

39. 영천절토39

39.1 시설물 개요

39.2 자료수집 및 분석

39.3 현장조사 및 시험

39.4 상태평가

39.5 종합평가 및 안전등급 지정

39.6 보수·보강 및 유지관리 방안

39.7 종합결론

39. 영천절토39

39.1 시설물의 개요

영천절토39는 대구광역시 군위군 부계면 창평리(상주영천고속도로 55.188~55.448km)에 위치한 사면으로서 총 연장 260.0m, 높이 39.0m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다. 또한, 준공 이후 별도의 용도변경 없이 공용중이다.

39.1.1 일반사항

【표 39.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000018		관리번호	SY SL39
시설물명	영천절토39		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	대구광역시 군위군 부계면 창평리		
	위치좌표	시점 : 36° 08′ 15.3″ 128° 68′ 79.1″		
		종점 : 36° 08′ 13.1″ 128° 68′ 91.0″		
	관리이정	55.188~55.448km		
	공구이정	6공구 STA.10+970~11+230		
제 원	연 장	260.0m	높 이	39.0m
	경사/방향	55/022	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	45°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	지에스건설(주)
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리		
비 고				

39.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 39.1.1】 위치도

2025년 정밀안전점검(금회)



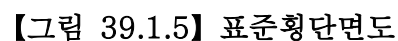
2023년 정밀안전점검(전회)



【그림 39.1.2】 전경사진

	
상부자연사면 전경	소단배수로 전경
	
산마루측구, 점검계단 전경	야생동물유도울타리 전경
	
낙석방지울타리 전경	하단(이격부) 전경

【그림 39.1.3】 부재별 현황



39.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요현황을 파악하기 위해 [상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 6공구]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.

39.2.1 자료수집 현황

【표 39.2.1】 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		○	

39.2.2 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

7.4 비탈면 설계기준

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

7.4.1 비탈면 경사기준

가. 비탈면 경사의 결정

(1) 쌓기 비탈면경사 결정에 따른 흐름도

(2) 쌓기 비탈면경사 결정에 따른 흐름도

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 보다 1~2m로 규정하고 있으며 국내기준은 5~10m이다 0.5~3.0m이다.

소단의 설치목적은 비탈면침식방지 위한 배수시설 설치, 침전보수용 등토 등의 유지관리에 있으므로 발파면층에서는 H=10.0m 보다 1.0m소단과 리빙월 및 토사층에서는 H=5.0m보다 1.0m소단을 설치하여 H=20.0m이다 3.0m소단을 설치하는 것이 대체적으로 적당한 것으로 사료된다.

[국내외 기관별 소단설치 기준]

구분	기관 및 규정명	소단설치 기준
국내	건설공사 비탈면 설계기준 (2006)	· 비탈면 높이 10m 이상 : 원칙적으로 소단설치 · 비탈면 층간에 5~20m 높이 마다 폭 1~3m 소단설치
	한국도로공사 도로설계요령 (2002)	· 리빙월 : R.Q.D = 0~10%, H=5m 마다 소단 1m · 발파면 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 도시설계기준	· H = 5 ~ 10m 마다 소단 1 ~ 1.5m
	한국토지공사	· H = 7m 마다 소단 0.5 ~ 1.5m
일본	도로공단 설계요령	· H = 7m 마다 소단설치
	국유철도토목구조물 표준시방서	· 암석과 접하는 토사 경계부와 7m 마다 소단 설치 · H > 10m의 경우 7m마다 소단 1.5m, 경사3%

7.4.3 지하수위 적용기준

가. 적용기준

비탈면안정해석시 지하수위는 계절적인 지하수위 변화, 지형 및 시간적 요소를 고려하여 비탈면의 안정 조건에 가장 불리한 상태를 해석에 적용하는 것이 바람직한것으로 사료된다.

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

248

7.4.1 비탈면 경사기준

다. 쌓기 비탈면

지반지반의 토질은 매우 불균질하고, 풍화도, 상층상대 및 규질 등에 의해 지반의 강도는 현저하게 다르며 시공 후 시간의 경과에 따라 응력이완, 대기노출로 인한 풍화진행 등으로 원시지반의 전단강도가 약해지므로 비탈면에 치지 불안정하게 된다.

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

국내 쌓기비탈면 설계기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준경사를 적용하고 있으며 발파면에서 층리나 절리등이 규칙있게 발달할 경우 경사 비탈면에 따라 큰 풍화가 예상되므로 지반조사 결과를 토대로 파괴할때를 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면 경사설정 및 추가적인 안정대책을 수립하도록 계획하였다.

[원지반 토질에 대한 비탈면 경사범위]

토질조건	비탈면높이(m)	경사	비고	
사질토	모래	-	1:1.5 이상	SW, SP
	밀실한 것	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
		5~10	1:1.0 ~ 1:1.2	
		10 이상	1:1.2 ~ 1:1.5	
자갈 또는 암석 섞인 사질토	밀실하고 입도분포가 좋음	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
		10~15	1:1.0 ~ 1:1.2	
		15 이상	1:1.2 ~ 1:1.5	
	밀실하지 않거나 입도분포가 나쁨	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	GM, GC
10~15	1:1.2 ~ 1:1.5			
점성토	0~10	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH	
5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2			
암석 또는 호박돌 섞인 점성토	5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	GM, GC	
10 이상	1:1.0 ~ 1:1.2			
중하암	-	1:1.0 ~ 1:1.2	시공이 현실적이지 않은 암	

주) 1. 실효는 점성토로 간주, 표에 표시한 토질 이외에 대해서는 별도로 고려한다.
2. 위 표의 경사는 소단을 포함하지 않는 단일비탈면의 경사이다.

(건설교통부, 건설공사비탈면설계기준, 2006년)

250

7.4.2 안전율 적용기준

가. 쌓기 비탈면 안전율 기준

국내외 각 기관에서 적용하는 쌓기비탈면의 최소안전율은 쌓기 기초지반의 연약지반 분류여부, 성토층의 시공위치, 비탈면의 영구 구조를 여부 등에 따라 쌓기 비탈면의 안전율 기준에는 차이가 있으며, 각 기관의 쌓기 비탈면 안전율을 간략화 하연 아래 표와 같다.

[국내 기관별 쌓기 비탈면 최소안전율 적용기준]

구분	최소 안전율 (Minimum Safety Factor)	
건설교통부	건기시(지하수가 없는 것으로 해석)	Fs ≥ 1.5
	우기시	Fs ≥ 1.3
	지진시	Fs ≥ 1.1
한국도로공사	도로설계요령	Fs ≥ 1.3
	항만시설 기술상의 기준, 등해설	Fs ≥ 1.5

나. 쌓기 비탈면 안전율 기준

비탈면 안정에 대한 최소안전율은 지역과 공사내용, 비탈면의 용도, 비탈면 파괴시 주변에 미치는 영향 및 경제성 등에 따라 다르며, 비탈면안정 해석에 앞서 최소안전율 선정은 매우 중요한 의미를 지닌다. 각 기관별 쌓기비탈면에 대한 최소안전율에 대한 적용기준은 아래에 기술되어 있으며 기술된 최소안전율이 어떠한 가정에서 유도되었는지를 파악해야 하나 이런 가정들은 생략되어 있으며 단지 부분적인 세세한을 기재하는 방법으로 간략화 되어있다.

[국내외 기관별 쌓기 비탈면 최소안전율 적용기준]

구분	최소 안전율	
건설공사 비탈면 설계기준(2006)	건기시(지하수가 없는 것으로 해석)	Fs ≥ 1.5
	우기시(지하수위 지하수위를 위치시킨 후 해석)	Fs ≥ 1.2
	지진시	Fs ≥ 1.1
도로설계요령 (2000)	건기시(지하수위 미고려)	Fs ≥ 1.5
	우기시(지하수위는 지표면에 위치)	Fs ≥ 1.1~1.2
미국 D'APPOLONIA Consulting Engineers (1975)	지진시(미국 D'APPOLONIA 기준, NAVFAC - DM7.1-329기준)	Fs ≥ 1.1~1.2
	실내시험에 의해 강도를 구할 경우	1.5 > Fs > 1.3
NAVFAC - DM 7.1-329	최대지진가속도를 고려할때	1.2 > Fs > 1.0
	하중이 오래 작용할 경우	Fs > 1.5
	구조물 기초인 경우	Fs > 2.0
일시적인 하중이 적용할 경우 및 시공시	일시적인 하중이 적용할 경우 및 시공시	Fs > 1.35 or 1.25
	지진하중이 적용하는 경우	Fs > 1.2 or 1.15

나. 지형 및 지질

제 4 장 조 사 결 과

4.1 지표지질 조사

4.1.1 지형 및 지질특성

가. 지질 개요

- 이 지역의 지질은 백악기 경질암류의 중·하부층인 전주층 상부로부터 최상부의 지인층까지 분포하고 있으며 경질암류 상부에 채달하는 신리암류에는 용암암류가 침재되어 있음
- 이 층을 팔공산화강암을 비롯해서 산성 또는 중성 백암과 규장암 등이 관입하고 있음

나. 지형특성

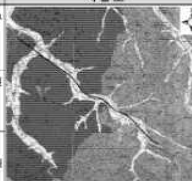
국립근거의 팔공산(해발 1193m)을 최고봉으로 동서로 긴 산맥을 이루고, 정음군계의 보현산(해발 1124m)에서 서쪽으로 산맥을 이루어 팔각산(해발 750m)에 이르러 북서로 매봉과 북두산(해발 879m), 옥녀봉(해발 564m)으로 연결되는 산맥과 남서로 방가산(해발 756m)-화산(해발 828m)-월암산(해발 556m)으로 이어지는 산맥을 이룬다.

동부는 노고산-화산, 북서로 조월산(해발 637m), 매봉산(해발 489m) 능선, 마장산(해발 402m), 풍부리산(해발 354m), 건지봉(해발 471m) 등이 위치함

서부는 팔공산에서 분리된 사루봉(해발 714m)과 북서로 발달한 긴 능선, 적라산(해발 352m), 남쪽으로 길게 뻗은 물우리 산맥, 북부의 청화산맥에서 남동-남북으로 발달하는 성산(해발 692m) 능선과 상봉산(해발 448m) 북동부에서 남남서로 발달하여 북두산(해발 509m)으로 연결되는 긴 능선과 낮은 구릉들로 이루어짐

보현산 서쪽 산맥지에서 발견하는 고현천과 인천, 신현천과 울호천이 각각 합류하여, 근조강으로 유입되어 남향하고, 북으로 발달하여 흐르는 뒤편에 구천이 합류하여, 영천서 북서부 팔공산-우계산 계곡에서 발견하여 북으로 흐르는 사창천이 남향에 합류하여 효령강에서 유입되고, 군위를 동부에서 서류하는 신안천이 뒤편에 합류하며, 뒤편은 사형하면서 북동류하여 상주로 낙동강에서 낙동강으로 유입됨

다. 분포암종 특성

구분	지질특성	지형도
동양층 (전주층)	·역암 또는 역질사암을 기저로 하는 암회색 세립로 구성 ·대체로 NNE의 주향과 10°~15°SE의 경사를 이룬다	
일직층 (일직층)	·역암, 역질사암, 사암, 실트스톤, 미회암, 이암 및 세립로 구성 ·대체로 N10°~15°E 주향과 10°~15°SE 경사를 이룬다	
산성 및 중성 암맥	·주요 산성암맥이며, 인산암질 암맥도 일부 분포 ·지형적으로 지지대를 형성 대립리스 및 층지층에 의해 피복되어있으며 일부는 낮은 구릉의 형태를 보임	

39

라. 지질 계통도

지질시대	층명	특성	비고
제4기	충적층(Qa)	·하천 및 산록 퇴적물	
	산성암류(Kad)	·과상 및 산록 퇴적물	·전 구간에서 기반암을 관입
	충적암류(Kad)	·과상의 퇴적	
	유전층군	·주요 암회암으로 구성	·분포하지 않음
	안산암질암(Kat)	·관입 및 분출	
	하양층군	·사암, 적색 미사질 세립, 역암	·4급구 침범 및 5급구 침범
백악기	일직층(Ked)	·주로 사암이 우세	
	전주층(Ked)	·역질사암, 사암, 세립의 고조	·5급구 전 구간
신생대	신동층군	·하부층에서 이회암 호층 분포	
	전주층(Ked)	·부정암	
신생대	화강암질 편마암(Pogrn)	·암리가 부분적으로 발달	·10급구 일부분 일부 분포

4.1.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

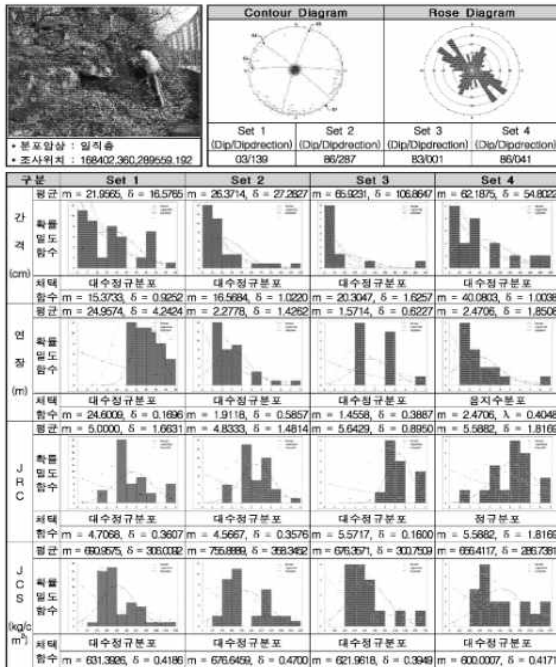
- 목적
 - 과업지역의 광역적인 지형 특성 파악 및 선형구조 발달 상태 파악
 - 지형 및 지질특성(단층, 절리, 암맥 등의 선구조)파악
 - 과업구간에 대한 지질정보와 단층, 절리 등에 의한 광역적인 선구조 해석
- 원리 및 방법
 - 30m라 해상도의 Landsat5 TM 위성영상을 이용하여 분석 실시
 - 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 맨디블 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용
 - 식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시
- 위성영상결과

선형공간필터링분석	공간필터링	위성영상 분석
		
·고주파상조(Laplacian) 필터를 적용 인공적인 선구조 관찰	·영상 내의 지형 또는 선구조의 방향성에 관계없이 지형 지물의 에지를 검출	·68개의 대, 소 선구조 파악
·구조물이 잘 관찰됨	·능선지와 수로 등 지지대 인공 구조물이 잘 관찰됨	·우세한 방향은 N80°~90°W로 나타난다
	·선구조 확인 판독에 유용한 자료임	·과업노선과 4개의 선구조 교차

40

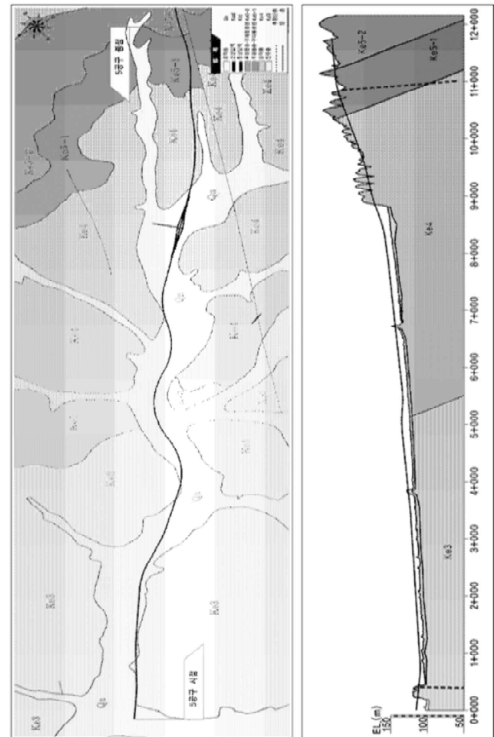
나. 조사결과

■ Scanline-106



48

■ 지질평면도



다. 지반조사보고서

제 1 장 조 사 개 요

1.1 조사명

· 상주-영천간 고속도로 민간투자사업 실시계획(6공구)

1.2 조사목적

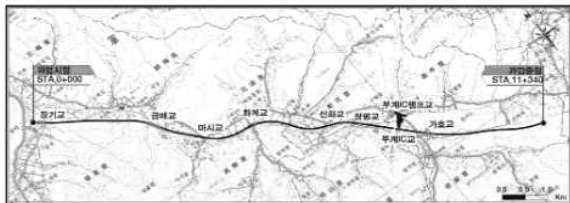
- 상주-영천간 고속도로 민간투자사업에 위한 지반조사
- 계획노선의 지반공학적 특성을 고려한 조사계획 수립
- 선정된 최적노선을 대상으로 구조물별 특성을 고려한 현장조사, 현장시험 및 실내시험 실시
- 지층의 구성상태, 지반공학적 특성 및 지반조건 파악
- 조사된 자료를 종합·분석하여 합리적이고 경제적인 설계 및 시공에 필요한 공학적 자료 제공

1.3 조사범위

· 시점 : 경상북도 군위군 군위읍 효령면(STA. 0+000)
(X=293577.5190, Y=163274.3124)
· 종점 : 경상북도 군위군 군위읍 이북면(STA. 11+231)
(X=296819.0783, Y=171952.6914)
· 연장 : 11.231km



1.4 위치도



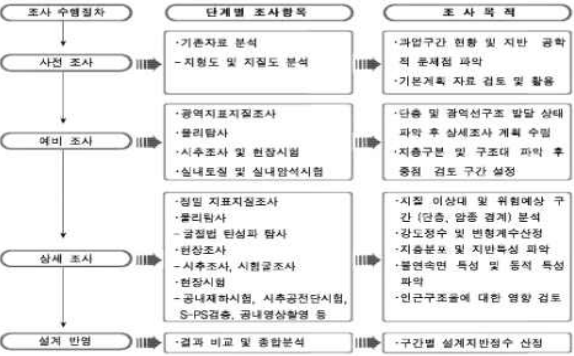
제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행 흐름

가. 조사 기본방향



나. 조사 수행 흐름도



제 7 장 비탈면 안정성 검토

7.1 개요

7.1.1 검토목적

본 검토는 계획노선에 계획되어 있는 각기 및 쌓기 비탈면 중 붕괴가능성을 지닌 대궐기 비탈면과 고궐기 비탈면에 대하여 설계사 지반공학적인 측면에서 조사 및 시험을 실시하고 이를 분석·파악 후 토질 및 암반상태의 안정성을 고려한 안정 비탈면경사 결정 및 대책 등을 검토하여 경제적인 비탈면 설계방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

토사비탈면의 경우 토층이 균질하다는 가정하에 일의의 최소안전율을 갖는 활동 비탈면에 대한 안정성 평가가 이루어지나 암반비탈면의 경우 지질구조 및 불연속면의 특성에 의해 안정성을 평가하게 된다. 따라서 본 검토에서는 토사와 암반 비탈면의 파괴특성 차이를 고려하여 본 계획 노선의 비탈면을 토사비탈면과 암반비탈면으로 구분하여 안정검토를 실시하였다.

7.1.2 검토내용

본 구간의 검토대상 비탈면에 대하여 현장조사 및 실내시험을 통하여 얻은 성과를 토대로 검토한 내용은 다음과 같다.

- 현장조사 적정성 분석 및 비탈면 설계경사 선정
- 실내시험 적정성 분석 및 비탈면 설계경사 선정
- 합리적인 비탈면 경사 검토
- 비탈면 안정대책 및 보수공법 검토

7.2 검토구간 선정 및 현황

7.2.1 선정기준

과원구간에 계획되는 비탈면 중 흙쌓기 구간의 검토구간 선정은 일반적으로 흙쌓기 높이가 10m이상, 각기 구간은 절취비탈면 높이가 20m 이상 되는 비탈면을 원칙으로 하였으며, 그 외 현상 조건 및 토질조건에 따른 대상은 다음의 기준에 따라 선정하였다.



구분	구간	구간명	조사구간		도원구간	
			구간	구간명	구간	구간명
조사구간	1	1	1	1	1	1
			2	2	2	2
			3	3	3	3
			4	4	4	4
도원구간	2	2	5	5	5	5
			6	6	6	6
			7	7	7	7
			8	8	8	8

구분	선정 기준
쌓기 부	· 비탈면높이가 10m를 초과하는 경우
	· 비탈면경사가 표준경사보다 급한 경우
	· 쌓기재료의 압축속성이 높고, 연단강도가 낮은 경우
	· 쌓기식 목구기 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 인명, 재산상 피해를 주는 경우
	· 지질특성으로 인하여 쌓기토체 내부로 지속적인 지하수의 유입이 발생하는 경우
쌓기 부	· 홍수시 비탈면이 침수되거나 비탈굴이 침식되는 경우
	· 쌓기비탈면의 경지반이 약화하지 못한 경우(연약지반 등)
	· 내진안전책이 필요한 경우
	· 비탈면높이가 20m 이상인 경우
	· 비탈면경사가 표준경사보다 급한 경우
쌓기 부	· 비탈면 지반이 봉척토로 이루어진 경우
	· 암반의 풍화가 심하고 풍구가 많은 경우
	· 쌓기식 목구기 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 인명, 재산상 피해를 주는 경우
	· 불연속면이 비탈면 방향으로 경사진 지질조건인 경우
	· 내진안전책이 필요한 경우
쌓기 부	· 불연속면을 갖는 지형·지질 조건인 경우

7.2.2 비탈면 현황

비탈면 안정검토 대상구간 선정기준에 의한 비탈면 현황은 다음과 같다.

구 분	구 간 연 장 (STA)	연 장 (m)	대표단면 (STA)	최대 쌓기고	지층현황	조 사 내 용		
						공반	조사위치	비 고
별 기 구	별기1구간	0+340 ~2+330	2,090	0+440(상부강물)	13.9m	연립층 중립층 점토층	C89-1 점토 D-357 (주 24.0)	
	별기2구간	2+740 ~3+840	1,100	2+960(모호한점)	8.2m	매립층 점토층 점토층 점토층	S88-5 점토 D-922 (주 2.0)	
	별기3구간	3+855 ~4+805	1,040	4+800(상부강물)	11.5m	매립층 점토층 점토층 점토층	S89-12 점토 D-774 (주 14.0)	
	별기4구간	4+940 ~5+640	1,707	4+980(모호한점)	14.0m	매립층 점토층 점토층 점토층	S88-26 점토 D-931 (주 6.0)	
	별기5구간	6+663 ~7+257	594	7+240(상부강물)	10.7m	점토층 점토층 점토층 점토층	S88-29 점토 D-759	
	별기6구간	7+290 ~8+000	700	7+400(모호한점)	9.7m	매립층 점토층 점토층 점토층	S88-30 점토 D-737	
	별기7구간	8+110 ~8+800	600	8+880(모호한점)	14.2m	매립층 점토층 점토층 점토층	S88-35 점토 D-715 (주 7.0)	

240

7.6 비탈면 안정해석 및 검토

7.6.1 개요

가. 뛰기구간

본 지역에서의 켄기비열원 안정핵소는 켄기구간 중 켄기 높이가 가장 높은 지역을 기준으로 비열원 현상을 고려하여 대표단원 선형 추 조사지만 및 열핵원에 대해 실시하였고, 지표지질조사 결과 및 시추 조사 결과를 종합 분석하여 토사 및 암반층에 널리 적용하고 있는 한계열원핵소 및 방사평형법을 이용하여 종합적으로 검토가 이루어졌다. 켄기비열원 핵소를 실시하여 얻어 경제적이고 안전한 비열원법상의 선정을 위하여 다음과 같이 적용하여 검토하였다.

- 비밀면 암색해서 일반면과 기존 암전결과 간격치 1.5 이상, 우지치 1.2 이상으로 적용하였다.
- 구내 내 시투조차 결과에 의한 결핵 후유의 종합적용 및 지표지질 조차시 현상 확인된 일반 노출면 등을 종합하여 적정경계선을 설정하였다.
- 결과를 근거로 일반면과 상태에 의한 위기 결과는 암색별 위기 적정결과를 기준으로 일반비밀면 결과를 결정하였다.
- 수집된 지표지점조차 결과를 이용하여 평가투영면으로 불연속면의 추정 및 결과방향을 구분된 투영으로 파악양상을 예측하였다.
- 일반비밀면 결과에 따라 상부층의 토사비밀면 암전성 검토는 **Tairen 97** 프로그램을 이용하여 원호활동 파괴 정도합계를 원칙으로 하였다. $RQD = 0 \sim 10\%$ 의 암석은 연강과도 하더라도 암반이 큰 **COBBLE** 상태에서 거동하는 것으로 사료되므로 종합약과 같은 특성으로 파악할 수 있다. 이 와 같은 경우 일반면 절리면에서 따라 파괴되기 보다는 원호활동 파괴의 경향을 보임으로 종합약과 토사층을 포함하여 검토하였다.

나. 뿔기구간

본 불기구간은 산지지대 발달부의 편승곡부와 곡간하천의 축적층 지역에 대한 불기포진 전담토로 형성된 강을 경유하고 있으며 원지반의 지층분포, 특성상 및 인위적반출 측면 여부를 확인하기 위하여 Hand Auger Boring을 실시하였다. 불기 비탈면의 파괴해석은 원호분할 파괴로 해석하였으며, 강도정수는 불기지역의 지반강도정수 선정에 의거 지층별로 적용되었다. 불기 비탈면 해석을 실시함에 있어 지층하중의 고려와 무기기를 고려하여 지르펜에 지하수위가 형성된 것으로 가정하여 해석하였다.

259

7.6.3 암반파쇄에 따른 비탈면 경사 현황

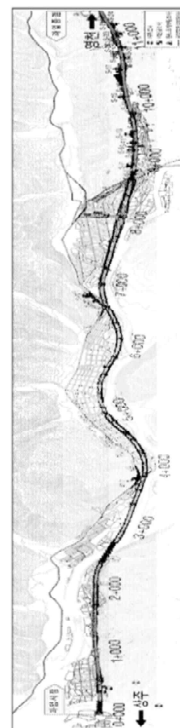
시추조사시 채취된 암반코어를 대상으로 TCR 및 RQD를 얻었으며, 암반의 파쇄상태에 따른 깎기
경사 평가 및 검토를 암석별 깎기 적정경사 기준으로 실시하면 다음 표와 같다.

[일반 파쇄 상태에 따른 깎기비탈면 결사 검토]

구분 구간	검토구간 (STA.)	영향사항	시 선 종 호	합계 측정에 따른 비탈면 경사					적 경	용 사
				암종	TCR(%)	RQD(%)	TCR에 의한 경사	RQD에 의한 경사		
웨이 1구간	0+220 ~0+450	영천방향	CBB-1	사암 및 니질암	81~100	27~58	1:0.5	1:0.7	1:0.7	
웨이 2구간	지광도919호선 0+040~0+300	상주방향	CBB-3	사암 및 니질암	97	17~39	1:0.5	1:0.7	1:0.7	
웨이 3구간	6+500 ~6+900	상주방향	CBB-5	사암 및 니질암	73~100	8~100	1:0.5	1:0.5	1:0.5	
웨이 4구간	8+060 ~9+340	상주방향	CBB-7	사암 및 니질암	46~100	0~90	1:0.5	1:0.5	1:0.5	
			CBB-9	사암 및 니질암	100	29~75	1:0.5	1:0.5	1:0.5	
웨이 5구간	9+340 ~9+750	상주방향	CBB-10	사암 및 니질암	95~100	14~82	1:0.5	1:0.7	1:0.7	
웨이 6구간	9+770 ~10+180	상주방향	CBB-11	사암 및 니질암	54~100	0~63	1:0.5	1:0.7	1:0.7	
웨이 7구간	10+180 ~10+360	상주방향	CBB-12	사암 및 니질암	87~100	10~69	1:0.5	1:0.7	1:0.7	
웨이 8구간	10+380 ~10+580	상주방향	CBB-13	니질암	58~100	0~76	1:0.5	1:1.0	1:1.0	
웨이 9구간	10+380 ~10+700	영천방향	CBB-14	니질암	59~100	0~100	1:0.5	1:0.5	1:0.5	
웨이 10구간	10+750 ~10+840	영천방향	CBB-15	니질암	48~100	11~100	1:0.5	1:0.7	1:0.7	
웨이 11구간	10+970 ~11+060	영천방향	CBB-16	사암 및 니질암	65~100	0~100	1:0.5	1:0.5	1:0.5	
웨이 12구간	11+080 ~11+220	영천방향	CBB-17	사암 및 니질암	31~100	0~97	1:0.5	1:0.7	1:0.7	

263 ■

■ 지반조사 위치도



2. 수량

조사번호	단위	프랑크	프랑크	개	조사번호		개
					기원전	기원후	
물리 학사	물리 실험실	1		1			
	물리 실험실	km	0.34	3,475	3,615		
	물리 실험실	km	40	38	78		
물리 학사	물리 실험실	개	6	6			
	물리 실험실	개	12	12	12		
	물리 실험실	개	139	149	288		
물리 학사	물리 실험실	개	6	6			
	물리 실험실	개	6	6			
	물리 실험실	개	12	2	14		
	물리 실험실	개	1	5	5		
	물리 실험실	개	1	1	1		
	물리 실험실	개	3	6	6		
물리 학사	물리 실험실	개	3	6	3		
	물리 실험실	개	3	6	3		
	물리 실험실	개	3	6	3		

39.2.3 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 39.2.2】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	영천절토39 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 균열 및 퇴적, 산마루측구 균열 및 파손이 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, 단면보수, 정비
2	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	영천절토39 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 균열 및 퇴적, 산마루측구 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	영천절토39 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 균열 및 퇴적, 산마루측구 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, 정비
4	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	영천절토39 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 균열 및 퇴적, 산마루측구 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, 정비

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
5	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	364	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 및 산마루측구 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
	2019. 09. 16 2019. 12. 27	장진원	B	균열보수, 주의관찰
6	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	306	영천절토39 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상은 건조수축 등에 의한 비구조적 손상으로 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	306	영천절토39 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상은 건조수축 등에 의해 발생된 비구조적 손상으로 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	양호	균열보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
8	2중 성능평가	(주)명성 엔지니어링	1,025	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	306	영천절토 39 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상은 건조수축 등에 의해 발생된 비구조적 손상으로 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	균열보수, 정비

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	437	-배수시설 균열, 토사퇴적
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	-균열보수, 정비, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-배수시설 균열, 토사퇴적
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	-균열보수, 정비
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-배수시설 균열, 토사퇴적
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	-균열보수, 정비
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면하부 낙석퇴적 -배수시설 균열, 토사퇴적
	2023. 04. 03 2023. 06. 16	정지운	양호	-주의관찰, 균열보수, 정비
14	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	641	-배수시설 균열, 토사퇴적, 파손
	2023. 07. 03 2023. 12. 08	이상훈	B	-균열보수, 단면보수, 청소, 주의관찰
15	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-배수시설 균열, 파손, 토사퇴적
	2024. 06. 10 2024. 06. 28	정지운	양호	-주입보수, 단면보수, 정비
16	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-배수시설 균열, 파손, 토사퇴적
	2024. 09. 23 2024. 12. 03	정지운	양호	-주입보수, 단면보수, 정비
17	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면하부 낙석퇴적 -배수시설균열,파손,들뜸,토사퇴적
	2025. 03. 24 2025. 06. 18	정지운	양호	-주입보수, 단면보수, 정비, 지속관찰

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

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	상태양호	—
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적 산마루측구 균열 산마루측구 파손	주입보수 정비 주입보수 단면보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 계곡부는 1개소가 확인되었고, 상부자연사면에 관목류가 서식하고 있는 상태이며, 사면부 식생상태는 양호한 상태로 조사되었다. 배수시설에 균열, 파손 및 토사퇴적이 확인되었으며, 원활한 배수기능 확보를 위해 주입보수, 단면보수, 정비를 실시하는 것이 요구된다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	압 판정 결과	실시 전경
1구간 55.268km	50.9	106.6	보통암	
2구간 55.408km	53.4	119.8	경암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 50.9~53.4로 측정되었으며, 추정강도 106.6~119.8MPa로 보통암~경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토39		표 번 호	【표 39.5.1】
평가구분		결합지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.12	A	근거표번호	【표 39.4.7】
	2구간	0.16	B		【표 39.4.8】
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.16	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	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	10.00	15.00	m	65	975	1
	소단배수로 토사퇴적	정비	1.80	2.70	m³	25	68	3
	산마루측구 균열	주입보수	3.00	4.50	m	65	293	1
	산마루측구 파손	단면보수	0.08	0.12	m²	165	20	2
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,268		20		68		
	재경비 (순공사비의 50%)	634		10		34		
	합계	1,902		30		102		
개략공사비 총계(천원)		2,034						

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.

39.2.5 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	영천절토39		
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	영천절토39		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.

39.2.6 시설물 보수 이력

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

【표 39.2.3】 보수이력사항

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

39.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 39.2.4】 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)	

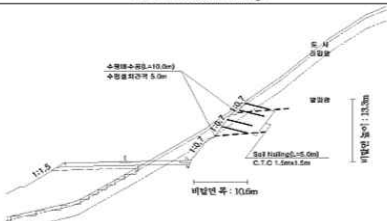
구분

토사 비탈면 보강방안

공법

비탈면 보강(Soil Nailing)

검토 단면



구분

건 기 우 기

안정 해석

FS = 2.76 > 1.5 ∴ OK

FS = 2.04 > 1.2 ∴ OK

구분

비탈면 보강(Soil Nailing)

공법

- 토사층 : 실험 없음. • 리필암 : 조경경사 적용(1:0.7)
- 암반층 : 표준경사 적용(1:0.7) • Soil Nailing 6m 1.5x1.5

꺾기 고

H=13.3m, B=10.6m

보강 검토 결과

- 시추조사 결과 토사 비탈면이 과도하게 발생되는 구간임.
- STA. 10+975~11+065의 경우 토사 비탈면의 안정성은 확보되나 환경 훼손 범위가 과도함으로 꺾기 면적 감소 효과를 고려하여 Nailing 보강공법을 적용하는 것이 유리할 것으로 판단됨.

꺾기구간 안정성 검토

토 사 비 탈 면

건 기 시

우 기 시

FS = 2.138 > 1.5 ∴ OK

FS = 1.442 > 1.2 ∴ OK

평면 및 전도파괴 분석도

꺾기파괴 분석도

평사투영 해석

구 분	평면	전도	꺾기
1:0.5	안 정	안 정	안 정
1:0.7	안 정	안 정	안 정
1:1.0	안 정	안 정	안 정

한 계 평 형 해 석

구 분	평면파괴	꺾기파괴
1:0.5	—	—
1:0.7	—	—
1:1.0	—	—

평 사 투영 결과

- 암반비탈면 표준경사(1:0.7) 적용시 암반층 평사투영 해석결과 평면 및 꺾기파괴 가능성어 적으므로 보강공법을 적용하지 않고 표준경사를 적용.

(a) 구조계산서

(b) 구조계산서

39.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

39.2.9 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 39.2.5】 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	◇ 소단배수로 균열, 토사퇴적, 산마루측구 균열, 파손 ◇ 배수로 균열보수(하자)	◇ 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

39.3 현장조사 및 시험

39.3.1 현황 및 특성

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

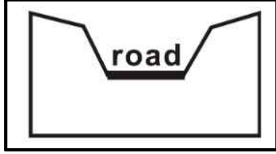
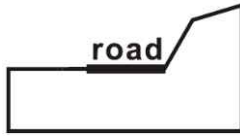
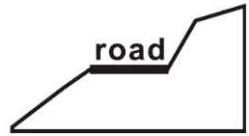
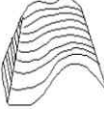
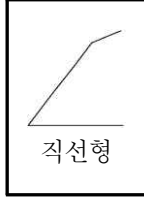
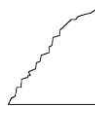
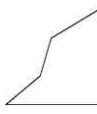
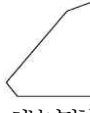
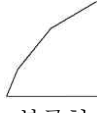
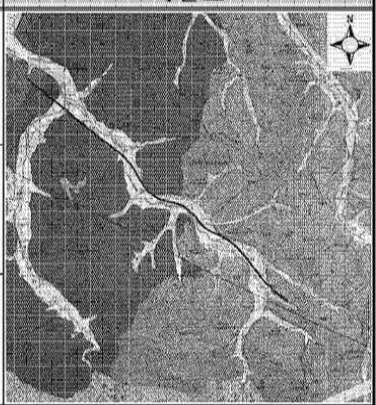
가. 일반현황 조사결과

【표 39.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2025. 09. 30.		조 사 자	정 지 운
일 기	맑음		준공년도	2017년 06월 27일
행정구역	대구광역시 군위군 부계면 창평리			
위 치	시점 : 36° 08′ 15.3″ 128° 68′ 79.1″			
	종점 : 36° 08′ 13.1″ 128° 68′ 91.0″			
도 로	관리이정 : 55.188~55.448km			
	왕복 4차선		도로폭 : 24.5m	
	교통량 : 30,787대/일			
절토사면	길 이 : 260.0m		높 이 : 39.0m	
	경 사/경사방향 : 55/022			
	도로와의 이격거리 : 평균 0.5~1.0m			
	구성물질 : 암		토층심도 : 약 3.0~4.0m	
	소 단 : 4			
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
	식생공	55.188~55.448k		양호
	산마루 측구	55.188~55.448k		일부손상
	소단배수로	55.338~55.418k		일부손상
	낙석방지울타리	55.218~55.268k, 55.338~55.418k		양호
	야생동물유도울타리	55.188~55.218k, 55.268~55.338k 55.418~55.448k		양호
	점검용 계단	55.418~55.448k		양호
붕괴이력	유 형	규 모		위 치
기 타	.			

나. 사면특성 조사결과

【표 39.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형				
	종단면 형상						
	기타 특징		-				
절토사면의 특성	종 횡 단 면	 직선형  요형(오목)  절형(볼록)  복합형		종 단 면 특 성	 직선형  요절형  오목형  해부형  돌출형  볼록형		
상부 자연비탈면	경 사 도		10~20°				
	인장균열		무				
	포행흔적		무				
	수목의 기울어짐		무				
	인공구조물		무				
	산마루측구		유				
	계곡부		1개소				
지 질	구 분		지질특성		지질도		
	동명층 (진주층)		·역암 또는 역질사암을 기저로 하는 암회색 세일로 구성 ·대체로 NNE의 주향과 10°~15°SE의 경사를 이룸				
	일직층 (칠곡층)		·역암, 역질사암, 사암, 실트스톤, 이회암, 이암 및 세일로 구성 ·대체로 N10°~15°E 주향과 10°~15°SE 경사 이룸				
	산성 및 중성 암맥		·주로 산성암맥이며, 안산암질 암맥도 일부 분포 ·지형적으로 저지대를 형성 테일러스 및 충적층에 의해 피복되어있으며 일부는 낮은 구릉의 형태를 보임				
	지질각론		백악기 경상층군의 중·하부층인 진주층 상부로부터 최상부의 자인층까지 분포하고 있으며, 경상층군 상부에 해당하는 신라아층군에는 응회암층이 협재되어 있음				
식 생	① 종 류		초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	② 밀 도		하	4/2m 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 구간으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

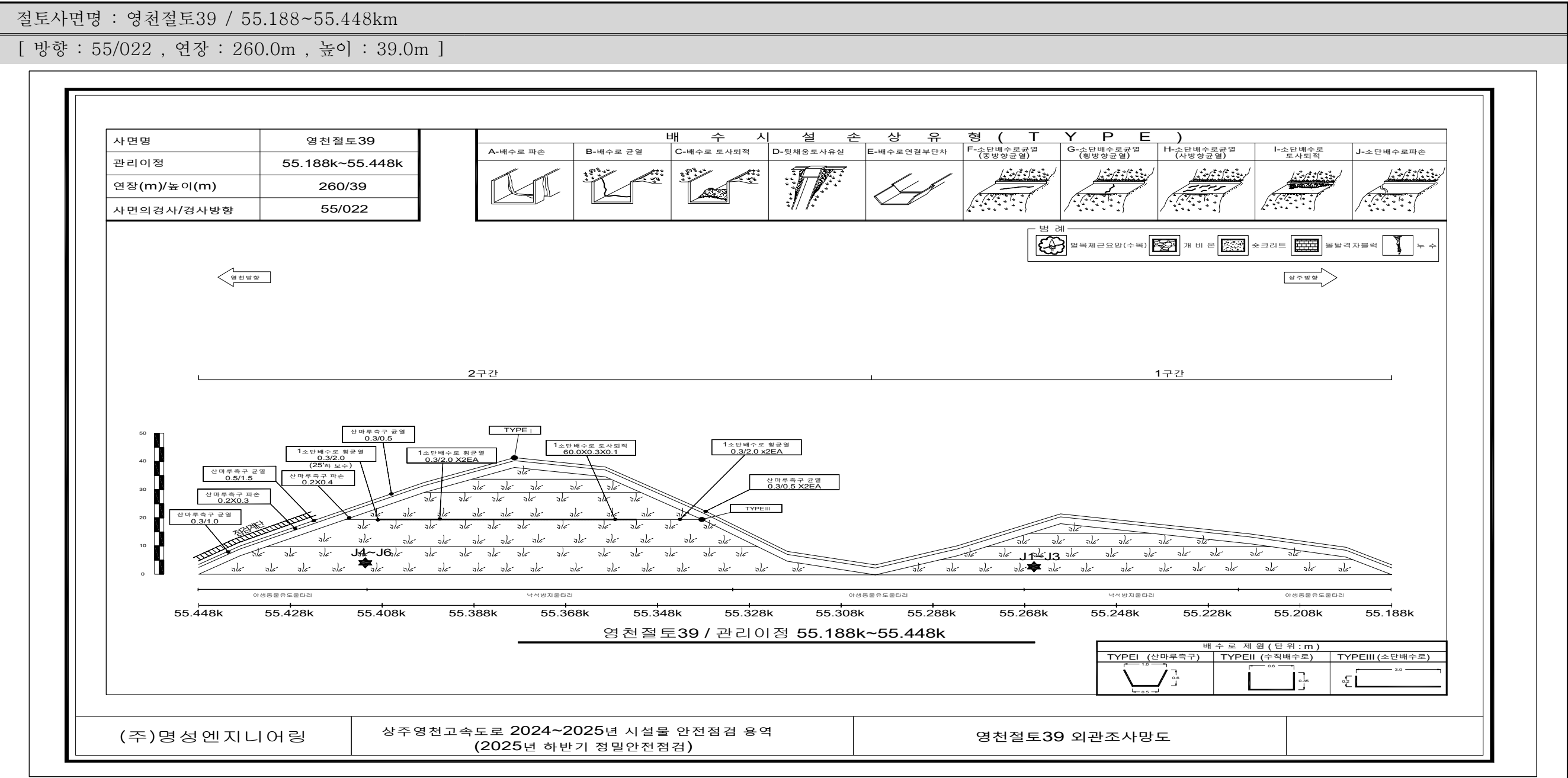
사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 39.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	경사/경사방향	토층심도(m)	구성물질
1구간	55.188~55.298	110.0	20.0	55/022	3.0	암
2구간	55.298~55.448	150.0	39.0	55/022	4.0	암



39.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



39.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 영천절토39의 관리이정 55.188~55.298k의 구간으로 연장 110.0m, 높이 20.0m로 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 양호한 상태로 확인되었다.
- 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도로 판단된다. 점검결과, 특이손상이 없는 상태로 확인되었다.

3) 사면하부

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

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지울타리(55.218~55.268k), 야생동물유도울타리(55.188~55.218k, 55.268~55.298k)가 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

5) 배수시설

- 배수시설은 산마루측구가 시공되어 있다.
- 점검결과, 손상이 없고 배수기능은 양호한 상태로 조사되었다.

6) 공중이 이용하는 부위

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

			
현 황	상부자연사면 전경	현 황	산마루측구 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	—	대 책	—
			
현 황	도로, 야생동물유도울타리 전경	현 황	하단(이격부) 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	—	대 책	—

【사진 39.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

【표 39.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	

나. 2구간

2구간은 영천절토39의 관리이정 55.298~55.448k의 구간으로 연장 150.0m, 높이 39.0m로 구성물질은 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.
- 노출암반을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도로 판단된다. 점검 결과, 특이손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

3) 사면하부

- 사면하부는 L형측구, 낙석방지울타리 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(55.338~55.418k), 야생동물유도울타리(55.298~55.338k, 55.418~55.448k), 점검계단(55.418~55.448k)이 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구가 시공되어 있다.
- 소단배수로 균열에 대한 보수가 일부 실시되었고, 소단배수로 균열, 토사퇴적, 산마루측구 균열, 파손이 조사되었으며, 시공당시 건조수축, 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중, 강우 및 지표수 유입에 의한 풍화 등에 의해 발생된 것으로 판단된다. 조사된 손상은 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수, 단면보수, 정비 등의 조치가 필요하다.

6) 공중이 이용하는 부위

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

			
현 황	상부자연사면 전경	현 황	산마루측구, 점검계단 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	소단배수로 전경	현 황	하부(이격부), 낙석방지울타리 전경
원 인	-	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	55.338k 산마루측구 균열(0.3/0.5)	현 황	55.343k 소단배수로 균열(0.3/2.0)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 39.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	55.358k 소단배수로 토사퇴적(60*0.3*0.1)	현 황	55.338k 소단배수로 토사퇴적(40*0.3*0.1)
원 인	강우, 지표수유입	원 인	지표수유입, 토사유실
대 책	정비	대 책	정비
			
현 황	55.418k 산마루측구 파손(0.2*0.4)	현 황	55.428k 산마루측구 파손(0.2*0.3)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	단면보수	대 책	단면보수

【사진 39.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 39.3.5】 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	8.00	4	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m³	1.80	1	정비	
	산마루측구 균열	m	4.00	5	주입보수	
	산마루측구 파손	m²	0.14	2	단면보수	

39.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결함 항목별 발생원인 분석

【표 39.3.6】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	발생원인	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—	—
사면부	상태양호	—	—
사면하부	상태양호	—	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적 산마루측구 균열 산마루측구 파손	다짐미흡, 우수유입 강우, 지표수 유입 등의 열화 다짐미흡, 우수유입 다짐미흡, 우수유입	주입보수 정비 주입보수 단면보수
부대시설	상태양호	—	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 계곡부는 1개소가 확인되었고, 상부자연사면에 관목류가 서식하고 있는 상태이며, 사면부 식생상태는 양호한 상태로 조사되었다. 배수시설에 균열, 파손 및 토사퇴적이 확인되었으며, 원활한 배수기능 확보를 위해 주입보수, 단면보수, 정비를 실시하는 것이 요구된다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.		

【표 39.3.7】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	8.00	4	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m³	1.80	1	정비	
	산마루측구 균열	m	4.00	5	주입보수	
	산마루측구 파손	m²	0.14	2	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 소단배수로 균열에 대한 보수가 일부 실시되었고, 산마루측구 균열, 파손이 추가 조사되었다.

【표 39.3.8】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2023년)		금회(2025년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	10.00	5	8.00	4	▼2.00	
	소단배수로 토사퇴적	m³	1.80	1	1.80	1	—	
	산마루측구 균열	m	3.00	4	4.00	5	▲1.00	
	산마루측구 파손	m²	0.08	1	0.14	2	▲0.06	

39.3.5 공중이 이용하는 부위 점검

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

【표 39.3.9】 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	

39.3.6 재료시험

영천절토39는 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 39.3.9】 반발경도시험 결과

시험위치	상위50% 평균값 (대표값)	일축압축강도 추정 (MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 55.268km	50.3	86.3	보통암	
2구간 55.408km	52.8	96.0	경암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값(대표값)은 50.2~52.8으로 측정되었으며, 일축압축강도추정 86.3~96.0MPa로 보통암~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 39.3.10】 이전 정밀안전점검과의 일축압축강도 추정 비교

구 분	위 치	전회(2023년)	금회(2025년)	비고
		일축압축 추정강도(MPa)	일축압축 추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	106.6	86.3	보통암
	2구간	119.8	96.0	경암

영천절토39 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	영천절토39 (L=260.0m, H=39.0m)
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 특성 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.

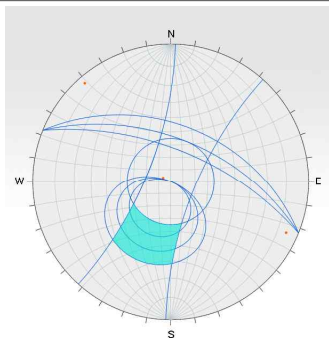
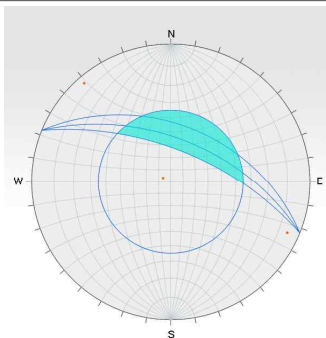
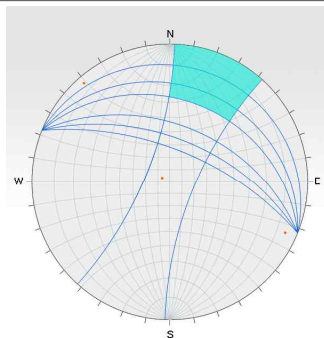
		
경사/방향 측정	거칠기 측정	간격 측정

【사진 39.3.3】 불연속면 측정 현황

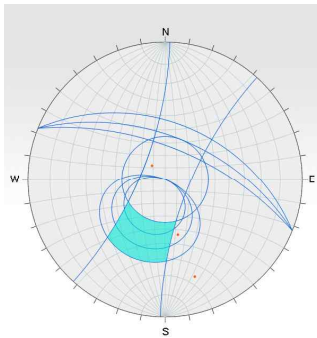
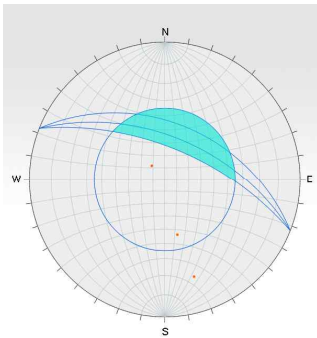
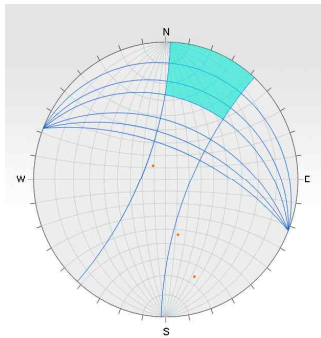
2) 불연속면 조사 결과

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

【표 39.3.11】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분		J1	J2	J3	절리상태 점수		
					J1	J2	J3
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		85/294	87/193	07/116	—	—	—
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	HW	HW	HW	5	5	5
누수상태		완전건조	완전건조	완전건조	2.2	2.2	2.2
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 39.3.12】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분		J4	J5	J6	절리상태 점수		
					J4	J5	J6
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		73/343	45/347	16/137	—	—	—
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							

39.4 상태평가

39.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 260m의 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 39.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	55.188~55.298km	110m	암반사면	
2구간	55.298~55.448km	150m	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 39.4.2]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 39.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{20.0} = 0.15$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 86.3MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.4, \frac{I_b}{H} = \frac{0.4}{20.0} = 0.020$ 로 0.01초과	절리암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{4.0}{39.0} = 0.10$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 96.0MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.4, \frac{I_b}{H} = \frac{0.4}{39.0} = 0.011$ 로 0.01초과	절리암반	

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

구분	S ₁	S ₂	S ₃	I _b	H	블록크기비(BR)
1구간	0.5	0.3	0.4	0.4	20.0	0.020
2구간	0.4	0.4	0.5	0.4	39.0	0.011

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									

39.4.2 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)

$|294 - 022| = 88^\circ$ 로 사면방향과 45° 이상이므로 0점(a)

1-6. 절리경사-사면경사

사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리 없음. 0점(a)

1-7. 절리상태

1구간 J1의 절리상태 점수는 불연속면에 2.2점으로 기재하여 3점(c)

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 2점(b)

1-11. 배수조건

배수시설은 전반적으로 양호한 상태인 1점(b)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 1점(a)

【표 39.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토39		표번호	[표 39.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	55.188~55.298km	
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 39.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토39		표번호	[표 39.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	55.188~55.298km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	294 - 022 = 88°	0		
1-6		절리경사-사면경사	사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리가 없음	0		
1-7		절리상태	보통(절리상태 점수 2.2점)	3		
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	2		
1-11	배수조건		양호	1		
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)

$|347 - 022| = 35^\circ$ 로 사면방향과 $30^\circ \sim 45^\circ$ 범위이므로 2점(b)

1-6. 절리경사-사면경사

사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리 없음. 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 2점(b)

1-11. 배수조건

배수시설은 소단배수로 균열, 토사퇴적, 산마루측구 균열, 파손 등에 의해 보통인 2점(c)

1-12. 보호/보강상태

보호/보강상태에 문제가 없으므로 1점(a)

【표 39.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토39		표번호	[표 39.4.5]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	55.298~55.448km	
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 39.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토39		표번호	[표 39.4.6]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	55.298~55.448km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	347 - 022 = 35°	2		
1-6		절리경사-사면경사	사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리가 없음	0		
1-7		절리상태	유리(절리상태 점수 1.8점)	2		
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	2		
1-11	배수조건		불량	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2025. 09. 30.		조사자	정 지 운		

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.16로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

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

【표 39.4.7】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토39				표번호
근거표번호			[표 39.4.3], [표 39.4.4]				[표 39.4.7]
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	0	a	10	f2=0.19	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	2	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	1	b			
합계(Σ)					10	F=0.13	A
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 10 / 52 = 0.19 ○상태평가등급(F) : 10 / 76 = 0.13					

【표 39.4.8】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			영천절토39				표번호
근거표번호			[표 39.4.5], [표 39.4.6]				[표 39.4.8]
평가요소			결합점수	결합종류별 평가결과	총점	결합지수	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	2	b	12	f2=0.23	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	2	b			
		⑪ 배수조건	2	d			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					12	F=0.16	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 12 / 52 = 0.23 ○상태평가등급(F) : 12 / 76 = 0.16					

【표 39.4.9】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		구간별평가결과(Min)	
	결합지수	등급	결합지수	등급	결합지수	등급
영천절토39	0.13	A	0.16	B	0.16	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

39.5 종합평가 및 안전등급 지정

39.5.1 종합평가 결과

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

【표 39.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토39		표 번 호	【표 39.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.13	A	근거표번호	【표 39.4.7】
	2구간	0.16	B		【표 39.4.8】
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.16	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

39.5.2 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 39.5.2】 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

39.5.3 이전 정밀안전점검과의 비교

【표 39.5.3】이전 정밀안전점검과의 비교

평가구분		전차 정밀안전점검 (2023년)		금회 정밀안전점검 (2025년)	
		결합지수	평가결과	결합지수	평가결과
상태평가	1구간	F=0.12	B	F=0.13	B
	2구간	F=0.16	B	F=0.16	B
	3구간				
안전성평가		해당없음	—	해당없음	—
등급 변경사유		지반상태가 상이하여 1구간 결합지수는 다소 증가하였지만, 등급의 변경은 없는 상태이다.			

39.6 보수·보강 및 유지관리방안

39.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 39.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	8.00	12.00	m	65	780	1
	소단배수로 토사퇴적	정비	1.80	2.70	m³	25	68	3
	산마루측구 균열	주입보수	4.00	6.00	m	65	390	1
	산마루측구 파손	단면보수	0.14	0.21	m²	165	35	2
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,170		35		68		
	재경비 (순공사비의 50%)	585		18		34		
	합계	1,755		53		102		
개략공사비 총계(천원)		1,910						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

39.6.2 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 39.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
배수 시설	· 배수로 균열, 파손, 토사퇴적 구간 → 주입보수, 단면보수 및 정비가 필요하며, 이후에도 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요	
보호 시설	· 점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

39.7 종합결론

39.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 계곡부는 1개소가 확인되었고, 상부자연사면에 관목류가 서식하고 있는 상태이며, 사면부 식생상태는 양호한 상태로 조사되었다. 배수시설에 균열, 파손 및 토사퇴적이 확인되었으며, 원활한 배수기능 확보를 위해 주입보수, 단면보수, 정비를 실시하는 것이 요구된다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값(대표값)은 50.2~52.8 으로 측정되었으며, 일축압축강도추정 86.3~96.0MPa로 보통암~경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.16로서 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 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태”으로 지정하였다.

39.7.2 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.

39.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 배수로 균열, 파손, 토사퇴적 구간의 경우 보수 및 정비가 필요하며, 이후에도 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

39.7.4 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.