1(1) 防波扉の強度評価に用いる記号

評価対	象部位	記号	単位	定義
		l	m	主横桁間隔
		m	m	補助縦桁間隔
		D	$1 \text{ N}/m^2$	補助縦桁に作用する津波時荷重(遡上津波荷重+
		r	KIN/ III	風荷重)
		М	kN•m	補助縦桁に生じる曲げモーメント
	補助	S	kN	補助縦桁に生じるせん断力
	縦桁	Z	mm ³	補助縦桁の断面係数
		A _w	mm^2	補助縦桁腹板の断面積
		σ	N/mm^2	補助縦桁に生じる曲げ応力度
		τ	N/mm^2	補助縦桁に生じるせん断応力度
		σ_{ca}	N/mm^2	許容曲げ応力度
		τ _a	N/mm^2	許容せん断応力度
防波扉 (鋼製 扉体)	端縦桁	R	kN	端縦桁に生じる支点反力
		Aq	mm^2	補剛材の有効断面積
		σ_{c}	N/mm^2	端縦桁に生じる圧縮応力度
		σ_{ca}	N/mm^2	許容圧縮応力度
		$A_{\mathbf{w}}$	mm^2	端縦桁腹板の有効断面積
		A _s	mm^2	主横桁腹板の有効断面積
		b _w	mm	端縦桁腹板の幅
		b _s	mm	主横桁腹板の幅
		t _w	mm	端縦桁腹板の厚さ
		t _s	mm	主横桁腹板の厚さ
		Р	kN/m^2	支圧板に作用する津波時荷重(遡上津波荷重+風荷 重)
		С	mm	支圧板の有効幅
	文上板	L	mm	防波扉(鋼製扉体)の水密幅
		$\sigma_{\rm p}$	N/mm^2	支圧板に生じる支圧応力度
		σ _a	N/mm^2	許容支圧応力度

表 3-1(2) 防波扉の強度評価に用いる記号

評価対	象部位	記号	単位	定義
		D	1 NT / 2	防波扉(鋼製扉体)最下部に作用する津波時荷重
		Р	KN/m²	(遡上津波荷重+風荷重)
		L ₁	mm	防波扉(鋼製扉体)の水密幅
		b _f	mm	戸当り(底面フランジ)の幅
		t _f	mm	戸当り(底面フランジ)の厚さ
		l ₁	mm	戸当りの埋込深さ
防波扉		l ₂	mm	戸当りのコンクリート側面からの埋込み深さ
(鋼製	戸当り	M _f	N•mm/mm	戸当り(底面フランジ)に生じる曲げモーメント
扉体)		Σl	mm	せん断抵抗長さ (= 1_1 +2 1_2)
		σ_{f}	N/mm^2	戸当り(底面フランジ)に生じる曲げ応力度
		σ_{cb}	N/mm^2	戸当り(コンクリート)に生じる支圧応力度
		τ_{c}	N/mm^2	戸当り(コンクリート)に生じるせん断応力度
		σ_{ca}	N/mm^2	許容曲げ応力度
		σ_{cba}	N/mm^2	許容支圧応力度
		τ_{ca}	N/mm^2	許容せん断応力度
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		$\sigma_{ca}$	$\mathrm{N}/\mathrm{mm}^2$	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度
<ul><li></li></ul>	当り (R	$\tau_{a1}$	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容せん断応力度
		$\sigma_{sa}$	$N/mm^2$	鉄筋の短期許容曲げ引張応力度
		$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度
防波扉基礎スラ		$\tau_{a1}$	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容せん断応力度
		$\sigma_{sa}$	$N/mm^2$	鉄筋の短期許容曲げ引張応力度
	Ť	М	kN • m	防波扉基礎スラブに生じる曲げモーメント
		N	kN	防波扉基礎スラブに生じる軸力
		Q	kN	防波扉基礎スラブに生じるせん断力

表 3-1(3) 防波扉の強度評価に用いる記号

	1		
評価対象部位	記号	単位	定義
	My	kN • m	降伏モーメント
	fy	$N/mm^2$	鋼管杭の降伏基準点
	Ze	mm ³	鋼管杭の断面係数
防波扉	Ν	kN	鋼管杭に発生する軸力
(	А	$\mathrm{mm}^2$	鋼管杭の断面積
	М	kN•m	防波扉(鋼管杭)に生じる曲げモーメント
	Ν	kN	防波扉(鋼管杭)に生じる軸力
	Q	kN	鋼管杭に生じるせん断力
	$\tau_{s}$	$N/mm^2$	鋼管杭に生じるせん断応力度
改良地盤	F _s	—	局所安全係数
	R _u	$N/mm^2$	極限支持力度
基礎地盤	N	kN	軸力
	R _d	$N/mm^2$	軸力応力度

表 3-1(4) 防波扉の強度評価に用いる記号

評価         家部位         記号         単位         定義桁に生じる曲げモーメント           S         kN・m         主模桁に生じるせん断力           P         kN/m         主模桁に生じるせん断力           P         kN/m         主模桁に作用する衝突費重           P'         kN/m         主模桁に作用する衝突費重           W         kN/m         主模桁に作用する調上津波荷重           W         kN/m         主模桁の裏田長さ           L         m         主模桁の裏田長さ           L         m         主模桁の裏田長さ           A         m         主模桁の裏田長さ           L         m         主模桁の裏田長さ           A         m         主模桁の裏田子の脚面係数           A         m         主模桁の裏田子の脚面係数           A         m         主模桁の裏田子の脚面係数           A         m         主模桁に生じる出しし断応力度           G         N/ma ² 主模桁に生じる出しし「あたし「あ」の」           J         N/ma ² 主模桁に作用する画字電面           G         N/ma ² 主模桁に作用する画字電面           M         kN・m         現出桁に作用する画で電面           G         kN <m< td="">         現出桁に作用する画で電面           G         kN/m         現出桁に作用する風音電面           G         kN/ma²         野名田子の助面係数           A         m³</m<>			X 0 2(	17 环间积	が永上の近夜市画に方でもの
ボット         三横桁に生じる曲げモーメント           S         kN         三横桁に生じるせん断力           P         kN/n         三横桁に作用する衝突荷重           P'         kN/n         三横桁に作用する適と消重           W         kN/n         三横桁に作用する適と違いする           W'         kN/n         三横桁に作用する適と消重           W'         kN/n         三横桁に作用する適と違いする           W'         kN/n         三横桁に作用する適と違いする           W'         kN/n         三横桁の支間長           ロ         n         三横桁の支間長           ロ         n         三横桁の振出長さ           L         n         三横桁の振出長さ           L         n         三横桁の振出長さ           レ         n         船着 高突作用幅           ズ         mm ² 主横桁に生じる曲げ応力度           ズ         mm ² 主横桁にたしてカル           イ         N/nm ² 三横桁に生じる曲げ応力度           グ         N/nm ² 三横桁に生じるしが応力度           グ         N/nm ² 三横桁に生じる曲げ応力度           グ         N/nm ² 三横桁に生じるしが           グ         N/nm ² 三横桁に生じるしが           グ         kN/n         張出桁に作用する風空荷重           グ         N/nm ² 張出桁に使用する風空荷重	評価対	象部位	記号	単位	定義
原         S         kN         主模桁に作用する衝突荷重           P         kN/m         主模桁に作用する衝突荷重           W         kN/m         主模桁に作用する通上津波荷重           W         kN/m         主模桁に作用する通上津波荷重           W         kN/m         主模桁に作用する通上津波荷重           U         n         主模桁の原出長き           L         n         主模桁の防面係数           L         n         指機桁の防面係数           Am         1         電梯桁の防面積           Z         nm ³ 主模桁に生じる曲げ応力度           G         N/mm ² 計量桁に生じる曲げ応力度           G         N/mm ² 部名世桁に生じる地がの           G         KN         張出桁に生じるの         正           G         kN/m         張出桁に作用する通空荷重            G         N/mm ² 張出桁に生じる曲け応力度            G         N/mm ² 張出桁に使用する風荷重            G         N/mm ² <td< td=""><td></td><td></td><td>М</td><td>kN•m</td><td>主横桁に生じる曲げモーメント</td></td<>			М	kN•m	主横桁に生じる曲げモーメント
			S	kN	主横桁に生じるせん断力
P'         kN/m         船首衝突による衝突荷重           W         kN/m         主横桁に作用する遡上津波荷重           W'         kN/m         主横桁に使用する週上津波荷重           W'         kN/m         主横桁に交間長           a         n         主横桁の返間長           a         n         主横桁の返間長           a         n         主横桁の振辺の断面積           C         ma ³ 主横桁の断面係数           Aw         ma ² 主横桁の断面積           Aw         ma ² 主横桁に生じる曲げ応力度           マ         N/ma ² 主横桁に生じる曲げ応力度           マ         N/ma ² 許横桁をなし断応力度           マ         N/ma ² 許横桁に生じる曲げ応力度           オー         N/ma ² 許備桁板板の断面積           グ         N/ma ² 許備市板に生じる曲げ応力度           マ         N/ma ² 許備市板に生じる曲げ応力度           (鋼製         KN         ・         ・           第本         M         kN·m         ・           水         第出桁に生じる曲げ応力度         ・           「         N/ma ² 第出桁に作用する通突荷重           「         N/ma ² 第出桁に生じる曲げ応力度           「         N/ma ² 第出桁に生じる曲げ応力度           「         N/ma ²			Р	kN/m	主横桁に作用する衝突荷重
ボット         三機桁に作用する遡上津波荷重           W         kN/m         主機桁に作用する風荷重           L         m         主機桁の支間長           a         m         主機桁の吸出長さ           L         m         三機桁の吸出長さ           L         m         三機桁の吸出長さ           L         m         三機桁の吸出長さ           L         m         一次流物対策工 (鉄製扉体)の幅           b         m         船音衝突作用幅           Z         mm ³ 主機桁の防面係数           Aw         nm ² 主機桁に生じる曲げ応力度           マ         N/m ² 主機桁に生じる曲げ応力度           マ         N/m ² 許容せん断応力度 $\sigma_{ca}         N/m2         許容せん断応力度           マ         N/m2         許容せん断応力度           マ         N/m2         許容せん断応力度           マ         N/m2         許容せん断た力度           マ         N/m2         許容せん断た方面(第           尿体         M         kN/m         張出桁に作用する御空           原体         N         小面         張出行に作用する通行           「         N/m2         読出作に生しるし山市た力度         こ           水         小面         張出行に生しるし山市た力度         こ           「         N/m2 $			P'	kN/m	船首衝突による衝突荷重
W'         kN/m         主機桁に作用する風荷重           L         m         主機桁の支間長           a         m         主機桁の張出長さ           L         m         源流物対策工(鉄製扉体)の幅           b         m         船首衝突作用幅           Z         mm ³ 主機桁の断面係数           Aw         mm ² 主機桁能板の断面積           0         N/m ² 主機桁能板の断面係数           Aw         mm ² 主機桁に生じる曲げ応力度           マ         N/m ² 主機桁に生じる曲げ応力度           マ         N/m ² 許容せん断応力度 $\sigma_{ca}$ N/m ² 許容せん断応力度 $\sigma_{ca}$ N/m ² 許容せん断応力度           女人         K         張出桁に生じる曲げ応力度           (鋼製         F         kN         張出桁に生用する領突荷重           ダ米工         M         kN/m         張出桁に作用する通常           「個         kH桁に作用する風荷重         1         m           「銀田桁に生じる曲げ応力度         「         N/m ² 振出桁に生じる曲げ応力度           「日         m         張出桁の断面係数         1         1           「日         第容         北桁に生じる曲げ応力度         1         1           「日         m         主機桁の間         1 </td <td></td> <td></td> <td>W</td> <td>kN/m</td> <td>主横桁に作用する遡上津波荷重</td>			W	kN/m	主横桁に作用する遡上津波荷重
泉         L         n         主機桥の支間長           a         m         主機桥の張出長さ           L         n         漂流物対策工(鉄製扉体)の幅           b         m         船首衛突作用幅           Z         mm ³ 主機桥の断面係数           Aw         mm ² 主機桥の販面係数           Aw         mm ² 主機桥の販面係数           ズ         mm ² 主機桥の販面係数           ズ         mm ² 主機桥の販面係数           Aw         mm ² 主機桥の販面係数           Aw         mm ² 主機桥の販面係数           Aw         mm ² 主機桥に生じるせん断応力度           マ         N/mm ² 許容由げ応力度           マ         N/mm ² 許容也が断な力度           オ電         N/m ² 許容也がに方力度           マ         N/m ² 許容出がに生じるせん断力           ア         kN         張出桁に作用する風荷重           W         kN/m         張出桁に生じるせん断応力度           W         kN/m ² 張出桁に生じるせん断応力度           マ         N/m ² 張出桁に生じるせん断応力度           マ         N/m ² 張出桁に生じるせん断応力度           マ         N/m ² 第241           マ         N/m ² 第24 <td></td> <td></td> <td>W′</td> <td>kN/m</td> <td>主横桁に作用する風荷重</td>			W′	kN/m	主横桁に作用する風荷重
東横桁         a         m         主横桁の張出長さ           L1         m         漂流物対策工(鉄製犀体)の幅           b         m         船首衝突作用幅           Z         mm ³ 主横桁の断面係数           Aw         mm ² 主横桁の断面係数           イロ         N/mm ² 主横桁に生じる曲げ応力度           マ         N/mm ² 主横桁に生じる曲げ応力度           マ         N/mm ² 許容曲げ応力度           マ         N/mm ² 許容曲げ応力度           マ         N/mm ² 許容世が応力度           マ         N/mm ² 許容世が応力度           マ         N/m ² 許容世が応力度           (鋼製         K         N/m ² 許容世が応力度           ア         kN         張出桁に生じる世がが力           S         kN         張出桁に作用する衝突荷重           W         kN/m         張出桁に作用する風荷重           W         kN/m         張出桁に生じる世が応力度           マ         N/m ² 張出桁に生じる世が広力度           マ         N/m ² 張出桁に生じる地が応力度           マ         N/m ² 第公           市         張出桁に生じる地が応力度         マ           マ         N/m ² 許公           市         振出桁に生しる曲げに力力度			L	m	主横桁の支間長
L1         m         漂流物対策工(鉄製扉体)の幅           b         m         船首衝突作用幅         2           2         mm ³ 主機桁の断面係数 $A_w$ mm ² 主機桁距板の断面積 $\sigma$ N/m ² 主機桁に生じる曲げ応力度 $\tau$ N/m ² 主機桁に生じるせん断応力度 $\tau$ N/m ² 許容曲げ応力度 $\tau_a$ N/m ² 許容せん断応力度 $\sigma_{ca}$ N/m ² 許容せん断応力度 $\sigma_{ca}$ N/m ² 許容せん断応力度 $\sigma_{ca}$ N/m ² 許容せん断応力度 $\pi$ KN・m         張出桁に生じる曲げモーメント           (鋼製          S         kN         熊出桁に作用する調決荷面            M         kN・m         張出桁に作用する調上律波荷面            W         kN/m         張出行を            M         kN/m         張出行を            m ³ 張出行に作用する調告         (m            M         kN/m         (m         (m            M         kN/m         (m         (m            M         kN/m ² (m         (m<		十雄坛	а	m	主横桁の張出長さ
擦流物         b         n         船首衛突作用幅           Z         mm ³ 主機桁の断面係数           Aw         mm ² 主機桁販板の断面積           Ø         N/m ² 主機桁に生じる曲げ応力度           て         N/m ² 主機桁に生じるせん断応力度           T         N/m ² 許容曲げ応力度           T         N/m ² 許容地心断応力度           T         N/m ² 許容地心断応力度           T         N/m ² 許容地心断応力度           「T         N/m ² 許容地心断応力度           「T         N/m ² 許容地心断応力度           「T         N/m ² 許容地心断応力度           「T         N/m ² 許公地術に生じる地心断応力           「A         KN ⁺ m         張出桁に生じる地心断力           「P         kN         張出桁に作用する調笑荷重           「W         kN/m         張出行           「U         m         張出長さ           【         m         張出行           「W         kN/m ² 張出桁にをじる地が応力度           「A         N/m ² 張出桁に生じる地が応力度           「C         N/m ² 張出桁に生じる地が応力度           「C         N/m ² 許知桁にた近           「A         N/m ² 許容地が形応力度		土饵们	$L_1$	m	漂流物対策工(鉄製扉体)の幅
Z         m³         主機桁の断面係数 $A_w$ ma²         主機桁度板の断面積 $\sigma$ N/ma²         主機桁に生じる曲げ応力度 $\tau$ N/ma²         主機桁に生じるせん断応力度 $\sigma_{ca}$ N/ma²         許容曲げ応力度 $\pi_a$ N/ma²         許容也ん断応力度 $\gamma_{\pi a}$ N/ma²         許容也ん断応力度           (鋼製           第           房体)           第               第			b	m	船首衝突作用幅
漂流物 $A_w$ $mn^2$ 主機桁度板の断面積 $\sigma$ $N/mn^2$ 主機桁に生じる曲げ応力度 $\tau$ $N/mn^2$ 許容曲げ応力度 $\sigma_{ca}$ $N/mn^2$ 許容曲げ応力度 $\pi_a$ $N/mn^2$ 許容也人断応力度 $\pi_a$ $N/mn^2$ 許容也人断応力度 $\pi_a$ $N/mn^2$ 許容也人断応力度           (鋼製 $\pi_a$ $N/mn^2$ 許容也人断応力度 $\pi$ $M$ $kN \cdot m$ 張出桁に生じる曲げモーメント           (鋼製 $F$ $kN$ 張出桁に生じる世人断力 $F$ $kN$ 張出桁に作用する働突荷重 $M$ $kN/m$ 張出桁に作用する風荷重 $L$ $m$ $KN/m$ 張出桁に作用する風荷重 $M$ $M$ $kN/m$ 張出桁に生じる曲げ応力度 $\pi$ $A_w$ $mn^2$ 張出桁に生じる曲げ応力度 $\sigma$ $N/mn^2$ 許容曲げ応力度 $\sigma_{ca}$ $N/mn^2$ 許容世が応方力度 $\tau_a$ $N/mn^2$ 許容也が応た力度 $\pi_a$ $N/mn^2$ 許容也が応方力度 $\pi_a$ $N/mn^2$ 許容也が応た力度			Z	mm ³	主横桁の断面係数
漂流物 $\sigma$ N/mm ² 主機桁に生じるせん断応力度 $\tau_{ca}$ N/mm ² 許容曲げ応力度 $\sigma_{ca}$ N/mm ² 許容世ん断応力度 $\tau_{a}$ N/mm ² 許容世ん断応力度 $\tau_{a}$ N/mm ² 許容世ん断応力度           (綱製          第           扉体)          第           B体)          服出桁に生じるせん断力           P         kN         照出桁に作用する衝突荷重           W         kN/m         照出桁に作用する風荷重           W         kN/m         照出桁に作用する風荷重           W         kN/m ² 照出桁に作用する風荷重           Q         mm ² 張出桁度板の断面係数           Aw         mm ² 張出桁度板の断面積 $\sigma$ N/mm ² 張出桁に生じるせん断応力度 $\tau$ N/m ² 張出桁に生じるせん断応力度 $\tau$ N/m ² 第出桁に生じるせん断応力度 $\tau$ N/m ² 第出桁に生じるせん断応力度 $\pi$ N/m ² 第出桁に生じるせん断応力度 $\pi$ N/m ² 第公           N/m ² 第公         第公           N         補助縦桁に生じる由         第 $\pi$ <			A _w	$\mathrm{mm}^2$	主横桁腹板の断面積
<td></td> <td></td> <td>σ</td> <td>$N/mm^2$</td> <td>主横桁に生じる曲げ応力度</td>			σ	$N/mm^2$	主横桁に生じる曲げ応力度
漂流物のcaN/m²許容曲げ応力度対策工 (鋼製 (鋼製 扉体)爪N/m²許容せん断応力度第本MkN・m展出桁に生じる曲げモーメント第本SkN展出桁に生じるせん断力アkN展出桁に作用する衝突荷重WkN/m展出桁に作用する画行重WkN/m展出桁に作用する画行重WkN/m展出桁に作用する画荷重Um展出桁の断面係数Awmm²展出桁の断面積グN/m²展出桁に生じるせん断応力度マN/m²展出桁に生じるせん断応力度マN/m²許容曲げ応力度マN/m²許容曲げ応力度マN/m²許容曲げ応力度マN/m²許容曲げ応力度マN/m²許容曲げ応力度マN/m²許容曲げ応力度マN/m²許容曲げ応力度マN/m²許容曲げ応力度マN/m²許容曲げ応力度マN/m²許容水補助縦桁に生じる本N/m²許容ボ小補助縦桁にた用する衝突荷重縦桁WkN/m補助縦桁に作用する風荷重WレkN/m補助縦桁に作用する風荷重1n主横桁の間隔			τ	$N/mm^2$	主横桁に生じるせん断応力度
漂流物 $\tau_a$ $N/ma^2$ 許容せん断応力度         対策工 (鋼製       M $kN \cdot m$ 張出桁に生じる曲げモーメント         第体)       S $kN$ 張出桁に生じるせん断力         厚 $kN$ 張出桁に作用する衝突荷重         W $kN/m$ 張出桁に作用する衝空荷重         W $kN/m$ 張出桁に作用する風荷重         U       m       張出桁に作用する風荷重         U       m       張出桁に作用する風荷重         L       m       張出長さ         Z $mm^3$ 張出桁の断面係数         Aw       mm ² 張出桁腹板の断面積 $\sigma$ $N/ma^2$ 張出桁応生じる曲げ応力度 $\sigma_a$ $N/mm^2$ 張出桁に生じる世が断応力度 $\sigma_a$ $N/mm^2$ 許容曲げ応力度 $\sigma_a$ $N/mm^2$ 許容世が断応力度 $\sigma_a$ $N/mm^2$ 許容世が応方力度 $\tau_a$ $N/m^2$ 許容世が応方力度 $\pi_a$ $N/m^2$ 許容 $N/m^2$ 第回         解助       補助縦桁に生じるせが応力度 $N/m^2$ 第回 $N/m^2$ $kN \cdot m$ 補助縦桁に生じるせが断応力度 $N/m^2$ $N/m^2$ $N/m^2$ $N/m^2$ (M) $kN \cdot m$ 補助縦桁に生じる地が方力度 $N/m^2$			$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	許容曲げ応力度
対策工 (鋼製 扉体)MkN・m張出桁に生じる曲げモーメント第体)SkN張出桁に作用する衝突荷重PkN張出桁に作用する衝突荷重WkN/m張出桁に作用する通之津波荷重WkN/m張出桁に作用する風荷重Um張出桁に作用する風荷重Lm張出桁の断面係数Awmm²張出桁の断面係数Awmm²張出桁に生じる曲げ応力度マN/mm²張出桁に生じる曲げ応力度マN/mm²第昭桁に生じるせん断応力度マN/mm²許容曲げ応力度マN/mm²許容由げ応力度マN/mm²許容世が応力度ワkN・m補助縦桁に生じる曲げモーメントSkN補助縦桁に生じる世が断力解助PkN補助縦桁に作用する衝突荷重縦桁WkN/m補助縦桁に作用する通上津波荷重WkN/m補助縦桁に作用する通点重1m主横桁の間隔	漂流物		$\tau_{a}$	$N/mm^2$	許容せん断応力度
(鋼製 扉体)         S         kN         張出桁に生じるせん断力           P         kN         張出桁に作用する衝突荷重           W         kN/m         張出桁に作用する適上津波荷重           W         kN/m         張出桁に作用する適上津波荷重           W         kN/m         張出桁に作用する適片重           W         kN/m         張出桁に作用する風荷重           L         m         張出行の断面係数           Aw         mm ³ 張出桁に生じる曲げ応力度           Q         N/m ² 張出桁に生じる世ん断応力度           マ         N/m ² 張出桁に生じる世が応力度           マ         N/m ² 許容曲げ応力度           マ         N/m ² 許容世が応力度           オー         本部取縦桁に生じる曲げモーメント         S           KN         補助縦桁に生じる世が断力力           イ         N/m         補助縦桁に生じる世が広力度           イ         N/m         補助縦桁に生じる曲げモーメント           S         kN         補助縦桁に作用する衝突荷重           縦桁         kN/m         補助縦桁に作用する風荷重           W         kN/m         補助縦桁に作用する風荷重           W         kN/m         補助縦桁に作用する風荷重	対策工		М	kN•m	張出桁に生じる曲げモーメント
屏体)         P         kN         張出桁に作用する衝突荷重           W         kN/m         張出桁に作用する遡上津波荷重           W'         kN/m         張出桁に作用する通荷重           W'         kN/m         張出桁に作用する風荷重           L         m         張出長さ           Z         mm ³ 張出桁の断面係数           Aw         mm ² 張出桁腹板の断面積           Ø         N/mn ² 張出桁に生じる曲げ応力度           T         N/mn ² 張出桁に生じるせん断応力度           T         N/mn ² 許出桁に生じる曲げモントレ           Ø         N/mn ² 許出桁に生じる曲げモンレ           T         N/mn ² 許知行たり度           T         N/mn ² 許出桁に生じるせん断応力度           Ta         N/mn ² 許容せん断応力度           Ta         N/mn ² 許容せん断応力度           Ta         N/mn ² 許容せん断応力度           Ta         N/m ² 許容せん断応力度           Ta         N/m ² 許知           構助         kN・m         補助縦桁に生じる曲げモーメント           S         kN         補助縦桁に作用する衝突荷重           縦桁         kN/m         補助縦桁に作用する風荷重           W         kN/m         補助縦桁に作用する風荷重           W'         kN/m	(鋼製		S	kN	張出桁に生じるせん断力
WkN/n張出桁に作用する遡上津波荷重W'kN/n張出桁に作用する風荷重W'kN/n張出桁に作用する風荷重Lm張出長さZmm ³ 張出桁の断面係数 $A_w$ mn ² 張出桁にをいめ断面積 $\sigma$ N/mm ² 張出桁に生じる曲げ応力度 $\tau$ N/mm ² 張出桁に生じる世ん断応力度 $\tau_a$ N/mm ² 許容曲げ応力度 $\tau_a$ N/mm ² 許容世ん断応力度 $\tau_a$ N/mm ² 許容世ん断応力度 $r_a$ N/mm ² 許容世ん断応力度 $r_a$ N/mm ² 許容世ん断応力度 $r_a$ N/mm ² 許容世ん断応力度 $w$ kN 補助縦桁に生じる曲げモーメントSkN補助縦桁に作用する衝突荷重縦桁WkN/m補助縦桁に作用する風荷重WkN/m補助縦桁に作用する風荷重1m主横桁の間隔	扉体)		Р	kN	張出桁に作用する衝突荷重
$W'$ $kN/m$ 張出桁に作用する風荷重張出桁m張出長さZmm³張出桁の断面係数 $A_w$ mm²張出桁度板の断面積 $\sigma$ $N/ma²$ 張出桁に生じる曲げ応力度 $\tau$ $N/ma²$ 張出桁に生じる世ん断応力度 $\tau_a$ $N/ma²$ 第容曲げ応力度 $\tau_a$ $N/ma²$ 許容せん断応力度 $\tau_a$ $N/ma²$ 許容せん断応力度 $r_a$ $N/ma²$ 許容世ん断応力度 $r_a$ $N/ma²$ 許容せん断応力度 $r_a$ $N/ma²$ 許容せん断応力度 $r_a$ $N/ma²$ 許容世ん断応力度 $r_a$ $kN \cdot m$ 補助縦桁に生じる世ん断力 $r_a$ $kN m$ 補助縦桁に作用する衝突荷重 $r_a$ $kN/m$ 補助縦桁に作用する風荷重 $r_a$ $kN/m$ 補助縦桁に作用する風荷重			W	kN/m	張出桁に作用する遡上津波荷重
張出桁Ln張出長さZmm³張出桁の断面係数 $A_w$ mm²張出桁腹板の断面積 $\sigma$ N/mm²張出桁に生じる曲げ応力度 $\tau$ N/mm²張出桁に生じるせん断応力度 $\tau_a$ N/mm²許容曲げ応力度 $\tau_a$ N/mm²許容世ん断応力度 $\tau_a$ N/mm²許容せん断応力度 $r_a$ N/mm²許容せん断応力度 $r_a$ N/mm²許容せん断応力度 $r_a$ N/mm²許容せん断応力度 $r_a$ N/mm²許容せん断応力度 $r_a$ N/mm²諸助縦桁に生じる曲げモーメント $S$ kN補助縦桁に作用する衝突荷重縦桁WkN/m補助縦桁に作用する遡上津波荷重 $W'$ kN/m補助縦桁に作用する風荷重1m主横桁の間隔			W′	kN/m	張出桁に作用する風荷重
ア         ア         mm ³ 張出桁の断面係数           Aw         mm ² 張出桁腹板の断面積           σ         N/mm ² 張出桁に生じる曲げ応力度           τ         N/mm ² 張出桁に生じるせん断応力度           σ _{ca} N/mm ² 許容曲げ応力度           σ _{ca} N/mm ² 許容曲げ応力度           τ _a N/mm ² 許容せん断応力度           δ         kN         補助縦桁に生じる曲げモーメント           S         kN         補助縦桁に生じるせん断力           補助         レ         林助縦桁に生じる曲げモーメント           S         kN         補助縦桁に生じる曲げモーメント           W         kN/m         補助縦桁に作用する衝突荷重           縦桁         W         kN/n           単成荷に作用する風荷重         1         m		張出桁	L	m	張出長さ
$A_w$ mm ² 張出桁腹板の断面積 $\sigma$ N/nm ² 張出桁に生じる曲げ応力度 $\tau$ N/nm ² 張出桁に生じるせん断応力度 $\sigma_{ca}$ N/nm ² 許容曲げ応力度 $\sigma_{ca}$ N/nm ² 許容曲げ応力度 $\pi_a$ N/nm ² 許容せん断応力度 $\pi_a$ N/nm ² 許容せん断応力度 $\kappa$ 補助縦桁に生じる曲げモーメント           S         kN         補助縦桁に生じるせん断力           P         kN         補助縦桁に作用する衝突荷重           縦桁         W         kN/m $\mu$ kN/m         補助縦桁に作用する風荷重           1         m         主横桁の間隔			Z	mm ³	張出桁の断面係数
$\sigma$ N/mm ² 張出桁に生じる曲げ応力度 $\tau$ N/mm ² 張出桁に生じるせん断応力度 $\sigma_{ca}$ N/mm ² 許容曲げ応力度 $\tau_{a}$ N/mm ² 許容世ん断応力度 $\pi_{a}$ N/mm ² 許容せん断応力度 $\pi_{a}$ N/mm ² 許容せん断応力度 $\mu_{a}$ kN・m       補助縦桁に生じる曲げモーメント         S       kN       補助縦桁に生じるせん断力         樽助       P       kN       補助縦桁に作用する衝突荷重         縦桁       kN/m       補助縦桁に作用する風荷重 $W'$ kN/m       補助縦桁に作用する風荷重			Aw	$\mathrm{mm}^2$	張出桁腹板の断面積
τ         N/mm ² 張出桁に生じるせん断応力度           σ _{ca} N/mm ² 許容曲げ応力度           τ _a N/mm ² 許容せん断応力度           π _a N/mm ² 許容せん断応力度           M         kN・m         補助縦桁に生じる曲げモーメント           S         kN         補助縦桁に生じるせん断力           縦桁         P         kN         補助縦桁に作用する衝突荷重           縦桁         W         kN/m         補助縦桁に作用する風荷重           1         m         主横桁の間隔			σ	$N/mm^2$	張出桁に生じる曲げ応力度
$\sigma_{ca}$ N/mm ² 許容曲げ応力度 $\tau_a$ N/mm ² 許容せん断応力度 $\pi_a$ N/mm ² 許容せん断応力度            M         kN・m           補助縦桁に生じる曲げモーメント         S         kN           補助         P         kN           縦桁         P         kN           縦桁         W         kN/m           縦桁         KN/m         補助縦桁に作用する衝突荷重           W'         kN/m         補助縦桁に作用する風荷重           1         m         主横桁の間隔			τ	$N/mm^2$	張出桁に生じるせん断応力度
T _a N/mm ² 許容せん断応力度           M         kN・m         補助縦桁に生じる曲げモーメント           A         kN         補助縦桁に生じるせん断力           補助         P         kN         補助縦桁に作用する衝突荷重           縦桁         W         kN/m         補助縦桁に作用する遡上津波荷重           W'         kN/m         補助縦桁に作用する風荷重           1         m         主横桁の間隔			$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	許容曲げ応力度
M         kN・m         補助縦桁に生じる曲げモーメント           痛助         kN         補助縦桁に生じるせん断力           解助         P         kN         補助縦桁に作用する衝突荷重           縦桁         W         kN/m         補助縦桁に作用する衝突荷重           W         kN/m         補助縦桁に作用する風荷重           1         m         主横桁の間隔			τ _a	$N/mm^2$	許容せん断応力度
S         kN         補助縦桁に生じるせん断力           補助         P         kN         補助縦桁に作用する衝突荷重           縦桁         W         kN/m         補助縦桁に作用する衝突荷重           W         kN/m         補助縦桁に作用する通上津波荷重           W'         kN/m         補助縦桁に作用する風荷重           1         m         主横桁の間隔			М	kN•m	補助縦桁に生じる曲げモーメント
補助     P     kN     補助縦桁に作用する衝突荷重       縦桁     W     kN/m     補助縦桁に作用する遡上津波荷重       W'     kN/m     補助縦桁に作用する風荷重       1     m     主横桁の間隔			S	kN	補助縦桁に生じるせん断力
縦桁         W         kN/m         補助縦桁に作用する遡上津波荷重           W'         kN/m         補助縦桁に作用する風荷重           1         m         主横桁の間隔		補助	Р	kN	補助縦桁に作用する衝突荷重
W'         kN/m         補助縦桁に作用する風荷重           l         m         主横桁の間隔		縦桁	W	kN/m	補助縦桁に作用する遡上津波荷重
l m 主横桁の間隔			W	kN/m	補助縦桁に作用する風荷重
			l	m	主横桁の間隔

表 3-2(1) 漂流物対策工の強度評価に用いる記号

		~ -		
評価対象	象部位	記号	単位	定義
		Z	mm ³	補助縦桁の断面係数
		A _w	$\mathrm{mm}^2$	補助縦桁腹板の断面積
	補助	σ	$N/mm^2$	補助縦桁に生じる曲げ応力度
	縦桁	τ	$N/mm^2$	補助縦桁に生じるせん断応力度
		$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	許容曲げ応力度
		τ _a	$N/mm^2$	許容せん断応力度
		R	kN	端縦桁に生じる支点反力
漂流物		Aq	$\mathrm{mm}^2$	補剛材の有効断面積
対策工		$\sigma_{c}$	$N/mm^2$	端縦桁に生じる圧縮応力度
(鋼製		$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	許容圧縮応力度
扉体)	端縦桁	Aw	$\mathrm{mm}^2$	端縦桁腹板の有効断面積
		A _{s1}	$\mathrm{mm}^2$	主横桁腹板の有効断面積
		A _{s2}	$\mathrm{mm}^2$	スチフナの有効断面積
		t _w	mm	端縦桁腹板の厚さ
		t _{s1}	mm	主横桁腹板の厚さ
		t _{s2}	mm	スチフナの厚さ
		$b_w$	mm	端縦桁腹板の長さ
		b _{s1}	mm	主横桁腹板の長さ
		b _{s2}	mm	スチフナの長さ

表 3-2(2) 漂流物対策工の強度評価に用いる記号

評価対	象部位	記号	単位	定義
		147	lrN /m	戸当り(コンクリート)に作用する津波時荷重(遡
		vv	KIN/ III	上津波荷重+風荷重)
	Р	kN/m	戸当り(コンクリート)に作用する衝突荷重	
		С	mm	支圧板の有効幅
		L ₁	mm	漂流物対策工(鋼製扉体)の幅
	L ₂	mm	主横桁の荷重分担長さ	
		$L_4$	mm	衝突荷重分担長さ(鉛直方向に 45°分散)
		t _w	mm	戸当り(腹板)の厚さ
		$\mathbf{b}_{\mathbf{f}}$	mm	戸当り(底面フランジ)の幅
漂流物	t _f	mm	戸当り(底面フランジ)の厚さ	
	$l_1$	mm	戸当りの埋込深さ	
	l ₂	mm	戸当りのコンクリート側面からの埋込み深さ	
(鋼製	12、 ア 当時	$M_{f}$	N•mm/mm	戸当り(底面フランジ)に生じる曲げモーメント
扉体)	39	$= 9 \Sigma I$	mm	せん断抵抗長さ (= $1_1$ + $21_2$ )
		$\sigma_{\rm p}$	$N/mm^2$	支圧板に生じる支圧応力度
		$\sigma_{b}$	$N/mm^2$	戸当り(腹板)に生じる支圧応力度
	$\sigma_{\mathrm{f}}$	$N/mm^2$	戸当り(底面フランジ)に生じる曲げ応力度	
		$\sigma_{cb}$	$N/mm^2$	戸当り(コンクリート)に生じる支圧応力度
	$\tau_{c}$	$N/mm^2$	戸当り(コンクリート)に生じるせん断応力度	
		$\sigma_{pa}$	$N/mm^2$	支圧板の許容支圧応力度
		$\sigma_{ba}$	$N/mm^2$	戸当り(腹板)の許容支圧応力度
		$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	戸当り(底面フランジ)の許容曲げ応力度
		$\sigma_{cba}$	$N/mm^2$	コンクリートの許容支圧応力度
		$\tau_{ca}$	$N/mm^2$	コンクリートの許容せん断応力度

表 3-2(3) 漂流物対策工の強度評価に用いる記号

	<u> </u>		
評価対象部位	記号	単位	定義
	$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度
	$\tau_{a1}$	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容せん断応力度
· 酒· 法物· 対 策 丁	$\sigma_{sa}$	$N/mm^2$	鉄筋の短期許容曲げ引張応力度
宗師物対衆工		1.11	漂流物対策工戸当り(RC支柱)に生じる曲げモ
	M	kN•m	ーメント
	N	kN	漂流物対策工戸当り(RC支柱)に生じる軸力
		1 17	漂流物対策工戸当り (RC支柱)に生じるせん断
	Q	kN	力
	$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度
	$\tau_{a1}$	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容せん断応力度
漂流物対策工	$\sigma_{sa}$	$N/mm^2$	鉄筋の短期許容曲げ引張応力度
基礎スラブ	М	kN•m	漂流物対策工基礎スラブに生じる曲げモーメント
	N	kN	漂流物対策工基礎スラブに生じる軸力
	Q	kN	漂流物対策工基礎スラブに生じるせん断力
	R _u	$N/mm^2$	極限支持力度
基礎地盤	f′a	$N/mm^2$	支圧強度
	R _d	$N/mm^2$	基礎地盤の最大接地圧

表 3-2(4) 漂流物対策工の強度評価に用いる記号

3.2 評価対象断面

防波扉(荷揚場南)の評価対象断面は,津波荷重の作用方向を踏まえ,防波扉及び漂 流物対策工の扉体軸方向が強軸方向であるため,弱軸方向である防波扉及び漂流物対策 工の扉体直交方向の断面とする。

防波扉(荷揚場南)の評価対象断面位置図を図 3-1 に、縦断面図を図 3-2 に示す。



図 3-1 防波扉(荷揚場南)の評価対象断面位置図



30

防波扉(荷揚場南)の縦断面図

(車: 四)

S2 補 VI-3-別添 3-2-2 R1

#### 3.3 解析方法

防波扉(荷揚場南)の強度評価は、VI-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度 計算の方針」の「5. 強度評価方法」に基づき設定する。

津波時に発生する応答値は、「3.4 荷重及び荷重の組合せ」に基づく荷重を作用さ せて、応力算定式又は2次元有限要素法により算定する。なお、衝突荷重は入力津波高 さ EL 11.9m に余裕を考慮した EL 12.6m の位置に作用させる。

2次元有限要素法に用いる解析コードは「FLIP」を使用する。なお,解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については, VI-5「計算機プログラム(解析コード)の 概要」に示す。

#### 3.4 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、VI-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」のうち、「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。

#### 3.4.1 荷重

強度評価には,以下の荷重を用いる。

水深の3倍で作用する水圧として算定する。

- (1) 常時作用する荷重(G) 常時作用する荷重は持続的に生じる荷重であり,固定荷重及び土圧を考慮する。
- (2) 遡上津波荷重(Pt)
   遡上津波荷重について,朝倉式により,防波扉(荷揚場南)の設置高さを考慮し,
   津波の水位と防波扉(荷揚場南)の設置高さの差分の 1/2 倍を浸水深として,浸
  - (3) 衝突荷重(Pc) 衝突荷重については、漂流物対策工により、防波扉に漁船等の漂流物が直接衝突しない構造とすることから、漂流物対策工の強度評価において考慮する。

衝突荷重については,漂流物対策工を構成する部材の構造的特徴を踏まえて,評 価が厳しくなるよう設定する。

(4) 風荷重(Pk)
 風荷重については,設計基準風速を 30m/s とし,「建築基準法・同施行令」に
 基づき算定する。

(5) 積雪荷重(Ps)

積雪荷重は,発電所に最寄りの気象官署である松江地方気象台(松江市)での観 測記録(1941~2018年)より,観測史上1位の月最深積雪100cm(1971年2月4 日)に平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮した35.0 cmとする。

積雪荷重については、「松江市建築基準法施行細則(平成17年3月31日松江市 規則第234号)」により、積雪量1cmごとに20N/m²の積雪荷重が作用することを考 慮し設定する。

### 3.4.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-3 に, 強度評価に用いる荷重作用図を図 3-3 に示す。なお, 漂流物対策工については, 漂流物対策工(鋼製扉体)は格子構造であるが, 安全側 に漂流物対策工(鋼製扉体)の全面に荷重を作用させる。

区分	荷重の組合せ
津波時(防波扉)	G + P t + P k + P s
津波時 (漂流物対策工)	G + P t + P c + P k + P s

表 3-3 荷重の組合せ

G :固定荷重

Pt: 遡上津波荷重

P c : 衝突荷重

P k : 風荷重

Ps:積雪荷重



図 3-3 防波扉(荷揚場南)の荷重作用図(津波時)

- 3.5 解析モデル及び諸元
  - 3.5.1 解析モデル

防波扉(荷揚場南)の解析モデルを図 3-4 に示す。

(1) 解析領域

解析領域は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社) 日本電気協会)」を参考に、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を 及ぼさないよう、十分広い領域とする。

(2) 境界条件

常時応力解析時の境界条件は底面固定とし,側方は自重等による地盤の鉛直方向 の変形を拘束しないよう鉛直ローラーとする。

また,津波時の2次元有限要素法における境界条件は底面固定及び水平固定とする。

(3) 構造物のモデル化

防波扉基礎スラブ及び防波扉(鋼管杭)は線形はり要素(ビーム要素)でモデル 化し,防波扉(鋼製扉体)は付加重量として考慮する。

また, 漂流物対策工戸当り(RC支柱)は線形はり要素(ビーム要素)で, 漂流 物対策工基礎スラブは,線形の平面ひずみ要素としてモデル化する。漂流物対策工 (鋼製扉体)は付加重量として考慮する。

- (4) 地盤のモデル化
   岩盤は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。
   地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化する。
- (5) ジョイント要素の設定

津波時の施設及び地盤の接合面における剥離及びすべりを考慮するため、「港湾 の施設の技術上の基準・同解説(国土交通省港湾局,2007年版)」及び「港湾構造 物設計事例集(沿岸技術研究センター,平成19年3月)」に準拠して,これらの 接合面にジョイント要素を設定する。





3.5.2 使用材料及び材料の物性値

強度評価に用いる材料定数は、適用基準類を基に設定する。使用材料を表 3-4 に、材料の物性値を表 3-5 に示す。

材料		諸元
防波扉戸当り(RC支柱)	鉄筋	SD345
防波扉基礎スラブ	コンクリート	設計基準強度:24N/mm ²
防波扉(鋼製扉体)		SM490, SS400
防波扉(鋼管杭)*		φ1200mm (SKK490) t=25mm

表 3-4(1) 使用材料(防波扉)

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)」に基づき腐食代1mmを考慮する。

表 3-4(2) 使用材料(漂流物対策工)

材料		諸元
漂流物対策工戸当り(RC支柱)	鉄筋	SD345
漂流物対策工基礎スラブ	コンクリート	設計基準強度:40N/mm ²
漂流物対策工 (鋼製扉体)		SBHS700, SM570

表 3-5(1) 材料の物性値(防波扉)

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. $0^{*1}$	2.5×10 ^{4*1}	$0.2^{*1}$
鋼管杭	77. $0^{*2}$	2. $0 \times 10^{5 * 2}$	0. $3^{*2}$

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14 年3月)

表 3-5(2) 材料の物性値(漂流物対策工)

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	24.0*	3. $1 \times 10^{4*}$	0.2*

注記*: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)

3.5.3 地盤の物性値

地盤の物性値は、VI-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。

地盤のうち改良地盤①~③の残留強度及び引張強度を表3-6のとおり設定する。

表 3-6 改良地盤①~③の残留強度及び引張強度

படு க்ட	残留強度		引張強度
地盛	c' $(N/mm^2)$	$\phi$ ' (° )	$\sigma$ t (N/mm ² )
改良地盤①, ②	0.091	46.08	0.258
改良地盤③	0.205	42.71	0.495

## 3.5.4 地下水位

設計地下水位は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に従い設定する。 設計地下水位を表 3-7 に示す。

表 3-7 設計地下水位

施設名称	設計地下水位
防波扉(荷揚場南)	漂流物対策工より陸側:EL 5.5m
	漂流物対策工より海側:EL 0.58m
- 3.6 評価対象部位 評価対象部位は,防波扉(荷揚場南)の構造上の特徴を踏まえ設定する。
  - 3.6.1 施設・地盤の健全性評価
    - (1) 防波扉

施設・地盤の健全性評価に係る評価対象部位は,防波扉(鋼製扉体),防波扉戸 当り(RC支柱),防波扉基礎スラブ,防波扉(鋼管杭)及び改良地盤①~③とす る。

(2) 漂流物対策工

施設・地盤の健全性評価に係る評価対象部位は, 漂流物対策工(鋼製扉体), 漂流物対策工戸当り(RC支柱), 漂流物対策工基礎スラブとする。

- 3.6.2 基礎地盤の支持性能評価
  - (1) 防波扉
     基礎地盤の支持性能評価に係る評価対象部位は、防波扉を支持する基礎地盤(岩盤)とする。
  - (2) 漂流物対策工

基礎地盤の支持性能評価に係る評価対象部位は,漂流物対策工を支持する基礎地盤(MMR,改良地盤及び岩盤)とする。

3.7 許容限界

許容限界は, VI-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。

- 3.7.1 防波扉
  - (1) 防波扉(鋼製扉体)

防波扉(鋼製扉体)の許容限界は、「ダム・堰施設技術基準(案)(基準解説編・ 設備計画マニュアル編)((社)ダム・堰施設技術協会、平成28年3月)」に基づ き、表3-8に示す短期許容応力度とする。

部材	材質	許容応力度 (N/mm ² )		短期許容応力度		
	13.25			$(N/mm^2)$		
スキンプレート	SM490	許容曲げ応力度 σ _{ca}	160	240		
~ ] ] ] ] ] ] ] ] ] ] ] ] ] ] ] ] ] ] ]	SW400	許容曲げ応力度 σ _{ca}	160	240		
土(與11]	SM490	許容せん断応力度 τ _а	90	135		
補助從控	55400	許容曲げ応力度 σ _{ca}	120	180		
111 功 和211	33400	許容せん断応力度τa	70	105		
端縦桁	SM490	許容圧縮応力度 σ _{ca}	160	240		
支圧板	SUS304	許容支圧応力度σ _{pa}	150	225		
戸当り	66400	学会生になせま	190	100		
(底面フランジ)	55400	計谷曲り応力度 σ _{ca}	120	短期計谷応力度 (N/mm ² ) 240 240 135 180 105 240 225 180 8.8 8.8 0.60		
戸当り	$f' = 9.4 \text{ M}/\text{mm}^2$	許容支圧応力度 o cba	5.9	8.8		
(コンクリート)	1 _{ck} -24N/mm ²	許容せん断応力度 τ _{ca}	0.40	0.60		

表 3-8 防波扉(鋼製扉体)の許容限界

(2) 防波扉戸当り(RC支柱)及び防波扉基礎スラブ

防波扉戸当り(RC支柱)及び防波扉基礎スラブの許容限界は、「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)」に基づき、表 3-9に示す短期許容応力度とする。

表 3-9 防波扉戸当り(RC支柱)及び防波扉基礎スラブの許容限界

14 00	許容応力度		短期許容応力度*	
種別	$(N/mm^2)$		$(N/mm^2)$	
コンクリート	許容曲げ圧縮応力度 σ _{ca}	9.0	13.5	
$(f'_{ck}=24N/mm^2)$	許容せん断応力度 τ _{а1}	0.45	0.67	
鉄筋 (SD345)	許容曲げ引張応力度 σ _{sa}	196	294	

注記*:短期許容応力度は、「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)」より許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮す る。 (3) 防波扉(鋼管杭)

防波扉(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)」を基に算出した降伏モーメント 及び短期許容せん断応力度とする。表 3-10 に鋼管杭の許容限界を示す。

降伏モーメントは次式により算定する。

$$M_y = (f_y - \frac{|N|}{A})Z_e$$
  
ここで、  
 $M_y$  : 鋼管杭の降伏モーメント (kN・m)  
 $f_y$  : 鋼管杭の降伏基準点 (N/mm²)  
 $Z_e$  : 鋼管杭の断面係数 (mm³)  
N : 鋼管杭に発生する軸力 (kN)

A : 鋼管杭の断面積 (mm²)

杭径	杭板厚	鋼種	降伏 モーメント* ² (kN・m)	短期許容 せん断応力度 (N/mm ² )
$\phi$ 1.2m	$25$ mm *1	SKK490	7978	157

表 3-10 防波扉(鋼管杭)の許容限界

注記*1:「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,腐食代1mmを考慮する。 *2:降伏モーメントは,鋼管杭に発生する軸力を考慮する。 (4) 改良地盤

改良地盤の許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド(平成25年6月19 日原管地発第1306196号)」を準用し、表3-11に改良地盤の許容限界を示す。

表 3-11 改良地盤の許容限界

評価項目	許容限界
すべり安全率 Fs	1.2以上

(5) 基礎地盤

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、設定する。基礎地盤の許容限界を表 3-12 に示す。

表 3-12 基礎地盤の許容限界

評価項目	目 基礎地盤		許容限界 (N/mm ² )
振阳 去 告 力 庄 D	岩盤 C H級 C M級 9.5		0.8
極限又行力度 Ku			9.0

- 3.7.2 漂流物対策工
  - (1) 漂流物対策工(鋼製扉体)

漂流物対策工(鋼製扉体)の許容限界は、「ダム・堰施設技術基準(案)(基準
 解説編・設備計画マニュアル編)((社)ダム・堰施設技術協会、平成28年3月)」
 に基づき、表3-13に示す短期許容応力度とする。

許容応		許容応力度		短期許容応力度
部材	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	$(N/mm^2)$		$(N/mm^2)$
<b>- 本</b> 本	SBHS700	許容曲げ応力度 σ _{ca}	$350^{*1}$	525
土傾桁	SM570	許容せん断応力度 τ _а	$129^{*1}$	193
進山松	CDUC700	許容曲げ応力度 σ _{ca}	$350^{*1}$	525
坂口竹	2BH2100	許容せん断応力度τa	202*1	303
<u>持</u> 时 %7 1/2	CME 70	許容曲げ応力度 σ _{ca}	207*1,*2	310
作用印刷作作了	SM570	許容せん断応力度τa	$129^{*1}$	193
端縦桁	SM570	許容圧縮応力度 σ _{ca}	$225^{*1}$	337
支圧板	SUS304	許容支圧応力度 σ ра	150	225
戸当り	CN 400	教会士工会力库	100	970
(腹板)	SM400	计谷又庄応力度 σ _{ba}	180	270
戸当り	CDUC700	学习まででます。	250*1	EDE
(底面フランジ)	3DH3700	計谷曲り応力及 0 _{ca}	550	525
戸当り	<b>f'</b> = 40N /mm ²	許容支圧応力度 σ _{cba}	5.9	8.8
(コンクリート)	$1_{ck}$ =40N/mm ²	許容せん断応力度 τ _{ca}	0.40	0.60

表 3-13 漂流物対策工(鋼製扉体)の許容限界

- 注記*1:「ダム・堰施設技術基準(案)(基準解説編・設備計画マニュアル編)((社)ダ ム・堰施設技術協会,平成28年3月)」に基づき,許容曲げ応力度は,降伏点の 応力度を安全率2.0で除して算出する。また,許容せん断応力度は,許容曲げ応 力度を√3で除して算出する。
  - *2:補助縦桁に用いる構造用鋼材(SM570)の許容曲げ応力度は,「ダム・堰施設技術 基準(案)(基準解説編・設備計画マニュアル編)((社)ダム・堰施設技術協会, 平成28年3月)」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)」に基づき,横倒れ座屈を考慮する。

(2) 漂流物対策工戸当り(RC支柱)及び漂流物対策工基礎スラブ
 漂流物対策工戸当り(RC支柱)及び漂流物対策工基礎スラブの許容限界は、「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)」に基づき、表 3-14に示す短期許容応力度とする。

表 3-14 漂流物対策工戸当り(RC支柱)及び漂流物対策工基礎スラブの許容限界

待则	款公式力 <i>在(N/</i> 2)		短期許容応力度*	
↑里 万寸	種別 計谷心力度(N/mm ² )			
コンクリート	許容曲げ圧縮応力度 σ _{ca} 14.0		21	
$(f'_{ck}=40N/mm^2)$	許容せん断応力度 τ а1	0.55	0.82	
鉄筋		106	204	
(SD345)	計谷曲U 5T 嵌心刀及 0 sa	190	294	

注記*:短期許容応力度は、「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)」より許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

(3) 基礎地盤

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は, VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき設定する。基礎地盤の許容限界を表 3-15 に示す。

表 3-15 基礎地盤の許容限界

評価項目	基礎地盤		許容限界(N/mm²)
	山船	Сн級	0.8
極限支持力度 R _u	石盆	См級	9.0
	改良地盤		1.4
支圧強度 f 'a	MMR		18.0

3.8 評価方法

防波扉(荷揚場南)の耐震評価のうち,防波扉(鋼製扉体),漂流物対策工(鋼製扉体)及び防波扉戸当り(RC支柱)については,構成する各部材に発生する発生応力度 又は作用荷重を算定式より算出し,「3.7 許容限界」で設定した許容限界を満足する ことを確認する。

また,防波扉(鋼管杭),防波扉基礎スラブ,漂流物対策工戸当り(RC支柱),漂 流物対策工基礎スラブ,改良地盤及び基礎地盤は,2次元有限要素法より算定した発生 応力度又は発生断面力が「3.7 許容限界」で設定した許容限界を満足することを確認 する。2次元有限要素法における応力算定には,解析コード「RC断面計算」を使用す る。なお,解析コードの検証,妥当性確認等の概要については,VI-5「計算機プログラ ム(解析コード)の概要」に示す。

- 3.8.1 防波扉
  - (1) 防波扉(鋼製扉体)
    - a. スキンプレート

スキンプレートは、4辺が固定された平板としてモデル化し、津波荷重が作用 することでスキンプレートに生じる応力度が許容限界以下であることを確認す る。

スキンプレートの評価イメージ図を図 3-5 に示す。

- t :スキンプレートの板厚 (mm)
- β₁ :応力の補正係数



図 3-5 スキンプレートの評価イメージ図

b. 主横桁

主横桁は、戸当りとの接触位置をピン固定とする単純はりでモデル化し、津波 荷重として等分布荷重が作用することで主横桁に生じる応力度が許容限界以下 であることを確認する。また、主横桁の側面から作用する津波荷重を軸力として 考慮する。

主横桁の評価対象部を図 3-6 に, 主横桁の評価イメージ図を図 3-7 に示す。

A_w : 主横桁腹板の断面積 (mm²)



図 3-6 主横桁の評価対象部



図 3-7 主横桁の評価イメージ図

c. 補助縦桁

補助縦桁は,主横桁をピン固定とする単純はりでモデル化し,津波荷重として 分布荷重が作用することで補助縦桁に生じる応力度が許容限界以下であること を確認する。

補助縦桁の評価イメージ図を図 3-8 に示す。

$$\begin{split} M &= \frac{P \cdot m}{24} \left( 3 \cdot l^2 - m^2 \right) \\ S &= \frac{P \cdot m}{2} \left( l - \frac{m}{2} \right) \\ \sigma &= \frac{M \cdot 10^6}{Z} \\ \tau &= \frac{S \cdot 10^3}{A_w} \\ \text{ここで,} \\ M &: 補助縦桁に生じる曲げモーメント (kN \cdot m) \\ S &: 補助縦桁に生じるせん断力 (kN) \\ \sigma &: 補助縦桁に生じる曲げ応力度 (N/mm^2) \\ \tau &: 補助縦桁に生じるせん断応力度 (N/mm^2) \\ P &: 補助縦桁に作用する津波時荷重 (遡上津波荷重+風荷重) (kN/m^2) \\ m &: 補助縦桁間隔 (m) \\ l &: 主横桁間隔 (m) \end{split}$$

- **Z** :補助縦桁の断面係数 (mm³)
- Aw: :補助縦桁腹板の断面積 (mm²)





(モデル図)

(評価対象部詳細図)

図 3-8 補助縦桁の評価イメージ図

d. 端縦桁

端縦桁は,主横桁からの荷重伝達を考慮し,端縦桁と主横桁の接合部に生じる 応力度が許容限界以下であることを確認する。

端縦桁の評価イメージ図を図 3-9 に示す。

$$\sigma_{c} = \frac{R \cdot 10^{3}}{A_{q}}$$
  
 $A_{q} = A_{w} + A_{s}$  ただし,  $A_{q} \leq 1.7A_{s}$   
 $A_{w} = b_{w} \cdot t_{w}$  (端縦桁腹板)  
 $A_{s} = b_{s} \cdot t_{s}$  (主横桁腹板)  
ここで,  
 $\sigma_{c}$  :端縦桁に生じる圧縮応力度(N/mm²)  
 $R$  :端縦桁に生じる支点反力(kN)  
 $A_{q}$  :補剛材の有効断面積(mm²)  
 $A_{w}$  :端縦桁腹板の有効断面積(mm²)  
 $A_{s}$  :主横桁腹板の有効断面積(mm²)  
 $b_{w}$  :端縦桁腹板の幅(mm)  
 $t_{w}$  :端縦桁腹板の厚さ(mm)

**b**_s : 主横桁腹板の幅 (mm)

t_s :主横桁腹板の厚さ (mm)



e. 支圧板

支圧板は,防波扉(鋼製扉体)から伝達される津波荷重が作用することで支圧 板に生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。

支圧板の評価イメージ図を図 3-10 に示す。

$$\sigma_{\rm p} = \frac{\mathbf{P} \cdot \mathbf{L} \cdot \mathbf{10^{-3}}}{2 \cdot \mathbf{C}}$$

$$\Xi \subseteq \mathfrak{C},$$

- **σ**_p : 支圧板に生じる支圧応力度(N/mm²)
- P : 支圧板に作用する津波時荷重(遡上津波荷重+風荷重) (kN/m²)
- L :防波扉 (鋼製扉体)の水密幅 (mm)
- **C** : 支圧板の有効幅 (mm)



図 3-10 支圧板の評価イメージ図

f. 戸当り(底面フランジ)及び戸当り(コンクリート)

戸当り(底面フランジ)及び戸当り(コンクリート)は,防波扉(鋼製扉体) から伝達される津波荷重が作用することで戸当り(底面フランジ)及び戸当り(コ ンクリート)に生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。

戸当り(底面フランジ)及び戸当り(コンクリート)の評価イメージ図を3-11に示す。

(a) 戸当り(底面フランジ)

$$M_{f} = \frac{\sigma_{cb} \cdot b_{f}^{2}}{8}$$
  
 $\sigma = \frac{6 \cdot M_{f}}{t_{f}^{2}}$   
ここで、  
 $M_{f}$  : 戸当り (底面フランジ) に生じる曲げモーメント (N·mm/mm)  
 $\sigma$  : 戸当り (底面フランジ) に生じる曲げ応力度 (N/mm²)  
 $\sigma_{cb}$  : 戸当り (コンクリート) に生じる支圧応力度 (N/mm²)  
 $b_{f}$  : 戸当り (底面フランジ) の幅 (mm)  
 $t_{f}$  : 戸当り (底面フランジ) の厚さ (mm)

 $\sigma_{cb} = \frac{PL_1 \times 10^{-3}}{2b_f}$  $\tau = \frac{PL_1 \cdot 10^{-3}}{2\Sigma l}$ ここで, **σ_{ch}** : 戸当り(コンクリート)に生じる支圧応力度(N/mm²) : 戸当り(コンクリート)に生じるせん断応力度(N/mm²) τ Р :防波扉(鋼製扉体)最下部に作用する津波荷重 (遡上津波荷重+風荷重) (kN/m²) :防波扉(鋼製扉体)の水密幅(mm)  $L_1$ : 戸当り (底面フランジ) の幅 (mm) b_f **Σl** : せん断抵抗長さ(= l₁ + 2l₂) (mm)  $l_1$ : 戸当りの埋込深さ (mm)  $l_2$ :戸当りのコンクリート側面からの埋込み深さ (mm)



(2) 防波扉戸当り(RC支柱)

防波扉戸当り(RC支柱)は、防波壁を支点とした片持ちはりでモデル化し、津 波荷重が作用することで防波扉戸当り(RC支柱)に生じる応力度が許容限界以下 であることを確認する。

防波扉戸当り(RC支柱)の位置図を図 3-12 に示す。



図 3-12 防波扉戸当り(RC支柱)の位置図

- (3) 防波扉基礎スラブ 防波扉基礎スラブに生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。
- (4) 防波扉(鋼管杭)

鋼管杭の評価は,鋼管杭の曲げモーメント及びせん断力より算定されるせん断応 力度が許容限界以下であることを確認する。

a. 曲げ照査

防波扉 (鋼管杭)の発生曲げモーメントが許容限界以下であることを確認する。

b. せん断照査

防波扉(鋼管杭)の発生せん断応力度が許容限界以下であることを確認する。 (5) 改良地盤

改良地盤の評価は、改良地盤を通るすべり面のすべり安全率が1.2以上であることを確認する。すべり安全率は、想定したすべり面上の応力状態をもとに、すべり面上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値を求め、最小すべり安全率を算定する。

すべり安全率の算定には,解析コード「CPOSTSK」を使用する。なお,解 析コードの検証,妥当性確認等の概要については,VI-5「計算機プログラム(解析 コード)の概要」に示す。

(6) 基礎地盤

基礎地盤の支持性能評価においては,鋼管杭下端部の軸力を用いて次式により算 定される軸応力度が基礎地盤の許容限界以下であることを確認する。

$$R_d = \frac{N}{A'}$$

ここで,

R_d :鋼管杭下端の軸力より算定される軸応力度 (N/mm²)

- N : 鋼管杭下端に発生する軸力 (N)
- A[′]:鋼管杭下端の断面積 (mm²)

- 3.8.2 漂流物対策工
  - (1) 漂流物対策工(鋼製扉体)
    - a. 主横桁

主横桁は,戸当りとの接触位置をピン固定とする単純はりでモデル化し,津波 荷重として等分布荷重が作用することで主横桁に生じる応力度が許容限界以下 であることを確認する。

主横桁に作用する衝突荷重は,「施設の延長に応じた衝突荷重」及び「船首衝 突による衝突荷重」を考慮する。

主横桁の評価対象部を図 3-13 に, 主横桁の評価イメージ図を図 3-14 に示す。

(a) 施設の延長に応じた衝突荷重を考慮する場合

$$M = \frac{1}{2}(W + W' + P)L_{1}^{2}(\frac{a}{L_{1}} - \frac{1}{4})$$

$$S = \frac{1}{2}(W + W' + P)L$$

$$\sigma = \frac{M \cdot 10^{6}}{Z}$$

$$\tau = \frac{S \cdot 10^{3}}{A_{w}}$$
ここで、
$$M : 主横桁に生じる曲げモーメント(kN \cdot m)$$

$$S : 主横桁に生じるせん断力(kN)$$

$$\sigma : 主横桁に生じるせん断力(kN)$$

$$\sigma : 主横桁に生じるせん断応力度(N/mm^{2})$$

$$\tau : 主横桁に作用する遡上津波荷重(kN/m)$$

$$W' : 主横桁に作用する風荷重(kN/m)$$

$$P : 主横桁に作用する衝突荷重(kN/m)$$

$$L_{1} : 漂流物対策工(鋼製扉体)の幅(m)$$

$$a : 主横桁の張出長さ(m)$$

$$Z : 主横桁腹板の断面積(mm^{2})$$

L : 主横桁の支間長 (m)



(扉体側面図)





図 3-14(1) 主横桁の評価イメージ図 58

(b) 船首衝突による衝突荷重を考慮する場合



(主横桁のモデル図)



図 3-14(2) 主横桁の評価イメージ図

b. 張出桁

張出桁は,片持ちはりでモデル化し,津波荷重として等分布荷重が作用するこ とで張出桁に生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。

なお,主横桁に作用する衝突荷重は,「局所的な漂流物衝突荷重」を考慮する。 張出桁の評価イメージ図を図 3-15 に示す。

$$M = \frac{1}{2}(W + W')L^2 + PL$$
  
 $S = (W + W')L + P$   
 $\sigma = \frac{M \cdot 10^6}{Z}$   
 $\tau = \frac{S \cdot 10^3}{A_w}$   
ここで、  
 $M$  : 張出桁に生じる曲げモーメント (kN·m)  
 $S$  : 張出桁に生じるせん断力 (kN)  
 $\sigma$  : 張出桁に生じるせん断力 (kN)  
 $\sigma$  : 張出桁に生じるせん断応力度 (N/mm²)  
 $\tau$  : 張出桁に生じるせん断応力度 (N/mm²)  
 $W$  : 張出桁に作用する遡上津波荷重 (kN/m)  
 $W'$  : 張出桁に作用する風荷重 (kN/m)  
 $L$  : 張出桁に作用する衝突荷重 (kN)  
 $Z$  : 張出桁の断面係数 (mm³)  
 $A_w$  : 張出桁腹板の断面積 (mm²)



(張出桁のモデル図)



図 3-15 張出桁の評価イメージ図

c. 補助縦桁

補助縦桁は,主横桁をピン固定とする単純はりでモデル化し,津波荷重として 等分布荷重が作用することで補助縦桁に生じる応力度が許容限界以下であるこ とを確認する。

なお、補助縦桁に作用する衝突荷重は、「局所的な漂流物衝突荷重」を考慮する。補助縦桁の評価イメージ図を図 3-16 に示す。

$$M = \frac{1}{8} (W + W')l^{2} + \frac{1}{4}P \cdot l$$

$$S = \frac{1}{2} (W + W') l + P$$

$$\sigma = \frac{M \cdot 10^{6}}{Z}$$

$$\tau = \frac{S \cdot 10^{3}}{A_{w}}$$
cccv,  
M : 補助縦桁に生じる曲げモーメント (kN·m)  
S : 補助縦桁に生じるせん断力 (kN)  
 $\sigma$  : 補助縦桁に生じるせん断力 (kN)  
 $\sigma$  : 補助縦桁に生じるせん断応力度 (N/mm²)  
 $\tau$  : 補助縦桁に生じるせん断応力度 (N/mm²)  
W : 補助縦桁に作用する遡上津波荷重 (kN/m)  
W' : 補助縦桁に作用する風荷重 (kN/m)  
P : 補助縦桁に作用する衝突荷重 (kN)  
l : 主横桁の間隔 (m)  
Z : 補助縦桁の断面係数 (mm³)  
 $A_{w}$  : 補助縦桁腹板の断面積 (mm²)



(補助縦桁のモデル図)



(補助縱桁平面図)

図 3-16 補助縦桁の評価イメージ図

d. 端縦桁

端縦桁は, 主横桁からの荷重伝達を考慮し, 端縦桁と主横桁の接合部に生じる 応力度が許容限界以下であることを確認する。

端縦桁の評価イメージ図を図 3-17 に示す。

t_{s2} :スチフナの厚さ (mm)



図 3-17 端縦桁の評価イメージ図

e. 支圧板及び戸当り(腹板,底面フランジ,コンクリート)

支圧板及び戸当り(腹板,底面フランジ,コンクリート)は,漂流物対策工(鋼 製扉体)から伝達される津波荷重が作用することで支圧板及び戸当り(腹板,底 面フランジ,コンクリート)に生じる応力度が許容限界以下であることを確認す る。

なお, 衝突荷重は, 「施設の延長に応じた衝突荷重」を考慮する。

支圧板及び戸当り(腹板,底面フランジ,コンクリート)の評価イメージ図を 図 3-18 に示す。

(a) 支圧板

$$\sigma_{p} = \frac{WL_{1}}{2CL_{2}} + \frac{PL_{1}}{2CL_{4}}$$

ここで,

- **σ**_p : 支圧板に生じる支圧応力度 (N/mm²)
- W : 戸当りに作用する津波時荷重(遡上津波荷重+風荷重) (kN/m)
- **P** : 戸当りに作用する衝突荷重(kN/m)
- L1 : 漂流物対策工(鋼製扉体)の幅(mm)
- **C** : 支圧板の有効幅 (mm)
- L₂ : 主横桁の荷重分担長さ (mm)
- L₄ : 衝突荷重分担長さ(mm) (鉛直方向に 45°分散)
- (b) 戸当り(腹板)

$$\sigma_b = \frac{WL_1}{2t_wL_2} + \frac{PL_1}{2t_wL_4}$$
  
ここで、  
 $\sigma_b$  : 戸当り(腹板)に生じる支圧応力度(N/mm²)  
W : 戸当りに作用する津波時荷重(遡上津波荷重+風荷重)(kN/m)  
P : 戸当りに作用する衝突荷重(kN/m)  
 $L_1$  : 漂流物対策工(鋼製扉体)の幅(mm)  
 $t_w$  : 戸当り(腹板)の厚さ(mm)  
 $L_2$  : 主横桁の荷重分担長さ(mm)  
 $L_4$  : 衝突荷重分担長さ(mm)(鉛直方向に45°分散)

(c) 戸当り(底面フランジ)

$$M_{f} = \frac{\sigma_{cb} \cdot b_{f}^{2}}{8}$$
  
 $\sigma_{f} = \frac{6M_{f}}{t_{f}^{2}}$   
ここで、  
 $M_{f}$  : 戸当り (底面フランジ) に生じる曲げモーメント (N·mm/mm)  
 $\sigma_{f}$  : 戸当り (底面フランジ) に生じる曲げ応力度 (N/mm²)  
 $\sigma_{cb}$  : 戸当り (二ンクリート) に生じる支圧応力度 (N/mm²)  
 $b_{f}$  : 戸当り (底面フランジ) の幅 (mm)  
 $t_{f}$  : 戸当り (底面フランジ) の厚さ (mm)

$$\sigma_{cb} = \frac{WL_1}{2b_f L_2} + \frac{PL_1}{2b_f L_4}$$

$$\tau_c = \frac{WL_1}{2\Sigma IL_2} + \frac{PL_1}{2\Sigma IL_4}$$
ここで、
$$\sigma_{cb} : 戸当り (コンクリート) に生じる支圧応力度 (N/mm2)$$

$$\tau_c : 戸当り (コンクリート) に生じるせん断応力度 (N/mm2)$$
W : 戸当り (コンクリート) に作用する津波荷重
(遡上津波荷重+風荷重) (kN/m)
P : 戸当り (コンクリート) に作用する衝突荷重 (kN/m)
L_1 : 漂流物対策工 (鋼製扉体) の幅 (mm)
L_2 : 主横桁の荷重分担長さ (mm)
L_4 : 衝突荷重分担長さ (鉛直方向に 45°分散) (mm)
b_f : 戸当り (底面フランジ) の幅 (mm)
 $\Sigma I$  : せん断抵抗長さ (= $l_1 + 2l_2$ ) (mm)
 $l_1$  : 戸当りの埋込深さ (mm)
 $l_2$  : 戸当りのコンクリート側面からの埋込み深さ (mm)



図 3-18 支圧板及び戸当り(腹板,底面フランジ,コンクリート)の評価イメージ図

- (2) 漂流物対策工戸当り(RC支柱)
   漂流物対策工戸当り(RC支柱)に生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。
- (3) 漂流物対策工基礎スラブ

漂流物対策工基礎スラブに生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。

(4) 基礎地盤

基礎地盤の支持性能評価においては, MMR, 改良地盤及び岩盤に生じる最大接 地圧が許容限界以下であることを確認する。

## 4. 評価条件

「3. 強度評価」に用いる評価条件を表 4-1 及び表 4-2 に示す。

部材	記号	定義	数值	単位
	а	スキンプレートの短辺	754.5	mm
スキン プレー	b	スキンプレートの長辺	1700	mm
	t	スキンプレートの板厚	12	mm
プレー	k	スキンプレートの辺長比(b/a)による係数	50	_
Ч	β1	応力の補正係数	0.8	_
	D	スキンプレートに作用する津波時荷重 (遡上	0.04077	NT / 2
	P	津波荷重+風荷重)	0.04877	N/mm ²
	М	主横桁に生じる曲げモーメント	385.260	kN•m
	S	主横桁に生じるせん断力	237.985	kN
主横桁	Ν	主横桁に生じる軸力	85.821	kN
	W	主横桁に作用する遡上津波荷重	71.331	kN/m
	W'	主横桁に作用する風荷重	1.895	kN/m
	L	主横桁の支間長	6.500	m
	а	主横桁の張出長さ	0.200	m
	L ₁	主横桁の水密幅	6.900	m
	В	側部水密幅	1.172	m
	Z	主横桁の断面係数	3904000	mm ³
	A _w	主横桁腹板の断面積	11350	$\mathrm{mm}^2$
	A _s	主横桁の断面積	15912	$\mathrm{mm}^2$
	l	主横桁間隔	1.7	m
	m	補助縦桁間隔	0.7545	m
	D	補助縦桁に作用する津波時荷重(遡上津波		1.17 / 2
補助 縦桁	Р	荷重+風荷重)	40.185	kN/m²
	М	補助縦桁に生じる曲げモーメント	10.234	kN•m
	S	補助縦桁に生じるせん断力	20.053	kN
	Z	補助縦桁の断面係数	424000	mm ³
	A _w	補助縦桁腹板の断面積	2470	$\mathrm{mm}^2$

表 4-1(1) 防波扉の強度評価に用いる条件

部材	記号	定義	数值	単位
端縦桁	R	端縦桁に生じる支点反力	237.985	kN
	Aq	補剛材の有効総断面積	2938	$\mathrm{mm}^2$
	Р	支圧板に作用する津波時荷重(遡上津波荷	63, 92	kN/m ²
支圧板		重+風荷重)		
又几极	С	支圧板の有効幅	85	mm
	L ₁	防波扉(鋼製扉体)の水密幅	6900	mm
	р	防波扉(鋼製扉体)最下部に作用する津波	63.92	1-NI /m2
	r	時荷重 (遡上津波荷重+風荷重)		KIN/ III
戸当り	L ₁	防波扉(鋼製扉体)の水密幅	6900	mm
(底面	b _f	戸当り(底面フランジ)の幅	150	mm
)) ジ)	t _f	戸当り(底面フランジ)の厚さ	21.2	mm
戸当り	$l_1$	戸当り埋込深さ	200	mm
(コン	l ₂	戸当りのコンクリート側面からの埋込み深	0.05	mm
クリー		さ	525	mm
下)	М	戸当り(底面フランジ)に生じる曲げモー	4910	N • mm /mm
	^{IVI} f	メント	4419	N • mm/mm
	Σl	せん断抵抗長さ(=11+212)	850	mm

表 4-1(2) 防波扉の強度評価に用いる条件

部材	記号	定義	数値	単位
主横桁 -	М	主横桁に生じる曲げモーメント	3359.5	kN•m
	S	主横桁に生じるせん断力	1894.2	kN
	Р	主横桁に作用する衝突荷重	483	kN/m
	P'	船首衝突による衝突荷重	520	kN/m
	W	主横桁に作用する遡上津波荷重	49.214	kN/m
	W′	主横桁に作用する風荷重	1.354	kN/m
	L	主横桁の支間長	7.1	m
	а	主横桁の張出長さ	0.1	m
	L ₁	漂流物対策工(鋼製扉体)の幅	7.3	m
	b	船首衝突作用幅	6.0	m
	Z	主横桁の断面係数	18674000	mm ³
	A _w	主横桁腹板の断面積	21500	$\mathrm{mm}^2$
進山松	М	張出桁に生じる曲げモーメント	1147.2	kN•m
	S	張出桁に生じるせん断力	1215.2	kN
	Р	張出桁に作用する衝突荷重	1200	kN
	W	張出桁に作用する遡上津波荷重	15.529	kN/m
〒山11	W′	張出桁に作用する風荷重	0.451	kN/m
	L	張出長さ	0.950	m
	Z	張出桁の断面係数	6527000	mm ³
	A _w	張出桁腹板の断面積	16870	$\mathrm{mm}^2$
	М	補助縦桁に生じる曲げモーメント	228.6	kN•m
	S	補助縦桁に生じるせん断力	1202.4	kN
	Р	補助縦桁に作用する衝突荷重	1200	kN
補助	W	補助縦桁に作用する遡上津波荷重	6.212	kN/m
縦桁	W [′]	補助縦桁に作用する風荷重	0.181	kN/m
	1	主横桁の間隔	0.750	m
	Z	補助縦桁の断面係数	7567000	mm ³
	A _w	補助縦桁腹板の断面積	21500	mm ²
端縦桁	R	端縦桁に生じる支点反力	1894.2	kN
	Aq	補鋼材の有効断面積	10747	mm ²

表 4-2(1) 漂流物対策工の強度評価に用いる条件

部材	記号	定義	数值	単位	
	W	<ul><li>戸当りに作用する津波時荷重(遡上津波荷重</li><li>+風荷重)</li></ul>	50.568	kN/m	
	Р	戸当りに作用する衝突荷重	483	kN/m	
	С	支圧板の有効幅	80	mm	
	L ₁	漂流物対策工(鋼製扉体)の幅	7300	mm	
	L ₂	主横桁の荷重分担長さ	750	mm	
	$L_4$	衝突荷重分担長さ(鉛直方向に 45°分散)	1875	mm	
戸当り	t _w	戸当り(腹板)の厚さ	14	mm	
	b _f	戸当り(底面フランジ)の幅	800	mm	
	t _f	戸当り(底面フランジ)の厚さ	50	mm	
	l ₁	戸当りの埋込深さ	1650	mm	
	l ₂	戸当りのコンクリート側面からの埋込み深さ	950	mm	
	M _f	戸当り(底面フランジ)に生じる曲げモーメ ント	120000	N•mm/mm	
	Σl	せん断抵抗長さ(=11+212)	3550	mm	

表 4-2(2) 漂流物対策工の強度評価に用いる条件

## 5. 評価結果

- 5.1 防波扉
  - 5.1.1 防波扉(鋼製扉体)

防波扉(鋼製扉体)の強度評価結果を表 5-1 に示す。防波扉(鋼製扉体)の各 部材の発生応力度が許容限界以下であることを確認した。

部位	種別	発生 応力度 (N/mm ² )	許容限界 (N/mm ² )	照查値
スキンプレート	曲げ応力度	77	240	0.33
主横桁	曲げ応力度	104	240	0.44
	せん断応力度	21	135	0.16
補助縦桁	曲げ応力度	24	180	0.14
	せん断応力度	8	105	0.08
端縦桁	圧縮応力度	81	240	0.34
支圧板	支圧応力度	3	225	0.02
戸当り (底面フランジ)	圧縮応力度	56	180	0.32
戸当り	支圧応力度	1.5	8.8	0.18
(コンクリート)	せん断応力度	0.26	0.6	0.44

表 5-1 防波扉(鋼製扉体)の強度評価結果

5.1.2 防波扉戸当り(RC支柱)

防波扉戸当り(RC支柱)の強度評価結果を表 5-2 に示す。防波扉戸当り(R C支柱)の発生応力度が許容限界以下であることを確認した。

部位	種別	発生 応力度 (N/mm ² )	許容限界 (N/mm ² )	照査値
防波扉戸当り (RC支柱)	曲げ引張応力度	75	294	0.26
	曲げ圧縮応力度	2.1	13.5	0.16
	せん断応力度	0.43	0.67	0.65

表 5-2 防波扉戸当り(RC支柱)の耐震評価結果

- 5.1.3 防波扉基礎スラブ
  - (1) 曲げ照査

防波扉基礎スラブのコンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査における断 面力図を図 5-1 に、コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査値を表 5-3 に示す。鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値を表 5-4 に示す。

この結果から,防波扉基礎スラブのコンクリート及び鉄筋の発生応力度が許容限 界以下であることを確認した。


せん断力 (kN)

図 5-1 コンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における断面力

表 5-3 コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値

発生断面 曲げモーメント M (kN・m)	力 軸力 N(kN)	曲げ圧縮 応力度 σ。(N/mm ² )	短期許容 応力度 σ _{ca} (N/mm ² )	照査値 σ c/ σ ca
58	60	0.2	13.5	0.02

表 5-4 鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値

発生断面	力	曲げ引張	短期許容	昭杏值
曲げモーメント	軸力	応力度	応力度	σζσα
M (kN • m)	N (kN)	$\sigma_{\rm s}$ (N/mm ² )	$\sigma_{\rm sa}~({ m N/mm^2})$	0 s/ 0 sa
58	60	6	294	0.03

58

(2) せん断照査

防波扉基礎スラブのコンクリートのせん断破壊に対する照査における断面力図 を図 5-2 に、コンクリートのせん断破壊に対する照査値を表 5-5 に示す。

この結果から,防波扉基礎スラブのコンクリートの発生応力度が許容限界以下であることを確認した。



せん断力 (kN)

図 5-2 コンクリートのせん断破壊に対する照査における断面力

表 5-5 コンクリートのせん断破壊に対する照査における最大照査値

発生断面力 せん断力 Q (kN)	せん断応力度 τ。(N/mm ² )	短期許容 応力度 τ _{a1} (N/mm ² )	照査値 τ c/τ a1
42	0.01	0.67	0.02

58

曲げモーメント (kN·m)

- 5.1.4 防波扉 (鋼管杭)
  - (1) 曲げ照査

防波扉(鋼管杭)の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における断面力図を図 5-3 に,曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値を表 5-6 に示す。

この結果から,防波扉(鋼管杭)に発生する断面力が許容限界以下であることを 確認した。



図 5-3 防波扉(鋼管杭)の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における断面力

表 5-6 防波扉(鋼管杭)の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値

発生断面	ī力	際代エーメント	昭本値
曲げモーメント M (kN・m)	軸力 N (kN)	$M_{y} (kN \cdot m)$	M/My
44	158	7978	0.01

(2) せん断照査

防波扉(鋼管杭)のせん断破壊に対する照査における断面力図を図 5-4 に、せん断破壊に対する照査値を表 5-7 に示す。



図 5-4 防波扉(鋼管杭)のせん断破壊に対する照査における断面力

発生断面力 せん断力 Q (kN)	せん断応力度 τ _s (N/mm ² )	短期許容 応力度 τ _{sa} (N/mm ² )	照査値 τ s/τ sa
61	1	157	0.01

表 5-7 防波扉(鋼管杭)のせん断破壊に対する照査における最大照査値

## 5.1.5 改良地盤

改良地盤のすべり安全率による評価結果を表 5-8 に,最小すべり安全率となる すべり線及び局所安全係数分布図を図 5-5 に示す。この結果から,改良地盤のす べり安全率が 1.2 以上あることを確認した。

#### 表 5-8 改良地盤のすべり安全率評価結果



# 5.1.6 基礎地盤

基礎地盤の支持性能照査結果を表 5-9 に示す。

防波扉(鋼管杭)の杭下端部に生じる軸応力度が許容限界以下であることを確認した。

発生断面力 軸力 N(kN)	軸応力度 R _d (N/mm ² )	極限支持力度 R _u (N/mm ² )	照查値 R _d /R _u
170	0.151	9.8	0.02

表 5-9 基礎地盤の支持性能照査結果

#### 5.2 漂流物対策工

5.2.1 漂流物対策工 (鋼製扉体)

漂流物対策工(鋼製扉体)の評価結果を表 5-10 に示す。この結果から,漂流物 対策工(鋼製扉体)の各部材の発生応力度が許容限界以下であることを確認した。

評価対象:	応力度 (N/mm ² )	許容限界 (N/mm ² )	照査値 (a/b)	
<u></u>	曲げ応力度	180	525	0.35
土傾桁	せん断応力度	88	193	0.46
主横桁	曲げ応力度	188	525	0.36
(船首衝突)	せん断応力度	81	193	0.42
正山松	曲げ応力度	176	525	0.34
坂山竹	せん断応力度	72	303	0.24
補助發作	曲げ応力度	30	310	0.10
竹田山川和仁竹」	せん断応力度	56	193	0.30
端縦桁	圧縮応力度	176	337	0.53
支圧板	支圧応力度	15	225	0.07
戸当り (腹板)	支圧応力度	85	270	0.32
戸当り (底面フランジ)	曲げ応力度	288	525	0.55
戸当り	支圧応力度	1.5	8.8	0.18
(コンクリート)	せん断応力度	0.33	0.60	0.55

表 5-10 漂流物対策工 (鋼製扉体)の評価結果

- 5.2.2 漂流物対策工戸当り(RC支柱)
  - (1) 曲げ照査

漂流物対策工戸当り(RC支柱)のコンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系の破壊 に対する照査における断面力図を図 5-6 に,コンクリートの曲げ・軸力系の破壊 に対する照査値を表 5-11 に示す。漂流物対策工戸当り(RC支柱)の鉄筋の曲げ・ 軸力系の破壊に対する照査値を表 5-12 に示す。

この結果から,漂流物対策工戸当り(RC支柱)のコンクリート及び鉄筋の発生 応力度が許容限界以下であることを確認した。



曲げモーメント (kN·m)







せん断力 (kN)

図 5-6 コンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における断面力

表 5-11 コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値

発生断面	力 	曲げ圧縮	短期許容	照査値
曲げモーメント M (kN・m)	軸力 N(kN)	応刀度 σ _c (N/mm ² )	応刀度 σ _{ca} (N/mm ² )	$\sigma_{\rm c}/\sigma_{\rm ca}$
17360	3349	1.7	21.0	0.09

表 5-12 鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値

発生断面	力 	曲げ引張	短期許容	照査値
曲げモーメント M (kN・m)	軸力 N(kN)	応刀度 σ _s (N/mm ² )	応力度 σ _{sa} (N/mm ² )	σ _s ∕σ _{sa}
17360	3349	49	294	0.17

(2) せん断照査

漂流物対策工戸当り(RC支柱)のコンクリートのせん断破壊に対する照査に おける断面力図を図 5-7 に、コンクリートのせん断破壊に対する照査値を表 5-13 に示す。

この結果から,漂流物対策工戸当り(RC支柱)のコンクリートの発生応力度が 許容限界以下であることを確認した。



せん断力(kN)

図 5-7 コンクリートのせん断破壊に対する照査における断面力

-4721

表 5-13 コンクリートのせん断破壊に対する照査における照査値

発生断面力 せん断力 Q (kN)	せん断応力度 τ _。 (N/mm ² )	短期許容 応力度 τ _{al} (N/mm ² )	照査値 τ c/τ al
4721	0.38	0.82	0.47

- 5.2.3 漂流物対策工基礎スラブ
  - (1) 曲げ照査

漂流物対策工基礎スラブのコンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する 照査における断面力図を図 5-8 に,コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する 照査値を表 5-14 に示す。漂流物対策工基礎スラブの鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に 対する照査値を表 5-15 に示す。

この結果から, 漂流物対策工基礎スラブのコンクリート及び鉄筋の発生応力度が 許容限界以下であることを確認した。



図 5-8 コンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における断面力

表 5-14 コンクリートの曲げ	・軸力系の破壊に対す	る照査における	5最大照査値
------------------	------------	---------	--------

発生断面力	]	曲げ圧縮	短期許容	照查值
曲げモーメント	軸力	応力度	応力度	
M (kN • m)	N (kN)	$\sigma_{\rm c}~({\rm N/mm^2})$	$\sigma$ _{ca} (N/mm ² )	0 c/ 0 ca
3044	64	1.2	21.0	0.06

表 5-15 鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における最大照査値

発生断面力		曲げ圧縮	短期許容	四大店
曲げモーメント	軸力	応力度	応力度	思 全 但
M (kN • m)	N (kN)	$\sigma_{\rm s}$ (N/mm ² )	$\sigma_{ m sa}$ (N/mm ² )	0 s/ 0 sa
3044	64	49	294	0.17

(2) せん断照査

漂流物対策工基礎スラブのコンクリートのせん断破壊に対する照査における最 大照査値の評価時刻での断面力図を図 5-9 に、コンクリートのせん断破壊に対す る最大照査値を表 5-16 に示す。

この結果から, 漂流物対策工基礎スラブのコンクリートの発生応力度が許容限界 以下であることを確認した。



図 5-9 コンクリートのせん断破壊に対する照査における断面力

発生断面力 せん断力 Q (kN)	せん断応力度 τ。(N/mm ² )	短期許容 応力度 τ _{al} (N/mm ² )	照査値 τ c/τ al
709	0.22	0.82	0.28

表 5-16 コンクリートのせん断破壊に対する照査における照査値

### 5.2.4 基礎地盤

基礎地盤の支持性能照査結果を表 5-17 に,接地圧分布を図 5-10 に示す。 漂流物対策工の基礎地盤に生じる接地圧が許容限界以下であることを確認した。

最大接地圧	支圧強度	照査値
$R_d$ (N/mm ² )	$f'_a$ (N/mm ² )	R∕f'a
0.5	18.0	0.03

表 5-17(1) 基礎地盤の支持性能照査結果(MMR)

表 5-17(2) 基礎地盤の支持性能照査結果(改良地盤)

最大接地圧	極限支持力度	照査値
$R_d$ (N/mm ² )	$R_u$ (N/mm ² )	$R_d \swarrow R_u$
0.2	1.4	0.17

表 5-17(3) 基礎地盤の支持性能照査結果(岩盤)

最大接地圧	極限支持力度	照査値
$R_d$ (N/mm ² )	$R_u$ (N/mm ² )	$R_d \swarrow R_u$
0.7	9.8	0.07







3. 防波壁通路防波扉(3号機東側)に関する強度計算書

1.	概要・・	
2.	基本方	<mark>針</mark> ······2
2	2.1 位置	$\underline{\varepsilon}$ · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
2 2	2.2 構造	≜概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
4	2.3 評値	町方針・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
4	2.4 適月	月規格・基準等・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
3.	強度評	<mark>価</mark> ······22
ç	3.1 記号	骨の定義・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
ç	3.2 評伯	西対象断面・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
ç	3.3 解材	〒方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
i i	3.4 荷重	重及び荷重の組合せ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・.32
	3.4.1	荷重
	3.4.2	荷重の組合せ・・・・・・33
	3.5 解材	〒モデル及び諸元・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
	3.5.1	解析モデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
	3.5.2	使用材料及び材料の物性値 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・37
	3.5.3	地盤の物性値・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・.39
	3.5.4	地下水位
i i	3.6 評佈	西対象部位・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
	3.6.1	施設・地盤の健全性評価40
	3.6.2	基礎地盤の支持性能評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 40
i i	3.7 許容	<b>浮限界・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</b>
	3.7.1	防波扉41
	3.7.2	漂流物対策工························44
	3.8 評佈	西方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
	3.8.1	防波扉 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
	3.8.2	漂流物対策工·······57
4.	評価条	<mark>件</mark> 67
5.	評価結	<mark>果</mark> ······71
Ę	5.1 防波	友扉
	5.1.1	防波扉 (鋼製扉体)71
	5.1.2	防波扉戸当り(RC支柱) ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
	5.1.3	防波扉基礎スラブ・・・・・ 76
	5.1.4	グラウンドアンカ・・・・・・

次

	5.1.5	改良地盤8
	5.1.6	基礎地盤8
5.2	2 漂流	5物対策工······8
	5.2.1	漂流物対策工(鋼製扉体) ************************************
	5.2.2	漂流物対策工戸当り(RC支柱) ······8
	5.2.3	漂流物対策工基礎スラブ ・・・・・ 8
	5.2.4	基礎地盤

1. 概要

本資料は、VI-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、防波壁通路防波扉(3号機東側)(以下「防波扉(3号機東側)」という。)が、地震後の繰返しの来襲を想定した津波荷重、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した荷重に対して、施設・地盤の構造健全性を保持すること及び十分な支持性能を有する地盤に設置していることを確認するものである。

# <mark>2. 基本方針</mark>

2.1 位置

防波扉(3号機東側)の位置図を図2-1に示す。



2.2 構造概要

防波扉(3号機東側)の構造概要図を図 2-2 に示す。

防波扉(3号機東側)は、入力津波高さ(EL 11.9m)に対して、余裕を考慮した天端 高さ(EL 15.0m)とする。

防波扉(3号機東側)は、防波扉及び漂流物対策工から構成される。

防波扉は,改良地盤を介して岩盤に支持される直接支持構造と,防波扉(鋼製扉体), 防波扉戸当り(RC支柱)及び防波扉基礎スラブによる上部構造から構成される。

防波扉(鋼製扉体),防波扉戸当り(RC支柱)及び防波扉基礎スラブの境界部には 水密ゴムを設置し,止水性を確保する。また,防波扉基礎スラブにはグラウンドアンカ を設置している。

防波扉(3号機東側)の構造図を図 2-3 に,防波扉戸当り(RC支柱)及び防波扉 基礎スラブ接続部の概略配筋図を図 2-4 に,防波扉戸当り(RC支柱)の概略配筋図 を図 2-5 に,水密ゴムの概念図を図 2-6 に示す。

漂流物対策工は、漂流物対策工(鋼製扉体),漂流物対策工戸当り(RC支柱)及び 漂流物対策工基礎スラブから構成され、マンメイドロック(以下「MMR」という。) 及び改良地盤を介して岩盤に支持される。

漂流物対策工の構造図を図 2-7 に、漂流物対策工戸当り(RC支柱)の概略配筋図
 を図 2-8 に、漂流物対策工基礎スラブの概略配筋図を図 2-9 に、漂流物対策工戸当り
 (RC支柱)及び基礎スラブ接続部の概略配筋図を図 2-10 に、漂流物対策工戸当り(R
 C支柱)のアンカー部付近の概略配筋図を図 2-11 に示す。



図 2-2(1) 防波扉(3号機東側)の構造概要図(鳥瞰図) 3





図 2-2(3) 防波扉(3号機東側)の構造概要図(断面図)

S2 補 VI-3-別添 3-2-2 R1









(防波扉(鋼製扉体) 拡大図)

図 2-3(1) 防波扉の構造図 (A-A断面)



図 2-3(2) 防波扉の構造図 (B-B断面)



図 2-3(3) 防波扉の構造図 (C-C断面)





図 2-4 防波扉戸当り(RC支柱)及び防波扉基礎スラブ接続部の概略配筋図 (A-A断面)

(単位:mm)



図 2-5 防波扉戸当り(RC支柱)の概略配筋図(B-B断面)







陸→





←海



(側部水密ゴム①断面図)

(側部水密ゴム②断面図)

図 2-6 水密ゴム概念図 10





注:陸側から海側を望む





注:陸側から海側を望む

(漂流物対策工(鋼製扉体) 拡大図)図 2-7(1) 漂流物対策工の構造図(A-A断面)



図 2-7(2) 漂流物対策工の構造図(B-B断面)



図 2-7(3) 漂流物対策工の構造図 (C-C断面)



図 2-8 漂流物対策工戸当り(RC支柱)の概略配筋図(A-A断面)

(単位:mm)



図 2-9 漂流物対策工基礎スラブの概略配筋図 (B-B断面)


(単位:mm)



注:なお、戸当り部及び上部支承アンカー部には、ひび割れ補強鉄筋を配置する。 ひび割れ補強鉄筋は構造部材として期待していない。

図 2-11 漂流物対策工戸当り(RC支柱)のアンカー部付近の概略配筋図(D-D断面)

2.3 評価方針

防波扉(3号機東側)は、Sクラス施設である津波防護施設に分類される。また、漂 流物対策工により、防波扉に漁船等の漂流物が直接衝突しない構造とする。

防波扉(3号機東側)の各部位の役割及び性能目標を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

また,防波扉(3号機東側)の強度評価は,VI-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.2 許容限界」において設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて実施する。強度評価では,「3. 強度評価」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. 評価結果」より,防波扉(3号機東側)の評価対象部位の発生応力度及びすべり安全率が許容限界を満足することを確認する。

防波扉(3号機東側)の強度評価においては、その構造を踏まえ、津波の作用方向や 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。)について行う。

なお、津波と余震に伴う荷重が作用する重畳時については、防波扉(3号機東側)前 面の敷地高さ(EL 8.5m)は海域活断層から想定される地震による津波(津波水位 EL 4.9m) より高いため、評価を実施しない。

防波扉(3号機東側)の強度評価は,設計基準対象施設として表 2-3 の防波扉(3 号機東側)の評価項目に示すとおり,施設・地盤の健全性評価及び基礎地盤の支持性能 評価を行う。

施設・地盤の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することにより、構造強 度を有すること及び止水性を損なわないことを確認する。

防波扉(3号機東側)の強度評価フローを図 2-12 に示す。

<u> </u>			
	部位の名称	地震時の役割	津波時の役割
	防波扉		・遮水性を保持する。
	(鋼製扉体)		・津波荷重を基礎に伝達する。
	防波扉戸当り	叶波戸 (御制戸井) たままよて	・防波扉(鋼製扉体)を支持する。
	(RC支柱)	・防波扉(輌製扉体)を文持する。	・津波荷重を基礎に伝達する。
	防波扉基礎	・防波扉(鋼製扉体)及び防波扉戸当	・防波扉 (鋼製扉体)及び防波扉戸当
	スラブ	り(RC支柱)を支持する。	り(RC支柱)を支持する。
	グラウンド	・防波扉基礎スラブ及び改良地盤の滑	・防波扉基礎スラブ及び改良地盤の滑
	アンカ	動・転倒を抑止する。	動・転倒を抑止する。
			・漁船等の漂流物を防波扉に衝突させ
1.6-	漂流物対策工		ない。
施設	(鋼製扉体)	—	・ 漂流物の衝突荷重及び津波荷重を基
P24			礎に伝達する。
			・防波扉に漁船等の漂流物を衝突させ
			ない。
	漂流物対策工	・ 漂流物対策工 (鋼製扉体) を支持す	<ul> <li>・ 漂流物対策工(鋼製扉体)を支持す</li> </ul>
	戸当り	3.	3.
	(RC支柱)		<ul> <li>・漂流物の衝突荷重及び津波荷重を基</li> </ul>
			礎に伝達する。
		・漂流物対策工(鋼製扉体)及び漂流	<ul> <li>・漂流物対策工(鋼製扉体)及び漂流</li> </ul>
	漂流物対策工	物対策工戸当り(RC支柱)を支持	物対策工戸当り(RC支柱)を支持
	基礎スラブ	する。	する。
		・防波扉基礎スラブを鉛直支持する。	・防波扉基礎スラブを鉛直支持する。
	ு/ படன்ப	・漂流物対策工基礎スラブを鉛直支持	・漂流物衝突荷重及び津波荷重を岩盤
	改良地盤	する。	に伝達する。
	(1)~(3)	・基礎地盤のすべり安定性に寄与す	・地盤中からの回り込みによる浸水を
		る。	防止する(難透水性を保持する)。
		・漂流物対策工基礎スラブを鉛直支持	・漂流物の衝突荷重及び津波荷重を岩
	MMR	する。	盤に伝達する。
地盤			
	山峦	・ 防波 康 奉 碇 ヘ フ ノ ,	・ 防波 康 奉 碇 ヘ フ ノ ,
	石竖	(縦ヘソノ, 以長地盛及いMMRを始 古古持士ス	(縦ヘラノ, 以長地盛及いMMRを始 声士持士ス
		直 文 行 り る。	直 文 付 り る 。
		・役割に期待したい(解析エデルに反	・役割に期待したい(解析エデルに反
	埋豆十	映し 防波扉及び湾流物対策工への	映し 防波扉及び湾流物対策工への
	生庆工	のし、約000mの1000000000000000000000000000000000	のし、約00mp及び(赤001%)が水工、の 相互作用を考慮する)
		1日ユ 〒 円 で つ 偲 り 幻 / 。	1日ユ 〒 四 で つ 偲 り つ / 。

表 2-1 防波扉(3号機東側)の各部位の役割

部位	性能目標 部位		耐震性	耐津波性 (遮水性,難透水性)	
	防波扉 (鋼製扉体)			 構造物材の健全性を	防波扉から有意な漏えいを生 じさせないために,弾性状態 に留まること。
	防波扉戸当り (RC支柱) 防波扉基礎	_	_	保持するために,各 部位がおおむね弾性 状態に留まること。	防波扉(鋼製扉体)の支持機能 を喪失して防波扉(鋼製扉体) との間から有意な漏えいを生
	スラブ				じさせないために,弾性状態 に留まること。
施設	グラウンド アンカ			防波扉及び改良地盤 の滑動・転倒抑止の ために許容アンカー 力を確保すること。	防波扉及び改良地盤の滑動・ 転倒抑止のために許容アンカ 一力を確保すること。
	漂流物対策工 (鋼製扉体)			_	防波扉に漁船等の漂流物を直 接衝突させないために,漂流 物対策工がおおむね弾性状態 に留まること。
	<ul> <li>漂流物対策工</li> <li>戸当り(RC</li> <li>支柱)</li> <li>漂流物対策工</li> <li>基礎スラブ</li> </ul>	_	_	構造物材の健全性を 保持するために,各 部位がおおむね弾性 状態に留まること。	構造部材の健全性を保持する ために,各部位がおおむね弾 性状態に留まること。
	改良地盤 ①~③	防波扉及び漂 流物対策工を 鉛直支持する ため,十分な支 持力を保持す	基礎 地盤のす べり安定性を 確保するため, 十分なすべり 安定性を保持	_	地盤中からの回り込みによる 浸水を防止(難透水性を維持) するため,改良地盤がすべり 破壊しないこと(内的安定を 保持)。
地 盤	岩盤	ること。	すること。		_
	MMR	<ul> <li>漂流物対策工</li> <li>を鉛直支持す</li> <li>るため,十分な</li> <li>支持力を保持</li> <li>すること。</li> </ul>	_	_	_

表 2-2 防波扉(3号機東側)の各部位の性能目標

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
		防波扉 (鋼製扉体)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
		防波扉戸当り (RC支柱)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
		防波扉基礎スラブ	発生する応力(曲げ応力,せん断応 力及びグラウンドアンカによる支 圧応力)が許容限界以下であること を確認	短期許容応力度
<b>捗</b> と み	施設・地盤の健全性	グラウンドアンカ	発生するアンカー力が許容限界以 下であることを確認	許容アンカー力
構垣强度を 有すること	の健全性	漂流物対策工 (鋼製扉体)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
		漂流物対策工戸当り (RC支柱)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
		漂流物対策工 基礎スラブ	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
		改良地盤①~③	すべり破壊しないこと(内的安定を 保持)を確認	すべり安全率 1.2以上
	基礎地盤の 支持性能	基礎地盤	発生する応力(接地圧)が許容限界 以下であることを確認	極限支持力度* 支圧強度
		防波扉 (鋼製扉体)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
止水性を損 なわないこ と	施設・地盤 の健全性	防波扉戸当り (RC支柱)	発生する応力(曲げ応力及びせん断 応力)が許容限界以下であることを 確認	短期許容応力度
		防波扉基礎スラブ	発生する応力(曲げ応力,せん断応 力及びグラウンドアンカによる支 圧応力)が許容限界以下であること を確認	短期許容応力度
		グラウンドアンカ	発生するアンカー力が許容限界以 下であることを確認	許容アンカー力
		改良地盤①~③	すべり破壊しないこと(内的安定を 保持)を確認	すべり安全率 1.2以上
	基礎地盤の 支持性能	基礎地盤	発生する応力(接地圧)が許容限界 以下であることを確認	極限支持力度* 支圧強度

表 2-3 防波扉(3号機東側)の評価項目

注記*:妥当な安全余裕を考慮する。



20

2.4 適用規格·基準等

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)
- ・機械工学便覧((社)日本機械学会)
- ・ダム・堰施設技術基準(案)(基準解説編・設備計画マニュアル編)((社)ダム・ 堰施設技術協会,平成28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14年 3月)
- ・グラウンドアンカー設計・施工基準,同解説((社)地盤工学会,2012年)
- ・港湾の施設の技術上の基準・同解説(国土交通省港湾局,2007年版)
- ・耐津波設計に係る工認審査ガイド(平成25年6月19日原管地発第1306196号)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・港湾構造物設計事例集(沿岸技術研究センター,平成19年3月)
- 建築基準法・同施行令

# <mark>3. 強度評価</mark>

## 3.1 記号の定義

強度評価に用いる記号を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

評価対	计象部位	記号	単位	定義
		Р	kN/m ²	スキンプレートに作用する津波時荷重(遡上津 波荷重+風荷重)
		а	mm	スキンプレートの短辺
	スキン	b	mm	スキンプレートの長辺
	プレート	k	—	スキンプレートの辺長比 (b/a)による係数
		t	mm	スキンプレートの板厚
		σ	$\rm N/mm^2$	スキンプレートに生じる曲げ応力度
		$\sigma_{a}$	$N/mm^2$	許容曲げ応力度
		147	lzN/m	主横桁に作用する津波時荷重 (遡上津波荷重+
		vv	KN/m	風荷重)
		В	m	主横桁の水密幅
防波扉 (鋼製 扉体)	L	m	主横桁の支間長	
	М	kN•m	主横桁に生じる曲げモーメント	
	S	kN	主横桁に生じるせん断力	
	主横桁	Ν	kN	主横桁に生じる軸力
		Z	mm ³	主横桁の断面係数
		D	m	側部水密幅
		Aw	$\mathrm{mm}^2$	主横桁腹板の断面積
		Ag	$\mathrm{mm}^2$	主横桁の断面積
		σ	$N/mm^2$	主横桁に生じる曲げ応力度
		τ	$N/mm^2$	主横桁に生じるせん断応力度
		σ _a	$N/mm^2$	許容曲げ応力度
		τ _a	$N/mm^2$	許容せん断応力度
		σ _a	$N/mm^2$	許容曲げ応力度
		τ _a	$N/mm^2$	許容せん断応力度

表 3-1(1) 防波扉の強度評価に用いる記号

評価文	象部位	記号	単位	定義
		Р	kN/m²	補助縦桁に作用する津波時荷重(遡上津波荷重 +風荷重)
		а	m	補助縦桁間隔
		b	m	主横桁間隔
	補助	М	kN•m	補助縦桁に生じる曲げモーメント
	縦桁	S	kN	補助縦桁に生じるせん断力
		Z	mm ³	補助縦桁の断面係数
		A _w	$\mathrm{mm}^2$	補助縦桁腹板の断面積
		σ	$N/mm^2$	補助縦桁に生じる曲げ応力度
		τ	N/mm ²	補助縦桁に生じるせん断応力度
		R	kN	主横桁に生じる支点反力
		Aq	$\mathrm{mm}^2$	補剛材の有効断面積
		σ _c	$N/mm^2$	端縦桁に生じる圧縮応力度
	端縦桁	$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	許容圧縮応力度
防波扉		A _w	$\mathrm{mm}^2$	端縦桁腹板の有効断面積
(鋿製		A _{s1}	$\mathrm{mm}^2$	主横桁腹板の有効断面積
扉体)		A _{s2}	$\mathrm{mm}^2$	スチフナの有効断面積
		t _w	mm	端縦桁腹板の厚さ
		t _{s1}	mm	主横桁腹板の厚さ
		t _{s2}	mm	スチフナの厚さ
		b _w	mm	端縦桁腹板の幅
		b _{s1}	mm	主横桁腹板の幅
		b _{s2}	mm	スチフナの幅
		D	$l_r N / m^2$	支圧板に作用する津波時荷重(遡上津波荷重+
		Г	KN/ III	風荷重)
	*	В	mm	防波扉(鋼製扉体)の水密幅
	又庄伮	b	mm	支圧板の有効幅
		$\sigma_{\rm p}$	$N/mm^2$	支圧板に生じる支圧応力度
		$\sigma_{a}$	$N/mm^2$	許容支圧応力度

表 3-1(2) 防波扉の強度評価に用いる記号

		-X 0 I		
評価対	象部位	記号	単位	定義
	5	1.17 ( )	防波扉(鋼製扉体)最下部に作用する津波時荷	
		Р	KN/m ²	重 (遡上津波荷重+風荷重)
		В	mm	防波扉(鋼製扉体)の水密幅
		b _f	mm	戸当り(底面フランジ)の幅
戸当り	t _f	mm	戸当り(底面フランジ)の厚さ	
	h	mm	戸当りの埋込深さ	
	L	mm	戸当りのコンクリート側面からの埋込深さ	
	σ	$\rm N/mm^2$	戸当り(底面フランジ)に生じる曲げ応力度	
	$\sigma_{\rm p}$	$\rm N/mm^2$	戸当り(コンクリート)に生じる支圧応力度	
		τ	$N/mm^2$	戸当り(コンクリート)に生じるせん断応力度
		$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	許容曲げ応力度
	$\sigma_{cba}$	$N/mm^2$	許容支圧応力度	
		τ _{ca}	$N/mm^2$	許容せん断応力度

表 3-1(3) 防波扉の強度評価に用いる記号

評価対象部位	記号	単位	定義
	$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度
	$\tau_{a1}$	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容せん断応力度
<b>吐波宣言</b> 火 b	$\sigma_{sa}$	$N/mm^2$	鉄筋の短期許容曲げ引張応力度
防波庫戸ヨり	M	1.11	防波扉戸当り(RC支柱)に生じる曲げモーメ
(RC文性)	М	KN • m	ント
	N	kN	防波扉戸当り(RC支柱)に生じる軸力
	Q	kN	防波扉戸当り(RC支柱)に生じるせん断力
	σ _{ca}	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度
	$\tau_{a1}$	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容せん断応力度
	$\sigma_{sa}$	$N/mm^2$	鉄筋の短期許容曲げ引張応力度
마까드라까지고 것	$\sigma_{b}$	$N/mm^2$	グラウンドアンカにより発生する支圧応力度
	Т	kN	発生アンカー力
	S	$\mathrm{mm}^2$	支圧板の面積
	T _a	kN	許容アンカー力
	М	kN•m	防波扉基礎スラブに生じる曲げモーメント
	Ν	kN	防波扉基礎スラブに生じる軸力
	Q	kN	防波扉基礎スラブに生じるせん断力
改良地盤	Fs	_	局所安全係数
主体地般	R _u	$N/mm^2$	極限支持力度
基礎地盤	R _d	$N/mm^2$	基礎地盤の最大接地圧

表 3-1(4) 防波扉の強度評価に用いる記号

	-			
評価対	象部位	記号	単位	定義
		М	kN•m	主横桁に生じる曲げモーメント
		S	kN	主横桁に生じるせん断力
		Р	kN/m	主横桁に作用する衝突荷重
		Ρ'	kN/m	船首衝突による衝突荷重
		W	kN/m	主横桁に作用する遡上津波荷重
		W'	kN/m	主横桁に作用する風荷重
		L ₁	m	漂流物対策工(鋼製扉体)の幅
		а	m	主横桁の張出長さ
	土傾桁	L	m	主横桁の支間長
		b	m	船首衝突作用幅
		Z	mm ³	主横桁の断面係数
		A _w	$\mathrm{mm}^2$	主横桁腹板の断面積
漂流物		σ	$N/mm^2$	主横桁に生じる曲げ応力度
対策工 (鋼製 扉体)		τ	$N/mm^2$	主横桁に生じるせん断応力度
		σ _{ca}	$N/mm^2$	許容曲げ応力度
		τ _a	$N/mm^2$	許容せん断応力度
		М	kN•m	張出桁に生じる曲げモーメント
		S	kN	張出桁に生じるせん断力
		Р	kN	張出桁に作用する衝突荷重
		W	kN/m	張出桁に作用する遡上津波荷重
		W′	kN/m	張出桁に作用する風荷重
	毛山松	L	m	張出長さ
	坂田竹	Z	mm ³	張出桁の断面係数
		A _w	mm ²	張出桁腹板の断面積
		σ	$N/mm^2$	張出桁に生じる曲げ応力度
		τ	$N/mm^2$	張出桁に生じるせん断応力度
		σ _{ca}	$N/mm^2$	許容曲げ応力度
		τ _a	$N/mm^2$	許容せん断応力度

表 3-2(1) 漂流物対策工の強度評価に用いる記号

	-			
評価対応	象部位	記号	単位	
		М	kN•m	補助縦桁に生じる曲げモーメント
		S	kN	補助縦桁に生じるせん断力
		Р	kN	補助縦桁に作用する衝突荷重
		W	kN/m	補助縦桁に作用する遡上津波荷重
		W'	kN/m	補助縦桁に作用する風荷重
	補助	l	m	主横桁の間隔
	縦桁	Z	mm ³	補助縦桁の断面係数
		A _w	$\mathrm{mm}^2$	補助縦桁腹板の断面積
		σ	$N/mm^2$	補助縦桁に生じる曲げ応力度
漂流物		τ	$N/mm^2$	補助縦桁に生じるせん断応力度
		$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	許容曲げ応力度
		τ _a	$N/mm^2$	許容せん断応力度
>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>		R	kN	端縦桁に生じる支点反力
( 卿殺		Aq	$\mathrm{mm}^2$	補剛材の有効断面積
月月1447		σ _c	$N/mm^2$	端縦桁に生じる圧縮応力度
		$\sigma_{ca}$	$N/mm^2$	許容圧縮応力度
		A _w	$\mathrm{mm}^2$	端縦桁腹板の有効断面積
	端縦桁	A _{s1}	$\mathrm{mm}^2$	主横桁腹板の有効断面積
		A _{s2}	$\mathrm{mm}^2$	スチフナの有効断面積
		t _w	mm	端縦桁腹板の厚さ
		t _{s1}	mm	主横桁腹板の厚さ
		t _{s2}	mm	スチフナの厚さ
		b _w	mm	端縦桁腹板の長さ
		b _{s1}	mm	主横桁腹板の長さ(mm)
		b _{s2}	mm	スチフナの長さ (mm)

表 3-2(2) 漂流物対策工の強度評価に用いる記号

評価支	<b>す</b> 象部位	記号	単位	定義
		W	kN/m	戸当りに作用する津波荷重(遡上津波荷重+風 荷重)
		Р	kN/m	戸当りに作用する衝突荷重
		С	mm	支圧板の有効幅
		L ₁	mm	漂流物対策工(鋼製扉体)の幅
		L ₂	mm	主横桁の荷重分担長さ
		L ₄	mm	衝突荷重分担長さ(鉛直方向に 45°分散)
		t _w	mm	戸当り(腹板)の厚さ
		b _f	mm	戸当り(底面フランジ)の幅
		t _f	mm	戸当り(底面フランジ)の厚さ
漂流物 対策工 (鋼製 三小)	l ₁	mm	戸当りの埋込深さ	
	l ₂	mm	戸当りのコンクリート側面からの埋込深さ	
	戸当り	M _f	N•mm/mm	戸当り(底面フランジ)に生じる曲げモーメン ト
月1日14月1日1月1日1月1日1月1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日1日		Σl	mm	せん断抵抗長さ (= $1_1$ + $21_2$ )
		$\sigma_{\rm p}$	$N/mm^2$	支圧板に生じる支圧応力度
		$\sigma_{\rm b}$	$N/mm^2$	戸当り(腹板)に生じる支圧応力度
		$\sigma_{\rm f}$	$N/mm^2$	戸当り(底面フランジ)に生じる曲げ応力度
		$\sigma_{cb}$	$N/mm^2$	戸当り(コンクリート)に生じる支圧応力度
		τ _c	$N/mm^2$	戸当り(コンクリート)に生じるせん断応力度
		$\sigma_{\rm pa}$	$N/mm^2$	支圧板の許容支圧応力度
		$\sigma_{ba}$	$N/mm^2$	戸当り(腹板)の許容支圧応力度
		σ _{ca}	$N/mm^2$	戸当り(底面フランジ)の許容曲げ応力度
		$\sigma_{cba}$	$N/mm^2$	戸当り(コンクリート)の許容支圧応力度
		$\tau_{ca}$	$N/mm^2$	戸当り(コンクリート)の許容せん断応力度

表 3-2(3) 漂流物対策工の強度評価に用いる記号

評価対象部位	記号	単位	定義
	σ _{ca}	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度
	τ _{a1}	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容せん断応力度
海法业业体工	$\sigma_{sa}$	$N/mm^2$	鉄筋の短期許容曲げ引張応力度
		1.51	漂流物対策工戸当り(RC支柱)に生じる曲げ
戸当り	М	kN • m	モーメント
(RU叉柱)	N	kN	漂流物対策工戸当り(RC支柱)に生じる軸力
	Q	kN	漂流物対策工戸当り (RC支柱)に生じるせん
			断力
	σ _{ca}	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容曲げ圧縮応力度
	τ _{a1}	$N/mm^2$	コンクリートの短期許容せん断応力度
<b>洒</b> 法曲丛体 于	$\sigma_{sa}$	$N/mm^2$	鉄筋の短期許容曲げ引張応力度
漂流物対東工 基礎スラブ	N	kN•m	漂流物対策工基礎スラブに生じる曲げモーメン
	M		F
	N	kN	漂流物対策工基礎スラブに生じる軸力
	Q	kN	漂流物対策工基礎スラブに生じるせん断力
	R _u	$N/mm^2$	極限支持力度
基礎地盤	f'a	$N/mm^2$	支圧強度
	R _d	$N/mm^2$	

表 3-2(4) 漂流物対策工の強度評価に用いる記号

3.2 評価対象断面

防波扉(3号機東側)の評価対象断面は,津波荷重の作用方向を踏まえ,防波扉(鋼 製扉体)及び漂流物対策工(鋼製扉体)の直交方向に作用した場合の影響を評価する。 防波扉(3号機東側)の評価対象断面位置図を図 3-1 に,縦断面図を図 3-2 に示す。



図 3-1 防波扉(3号機東側)の評価対象断面位置図



S2 補 VI-3-別添 3-2-2 R1

(黄位:m)

↑ ፹

¥ †



図 3-2 防波扉(3号機東側)の縦断面図

#### 3.3 解析方法

防波壁(3号機東側)の強度評価は、VI-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強 度計算の方針」の「5. 強度評価方法」に基づき設定する。

津波時に発生する応答値は、「3.4 荷重及び荷重の組合せ」に基づく荷重を作用さ せて、応力算定式又は2次元有限要素法により算定する。なお、衝突荷重は入力津波高 さ EL 11.9mに余裕を考慮した EL 12.6mの位置に作用させる。

2次元有限要素法に用いる解析コードは「FLIP」を使用する。なお,解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については, VI-5「計算機プログラム(解析コード)の 概要」に示す。

#### 3.4 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、VI-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」のうち、「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。

3.4.1 荷重

強度評価には、以下の荷重を用いる。

- (1) 常時作用する荷重(G)
   常時作用する荷重は持続的に生じる荷重であり、固定荷重及び土圧を考慮する。
   また、グラウンドアンカの初期緊張力を考慮する。
- (2) 遡上津波荷重(Pt)
   遡上津波荷重については、朝倉式により、防波壁(3号機東側)の設置高さを考慮し、津波の水位と防波扉(3号機東側)の設置高さの差分の1/2倍を浸水深として、浸水深の3倍で作用する水圧として算定する。
- (3) 衝突荷重(Pc) 衝突荷重については、漂流物対策工により、防波扉に漁船等の漂流物が直接衝突 しない構造とすることから、漂流物対策工の強度評価において考慮する。

衝突荷重については,漂流物対策工を構成する部材の構造的特徴を踏まえて,評 価が厳しくなるよう設定する。

(4) 風荷重(Pk) 風荷重については,設計基準風速を 30m/s とし,「建築基準法・同施行令」に基 づき算定する。 (5) 積雪荷重(Ps)

積雪荷重は,発電所最寄りの気象官署である松江地方気象台(松江市)での観測 記録(1941~2018年)より,観測史上1位の月最深積雪100cm(1971年2月4日) に平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮した35.0 cmとする。

積雪荷重については、「松江市建築基準法施行細則(平成17年3月31日松江市 規則第234号)」により、積雪量1cmごとに20N/m²の積雪荷重が作用することを考 慮し設定する。

#### 3.4.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-3 に, 強度評価に用いる荷重作用図を図 3-3 に示す。なお, 漂流物対策工については, 漂流物対策工(鋼製扉体)は格子構造であるが, 安全側 に漂流物対策工(鋼製扉体)の全面に荷重を作用させる。

外力の状態	荷重の組合せ
津波時(防波扉)	G + P t + P k + P s
津波時 (漂流物対策工)	G + P t + P c + P k + P s
津波時(漂流物対策工)	G + P t + P c + P k + P s

表 3-3 荷重の組合せ

G :固定荷重

Pt: : 遡上津波荷重

P c : 衝突荷重

Pk :風荷重

Ps:積雪荷重



図 3-3(1) 強度評価に用いる荷重作用図(津波時,防波扉)



図 3-3(2) 強度評価に用いる荷重の荷重作用図(津波時,漂流物対策工)

- 3.5 解析モデル及び諸元
  - 3.5.1 解析モデル

防波扉(3号機東側)の解析モデルを図3-4に示す。

(1) 解析領域

解析領域は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社) 日本電気協会)」を参考に、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を 及ぼさないよう、十分広い領域とする。

(2) 境界条件

常時応力解析時の境界条件は底面固定とし,側方は自重等による地盤の鉛直方向 の変形を拘束しないよう鉛直ローラーとする。

また,津波時の2次元有限要素法における境界条件は底面固定及び水平固定とする。

(3) 構造物のモデル化

防波扉戸当り(RC支柱)及び防波扉基礎スラブは線形はり要素(ビーム要素), グラウンドアンカは非線形ばね要素でモデル化し,防波扉(鋼製扉体)は付加重量 として考慮する。

また, 漂流物対策工戸当り(RC支柱)は線形はり要素(ビーム要素)で, 漂流 物対策工基礎スラブは線形の平面ひずみ要素としてモデル化する。 漂流物対策工 (鋼製扉体)は付加重量として考慮する。

- (4) 地盤のモデル化
   岩盤は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。
   地盤は、マルチスプリング要素及び間隙水要素にてモデル化する。
- (5) ジョイント要素の設定

津波時の施設及び地盤の接合面における剥離及びすべりを考慮するため、「港湾 の施設の技術上の基準・同解説(国土交通省港湾局,2007年版)」及び「港湾構造 物設計事例集(沿岸技術研究センター,平成19年3月)」に準拠して,これらの 接合面にジョイント要素を設定する。



注記*1:線形はり要素の全体の節点において,防波扉(鋼製扉体)を付加重量として考慮する。 *2:線形はり要素の上下端において,漂流物対策工(鋼製扉体)を付加重量として考慮する。

図 3-4 防波扉(3 号機東側)の解析モデル(評価対象断面)

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

強度評価に用いる材料定数は,適用基準類を基に設定する。使用材料を表 3-4 に,材料の物性値を表 3-5 に,グラウンドアンカの非線形ばねモデルの概念図を 図 3-5 に示す。

材料諸元防波扉戸当り(RC支柱)<br/>防波扉基礎スラブ鉄筋SD345防波扉(鋼製扉体)コンクリート設計基準強度:24N/mm²防波扉(鋼製扉体)SM490, SS400, SUS304グラウンドアンカアンカー長:27.5m~29.5m極限引張力:2800kN<br/>降伏引張力:2400kN

表 3-4(1) 使用材料(防波扉)

表 3-4(2) 使用材料 (漂流物対策工)

材料		諸元	
漂流物対策工戸当り(RC支柱)	鉄筋	SD345	
漂流物対策工基礎スラブ	コンクリート	設計基準強度:40N/mm ²	
漂流物対策工 (鋼製扉体)		SBHS700, SM570	

表 3-5(1) 材料の物性値(防波扉)

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	24.0*	2.5×10 ⁴ *	0.2*	

注記*: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)

表 3-5(2) 材料の物性値(漂流物対策工)

材料	単位体積重量	ヤング係数	ポアソンド	
12 11	$(kN/m^3)$	$(N/mm^2)$		
鉄筋コンクリート	24.0*	3. $1 \times 10^{4*}$	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)

引張剛性 k	テンドン降伏引張力	設計アンカー力	初期変位量
(kN/m)	(kN)	(kN)	(mm)
14777	2400	1650	112

表 3-5(3) 材料の物性値 (グラウンドアンカ)



3.5.3 地盤の物性値

地盤の物性値は、VI-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。

地盤のうち改良地盤①~③の残留強度及び引張強度を表3-6のとおり設定する。

表 3-6 改良地盤①~③の残留強度及び引張強度

	残留弹	引張強度	
地盛	c' $(N/mm^2)$	$\phi$ ' (° )	$\sigma$ t (N/mm ² )
改良地盤①, ②	0.091	46.08	0.258
改良地盤③	0.205	42.71	0.495

### 3.5.4 地下水位

設計地下水位は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に従い設定する。 設計地下水位を表 3-7 に示す。

表 3-7 設計地下水位

施設名称	設計地下水位
は 水豆(2 日 桃 古 側)	漂流物対策工より陸側:EL 8.5m
防波扉(3 亏機果側)	漂流物対策工より海側:EL 0.58m

- 3.6 評価対象部位 評価対象部位は、防波扉(3号機東側)の構造上の特徴を踏まえ設定する。
  - 3.6.1 施設・地盤の健全性評価
    - (1) 防波扉

施設・地盤の健全性評価に係る評価対象部位は,防波扉(鋼製扉体),防波扉戸 当り(RC支柱),防波扉基礎スラブ,グラウンドアンカ及び改良地盤①~③とす る。

(2) 漂流物対策工

施設・地盤の健全性評価に係る評価対象部位は, 漂流物対策工(鋼製扉体), 漂流物対策工戸当り(RC支柱)及び漂流物対策工基礎スラブとする。

- 3.6.2 基礎地盤の支持性能評価
  - (1) 防波扉

基礎地盤の支持性能評価に係る評価対象部位は,防波扉を支持する基礎地盤(改 良地盤及び岩盤)とする。

(2) 漂流物対策工

基礎地盤の支持性能評価に係る評価対象部位は,漂流物対策工を支持する基礎地盤(MMR,改良地盤及び岩盤)とする。

3.7 許容限界

許容限界は, VI-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。

- 3.7.1 防波扉
  - (1) 防波扉(鋼製扉体)

防波扉(鋼製扉体)の許容限界は、「ダム・堰施設技術基準(案)(基準解説編・ 設備計画マニュアル編)((社)ダム・堰施設技術協会、平成28年3月)」に基づ き、表3-8に示す短期許容応力度とする。

女17 十十	十历	許容応力度 (N/mm ² ) 許容曲げ応力度 σ a 160 許容曲げ応力度 σ a 160 許容せん断応力度 τ a 90		短期許容応力度
「「」「」	11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11			$(N/mm^2)$
スキンプレート	SM490	許容曲げ応力度 σ a	160	240
十件だ	SW400	許容曲げ応力度 σ _a 160		240
土傾桁	SM490	許容せん断応力度 τ _а	90	135
<b>雇用</b> 從托	55400	許容曲げ応力度 σ _а	120	180
作用 印月 前定 作于	55400	許容せん断応力度 τ _а	70	105
端縦桁	SM490	許容圧縮応力度 σ _{ca}	160	240
支圧板	SUS304	許容支圧応力度σa	150	225
戸当り	SW400	おのまぶたまを	160	240
(底面フランジ)	SM490	計谷曲り応力度 σ _a	160	240
戸当り	<b>f'</b> -9.4N/mm ²	許容支圧応力度σa	5.9	8.8
(コンクリート)	$I_{ck}$ -24N/mm ²	許容せん断応力度 τ _а	0.40	0.60

表 3-8 防波扉(鋼製扉体)の許容限界

(2) 防波扉戸当り(RC支柱)及び防波扉基礎スラブ

防波扉戸当り(RC支柱)及び防波扉基礎スラブの許容限界は、「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)」に基づき、表 3 -9に示す短期許容応力度とする。

表 3-9 防波扉戸当り(RC支柱)及び防波扉基礎スラブの許容限界

往回	許容応力度	短期許容応力度*	
个里 万门	$(N/mm^2)$		$(N/mm^2)$
コンクリート	許容曲げ圧縮応力度 σ _{ca} 9.0		13.5
$(f'_{ck}=24N/mm^2)$	) 許容せん断応力度 τ _{a1} 0.45		0.67
鉄筋	学会中に当時代中年	100	204
(SD345)	計谷田り 51 策応 力度 σ _{sa}	196	294

注記*:短期許容応力度は、「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)」より許容応力度に対して1.5倍 の割増を考慮する。

(3) グラウンドアンカ

グラウンドアンカの許容限界は、「グラウンドアンカー設計・施工基準,同解説 ((社)地盤工学会,2012年)」に基づき,許容アンカー力を表 3-10 のとおり設 定する。

表 3-10 グラウンドアンカの許容限界

許容アンカー力T。	(kN)
2076	

(4) 改良地盤

改良地盤の許容限界は、「耐津波設計に係る工認審査ガイド(平成25年6月19 日原管地発第1306196号)」を準用し、表3-11に改良地盤の許容限界を示す。

評価項目	許容限界
すべり安全率	1.2以上

表 3-11 改良地盤の許容限界

(5) 基礎地盤

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、設定する。基礎地盤の許容限界を表 3-12 に示す。

評価項目	基礎地盤		許容限界(N/mm ² )
振阻去持力府	巴 H 級		0.8
極限文持力度 D	石盆	С м級	9.0
K u	改良	地盤	1.4

表 3-12 基礎地盤の許容限界

- 3.7.2 漂流物対策工
  - (1) 漂流物対策工(鋼製扉体)

漂流物対策工(鋼製扉体)の許容限界は、「ダム・堰施設技術基準(案)(基準
 解説編・設備計画マニュアル編)((社)ダム・堰施設技術協会、平成28年3月)」
 に基づき、表3-13に示す短期許容応力度とする。

		許容応力度		短期許容
部材	材質			応力度
		(N/mm ² )		$(N/mm^2)$
	SBHS700	許容曲げ応力度 σ _{ca}	$350*{}^{1}$	525
土蚀竹	SM570	許容せん断応力度τa	$129^{*1}$	193
電山松	CDUCZOO	許容曲げ応力度 σ _{ca}	$350^{*1}$	525
張出桁	SBHS700	許容せん断応力度τa	$202^{*1}$	303
		許容曲げ応力度 σ ca	$204^{*1, *2}$	306
補助縱桁	SM570	許容せん断応力度 τ a	$129^{*1}$	193
端縦桁	SM570	許容圧縮応力度 σ _{ca}	$225^{*1}$	337
支圧板	SUS304	許容支圧応力度σ _{pa}	150	225
戸当り(腹板)	SM400	許容支圧応力度 σ ba	180	270
戸当り (底面フランジ)	SBHS700	許容曲げ応力度 σ _{ca}	350*	525
戸当り		許容支圧応力度 σ _{cba}	5.9	8.8
(コンクリート)	$t_{ck}$ =40N/mm ²	許容せん断応力度 τ _{ca}	0.40	0.60

表 3-13 漂流物対策工(鋼製扉体,戸当り)の許容限界

- 注記*1:「ダム・堰施設技術基準(案)(基準解説編・設備計画マニュアル編)((社)ダ ム・堰施設技術協会,平成28年3月)」に基づき,許容曲げ応力度は,降伏点の 応力度を安全率2.0で除して算出する。また,許容せん断応力度は,許容曲げ応 力度を√3で除して算出する。
  - *2:補助縦桁に用いる構造用鋼材(SM570)の許容曲げ応力度は,「ダム・堰施設技術 基準(案)(基準解説編・設備計画マニュアル編)((社)ダム・堰施設技術協会, 平成28年3月)」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)」に基づき,横倒れ座屈を考慮する。

(2) 漂流物対策工戸当り(RC支柱)及び漂流物対策工基礎スラブ 漂流物対策工戸当り(RC支柱)及び漂流物対策工基礎スラブの許容限界は、「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)」に基 づき、表 3-14に示す短期許容応力度とする。

表 3-14 漂流物対策工戸当り(RC支柱)及び漂流物対策工基礎スラブの許容限界

括则	許容応力度(N/mm ² )		短期許容応力度*
↑里 万リ			$(N/mm^2)$
コンクリート	許容曲げ圧縮応力度 σ _{ca}	14.0	21
$(f'_{ck}=40N/mm^2)$	許容せん断応力度 τ _{a1}	0.55	0.82
鉄筋	許容曲げ引張応力度 σ _{sa}	196	294
(SD345)			

注記*:短期許容応力度は、「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)」より許容応力度に対して1.5倍の割増を考慮する。

(3) 基礎地盤

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、設定する。基礎地盤の許容限界を表 3-15 に示す。

 評価項目
 基礎地盤
 許容限界 (N/mm²)

 極限支持力度
 岩盤
 C H級
 9.8

 Ru
 C M級
 1.4

 支圧強度
 MMR
 18.0

表 3-15 基礎地盤の許容限界

3.8 評価方法

防波扉(3号機東側)の耐震評価のうち,防波扉(鋼製扉体),漂流物対策工(鋼製 扉体)及び防波扉戸当り(RC支柱)については,構成する各部材に発生する発生応力 度又は作用荷重を算定式より算出し,「3.7 許容限界」で設定した許容限界を満足す ることを確認する。

また、グランウンドアンカ、防波扉基礎スラブ、漂流物対策工戸当り(RC支柱), 漂流物対策工基礎スラブ,改良地盤及び基礎地盤は、2次元有限要素法より算定した発 生応力度又は発生断面力が「3.7 許容限界」で設定した許容限界を満足することを確 認する。2次元有限要素法における応力算定には、解析コード「RC断面計算」を使用 する。なお、解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログ ラム(解析コード)の概要」に示す。

#### 3.8.1 防波扉

- (1) 防波扉(鋼製扉体)
  - a. スキンプレート

スキンプレートは、4辺が固定された平板としてモデル化し、津波荷重が作用 することでスキンプレートに生じる応力度が許容限界以下であることを確認す る。

スキンプレートの評価イメージ図を図 3-6 に示す。

$$\sigma = \frac{1}{100} \cdot \mathbf{k} \cdot \mathbf{a}^2 \cdot \frac{\mathbf{P} \times 10^{-3}}{t^2}$$

$$\Xi \subseteq \mathfrak{C},$$

- σ : スキンプレートに生じる曲げ応力度 (N/mm²)
- k : スキンプレートの辺長比(b/a)による係数
- a :スキンプレートの短辺 (mm)
- b :スキンプレートの長辺 (mm)
- P : スキンプレートに作用する津波時荷重
   (遡上津波荷重+風荷重) (kN/m²)
- t :スキンプレートの板厚 (mm)



図 3-6 スキンプレートの評価イメージ図

b. 主横桁

主横桁は、戸当りとの接触位置をピン固定とする単純はりでモデル化し、津波 荷重として分布荷重が作用することで主横桁に生じる応力度が許容限界以下で あることを確認する。

主横桁の評価対象部を図 3-7 に, 主横桁の評価イメージ図を図 3-8 に示す。

$$\begin{split} M &= \frac{W \cdot B}{8} (2L - B) \\ S &= \frac{W \cdot B}{2} \\ N &= W \cdot D \\ \sigma &= \frac{M \cdot 10}{Z} + \frac{N \cdot 10^3}{A_g} \\ \tau &= \frac{S \times 10^3}{A_w} \\ \tau &= \frac{S \times 10^3}{A_w} \\ \tau &= \frac{S \times 10^3}{A_w} \\ \tau &= \frac{K}{2} \\ \tau &= \frac{K}$$









c. 補助縦桁

補助縦桁は,主横桁をピン固定とする単純はりでモデル化し,津波荷重として 分布荷重が作用することで補助縦桁に生じる応力度が許容限界以下であること を確認する。

補助縦桁の評価イメージ図を図 3-9 に示す。

$$\begin{split} M &= \frac{P \cdot a}{24} (3b^2 - a^2) \\ S &= \frac{P \cdot a}{2} (b - \frac{a}{2}) \\ \sigma &= \frac{M \cdot 10^6}{Z} \\ \tau &= \frac{S \cdot 10^3}{A_w} \\ \text{ここで,} \\ M &: 補助縦桁に生じる曲げモーメント (kN \cdot m) \\ S &: 補助縦桁に生じるせん断力 (kN) \\ \sigma &: 補助縦桁に生じるせん断力 (kN) \\ \sigma &: 補助縦桁に生じるせん断応力度 (N/mm^2) \\ \tau &: 補助縦桁に生じるせん断応力度 (N/mm^2) \\ P &: 補助縦桁に作用する津波時荷重 (遡上津波荷重+風荷重) (kN/m^2) \\ a &: 補助縦桁間隔 (m) \\ b &: 主横桁間隔 (m) \\ Z &: 補助縦桁の断面係数 (mm^3) \end{split}$$

Aw: 補助縦桁腹板の断面積 (mm²)


d. 端縦桁

端縦桁は, 主横桁からの荷重伝達を考慮し, 端縦桁と主横桁の接合部に生じ る応力度が許容限界以下であることを確認する。

端縦桁の評価イメージ図を図 3-10 に示す。

 $\sigma_{\rm c} = \frac{{\rm R}\cdot 10^3}{{\rm A}_{\rm g}}$  $A_q = A_w + A_{s1} + A_{s2} \quad \text{ttl}, \ A_q \leq 1.7 \ (A_{s1} + A_{s2})$  $A_w = 2b_w \cdot t_w$  (端縦桁腹板)  $A_{s1} = b_{s1} \cdot t_{s1}$  (主横桁腹板)  $A_{s2} = b_{s2} \cdot t_{s2} \quad (\Im \mathcal{F} \Im \mathcal{F})$ ここで, σ_c:端縦桁に生じる圧縮応力度(N/mm²) R : 主横桁に生じる支点反力 (kN) A_a:補剛材の有効断面積(mm²) A_w:端縦桁腹板の有効断面積(mm²) A_{s1}: 主横桁腹板の有効断面積 (mm²) A_{s2}:スチフナの有効断面積 (mm²) bw:端縦桁腹板の幅(mm) tw:端縦桁腹板の厚さ(mm) **b**_{s1}: 主横桁腹板の幅 (mm) t_{s1}: 主横桁腹板の厚さ(mm) **b**_{s2}:スチフナの幅 (mm) t_{s2}:スチフナの厚さ (mm)



図 3-10 端縦桁の評価イメージ図

e. 支圧板

支圧板は,防波扉(鋼製扉体)から伝達される津波荷重が作用することで支圧 板に生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。

支圧板の評価イメージ図を図 3-11 に示す。

$$\sigma_{\rm P} = \frac{\mathbf{P} \cdot \mathbf{10}^{-3} \cdot \mathbf{B}}{2 \cdot \mathbf{b}}$$

ここで,

- **σ**_p:支圧板に生じる支圧応力度(N/mm²)
- P : 支圧板に作用する津波時荷重 (遡上津波荷重+風荷重) (kN/m²)
- B :防波扉 (鋼製扉体)の水密幅 (mm)
- **b** : 支圧板の有効幅 (mm)



図 3-11 支圧板の評価イメージ図

- f. 戸当り(底面フランジ)及び戸当り(コンクリート)
   戸当り(底面フランジ)及び戸当り(コンクリート)は、防波扉(鋼製扉体)
   から伝達される津波荷重が作用することで戸当り(底面フランジ)及び戸当り(コンクリート)に生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。
   戸当りの評価イメージ図を図 3-12に示す。
- (a) 戸当り(底面フランジ)

$$\begin{split} \sigma &= \frac{6 \cdot \sigma_p \cdot b_f^2}{8 \cdot t_f^2} \\ \text{ここで,} \\ \sigma &: 戸当り (底面フランジ) に生じる曲げ応力度 (N/mm^2) \\ \sigma_p : 戸当り (コンクリート) に生じる支圧応力度 (N/mm^2) \\ b_f : 戸当り (底面フランジ) の幅 (mm) \\ t_f : 戸当り (底面フランジ) の厚さ (mm) \end{split}$$



図 3-12 戸当りの評価イメージ図

(2) 防波扉戸当り(RC支柱)

防波扉戸当り(RC支柱)に生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。 (3) 防波扉基礎スラブ

防波扉基礎スラブに生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。

また, グラウンドアンカによる支圧照査として, 発生アンカー力を用いて次式に より算定される支圧応力度が許容限界以下であることを確認する。

 $\sigma_b = \frac{T}{S}$ ここで、  $\sigma_b$  : グラウンドアンカにより発生する支圧応力度 (N/mm²) T :発生アンカー力 (N)

- S : 支圧板の面積 (mm²)
- (4) グラウンドアンカグラウンドアンカの強度評価は,算定した発生アンカー力が許容限界以下であることを確認する。
- (5) 改良地盤

改良地盤の評価は,改良地盤を通るすべり面のすべり安全率が1.2以上であるこ とを確認する。すべり安全率は,想定したすべり面上の応力状態をもとに,すべり 面上のせん断抵抗力の和をせん断力の和で除した値を求め,最小すべり安全率を算 定する。

すべり安全率の算定には,解析コード「CPOSTSK」を使用する。なお,解 析コードの検証,妥当性確認等の概要については, Ⅵ-5「計算機プログラム(解析 コード)の概要」に示す。

(6) 基礎地盤

基礎地盤の支持性能評価においては,改良地盤及び岩盤に生じる最大接地圧が許 容限界以下であることを確認する。

- 3.8.2 漂流物対策工
  - (1) 漂流物対策工(鋼製扉体)
    - a. 主横桁

主横桁は,戸当りとの接触位置をピン固定とする単純はりでモデル化し,津波 荷重として等分布荷重が作用することで主横桁に生じる応力度が許容限界以下 であることを確認する。

主横桁に作用する衝突荷重は,「施設の延長に応じた衝突荷重」及び「船首衝 突による衝突荷重」を考慮する。

主横桁の評価対象部を図3-13に,主横桁の評価イメージ図を図3-14に示す。

(a) 施設の延長に応じた衝突荷重を考慮する場合

$$M = \frac{1}{2}(W + W' + P)L_1^2(\frac{a}{L_1} - \frac{1}{4})$$

$$S = \frac{1}{2}(W + W' + P)L_1$$

$$\sigma = \frac{M \cdot 10^6}{Z}$$

$$\tau = \frac{S \cdot 10^3}{A_w}$$

- M : 主横桁に生じる曲げモーメント (kN・m)
- **S** : 主横桁に生じるせん断力 (kN)
- σ : 主横桁に生じる曲げ応力度 (N/mm²)
- τ : 主横桁に生じるせん断応力度 (N/mm²)
- W : 主横桁に作用する遡上津波荷重 (kN/m)
- W':主横桁に作用する風荷重(kN/m)
- P : 主横桁に作用する衝突荷重(kN/m)
- **a** : 主横桁の張出長さ(m)
- L₁:漂流物対策工(鋼製扉体)の幅(m)
- **Z** : 主横桁の断面係数 (mm³)
- A_w : 主横桁腹板の断面積 (mm²)
- L : 主横桁の支間長 (m)











(b) 船首衝突による衝突荷重を考慮する場合

$$\begin{split} M &= \frac{1}{2} (W + W') L_1^2 \left( \frac{a}{L_1} - \frac{1}{4} \right) + \frac{1}{8} P' \ \{L^2 - (L - b)^2\} \\ S &= \frac{1}{2} (W + W') L_1 + \frac{1}{2} P' b \\ \sigma &= \frac{M \cdot 10^6}{Z} \\ \tau &= \frac{S \cdot 10^3}{A_w} \\ \text{ここで,} \\ M &: 主横桁に生じる曲げモーメント (kN \cdot m) \\ S &: 主横桁に生じるせん断力 (kN) \\ \sigma &: 主横桁に生じるせん断力 (kN) \\ \sigma &: 主横桁に生じるせん断応力度 (N/mm^2) \\ \tau &: 主横桁に生じるせん断応力度 (N/mm^2) \\ W &: 主横桁に作用する遡上津波荷重 (kN/m) \\ W' &: 主横桁に作用する風荷重 (kN/m) \\ P' &: 船首衝突による衝突荷重 (kN/m) \\ L_1 &: 漂流物対策工 (鋼製扉体) の幅 (m) \\ L &: 主横桁の張出長さ (m) \\ a &: 主横桁の張出長さ (m) \\ b &: 船首衝突作用幅 (m) \\ Z &: 主横桁腹板の断面積 (mm^2) \\ \end{split}$$



図 3-14(2) 主横桁の評価イメージ図 59 b. 張出桁

張出桁は,片持ちはりでモデル化し,津波荷重として等分布荷重が作用するこ とで張出桁に生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。なお, 張出桁 に作用する衝突荷重は、「局所的な漂流物衝突荷重」を考慮する。

 $(kN \cdot m)$ 

(kN/m)

張出桁の評価イメージ図を図 3-15 に示す。

$$M = \frac{1}{2}(W + W')L^{2} + PL$$

$$S = (W + W')L + P$$

$$\sigma = \frac{M \cdot 10^{6}}{Z}$$

$$\tau = \frac{S \cdot 10^{3}}{A_{w}}$$
ここで、
$$M : 張出桁に生じる曲げモーメント (kN \cdot m)$$

$$S : 張出桁に生じるせん断力 (kN)$$

$$\sigma : 張出桁に生じるせん断方力度 (N/mm^{2})$$

$$\tau : 張出桁に生じるせん断応力度 (N/mm^{2})$$

$$W : 張出桁に作用する遡上津波荷重 (kN/m)$$

$$P : 張出桁に作用する衝突荷重 (kN/m)$$

$$L : 張出長さ (m)$$

**Z** : 張出桁の断面係数 (mm³)

Aw: 張出桁腹板の断面積 (mm²)



図 3-15 張出桁の評価イメージ図

c. 補助縦桁

補助縦桁は,主横桁をピン固定とする単純はりでモデル化し,津波荷重として 等分布荷重が作用することで補助縦桁に生じる応力度が許容限界以下であるこ とを確認する。

なお,補助縦桁に作用する衝突荷重は,「局所的な漂流物衝突荷重」を考慮す る。

補助縦桁の評価イメージ図を図 3-16 に示す。

$$M = \frac{1}{8} (W + W')l^{2} + \frac{1}{4}P \cdot l$$

$$S = \frac{1}{2} (W + W') l + P$$

$$\sigma = \frac{M \cdot 10^{6}}{Z}$$

$$\tau = \frac{S \cdot 10^{3}}{A_{w}}$$
cccで,
$$M : 補助縦桁に生じる曲げモーメント (kN \cdot m)$$

$$S : 補助縦桁に生じるせん断力 (kN)$$

$$\sigma : 補助縦桁に生じるせん断応力度 (N/mm^{2})$$

$$\tau : 補助縦桁に作用する通上津波荷重 (kN/m)$$

$$W' : 補助縦桁に作用する風荷重 (kN/m)$$

$$P : 補助縦桁に作用する衝突荷重 (kN)$$

$$l : 主横桁の間隔 (m)$$

$$Z : 補助縦桁の断面係数 (mm^{3})$$

$$A_{w} : 補助縦桁腹板の断面積 (nm^{2})$$



61

補助縦桁

d. 端縦桁

端縦桁は, 主横桁からの荷重伝達を考慮し, 端縦桁と主横桁の接合部に生じ る応力度が許容限界以下であることを確認する。

端縦桁の評価イメージ図を図 3-17 に示す。

 $\sigma_c = \frac{R \cdot 10^3}{A_q}$  $A_q = A_w + A_{s1} + A_{s2}$  ただし,  $A_q \le 1.7(A_{s1} + A_{s2})$  $A_w = b_w \cdot t_w$  (端縦桁腹板)  $A_{s1} = b_{s1} \cdot t_{s1}$  (主横桁腹板)  $A_{s2} = b_{s2} \cdot t_{s2} \quad (\mathcal{AF}\mathcal{T}\mathcal{T})$ ここで, σ_c:端縦桁に生じる圧縮応力度(N/mm²) R :端縦桁に生じる支点反力 (kN) A_a:補剛材の有効断面積 (mm²) Aw:端縦桁腹板の有効総断面積(mm²) A_{s1}: 主横桁腹板の有効総断面積(mm²) A_{s2}:スチフナの有効総断面積 (mm²) **b**_w:端縦桁腹板の長さ(mm) tw:端縦桁腹板の厚さ(mm) **b**_{s1}: 主横桁腹板の長さ(mm) t_{s1}: 主横桁腹板の厚さ(mm) **b**_{s2}:スチフナの長さ (mm) t_{s2}:スチフナの厚さ (mm) 凡例 ■主横桁 ■補助縦桁 端縦桁 📕支圧板 (扉体正面図) <u> スチフナ</u> 主横桁腹板 t_{sl} (扉体平面図)

> 図 3-17 端縦桁の評価イメージ図 62

端縱桁腹板

b_s b_s=12t_s (端縱桁構造図) e. 支圧板及び戸当り(腹板,底面フランジ、コンクリート)
 支圧板及び戸当り(腹板,底面フランジ、コンクリート)は、漂流物対策工(鋼
 製扉体)から伝達される津波荷重が作用することで支圧板及び戸当り(腹板,底
 面フランジ、コンクリート)に生じる応力度が許容限界以下であることを確認す
 る。なお、衝突荷重は、「施設の延長に応じた衝突荷重」を考慮する。

支圧板及び戸当り(腹板,底面フランジ,コンクリート)の評価イメージ図を 図 3-18 に示す。

(a) 支圧板

$$\begin{split} \sigma_{\mathrm{p}} = & \frac{\mathrm{WL}_{1}}{\mathrm{2CL}_{2}} + \frac{\mathrm{PL}_{1}}{\mathrm{2CL}_{4}} \\ & \sub & \sub & \circlearrowright, \end{split}$$

- **σ**_n : 支圧板に生じる支圧応力度 (N/mm²)
- W:戸当りに作用する津波荷重(遡上津波荷重+風荷重) (kN/m)
- L1 : 漂流物対策工(鋼製扉体)の幅(mm)
- **C** : 支圧板の有効幅 (mm)
- L₂ : 主横桁の荷重分担長さ (mm)
- **P** : 戸当りに作用する衝突荷重(kN/m)
- L₄ : 衝突荷重分担長さ(鉛直方向に 45°分散) (mm)
- (b) 戸当り(腹板)

$$\sigma_{\rm b} = \frac{\mathrm{WL}_1}{\mathrm{2t}_w \mathrm{L}_2} + \frac{\mathrm{PL}_1}{\mathrm{2t}_w \mathrm{L}_4}$$

ここで,

- σ_b : 戸当り(腹板)に生じる支圧応力度(N/mm²)
- W:戸当りに作用する津波荷重(遡上津波荷重+風荷重) (kN/m)
- L1 : 漂流物対策工(鋼製扉体)の幅(mm)
- t_w : 戸当り(腹板)の厚さ(mm)
- L₂ : 主横桁の荷重分担長さ (mm)
- P : 戸当りに作用する衝突荷重 (kN/m)
- L₄: 衝突荷重分担長さ(鉛直方向に 45°分散) (mm)

(c) 戸当り(底面フランジ)

$$M_{f} = \frac{\sigma_{cb} \cdot b_{f}^{2}}{8}$$
  
 $\sigma_{f} = \frac{6M_{f}}{t_{f}^{2}}$   
ここで,  
 $M_{f}$  : 戸当り (底面フランジ) に生じる曲げモーメント (N・mm/mm)  
 $\sigma_{f}$  : 戸当り (底面フランジ) に生じる曲げ応力度 (N/mm^{2})  
 $\sigma_{cb}$  : 戸当り (コンクリート) に生じる支圧応力度 (N/mm^{2})  
 $b_{f}$  : 戸当り (底面フランジ) の幅 (mm)  
 $t_{f}$  : 戸当り (底面フランジ) の厚さ (mm)

$$\sigma_{cb} = \frac{WL_1}{2b_f l_2} + \frac{PL_1}{2b_f l_4}$$

$$\tau_{c} = \frac{WL_{1}}{2 \Sigma IL_{2}} + \frac{PL_{1}}{2 \Sigma IL_{4}}$$

## ここで,

- **σ_{cb}**: 戸当り(コンクリート)に生じる支圧応力度(N/mm²)
- W:戸当り(コンクリート)に作用する津波荷重

(遡上津波荷重+風荷重) (kN/m)

- L₁ : 漂流物対策工 (鋼製扉体) の幅 (mm)
- **b**_f : 戸当り(底面フランジ)の幅(mm)
- L₂ : 主横桁の荷重分担長さ (mm)
- **P** : 戸当り(コンクリート)に作用する衝突荷重(kN/m)
- L₄:衝突荷重分担長さ(鉛直方向に 45°分散) (mm)
- $\tau_c$ : 戸当り(コンクリート)に生じるせん断応力度 (N/mm²)
- $\Sigma l$  : せん断抵抗長さ (= $1_1$ + $21_2$ ) (mm)
- **l**₁ : 戸当りの埋込深さ (mm)
- l₂ : 戸当りのコンクリート側面からの埋込深さ (mm)



図 3-18 戸当りの評価イメージ図

- (2) 漂流物対策工戸当り(RC支柱)
   漂流物対策工戸当り(RC支柱)に生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。
- (3) 漂流物対策工基礎スラブ

漂流物対策工基礎スラブに生じる応力度が許容限界以下であることを確認する。

(4) 基礎地盤

基礎地盤の支持性能評価においては, MMR, 改良地盤及び岩盤に生じる最大接 地圧が許容限界以下であることを確認する。

## 4. 評価条件

「3. 強度評価」に用いる評価条件を表 4-1 及び表 4-2 に示す。

部材	記号	定義	数值	単位
	P	スキンプレートに作用する津波時荷重(遡上		<b>IN</b> / 2
	L L	津波荷重+風荷重)	56.850	kN/m²
スキン	а	スキンプレートの短辺	747	mm
プレート	b	スキンプレートの長辺	1200	mm
	k	スキンプレートの辺長比 (b/a) による係数	46.8	-
	t	スキンプレートの板厚	12	mm
	147	主横桁に作用する津波時荷重(遡上津波荷重	60 049	lrN /m
	vv	+風荷重)	00.940	KIN/ III
	В	主横桁の水密幅	11.600	m
	L	主横桁の支間長	11.200	m
	М	主横桁に生じる曲げモーメント	954.446	kN•m
主横桁	S	主横桁に生じるせん断力	353.498	kN
	N	主横桁に生じる軸力	109.706	kN
	Z	主横桁の断面係数	10767582	mm ³
	D	側部水密幅	1.800	m
	A _w	主横桁腹板の断面積	14382	$\mathrm{mm}^2$
	Ag	主横桁の断面積	23012	$\mathrm{mm}^2$
	р	補助縦桁に作用する津波時荷重(遡上津波荷	56 950	1.N /m ²
	Ľ	重+風荷重)	20.820	KIN/ M ⁻
	а	補助縦桁間隔	0.747	m
補助	b	主横桁間隔	1.200	m
縦桁	М	補助縦桁に生じる曲げモーメント	6.657	kN•m
	S	補助縦桁に生じるせん断力	17.549	kN
	Z	補助縦桁の断面係数	114034	mm ³
	Aw	補助縦桁腹板の断面積	611	$\mathrm{mm}^2$

表 4-1(1) 防波扉の強度評価に用いる条件

			•	
部材	記号	定義	数值	単位
THI WAY 12-	R	主横桁に生じる支点反力	353.498	kN
5而和241]	Aq	補剛材の有効総断面積	2938	$\mathrm{mm}^2$
	п	支圧板に作用する津波時荷重(遡上津波荷重	62,020	1-N /2
士口七	P	+風荷重)	03.920	KN/m ²
又庄极	В	防波扉(鋼製扉体)の水密幅	11600	mm
	b	支圧板の有効幅	100	mm
	Р	防波扉(鋼製扉体)最下部に作用する津波時	C2 020	1 N /. 2
		荷重 (遡上津波荷重+風荷重)	03.920	KIN/ III
	В	防波扉(鋼製扉体)の水密幅	11600	mm
戸当り	b _f	戸当り(底面フランジ)の幅	200	mm
	t _f	戸当り(底面フランジ)の厚さ	22	mm
	h	戸当りの埋込深さ	510	mm
	L	戸当りのコンクリート側面からの埋込深さ	400	mm

表 4-1(2) 防波扉の強度評価に用いる条件

部材	記号	定義	数值	単位
	М	主横桁に生じる曲げモーメント	8338.1	kN•m
	S	主横桁に生じるせん断力	3005.7	kN
	Р	主横桁に作用する衝突荷重	491	kN/m
	P'	船首衝突による衝突荷重	520	kN/m
	W	主横桁に作用する遡上津波荷重	49.214	kN/m
之体だ	W'	主横桁に作用する風荷重	1.354	kN/m
土傾竹	L	主横桁の支間長	11.1	m
	а	主横桁の張出長さ	0.1	m
	L ₁	漂流物対策工(鋼製扉体)の幅	11.3	m
	b	船首衝突作用幅	6.0	m
	Z	主横桁の断面係数	23979000	mm ³
	A _w	主横桁腹板の断面積	26300	$\mathrm{mm}^2$
	М	張出桁に生じる曲げモーメント	1451.5	$kN \cdot m$
	S	張出桁に生じるせん断力	1219.2	kN
	Р	張出桁に作用する衝突荷重	1200	kN
正山松	W	張出桁に作用する遡上津波荷重	15.529	kN/m
〒山11	W'	張出桁に作用する風荷重	0.451	kN/m
	L	張出長さ	1.2	m
	Z	張出桁の断面係数	10829000	mm ³
	A _w	張出桁腹板の断面積	26370	$\mathrm{mm}^2$
	М	補助縦桁に生じる曲げモーメント	225.4	kN•m
	S	補助縦桁に生じるせん断力	1202.4	kN
	Р	補助縦桁に作用する衝突荷重	1200	kN
補助	W	補助縦桁に作用する遡上津波荷重	6.212	kN/m
縦桁	W'	補助縦桁に作用する風荷重	0.181	kN/m
	l	主横桁の間隔	0.75	m
	Z	補助縦桁の断面係数	10540000	mm ³
	A _w	補助縦桁腹板の断面積	26300	mm ²
饰铁柱	R	端縦桁に生じる支点反力	3005.7	kN
¥而 形仁 [1]	Aq	補剛材の有効断面積	10747	$\mathrm{mm}^2$

表 4-2(1) 漂流物対策工の強度評価に用いる条件

部材	記号	定義	数值	単位
	W	戸当りに作用する津波時荷重(遡上津波荷重 +風荷重)	50.568	kN/m
	Р	戸当りに作用する衝突荷重	491	kN/m
	С	支圧板の有効幅	80	mm
	$L_1$	漂流物対策工(鋼製扉体)の幅	11300	mm
	$L_2$	主横桁の荷重分担長さ	750	mm
	$L_4$	衝突荷重分担長さ(鉛直方向に 45°分散)	2175	mm
戸当り	t _w	戸当り(腹板)の厚さ	14	mm
	$b_{f}$	戸当り(底面フランジ)の幅	750	mm
	t _f	戸当り(底面フランジ)の厚さ	50	mm
	$l_1$	戸当りの埋込深さ	1350	mm
	$l_2$	戸当りのコンクリート側面からの埋込深さ	925	mm
	M _f	戸当り(底面フランジ)に生じる曲げモーメ ント	154700	N•m/mm
	Σl	せん断抵抗長さ (= $1_1$ + $21_2$ )	3200	mm

表 4-2(2) 漂流物対策工の強度評価に用いる条件

<mark>5. 評価結果</mark>

## 5.1 防波扉

5.1.1 防波扉 (鋼製扉体)

防波扉(鋼製扉体)の耐震評価結果を表 5-1 に示す。防波扉(鋼製扉体)の各 部材の発生応力度が許容限界以下であることを確認した。

音形才	材	発生 応力度 (N/mm ² )	許容限界 (N/mm ² )	照査値
スキンプレート	曲げ応力度	103.1	240	0.43
~ 性 忆	曲げ応力度	94.7	240	0.40
土傾桁	せん断応力度	24.6	135	0.19
	曲げ応力度	58.4	180	0.33
111 印 和正 111	せん断応力度	28.7	105	0.28
端縦桁	圧縮応力度	120	240	0.50
支圧板	支圧応力度	3.7	225	0.02
戸当り (底面フランジ)	曲げ応力度	114.9	240	0.48
戸当り	支圧応力度	1.85	8.8	0.22
(コンクリート)	せん断応力度	0.28	0.60	0.47

表 5-1 防波扉 (鋼製扉体)の主部材の照査結果

- 5.1.2 防波扉戸当り(RC支柱)
  - (1) 曲げ照査

防波扉戸当り(RC支柱)のコンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査断面力図を図 5-1 に,コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査値 を表 5-2 に,鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値を表 5-3 に示す。

この結果から,防波扉戸当り(RC支柱)のコンクリート及び鉄筋の発生応力度 が許容限界以下であることを確認した。











せん断力(kN)

図 5-1 コンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査断面力図

		1.1.2		
発生断面力		曲げ圧縮	短期許容	昭本庙
曲げモーメント	軸力	応力度	応力度	$\sigma_{\rm c}/\sigma_{\rm ca}$
M (kN • m)	N (kN)	$\sigma_{\rm c}$ (N/mm ² )	$\sigma_{\rm ca}$ (N/mm ² )	
1278	708	0.8	13.5	0.06

表 5-2 コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査値

表 5-3 鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値

発生断面力		曲げ引張	短期許容	昭本値
曲げモーメント M (kN・m)	軸力 N (kN)	応力度 σ _s (N/mm ² )	応力度 σ _{sa} (N/mm ² )	R1回他 σ _s /σ _{sa}
1278	708	12	294	0.04

(2) せん断照査

漂流物対策工戸当り(RC支柱)のコンクリートのせん断破壊に対する照査断面 力図を図 5-2 に、コンクリートのせん断破壊に対する照査値を表 5-4 に示す。

この結果から,漂流物対策工戸当り(RC支柱)のコンクリートの発生応力度が 許容限界以下であることを確認した。





せん断力(kN)

図 5-2 コンクリートのせん断破壊に対する照査断面力図

発生断面力 せん断力 Q (kN)	せん断応力度 τ。(N/mm ² )	短期許容 応力度 τ _{a1} (N/mm ² )	照査値 τ c/τ al
514	0.16	0.67	0.24

表 5-4 コンクリートのせん断破壊に対する照査値

- 5.1.3 防波扉基礎スラブ
  - (1) 曲げ照査

防波扉基礎スラブのコンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する断面力 図を図 5-3 及び図 5-4 に,コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査値を 表 5-5 に,鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値を表 5-6 に示す。

この結果から, 漂流物対策工基礎スラブのコンクリート及び鉄筋の発生応力度が 許容限界以下であることを確認した。



曲げモーメント (kN·m)



軸力(kN)



図 5-3 コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査断面力図

発生断面力		曲げ圧縮	短期許容	昭本庙
曲げモーメント M (kN・m)	軸力 N (kN)	応力度 σ。(N/mm ² )	応力度 σ _{ca} (N/mm ² )	$\sigma_{\rm c}/\sigma_{\rm ca}$
258	72	0.7	13.5	0.05

表 5-5 コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査値







軸力(kN)



せん断力 (kN)

図 5-4 鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査断面力図

発生断面	力	曲げ引張	短期許容	照查値
曲げモーメント M (kN・m)	軸力 N(kN)	応刀度 σ _s (N/mm ² )	応刀度 σ _{sa} (N/mm ² )	$\sigma$ s/ $\sigma$ sa
193	251	58	294	0.20

表 5-6 鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値

(2) せん断照査

防波扉基礎スラブのコンクリートのせん断破壊に対する照査断面力図を図 5-5 に、コンクリートのせん断破壊に対する照査値を表 5-7 に示す。

この結果から,防波扉基礎スラブのコンクリートの発生応力度が許容限界以下であることを確認した。



曲げモーメント (kN·m)



軸力(kN)



図 5-5 コンクリートのせん断破壊に対する照査断面力図

発生断面力 せん断力 Q (kN)	せん断応力度 τ。(N/mm ² )	短期許容 応力度 τ _{a1} (N/mm ² )	照査値 τ c/ τ a1
291	0.21	0.67	0.31

表 5-7 コンクリートのせん断破壊に対する照査値

(3) グラウンドアンカによる支圧照査

防波扉基礎スラブのグラウンドアンカによる支圧に対する照査値を表 5-8 に示す。

この結果から,防波扉基礎スラブのグラウンドアンカによる支圧応力度が許容限 界以下であることを確認した。

表 5-8 防波扉基礎スラブのグラウンドアンカによる

支圧応力度 σ _b (N/mm ² )	短期許容 応力度 σ _b (N/mm ² )	照査値 σ b/σ ba
11.5	18.0	0.64

支圧に対する照査における照査値

5.1.4 グラウンドアンカ

防波扉基礎スラブのグラウンドアンカの発生アンカー力に対する照査値を表 5-9 に示す。

この結果から防波扉基礎スラブのグラウンドアンカの発生アンカー力が許容限 界以下であることを確認した。

表 5-9 グラウンドアンカの発生アンカー力に対する

発生アンカー力 T (kN)	許容 アンカー力 T _a (kN)	照査値 T/T a
1651	2076	0.80

照査における照査値

5.1.5 改良地盤

改良地盤におけるすべり安全率による評価結果を表 5-10 に,最小すべり安全率 となるすべり線及び局所安全係数分布図を図 5-6 に示す。

これらの結果から、改良地盤のすべり安全率が1.2以上あることを確認した。



表 5-10 改良地盤のすべり安全率評価結果

図 5-6 改良地盤の最小すべり安全率となるすべり線及び局所安全係数分布

## 5.1.6 基礎地盤

基礎地盤の支持性能照査結果を表 5-11 に,接地圧分布を図 5-7 に示す。 防波扉の基礎地盤に生じる接地圧が許容限界以下であることを確認した。

最大接地圧	極限支持力度	照查值	
R $(N/mm^2)$	$R_u$ (N/mm ² )	$R \swarrow R_u$	
0.3	1.4	0.24	

表 5-11(1) 基礎地盤の支持性能照査結果(改良地盤)

表 5-11(2) 基礎地盤の支持性能照査結果(岩盤)

最大接地圧 極限支持力度		照查值	
$R (N/mm^2)$	$R_u$ (N/mm ² )	$R \swarrow R_u$	
0.5	9.8	0.06	



図 5-7(1) 基礎地盤の接地圧分布図(改良地盤)



5.2 漂流物対策工

5.2.1 漂流物対策工 (鋼製扉体)

漂流物対策工(鋼製扉体)の強度評価結果を表 5-12 に示す。防波扉(鋼製扉体) の各部材の発生応力度が許容限界以下であることを確認した。

部材		発生 応力度 (N/mm ² )	許容限界 (N/mm ² )	照查値	
主横桁	施設の延長に応 じた衝突荷重	曲げ応力度	348	525	0.67
		せん断応力度	114	193	0.60
	船首衝突による 衝突荷重	曲げ応力度	296	525	0.57
		せん断応力度	70	193	0.37
張出桁		曲げ応力度	134	525	0.26
		せん断応力度	46	303	0.16
補助縦桁		曲げ応力度	21	306	0.07
		せん断応力度	46	193	0.24
	端縦桁	圧縮応力度	280	337	0.84
支圧板		支圧応力度	21	225	0.10
戸当	首り (腹板)	支圧応力度	118	270	0.44
(底	戸当り 面フランジ)	曲げ応力度	371	525	0.71
戸当り (コンクリート)		支圧応力度	2.2	8.8	0.25
		せん断応力度	0.52	0.60	0.87

表 5-12 漂流物対策工(鋼製扉体)の強度評価結果

- 5.2.2 漂流物対策工戸当り(RC支柱)
  - (1) 曲げ照査

漂流物対策工戸当り(RC支柱)のコンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系の破壊 に対する照査断面力を図 5-8 に、コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照 査断面力を表 5-13 に、鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値を表 5-14 に示 す。

この結果から,漂流物対策工戸当り(RC支柱)のコンクリート及び鉄筋の発生 応力度が許容限界以下であることを確認した。


せん断力(kN)

図 5-8 コンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査断面力図

表 5-13 コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査値

発生断面	力	曲げ圧縮	短期許容	昭本値
曲げモーメント M (kN・m)	軸力 N(kN)	応力度 σ _c (N/mm ² )	応力度 σ _{ca} (N/mm ² )	$\sigma_{\rm c}/\sigma_{\rm ca}$
4643	1086	1.4	21.0	0.07

表 5-14 鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値

発生断面	力	曲げ圧縮	短期許容	昭本値
曲げモーメント	軸力	応力度	応力度	
M (kN • m)	N (kN)	$\sigma_{\rm c}$ (N/mm ² )	$\sigma_{\rm ca}~({\rm N/mm^2})$	- c/ - ca
4643	1086	33	294	0.12

(2) せん断照査

防波扉戸当り(RC支柱)のコンクリートのせん断破壊に対する照査断面力を図 5-9に、コンクリートのせん断破壊に対する照査値を表 5-15に示す。

この結果から,漂流物対策工戸当り(RC支柱)のコンクリートの発生応力度が 許容限界以下であることを確認した。



曲げモーメント(kN・m)







せん断力(kN)

図 5-9 コンクリートのせん断破壊に対する照査断面力図

発生断面力 せん断力 Q (kN)	せん断応力度 τ。(N/mm ² )	短期許容 応力度 τ _{c1} (N/mm ² )	照査値 τ c/τ c1
1261	0.43	0.82	0.53

表 5-15 コンクリートのせん断破壊に対する照査値

- 5.2.3 漂流物対策工基礎スラブ
  - (1) 曲げ照査

漂流物対策工基礎スラブのコンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する
断面力を図 5-10 に、コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査値を表 5-16 に、鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値を表 5-17 に示す。

この結果から, 漂流物対策工基礎スラブのコンクリート及び鉄筋の発生応力度が 許容限界以下であることを確認した。



図 5-10 コンクリート及び鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査断面力図

表 5-16 コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する照査値

発生断面	力	曲げ圧縮	短期許容	昭本値
曲げモーメント M (kN・m)	軸力 N(kN)	応力度 σ _c (N/mm ² )	応力度 σ _{ca} (N/mm ² )	$\sigma_{\rm c}/\sigma_{\rm ca}$
4448	11	1.8	21.0	0.09

表 5-17 鉄筋の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値

発生断面	力	曲げ引張	短期許容	昭本値
曲げモーメント	軸力	応力度	応力度	$\sigma_{\rm s} \sigma_{\rm sa}$
M (kN • m)	N (kN)	$\sigma_{\rm s}$ (N/mm ² )	$\sigma_{\rm sa}~({\rm N/mm^2})$	- 37 - 34
4448	11	69	294	0.24

(2) せん断照査

漂流物対策工戸当り(RC支柱)のコンクリートのせん断破壊に対する照査断面 力図を図 5-11 に、コンクリートのせん断破壊に対する照査値を表 5-18 に示す。 この結果から、漂流物対策工戸当り(RC支柱)のコンクリートの発生応力度が 許容限界以下であることを確認した。



図 5-11 コンクリートのせん断破壊に対する照査断面力図

表 5-18	コンクリー	トのせん断破壊に対す	る照査におけ	る最大照査値
--------	-------	------------	--------	--------

発生断面力	せん断応力度	短期許容	照查値
せん断力 Q (kN)	au c (N/mm ² )	$\tau_{a1} (N/mm^2)$	τ _c /τ _{a1}
823	0.26	0.82	0.32

## 5.2.4 基礎地盤

基礎地盤の支持性能照査結果を表 5-19 に,接地圧分布を図 5-12 に示す。 漂流物対策工の基礎地盤に生じる最大接地圧が許容限界以下であることを確認 した。

最大接地圧	支圧強度	照查值
$R (N/mm^2)$	$R_u$ (N/mm ² )	$R \swarrow R_u$
0.6	18.0	0.04

表 5-19(1) 基礎地盤の支持性能照査結果(MMR)

表 5-19(2) 基礎地盤の支持性能照査結果(改良地盤)

最大接地圧	支圧強度	照査値
$R (N/mm^2)$	$R_u$ (N/mm ² )	$R \nearrow R_u$
0.3	1.4	0.21

表 5-19(3) 基礎地盤の支持性能照査結果(岩盤)

最大接地圧	支圧強度	照査値
$R (N/mm^2)$	$R_u$ (N/mm ² )	$R \nearrow R_u$
0.7	9.8	0.08





図 5-12(2) 基礎地盤の接地圧分布図(改良地盤)

