

添 付 資 料

I. LIST OF COLLECTED DATA

II. 基本設計計算書

III. 地質調査

I. LIST OF COLLECTED DATA

A. Books and Technical Papers

1. Five-Year Philippine Development, NEDA, May 1982
(2 Volumes: (1) Goals, Strategies and Policies; (2) Technical Annex)
2. Philippine Development Report 1982, NEDA, 1983
3. 1983 Philippine Statistical Yearbook, NEDA, 1983
4. The National Income Accounts, CY 1978-80, NEDA, 1981
5. Philippine Economic Indicators, Vol. XI No. 9, NEDA, December, 1983
6. Philippine Development, Vol IX No. 20, NEDA, April 1982

B. Annual Reports

1. Palawan Integrated Area Development Project, National Council On Integrated Area Development (NACIAD), 1982
2. Annual Report 1982, Palawan Intergrated Area Development Project, NACIAD
3. Annual Report '81, National Electrification Administration (NEA)
4. Annual Report '82, NEA
5. Cooperative Annual Statistical Report 1982, NEA
6. 1982 Annual Report, National Power Corporation (NPC)
7. 1980 Statistical Report, NPC

C. Reports

1. Economic Memorandum on the Philippines, Asian Development Bank, (ADB)
2. Palawan Integrated Area Development Project Study, Final Report Vol. III-B (Annex 13 - Roads, 14 - Ports, 15 - Nutrition, 20 - Cooperatives and Supply, 17 - Power, 18 - Health, 19 - Nutrition, 20 - Cooperatives and Rural Institutions, 21 - Credit, 22 - Marketing, 23 - Non-formal Education, 24 - Management and Organization), SATEC, G.I.R.D. and PIADP/NACIAD, December 1980
3. Appraisal of the Palawan Integrated Area Development Project in the Philippines, ADB, September 1981
4. Regional Development Plan (Region IV), Draft Paper, NEDA, 1984

D. Other

1. Monthly Consumer Price Index for All Income Households in the Philippines, By Geographic Area, January 1983 - October 1983, NBDA
2. Consumer Price Index in Metro Manila, 1970 - 1980, Central Bank of the Philippines Dept. of Economic Research
3. Consumer Price Index in Areas Outside Metro Manila, 1973 - 1980, NBDA, Price Division
4. Consumer Price Index in the Philippines, 1973 - 1980, NBDA, Price Division
5. National Power Corporation, Rate Increases, June 1982 - November 3, 1983 NPC, Economic Dept., November 15, 1983
6. National Power Corporation, Generation Cost By Plant Type and By Region, 1979 to First Semester 1983, NPC, Economic Dept, Nov 7, 1983
7. Mini-Hydro Potential Sites, Inventory Summary, NEA (1982 3rd Over)
8. Location Map (PIADP Road Development Project), Ministry of Public Works & Highways
9. PALECO (Secretary Mr. D.O. Grand); interview
10. Manager's Report for the Year 1983, The General Manager, PALECO, 1984
11. PALECO Balance Sheet, As of December 31, 1983, R.F. Miravite & Associates, 1984
12. PALECO, Statement of Income and Expenses for the Year Ended December 31, 1983
13. PALECO, Changes in Components of Working Capital
14. PALECO, Key Performance Indicators for the Year 1983 and 1982: ibid
15. Electric Plants in Service (PALECO): ibid
16. Operating Revenues & Power Generation Expenses: ibid
17. Distribution Expenses & Consumer Accounts Expense: ibid
18. Administrative & General Expenses, & Maintenance Expenses: ibid
19. Other Income & Other Expenses: ibid
20. Historical and Statistical Data, PALECO, 1984

21. Bataraza Population Year 1981, T.C. Dela Chica, RTNMC, January 30, 1984
22. Workers Rates RTNMC, February 1984
23. RTNMC Casual & Regular Employees for the years of 1982, 1983 and 1984, RTNMC, 1984

II. 基本設計計算書

II-1. 損失水頭の計算

No.	損失名科	損失水頭係数 ξ ($\times Q^2$)	備 考
	取水口唇口	-	
	“ 竖坑	-	
	“ スクリーン	0.00243	
	沈 砂 池	-	
	トシセル唇口	0.00026	
	“ 曲リ	0	
	“ 今岐	-	
	“ 摩擦	0.01366	
	水 槽	-	
	水圧管路唇口	0.00249	
	“ 曲リ	0.00865	
	“ 新續	0.00079	
	“ 今岐	-	
	“ 摩擦	0.06209	
	× 口弁	0.01584	
	発雲所出口	-	
	放水路	-	
	計	0.10621	

損失水頭 $\Delta H = \xi \cdot Q^2$

損失水頭

$$h_f = f \cdot \frac{L}{2g} \cdot \frac{Q^2}{A^2} = f \cdot \frac{Q^2}{2g A^2}$$

f : 損失係數

A : 管斷面積 m^2

D : 管徑 m

	D	A	f	$h_f (D)$
トソ利 呑口	2.50 ⁰	6.250	0.20	0.00026
水圧管路 呑口	1.35	1.431	0.10	0.01249
入口 弁	0.85	0.567	0.10	0.01584
				0.01859

0.0272 分
" 分
0.0375 分

管による損失水頭 η

$$\eta = f_a \cdot f_b \cdot \frac{V^2}{2g}$$

f_a : 流速と管径 ρ と管径 D との比 (‰) による損失係数

f_b : 中心角の大きさにによる損失係数

S : 中心角

ρ : 管内流速

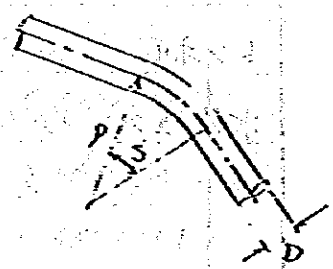
A : 管前面積

m/s
m²

$$f_a = 0.131 + 0.1632 \left(\frac{\rho}{D} \right)^2$$

$$f_b = \left(\frac{S}{90} \right)^{1/2}$$

$$\eta = f_a \cdot f_b \cdot \frac{Q^2}{2g \cdot A^2}$$



NO	D(m)	P(m)	S(°)	f_a	f_b	$\eta (Q^2)$
1	1.35	4.00	25.20	0.124	0.625	0.00209
2	"	"	18.20	0.124	0.449	0.00151
3	"	"	43.00	0.124	0.691	0.00232
4	"	"	60.00	0.124	0.816	0.00273
計						0.00865

摩擦による損失水頭 h_f

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

∴

f : 摩擦損失係数 = $\frac{124.5 \text{ m}^2}{D^{5/2}}$

L : 管長

m

D : 管径

"

v : 管内流速

m/s

Q : 管内流量

m³/s

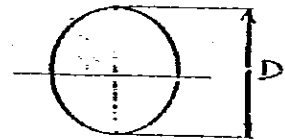
A : 管断面積

m²

λ : 粗度係数

0.01

$$h_f = \frac{124.5 \cdot \text{m}^2 \cdot L \cdot Q^2}{D^{5/2} \cdot A^2 \cdot 2g}$$



No	D (m)	L (m)	A (m ²)	h_f (m)
1	1.35	204.5	1.431	0.01249
2	0.35	8.0	0.567	0.01960
計		212.5		0.06209

摩耗による損失水頭 h_f

$$h_f = f \cdot \frac{L}{R} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

f : 摩耗損失係数 = $\frac{2 \cdot g \cdot n^2}{R^{4/3}}$

L : トンネル長 m

R : トンネル半径 "

v : トンネル内流速 m/s

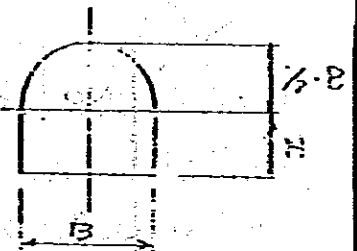
Q : トンネル内流量

A : トンネル断面積 m²

n : 粗度係数 0.033

$$h_f = \frac{n^2 \cdot L \cdot Q^2}{R^{4/3} \cdot A^2}$$

0.025 0.0060 巻立 30% 0.015 × 0.30 = 0.0045
 0.035 0.0245 無巻 70% 0.040 × 0.70 = 0.0280
 平均 0.0303 0.0225



No	B (m)	H (m)	A (m ²)	L (m)	h_f (Q ²)	n
1	4.00	2.00	14.233	1102.0	0.00588	$n=0.033$
2	2.00	1.00	3.591	175.0	0.00778	$n=0.015$
計					0.01366	

漸縮による損失水頭 h_f

$$h_f = f \cdot \frac{v^2}{2g} = f \cdot \frac{Q^2}{2g \cdot A_2^3}$$

f : 漸縮による損失係数

Q : 管内流量

D_1, D_2 : 漸縮前・後の管径

A_1, A_2 : " 管断面積

l : 漸縮長

ϵ : 漸縮角

m/s

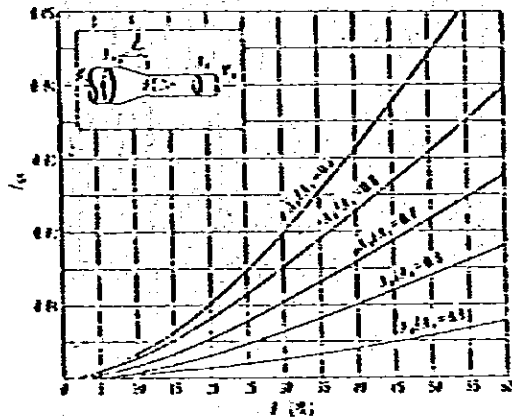
mm

mm

"

°

漸縮損失水頭



No	D_1	D_2	A_2/A_1	l	ϵ	f	h_f (G°)
	1.35	0.85	0.47	5.00	0.5°	0.005	0.00079

漸縮による損失水頭 h_f

$$h_f = f \cdot \frac{v^2}{2g} = f \cdot \frac{Q^2}{2g \cdot A_1^2}$$

f : 漸縮による損失係数

Q : 管内流量

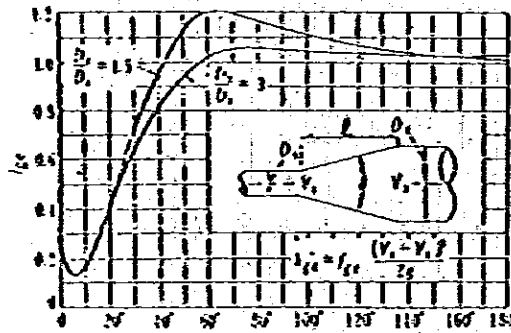
D_1, D_2 : 漸縮前後の管径

l : 漸縮長

θ : 漸縮角

m^2/s
m
"
o

漸縮損失係数



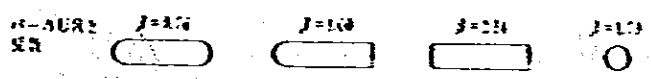
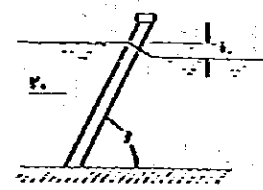
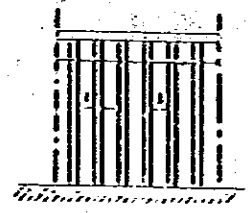
NO	D_1	D_2	D_2/D_1	l	θ	$h_f (m^2)$

スクリーンによる損失水頭

$$\frac{h}{l} = \beta \cdot \sin \theta \cdot \left(\frac{t}{b} \right)^{\frac{5}{3}} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

- β : バーの形状による係数
- θ : バーの傾斜角
- t : バーの長さ
- b : バーの目の大きさ
- v, A : 上流側の流速 (m/s), 断面積 (m²)

$$\frac{h}{l} = \beta \cdot \sin \theta \cdot \left(\frac{t}{b} \right)^{\frac{5}{3}} \cdot \frac{Q^2}{2g A^2}$$



	β	A (m ²)		θ (°)	t (cm)	b (cm)	h (cm)
		B (m)	H (m)				
取水口	2.34	2.50	5.00	60.00	1.2	3.0	0.00243

II-2. ダムの安定計算

設計条件

(1) 水位

設計洪水位	-----	EL. 189.70 m
ガ-ボ-ジ水位	-----	EL. — m
常時高水位	-----	EL. 188.70 m
計画堆砂位	-----	EL. 185.00 m

(2) 単体体積重量

コンクリート	-----	$w_c = 2.3 \text{ t/m}^3$
水	-----	$w_w = 1.0 \text{ t/m}^3$
堆砂(水中)	-----	$w_s = 1.1 \text{ t/m}^3$

地震係数 ----- $K_A = 0.12$

泥圧係数 ----- $C_e = 0.4$

(3) 揚圧力

下流側水位 ----- EL. 154.00 m

ドレーン位置 ----- 7/8軸

(4) 基礎岩盤

岩級	せん断強度 τ (t/m ²)	摩擦係数 μ
CH	300	1.20
CH		
CL		
断層		

堤体の付加高さ

波浪高

(1) 風波浪 (S.M.B 法 K53)

$$h_w = 0.00086 v^{1.1} F^{0.45}$$

$\therefore h_w$: 風波浪高 (m)

v : 10分向平均風速 = 30 (m/s)

F : 封岸距離 = 700 (m)

$$\begin{aligned} \therefore h_w &= 0.00086 \times 30^{1.1} \times 700^{0.45} \\ &= 0.69 \text{ m} \end{aligned}$$

(2) 地震波浪

$$h_e = \frac{K_h \tau}{2. \pi} \sqrt{g \cdot H_0}$$

$\therefore h_e$: 地震波浪高 (m)

τ : 地震周期 = 1 (sec)

H_0 : 水深 = 43.7 (m)

K_h : 水平震度 = 0.12

常時満水位時

$$\begin{aligned} h_e &= \frac{0.12 \times 1}{2. \pi} \sqrt{9.8 \times 43.7} \\ &= 0.40 \text{ m} \end{aligned}$$

サ-イク-シ水位時

$$h_e' = \frac{1}{2} h_e$$

$$= \frac{1}{2} \times$$

$$= \text{ m}$$

付加高さ による非越流部の高さ (洪水吐部と異なる場合)

(1) 設計浸水値の場合

$$\begin{aligned}
 H_f &= H_d + h_w + 0.5 \quad (\text{但し } h_w + 0.5 \geq 1) \\
 &= \text{EL. } 189.70 + 0.69 + 0.5 \\
 &= \text{EL. } 189.09 \text{ m}
 \end{aligned}$$

(2) 干-潮-汐水値の場合

$$\begin{aligned}
 H_f &= H_s + h_w + \frac{h_e}{2} + 0.5 \quad (\text{但し } h_w + \frac{h_e}{2} + 0.5 \geq 2) \\
 &= \text{EL. } \dots + \dots + \dots + 0.5 \\
 &= \text{EL. } \dots \text{ m}
 \end{aligned}$$

(3) 常時満水値の場合

$$\begin{aligned}
 H_f &= H_n + h_w + h_e + 0.5 \quad (\text{但し } h_w + h_e + 0.5 \geq 2) \\
 &= \text{EL. } 188.70 + 0.69 + 0.40 + 0.5 \\
 &= \text{EL. } 190.29 \text{ m}
 \end{aligned}$$

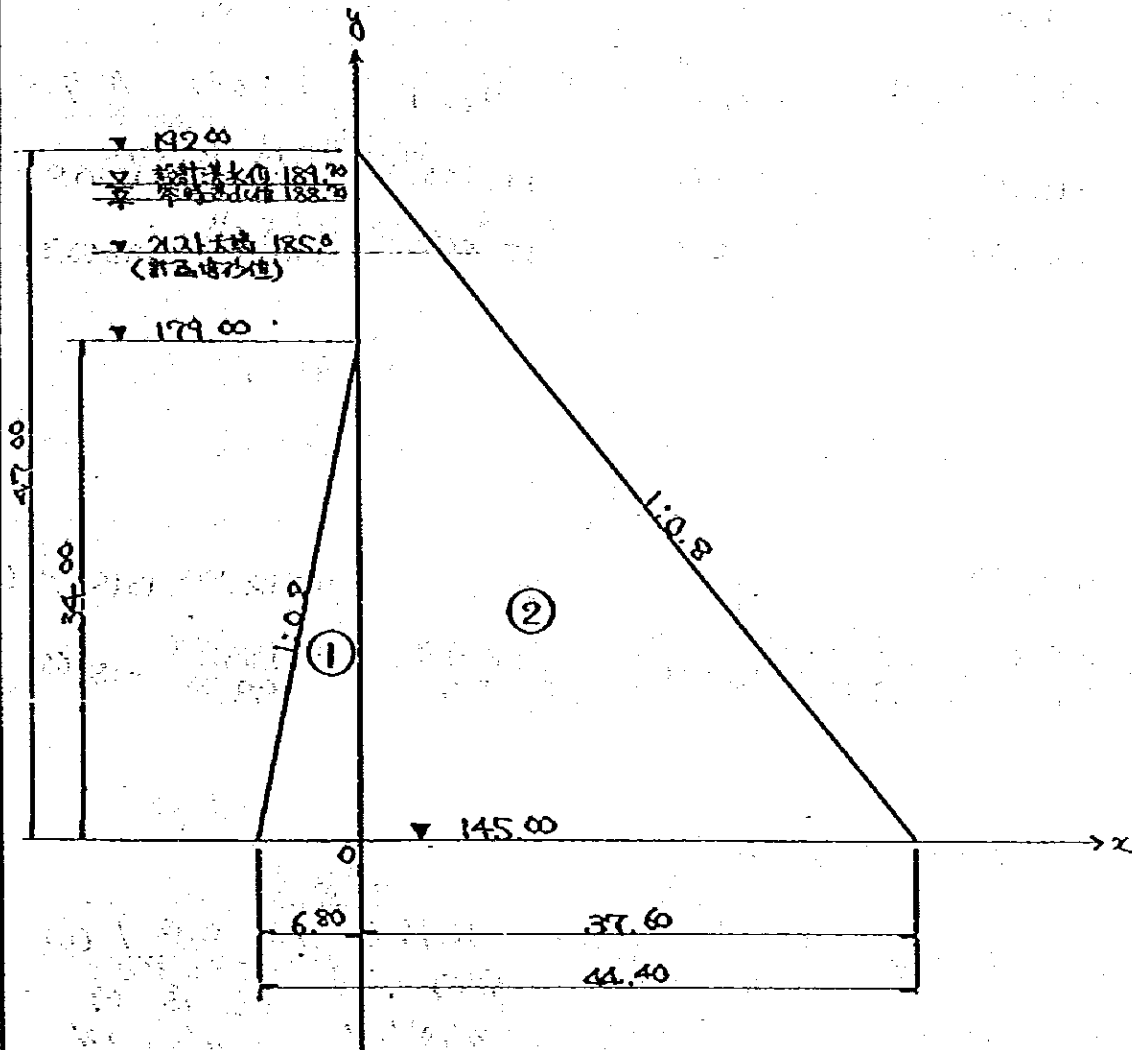
(4) 天端構造物と越流水脈との余裕 (1.5m以上)
(ただし、越流水深が2.5m以下の場合に1.0m以上)

$$189.70 + 1.5 = \underline{191.20 \text{ m}}$$

したがって、堤体の非越流部天端標高は設計浸水値より2
深到、EL. 192.00 m とする。

H_d : 設計浸水値 EL.(m) H_f : 堤体の設計水値と必要高さ EL.(m)
 H_s : 干-潮-汐水値 EL.(m) h_w : 風による波浪設計水深面からの高さ (m)
 H_n : 常時満水値 EL.(m) h_e : 地盤 (m)

設計断面



堤体自重及以地震力

断面積及重心

EL. 145.00

	断面積 $A (m^2)$	重心 $x (m)$	$y (m)$	$A \cdot x (m^3)$	$A \cdot y (m^3)$
①	115.60	2.267	11.333	262.065	1310.095
②	883.60	12.533	15.667	11074.159	13843.361
○					
○					
○					
計	999.20			10812.103	15153.456

$$\bar{x} = \frac{\sum A \cdot x}{\sum A} = \frac{10812.103}{999.20} = 10.821 \text{ m} \quad \bar{y} = \frac{\sum A \cdot y}{\sum A} = \frac{15153.456}{999.20} = 15.166 \text{ m}$$

自重及以地震力

断面 EL (m)	断面積 $A (m^2)$	自重 (t)		地震力 (kn = 0.12) (t)	
		$W = \gamma \cdot A$ = 2.3 x A		常時満水値 $W' = 0.12 \times W$	{ 貯水-30% 自虚時 $W'' = xW$
	115.60	265.880		31.906	
	883.60	2032.280		243.874	
計		2298.160		275.780	

静水圧の大小水重

計算水位

(1) 設計洪水位

$$H_d + h_w = EL. 189.70 + 0.69$$

$$= EL. 190.39 \text{ m}$$

(2) 井-却-引水位

$$H_s + h_w + \frac{1}{2} h_e = EL. \dots + \dots$$

$$= EL. \dots \text{ m}$$

(3) 常時満水位

$$H_n + h_w + h_e = EL. 188.70 + 0.69 + 0.40$$

$$= EL. 189.79 \text{ m}$$

- ∴ h_w : 風波浪高 (m)
- h_e : 地震波浪高 (常時満水位時) (m)
- $\frac{1}{2} h_e$: 常時満水位時の波浪高の1/2の高さ (m)

静水圧

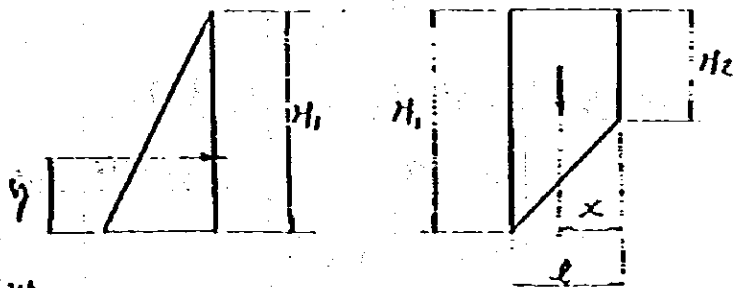
$$P_H = \frac{1}{2} H_1^2 \cdot w_0$$

$$y = \frac{1}{3} H_1$$

水重

$$P_v = \frac{1}{2} (H_1 + H_2) \cdot l \cdot w_0$$

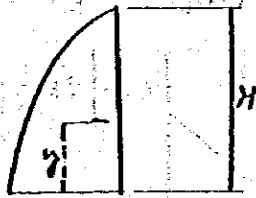
$$x = - \frac{(2H_1 + H_2)}{3(H_1 + H_2)} \cdot l$$



- ∴ w_0 : 水の単位体積重量 (N/m³)
- H_1 : 右水位時の水位高 (m)
- H_2 : 左水位時の水面勾配始端からの距離 (m)
- l : 水面勾配始端の終端からの距離 (m)

断面 EL (m)	L (m)	H ₁ (m)	H ₂ (m)	静水圧		水 質	
				P _H (t)	γ (m)	P _V (t)	X (m)
1) 設計洪水位 (EL. 190.39)							
		45.39		1030.126	15.130		
	6.80	45.39	11.39			190.052	⊙ 4.079
2) 干涸水位 (EL.)							
3) 常時満水位 (EL. 189.79)							
		44.79		1003.072	14.930		
	6.80	44.79	10.79			188.972	⊙ 4.093

動水圧



$$P_d = \frac{1}{12} \cdot \gamma \cdot K_d \cdot H^3$$

$$\eta = \frac{2}{5} H$$

γ: 水の単位体積重量

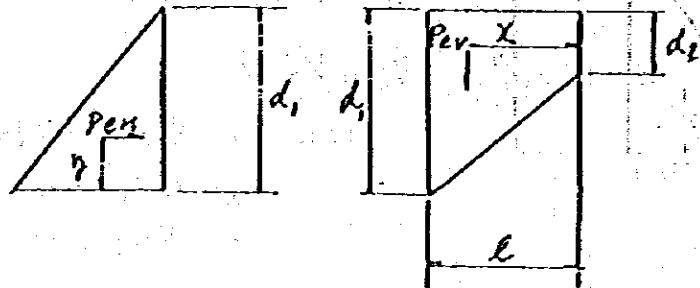
K_d: 地震係数

H: 常満水位から動水圧水位高

断面	常満水位 EL.	(K _d =)	常時高水位 EL. 189.79	(K _d =0.12)		
EL. (m)	H (m)	P _d (t)	η (m)	H (m)	P _d (t)	η (m)
				44.79	140.430	17.916

泥圧および泥重

上流面勾配始端より堆泥が低い場合



泥圧

泥重

$$P_{ex} = \frac{1}{2} \cdot C_e \cdot W_c \cdot d_1^2$$

$$P_{ex} = \frac{1}{2} (d_1 + d_2) \cdot l \cdot W_c$$

$$y = \frac{1}{3} d_1$$

$$x = -\frac{(2d_1 + d_2) \cdot l}{3(d_1 + d_2)}$$

W_c : 泥土の水中単位体積重量 C_e : 泥圧係数 = 0.4

d_1 : 泥土の高さ l : 上流面勾配始端より堆泥始端までの距離

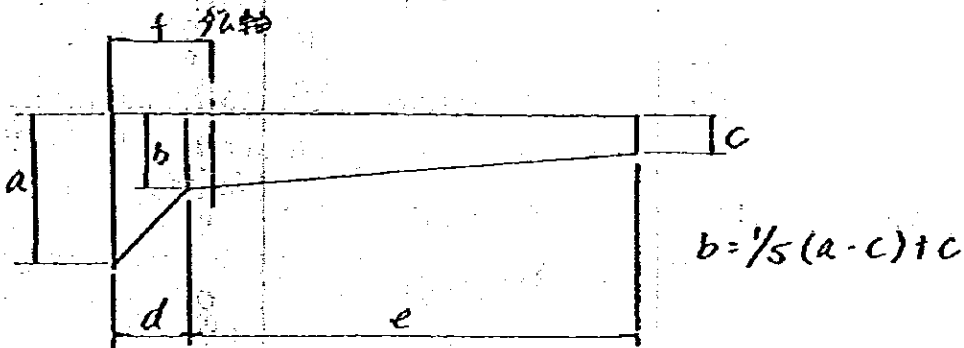
d_2 : 堆泥の上流面勾配始端からの距離

断面 El. (m)	d_1 (m)	d_2 (m)	l (m)	泥圧		泥重	
				P_{ex} (k)	y (m)	P_{ex} (k)	x (m)
	40.00			352.00	13.333		
	40.00	6.00	6.80			172.04	⊖ 4.238

揚圧力

下流側水位 ———— 設計洪水値 EL. 189.70 m, 平常時水位 EL. 188.90 m
 排水孔の位置 ———— 中心軸から流

排水孔の効果のある断面



$$u = \frac{1}{2} \{ (a+b)d + (b+c)e \}$$

$$x = \frac{(a+b)d^2 + (c+b)e^2 + 3(b+c)d \cdot e}{6 \cdot u} - f$$

- a : 上流側水位 (t)
- b : 排水孔位置水位 $= \frac{1}{5}(a-c) + c$ (x)
- c : 下流側水位 (x)
- d : 上流端と排水孔との距離 (m)
- e : 下 " " (m)
- f : 中心軸と上流端との距離 (m)
- u : 揚圧力 (x)

水位	断面 (EL. (m))	a (m)	b (EL)	c (EL)	d (cm)	e (cm)	f (cm)	ΣU (m)	X (m)
設計洪水位 (EL. 189.70 m)		44.70	16.14	9.00	6.80	37.60	6.80	0.679, 488	10.542
常時満水位 (EL. 188.70 m)		43.70	15.94	9.00	6.80	37.60	6.80	0.671, 648	10.721

外力のまとめ ケース 設計水位

項目	外力 (N)	L or y (m)	M (N·m)
自重	2298,160	10.821	24868,389
鉛直力	水重 190,052	⊖ 4.079	⊖ 775,222
泥重 172,040	⊖ 4.238	⊖ 729,106	
揚圧力	⊖ 679,488	10.642	⊖ 7231,111
Σ V	1980,764		
地震力			
水平力	静水圧 1030,126	15.130	15585,806
動水圧			
泥圧	352,000	13.333	4693,216
Σ H	1382,126		
Σ M			36411,972

安定計算

$$\text{偏心距離 } e = \frac{\Sigma M}{\Sigma V} - \frac{l}{2} + d = 2.983 < 7.40$$

$$\text{上下流端底力 } \sigma = \frac{\Sigma V}{l} \left(1 \mp \frac{6e}{l}\right) = \begin{matrix} 26.628 \\ 62.595 \end{matrix}$$

$$\text{安全率 } n = \frac{f \cdot \Sigma V + c \cdot l}{\Sigma H} = 11.357$$

- d : 鉛直力から上流端までの距離 (m)
- l : 底面の長さ (m)
- c : 基礎岩盤の純切断強度 (N/m²)
- f : 内部摩擦係数
- ΣV : 全鉛直荷重 (N)
- ΣH : 全水平荷重 (N)
- ΣM : 荷重以外に生じたモーメント (N·m)

外力の比較 入 常時満水位

項目	外力 (k)	L or y (m)	M (k.m)	
鉛直力	自重	2298.160	10.821	24868.389
	水重	188.972	⊖ 4.093	⊖ 773.462
	泥重	172.040	⊖ 4.238	⊖ 729.106
	揚圧力	⊖ 671.648	10.721	⊖ 7200.738
	Σ V	1987.524		
水平力	地震力	275.874	15.166	4183.905
	静水圧	1003.072	14.930	14975.965
	動水圧	140.430	17.916	2515.944
	泥圧	352.000	13.333	4693.216
	Σ H	1771.376		
Σ M			42534.013	

安定計算

偏心距離 $e = \frac{\Sigma M}{\Sigma V} - \frac{l}{2} + d = 6.001 < 7.40$

上下流端底力 $\sigma = \frac{\Sigma V}{l} (1 \mp \frac{6e}{l}) = 8.463$
 $= 81.065$

安全率 $n = \frac{f \cdot \Sigma V + c \cdot l}{\Sigma H} = 8.866$

$e = c$: d : 外輪から上流端底力距離 (m)

l : 底面の長さ (m)

c : 基礎着底力純切断強度 (k/m²)

f : 内部摩擦係数

ΣV : 全鉛直荷重 (k)

ΣH : 全水平 (k)

ΣM : 荷重によるモーメント

II-3. 洪水吐越流頂曲線の計算

< 設計条件 >

河床高 EL 148.00

堤頂高 EL 192.00

上流水路巾 40 m

ゲラの越流巾 25 m

設計流量 510 m³/sec.

$$\text{ゲラの高さ } W = 192.00 - 148.00 = 44.00 \text{ m}$$

今、 $C = 2.20$ と仮定して

$$H_d = \left(\frac{Q}{CB} \right)^{2/3} = \left(\frac{510}{2.20 \times 25} \right)^{2/3} \\ = 4.414 \text{ m}$$

$$C_d = 2.20 - 0.0146 \left(\frac{H_d}{W} \right)^{0.990} \\ = 2.20 - 0.0146 \left(\frac{4.414}{44.0} \right)^{0.990} \\ = 2.199$$

よる、よ.7

設計水頭 : $H_d = 4.414 \text{ m}$

流量係数 : $C_d = 2.199$

9%上流水深は

$$44.00 + 4.414 = 48.414 \text{ m}$$

$$\text{接近流速} ; V_a = \frac{510}{40 \times 48.414} = 0.263 \text{ m/sec.}$$

$$\text{接近水頭} ; h_a = \frac{V_a^2}{2g} = \frac{0.263^2}{2 \times 9.8} = 0.003 \text{ m}$$

したがって設計流量に対する越流水深は

$$h = H_d - h_a = 4.414 - 0.003$$

$$= 4.411 \text{ m}$$

・堤頂の上流側壁面までの距離 : l

$$l = 0.282 H_d = 0.282 \times 4.414 = 1.245 \text{ m}$$

・上流側の堤頂曲線

$$r_1 = 0.5 H_d = 0.5 \times 4.414 = 2.207 \text{ m}$$

$$r_2 = 0.2 H_d = 0.2 \times 4.414 = 0.883 \text{ m}$$

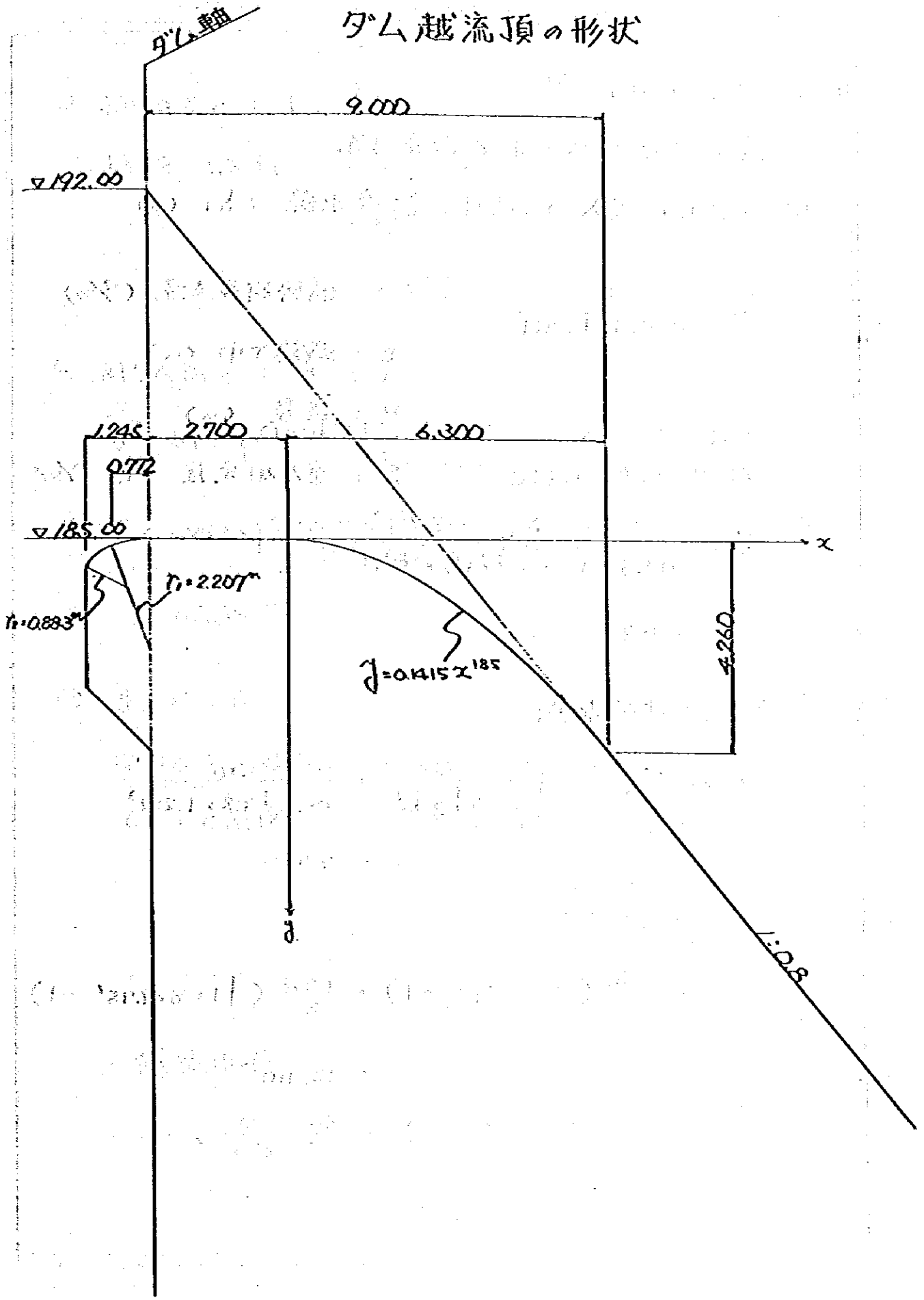
・下流側の堤頂曲線

$$j = \frac{0.5}{(H_d)^{0.85}} \times 1.85 = \frac{0.5}{(4.414)^{0.85}} \times 1.85$$

$$= 0.1415 \times 1.85$$

x (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0
y (m)	0.039	0.143	0.300	0.510	0.771	1.080	1.436	1.839	2.287	2.779	3.893	5.178

ダム越流頂の形状



II-4 減勢工の計算

減勢工は次式によって決定する。

① 減勢工に突入する直前の射流水深： h_1 (m)

$$h_1 = \frac{Q}{0.95 B \sqrt{2gH}}$$

Q : 減勢対象流量 (m^3/sec)

B : 減勢工巾 (m)

H : 落差 (m)

今 $B = 15.0m$ とすると

g : 重力加速度 $= 9.8 m/sec^2$

$$h_1 = \frac{510}{0.95 \times 15 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 41.7}}$$

$$= 1.252 \text{ m}$$

② 跳水共範水深

$$\begin{aligned} \text{・ フレック数} : F &= \frac{Q}{B \sqrt{g h_1^3}} = \frac{510}{15 \times \sqrt{9.8 \times 1.252^3}} \\ &= 7.75 \end{aligned}$$

・ 跳水共範水深

$$\begin{aligned} h_j &= \frac{h_1}{2} (\sqrt{1 + 8F^2} - 1) = \frac{1.252}{2} (\sqrt{1 + 8 \times 7.75^2} - 1) \\ &= 13.110 \text{ m} \end{aligned}$$

③ 水叩き長さ : L_s (m)

$$\begin{aligned} L_s &\geq 4.5 R_1 = 4.5 \times 13.110 \\ &= 58.995 \\ &\div \underline{60.0 \text{ m}} \end{aligned}$$

④ 副沓の高さ : d (m)

$$\begin{aligned} d &= R_1 \times \left\{ \frac{(1+2F^2)\sqrt{1+8F^2} - (1+5F^2)}{1+4F^2 - \sqrt{1+8F^2}} - \frac{3}{2} F^{3/2} \right\} \\ &= 1.252 \times \left\{ \frac{(1+2 \times 7.75^2)\sqrt{1+8 \times 7.75^2} - (1+5 \times 7.75^2)}{1+4 \times 7.75^2 - \sqrt{1+8 \times 7.75^2}} - \frac{3}{2} \times 7.75^{3/2} \right\} \\ &= \underline{6.098 \text{ m}} \end{aligned}$$

⑤ 導流壁の高さ

副沓上の越流量は次式で表わされる。

$$Q = CBH^{3/2}$$

Q : 越流量 m^3/sec

C : 流量係数 $\cdot 2.0$

B : 越流中 (減勢工中) m

H : 越流水深

・ 越流水深

$$\begin{aligned} H &= \left(\frac{Q}{CB} \right)^{2/3} = \left(\frac{510}{2.0 \times 15} \right)^{2/3} \\ &= \underline{6.611 \text{ m}} \end{aligned}$$

導流壁の高さ: R

$$R = d + H = 6.098 + 6.611 \\ = 12.709 \text{ m}$$

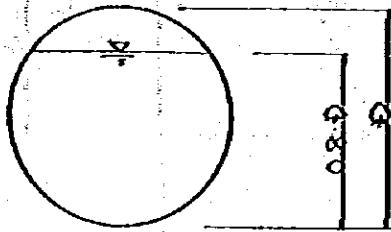
II-5: 載流工の計算

〈設計条件〉

流量 : $Q = 2.77 \text{ m}^3/\text{sec.}$

勾配 : $j = 1/100$

粗度計数 : $m = 0.024$ (コンクリート管 7°)



潤辺 : $P = 0.705 \pi D$

流積 : $A = (0.176 \pi + 0.120) \cdot D^2$

径深 : $R = 0.304 D$

流速 : $V = \frac{1}{m} R^{2/3} j^{1/2}$
 $= 1.884 D^{2/3}$

$\therefore D = 1350 \text{ mm} \approx 73\%$

$A = 1.226 \text{ m}^2$

$V = 2.301 \text{ m/sec}$

$\therefore Q = 2.821 \text{ m}^3/\text{sec} > 2.77 \text{ m}^3/\text{sec}$

よ、2. 載流工は $D = 1350 \text{ mm}$ のコンクリート管 7° とする。

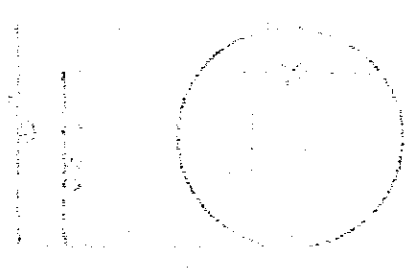
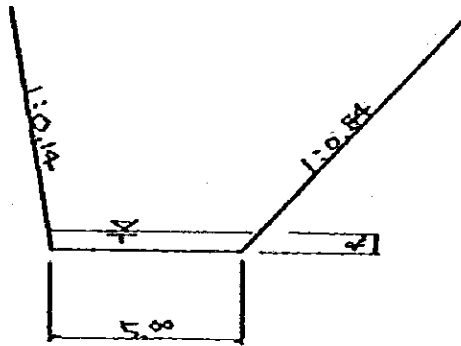
下流側断面 a 水深

< 計算条件 >

流量 : $Q = 2.77 \text{ m}^3/\text{sec}$

勾配 : $i = 1/100$

粗度係数 : $m = 0.045$



$R = 0.45 \text{ m}$ $\approx 33\%$

$A = \frac{1}{2} \times (5.00 + 5.441) \times 0.45 = 2.35 \text{ m}^2$

$P = 6.04 \text{ m}$

$R = \frac{A}{P} = 0.39 \text{ m}$

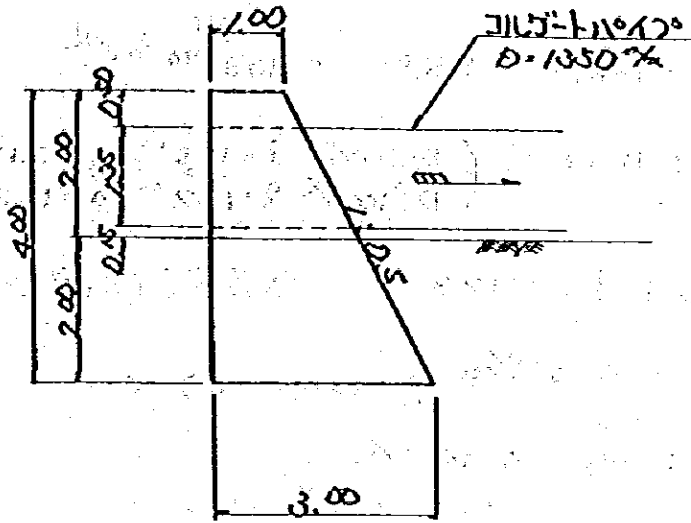
$V = \frac{1}{0.045} \times 0.39^{2/3} \times \left(\frac{1}{100}\right)^{1/2} = 1.19 \text{ m/sec}$

$\therefore Q = 2.35 \times 1.19 = 2.80 \text{ m}^3/\text{sec} > 2.77 \text{ m}^3/\text{sec}$

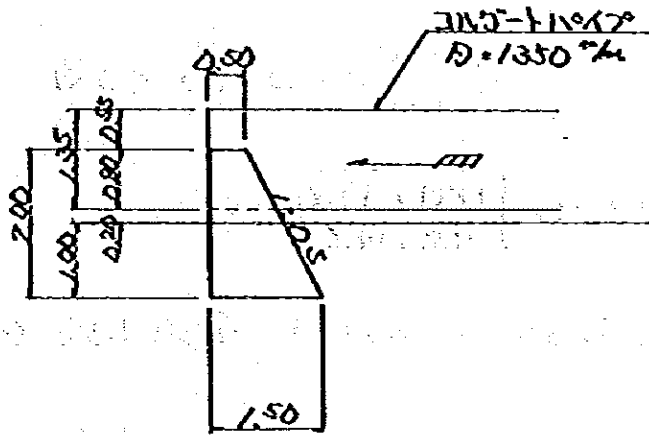
よ、下流側水深は $h = 0.45 \text{ m}$ $\approx 33\%$

・ 仮締切工

< 上流側 >



< 下流側 >



II-6. サージタンクの設計

〈設計条件〉

単衝サージタンク

$$\text{総落差} \quad ; \quad H_g = 188.70 - 85.00 = 103.70 \text{ m.}$$

$$\text{導水路延長} \quad ; \quad L = 1277. \text{ m} \quad \left(\begin{array}{l} D=2000 \text{ mm} \quad l=175 \text{ m} \quad a=3.142 \text{ m}^2 \\ D=4000 \text{ mm} \quad l=1102 \text{ m} \quad a=14.283 \text{ m}^2 \end{array} \right)$$

$$\text{管径断面積} \quad ; \quad f_m = 12.8 \text{ m}^2$$

$$\text{最大使用水量} \quad ; \quad Q = 4.50 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\text{トンネル内平均流速} \quad ; \quad v_0 = 0.36 \text{ m/sec.}$$

$$\text{損失水頭} \quad ; \quad h_0 = 2.5 \text{ m.}$$

$$\text{サージタンク断面積} \quad ; \quad F = 12.6 \text{ m}^2 \quad (\phi 4000 \text{ mm})$$

自由サージ量 ; Z

$$\begin{aligned} Z &= v_0 \sqrt{\frac{L \cdot f_m}{g \cdot F}} = 0.36 \times \sqrt{\frac{1277 \times 12.8}{9.8 \times 12.6}} \\ &= \underline{4.14 \text{ m.}} \end{aligned}$$

・ 周期 : T

$$\begin{aligned} T &= 2\pi \sqrt{\frac{L \cdot F}{g \cdot f_m}} = 2\pi \sqrt{\frac{1277 \times 12.6}{9.8 \times 12.8}} \\ &= \underline{71.2 \text{ sec.}} \end{aligned}$$

$$\frac{h_0}{Z} = \frac{2.5}{4.14} = \underline{0.604}$$

• 水面振動の安定条件.

1) 静的安定条件

$$h_0 < \frac{H_0}{6}$$

$$h_0 = 2.5 \text{ m} < \frac{H_0}{6} = \frac{103.7}{6} = 17.3 \text{ m} \quad \underline{\underline{\text{O.K.}}}$$

2) 動的安定条件

$$F > \left(1 + 0.482 \frac{\lambda}{H_0} \right) \frac{L \cdot f_m}{2 \cdot C \cdot g \cdot H_0}$$

$$H_0 = H_g - h_0 = 103.7 - 2.5 = 101.2$$

$$C = \frac{h_0}{\lambda_0^2} = \frac{2.5}{0.36^2} = 19.290$$

$$12.6 > \left(1 + 0.482 \frac{4.14}{101.2} \right) \frac{1277 \times 12.8}{2 \times 19.290 \times 9.8 \times 101.2}$$

$$= 0.436 \quad \underline{\underline{\text{O.K.}}}$$

3) 微小振幅に対する安定条件

$$F > \frac{L \cdot f_m}{2 \cdot C \cdot g \cdot H_0}$$

$$12.6 > \frac{1277 \times 12.8}{2 \times 19.290 \times 9.8 \times 101.2}$$

$$= 0.427 \quad \underline{\underline{\text{O.K.}}}$$

・最大振幅の計算 (等断面水層)

1) 最大上昇水位 (全負荷瞬間しゅ断の場合)

Vogt - Forchheimer の式

$$(1 + m z_m) - \ln(1 + m z_m) = 1 + m h_0$$

z_m : 負荷急しゅ断時の最高上昇水位 (貯水池水位基準)

h_0 : 自然対数

$$m = \frac{2 h_0}{z^2} = \frac{2 \times 2.5}{4.14^2} = 0.292$$

Vogt - Forchheimer 公式による全負荷瞬間しゅ断の最高水位計算表より

$$m h_0 = 0.292 \times 2.5 = 0.730$$

$$\therefore -m z = 0.779$$

故に最大上昇水位: z_m 口

$$z_m = \frac{m z}{m} = \frac{0.779}{0.292} = 2.668$$

$$\approx \underline{3.0} \text{ m}$$

Ⅲ. 地質調査

Ⅲ-1. ダムサイト周辺の地質

Ⅲ-1-1 地質踏査の概要

ダムサイト周辺の地表地質踏査を実施するに当り、特に下記の点に留意して観察を行なった。

・岩相

岩石の種類

分布形態(整合, 貫入関係, 地層の走向と傾斜)

片理面と亀裂面の状況(方向, 間隔, 割断性)

・岩質

風化・変質の形態

割れ目・管理の特性

鉱業・二次泥着物・空洞等の存在

・地質構造

褶曲の存在とその形態

断層の存在とその形態(規模, 方向, 連続性, 変位等の状況)

・その他

地下水湧水箇所の特徴

被覆堆積物の種類, 堆積, 厚さ, 広がり

池すべり, 急傾斜崩壊地の規模と性状

この調査に当り入手し得る地形図は, AFP Mapping Center(1982)刊の縮尺1:50,000のものであるため, 地表地質踏査の実施に当っては, 事前にこれを1:10,000に拡大して, ルートマップの基図として使用した。このルートマップに基づいて作成した地質平面図(1:10,000)は別添の通りであり, mapped areaは Tamlang 川沿いの 18.56 Km² (3200^m × 5,800^m) である。

III-1-2 地質区分

調査地周辺の地質概要については、既に他の章で述べた通りであるが、踏査域に限っておれば、基盤としては、変火山岩類(玄武岩質熔岩類、同質凝灰岩類等)とこれを貫入する花こう閃緑岩が分布し、これらも不整合で被覆する第四紀現世の未固結堆積物が発達する。

これらの地形・岩・堆積物は、岩相(または土相)、岩質(または土質)ならびに成因的見観点から、次表に示すような地質区分に分類できる。

表-1-1. タムサイト周辺の地質分類

時代	地質分類名	記号	特 徴
Quaternary Holocene	現河床堆積物	Rd	Tamlang川沿いに分布。巨礫~小礫を主体。礫砂は円礫で潤滑度は悪い。礫層は凝灰岩(パワ29付、41付)、玄武岩、結晶片岩等からなる。
	崖錐堆積物	Td	山腹斜面に発達。いずれも小規模で厚も比較的薄い。玄武岩の角礫をまじる粘性土を主体とする。
	扇状地堆積物	Fd	Tamlang川等の汇流点によって形成され、調査域の下端部に広く分布。角礫、砂質土、粘性土からなり土相の变化に富む。
Cretaceous	花こう閃緑岩	Gd	調査域のほぼ中央部を占める岩株状貫入岩体である。中粒~粗粒で等粒状の石英・長石・角閃石が主成分鉱物。凝灰と堅硬岩盤である。
Pre-Cretaceous (Triassic - Jurassic)	変火山岩類 玄武岩質 塊状熔岩類	Bu	暗青色。塊状は玄武岩熔岩流を主体とし、他に凝灰岩や堆積岩の薄片を含む。玄武岩は結晶の5割以上を長石の巨晶をもつものがある。
	玄武岩質 凝灰岩類	Bt	赤色~赤紫色の塩基性(玄武岩質)凝灰岩を主体とし、他に同質凝灰角礫岩、チャートの薄片や石灰岩の小レンズを挟む。
	玄武岩質 枕状熔岩類	Bp	靑灰色~赤紫色の輝色性を呈し、コバルからホルター大の枕状構造をもつ玄武岩熔岩流を主体。一部に塊状熔岩や凝灰岩を挟む。

III-1-3 各地質分類の記載

表4-1に示した地質区分について、岩相、岩質等について詳述すれば下記のようになる。

(1) 現河床堆積物 (Rd)

この堆積物は Tamlang 川の営力によって形成されているもので、河川沿いに狭長に分布する。非常に淘洗度が悪く、巨礫 (boulder) から小礫 (pebble) を主体とし、砂や粘性土の細粒分が少ない (76.2 mm 以下の粒度組成については、表4-2を参照)。また、礫種については、Fig. 4-2で示すように、mapped area 外に分布する超塩基性岩類の構成岩である Peridotite (一部、Dunite, Pyroxenite を含む) 及びその周辺に分布する結晶片岩類に属する Quartz-schist (一部、Hematite-quartz-schist を含む) を構成礫分の半数を占め、残りは、mapped area 内に分布する玄武岩、玄武岩質凝灰岩、チャート、花こう閃緑岩から構成されている。玄武岩質凝灰岩を除くすべての礫は非常に固く、礫形は sub-rounded to well-rounded とある。

(2) 崖錐堆積物 (Td)

この堆積物は、風化作用によってもともとも堅固な岩盤の表面部が土砂化し、強度の劣化に伴って斜面上の安定性を欠き、急斜面下に崩落再堆積して形成されたものであり、崩壊跡地の直下や山腹の緩傾斜地に分布している。土性は場所によって異なるが、礫まじり粘性土ないし礫まじり砂質土を示す。mapped area 内では、玄武岩の角礫を多量に含み、基質が粘性土となるものが一般的であり、赤褐色を呈する。この堆積物は締り程度において非常にゆるく、含水比が大きい未固結土砂で、透水性も大きい。従って、この堆積物と基盤との境界部付近で、度々、地下水の湧き出しが見られる。踏査域内の発露規模は、いずれも小規模で、厚も比較的薄い。

(3) 扇状地堆積物 (Fd)

この堆積物は、Tamlang川や近辺の小河川等の侵食の激しい急峻な山岳地を流れる川が谷間から平地に出る所で、河川勾配を急減し、上流から運搬されて来た土砂が扇状に堆積し形成されたものであり、mapped areaの南東端に広く分布している。この扇状地堆積物は前述の現河床堆積物とほぼ同じ礫層構成を示すが、礫層組成において、細粒分(砂質土、粘性土)の占める割合が大きくなる。堆積物の表面近くはローム質粘性土状を示す。乾くとバサバサとなり、強風下では粉塵として舞い、又、濡れると粘りぬかるみ易くなる。しかし、下流部では粗粒分が多く、透水性が大となるので、河川水は伏流し易く、Tamlang川の流路も下流側で一定しないようになる。

(4) 花こう閃緑岩 (Gd)

この岩体は、mapped areaのほぼ中央を占め、変火成岩類中に岩株状に貫入している。貫入岩体の周辺部では、中10~20cm程度の急冷相(chilled marginal facies)が認められるに過ぎず、又、変火成岩類への熱変成作用の影響は、肉眼観察における限りでは、全く識別できない。ただ、境界部周辺の中50m前後で、細粒な花こう閃緑岩ないしは石英斑岩の小脈が、度々、変火成岩類中にat randomな方向で貫入しているし、近辺の玄武岩が幾分、珪質化作用を受けているのが観察される。この花こう岩体と変火成岩類との境界は貫入時に後者を熔解同化しているため、シャープな界面を形成していない。

この岩体の露岩状況は非常によく、地形的にも他の岩体の分布域に比較してより急峻である。Tamlang川谷間では、本岩の分布域では、河川中は著しく狭まることと、左岸側で65°以上、右岸側で45°以上の急崖が形成されている。

この花こう閃緑岩は、中粒ないし粗粒で等粒見晶質な石英、長石、角

両方の鉱物組成を示す塊状岩盤である。全城に亘って風化土の被りは薄く、塊状堅硬な岩体が露出している。特に、Tamlang川沿いに露岩しているものは、CII級(資料-参照)以上の岩盤である。即ち、岩質は新鮮であり、造岩鉱物の風化変質は無く、亀裂の発達程度は比較的少く、表面の一部を除いてはおおむね密着している*。右岸側の一部を河床より7~8m以上高には、風化マサ土(D級)ないし風化軟岩(CI級)が出現するが、周辺の踏査結果から判断して、比較的浅い位置(約10m以内)でCII級岩盤に達すると推定される。[* Tamlang川沿いで所々に、1~2cm中の開口亀裂の発達が見られる。地表水がその凹部を僅かであるが流下していることより見て、開口部は極く表面部に限られており、深部では密着していると判断できる。なお、亀裂(節理)面の方向性については、Schmidt網(Fig. 1-1)に示した。]

(5) 変火山岩類 (Meta-Volcanics)

本踏査域内における基盤として広く分布する地層群で、毎座火山岩類によって生じた玄武岩質熔岩・凝灰岩を主体とする。これらは、中生代三畳紀からジュラ紀に堆積形成された複合岩帯であるが、白亜紀以降の造構造運動によって、従来の鉱物が変質されているため、“変火山岩類”と一括して呼称されている。

踏査域内においては、この変火山岩類は岩質・岩相上の特徴に基づいて、玄武岩質塊状熔岩類(Bm)、玄武岩質凝灰岩類(Bt)、玄武岩質枕状熔岩類(Bp)に三つの地層群に分類される。

5-1) 玄武岩質塊状熔岩類(Bp)

この熔岩類は踏査域内では変火山岩類の上位層として出現し、ほぼ中央部に前述の老こう山緑岩を取り囲む形で帯状に分布している。この地層群は、暗灰青色から青色な塊状な玄武岩質熔岩を

主体とし、一部、玄武岩質枕状熔岩、同質凝灰岩、凝灰質頁岩、極細粒砂岩、シルト岩の極薄層を挟む。これらの薄層の連続性は悪い。しかしこれらの挟みの存在は、この熔岩流は数回の火山活動があったことを証明する。

この熔岩類は折れをゆるやかに示す波曲構造(undulation)をとることがあるが、全般的に、その片理面は $N 35^{\circ} \sim 60^{\circ} E$ の走向と $30^{\circ} \sim 55^{\circ}$ SE の傾斜を示し、北西から南東方向へ順次に地層が新しくなる同斜構造(homoclinal structure)をとって帯状に分布している。

この熔岩類の大半は、暗青色から暗青灰色な塊状な玄武岩質熔岩流を構成される。この岩石は肉眼的に2種類に分けられる。一つは、長石の斑晶がルーペ下でやっと識別され、石基と斑晶との区別が肉眼下では明瞭をなく、均質な組織を呈するものであり、他の一つは、長さ5~10mm程度の短冊状自形の長石を斑晶としてもつものである。両者の岩石間の境界は明瞭をなく、お互いに混在して分布している。いずれも岩石自体は堅硬であり、これらの分布域は比較的急峻な地形が形成されている。しかしながら、岩盤として見れば、ランダム方向(いずれも急傾斜)の亀裂が多発しており、しかも亀裂面は新鮮部を開口し、風化部を粘土をばむようになる。更に、片理面方向にも開口気味の割れ目が生じており、従って、小規模な鏡面の発達も認められる。又、白色の方解石や黄緑色の緑泥石の細脈(veinlets)が二次的に晶出し、ランダム方向に走っている部分がある。この現象は特に礫帯付近で出現頻度が高くなる傾向にある。*

この岩は、風化に伴い、岩石そのものが軟質となり、ついには赤褐色の粘土と化する。一般的に、玄武岩そのものは、他の岩に比較して風化進行が早いとされている。踏査域内では、この岩の分布域で6箇所崩壊地が確認できたが、いずれも急傾斜地において玄武岩が強

風化土砂化(緑まじり)粘性土)し、それが安定性を欠き崩落したものである。それらのすべては、極く浅い表層すべりであり、発達規模は小さい。

[* 玄武岩の露岩節において、崖縁堆積物や表土から僅かに地下水が湧出し流下している所では、岩石の表面に方解石(炭酸カルシウム)の薄膜(厚さ5mm以下)が二次的に晶出付着していることが多い。これは地下水中に溶解された石灰質成分が再晶出するためである。]

5-ii) 玄武岩質凝灰岩類 (Bt)

この地層群は、前述の玄武岩質塊状熔岩類(Bm)の最上位に一部出現する他、その最下部と後述の玄武岩質枕状熔岩類(Bp)の中位に帯状に分布している。この地層群は塩基性凝灰岩を主要構成要員とし、他に玄武岩質凝灰角礫岩やチャートの薄層を採り、また、小レンズ状に石灰岩を含むことがある。

これらの地層は、玄武岩質塊状熔岩類(Bm)や玄武岩質枕状熔岩類(Bp)とは整合的で、一般的に、N30°~60°Eの走向と40°~50°SEの傾斜を示し、同斜構造を有して帯状に発達する。

主要構成要員である塩基性凝灰岩は赤色ないし赤紫色を呈し、葉片状組織を有する。またこれらとほぼ垂直する方向のヘヤークラックも多数ある。従って、新鮮岩においても本岩は軟質岩に属する。風化進行も他の岩種に比較してより早いといわれている。風化進行に伴って、先ず葉理面とヘヤークラックが開口し、小片ないし鱗片状に剥離し易くなり、その開口面に沿って風化し易い状態となり岩片そのものが軟質化し、ついには赤色粘土化するに至る。崩落や侵食が易い岩質であるため、この岩の分布域では地形的有用材か道用繊維原料也を呈している。

なお、この塩基性凝灰岩に交代する玄武岩質凝灰角礫岩は、コバルからホルム一本の比較的厚質な玄武岩の角礫と軟質な凝灰岩を基質とから

構成されており、量比において、基質分が礫分より優勢である。基質は肉眼鑑定では定められないが、恐らく礫と同じ成分を有し玄武岩質であろうし、前述の塩基性凝灰岩も同様と推定されるため、ここでは玄武岩質凝灰岩類(Bt)と呼称した。

この地層中には、更に、小レンズ状の石灰岩を所々に含み、又、5m未満の層厚を有するチャート層が挟まれる。このチャートは赤色を呈し、堅硬質であり、5cm前後の縞状構造を有する。

また、露頭としては見当らないが、この玄武岩質凝灰岩類(Bp)の分布域のみに、銅鉄鉱(一部銅鉄を含ま)が賦集する岩石の巨礫石が存在している。

5-iii) 玄武岩質枕状熔岩類(Bp)

調査域内において、この地層群は燧光山岩類中の最下部群を占め、北西部に広く分布している。これは明瞭な枕状組織をもつ玄武岩熔岩を主要構成要員とし、所々に、塊状の玄武岩熔岩や玄武岩質凝灰岩の層厚を挟んでいる。

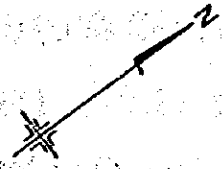
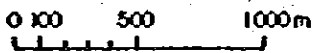
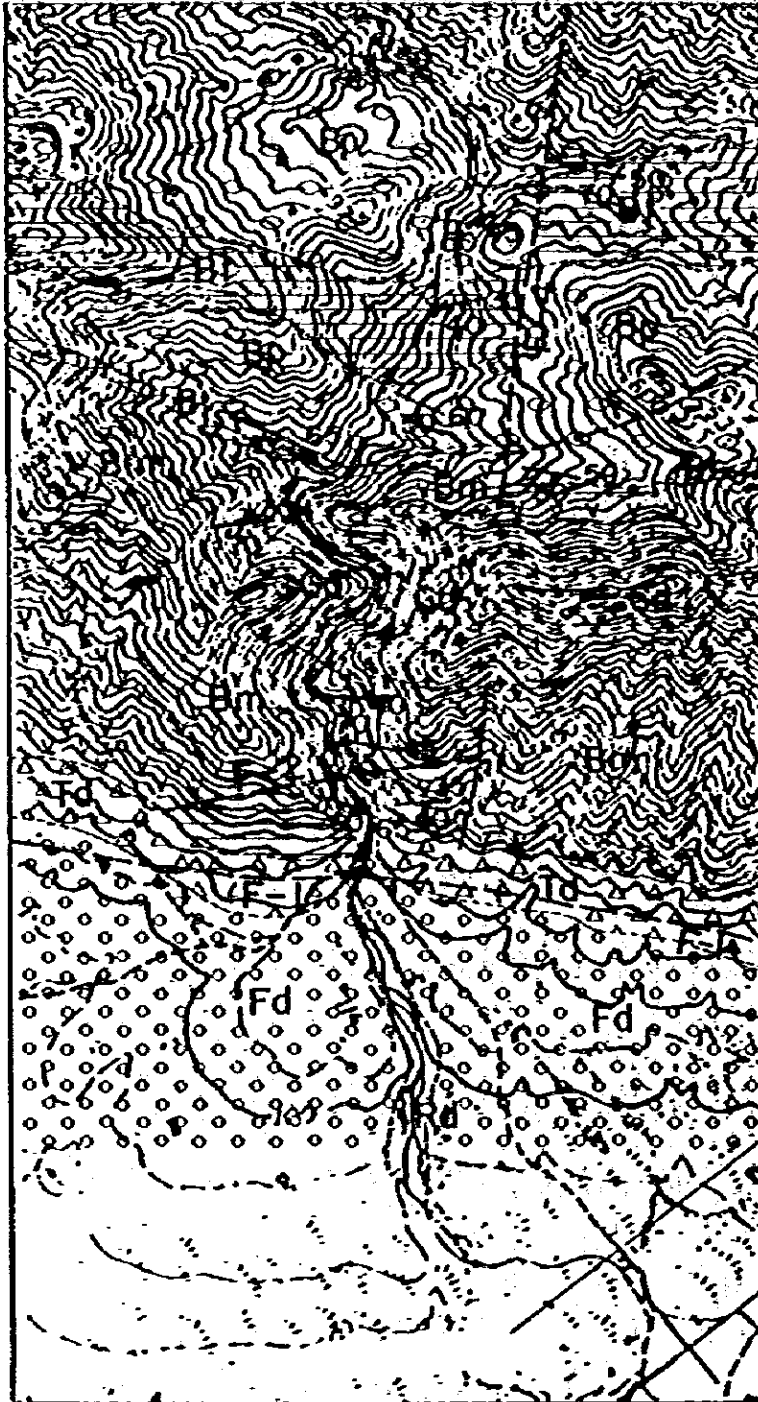
この地層群は前述の玄武岩質凝灰岩類(Bt)と整合関係にあり、N30°~65Eの走向、40°~65°SEの傾斜をもつ同斜構造をとって帯状に分布している。

この地層群の主体である枕状熔岩は、コアルからホルダー長の玄武岩が不規則な円体ないし球状体をして集合している形態を示し、あたかも枕が重なり合っているように見える。この円体は塊状、ち密、堅硬な玄武岩から構成されている。又、それには杏仁状組織(amygdaloid)が発達し、径2~3mm程度の円い孔の抜け跡が方解石(一部、沸石を含む)によって二次的に晶出充填されている。円体の周辺部や円体の相互間をうめる基質部は、凝灰岩のように極めて細粒な組織を示し、かつ、軟質である。このような枕状構造は、流動性の著しい熔岩が水中下に流

れて急峻し、且つ半ば固結した岩塊が回転した結果できるものと考えられている。

この岩は新鮮部では糜形部も基質部も硬質であり、片理面を除いて亀裂も少ない。しかし、風化進行に伴って、先ず基質部がより軟質となり、ヘヤーフラックが開口するようになる。最終的には基質部が粘性土化し糜形部もやや軟質となり、丁度、凝灰角礫岩の風化部と同じ性状を呈するようになる。地形的には、玄武岩質塊状熔岩類(Bn)の分布域よりも狭く、玄武岩質凝灰岩類(Bt)のそれよりも急峻である。

GEOLOGICAL MAP



LEGEND

- Quaternary (Recent)**
 - Rd** River Deposit
 - Td** Talus Deposit
 - Fd** Fluvial (Fan) Deposits
- Cretaceous (p)**
 - Gd** Gneiss and Diorite
- Pre-Cretaceous**
 - Bp** Basaltic Pillow Lava
 - Bt** Basaltic Tuff
 - Bl** Basaltic Lava
- Boundary between Formation
- Fault Inferred
- 50°/20° Strike and Dip of Strata

RIO TUBA HYDROPONER PROJECT Republic of the Philippines	
GEOLOGICAL MAP	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	
DWO. 10.	SHEET OF

GEOLOGICAL CROSS SECTION OF DAM SITE
SCALE 1:500

Table 1 Examples of Quality Classifications of Rock in Dam Foundations
(1)

Classification	Characteristics
A	Rock-forming minerals ⁽¹⁾ are fresh and not weathered or altered. Joints and cracks are very closely adhered with no weathering along their planes. A clear sound is emitted when hammered.
B	Rock-forming minerals are weathered slightly or partially altered, the rock being hard. Joints and cracks are closely adhered. A clear sound is emitted when hammered.
C ₂	Rock-forming minerals are weathered but the rock is fairly hard. The bond between rock blocks is slightly reduced and each block is apt to be exfoliated along joints and cracks by strong hammering. Joints and cracks sometimes contain clay and other material which may be coloured by limonite. A slightly dull sound is emitted when hammered.
C ₃	Rock-forming minerals are weathered and the rock is slightly soft. Exfoliation of the rock occurs along joints and cracks by normal hammering. Joints and cracks sometimes contain clay and other material. A somewhat dull sound is emitted when hammered.
C ₄	Rock-forming minerals are weathered and the rock is soft. Exfoliation of the rock occurs along joints and cracks by light hammering. Joints and cracks contain clay. A dull sound is emitted when hammered.
D	Rock-forming minerals are weathered, and rock is very soft. There is virtually no bond between rock blocks, and collapse occurs at the slightest hammering. Joints and cracks contain clay. A very dull sound is emitted when hammered.

(1): Except quartz

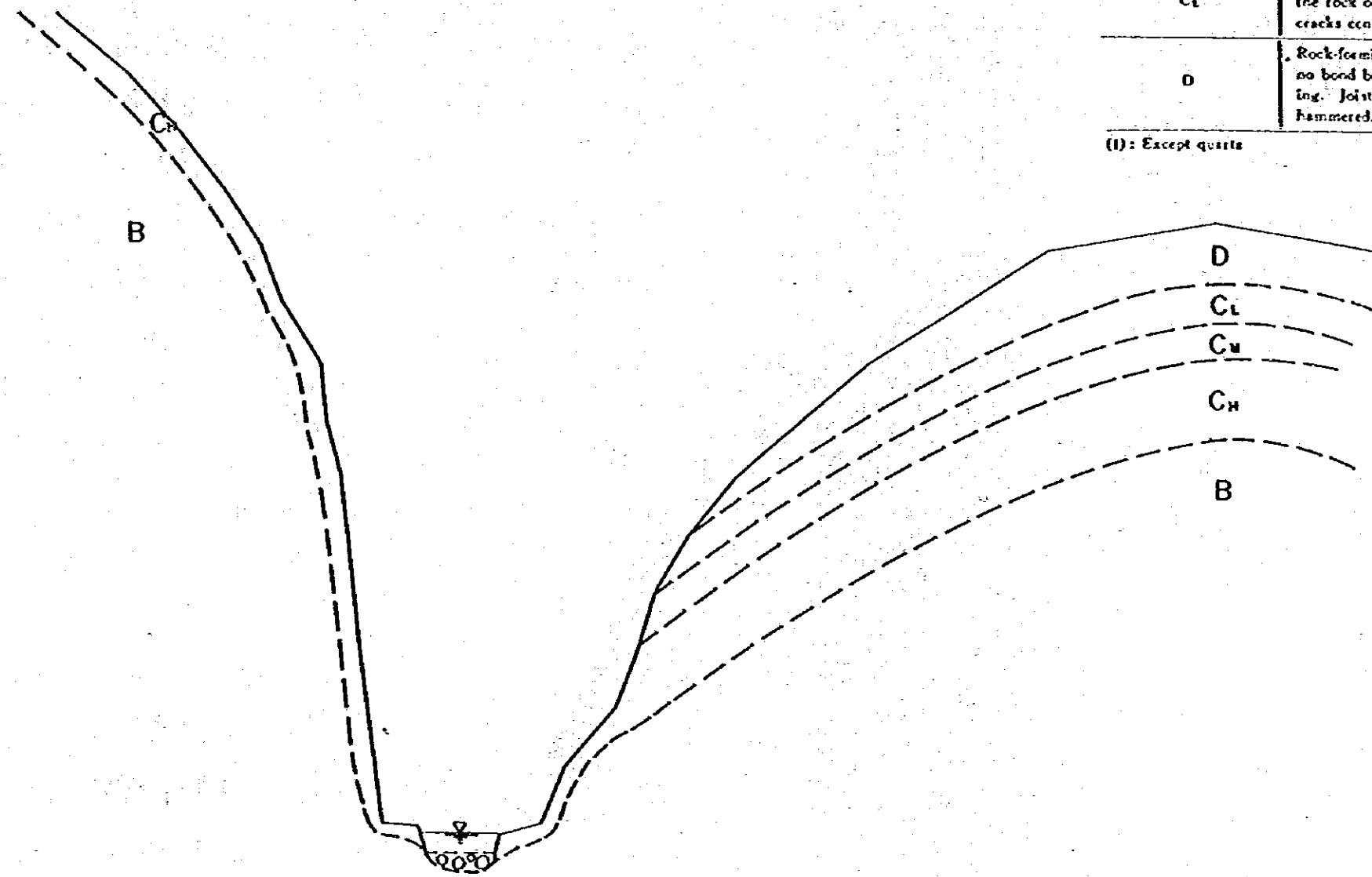
250m

200m

150m

Left Bank

Right Bank



RIO TUDA HYDROPOWER PROJECT
Republic of the Philippines

GEOLOGICAL CROSS SECTION
OF
DAM SITE

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
D90.90. SHEET OF

II-1-4. 地質構造

(1) 概説

踏査域の基盤は、三畳紀からジュラ紀の海陸火山活動によってもたらされた玄武岩質熔岩や玄武岩質凝灰岩を主体とする火山岩類である。これらは後期の造構造運動によって幾分変質され、現在、「変火山岩類 (Meta-Volcanics)」として一括呼称されている。これらは、岩相・岩質 (Litho-facies) によって、玄武岩質龜状熔岩類 (Bm)、玄武岩質凝灰岩類 (Be)、玄武岩質枕状熔岩類 (Bp) に三区分されるが、これらのいずれもが、多数の噴出活動によって形成されており、後々、堆積岩をも含む。しかしこれらの地層の累進関係は、概観して、整合的である。地層群 (strata) は、所々でゆるやかな緩曲構造をとるが、大體それらは、 $N30^{\circ}\sim 60^{\circ}E$ の走向、 $30^{\circ}\sim 65^{\circ}SE$ の傾斜をもつ同斜構造を示す。

この変火山岩類中に、花こう閃緑岩 (Gd) の貫入岩体が見られ、これは周囲の構造と調和的 (concordant) で、北東から南西へ伸びる岩株 (stock) の形態を示す。貫入時期は正確とはいえないが、変火山岩類が形成された後と、白亜紀と推定される。変火山岩類への影響はあまりなく、周辺部で僅かに碎屑化されているに過ぎず、ホルンフェルズ化等の熱変成は認められない。又、花こう閃緑岩体そのものもその縁部で大巾な急変相を示さない。

(2) 断層

踏査域内には、断層が4本走っている (地質平面図参照)。これらの断層は変火山岩類中に限って発達し、花こう閃緑岩体を切っていないことから判断して、その形成時期は花こう閃緑岩の貫入時以前であると推定される。これらの断層は、ここで、F-1からF-4と名づけたが、その方向、種類、性格等については表-1-2のようにまとめられる。

表-1-2. 断層の特徴

断層名	方 向	種 類	特 性
F-1	北東 S 南西	推 定	平地との境界部において、山嶺前面に三角面(triangular facet)が並列する断層崖面が形成されている。断層部は崖錐・崩壊地帯複合部によって被覆され観察できない。
F-2	N 20°E, 70°~80°SE	確 定	Tanlang川沿いの懸崖では、中50cm程度の破砕帯(断層粘土を伴む)を確認。地層の走向とやや斜交して走る。周辺の玄武岩質凝灰岩はシヤされ、鏡肌や方解石の脈が観察されている。
F-3	N 20°E 85°NE	確 定	Tanlang川支流の懸崖で、中4~5mのsheared zoneが発達し、その中に蛇紋岩が侵入している。地層面とは斜交して走る。周辺には小崩壊地の発達が見られる。
F-4	N 30°W 60°~85°SW	確 定	Tanlang川支流の懸崖で、中2~3mのsheared zoneが発達し、蛇紋岩が侵入している。周辺には小崩壊地の発達が見られる。方向は地層面とはほぼ直交する。花崗閃緑岩体は切断されている。

(3) 花こう閃緑岩体中の節理系

調査域に分布する岩盤の亀裂 (fracks) もしくは節理 (joints) の特徴については、前章を述べた。ここでは、カム軸に当ると予測される花こう閃緑岩体中に発達する節理系を特にとり上げて詳述する。

Tamlang川沿いに露岩する花こう閃緑岩に対して、ほぼ10m間隔毎に、卓越する節理 (亀裂を含む) 面の観累を実施した。

方向性については、どの観累点においても、急傾斜を示す2方向の共役節理 (conjugate joints) とほぼ水平方向に発達する1つの板状節理 (platy joint) が30~50cmピッチで識別される。これらの節理系の計測結果を電算処理によって赤道面等面積ステレオネット (下半球) に極投影したものが、図-1-1である。

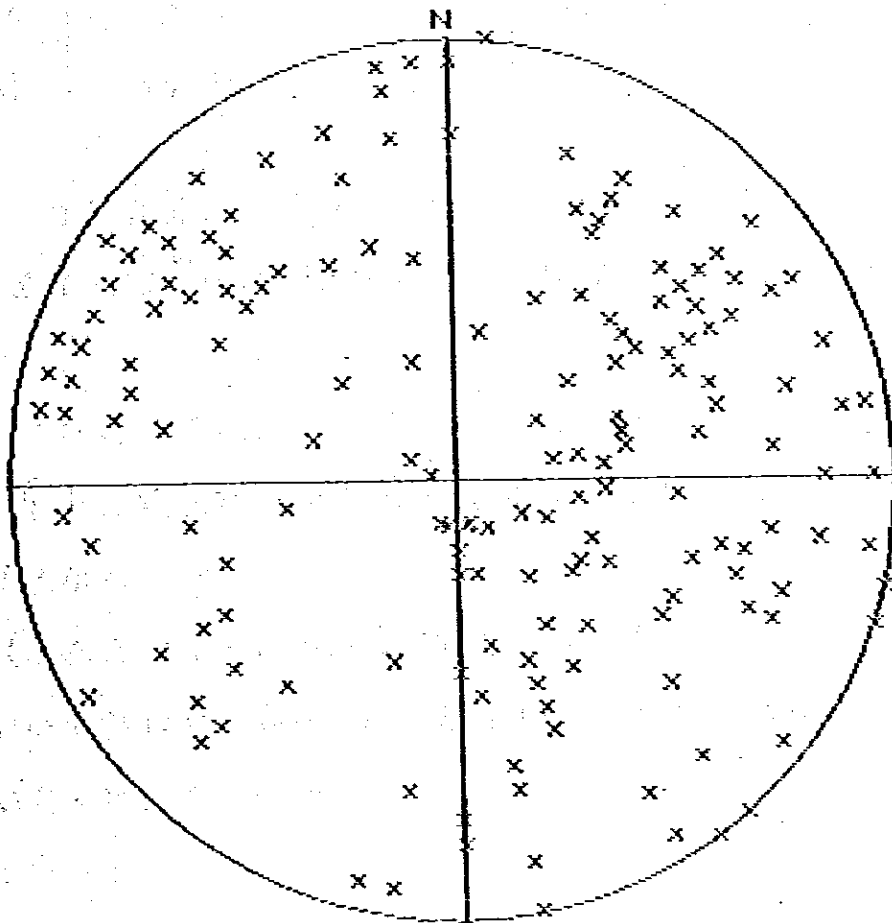


Fig. 1-1. 花こう閃緑岩体の節理系の極投影

この図を見て判るように、花こう肉緑岩体に発達する節理系とは、共役節理にして板状節理にして、特にある卓越した方向性は見当らず、非常にバラついたものになっている。

それらの性状について述べれば次のようである。先ず新鮮部（B級以上）の節理はいずれも連続性のある条線として追跡可能であるが、その面は露着しており、ハンマーの強打によっても容易に分離できない。弱風化部（C1級程度）になると、幾つかの節理面が地表部において開口するようになり、大きなブロックに分離され易くなる。更に風化が進み中風化部（C1級からC2級）になると、殆どの節理面が開口し、岩石を撻むようになると共に、岩質そのものも軟質となる。

1-2. ボーリング調査結果

III-2-1. ボーリング調査の概要

今回のボーリング調査は、サージタンク、パンストック、発電所、放水路の計画地点に対して実施した。その概要は表-2-1に示す通りである。

表-2-1. ボーリング調査の概要

孔 番	掘削長(m)	標準貫入試験回	目 的	掘削方式
No. 1	8.00	—	放水路	孔径: 66mm
No. 2	5.00	2	発電所	オールマイティ
No. 3	8.00	2	発電所	垂直掘り
No. 4	10.00	4	パンストック	
No. 5	18.00	2	サージタンク	
No. 6	8.00	2	パンストック	
合計	57.00	12	—	—

III-2-2. ボーリング調査結果

各地点でのボーリング調査結果は、柱状図に詳細に記した通りである。

なお、この柱状図に記入されている、採取コアの観察結果に基づく岩盤区分の基準と R.Q.D 値の意味は下記の通りである。

・岩盤区分の基準

採取されたコアについて、形状と硬軟の観察を表-2-2と表-2-3に基づいて行ない、表-2-4に示すように、それらの組合せによって岩盤区分を行なった。ここで、Eとしたものは、岩盤以外の未固結土砂をすべてを含む。

表-2-2. コア-形状の区分

区分	ボーリングコア-の形状
I	土砂状~砂礫状コア-が主体。
II	岩片~礫状コア(原形復旧可能)が主体。
III	コア-長1~5cmの円板~短柱状コア-が主体。
IV	コア-長5~10cmの短柱状コア-が主体。
V	コア-長10~20cmの長柱状コア-が主体。
VI	コア-長20cm以上の橋状コア-が主体。

表-2-3. コア-の硬軟区分

区分	硬さの程度	掘進性
a	軟質. 岩片は指で容易に破砕できる。	無水掘進可。
b	やや軟質. 割離し易く. 岩片は手で破断できる。	MC, 送水掘進。
c	やや硬質. 片理・節理面に沿って割離し易い。	MC, 送水掘進。
d	硬質. ハンマーの強打で割れる。	DB掘進可。
e	極めて硬質. 割れ難い。	DB掘進。

表-2-4. 岩盤区分(ボーリングコア-観察に基づく)

岩 化 帯	a							D
	b							
	c			CM	CL			
	d	B	CH	CM				
	e	A	B	CH				
区分要素	30cm 以上	VI	V	IV	III	II	I	
	少い ← 割れ目 → 多い							

・ R.Q.D 値

ロータリホーリングにおいて岩盤のコアを採取する場合、コアの採取状態、採取率、平均長及び最大長等は、岩盤の原位置における割れ目、隙き、均一性などに支配されると共に、機械を操作する側の技術やビット、コアチューブの種類等にも大きく支配される。従って、コア観察に基づいて岩盤状況を正確に把握するために、これらを勘案して、DEERE (1967) は R.Q.D (Rock Quality Designation) 値による表示方法を提案した。R.Q.D 値とは、内径 53mm 以上のコアチューブで採取したコアを対象に、次式を示すような単位掘削長 (1.0m) に対する 10cm 以上のコア長が占める割合を示すものである。

$$R.Q.D. (\%) = \frac{10\text{cm以上のコア-累計長 (cm)}}{100(\text{cm})} \times 100$$

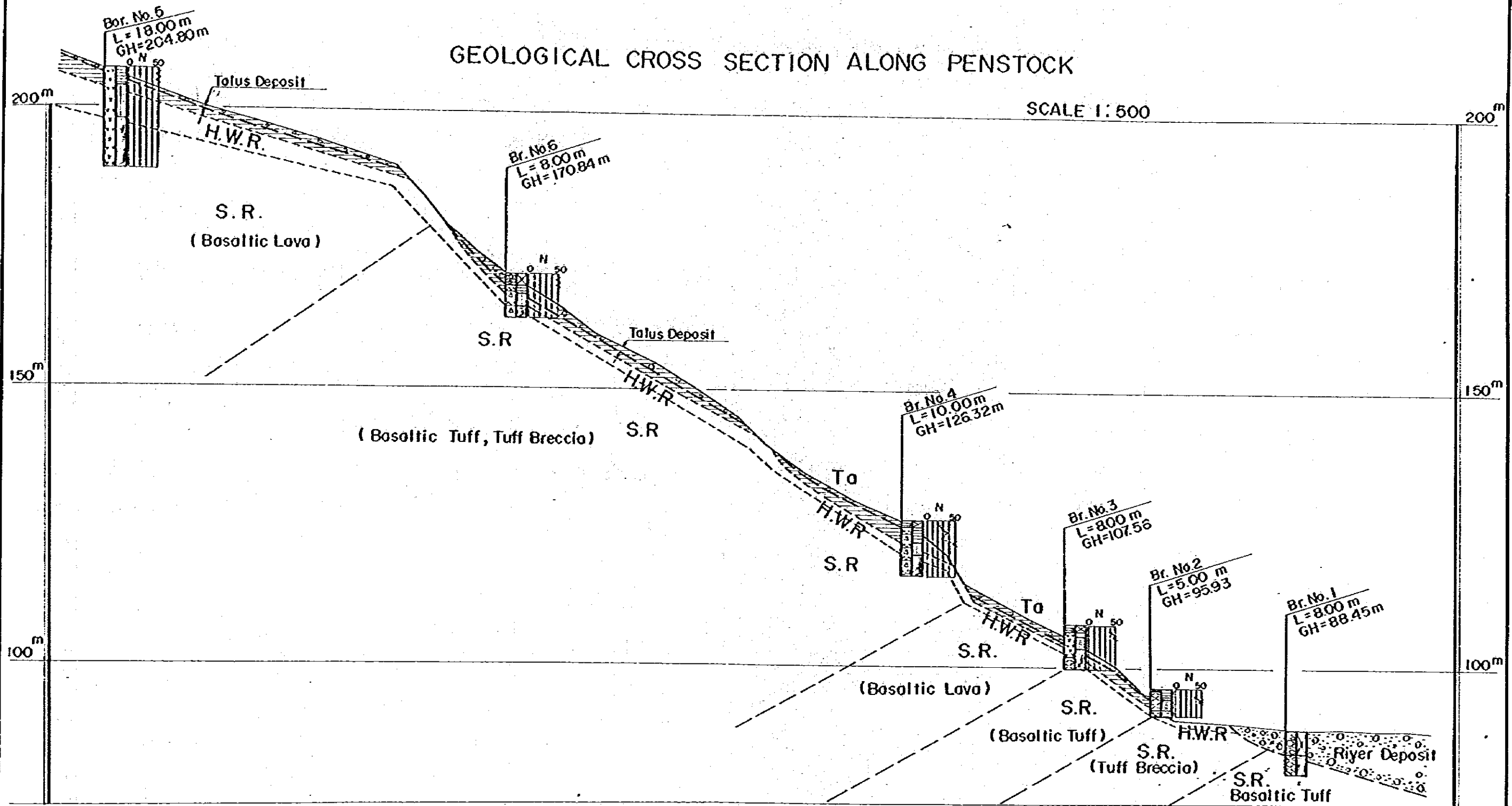
ここで R.Q.D 値による岩盤の良好度の判定は、一般に、表-4-5 に基づいている。

表-2-5. R.Q.D. 値に基づく岩盤評価

R.Q.D.(%)の範囲	岩盤評価
0 ~ 25	非常に悪い (Very Poor)
25 ~ 50	悪い (Poor)
50 ~ 75	普通 (Fair)
75 ~ 90	良い (Good)
90 ~ 100	非常に良い (Excellent)

GEOLOGICAL CROSS SECTION ALONG PENSTOCK

SCALE 1:500



- Over burden (Clayey soil with gravel)
- Over burden (Sand and gravel)
- H.W.R. Highly weathered rock
- S.R. Slightly weathered rock or sound rock

RIO TUSA HYDROPOWER PROJECT
Republic of the Philippines

GEOLOGICAL CROSS SECTION
ALONG PENSTOCK

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DWG. NO. SHEET OF

Drilling Core Log

Geological Symbol 欄において、右側に表示されているものは、基礎構造物を対象としての土工区分を示し、各々の意味は下記に示す通りである。



赤固結土砂



本来岩盤であるが、強風化して土砂状化しているもの



軟岩



原岩

Geological Symbol 欄において、左側に表示されているものは、地質区分であり、各々の意味は下記の通りである。



砂礫



礫をじり粘土



玄武岩質凝灰岩



玄武岩質凝灰岩礫岩



玄武岩

DRILLING CORE LOG

Name of Project Small Hydropower Development Project for Rio Tuba Nickel Mining Corporation No. of Hole No. 1
 Location Tambora River Depth of Bedrock _____ m Bore Hole Dia. 66 mm Depth of Hole 8.00 m
 Elevation GH 58.65 m Core Recovery (ave.) 84 % Type of Drill Machine Tore-1 Operator L. ESTUURA & A. MAGNO
 Direction _____ Water Table _____ m Date Feb 17 84 ~ Feb 18 84 Supervisor C. V. ESCANO
 Inclination Vertical

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Thickness (m)	Geological Symbol	Geology	Color	Remarks	Standard Penetration Test					Core Recovery (%)	R.P.D. (%)	Classification				
								N-Value	Knocking Times per 10 cm			Knocking Times							
								(m)	cm	cm	cm	10	20	30	40	50			
					Recent River Deposit	Light grey	River gravel ill-sorted, very rounded; ranging from pebble to cobble, sometimes including boulder in size; composed of peridotite, dunite, quartz-schist, basalt and gneiss, all of which are very hard.												
		4.15	4.15		Altered Basic Tuff	reddish purple	Hard core in columnar shape, with calcite veins and hair-cracks frequently developed in random direction. Lamination like as shale observable between 6" and 7". Hardness of rock is more or less soft.												
		8.00	3.85																

DRILLING CORE LOG

Name of Project Small Hydropower Development Project for Do Tabo Nickel Mining Operation No. of Hole No. 2
 Location Tanlang River Depth of Bedrock m Bore Hole Dia. 66 mm Depth of Hole 5.00 m
 Elevation 95.93 m Core Recovery (Ave.) 94% Type of Drill Machine Gene-1 Operator LESTOUA S. A. MAGANO
 Direction Vertical Undergr. m Water Table m Date Feb. 21 1984 Supervisor C. K. ESCOBAR

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Thickness (m)	Geological Symbol	Geology	Color	Remarks	Standard Penetration Test						Core Recovery (%)	R.R.D. (%)	Classification				
								Test Depth (m)	N-Value		Knocking Times per 10cm		Knocking Times							
									cm	30	cm	30	10				20	30	40	50
0.40	95.93	0.40	0.40		Talus Deposits		Angular gravels with clay. Most weathered and altered with appreciable amount of fine and hard basaltic gravels.	1.45	38	10	10	10	20	30	40	50	100	0	CL	
2.00	95.93	2.00	1.60		Altered Basic Tuff	reddish purple	Laterally weathered and highly fractured. Core samples obtained in gravel or slat collector shape.	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	90	0	CL
3.80	95.93	3.80	1.80		Altered Tuff-breccia	Various	More or less fresh and hard rock, but with hair cracks developed. Frequently composed of grayish blue gray red and reddish purple matrix; the former exceeds the latter in volume.	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	25	CL
5.00	95.93	5.00	1.20		Tuff-breccia	gated		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	80	CL

DRILLING CORE LOG

Name of Project Small Hydropower Development Project for Rio Tuba Nickel Mining Corporation No. of Hole N.3
 Location Tanlang River Depth of Wellbore 66 mm Core Recovery (Ave.) 83 %
 Elevation 102.56 m Direction Vertical Type of Drill Machine Tomo-1 Operator A. MAGNOR L. ESTALBA
 Inclinometer Vertical Water Table None Date Feb. 24, 84 Supervisor C. V. ESCAÑO
 Depth of Hole 8.00 m

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Thickness (m)	Geological Symbol	Geology	Color	Remarks	Standard Penetration Test				Core Recovery (%)	R.Q.D. (%)	Classification	
								Test Depth (m)	N-Value	Knocking Times per 10 cm	Knocking Times				
1		1.50	1.30		Talus	yellowish brown	more or less plastic clayey deposit bearing angular gravels.	1.65							
2		2.00	0.20		Deposits	reddish purple	Hardly weathered and silty clay. Moderately weathered and highly fractured. Frag- mentary core samples com- posed of weathered and softeneo basalt, and losing all clayey parts.	2.00	11	13	18				
3		2.10	2.30		Basalt	light to dark grey									
4		2.75	1.85		Basalt	dark grey	massive, very hard; core samples obtained in short col- umn shape.								
5		3.00	2.35		Altered Basalt	reddish brown	Core samples showing columnar shape; most of them fresh but somewhat soft on hardness.								
6															
7															
8															
9															
10															

DRILLING CORE LOG

Name of Project Small Hydropower Development Project for Rio Taba Nickel Mining Corporation No. of Hole No. 9
 Location Tanlang River Depth of Hole 10.00 m
 Elevation 226.32 m Core Recovery (Conv.) 89 % Operator A. MAGANO & L. ESTANISA
 Direction Vertical Undergr. Water Table none Drill Machine Tomc-1 Supervisor C. V. ESCAÑO
 Inclin. Vertical Date Feb. 25, '84 Feb. 26, 1984

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Thickness (m)	Geological Symbol	Geology	Color	Remarks	Standard Penetration Test					R.O.D. (%)	Core Recovery (%)	Classifier (%)		
								Test Depth (m)	N-Value	Knocking Times per 10cm						Knocking Times	
									10	20	30	40	50				
1					Talus Deposits	reddish brown	Secondary clayey deposits with a small amount of basaltic gravel. Moderately plastic.	1.05							100	0	E
2		1.80	1.80			yellowish to reddish brown	Highly weathered and altered with silty clay bearing a few amounts of basaltic hard gravel.	1.57	23	6	8	9		100	0	D	
3								2.45	33	9	11	13		100	0	D	
4								3.15						100	0	D	
5								3.45	28	9	9	10		70	0	CL	
6								4.15						60	0	CL	
7								4.31	58	35	15			90	12		
8					Basaltic Tuff	dark greyish blue	Breccia composed of br. salt, diameter of which are ranging from 0.5cm to 5cm with matrix consisting of basaltic tuff. Fractures and calcite veinlets frequently developed; joint-surface contaminated with thin (micro)crystalline calcite.							80	10	CM	
9														90	25		
10					Breccia	reddish purple								100	80	CM	

DRILLING CORE LOG

Name of Project Small Hydropower Development Project for Rio Tuba Nickel Mining Corporation

No. of Hole No. 5

Location Tondang River

Depth of Bedrock m

Bore Hole Dia. 66 mm

Depth of Hole 18.00 m

Elevation 204.83 m

Core Recovery (ave) 33 %

Drill Machine Long Year - 28

Operator R. SAYSON & P. APASJOL

Inclination Vertical

Water Table None m

Date Feb 18, 84 ~ Feb. 20, 84

Supervisor C. V. ESCANO

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Thickness (m)	Geological Symbol	Geology	Color	Remarks	Standard Penetration Test				Knocking Times	Core Recoveries (%)	R.O.P. (m)	Classification		
								N-Value	Knocking Times per 10m								
								Test Depth (m)	10	20	30	cm	cm	cm			
1							Highly weathered and altered with compacted silty clay with appreciable amount of basaltic granules.	1.15							100	0	
2						yellowish brown		1.32							100	0	
3		3.00	3.00					2.15							100	0	
4							Highly to moderately weathered and fractured. Fragmentary core samples showing 2 to 5 cm in diameter consisting of basalt which contains large phenocrysts of feldspar (ca. 5 mm in diameter), and almost losing softened clayey parts.	2.38							50	0	
5															35	0	
6															20	0	CL
7															20	0	
8						light greenish grey	Joint surface attached with thin film of hydro-oxidized ferric.								30	0	
9		9.00	6.00			dark grey	Massive basalt, fresh and very hard.								40	0	
10		9.65	0.65				Moderately to weakly weathered. Most core samples obtained in columnar shape. Sometimes with calcite-veinlets. Phenocryst of feldspar very large; most of them ranging from 5 to 8 mm in size.								65	30	
11															65	30	CM
12															90	65	
13															100	40	
14						light grey to bluish grey	Core samples from 13.60 to 14.00 m in depth much fractured.								100	10	CL
15		15.00	5.35				Weakly weathered or fresh. Core samples show a long columnar shape, and very hard. Joint surface secondary with cementation with highly oxidized ferric.								100	50	
16					Altered Basalt										100	15	CH
17						dark bluish grey									100	80	
18		18.00	3.00												100	90	

Name of Project Small Hydropower Development Project for Rio Taba Nickel Mining Corporation No. of Hole No. 6
 Location Tanlang River Depth of Hole 8.00 m
 Elevation 170.84 m Bore Hole Dia. 66 mm Operator R. SAXSON & P. PASIO
 Direction Vertical Core Recovery (ave) 80 % Drill Machine Long Year - 244 Supervisor C. V. ESCANO
 Inclination Vertical Underground Water Table None Date Feb. 23, 84 - Feb. 23, 84

Scale (m)	Elevation (m)	Depth (m)	Thickness (m)	Geological Symbol	Geology	Color	Remarks	Standard Penetration Test						Core Recovery (%)	Classification		
								Test Dept. (m)	X-Value			Knocking Times per 10cm				Knocking Times	
									cm	cm	cm	cm	cm				cm
1																	
2		2.20	2.20		Talus Deposits	yellowish brown	Secondary clayey deposits with a few amount of granulars which are composed of basalt.	1.15	10	20	30	40	50	100	0	E	2.20
3		2.70	1.50			yellowish reddish brown	Highly weathered and soft fragmented and loose clayey matrices.	1.41	10	20	30	40	50	80	0	D	2.70
4		3.70	1.50			dark bluish grey	Highly to moderately weathered fractured, and with frequent calcite veins and hair cracks. Core samples obtained fragmentarily.	2.15	10	20	30	40	50	70	0	D	3.70
5							Somewhat fresh and hard moderately fractured. Breccia composed of very fine-grained basalt, ranging from 1 to 4 cm in diameter, partially reaching to 40 cm. Matrix consisting of basic (basaltic?) tuff.							80	10	C	
6		6.00	2.30		Altered Tuff-Breccia									90	40	C1	
7														100	65		
8		8.00	2.00														
9																	
10																	

III-3. 弾性波探査結果

III-3-1 弾性波探査の概要

弾性波探査は、Tamlang川ダムサイト及び上流河岸部において河床の礫の厚さ、基岩の深さおよびその弾性波速度を確認するために行った。探査数量はダムサイトで1測線22m、上流で2測線159m計181mについて実施した。

Location	Line Name	Length
Dam Site	A line	22 m
up Stream	B line	99 m
do	C line	60 m
Total		181 m

Geophone 間隔は A 測線では 2m、B-C 測線では 3m 間隔で測定し、これらの結果の解析から得られた地層の速度区分に基づいて、縮尺 1/300 の速度層断面図を作成した。尚余振源はハンマーの打撃振動による。

3-2. 弾性波探査の結果

速度層断面図に示した如く、各測線の速度層は概ね 3 層に区分され、各層の速度、地層状態および厚さは次表に示す通りである。

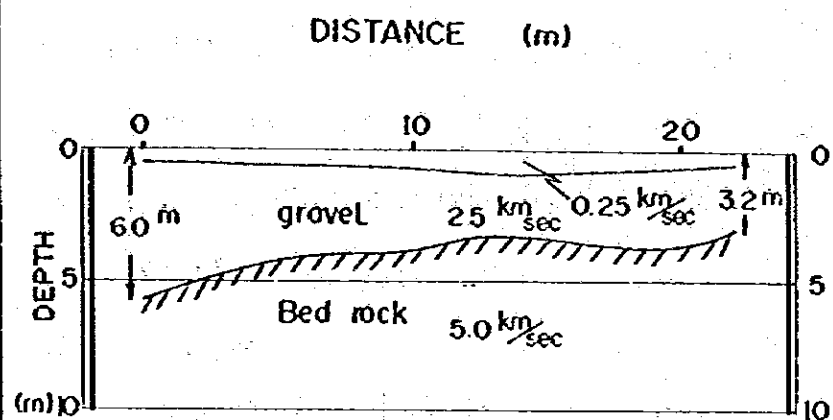
Velocity Stratum	Velocity (Km/sec)	Rock characteristics	Stratum thickness (m)
1st Stratum	0.25~0.6	Loose sand and gravel	0.5~1
2nd Stratum	2.5	Compact sand and gravel	2.5~8
3rd Stratum	5.0	Slightly weathered rock to fresh rock (Diorite)	

ダムサイトにおける基盤岩上の礫の厚さは A 測線が最も薄く、上流側に向って厚さは漸次増大する傾向が判明した。

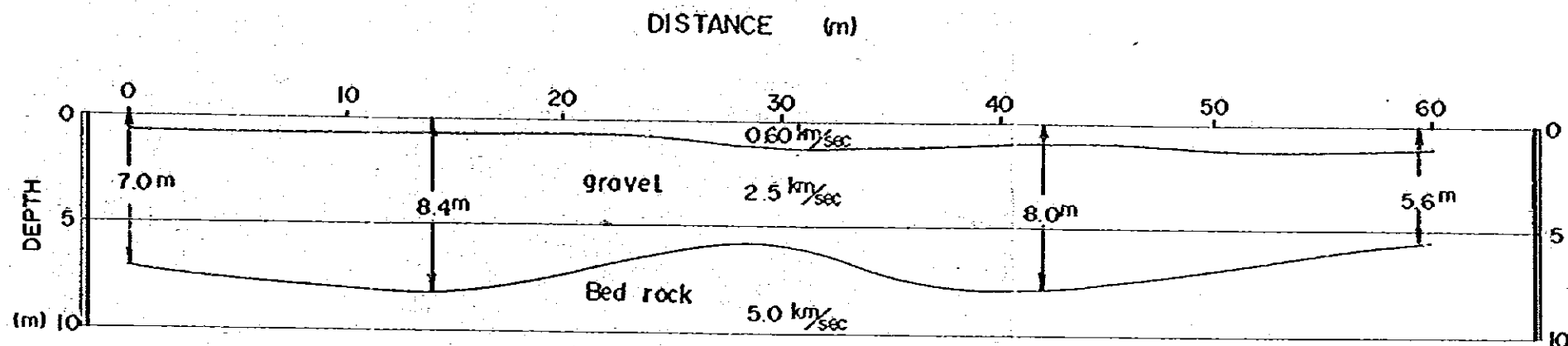
増す傾向にあり、A測線の上流端では6mに達することから見て基岩の上面は侵蝕のため凹凸に富んだり、不規則な形となっている。

基岩は付近の露岩と同様の花崗閃緑岩であり、弾性波速度値の5.0k/secから見て、その基岩として見る場合少なくとも支持力の面では全く問題のない岩盤と想定される。

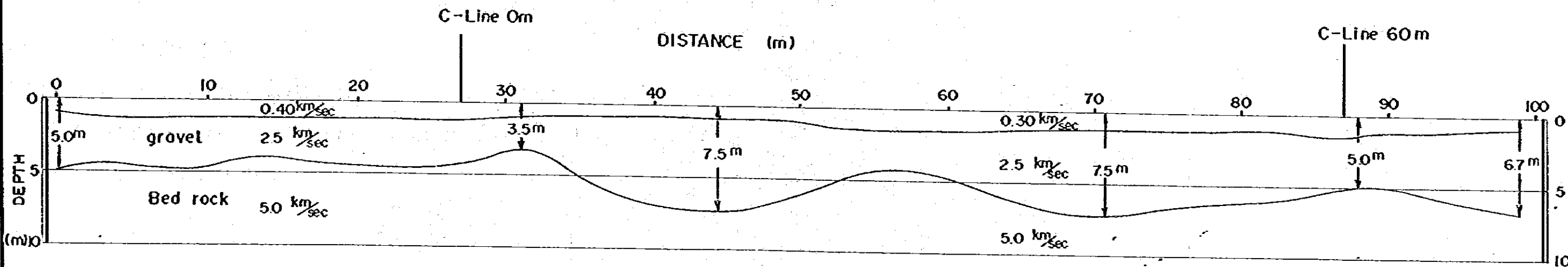
VELOCITY LAYER SECTION BY SEISMIC PROSPECTING



LINE A



LINE C



LINE B

RIO TUGA HYDROPOWER PROJECT		
Republic of the Philippines		
VELOCITY LAYER SECTION BY SEISMIC PROSPECTING		
JIPAX INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY		
FIG. NO.	SHEET	OF

Ⅲ-4. 現河床堆積物の粒度試験と岩種構成調査結果

Ⅲ-4-1. 調査の概要

コンクリート骨材としての適否を概略的に把握するために、現河床堆積物を対象として、その粒度構成と岩種構成について調査を実施した。先ず粒度については、粒径76.2mm以上のものは面積比率で算出し、それ以下のものはふるい(JIS規格)を使用して解析した。次に岩種構成については、任意の割線とセネアを引き、それにおける隙を肉眼鑑定によって調べた。

これらの調査位置は表-4-1に示す通りである。

表-4-1. 粒度試験・岩種構成調査の位置

試料番号	調査位置	備考
Sample-1	ダム軸計画地点から約500m上流の右岸側	付図-参照
Sample-2	発電所計画地点から約100m下流の右岸側	

Ⅲ-4-2 粒度試験結果

(1) 粒径76.2mm以上の隙の比率

粒径76.2mm (cobble-size) 以上の隙とそれ以下のものとの構成比率は次のようである。

粒 径	構成比率 (%)	
	Sample-1	Sample-2
76.2mm以上	70.2	39.5
76.2mm以下	29.8	60.5

(2) 粒径76.2mm以下の粒度構成

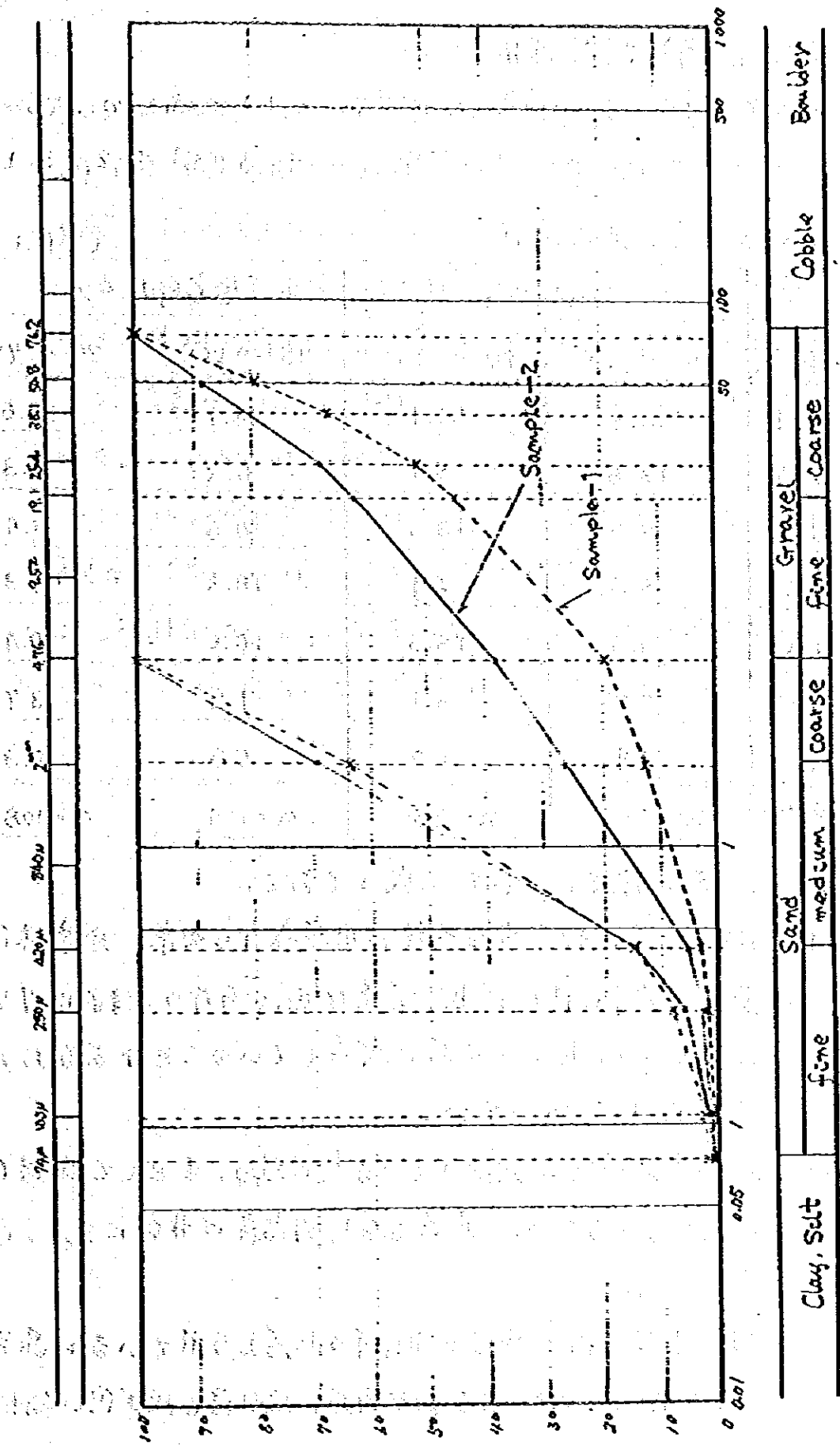
粒径76.2mm以下の堆積物の粒度構成については、表-4-2及び図-4-1に示した通りである。

表-4-2. 粒径 76.2 mm 以下の粒度構成

粒 径 (mm)	土質名	構 成 比 率 (%)			
		Sample-1		Sample-2	
76.2 ~ 50.8	礫	20.4	80.2	11.8	62.0
50.8 ~ 38.1		12.2		8.8	
38.1 ~ 25.4		15.8		10.8	
25.4 ~ 19.1		6.3		6.2	
19.1 ~ 4.76		25.5		24.4	
4.76 ~ 2.00	砂	7.2	19.8	11.6	37.8
2.00 ~ 0.42		9.7		21.0	
0.42 ~ 0.25		1.3		3.4	
0.25 ~ 0.105		1.1		1.4	
0.105 ~ 0.074		0.2		0.4	
0.074 以下	シルト・粘土	0.3	0.3	0.2	0.2
測定総重量 (g)		63,380		78,055	

なお、図-4-1 中には、粒径 4.76 mm 以下のものを 100% として再計算したものを参考までに示している。

Fig. 4-1 GRAIN SIZE ACCUMULATION CURVE



III-4-3. 岩種構成調査結果

現河原宿嶺物の岩種構成は、粒径75mm以上の礫と20~75mmの礫とに2大別して調べたが、その結果は表-4-3と図-4-2に示した。

表-4-3. 礫の岩種構成

(単位: %)

試料 粒径	Sample - 1		Sample - 2	
	75mm 以上	20 ~ 75mm	75mm 以上	20 ~ 75mm
Ub1	50.5	54.1	46.1	30.6
Ub2	13.6	5.1	6.7	8.3
Os	17.5	13.3	10.6	7.4
Ba	5.8	6.1	18.3	21.3
Tu	7.8	15.3	10.6	20.4
Ch	2.9	5.1	1.9	3.7
Gd	1.9	1.0	5.8	8.3
測定回数	n = 103	n = 98	n = 104	n = 108

ここに、上表の礫種について記載しておく。

Ub1 : かんらん岩。超塩基性岩類の分布域から由来。淡黄緑色を呈し、片麻状。粒度は非常に粗く、塊状。堅硬な礫からなる。まれにクリソタイル(chrysotile)が表面に付着していることがあるが、殆ど蛇紋岩化は受けていない。

Ub2 : 超塩基性岩類から由来している他の岩石。主として輝岩(Pyroxenite)からなる。黒色を呈し、片麻状。粒度は非常に粗く、塊状。堅硬な礫。

Os : 超塩基性岩類の周辺に分布すると考えられている結晶片岩類から由来したと考えられる石英片岩。灰白色と灰黒色の縞状組織を有するものが多いが、淡赤色のヘマタイト-石英片岩も存在する。い

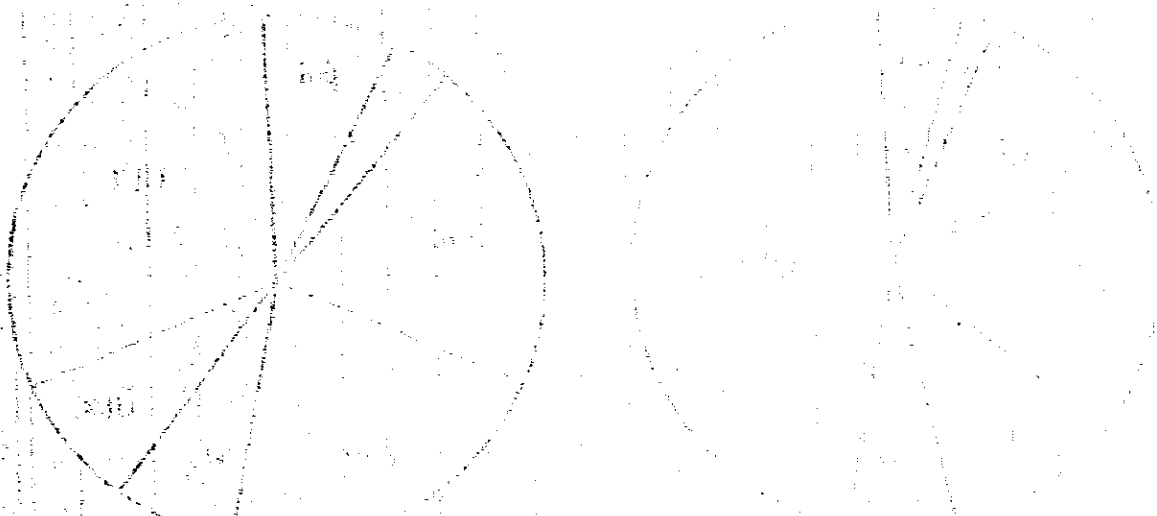
すれの礫も亜円状(sub-rounded)で、非常に堅硬である。

Ba : 変火山岩類から由来する玄武岩の礫。暗灰色～黒色で、塊状
ら密。微晶質なものや長石の大きな結晶を含有するものも
ある。いずれも非常に丸く円磨されており、堅硬。

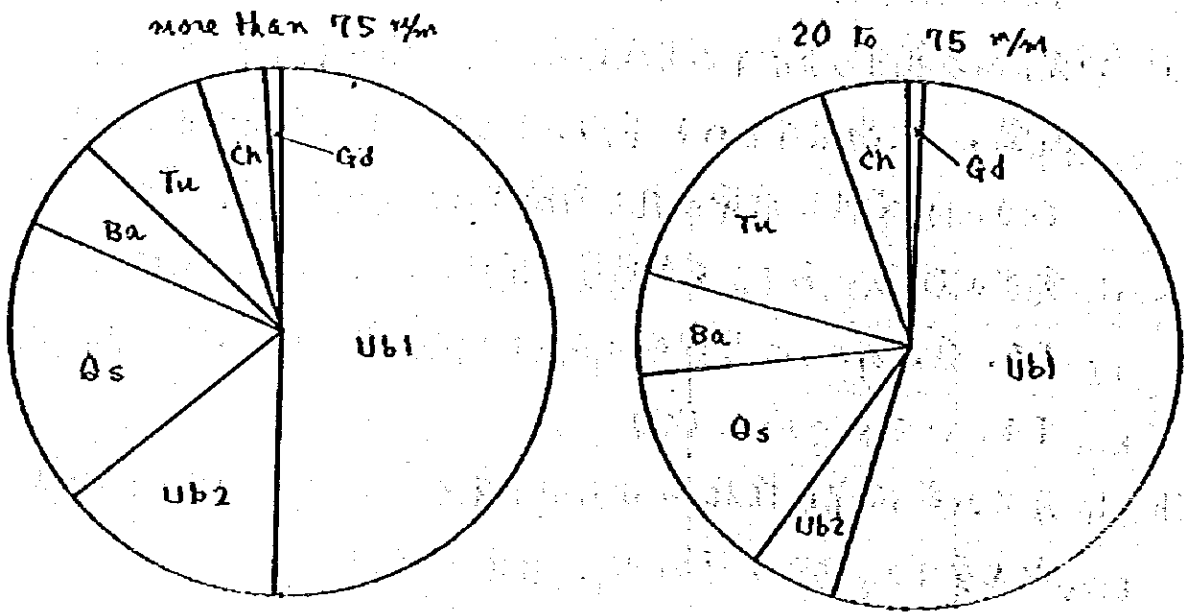
Tu : 変火山岩類に属する玄武岩質凝灰岩の礫。赤色～赤紫色を呈
する。頁岩のように葉理面に沿って割れやすく、軽い打撃で節片化
する。いずれの礫も軟質。

Ch : 変火山岩類中の換花崗から由来するチャート。赤色。結核組
織を呈する。礫は亜円状で、非常に堅硬。

Gd : 花崗閃緑岩の礫。乳白色を呈し、塊状で等粒状組織を有
する。礫は円形もしくは亜円状の形状を示し、非常に堅硬。



Sample - 1



Sample - 2

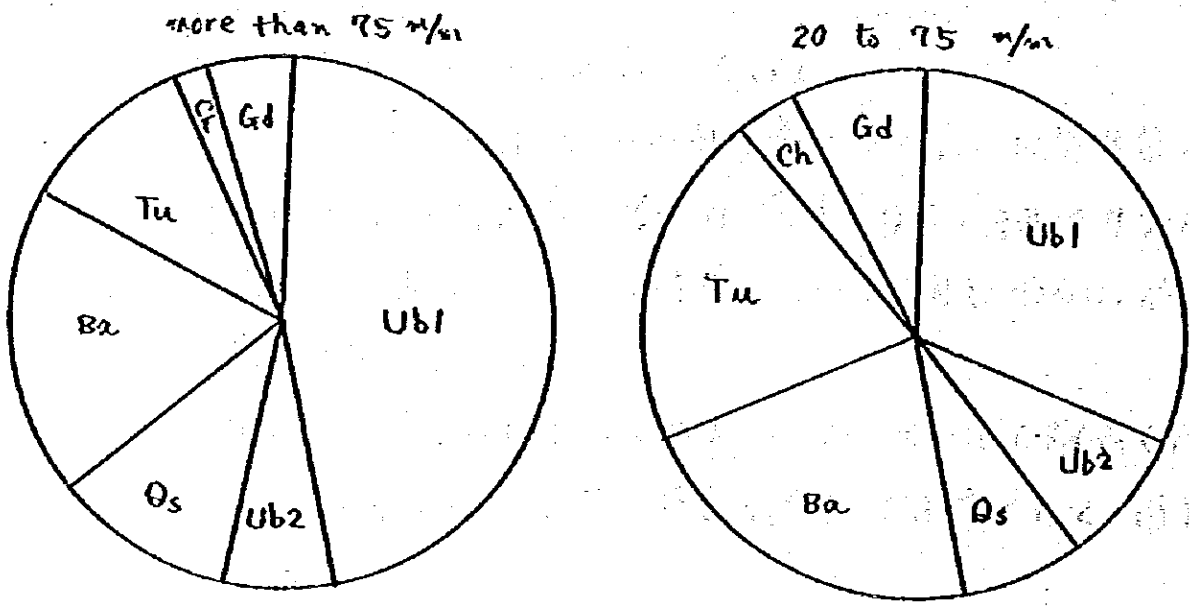


Fig 4-2 Diagram of Composition in the River Deposits

作 也 川 木 山 水 力 發 電 法 表 5-7

試 験 機 種	先 辨 比 Ⅱ		吸 水 率 (%)	有 効 間 隙 率 (%)	含 水 比 (%)	固 體 重 量 (g)	比 重 液 中 沉 降 速 度			一 切 固 體 重 量 (kg/m ³) × 10 ³	固 體 率 (%) × 10 ³	固 體 引 力 率 (%)	三 軸 圧 縮 試 験					
	自 然 状 況	試 験 後					吸 水 率 (%)	固 體 率 (%) × 10 ³	固 體 率 (%) × 10 ³				固 體 率 (%) × 10 ³	固 體 率 (%) × 10 ³	固 體 率 (%) × 10 ³			
1	2.62	2.61	2.69	0.79	2.10	2.686	5.39	2.62	5.07	226.3	6.87	0.27						
2	2.65	2.64	2.67	0.89	2.06	2.674	5.11	2.62	4.02	148.0	6.02	0.20						
3						2.668							48.9					

III-5. 岩石試験結果

ダム軸手定地に当る花こう閃緑岩の物理的及び力学的性質を把握するため、新鮮岩をブロックサンプリングして、室町岩石試験を実施した。その結果は次表-5-1. 岩石試験一覧表に示した。

JICA