

慶南 固城土組 大可池 地質 및 土質調查에 對하여

The Results of Geological and Soil Survey for the  
Daekah Reservoir Belonging to the Koseong Land  
Improvement Association in Kyungnam

金	永	琪
金	周	範
Yuhng	Ki	Kim
Choo	Buhm	Kim

I. 調查 概要

堤塘 位置: 慶南 固城郡 大可面 岩田里 堤塘

- 1) 貯水池名: 固城土組 大可貯水池
- 2) 竣工: 1932年 5月 31日
- 3) 貯水池

- ① 堤長 346.3m
- ② 堤高 14.51m
- ③ 流域面積 2,026 町步
- ④ 蒙利面積 945 町步
- ⑤ 滿水面積 86.66 町步
- ⑥ 貯水量 464 町米

- 4) 餘水吐 災害復舊 工事 年度  
一次工事

1934年 1月 放水路 擁壁改修, 床版 및 排水溝 改補  
修 工事

二次工事

1955年 放水路 東側 浮石山 山腹切取 工事

II. 地 形

이 地域의 地形은 老年期에 屬하는 地形이며 太峰山 (276.52m) 줄기로서 浮石山을 形成하고 있고 甚한 峽谷(Gully)으로 골짜기(Valley)를 形成하지는 않으나 이 지역이 堆積岩層地域에다 玢岩이 貫透入하여 脈狀을 形成하고 있으며 傾斜가 急하여 20°~30°를 이루고 있고 雨洗作用(Rain Wash)에 依하여 風化(Weathering)되어 土層 또는 岩帶를 形成하고 또한 小規模의 滑動(Sliding) 現狀이 일어나고 있는 곳도 있다.

또한 이 堆積岩層이 分解作用(decomposed)하여 粘土化 하고 玢岩(porphyrity)이 分離作用(disintegration)을 하여 破壞 및 分解되어 있어 地下水路를 形成하고

있음을 볼 수 있다. 本 滑動(sliding) 地域은 亦是 分解作用 및 分離作用을 받아 崩壞分解되어 있어 두터운 土層을 形成하고 風化帶를 이루고 있다.

現在의 地形은 過去 原地形에서 表土를 切取 하였기 때문에 滑動의 形態는 찾아 볼 수 없었다.

III. 地 質

1) 概要

本 調查地域의 土質은 中生代 白堊紀에 屬하는 慶尙系岩層이며 여기에 分布 되고있는 岩石은 頁岩(Shale) 玢岩(Porphyrity), 花崗岩(Granite)等 이다

持히 慶尙系 岩層은 新羅산에 屬하는 Porphyrite formation은 頁岩層에 透入 或은 貫入, 곳에 따라서는 溢流(Over flow)하여 그 接觸部分에는 接觸變質을 받았고 또한 上記 產出狀態에 따라서 玢岩(Porphyrity)의 形成도 달라진다

2) 各論

A. 頁岩(shale)

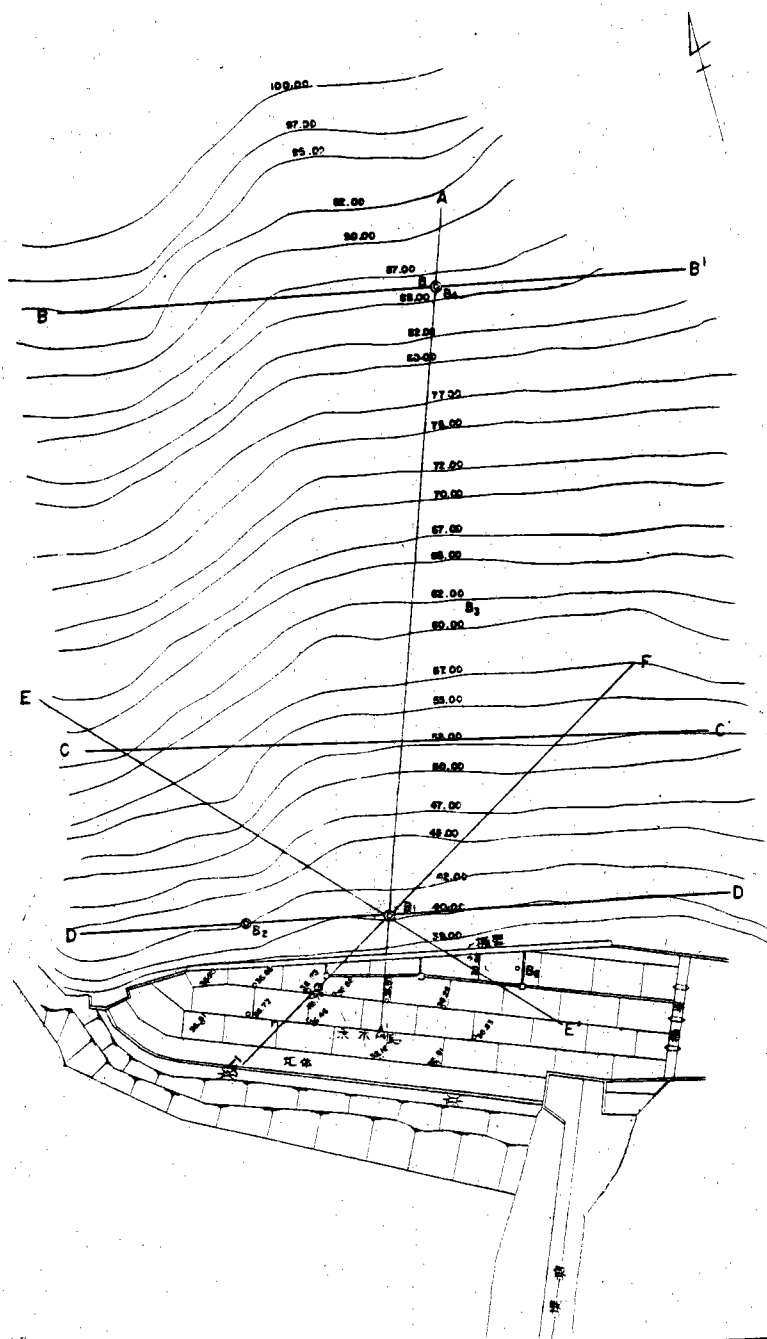
頁岩은 黑色을 띠우고 있는 玢岩과의 接觸變質을 받아 熱變成帶를 이루고 있는 곳도 있으며 熔解質인 石灰質(Calcaliceous)을 包含하는 部分도 나타나고 있으며 全體의인 것은 黑色이고 N80°E 12°NW의 方向으로 分布되며 玢岩의 貫入에 依하여 小規模의인 地層方向이 N43°W, 30°NE N50°W, 12°NE를 이루어 斷層을 形成하고 있다.

B. 玢岩(Porphyrity)

이 岩石은 慶尙系持徵인 綠色 또는 暗灰色 等으로 나타나고 下部에 屬하는 것은 綠色岩層을 이루고 있고 上部層에 屬하는 玢岩 일수록 暗灰色으로 되어있다.

岩田里에 露出되고 있는 이 岩石은 下部에 屬하는 綠

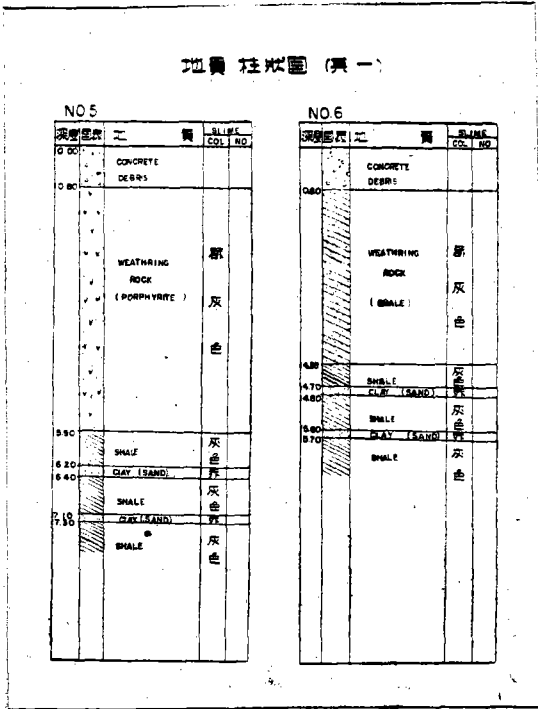
大可迎余木吐附近図 S=1:500  
1964年3月



凡例

◎	北極星
▲	断面線

地質柱狀圖 (其一)



色玢岩이고 幅 38m를 이루고 있다.

또한 이 岩石은 石基와 斑晶이 發達 되고 있는데 斑晶은 주로 長石(Feldspar), 輝石(Pyroxenen) 등으로 이루어지고 있다.

이 岩石은 兪동里 岩田里 貯水池 附近一帶에 퍼엄퍼엄 貫入(送入) 分布되고 있다. 滑動한 地域의 浮石山一帶의 岩은 分離作用되어 崩壞되어 있고 幅 38m의 殆半은 風化 分解되어 風化岩을 形成하여 길이 7.80m에 이르기까지 風化岩帶를 이루고 있는 것으로 보아 相當한 깊이까지 節理(Joint)가 發達되어 있다고 生覺된다.

C. 花崗岩(Granite)

이 地域의 가장 後期인 佛國寺統에 貫入한 것으로 貯水池 北쪽 兪동里에 分布되고 있다. 露頭는 모두 風化되어 長岩이 粘土(Kaolin)化 되고 있다

3) 構造

基岩을 이루고 있는 頁岩層의 走向 傾斜(Strike dip)는 N80°E 12°NW 인데 玢岩의 貫入에 依하여 N40~50W, 30~12NE의 變化를 갖어오고 斷層을 形成하여 節理(Joint)가 發達되고 甚한 파쇄대를 이루고 있다. 地質柱狀圖에 表示된 것과 같이 玢岩層 下部의 頁岩層 가운데에 粘土層을 形成한다는 것은 斷層 및 破碎帶를 이룬 증거이다.

地質斷面圖에 表示된 것과 같이 玢岩은 頁岩 위에 얹혀있는 격이 되어 玢岩은 破碎되어 있고 이 破碎帶에 地下水路를 形成한다. 滑動面을 形成하는 地體構造는

圖表에 表示된 것과 같이 最深이 地表에서 30m에 달하고 滑動圓의 中心에 該當하는 深度는 20m에 達하며 最短 길이에 達하는 深度는 約 8m인 것이다.

따라서 頁岩의 Dip는 12°에서 基岩으로서 形成하여 그 위에 玢岩이 貫入하여 破碎帶를 이루어 얹혀있는 격이 된다.

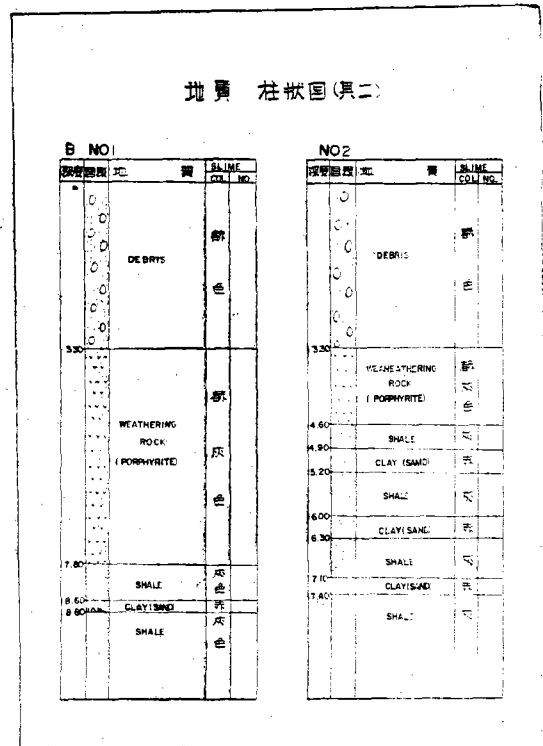
4) 破壞概要

1932년에 貯水池가 竣工된 後 餘水吐 東側 浮石山 傾斜面에서 滑動을 이르게 攪壁이 破壞되었으며 1934年度에 餘水吐 攪壁을 重力式으로 改修함과 同時 床版 및 排水溝를 改補修하여 傾斜面表土의 切土除去 工事를 하였으나 亦是 滑動이 繼續되어 近年에는 餘水路床版이 부러져 올라 오고 있는데 最高 45m 上昇하였으며 攪壁은 밀려 弓形을 이루고 있는 狀態이다.

5) 崩壞原因과 그 形態

崩壞斜面附近은 앞서 記述한 바와 같이 頁岩으로 되어 있고 그 上部에 玢岩層이 얹혀 있는데 이 玢岩層은 橫壓 및 風化作用에 依하여 破碎되어 있으며 手掘하여 보면 土砂內部가 아직 風化되지 않은 玢岩이 轉石처럼 相當한 量이 點在하는 것으로 보아 玢岩層 全體가 破碎를 이루고 있음을 알 수 있다. 또한 頁岩의 Dip는 12NW方向으로 되어 있고 頁岩層은 放水路에서 70cm~30cm의 頁岩層과 10cm~20cm의 粘土層이 數層 서로

地質 柱狀圖(其二)

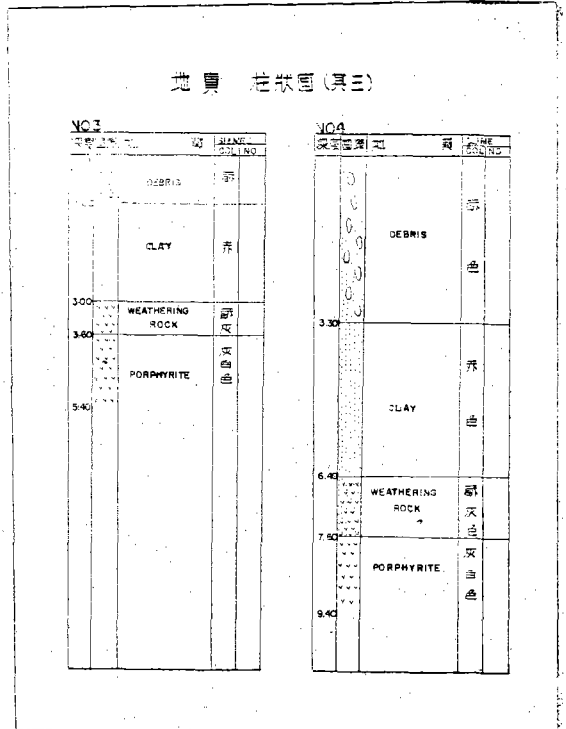


互層을 이루고 있으며 이 粘土層이 滑動한 것으로 보여진다. 餘水吐 底面이 隆起한데 對하여는 堰體와 擁壁과의 사이에 位置하였으며 滿水面보다 約 3m 下部 放水路는 地下水로 常時 飽和帶를 形成하여 風化速度가 他部分보다 빨리 弱한 이 部分이 부푸러 오른 것으로 보고 있으며 또한 이곳이 滑動層中 가장 얇은 層을 形成하고있다.

滑動原因으로는 放水路 設置를 爲하여 原地盤線에서 切土되었으므로 滑動荷重을 받아 上下部에 荷重 不均衡 狀態를 이루고 있는것으로 生覺된다.

### VI 滑動圓에 對한 計算

餘水吐 底面試錐에 依해 求하여진 頁岩을 一點으로 하고 擁壁에서 121m 地點 即 過去에 滑動으로 因하여 外部가 끊겼던 곳과의 두점을 연결하여 이 連結線上 中點에서 垂線을 세워서 垂線上 一點에서 前記 二點을 通하는 圓이 바로 滑動圓이 된다고 假定한다. 그런데 이 滑動圓은 大略 擁壁에서 山側으로 70m 深度 20m 地點에서 頁岩層과 接하는 故로 이 點 以下에서는 頁岩層 上表面을 滑動面으로하여 諸計算을 하였다.



### 安 全 率 計 算

시 로 No	C	L	CL	N	rt	Nrt	tanφ	Nrt tanφ	T	Trt	SF
	t/m <sup>2</sup>		t/m	m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m		t/m	m <sup>2</sup>	t/m	
7	1.26	137.76	173.57	1.500	1.699	2,548.50	0.5317	1,355.03	6.57	1,116.24	1.369
8	2.39	"	329.24	"	1.606	2,409	0.4142	977.80	"	1,055.14	1.25
6	0.84	"	115.71	"	1.617	2,425.50	0.48773	1,182.98	"	1,062.36	1.22
4	4.07	"	560.68	"	1.524	2,286	0.38386	877.50	"	1,001.26	1.43
3-1	3.77	"	464.25	"	1.678	2,517	0.58513	1,472.77	"	1,102.44	1.75
변 압	0.84	"	115.71	"	2.805	4,207.50	0.38386	1,615.09	"	1,842.88	0.93
동화변압	"	"	115.71	"	1.872	2,808	"	1,077.87	"	1,229.90	0.97

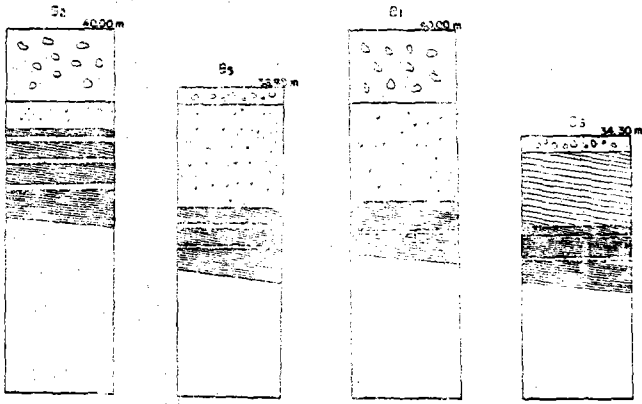
활동선원 길이  $L = 2\pi r \frac{26}{360} = 137.36m (r=145m \text{ 직선길이 } 72m)$

※ C : 粘着力, tanφ : 内部摩擦角, N : 垂直力, T : 接線力 rt : 흙의 比重量 SF : 安全率

### 不攪亂 試料의 飽和度 計算

試料番號	G	W <sub>s</sub>	W <sub>w</sub>	w	W	rt	V	V <sub>v</sub>	W <sub>s</sub> +V <sub>v</sub>	$\frac{W_s+V_v}{V}$	S
1	2,739	273.90	31.17	11.38	305.07	2,341	130.31	30.31	304.21	2,334	100.29
2	2,705	270.50	132.33	52.62	402.83	1,5435	260.98	160.98	431.48	1,653	93.37
3-1	2,693	269.30	144.61	53.70	413.91	1,678	246.66	146.66	415.96	1,686	99.52
4	2,762	276.20	151.60	54.89	427.80	1,524	280.70	180.70	456.90	1,627	93.66
5	2,749	274.90	136.13	49.52	411.03	1,5607	263.36	163.36	438.26	1,664	93.79
6	2,552	265.20	150.36	56.70	415.56	1,6171	353.96	156.98	422.16	1,643	93.42
7	2,736	273.60	145.14	53.05	418.74	1,6997	246.36	146.36	419.96	1,704	99.71
8	2,659	265.90	132.10	49.68	398.00	1,606	247.82	147.82	413.72	1,669	96.22

標準對比柱狀断面圖



上表中

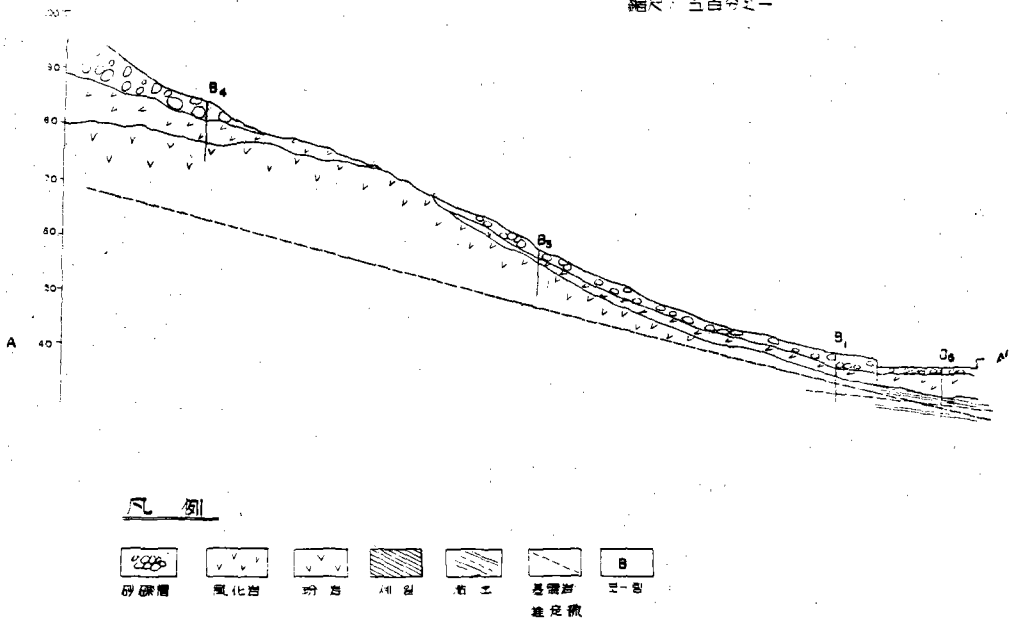
G: 比重,  $W_s$ : 흙단의 重量,  $W_w$ : 흙속의 물의 重量,  $w$ : 습수량,  $W$ : 흙의 습重量,  $rc$ : 흙의 濕比重량,  $V$ : 흙의 容積,  $V_v$ : 空隙의 容積,  $S$ : 飽和度.

앞에서 安定度計算에 使用된 比重량을 보전데 1964年 4月中 17日 間에 262.8mm의 降雨量(固城土組計量)이 있어 試料採取時의 狀態로 보아 거의 安全飽和되어 있었으며 實地計算結果에도 試料의 飽和도는 最下 93.37로서 各各의 單位重量値는 最大値로서 計算에 適 有利한 數値이었으며 各 試料의 飽和度計算表는 上記와 같다.

萬一 滑動面의 安定檢討에서 最惡의 條件을 附與하여 計算하여 본다면 比重量으로서 玆岩의 重量  $2.805t/m^3$ (最大値)를 使用하고 粘着力으로  $0.84t/m^2$ 인 最少値 및 摩擦係數

地質断面圖 (具...)

縮尺: 五百分之一



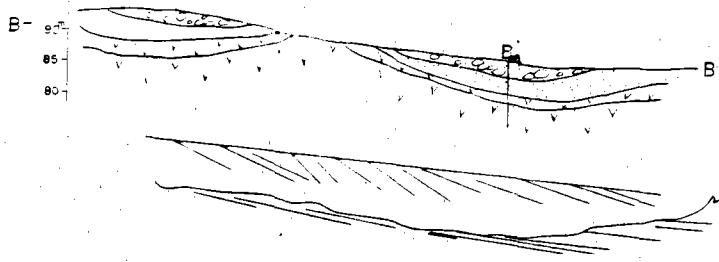
는 0.38386인 最少値를 使用하여 計算하면  $SF=0.93$ 으로 約 1을 나타내는 것으로 보아 흙의 滑動이라기 보다 試錐에서 나타난 바와 같이 岩層 사이에 介入되어있는 粘土質이 滑動의 媒介體인 것으로 보

여진다.

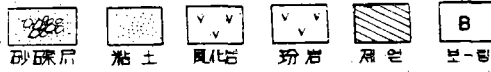
여기서 滑動體를 剛體로 보고 滑動面은  $12^\circ$  傾斜로 되어있는 頁岩斜面으로 하여 作用力과 抵抗力을 計算하면 다음과 같다.

地質断面圖 (其二)

縮尺 五百分之一

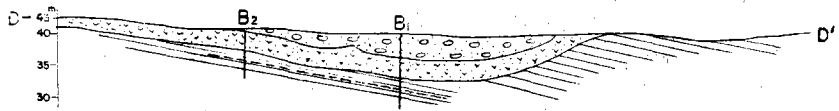


凡例

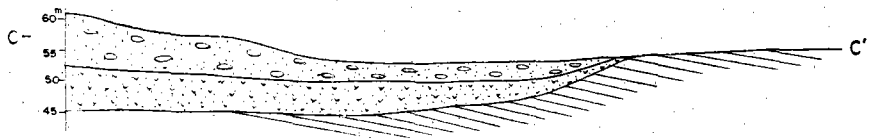


地質断面圖 (其四)

縮尺：五百分之一



地質断面圖 (其三)

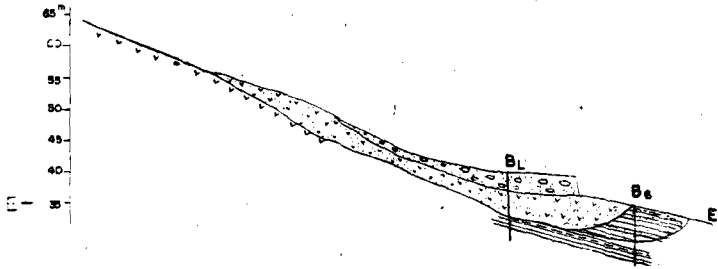


凡例

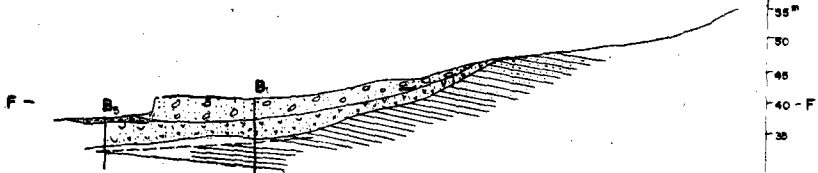


地質断面圖 (其五)

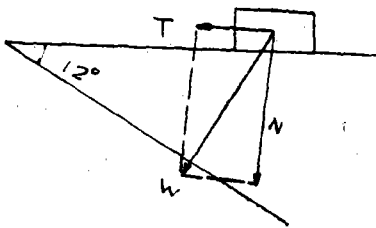
縮尺: 五百分之一



地質断面圖 (其六)



凡例



滑動面上的 흙의 重量

$$W = \left\{ \frac{7.5+205}{2} \times 71 + 20.5 \times \frac{51}{2} + 3.14 \times 145 \times \frac{26}{360} - \frac{(145-3.5)}{2} \times 64 \right\} \times 2.805 = 4,923.56t/m$$

$$N = W \cos 12^\circ = 4,923.56 \times 0.97815 = 4,815.98t/m$$

$$T = W \sin 12^\circ = 4,923.56 \times 0.20791 = 1,023.65t/m$$

$$T = fN \rightarrow f = \frac{T}{N} = \frac{1,023.65}{4,815.98} = 0.2125$$

f: 摩擦係數

計算에서 보는 바 摩擦係數의 값은 0.2125 以上이던

足한 結果인데 實際 흙에서는 0.38386 이 最少值이며 모두 2 以上의 값을 갖고 있다. (참조 시험 종합표)

餘水路 底面風化岩의 一軸剪斷強度는  $46.33t/m^2$  이고 이 風化岩의 極限支持力을 計算하여 보면  $P=2.76$

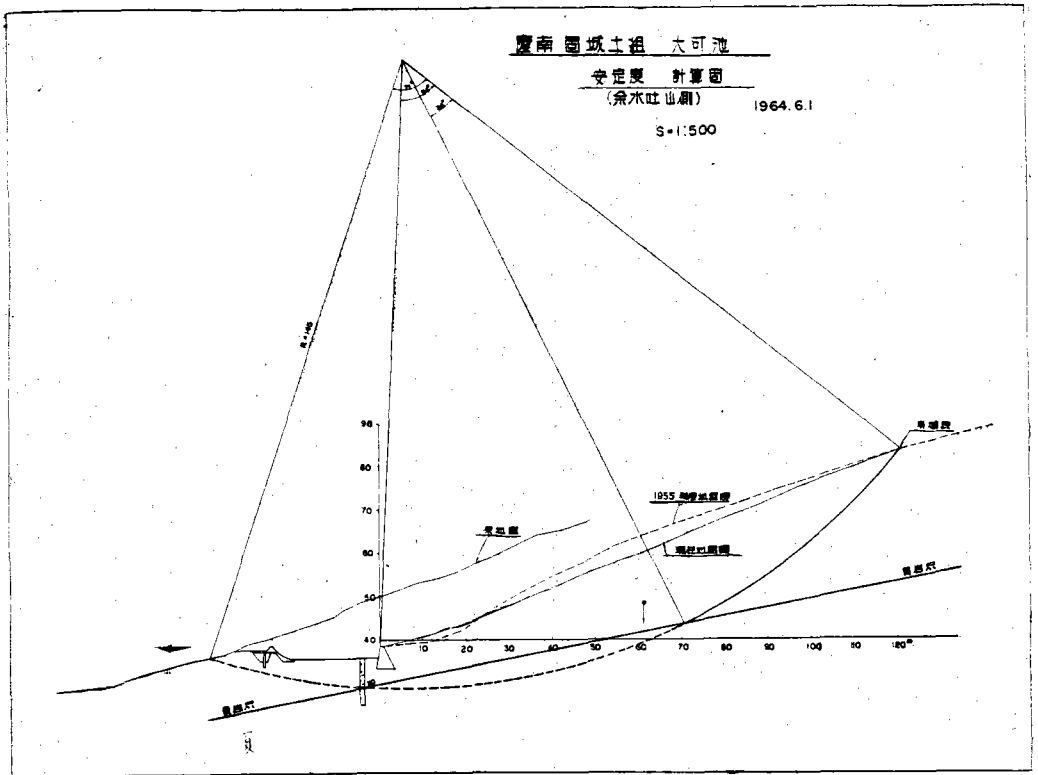
$$\times 46.33 = 127.87t/m^2$$

$$\text{또는 } P = 2.76 \times 62.60 = 172.77t/m^2$$

上記 計算值에서 보면 部分的으로 支持力이 큰데도 있고 또 不足한데도 있으나 餘水路 底面에서부터 깊이에 比例하여 支持力이 相當量 커질것으로 보는데 그 理由로서 試錐할時 깊이에 比例하여 Slime이 같은것이 나타났음을 보아 알수 있다. 또한 餘水路 底面排水暗渠의 破壞方向을 보면 土壓作用側이 破壞되었고 그 反對側은 移動이 없는것으로 보였으며 餘水路 底面에서도 隆起된 部分은 擁壁側으로 가까이에서 이러나고 있다.

圖表說明

1. 大可池餘水吐附近圖
2. 地質柱狀圖



- a. No. 5 放水路 試錐柱狀圖 標高 36.932m } 其一
  - b. No. 6 " " " 34.642m } 其一
  - c. No. 1 試錐柱狀圖 " 40m } 其二
  - d. No. 2 " " " 42m } 其二
  - e. No. 3 " " " 60m } 其三
  - f. No. 4 " " " 85m } 其三
3. 標高對比柱狀断面圖  
 放水路 및 擁壁上的 地質構造對比
  4. 地質断面圖
  5. 安定計算圖
  6. 貯水池平面圖

## V. 結 論

### 1. 原因

滑動體를 構成하고있는 地山은 別稱 浮石山 이라고 하며 地質學的으로 約 12° 傾斜의 頁岩 基岩層에 貫入된 火成岩의 風化帶와 砂礫混入 粘質土의 薄層을 媒介로하여 形成되어 있으며 表土는 塑性이 많은 Silt質(MH)로서 덮여있음으로 含水量이 增加되면 比重量의 增加로 側面 滑動을 促進하게 됨으로 因함

### 2. 現 況

1932年 本工事 設置時에는 側面地山 表面 排水路 滑動防止를 企圖하였으나 1934年에 大滑動이 發生 하

였음으로 放水路 側面에 沿하여 큰 暗渠를 設置하여 排水에 萬全을 期하는 同時 重力壁으로 滑動을 防止企圖 하였으나 繼續 若干의 滑動이 있었음으로 1955年度 側面 上部의 表土層을 除去하여 重量의 負擔을 減小해서 滑動防止 對策을 세웠으나 도리혀 表面排水에 지장을 招來하여 結果的으로 近年에 와서는 擁壁의 移動과 더불어 餘水吐의 隆起까지 發生하였음

## VI. 對 策

### 1. 地表水 除去

가) 斜面周圍에 承水路의 役割을하는 排水溝를 과서 地區外로 地表水를 迅速히 排除 할수있는 施設이 必要함

나) 斜面內 雨水에 對한 排除는 等高線에 따라 排水溝를 많이 設置하여 地區外로 排除함

### 2. 滑動面 摩擦의 增加

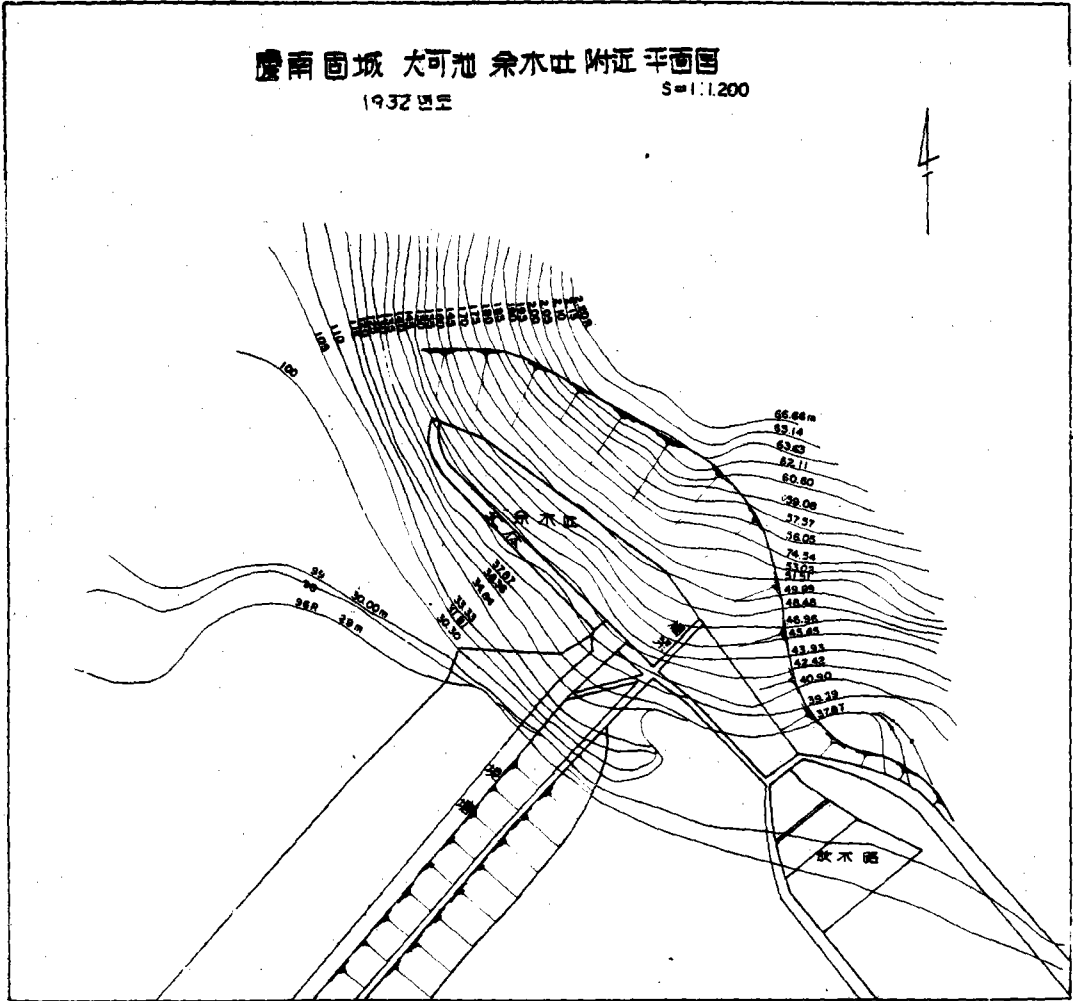
基岩層과 火成岩의 風化帶間의 粘質土薄層을 滑動面으로 豫想하고 이 사이에 시멘트 물탈을 注入하여 粘質土 薄層을 硬化 시킴으로서 摩擦力을 增加시킴 可能 하던 試掘孔에 鐵鋼棒을 插入하여 剪斷力을 增加시키면 效果가 크다고봄 但, 시멘트 注入時 表土層에 注入이 되지 않도록 各별한 注意를 요함



3. 維持 管理 對策

- 1) 側面에 잔디를 많이 심고 排水溝에 淤塞을 자주함으로써 排水를 徹底히 할
- 2) 滑動의 進行狀態를 把握하기 爲하야 30리근의 B M杭을 設置하여 觀測을 繼續할것임
- 3) 滑動의 大部分은 이미 發生되고 現在는 거의 安全

- 狀態에 있을것으로 推測됨으로 上記 諸防止對策을 講究함으로서 더 以上の 滑動을 防止하는 同時 餘水吐放水路의 隆起部의 再補修를 할것
- 4) 滑動區域內에 地層에 震動을 줄수있는 岩石採取를 爲한 爆發物使用은 禁하여야함



大可沱 余水吐 附近平面图

1955 年

S=1:600

