

IV. 절토사면편

01

Sta.3+080~3+240(상주) 절토사면

제 1 장 서 론

제 2 장 외 관 조 사

제 3 장 안전성 검토

제 4 장 상태평가 및 안전성평가

제 5 장 주요결함 및 보수·보강 이력

제 6 장 보수 및 유지관리방안

제 7 장 결 론

1장 | 서론

1.1 절토사면 현황

1.2 전경사진

1.3 관련도면

1.4 시공이력

1.5 강우자료 분석

제 1 장 서 론

1.1 절토사면 현황

구 분	내 용
시설물명	Sta.3+080~3+240(상주) 절토사면
위 치	시점 : 경상북도 영천시 신녕면 치산리 중점 : 경상북도 영천시 신녕면 치산리
이 정	상주~영천 고속도로 민간투자사업 건설공사(제7공구) (Sta.3+080.000~3+240.000)
종 별	2중
연 장	160m
높 이	약 38.2m
경 사	리핑암(1:1.2), 발파암(1:0.7)
시 공 자	경남기업(주), 한일건설(주)
설 계 자	(주)용마엔지니어링, (주)대한콘설탄트
관리주체	상주영천고속도로(주)
준공년도	2017년 6월 27일
기 타	-

1.2 전경사진



1.4 시공이력

대상 비탈면은 경남기업 7공구 Sta.3+080~3+240 구간의 상주방향 비탈면으로서 비탈면 절취시 니질암과 사암이 분포하며, 원설계 시공에 따른 안전성 검토를 실시하였다. 본 절에서는 시공상태 및 조사사항을 기록하였다.

1.4.1 깎기부 비탈면 구간 현황

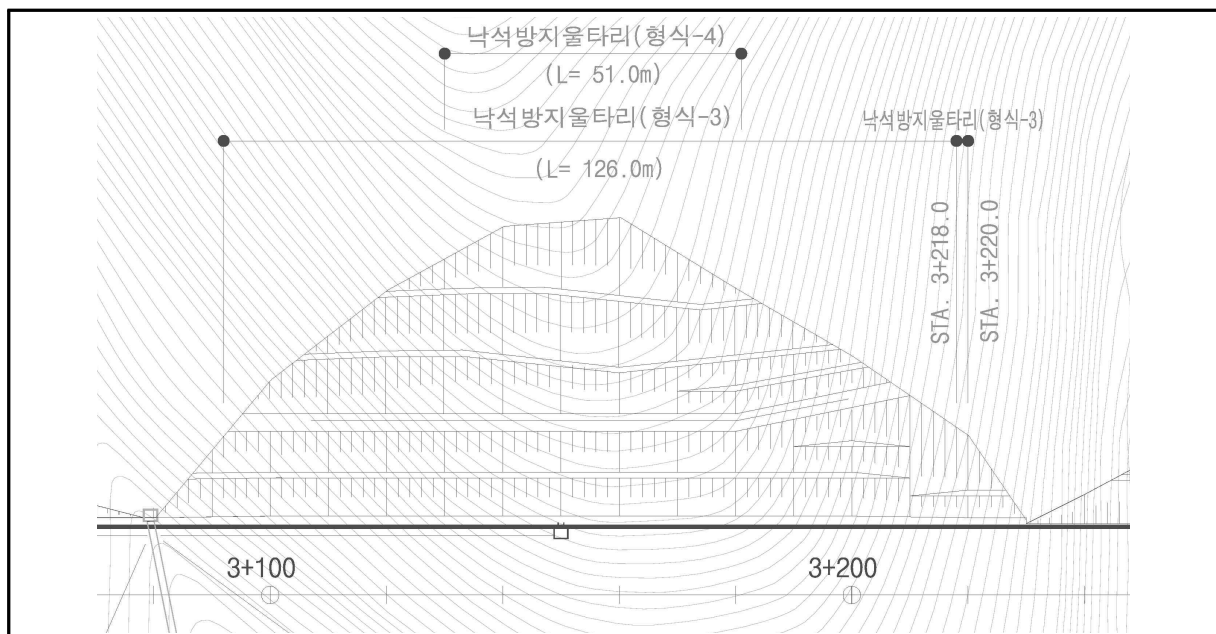
구 분	구간 및 위치	비탈면특성	최대절토고	기반암분포	시공현황	비 고
깎기구간	Sta.3+080~3+240 (상주)	파쇄암반 사면	38.2m	니질암, 사암	시공완료	

1.4.2 비탈면 시공 현황

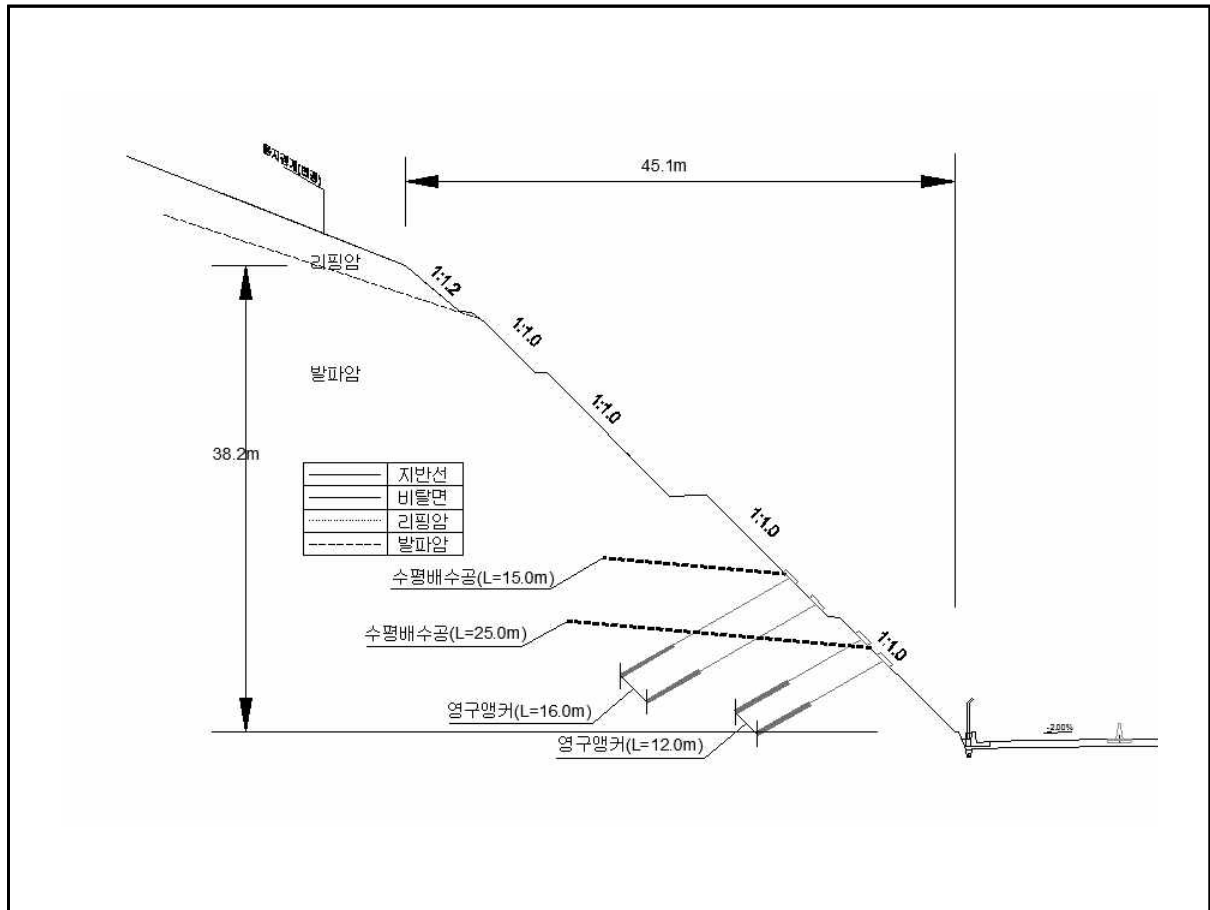
가. Sta.3+080~3+240(상주) 구간은 최대 절취고 약 38.2m로 구성되어 있다.

나. 현재 비탈면은 대부분이 암반비탈면으로, 발파암 1:1.0, 리핑암 1:1.2의 기울기로 시공되어 있으며 총 4개의 소단이 형성되어 있다.

다. 기존자료에 의한 대상비탈면구간의 지층은 니질암과 사암이 나타나는 것으로 되어 있으며, 현재 녹생토, 영구앵커, 숏크리트로 시공되어 있다.



【Sta.3+080~3+240(상주)】



【대표단면 Sta.3+140(상주)】

1.4.3 지표지질 조사결과

Sta.3+080~3+240(상주) 구간은 최대절취고 38.2m이며 현재 숯크리트, 녹생토로 적용되어 있다.

지표조사결과 대상비탈면은 사면의 안전성을 위하여 수평배수공과 영구앵커를 설치, 숯크리트를 타설하였고, 기타 구간은 녹생토, 거적덮기 상태로 되어있다.

1.5 강우자료 분석

대상비탈면의 붕괴에 미치는 강우의 영향을 분석하기 위해 기상청 영천관측소에서 측정한 강우기록(2002~2017)을 분석하였다. 최근 15년간 측정된 강우량 조사 결과에 의하면 2003년 9월 12일 최대 일강우량은 159 mm를 기록하였으며, 평균 일강우량은 8.5mm를 기록하였다.

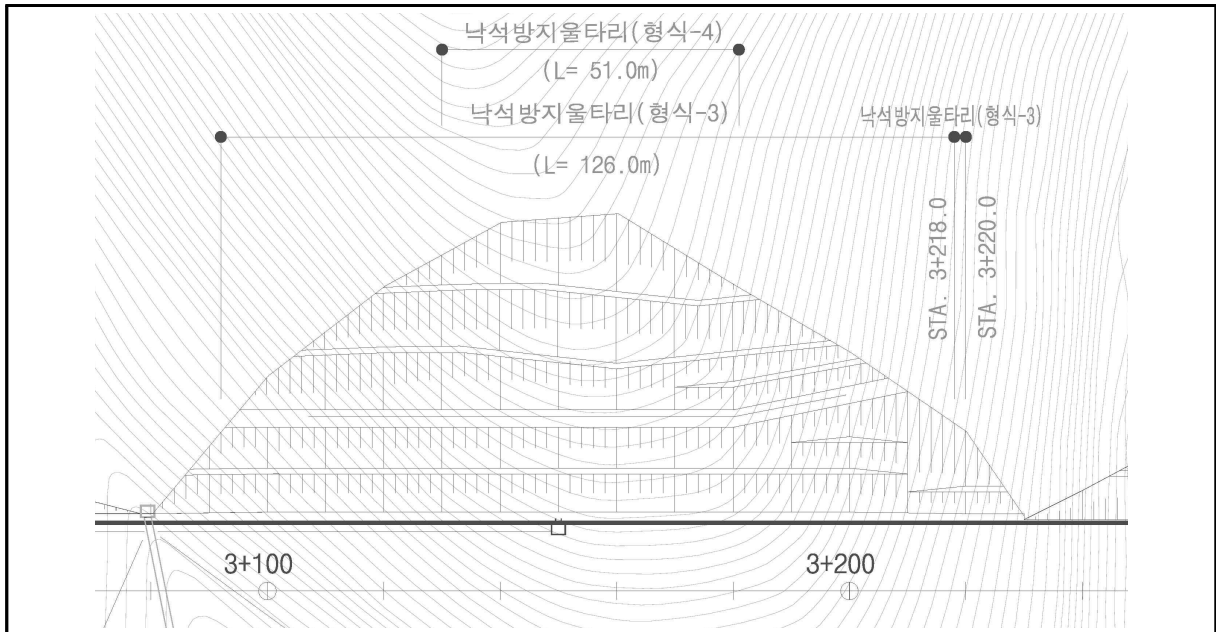
2장 | 외관조사

2.1 외관조사 결과

제 2 장 외 관 조 사

2.1 외관조사 결과

2.1.1 대상 비탈면의 평면현황



【Sta.3+080~3+240(상주) 평면】

2.1.2 외관조사 결과

구 분	외관조사 결과	비 고
사 면 부	-사면 전체적으로 영구앵커 보강 및 슛크리트가 설치되어 있고, 손상이 없는 양호한 상태임.	
식생상태	-녹생토를 적용한 상태로 식생발육상태는 양호한 상태임	
지하수상태	-지하수의 유출은 관찰되지 않음	
배수시설	-전체적으로 배수시설은 양호한 상태임	
기 타	-없음	



① 절토사면 시공 현황(시점 횡단)



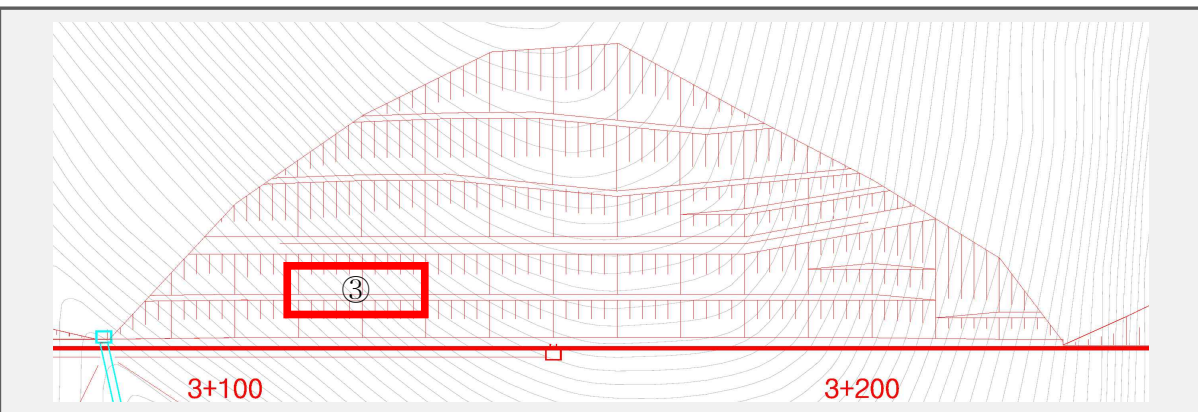
② 절토사면 시공 현황(중점 횡단)



③ Sta.3+010~030부근(영천)
20m 소단 켜기파괴로 인한 보강흔적 보임

조사
결과

- 연장 160m, 높이 약 38.2m, 절취 완료후 녹생토 및 슛크리트 시공까지 완료되었으며, 총 4개의 소단이 형성되어 있다.
- 전체적으로 사면보강공법과 슛크리트로 시공되어 있으며, 상태는 양호한 것으로 나타났다.
- 절토사면의 사면부 외관조사 결과 인장균열, 배부름 등의 파괴 징후 없이 양호한 상태이다.



【외관조사 현황】

3장 | 안전성 검토

3.1 사면 안전성 검토

3.2 검토 요약

제 3 장 안전성 검토

3.1 안전성 검토

3.1.1 개 요

본 장에서는 시공중 대꺾기 비탈면에 대한 안전성 검토 보고서 중 본 과업대상구간인 Sta.3+080~3+240 구간에 대하여 검토하였다.

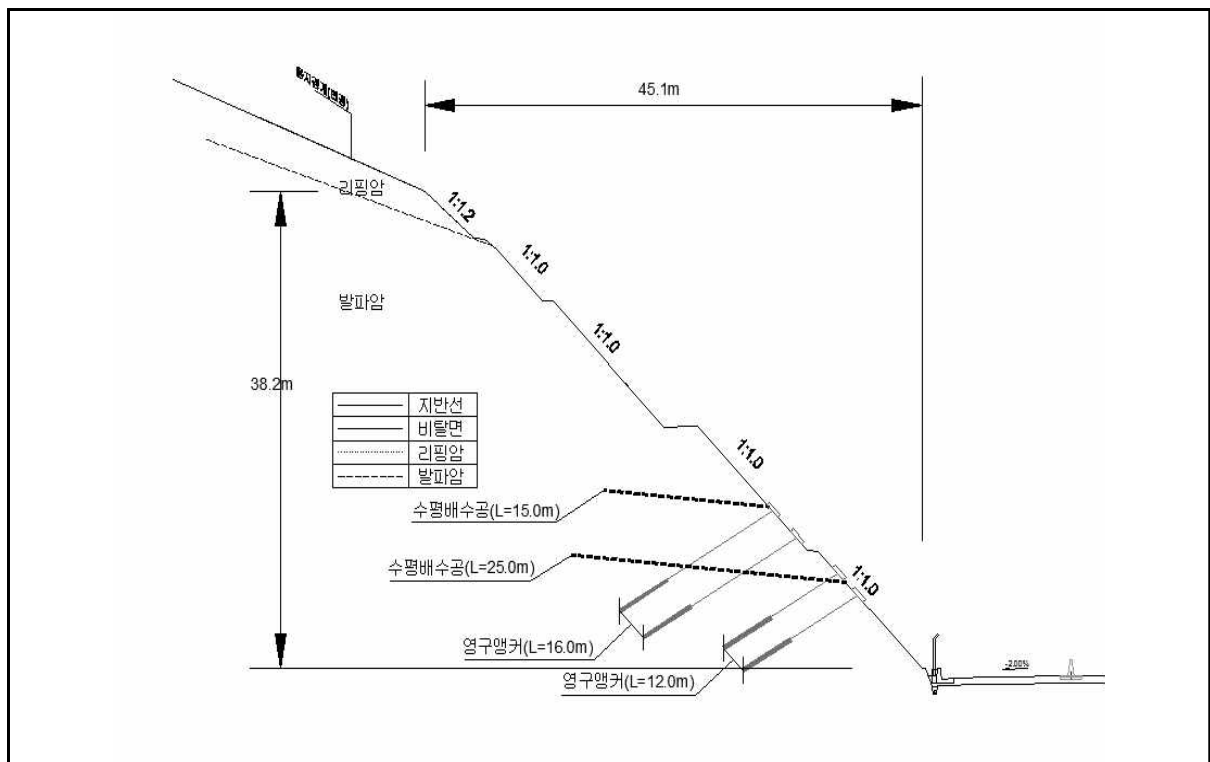
3.1.2 사용 프로그램

토사 및 풍화암 비탈면 해석 프로그램 : SLOPE/W

암반 비탈면 해석 프로그램 : Dips, Swedge

3.1.3 암반비탈면 안전성 검토

암반비탈면 안정검토는 대상구간이 숯크리트, 녹생토에 의해 피복되어 있는 상태로, 현장제공자료 및 실시설계자료를 통하여 획득한 데이터를 이용하여 안정검토를 수행하였다.



【대표단면 Sta.3+140(영천)】

평면 및 전도파괴	췌기파괴
평면, 전도파괴 안정	췌기파괴 안정

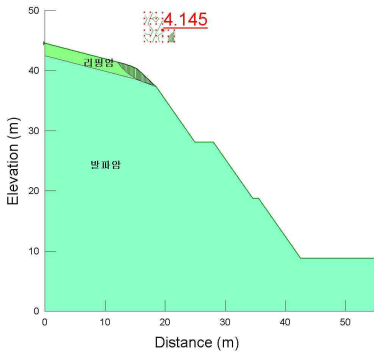
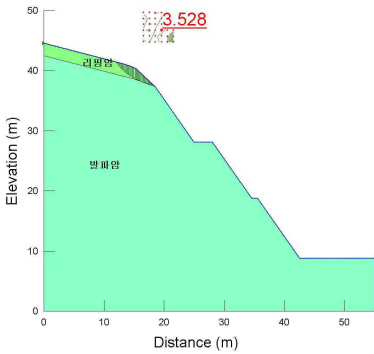
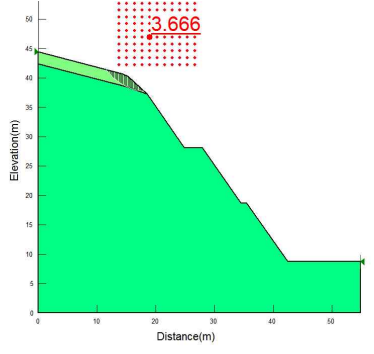
한계평형해석결과(췌기파괴)	
건기시	우기시
$SF = 7.495 > 1.50 \therefore O.K$	$SF = 5.627 > 1.20 \therefore O.K$

평가
결과

- 검토단면에 대한 췌기파괴에 대해 불안정하게 나타났으나, 수평배수공 녹생 토, 영구앵커, 숏크리트의 보강을 통해 안정성을 확보한 것으로 확인되었고, 한계평형해석 결과 기준안전율 이상으로 나타나 대상 비탈면은 현재 안정성을 확보하는 것으로 나타났다.

3.1.4 토사 및 풍화암비탈면 안전성 검토

토사 및 풍화암 비탈면에 대해서는 현장에서 제공한 횡단면도, 실시설계 자료를 기준으로 SLOPE/W 프로그램을 이용한 한계평형해석을 수행하였다.

건기시	우기시	지진시
		
SF = 4.15 > 1.5 ∴ O.K	SF = 3.53 > 1.2 ∴ O.K	SF = 3.66 > 1.1 ∴ O.K

평가
결과

•안전성 검토결과 건기시, 우기시, 지진시 안전율이 각각 기준안전율을 상회하는 것으로 검토되어 대상비탈면은 현재 안전성을 확보하는 것으로 나타났다.

3.2 검토 요약

상주~영천간 고속도로 민간투자사업 건설공사(제7공구) 노선내 절토사면에 대해 지표조사를 실시하였으며, 현장제공자료, 실시설계 지반조사보고서 등의 자료를 검토하여 안전성 검토를 수행하였다.

대상비탈면에 대한 한계평형해석 결과, 깎기구간 토사비탈면의 안전율은 건기시 4.15, 우기시 3.53, 지진시 3.66로 기준안전율인 건기시 >1.5, 우기시 >1.2, 지진시 >1.1 를 상회하여 안전성이 확보된 것으로 검토되었다.

4장 | 상태평가 및 종합평가

4.1 외관상태에 의한 평가

4.2 사면안전성 해석에 의한 평가

4.3 종합평가

제 4 장 상태평가 및 종합평가

4.1 외관조사에 의한 평가

4.1.1 개 요

본 장에서는 외관조사결과, 절토사면을 구성하고 있는 지반의 특성, 외부 환경, 비탈면 파괴특성 등을 감안하여 상태평가를 실시하였다.

4.1.2 상태평가 기준

등 급	A	B	C	D	E
결함도범위	$0 \leq x < 0.15$	$0.15 \leq x < 0.30$	$0.30 \leq x < 0.55$	$0.55 \leq x < 0.75$	$0.75 \leq x$

4.1.3 상태평가 결과

가. 상태평가등급 산정표(파쇄암반사면)

시설물명			Sta.3+080~3+240(상주) 절토사면				표번호
근거표번호							
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	파괴현황	④ 발생규모	0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반상태	⑤ 절리간격	2	b	11	f2=0.212	b
		⑥ 저면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	b			
	인위요인	⑩ 절취상태	2	c			
		⑪ 배수조건	0	a			
		⑫ 보호/보강상태	0	a			
합계(Σ)					11	F=0.145	A
상태평가결과			■ 사면손상상태지수(f1)=(①+...④)/24=0.000→a등급 ■ 사면파괴요인지수(f2)=(⑤+...⑫)/52=0.212→b등급 ■ 절토사면상태평가등급(F):(0+11)/76=0.145→A등급				

4.2 사면안전성 해석에 의한 평가

4.2.1 안전성평가 기준

등 급	상 태	
	건기	우기 / 내진
A	안전율 1.5 이상	안전율 1.2 이상 / 안전율 1.1 이상
B	—	—
C	—	—
D	안전율 0.75 이상, 1.5 미만	안전율 0.75 이상, 1.2 미만 / 안전율 0.75 이상, 1.1 미만
E	안전율 0.75 미만	안전율 0.75 미만

- 암반사면 : 건기시 - 인장균열면이나 활동면을 따라 수압이 작용되지 않음.
우기시 - 인장균열이나 활동면을 따라 작용되는 수압을 $HW=1/2H$ 로 가정하여 적용
- * 평사투영해석시 안정한 것으로 해석되어 한계평형해석을 수행하지 않았을 경우는 평가등급을 “A”등급으로 한다.
- 토사사면 : 건기시 - 지하수위 미고려
우기시 - 지하수위는 지표면에 위치
- 두 가지 이상의 파괴유형에 대하여 안정해석을 실시하였을 경우 가장 작은 안전율 값을 안전성평가에 적용한다.

4.2.2 안전성평가 결과

구조안전성 검토 결과						
위 치		토사 및 풍화암비탈면			암반비탈면	평 가
		건기시	우기시	지진시		
7공구	Sta.3+080~3+240(상주)	1.5 이상	1.2 이상	1.1이상	평면, 전도, 켄기 안정	A 등급

평가 결과

- 안전성 검토결과 안전율이 건기시 4.15, 우기시 3.53, 지진시 3.66로 나타나 기준 안전율(건기시 >1.50, 우기시 >1.20, 지진시 >1.10)을 상회하는 것으로 검토되어 설계안전율을 만족하므로 안전성평가 등급상 A등급에 해당하는 것으로 평가되었다.

4.3 종합평가

4.3.1 종합평가

깎기 비탈면의 손상상태 평가와 파괴요인 평가를 종합하여 절토사면 상태평가 등급을 결정하며, 절토사면 안전성평가를 시행한 경우에는 상태평가등급과 안전성평가등급을 비교하여 최저등급을 절토사면 종합평가등급으로 결정한다.

시설물 종합평가 결과			
시설물명	Sta.3+080~3+240(상주)		
평가구분	결함지수 또는 안전율	평가결과	비 고
상태평가	F=0.145	A	
안전성평가	SF=3.53 이상 (우기시)	A	
종합평가 결과	•외관조사에 따른 상태평가등급과 안전성 검토에 근거한 안전성평가등급 중 낮은 등급을 시설물의 종합평가등급으로 결정 •종합평가 결과 : A		

4.3.2 안전등급 지정

상태평가 등 급	상태 및 안전성	비 고
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태	
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태	
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태	
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태	
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태	

•안전등급 : 『 A 』 등급

5장 | 주요결함 및 보수보강 이력

5.1 주요결함

5.2 보수·보강 이력

제 5 장 주요결함 및 보수·보강 이력

5.1 주요결함

구 분	대 상 공 종	주요결함 내용	비고
절토사면	•사면의 균열·이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손 •사면 손상상태 평가에서 “d”이하인 경우 － 토사, 연약암반, 파쇄암반, 절리암반 등	•해당사항 없음	

5.2 보수·보강 이력

부 위	보수·보강 날 짜	주요 결함내용	보수·보강 내용	시 공 사	비고
절토사면	공 사 중	비탈면 불안전	수평배수공 (L=15m, (C.T.C 10×10m) 수평배수공 (L=25m, (C.T.C 10×10m) 영구앵커 (L=16m, (C.T.C 3×3m) 수평배수공 (L=12m, (C.T.C 3×3m) 숏크리트	경남기업(주) 한일건설(주)	

6장 | 보수 및 유지관리방안

6.1 보수방안

6.2 유지관리방안

제 6 장 보수 및 유지관리방안

6.1 보수방안

구 분	손상내용	단위	손상 수량 (수량/개소)	보수 수량 (수량/개소)	미보수 수량 (수량/개소)	보수공법
절토사면	-상태양호-	m				

6.2 유지관리방안

구 분	유 지 관 리 방 안
절토사면	• 깎기부에 분포하는 뜬돌 또는 상부비탈면에 분포하는 뜬돌(부석)의 부재 여부 확인 후 현장여건을 감안하여 제거, 봉합, 유도하는 방안 검토 • 과거 붕괴 발생 후 방치된 기붕괴부의 경우 붕괴요인과 관련된 현장의 지반상태를 조사하여, 현재의 붕괴부가 지지력 상실로 인해 추가붕괴 발생 가능성이 있는지 아니면 붕괴로 인해 위험요소가 모두 제거되었는지의 여부 판단 • 강우에 의한 사면유실 및 세굴이 발생되지 않도록 배수로 정비
	• 주요 점검항목 - 파괴징후 조사 : 인장균열, 지반변형, 구조물 변형 - 지반상태 : 토층 두께, 절리 상태 - 사면파괴 : 표면보호공 상태, 절취 상태, 사면 보호공 상태, 배수로 상태 - 배수구 주변 : 이물질 및 토사퇴적, 체수

7장 | 결 론

7.1 현장조사 결과

7.2 안전성 검토 결과

7.3 상태평가 결과

7.4 총 합 결 론

제 7 장 결 론

7.1 현장조사 결과

- 본 초기점검 대상 절토사면은 상주~영천 고속도로 민자투자사업 건설공사(제7공구) 구간 중 Sta.3+080~3+240(상주)에 위치하고 있다.
- 과업대상 절토사면은 연장 160m, 높이 38.2m로 경사는 리핑암(1:1.2), 발파암(1:1.0)로 시공되었다.
- 대부분이 영구앵커 보강공법 적용 후 숏크리트 타설과 기타구간에 녹생토공법이 적용되어 있으며 양호한 상태로 확인되었다.
- 외관조사 결과 사면내 숏크리트 타설 후 균열, 벌어짐, 인장균열 등이 없어 기능성 및 사용성을 저해할 수준은 없으며, 공용기간중 지속적인 유지관찰이 필요할 것으로 판단된다.

7.2 안전성 검토 결과

- 깎기 비탈면 안전성 검토 결과 안전율이 건기시 $SF = 4.15$, 우기시 $SF = 3.53$, 지진시 $SF = 3.66$ 의 안전율을 확보한 것으로 검토되어 사면의 안전성이 확보된 것으로 판단된다.

7.3 상태평가 결과

- 외관조사에 의한 상태평가 결과 결함지수 0.145로 산정되어 상태평가등급은 『A』 등급으로 평가되었다.

7.4 종합결론

- 본 과업대상 절토사면에 대한 초기점검 결과 외관조사를 통한 상태평가와 안전성평가를 종합적으로 검토한 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토사면의 안전등급은 “문제점이 없는 최상의 상태”인 『A』 등급으로 평가되었다.

