

기 술 검 토 서

NO. 토질 및 기초 — 54

제 목: 절토사면 안정방안 적정성 검토

2007. 2

강 원 건 설 사 업 단
춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

기술검토건명	절토사면 안정방안 적정성 검토		
공 구	제1공구	검 토 구 분	토질 및 기초
검 토 기 간	2007. 1. 29 ~ 2007. 2. 1	검 토 자	오 관 식
		담 당 자	오 성 민
근 거 공 문	구두지시(2007. 1. 26)	회 신 공 문	용마(홍천) 제2007 - 0004호

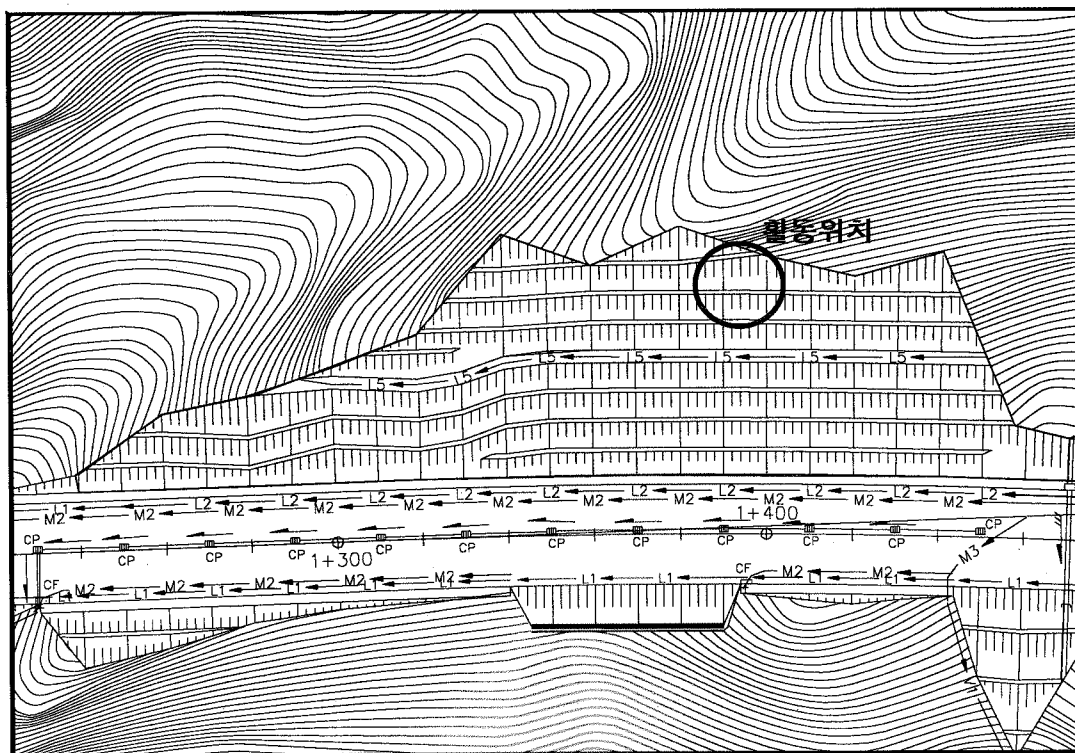
1. 검토목적

고속국도 60호선 춘천~동홍천간 건설공사를 시행함에 있어 절취중인 절토사면 STA. 1+340~1+440(서울) 구간의 STA. 1+380지점에서 절취작업 시행중 사면상부에 소규모 활동이 발생되어 현장에서 안정대책을 제출한 바 이에 적정성을 검토하고자 함.

2. 검토내용

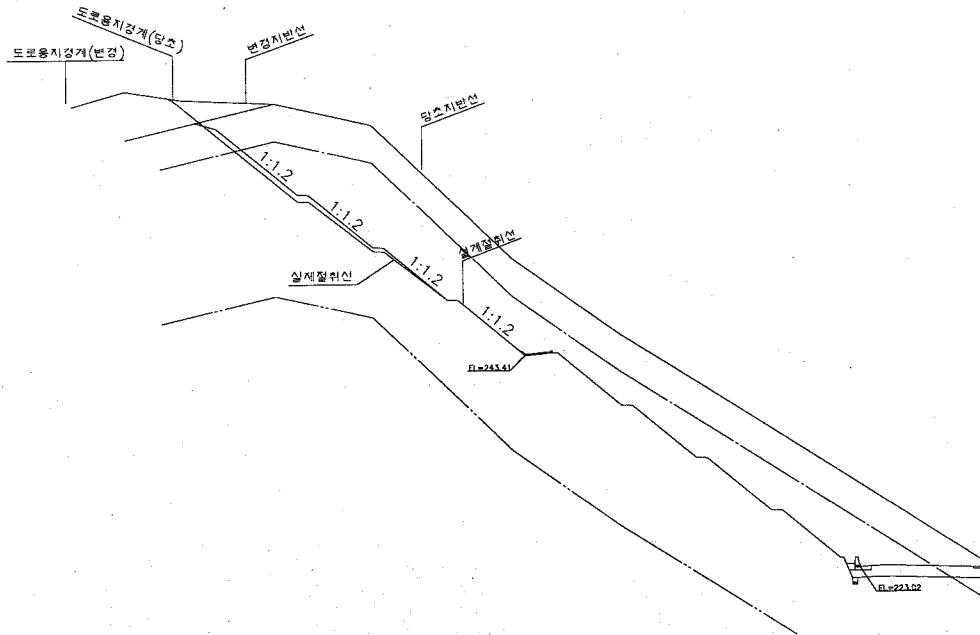
가. 위치 평면도

1) 평면도



[그림-1] 절토사면 설계 및 시공현황

2) 대표횡단면도



[그림-2] 절토사면 대표횡단면도(STA.1+380)

나. 설계 및 시공현황

[표-1] 절토사면 설계 및 시공현황

구 분	내 용	비 고
구 간	STA. 1+340~1+440(서울)	
대표단면	STA. 1+380	
최대절취고	약 38.7m	
설계경사	토사 : 1:1.2, 리핑암 : 1:1.2	
사면안정검토	건기시 : -, 우기시 : 1.385	
사면안정방안	구배조정(리핑암구간) : 1:1.2	
절취현황	도로계획고까지 약 15m 미절취	
사면파괴형상	활동깊이가 얇은 원호활동(약 300m³)	

다. 현장검토 내용

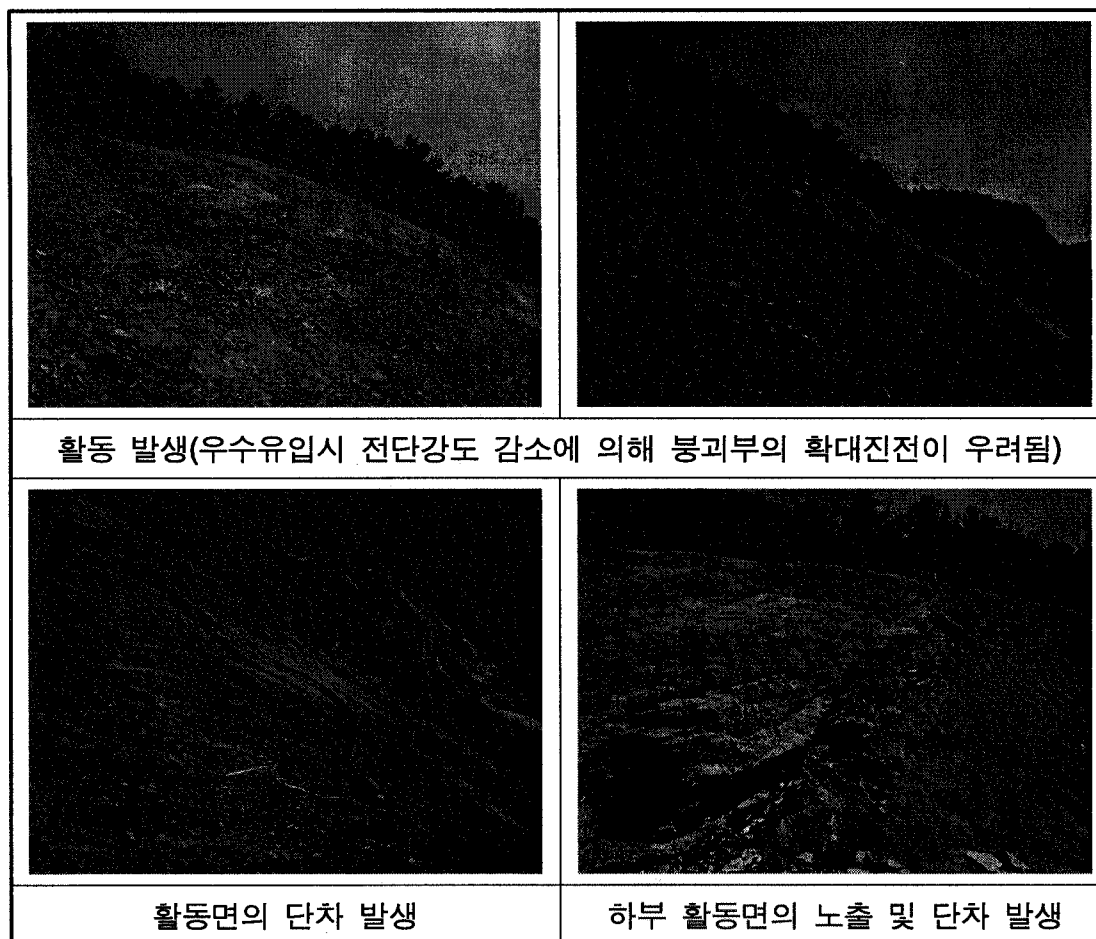
현장에서 제출된 안정성 검토내용은 다음표와 같다.

[표-2] 절토사면 안정대책

위치(STA.)	안정 대책	비고
1+340~1+440	검토사면은 활동규모(깊이, 폭)가 크지 않고 상부사면 상부에 지장물이 없으며 장기적인 사면안정성 및 현재 절취작업이 진행중임을 감안할 경우 활동면을 제거하는 것이 적합한 바 사면의 구배를 완화(1:1.2→1:1.5)시키는 방안을 제안함.	

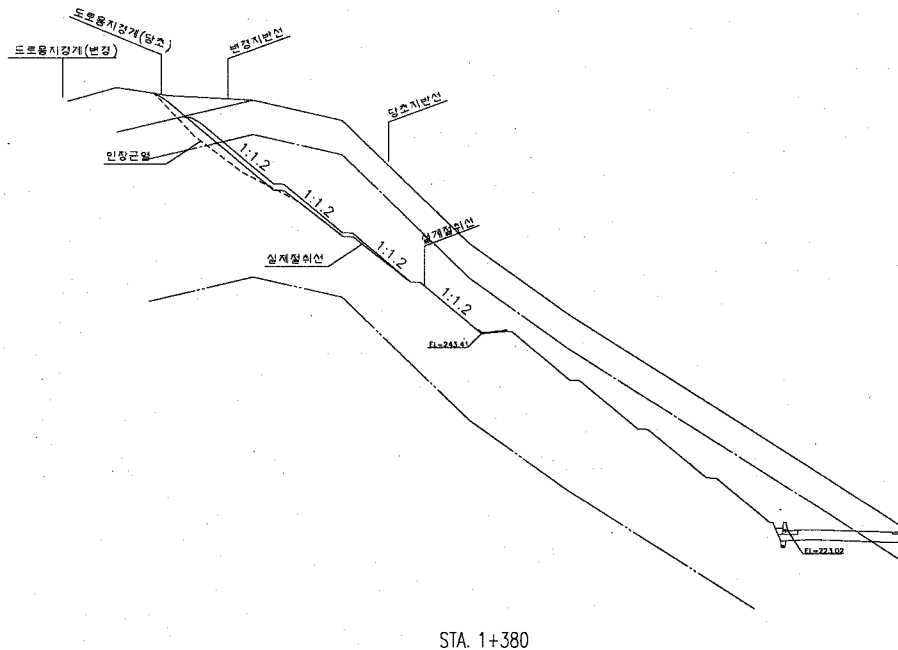
다. 사면안정성 검토

1) 사면 현황



[사진-1] 절토사면 활동현황

2) 대표횡단면도



[그림-3] 조사사면 대표횡단면도(STA. 1+540)

3) 안정해석방법

금번 검토사면은 토사 및 리핑층이 두꺼운 총상태를 나타내고 있으며 토사, 리핑, 발파암의 점이적인 총상태를 나타내고 있으므로 한계평형해석을 실시하여 안정성 및 안정대책을 검토함.

- 한계평형해석 프로그램 : Talren 97(Bishop's method)

4) 검토단면

절취구간내 활동단면을 선정함.(STA. 1+380)

5) 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 검토구간은 원설계서의 강도정도를 이용하여 사면안정 검토를 실시하였으며, 지층별 강도정수는 다음표와 같다.

[표-3] 지층별 강도정수

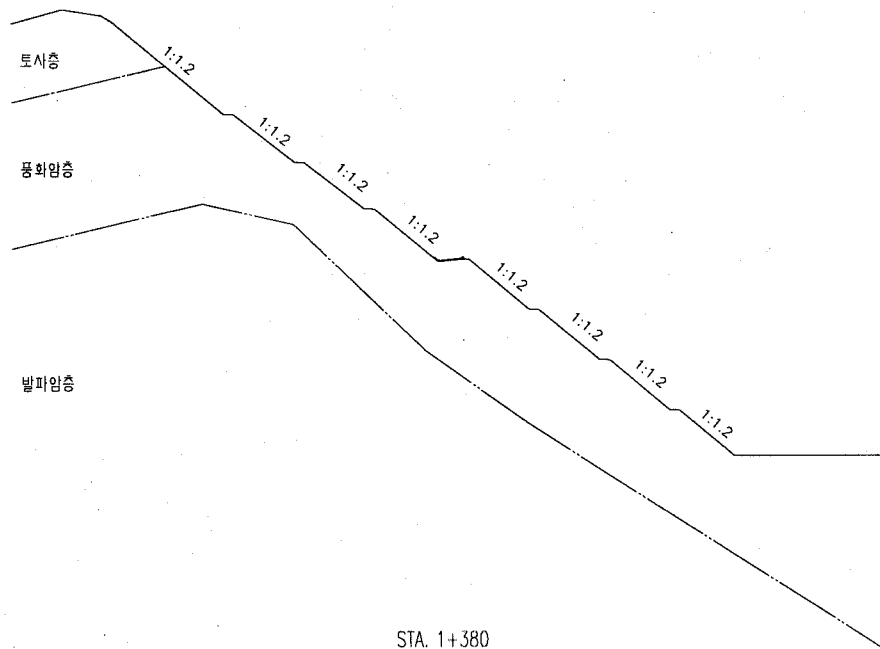
구 분	단위중량(γ/m^3)	점착력(t/m^2)	내부마찰각($^\circ$)	비 고
풍화토층	1.723	2.5	29	
풍화암	2.0	3.0	30	
발파암	2.4	9.0	35	

6) 허용안전율 기준

[표-4] 허용안전율 적용기준

구 분		최소안전율(F_s)	비 고
절토사면	건기시	$F_s > 1.5$	· 도로설계요령 제2권 P130 · 본 검토에서는 우기시 최소안전율을 1.10이 상으로 적용
	우기시	$F_s > 1.1 \sim 1.2$	

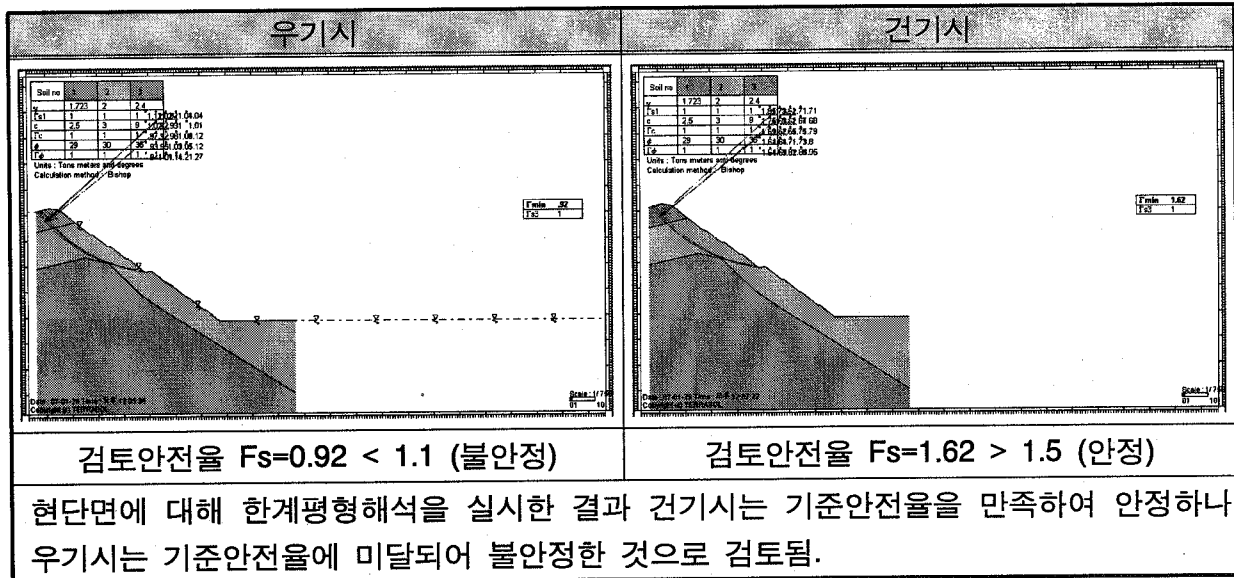
7) 안정성 검토단면



[그림-4] 검토단면도(STA. 1+380)

8) 한계평형해석

[표-5] 한계평형해석 결과(현단면)



마. 사면안정 대책 검토

1) 사면안정 대책

본 검토구간은 토사, 리핑암구간에서 소규모 활동이 발생되어 이를 방치시에는 활동부의 확대·진전에 의해 추가 활동이 우려되는 상태이며, 안정검토결과 불안정한 것으로 분석되어 적절한 대책이 필요한 실정이다.

대상지역의 공법선정시에는 지형과 지질, 지층분포상태, 현장여건, 시공성, 장기적인 안정성 및 경제성 등을 종합적으로 검토한 후 사면안정 대책공법을 선정하여야 한다.

사면에 붕괴가 발생되었거나 불안정한 상태인 경우 사면에 대한 대책으로는 일반적으로

- 사면의 구배를 완화시키는 방법
- Shotcrete, Rock Bolt, Earth Anchor, Soil Nailing 공법, FRP보강 그라우팅
- 사면의 선단부에 성토하는 방법, 구조물 보호공법(Bench Type), 옹벽
- 억지 말뚝공법 등 다양한 방안이 있다.

현장에서 검토된 안정대책으로는 사면구배를 완화하는 방안, Soil Nailing 공법 적용방안, 계단식 콘크리트를 적용하는 방안을 비교, 검토한 결과는 다음과 같다.

[표-6] 공법검토결과

구분	구배완화공법	Soil Nailing 공법	계단식 콘크리트 옹벽
공법 개요	절토면의 구배를 완화시켜 활동력을 감소시킴으로써 사 면의 안정을 도모하는 공법	인장응력, 전단응력 및 휨모 멘트에 저항할 수 있는 보강 재를 지반내에 촘촘한 간격 으로 삽입하여 원지반의 전 체적인 전단저항력과 활동저 항력을 증가시켜 비탈면의 안정성을 확보하는 공법	계단식 형상의 콘크리트 옹 벽을 설치하여 활동력에 저 항하는 방법으로 비교적 토 압이 작은 경우 유리한 공법
장점	- 안정성 확실 - 공정이 단순하며 시공성이 양호 - 토사층과 암반층 모두 적 용성 우수 - 시거확보 및 안정감 부여 - 장래 도로확장시 유리	- 추가용지 불필요 - 소형장비를 이용하므로 시 공성 용이 - 한본 파손이 전체안정성에 영향이 적음	- 추가용지 불필요 - 교통개방 구간에서도 적용 가능
단점	- 사면의 경사가 급한 지역 에서는 추가 절취량 과다 - 절취대상 구간에 지장물이 있는 경우 적용 곤란 - 추가 용지확보가 불가능 곳은 부적합	- 용수부위는 Nail의 강도 저 하 우려 - 활동선이 깊을때 보강깊이 에 제한을 받음	- 미관불량 - 배수상태가 불량한 지역은 사면붕괴 가능성 - 하부지반이 불량하여 추가 붕괴 가능성 내재
검토 의견	- 현장에 분포하는 리핑암의 경우 풍화, 파쇄가 심하며 대기 노출시 급격한 풍화진행으 로 인하여 토사화 되는 점 및 활동에 따른 전단강도를 완전히 상실한 상태임. - 활동규모(깊이, 폭)가 크지 않고 상부사면 상부에 지장물이 없으며 장기적인 사면안정 성 및 현재 절취작업이 진행중임. - 활동부위가 사면 상단부로 구배를 조정하여도 절취량이 적음. - Soil Nailing 공법은 활동깊이 1m 내외로 보강효과가 의문시 되며 공사비가 고가임. - 계단식 콘크리트 옹벽은 미관이 불량하고 하부지반이 불량하며 배수불량시 붕괴가능 성 있으며 활동에 대한 저항력이 의문시 됨. 상기조건 등을 감안할 경우 활동부위를 국부적으로 보강하는 방안보다는 활동영역을 제 거하는 방안으로 사면구배를 완화하는 방안이 적합한 것으로 판단됨.		

2) 사면안정 분석

절취사면의 구배를 완화하여 안정성 검토를 수행한 결과는 다음과 같다.

[표-6] 한계평형해석 결과(사면구배 조정단면)

우기시	건기시
검토안전율 $F_s=1.25 > 1.1$ (안정)	검토안전율 $F_s=1.95 > 1.5$ (안정)
사면의 구배를 조정한 단면에 대해 한계평형해석을 실시한 결과 건기시, 우기시 모두 기준안전율을 만족하여 안정한 것으로 검토됨.	

3) 사면안정성 검토결과

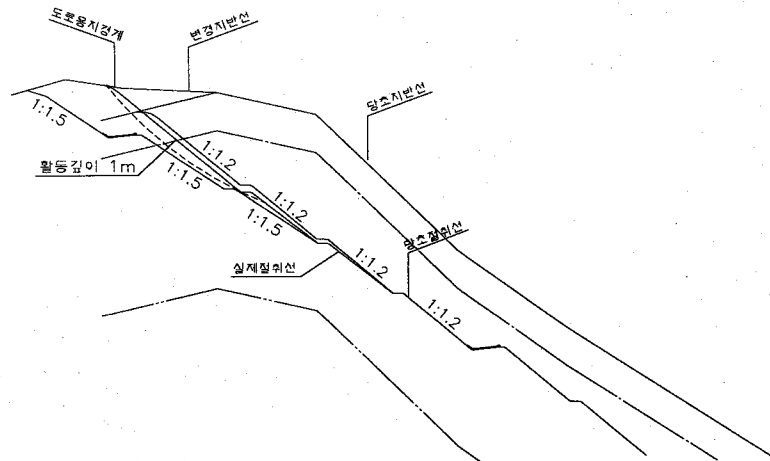
[표-7] 한계평형해석 검토결과

구간(STA.)	조건	현장안	자문단	안정방안
1+340~1+440(서울)	우기	1.12	1.25	구배완화(1:1.2→1:1.5) 활동영역 제거
	건기	1.84	1.95	

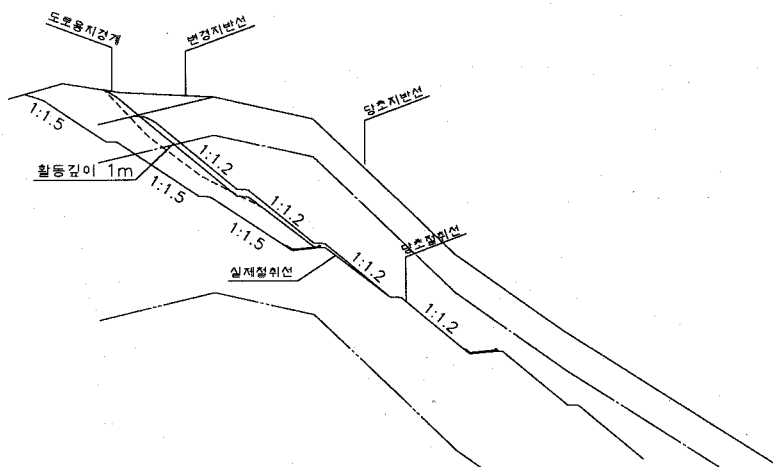
3. 검토결론

- 1) 활동이 발생된 단면에 대한 안정성 검토결과 건기시($F_s=1.62$)는 기준안전율을 만족하나, 우기시($F_s=0.92$)는 기준안전율에 미달되어 안정대책이 필요한 실정임.
- 2) 사면안정대책으로 구배완화공법, 사면보강공법(Soil Nailing), 계단식 콘크리트 옹벽 등을 비교·검토한 결과 활동사면은 붕괴규모가 크지 않고, 상부에 지장물이 없으며 현재 절취작업이 진행중인 점을 감안 할 경우 활동영역을 제거하는 방안으로 현장에서 제안된 구배를 완화하는 공법은 적절한 것으로 판단됨.
- 3) 절취구배는 1:1.2→1:1.5로 완화하고 공법적용시에는 반드시 시공상세도 및 시공계획서

를 작성하여 정밀시공이 되어야 하며 3m소단 위치를 “ [그림-5] 구배완화 단면도” 와 같이 변경할 경우 활동면의 제거에 보다 유리할 것으로 판단되며 절취량 변경에 따른 배수조건 등이 변경되는 경우에는 배수체계의 변화여부를 검토하고, 절취면은 조속히 표면처리를 실시하여 세굴 및 침식에 의한 영향을 최소화하여야 함.



<현장안>



<자문단>

[그림-5] 구배완화 단면도(STA. 1+380)

- 4) 공법 적용시 활동면의 영역(깊이, 폭 등)이 검토시와 상이하거나 지질 등이 급변하는 경우에는 재검토가 필요함.