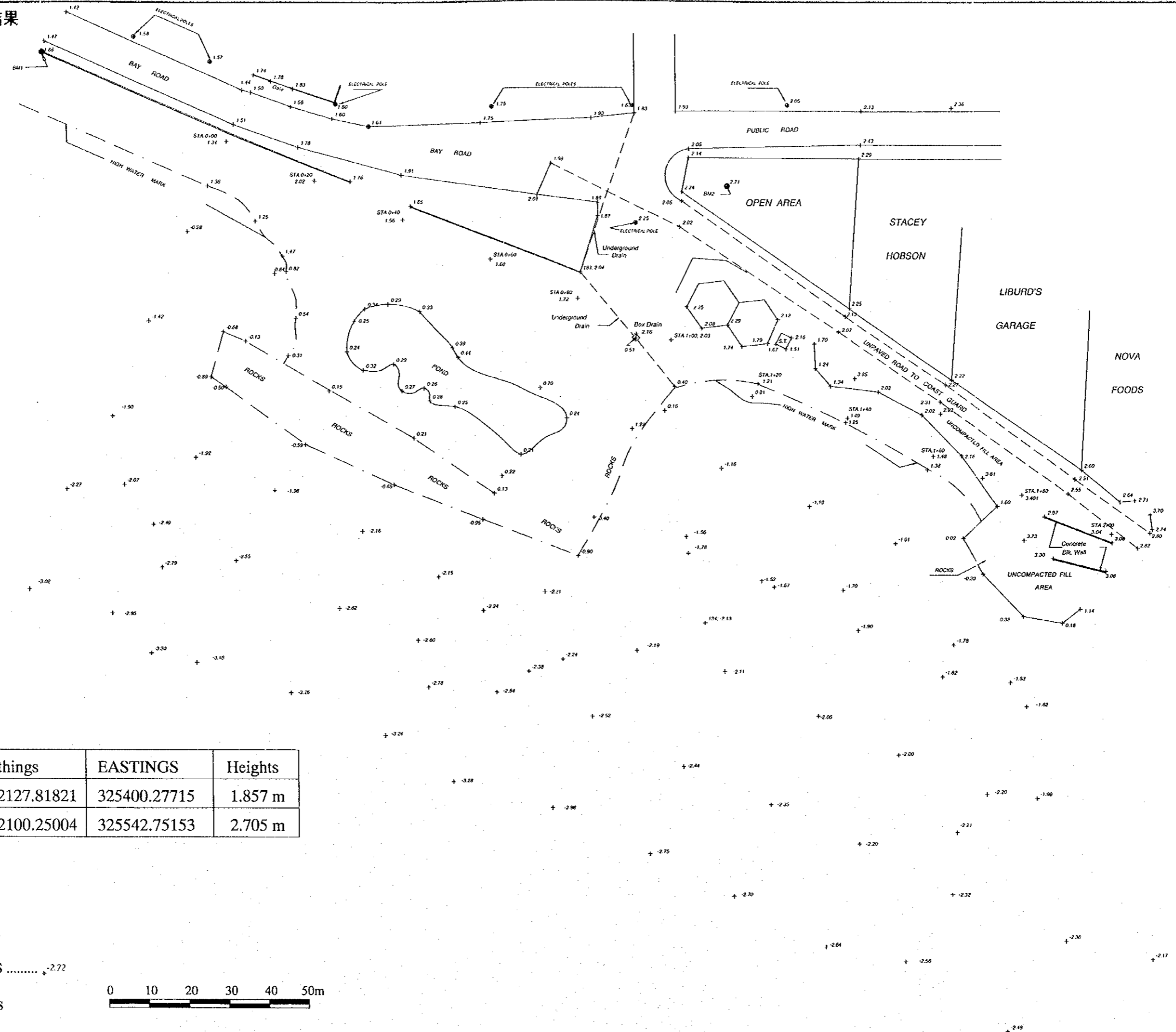


VII. 自然条件調査結果

VII-1. 深淺測量図



STATION	Northings	EASTINGS	Heights
BM1	1912127.81821	325400.27715	1.857 m
BM2	1912100.25004	325542.75153	2.705 m

LEGEND

Electrical Poles ⦿

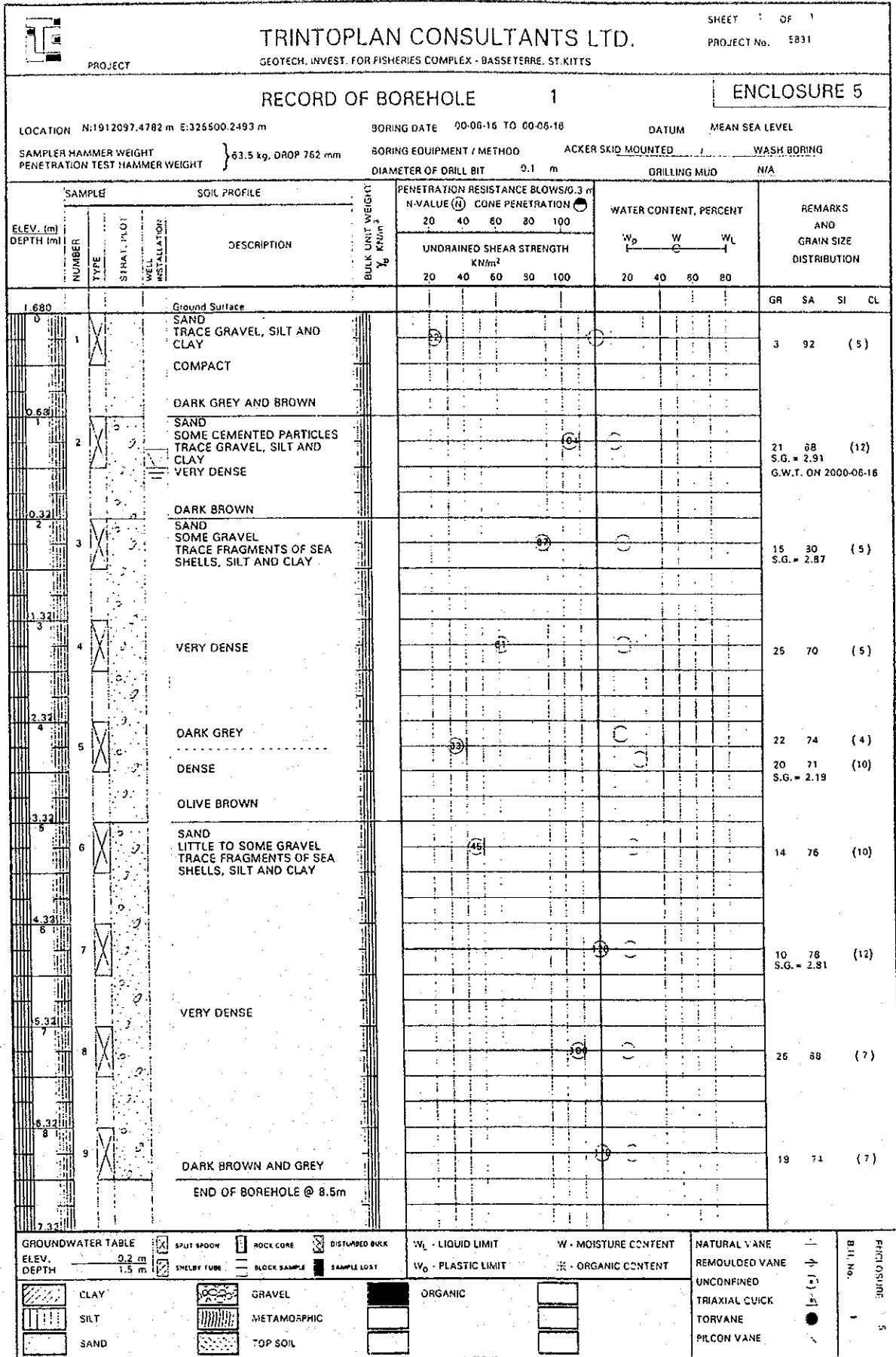
SPOT HEIGHTS THUS +2.72

Scale 1:1,000 Metres



地形・深淺測量図

VII-2. 土質調査柱状図



土質柱状図 1



TRINTOPLAN CONSULTANTS LTD.

SHEET 1 OF 1

PROJECT No. 5831

PROJECT

GEOTECH. INVEST. FOR FISHERIES COMPLEX - BASSETERRE, ST. KITTS

RECORD OF BOREHOLE 2

ENCLOSURE 6

LOCATION N:1912074.3107 m E:325482.4164 m

BORING DATE 00-06-17 TO 00-08-17

DATUM MEAN SEA LEVEL

SAMPLER HAMMER WEIGHT } 63.5 kg, DROP 762 mm
PENETRATION TEST HAMMER WEIGHT

BORING EQUIPMENT / METHOD

ACKER SKID MOUNTED

WASH BORING

DIAMETER OF DRILL BIT 0.1 m

DRILLING MUD

N/A

ELEV. (m) DEPTH (m)	SAMPLE NUMBER	SOIL PROFILE DESCRIPTION	BULK UNIT WEIGHT γ_b KN/m ³	PENETRATION RESISTANCE BLOWS/30 N-VALUE (N) CONE PENETRATION					WATER CONTENT, PERCENT				REMARKS AND GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
				20	40	60	80	100	W _p	W	W _L			
0.220	0	Ground Surface												
0.78	1	SAND TRACE FRAGMENTS OF SEA SHELLS VERY LOOSE TO LOOSE												GR SA SI CL 5 94 (1) S.G. = 2.92
1.78	2	BLACK, DARK BROWN, GREY AND WHITE												13 85 (2) S.G. = 2.94
2.78	3	SAND SOME GRAVEL TRACE FRAGMENTS OF SEA SHELLS DENSE												G.W.T. ON 2000-06-17 26 72 (2) S.G. = 3.01
3.78	4	DARK GREY SAND SOME SILT AND CLAY TRACE FRAGMENTS OF SEA SHELLS VERY DENSE ORANGE BROWN AND DARK GREY												49 48 (4) 12 58 (30) S.G. = 2.44
4.78	5	SAND SOME GRAVEL, SILT AND CEMENTED PARTICLES LITTLE CLAY TRACE FRAGMENTS SEA SHELLS												14 64 (22) S.G. = 2.79 108.9 kg WEIGHT USED TO OBTAIN SAMPLE 5
5.78	6	VERY DENSE DARK GREY AND BROWN												13 66 (22) 108.9 kg WEIGHT USED TO OBTAIN SAMPLE 6
6.78	7	SAND TRACE TO SOME SILT LITTLE TO SOME GRAVEL TRACE TO LITTLE CLAY VERY DENSE												7 73 16 5 NON-PLASTIC 108.9 kg WEIGHT USED TO OBTAIN SAMPLE 7
7.78	8	TRACE FRAGMENTS OF SEA SHELLS DARK BROWN												13 80 (7) 108.9 kg WEIGHT USED TO OBTAIN SAMPLE 8
8.78	9	SAND SOME GRAVEL TRACE SILT AND CLAY VERY DENSE LIGHT BROWN END OF BOREHOLE @ 8.5m												21 67 (13) 108.9 kg WEIGHT USED TO OBTAIN SAMPLE 9

GROUNDWATER TABLE	<input checked="" type="checkbox"/> SPLIT SPOON	<input type="checkbox"/> ROCK CORE	<input type="checkbox"/> DISTURBED BULK	W_L - LIQUID LIMIT	W - MOISTURE CONTENT	NATURAL VANE	ENCLOSURE 6
ELEV. 1.8 m	<input type="checkbox"/> SHELBY TUBE	<input type="checkbox"/> BLOCK SAMPLE	<input type="checkbox"/> SAMPLE LOST	W_p - PLASTIC LIMIT	OC - ORGANIC CONTENT	REMOULDED VANE	
DEPTH 2.0 m						UNCONFINED	B.H. No. 2
						TRIAxIAL QUICK	
						TORVANE	2
						PILCON VANE	

土質柱状図 2



TRINTOPLAN CONSULTANTS LTD.
 GEOTECH. INVEST. FOR FISHERIES COMPLEX - BASSETERRE, ST. KITT'S

SHEET 1 OF 1
 PROJECT No. 5831

PROJECT

RECORD OF BOREHOLE 3

ENCLOSURE 7

LOCATION N:1912089.3103 m E:325477.2490 m BORING DATE 20-06-18 TO 00-06-18 DATUM MEAN SEA LEVEL
 SAMPLER HAMMER WEIGHT 63.5 kg. DROP 762 mm BORING EQUIPMENT / METHOD ACKER SKID MOUNTED / WASH BORING
 PENETRATION TEST HAMMER WEIGHT DIAMETER OF DRILL BIT 0.1 m DRILLING MUD N/A

ELEV. (m) DEPTH (m)	SAMPLE NUMBER	SOIL PROFILE DESCRIPTION	BULK UNIT WEIGHT γ_b KN/m ³	PENETRATION RESISTANCE SLOWS/0.3 m					WATER CONTENT, PERCENT				REMARKS AND GRAIN SIZE DISTRIBUTION						
				N-VALUE		CONE PENETRATION			W _p — W — W _L										
				20	40	60	80	100	20	40	60	80							
0.730	0	Ground Surface SAND LITTLE GRAVEL TRACE SILT COMPACT																	GR SA SI CL
0.211	1	BLACK AND WHITE SAND LITTLE GRAVEL TRACE FRAGMENTS OF SEA SHELLS AND SILT VERY DENSE																	12 86 (3) S.G. = 3.27 G.W.T. ON 2000-06-18
1.221	2	DARK BROWN SAND SOME GRAVEL TRACE SEA SHELL FRAGMENTS AND SILT																	11 85 (4) S.G. = 2.97
2.231	3	COMPACT																	
3.221	4	DARK BROWN SAND LITTLE SILT AND CLAY TRACE GRAVEL																	31 35 (4) S.G. = 2.44
4.221	5	COMPACT																	21 73 (6) S.G. = 3.44
5.221	6	VERY DENSE																	5 79 (16) S.G. = 2.82
6.221	7																		SPLIT SPOON ATTEMPTED, NO RECOVERY
7.221	8																		1 82 (17)
8.221	9	DARK BROWN END OF BOREHOLE @ 8.5m																	SPLIT SPOON ATTEMPTED, NO RECOVERY

GROUNDWATER TABLE ELEV. 0.2 m DEPTH 0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/> SPLIT SPOON	<input checked="" type="checkbox"/> ROCK CORE	<input checked="" type="checkbox"/> DISTURBED BULK	W _L - LIQUID LIMIT	W - MOISTURE CONTENT	NATURAL VANE	ENCLOSURE 7
<input checked="" type="checkbox"/> SHELBY TUBE	<input checked="" type="checkbox"/> BLOCK SAMPLE	<input checked="" type="checkbox"/> SAMPLE LOST	W _p - PLASTIC LIMIT	% - ORGANIC CONTENT	UNCONFINED	B.H. No. 3	
<input checked="" type="checkbox"/> CLAY	<input checked="" type="checkbox"/> GRAVEL	<input checked="" type="checkbox"/> ORGANIC			TRIAXIAL QUICK		
<input checked="" type="checkbox"/> SILT	<input checked="" type="checkbox"/> METAMORPHIC	<input checked="" type="checkbox"/>			TORVANE		
<input checked="" type="checkbox"/> SAND	<input checked="" type="checkbox"/> TOP SOIL	<input checked="" type="checkbox"/>			PILCON VANE		

土質柱狀圖 3



TRINTOPLAN CONSULTANTS LTD.

SHEET 1 OF 1
PROJECT No. 5831

PROJECT

GEOTECH. INVEST. FOR FISHERIES COMPLEX - BASSETERRE, ST. KITTS

RECORD OF BOREHOLE

4

ENCLOSURE 8

LOCATION N:1912059.0601 m E:325468.1673 m

BORING DATE 20-08-18 TO 00-08-18

DATUM MEAN SEA LEVEL

SAMPLER HAMMER WEIGHT } 83.5 kg, DROP 762 mm
PENETRATION TEST HAMMER WEIGHT

BORING EQUIPMENT / METHOD

ACKER SKID MOUNTED

WASH BORING

DIAMETER OF DRILL BIT 0.1 m

DRILLING MUD N/A

ELEV. (m) DEPTH (m)	SAMPLE NUMBER	SOIL PROFILE DESCRIPTION	PENETRATION RESISTANCE BLOWS/0.3 m N-VALUE (N) CONE PENETRATION					WATER CONTENT, PERCENT				REMARKS AND GRAIN SIZE DISTRIBUTION
			20	40	60	80	100	W _p	W	W _L		
			UNDRAINED SHEAR STRENGTH kN/m ²									
			20	40	60	80	100	20	40	60	80	
0.160		Ground Surface										
0.160	1	SAND SOME GRAVEL TRACE FRAGMENTS OF SEA SHELLS AND SILT	16									GR SA SI CL G.W.T. ON 2000-06-18 14 85 (1)
0.841	2	COMPACT TO VERY LOOSE	16									14 84 (2)
1.341	3		3									7 92 (0)
2.841	4	DARK GREY SAND TRACE TO LITTLE SILT AND CLAY VERY LOOSE	3									3 39 (4) 0 39 (12) S.G. = 2.92
3.841	5	DARK GREY GRAVELLY SAND TRACE SILT AND CLAY DENSE	39									42 51 (8) S.G. = 2.79
4.841	6	DARK GREY VERY DENSE	66									42 30 (3)
5.841	7											43 50 (7)
6.841	8	DARK BROWN SILTY SAND LITTLE GRAVEL AND CLAY VERY DENSE										31 52 (7)
7.841	9	DARK BROWN										6 59 20 5 NON-PLASTIC
8.841		END OF BOREHOLE @ 8.5m										

GROUNDWATER TABLE
ELEV. -0.1 m
DEPTH 0.3 m

SPLIT SPOON ROCK CORE DISTURBED MAX
 SHIELD TUBE BLOCK SAMPLE SAMPLE LOST

W_L - LIQUID LIMIT W - MOISTURE CONTENT
 W_p - PLASTIC LIMIT * - ORGANIC CONTENT

NATURAL VANE
 REMOULDED VANE
 UNCONFINED TRIAXIAL QUICK
 TORVANE
 PILCON VANE

CLAY GRAVEL ORGANIC
 SILT METAMORPHIC
 SAND TOP SOIL

R.I.L. No. 4
 FIELD NO. 8

土質柱状図 4



TRINTOPLAN CONSULTANTS LTD.

SHEET 1 OF 1
PROJECT No. 5831

PROJECT

GEOTECH. INVEST. FOR FISHERIES COMPLEX - BASSETERRE, ST KITTS

RECORD OF BOREHOLE 5

ENCLOSURE 9

LOCATION N:1912044.4904 m E:325496.1261 m BORING DATE 00-06-19 TO 00-06-19 DATUM MEAN SEA LEVEL

SAMPLER HAMMER WEIGHT } 63.5 kg, DROP 762 mm BORING EQUIPMENT / METHOD ACKER SKID MOUNTED / WASH BORING

PENETRATION TEST HAMMER WEIGHT } DIAMETER OF DRILL BIT 3.1 m DRILLING MUD N/A

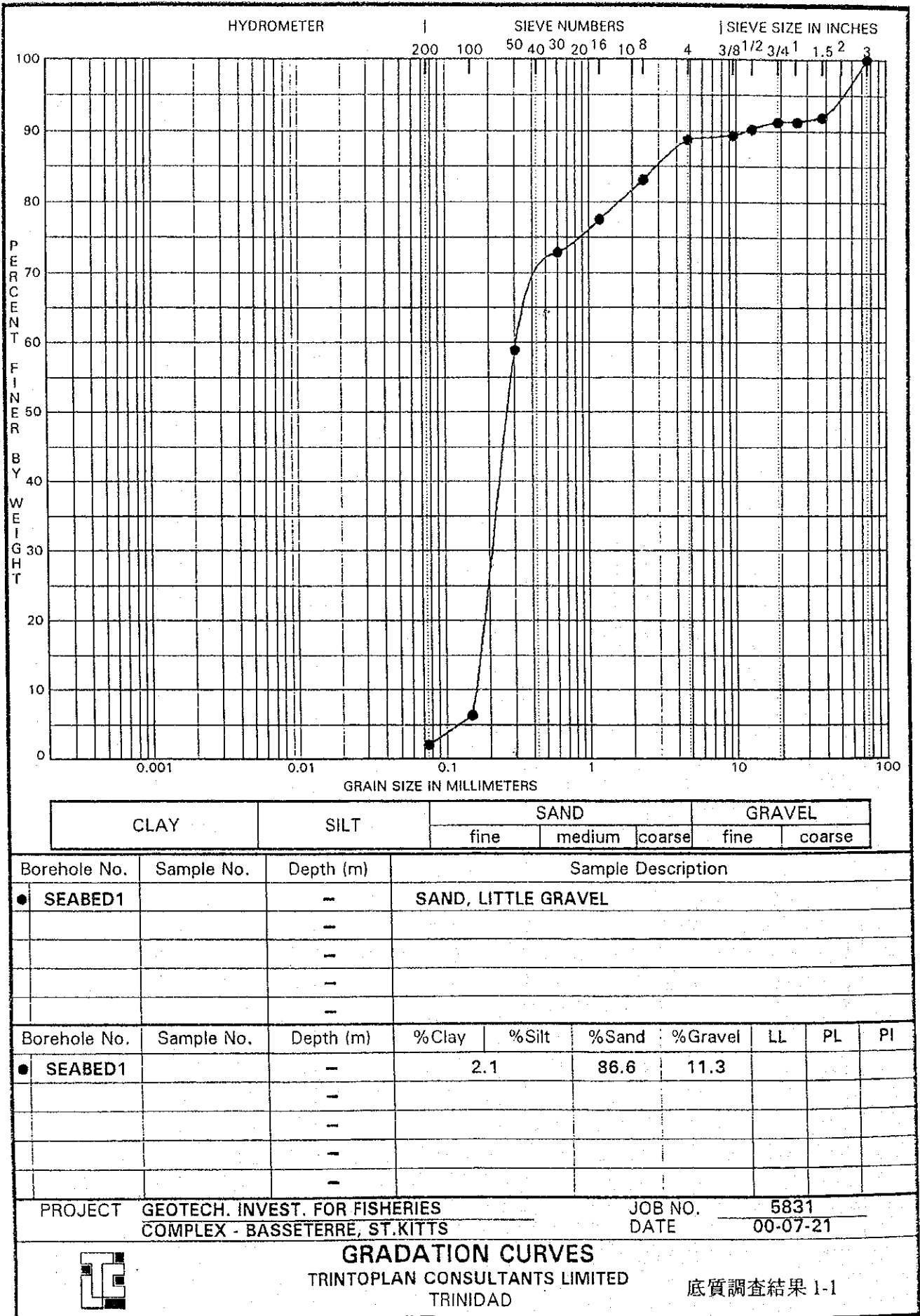
ELEV. (m) DEPTH (m)	SAMPLE NUMBER	SOIL PROFILE DESCRIPTION	BULK UNIT WEIGHT γ_b KN/m ³	PENETRATION RESISTANCE BLOWS/0.3 m N-VALUE (N) CONE PENETRATION					WATER CONTENT, PERCENT				REMARKS AND GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
				20	40	60	80	100	W _p	W	W _L	1				
				UNDRAINED SHEAR STRENGTH KN/m ²												
				20	40	60	80	100	20	40	60	80	GR	SA	SI	CL
0.200	0	Ground Surface														
0.00	1	SAND SOME GRAVEL LITTLE SILT TRACE FRAGMENTS OF SEA SHELLS AND CLAY														G.W.T. ON 2000-06-19 14 73 (13) S.G. = 2.94
0.80	2	COMPACT TO VERY DENSE														16 82 (1) S.G. = 3.82
1.80	3	SOME CEMENTED PARTICLES														23 61 (11)
2.80	4	DARK GREY, BROWN AND WHITE														
3.80	5	SAND SOME GRAVEL TRACE SILT AND CLAY (FOUL SEWER ODOUR)														25 69 (7) S.G. = 2.51
4.80	6	DENSE														SPLIT SPOON ATTEMPTED, NO RECOVERY
5.80	7	DARK BROWN														
6.80	8	SAND SOME GRAVEL AND CEMENTED PARTICLES TRACE TO LITTLE SILT TRACE CLAY														33 61 (5)
7.80	9	VERY DENSE														39 49 (13)
8.80		DARK BROWN END OF BOREHOLE @ 7.3m														SPLIT SPOON ATTEMPTED, NO RECOVERY

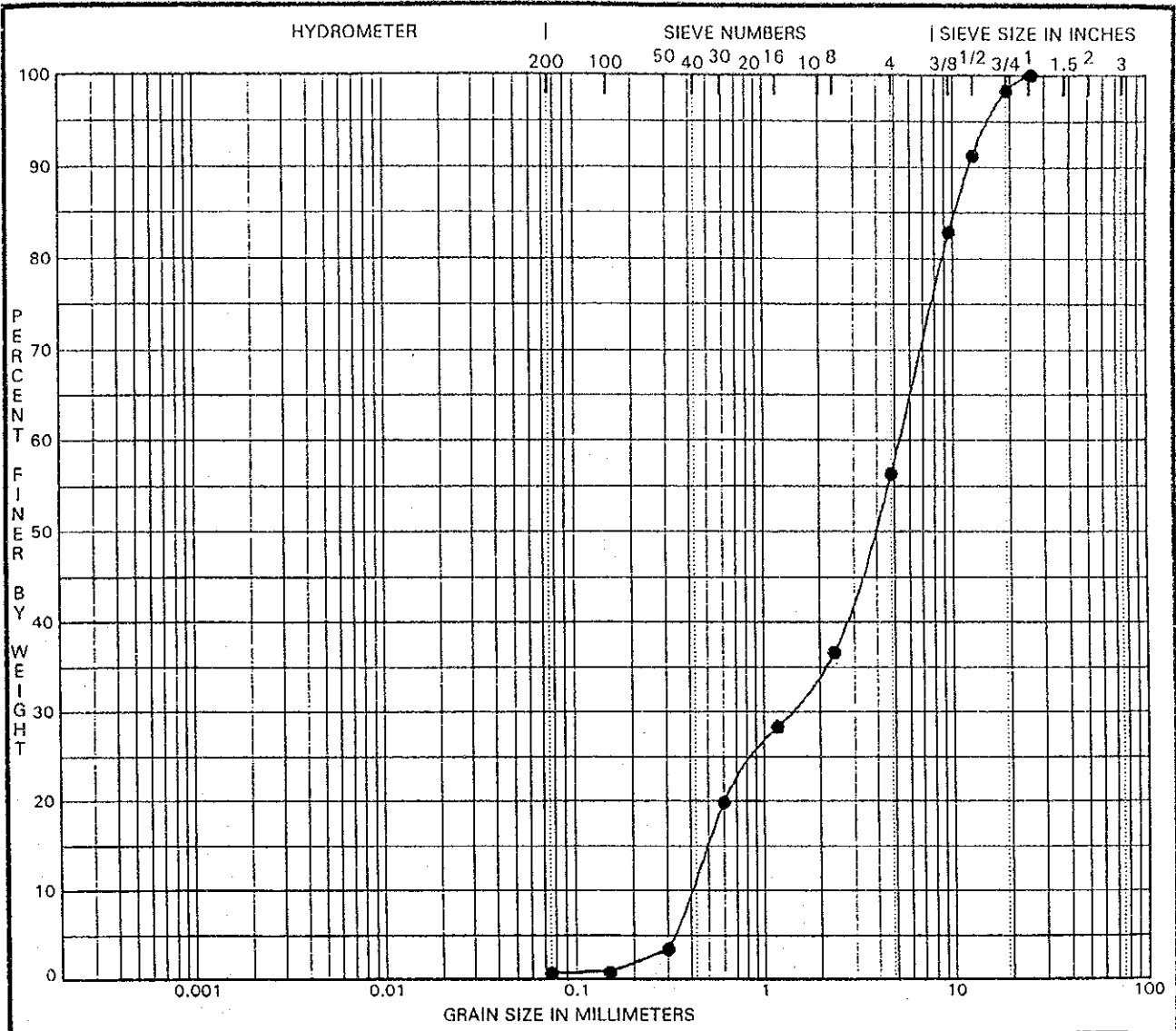
GROUNDWATER TABLE ELEV. 0.1 m DEPTH 0.3 m

SPLIT SPOON ROCK CORE DISTURBED BULK W_L - LIQUID LIMIT W - MOISTURE CONTENT NATURAL VANE
 SHAY TUBE ROCK SAMPLE SAMPLE LOST W_p - PLASTIC LIMIT # - ORGANIC CONTENT REMOULDED VANE
 CLAY GRAVEL ORGANIC UNCONFINED
 SILT METAMORPHIC TRIAXIAL QUICK
 SAND TOP SOIL TORVANE
 PILCON VANE

ENCLOSURE 9
B.H. No. 5

土質柱状図 5





CLAY	SILT	SAND			GRAVEL	
		fine	medium	coarse	fine	coarse

Borehole No.	Sample No.	Depth (m)	Sample Description
● SEABED2		-	SAND WITH GRAVEL AND SEA SHELLS
		-	
		-	
		-	

Borehole No.	Sample No.	Depth (m)	%Clay	%Silt	%Sand	%Gravel	LL	PL	PI
● SEABED2		-	0.7		55.6	43.7			
		-							
		-							
		-							

PROJECT GEOTECH. INVEST. FOR FISHERIES JOB NO. 5831
COMPLEX - BASSETERRE, ST. KITTS DATE 00-07-21

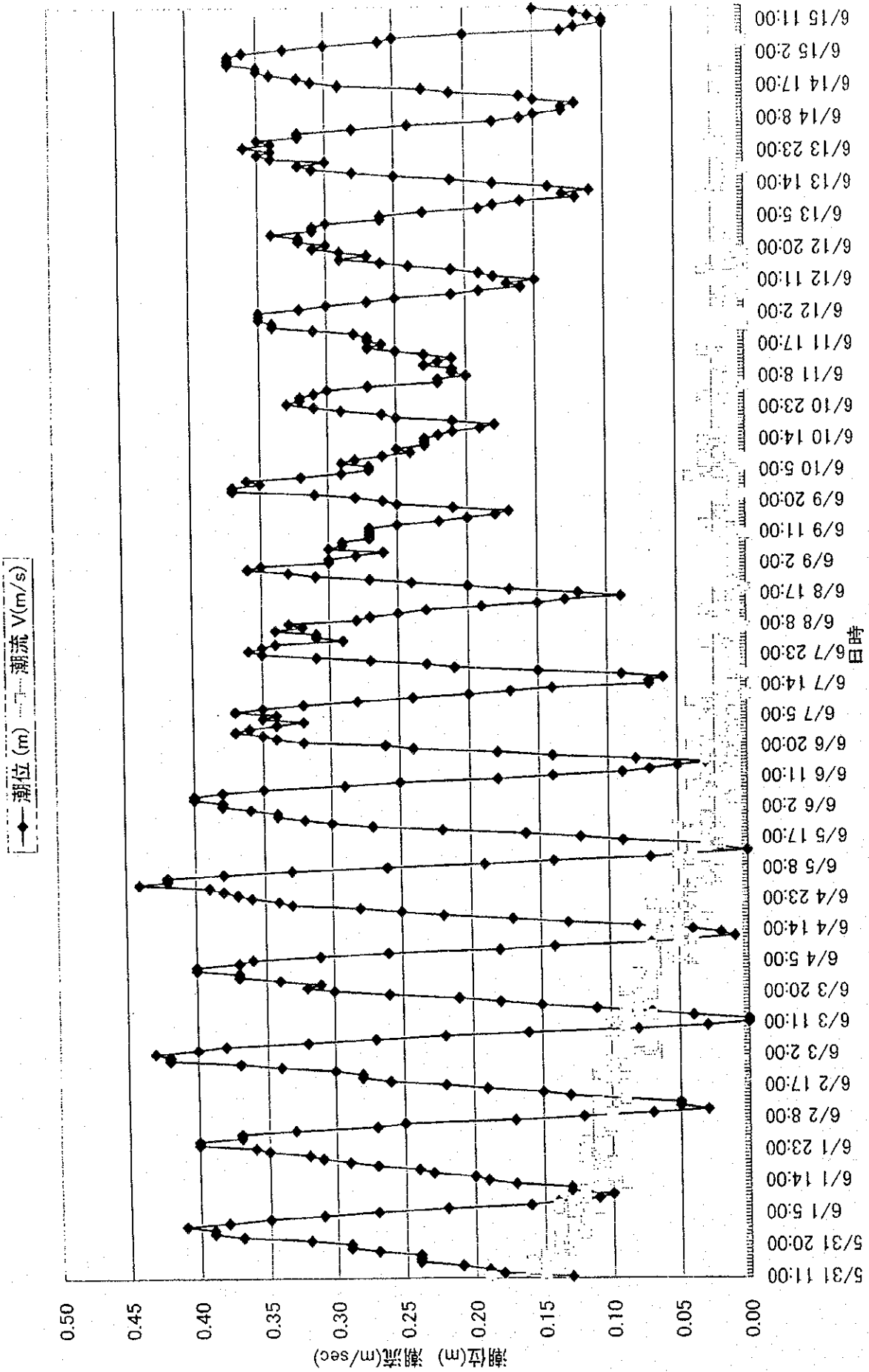


GRADATION CURVES
 TRINTOPLAN CONSULTANTS LIMITED
 TRINIDAD

底質調查結果 1-2

VII-4. 潮位・潮流図

潮位 潮流



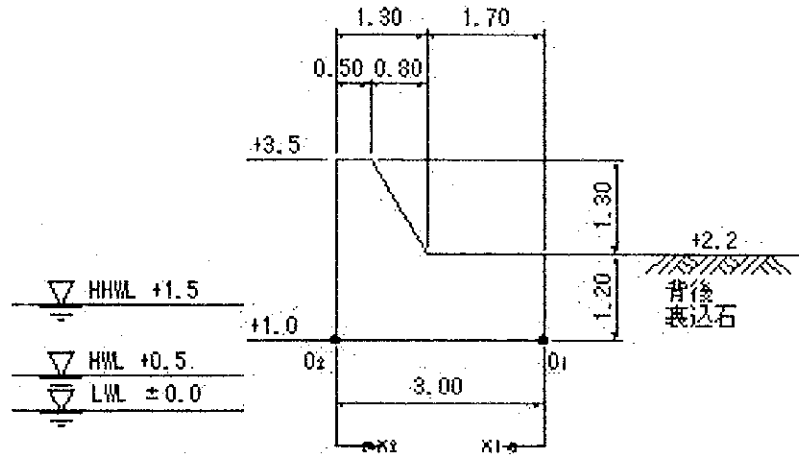
観測期間: 2000年5月31日11:00~6月15日14:00 (16日間)

VIII. 施設設計計算書

1.1 防波護岸

防波護岸安定計算

1. 一般形状・寸法



2. 外力条件

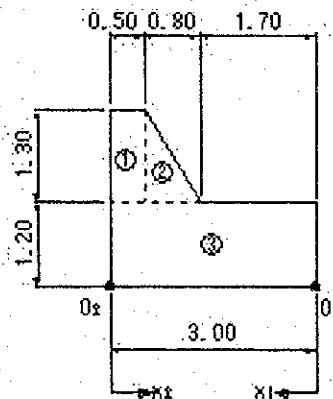
(1) 激浪時(ハリケーンの波浪に対して)

- 波力が海から陸への外力として作用 → 0点: 転倒点
- 背後裏込の受働土圧が抵抗する。

(2) 地震時

- 地震時慣性力($K_H = 0.2$)
- 地震時主働土圧と共に陸から海側に作用 → O_2 点: 転倒点

3. 仮想壁体の重量及びその抵抗モーメント



	重量 W (t/m)	作用位置 x_1 (m)	$W \cdot x_1$ (t·m/m)
①	$0.5 \times 1.3 \times 2.3 \text{ t/m}^3 = 1.495$	$1/2 \times 0.5 + 2.5 = 2.75$	4.11
②	$1/2 \times 0.8 \times 1.3 \times 2.3 = 1.196$	$2/3 \times 0.8 + 1.7 = 2.233$	2.67
③	$3.0 \times 1.2 \times 2.3 = 8.280$	$1/2 \times 3.0 = 1.50$	12.42
	$W = 10.971 \text{ t/m}$		$W \cdot x_1 = 19.20 \text{ t} \cdot \text{m/m}$

(1) 重心位置

0_1 点から : $x_{G1} = W \cdot x_1 / W = 19.20 / 10.971 = 1.750 \text{ m}$

0_2 点から : $x_{G2} = B - x_{G1} = 3.00 - 1.750 = 1.250 \text{ m}$

(2) 抵抗モーメント

0_1 点に関して : $W \cdot x_1 = 19.20 \text{ t} \cdot \text{m/m}$

0_2 点に関して : $W \cdot x_2 = 10.971 \times 1.250 = 13.71 \text{ t} \cdot \text{m/m}$

4. 波力及びその転倒モーメント

$H = 2.5 \text{ m}$

$P = 1.0 \cdot W \cdot H$

$= 1.0 \times 1.03 \times 2.5$

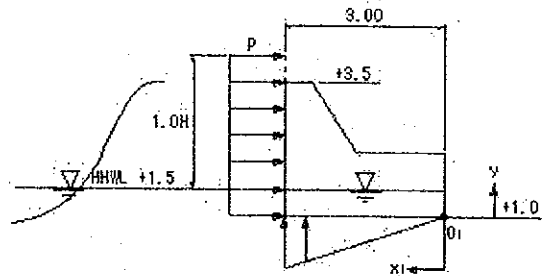
$= 2.575 \text{ t/m}^2$

作用高 $h = +3.5 \sim +1.0 = 2.50 \text{ m}$

$H_p = p \cdot h = 2.575 \times 2.50 = 6.44 \text{ t/m}$

作用モーメント

$H_p \cdot y = 6.44 \times (2.50/2) = 8.05 \text{ t} \cdot \text{m/m}$



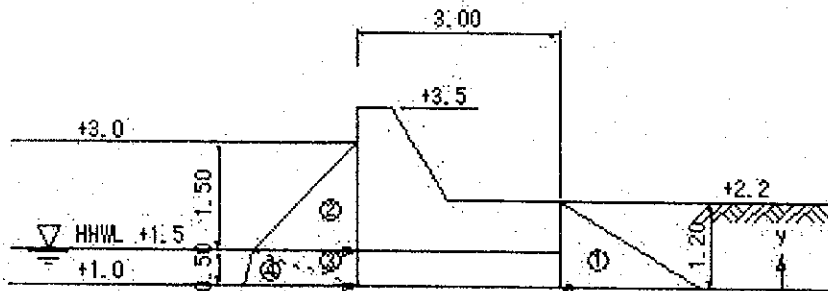
5. 浮力及び揚圧力

静水面以下の浮力と底面の揚圧力を考慮する。

揚圧力 $P_u = 1.0 \cdot w \cdot H = 2.575 \text{ t/m}^2$

	浮力・揚圧力 $W_u(\text{t/m})$	作用位置 $x_1(\text{m})$	$W_u \cdot x_1(\text{t} \cdot \text{m/m})$
浮力	$3.0 \times 0.5 \times 1.03 = 1.545$	$1/2 \times 3.0 = 1.50$	2.32
揚圧力	$1/2 \times 2.575 \times 3.00 = 3.863$	$2/3 \times 3.0 = 2.00$	7.73
	$W_u = 5.408 \text{ t/m}$		$W_u \cdot x = 10.05 \text{ t} \cdot \text{m/m}$

6. 土圧抵抗力



激浪時の土圧抵抗力は上図のとおり、背後の受働土圧と前面の捨石主働土圧の差が波力に対して抵抗するものとする。

(1) 土圧係数

- 主働土圧係数(水平分力)

捨石 $\phi 40^\circ$ 、 $\delta = 15^\circ \rightarrow K_a \cdot \cos\delta = 0.194$

- 受働土圧係数(水平分力)

裏込石 $\phi 35^\circ$ 、 $\delta = 15^\circ \rightarrow K_p \cdot \cos\delta = 6.331$

(2) 土重量

前面捨石: 空中 $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$

水中 $\gamma = 1.0 \text{ t/m}^3$

背面裏込石 = 越波により水で飽和している。 $\gamma = 1.0 \text{ t/m}^3$

(3) 土圧強度

受働土圧 $P_p = K_p \cdot \cos\theta \cdot \gamma h = 6.331 \times (1.0 \times 1.20) = 7.597 \text{ t/m}^2$

主働土圧 $P_{a1} = K_a \cdot \cos\theta \cdot \gamma h = 0.194 \times (1.8 \times 1.50) = 0.524 \text{ t/m}^2$

$P_{a2} = 0.194 \times (1.8 \times 1.50 + 1.0 \times 0.5) = 0.621 \text{ t/m}^2$

(4) 抵抗力

	Rh (t/m)	作用高 y (m)	Rh·y (t·m/m)
①	$1/2 \times 7.597 \times 1.20 = 4.56$	$1/3 \times 1.20 = 0.40$	1.82
②	(-) $1/2 \times 0.524 \times 1.50 = -0.39$	$1/3 \times 1.50 + 0.5 = 1.00$	-0.39
③	(-) $1/2 \times 0.524 \times 0.50 = -0.13$	$2/3 \times 0.5 = 0.333$	-0.04
④	(-) $1/2 \times 0.621 \times 0.50 = -0.16$	$1/3 \times 0.5 = 0.167$	-0.03
Rh = 3.88 t/m		Rh·y = 1.36 t·m/m	

7. 地震力

地震力は通常の潮位 (LWL~HWL) において想定する。したがって、水面は基礎底面 (+1.0) 以下であるため、動水圧は考慮しない。

(1) 地震時慣性力

$H_D = K_H \cdot W_D$

ここに K_H : 水平震度 ($K_H = 0.2$)

W_D : 壁体自重 ($W_D = 10.971 \text{ t/m}$)

	慣性力 H_D (t/m)	作用高 y (m)	$H_D \cdot y$ (t·m/m)
①	$1.495 \times 0.2 = 0.299$	$1/2 \times 1.3 + 1.2 = 1.85$	0.55
②	$1.196 \times 0.2 = 0.239$	$1/3 \times 1.3 + 1.2 = 1.633$	0.39
③	$8.280 \times 0.2 = 1.656$	$1/2 \times 1.2 = 0.60$	0.99
$H_D = 2.194 \text{ t/m}$		$H_D \cdot y = 1.93 \text{ t·m/m}$	

(2) 地震時土圧

背後裏込の地震時主働土圧を考慮する。

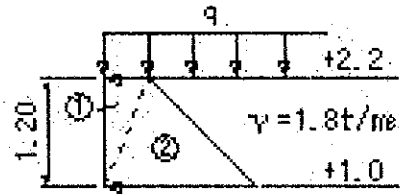
$$\phi 35^\circ, \delta = 15^\circ, K_H = 0.2 \rightarrow K'a \cdot \cos\delta = 0.366$$

地震時上載荷重

$$q = 0.50 \text{ t/m}^2$$

$$Pa_1 = 0.366 \times 0.50 = 0.183 \text{ t/m}^2$$

$$Pa_2 = 0.366 \times (0.50 + 1.8 \times 1.2) = 0.974 \text{ t/m}^2$$



	土圧水平力 P_H (t/m)	作用高 y (m)	$P_H \cdot y$ (t·m/m)
①	$1/2 \times 0.183 \times 1.2 = 0.11$	$2/3 \times 1.2 = 0.80$	0.09
②	$1/2 \times 0.974 \times 1.2 = 0.58$	$1/3 \times 1.2 = 0.40$	0.23
$P_H = 0.69 \text{ t/m}$		$P_H \cdot y = 0.32 \text{ t·m/m}$	

土圧の鉛直分力 : $P_v = P_H \cdot \tan\delta$
 $= 0.69 \times \tan 15^\circ = 0.185 \text{ t/m}$
 : $P_v \cdot x_2 = 0.185 \times 3.0 = 0.56 \text{ t/m}$

8. 外力の総括

(1) 激浪時

	鉛直方向		水平方向	
	W	$W \cdot x_1$	H	$H \cdot y$
堤体	10.971	19.20	-	-
波力	-	-	6.44	8.05
浮力・揚圧力	(-) 5.408	(-) 10.05	-	-
土圧	-	-	(-) 3.88	(-) 1.36
合計	5.563	9.15	2.56	6.69

(2) 地震時

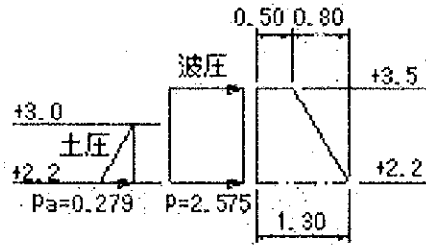
	鉛直方向		水平方向	
	W	$W \cdot x_2$	H	$H \cdot y$
堤体/慣性力	10.971	13.71	2.19	1.93
地震時土圧	0.185	0.56	0.69	0.32
合計	11.156	14.27	2.88	2.25

9. 安定計算

	激浪時	地震時
(1) 滑動	$F = \mu \cdot \frac{W}{H} = 0.6 \times \frac{5.563}{2.56}$ $= 1.30 \geq 1.2$	$F = \mu \cdot \frac{W}{H} = 0.6 \times \frac{11.156}{2.88}$ $= 2.32 \geq 1.0$
(2) 転倒	$F = \frac{W \cdot x_1}{H \cdot y} = \frac{9.15}{6.69}$ $= 1.36 \geq 1.2$	$F = \frac{W \cdot x_2}{H \cdot y} = \frac{14.27}{2.25}$ $= 6.34 \geq 1.1$
(3) 合力作用位置	$d = \frac{W \cdot x_1 - H \cdot y}{W} = \frac{9.15 - 6.69}{5.563}$ $= 0.44 \text{ m}$	$d = \frac{W \cdot x_2 - H \cdot y}{W} = \frac{14.27 - 2.25}{11.156}$ $= 1.08 \text{ m}$
(4) 荷重偏心量	$e = \frac{B}{2} - d = \frac{3.0}{2} - 0.44$ $= 1.06 \text{ m} > \frac{B}{6} = 0.50 \text{ m}$	$e = \frac{B}{2} - d = \frac{3.0}{2} - 1.08$ $= 0.42 \text{ m} \leq \frac{B}{6} = 0.50 \text{ m}$
(5) 地盤反力	<p>三角形分布</p> $P_{\max} = \frac{2W}{3 \cdot d} = \frac{2 \times 5.563}{3 \times 0.44}$ $= 8.43 \text{ t/m}^2 < 50 \text{ t/m}^2$	<p>台形分布</p> $P = \frac{W}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$ $= \frac{11.156}{3.0} \times \left(1 \pm \frac{6 \times 0.42}{3.0} \right)$ $= 6.84 \text{ t/m}^2 / 0.59 \text{ t/m}^2$ $< 50 \text{ t/m}^2$

10. パラペットの応力度照査

激浪時の波力に対して片持梁としてのパラペットの応力度を照査する。



波 圧	$p = 2.575 \text{ t/m}^2$
捨石土圧	$P_a = 0.194 \times (1.8 \times 0.8) = 0.279 \text{ t/m}^2$
曲げモーメント	
波 圧	$2.575 \times 1.3 \times 1/2 \times 1.3 = 2.18 \text{ t}\cdot\text{m/}$
土 圧	$1/2 \times 0.279 \times 1.3 \times 1/3 \times 1.3 = 0.08 \text{ t}\cdot\text{m/m}$
	<hr/> $M = 2.26 \text{ t}\cdot\text{m/m}$

+2.2m 面の無筋コンクリートとしての断面係数 (Z)

$$Z = \frac{Bh^2}{6} = \frac{100 \times 130^2}{6} = 281.666 \text{ cm}^3 < 3\text{kg/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{2.26 \times 10^5}{281.666} = 0.80 \text{ kg/cm}^2 < 3\text{kg/cm}^2$$

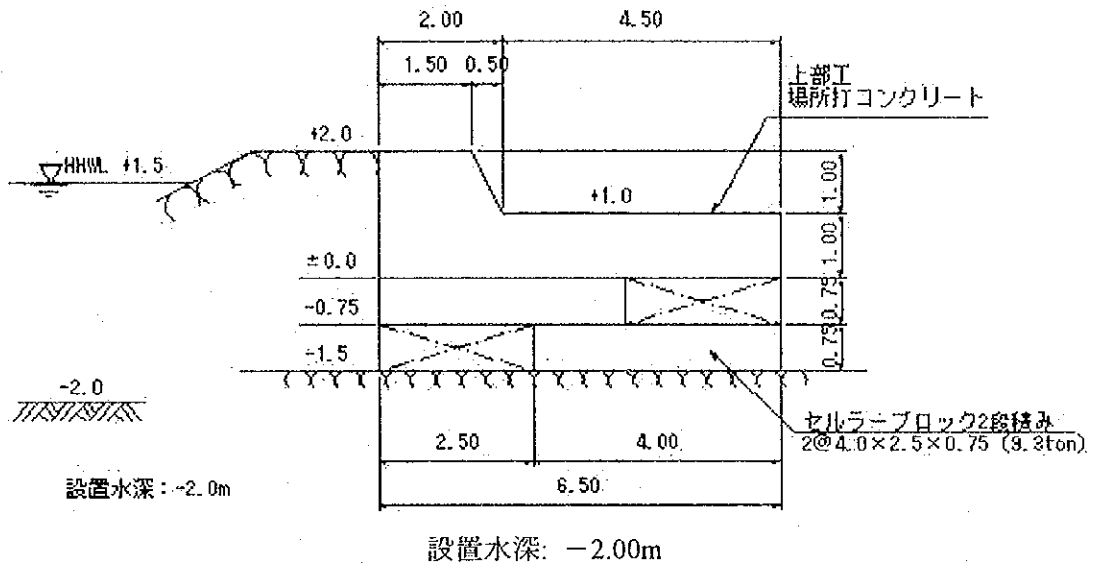
したがって、無筋コンクリートとする。

但し、ひび割れ防止鉄筋は配筋とする。

1.2 防波堤

防波堤安定計算

1. 一般形状・寸法



2. 潮位及び設計波

HHWL +1.50m: $h = +1.50 \sim -2.00 = 3.5\text{m}$

HWL +0.50m

LWL ±0.00m

沖波 (ハリケーン時) SW 波

$$H_o = 7.4\text{m}, T = 10.2\text{s}, L_o = 1.56T^2 = 162.3\text{m}$$

換算沖波 (-2.0m: $h = 3.5\text{m}$)

$$K_r \cdot K_d = 0.65$$

$$H_o' = K_r \cdot K_d \cdot H_o$$

$$= 0.65 \times 7.4\text{m} = 4.8\text{m}$$

水深による波高変化

$$\text{相対水深 } h/H_o' = 3.5\text{m}/4.8\text{m} = 0.73$$

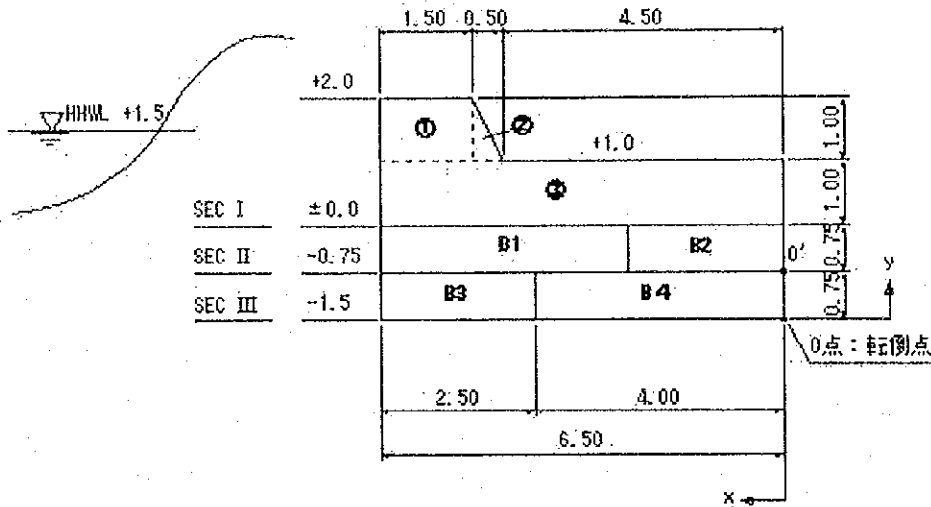
$$\text{波形勾配 } H_o'/L_o = 4.8/162.3 = 0.030$$

$$\text{海底勾配 } -3.0 \sim -2.0: j = 1/50$$

漁港の技術指針 (1999年版) の図 2-3-14 (e)より $\rightarrow H/H_o' = 0.52$ (碎波)

$$\therefore H = 0.52 \times 4.8\text{m} = 2.5\text{m}$$

3. 仮想堤の重量及びその抵抗モーメント



防波堤直立部を上図のとおり区分し、

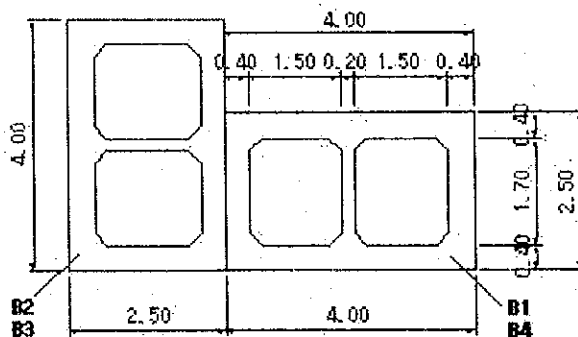
- SEC I ±0.0 : 上部コンクリートとセルラーブロックとの「滑動」をチェック
摩擦係数 $\mu = 0.6$ (コンクリートと中詰石)
- SEC II -0.75 : 上段と下段のセルラーブロックとの「滑動」をチェック
摩擦係数 $\mu = 0.7$ (セルラーブロック同士)
但し、上部工と $B_1 \cdot B_2$ が一体として抵抗するためには、上部工+ B_1 の安全率が $F \geq 1.0$ でなければならない。
- SEC III -1.5 : 堤体全体と基礎捨石との「滑動」と B_3 を除く堤体の「転倒」に対する安全率をチェックする。

上記の項目を検討する。

(1) 上部工

	重量 W (t/m)	作用位置 x (m)	$W \cdot x$ (t·m/m)
①	$1.5 \times 1.0 \times 2.3 \text{ t/m}^3 = 3.450$	$1/2 \times 1.5 + 5.0 = 5.750$	19.84
②	$1/2 \times 0.5 \times 1.0 \times 2.3 = 0.575$	$2/3 \times 0.5 + 4.5 = 4.833$	2.78
③	$6.5 \times 1.0 \times 2.3 = 14.950$	$1/2 \times 6.5 = 3.250$	48.59
$W = 18.975 \text{ t/m}$		$W \cdot x = 71.21 \text{ t} \cdot \text{m/m}$	

(2) セルラーブロック及び中詰石



セルラーブロックは左図のとおり B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 同じものを長手と短手に使い分けて配置する。

1) 平断面積

$$\begin{array}{rcl}
 4.0 \times 2.5 & = & 10.00 \\
 (-) 1.5 \times 1.7 \times 2 & = & (-) 5.10 \\
 1/2 \times 0.2 \times 0.2 \times 4 \times 2 & = & 0.16 \\
 \hline
 \text{Ac} & = & 5.06 \text{ m}^2
 \end{array}$$

2) 1 函当りのコンクリート体積 (高さ h = 0.75 m)

$$V_c = 5.06 \times 0.75 = 3.795 \text{ m}^3$$

1 函当り重量

$$W_c = 3.795 \times 2.45 \text{ t/m}^3 = 9.30 \text{ ton/函}$$

3) 中詰重量 (Ws): 水で飽和した重量

$$\begin{aligned}
 \text{中詰空断面積 } A_v &= 4.0 \times 2.5 - A_c \\
 &= 10.00 - 5.06 = 4.94 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$W_s = 4.94 \times 0.75 \times 2.0 \text{ t/m}^3 = 7.41 \text{ ton/函}$$

4) 法線延長 1m 当りの重量及び抵抗モーメント

$$W = 9.30 + 7.41 = 16.71 \text{ ton/函}$$

	m 当り重量 t	x	W·x (t·m/m)
ブロック B ₁	W = 16.71t/2.5m = 6.684	1/2 × 4.0 + 2.5 = 4.50	30.08
ブロック B ₂	W = 16.71t/4.0m = 4.178	1/2 × 2.5 = 1.25	5.22
ブロック B ₃	W = 16.71t/4.0m = 4.178	1/2 × 2.5 + 4.0 = 5.25	21.93
ブロック B ₄	W = 16.71t/2.5m = 6.684	1/2 × 4.0 = 2.00	13.37

(3) 堤体重量及び抵抗モーメントのまとめ

1) SEC I: ±0.0

	W (t/m)	W·x (t·m/m)
上部工	18.975	71.21

2) SEC II: -0.75

	W (t/m)	W·x (t·m/m)
上部工	18.975	71.21*
B ₁	6.684	30.08
(小計)	(25.659)	-
B ₂	4.178	5.22*
合計	29.837	76.43*

0点に関して考慮しない

3) SEC III: -1.5

	W (t/m)	W·x (t·m/m)
上部工	18.975	71.21
B ₁	6.684	30.08
B ₂	4.178	5.22
B ₄	6.684	13.37
(小計)	(36.521)	(119.88)
B ₃	4.178	21.93
合計	40.699	141.81

4. 波力及びその転倒モーメント

十分な捨石被覆石で被われた消波工とみなす。波圧は次式を用いる。

$$P = 1.0 \cdot W \cdot H \cdot \cos\beta \quad (\beta < 45^\circ)$$

$$P = 0.7 \cdot W \quad (\beta \geq 45^\circ)$$

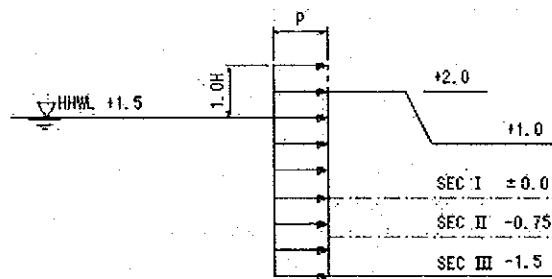
ここで、 $\beta = \beta_0 \pm 15^\circ = 0^\circ$

$$\therefore P = 1.0 \cdot W \cdot H$$

$$H = 2.5 \text{ m}$$

$$P = 1.0 \times 1.03 \times 2.5$$

$$= 2.575 \text{ t/m}^2$$



1) SEC I

作用高	h	= +2.0 ~ ±0	= 2.0 m
波力	H _p = p·h	= 2.575 × 2.0	= 5.15 t/m
作用モーメント	H _p ·y	= 5.15 × (2.0/2)	= 5.15 t·m/m

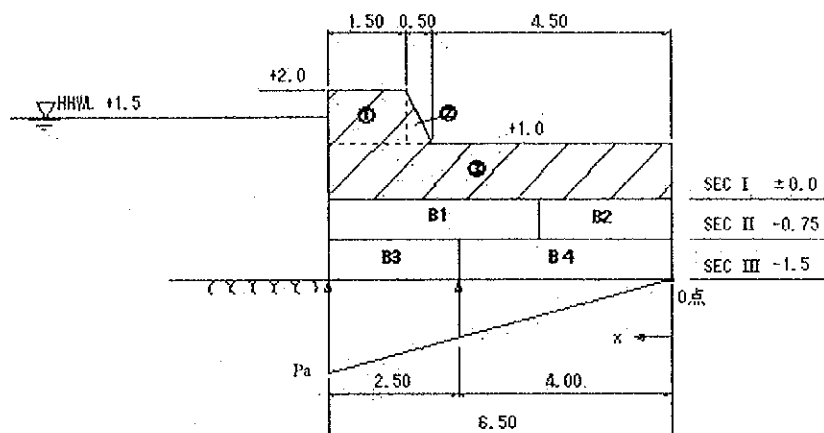
2) SEC II

作用高	h	= +2.0 ~ -0.75	= 2.75 m
波力	H _p = p·h	= 2.575 × 2.75	= 7.08 t/m
作用モーメント	H _p ·y	= 7.08 × (2.75/2)	= 9.74 t·m/m

3) SEC III

作用高	h	= +2.0 ~ -1.50	= 3.50 m
波力	H _p = p·h	= 2.575 × 3.50	= 9.01 t/m
作用モーメント	H _p ·y	= 9.01 × (3.50/2)	= 15.77 t·m/m

5. 浮力、揚圧力及びその負のモーメント



(1) 上部工に作用する浮力 (SEC I)

越波するので全浮力を考慮する。

	浮力 W_u (t/m)	作用位置 x (m)	$W_u \cdot x$ (t·m/m)
①	$1.5 \times 1.0 \times 1.03 \text{ t/m}^3 = 1.545$	5.750	8.88
②	$1/2 \times 0.5 \times 1.0 \times 1.03 = 0.258$	4.833	1.25
③	$6.5 \times 1.0 \times 1.03 = 6.695$	3.250	21.76
	$W_u = 8.498$ (t/m)		$W_u \cdot x = 31.89$ (t·m/m)

(2) SEC II に作用する浮力

B_1 の浮力 $4.0 \times 0.75 \times 1.03 = 3.090$ t/m

B_2 の浮力 $2.5 \times 0.75 \times 1.03 = 1.931$ t/m

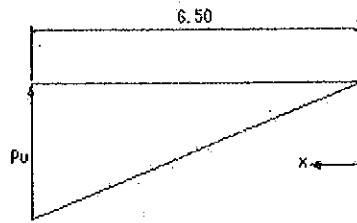
	W_u	x	$W_u \cdot x$
上部工	8.498	-	31.89*
B_1	3.090	$1/2 \times 4.0 + 2.5 = 4.50$	13.91
(小計)	(11.588)		-
B_2	1.931	$1/2 \times 2.5 = 1.25$	2.41*
合計	13.519		34.30*

0'点に関して考慮しない

(3) SEC III に作用する浮力

	W_u	x	$W_u \cdot x$
上部工	8.498	-	31.89
B_1	3.090	-	13.91
B_2	1.931	-	2.41
B_4	3.090	$1/2 \times 4.0 = 2.00$	6.18
(小計)	(16.609)		(54.39)
B_3	1.931	$1/2 \times 2.5 + 4.0 = 5.25$	10.14
合計	18.54		64.53

(4) SEC III に作用する揚圧力



$$\begin{aligned} P_u &= 1.0 \cdot w \cdot H = 1.0 \times 1.03 \times 2.5 \text{ m} = 2.575 \text{ t/m}^2 \\ P_{up} &= 1/2 \times 2.575 \times 6.50 = 8.369 \text{ t/m} \\ P_{up} \cdot x &= 8.369 \times (2/3 \times 6.50) = 36.27 \text{ t} \cdot \text{m/m} \end{aligned}$$

6. 外力の総括

(1) SEC I

	鉛直方向		水平方向	
	W	W・x	H	H・y
堤 体	18.975	71.21	-	-
浮 力	-8.498	-31.89	-	-
波 力	-	-	5.15	5.15
合 計	10.477	39.32	5.15	5.15

(2) SEC II

	鉛直方向		水平方向	
	W	W・x	H	H・y
堤 体	29.837 (25.659)	76.43	-	-
浮 力	-13.519 (-11.588)	-34.30	-	-
波 力	-	-	7.08	9.74
合 計	16.318 (14.071)	42.13	7.08	9.74

(3) SEC III

	鉛直方向		水平方向	
	W	W・x	H	H・y
堤 体	40.699 (36.521)	141.81 (119.88)	-	-
浮 力	-18.540 (-16.609)	-64.53 (-54.39)	-	-
揚圧力	-8.369	-36.27	-	-
波 力	-	-	9.01	15.77
合 計	13.790 (11.543)	41.01 (29.22)	9.01	15.77

()内は B₃ を考慮しない場合。

7. 安定計算

(1) 滑動に対する安全率

$$F_s = \mu \frac{W}{H}$$

1) SEC I (上部工に対して)

$$F_s = 0.6 \times \frac{10.477}{5.15} = 1.22 > 1.2 \quad \text{OK}$$

2) SEC II (上段ブロックと下段ブロック)

背後のブロック B_2 の重量を考慮しない場合

$$F_s = 0.7 \times \frac{25.659}{7.08} = 2.53 > 1.0 \quad \text{OK}$$

したがって、 B_1 と B_2 を一体と見なすことができる。

3) SEC III(基礎捨石面)

$$F_s = 0.7 \times \frac{13.79}{9.01} = 1.07 < 1.2$$

ここにセルラーブロックと捨石の摩擦係数 $\mu = 0.7$ を便宜上用いたが、中詰石とコンクリート部分とにかかる底面反力に応じ、 $\mu = 0.8$ と 0.6 に分けて再照査する。

(2) 転倒に対して

底面において、 B_3 を考慮しない場合

$$F_t = \frac{W \cdot x}{H \cdot y} = \frac{29.22}{15.77} = 1.85 > 1.2 \quad \text{OK}$$

(3) 地盤反力

B_3 を考慮し、全体で考える。

$W = 13.79 \text{ t}$ 、 $W \cdot x = 41.01 \text{ t} \cdot \text{m}$

合力作用位置

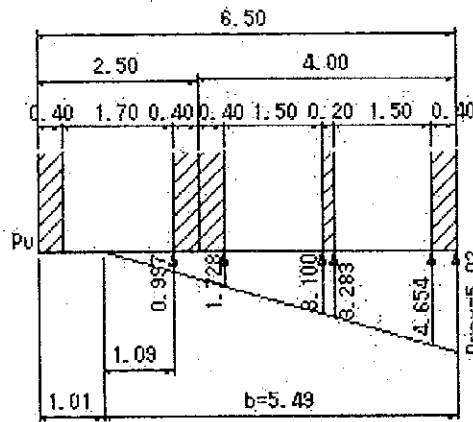
$$d = \frac{W \cdot x - H \cdot y}{w} = \frac{41.01 - 15.77}{13.79} = 1.83 \text{ m}$$

偏心量

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{6.50}{2} - 1.83 = 1.42 \text{ m} > \frac{B}{6} = 1.08 \text{ m}$$

三角形分布となる。荷重分布幅 $b = 3d = 3 \times 1.83 = 5.49 \text{ m}$

$$P_{\max} = \frac{2W}{3d} = \frac{2 \times 13.79}{3 \times 1.83} = 5.02 \text{ t/m}^2$$



(4) 底面滑動の再照査 (SEC III)

コンクリートにかかる底面反力

$$1/2 \times (5.02 + 4.654) \times 0.40 = 1.935$$

$$1/2 \times (3.283 + 3.100) \times 0.20 = 0.638$$

$$1/2 \times (1.728 + 0.997) \times 0.80 = 1.090$$

$$V_c = 3.663 \text{ t/m} \quad \text{コンクリートと捨石 } \mu = 0.6$$

中詰にかかる底面反力

$$1/2 \times (4.654 + 3.283) \times 1.50 = 5.953$$

$$1/2 \times (3.100 + 1.728) \times 1.50 = 3.621$$

$$1/2 \times 0.997 \times 1.09 = 0.543$$

$$V_s = 10.117 \text{ t/m} \quad \text{中詰石と捨石 } \mu = 0.8$$

$$\begin{aligned} \text{摩擦抵抗 } R &= 0.6 \times 3.663 + 0.8 \times 10.117 \\ &= 2.198 + 8.094 = 10.292 \text{ t/m} \end{aligned}$$

滑動安全率

$$F_s = \frac{R}{H} = \frac{10.292}{9.01} = 1.14 < 1.2$$

所定の $F_s \geq 1.2$ を確保するため、底面に「摩擦増大マット」を設置する。

$$\mu = 0.8$$

$$F_s = 0.8 \times \frac{13.79}{9.01} = 1.22 \leq 1.2 \quad \text{OK}$$

8. 被覆石の安定重量

捨石斜面上の被覆石の安定所要重量は次式ハドソン公式より求める。

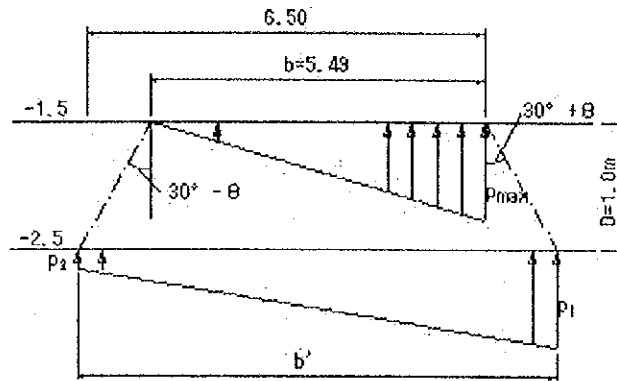
$$W = \frac{\gamma_r \cdot w^3 H^3}{K_D \cdot \cot \alpha \cdot (\gamma_r - w)^3}$$

ここに W : 被覆石の最小重量 (ton)
 γ_r : 捨石 (被覆石) の空中単位体積重量 ($\gamma_r = 2.65 \text{ t/m}^3$)
 w : 海水の単位体積重量 ($w = 1.03 \text{ t/m}^3$)
 α : 斜面が水平となす角度 ($\cot \alpha = 2$)
 H : 設計波高 ($H = 2.5\text{m}$)
 K_D : 米国陸軍海岸工学研究センター (C.E.R.C) の捨石 K_D 値
「角張った2層/乱積」砕波 $K_D = 2.0$

$$W = \frac{2.65 \times (1.03 \times 2.5)^3}{2.0 \times 2 \times (2.65 - 1.03)^3} = 2.66\text{ton}$$

したがって、 $W = 2.7 \text{ ton}$ 以上の被覆石とする。

9. 地盤支持力の検討



- 捨石下面の地盤 (-2.5m 面)

$N=15^\circ$ 、砂地盤、 $\phi=30^\circ \rightarrow$ 支持力係数 $N_\gamma=7$ 、 $N_q=9$

- 荷重分散幅 (b')

$$b' = b + D \cdot \{\tan(30^\circ + \theta) + \tan(30^\circ - \theta)\}$$

ここに θ : 荷重傾斜角 $\tan\theta = H/W = \frac{9.01}{13.79} = 0.653$

$\theta = 33.16^\circ$ 、 $30^\circ + \theta = 66.16^\circ$ 、 $30^\circ - \theta = -3.16^\circ$

$$\begin{aligned} b' &= 5.49 + 1.0 \times \{\tan(66.16^\circ) + \tan(-3.16^\circ)\} \\ &= 5.49 + 1.0 \times 2.21 \\ &= 7.70 \text{ m} \end{aligned}$$

- 捨石下面の地盤反力 (P_1 、 P_2)

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{b}{b'} \cdot P_{\max} + \gamma \cdot D = \frac{5.49}{7.70} \times 5.02 \text{ t/m}^2 + 1.0 \times 1.0 \\ &= 4.58 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

- 地盤の許容支持力

$$q_a = \frac{1}{F} (\beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + \gamma_2 \cdot D \cdot N_q) + \gamma_2 \cdot D$$

ここに F : 安全率 2.5 以上

β : 形状係数 (帯状 $\beta = 0.5$)

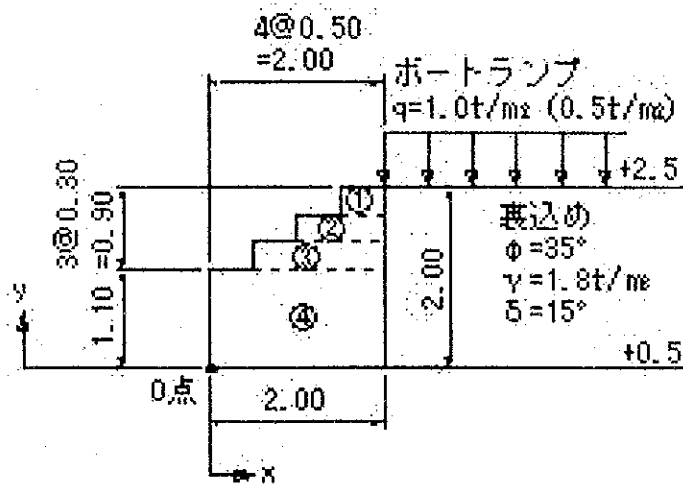
$$\begin{aligned} q_2 &= \frac{1}{2.5} \times (0.5 \times 1.0 \times 7.70 \times 7 + 1.0 \times 1.0 \times 9) + 1.0 \times 1.0 \\ &= 15.38 \text{ t/m}^2 > P_1 = 4.58 \text{ t/m}^2 \quad \text{OK} \end{aligned}$$

したがって、十分な支持力がある。

1.3 東護岸安定

東護岸安定計算

1. 一般形状・寸法



2. 仮想壁体の重量及びその抵抗モーメント

上図のとおり区分し、壁体重量と0点まわりの抵抗モーメントを求める。

	重量 W (t/m)	作用位置 x (m)	$W \cdot x$ (t·m/m)
①	$0.50 \times 0.30 \times 2.3 \text{ t/m}^3 = 0.345$	$1/2 \times 0.50 + 1.50 = 1.75$	0.60
②	$1.00 \times 0.30 \times 2.3 = 0.690$	$1/2 \times 1.00 + 1.00 = 1.50$	1.04
③	$1.50 \times 0.30 \times 2.3 = 1.035$	$1/2 \times 1.50 + 0.50 = 1.25$	1.29
④	$2.00 \times 1.10 \times 2.3 = 5.060$	$1/2 \times 2.00 = 1.00$	5.06
$W = 7.13 \text{ t/m}$		$W \cdot x = 7.99 \text{ t} \cdot \text{m/m}$	

3. 地震時慣性力

水平震度 $K_H = 0.2$

	$H_D = W_D \cdot K_H$ (t/m)	作用高 y (m)	$H_D \cdot y$ (t·m/m)
①	$0.345 \times 0.2 = 0.069$	$1/2 \times 0.30 + 1.70 = 1.85$	0.13
②	$0.690 \times 0.2 = 0.138$	$1/2 \times 0.30 + 1.40 = 1.55$	0.21
③	$1.035 \times 0.2 = 0.207$	$1/2 \times 0.30 + 1.10 = 1.25$	0.26
④	$5.060 \times 0.2 = 1.012$	$1/2 \times 1.10 = 0.55$	0.56
$H_D = 1.426 \text{ t/m}$		$H_D \cdot y = 1.16 \text{ t} \cdot \text{m/m}$	

4. 水圧の水平分力及びその作用モーメント

裏込 $\phi = 35^\circ$ 、 $\delta = 15^\circ$ 、 $K_H = 0.20$

主働土圧係数 (常時) : $K_a \cdot \cos \delta = 0.239$

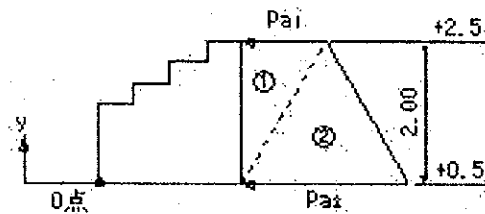
(地震時) : $K_a' \cdot \cos \delta = 0.366$

(1) 土圧強度

	yh	$\Sigma(q+yh)$	
		常時	地震時
+2.5m	-	1.00	0.50
+0.5m	$1.8 \times 2.00 = 3.60$	4.60	4.10

$$Pa = Ka \cdot \cos\delta \cdot \Sigma(q+yh)$$

	常時の土圧強度 (t/m ²)	地震時の土圧強度 (t/m ²)
+2.5m	$Pa_1 = 0.239 \times 1.00 = 0.239$	$Pa_1 = 0.366 \times 0.50 = 0.183$
+0.5m	$Pa_2 = 0.239 \times 4.60 = 1.099$	$Pa_2 = 0.366 \times 4.10 = 1.501$



(2) 常時土圧及びその作用モーメント

	水平分力 P_H (t/m)	作用高 y (m)	$P_H \cdot y$ (t·m/m)
①	$1/2 \times 0.239 \times 2.00 = 0.239$	$2/3 \times 2.00 = 1.333$	0.32
②	$1/2 \times 1.099 \times 2.00 = 1.099$	$1/3 \times 2.00 = 0.667$	0.73
$P_H = 1.338$ t/m		$P_H \cdot y = 1.05$ t·m/m	

(3) 地震時土圧及びその作用モーメント

	水平分力 P_H (t/m)	作用高 y (m)	$P_H \cdot y$ (t·m/m)
①	$1/2 \times 0.183 \times 2.00 = 0.183$	$2/3 \times 2.00 = 1.333$	0.24
②	$1/2 \times 1.501 \times 2.00 = 1.501$	$1/3 \times 2.00 = 0.667$	1.00
$P_H = 1.684$ t/m		$P_H \cdot y = 1.24$ t·m/m	

5. 土圧の鉛直分力

$$P_v = P_H \cdot \tan\delta, \quad \tan\delta = \tan 15^\circ = 0.268$$

(1) 常時

$$P_v = 1.338 \times 0.268 = 0.358 \text{ t/m} = 0.36 \text{ t/m}$$

$$P_v \cdot x = 0.358 \times 2.0 = 0.72 \text{ t·m/m}$$

(2) 地震時

$$P_v = 1.684 \times 0.268 = 0.451 \text{ t/m} = 0.45 \text{ t/m}$$

$$P_v \cdot x = 0.451 \times 2.0 = 0.90 \text{ t·m/m}$$

6. 外力の総括

(1) 常時

	鉛直方向		水平方向	
	W	W·x	H	H·y
壁体	7.13	7.99	-	-
土圧	0.36	0.72	1.338	1.05
合計	7.49	8.71	1.338	1.05

(2) 地震時

	鉛直方向		水平方向	
	W	W·x	H	H·y
壁体/慣習力	7.13	7.99	1.426	1.16
土圧	0.45	0.90	1.684	1.24
合計	7.58	8.89	3.11	2.40

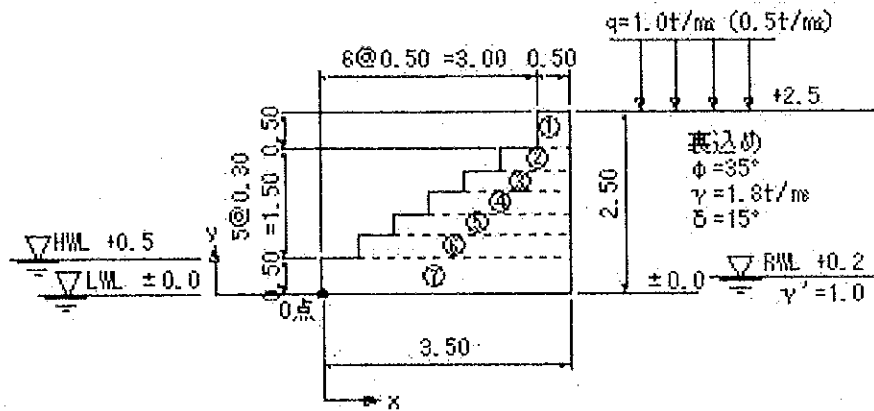
7. 安定計算

	常時	地震時
(1) 滑動	$F = \mu \cdot \frac{W}{H} = 0.6 \times \frac{7.49}{1.338}$ $= 3.35 \geq 1.2$	$F = \mu \cdot \frac{W}{H} = 0.6 \times \frac{7.58}{3.11}$ $= 1.46 \geq 1.0$
(2) 転倒	$F = \frac{W \cdot x}{H \cdot y} = \frac{8.71}{1.05}$ $= 8.29 \geq 1.2$	$F = \frac{W \cdot x}{H \cdot y} = \frac{8.89}{2.40}$ $= 3.70 \geq 1.1$
(3) 合力作用位置	$d = \frac{W \cdot x - H \cdot y}{W} = \frac{8.71 - 1.05}{7.49}$ $= 1.02 \text{ m}$	$d = \frac{W \cdot x - H \cdot y}{W} = \frac{8.89 - 2.40}{7.58}$ $= 0.86 \text{ m}$
(4) 荷重偏心量	$e = \frac{B}{2} - d = \frac{2.0}{2} - 1.02$ $= 0.02 \text{ m} > \frac{B}{6} = 0.33 \text{ m}$	$e = \frac{B}{2} - d = \frac{2.0}{2} - 0.86$ $= 0.14 \text{ m} < \frac{B}{6}$
(5) 地盤反力	台形分布 $P = \frac{W}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$ $= \frac{7.46}{2.0} \times \left(1 \pm \frac{6 \times 0.02}{2.0} \right)$ $= 3.97 \text{ t/m}^2 / 3.52 \text{ t/m}^2$	台形分布 $P = \frac{W}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$ $= \frac{7.58}{2.0} \times \left(1 \pm \frac{6 \times 0.14}{2.0} \right)$ $= 5.38 \text{ t/m}^2 / 2.20 \text{ t/m}^2$

1.4 西護岸

西護岸安定計算

1. 一般形状・寸法



2. 仮想壁体の重量及びその抵抗モーメント

上図のとおり区分し、壁体重量と0点まわりの抵抗モーメントを求める。

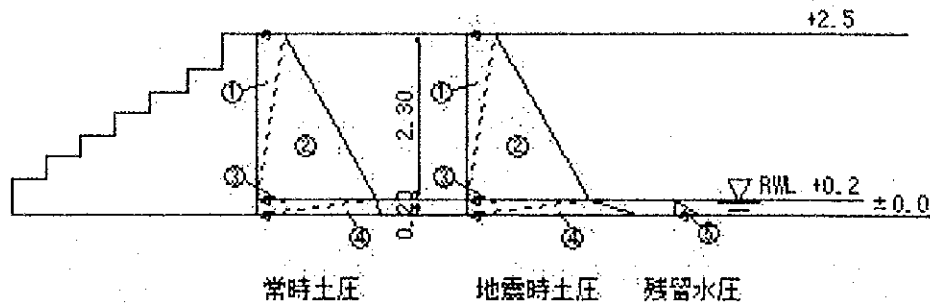
	重量 W (t/m)	作用位置 x (m)	$W \cdot x$ (t·m/m)
①	$0.50 \times 0.50 \times 2.3 \text{ t/m}^3 = 0.575$	$1/2 \times 0.50 + 3.00 = 3.25$	1.87
②	$1.00 \times 0.30 \times 2.3 = 0.690$	$1/2 \times 1.00 + 2.50 = 3.00$	2.07
③	$1.50 \times 0.30 \times 2.3 = 1.035$	$1/2 \times 1.50 + 2.00 = 2.75$	2.85
④	$2.00 \times 0.30 \times 2.3 = 1.380$	$1/2 \times 2.00 + 1.50 = 2.50$	3.45
⑤	$2.50 \times 0.30 \times 2.3 = 1.725$	$1/2 \times 2.50 + 1.00 = 2.25$	3.88
⑥	$3.00 \times 0.30 \times 2.3 = 2.070$	$1/2 \times 3.00 + 0.50 = 2.00$	4.14
⑦	$3.50 \times 0.50 \times 2.3 = 4.025$	$1/2 \times 3.50 = 1.75$	7.04
$W = 11.50 \text{ t/m}$		$W \cdot x = 25.30 \text{ t} \cdot \text{m/m}$	

3. 地震時慣性力

水平震度 $K_H = 0.2$

	$H_D = W_D \cdot K_H$ (t/m)	作用高 y (m)	$H_D \cdot y$ (t·m/m)
①	$0.575 \times 0.2 = 0.115$	$1/2 \times 0.50 + 2.00 = 2.25$	0.26
②	$0.690 \times 0.2 = 0.138$	$1/2 \times 0.30 + 1.70 = 1.85$	0.26
③	$1.035 \times 0.2 = 0.207$	$1/2 \times 0.30 + 1.40 = 1.55$	0.32
④	$1.380 \times 0.2 = 0.276$	$1/2 \times 0.30 + 1.10 = 1.25$	0.35
⑤	$1.725 \times 0.2 = 0.345$	$1/2 \times 0.30 + 0.80 = 0.95$	0.33
⑥	$2.070 \times 0.2 = 0.414$	$1/2 \times 0.30 + 0.50 = 0.65$	0.27
⑦	$4.025 \times 0.2 = 0.805$	$1/2 \times 0.50 = 0.25$	0.20
$H_D = 2.30 \text{ t/m}$		$H_D \cdot y = 1.99 \text{ t} \cdot \text{m/m}$	

4. 水圧の水平分力及びその作用モーメント



裏込 $\phi = 35^\circ$ 、 $\delta = 15^\circ$ 、 $K_H = 0.20$

$$\text{見掛けの水中震度 } K_H' = \frac{r_b}{r_b - 1} \cdot K_H = \frac{2.0}{2.0 - 1} \times 0.20 = 0.40$$

主働土圧係数

(常時) : $K_a \cdot \cos\delta = 0.239$
 (地震時) 残留水位上 : $K_a' \cdot \cos\delta = 0.366$ ($K_H = 0.20$)
 残留水位下 : $K_a' \cdot \cos\delta = 0.572$ ($K_H = 0.40$)

(1) 土圧強度

	γh	$\Sigma \gamma h$	$\Sigma(\gamma h + q)$	
			常時	地震時
+2.5m	-	-	1.00	0.50
+0.2m	$1.8 \times 2.30 = 4.14$	4.14	5.14	4.64
±0.0m	$1.0 \times 0.20 = 0.20$	4.34	5.34	4.84

	常時 $P_a = K_a \cdot \cos\delta \Sigma(rh+q)$	地震時 $P_a = K_a' \cdot \cos\delta \Sigma(rh+q)$
+2.5m	$P_{a1} = 0.239 \times 1.00 = 0.239$	$P_{a1} = 0.366 \times 0.50 = 0.183$
+0.2m	$P_{a2} = 0.239 \times 5.14 = 1.228$	$P_{a2} = 0.366 \times 4.64 = 1.698$
±0.0m	$P_{a3} = 0.239 \times 5.34 = 1.276$	$P_{a3} = 0.572 \times 4.84 = 2.768$

(2) 常時土圧及びその作用モーメント

	水平分力 P_H (t/m)	作用高 y (m)	$P_H \cdot y$ (t·m/m)
①	$1/2 \times 0.239 \times 2.30 = 0.275$	$2/3 \times 2.30 + 0.20 = 1.733$	0.48
②	$1/2 \times 1.228 \times 2.30 = 1.412$	$1/3 \times 2.30 + 0.20 = 0.967$	1.37
③	$1/2 \times 1.228 \times 0.20 = 0.123$	$2/3 \times 0.20 = 0.133$	0.02
④	$1/2 \times 1.276 \times 0.20 = 0.128$	$1/3 \times 0.20 = 0.067$	0.01
$P_H = 1.938$ t/m		$P_H \cdot y = 1.88$ t·m/m	

(3) 地震時土圧及びその作用モーメント

	水平分力 P_H (t/m)	作用高 y (m)	$P_H \cdot y$ (t·m/m)
①	$1/2 \times 0.183 \times 2.30 = 0.210$	$2/3 \times 2.30 + 0.20 = 1.733$	0.36
②	$1/2 \times 1.698 \times 2.30 = 1.953$	$1/3 \times 2.30 + 0.20 = 0.967$	1.89
③	$1/2 \times 1.698 \times 0.20 = 0.170$	$2/3 \times 0.20 = 0.133$	0.02
④	$1/2 \times 2.768 \times 0.20 = 0.277$	$1/3 \times 0.20 = 0.067$	0.02
	$P_H = 2.610$ t/m		$W_D \cdot y = 2.29$ t·m/m

(4) 残留水圧

$$P_w = 1.03 \text{ t/m}^3 \times 0.2 \text{ m} = 0.206 \text{ t/m}^2$$

$$P = 1/2 \times 0.206 \times 0.2 = 0.021 \text{ t/m}$$

$$P \cdot y = 0.021 \times (1/3 \times 0.20) = 0.00 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

5. 土圧の鉛直分力

$$P_v = P_H \cdot \tan \delta, \quad \tan \delta = \tan 15^\circ = 0.268$$

(1) 常時

$$P_v = 1.938 \times 0.268 = 0.519 = 0.52 \text{ t/m}$$

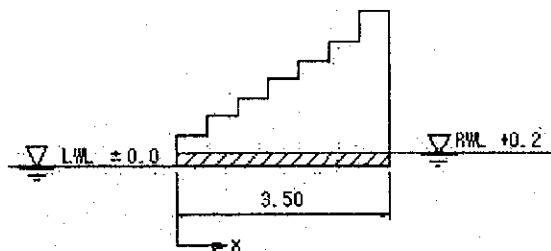
$$P_v \cdot x = 0.519 \times 3.50 = 1.82 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

(2) 地震時

$$P_v = 2.610 \times 0.268 = 0.699 = 0.70 \text{ t/m}$$

$$P_v \cdot x = 0.699 \times 3.50 = 2.45 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

6. 浮力



$$W_u = 0.20 \times 3.50 \times 1.03 \text{ t/m}^3 = 0.72 \text{ t/m}$$

$$W_u \cdot x = 0.72 \times (1/2 \times 3.50) = 1.26 \text{ t} \cdot \text{m/m}$$

7. 外力の総括

(1) 常時

	鉛直方向		水平方向	
	W	W·x	H	H·y
堤体	11.50	25.30	-	-
土圧	0.52	1.82	1.938	1.88
水力	-	-	0.021	0.00
浮力	-0.72	-1.26	-	-
合計	11.30	25.86	1.959	1.88

(2) 地震時

	鉛直方向		水平方向	
	W	W·x	H	H·y
壁体/慣性力	11.50	25.30	2.30	1.99
土圧	0.70	2.45	2.61	2.29
水圧	-	-	0.021	0.00
波力	-0.72	-1.26	-	-
合計	11.48	26.49	4.931	4.28

8. 安定計算

	常時	地震時
(1) 滑動	$F = \mu \cdot \frac{W}{H} = 0.6 \times \frac{11.30}{1.959}$ $= 3.46 \geq 1.2$	$F = \mu \cdot \frac{W}{H} = 0.6 \times \frac{11.48}{4.931}$ $= 1.39 \geq 1.0$
(2) 転倒	$F = \frac{W \cdot x}{H \cdot y} = \frac{25.86}{1.88}$ $= 1.37 \geq 1.2$	$F = \frac{W \cdot x}{H \cdot y} = \frac{26.49}{4.28}$ $= 6.18 \geq 1.1$
(3) 合力作用位置	$d = \frac{W \cdot x - H \cdot y}{W} = \frac{25.86 - 1.88}{11.30}$ $= 2.12 \text{ m}$	$d = \frac{W \cdot x - H \cdot y}{W} = \frac{26.49 - 4.28}{11.48}$ $= 1.93 \text{ m}$
(4) 荷重偏心量	$e = \frac{B}{2} - d = \frac{3.5}{2} - 2.12$ $= 0.37 \text{ m} > \frac{B}{6} = 0.58 \text{ m}$	$e = \frac{B}{2} - d = \frac{3.5}{2} - 1.93$ $= 0.18 \text{ m} < \frac{B}{6}$
(5) 地盤反力	<p>台形分布</p> $P = \frac{W}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$ $= \frac{11.30}{3.5} \times \left(1 \pm \frac{6 \times 0.37}{3.5} \right)$ $= 5.28 \text{ t/m}^2 / 1.18 \text{ t/m}^2$	<p>台形分布</p> $P = \frac{W}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$ $= \frac{11.48}{3.5} \times \left(1 \pm \frac{6 \times 0.18}{3.5} \right)$ $= 4.29 \text{ t/m}^2 / 2.27 \text{ t/m}^2$

JICA

