

# 古藪~沙坪間 道路 水害復舊工事 工 事 報 告 書

沈 在 九\*  
金 寬 浩\*\*  
朴 昌 玉\*\*\*

## 1. 工事概要

- 1) 工事名: 古藪~沙坪間 道路 水害復舊工事
- 2) 發注處: 忠淸北道
- 3) 位置: 忠北 丹陽郡 大崗面 古藪里~佳谷面 沙坪里 사이에 所在한 地方道 595 號線 (丹陽~寧越 線)
- 4) 工事期間: 87. 11. 9~
- 5) 工事規模
  - ① 地盤改良  
道路延長: 370m  
改良總深度: 5,876M (492孔)
  - ② 附帶構造物  
6種 1,180M
- 6) 施工會社: (株) 標準開發

## 2. 現場概要

1) 道路概要  
忠北 丹陽郡에 位置한 古藪洞窟을 지나 救仁寺와 江原道 寧越에 이르는 地方道 595 號線으로 來訪客이 많은 觀光道路이며 既存 非鋪裝 道路(總延長 6,006m, 道路幅 8m)를 1982 年度에 鋪裝幅 6m의 아스팔트 鋪裝(設計速度: 平地部 40km/hr, 山地部 20km/hr)으로 設計하여

施工하였으며 交通量은 87年 現在 總 939台/日 (建設部 “全國 交通量 調査”: 乘用車 253, Bus 大型 111, 小型 96, 貨物車 大型 51, 中型 132, 小型 232 其他 64)인 第 3 種 地方道이다.

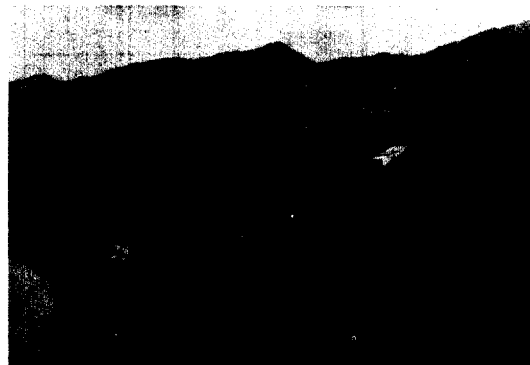


사진 1. 도로전경

### 2) 周邊現况

- ① 道路位置圖 (그림 1)
- ② 道路 擴張 및 鋪裝工事

既存 非鋪裝 道路의 路幅狹小와 路面不良을 解決키 爲하여 擴張 및 Asphalt 鋪裝을 82. 7 ~ 83. 8月 (14個月)에 걸쳐 施行 하였는바 當時 切土面 勾配는 土砂 1:1, 리핑암 1:0.5, 發破岩 1:0.3으로, 盛土法面 勾配는 1:1.5로 하였고, 路體內로 流水를 防止하기 爲해 山 峽 切土部側에 側溝를 設置 하였다.

\* 正會員, (株) 標準開發 專務理事

\*\* 正會員, (株) 標準開發 技術部

\*\*\* 忠淸北道 道路課長

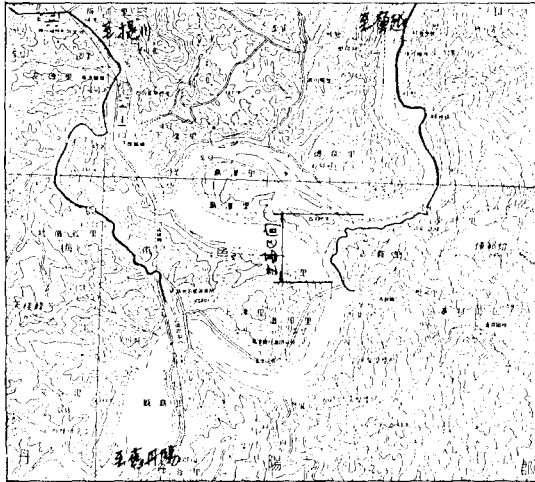


그림 1.

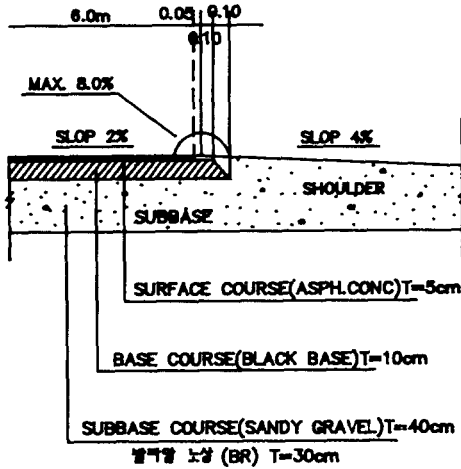


그림 2. 補裝標準断面圖

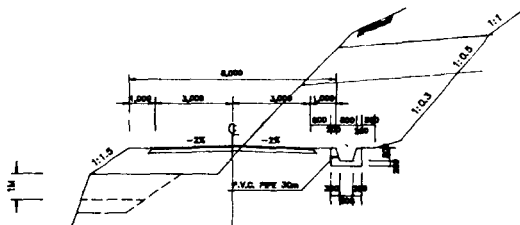


그림 3. 標準 横断面圖

鋪裝 두께는 凍結深度 120cm (建設部 發行 “凍結指數에 關한 調查報告書” 參照)를 考慮하여 瀝青材料層의 두께 15cm, 非凍復材料層의 두께 40cm를 標準으로 하였다.

### 3. 事故現況

#### 1) 道路部分

本道路는 擴張 및 鋪裝工事 竣工 直後인 1983年 9月 上旬에도 部分的으로 破損 또는 崩壞되어 1次的으로 그에 對한 補修를 하였었으며 그후 1987年 夏期의 集中豪雨로 因하여 急傾斜部分에 設置해 놓은 本道路가 區間別로 全幅 또는 半幅程度가 滑動에 依한 斜面崩壞를 일으켜 交通疏通에 至大한 障礙를 끼치고 있었으며, 特히 現狀態에서 道路를 繼續 使用하면 車輛荷重의 反復載荷와 車輛의 振動 等에 依하여 斜面崩壞가 더 進行 될 可能性이 커서 언제, 어떻게 人命이나 財産에 被害를 줄지 모를 程度로 危險한 狀況 이었다.

#### 2) 附帶 構造物 部分

本 構造物들은 大別하여 道路橫斷 暗渠와 道路 切土側의 無筋콘크리트 擁壁과 그에 附屬되어 있는 側溝의 두가지 種類이다.

上記 構造物들이 道路崩壞의 影響을 받아 縱·橫斷上으로 어긋났으며 龜裂 또한 많이 생겨서 擁壁部分은 顛倒의 危險性도 있는 實情이었다.

### 4. 原因分析

1983年 假疵發生 當時 忠北道에서 學界 및 專門家의 諮問을 求하였었으며 그때의 諮問內容과 1987年의 崩落現像을 綜合해서 要約해보면 다음과 같다.

文獻에 依하면 斜面破壞中 “Land slide”에 比하여 小規模로써 急傾斜 部分에서 比較的 急速하게 斜面이 破壞 되는 것을 “斜面崩壞”라고 부르고 있다. 斜面崩壞에는 崩壞土砂가 原形을 維持하지 못하고 崩落(Fall)하는 것과 어느程度 原形을 가진채 “Land slide”式으로 滑落(Slip, Slide)하는 것이 있다.

前者는 自然斜面이나 切土斜面이 急傾斜인 境遇에 많고 表層崩壞(Surface Failure)로서 滑動面이 明確하지 않은 境遇가 많다.

後者는 比較的 緩傾斜에서 深部に 軟弱한 層을 갖는 境遇에 많이 發生되며 이러한 種類의 崩壞와 Land Slide 間에는 明確한 區分을 하고 있지 않다. 自然斜面의 崩壞는 急傾斜인 곳은 어느 곳에서나 發生 할 수 있으나 一般的으

로 表土, 단단한 風化岩, 崩積土地域에서 많이 發生되고 豪雨等에 依해서 誘發 된다.

本 崩壞區間의 土層은 底部로 부터 基盤岩인 硬質의 石灰岩, 風化岩, 粘土質礫으로 構成 되어 있는 崩積土, 道路를 처음 만들기 爲해 山側의 風化岩과 崩積土를 切取하여 反對側에 施行한 盛土로 되어있으며 이는 위에서 言及한 斜面崩壞가 잘 誘發되는 土層에 該當하고 있고 더우기 集中豪雨中에 斜面이 崩壞 되었다.

특히 本 區間의 崩積土層은 調査 Boring 時 Boring 用水가 大部分 漏水되어 回收되지 않는 區間이 있을 程度로 安定되지 못하고 느슨한 狀態이며, 그 構成物質은 石灰岩이 風화된 土砂와 자갈, 轉石이 不規則하게 混合되어 있어 飽和가 比較的 잘되는 便이라 할 수 있고, 2 工區의 境遇는 平素에도 道路 윗쪽의 鑛山에서 내려오는 물이 끊임없이 道路쪽으로 흐르고 있었다.

또한 자갈과 轉石은 薄片이나 길쭉한 모양을 하고 있기 때문에 石灰岩의 表面이 比較的 미끄럽다는 特性을 勘案하면 本 崩積土層은 力學的으로 大端히 不利한 土層이라 하겠다.

따라서 本 斜面의 崩壞는

1) 本 區間의 土層은 力學的으로 매우 不安定한 土層인데다가

2) 土層 自體가 느슨하고 飽和가 잘 되는 土質이기 때문에 集中豪雨에 依하여 土層全體가 빠른 速度로 飽和되자 그 速度에 比例하여 흙의 單位重量이 커지고 흙의 剪斷強度의 低下가 急速하게 進行 됨에 따라 그 自重을 이기지 못하고 崩壞 되었다고 할 수 있으며

3) 上記 原因에 덧붙여 集中豪雨로 因하여 土層內部에 浸透水流가 생겨 이에 의한 土粒子의 流失도 崩壞原因에 加勢한 것으로 判斷 된다.

## 5. 對 策

### 1) 對策工法의 選擇

本 道路는 原狀復舊를 爲하여 遮斷할 境遇, 迂迴道路가 없고 또 新設 할 수 없기 때문에 絶對로 遮斷 되어서는 안되므로 이 點을 優先

勘案하여 補修對策을 講究하여야 했다.

그 對策으로서는 다음의 4가지 事項을 考慮해 볼 수 있겠다.

첫째, 崩壞部分을 岩盤까지 파내고 良質의 흙으로 置換 하는 방법과

둘째, 道路를 完全히 切土하여 基盤岩에 設置하는 方法

셋째, 岩盤까지 基礎를 根入시켜서 橋梁으로 건너가는 方法

넷째, 地盤에 硬化材를 注入하여 地盤을 改良시키므로써 道路 全體를 安定시키는 方法 등이 있으나 어느 방법이 本 道路 條件에 適合한 것인가를 檢討해 보면 첫째 方法을 施行하기 爲해서는 道路를 遮斷(交通杜絶)해야하고 工事費가 크게 所要되는 點 등을 고려하여 採擇하기 困難하며, 둘째 方法은 小白山 줄기로 海拔 696m인 烽鄒燈의 斜面을 切土해야 하는바 그 物量은 大端한 量이 되며 急傾斜인 點을 勘案하면 Land Slide의 危險이 있으므로 그 對備를 徹底히 해야하고 그것이 不可能한 位置에서는 Tunnel 工法을 擇해야 하므로 古藪洞窟을 毀損시켜야 하는 問題點이 있다.

셋째 方法은 現狀態에서 振動을 주지않기 爲하여 Pre-Drilling에 依해 말뚝 등을 岩盤에 確實하게 根入시키고 그 上部에 橋梁構造를 갖춰 道路의 機能을 復活시키는 方法인데 現在의 盛土 및 崩積土層을 除去하지 않는 境遇에는 土砂 自體의 滑動을 防止해야 하는 別途의 措置가 必要하게 되고 交通杜絶等 2, 3重의 負擔이 되므로 適切하지 못한 方法으로 判斷된다.

넷째 方法은 現在의 不安定한 道路下部의 地盤에 硬化材를 注入하여 그 地盤을 安定시켜 道路의 機能을 復活시키는 方法인데 注入材料와 方法이 몇가지가 있으나 注入材料로서는 強度低下를 誘發시키는 化工藥品은 除外하고 Cement 만을 使用하는것이 바람직하며 注入方法으로서는

① 靜的인 壓力을 利用하는 一般 Grouting 方法과

② 攪拌翼을 使用하는 深層混合處理方法

③ 動 Energy를 利用하는 高壓噴射注入方法 등을 생각할 수 있는바 ①의 方法은 道路를

部 通行시키면서도 施行할 수 있는 方法으로서 작은 口徑으로 穿孔하여 注入材를 靜的으로 低壓注入(通常 10kg/cm<sup>2</sup>以下)하여 地盤을 改良하는 것으로 小口徑이므로 어떠한 地層이라도 掘進이 可能하고 또 經濟的이지만 改良部位가 不確實하고 改良效果의 側定이 不可能하기 때문에 設計時 正確한 強度定數를 採擇할 수 없는 短點이 있다.

②의 方法은 요즘 日本에서 普及되기 始作한 新工法으로 相當히 많은 分野에 適用 施行되고 있으며 또 發展되고 있는 工法인데 改良部位를 確實하게 하고 改良效果의 測定도 容易한 利點이 있으나 所要改良部位의 直徑과같은 크기의 攪拌翼을 所要深度까지 根入시켜 工事を 施工해야 하므로 자갈과 轉石이 많이 包含된 現地層을 大口徑의 攪拌翼으로 掘進하여 地盤을 改良한다는 것은 거의 不可能하다고 判斷된다.

③의 方法은 上記의 두가지 方法과 마찬가지로 道路를 全面遮斷하지 않고 施行할 수 있는 方法으로 이 또한 小口徑으로 穿孔하며 注入材인 Cement Paste를 200kg/cm<sup>2</sup>의 超高壓으로 地盤中에 水平으로 噴射시켜 地盤을 改良하는 工法으로써 一種의 動 Energy를 利用하는 工法이라 할 수 있다.

改良部位와 그 效果를 容易하게 確認할 수 있으나 注入材가 많이 所要되는 面이 있다.

따라서 上記의 對策工法中에서 現 道路利用의 繼續性, 經濟性, 安全性, 迅速性 등을 考慮하여 볼때 넷째 方法의 ③項인 高壓噴射注入工法이 當 現場에 가장 合理的인 對策工法이라고 할 수 있으며 1983年 瑕疵發生區間中 一部 區間(Sta. No 39~No 40 : 20m)을 施行했었는데 지금까지 좋은 成果가 있다.

## 2) 對策工法의 說明(J. S. P 工法)

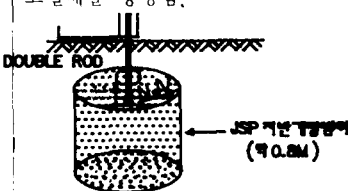
### ① 工法概要

이 工法은 最近에 開發된 軟弱地盤改良工法으로써 超高壓(P=200kg/cm<sup>2</sup>)의 噴流를 利用하여 地盤을 切削 崩壞시킴과 同時에 攪拌混合層에 注入材를 強制充填시키는 一種의 誘導注入工法이다.

即 Double Rod 先端에 Jetting Nozzle을 裝着하여 硬化材(Cement Paste)를 水平方向으로 噴射, 回轉하여 Nozzle이 1回轉하면 自動的으로 1 step(2.5cm)이 上昇되고 이와 같은 動作을 連續的으로 反復하므로써 地盤中에 圓柱狀의 固結體(直徑 0.8~1.2m)를 造成하는 工法이다.(參照: 大韓土木學會誌, 第29卷2號, 1981.4)

이를 簡略하게 要約해보면 다음과 같다.

表 1 J S P 공 법 개 요

비교부분	공 법	고 압 분 사 주 입 공 법
명 칭	Jumbo Special Pattern	
공 법 재 료 분 류	시멘트 Paste 초고압분사 공법	
공 법 개 요	<p>지반내에 시멘트 Paste를 고압으로 분사 시켜 토립자를 파쇄 Mixing 함으로써 원주형의 시멘트 고결체를 형성함.</p> 	
1) 주 입 방 식	초고압분사방법 (분사노즐에서 주입체가 직접 공벽 파쇄후 교란 혼합되는, 주입이 아닌 분사 방식이다.)	
2) 주 입 재 료	시 멘 트	
3) 개 량 형 태	원주형의 고결체 형성	
4) 주 입 공 개 방	주입공을 개방하여 잔류 분사 에너지를 소산 시킴	
5) 주 입 공 정	1공정식주입(시멘트 단일 분사)	
6) 주 입 순 서	상 하 회 전 식 (10.5~13.5초에 1회전하면서 2.5cm씩 자동상승으로 분사됨)	
7) 주 입 장 치	분사 노즐에 의해 천공 Hole 벽으로 직접 분사함.	
8) 적 용 토 질	점성, 사질, 사력, 전석	
9) 주 입 후 강 도	점성토 : 20~40kg/cm <sup>2</sup> 사질토 : 40~90kg/cm <sup>2</sup> 사력 및 전석 : 90~150kg/cm <sup>2</sup> (core 채취 됨)	

공법 장 단 점	1) 차수 효과가 확실하다. 2) 지반강도가 크기 때문에 응용 분야가 다양하다. 3) 지반개량 효과가 확실하다. 4) 시멘트 소요량이 크다. (383~492kg/M)
----------	--

② 工法의 system

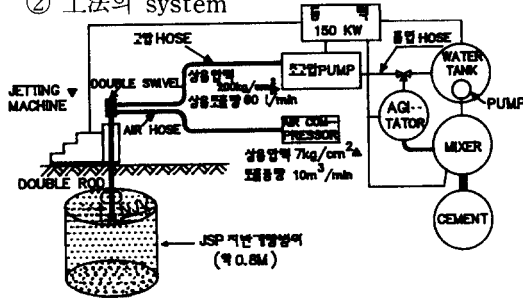


그림 4. 工法의 System

③ 使用裝備 및 器機

- 超高壓 Pump (P = 200kg/cm<sup>2</sup>) : 2台
- Jetting Machine : 4 台
- 發電機(150KwH) : 2 台
- 空氣壓縮機(365CFM) : 2 台
- Cement Mixer : 2set
- Agitator : 2set
- 穿孔機(Hong Drill) : 2 台
- 水槽 : 3set
- Oil Tank : 2set
- 揚水機 : 2 台

6. 設 計

1) 設計條件

① JSP 의 設計基準強度 :  $\sigma_{ck} = 40\text{kg/cm}^2$

② JSP 의 許容剪斷強度

$$\tau_a : \frac{\sigma_{ck}}{7} = \frac{40}{7} = 5.7\text{kg/cm}^2$$

\*  $F_s = 7$  : 日本 土質工學會 “岩의 工學的 性質 및 設計, 施工과 應用”

$$D_{ia} = 0.8\text{m}$$

$$A = \frac{\pi(0.8)^2}{4} = 0.502\text{m}^2$$

∴ 1本當 許容剪斷強度

$$: 57 \text{ ton/m}^2 \times 0.502\text{m}^2 \approx 28 \text{ ton/本}$$

③ 흙의 單位重量

$$\text{濕潤單位重量 } \gamma_t = 1.7 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{飽和單位重量 } \gamma_{sat} = 2.0 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{水中單位重量 } \gamma_{sub} = 1.0 \text{ ton/m}^3$$

④ 滑動 對한 安全率

$$F_s = 1.2 \text{ 以上}$$

2) 全幅補強區間

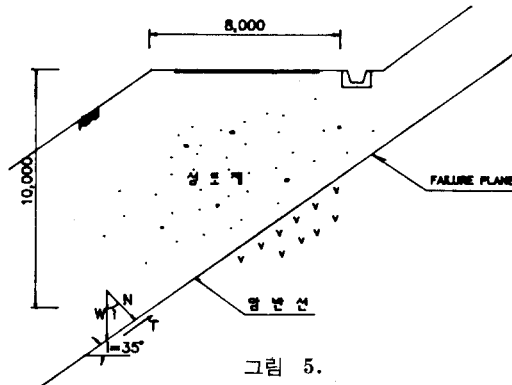


그림 5.

a. 滑動斜面 : 岩盤線과 崩積土 또는 風化岩의 境界面을 따라 發生하는 것으로 보며 粘着力  $c=0$ 로 함.

b. 滑動斜面의 平均深度는 10m로 함.

c. 原地盤의 기울기는  $i = 35^\circ$ 로 함.

① 剪斷強度 計算

$$\bar{\sigma} = (\sigma - u)$$

$$N = W \cdot \cos i$$

$$\sigma = \frac{N}{\sec i} = W \cdot \cos^2 i = \gamma_{sat} \cdot z \cdot \cos^2 i$$

$$u = \gamma_w \cdot z \cdot \cos^2 i$$

$$\therefore \bar{\sigma} = (\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot z \cdot \cos^2 i$$

$$= 1.0 \times 10 \times (\cos 35^\circ)^2$$

$$= 6.71 \text{ ton/m}^2$$

$$\therefore S = \bar{c} + \bar{\sigma} \tan \phi = 6.71 \tan \phi$$

$$= 5.63 \text{ ton/m}^2$$

여기서 內部麻擦角  $\phi = 40^\circ$ 로 봄

(文獻 : 鄭寅峻 · 金翔圭 共著 “土質力學” 第 8 章 흙의 剪斷強度)

② 剪斷應力 計算

$$T = W \cdot \sin i$$

$$\tau = \frac{T}{\sec i} = W \cdot \sin i \cdot \cos i$$

$$\begin{aligned}
 &= \gamma_{sat} \cdot z \cdot \sin i \cdot \cos i \\
 &= 2.0 \times 10 \times \sin 35^\circ \times \cos 35^\circ \\
 &= 9.397 \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

③ 崩壊된 盛土材의 安全率 計算

$$F_s = \frac{S}{\tau} = \frac{5.63}{9.397} = 0.6$$

④ 要求되는 抵抗力

$$S_r = 1.2\tau = 1.2 \times 9.397 = 11.276 \text{ TON/m}^2$$

⑤ 不足한 抵抗力

$$\Delta S_r = 11.276 - 5.63 = 5.646 \text{ ton/m}^2$$

道路 單位m 當 負擔해야할 抵抗力(道路中心을 基準으로 할 때)

$$l = \sqrt{5^2 + 8^2} = 9.43 \text{ m}$$

$$\therefore F_q = 5.646 \times 9.43 = 53.2 \text{ TON/m}$$

⑥ JSP本數 計算

$$n = 53.2 \div 28 \approx 2 \text{ 本/m}$$

⑦ JSP配列

全幅을 고루 補強토록 縱方向 c. t. c = 2.0m 橫方向 c. t. c = 1.8m로 하여 ZigZag로 4列 配置한다.

3) 半幅補強區間

縱方向 c. t. c = 2.0m, 橫方向 c. t. c = 2.5m로 하여 Zig Zag로 2列 配置한다.

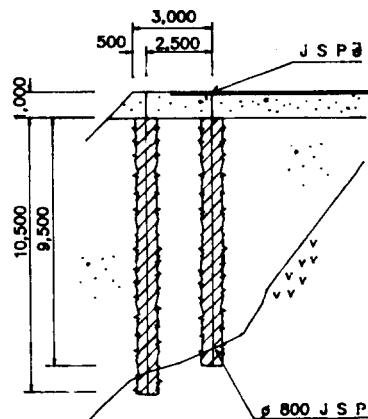
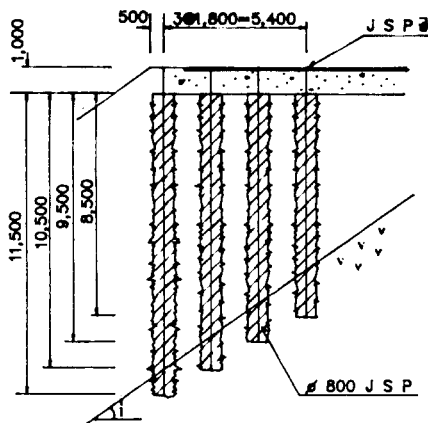
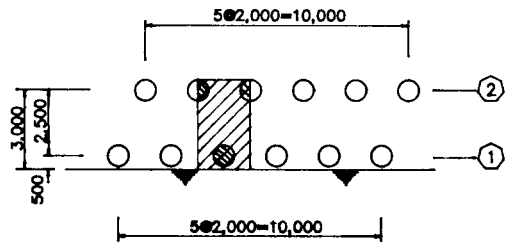
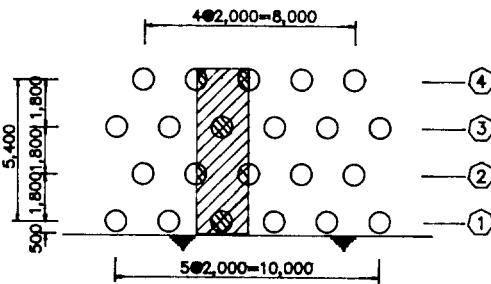


그림 6.

그림 7.

4) 附帶構造物의 補修

① 擁壁補修工

道路擴張, 鋪裝時 施工되었던 두산마을 入口의 擁壁이 過大한 土壓을 받아 甚한 龜裂과 어긋남 등이 發生하여 다음과 같이 補修 處理하였다.

a. 水平龜裂部

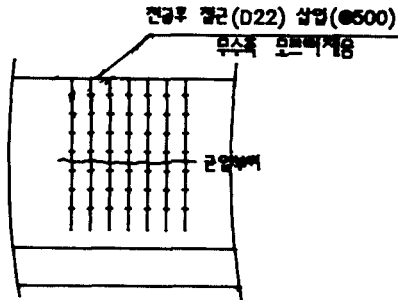


그림 8.

b. 垂直龜裂部

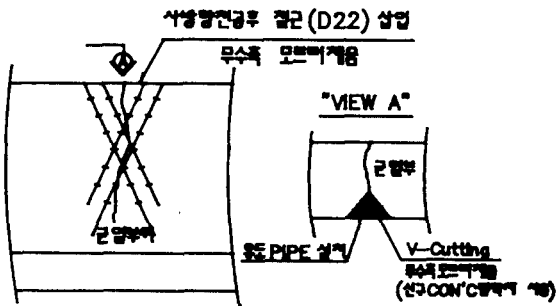


그림 9.

即, 龜裂部位를 鐵筋으로 엮어 놓았으며 特히 垂直龜裂部에는 誘導 Pipe를 埋設하여 擁壁 뒤채움 쪽으로 부터의 Drain 役割을 하도록 하였다.

② 擁壁設置工

道路의 한 커튼이 急傾斜를 따라 甚하게 崩壞된 곳에는 急傾斜가 끝나는 地點에 擁壁을 新設하여 法面整理하는 것으로 處理하였다.

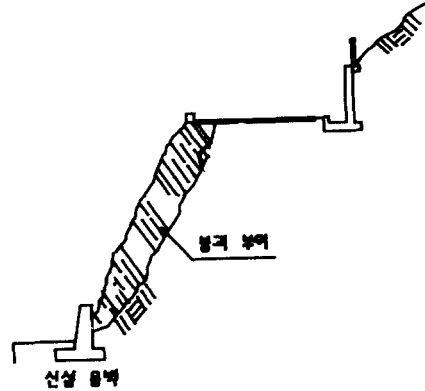


그림 10.

③ 暗渠補修工

既存 涵管 暗渠가 山側으로 부터의 崩壞와 함께 破損되어 제구실을 못하므로 橫斷 Box 工 (1.0×1.0×13.0m)으로 再施工하고 마침 그場所가 地盤改良 區間이므로 JSP工으로 下部 및 周邊을 補強하였다.

④ 其他 附帶構造物工

그밖에 깨지거나 一部가 顛倒된 側溝 또는 防護壁等を 再施工하여 補修하였다.

7. 施 工

予想深度는 平均 孔當 10m로 推定하여 設計하였으나 施工前 地質調査를 實施한 바에 따라 區間別로 若干의 差異가 생겼다.

이를 工區別로 要約해 보면 다음과 같다.

表 2 實施工數量

工 區 別	區 間	地質調査 孔 數	J S P 平均深度	J S P 孔 數	總 深 度	備 考
1	NO 54~56+10 (50m)	4	14.87m	63	936.8m	
2	NO 162+10 ~168+10(120)	8	11.35m	160	1,816.0m	
3	NO 171+10 ~181+10(200)	10	11.61m	269	3,123.2m	
計	370m	22		492	5,876 m	

1) 作業準備

- ① 先地質調査로 改良深度 算定
- ② 所要資材의 繼續的인 確保, 點檢
- ③ 用水의 繼續的인 確保
- ④ 冬節期 作業時 問題點에 對한 對策마련
- ⑤ 裝備 燃料 確保
- ⑥ 交通安全員 配置

2) 所要資材

- ① Cement (40kg/대) : 54,660 대
- ② 混和劑(Pozzolith 10L-L : 早強劑) :

26,236 l

凍害防止와 早強效果를 同時에 얻기 위함.

3) 施工

石灰岩을 母岩으로하는 崩積層으로 Jetting 間에 작은 空洞이 있어 Slime이 地上으로 表出되지 않는 境遇가 가끔 發生하였는데 이 때에는 珪酸소다를 미리 注入하여 空洞을 메워가면서 施工하였다.

또한 表出되는 Slime을 採取하여 攪亂되는 地層의 現狀態를 觀察하였다.

穿孔과 Jetting 作業을 分推施工하였는데 이는 Hong Drill 裝備의 穿孔能力이 轉石等이 混合된 地層에서 뛰어났기 때문이다. 또한 山間地方의 冬季 氣候를 予側하기 어려워 短期施工에 重點을 두고 晝夜間 作業을 強行하였는데 用水의 結氷을 防止하기 爲하여 必要한 保温 措置를 取하였으며 또한 晝夜作業을 함으로써 繼續的인 用水의 循環이 結氷을 막아주는 效果도 있었다.

道路의 縱斷勾配는 勾配가 낮은쪽부터 施工하여 注入材의 不必要한 浪費를 抑制하여 施工의 質을 높이는데 힘썼다.

3工區에서는 山側의 切土部分이 滑動하면서 路面이 隆起하여 崩壞된 側溝도 있기때문에 이를 防止하기 위하여 側溝基礎를 JSP 工으로 Underpinning 하였다.

超高壓으로 切削 混合하므로 穿孔徑이 維持되면 Slime이 Rod周邊에서 表出되며 穿孔徑이 維持되지 아니하면 周圍의 軟弱한 곳으로 噴出

하는 것을 볼 수 있었으며 粘性이 많은 地層에서는 Slime의 濃度가 진하며 砂質이 많은 地層에서는 砂의 沈降으로 濃度가 얇어짐을 볼 수 있었다.

또한 基盤岩層에 確實한 定着을 爲하여 岩盤線 以下 1m까지를 施工 深度로 決定하였다.



사진 2. 施工전경(제 1 공구)

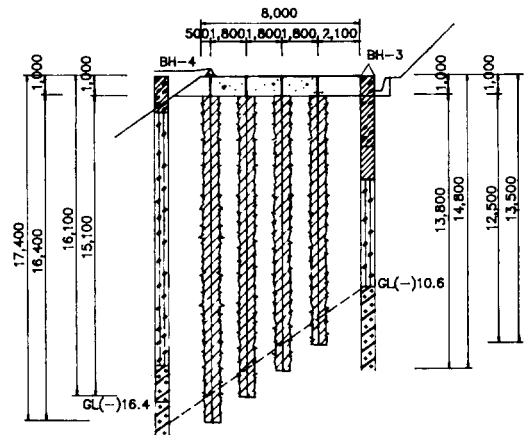


그림 11. 施工標準斷面圖

8. 檢 査

1) 試驗施工

硬化材(Cement Paste)가 地中에서 養生되므로 凍害에 對한 念慮는 없었고 試驗孔을 施工하여 材齡 28日이 된 後에 直接과내어 形成된 球根을 肉眼으로 볼 수 있었다. (寫眞 3)

2) 一軸壓縮強度 및 諸 試驗

施工의 品質管理側面에서 各 工區別로 2 孔



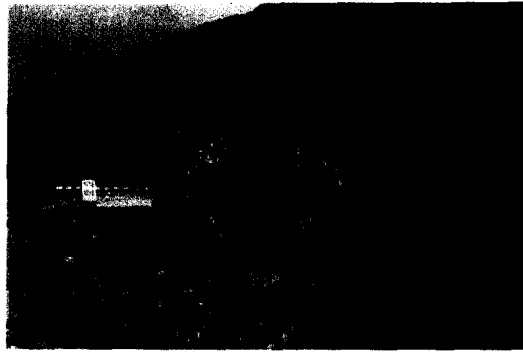


사진 3. JSP 試驗孔의 球根

表 3 JSP 試驗 成果表

공시체 NO	시료상태	공시체 치수		압축강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	시멘트 함량 (%)	파괴시 변위 (%)	단위중량 (g/km <sup>3</sup> )	함수비 (%)	파괴모양	비 고
		지름 (cm)	높이 (cm)							
1	기 건	5.25	10.25	134.3	46.0	0.59	1.717	21.6		제 1 공구 1열 5번 심도 7.0m
2	기 건	5.20	10.70	136.2	57.4	0.47	1.753	19.9		제 1 공구 3열 5번 심도 7.0m
3	기 건	5.25	9.70	126.1	44.5	0.8	1.744	26.7		제 2 공구 (80m) 2열 25번 심도 8.0m
4	기 건	5.20	10.30	120.4	53.9	0.87	1.730	28.4		제 2 공구 (40m) 2열 10번 심도 7.0m
5	기 건	5.20	10.40	56.5	15.1	0.39	2.085	10.8		제 3 공구 (80m) 2열 5번 심도 5.0m
6	기 건	5.20	8.95	48.4	8.4	0.45	2.137	8.4		제 3 공구 (70m) 1열 35번 심도 5.0m

씩 無作爲로 選定하여 實施한 JSP core (試料片)의 一軸壓縮強度는 忠北道廳의 試驗結果  $\sigma_{cmin}=48.4\text{kg/cm}^2 \sim \sigma_{cmax}=136.2\text{kg/cm}^2$  로써 設計強度  $\sigma_{ck}=40\text{kg/cm}^2$  보다 높게 나타난것을 알 수 있었고 그밖의 Cement 含量, 單位重量, 含水比等의 結果는 다음 表 3과 같다.

上記 表·3에서 보는바와 같이 砂質이 優勢한 地層에서는 壓縮強도와 Cement 含量이 높게 나타났고 礫質이 優勢한 地層에서는 그 強도와 含量이 相對的으로 떨어지나 이는 조그만 試料片( $\phi 52\text{mm}$ )에 包含된 자갈의 크기가 相對

的으로 過大하여 試料片 採取時 Cement Paste와 자갈의 接觸面이 損傷을 입어 強度低下를 일으킨 것으로 判斷된다. 이는 口徑이 큰 試料採取機의 開發로 克服될 수 있을 것으로 思料되며 이러한 問題點을 補完하기 爲하여 자갈이 많이 섞인 土層에서는 實際로 試驗施工을 行하여 그 結果를 確認하는것도 重要하다.

## 9. 結 論

道路崩壞의 根本的인 原因이 基盤岩과 崩積

土 또는 盛土材와의 境界面에서 發生한 斜面崩壞로 判斷됨에따라 이 Failure Plane을 安定시키는데 力點을두고 本 水害復舊工事を 施行하였는바, 基盤岩 上部土層의 剪斷強度를 大幅增加시켜 두 異質層의 結束에 重點을 두고 對策工法을 選定하였으며 設計 및 施工後 檢査結果를 볼때 設計當時에 提案한 모든 要素가 合理的이었다고 생각되며 特히 施工狀態의 確認이 客觀的으로 나타나므로 (強度試驗 및 形成된 球根露出) 本 工事에서 超高壓 噴射注入工法의 適用은 妥當하였다고 判斷된다. 實際 地盤改良

工事は 1987年 12月 24日に 종료되어 현재 사용중이며 以後 繼續 現場狀態를 觀察할 予定인데 이미 1983년에 既 施工한 區間の 成果로 미루어는 滿足하다 하겠다.