

19. 영천절토19

19.1 시설물 개요

19.2 자료수집 및 분석

19.3 현장조사 및 시험

19.4 상태평가

19.5 종합평가 및 안전등급 지정

19.6 보수·보강 및 유지관리 방안

19.7 종합결론

19. 영천절토19

19.1 시설물의 개요

영천절토19는 대구광역시 군위군 소보면 달산리(상주영천고속도로 24.754~24.974km)에 위치한 사면으로서 총 연장 220.0m, 높이 37.0m의 절토사면으로 시공되어 있다.

19.1.1 일반사항

【표 19.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000040		관리번호	SY SL19
시설물명	영천절토19		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	대구광역시 군위군 소보면 달산리		
	위치좌표	시점 : 36° 15′ 28″ 128° 26′ 35″		
		종점 : 36° 15′ 25″ 128° 26′ 45″		
	관리이정	24.754~24.974km		
	공구이정	3공구 STA.8+740~8+960		
제 원	연 장	220.0m	높 이	37.0m
	경사/방향	50/016	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	10~20°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	(주)한화건설, (주)삼호
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 사면내 옹벽, 격자앵커, 숯크리트		
비 고				

19.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 19.1.1】 위치도

2023년 정밀안전점검(금회)



2021년 정밀안전점검(전회)



【그림 19.1.2】 전경사진

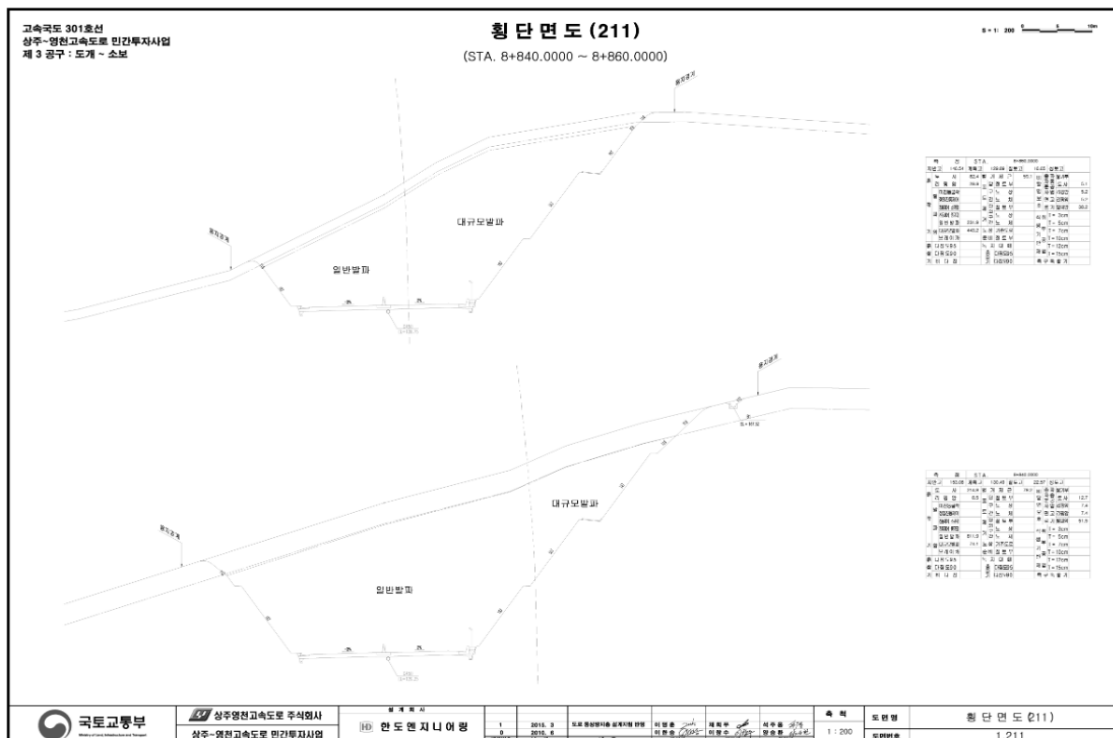
	
숫크리트, 격자앵커 전경	사면내 옹벽 전경
	
1소단배수로 전경	산마루측구 전경
	
하부 전경	점검계단 전경

【그림 19.1.3】 부재별 현황

평면 및 종단면도(12)
(STA. 8+800.00 ~ STA. 9+600.00)

구분	구간	종단면	비고
노선	노선명		
	노선번호		
지점	지점명		
	지점번호		
도로	도로명		
	도로번호		
구조물	구조물명		
	구조물번호		
토목	토목명		
	토목번호		
환경	환경명		
	환경번호		
기타	기타명		
	기타번호		

II - 19 - 6



【그림 19.1.5】 표준횡단면도

II - 19 - 8

나. 지형 및 지질

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석

광역 지질도 (1:500,000)	분석 내용
	- 유리기의 관입암, 백악기 경상층군의 신동층군, 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포 - 화강암 주변부는 높은 지형을 형성하고 있으며, 편암과 경계부는 혼펠스화 - 충돌 내지 조립질, 동립질 조적 우세 - 우보단층 : 이 지역 동동변에서 북서부로 향한 우보단층은 선산 구조소봉지를 지난다. 다국동(형화산 남서)의 화강암체는 이 단층의 영향을 받았을 가능성이 있으며 이 단층의 활동이 있을 후에 화강암이 관입하고 그 후에 다시 이 단층의 활동을 받았을 가능성이 높음

4.1.2 기본설계자료 분석

구 분	분석 내용
타일 구간	- 본토지층 : 표토층(복적층), 풍화토, 풍화암, 연암 - 표토층은 비탈면 복적층인 풍적층으로 일구부는 지표에서 5.5~12.0m, 출구부는 18.0m 두께, 자갈적인 실토질 모래, 전석, 매우조밀 - 풍화토는 일구부에서인 지표하 5.5~10.0m에 4.5m 두께, 매우조밀 - 풍화암은 지표하 10.0~18.0m에서 3.0~6.0m 두께로 분포, 세립, 사립 및 폭문모 화강암의 풍화대 - 연암은 지표하 13.0~30.0m에서 9.0~12.0m 두께, 세립 및 사립, 심한파쇄, TCR=25~85%, RQD=0~45%
신계고 (석성교)	- 본토지층 : 매립층, 편적층, 풍화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.8~2.3m 두께로 분포, 실트적인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀 - 편적층은 지표하 1.8~8.5m에 6.2~6.3m 두께로 분포, 자갈적인 실토질 모래 및 점토질 실트, 매우느슨 내지 매우조밀 - 풍화암은 지표하 8.5~9.5m에 1.0m 두께로 분포, 실토질 모래, 매우조밀 - 연암은 지표하 8.1~12.5m에 3.0m 두께로 분포, 사립, TCR=14~60%, RQD=0%
개랑고	- 본토지층 : 매립층, 편적층, 풍화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.2m 두께로 분포, 실트적인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀 - 편적층은 지표하 1.2~4.8m에 3.6m 두께로 분포, 실트적인 모래질 자갈, 느슨 내지 매우조밀 - 풍화암은 지표하 4.8~6.0m에 1.2m 두께로 분포, 실토질 모래, 매우조밀 - 연암은 지표하 6.0~9.0m에 3.0m 두께로 분포, 역질 사립, TCR=60%, RQD=45%

51

구 분	분석 내용
교량구간	- 본토지층 : 매립층, 연암 - 매립층은 지표에서 4.3m 두께로 분포, 모래질 자갈, 매우조밀, 습윤 - 연암은 지표하 4.3~6.3m에 2.0m 두께로 분포, 역질사립, 보통풍화 내지 심한 풍화, 약한 내지 보통강함 TCR=87%, RQD=52%
도개고	- 본토지층 : 매립층, 편적층, 풍화암, 연암 - 매립층은 지표에서 1.5~2.6m 두께로 분포, 모래적인 전석 및 실토질 모래, 느슨 - 편적층은 지표하 1.5~12.0m에 4.5~9.4m 두께로 분포, 실토질 모래, 자갈 및 전석, 매우조밀 - 풍화암은 지표하 6.0~8.5m에 2.5m 두께로 분포, 역질 사립, 매우조밀 - 연암은 지표하 8.5~12.0m에 3.0m 두께로 분포, 역질 사립, 사립 및 화강암, TCR=40~50%, RQD=0~43%
비탈면구간	- 본토지층 : 매립층, 편적층, 풍화암, 연암 - 매립층은 전층에 분포, 모래적인 전석 및 실토질 모래, 느슨 - 편적층은 매립층 하부에 분포, 실토질 모래, 자갈 및 전석, 매우조밀 - 풍화암은 역질 사립, 매우조밀 - 연암은 풍화도가 대체로 낮음 - 표토의 층수는 얇고, 풍화도 역시 수 미터 이내 - 본토암층은 주로 역질 사립, 역암 및 화강암 - 암 강도는 풍화도에 따라 상이하나 보통 강함 내지 강함

4.1.3 현장답사를 통한 중점점도사항 도출

가. 주요 결과

테일러스(Talus) 분포 현황	테일러스 상세 견경	중점점도사항
		3공구 군위터널 중점부 인근 계곡부에 발달 - 사암과 역암이 혼펠스화 - 테일러스 직경은 30cm~200cm 정도, 심도 10m 정도로 추정 - 경구부 지층 정밀 파악 필요 (경구비탈면안정/보강공법설정)

나. 중점점도사항 도출

구 분	조사내용 및 분석결과	중점점도사항
타일 구간	- 아래 굴착시 풍화 암이 예상되는 세립 분포 - 군위터널 구간에 우보단층 출현 - 군위터널 인근에 계곡부 발달	- 지층 형상 및 구조적 심도 파악을 위한 시추 조사, 전기 비저항 탐사, 탐사와 탐사 수평 - 단층 굴착시 특성 분석을 위한 상세조사 수행 - 불적층 분포 파악을 위한 상세 시추 및 굴리탐사 수행
교량 및 비탈면 구간	- 장년기~노년기 지형으로 풍화대 발달 - 굴착시 풍화에 민감한 편암 발달 - 암층 변화 및 지형기복에 따른 기초 지지층 변화가 심할 것으로 예상	- 지층분포 파악을 위한 시추조사 및 탐사파라미터 - 사암구간 주변 비탈면 시공 현황 상세 조사 - 지층을 확인을 위한 시추조사와 암반 특성 파악을 위한 암석시험 수행

52

4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지질 개요

- 백악기 경상층의 신동층과 하양층군이 주로 분포하는 역점소봉지의 서남부에 위치
- 백악기 경상층군의 신동층군 낙동층의 만경상층원과 금당리층원, 백악기의 관입암류가 분포

나. 지형특성

산 계	수 계
- 과업지역의 중앙부에는 주변 산들에 비해 비교적 높은 고도를 보이는 형화산과 냉산이 위치 - 과업노선은 형화산과 냉산 사이의 저지대를 따라 지나가며 서북서 방향의 선구조를 위해 놓임	- 과업노선의 서쪽에는 낙동강이 북쪽에서 남쪽으로 흐르고 있으나 노선은 교차하지 않음 - 과업노선의 서쪽에는 북쪽으로 흐르는 위천의 지류인 국정천과 교차함

다. 본토 암층 특성

구 분	지질특성
만경상층원 하부	- 장석의 함량이 높기 때문에 다른 암석에 비해 풍화가 더 심할 것으로 예상됨 - 풍화심도가 상당히 깊을 것으로 예상됨
만경상층원 상부	역의 크기는 수 cm~수십 cm이며 형태는 아원형으로 기질 지질성립
혼펠스 (Hornfels)	본국사 화강암의 관입에 의한 열점착에 의해 치밀한 구조를 보이며 풍화에 상당히 강함 것으로 예상됨
금당리층원 세립(Shale)	점층으로 인한 쪼개짐(leafy)이 발달. 또한 이 쪼개짐과 같은 방향으로 파쇄선이 점진 또는 층진되어 있어 층리방향으로의 이방성이 분 것으로 예상됨
화강암	- 암석의 중립 내지 세립질 암석으로 약간의 열기성광물 집합체를 함유 - 충돌~조립질을 보이며 동립질 조직이 우세, 수 cm 크기의 장석반정기 나타남 - 과업구간 주변의 높은 지형을 형성

53

상주-영천 고속도로 민간투자사업 실시계획

라. 지질 계통도

지질시대	층 명		특 성	비 고			
제4기	충적층(Qu)		• 하천 및 산곡 퇴적물				
	— 부성암 —						
	충적암(K _{qu}) 신성암(K _{sn})		• 과상의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입			
	— 관입 —						
	화강암(K _g)		• 과상의 치밀	• 3공구 중앙부			
	— 관입 —						
	유전층군		안산암질암(K _u)	• 주로 충적암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음		
중생대	— 관입 및 분출 —						
	신동층군	낙동층군 (Ket)	민경신층 (Ket-nim)	상부 (Ket-um)	• 사암과 역질사암, 역암 교호	• 3공구 중앙 및 종량부	
			하부 (Ket-nim)	• 장석질 사암과 역질사암, 역암 교호			• 3공구 서점 및 종량부
			회색부에 탄질층 함유				

마. 지질구조

지질구조	특성
	- 과업지역은 한반도의 동남단에 위치하며 백악기 퇴적층이 크게 발달하고 후기의 북쪽동향의 단층대가 도록의 동부지역을 통과 - 경상 누층군의 낙동층 분포지 내에서 과업구간에 해당되는 지역에서는 서북서-동남동 방향의 좌수향 주향미동 단층인 신동층, 금천단층, 가문단층, 우보 단층 등이 발달하며, 이 지역의 동남단에서는 북북동-남남서 방향의 우수향 미동단층인 양산단층계가 발달 - 과업구간에 대한 서북서방향의 우보단층이 가장 중요한 구조선으로 노선을 지배하고 있음 - 경상 누층군의 편암류 내 층리 변화를 보면 동서 방향의 습곡축을 가지고 계곡을 따라 발달하는데, 이들 습곡축들은 서북서 방향의 좌수향 단층에 평행하고 있음

4.2.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 원격위성영상 분석

(1) 목적

- 과업지역의 광역적인 지형 특성 파악 및 선형구조 발달 상태 파악
- 지형 및 지질특성(단층, 절리, 암맥 등의 선구조) 파악
- 과업구간에 대한 지질정보의 단층, 절리 등에 의한 광역적인 선구조 해석

(2) 원리 및 방법

- 15m급 해상도의 Landsat-7 ETM+ 위성영상물을 이용하여 분석 실시
- 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 텐드비율 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용
- 식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시

54

다. 지반조사보고서

제 1 장 조 사 개 요

1.1 조사명

• 상주~영천 고속도로 민간투자사업 제 3공구 지반조사

1.2 조사목적

- 상주~영천 고속도로 민간투자사업 제 3공구를 위한 지반조사
- 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

위 치	• 시험 : 경상북도 구미시 도개면 (STA. 0+000) (X=310,453.951, Y=142,180.596) • 종횡 : 경상북도 군위군 소보면 (STA. 12+905) (X=304,851.7911, Y=153,668.900) • 연장 : 12.935km	
특 성	• 국토 동남부 5개 고속도로를 연결하는 제 2당부축(상주~영천 고속도로 간선) • 대구~포항 대구~부산고속도로 등의 간선로 인접 대구, 구미권 교통수요 분산 • 민간의 장외로 효율로 정부재정자원의 효율적 집행 도모	

1.4 위치도



구도별 현황	타원 구간	포항 구간	토관 구간
• 군위하늘 상주방향 : 1,085m • 연천방향 : 960m	• 도개교(360.0m) • 다국교(30.2m) • 다국교(10.0m) • 달산교(40.5m)	• 달산교(70.1m) • 개항교(25.5m) • 신개교(176.3m)	• 뽕기구간(14개소) • 뽕기구간(17개소)

제 7 장 비탈면구간 지반특성 분석 및 설계적용

7.1 개요

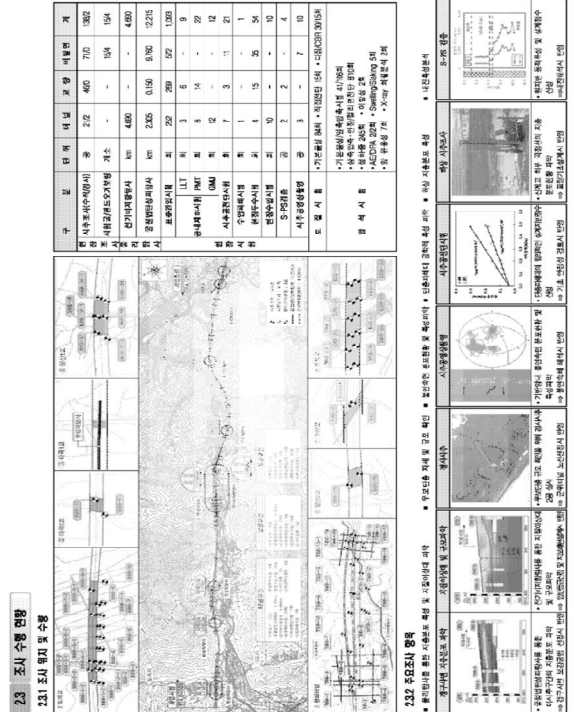
7.1.1 기본방향

조 사 항 목	조 사 기 본 방 향
지층 현황 및 경지반 공학적 특성 분석	• 뽕기구간 지층분포 상태 및 공학적 특성을 파악하여 안전하고 경제적인 비탈면 계획 수립 • 뽕기구간 연막지반 분포 유무 파악 및 토사층의 역학적 특성 파악
불연속면 분포 특성 파악	• 불연속면 특성(간격, 방향, JRC, JCS)을 파악하여 합한 비탈면 안정성 분석 및 모강대체 선정시 반영
뽕기재 특성 분석	• 뽕기 및 하널구간에서 발생하는 토사 및 암반의 뽕기재 제하 여부 판단시 반영

7.1.2 조사위치 및 수량



조 사 항 목	수 량 및 조 사 목 적	수 량	조 사 목 적
현 장 사	굴절탄성파탐사	9,700km	• 지층의 분포 현황 및 두께 파악
현 장 사	시추조사	71관	• 지층분포 및 특성 파악, 암종 및 단층확인
현 장 사	시험굴조사	15개소	• 뽕기재 적정성 검토, 토공 계획
현 장 사	현도모터보링	4개소	• 뽕기구간의 토질상태 및 시료채취
현 장 사	시추관전단시험	11회	• 뽕기대응의 강도정수 파악
현 장 사	현장투수시험	35회	• 토사층의 투수계수 파악
현 장 사	시추관영상촬영	7관	• 불연속면 크기 및 발달상태, 경사방향 및 경사각, 암반의 변화 및 공학적 특성 파악
실내도입시험	• 기본분성시험 77회, 직접전단시험 15회, 다짐/CBR시험 30/15회		
실내압축시험	• 점하중강도시험 38회, 불상시험/일축압축 12/12회, 질리만 전단시험 8회 Swelling/Shaking 5회, 분성함 유동성시험 5회		



제 7 장 비탈면구간 지반특성 분석 및 설계적용

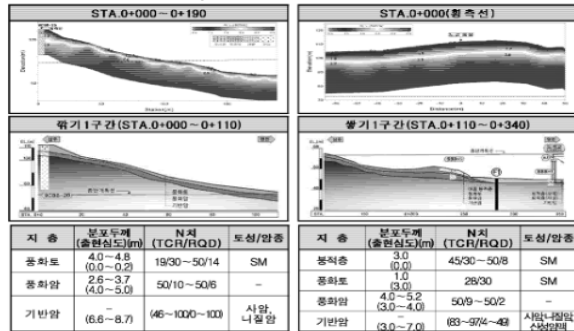
7.2 지층특성 분석

7.2.1 기본방향

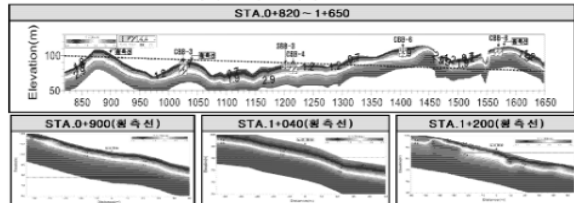
• 지표지질조사, 시추조사, 탐사 결과를 각 교량구간에 분포하는 매질, 불연속, 피층을 및 풍화대층 분포현황 파악

7.2.3 분포 현황 파악

가. STA.0+000~0+340(뽕기1, 뽕기1구간)



나. STA.0+700~1+650(뽕기2, 3, 4구간, 뽕기2, 3, 4구간)



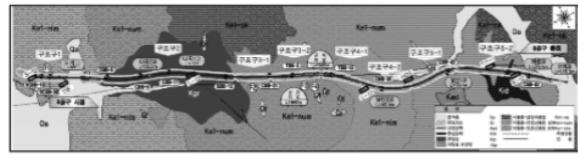
7.3 지반특성 분석

7.3.1 토질분석시험

구분	점도 (m)	지층	함수비 (%)	비중	Atterberg Limit		Sieve Analysis (%)				USCS	
					LL (%)	PI	#4	#10	#40	#200 (0.075mm)		
매기부	CBB-3	1.0	점화토	8.2	2.68	NP	-	100	93.1	44.8	24.6	SM
	CBB-4	2.0	점화토	7.1	2.70	NP	-	56.4	41.0	28.4	16.4	GM
	CBB-5	1.0	점화토	18.4	2.68	27.6	4.9	100	100	83.6	55.3	ML
	CBB-6	2.0	점화토	11.0	2.65	NP	-	97.8	70.7	31.5	13.2	SM
	CBB-7	1.0	점화토	12.0	2.66	NP	-	97.9	65.3	26.4	12.4	SM
	CBB-10	2.0	점화토	11.5	2.65	NP	-	100	92.6	43.3	22.5	SM
	CBB-11	1.0	점화토	9.8	2.68	NP	-	100	75.1	22.4	8.2	SW-SM
	CBB-12	2.0	점화토	15.5	2.67	26.8	4.3	100	97.8	82.2	43.2	SM
	CBB-15	1.0	점화토	12.2	2.69	NP	-	100	82.3	24.4	7.5	SW-SM
	CBB-16	1.0	점화토	11.3	2.69	NP	-	98.0	84.2	23.2	10.0	SW-SM
	CBB-20	4.0	점화토	17.6	2.70	32.4	10.4	96.7	92.2	91.1	71.9	CL
	CBB-21	5.0	점화토	10.5	2.71	32.6	10.9	84.7	83.4	70.9	47.6	SC
	CBB-22	1.0	점화토	14.6	2.69	30.2	9.7	90.2	87.6	79.7	61.9	CL
	CBB-23	4.0	점화토	20.6	2.70	28.2	4.8	74.5	64.5	67.8	59.2	ML
	CBB-26	6.0	점화토	15.1	2.67	NP	-	100	98.4	60.6	29.9	SM
	CBB-28	5.0	점화토	11.9	2.69	NP	-	81.4	75.1	52.0	28.9	SM
	CBB-29	1.0	점화토	13.0	2.71	NP	-	47.9	42.3	28.6	15.2	GM
	CBB-30	8.0	점화토	13.3	2.69	28.1	5.1	100	96.6	67.2	43.4	SM
	CBB-31	1.0	점화토	16.9	2.71	27.3	4.5	100	97.3	82.8	60.9	ML
	CBB-32	6.0	점화토	11.3	2.67	NP	-	98.1	92.7	60.8	28.7	SM
상부	CBB-33	3.0	점화토	10.8	2.69	NP	-	98.9	92.1	59.9	33.8	SM
	CBB-34	1.0	점화토	9.6	2.67	NP	-	100	96.2	49.8	23.6	SM
	CBB-35	1.0	점화토	3.7	2.68	NP	-	92.3	83.6	32.8	14.2	SM
	CBB-36	1.0	점화토	12.8	2.68	NP	-	76.3	60.8	31.3	14.4	SM
	CBB-43	2.0	점화토	13.1	2.69	NP	-	67.2	57.2	36.5	14.0	SM
	CBB-44	3.0	점화토	9.7	2.71	NP	-	100	88.6	34.7	13.2	SM
	CBB-45	1.0	점화토	8.6	2.68	NP	-	91.2	75.1	38.5	18.6	SM
	CBB-46	1.0	점화토	5.6	2.67	NP	-	98.3	90.7	38.5	17.1	SM
	CBB-47	1.0	점화토	13.6	2.71	26.8	4.2	100	98.9	76.1	41.6	SM
	CBB-49	4.0	점화토	17.7	2.71	NP	-	100	98.4	58.6	28.6	SM
	CBB-50	1.0	점화토	29.3	2.73	28.2	4.9	100	100	97.8	58.7	SM
	SBB-1	2.0	점화토	13.3	2.69	NP	-	67.2	57.2	36.5	14.0	SM
	SBB-2	1.0	점화토	7.9	2.67	NP	-	95.4	80.6	40.1	15.2	SM
	SBB-3	2.0	점화토	13.3	2.66	NP	-	100	95.6	53.6	33.6	SM
	SBB-4	2.0	점화토	19.0	2.68	31.5	9.2	97.0	90.1	68.5	51.8	CL
	SBB-5	2.0	점화토	8.3	2.64	NP	-	38.1	28.7	13.5	5.9	GW-GM
	SBB-6	1.0	점화토	10.3	2.68	NP	-	34.3	26.9	14.9	4.9	GP
	SBB-7	3.0	점화토	13.1	2.66	NP	-	90.5	83.3	51.2	26.2	SM
	SBB-8	4.0	점화토	22.0	2.68	NP	-	99.2	95.0	51.7	28.3	SM
SBB-10	1.0	점화토	16.9	2.69	NP	-	100	98.8	62.7	39.2	SM	
SBB-11	3.0	점화토	14.1	2.64	NP	-	98.0	85.1	47.1	24.4	SM	
SBB-12	1.0	점화토	13.5	2.64	NP	-	98.8	87.2	49.0	23.2	SM	
SBB-13	1.0	점화토	12.3	2.67	27.1	4.9	100	100	87.4	58.8	SM	
SBB-15	2.0	점화토	16.9	2.68	28.5	6.0	100	99.0	86.9	62.9	SM	
SBB-16	1.0	점화토	5.4	2.67	NP	-	39.1	31.4	19.4	7.6	GW-GM	

203

7.5.3 구조구분류 결과

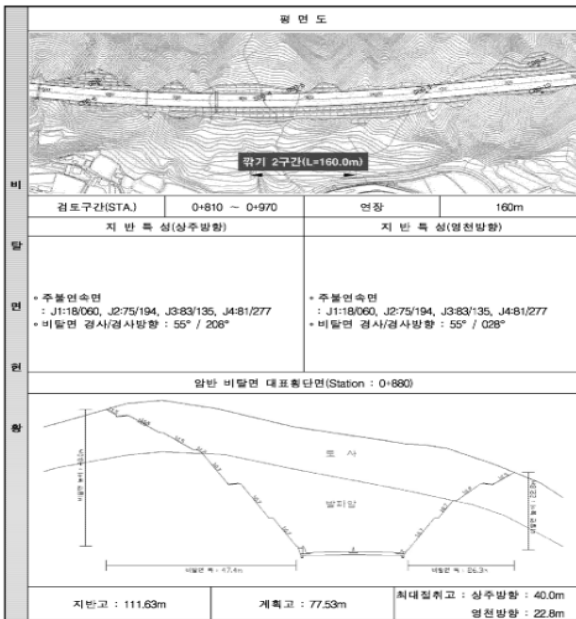


구분	구조구 1	구조구 2	구조구 3		구조구 4		구조구 5	
			3-1	3-2	4-1	4-2	5-1	5-2
말상	Kel-nm	Kgr	Kel-num		Kel-nm		Kel-num	
BIPS	9CBB-18 9CBB-20	CBB-5	CBB-21	TBB-3	TBB-15	CBB-36	CBB-43	CBB-52
		CBB-9						
		CBB-11						
		CBB-19 (SBB-12)						
스캔라인	S-13 118	L-13	-	-	-	L-12	HO3	111-1 S-12
STA.	1+319		4+597	5+453	6+430	7+688	8+990	10+140
비고	말상	말상	승곡축 및 구조물	말상	승리, 승곡축 및 단열	말상	단승, 승리 및 단열	

206

영천-상주 고속도로 민간투자사업 실시계획

(2) 위기 2구간



246

제 8 장 비탈면 안정성 검토

위기구간 안정성 검토									
위기구간 안정성 검토									
구분	상주방향				영천방향				비고
	평면	전도	제기	제기	평면	전도	제기	제기	
1:0.5	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	* 암반층 풍사주영 해석결과 영천방향 1:0.5~1:1.0기울기에서 전도파괴 가능성이 있음. * 영천방향 암반비탈면 불연속면이 Toppling Zone에 위치하여 전도파괴 가능성이 있으므로 녹회공법, 낙석방지그늘, 낙석방지물리틀을 적용하여 안정성 확보
	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	
	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	
1:0.7	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	
	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	
	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	
1:1.0	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	
	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	
	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	

247

19.2.2 시설물 점검이력

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

【표 19.2.1】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	영천절토19 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 소단부 침식이 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	영천절토19 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 파손, 소단부 침식이 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	영천절토19 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 파손, 토사퇴적, 소단부 침식이 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, 단면보수, 정비
4	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	영천절토19 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 파손, 토사퇴적, 소단부 침식이 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, 단면보수, 정비

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
5	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	308	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)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부가 1개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다. 산마루측구에 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	259	영천절토19 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열, 토사퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 소단배수로에 발생된 종균열의 경우 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요망된다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수, 정비
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	259	영천절토19 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열, 토사퇴적, 파손이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 소단배수로에 발생된 종균열의 경우 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요망된다.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	양호	균열보수, 단면보수, 정비

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
8	2중 성능평가	(주)명성 엔지니어링	867	안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사·평가하였음. 상태안전성능평가 결과, 불연속면의 특성 및 지반 변형상태 등은 양호한 것으로 확인되었고, 상태안전성능평가 결과 B등급으로 평가됨. 일부 구간에서 산마루측구 균열이 조사되었으나, 현재 손상 상태는 경미한 결함으로 시설물의 안전성에 미치는 영향은 매우 미소한 상태임. 상기와 같은 사항을 종합적으로 분석한 결과, 일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준인 B등급으로 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 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 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, 성능목표와 동일한 "B등급" 인 상태로 주기적인 점검 및 관리를 통한 평가저해요소에 대한 관리가 이루어진다면 시설물의 안전 및 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단됨.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	B	균열보수, 주의관찰
9	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	259	영천절토 19 사면은 우수에 의한 표층유실, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열, 토사퇴적, 파손이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 소단배수로에 발생된 종균열의 경우 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 요망된다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	주의관찰, 균열보수, 정비

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	370	-표층유실 흔적 (현재양호) -배수시설 균열, 토사퇴적, 파손
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	-균열보수, 단면보수, 청소, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부표층유실흔적 -배수시설균열및토사퇴적,파손
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	-주의관찰, 균열보수, 청소
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부 표층유실 흔적 -배수시설 균열 및 토사퇴적, 파손
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	-주의관찰, 균열보수, 청소
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	-사면부표층유실흔적(현재양호) -배수시설균열및토사퇴적,파손
	2023. 04. 03 2023. 06. 16	정지운	양호	- 주의관찰, 균열보수, 청소

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

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	표층유실흔적(현재양호)	지속관찰
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적 산마루측구 균열 산마루측구 파손	주입보수 청소 주입보수 단면보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 식생활착이 양호한 상태이며, 이전에 발생한 표층유실흔적은 현재 식생이 자라있는 상태이다. 배수시설에 균열, 파손 및 토사퇴적이 전회해 비해 추가 조사되었다. 균열보수, 단면보수 및 토사퇴적의 경우 원활한 배수기능을 위해 청소가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 15.460km	45.9	84.7	보통암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 45.9로 측정되었으며, 추정강도 84.7MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토19		표 번 호	【표 19.5.1】
평가구분		결합지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.27	B	근거표번호	【표 19.4.5】
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.27	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	표층유실흔적 (현재양호)	주의관찰	10.0	15.00	m ²	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	5.0	7.50	m	65	488	1
	소단배수로 토사퇴적	청소	2.0	3.00	m ³	25	75	3
	산마루측구 균열	주입보수	1.5	2.25	m	65	146	1
	산마루측구 파손	단면보수	1.3	1.95	m ²	165	322	2
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	634		322		75		
	재경비 (순공사비의 50%)	317		161		38		
	합계	951		483		113		
개략공사비 총계(천원)		1,547						

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.

19.2.4 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	영천절토19		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.150	B	인장균열 없음
구조안전성능	0.080	A	특이파괴 유형 없음
안전성능	0.150	B	
안전성능 결과	○ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ○ 안전성능평가 결과 : B등급		

나. 내구성능평가 결과

평가항목	등급	등급 점수 (a)	가중치 (b)	결합지수 (a) × (b)
지반상태(암반)	a	0.08	0.25	0.020
절리상태 및 풍화진행도	c	0.43	0.40	0.172
표면보호공	a	0.08	0.10	0.008
사면보강공	a	0.08	0.25	0.020
결합도 지수				0.220
등 급				B

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	영천절토19		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.150	B	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.220	B	0.2	
종합평가 결과	○ 사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간가중치}(Wn))$ $= (0.150 \times 0.8) + (0.220 \times 0.2) = 0.164$ ○ 종합평가 결과 : B등급			

라. 종합결론

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

19.2.5 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 19.2.2】 수집자료 검토결과 및 점검방향

구 분	내 용	비 고
설계도서	○현장조사 시 준공도면과 비교·검토 후 상이할 경우 외관조사망도를 실측치와 동일하게 작성 하고, 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 관리대장에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경 등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전점검자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존점검 결과를 비교·검토하여 손상 확인, 보수여부 확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되었고, 기보수부 상태를 확인하여 세손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○기존점검 중점유지관리사항을 확인한 결과, 배수로 균열, 점검계단 식생관리를 확인하였고, 금회 점검시 세심한 점검을 실시함	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 기준 정밀안전점검 총2회, 정기점검 총10, 2종 성능평가 1회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적절하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

19.2.6 시설물 보수 이력

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

【표 19.2.3】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	전구간	소단배수로 균열보수	2017-07-01 ~ 2017-12-31	-	-	
2	전구간	소단배수로 단면보수	2018-07-01 ~ 2018-12-31	-	-	
3	전구간	소단배수로 균열보수	2020-01-01 ~ 2020-06-30	-	-	

19.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 19.2.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

19.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

19.3 현장조사 및 시험

19.3.1 현황 및 특성

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

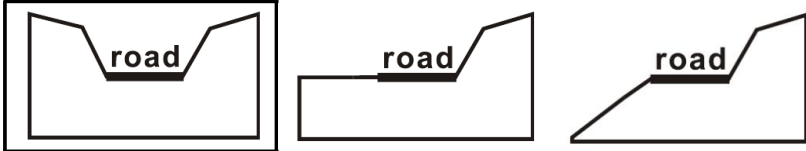
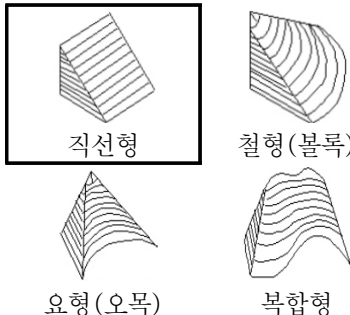
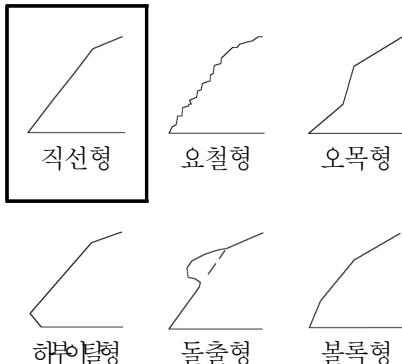
가. 일반현황 조사결과

【표 19.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2023. 09. 08.		조 사 자	이 상 훈	
일 기	맑음		준공년도	2017년 06월 27일	
행정구역	대구광역시 군위군 소보면 달산리				
위 경 도	시점 : 36° 15′ 28″ 128° 26′ 35″				
	종점 : 36° 15′ 25″ 128° 26′ 45″				
절토사면	길 이 : 220.0m		높 이 : 37.0m		
	경 사/경사방향 : 50/016				
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 1.0~5.0m		
	소 단 : 3				
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -		
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -				
	뜯돌 존재유무 : 없음		뜯돌의 양 : -		
	뜯돌 평균크기 : - 뜯돌 최대크기 : -				
절토사면 시공현황	종 류		위 치		상 태
	식생현황		24.754~24.974k		양호
	산마루 측구		24.754~24.974k		균열, 파손
	소단배수로		24.804~24.894k		균열
	낙석방지울타리		24.784~24.934k		양호
	야생동물유도울타리		24.784~24.784k, 24.934~24.974k		양호
	옹벽공		24.794~24.814k, 24.894~24.904k		양호
	격자앵커, 슛크리트		24.834~24.880k		양호
	점검용 계단		24.904~24.920k, 24.970k		양호
붕괴이력	유 형		규 모		위 치
기 타	.				

나. 사면특성 조사결과

【표 19.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토사면의 특성	종 횡 단 면			종 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도		10~20°			
	인장균열		무			
	포행흔적		무			
	수목의 기울어짐		무			
	인공구조물		무			
	산마루측구		유			
	계곡부		1개소			
식 생	① 종 류		초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수
	② 밀 도		하	하	-	-
	③ 근계특징		천근성 (O), 심근성 ()			

다. 사면 구간분할 결과

사면의 구간분할 기준

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

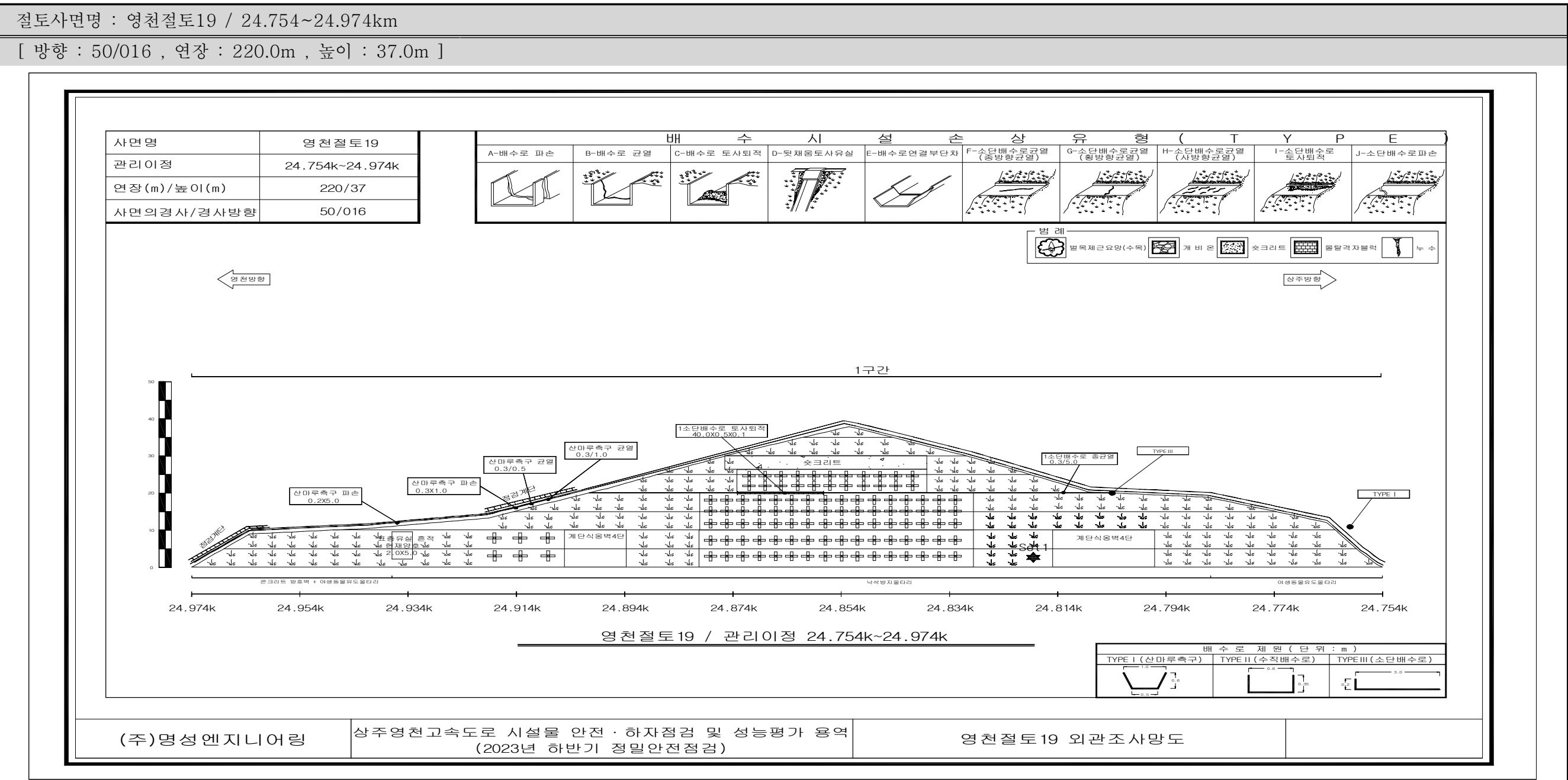
현장조사, 재료시험 및 상태평가는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부, 국토안전관리원), 지형특성, 절토사면 시공현황, 사면의 유지관리 및 점검시 외관조사망도 직관성(상주기점 가까운 쪽을 1구간) 등을 종합적으로 고려하여 다음 표와 같이 1개의 구간으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 19.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	사면분류	비 고
1구간	24.754~24.974	220.0	37.0	파쇄암반	

19.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set 1									
													J1	J2	J3							
												간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도
> 2		20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void		6	Fresh	6	간격	10	10	10					
0.6~2		15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	연장	4	4	4					
0.2~0.6		10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.	3	틈새	5	5	5					
0.06~0.2		8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	거칠기	3	3	3					
< 0.06		5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	충전물	4	4	4					
													풍화도	3	3	3						

19.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 영천절토19의 관리이정 24.754~24.974k의 구간으로 연장 220.0m, 높이 37.0m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 보호공, 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

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

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 보호공, 식생공이 시공되어 있으며, 식생활착은 보통~양호한 상태로 확인되었다. 점검결과, 전반적으로 양호한 상태이며, 24.934k 표층유실흔적(2.0*5.0)은 현재 식생이 양호하게 활착이 된 상태로 조사되었다. 하지만, 해빙기 및 장마철 집중호우시 손상이 발생할 수 있으므로, 지속적인 관찰이 필요할 것으로 사료된다.
- 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 보통풍화(MW) 정도로 판단된다.

3) 사면하부

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

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지울타리(24.784~24.934k), 야생동물유도울타리(24.784~24.784k, 24.934~24.974k), 점검계단(24.904~24.920k, 24.970k), 계단식옹벽공(24.794~24.814k, 24.894~24.904k), 격자앵커+숏크리트(24.834~24.880k)가 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 옹벽은 하부 침하, 활동, 세굴 등의 기초부 손상은 없는 상태이며, 전면부 콘크리트 손상(파손, 균열, 배부름)도 없는 양호한 상태이다.
- 격자앵커+숏크리트는 사면부에 111공이 설치되어 있으며, 격자콘크리트 및 앵커부는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었고, 외관조사망도에 위치를 표시하여 손상발생시 정확한 위치 표기가 가능하게 하였다.
- 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구가 시공되어 있다.
- 소단배수로에 기 손상인 24.814k 균열(0.3/5.0), 24.864k 토사퇴적(40.0*0.5*0.1)이, 산마루측구에 24.914k 균열(0.3/1.0, 0.3/0.5), 24.914k 파손(0.3*1.0), 24.934k 파손(0.2*5.0)이 조사되었다.
- 금회 점검시 균열, 파손 및 토사퇴적 등의 손상은 폭 및 길이증가, 진전 등은 없는 것으로 확인되었다.
- 상기 발생한 균열 및 파손은 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수, 단면보수가 필요하다.
- 토사퇴적은 공용기간 증가로 인해 지표수 유입에 의한 토층유실이 퇴적된 것으로 판단되며, 원활한 배수를 위해 청소가 필요하다.

			
현 황	표층유실 흔적	현 황	24.864k 소단배수로 토사퇴적(40*0.5*0.1)
원 인	현재 상태양호	원 인	지표수 유입, 토사유실
대 책	-	대 책	청소
			
현 황	24.814k 소단배수로 균열(0.3/5.0)	현 황	24.814k 소단배수로 균열(0.3/5.0)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수

【사진 19.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	24.914k 산마루측구 파손(0.3*1.0)	현 황	24.914k 산마루측구 파손(0.3*1.0)
원 인	지표수 유입, 토사유실	원 인	지표수 유입, 토사유실
대 책	청소	대 책	청소
			
현 황	24.914k 산마루측구 균열(0.3/0.5)	현 황	24.914k 산마루측구 균열(0.3/1.0)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수
			
현 황	1구간 전경	현 황	1구간 전경
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-

【사진 19.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 19.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	표층유실흔적	m ²	10.00	1	주의관찰	현재양호
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	5.00	1	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	2.00	1	청소	
	산마루측구 균열	m	1.50	2	주입보수	
	산마루측구 파손	m ²	1.30	2	단면보수	

19.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 19.3.5】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	표층유실흔적(현재양호)	주의관찰
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적 산마루측구 균열 산마루측구 파손	주입보수 청소 주입보수 단면보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 보통풍화(MW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 식생활착이 양호한 상태이며, 이전에 발생한 표층유실흔적은 현재 식생이 양호한 상태이다. 기 손상인 배수시설 균열, 파손 및 토사퇴적은 진전이 미미한 상태로 조사되었다. 균열보수, 단면보수 및 토사퇴적의 경우 원활한 배수기능을 위해 청소가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

【표 19.3.6】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	표층유실흔적(현재양호)	m ²	10.00	1	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	5.00	1	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	2.00	1	청소	
	산마루측구 균열	m	1.50	2	주입보수	
	산마루측구 파손	m ²	1.30	2	단면보수	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 전회 점검이후 배수시설 균열 및 파손, 토사퇴적 등의 손상은 진전이 미미한 상태로 확인되었다.

【표 19.3.7】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2021년)		금회(2023년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면부	표층유실흔적 (현재양호)	m ²	10.00	1	10.00	1	—	
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	5.00	1	5.00	1	—	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	2.00	1	2.00	1	—	
	산마루측구 균열	m	1.50	2	1.50	2	—	
	산마루측구 파손	m ²	1.30	2	1.30	2	—	

19.3.5 재료시험 결과

영천절토19는 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 19.3.8】 반발경도시험 결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 15.460km	45.2	81.9	보통암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 45.2로 측정되었으며, 추정강도 81.9MPa로 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 19.3.9】 이전 정밀안전점검과의 반발경도 비교

구 분	위 치	전회(2021년)		금회(2023년)		비 고
		반발경도	추정강도(MPa)	반발경도	추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	45.9	84.7	45.2	81.9	보통암

나. 불연속면 조사

1) 불연속면 조사 위치

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



【사진 19.3.2】 불연속면 측정 현황

2) 불연속면 조사 결과

불연속면은 1구간 3개조를 실시하였으며, 불연속면의 특성 조사결과는 다음의 표와 같다.

【표 19.3.10】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간(Set1)		
	J1	J2	J3
방향성	10/190	15/220	10/189
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	1.0~3.0
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	약간 거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만
풍화도	MW	MW	MW

【표 19.3.11】 이전 점검 불연속면조사 결과표

구 분	2021년 정밀안전점검		
	1구간	—	—
방향성	10/189	—	—
간격(m)	0.2~0.6	—	—
연장성(m)	1.0~3.0	—	—
틈새(mm)	0.1mm 미만	—	—
거칠기	약간 거칠음	—	—
충진물질	딱딱함, 5mm미만	—	—
풍화도	MW	—	—

19.4 상태평가

19.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 220m의 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 19.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	24.754~24.974km	220m	암반사면	Set1

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면 (2022.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 19.4.2]에 수록하였다.

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

－ 토층심도율(SR)

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

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

－ 암반의 블록크기 비(BR)

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

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

Ib(블록크기 지수) : Si의 산술평균

Slope height(사면의 연직 최고높이)

【표 19.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{5.0}{36.0} = 0.13$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 81.9MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.3}{36.0} = 0.008$ 로 0.01이하	파쇄암반	

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

다. 강우량

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

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

구분	일 최대 강우량(mm)									
일시(year)	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
강우량(mm)	96.0	57.5	151.0	130.5	84.0	221.0	105.5	87.0	66.0	132.0
일시(year)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
강우량(mm)	158.0	202.0	133.5	135.0	125.5	108.5	62.5	88.5	115.5	171.5
일시(year)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
강우량(mm)	74.5	83.5	64.7	117.6	85.9	114.6	155.9	107.6	80.0	91.6
평균(mm)	113.6									

19.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 19.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토19		표번호	[표 19.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	24.754~24.974km	
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	2023. 09. 08		조사자	이 상 훈	

【표 19.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토19		표번호	[표 19.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	24.754~24.974km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	15°	2		
1-7		절리상태	유리(절리상태 점수 2.4점)	2		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	50°	3		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	113.6mm(구미)	4	4	
		지하수위	사면 높이의 1/3	1		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	나쁨	3		
1-11	배수조건		불량	3		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2023. 09. 08		조사자	이 상 훈		

나. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.26으로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 배수조건으로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 19.4.5】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토19				표번호
근거표번호			[표 19.4.3], [표 19.4.4]				[표 19.4.5]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리간격	3	c	20	f2=0.38	c
		⑥ 저면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	3	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	4	d			
	인위요인	⑩ 절취상태	3	d			
		⑪ 배수조건	3	d			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					20	F=0.26	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 20/ 52 = 0.38 ○ 상태평가등급(F) : 20/ 76 = 0.26					

【표 19.4.6】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토19	0.26	B	0.26	B

다. 공중이 이용하는 부위

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

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 상태평가 후 그 값(등급)을 비교하여 수록하였다. 전회점검과 비교시, 강우량에 대해 결함점수가 감소되어, 결함지수는 감소하였고 등급은 B로 동일한 상태이다.

【표 19.4.7】이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
전회 정밀안전점검	0.27	B	
금회 정밀안전점검	0.26	B	

19.5 종합평가 및 안전등급 지정

19.5.1 종합평가 결과

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

【표 19.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토19		표 번 호	【표 19.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.26	B	근거표번호	【표 19.4.5】
	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.26	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

19.5.2 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 19.5.2】 안전등급 기준

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	· 문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	· 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태
C (보통)	· 보통의 손상, 결함이 발생하였으나 안전성에 지장이 없으며, 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	· 손상, 결함이 진전되고, 파괴 잠재성이 존재하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	· 심각한 손상, 결함 및 파괴 잠재성에 의하여 시설물의 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

19.6 보수·보강 및 유지관리방안

19.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 19.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	표층유실흔적 (현재양호)	주의관찰	10.00	15.00	m²	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	5.00	7.50	m	65	488	1
	소단배수로 토사퇴적	청소	2.00	3.00	m³	25	75	3
	산마루측구 균열	주입보수	1.50	2.25	m	65	146	1
	산마루측구 파손	단면보수	1.30	1.95	m²	165	322	2
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	634		322		75		
	재경비 (순공사비의 50%)	317		161		38		
	합계	951		483		113		
개략공사비 총계(천원)		1,547						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

19.6.2 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 19.6.2】 사면 중점유지관리 항목

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

19.7 종합결론

19.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 보통풍화(MW) 정도이다. 상부자연사면 및 사면부는 식생활착이 양호한 상태이며, 이전에 발생한 표층유실흔적은 현재 식생이 양호한 상태이다. 기 손상인 배수시설 균열, 파손 및 토사퇴적은 진전이 미미한 상태로 조사되었다. 균열보수, 단면보수 및 토사퇴적의 경우 원활한 배수기능을 위해 청소가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 45.2으로서 추정강도 81.9MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.26으로서 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.

19.7.2 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.

19.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 배수시설 토사퇴적은 원활한 배수를 위해 주기적인 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

19.7.4 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.