

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

본 시설물은 경상북도 구미시 도개면 도개리(상주영천고속도로 15.894~16.014km)에 위치한 사면으로서 총 연장 120.0m, 높이 30.0m의 절토사면으로 시공되어 있다.

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	120m	높 이	30.0m
	경사/방향	45/199	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

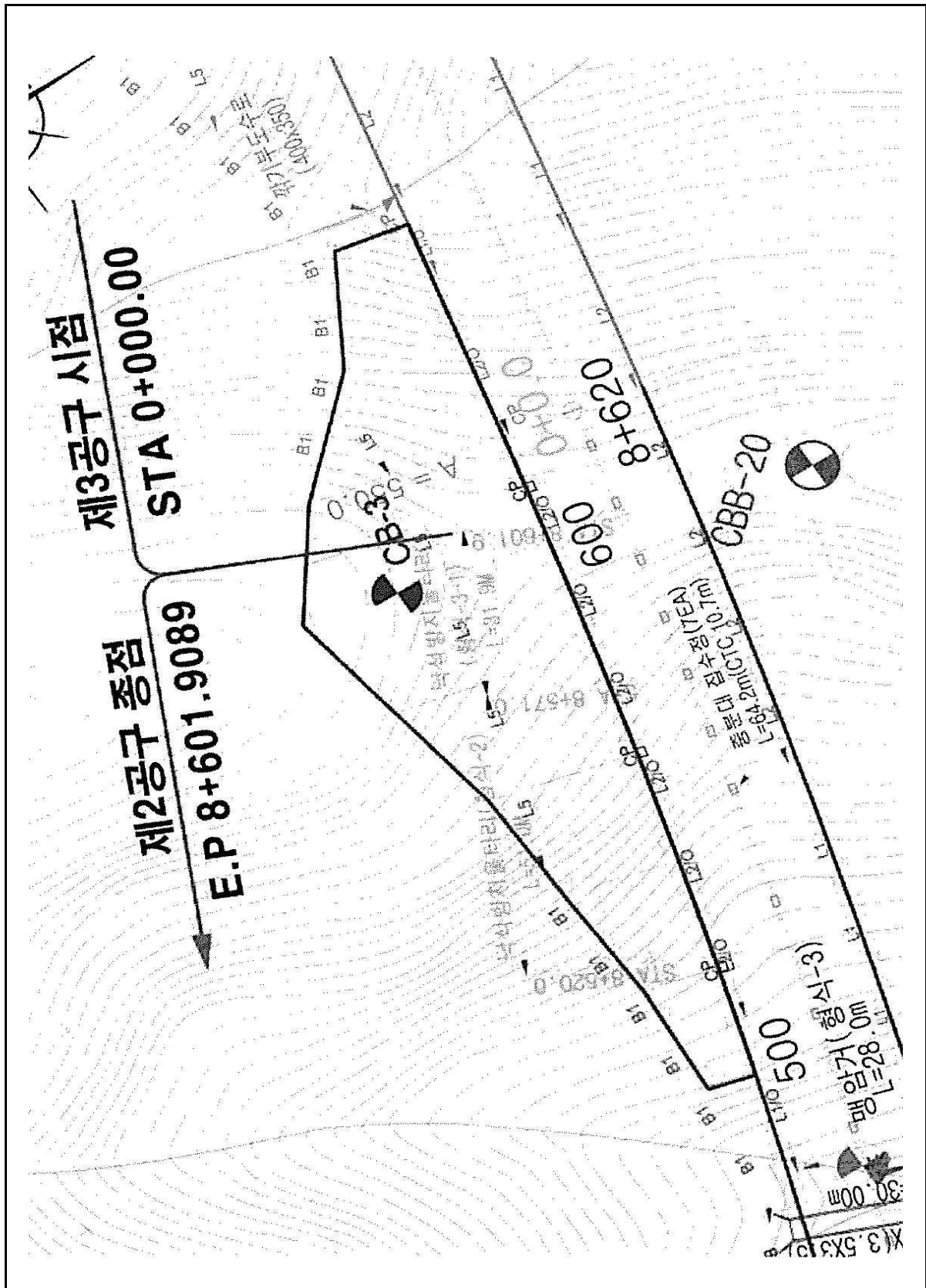


【그림 11.1.2】 전경사진

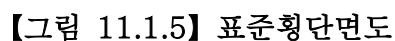
	
수직도수로 전경	1소단 배수로 전경
	
점검계단 전경	산마루측구 전경
	
하부 전경	야생동물유도울타리 전경

【그림 11.1.3】 부재별 현황

11.1.3 시설물 일반도



【그림 11.1.4】 평면도



11.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 2공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

11.2.1 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준



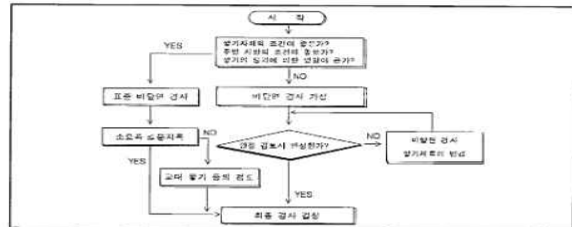
8.4 비탈면 설계기준

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

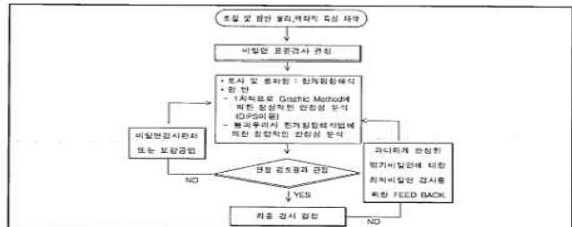
8.4.1 비탈면 기울기기준

가. 비탈면 기울기 기준

(1) 깎기 비탈면 기울기 결정에 따른 흐름도



(2) 깎기 비탈면 기울기결정에 따른 흐름도



8.4.5 설계기준 선정

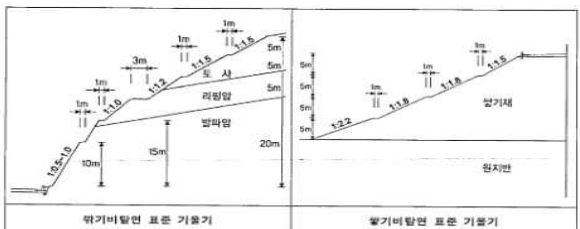
가. 비탈면 기울기 및 소단설치 기준

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

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

<비탈면 기울기 설계기준>

비탈면 구분	토질	최소 안전율	소단설치
깎기비탈면	토사층	1 : 1.2~1.5	• 토사 및 리딩암 • 말뚝기 높이 5m 마다 소단 1m 설치
	리딩암	1 : 1.0	• 리딩암 : - 수직높이 10m 마다 소단 1m 설치 (1:0.7~1:1.0 기울기 적용시)
	발파암	1 : 0.5~1.0	• 말뚝기 높이 20m 마다 3m 소단설치 • 리딩암과 발파암 사이에는 소단설치하지 않음
쌓기비탈면	쌓기재	1 : 1.5~2.2	• 쌓기 높이 5m 마다 1m 소단설치



나. 지형 및 지질

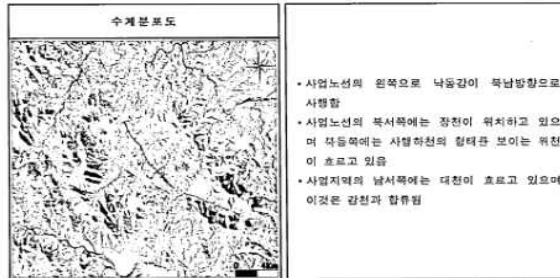
제 3 장 지형 및 지질

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 만경상층군과 백악기의 관입암류가 분포함

3.2.2 지질각론

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

40

하부 만경상층	• 본 층군은 경상누층군의 하부 낙동층군 중 그 하부에 해당하는 낙동층에 속하여 낙동층의 만경상층과 금달리층으로 2분할됨으로 만경상층의 하부에 해당함 • 본 층군의 구성암석은 사질점토, 역질사암, 역암, 사암, 심트질사암, 세립 돌이여 석탄층이 접해함 • 상기 퇴적암들은 점이연한 관계를 가지고 있어서 연속성이 적고 분포도는 불규칙한 상태임 • 전반적으로 역질암이 사질암보다 두세하게 분포하며, 대부분 장성질이고 역운모를 다량 함유하며 중하표면을 발달시켜를 띠고 있음 • 기저는 역암 또는 사암이 우세하나 지질 또는 역암층이 분포하기도 함 • 역질암은 정립암(Orthoconglomerate)의 다상분 역암(Polyimic Conglomerate)로서 구성암석 편마암, 흑색 내지 적색규질, 흑색리치암, 암화한 내지 흑색세암, 편마상화강암, 거정질화강암, 석영반암, 흑색세암 사암, 역암의 층으로 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 • 퇴적층의 두께는 10~50cm 이하로 분포하여 가늘고 얇은 편을 띠고 있음
백악기	• 중생 퇴암 : 이 암은 본도북 전역에 걸쳐 산지하여 퇴적암과 고기암류층 관입하였으므로 본 암에는 연산암질암과 석영암산암이 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 암상으로 산출된다. 동일한 암색에 있어도 폭이 10m 이상되는 경우에는 그 연변부에는 규장암, 중심부에는 일도가 큰 석영반암 또는 화강반암으로 변하는 것은 분수 있음
충적층	• 사업구간의 최상부층은 제4기 퇴적된 충적층이 기반암을 부정합으로 피복함 • 구성암석은 점토, 실트, 모래, 자갈 등으로 구성됨 • 대부분의 충적층은 경직도로 이용되고 있음

가. 사업구간의 지질개요도

지질시대	층명	특성	비고
제4기	충적층(Qal)	• 하천 및 산곡 퇴적물	
	산성암질(Kad)	• 과산의 시암	• 전 구간에서 기반암을 관입
	중성암질(Kal)	• 관입	
	신동 낙동층(Kel)	• 사암과 역질사암, 세암의 고호	• 4공구 전구간
중생대	신동 낙동층(Kel)	• 사암과 역질사암, 세암의 고호	• 3공구 시암부 및 충적층
	만경상층(Kel-nm)	• 장성질 사암과 역질사암, 역암 고호	• 3공구 중상부 및 충적층
	하부 만경상층(Kel-nm)	• 하부 만경상층의 퇴적물	• 부합함
	세립질 화강암(Jgr)	• 암의 발달 미약	• 1공구 중생, 2공구 시암
류라기	편마상 화강암(Jgr)	• 세립질, 부분적으로 화강암질암 발달	• 1공구 중생, 2공구 시암
	편마상 화강암(Jgr)	• 조립질	• 1공구 중생, 2공구 중상부

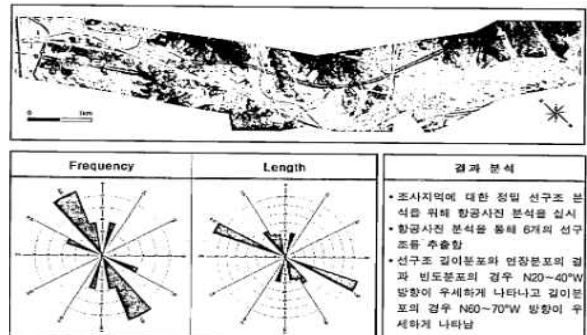
41

3.2.3 지질구조

가. 광역지체구조



나. 항공사진분석



42

다. 지반조사보고서

구분	선정기준
쌓기부	- 비탈면높이가 10m를 초과하는 경우 - 비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 - 쌓기재료의 함수특성이 높고, 전단강도가 낮은 경우 - 폐곡시 복구가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우 - 지형특성으로 인하여 쌓기토체 내부로 지속적인 지하수의 유입이 발생하는 경우 - 홍수시 비탈면이 침수되거나 비탈결이 침식되는 경우 - 쌓기비탈면의 형상이 안정하지 못한 경우(면역치 등) - 내진안전특성이 필요한 경우
꺾기부	- 비탈면높이가 20m 이상인 경우 - 비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 - 비탈면 지반이 불특토로 이루어진 경우 - 발판의 정착이 심하고 물수가 많은 경우 - 폐곡시 복구가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우 - 불안속면이 비탈면 방향으로 기울어진 지질조건인 경우 - 내진안전특성이 필요한 경우 - 불안정 요인을 갖는 지형·지질 조건인 경우

8.2.2 비탈면 현황

비탈면 안정검토 대상구간 선정기준에 의한 비탈면 현황은 다음과 같다.

구분	구간 (STA.)	연장 (m)	대표단면 (STA.)	최대꺾기고 및 높기	지층현황	조사내용 구분	조사위치 (STA.)	비고
쌓기구간	쌓기1구간	0+300~ 0+600	0+450(정원방향) 0+750(상주방향)	31.50 30.80 m	포토솔 층화합 발파암	CB8-1	0+517.2 0+392.1	
	쌓기2구간	0+670~ 2+200	1+760(정원방향) 1+840(상주방향) 1+920(상주방향)	18.90 m 19.10 m 25.20 m	포토솔 층화합 발파암	CB8-4	1+940.6 1+920.9	
	쌓기3구간	3+810~ 4+000	3+900(상주방향) 3+960(상주방향)	18.30 m 23.30 m	포토솔 층화합 발파암	CB8-7 CB8-8	3+934 3+955.4	
	쌓기4구간	6+600~ 6+650	6+730(상주방향) 6+880(상주방향)	30.80 m 23.40 m	포토솔 층화합 발파암	CB8-9 CB8-10	6+794 6+752.3	
	쌓기5구간	7+110~ 7+570	7+440(상주방향)	35.60 m	포토솔 층화합 발파암	CB8-13 CB8-14	7+431.8 7+455.5	
	쌓기6구간	7+750~ 7+900	7+820(상주방향)	33.60 m	포토솔 층화합 발파암	-	-	

122

구분	구간 (STA.)	연장 (m)	대표단면 (STA.)	최대꺾기고 및 높기	지층현황	조사내용 구분	조사위치 (STA.)	비고
쌓기구간	쌓기7구간	7+930~ 8+150	8+050(상주방향) 8+080(상주방향)	47.40 m 12.30 m	포토솔 층화합 발파암	-	-	
	쌓기8구간	8+300~ 8+400	8+350(상주방향) 8+400(상주방향)	26.30 m 27.30 m	(포토솔) 층화합 발파암	구CB8-18 구CB8-19	8+393.3 8+373.7	
	쌓기9구간	8+600~ 8+650	8+600(정원방향)	33.30 m	(포토솔) 층화합 발파암	구CB8-20 구CB8-21	8+594.5	
	Ramp 구간	RA 0+600~ 1+100 RC 0+000~ 0+050	1+000(본선방향 우측)	28.50 m	-	-	-	
쌓기구간	쌓기1구간	0+300~ 0+350	0+140	13.42 m	-	-	-	
	쌓기2구간	0+850~ 1+530	1+000	12.29 m	-	-	-	
	쌓기3구간	1+130~ 1+480	1+400	21.06 m	(포토솔) 층화합 발파암	888-1	1+573.1	
	쌓기4구간	2+820~ 2+850	2+740	12.69 m	-	-	-	
	쌓기5구간	2+900~ 3+250	3+300	18.58 m	(포토솔) 층화합 발파암	888-2 888-3 888-4	2+916.5 3+233.6 3+281.3	
	쌓기6구간	4+000~ 4+590	4+500	15.75 m	(포토솔) 층화합 발파암	888-5 888-6 888-7	4+391.7 4+402.9 4+428.1	
	쌓기7구간	5+240~ 6+680	5+960 6+340 6+560	9.46 m 11.50 m 15.90 m	(단면보) (대물음) (배기음) 층화합 발파암	888-8 888-9 888-10 888-11 888-12 888-13 888-14	5+508.8 5+534.1 5+564.7 5+586.9 5+603.0 5+620.6 5+645.0	
	쌓기8구간	6+950~ 7+100	7+000	17.13 m	포토솔 층화합 발파암	888-14 888-14-1	7+015.2 6+698.7	
	쌓기9구간	7+560~ 7+740	7+720	22.80 m	(단면보) (배기음) 층화합 발파암	888-15 888-16	7+667.3 4+620.0	
	쌓기10구간	8+140~ 8+300	8+220	13.74 m	-	-	-	

223

구분	구간	연장	대표단면	최대꺾기고	지층현황	조사내용	비고
쌓기구간	쌓기1구간	0+300~ 0+600	0+450(정원방향) 0+750(상주방향)	31.50 30.80 m	포토솔 층화합 발파암	CB8-1	0+517.2 0+392.1
	쌓기2구간	0+670~ 2+200	1+760(정원방향) 1+840(상주방향) 1+920(상주방향)	18.90 m 19.10 m 25.20 m	포토솔 층화합 발파암	CB8-4	1+940.6 1+920.9
	쌓기3구간	3+810~ 4+000	3+900(상주방향) 3+960(상주방향)	18.30 m 23.30 m	포토솔 층화합 발파암	CB8-7 CB8-8	3+934 3+955.4
	쌓기4구간	6+600~ 6+650	6+730(상주방향) 6+880(상주방향)	30.80 m 23.40 m	포토솔 층화합 발파암	CB8-9 CB8-10	6+794 6+752.3
	쌓기5구간	7+110~ 7+570	7+440(상주방향)	35.60 m	포토솔 층화합 발파암	CB8-13 CB8-14	7+431.8 7+455.5
	쌓기6구간	7+750~ 7+900	7+820(상주방향)	33.60 m	포토솔 층화합 발파암	-	-

222



228

위계구간 안정성 검토									
합 반 비 탄 면									
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 기종기에서 안정하여, 영천방향은 1:0.5~1:1.0 기종기에서 평면파괴 가능성 있음.								
	* 영천방향의 1:0.7기종기에서 평면파괴에 대한 한계평형 해석 결과 안정함.								

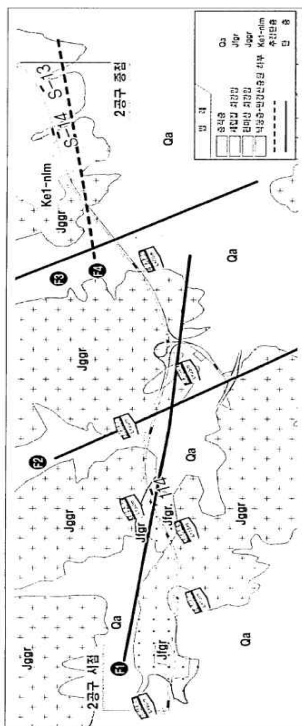
249

일반 비탈면 안정성 검토			
1:780 (영천방향)			
구분	상주방향		
	영천방향		
평면파괴	-	-	Fs = 1.288 (우기시)
해기파괴	-	-	-
한계평형해석			
구분	1:780 (상주방향)		1:780 (영천방향)
방법	-		* 비탈면기종기 : 표준기종기 적용 (1 : 0.7)
높이	-		* H = 10.8m
검토결과	* 일반 비탈면은 표준기종기 1 : 0.7를 적용함 * 평면파괴에 대한 한계평형해석결과 영천방향 건기시 Fs=2.102, 우기시 Fs=1.288로 안정함		

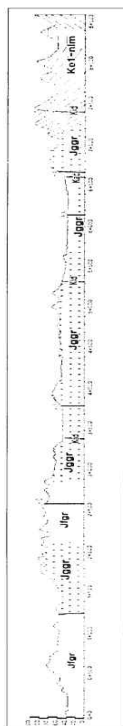
250

4.1 지질도

4.1.1 지질평면도



4.1.2 지질단면도



나. 지질 거론

- 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 민경산층위의 내용을 정리하였다.
- 이 지역와 지질은 선캄브리아기의 변성암류, 중생대의 관입암류, 백악기 결산층군의 산동층군 낙동층과 하부 민경산층과 백악기의 관입암류가 분포하는 지역이다(그림 2).

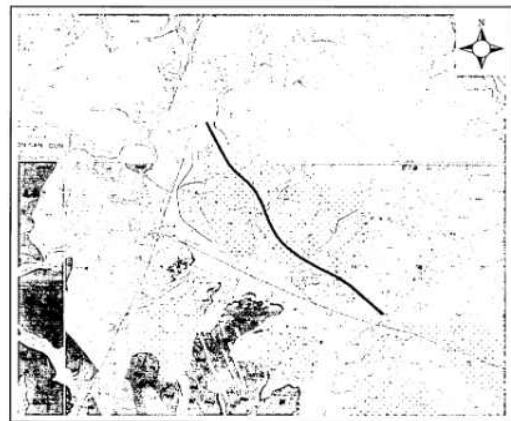


그림 2. 1:5만 과업구간 지질도(김영기 외, 1977; 정창희 외, 1989)

11.2.2 시설물 점검이력

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

【표 11.2.1】 점검이력사항

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

11.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 11.2.2】 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
상주절토11	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

11.2.4 기존자료

【표 11.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이 : 30.0m, 연장 : 120.0m, 경사: 55°	
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) 준공년(2017년 06월 27일) · 설계사 : ㈜한국해외기술공사	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

11.2.5 시설물 보수 이력

【표 11.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

11.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 11.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	N		

11.3 현장조사 및 시험

11.3.1 현황 및 특성

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

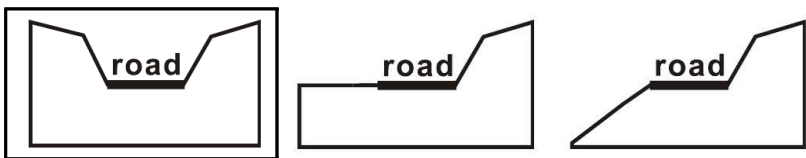
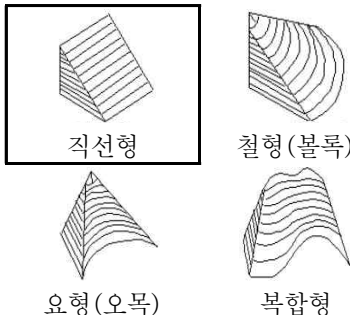
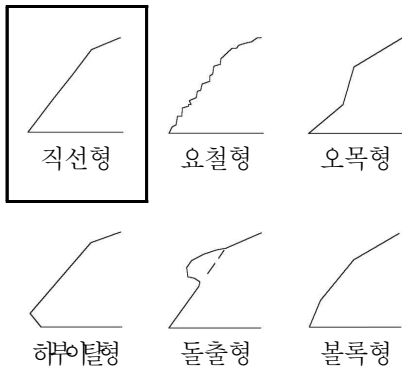
가. 일반현황 조사결과

【표 11.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019. 11. 25.	조 사 자	장 진 원
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 : 120m		높 이 : 30.0m
	경 사/경사방향 : 45/129		
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 2.0~5.0m
	소 단 : 5		
낙석/튼돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -		
	튼돌 존재유무 : 없음		튼돌의 양 : -
	튼돌 평균크기 : - 튼돌 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	중 횡 단 면			종 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도		0~5°			
	인장균열		무			
	포행흔적		무			
	수목의 기울어짐		무			
	인공구조물		무			
	산마루측구		유			
	계곡부		1개소			
식 생	① 종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	② 밀 도	하	하	-	-	
	③ 근계특징		천근성 (O), 심근성 ()			

다. 사면 구간분할 결과

본 사면은 연장이 120m로써, 사면의 구간분할 기준인

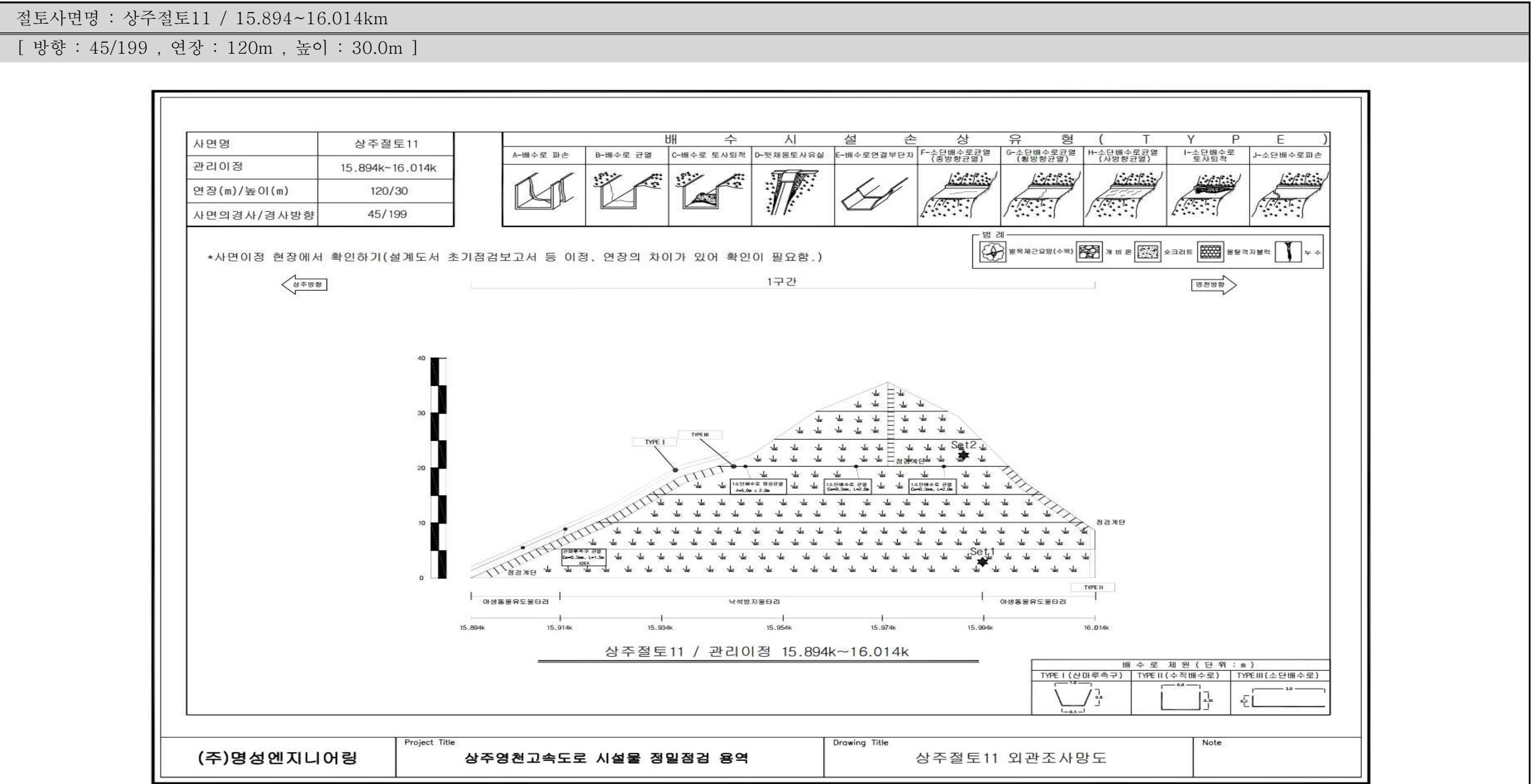
- 1) 사면의 구성재료가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사가 10° 이상으로 변할 경우
- 3) 사면의 구성재료와 표준경사가 맞지 않을 경우
- 4) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 5) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

위 기준에 의해, 1구간으로 분할하여 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

【표 11.3.3】 구간분할 결과

구 분	측 점	비 고
1구간	15.894~16.014km	120m

11.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		방향	15/181	19/163							
> 2		20		< 1		6		tight		6		간격	10	10							
0.6~2		15		1~3		4		< 0.1		5		연장	4	4							
0.2~0.6		10		3~10		2		0.1~1		4		틈새	5	5							
0.06~0.2		8		10~20		1		1~5		1		거칠기	3	3							
< 0.06		5		> 20		0		> 5		0		충전물	4	4							
												풍화도	3	3							

11.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

상부 자연사면은 사면 0~5°의 경사로 되어 있으며, 풍화토 및 퇴적토가 존재하고, 전체적으로 관목이 분포하고 있다.



【그림 11.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

- 상부자연사면은 전반적으로 식생이 양호하다.
- 본 사면의 계곡부는 1개소가 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 필요하다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

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



【그림 11.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

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

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다. 그 외의 구간은 자연수로 형태이다.



【그림 11.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- 배수시설에 대한 점검결과, 소단배수로 및 산마루측구에 균열 및 망상균열이 일부 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	소단배수로 균열 소단배수로 망상균열 산마루측구 균열	L=4.0m, 2EA A=5m*2m, 1EA L=3.0m, 2EA	

			
현 황	15.920K 산마루측구 균열	현 황	15.970K 1소단배수로 망상균열
원 인	초기건조수축, 우수유입	원 인	초기건조수축, 우수유입
대 책	균열보수	대 책	균열보수

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

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



【그림 11.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	

11.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 11.3.4】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열, 망상균열	균열보수
	산마루측구 균열	균열보수
상부 자연사면	상태양호	—
보강시설	상태양호	—
결과요약	사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 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.	

【표 11.3.5】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	상태양호	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	4.0	2	
	소단배수로 망상균열	m ²	10.0	1	
	산마루측구 균열	m	3.0	2	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 11.3.6】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	전회	금회	증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	물량		
사면부	상태양호	—	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	—	4.0	▲4.0	
	소단배수로 망상균열	m ²	—	10.0	▲10.0	
	산마루측구 균열	m	—	3.0	▲3.5	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	—	

11.3.5 재료시험 결과

가. 시험결과

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

【표 11.3.7】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
16.000km	51.8	100.9	경암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 51.8로 측정되었으며, 추정강도 100.9MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

나. 이전 정밀점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 11.3.8】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
초기점검	—	—	—	—
금회	16.000km	51.8	100.9	경암

11.3.6 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

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



【그림 11.3.5】 불연속면 측정 현황

나. 측정결과

【표 11.3.9】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	Set 1	Set 2	Set 3
방향성	15/181	19/163	—
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	—
연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	—
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	—
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	—
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	—
풍화도	SW	SW	—

11.4 상태평가

11.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 120m의 사면으로서, 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 1구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 Set1~2으로 표기하였다.

【표 11.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	15.894~16.014km	120m	암반사면	Set1, Set2

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면 (2019.01, 한국시설전공단)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 11.4.2]에 수록하였다.

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

【표 11.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{5.0}{30.0} = 0.16$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 100.9MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.3}{30.0} = 0.01$ 로 0.01이하	파쇄암반	

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	2019. 11. 25		조사자	장 진 원	

【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	2		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	2		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	155.9mm(구미, 10월 2일)	7	7	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	나쁨	3		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원		

나. 상태평가결과 산정표

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

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

【표 11.4.5】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			상주절토11				표번호
근거표번호			[표 11.4.3], [표 11.4.4]				[표 11.4.5]
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	20	f2=0.38	c
		⑥ 저면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	7	e			
	인위요인	⑩ 절취상태	3	d			
⑪ 배수조건		1	b				
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

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 강우량에 대해 상태점수가 추가되어 지수상향으로 등급이 B로 하락하였다.

【표 11.4.7】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
초기점검	0.107	A	
금회	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 위험이 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
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	4.0	6.00	m	70	420	1
	소단배수로 망상균열	표면보수	10.0	15.00	m²	58	870	2
	산마루측구 균열	주입보수	3.0	4.50	m	70	315	1
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
보강시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	735		870		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	368		435		0		
	합계	1,103		1,305		0		
개략공사비 총계(천원)		2,408						

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 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요	
보호 시설	• 점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

11.7 종합결론

11.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 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.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 51.8으로서 추정강도 100.9MPa로 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, 절리간격, 저면경사로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.
- 종합평가 결과, 대상시설물의 안전등급은 “B등급 : 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태”으로 지정하였다.

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

- 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.