

24. 상주절토24

24.1 시설물 개요

24.2 자료수집 및 분석

24.3 현장조사 및 시험

24.4 상태평가

24.5 종합평가 및 안전등급 지정

24.6 보수·보강 및 유지관리 방안

24.7 종합결론

24. 상주절토24

24.1 시설물의 개요

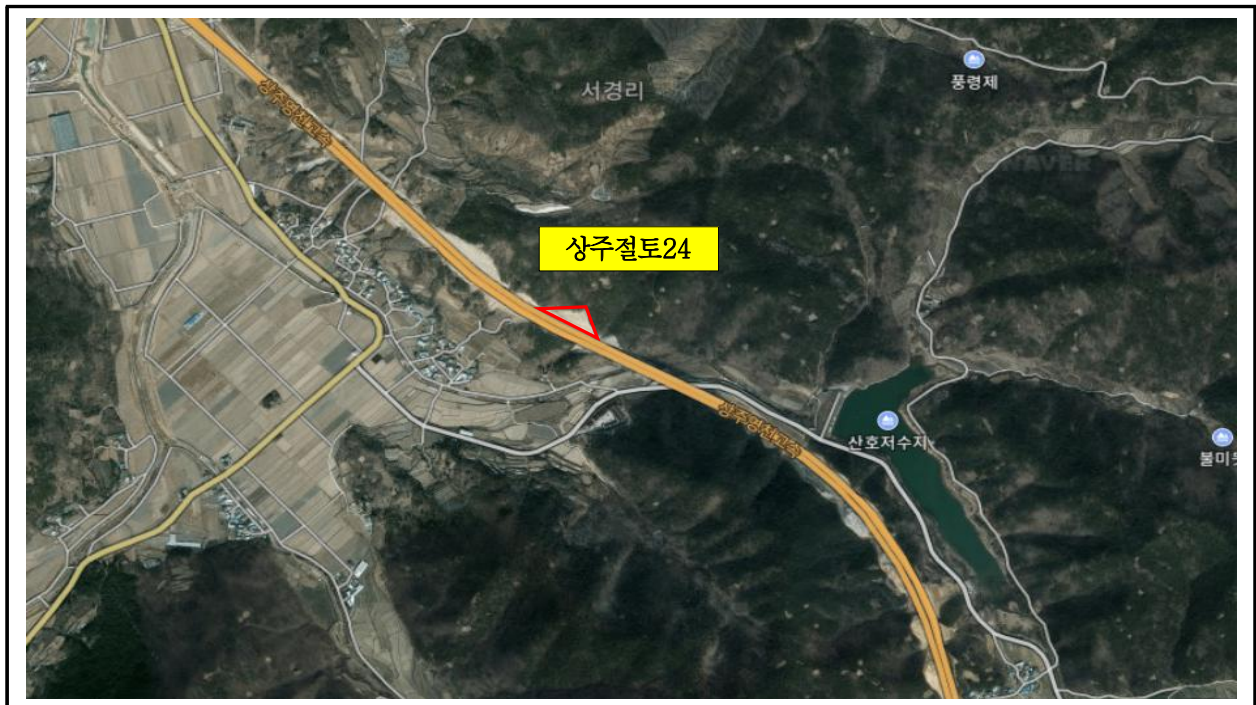
상주절토24는 대구광역시 군위군 소보면 서경리(상주영천고속도로 30.413~30.588km)에 위치한 사면으로서 총 연장 175.0m, 높이 45.3m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다.

24.1.1 일반사항

【표 24.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000049		관리번호	SY SL24
시설물명	상주절토24		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	대구광역시 군위군 소보면 서경리		
	위치좌표	시점 : 36° 23' 44.3" 128° 49' 73.8"		
		종점 : 36° 23' 36.9" 128° 49' 93.2"		
	관리이정	30.413~30.588km		
	공구이정	4공구 STA.1+430~1+605		
제 원	연 장	175.0m	높 이	45.3m
	경사/방향	55/208	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	45°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	대림산업(주)
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리, 낙석방지망		
비 고				

24.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 24.1.1】 위치도

2023년 정밀안전점검(금회)



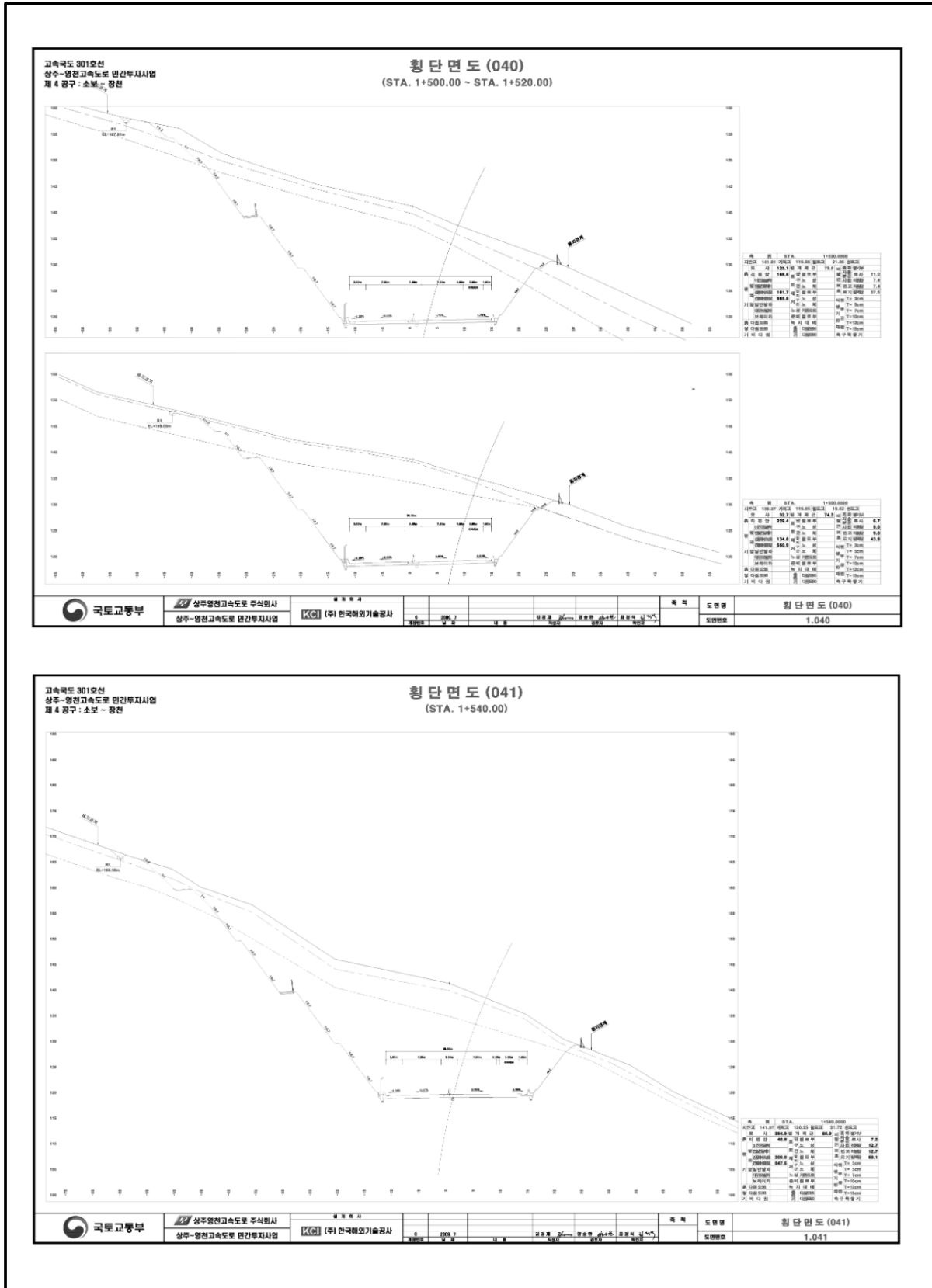
2021년 정밀안전점검(전회)



【그림 24.1.2】 전경사진

	
1소단배수로 전경	사면 상단 전경
	
낙석방지망 전경	산마루측구, 점검계단 전경
	
하단(이격부) 전경	자연사면 전경

【그림 24.1.3】 부재별 현황



【그림 24.1.5】 표준횡단면도

24.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요현황을 파악하기 위해 [상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 4공구]의 설계 및 준공도서, 기존점검자료 등을 검토하여 주요현황을 요약하여 수록하였다.

24.2.1 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

7.4 비탈면 설계기준

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

7.4.1 비탈면 기울기기준

가. 비탈면 기울기의 결정

(1) 깎기 비탈면 기울기 결정에 따른 흐름도

(2) 깎기 비탈면 기울기결정에 따른 흐름도

203

다. 깎기 비탈면

자연지반의 조질은 매우 불균질하고, 풍화도, 성층상에 따라 균열 등에 의해 지반의 강도는 현저하게 다르며 시공후 시간의 경과에 따라 응력이완, 대기노출로 인한 풍화진행 등으로 원지반의 전단강도가 약해지므로 비탈면이 차차 불안정하게 된다.

따라서 깎기비탈면 안정을 위한 기울기기준 결정은 토질구성, 상태, 특성, 지질조건, 지하수위 상태 및 시공조건과 비탈면의 풍도 등을 종합적으로 분석 고려하여야 한다.

국내 깎기비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준기울기를 적용하고 있으며 암반층에서 층리나 절리 등이 규칙있게 발달할 경우 기울기 비탈면에 따라 큰 붕괴가 예상되므로 지반조사 결과를 토대로 파괴형태를 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면 기울기설정 및 부가적인 안정대책을 수립하도록 계획하였다.

[원지반 토질에 대한 비탈면 기울기범위]

토 질 조 건	비탈면 높이(m)	기울기	비 고	
모 래	-	1:1.5 이상	SW, SP	
사 질 토	미실한 것	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
	5 ~ 10	1:1.0 ~ 1:1.2		
	미실하지 않고 암도분포가 나뉘	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	5 ~ 10	1:1.2 ~ 1:1.5		
자갈 또는 암개 석인 사 질 토	미실하고 암도분포가 나뉘	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
	10 ~ 15	1:1.0 ~ 1:1.2		
	미실하지 않거나 암도분포가 나뉘	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	10 ~ 15	1:1.2 ~ 1:1.5		
점 성 토	0 ~ 10	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH	GM, GC
	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2		
암개 또는 호박돌 섞인 점성토	5 ~ 10	1:1.2 ~ 1:1.5		
중 화 암	-	1:1.0 ~ 1:1.2	시편이 형성되지 않는 암	

주) 1. 심토는 점성토로 간주, 표에 표시한 토질 범위에 대해서는 별도로 고려한다.

2. 위 표의 기울기는 소단을 포함하지 않는 단일비탈면의 기울기이다.

(건설교통부, 건설공사비탈면설계기준, 2006년)

205

[원지반 토질에 대한 비탈면 기울기 범위]

원지반의 토질	암 개 의 높 이	기 울 기	분 류 기 호 (통일분류)	
불적토	강우시에도 지하수위가 설계고보다 낮은 경우	1 : 1.2		
	강우시에도 지하수위가 설계고보다 높아질 경우	1 : 1.5		
	상시 지하수위가 설계고 보다 높은 경우	1 : 1.8~2.0		
모 래	암도분포가 나뉘	-	1:1.5 이상	SW, SP
사질토	미실한 것	5m 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
	5 ~ 10m	1:1.0 ~ 1:1.2		
	미실하지 않고 암도분포가 나뉘	5m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	5 ~ 10m	1:1.2 ~ 1:1.5		
자갈 또는 암개 석인 사질토	미실하고 암도분포가 나뉘	10m 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
	10 ~ 15m	1:1.0 ~ 1:1.2		
	미실하지 않거나 암도분포가 나뉘	10m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	10 ~ 15m	1:1.2 ~ 1:1.5		
점성토	0 ~ 10m	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH	GM, GC
	5m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2		
암개 또는 호박돌 섞인 점성토	5 ~ 10m	1:1.2 ~ 1:1.5		

(한국도로공사, 도로설계요령, 제2판 토공 및 배수, 2002년)

7.4.2 소단 설치기준

가. 국내의 기관별 소단 적용기준

소단 설치빈도 및 폭에 대하여 국내의 기관별, 비탈면의 종류 및 지반의 특성 등을 고려하여 비교분석한 결과는 다음과 같다. 소단 적용기준 현황을 보면 일본의 경우는 소단설치 높이 기준을 7m 이하 1~2m로 규정하고 있으며 국내기준은 5~10m마다 0.5~3.0m이다.

소단의 설치목적은 비탈면침식방지를 위한 배수시설 설치, 침전보수용 통로 등의 유지관리에서 있으므로 팔파암층에서는 H=10.0m 마다 1.0m소단과 리필암 및 토사층에서는 H=5.0m마다 1.0m소단을 설치하되 H=20.0m마다 3.0m소단을 설치하는 것이 대체적으로 타당한 것으로 사료된다.

[국내의 기관별 소단적용 기준]

구 분	기관 및 규정명	소단적용 기준
국 내	건설공사 비탈면 설계기준 (2006)	· 비탈면 높이 10m 이상 : 원칙적으로 소단설치 · 비탈면 층간에 5~20m 높이 마다 폭 1~3m 소단설치
	한국도로공사 도로설계요령 (2002)	· 리필암 : R.Q.D = 0~10%, H=5m 마다 소단 1m · 팔파암 R.Q.D = 10~25% : H = 10m 마다 소단 1~2m R.Q.D = 25~50% : H = 10m 마다 소단 1~2m R.Q.D = 50% 이상 : H = 20m 마다 소단 3m
	건설부 도로시설기준	· H = 5 ~ 10m 마다 소단 1 ~ 1.5m
	한국토지공사	· H = 7m 마다 소단 0.5 ~ 1.5m
	도로공단 설계요령	· H = 7m 마다 소단설치
	국유철도토목구조물 표시방서	· 암석과 접하는 토사 경계부와 7m 마다 소단 설치
일 본	철도설계요령	· H > 10m의 경우 7m마다 소단 1.5m, 기울기3%

7.4.3 지하수위 적용기준

가. 적용기준

비탈면 안정해석시 지하수위는 계절적인 지하수위 변화, 지형 및 시간적 요소를 고려하여 비탈면의 안정조건에 가장 불리한 상태를 해석에 적용하는 것이 바람직 한 것으로 사료된다.

팔기구간에서는 시공속도에 따른 장단기적인 배수조건과 토층 및 풍화암 지반조건에서는 강우시 침투해석에 의한 간극수압분포를 실제 안정해석에 이용하여야 하나 본 설계에서는 다음과 같이 적용하였다.

206

208

나. 지형 및 지질

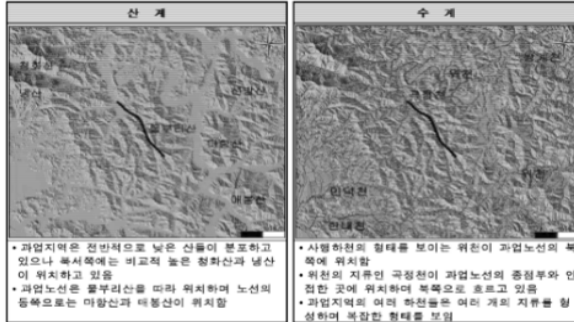
4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지형 개요

- 백악기 경상분지의 신동층과 하양층군이 주로 분포하는 의성소분지의 서남부에 위치
- 본 과업 지역의 지질은 백악기 경상층군의 신동층군의 낙동층(연화층), 하산동층, 진주층(동명층)이 분포

나. 지형특성



다. 분포 암종 특성

구 분	지질 특성
낙동층(만경산층권 역회 사암)	• 낙동층의 하부층에 해당하는 민경상층권의 역회사암과 역암은 함미도가 불균한 석영과 알칼리장석이 주를 이루며, 탄질물과 변질된 유색광물적 주로 산출됨
낙동층(금당리층권 세일)	• 압축으로 인한 조개질(fragility)이 발달
	• 조개질과 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 충전되어 있어 층리방향으로의 이방성이 잘 것으로 예상됨
하산동층 사암	• 석영은 1 mm 내외의 것들로 원마도는 불균한 것들이 무세
	• 하산동층 사암은 근거리에서 이동하여 형성

48

4.3 지층분포 특성을 위한 조사

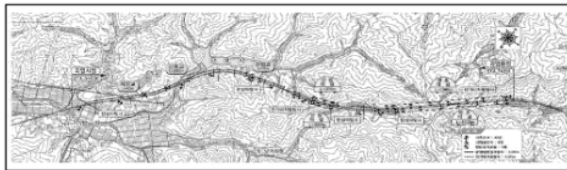
4.3.1 개요

가. 기본 사항

- 터널, 교량 및 비탈면구간의 상세지형, 지질 이상대 파악, 암반 분류시 활용
- 지반의 공학적 성질 분석, 암종 관계 및 지층 분포 특성 파악

나. 조사 위치 및 수량

- 굴절법 탄성파 탐사 6.0km, 전기비저항탐사 4.6km, 시추조사 42점, 시험굴조사 8회, 핸드오거보링 5회, 표준관입시험 94회



(1) 굴절법 탄성파 탐사

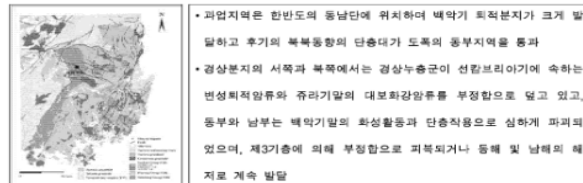
위 치	탐사구간(STA)	속선방향	연장(m)	위 치	탐사구간(STA)	속선방향	연장(m)
비탈면 및 교량구간	0+400 ~ 3+560	중	3,160	비탈면 및 교량구간	4+860	횡	115
	4+620 ~ 4+960	중	360		5+240	횡	110
	1+200	횡	75	산비탈면 시험점	3+950 ~ 4+030	중	80
	1+540	횡	95		3+980 ~ 4+060	중	80
	2+360	횡	115	산비탈면 시험점	4+020	횡	100
	2+440	중	205		4+275 ~ 4+375	중	100
	2+680	횡	75	산비탈면 시험점	4+300 ~ 4+380	중	80
	2+860	횡	75		4+340	횡	90
	2+980	횡	85	필로터널 시험점	5+270 ~ 5+370	중	100
	3+200	횡	60		5+320 ~ 5+420	중	100
비탈면 및 교량구간	3+340	중	75	필로터널 시험점	5+380	횡	115
	3+520	횡	75		7+050 ~ 7+150	중	100
	3+720	횡	95	필로터널 시험점	7+060 ~ 7+160	중	100
	4+760	횡	115		7+140	횡	115

62

라. 지질 계통도

지질시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Q)	• 하천 및 산곡 퇴적물	—
		--- 부정합 ---	
	충상암맥(K _{ca}) 산상암맥(K _{ca})	• 괴상의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	유선층군 안산암질암(K _{an})	• 주로 응회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
중생대		--- 관입 및 분출 ---	
	신동층군 낙동층(K _{ld})	• 사암과 역질사암, 셰일의 교호	• 4공구 전구간
	금당리층군 (K _{dl} -nk)	• 주로 역질 사암 무세	

마. 지세구조



4.2.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 원격위성영상 분석

(1) 작 직

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

(2) 원 리 및 방 법

- 15m급 해상도의 Landsat-7 ETM+ 위성영상을 이용하여 분석 실시
- 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 밴드비율 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용
- 식생지수, 습관도 분석을 통해 식생 및 토양함량 분석 실시

49

구 분	공 변	STA.	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
필로터널	TBB-17	영천 5+761(우14.3m)	300380.348	156935.046	296.494	125.00
	TBB-18	상주 5+910(좌27.1m)	300302.758	157089.617	282.280	108.10
	TBB-19	영천 6+091(우19.9m)	300129.558	157149.737	244.378	64.00
	TBB-20	상주 6+196(좌16.4m)	300079.965	157269.168	276.214	103.60
	TBB-21	영천 6+366(우10.6m)	299930.424	157338.667	280.371	105.80
	TBB-22	상주 6+495(좌19.5m)	299853.363	157464.232	283.730	122.00
	TBB-23	영천 6+666(우11.8m)	299704.824	157536.842	296.878	135.00
	TBB-24	상주 6+754(좌19.5m)	299666.016	157643.618	273.975	100.00
	TBB-25	영천 6+974(우27.6m)	299463.961	157729.197	193.527	44.00
	TBB-26	상주 7+110(좌12.4m)	299392.301	157871.839	183.937	21.00
	TBB-27	상주 7+129(좌9.6m)	299375.279	157881.714	182.078	21.00
	TBB-28	영천 7+119(우28.1m)	299353.348	157820.901	180.080	31.00
	TBB-29	영천 7+142(우20.8m)	299340.218	157840.161	175.463	17.00

• 교량구간

구 분	공 변	STA.	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
산호교	BBB-8	영천 1+931	303,648.633	155,160.401	98.173	9.00
산비교	BBB-13	영천 3+112	302,729.550	155,825.907	126.45	9.50

• 비탈면구간

구 분	공 변	STA.	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
위리기구간	CBB-12	영천 2+968(좌26.4m)	302875.5881	155817.758	157.296	15.00
	CBB-13	영천 2+993(우33.2m)	302837.722	155765.591	166.484	32.00
	CBB-20	영천 3+719(우32.6m)	302130.296	155921.334	179.089	25.00
	CBB-24	상주 5+214(좌42.2m)	300833.331	156640.140	222.850	30.00
활기구간	SBB-10	영천 2+876(좌15.3m)	302962.858	155782.233	130.859	2.00
	SBB-13	상주 3+713(좌5.8m)	302147.045	155974.590	153.032	7.70
	SBB-14	상주 3+785(좌9.5m)	302077.795	155995.141	152.648	9.70
	SBB-15	영천 3+799(우17.0m)	302054.023	155951.890	159.657	7.40
	SBB-19	상주 5+035(좌5.0m)	300948.791	156499.590	180.703	7.00
	SBB-20	영천 5+097(우10.7m)	300863.918	156500.897	184.677	7.60
	SBB-21	영천 5+251(좌5.1m)	300775.986	156612.552	199.707	7.00

64

47

제 7 장 비탈면 안정성 검토

7.1 개요

7.1.1 검토목적

본 검토는 계획노선에 계획되어 있는 꺾기 및 절기 비탈면 중 붕괴가능성을 지닌 대꺾기 비탈면과 고꺾기 비탈면에 대하여 설계시 지반공학적인 측면에서 조사 및 시험을 실시하고 이를 분석 파악 후 토질 및 암반상태와 안정성을 고려한 안정 비탈면기울기 결정 및 대책 등을 검토하여 경제적인 비탈면 설계방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

토사비탈면의 경우 토층이 균질하다는 가정하에 일의의 최소안전율을 갖는 활동 저항면에 대한 안정성 평가가 이루어지나 암반비탈면의 경우 지질구조 및 불연속면의 특성에 의해 안정성을 평가하게 된다. 따라서 본 검토에서는 토사와 암반 비탈면의 파괴특성 차이를 고려하여 본 계획 노선의 비탈면을 토사비탈면과 암반비탈면으로 구분하여 안정검토를 실시하였다.

7.1.2 검토내용

본 구간의 검토대상 비탈면에 대하여 현장조사 및 실내시험을 통하여 얻은 성과를 토대로 검토한 내용은 다음과 같다.

- 현장조사 적정성 분석 및 비탈면 설계점수 산정
- 실내시험 적정성 분석 및 비탈면 설계점수 산정
- 합리적인 비탈면 기울기 검토
- 비탈면 안정대책 및 보호공법 검토

7.2 검토구간 선정 및 현황

7.2.1 선정기준

과업구간에 계획되는 비탈면 중 흙쌓기 구간의 검토대상 선정은 일반적으로 흙쌓기 높이가 10m 이상, 꺾기구간은 절기비탈면 높이가 20m 이상 되는 비탈면을 원칙으로 하였으며, 그 외 현장조건 및 토질조건에 따른 대상은 다음의 기준에 따라 선정하였다.

구 분	선 정 기 준
흙 기 부	• 비탈면 높이가 10m를 초과하는 경우 • 비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 • 불기재료의 함수특성이 높고, 전단강도가 낮은 경우 • 붕괴시 폭우가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우 • 지질특성으로 인하여 붕괴로 내부로 지속적인 지하수의 유입이 발생하는 경우 • 중후시 비탈면이 침수되거나 비탈끝이 침식되는 경우 • 절기비탈면의 형지반이 양호하지 못한 경우(연약지반 등) • 내진안정해석이 필요한 경우
암 기 부	• 비탈면 높이가 20m 이상인 경우 • 비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 • 비탈면 지반이 불칙으로 이루어진 경우 • 암반의 풍화가 심하고 풍수가 많은 경우 • 붕괴시 폭우가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우 • 불연속면이 비탈면 방향으로 기울어진 지질조건인 경우 • 내진안정해석이 필요한 경우 • 불안전 요인을 갖는 지형·지질 조건인 경우

7.2.2 비탈면 현황

비탈면 안정검토 대상구간 선정기준에 의한 비탈면 현황은 다음과 같다.

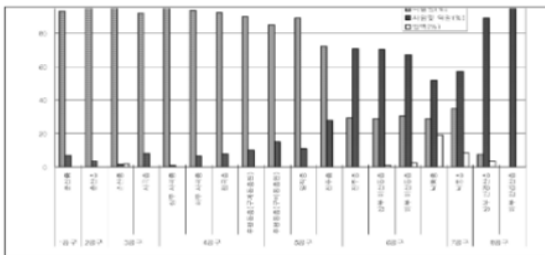
구 분	구 간 연 장 (STA.)	연 장 (m)	대표단면 (STA.)	최대꺾기고 및 붕괴고	지층현황	조사 내용 공번	조사 위치 (STA.)	비 고
꺾기 구간	꺾기1구간	1+050 ~ 1+200	240	1+200(상주방향)	토사층 지층암석 암반	-	-	비시추 탐색과 탐사수행
	꺾기2구간	1+430 ~ 1+510	80	1+540(상주방향)	토사층 지층암석 암반	-	-	비시추 탐색과 탐사수행
	꺾기3구간	2+220 ~ 2+500	280	2+300(영천방향)	토사층 지층암석 암반	-	-	비시추 탐색과 탐사수행
	꺾기4구간	2+560 ~ 2+750	190	2+640(영천방향)	토사층 지층암석 암반	-	-	비시추 탐색과 탐사수행
	꺾기5구간	2+810 ~ 2+860	50	2+840(영천방향)	토사층 지층암석 암반	-	-	비시추 탐색과 탐사수행
	꺾기6구간	2+910 ~ 3+090	180	2+960(영천방향)	불연속·불합조 층상면, 암 반	CB3-12 CB3-13	2+966(영천) 2+963(영천)	

7.6.3 암종특성에 따른 비탈면 기울기 현황

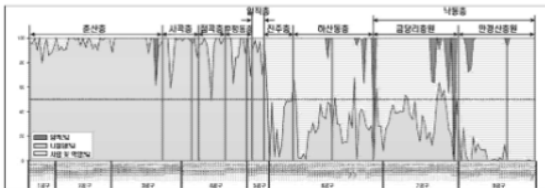
가. 지질 및 암종특성

① 지질특성

- 본 과업노선(상주-영천고속도로 제4관구) 경상분지의 최북단 지역에 위치하며 사질부토, 낙동층, 하산동층, 진주층의 순서로 분포함.
- 구성암석은 이암과 세암로 구성된 니질암과 사암 및 역암으로 구성되며 니질암은 28.9~30.4%의 구성비율 보유
- 니질암은 사암이나 역암에 비해 입자간 공극이 크고 느슨한 특성을 보이며, 탄산염광물 함량이 높을 경우 빠른 시간 내에 중화되는 특성을 나타냄

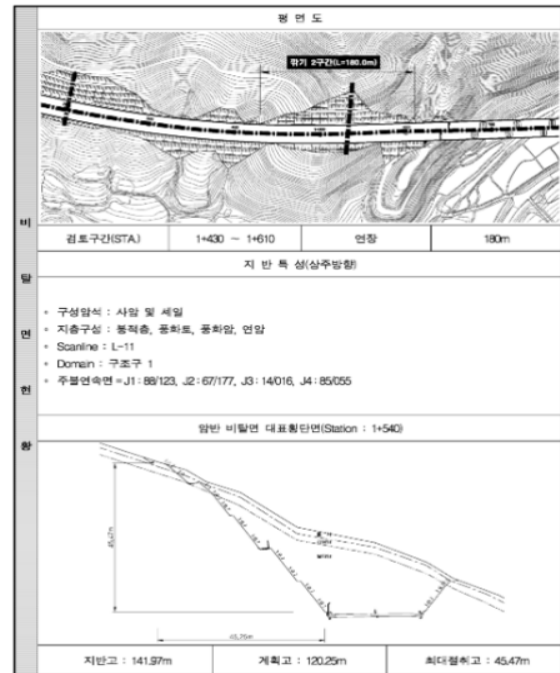


< 상주-영천고속도로 구간별 분포 비율 >



< 상주-영천고속도로 구간별 분포 비율 지질종단도 >

(2) 꺾기 2구간



24.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 2017년 6월 준공이후 기준에 따라 13회(정밀안전점검 2회, 정기안전점검 10회, 2종 성능평가 1회)의 점검을 주기적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 24.2.1】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	상주절토24 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 전반적인 외관 상태는 양호한 것으로 조사되었다.
	2017. 11. 13 2017. 12. 28	인승철	양호	—
2	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토24 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 전반적인 외관 상태는 양호한 것으로 조사되었다.
	2018. 05. 28 2018. 06. 30	인승철	양호	—
3	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토24 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 전반적인 외관 상태는 양호한 것으로 조사되었다.
	2018. 10. 23 2018. 12. 31	인승철	양호	—
4	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토24 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 전반적인 외관 상태는 양호한 것으로 조사되었다.
	2019. 03. 18 2019. 05. 28	인승철	양호	—

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
5	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	245	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 식생공, 낙석방지망이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 일부 노출암 구간은 낙석방지망 및 낙석방지울타리가 설치되어 안전성에는 문제가 없으나, 공용기간이 증가할수록 우수 및 동결융해작용으로 풍화가 진행될 수 있으므로, 주기적인 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	206	상주절토24 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 배수시설의 경우 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 재균열, 망상균열이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 조치가 필요할 것으로 판단된다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	206	상주절토24 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 배수시설의 경우 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 재균열, 망상균열이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 조치가 필요할 것으로 판단된다.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	양호	균열보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
8	2중 성능평가	(주)명성 엔지니어링	690	안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사·평가하였음. 상태안전성능평가 결과, 불연속면의 특성 및 지반 변형상태 등은 양호한 것으로 확인되었고, 상태안전성능평가 결과 A등급으로 평가됨. 일부 구간에서 소단배수로 균열이 조사되었으나, 현재 손상 상태는 경미한 결함으로 시설물의 안전성에 미치는 영향은 매우 미소한 상태임. 상기와 같은 사항을 종합적으로 분석한 결과, 외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준인 A등급으로 평가됨. 내구성능평가는 시간에 따라 변화하는 안전성능 저하에 영향을 미치는 요소에 대한 평가로서 본 비탈면의 절리상태 및 표면 보호상태에 대한 평가를 시행하였음. 그 결과 일부 부재에서 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, 외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준인 A(우수)등급으로 평가됨. 본 절토사면의 성능평가 결과, 성능목표인 "B등급" 이상인 "A등급" 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	A	균열보수, 주의관찰
9	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	206	상주절토 24 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 배수시설의 경우 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 재균열, 망상균열이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 조치가 필요할 것으로 판단된다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	균열보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	294	-배수시설 균열 일부 발생
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	-균열보수, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 배수시설 균열, 보수부 재균열 및 망상균열
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	균열보수
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 배수시설 균열, 보수부 재균열 및 망상균열
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	균열보수
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 배수시설 균열 및 망상균열
	2023. 04. 03 2023. 06. 16	정지운	양호	균열보수

24.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	상태양호	—
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 망상균열 산마루측구 균열	주입보수 균열보수 주입보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 손상이 없는 상태이며, 식생활착은 양호한 상태이다. 배수시설에 균열이 전회에 비해 추가 조사되었다. 배수기능은 원활한 상태이나, 균열보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 30.473km	51.6	110.1	경암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 51.6로 측정되었으며, 추정강도 110.1MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토24		표 번 호	【표 24.5.1】
평가구분		결합지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.23	B	근거표번호	【표 24.4.5】
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.23	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

라. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	2.0	3.00	m	65	195	1
	소단배수로 망상균열	균열보수	4.0	6.00	m²	54	324	2
	산마루측구 균열	주입보수	5.0	7.50	m	65	488	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	683		324		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	342		162		0		
	합계	1,025		486		0		
개략공사비 총계(천원)		1,511						

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.

24.2.4 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	상주절토24		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.110	A	인장균열 없음
구조안전성능	0.080	A	특이파괴 유형 없음
안전성능	0.110	A	
안전성능 결과	○ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ○ 안전성능평가 결과 : A등급		

나. 내구성능평가 결과

평가항목	등급	등급 점수 (a)	가중치 (b)	결합지수 (a) × (b)
지반상태(암반)	a	0.08	0.33	0.026
절리상태 및 풍화진행도	c	0.43	0.53	0.228
표면보호공	a	0.08	0.14	0.011
결합도 지수				0.265
등 급				B

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	상주절토24		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.110	A	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.265	B	0.2	
종합평가 결과	○ 사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn))$ $= (0.110 \times 0.8) + (0.265 \times 0.2) = 0.141$ ○ 종합평가 결과 : A등급			

라. 종합결론

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

24.2.5 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 24.2.2】 수집자료 검토결과 및 점검방향

구 분	내 용	비 고
설계도서	○현장조사 시 준공도면과 비교·검토 후 상이할 경우 외관조사망도를 실측치와 동일하게 작성 하고, 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 관리대장에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경 등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전점검자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존점검 결과를 비교·검토하여 손상 확인, 보수여부 확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되었고, 기보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○기존점검 중점유지관리사항을 확인한 결과, 풍화구간, 배수로 균열, 점검계단 식생관리를 확인하였고, 급회 점검시 세심한 점검을 실시함	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 기준 정밀안전점검 총2회, 정기점검 총10, 2중 성능평가 1회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적절하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

24.2.6 시설물 보수 이력

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

【표 24.2.3】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	전구간	배수로 균열보수(하자)	-	-	-	

24.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 24.2.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

24.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

24.3 현장조사 및 시험

24.3.1 현황 및 특성

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

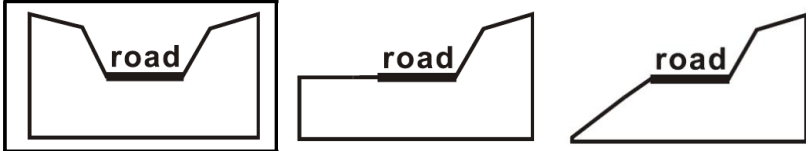
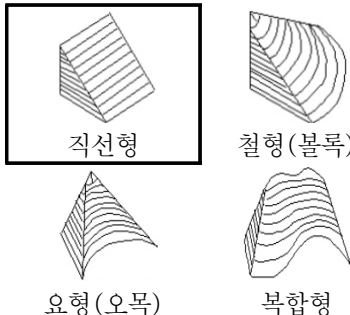
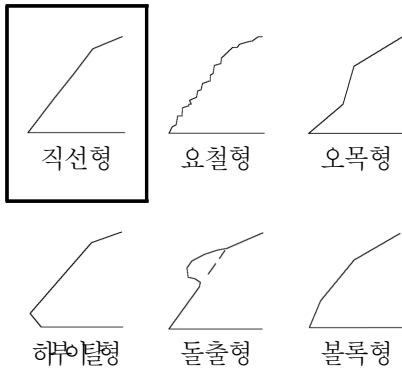
가. 일반현황 조사결과

【표 24.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2023. 08. 10.		조 사 자	이 상 훈	
일 기	맑음		준공년도	2017년 06월 27일	
행정구역	대구광역시 군위군 소보면 서경리				
위 경 도	시점 : 36° 23′ 44.3″ 128° 49′ 73.8″				
	종점 : 36° 23′ 36.9″ 128° 49′ 93.2″				
절토사면	길 이 : 175.0m		높 이 : 45.3m		
	경 사/경사방향 : 55/208				
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 1.0~5.0m		
	소 단 : 4				
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		30.413~30.588k		양호
	산마루 측구		30.413~30.588k		양호
	소단배수로		30.453~30.563k		균열
	낙석방지울타리		30.473~30.573k		양호
	야생동물유도울타리		30.413~30.473k, 30.573~30.588k		양호
	점검계단		30.413~30.513k		양호
	낙석방지망		30.473~30.573k		양호
붕괴이력	유 형		규 모		위 치
기 타	·				

나. 사면특성 조사결과

【표 24.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토사면의 특성	종 횡 단 면			종 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도		20~30°			
	인장균열		무			
	포행흔적		무			
	수목의 기울어짐		무			
	인공구조물		무			
	산마루측구		유			
	계곡부		무			
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

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

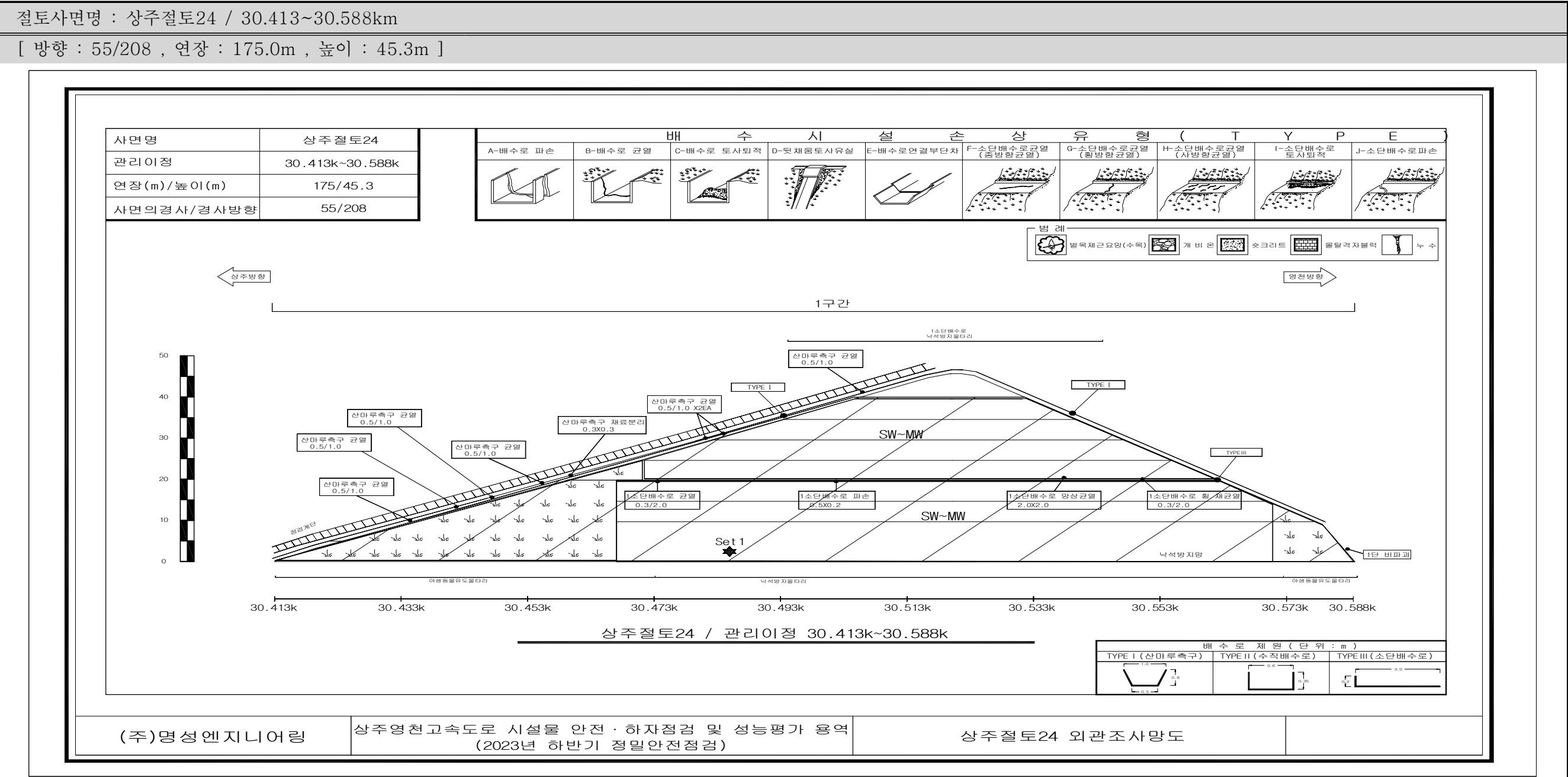
현장조사, 재료시험 및 상태평가는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부, 국토안전관리원), 지형특성, 절토사면 시공현황, 사면의 유지관리 및 점검시 외관조사망도 직관성(상주기점 가까운 쪽을 1구간) 등을 종합적으로 고려하여 다음 표와 같이 1개의 구간으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 24.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	사면분류	비 고
1구간	30.413~30.588	175.0	45.3	절리암반	

24.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



24.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 상주절토24의 관리이정 30.413~30.588k의 구간으로 연장 175.0m, 높이 45.3m로 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, 양호한 상태로 확인되었다.
- 노출암반을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도로 판단된다. 점검결과, 식생공의 식생활착 상태는 양호한 편이고, 보호공인 방지망 내 퇴적은 없는 것으로 조사되었다.
- 사면에 발생한 보통풍화(MW)는 지표수유입 및 해빙기(온도변화) 등 여러원인으로 발생하여, 암사이 충전물유실이 발생할 수 있으므로 주의관찰을 실시하여야 하고, 낙석방지망 및 낙석방지울타리 설치로 인해 낙석 발생 가능성은 낮은 것으로 판단된다.

3) 사면하부

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

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

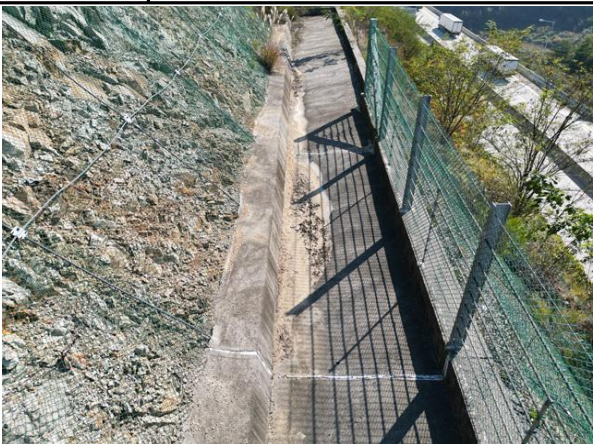
- 부대시설로는 낙석방지울타리(30.473~30.573k), 야생동물유도울타리(30.413~30.473k, 30.573~30.588k), 점검계단(30.413~30.513k)이 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구가 시공되어 있다.
- 소단배수로에 30.533k 망상균열(2.0*2.0), 30.553k 균열(0.3/2.0), 산마루측구 30.433k 균열(0.5/1.0), 30.453k 균열(0.5/1.0), 30.483k 균열(0.5/1.0*2ea), 30.503k 균열(0.5/1.0)이 조사되었다. 금회 점검시 소단배수로 30.503k 파손(0.5*0.2), 30.473 균열(0.3/2.0), 산

마루측구 30.443k 균열(0.5/1.0), 30.453k 균열(0.5/1.0), 30.463k 재료분리(0.3*0.3)가 추가 조사되었으며, 기존손상 중 균열의 폭 및 길이증가는 없는 것으로 확인되었다.

- 상기 발생한 손상은 시공당시 건조수축 및 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수, 단면보수 등의 조치가 필요하다.

			
현 황	2단 SW~MW 전경	현 황	30.504k 소단배수로 파손(0.5*0.2)
원 인	-	원 인	외부충격
대 책	-	대 책	단면보수
			
현 황	30.534k 소단배수로 망상균열(2.0*2.0)	현 황	30.534k 소단배수로 망상균열(2.0*2.0)
원 인	건조수축, 다짐미흡, 지표수 유입	원 인	건조수축, 다짐미흡, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 24.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	30.553k 소단배수로 재균열(0.3/2.0)	현 황	30.553k 소단배수로 재균열(0.3/2.0)
원 인	건조수축, 다짐미흡, 지표수 유입	원 인	건조수축, 다짐미흡, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수
		-	
현 황	30.464k 소단배수로 재료분리(0.3*0.3)	현 황	-
원 인	다짐미흡	원 인	-
대 책	단면보수	대 책	-

【사진 24.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 24.3.4】 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	4.00	2	주입보수	
	소단배수로 망상균열	m ²	4.00	1	균열보수	
	소단배수로 파손	m ²	0.10	1	단면보수	
	산마루측구 균열	m	7.00	7	주입보수	
	산마루측구 재료분리	m ²	0.09	1	단면보수	

24.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 24.3.5】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	상태양호	—
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 망상균열 소단배수로 파손 산마루측구 균열 산마루측구 재료분리	주입보수 균열보수 단면보수 주입보수 단면보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 손상이 없는 상태이며, 식생활착은 양호한 상태이다. 배수시설에 균열 및 파손, 재료분리 등의 손상이 전회예 비해 추가 조사되었다. 배수기능은 원활한 상태이나, 주입보수, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

【표 24.3.6】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	4.00	2	주입보수	
	소단배수로 망상균열	m ²	4.00	1	균열보수	
	소단배수로 파손	m ²	0.10	1	단면보수	
	산마루측구 균열	m	7.00	7	주입보수	
	산마루측구 재료분리	m ²	0.09	1	단면보수	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 전회 점검이후 배수시설 균열, 파손 재료분리 등의 손상이 일부 증가한 것으로 확인되었다.

【표 24.3.7】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2021년)		금회(2023년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	2.00	1	4.00	2	▲2.00	
	소단배수로 망상균열	m ²	4.00	1	4.00	1	—	
	소단배수로 파손	m ²	—	—	0.10	1	▲0.10	
	산마루측구 균열	m	5.00	5	7.00	7	▲2.00	
	산마루측구 재료분리	m ²	—	—	0.09	1	▲0.09	

24.3.5 재료시험 결과

상주절토24는 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 24.3.8】 반발경도시험 결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 30.473km	51.9	111.5	경암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 51.9로 측정되었으며, 추정강도 111.5MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

2) 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 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 24.3.9】 이전 정밀안전점검과의 반발경도 비교

구 분	위 치	전회(2021년)		금회(2023년)		비고
		반발경도	추정강도(MPa)	반발경도	추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	51.6	110.1	51.9	111.5	경암

나. 불연속면 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.



【사진 24.3.2】 불연속면 측정 현황

2) 불연속면 조사 결과

불연속면은 1구간 3개조를 조사하였고, 불연속면의 특성 조사결과는 다음의 표와 같다.

【표 24.3.10】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간(Set)		
	J1	J2	J3
방향성	75/120	80/020	75/119
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	3.0~10.0	3.0~10.0	1.0~3.0
틈새(mm)	0.1~1.0mm	0.1~1.0mm	0.1mm 미만
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	약간 거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만
풍화도	MW	MW	SW

【표 24.3.11】 이전 점검 불연속면조사 결과표

구 분	2021년 정밀안전점검		
	1구간	—	—
방향성	75/119	—	—
간격(m)	0.2~0.6	—	—
연장성(m)	1.0~3.0	—	—
틈새(mm)	0.1mm 미만	—	—
거칠기	약간 거칠음	—	—
충진물질	딱딱함, 5mm미만	—	—
풍화도	SW	—	—

24.4 상태평가

24.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 175m의 사면으로서, 지반특성에 따른 사면분류를 실시하였고 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 표기하였다.

【표 24.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	30.413~30.588km	175m	암반사면	Set1

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면 (2022.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 24.4.2]에 수록하였다. 토층 심도는 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 24.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{5.0}{45.3} = 0.11$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 111.5MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.6}{45.3} = 0.013$ 로 0.01초과	절리암반	

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

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)	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
강우량(mm)	96.0	57.5	151.0	130.5	84.0	221.0	105.5	87.0	66.0	132.0
일시(year)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
강우량(mm)	158.0	202.0	133.5	135.0	125.5	108.5	62.5	88.5	115.5	171.5
일시(year)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
강우량(mm)	74.5	83.5	64.7	117.6	85.9	114.6	155.9	107.6	80.0	91.6
평균(mm)	113.6									

24.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 24.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토24		표번호	[표 24.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	25.854~26.074km	
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	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
		위 치	규모		
1-4	-	-	-	0	
조사일시	2023. 08. 10		조사자	이 상 훈	

【표 24.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토24		표번호	[표 24.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	25.854~26.074km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	절리암반	절리방향-경사방향	172 - 208 = -36°	1		
1-6		절리경사-사면경사	45 - 55 = -10°	6		
1-7		절리상태	보통(절리상태 점수 3.2점)	3		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	55°	2		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	113.6mm(구미)	2	2	
		지하수위	사면 높이의 1/3	1		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2023. 08. 10		조사자	이 상 훈		

나. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.22로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

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

【표 24.4.5】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			상주절토24				표번호
근거표번호			[표 24.4.3], [표 24.4.4]				[표 24.4.5]
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-경사방향	1	b	17	f2=0.32	c
		⑥ 절리경사-사면경사	6	d			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					17	F=0.22	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 17 / 52 = 0.32 ○ 상태평가등급(F) : 17 / 76 = 0.22					

【표 24.4.6】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급
상주절토24	0.22	B	0.22	B

다. 공중이 이용하는 부위

본 사면에는 공중이 이용하는 부위인 [추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개]가 없는 것으로 확인되었다.

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 상태평가 후 그 값(등급)을 비교하여 수록하였다. 전회점검과 비교시, 세부지침상 강우량에 대해 상태점수(3→2)가 감소하였으나, 등급은 B로 동일한 상태이다.

【표 24.4.7】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
전회 정밀안전점검	0.23	B	
금회 정밀안전점검	0.22	B	

24.5 종합평가 및 안전등급 지정

24.5.1 종합평가 결과

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

【표 24.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토24		표 번 호	【표 24.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.22	B	근거표번호	【표 24.4.5】
	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.22	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

24.5.2 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 24.5.2】 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

24.6 보수·보강 및 유지관리방안

24.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 24.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	배수로 균열	주입보수	4.00	6.00	m	65	390	1
	배수로 망상균열	균열보수	4.00	6.00	m²	54	324	2
	배수로 파손	단면보수	0.10	0.15	m²	165	25	1
	측구 균열	주입보수	7.00	10.50	m	65	683	1
	측구 재료분리	단면보수	0.09	0.14	m²	120	324	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,422		324		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	711		162		0		
	합계	2,133		486		0		
개략공사비 총계(천원)		2,619						

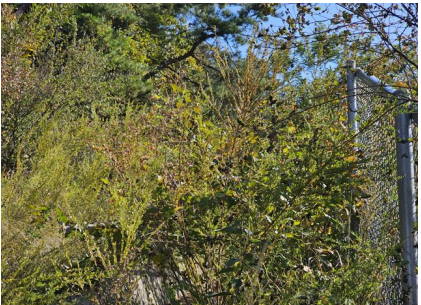
주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

24.6.2 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 24.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	· 풍화구간 → 현재 낙석방지울타리 및 낙석방지망 설치로 안전성은 문제가 없는 상태이나, 장기공용시 지표수 및 해빙기(동결융해) 등의 원인으로 충전물유실이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검으로 통해 손상의 발생유무에 대한 확인	
배수 시설	· 배수로 손상부 → 균열부, 파손 및 재료분리에 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	

24.7 종합결론

24.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 손상이 없는 상태이며, 식생활착은 양호한 상태이다. 배수시설에 균열 및 파손, 재료분리 등의 손상이 전회해 비해 추가 조사되었다. 배수기능은 원활한 상태이나, 주입보수, 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 51.9로 측정되었으며, 추정강도 111.5MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.22로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 절리경사로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “B등급 : 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태”으로 지정하였다.

24.7.2 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.

24.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

24.7.4 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.