

[資料6 収集リスト]

1. GUINEE VISION 2010 開発計画（水産部門）漁業畜産省 1997年8月
2. RAPPORT ANNUEL 1997 年次報告書 漁業畜産省 1997年3月
3. NOTE DE CONJONCTURE 1/1 - 3/31 1998 中間報告書 漁業畜産省 1997年5月
4. 漁家調査報告書 プスラ水産研究所 1997年9月
5. PLAN DE PECHE 1998 水産資源利用要項 漁業畜産省 1998年1月
6. マクロ経済報告書 計画協力省 1997年8月
7. 輸出入統計 1995 - 97 計画協力省 1998年4月
8. その他各種水産統計・技術報告書

[資料7 設計関連技術資料]

設計波高の算定

被覆石式護岸断面検討結果

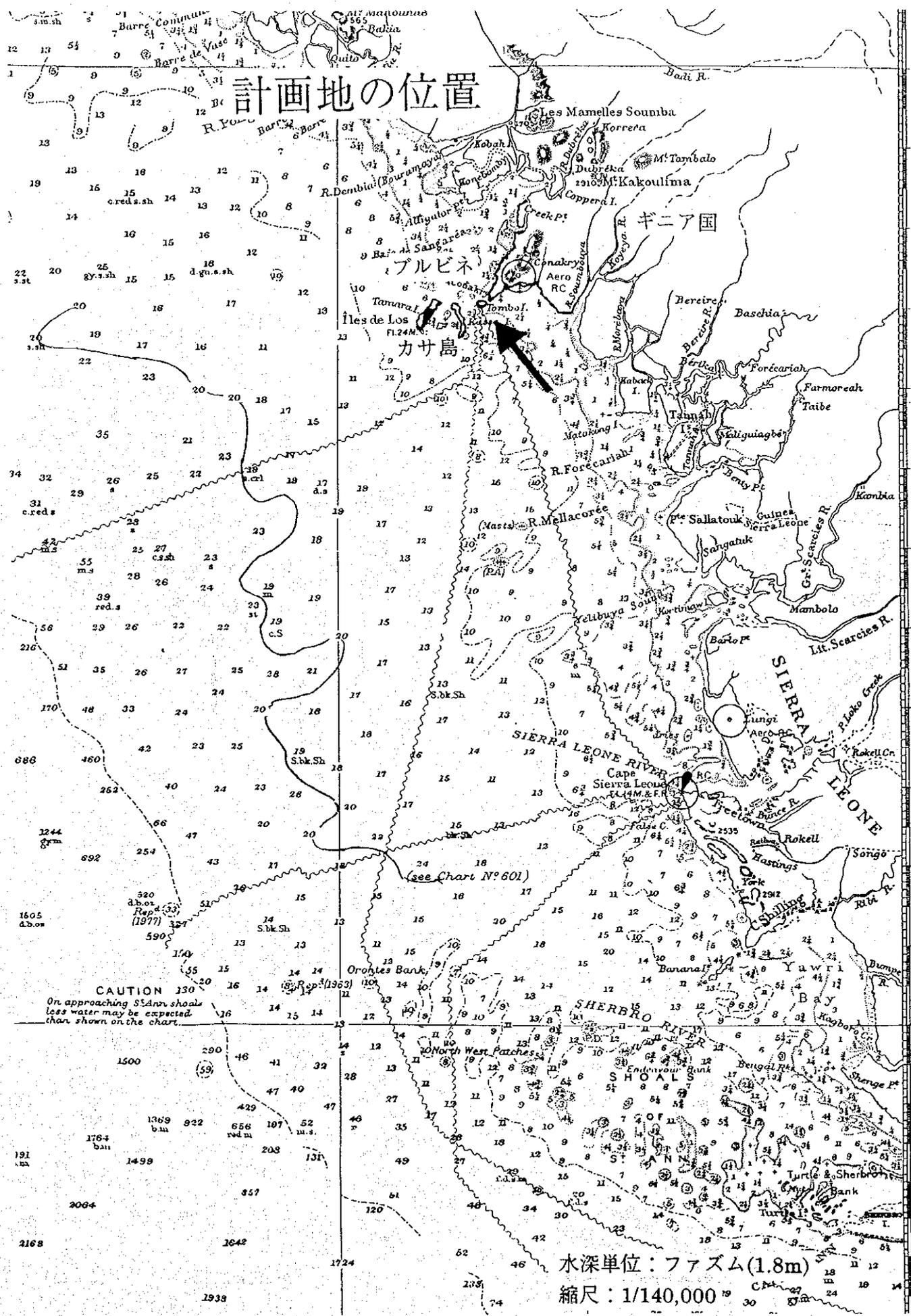
栈橋安定計算結果

ブロック式護岸安定計算結果

# 1 設計波高の算定

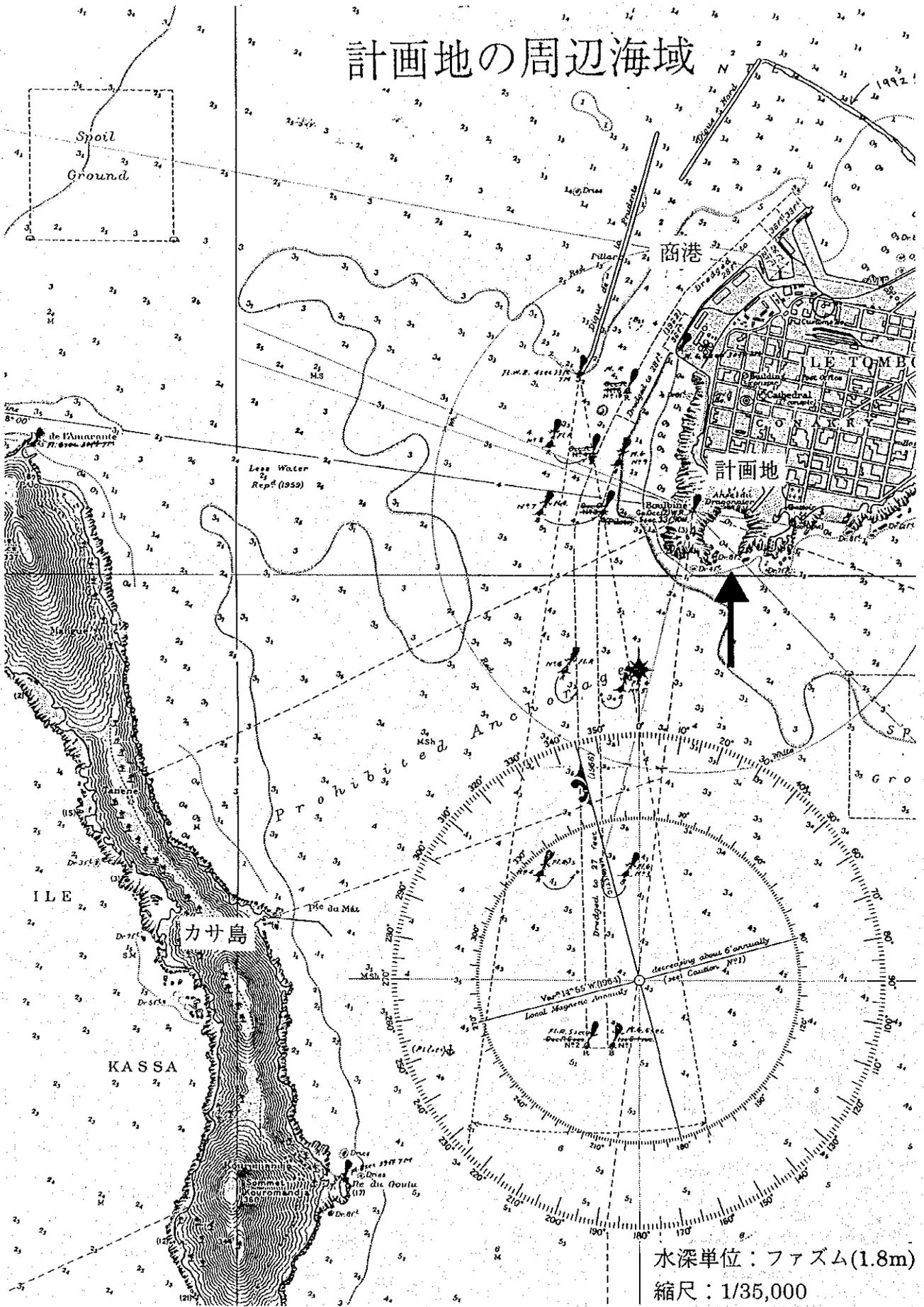


# 計画地の位置



**CAUTION**  
On approaching Sierra shoals less water may be expected than shown on the chart.

# 計画地の周辺海域



水深単位：ファズム(1.8m)  
縮尺：1/35,000

## 1 設計波の決定手順と結果概要

### 1) 設計波高の算定手順

設計波高算定の手順としては、次頁に示すようなフローにより、算定を行った。

### 2) 設計沖波

ギニア沿岸域では、波浪観測施設もなく入手可能な沖波実測データもない。また、波浪推算に適するような長期間の信頼のける気象資料もないのが実態である。したがって、以下に示すような一般的な波浪統計資料から、設計沖波を推算した。

\*OCEAN WAVE STATICS (UK)

\*MARINE CLIMATIC ATLAS OF THE WORLD (US NAVY)

上記から推定した30年確率波相当の設計沖波は、以下の通りである。

沖波波高	Ho=5.6m
沖波周期	To=9.0sec
沖波波長	Lo=126.3m
沖波波形勾配	Ho/Lo=0.046

### 3) 計画入江前面の波浪

前述の設計沖波から地形の影響を加味して、換算沖波を算定し、水深による波の変形を考慮して入江前面の波高を求めた。同時に卓越風の最大値から、入江前面のに到達する浅海域の発生波浪をブレットシュナイダー法により推算した。これらの2種類の算定結果と現地でのヒアリング内容から総合的に判断して、入江前面の波高を推定した。

入江前波高	Ho=2.0m
入江前周期	To=5.0sec
入江前波長	Lo=60.0m

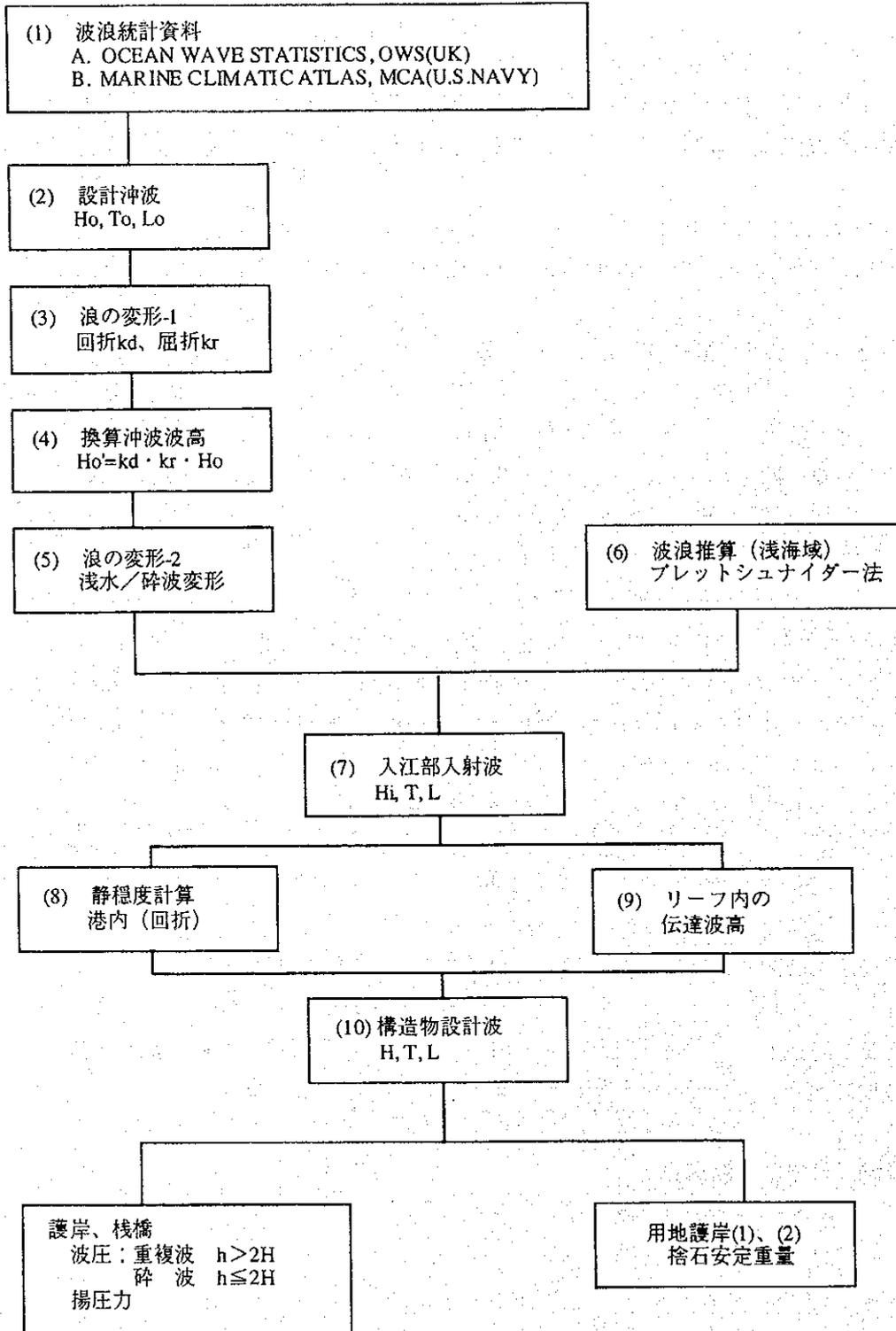
4) 上記の波浪を入射波として、緩勾配方程式を用いて入江内の各構造物前の波高を求めた。各施設の前面の波高比が0.3であることから、結果として、次のようになった。

： 棧橋、護岸、道路護岸

波高	Ho=0.6m
周期	To=5.0sec

# 設計波の決定手順

設計波の決定手順は以下のフローにて行うものとする。



(1) 波浪統計資料

A. OCEAN WAVE STATISTICS (UK)

該当する海域の観測値から、30年確率（即ち、超過確率0.01%）に相当する波高を選択すると以下の通りである。

$H_o=7.0$  (m)

$T_o=9.0$  (sec)

下記の資料は、有義波で整理されている。

AREA 28  
ALL SEASONS

DIRECTION CLASS - ALL DIRECTIONS

WAVE HEIGHT CODE	WAVE PERIOD CODE											TOTALS
	X	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	
00	1589	1404	41	13	5	4	7	1		31	28	3203
01	101	2338	319	99	49	18	8	4		7	237	4180
02	90	4665	1899	379	100	63	20	9	1		67	7300
03	35	1350	1963	623	150	71	29	9	1		6	4219
04	9	171	535	261	130	28	17	4	3		1	1279
05	5	21	108	142	49	24	4					344
06		5	17	25	19	11	3	1				82
07		4	2	10	4	1					1	21
08			2	2	1	2				2		9
09		1		2	1			2				11
10	8	1				1		1			1	8
11	1						1					3
12		2						2				3
13		1		1					2			3
14	1			2								3
TOTALS	1834	11924	4878	1688	508	223	92	32	6	48	340	20673

WAVE HEIGHT CODE	WAVE HEIGHT FEET	WAVE HEIGHT METRES
00	1	0.25
01	1.5	0.5
02	3	1
03	5	1.5
04	6.5	2
05	8	2.5
06	9.5	3
07	11	3.5
08	13	4
09	14	4.5
10	16	5
11	17.5	5.5
12	19	6
13	21	6.5
14	22.5	7
15	24	7.5
16	25.5	8
17	27	8.5
18	29	9
19	30.5	9.5
20	33	10
21	36	11
22	39	12
23	42	13
24	45	14
25	48	15
26	52	16
27	56	17
28	59	18
29	62	19

WAVE PERIOD CODE	WAVE PERIOD SECONDS
X	CALM OR PERIOD UNDETERMINED
2	5 OR LESS
3	6 OR 7
4	8 OR 9
5	10 OR 11
6	12 OR 13
7	14 OR 15
8	16 OR 17
9	18 OR 19
0	20 OR 21
1	OVER 21

B. MARINE CLIMATIC ATLAS (U.S.NAVY)

該当する海域の月別平均波高 ( $H$ ) 及び標準偏差 ( $S$ ) は下記の通りである。  
 一般に、統計結果は以下に相当するとされている。

1年確率波高 :  $H = H + 1S$

50年確率波高 :  $H = H + 3S$

従い、30年確率波高を  $H = H + 2S$  と仮定し、有義波高で整理する。 ( $H1/3=1.6$ )

月	$H$	$S$	$H+2S$	$H1/3$
JANUARY	1.0m	0.8m	2.6m	4.2m
FEBRUARY	0.8m	0.8m	2.4m	3.8m
MARCH	0.8m	0.8m	2.4m	3.8m
APRIL	0.8m	0.8m	2.4m	3.8m
MAY	1.2m	0.8m	2.8m	4.5m
JUNE	1.3m	0.8m	2.9m	4.6m
JULY	1.3m	0.8m	2.9m	4.6m
AUGUST	1.3m	0.8m	2.9m	4.6m
SEPTEMBER	1.3m	0.8m	2.9m	4.6m
OCTOBER	1.0m	0.8m	2.6m	4.2m
NOVEMBER	1.0m	0.8m	2.6m	4.2m
DECEMBER	1.0m	0.8m	2.6m	4.2m

$H_0=4.6$  (m)

但し、周期 ( $T_0$ ) は不明である。

## (2) 設計沖波

前述の2種類の波浪統計資料に基づく30年確率波高は以下の通りである。

A. OCEAN WAVES STATISTICS	Ho = 7.0(m)
B. MARINE CLIMATIC ATLAS	Ho = 4.6(m)

カバーする海域が広いことや観測方法に差があるために、各統計資料によるばらつきが見られる。従って、ここでは平均値を求めて設定する。

$$Ho = (7.0\text{m} + 4.6\text{m}) / 2 = 5.8\text{(m)}$$

周期は、OCEAN WAVES STATISTICSの値を採用し、以下とする。

$$To = 9.0 \text{ (sec)}$$

従って、設計沖波の諸元を以下のように仮定する。

沖波波高：	Ho = 5.8(m)
周期：	To = 9.0(sec)
沖波波長：	Lo = 1.56 × To <sup>2</sup> = 126.3(m)
沖波波形勾配：	Ho/Lo = 0.046
方向集中度パラメータ：	Smax = 10
	(風波 Ho/Lo > 0.03)

(3) 波の変形 1

ギニア半島先端の、計画地の位置する入り江は南向きであり、北(N)及び東(E)~の入射波は無い。また、西(W)はKASSA 島で遮蔽されているので考慮すべき波向きは南(S)のみである。従って、NW-W-SWからの回折波よりもSが支配的であることから波高Sの変形を考慮する。また、波高Sに対して等深線がほぼ直角であることから、回折・屈折は考慮しない。従って、以下のようになる。

$$K_d = 1.0$$

$$K_r = 1.0$$

(4) 換算沖波波高

従って、換算沖波波高は以下の通りとなる。

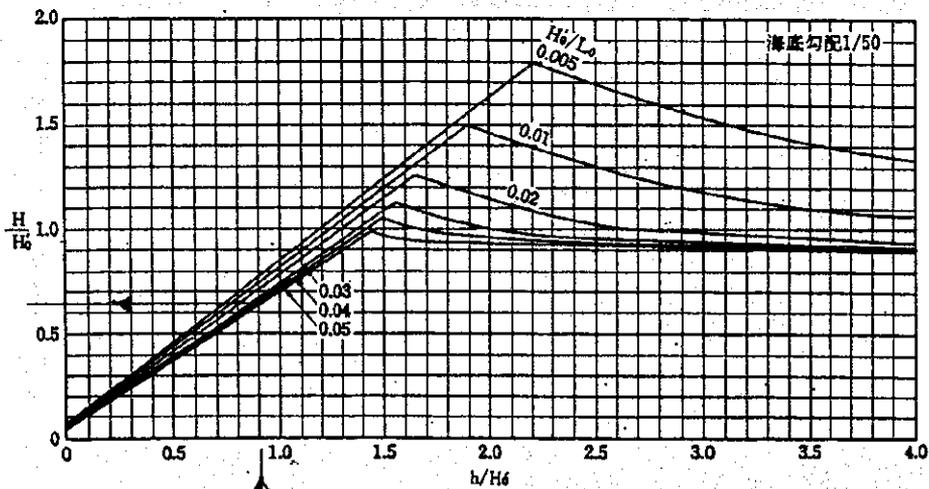
$$H_o' = K_d \times K_r \times H_o = 5.8(\text{m})$$

(5) 波の変形 2

入江前面の波浪の諸元は換算沖波( $H_o'$ )に対して、水深による変形を考慮して決定すると、以下のようになる。

- ・ 入江前面の水深(HWL時) :  $h = 5.3$
- ・ 海底勾配 :  $1/50$
- ・ 波形勾配  $H_o'/L_o$  :  $0.046$
- ・ 水深波高比  $h/H_o'$  :  $= 5.3 / 3.0 = 1.67$

$$H/H_o' = 0.63 \rightarrow H = 0.63 \times 5.8 = 3.65(\text{m})$$



(e) 海底勾配 1/50

(6) 波浪推算 (浅海域)

浅海域における (即ち、KASSA 島東側のコナクリの南の水域) 波浪推算をブレットシュナイダー法で行う。

- ・ 平均風速 (卓越風) :  $U = 10$  (m/sec)
- ・ 吹送距離 :  $F = 300$  (km)
- ・ 入江前面の水深 (HWL) :  $h = 5.3$  (m)

$$f/m = 0.01/0.001 = 10 \rightarrow 10.6 \text{ 使用}$$

$$ghF/U^2 = 0.52$$

$$gF/U^2 = 29400$$

次頁図より

$$gHo'/U^2 = 0.18 \quad Ho' = 1.84 \text{ (m)}$$

$$Ho' = 1.84 \text{ (m)}$$

但し、上記はコナクリ近辺の卓越風の最大値で吹送時間が十分に長い場合である。

$$T_{1/3} = \sqrt{3.86 H_{1/3}} = 5.2 \text{ (sec)}$$

また、水深を吹送距離末端の水深 (即ち、入江前面) としていることから  $Ho' = H$  とする。

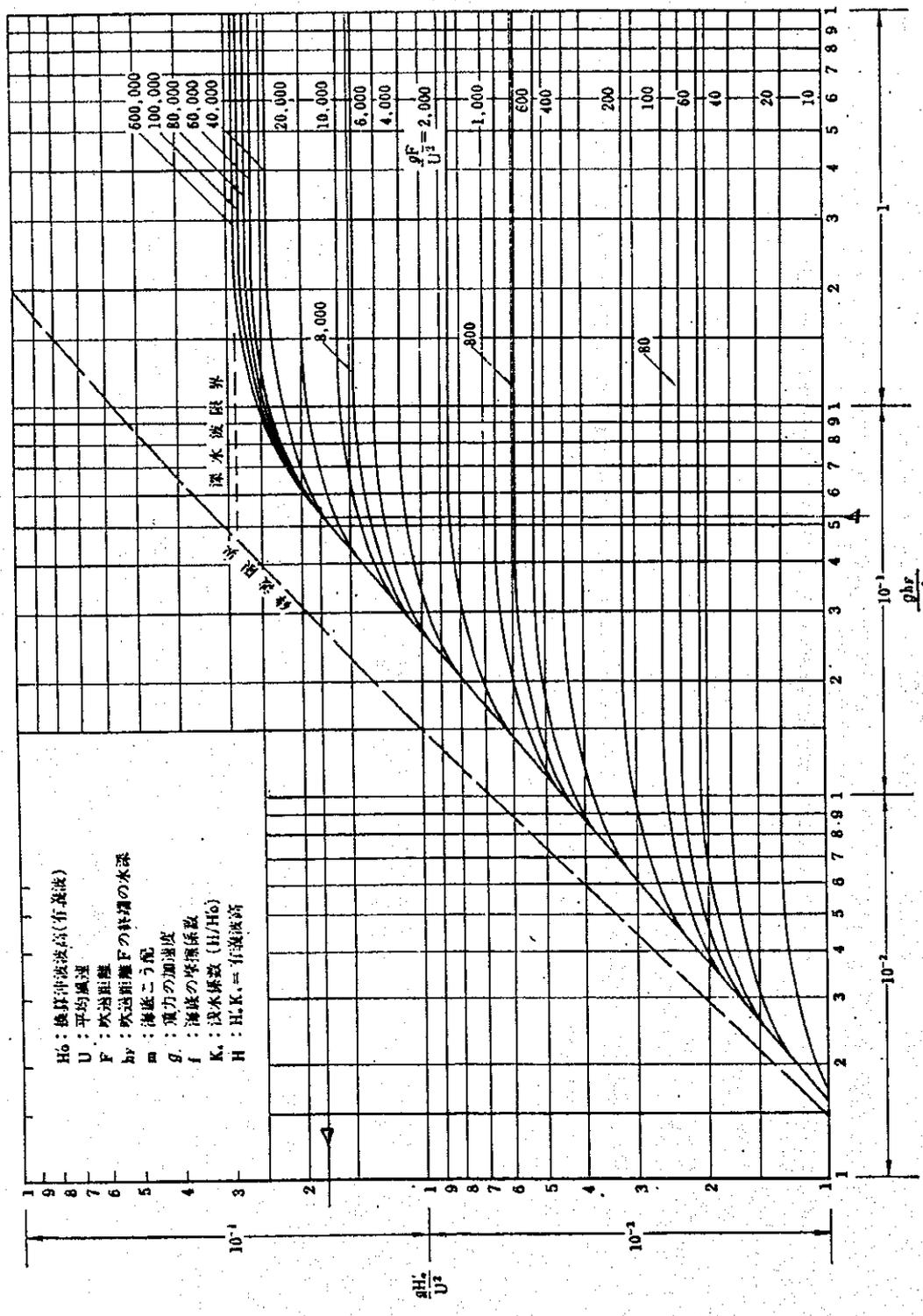


図 8-2-9 (b) 海底こう配が一律な場合の波高と水深及び風速の関係 ( $f/m=10.6$ の場合)

## (7) 入江前面の入射波

前述の(5)、(6)の結果によると以下のようなになる。

$$H = 3.65 \text{ (m) もしくは } 1.84 \text{ (m)}$$

$$T = 5.2 \text{ (sec)}$$

$$L = 61.94 \text{ (m)}$$

しかしながら、現地でのヒアリングによると入江前面での波高は、激浪時でも最大1.5m程度とのことである。また、周辺海域は7から8月の海の荒れる時期でも0.75m~1.5mとの関係者のアドバイスがある。

一方コナクリ半島南側の海岸線沿いの、外洋に面する道路護岸や既設構造物に用いられている被覆石の重量は、最大でも2トン程度であり、平均的には1トン程度である。また、これらの被覆石が波浪などにより移動あるいは欠落した報告はない。これらの被覆石の重量から、ハドソン式により設計地点の波高を逆算すると次のようになる。

被覆石重量	波高
0.5ton	1.6m
1.0ton	2.1m
1.5ton	2.4m
2.0ton	2.6m
2.5ton	2.8m

注) 被覆石単位体積重量 2.6t/m<sup>3</sup>、法面勾配 1:2、KD:3.5とした。

上記の表より判断すると、コナクリ半島では最大でも約2m程度の波浪を設計波高としているようである。今回の統計資料に基づき推算結果と、海象条件的には厳しいその他の既存構造物の計算結果やヒアリング結果を比較すると、統計資料の推算の方が過大に現れているようである。

一方既設構造物から波高を算定すると、ほぼ2m程度の値を示しており、浅海波による波高と近い値を示している。従って、上記の状況を総合的に判断して、入江前面の波高を以下のように設定する。

$$H_m = 2.0\text{m}$$

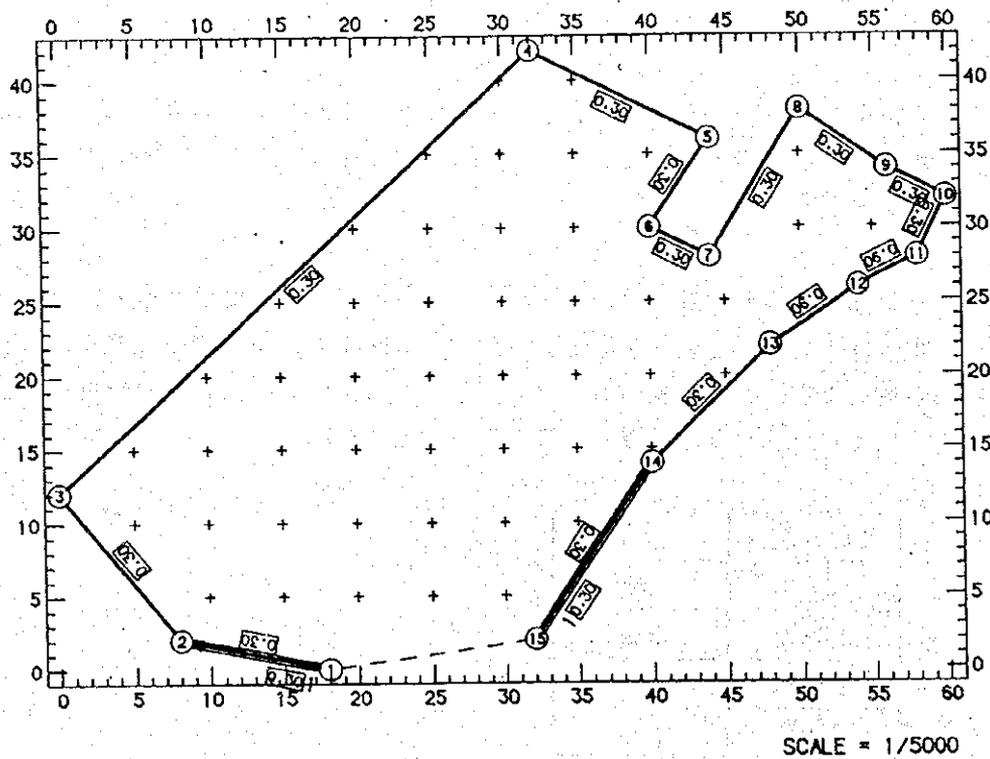
$$T = 5.0 \text{ sec}$$

$$L = 60.0 \text{ m}$$

(8) 港内の静穏度計算

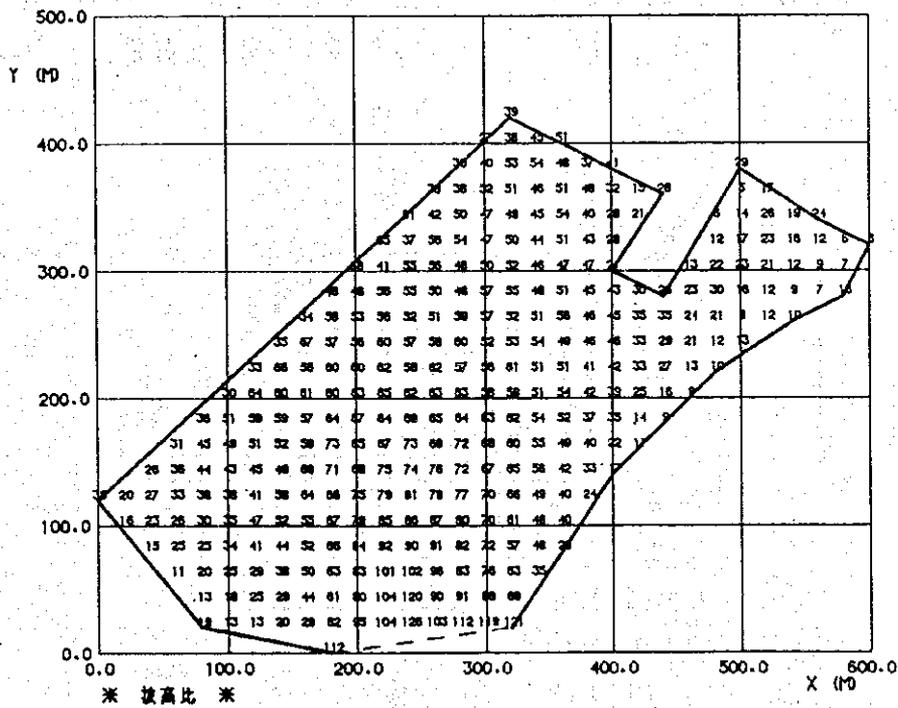
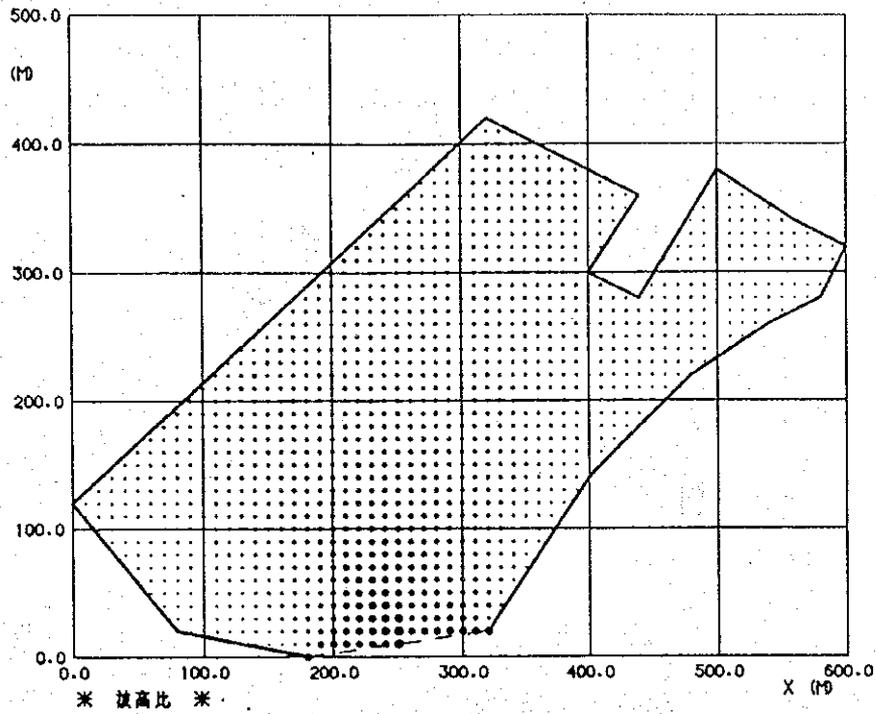
入江内の各構造物の設置位置での設計波高を算出するための方法として、緩勾配方程式により静穏度解析を行う。

解析結果は以下のものである。



□内の数字は、反射率  
砂浜 0.3、直立壁 0.9 と設定

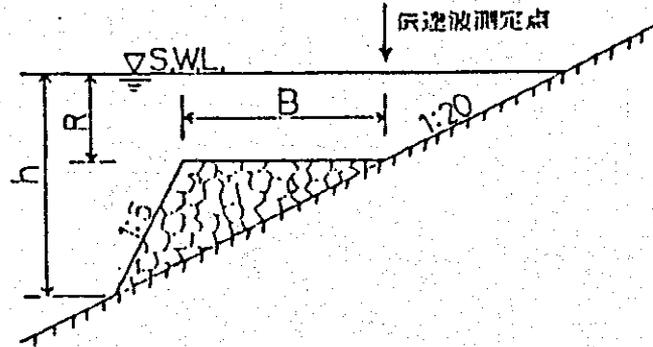
- ①～⑮ 入江港口部、(入射波の条件は前述の通り)
- ⑪～⑫ 既存埋立地前面
- ⑫～⑬ 護岸前面、用地護岸前面
- ⑬～⑭ 栈橋前面



(9) リーフ内の伝達波高

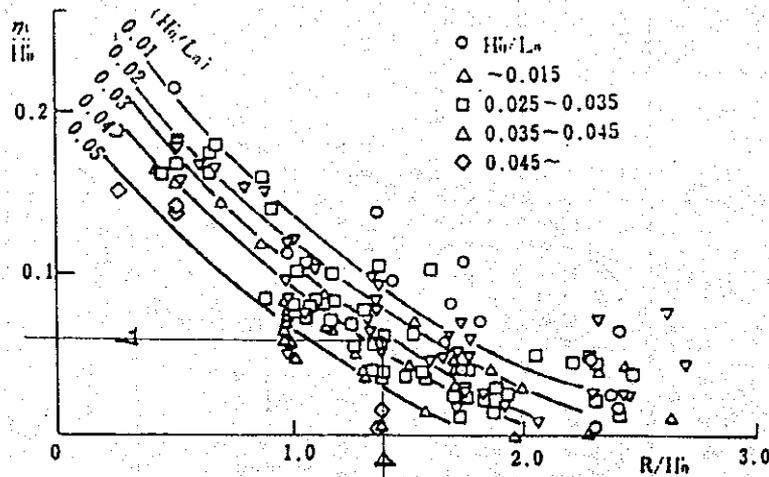
構造物設置位置での設計波高を算定するための、もう一つの方法として、入江前面部をリーフとしてみなして、リーフ背後の伝達波高を算定する。計算は、『人工リーフの設計の考え方』（海岸No27, 1987、建設省土木研究所海岸研究室、宇多室長）による。

1) リーフ岸端での水位上昇量



ここに、 $R = 2.7$  (m) (-1.0m H.W.L.時)  
 $h = 5.3$  (m) (-3.6m H.W.L.時)  
 $B = 150$  (m) 栈橋先端部  
 $250$  (m) 護岸、用地護岸

リーフ岸端での水位上昇量



$$R / Ho' = R / Hi = 2.7 / 2.0 = 1.35$$

$$Ho' / Lo = Hi / Lo = 2.0 / 60.0 = 0.033$$

$$\eta / Ho' = \eta / Hi = 0.07$$

$$\eta = 0.07 \times 2.0 = 0.14 \text{ (m)}$$

従って、水位上昇量は小さいので、伝達波高算定のRはそのままとする。

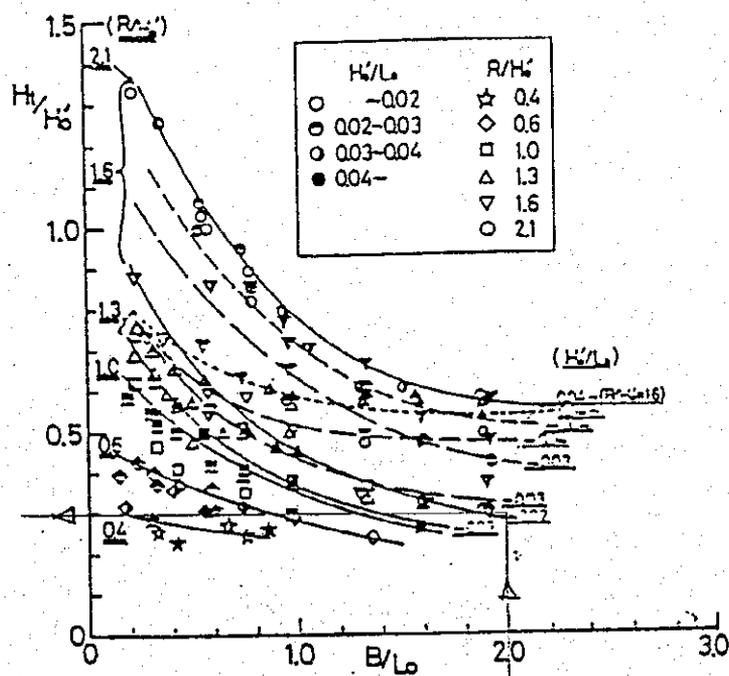
## 2) 伝達波高の計算

以下の図表により、伝達波高を計算する。

$B/L_0 = 150/60.0 = 2.5$  : 栈橋先端部

$250/60.0 = 4.2$  : 護岸、用地護岸

結果として、 $B/L_0 > 2$  は同じ



$$H_t / H_o' = H_t / H_i = 0.3$$

従って、リーフ内とみなした場合の伝達波高  $H_t$  は次のようになる。

$$H_t = 0.3, H_i = 0.3 \times 2.0 = 0.6 \text{ (m)}$$

(10) 構造物の設計波

構造物設置位置における設計波高は、前述の(8)(9)から、以下の通りとなる。

A. 緩勾配方程式による計算結果：

施設名	波高比 H/Hi
栈橋先端部	0.3
護岸、用地護岸	0.2

従って、安全を考慮してH/Hiを0.3とすると

$$H = 0.3 \times 2.0 = 0.6 \text{ m}$$

B. リーフ内伝達波高計算結果：

$$H/Hi=0.30$$

$$H_t = 0.3 \times 2.0 = 0.6 \text{ m}$$

即ち、入江前面部からの入射波による静穏度の計算結果と、入江前面をリーフとみなした場合の伝達波高の結果は、一致した。

従って、設計波を以下の通りとする。

$$H = 0.6 \text{ m}$$

$$T = 5.0 \text{ sec}$$

## 2 被覆石式護岸断面検討結果

## 2 用地護岸の被覆石の重量算定

用地護岸の被覆石の安定重量はハドソン公式による。

### 5.3.1 斜面の被覆石及びブロックの所要重量<sup>(23),(24)</sup>

(1) 波力を受ける傾斜構造物の表のり面を被覆すべき捨石及びコンクリートブロックの所要重量は、式(5.10)により算定することができる。

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_o (S_r - 1)^3 \cot \alpha} \quad (5.10)$$

ここに

$W$ ：捨石又はコンクリートブロックの最小重量 (tf)

$\gamma_r$ ：石又はブロックの空中単位体積重量 (tf/m<sup>3</sup>)

$S_r$ ：石又はブロックの海水に対する比重

$\alpha$ ：斜面が水平面となす角 (度)

$H$ ：設計計算に用いる波高 (m)

$K_o$ ：被覆材及び被害率等によって定まる係数

ただし、静水面下  $1.5H$  より深い部分の被覆石等については、式(5.10)の与える重量より小さいものを用いることができる。

(2) 式(5.10)における設計計算に用いる波高  $H$  は、構造物設置水深での有義波高  $H_{1/10}$  を標準とする。

$$\begin{aligned} W &= 2.65 \times 0.6^3 / 3.5 \times (2.57 - 1)^3 \times 2.0 \\ &= 0.02 \text{ ton} = 20 \text{ kg} \end{aligned}$$

但し安全を考慮して、200kg～300kg とする。

### 3 棧橋安定計算結果



## 1. 荷重条件

### 1.1 鉛直荷重

- ①. 上載荷重
- ②. 自重
- ③. 波の揚圧力

尚、輪荷重は考慮しない。

### 1.2 水平荷重

- ①. 波力
- ②. 接岸力

対象漁船 : 10G.T.型漁船クラス  
船長 :  $L=13\text{m}$   
喫水 :  $D=1.0\text{m}$   
接岸速度 :  $V=0.5\text{m/sec}$   
防舷材 : V型ゴム防舷材 150H×1,000L  
尚、牽引力、地震力は共に考慮しない。

## 2. 土質条件

以下に示す。

地盤高	CD ±0.0
ラテライト固結層	
N=40	
	CD -3.0
砂礫	
N=20	
	CD -13.0
岩	
N>100	

## 3. 構造物形状

鋼管杭 SKK400  $\phi 400 \times t12$

図面参照

#### 4. 荷重の算定

##### 4.1 鉛直荷重

###### ①. 床版荷重

$$W_s = 5.0\text{m} \times 5.0\text{m} \times 0.25\text{m} \times 2.45\text{t/m}^3 \div 3.5\text{m} = 4.38\text{t/m} \quad (\text{等分布荷重})$$

###### ②. 梁自重

$$W_b = \{ \{ (1.2 \times 1.0) \times 2 + (0.25 \times 0.25 / 2) \times 4 + (0.27 \times 2.5) + (0.7 + 1.2) \times 0.25 / 2 \} \times 1.0 \} \times 2.45 \div 3.75 = 3.39 \text{ t/m} \quad (\text{等分布荷重})$$

###### ③. 上載荷重

$$W_L = 5.0\text{m} \times 5.0\text{m} \times 0.5\text{t/m}^2 \div 3.5\text{m} = 3.58 \text{ t/m} \quad (\text{等分布荷重})$$

###### ④. 揚圧力

$$P_{\text{MAX}} = 2.7 \text{ t/m} \quad (\because \text{プログラム計算結果より})$$

$$W_U = P_{\text{MAX}} \times 1.2 \text{ m (梁の幅)} = 2.7 \times 1.2 = 3.25 \text{ t} \quad (\text{集中荷重})$$

##### 4.2 水平荷重

###### ①. 波力 (碎波: 広井公式)

$$P_0 = 1.5W_0H = 1.5 \times 1.03 \times 0.6 = 0.93 \text{ t/m}^2$$

$$\text{—X 方向: } W_w = 0.93 \times 1.25 \text{ m (梁+床版の高さ)} \times 1.2 \text{ m (梁の幅)} = 1.40 \text{ t} \quad (\text{集中荷重})$$

$$\text{—Z 方向: } W_w = 0.93 \times 1.25 \text{ m (梁+床版の高さ)} = 1.17 \text{ t/m} \quad (\text{等分布荷重})$$

###### ②. 接岸力

対象漁船の総トン数 (GT) が 10 トンであるため、DT/GT=3.0 とすると、排水トン数(DT) は 30 トンとなる。また、接岸速度は 0.50m/sec である。

仮想重量は以下の様に計算する。

$$W = W_0 + W'$$

ここに

W : 仮想重量(tf)

W<sub>0</sub> : 排水トン数(tf)

W' : 付加重量(tf)

$$W' = \frac{\pi}{4} D^2 L \gamma_w = \frac{3.14}{4} \times (1.0)^2 \times 13.0 \times 1.03 = 10.6 \text{ tf}$$

ここに

D : 対象漁船の喫水(m)=1.0 m

L : 対象漁船の船長(m)=13.0 m

γ<sub>w</sub> : 海水の単位体積重量(tf/m<sup>3</sup>)=1.03tf/m<sup>3</sup>

有効接岸エネルギーは以下の様に計算する。

$$E' = \frac{1}{2} E_0 = \frac{WV^2}{4g} = \frac{40.6 \times (0.5)^2}{4 \times 9.8} = 0.260 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

ここに  $E'$  : 漁船の有効接岸エネルギー (tfm)  
 $E_0$  : 運動エネルギー (tfm)  
 $W$  : 仮想重量 ( $W=W_0+W'=30+10.6=40.6\text{tf}$ )  
 $V$  : 接岸速度 0.5 (m/sec)  
 $g$  : 重力の加速度 9.8 (m/sec<sup>2</sup>)

上記、V型ゴム防舷材については添付、メーカーのカタログより  
歪 45% < 圧縮量 50 mm

荷重 11.2tf

吸収エネルギー(E) 0.6tfm である

よって、 $E'=0.26/0.9=0.29 \text{ tfm}$  < 吸収エネルギー=0.6 tfm

このとき、栈橋に作用する荷重は  $R=11.2 \times 1.1=12.4 \text{ t}$  (集中荷重)

## 5. 検討ケース

### ①. 接岸力+死荷重 (R+D)

鉛直荷重

$$W=W_s+W_b=4.38+3.16=7.54 \text{ t/m} \quad (\text{等分布荷重})$$

水平荷重

$$R=12.4 \text{ t} \quad (\text{集中荷重})$$

### ②. 接岸力+死荷重+活荷重 (R+D+L)

鉛直荷重

$$W=W_s+W_b+W_l=4.38+3.16+3.58=11.12 \text{ t/m} \quad (\text{等分布荷重})$$

水平荷重

$$R=12.4 \text{ t} \quad (\text{集中荷重})$$

### ③. 波力(波向-Z方向)+死荷重 (W(-Z)+D)

鉛直荷重

$$W=W_s+W_b=4.38+3.16=7.54 \text{ t/m} \quad (\text{等分布荷重})$$

水平荷重

$$W_{w1}=0.93 \text{ t/m}^2 \times 1.25 \text{ m}=1.17 \text{ t/m} \quad (\text{梁+床版}) \quad (\text{等分布荷重})$$

$$W_{w2}=0.93 \text{ t/m}^2 \times 0.4 \text{ m}=0.38 \text{ t/m} \quad (\text{杭}) \quad (\text{等分布荷重})$$

④. 波力(波向-Z方向)+死荷重+活荷重 (W(-Z)+D+L)

鉛直荷重

$$W = W_s + W_b + W_L = 4.38 + 3.16 + 3.58 = 11.12 \text{ t/m}$$

水平荷重

$$W_{w1} = 0.93 \text{ t/m}^2 \times 1.25 \text{ m} = 1.17 \text{ t/m} \quad (\text{梁+床版}) \quad (\text{等分布荷重})$$

$$W_{w2} = 0.93 \text{ t/m}^2 \times 0.4 \text{ m} = 0.38 \text{ t/m} \quad (\text{杭}) \quad (\text{等分布荷重})$$

⑤. 波力(波向-X方向)+揚圧力+死荷重 (W(-X)+U+D)

鉛直荷重

$$W = W_s + W_b = 4.38 + 3.16 = 7.54 \text{ t/m} \quad (\text{等分布荷重})$$

$$W_U = P_{\text{MAX}} \times 1.2 \text{ m (梁の幅)} = 2.7 \times 1.2 = 3.25 \text{ t} \quad (\text{集中荷重})$$

水平荷重

$$W_{w1} = 0.93 \text{ t/m}^2 \times 1.25 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} = 1.40 \text{ t} \quad (\text{梁+床版}) \quad (\text{集中荷重})$$

$$W_{w2} = 0.93 \text{ t/m}^2 \times 0.4 \text{ m} = 0.38 \text{ t/m} \quad (\text{杭}) \quad (\text{等分布荷重})$$

⑥. 波力(波向-X方向)+揚圧力+死荷重+活荷重 (W(-X)+U+D+L)

鉛直荷重

$$W = W_s + W_b + W_L = 4.38 + 3.16 + 3.58 = 11.12 \text{ t/m} \quad (\text{等分布荷重})$$

$$W_U = P_{\text{MAX}} \times 1.2 \text{ m (梁の幅)} = 2.7 \times 1.2 = 3.25 \text{ t} \quad (\text{集中荷重})$$

水平荷重

$$W_{w1} = 0.93 \text{ t/m}^2 \times 1.25 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} = 1.40 \text{ t} \quad (\text{梁+床版}) \quad (\text{集中荷重})$$

$$W_{w2} = 0.93 \text{ t/m}^2 \times 0.4 \text{ m} = 0.38 \text{ t/m} \quad (\text{杭}) \quad (\text{等分布荷重})$$

6. 検討モデル

杭の仕様 : 鋼管杭 SKK400  $\phi 400, t=12$  (腐食は考慮しない)

$$A = 146.5 \text{ cm}^2$$

$$r = 13.7 \text{ cm}$$

$$\sigma_{b_s} = 1,400 \text{ kgf/cm}^2$$

$$W = 115 \text{ kg/m}$$

$$U = 1.26 \text{ m (周長)}$$

$$\sigma_{c_s} = 1,400 \text{ kgf/cm}^2$$

$$Z = 1,370 \text{ cm}^3$$

$$A_p = 0.13 \text{ m}^2 \text{ (閉鎖面}$$

$$\tau_s = 800 \text{ kgf/cm}^2$$

$$I = 27,600 \text{ cm}^4$$

積)

杭の特性値  $\beta$  を求める。

$$\text{地盤反力係数 } K_h = 0.15 \times N = 0.15 \times 40 = 6.0 \text{ kgf/cm}^3$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{K_h D}{4EI}} = \sqrt[4]{\frac{6.0 \times 40}{4 \times 2.1 \times 10^6 \times 27,600}} = 5.7 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$$

$$\frac{1}{\beta} = \frac{1}{5.7 \times 10^{-3}} = 176 \text{ cm} = 1.76 \text{ m} \Rightarrow 1.8 \text{ m}$$

$$\frac{\pi}{\beta} = 1.76\pi = 5.53 \text{ m} \Rightarrow 6.0 \text{ m}$$

杭の軸方向バネ定数, 水平方向地盤反力係数 : 共に考慮せず

## 7. 使用プログラム

揚圧力解析 : 進行波の揚圧力

平面ラーメン解析 : STAAD-III

## 8. 検討結果

杭に作用する最大曲げモーメント 及び 軸力

		軸力(tf)	曲げモーメント (tfm)	安全率
ケース 1	押込	24.15	13.70	1.0
	引抜	—		
ケース 2	押込	32.89	13.77	1.0
	引抜	—		
ケース 3	押込	20.31	17.61	1.5
	引抜	—		
ケース 4	押込	30.37	17.61	1.5
	引抜	—		
ケース 5	押込	20.17	3.50	1.5
	引抜	—		
ケース 6	押込	30.24	3.58	1.5
	引抜	—		

尚、ケース 2 とケース 4 についてのみ、以下検討する。

## 9. 応力照査

### 9.1 許容応力度の低減

$$\frac{l}{r} = \frac{435}{13.7} = 31.8$$

$$20 < \frac{l}{r} < 94 \text{ より}$$

$$\sigma_{ca} = 1400 - 8.4 \times \left( \frac{l}{r} - 20 \right) = 1400 - 8.4 \times (31.8 - 20) = 1301 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ba} = 1400 \text{ kg/cm}^2$$

## 9.2 応力照査

### ① ケース 2

$$N = 32.89 \text{ tf} \quad M = 13.77 \text{ tfm}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{32.89 \times 10^3}{146.5} = 225 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ca}$$

$$\sigma_{bc} = \frac{M}{Z} = \frac{13.77 \times 10^5}{1370} = 1006 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ba}$$

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_{bc}}{\sigma_{ba}} = \frac{225}{1301} + \frac{1006}{1400} = 0.90 < 1.0$$

### ② ケース 4

$$N = 26.00 \text{ tf} \quad M = 17.60 \text{ tfm}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{30.37 \times 10^3}{146.5} = 208 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ca}$$

$$\sigma_{bc} = \frac{M}{Z} = \frac{17.61 \times 10^5}{1370} = 1286 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ba}$$

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_{bc}}{\sigma_{ba}} = \frac{208}{1301} + \frac{1286}{1400} = 1.08 < 1.5$$

## 10. 支持力照査

押込力  $32.89 \text{ ton} = R$

杭根入長  $-0.5 - (-10.0) = 9.5 \text{ m} > \pi/\beta \approx 6.0 \text{ m}$

先端支持力  $R_p = 30NA_p = 30 \times 20 \times 0.13 = 78 \text{ tf}$

周面摩擦力  $R_{UT} = \frac{\bar{N}A_s}{5} = \frac{(40 \times 2.5 + 20 \times 7.0) \times 1.26}{5} = 60.5 \text{ tf}$

極限支持力  $R_u = R_p + R_{ut} = 78 + 60.5 = 138.5 \text{ tf}$

安全率  $S_F = R_u/R = 138.5/32.89 = 4.2 > 2.5$

## 11. 杭頭埋込長

杭径  $B = 40 \text{ cm}$

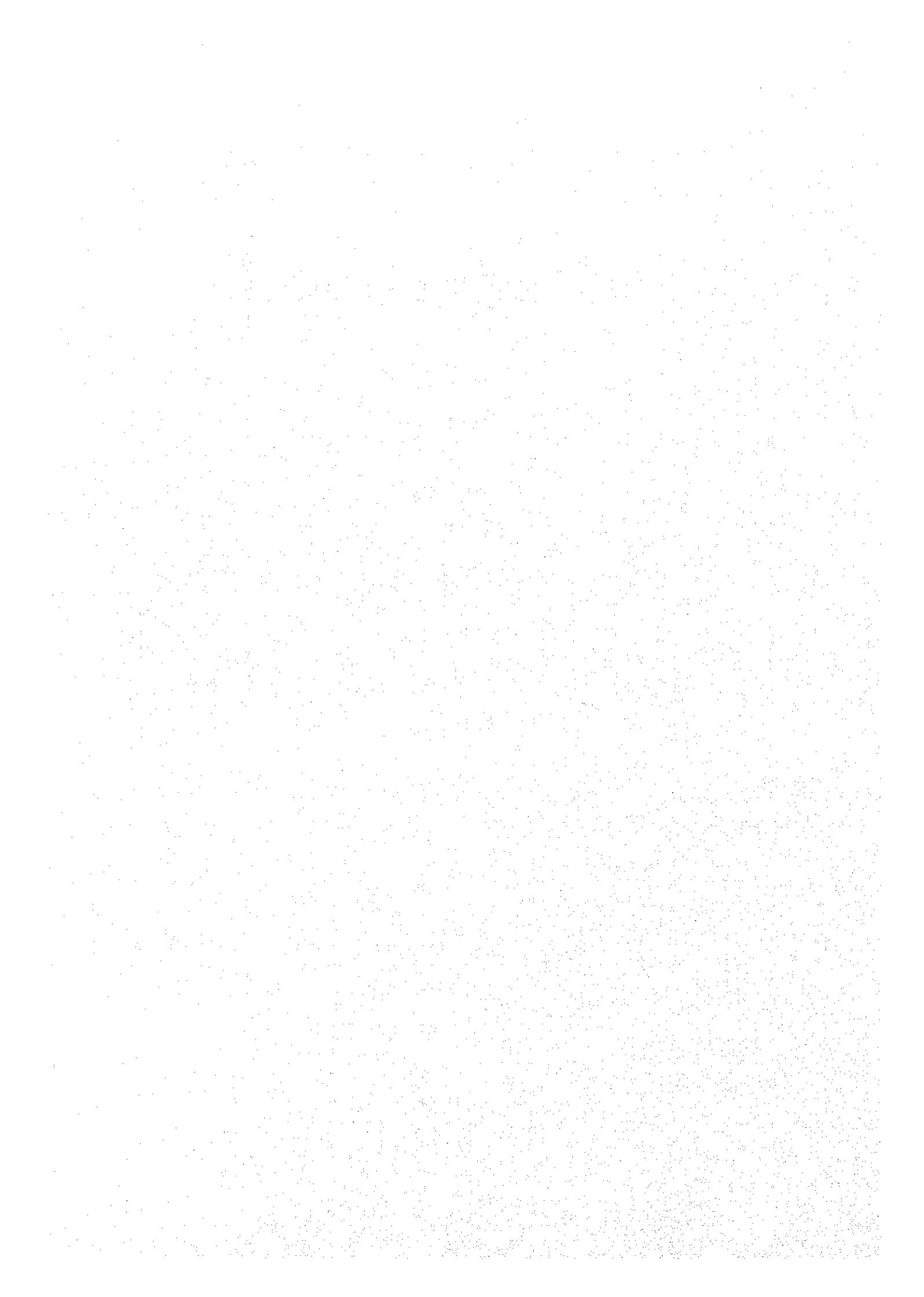
杭頭拘束モーメント  $M_0 = 13.72 \times 10^5 \text{ kgfcm}$  (ケース 2)

上部コンクリートの支圧強度  $\sigma_{ca} = 0.3 f_{ca} = 0.3 \times 240 = 72 \text{ kgf/cm}^2$

以上より杭頭埋込長  $l = \sqrt{\frac{6M_0}{B\sigma_{ca}}} = \sqrt{\frac{6 \times 13.72 \times 10^5}{40 \times 72}} = 53.5 \text{ cm} > B = 40 \text{ cm}$

従って、埋込長は、55 cm とする。

## 4 ブロック式護岸安定計算結果



## 1. 設計条件

### 1.1 天端高

+3.00 m

### 1.2 計画水深

±0.00 m

### 1.3 岸壁延長

60 m

### 1.4 潮位

H.W.L. +1.66 m

L.W.L. -1.66 m

R.W.L. (残留水位)  $-1.66 + (1.66 - (-1.66)) / 3 = -0.55$  m

### 1.5 波浪

波の影響は考慮する。

### 1.6 潮流

潮流の影響は考慮しない。

### 1.7 上載荷重

0.5 t/m<sup>2</sup>

### 1.8 対象船舶

対象漁船 : 10G.T.型漁船クラス

船長 : L = 13m

喫水 : D = 1.0m

接岸速度 : V = 0.5m/sec

### 1.9 船舶の牽引力

T = 1.0 t

### 1.10 設計震度

地震は考慮しない。

## 1.1.1

## 地盤条件

地盤高	CD ±0.0
ラテライト固結層	
N=40	
	CD -3.0
砂礫	
N=20	
	CD -13.0
岩	
N>100	

## 1.1.2

## 材料

- 裏込材 : 内部摩擦角  $\phi = 30^\circ$   
 壁面摩擦角  $\delta = 15^\circ$   
 基礎捨石 : 内部摩擦角  $\phi = 40^\circ$

## 1.1.3

## 単位体積重量

- 無筋コンクリート : 2.30 t/m<sup>3</sup> (空中)、1.27 t/m<sup>3</sup> (水中)  
 裏込材、捨石材 : 1.80 t/m<sup>3</sup> (空中)、1.00 t/m<sup>3</sup> (水中)  
 海水 : 1.03 t/m<sup>3</sup>

## 1.1.4

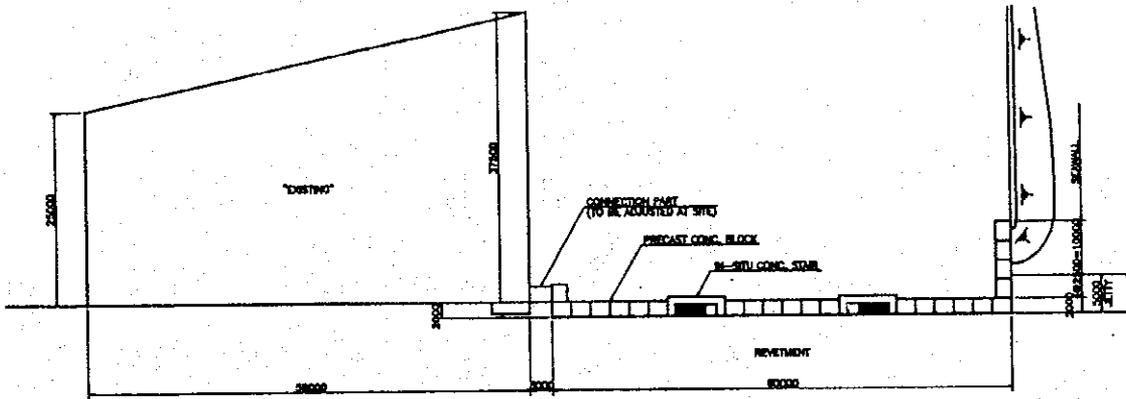
## その他

- 摩擦係数 : 捨石とコンクリート 0.6  
 : コンクリートとコンクリート 0.5  
 安全率 : 滑り出しに対して 1.2 以上  
 : 転倒に対して 1.2 以上  
 : 地盤支持力に対して 2.5 以上

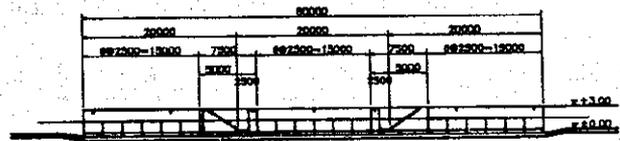
## 2. 構造物諸元

### 2.1 構造物諸元

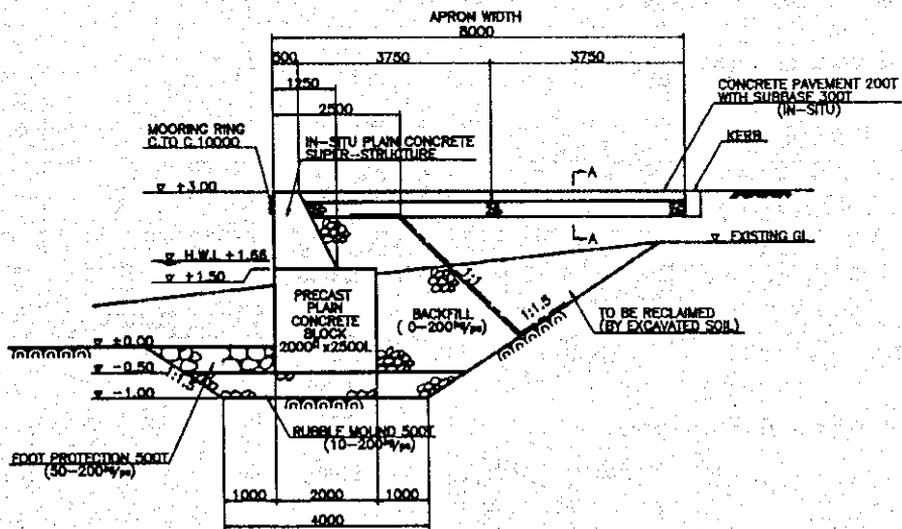
構造物平面、側面、断面図を以下に示す。



平面図 単位 mm



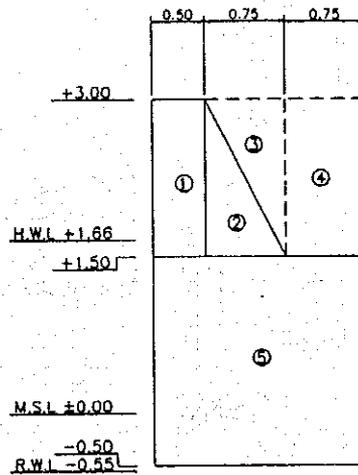
側面図 単位 mm



断面図

単位 mm

2.2 壁体区分  
以下に示す。



壁体区分

3. 壁体重量及び外力の計算

3.1 壁体重量及びその抵抗モーメント

No.	重量 W(tf/m)		重心位置 x(m)		抵抗モーメント W · x(tf · m/m)
①	0.5x1.5x2.3	1.73	1/2x0.5	0.25	0.43
②	1/2x0.75x1.5x2.3	1.29	0.5+1/3x0.75	0.75	0.97
③	1/2x0.75x1.5x1.8	1.01	1.25-1/3x0.75	1.00	1.01
①~③	(+1.5 m 面まで)	4.03			2.41
④	0.75x1.5x1.8	2.03	1.25+1/2x0.75	1.63	3.31
⑤	2.0x2.0x2.3	9.20	1/2x2.0	1.00	9.20
①~⑤	(-0.5 m 面まで)	15.26			14.92

3.2 浮力及びそのモーメント

壁体は全て残留水位以上なので、浮力及びそのモーメントはそれぞれ  $W'=0$  (t/m),  $W'x=0$  (t · t/m)

### 3.3 土圧及び残留水圧

#### 3.3.1 土圧の水平分力及びその転倒モーメント

##### ①. 土圧強度

土圧強度は、黒本 P.47 式により、壁体天端高、上部コンクリート底面、下段ブロック底面について求める。

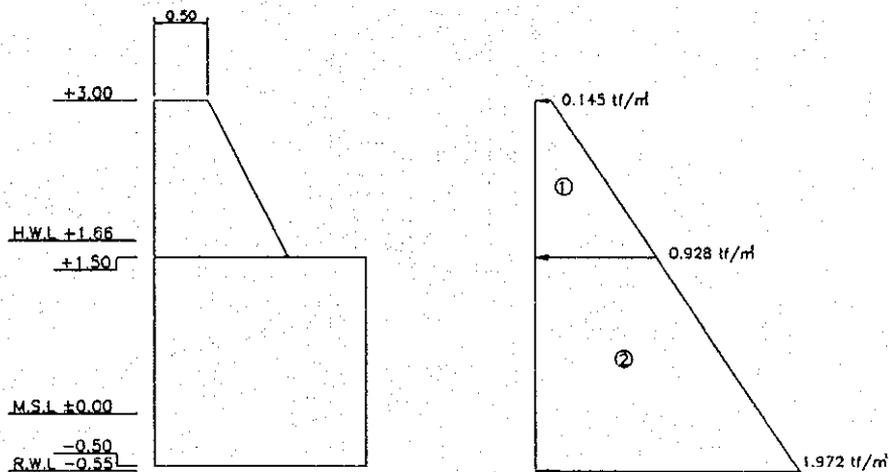
土圧計算式  $p_H = (\sum \gamma h + \omega) K_a \cos \delta$  において、 $\omega = 1.0 \text{ tf/m}^2$ ,  $\phi = 30^\circ$ ,  $\delta = 15^\circ$ ,  $k = 0$  より、 $K_a \cos \delta = 0.29$  (黒本 P.48 表 2-7-1 より求める) である。

よって、 $p_{+3.00} = (\sum \gamma h + \omega) K_a \cos \delta = 0.5 \times 0.29 = 0.145 \text{ tf/m}^2$

$p_{+1.50} = (\sum \gamma h + \omega) K_a \cos \delta = (1.8 \times 1.5 + 0.5) \times 0.29 = 0.928 \text{ tf/m}^2$

$p_{-0.50} = (\sum \gamma h + \omega) K_a \cos \delta = (1.8 \times 3.5 + 0.5) \times 0.29 = 1.972 \text{ tf/m}^2$

土圧強度図を以下に示す。



土圧強度

##### ②. 土圧水平分力及びそのモーメント

No.	土圧の水平分力 $p_H(\text{tf/m})$		作用点の位置 $y(\text{m})$		転倒モーメント $p_H \cdot y(\text{tf} \cdot \text{m/m})$
①	$\frac{0.145 + 0.928}{2} \times 1.5$	0.91	$\left(\frac{2 \times 0.145 + 0.928}{0.145 + 0.928}\right) \times \frac{1}{3} \times 1.5$	0.57	0.52
②	$\frac{0.928 + 1.972}{2} \times 2.0$	2.90	$\left(\frac{2 \times 0.928 + 1.972}{0.928 + 1.972}\right) \times \frac{1}{3} \times 2.0$	1.69	4.90
①~②		3.81			5.42

### 3.3.2. 土圧の鉛直分力及びその抵抗モーメント

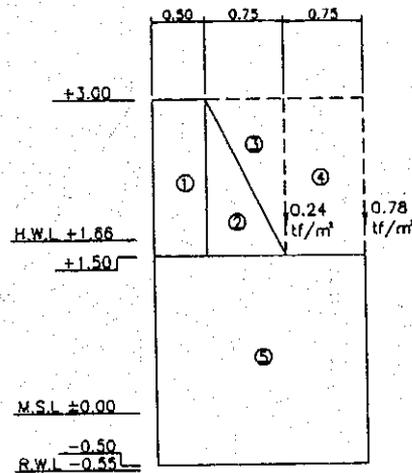
土圧の鉛直分力  $P_v$  は次式により求める。

$$P_v = P_H \tan 15^\circ$$

ここに  $\tan 15^\circ = 0.2679$

土圧の鉛直分力は  $P_v$  は仮想壁面によって鉛直に作用する。抵抗モーメントは壁体の +1.50 m, -0.50 m の前しに対して求める。

位置	土圧の鉛直分力 $p_v$ (tf/m)		作用点の位置 $x$ (m)	抵抗モーメント $p_v \cdot x$ (tf・m/m)
+1.50	0.91x0.2679	0.24	1.25	0.30
-0.50	2.90x0.2679	0.78	2.00	1.56



土圧の鉛直分力

### 3.3.3. 残留水圧

壁体は全て残留水位以上なので、残留水圧及びその転倒モーメントは壁体には作用しない。従って  $P_w=0$  (t/m),  $P_w \cdot y=0$  (t・t/m)

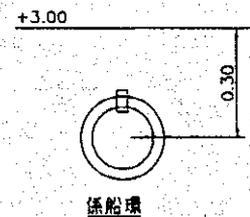
### 3.4 漁船等の牽引力及び転倒モーメント

漁船等の牽引力は係船環に作用するものとする。

牽引力 (1基当たり) : 1.0 t

係船環間隔 : 10.0 m

単位幅牽引力 :  $P_k=1.0/10.0=0.10$  tf/m



係船環

位置	$P_k$ (tf/m)	作用点の位置 $y$ (m)		$P_k \cdot y$ (tf・m/m)
+1.50	0.10	1.5-0.3	1.2	0.12
-0.50	0.10	2.0+1.5-0.3	3.2	0.32

#### 4. 水平力及び転倒モーメント総括表

位置	水平力(tf/m)				転倒モーメント(tf・m/m)			
	土圧による	残留水圧による	漁船の牽引力による	計	土圧による	残留水圧による	漁船の牽引力による	計
+1.50	0.91	0.00	0.10	1.01	0.52	0.00	0.12	0.64
-0.50	3.81	0.00	0.10	3.91	7.24	0.00	0.32	7.56

#### 5. 鉛直力及び抵抗モーメント総括表

位置	鉛直力(tf/m)			抵抗モーメント(tf・m/m)		
	壁体重量による	土圧による	計	壁体重量による	土圧による	計
+1.50	4.03	0.24	4.27	2.41	0.30	2.71
-0.50	15.26	0.78	16.04	14.92	1.56	16.48

#### 6. 壁体の安定計算

##### 6.1 滑り出し及び転倒に対する検討

検討は +1.50 m, -0.50 m 各面について行う。計算結果は以下の通りである。

##### ①. 滑り出しに対する検討

$$F = W/P \cdot \mu = (\text{鉛直力}) / (\text{水平力}) \times (\text{摩擦係数})$$

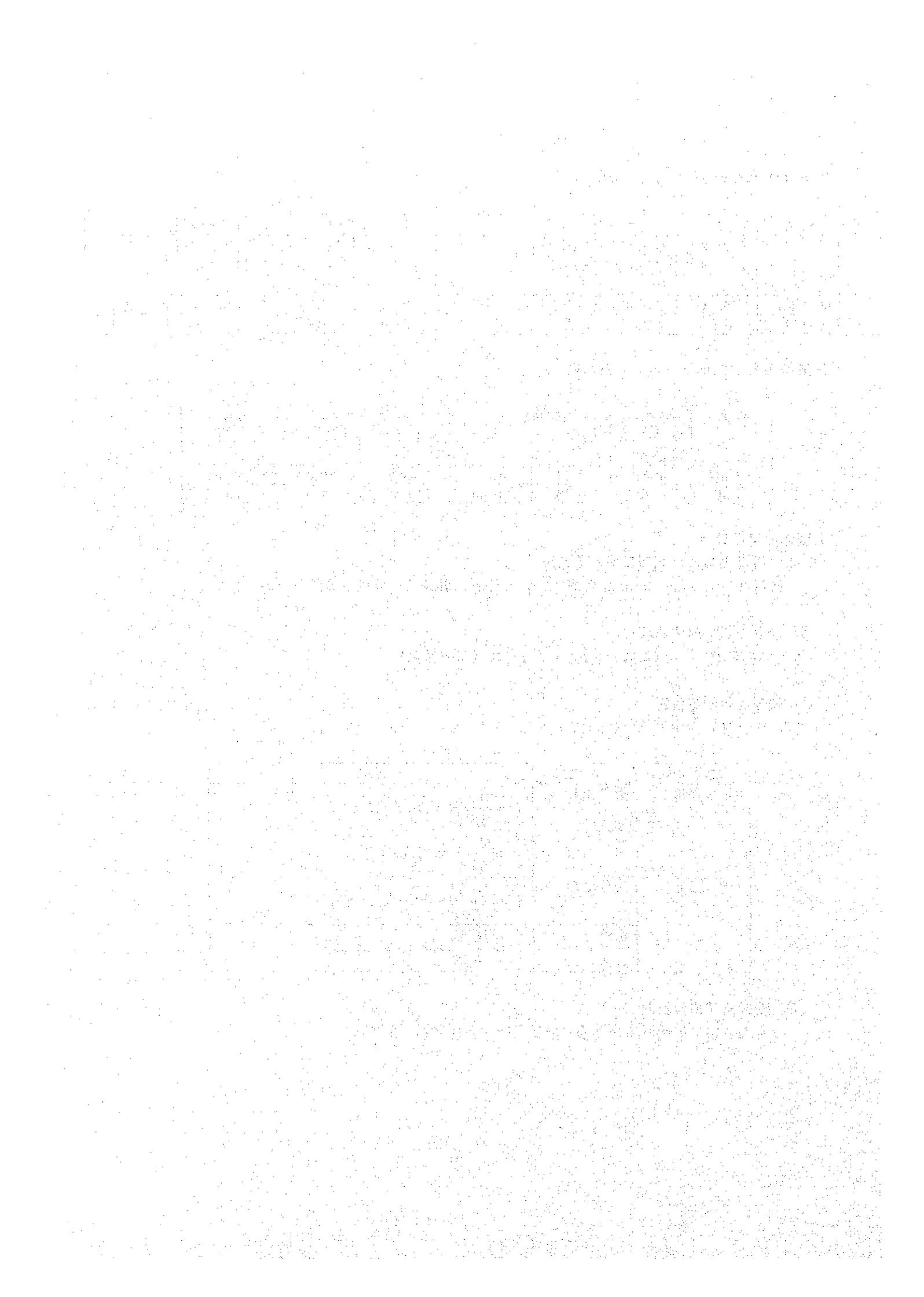
##### ②. 転倒に対する検討

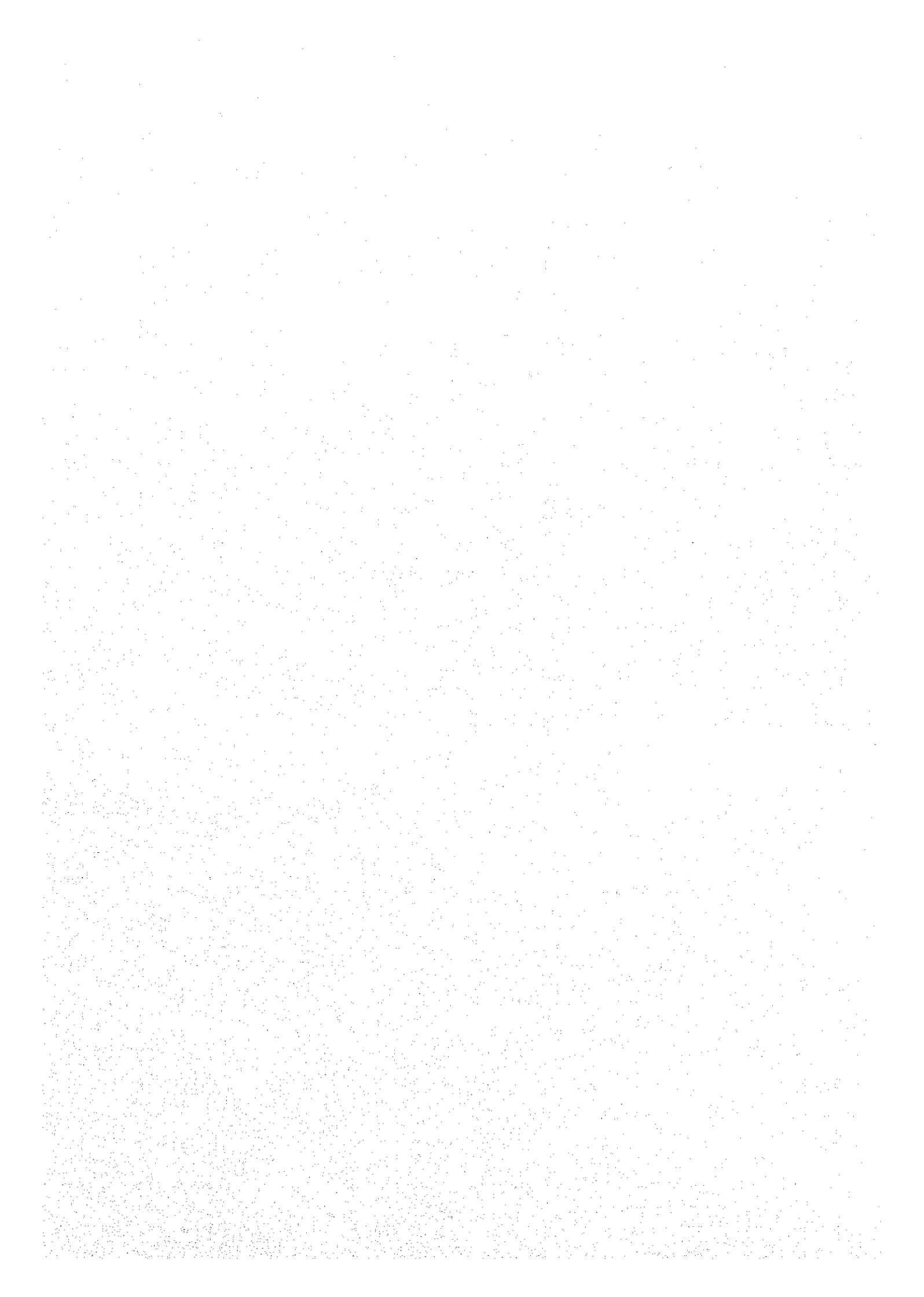
$$F = (W \cdot x) / (P \cdot y) = (\text{抵抗モーメント}) / (\text{転倒モーメント})$$

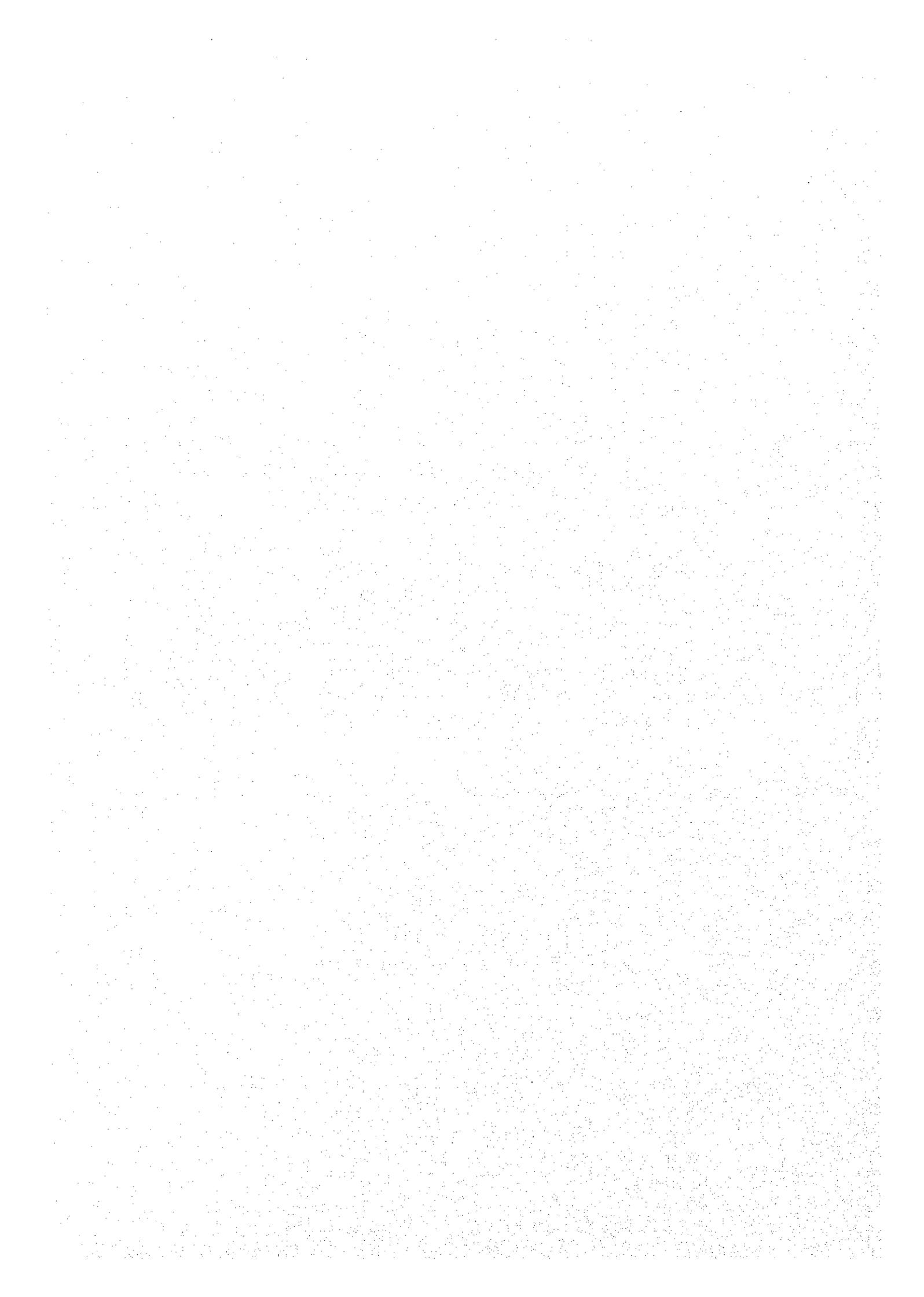
検討断面	区分	結果
+1.50	滑り出し	$F = \frac{4.27}{1.01} \times 0.5 = 2.11 > 1.2$
	転倒	$F = \frac{2.71}{0.64} = 4.23 > 1.2$
-0.50	滑り出し	$F = \frac{16.04}{3.91} \times 0.6 = 2.46 > 1.2$
	転倒	$F = \frac{16.48}{7.56} = 2.18 > 1.2$

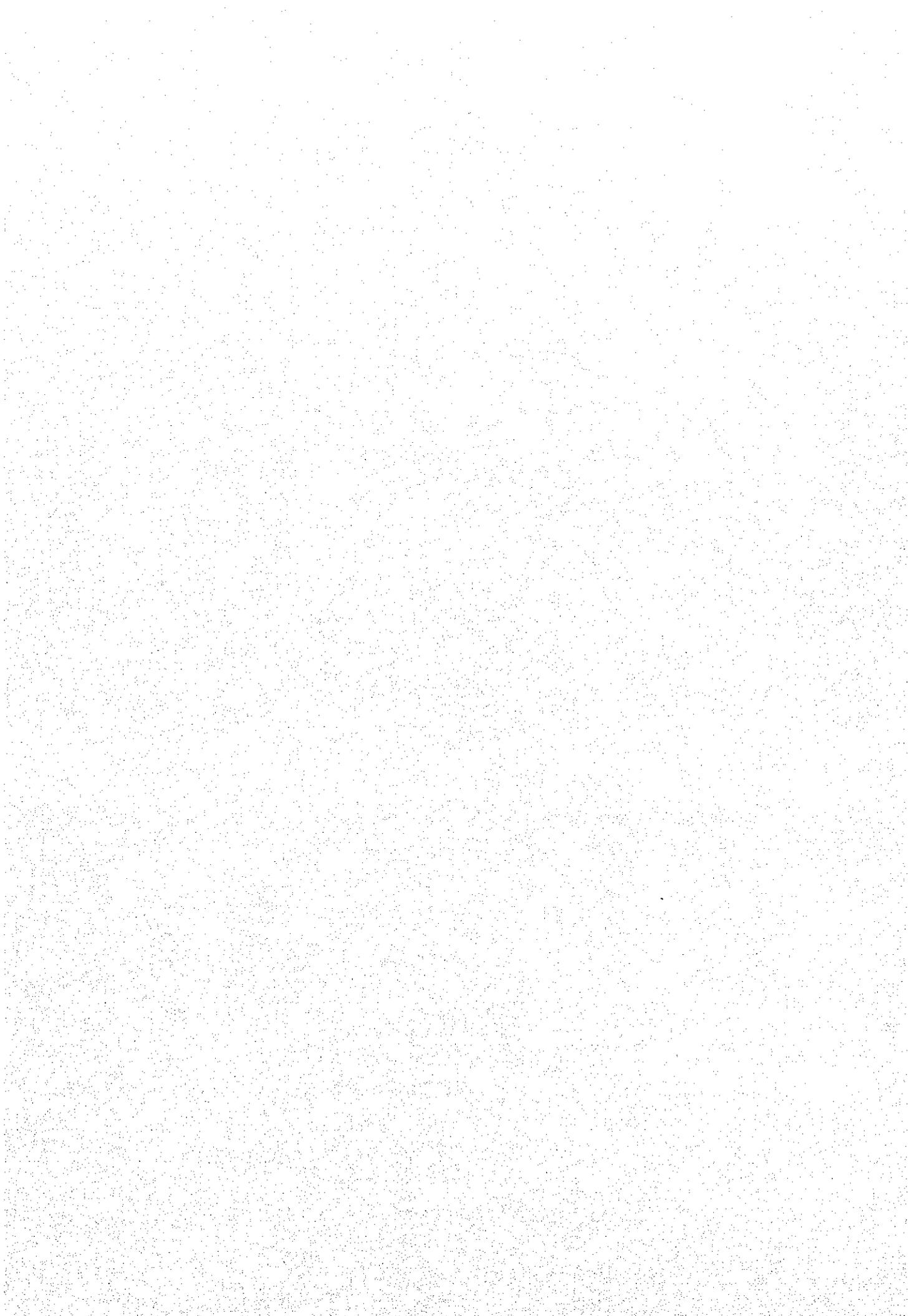
##### 6.2 地盤支持力の検討

基礎地盤は中硬岩である為、地盤支持力の検討は不要である。









JCA