

丹平地區土質試驗報告書

머릿말

本試驗報告書는 土聯 全北支部 要請에 依據 全北長水土組 丹平地區貯水池 堤塘에 對한 安定度를 檢定키 爲하여 1962.10.22現地에 出張코 築堤部分의 不攪亂試料(Undisturbed Sampling) 및 築堤土로 使用된 粘土와 盛土材料를 各各 採取하고 搗固 壓縮試驗等을 實施하여 施工密度 및 透水值等을 測定함과 同時 堤體의 安定度를 檢定한 것임. 特히 本堤塘의 內外堤 抱土材料는 軟質의 粗粒風化眞砂(SW-SM)인 關係로 이點에 對하여 깊은 關心을 두고 試驗檢討하였음.

이와 같은 試驗을 直時로 實施하여 科學的인 分析檢討를 加한다는 것은 施設物 本來의 使命을 完遂시키는데 至極히 有益한 것으로 思料되는 바임. 끝으로 本試驗을 實施키 爲한 現場調査當時 全北支部의 積極的인 協助에 感謝한다.

1963. 2.

1. 結 言

本地區 貯水池工事は 現場試料採取當時 堤塘標高 472m에서 盛土工을 施工中에 있었으며 堤頂 473.80m까지 約 2m를 남긴 工程을(未達高 1.80m) 보이고 있었음.

堤塘設計의 概要는 다음과 같음

堤長: 167m 堤高: 最高 17m 天巾: 6m

溢流水深: 0.8m 洪水面의 餘有高: 0.8m

內法: 2割 7分 外法: 2割 3分

堤塘의 盛土材料를 보면 內外堤의 抱土는 軟質의 粗粒風化 眞砂이며 中心粘土材料는 粘性이 적은 砂質 silt로 統一 畝 分類法에 依하여 分類한 同材料는 盛土 SW-SM 粘土 SM에 各各 屬하는 것임. 以上 盛土材料의 工學的 性質이 低位임은

良質土取場材料를 얻기 어려운 現場事情에 起因한 것으로 思料됨. 盛土의 透水係數는 試驗室 標準搗固時(最適含水量 最大乾密度)에 있어서 抱土 4.1×10^{-4} cm/sec 이며 中心粘土 1.19×10^{-4} cm/sec를 보이고 있으나 現場採取試料로 分析한 現場密度가 抱土 68% 粘土 92%로 標準值에 未達하고 있는 實情임으로 現場盛土의 透水係數는 前記 値보다 많게되며 水密性이 不足하다는 判斷을 내릴 수 있게됨.

現場에서 採取한 試料에 對하여는 諸土質試驗을 實施코 同結果를 綿密히 綜合檢討하여 安定度 計算의 諸資料로 하였음.

2. 試 料

現場 採取試料의 內容은 다음과 같다.

試料 區分	採取 區分	測 點	標高	試料의 크 기	數	附 記
抱土	土取場 試料			30 kg	1	
"	不攪亂 試料	外堤 No 3		$\phi = 20\text{cm}$ $\angle = 20\text{cm}$	1	
"	"	" No 7		"	1	
"	"	內堤 No 10 + 10		"	1	
"	"	" No 6		"	1	
粘土	"	No 2	471m	"	1	
"	"	No 5	"	"	1	
"	"	No 7	"	"	1	

3. 土質試驗

採取試料에 對하여는 다음 諸試驗을 實施하였 음.

A. 物理性試驗

a. 粒度分析 b. 比重試驗 c. Atterberg試驗

丹平地區土質試驗報告書

B. 力學試驗

a. 搗固試驗 b. 壓密試驗 c. 三軸試驗

C. 透水試驗

以上 諸試驗의 結果를 다음 記載한 順序로 添付하였음.

제 1 표 흙의 基本性質表
 제 2 표 搗固試驗表
 제 3 표 三軸試驗表
 제 4 표 壓密試驗表

全北丹平地區 第一表 흙의 基本性質

土 取 場 別		심 도	粒 度 (%)						相 度				比 重	分 類	附 記	
現場區分	試驗室區分		0.005mm 작음	0.005mm 0.074	0.074mm No 4	No 4 3'	3' ~5'	5' 보다 큰것	Cu	Cu	액 성 계	소 한 계				소 지
단평중심점토 1	단평중심점토1		7.50	34.18	58.32				24.28	0.75	39.20	29.47	7.71	2.66	SM	
단평중심점토 2	단평중심점토2		11.50	34.98	54.52				35.90	0.69	36.00	24.35	11.15	2.69	SM	
단평중심점토 3	단평중심점토3		8.40	21.08	64.52				46.00	0.73	45.50	29.78	15.72	2.69	SM	
단평성토외계	단평점토외계		2.70	12.32	84.98				11.75	1.36	28.70		28.70	2.71	SW-SM	
단평성토내계	단평성토내계		3.80	15.84	80.36				18.01	2.01	30.30		30.30	2.71	SW-SM	
단 평 성 토	단 평 성 토		3.45	14.55	82.00				23.00	2.44	25.30		25.30	2.66	SW-SM	土取場

全北丹平地區 第二表 搗固試驗表

土 取 場 別		토 량	比 重	搗 固 試 驗		공 격 율 (최대건밀도)	附 記
現場區分	試驗室區分			습 밀 도 최대건밀도	최적함수량		
단평중심점토 1	단평중심점토 1		2.66	2.016 (gv/ 1.698 cm ³)	19.45(%)	36.50(%)	
단평중심점토 2	단평중심점토 2		2.69	1.998	20.89	38.90	No 2 심토 1.50m
단평중심점토 3	단평중심점토 3		2.69	1.642	-	-	No 5 No 7
단평성토외계 1	단평성토외계 1		2.71	2.059 1.771	16.27	34.64	No 3 No 7
단평성토내계 1	단평성토내계 1		2.71	2.075 1.798	14.75	33.64	No1+10 No 6
단 평 성 토	단 평 성 토		2.66	2.048 1.770	14.56	33.40	土 取 場
				現 場 狀 態		含 水 量	
				습 밀 도	건 밀 도		
단평중심점토	단평중심점토			1,975	1,541	28.15	
단 평 성 토	단 평 성 토			1,333	1,208	10.39	

全北丹平地區 第三表 三軸試驗表

試料名	種別	측 점	내부 마찰각	tan % ₂	점착력 (C ₀)	투수 계수	부 기
단평중심점토			25°48'	0.484	11.3t/m ²	cm/sec 1.19×10 ⁻⁵	
단평성토(내외계)			36°46'	0.745	1.44''	41×10 ⁻⁴	

第四表 壓密試驗表

區分	중심점토 No 5	중심점토 No 7	성토의제 No 1	성토내제 No 2	부 기
	C _v (압밀계수)	C _v (압밀계수)	C _v (압밀계수)	C _v (압밀계수)	
0- $\frac{1}{4}$	cm ² /sec ¹⁰⁻⁶ 6285.83	cm ² /sec ¹⁰⁻⁶ 6343.05	cm ² /sec ¹⁰⁻⁶ 5347.9	cm ² /sec ¹⁰⁻⁶ 6294.4	
$\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$	6202.18	6270.37	6122.6	6177.3	
$\frac{1}{2}$ -1	5195.71	6207.8	6029.8	6096.3	
1-2	5967.22	6115.74	5987.8	5995.8	
2-4	5755.09	5956.02	5814.4	5859.2	
8-8	5482.69	5712.96	5673.0	5710.6	

4. 現場施工에 對한 檢討

現場에서 採取한 不攪亂試料의 密度 및 濕度를 測定하여 Proctor 標準搗固試驗에 依한 最大乾密度 및 最適含水量과 比較檢討하였음.

試料	測 點	密 度				濕 度			
		現濕 場 密度	現乾 場 密度	Proctor 最大乾密度	搗固率	現濕 場 濕度	Proctor 最適含水量	+ 濕	- 乾
抱 土	外堤 No 3	g/cc 1.333	g/cc 1,208	g/cc 1,771	68%	10.39%	14.75%		4%
"	內堤 No1+10					8.88	14.75		6
"	內堤 No 6					24.95	16.27	9	
"	外堤 No 7					15.13	16.27		1
中心粘土	No 2	1,975	1,541	1,642	94	28.15	20.89	7	
"	No 5	1,971	1,596	1,642	96	25.61	20.89	4	
"	No 7	1,823	1,406	1,642	87	29.70	20.89	9	
許容範圍					98				0-2.0

上記表에서 抱土의 搗固率은 68%로 許容範圍에 未達이며 濕度도 高르지 못하다. 中心粘土는 搗固率平均値 92%로 許容範圍에는 未達이나 良好한 便이며 搗固率 未達의 原因은 現場濕度가 最適含水量에 比하여 平均 +7%로 過濕한 때문인 것으로 認定됨.

5. 安全度計算

堤塘內外堤法面安全度 計算에서 먼저 下流側斜面에 5個의 試行圓을 作圖하고 그中 單位 剪斷應力이 最大가 되는 試行圓을 擇하여 危險圓으로 定 하였음. (別途 Fig 3 參照)

試行圓 區分	抱 土			粘 土			ET	直 徑	狹 角	孤 長	單 位 剪斷力	附記
	斷 面	濕密度	T	斷 面	濕密度	T						
1	m ² 69.68	t/m ³ 1,333	t/m ³ 92.88	m ² 2.72	t/m ³ 1,975	t/m ³ 5,372	t/m ³ 98,252	m 126	43°	m 47.30	t/m ³ 2,077	
2	82.54	"	110.03	4.44	"	8,769	118,799	88	63	48.40	2,455	
3	78.20	"	104.24	8.36	"	16,511	130,751	60	89	46.60	2,591	
4	71.66	"	95.52	11.58	"	22,871	118,391	48	106	44.40	2,666	最大
5	50.48	"	67.29	17.28	"	34,128	101,418	38	128	42.45	2,389	

다음 此率位剪斷應力이 最大인 試行圓을 基準으로 하여 (Fig 3 參照)

- A. 築堤時 Construction stage
- B. 滿水時 steady high reservoir level.
- C. 貯水位急降下時 rapid draw down

의 三段階로 區分하여 堤塘內外堤法面の 安定度를 Check하였음. (堤塘盛土材密度는 現場密度使用)

6. 築堤時의 下流의 側斜面 安定度 (Fig4參照)

築堤時의 間隙水壓 (Construction stage pore water Pressure)의 算出은 壓密試驗에서 얻은 壓密率을 基礎로 發展시켜 나갔음 (USBR Design standard Chapter 8 Appendix B參照)

(b) 間隙水壓計算

먼저 壓密試驗에 依한 壓密率(% Consolidation)을 다음과 같이 算出하였음.

壓密率算出表

/a	抱 土			粘 土			附 記
	最 終 dial reading	試料의 높이	△ 壓密率	最 終 dial reading	試料의 높이	△ 壓密率	
0	X1/10000''	1,0000''	%	X1/10000'	1,0000	%	
1/4	136	"	1.36	116	"	1.16	
1/2	187	"	1.87	168	"	1.68	
1	267	"	2.67	264	"	2.64	
2	348	"	3.48	399	"	3.99	
4	490	"	4.90	612	"	6.12	
8	574	"	5.94	859	"	8.59	

上記表에서

$$\text{壓密率} \Delta = \frac{\text{最終 dial reading} (\Delta h)}{\text{試料의 높이} (h_1)} \times 100$$

다음 壓密率 Δ 應力 δ 曲線을 그리면

Fig 1과 같다 (coefficient stress Versus Consolidation Curve)

i) 抱土의 間隙水壓

다음 間隙水壓 計算에 使用한 諸試驗値는 proctor 搗固試驗에 依한 것임.

$$\text{公式 } P = \frac{P_a \Delta}{V_a + h V_w - \Delta}$$

- 여기서 P — 間隙水壓 g/cm²
- △ — 壓密率 %
- V_a — 空氣의 容積 %
- h — Henry 常數 0.02
- V_w — 물의 容積 %
- P_a — 大氣壓 g/cc

上記 公式에서 V_a hV_w의 計算

- rd = 1,798gr/cc (乾密度) — 最大
- w = 14.75% (含水率) — 最適
- GS = 2.71 (比重)

$$\gamma_w = 1.0 \text{ gr/cc (물의 密度)}$$

$$V_s = \frac{rd}{\gamma_w GS} \times 100 = \frac{1.789}{1 \times 2.71} \times 100 = 66.3\% \text{ 흙의 容積}$$

$$V_w = \frac{rd w}{\gamma_w} \times 100 = 0.1475 \times 1,988 \times 100 = 26.52\%$$

물의 容積

$$V_a = 100 - (V_s + V_w) = 100 - (66.3 + 26.5) = 7.2$$

空氣의 容積

$$hV_w = 0.02 \times 26.5 = 0.53$$

$$V_a + hV_w = 7.73\%$$

$$P_a = 1,033 \text{ g/cm}^2$$

上記 公式에서 V_a = Δ 完全 壓密을 假定하면

$$P_s = \frac{P_a V_a}{hV_a} = \frac{1,033 \times 7.2}{0.53} = 14.03 \text{ g/cm}^2$$

$$\Delta = V_a = 7.73\%$$

$$P_s = 14.03$$

$$\Delta = 1$$

$$P = 0.1535$$

$$\Delta = 2$$

$$P = 0.360$$

$$\Delta = 3$$

丹平地區土質試驗報告書

P=0.655

$\Delta=6$

$\Delta=4$

P=3,580

P=1,107

以上 計算을 다음과 같이 要約하여 A.B表에 記入하면

$\Delta=5$

P=1,890

A表

γ_d	W	G_s	V_s	V_w	V_a	hV_w	V_a+hV_w
1,798 g/cc	14.75 %	2.71 %	66.3 %	26.52 %	7.2 %	0.53 %	7.73 %

B表

1	2	3	4	5=3+4	6
Δ	$\bar{\sigma}$ kg/cm	$P_a \Delta$	$(V_a+hV_w)-\Delta$	P kg/cm ²	$\gamma=\bar{\sigma}+P$ kg/cm ²
1	0.175	1,033	6.73	0.1535	0.3285
2	0.550	2,066	5.73	0.360	0.9100
3	1,325	3,099	4.73	0.655	1,980
4	250	4,132	3.73	1.107	3,607
5	4.25	5,165	2.73	1.890	6.140
6	9.00	6,198	1.73	3,580	12.58
$\gamma^2(\Delta=V_a)$		7,434	0.53	14.03	-

ii) 中心粘土의 間隙水壓

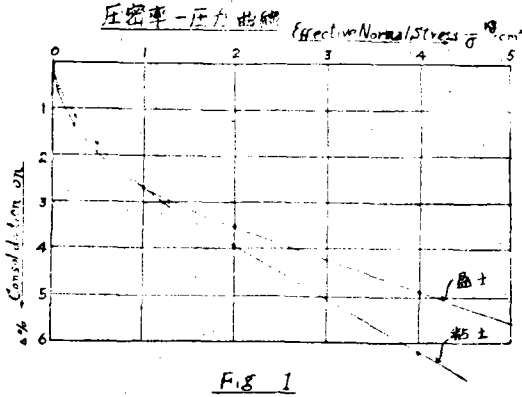
前項과 같은 方法으로 中心粘土의 間隙水壓을 求하면

A表

γ_d	W	G_s	V_s	V_w	V_a	hV_w	V_a+hV_w
1.642 g/cc	20.89 %	2.69 %	61.0 %	34.2 %	4.7 %	6.686 %	5.386 %

B表

1	2	3	4	5=3+4	6
Δ	$\bar{\sigma}$ kg/cm ²	$P_a \Delta$	$(V_a+hV_w)V \Delta$	P kg/cm ²	$\gamma=\bar{\sigma}+P$
1 %	0.200	1,033	4,386	0.2354	0.4354 kg/cm ²
2	0.625	2,066	3,386	0.609	1,234
3	1,250	3,099	2,386	1,298	2,548
4	2.00	4,132	1,386	2,984	4,984
4.7 $\Delta=V_a$	2,175			7.07	9.25(P _s)



等分點에 作用하는 全壓力 $\gamma : (\gamma_{tm} \times h)$ 를 算出
 하여 이에 該當하는 間隙水壓 P.P를 Fig 2 曲線
 上에서 求할 것임. 이같은 各點에 있어서의 間隙

上記表中에서 全壓力 γ 는 有效壓力 σ 에 間隙水
 壓 P를 加한 것이다.

$$\gamma = \sigma + P$$

다음 全壓力 γ 間隙水壓 P 曲線을 그리면 Fig 2
 와 같음 (total stress-Pore Pressure Curve)

또 全壓力 γ 는 臨界圓 滑面上의 土柱의 높이와
 關聯하여 다음과 같이 表示할 수 있음.

$$\gamma = \gamma_{tm} \times h$$

여기서

h = 土柱의 높이 m (미터)

γ_{tm} = 土柱의 濕密度

Fig 4의 Pore Pressure表는 臨界圓 滑面上 各
 水壓은 다시 同點에서 水의 높이로 換算한 다음
 圖解法에 依하여 間隙水壓 diagram을 그려 安定
 度計算에 適用하게 되는 것임. (Fig 3 照參)

間隙水壓 - 全壓力 曲線

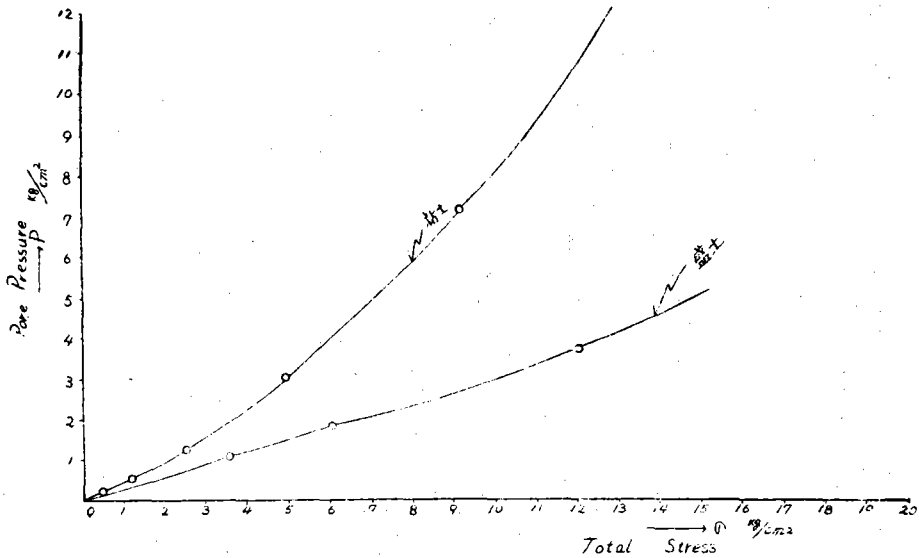


Fig 2

丹平地區土質試驗報告書

點	h ₁ (m)	h ₂ m	σ ₁ t/m ²	σ ₂ t/m ²	P.P ₁ t/m ²	P.P ₂ t/m ²	P ₁ m	P ₂ m	Z P	비고
1	0	-	-				-		-	
2	3.2		4.26		1.3		0.97		0.97	
3	6.2		3.26		2.4		1.80		1.80	
4	8.8		11.73		3.5		2.62		2.62	
5	10.4		13.86		4.3		3.22		3.22	
6	11.4		15.20		4.8		3.60		3.60	
7	11.6		15.46		5.1		3.83		3.83	
8	11.0		14.66		4.6		3.45		3.45	
9	8.8		11.73		3.5		2.63		2.63	
10	1.0	6.6	1,333	13.06	0.4	11.80	0.30	5.97	6.27	
11	1.0	5.2	1,333	10.27	0.4	8.00	0.30	4.05	4.35	
12	1.0	3.6	1,333	7.11	0.4	4.90	0.30	2.48	2.78	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

다음 表는 現場不攪亂試料의 諸試驗値中 安定度 計算에 必要한 data를 集約한 것임.

data 單位	比量	濕密度	乾密度	含水量	空隙率	飽和重量	水中重量	透水係數	內部摩擦角	tanφ	粘着力 Co	Cost	附記
		t/m ³	t/m ³	%	%	t/m ³	t/m ³	cm/sec	%		t/m ²	t/m ²	
抱土	2.71	1,333	1,208	10.39		1,760	0.760	4.1×10 ⁻⁶	36''46'	0.745	1.44	0.38	
中心粘土	2.69	1,975	1,541	28.15		1,968	0.968	1.19×10 ⁻⁵	25°4'	0.484	11.3	2.82	

A. 安定度計算(築堤時)

Normal Force

土層	斷面	單位重量	N	tanφ	l	c	cl
抱土	188.2	1,333	250.87	0.745	38.96	1.44	56.10
中心粘土	7.4	1,975	14.62	0.484	5.44	11.3	61.47
							Eee 117.57

Tangential Force

土層	斷面	單位重量	T
抱土	70.0	1,333	93.31
中心粘土	10.8	1,975	21.33
			114.64

Pore Pressure

土層	斷面	單位重量	U
抱心	85.2		85.2
中心粘土	13.3		13.3
			98.5

Coulombs equation에서

$$SF = \frac{cl + \tan \phi \sum (N - U)}{\sum T}$$

$$= \frac{117.57 + 0.745 \times (250.87 - 85.2) + 0.484 \times 13.3}{114.64}$$

$$= \frac{247.39}{114.64} = 2.16$$

B. 滿水時の 下流 側斜面 安定度(Fig 5 参照)

滿水時の 斜面安定度 Check에 있어 間隙水壓은 堤體內 浸潤線內에서 流線網과 關聯하여 圖解法으로 處理하였음(Fig 4 参照)

a) 安定度計算

Normal Force

土層	断面	單位重量	N	tanφ	l	c	cl
抱土	非飽和	19.20	1,333	0.745	7.1	1.44	10.22
	飽和	64.0	0.760	"	31.56	0.38	11.99
粘土	非飽和	2.0	1,975	0.484	-	10.3	
	飽和	6.3	0.968	"	5.64	2.82	15.90
							Σcl 38.11

Tangential Force

土層	断面	單位重量	T
抱土	非飽和	61.8	1,333
	飽和	6.8	0.760
粘土	非飽和	3.8	1,975
	飽和	8.8	0.968
			ΣT 103.57

Pore Pressure

土層	断面	單位重量	U
抱土	70.2		70.2
中心粘土	9.5		9.5
			79.7

$$SF = \frac{cl + \tan \phi \Sigma(N-U)}{\Sigma T}$$

$$= \frac{38.11 + 0.745 \times 234.34 + 0.484 \times 0.55}{103.57}$$

$$= \frac{212.96}{103.57} = 2.06 \text{ check}$$

C. 貯水位急降下時の 上流側安定度(Fig 6参照)

貯水位急降下時の 間隙水壓은 臨界圓滑面の 各點의 土柱로 浸潤線內와 部分의 높이에 $\frac{1}{2}$ 水壓과 같이 作用하는 것으로 보았음.

a) 安定計算

Normal Force

土層	断面	單位重量	N	tan %	l	c	cl
抱土	非飽和	3.7	1,333	0.745	4.6	1.44	6.62
	飽和	296.5	0.760	"	39.04	0.38	14.84
粘土	非飽和	2.8	1,975	0.484	-	11.30	-
	飽和	6.4	0.968	"	5.43	2.82	15.31
							Σcl 36.77

Tangential Force

土層	断面	單位重量	T
抱土	非飽和	6.8	1,333
	飽和	54.3	0.760
粘土	非飽和	3.4	1,975
	飽和	9.2	0.958
			ΣT 65.96

Pore Pressure

土層	断面	單位重量	U
抱土	144.5		144.5
中心粘土	8.8		8.8
			153.3

$$SF = \frac{cl + \tan \phi \Sigma(N-U)}{\Sigma T}$$

$$= \frac{36.77 + 0.745 \times 85.77 + 0.484 \times 2.93}{65.96} = \frac{102.09}{65.96}$$

$$= 1.55 \text{ check}$$

6. 總評

A. 施工狀態

中心粘土의 搗固는 比較의 良好하나 抱土의 搗固率은 標準値에 未達임. 施工濕度는 抱土에서는 乾燥하며 中心粘土에서는 過濕한 傾向이 있음. (4節 参照)

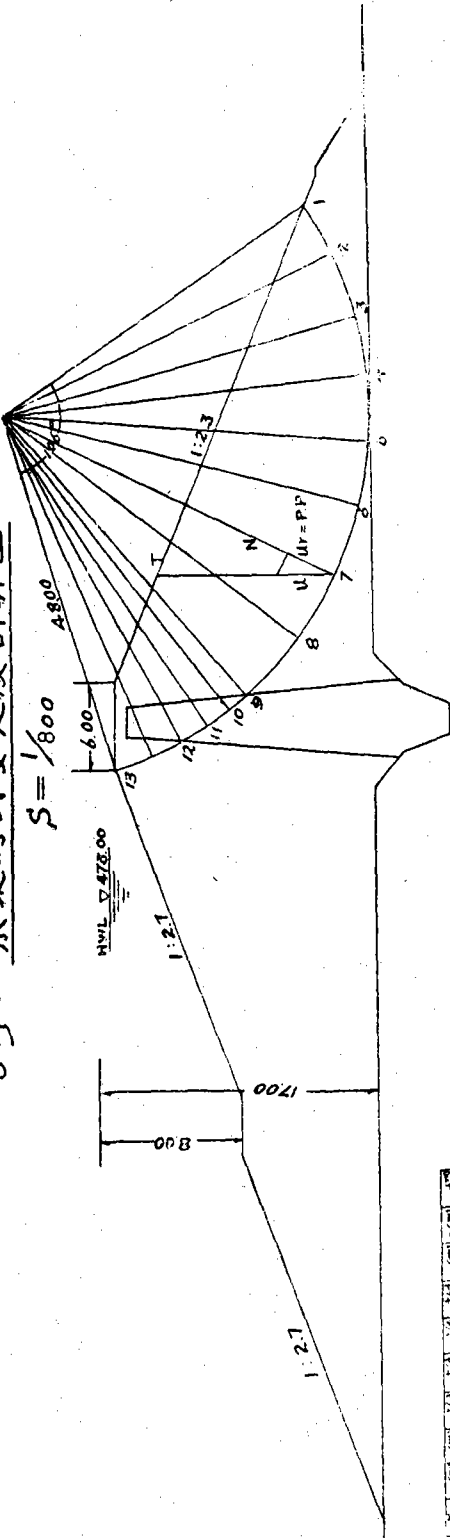
B. 堤體安定度

堤體의 安定計算結果 築堤時 滿水時 貯水池 水位急降下時等の 堤體의 安定에는 異常없을 것임.

C. 堤體의 水密性

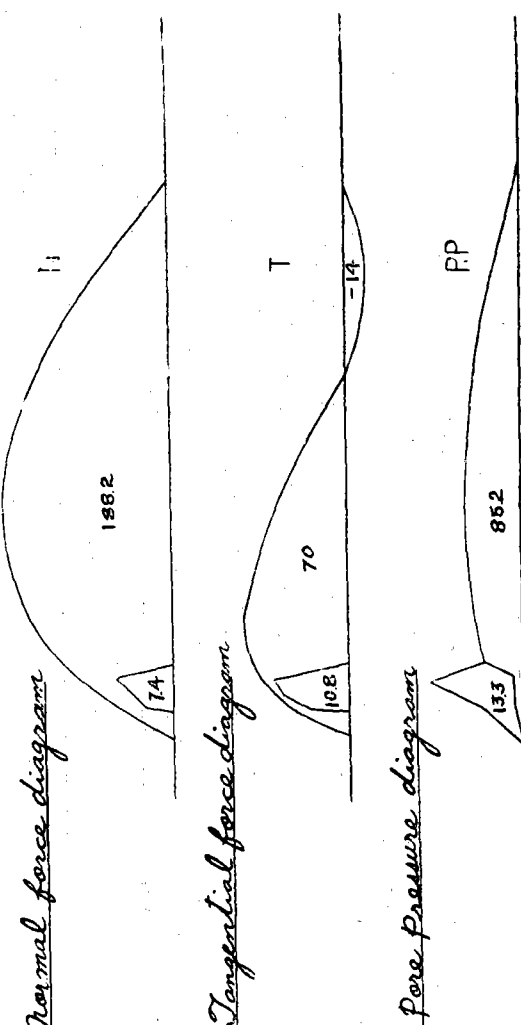
中心粘土및 抱土는 透水係數가 比較의 少크 施工密度의 標準値未達로 보아, 水密性인 堤體라고 볼 수 없음. (土聯 農業土木研究所)

Fig 4 築堤時的安定度計算圖



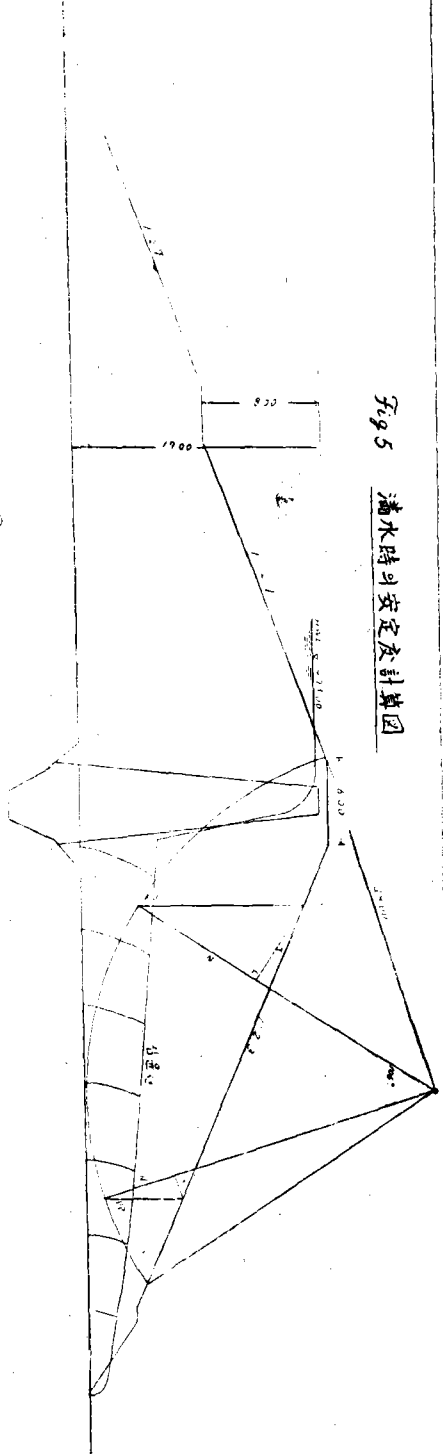
號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
寬	0	32	62	88	104	114	116	110	88	10	10	12	0
高	0	426	826	1153	1384	1530	1573	1466	1173	66	52	36	0
面積	0	13	24	35	43	48	51	46	35	04	04	04	0
力	0.97	0.97	1.80	2.62	3.22	3.60	3.83	3.45	2.65	1.98	1.90	1.49	0
力矩	0	0.97	1.80	2.62	3.22	3.60	3.83	3.45	2.65	1.98	1.90	1.49	0
力矩	0	0.97	1.80	2.62	3.22	3.60	3.83	3.45	2.65	1.98	1.90	1.49	0
力矩	0	0.97	1.80	2.62	3.22	3.60	3.83	3.45	2.65	1.98	1.90	1.49	0
力矩	0	0.97	1.80	2.62	3.22	3.60	3.83	3.45	2.65	1.98	1.90	1.49	0
力矩	0	0.97	1.80	2.62	3.22	3.60	3.83	3.45	2.65	1.98	1.90	1.49	0
力矩	0	0.97	1.80	2.62	3.22	3.60	3.83	3.45	2.65	1.98	1.90	1.49	0
力矩	0	0.97	1.80	2.62	3.22	3.60	3.83	3.45	2.65	1.98	1.90	1.49	0
力矩	0	0.97	1.80	2.62	3.22	3.60	3.83	3.45	2.65	1.98	1.90	1.49	0
力矩	0	0.97	1.80	2.62	3.22	3.60	3.83	3.45	2.65	1.98	1.90	1.49	0
力矩	0	0.97	1.80	2.62	3.22	3.60	3.83	3.45	2.65	1.98	1.90	1.49	0

土層	新面	舊面	面積	力	力矩	力矩	力矩	力矩
砂土	1882	1333	549	0.745	3596	144	3610	
砂土	74	1275	1462	0.46	54	113	6147	
砂土	700	1333	9331				11.57	
砂土	108	1975	2153					
砂土	852							
砂土	133							
砂土	985							



$$SF = \frac{cl + \tan \phi \sum (N-U)}{\sum T} = \frac{117.57 + 0.745 \times (250.87 - 852) + 0.468 \times 133}{114.64} = \frac{247.39}{114.64} = 2.16 \text{ Check}$$

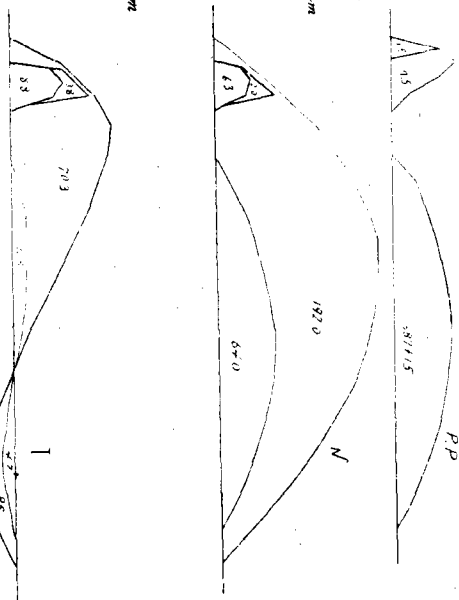
Fig 5 滲水時斗安定度計算圖



Normal force diagram

Tangential force diagram

Pore Pressure diagram



No.	Height	Normal		Tangential		Pore Pressure
		Force	Unit	Force	Unit	
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.75	3.34	0.004	0.0	0.0	0.0
3	1.5	6.68	0.008	0.0	0.0	0.0
4	2.25	10.02	0.012	0.0	0.0	0.0
5	3.0	13.36	0.016	0.0	0.0	0.0
6	3.75	16.70	0.020	0.0	0.0	0.0
7	4.5	20.04	0.024	0.0	0.0	0.0
8	5.25	23.38	0.028	0.0	0.0	0.0
9	6.0	26.72	0.032	0.0	0.0	0.0
10	6.75	30.06	0.036	0.0	0.0	0.0
11	7.5	33.40	0.040	0.0	0.0	0.0
12	8.25	36.74	0.044	0.0	0.0	0.0
13	9.0	40.08	0.048	0.0	0.0	0.0
14	9.75	43.42	0.052	0.0	0.0	0.0
15	10.5	46.76	0.056	0.0	0.0	0.0
16	11.25	50.10	0.060	0.0	0.0	0.0
17	12.0	53.44	0.064	0.0	0.0	0.0
18	12.75	56.78	0.068	0.0	0.0	0.0
19	13.5	60.12	0.072	0.0	0.0	0.0
20	14.25	63.46	0.076	0.0	0.0	0.0
21	15.0	66.80	0.080	0.0	0.0	0.0
22	15.75	70.14	0.084	0.0	0.0	0.0
23	16.5	73.48	0.088	0.0	0.0	0.0
24	17.25	76.82	0.092	0.0	0.0	0.0
25	18.0	80.16	0.096	0.0	0.0	0.0
26	18.75	83.50	0.100	0.0	0.0	0.0
27	19.5	86.84	0.104	0.0	0.0	0.0
28	20.25	90.18	0.108	0.0	0.0	0.0
29	21.0	93.52	0.112	0.0	0.0	0.0
30	21.75	96.86	0.116	0.0	0.0	0.0
31	22.5	100.20	0.120	0.0	0.0	0.0
32	23.25	103.54	0.124	0.0	0.0	0.0
33	24.0	106.88	0.128	0.0	0.0	0.0
34	24.75	110.22	0.132	0.0	0.0	0.0
35	25.5	113.56	0.136	0.0	0.0	0.0
36	26.25	116.90	0.140	0.0	0.0	0.0
37	27.0	120.24	0.144	0.0	0.0	0.0
38	27.75	123.58	0.148	0.0	0.0	0.0
39	28.5	126.92	0.152	0.0	0.0	0.0
40	29.25	130.26	0.156	0.0	0.0	0.0
41	30.0	133.60	0.160	0.0	0.0	0.0
42	30.75	136.94	0.164	0.0	0.0	0.0
43	31.5	140.28	0.168	0.0	0.0	0.0
44	32.25	143.62	0.172	0.0	0.0	0.0
45	33.0	146.96	0.176	0.0	0.0	0.0
46	33.75	150.30	0.180	0.0	0.0	0.0
47	34.5	153.64	0.184	0.0	0.0	0.0
48	35.25	156.98	0.188	0.0	0.0	0.0
49	36.0	160.32	0.192	0.0	0.0	0.0
50	36.75	163.66	0.196	0.0	0.0	0.0
51	37.5	167.00	0.200	0.0	0.0	0.0
52	38.25	170.34	0.204	0.0	0.0	0.0
53	39.0	173.68	0.208	0.0	0.0	0.0
54	39.75	177.02	0.212	0.0	0.0	0.0
55	40.5	180.36	0.216	0.0	0.0	0.0
56	41.25	183.70	0.220	0.0	0.0	0.0
57	42.0	187.04	0.224	0.0	0.0	0.0
58	42.75	190.38	0.228	0.0	0.0	0.0
59	43.5	193.72	0.232	0.0	0.0	0.0
60	44.25	197.06	0.236	0.0	0.0	0.0
61	45.0	200.40	0.240	0.0	0.0	0.0
62	45.75	203.74	0.244	0.0	0.0	0.0
63	46.5	207.08	0.248	0.0	0.0	0.0
64	47.25	210.42	0.252	0.0	0.0	0.0
65	48.0	213.76	0.256	0.0	0.0	0.0
66	48.75	217.10	0.260	0.0	0.0	0.0
67	49.5	220.44	0.264	0.0	0.0	0.0
68	50.25	223.78	0.268	0.0	0.0	0.0
69	51.0	227.12	0.272	0.0	0.0	0.0
70	51.75	230.46	0.276	0.0	0.0	0.0
71	52.5	233.80	0.280	0.0	0.0	0.0
72	53.25	237.14	0.284	0.0	0.0	0.0
73	54.0	240.48	0.288	0.0	0.0	0.0
74	54.75	243.82	0.292	0.0	0.0	0.0
75	55.5	247.16	0.296	0.0	0.0	0.0
76	56.25	250.50	0.300	0.0	0.0	0.0
77	57.0	253.84	0.304	0.0	0.0	0.0
78	57.75	257.18	0.308	0.0	0.0	0.0
79	58.5	260.52	0.312	0.0	0.0	0.0
80	59.25	263.86	0.316	0.0	0.0	0.0
81	60.0	267.20	0.320	0.0	0.0	0.0
82	60.75	270.54	0.324	0.0	0.0	0.0
83	61.5	273.88	0.328	0.0	0.0	0.0
84	62.25	277.22	0.332	0.0	0.0	0.0
85	63.0	280.56	0.336	0.0	0.0	0.0
86	63.75	283.90	0.340	0.0	0.0	0.0
87	64.5	287.24	0.344	0.0	0.0	0.0
88	65.25	290.58	0.348	0.0	0.0	0.0
89	66.0	293.92	0.352	0.0	0.0	0.0
90	66.75	297.26	0.356	0.0	0.0	0.0
91	67.5	300.60	0.360	0.0	0.0	0.0
92	68.25	303.94	0.364	0.0	0.0	0.0
93	69.0	307.28	0.368	0.0	0.0	0.0
94	69.75	310.62	0.372	0.0	0.0	0.0
95	70.5	313.96	0.376	0.0	0.0	0.0
96	71.25	317.30	0.380	0.0	0.0	0.0
97	72.0	320.64	0.384	0.0	0.0	0.0
98	72.75	323.98	0.388	0.0	0.0	0.0
99	73.5	327.32	0.392	0.0	0.0	0.0
100	74.25	330.66	0.396	0.0	0.0	0.0
101	75.0	334.00	0.400	0.0	0.0	0.0
102	75.75	337.34	0.404	0.0	0.0	0.0
103	76.5	340.68	0.408	0.0	0.0	0.0
104	77.25	344.02	0.412	0.0	0.0	0.0
105	78.0	347.36	0.416	0.0	0.0	0.0
106	78.75	350.70	0.420	0.0	0.0	0.0
107	79.5	354.04	0.424	0.0	0.0	0.0
108	80.25	357.38	0.428	0.0	0.0	0.0
109	81.0	360.72	0.432	0.0	0.0	0.0
110	81.75	364.06	0.436	0.0	0.0	0.0
111	82.5	367.40	0.440	0.0	0.0	0.0
112	83.25	370.74	0.444	0.0	0.0	0.0
113	84.0	374.08	0.448	0.0	0.0	0.0
114	84.75	377.42	0.452	0.0	0.0	0.0
115	85.5	380.76	0.456	0.0	0.0	0.0
116	86.25	384.10	0.460	0.0	0.0	0.0
117	87.0	387.44	0.464	0.0	0.0	0.0
118	87.75	390.78	0.468	0.0	0.0	0.0
119	88.5	394.12	0.472	0.0	0.0	0.0
120	89.25	397.46	0.476	0.0	0.0	0.0
121	90.0	400.80	0.480	0.0	0.0	0.0
122	90.75	404.14	0.484	0.0	0.0	0.0
123	91.5	407.48	0.488	0.0	0.0	0.0
124	92.25	410.82	0.492	0.0	0.0	0.0
125	93.0	414.16	0.496	0.0	0.0	0.0
126	93.75	417.50	0.500	0.0	0.0	0.0
127	94.5	420.84	0.504	0.0	0.0	0.0
128	95.25	424.18	0.508	0.0	0.0	0.0
129	96.0	427.52	0.512	0.0	0.0	0.0
130	96.75	430.86	0.516	0.0	0.0	0.0
131	97.5	434.20	0.520	0.0	0.0	0.0
132	98.25	437.54	0.524	0.0	0.0	0.0
133	99.0	440.88	0.528	0.0	0.0	0.0
134	99.75	444.22	0.532	0.0	0.0	0.0
135	100.5	447.56	0.536	0.0	0.0	0.0
136	101.25	450.90	0.540	0.0	0.0	0.0
137	102.0	454.24	0.544	0.0	0.0	0.0
138	102.75	457.58	0.548	0.0	0.0	0.0
139	103.5	460.92	0.552	0.0	0.0	0.0
140	104.25	464.26	0.556	0.0	0.0	0.0
141	105.0	467.60	0.560	0.0	0.0	0.0
142	105.75	470.94	0.564	0.0	0.0	0.0
143	106.5	474.28	0.568	0.0	0.0	0.0
144	107.25	477.62	0.572	0.0	0.0	0.0
145	108.0	480.96	0.576	0.0	0.0	0.0
146	108.75	484.30	0.580	0.0	0.0	0.0
147	109.5	487.64	0.584	0.0	0.0	0.0
148	110.25	490.98	0.588	0.0	0.0	0.0
149	111.0	494.32	0.592	0.0	0.0	0.0
150	111.75	497.66	0.596	0.0	0.0	0.0
151	112.5	501.00	0.600	0.0	0.0	0.0
152	113.25	504.34	0.604	0.0	0.0	0.0
153	114.0	507.68	0.608	0.0	0.0	0.0
154	114.75	511.02	0.612	0.0	0.0	0.0
155	115.5	514.36	0.616	0.0	0.0	0.0
156	116.2					

計算圖 S=1/400

Fig 6 水位急降時安定反

