

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

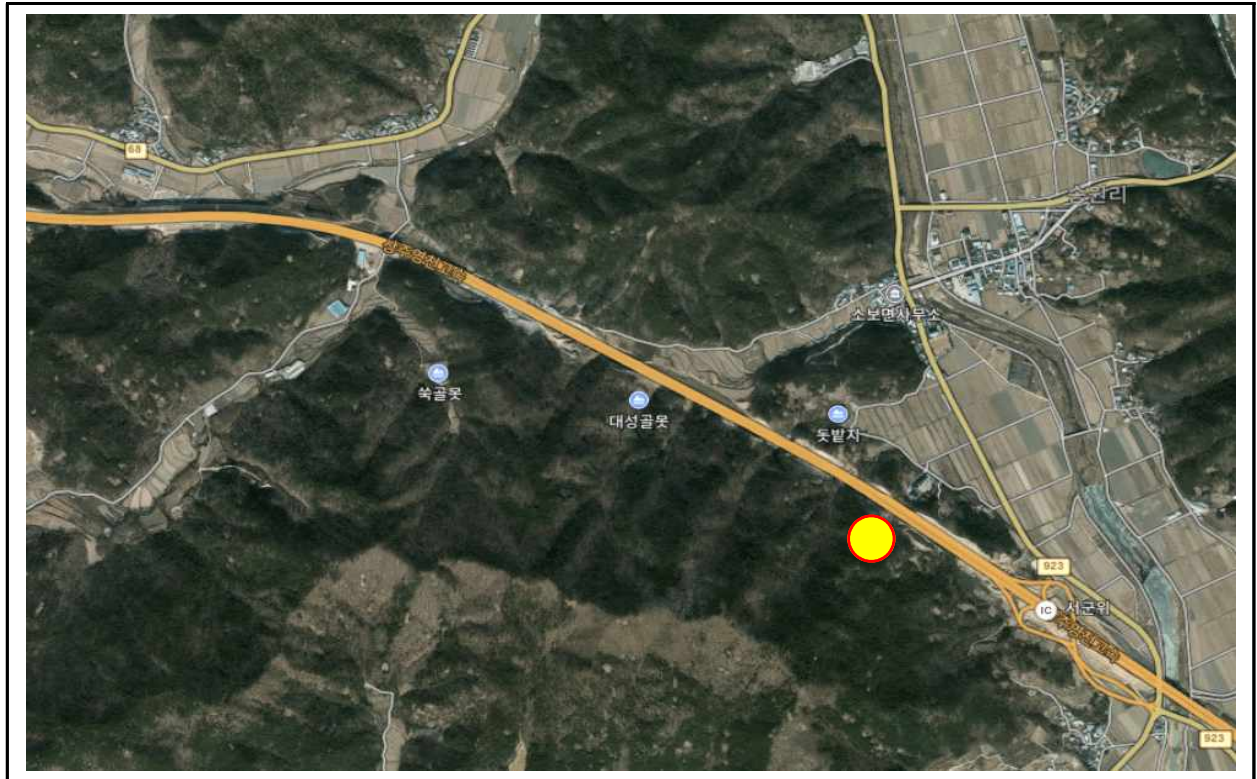
본 시설물은 경상북도 군위군 소보면 신계리(상주영천고속도로 27.674~28.114km)에 위치한 사면으로서 총 연장 440.0m, 높이 40.0m의 절토사면으로 시공되어 있다.

23.1.1 일반사항

【표 23.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000048		관리번호	SY SL23
시설물명	영천절토23		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경상북도 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	440m	높 이	40.0m
	경사/방향	44/035	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, 쏘일네일링, 격자블럭, 숯크리트		
비 고				

23.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 23.1.1】 위치도



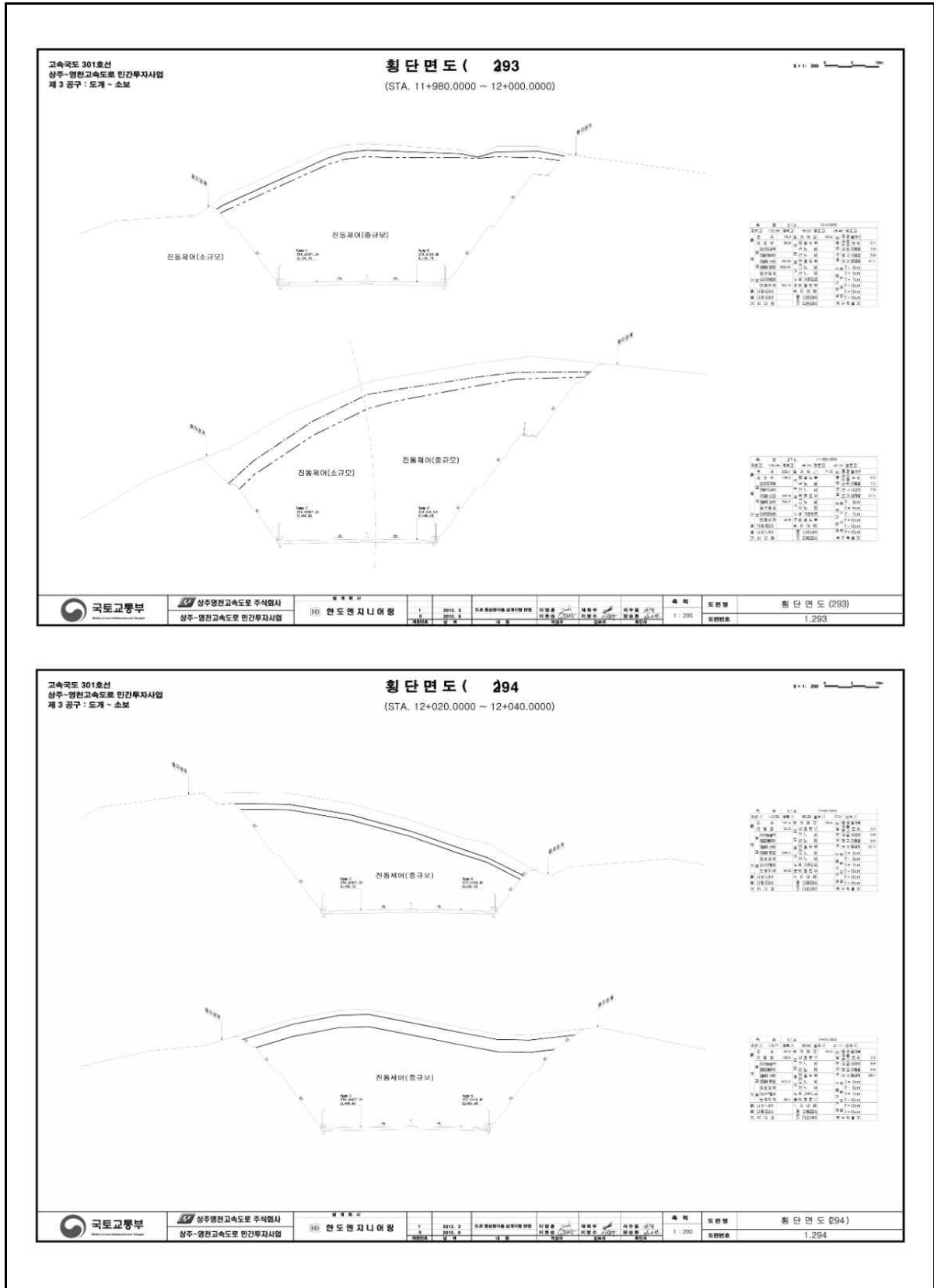
【그림 23.1.2】 전경사진

	
상단 전경	1소단 배수로 전경
	
점검계단 전경	산마루측구, 야생동물유도울타리 전경
	
숏크리트+격자블럭 전경	하부 전경

【그림 23.1.3】 부재별 현황

[illegible]

【그림 23.1.4】 평면도



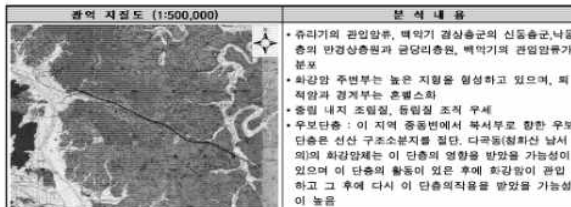
【그림 23.1.5】 표준횡단면도

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	분석 내용
타일 구간	- 분포지층 : 표토층(풍적층), 풍화토, 풍화암, 연암 - 표토층은 비탈면 풍적층으로 일구부는 지표에서 5.5~12.0m, 충구부는 18.0m 두께, 자갈층인 실트질 모래, 점사, 매운조립 - 충화토는 일구부에서인 지표하 5.5~10.0m에 4.5m 두께, 매운조립 - 충화암은 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	- 분포지층 : 매립층, 퇴적층, 풍화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.8~2.3m 두께로 분포, 실트질 모래, 노른 내지 매운조립 - 퇴적층은 지표하 1.8~8.5m에 6.2~6.3m 두께로 분포, 자갈층인 실트질 모래 및 점토질 실트, 매운노른 내지 매운조립 - 충화암은 지표하 8.5~9.5m에 1.0m 두께로 분포, 실트질 모래, 매운조립 - 연암은 지표하 8.1~12.5m에 3.0m 두께로 분포, 사암, TCR=14~60%, RQD=0%
개량로	- 분포지층 : 매립층, 퇴적층, 풍화암, 연암 - 매립층은 지표하 1.2~4.8m에 3.6m 두께로 분포, 실트질 모래, 노른 내지 매운조립 - 퇴적층은 지표하 4.8~6.0m에 1.2m 두께로 분포, 실트질 모래, 매운조립 - 연암은 지표하 6.0~9.0m에 3.0m 두께로 분포, 역질 사암, TCR=40%, RQD=45%

51

구 분	분석 내용
교량구간	- 분포지층 : 매립층, 연암 - 매립층은 지표에서 4.3m 두께로 분포, 모래질 자갈, 매운조립, 습윤 - 연암은 지표하 4.3~6.3m에 2.0m 두께로 분포, 역질사암, 보통풍화 내지 심한 풍화, 약한 내지 보통강한 TCR=87%, RQD=52%
도개고	- 분포지층 : 매립층, 퇴적층, 풍화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.5~2.6m 두께로 분포, 모래질 모래, 실트질 모래, 노른 - 퇴적층은 지표하 1.5~12.0m에 4.5~9.4m 두께로 분포, 실트질 모래, 자갈 및 점사, 매운조립 - 풍화암은 지표하 6.0~8.5m에 2.5m 두께로 분포, 역질 사암, 매운조립 - 연암은 지표하 8.5~12.0m에 3.0m 두께로 분포, 역질 사암, 사암 및 화강암, TCR=40~50%, RQD=0~43%
비탈면구간	- 분포지층 : 매립층, 퇴적층, 풍화암, 연암 - 매립층은 연층에 분포, 모래질인 점사 및 실트질 모래, 노른 - 퇴적층은 매립층 하부에 분포, 실트질 모래, 자갈 및 점사, 매운조립 - 풍화암은 역질 사암, 매운조립 - 연암 용현심도가 대체로 얕음
와기	- 표토의 층주는 얇고, 풍화대 역시 수 미터 이내 - 분포암층은 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/보강공법선정)

나. 중점검토사항 도출

구 분	조사내용 및 분석결과	중점검토사항
타일 구간	- 아래 굴착시 풍적 층이 예상되는 세암 분포 - 군위터널 구간에 우보단층 출현 - 군위터널 인근에 계곡부 발달	- 지층 형상 및 구조상 심도 파악을 위한 시추 조사, 전기 비저항 탐사, 탐사와 탐사 수평 - 단층 굴착시 특성 분석을 위한 상세조사 수행 - 불특정 분포 파악을 위한 상세 시추 및 굴착조사 수행
교량 및 비탈면 구간	- 장년기~노년기 지형으로 풍화대 발달 - 굴착시 풍화가 민감한 퇴적암 발달 - 암종 변화 및 지형기복에 따른 기초 지지층 변화가 심할 것으로 예상	- 지층분포 파악을 위한 시추조사 및 탐사파라미터 - 사암구간 주변 비탈면 지층 현황 상세 조사 - 지층 확인을 위한 시추조사와 암반 특성 파악을 위한 암석시험 수행

52

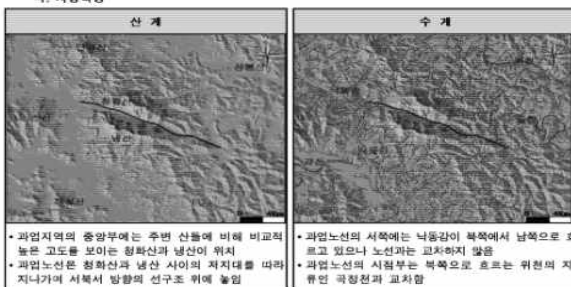
4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지질 개요

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

나. 지형특성



다. 분포 암종 특성

구 분	지질특성
반경상층군 하부 암석질 역질 사암	- 장석의 함량이 높기 때문에 다른 암석에 비해 풍화가 더 심할 것으로 예상됨 - 풍화심도가 심할지 깊을 것으로 예상됨
반경상층군 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)	암종으로 인한 분포(불규칙)가 발달. 또한 이 분포와 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 용출되어 있어 층리발달이 미약함이 볼 것으로 예상됨
화강암	- 암석의 중립 내지 세립질 암석으로 각각의 열기성광물 집합체를 함유 - 충돌~조립질을 보이며 돌림질 조적 우세, 수 cm 크기의 장석방향이 나타남 - 과업구간 주변부의 높은 지형을 형성

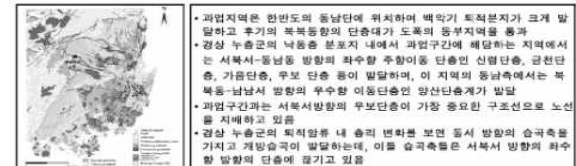
53

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

라. 지질 개요도

지질시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Qa)	하천 및 산곡 퇴적물	
중생대	충성암층(K ₁)	과상의 치밀	진 구간에서 기암괴를 관입
	관입암(K ₂)	관입	
	화강암(K ₃)	과상의 치밀	3공구 중앙부
	연암층(K ₄)	주로 풍화암으로 구성	노선과 교차하지 않음
	관입암(K ₅)	관입 및 분출	
신동층군	신동층군(K ₆)	상부(K ₆ -1) 하부(K ₆ -2)	사암과 역질사암, 역암 교호
	신동층군(K ₇)	장석질 사암과 역질사암, 역암 교호	3공구 서남 및 중앙부

마. 지질구조



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

– 828 –

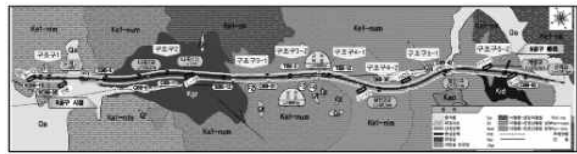
7.3 지반특성 분석

7.3.1 토질분석시험

구분	성도 (m)	지층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limit		Sieve Analysis (%)				USCS	
					LL (%)	PI	#4	#10	#40	#200 (0.075mm)		
위 기 부	CBB-3	1.0	충화토	8.2	2.68	NP	-	100	93.1	44.8	24.6	SM
	CBB-4	2.0	충화토	7.1	2.70	NP	-	56.4	41.0	28.4	16.4	GM
	CBB-5	1.0	충화토	18.4	2.68	27.6	4.9	100	100	83.6	55.3	12.5 ML
	CBB-6	2.0	충화토	11.0	2.65	NP	-	97.8	91.7	31.5	13.2	SM
	CBB-7	1.0	충화토	12.0	2.68	NP	-	97.9	65.3	26.4	12.4	SM
	CBB-10	2.0	충화토	11.5	2.65	NP	-	100	92.6	43.3	22.5	SM
	CBB-11	1.0	충화토	9.8	2.68	NP	-	100	75.1	22.4	8.2	SW-SM
	CBB-12	2.0	충화토	15.5	2.67	26.8	4.3	100	97.8	82.2	43.2	8.0 SM
	CBB-15	1.0	충화토	12.2	2.69	NP	-	100	82.3	24.4	7.5	SW-SM
	CBB-16	1.0	충화토	11.3	2.69	NP	-	98.0	84.2	29.2	10.0	SW-SM
	CBB-20	4.0	충화토	17.6	2.70	32.4	10.4	98.7	98.2	91.1	71.9	17.5 Q
	CBB-21	5.0	충화토	10.5	2.71	32.6	10.9	84.7	83.4	70.9	47.6	15.0 SC
	CBB-22	1.0	충화토	14.6	2.69	30.2	9.7	90.2	87.6	79.7	61.9	17.0 CL
	CBB-23	4.0	충화토	20.6	2.70	28.2	4.8	74.5	64.5	67.8	59.2	7.5 ML
	CBB-25	6.0	충화토	15.1	2.67	NP	-	100	98.4	60.6	29.9	SM
	CBB-26	5.0	충화토	11.9	2.69	NP	-	81.4	75.1	52.0	28.9	SM
	CBB-29	1.0	충화토	13.0	2.71	NP	-	47.9	42.3	28.6	15.2	GM
	CBB-30	8.0	충화토	13.3	2.69	28.1	5.1	100	96.6	67.2	43.4	8.0 SM
	CBB-31	1.0	충화토	16.9	2.71	27.3	4.5	100	97.3	82.8	60.9	12.0 ML
	CBB-32	6.0	충화토	11.3	2.67	NP	-	98.1	92.7	60.8	28.7	SM
	CBB-33	3.0	충화토	10.8	2.69	NP	-	98.9	92.1	59.9	33.8	7.0 SM
	CBB-34	1.0	충화토	9.6	2.67	NP	-	100	96.2	49.8	23.6	SM
	CBB-35	1.0	충화토	3.7	2.68	NP	-	92.3	83.8	32.8	14.2	SM
	CBB-36	1.0	충화토	12.8	2.68	NP	-	76.3	60.8	31.3	14.4	SM
	CBB-43	3.0	충화토	2.0	2.70	NP	-	100	96.6	60.6	27.7	SM
	CBB-44	3.0	충화토	9.7	2.71	NP	-	100	88.6	34.7	13.2	SM
	CBB-45	1.0	충화토	8.6	2.68	NP	-	91.2	75.1	38.5	18.6	SM
	CBB-46	1.0	충화토	5.6	2.67	NP	-	98.3	90.7	38.5	17.1	SM
중 기 부	CBB-47	1.0	충화토	13.6	2.71	26.8	4.2	100	98.9	76.1	41.6	7.5 SM
	CBB-49	4.0	충화토	17.7	2.71	NP	-	100	98.4	58.6	28.6	SM
	CBB-50	1.0	충화토	29.3	2.73	28.2	4.9	100	100	97.8	58.7	9.0 ML
	CBB-50	2.0	충화토	13.1	2.69	NP	-	67.2	57.2	36.5	14.9	SM
	SBB-2	1.0	충화토	7.8	2.67	NP	-	95.4	80.6	40.1	15.2	SM
	SBB-3	2.0	충화토	13.3	2.66	NP	-	100	95.6	53.6	33.8	7.5 SM
	SBB-4	2.0	충화토	19.0	2.68	31.5	9.2	97.0	90.1	69.5	51.8	14.5 CL
	SBB-5	2.0	충화토	8.3	2.64	NP	-	38.1	29.7	13.5	5.9	GW-GM
	SBB-6	1.0	충화토	10.3	2.68	NP	-	34.3	26.9	14.9	4.9	GP
	SBB-7	3.0	충화토	13.1	2.66	NP	-	90.5	83.3	51.2	26.2	SM
	SBB-8	4.0	충화토	22.0	2.68	NP	-	99.2	95.0	51.7	28.3	SM
	SBB-10	1.0	충화토	16.8	2.68	NP	-	100	89.8	62.7	38.2	7.5 SM
	SBB-11	3.0	충화토	14.1	2.64	NP	-	98.0	85.1	47.1	24.4	SM
	SBB-12	1.0	충화토	13.5	2.64	NP	-	98.8	87.2	49.0	23.2	SM
	SBB-13	1.0	충화토	12.3	2.67	27.1	4.9	100	100	87.4	58.8	14.0 ML
하 기 부	SBB-15	2.0	충화토	16.9	2.68	28.5	6.0	100	99.0	86.9	62.9	15.0 ML
	SBB-16	1.0	충화토	5.4	2.67	NP	-	39.1	31.4	19.4	7.6	GW-GM

203

7.5.3 구조구 분류 결과

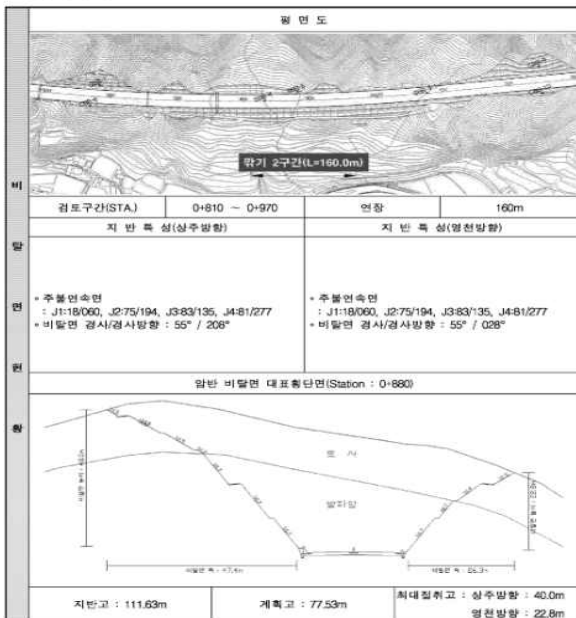


구 분	구조구 1	구조구 2	구조구 3		구조구 4		구조구 5	
			3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2
말 상	Kel-nim	Kgr	Kel-num		Kel-nim		Kel-num	
BIPS	9CBB-18 9CBB-20	CBB-5	CBB-21	TBB-3	TBB-15	CBB-36	CBB-43	CBB-52
		CBB-9						
		CBB-11						
		CBB-19 (SBB-12)						
스캔라인	S-13 118	L-13	-	-	-	L-12	HO3	111-1 S-12
STA.	1+319	4+597	5+453	6+430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

206

영천-상주 고속도로 민간투자사업 실시계획

(2) 위기 2구간



246

제 8 장 비탈면 안정성 검토

위기구간 안정성 검토									
구 분		상주방향			영천방향				
비 탈 면 안 정 성	평면 및 선도파괴 분석도								
	채기파괴 분석도								
평 사 투 영 해 석									
상 관 도	구 분	상주방향			영천방향				
		평면	전도	채기	평면	전도	채기		
	1:0.5	안 정	안 정	안 정	안 정	불안정	안 정		
	1:0.7	안 정	안 정	안 정	안 정	불안정	안 정		
	1:1.0	안 정	안 정	안 정	안 정	불안정	안 정		
한 계 평 형 해 석									
평 가	구 분	상주방향				영천방향			
		평면파괴		채기파괴		평면파괴		채기파괴	
		건기	우기	건기	우기	건기	우기	건기	우기
	1:0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
	1:0.7	-	-	-	-	-	-	-	-
	1:1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
	* 암반층 형상주변 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

23.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2중 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 23.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전 점검	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.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전 점검	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.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전 점검	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.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전 점검	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.	양호

23.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 23.2.2】 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
영천절토23	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

23.2.4 기존자료

【표 23.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이 : 40.0m, 연장 : 440.0m, 경사: 44°	
시공관리자료	· 시공사 : (주)한화건설, (주)삼호 준공년(2017년 06월 27일) · 설계사 : (주)한국해외기술공사	
기준점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

23.2.5 시설물 보수 이력

【표 23.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

23.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 23.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

23.3 현장조사 및 시험

23.3.1 현황 및 특성

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 사면특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

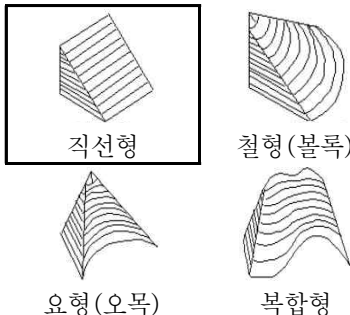
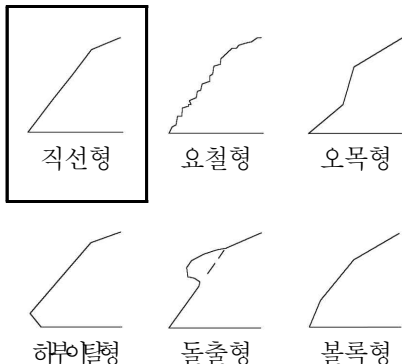
가. 일반현황 조사결과

【표 23.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019. 11. 25.		조 사 자	장 진 원	
일 기	맑음		준공년도	2017년 06월 27일	
행정구역	경상북도 군위군 소보면 신계리				
위 경 도	시점 : 36° 14′ 59″ 128° 28′ 24″				
	종점 : 36° 14′ 52″ 128° 28′ 36″				
절토사면	길 이 : 440m		높 이 : 40.0m		
	경 사/경사방향 : 44/035				
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 3.0~4.0m		
	소 단 : 8				
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -		
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -				
	뜯돌 존재유무 : 없음		뜯돌의 양 : -		
	뜯돌 평균크기 : - 뜯돌 최대크기 : -				
절토사면 시공현황	종 류		위 치		상 태
	식생현황		27.674~28.114k		양호
	산마루 측구		28.014~28.114k		양호
	소단배수로		27.734~27.834k, 27.894~28.014k		균열
	숏크리트+격자앵커		27.844~28.054k		양호
	낙석방지울타리		27.694~27.844k		양호
	점검용 계단		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	중 횡 단 면			중 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도		20~30°			
	인장균열		무			
	포행흔적		무			
	수목의 기울어짐		무			
	인공구조물		무			
	산마루측구		유			
	계곡부		1개소			
식 생	① 종 류		초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수
	② 밀 도		하	하	-	-
	③ 근계특징		천근성 (O), 심근성 ()			

다. 사면 구간분할 결과

본 사면은 연장이 440m로써, 사면의 구간분할 기준인

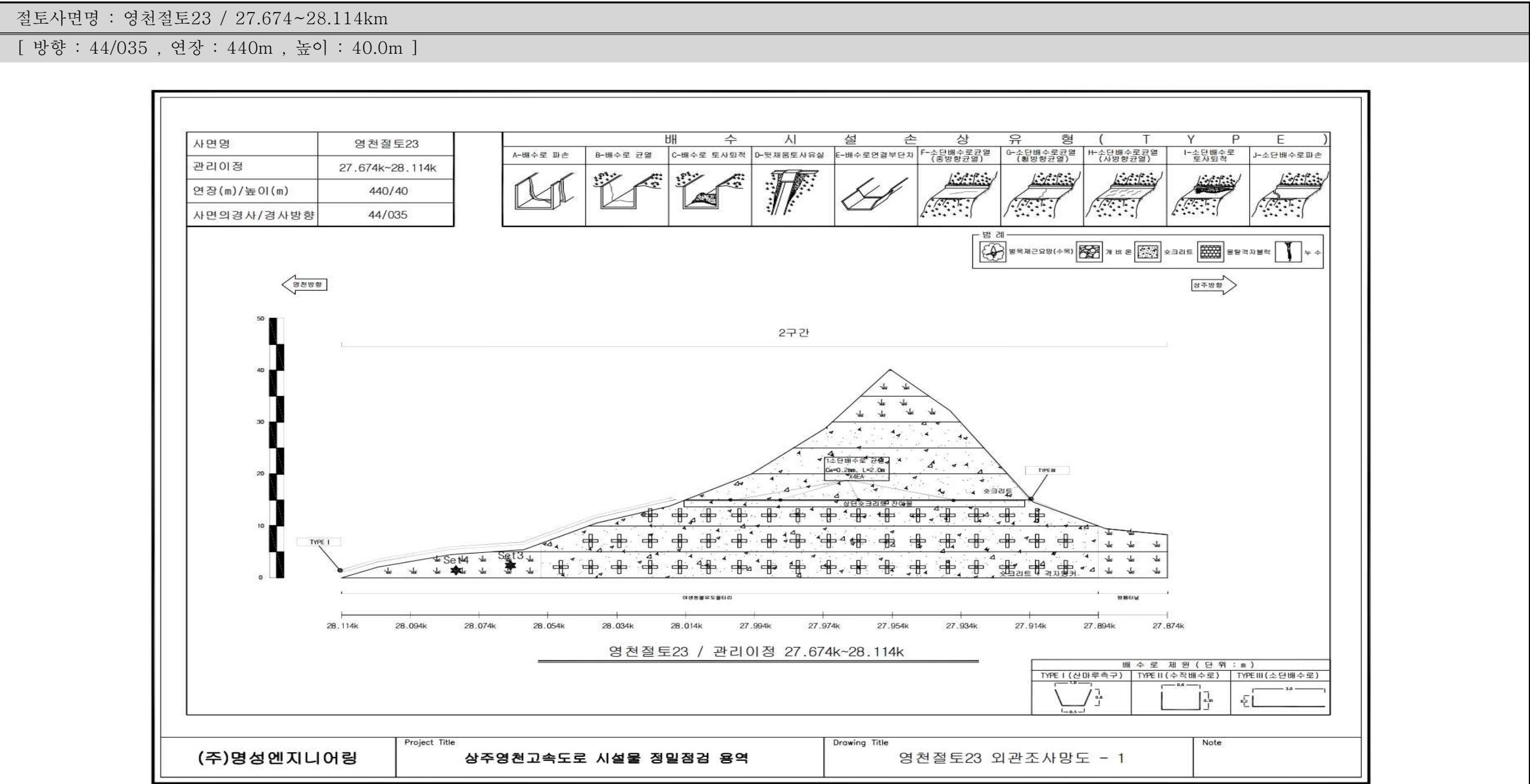
- 1) 사면의 구성재료가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사가 10° 이상으로 변할 경우
- 3) 사면의 구성재료와 표준경사가 맞지 않을 경우
- 4) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 5) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

위 기준에 의해, 3개구간으로 구분하여야 하나, 사면의 구성재료, 3구간의 연장이 짧음(40m)으로 인해 2개 구간으로 구분하여 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

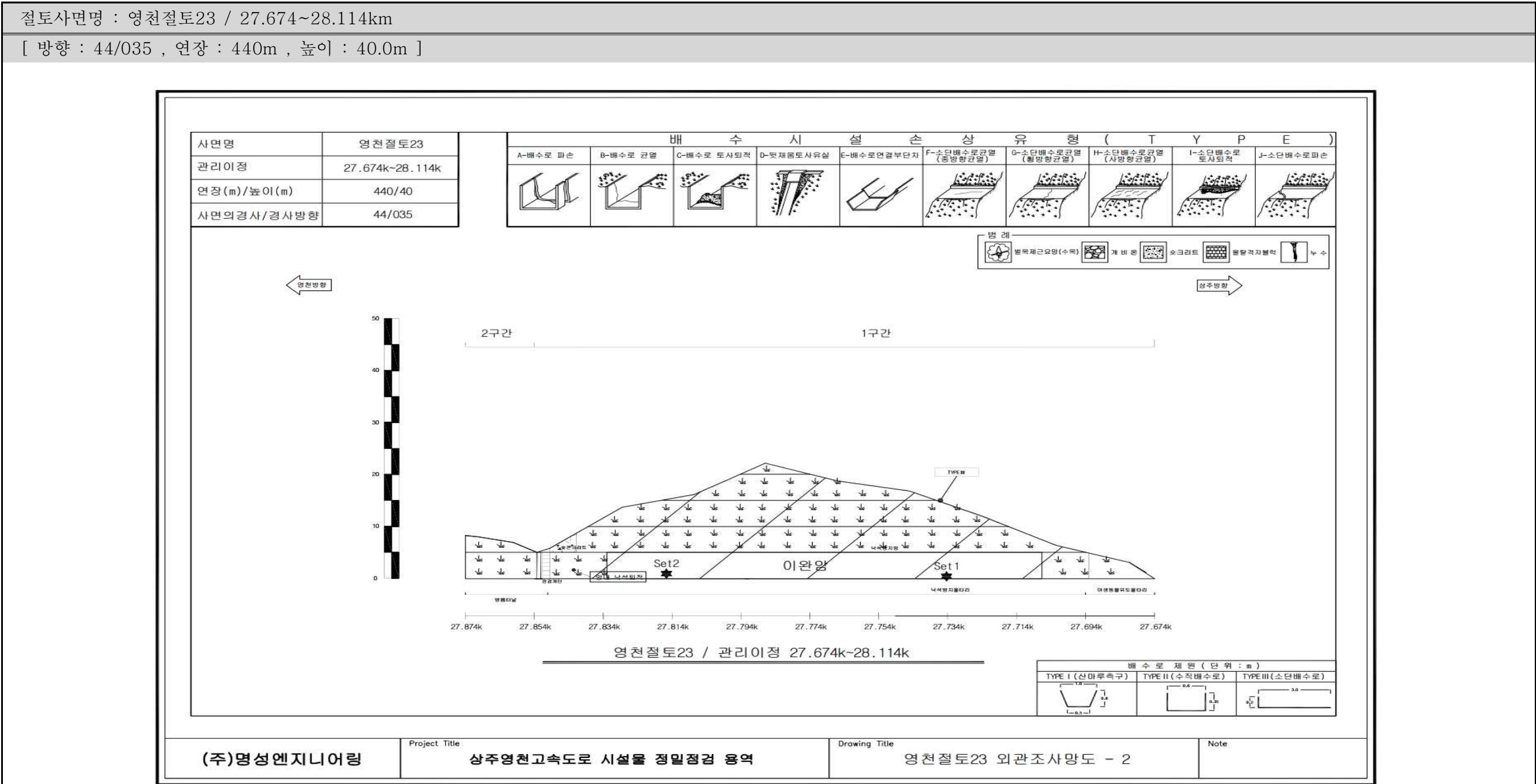
【표 23.3.3】 구간분할 결과

구 분	측 점	비 고
1구간	27.674~27.854km	180m
2구간	27.854~28.114km	260m

23.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9	
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		방향	63/245	75/288	60/232	62/253						
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void	6	Fresh	6	간격	10	10	10	10						
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	연장	4	4	4	4					
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.	3	틈새	5	5	5	5					
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	거칠기	3	3	3	3					
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	충전물	4	4	4	4					
												풍화도	3	3	5	5						



Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9
												방향	63/245	75/288	60/232	62/253					
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		간격	10	10	10	10					
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void		6	Fresh	6	연장	4	4	4	4				
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	틈새	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	3	3	3	3				
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	충전물	4	4	4	4				
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	풍화도	3	3	5	5				

23.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

상부 자연사면은 사면 20~30° 의 경사로 되어 있으며, 풍화토 및 퇴적토가 존재하고, 관목이 서식하고 있다.



【그림 23.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

- 상부자연사면은 전반적으로 양호하다.
- 계곡부가 1개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

사면에 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다.



【그림 23.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

- 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 기점점인 19년 정기안전점검과 비교시 식생이 양호해 진 것으로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구가 시공되어 있다.



【그림 23.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- 배수시설에 대한 점검결과, 소단배수로에 균열이 일부 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	소단배수로 균열	L=8.0m, 4EA	

			
현 황	27.990K 1소단배수로 균열	현 황	28.000K 1소단배수로 균열
원 인	초기건조수축, 우수유입	원 인	초기건조수축, 우수유입
대 책	균열보수	대 책	균열보수

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

대상 사면 내에는 점검계단, 슛크리트, 격자블럭, 낙석방지울타리, 야생동물유도울타리가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



【그림 23.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	



현 황	낙석방지울타리 전경	현 황	스틁크리트 전경
원 인	—	원 인	—
대 책	—	대 책	—

23.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 23.3.4】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열	균열보수
상부 자연사면	상태양호	—
보강시설	상태양호	—
결과요약	사면 식생공이 시공되어 있으며, 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.	

【표 23.3.5】손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	상태양호	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	8.0	4	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 23.3.6】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	전회	금회	증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	물량		
사면부	상태양호	—	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	—	8.0	▲8.0	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	—	

23.3.5 재료시험 결과

가. 시험결과

본 사면에 대하여 암반용 슈미트해머를 이용한 강도조사를 실시하였으며, 시험결과는 다음과 같다.

【표 23.3.7】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
27.814km	48.7	88.1	보통암	
28.074km	46.6	80.3	보통암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 46.6~48.7로 측정되었으며, 추정강도 80.3~88.1MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

나. 이전 정밀점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 위치차이에 의한 추정강도 차이가 다소 있으나, 강도저하는 없는 것으로 판단된다.

【표 23.3.8】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
초기점검	—	49~53	90.4~106.8	—
금회	27.814km	48.7	88.1	보통암
	28.074km	46.6	80.3	보통암

23.3.6 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

금회 구간분할 및 조사위치 선정에 따라 구간별 불연속면에 대해 조사를 실시하였으며, 조사결과는 다음과 같다.



【그림 23.3.5】 불연속면 측정 현황

나. 측정결과

【표 23.3.9】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	Set 1	Set 2	—
방향성	78/332	75/300	—
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	—
연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	—
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	—
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	—
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	—
풍화도	MW	MW	—

【표 23.3.10】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간		
	Set 3	Set 4	—
방향성	84/311	85/321	—
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	—
연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	—
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	—
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	—
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	—
풍화도	MW	MW	—

23.4 상태평가

23.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 440m의 사면으로서, 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 2구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 Set1~4으로 표기하였다.

【표 23.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	27.674~27.854km	180m	암반사면	Set1, Set2
2구간	27.854~28.114km	260m	암반사면	Set3, Set4

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면 (2019.01, 한국시설전공단)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 23.4.2]에 수록하였다.

토층심도 깊이측정을 위한 자료는 준공도서 및 초기점검보고서를 참고하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 불연속면 조사시 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

【표 23.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{4.0}{40.0} = 0.10$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 80.3~88.1MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.5}{40.0} = 0.013$ 로 0.01초과	절리암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{40.0} = 0.08$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 80.3~88.1MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.5}{40.0} = 0.013$ 로 0.01초과	절리암반	

23.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【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	2019. 11. 25		조사자	장 진 원	

【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 = 297°	0		
1-6		절리경사-사면경사	78 - 44 = 34°	0		
1-7		절리상태	보통	3		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	44°	0		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	155.9mm(구미, 10월 2일)	7	7	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원		

나. 2구간 상태평가 조사결과표

【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	-	-	-	0	
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원	

【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	311 - 035 = 276°	0		
1-6		절리경사-사면경사	84 - 44 = 40°	0		
1-7		절리상태	보통	3		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	44°	0		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	155.9mm(구미, 10월 2일)	7	7	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원		

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.16로서 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	12	f2=0.23	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	0	a			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	7	e			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					15	F=0.16	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 12 / 52 = 0.23 ○ 상태평가등급(F) : 12 / 76 = 0.16					

【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	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	12	f2=0.23	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	0	a			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	7	e			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					15	F=0.16	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 12 / 52 = 0.23 ○ 상태평가등급(F) : 12 / 76 = 0.16					

【표 23.4.9】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		구간별평가결과(Min)	
	결합지수	등급	결합지수	등급	결합지수	등급
영천절토23	0.16	B	0.16	B	0.16	B

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 강우량에 대해 상태점수가 추가되어 지수상향으로 등급이 B로 하락하였다.

【표 23.4.10】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결합지수	등급	비 교
초기점검	0.118	A	
금회	0.16	B	

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	0.16	B	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			

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 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

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
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	8.0	12.00	m	70	840	1
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
보강시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	840		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	420		0		0		
	합계	1,260		0		0		
개략공사비 총계(천원)		1,260						

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	• 격자앵커 설치 구간 → 격자앵커부는 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 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 식생공이 시공되어 있으며, 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/보강 시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 46.6~48.7으로서 추정강도 80.3~88.1MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.16로서 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

- 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.