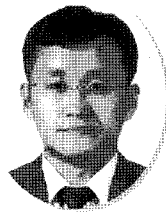


# 사면보강 억지말뚝 시공현장 방문



**우 상 백**  
 지오ENG 대표이사  
 wsoil@hanmail.net

## 1. 개요

현장 대상사면은 기반암(퇴적암) 내 대규모 ‘양산단층’ 주변 파쇄대 구간으로서 도로건설을 위한 토공굴착에 따라 상재하중이 감소하면서 대규모 사면활동이 발생하였으며, 이에 대한 사면보강 공사 중 억지말뚝을 시공한 현장이다.

### ■ 공사개요

- 공 사 명 : 영덕-성내간 도로4차선 확장 및 포장공사
- 위    치 : STA.5+120 ~ 5+340(우측)
- 공사규모 : 억지말뚝 1열(4소단, 강관), 억지말뚝 2열(7소단, 강관+H-Pile)
- 공사기간 : 2005년 6월 ~ 2005년 12월

### ■ 관련기관

- 설 계 사 : 평화엔지니어링(주)
- 시 공 사 : 롯데건설(주)/대원토질(주)

### ■ 현장위치

경상북도 영덕군 영덕읍으로부터 축산면 도곡리 일대

## 2. 붕괴형태 분석 및 보강대책

### 2.1 대상지층 및 사면활동 현황



대상사면은 중생대 퇴적암류인 적색 이암(세일) 및 담회색 사암이 호층을 이루며 분포하며 절취사면 중앙하단부에서는 부분적으로 역암이 관찰된다. 기반암이 이 퇴적암층을 절단하는 방향으로 단층이 수매 관찰되며, 시점부 하단부에서는 화성암류가 관입하여 풍화되었다. 또한 그림 1과 같이 사면 내에 풍화대와 연암이 교호하며 혼재된 상태로 노출되었다. 이는 기반암인 퇴적암의 사암 및 역암과 풍화에 약한 세일이 교호하는 상태에서 대규모 양산단층이 통과함으로써 일반적 인 토사, 리핑암, 발파암의 경계를 보이지 않고 혼재된 상태로 분포하기 때문이다.

절취사면 내 분포하는 연약대(단층 또는 황갈색 점토질 실트층)의 폭은 최대 5m 내외이며, 절취사면에 횡단방향으로 분포한다. 절취된 사면에서 지하수 유출은 관찰되지 않으나 도로 옹벽배수로 시공예정부에 용수가 관찰되는 것으로 보아 사면 내부에 지하수 흐름이 있을 것으로 추측되었다.

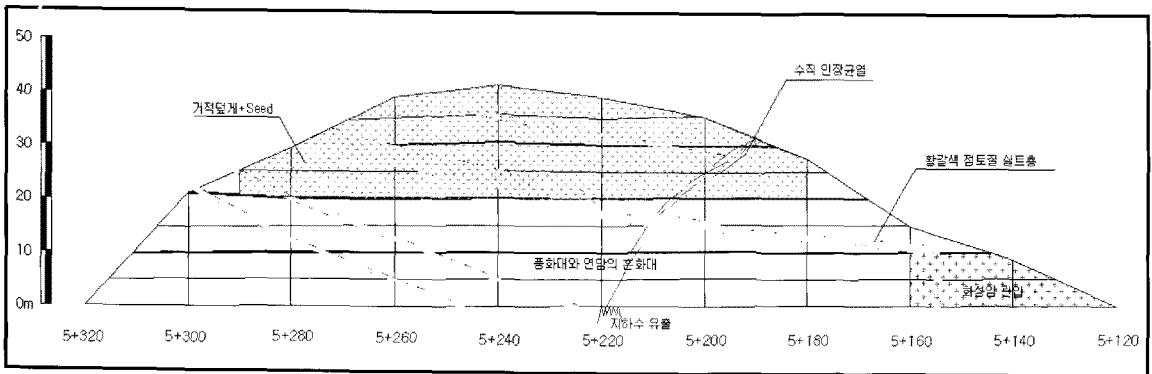


그림 1. 대상사면 현황

대상사면의 사면활동 현황은 그림 2 (a), (b)와 같이 도로 계획지점에서 배후 약 200m 후방에 인장균열 및 수직단차가 발생하였고 절취면 쪽으로 다수의 인장균열이 발생되었다. 또한 사면 내 황갈색 점토질 실트층 연약대로 인해 수직 인장균열을 시작으로 시점부(사진좌측 연장 약 80m)가 붕괴되었다.

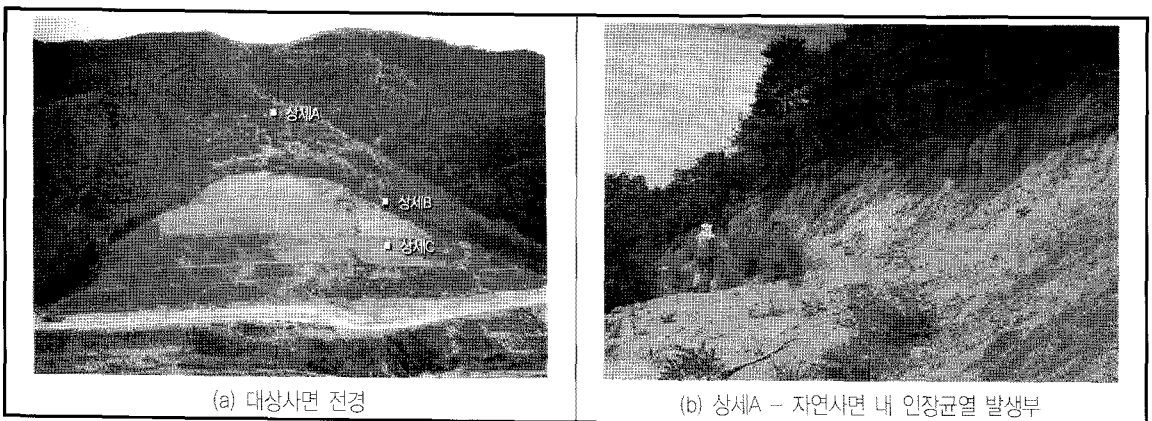


그림 2. 현장 사진

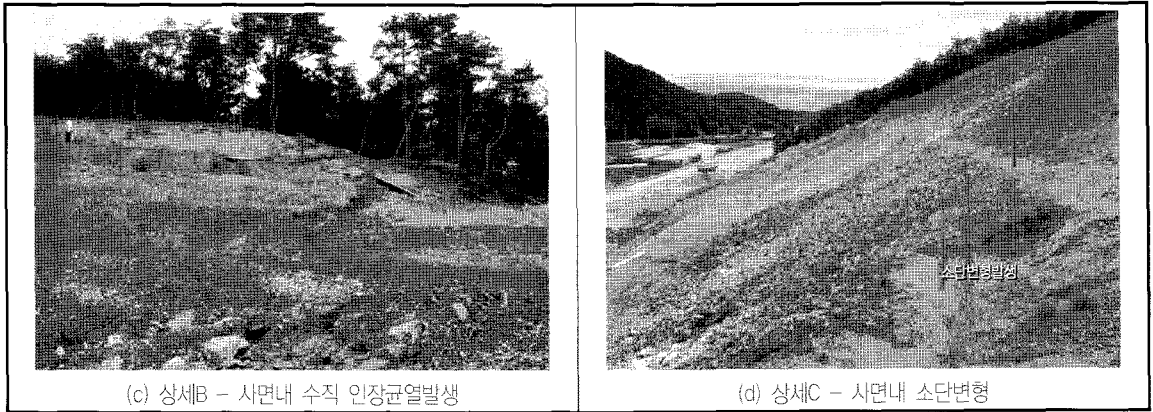


그림 2. 현장 사진 (계속)

## 2.2 사면보강 대책

사면보강 대책으로 그림 3과 같이 절취사면 상부의 7소단에 억지말뚝 2열(H-Pile 삽입)이 계획되었으며, 계획된 억지말뚝 상세도는 그림 4와 같다.

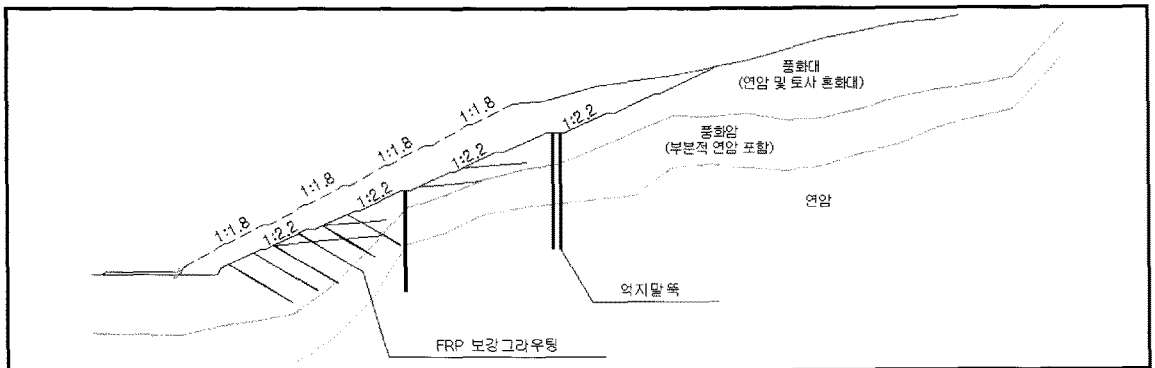


그림 3. 대표단면 보강공법 적용 현황

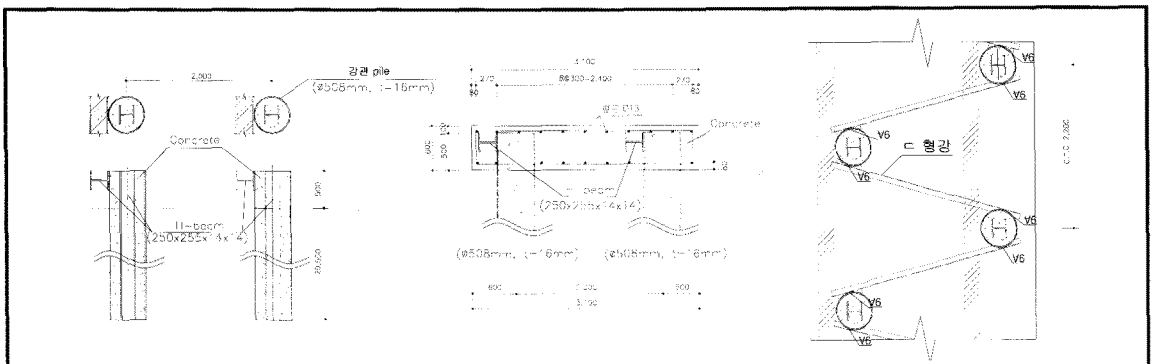


그림 4. 억지말뚝 상세도



### 3. 억지말뚝 시공현황

1) 파쇄대 및 균열부 공벽안정을 위해 이중관 천공방식의 PRD공법을 적용하였으며, 말뚝연직도를 확인하였다.

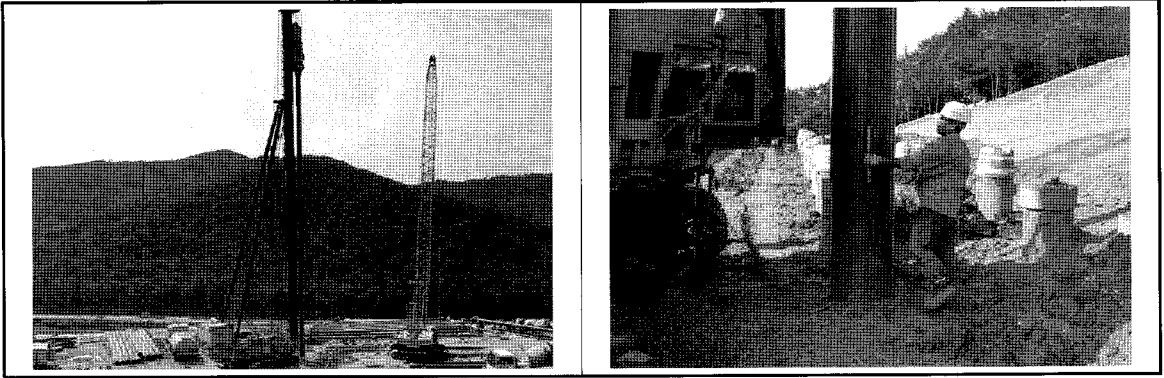


그림 5. 천공장비 및 강관연직도 확인

2) 이중관 천공방식으로 강관을 압입하면서 상당량의 이토를 처리하였다.

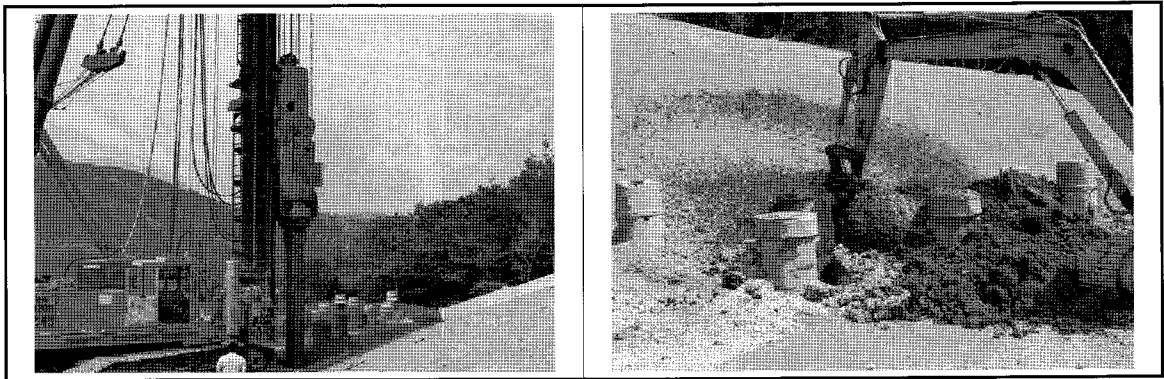


그림 6. 강관압입 및 이토처리

3) 강관말뚝 두부정리 후 강성증대를 위해 강축방향으로 H-형강을 근입하였다.

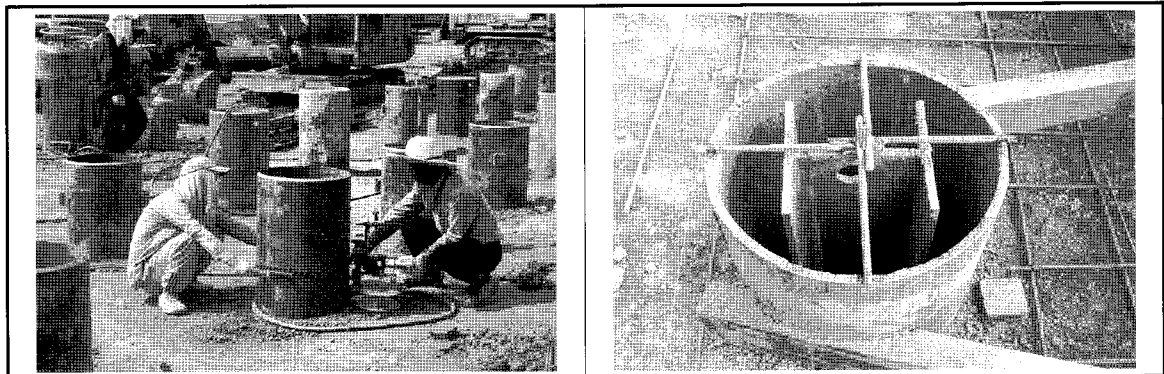


그림 7. 강관말뚝 두부정리 및 H형강 근입

4) 강관 내부를 콘크리트로 속채움하여 강관과 H형강이 일체로 작용하도록 하였다.

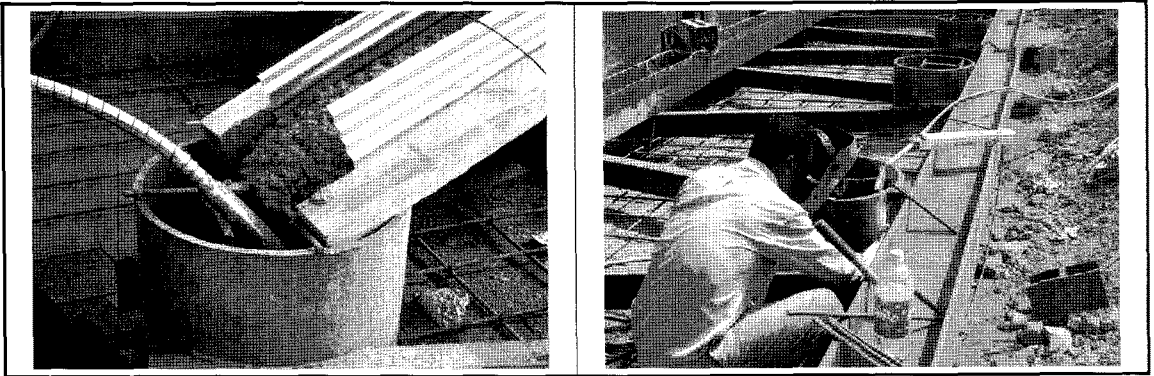


그림 8. 강관 속채움 콘크리트 타설 및 강관 두부 연결

5) 2열의 억지말뚝 두부를 서로 연결하여 일체로 저항토록 하였으며 마지막으로 Capping 콘크리트를 타설하였다.

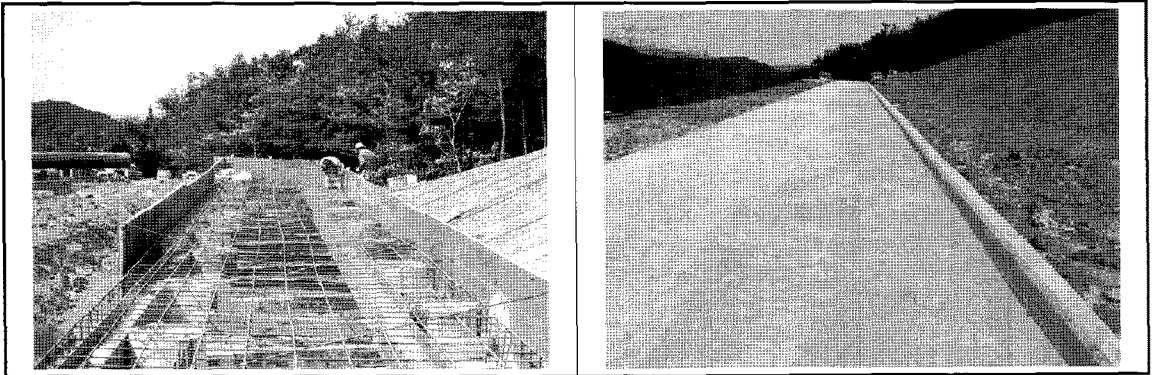


그림 9. 억지말뚝 두부 철근조립 및 Capping

#### 4. 맺은말

사면보강 공법으로 현재 많이 쓰이는 공법은 네일링, 앵커, 계단식 옹벽, 억지말뚝 등이 있으며, 이 중 대규모 사면활동 보강방안으로 억지말뚝이 많이 적용되고 있다. 억지말뚝은 기타의 사면보강공법과 달리 대규모 장비가 필요하며 공사비 또한 비교적 고가이다. 따라서, 설계자가 당초 의도한 보강효과를 발현하기 위해서는 시공과정을 이해하는 것이 필요이고, 또한 시공자는 보강개념을 이해하고 각 시공단계별 품질관리에 만전을 기해야 할 것이다.

본 현장견학 사례를 통해 사면보강용 억지말뚝의 시공을 단계적으로 확인할 수 있는 좋은 기회가 되었다. 억지말뚝은 아직 합리적이고 구체적인 해석방법이 확립되지 않은 실정으므로, 향후 현장실험 등을 통해 지지기구를 확인하는 것이 필요할 것이다. 사면활동 보강공법으로 억지말뚝에 대한 많은 관심이 요망된다.