

5. 상주절토05

5.1 시설물 개요

5.2 자료수집 및 분석

5.3 현장조사 및 시험

5.4 상태평가

5.5 종합평가 및 안전등급 지정

5.6 보수·보강 및 유지관리 방안

5.7 종합결론

5. 상주절토05

5.1 시설물의 개요

상주절토05는 경상북도 상주시 낙동면 장곡리(상주영천고속도로 4.330~4.630km)에 위치한 사면으로서 총 연장 300.0m, 높이 53.0m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다. 또한, 준공 이후 별도의 용도변경 없이 공용중이다.

5.1.1 일반사항

【표 5.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000020		관리번호	SY SL5
시설물명	상주절토05		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경상북도 상주시 낙동면 장곡리		
	위치좌표	시점 : 36 ° 22 ' 22 " 128 ° 16 ' 46 "		
		종점 : 36 ° 22 ' 17 " 128 ° 16 ' 54 "		
	관리이정	4.330~4.630km		
	공구이정	1공구 STA.4+330~4+630		
제 원	연 장	300.0m	높 이	53.0m
	경사/방향	45/219	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	10°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	대림산업(주)
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리		
비 고				

5.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 5.1.1】 위치도

2025년 정밀안전점검(금회)



2023년 정밀안전점검(전회)

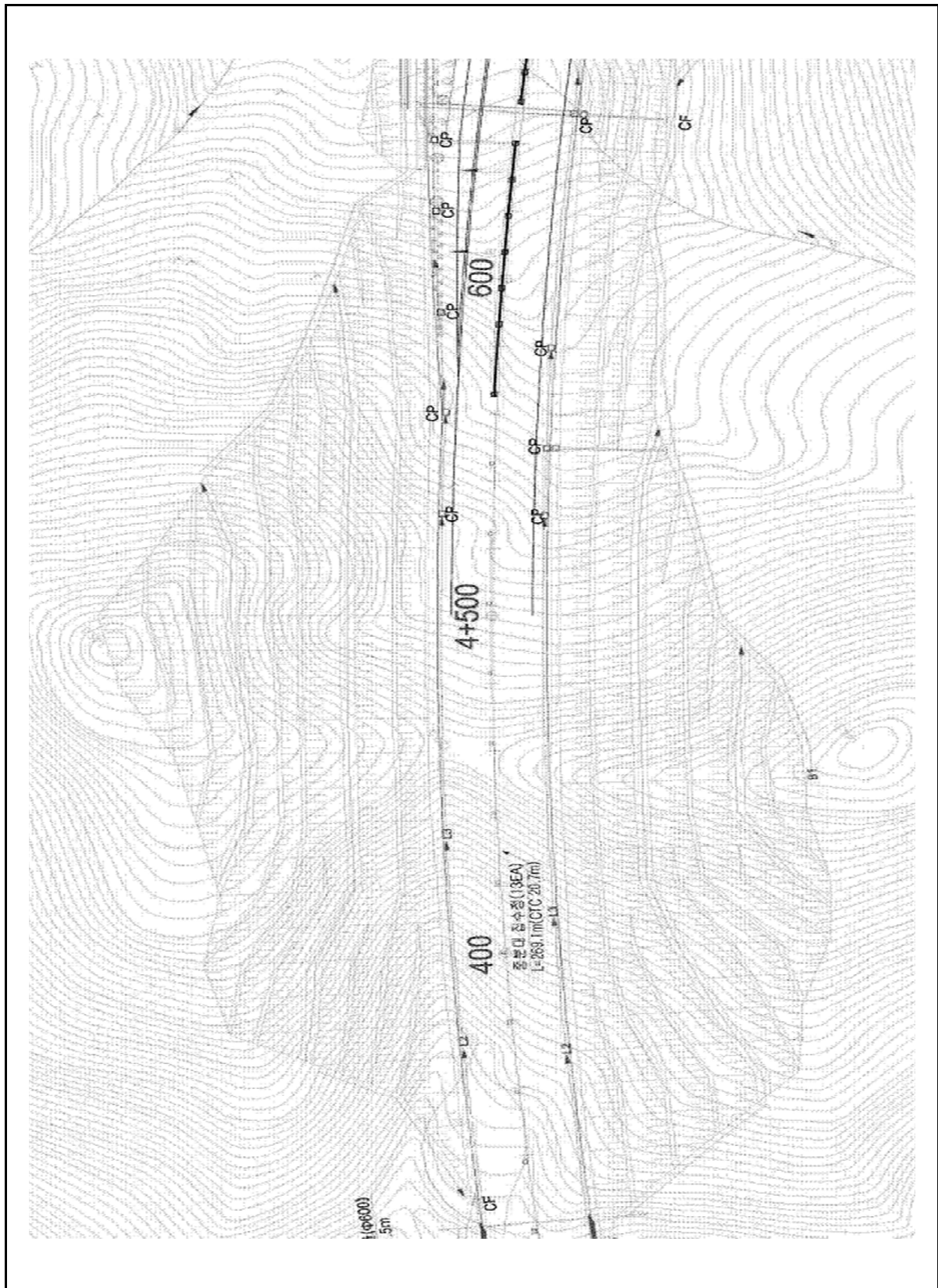


【그림 5.1.2】 전경사진

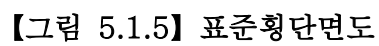
사면부 전경	상부자연사면 전경
1소단배수로 낙석방지울타리 전경	2소단 배수로 전경
산마루측구 전경	도로부 낙석방지울타리 전경

【그림 5.1.3】 부재별 현황

5.1.3 시설물 일반도



【그림 5.1.4】 평면도



5.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요현황을 파악하기 위해 [상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 1공구]의 설계 및 준공도서, 기존점검자료 등을 검토하여 주요현황을 요약하여 수록하였다.

또한, 본 과업 대상구조물의 관련자료를 수집·분석하여 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인 분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

5.2.1 자료수집 현황

【표 5.2.1】 점검이력사항

보존대상 목록		보유 현황	비 고
설계 도서	◇ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	○	◇FMS
	◇설계도면	○	◇FMS
시설물 관리대장	◇기본현황 ◇상세제원 ◇유지관리 이력	○	◇FMS
시공 관련 자료	◇시공관련 자료 ◇품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리·선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료 ◇사고기록	일부	◇FMS
안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	◇FMS
보수·보강 자료		○	

5.2.2 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

1) 방벽기 비탈면 표준경사

가. 각 기원의 방벽기 비탈면 표준경사

토질조건	방벽기높이	비탈면경사			
		건설교통부	도로공사	토지공사	주택공사
토 사	5m 이상	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5
	0~5m	1:1.2	1:1.2	1:1.2	1:1.2
리딩암 (봉화암)	5m 이상	1:0.7~1.0	1:1.0	1:1.0	1:1.2
	0~5m				1:1.0
발파암	5m 이상	1:0.5~0.7	1:0.5	1:0.5	1:1.0
	0~5m				1:0.8
	0~5m				1:0.8
	0~5m				1:0.5

(한국지반공학회 학술발표집, 1985)

나. 토사지반에 대한 방벽기 비탈면 표준경사

면적비율	비탈면높이	경사	비고
모래	일체하고 일도불함	1:1.5 이상	SM, SP
사질토	일체함	5m 이하	1:0.8 ~ 1:1.0
	5~10m	1:1.0 ~ 1:1.2	SM, SP
	일체함지 없음	5m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2
	5~10m	1:1.2 ~ 1:1.5	
자갈 또는 암과 섞인 사질토	일체함	10m 이하	1:0.8 ~ 1:1.0
	도는 리드양호	10~15m	1:1.0 ~ 1:1.2
	일체함지 않거나 일도불함	10m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2
	10~15m	1:1.2 ~ 1:1.5	SM, SC
중도 및 점성토	0~10m	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH
알고 또는 호박돌 섞인 점성토	5m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	GM, GC
	5~10m	1:1.2 ~ 1:1.5	

* 표의중에서는 광주시 활용이 자주 발생하므로 문화·관광진흥부보다 비탈면경사를 경호시되는 것이 바람직함.

상주-영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

9

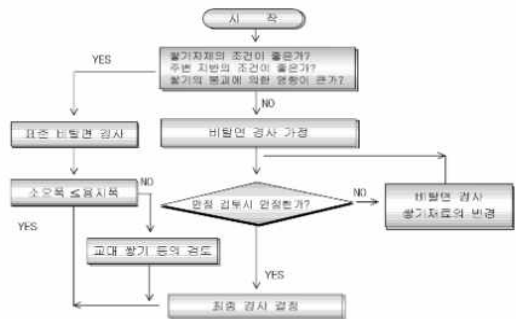
다. 일반특성에 따른 방벽기 비탈면 표준경사

암 석 종류 (경도)	암반파괴상태		굴착 난이도	경사	소단 설치	비고
	T.C.R. %	R.Q.D. %				
풍화암 또는 연결적으로 파괴가 심한암	20이하	10이하	경화암	1:1.0~1.2	H-5m 아니 소단 1m 폭	*최소한 기준 매20m 마 다 2m 소단 설치
강한 풍화암으로 파괴가 기어 없는 경우 대부분의 연결암	20~40%	10~25%	발파암 (연암)	1:0.8~1.0	H-10m 아니 소단 1~2m 폭	*리딩암과 발파암 사이 는 소단 설치하지 않음
	40~60%	25~50%	발파암 (보통암)	1:0.7		*소단사이에 토사와 리 딩 구별선이 발생시 않 음
	60%이상	50%이상	발파암 (경암)	1:0.5	H-20m 아니 소단 3m 폭	문득 비탈면 경사 적용

(한국도로공사 도로설계요령 2002)

1) 비탈면 경사의 결정

가. 흙방기 비탈면 경사 결정에 따른 흐름도



상주-영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

10

나. 방벽기 비탈면 경사결정에 따른 흐름도



2.2.4 지하수위 적용

1) 비탈면 침투해석 검토

건설공사 비탈면 설계기준(2011)은 "원장지반조사결과, 지형조건, 배수조건과 설계계획반도에 따른 해당지반의 경우경도, 경우지속시간 등을 고려하여 안정해석을 수행하고 적용 설계경수와 해석방법을 정확히 기술하여야 한다" 라고 제시하고 있으므로 이를 근거로 검토 조건 및 방법을 수립하였다.

가. 침투해석 방법

본 검토구간 각기 비탈면의 지하수위는 한국도로공사 도로설계요령을 기준으로 설정하였으며, 근거지반은 지하수위를 고려하지 않고 무기시에는 침투해석 결과를 적용하였다.

구분	지하수위	
	건기시	우기시
방기 비탈면	지하수위 미고려	침투해석 결과 적용

나. 적용 경우정도 선정

구분	지속시간	강우강도
상주	48 시간	7.6 mm/hr

상주-영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

11

구조물의 설계지진 재현주기별, 성능수준별 내진성능목표 및 위험도 계수

성능수준	재현주기	50년	100년	200년	500년	1000년	2000년
기능수준 ^가		II 등급	I 등급	특등급			
공공방지기 ^나					II 등급	I 등급	특등급
위험도 계수, I		0.40	0.57	0.73	1.0	1.4	2.0

다. 적용 지진계수

본 검토구간에 분포하는 방벽기 비탈면에 대하여 구역에 따른 설계 지진계수를 산정하여 비탈면 해석을 수행하였으며, 산정한 지진계수는 다음과 같다.

구분	지진계수 인자		지진계수산정 (구역계수 x 위험도계수)	비고
	구역계수	위험도계수		
방벽기	0.11	1.4	0.154	

2.2.6 비탈면 설계기준 요약

구분	방기높이	비탈면표준경사	해석방법	해석 기준안전율
토 사	5m 이하	1:1.5~1:1.8	한계평형해석	* 건기시 $F_s \geq 1.5$ (지하수위 미고려) * 우기시 $F_s \geq 1.3$ (침투해석 적용시)
	0~5m	1:1.2		
리딩암	-	1:1.0	영사평형해석 한계평형해석	* 지진시 $F_s \geq 1.1$
발파암	-	1:0.5~1:1.0		

상주-영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

13

나. 지형 및 지질

2.1 지형 및 지질

2.1.1 주변지형 특성

본 조사지역의 역지는 행정구역상 경상북도 상주시 낙동면 상촌리를 시경으로 하여 경상북도 의성군 단일면 낙정리를 종점으로 하는 연장 약 7.99km 구간에 해당한다.

과일지역을 포함도의 북서부를 가로지르는 낙동강의 상류지역에 속하며, 태백산맥에서 분기한 일월산맥의 주축이 도북의 동북부를 북북서-남남동 방향으로 침투하는 지형이다. 과일지역을 안 계명사를 위치하여 비교적 완만한 경사를 가진 지형의 구릉지를 이룬다.

서북부 경지봉(420m)과 인접한 봉상동 봉화사는 초상의 산봉이 NE 방향의 중령선을 중심으로 어긋나며 대칭적으로 배열되어 있는 지형상의 특징을 갖고 있다.

본 조사지역 인근의 수계의 발달은 낙동강을 중류로, 잘 발달된 수지상수계를 이루고 있다. 위층을 비롯한 비교적 큰 계류는 지층의 주향방향에 대략 평행한 유로를 만들고 있는 곳이 많다. 낙동강과 계류는 매우 완만히 사형하며, 하천 폭에 비하여 암석화강의 산고는 낮고, 산사 역시 매우 완만하며, 하강작용보다는 확대 및 퇴적작용이 우세한 단계에 있다. 일월산맥을 중심으로 동쪽 지역은 유수에 의한 침식이 활발히 진행되고 있는 장년기 단계이고, 서쪽 지역은 못에 의한 하강작용은 유로의 확대 및 퇴적이 우세해지는 초기 노년기의 단계에 있다.

2.1.2 지질

본 조사지역은 낙동도곡(1:50,000) 남서측에 위치하며 선캄브리아기에 형성된 흑운모화강암질 편마암을 중생대 쥐라기에 관입한 흑운모화강암이 기반암을 이룬다. 백악기 중생암역 및 산성암역이 다수 관입하여 분포하는 양상을 보이며 낙동강변을 중심으로 제4기 충적층이 두껍고 넓게 분포하고 있다. 흑운모 화강암은 산성암을 구성하며 낙동층군에 의하여 부정합적으로 피복된다. 흑암색으로 흑화색의 세립질암이나 2-3mm 정도의 신선한 장석이 결정을 이룬다. 본 암두지 역에서는 풍화도가 매우 두터운 층으로 분포한다.

각 지층에 대한 지질기호는 다음과 같다.

(1) 선캄브리아기 변성암류

본 암은 과일지역에 위치하고 있는 낙동도곡의 서남쪽의 백두령, 낙성동, 대호리에 분포한다. 선캄브리아기의 변성암류는 선캄브리아기의 영남계에 속하며, 흑운모화강암질편마암과 반상변성 편마암으로 구분되어 있다. 과일지역에 비롯해서 분포되어 지질기반을 이루고 과일지역의 서쪽으로 광범위한 분포를 보이고 있다.

상주~영천간 민자고속도로 1광구 건설공사

5

(2) 흑운모화강암

본 암은 과일지역에 위치한 선봉산 산체를 구성하고 있으며, 흑운모화강암질편마암 및 반상 변성편마암을 결빙하며, 낙동층군에 의하여 부정합으로 피복된다. 흑화색의 토착질암이나 신선한 장석이 분포를 이룬다. 본 암의 구성광물은 양반의 순위로 사장석, 석영, 미사상석, 쥬라석, 피 에다이트, 흑운모 및 소량의 백운모이다. 사장석은 누대구조가 완저하고 편입에 침투해 누대구조 의 내부는 녹색색으로 변태있다. 석영은 모두 파동소동이 현저하다. 미사상석과 피에다이트는 신 성하며 대립작용 이루고 내부에 석영, 사장석, 흑운모를 포리는 법구조를 나타내는 것이 많다. 쥬라석은 고온후의 핵분으로 변질되고 흑화 유자의 생성이 현저하다. 쥬라석 중에는 칼스택트 형 성을 이루는 것이 있다. 흑운모는 일부 흑연석, 흑니석, 실금으로 변질되어 있다. 산성암 북쪽에는 흑운모화강암의 연변성이 비교적 넓은 분포를 보이면서 나타나고 있다. 연변상은 미세한 초상 구조를 나타내는 세립질암이며 화강암질편마암에 유사하다. 결핵에서 중합해결 세립상인 흑운모 가 일정한 방향으로 배열하여 광물성분은 흑운모화강암과 동일하다.

(3) 매리섬백암

본 층은 과일지역의 서부와 서북부에 위치하고 있으며 암색의 조밀한 암석으로 구성되어 있 다. 주 구성광물은 각섬석, 사장석, 흑운모이며 최소한 석영을 함유한다.

(4) 낙동층

본 층은 낙동층군의 최하부층으로 과일지역의 북동방향으로 대부분의 지역을 관하고 있다.

본 층은 편마암류 및 화성암류로 된 지반의 침식면상에 부정합적으로 퇴적되어 있으며, 주로 역암, 사암, 세립 및 역질사암 등으로 구성되어, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 세립이 우세하다. 과일지역 인근의 낙동층은 역암이 우세한 하부의 민경산층류로 구성되어 있다. 민경산층류는 과일지역의 동쪽방향의 민경산과 동북방향의 비룡산을 중심으로 광범하게 분포하고 있으며, 초기지부의 세립 및 역암, 하부의 사암, 사질역암, 역암 및 세립, 중부의 역암과 역질사 암으로 구성된다.

(4) 암맥류

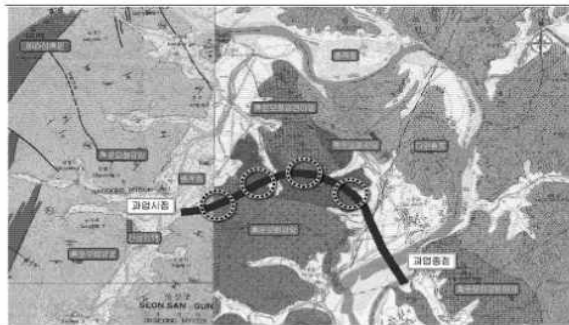
암맥류는 불구사회암암류를 관입하고 있으며, 산성암맥과 알기성 암맥으로 나뉘었다.

산성암맥은 규장암맥과 석영암맥으로 구성되며, 알기성암맥으로는 인산암맥 및 흑록암질 암맥으 로 구성된다.

상주~영천간 민자고속도로 1광구 건설공사

6

<조사지역 지질도>



이 지역의 지질도의 지질기호는 아래와 같다.

선캄브리아기 제4기	과일지역	흑암색
백악기	과일지역	산성암역
백악기	과일지역	변성암류
백악기	과일지역	다인층류
백악기	과일지역	매리섬백암
백악기	과일지역	흑운모화강암
선캄브리아기	과일지역	흑운모화강암질편마암

상주~영천간 민자고속도로 1광구 건설공사

7

2.4 적용 설계지반장수

지 층	단위중량 (γ_t , kN/m ³)	점착력 (c , kPa)	내부마찰각 (ϕ , °)	투수계수 (cm/s)
경석층	19.0	10.0	29	3.0×10^{-4}
동화토	18.0	15.0	30	1.5×10^{-3}
동화암	21.0	29.0	30	7.0×10^{-4}
기반암	26.0	200.0	35	4.0×10^{-5}

상주~영천간 민자고속도로 1광구 건설공사

20

다. 지반조사보고서

1.1 조사목적

본 조사의 목적은 『고속국도 제301호선 상주-영천고속도로 민간투자사업(제1공구)』에 대한 시설물 확인보통 지반조사로서 원장조사 및 현황사실을 기록, 지층의 분포상태 및 지반공학적 특성을 파악하여 설계 적용치와 비교 및 시공에 필요한 지반특성 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

1.2 조사구간

구 제 1 공구

- 연 장 : 7.394 km
- 시 점 : 경상북도 상주시 낙동면 송곡리 (STA. 0+000)
- 종 점 : 경상북도 의성군 단원면 낙정리 (STA. 7+394)

1.3 조사항목

조사의 목적을 수행하기 위하여 다음과 같은 내용의 원장조사 및 현장사실을 실시하였다.

구 분	대 상	수 량	비 고
현장조사	교량부	95 곳	NX 규격
	쌓기부	6 곳	
	막기부	5 곳	
	수계	106 곳	
원장사항	표준관입시험	시추조사	1식

1.4 조사기간

가. 원장조사 : 2013년 10월 14일 ~ 2015년 06월 05일

나. 설계분석 및 보고서 작성 : 2013년 10월 20일 ~ 2015년 06월 20일

1.5 조사장비

본 조사에 사용된 조사장비는 다음과 같다.

품 목	규 격	수 량	비 고
시 추 기	DP-300 유압기	3대	
표준관입시험기	KSF 2307	3조	
D-30 코어타입	-	3조	
연장, 양수펌프	15P	3조	
기타부대장비	-	1식	

2.1 조사기준

지반조사는 본 과업에 대한 “과업지시서” 및 한국도로공사의 “교량기준 확인지반조사 설계기준” (2004. 2) 을 기준으로 시행하였으며 조사기준은 다음과 같다.

< 조 사 기 준 >

구 분	대 상	실 도	조 사 기 준	비 고
교 럙 부	교대 및 교각 타다 1개소	경량 1%, 연장 3%, 중량 1% 2개지	- 실시결과 지 미 시행한 구간 - 설계치 누락된 구간	
쌓 기 부	시추조사	-	- 필요없이 무지	
막 기 부	시추조사	거소와 1개소 이상 (조사등급별론 포함)	개척과와 3%	

(주) 현상조건에 맞추어 시행

2.2 조사위지현황

조사위지현황은 계획노선에 대하여 축척 1:1,200 현상도의 노상에서 구조물 및 토목시설을 고려하여 과업지시서에 명시된 조사기준에 의거하여 조사지점을 선정하고 원장조사 후 조사일지, 방법, 횡수 등을 합리적으로 계획하여 방주지 알의 주 최종적인 조사위치를 선정하였다. 조사일지별 조사위치는 다음과 같다.

2.2.1 시추조사 위치

시추조사는 교량부, 쌓기부 및 막기부를 대상으로 실시하였으며, 조사위치를 정리하면 다음 표와 같다.

< 시추조사 위치 (교량부) >

교량명	위치	공번	위 치 (STA.)	좌 표	지반고 (m)	비 고
송곡교	A1	888-1-1	0+015.0(우 10.0m)	318,639.611	131,204.190	62.35
	P1	888-2-1	0+045.9(우 3.5m)	318,644.218	131,234.557	57.38
	P2	888-3-1	0+081.4(좌 5.9m)	318,651.660	131,270.494	57.13
	A2	888-4-1	0+112.2(우 2.3m)	318,642.106	131,300.882	65.15
	A1	888-5-1	0+406.2(좌 4.2m)	318,661.785	131,594.593	68.90
	P1	888-6-1	0+442.7(좌 12.1m)	318,662.011	131,630.423	67.67
낙동 JCT 교	P2	888-7-1	0+401.3(좌 9.4m)	318,644.479	131,680.580	70.10
	A2	888-8-1	0+528.4(좌 11.0m)	318,666.218	131,715.571	69.66
	A1	888-9-1	1+450.7(우 3.4m)	318,646.339	131,836.640	73.67
상원교	A1	888-10-1	0+645.4(우 5.5m)	318,965.850	131,834.629	73.02
낙동 JCT R-교	A1	888-12-1	0+959.8(우 4.4m)	319,414.709	131,569.331	67.42

< 시추조사 위치 (교량부) >

교량명	위치	공번	위 치 (STA.)	좌 표	지반고 (m)	비 고
의성대교	P10	888-63-1	7+130.8(우 5.4m)	315,934.019	126,596.576	39.25
		888-83-2	7+131.0(좌 5.9m)	316,936.573	126,606.298	39.99
	P11	888-94-1	7+201.0(좌 5.3m)	316,875.951	126,637.519	43.24
		888-94-2	7+201.4(우 5.3m)	316,871.250	126,628.127	43.27
	A2	888-95-1	7+241.0(우 10.7m)	316,833.031	126,641.129	43.29
		398-1	5+311.0(좌 42.9m)	318,929.735	126,920.018	51.79
송계교		398-2	5+323.7(좌 17.4m)	318,568.815	125,901.716	51.74
		398-3	5+345.1(우 18.9m)	318,565.029	125,876.473	52.00
		398-4	5+351.9(우 20.0m)	318,576.731	125,870.426	52.76

< 시추조사 위치 (쌓기부) >

구분	공번	위 치 (STA.)	좌 표	지반고 (m)	비 고
쌓기부	388-1	6+004.0(우 21.9m)	317,942.405	126,088.914	42.55
	388-1-1	6+019.5(좌 11.0m)	317,942.070	126,123.955	42.36
	388-2	6+148.0(좌 11.7m)	317,833.798	126,201.917	42.34
	388-3	6+590.0(좌 11.2m)	317,697.103	126,228.080	43.22
	388-3-1	6+625.5(우 4.0m)	317,692.694	126,219.590	43.08
	388-4	7+255.0(우 7.3m)	318,223.880	126,014.455	43.84

< 시추조사 위치 (막기부) >

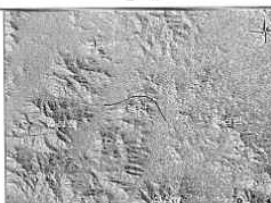
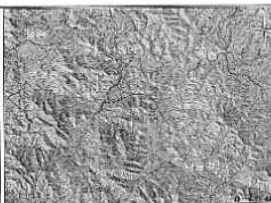
구분	공번	위 치 (STA.)	좌 표	지반고 (m)	비 고
막기부	088-1	1+101.2(우 28.2m)	318,759.166	132,343.690	114.71
	088-2	1+609.4(우 22.7m)	319,080.952	131,023.851	118.17
	038-3	2+409.8(좌 56.5m)	319,411.052	131,408.693	149.45
	088-4	3+934.8(좌 90.0m)	319,572.361	134,836.494	142.02
	088-5	4+436.1(우 38.2m)	319,219.556	135,381.544	122.87

2.3 시추조사

본 조사는 지층의 구성상과 및 기반암의 종류, 암질분포 등을 파악하기 위하여 지반조사 위치현황도에 표시된 57개소의 지점에 대하여 시추조사를 실시하였다.

시추조사는 회전식(Rotary Wash Type) 시추기를 이용하여 표준관입시험과 병행하는 방법으로 실시하였으며, 시추 후 형성된 시추공은 각점 위치지 시험에 이용하였다. 굴경은 NX(φ76mm) 규격으로 실시하였으며 굴벽 붕괴가 없는 견고한 지층까지 Gaslog를 삽입하는 방식을 채택하였다.

3.1 지형

산 계	수 계
 · 과업지역의 서쪽과 북서쪽은 갈매산과 수전산 등 비교적 높은 고도의 산계를 형성하고 있으며 북쪽은 주로 낮은 구릉지대로 이루어져 있음 · 과업노선의 삼봉산의 지치대를 따라서 지나가며 그 북쪽으로는 북두산이 위치함	 · 사해하천 경계를 보이는 낙동강이 과업노선의 서쪽부와 교차하여 남쪽으로 흐르고 있음 · 과업노선의 중점부는 북동 방향으로 흐르는 장천과 교차하고 있음 · 장천하천 수계는 수지상의 형태를 보이며 매우 복잡하게 나타남



3.2 지 질

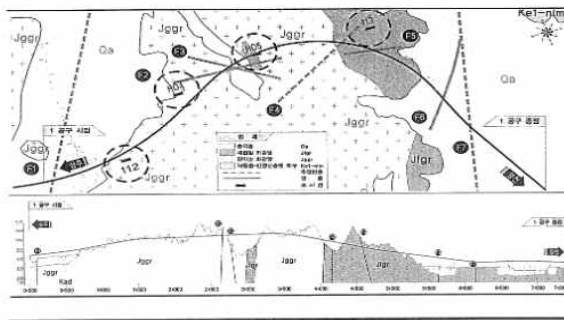
3.2.1 지질개요

과업지역에 분포하고 있는 암종으로는 두잇한 권태구조가 발달하는 조립질의 편마성 화강암과 미약한 밀리를 보이며 세립질의 화강암(세립질 화강암)과 중강상특성이 분포하고 있으며, 이를 산성암맥(규장암)과 염기성암맥(각성암)이 침입하고 있는 암상을 보임

3.2.2 지질분류표

지질시대	층 명	특 성
제4기	충적층(Qu)	-하천 및 산곡 퇴적물
	--- 부광암 ---	
	충성암맥(Kid), 산성암맥(Kad)	-과산성 지암
	--- 관입 ---	
	화강암(Kgr)	-지암의 지반
중생대	세립질 화강암(Jgr)	-열려 달음 미약, 세립질, 부분적으로 세립질독인 암상 포함
		중대적
	편마성 화강암(Jgr)	-열려 발달, 조립질

3.2.3 지질종·평면도



③ 풍 화 토

기반암의 상부풍화대인 풍화토층은 전사주공에서 확인하였고, 층두께는 2.5~9.0m로 분포한다. 구성성질은 실트질 모래이며, 표준관입시험 결과 N값은 10/30~50/10의 범위로 보통조밀~매우조밀한 상태임을 보여준다. 함수 상태는 습한 상태이며, 색조는 갈색, 갈색을 띤다.

④ 풍 화 암

기반암의 하부풍화대인 풍화암층은 전사주공에서 확인하였고, 층두께는 0.5~9.0m로 분포한다. 골지시 실트적인 모래로 분해되었으며, 소수의 밀린 코어가 회수되었다. 표준관입시험 결과 N값은 50/10~50/5의 범위로 매우조밀한 상태임을 보여준다. 색조는 갈색, 갈색, 갈색을 띤다.

⑤ 연 약 층

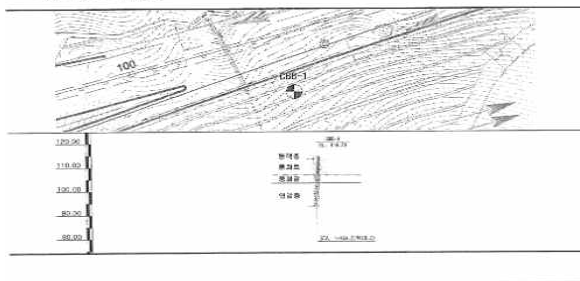
기반암의 화강암의 연약으로 CBB-2를 제외한 시추공에서 확인하였고, 층두께는 0.0~20.0로 분포한다. 풍화정도는 심한풍화~약간풍화를 보이고 있으며 강도는 약한~강한 상태를 보여준다. 코어회수율(TOR)은 50~100%, 양공지수(RSD)는 10~75%로 회수되었으며, 색조는 갈색, 갈색, 갈색을 띤다.

⑥ 경 약 층

기반암의 화강암의 연약으로 풍화정도는 11.0~30.0m이하이며 7.0~27.0m이하의 층두께로 확인되었다. 풍화정도는 보통풍화~심한풍화를 보이고 있으며 강도는 보통강함~매우강함의 상태를 보여준다. 코어회수율(TOR)은 100%, 양공지수(RSD)는 60~90%로 회수되었으며, 색조는 갈색, 갈색을 띤다.

[3] 지층 총평면도

• CBB-1 (STA. 1+151.2)



4.1.3 깎기부

깎기부에 대한 시추수량은 총 5개소로 이에 대한 조사결과는 다음과 같다.

(1) 조사 결과

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (B.L. (-)m)	두께 (m)	구성상태	N치 (TOR/100)	지하수위 (B.L. (-)m)
CBB-1	1+151.2 (우 25.2m)	충적층	0.0~1.4	1.4	자갈적인 실트질 모래	15/30	11.2
		충적암	1.4~8.0	6.6	실트질 모래	10/30~50/21	
		연 약	8.0~11.4	3.4	기반암의 풍화암	50/9~50/5	
CBB-2	1+199.4 (우 22.7m)	충적암	0.0~6.5	6.5	실트질 모래	33/30~50/17	7.5
		충적암	6.5~9.0	2.5	기반암의 풍화암	-	
		충적암	9.0~1.8	1.8	자갈적인 실트질 모래	32/30	
CBB-3	2+409.8 (좌 56.5m)	충적암	1.8~5.5	3.7	실트질 모래	50/30~50/10	22.0
		충적암	5.5~14.5	9.0	기반암의 풍화암	50/9	
		연 약	14.5~33.0	18.5	기반암의 연약	(33~100/27~79)	
CBB-4	3+1854.8 (좌 30.0m)	충적암	0.0~2.5	2.5	실트질 모래	50/15~50/13	17.5
		충적암	2.5~3.0	0.5	기반암의 풍화암	-	
		연 약	3.0~11.0	8.0	기반암의 연약	(100/45~70)	
CBB-5	4+458.1 (우 38.2m)	경 약	11.0~33.0	22.0	기반암의 연약	(100/38~90)	17.0
		충적암	0.0~9.0	9.0	실트질 모래	30/30~50/12	
		충적암	9.0~10.0	1.0	기반암의 풍화암	50/10	
CBB-6	4+458.1 (우 38.2m)	연 약	10.0~30.0	20.0	기반암의 연약	(50~100/10~60)	17.0
		경 약	30.0~37.0	7.0	기반암의 연약	(100/82~80)	

(2) 지층개요

① 매 입 층

본 층은 최상부 지층으로 시추공 CBB-3에서 확인되었으며, 층두께는 1.8m로 분포한다. 자갈적인 실트질 모래(SM)로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 N값은 32/30으로 조밀한 상태임을 보여준다. 함수 상태는 습한 상태이고 색조는 갈색을 띤다.

② 풍 화 층

본 층은 시추공 CBB-11에서 확인되었으며, 층두께는 1.4m로 분포한다. 자갈적인 실트질 모래(SM)로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 N값은 16/30으로 보통조밀한 상태임을 보여준다. 함수 상태는 습한 상태이고 색조는 갈색을 띤다.

공 사 명 상주-영천 고속도로 민간투자사업(제1공구) 시공중 확인보통

CBB-1	작업현경	CBB-1	작업현경
CBB-1	표준관입시험	CBB-1	시료채취
CBB-1	코어채취	CBB-2	작업현경

5.2.3 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 2017년 6월 준공이후 기준에 따라 17회(정밀안전점검 3회, 정기안전점검 13회, 2종 성능평가 1회)의 점검을 주기적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 5.2.2】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	영천절토5 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 보수부 재균열이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2017. 11. 13 2017. 12. 28	인승철	양호	균열보수
2	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토5 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 보수부 재균열, 세굴이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 05. 28 2018. 06. 30	인승철	양호	—
3	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토5 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 보수부 재균열, 세굴이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 10. 23 2018. 12. 31	인승철	양호	균열보수
4	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토5 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 보수부 재균열, 세굴이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2019. 03. 18 2019. 05. 28	인승철	양호	균열보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
5	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	420	본 사면에 대한 정밀안전점검 결과, 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 사면 낙석방지망이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 중·상단에 관목류가 일부 서식하고 있는 상태이다. 4.510k의 켄기파괴위험, 4.380k 및 4.590k의 심한풍화는 우수에 취약한 것으로 판단되며, 공용기간 증가에 따른 손상의 증가여부에 대한 관찰 후 조치가 필요하다. 소단배수로 및 산마루측구에 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
	2019. 09. 16 2019. 12. 27	장진원	B	균열보수, 주의관찰
6	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	353	상주절토5 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 보수부 재균열, 뒷채움재 유실이 발생한 것으로 조사되었다. 또한 사면부의 경우 일부구간 심한풍화 및 켄기파괴위험구간이 확인되었으며, 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하며, 특히 1단 사면 켄기파괴위험구간의 경우 주기적인 점검을 통한 주의관찰이 요망된다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수, 주의관찰
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	353	상주절토5 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 보수부 재균열, 뒷채움재 유실이 발생한 것으로 조사되었다. 또한 사면부의 경우 일부구간 심한풍화 및 켄기파괴위험구간이 확인되었으며, 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하며, 특히 1단 사면 켄기파괴위험구간의 경우 주기적인 점검을 통한 주의관찰이 요망된다.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	양호	균열보수, 주의관찰

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
8	2중 성능평가	(주)명성 엔지니어링	1,182	안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사·평가하였음. 상태안전성능평가 결과, 불연속면의 특성 및 지반 변형상태 등은 양호한 것으로 확인되었고, 상태안전성능평가 결과 A등급으로 평가됨. 일부 구간에서 소단배수로 균열, 산마루측구 균열이 조사되었으나, 현재 손상 상태는 경미한 결함으로 시설물의 안전성에 미치는 영향은 매우 미소한 상태임. 상기와 같은 사항을 종합적으로 분석한 결과, 외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준인 A등급으로 평가됨. 내구성능평가는 시간에 따라 변화하는 안전성능 저하에 영향을 미치는 요소에 대한 평가로서 본 비탈면의 절리상태 및 표면 보호상태에 대한 평가를 시행하였음. 그 결과 일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준인 B등급으로 평가됨. 안전성능평가, 내구성능평가 결과를 종합적으로 분석할 때, 일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준인 A(우수)등급으로 평가됨. 본 절토사면의 성능평가 결과, 성능목표를 상회하는 "A등급" 상태로 주기적인 점검 및 관리를 통한 평가저해요소에 대한 관리가 이루어진다면 시설물의 안전 및 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단됨.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	A	균열보수, 주의관찰
9	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	353	상주절토 05 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 보수부 재균열, 뒷채움재 유실이 발생한 것으로 조사되었다. 또한 사면부의 경우 일부구간 심한풍화 및 켜기파괴위험구간이 확인되었으며, 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하며, 특히 1단 사면 켜기파괴위험구간의 경우 주기적인 점검을 통한 주의관찰이 요망된다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	균열보수, 정비, 주의관찰

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	504	- 심한풍화 - 배수시설 균열 및 토사퇴적 발생
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	- 균열보수, 정비, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 사면부 심한풍화, 이완암 - 배수시설 균열 및 보수부 재균열, 토사퇴적
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	- 균열보수, 정비, 주의관찰
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 사면부 심한풍화, 이완암 - 배수시설 균열 및 보수부 재균열, 토사퇴적
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	- 균열보수, 정비, 주의관찰
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 사면부 심한풍화, 이완암 - 배수시설 균열 및 토사퇴적
	2023. 04. 03 2023. 06. 30	정지운	양호	- 균열보수, 정비, 주의관찰
14	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	739	- 심한풍화, 이완암 - 배수시설 균열 및 토사퇴적 발생
	2023. 07. 03 2023. 12. 08	이상훈	양호	- 균열보수, 정비, 주의관찰
15	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 사면부 이완암 - 배수시설 균열 및 토사퇴적
	2024. 06. 10 2024. 06. 28	정지운	양호	- 균열보수, 청소, 지속관찰
16	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 사면부 이완암 - 배수시설 균열 및 토사퇴적
	2024. 09. 23 2024. 12. 03	정지운	양호	- 균열보수, 청소, 지속관찰
17	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 사면부 이완암, 보통~심한풍화 - 배수시설 균열 및 토사퇴적
	2025. 03. 24 2025. 06. 18	정지운	양호	- 주입보수, 청소, 지속관찰

5.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	보통~심한풍화 이완암	주의관찰 주의관찰
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적 산마루측구 균열	주입보수 정비 주입보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 사면부 보통~심한풍화구간은 전회와 비교시 진전은 미미하나, 지표수에 영향을 받을 수 있으므로, 특히 장마기간은 주의관찰이 필요하다. 배수시설에 발생한 균열 및 토사퇴적은 미미하여, 배수기능에 큰 문제는 없는 보통 상태이나, 원활한 유지관리를 위해 균열보수 및 정비를 실시하는 것이 요망된다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 4.440km	52.9	116.9	경암	
2구간 4.540km	53.3	119.1	경암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 52.9~53.3로 측정되었으며, 추정강도 116.9~119.1MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토05		표 번 호	【표 5.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.25	B	근거표번호	【표 5.4.7】
	2구간	0.25	B		【표 5.4.8】
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.25	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

라. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	심한풍화	주의관찰	300.0	450.00	m²	—	—	—
	이완암	주의관찰	300.0	450.00	m²	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	15.50	23.25	m	65	1,511	1
	소단배수로 토사퇴적	정비	3.00	4.50	m³	25	113	3
	산마루측구 균열	주입보수	5.00	7.50	m	65	488	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,999		0		113		
	재경비 (순공사비의 50%)	1,000		0		57		
	합계	2,999		0		170		
개략공사비 총계(천원)		3,169						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

바. 종합결론

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.

5.2.5 2종 성능평가 실시결과(2020년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	상주절토05		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.140	A	인장균열 없음
구조안전성능	0.080	A	특이파괴 유형 없음
안전성능	0.140	A	
안전성능 결과	○상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ○안전성능평가 결과 : A등급		

나. 내구성능평가 결과

평가항목	등급	등급 점수 (a)	가중치 (b)	결합지수 (a) × (b)
지반상태(암반)	a	0.08	0.33	0.026
절리상태 및 풍화진행도	b	0.23	0.53	0.122
표면보호공	a	0.08	0.14	0.011
결합도 지수				0.159
등 급				B

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	상주절토05		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.140	A	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.159	B	0.2	
종합평가 결과	○사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn))$ $= (0.140 \times 0.8) + (0.159 \times 0.2) = 0.144$ ○종합평가 결과 : A등급			

라. 종합결론

본 절토사면의 성능평가 결과, 성능목표인 "B등급" 이상인 "A등급" 인 상태로 주기적인 점검 및 관리를 통한 평가저해요소에 대한 관리가 이루어진다면 시설물의 안전 및 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

5.2.6 시설물 보수 이력

2017년 06월에 준공되어 현재 FMS(시설물정보종합관리시스템)에 등록된 보수·보강실적은 없으나, 시설물의 하자보수를 실시한 것이 확인되었다.

【표 5.2.3】 보수이력사항

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)
1	—	보수	배수로	—
	—		균열보수(하자)	—

5.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 5.2.4】 내진설계 여부 확인

적용유무		내진설계								비고	
유		•내진등급 : 내진 I등급 (고속도로) •지진구역계수 : 0.11 (경상북도) •위험도계수 : 1.4 (재현주기 1000년) •가속도계수 : 0.154 (0.11 ×1.4)									
3.3 검토결과											
3.3.1 검토결과											
구분(STA.)		평사투영해석			한계평형해석				비고		
		평면	쌓기	전도	구분	건기시	우기시	지진시			
상주 방향	2+240~2+520	토사사면	-	-	-	원호	5.18	4.54	3.61	안정	
	3+580~4+020	토사사면	-	-	-	원호	1.57	1.31	1.13	안정	
		암반사면	안정	안정	안정	평면	-	-	-	안정	
	4+320~4+720	쌓기	-	-	-	안정	-	-	-	안정	
		토사사면	-	-	-	원호	1.91	1.38	1.11	안정	
	암반사면	안정	안정	안정	평면	-	-	-	안정		
영천 방향	1+000~1+400	쌓기	-	-	-	안정	-	-	-	안정	
		토사사면	-	-	-	원호	1.98	1.45	1.21	안정	
		평면	-	-	-	안정	-	-	-	안정	
	1+540~1+720	암반사면	안정	불안정	안정	쌓기	8.93	8.75	7.49	안정	
		토사사면	-	-	-	원호	2.35	1.68	1.18	안정	
		토사사면	-	-	-	원호	2.05	1.52	1.13	안정	
	2+240~2+360	토사사면	-	-	-	원호	2.39	1.96	1.51	안정	
		토사사면	-	-	-	원호	3.15	2.52	1.95	안정	
		토사사면	-	-	-	원호	2.41	1.66	1.31	안정	
	4+300~5+120	토사사면	-	-	-	원호	3.12	2.32	1.62	안정	
		평면	-	-	-	안정	-	-	-	안정	
암반사면	안정	안정	안정	쌓기	-	-	-	안정			

4) 상주방향 STA. 4+320~4+720

검토단면 STA. 4+480

건기시

적용구배	해석안전율	기준안전율	판정
1:1.2~1.8	1.91	1.5	0.K

우기시

지진시

적용구배	해석안전율	기준안전율	판정
1:1.2~1.8	1.38	1.3	0.K

상주~영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

32

(a) 구조계산서

(b) 구조계산서

5.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

5.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 5.2.5】 수집자료 검토결과 및 점검방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 준공도면 - 실시설계보고서	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행
유 지 관 리 자 료	◇ 기 성능평가 보고서 ◇ 기 정밀안전점검 보고서 ◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템 보수 및 점검이력	◇ 사면부 심한풍화 ◇ 배수시설 균열 ◇ 배수로 균열보수(하차)	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인

5.3 현장조사 및 시험

5.3.1 현황 및 특성

대상시설물은 고속국도 301호선(상주영천고속도로) 상에 위치한 절토사면으로, 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황, 사면특성, 구간분할, 외관조사 및 재료시험 결과는 다음과 같다.

가. 일반현황 조사결과

【표 5.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2025. 10. 01.		조 사 자	정 지 운	
일 기	맑음		준공년도	2017년 06월 27일	
행정구역	경상북도 상주시 낙동면 장곡리				
위 치	시점 : 36 ° 22 ' 22 " 128 ° 16 ' 46 "				
	종점 : 36 ° 22 ' 17 " 128 ° 16 ' 54 "				
도 로	관리이정 : 4.330 ~ 4.630 km				
	왕복 4차선		도로폭 : 20.0m		
	교통량 : 50,000대/일				
절토사면	길 이 : 300.0m		높 이 : 53.0m		
	경 사/경사방향 : 45/219				
	도로와의 이격거리 : 평균 3.5m				
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 5.0m		
	소 단 : 10				
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -		
	낙석 평균크기 : -				
	낙석 최대크기 : -				
	뜯돌 존재유무 : 없음		뜯돌의 양 : -		
절토사면 시공현황	종 류		위 치		상 태
	낙석방지울타리		4.390~4.580k		양호
	산마루 측구		4.330~4.370k, 4.530~4.630k		양호
	소단배수로		4.370~4.610k		균열
	야생동물유도울타리		4.330~4.390k, 4.580~4.630k		양호
	점검용 계단		4.500k, 4.520k, 4.610~4.630k		양호
붕괴이력	유 형		규 모		위 치
기 타	·				

나. 사면특성 조사결과

【표 5.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형		
	중단면 형상				
	기타 특징		-		
절토사면의 특성	중 형 단 면		중 단 면 특 성		
상부 자연사면	경 사 도	20°			
	인장균열	무			
	포행흔적	무			
	수목의 기울어짐	무			
	인공구조물	무			
	산마루측구	유			
	계곡부	무			
지 질					
	지질각론	선캠브리아기에 형성된 흑운모화강암질 편마암을 중생대 주라기에 관입한 흑운모화강암이 기반암을 이룬다. 백악기 중성암맥 및 산성암맥이 다수 관입하여 분포하는 양상을 보이며 낙동강변을 중심으로 제4기 충적층이 두텁고 넓게 분포하고 있다.			
식 생	① 종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수
	② 밀 도	하	-그루/m²	-그루/m²	-그루/m²
	③ 근계특징	천근성 (O), 심근성 ()			

다. 사면 구간분할 결과

사면의 구간분할 기준

- 1) 사면의 구성재료(토사, 연약암반, 파쇄암반, 절리암반)가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 3) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

현장조사, 재료시험 및 상태평가는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2024. 12, 국토교통부, 국토안전관리원), 지형특성, 절토사면 시공현황, 사면의 유지관리 및 점검시 외관조사망도 직관성(상주기점 가까운 쪽을 1구간) 등을 종합적으로 고려하여 다음 표와 같이 2개의 구간으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

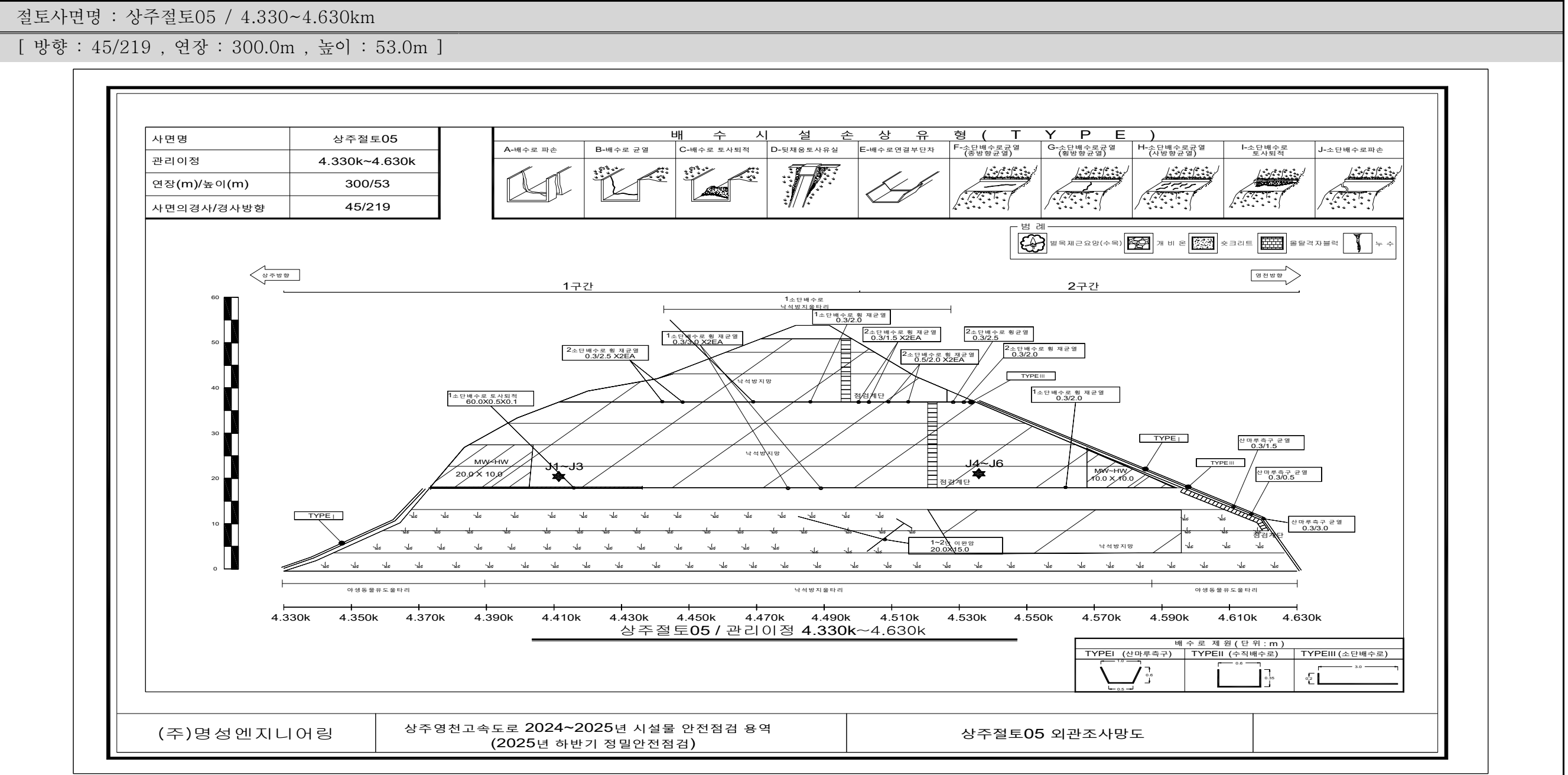
사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 5.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	경사/경사방향	토층심도	구성물질
1구간	4.330~4.500	170.0	53.0	45/219	5.0m	암
2구간	4.500~4.630	130.0	53.0	45/219	5.0m	암



5.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



Bieniawski의 RMR 분류												No.	J1	J2	J3	J4	J5	J6			
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		방향	26/171	73/161	83/064	26/170	26/175	70/180			
> 2		20		< 1		6		tight		6		간격	10	10	10	10	10	10			
0.6~2		15		1~3		4		< 0.1		5		연장	4	4	4	4	4	4			
0.2~0.6		10		3~10		2		0.1~1		4		틈새	5	5	5	5	5	5			
0.06~0.2		8		10~20		1		1~5		1		거칠기	3	3	5	3	5	3			
< 0.06		5		> 20		0		> 5		0		충전물	4	4	4	4	4	4			
												풍화도	3	1	3	3	3	1			

5.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 상주절토05의 관리이정 4.330~4.500k의 구간으로 연장 170.0m, 높이 53.0m로 구성 물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 낙석방지망, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 인장균열 및 이완암괴, 지반의 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 낙석방지망이 시공되어 있으며, 망내 노출암반을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도로 판단된다. 풍화의 경우 전회와 비교시 진전은 미미한 상태이다. 상기 손상은 절개면 노출부로 지속적인 지표수 유입 및 풍화작용 등의 원인으로 발생한 손상으로 위험성은 낮으나 주기적인 주의관찰을 실시하는 유지관리를 제안하는 바이다.

3) 사면하부

- 사면하부는 L형측구, 낙석방지울타리, 야생동물유도울타리 등이 설치되어있으며, 구조물의 변형 및 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 도로와의 이격거리는 3.5m정도의 거리를 유지하고 있다.

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지울타리(4.390~4.500k), 야생동물유도울타리(4.330~4.390k), 점검계단(4.500k)이 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구가 시공되어 있다.
- 균열 및 토사퇴적 등의 손상이 조사되었고, 상기 발생한 손상은 시공당시 다짐미흡으로 압밀 작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생한 것으로 판단되며, 지표수의 유입 및 장기공용으로 인해 진전될 수 있으므로 유지관리를 위해 주입보수가 필요하다. 토사퇴적은 지표수에 의한 사면부 풍화토가 퇴적된 것으로 판단되며, 원활한 배수를 위해 정비가 필요하다.

6) 공중이 이용하는 부위

- 추락방지시설, 도로포장은 손상이 확인되지 않은 양호한 상태이며, 도로부 신축이음부, 환기구 등 덮개는 관찰되지 않았다.

			
현 황	4.480k 소단배수로 균열(0.3/2.0)	현 황	4.410k 배수시설 토사퇴적(60*0.5*0.1)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	사면부 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	정비
			
현 황	4.390k 심한풍화(20.0*10.0)	현 황	2023년 정밀안전점검
원 인	절개면 노출부, 지표수유입, 풍화작용	원 인	절개면 노출부, 지표수유입, 풍화작용
대 책	주의관찰	대 책	주의관찰

【사진 5.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

【표 5.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	심한풍화	m ²	200.00	1	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	13.00	5	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	3.00	1	정비	

나. 2구간

2구간은 상주절토05의 관리이정 4.500~4.630k의 구간으로 연장 130.0m, 높이 53.0m로 구성 물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 낙석방지망, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 인장균열 및 이완암괴, 지반의 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 식생공이 시공되어 있으며, 양호한 상태이다. 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도로 판단된다.
- 점검결과, 4.570k 보통~심한풍화(10.0*10.0), 4.530k 이완암(20.0*15.0)이 확인되었고, 전회와 비교결과 진전은 미미한 상태이다. 상기 손상은 절개면 노출부로 지속적인 지표수 유입 및 장기공용 등의 원인으로 발생한 손상으로 소단배수로 설치 및 풍화구간의 경사도, 이완암 구간은 낙석방지망 설치 등을 종합적으로 판단할 때 위험성은 낮으나 주기적인 주의관찰을 실시하는 유지관리를 제안하는 바이다.

3) 사면하부

- 사면하부는 L형측구, 낙석방지울타리, 야생동물유도울타리 등이 설치되어있으며, 구조물의 변형 및 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 도로와의 이격거리는 3.5m정도의 거리를 유지하고 있다.

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지울타리(4.500~4.590k), 야생동물유도울타리(4.590~4.630k)가 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구가 시공되어 있고, 균열이 조사되었다.
- 상기 발생한 손상은 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수가 필요하다.

6) 공중이 이용하는 부위

- 추락방지시설, 도로포장은 손상이 확인되지 않은 양호한 상태이며, 도로부 신축이음부, 환기구 등 덮개는 관찰되지 않았다.

			
현황	자연사면 전경	현황	사면 정면 전경
원인	—	원인	—
대책	—	대책	—
			
현황	4.580k 2단 보통~심한풍화(10.0*10.0)	현황	4.580k 2단 보통~심한풍화(10.0*10.0)
원인	지표수 유입, 장기공용	원인	지표수 유입, 장기공용
대책	주의관찰	대책	주의관찰
			
현황	4.610k 산마루측구 균열(0.3/0.5)	현황	4.610k 산마루측구 균열(0.3/1.5)
원인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대책	주입보수	대책	주입보수

【사진 5.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	4.500k 소단배수로 재균열(0.3/1.5*2ea)	현 황	4.500k 소단배수로 재균열(0.3/2.5)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수
			
현 황	4.520k 소단배수로 재균열(0.5/2.0)	현 황	4.520k 소단배수로 재균열(0.5/2.0)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 5.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황

【표 5.3.5】 2구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	보통~심한풍화	m ²	100.00	1	주의관찰	
	이완암	m ²	300.00	1	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	13.50	7	주입보수	
	산마루측구 균열	m	5.00	3	주입보수	

5.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결함 항목별 발생원인 분석

【표 5.3.6】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	발생원인	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—	—
사면부	보통~심한풍화	집중강우, 장기공용	주의관찰
	이완암	집중강우, 장기공용	주의관찰
사면하부	상태양호	—	—
배수시설	소단배수로 균열	다짐미흡, 우수유입	주입보수
	소단배수로 토사퇴적	표층유실에 의한 퇴적	정비
	산마루측구 균열	다짐미흡, 우수유입	주입보수
부대시설	상태양호	—	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 사면부 보통~심한풍화구간은 전회와 비교시 진전은 미미하나, 지표수에 영향을 받을 수 있으므로, 특히 장마기간은 주의관찰이 필요하다. 배수시설에 발생한 균열 및 토사퇴적은 전회와 비교시 진전은 미미하여, 배수기능에 큰 문제는 없는 보통 상태이나, 원활한 유지관리를 위해 균열보수 및 정비를 실시하는 것이 요망된다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.		

【표 5.3.7】손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	보통~심한풍화	m ²	300.00	2	주의관찰	
	이완암	m ²	300.00	1	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	26.50	12	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	3.00	1	정비	
	산마루측구 균열	m	5.00	3	주입보수	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교(결함의 진행성 분석)

전회(2023년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 전회 점검이후 배수시설 균열이 추가 조사되어 손상물량은 증가한 것으로 확인되었다.

【표 5.3.8】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2023년)		금회(2025년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면부	보통~심한풍화	m ²	300.00	2	300.00	2	—	
	이완암	m ²	300.00	1	300.00	1	—	
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	15.50	7	26.50	12	▲11.00	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	3.00	1	3.00	1	—	
	산마루측구 균열	m	5.00	3	5.00	3	—	

5.3.5 공중이 이용하는 부위 점검

비탈면 시설물 중 공중의 안전에 영향을 미치는 것으로 인정되는 부위에 대하여 세부지침에 의거한 점검항목 및 점검내용은 다음과 같다.

【표 5.3.9】 공중이 이용하는 부위 점검내용

구 분	점검 결과	비고
추락방지시설	추락방지시설인 점검계단은 손상이 관찰되지 않은 양호한 상태로, 유지관리에 문제가 없는 것으로 판단된다.	
도로부 포장	도로부 포장은 조사결과 손상이 관찰되지 않아 차량 주행에 특별한 문제가 없는 것으로 판단된다.	
도로부 신축이음부	해당사항 없음	
환기구 등의 덮개	해당사항 없음	
기타	해당사항 없음	

5.3.6 재료시험 결과

상주절토05은 비탈면 분류결과 암반사면으로 판정되었고, 암반사면 재료시험인 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 및 풍화등급, 불연속면 특성조사를 분할된 구간별로 시험을 실시하였다.

가. 반발경도시험

1) 반발경도시험 위치 및 결과

암반용 슈미트해머를 이용한 반발경도시험은 구간별로 1회씩 강도조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 세부시험값은 부록에 첨부하였다.

【표 5.3.9】 반발경도시험 결과

시험위치	상위50% 평균값 (대표값)	일축압축강도 추정 (MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 4.440km	51.6	91.0	경암	
2구간 4.540km	54.1	101.3	경암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값(대표값)은 51.6~54.1 으로 측정되었으며, 일축압축강도추정 91.0~101.3MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

2) 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2023년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 반발경도시험 후 값을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 조사위치와 기타 요인으로 인해 다소 차이가 발생하였으나, 대체적으로 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 평가되었다.

【표 5.3.10】 이전 정밀안전점검과의 반발경도 비교

구 분	위 치	전회(2023년)	금회(2025년)	비고
		추정강도(MPa)	추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	116.9	91.0	경암
	2구간	119.1	101.3	경암

상주절토05 반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구분	내용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 10. 01. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 외관조사 위치(m) 참조
시험 대상 구조물	상주절토05 (L=300.0m, H=53.0m)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정, 암반노출부
시험시의 온도	19.3℃, 3000일 이상
표본 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구분	내용
측정기의 종류	슈미트 해머 암반형
3. 시험 방법	
구분	내용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정치의 상위 50% 의 평균값
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 불연속면 특성 조사

1) 불연속면 조사 위치

상태평가에서 실시한 사면분류 및 구간분할에 따라 구간을 분할하였고, 구간별 불연속면에 대해 조사를 실시하였다. 조사위치는 외관조사 결과현황도(Face Map)에 표시하여 지속적이고 연속적인 유지관리가 될 수 있게 하였다.

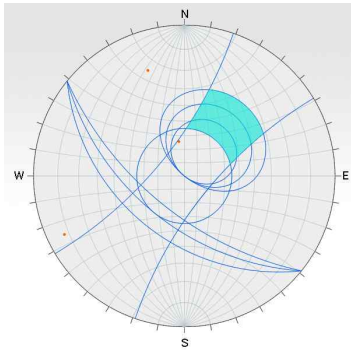
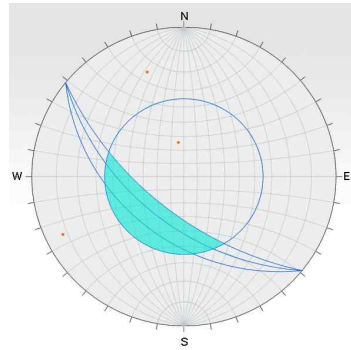
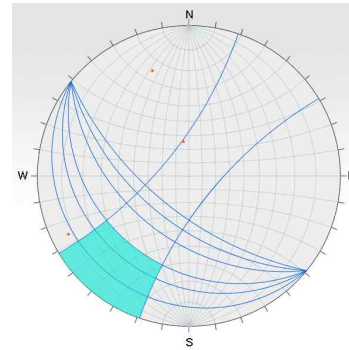
		
경사/방향 측정	거칠기 측정	간격 측정

【사진 5.3.3】 불연속면 측정 현황

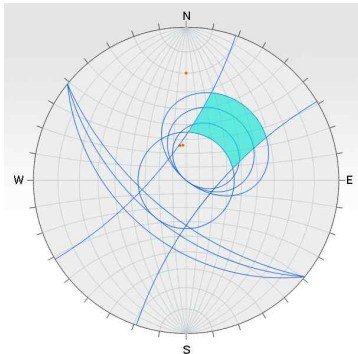
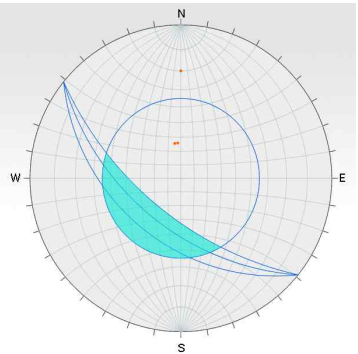
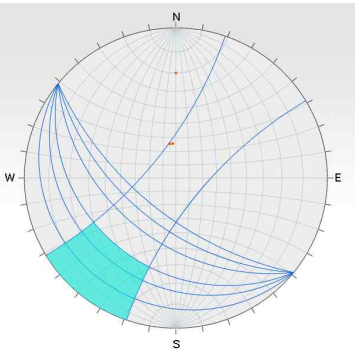
2) 불연속면 조사 결과

불연속면 조사는 구간별로 각 3개조를 실시하였으며, 불연속면의 특성 조사결과는 다음의 표와 같다.

【표 5.3.11】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분		J1	J2	J3	절리상태 점수		
					J1	J2	J3
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		26/171	73/161	83/064	—	—	—
간격(m)		0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6	—	—	—
상세 절리 상태	연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	1.0~3.0	2	2	2
	틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만	2	2	2
	거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	거칠음	4	4	2
	충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	2	2	2
	풍화도	MW	HW	MW	4	6	4
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	2.8	3.2	2.4
암괴크기		—	—	—			
블록형상		불규칙상	불규칙상	불규칙상			
평사투영해석							
평면파괴		썩기파괴		전도파괴			
							
안정		안정		안정			
● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썩기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음							

【표 5.3.12】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분		J4	J5	J6	절리상태 점수		
					J4	J5	J6
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		26/170	26/175	70/180	—	—	—
간격(m)		0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6	—	—	—
상세 절리 상태	연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	1.0~3.0	2	2	2
	틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만	2	2	2
	거칠기	약간 거칠음	거칠음	약간 거칠음	4	2	2
	충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	2	2	2
	풍화도	MW	MW	HW	4	4	6
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	2.8	2.4	2.8
암괴크기		—	—	—			
블록형상		불규칙상	불규칙상	불규칙상			
평사투영해석							
평면파괴		썰기파괴		전도파괴			
							
안정		안정		안정			
● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썰기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음							

5.4 상태평가

5.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 300m의 사면으로서, 지반특성에 따른 사면분류를 실시하였고 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 2구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 표기하였다.

【표 5.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	4.330~4.500km	170m	암반사면	J1~3
2구간	4.500~4.630km	130m	암반사면	J4~6

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면(2024.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 5.4.2]에 수록하였다.

토층심도는 준공도서, 초기점검보고서, 전회 정밀안전점검, 현장조사를 종합적으로 고려하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 불연속면 조사시 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

－ 토층심도율(SR)

$$\cdot SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}}$$

여기서, Soil depth(토사층의 두께), Slope height(사면의 연직 최고높이)

－ 암반의 블록크기 비(BR)

$$\cdot BR = \frac{\text{Block size index (Ib)}}{\text{Slope height (H)}}, Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3}$$

여기서, Si(절리군의 간격) : 현장조사시 측정된 절리군의 간격적용

Ib(블록크기 지수) : Si의 산술평균

Slope height(사면의 연직 최고높이)

【표 5.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{5.0}{53.0} = 0.09$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 91.0MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3} = 0.5, \frac{Ib}{H} = \frac{0.5}{53.0} = 0.009$ 로 0.01이하	파쇄암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{5.0}{53.0} = 0.09$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 101.3MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3} = 0.5, \frac{Ib}{H} = \frac{0.5}{53.0} = 0.009$ 로 0.01이하	파쇄암반	

※ 토층심도율이 0.2~0.4일 경우, 혼합사면으로 규정하여 토사사면과 암반사면의 특성을 모두 고려

구분	S ₁	S ₂	S ₃	Ib	H	블록크기비(BR)
1구간	0.5	0.4	0.6	0.5	53.0	0.009
2구간	0.5	0.5	0.5	0.5	53.0	0.009

다. 강우량

강우에 대한 항목은 해당지역의 최근 30개년의 최대 일강우강도의 누년 평균값을 사용한다.

본 사면은 상주에 위치한 사면으로 기상청자료(최근 23개년)를 획득하여 다음에 정리하였다.

구분	일 최대 강우량(mm)							
일시(year)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
강우량(mm)	192.5	115.5	131.0	114.0	117.0	106.5	105.0	81.5
일시(year)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
강우량(mm)	73.0	128.5	141.0	91.5	90.1	50.3	91.6	133.6
일시(year)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
강우량(mm)	91.6	132.2	107.2	56.5	70.1	136.2	196.1	
평균(mm)	111.0							

5.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가

1-1. 인장균열

인장균열은 없는 것으로 확인되었다. 0점(a)

1-2. 지반변형

지반변형은 없는 것으로 확인되었다. 0점(a)

1-3. 구조물변형

구조물의 변형은 없는 것으로 확인되었다. 0점(a)

1-4. 발생규모

파괴가 없는 상태임 0점(a)

1-5. 절리간격

0.2~0.6m 이므로 3점(c)

1-6. 저면경사

사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리가 없으므로 최상의 등급판정 0점(a)

1-7. 절리상태

1구간 J2의 절리상태 점수는 불연속면에 3.2점으로 기재하여 3점(c)

1-8. 사면경사

사면경사는 45° 로 1:1.0이상, 1:0.7미만으로 3점(c)

1-9. 강우 및 지하수

1일 강우량은 본 사면 지역 최근 30개년 최대 일강우강도의 누년 평균값인 111.0mm이며, 지하수위는 시추조사 미설시로 육안으로 조사하여 누수 등의 손상이 없으므로 3점(c)

1-10. 절취상태

실시설계보고서 자료를 참고하여 일반발파에 의해 시공된 것으로 판단되어 3점(d)

1-11. 배수조건

배수시설은 소단배수, 측구가 있으므로 보통인 2점(c)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 1점(a)

【표 5.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토05		표번호	[표 5.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	4.330~4.500km	
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위치	규모		
1-4	-	-	-	0	
조사일시	2025. 10. 01		조사자	정 지 운	

【표 5.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토05		표번호	[표 5.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	4.330~4.500km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리가 없음	0		
1-7		절리상태	유리(절리상태 점수 3.2점)	3	J2	
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	3		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	111.0mm(상주)	3	3	
		지하수위	누수 등의 손상없음	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	나쁨	3		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2025. 10. 01		조사자	정 지 운		

나. 2구간 상태평가

1-1. 인장균열

인장균열은 없는 것으로 확인되었다. 0점(a)

1-2. 지반변형

지반변형은 없는 것으로 확인되었다. 0점(a)

1-3. 구조물변형

구조물의 변형은 없는 것으로 확인되었다. 0점(a)

1-4. 발생규모

파괴가 없는 상태임 0점(a)

1-5. 절리간격

0.2~0.6m 이므로 3점(c)

1-6. 저면경사

사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리가 없으므로 최상의 등급판정 0점(a)

1-7. 절리상태

2구간 J6의 절리상태 점수는 불연속면에 2.8점으로 기재하여 3점(c)

1-8. 사면경사

사면경사는 45° 로 1:1.0이상, 1:0.7미만으로 3점(c)

1-9. 강우 및 지하수

1일 강우량은 본 사면 지역 최근 30개년 최대 일강우강도의 누년 평균값인 111.0mm이며, 지하수위는 시추조사 미설시로 육안으로 조사하여 누수 등의 손상이 없으므로 3점(c)

1-10. 절취상태

실시설계보고서 자료를 참고하여 일반발파에 의해 시공된 것으로 판단되어 3점(d)

1-11. 배수조건

배수시설은 소단배수, 측구가 있으므로 보통인 2점(c)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 1점(a)

【표 5.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

시설물명	상주절토05		표번호	[표 5.4.5]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	4.500~4.630km	
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위치	규모		
1-4	-	-	-	0	
조사일시	2025. 10. 01		조사자	정 지 운	

【표 5.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

시설물명	상주절토05		표번호	[표 5.4.6]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	4.500~4.630km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리가 없음	0		
1-7		절리상태	유리(절리상태 점수 2.8점)	2	J6	
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	3		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	111.0mm(상주)	3	3	
		지하수위	누수 등의 손상없음	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	나쁨	3		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2025. 10. 01		조사자	정 지 운		

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 2구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.24로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 절취상태로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 5.4.7】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			상주절토05				표번호
근거표번호			[표 5.4.3], [표 5.4.4]				[표 5.4.7]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리간격	3	c	18	f2=0.35	c
		⑥ 저면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	3	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	3	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	3	d			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					18	F=0.24	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 18 / 52 = 0.35 ○상태평가등급(F) : 18 / 76 = 0.24					

【표 5.4.8】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			상주절토05				표번호
근거표번호			[표 5.4.5], [표 5.4.6]				[표 5.4.8]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리간격	3	c	18	f2=0.35	c
		⑥ 저면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	3	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	3	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	3	d			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					18	F=0.24	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 18 / 52 = 0.35 ○상태평가등급(F) : 18 / 76 = 0.24					

【표 5.4.9】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
상주절토05	0.24	B	0.24	B	0.24	B

라. 공중이 이용하는 부위

본 사면에는 공중이 이용하는 부위인 [추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개] 중 추락방지시설, 도로포장이 있으며, 이에 대한 평가결과 추락방지시설은 a등급, 도로포장은 a등급으로 평가되었고, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개는 없는 것으로 확인되었다.

1) 추락방지시설

평가기준	상 태
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

2) 도로포장

평가기준	상 태
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불편감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

3) 도로부 신축이음부

평가기준	상 태
a	○ 신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○ 신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○ 신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○ 신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○ 신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

4) 환기구 등의 덮개

평가기준	상 태
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

5.5 종합평가 및 안전등급 지정

5.5.1 종합평가 결과

본 과업은 정밀안전점검 과업으로서 안전성평가를 실시하지 않은 관계로 상태평가 결과를 종합평가 결과로 같음하였으며, 그 다음과 같다.

【표 5.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토05		표 번 호	【표 5.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.24	B	근거표번호	【표 5.4.7】
	2구간	0.24	B		【표 5.4.8】
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.24	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

5.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 절토사면의 안전등급은 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

【표 5.5.2】 안전등급 기준

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	· 문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	· 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태
C (보통)	· 보통의 손상, 결함이 발생하였으나 안전성에 지장이 없으며, 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	· 손상, 결함이 진전되고, 파괴 잠재성이 존재하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	· 심각한 손상, 결함 및 파괴 잠재성에 의하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

5.5.3 이전 정밀안전점검과의 비교

【표 1.5.3】이전 정밀안전점검과의 비교

평가구분		전차 정밀안전점검(2023년)		금회 정밀안전점검(2025년)	
		결함지수	평가결과	결함지수	평가결과
상태평가	1구간	F=0.25	B	F=0.24	B
	2구간	F=0.25	B	F=0.24	B
안전성평가		해당없음	—	해당없음	—
등급 변경사유		저면경사에 대한 결함점수가 감소하여 결함지수가 다소 감소하였으나 등급의 변경은 없는 상태이다.			

5.6 보수·보강 및 유지관리방안

5.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 5.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	보통~심한풍화	주의관찰	300.00	450.00	m ²	—	—	—
	이완암	주의관찰	300.00	450.00	m ²	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	26.50	39.75	m	65	2,584	1
	소단배수로 토사퇴적	정비	3.00	4.50	m ³	25	113	3
	산마루측구 균열	주입보수	5.00	7.50	m	65	488	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	3,072		0		113		
	재경비 (순공사비의 50%)	1,536		0		57		
	합계	4,608		0		170		
개략공사비 총계(천원)		4,778						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

5.6.2 유지관리방안

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 사면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 5.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	• 보통~심한풍화 구간 → 지표수 및 해빙기에 대해 취약하므로, 주기적인 점검으로 통해 손상의 진전유무에 대한 확인, 유지관리를 실시	
배수 시설	• 배수로 균열 구간 → 균열부에 대한 보수가 필요하며, 보수후에도 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요	

5.7 종합결론

5.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한 풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 사면부 보통~심한풍화구간은 전회와 비교시 진전은 미미하나, 지표수에 영향을 받을 수 있으므로, 특히 장마기간은 주의관찰이 필요하다. 배수시설에 발생한 균열 및 토사퇴적은 전회와 비교시 진전은 미미하여, 배수기능에 큰 문제는 없는 보통 상태이나, 원활한 유지관리를 위해 균열보수 및 정비를 실시하는 것이 요망된다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 51.6~54.1으로서 추정강도 91.0~101.3MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1, 2구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.24로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 절취상태로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “B등급 : 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태”으로 지정하였다.

5.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.
- 대상 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

5.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 보통~심한풍화구간에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리 실시가 필요하다.
- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

5.7.4 기타 필요한 사항

- 시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.