

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-20-0088_改2
提出年月日	2021年10月13日
02-工-B-20-0088_改1 (2021年9月29日提出) から説明範囲のみ抜粋	

VI-3-別添 3-2-5 逆流防止設備の強度計算書

2021年10月

東北電力株式会社

目 次

VI-3-別添 3-2-5-1 屋外排水路逆流防止設備の強度計算書

VI-3-別添 3-2-5-2 補機冷却海水系放水路逆流防止設備の強度計算書



: 本日の提出範囲

VI-3-別添 3-2-5-1 屋外排水路逆流防止設備の強度計算書

目 次

VI-3-別添 3-2-5-1-1 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の強度計算書

VI-3-別添 3-2-5-1-2 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の強度計算書



: 本日の提出範囲

VI-3-別添 3-2-5-1-2 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の
強度計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	2
2.1	配置概要	2
2.2	構造計画	3
2.3	評価方針	4
2.4	適用基準	6
2.5	記号の説明	7
3.	評価部材	11
4.	固有周期	14
4.1	固有周期の計算方法	14
4.2	固有周期の計算条件	14
4.3	固有周期の計算結果	15
5.	構造強度評価	16
5.1	構造強度評価方法	16
5.2	荷重及び荷重の組合せ	16
5.2.1	荷重の設定	16
5.2.2	荷重の組合せ	17
5.3	許容限界	18
5.4	設計用地震力	20
5.5	計算方法	24
5.5.1	寄せ波時	24
5.5.2	引き波時	51
5.6	計算条件	74
6.	評価結果	79
7.	出口側集水ピットの強度評価	85
7.1	出口側集水ピットの構造概要	85
7.2	評価方針	88
8.	強度評価方法	90
8.1	記号の定義	90
8.2	評価対象断面	91
8.3	荷重及び荷重の組合せ	92
8.3.1	荷重	92
8.3.2	荷重の組合せ	93
8.4	許容限界	94
8.4.1	構造部材の健全性に対する許容限界	94
8.5	評価方法	95

8.5.1	津波時	95
8.5.2	重畳時	114
9.	評価条件	144
10.	評価結果	145
10.1	津波時	145
10.1.1	構造部材の健全性に対する評価結果	145
10.2	重畳時	148
10.2.1	構造部材の健全性に対する評価結果	148



: 本日の提出範囲

2.5 記号の説明

屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の固有周期の計算に用いる記号を表 2-2 に、応力評価に用いる記号を表 2-3 にそれぞれ示す。

表 2-2 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の固有周期の計算に用いる記号

記号	定義	単位
T	固有周期	s
f	一次固有振動数	Hz
E	縦弾性係数	N/mm ²
I	屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の断面二次モーメント	mm ⁴
m	扉体部の単位長さ当たり質量	kg/mm
L	主桁の長さ	mm

表 2-3(1) 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の応力評価に用いる記号（1/4）

記号	定義	単位
G	固定荷重	N
P _t	遡上津波荷重	N/mm ²
P _c	衝突荷重	kN
P _c ''	寸法の小さい漂流物衝突荷重	kN
K _{HSd}	余震による水平方向の設計震度	—
K _{VSd}	余震による鉛直方向の設計震度	—
P _d	余震による動水圧	N/mm ²
A ₁	扉体面積	mm ²
W _o	水の単位体積重量	N/mm ³
k	スキンプレートの辺長比 (b ₁ /a ₁) による係数	—
a ₁	スキンプレートの短辺	mm
b ₁	スキンプレートの長辺	mm
P ₁	スキンプレートに加わる単位面積当たりの荷重	N/mm ²
t ₁	スキンプレートの板厚	mm
W	各主桁に作用する等分布荷重	N/mm
L ₂	主桁支間長	mm
Z ₂	各主桁の断面係数	mm ³
A _{w2}	各主桁のせん断抵抗断面積	mm ²
p	補助縦桁に作用する各区画の平均荷重	N/mm ²
ℓ	補助縦桁の主桁間隔	mm
Z ₃	補助縦桁の断面係数	mm ³
A _{w3}	補助縦桁のせん断抵抗断面積	mm ²

表 2-3(2) 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の応力評価に用いる記号（2/4）

記号	定義	単位
W_4	中央支柱に作用する荷重	N/mm
L_4	中央支柱固定高	mm
Z_4	中央支柱の断面係数	mm^3
A_{w4}	中央支柱のせん断抵抗断面積	mm^2
M_4	中央支柱両端に生じる曲げモーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
F_1	アンカーボルト①が負担する引張荷重（ $= 3 F_3$ ）	N
F_2	アンカーボルト②が負担する引張荷重（ $= 2 F_3$ ）	N
F_3	アンカーボルト③が負担する引張荷重	N
S_4	中央支柱両端に生じるせん断力	N
P_4	アンカーボルト1本に作用する最大引張力	N
Q_4	アンカーボルト1本に作用するせん断力	N
n_4	アンカーボルトの本数	本
W_5	中央横桁に作用する荷重	N/mm
L_5	中央横桁の支間長	mm
Z_5	中央横桁の断面係数	mm^3
A_{w5}	中央横桁のせん断抵抗断面積	mm^2
P_9	戸当りへ作用する単位面積当たりの荷重	N/mm^2
L_s	扉体幅	mm
L_c	戸当り支圧部の板厚	mm
q	コンクリートへ作用する単位面積当たりの荷重	N/mm^2
L_x	戸当り横幅	mm
L_y	戸当り縦幅	mm
b_{w1}	上部戸当り支圧幅	mm
b_{w2}	側部戸当り支圧幅	mm
b_{w3}	下部戸当り支圧幅	mm
b_{w4}	中央支柱部の戸当り支圧幅	mm
S	戸当り幅（上部及び下部戸当りの最小支圧幅）	mm
Z_1	スキンプレートの断面係数	mm^3

表 2-3(3) 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の応力評価に用いる記号（3/4）

記号	定義	単位
P_{bh1}	防護梁に作用する水平荷重	N/mm
P_{bv1}	防護梁に作用する鉛直荷重	N/mm
L_{b1}	防護梁のスパン長	mm
Z_{bh1}	防護梁の水平（強軸）方向の断面係数	mm ³
A_{wbh1}	防護梁の水平（強軸）方向のせん断抵抗断面積	mm ²
Z_{bv1}	防護梁の鉛直（弱軸）方向の断面係数	mm ³
A_{wbv1}	防護梁の鉛直（弱軸）方向のせん断抵抗断面積	mm ²
P_{b2}	ブラケットに作用する水平力	N
ℓ_{b2}	側壁からエンドプレート中心までの長さ	mm
Z_{b2}	ブラケットの断面係数	mm ³
A_{wb2}	ブラケットのせん断抵抗断面積	mm ²
P_{b4}	アンカーボルト 1 本の引張力	N
P_{b4a}	衝突荷重以外の荷重によるアンカーボルト 1 本の引張力	N
P_{b4b}	衝突荷重によるアンカーボルト 1 本の引張力	N
q_{b4}	アンカーボルト 1 本のせん断力	N
q_{b4a}	衝突荷重以外の荷重によるアンカーボルト 1 本のせん断力	N
q_{b4b}	衝突荷重によるアンカーボルト 1 本のせん断力	N
Z_{b4}	アンカーボルト群 1 列の断面係数	mm
n	アンカーボルト群 1 列の本数	本
F	押さえ工（プレート）に作用する防護梁の浮力	N
Z_{b5}	押さえ工（プレート）の断面係数	mm ³
A_{b5}	押さえ工（プレート）の断面積	mm ²
P_{b5}	押さえ工（ボルト）1本の引張力	N
q_{b5}	押さえ工（ボルト）1本のせん断力	N
M_{b5}	押さえ工（プレート）に生じる曲げモーメント	N・mm
ℓ_{b5}	押さえ工（ボルト）の鉛直方向のピッチ	mm
Q_{b5}	押さえ工（プレート）に生じるせん断力	N
n_5	押さえ工（ボルト）の本数	本
P_{bh1}'	引き波により防護梁に作用する水平荷重	N/mm
P_{bv1}'	引き波により防護梁に作用する鉛直荷重	N/mm
P_w	防護梁の自重	N
P_{bh}''	防護梁に作用する流水圧	kN/m
P_{b3}'	引き波によりつなぎ材プレートに作用する水平力	N

表 2-3(4) 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の応力評価に用いる記号（4/4）

記号	定義	単位
l_{b3}	エンドプレートからつなぎ材ボルト中心までの長さ	mm
Z_{b3}	つなぎ材プレートの断面係数	mm ³
A_{b3}	つなぎ材プレートの断面積	mm ²
P_{b3}''	寸法の小さい漂流物によりつなぎ材プレートに作用する水平力	N
P_{10}'	エンドプレート下端の鉛直荷重	N
A_{10}	エンドプレート下端の断面積	mm ²
P_{b2}'	引き波によりブラケットに作用する水平力	N
l_{b4}	側壁からつなぎ材ボルト中心までの長さ	mm
T'	引き波により受け台に作用する引張力	N
a	ブラケット端部からつなぎ材ボルト中心までの長さ	mm
Z_c	受け台プレートの断面係数	mm ³
P_{b2}''	寸法の小さい漂流物によりブラケットに作用する水平力	N
T''	寸法の小さい漂流物により受け台に作用する引張力	N
P_d'	引き波によりつなぎ材ボルトに作用する引張力	N
A_d	つなぎ材ボルトの有効断面積	mm ²
P_d''	寸法の小さい漂流物によりつなぎ材ボルトに作用する引張力	N
P_{b4}'	引き波によるアンカーボルト1本の引張力	N
q_{b4}'	引き波によるアンカーボルト1本のせん断力	N
M_{b4}'	引き波によりブラケットに生じる曲げモーメント	N・mm
Z_{b4}'	引き波によりアンカーボルト群1列の断面係数	mm
Q_{b4}'	引き波によりブラケットに生じるせん断力	N
P_{b4}''	寸法の小さい漂流物によるアンカーボルト1本の引張力	N
q_{b4}''	寸法の小さい漂流物によるアンカーボルト1本のせん断力	N
M_{b4}''	寸法の小さい漂流物によりブラケットに生じる曲げモーメント	N・mm
Q_{b4}''	寸法の小さい漂流物によりブラケットに生じるせん断力	N
M_{max}	最大曲げモーメント	N・mm
S_{max}	最大せん断力	N
σ	曲げ応力度	N/mm ²
τ	せん断応力度	N/mm ²
σ_g	合成応力度	—
σ_{bk}	支圧応力度	N/mm ²

3. 評価部材

屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）は、扉体（スキンプレート、主桁、補助縦桁、ヒンジ（吊りピン含む）及びヒンジ取付けボルト）、固定部（ヒンジ、ヒンジ取付けボルト、中央支柱、中央横桁、戸当り及びアンカーボルト）及び漂流物防護工で構成され、漂流物防護工により扉体及び固定部には漂流物が衝突しない構造とする。

津波による荷重の作用時には屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）は外水圧により閉じる構造となっており、津波による荷重が余震による地震力よりも大きいことから、津波時及び重畳時において屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）は閉じた状態を想定する。このため、扉体側と固定部側のヒンジ（吊りピン含む）及びヒンジ取付けボルトには津波荷重による引張荷重は作用しない。また、重畳時においては屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の横断方向及び鉛直方向にも余震荷重が作用するが、添付書類「VI-2-10-2-6-1-2 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の耐震性についての計算書」に示す地震時に考慮する地震荷重と比較して、重畳時に作用する余震荷重が小さいことから、屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の横断方向及び鉛直方向の評価については添付書類「VI-2-10-2-6-1-2 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の耐震性についての計算書」にて示した評価に包含される。

上記を踏まえ、強度評価においては、スキンプレート、主桁、補助縦桁、中央支柱、中央横桁、戸当り及び漂流物防護工（防護梁（H 鋼、エンドプレート及びつなぎ材（プレート））、ブラケット、つなぎ材（ボルト）、アンカーボルト及び押さえ工）を評価部材として選定する。屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の評価部材を図 3-1 に示す。

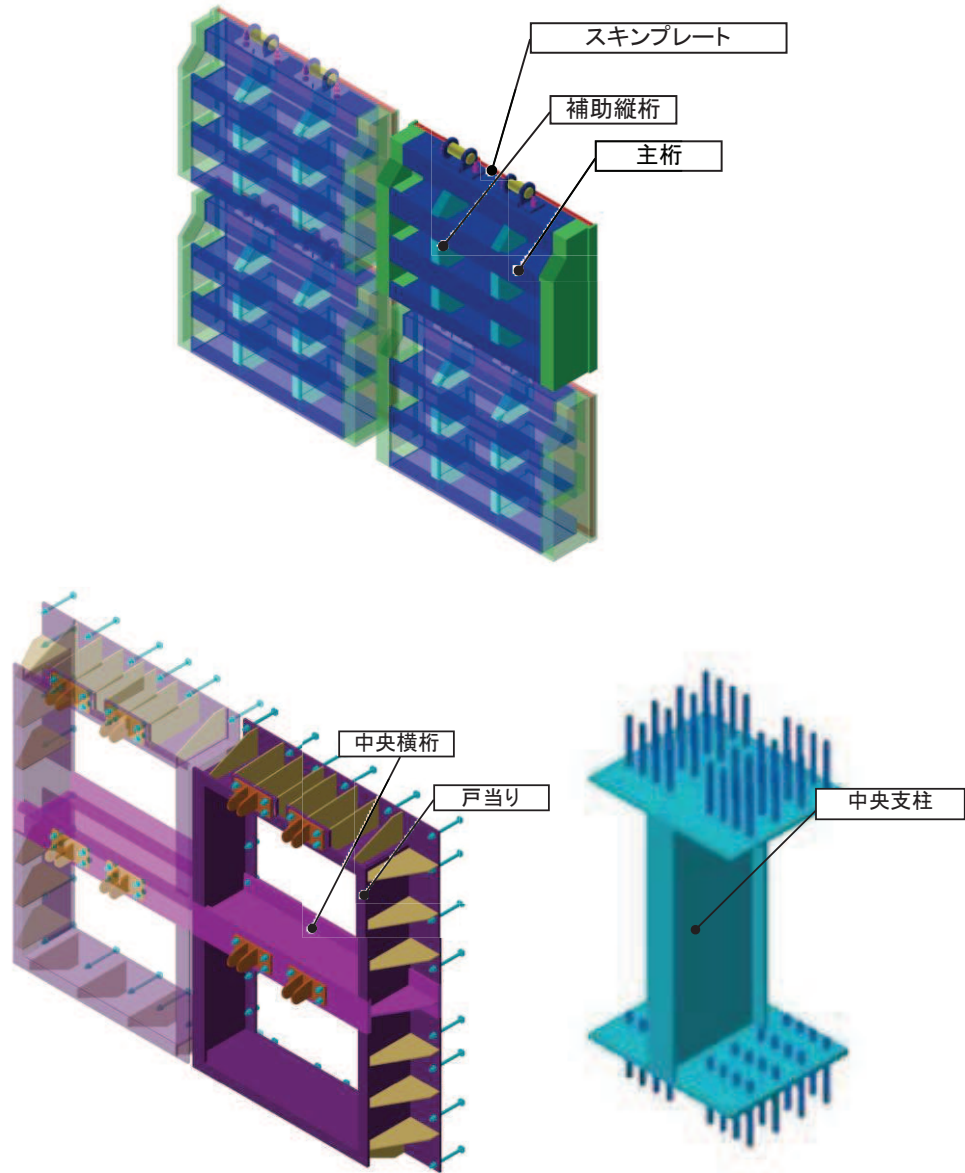


図 3-1(1) 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の評価部材

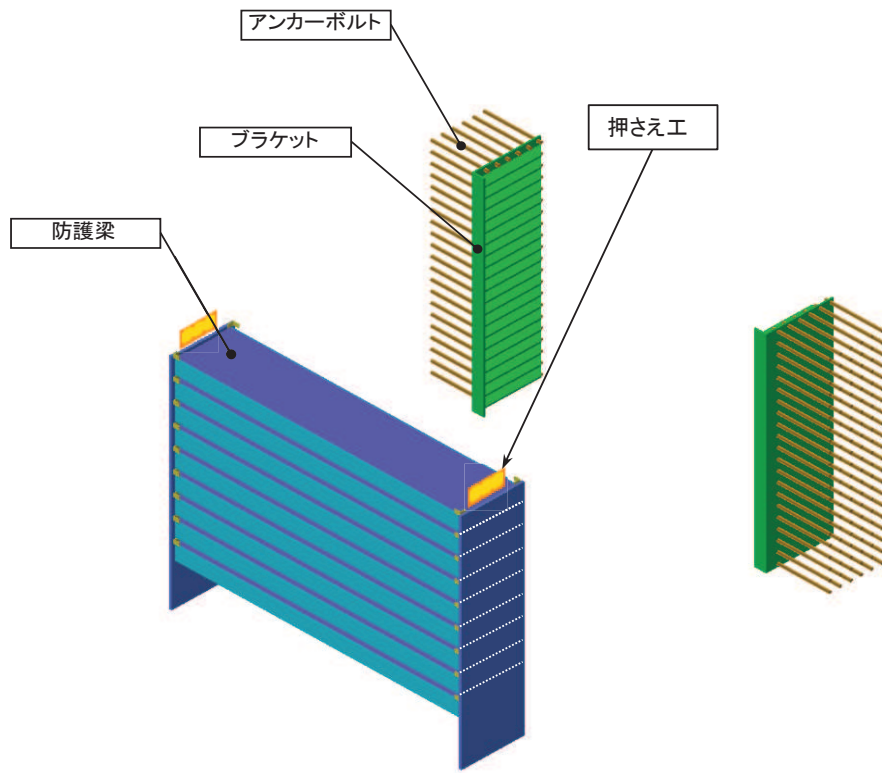


図 3-1(2) 屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側) の評価部材

5.3 許容限界

屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の各部材の許容値は、評価対象部位毎に、「水門鉄管協会 平成 31 年 水門鉄管技術基準 水門扉編」に規定される許容応力度を用いる。

屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の許容限界を表 5-3 に示す。

なお、地震後、津波後の再使用性を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう、設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。

表 5-3(1) 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の許容限界

評価部材	材質	許容応力度 (N/mm ²)				短期許容応力度 (N/mm ²) *2			
		曲げ σ_{ab} *1	引張 σ_{at} *1	せん断 τ_a *1	支圧 σ_{as} *1	曲げ	引張	せん断	支圧
スキンプレート	SUS304	103	—	—	—	154	—	—	—
主桁	1桁	103	103	59	—	154	154	88	—
	2,3桁								
	4桁								
補助縦桁	SUS304	103	103	59	—	153*3	154	88	—
中央支柱	SUS304	103	103	59	—	143*3	154	88	—
中央横桁	SUS304	103	103	59	—	153*3	154	88	—
戸当り	SUS304	—	—	—	154	—	—	—	231
戸当り部コンクリート	コンクリート	—	—	1.0	9.0	—	—	1.5	13.5

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

*2 : 許容限界は、「水門鉄管協会 平成 31 年 水門鉄管技術基準 水門扉編」に基づき、短期許容応力度とする。短期許容応力度は、鋼材又はコンクリートの許容応力度に対して 1.5 倍の割増しを考慮する。

*3 : 補助縦桁、中央支柱及び中央横桁に用いる構造用鋼材の許容曲げ圧縮応力度は、「水門鉄管協会 平成 31 年 水門鉄管技術基準 水門扉編」に基づき、許容曲げ応力度横倒れ座屈に対する配慮として許容応力の低減を考慮する。

表 5-3(2) 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の許容限界

評価部位	材質	許容応力度 (N/mm ²)				短期許容応力度 (N/mm ²) *2			
		曲げ σ_{ab} *1	引張 σ_{at} *1	せん断 τ_a *1	支圧 σ_{as} *1	曲げ	引張	せん断	支圧
漂流物防護工 (防護梁)	SM570	255	—	145	—	382	—	217	—
漂流物防護工 (防護梁 (エンドプレート 最下段))	SM570	—	—	—	154*3	—	—	—	231*3
漂流物防護工 (ブラケット)	SM570	255	—	145	—	382	—	217	—
漂流物防護工 (つなぎ材(M20))	強度区分 4.6	—	140	—	—	—	210	—	—
漂流物防護工 ((防護梁) つなぎ材プレート)	SM570	255	—	145	—	382	—	217	—
漂流物防護工 (押さえ工 (プレート))	SM570	255	—	145	—	382	—	217	—

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

*2: 許容限界は、「日本道路協会 平成 14 年 3 月 道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編」に基づき、短期許容応力度とする。短期許容応力度は、鋼材の許容応力度に対して 1.5 倍の割増しを考慮する。

*3: 防護梁最下段のエンドプレートの許容限界は、「日本道路協会 平成 14 年 3 月 道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編」に基づき、局部座屈を考慮した許容限界とする。

表 5-3(3) 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の許容限界

評価部材	材質	許容限界 (kN)	
		引張*	せん断*
中央支柱 (アンカーボルト)	SUS304	292	204
漂流物防護工 (アンカーボルト)	SD345	105	85
漂流物防護工 (押さえ工 (ボルト), M20)	SS400	22.4	36.9

注記 *: 漂流物防護工 (アンカーボルト) に対する許容引張力及び許容せん断力の許容値は、「日本建築学会 2010 年 各種合成構造設計指針・同解説」に基づき算出する。

5.5 計算方法

各評価対象部位に加わる応力等の算出式を以下にまとめる。

5.5.1 寄せ波時

(1) スキンプレート

スキンプレートは、主桁、補助縦桁及び側部縦桁に溶接することで支持される構造である。計算方法は、「水門鉄管協会 平成 31 年 水門鉄管技術基準 水門扉編」に基づき、等分布荷重が作用する四辺固定版としてモデル化し、発生する曲げモーメントより算定される応力が許容限界以下であることを確認する。

スキンプレートの構造図及びモデル図を図 5-3 に示す。

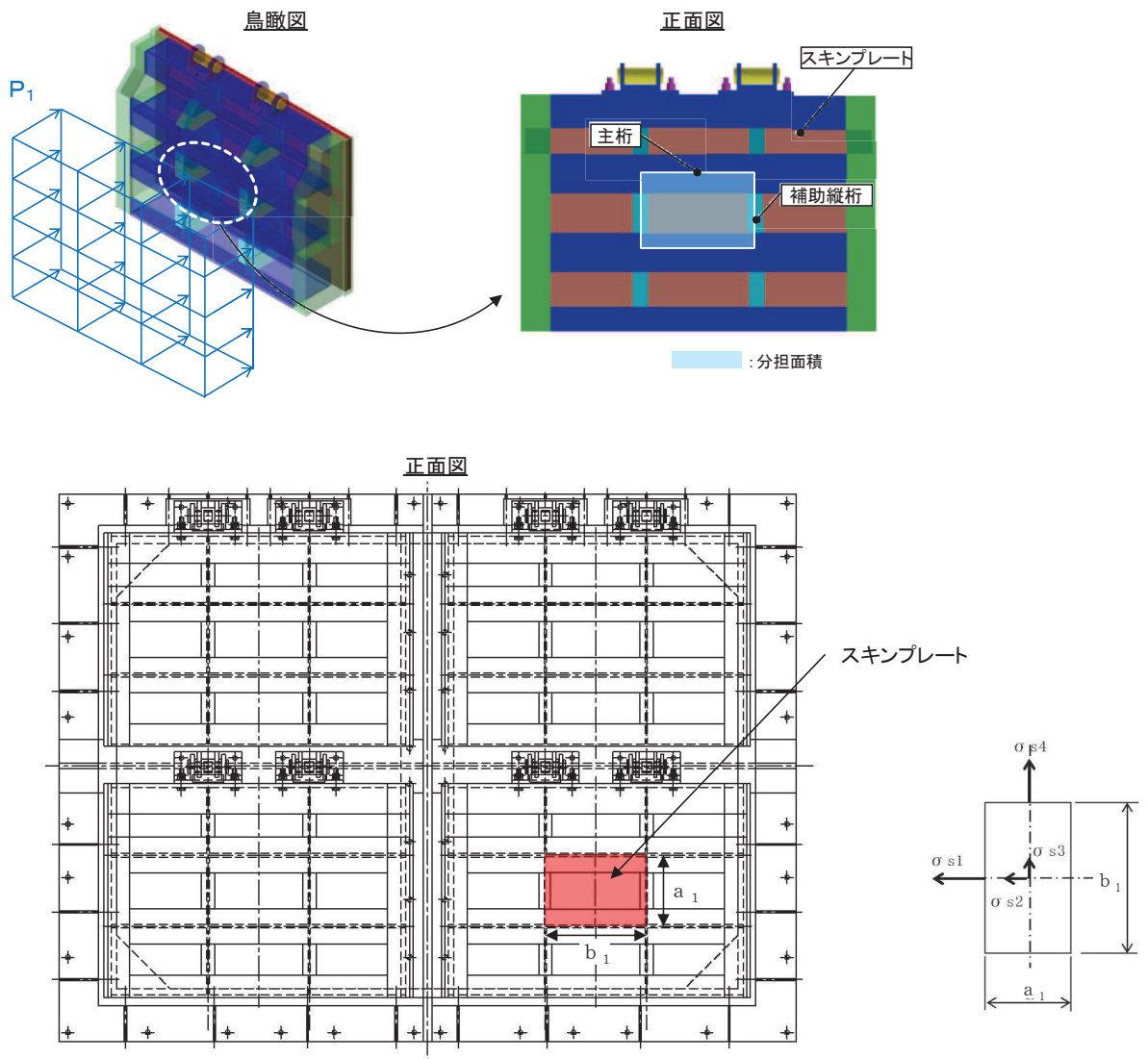


図 5-3 スキンプレートの構造図及びモデル図

また、スキンプレーートの応力算定式は以下のとおりである。

$$\sigma = \left(\frac{1}{100} \right) \cdot k \cdot a_1^2 \cdot \frac{P_1}{t_1^2}$$

ここで、

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

k : 辺長比 (b_1/a_1) による係数

a_1 : スキンプレーートの短辺 (mm)

b_1 : スキンプレーートの長辺 (mm)

P_1 : スキンプレーートに加わる単位面積当たりの荷重 (N/mm²)

t_1 : スキンプレーートの板厚 (mm)

(2) 主桁

主桁は、戸当りと接触することによって支持される構造である。計算方法は、等分布荷重が作用する両端ピン支点の単純梁としてモデル化し、発生する曲げ応力度及びせん断応力度が許容限界以下であることを確認する。また、合成応力に対しても許容限界以下であることを確認する。

主桁の構造及びモデル図を図 5-4 に示す。

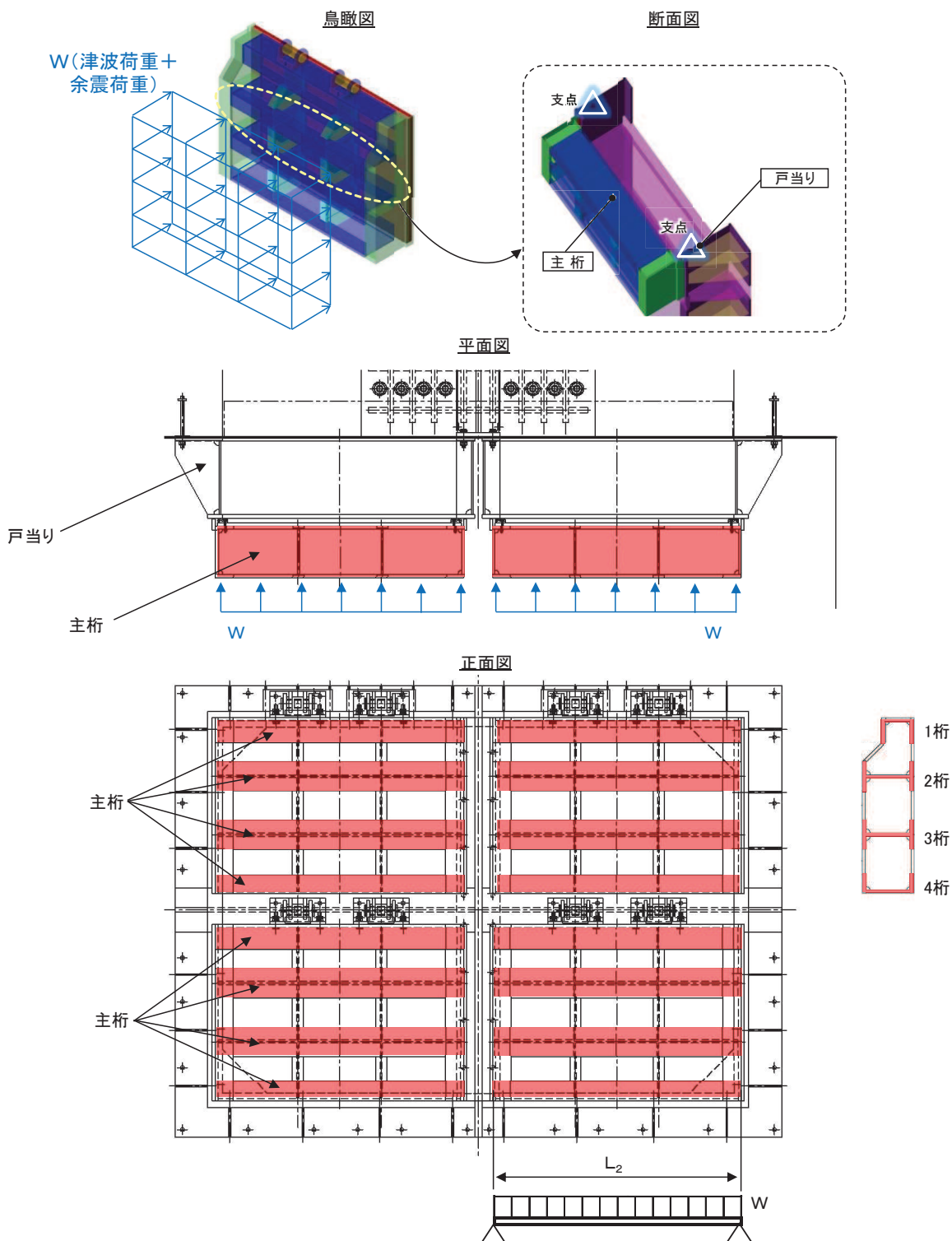


図 5-4 主桁の構造及びモデル図

また、主桁の応力算定式は以下のとおりである。

$$M_{\text{max}} = \frac{W \cdot L_2^2}{8}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{W \cdot L_2}{2}$$

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

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

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

ここで、

- W : 各主桁に作用する等分布荷重 (N/mm)
- L₂ : 主桁支間長 (mm)
- Z₂ : 各主桁の断面係数 (mm³)
- A_{w2} : 各主桁のせん断抵抗断面積 (mm²)
- M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)
- S_{max} : 最大せん断力 (N)
- σ : 曲げ応力度 (N/mm²)
- τ : せん断応力度 (N/mm²)
- σ_g : 合成応力度

(3) 補助縦桁

補助縦桁は、主桁に溶接されることによって支持される構造である。計算方法は、「水門鉄管協会 平成31年 水門鉄管技術基準 水門扉編」に基づき、等分布荷重が作用する、主桁によって溶接支持された両端固定梁としてモデル化し、発生する曲げ応力度及びせん断応力度が許容限界以下であることを確認する。また、合成応力に対しても許容限界以下であることを確認する。

補助縦桁の構造及びモデル図を図 5-5 に示す。

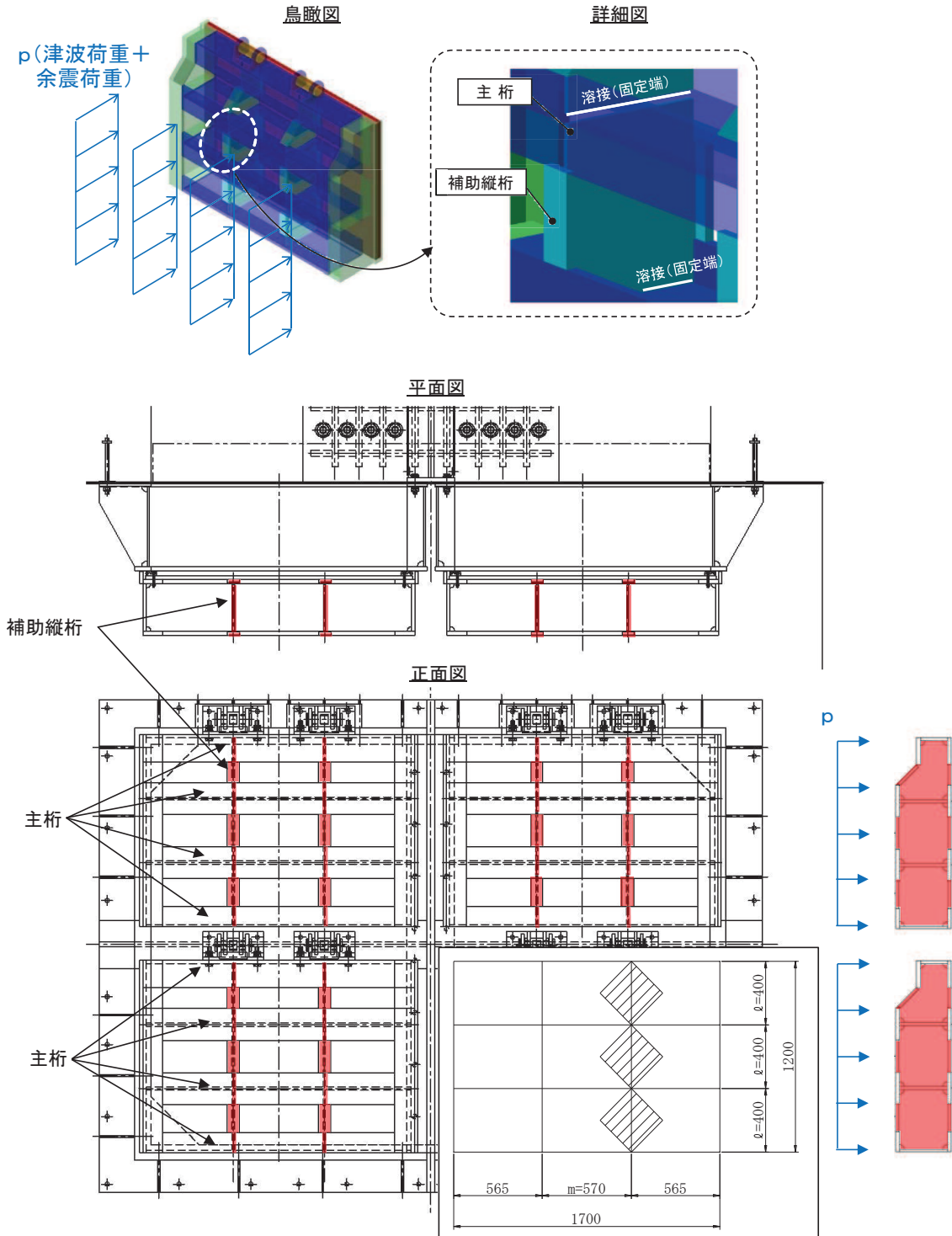


図 5-5 補助縦桁の構造及びモデル図 (単位: mm)

また、補助縦桁の応力算定式は以下のとおりである。

$$M_{\text{max}} = \frac{p \cdot \ell^3}{12}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{p \cdot \ell^2}{4}$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{Z_3}$$

$$\tau = \frac{S_{\text{max}}}{A_{w3}}$$

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

ここで、

- p : 補助縦桁に作用する各区画の平均荷重 (N/mm²)
- ℓ : 補助縦桁の主桁間隔 (mm)
- Z_3 : 補助縦桁の断面係数 (mm³)
- A_{w3} : 補助縦桁のせん断抵抗断面積 (mm²)
- M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)
- S_{max} : 最大せん断力 (N)
- σ : 曲げ応力度 (N/mm²)
- τ : せん断応力度 (N/mm²)
- σ_g : 合成応力度

(4) 中央支柱

中央支柱は、アンカーボルトを打ち込んだコンクリートに支持される構造である。計算方法は、等分布荷重が作用する両端固定梁でモデル化し、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が許容限界以下であることを確認する。

なお、中央支柱は剛性が高く、たわみによる止水性への影響は小さいと考えられることから、たわみの評価は省略する。

中央支柱の構造図及びモデル図を図5-6に示す。

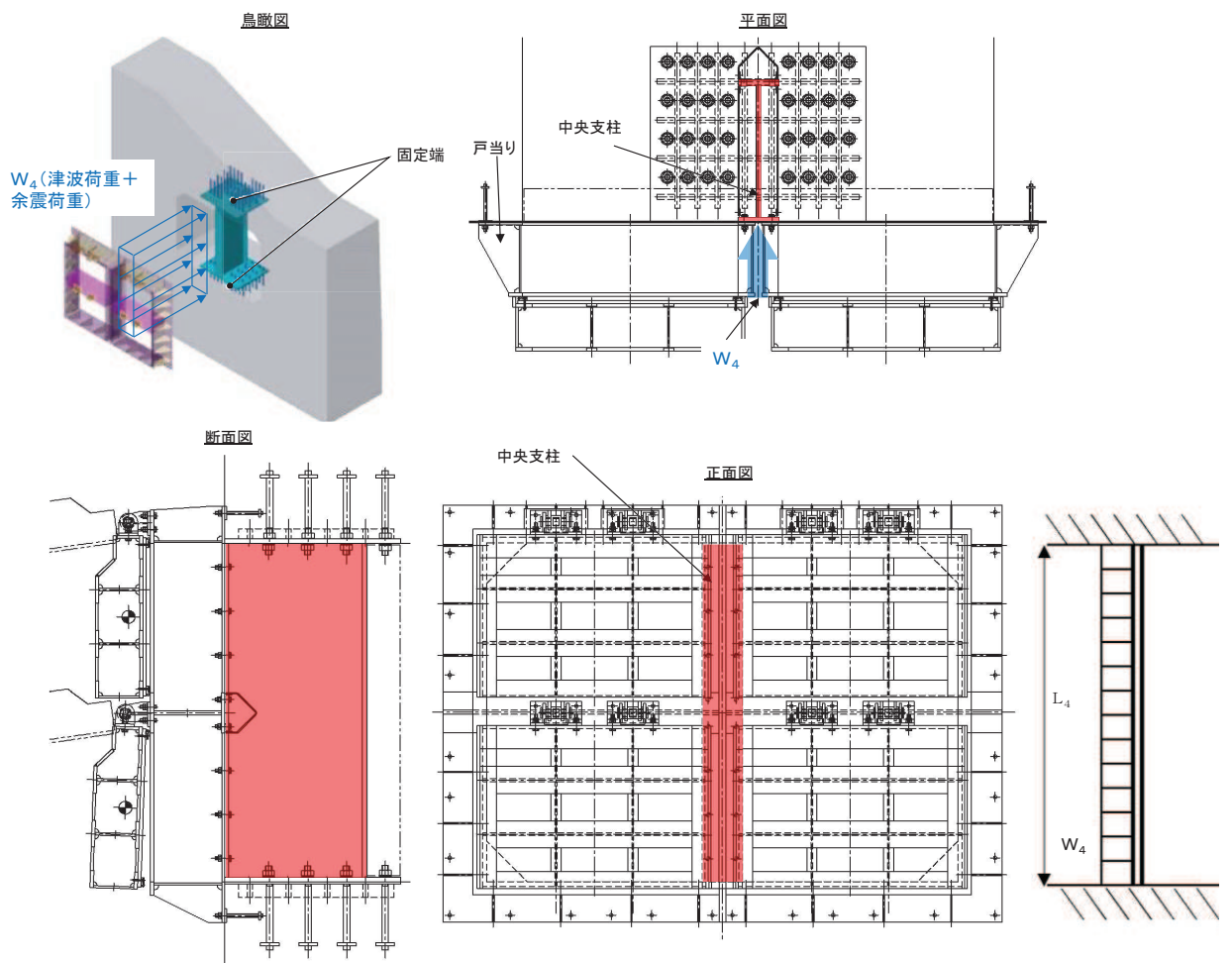


図 5-6(1) 中央支柱の構造図及びモデル図

また、中央支柱の応力算定式は以下のとおりである。

$$M_{\text{max}} = \frac{W_4 \cdot L_4^2}{12}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{W_4 \cdot L_4}{2}$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{Z_4}$$

$$\tau = \frac{S_{\text{max}}}{A_{w4}}$$

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

ここで、

- W_4 : 中央支柱に作用する荷重 (N/mm)
- L_4 : 中央支柱固定高 (mm)
- Z_4 : 中央支柱の断面係数 (mm³)
- A_{w4} : 中央支柱のせん断抵抗断面積 (mm²)
- M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)
- S_{max} : 最大せん断力 (N)
- σ : 曲げ応力度 (N/mm²)
- τ : せん断応力度 (N/mm²)
- σ_g : 合成応力度

【中央支柱（アンカーボルト）】

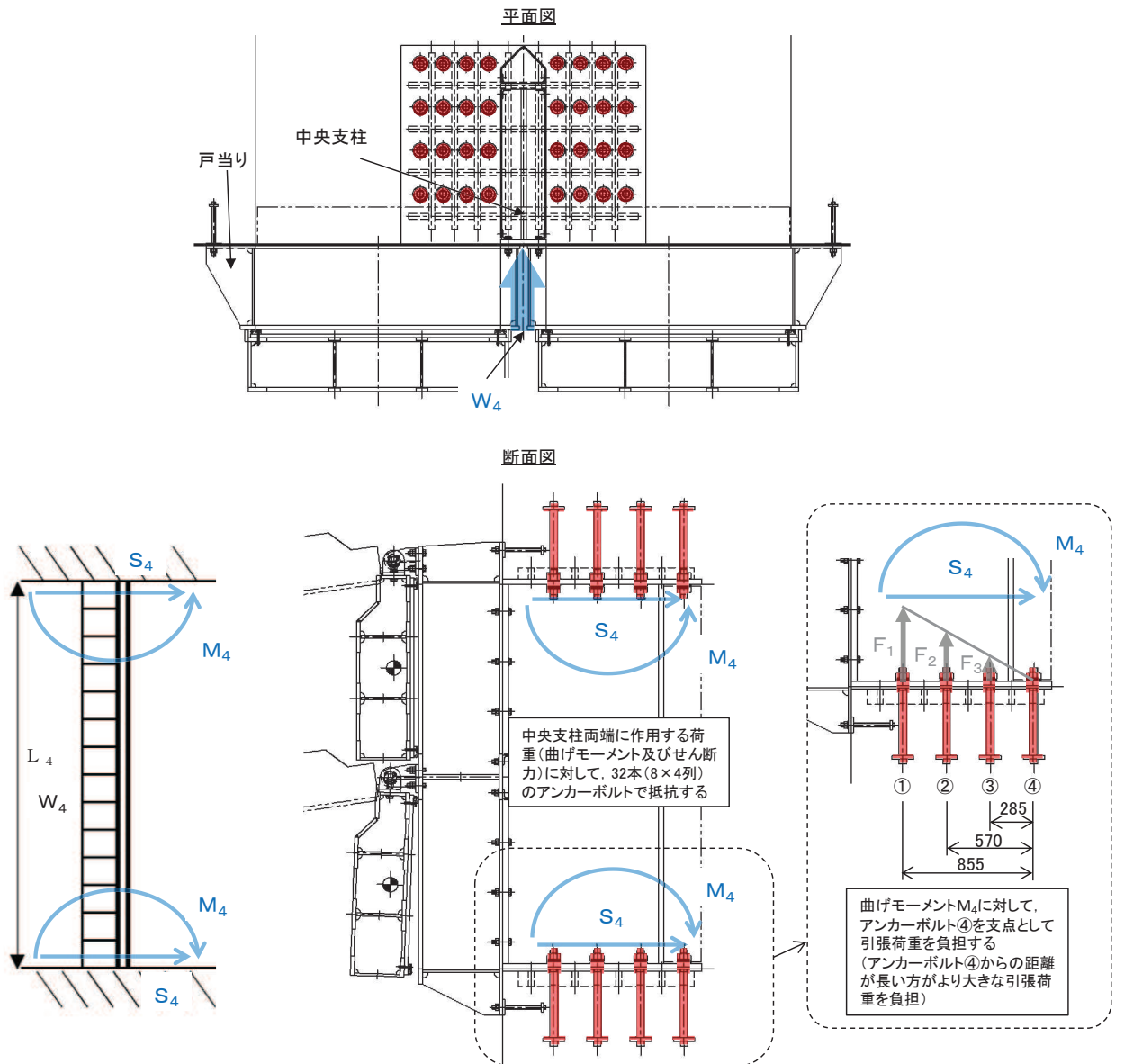


図5-6(2) 中央支柱（アンカーボルト）の構造図

中央支柱（アンカーボルト）の応力算定式は以下のとおりである。

$$M_4 = M_{\max} = \frac{w_4 \cdot L_4^2}{12} = (F_1 \cdot 855 + F_2 \cdot 570 + F_3 \cdot 285) \cdot 8$$

$$S_4 = S_{\max} = \frac{w_4 \cdot L_4}{2}$$

$$P_4 = F_1$$

$$Q_4 = \frac{S_{\max}}{n_4}$$

ここで、

- M_4 : 中央支柱両端に生じる曲げモーメント (N・mm)
- W_4 : 中央支柱に作用する荷重 (N/mm)
- L_4 : 中央支柱固定高 (mm)
- M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)
- S_{\max} : 最大せん断力 (N)
- F_1 : アンカーボルト①が負担する引張荷重 (= $3 F_3$) (N)
- F_2 : アンカーボルト②が負担する引張荷重 (= $2 F_3$) (N)
- F_3 : アンカーボルト③が負担する引張荷重 (N)
- S_4 : 中央支柱両端に生じるせん断力 (N)
- P_4 : アンカーボルト1本に作用する最大引張力 (N)
- Q_4 : アンカーボルト1本に作用するせん断力 (N)
- n_4 : アンカーボルトの本数 (本)

(5) 中央横桁

中央横桁は、コンクリートおよび中間支柱と接触することによって支持される構造である。計算方法は、等分布荷重（地震荷重）が作用する単純支持梁としてモデル化し、発生する曲げ応力度及びせん断応力度が許容限界以下であることを確認する。また、合成応力に対しても許容限界以下であることを確認する。

なお、中央横桁は剛性が高く、たわみによる止水性への影響は小さいと考えられることから、たわみの評価は省略する。

中央横桁の構造図及びモデル図を図 5-7 に示す。

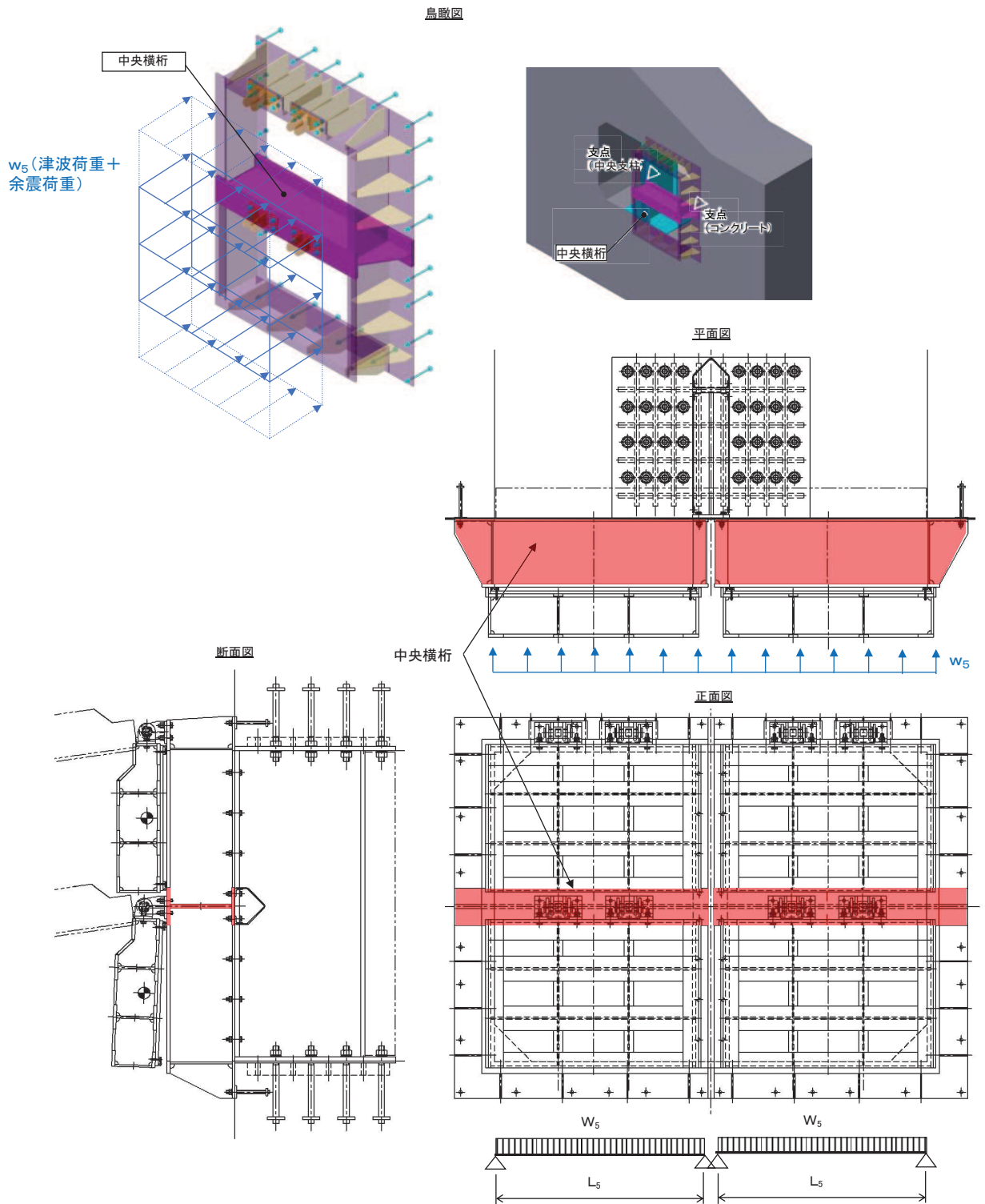


図 5-7 中央横桁の構造図及びモデル図

また、中央横桁の応力算定式は以下のとおりである。

$$M_{\max} = \frac{W_5 \cdot L_5^2}{8}$$

$$S_{\max} = \frac{W_5 \cdot L_5}{2}$$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{Z_5}$$

$$\tau = \frac{S_{\max}}{A w_5}$$

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

ここで、

- W_5 : 中央横桁に作用する荷重 (N/mm)
- L_5 : 中央横桁の支間長 (mm)
- Z_5 : 中央横桁の断面係数 (mm³)
- $A w_5$: 中央横桁のせん断抵抗断面積 (mm²)
- M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)
- S_{\max} : 最大せん断力 (N)
- σ : 曲げ応力度 (N/mm²)
- τ : せん断応力度 (N/mm²)
- σ_g : 合成応力度

(6) 戸当り

戸当りは、アンカーボルトを打ち込んだコンクリート及び中央支柱に支持される構造である。計算方法は、等分布荷重を受ける支圧材として、発生する支圧応力度が許容限界以下であることを確認する。

戸当りの構造図を図5-8に示す。

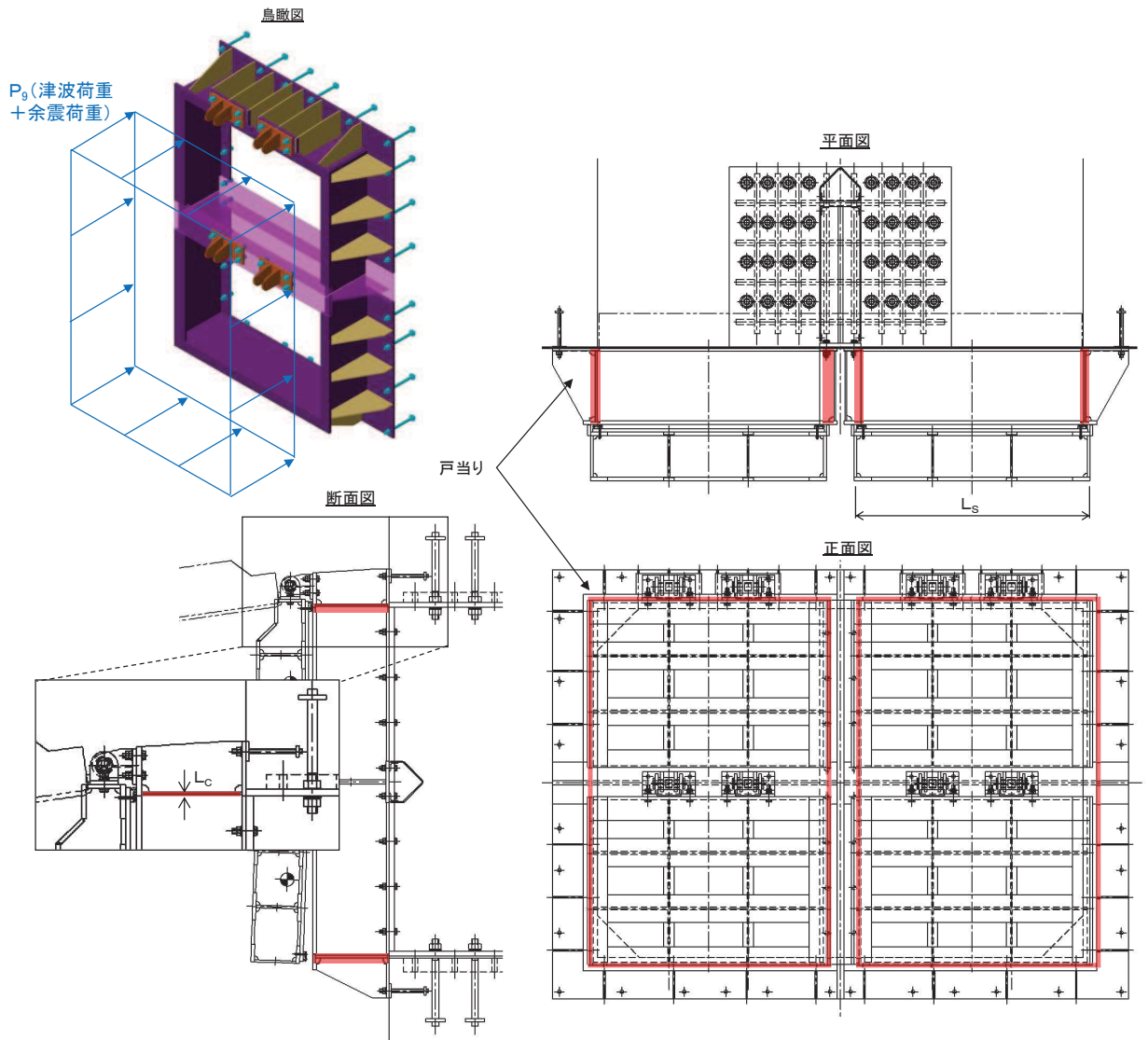


図 5-8 戸当りの構造図

また、戸当りの応力算定式は以下のとおりである。

$$\sigma_{bk} = \frac{P_g \cdot L_s}{2 \cdot L_c}$$

ここで、

- P_g : 戸当りへ作用する荷重単位面積当たりの荷重 (N/mm²)
- L_s : 扉体幅 (mm)
- L_c : 戸当り支圧部の板厚 (mm)
- σ_{bk} : 支圧応力度 (N/mm²)

(7) 戸当り部コンクリート

戸当り部コンクリートは、戸当りから伝達されてきた荷重を支持する構造である。計算方法は、戸当りから伝達されてきた荷重を戸当りとコンクリートの接触面で受圧した際に、コンクリートに発生する支圧応力度及びせん断応力度が許容限界以下であることを確認する。

戸当り部コンクリートの構造図を図 5-9 に示す。

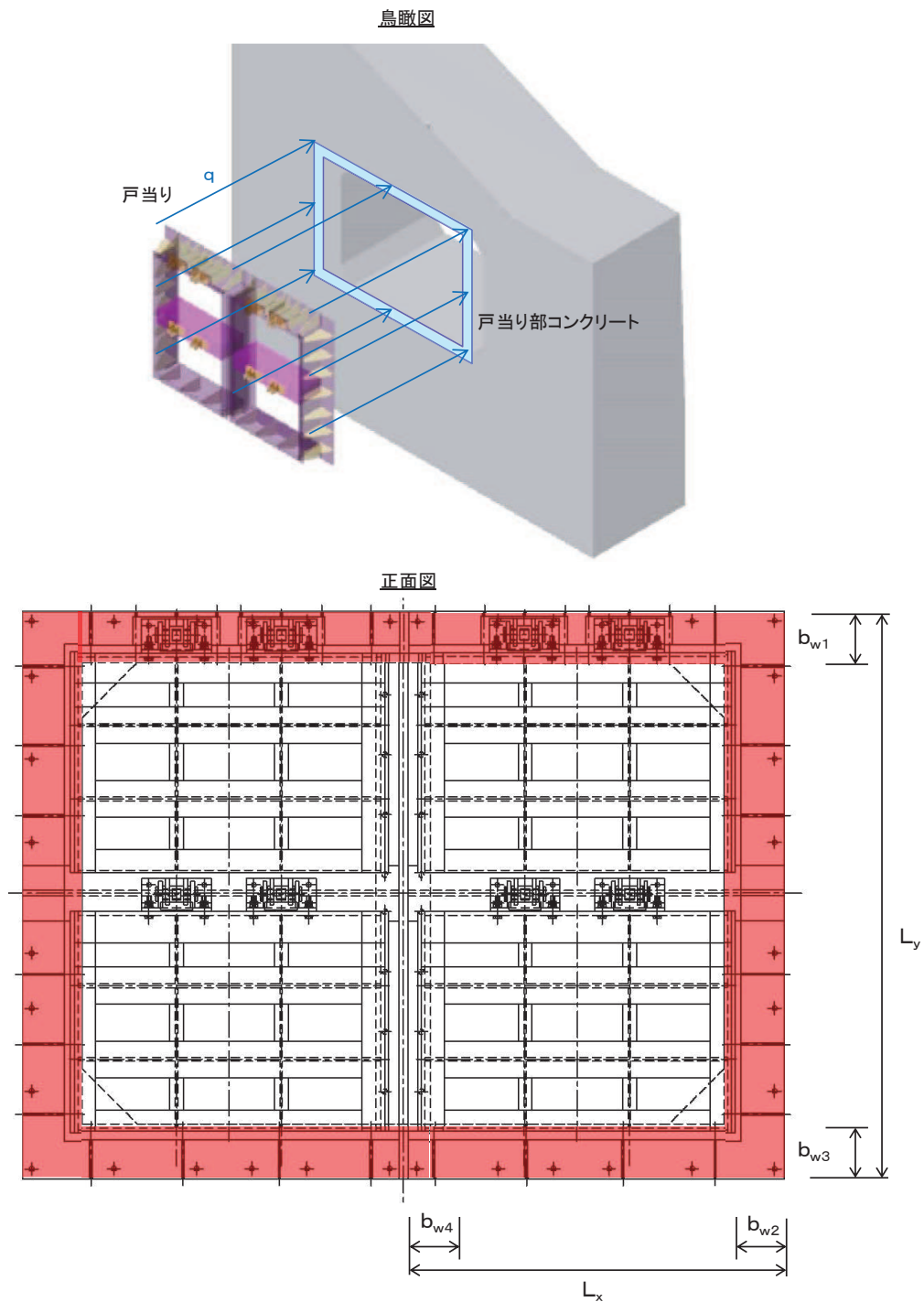


図 5-9 戸当り部コンクリートの構造図

また、戸当り部コンクリートの応力算定式は以下のとおりである。

$$\sigma_{bk} = \frac{q \cdot (L_x \cdot L_y)}{L_x (b_{w1} + b_{w3}) + (L_y - b_{w1} - b_{w3})(b_{w2} + b_{w4})}$$
$$\tau = \frac{\sigma_{bk} \cdot b_{w1}}{2 \cdot S}$$

ここで、

- q : コンクリートに作用する単位面積当たりの荷重 (N/mm²)
- L_x : 戸当り横幅 (mm)
- L_y : 戸当り縦幅 (mm)
- b_{w1} : 上部戸当り支圧幅 (mm)
- b_{w2} : 側部戸当り支圧幅 (mm)
- b_{w3} : 下部戸当り支圧幅 (mm)
- b_{w4} : 中央支柱部の戸当り支圧幅 (mm)
- S : 戸当り幅 (mm) (上部及び下部戸当りの最小支圧幅)
- σ_{bk} : 支圧応力度 (N/mm²)
- τ : せん断応力度 (N/mm²)

(8) 防護梁 (H 鋼)

防護梁 (H 鋼) は、防護梁両端のエンドプレートとブラケットが接触することによって支持される構成である。防護梁 (H 鋼) の計算方法は、等分布荷重が作用する単純梁としてモデル化する。なお、防護梁本体の腐食代を 1mm 考慮する。

照査は、津波時及び重畳時で行い、それぞれについて、曲げ応力度、せん断応力度の照査を行うとともに、曲げとせん断が同時に作用する場合は合成応力度の照査を行う。

また、津波時において考慮する衝突荷重は、防護梁 1 本に対して集中荷重で考慮することとし、作用させるパターンは防護梁支間中央 (曲げモーメント最大ケース) 及び防護梁端部 (せん断応力最大ケース) とする。

防護梁の構造及びモデル図を図 5-10 に示す。

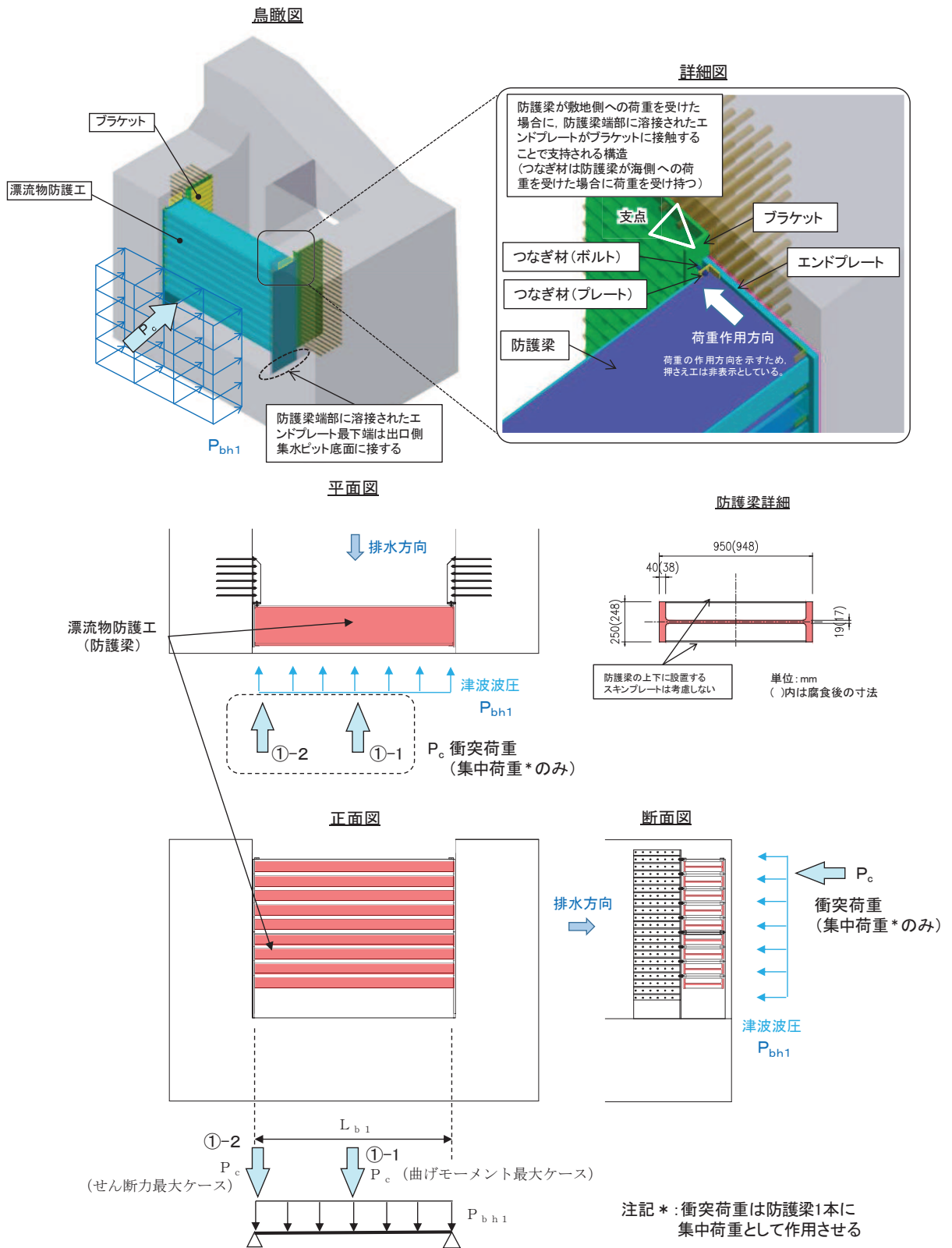


図 5-10 防護梁の構造及びモデル図

また、防護梁の応力算定式は以下のとおりである。

【水平方向】

$$M_{\max} = \frac{P_{bh1} \cdot L_{b1}^2}{8} + \frac{P_c \cdot L_{b1}}{4}$$

$$S_{\max} = \frac{P_{bh1} \cdot L_{b1}}{2} + P_c$$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{Z_{bh1}}$$

$$\tau = \frac{S_{\max}}{Aw_{bh1}}$$

(合成応力度)

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_a}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a}\right)^2 \leq 1.2$$

ここで、

P_{bh1} : 防護梁に作用する水平荷重 (N/mm)

L_{b1} : 防護梁のスパン長 (mm)

P_c : 衝突荷重 (kN) (津波時のみ考慮)

Z_{bh1} : 防護梁の水平(強軸)方向の断面係数 (mm³)

Aw_{bh1} : 防護梁の水平(強軸)方向のせん断抵抗断面積 (mm²)

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

τ : せん断応力度 (N/mm²)

(9) ブラケット

ブラケットは、側壁に埋め込まれたアンカーボルトを固定端として支持される構造である。計算方法は、防護梁と一体化したエンドプレートを通じて伝達される荷重が作用する側壁（北壁及び南壁）にアンカーボルトで固定された片持ち梁としてモデル化する。津波時及び重畳時では海側への荷重に対してエンドプレートに溶接されたつなぎ材を介して荷重が作用する。

照査は、曲げ応力度、せん断応力度について行うとともに、曲げとせん断が同時に作用する場合は合成応力度の照査を行う

なお、腐食代を 1mm 考慮する。

ブラケットの構造図及びモデル図を図 5-11 に示す。

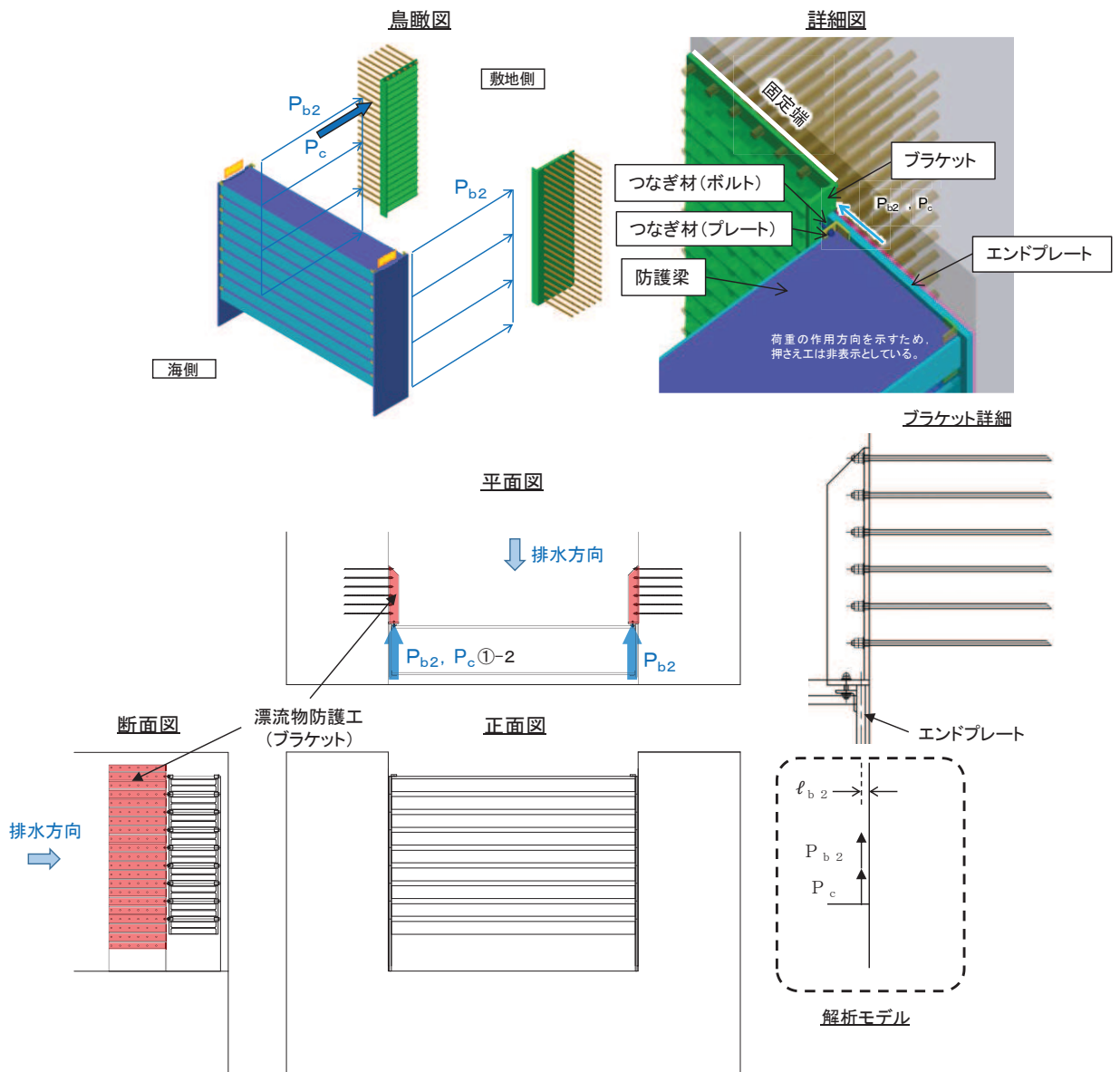


図 5-11 ブラケットの構造図及びモデル図

また、漂流物防護工（ブラケット）の応力算定式は以下のとおりである。

$$M_{\text{max}} = (P_{b2} + P_c) \cdot \ell_{b2}$$

$$S_{\text{max}} = P_{b2} + P_c$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{Z_{b2}}$$

$$\tau = \frac{S_{\text{max}}}{A w_{b2}}$$

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_a} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a} \right)^2 \leq 1.2 \quad (\text{合成応力度})$$

ここで、

- P_{b2} : ブラケットに作用する水平力 (N)
- P_c : 衝突荷重 (N) (津波時のみ考慮)
- ℓ_{b2} : 側壁からエンドプレート中心までの長さ (mm)
- Z_{b2} : ブラケットの断面係数 (mm³)
- $A w_{b2}$: ブラケットのせん断抵抗断面積 (mm²)
- M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)
- S_{max} : 最大せん断力 (N)
- σ : 曲げ応力度 (N/mm²)
- τ : せん断応力度 (N/mm²)

(10) アンカーボルト

ブラケットに発生したモーメントとせん断力は、埋め込まれたアンカーボルト群により側壁に荷重伝達される。

防護梁1本に作用する荷重に対して、図5-12の左図に示す様に、エンドプレート幅350mmの範囲にある6本2列、計12本のアンカーボルトで抵抗する。ただし、衝突荷重に対しては、図5-12の右図に示すように防護梁1本だけに作用するため、エンドプレート幅350mmから45°の荷重伝達を考えて6本5列、計30本で抵抗するものとする。

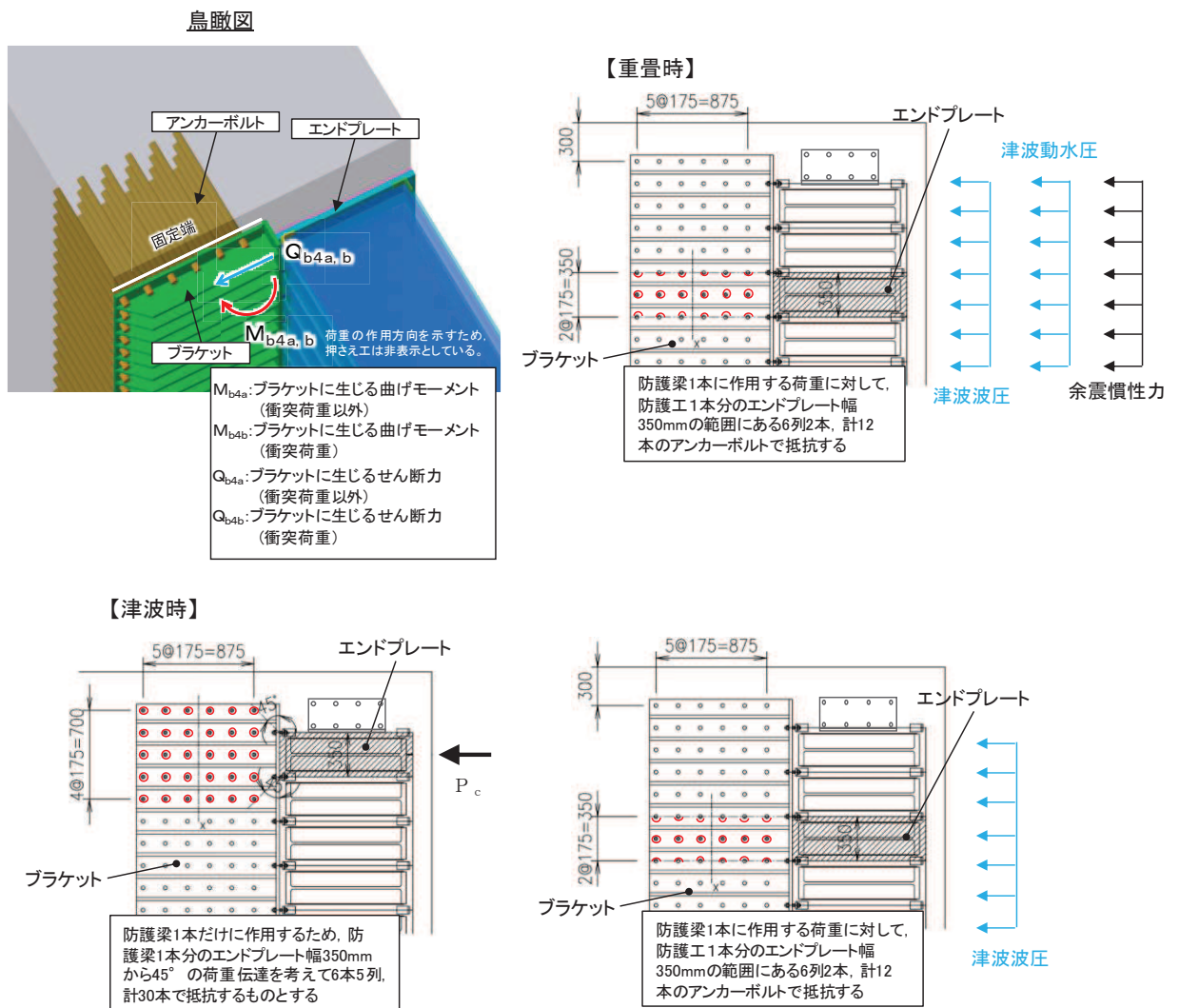


図5-12 アンカーボルトの構造図

また、漂流物防護工（アンカーボルト）の応力算定式は以下のとおりである。

$$P_{b4} = P_{b4a} + P_{b4b} = \frac{(M_{b4a}/2)}{Z_{b4}} + \frac{(M_{b4b}/5)}{Z_{b4}}$$

$$q_{b4} = q_{b4a} + q_{b4b} = \frac{(Q_{b4a}/2)}{n} + \frac{(Q_{b4b}/5)}{n}$$

$$\left(\frac{P_{b4}}{P_a}\right)^2 + \left(\frac{q_{b4}}{q_a}\right)^2 \leq 1.2 \quad (\text{合成応力度})$$

ここで、

- P_{b4} : アンカーボルト 1 本の引張力 (N)
- P_{b4a} : 衝突荷重以外の荷重によるアンカーボルト 1 本の引張力 (N)
- P_{b4b} : 衝突荷重によるアンカーボルト 1 本の引張力 (N) (津波時のみ考慮)
- M_{b4a} : 衝突荷重以外の荷重により生じる曲げモーメント (N・mm)
- M_{b4b} : 衝突荷重により生じる曲げモーメント (N・mm) (津波時のみ考慮)
- q_{b4} : アンカーボルト 1 本のせん断力 (N)
- q_{b4a} : 衝突荷重以外の荷重によるアンカーボルト 1 本のせん断力 (N)
- q_{b4b} : 衝突荷重によるアンカーボルト 1 本のせん断力 (N) (津波時のみ考慮)
- Q_{b4a} : 衝突荷重以外の荷重により生じるせん断力 (N)
- Q_{b4b} : 衝突荷重により生じるせん断力 (N) (津波時のみ考慮)
- Z_{b4} : アンカーボルト群 1 列の断面係数 (mm)
- n : アンカーボルト群 1 列の本数 (本)

(11) 押さえ工

押さえ工は、押さえ工（プレート）と押さえ工（ボルト）から構成し、防護梁のエンドプレートからの鉛直上向きの浮力に対して支持する構造である。計算方法は、図 5-13 に示すように、押さえ工（プレート）は側壁に押さえ工（ボルト）で固定された片持ち梁としてモデル化する。押さえ工（ボルト）は、押さえ工（プレート）に発生する荷重に対して、所用の引張力及びせん断力が確保できるか確認する。また、押さえ工の応力算定式は以下のとおりである。

【押さえ工（プレート）】

$$M_{\text{max}} = F \cdot \ell_{b2}$$

$$S_{\text{max}} = F$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{Z_{b5}}$$

$$\tau = \frac{S_{\text{max}}}{A_{b5}}$$

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_a}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a}\right)^2 \leq 1.2 \quad (\text{合成応力度})$$

ここで、

F : 押さえ工（プレート）に作用する防護梁の浮力 (N)

ℓ_{b2} : 側壁からエンドプレート中心までの長さ (mm)

Z_{b5} : 押さえ工（プレート）の断面係数 (mm³)

A_{b5} : 押さえ工（プレート）の断面積 (mm²)

M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{max} : 最大せん断力 (N)

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

τ : せん断応力度 (N/mm²)

【押さえ工（ボルト）】

$$P_{b5} = \frac{M_{b5}}{\ell_{b5} \cdot n_5}$$

$$q_{b5} = \frac{Q_{b5}}{n_5}$$

ここで、

- P_{b5} : 押さえ工（ボルト）1本の引張力（N）
- q_{b5} : 押さえ工（ボルト）1本のせん断力（N）
- M_{b5} : 押さえ工（プレート）に生じる曲げモーメント（N・mm）
- ℓ_{b5} : 押さえ工（ボルト）の鉛直方向のピッチ（mm）
- Q_{b5} : 押さえ工（プレート）に生じるせん断力（N）
- n_5 : 押さえ工（ボルト）の本数（本）

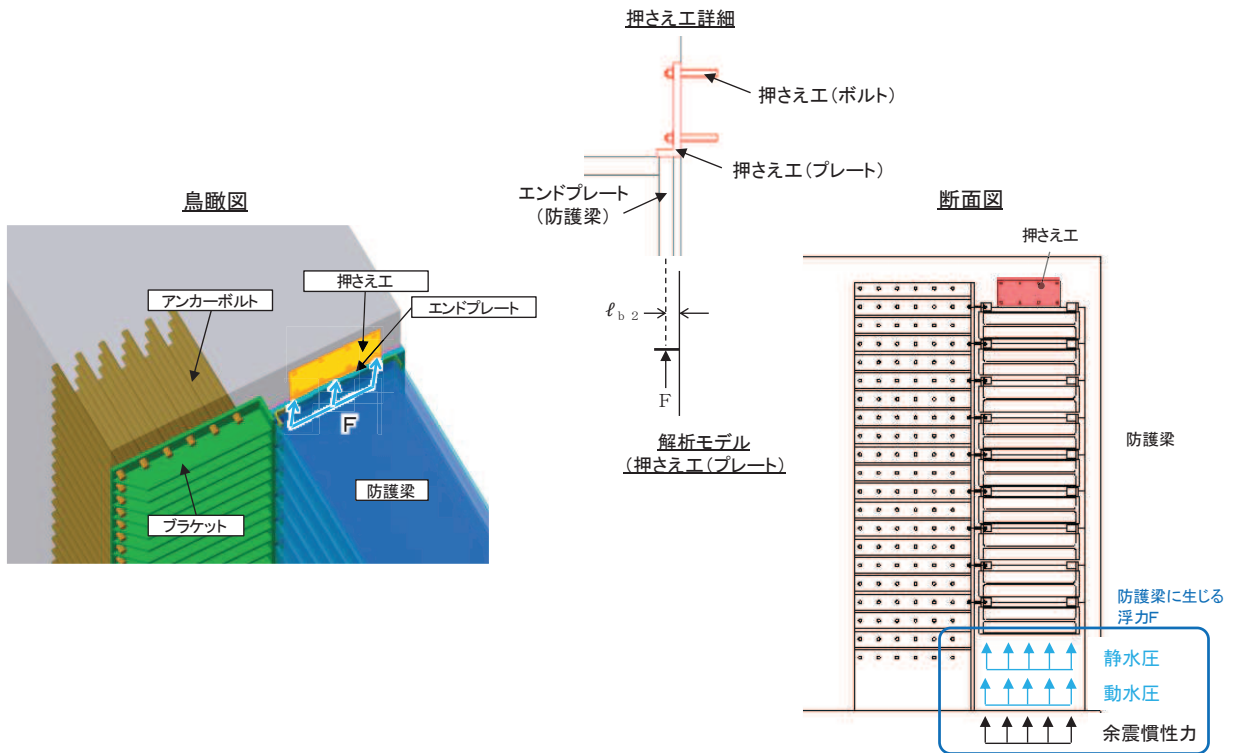


図 5-13 押さえ工の構造図及びモデル図

(12) 寸法の小さい漂流物の影響評価（スキンプレート）

スキンプレートについて、寸法の小さな漂流物による衝突荷重が集中荷重として作用する単純梁としてモデル化し、発生する曲げ応力度が許容限界以下であることを確認する。スキンプレートのモデル図を図 5-14 に示す。

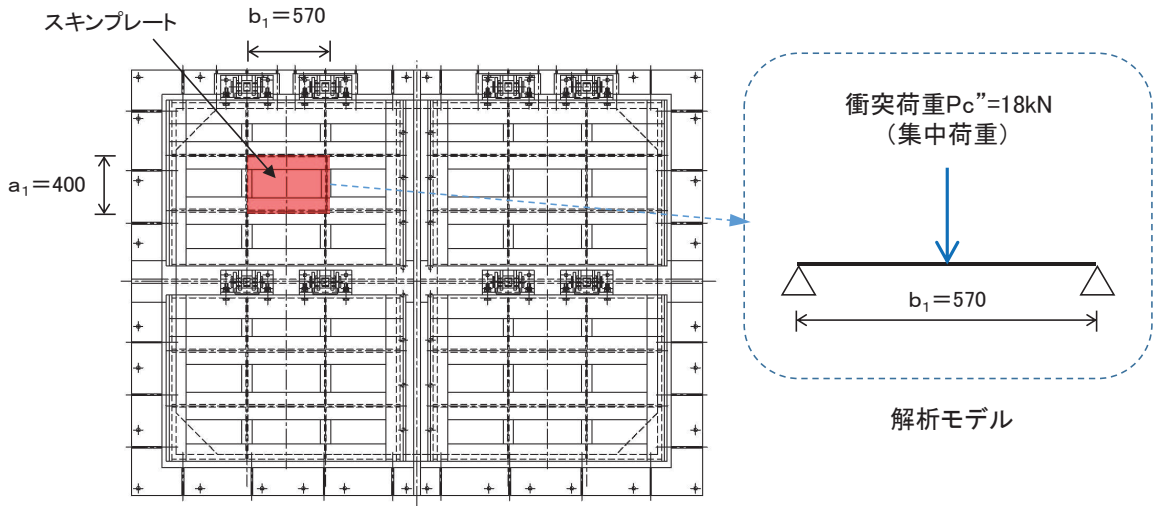


図 5-14 スキンプレートのモデル図

また、スキンプレートの寸法の小さい漂流物荷重に対する応力算定式は以下のとおりである。

$$M_{\text{max}} = \frac{P_c'' \cdot t_1}{4}$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{Z_1}$$

ここで、

- P_c'' : 寸法の小さい漂流物衝突荷重 (kN)
- t_1 : スキンプレートの板厚 (mm)
- Z_1 : スキンプレートの断面係数 (mm^3)
- M_{max} : 最大曲げモーメント ($\text{N} \cdot \text{mm}$)
- σ : 曲げ応力度 (N/mm^2)

5.5.2 引き波時

引き波時の水位の下降に伴い防護梁の上部に瞬間的ではあるが漂流物の自重が作用する可能性を考慮し、図 5-15 に示すとおり、第一波で敷地に到達する漂流物の中から、最大の重量である FRP 製船舶（総トン数 5t（排水トン数 15t））の自重を考慮した場合の影響を確認する（影響検討内容①）。

ただし、漂流物の自重が防護梁に作用するのは瞬間的であること、及び余震が作用した場合には防護梁上にとどまり続けることは考えられないことから、余震との重畳は考慮しない。

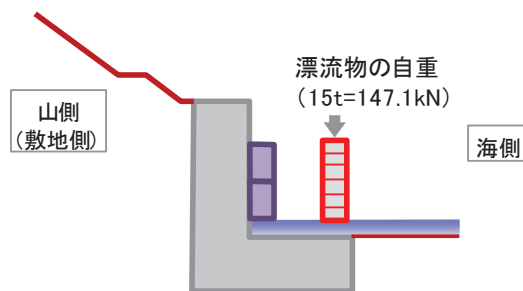


図 5-15 影響検討内容①のイメージ図

また、第一波来襲後の引き波時に、防護梁の山側（出口側集水ピット内）には寸法の小さな漂流物（がれき類）が取り込まれる可能性があるが、防護梁の山側と海側ではほとんど水位差がないため、漂流物が防護梁に影響を及ぼすことはない。

ただし、防護梁の山側に取り込まれたがれき類が防護梁同士の隙間に挟まる可能性を考慮し、図 5-16 に示すとおり、防護梁の隙間がすべてがれき類で目詰まりすることを想定して最上段の防護梁から最下段の防護梁までの高さの静水圧を山側（敷地側）から作用させた場合の影響について確認する（影響検討内容②）。

加えて、静水圧を作用させた状態に余震重畳を考慮した場合についても検討する。

さらに寸法の小さな漂流物による荷重が防護梁の山側（出口側集水ピット内側）から作用した場合の影響も確認することとし、引き波による流体力とともに考慮して検討する。

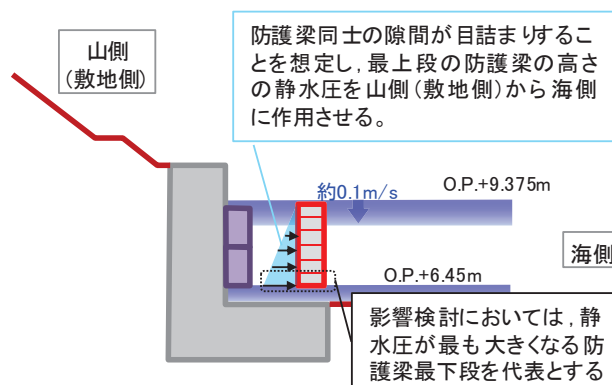


図 5-16 影響検討内容②のイメージ図

(1) 防護梁 (H 鋼)

a. 引き波時

防護梁 (H 鋼) の引き波時の検討概要図を図 5-17 に示す。防護梁 (H 鋼) はつなぎ材 (ボルト) を介してブラケットに支持される又は出口側集水ピット支持される単純梁としてモデル化する。また、影響検討内容①と影響検討内容②を同時に考慮した二軸応力状態の照査についても行う。

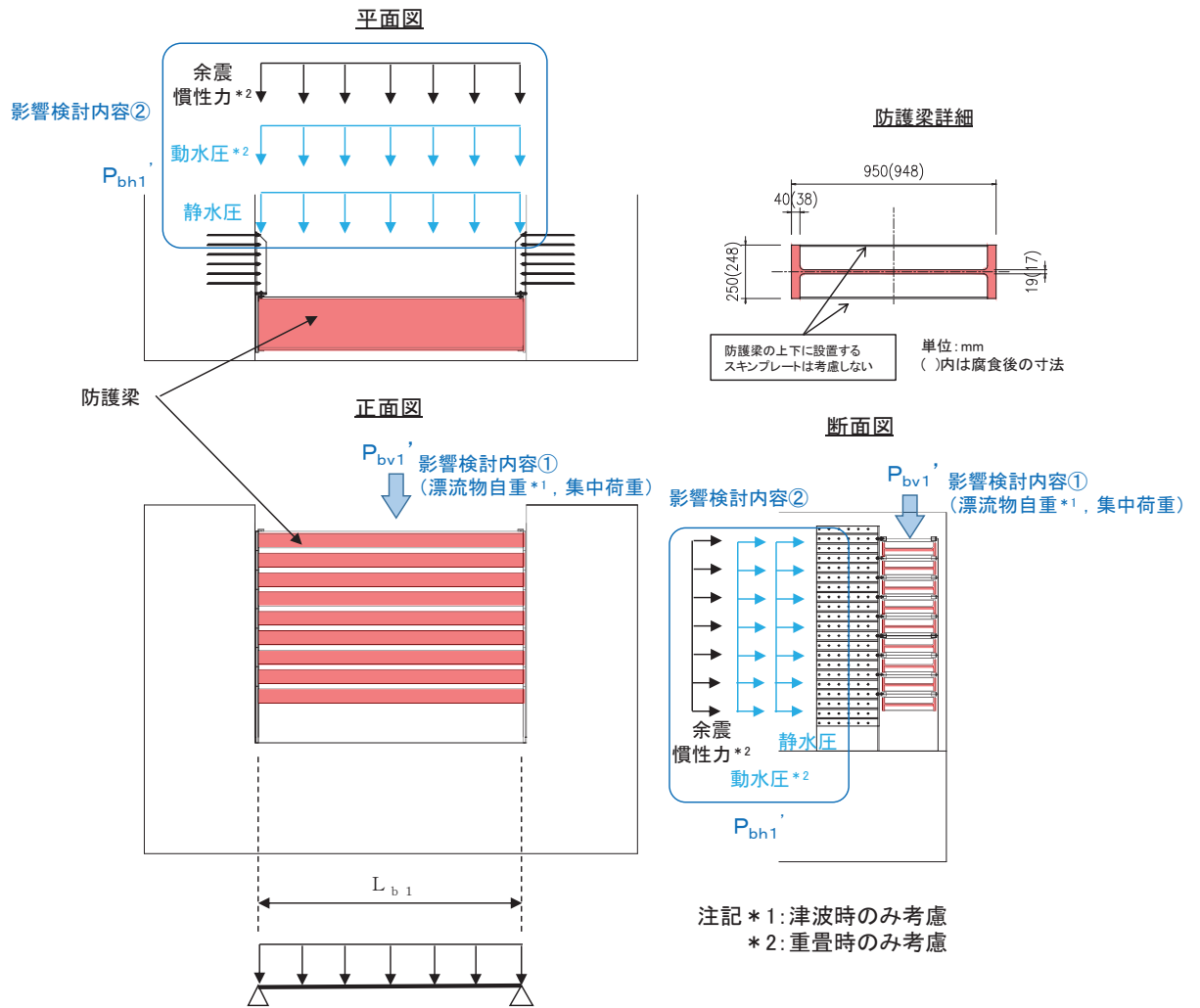


図 5-17 防護梁 (H 鋼) の引き波時の検討概要図

また、防護梁（H鋼）の応力算定式は以下のとおり。

【影響検討内容①】

$$M_{\max} = \frac{P_w \cdot L_{b1}}{4} + \frac{P_{bv1}' \cdot L_{b1}^2}{8}$$

$$S_{\max} = P_w + \frac{P_{bv1}' \cdot L_{b1}}{2}$$

$$\sigma_y = \frac{M_{\max}}{Z_{bv1}}$$

$$\tau_y = \frac{S_{\max}}{A_{w_{bv1}}}$$

$$\left(\frac{\sigma_y}{\sigma_a}\right)^2 + \left(\frac{\tau_y}{\tau_a}\right)^2 \leq 1.2 \quad (\text{合成応力度})$$

ここで、

P_{bv1}' : 引き波により防護梁に作用する鉛直荷重 (N/mm)

P_w : 防護梁の自重(N)

L_{b1} : 防護梁のスパン長 (mm)

Z_{bv1} : 防護梁の鉛直（弱軸）方向の断面係数 (mm³)

$A_{w_{bv1}}$: 防護梁の鉛直（弱軸）方向のせん断抵抗断面積 (mm²)

M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{\max} : 最大せん断力 (N)

σ_y : 曲げ応力度 (N/mm²)

τ_y : せん断応力度 (N/mm²)

【影響検討内容②】

$$M_{\max} = \frac{P_{bh1}' \cdot L_{b1}^2}{8}$$

$$S_{\max} = \frac{P_{bh1}' \cdot L_{b1}}{2}$$

$$\sigma_x = \frac{M_{\max}}{Z_{bh1}}$$

$$\tau_x = \frac{S_{\max}}{A w_{bh1}}$$

$$\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_a}\right)^2 + \left(\frac{\tau_x}{\tau_a}\right)^2 \leq 1.2 \quad (\text{合成応力度})$$

【二軸応力状態の照査】

$$\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_a}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_x}{\sigma_a}\right)\left(\frac{\sigma_y}{\sigma_a}\right) + \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_a}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a}\right)^2 \leq 1.2$$

$$\tau = \sqrt{\tau_x^2 + \tau_y^2}$$

ここで、

- P_{bh1}' : 引き波により防護梁に作用する水平荷重 (N/mm)
- L_{b1} : 防護梁のスパン長 (mm)
- Z_{bh1} : 防護梁の水平 (強軸) 方向の断面係数 (mm³)
- $A w_{bh1}$: 防護梁の水平 (強軸) 方向のせん断抵抗断面積 (mm²)
- M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)
- S_{\max} : 最大せん断力 (N)
- σ_x, σ_y : 曲げ応力度 (N/mm²)
- τ_x, τ_y : せん断応力度 (N/mm²)

b. 寸法の小さい漂流物の影響

防護梁（H 鋼）の寸法の小さい漂流物衝突の検討概要図を図 5-18 に示す。防護梁（H 鋼）はつなぎ材（ボルト）を介してブラケットに支持される又は出口側集水ピット支持される単純梁としてモデル化する。

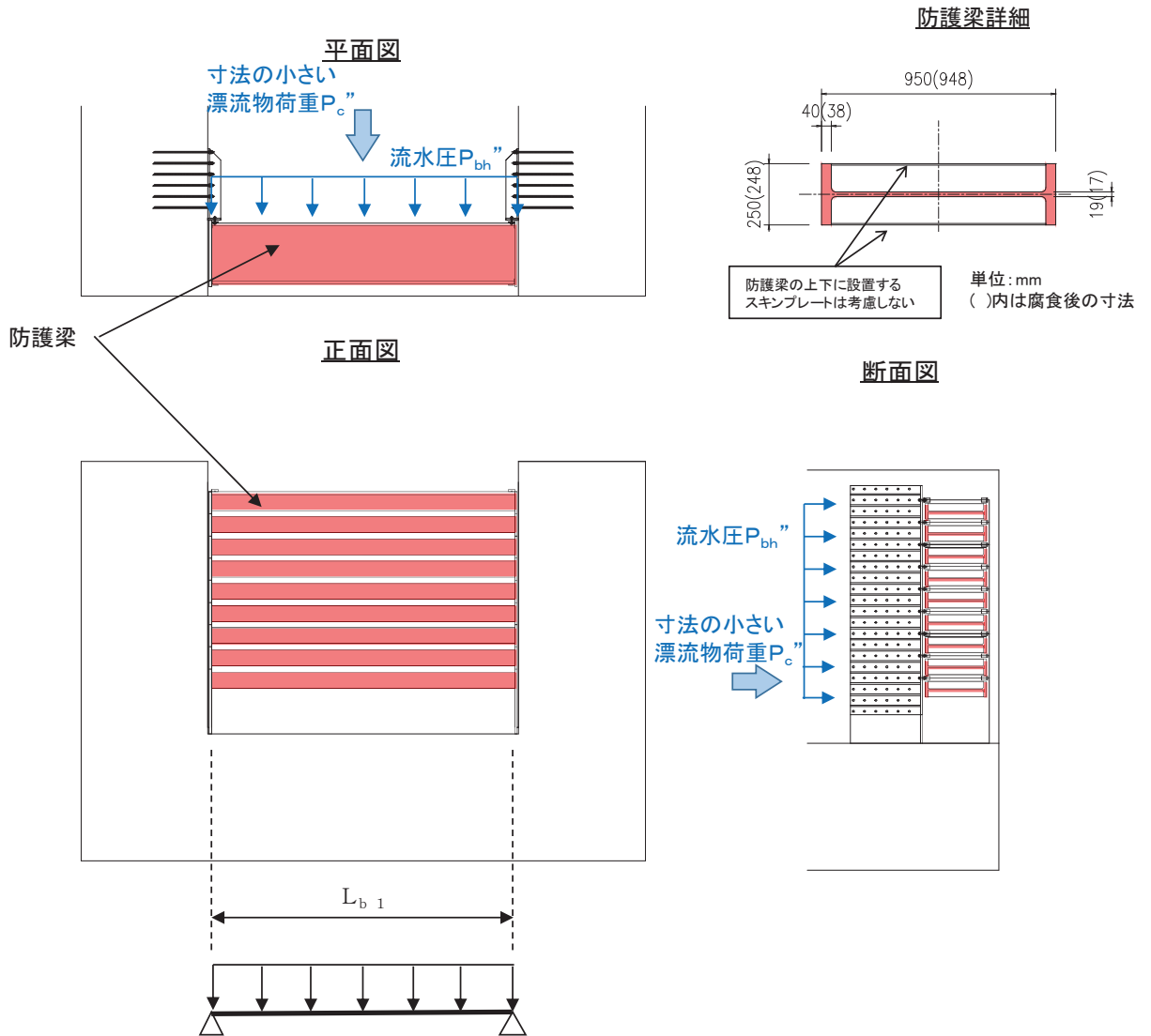


図 5-18 防護梁（H 鋼）の寸法の小さい漂流物衝突の検討概要図

また、防護梁（H 鋼）の応力算定式は以下のとおり。

$$M_{\max} = \frac{P_c'' \cdot L_{b1}}{4} + \frac{P_{bh}'' \cdot L_{b1}^2}{8}$$

$$S_{\max} = P_c'' + \frac{P_{bh}'' \cdot L_{b1}}{2}$$

$$\sigma_y = \frac{M_{\max}}{Z_{bh1}}$$

$$\tau_y = \frac{S_{\max}}{A_{w_{bh1}}}$$

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_a}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a}\right)^2 \leq 1.2 \quad (\text{合成応力度})$$

ここで、

- P_{bh}'' : 防護梁に作用する流水圧 (kN/m)
- P_c'' : 寸法の小さい漂流物衝突荷重 (kN)
- L_{b1} : 防護梁のスパン長 (mm)
- Z_{bh1} : 防護梁の水平（強軸）方向の断面係数 (mm³)
- $A_{w_{bh1}}$: 防護梁の水平（強軸）方向のせん断抵抗断面積 (mm²)
- M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)
- S_{\max} : 最大せん断力 (N)
- σ : 曲げ応力度 (N/mm²)
- τ : せん断応力度 (N/mm²)

(2) 防護梁 (つなぎ材 (プレート))

a. 引き波時

防護梁 (つなぎ材 (プレート)) の引き波時の検討概要図を図 5-19 に示す。つなぎ材 (プレート) は、エンドプレートを固定端とした片持ち梁でモデル化する。

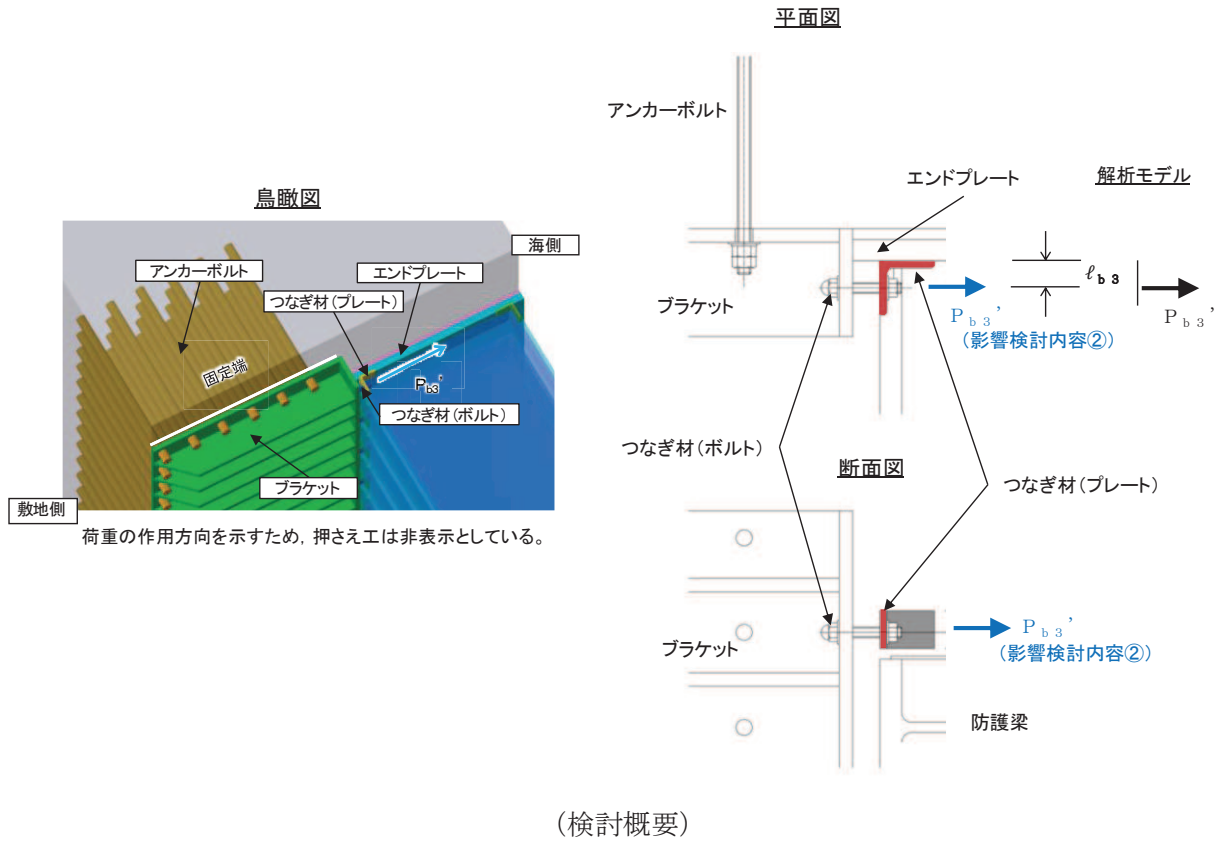


図 5-19 防護梁 (つなぎ材 (プレート)) の引き波時検討概要図

また、防護梁（つなぎ材（プレート））の応力算定式は以下のとおり。

【影響検討内容②】

$$M_{\max} = P_{b3}' \cdot \ell_{b3}$$

$$S_{\max} = P_{b3}'$$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{Z_{b3}}$$

$$\tau = \frac{S_{\max}}{A_{b3}}$$

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_a}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a}\right)^2 \leq 1.2 \quad (\text{合成応力度})$$

ここで、

- P_{b3}' : 引き波によりつなぎ材プレートに作用する水平力 (N)
(=防護梁に作用する水平の最大せん断力)
- ℓ_{b3} : エンドプレートからつなぎ材ボルト中心までの長さ (mm)
- Z_{b3} : つなぎ材プレートの断面係数 (mm³)
- A_{b3} : つなぎ材プレートの断面積 (mm²)
- M_{\max} : 最大曲げモーメント (N・mm)
- S_{\max} : 最大せん断力 (N)
- σ : 曲げ応力度 (N/mm²)
- τ : せん断応力度 (N/mm²)

b. 寸法の小さい漂流物の影響

防護梁 (つなぎ材 (プレート)) の寸法の小さい漂流物の検討概要図を図 5-20 に示す。
つなぎ材 (プレート) は、エンドプレートを固定端とした片持ち梁でモデル化する。

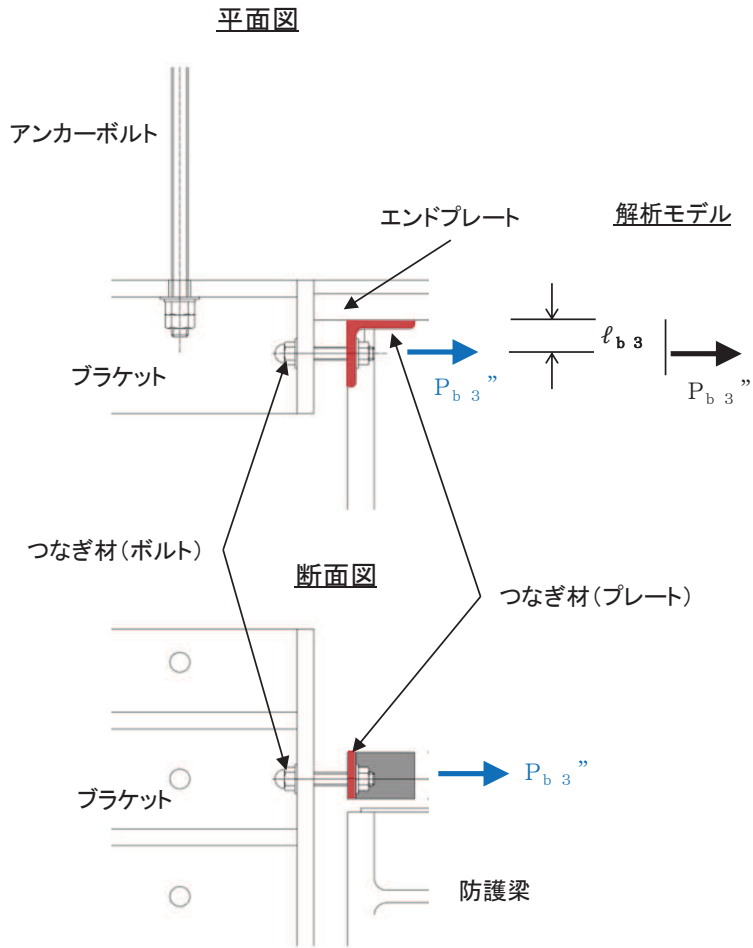


図 5-20 防護梁 (つなぎ材 (プレート)) の寸法の小さい漂流物検討概要図

また、防護梁（つなぎ材（プレート））の応力算定式は以下のとおり。

$$M_{\text{max}} = P_{\text{b3}} \cdot \ell_{\text{b3}}$$

$$S_{\text{max}} = P_{\text{b3}}$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{Z_{\text{b3}}}$$

$$\tau = \frac{S_{\text{max}}}{A_{\text{b3}}}$$

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_a} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a} \right)^2 \leq 1.2 \quad (\text{合成応力度})$$

ここで、

P_{b3} : 寸法の小さい漂流物によりつなぎ材プレートに作用する水平力 (N)
(=防護梁に作用する水平の最大せん断力)

ℓ_{b3} : エンドプレートからつなぎ材ボルト中心までの長さ (mm)

Z_{b3} : つなぎ材プレートの断面係数 (mm³)

A_{b3} : つなぎ材プレートの断面積 (mm²)

M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{max} : 最大せん断力 (N)

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

τ : せん断応力度 (N/mm²)

(3) 防護梁（エンドプレート）

a. 引き波時

防護梁（エンドプレート）の引き波時の検討概要図を図 5-21 に示す。エンドプレート下端に発生する支圧応力に対する照査を行うこととし、エンドプレートの支圧に対して最も厳しくなるように、エンドプレート直上に漂流物自重が作用する場合を想定する。

正面図

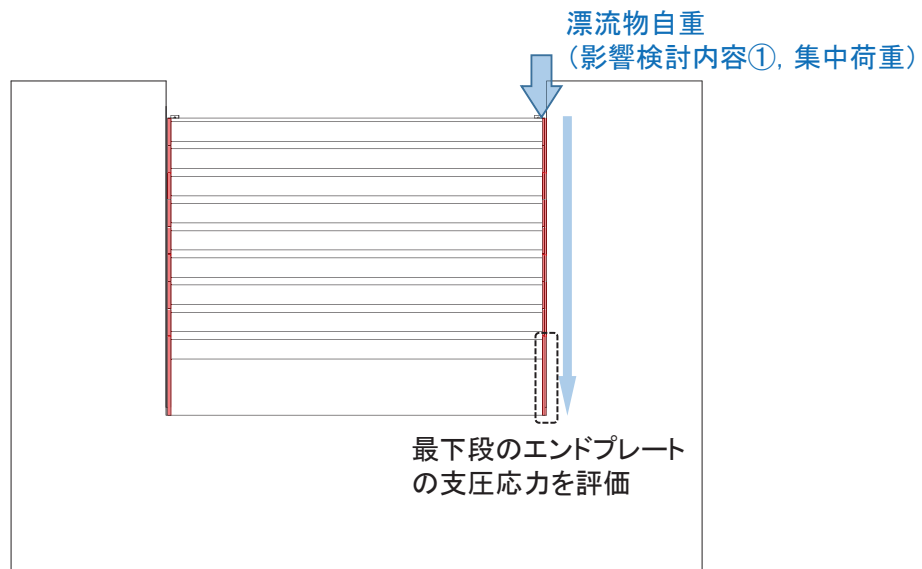


図 5-21 エンドプレートの引き波時の検討概要図

また、防護梁（エンドプレート）の応力算定式は以下のとおり。

$$\sigma_c = \frac{P_{10}'}{A_{10}}$$

ここで、

- σ_c : エンドプレート下端に作用する支圧応力度 (N/mm²)
- P_{10}' : エンドプレート下端の鉛直荷重 (N)
- A_{10} : エンドプレート下端の断面積 (mm²)

(4) ブラケット

a. 引き波時

ブラケットの引き波時の検討概要図を図 5-22 に示す。ブラケットは、出口側集水ピット側壁を固定端とした片持ち梁でモデル化する。

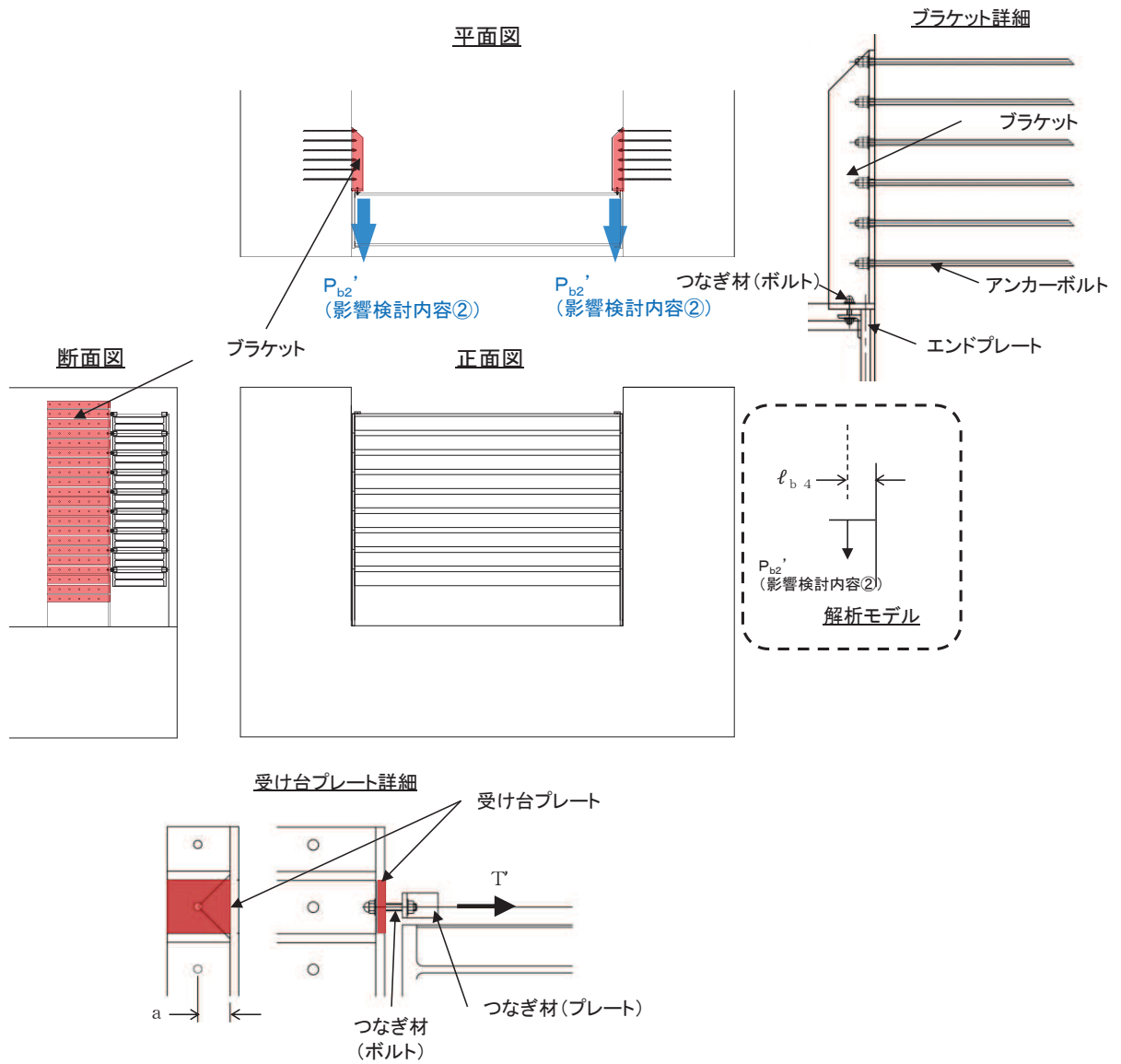


図 5-22 ブラケットの引き波時の検討概要図

また、漂流物防護工（ブラケット）の応力算定式は以下のとおりである。

【ブラケット本体】

$$M_{\text{max}} = P_{b2}' \cdot \ell_{b4}$$

$$S_{\text{max}} = P_{b2}'$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{Z_{b2}}$$

$$\tau = \frac{S_{\text{max}}}{A_{wb2}}$$

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_a}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a}\right)^2 \leq 1.2 \quad (\text{合成応力度})$$

ここで、

- P_{b2}' : 引き波によりブラケットに作用する水平力 (N)
(=防護梁に作用する水平の最大せん断力)
- ℓ_{b4} : 側壁からつなぎ材ボルト中心までの長さ (mm)
- Z_{b2} : ブラケットの断面係数 (mm³)
- A_{wb2} : ブラケットのせん断抵抗断面積 (mm²)
- M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)
- S_{max} : 最大せん断力 (N)
- σ : 曲げ応力度 (N/mm²)
- τ : せん断応力度 (N/mm²)

【ブラケットのうち受け台プレート】

$$M_{\text{max}} = T' \cdot a$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{Z_c}$$

ここで、

- T' : 引き波により受け台に作用する引張力 (N)
(=防護梁に作用する水平の最大せん断力)
- a : ブラケット端部からつなぎ材ボルト中心までの長さ (mm)
- Z_c : 受け台プレートの断面係数 (mm³)
- M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)
- σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

b. 寸法の小さい漂流物の影響

ブラケットの寸法の小さい漂流物の検討概要図を図5-23に示す。ブラケットは、出口側集水ピット側壁を固定端とした片持ち梁でモデル化する。

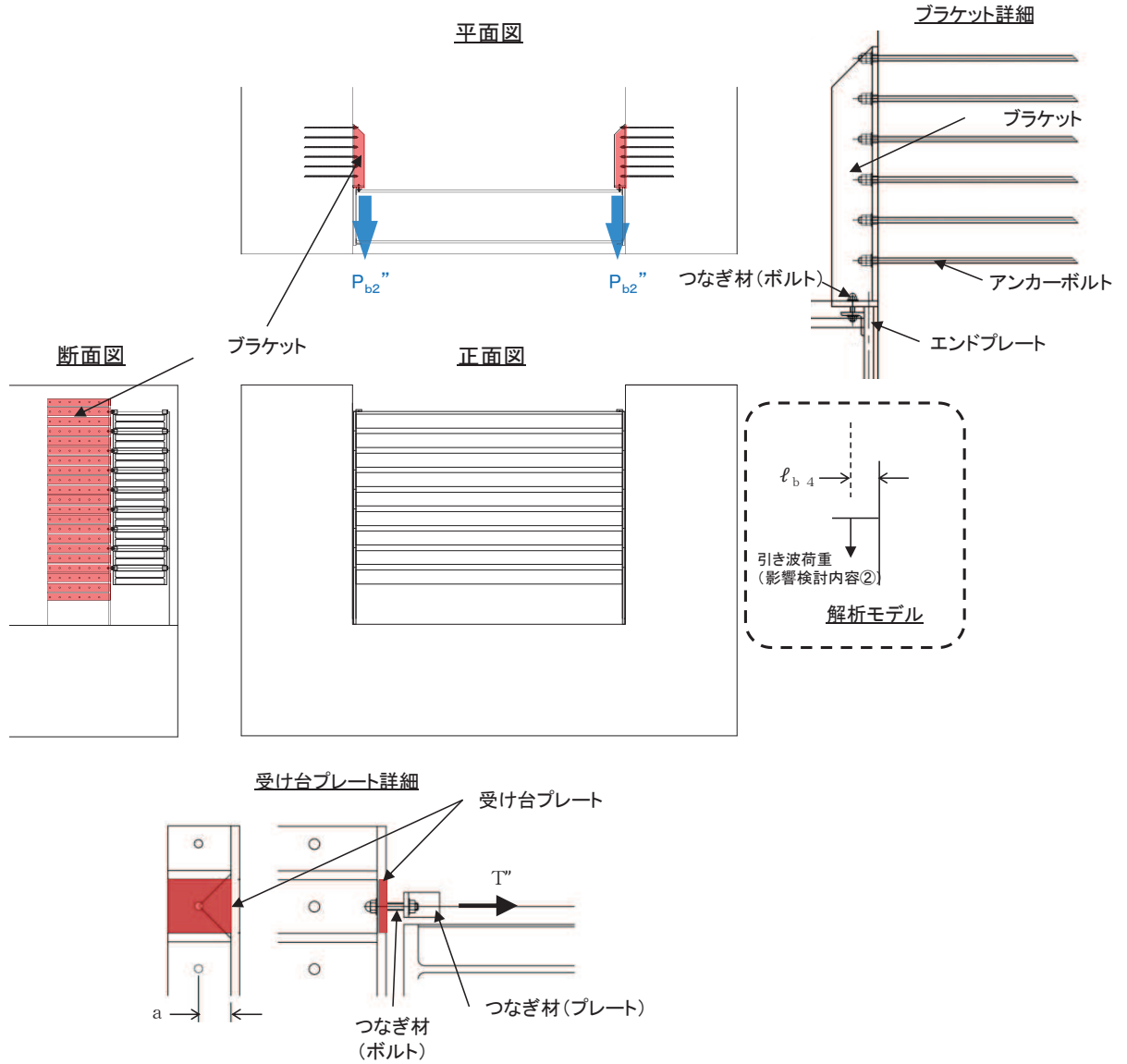


図5-23 ブラケットの寸法の小さい漂流物の検討概要図

また、ブラケットの応力算定式は以下のとおりである。

【ブラケット本体】

$$M_{\text{max}} = P_{b2} \cdot \ell_{b4}$$

$$S_{\text{max}} = P_{b2}$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{Z_{b2}}$$

$$\tau = \frac{S_{\text{max}}}{A_{w_{b2}}}$$

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_a}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_a}\right)^2 \leq 1.2 \quad (\text{合成応力度})$$

ここで、

P_{b2} : 寸法の小さい漂流物によりブラケットに作用する水平力 (N)

ℓ_{b4} : 側壁からつなぎ材ボルト中心までの長さ (mm)

Z_{b2} : ブラケットの断面係数 (mm³)

$A_{w_{b2}}$: ブラケットのせん断抵抗断面積 (mm²)

M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

S_{max} : 最大せん断力 (N)

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

τ : せん断応力度 (N/mm²)

【ブラケットのうち受け台プレート】

$$M_{\text{max}} = T'' \cdot a$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{Z_c}$$

ここで、

T'' : 寸法の小さい漂流物により受け台に作用する引張力 (N)
(=防護梁に作用する水平の最大せん断力)

a : ブラケット端部からつなぎ材ボルト中心までの長さ (mm)

Z_c : 受け台プレートの断面係数 (mm³)

M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

(5) つなぎ材（ボルト）

a. 引き波時

つなぎ材（ボルト）の引き波時の検討概要図を図 5-24 示す。つなぎ材（ボルト）は引き波荷重に対して引張応力度の照査を行う。

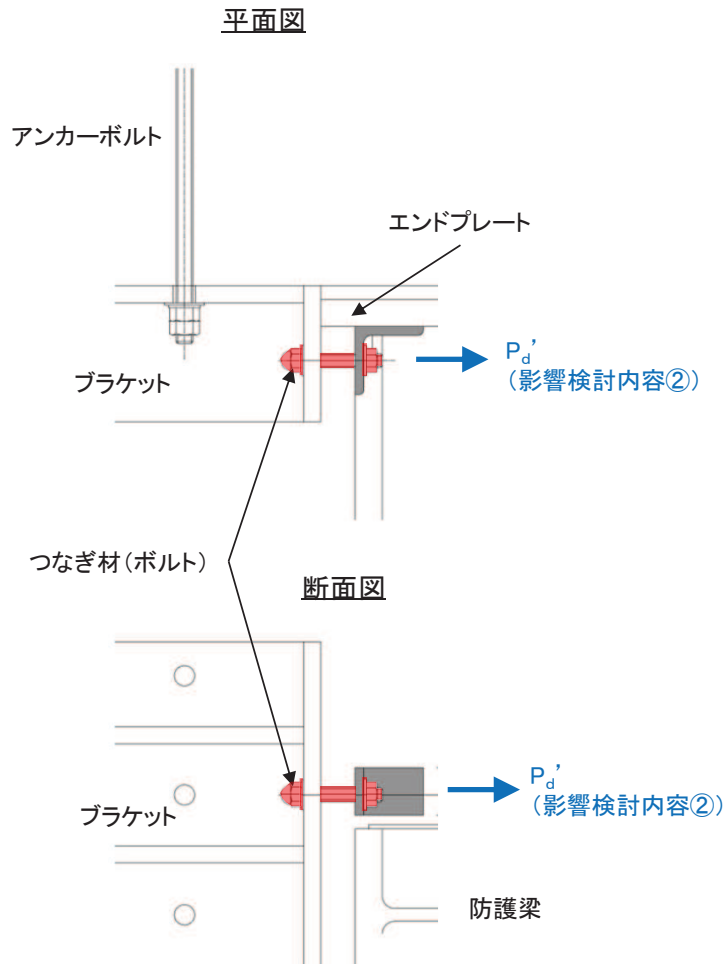


図 5-24 つなぎ材（ボルト）の引き波時の検討概要図

また、つなぎ材（ボルト）の応力算定式は以下のとおり。

$$\sigma = \frac{P_d'}{A_d}$$

ここで、

P_d' : 引き波によりつなぎ材ボルトに作用する引張力 (N)
 (=防護梁に作用する水平の最大せん断力)

A_d : つなぎ材ボルトの有効断面積 (mm²)

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

b. 寸法の小さい漂流物の影響

つなぎ材（ボルト）の寸法の小さい漂流物の検討概要図を図 5-25 に示す。つなぎ材（ボルト）は引張応力度の照査を行う。

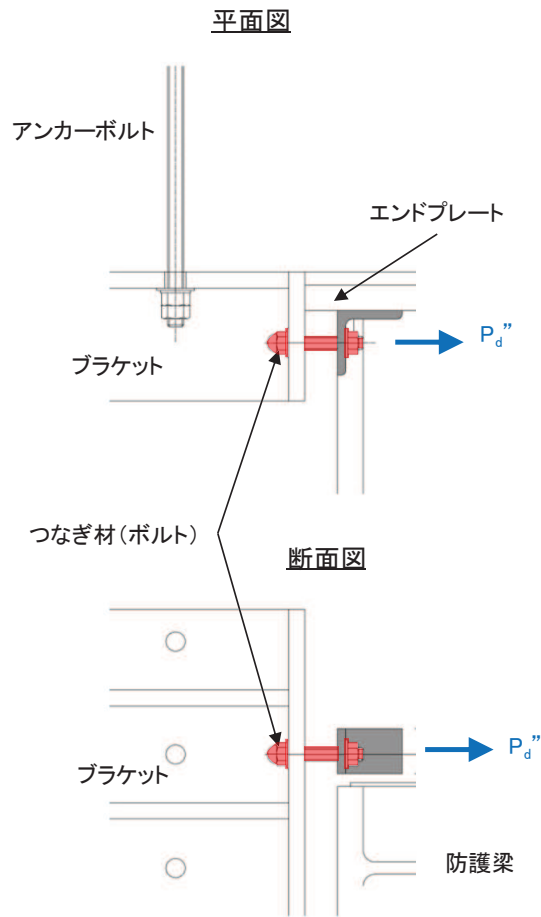


図 5-25 つなぎ材（ボルト）の寸法の小さい漂流物の検討概要図

また、つなぎ材（ボルト）の応力算定式は以下のとおり。

$$\sigma = \frac{P_d''}{A d}$$

ここで、

P_d'' : 寸法の小さい漂流物によりつなぎ材ボルトに作用する引張力 (N)
(=防護梁に作用する水平の最大せん断力)

$A d$: つなぎ材ボルトの有効断面積 (mm²)

σ : 曲げ応力度 (N/mm²)

(6) アンカーボルト

a. 引き波時

アンカーボルトの引き波時の検討概要図を図 5-26 に示す。アンカーボルトは引き波荷重に対して引張及びせん断の照査を行う。

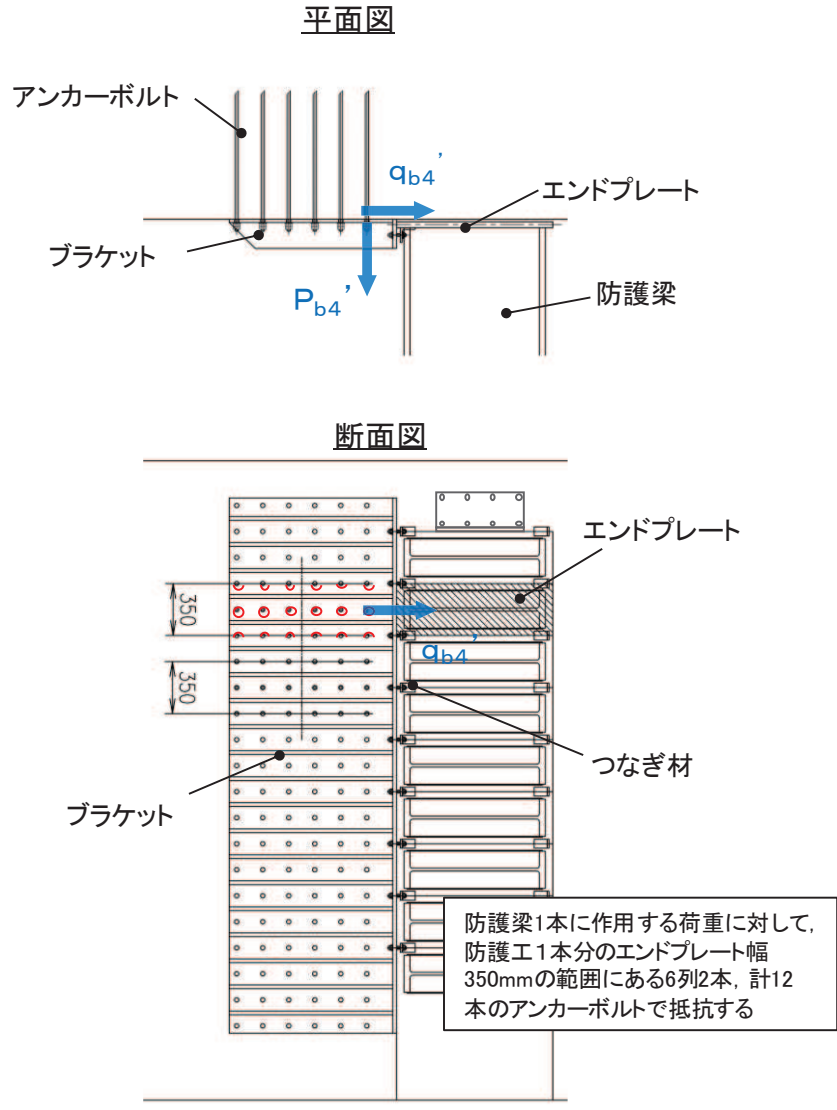


図 5-26 アンカーボルトの引き波時の検討概要図

また、アンカーボルトの応力算定式は以下のとおりである。

$$P_{b4}' = \frac{(M_{b4}' / 2)}{Z_{b4}'}$$

$$q_{b4}' = \frac{(Q_{b4}' / 2)}{n}$$

$$\left(\frac{P_{b4}'}{P_a}\right)^2 + \left(\frac{q_{b4}'}{q_a}\right)^2 \leq 1.2 \quad (\text{合成応力度})$$

ここで、

- P_{b4}' : 引き波によるアンカーボルト1本の引張力 (N)
(=防護梁に作用する水平の最大せん断力)
- q_{b4}' : 引き波によるアンカーボルト1本のせん断力 (N)
- M_{b4}' : 引き波によりブラケットに生じる曲げモーメント (N・mm)
- Z_{b4}' : 引き波によりアンカーボルト群1列の断面係数 (mm)
- Q_{b4}' : 引き波によりブラケットに生じるせん断力 (N)
- n : アンカーボルト群1列の本数 (本)

b. 寸法の小さい漂流物の影響

アンカーボルトの寸法の小さい漂流物の検討概要図を図 5-27 に示す。アンカーボルトは引張及びせん断の照査を行う。

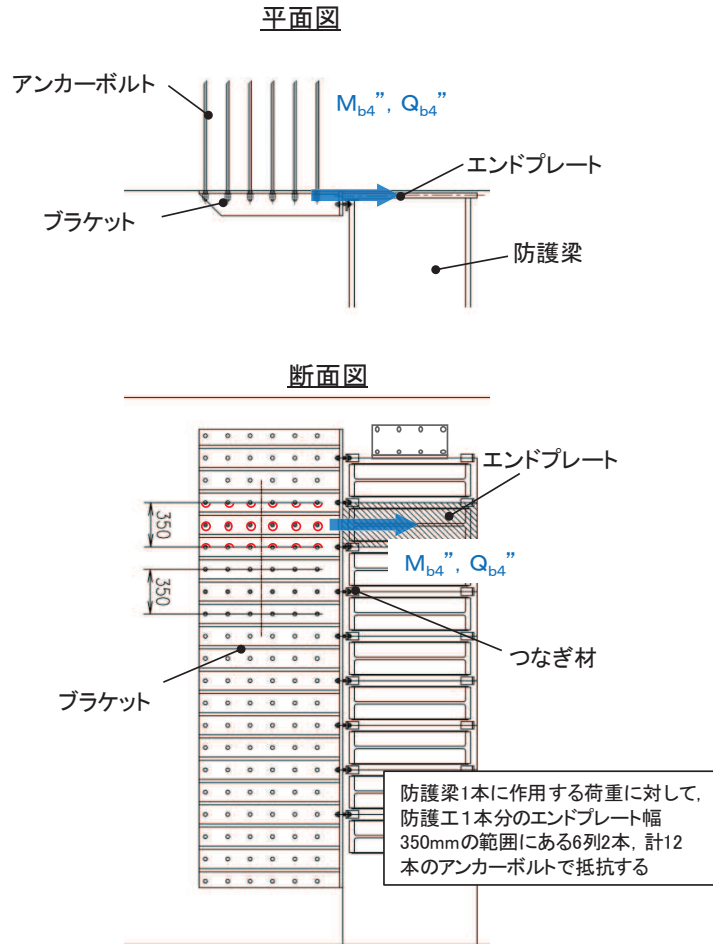


図 5-27 アンカーボルトの寸法の小さい漂流物の検討概要図

また、アンカーボルトの応力算定式は以下のとおりである。

$$P_{b4}'' = \frac{(M_{b4}'' / 2)}{Z_{b4}}$$

$$q_{b4}'' = \frac{(Q_{b4}'' / 2)}{n}$$

$$\left(\frac{P_{b4}''}{P_a}\right)^2 + \left(\frac{q_{b4}''}{q_a}\right)^2 \leq 1.2 \quad (\text{合成応力度})$$

ここで、

- P_{b4}'' : 寸法の小さい漂流物によるアンカーボルト1本の引張力 (N)
(=防護梁に作用する水平の最大せん断力)
- q_{b4}'' : 寸法の小さい漂流物によるアンカーボルト1本のせん断力 (N)
- M_{b4}'' : 寸法の小さい漂流物によりブラケットに生じる曲げモーメント (N・mm)
- Z_{b4} : 寸法の小さい漂流物によりアンカーボルト群1列の断面係数 (mm)
- Q_{b4}'' : 寸法の小さい漂流物によりブラケットに生じるせん断力 (N)
- n : アンカーボルト群1列の本数 (本)

5.6 計算条件

屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の応力評価に用いる計算条件を表5-5及び表5-6に示す。

表 5-5(1) 応力評価に用いる計算条件（寄せ波時）（1/3）

固定荷重 （1門あたりの扉体の自重） G (N)	1門あたりの 扉体面積 A ₁ (mm ²)	水の単位体積重量 W ₀ (N/mm ³)
1.4709975×10 ⁴	2.04×10 ⁶	1.01×10 ⁻⁵

区画	スキンプレート				
	辺長比 (b ₁ /a ₁) による係数k	短辺 a ₁ (mm)	長辺 b ₁ (mm)	板厚 t ₁ (mm)	単位面積当たりの 荷重 P ₁ (N/mm ²)
1～2桁	43.94	400	570	25	0.50
2～3桁	43.94	400	570	25	0.50
3～4桁	43.94	400	570	25	0.50

区画	主桁に作用する 等分布荷重 W (N/mm)	主桁支間長 L ₂ (mm)	主桁の 断面係数 Z ₂ (mm ³)	主桁の せん断抵抗断面積 A _{w2} (mm ²)
1桁	100	1700	8.130379×10 ⁵	3.40×10 ³
2, 3桁	200	1700	1.769048×10 ⁶	6.00×10 ³
4桁	100	1700	1.137798×10 ⁶	4.50×10 ³

補助縦桁に作用する 各区画の平均荷重 p (N/mm ²)	補助縦桁の 主桁間隔 ℓ (mm)	補助縦桁の断面係数 Z ₃ (mm ³)	補助縦桁の せん断抵抗断面積 A _{w3} (mm ²)
0.50	400	3.266545×10 ⁵	2.16×10 ³

中央支柱に作用する 荷重W ₄ (N/mm)	中央支柱固定 高L ₄ (mm)	中央支柱の断面係数 Z ₄ (mm ³)	中央支柱の せん断抵抗断面積 A _{w4} (mm ²)	中央支柱（アンカー ボルト）の本数 n ₄ (本)
900.0	2500	1.5535178×10 ⁷	3.43×10 ⁴	32

中央横桁に作用する 荷重W ₅ (N/mm)	中央横桁の 支間長L ₅ (mm)	中央横桁の断面係数 Z ₅ (mm ³)	中央横桁の せん断抵抗断面積 A _{w5} (mm ²)
652.5	1600	4.897727×10 ⁶	1.50×10 ⁴

表 5-5(2) 応力評価に用いる計算条件 (寄せ波時) (2/3)

コンクリートへ作用する単位面積当たりの荷重 P_9 (N/mm ²)	扉体幅 L_s (mm)	戸当り支圧部の板厚 L_c (mm)	戸当りへ作用する水平荷重 q (N/mm ²)	戸当り横幅 L_x (mm)	戸当り縦幅 L_y (mm)
0.50	1220	12	1.376	1710	1670

上部戸当り支圧幅 b_{w1} (mm)	側部戸当り支圧幅 b_{w2} (mm)	下部戸当り支圧幅 b_{w3} (mm)	中央支柱部の戸当り支圧幅 b_{w4} (mm)	戸当り幅 S (mm)
275	325	300	125	275

防護梁			
作用する水平荷重 P_{bh1} (N/mm)	スパン長 L_{b1} (mm)	水平 (強軸) 方向の断面係数 Z_{bh1} (mm ³)	水平 (強軸) 方向のせん断抵抗断面積 A_{wbh1} (mm ²)
(津波時) 20.58 (重畳時) 120.0	4820	10.22×10^6	14.82×10^3

ブラケットに作用する水平力 P_{b2} (N)	側壁からエンドプレート中心までの長さ l_{b2} (mm)	ブラケットの断面係数 Z_{b2} (mm ³)	ブラケットのせん断抵抗断面積 A_{wb2} (mm ²)
(津波時) 50.4×10^3 (重畳時) 294.0×10^3	40	14.67×10^6	50.6×10^3

衝突荷重以外の荷重により生じる曲げモーメント M_{b4a} (N・mm)	衝突荷重により生じる曲げモーメント M_{b4b} (N・mm)
(津波時) 2.016×10^6 (重畳時) 11.8×10^6	80×10^6

衝突荷重以外の荷重により生じるせん断力 q_{b4a} (N)	衝突荷重により生じるせん断力 Q_{b4b} (N)	アンカーボルト群 1 列の断面係数 Z_{b4} (mm)	アンカーボルト群 1 列の本数 n (本)
(津波時) 50.4×10^3 (重畳時) 294.0×10^3	400×10^3	1225	6

表 5-5(3) 応力評価に用いる計算条件（寄せ波時）（3/3）

押さえ工（プレート）に作 用する防護梁の浮力 F (N)	押さえ工（プレート）の 断面係数 Z_{b5} (mm ³)	押さえ工（プレート） の断面積 A_{b5} (mm ²)
3.6×10^5	3.5532×10^4	1.1844×10^4

押さえ工（ボルト） の鉛直方向のピッチ l_{b5} (mm)	押さえ工（ボルト）の本数 n_5 (本)
200	8

表 5-6(1) 応力評価に用いる計算条件 (引き波時) (1/3)

防護梁				
作用する鉛直荷重 P_{bv1}' (N)	1段分の自重 (N/mm)	スパン長 L_{b1} (mm)	鉛直 (弱軸) 方向 の断面係数 Z_{bv1} (mm ³)	鉛直 (弱軸) 方向の せん断抵抗断面積 A_{wbv1} (mm ²)
(津波時) 147.1×10^3 (重畳時) 11.411×10^3	5.187	4820	0.7819×10^6	18.85×10^3

防護梁			
作用する水平荷重 P_{bh1}' (N/mm)	スパン長 L_{b1} (mm)	水平 (強軸) 方向の 断面係数 Z_{bh1} (mm ³)	水平 (強軸) 方向の せん断抵抗断面積 A_{wbh1} (mm ²)
(津波時) 7.386 (重畳時) 16.371	4820	10.22×10^6	14.82×10^3

つなぎ材プレートに 作用する水平力 P_{b3}' (N)	エンドプレートから ボルト中心までの長さ l_{b3} (mm)	つなぎ材プレートの 断面係数 Z_{b3} (mm ³)	つなぎ材プレートの 断面積 A_{wb3} (mm ²)
17.80026×10^3	43	5.995×10^3	1.564×10^3

エンドプレート下端 の鉛直荷重 P_{10}' (N)	エンドプレート下端の 断面積 A_{10} (mm ²)
236.55×10^3	18.85×10^3

ブラケットに 作用する水平力 P_{b2}' (N)	側壁からつなぎ材ボルト 中心までの長さ l_{b4} (mm)	ブラケットの 断面係数 Z_{b2} (mm ³)	ブラケットの せん断抵抗断面積 A_{wb2} (mm ²)
(津波時) 17.80026×10^3 (重畳時) 39.4511×10^3	110	14.67×10^6	50.6×10^3

引き波により受け台に 作用する引張力 T' (N)	ブラケット端部からつなぎ材 ボルト中心までの長さ a (mm)	受け台プレートの 断面係数 Z_c (mm ³)
(津波時) 17.80026×10^3 (重畳時) 39.4511×10^3	90	13.225×10^3

表 5-6(2) 応力評価に用いる計算条件 (引き波時) (2/3)

つなぎ材ボルトに作用する引張力 P_d' (N)	つなぎ材ボルトの有効断面積 A_d (mm ²)	アンカーボルト群 1列の断面係数 Z_{b4} (mm)	アンカーボルト群 1列の本数 n (本)
(津波時) 17.80026×10^3 (重畳時) 39.4511×10^3	245	1225	6

表 5-6(3) 応力評価に用いる計算条件 (寸法の小さい漂流物影響) (3/3)

防護梁				
作用する流水圧 P_{bh}'' (kN/m)	寸法の小さい漂流物衝突荷重 P_c'' (kN)	スパン長 L_{b1} (mm)	水平 (強軸) 方向の断面係数 Z_{bh1} (mm ³)	水平 (強軸) 方向のせん断抵抗断面積 A_{wbh1} (mm ²)
2.33	18	4820	10.22×10^6	14.82×10^3

つなぎ材プレートに作用する水平力 P_{b3}'' (N)	エンドプレートからボルト中心までの長さ l_{b3} (mm)	つなぎ材プレートの断面係数 Z_{b3} (mm ³)	つなぎ材プレートの断面積 A_{b3} (mm ²)
23.7×10^3	43	5.995×10^3	1.564×10^3

ブラケットに作用する水平力 P_{b2}'' (N)	側壁からつなぎ材ボルト中心までの長さ l_{b4} (mm)	ブラケットの断面係数 Z_{b2} (mm ³)	ブラケットのせん断抵抗断面積 A_{wb2} : (mm ²)
23.7×10^3	110	14.67×10^6	50.6×10^3

寸法の小さい漂流物により受け台に作用する引張力 T'' (N)	ブラケット端部からつなぎ材ボルト中心までの長さ a (mm)	受け台プレートの断面係数 Z_c (mm ³)
23.7×10^3	90	13.225×10^3

つなぎ材ボルトに作用する引張力 P_d'' (N)	つなぎ材ボルトの有効断面積 A_d (mm ²)	アンカーボルト群 1列の断面係数 Z_{b4} (mm)	アンカーボルト群 1列の本数 n (本)
23.7×10^3	245	1225	6

6. 評価結果

津波時及び重畳時における評価部材の応力評価結果を表 6-1 及び表 6-2 に示す。

発生応力が許容応力以下であることから、構造部材が十分な構造健全性を有することを確認した。

表 6-1(1) 強度評価結果

(屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側) のうち扉体及び固定部, 重畳時)

評価部材		評価応力	発生応力 a (N/mm ²)	許容応力 b (N/mm ²)	照査値 a/b	
扉体	スキンプレート	曲げ応力度	56.25	154	0.37	
	主桁	曲げ応力度	1桁	44.44	154	0.29
			2,3桁	40.85	154	0.27
			4桁	31.75	154	0.21
			1桁	25.00	88	0.29
		せん断応力度	2,3桁	28.34	88	0.33
			4桁	18.89	88	0.22
			合成応力度*1	1桁	62.05	154
		2,3桁		63.87	154	0.42
	4桁	45.60		154	0.30	
	補助縦桁	曲げ応力度	8.17	153	0.06	
		せん断応力度	9.26	88	0.11	
		合成応力度*1	18.00	154	0.12	
	中央支柱	曲げ応力度	30.18	143	0.22	
		せん断応力度	32.80	88	0.38	
		合成応力度*1	64.34	154	0.42	
	中央支柱 (アンカーボルト)	引張力*2	4.41×10^4	2.92×10^5	0.16	
		せん断力*2	3.52×10^4	2.04×10^5	0.18	
中央横桁	引張応力度	42.64	153	0.28		
	せん断応力度	34.80	88	0.40		
	合成応力度*1	73.84	154	0.48		
固定部	戸当り	支圧応力度	36.00	231	0.15	
	戸当り部コンクリート	支圧応力度	1.38	13.5	0.10	
		せん断応力度	0.69	1.5	0.46	

注記*1：同じ荷重条件の曲げ応力度及びせん断力度から算出する。

*2：アンカーボルトの照査については発生力（単位：N），許容値（単位：N）を示す。

表 6-1(2) 寸法の小さい漂流物の影響評価結果

(屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側) のうち扉体)

評価部材		評価応力	応力度 (a)	許容限界 (b)	照査値 (a/b)
扉体	スキンプレート	曲げ応力度 (N/mm ²)	61.56	154	0.40

表 6-2(1) 強度評価結果

(屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側) のうち漂流物防護工, 津波時)

評価部材			評価応力	発生応力 a (N/mm ²)	許容応力 b (N/mm ²)	照査値 a/b
漂流物 防護工	防護梁	H 鋼 (水平)	曲げ応力度	242	382	0.64
			せん断応力度	139	217	0.65
			合成応力度*	0.81	1.2	0.68
	ブラケット		曲げ応力度	6	382	0.02
			せん断応力度	41	217	0.19
			合成応力度*	0.04	1.2	0.04
	アンカーボルト		評価項目	発生値 a (kN)	許容値 b (kN)	照査値 a/b
			引張	14	105	0.14
			せん断	71	85	0.84
			合成*	0.71	1.2	0.60
	押さえ工 (プレート)		評価応力	発生応力 a (N/mm ²)	許容応力 b (N/mm ²)	照査値 a/b
			曲げ応力度	203	382	0.54
			せん断応力度	16	217	0.08
			合成応力度	0.29	1.2	0.25
	押さえ工 (ボルト)		評価項目	発生値 a (kN)	許容値 b (kN)	照査値 a/b
			引張	9	22.4	0.41
			せん断	23	36.9	0.63
			合成	0.55	1.2	0.46

注記* : 同じ荷重条件の曲げ応力度及びせん断応力度から算出する。

表 6-2(2) 強度評価結果

(屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側) のうち漂流物防護工, 重畳時)

評価部材			評価応力	発生応力 a (N/mm ²)	許容応力 b (N/mm ²)	照査値 a/b
漂流物 防護工	防護梁	H 鋼 (水平)	曲げ応力度	35	382	0.10
			せん断応力度	20	217	0.10
			合成応力度*	0.02	1.2	0.02
		H 鋼 (鉛直)	曲げ応力度	43	382	0.12
			せん断応力度	2	217	0.01
			合成応力度*	0.02	1.2	0.02
		H 鋼	二軸応力	0.02	1.2	0.02
		ブラケット	曲げ応力度	1	382	0.01
			せん断応力度	6	217	0.03
	合成応力度*		0.01	1.2	0.01	
	アンカーボルト	評価項目	発生値 a (kN)	許容値 b (kN)	照査値 a/b	
		引張	5	105	0.05	
		せん断	25	85	0.30	
		合成*	0.09	1.2	0.08	

注記* : 同じ荷重条件の曲げ応力度及びせん断力から算出する。

表 6-2(3) 強度評価結果

(屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側) のうち漂流物防護工, 津波時 (引き波時))

	評価部材		評価応力	発生応力	許容応力	照査値 a/b		
				a (N/mm ²)	b (N/mm ²)			
漂流物 防護工	影響検討 内容① (漂流物 の自重)	防護梁	H 鋼 (水平)	曲げ応力度	246	382	0.65	
				せん断応力度	9	217	0.05	
				合成応力度*	0.42	1.2	0.35	
			エンド プレート	圧縮応力度	6	231	0.03	
			防護梁	H 鋼	二軸応力	0.42	1.2	0.35
		影響検討 内容② (引き波 による静 水圧)	防護梁	H 鋼 (水平)	曲げ応力度	3	382	0.01
	せん断応力度				2	217	0.01	
	合成応力度*				0.01	1.2	0.01	
				つなぎ材 (プレート)	曲げ応力度	128	382	0.34
	せん断応力度				12	217	0.06	
	合成応力度*				0.12	1.2	0.10	
			ブラケット	曲げ応力度	122	382	0.32	
			つなぎ材 (ボルト)	引張応力度	73	210	0.35	
			アンカーボルト	評価項目	発生値 a (kN)	許容値 b (kN)	照査値 a/b	
				引張	1	105	0.01	
				せん断	2	85	0.03	
				合成*	0.01	1.2	0.01	

注記* : 同じ荷重条件の曲げ応力度及びせん断応力度から算出する。

表 6-2(4) 強度評価結果

(屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側) のうち漂流物防護工, 津波時
(寸法の小さい漂流物の影響))

	評価部材		評価応力	発生応力	許容応力	照査値 a/b	
				a (N/mm ²)	b (N/mm ²)		
漂流物 防護工	影響検討 内容② (引き波 による寸 法の小さ い漂流物 の影響)	防護梁	H 鋼 (水平)	曲げ応力度	3	382	0.01
				せん断応力度	2	217	0.01
				合成応力度*	0.01	1.2	0.01
			つなぎ材 (プレート)	曲げ応力度	171	382	0.45
				せん断応力度	16	217	0.08
				合成応力度*	0.21	1.2	0.18
		ブラケット	曲げ応力度	162	382	0.43	
		つなぎ材 (ボルト)	引張応力度	97	210	0.47	
		アンカーボルト	評価項目	発生値 a (kN)	許容値 b (kN)	照査値 a/b	
			引張	2	105	0.01	
			せん断	2	85	0.03	
			合成*	0.01	1.2	0.01	

注記* : 同じ荷重条件の曲げ応力度及びせん断力から算出する。

表 6-2(5) 強度評価結果

(屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側) のうち漂流物防護工, 重畳時 (引き波時))

評価部材			評価応力	発生応力 a (N/mm ²)	許容応力 b (N/mm ²)	照査値 a/b
漂流物 防護工	防護梁	H 鋼 (水平)	曲げ応力度	5	382	0.02
			せん断応力度	3	217	0.02
			合成応力度*	0.01	1.2	0.01
		H 鋼 (鉛直)	曲げ応力度	43	382	0.12
			せん断応力度	2	217	0.01
			合成応力度*	0.02	1.2	0.02
		H 鋼	二軸応力	0.02	1.2	0.02
		つなぎ材 (プレート)	曲げ応力度	283	382	0.75
			せん断応力度	26	217	0.12
	合成応力度*		0.57	1.2	0.48	
	ブラケット	曲げ応力度	269	382	0.71	
	つなぎ材 (ボルト)	引張応力度	162	210	0.78	
	アンカーボルト	評価項目	発生値 a (kN)	許容値 b (kN)	照査値 a/b	
		引張	2	105	0.02	
せん断		4	85	0.05		
合成*		0.01	1.2	0.01		

注記* : 同じ荷重条件の曲げ応力度及びせん断応力度から算出する。