

60. 영천절토60

60.1 시설물 개요

60.2 자료수집 및 분석

60.3 현장조사 및 시험

60.4 상태평가

60.5 종합평가 및 안전등급 지정

60.6 보수·보강 및 유지관리 방안

60.7 종합결론

60. 영천절토60

60.1 시설물의 개요

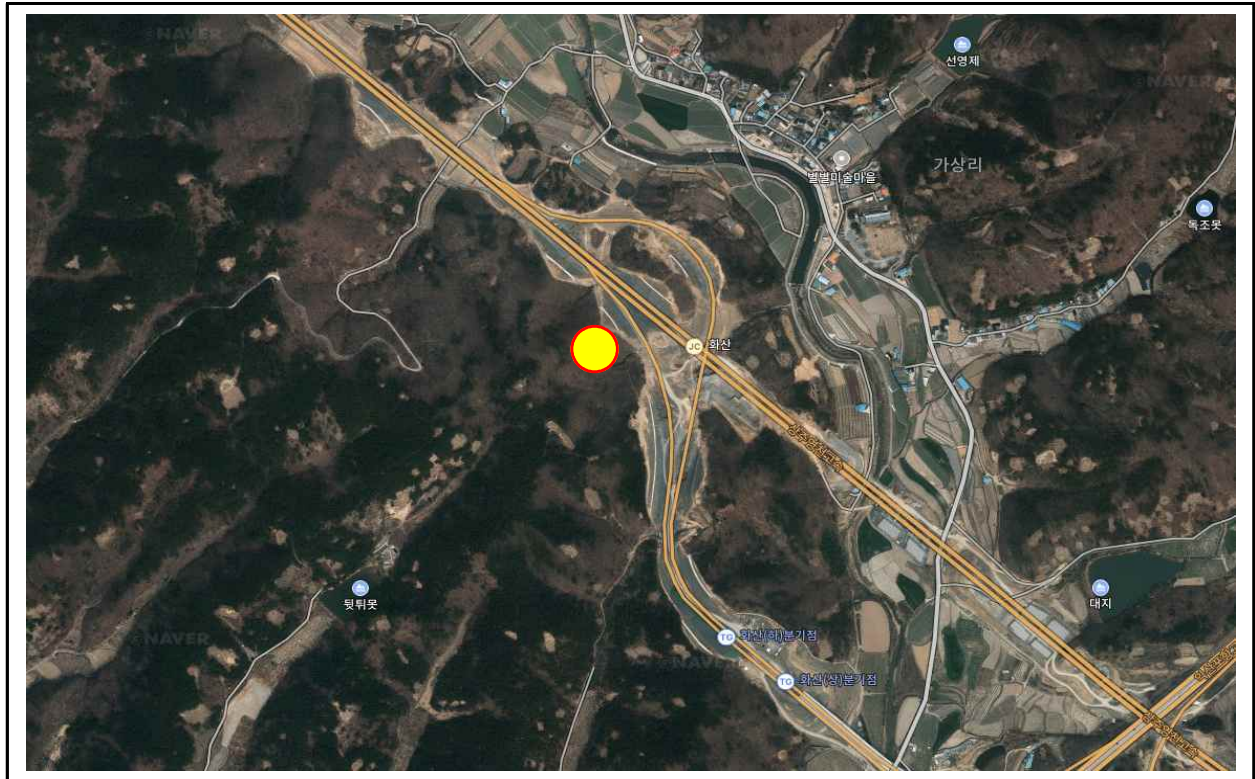
본 시설물은 경상북도 영천시 화산면 가상리(상주영천고속도로 화산 JCT R-D 우측 STA.0+140~0+260)에 위치한 사면으로서 총 연장 120m, 높이 38.0m의 절토사면으로 시공되어 있다.

60.1.1 일반사항

【표 60.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000069		관리번호	SY SL60	
시설물명	영천절토60		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역	경상북도 영천시 화산면 가상리			
	위치좌표	시점 : 36° 01' 54.0" 128° 53' 01.0"			
		종점 : 36° 01' 50.0" 128° 53' 04.0"			
	관리이정	화산JCT R-D 우측 0.140~0.260km			
	공구이정	화산JCT R-D 우측 STA.0+140~0+260			
제 원	연 장	120m	높 이	38.0m	
	경사/방향	45/055	노 선	고속국도 301호선	
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간	
주변환경	인공구조물	-			
	주변지형	산악지형	상부사면경사	0~10°	
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	(주)대우건설	
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리			
비 고					

60.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 60.1.1】 위치도

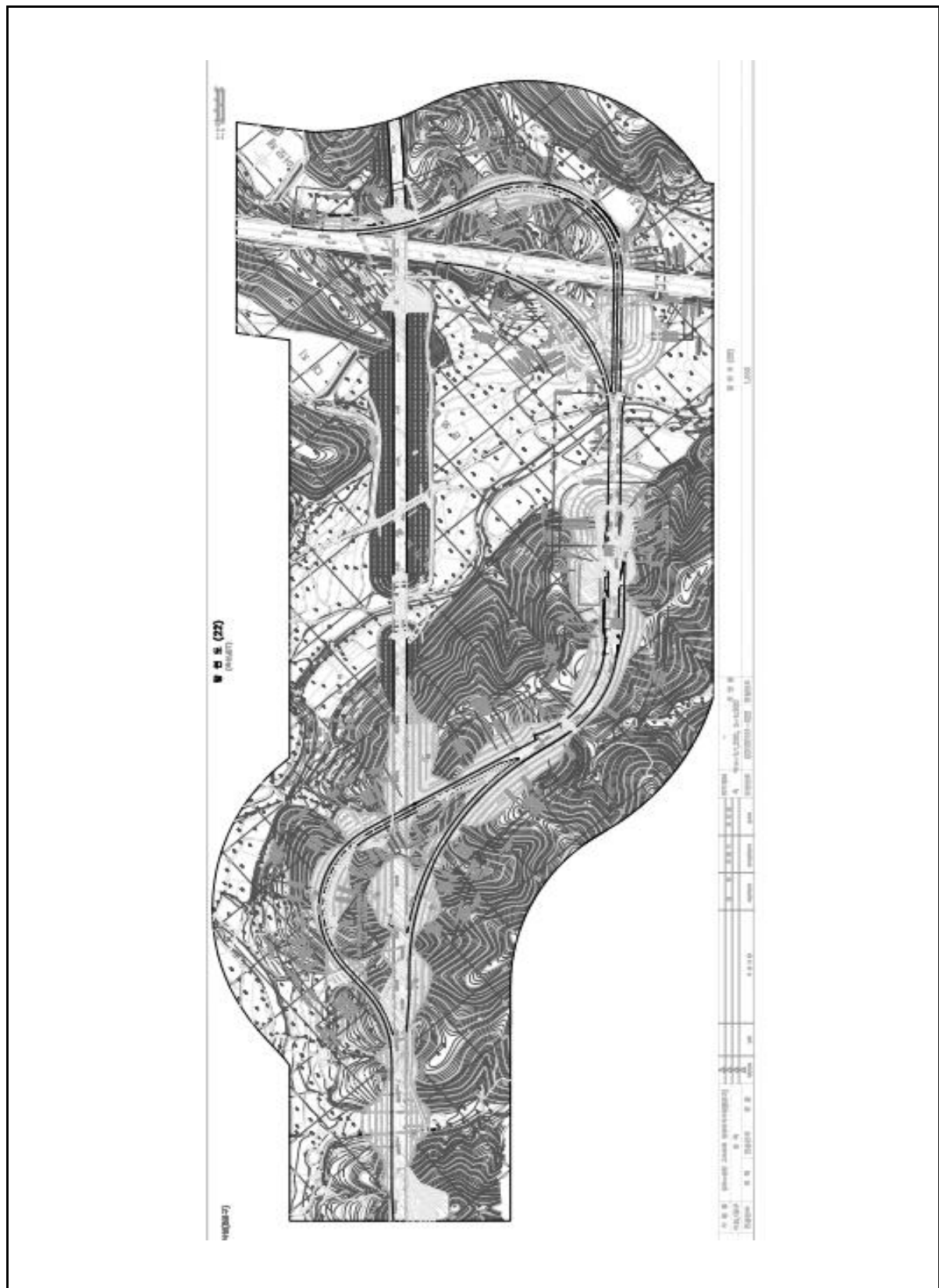


【그림 60.1.2】 전경사진

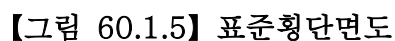
	
산마루측구, 점검계단 전경	1소단 배수로 전경
	
하부 전경	야생동물유도울타리 전경

【그림 60.1.3】 부재별 현황

60.1.3 시설물 일반도



【그림 60.1.4】 평면도



60.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 8공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

60.2.1 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

7.4 비탈면 설계기준

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

7.4.1 비탈면 기울기기준

가. 비탈면 기울기 결정

(1) 쌓기 비탈면 기울기 결정에 따른 흐름도

(2) 쌓기 비탈면 기울기결정에 따른 흐름도

다. 쌓기 비탈면

자연지반의 토질은 매우 불균질하고, 풍화도, 상층상태 및 균열 등에 의해 지반의 강도는 현저하게 다르며, 시공 후 시간의 경과에 따라 응력변화, 대기노출로 인한 풍화변화 등으로 원지반의 전단강도가 약해지므로 비탈면이 차차 불안정하게 된다.

따라서 쌓기비탈면 안정을 위한 기울기기준 결정은 토질구성, 상태, 특성, 지질조건, 지하수위 상태 및 시공조건과 비탈면의 용도등을 종합적으로 분석 고려되어야 한다.

국내 쌓기비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준기울기를 적용하고 있으며, 일반적으로 층리나 절리 등이 규칙있게 발달할 경우 기울기 비탈면에 따라 큰 분리가 예상되므로 지반조사 결과를 토대로 파괴할 것을 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면 기울기설정 및 부가적인 안정대책을 수립하도록 계획하였다.

[원지반 토질에 대한 비탈면 기울기범위]

토 질 조 건	비탈면높이(m)	기울기	비 고
모 래	-	1:1.5 이상	SW, SP
사 질 토	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
	5 ~ 10	1:1.0 ~ 1:1.2	
	10 이하	1:1.2 ~ 1:1.5	
	10 ~ 15	1:1.0 ~ 1:1.2	
자갈 또는 암재 섞인 사 질 토	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	SM, SC
	5 ~ 10	1:1.2 ~ 1:1.5	
	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	10 ~ 15	1:1.2 ~ 1:1.5	
점 성 토	0 ~ 10	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH
알과 또는 호박돌 섞인 점성토	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	GM, GC
	5 ~ 10	1:1.2 ~ 1:1.5	
풍 화 암	-	1:1.0 ~ 1:1.2	시험이 행성되지 않는 암

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

(건설교통부, 건설공사비탈면설계기준, 2006년)

7.4.2 소단 설치기준

가. 국내의 기준별 소단 적용기준

소단 설치빈도 및 폭에 대하여 국내의 기준별, 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 5~10m이다 0.5~3.0m이다.

소단의 설치목적은 비탈면침식방지를 위한 배수시설 설치, 침강보수를 통한 토의 유지관리에 있으므로 발파암층에서는 H=10.0m 미만 1.0m소단과 리필암 및 토사층에서는 H=5.0m미만 1.0m소단을 설치하여 H=20.0m미만 3.0m소단을 설치하는 것이 대체적으로 타당한 것으로 사료된다.

[국내의 기준별 소단적용 기준]

구 분	기준 및 규정명	소단적용 기준
국 내	건설공사 비탈면 설계기준 (2006)	· 비탈면 높이 10m 이상 : 원칙적으로 소단설치 · 비탈면 층간에 5~20m 높이 마다 폭 1~3m 소단설치
	한국도로공사 도로설계요령 (2002)	· 리필암 : R.Q.D = 0~10%, H=5m 미만 소단 1m · 발파암 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 도로설계기준	· H = 5 ~ 10m 미만 소단 1 ~ 1.5m
	한국토지공사	· H = 7m 미만 소단 0.5 ~ 1.5m
	도로공단 설계요령	· H = 7m 미만 소단설치
일 본	국유림토목구조물표준시방서	· 암석과 접하는 토사 경계부와 7m 미만 소단 설치
	절도설계요령	· H > 10m의 경우 7m미만 소단 1.5m, 기울기3%

7.4.5 설계기준 선정

가. 비탈면 기울기 및 소단설치 기준

비탈면안정 해석을 위한 비탈면의 설계기준은 7.4.1 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 구 배	소 단 설 치
쌓기 비탈면	토 사 층	1 : 1.2 ~ 1.5	· 토사 및 리필암 · 쌓기 높이 5m 미만 소단 1m 설치 · 발파암 : · 수직높이 10m 미만 소단 1m 설치 · 쌓기 높이 20m 미만 3m 소단설치 · 리필암과 발파암 사이에는 소단설치하지 않음
	리 필 암	1 : 1.0	
	발 파 암	1 : 1.0	
쌓기 비탈면	쌓 기 재	1 : 1.5 ~ 3.2	· 쌓기 높이 5m 미만 1m 소단설치

나. 지형 및 지질

제 4 장 조 사 결 과

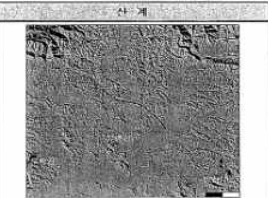
4.1 지표 지질 조사

4.1.1 지형 및 지질특성

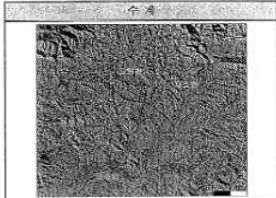
- 지질개요
- 조사지역의 지질은 범성암 상위를 부정합으로 놓인 사암, 역질사암, 역암, 니질암(세일 및 이암)등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 퇴적암류들이 넓게 분포
 - 조사지역의 구성암석은 충적퇴적과 호성환경에서 변형되는 양상으로 해당지역에 분포하는 춘산층(반마질층)의 경우에는 니질층이 매우 두세한 호성 퇴적암일



가. 지형특성



- 과압노선은 높이가 약 50m 내외인 낮은 산과 충적층을 따라 위치함
- 과압노선의 북쪽으로는 주변지역에 비해 높은 고도를 보이는 월암산이 위치하여 서쪽으로는 낮은 면적으로 분포하는 팔공산이 자리 잡고 있음



- 과압노선의 북쪽쪽과 북서쪽에는 각각 고원천과 신남천이 위치하고 있으며 남쪽으로는 청동천이 흐르고 있음
- 신남천은 남동 방향으로 흐르면서 과압노선의 중점부와 교차하고 있음
- 이들 하천은 많은 지류를 형성하고 있으며 수 지상의 복잡한 형태를 보임

47

나. 분포암종 특성

구분	지질특성
춘산층	• 층의 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 세일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2~3m 두께의 구상동층 회암층으로, 중부는 기사들 역암으로 특징 지워진다. 구상동층회암은 주로 화산기암의 잠식 및 석영암자들과 화산회 기질로 구성되었으나, 수류퇴적물 지시하는 층리 및 모암을 갖고며, 석물의 증가와 일 화석들이 산출된다(Tatewa, 1999)
사곡층	• 하단은 점각층의 유회암이 끝나고 자색 이암과 실트암이 합쳐지기 시작하는 층으로, 상단은 춘산층의 최하부인 구상동층회암의 적하위이다. 층의 두께는 구역에서 2,000m이나 남쪽으로 점차 감소되어 월암에서는 250m에 불과하다. 주요 구성암석은 자색 이암과 실트암 및 녹색 실트암 및 녹색 사암이며, 중부에는 용회암 사암도 합쳐진다. 자색 이암은 상부에서 두세하며, 석회질 단리는 거의 발달되지 않으나, 건립, 연촌, 사촌리가 발달되고 생흔화석들이 흔하다. 석물 화석으로 <i>Penelopsis cf. parceramosa</i> Fontaine이 보고되었다(Tatewa, 1999)

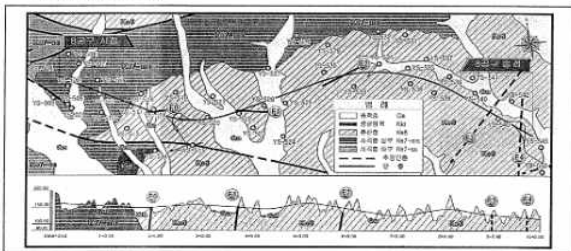
다. 지질 개동도

지질시대	층	특성	비고
제4기	충적층(Qa)	• 하천 퇴적물	
	중생대	• 무성암	
	충적층(Qa)	• 과압의 지질	• 전 구간에서 기반암을 만짐
	충적층(Qa)	• 과압의 지질	• 3분기 중점부
	충적층(Qa)	• 과압의 지질	• 3분기 중점부
	충적층(Qa)	• 과압의 지질	• 3분기 중점부
	충적층(Qa)	• 과압의 지질	• 3분기 중점부
	충적층(Qa)	• 과압의 지질	• 3분기 중점부
	충적층(Qa)	• 과압의 지질	• 3분기 중점부
	충적층(Qa)	• 과압의 지질	• 3분기 중점부

48

4.1.3 과압구간 지질분포 특성

가. 상세 지표지질조사



① 주요 노두 특성분석

노두 사진	특성
	• 사곡층 상부(노두No.YS-202) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/162 • JH=84/208, J2=64/098
	• 사곡층 하부(노두No.YS-504) • 녹색 및 적색 니질암 • 층리방향 : 32/148, 단층단향 : 66/356 • 단층 비치 5mm, 단층 폭 0.5m • JH=88/264, J2=82/042, J3=67/318
	• 사곡층 상부(노두No.YS-505) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/169 • JH=82/271, J2=78/340
	• 사곡층 상부(노두No.YS-506) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/166, 단층단향 : 87/048 • JH=63/348, J2=89/240, J3=72/116 • 폭 0.5m, 파쇄대 1m정도, 단층 각력할 존재

53

나. 지질 각본

- 이하는 1:5만 산형도(원종권 외, 1980)의 내용이다.
- 이 지역의 지질은 백악기 퇴적암과 화강암으로 구성되어있다. 백악기 퇴적암은 경상누층군 하양층군에 속하는 함안층(사곡층), 반야월층(춘산층)과 자갈층이고 화강암류는 이들을 관입한 아화산암류, 삼상암류, 반상암류로 구분된다. 화강암은 삼상암류의 철화대에서 호른페르스 변성되었다(그림 3). 사갈구간은 화강 소분지의 남단에 자리잡고 있어 이들 소분지와의 관계를 해석하는데 매우 중요한 지역이다.

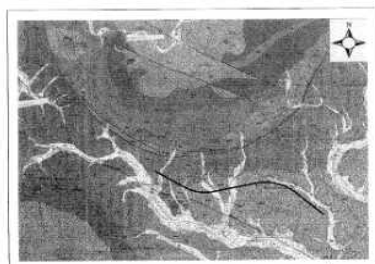


그림 3. 1:5만 과압구간 지질도 (원종권 외, 1980)

- 나동굴을 퇴적기에서 산리역암 퇴적기에 이르기 까지 광공산하를 경계로 하여 퇴적 환경에 차이를 보여 주었으나 본이에 분포하는 함안층 및 반야월층은 사갈구간의 해석으로서 유원 소분지의 것과 연결이 가능한 것으로 보아 퇴적암류의 층이 관계는 매우-대구-형질의 단면에서 구분된 것을 그대로 사용하였다. 그러나 노고산 환상암류내에 분포하는 호른페르스산 퇴적암류는 반야월층 상부 또는 자갈층(전원암)하부에 대비되는가에 대해서는 결정적 근거가 없다. 따라서 그들은 화산층이라 명명하였다.
- 백악기 퇴적암은 주로 본이의 남부에 넓게 분포하여 북부에서는 화산암체의 관입에 의하여 분구지인 본부에 분포한다. 화강암류는 본역의 사북부에 분포하는 아화산암체(Sub-volcanics)와 수기단층암의 하부에 따라 관입한 화강암체로 크게 구분된다.
- 아화산암체는 백악기에 발달했던 화산체의 뿌리 부분이 장승운동과 침식에 의하여 노출된 것이다. 아화산암체의 주변에 발달한 노고산 환상암류는 이러한 현상의 일면이 된다고(Caudron)와 관계있음을 알게 된다.
- 수기단층을 따라 분포하는 화강암체는 주변암류로서 본에 따라 암종을 달리하기도 하나 암체의 핵으로 갈수록 화강암성암에서는 화강암을 필히하는 것으로 보아 불국사 화강암과 동일한 것이다.
- 퇴적암류: 이 지역에 분포하는 퇴적암류는 산리암류의 함안층, 반야월층과 화산암류이다. 사갈구간은 화강 소분지의 남단에 위치하나 영천-화강의 일대에 분포하는 반야월층이 계속 발달하여 사갈구간으로 오고, 그의 하위에 적색층의 함안층이 유원 소분지에서부터 동일한 층이 관계를 갖고 분포한다. 따라서 이 지역에 분포하는 퇴적암류는 유원 소분지에서의 층을 그대로 적용시켜도 옳으리라 믿어진다. 함안층과 반야월층의 경계는 양자가 접이적인 관계를 이루므로 적색층과 적색층의 호른페르스 변성대에서 양측 우세를 보여주는 층에 설정하였다. 즉 지층 구간의 Key bed가 없으므로 경계의 설정은 지층의 두께 50m 범위내에서 유동성이 있는 것으로 판단된다.

다. 지반조사보고서

제 1 장 조 사 개 요

1.1 조 사 명

· 상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시계획(8공구)

1.2 조 사 목 적

- 상주~영천 고속도로 민간투자사업을 위한 지반조사
- 계획노선의 지반공학특성 특성을 고려한 조사계획 수립
- 선진된 최적노선을 대상으로 구조물별 특성을 고려한 현장조사, 현장시험 및 실내시험 실시
- 지층의 구성상태, 지반공학특성 특성 및 지반조건 파악
- 조사된 자료를 종합·분석하여 합리적이고 경제적인 설계 및 시공에 필요한 공학적 자료 제공

1.3 조 사 범 위

위 치	• 시점 : 경상북도 영천시 신녕면 화성리(STA. 0+000) (X=283,752.107, Y=180,809.115) • 종점 : 경상북도 영천시 화산면 가성리(STA. 10+000) (X=290,996.070, Y=189,777.475) • 연장 : 10.0km	
특 성	• 상주~영천간 고속도로 건설을 통한 기존 고속도로(영천, 중부내륙)의 기능 회복 및 방제를 통한 효율성 증대 • 고속도로 건설을 통해 통과 지역의 권역별 상호 균형 발전을 통한 균형성 증대	

1.4 위 치 도



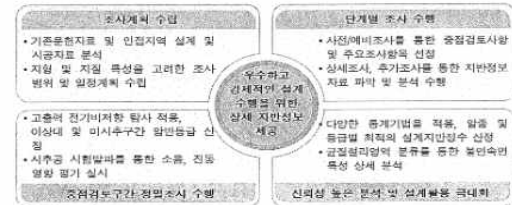
1.4.1 구조물 현황

교량 구간				토공구간	
· 가천교 (315m)	· 갈매교 (13.0m)	· 신녕IC로 Ramp교 (30.0m)		· 약기구간 : 24 구간	
· 호천교 (17.4m)	· 향정교 (175.0m)	· 화산JCT Ramp-A교 (490.0m)			
· 위지교 (10.4m)	· 화산JCT Ramp-A1교 (340.0m)				
· 신녕교 (120.0m)	· 동흥교 (105.0m)	· 화산JCT Ramp-A2교 (45.786m)			
· 신녕IC로 (30.0m)	· 호지교 (12.0m)	· 화산JCT Ramp-H교 (100.0m)		· 약기구간 : 12 구간	

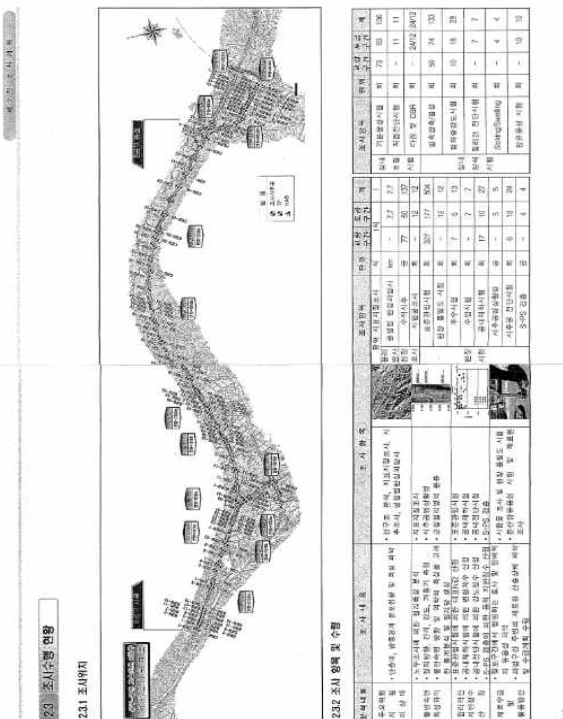
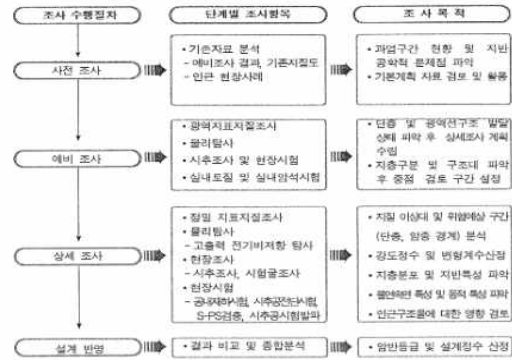
제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행흐름

(1) 조사 기본방향



(2) 조사 수행 흐름도



구 분	구 간	STA.	X	Y	선정 이유
화 산 JCT-H교	RBBB-19	0+397.93(우2.34m)	280,277.353	190,048.542	· 교대 및 교각 다 다 1개소 · 삼, 하행선 분리 시 모두 수행
	RBBB-20		시추불가		
	RBBB-21		시추불가		
	RBBB-22		시추불가		
화 산 JCT-A교	RBBB-23	0+375.00(우3.25m)	280,223.009	190,077.342	· 교대 및 교각 다 다 1개소 · 삼, 하행선 분리 시 모두 수행
	RBBB-24	0+372.76(좌2.98m)	280,216.868	190,074.868	
	RBBB-25	0+321.49(우6.57m)	280,189.854	190,119.476	
	RBBB-26	0+329.88(우4.43m)	280,193.843	190,111.790	
화 산 JCT-A교	RBBB-27	0+289.87(우3.78m)	280,166.900	190,140.980	· 교대 및 교각 다 다 1개소 · 삼, 하행선 분리 시 모두 수행
	RBBB-28	0+289.84(좌4.33m)	280,160.658	190,135.811	
	RBBB-29	0+222.43(우2.66m)	280,123.196	190,192.105	
	RBBB-30	0+221.89(좌3.80m)	280,117.509	190,188.996	

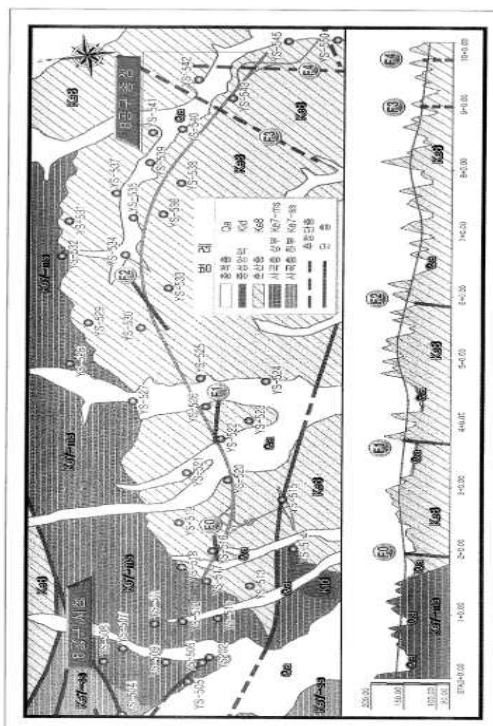
나. 약기구간

구 분	구 간	STA.	X	Y	선정 이유
화 산 JCT-A교	CBB-1	시추불가	283,781.198	180,819.827	· 약기부 개소당 2 개소 이상 수행 · 약기구간 최대 절토고 선정
	CBB-2	시추불가	283,737.634	180,798.005	
	CBB-3	0+784.62(좌50.40m)	283,362.819	181,490.200	
	CBB-4	0+807.08(우13.04m)	283,302.251	181,479.016	
	CBB-5	1+115.83(좌23.44m)	283,170.360	181,760.562	
	CBB-6	1+199.13(좌37.56m)	283,138.413	181,838.769	
	CBB-7	1+204.72(우24.16m)	283,083.027	181,810.954	
	CBB-8	1+384.16(좌16.78m)	283,023.140	181,984.995	
	CBB-9	1+500.89(좌26.84m)	282,970.104	182,089.468	
	CBB-10	1+483.82(우16.85m)	282,941.993	182,051.918	
	CBB-11	2+733.48(좌16.34m)	282,425.162	183,178.262	
	CBB-12	2+968.92(좌34.19m)	282,409.331	183,410.737	
	CBB-13	2+946.00(우24.28m)	282,353.235	183,382.640	
	CBB-14	3+804.15(좌34.65m)	282,498.749	184,226.418	
	CBB-15	3+810.88(우38.80m)	282,428.487	184,248.950	
	CBB-16	4+118.75(좌43.63m)	282,576.021	184,531.511	
	CBB-17	4+163.93(우23.70m)	282,519.983	184,500.277	
	CBB-18	4+800.00(좌24.65m)	282,705.398	185,200.638	

- 짝기루 개소당 개소 이상 수백
- 짝기구간 최대 절토고 선정

일반 분류	한국고지서, 불도청, 한국지질교육협회지, 서술지형학 분류기에는 표지, 종회화, 종회화, 연암, 불도청 및 경암같은 분류기에는 Rock Type으로 표시하고 RMI 및 RMI 표지에 의해 일반을 분류하고 분석을 수행함
기재 방법	암석의 종화상, 불연속면의 간격 : 강도 및 암질표시는 ISRM(국제암반학회의) 분류 방법에서 따온 분류 조사지역에서 취득한 시추공을 암석시료 및 육안지형학에 American Institute of Professional Geologist에서 제시한 "공학적 목적을 위한 암석시료의 채취방법 및 시추수상도 작성방법"에 의거하여 시추수상도를 작성
기술 내용	· 색, 불연속면의 간격과 상태, 종회화상, 강도, 암석면 종류 기술함 · 색 : 암석의 기저색(화색, 갈색, 회색, 흰색 및 녹색)에 달한(단), 달(단면)의 원형 및 종 색의 서술용으로 사용함 · 강도, 종회화상, 불연속면은 암석면류 기호에 의거하여 분류 · 시추수상도에는 암석면, N지, RQD, 시추수상도, 수상도 작성지, 수상도 결과지, 종회화상 및 불연속면 특성에 관한 중요지표(질리언의 종회화상, 강도, 간격, 결사, 거칠기) 등을 자세하게 기재함

표준 단위	항목	특 징	RMR	Q값	탄성계 수 G (kg/s)	압축강 도 (MPa)	크리프 수준 (%)
I	전 암	인장력이 있고 풍화, 변질 및 물리적, 화학적 영향을 거의 받지 않은 신선한 대파상의 암질	100~81	60이상	3.40이상	100 미상	90이상
II	보 통 암	균열 및 절리가 다소 발달되어 있으며 일부분도 절리가 존재하는 층상의 암질	80~61	5.8~60	2.6~3.4	80~100	70~90
III	연 암	층리, 절리 및 절리층 등이 매우 발달된 상태이며, 파쇄대가 존재하는 소파상의 암질	60~41	0.6~5.8	1.8~2.6	60~80	40~70
IV	용 화 암	물리적, 화학적 영향으로 파쇄대가 매우 발달되어 절리가 풍구적으로 발달된 파쇄상의 풍화면 암질	40~21	0.1~0.6	0.99~1.8	25~60	40이하
V	충 파 로 부 수 지	충파작용이 심하고 일부가 토괴화된 상태이며, 매우 쉽게 부서지고 쉽게 몰아낼 수 있는 암질	20이하	0.1이하	0.99이하	25 이하	-



8.1.1. 지질개요

· 파업구간은 백악기 경상분지의 주로 산동층과 하양층군이 분포하는 의성소분지의 동남부에 위치한다. 경상분지는 처음에는 일종의 바구무지형과 조곡, 대도곡에 분포하는 퇴적층을 총괄하여 대마도지형으로 불려졌다. 그 후 1961년 임원환은 수내곡과 수곡지형의 경상층을 구로 조상조로 분할함을 이루고 이후로 경상분지라고 명명하였다. 경상분지의 분포는 남북방향인 장곡이 200km, 동서방향인 120km, 동변적이 24,000km에 달한다. 경상분지는 조선반도의 해역 형질권 3개의 소분지로 구성되어 있고, 이들은 다시 여러 개의 단층에 의해 파괴되어 있다(그림 1).



그림 1. 경상분지와 소분지 분포

*경상분지는 앞산 및 커리조에 의해 몇 개의 소분지로 구분된다. 분지서쪽에 남쪽방향의 대산으로 발달한 나들목산과, 북서 북쪽방향에 위치한 충장산(thrust)과 광장동 사이에 발달한 영랑소산이, 앞동 충장산을 및 영랑동과 충장동 읍지를 사이에 발달하는 의성(도래)소산, 그리고 팔문산 읍지를 이루는 이가 발달하는 우원(원지)소산으로 나누어진다(그림 1).

*경상분지의 서쪽과 북쪽에 있는 경상중부에서 천령산이 솟아 오르며 속록는 변질지대일지와 규각기암의 대표 경암절류 무렵을 이루고 있다. 동부 및 남부는 메마가미와 배삼방의 단층을 중심으로 성화계 대암이었으며, 제3지층에 의해 무렵으로 덮여 있다. 동부에서 동남에 해방의 해저로 계속 발달하고 있다(그림 2).

60.2.2 시설물 점검이력

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

【표 60.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전 점검	영천절토60 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 산마루측구 일부구간에서 균열이 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	영천절토60 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 산마루측구 일부구간에서 균열이 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	영천절토60 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전 점검	영천절토60 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으며, 소단배수로의 경우 일부구간 낙석 및 토사퇴적이 조사되었다. 기 발생한 손상의 경우 사면의 안정성에 영향은 없을 것으로 판단되나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.	양호

60.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 60.2.2】 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
영천절토60	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

60.2.4 기존자료

【표 60.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이 : 38.0m, 연장 : 120.0m, 경사: 45°	
시공관리자료	· 시공사 : (주)대우건설 준공년(2017년 06월 27일) · 설계사 : (주)한국해외기술공사	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

60.2.5 시설물 보수 이력

【표 60.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

60.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 60.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	N		

60.3 현장조사 및 시험

60.3.1 현황 및 특성

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

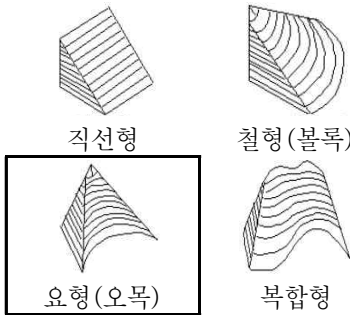
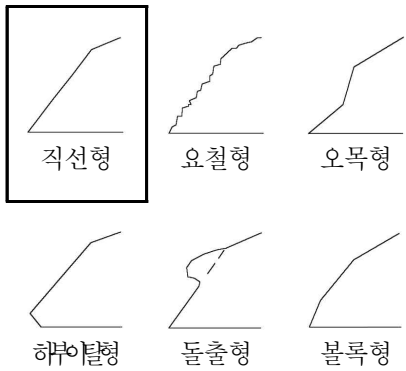
가. 일반현황 조사결과

【표 60.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019. 11. 25.	조 사 자	장 진 원
일 기	맑음	준공년도	2017년 06월 27일
행정구역	경상북도 영천시 화산면 가상리		
위 경 도	시점 : 36° 01′ 54.0″ 128° 53′ 01.0″		
	종점 : 36° 01′ 50.0″ 128° 53′ 04.0″		
절토사면	길 이 : 120m		높 이 : 38.0m
	경 사/경사방향 : 45/055		
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 1.0~6.0m
	소 단 : 4		
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
	산마루 측구	0.140~0.170k	양호
	소단배수로	0.170~0.230k	양호
	낙석방지울타리	0.160~0.250k	양호
	점검계단	0.140~0.170k	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타	.		

나. 사면특성 조사결과

【표 60.3.2】 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		0~10°			
	인장균열		무			
	포행흔적		무			
	수목의 기울어짐		무			
	인공구조물		무			
	산마루측구		유			
	계곡부		무			
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

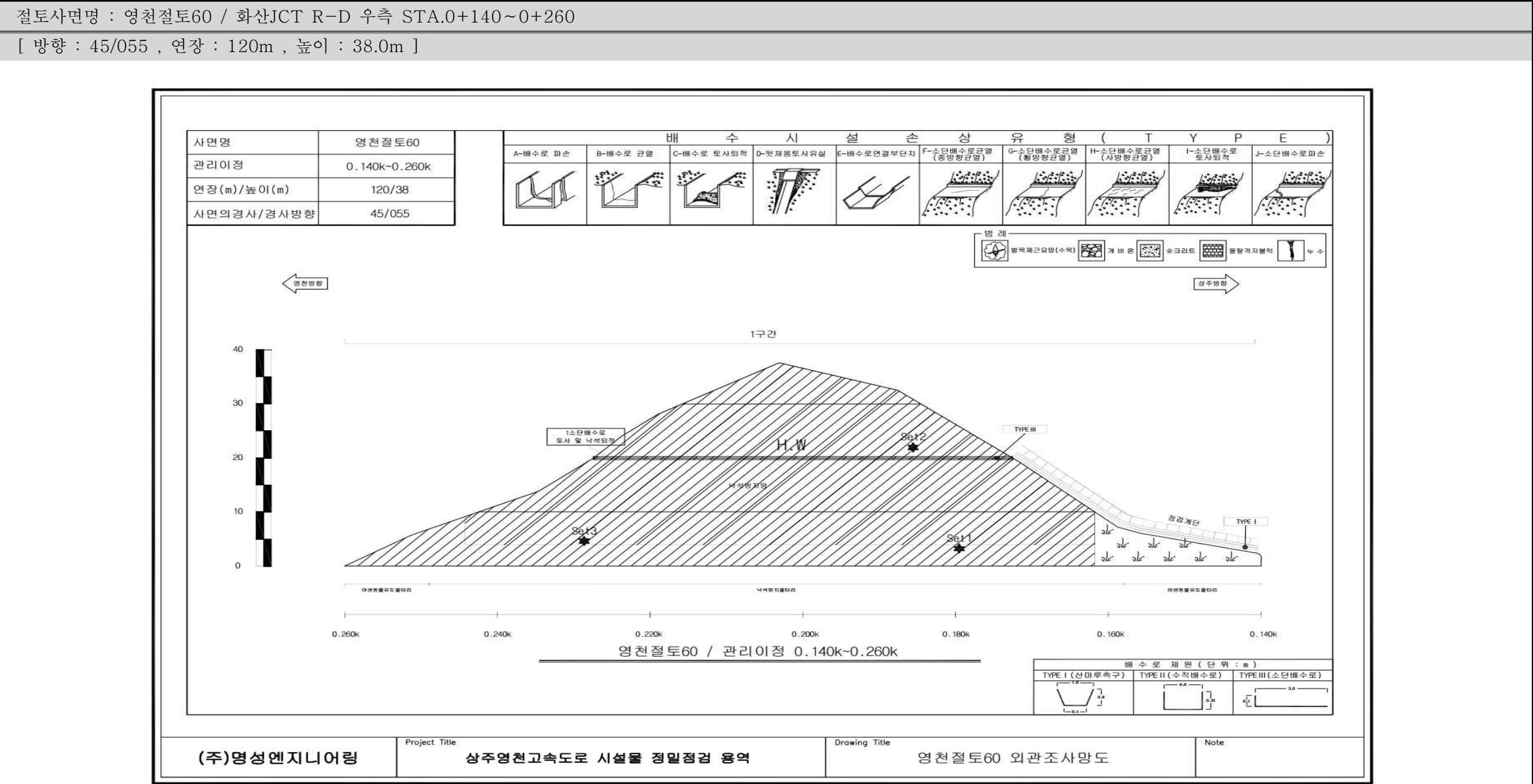
- 1) 사면의 구성재료가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사가 10° 이상으로 변할 경우
- 3) 사면의 구성재료와 표준경사가 맞지 않을 경우
- 4) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 5) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

위 기준에 의해, 1개구간으로 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

【표 60.3.3】 구간분할 결과

구 분	측 점	비 고
1구간	0.140~0.260k	120m

60.3.2 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	10/062	85/354	85/070							
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void	6	Fresh	6	간격	10	10	10							
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	연장	4	4	4						
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.	3	틈새	5	5	5						
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	거칠기	3	3	3						
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	충전물	4	4	4						
												풍화도	1	1	1							

60.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

상부 자연사면은 사면 10~20° 의 경사로 되어 있으며, 풍화토 및 퇴적토가 존재하고, 관목이 서식하고 있다.



【그림 60.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

- 상부자연사면은 전반적으로 양호하다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

사면에 낙석방지망이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다.



【그림 60.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

- 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, 산마루측구가 시공되어 있다.



【그림 60.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- 점검결과, 전반적으로 양호한 상태이다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

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



【그림 60.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태 양호	—	

60.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 60.3.4】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	상태양호	—
배수시설	상태양호	—
상부 자연사면	상태양호	—
보강시설	상태양호	—
결과요약	사면 낙석방지망이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 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 60.3.5】 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 60.3.6】 전차대비 손상수량 증감표

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

60.3.5 재료시험 결과

가. 시험결과

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

【표 60.3.7】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
0.200k	50.9	97.1	보통암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 50.9로 측정되었으며, 추정강도 97.1MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

나. 이전 정밀점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 60.3.8】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
초기점검	—	—	—	—
금회	0.200k	50.9	97.1	보통암

60.3.6 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

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



【그림 60.3.5】 불연속면 측정 현황

나. 측정결과

【표 60.3.9】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	Set 1	Set 2	Set 3
방향성	10/062	85/354	85/070
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	HW	HW	HW

60.4 상태평가

60.4.1 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 Set1~3으로 표기하였다.

【표 60.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	0.140~0.260k	120m	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 60.4.2]에 수록하였다.

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

【표 60.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{6.0}{38.0} = 0.16$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 97.1MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in dex}{Slope\ height} = \frac{0.25}{38.0} = 0.006$ 로 0.01이하	파쇄암반	

60.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 60.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토60		표번호	[표 60.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	0.140~0.260k	
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 60.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토60		표번호	[표 60.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	0.140~0.260k		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	10°	2		
1-7		절리상태	보통	3		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	2		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	121.5mm(영천, 10월 2일)	5	5	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	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 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.22로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

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

【표 60.4.5】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토60				표번호
근거표번호			[표 60.4.3], [표 60.4.4]				[표 60.4.5]
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	17	f2=0.33	c
		⑥ 저면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	5	d			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					17	F=0.22	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 17 / 52 = 0.33 ○ 상태평가등급(F) : 17 / 76 = 0.22					

【표 60.4.6】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토60	0.22	B	0.22	B

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 강우량에 대해 상태점수가 추가되어 지수상향으로 등급이 B로 하락하였다.

【표 60.4.7】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
초기점검	0.145	A	
금회	0.22	B	

60.5 종합평가 및 안전등급 지정

60.5.1 종합평가 결과

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

【표 60.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토60		표 번 호	【표 60.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.22	B	근거표번호	【표 60.4.5】
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.22	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

60.5.2 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 60.5.2】 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

60.6 보수·보강 및 유지관리방안

60.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 60.6.1】 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.

60.6.2 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 60.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	· 풍화구간 → 현재 낙석방지울타리 및 낙석방지망 설치로 안전성에는 문제가 없는 상태이나, 장기공용시 우수 및 동결융해로 인한 유실이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검으로 통해 손상의 발생유무에 대한 확인, 유지관리를 실시	
보 호 시 설	· 점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

60.7 종합결론

60.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 낙석방지망이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 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 50.9으로서 추정강도 97.1MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.22로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 절리상태로 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.

60.7.2 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.

60.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

60.7.4 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.