

10. 상주절토10

10.1 시설물 개요

10.2 자료수집 및 분석

10.3 현장조사 및 시험

10.4 상태평가

10.5 종합평가 및 안전등급 지정

10.6 보수·보강 및 유지관리 방안

10.7 종합결론

10. 상주절토10

10.1 시설물의 개요

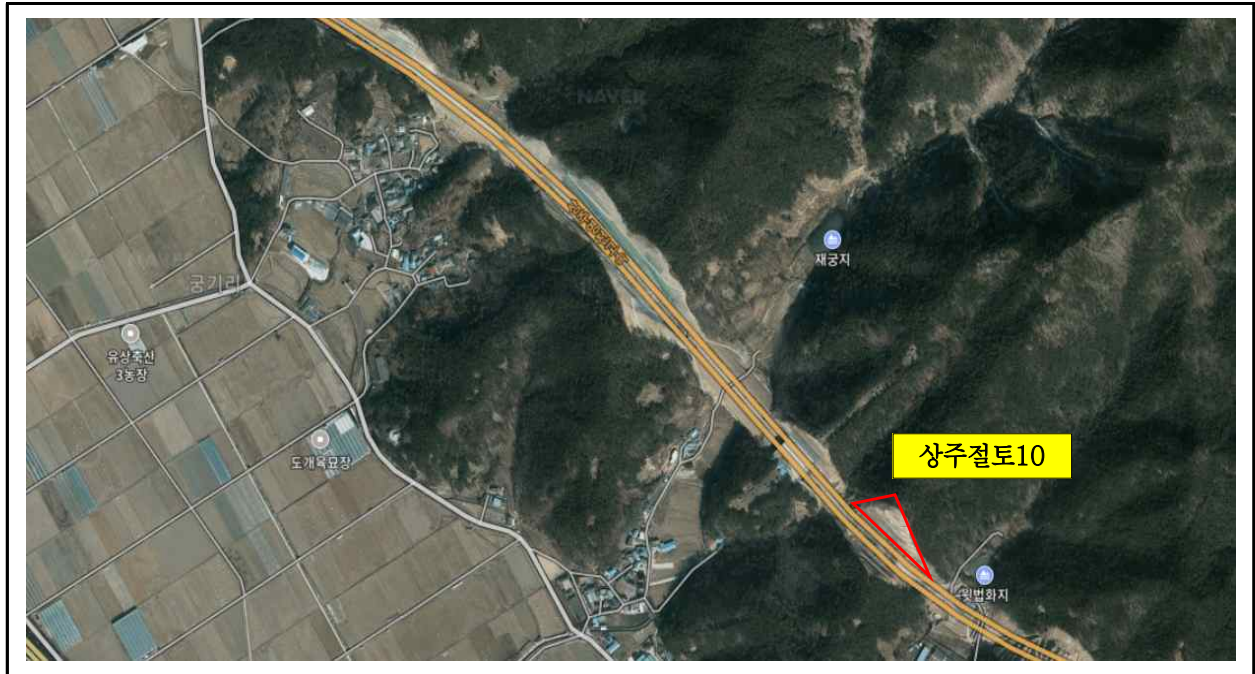
상주절토10은 경상북도 구미시 도개면 궁거리(상주영천고속도로 15.314~15.514km)에 위치한 사면으로서 총 연장 200.0m, 높이 49.0m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다. 또한, 준공 이후 별도의 용도변경 없이 공용중이다.

10.1.1 일반사항

【표 10.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000012		관리번호	SY SL10	
시설물명	상주절토10		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역	경상북도 구미시 도개면 궁거리			
	위치좌표	시점 : 36 ° 17 ' 47 " 128 ° 21 ' 3 "			
		종점 : 36 ° 17 ' 42 " 128 ° 21 ' 8 "			
	관리이정	15.314~15.514km			
	공구이정	2공구 STA.7+920~8+120			
제 원	연 장	200.0m	높 이	49.0m	
	경사/방향	55/158	노 선	고속국도 301호선	
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간	
주변환경	인공구조물	—			
	주변지형	산악지형	상부사면경사	30°	
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	대림산업(주)	
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리, 낙석방지망			
비 고					

10.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 10.1.1】 위치도

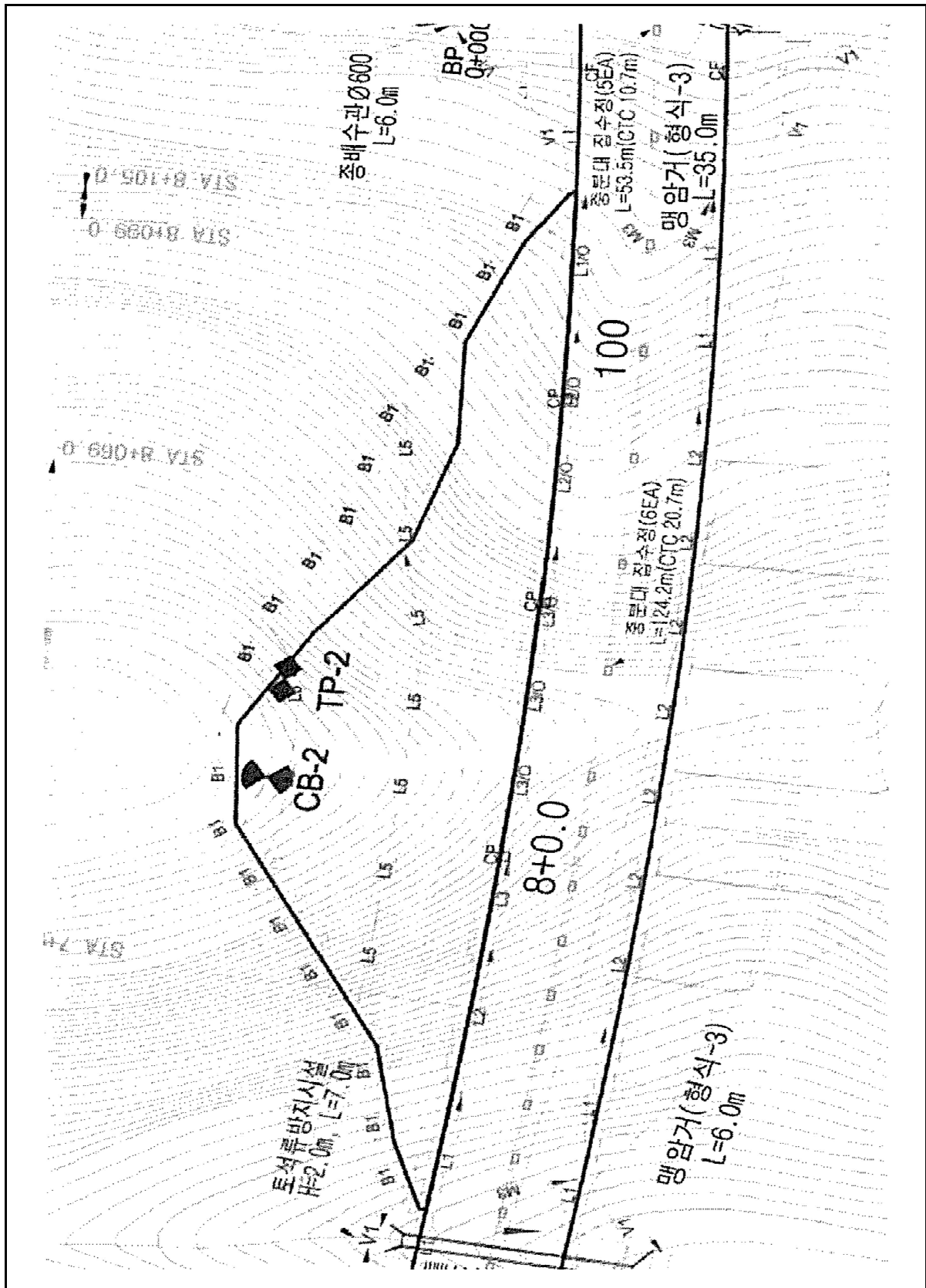


【그림 10.1.2】 전경사진

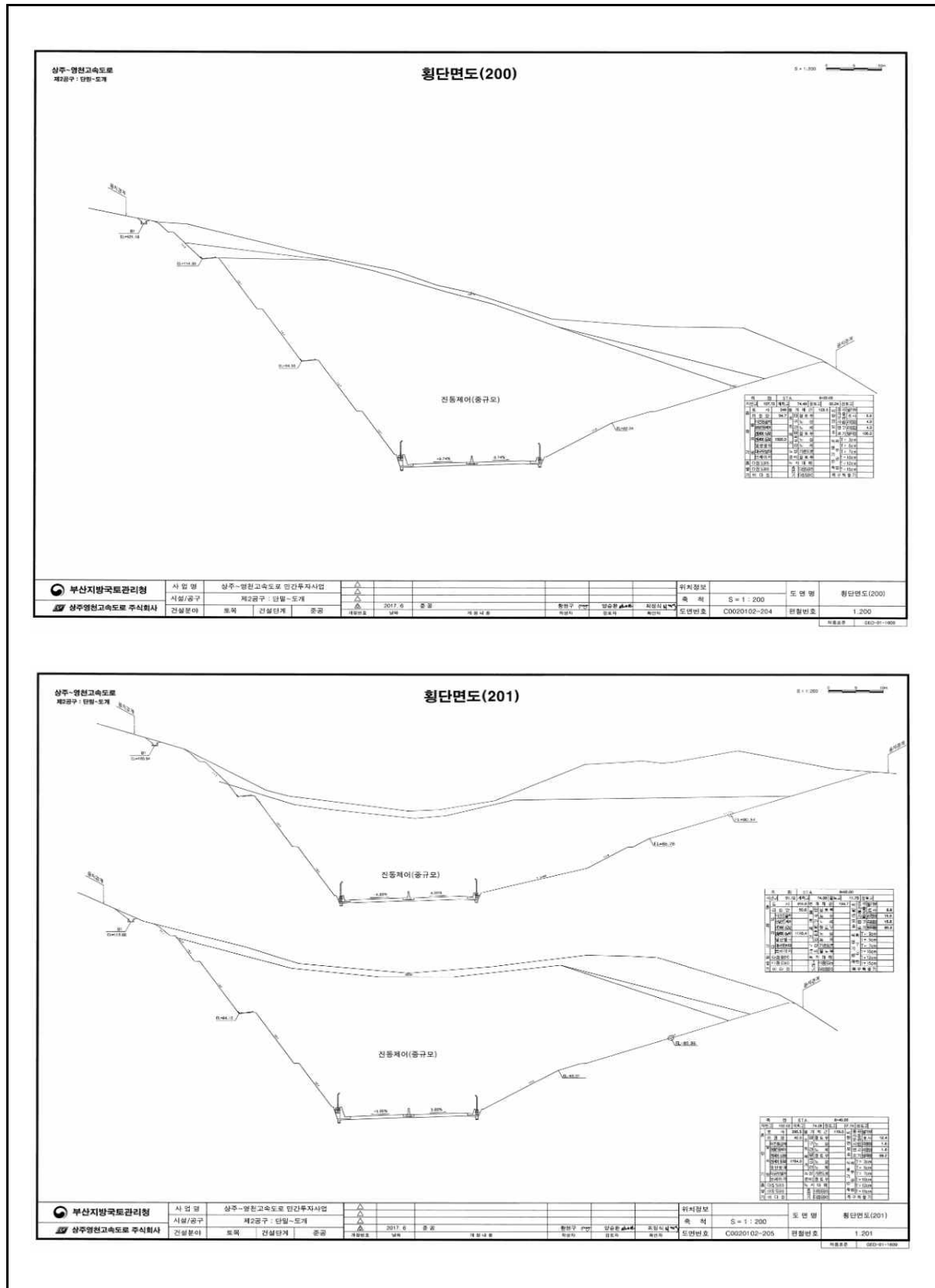
	
전체 전경	1소단 배수로 전경
	
2소단 배수로 전경	점검계단, 산마루측구 전경
	
도로, 낙석방지울타리 전경	도로, 야생동물유도울타리 전경

【그림 10.1.3】 부재별 현황

10.1.3 시설물 일반도



【그림 10.1.4】 평면도



【그림 10.1.5】 표준횡단면도

10.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요현황을 파악하기 위해 [상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 2공구]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.

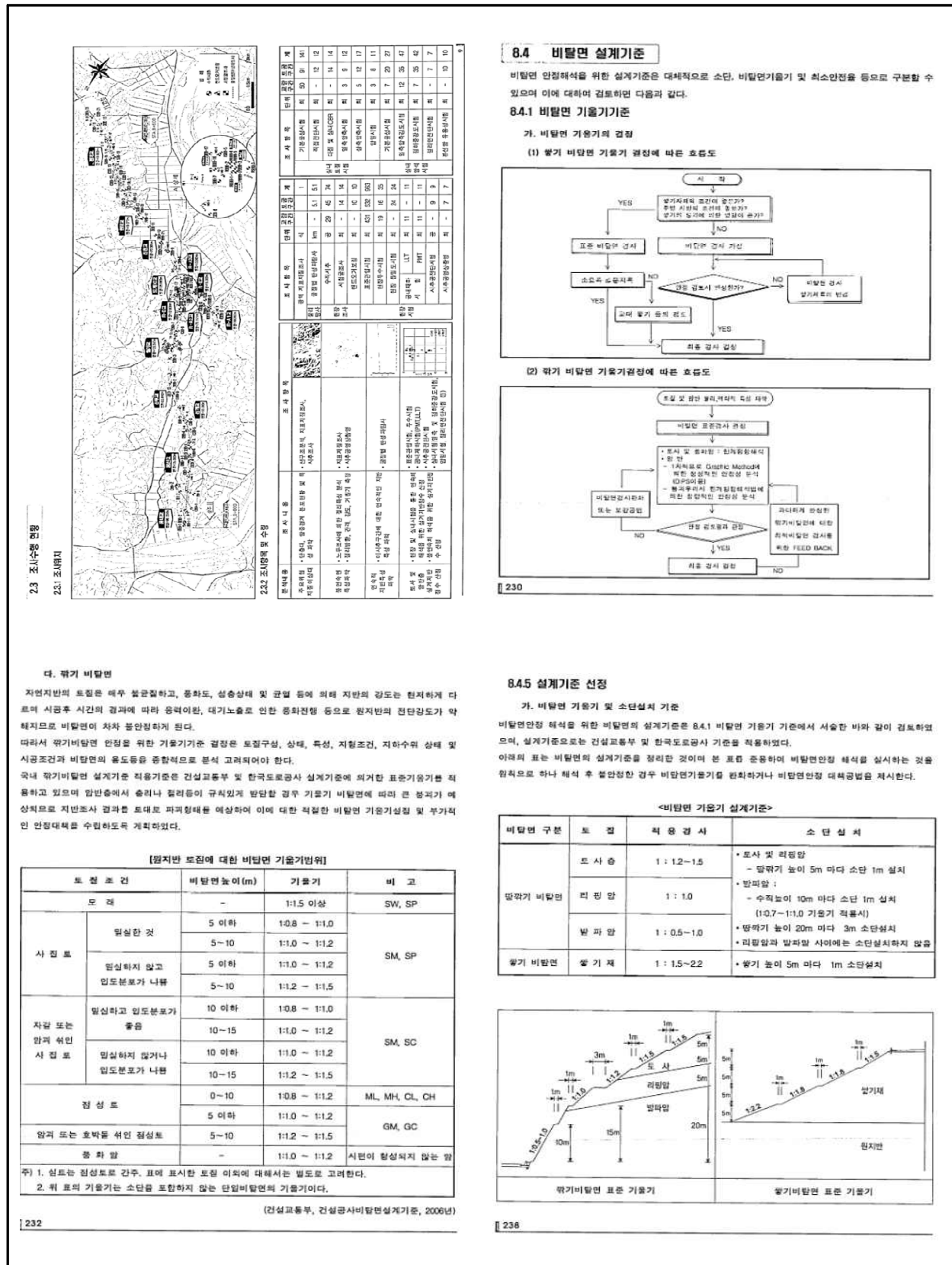
10.2.1 자료수집 현황

【표 10.2.1】 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		○	

10.2.2 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준



나. 지형 및 지질

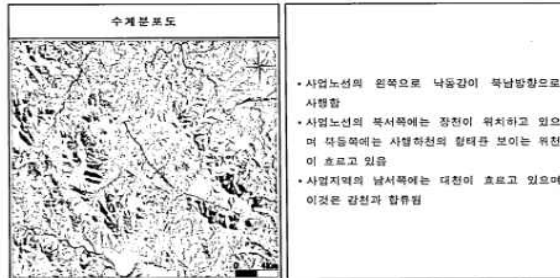
제 3 장 지형 및 지질

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 아함 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
- 연남곡리는 침식지역을 중심으로하여 북동부의 소백산지대와 남서부의 지리산 지대로 구분되고, 경성 분지는 서쪽 경계를 따라 발달하는 낙동곡분지, 만동단층과 팔공산단층을 경계로 하여 북으로는 양양 소분지, 의성소분지, 밀양소분지로 구분되며 본 사업구간은 연남곡과 지리산지대의 북부와 경상분지 의성소분지의 경계에 해당함
- 사업구간의 지질은 쥐라기의 관입암류, 백악기 경상누층군의 신동층군 낙동층의 하부 만경상층과 백악기의 관입암류가 분포함

3.2.2 지질각본

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

40

하부 만경상층	• 본 층군은 경상누층군의 하부 낙동층군 중 그 하부에 해당하는 낙동층에 속하여 낙동층의 민강산층과 금달리층으로 2분할됨으로 민강산층의 하부에 해당함 • 본 층군의 구성암석은 사질역암, 역질사암, 역암, 사암, 심트질사암, 세립 돌이여 역한층이 점재함 • 상기 퇴적암들은 점이연한 관계를 가지고 있어서 연속성이 적고 분포도는 불규칙한 상태임 • 전반적으로 역질암이 사질암보다 두세하게 분포하며, 대부분 장성질이고 역운모를 다량 함유하며 중하표면을 발달시켜를 띤다. • 기저는 역암 또는 사암이 우세하나 자갈 또는 역암층이 분포하기도 함 • 역질암은 정력암(Orthoquartzite)의 다상분 역암(Polyimic Conglomerate)로서 구성암석 편마암, 흑운 모 내지 미역규질, 흑색미질암, 암화한 내지 흑색세암, 편마상화강암, 거정질화강암, 석영반암, 흑사세암 사암, 역암의 등으로 구성됨 • 구성하고 있는 역의 최대직경은 23cm이며 최대직경 20cm이상의 역들은 원마도가 높음 • 사암은 장석질 사암 및 미질사암으로서 역질암으로 급격히 상층 변화시킴 • 이 층군의 주향과 경사는 N18°E와 15°S 내외임 • 역암층의 층두는 10~50cm 이하 단층이 불규칙하여 가려져지는 없음
백악류	• 중생 퇴암 : 이 암은 본도북 전역에 걸쳐 산지하여 퇴적암과 고기암류층 관입하였으므로 본 암에는 연산암질암과 석영탄산암이 있음 • 상생 퇴암 : 이 암도 퇴적암과 그 이전의 암시에 관입하여 본 도북 전역에 산재하나 특히 본 지역 중심부 및 그 동쪽에 분포되어 있다. 이는 규장암, 석영반암 및 화강암으로 구분되며 암색과 입상으로 산출된다. 동일한 암색에 있어서도 폭이 10m 이상되는 경우에는 그 연변부에는 규장암, 중심부에는 입도가 큰 석영반암 또는 화강반암으로 변화는 것은 불수 있음
충적층	• 사업구간의 최상부층은 제4기 형성된 충적층이 기반암을 부정합으로 피복함 • 구성암석은 점토, 실토, 모래, 자갈 등으로 구성됨 • 대부분의 충적층은 경직도로 이용되고 있음

가. 사업구간의 지질개요도

지질시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Qal)	• 하천 및 산곡 퇴적물	
		~~ 부정합 ~~	
	산성암질(Kad)	• 과산의 시암	• 전 구간에서 기반암을 관입
	중성암질(Kal)	• 관 입	
		~~ 부정합 ~~	
중생대	신동 낙동층(Kel)	• 상부 (Kel-nm) • 하부 (Kel-nml)	• 사암과 역질사암, 세암의 고요 • 주로 역을 사암 우세 • 사암과 역질사암, 역암 고요 • 장석질 사암과 역질사암, 역암 고요 • 최하부에 탄질층 점재
	세립질 화강암(Jgr)	• 암의 발달 미약	• 1공구 중심, 2공구 서쪽
	편마상 화강암(Jgpr)	• 세립질, 부분적으로 화강암질암 발달	• 1공구 서쪽, 2공구 중앙부

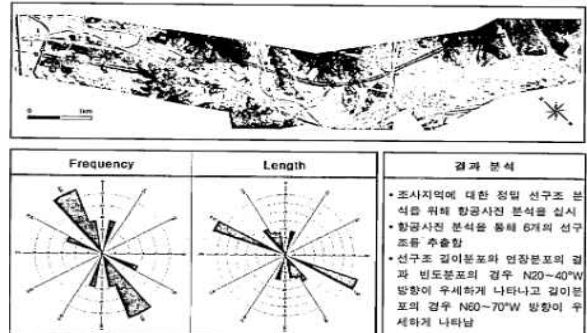
41

3.2.3 지질구조

가. 광역지체구조



나. 항공사진분석



42

다. 지반조사보고서

구분	선정기준
활기부	· 비탈면높이가 10m를 초과하는 경우 · 비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 · 활기자료의 함수속도가 높고, 전단강도가 낮은 경우 · 풍격시 복구가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우 · 지질면속도가 인하여 활기토해 내부로 지속적인 지하수의 유입이 발생하는 경우 · 홍수시 비탈면이 침수되거나 비탈굴이 형성되는 경우 · 활기비탈면의 원지반이 양호하지 못한 경우(연약지반 등) · 내진안전책이 필요한 경우 · 비탈면높이가 20m 이상인 경우 · 비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 · 비탈면 지반이 불적으로 이루어진 경우 · 활반의 출구가 심하고 홍수가 많은 경우 · 풍격시 복구가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우
위기부	· 들린속도가 비탈면 방향으로 기동적인 지열조건의 경우 · 내진안전책이 필요한 경우 · 불안정 요인을 갖는 지할·지할 조건인 경우

8.2.2 비탈면 현황

비탈면 안정검토 대상구간 선정기준에 의한 비탈면 현황은 다음과 같다.

구 분	구 간 연 양 (STA.)	연 양 (m)	대표연선 (STA.)	최대위귀고 및 활 기고	지층 현황	주 사 내 역		비 고
						굴 변	주사역시 (STA.)	
활 기 구간	0-300~ 0-900	600	0-550(천공시험) 0-700(상부활판)	31.50 m 30.30 m	성회도 상회암 활판암	C98-2 C99-1	0-817.2 0-362.1	
	0-670~ 2-200	530	1-700(활판시험) 1-840(천공시험) 1-820(상부활판)	18.90 m 19.10 m 29.25 m	포도송 상회암 활판암	C98-4 C98-5	1-940.8 1-503.8	
	3-815~ 4-090	276	3-940(상부활판) 3-960(활판시험)	18.30 m 23.90 m	성회도 (천공시험) 활판암	C98-7 C98-6	3-834 3-955.4	
	6-690~ 6-950	260	6-780(상부활판) 6-800(상부활판)	30.80 m 23.40 m	포도송 상회암 활판암	C98-9 C98-10	6-794 6-752.9	
	7-115~ 7-570	460	7-440(상부활판)	36.60 m	포도송 상회암 활판암	C98-13 C98-14	7-431.8 7-450.5	
	7-750~ 7-900	150	7-820(상부활판)	33.60 m	성회도 상회암 활판암	-	-	

222

구분	구간 (STA.)	연장 (m)	대표단면 (STA.)	최대위고기 및 팔각고	지층현황	조사내역		비고
						공번	조사위치 (STA.)	
활기구간	활기7구간	7+829~ 8+130	190	B-600(상부암상) B-600(상부암상)	47.65 m 12.50 m	-	-	-
	활기8구간	8+300~ 8+600	300	B-300(상부암상) B-600(상부암상)	26.30 m 27.30 m	(점하로) (점하로) (점하로) 활기암	구CB-18 구CB-19	B-391.3 B-397.7
	활기9구간	8+680~ 8+900	220	B-600(점하암상)	33.30 m	(점하로) (점하로) (점하로) 활기암	구CB-20 구CB-21	B-434.3 B-434.5
	Ramp 구간	RA 8+997~ 1+109 RC 0+000~ 0+670	219.70	1+080(상부암상 우측)	28.50 m	-	-	-
불기구간	불기1구간	0+000~ 0+360	360	0+440	13.62 m	-	-	-
	불기2구간	0+580~ 1+080	220	1+000	12.29 m	-	-	-
	불기3구간	1+130~ 1+680	550	1+600	21.06 m	(점하로) (점하로) (점하로) 불기암	688-1	1+573.1
	불기4구간	2+520~ 2+820	300	2+740	12.69 m	-	-	-
	불기5구간	2+900~ 3+820	920	3+390	18.58 m	(점하로) (점하로) (점하로) 불기암	SBR-2 SBR-3 SBR-4	2+915.5 3+820.6 3+821.3
	불기6구간	4+080~ 4+990	910	4+500	18.75 m	(점하로) (점하로) (점하로) 불기암	SBR-5 SBR-6 SBR-7	4+082.9 4+922.9 4+928.1
	불기7구간	5+360~ 6+390	1,030	5+900 6+300 6+300	8.66 m 11.50 m 15.90 m	(점하로) (점하로) (점하로) 불기암	SBR-8 SBR-9 SBR-10 SBR-11 SBR-12 SBR-13 (점하로)	5+320.8 5+554.1 5+554.7 5+156.9 5+553.0 5+362.6 5+368.0 5+545.0
	불기8구간	6+920~ 7+190	270	7+090	17.13 m	(점하로) (점하로) (점하로) 불기암	SBR-14 SBR-14-1	7+055.2 6+928.7
	불기9구간	7+560~ 7+740	180	7+720	22.80 m	(점하로) (점하로) (점하로) 불기암	SBR-15 SBR-16	7+667.3 4+520.0
	불기10구간	8+540~ 8+900	360	8+200	10.74 m	-	-	-

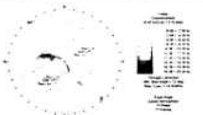
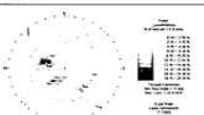
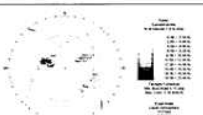
223]

[illegible]

(2) 랑기 2구간



248

위험구간 현상성 검토									
구 분		상주방향			영천방향				
비 탈 면 안 정	평면 및 전도파괴 분석도								
	패기파괴 분석도								
성 결 토	평 사 주 영 해 석								
	구 분	상주방향			영천방향				
		평면	전도	패기	평면	전도	패기		
	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		패기파괴		평면파괴		패기파괴			
	건기	우기	건기	우기	건기	우기	건기	우기	
1:0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	
1:0.7	-	-	-	-	2.102	1.288	-	-	
1:1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	
평 가	* 일반승 평사주영 해석결과 상주방향은 모든 기울기에서 안정하여, 영천방향은 1:0.5~1:1.0 기울기에서 평면파괴 가능성 있음.								
	* 영천방향의 1:0.7기울기에서 평면파괴에 대한 한계평형 해석 결과 안정함.								

249

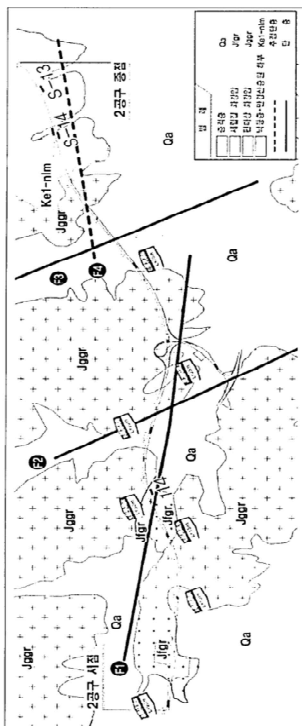
구분	일반 비탈면 안정성 검토			
	1:780 (영천방향)			
검토면				
안정성검토	상주방향		영천방향	
안정해석	평면파괴	재기파괴	평면파괴	재기파괴
	-	-	Fs = 1.288 (우기시)	-

구분	1:780 (상주방향)		1:780 (영천방향)	
	-		* 비탈면기종기 : 표준기종기 적용 (1 : 0.7)	
일반비탈면	-		* H = 10.8m	
검토결과	검토 결과 * 일반 비탈면은 표준기종기 1 : 0.7를 적용함 * 평면파괴에 대한 한계평형해석결과 영천방향 건기시 Fs=2.102, 우기시 Fs=1.288로 안정함			

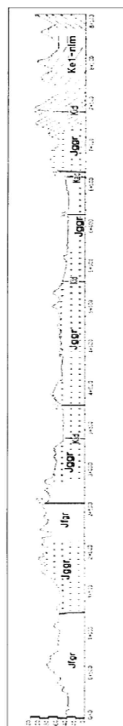
250

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 편이 아니라 보다 상세한 설명과 기저가 되어 있는 부분을 감안하여 이하에서는 1:5만 지질도록에 있는 내용을 위주로 하여 정리하였다.
- 이하는 산산도록(정창희 외, 1989)과 낙동도록(김영기 외, 1977)의 내용을 정리한 것이다. 그러나 종합적인 층서내용은 과업구간의 대부분이 산산도록지역이 차지하기 때문에 산산도록의 기준을 따랐으며, 선캄브리아기의 변성암류는 증점부로 가면서 낙동도록에 해당하는 지역에서 중단하기 때문에 낙동도록의 기재내용을 참고 하였다. 그리고 퇴적암류에 대해서는 과업노선과 관련하여 하부 민강산층군의 내용을 정리하였다.
- 이 지역과 지질은 선캄브리아기의 변성암류, 중생대의 관입암류, 백악기 결산층군의 산동층군 낙동층의 하부 민강산층군과 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다(그림 2).

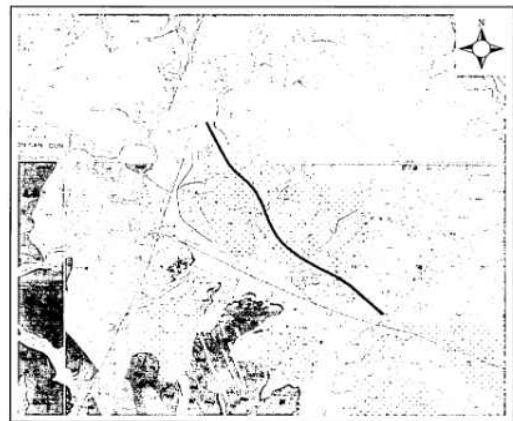


그림 2. 1:5만 과업구간 지질도(김영기 외, 1977; 정창희 외, 1989)

10.2.3 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 10.2.2】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	상주절토10 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로에서 낙엽 및 토사퇴적이 일부 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 청소 및 재발생 여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2017. 11. 13 2017. 12. 28	인승철	양호	정비
2	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토10 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로에서 균열 및 토사퇴적이 일부 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수, 청소 및 재발생 여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 05. 28 2018. 06. 30	인승철	양호	—
3	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토10 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로에서 균열 및 토사퇴적이 일부 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수, 청소 및 재발생 여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 10. 23 2018. 12. 31	인승철	양호	균열보수, 정비
4	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토10 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로에서 균열 및 토사퇴적이 일부 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전 여부에 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	280	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. 소단배수로횡방향 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	235	상주절토10 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로에서 균열 및 재료분리가 일부 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전 여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수, 단면보수
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	235	상주절토10 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로에서 균열 및 재료분리가 일부 발생한 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, 단면보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
8	2중 성능평가	(주)명성 엔지니어링	788	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 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, 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	235	상주절토 10 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로에서 균열 및 재료분리, 토사퇴적이 일부 발생한 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	균열보수, 단면보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	336	- 배수시설 균열, 토사퇴적
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	균열보수, 청소, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 배수시설 균열, 토사퇴적
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	균열보수, 청소, 주의관찰
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 배수시설 균열, 토사퇴적
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	균열보수, 청소, 주의관찰
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 배수시설 균열, 토사퇴적
	2023. 04. 03 2023. 06. 30	정지운	양호	균열보수, 청소, 주의관찰
14	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	493	- 배수시설 균열, 파손, 토사퇴적 발생
	2023. 07. 03 2023. 12. 08	이상훈	B	- 균열보수, 단면보수, 정비, 주의관찰
15	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 배수시설 균열, 토사퇴적
	2024. 06. 10 2024. 06. 28	정지운	양호	- 균열보수, 청소, 지속관찰
16	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 배수시설 균열, 토사퇴적
	2024. 09. 23 2024. 12. 03	정지운	양호	- 균열보수, 청소, 지속관찰
17	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	- 배수시설 균열, 파손, 토사퇴적
	2025. 03. 24 2025. 06. 18	정지운	양호	- 주입보수, 단면보수, 청소, 지속관찰

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

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	상태양호	—
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적 산마루측구 파손 산마루측구 균열	주입보수 정비 단면보수 주입보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부의 식생활착은 양호한 상태이다. 배수시설에 균열, 파손 및 토사퇴적이 조사되었고, 원활한 배수기능을 위해 보수 및 정비가 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 15.464km	53.0	117.3	경암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 53.0로 측정되었으며, 추정강도 117.3MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토10		표 번 호	【표 10.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.26	B	근거표번호	【표 10.4.5】
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.26	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	16.00	24.00	m	65	1,560	1
	소단배수로 토사퇴적	정비	7.50	11.25	m³	25	281	3
	산마루측구 파손	단면보수	0.06	0.09	m²	165	15	2
	산마루측구 균열	주입보수	3.00	4.50	m	65	293	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,853		15		281		
	재경비 (순공사비의 50%)	927		8		141		
	합계	2,780		23		422		
개략공사비 총계(천원)		3,225						

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.

10.2.5 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	상주절토10		
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	b	0.23	0.53	0.122
표면보호공	a	0.08	0.14	0.011
결합도 지수				0.159
등 급				B

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	상주절토10		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.140	A	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.159	B	0.2	
종합평가 결과	○사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn))$ $= (0.140 \times 0.8) + (0.159 \times 0.2) = 0.144$ ○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.

10.2.6 시설물 보수 이력

2017년 06월에 준공되어 현재 FMS(시설물정보종합관리시스템)에 등록된 보수·보강실적은 다음과 같다.

【표 10.2.3】 보수이력사항

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	시공사
	공사기간		공사내역	공사비(천원)
1	상주영천고속도로 민간투자사업(2공구)	보수	소단배수로	대림산업주식회사
	2018-01-01~2018-06-30		균열보수	—

10.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 10.2.4】 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)	
비탈면 안정성 검토	(a) 구조계산서 (b) 구조계산서	

10.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

10.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 10.2.5】 수집자료 검토결과 및 점검방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 준공도면 - 실시설계보고서	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행
유 지 관 리 자 료	◇ 기 성능평가 보고서 ◇ 기 정밀안전점검 보고서 ◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템 보수 및 점검이력	◇ 사면부 심한풍화 ◇ 소단배수로 균열, 토사퇴적, 산마루측구 균열, 파손 ◇ 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

10.3 현장조사 및 시험

10.3.1 현황 및 특성

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

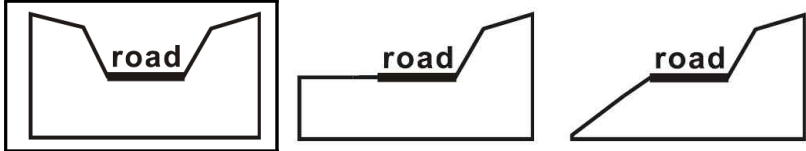
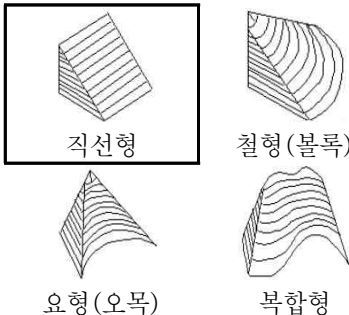
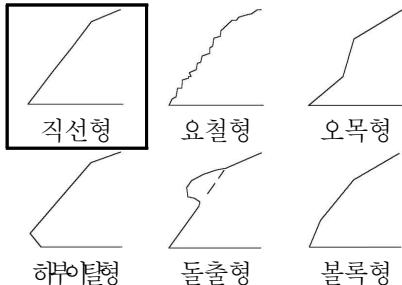
가. 일반현황 조사결과

【표 10.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2025. 10. 01.		조 사 자	정 지 운	
일 기	맑음		준공년도	2017년 06월 27일	
행정구역	경상북도 구미시 도개면 궁기리				
위 치	시점 : 36 ° 17 ' 47 " 128 ° 21 ' 3 "				
	종점 : 36 ° 17 ' 42 " 128 ° 21 ' 8 "				
도 로	관리이정 : 15.314 ~ 15.514 km				
	왕복 4차선			도로폭 : 20.0m	
	교통량 : 50,000대/일				
절토사면	길 이 : 200.0m			높 이 : 49.0m	
	경 사/경사방향 : 55/158				
	도로와의 이격거리 : 평균 3.5m				
	구성물질 : 암반			토층심도 : 약 4.0~7.0m	
	소 단 : 5				
낙석/튼돌	낙석 존재유무 : 없음			낙석의 양 : -	
	낙석 평균크기 : -				
	낙석 최대크기 : -				
	튼돌 존재유무 : 없음			튼돌의 양 : -	
튼돌 평균크기 : -					
절토사면 시공현황	종 류		위 치		상 태
	낙석방지울타리		15.340~15.500k		양호
	낙석방지망		15.340~15.500k		양호
	산마루 측구		15.314~15.514k		양호
	소단배수로		15.354~15.474k		균열
	야생동물유도울타리		15.314~15.340k, 15.500~15.514k		양호
	점검용 계단		15.430~15.514k		양호
붕괴이력	유 형		규 모		위 치
기 타	·				

나. 사면특성 조사결과

【표 10.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형				
	종단면 형상						
	기타 특징		-				
절토사면의 특성	중 형 단 면			중 단 면 특 성			
상부 자연사면	경 사 도		10~20°				
	인장균열		무				
	포행흔적		무				
	수목의 기울어짐		무				
	인공구조물		무				
	산마루측구		유				
	계곡부		무				
지 질							
	지질각론		주라기 관입압류로 경상누층군 퇴적암에 의하여 부정합으로 덮이므로 관입시기는 주라기 이전이고 저반 및 맥암으로 산출됨. 각섬암, 편마암류, 각섬암~섬장암질암, 편마상 흑운모화강암에 관입하였으며 관입방향은 N20° W임				
식 생	① 종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수		
	② 밀 도	하	-그루/m ²	-그루/m ²	-그루/m ²		
	③ 근계특징	천근성 (O), 심근성 ()					

다. 사면 구간분할 결과

사면의 구간분할 기준

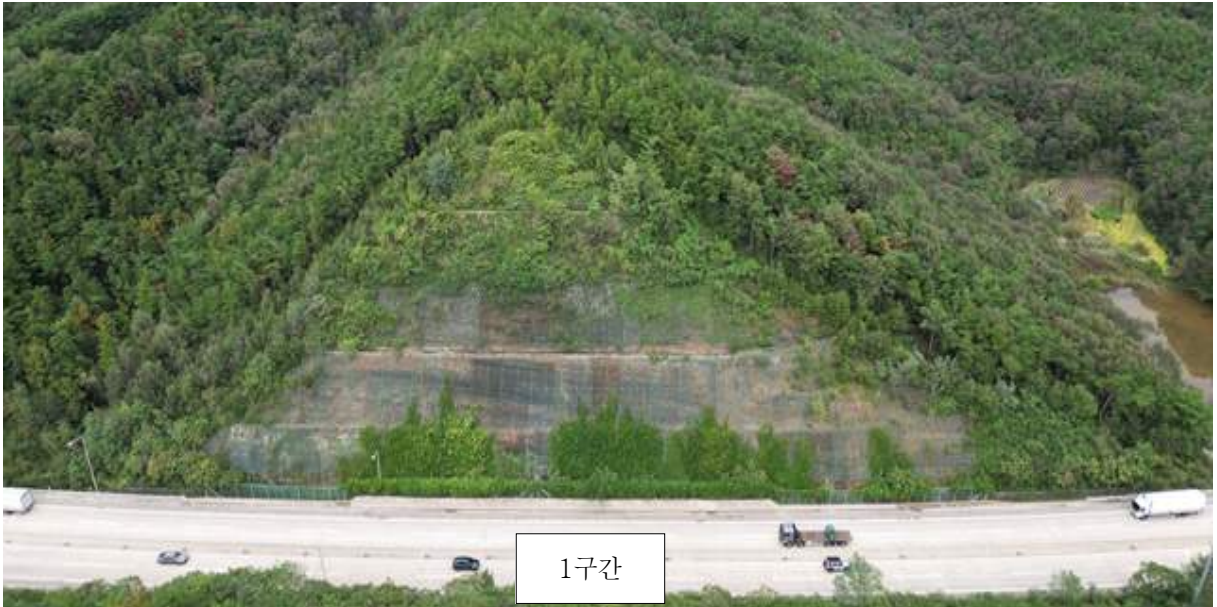
- 1) 사면의 구성재료(토사, 연약암반, 파쇄암반, 절리암반)가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 3) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

현장조사, 재료시험 및 상태평가는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2024. 12, 국토교통부, 국토안전관리원), 지형특성, 절토사면 시공현황, 사면의 유지관리 및 점검시 외관조사망도 직관성(상주기점 가까운 쪽을 1구간) 등을 종합적으로 고려하여 다음 표와 같이 1개의 구간으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

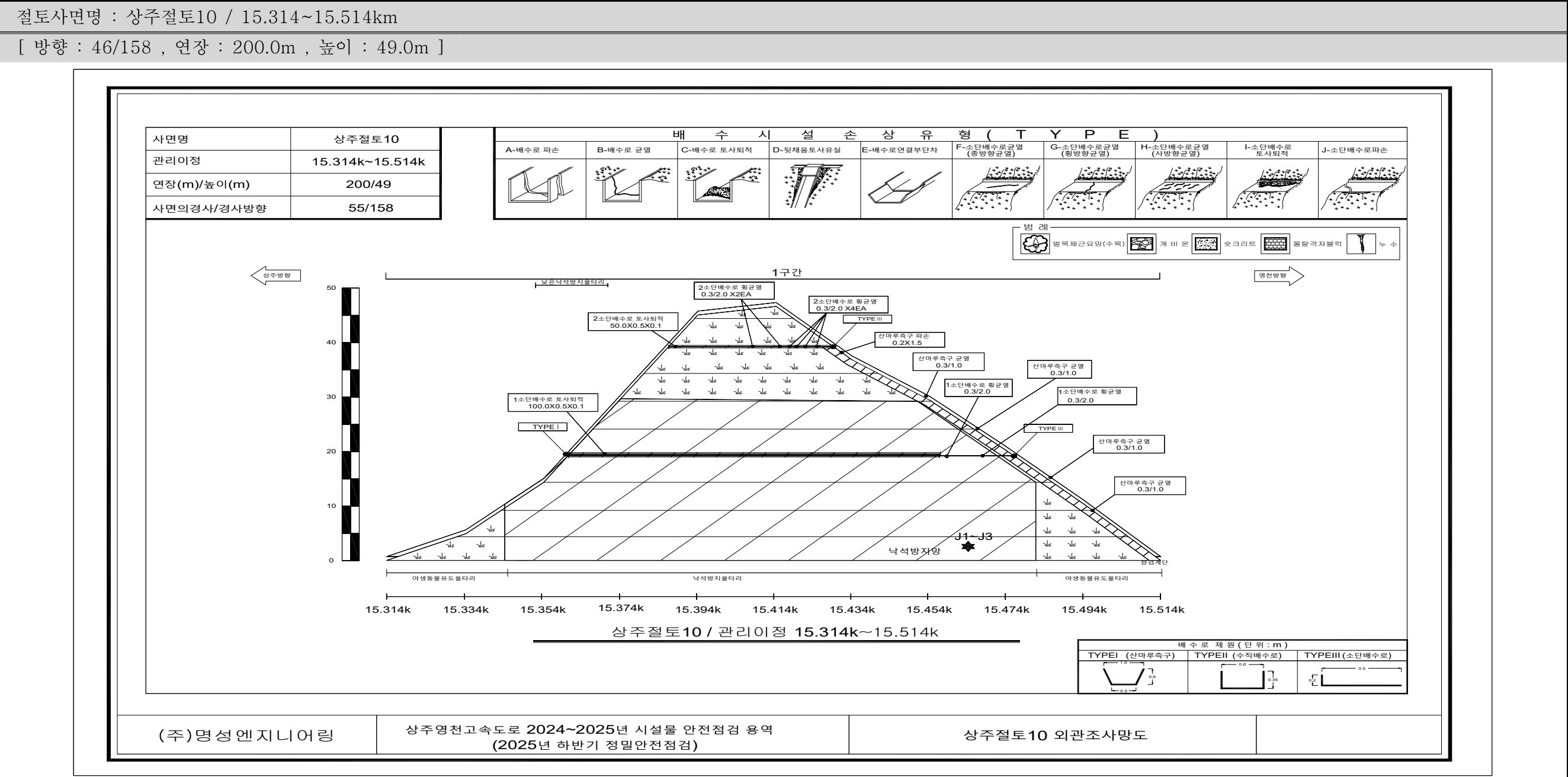
사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 10.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	경사/경사방향	토층심도	구성물질
1구간	15.314~15.514	200.0	49.0	55/158	4.0~7.0m	암



10.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



10.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 상주절토10의 관리이정 15.314~15.514k의 구간으로 연장 200.0m, 높이 49.0m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 보호공, 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 인장균열 및 지반의 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 계곡부는 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. 도로와의 이격거리는 3.5m정도의 거리를 유지하고 있다.

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지울타리(15.340~15.500k), 점검계단(15.430~15.514k), 야생동물유도울타리(15.314~15.340k, 15.500~15.514k)이 설치되어 있으며, 양호한 상태로 조사되었다.
- 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구가 시공되어 있다.
- 소단배수로 및 산마루측구에 균열, 토사퇴적, 파손 등의 손상이 조사되었다.
- 균열, 파손 등의 손상은 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수, 단면보수가 필요하다.
- 토사퇴적은 사면 파쇄부에 공용기간 증가, 지표수 유입에 의해 퇴적된 것으로 판단되며, 원활한 배수를 위해 청소가 필요하다.

6) 공중이 이용하는 부위

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

			
현 황	15.410k 소단배수로 균열(0.3/2.0)	현 황	15.415k 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	1소단배수로 토사퇴적(100*0.5*0.1)	현 황	2소단배수로 토사퇴적(50*0.5*0.1)
원 인	지표수 유입, 토사유실	원 인	지표수 유입, 토사유실
대 책	정비	대 책	정비

【사진 10.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	15.460k 소단배수로 균열(0.3/1.0)	현 황	15.470k 소단배수로 균열(0.3/1.0)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수
			
현 황	15.434k 산마루측구 파손(0.2*1.5)	현 황	15.454k 산마루측구 균열(0.3/1.0)
원 인	배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	단면보수	대 책	주입보수

【사진 10.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 10.3.4】 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	16.00	8	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m³	7.50	2	정비	
	산마루측구 파손	m²	0.30	1	단면보수	
	산마루측구 균열	m	4.00	4	주입보수	

10.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결함 항목별 발생원인 분석

【표 10.3.5】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	발생원인	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—	—
사면부	상태양호	—	—
사면하부	상태양호	—	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적 산마루측구 파손 산마루측구 균열	다짐미흡, 우수유입 다짐미흡, 우수유입 배수로 자중, 지표수 유입 다짐미흡, 우수유입	주입보수 정비 단면보수 주입보수
부대시설	상태양호	—	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 사면부의 식생확장은 양호한 상태이다. 배수시설에 균열, 파손 및 토사퇴적이 조사되었고, 원활한 유지관리 및 배수기능 확보를 위해 보수 및 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.		

【표 10.3.6】 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	16.00	8	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m³	7.50	2	정비	
	산마루측구 파손	m²	0.30	1	단면보수	
	산마루측구 균열	m	4.00	4	주입보수	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2023년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 전회 점검이후 배수시설 손상이 일부 증가한 것으로 확인되었다.

【표 10.3.7】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2023년)		금회(2025년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	16.00	8	16.00	8	—	
	소단배수로 토사퇴적	m³	7.50	2	7.50	2	—	
	산마루측구 파손	m²	0.06	1	0.30	1	▲0.24	
	산마루측구 균열	m	3.00	3	4.00	4	▲1.00	

10.3.5 공중이 이용하는 부위 점검

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

【표 10.3.8】 공중이 이용하는 부위 점검내용

구 분	점검 결과	비고
추락방지시설	추락방지시설인 점검계단은 손상이 관찰되지 않은 양호한 상태로, 유지관리에 문제가 없는 것으로 판단된다.	
도로부 포장	도로부 포장은 조사결과 손상이 관찰되지 않아 차량 주행에 특별한 문제가 없는 것으로 판단된다.	
도로부 신축이음부	해당사항 없음	
환기구 등의 덮개	해당사항 없음	
기타	해당사항 없음	

10.3.6 재료시험 결과

상주절토10은 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 10.3.8】 반발경도시험 결과

시험위치	상위50% 평균값 (대표값)	일축압축강도 추정 (MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 15.464km	56.0	109.7	경암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값(대표값)은 56.0 으로 측정되었으며, 일축압축강도추정 109.7MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

2) 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2023년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 반발경도시험 후 값을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 조사위치와 기타 요인으로 인해 다소 차이가 발생하였으나, 대체적으로 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 평가되었다.

【표 10.3.9】 이전 정밀안전점검과의 반발경도 비교

구 분	위 치	전회(2023년)	금회(2025년)	비고
		추정강도(MPa)	추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	117.3	109.7	경암

상주절토10 반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구분	내용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 10. 01. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 외관조사 위치(m) 참조
시험 대상 구조물	상주절토10 (L=200.0m, H=49.0m)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정, 암반노출부
시험시의 온도	19.3℃, 3000일 이상
표본 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구분	내용
측정기의 종류	슈미트 해머 암반형
3. 시험 방법	
구분	내용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정치의 상위 50% 의 평균값
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

나. 불연속면 특성 조사

1) 불연속면 조사 위치

상태평가에서 실시한 사면분류 및 구간분할에 따라 구간을 분할하였고, 구간별 불연속면에 대해 조사를 실시하였다. 조사위치는 외관조사 결과현황도(Face Map)에 표시하여 지속적이고 연속적인 유지관리가 될 수 있게 하였다.

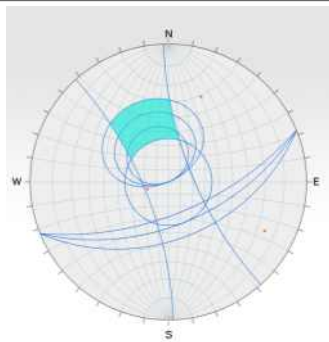
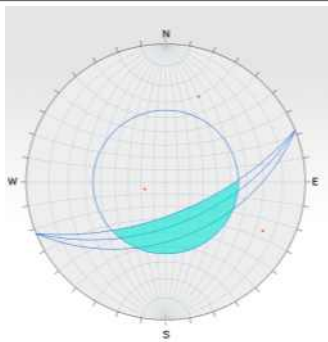
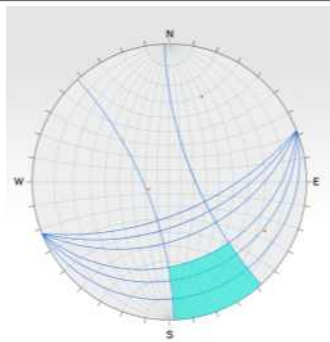
		
경사/방향 측정	거칠기 측정	간격 측정

【사진 10.3.2】 불연속면 측정 현황

2) 불연속면 조사 결과

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

【표 10.3.10】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분		J1	J2	J3	절리상태 점수		
					J1	J2	J3
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		67/201	76/297	18/071	—	—	—
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	2	2	2
	틈새(mm)	< 0.1mm	< 0.1mm	< 0.1mm	2	2	2
	거칠기	약간 거칠음	거칠음	약간 거칠음	4	4	4
	충진물질	딱딱함, 5mm이상	딱딱함, 5mm이상	딱딱함, 5mm이상	4	4	4
	풍화도	MW	MW	MW	4	4	4
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	3.2	3.2	3.2
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							

10.4 상태평가

10.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 200m의 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 10.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	15.314~15.514km	200m	암반사면	Set1

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 10.4.2]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 10.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{7.0}{49.0} = 0.14$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 109.7MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3} = 0.4, \frac{Ib}{H} = \frac{0.4}{49.0} = 0.008$ 로 0.01이하	파쇄암반	

※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	0.5	0.3	0.4	0.4	49.0	0.008

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)	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									

10.4.2 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. 절리간격

0.2~0.6m 이므로 3점(c)

1-6. 저면경사

사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리가 없으므로 최상의 등급판정 0점(a)

1-7. 절리상태

1구간 J3의 절리상태 점수는 불연속면에 3.2점으로 기재하여 3점(c)

1-8. 사면경사

사면경사는 55° 로 1:0.7이상, 1:0.5미만으로 5점(d)

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 3점(c)

1-10. 절취상태

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

1-11. 배수조건

배수시설은 소단배수, 측구가 있으나, 토사퇴적으로 불량인 3점(d)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 1점(a)

【표 10.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토10		표번호	[표 10.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	15.314~15.514km	
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위치	규모		
1-4	-	-	-	0	
조사일시	2025. 10. 01		조사자	정 지 운	

【표 10.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토10		표번호	[표 10.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	15.314~15.514km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리 없음	0		
1-7		절리상태	보통(절리상태 점수 3.2점)	3	J3	
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	55°	5		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	118.4mm(구미)	3	3	
		지하수위	누수 등의 손상없음	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		불량	3		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2025. 10. 01		조사자	정 지 운		

나. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.25로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 배수조건으로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 10.4.5】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			상주절토10				표번호
근거표번호			[표 10.4.3], [표 10.4.4]				[표 10.4.5]
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 절리간격	3	c	19	f2=0.37	c
		⑥ 저면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	5	d			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	3	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	3	d			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					19	F=0.25	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 19 / 52 = 0.37 ○ 상태평가등급(F) : 19 / 76 = 0.25					

【표 10.4.6】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급
상주절토10	0.25	B	0.25	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

10.5 종합평가 및 안전등급 지정

10.5.1 종합평가 결과

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

【표 10.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토10		표 번 호	【표 10.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.25	B	근거표번호	【표 10.4.5】
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.25	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

10.5.2 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 10.5.2】 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

10.5.3 이전 정밀안전점검과의 비교

【표 10.5.3】이전 정밀안전점검과의 비교

평가구분		전차 정밀안전점검(2023년)		금회 정밀안전점검(2025년)	
		결합지수	평가결과	결합지수	평가결과
상태평가	1구간	F=0.26	B	F=0.25	B
	2구간				
	3구간				
안전성평가		해당없음	—	해당없음	—
등급 변경사유		결합지수 및 등급변경사유 기술 또는 결합지수 및 등급의 변경은 없는 상태이다.			

10.6 보수·보강 및 유지관리방안

10.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 10.6.1】 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	16.00	24.00	m	65	1,560	1
	소단배수로 토사퇴적	정비	7.50	11.25	m³	25	281	3
	산마루측구 파손	단면보수	0.30	0.45	m²	165	74	2
	산마루측구 균열	주입보수	4.00	6.00	m	65	390	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,950		74		281		
	재경비 (순공사비의 50%)	975		37		141		
	합계	2,925		111		422		
개략공사비 총계(천원)		3,458						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

10.6.2 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 10.6.2】 사면 중점유지관리 항목

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

10.7 종합결론

10.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 사면부의 식생활착은 양호한 상태이다. 배수시설에 균열, 파손 및 토사퇴적이 조사되었고, 원활한 유지관리 및 배수기능 확보를 위해 보수 및 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 56.0으로서 추정강도 109.7MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.25로서 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.

10.7.2 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.

10.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

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

10.7.4 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.