

41. 영천절토41

41.1 시설물 개요

41.2 자료수집 및 분석

41.3 현장조사 및 시험

41.4 상태평가

41.5 종합평가 및 안전등급 지정

41.6 보수·보강 및 유지관리 방안

41.7 종합결론

41. 영천절토41

41.1 시설물의 개요

영천절토41은 대구광역시 군위군 산성면 백학리(상주영천고속도로 57.818~58.014km 부근 군위영천휴게소)에 위치한 사면으로서 총 연장 191.0m, 높이 33.0m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다. 또한, 준공 이후 별도의 용도변경 없이 공용중이다.

41.1.1 일반사항

【표 41.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000026		관리번호	SY SL41
시설물명	영천절토41		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	대구광역시 군위군 산성면 백학리		
	위치좌표	시점 : 36° 07' 23.5" 128° 70' 76.0"		
		종점 : 36° 07' 13.2" 128° 71' 08.3"		
	관리이정	57.818~58.009km		
	공구이정	7공구 STA.0+349~0+540		
제 원	연 장	191.0m	높 이	33.0m
	경사/방향	55/020, 55/330	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	45°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	경남기업(주)
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리, 개비온		
비 고				

41.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 41.1.1】 위치도

2025년 정밀안전점검(금회)



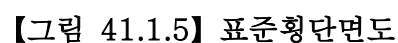
2023년 정밀안전점검(전회)



【그림 41.1.2】 전경사진

	
상부자연사면 전경	소단배수로 전경
	
수직도수로 전경	산마루측구 전경
	
하단(이격부) 전경	하부, 개비온 전경

【그림 41.1.3】 부재별 현황



41.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요현황을 파악하기 위해 [상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 7공구]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.

41.2.1 자료수집 현황

【표 41.2.1】 점검이력사항

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		○	

41.2.2 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

7.4 비탈면 설계기준

비탈면 안정해석을 위한 설계기준은 대체적으로 소단 비탈면기울기 및 최소안전율을 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) 쌓기 비탈면 기울기결정에 따른 흐름도

상주-영천고속도로 민간투자사업 실시계획

다. 쌓기 비탈면

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

따라서 쌓기비탈면 안정을 위한 기준기준은 편평한 토질구상, 상태, 특성, 지형조건, 지하수위 상태 및 시공조건과 비탈면의 풍도등을 종합적으로 분석 고려되어야 한다.

국내 쌓기비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준기울기를 적용하고 있으며 안전율에서 총리나 정리율이 규격있게 발발할 경우 기울기 비탈면에 따라 큰 차이가 예상되므로 지반조사 결과를 토대로 지형형태를 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면 기울기설정 및 부가적인 안정대책을 수립하도록 계획하였다.

[원지반 토질에 대한 비탈면 기울기범위]

토 질 조 건	비탈면 높이(m)	기울기	비 고	
모 래	-	1:1.5 이상	SW, SP	
사 질 토	발발한 것	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
	5~10	1:1.0 ~ 1:1.2		
	발발하지 않고	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	발발도가 나쁨	5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	
자갈 또는 암괴 섞인 사 질 토	발발하고 발발도가 나쁨	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
	10~15	1:1.0 ~ 1:1.2		
	발발하지 않거나	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	발발도가 나쁨	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		
알기 또는 호박을 섞인 점성토	5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	GM, GC	
중 과 암	-	1:1.0 ~ 1:1.2	사면이 형성되지 않는 암	

주) 1. 실태는 점성토로 간주, 표에 표시한 토질 이외에 대해서는 별도로 고려한다.
2. 역 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 다음과 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, 절경보수를 통해 절경유지관리와 있으므로 발파발출에서는 H=10.0m 마다 1.0m소단과 리빙알 및 토사층에서는 H=5.0m마다 1.0m소단을 설치하되 H=20.0m마다 3.0m소단을 설치하는 것이 대체적으로 타당한 것으로 사용된다.

[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)	- 리빙알 : R.Q.D = 0~10%, H=5m 마다 소단 1m - 발파알 R.Q.D = 10~25% : H = 10m 마다 소단 1~2m R.Q.D = 25~50% : H = 10m 마다 소단 1~2m R.Q.D = 50% 이상 : H = 20m 마다 소단 3m
	건설부 도로설계기준	- 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
	원도설계요령	- 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 강수량 침투해석에 의한 간극수압분포를 실제 안정해석에 이용하여야 하나 본 설계에서는 다음과 같이 적용하였다.

7.4.5 설계기준 선정

가. 비탈면 기울기 및 소단설치 기준

비탈면안정 해석을 위한 비탈면의 설계기준은 건설교통부 및 한국도로공사 기준을 적용하였다.

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

[비탈면 기울기 설계기준]

비탈면 구분	토 질	적용 경사	소 단 설 치
암각기 비탈면	토 사 층	1 : 1.2 ~ 1.5	- 토사 및 리빙알 - 암각기 높이 5m 마다 소단 1m 설치
	리 빙 알	1 : 1.0	- 발파알 : - 수직높이 10m 마다 소단 1m 설치 (1:0.7 ~ 1:1.0 기울기 적용시)
	발 파 알	1 : 0.5 ~ 1.0	- 암각기 높이 20m 마다 3m 소단설치 - 리빙알과 발파알 사이에는 소단설치하지 않음
쌓기 비탈면	쌓 기 재	1 : 1.5 ~ 2.2	- 쌓기 높이 5m 마다 1m 소단설치

193

194

195

나. 지형 및 지질

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석

광역 지질도 (1:250,000)	분 석 내 용
	• 과업구간은 백악기 경상분지의 신동층과 하양군층이 주로 분포하는 퇴적소분지 남부에 위치 • 본 조사구간은 시점부의 일직층을 시작으로 후평동층, 점곡층, 사곡층이 순차적으로 분포함 • 과업노선은 사암, 이암, 셰일 및 Lutit(니질) 암석이 주구성성을 이루며 부분적으로 역암이 협재 • 노선과 평행하게 백악동 단층이 발달

4.1.2 인접지역 설계자료 분석

사 업 명	분 석 내 용
남천~청도간 (공리제, 노구제) 국도4차로 확장공사 실시계획 (2002. 3)	• 토사층은 1.0~7.0m로 분포하며, 중회암은 1.5~6.0m의 두께로 분포 • 토사층은 실트위인 모래 및 호박돌로 구성 부분적으로 점토 혼재 • 연암은 5.0~10.0m 이하에서 4.5~9.0m 두께로 분포 • 경암은 14.5~17.7m 이하에 분포하며, TCR은 92~100%의 범위를 보이며, ROD 63~70%의 분포 범위를 나타냄

4.1.3 현장답사를 통한 주변현황 분석

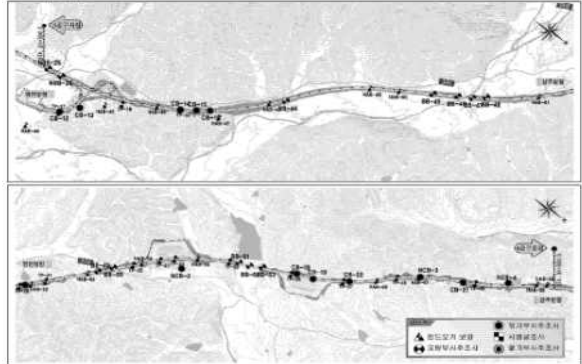
구 분	조사내용 및 분석결과	중점결과사항	노선 현황
교량 구간	• 산성로 사암 교대 구간 산사태에 의한 비탈면붕괴 확인 • 산성로 종점부 구간 후사 및 불하대 비교적 깊은 층위로 발달	• 과업구간 교량의 지층분포현황 정밀 파악 • 산성로구간의 단층교차 예상지점 및 산사태지점 만항성검토	
뛰기 구간	• 뛰기2구간 급경사지역 사면붕괴 • 송동유계소(상주방동) 주변 뛰기구간 종파대 깊게 분포	• 지질 이상대 예상지역의 비탈면 안정성검토 • 교량입 단상과 암사를 통한 미시 추구간 지층분포 정밀 파악	
뛰기 구간	• 뽕기구간 대부분 경사지로 활용 • 경사지 현황파악을 통한 시추조사 가능 위치확인	• 층상층 발달구간의 연약지반 발달 가능성 및 조사방안 검토 • 지층분포의 정밀 파악을 위한 미시추구간의 현장조사 검토	

45

4.2 기존조사자료

4.2.1 기본설계조사 수량 및 위치도

가. 위치도



나. 수량

구 분	단 위	교량구간	토공구간	계
지표지질조사	식	-	-	-
물리탐사	km	-	1.32	1.32
현장조사	점	17	29	46
시점부조사	점	-	13	13
현장조사	점	-	15	15
현장조사	점	36	47	83
현장조사	점	-	26	26
실내 토질시험	회	-	13	13
다짐 및 CBR시험	회	-	13	13
직접전단시험	회	-	8	8
물리시험	회	-	1	1
실내 암석시험	회	-	1	1
암석암석시험	회	-	1	1
물리시험	회	-	1	1

46

4.3 지표지질조사

4.3.1 지형 및 지질 특성

가. 지형 개요

- 과업지역은 백악기 경상분지의 주요 신동층과 하양군층이 분포하는 퇴적소분지의 남부에 위치
- 백악기 경상분지의 최하부층인 인화층을 상부로부터 최상부의 지층층까지 분포하고 있으며 경상층 상부에 해당하는 신라아층군은 응회암층이 협재됨

나. 지질 특성

산 계	수 계
• 과업지역은 북동쪽의 열암산과 남서쪽의 팔공산이 주요 산계를 형성 • 과업노선은 열암산과 팔공산 사이의 비교적 낮은 구릉지를 따라 서북서 방향으로 위치	• 과업노선의 시점부 지역은 신동층과 인화층 • 과업노선의 북쪽에 위치하는 구릉의 북쪽으로 흐르면서 노선의 중앙부와 인접하고 있으며, 북서쪽에 위치하는 남천은 북서쪽으로 흐르면서 노선의 중앙부와 인접

다. 분포 암종 특성

구 분	지질 특성	노선 사진
후평동층 구미동층 사암	• 구미동층의 사암은 과업노선의 시점부에 주로 분포하며 암석의 세립 또는 퇴적층의 사암이 무세한 이암과의 교호대가 발달 • 주구성분은 석영, 알칼리장석, 점토광물로 구성되어, 일부층에서 역암이 산출되기도함	
후평동층 구미동층 세일	• 과업노선 시점부의 일부구간에 분포하며, 사암과 세일의 교호대로 산출되거나 대부분지역에서 세일이 우세하게 나타남 • 석영, 알칼리장석, 방해석이 주구성분들을 이룸	

50

구 분	지질 특성	노선 사진
점곡층 암석의 세립	• 과업노선의 중앙부에 분포하며, 주로 암석의 내지 혹은 세립로 구성 • 주 구성분들은 하대 내지 각상의 석영, 방해석, 유기물, 운모등 점토광물이고 부속분으로 백운모 불투명광물이 나타난다	
사곡층 사암 이암	• 과업노선의 중앙부와 종점부에 넓게 분포하며, 주로 사암과 세립로 구성됨 • 석영, 알칼리장석, 점토광물이 주구성분들을 이룸	

라. 지형 개황도

지질시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Qa)	• 하천 및 산록 퇴적물	
백악기	충적층(Qa)	• 하천 및 산록 퇴적물	
	충적층(Qa)	• 하천 및 산록 퇴적물	
	충적층(Qa)	• 하천 및 산록 퇴적물	
	충적층(Qa)	• 하천 및 산록 퇴적물	
	충적층(Qa)	• 하천 및 산록 퇴적물	
	충적층(Qa)	• 하천 및 산록 퇴적물	
	충적층(Qa)	• 하천 및 산록 퇴적물	
	충적층(Qa)	• 하천 및 산록 퇴적물	
	충적층(Qa)	• 하천 및 산록 퇴적물	
	충적층(Qa)	• 하천 및 산록 퇴적물	
중생대	신안동층(Ka9)	• 암석의 이암 및 세립과 사암이 교호대	• 분포하지 않음
	충적층(Ka8)	• 암석의, 퇴적층, 석회 이암 및 세립	• 분포하지 않음
	충적층(Ka8)	• 암석의, 퇴적층, 석회 이암 및 세립	• 분포하지 않음
	충적층(Ka8)	• 암석의, 퇴적층, 석회 이암 및 세립	• 분포하지 않음
	충적층(Ka8)	• 암석의, 퇴적층, 석회 이암 및 세립	• 분포하지 않음
	충적층(Ka8)	• 암석의, 퇴적층, 석회 이암 및 세립	• 분포하지 않음
	충적층(Ka8)	• 암석의, 퇴적층, 석회 이암 및 세립	• 분포하지 않음
	충적층(Ka8)	• 암석의, 퇴적층, 석회 이암 및 세립	• 분포하지 않음
	충적층(Ka8)	• 암석의, 퇴적층, 석회 이암 및 세립	• 분포하지 않음
	충적층(Ka8)	• 암석의, 퇴적층, 석회 이암 및 세립	• 분포하지 않음

51

구분	안전기준
방기부	- 비탈면높이가 10m를 초과하는 경우 - 비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 - 방기재료의 침수특성이 높고, 전단강도가 낮은 경우 - 농경지 복구가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우
락기부	- 지형특성으로 인하여 방기토체 내부로 지속적인 지하수의 유입이 발생하는 경우 - 흙수시 비탈면이 침수되거나 비탈살이 침식되는 경우 - 방기비탈면의 원지반이 양호하지 못한 경우(연약지반 등) - 내전안정해석이 필요한 경우

7.2.2 비탈면 현황

비탈면 안정검토 대상구간 선정기준에 따른 비탈면 현황은 다음과 같다.

구분	구간 (STA.)	연장 (m)	대표단면 (STA.)	최대락기고 및 활기고	지형현황	조사내용 (STA.)	비고
영천구간	학기1구간	0+140 ~ 1+000	860	0-290(정원방향) 0-560(정원방향) 0-700(정원방향)	17.3 m 21.5 m 36.6 m	충북도 충청남도 충청북도 충청남도 충청북도 충청남도	CB-1(정원) CB-2(정원) CB-3(정원) CB-4(정원) CB-5(정원) CB-6(정원)
	학기2구간	1+300 ~ 1+400	180	1-360(상주방향) 1-360(정원방향)	16.2m 24.7m	충북도 충청남도 충청북도 충청남도	CB-7(상주) CB-8(정원) CB-9(정원) CB-10(정원)
	학기3구간	1+760 ~ 2+150	390	1+820(상주방향)	10.1 m	충북도 충청남도 충청북도 충청남도	CB-11(상주) CB-12(정원) CB-13(정원) CB-14(정원)
	학기4구간	2+250 ~ 2+460	210	2+290(상주방향) 2+340(정원방향)	34.0 m 15.1 m	충북도 충청남도 충청북도 충청남도	CB-15(상주) CB-16(정원) CB-17(정원) CB-18(정원)
	학기5구간	2+960 ~ 3+230	270	3+140(상주방향) 3+140(정원방향)	30.4 m 8.9 m	충북도 충청남도 충청북도 충청남도	CB-19(상주) CB-20(정원) CB-21(정원) CB-22(정원)
	학기6구간	3+310 ~ 3+670	360	3+360(상주방향) 3+480(정원방향)	37.3 m 8.30 m	충북도 충청남도 충청북도 충청남도	CB-23(상주) CB-24(정원) CB-25(정원) CB-26(정원)
	학기7구간	8+500 ~ 8+750	120	8+700(상주방향)	14.1 m	(노도점) 충북도 충청남도 충청북도 충청남도	CB-27(상주)

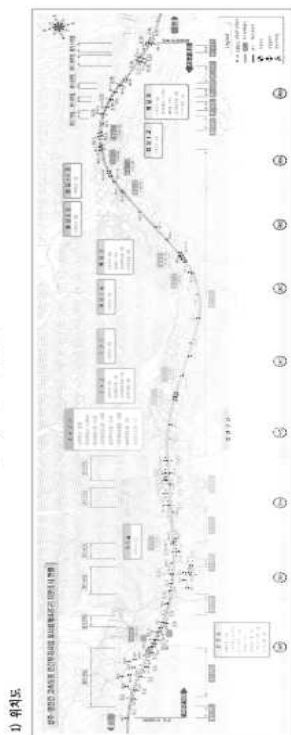
7.6.4 일반파쇄에 따른 비탈면 기울기 현황

시추조사시 채취된 일반코어를 대상으로 TCR 및 RQD를 얻었으며, 일반의 파쇄상태에 따른 락기 기울기 평가 및 검토를 위해서 락기 적정기울기 기준으로 실시하면 다음 표와 같다

[일반 파쇄 상태에 따른 락기비탈면 기울기 검토]

구분	구간 (STA.)	시추점 번호	심도 (OL-m)	일반 특성에 따른 비탈면 기울기					락기 기울기
				암종	TCR(%)	RQD(%)	TCR에 의한 기울기	RQD에 의한 기울기	
제1락기부	0+140 ~ 1+000	정원방향 CB-1	12m이하	세일	73.3	36.3	10.5	10.7	10.7
		정원방향 CB-2	4m이하	사암, 세일	59.3	26.3	10.7	10.7	10.7
		정원방향 CB-3	12.5m이하	세일	60.0	43.4	10.7	11.0	10.7
		정원방향 CB-4	3.8m이하	세일	89.3	47.0	10.5	10.7	10.7
제2락기부	1+300 ~ 1+400	상주방향 CB-5	4.2m이하	사암, 세일	100.0	45.6	10.5	10.7	10.7
		정원방향 CB-6	1.0m이하	사암, 세일	95.4	49.4	10.5	10.7	10.7
		상주방향 CB-7	10.7m이하	세일	96.1	53.6	10.5	10.5	10.7
		정원방향 CB-8	2.4m이하	세일	86.7	41.6	10.5	10.7	10.7
제3락기부	1+760 ~ 2+150	상주방향 CB-9	1.0m이하	세일	100.0	47.9	10.5	10.7	10.7
		상주방향 CB-10	1.0m이하	세일	97.1	45.9	10.5	10.7	10.7
		정원방향 CB-11	1.0m이하	세일	96.9	71.1	10.5	10.5	10.7
		정원방향 CB-12	1.0m이하	세일	100.0	80.1	10.5	10.5	10.7
제4락기부	2+250 ~ 2+460	정원방향 CB-13	1.4m이하	세일	96.6	80.7	10.5	10.5	10.7
		정원방향 CB-14	1.0m이하	세일	99.2	80.2	10.5	10.5	10.7
제5락기부	2+960 ~ 3+230	상주방향 CB-15	0.9m이하	사암	95.9	88.2	10.5	10.5	10.7
		상주방향 CB-16	1.5m이하	세일	90.6	51.0	10.5	10.5	10.7
		상주방향 CB-17	3.9m이하	세일	93.3	74.0	10.5	10.5	10.7
		정원방향 CB-18	0.8m이하	세일	99.9	78.2	10.5	10.5	10.7
제6락기부	3+310 ~ 3+670	정원방향 CB-19	3.7m이하	세일	86.3	54.1	10.5	10.5	10.7
		상주방향 CB-20	0.0m이하	세일	86.2	61.0	10.5	10.5	10.7
제7락기부	8+500 ~ 8+750	상주방향 CB-21	1.2m이하	사암, 세일	73.3	31.8	10.5	10.7	10.7
		정원방향 CB-22	1.2m이하	세일	78.8	57.5	10.5	10.5	10.7
제8락기부	9+070 ~ 9+170	정원방향 CB-23	1.5m이하	세일	94.0	77.0	10.5	10.5	10.7
		정원방향 CB-24	3.0m이하	세일	99.1	85.2	10.5	10.5	10.7
제9락기부	9+450 ~ 9+620	상주방향 CB-25	1.0m이하	세일	98.4	91.0	10.5	10.5	10.7
		상주방향 CB-26	1.0m이하	세일	100.0	85.7	10.5	10.5	10.7
제10락기부	9+650 ~ 9+800	정원방향 CB-27	1.0m이하	세일	96.6	83.7	10.5	10.5	10.7

제 1 장 지반조사 위치도

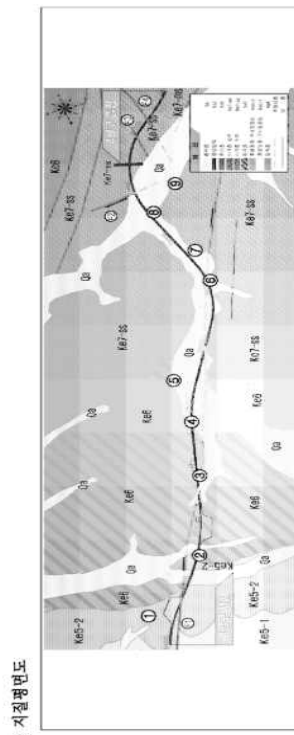


1) 위치도

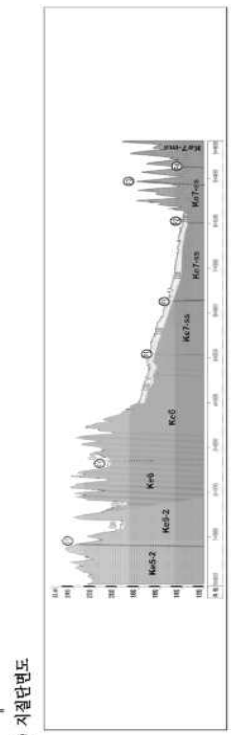
2) 수량

구분	조사구간	구간 (STA.)	연장 (m)	암종	암질	조사구간	구간 (STA.)	연장 (m)	암종	암질
지반조사	제1락기부	0+140 ~ 1+000	860	정원방향	CB-1 ~ CB-6	제2락기부	1+300 ~ 1+400	180	상주방향	CB-5 ~ CB-8
지반조사	제3락기부	1+760 ~ 2+150	390	정원방향	CB-9 ~ CB-12	제4락기부	2+250 ~ 2+460	210	정원방향	CB-13 ~ CB-16
지반조사	제5락기부	2+960 ~ 3+230	270	상주방향	CB-15 ~ CB-18	제6락기부	3+310 ~ 3+670	360	정원방향	CB-19 ~ CB-22
지반조사	제7락기부	8+500 ~ 8+750	120	상주방향	CB-21	제8락기부	9+070 ~ 9+170	100	정원방향	CB-23 ~ CB-24
지반조사	제9락기부	9+450 ~ 9+620	170	상주방향	CB-25 ~ CB-26	제10락기부	9+650 ~ 9+800	150	정원방향	CB-27

제 3 장 지질도



1) 지질평면도



2) 지질단면도

41.2.3 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 41.2.2】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	영천절토41 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 녹생토 부착망 노출, 소단 배수로 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)	(주)명성 엔지니어링	275	영천절토41 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 녹생토 부착망 노출, 소단 배수로 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)	(주)명성 엔지니어링	275	영천절토41 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 녹생토 부착망 노출, 소단 배수로 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)	(주)명성 엔지니어링	275	영천절토41 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 녹생토 부착망 노출, 소단 배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이, 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

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
5	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	267	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 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부가 1개소 조사되었고, 하절기 강우시 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)	(주)명성 엔지니어링	225	영천절토41 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 수직도수로 일부구간 균열, 시공불량, 파손이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부의 경우 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수, 단면보수
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	225	영천절토41 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 수직도수로 일부구간 균열, 시공불량, 파손이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상부의 경우 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	양호	균열보수, 단면보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
8	2중 성능평가	(주)명성 엔지니어링	753	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 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경 등의 조건을 고려하여 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준인 B등급으로 평가됨. 안전성능평가, 내구성능평가 결과를 종합적으로 분석할 때, 외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준인 A(우수)등급으로 평가됨. 본 절토사면의 성능평가 결과, 성능목표인 "B등급" 이상인 "A등급" 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	A	균열보수, 주의관찰
9	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	225	영천절토 41 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 수직도수로 일부구간 균열, 시공불량, 파손이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	균열보수, 단면보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	321	-식생공 유실 -배수시설 균열, 체수
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	-균열보수, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부 식생공 유실 -배수시설 균열 및 시공불량(체수)
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	-균열보수, 주의관찰
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부 식생공 유실 -배수시설 균열 및 시공불량(체수)
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	-균열보수, 주의관찰
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부 식생공 유실 -배수시설 균열 및 시공불량(체수)
	2023. 04. 03 2023. 06. 16	정지운	양호	-균열보수, 주의관찰
14	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	471	-식생공 유실 -배수시설균열,파손,체수
	2023. 07. 03 2023. 12. 08	이상훈	B	-균열보수, 단면보수, 주의관찰
15	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부 식생공 유실 -배수시설균열,파손,체수
	2024. 06. 10 2024. 06. 28	정지운	양호	-주입보수, 단면보수, 지속관찰
16	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부 식생공 유실 -배수시설균열,파손,체수
	2024. 09. 23 2024. 12. 03	정지운	양호	-주입보수, 단면보수, 지속관찰
17	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부 식생공 유실 -배수시설균열,파손,체수
	2025. 03. 24 2025. 06. 18	정지운	양호	-주입보수, 단면보수, 지속관찰

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

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	식생공유실	주의관찰 후 조치
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열, 산마루측구 균열 산마루측구 파손 소단배수로 체수	주입보수 단면보수 주의관찰 후 조치
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 계곡부는 1개소가 확인되었고, 상단에 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 사면부 식생상태가 양호~보통인 상태로 식생공유실부는 지표수에 영향을 받을 수 있으므로, 특히 장마기간은 주의관찰이 필요하며, 주의관찰 후 진전시 조치가 필요하다. 배수시설에 균열, 파손 및 체수가 일부 조사되었고, 균열, 파손의 경우 손상에 대한 보수를 실시하고, 체수는 지속적인 발생시 사면부에 영향을 미치므로, 주의관찰 후 조치가 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 57.898km	49.0	97.6	보통암	
2구간 57.978km	50.9	106.8	보통암	
—	—	—	—	
검토의견	· 압반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 49.0~50.9로 측정되었으며, 추정강도 97.6~106.8MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토41		표 번 호	【표 41.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.22	B	근거표번호	【표 41.4.7】
	2구간	0.24	B	－	【표 41.4.8】
	－	－	－	－	－
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	식생공유실	주의관찰 후 조치	8.00	12.00	m ²	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	12.00	18.00	m	65	1,170	1
	소단배수로 체수	주의관찰 후 조치	20.00	30.00	m	—	—	—
	산마루측구 균열	주입보수	7.50	11.25	m	65	731	1
	산마루측구 파손	단면보수	0.25	0.38	m	165	63	2
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,901		63		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	951		32		0		
	합계	2,852		95		0		
개략공사비 총계(천원)		2,947						

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.

41.2.5 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	영천절토41		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.120	A	인장균열 없음
구조안전성능	0.080	A	특이파괴 유형 없음
안전성능	0.120	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	영천절토41		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.120	A	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.265	B	0.2	
종합평가 결과	○ 사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn))$ $= (0.120 \times 0.8) + (0.265 \times 0.2) = 0.149$ ○ 종합평가 결과 : A등급			

라. 종합결론

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

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

번호	공사명	공사구분	보수보장부위	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)
1	-	보수	배수로	-
	-		균열보수(하자)	-

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

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

비탈면 안정성 검토	토사비탈면 안정성 검토 토사비탈면 대표 횡단면도					
	0+280(영천방향)	0+580(영천방향)				
	건기시	건기시				
검토결과	Fs = 1.480 < 1.5 ∴ NG 우기시		Fs = 1.751 > 1.5 ∴ OK 우기시			
	Fs = 0.831 < 1.2 ∴ NG		Fs = 1.066 < 1.2 ∴ NG			
	• 시추조사 결과 시공시 토사 비탈면이 조성되는 구간임. • 0+280(영천방향)은 표준기울기에 의한 한계평형 해석결과 건기시 Fs=1.480, 우기시 Fs=0.831으로 기준안전율(1.5~1.2)을 만족지 못해 보강대책이 필요함. • 0+580(영천방향)은 표준기울기에 의한 한계평형 해석결과 건기시 Fs=1.751, 우기시 Fs=1.066으로 기준안전율(1.5~1.2)을 만족지 못해 보강대책이 필요함.					

토사비탈면 보강 검토	구분	0+280(영천방향)	0+580(영천방향)		
	공법	비탈면 보강		비탈면 보강	
	검토단면				
	안정해석				
		구분	건기시	우기시	비고
토사비탈면 보강 검토 결과	보강 검토 결과	Soil Nailing	2,740	1,18	
		구분	건기시	우기시	비고
		Soil Nailing	2,050	1,310	

토사비탈면 보강 검토 결과	구분	0+280(영천방향)	0+580(영천방향)				
	공법	• 토사층 : 표준기울기 적용(1:1.0) Soil Nail 보강(L=6.0~10.0m)		• 토사층 : 표준기울기 적용(1:1.0) Soil Nail 보강(L=6.0~10.0m)			
	위크고	H=13.1m, B=15.7m		H=15.62m, B=19.29m			
	보강 검토 결과	• 0+280(영천방향)의 경우 토사층의 두께가 두꺼워 기울기 한계 공법 적용시 안정성 확보가 어려울 것으로 판단되므로 Nailing 보강공법을 적용하여야 안정성을 확보하여야 할 것으로 판단됨. • 0+580(영천방향)의 경우 토사층의 두께가 두꺼워 기울기 한계 공법 적용시 안정성 확보가 어려울 것으로 판단되므로 Nailing 보강공법을 적용하여야 안정성을 확보하여야 할 것으로 판단됨.					

(a) 구조계산서

(b) 구조계산서

41.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

41.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 41.2.5】 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 ◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템 보수 및 점검이력	◇ 사면부 식생공 유실 ◇ 소단배수로 균열, 체수, 산마루측구 균열, 파손 ◇ 배수로 균열보수(하차)	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인

41.3 현장조사 및 시험

41.3.1 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 41.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2025. 09. 30.		조 사 자	정 지 운	
일 기	맑음		준공년도	2017년 06월 27일	
행정구역	대구광역시 군위군 산성면 백학리				
위 치	시점 : 36° 07' 23.5" 128° 70' 76.0"				
	종점 : 36° 07' 13.2" 128° 71' 08.3"				
도 로	관리이정 : 57.818~58.009km				
	왕복 4차선		도로폭 : 24.5m		
	교통량 : 30,787대/일				
절토사면	길 이 : 191m		높 이 : 33.0m		
	경 사/경사방향 : 55/020, 55/330				
	도로와의 이격거리 : 평균 0.5~1.5m				
	구성물질 : 암		토층심도 : 약 2.0m		
	소 단 : 3				
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -		
	낙석 평균크기 : -				
	낙석 최대크기 : -				
	뜯돌 존재유무 : 없음		뜯돌의 양 : -		
	뜯돌 평균크기 : -				
절토사면 시공현황	종 류	위 치		상 태	
	산마루측구	57.818~58.009k		일부손상	
	소단배수로	57.868~57.908k, 57.928~57.968k		일부손상	
	수직도수로	57.918k		양호	
	낙석방지울타리	57.818~57.998k		양호	
	개비온옹벽	57.938k		양호	
	점검계단	57.918k		양호	
붕괴이력	유 형	규 모		위 치	
기 타	·				

나. 사면특성 조사결과

【표 41.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형				
	종단면 형상						
	기타 특징		-				
절토사면의 특성	중 형 단 면			중 단 면 특 성			
상부 자연비탈면	경 사 도		20~30°				
	인장균열		무				
	포행흔적		무				
	수목의 기울어짐		무				
	인공구조물		무				
	산마루측구		유				
	계곡부		1개소				
지 질	광역 지질도 (1:250,000)						
	지질각론		백악기 경상층군의 최하부층인 연화동층 상부로부터 최상부의 자인층까지 분포하고 있으며, 경상층군 상부에 해당하는 신라아층군에는 응회암층이 협재됨				
식 생	① 종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수		
	② 밀 도	하	6/3m ²	-	-		
	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 2개의 구간(경사방향이 40° 이상 변화)으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 41.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	경사/경사방향	토층심도(m)	구성물질
1구간	57.818~57.948	130.0	33.0	55/020	2.0	암
2구간	57.948~58.009	61.0	30.0	55/330	2.0	암



절토사면명 : 영천절토41 / 57.818~58.009km

[방향 : 55/020, 55/330 , 연장 : 191.0m , 높이 : 33.0m]

사면명	영천절토41
관리이정	57.818k~58.009k
연장(m)/높이(m)	191/33
사면의경사/경사방향	55/020, 55/330

배수시설순상유형 (T Y P E)									
A-배수로 파손	B-배수로 균열	C-배수로 토사퇴적	D-뒷채움토사유실	E-배수로연결부단차	F-소단배수로균열 (중앙방향균열)	G-소단배수로균열 (횡방향균열)	H-소단배수로균열 (사방방향균열)	I-소단배수로 토사퇴적	J-소단배수로파손

영천방향

상주방향

2구간

1구간

배수로제원 (단위 : m)		
TYPE I (산마루측구)	TYPE II (수직배수로)	TYPE III (소단배수로)

(주)명성엔지니어링

상주영천고속도로 2024~2025년 시설물 안전점검 용역
(2025년 하반기 정밀안전점검)

영천절토41 외관조사망도

Bieniawski의 RMR 분류												No.	J1	J2	J3	J4	J5	J6				
												방향	75/031	82/313	80/315	65/225	80/315	55/215				
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		간격	10	10	10	10	10	10				
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void		6	Fresh	6	연장	4	4	4	4	4	4			
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	틈새	5	5	5	5	5	5			
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.	3	거칠기	3	3	3	3	3	3	3		
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	충전물	4	4	4	4	4	4			
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	풍화도	3	3	3	3	3	3	3		

41.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 영천절토41의 관리이정 57.818~57.948k의 구간으로 연장 130.0m, 높이 33.0m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 인장균열 및 이완암괴, 지반의 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.
- 계곡부는 1개소가 있으며, 계곡부 주변상태는 표층유실 및 침식의 흔적이 없는 것으로 조사되었다.

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 식생공이 시공되어 있으며, 식생활착은 양호~보통인 상태로 확인되었다.
- 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도로 판단된다.
- 57.938k 개비온옹벽 상부에 조사된 식생공유실은 식생활착이 약한 부위로 지표수 및 침투수 유입으로 인한 손상으로 즉각적인 보수보다는 주의관찰 후 식생활착 상태에 따라 보수여부를 판단하는 유지관리가 유리할 것으로 보인다.

3) 사면하부

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

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지울타리(57.818~57.968k), 개비온옹벽(57.938k), 점검계단(57.918k)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 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다.
- 소단배수로 균열, 산마루측구 파손, 수직도수로 파손이 조사되었으며, 시공당시 건조수축, 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중 등에 의해 발생된 것으로 판단된다. 조사된 손상은 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수, 단면보수 등의 조치가 필요하다.

6) 공중이 이용하는 부위

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

			
현황	개비온옹벽 전경	현황	소단배수로 전경
원인	상태양호	원인	상태양호
대책	-	대책	-
			
현황	57.938k 식생공유실(4.0*2.0)	현황	57.888k 소단배수로 균열(0.3/3.0)
원인	지표수 유입, 유실	원인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대책	주의관찰 후 조치	대책	주입보수
			
현황	57.893k 소단배수로 균열(0.3/3.0)	현황	57.918k 수직도수로 파손(0.5*0.5)
원인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대책	주입보수	대책	단면보수

【사진 41.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	점검사다리 전경	현 황	수직도수로 전경
원 인	상태양호(식생)	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	하부(이격부) 전경	현 황	사면부 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-

【사진 41.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 41.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	-	-	-	주의관찰	
사면부	식생공유실	m ²	8.00	1	주의관찰 후 조치	
사면하부	상태양호	-	-	-	주의관찰	
부대시설	상태양호	-	-	-	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	9.00	3	주입보수	
	산마루측구 파손	m ²	0.15	1	단면보수	
	수직도수로 파손	m ²	0.25	1	단면보수	

나. 2구간

2구간은 영천절토41의 관리이정 57.948~58.009k의 구간으로 연장 61.0m, 높이 30.0m로 구성 물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

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

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 식생공이 시공되어 있으며, 식생활착은 양호한 상태로 확인되었다.
- 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도로 판단된다. 점검결과, 특이손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

3) 사면하부

- 사면하부는 L형측구, 낙석방지울타리 등이 설치되어 있으며, 구조물의 변형 및 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 이격거리는 1.0~1.5m정도의 거리를 유지하고 있다.

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지울타리(57.968~57.998k)가 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구, 하부 수평배수로가 시공되어 있다.
- 소단배수로 균열, 산마루측구 균열, 파손, 재료분리, 수평배수로 파손이 조사되었으며, 시공당시 건조수축, 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중, 품질불량, 외부충격 등에 의해 발생된 것으로 판단된다. 조사된 손상은 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수, 단면보수 등의 조치가 필요하다.
- 소단배수로 체수는 시공당시 배수로의 구배시공이 미흡한 것으로 인해 발생한 손상으로 현재 월류로 인한 사면부 손상이 없는 상태이다. 하지만, 장기공용시 손상 발생 가능성이 있으므로 지속적인 주의관찰 후 구배조정 등의 조치가 요망된다.

6) 공중이 이용하는 부위

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

			
현 황	상부자연사면 전경	현 황	소단배수로 전경
원 인	상태양호	원 인	-
대 책	-	대 책	-
			
현 황	산마루측구 전경	현 황	하부(이격부), 야생동물유도울타리 전경
원 인	-	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	57.950k 소단배수로 체수(20.0m)	현 황	57.950k 소단배수로 체수(20.0m)
원 인	구배불량	원 인	구배불량
대 책	주의관찰 후 조치	대 책	주의관찰 후 조치

【사진 41.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	57.958k 소단배수로 균열(0.3/3.0)	현 황	57.968k 산마루측구 파손(0.2*2.0)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	단면보수
			
현 황	57.988k 산마루측구 재료분리(0.6*0.6)	현 황	58.009k 하부 수평배수로 파손(2.0*0.1)
원 인	다짐미흡, 품질불량	원 인	외부충격
대 책	단면보수	대 책	단면보수

【사진 41.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 41.3.5】 2구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	3.00	1	주입보수	
	소단배수로 체수	m	20.00	1	주의관찰 후 조치	
	산마루측구 균열	m	7.50	5	주입보수	
	산마루측구 파손	m²	0.50	2	단면보수	
	산마루측구 재료분리	m²	0.36	1	단면보수	
	수평배수로 파손	m²	0.20	1	단면보수	

다. 시설물내 옹벽 점검결과

시설물내 옹벽에 대한 현장조사를 [시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단)_
옹벽편]에 의거하여 실시하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

【표 41.3.6】 옹벽 점검결과

구 분		점검항목	점검결과
개비온 옹벽	지반, 기초부	침하	무(양호)
		활동	무(양호)
		세굴	무(양호)
	전면부	채움재 유실	무(양호)
		wire mesh의 파손	무(양호)
		진행성 변형	무(양호)
		결속철망 상태	무(양호)
	기타	주변영향인지(배수시설 및 비탈면상태 등)	무(양호)
기타사항		특이사항 없음.	
			

41.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결함 항목별 발생원인 분석

【표 41.3.6】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	발생원인	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—	—
사면부	식생공유실	집중강우	주의관찰 후 조치
사면하부	상태양호	표층유실에 의한 퇴적	—
배수시설	소단배수로 균열, 산마루측구 균열 산마루측구 파손 산마루측구 재료분리 수직도수로 파손 수평배수로 파손 소단배수로 체수	다짐미흡, 우수유입 다짐미흡, 우수유입 다짐미흡, 품질불량 다짐미흡, 우수유입 외부충격 시공시 구배불량	주입보수 단면보수 단면보수 단면보수 단면보수 주의관찰 후 조치
부대시설	상태양호	—	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 계곡부는 1개소가 확인되었고, 상단에 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 사면부 식생상태가 양호~보통인 상태로 식생공 유실부는 지표수에 영향을 받을 수 있으므로, 특히 장마기간은 주의관찰이 필요하며, 진전시 조치가 필요하다. 배수시설에 균열, 파손, 재료분리, 체수가 조사되었고, 균열, 파손, 재료분리의 경우 손상에 대한 보수를 실시하고, 체수는 지속적인 발생시 사면부에 영향을 미치므로, 주의관찰 후 조치가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.		

【표 41.3.7】손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	식생공유실	m ²	8.00	1	주의관찰 후 조치	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	12.00	4	주입보수	
	소단배수로 체수	m	20.00	1	주의관찰 후 조치	
	산마루측구 균열	m	7.50	5	주입보수	
	산마루측구 파손	m ²	0.65	3	단면보수	
	산마루측구 재료분리	m ²	0.36	1	단면보수	
	수직도수로 파손	m ²	0.25	1	단면보수	
	수평배수로 파손	m ²	0.20	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 산마루측구 파손, 재료분리, 수직도수로 파손, 수평배수로 파손이 추가 조사되었다.

【표 41.3.8】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2023년)		금회(2025년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면부	식생공유실	m ²	8.00	1	8.00	1	—	
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	12.00	4	12.00	4	—	
	소단배수로 체수	m	20.00	1	20.00	1	—	
	산마루측구 균열	m	7.50	5	7.50	5	—	
	산마루측구 파손	m ²	0.25	2	0.65	3	▲0.40	
	산마루측구 재료분리	m ²	—	—	0.36	1	▲0.36	
	수직도수로 파손	m ²	—	—	0.25	1	▲0.25	
	수평배수로 파손	m ²	—	—	0.20	1	▲0.20	

41.3.5 공중이 이용하는 부위 점검

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

【표 41.3.9】 공중이 이용하는 부위 점검내용

구 분	점검 결과	비고
추락방지시설	추락방지시설인 점검계단은 손상이 관찰되지 않은 양호한 상태이며, 원활한 유지관리를 위해 식생제거가 요구된다.	
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	

41.3.6 재료시험

영천절토41은 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 41.3.9】 반발경도시험 결과

시험위치	상위50% 평균값 (대표값)	일축압축강도 추정 (MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 57.898km	49.0	81.4	보통암	
2구간 57.978km	50.5	87.0	보통암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값(대표값)은 49.0~50.5 으로 측정되었으며, 일축압축강도추정 81.4~87.0MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

2) 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2023년 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 41.3.10】 이전 정밀안전점검과의 일축압축강도 추정 비교

구 분	위 치	전회(2023년)	금회(2025년)	비고
		일축압축 추정강도(MPa)	일축압축 추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	97.6	81.4	보통암
	2구간	106.8	87.0	보통암

영천절토41 반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구분	내용
시험 일자 및 시간	일자 : 2025. 09. 30. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 외관조사 위치(m) 참조
시험 대상 구조물	영천절토41 (L=191.0m, H=33.0m)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정, 암반노출부
시험시의 온도	20.9℃, 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.

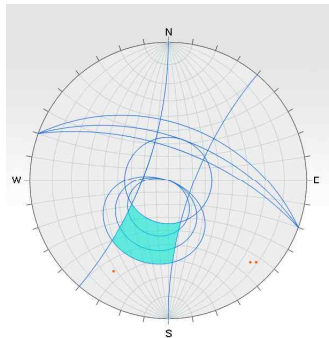
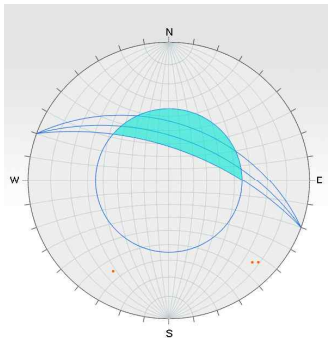
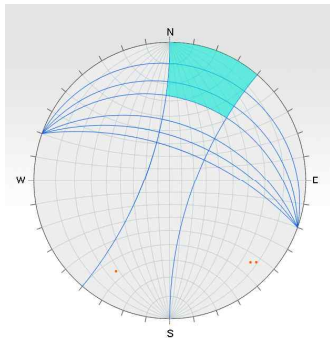
		
경사/방향 측정	거칠기 측정	간격 측정

【사진 41.3.3】 불연속면 측정 현황

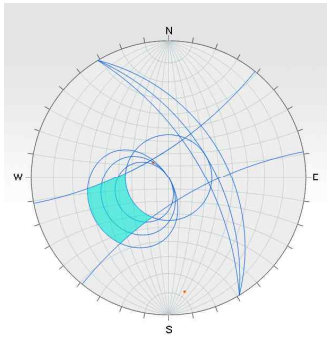
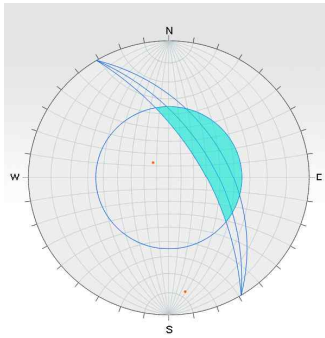
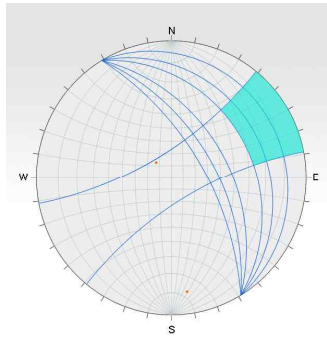
2) 불연속면 조사 결과

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

【표 41.3.11】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분		J1	J2	J3	절리상태 점수		
					J1	J2	J3
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		75/031	82/313	80/315	—	—	—
간격(m)		0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6	—	—	—
상세 절리 상태	연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	1.0~3.0	1	1	1
	틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만	1	1	1
	거칠기	약간 거침	약간 거침	약간 거침	3	3	3
	충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	1	1	1
	풍화도	MW	MW	MW	3	3	3
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	1.8	1.8	1.8
암괴크기		—	—	—			
블록형상		불규칙상	불규칙상	불규칙상			
평사투영해석							
평면파괴		췌기파괴		전도파괴			
							
안정		안정		안정			
● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 췌기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음							

【표 41.3.12】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분		J1	J2	J3	절리상태 점수		
					J1	J2	J3
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		62/225	80/315	55/215	—	—	—
간격(m)		0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6	—	—	—
상세 절리 상태	연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	1.0~3.0	1	1	1
	틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만	1	1	1
	거칠기	약간 거침	약간 거침	약간 거침	3	3	3
	충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	1	1	1
	풍화도	MW	MW	MW	3	3	3
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	1.8	1.8	1.8
암괴크기		—	—	—			
블록형상		불규칙상	불규칙상	불규칙상			
평사투영해석							
평면파괴		썰기파괴		전도파괴			
							
안정		안정		안정			
● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썰기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음							

41.4 상태평가

41.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 191m의 사면으로서, 지반특성에 따른 사면분류를 실시하였고 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 2구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 표기하였다.

【표 41.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	57.818~57.948k	130.0m	암반사면	
2구간	57.948~58.009k	61.0m	암반사면	

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 41.4.2]에 수록하였다.

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

－ 토층심도율(SR)

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

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

－ 암반의 블록크기 비(BR)

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

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

Ib(블록크기 지수) : Si의 산술평균

Slope height(사면의 연직 최고높이)

【표 41.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류 기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{2.0}{33.0} = 0.06$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 81.4MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3} = 0.4, \frac{Ib}{H} = \frac{0.4}{33.0} = 0.012$ 로 0.01초과	절리암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{2.0}{30.0} = 0.07$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 87.0MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3} = 0.4, \frac{Ib}{H} = \frac{0.4}{30.0} = 0.012$ 로 0.01초과	절리암반	

※ 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	0.5	0.3	0.4	0.4	33.0	0.012
2구간	0.4	0.4	0.3	0.4	30.0	0.012

다. 강우량

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

본 사면은 군위에 위치한 사면으로 기상청자료와 가까운 구미의 기상청자료(최근 30개년)를 획득하여 다음에 정리하였다.

구분	일 최대 강우량(mm)									
일시(year)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
강우량(mm)	151.0	130.5	84.0	221.0	105.5	87.0	66.0	132.0	158.0	202.0
일시(year)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
강우량(mm)	133.5	135.0	125.5	108.5	62.5	88.5	115.5	171.5	74.5	83.5
일시(year)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
강우량(mm)	64.7	117.6	85.9	114.6	155.9	107.6	80.0	91.6	166.8	133.0
평균(mm)	118.4									

41.4.2 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. 절리방향(사면과의 차이)

$|031 - 020| = 11^\circ$ 로 사면방향과 $10^\circ \sim 20^\circ$ 범위이므로 5점(d)

1-6. 절리경사-사면경사

$75 - 55 = 20^\circ$ 로 10° 이상으로 0점(a)

1-7. 절리상태

1구간 J1의 절리상태 점수는 불연속면에 1.8점으로 기재하여 2점(b)

1-8. 사면경사

사면경사는 55° 로 1:1.0이상, 1:0.7미만으로 1점(b)

1-9. 강우 및 지하수

1일 강우량은 본 사면 지역 최근 30개년 최대 일강우강도의 누년 평균값인 118.4mm이며, 지하수위는 시추조사 미설시로 육안으로 조사하여 누수 등의 손상이 없으므로 2점(c)

1-10. 절취상태

실시설계보고서 자료를 참고하여 진동제어발파에 의해 시공된 것으로 판단되어 1점(b)

1-11. 배수조건

배수시설은 소단배수로 균열, 산마루측구 파손, 수직도수로 파손에 의해 보통인 2점(c)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 1점(a)

【표 41.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토41		표번호	[표 41.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	57.818~57.948k	
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. 09. 30.		조사자	정 지 운	

【표 41.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토41		표번호	[표 41.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	57.818~57.948k		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-경사방향	031 - 020 = 11°	5	J1	
1-6		절리경사-사면경사	75 - 55 = 20°	0	J1	
1-7		절리상태	보통(절리상태 점수 1.8점)	2	J1	
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	55°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	118.4mm(구미)	2	2	
		지하수위	누수 등의 손상없음	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2025. 09. 30.		조사자	정 지 운		

나. 2구간 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. 절리방향(사면과의 차이)

$|315 - 330| = 15^\circ$ 로 사면방향과 $10^\circ \sim 20^\circ$ 범위이므로 5점(d)

1-6. 절리경사-사면경사

$80 - 55 = 25^\circ$ 로 10° 이상으로 0점(a)

1-7. 절리상태

2구간 J5의 절리상태 점수는 불연속면에 1.8점으로 기재하여 2점(b)

1-8. 사면경사

사면경사는 55° 로 1:1.0이상, 1:0.7미만으로 1점(b)

1-9. 강우 및 지하수

1일 강우량은 본 사면 지역 최근 30개년 최대 일강우강도의 누년 평균값인 118.4mm이며, 지하수위는 시추조사 미설시로 육안으로 조사하여 누수 등의 손상이 없으므로 2점(c)

1-10. 절취상태

실시설계보고서 자료를 참고하여 진동제어발파에 의해 시공된 것으로 판단되어 1점(b)

1-11. 배수조건

배수시설은 소단배수로 균열, 체수, 산마루측구 균열, 파손, 재료분리 등에 의해 불량인 3점(d)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 1점(a)

【표 41.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토41		표번호	[표 41.4.5]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	57.948~58.009k	
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. 09. 30.		조사자	정 지 운	

【표 41.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토41		표번호	[표 41.4.6]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	57.948~58.009k		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-경사방향	315 - 330 = 15°	5	J5	
1-6		절리경사-사면경사	80 - 55 = 25°	0	J5	
1-7		절리상태	보통(절리상태 점수 1.8점)	2	J5	
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	55°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	118.4mm(구미)	2	2	
		지하수위	누수 등의 손상없음	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		불량	3		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2025. 09. 30.		조사자	정 지 운		

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.20로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

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

【표 41.4.7】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토41				표번호
근거표번호			[표 41.4.3], [표 41.4.4]				[표 41.4.7]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	5	d	14	f2=0.27	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					14	F=0.18	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 14 / 52 = 0.27 ○상태평가등급(F) : 14 / 76 = 0.18					

【표 41.4.8】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			영천절토41				표번호
근거표번호			[표 41.4.5], [표 41.4.6]				[표 41.4.8]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	5	d	15	f2=0.29	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	3	d			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					15	F=0.20	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 15 / 52 = 0.29 ○상태평가등급(F) : 15 / 76 = 0.20					

【표 41.4.9】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토41	0.18	B	0.20	B	0.20	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	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

2) 도로포장

평가기준	상 태
a	○포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생한 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불편감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○도로포장 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

41.5 종합평가 및 안전등급 지정

41.5.1 종합평가 결과

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

【표 41.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토41		표 번 호	【표 41.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.18	B	근거표번호	【표 41.4.7】
	2구간	0.20	B	－	【표 41.4.8】
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.20	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

41.5.2 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 41.5.2】 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

41.5.3 이전 정밀안전점검과의 비교

【표 41.5.3】이전 정밀안전점검과의 비교

평가구분		전차 정밀안전점검(2023년)		금회 정밀안전점검(2025년)	
		결합지수	평가결과	결합지수	평가결과
상태평가	1구간	F=0.22	B	F=0.18	B
	2구간	F=0.24	B	F=0.20	B
	3구간				
안전성평가		해당없음	—	해당없음	—
등급 변경사유		결합지수 및 등급변경사유 기술 또는 결합지수 및 등급의 변경은 없는 상태이다.			

41.6 보수·보강 및 유지관리방안

41.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 41.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
사면부	식생공유실	주의관찰 후 조치	8.00	12.00	m ²	－	－	－
사면하부	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
부대시설	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	12.00	18.00	m	65	1,170	1
	소단배수로 체수	주의관찰 후 조치	20.00	30.00	m	－	－	－
	산마루측구 균열	주입보수	7.50	11.25	m	65	731	1
	산마루측구 파손	단면보수	0.65	0.98	m ²	165	162	2
	산마루측구 재료분리	단면보수	0.36	0.54	m ²	165	89	2
	수직도수로 파손	단면보수	0.25	0.38	m ²	165	63	2
	수평배수로 파손	단면보수	0.20	0.30	m ²	165	50	2
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,901		364		－		
	재경비 (순공사비의 50%)	951		182		－		
	합계	2,852		546		－		
개략공사비 총계(천원)		3,398						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

41.6.2 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 41.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
배수 시설	배수로 체수 구간 → 주기적인 주의관찰이 요망되며, 주변부 손상이 발생시 구배조정 등의 조치가 필요하다.	
	배수로 균열, 파손, 재료분리 구간 → 균열보수, 단면보수가 필요하며, 이후에도 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요	 
보호 시설	점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

41.7 종합결론

41.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 계곡부는 1개소가 확인되었고, 상단에 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 사면부 식생상태가 양호~보통인 상태로 식생공 유실부는 지표수에 영향을 받을 수 있으므로, 특히 장마기간은 주의관찰이 필요하며, 진전시 조치가 필요하다. 배수시설에 균열, 파손, 재료분리, 체수가 조사되었고, 균열, 파손, 재료분리의 경우 손상에 대한 보수를 실시하고, 체수는 지속적인 발생시 사면부에 영향을 미치므로, 주의관찰 후 조치가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값(대표값)은 49.0~50.5 으로 측정되었으며, 일축압축강도추정 81.4~87.0MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결합지수는 0.20로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 배수조건으로 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.

41.7.2 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.

41.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 배수시설 균열, 파손 구간의 경우 보수가 필요하며, 체수구간은 주의관찰 후 진전시 구배조정 등의 유지관리가 요구된다.
- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

41.7.4 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.