

# 기 술 검 토 서

NO. 토질 및 기초 — 44

제 목: 절토사면 안정대책 검토

2006. 8

강 원 건 설 사 업 소  
춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

|         |                           |         |                      |
|---------|---------------------------|---------|----------------------|
| 기술검토건명  | 절토사면 안정대책 적정성 검토          |         |                      |
| 공 구     | 제3공구                      | 검 토 구 분 | 토질 및 기초              |
| 검 토 기 간 | 2006. 8. 21 ~ 2006. 8. 24 | 검 토 자   | 오 관 식                |
|         |                           | 담 당 자   | 오 성 민                |
| 근 거 공 문 | 구두지시(2006. 8. 21)         | 회 신 공 문 | 용마(홍천) 제2006 - 0053호 |

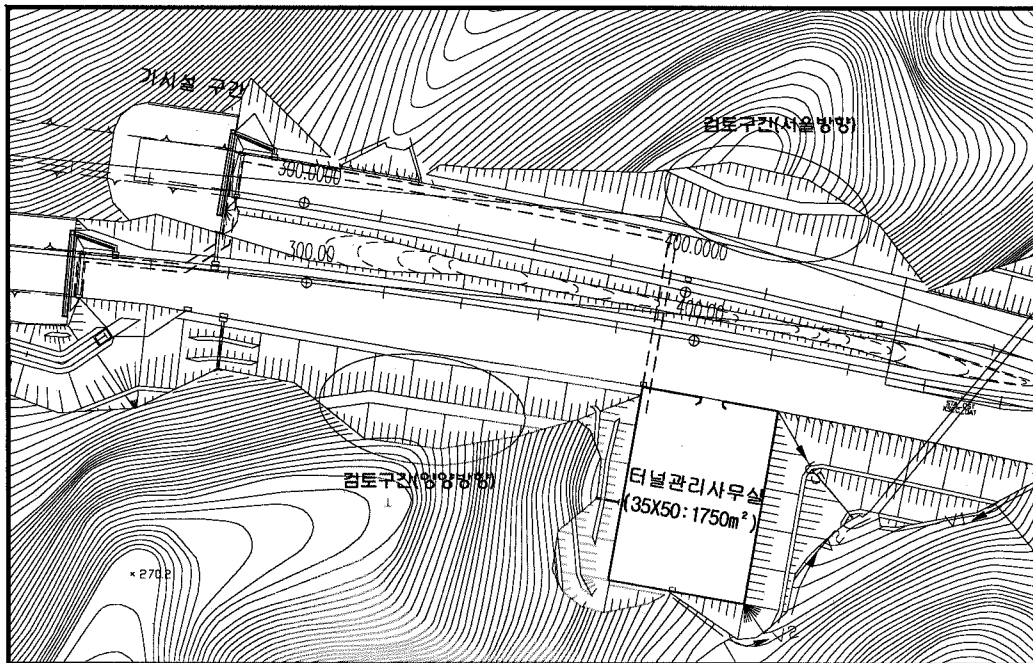
## 1. 검토목적

고속국도 60호선 춘천~동홍천간 건설공사를 시행함에 있어 절취중인 절토사면 STA. 11+340~11+460(서울방향) 구간은 암선저하 및 원호활동이 발생하였고, STA. 11+ 240~11+400(양양방향) 구간은 암선이 저하하여 현장에서 사면안정 대책을 제안한 바 이에 대한 적정성을 검토하여 장기적인 사면안정성을 확보코자 함.

## 2. 검토내용

### 가. 위치 평면도

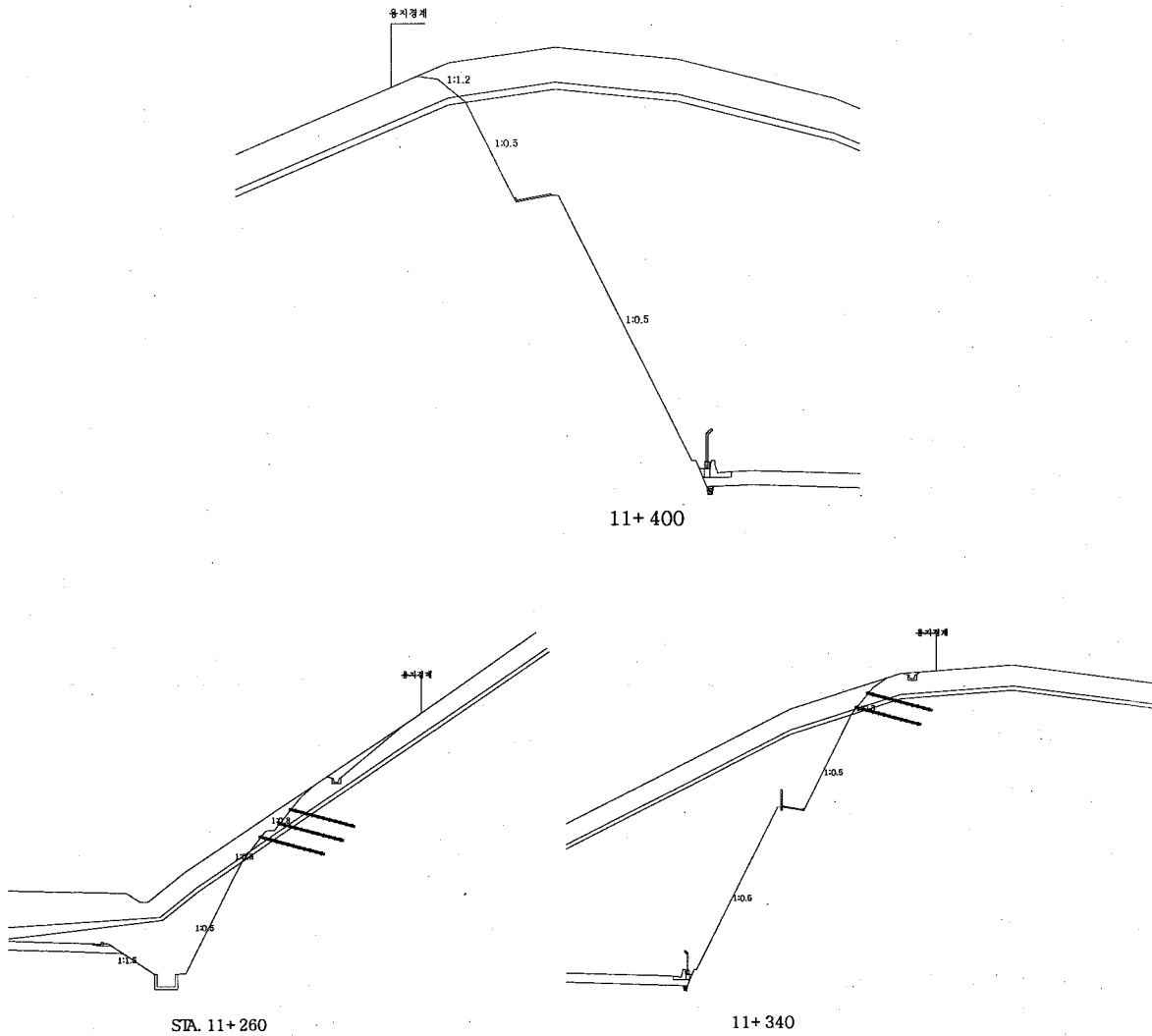
#### 1) 평면도



[그림-1] 절토사면 평면도

춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

## 2) 대표횡단면도(설계)



[그림-2] 검토사면 대표횡단면도

### 나. 설계현황

[표-1] 절토사면 설계현황

| 구간(STA.)                | 연장(m) | 대표단면(STA.) | 최대절토고(m) | 비고 |
|-------------------------|-------|------------|----------|----|
| 11+260~11+452<br>(양양방향) | 61    | 11+404     | 27.6     |    |

춘천 ~ 동홍천 기술자문단

#### 다. 현장검토 내용

현장에서 제출된 안정성 검토 내용은 다음표와 같다.

[표-1] 절토사면 검토현황

| 구 분           |                | 당 초                                                | 변 경                                              |                                                             |                                                    |
|---------------|----------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|               |                |                                                    | 1인                                               | 2인                                                          | 3인                                                 |
| A-A단면<br>(양양) | 11+240<br>~300 | 토사, 리핑암<br>⇒1:0.8+FRP<br>(L=4~6m)<br>발파암<br>⇒1:0.5 | 토사, 리핑암<br>⇒1:0.8+FRP<br>(L=4m)<br>발파암<br>⇒1:0.5 | 토사, 리핑암<br>⇒1:0.8+Soil Nailing(L=4m)<br>발파암<br>⇒1:0.5       |                                                    |
| B-B단면<br>(양양) | 11+300<br>~400 | 토사, 리핑암<br>⇒1:0.8+FRP<br>(L=4m)<br>발파암<br>⇒1:0.5   | 토사⇒1:1.8<br>리핑암⇒1:1.0<br>발파암⇒1:0.5               | 토사, 리핑암<br>⇒1:0.8+Soil Nailing<br>(L=4~6m)<br>발파암<br>⇒1:0.5 | 토사, 리핑암<br>⇒1:0.8+FRP<br>(L=4~6m)<br>발파암<br>⇒1:0.5 |
| C-C단면<br>(서울) | 11+340<br>~460 | 토사, 리핑암<br>⇒1:1.2<br>발파암<br>⇒1:0.5                 | 토사, 리핑암<br>⇒1:1.8<br>발파암<br>⇒1:1.0               |                                                             |                                                    |

#### 라. 사면안정성 검토

##### 1) 안정해석방법

금번 검토사면은 설계시와 시공시의 암선이 상이한 상태이며 설계시 추정된 토사 및 리핑층이 두꺼운 층상태를 나타내고 있으며 토사, 리핑, 발파암의 점이적인 층상태를 나타내고 있으므로 한계평형해석을 실시하여 안정성 및 안정대책을 검토함.

- 한계평형해석 프로그램 : Talren 97(Bishop's method), SLOPE/W

##### 2) 검토단면

현장에서 제출된 단면을 선정함.(STA.11+260, 340(양양), STA.11+414(서울))

##### 3) 지반강도정수

지반강도정수를 추정하는 방법에는 시험에 의한 방법, 경험에 의한 방법, 역해석에 의한 방법, 검토자료를 이용하는 방법 등이 있으며 이는 검토자(설계자)에 따라 견해를 달리 할 수 있음.

본 사면은 암선이 하락하여 설계시의 추정 지층구성과 상이한 상태이므로 원설계시의 강도정도를 이용하여 사면안정 검토를 실시하였으며, 지층별 강도정수는 다음표와 같다.

춘 천 ~ 동 흥 천 기 술 자 문 단

[표-2] 지층별 강도정수

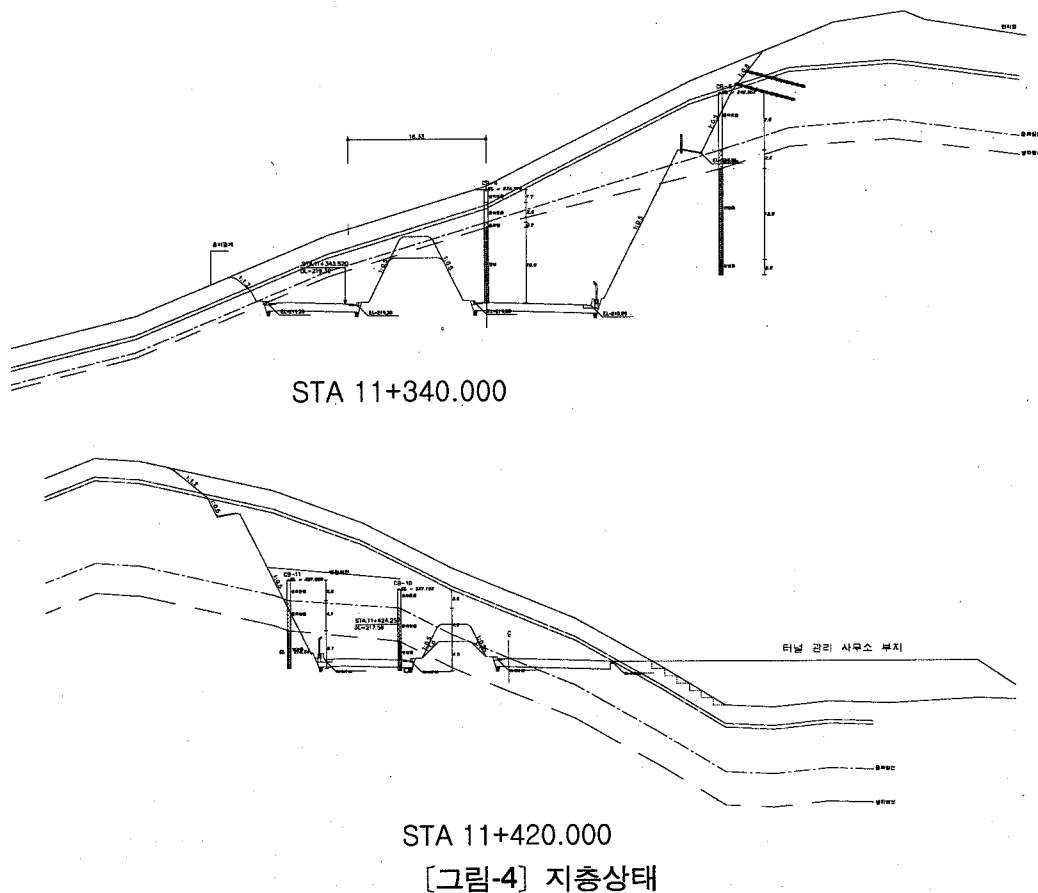
| 구 분  | 단위중량( $\text{t/m}^3$ ) | 점착력( $\text{t/m}^2$ ) | 내부마찰각( $^\circ$ ) | 비 고 |
|------|------------------------|-----------------------|-------------------|-----|
| 풍화토층 | 1.9                    | 1.5                   | 28                |     |
| 풍화암  | 2.0                    | 3.0                   | 30                |     |
| 발파암  | 2.4                    | 6.0                   | 34                |     |

4) 허용안전율 기준

[표-3] 허용안전율 적용기준

| 구 분  | 최소안전율( $F_s$ )           | 비 고                             |
|------|--------------------------|---------------------------------|
| 절토사면 | 건기시 $F_s > 1.5$          | - 도로설계요령 제2권 P130               |
|      | 우기시 $F_s > 1.1 \sim 1.2$ | - 본 검토에서는 우기시 최소안전율을 1.1이상으로 적용 |

5) 지층상태(시추결과에 의거 암선 저하)

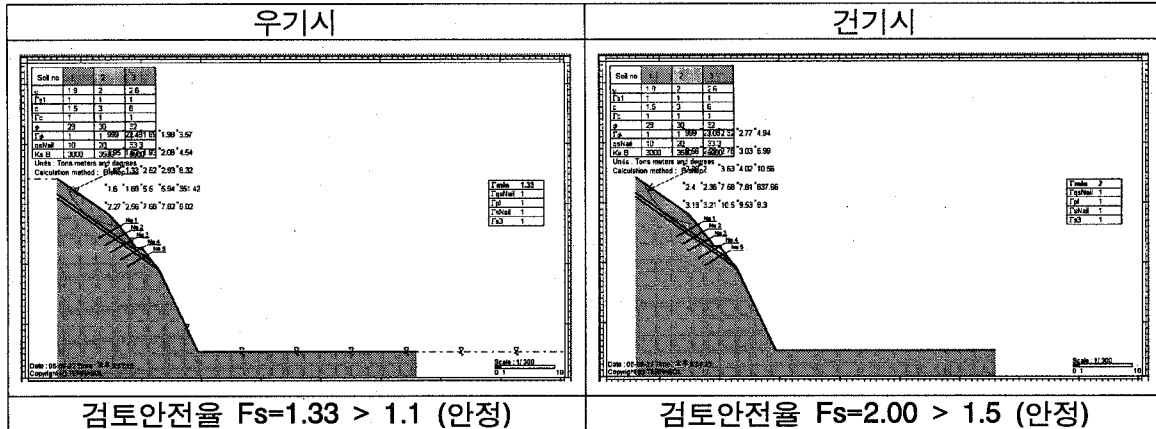


춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

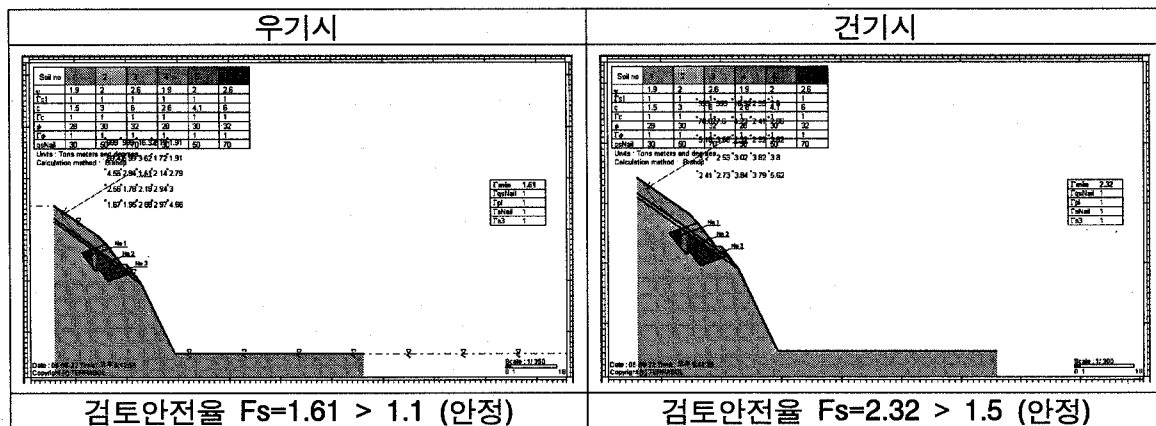
## 6) 사면안정 검토

- A-A단면(STA. 11+260)

### ① Soil Nailing 보강시

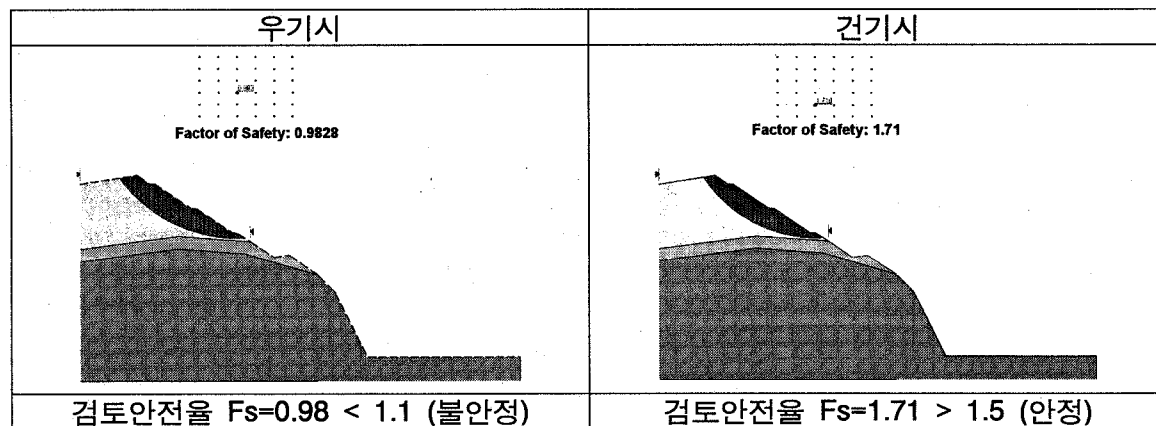


### ② FRP 보강시



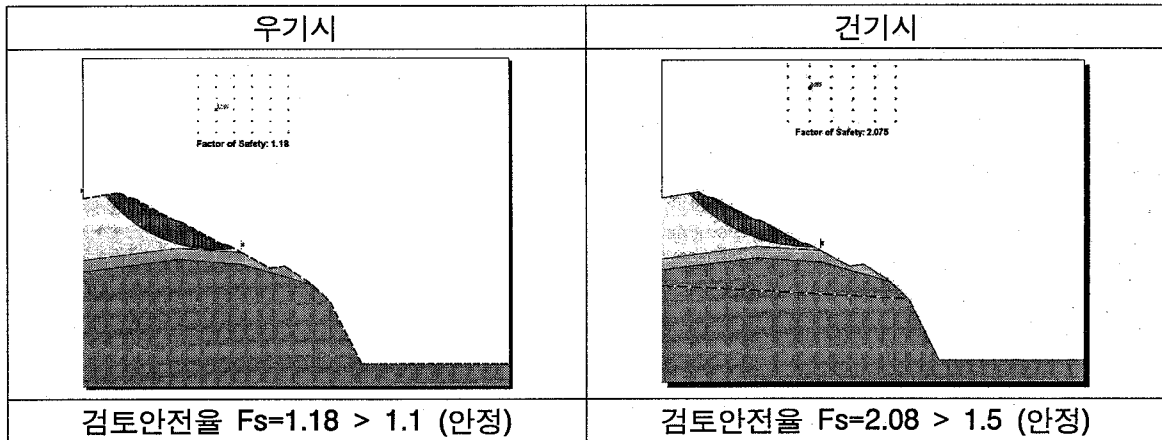
- B-B단면(STA. 11+340)

### ① 경사완화시(1:1.5)

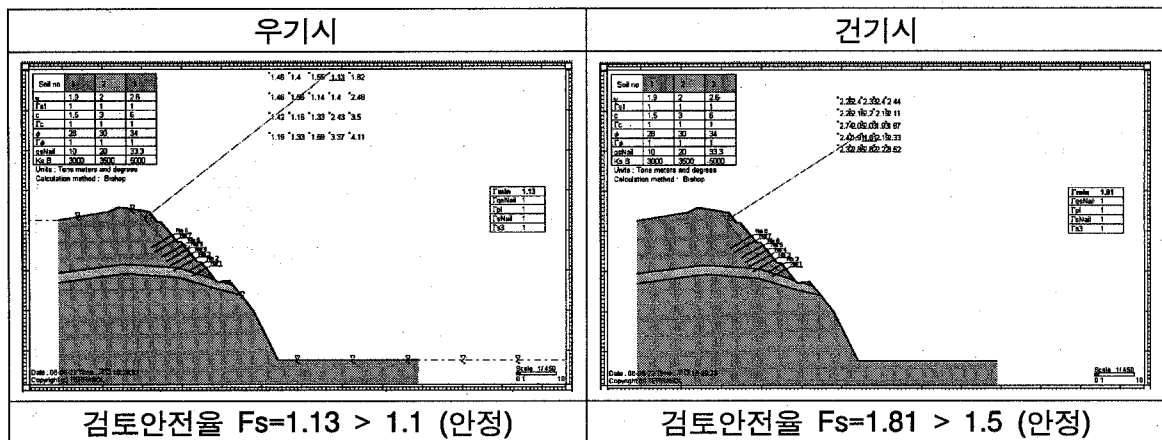


춘천 ~ 동홍천 기술자문단

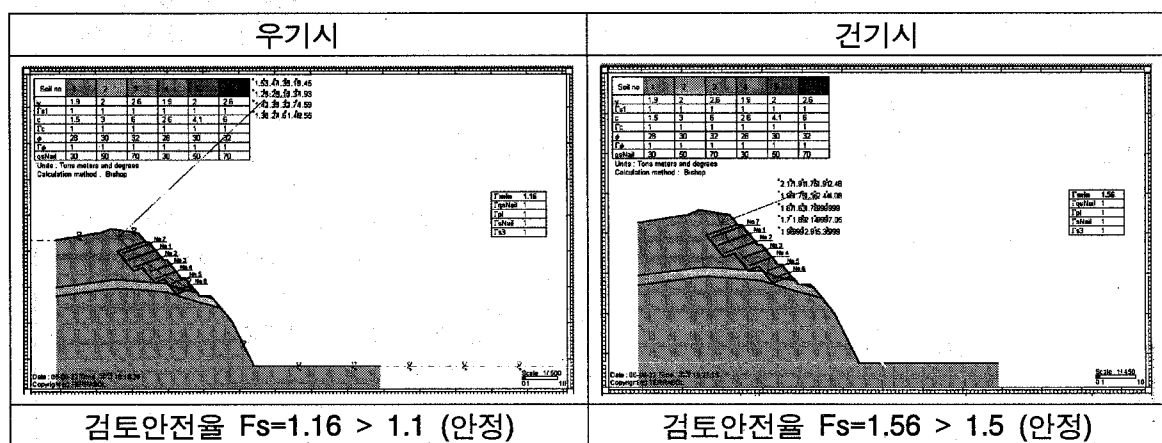
## ② 경사완화시(1:1.8)



## ③ Soil Nailing 보강시



## ④ FRP 보강시



- C-C단면(STA. 11+414)

① 경사완화시(활동면제거가 가능한 구배 1:1.8)

| 우기시                        | 건기시                        |
|----------------------------|----------------------------|
|                            |                            |
| 검토안전율 $Fs=1.11 > 1.1$ (안정) | 검토안전율 $Fs=1.98 > 1.5$ (안정) |

7) 검토 결과

| 구 분               | 조 건                  |    | 현장인  | 자문단  | 보강현황                                  |                                       | 판정  |
|-------------------|----------------------|----|------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----|
|                   |                      |    |      |      | 현장인                                   | 자문단                                   |     |
| A-A단면<br>(11+260) | Soil Nailing         | 건기 | 2.20 | 2.00 | C.T.C1.5×1.5m,<br>L=4m                | C.T.C1.5×1.8m,<br>L=4m                | O.K |
|                   |                      | 우기 | 1.41 | 1.33 |                                       |                                       | O.K |
|                   | FRP                  | 건기 | 2.42 | 2.32 | C.T.C2.5×3.0m,<br>L=4m                | C.T.C2.5×3.0m,<br>L=4m                | O.K |
|                   |                      | 우기 | 1.62 | 1.61 |                                       |                                       | O.K |
| B-B단면<br>(11+340) | 사면구배완화<br>(토사 1:1.5) | 건기 | 1.71 | 1.71 | 토사 1:1.5<br>리핑 : 1:1.0<br>발파암 : 1:0.5 | 토사 1:1.5<br>리핑 : 1:1.0<br>발파암 : 1:0.5 | O.K |
|                   |                      | 우기 | 0.98 | 0.98 |                                       |                                       | N.G |
|                   | 사면구배완화<br>(토사 1:1.8) | 건기 | 2.08 | 2.08 | 토사 1:1.8<br>리핑 : 1:1.0<br>발파암 : 1:0.5 | 토사 1:1.8<br>리핑 : 1:1.0<br>발파암 : 1:0.5 | O.K |
|                   |                      | 우기 | 1.18 | 1.18 |                                       |                                       | O.K |
|                   | Soil Nailing         | 건기 | 2.30 | 1.81 | C.T.C1.5×1.5m,<br>L=4~6m              | C.T.C1.5×1.5m,<br>L=4~6m              | O.K |
|                   |                      | 우기 | 1.43 | 1.13 |                                       |                                       | O.K |
|                   | FRP                  | 건기 | 1.51 | 1.56 | C.T.C2.5×3.0m,<br>L=4m                | C.T.C2.5×3.0m,<br>L=4m                | O.K |
|                   |                      | 우기 | 1.21 | 1.16 |                                       |                                       | O.K |
| C-C단면<br>(11+414) | 사면구배완화<br>(활동면제거)    | 건기 | 1.98 | 1.98 | 토사,리핑 1:1.8<br>발파암 : 1:1.0            | 토사,리핑 1:1.8<br>발파암 : 1:1.0            | O.K |
|                   |                      | 우기 | 1.11 | 1.11 |                                       |                                       | O.K |



### 3. 검토결론

- 1) 검토구간은 설계시 추정된 암선이 하락되었고, 서울방향은 슬라이딩이 발생되어 지층조건을 감안한 사면안정대책방안이 필요한 실정임.
- 2) A-A단면은 구배완화의 경우 지형여건상 무한사면이 형성되어 적용이 곤란한 상태이므로 보강공법을 적용하여 사면안정성을 확보하는 것이 타당한 것으로 판단되며, 보강방안으로는 Soil Nailing, FRP보강그라우팅공법이 적용가능함. 공법적용시에는 경제성, 시공성, 장기적인 안정성이 고려되어야 하며 본 검토구간은 경제성에서 유리한 FRP보강그라우팅공법이 적합한 것으로 판단됨.
- 3) B-B단면은 구배완화와 보강공법(Soil Nailing, FRP보강그라우팅공법)의 적용을 검토한 결과 시공성 및 경제성, 장기적인 안정성에서 유리한 구배완화공법이 적정한 것으로 판단됨.
- 4) C-C단면은 이미 붕괴가 발생됨에 따라 사면이 이완되어 있어 이완영역을 제거하는 것이 타당한 것으로 판단되므로 사면구배를 완화하는 방안이 적합한 것으로 사료됨.
- 5) 공법적용시에는 반드시 시공상세도 및 시공계획서를 작성하여 정밀시공이 되어야하며, 절취량변경에 따른 배수조건 등이 변경되는 경우에는 배수체계의 변화여부를 검토하고, 절취면은 조속히 표면처리를 실시하여 세굴 및 침식에 의한 영향을 최소화하여야 함.