

14. 상주절토14

14.1 시설물 개요

14.2 자료수집 및 분석

14.3 현장조사 및 시험

14.4 상태평가

14.5 종합평가 및 안전등급 지정

14.6 보수·보강 및 유지관리 방안

14.7 종합결론

14. 상주절토14

14.1 시설물의 개요

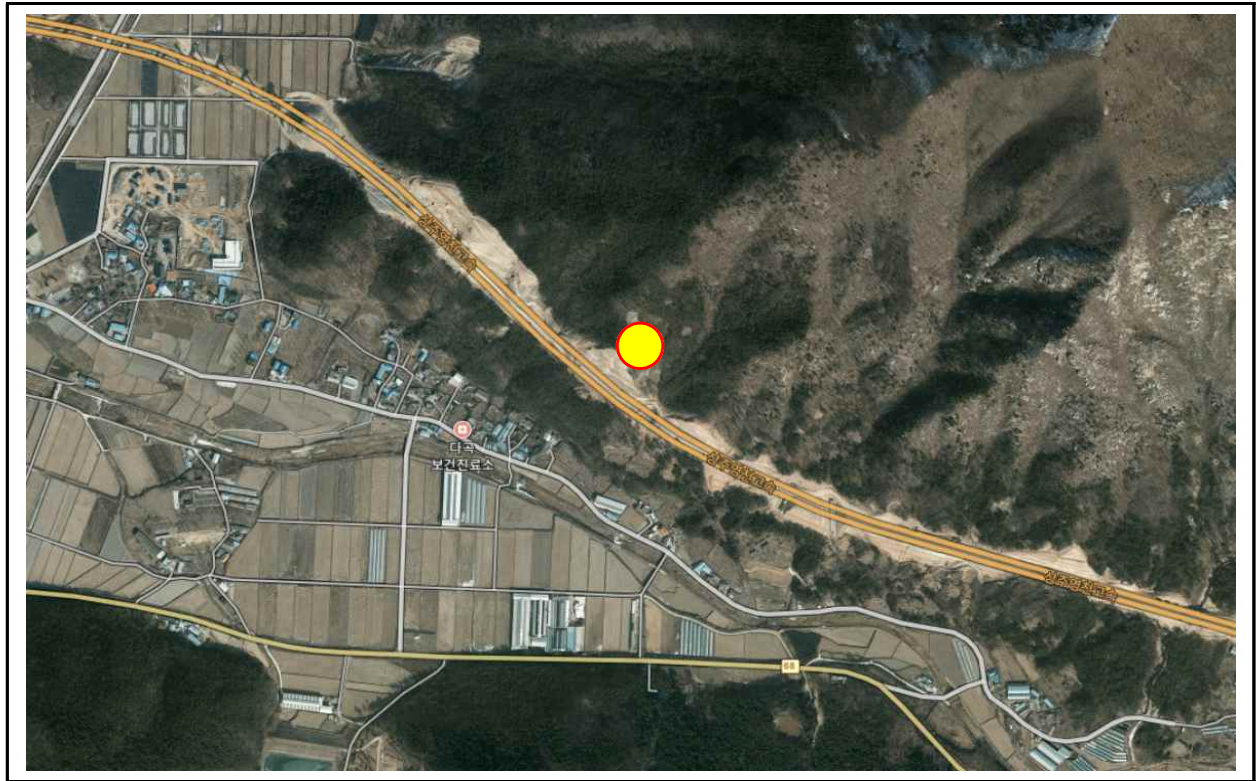
본 시설물은 경상북도 구미시 도개면 다곡리(상주영천고속도로 17.304~17.504km)에 위치한 사면으로서 총 연장 200.0m, 높이 40.0m의 절토사면으로 시공되어 있다.

14.1.1 일반사항

【표 14.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000032		관리번호	SY SL14	
시설물명	상주절토14		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역	경상북도 구미시 도개면 다곡리			
	위치좌표	시점 : 36° 17' 21.3" 128° 22' 06.0"			
		종점 : 36° 17' 17.5" 128° 22' 11.8"			
	관리이정	17.304~17.504km			
	공구이정	3공구 STA.1+290~1+490			
제 원	연 장	200m	높 이	40.0m	
	경사/방향	50/220	노 선	고속국도 301호선	
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간	
주변환경	인공구조물	-			
	주변지형	산악지형	상부사면경사	20°	
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	(주)한화건설, (주)삼호	
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리			
비 고					

14.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 14.1.1】 위치도

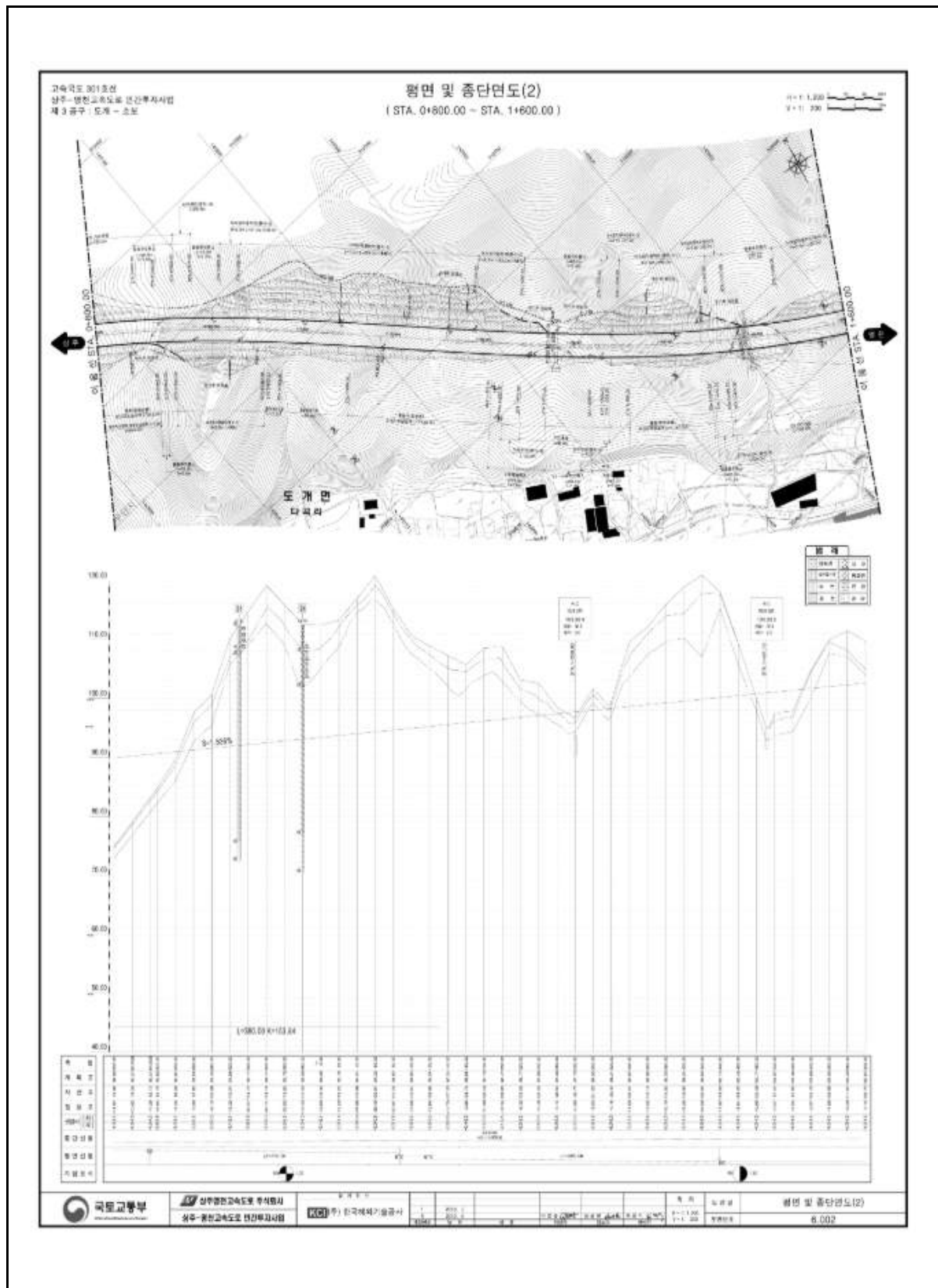


【그림 14.1.2】 전경사진

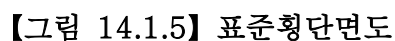
	
상단 전경	1소단 배수로 전경
	
점검계단 전경	산마루측구, 점검계단 전경
	
하부 전경	야생동물유도울타리 전경

【그림 14.1.3】 부재별 현황

14.1.3 시설물 일반도



【그림 14.1.4】 평면도



14.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 3공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

14.2.1 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

8.4 비탈면 설계기준

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

8.4.1 비탈면 기울기기준

가. 비탈면 기울기의 결정

(1) 쌓기 비탈면 기울기 결정에 따른 흐름도

(2) 쌓기 비탈면 기울기결정에 따른 흐름도

원천-상주 고속도로 민간투자사업 실시계획

다. 쌓기 비탈면

자연지반의 토질은 매우 불균질하고, 중화도, 성층상대 및 균열 등에 의해 지반의 강도는 현저하게 다르며 시공후 시간의 경과에 따라 응력이완, 대기노출로 인한 중화진행 등으로 원시반의 전단강도가 약해지므로 비탈면이 저차 불안정하게 된다.

따라서 쌓기비탈면 안정을 위한 기울기기준 결정은 토질구성, 상태, 특성, 지형조건, 지하수위 상태 및 시공조건과 비탈면의 응도등을 종합적으로 분석 고려하여야 한다.

국내 쌓기비탈면 설계기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준기울기를 적용하고 있으며 일반층에서 층리나 절리등이 규칙있게 발달할 경우 기울기 비탈면에 따라 큰 층리가 예상되는 저반조사 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	발설한 곳	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
	발설하지 않고	5~10	1:1.0 ~ 1:1.2	
	입도분포가 나쁨	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	입도분포가 나쁨	5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	
자갈 또는 알과 석인 사 질 토	발설하고 입도분포가 좋음	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
	발설하지 않거나 입도분포가 나쁨	10~15	1:1.0 ~ 1:1.2	
편 성 토	발설하고 입도분포가 나쁨	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH
	발설하지 않거나 입도분포가 나쁨	10~15	1:1.2 ~ 1:1.5	
알과 또는 호박을 섞인 점성토	발설하고 입도분포가 나쁨	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.2	GM, GC
	발설하지 않거나 입도분포가 나쁨	10~15	1:1.2 ~ 1:1.5	
중 화 암	-	1:1.0 ~ 1:1.2	시변이 형성되지 않는 암	

주) 1. 실패는 점성토로 간주. 표에 표시한 토질 이외에 대해서는 별도로 고려한다.
2. 위 표의 기울기는 소단을 포함하지 않는 단일비탈면의 기울기이다.

(건설교통부, 건설공사비탈면설계기준, 2006년)

8.4.2 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 미만 1~2m로 규정하고 있으며 국내기준은 5~10m마다 0.5~3.0m이다.

소단의 설치목적은 비탈면 침식방지를 위한 배수시설 설치, 절경보수를 통해 등의 유지관리에 있으므로 발파면층에서는 H=10.0m 미만, 1.0m소단과 리빙월 및 도사층에서는 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 높이에 5~20m 높이 미만 폭 1~3m 소단설치
	한국도로공사 도로설계요령 (2002)	· 리빙월 : R.Q.D = 0~10% : H=9m 미만 소단 1m · 발파면 R.Q.D = 10~25% : H = 10m 미만 소단 1~2m R.Q.D = 25~50% : H = 10m 미만 소단 1~2m R.Q.D = 50% 이상 : H = 20m 미만 소단 3m
	건설부 도시설계기준	· H = 5 ~ 10m 미만 소단 1~1.5m
	한국토지공사	· H = 7m 미만 소단 0.5 ~ 1.5m
일 본	도로굴단 설계요령	· H = 7m 미만 소단설치
	국유철도토목구조물 표준시방서	· 알석과 접하는 토사 경계부와 7m 미만 소단 설치 · H > 10m의 경우 7m마다 소단 1.5m, 기울기3%

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.

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

<비탈면 기울기 설계기준>

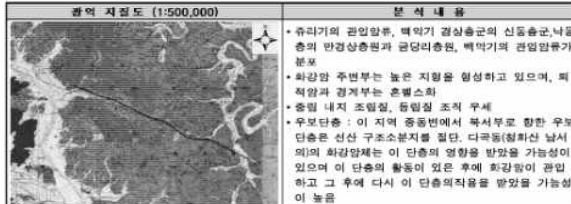
비탈면 구분	토 질	적 용 경 사	소 단 설 치
말랑기 비탈면	토 사 층	1 : 1.2~1.5	· 토사 및 리빙월 - 말랑기 높이 5m 미만 소단 1m 설치 · 발파면 : - 수직높이 10m 미만 소단 1m 설치 (1:0.7~1:1.0 기울기 적용시)
	리 빙 월	1 : 1.0	· 말랑기 높이 20m 미만 3m 소단설치 · 리빙월과 발파면 사이에는 소단설치하지 않음
	발 파 면	1 : 0.5~1.0	
쌓기 비탈면	쌓 기 재	1 : 1.5~2.2	· 쌓기 높이 5m 미만 1m 소단설치

나. 지형 및 지질

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석



4.1.2 기본설계자료 분석

구 분	분석 내용
타일 구간	- 분포지층: 포도층(용적층), 용화도, 용화암, 연암 - 포도층은 비탈면 용적층으로 일구부는 지표에서 5.5~12.0m, 출구부는 18.0m 두께, 자갈층인 실트질 모래, 점사, 매우조밀 - 용화도는 일구부에서인 지표하 5.5~10.0m에 4.5m 두께, 매우조밀 - 용화암은 지표하 10.0~18.0m에서 3.0~6.0m 두께로 분포, 세암, 사암 및 혼펠스로 화강암의 용화대 - 연암은 지표하 13.0~30.0m에서 9.0~12.0m 두께, 세암 및 사암, 심한파쇄, TCR=25~85%, RQD=0~45%
교량 구간	- 분포지층: 매립층, 퇴적층, 용화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.8~2.3m 두께로 분포, 실트질인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀 - 퇴적층은 지표하 1.8~8.5m에 6.2~6.3m 두께로 분포, 자갈층인 실트질 모래 및 점토질 실트, 매우는 느슨 내지 매우조밀 - 용화암은 지표하 8.5~9.5m에 1.0m 두께로 분포, 실트질 모래, 매우조밀 - 연암은 지표하 8.1~12.5m에 3.0m 두께로 분포, 사암, TCR=14~60%, RQD=0%
개량로	- 분포지층: 매립층, 퇴적층, 용화암, 연암 - 매립층은 지표하 1.2m 두께로 분포, 실트질인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀 - 퇴적층은 지표하 1.2~4.8m에 3.6m 두께로 분포, 실트질인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀 - 용화암은 지표하 4.8~6.0m에 1.2m 두께로 분포, 실트질 모래, 매우조밀 - 연암은 지표하 6.0~9.0m에 3.0m 두께로 분포, 역질 사암, TCR=40%, RQD=45%

51

구 분	분석 내용
교량구간	- 분포지층: 매립층, 연암 - 매립층은 지표에서 4.3m 두께로 분포, 모래질 자갈, 매우조밀, 습윤 - 연암은 지표하 4.3~6.3m에 2.0m 두께로 분포, 역질사암, 보통풍화 내지 심한 풍화, 약한 내지 보통강화 TCR=87%, RQD=52%
도개고	- 분포지층: 매립층, 퇴적층, 용화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.5~2.6m 두께로 분포, 모래질인 실트 및 실트질 모래, 느슨 - 퇴적층은 지표하 1.5~12.0m에 4.5~9.4m 두께로 분포, 실트질 모래, 자갈 및 실트, 매우조밀 - 용화암은 지표하 6.0~8.5m에 2.5m 두께로 분포, 역질 사암, 매우조밀 - 연암은 지표하 8.5~12.0m에 3.0m 두께로 분포, 역질 사암, 사암 및 화강암, TCR=40~50%, RQD=0~43%
비탈면구간	- 분포지층: 매립층, 퇴적층, 용화암, 연암 - 매립층은 현층에 분포, 모래질인 실트 및 실트질 모래, 느슨 - 퇴적층은 매립층 하부에 분포, 실트질 모래, 자갈 및 실트, 매우조밀 - 용화암은 역질 사암, 매우조밀 - 연암 용현심도가 대체로 얕음
암기	- 표토의 층주는 얇고, 풍화대 역시 수 미터 이내 - 분포암층은 주로 역질 사암, 역암 및 화강암 - 암 강도는 풍화도에 따라 상이하나 보통 강함 내지 강함

4.1.3 현장답사를 통한 중점검토사항 도출

가. 주요 결과

테일러스(Talus) 분포 현황	테일러스 상세 견경	중점검토사항
		3공구 군위터널 종점부 인근 계곡부에 발달 - 사암과 역암이 혼펠스화 - 테일러스 직경은 30cm~200cm 정도, 심도 10m 정도로 추정 - 경구부 지층 정밀 파악 필요 (경구비탈면안정/보강공법선정)

나. 중점검토사항 도출

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

52

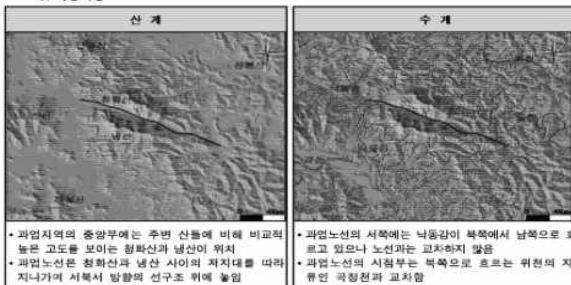
4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지질 개요

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

나. 지형특성



다. 분포 암종 특성

구 분	지질특성
반경상층군 하부 암석역 역질 사암	- 장석의 함량이 높기 때문에 다른 암석에 비해 풍화가 더 심할 것으로 예상됨 - 용화암도가 상당히 강을 것으로 예상됨
반경상층군 상부 역질 사암	암의 크기는 수 cm~수십 cm이며 형태는 아원형으로 기질 지질성임
혼펠스 (Hornfels)	불국사 화강암의 관입에 의한 열영작용에 의해 치밀한 구조를 보이며 풍화에 상당히 강함 것으로 예상됨
금당리층현 세암(Shale)	암종으로 인한 분포(불규칙)가 발달. 또한 이 분포와 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 용출되어 있어 용해발달로 인해 이암성이 클 것으로 예상됨
화강암	- 암석의 중립 내지 세립질 암석으로 각각의 열기성광물 집합체를 함유 - 충돌~조립질을 보이며 돌림질 조적 우세, 수 cm 크기의 장석방향이 나타남 - 과업구간 주변부의 높은 지형을 형성

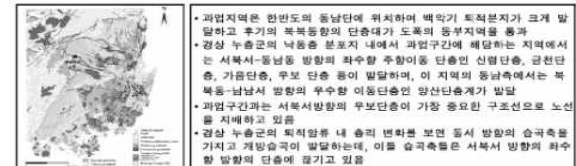
53

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

라. 지질 개요도

지질시대	층 명		특 성	비 고		
중생대	제4기	충적층(Qa)	• 하천 및 산곡 퇴적물			
			— 부성암 —			
		충적암(Ka) 산성암질(Kac)	• 과상의 지질	• 침 구간에서 기반암을 관입		
			— 관입 —			
		화강암(Kg)	• 과상의 지질	• 3공구 중앙부		
	백악기	유전층군	안산암질암(Ka)	• 주로 용화암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음	
				— 관입 및 분출 —		
		신동층군	낙동층 群 (Kel-nm)	상부 하부 (Kel-nm)	• 사암과 역질사암, 역암 고호	• 3공구 중앙 및 종동부
					• 장석질 사암과 역질사암, 역암 고호	• 3공구 사암 및 종동부
					• 최하부에 안암층 합계	

마. 지질구조



4.2.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 원격위성영상 분석

(1) 국 제

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

(2) 원 리 및 방 법

- 15m급 해상도의 Landsat-7 ETM+ 위성영상상을 이용하여 분석 실시
- 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 엔도비율 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용
- 식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시

54

– 520 –

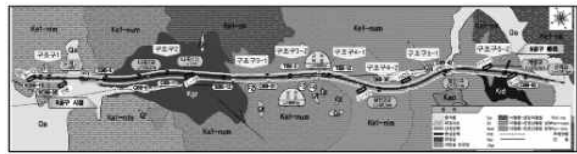
7.3 지반특성 분석

7.3.1 토질분석시험

구분	점도 (m)	지층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limit		Sieve Analysis(%)				USCS		
					LL(%)	PI	#4	#10	#40	#200(0.075mm)			
위 기 부	CBB-3	1.0	점화토	8.2	2.68	NP	-	100	93.1	44.8	24.6	-	SM
	CBB-4	2.0	점화토	7.1	2.70	NP	-	56.4	41.0	28.4	16.4	-	GM
	CBB-5	1.0	점화토	18.4	2.68	27.6	4.9	100	100	83.6	55.3	12.5	ML
	CBB-6	2.0	점화토	11.0	2.68	NP	-	97.8	91.7	31.5	13.2	-	SM
	CBB-7	1.0	점화토	12.0	2.68	NP	-	97.9	65.3	26.4	12.4	-	SM
	CBB-10	2.0	점화토	11.5	2.65	NP	-	100	92.6	43.3	22.5	-	SM
	CBB-11	1.0	점화토	9.8	2.68	NP	-	100	75.1	22.4	8.2	-	SW-SM
	CBB-12	2.0	점화토	15.5	2.67	26.8	4.3	100	97.8	82.2	43.2	8.0	SM
	CBB-15	1.0	점화토	12.2	2.69	NP	-	100	82.3	24.4	7.5	-	SW-SM
	CBB-16	1.0	점화토	11.3	2.69	NP	-	98.0	84.2	29.2	10.0	-	SW-SM
	CBB-20	4.0	점화토	17.6	2.70	32.4	10.4	98.7	98.2	91.1	71.9	17.5	CL
	CBB-21	5.0	점화토	10.5	2.71	32.6	10.9	84.7	83.4	70.9	47.6	15.0	SC
	CBB-22	1.0	점화토	14.6	2.69	30.2	9.7	90.2	87.6	79.7	61.9	17.0	CL
	CBB-23	4.0	점화토	20.6	2.70	28.2	4.8	74.5	64.5	67.8	59.2	7.5	ML
	CBB-25	6.0	점화토	15.1	2.67	NP	-	100	98.4	60.6	29.9	-	SM
	CBB-26	5.0	점화토	11.9	2.69	NP	-	81.4	75.1	52.0	28.9	-	SM
	CBB-29	1.0	점화토	13.0	2.71	NP	-	47.9	42.3	28.6	15.2	-	GM
	CBB-30	8.0	점화토	13.3	2.69	28.1	5.1	100	96.6	67.2	43.4	8.0	SM
	CBB-31	1.0	점화토	16.9	2.71	27.3	4.5	100	97.3	82.8	60.9	12.0	ML
	CBB-32	6.0	점화토	11.3	2.67	NP	-	98.1	92.7	60.8	28.7	-	SM
	CBB-33	3.0	점화토	10.8	2.69	NP	-	98.9	92.1	59.9	33.8	7.0	SM
	CBB-34	1.0	점화토	9.6	2.67	NP	-	100	96.2	49.8	23.6	-	SM
	CBB-35	1.0	점화토	3.7	2.68	NP	-	92.3	83.8	32.8	14.2	-	SM
	CBB-36	1.0	점화토	12.8	2.68	NP	-	76.3	60.8	31.3	14.4	-	SM
	CBB-43	3.0	점화토	2.0	2.70	NP	-	100	96.6	60.6	27.7	-	SM
	CBB-44	3.0	점화토	9.7	2.71	NP	-	100	88.6	34.7	13.2	-	SM
	CBB-45	1.0	점화토	8.6	2.68	NP	-	91.2	75.1	38.5	18.6	-	SM
	CBB-46	1.0	점화토	5.6	2.67	NP	-	98.3	90.7	38.5	17.1	-	SM
발 기 부	CBB-47	1.0	점화토	13.6	2.71	26.8	4.2	100	98.9	76.1	41.6	7.5	SM
	CBB-49	4.0	점화토	17.7	2.71	NP	-	100	98.4	58.6	28.6	-	SM
	CBB-50	1.0	점화토	29.3	2.73	28.2	4.9	100	100	97.8	58.7	9.0	ML
	CBB-50	2.0	점화토	13.1	2.69	NP	-	67.2	57.2	36.5	14.9	-	SM
	SBB-2	1.0	점화토	7.6	2.67	NP	-	95.4	80.6	40.1	15.2	-	SM
	SBB-3	2.0	점화토	13.3	2.66	NP	-	100	95.6	53.6	33.8	7.5	SM
	SBB-4	2.0	점화토	19.0	2.68	31.5	9.2	97.0	90.1	69.5	51.8	14.5	CL
	SBB-5	2.0	점화토	6.3	2.64	NP	-	38.1	29.7	13.5	5.9	-	GW-GM
	SBB-6	1.0	점화토	10.3	2.68	NP	-	34.3	26.9	14.9	4.9	-	GP
	SBB-7	3.0	점화토	13.1	2.66	NP	-	90.5	83.3	51.2	26.2	-	SM
	SBB-8	4.0	점화토	22.0	2.69	NP	-	99.2	95.0	51.7	28.3	-	SM
	SBB-10	1.0	점화토	16.8	2.68	NP	-	100	89.8	62.7	38.2	7.5	SM
	SBB-11	3.0	점화토	14.1	2.64	NP	-	98.0	85.1	47.1	24.4	-	SM
	SBB-12	1.0	점화토	13.5	2.64	NP	-	98.8	87.2	49.0	23.2	-	SM
	SBB-13	1.0	점화토	12.3	2.67	27.1	4.9	100	100	87.4	58.8	14.0	ML
	SBB-15	2.0	점화토	16.9	2.68	28.5	6.0	100	99.0	86.9	62.9	15.0	ML
	SBB-16	1.0	점화토	5.4	2.67	NP	-	39.1	31.4	19.4	7.6	-	GW-GM

203

7.5.3 구조구 분류 결과

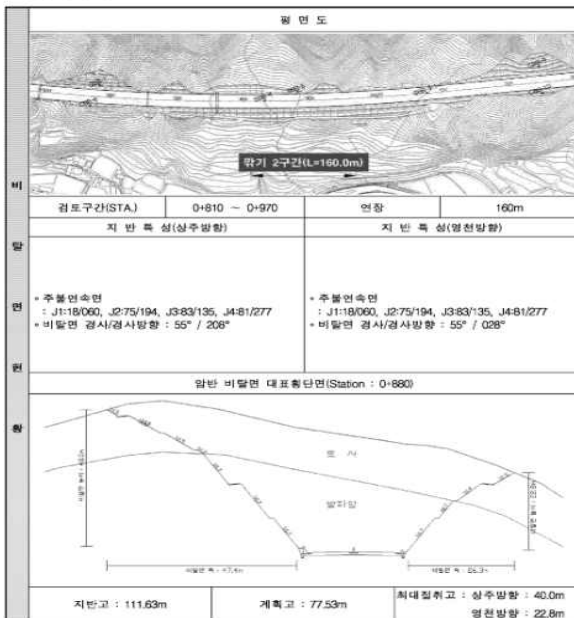


구 분	구조구 1	구조구 2	구조구 3		구조구 4		구조구 5	
			3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2
참 상	Kel-nim	Kgr	Kel-num		Kel-nim		Kel-num	
BIPS	9CBB-18 9CBB-20	CBB-5	CBB-21	TBB-3	TBB-15	CBB-36	CBB-43	CBB-52
		CBB-9						
		CBB-11						
		CBB-19 (SBB-12)						
스캔라인	S-13 118	L-13	-	-	-	L-12	HO3	111-1 S-12
STA.	1+319	4+597	5+453	6+430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

206

영천-상주 고속도로 민간투자사업 실시계획

(2) 위기 2구간



246

제 8 장 비탈면 안정성 검토

위기구간 안정성 검토						
참 상 비 탈 면						
구 분	상주방향			영천방향		
	평면	전도	채기	평면	전도	채기
비탈면 및 선도파괴 분석도	1:0.5	안정	안정	안정	안정	불안정
	1:0.7	안정	안정	안정	안정	불안정
	1:1.0	안정	안정	안정	안정	불안정
구 분	상주방향			영천방향		
	평면파괴	채기파괴	채기파괴	평면파괴	채기파괴	채기파괴
비탈면 및 선도파괴 분석도	1:0.5	-	-	-	-	-
	1:0.7	-	-	-	-	-
	1:1.0	-	-	-	-	-
비 고	* 일반속 원사주영 해석결과 영천방향 1:0.5~1:1.0기울기에서 전도파괴 가능성이 있음.					
	* 영천방향 일반비탈면 불안속면이 Toppling Zone에 위치하여 전도파괴 가능성이 있으므로 녹화공법, 낙석방지그물, 낙석방지물타리를 적용하여 안정성 확보					

247

14.2.2 시설물 점검이력

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

【표 14.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전 점검	상주절토14 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 마감불량이 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	상주절토14 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 마감불량이 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	상주절토14 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로에서 균열 및 토사퇴적이 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	상주절토14 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로에서 재균열 및 토사퇴적이 일부구간 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.	양호

14.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 14.2.2】 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
상주절토14	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

14.2.4 기존자료

【표 14.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이 : 40.0m, 연장 : 200.0m, 경사: 50°	
시공관리자료	· 시공사 : (주)한화건설, (주)삼호 준공년(2017년 06월 27일) · 설계사 : (주)한국해외기술공사	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

14.2.5 시설물 보수 이력

【표 14.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

14.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 14.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

14.3 현장조사 및 시험

14.3.1 현황 및 특성

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

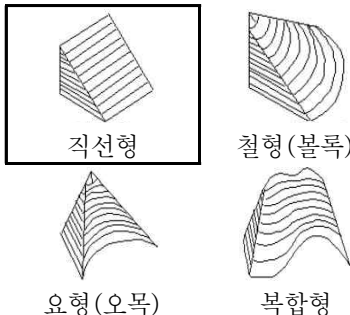
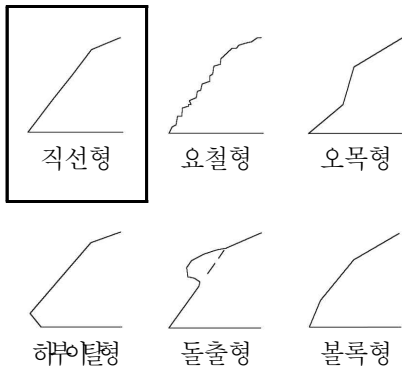
가. 일반현황 조사결과

【표 14.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019. 11. 25.		조 사 자	장 진 원	
일 기	맑음		준공년도	2017년 06월 27일	
행정구역	경상북도 구미시 도개면 다곡리				
위 경 도	시점 : 36° 17′ 21.3″ 128° 22′ 06.0″				
	종점 : 36° 17′ 17.5″ 128° 22′ 11.8″				
절토사면	길 이 : 200m		높 이 : 40.0m		
	경 사/경사방향 : 50/220				
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 2.0~4.0m		
	소 단 : 6				
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		17.304~17.504k		양호
	낙석방지울타리		17.340~17.490k		양호
	산마루 측구		17.304~17.364k		양호
	소단배수로		17.354~17.454k		균열
	야생동물유도울타리		17.304~17.340k		양호
	점검용 계단		17.304~17.354k, 17.400k		양호
붕괴이력	유 형		규 모		위 치
기 타	.				

나. 사면특성 조사결과

【표 14.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토사면의 특성	중 횡 단 면			중 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도		20~30°			
	인장균열		무			
	포행흔적		무			
	수목의 기울어짐		무			
	인공구조물		무			
	산마루측구		유			
	계곡부		1개소			
식 생	① 종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	② 밀 도	하	하	-	-	
	③ 근계특징		천근성 (O), 심근성 ()			

다. 사면 구간분할 결과

본 사면은 연장이 200m로써, 사면의 구간분할 기준인

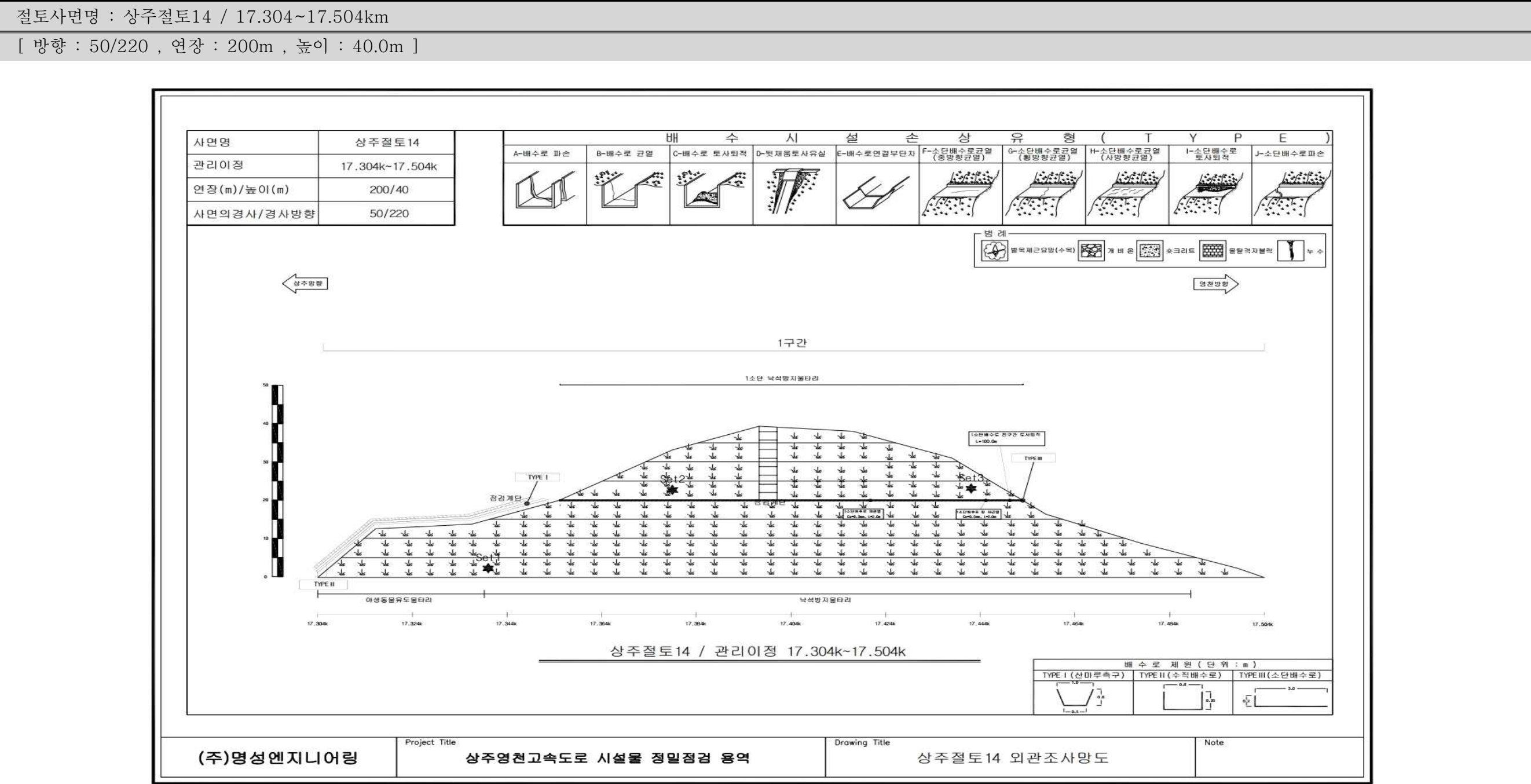
- 1) 사면의 구성재료가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사가 10° 이상으로 변할 경우
- 3) 사면의 구성재료와 표준경사가 맞지 않을 경우
- 4) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 5) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

위 기준에 의해, 1구간으로 분할 구분하여 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

【표 14.3.3】 구간분할 결과

구 분	측 점	비 고
1구간	17.304~17.504km	200m

14.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



14.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

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



【그림 14.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

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

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 14.3.2】 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 14.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- 배수시설에 대한 점검결과, 소단배수로에 횡방향 균열 및 토사퇴적이 일부 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적	L=4.0m, 2EA V=100m*0.5m*0.1m, 1EA	



현 황	17.404K 1소단배수로 토사퇴적	현 황	17.414K 1소단배수로 균열
원 인	우수유입	원 인	초기건조수축, 우수유입
대 책	정비	대 책	균열보수

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

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



【그림 14.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
- 상단에 설치된 점검계단은 식생으로 인한 사용에 어려움이 있으므로, 정비가 필요하다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	점검계단 식생	1식	

14.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 14.3.4】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적	균열보수 정비
상부 자연사면	상태양호	—
보강시설	점검계단 식생	정비
결과요약	사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부가 1개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다. 소단배수로에 횡방향 균열, 토사퇴적이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.	

【표 14.3.5】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	상태양호	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	4.0	2	
	소단배수로 토사퇴적	m³	5.0	1	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	
보강시설	점검계단 식생	식	—	1	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 14.3.6】 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 토사퇴적	m ³	—	5.0	▲5.0	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	
보강시설	점검계단 식생	식	—	1	▲1	

14.3.5 재료시험 결과

가. 시험결과

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

【표 14.3.7】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
17.400km	47.2	82.5	보통암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 47.2로 측정되었으며, 추정강도 82.5MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

나. 이전 정밀점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 14.3.8】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
초기점검	—	—	—	—
금회	17.400km	47.2	82.5	보통암

14.3.6 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

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



【그림 14.3.5】 불연속면 측정 현황

나. 측정결과

【표 14.3.9】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	Set 1	Set 2	Set 3
방향성	55/260	78/065	76/020
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, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만
풍화도	MW	MW	SW

14.4 상태평가

14.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 200m의 사면으로서, 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 1구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 Set1~3으로 표기하였다.

【표 14.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	17.304~17.504km	200m	암반사면	Set1, Set2, Set3

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 14.4.2]에 수록하였다.

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

【표 14.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{4.0}{40.0} = 0.10$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 82.5MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.5}{40.0} = 0.013$ 로 0.01초과	절리암반	

14.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 14.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토14		표번호	[표 14.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	17.304~17.504km	
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 14.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토14		표번호	[표 14.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	17.304~17.504km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	260° - 220° = 40°	1		
1-6		절리경사-사면경사	55° - 50° = 5°	1		
1-7		절리상태	유리	2		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	50°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	155.9mm(구미, 10월 2일)	7	7	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	나쁨	5		
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 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.24로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량으로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 14.4.5】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			상주절토14				표번호
근거표번호			[표 14.4.3], [표 14.4.4]				[표 14.4.5]
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-사면방향	1	b	18	f2=0.35	c
		⑥ 절리경사-사면경사	1	b			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	7	e			
	인위요인	⑩ 절취상태	5	d			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					18	F=0.24	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 18 / 52 = 0.35 ○ 상태평가등급(F) : 18 / 76 = 0.24					

【표 14.4.6】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급
상주절토14	0.24	B	0.24	B

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 강우량에 대해 상태점수가 추가되어 지수상향으로 등급이 B로 하락하였다.

【표 14.4.7】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
초기점검	0.115	A	
금회	0.24	B	

14.5 종합평가 및 안전등급 지정

14.5.1 종합평가 결과

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

【표 14.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토14		표 번 호	【표 14.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.24	B	근거표번호	【표 14.4.5】
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.24	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

14.5.2 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 14.5.2】 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

14.6 보수·보강 및 유지관리방안

14.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 14.6.1】 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 토사퇴적	정비	1	1	식	200	200	3
상부자연사면	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
보강시설	점검계단 식생	정비	1	1	식	200	200	3
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	420		0		400		
	재경비 (순공사비의 50%)	210		0		200		
	합계	630		0		600		
개략공사비 총계(천원)		1,230						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

14.6.2 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 14.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
배수 시설	- 배수로 균열, 토사퇴적 구간 → 균열 및 토사퇴적에 대한 보수 및 정비가 필요하며, 보수후에도 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요	
보호 시설	- 점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

14.7 종합결론

14.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부가 1개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다. 소단배수로에 횡방향 균열, 토사퇴적이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 47.2으로서 추정강도 82.5MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.24로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량으로 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.

14.7.2 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.

14.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

14.7.4 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.