

4. 영천절토04

4.1 시설물 개요

4.2 자료수집 및 분석

4.3 현장조사 및 시험

4.4 상태평가

4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.6 보수·보강 및 유지관리 방안

4.7 종합결론

4. 영천절토04

4.1 시설물의 개요

영천절토04는 경상북도 상주시 낙동면 장곡리(상주영천고속도로 4.300~5.120km)에 위치한 사면으로서 총 연장 820.0m, 높이 48.0m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다. 또한, 준공 이후 별도의 용도변경 없이 공용중이다.

4.1.1 일반사항

【표 4.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000019		관리번호	SY SL4
시설물명	영천절토04		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경상북도 상주시 낙동면 장곡리		
	위치좌표	시점 : 36 ° 22 ' 21 " 128 ° 16 ' 44 "		
		종점 : 36 ° 22 ' 7 " 128 ° 17 ' 1 "		
	관리이정	4.300~5.120km		
	공구이정	1공구 STA.4+300~5+120		
제 원	연 장	820.0m	높 이	48.0m
	경사/방향	45/038	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	20°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	대림산업(주)
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 수직도수로, 낙석방지울타리, 계단식옹벽, 개비온		
비 고				

4.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 4.1.1】 위치도

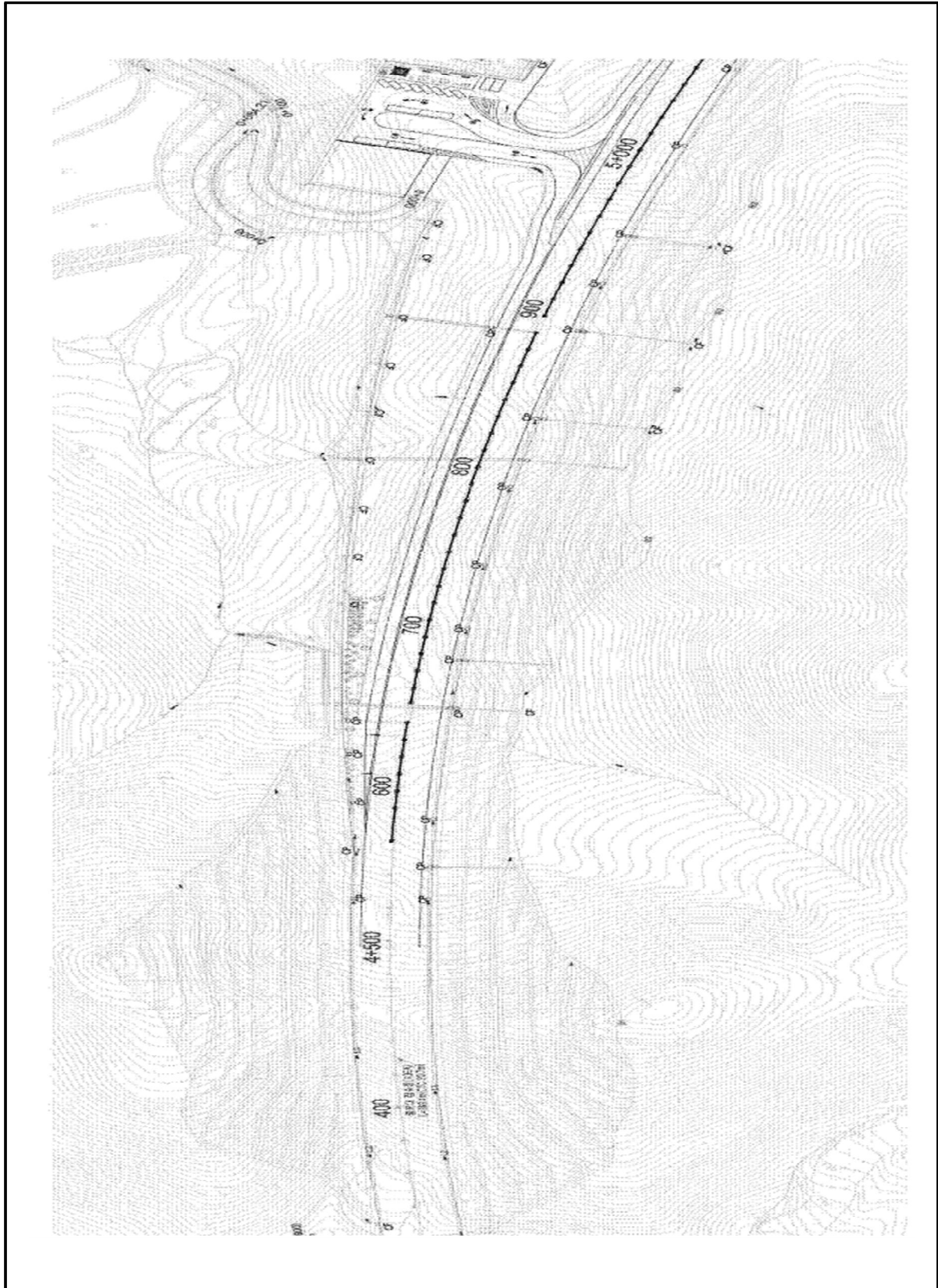


【그림 4.1.2】 전경사진

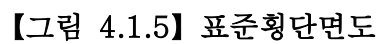
	
1소단 배수로 전경	상부사면 전경
	
점검계단, 산마루측구 전경	수직도수로 전경
	
옹벽, 개비온 전경	도로부, 낙석방지울타리 전경

【그림 4.1.3】 부재별 현황

4.1.3 시설물 일반도



【그림 4.1.4】 평면도



4.2 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.

4.2.1 자료수집 현황

【표 4.2.1】 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		○	

4.2.2 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
토사	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 (불회암)	5m 이상	1:0.7~1.0	1:1.0	1:1.0	1:1.2
	0~5m				1:1.0
발파암	면갈	1:0.5~0.7	1:0.5	1:0.5	1:1.0
	경암				1:0.8
	5m 이상				1:0.8
	0~5m				1:0.5

(한국지반공학회 학술발표집, 1995)

나. 토사지반에 대한 방벽기 비탈면 표준경사

원지반의 토질	비탈면높이	경사	비고
모래	일설하고 일도불함	1:1.5 이상	SM, SP
사질토	일설	5m 이하	1:0.8 ~ 1:1.0
	5~10m	1:1.0 ~ 1:1.2	SM, SP
	필설하지 않을	5m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2
	일도불함	5~10m	1:1.2 ~ 1:1.5
지갈토는 암과 섞인 사질토	일설	10m 이하	1:0.8 ~ 1:1.0
	도는 리도양호	10~15m	1:1.0 ~ 1:1.2
	필설하지 않거나 일도불함	10m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2
	10~15m	1:1.2 ~ 1:1.5	SM, SC
점토 및 점성토	0~10m	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH
암과 또는 중박을 섞인 점성토	5m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	GM, GC
	5~10m	1:1.2 ~ 1:1.5	

* 동적충격에서는 경주시 흙물이 자주 발생하므로 풍화 강유토층보다 비탈면경사를 완충시키는 것이 바람직함.

상주~영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

9

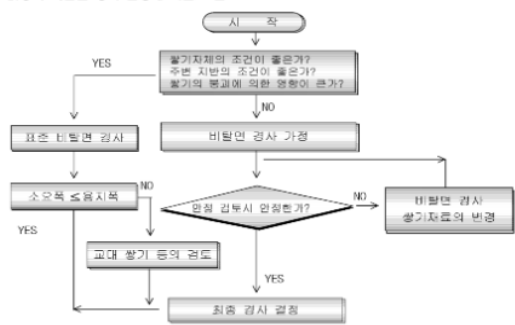
나. 암반특성에 따른 방벽기 비탈면 표준경사

암석종류 (경도)	암반파괴상태		굴착 난이도	경사	소단 설치	비고
	T.C.R %	R.Q.D %				
풍화암 또는 연경암으로 파쇄가 심한경우	20%이하	10%이하	리딩암	1:1.0~1.2	H-5m (H-3m 소단 설치)	• 조화단 기준 매20m 마 다 3m 소단 설치 • 리딩암과 발파암 사이 는 소단 설치하지 않음 • 소단사이에 토사와 리 딩 구별선이 발생시 많 은폭 비탈면 경사 적용
강한 불회암으로 파쇄가 거의 없는 경우와 대부분의 연경암	20~40%	10~25%	발파암 (연암)	1:0.8~1.0	H-10m (H-5m 소단 설치)	
	40~60%	25~50%	발파암 (조발암)	1:0.7	1~2m 폭	
	60%이상	50%이상	발파암 (경암)	1:0.5	H-20m (H-10m 소단 3m 폭)	

(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 설계계책반도에 따른 해당지역의 경우경도, 경우지속시간 등을 고려하여 안정해석을 수행하고 적용 설계경도와 해석방법을 정확히 기술하여야 한다" 라고 제시하고 있으므로 이를 근거로 검토 조건 및 방법을 수립하였다.

가. 침투해석 방법

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

구분	지하수위	
	건기시	무기시
주기 비탈면	지하수위 미고려	침투해석 결과 적용

나. 적용 경우경도 선정

구분	지속시간	경우경도
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 B	II 등급	I 등급	특등급				
공공방재 A				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, 선정된 지진계수는 다음과 같다.

구분	지진계수		비고
	구역계수	위험도계수	
방벽기	0.11	1.4	0.154

2.2.6 비탈면 설계기준 요약

구분	방기높이	비탈면표준경사	해석방법	해석 기준안전율
토사	5m 이하	1:1.5~1:1.8	한계평형해석	• 건기시 $F_s \geq 1.5$ (지하수위 미고려) • 무기시 $F_s \geq 1.3$ (침투해석 적용시) • 지진시 $F_s \geq 1.1$
	0~5m	1:1.2		
리딩암	-	1:1.0	경사부일해석 한계평형해석	
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 시점으로 하여 경상북도 의성군 단밀면 낙동리를 종점으로 하는 연장 약 7.99km 구간에 해당한다.

과입지역을 현판도의 동서부를 가로지르는 낙동강의 상류지역에 속하며, 태백산맥에서 분기한 일월산맥의 주축에 도록의 동북부를 북북서-남남동 방향으로 절주하는 지형이다. 과입지역은 안계령아를 위치하여 비교적 완만한 경사를 가진 지평한 구릉지를 이룬다.

서북부 건지봉(420m)과 안계령 봉양동 봉화재는 표상의 산봉이 NE 방향의 중영선을 중심으로 어긋나며 대칭적으로 배열되어 있는 지형상의 특징을 갖고 있다.

본 조사지역 인근의 수계의 발달은 낙동강을 중류로, 잘 발달된 수지상수계를 이루고 있다. 위천을 비롯한 비교적 큰 계류는 지층의 주향방향에 대략 평행한 유로를 만들고 있는 곳이 많다. 낙동강과 계류는 매우 완만히 사할하며, 하천 폭에 비하여 암속하천의 상고는 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 곳에 의한 하강보다는 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 중생암맥 및 산성암맥이 다수 관입하여 분포하는 양상을 보이며 낙동강변을 중심으로 제4기 충적층이 두껍고 넓게 분포하고 있다. 흑운모 화강암은 산봉산 산지를 구성하며 낙동층군에 의하여 부정합적으로 피복된다. 흑안석으로 녹회색의 세립질암이나 2-3mm 정도의 신선한 장석이 결정을 이룬다. 본 입도지역에서는 풍화도가 매우 무거운 층으로 분포한다.

각 지층에 대한 지질개요는 다음과 같다.

(1) 선캄브리아기 변성암류

본 암은 과입지역에 위치하고 있는 낙동도곡의 서남쪽의 백두령, 낙영동, 대추리에 분포한다. 선캄브리아기의 변성암류는 선캄브리아기의 영남계에 속하며, 흑운모화강암질편마암과 반상변질 편마암으로 구분되어 있다. 과입지역에 이웃해서 분포되어 지질기반을 이루고 과입지역의 서쪽으로 광범위한 분포를 보이고 있다.

상주~영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

5

(2) 흑운모화강암

본 암층은 과입지역에 위치한 산봉산 산지를 구성하고 있으며, 흑운모화강암질편마암 및 반상 변질편마암을 결빙하며, 낙동층에 의하여 부정합으로 피복된다. 녹회색의 세립질암이나 신선한 장석이 반점을 이룬다. 본 암의 구성광물은 양변의 순위로 사장석, 석영, 미세장석, 정장석, 페 에다이트, 흑운모 및 소량의 백운모이다. 사장석은 누대구조가 완저하고 변질에 심하여 누대구조의 내부는 녹색적으로 변해있다. 석영은 모두 파동소공이 현저하다. 미사장석과 페 에다이트는 신선하며 대립점을 이루고 내부에 석영, 사장석, 흑운모를 포리는 법구조를 나타내는 것이 많다. 정장석은 고평탄과 백운모로 변질되고 특히 후자의 형상이 현저하다. 정장석 층에는 칼스밋트 광물을 이루는 것이 있다. 흑운모는 일부 녹영석, 녹니석, 실광으로 변질되어 있다. 산봉산 북쪽에는 흑운모화강암의 연변상이 비교적 넓은 분포를 보이면서 나타나고 있다. 연변상은 미세한 조상 구조를 나타내는 세립질암이며 화강암질편마암에 유사하다. 경화에서 관찰하면 세립상인 흑운모가 일정한 방향으로 배열하여 광물성분은 흑운모화강암과 동일하다.

(3) 메리섬암

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

(4) 낙동층

본 층은 낙동층군의 최하부층으로 과입지역의 북동방향으로 대부분의 지역을 점하고 있다.

본 층은 편마암류 및 화성암류로 된 지반의 침식면상에 부정합적으로 침착되어 있으며, 주로 역암, 사암, 세립 및 역질사암 등으로 구성되어, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 세립이 우세하다. 과입지역 인근의 낙동층은 역암이 우세한 하부의 만경산층류로 구성되어 있다. 만경산층류는 과입지역의 동쪽방향의 만경산과 동북방향의 비룡산을 중심으로 광범하게 분포하고 있으며, 최기저부의 세립 및 역암, 하부의 사암, 사질역암, 역암 및 세립, 중부의 역암과 역질사암으로 구성된다.

(4) 암맥류

암맥류는 불국사화성암류를 관입하고 있으며, 산성암맥과 염기성 암맥으로 대별된다.

산성암맥은 규장암맥과 석영암맥으로 구성되며, 염기성암맥으로는 인산탄암 및 철록암질 암맥으로 구성된다.

상주~영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

6

<조사지역 지질도>



이 지역의 지질도의 지질개요는 아래와 같다.

상생대 제4기	과입	충적층
백악기	과입	산성암맥
	과입	문헌상충류
	과입	다인층류
시대미상	과입	메리섬암
유리기	과입	흑운모화강암
선캄브리아기	과입	흑운모화강암질편마암

상주~영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

7

2.4 적용 설계지반정수

지 층	단위중량 (γ_t , kN/m ³)	점착력 (c, kPa)	내부마찰각 (ϕ , °)	투수계수 (cm/s)
충적층	19.0	10.0	29	3.0×10^{-4}
중화암	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 1구구 건설공사

20

다. 지반조사보고서

1.1 조사목적

본 조사의 목적은 『고속국도 제301호선 상주-영천고속도로 민간투자사업(제1공구)』에 대한 시공중 확인보형 지반조사로서 현장조사 및 현장시공을 거쳐, 지층의 분포상태 및 지반공학적 특성을 파악하여 설계 적용치와 비교 및 시공에 필요한 지반특성 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

1.2 조사구간

- 구 간 : 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 현장조사 및 현장시공을 실시하였다.

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

1.4 조사기간

가. 현장조사 : 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	
0-3 코아타입	-	3조	
엔진, 양수펌프	15P	3조	
기타부대장비	-	1식	

2.1 조사기준

지반조사는 본 과업에 대한 「과업지시서」 및 한국도로공사의 「교량구조 확인조사서 설계변형기준 검토(2004. 2)」를 기준으로 시행하였으며 조사기준은 다음과 같다.

구 분	대 상	설 도	조 사 기 준	비 고
교 량 부	교대 및 교각 타다 1개소	경향 1m, 연장 3m, 충격원 7개지	- 설치설계 시 미 시행한 구간 - 설계시 누락된 구간	
쌓 기 부	시추조사	-	- 필요없이 차지	
책 기 부	시추조사	거소와 1개소 이상 (조사결과를 토대로)	개척하고 7m	

주) 현상조건에 맞추어 시행

2.2 조사위지현황

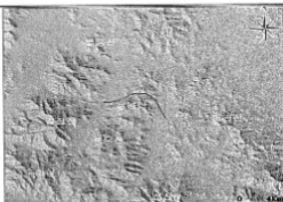
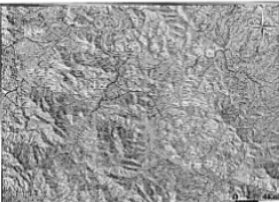
조사위지현황은 계획노선에 대하여 축척 1:1,200 현황도의 노선에서 구조물 및 토목제목을 고려하여 과업지시서에 명시된 조사기준에 의거하여 조사지점을 선정하고 관장당시 후 조사일목, 방법, 횡수 등을 합리적으로 계획하여 발주처 협의 후 최종적인 조사위치를 선정하였다. 조사일목별 조사위치는 다음과 같다.

2.2.1 시추조사 위치

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

< 시추조사 위치 (교량부) >									
교량명	위치	공변	위 치 (STA.)	좌 표		지반고 (m)	비 고		
송곡교	A1	888-1-1	0+015.0(우 10.0m)	318,639.611	131,204.180	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 5.3m)	318,651.950	131,270.494	57.13			
	A2	888-4-1	0+112.2(우 2.3m)	318,642.105	131,300.882	65.15			
	A1	888-5-1	0+406.2(좌 4.2m)	318,651.795	131,594.593	68.90			
	P1	888-6-1	0+442.7(좌 12.1m)	318,662.011	131,630.423	67.67			
낙동 JCT교	P2	888-7-1	0+461.3(우 9.4m)	318,664.479	131,680.580	70.10			
	A2	888-8-1	0+528.4(좌 11.0m)	318,668.216	131,715.571	68.66			
	A1	888-9-1	0+590.7(우 0.4m)	318,649.339	131,838.640	73.67			
상원교	A1	888-10-1	0+645.4(우 5.5m)	318,665.950	131,634.629	73.02			
낙동 JCT R-G교	A1	888-13-1	0+669.8(우 4.4m)	318,614.709	131,569.331	67.42			

3.1 지형

산 계	수 계
 · 과업지역의 서쪽과 남서쪽은 강정산과 수선산 등 비교적 높은 고도의 산계를 형성하고 있으며 북쪽은 주로 낮은 구릉지대 대부분이 있음 · 과업노선상 산물산의 지지대를 따라서 지나가며 그 남쪽으로는 북두산이 위치함	 · 시행하면 강대를 보이는 낙동강이 과업노선의 서쪽부와 교차하며 남쪽으로 흐르고 있음 · 과업노선의 중류부는 폭포 단층으로 흐르는 경향과 교차하고 있음 · 경사적인 수계는 수지상의 형태를 보이며 매우 복잡하게 나타남



2.3 시추조사

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

시추조사는 회전수세식(Rotary Wash Type) 시추기를 이용하여 표준관입시험과 병행하는 방법으로 실시하였으며, 시추 후 형성된 시추공은 각종 원위치 시험에 이용하였다. 공전선 NX(φ76mm) 규격으로 실시하였으며 공변 분포가 없는 연고현 지층까지 Casing을 삽입하는 방식을 채택하였다.

II - 04 - 12

4.2.3 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 4.2.2】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	상주절토4 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 보수부 채균열이 일부 발생하였으며, 국부적인 표면보호공 미시공이 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	영천절토4 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 보수부 채균열이 일부 발생하였으며, 심한풍화구간이 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	영천절토4 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 보수부 채균열이 일부 발생하였으며, 심한풍화구간이 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	영천절토4 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 보수부 채균열이 일부 발생하였으며, 심한풍화구간이 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	1,148	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 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 신선함(Fresh)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 중·상단에 관목류가 일부 서식하고 있는 상태이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부는 4개소가 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 필요하다. 4.420~4.500k 사면부 심한풍화는 장기공용시 우수, 동결융해에 영향을 받을 수 있으므로, 손상 진전유무에 대한 주의관찰이 필요하다. 소단배수로에 중·횡방향 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	964	영천절토4 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 보수부 재균열이 일부 발생하였으며, 심한풍화구간이 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수, 주의관찰
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	964	영천절토4 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 보수부 재균열이 일부 발생하였으며, 사면부의 경우 일부 심한풍화구간이 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	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	3,232	안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사·평가하였음. 상태안전성능평가 결과, 불연속면의 특성 및 지반 변형상태 등은 양호한 것으로 확인되었고, 상태안전성능평가 결과 B등급으로 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, 일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준인 B등급으로 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, 외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준인 B(양호)등급으로 평가됨. 본 절토사면의 성능평가 결과, 성능목표와 동일한 "B등급"인 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	B	균열보수, 주의관찰
9	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	964	영천절토 04 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 보수부 재균열이 일부 발생하였으며, 사면부의 경우 일부 심한풍화구간이 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	균열보수, 주의관찰

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	1,377	- 심한풍화 - 배수시설 균열 발생
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	- 균열보수, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 사면부 심한풍화 - 배수시설 보수부 재균열 발생
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	- 균열보수, 주의관찰
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 사면부 심한풍화 - 배수시설 보수부 재균열 발생
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	- 균열보수, 주의관찰
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 사면부 심한풍화 - 배수시설 균열 발생
	2023. 04. 03 2023. 06. 30	정지운	양호	- 균열보수, 주의관찰
14	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	2,020	- 표층유실 - 배수시설 균열 발생
	2023. 07. 03 2023. 12. 08	이상훈	B	- 계단식옹벽+앵커, 균열보수, 주의관찰
15	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 개비온 및 계단식옹벽 설치중 - 배수시설 균열 발생
	2024. 06. 10 2024. 06. 28	정지운	양호	- 균열보수, 지속관찰
16	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 계단식옹벽 설치 - 배수시설 균열 발생
	2024. 09. 23 2024. 12. 03	정지운	양호	- 균열보수, 지속관찰
17	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 사면부 보통풍화~심한풍화, 표층유실(임시보수) - 계단식옹벽 및 개비온옹벽 상태양호 - 배수시설 균열 발생
	2025. 03. 24 2025. 06. 18	정지운	양호	- 주입보수, 지속관찰

4.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	표층유실	개비온
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 수직도수로 균열	주입보수 주입보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다. 계곡부는 4개소가 조사되었고, 주변부 유실, 인장균열 등의 손상은 없는 것으로 확인되었다. 사면부 보통~심한풍화는 장기공용시 지표수, 동결융해에 영향을 받을 수 있으므로, 주기적인 관찰이 필요하다. 금회 조사시 확인된 표층유실부는 집중강우에 의한 손상으로, 계단식옹벽+앵커 설치가 필요하다. 배수시설에 발생한 균열은 균열보수가 필요하며, 배수시설의 배수기능은 양호한 것으로 확인되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 4.460km	52.7	115.9	경암	
2구간 4.520km	51.5	109.6	경암	
3구간 4.740km	51.7	110.7	경암	
4구간 4.930km	52.0	111.9	경암	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 51.5~52.7로 측정되었으며, 추정강도 109.6~115.9MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토04		표 번 호	【표 4.5.1】
평가구분		결합지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.18	B	근거표번호	【표 4.4.11】
	2구간	0.17	B		【표 4.4.12】
	3구간	0.29	B		【표 4.4.13】
	4구간	0.17	B		【표 4.4.14】
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.29	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

라. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천 원)	개략공사비 (천 원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
사면부	표층유실	계단식옹벽+앵커	60.00	90.00	m²	1식	200,000	1
사면하부	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
부대시설	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	46.00	69.00	m	65	4,485	1
	수직도수로 균열	주입보수	2.00	3.00	m	65	195	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	204,680		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	102,340		0		0		
	합계	307.020		0		0		
개략공사비 총계(천원)		307,020						

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.

4.2.5 2종 성능평가 실시결과(2020년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	영천절토04		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.150	B	인장균열 없음
구조안전성능	0.080	A	특이파괴 유형 없음
안전성능	0.150	B	
안전성능 결과	○ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ○ 안전성능평가 결과 : B등급		

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	0.30	0.53	0.159
표면보호공	a	0.08	0.14	0.011
결합도 지수				0.196
등 급				B

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	영천절토04		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.150	B	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.196	B	0.2	
종합평가 결과	○ 사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn))$ $= (0.150 \times 0.8) + (0.196 \times 0.2) = 0.159$ ○ 종합평가 결과 : B등급			

라. 종합결론

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

4.2.6 시설물 보수 이력

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

【표 4.2.3】 보수이력사항

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)
1	계단식옹벽, 개비온 설치	보강	사면하단	—
	2024년 하반기		계단식옹벽, 개비온 설치	—

4.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 4.2.4】 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)																																																																																																																																																																																																																																									
10) 영천방향 STA. 4+300~5+120 <table><tr><th colspan="4">검토단면 STA. 4+460</th><th colspan="4">건기시</th></tr><tr><td colspan="4"></td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>적용구배</td><td>해석안전율</td><td>기준안전율</td><td>판정</td><td>적용구배</td><td>해석안전율</td><td>기준안전율</td><td>판정</td></tr><tr><td>1:1.1~1.2</td><td>3.12</td><td>1.5</td><td>0.K</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table><table><tr><th colspan="4">우기시</th><th colspan="4">지진시</th></tr><tr><td colspan="4"></td><td colspan="4"></td></tr><tr><td>적용구배</td><td>해석안전율</td><td>기준안전율</td><td>판정</td><td>적용구배</td><td>해석안전율</td><td>기준안전율</td><td>판정</td></tr><tr><td>1:1.1~1.2</td><td>2.32</td><td>1.3</td><td>0.K</td><td>1:1.1~1.2</td><td>1.62</td><td>1.1</td><td>0.K</td></tr></table>									검토단면 STA. 4+460				건기시												적용구배	해석안전율	기준안전율	판정	적용구배	해석안전율	기준안전율	판정	1:1.1~1.2	3.12	1.5	0.K					우기시				지진시												적용구배	해석안전율	기준안전율	판정	적용구배	해석안전율	기준안전율	판정	1:1.1~1.2	2.32	1.3	0.K	1:1.1~1.2	1.62	1.1	0.K	3.3 검토결과 3.3.1 검토결과 <table><tr><th rowspan="2">구분(STA.)</th><th colspan="3">평사투영해석</th><th colspan="4">한계평형해석</th><th rowspan="2">비고</th></tr><tr><th>평면</th><th>횡기</th><th>전도</th><th>구분</th><th>건기시</th><th>우기시</th><th>지진시</th></tr><tr><td rowspan="4">상주 방향</td><td>2+240~2+520</td><td>토사사면</td><td>-</td><td>-</td><td>원호</td><td>5.18</td><td>4.54</td><td>3.61</td><td>안정</td></tr><tr><td rowspan="2">3+560~4+020</td><td>토사사면</td><td>-</td><td>-</td><td>원호</td><td>1.57</td><td>1.31</td><td>1.13</td><td>안정</td></tr><tr><td>암반사면</td><td>안정</td><td>안정</td><td>안정</td><td>평면</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>안정</td></tr><tr><td rowspan="2">4+320~4+720</td><td>토사사면</td><td>-</td><td>-</td><td>원호</td><td>1.91</td><td>1.38</td><td>1.11</td><td>안정</td></tr><tr><td>암반사면</td><td>안정</td><td>안정</td><td>안정</td><td>평면</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>안정</td></tr><tr><td rowspan="10">영천 방향</td><td rowspan="3">1+000~1+400</td><td>토사사면</td><td>-</td><td>-</td><td>원호</td><td>1.98</td><td>1.45</td><td>1.21</td><td>안정</td></tr><tr><td>암반사면</td><td>안정</td><td>불안정</td><td>안정</td><td>평면</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>안정</td></tr><tr><td>횡기</td><td>8.93</td><td>8.75</td><td>7.49</td><td>안정</td></tr><tr><td>1+540~1+720</td><td>토사사면</td><td>-</td><td>-</td><td>원호</td><td>2.35</td><td>1.68</td><td>1.18</td><td>안정</td></tr><tr><td>1+880~1+950</td><td>토사사면</td><td>-</td><td>-</td><td>원호</td><td>2.05</td><td>1.52</td><td>1.13</td><td>안정</td></tr><tr><td>2+240~2+360</td><td>토사사면</td><td>-</td><td>-</td><td>원호</td><td>2.39</td><td>1.96</td><td>1.51</td><td>안정</td></tr><tr><td>2+420~2+730</td><td>토사사면</td><td>-</td><td>-</td><td>원호</td><td>3.15</td><td>2.52</td><td>1.95</td><td>안정</td></tr><tr><td>3+550~3+840</td><td>토사사면</td><td>-</td><td>-</td><td>원호</td><td>2.41</td><td>1.66</td><td>1.31</td><td>안정</td></tr><tr><td rowspan="2">4+300~5+120</td><td>토사사면</td><td>-</td><td>-</td><td>원호</td><td>3.12</td><td>2.32</td><td>1.62</td><td>안정</td></tr><tr><td>암반사면</td><td>안정</td><td>안정</td><td>안정</td><td>평면</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>안정</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>횡기</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>안정</td></tr></table>					구분(STA.)	평사투영해석			한계평형해석				비고	평면	횡기	전도	구분	건기시	우기시	지진시	상주 방향	2+240~2+520	토사사면	-	-	원호	5.18	4.54	3.61	안정	3+560~4+020	토사사면	-	-	원호	1.57	1.31	1.13	안정	암반사면	안정	안정	안정	평면	-	-	-	안정	4+320~4+720	토사사면	-	-	원호	1.91	1.38	1.11	안정	암반사면	안정	안정	안정	평면	-	-	-	안정	영천 방향	1+000~1+400	토사사면	-	-	원호	1.98	1.45	1.21	안정	암반사면	안정	불안정	안정	평면	-	-	-	안정	횡기	8.93	8.75	7.49	안정	1+540~1+720	토사사면	-	-	원호	2.35	1.68	1.18	안정	1+880~1+950	토사사면	-	-	원호	2.05	1.52	1.13	안정	2+240~2+360	토사사면	-	-	원호	2.39	1.96	1.51	안정	2+420~2+730	토사사면	-	-	원호	3.15	2.52	1.95	안정	3+550~3+840	토사사면	-	-	원호	2.41	1.66	1.31	안정	4+300~5+120	토사사면	-	-	원호	3.12	2.32	1.62	안정	암반사면	안정	안정	안정	평면	-	-	-	안정					횡기	-	-	-	안정
검토단면 STA. 4+460				건기시																																																																																																																																																																																																																																							
적용구배	해석안전율	기준안전율	판정	적용구배	해석안전율	기준안전율	판정																																																																																																																																																																																																																																				
1:1.1~1.2	3.12	1.5	0.K																																																																																																																																																																																																																																								
우기시				지진시																																																																																																																																																																																																																																							
적용구배	해석안전율	기준안전율	판정	적용구배	해석안전율	기준안전율	판정																																																																																																																																																																																																																																				
1:1.1~1.2	2.32	1.3	0.K	1:1.1~1.2	1.62	1.1	0.K																																																																																																																																																																																																																																				
구분(STA.)	평사투영해석			한계평형해석				비고																																																																																																																																																																																																																																			
	평면	횡기	전도	구분	건기시	우기시	지진시																																																																																																																																																																																																																																				
상주 방향	2+240~2+520	토사사면	-	-	원호	5.18	4.54	3.61	안정																																																																																																																																																																																																																																		
	3+560~4+020	토사사면	-	-	원호	1.57	1.31	1.13	안정																																																																																																																																																																																																																																		
		암반사면	안정	안정	안정	평면	-	-	-	안정																																																																																																																																																																																																																																	
	4+320~4+720	토사사면	-	-	원호	1.91	1.38	1.11	안정																																																																																																																																																																																																																																		
암반사면		안정	안정	안정	평면	-	-	-	안정																																																																																																																																																																																																																																		
영천 방향	1+000~1+400	토사사면	-	-	원호	1.98	1.45	1.21	안정																																																																																																																																																																																																																																		
		암반사면	안정	불안정	안정	평면	-	-	-	안정																																																																																																																																																																																																																																	
		횡기	8.93	8.75	7.49	안정																																																																																																																																																																																																																																					
	1+540~1+720	토사사면	-	-	원호	2.35	1.68	1.18	안정																																																																																																																																																																																																																																		
	1+880~1+950	토사사면	-	-	원호	2.05	1.52	1.13	안정																																																																																																																																																																																																																																		
	2+240~2+360	토사사면	-	-	원호	2.39	1.96	1.51	안정																																																																																																																																																																																																																																		
	2+420~2+730	토사사면	-	-	원호	3.15	2.52	1.95	안정																																																																																																																																																																																																																																		
	3+550~3+840	토사사면	-	-	원호	2.41	1.66	1.31	안정																																																																																																																																																																																																																																		
	4+300~5+120	토사사면	-	-	원호	3.12	2.32	1.62	안정																																																																																																																																																																																																																																		
		암반사면	안정	안정	안정	평면	-	-	-	안정																																																																																																																																																																																																																																	
				횡기	-	-	-	안정																																																																																																																																																																																																																																			
상주~영천간 민자고속도로 1공구 건설공사 28 (a) 구조계산서 (b) 구조계산서																																																																																																																																																																																																																																											

4.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

4.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 4.2.5】 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 옹벽설치 ◇ 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

4.3 현장조사 및 시험

4.3.1 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 4.3.1】 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 ' 21 " 128 ° 16 ' 44 "				
	종점 : 36 ° 22 ' 7 " 128 ° 17 ' 1 "				
도 로	관리이정 : 4.300 ~ 5.120 km				
	왕복 4차선		도로폭 : 20.0m		
	교통량 : 50,000대/일				
절토사면	길 이 : 820.0m		높 이 : 48.0m		
	경 사/경사방향 : 45/038				
	도로와의 이격거리 : 평균 3.5m				
	구성물질 : 암		토층심도 : 약 5.0m		
	소 단 : 9				
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -		
	낙석 평균크기 : -				
	낙석 최대크기 : -				
	뜯돌 존재유무 : 없음		뜯돌의 양 : -		
	뜯돌 평균크기 : -				
절토사면 시공현황	종 류		위 치		상 태
	식생현황		4.300~5.120k		양호
	낙석방지울타리		4.400~4.640k		양호
	낙석방지망		4.400~4.620k		양호
	산마루 측구		4.300~4.350k, 4.485~5.110k		양호
	소단배수로		4.340~4.560k, 4.700~4.960k		균열
	수직도수로		4.540, 4.640, 4.800, 4.820, 4.880, 4.950k		양호
	점검용 계단		4.300~4.350k, 4.420k, 4.700k, 4.830k		양호
	개비온, 계단식옹벽		4.810k		양호
붕괴이력	유 형		규 모		위 치
기 타	· 24년 하반기에 개비온 및 계단식옹벽 설치됨				

나. 사면특성 조사결과

【표 4.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형				
	종단면 형상						
	기타 특징		-				
절토사면의 특성	중 형 단 면			중 단 면 특 성			
상부 자연사면	경 사 도		10~20°				
	인장균열		무				
	포행흔적		무				
	수목의 기울어짐		무				
	인공구조물		무				
	산마루측구		유				
	계곡부		4개소				
지 질							
	지질각론		선캠브리아기에 형성된 흑운모화강암질 편마암을 중생대 쥐라기에 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	중	-그루/m ²	-그루/m ²	-그루/m ²		
	③ 근계특징	천근성 (O), 심근성 ()					

다. 사면 구간분할 결과

사면의 구간분할 기준

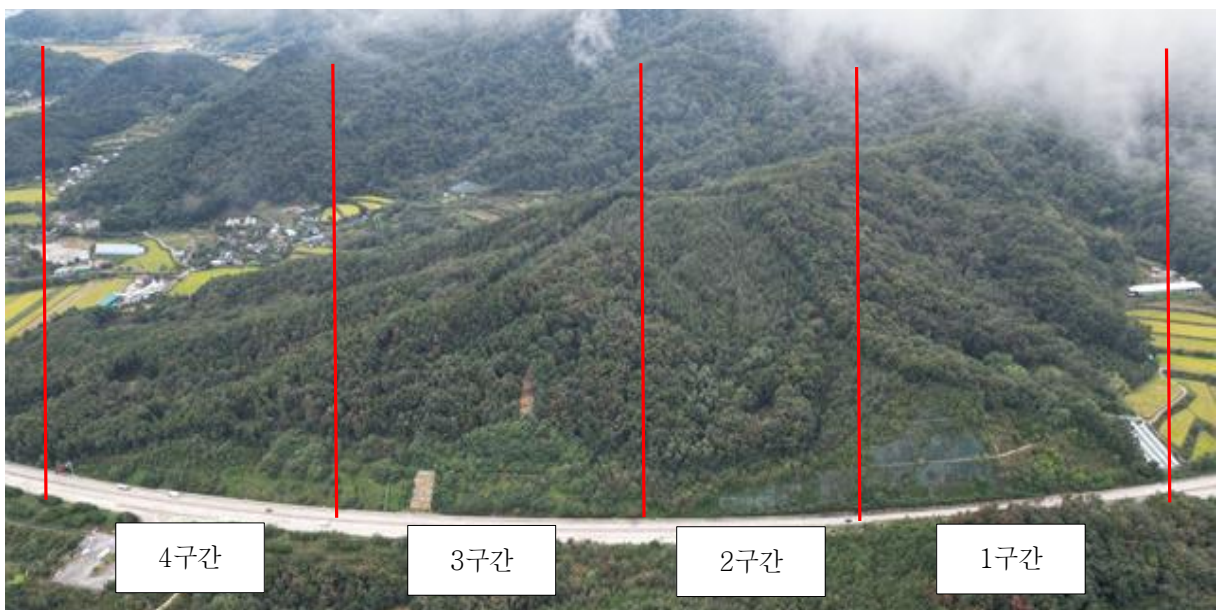
- 1) 사면의 구성재료(토사, 연약암반, 파쇄암반, 절리암반)가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 3) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

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 4개의 구간으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

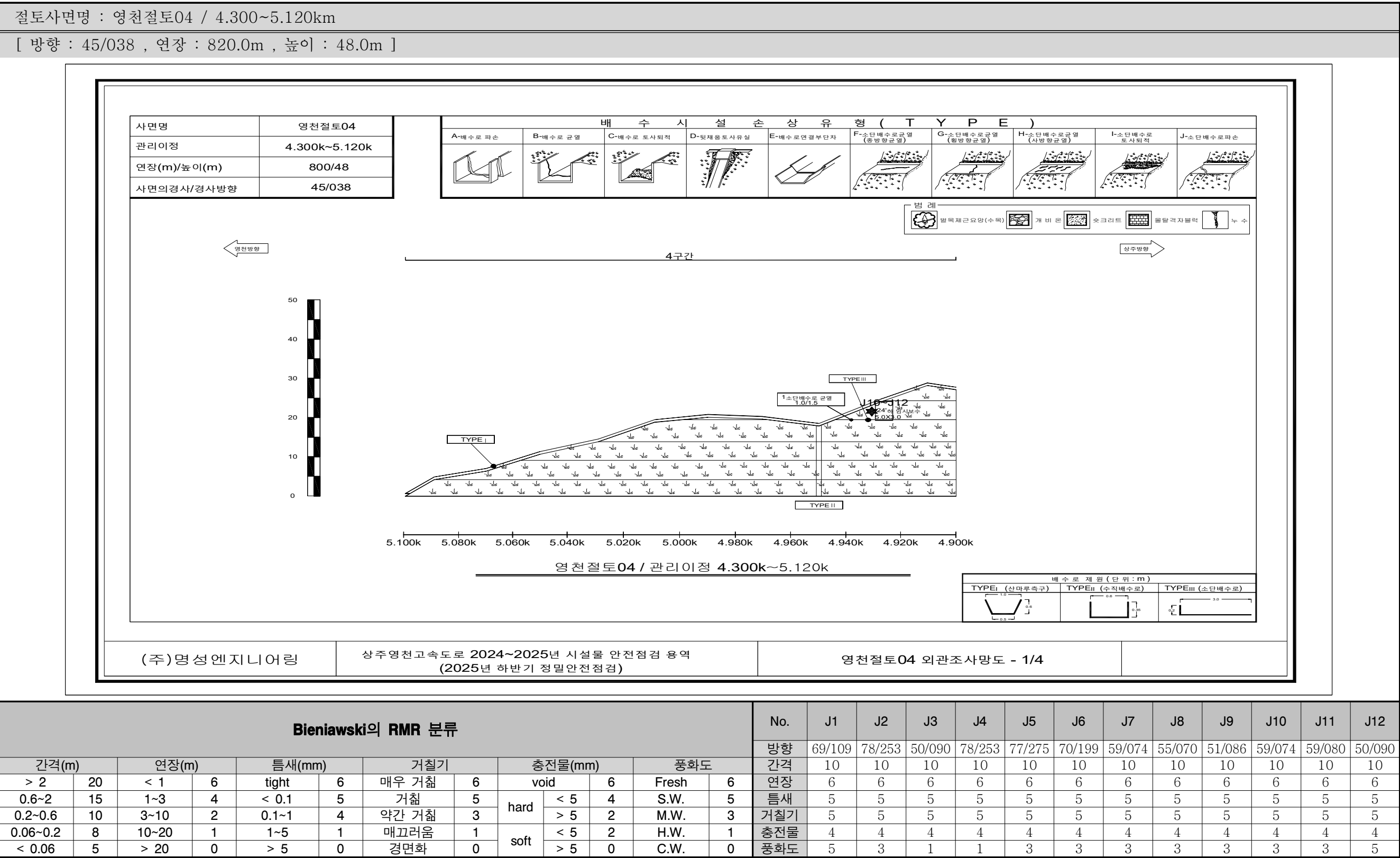
사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 4.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	경사/경사방향	토층심도	구성물질
1구간	4.300~4.500	200.0	48.0	45/038	5.0m	암
2구간	4.500~4.650	150.0	33.0	45/038	5.0m	암
3구간	4.650~4.880	230.0	38.0	45/038	5.0m	암
4구간	4.880~5.120	240.0	29.0	45/038	5.0m	암



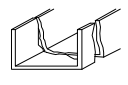
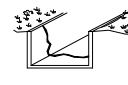
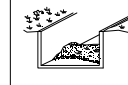
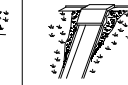
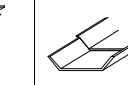
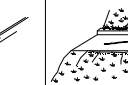
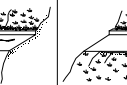
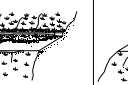
4.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



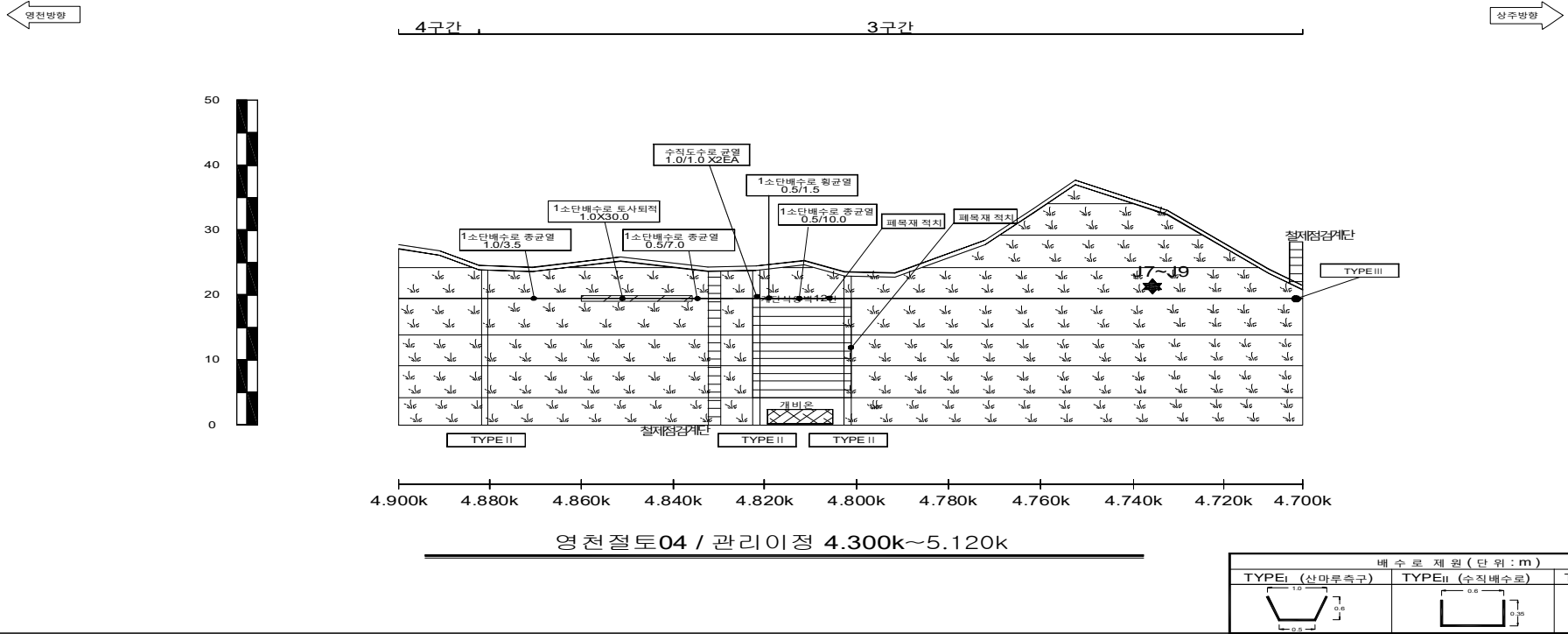
절토사면명 : 영천절토04 / 4.300~5.120km

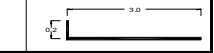
[방향 : 45/038 , 연장 : 820.0m , 높이 : 48.0m]

사면명	영천절토04
관리이정	4.300k~5.120k
연장(m)/높이(m)	800/48
사면의경사/경사방향	45/038

배수시설손상유형 (T Y P E)									
A-배수로 파손	B-배수로 균열	C-배수로 토사퇴적	D-뒷채움토사유실	E-배수로 연결부단차	F-소단배수로균열 (중앙방향균열)	G-소단배수로균열 (횡방향균열)	H-소단배수로균열 (사방방향균열)	I-소단배수로 토사퇴적	J-소단배수로 파손
									

범례
 분책재근요양(수목)
 개비온
 숏크리트
 폴탈력자물력
 누수



배수로 제원 (단위: m)		
TYPE I (산마루측구)	TYPE II (수직배수로)	TYPE III (소단배수로)
		

(주)명성엔지니어링

상주영천고속도로 2024~2025년 시설물 안전점검 용역
(2025년 하반기 정밀안전점검)

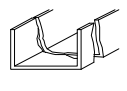
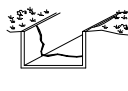
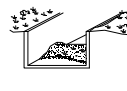
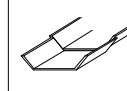
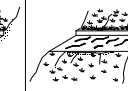
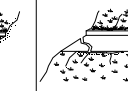
영천절토04 외관조사망도 - 2/4

Bieniawski의 RMR 분류												No.	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12
												방향	69/109	78/253	50/090	78/253	77/275	70/199	59/074	55/070	51/086	59/074	59/080	50/090
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		간격	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void	6	Fresh	6	연장	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	틈새	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.	3	거칠기	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	충전물	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	풍화도	5	3	1	1	3	3	3	3	3	3	5

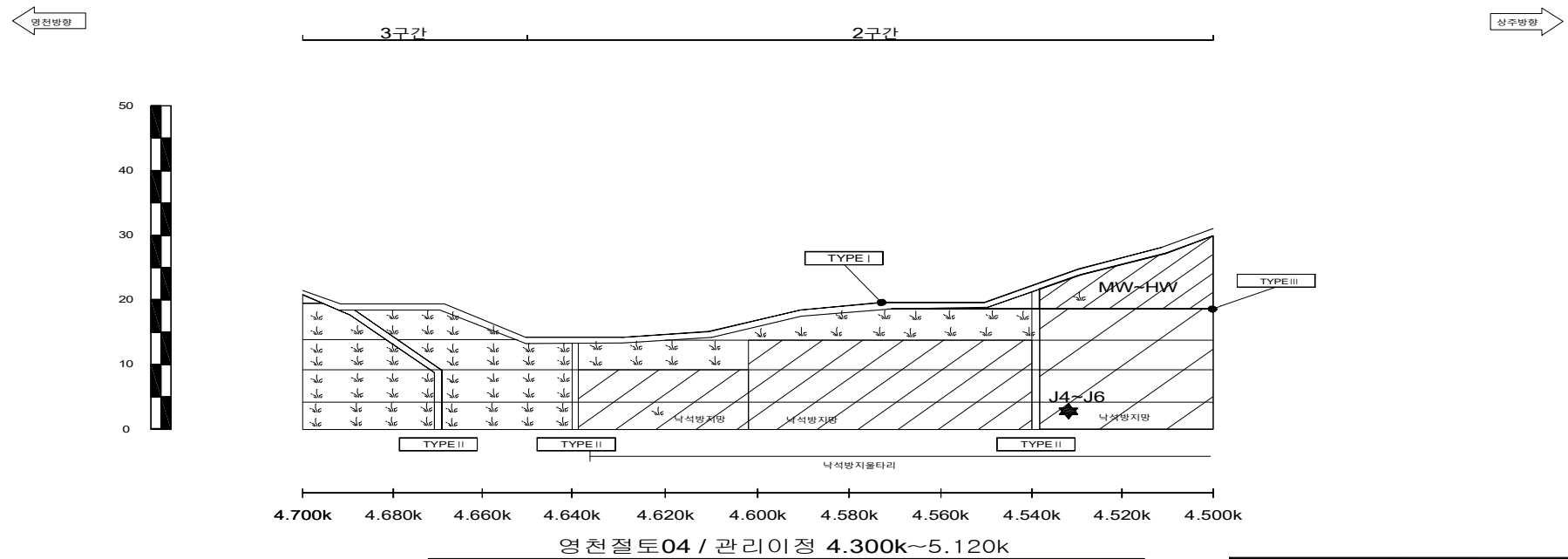
절토사면명 : 영천절토04 / 4.300~5.120km

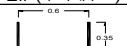
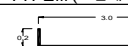
[방향 : 45/038 , 연장 : 820.0m , 높이 : 48.0m]

사면명	영천절토04
관리이정	4.300k~5.120k
연장(m)/높이(m)	800/48
사면의경사/경사방향	45/038

배수시설상유형 (T Y P E)									
A-배수로 파손	B-배수로 균열	C-배수로 토사퇴적	D-뒤채움토사유실	E-배수로 연결부단차	F-소단배수로균열 (종방향균열)	G-소단배수로균열 (횡방향균열)	H-소단배수로균열 (사방방향균열)	I-소단배수로 토사퇴적	J-소단배수로파손
									

 분류채근요양(수목)	 개비문	 숏크리트	 돌발격자블럭	 누수
--	---	--	--	--



배수로 제원 (단위 : m)		
TYPE I (산마루측구)	TYPE II (수직배수로)	TYPE III (소단배수로)
		

(주)명성엔지니어링

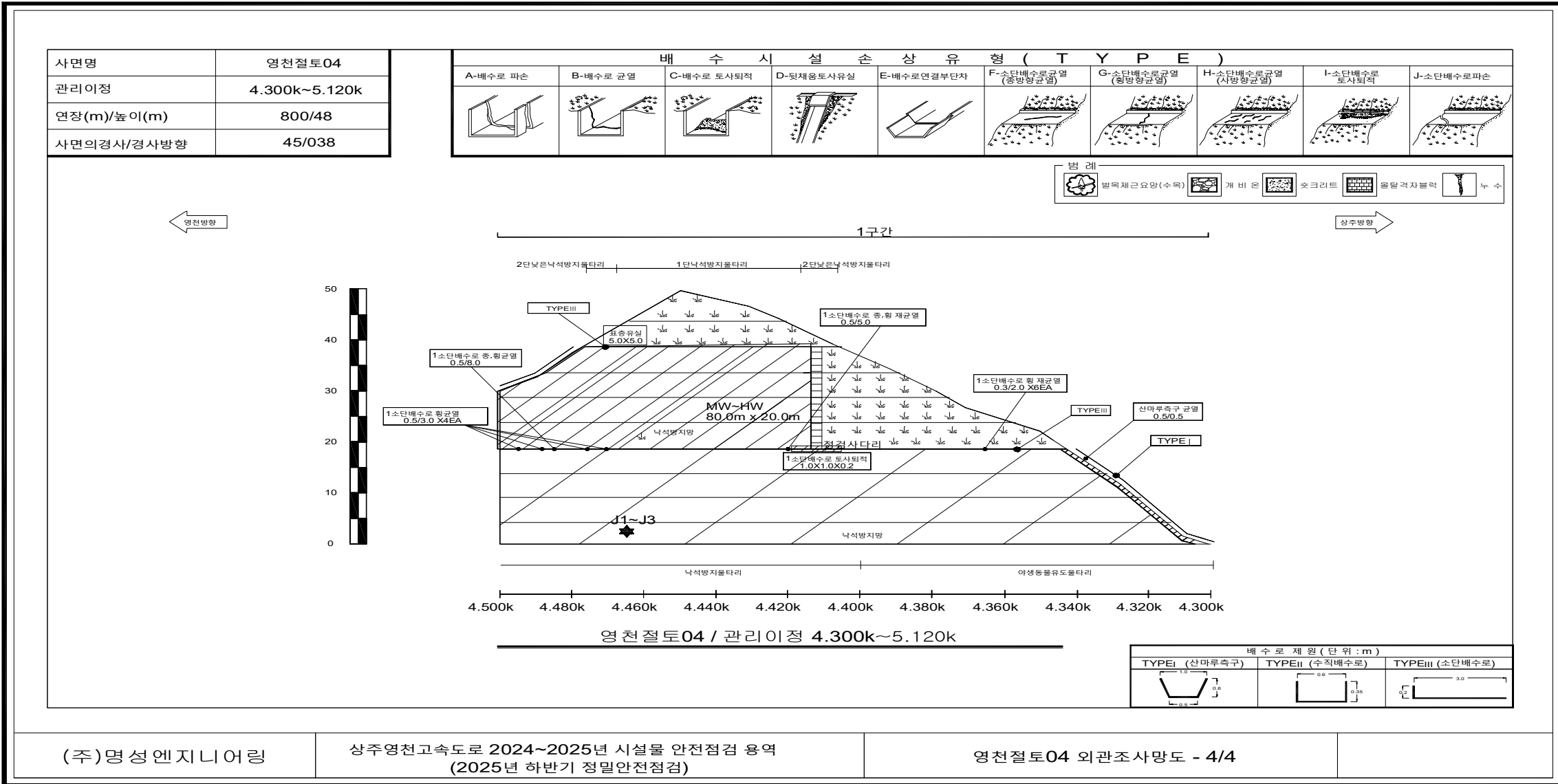
상주영천고속도로 2024~2025년 시설물 안전점검 용역
(2025년 하반기 정밀안전점검)

영천절토04 외관조사망도 - 3/4

Bieniawski의 RMR 분류												No.	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12
												방향	69/109	78/253	50/090	78/253	77/275	70/199	59/074	55/070	51/086	59/074	59/080	50/090
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		간격	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void	6	Fresh	6	연장	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	틈새	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.	3	거칠기	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	충전물	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	풍화도	5	3	1	1	3	3	3	3	3	3	5

절토사면명 : 영천절토04 / 4.300~5.120km

[방향 : 45/038 , 연장 : 820.0m , 높이 : 48.0m]



Bieniawski의 RMR 분류												No.	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12
												방향	69/109	78/253	50/090	78/253	77/275	70/199	59/074	55/070	51/086	59/074	59/080	50/090
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		간격	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void	6	Fresh	6	연장	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	틈새	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.	3	거칠기	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	충전물	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	풍화도	5	3	1	1	3	3	3	3	3	3	5

4.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 영천절토04의 관리이정 4.300~4.500k의 구간으로 연장 200.0m, 높이 48.0m로 구성 물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

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

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 식생공, 낙석방지망이 시공되어 있으며, 양호한 상태로 확인되었다.
- 낙석방지망내 노출암반을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도로 판단된다. 그 외의 특이손상은 없는 것으로 조사되었다.
- 4.460k 보통~심한풍화(80.0*20.0)는 사면절개부 노출암으로 지속적인 지표수 유입 및 장기 공용으로 인한 손상으로 판단되며, 전회와 비교시 진전은 미미한 상태로 확인되었다. 상기 손상부는 낙석방지망이 설치되어 있으므로, 낙석 등의 위험성은 낮으므로, 주의관찰하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

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 낙석방지망(4.400~4.500k), 낙석방지울타리(4.400~4.500k), 야생동물유도울타리(4.300~4.400k), 점검계단(4.300~4.350k, 4.420k)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.
- 소단배수로에 기존손상인 균열이 조사되었고, 균열의 폭 및 길이증가는 없는 것으로 확인되었다. 금회 추가 균열 및 토사퇴적이 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 주입보수, 정비가 필요하다.

6) 공중이 이용하는 부위

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

			
현 황	사면부 전경	현 황	소단배수로 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	산마루측구, 점검계단 전경	현 황	도로, 낙석방지울타리 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-

【사진 4.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	4.340k 산마루측구 균열(0.5/0.5)	현 황	4.420k 소단배수로 균열(0.3/2.0*6ea)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수
			
현 황	4.420k 소단배수로 토사퇴적(10*1*0.2)	현 황	4.460k 사면 보통~심한풍화(80.0*20.0)
원 인	집중강우에 의한 표층유실	원 인	장기공용, 지표수유입
대 책	정비	대 책	주의관찰

【사진 4.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 4.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	보통~심한풍화	m ²	1600.00	1	주의관찰	
	표층유실	m ²	25.00	1	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	37.00	13	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	0.20	1	정비	
	산마루측구 균열	m	0.50	1	주입보수	

나. 2구간

2구간은 영천절토04의 관리이정 4.500~4.650k의 구간으로 연장 150.0m, 높이 33.0m로 구성 물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 인장균열 및 지반의 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 계곡부는 2개소가 있으며, 계곡부 주변상태는 표층유실 및 침식의 흔적이 없는 것으로 조사되었다.

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 식생공이 시공되어 있으며, 양호한 상태이며, 노출암반을 확인한 결과, 풍화 등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도로 판단된다.
- 보통~심한풍화구간은 1구간에서 이어지는 사면절개부 노출암으로 지속적인 지표수 유입 및 장기공용으로 인한 손상으로 판단되며, 전회와 비교시 진전은 미미한 상태로 확인되었다. 상기 손상부는 낙석방지망이 설치되어 있으므로, 낙석 등의 위험성은 낮으므로, 주의관찰하는 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

3) 사면하부

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

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지망(4.500~4.620k), 낙석방지울타리(4.500~4.640k)가 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다.
- 배수시설은 특이손상이 없는 양호한 상태로, 배수기능에 문제가 없는 것으로 조사되었다.

6) 공중이 이용하는 부위

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

			
현 황	사면부 전경	현 황	도로, 낙석방지울타리 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	—	대 책	—
			
현 황	수직도수로 전경	현 황	산마루측구 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	—	대 책	—

【사진 4.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황

【표 4.3.5】 2구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	

다. 3구간

3구간은 영천절토04의 관리이정 4.650~4.880k의 구간으로 연장 230.0m, 높이 38.0m로 구성 물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 인장균열 및 지반의 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었고, 계곡부는 1개소가 있으며, 계곡부 주변상태는 표층유실 및 침식의 흔적이 없는 것으로 조사되었다.

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 식생공이 시공되어 있으며, 양호한 상태로서 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도로 판단된다.
- 점검결과, 4.810k 1단에 개비온 및 계단식옹벽을 설치한 것이 확인되었다.

3) 사면하부

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

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 점검계단(4.700k, 4.830k)이 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다. 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

5) 배수시설

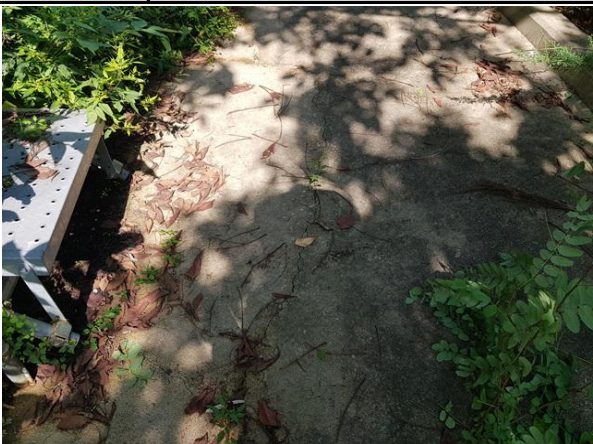
- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있고, 소단배수로 및 수직도수로 기존손상인 균열이 확인되었고, 옹벽 시공후 남은 폐목재가 적치되어 있는 것이 조사되었다.
- 금회 점검시, 기존손상 중 균열의 폭 및 길이증가는 없는 것으로 확인되었다. 일부 균열이 추가 조사되었다. 상기 발생한 손상은 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수, 정비가 필요하다.

6) 공중이 이용하는 부위

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

			
현 황	소단배수로 전경	현 황	수직도수로 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	하부, 옹벽 전경	현 황	점검계단 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	4.800k 소단배수로 폐목재 적치	현 황	4.800k 소단배수로 폐목재 적치
원 인	정비 미흡	원 인	정비 미흡
대 책	정비	대 책	정비

【사진 4.3.3】 3구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	4.810k 소단배수로 균열(0.5/10.0)	현 황	4.820k 소단배수로 균열(0.5/1.5)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수
			
현 황	4.830k 소단배수로 균열(0.5/7.0)	현 황	4.870k 소단배수로 균열(1.0/3.5)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 4.3.3】 3구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 4.3.6】 3구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	22.00	4	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m³	3.00	1	정비	
	폐목재 적치	ea	2.00	2	정비	
	수직도수로 균열	m	2.00	2	주입보수	

라. 4구간

4구간은 영천절토04의 관리이정 4.880~5.120k의 구간으로 연장 240.0m, 높이 29.0m로 구성 물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 인장균열 및 지반의 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로서 계곡부는 1개소가 있으며, 계곡부 주변상태는 표층유실 및 침식의 흔적이 없는 것으로 조사되었다.

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 식생공이 시공되어 있으며, 양호한 상태이며 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도로 판단된다. 점검결과, 4.920k 2단에 표층유실 임시보수를 실시한 것이 확인되었다.

3) 사면하부

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

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 보호시설, 유지관리시설은 없는 것으로 확인되었다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다.
- 점검결과, 소단배수로에 기존손상인 4.940k 균열(1.0/1.5)이 확인되었고, 상기 발생한 손상은 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수가 필요하다.

6) 공중이 이용하는 부위

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

			
현 황	소단배수로 전경	현 황	하부 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	—	대 책	—
			
현 황	4.920k 임시보수 (5.0*3.0)	현 황	4.930k 소단배수로 균열 (1.0/1.5)
원 인	집중강우로 인한 표층유실	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주의관찰	대 책	주입보수

【사진 4.3.4】 4구간 외관조사 결과 주요현황

【표 4.3.7】 4구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	표층유실(임시보수)	m ²	15.00	1	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	1.50	1	주입보수	

다. 시설물내 옹벽 점검결과

시설물내 옹벽에 대한 현장조사를 [시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단)_
옹벽편]에 의거하여 실시하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

【표 4.3.8】 옹벽 점검결과(계단식옹벽)

구 분		점검항목	점검결과
콘크리트 옹벽	지반, 기초부	침하	무(양호)
		활동	무(양호)
		계획선형 오차(전도/경사)	무(양호)
		세굴	무(양호)
	전면부	파손 및 손상(재료분리)	무(양호)
		균열	무(양호)
		마모/침식	무(양호)
		배수공의 상태	무(양호)
		누수	무(양호)
		채질열화	무(양호)
		박락 및 층분리	무(양호)
		박리	무(양호)
		백태	무(양호)
		철근노출	무(양호)
	기타	주변영향인지(배수시설 및 비탈면상태 등)	무(양호)
기타사항		특이사항 없음.	
			

【표 4.3.9】 옹벽 점검결과(개비온)

구 분		점검항목	점검결과
돌망태 옹벽	지반, 기초부	침하	무(양호)
		활동	무(양호)
		세굴	무(양호)
	전면부	채움재 유실	무(양호)
		wire mesh의 파손	무(양호)
		진행성 변형	무(양호)
		결속철망 상태	무(양호)
	기타	주변영향인지(배수시설 및 비탈면상태 등)	무(양호)
기타사항		특이사항 없음.	
			

4.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결함 항목별 발생원인 분석

【표 4.3.10】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	발생원인	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—	—
사면부	표층유실(임시보수)	집중강우	주의관찰
사면하부	상태양호	—	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적 폐목재 적치 수직도수로 균열	다짐미흡, 우수유입 표층유실에 의한 퇴적 정비미흡 다짐미흡, 우수유입	주입보수 정비 정비 주입보수
부대시설	상태양호	—	—
결과요약	사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 계곡부는 4개소가 확인되었고, 주변부 유실, 인장균열 등의 손상은 없는 상태이다. 금회 조사시 개비온+계단식옹벽을 설치한 것이 확인되었고, 양호한 상태이다. 배수시설의 기능은 양호한 상태이나, 균열, 토사퇴적, 폐목재 적치 등은 균열보수, 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.		

【표 4.3.11】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	표층유실(임시보수)	m ²	40.00	2	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	38.50	14	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	3.20	2	정비	
	폐목재 적치	ea	2.00	2	정비	
	산마루측구 균열	m	0.50	1	주입보수	
	수직도수로 균열	m	2.00	2	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 개비온+계단식옹벽을 설치하였으며, 사면부 표층유실, 배수시설 토사퇴적, 산마루측구 균열이 일부 증가한 것으로 확인되었다.

【표 4.3.12】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2023년)		금회(2025년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—			—	
사면부	표층유실(임시보수)	m ²	60.00	1	40.00	2	▼20.00	
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	46.00	16	—	—	—	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	—	—	3.20	2	▲3.20	
	폐목재 적치	ea	—	—	2.00	2	▲2.00	
	산마루측구 균열	m	—	—	0.50	1	▲0.50	
	수직도수로 균열	m	2.00	2	—	—	—	

4.3.5 공중이 이용하는 부위 점검

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

【표 4.3.13】 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	

4.3.6 재료시험 결과

영천절토04는 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 4.3.14】 반발경도시험 결과

시험위치	상위50% 평균값 (대표값)	일축압축강도 추정(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 4.460km	52.8	96.0	경암	
2구간 4.520km	53.3	97.7	경암	
3구간 4.740km	51.2	89.4	경암	
4구간 4.930km	54.3	102.2	경암	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값(대표값)은 51.2~54.3 으로 측정되었으며, 일축압축강도추정 89.4~102.2MPa로 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 4.3.15】 이전 정밀안전점검과의 반발경도 비교

구 분	위 치	전회(2023년)	금회(2025년)	비고
		추정강도(MPa)	추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	115.9	96.0	경암
	2구간	109.6	97.7	경암
	3구간	110.7	89.4	경암
	4구간	111.9	102.2	경암

영천절토04 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	영천절토04 (L=820.0m, H=48.0m)
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	길이 측정

【사진 4.3.5】 불연속면 측정 현황

2) 불연속면 조사 결과

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

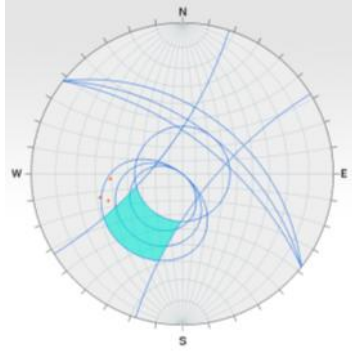
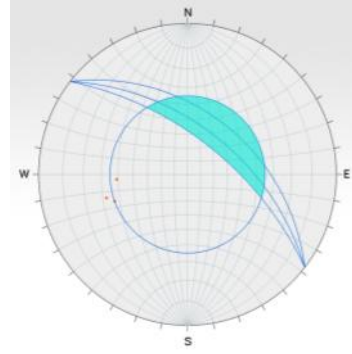
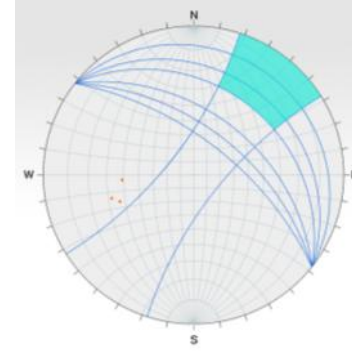
【표 4.3.16】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분		J1	J2	J3	절리상태 점수		
					J1	J2	J3
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		69/109	78/253	50/090	—	—	—
간격(m)		0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6	—	—	—
상세 절리 상태	연장성(m)	< 1	< 1	< 1	0	0	0
	틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만	2	2	2
	거칠기	거칠음	거칠음	거칠음	2	2	2
	충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	2	2	2
	풍화도	SW	MW	HW	2	4	6
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	1.6	2.0	2.4
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							

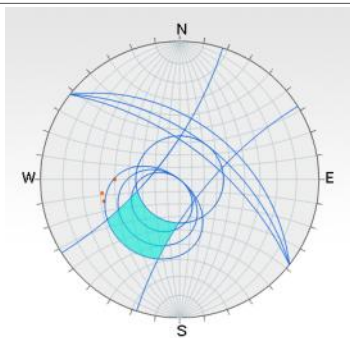
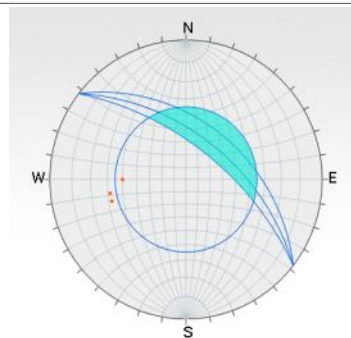
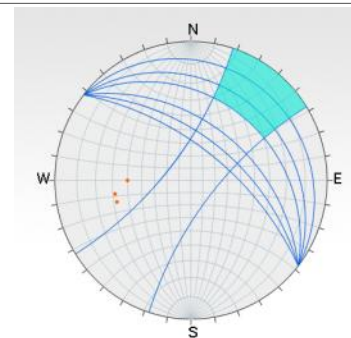
【표 4.3.17】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분		J4	J5	J6	절리상태 점수		
					J4	J5	J6
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		78/253	77/275	70/199	—	—	—
간격(m)		0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6	—	—	—
상세 절리 상태	연장성(m)	< 1	< 1	< 1	0	0	0
	틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만	2	2	2
	거칠기	거칠음	거칠음	거칠음	2	2	2
	충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	2	2	2
	풍화도	HW	MW	MW	6	4	4
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	2.4	2.0	2.0
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							

【표 4.3.18】 3구간 불연속면조사 결과표

구 분		J7	J8	J9	절리상태 점수		
					J7	J8	J9
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		59/074	55/070	51/086	—	—	—
간격(m)		0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6	—	—	—
상세 절리 상태	연장성(m)	< 1	< 1	< 1	0	0	0
	틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만	2	2	2
	거칠기	거칠음	거칠음	거칠음	2	2	2
	충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	2	2	2
	풍화도	MW	MW	MW	4	4	4
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	2.0	2.0	2.0
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							

【표 4.3.19】 4구간 불연속면조사 결과표

구 분		J10	J11	J12	절리상태 점수		
					J10	J11	J12
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		59/074	59/080	50/090	—	—	—
간격(m)		0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6	—	—	—
상세 절리 상태	연장성(m)	< 1	< 1	< 1	0	0	0
	틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만	2	2	2
	거칠기	거칠음	거칠음	거칠음	2	2	2
	충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	2	2	2
	풍화도	MW	MW	SW	4	4	2
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	2.0	2.0	1.6
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							

4.4 상태평가

4.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 820m의 사면으로서, 지반특성에 따른 사면분류를 실시하였고 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 4구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 표기하였다.

【표 4.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	4.300~4.500km	200m	암반사면	J1~3
2구간	4.500~4.650km	150m	암반사면	J4~6
3구간	4.650~4.880km	230m	암반사면	J7~9
4구간	4.880~5.120km	240m	암반사면	J10~12

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 4.4.2]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)

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

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

Ib(블록크기 지수) : Si의 산술평균

Slope height(사면의 연직 최고높이)

【표 4.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{5.0}{50.0} = 0.10$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 96.0MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3} = 0.6, \frac{Ib}{H} = \frac{0.6}{50.0} = 0.012$ 로 0.01초과	절리암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{5.0}{33.0} = 0.15$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 97.7MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3} = 0.5, \frac{Ib}{H} = \frac{0.5}{33.0} = 0.015$ 로 0.01초과	절리암반	
3구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{5.0}{38.0} = 0.13$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 89.4MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3} = 0.3, \frac{Ib}{H} = \frac{0.3}{38.0} = 0.008$ 로 0.01이하	파쇄암반	
4구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{5.0}{29.0} = 0.17$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 102.2MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3} = 0.3, \frac{Ib}{H} = \frac{0.3}{29.0} = 0.010$ 로 0.01초과	절리암반	

※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	0.8	0.6	0.4	0.6	50.0	0.012
2구간	0.4	0.4	0.7	0.5	33.0	0.015
3구간	0.2	0.4	0.3	0.3	38.0	0.008
4구간	0.3	0.3	0.3	0.3	29.0	0.010

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							

4.4.2 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

붕괴없음 0점(a)

1-5. 절리방향(사면과의 차이)

| 090 - 038 | = 52° 로 사면방향과 45° 이상이므로 0점(a)

1-6. 절리경사-사면경사

사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리 없음. 0점(a)

1-7. 절리상태

1구간 J3의 절리상태 점수는 불연속면에 2.4점으로 기재하여 2점(b)

1-8. 사면경사

사면경사는 45° 로 1:1.0이상, 1:0.7미만으로 1점(b)

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 2점(c)

1-10. 절취상태

실시설계보고서 자료를 참고하여 일반발파에 의해 시공된 것으로 판단되어 5점(d)

1-11. 배수조건

배수시설은 소단배수, 측구가 있으므로 보통인 2점(c)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 1점(a)

【표 4.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	4.300~4.500km	
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 4.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	4.300~4.500km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	090° - 038° = 52°	0		J3
1-6		절리경사-사면경사	사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리 없음	0		
1-7		절리상태	유리(절리상태 점수 2.4점)	2		J3
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	45°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	111.0mm(상주)	2	2	
		지하수위	누수 등의 손상없음	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	나쁨	5		
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

붕괴없음 0점(a)

1-5. 절리방향(사면과의 차이)

$|275 - 038| = 237^\circ$ 로 사면방향과 45° 이상이므로 0점(a)

1-6. 절리경사-사면경사

사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리 없음. 0점(a)

1-7. 절리상태

2구간 J5의 절리상태 점수는 불연속면에 2.0점으로 기재하여 2점(b)

1-8. 사면경사

사면경사는 45° 로 1:1.0이상, 1:0.7미만으로 1점(b)

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 2점(c)

1-10. 절취상태

실시설계보고서 자료를 참고하여 일반발파에 의해 시공된 것으로 판단되어 5점(d)

1-11. 배수조건

배수시설은 소단배수, 측구가 있으므로 보통인 2점(c)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 1점(a)

【표 4.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.5]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	4.500~4.650km	
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 4.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.6]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	4.500~4.650km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	275° - 038° = 237°	0	J5	
1-6		절리경사-사면경사	사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리 없음	0		
1-7		절리상태	유리(절리상태 점수 2.0점)	2	J5	
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	45°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	111.0mm(상주)	2	2	
		지하수위	누수 등의 손상없음	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	나쁨	5		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2025. 10. 01		조사자	정 지 운		

다. 3구간 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

표층유실 60.00m³ 3점(d)

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

3구간 J8의 절리상태 점수는 불연속면에 2.0점으로 기재하여 2점(b)

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 4.4.7】 사면 손상상태 조사결과표 (3구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.7]	
조사영역번호	3구간		조사영역 위치	4.650~4.880km	
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	표층유실	4.810k	60.00m³ (10.0*20.0*0.3)	3	
조사일시	2025. 10. 01		조사자	정 지 운	

【표 4.4.8】 사면 파괴요인 조사결과표 (3구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.8]		
조사영역 번호	3구간		조사영역 위치	4.650~4.880km		
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 2.0점)	2	J8	
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		

라. 4구간 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

붕괴없음 0점(a)

1-5. 절리방향(사면과의 차이)

$|074 - 038| = 36^\circ$ 로 사면방향과 $30^\circ \sim 45^\circ$ 이므로 1점(b)

1-6. 절리경사-사면경사

사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리 없음. 0점(a)

1-7. 절리상태

4구간 J10의 절리상태 점수는 불연속면에 2.0점으로 기재하여 2점(b)

1-8. 사면경사

사면경사는 45° 로 1:1.0이상, 1:0.7미만으로 1점(b)

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 2점(c)

1-10. 절취상태

실시설계보고서 자료를 참고하여 일반발파에 의해 시공된 것으로 판단되어 5점(d)

1-11. 배수조건

배수시설은 소단배수, 측구가 있으므로 보통인 2점(c)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 1점(a)

【표 4.4.9】 사면 손상상태 조사결과표 (4구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.9]	
조사영역번호	4구간		조사영역 위치	4.880~5.120km	
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 4.4.10】 사면 파괴요인 조사결과표 (4구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.10]		
조사영역 번호	4구간		조사영역 위치	4.880~5.120km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	074° - 038° = 36°	1	J10	
1-6		절리경사-사면경사	사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리 없음	0		
1-7		절리상태	유리(절리상태 점수 2.0점)	2	J10	
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	45°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	111.0mm(상주)	2	2	
		지하수위	누수 등의 손상없음	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	나쁨	5		
1-11	배수조건		양호	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2025. 10. 01		조사자	정 지 운		

마. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 2, 4구간은 절리암반사면, 3구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.26로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 표층유실(현재 옹벽설치됨)로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 4.4.11】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토04				표번호
근거표번호			[표 4.4.3], [표 4.4.4]				[표 4.4.11]
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 절리방향-사면방향	0	a	13	f2=0.25	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	5	d			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					13	F=0.17	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 13 / 52 = 0.25 ○ 상태평가등급(F) : 13 / 76 = 0.17					

【표 4.4.12】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			영천절토04				표번호
근거표번호			[표 4.4.5], [표 4.4.6]				[표 4.4.12]
평가요소			결합점수	결합종류별 평가결과	총점	결합지수	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 절리방향-사면방향	0	a	13	f2=0.25	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	5	d			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					13	F=0.17	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 13 / 52 = 0.25 ○ 상태평가등급(F) : 13 / 76 = 0.17					

【표 4.4.13】 상태평가결과 산정표(3구간)

시설물명			영천절토04				표번호
근거표번호			[표 4.4.7], [표 4.4.8]				[표 4.4.13]
평가요소			결합점수	결합종류별 평가결과	총점	결합지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	3	f1=0.13	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		3	d			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리간격	3	c	17	f2=0.33	c
		⑥ 저면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	2	b			
	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)					20	F=0.26	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 3 / 24 = 0.13 ○ 파괴요인지수(f2) : 17 / 52 = 0.33 ○ 상태평가등급(F) : 20 / 76 = 0.26					

【표 4.4.14】 상태평가결과 산정표(4구간)

시설물명			영천절토04				표번호
근거표번호			[표 4.4.9], [표 4.4.10]				[표 4.4.14]
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 절리방향-사면방향	1	b	13	f2=0.25	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	5	d			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					13	F=0.17	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 13 / 52 = 0.25 ○ 상태평가등급(F) : 13 / 76 = 0.17					

【표 4.4.15】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		3구간		4구간		구간별평가결과(Mn)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토04	0.17	B	0.17	B	0.26	B	0.17	B	0.26	B

바. 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

4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.5.1 종합평가 결과

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

【표 4.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토04		표 번 호	【표 4.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.17	B	근거표번호	【표 4.4.11】
	2구간	0.17	B		【표 4.4.12】
	3구간	0.26	B		【표 4.4.13】
	4구간	0.17	B		【표 4.4.14】
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.26	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

4.5.2 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 4.5.2】 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 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

4.5.3 이전 정밀안전점검과의 비교

【표 4.5.3】이전 정밀안전점검과의 비교

평가구분		전차 정밀안전점검(2023년)		금회 정밀안전점검(2025년)	
		결함지수	평가결과	결함지수	평가결과
상태평가	1구간	F=0.18	B	F=0.17	B
	2구간	F=0.17	B	F=0.17	B
	3구간	F=0.29	B	F=0.26	B
	4구간	F=0.17	B	F=0.17	B
안전성평가		해당없음	—	해당없음	—
등급 변경사유		3구간의 저면경사 평가시 사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리가 없어서 최상의 평가가 되어 결함지수는 감소하였으나, 등급의 변경은 없는 상태이다.			

4.6 보수·보강 및 유지관리방안

4.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 4.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	표층유실(임시보수)	주의관찰	40.00	60.00	m ²	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	38.50	57.75	m	65	3,754	2
	소단배수로 토사퇴적	정비	3.20	4.80	m ³	7	34	3
	폐목재 적치	정비	2.00	2.00	ea	7	14	3
	산마루측구 균열	주입보수	0.50	0.75	m	65	49	2
	수직도수로 균열	주입보수	2.00	3.00	m	65	195	2
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		3,998		48		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		1,999		24		
	합계	0		5,997		72		
개략공사비 총계(천원)		6,069						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

4.6.2 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 4.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	• 보통~심한풍화, 표층유실(임시보수) 구간 → 보통~심한풍화구간은 현재 낙석방지망 및 낙석방지울타리 등 보호공이 설치되어 있어 안전성에 문제는 없으나, 공용기간 증가에 따른 지표수유입, 풍화에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요 → 표층유실(임시보수)은 그 정도가 심하지는 않으나, 집중강우시 추가유실 가능성이 있으므로, 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요	
배수 시설	• 배수로 균열 구간 → 균열부에 대한 보수가 필요하며, 보수후에도 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요	
보호 시설	• 점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

4.7 종합결론

4.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 계곡부는 4개소가 확인되었고, 주변부 유실, 인장균열 등의 손상은 없는 상태이다. 금회 조사시 개비온+계단식옹벽을 설치한 것이 확인되었고, 양호한 상태이다. 배수시설의 기능은 양호한 상태이나, 균열, 토사퇴적, 폐목재 적치 등은 균열보수, 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 51.2~54.3으로서 추정강도 89.4~102.2MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1,2, 4구간은 절리암반사면, 3구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.26로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 표층유실(임시보수)로 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.

4.7.2 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.

4.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 표층유실(임시보수)구간에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리 실시가 필요하다.
- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

4.7.4 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.