

11. 상주절토11

11.1 시설물 개요

11.2 자료수집 및 분석

11.3 현장조사 및 시험

11.4 상태평가

11.5 종합평가 및 안전등급 지정

11.6 보수·보강 및 유지관리 방안

11.7 종합결론

11. 상주절토11

11.1 시설물의 개요

상주절토11은 경상북도 구미시 도개면 도개리(상주영천고속도로 15.894~16.014km)에 위치한 사면으로서 총 연장 120.0m, 높이 30.0m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다.

11.1.1 일반사항

【표 11.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000013		관리번호	SY SL11
시설물명	상주절토11		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경상북도 구미시 도개면 도개리		
	위치좌표	시점 : 36 ° 17 ' 37 " 128 ° 21 ' 21 "		
		종점 : 36 ° 17 ' 36 " 128 ° 21 ' 26 "		
	관리이정	15.894~16.014km		
	공구이정	2공구 STA.8+500~8+620		
제 원	연 장	120.0m	높 이	30.0m
	경사/방향	55/199	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	30~40°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	대림산업(주)
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 수직도수로, 낙석방지울타리		
비 고				

11.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 11.1.1】 위치도



【그림 11.1.2】 전경사진

	
전체 전경	상부자연사면 전경
	
산마루측구, 점검계단 전경	1소단 배수로 전경
	
하부, 낙석방지울타리 전경	야생동물유도울타리 전경

【그림 11.1.3】 부재별 현황

【그림 11.1.4】 평면도

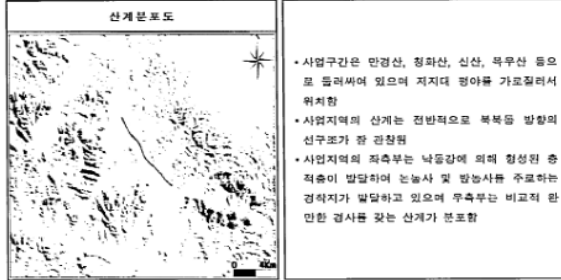


나. 지형 및 지질

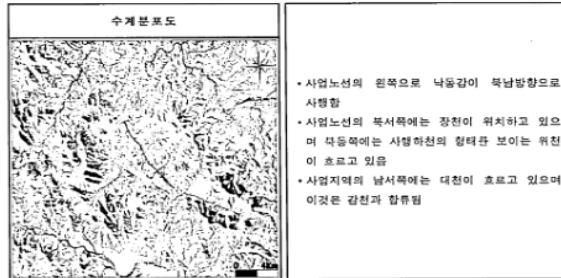
제 3 장 지형 및 지질

3.1 지형

3.1.1 산계 분석



3.1.2 수계 분석



3.2 지질

3.2.1 사업구간에 영향을 미치는 광역지체구조

- 사업노선구간에 영향을 미치는 광역지체구조 특성을 분석하여 사업구간의 지질발달 과정과 주위하여 야할 지질특성을 평가할 목적으로 수행됨
- 광역지체구조는 사업구간의 전반적인 지질특성 분석에 유용하여 주로 한반도의 지체구조 발달사와 밀접한 연관성을 보이고 있음



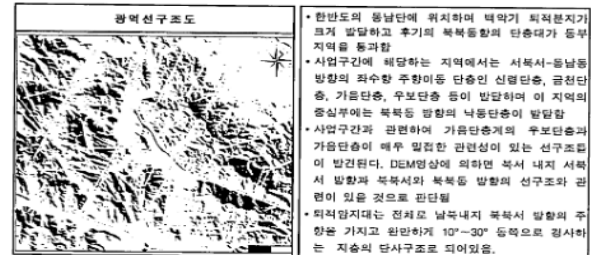
- 사업구간은 중생대 쥐라기 세립질화강암, 편마상화강암의 중생대 관입암류와 경상분지의 퇴적암류가 분포함
- 연남측에는 절충지역을 중심으로 북동부의 소백산지대와 남서부의 지리산 지대로 구분되고, 경상 분지는 서쪽 경계를 따라 발달하는 낙동곡분지, 양동단층과 팔공산단층을 경계로 하여 북으로는 양양 소분지, 의성소분지, 밀양소분지로 구분되며 본 사업구간은 연남측과 지리산지대의 북부와 경상분지 의성소분지의 경계에 해당함
- 사업구간의 지질은 쥐라기의 관입암류, 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 하부 민강상층암과 백악기의 관입암류가 분포함

3.2.2 지질각론

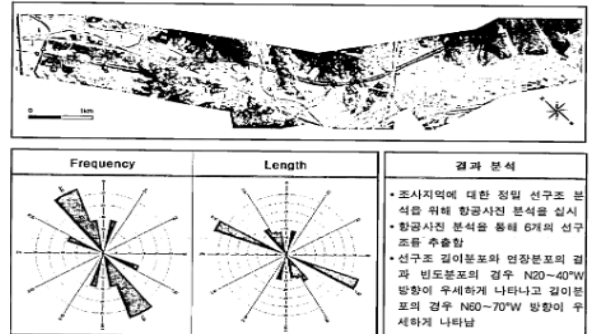
세립질 흑운모 화강암	• 쥐라기 관입암류로 경상누층군 퇴적암에 의하여 부정합으로 덮이므로 관입시기는 쥐라기 이전이고 저반 및 역암으로 산출됨
	• 각성암, 편마암, 각성암-섬장암, 편마상 흑운모화강암에 관입하였으므로 관입방향은 N20°W임
	• 본암은 세립질이며 암체의 크기에 관계없이 입도의 차이가 없음

3.2.3 지질구조

가. 광역지체구조



나. 항공사진분석



하부 민강상 층암	• 본 층군은 경상누층군의 하부 낙동층군 중 그 하부에 해당하는 낙동층에 속하며 낙동층은 만경산층과 금달리층으로 2분화했으며 민강상층의 하부에 해당함
	• 본 층군의 구성암석은 사질암, 역질사암, 역암, 사암, 심트질사암, 세립 등이며 역암층이 협재함
	• 상기 퇴적암들은 점이적인 관계를 가지고 있어서 연속성이 적고 분포도는 불규칙한 상태임
	• 역질암은 역질암(Orthoquartzite)과 다상암 역암(Polymic Conglomerate)로써 구성암석은 편마암, 흑색 내지 백색규석, 화색석질암, 암회색 내지 흑색세립, 편마상화강암, 거정질화강암, 석영반암, 흑색세립 사암, 석영암 등으로 구성됨
	• 구성하고 있는 역의 최대직경은 23cm이며 최대직경 20cm이상의 역들은 원이도가 높음
	• 사암은 장석질 사암 및 이질사암으로서 역질암으로 급격히 상을 변화시킴
	• 이 층군의 주향은 N18°E와 15°SE 내외임
	• 역암층의 층두는 10~50cm 이하 단층이 불규칙하여 가변되지는 않음
백암류	• 중생대 백암 : 이 암류 분포도 전역에 걸쳐 산지하며 퇴적암과 고기암류층 관입하였으므로 본 암류는 민강상층암과 석영암산암에 있음
	• 산성 백암 : 이 암류 퇴적암과 그 이전의 암석에 관입하여 본 도록 전역에 산재하나 특히 본 지역 중심부 및 그 동쪽에 밀집되어 있다. 이는 규장암, 석영반암 및 화강반암으로 구별되며 암색과 암상으로 산출되며, 동일한 암색에 있어서도 폭이 10m 이상되는 경우에는 그 연변부에는 규장암, 중심부에는 입도가 큰 석영반암 또는 화강반암으로 변하는 것은 분수 있음
층적층	• 사업구간의 최상부층은 제4기에 형성된 층적층이 기반암을 부정합으로 피복함
	• 구성암석은 점토, 실트, 모래, 자갈 등으로 구성됨
	• 대부분의 층적층은 경직도로 이용되고 있음

가. 사업구간의 지체구조

지질시대	층명	특성	비고
제4기	층적층(Qal)	• 하천 및 산록 퇴적물	
	산성암류(Kad)	• 과산의 치밀	• 전 구간에서 기반암을 관입
	중성암류(Kid)	• 과산의 치밀	
	관입암	• 관입	
중생대	신동층군(Kel)	• 사암과 역질사암, 세립의 고요	• 4공구 전구간
	금달리층(Kel-nm)	• 사암과 역질사암, 역암 고요	• 3공구 신령부 및 중량부
	민강상층(Kel-nm)	• 장석질 사암과 역질사암, 역암 고요	• 3공구 중량부 및 중량부
	하부(Kel-nm)	• 퇴적암의 단층층 협재	• 부합함
류라기	세립질 화강암(Ijgr)	• 암의 발달 미약	• 1공구 중량, 2공구 지점
	편마상 화강암(Ijgr)	• 세립질, 부분적으로 화강섬암류 암상	• 1공구 사점, 2공구 중량부

구분	선정기준
쌓기부	·비탈면높이가 10m를 초과하는 경우 ·비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 ·쌓기재료의 함수특성이 높고, 전단강도가 낮은 경우 ·층서지 특구가 정장강 소요되거나 주변 인접 시설물에 증대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우 ·지질특성으로 인하여 쌓기토체 내부로 지속적인 지하수의 유입이 발생하는 경우 ·중수시 비탈면이 침수되거나 비탈끝이 침식되는 경우 ·쌓기비탈면의 원지반이 양호하지 못한 경우(연약지반 등)
깎기부	·내진인정해석에 필요한 경우 ·비탈면높이가 20m 이상인 경우 ·비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 ·비탈면 지반이 불칙적으로 이루어진 경우 ·발반의 통화가 심하고 물수가 많은 경우 ·층서지 특구가 정장강 소요되거나 주변 인접 시설물에 증대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우 ·동인숙면이 비탈면 방향으로 기동성 지질조건의 경우 ·내진인정해석에 필요한 경우 ·동양정 요인물 갖는 지형·지질 조건인 경우

구 분	구 간 연 장 (STA.)	연 장 (m)	대표단면 (STA.)	최대하각고도 및 활강	지층형질	주 사 내 용		비 고
						공 번	조사 위치 (STA.)	
활기1구간	0-300~ 0-900	600	0-500(정원비탈) 0-700(상주비탈)	31.30 m 30.90 m	정원비탈 상하갈 활기갈	CBB-2 CBB-3	0-817.2 0-932.1	
	0-670~ 2-200	500	1-700(정원비탈) 1-840(정원비탈) 1-850(정원비탈)	18.90 m 19.30 m 29.20 m	포도송 정원비탈 상하갈 활기갈	CBB-4 CBB-5	1-940.6 1-926.9	
	3-810~ 4-030	280	3-940(상주비탈) 3-960(상주비탈)	18.30 m 23.30 m	정원비탈 (정원비탈) 활기갈	CBB-7 CBB-6	3-934 3-905.4	
6-690~ 6-950	260	6-780(상주비탈) 6-880(상주비탈)	30.80 m 23.40 m	정원비탈 상하갈 활기갈	CBB-9 CBB-8	6-794 6-752.9		
7-110~ 7-570	460	7-440(상주비탈)	36.60 m	포도송 정원비탈 정원비탈 활기갈	CBB-13 CBB-14	7-431.8 7-450.5		
활기16구간	7-750~ 7-900	150	7-820(상주비탈)	33.60 m	정원비탈 상하갈 활기갈	-	-	

223

구분	구간 (STA.)	연장 (m)	대표단면 (STA.)	최대위고기 및 팔각고	지층현황	조사내역 공번	조사위치 (STA.)	비고
활기구간	활기7구간	7+000~ 8+130	190	8+000(상부암상) 8+000(상부암상)	47.40 m	-	-	-
	활기8구간	8+300~ 8+600	160	8+300(상부암상) 8+000(상부암상)	26.30 m 27.30 m	(중회암) (상회암) 활기암	구CB-18 구CB-19	8+381.3 8+373.7
	활기9구간	8+600~ 8+800	110	8+600(명천암상)	30.30 m	(상회암) (상회암) 활기암	구CB-20 구CB-21	8+643.3 8+645.5
	Ramp 구간	RA 3+000" 1+100 RC 0+000" 0+000	219.70	1+080(본선정팔 우측)	28.50 m	-	-	-
활기구간	활기11구간	0+000~ 0+040	340	0+040	13.42 m	-	-	-
	활기12구간	0+080~ 1+030	220	1+030	12.29 m	-	-	-
	활기13구간	1+130~ 1+680	550	1+680	21.96 m	지층 송림암 용화암 활기암	SBR-1	1+573.1
	활기14구간	2+425~ 2+625	200	2+740	12.69 m	-	-	-
	활기15구간	2+640~ 3+020	380	3+380	18.58 m	미시송 (상회암) 용화암 송림암	SBR-2 SBR-3 SBR-4	2+915.5 3+403.6 3+391.3
	활기16구간	4+080~ 4+990	900	4+500	15.75 m	(여곡송) (미시송) 송림암 용화암	SBR-5 SBR-6 SBR-7	4+281.7 4+402.9 4+408.1
	활기17구간	5+040~ 6+080	1,440	5+900 6+040 6+300	8.46 m 11.50 m 15.93 m	(잔담) (13호) (목지송) 송림암 용화암 (입곡암)	SBR-8 SBR-9 SBR-10 SBR-11 SBR-11-1 SBR-12 SBR-13 SBR-13-1	5+306.8 5+558.1 5+564.7 6+156.9 6+253.0 6+303.6 6+428.0 6+440.0
	활기18구간	6+965~ 7+130	140	7+000	17.13 m	포도송 용화암 송림암 활기암	SBR-14 SBR-14-1	7+015.2 6+698.7
	활기19구간	7+560~ 7+740	160	7+720	22.80 m	(여곡송) (목지송) (목지송) 용화암 활기암	SBR-15 SBR-16	7+667.3 4+820.0
	활기10구간	8+140~ 8+300	160	8+200	10.74 m	-	-	-

223 [illegible]

평면도

표기 구간(L=530.0m)

비	길토구간(STA.)	1+670 ~ 2+200	연장	530m
	지 반 축 성(상주방향, CBB-4)		지 반 축 성(영천방향, CBB-5)	
달	• 구성양식 : 편 양 • 지층구성 : 표도층 0.0 ~ 0.6m, 풍화토 0.6 ~ 8.0m, 풍화암 8.0 ~ 9.1m, 반 양 9.1 ~ 16.9m - 경 양 16.9 ~ 18.0m		• 구성양식 : 편 양 • 지층구성 : 표도층 0.0 ~ 0.6m, 풍화토 0.6 ~ 4.7m, 풍화암 4.7 ~ 18.0m, 연 양 18.0 ~ 25.0m	
면	• 주표면속면 : J1-36/101, J2-50/315 • TCR 평균값 : 97.0 → 10.5 • RQD 평균값 : 31.0 → 10.7		• 주표면속면 : J1-36/101, J2-50/315 • TCR 평균값 : 94.3 → 10.5 • RQD 평균값 : 29.0 → 10.7	
현	• 비탈면 경사/경사방향 : 55° / 229° • 비탈면 경사/경사방향 : 55° / 49°			
화	안반 비탈면 대표횡단면 (Station : 1+780)			
	지반고 : 92.24m	계곡고 : 78.68m	피대절취고 : 상주방향 : 7.3m	영천방향 : 16.9m

248

위기구간 안정성 검토							
한 반 비 탈 면							
구 분	상주방향			영천방향			
비탈면 안전성	평면 및 전도파괴 분석도			평면 및 전도파괴 분석도			
	해기파괴 분석도			해기파괴 분석도			
	필사주형 해석						
	구 분	상주방향			영천방향		
성능	평면	전도	해기	평면	전도	해기	
	1:0.5	안 정	안 정	안 정	불안정	안 정	안 정
	1:0.7	안 정	안 정	안 정	불안정	안 정	안 정
	1:1.0	안 정	안 정	안 정	불안정	안 정	안 정
한 계 평 형 해 석							
구 분	상주방향				영천방향		
	평면파괴		해기파괴		평면파괴	해기파괴	
	건기	우기	건기	우기	건기	우기	
1:0.5	-	-	-	-	-	-	
1:0.7	-	-	-	-	2.102	1.288	
1:1.0	-	-	-	-	-	-	
평가	* 일반주 필사주형 해석결과 상주방향은 모든 기종기에서 안정하며, 영천방향은 1:0.5~1:1.0 기종기에서 평면파괴 가능성 있음.						
	* 영천방향의 1:0.7기종기에서 평면파괴에 대한 한계평형 해석 결과 안정함.						

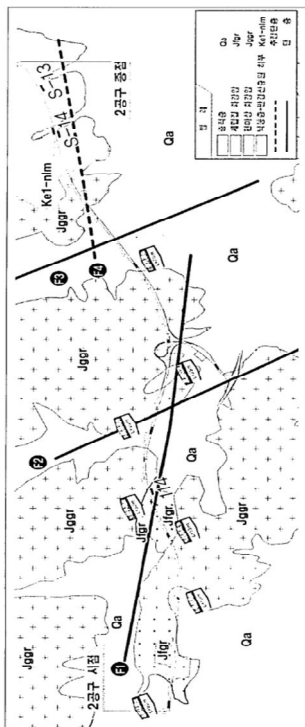
249

구분	일반 비탈면 안정성 검토			
	1:780 (영천방향)			
검토면				

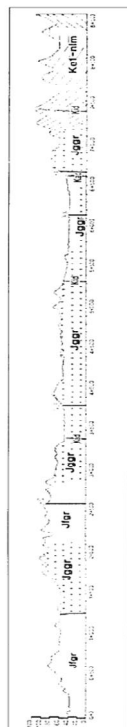
250

4.1 지질도

4.1.1 지질평면도



4.1.2 지질단면도



나. 지질 기준

- 과업구간에서는 1:25만 연동 도록과 각 과업구간에 해당하는 1:5만 도록과의 층서관계가 비교적 명확한 편만 아니라 보다 상세한 설명과 기저가 되어 있는 부분을 감안하여 이하에서는 1:5만 지질도록에 있는 내용을 위주로 하되 정리하였다.
- 이하는 선산도록(정창희 외, 1989)과 낙동도록(김영기 외, 1977)의 내용을 정리한 것이다. 그러나 종합적인 층서내용은 과업구간의 대부분이 선산도록지역에 해당하기 때문에 선산도록의 기준을 따랐으며, 선별브리아기의 변성암류는 중점부로 가면서 낙동도록에 해당하는 지역에서 출현하기 때문에 낙동도록의 기재내용을 참고 하였다. 그리고 퇴적암류에 대해서는 과업도록과 관련하여 하부 민경산층군의 내용을 정리하였다.
- 이 지역의 지질은 선별브리아기의 변성암류, 중리기의 관원암류, 백악기 경산층군의 선동층군 낙동층의 하부 민경산층군과 백악기의 관원암류가 분포하는 지역이다(그림 2).

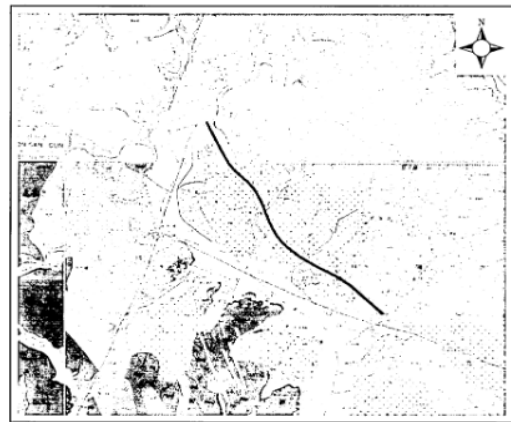


그림 2. 1:5만 과업구간 지질도(김영기 외, 1977; 정창희 외, 1989)

11.2.2 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 11.2.1】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	상주절토11 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 파손, 토사퇴적이 발생하였으며, 산마루측구 주변으로 부분적인 토사유실이 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, 단면보수, 정비
2	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토11 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 파손, 토사퇴적이 발생하였으며, 산마루측구 주변으로 부분적인 토사유실이 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	상주절토11 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 망상균열, 토사퇴적이 발생하였으며, 산마루측구 주변으로 부분적인 토사유실이 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, 정비
4	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토11 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 망상균열, 토사퇴적이 발생하였으며, 산마루측구 주변으로 부분적인 토사유실이 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, 정비

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
5	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	168	본 사면에 대한 정밀안전점검 결과, 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태인 “B” 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부는 1개소가 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 필요하다. 소단배수로 및 산마루측구에 횡방향 균열 및 망상균열이 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	141	상주절토11 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 망상균열이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	141	상주절토11 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 망상균열이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 보수가 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	473	안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사·평가하였음. 상태안전성능평가 결과, 불연속면의 특성 및 지반 변형상태 등은 양호한 것으로 확인되었고, 상태안전성능평가 결과 A등급으로 평가됨. 일부 구간에서 소단배수로 균열 및 망상균열, 산마루측구 균열이 조사되었으나, 현재 손상 상태는 경미한 결함으로 시설물의 안전성에 미치는 영향은 매우 미소한 상태임. 상기와 같은 사항을 종합적으로 분석한 결과, 외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준인 A등급으로 평가됨. 내구성능평가는 시간에 따라 변화하는 안전성능 저하에 영향을 미치는 요소에 대한 평가로서 본 비탈면의 절리상태 및 표면 보호상태에 대한 평가를 시행하였음. 그 결과 일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준인 B등급으로 평가됨. 안전성능평가, 내구성능평가 결과를 종합적으로 분석할 때, 일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 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	141	상주절토 11 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 망상균열, 사면부에서는 표층유실이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	주의관찰, 균열보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	202	- 배수시설 균열, 토사퇴적 발생
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	- 균열보수, 정비, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 배수시설 균열 및 망상균열, 토사퇴적
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	- 균열보수, 정비, 주의관찰
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 배수시설 균열 및 망상균열, 토사퇴적
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	- 균열보수, 정비, 주의관찰
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 배수시설 균열 및 망상균열, 토사퇴적
	2023. 04. 03 2023. 06. 30	정지운	양호	- 균열보수, 정비, 주의관찰

11.2.3 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 소단배수로 토사퇴적 산마루측구 균열	주입보수 균열보수 정비 주입보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 손상이 없는 상태이며, 식생활착은 보통~양호한 상태이다. 배수시설에 균열 및 토사퇴적이 전회로 비해 추가 조사되었다. 균열보수 및 토사퇴적의 경우 원활한 배수기능을 위해 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 15.994km	52.1	112.5	경암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 52.1로 측정되었으며, 추정강도 112.5MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토11		표 번 호	【표 11.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.29	B	근거표번호	【표 11.4.5】
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.29	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

라. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	8.0	12.00	m	65	780	1
	소단배수로 망상균열	균열보수	10.0	15.00	m²	54	810	2
	소단배수로 토사퇴적	정비	1.0	1.50	m³	25	38	3
	산마루측구 균열	주입보수	3.0	4.50	m	65	293	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,073		810		38		
	재경비 (순공사비의 50%)	537		405		19		
	합계	1,610		1,215		57		
개략공사비 총계(천원)		2,882						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

바. 종합결론

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

11.2.4 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	상주절토11		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.140	A	인장균열 없음
구조안전성능	0.080	A	특이파괴 유형 없음
안전성능	0.140	A	
안전성능 결과	○ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ○ 안전성능평가 결과 : A등급		

나. 내구성능평가 결과

평가항목	등급	등급 점수 (a)	가중치 (b)	결합지수 (a) × (b)
지반상태(암반)	a	0.08	0.33	0.026
절리상태 및 풍화진행도	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	상주절토11		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.140	A	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.265	B	0.2	
종합평가 결과	○ 사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn))$ $= (0.140 \times 0.8) + (0.265 \times 0.2) = 0.165$ ○ 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.

11.2.5 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 11.2.2】 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, 배수로 균열, 점검계단 식생관리를 확인하였고, 금회 점검시 세심한 점검을 실시함	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 기준 정밀안전점검 총2회, 정기점검 총10회, 2중 성능평가 1회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적절하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

11.2.6 시설물 보수 이력

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

【표 11.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	전구간	산마루측구 단면보수	2017-07-01~2017-12-31	-	-	

11.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 11.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

11.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

11.3 현장조사 및 시험

11.3.1 현황 및 특성

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

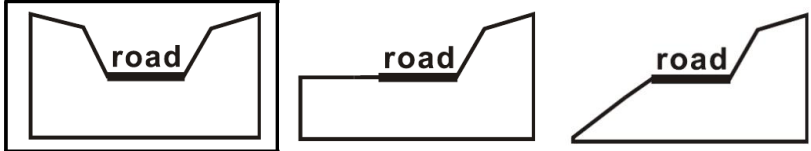
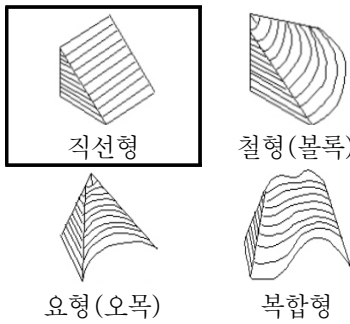
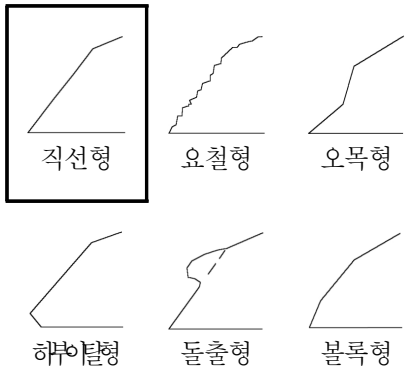
가. 일반현황 조사결과

【표 11.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2023. 10. 11.	조 사 자	이 상 훈	
일 기	맑음	준공년도	2017년 06월 27일	
행정구역	경상북도 구미시 도개면 도개리			
위 경 도	시점 : 36 ° 17 ' 37 " 128 ° 21 ' 21 "			
	종점 : 36 ° 17 ' 36 " 128 ° 21 ' 26 "			
절토사면	길 이 : 120.0m		높 이 : 30.0m	
	경 사/경사방향 : 55/199			
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 10.0m	
	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	15.894~16.014k		양호
	낙석방지울타리	15.914~15.994k		양호
	산마루 측구	15.894~15.960k		양호
	소단배수로	15.960~16.000k		균열
	수직도수로	16.014k		양호
	야생동물유도울타리	15.894~15.914k, 15.994~16.014k		양호
	점검용 계단	15.894~15.960k, 15.980k, 16.000~16.014k		양호
붕괴이력	유 형	규 모		위 치
기 타	·			

나. 사면특성 조사결과

【표 11.3.2】 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		30~40°			
	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

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

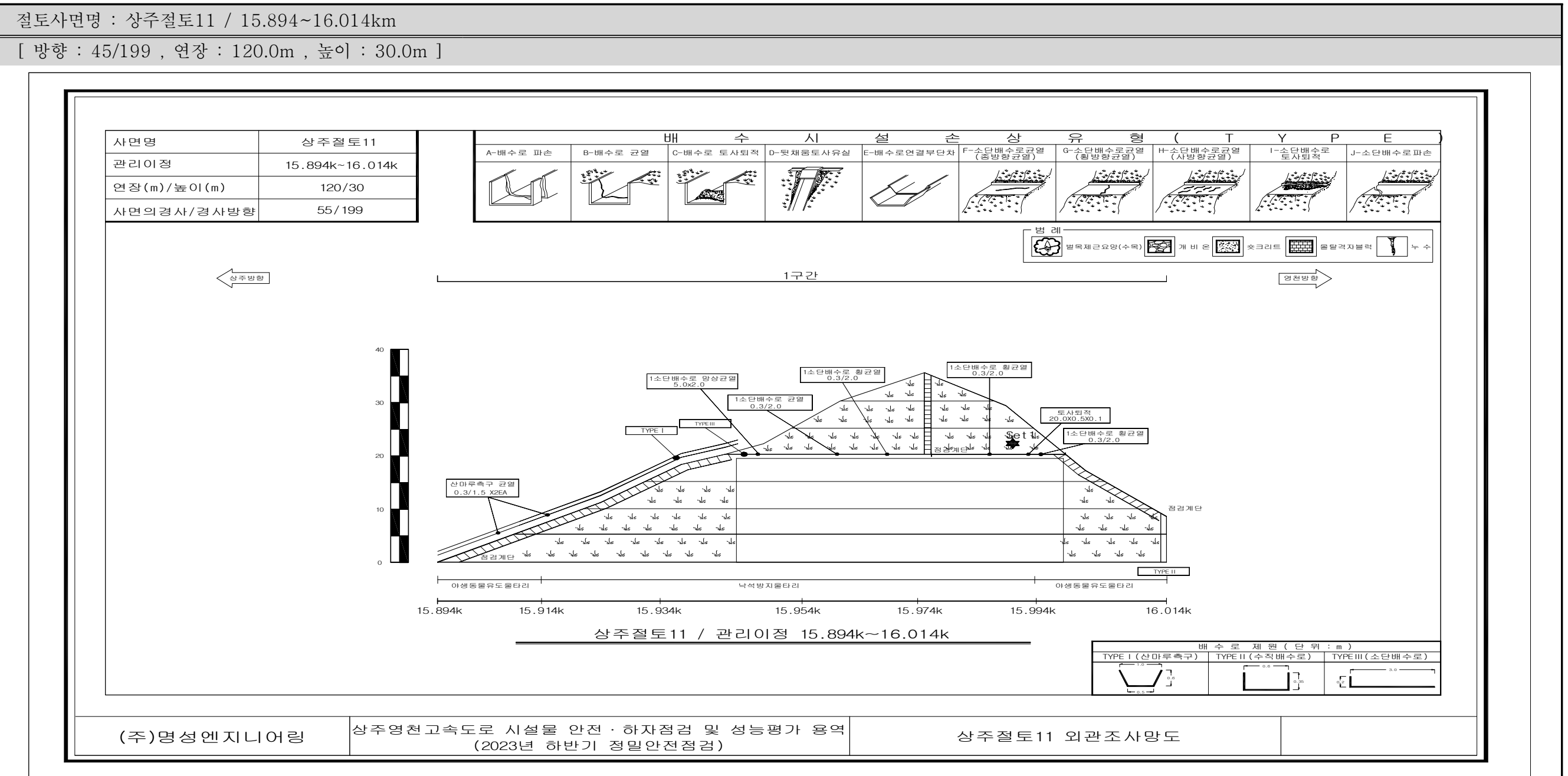
현장조사, 재료시험 및 상태평가는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부, 국토안전관리원), 지형특성, 절토사면 시공현황, 사면의 유지관리 및 점검시 외관조사망도 직관성(상주기점 가까운 쪽을 1구간) 등을 종합적으로 고려하여 다음 표와 같이 1개의 구간으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 11.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	사면분류	비 고
1구간	15.894~16.014	120.0	30.0	파쇄암반	

11.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



11.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 상주절토11의 관리이정 15.894~16.014k의 구간으로 연장 120.0m, 높이 30.0m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 보호공, 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

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

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 보호공, 식생공이 시공되어 있으며, 식생활착은 양호한 상태로 확인되었다.
- 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도로 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(15.914~15.994k), 야생동물유도울타리(15.894~15.914k, 15.994~16.014k), 점검계단(15.894~15.960k, 15.980k, 16.000~16.014k)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 있다.
- 기존손상인 소단배수로 15.964k 균열(0.3/2.0), 15.974k 균열(0.3/2.0), 15.984k 균열(0.3/2.0), 15.994k 균열(0.3/2.0), 15.954k 망상균열(5.0*2.0), 15.994k 토사퇴적(20.0*0.5*0.1), 산마루측구 15.914k 균열(0.3/1.5*2ea)이 확인되었고, 균열의 폭 및 길이 증가는 없는 것으로 확인되었다.
- 상기 발생한 손상은 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수가 필요하다.

- 토사퇴적은 공용기간 증가로 인해 지표수 유입에 의한 토층유실이 퇴적된 것으로 판단되며, 원활한 배수를 위해 정비가 필요하다.

			
현 황	점검계단, 산마루측구 전경	현 황	소단배수로 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	—	대 책	—
			
현 황	계곡부 전경	현 황	점검계단 전경
원 인	상태양호	원 인	—
대 책	—	대 책	—
			
현 황	계곡부 전경	현 황	15.964k 소단배수로 균열(0.3/2.0)
원 인	상태양호	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	—	대 책	주입보수

【사진 11.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	15.974k 소단배수로 균열(0.3/2.0)	현 황	15.984k 소단배수로 균열(0.3/2.0)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수
			
현 황	15.994k 소단배수로 균열(0.3/2.0)	현 황	15.954k 소단배수로 망상균열(5.0*2.0)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수
			
현 황	15.994k 소단배수로 토사퇴적(20*0.5*0.1)	현 황	15.910k 산마루측구 균열(0.3/1.5)
원 인	지표수 유입으로 인한 토사유실	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	정비	대 책	주입보수

【사진 11.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 11.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	지속관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	지속관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	8.00	4	주입보수	
	소단배수로 망상균열	m ²	10.00	1	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	1.00	1	정비	
	산마루측구 균열	m	3.00	2	주입보수	

11.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 11.3.5】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	상태양호	—
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 망상균열 소단배수로 토사퇴적 산마루측구 균열	주입보수 주입보수 정비 주입보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 사면부의 식생확장은 양호한 상태이다. 배수시설에 기존손상인 균열 및 토사퇴적이 확인되었다. 균열보수 및 토사퇴적의 경우 원활한 배수기능을 위해 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

【표 11.3.6】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	지속관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	지속관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	8.00	4	주입보수	
	소단배수로 망상균열	m ²	10.00	1	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	1.00	1	정비	
	산마루측구 균열	m	3.00	2	주입보수	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 전회 점검이후 손상의 진전은 없는 것으로 확인되었다.

【표 11.3.7】 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	8.00	4	8.00	4	—	
	소단배수로 망상균열	m ²	10.00	1	10.00	1	—	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	1.00	1	1.00	1	—	
	산마루측구 균열	m	3.00	2	3.00	2	—	

11.3.5 재료시험 결과

상주절토11은 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 11.3.8】 반발경도시험 결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 15.994km	51.6	110.3	경암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 51.6로 측정되었으며, 추정강도 110.3MPa로 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 11.3.9】 이전 정밀안전점검과의 반발경도 비교

구 분	위 치	전회(2021년)		금회(2023년)		비고
		반발경도	추정강도(MPa)	반발경도	추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	52.1	112.5	51.6	110.3	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.

		
경사/방향 측정	거칠기 측정	간격 측정

【사진 11.3.2】 불연속면 측정 현황

2) 불연속면 조사 결과

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

【표 11.3.10】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간(Set1)		
	J1	J2	J3
방향성	15/181	17/180	19/160
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	1.0~3.0
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	약간 거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm이상	딱딱함, 5mm이상	딱딱함, 5mm이상
풍화도	MW	MW	MW

【표 11.3.11】 이전 점검 불연속면조사 결과표

구 분	2021년 정밀안전점검		
	1구간	—	—
방향성	19/160	—	—
간격(m)	0.2~0.6	—	—
연장성(m)	1.0~3.0	—	—
틈새(mm)	0.1mm 미만	—	—
거칠기	약간 거칠음	—	—
충진물질	딱딱함, 5mm이상	—	—
풍화도	MW	—	—

11.4 상태평가

11.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 120m의 사면으로서, 지반특성에 따른 사면분류를 실시하였고 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 1구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 표기하였다.

【표 11.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	15.894~16.014km	120m	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 11.4.2]에 수록하였다.

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

－ 토층심도율(SR)

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

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

－ 암반의 블록크기 비(BR)

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

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

Ib(블록크기 지수) : Si의 산술평균

Slope height(사면의 연직 최고높이)

【표 11.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{10.0}{30.0} = 0.33$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 110.3MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.3$, $\frac{I_b}{H} = \frac{0.3}{30.0} = 0.010$ 로 0.01이하	파쇄암반	

※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 구미에 위치한 사면으로 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									

11.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 11.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토11		표번호	[표 11.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	15.894~16.014km	
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	2023. 10. 11		조사자	이 상 훈	

【표 11.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토11		표번호	[표 11.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	15.894~16.014km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	19°	2		
1-7		절리상태	유리(절리상태 점수 2.2점)	2		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	55°	4		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	113.6mm(구미)	3	3	
		지하수위	사면 높이의 1/3	1		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	나쁨	3		
1-11	배수조건		불량	3		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2023. 10. 11		조사자	이 상 훈		

나. 상태평가결과 산정표

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

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

【표 11.4.5】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			상주절토05				표번호
근거표번호			[표 5.4.3], [표 5.4.4]				[표 5.4.7]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리간격	3	c	20	f2=0.38	c
		⑥ 저면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	4	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	3	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	3	d			
		⑪ 배수조건	3	d			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					20	F=0.26	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 20 / 52 = 0.38 ○ 상태평가등급(F) : 20 / 76 = 0.26					

【표 11.4.6】상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급
상주절토11	0.26	B	0.26	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, 1일강우량의 지수의 감소로 전체 결함지수는 하였으나, 등급은 B로 동일한 상태이다.

【표 11.4.7】이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
전회 정밀안전점검	0.29	B	
금회 정밀안전점검	0.26	B	

11.5 종합평가 및 안전등급 지정

11.5.1 종합평가 결과

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

【표 11.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토11		표 번 호	【표 11.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.26	B	근거표번호	【표 11.4.5】
	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.26	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

11.5.2 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 11.5.2】 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

11.6 보수·보강 및 유지관리방안

11.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 11.6.1】 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	소단배수로 균열	주입보수	8.00	12.00	m	65	780	1
	소단배수로 망상균열	주입보수	10.00	15.00	m²	65	975	2
	소단배수로 토사퇴적	정비	1.00	1.50	m³	25	38	3
	산마루측구 균열	주입보수	3.00	4.50	m	65	293	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,073		975		38		
	재경비 (순공사비의 50%)	537		488		19		
	합계	1,610		1,463		57		
개략공사비 총계(천원)		3,130						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

11.6.2 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 11.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
배수 시설	• 배수로 균열 구간 → 균열부에 대한 보수가 필요하며, 보수후에도 재순상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요 • 배수로 토사퇴적 구간 → 토사퇴적은 원활한 배수를 위해 정비가 필요하며, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요	
보호 시설	• 점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

11.7 종합결론

11.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 사면부의 식생활착은 양호한 상태이다. 배수시설에 기존손상인 균열 및 토사퇴적이 확인되었다. 균열보수 및 토사퇴적의 경우 원활한 배수기능을 위해 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 51.6으로서 추정강도 110.3MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.26로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 배수조건으로 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.

11.7.2 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.

11.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 배수시설의 토사퇴적은 원활한 배수를 위해 정비가 필요하며, 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

11.7.4 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.