

27. 상주절토27

27.1 시설물 개요

27.2 자료수집 및 분석

27.3 현장조사 및 시험

27.4 상태평가

27.5 종합평가 및 안전등급 지정

27.6 보수·보강 및 유지관리 방안

27.7 종합결론

27. 상주절토27

27.1 시설물의 개요

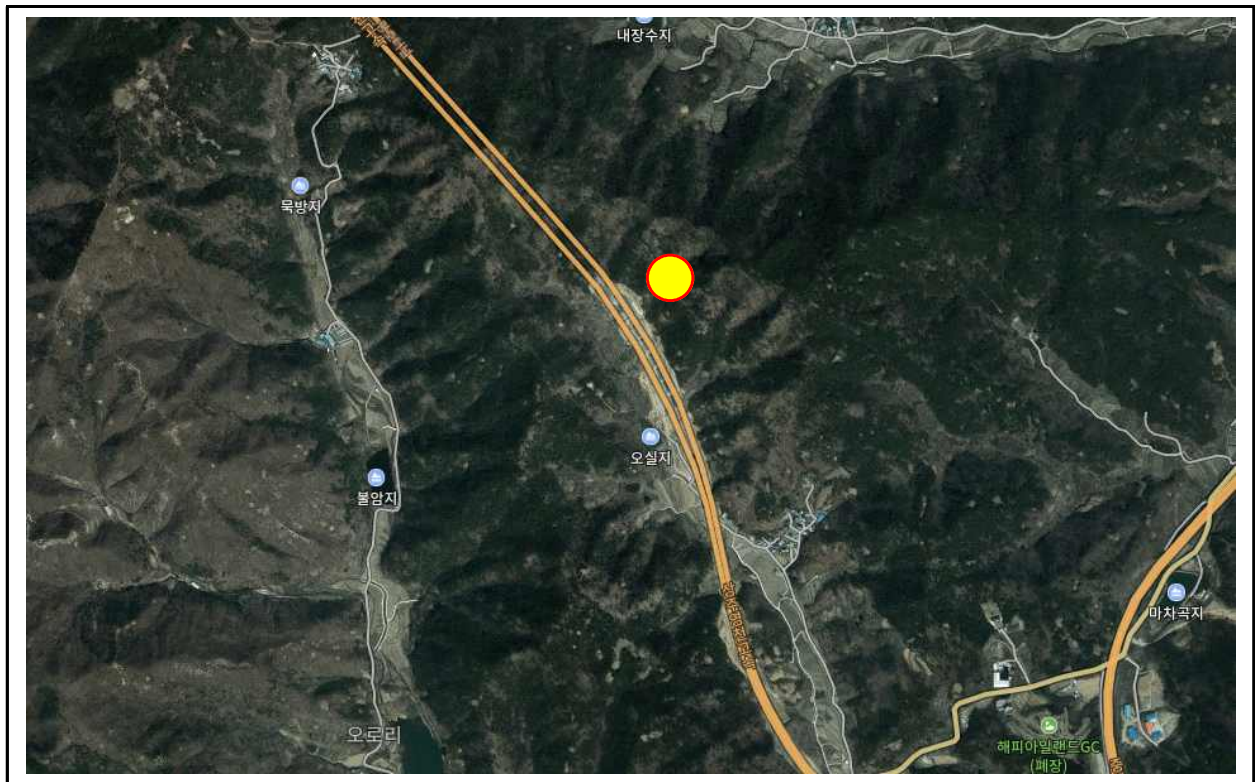
본 시설물은 경상북도 구미시 장천면 오로리(상주영천고속도로 36.235~36.375km)에 위치한 사면으로서 총 연장 140.0m, 높이 36.0m의 절토사면으로 시공되어 있다.

27.1.1 일반사항

【표 27.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000031		관리번호	SY SL27
시설물명	상주절토27		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경상북도 구미시 장천면 오로리		
	위치좌표	시점 : 36° 19' 36.7" 128° 53' 28.7"		
		종점 : 36° 19' 29.1" 128° 53' 35.2"		
	관리이정	36.235~36.375km		
	공구이정	5공구 STA.0+000~0+140		
제 원	연 장	140m	높 이	36.0m
	경사/방향	50/290	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	20~30°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	대림산업(주)
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리, 록볼트		
비 고				

27.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 27.1.1】 위치도

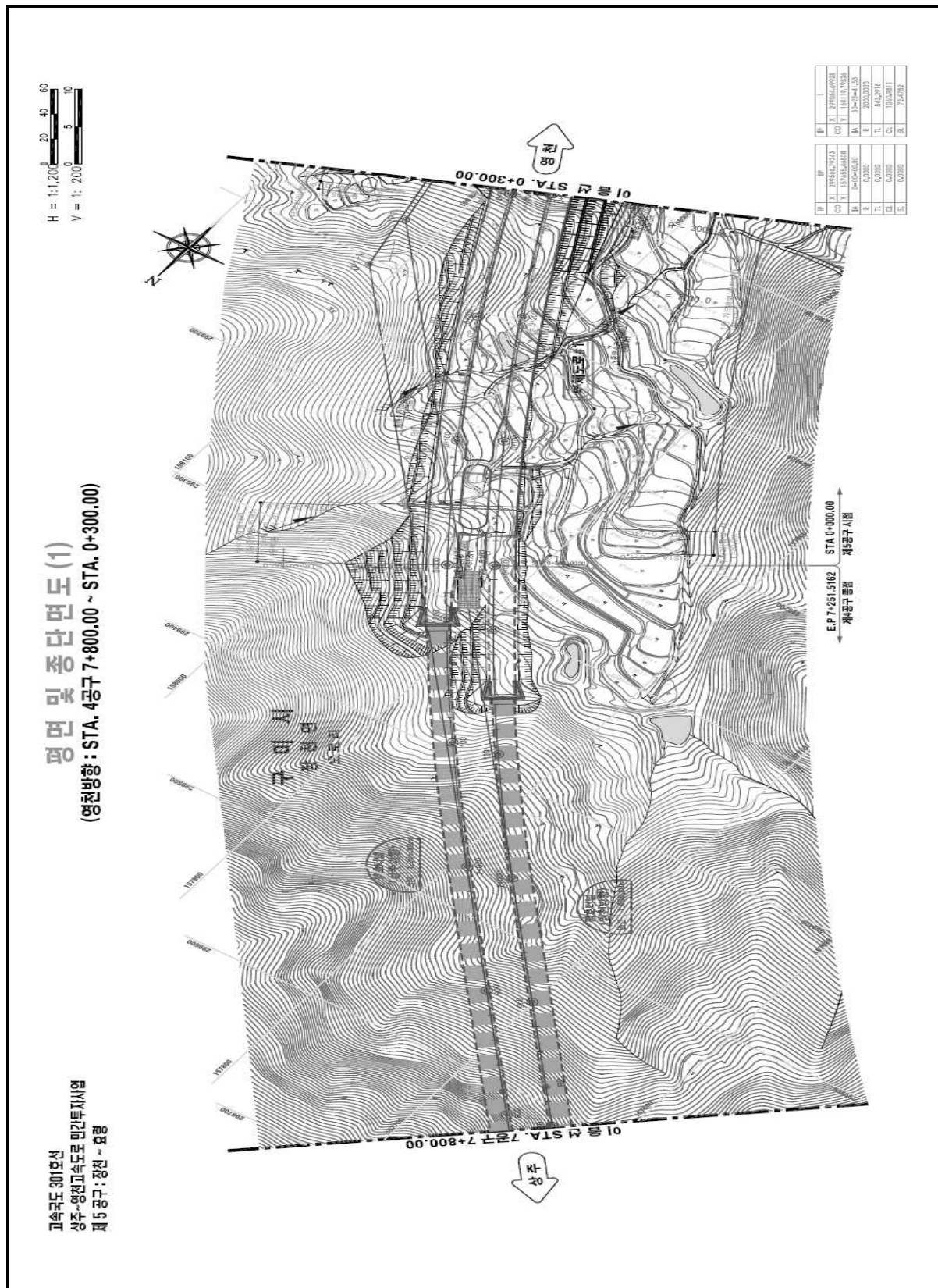


【그림 27.1.2】 전경사진

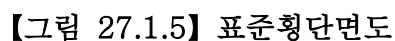
	
상부 전경	점검계단 전경
	
하부 전경	수직도수로 전경

【그림 27.1.3】 부재별 현황

27.1.3 시설물 일반도



【그림 27.1.4】 평면도



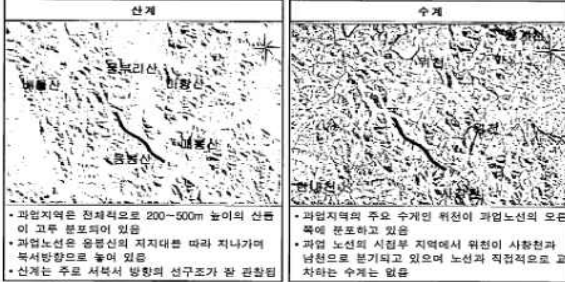
나. 지형 및 지질

4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지질 개요

- 백악기 경성분지의 주요 신통층과 하양층군이 분포하는 의성소분지의 서남부에 위치
 - 본 과업 지역과 지질은 백악기 경성층군의 신통층군의 낙동층(면화동층), 하산동층, 진주층(동명층)이 분포
- 나. 지형특성



다. 본포 압종 특성

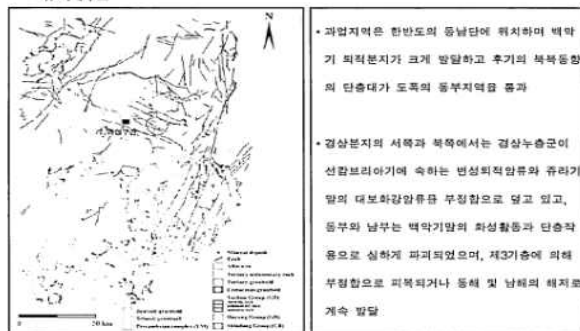
구분	지진특성
낙동층 글딜리층임 사암	• 낙동층의 하부층에 해당하는 만경상층권의 역질사암과 역암은 원마도가 불완전 석영과 알칼리장석이 주상 이루어, 탄질질과 변질된 유색광물로 주로 산출됨
하산동층 사암	• 석영은 1 mm 내외의 것들로 원마도는 불완전 것들이 무세 • 하산동층 사암은 근거리에서 이용하여 함상
하산동층 셰일	• 압축으로 인한 뜨개짐(facility)이 발달 • 뜨개짐과 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 출현되어 있어 층리방향으로의 이 방성이 클 것으로 판단
진주층 셰일	• 압축으로 인한 뜨개짐(facility)이 발달 • 뜨개짐과 같은 방향으로 방해석이 침전 또는 출현되어 있어 층리방향으로의 이 방성이 클 것으로 판단

53 [

라. 지질 계통도

지점시대		종 명		특 성		비 고	
제4기		충적층(Qu)		• 하천 및 산곡 퇴적물			
		~~ 부정합 ~~					
중생 대	백악 기	중생암력(Kkd) 산성암력(Kad)		• 피상의 치밀		• 전 구간에서 7~20m를 관입	
		유전 층군 안산암질암(Ka)		• 주로 응회암으로 구성		• 노선과 교차하지 않음	
		--- 관입 및 분출 ---					
		신생 층군 하산동층 (Ke2)		상부(Ke2-2) 하부(Ke2-1)		• 사암 및 적색 미사암, 이암의 코호 • 사암과 역질사암, 역질의 코호	
						• 5광구 증점 • 5광구 증항 및 시점부	

마. 지체구조

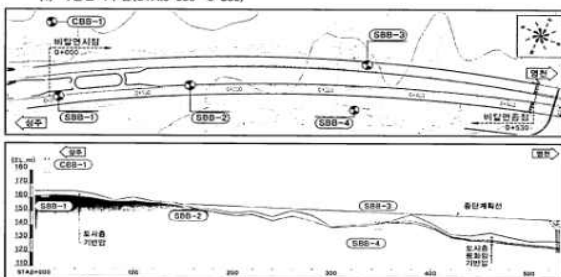


54

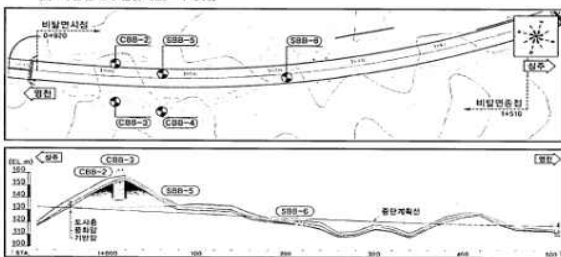
7.2 지층특성 분석

가. 본선비탈연구간

- (1) 비탈면 1구간(STA.0+000~0+530)



- 쌓기 1구간은 토사층 2.3m의 두께로 분포하여 기반암은 9.7m에서 출현
 - 쌓기 1구간은 토사층 0.8~3.0m, 풍화대층 0~2.5m의 두께로 분포하여 기반암은 0.8~5.0m에서 출현
- (2) 비탈면 2구간(0+920~1+510)



- 락기 2구간은 토사층 1.5~2.5m, 풍화대층 1.5~2.6m의 두께로 분포하여 기반암은 2.5~4.5m에서 출현
- 락기 3구간은 토사층 0.5~1.0m, 풍화대층 0.5~3.0m의 두께로 분포하여 기반암은 1.0~4.0m에서 출현
- 락기 2구간은 토사층 0.8~3.5m, 풍화대층 0.0~2.2m의 두께로 분포하여 기반암은 3.0~3.5m에서 출현

248

7.3 지반특성 분석

7.3.1 토질 특성 시험

구분	곡면	심도 (m)	지층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limit		Sieve		Analysis		USCS	
						LL (%)	PI (%)	#4	#10	#40	#200		
역기	CBB-2	1.00	중회암	8.6	2.74	NP	-	47	34.7	23.8	15.3	-	GM
	CBB-4	1.00	분지축	16.4	2.73	NP	-	56	42.4	29.1	15.8	-	GM
	CBB-10	1.00	분지축	15.2	2.69	NP	-	92.4	85.1	43.9	20.0	-	SM
	CBB-12	1.00	분지축	28.0	2.74	39.7	19.5	72.8	64.4	53.0	32.7	15.5	SC
	CBB-18	1.00	중회암	12.3	2.74	30.0	8.7	64	71.7	58.3	42.3	11.0	SC
	CBB-21	1.00	중회암	11.9	2.70	NP	-	67.4	58.5	26.8	11.3	-	SW-SM
	CBB-22	2.00	중회암	6.7	2.73	NP	-	100	95.2	35.8	19.1	-	SM
	CBB-24	2.00	중회암	13.4	2.73	NP	-	59.1	45.7	32.6	21.0	-	GM
	SB-1	1.00	분지축	28.0	2.66	44.3	22.1	100.0	80.5	69.9	28.9	28.5	CL
	SB-3	2.00	분지축	0.0	2.65	NP	-	67.3	69.2	55.2	26.7	-	SM
쌓기	SB-5	2.00	중회암	7.2	2.65	NP	-	96.8	92.7	55.2	26.7	-	SM
	SB-6	3.00	중회암	9.5	2.63	NP	-	100	98.5	26.5	18.1	-	SM
	SB-9	2.00	대립암	11.3	2.69	NP	-	57	51.5	36.4	17.7	-	SM
	SB-10	1.00	중회암	19.3	2.65	31.8	10.5	100.0	94.0	61.5	35.5	10.5	SC
	SB-19	4.00	중회암	13.5	2.69	28.8	5.2	100	76.1	57.6	37.4	6.5	SM
	SB-21	2.00	분지축	19.4	2.67	NP	-	69.2	54.9	32.0	19.0	-	SM
	SB-22	1.00	대립암	16.7	2.64	NP	-	83.9	75.5	49.7	22.7	-	SM
	SB-23	2.00	대립암	8.8	2.64	NP	-	37.0	30.5	20.5	8.9	-	GW-GM
	6SBB-21	2.00	퇴적층	6.3	2.68	NP	-	-	20.6	10.2	3.5	-	GW
	6SBB-22	2.00	퇴적층	8.6	2.67	NP	-	-	51.7	39.3	30.5	-	SM
회기	RCB-6	프로트	프로트	3.0	2.65	NP	-	99	84.8	24.8	4.6	7.5	SW
	RCB-13	1.00	프로트	15.2	2.73	27.2	3.1	100.0	90.0	65.7	49.7	7.5	SM
	RCB-15	프로트	프로트	36.0	2.70	NP	-	78	62.9	39.9	24.8	-	SM
	RCB-17	3.00	중회암	11.9	2.71	NP	-	78	62.9	39.9	24.8	-	SM
	RCB-18	2.00	중회암	11.6	2.72	NP	-	63.2	90.2	81.9	28.3	-	SM
	RCB-19	2.00	중회암	12.0	2.73	NP	-	100.0	98.0	53.3	21.3	-	SM
	RCB-20	3.00	중회암	10.3	2.69	NP	-	100.0	97.3	40.4	20.4	-	SM
	RSB-11	1.00	분지축	17.0	2.71	27.9	4.8	100	100.0	62.4	68.5	11.0	ML
	RSB-12	1.00	대립암	11.0	2.68	NP	-	47.6	41.8	31.3	12.2	-	GM
	RSB-13	2.00	분지축	20.9	2.68	29.0	11.3	100.0	100.0	91.4	65.6	16.0	CL
쌓기	RSB-14	2.00	중회암	17.4	2.69	27.9	10.6	100	97.4	83.3	49.0	14.5	SC
	RSB-15	2.00	중회암	15.9	2.71	30.0	6.5	100.0	100.0	97.8	68.7	9.0	ML
	RSB-16	2.00	중회암	12.7	2.67	NP	-	100	99.6	49.2	25.4	-	SM
	RSB-17	1.00	중회암	10.6	2.71	NP	-	76	70.4	41.8	23.4	-	SM

- 비탈면구간 함수비는 67~207%, 비중은 2.63~2.74로 통일분류상 SC, SM, GM, CL, GW-GM, SW-SM에 해당됨
- 염피비탈면구간 함수비는 30~368%, 비중은 2.65~2.73로 통일분류상 SM, GM, SC, GM, ML, CL에 해당됨

256

다. 지반조사보고서

제 1 장 조 사 개 요

1.1 조사명

• 상주~영천 고속도로 민간투자사업 제 5공구 지반조사

1.2 조사목적

- 상주~영천 고속도로 민간투자사업 제 5공구 구간 위한 지반조사
- 계획노선의 지반공학특성 특성상 고려한 조사계획 수립
- 선정된 계획노선상 구조물별 특성을 고려한 현장조사, 현장시험 및 실내시험 실시
- 지층의 구성상태, 지반공학특성 특성 및 지반조건 파악
- 조사된 자료를 종합·분석하여 합리적인 설계 및 시공에 필요한 공학적 자료 제공

1.3 조사범위

위 치	• 지점 : (STA. 0+000) (X=299263.534, Y=157920.5497) • 종점 : (STA. 7+978) (X=2933576.3489, Y=163273.3739)	
특 성	• 연장 : 7.98km • 국도 등반부 5개 고속도로를 연결하는 제2경부축(상주-영천) 고속도로 건설 • 대구~포항, 대구~부산고속도로 등비 건설과 연접 대구, 구미권 교통수요 분산 • 민간회사의 효율적 투자사업의 효율적 진행 도모	

1.4 위치도



구분	구분	구분
터널 구간	교량 구간	토관구간
• 봉곡터널(490m) • 봉곡터널(385m) • 효령터널(580m)	• 오룡교(385m) • 오성교(260m) • 봉담교(240m) • 봉포교(45m) • 봉곡교(200m) • 효령교(80m) • 감곡교(90m) • 봉곡교(240m)	• 봉곡A-1교(35m) • 봉곡A-2교(17m) • 봉곡A-3교(30m) • 봉곡A-4교(50m) • 봉곡B교(240m) • 봉곡기구간(16개소) • 봉곡기구간(16개소) • 봉곡기구간(7개소) • 봉곡기구간(11개소)

제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행흐름

가. 조사 기본방향

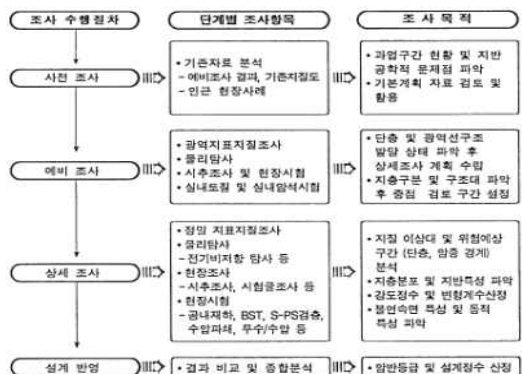
- (1) 조사계획 수립

 - 기존 문헌자료, 기존계획, 안정지역 설계 및 시공자료 분석
 - 지형 및 지질 특성상 고려한 조사 범위 및 일정계획 수립
 - 전기비저항 탐사 적용, 이상대 및 미시구조간 암반등급 산정
 - 감사시추 및 특수시험을 통한 단층파괴 지질 및 공학적 특성 평가

(2) 단계별 조사 수행

 - 사전조사를 통한 중점검토사항 및 주요조사항목 선정
 - 상세조사, 추가조사를 통한 지반정보자료 파악 및 분석 수행
 - 다양한 분석기법을 적용, 암반등급별 최적의 설계지반정수 산정
 - 구조구분 분류를 통한 불연속면 특성 상세 분석
 - 신뢰성 높은 분석 및 설계활용 극대화

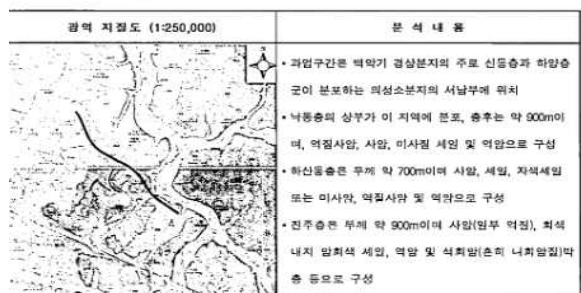
나. 조사 수행 흐름도



제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

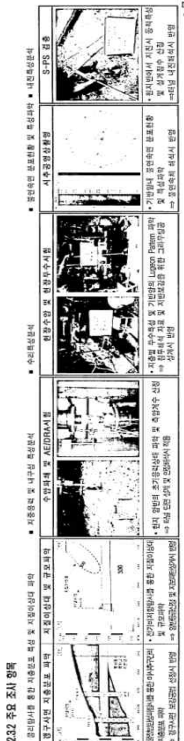
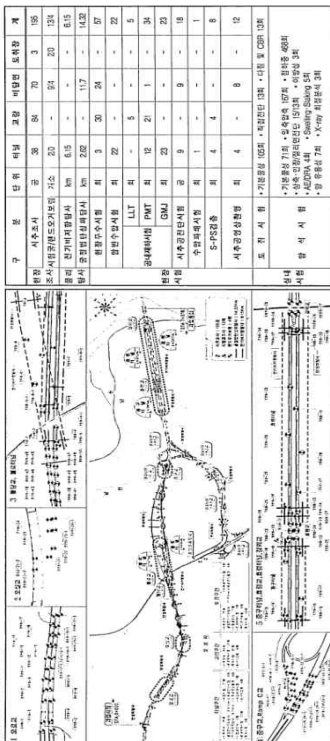
4.1.1 광역지질도 분석



4.1.2 기본설계 자료 분석

구 분	분 석 내 용
터널구간	• 봉곡터널은 0.5~7.3m, 중회로는 1.3~9.3m, 중회로는 0.3~5.0m 두께로 분포 • 연장은 2.0~10.8m, 폭은 27.5m, 경사는 3.0~31.5% 심도에서 출현하며, 연장 TCR/RQD(%)=42~100/0~55, 폭 TCR/RQD(%)=93~100/40~50 경사 TCR/RQD(%)=10~100/0~100로 폭적으로 구성
교량구간	• 봉곡터널은 0.3~5.4m, 중회로는 0.5~1.1m, 중회로는 0.3~0.9m 두께로 분포 • 연장은 1.1~6.3m, 폭은 2.9~6.0m 심도에서 출현하며, 연장 TCR/RQD(%)=25~100/0~64, 경사 TCR/RQD(%)=82~100/45~67로 폭적으로 구성
비탈면구간	• 봉곡터널은 0.3m, 중회로는 3.7m, 중회로는 1.5~4.0m 두께로 분포 • 연장은 0.3~24.0m, 폭은 1.5~22.0m 심도에서 출현하며, 연장 TCR/RQD(%)=62~100/0~41, 경사 TCR/RQD(%)=90~100/62~100로 폭적으로 구성

23 조사 수행 현황
231 조사 위치 표시



4.3 지층분포 특성을 위한 조사

4.3.1 개요

가. 기본 방향

- 터널 및 교각구간 상세지층, 지질 이상대 파악, 암반 분류서 활용
- 지반의 공학적 성질 분석, 암층 경계 및 지층 분포 특성 파악

나. 조사 위치 및 수량

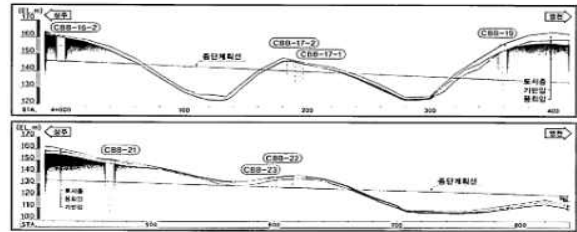
- 굴절법 탐사와 탐사 14.33km, 전기비저항탐사 6.19km, 시추조사 196점, 시층굴조사 13개소, 표준관입시험 480회



(1) 굴절법 탐사와 탐사
• 분선 구간

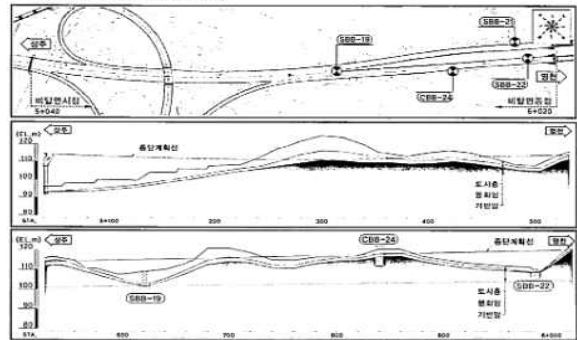
위 치	탐사구간(STA.)	측선방향	연장(m)
비탈면 구간	0+000	횡	115
	0+950~1+180	중	230
	1+000	횡	115
	1+080	횡	115
	1+190~1+605	중	415
볼로터널 시험	1+720~2+675	중	955
	(양천)3+010~3+125	중	115
	(상주)3+970~3+085	중	115
	3+020	횡	55
	3+100	횡	55
볼로터널 중점	(양천)3+410~3+600	중	115
	(상주)3+410~3+525	중	115
	3+540	횡	55
	3+460	횡	55
	3+600~4+000	중	1,245
비탈면 구간	4+360	횡	115
	4+470	횡	115
	4+600	횡	115

77



- 약기 12구간은 토사층 0.5~5.7m, 풍화대층 1.8~2.8m의 두께로 분포하여 기반암은 2.7~7.5m에서 출현
- 약기 9, 10구간은 토사층 0.3m의 두께로 분포하여 기반암은 3.2m에서 출현
- 약기 9, 10구간과 약기 7구간은 토사층 0.5m, 풍화대층 1.0~3.0m의 두께로 분포
- 약기 11구간과 약기 8구간은 토사층 0.5m, 풍화대층 2.0~3.0m의 두께로 분포

(5) 비탈면 5구간(5+040~6+040)



- 약기 13구간은 토사층 1.5~4.9m, 풍화대층 0.5~1.9m의 두께로 분포하여 기반암은 2.0~3.7m에서 출현
- 약기 11, 12구간은 토사층 6.7m, 풍화대층 1.1m의 두께로 분포하여 기반암은 7.8m에서 출현
- 약기 13구간은 토사층 1.8~2.5m, 풍화대층 1.1m의 두께로 분포하여 기반암은 1.8~2.5m에서 출현

250

7.6 설계 지반정수 선정

7.6.1 개요

가. 기본 방향

- 기존 설계정수 선정의 문제점을 분석하고 대표값 선정시 신뢰도 향상을 위해 통계처리기법(Monte Carlo Simulation)을 적용하여 설계지반정수 선정
- 인근 유사한 형태의 설계·시공자료와 기존조사자료 분석하여 합리적인 설계 정수 선정

7.6.2 선정결과 요약

가. 연속체 해석을 위한 설계 지반정수 선정 결과

구 분	변형계수, E _s (MPa)	단위중량, γ _s (kN/m ³)	점착력, c(kPa)	내부마찰각, φ(°)	포아송비, ν
물 질 층	10.0	18.0	10.0	30.0	0.350
풍 화 토	20.0	19.0	24.0	26.0	0.350
풍 화 암	100.0	20.0	29.0	32.0	0.350
기반암	-	25.0	240.0	36.0	-
파쇄암반(파쇄대)	-	23.0	37.0	28.0	-

나. 수리해석을 위한 설계지반 정수 선정 결과

구 분	동적속도	동확도	동확률	기반암	파쇄암반(파쇄대)
부수계수, k(m/sec)	1.70×10 ⁻³	6.00×10 ⁻⁴	5.20×10 ⁻⁴	8.70×10 ⁻³	3.00×10 ⁻³

다. 불연속체 해석을 위한 설계지반 정수 선정결과

(1) UDEC 및 3-DEC 해석을 위한 절리면 강도정수 선정결과

구조구	절리면 (Dip/Dip)	방향 (MPa)	c _s (MPa)	JRC	JCS (MPa)	φ _s (°)	a ₁ (mm)	V _u (mm)	K _u (MPa/mm)	K _c (MPa/mm)	K _σ (MPa/mm)
1	22.3	1 9134	0.59	50	36.4	29.0	0.40	0.42	3.42	6.81	0.46
		2 81933	3.71								
		3 90155	33.22								
		4 75218	2.24								
		5 06106	1.10								
2-1	42.2	1 86221	15.73	11.0	36.2	30.0	0.49	0.42	13.58	19.32	1.17
		2 79337	5.75								
		3 79337	12.59								
		4 86297	0.69								
		5 04088	0.69								
2-2	26.0	1 83358	5.55	5.0	32.5	27.0	0.42	0.45	3.15	19.32	1.17
		2 79337	2.31								
		3 07102	0.80								
		4 81398	3.82								
		5 89295	34.25								
3	23.0	1 82036	4.30	6.0	27.9	26.0	0.64	0.56	4.22	6.90	0.48
		2 15137	0.78								
		3 82009	5.42								
		4 65071	1.78								
		5 11121	0.81								
4	29.0	1 84052	7.59	10.0	36.3	32.0	0.72	0.51	11.36	14.76	0.92
		2 85330	9.10								
		3 82291	5.70								
		4 82291	5.70								
		5 82291	5.70								

262

7.6.6 불연속체 해석을 위한 설계 지반정수 선정

가. 개요

- 방향성 및 역학적 특성을 고려하여 구조구별 불연속체 선정
- 해석에 사용된 불연속면 자료는 지표지질조사, 시추공명상향형의 조사성과를 종합분석하여 정리된도가 높고 연장성이 좋은 절리군을 주 불연속면으로 구분하여 해석에 반영
- 해석에 이용한 절리정수는 현지암반 불연속면 조사결과와 절리면 전단시험 결과로부터 선정
- 개입요소해석시 실제 절리거울 사진 및 입력자료의 취득이 용이하고 객관성 측면에서 Mohr-Coulomb 모델보다 우수한 Barton-Bandis 모델을 적용하고 이에 따른 설계정수 선정
- 나. Barton-Bandis에 의한 절리면 수직강성 및 전단강성

구조구	절리면 (Dip/Dip)	방향 (MPa)	c _s (MPa)	JRC	JCS (MPa)	φ _s (°)	a ₁ (mm)	V _u (mm)	K _u (MPa/mm)	K _c (MPa/mm)	K _σ (MPa/mm)
1	22.3	1 9134	0.59	50	36.4	29.0	0.40	0.42	3.42	6.81	0.46
		2 81933	3.71								
		3 90155	33.22								
		4 75218	2.24								
		5 06106	1.10								
2-1	42.2	1 86221	15.73	11.0	36.2	30.0	0.49	0.42	13.58	19.32	1.17
		2 79337	5.75								
		3 79337	12.59								
		4 86297	0.69								
		5 04088	0.69								
2-2	26.0	1 83358	5.55	5.0	32.5	27.0	0.42	0.45	3.15	19.32	1.17
		2 79337	2.31								
		3 07102	0.80								
		4 81398	3.82								
		5 89295	34.25								
3	23.0	1 82036	4.30	6.0	27.9	26.0	0.64	0.56	4.22	6.90	0.48
		2 15137	0.78								
		3 82009	5.42								
		4 65071	1.78								
		5 11121	0.81								
4	29.0	1 84052	7.59	10.0	36.3	32.0	0.72	0.51	11.36	14.76	0.92
		2 85330	9.10								
		3 82291	5.70								
		4 82291	5.70								
		5 82291	5.70								

265

27.2.2 시설물 점검이력

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

【표 27.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전 점검	상주절토27 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 전반적인 외관 상태는 양호한 것으로 조사되었다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전 점검	상주절토27 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 소단배수로에 토사퇴적이 조사되었으나, 전반적인 외관 상태는 양호한 것으로 조사되었다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전 점검	상주절토27 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 소단배수로에 토사퇴적이 조사되었으나, 전반적인 외관 상태는 양호한 것으로 조사되었다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전 점검	상주절토27 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 소단배수로에 토사퇴적이 조사되었으나, 전반적인 외관 상태는 양호한 것으로 조사되었다.	양호

27.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 27.2.2】 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
상주절토27	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

27.2.4 기존자료

【표 27.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이 : 36.0m, 연장 : 140.0m, 경사: 45°	FMS입력자료와 실측자료 다소 차이있음, 수정필요
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) 준공년(2017년 06월 27일) · 설계사 : (주)한국해외기술공사	
기준점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

27.2.5 시설물 보수 이력

【표 27.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

27.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 27.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	N		

27.3 현장조사 및 시험

27.3.1 현황 및 특성

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

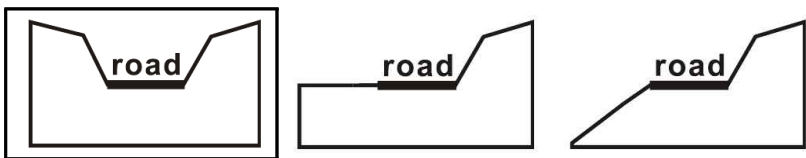
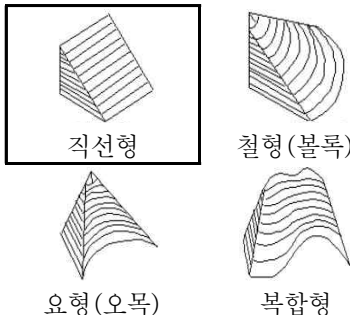
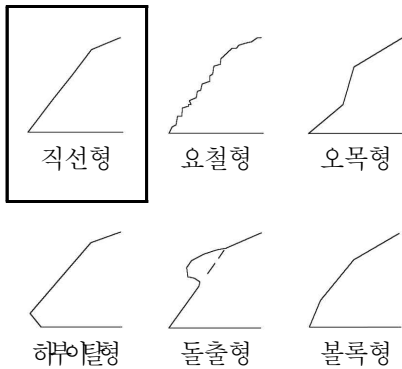
가. 일반현황 조사결과

【표 27.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019. 11. 25.		조 사 자	장 진 원	
일 기	맑음		준공년도	2017년 06월 27일	
행정구역	경상북도 구미시 장천면 오로리				
위 경 도	시점 : 36° 19′ 36.7″ 128° 53′ 28.7″				
	종점 : 36° 19′ 29.1″ 128° 53′ 35.2″				
절토사면	길 이 : 140m		높 이 : 36.0m		
	경 사/경사방향 : 50/290				
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 1.0~3.0m		
	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		36.315~36.375k		양호
	산마루 측구		36.235~36.375k		양호
	소단배수로		36.235~36.315k		양호
	낙석방지울타리		36.235~36.315k		양호
	낙석방지망		36.235~36.315k		양호
	점검계단		36.320k		양호
붕괴이력	유 형		규 모		위 치
기 타	.				

나. 사면특성 조사결과

【표 27.3.2】 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 140m로써, 사면의 구간분할 기준인

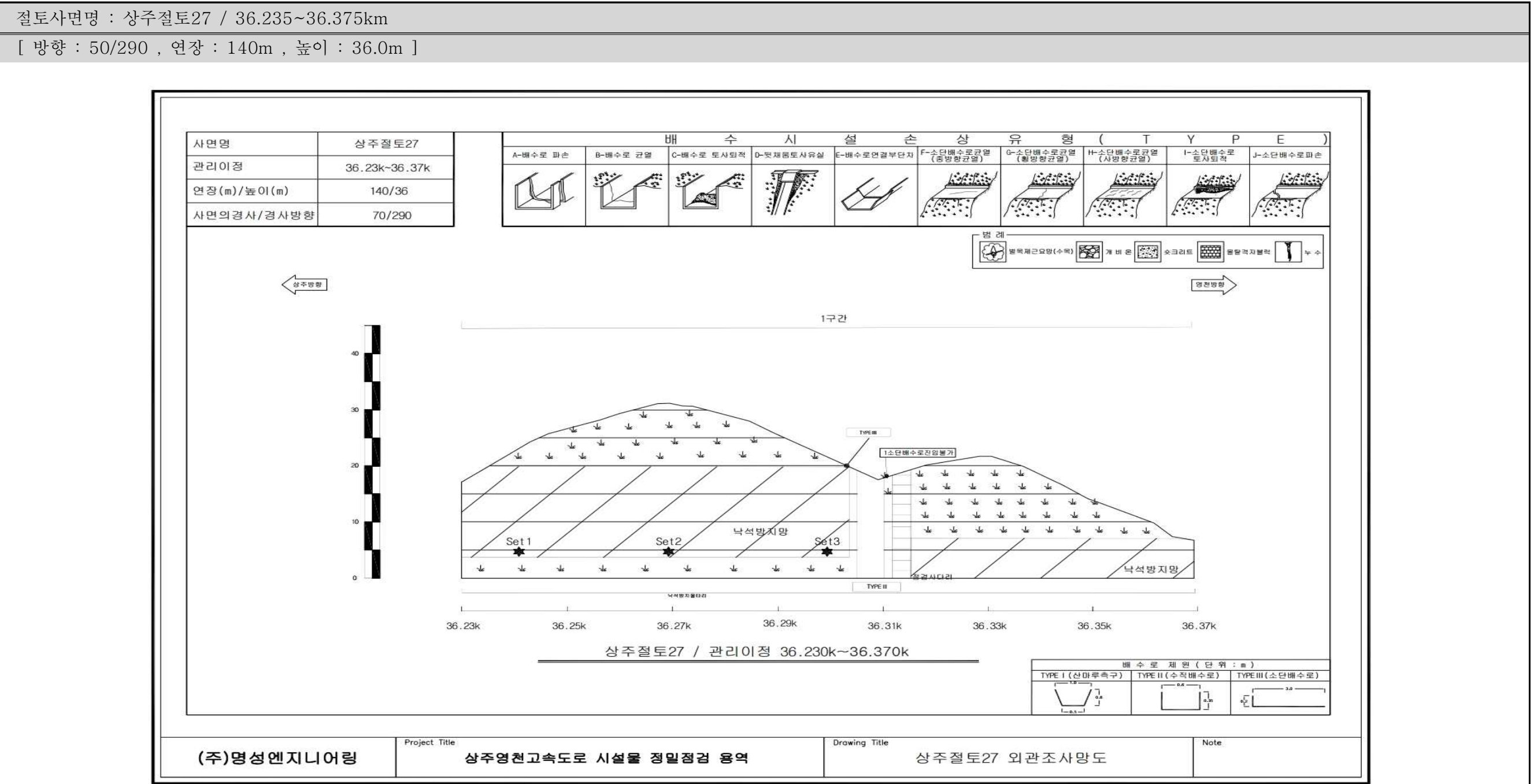
- 1) 사면의 구성재료가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사가 10° 이상으로 변할 경우
- 3) 사면의 구성재료와 표준경사가 맞지 않을 경우
- 4) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 5) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

위 기준에 의해, 1개구간으로 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

【표 27.3.3】 구간분할 결과

구 분	측 점	비 고
1구간	36.235~36.375km	140m

27.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



27.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

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



【그림 27.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

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

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

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



【그림 27.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

- 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 기점검인 19년 정기안전점검과 비교시 식생이 양호해 진 것으로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이다.
- 일부 노출암 구간은 낙석방지망 및 낙석방지울타리가 설치되어 안전성에는 문제가 없으나, 공용기간이 증가할수록 우수 및 동결융해작용으로 풍화가 진행될 수 있으므로, 주기적인 주의관찰이 요망된다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다.



【그림 27.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

대상 사면 내에는 점검계단, 낙석방지망, 낙석방지울타리가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



【그림 27.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태 양호	—	

27.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 27.3.4】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	상태양호	—
배수시설	상태양호	—
상부 자연사면	상태양호	—
보강시설	상태양호	—
결과요약	사면 식생공, 낙석방지망이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 일부 노출암 구간은 낙석방지망 및 낙석방지울타리가 설치되어 안전성에는 문제가 없으나, 공용기간이 증가할수록 우수 및 동결융해작용으로 풍화가 진행될 수 있으므로, 주기적인 주의관찰이 요망된다. 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.	

【표 27.3.5】손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	상태양호	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 27.3.6】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	전회	금회	증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	물량		
사면부	상태양호	—	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	—	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	—	

27.3.5 재료시험 결과

가. 시험결과

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

【표 27.3.7】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
36.255km	54.6	114.4	경암	
36.295km	53.7	110.1	경암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 53.7~54.6로 측정되었으며, 추정강도 110.1~114.4MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

나. 이전 정밀점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 위치차이에 의한 추정강도 차이가 다소 있으나, 강도저하는 없는 것으로 판단된다.

【표 27.3.8】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
초기점검	—	50.1~53.3	97.3~112.8	—
금회	36.255km	54.6	114.4	경암
	36.295km	53.7	110.1	경암

27.3.6 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

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



【그림 27.3.5】 불연속면 측정 현황

나. 측정결과

【표 27.3.9】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	Set 1	Set 2	Set 3
방향성	68/096	80/270	80/270
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	SW	SW	SW

27.4 상태평가

27.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 140m의 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 27.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	36.235~36.375km	140m	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 27.4.2]에 수록하였다.

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

【표 27.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{36.0} = 0.08$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 110.1~114.4MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in dex}{Slope\ height} = \frac{0.5}{36.0} = 0.013$ 로 0.01초과	절리암반	

27.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 27.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토27		표번호	[표 27.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	36.235~36.375km	
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 27.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토27		표번호	[표 27.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	36.235~36.375km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-경사방향	096 - 290 = -104°	0		
1-6		절리경사-사면경사	68 - 55 = 13°	0		
1-7		절리상태	유리	2		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	55°	2		
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	좋음	1		
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 0.17로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

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

【표 27.4.5】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			상주절토27				표번호
근거표번호			[표 27.4.3], [표 27.4.4]				[표 27.4.5]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-경사방향	0	a	13	f2=0.25	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	7	e			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					13	F=0.17	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 13 / 52 = 0.25 ○ 상태평가등급(F) : 13 / 76 = 0.17					

【표 27.4.6】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급
상주절토27	0.17	B	0.17	B

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 강우량에 대해 상태점수가 추가되어 지수상향으로 등급이 B로 하락하였다.

【표 27.4.7】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
초기점검	0.13	A	
금회	0.17	B	

27.5 종합평가 및 안전등급 지정

27.5.1 종합평가 결과

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

【표 27.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토27		표 번 호	【표 27.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.17	B	근거표번호	【표 27.4.5】
	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.17	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

27.5.2 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 27.5.2】 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

27.6 보수·보강 및 유지관리방안

27.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 27.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
보강시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		0		0		
	합계	0		0		0		
개략공사비 총계(천원)		0						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

27.6.2 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 27.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사면부	• 풍화구간 → 현재 낙석방지울타리 및 낙석방지망 설치로 안전성에 는 문제가 없는 상태이나, 장기공용시 우수 및 동결융해로 인한 유실이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검으로 통해 손상의 발생유무에 대한 확인, 유지관리를 실시	
보호 시설	• 점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

27.7 종합결론

27.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 식생공, 낙석방지망이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 일부 노출암 구간은 낙석방지망 및 낙석방지울타리가 설치되어 안전성에는 문제가 없으나, 공용기간이 증가할수록 우수 및 동결융해작용으로 풍화가 진행될 수 있으므로, 주기적인 주의관찰이 요망된다. 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 53.7~54.6으로서 추정강도 110.1~114.4MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.17로서 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 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태”으로 지정하였다.

27.7.2 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.

27.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

27.7.4 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.