

# 土質力學 理論의 現場施工適用

—釜山 萬德路 水害復舊工事—

沈 在 九\* · 白 京 種\*

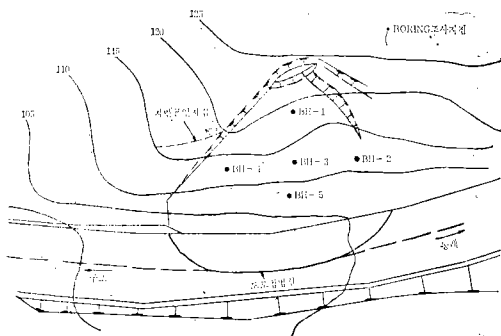
## 1. 序 論

釜山 萬德터널에서 구포方向으로 約 300m 되는 支點의 道路 右側 斜面部가 1980年 7月末~8月初사이의 繼續된 降雨로 因하여 斜面의 滑動破壞가 發生하여 擁壁을 破壞시키면서 道路上에 土砂가 流出되어 道路 機能을 麻痺시키는 災害가 發生되어 斜面 安定을 維持시키기 爲한 對策으로 新開發된 JSP工法의 適用範圍를 擴張하여 國內에서 처음으로 Land Sliding을 復舊하기 爲하여 地中에 固結體를 形成시키므로써 所期의 目的을 達成하였다.

이 工事報告書는 特殊工法開發 및 施工 經驗 體得으로 向後 類似한 工事を 推進함에 應用을 期待하며 簡單히 紹介하고자 한다.

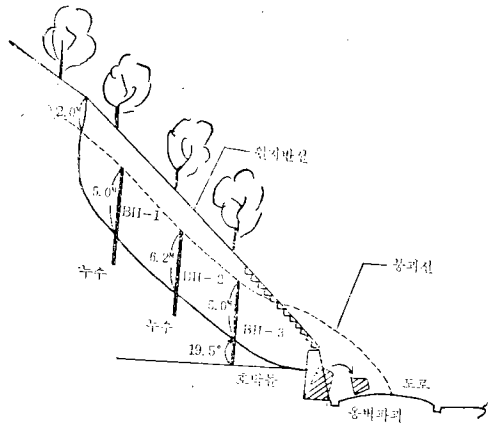
## 2. 現場 現況

Sliding 發生 位置에 任意 5地點을 調查 Boring 해본 結果(1980年 10月 施行) 地表에서 5.0m 附近 粘土에서 Sliding Plane이 形成되었다고 判斷되며 그 面에서 上下 2.0m는 Sliding에 依하여 느슨해져



平 面 圖

\* (株) 標準콘크리트



斷 面 圖

있는 狀態이고 調查 時點에서는 더 以上の Sliding이 進行되고 있지 않은 狀態였다.

## 3. 對 策

破壞面을 따라 發生되는 抵抗力과 滑動應力의 差인 所要補強剪斷 抵抗力을 算定하여 그것을 JSP가 負擔하여 斜面을 安定시키기로 하였다.

### 가. 所要補強 剪斷抵抗力 算定

#### 1) 條 件

가) 흙의 單位重量

濕潤狀態;  $r_t = 1.7T/M^3$

飽 和;  $r_{sat} = 1.9T/M^3$

水 中;  $r_{sub} = 0.9T/M^3$

#### 나) 設計 定數

i) 粘着力  $C=0$ (滑動面을 따라 地下水가 흐르고 있는 狀態)

ii) 內部摩擦角  $\phi_p = 19.5^\circ$  (現在 破壞되어 있는 狀態)

$$F_s = \frac{\tan \phi_p}{\tan i} = 1 \quad \left\{ \begin{array}{l} i \cdot \text{破壞面의 傾斜角(= } 19.5^\circ) \\ F_s \cdot \text{安全率(=1; 현재 破壞가 더 進行되지 않는 것으로 보아 算定)} \end{array} \right.$$

$$\tan \phi_p = \tan i$$

$$\therefore \phi_p = i = 19.5^\circ$$

iii) 所要 内部摩擦角  $\phi_R = 41.9^\circ$

$$F = \frac{r_{sub}}{r_{sat}} \frac{\tan \phi_R}{\tan i}$$

$$1.2 = \frac{0.9}{1.9} \frac{\tan \phi_R}{\tan 19.5^\circ}$$

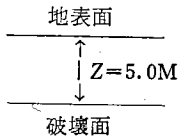
$$\therefore \tan \phi_R = 1.2 \times \frac{1.9}{0.9} \times \tan 19.5^\circ = 0.9$$

$$\therefore \phi_R = 41.9$$

2) 計算

가) Resisting Stress (S)

破壞面까지의 깊이는 Boring Hole No.1 No.3 No.5의 粘土層 平均깊이  $Z=5.0m$  計算



底面に 作用하는 垂直有效應力:  $\sigma$

$$\sigma = r_{sat} \cdot Z \cdot \cos^2 i$$

$$= 1.9 \times 5 \times \cos^2 19.5 = 8.44 \text{ T/M}^2$$

· 間隙水壓:  $u$

$$u = r_w \cdot Z \cdot \cos^2 i$$

$$= 1.0 \times 5 \times \cos^2 19.5 = 4.44 \text{ T/M}^2$$

$$\cdot S = C + (\sigma - u) \tan \phi_p$$

$$= 0 + (8.44 - 4.44) \tan 19.5^\circ = 1.42 \text{ T/M}^2$$

나) Sliding Stress ( $\tau'$ )

$$\tau = r_{sat} \cdot Z \cdot \sin i \cos i$$

$$= 1.9 \times 5 \times \sin 19.5 \times \cos 19.5$$

$$= 2.99 \text{ T/M}^2$$

$$\tau' = \tau \times 1.2 = 2.99 \times 1.2 = 3.588 \text{ T/M}^2 \quad (F_s = 1.2)$$

$$= 1.2)$$

다) 所要 補强剪斷應力 ( $\Delta S$ )

$$\Delta S = S - \tau'$$

$$= 1.42 - 3.588$$

$$= -2.17 \text{ T/M}^2$$

라) 所要補强剪斷力 ( $S_F$ )

$$\text{補强面積 } A = 2,077 \text{ m}^2$$

$$S_F = 2,077 \times 2.17 = 4,507 \text{ ton}$$

## 나. JSP 設計

1) 條件

· 軸壓縮強度:  $400 \text{ T/M}^2$  (粘性土)

· 許容剪斷強度:  $400 \text{ T/M}^2 \div 3 = 133 \text{ T/M}^2$

· 有效直徑:  $D = 0.80 \text{ m}$

2) 計算

· 有效斷面積:  $A = \pi \times (0.80)^2 \div 4 = 0.5024 \text{ m}^2$

· 本當許容剪斷強度:  $P_a = 133 \times 0.5024$

$$= 67 \text{ ton/本}$$

가) 所要 JSP本數

$$n = \frac{\text{所要補强剪斷抵抗力}}{\text{JSP許容剪斷強度}}$$

$$= \frac{4,507}{67} = 67 \text{ 本}$$

나) 本當所要深度

$$h = 4.0 \text{ m (G.L. -7.0m} \sim \text{G.L. -3.0m)}$$

## 4. 施工方法

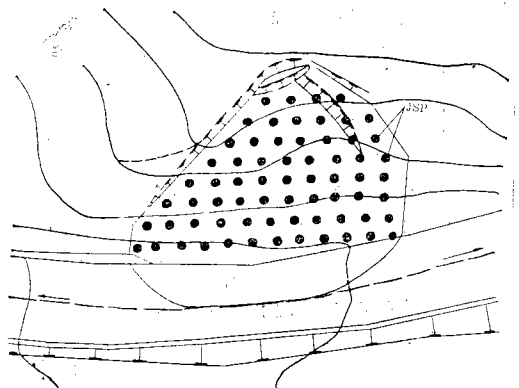
JSP所要本數 67本을 G.L. -7.0m에서 G.L. -3.0m의 部位에 施行을 해야되는 바

1. ZIG-ZAG型으로 分布시키는 方法과

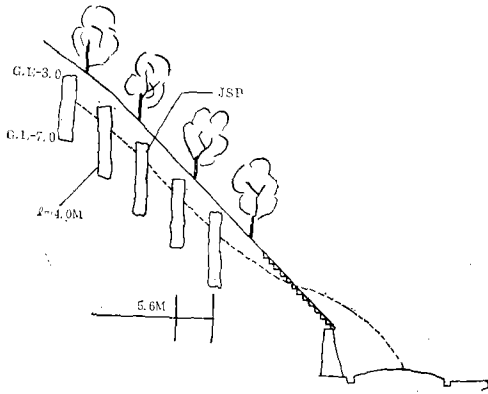
2. 連續壁型으로 施工하는 方法이 있다.

上記 方法을 檢討해본 結果 連續壁으로 施工하였을시 連續壁 사이로 雨水의 浸透促進 및 地下水의 充滿狀態가 야기되어 破壞面을 따라 JSP가 Bending Moment에 의해 Crack이 發生되는 境遇가 생기므로 ZIG-ZAG 型으로 C.T.C. 5.6m로 하여 고루 分布시켜 施工 하는 方法을 採擇하였다.

### 가. ZIG-ZAG 施工

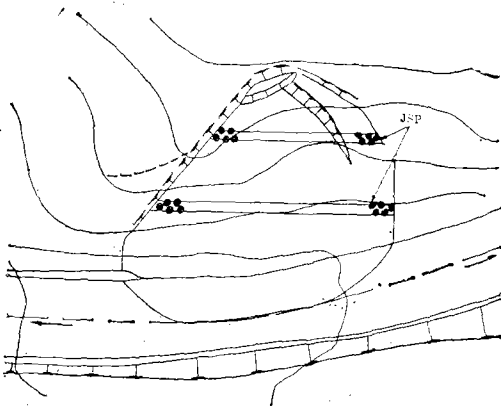


平 面 圖

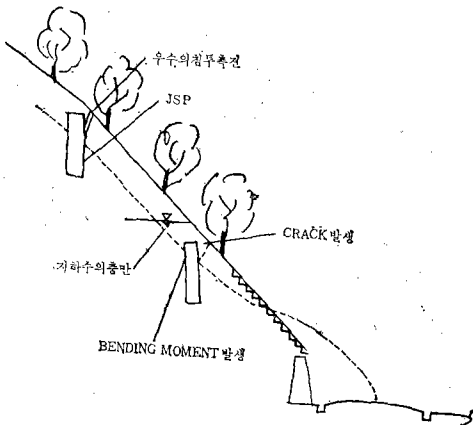


斷 面 圖

나. 連續壁型 施工



平 面 圖



斷 面 圖

5. 工事概要

가. 施工日字

着手: 1980年 12月 3日

竣工: 1980年 12月 25日

나. 使用裝備

- High Pressure Pump(常用壓力 200kg/cm<sup>2</sup>) 1臺
- Jetting Machine 1臺
- Mixer 1臺
- Agitator 1臺
- Generator(150KWH) 1臺
- Compressure 370 CFM 1臺

6. 後 記

우리는 設計나 現場에서 施工을 할 때 基礎調査資料의 未備 때문에 困惑을 당하는 경우가 가끔있게 된다.

이런 경우에도 滑動面을 試錐調査에 依하여 찾아내는 것은 대단히 어려우므로 下向式 水壓試驗을 併行했으면 좀더 確信을 갖고 設計와 施工에 임할 수 있었을 것이라고 생각된다. 이러한 點을 해소하기 위하여 發注廳에서도 豫算에 反映시켜 多角的인 調査를 할 수 있도록 배려해 주는 것이 바람직하다고 생각된다.

本 Project에서는 다행 하게도 現場調査 한 사람이 Boring水의 漏水를 놓치지 않고 記錄 해준 것이 問題를 解決해주는 열쇠가 되었다.

本人은 新入社員들이 土質力學 책속의 公式 밑에 수 없는 줄을 쳐 놓고도 實際 設計나 現場問題 處理에 當해서는 當황해 하는 경우를 종종 보아 왔기 때문에 어떤 問題에 Approach할 때 다소나마 도움이 되었으면 한다.