

23. 영천절토23

23.1 시설물 개요

23.2 자료수집 및 분석

23.3 현장조사 및 시험

23.4 상태평가

23.5 종합평가 및 안전등급 지정

23.6 보수·보강 및 유지관리 방안

23.7 종합결론

23. 영천절토23

23.1 시설물의 개요

영천절토23은 대구광역시 군위군 소보면 신계리(상주영천고속도로 27.674~28.114km)에 위치한 사면으로서 총 연장 440.0m, 높이 40.0m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다. 또한, 준공 이후 별도의 용도변경 없이 공용중이다.

23.1.1 일반사항

【표 23.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000048		관리번호	SY SL23
시설물명	영천절토23		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	대구광역시 군위군 소보면 신계리		
	위치좌표	시점 : 36° 14′ 59″ 128° 28′ 24″		
		종점 : 36° 14′ 52″ 128° 28′ 36″		
	관리이정	27.674~28.114km		
	공구이정	3공구 STA.11+660~12+100		
제 원	연 장	440.0m	높 이	40.0m
	경사/방향	50/035	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	20~30°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	(주)한화건설, (주)삼호
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리, 소일네일링, 격자블럭, 솟크리트		
비 고				

23.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 23.1.1】 위치도

2025년 정밀안전점검(금회)



2023년 정밀안전점검(전회)

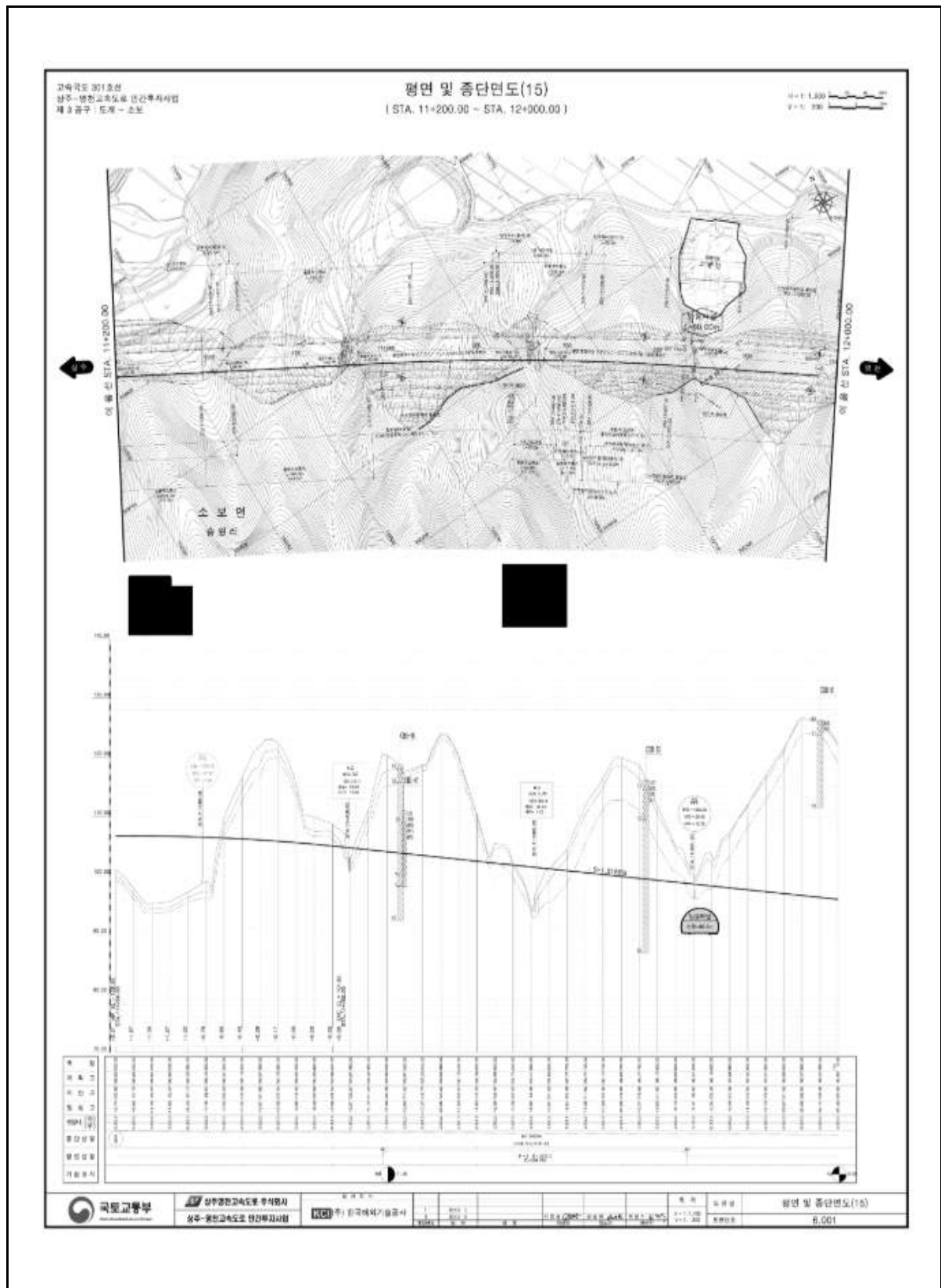


【그림 23.1.2】 전경사진

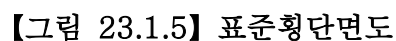
	
1소단 배수로 전경	산마루측구 전경
	
자연사면 전경	낙석방지망 전경
	
숏크리트+격자블럭 전경	하부 전경

【그림 23.1.3】 부재별 현황

23.1.3 시설물 일반도



【그림 23.1.4】 평면도



23.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요현황을 파악하기 위해 [상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 3공구]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.

23.2.1 자료수집 현황

【표 23.2.1】 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		○	

23.2.2 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

8.4 비탈면 설계기준

비탈면 안정해석을 위한 설계기준은 대체적으로 소단, 비탈면기울기 및 최소안전을 등으로 구분할 수 있으며 이에 대하여 검토하면 다음과 같다.

8.4.1 비탈면 기울기기준

가. 비탈면 기울기의 결정

(1) 쌓기 비탈면 기울기 결정에 따른 흐름도

(2) 쌓기 비탈면 기울기결정에 따른 흐름도

8.4.2 소단 설치기준

[국내외 기관별 소단적용 기준]

8.4.3 지하수위 적용기준

영천-상주 고속도로 민간투자사업 실시계획

다. 쌓기 비탈면

자연지반의 토질은 매우 불균질하고, 중화도, 선충상대 및 균열 등에 의해 지반의 강도는 한계하게 다르며 시공후 시간의 경과에 따라 응력이완, 대기노출로 인한 풍화현상 등으로 원시상태의 전단강도가 약해지므로 비탈면이 저차 불안정하게 된다.

따라서 쌓기비탈면 안정을 위한 기울기기준 결정은 토질구성, 상태, 특성, 지반조건, 지하수위 상태 및 시공조건과 비탈면의 응도등을 종합적으로 분석 고려되어야 한다.

국내 쌓기비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준기울기 기준을 적용하고 있으며 일반층에서 층리나 절리들이 규칙있게 발달할 경우 기울기 비탈면에 따라 큰 차이가 예상되므로 지반조사 결과를 토대로 파괴형태를 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면 기울기설정 및 부가적인 안정대책을 수립하도록 계획하였다.

[원시상태 토질에 대한 비탈면 기울기범위]

토 질 조 건	비탈면 높이(m)	기울기	비 고	
사 질 토	모 래	-	1:1.5 이상	SW, SP
	말산한 것	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
		5~10	1:1.0 ~ 1:1.2	
		말산하지 않고 입도분포가 나쁨	5 이하	
자갈 또는 알괴 석연 사 질 토	말산하고 입도분포가 좋음	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
		10~15	1:1.0 ~ 1:1.2	
		말산하지 않거나 입도분포가 나쁨	10 이하	
	점 성 토	0~10	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH
알괴 또는 토박을 섞인 점성토	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	GM, GC	
	5~10	1:1.2 ~ 1:1.5		
물 차 암	-	1:1.0 ~ 1:1.2	시변이 발생되지 않는 암	

주) 1. 실험은 점성토로 간주, 표에 표시한 토질 이외에 대해서는 별도로 고려한다.
2. 위 표의 기울기는 소단을 포함하지 않는 단일비탈면의 기울기이다.

(건설교통부, 건설공사비탈면설계기준, 2006년)

8.4.5 설계기준 선정

가. 비탈면 기울기 및 소단설치 기준

비탈면안정 해석을 위한 비탈면의 설계기준은 8.4.1 비탈면 기울기 기준에서 서술한 바와 같이 검토하였으며, 설계기준으로는 건설교통부 및 한국도로공사 기준을 적용하였다.

아래의 표는 비탈면의 설계기준을 정리한 것이며 본 표를 준용하여 비탈면안정 해석을 실시하는 것을 원칙으로 하나 해석 후 불안정한 경우 비탈면기울기를 완화하거나 비탈면안정 대책공법을 제시한다.

<비탈면 기울기 설계기준>

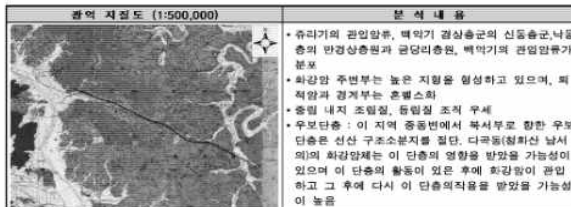
비탈면 구분	토 질	적 용 경 사	소 단 설 치
발파기 비탈면	토 사 층	1 : 1.2~1.5	· 토사 및 리빙알 - 땅파기 높이 5m 미다 소단 1m 설치 · 발파암 : - 수직높이 10m 미다 소단 1m 설치 (1:0.7~1:1.0 기울기 적용시) · 땅파기 높이 20m 미다 3m 소단설치 · 리빙알과 발파암 사이에는 소단설치하지 않음
	리 빙 알	1 : 1.0	
	발 파 암	1 : 0.5~1.0	
쌓기 비탈면	쌓 기 제	1 : 1.5~2.2	· 쌓기 높이 5m 미다 1m 소단설치

나. 지형 및 지질

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석



4.1.2 기본설계자료 분석

구 분	분 석 내 용
타일 구간	- 본포지층 : 포도층(용적층), 용화층, 용화암, 연암 - 포도층은 비탈면 피적층인 용적층으로 일구부는 지표에서 5.5~12.0m, 출구부는 18.0m 두께, 자갈상인 실트질 모래, 점사, 매우조밀 - 용화층은 일구부에서인 지표하 5.5~10.0m에 4.5m 두께, 매우조밀 - 용화암은 지표하 10.0~18.0m에서 3.0~6.0m 두께로 분포, 세암, 사암 및 혼펠스 화강암의 용화대 - 연암은 지표하 13.0~30.0m에서 9.0~12.0m 두께, 세암 및 사암, 심한파쇄, TCR=25~85%, RQD=0~45%
교량 구간	- 본포지층 : 매립층, 피적층, 용화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.8~2.3m 두께로 분포, 실트상인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀 - 피적층은 지표하 1.8~8.5m에 6.2~6.3m 두께로 분포, 자갈상인 실트질 모래 및 점토질 실트, 매우는 내지 매우조밀 - 용화암은 지표하 8.5~9.5m에 1.0m 두께로 분포, 실트질 모래, 매우조밀 - 연암은 지표하 8.1~12.5m에 3.0m 두께로 분포, 사암, TCR=14~60%, RQD=0%
개량로	- 본포지층 : 매립층, 피적층, 용화암, 연암 - 매립층은 지표하 1.2~4.8m에 3.6m 두께로 분포, 실트상인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀 - 용화암은 지표하 4.8~6.0m에 1.2m 두께로 분포, 실트질 모래, 매우조밀 - 연암은 지표하 6.0~9.0m에 3.0m 두께로 분포, 역질 사암, TCR=40%, RQD=45%

51

구 분	분 석 내 용
교량구간	- 본포지층 : 매립층, 연암 - 매립층은 지표에서 4.3m 두께로 분포, 모래질 자갈, 매우조밀, 습윤 - 연암은 지표하 4.3~6.3m에 2.0m 두께로 분포, 역질사암, 보통풍화 내지 심한 풍화, 약한 내지 보통강한 TCR=87%, RQD=52%
도개고	- 본포지층 : 매립층, 피적층, 용화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.5~2.6m 두께로 분포, 모래상인 실트 및 실트질 모래, 느슨 - 피적층은 지표하 1.5~12.0m에 4.5~9.4m 두께로 분포, 실트질 모래, 자갈 및 실트, 매우조밀 - 용화암은 지표하 6.0~8.5m에 2.5m 두께로 분포, 역질 사암, 매우조밀 - 연암은 지표하 8.5~12.0m에 3.0m 두께로 분포, 역질 사암, 사암 및 화강암, TCR=40~50%, RQD=0~43%
비탈면구간	- 본포지층 : 매립층, 피적층, 용화암, 연암 - 매립층은 현층에 분포, 모래상인 실트 및 실트질 모래, 느슨 - 피적층은 매립층 하부에 분포, 실트질 모래, 자갈 및 실트, 매우조밀 - 용화암은 역질 사암, 매우조밀 - 연암 용현심도가 대체로 얕음
암기	- 표토의 층수는 얇고, 풍화대 역시 수 미터 이내 - 본포암층은 주로 역질 사암, 역암 및 화강암 - 암 강도는 풍화도에 따라 상이하나 보통 강한 내지 강한

4.1.3 현장답사를 통한 중점검토사항 도출

가. 주요 결과

테일러스(Talus) 분포 현황	테일러스 상세 견경	중점검토사항
		3공구 군위터널 중점부 인근 계곡부에 발달 - 사암과 역암이 혼펠스화 - 테일러스 직경은 30cm~200cm 정도, 심도 10m 정도로 추정 - 경구부 지층 정밀 파악 필요 (경구비탈면안정/보강공급정성)

나. 중점검토사항 도출

구 분	조 사 내 용 및 분 석 결 과	중 점 검 토 사 항
타일 구간	- 아래 굴착시 봉역 용이 예상되는 세암 분포 - 군위터널 구간에 우보단층 출현 - 군위터널 인근에 계곡부 발달	- 지층 형상 및 구조상 심도 파악을 위한 시추 조사, 전기 비저항 탐사, 탐상파 탐사 수행 - 단층 굴착시 특성 분석을 위한 상세조사 수행 - 봉역 분포 파악을 위한 상세 시추 및 굴착조사 수행
교량 및 비탈면 구간	- 장년기~노년기 지형으로 용화대 발달 - 굴착시 풍화가 민감한 피적암 발달 - 암종 변화 및 지형기복에 따른 기초 지지층 변화가 심할 것으로 예상	- 지층분포 파악을 위한 시추조사 및 탐상파탐사 - 사암구간 주변 비탈면 지층 현황 상세 조사 - 지층 확인을 위한 시추조사와 암반 특성 파악을 위한 암석시험 수행

52

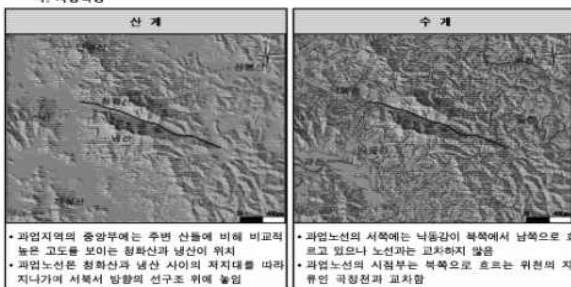
4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지형 개요

- 백악기 경상분지의 신동층과 하양층군이 주로 분포하는 역질소분지의 서남부에 위치
- 백악기 경상층군의 신동층군 낙동층의 반경상층과 금당리층, 백악기의 관입암류가 분포

나. 지형특성



다. 본포 암층 특성

구 분	지 질 특 성
반경상층의 하부 장식질 역질 사암	- 장석의 함량이 높기 때문에 다른 암석에 비해 풍화가 더 심할 것으로 예상됨 - 용화암도가 상당히 강을 것으로 예상됨
반경상층의 상부 역질 사암	암의 크기는 수 cm~수십 cm이며 형태는 아원형으로 기질 지질성임
혼펠스(Hornfels)	불국사 화강암의 관입에 의한 열영작용에 의해 치밀한 구조를 보이며 풍화에 상당히 강함 것으로 예상됨
금당리층현 세암(Shale)	암층으로 인한 분개현(Instability) 발달 또한 이 분개현과 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 용전되어 있어 용기발달로써 이방성이 클 것으로 예상됨
화강암	- 암석의 중립 내지 세립질 암석으로 약간의 열기성광물 집합체를 함유 - 충돌~조립질을 보이며 돌림질 조적기 우세, 수 cm 크기의 장석방향이 나타남 - 과업구간 주변부의 높은 지형을 형성

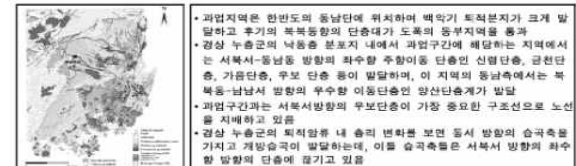
53

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

라. 지질 개요도

지질시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Qa)	하천 및 산곡 퇴적물	
	충적층(Ka)	하천 퇴적물	현 구간에서 기반암을 관입
	화강암(Kg)	과산의 치밀	3공구 중앙부
	유전층군	안산암질암(Ka)	주로 용화암으로 구성
		관입 및 분출	노선과 교차하지 않음
신동층군	낙동층(Kel-nm)	사암과 역질사암, 역암 고로	3공구 중앙 및 중점부
	하부(Kel-nm)	장석질 사암과 역질사암, 역암 고로	3공구 서남 및 중점부

마. 지계구조



4.2.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 원격위성영상 분석

(1) 국 지

- 과업지역의 광역적인 지형 특성 파악 및 선형구조 발달 상태 파악
- 지형 및 지질특성(단층, 절리, 암맥 등의 선구조) 파악
- 과업구간에 대한 지질정보의 단층, 절리 등에 의한 광역적인 선구조 해석

(2) 원 리 및 방 법

- 15m급 해상도의 Landsat-7 ETM+ 위성영상상을 이용하여 분석 실시
- 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 엔도비율 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용
- 식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시

54

II - 23 - 11

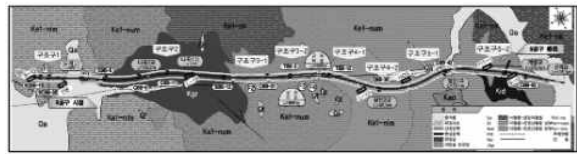
7.3 지반특성 분석

7.3.1 토질분석시험

구분	성도 (m)	지층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limit		Sieve Analysis (%)					USCS	
					LL (%)	PI	#4	#10	#40	#200	0.075mm		
위 부	CBB-3	1.0	점토	8.2	2.68	NP	-	100	93.1	44.8	24.6	-	SM
	CBB-4	2.0	점토	7.1	2.70	NP	-	56.4	41.0	28.4	16.4	-	GM
	CBB-5	1.0	점토	18.4	2.68	27.6	4.9	100	100	83.6	55.3	12.5	ML
	CBB-6	2.0	점토	11.0	2.68	NP	-	97.8	87.7	31.5	13.2	-	SM
	CBB-7	1.0	점토	12.0	2.68	NP	-	97.9	85.3	26.4	12.4	-	SM
	CBB-10	2.0	점토	11.5	2.65	NP	-	100	92.6	43.3	22.5	-	SM
	CBB-11	1.0	점토	9.8	2.68	NP	-	100	75.1	22.4	8.2	-	SW-SM
	CBB-12	2.0	점토	15.5	2.67	26.8	4.3	100	97.8	82.2	43.2	8.0	SM
	CBB-15	1.0	점토	12.2	2.69	NP	-	100	82.3	24.4	7.5	-	SW-SM
	CBB-16	1.0	점토	11.3	2.69	NP	-	98.0	84.2	29.2	10.0	-	SW-SM
	CBB-20	4.0	점토	17.6	2.70	32.4	10.4	98.7	98.2	91.1	71.9	17.5	CL
	CBB-21	5.0	점토	10.5	2.71	32.6	10.9	84.7	83.4	70.9	47.6	15.0	SC
	CBB-22	1.0	점토	14.6	2.69	30.2	9.7	90.2	87.6	79.7	61.9	17.0	CL
	CBB-23	4.0	점토	20.6	2.70	28.2	4.8	74.5	64.5	67.8	59.2	7.5	ML
	CBB-25	6.0	점토	15.1	2.67	NP	-	100	98.4	60.6	29.9	-	SM
	CBB-26	5.0	점토	11.9	2.69	NP	-	81.4	75.1	52.0	28.9	-	SM
	CBB-29	1.0	점토	13.0	2.71	NP	-	47.9	42.3	28.6	15.2	-	GM
	CBB-30	8.0	점토	13.3	2.69	28.1	5.1	100	96.6	67.2	43.4	8.0	SM
	CBB-31	1.0	점토	16.9	2.71	27.3	4.5	100	97.3	82.8	60.9	12.0	ML
	CBB-32	6.0	점토	11.3	2.67	NP	-	98.1	92.7	60.8	28.7	-	SM
중 부	CBB-33	3.0	점토	10.8	2.69	NP	-	98.9	92.1	59.9	33.8	7.0	SM
	CBB-34	1.0	점토	9.6	2.67	NP	-	100	96.2	49.8	23.6	-	SM
	CBB-35	1.0	점토	3.7	2.68	NP	-	92.3	83.8	32.8	14.2	-	SM
	CBB-36	1.0	점토	12.8	2.68	NP	-	76.3	60.8	31.3	14.4	-	SM
	CBB-43	3.0	점토	2.0	2.70	NP	-	100	96.6	60.6	27.7	-	SM
	CBB-44	3.0	점토	9.7	2.71	NP	-	100	88.6	34.7	13.2	-	SM
	CBB-45	1.0	점토	8.6	2.68	NP	-	91.2	75.1	38.5	18.6	-	SM
	CBB-46	1.0	점토	5.6	2.67	NP	-	98.3	90.7	38.5	17.1	-	SM
	CBB-47	1.0	점토	13.6	2.71	26.8	4.2	100	98.9	76.1	41.6	7.5	SM
	CBB-49	4.0	점토	17.7	2.71	NP	-	100	98.4	58.6	28.6	-	SM
	CBB-50	1.0	점토	29.3	2.73	28.2	4.9	100	100	97.8	58.7	9.0	ML
	CBB-50	2.0	점토	13.1	2.69	NP	-	67.2	57.2	36.5	14.9	-	SM
	SBB-2	1.0	점토	7.8	2.67	NP	-	95.4	80.6	40.1	15.2	-	SM
	SBB-3	2.0	점토	13.3	2.66	NP	-	100	95.6	53.6	33.8	7.5	SM
	SBB-4	2.0	점토	19.0	2.68	31.5	9.2	97.0	90.1	69.5	51.8	14.5	CL
	SBB-5	2.0	점토	6.3	2.64	NP	-	38.1	29.7	13.5	5.9	-	GW-GM
	SBB-6	1.0	점토	10.3	2.68	NP	-	34.3	26.9	14.9	4.9	-	GP
	SBB-7	3.0	점토	13.1	2.66	NP	-	90.5	83.3	51.2	26.2	-	SM
	SBB-8	4.0	점토	22.0	2.68	NP	-	99.2	95.0	51.7	28.3	-	SM
하 부	SBB-10	1.0	점토	16.8	2.68	NP	-	100	89.8	62.7	38.2	7.5	SM
	SBB-11	3.0	점토	14.1	2.64	NP	-	98.0	85.1	47.1	24.4	-	SM
	SBB-12	1.0	점토	13.5	2.64	NP	-	98.8	87.2	49.0	23.2	-	SM
	SBB-13	1.0	점토	12.3	2.67	27.1	4.9	100	100	87.4	58.8	14.0	ML
	SBB-15	2.0	점토	16.9	2.68	28.5	6.0	100	99.0	86.9	62.9	15.0	ML
	SBB-16	1.0	점토	5.4	2.67	NP	-	39.1	31.4	19.4	7.6	-	GW-GM

203

7.5.3 구조구분류 결과

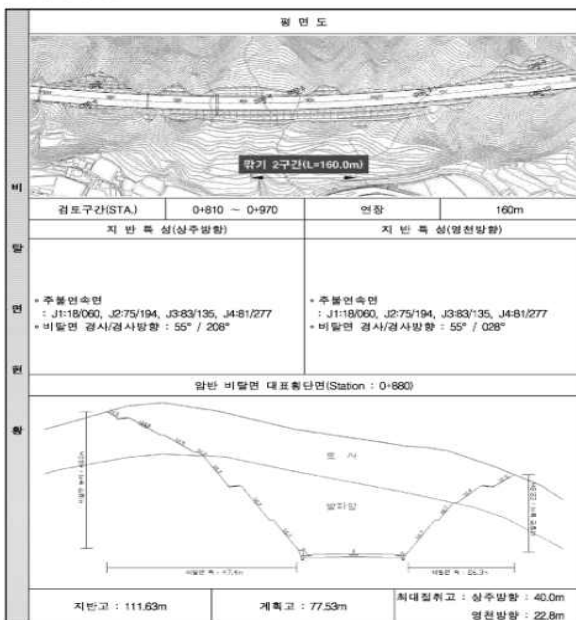


구 분	구조구 1	구조구 2	구조구 3		구조구 4		구조구 5	
			3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2
말 상	Kel-nim	Kgr	Kel-num		Kel-nim		Kel-num	
BIPS	9CBB-18 9CBB-20	CBB-5	CBB-21	TBB-3	TBB-15	CBB-36	CBB-43	CBB-52
		CBB-9						
		CBB-11						
		CBB-19 (SBB-12)						
스캔라인	S-13 118	L-13	-	-	-	L-12	HO3	111-1 S-12
STA.	1+319	4+597	5+453	6+430	7+688	8+960	10+140	
비 고	원상	원상	습곡측 및 구조물	원상	습곡, 습곡측 및 단면	원상	단면, 습곡 및 단면	

206

영천-상주 고속도로 민간투자사업 실시계획

(2) 위기 2구간



246

제 8 장 비탈면 안정성 검토

위기구간 안정성 검토						
구분	상주방향	영천방향	상주방향	영천방향	상주방향	영천방향
비탈면 및 선도파괴 분석도						
결과	상주방향		영천방향		상주방향	
	평면	전도	평면	전도	평면	전도
	1:0.5	안정	안정	안정	불안정	안정
비탈면	1:0.7	안정	안정	안정	불안정	안정
	1:1.0	안정	안정	안정	불안정	안정
	1:1.0	안정	안정	안정	불안정	안정
결과	상주방향		영천방향		상주방향	
	평면파괴	계기파괴	평면파괴	계기파괴	평면파괴	계기파괴
	건기	우기	건기	우기	건기	우기
비탈면	1:0.5	-	-	-	-	-
	1:0.7	-	-	-	-	-
	1:1.0	-	-	-	-	-
비고	* 암반층 원사주면 해석결과 영천방향 1:0.5~1:1.0기울기에서 전도파괴 가능성이 있음. * 영천방향 암반비탈면 불연속면이 Toppling Zone에 위치하여 전도파괴 가능성이 있으므로 녹화공법, 낙석방지그물, 낙석방지물타리를 적용하여 안정성 확보					

247

23.2.3 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 23.2.2】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	영천절토23 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 숏크리트 하단부 및 소단부에서 부분적인 마감불량, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 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	영천절토23 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 숏크리트 하단부 및 소단부에서 부분적인 마감불량, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 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	영천절토23 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 숏크리트 하단부 및 소단부에서 부분적인 마감불량, 들뜸, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 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	영천절토23 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 숏크리트 하단부 및 소단부에서 부분적인 마감불량, 들뜸, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 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, 낙석방지망 설치

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
5	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	616	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 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부가 1개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다. 소단배수로 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	517	영천절토23 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 1단 사면 일부구간 켜기파괴가 조사되었다. 기 손상부의 경우 도로 유입 가능성은 낮으나, 추가파괴가 우려되므로 낙석방지망, 슛크리트 등의 조치가 요망된다. 배수시설의 경우 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열, 재료분리 등이 발생된 것으로 조사되었으며, 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수, 단면보수, 낙석방지망 설치
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	517	영천절토23 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 1단 사면 일부구간 켜기파괴가 조사되었다. 기 손상부의 경우 도로 유입 가능성은 낮으나, 추가파괴가 우려되므로 낙석방지망, 슛크리트 등의 조치가 요망된다. 배수시설의 경우 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열, 재료분리 등이 발생된 것으로 조사되었으며, 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	양호	낙석방지망 설치, 균열보수, 단면보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
8	2중 성능평가	(주)명성 엔지니어링	1,734	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 균열이 조사되었으나, 현재 손상 상태는 경미한 결함으로 시설물의 안전성에 미치는 영향은 매우 미소한 상태임. 상기와 같은 사항을 종합적으로 분석한 결과, 일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 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 내구성능의 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, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 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	517	영천절토 23 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 1단 사면 일부구간 켜기파괴가 조사되었다. 기 손상부의 경우 도로 유입 가능성은 낮으나, 추가파괴가 우려되므로 낙석방지망, 슛크리트 등의 조치가 요망된다. 배수시설의 경우 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열, 재료분리 등이 발생된 것으로 조사되었으며, 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	균열보수, 단면보수, 낙석방지망 설치

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	739	-사면부 이완암 -배수시설 균열
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	-균열보수, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부 이완암 -배수시설 균열
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	균열보수, 주의관찰
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부 이완암 -배수시설 균열
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	균열보수, 주의관찰
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부 이완암 -배수시설 균열
	2023. 04. 03 2023. 06. 16	정지운	양호	균열보수, 주의관찰
14	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	1,084	-사면부이완암 -배수시설균열 -쑏크리트백태
	2023. 07. 03 2023. 12. 08	이상훈	B	-균열보수, 주의관찰
15	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부이완암 -쑏크리트백태 -배수시설균열
	2024. 06. 10 2024. 06. 28	정지운	양호	-주입보수, 지속관찰
16	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부이완암 -쑏크리트백태 -배수시설균열
	2024. 09. 23 2024. 12. 03	정지운	양호	-주입보수, 지속관찰
17	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부이완암 -쑏크리트백태 -배수시설균열
	2025. 03. 24 2025. 06. 18	정지운	양호	-주입보수, 지속관찰

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

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	이완암	주의관찰 후 조치
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 산마루측구 균열	주입보수 주입보수
부대시설	숯크리트 백태	주의관찰 후 조치
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 보통풍화(MW) 정도이다. 상부자연사면 계곡부는 1개소가 확인되었고, 사면부 식생상태가 양호인 상태이다. 27.874km 사면부 이완암은 지표수유입으로 낙석발생 가능성이 있으므로, 주의관찰이 필요하며, 배수시설에 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 상태로, 균열에 대한 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었고, 급회 정밀조사로 인한 숯크리트 백태가 확인되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 27.814km	46.2	85.8	보통암	
2구간 28.074km	47.0	89.0	보통암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 46.2~47.0로 측정되었으며, 추정강도 85.8~89.0MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토23		표 번 호	【표 23.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.13	A	근거표번호	【표 23.4.7】
	2구간	0.16	B		【표 23.4.8】
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.16	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	이완암	주의관찰 후 조치	0.90	1.35	m³	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	숫크리트 백태	주의관찰 후 조치	1.00	1.50	m³	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	61.50	92.25	m	65	5,996	1
	산마루측구 균열	주입보수	13.00	19.50	m	65	1,268	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	7,264		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	3,632		0		0		
	합계	10,896		0		0		
개략공사비 총계(천원)		10,896						

마. 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.

23.2.5 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	영천절토23		
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 : A등급		

나. 내구성능평가 결과

평가항목	등급	등급 점수 (a)	가중치 (b)	결합지수 (a) × (b)
지반상태(암반)	a	0.08	0.25	0.020
절리상태 및 풍화진행도	c	0.43	0.40	0.172
표면보호공	a	0.08	0.10	0.008
사면보강공	a	0.08	0.25	0.020
결합도 지수				0.220
등 급				B

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	영천절토23		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.150	B	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.220	B	0.2	
종합평가 결과	○사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn))$ $= (0.150 \times 0.8) + (0.220 \times 0.2) = 0.164$ ○종합평가 결과 : B등급			

라. 종합결론

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

23.2.6 시설물 보수 이력

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

【표 23.2.3】 보수이력사항

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	시공사
	공사기간		공사내역	공사비(천원)
1	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 3공구	보수	산마루측구	(주)한화건설, (주)삼호
	2020-01-01 ~ 2020-06-30		단면보수, 균열 보수	—
2	상주영천고속도로 민간투자사업 건설공사 3공구	보수	소단배수로, 산마루측구	(주)한화건설, (주)삼호
	2017-07-01 ~ 2017-12-31		소단배수로 균열 보수 산마루측구 균열 보수	—

23.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 23.2.4】 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)																																																	
상부비탈면 우거시 4.106 FS = 4.106 > 1.2 ∴ 안정 상부비탈면 지진시 3.385 FS = 3.385 > 1.1 ∴ 안정 <table><thead><tr><th>구 분</th><th>발생 안전율</th><th>기준안전율</th><th>판 정</th></tr></thead><tbody><tr><td>건거시</td><td>5.040</td><td>1.5</td><td>O.K</td></tr><tr><td>우거시</td><td>4.106</td><td>1.2</td><td>O.K</td></tr><tr><td>지진시</td><td>3.385</td><td>1.1</td><td>O.K</td></tr></tbody></table> 하부비탈면 지진시 1.962 FS = 1.962 > 1.1 ∴ 안정 <table><thead><tr><th>구 분</th><th>발생 안전율</th><th>기준안전율</th><th>판 정</th></tr></thead><tbody><tr><td>건거시</td><td>4.665</td><td>1.5</td><td>O.K</td></tr><tr><td>우거시</td><td>3.078</td><td>1.2</td><td>O.K</td></tr><tr><td>지진시</td><td>1.962</td><td>1.1</td><td>O.K</td></tr></tbody></table> 하부비탈면 지진시 1.111 FS = 1.111 > 1.1 ∴ 안정 <table><thead><tr><th>구 분</th><th>발생 안전율</th><th>기준안전율</th><th>판 정</th></tr></thead><tbody><tr><td>건거시</td><td>1.762</td><td>1.5</td><td>O.K</td></tr><tr><td>우거시</td><td>1.236</td><td>1.2</td><td>O.K</td></tr><tr><td>지진시</td><td>1.111</td><td>1.1</td><td>O.K</td></tr></tbody></table>			구 분	발생 안전율	기준안전율	판 정	건거시	5.040	1.5	O.K	우거시	4.106	1.2	O.K	지진시	3.385	1.1	O.K	구 분	발생 안전율	기준안전율	판 정	건거시	4.665	1.5	O.K	우거시	3.078	1.2	O.K	지진시	1.962	1.1	O.K	구 분	발생 안전율	기준안전율	판 정	건거시	1.762	1.5	O.K	우거시	1.236	1.2	O.K	지진시	1.111	1.1	O.K
구 분	발생 안전율	기준안전율	판 정																																															
건거시	5.040	1.5	O.K																																															
우거시	4.106	1.2	O.K																																															
지진시	3.385	1.1	O.K																																															
구 분	발생 안전율	기준안전율	판 정																																															
건거시	4.665	1.5	O.K																																															
우거시	3.078	1.2	O.K																																															
지진시	1.962	1.1	O.K																																															
구 분	발생 안전율	기준안전율	판 정																																															
건거시	1.762	1.5	O.K																																															
우거시	1.236	1.2	O.K																																															
지진시	1.111	1.1	O.K																																															
(a) 구조계산서		(b) 구조계산서																																																

23.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

23.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 23.2.5】 수집자료 검토결과 및 점검방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 기반조사보고서 - 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 이완암 ◇ 소단배수로 균열, 산마루측구 균열 ◇ 숯크리트 백태 ◇ 배수로 균열보수(하자)	◇ 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

23.3 현장조사 및 시험

23.3.1 현황 및 특성

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

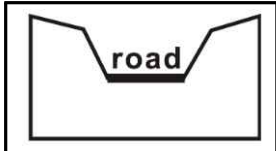
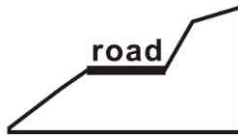
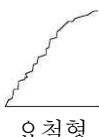
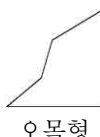
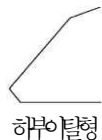
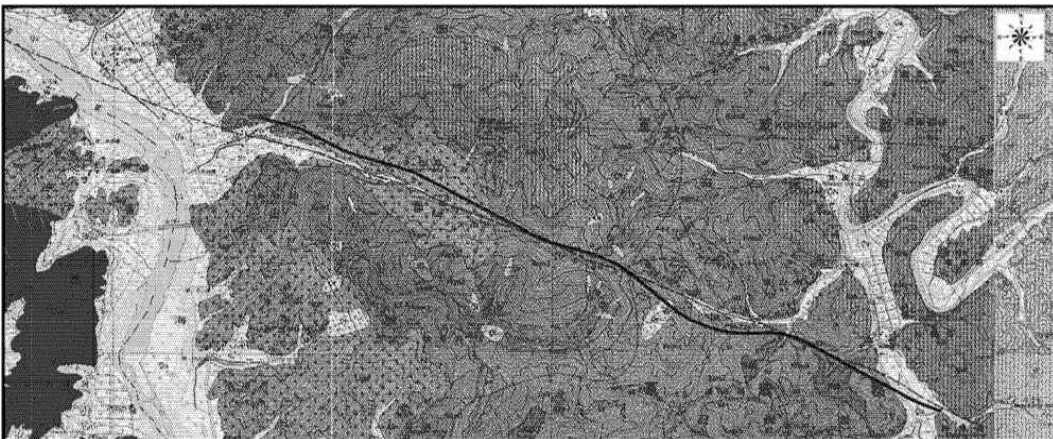
가. 일반현황 조사결과

【표 23.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2025. 09. 29.		조 사 자	정 지 운
일 기	맑음		준공년도	2017년 06월 27일
행정구역	대구광역시 군위군 소보면 신계리			
위 치	시점 : 36° 14′ 59″ 128° 28′ 24″			
	종점 : 36° 14′ 52″ 128° 28′ 36″			
도 로	관리이정 : 27.674 ~ 28.114km			
	왕복 4차선		도로폭 : 24.5m	
	교통량 : 30,787대/일			
절토사면	길 이 : 440.0m		높 이 : 40.0m	
	경 사/경사방향 : 50/035			
	도로와의 이격거리 : 평균 1.0~2.0m			
	구성물질 : 암		토층심도 : 약 3.0~4.0m	
	소 단 : 4			
낙석/튼돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -	
	낙석 평균크기 : -			
	낙석 최대크기 : -			
	튼돌 존재유무 : 유		튼돌의 양 : 0.9m³	
튼돌 평균크기 : 0.9m³				
절토사면 시공현황	종 류	위 치		상 태
	식생현황	27.674~28.114k		양호
	산마루 측구	28.014~28.114k		균열
	소단배수로	27.734~27.834k, 27.894~28.014k		균열
	숏크리트+격자블럭	27.844~28.054k		양호
	숏크리트	27.815~27.849k		백태
	낙석방지울타리	27.694~27.844k		양호
점검용 계단		27.824~27.914k, 27.854k		양호
붕괴이력	유 형	규 모		위 치
기 타	.			

나. 사면특성 조사결과

【표 23.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형		
	종단면 형상				
	기타 특징		-		
절토사면의 특성	종 횡 단 면	 직선형		종 단 면 특 성	 요철형
		 요형(오목)	 오목형		 해부탈형
상부 자연사면	경 사 도		20~30°		
	인장균열		무		
	포행흔적		무		
	수목의 기울어짐		무		
	인공구조물		무		
	산마루측구		유		
	계곡부		1개소		
지 질					
	지질각론		쥬라기의 관입암류, 백악기 경상층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포		
식 생	① 종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수
	② 밀 도	하	20/15m²	-	-
	③ 근계특징	천근성 (O), 심근성 ()			

다. 사면 구간분할 결과

사면의 구간분할 기준

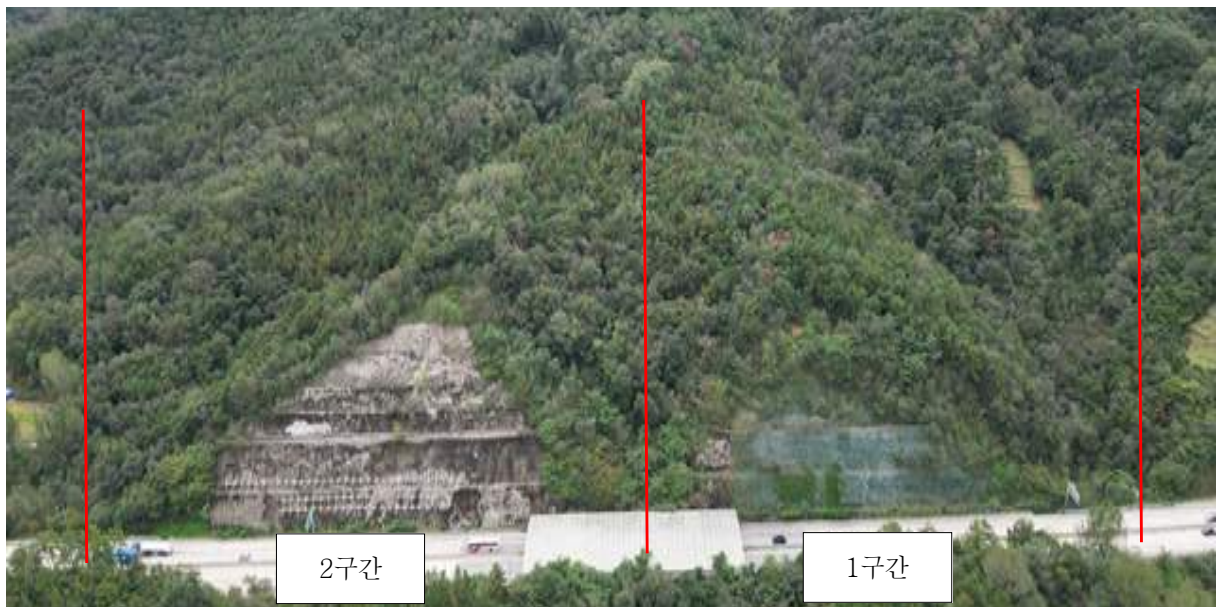
- 1) 사면의 구성재료(토사, 연약암반, 파쇄암반, 절리암반)가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 3) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

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.

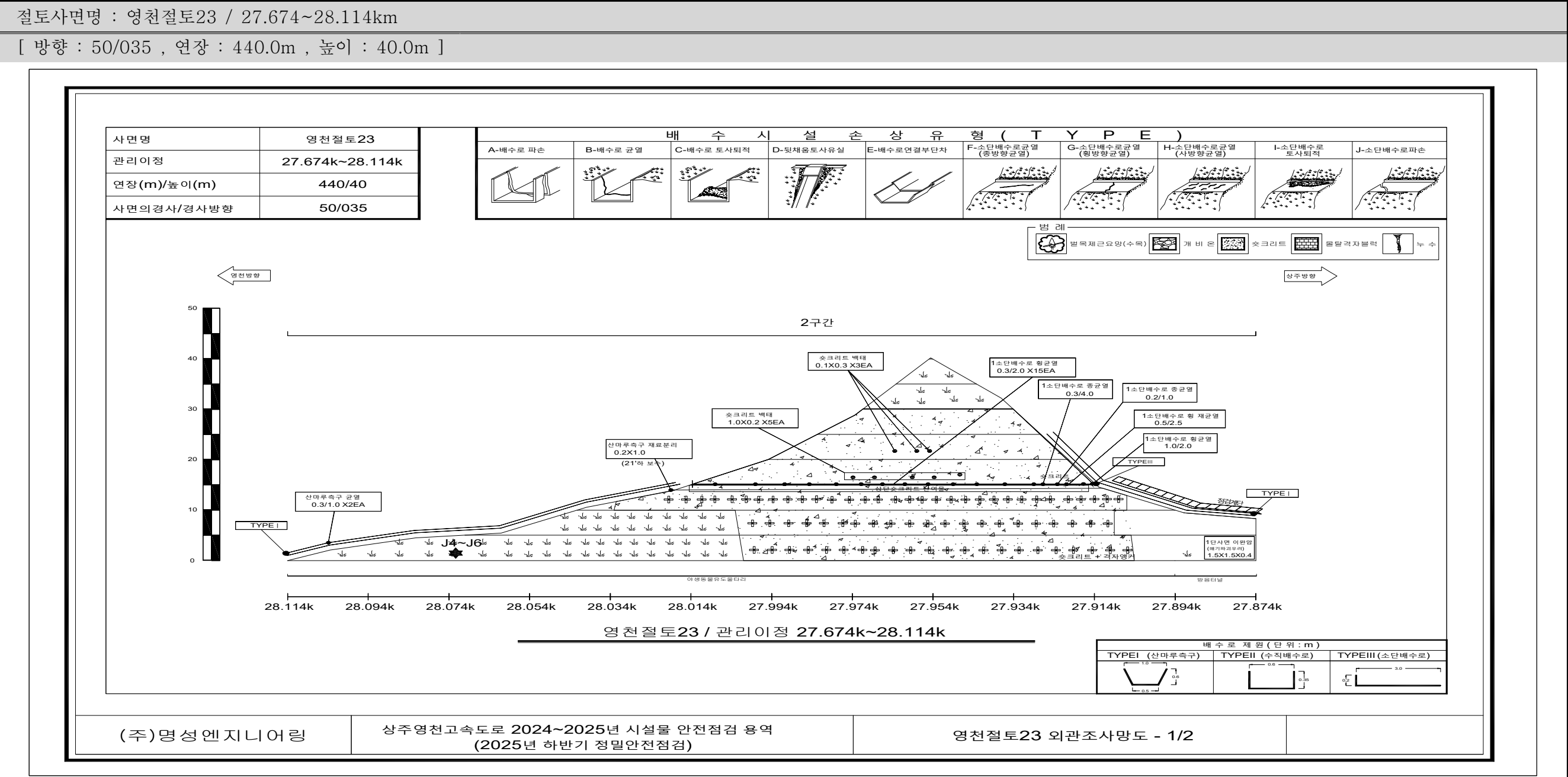
사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 23.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	경사/경사방향	토층심도(m)	구성물질
1구간	27.674~27.854	180.0	23.0	50/035	4.0	암
2구간	27.854~28.114	260.0	40.0	50/035	4.0	암

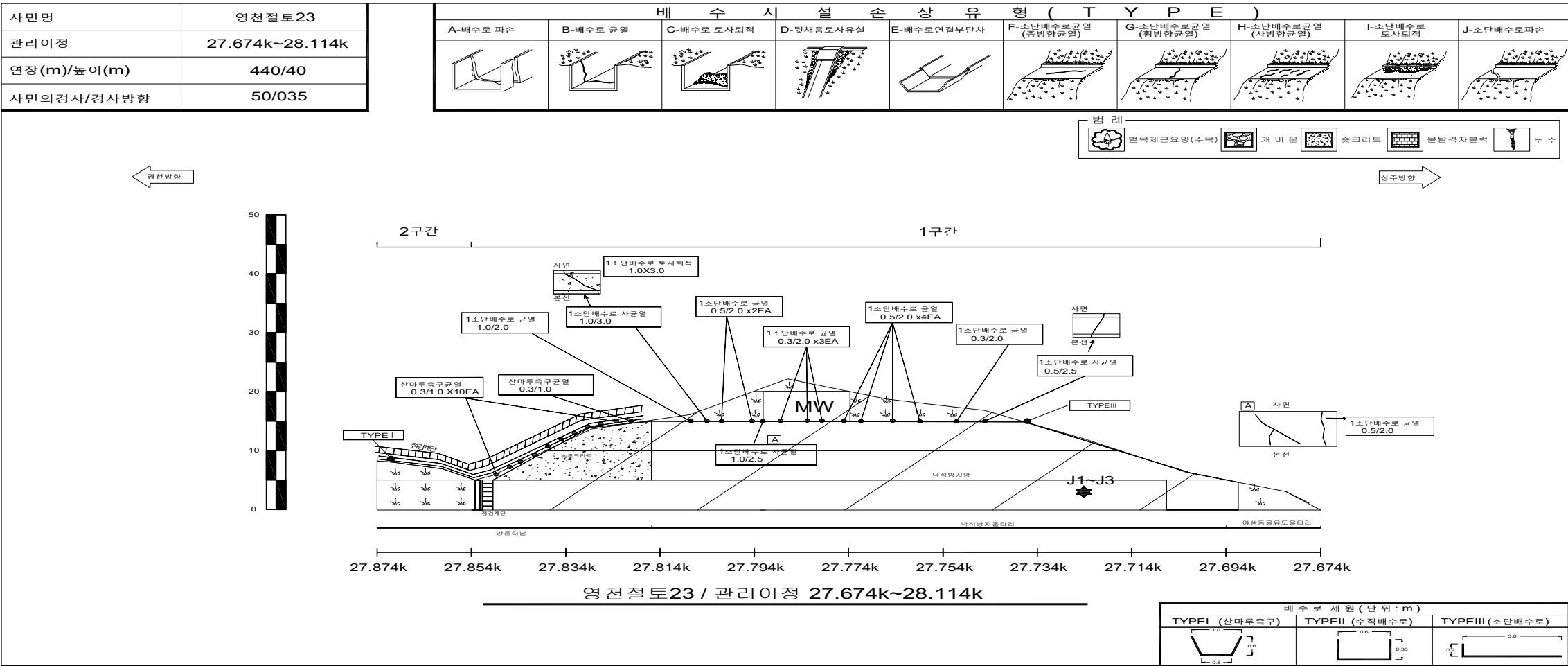


23.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



절토사면명 : 영천절토23 / 27.674~28.114km

[방향 : 50/035 , 연장 : 440.0m , 높이 : 40.0m]



(주)명성엔지니어링

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

영천절토23 외관조사망도 - 2/2

Bieniawski의 RMR 분류										No.	J1	J2	J3	J4	J5	J6			
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		방향	78/332	75/300	82/315	84/311	85/321	85/292	
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void	6	Fresh	6	간격	10	10	10	10	10	10	
	15											연장	4	4	4	4	4	4	
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	S.W.	5	틈새	5	5	5	4	4	5	
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	M.W.	3	거칠기	5	5	3	3	3	3	
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	H.W.	1	충전물	2	2	4	2	2	4	
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	C.W.	0	풍화도	3	3	3	3	3	3	

23.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 영천절토23의 관리이정 27.674~27.854k의 구간으로 연장 180.0m, 높이 23.0m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

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

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 식생공이 시공되어 있으며, 식생활착은 전반적으로 양호한 상태로 확인되었다.
- 27.734k 부근의 낙석방지망내 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 보통풍화(MW) 정도로 판단되며, 특이손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

3) 사면하부

- 사면하부는 L형측구, 낙석방지울타리 등이 설치되어 있으며, 구조물의 변형 및 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 이격거리는 1.0~1.5m정도의 거리를 유지하고 있다.

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 슛크리트(27.815~27.849k), 낙석방지울타리(27.694~27.844k), 야생동물유도울타리(27.674~27.844k), 점검계단(27.824~27.854k)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 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있으며, 수직도수로는 전반적으로 양호한 상태로 확인되었다.
- 소단배수로 균열, 토사퇴적, 산마루측구 균열이 조사되었으며, 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중, 강우, 공용기간 경과에 의한 사면부 열화 등에 의해 발생한 것으로 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수 및 정비(청소)가 필요하다.

6) 공중이 이용하는 부위

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

			
현황	자연사면 전경	현황	소단배수로 전경
원인	상태양호	원인	상태양호
대책	-	대책	-
			
현황	쏫크리트 전경	현황	27.754k 소단배수로 균열(0.5/2.5*4ea)
원인	상태양호	원인	건조수축, 온도변화, 다짐미흡
대책	-	대책	주입보수
			
현황	27.794k 소단배수로 균열(0.3/2.0*3ea)	현황	27.794k 소단배수로 균열(1.0/2.5)
원인	건조수축, 온도변화, 다짐미흡	원인	건조수축, 온도변화, 다짐미흡
대책	주입보수	대책	주입보수

【사진 23.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	27.814k 소단배수로 토사퇴적(1.0*3.0)	현 황	27.814k 소단배수로 균열(1.0/3.0)
원 인	강우, 공용기간 경과	원 인	건조수축, 온도변화, 다짐미흡
대 책	정비(청소)	대 책	주입보수
			
현 황	27.814k 소단배수로 균열(1.0/2.0)	현 황	27.820k 산마루측구 균열(0.3/1.0)
원 인	건조수축, 온도변화, 다짐미흡	원 인	건조수축, 온도변화, 다짐미흡
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 23.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 23.3.4】 1구간 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	29.50	14	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m ²	3.00	1	정비	
	산마루측구 균열	m	11.00	11	주입보수	

나. 2구간

2구간은 영천절토23의 관리이정 27.854~28.114k의 구간으로 연장 260.0m, 높이 40.0m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 보호공, 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

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

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 보호공, 식생공이 시공되어 있으며, 식생활착은 양호한 상태로 확인되었다.
- 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 보통풍화(MW) 정도로 판단된다.
- 사면부 27.874k 이완암(1.5*1.5*0.4)이 조사되었고, 일부 암은 탈락(하부퇴적)된 상태로 이완암의 충전물은 유실된 상태이다. 지표수 유입으로 충전물유실이 지속적으로 발생하면 탈락 가능성이 있는 상태이나, 도로와의 이격거리(약 2.0m)와 방음터널이 설치되어 있어 도로유입 가능성은 낮은 편이다. 이완암에 대해서는 즉각적인 조치보다는 주의관찰을 실시하고, 손상의 증가나 주변부 이완암 발생시 조치를 취하는 유지관리가 유리할 것으로 판단된다.

3) 사면하부

- 사면하부는 L형측구, 야생동물유도울타리 등이 설치되어있으며, 구조물의 변형 및 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 이격거리는 1.0~2.0m정도의 거리를 유지하고 있다.

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 숯크리트+격자블럭(27.844~28.054k), 야생동물유도울타리(27.894~28.114k), 점검계단(27.854~27.914k)이 설치되어 있으며, 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
- 27.944~27.974k 숯크리트 백태가 조사되었으며, 강우, 지표수 유입 등에 의한 것으로 즉각적인 보수보다는 손상의 진전여부에 대한 주의관찰을 실시하는 것이 요구된다.
- 격자블럭은 사면부에 75공이 설치되어 있으며, 격자콘크리트 및 앵커부는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 외관조사망도에 위치를 표시하여 손상발생시 정확한 위치 표기가 가능하게 하였다.
- 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구가 시공되어 있다.
- 소단배수로 균열, 산마루측구 균열이 조사되었으며, 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중 등에 의해 발생한 것으로 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.

			
현 황	-shotcrete+격자블럭 전경	현 황	이격부 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	소단배수로 전경	현 황	자연사면 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	27.974k -shotcrete 백태(1.0*0.2*5)	현 황	27.974k -shotcrete 백태(1.0*0.2*5)
원 인	지표수유입, 공용중 열화	원 인	지표수유입, 공용중 열화
대 책	주의관찰 후 조치	대 책	주의관찰 후 조치

【사진 23.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	27.874k 이완암(1.5*1.5*0.4)	현 황	27.904k 소단배수로 균열(1.0/2.0)
원 인	지표수유입, 충전물유실	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주의관찰 후 조치	대 책	주입보수
			
현 황	27.924k 소단배수로 균열(0.3/4.0)	현 황	27.940k 소단배수로 균열(0.3/2.0*15ea)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 건조수축
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 23.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 23.3.5】 2구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	이완암	m³	0.90	1	주의관찰 후 조치	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	숯크리트 백태	m³	1.09	8	주의관찰 후 조치	
배수시설	소단배수로 균열	m	39.50	19	주입보수	
	산마루측구 균열	m	2.00	2	주입보수	

다. 시설물내 보강공 점검결과

시설물내 보강공 현장조사결과를 [그라운드 앵커 설계·시공 및 유지관리 매뉴얼 2021.08, 국토교통부]에 의거하여 실시하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

【표 23.3.6】 앵커 점검결과

구 분		점검항목	점검결과
앵커체	강연선	돌출	－
		손실	－
		부식	－
앵커두부	두부콘크리트	돌출 · 박리	무(양호)
		파손 · 낙하	무(양호)
		성능저하 · 균열	무(양호)
		유리석회(Free CaO)	무(양호)
		용수 유무	무(양호)
	두부캡	파손 · 변형 · 낙하	무(양호)
		재료성능저하	무(양호)
		고정방법 · 고정상황	무(양호)
		씰부 성능저하	무(양호)
		용수 유무	무(양호)
	방청유	기름누출	무(양호)
	지압판	돌출	무(양호)
		용수 유무	무(양호)
수압구조물		변형 · 침하	무(양호)
		콘크리트 성능저하	무(양호)
		유리석회(Free CaO)	무(양호)
		파손 · 낙하	무(양호)
		균열	무(양호)
		배면지반으로부터의 돌출	무(양호)
그 외		용수	무(양호)
		지반전체의 변형된 상태	무(양호)
		주변구조물의 변형된 상태	무(양호)

23.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결함 항목별 발생원인 분석

【표 23.3.7】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	발생원인	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—	—
사면부	이완암	집중강우	주의관찰 후 조치
사면하부	상태양호	—	—
배수시설	소단배수로 균열	다짐미흡, 우수유입	주입보수
	소단배수로 토사퇴적	우수유입	정비(청소)
	산마루측구 균열	다짐미흡, 우수유입	주입보수
부대시설	숯크리트 백태	집중강우	주의관찰 후 조치
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 보통풍화(MW) 정도이다. 상부자연사면 계곡부는 1개소가 확인되었고, 사면부 식생상태가 양호인 상태이다. 27.874k 사면부 이완암은 지표수유입으로 낙석발생 가능성이 있으나 충분한 이격거리로 인해 즉가적인 보수보다는 주의관찰이 필요하다. 배수시설에 조사된 균열, 토사퇴적은 배수기능에 큰 문제는 없는 상태이나 손상의 진전 방지를 위해 보수 및 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었고, 강우 등에 의해 발생된 숯크리트 백태는 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.		

【표 23.3.8】손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	이완암	m³	0.90	1	주의관찰 후 조치	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	숯크리트 백태	m³	1.09	8	주의관찰 후 조치	
배수시설	소단배수로 균열	m	69.00	33	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m²	3.00	1	정비	
	산마루측구 균열	m	13.00	13	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 쏫크리트 백태, 소단배수로 균열, 토사퇴적, 산마루측구 균열이 일부 추가 조사된 것으로 확인되었다.

【표 23.3.9】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2023년)		금회(2025년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면부	이완암	m³	0.90	1	0.90	1	—	
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
부대시설	쏫크리트 백태	m³	1.00	5	1.09	8	▲0.09	
배수시설	소단배수로 균열	m	61.50	30	69.00	33	▲2.00	
	소단배수로 토사퇴적	m²	—	—	3.00	1	▲3.00	
	산마루측구 균열	m	13.00	13	13.00	13	▲10.00	

23.3.5 공중이 이용하는 부위 점검

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

【표 23.3.10】 공중이 이용하는 부위 점검내용

구 분	점검 결과	비고
추락방지시설	추락방지시설인 점검사다리, 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	

23.3.6 재료시험

영천절토23은 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 23.3.11】 반발경도시험 결과

시험위치	상위50% 평균값 (대표값)	일축압축강도 추정 (MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 27.724km	47.1	75.2	보통암	
2구간 28.074km	45.8	71.3	보통암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값(대표값)은 45.8~47.1 으로 측정되었으며, 일축압축강도추정 71.3~75.2MPa로 보통암으로 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 23.3.12】 이전 정밀안전점검과의 일축압축강도 추정 비교

구 분	위 치	전회(2023년)	금회(2025년)	비 고
		일축압축 추정강도(MPa)	일축압축 추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	85.8	75.2	보통암
	2구간	89.0	71.3	보통암

영천절토23 반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구분	내용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 9. 29. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 외관조사 위치(m) 참조
시험 대상 구조물	영천절토23 (L=150.0m, H=31.0m)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정, 암반노출부
시험시의 온도	20.9℃, 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.

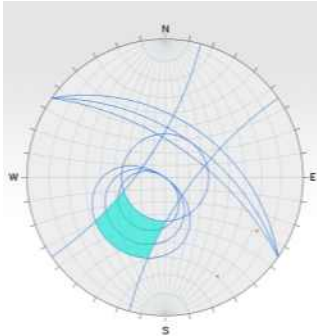
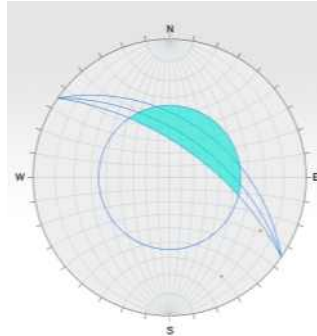
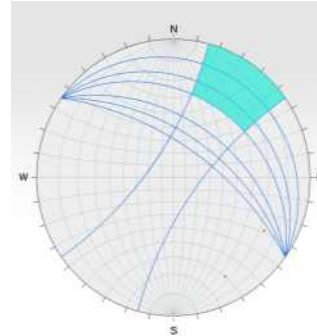
		
경사/방향 측정	거칠기 측정	간격 측정

【사진 23.3.3】 불연속면 측정 현황

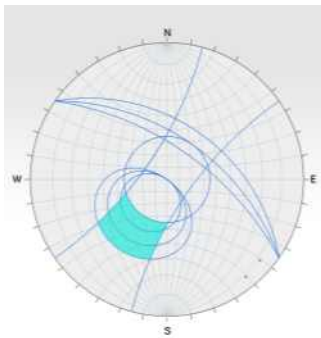
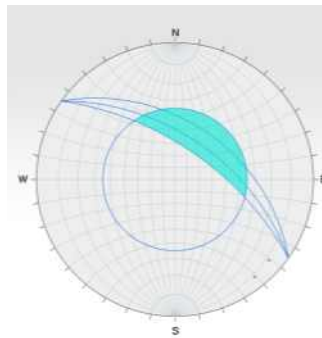
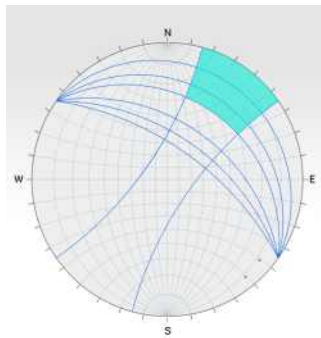
2) 불연속면 조사 결과

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

【표 23.3.11】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분		J1	J2	J3	절리상태 점수		
					J1	J2	J3
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		78/332	75/300	82/315	—	—	—
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	1	1	1
	틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만	1	1	1
	거칠기	거칠	거칠	약간거칠	1	1	3
	충진물질	딱딱함, 5mm이상	딱딱함, 5mm이상	딱딱함, 5mm미만	3	3	1
	풍화도	MW	MW	MW	3	3	3
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	1.8	1.8	1.8
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 23.3.12】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분		J4	J5	J6	절리상태 점수		
					J4	J5	J6
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		84/311	85/321	85/292	—	—	—
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	1	1	1
	틈새(mm)	0.1~1.0mm	0.1~1.0mm	0.1mm 미만	3	3	1
	거칠기	약간 거침	약간 거침	약간 거침	3	3	3
	충진물질	딱딱함, 5mm이상	딱딱함, 5mm이상	딱딱함, 5mm미만	3	3	1
	풍화도	MW	MW	MW	3	3	3
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	2.6	2.6	1.8
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							

23.4 상태평가

23.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 440m의 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 23.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	27.674~27.854km	180m	암반사면	
2구간	27.854~28.114km	260m	암반사면	

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 23.4.2]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 23.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류 기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{4.0}{23.0} = 0.17$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 75.2MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3} = 0.3, \frac{Ib}{H} = \frac{0.3}{23.0} = 0.013$ 로 0.01초과	절리암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{4.0}{40.0} = 0.10$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 71.3MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3} = 0.5, \frac{Ib}{H} = \frac{0.5}{40.0} = 0.013$ 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	0.4	0.2	0.3	0.30	23.0	0.013
2구간	0.5	0.5	0.5	0.50	40.0	0.013

다. 강우량

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

본 사면은 군위에 위치한 사면으로 기상청자료와 가까운 구미의 기상청자료(최근 30개년)를 획득하여 다음에 정리하였다.

구분	일 최대 강우량(mm)									
일시(year)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
강우량(mm)	151.0	130.5	84.0	221.0	105.5	87.0	66.0	132.0	158.0	202.0
일시(year)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
강우량(mm)	133.5	135.0	125.5	108.5	62.5	88.5	115.5	171.5	74.5	83.5
일시(year)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
강우량(mm)	64.7	117.6	85.9	114.6	155.9	107.6	80.0	91.6	166.8	133.0
평균(mm)	118.4									

23.4.2 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. 절리방향(사면과의 차이)

$|332 - 035| = 63^\circ$ 로 사면방향과 45° 이상이므로 0점(a)

1-6. 절리경사-사면경사

사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리 없음. 0점(a)

1-7. 절리상태

1구간 J1의 절리상태 점수는 불연속면에 1.8점으로 기재하여 2점(b)

1-8. 사면경사

사면경사는 50° 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 118.4mm이며, 지하수위는 시추조사 미설시로 육안으로 조사하여 누수 등의 손상이 없으므로 2점(c)

1-10. 절취상태

실시설계보고서 자료를 참고하여 진동제어발파에 의해 시공된 것으로 판단되어 1점(b)

1-11. 배수조건

배수시설은 소단배수로 균열, 토사퇴적, 산마루측구 균열 등에 의해 보통인 2점(c)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 1점(a)

【표 23.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토23		표번호	[표 23.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	27.674~27.854km	
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. 09. 29		조사자	정 지 운	

【표 23.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토23		표번호	[표 23.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	27.674~27.854km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	332 - 035 = 63°	0		
1-6		절리경사-사면경사	사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리 없음	0		
1-7		절리상태	유리(절리상태 점수 1.8점)	2		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	50°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	118.4mm(구미)	2	2	
		지하수위	누수 등의 손상없음	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2025. 09. 29		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

27.874k 이완암이 확인되어 1점(b)

1-5. 절리방향(사면과의 차이)

$|321 - 035| = 74^\circ$ 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 2.6점으로 기재하여 3점(c)

1-8. 사면경사

사면경사는 50° 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 118.4mm이며, 지하수위는 시추조사 미설시로 육안으로 조사하여 누수 등의 손상이 없으므로 2점(c)

1-10. 절취상태

실시설계보고서 자료를 참고하여 진동제어발파에 의해 시공된 것으로 판단되어 1점(b)

1-11. 배수조건

배수시설은 소단배수로 균열, 산마루측구 균열 등에 의해 보통인 2점(c)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 1점(a)

【표 23.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토23		표번호	[표 23.4.5]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	27.854~28.114km	
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	이완암	27.874k	0.9㎥ (1.5*1.5*0.4)	1	
조사일시	2025. 09. 29		조사자	정 지 운	

【표 23.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토23		표번호	[표 23.4.6]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	27.854~28.114km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	321 - 035 = 74°	0		
1-6		절리경사-사면경사	사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리 없음	0		
1-7		절리상태	보통(절리상태 점수 2.6점)	3		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	50°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	118.4mm(구미)	2	2	
		지하수위	누수 등의 손상없음	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2025. 09. 29		조사자	정 지 운		

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.14로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

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

【표 23.4.7】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토23				표번호
근거표번호			[표 23.4.3], [표 23.4.4]				[표 23.4.7]
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 절리방향-사면방향	0	a	9	f2=0.17	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	1	b			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					9	F=0.12	A
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 9 / 52 = 0.17 ○상태평가등급(F) : 9 / 76 = 0.12					

【표 23.4.8】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			영천절토23				표번호
근거표번호			[표 23.4.5], [표 23.4.6]				[표 23.4.8]
평가요소			결합점수	결합종류별 평가결과	총점	결합지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	1	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		1	b			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	0	a	10	f2=0.19	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					11	F=0.14	A
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 1 / 24 = 0.04 ○파괴요인지수(f2) : 10 / 52 = 0.19 ○상태평가등급(F) : 11 / 76 = 0.14					

【표 23.4.9】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		구간별평가결과(Min)	
	결합지수	등급	결합지수	등급	결합지수	등급
영천절토23	0.12	A	0.14	B	0.14	B

다. 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

23.5 종합평가 및 안전등급 지정

23.5.1 종합평가 결과

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

【표 23.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토23		표 번 호	【표 23.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.12	A	근거표번호	【표 23.4.7】
	2구간	0.14	B		【표 23.4.8】
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.14	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

23.5.2 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 23.5.2】 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

23.5.3 이전 정밀안전점검과의 비교

【표 23.5.3】이전 정밀안전점검과의 비교

평가구분		전차 정밀안전점검(2023년)		금회 정밀안전점검(2025년)	
		결함지수	평가결과	결함지수	평가결과
상태평가	1구간	F=0.13	A	F=0.12	A
	2구간	F=0.16	B	F=0.14	B
안전성평가		해당없음	—	해당없음	—
등급 변경사유		절리방향, 경사방향, 절리상태가 상이하여 결함지수는 다소 감소하였지만, 등급의 변경은 없는 상태이다.			

23.6 보수·보강 및 유지관리방안

23.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 23.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
사면부	이완암	주의관찰 후 조치	0.90	1.35	m³	－	－	－
사면하부	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
부대시설	숯크리트 백태	주의관찰 후 조치	1.09	1.64	m³	－	－	－
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	69.00	103.50	m	65	6,728	1
	소단배수로 토사퇴적	정비	3.00	4.50	m²	25	113	3
	산마루측구 균열	주입보수	13.00	19.50	m	65	1,268	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	7,996		－		113		
	재경비 (순공사비의 50%)	3,998		－		57		
	합계	11,994		－		170		
개략공사비 총계(천원)		12,164						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

23.6.2 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 23.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	• 이완암 구간 → 지표수유입이 많은 장마철, 온도변화가 심한 해빙기에 주의관찰이 요망되며, 주기적인 점검으로 통해 추가 손상의 발생유무에 대한 확인 • 격자블럭 설치 구간 → 격자블럭은 현재 양호한 상태이나, 장기공용시 우수 및 동결융해로 인한 정착력 저하 및 주변부 유실이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검으로 통해 손상의 발생유무에 대한 확인, 유지관리를 실시	
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	

23.7 종합결론

23.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 보통풍화(MW) 정도이다. 상부자연사면 계곡부는 1개소가 확인되었고, 사면부 식생상태가 양호인 상태이다. 27.874k 사면부 이완암은 지표수유입으로 낙석발생 가능성이 있으나 충분한 이격거리로 인해 즉가적인 보수보다는 주의관찰이 필요하다. 배수시설에 조사된 균열은 배수기능에 큰 문제는 없는 상태이나 손상의 진전 방지를 위해 균열에 대한 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었고, 강우 등에 의해 발생한 슛크리트 백태는 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값(대표값)은 45.8~47.1 으로 측정되었으며, 일축압축강도추정 71.3~75.2MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.14로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 절리상태로 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.

23.7.2 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.

23.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 이완암은 해빙기 및 지표수가 많은 장마철에 특히, 주의관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

23.7.4 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.