

45. 영천절토45

45.1 시설물 개요

45.2 자료수집 및 분석

45.3 현장조사 및 시험

45.4 상태평가

45.5 종합평가 및 안전등급 지정

45.6 보수·보강 및 유지관리 방안

45.7 종합결론

45. 영천절토45

45.1 시설물의 개요

영천절토45는 경상북도 영천시 화산면 효정리(상주영천고속도로 69.078~69.258km)에 위치한 사면으로서 총 연장 180.0m, 높이 32.0m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다.

45.1.1 일반사항

【표 45.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000054		관리번호	SY SL45	
시설물명	영천절토45		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역	경상북도 영천시 화산면 효정리			
	위치좌표	시점 : 36° 02' 17.0" 128° 49' 12.0"			
		종점 : 36° 02' 33.0" 128° 49' 36.0"			
	관리이정	69.078~69.258km			
	공구이정	8공구 STA.3+720~3+900			
제 원	연 장	180.0m	높 이	32.0m	
	경사/방향	45/356	노 선	고속국도 301호선	
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간	
주변환경	인공구조물	-			
	주변지형	산악지형	상부사면경사	45°	
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	(주)대우건설	
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리, 록볼트			
비 고					

45.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 45.1.1】 위치도

2023년 정밀안전점검(금회)



2021년 정밀안전점검(전회)



【그림 45.1.2】 전경사진

	
상부자연사면 전경	소단배수로 전경
	
상단 사면 전경	산마루측구 전경
	
하단(이격부) 전경	점검계단 전경

【그림 45.1.3】 부재별 현황

[illegible]

II - 45 - 6



45.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요현황을 파악하기 위해 [상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 8공구]의 설계 및 준공도서, 기존점검자료 등을 검토하여 주요현황을 요약하여 수록하였다.

45.2.1 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

7.4 비탈면 설계기준

비탈면 안정해석을 위한 설계기준은 대체적으로 소단, 비탈면기울기 및 최소안전율 등으로 구분할 수 있으며 이에 대하여 검토한 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. 깎기 비탈면

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

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

국내 깎기비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준기울기를 적용하고 있으며 암반층에서 층리나 절리등이 규칙있게 발달할 경우 기울기 비탈면에 따라 큰 붕괴가 예상되므로 지반조사 결과를 토대로 파괴상태를 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면기울기설정 및 부가적인 안정대책을 수립하도록 계획하였다.

[원지반 토질에 대한 비탈면 기울기별류]

토질 조건	비탈면높이(m)	기울기	비고		
모래	-	1:1.5 이상	SW, SP		
사질토	밀실한 것	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP	
	5 ~ 10	1:1.0 ~ 1:1.2			
	밀실하지 않고	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2		
	입도분포가 나쁨	5 ~ 10	1:1.2 ~ 1:1.5		
자갈 또는 암파 섞인 사질토	밀실하고 입도분포가 좋음	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC	
	10 ~ 15	1:1.0 ~ 1:1.2			
	밀실하지 않거나	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2		
	입도분포가 나쁨	10 ~ 15	1:1.2 ~ 1:1.5		
점성토	0 ~ 10	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH		
5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2				
알곡 또는 호박을 섞인 점성토	5 ~ 10	1:1.2 ~ 1:1.5	GM, GC		
점성토	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2			
중화암	-	1:1.0 ~ 1:1.2	시면이 형성되지 않는 암		

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

(건설교통부, 건설공사비탈면설계기준, 2006년)

7.4.2 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 비탈면침식방지를 위한 배수시설 설치, 점검보수용 통로 등의 유지관리에 있으며 발파암층에서는 H=10.0m 미만 1.0m소단과 리핑암 및 토사층에서는 H=5.0m마다 1.0m소단을 설치하지 H=20.0m마다 3.0m소단을 설치하는 것이 대체적으로 타당한 것으로 사료된다.

[국내의 기관별 소단 적용 기준]

구분	기관 및 규정명	소단 적용 기준
국내	건설공사 비탈면 설계기준 (2008)	· 비탈면 높이 10m 이상 : 원칙적으로 소단설치 · 비탈면 중간에 5~20m 높이 마다 폭 1~3m 소단설치
	한국도로공사 도로설계요령 (2002)	· 리핑암 : 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
일본	국립철도토목구조물 표준시방서	· 암석과 절하는 토사 경계부와 7m 미만 소단 설치
	철도설계요령	· H > 10m의 경우 7m마다 소단 1.5m. 기울기3%

7.4.3 지하수위 적용기준

가. 적용기준

비탈면안정해석시 지하수위는 계절적인 지하수위 변화, 지형 및 시간적 요소를 고려하여 비탈면의 안정조건에 가장 불리한 상태를 해석에 적용하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

발기구간에서는 시공속도에 따른 장단기적인 배수조건과 토층 및 풍화암 지반조건에서는 갈수록 침투해석에 의한 간극수압분포를 설계 안정해석에 이용하여야 하나 본 설계에서는 다음과 같이 적용하였다.

7.4.5 설계기준 선정

가. 비탈면 기울기 및 소단설치 기준

비탈면안정 해석을 위한 비탈면의 설계기준은 7.4.1 비탈면 기울기 기준에서 세운 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	토질	적용경사	소단설치
암파기 비탈면	토사층	1 : 1.2 ~ 1.5	· 토사 및 리핑암 · 암파기 높이 5m 미만 소단 1m 설치 · 발파암 : - 수직높이 10m 미만 소단 1m 설치 · 암파기 높이 20m 미만 3m 소단설치 · 리핑암과 암파기 사이에는 소단설치하지 않음
	리핑암	1 : 1.0	
	암파암	1 : 1.0	
쌓기 비탈면	쌓기재	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

지질 개요

- 조사지역의 지질은 변성암 상부를 부정합으로 놓인 사암, 역질사암, 역암, 니질암(세일 및 이암)등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 퇴적암류들이 넓게 분포
- 조사지역의 구성암석은 충적퇴적과 호성환경에서 변화되는 양상으로 해당지역에 분포하는 충산층(반아질층)의 경우에는 니질층이 매우 두세한 호성 퇴적암



가. 지형특성

산 계

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

수 계

- 과립노선의 북쪽과 북서쪽에는 각각 고현천과 신남천이 위치하고 있으며 남쪽으로는 청동천이 흐르고 있음
- 신남천은 남동 방향으로 흐르면서 과립노선의 중점부와 교차하고 있음
- 이들 하천은 많은 자류를 형성하고 있으며 수 지상의 복잡한 형태를 보임

47

나. 분포암종 특성

구 분	지 질 특 성
충산층	• 총의 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 세일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2~3m 두께의 구산동층 회암층으로, 중부는 기사들 역암으로 특징 지워진다. 구산동층회암은 주로 화산기암의 장석 및 석영입자들과 화산회 기질로 구성되었으나, 수류퇴적물 지시하는 층리 및 모암을 갖고며, 식물의 줄기와 잎 화석들이 산출된다(Tateiwa, 1929)
사각층	• 하판은 점각층의 유입암이 끝나고 자색 이암과 실트암이 합쳐지기 시작하는 층이며, 상판은 충산층의 퇴적암인 구산동층회암의 퇴적암이다. 총의 두께는 군위에서 2,000m이나 남쪽으로 점차 감소되어 김포에서는 250m에 불과하다. 주요 구성암석은 자색 이암과 실트암 및 녹색 실트암 및 녹색 사암이며, 중부에는 황회암 사암도 협재된다. 자색 이암은 상부에서 두세하며, 석회질 단리는 거의 발달되지 않으나, 건립, 연촌, 사송리가 발달되고 생충화석들이 흔하다. 식물 화석으로 <i>Freneopsis cf. parcaerosa Fontainei</i> 이 보고되었다(Tateiwa, 1929).

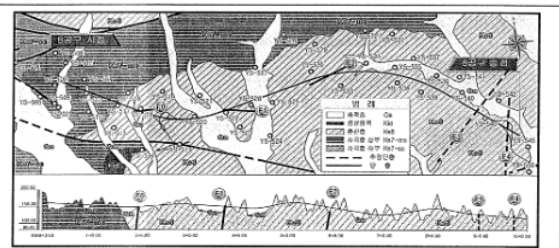
다. 지질 개동도

지질시대	층 역	특 성	비 고
제4기	충적층(Qu)	• 현상 및 산속 퇴적물	
	중생암맥(Kid)	• 괴상의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	화강암(Kgr)	• 괴상의 지질	• 3층구 중앙부
	원생암	• 주로 퇴적암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 퇴적암으로 구성	• 관입 및 분출
	신양동층(Ko9)	• 암회색 이암 및 세일과 사암이 교호대	• 10층구 중앙부
	충산층(Ko8)	• 암회색, 녹색, 적색 이암 및 세일	• 10~8층구에 걸쳐 분포
	사각층(Ko7)	• 암회색, 녹색, 적색 이암 및 세일	• 8층구 서편
	점각층(Ko6)	• 암회색, 녹색, 적색 이암 및 세일과 사암이 교호대	• 8층구 서편과 7층구 중점
	구계동층(Ka5-2)	• 사암, 미사암 및 미사질 세일 및 이암(니질 무세)	• 7층구 중점 및 중앙부
	구비동층(Ka5-1)	• 사암, 적색 미사질 세일, 적색퇴적물 및 역암(니질 무세)	• 7층구 서편부
	말각층(Ko4)	• 사암, 적색 미사질 세일, 역암	• 6층구 중앙 및 중점

48

4.1.3 과립구간 지질분포 특성

가. 상세 지표지질조사



① 주요 노두 특성분석

노두 사진	특 성
	• 사각층 상부(노두No.YS-202) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/162 • JH=84/208, J2=64/098
	• 사각층 하부(노두No.YS-504) • 암회색 및 적색 니질암 • 층리방향 : 32/148, 단층단향 : 66/056 • 단층 비지 5mm, 단층 폭 0.5m • JH=88/264, J2=82/042, J3=67/318
	• 사각층 상부(노두No.YS-505) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/169 • JH=82/271, J2=78/340
	• 사각층 상부(노두No.YS-506) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/166, 소단층방향 : 87/048 • JH=68/348, J2=69/240, J3=72/116 • 폭 0.5m, 파쇄 대 1m정도, 단층 각력암 존재

53

나. 지질 각본

이하는 1:5만 산형도(원종관 외, 1980)의 내용이다.
이 지역의 지질은 백악기 퇴적암과 화강암으로 구성되어 있다. 백악기 퇴적암들은 경상누층군 하양군에 속하는 함안층(사각층), 반아질층(충산층)과 자인층이고 화강암류는 이들을 관입한 아화산암류, 신성암류, 반성암류로 구분된다. 퇴적암은 함안층과 자인층에서 호른콘스로 편성되었다(그림 3). 과립구간은 화성 소분지의 남단에 자리잡고 있어 유전 소분지와 관련해서 매우 중요한 지역이다.

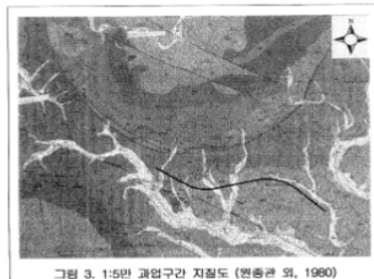


그림 3. 1:5만 과립구간 지질도 (원종관 외, 1980)

•나동군을 퇴적암에서 신석기암 퇴적암이 이르기까지 관공산에서 경계로 하여 퇴적 환경과 차이를 보여 주었으나 본지에 분포하는 함안층 및 반아질층은 지질구조의 해석으로서 유전 소분지의 것과 연결이 가능한 것으로 보여 퇴적암류의 층이 관계는 매우-대규모-단층의 단층면이 부분된 것을 그대로 사용하였다. 그러나 노고산 화강암내에 분포하는 호른콘스로된 퇴적암들은 반아질층 상부 또는 자인층(전원층)하부에 대비되는가에 대해서는 결정짓기 곤란하다. 따라서 그들은 화산층이라 명명하였다.
•백악기 퇴적암들은 주로 본지의 남부에 넓게 분포하며 북부에서는 화강암체의 관입에 의하여 불규칙적인 분포를 보여준다. 화강암류는 본지의 서북부에 분포하는 아화산암체(Sub-volcanics)와 수기단층암의 하대에 따라 관입한 화강암체로 크게 구분된다.
•아화산암체는 백악기에 발달했던 화산체의 뿌리 부분이 상승운동과 침식에 의하여 노출된 것이다. 아화산체의 주변에 발달하는 노고산 화강암들은 이러한 현상이 끝드론(Cauldron)과 관계있음을 알릴 수 있다.
•수기단층을 따라 분포하는 화강암체는 주변상으로서 곳에 따라 암절을 달리하기도 하나 암체의 핵으로 관수동 화강암체에서는 화강암을 절단하는 것으로 보여 불국사 화강암과 동일인 것이다.
•퇴적암류: 이 지역에 분포하는 퇴적암들은 신석기암의 함안층, 반아질층과 화산층이다. 과립구간은 화성 소분지의 남단에 위치하나 영천-하양리 일대에 분포하는 반아질층이 계속 발달하며 지질구조도 보아 그의 하위에 적색층의 함안층이 유전 소분지내에서 동일인 층이 관계를 갖고 분포한다. 따라서 이 지역에 분포하는 퇴적암들은 유전 소분지내에서의 층서상 그대로 적용시켜도 옳으리라 믿어진다. 함안층과 반아질층의 경계는 양자가 점이적인 관계를 이루므로 적색층과 녹색층의 호른콘스로 양쪽 두세로 보여주는 층으로 설정하였다. 즉 지층 구분의 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
- 신장된 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

- 위치 : 시점 : 경상북도 영천시 신녕면 화성리(STA. 0+000)
X=283,752.107, Y=180,809.115
- 종점 : 경상북도 영천시 화산면 가산리(STA. 10+000)
X=280,996.070, Y=189,777.475
- 연장 : 10.0km



1.4 위 치 도



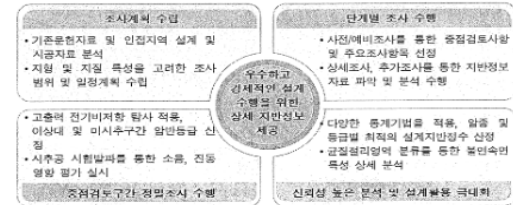
1.4.1 구조물 현황

교량 구간				도로구간	
가천교 (315m)	갈매교 (13.0m)	신녕IC교 Ramp교 (30.0m)		· 확기구간 : 24 구간	
호정교 (17.4m)	항정교 (175.0m)	화산JCT Ramp-A교 (490.0m)		· 활기구간 : 12 구간	
위지교 (10.4m)	중동교 (105.0m)	화산JCT Ramp-A1교 (340.0m)			
신녕교 (120.0m)	호지교 (12.0m)	화산JCT Ramp-A2교 (45.786m)			
신녕IC교 (30.0m)		화산JCT Ramp-H교 (100.0m)			

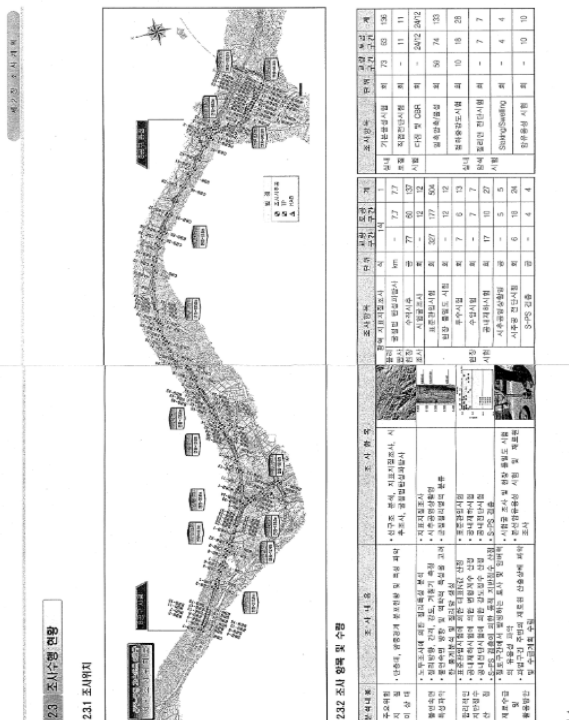
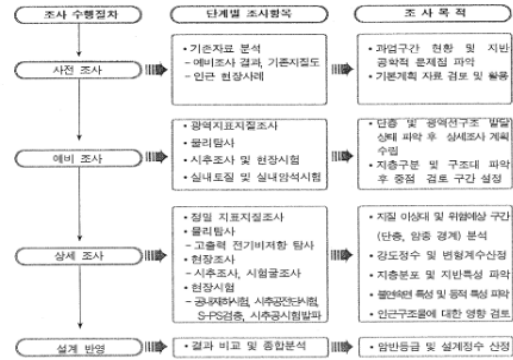
제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행흐름

(1) 조사 기본방향



(2) 조사 수행 흐름도



구분	구번	STA	X	Y	선정 이유
화산 JCT-H교	RB88-19	0+397.93(우2.34m)	280,277.353	190,048.542	· 교대 및 교각 다 다 1개소 · 상·하행선 분리 시 모두 수행
	RB88-20		시추불가		
	RB88-21		시추불가		
	RB88-22		시추불가		
화산 JCT-A1교	RB88-23	0+375.00(우3.25m)	280,223.009	190,077.342	
	RB88-24	0+372.76(좌2.98m)	280,216.868	190,074.858	
	RB88-25	0+321.49(우6.57m)	280,189.854	190,119.476	
	RB88-26	0+329.88(우4.43m)	280,193.843	190,111.790	
화산 JCT-A교	RB88-27	0+289.87(우3.78m)	280,166.980	190,140.980	
	RB88-28	0+289.84(좌4.33m)	280,160.658	190,135.811	
	RB88-29	0+222.43(우2.66m)	280,123.196	190,192.105	
	RB88-30	0+221.89(좌3.80m)	280,117.509	190,188.996	

나. 활기구간

구분	구번	STA	X	Y	선정 이유
화산 구간	CBB-1	시추불가	283,781.198	180,819.827	· 활기부 개소 2 개소 이상 수행 · 활기구간 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	183,178.282	
	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)	282,519.963	184,500.277	
	CBB-18	4+800.00(좌24.65m)	282,705.398	185,200.638	

- 작기부 감소당 2개소 이상 수행
- 작기구간 최대 절토고 선정

• 암색의 기본색(황색, 갈색, 회색, 녹색)에 담(연한)과 암(진한)의 명암 및 혼색에 대한 접두어를 사용

표준 단위	양질	특 징	RMR	Q값	탄성계 수(E) (kg/cm^2)	압축강도 (MPa)	극한 인장 률 (%)
I	경암	인장성이 있고 풍화, 변질 및 물리적, 화학적 영향률 거의 받지 않은 신선한 대저석의 단절	100~81	60이상	3.4이상	100 이상	90이상
II	보통암	균열 및 켈리가 다소 발달되어 있으며 일반적으로 켈리가 존재하는 중상석 암질	80~61	5.8~60	2.6~3.4	80~100	70~90
III	연암	층리, 절리 및 켈리 등이 매우 발달된 상태이며, 파쇄대가 존재하는 소저석의 암질	60~41	0.6~5.8	1.8~2.6	60~80	40~70
IV	중하 암	물리적, 화학적 영향으로 파쇄대가 매우 발달되어 켈리가 불규칙으로 발달된 파쇄상의 풍화한 암질	40~21	0.1~0.6	0.99~1.8	25~60	40이하
V	중하 토	풍화작용이 심하고 일부가 토취화한 상태이며, 매우 쉽게 무너지고 쉽게 붙어날 수 있는 암질	20이하	0.1이하	0.99이하	25 이하	-

21

8.1.1. 지질개요

• 파열구멍은 백악기 경장본지의 주요 신동굴과 화강암군이 분포하는 의성소분지의 동남부에 위치한다. 경장본지에는 처음에는 1961년 복구지형도와 중국, 대만에서 분포하는 의성본지를 총칭하여 대마도본지라고 불렀었다. 그 후 1991년 의성본지는 수차례 조굴과 경장소분지 경장소분지 구조상으로 큰 변형을 이룬 것으로 경장본지라고 명명하였다. 경장본지의 분포는 남북방향인 장성이 200km, 동서방향인 의성(의연)이 24,000km에 달한다. 경장본지의 조산운동은 화강암 3개의 소분지로 구별되어 있고, 이들은 다시 여러 개의 단층계로 나뉘어 파괴되어 있다(그림 1).

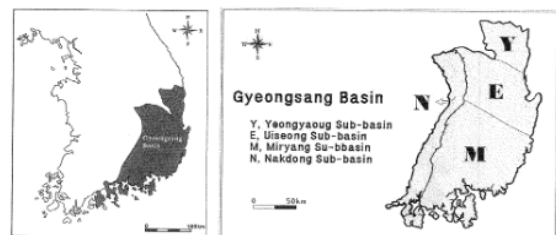


그림 1. 경상분지와 소분지 분포

- **경상분지는 암상 및 지구조에 의해 몇 개의 소분지로 구분된다.** 분지서쪽에 남북방향의 대상으로 발달 하는 나동소산맥, 북쪽 북쪽면의 월남산 중장산맥(thrust)과 정동면 사이에 발달하는 영랑소산맥, 안동 중장산맥 및 정동면과 팔공산맥의 접합부에 발달하는 의성(영주)소산맥, 그리고 팔공산 남기단애에 의해 발달하는 수원(영남)소분지로 나뉘어진다.(그림 1)
- **경상분지의 서쪽과 북쪽면에는 경상중생대에 선캄브리아대에 속하는 변성지층들과 중생대의 대모와 경관암류 복합체로 덮이고, 동부와 남부는 백악기말의 화산활동과 단층작용으로 심하게 파괴되었 으며, 제3기초에 의해 무렵암으로 부분적으로 덮여 있다** 남해로 해로로 발달되어 있다(그림 2)

45.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 2017년 6월 준공이후 기준에 따라 13회(정밀안전점검 2회, 정기안전점검 10회, 2종 성능평가 1회)의 점검을 주기적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 45.2.1】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	영천절토45 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 토사퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 추가 손상 발생여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2017. 11. 13 2017. 12. 28	인승철	양호	정비
2	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	영천절토45 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 토사퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 추가 손상 발생여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 05. 28 2018. 06. 30	인승철	양호	—
3	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	275	영천절토45 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 균열, 토사퇴적이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 추가 손상 발생여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 10. 23 2018. 12. 31	인승철	양호	균열보수, 정비
4	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	영천절토45 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 경미한 표층유실이 조사되었으며, 소단배수로 및 산마루측구 균열, 토사퇴적이 국부적으로 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2019. 03. 18 2019. 05. 28	인승철	양호	균열보수, 정비

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
5	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	252	본 사면에 대한 정밀안전점검 결과, 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태인 "B" 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 사면 식생공, 낙석방지망이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~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. 소단배수로 및 산마루측구 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
	2019. 09. 16 2019. 12. 27	장진원	B	균열보수, 주의관찰
6	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	212	영천절토45 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간 건조수축, 온도변화 등에 의한 균열, 망상균열, 토사퇴적이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 요망된다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수, 정비
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	212	영천절토45 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 사면부 녹생토 유실, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간 균열, 망상균열, 토사퇴적이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 요망된다.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	양호	균열보수, 정비, 주의관찰

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
8	2중 성능평가	(주)명성 엔지니어링	709	안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사 · 평가하였음. 상태안전성능평가 결과, 불연속면의 특성 및 지반 변형상태 등은 양호한 것으로 확인되었고, 상태안전성능평가 결과 A등급으로 평가됨. 일부 구간에서 소단배수로 및 산마루측구 균열이 조사되었으나, 현재 손상 상태는 경미한 결함으로 시설물의 안전성에 미치는 영향은 매우 미소한 상태임. 상기와 같은 사항을 종합적으로 분석한 결과, 외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준인 A등급으로 평가됨. 내구성능평가는 시간에 따라 변화하는 안전성능 저하에 영향을 미치는 요소에 대한 평가로서 본 비탈면의 절리상태 및 표면 보호상태에 대한 평가를 시행하였음. 그 결과 일부 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경 등의 조건을 고려하여 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준인 B등급으로 평가됨. 안전성능평가, 내구성능평가 결과를 종합적으로 분석할 때, 일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 주의관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준인 B(양호)등급으로 평가됨. 본 절토사면의 성능평가 결과, 성능목표인 "B등급" 과 동일한 "B등급" 인 상태로 주기적인 점검 및 관리를 통한 평가저해요소에 대한 관리가 이루어진다면 시설물의 안전 및 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단됨.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	B	균열보수, 주의관찰
9	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	212	영천절토 45 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 사면부 녹생토 유실, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간 균열, 망상균열, 토사퇴적이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 요망된다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	균열보수, 정비, 주의관찰

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	302	뜯돌(망내퇴적) 배수시설 균열
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	균열보수, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	사면부 뜯돌(망내퇴적) 배수시설 균열
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	균열보수, 주의관찰
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	사면부 뜯돌(망내퇴적) 배수시설 균열
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	균열보수, 주의관찰
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	사면부 뜯돌(망내퇴적) 배수시설 균열
	2023. 04. 03 2023. 06. 16	정지운	양호	균열보수, 주의관찰 후 제거

45.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2021년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	뜯돌(망내퇴적)	주의관찰 후 제거
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 산마루측구 균열	주입보수 주입보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 전반적으로 양호한 상태이나, 69.158k 낙석방지망내 뜯돌 퇴적이 조사되었고, 심한풍화 및 지표수에 의한 충전물유실로 발생한 손상으로 주의관찰 후 주변부 손상 추가 발생시 제거가 요망된다. 배수시설에 균열은 전회에 비해 추가 조사되었다. 배수시설의 내구성 및 사용성 확보를 위해 균열보수가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	압 판정 결과	실시 전경
1구간 69.158km	51.1	107.4	경압	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 51.1로 측정되었으며, 추정강도 107.4MPa로 경압으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토45		표 번 호	【표 45.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.29	B	근거표번호	【표 45.4.5】
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.29	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

라. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	튼돌(망내퇴적)	주의관찰 후 제거	0.075	0.11	m³	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	16.0	24.00	m	65	1,560	1
	산마루측구 균열	주입보수	1.5	2.25	m	65	146	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,706		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	853		0		0		
	합계	2,559		0		0		
개략공사비 총계(천원)		2,559						

바. 종합결론

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.

45.2.4 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	영천절토45		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.140	A	인장균열 없음
구조안전성능	0.080	A	특이파괴 유형 없음
안전성능	0.140	A	
안전성능 결과	○ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ○ 안전성능평가 결과 : A등급		

나. 내구성능평가 결과

평가항목	등급	등급 점수 (a)	가중치 (b)	결합지수 (a) × (b)
지반상태(암반)	a	0.08	0.33	0.026
절리상태 및 풍화진행도	c	0.43	0.53	0.228
표면보호공	a	0.08	0.14	0.011
결합도 지수				0.265
등 급				B

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	영천절토45		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.140	A	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.265	B	0.2	
종합평가 결과	○ 사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn))$ $= (0.140 \times 0.8) + (0.265 \times 0.2) = 0.165$ ○ 종합평가 결과 : B등급			

라. 종합결론

본 절토사면의 성능평가 결과, 성능목표인 "B등급" 인 상태로 주기적인 점검 및 관리를 통한 평가저해요소에 대한 관리가 이루어진다면 시설물의 안전 및 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

45.2.5 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 45.2.2】 수집자료 검토결과 및 점검방향

구 분	내 용	비 고
설계도서	○현장조사 시 준공도면과 비교·검토 후 상이할 경우 외관조사망도를 실측치와 동일하게 작성 하고, 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 관리대장에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경 등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전점검자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존점검 결과를 비교·검토하여 손상 확인, 보수여부 확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되었고, 기보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○기존점검 중점유지관리사항을 확인한 결과, 풍화구간, 배수로 균열, 점검계단 식생관리를 확인하였고, 급회 점검시 세심한 점검을 실시함	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 기준 정밀안전점검 총2회, 정기점검 총10회, 2중 성능평가 1회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적절하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

45.2.6 시설물 보수 이력

2017년 06월에 준공되어 현재 FMS(시설물정보종합관리시스템)에 등록된 보수·보강실적은 없으나, 시설물의 하자보수를 실시한 것이 확인되었다.

【표 45.2.3】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	전구간	배수로 균열보수(하자)	-	-	-	

45.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 45.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	-	-

45.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

45.3 현장조사 및 시험

45.3.1 현황 및 특성

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

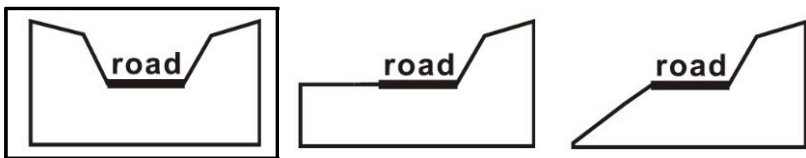
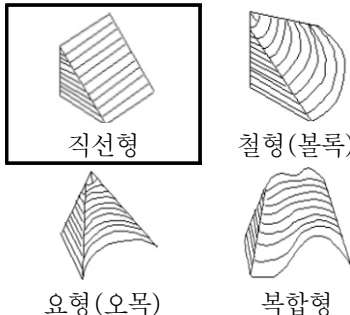
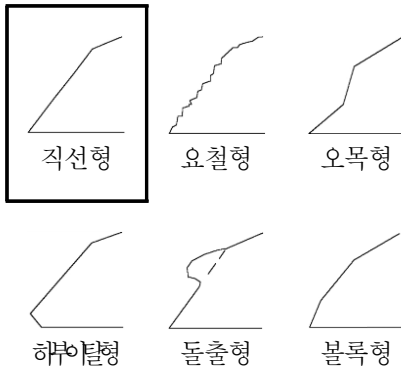
가. 일반현황 조사결과

【표 45.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2023. 08. 08.	조 사 자	이 상 훈
일 기	맑음	준공년도	2017년 06월 27일
행정구역	경상북도 영천시 화산면 효정리		
위 경 도	시점 : 36° 02′ 17.0″ 128° 49′ 12.0″		
	종점 : 36° 02′ 33.0″ 128° 49′ 36.0″		
절토사면	길 이 : 180.0m		높 이 : 32.0m
	경 사/경사방향 : 45/356		
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 1.0~3.0m
	소 단 : 3		
낙석/튼돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -		
	튼돌 존재유무 : 있음		튼돌의 양 : 0.075m³
	튼돌 평균크기 : - 튼돌 최대크기 : 0.075m³		
절토사면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루 측구	69.218~69.258k	양호
	소단배수로	69.128~69.218k	균열
	낙석방지울타리	69.118~69.218k	양호
	야생동물유도울타리	69.078~69.118k, 69.218~69.258k	양호
	록볼트	69118.~69.208k	양호
	점검계단	69.078~69.128k	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타	.		

나. 사면특성 조사결과

【표 45.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토사면의 특성	종 횡 단 면			종 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도		10~20°			
	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

사면의 구간분할 기준

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

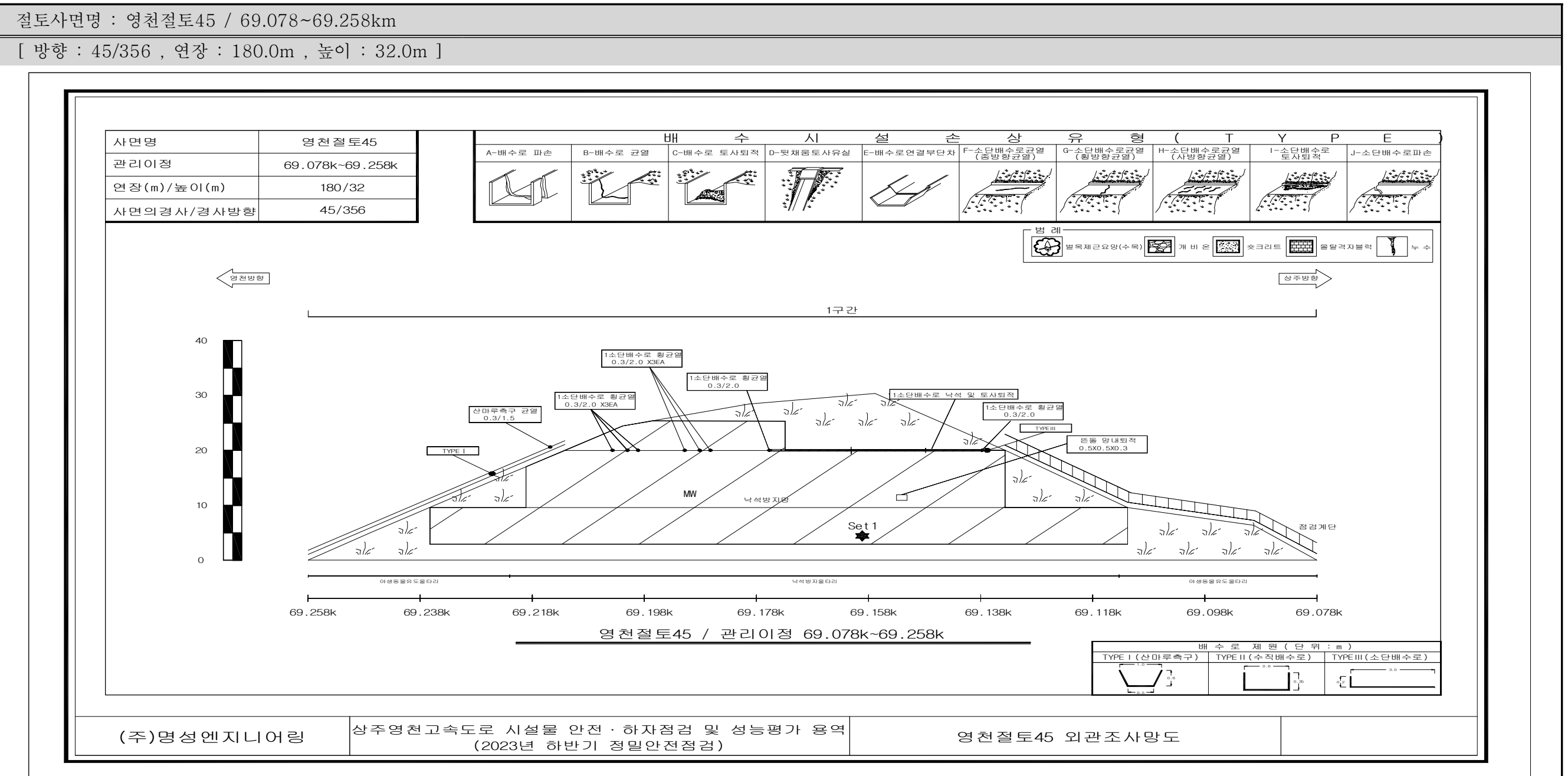
현장조사, 재료시험 및 상태평가는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부, 국토안전관리원), 지형특성, 절토사면 시공현황, 사면의 유지관리 및 점검시 외관조사망도 직관성(상주기점 가까운 쪽을 1구간) 등을 종합적으로 고려하여 다음 표와 같이 1개의 구간으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 45.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	사면분류	비 고
1구간	69.078~69.258	180.0	32.0	파쇄암반	

45.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set1									
													J1	J2	J3							
												간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void		6	Fresh	6	간격	8	8	8						
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	3	3	1							

45.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 영천절토45의 관리이정 69.078~69.258k의 구간으로 연장 180.0m, 높이 32.0m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 보호공, 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 인장균열 및 이완암괴, 지반의 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 보호공, 식생공이 시공되어 있으며, 양호한 상태로 확인되었다.
- 노출암반을 확인한 결과, 풍화등급은 보통풍화(MW)~심한풍화(HW) 정도로 판단된다. 점검결과, 식생공의 식생활착 상태는 양호한 편이고, 69.158k 뜬돌 망내퇴적(0.5*0.5*0.3)이 조사되었다. 뜬돌은 보호공인 낙석방지망 내 퇴적된 것으로 21년 상반기에 발생한 손상이며, 심한풍화 및 지표수에 의해 충전물이 유실되어 탈락된 것으로 낙석방지망, 낙석방지울타리 등에 의해 도로침범의 위험성은 낮으므로 주변부 유실발생에 대해 주기적인 확인을 실시하고, 추가발생시 뜬돌제거 등의 조치를 취하는 유지관리가 요구된다.

3) 사면하부

- 사면하부는 L형측구, 낙석방지울타리 등이 설치되어있으며, 구조물의 변형 및 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 이격거리는 0.5~1.0m정도의 거리를 유지하고 있다.

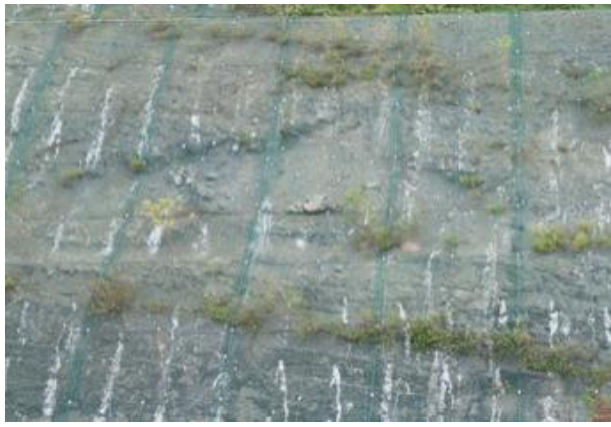
4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지울타리(69.118~69.218k), 록볼트(69.118~69.208k), 야생동물유도울타리(69.078~69.118k, 69.218~69.258k), 점검계단(69.078~69.128k)이 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구가 시공되어 있다.
- 소단배수로 69.138k 균열(0.3/2.0), 69.178k 균열(0.3/2.0), 69.188k 균열(0.3/2.0*3ea), 69.198k 균열(0.3/2.0*3ea), 산마루측구 69.218k 균열(0.3/1.5)이 조사되었다.
- 상기 발생한 손상은 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수가 필요하다.

- 소단배수로 낙석 및 토사퇴적이 일부 발생하였으며, 강우 등에 의한 우수유입시 진전여부에 대한 주의관찰이 요구된다.

			
현 황	록볼트 전경	현 황	산마루측구 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	69.158k 낙석방지망내 뜯돌(0.5*0.5*0.3)	현 황	69.158k 낙석방지망내 뜯돌(0.5*0.5*0.3)
원 인	심한풍화, 지표수, 충전물유실	원 인	심한풍화, 지표수, 충전물유실
대 책	주의관찰 후 제거	대 책	주의관찰 후 제거
			
현 황	69.178k 소단배수로 균열(0.3/2.0)	현 황	69.188k 소단배수로 균열(0.3/2.0)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 45.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	69.198k 소단배수로 균열(0.3/2.0)	현 황	69.218k 산마루측구 균열(0.3/1.5)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 45.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 45.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	뜯돌(땅내퇴적)	m ³	0.075	1	주의관찰 후 제거	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	16.00	8	주입보수	
	산마루측구 균열	m	1.50	1	주입보수	

45.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 45.3.5】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	뜯돌(땅내퇴적)	주의관찰 후 제거
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 산마루측구 균열	주입보수 주입보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 보통풍화(MW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 전반적으로 양호한 상태이나, 69.158k 낙석방지망내 뜯돌 퇴적이 조사되었고, 심한풍화 및 지표수에 의한 충전물유실로 발생한 손상으로 주의관찰 후 추가 손상 발생시 제거가 요망된다. 배수시설에 발생한 균열의 경우 내구성 및 배수기능 확보, 손상의 진전 방지를 위해 균열보수가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

【표 45.3.6】손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	뜯돌(땅내퇴적)	m³	0.075	1	주의관찰 후 제거	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	16.00	8	주입보수	
	산마루측구 균열	m	1.50	1	주입보수	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 전회 점검이후 손상의 추가 및 진전은 없는 것으로 확인되었다.

【표 45.3.7】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2021년)		금회(2023년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면부	뜯돌(망내퇴적)	m ³	0.075	1	0.075	1	—	
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	16.00	8	16.00	8	—	
	산마루측구 균열	m	1.50	1	1.50	1	—	

45.3.5 재료시험 결과

영천절토45는 비탈면 분류결과 암반사면으로 판정되었고, 암반사면 재료시험인 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 및 풍화등급, 불연속면 특성조사를 분할된 구간별로 시험을 실시하였다.

가. 반발경도시험

1) 반발경도시험 위치 및 결과

암반용 슈미트해머를 이용한 반발경도시험은 구간별로 1회씩 강도조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 세부시험값은 부록에 첨부하였다.

【표 45.3.8】 반발경도시험 결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 69.158km	53.3	119.1	경암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 53.3로 측정되었으며, 추정강도 119.1MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

2) 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 반발경도시험 후 값을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 조사위치와 기타 요인으로 인해 다소 차이가 발생하였으나, 대체적으로 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 평가되었다.

【표 45.3.9】 이전 정밀안전점검과의 반발경도 비교

구 분	위 치	전회(2021년)		금회(2023년)		비고
		반발경도	추정강도(MPa)	반발경도	추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	51.1	107.4	53.3	119.1	경암

나. 불연속면 조사

1) 불연속면 조사 위치

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



【사진 45.3.2】 불연속면 측정 현황

2) 불연속면 조사 결과

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

【표 45.3.10】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간(Set1)		
	J1	J2	J3
방향성	88/270	35/355	70/020
간격(m)	0.06~0.2	0.06~0.2	0.06~0.2
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	HW

【표 45.3.11】 이전 점검 불연속면조사 결과표

구 분	2021년 정밀안전점검		
	1구간	—	—
방향성	35/355	—	—
간격(m)	0.06~0.2	—	—
연장성(m)	1.0~3.0	—	—
틈새(mm)	0.1mm 미만	—	—
거칠기	약간 거칠음	—	—
충진물질	딱딱함, 5mm미만	—	—
풍화도	MW	—	—

45.4 상태평가

45.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 180m의 사면으로서, 지반특성에 따른 사면분류를 실시하였고 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 1구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 표기하였다.

【표 45.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	69.078~69.258k	180m	암반사면	Set1

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면 (2022.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 45.4.2]에 수록하였다.

토층심도는 준공도서, 초기점검보고서, 전회 정밀안전점검, 현장조사를 종합적으로 고려하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 불연속면 조사시 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

－ 토층심도율(SR)

$$\cdot SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}}$$

여기서, Soil depth(토사층의 두께), Slope height(사면의 연직 최고높이)

－ 암반의 블록크기 비(BR)

$$\cdot BR = \frac{\text{Block size index (Ib)}}{\text{Slope height (H)}}, \quad Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3}$$

여기서, Si(절리군의 간격) : 현장조사시 측정된 절리군의 간격적용

Ib(블록크기 지수) : Si의 산술평균

Slope height(사면의 연직 최고높이)

【표 45.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{32.0} = 0.09$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 119.1MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.15, \frac{I_b}{H} = \frac{0.15}{32.0} = 0.005$ 로 0.01이하	파쇄암반	

※토층심도율이 0.2~0.4일 경우, 혼합사면으로 규정하여 토사사면과 암반사면의 특성을 모두 고려

다. 강우량

강우에 대한 항목은 해당지역의 최근 30개년의 최대 일강우강도의 누년 평균값을 사용한다.

본 사면은 영천에 위치한 사면으로 기상청자료(최근 30개년)를 획득하여 다음에 정리하였다.

구분	일 최대 강우량(mm)									
일시(year)	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
강우량(mm)	76.5	43.0	122.0	109.0	101.5	111.5	104.0	95.0	118.0	135.5
일시(year)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
강우량(mm)	159.0	79.5	54.5	99.0	90.0	76.5	82.0	102.5	141.0	129.0
일시(year)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
강우량(mm)	156.0	128.0	102.0	125.5	96.5	94.0	121.5	110.6	95.6	71.0
평균(mm)	104.3									

45.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 45.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토45		표번호	[표 45.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	69.078~69.258k	
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	뜯돌	69.158k	0.075 m³ (0.5*0.5*0.3)	1	
조사일시	2023. 08. 08.		조사자	이 상 훈	

【표 45.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토45		표번호	[표 45.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	69.078~69.258k		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	파쇄암반	절리간격	0.06~0.2m	5		
1-6		저면경사	35°	4		
1-7		절리상태	유리(절리상태 점수 2.4점)	2		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	2		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	104.3mm(영천)	3	3	
		지하수위	사면 높이의 1/3	1		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2023. 08. 08.		조사자	이 상 훈		

나. 상태평가결과 산정표

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

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

【표 45.4.5】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토45				표번호
근거표번호			[표 45.4.3], [표 45.4.4]				[표 45.4.5]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	1	f1=0.04	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		1	b			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리간격	5	d	19	f2=0.37	c
		⑥ 저면경사	4	e			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	3	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					20	F=0.26	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 1 / 24 = 0.04 ○파괴요인지수(f2) : 19 / 52 = 0.37 ○상태평가등급(F) : 20 / 76 = 0.26					

【표 45.4.6】상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토45	0.26	B	0.26	B

다. 공중이 이용하는 부위

본 사면에는 공중이 이용하는 부위인 [추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개]가 없는 것으로 확인되었다.

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 상태평가 후 그 값(등급)을 비교하여 수록하였다. 전회점검과 비교시, 세부지침상 강우량에 대해 상태점수(5→3)가 감소되어 결함지수가 감소되었으나 등급은 B로 동일한 상태이다.

【표 45.4.7】이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
전회 정밀안전점검	0.29	B	
금회 정밀안전점검	0.26	B	

45.5 종합평가 및 안전등급 지정

45.5.1 종합평가 결과

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

【표 45.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토45		표 번 호	【표 45.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.26	B	근거표번호	【표 45.4.5】
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.26	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

45.5.2 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 45.5.2】 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 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

45.6 보수·보강 및 유지관리방안

45.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 45.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	튼돌(망내퇴적)	주의관찰 후 제거	0.075	0.11	m³	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	16.00	24.00	m	65	1,560	1
	산마루측구 균열	주입보수	1.50	2.25	m	65	146	1
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,706		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	853		0		0		
	합계	2,559		0		0		
개략공사비 총계(천원)		2,559						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

45.6.2 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 45.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	• 뜬돌(망내퇴적)구간 → 현재 낙석방지울타리 및 낙석방지망 설치로 안전성에 는 문제가 없는 상태이나, 장기공용시 지표수 및 동결융해로 인한 충전물유실이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검으로 통해 손상의 발생유무에 대한 확인 필요	
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	

45.7 종합결론

45.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 보통풍화(MW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 전반적으로 양호한 상태이나, 69.158k 낙석방지망내 뜬돌 퇴적이 조사되었고, 심한풍화 및 지표수에 의한 충전물유실로 발생한 손상으로 주의관찰 후 추가 손상 발생시 제거가 요망된다. 배수시설에 발생한 균열의 경우 내구성 및 배수기능 확보, 손상의 진전 방지를 위해 균열보수가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트헤머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 53.3로 측정되었으며, 추정강도 119.1MPa로 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, 지반상태로 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.

45.7.2 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.

45.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 낙석방지망내 뜬돌 퇴적은 주기적인 관찰로 손상의 추가발생 확인에 대한 유지관리가 필요하다.
- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

45.7.4 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.