54. 영천절토54

54.1 시설물 개요

54.2 자료수집 및 분석

54.3 현장조사 및 시험

54.4 상태평가

54.5 종합평가 및 안전등급 지정

54.6 보수·보강 및 유지관리 방안

54.7 종합결론

54. 영천절토54

54.1 시설물의 개요

영천절토54는 경상북도 영천시 화산면 가상리(상주영천고속도로 74.338~74.518km)에 위치한 사면으로서 총 연장 180.0m, 높이 49.0m로, 2017년 06월 준공된 절토 사면이다. 또한, 준공 이후 별도의 용도변경 없이 공용중이다.

54.1.1 일반사항

【표 54.1.1】 사면 일반사항

<table>
<tr><td>시설물번호</td><td colspan="2">SL2017-0000063</td><td>관리번호</td><td>SY SL54</td></tr>
<tr><td>시설물명</td><td colspan="2">영천절토54</td><td>시설물구분</td><td>절토사면</td></tr>
<tr><td rowspan="5">위 치</td><td>행정구역</td><td colspan="3">경상북도 영천시 화산면 가상리</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위치좌표</td><td colspan="3">시점 : 36° 02′ 03.0″ 128° 52′ 46.0″</td></tr>
<tr><td colspan="3">종점 : 36° 02′ 04.0″ 128° 52′ 46.0″</td></tr>
<tr><td>관리이정</td><td colspan="3">74.338~74.518km</td></tr>
<tr><td>공구이정</td><td colspan="3">8공구 STA.8+980~9+160</td></tr>
<tr><td rowspan="2">제 원</td><td>연 장</td><td>180.0m</td><td>높 이</td><td>49.0m</td></tr>
<tr><td>경사/방향</td><td>45/080</td><td>노 선</td><td>고속국도 301호선</td></tr>
<tr><td>관리주체</td><td colspan="2">상주영천고속도로(주)</td><td>관리주체구분</td><td>민간</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주변환경</td><td>인공구조물</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td>주변지형</td><td>산악지형</td><td>상부사면경사</td><td>10~20°</td></tr>
<tr><td rowspan="2">시공현황</td><td>준공년도</td><td>2017</td><td>시 공 자</td><td>㈜대우건설</td></tr>
<tr><td>부대시설</td><td colspan="3">점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리</td></tr>
<tr><td>비 고</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

54.1.2 위치도 및 전경사진

【그림 54.1.1】 위치도

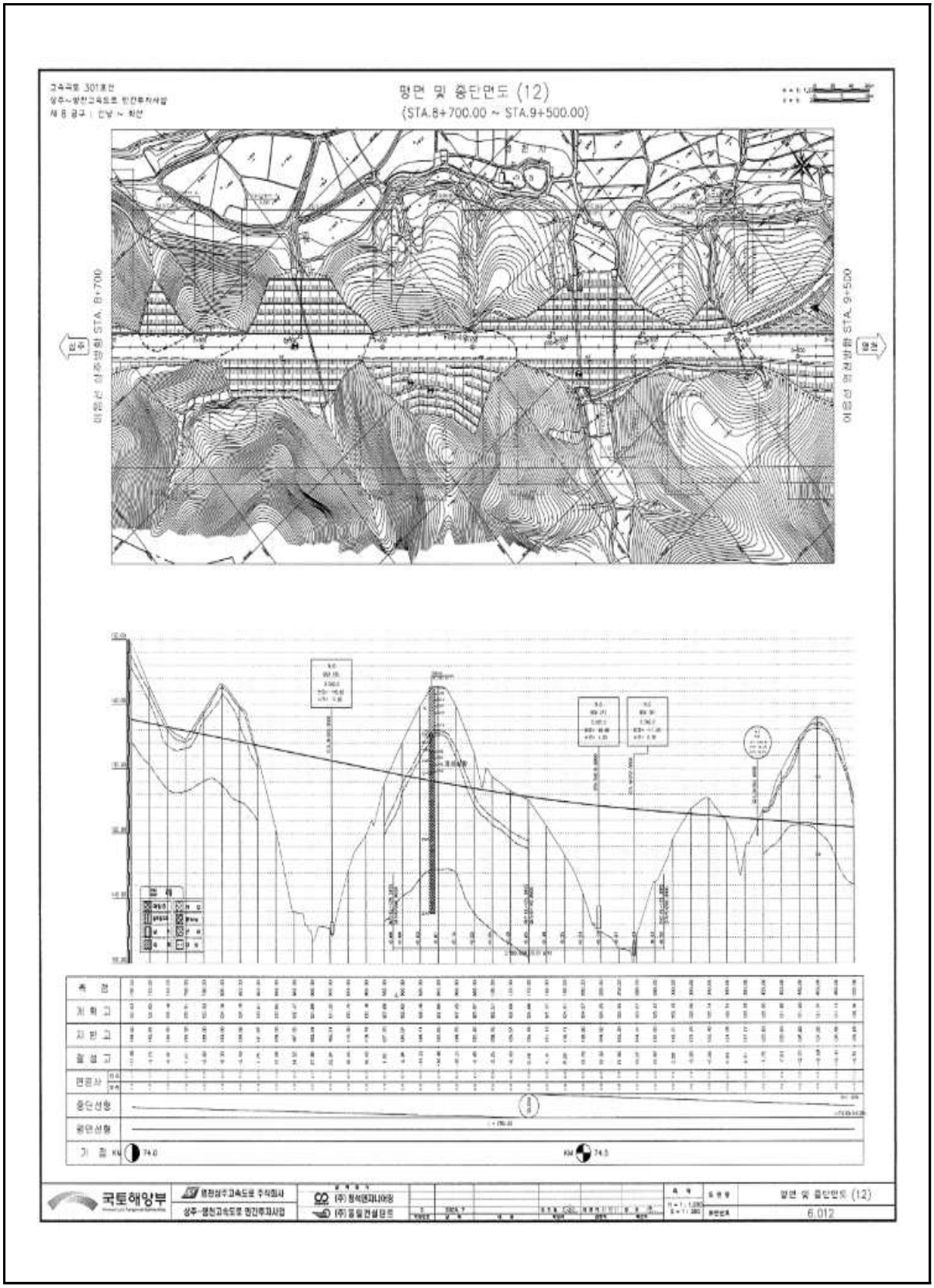
2025년 정밀안전점검(금회)
2023년 정밀안전점검(전회)

【그림 54.1.2】 전경사진

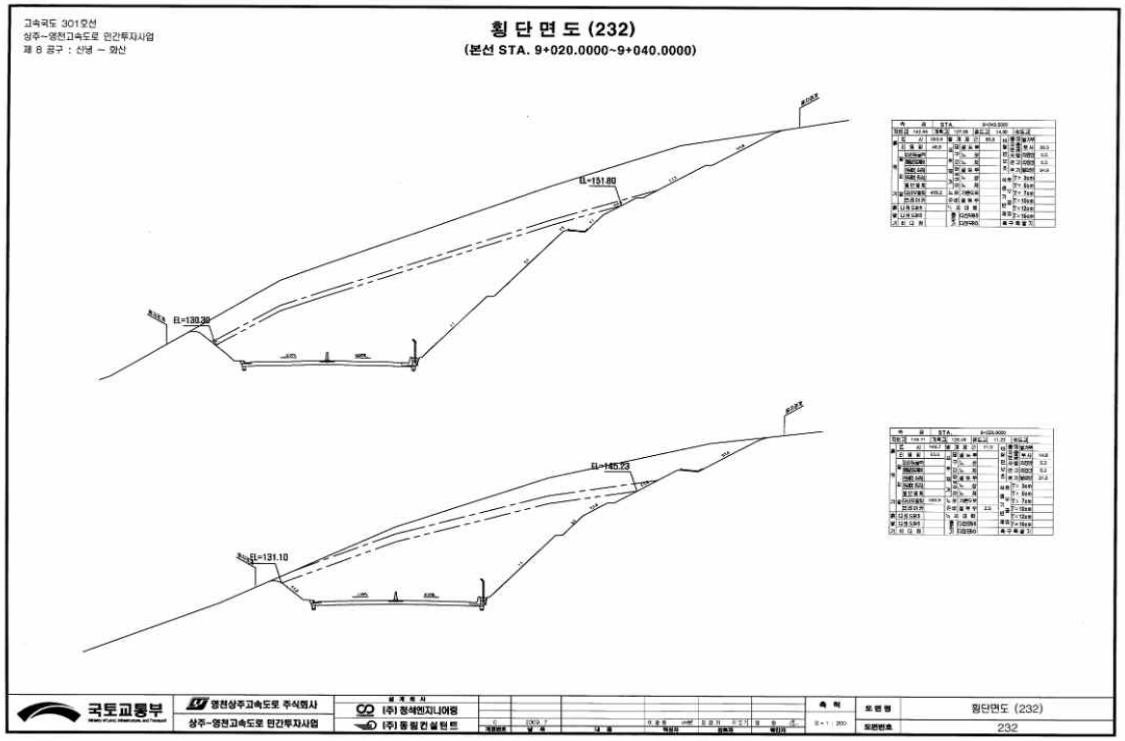
상부자연사면 전경	소단배수로 전경
점검계단 전경	점검계단 전경
하부 전경	산마루측구 전경

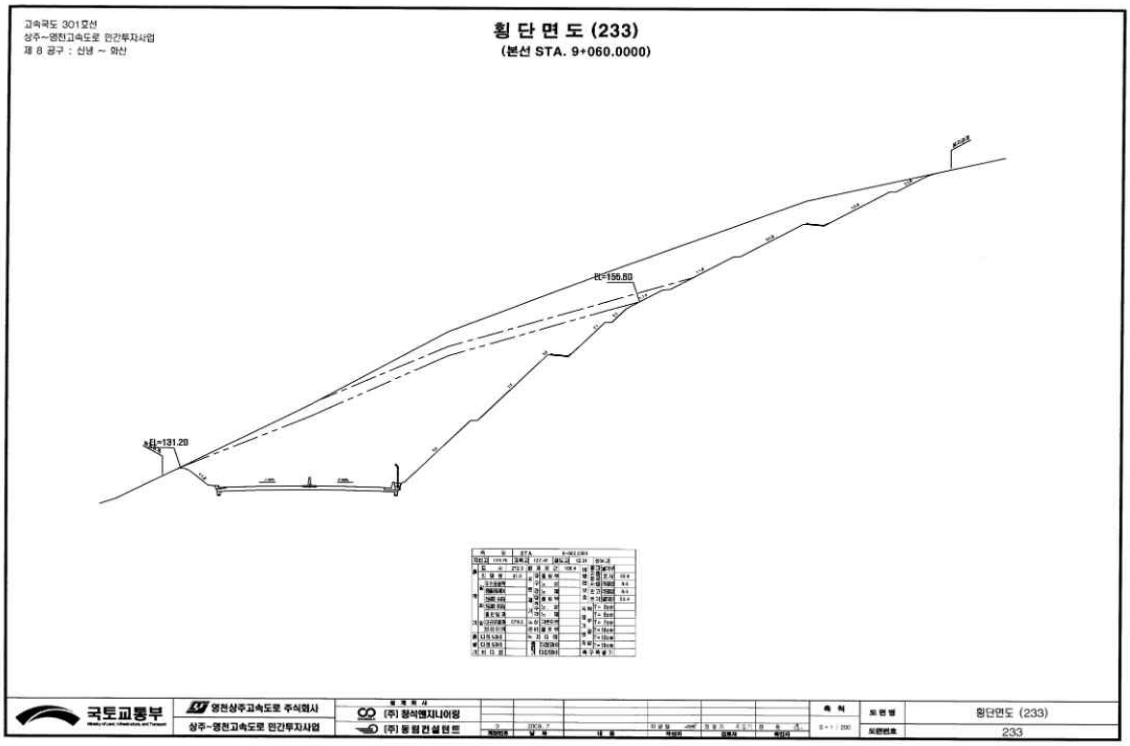
【그림 54.1.3】 부재별 현황

54.1.3 시설물 일반도



【그림 54.1.4】 평면도





【그림 54.1.5】 표준횡단면도

54.2 자료수집 및 분석

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

또한, 본 과업 대상구조물의 관련자료를 수집·분석하여 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인 분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

54.2.1 자료수집 현황

【표 54.2.1】 이력사항

보존대상 목록		보유 현황	비 고
설계 도서	◇공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	○	◇FMS
	◇설계도면	○	◇FMS
시설물 관리대장	◇기본현황 ◇상세제원 ◇유지관리 이력	○	◇FMS
시공 관련 자료	◇시공관련 자료 ◇품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리·선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 주요 구조부위에 대한 계측 관련자료 ◇사고기록	일부	◇FMS
안전점검 및 정밀안전진단 자료		○	◇FMS
보수·보강 자료		○	

54.2.2 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

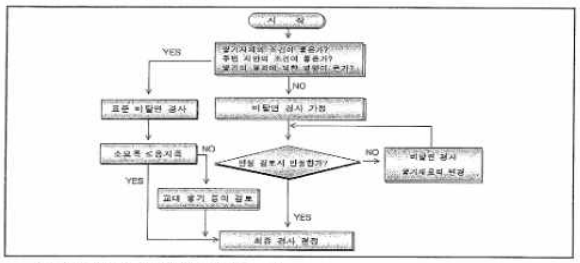
7.4 비탈면 설계기준

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

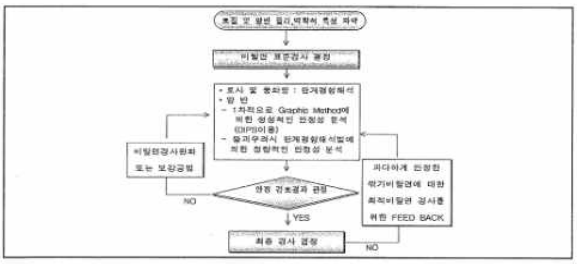
7.4.1 비탈면 기울기기준

가. 비탈면 기울기의 결정

(1) 쌓기 비탈면 기울기 결정에 따른 흐름도



(2) 깎기 비탈면 기울기결정에 따른 흐름도



251

다. 깎기 비탈면

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

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

국내 깎기비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준기울기를 적용하고 있으며 원반층에서 층리나 절리등이 규칙있게 발달할 경우 기울기 비탈면에 따라 큰 붕괴가 예상되므로 지반조사 결과를 토대로 파괴형태를 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면 기울기설정 및 부기적인 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	밀실한 것	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
		5~10	1:1.0 ~ 1:1.2	
	밀실하지 않고 입도분포가 나쁨	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
		5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	
자갈 또는 암괴 섞인 사 질 토	밀실하고 입도분포가 좋음	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
		10~15	1:1.0 ~ 1:1.2	
	밀실하지 않거나 입도분포가 나쁨	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
		5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	GM, GC
암괴 또는 호박돌 섞인 점성토		5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	
풍 화 암		-	1:1.0 ~ 1:1.2	시편이 형성되지 않는 암

주) 1. 실트는 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. 국내외 기관별 소단 적용기준

소단 설치빈도 및 폭에 대하여 국내외 기관별, 비탈면의 종류 및 지반의 특성 등을 고려하여 비교분석한 결과는 다음표와 같다. 소단 적용기준 현황을 보면 일본의 경우는 소단설치 높이 기준을 7m 마다 1~2m로 규정하고 있으며 국내기준은 5~10m마다 0.5~3.0m이다.

소단의 설치목적은 비탈면침식방지를 위한 배수시설 설치, 점검보수용 통로 등의 유지관리에 있으므로 발파암층에서는 H=10.0m 마다 1.0m소단과 리핑암 및 토사층에서는 H=5.0m마다 1.0m소단을 설치하며 H=20.0m마다 3.0m소단을 설치하는 것이 대체적으로 타당한 것으로 사료된다.

[국내외 기관별 소단적용 기준]

구 분	기관 및 규정명	소단적용 기준
국 내	건설공사 비탈면 설계기준 (2006)	· 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 마다 소단 1m · 발파암 RQD = 10~25% : H = 10m 마다 소단 1~2m RQD = 25~50% : H = 10m 마다 소단 1~2m RQD = 50% 이상 : H = 20m 마다 소단 3m
	건설부 도로시설기준	· H = 5 ~ 10m 마다 소단 1 ~1.5m
	한국토지공사	· H = 7m 마다 소단 0.5 ~1.5m
일 본	도로공단 설계요령	· H = 7m 마다 소단설치
	국유철도토목구조물 표준시방서	· 암석과 접하는 토사 경계부와 7m 마다 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.

쌓기구간에서는 시공속도에 따른 장단기적인 배수조건과 토층 및 풍화암 지반조건에서는 강우시 침투해석에 의한 간극수압분포를 실제 안정해석에 이용하여야 하나 본 설계에서는 다음과 같이 적용하였다.

256

7.4.5 설계기준 선정

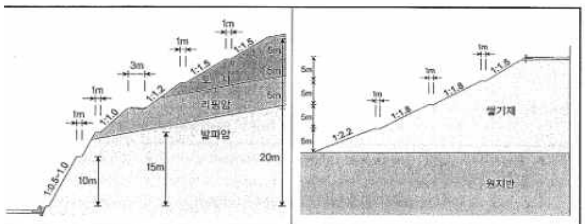
가. 비탈면 기울기 및 소단설치 기준

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	적용경사	소 단 설 치
땅깎기 비탈면	토 사 층	1 : 1.2 ~ 1.5	· 토사 및 리핑암 - 땅깎기 높이 5m 마다 소단 1m 설치 · 발파암 : - 수직높이 10m 마다 소단 1m 설치 · 땅깎기 높이 20m 마다 3m 소단설치 · 리핑암과 발파암 사이에는 소단설치하지 않음
	리 핑 암	1 : 1.0	
	발 파 암	1 : 1.0	
쌓기 비탈면	쌓 기 재	1 : 1.5 ~ 3.2	· 쌓기 높이 5m 마다 1m 소단설치



깎기비탈면 표준 기울기 | 쌓기비탈면 표준 기울기

259

나. 지형 및 지질

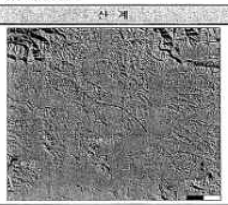
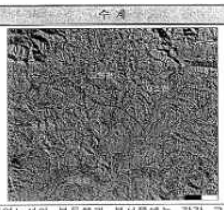
제 4 장 조 사 결 과

4.1 지표 지질 조사

4.1.1 지형 및 지질특성

지질개요	• 조사지역의 지질은 반성암 상위를 부정합으로 놓인 사암, 역질사암, 역암, 니질암(세일 및 이암)등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 퇴적암류들이 넓게 분포 • 조사지역의 구성암석은 층적평원과 호성환경에서 변화되는 양상으로 해당지역에 분포하는 충산층(반야월층)의 경우에는 니질층이 매우 우세한 호성 퇴적암임

가. 지형특성

산 계	수 계
	
• 과업노선은 높이가 약 50m 내외인 낮은 산과 충적층을 따라 위치함 • 과업노선의 북쪽으로는 주변지역에 비해 높은 고도를 보이는 월암산이 위치하며 서쪽으로는 넓은 면적으로 분포하는 팔공산이 자리 잡고 있음	• 과업노선의 북동쪽과 북서쪽에는 각각 고현천과 신녕천이 위치하고 있으며 남쪽으로는 정동천이 흐르고 있음 • 신녕천은 남동 방향으로 흐르면서 과업노선의 중점부와 교차하고 있음 • 이들 하천은 많은 지류를 형성하고 있으며 수지상의 복잡한 형태를 보임

47

나. 분포암종 특성

구 분	지 질 특 성
충산층	• 층의 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 세일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2~3m 두께의 구산동층 회암층원으로, 중부는 기사등 역암으로 특징 지워진다. 구산동회암은 주로 화산기원의 점석 및 석영입자들과 화산회 기질로 구성되었으나, 수류퇴적을 지시하는 층리 및 모양을 갖으며, 식물의 줄기와 잎 화석들이 산출된다(Tateiwa, 1929)
사곡층	• 하한은 점곡층의 응회암이 끝나고 자색 이암과 실트암이 협재되기 시작하는 층준이며, 상한은 충산층의 최하부인 구산동응회암의 직하위이다. 층의 두께는 군위에서 2,000m이나 남쪽으로 점차 감소되어 밀리에서는 250m에 불과하다. 주요 구성암석은 자색 이암과 실트암 및 녹회색 실트암 및 녹회색 사암이며, 중부에는 응회질 사암도 협재된다. 자색 이암은 상부에서 우세하며, 석회질 단괴는 거의 발달되지 않으나, 견업, 연흔, 사층리가 발달되고 생흔화석들이 흔하다. 식물 화석으로 Frenelopsis cf. paroeramosa Fontaine의 보고되었다(Tateiwa, 1929).

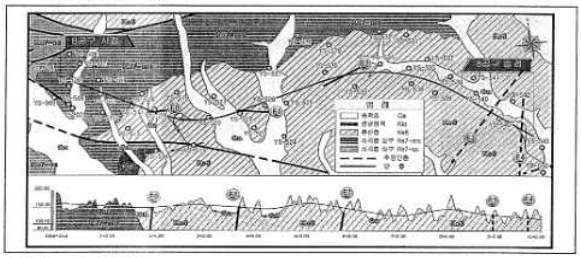
다. 지질 계통도

지질시대			층 위		특 성	비 고
제4기			충적층(Qu)		• 하천 및 산록 퇴적물	
			~ 부정합 ~			
중생대	백악기		중성암맥(Kit) 산성암맥(Kad)		• 퇴상의 치밀	• 선 구간에서 기반암을 관입
			— 관입 —			
			화강암(Kgr)		• 퇴상의 치밀	• 3공구 중앙부
			— 관입 —			
		유천층군	안산암질암(Kat)		• 주로 응회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
			— 관입 및 분출 —			
		하양층군	신양동층(ke9)		• 암회색 이암 및 세일과 사암이 교호대	• 10공구 중점부
			충산층(ke8)		• 밝회색, 녹회색, 적색 이암 및 세일 • 하부층에서 석회질 쇄설 다량 함유	• 10~8공구에 걸쳐 분포
			사곡층(Ke7)	상부(Ke7-ms)	• 암회색, 녹회색, 적색 이암 및 세일 • 석회질 쇄설 함유	• 8공구 시점
				하부(Ke7-ss)	• 밝회색, 녹회색, 적색 이암 및 세일과 사암이 교호 • 사질부분을 다량 함유	• 8공구 시점과 7공구 중점
			점곡층(ke6)		• 암회색, 녹회색, 적색 세일 및 이암 • 주로 암회색 세일로 구성	• 7공구 중점 및 중앙부
			후평동층(Ke5)	구계동층원(Ke5-2)	• 사암, 이사암 및 이사질 세일 및 이암(니질 우세)	• 7공구 시점부
				구미동층원(Ke5-1)	• 사암, 적색 이사질 세일, 적색퇴트역 및 역암(사질 우세)	• 6공구 중점부
			일직층(Ke4)		• 사암, 적색 이사질 세일, 역암 • 주로 사암이 우세	• 6공구 중앙 및 종점

48

4.1.3 과업구간 지질분포 특성

가. 상세 지표지질조사



① 주요 노두 특성분석

노두 사진	특 성
	• 사곡층 상부(노두No.YS-202) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/162 • JI=84/208, J2=84/098
	• 사곡층 하부(노두No.YS-504) • 녹회색 및 적색 니질암 • 층리방향 : 32/148, 단층단향 : 66/356 • 단층 비지 5mm, 단층 폭 0.5m • JI=88/264, J2=82/042, J3=67/318
	• 사곡층 상부(노두No.YS-505) • 적색 니질암 • 층리방향 : 20/169 • JI=82/271, J2=78/340
	• 사곡층 상부(노두No.YS-506) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/166, 소단층방향 : 87/048 • JI=68/348, J2=89/240, J3=72/116 • 폭 0.5m, 파쇄대 1m정도, 단층 각력암 존재

53

나. 지질 각론

• 이하는 1:5만 산림도폭(원종관 외, 1980)의 내용이다.
이 지역의 지질은 백악기 퇴적암층과 화성암류로 구성되어있다. 백악기 퇴적암층은 경상누층군 하양층군에 속하는 함안층(사곡층), 반야월층(충산층)과 자인층이고 화성암류는 이들을 관입한 아화산암류, 심성암류, 반심성암류로 구분된다. 퇴적암은 심성암과의 접촉대에서 호온펠스로 변성되었다(그림 3). 과업구간은 의성 소분지의 남단에 자리잡고 있어 유천 소분지와의 관계를 해석하는데 매우 중요한 지역이다.

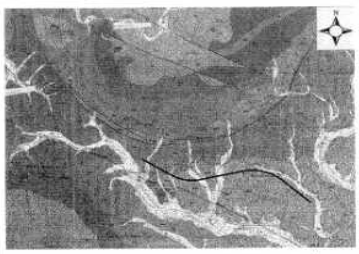


그림 3. 1:5만 과업구간 지질도 (원종관 외, 1980)

• 낙동군층 퇴적기에서 신라역암 퇴적기에 이르기 까지 광분산산을 경계로 하여 퇴적 환경에 차이를 보여주었으나 본역에 분포하는 함안층 및 반야월층은 지질구조의 해석으로서 유천 소분지적 것과 연결이 가능한 것으로 보아 퇴적암층의 층서 관계는 해관-대구-영천의 단면에서 구분된 것을 그대로 사용하였다. 그러나 노고산 환상단층내에 분포하는 호온펠스화된 퇴적암층은 반야월층 상부 또는 자인층(건천층)하부에 대비되는가에 대해서는 결정짓기 곤란하다. 따라서 그들은 화산층이라 명명하였다.
• 백악기 퇴적암층은 주로 본역의 남부에 넓게 분포하며 북부에서는 화성암체의 관입에 의하여 불규칙적인 분포를 보여준다. 화성암류는 본역의 서북부에 분포하는 아화산암체(Sub-volcanics)와 수기단층양의 약대에 따라 관입한 화강암체로 크게 구분된다.
아화산암체는 백악기에 활발했던 화산체의 뿌리 부분이 상승운동과 침식에 의하여 노출된 것이다. 아화산체의 주변에 발달하는 노고산 환상단층은 이러한 현상이 칼드론(Cauldron)과 관계있음을 말해 준다.
• 수기령 단층을 따라 분포하는 화강암체는 주변상으로서 곳에 따라 암질을 달리하기도 하나 암체의 핵으로 갈수록 화강섬록암에서는 화강암을 점이되는 것으로 보아 불국사 화강암과 동질인 것이다.
• 퇴적암층: 이 지역에 분포하는 퇴적암층은 신라층군의 함안층, 반야월층과 화산층이다. 과업구간은 의성 소분지의 남단에 위치하나 영천-하양리 일대에 분포하는 반야월층이 계속 발달하며 지질구조로 보아 그의 하위에 적색층의 함안층이 유천 소분지에서와 동일한 층서 관계를 갖고 분포한다. 따라서 이 지역에 분포하는 퇴적암층은 유천 소분지에서의 층서를 그대로 적용시키도 좋으리라 믿어진다. 함안층과 반야월층의 경계는 양자가 점이적인 관계를 이루므로 적색층과 녹회색층의 호층대에서 양적 우세를 보여주는 층준에 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 실시설계(8공구)

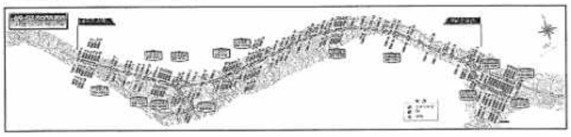
1.2 조 사 목 적

- 상주~영천 고속도로 민간투자사업을 위한 지반조사
- 계획노선의 지반공학적 특성을 고려한 조사계획 수립
- 선정된 최적노선을 대상으로 구조물별 특성을 고려한 현장조사, 현장시험 및 실내시험 실시
- 지층의 구성상태, 지반공학적 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 가상리(STA. 10+000) (X=280,996.070, Y=189,777.475) • 연장 : 10.0km
특 성	• 상주~영천간 고속도로 건설을 통한 기존 고속도로(경부, 중부내륙)의 기능 회복 및 연계를 통한 효율성 증대 • 고속도로 신설을 통해 통과 지역의 권역별 상호 균형 발전을 통한 공익성 증대

1.4 위 치 도



1.4.1 구조물 현황

교량 구간			토공구간
• 가천교 (315m) • 호정교 (17.4m) • 위지교 (10.4m) • 신녕교 (120.0m) • 신녕IC교 (30.0m)	• 갈매교 (13.0m) • 창정교 (175.0m) • 중들교 (105.0m) • 호지교 (12.0m)	• 신녕IC교 Ramp교 (30.0m) • 화산JCT Ramp-A교 (490.0m) • 화산JCT Ramp-A1교 (340.0m) • 화산JCT Ramp-A2교 (45.786m) • 화산JCT Ramp-H교 (100.0m)	• 깎기구간 : 24 구간 • 쌓기구간 : 12 구간

1

제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행흐름

(1) 조사 기본방향

조사계획 수립
- 기존문헌자료 및 인접지역 설계 및 시공자료 분석
- 지형 및 지질 특성을 고려한 조사 범위 및 일정계획 수립

단계별 조사 수행
- 사전/예비조사를 통한 중점검토사항 및 주요조사항목 선정
- 상세조사, 추가조사를 통한 지반정보 자료 파악 및 분석 수행

우수하고 경제적인 설계 수행을 위한 상세 지반정보 제공

- 고출력 전기비저항 탐사 적용, 이상대 및 미시추구간 암반등급 산정
- 시추공 시험발파를 통한 소음, 진동 영향 평가 실시

중점검토구간 정밀조사 수행

- 다양한 통계기법을 적용, 암종 및 등급별 최적의 설계지반정수 산정
- 균질절리영역 분류를 통한 불연속면 특성 상세 분석

신뢰성 높은 분석 및 설계활용 극대화

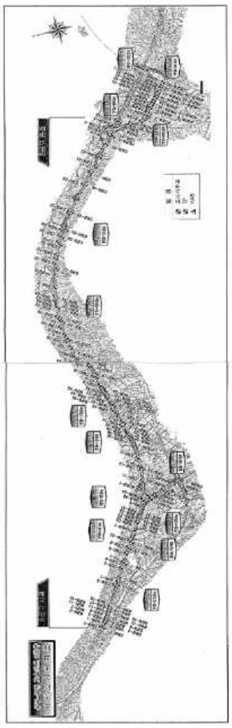
(2) 조사 수행 흐름도

조사 수행절차	단계별 조사항목	조 사 목 적
사전 조사	• 기존자료 분석 - 예비조사 결과, 기존지질도 - 인근 현장사례	• 과업구간 현황 및 지반공학적 문제점 파악 • 기본계획 자료 검토 및 활용
예비 조사	• 광역지표지질조사 • 물리탐사 • 시추조사 및 현장시험 • 실내토질 및 실내암석시험	• 단층 및 광역선구조 발달상태 파악 후 상세조사 계획 수립 • 지층구분 및 구조대 파악 후 중점 검토 구간 설정
상세 조사	• 정밀 지표지질조사 • 물리탐사 - 고출력 전기비저항 탐사 • 현장조사 - 시추조사, 시험굴조사 • 현장시험 - 공내재하시험, 시추공전단시험, S-PS검층, 시추공시험발파	• 지질 이상대 및 위험예상 구간 (단층, 암층 경계) 분석 • 강도정수 및 변형계수산정 • 지층분포 및 지반특성 파악 • 불연속면 특성 및 동적 특성 파악 • 인근구조물에 대한 영향 검토
설계 반영	• 결과 비교 및 종합분석	• 암반등급 및 설계정수 산정

3

2.3 조사수행 현황

2.3.1 조사위치



2.3.2 조사 항목 및 수행

[illegible]

6

구 분	공 번	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 마다 1개소 • 상.하행선 분리시 모두수행
화 산 JCT-A1교	RBBB-20	시추불가			
	RBBB-21	시추불가			
	RBBB-22	시추불가			
	RBBB-23	0+375.00(우3.25m)	280,223.009	190,077.342	
	RBBB-24	0+372.76(좌2.98m)	280,216.868	190,074.858	
	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	
	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. 깎기구간

구 분	공 번	STA	X	Y	선정 이유
본 선 구 간	CBB-1	시추불가	283,781.198	180,819.827	• 깎기부 개소당 2개소 이상 수행 • 깎기구간 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(좌43.83m)	282,576.021	184,531.511	
	CBB-17	4+163.93(우23.70m)	282,519.983	184,590.277	
	CBB-18	4+800.00(좌24.65m)	282,705.398	185,200.638	

10

구 분	공 번	STA	X	Y	선정 이유
구분선 구간	CBB-19	4+804.44(우38.95m)	282,644.283	185,218.792	• 악기우 개소당 2개소 이상 수행 • 악기구간 최대 절토고 선정
	CBB-20	4+993.80(좌17.99m)	282,741.003	185,391.258	
	CBB-21	4+982.21(우26.79m)	282,694.169	185,389.806	
	CBB-22	5+219.11(좌9.40m)	282,781.593	185,613.049	
	CBB-23	5+203.41(우31.83m)	282,737.935	185,606.678	
	CBB-24	5+313.56(좌46.03m)	282,837.865	185,697.276	
	CBB-25	5+646.27(우15.14m)	282,842.212	186,035.814	
	CBB-26	5+769.12(좌26.95m)	282,899.268	186,152.708	
	CBB-27	5+771.33(우30.67	282,842.181	186,160.880	
	CBB-28	시추불가			
	CBB-29	6+104.79(우35.30m)	282,853.333	186,490.349	
	CBB-30	6+216.64(좌39.26m)	282,924.901	186,604.192	
	CBB-31	6+190.79(우9.36m)	282,877.374	186,576.252	
	CBB-32	7+177.27(좌25.75m)	282,714.891	187,548.103	
	CBB-33	7+091.30(우38.83m)	282,683.739	187,445.347	
	CBB-34	시추불가			
	CBB-35	시추불가			
	CBB-36	시추불가			
	CBB-37	8+127.91(좌16.17m)	282,230.008	188,368.900	
	CBB-38	8+132.64(우29.82m)	282,191.349	188,343.540	
	CBB-39	8+659.13(좌20.76m)	281,887.303	188,775.450	
	CBB-40	8+677.54(우25.93m)	281,839.962	188,758.848	
	CBB-41	9+033.14(우34.76m)	281,588.008	189,037.588	
	CBB-42	시추불가			
	CBB-43	9+676.09(좌41.10m)	281,238.688	189,558.987	
	CBB-44	9+668.78(우38.64m)	281,183.071	189,501.379	
	CBB-45	시추불가			
	CBB-46	9+926.46(우45.57m)	281,009.572	189,692.027	
램프 구간	RCBB-1	0+246.23(좌20.04m)	282,487.486	183,063.957	
	RCBB-2	0+360.23(우4.61m)	282,373.617	182,825.716	
	RCBB-3	1+642.21(우15.78m)	281,272.049	189,662.934	
	RCBB-4	0+198.41(우31.41m)	281,182.170	189,474.097	
	RCBB-5	1+237.41(우9.68m)	280,867.466	189,603.369	

11

• 설계 및 시공에 영향을 주는 지반의 여러 특성을 등급에 따라 구분하여 조사, 설계 시공에 이르는 과정에 걸쳐 일관성 있는 기준 제시

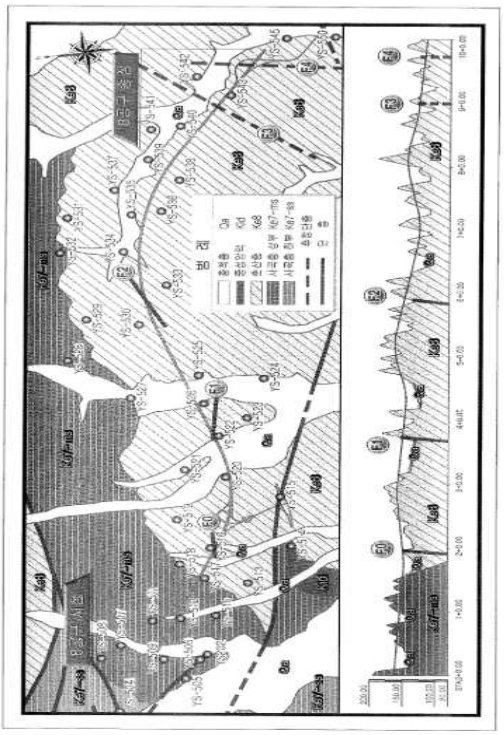
• 암석의 기본색(황색, 갈색, 회색, 녹색)에 담(연한)과 암(진한)의 명암 및 혼색에 대한 접두용어를 사용

암반 분류	• 한국도로공사, 설도협, 한국기술용역협회 및 서울지하철 분류기준에 따라 풍화토, 풍화암, 연암, 보통암 및 경암으로 분류하고 터널구간은 Rock Type으로 표시하되 RMR 및 Q 분류에 의해 암반을 분류하고 분석을 수행함
기재 방법	• 암석의 풍화상태, 불연속면의 간격 : 강도 및 암질표시는 ISRM(국제암반역학회)의 분류방법에 의거 분류 • 조사과정에서 회수된 시추코어를 암석시험 및 육안관찰하여 American Institute of Professional Geologist에서 제시한 "공학적 목적을 위한 암석시료의 채취방법 및 시추주상도 작성방법"에 의거하여 시추주상도를 작성
기술 내용	• 색, 불연속면의 간격과 상태, 풍화상태, 강도, 암석명 등을 기술함 - 색 : 암석의 기본색(황색, 갈색, 회색, 청색 및 녹색)에 담(연한), 암(진한)의 명암 및 혼 색의 서술용어를 사용함 • 강도, 풍화정도, 파쇄정도는 암석분류 기준에 의거하여 분류 • 시추주상도에는 암석명, N치, RQD, 시추작업자, 주상도 작업자, 주상도 검토자, 코아회수율 및 불연속면 특성에 관한 중요지표(절리면의 풍화상태, 강도, 간격, 경사, 거칠기 등) 등을 자세하게 기재함

표준단면	암질	특 징	RMR	Q값	탄성파속도 (km/s)	일축압축강도 (MPa)	코아회수율 (%)
I	경암	안정성이 있고 풍화, 변질 및 물리적, 화학적 영향을 거의 받지 않은 신선한 대괴상의 암질	100~81	60이상	3.4이상	100 이상	90이상
II	보통암	균열 및 편리가 다소 발달되어 있으며 일반으로 절리가 존재하는 층상의 암질	80~61	5.8~60	2.6~3.4	80~100	70~90
III	연암	층리, 절리 및 편리 등이 매우 발달된 상태이며, 파쇄대가 존재하는 소괴상의 암질	60~41	0.6~5.8	1.8~2.6	60~80	40~70
IV	풍화암	물리적, 화학적 영향으로 파쇄대가 매우 발달되고 절리가 불규칙으로 발달된 파쇄상의 풍화된 암질	40~21	0.1~0.6	0.99~1.8	25~60	40이하
V	풍화토	풍화작용이 심하고 일부가 토괴화된 상태이며, 매우 쉽게 부서지고 쉽게 뜯어낼 수 있는 암질	20이하	0.1이하	0.99이하	25 이하	-

21

제 3 장 지질도



8.1. 광역 지표지질조사

8.1.1. 지질개요

• 파업구간은 백악기 경상분지의 주로 신동층과 하양층군이 분포하는 의성소분지의 동남부에 위치한다. 경상분지는 처음에는 일본의 북구주지방과 중국, 대마도에 분포하는 퇴적분지를 총칭하여 대마도분지로 불리웠다. 그 후 1961년 원종관은 수차례 조사결과 경상누층군이 구조상으로 분지형을 이루고 있으므로 경상분지라고 명명하였다. 경상분지의 분포는 남북방향인 장축이 200km, 동서단축이 120km, 총면적이 24,000km2에 달한다. 경상분지는 조선운동에 의해 형성된 3개의 소분지로 구성되어 있고, 이들은 다시 여러 개의 단층계에 의해 파괴되어 있다(그림 1).

그림 1. 경상분지와 소분지 분포

• 경상분지는 암상 및 지구조에 의해 몇 개의 소분지로 구분된다. 분지서쪽에 남북방향의 대상으로 발달하는 낙동소분지, 분지 최북단의 일월산 충상단층(thrust)과 청송령 사이에 발달하는 영양소분지, 안동충상단층 및 청송령과 팔공산 융기대 사이에 발달하는 의성(도평)소분지, 그리고 팔공산 융기대 이남지역에 발달하는 유천(밀양)소분지로 나누어진다(그림 1).

• 경상분지의 서쪽과 북쪽에서는 경상누층군이 선캄브리아기에 속하는 변성퇴적암류와 쥬라기말의 대보화강암류를 부정합으로 덮고 있고, 동부와 남부는 백악기말의 화성활동과 단층작용으로 심하게 파괴되었으며, 제3기층에 의해 부정합으로 피복되거나 동해 및 남해의 해저로 계속 발달되어 있다(그림 2).

54.2.3 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 2017년 6월 준공이후 기준에 따라 17회(정밀안전점검 3회, 정기안전점검 13회, 2종 성능평가 1회)의 점검을 주기적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 54.2.2】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	㈜명성 엔지니어링	300	영천절토54 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2017. 11. 13 2017. 12. 28	인승철	양호	균열보수
2	정기안전점검 (상반기)	㈜명성 엔지니어링	275	영천절토54 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 05. 28 2018. 06. 30	인승철	양호	-
3	정기안전점검 (하반기)	㈜명성 엔지니어링	275	영천절토54 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 10. 23 2018. 12. 31	인승철	양호	균열보수
4	정기안전점검 (상반기)	㈜명성 엔지니어링	275	영천절토54 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열 및 토사퇴적이 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	㈜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. 식생공이 우수에 의해 국부적인 유실이 발생하였고 즉각적인 조치보다는 주의관찰 후 손상의 증가시 보수를 실시하는 것이 효과적이다. 일부 노출암 구간은 낙석방지망이 설치되어 안전성에는 문제가 없으나, 공용기간이 증가할수록 우수 및 동결융해작용으로 풍화가 진행될 수 있으므로, 주기적인 주의관찰이 요망된다. 소단배수로 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)	㈜명성 엔지니어링	212	영천절토54 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 3단 사면 일부구간 식생공 유실, 소단배수로 일부구간 균열 및 재료분리가 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 3단 사면 일부구간 발생된 식생공 유실의 경우 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요망된다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수, 단면보수, 주의관찰
7	정기안전점검 (하반기)	㈜명성 엔지니어링	212	영천절토54 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 3단 사면 및 2단 사면 일부구간 식생공 유실, 표층유실 및 세굴, 소단배수로 일부구간 균열 및 재료분리가 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 3단 사면 일부구간 발생된 식생공 유실의 경우 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요망된다.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	양호	균열보수, 단면보수, 주의관찰

번호	점검구분 점검기간	점검 기관명 책임 기술자	비용 (천원) 안전 등급	주요 점검결과 주요 보수보강(안)
8	2종 성능평가	㈜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 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 구간에서 식생공 유실이 발생된 것으로 확인되었으나, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 수준은 아닌 것으로 조사됨. 상기와 같은 사항을 종합적으로 분석한 결과, 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 지속관찰하고 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)	㈜명성 엔지니어링	212	영천절토 54 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 3단 사면 및 2단 사면 일부구간 식생공 유실, 표층유실 및 세굴, 소단배수로 일부구간 균열 및 재료분리가 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 3단 사면 일부구간 발생된 식생공 유실의 경우 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요망된다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	균열보수, 단면보수, 주의관찰

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	㈜명성 엔지니어링	235	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 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 식생은 전반적으로 보통~양호한 상태이고, 주요손상으로 표층유실 및 심한풍화가 확인되었다. 상기손상부는 즉각적인 보수보다는 공용기간 증가에 따른 지표수유입 및 충전물유실 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주의관찰이 요망된다. 배수시설에 균열 및 토사퇴적이 조사되었으며 배수로의 내구성 확보 및 원활한 배수기능을 위해 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
	2021. 08. 31 2021. 12. 31	장진원	양호	균열보수, 단면보수, 정비, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	㈜명성 엔지니어링	350	영천절토 54 사면은 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 식생은 전반적으로 보통~양호한 상태이고, 기손상으로 표층유실 및 심한풍화가 확인되었다. 상기 손상부는 즉각적인 보수보다는 공용기간 증가에 따른 지표수유입 및 충전물유실 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주의관찰이 요망된다. 배수시설에 기 손상인 균열 및 토사퇴적은 배수로의 내구성 확보 및 원활한 배수기능을 위해 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	균열보수, 단면보수, 주의관찰, 정비
12	정기안전점검 (하반기)	㈜명성 엔지니어링	350	영천절토 54 사면은 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 식생은 전반적으로 보통~양호한 상태이고, 기 손상으로 표층유실 및 심한풍화가 확인되었다. 상기 손상부는 즉각적인 보수보다는 공용기간 증가에 따른 지표수유입 및 충전물유실 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주의관찰이 요망된다. 배수시설에 기 손상인 균열 및 토사퇴적은 배수로의 내구성 확보 및 원활한 배수기능을 위해 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
	2022. 09. 19 2022. 12. 31	이상훈	양호	균열보수, 단면보수, 주의관찰, 정비

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
13	정기안전점검 (상반기)	㈜명성 엔지니어링	235	영천절토 54 사면은 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 식생은 전반적으로 보통~양호한 상태이고, 기 손상으로 표층유실 및 심한풍화가 확인되었다. 상기 손상부는 즉각적인 보수보다는 공용기간 증가에 따른 지표수유입 및 충전물유실 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주의관찰이 요망된다. 배수시설에 기 손상인 균열 및 토사퇴적은 배수로의 내구성 확보 및 원활한 배수기능을 위해 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
	2023. 04. 03 2023. 06. 16	정지운	양호	균열보수, 단면보수, 주의관찰, 정비
14	정밀안전점검	㈜명성 엔지니어링	443	사면부 표층유실 임시보수, 심한풍화(HW) 배수시설 균열, 재료분리, 토사퇴적
	2023. 07. 03 2023. 12. 08	이상훈	B	주입보수, 단면보수, 정비, 주의관찰
15	정기안전점검 (상반기)	㈜명성 엔지니어링	350	사면부 표층유실 임시보수, 심한풍화(HW) 배수시설 균열, 재료분리, 토사퇴적
	2024. 06. 10 2024. 06. 28	정지운	양호	주입보수, 단면보수, 정비, 지속관찰
16	정기안전점검 (상반기)	㈜명성 엔지니어링	350	사면부 표층유실 임시보수, 심한풍화(HW) 배수시설 균열, 재료분리, 토사퇴적
	2024. 09. 23 2024. 12. 03	정지운	양호	주입보수, 단면보수, 정비, 지속관찰
17	정기안전점검 (상반기)	㈜명성 엔지니어링	350	사면부 표층유실 임시보수, 심한풍화(HW) 배수시설 균열, 재료분리, 토사퇴적
	2025. 03. 24 2025. 06. 18	정지운	양호	주입보수, 단면보수, 정비, 지속관찰

54.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2023년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	-
사면부	표층유실 임시보수 심한풍화	주의관찰 후 조치 주의관찰
사면하부	상태양호	-
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적 소단배수로 재료분리	주입보수 정비 단면보수
부대시설	상태양호	-
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 식생은 전반적으로 보통~양호한 상태이고, 주요손상으로 표층유실 임시보수 및 심한풍화가 확인되었다. 상기손상부는 즉각적인 보수보다는 공용기간 증가에 따른 지표수유입 및 충전물유실 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주의관찰이 요망된다. 배수시설에 균열 및 토사퇴적이 조사되었으며 배수로의 내구성 확보 및 원활한 배수기능을 위해 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(㎫)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 74.437km	45.3	82.4	보통암	
-	-	-	-	
-	-	-	-	
검토의견	·암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 45.3로 측정되었으며, 추정강도 82.4㎫로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토54		표 번 호	【표 54.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.24	B	근거표번호	【표 54.4.5】
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.24	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	표층유실 임시보수	주의관찰 후 조치	250.00	375.00	㎥	–	–	–
사면하부	상태양호	–	–	–	–	–	–	–
부대시설	상태양호	–	–	–	–	–	–	–
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	18.00	27.00	m	65	1,755	1
	소단배수로 토사퇴적	정비	0.50	0.75	㎥	25	19	3
	소단배수로 재료분리	단면보수	0.25	0.38	㎡	165	63	2
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	1,755		63			19	
	재경비 (순공사비의 50%)	878		32			10	
	합계	2,633		95			29	
개략공사비 총계(천원)		2,757						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

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.

54.2.5 2종 성능평가 실시결과(2020년 12월, ㈜명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	영천절토54		
평가 구분	결함지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.140	A	인장균열 없음
구조안전성능	0.080	A	특이파괴 유형 없음
안전성능	0.140	A	
안전성능 결과	ㅇ상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ㅇ안전성능평가 결과 : A등급		

나. 내구성능평가 결과

평가항목	등급	등급 점수 (a)	가중치 (b)	결함지수 (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
결함도 지수				0.265
등 급				B

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	영천절토54		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	ㅇ사면의 종합평가 지수(P) = ∑(성능평가지수(pn) × 성능간 가중치(Wn)) = (0.140 × 0.8) + (0.265 × 0.2) = 0.165 ㅇ종합평가 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.

54.2.6 시설물 보수 이력

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

【표 54.2.3】 보수이력사항

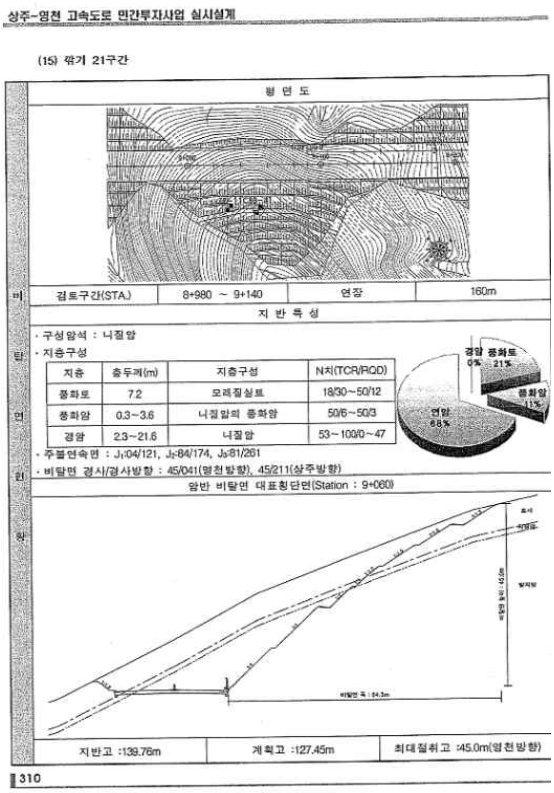
번호	공사명	공사구분	보수보강부위	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)
1		보수	배수로	–
	–		균열보수(하자)	–

54.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

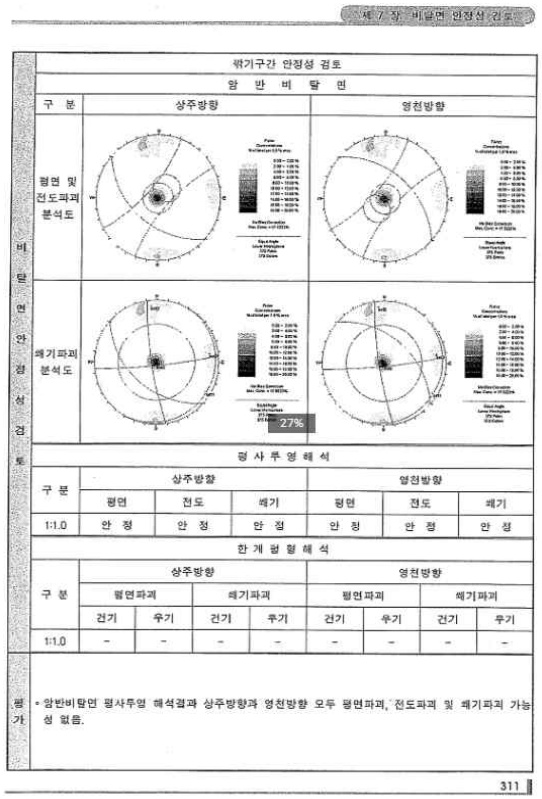
FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 54.2.4】 내진설계 여부 확인

적용유무	내진설계	비고
유	•내진등급 : 내진 I등급 (고속도로) •지진구역계수 : 0.11 (경상북도) •위험도계수 : 1.4 (재현주기 1000년) •가속도계수 : 0.154 (0.11 ×1.4)	



(a) 구조계산서



(b) 구조계산서

54.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

54.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 54.2.5】 수집자료 검토결과 및 점검방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇준공도서 – 지반조사보고서 – 준공도면 – 실시설계보고서	◇구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교・검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행
유 지 관 리 자 료	◇기 성능평가 보고서 ◇기 정밀안전점검 보고서	◇사면부 심한풍화, 표층유실 ◇소단배수로 균열, 토사퇴적, 재료분리	◇전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교・검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
	◇보수・보강 이력 – 시설물정보관리종합시스템 보수 및 점검이력	◇배수로 균열보수(하자)	◇보수부 상태 확인

54.3 현장조사 및 시험

54.3.1 현황 및 특성

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

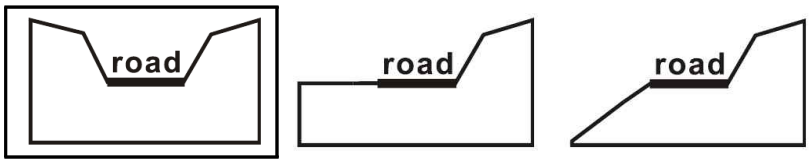
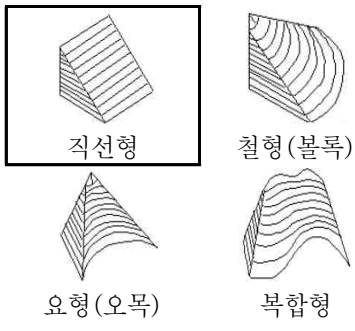
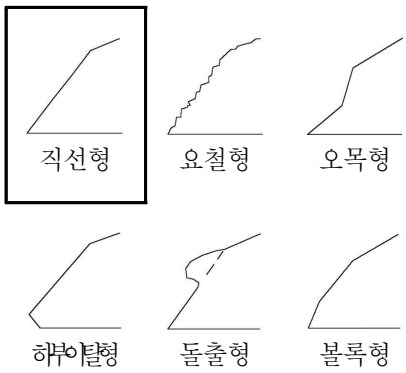
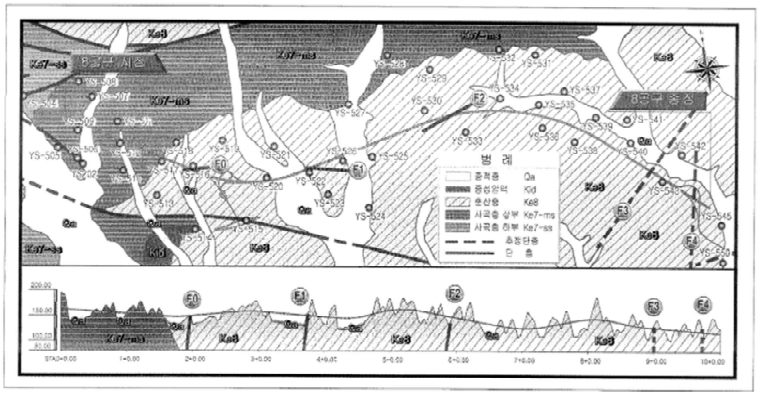
가. 일반현황 조사결과

【표 54.3.1】 일반현황 조사결과

<table>
<tr><td>조사일자</td><td>2025. 10. 01</td><td>조 사 자</td><td>정 지 운</td></tr>
<tr><td>일 기</td><td>맑음</td><td>준공년도</td><td>2017년 06월 27일</td></tr>
<tr><td>행정구역</td><td colspan="3">경상북도 영천시 화산면 가상리</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위 치</td><td colspan="3">시점 : 36° 02′ 03.0″ 128° 52′ 46.0″</td></tr>
<tr><td colspan="3">종점 : 36° 02′ 04.0″ 128° 52′ 46.0″</td></tr>
<tr><td rowspan="3">도 로</td><td colspan="3">관리이정 : 74.338~74.518km</td></tr>
<tr><td colspan="2">왕복 4차선</td><td>도로폭 : 20.0m</td></tr>
<tr><td colspan="3">교통량 : 대/일</td></tr>
<tr><td rowspan="5">절토사면</td><td colspan="2">길 이 : 180.0m</td><td>높 이 : 49.0m</td></tr>
<tr><td colspan="3">경 사/경사방향 : 45/080</td></tr>
<tr><td colspan="3">도로와의 이격거리 : 0.5~1.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">구성물질 : 암반</td><td>토층심도 : 약 1.0~3.0m</td></tr>
<tr><td colspan="3">소 단 : 4</td></tr>
<tr><td rowspan="4">낙석/뜬돌</td><td colspan="2">낙석 존재유무 : 없음</td><td>낙석의 양 : -</td></tr>
<tr><td colspan="3">낙석 평균크기 : -
낙석 최대크기 : -</td></tr>
<tr><td colspan="2">뜬돌 존재유무 : 없음</td><td>뜬돌의 양 : -</td></tr>
<tr><td colspan="3">뜬돌 평균크기 : -</td></tr>
<tr><td rowspan="6">절토사면
시공현황</td><td>종 류</td><td>위 치</td><td>상 태</td></tr>
<tr><td>산마루 측구</td><td>74.488~74.518k</td><td>양호</td></tr>
<tr><td>소단배수로</td><td>74.368~74.488k</td><td>균열</td></tr>
<tr><td>낙석방지울타리</td><td>74.358~74.478k</td><td>양호</td></tr>
<tr><td>야생동물유도울타리</td><td>74.338~74.358k, 74.478~74.518k</td><td>양호</td></tr>
<tr><td>점검계단</td><td>74.338~74.368k, 74.428k</td><td>양호</td></tr>
<tr><td rowspan="3">붕괴이력</td><td>유 형</td><td>규 모</td><td>위 치</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>기 타</td><td colspan="3">·</td></tr>
</table>

나. 사면특성 조사결과

【표 54.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형	산악지형			
	종단면 형상				
	기타 특징	–			
절토사면의 특성	종횡단면		종단면특성		
상부 자연사면	경 사 도	10~20°			
	인장균열	무			
	포행흔적	무			
	수목의 기울어짐	무			
	인공구조물	무			
	산마루측구	유			
	계곡부	무			
지 질					
지질각론	과업구간은 백악기 경상분자의 주로 신동층과 하양층군이 분포하는 의성소분지의동남부에 위치한다, 경상분지는 처음에는 일본의 북구주지방과 중국, 대마도에 분포하는 퇴적분지를 총괄하여 대마도분지로 불려왔다, 그 후 1961년 원정관은 수차례 조사결과 경상누층군이 구조상으로 분지형을 이루고 있으므로 경상분지라고 명명하였다. 경상분지의 분포는 남북방향인 장축이 200km, 동서단축이 120km, 총 면적이 24,000km2에 달한다, 경상부지는 조산운동에 의해 형성된 3개의 소분지로 구성되어 있고, 이들은 다시 여러개의 단층계에 의해 파괴되어 있다.				
식 생	① 종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수
	② 밀 도	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(2024. 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.

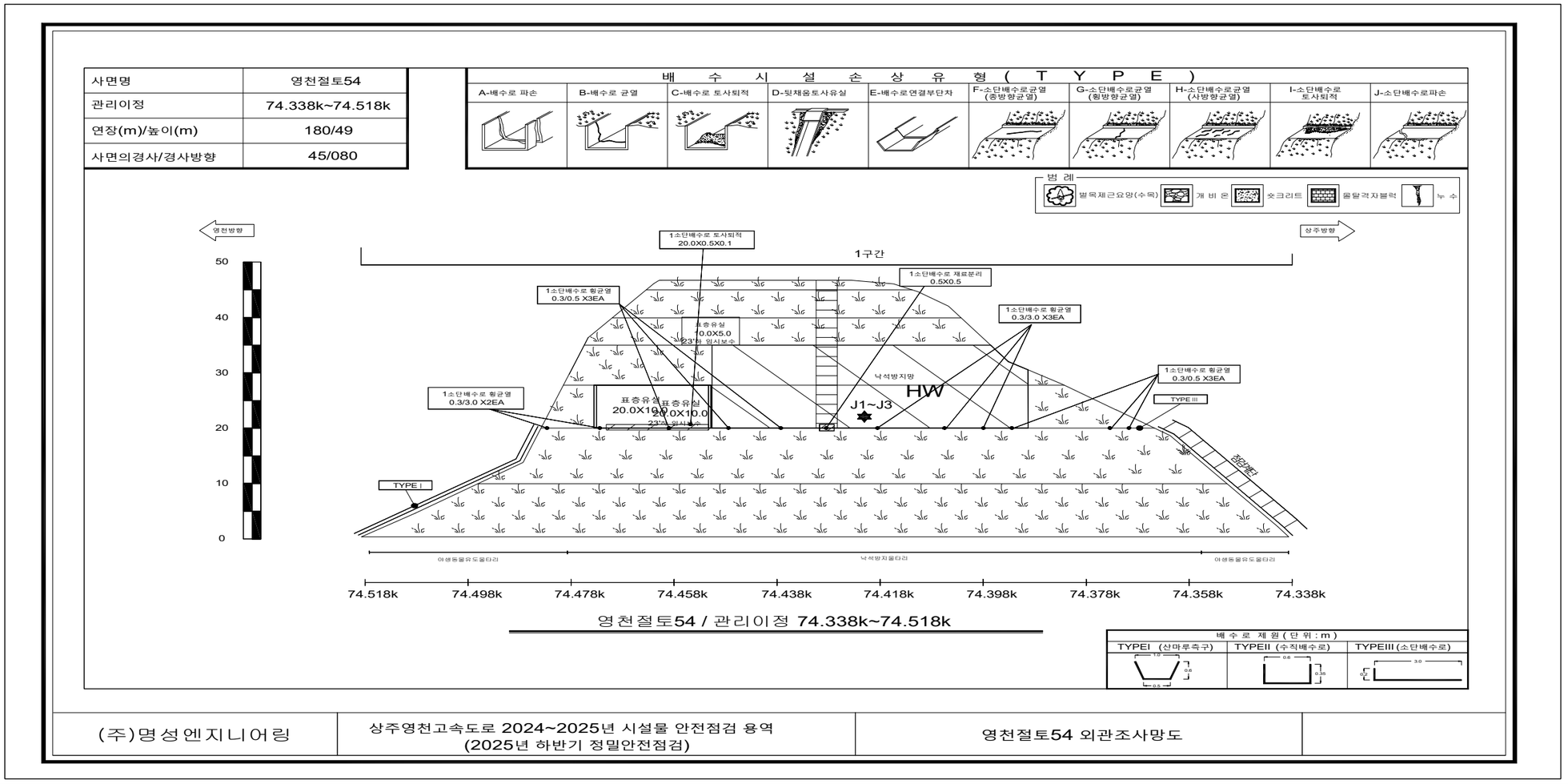
【표 54.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	경사/경사방향	토층심도	구성물질
1구간	74.338~74.518	180.0	49.0	45/080	1.0~3.0m	암

54.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)

절토사면명 : 영천절토54 / 74.338~74.518km

[방향 : 45/080 , 연장 : 180.0m , 높이 : 49.0m]



Bieniawski의 RMR 분류

간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)				풍화도	
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칢	6	void		6		Fresh	6
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칢	5	hard	< 5	4		S.W.	5
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칢	3		> 5	2		M.W.	3
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2		H.W.	1
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0		C.W.	0

No.	Set 1								
	J1	J2	J3						
방향	15/120	80/078	85/008						
간격	10	10	10						
연장	4	4	4						
틈새	5	5	5						
거칠기	3	3	3						
충전물	4	4	4						
풍화도	1	1	1						

54.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 영천절토54의 리이정 74.338~74.518k의 구간으로 연장 180.0m, 높이 49.0m로 구관 성물질은 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, 전반적으로 양호한 상태로 확인되었다.
- 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 심한풍화(HW) 정도로 판단된다. 보호공인 방지망 내 퇴적은 없는 것으로 조사되었다. 낙석방지망 및 낙석방지울타리 설치로 인해 심한풍화(HW)에 의한 낙석의 위험성은 낮으나, 공용기간 증가 및 지표수유입, 반복적인 동결융해, 충전물유실 등에 의해 뜬돌(이완암) 발생할 수 있으므로 지속관찰하는 유지관리가 필요하다.
- 점검결과, 식생공의 활착상태는 보통~양호한 편이고, 기존 74.468k 표층유실(20.0*10.0) 및 74.450k 표층유실(10.0*5.0)은 임시보수가 확인되었다. 유실부는 식생공의 활착이 않은 상태에서 지표수유입으로 인한 세굴형태의 유실이며 상단부에 인장균열 등의 손상이 없는 것으로 보아 파괴로의 위험성은 낮은 것으로 보인다. 상기손상은 즉각적인 보수보다는 주의관찰을 실시하여 식생의 활착상태를 확인 후 조치를 취하는 유지관리가 유리할 것으로 판단된다.

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 점검계단(74.338~74.368k, 74.428k), 낙석방지울타리(74.358~74.478k), 야생동물유도울타리(74.338~74.358k, 74.478~74.518k)가 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.
- 소단배수로에 74.378k 균열(0.3/0.5*3ea), 74.408k 균열(0.3/3.0*3ea), 74.448k 균열(0.3/0.5*3ea), 74.478k 균열(0.3/3.0*2ea), 74.430k 재료분리(0.5*0.5), 74.468k 토사퇴적(10.0*0.5*0.1)이 조사되었다.
- 상기 발생한 손상은 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인한 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수 및 단면보수 등의 유지관리가 필요하다.
- 토사퇴적의 경우, 지표수에 의한 표층유실이 퇴적되어 발생한 손상으로 원활한 배수를 위해 정비가 필요한 상태이다.

6) 공중이 이용하는 부위

- 도로포장은 손상이 확인되지 않은 양호한 상태이며, 추락방지시설, 도로부 신축이음부, 환기구 등 덮개는 관찰되지 않았다.

현 황	74.450k 5단 표층유실(10.0*5.0) 임시보수	현 황	74.468k 3단 표층유실(20.0*10.0) 임시보수
원 인	지표수 유입	원 인	지표수 유입
대 책	주의관찰 후 보호공 설치	대 책	주의관찰 후 보호공 설치

【사진 54.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

현 황	74.450k 5단 표층유실(10.0*5.0) 임시보수	현 황	74.468k 소단배수로 토사퇴적(10.0*0.5*0.1)
원 인	지표수 유입	원 인	지표수유입, 표층유실
대 책	주의관찰 후 보호공 설치	대 책	정비
현 황	74.430k 소단배수로 재료분리(0.5*0.5)	현 황	74.430k 소단배수로 재료분리(0.5*0.5)
원 인	다짐미흡	원 인	다짐미흡
대 책	단면보수	대 책	단면보수
현 황	74.408k 소단배수로 균열(0.3/3.0)	현 황	74.418k 소단배수로 균열(0.3/0.5)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 54.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

현 황	74.388k 소단배수로 균열(0.3/3.0)	현 황	74.478k 소단배수로 균열(0.3/3.0*2EA)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 54.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

【표 54.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	–	–	–	주의관찰	
사면부	표층유실 임시보수	㎡	250.00	2	주의관찰 후 조치	
사면하부	상태양호	–	–	–	주의관찰	
부대시설	상태양호	–	–	–	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	18.00	11	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	㎥	0.50	1	정비	
	소단배수로 재료분리	㎡	0.25	1	단면보수	

라. 시설물내 보강공 점검결과

시설물내 보강공 현장조사결과를 [그라운드 앵커 설계 · 시공 및 유지관리 매뉴얼 2021.08, 국토교통부]에 의거하여 실시하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

【표 54.3.5】 앵커 점검결과

구 분		점검항목	점검결과
앵커체	강연선	돌출	-
		손실	-
		부식	-
앵커두부	두부콘크리트	돌출 · 박리	-
		파손 · 낙하	-
		성능저하 · 균열	-
		유리석회(Free CaO)	-
		용수 유무	-
	두부캡	파손 · 변형 · 낙하	-
		재료성능저하	-
		고정방법 · 고정상황	-
		씰부 성능저하	-
		용수 유무	-
	방청유	기름누출	-
	지압판	돌출	무(양호)
		용수 유무	무(양호)
수압구조물		변형 · 침하	-
		콘크리트 성능저하	-
		유리석회(Free CaO)	-
		파손 · 낙하	-
		균열	-
		배면지반으로부터의 돌출	무(양호)
그 외		용수	무(양호)
		지반전체의 변형된 상태	무(양호)
		주변구조물의 변형된 상태	무(양호)

54.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결함 항목별 발생원인 분석

【표 54.3.6】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	발생 원인	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	-	-
사면부	표층유실 임시보수 심한풍화	반복적 동결융해, 공용중 열화 공용중 열화	주의관찰 후 조치 주의관찰
사면하부	상태양호	-	-
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적 소단배수로 재료분리	건조수축 등 공용중 열화 시공미흡, 다짐미흡 등	주입보수 정비 단면보수
부대시설	상태양호	-	-
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 식생은 전반적으로 보통~양호한 상태이고, 주요손상으로 표층유실부 임시보수, 심한풍화가 확인되었다. 상기손상부는 반복적 동결융해, 장기공용에 의한 열화 등의 복합적인 요인으로 현재 즉각적인 보수보다는 공용기간 증가에 따른 지표수유입 및 충전물유실 등의 추가손상 및 신규손상의 발생시 보강 등의 유지관리가 요구된다. 배수시설에 균열 및 토사퇴적이 조사되었으며 배수로의 내구성 확보 및 원활한 배수기능을 위해 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.		

【표 54.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	-	-	-	주의관찰	
사면부	표층유실 임시보수	㎡	250.00	1	주의관찰 후 조치	
사면하부	상태양호	-	-	-	주의관찰	
부대시설	상태양호	-	-	-	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	18.00	11	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	㎥	0.50	1	정비	
	소단배수로 재료분리	㎡	0.25	1	단면보수	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교(결함의 진행성 분석)

전회(2023년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 전회 점검이후 배수시설 손상이 일부 증가한 것으로 확인되었다.

【표 54.3.8】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2021년)		금회(2023년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-	-	
사면부	표층유실 임시보수	㎡	250.00	2	250.00	2	-	
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-	-	
부대시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	
배수시설	소단배수로 균열	m	18.00	11	18.00	11	-	
	소단배수로 토사퇴적	㎥	0.50	1	0.50	1	-	
	소단배수로 재료분리	㎡	0.25	1	0.25	1	-	

54.3.5 공중이 이용하는 부위 점검

비탈면 시설물 중 공중의 안전에 영향을 미치는 것으로 인정되는 부위에 대하여 세부지침에 의거한 점검항목 및 점검내용은 다음과 같다.

【표 54.3.9】 공중이 이용하는 부위 점검내용

구 분	점검 결과	비고
추락방지시설	추락방지시설인 점검계단은 손상이 관찰되지 않은 양호한 상태로, 유지관리에 문제가 없는 것으로 판단된다.	
도로부 포장	도로부 포장은 조사결과 손상이 관찰되지 않아 차량 주행에 특별한 문제가 없는 것으로 판단된다.	
도로부 신축이음부	해당사항 없음	
환기구 등의 덮개	해당사항 없음	
기타	해당사항 없음	

54.3.6 재료시험 결과

영천절토54는 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 54.3.10】 반발경도시험 결과

시험위치	상위50% 평균값 (대표값)	일축압축강도 추정(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 74.440km	48.5	80.0	보통암	
–	–	–	–	
–	–	–	–	
검토의견	·암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값(대표값)은 48.5로 측정되었으며, 일축압축강도추정 80.0MPa로 보통암으로 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 54.3.11】 이전 정밀안전점검과의 추정강도 비교

구 분	위 치	전회(2023년)	금회(2025년)	비고
		추정강도(MPa)	추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	82.4	80.0	보통암

영천절토54 반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구분	내용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 10. 01. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 외관조사 위치(m) 참조
시험 대상 구조물	절토사면 L=180.0m, H=49.0m
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정, 암반노출부
시험시의 온도	20.3℃, 3000일 이상
표본 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구분	내용
측정기의 종류	슈미트 해머 암반형
3. 시험 방법	
구분	내용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정치의 상위 50% 의 평균값
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

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.

경사/방향 측정	거칠기 측정	간격 측정

【사진 54.3.2】 불연속면 측정 현황

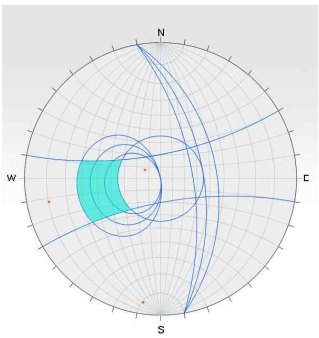
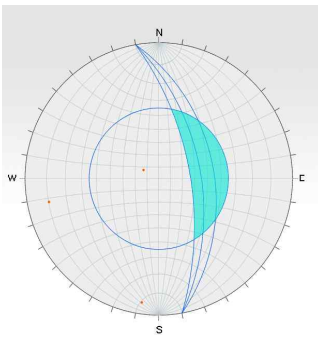
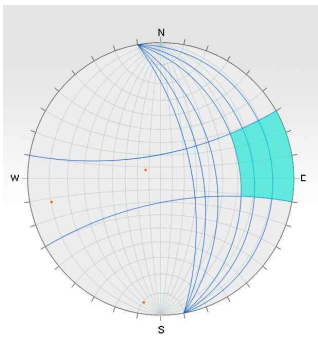
2) 불연속면 조사 결과

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

【표 54.3.12】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분		J1	J2	J3	절리상태 점수		
					J1	J2	J3
종류		절리	절리	절리	–	–	–
방향성		15/120	80/078	85/008	–	–	–
간격(m)		0.06~0.2	0.06~0.2	0.06~0.2	–	–	–
상세 절리 상태	연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	1.0~3.0	2	2	2
	틈새(㎜)	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 미만	2	2	2
	거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	약간 거칠음	4	4	4
	충진물질	딱딱함, 5㎜미만	딱딱함, 5㎜미만	딱딱함, 5㎜미만	4	4	4
	풍화도	HW	HW	HW	6	6	6
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	3.6	3.6	3.6
암괴크기		–	–	–			
블록형상		불규칙상	불규칙상	불규칙상			

평사투영해석

평면파괴	쐐기파괴	전도파괴
		
안정	안정	안정

- 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음
- 쐐기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음
- 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음

54.4 상태평가

54.4.1 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 54.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	74.338~74.518k	180m	암반사면	Set1

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면(2024.12, 국토안전관리원)” 의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 54.4.2]에 수록하였다.

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

- 토층심도율(SR)

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

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

- 암반의 블록크기 비(BR)

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

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

Ib(블록크기 지수) : Si의 산술평균

Slope height(사면의 연직 최고높이)

【표 54.4.2】 비탈면 분류결과

(㎫=10.2kg/㎠)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\,depth}{Slope\,height}=\frac{3.0}{49.0}=0.06$로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10㎫	반발경도측정결과 80.0㎫으로 10㎫이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\,size\in dex}{Slope\,height}=\frac{0.15}{49.0}=0.003$로 0.01이하	파쇄암반	

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

구분	S_1	S_2	S_3	Ib	H	블록크기비(BR)
1구간	0.15	0.15	0.16	0.15	49.0	0.003

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 최다 강우량(㎜)									
일시(year)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
강우량(mm)	122.0	109.0	101.5	111.5	104.0	95.0	118.0	135.5	159.0	79.5
일시(year)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
강우량(mm)	54.5	99.0	90.0	76.5	82.0	102.5	141.0	129.0	156.0	128.0
일시(year)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
강우량(mm)	102.0	125.5	96.5	94.0	121.5	110.6	95.6	71.0	111.6	158.8
평균(mm)	109.4									

54.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가

1-1. 인장균열

인장균열은 없는 것으로 확인되었다. 0점(a)

1-2. 지반변형

지반변형은 없는 것으로 확인되었다. 0점(a)

1-3. 구조물변형

구조물의 변형은 없는 것으로 확인되었다. 0점(a)

1-4. 발생규모

파괴가 없는 상태임 0점(a)

1-5. 절리간격

0.06~0.2m 이므로 5점(d)

1-6. 저면경사

사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리가 있으므로(80-45=35°) 30° 이상 4점(e)

1-7. 절리상태

1구간 J2의 절리상태 점수는 불연속면에 3.6점으로 기재하여 3점(c)

1-8. 사면경사

사면경사는 45° 로 1:1.0이상, 1:0.7미만으로 3점(c)

1-9. 강우 및 지하수

1일 강우량은 본 사면 지역 최근 30개년 최대 일강우강도의 누년 평균값인 109.4㎜이며, 지하수위는 시추조사 미실시로 육안으로 조사하여 누수 등의 손상이 없으므로 3점(c)

1-10. 절취상태

실시설계보고서 자료를 참고하여 일반발파에 의해 시공된 것으로 판단되어 3점(d)

1-11. 배수조건

배수시설은 소단배수, 측구가 있으므로 배수가 잘되므로 양호인 1점(b)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 0점(a)

【표 54.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토54		표번호	[표 54.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	74.338~74.518k	
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	2025. 10. 01		조사자	정 지 운	

【표 54.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토54		표번호	[표 54.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	74.338~74.518k		
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 3.6점)	3		J2
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	3		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	109.4㎜(영천)	3	3	
		지하수위	누수 등의 손상없음	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	나쁨	3		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2025. 10. 01		조사자	정 지 운		

나. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.29로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 지반상태, 배수조건으로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 54.4.5】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토54				표번호
근거표번호			[표 54.4.3], [표 54.4.4]				[표 54.4.5]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
		④ 파괴현황	0	a			
파괴요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	5	d	22	f2=0.42	c
		⑥ 절리경사-사면경사	4	e			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	3	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	3	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	3	d			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					22	F=0.29	B
상태평가결과	○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 22 / 52 = 0.42 ○상태평가등급(F) : 22 / 76 = 0.29						

【표 54.4.6】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토54	0.29	B	0.29	B

라. 공중이 이용하는 부위

본 사면에는 공중이 이용하는 부위인 [추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개] 중 추락방지시설, 도로포장이 있으며, 이에 대한 평가결과 추락방지시설은 a등급, 도로포장은 a등급으로 평가되었고, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개는 없는 것으로 확인되었다.

1) 추락방지시설

평가기준	상 태
a	ㅇ손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	ㅇ추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	ㅇ추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	ㅇ고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	ㅇ추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

2) 도로포장

평가기준	상 태
a	ㅇ포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	ㅇ포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	ㅇ포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	ㅇ깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ㅇ배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	ㅇ도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

3) 도로부 신축이음부

평가기준	상 태
a	○신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

4) 환기구 등의 덮개

평가기준	상 태
a	○환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

54.5 종합평가 및 안전등급 지정

54.5.1 종합평가 결과

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

【표 54.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토54		표 번 호	【표 54.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.29	B	근거표번호	【표 54.4.5】
	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.29	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

54.5.2 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 54.5.2】 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

54.5.3 이전 정밀안전점검과의 비교

【표 54.5.3】 이전 정밀안전점검과의 비교

평가구분		전차 정밀안전점검(2023년)		금회 정밀안전점검(2025년)	
		결함지수	평가결과	결함지수	평가결과
상태평가	1구간	F=0.24	B	F=0.29	B
안전성평가		해당없음	-	해당없음	-
등급 변경사유		저면경사 결함점수 상승하여 결함지수가 소폭 상승하였으나, 등급의 변경은 없는 상태이다.			

54.6 보수·보강 및 유지관리방안

54.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 54.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	–	–	–	–	–	–	–
사면부	표층유실 임시보수	주의관찰 후 조치	250.00	375.00	㎥	–	–	–
사면하부	상태양호	–	–	–	–	–	–	–
부대시설	상태양호	–	–	–	–	–	–	–
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	18.00	27.00	m	65	1,755	1
	소단배수로 토사퇴적	정비	0.50	0.75	㎥	25	19	3
	소단배수로 재료분리	단면보수	0.25	0.38	㎡	165	63	2
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	1,755		63			19	
	재경비 (순공사비의 50%)	878		32			10	
	합계	2,633		95			29	
개략공사비 총계(천원)		2,757						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

54.6.2 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 54.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사면부	· 표층유실 임시보수, 풍화구간 → 현재 낙석방지울타리 및 낙석방지망 설치로 안전성에는 문제가 없는 상태이나, 장기공용시 지표수 및 동결융해로 인한 표층유실, 충전물유실이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검으로 통해 손상의 발생유무에 대한 확인	
배수시설	· 배수로 균열, 토사퇴적 구간 → 정비가 필요하며, 이후에도 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요	
보호시설	· 점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

54.7 종합결론

54.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 식생은 전반적으로 보통~양호한 상태이고, 주요손상으로 표층유실부 임시보수, 심한풍화가 확인되었다. 상기손상부는 반복적 동결융해, 장기공용에 의한 열화 등의 복합적인 요인으로 현재 즉각적인 보수보다는 공용기간 증가에 따른 지표수유입 및 충전물유실 등의 추가손상 및 신규손상의 발생시 보강 등의 유지관리가 요구된다. 배수시설에 균열 및 토사퇴적이 조사되었으며 배수로의 내구성 확보 및 원활한 배수기능을 위해 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값(대표값)은 45.8로 측정 되었으며, 일축압축강도추정 71.3㎫로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.29로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 지반상태, 배수조건으로 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.

54.7.2 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.

54.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 표층유실 구간은 지표수에 의한 추가 유실가능성이 있으므로, 주기적으로 주의관찰하는 유지관리가 필요하다.
- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

54.7.4 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.