

26. 영천절토26

26.1 시설물 개요

26.2 자료수집 및 분석

26.3 현장조사 및 시험

26.4 상태평가

26.5 종합평가 및 안전등급 지정

26.6 보수·보강 및 유지관리 방안

26.7 종합결론

26. 영천절토26

26.1 시설물의 개요

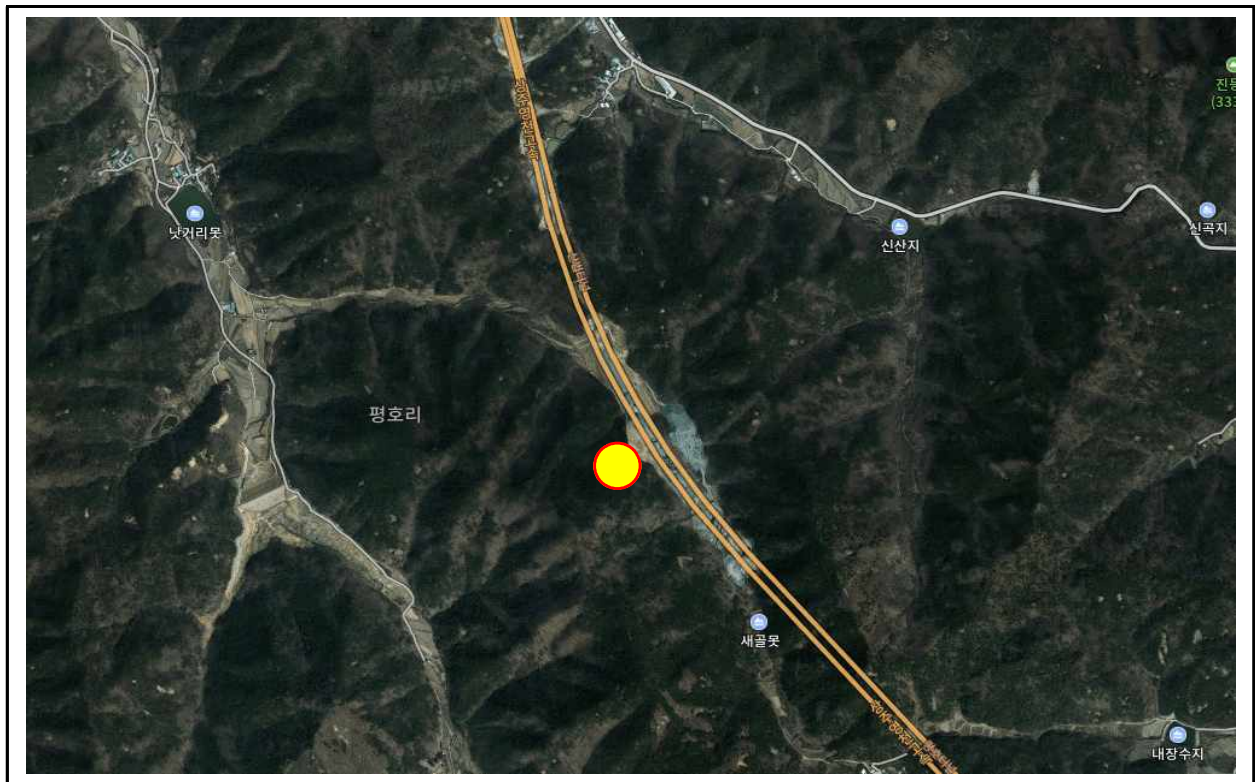
본 시설물은 경상북도 군위군 소보면 평호리(상주영천고속도로 33.628~33.933km)에 위치한 사면으로서 총 연장 305.0m, 높이 47.0m의 절토사면으로 시공되어 있다.

26.1.1 일반사항

【표 26.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000051		관리번호	SY SL26	
시설물명	영천절토26		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역	경상북도 군위군 소보면 평호리			
	위치좌표	시점 : 36° 20′ 90.2″ 128° 51′ 55.3″			
		종점 : 36° 21′ 08.8″ 128° 51′ 40.8″			
	관리이정	33.628~33.933km			
	공구이정	4공구 STA.4+645~4+950			
제 원	연 장	305m	높 이	47.0m	
	경사/방향	55/059	노 선	고속국도 301호선	
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간	
주변환경	인공구조물	-			
	주변지형	산악지형	상부사면경사	10~20°	
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	대림산업(주)	
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리, 숏크리트, 쏘일네일링			
비 고					

26.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 26.1.1】 위치도

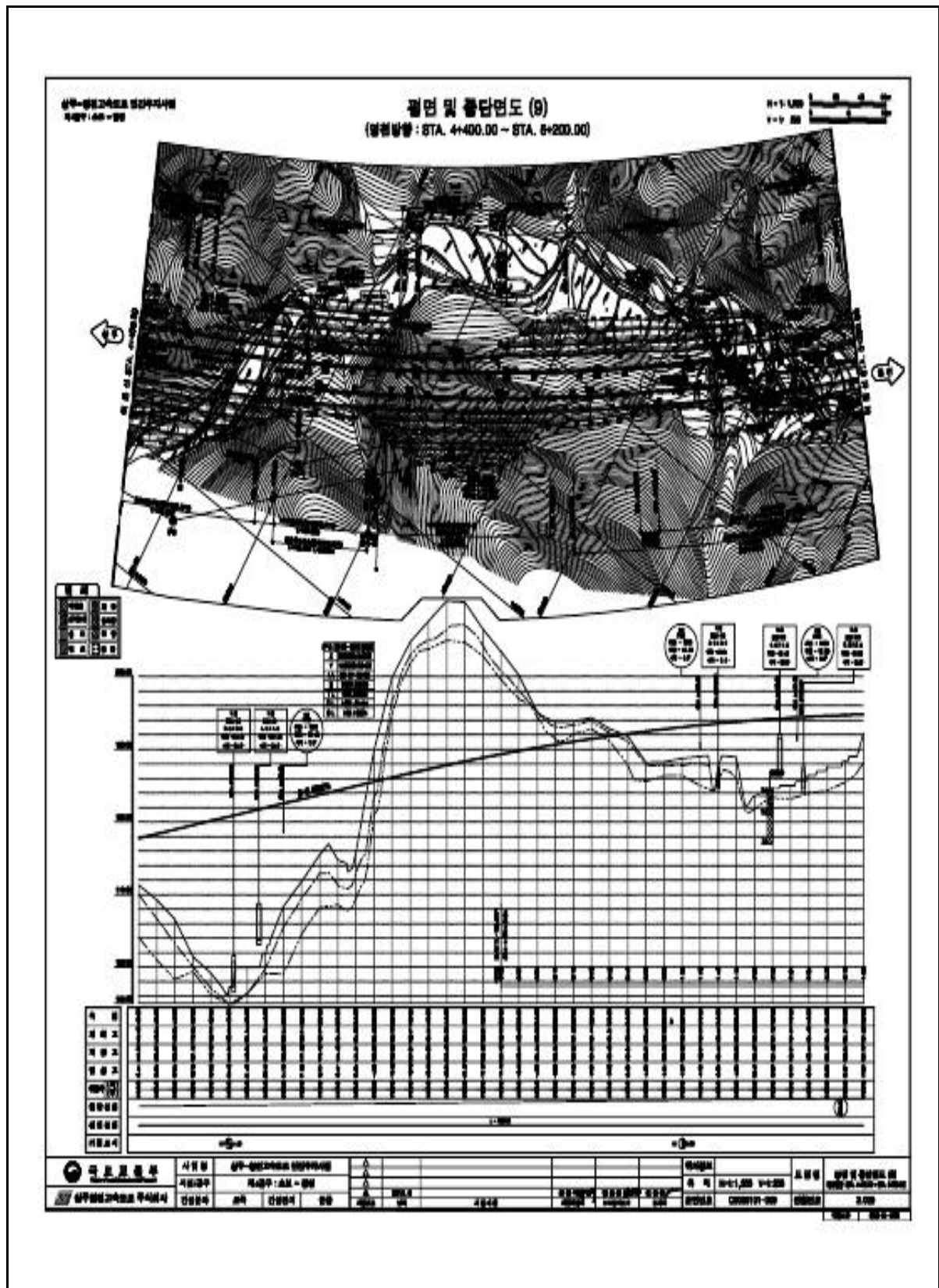


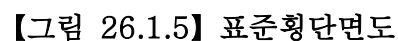
【그림 26.1.2】 전경사진

	
쏯크리트 전경	1소단 배수로 전경
	
점검계단 전경	하부 전경

【그림 26.1.3】 부재별 현황

26.1.3 시설물 일반도





26.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 4공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

26.2.1 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

7.4 비탈면 설계기준

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

7.4.1 비탈면 기울기기준

가. 비탈면 기울기와의 결정

(1) 붕괴 비탈면 기울기 결정에 따른 흐름도

(2) 붕괴 비탈면 기울기결정에 따른 흐름도

다. 붕괴 비탈면

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

따라서 붕괴비탈면 안정을 위한 기울기기준 결정은 토질구성, 상태, 특성, 지형조건, 지하수위 상태 및 시공조건과 비탈면의 층도 등을 종합적으로 분석 고려하여야 한다.

국내 붕괴비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 제정한 표준기울기를 적용하고 있으며 암반층에서 흙이나 절리 등이 규칙있게 발달할 경우 기울기 비탈면에 따라 큰 차이가 예상되므로 지반조사 결과에 토대로 파괴형태를 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면 기울기설정 및 부가적인 안정대책을 수립하도록 계획하였다.

[원지반 토질에 대한 비탈면 기울기범위]

토 질 조 건	비탈면높이(m)	기울기	비 고	
모 래	-	1:1.5 이상	SW, SP	
사 질 토	밀실한 것	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
	5 ~ 10	1:1.0 ~ 1:1.2		
	밀실하지 않고	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	5 ~ 10	1:1.2 ~ 1:1.5		
자갈 또는 암거 석면 사 질 토	밀실하고 입도분포가	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
	좋은	10 ~ 15	1:1.0 ~ 1:1.2	
	밀실하지 않거나	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	입도분포가 나쁜	10 ~ 15	1:1.2 ~ 1:1.5	
점 성 토	0 ~ 10	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH	
암거 또는 호박돌 섞인 점성토	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	GM, GC	
종 화 암	-	1:1.0 ~ 1:1.2	시변이 형성되지 않는 암	

주) 1. 실트는 점성토로 간주, 표에 표시한 토질 이외에 대해서는 별도로 고려한다.
2. 위 표의 기울기는 소단을 포함하지 않는 단말비탈면의 기울기이다.

(건설교통부, 건설공사비탈면설계기준, 2009년)

[원지반 토질에 대한 비탈면 기울기 범위]

원지반의 토질	방 황 기	기 울 기	분 류 기 호	
불적토	강루시에도 지하수위가 설계고보다 낮은 경우	1 : 1.2	SW, SP	
	강루시에도 지하수위가 설계고보다 높아질 경우	1 : 1.5		
	상시 지하수위가 설계고 보다 높은 경우	1 : 1.8~2.0		
모 래	밀실하지 않고	-	1:1.5 이상	SW, SP
	입도분포가 나쁜것	-	1:1.5 이상	
	밀실한 것	5m 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	
	5 ~ 10m	1:1.0 ~ 1:1.2		
사질토	밀실하지 않고	5m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	SM, SP
	입도분포가 나쁜것	5 ~ 10m	1:1.2 ~ 1:1.5	
	밀실하고 입도분포가 좋은것	10m 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	
	10 ~ 15m	1:1.0 ~ 1:1.2		
자갈 또는 암거석면 사질토	밀실하고 입도분포가 나쁜것	10m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	SM, SC
	입도분포가 나쁜것	10 ~ 15m	1:1.2 ~ 1:1.5	
	점성토	0 ~ 10m	1:0.8 ~ 1:1.2	
	암거 또는 호박돌 섞인 점성토	5m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
		5 ~ 10m	1:1.2 ~ 1:1.5	GM, GC

(한국도로공사, 도로설계요령, 제2권 토공 및 배수권, 2002년)

7.4.2 소단 설치기준

가. 국내의 기관별 소단 적용기준

소단 설치빈도 및 폭에 대하여 국내의 기관별, 비탈면의 층수 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, 원근보수용 통로 등의 유지관리에서 있으므로 팔파암층에서는 H=10.0m 마다 1.0m소단과 리필암 및 토사층에서는 H=5.0m마다 1.0m소단을 설치하여 H=20.0m마다 3.0m소단을 설치하는 것이 대체적으로 타당한 것으로 사료된다.

[국내외 기관별 소단적용 기준]

구 분	기관 및 규정명	소단적용 기준
국 내	건설공사 비탈면 설계기준 (2009)	· 비탈면 높이 10m 이상 : 함착적으로 소단설치 · 비탈면 층간에 5~20m 높이 마다 폭 1~3m 소단설치 · 리필암 : R.Q.D = 0~10%, H=5m 마다 소단 1m
	한국도로공사 도로설계요령 (2002)	· 팔파암 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 도로시설기준	· H = 5 ~ 10m 마다 소단 1 ~ 1.5m
	한국토지공사	· H = 7m 마다 소단 0.5 ~ 1.5m
일 본	도로공단 설계요령	· H = 7m 마다 소단 0.5 ~ 1.5m
	국립철도토목구조물 표준시방서	· 암석과 접하는 토사 경계부와 7m 마다 소단 설치 · H > 10m의 경우 7m마다 소단 1.5m, 기울기3%

7.4.3 지하수위 적용기준

가. 적용기준

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

방기구에서는 시공속도에 따른 장단기적인 배수조건과 토층 및 용화암 지반조건에서는 강우시 침투해석에 의한 강수량분포를 설계 안정해석에 이용하여야 하나 설계에서는 다음과 같이 적용하였다.

나. 지형 및 지질

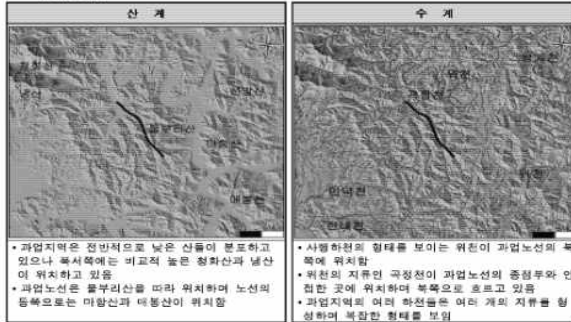
4.2 지표지질 조사

4.2.1 지형 및 지질특성

가. 지형 개요

- 백악기 경상분지의 신동층과 하양층군이 주로 분포하는 의성소분지의 서남부에 위치
- 본 과업 지역의 지질은 백악기 경상층군의 신동층군의 낙동층(민화동층), 하산동층, 진주층(동명층)이 분포

나. 지형특성



다. 분포 양상 특성

구 분	지질 특성
낙동층(안강산층권 역질 사암)	• 낙동층의 하부층에 해당하는 인경상층의 역질사암과 역암은 원미도가 불규칙한 식암과 알칼리암석이 주를 이루며, 탄질물과 변질된 유색광물리 주로 신동층
낙동층(금당리층권 세일)	• 압축으로 인한 쪼개짐(fractility)이 발달 • 쪼개짐과 같은 방향으로 방향성이 심한 또는 중첩되어 있어 층리방향으로의 이 방향이 잘 것으로 예상됨
하산동층 사암	• 석영은 1 mm 내외의 것들로 원미도는 불규칙한 것들이 무세 • 하산동층 사암은 근거리에서 이듬하여 형성

48

4.3 지층분포 특성을 위한 조사

4.3.1 개요

가. 기본 사항

- 터널, 교량 및 비탈면구간의 상세지형, 지질 이상대 파악, 암반 분류시 활용
- 지반의 공학적 성질 분석, 암종 경계 및 지층 분포 특성 파악

나. 조사 위치 및 수량

- 굴절법 탄성파 탐사 6.0km, 전기비저항탐사 4.6km, 시추조사 42공, 시험굴조사 8회, 핸드오버보링 5회, 표준관입시험 94회



(1) 굴절법 탄성파 탐사

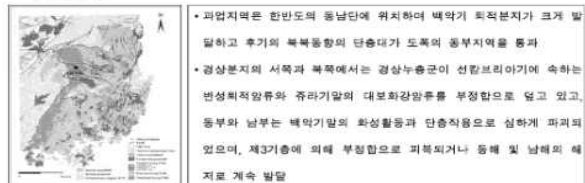
위 치	탐사구간(STA.)	측선방향	연장(m)
비탈면 및 교량구간	0+400 ~ 3+560	중	3,160
	4+620 ~ 4+980	중	360
	1+200	중	75
	1+540	중	95
	2+360	중	115
	2+440	중	205
	2+680	중	75
	2+860	중	75
	2+980	중	85
	3+200	중	60
	3+340	중	75
	3+520	중	75
3+720	중	95	
4+760	중	115	
위 치	탐사구간(STA.)	측선방향	연장(m)
비탈면 및 교량구간	4+860	중	115
	5+240	중	110
산법터널 시험	3+950 ~ 4+030	중	80
	3+980 ~ 4+060	중	80
산법터널 중점	4+020	중	100
	4+275 ~ 4+375	중	100
산법터널 종점	4+300 ~ 4+380	중	80
	4+340	중	90
필로터널 시험	5+270 ~ 5+370	중	100
	5+320 ~ 5+420	중	100
필로터널 중점	5+380	중	115
	7+050 ~ 7+150	중	100
필로터널 종점	7+060 ~ 7+160	중	100
	7+140	중	115

62

라. 지질 계통도

지질시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Q)	• 하천 및 산곡 퇴적물 --- 부성함 ---	-
	충상암맥(K _{ca}) 산상암맥(K _{ca})	• 괴상의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	유선층군	• 주로 응회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	안산암질암(K _{an})	--- 관입 및 분출 ---	
중생대	신동층군	• 사암과 역질사암, 셰일의 교호 • 주로 역질 사암 무세	• 4공구 전구간
	낙동층군	• 금당리층권 (Ke1-nk)	

마. 지세구조



4.2.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

(1) 목적

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

(2) 원리 및 방법

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

49

구 분	공 변	STA.	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
필로터널	TBB-17	영천 5+761(우14.3m)	300380.348	156935.046	296.494	125.00
	TBB-18	상주 5+910(좌27.1m)	300302.758	157069.617	282.280	108.10
	TBB-19	영천 6+091(우19.9m)	300129.558	157149.737	244.378	64.00
	TBB-20	상주 6+196(좌16.4m)	300079.965	157268.168	276.214	103.60
	TBB-21	영천 6+366(우10.6m)	299930.424	157338.667	280.371	105.80
	TBB-22	상주 6+495(좌9.5m)	299853.363	157464.232	283.730	122.00
	TBB-23	영천 6+666(우11.8m)	299704.824	157536.842	296.878	135.00
	TBB-24	상주 6+754(좌19.5m)	299666.016	157643.618	273.975	100.00
	TBB-25	영천 6+974(우27.6m)	299463.961	157729.197	193.527	44.00
	TBB-26	상주 7+110(좌12.4m)	299392.301	157871.839	183.937	21.00
	TBB-27	상주 7+129(좌9.6m)	299375.279	157881.714	182.078	21.00
	TBB-28	영천 7+119(좌28.1m)	299353.348	157820.901	180.080	31.00
	TBB-29	영천 7+421(우20.8m)	299340.218	157840.161	175.463	17.00

• 교량구간

구 분	공 번	STA.	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
산호교	BBB-8	영천 1+931	303,648.633	155,160.401	98.173	9.00
산법교	BBB-13	영천 3+112	302,729.550	155,625.907	126.45	9.50

• 비탈면구간

구 분	공 변	STA.	X	Y	표고(EL.m)	시추심도(m)
위키구간	CBB-12	영천 2+968(좌26.4m)	302875.5881	155817.758	157.296	15.00
	CBB-13	영천 2+963(우33.2m)	302837.722	155765.591	166.464	32.00
	CBB-20	영천 3+719(우32.6m)	302130.296	155921.334	179.089	25.00
	CBB-24	상주 5+214(좌42.2m)	300833.331	156640.140	222.850	30.00
필기구간	SBB-10	영천 2+876(좌15.3m)	302962.858	155782.233	130.859	2.00
	SBB-13	상주 3+713(좌5.8m)	302147.045	155974.590	153.032	7.70
	SBB-14	상주 3+785(좌9.5m)	302077.795	155995.141	152.648	9.70
	SBB-15	영천 3+799(우17.0m)	302054.023	155951.890	159.657	7.40
	SBB-19	상주 5+035(좌5.0m)	300948.791	156499.590	180.703	7.00
	SBB-20	영천 5+097(우10.7m)	300863.918	156500.897	184.677	7.60
	SBB-21	영천 5+251(좌5.1m)	300775.986	156612.552	199.707	7.00

64

다. 지반조사보고서

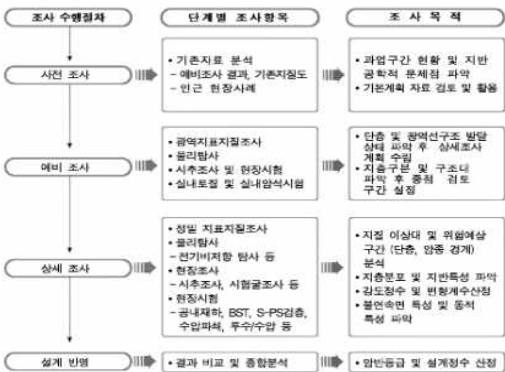
제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행흐름

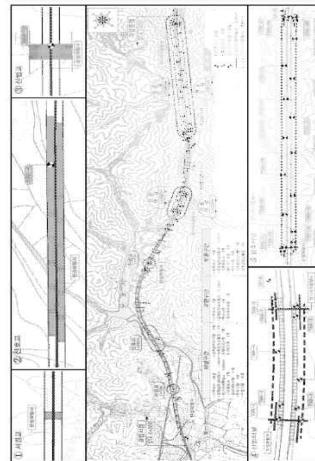
가. 조사 기본방향



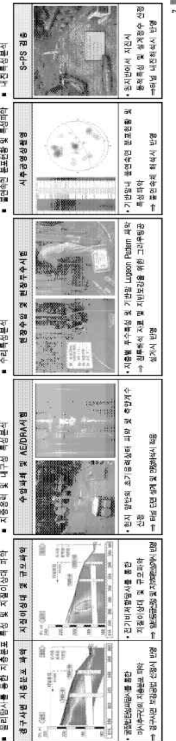
나. 조사 수행 흐름도



3

[illegible]

232 조사 위치 및 수량



233 조영진, 이모

3.2 암반의 분류 및 기준

3.2.1 암반분류 방법

일반 분류	• 한국도공서, 철도청, 한국기술총회협회 및 서술지하학 분류기준에 따라 종합토, 종합암, 단층도 등 지질학적·지형적·지질구조적·지질환경적·지질공학 분야별로 RGD, FMR 및 Q 분야에 의해 일반용 분류학과 분석을 수행함
기재 방법	• 암석의 종화상명, 불연속면의 간격·강도 및 암굴표상은 ISRM국제암석학회(현)의 분류 기준에 따름 • 조약국에서는 학계인 시추조사원 암석식별 및 육안분류표 American Institute of Professional Geologists에서 제시한 "공학적으로 분류를 위한 암석식별의 체계방법 및 시추수상도 작성 방법"에 의거하여 시추수상도를 작성
기술 내용	• 색, 불연속면의 간격과 상태, 갈라짐, 강도, 암석밀 등등 기술함 예 : 암석의 색상(황색, 갈색, 회색, 흰색 및 녹색에 따른다), 평탄(간)의 명암 및 손 채의 시늉을하여 사용함 • 암조, 풍화정도, 파쇄정도는 암석분류 기준에 의거하여 분류 • 시추수상도에 암조, 암조, 석, RGD, 암굴, 암굴, 주상도 표기차, 크리치와, 크리치와 및 불연속면 특성에 관한 중요자료(절리면의 풍화상태, 강도, 간격, 경사, 기틀거리) 등을 자세하게 기재함

가. RQD에 의한 암반분류(Deere, 1968)

RQD(%)	100 ~ 90	90 ~ 75	75 ~ 50	50 ~ 25	< 25
암 질	매우 양호 (Excellent)	양호 (Good)	보통 (Fair)	불량 (Poor)	매우 불량 (Very Poor)

나. RMR에 따른 암반등급(Bieniawski, 1974)

RMR	100 ~ 81	80 ~ 61	60 ~ 41	40 ~ 21	< 20
등급	I	II	III	IV	V
암질	매우 양호 (Excellent)	양호 (Good)	보통 (Fair)	불량 (Poor)	매우 불량 (Very Poor)

다. Q값에 따른 알반등급(Banton, 1974)

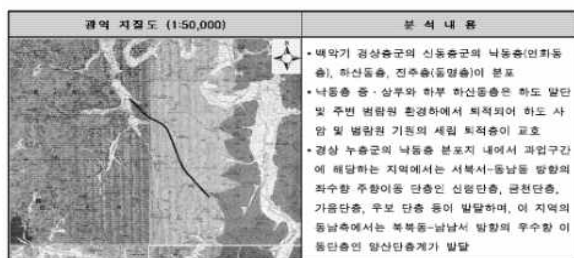
Q값	1000 ~ 400	400 ~ 100	100 ~ 40	40 ~ 10	10 ~ 4	4 ~ 1	1 ~ 0.1	0.1 ~ 0.01	0.01 ~ 0.001
등급	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
암질	지극히 양호	극히 양호	매우 양호	양호	보통	불량	매우 불량	극히 불량	지극히 불량

- 미네랄군에 분포하는 양분에 대하여 유사한 공작적 특성을 보이는 몇 개의 군으로 분류
• 설계 및 시공에 영향을 주는 지반의 여러 특성을 등급에 따라 구분하여 조사, 설계 시공에 이르는 과정에 걸쳐 일관성 있는 기준 제시양식의 기본색(황색, 갈색, 회색, 녹색)에 담(면한)과 알(진한)의 양말 및 혼색에 대한 점두용어를 사용

제 4 장 조 사 결 과

4.1 사전조사

4.1.1 광역지질도 분석



4.1.2 기본설계자료 분석

구분	분석내용
터널구간	• 분석층은 0.4~4.0m, 풍화도는 1.6~4.2m, 풍화암종 0.5~2.5m 두께로 분포 • 연암은 0.0~5.0m, 경암은 1.6~16.5m 심도에서 출현하며, 연암 TCR/RQD(%)=23~76/0~30, 경암 TCR/RQD(%)=60~100/12~100로 퇴적암으로 구성
교량구간	• 분석층은 0.5~0.8m, 풍화도는 0.6m, 풍화암종은 2.8~4.0m 두께로 분포 • 연암은 1.4~4.5m, 경암은 2.8~16.1m 심도에서 출현하며, 연암 TCR/RQD(%)=26~93/0~40, 경암 TCR/RQD(%)=80~100/71~100로 퇴적암으로 구성
비탈면구간	• 분석층은 0.5~1.4m, 풍화도는 0.7~1.6m, 풍화암종 1.0~1.9m 두께로 분포 • 연암은 1.5~7.5m, 경암은 3.3~3.6m 심도에서 출현하며, 연암 TCR/RQD(%)=26~60/0~9, 경암 TCR/RQD(%)=90~100/67~100로 퇴적암으로 구성

47

26.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2중 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 26.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전 점검	영천절토26 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 국부적인 수평배수공 막힘이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 정비 후 주의관찰이 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전 점검	영천절토26 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 국부적인 수평배수공 막힘, 수목전도가 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 정비 후 주의관찰이 필요하다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전 점검	영천절토26 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 국부적인 수평배수공 막힘, 수목전도가 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 정비 후 주의관찰이 필요하다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전 점검	영천절토26 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 국부적인 수평배수공 막힘, 수목전도가 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.	양호

26.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 26.2.2】 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
영천절토26	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

26.2.4 기존자료

【표 26.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이 : 47.0m, 연장 : 300.0m, 경사: 55°	
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) 준공년(2017년 06월 27일) · 설계사 : (주)한국해외기술공사	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

26.2.5 시설물 보수 이력

【표 26.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

26.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 26.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	N		

26.3 현장조사 및 시험

26.3.1 현황 및 특성

대상시설물에 대한 자료수집 및 현장조사결과를 통해 확인된 일반현황 및 사면특성, 분류 및 구간분할 결과는 다음과 같다.

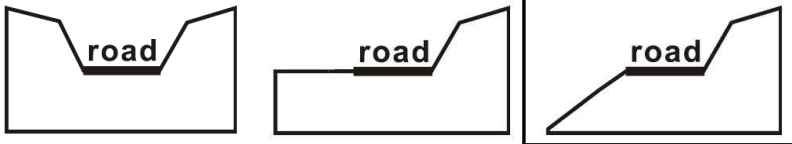
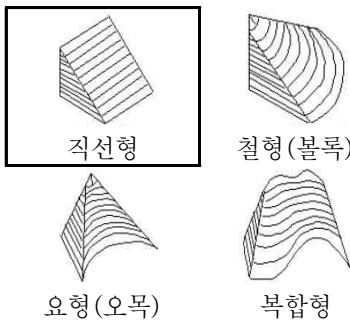
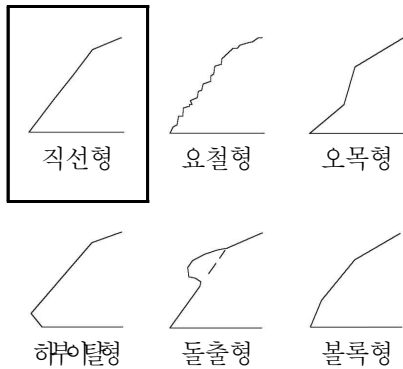
가. 일반현황 조사결과

【표 26.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019. 11. 25.	조 사 자	장 진 원
일 기	맑음	준공년도	2017년 06월 27일
행정구역	경상북도 군위군 소보면 평호리		
위 경 도	시점 : 36° 20' 90.2" 128° 51' 55.3"		
	종점 : 36° 21' 08.8" 128° 51' 40.8"		
절토사면	길 이 : 305m	높 이 : 47.0m	
	경 사/경사방향 : 55/059		
	구성물질 : 암반	토층심도 : 약 1.0~5.0m	
	소 단 : 7		
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	33.810~33.933k	양호
	산마루 측구	33.748~33.933k	양호
	소단배수로	33.678~33.798k	양호
	샷크리트	33.628~33.798k	양호
	점검용 계단	33.828k	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타	·		

나. 사면특성 조사결과

【표 26.3.2】 사면특성 조사결과

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

다. 사면 구간분할 결과

본 사면은 연장이 305m로써, 사면의 구간분할 기준인

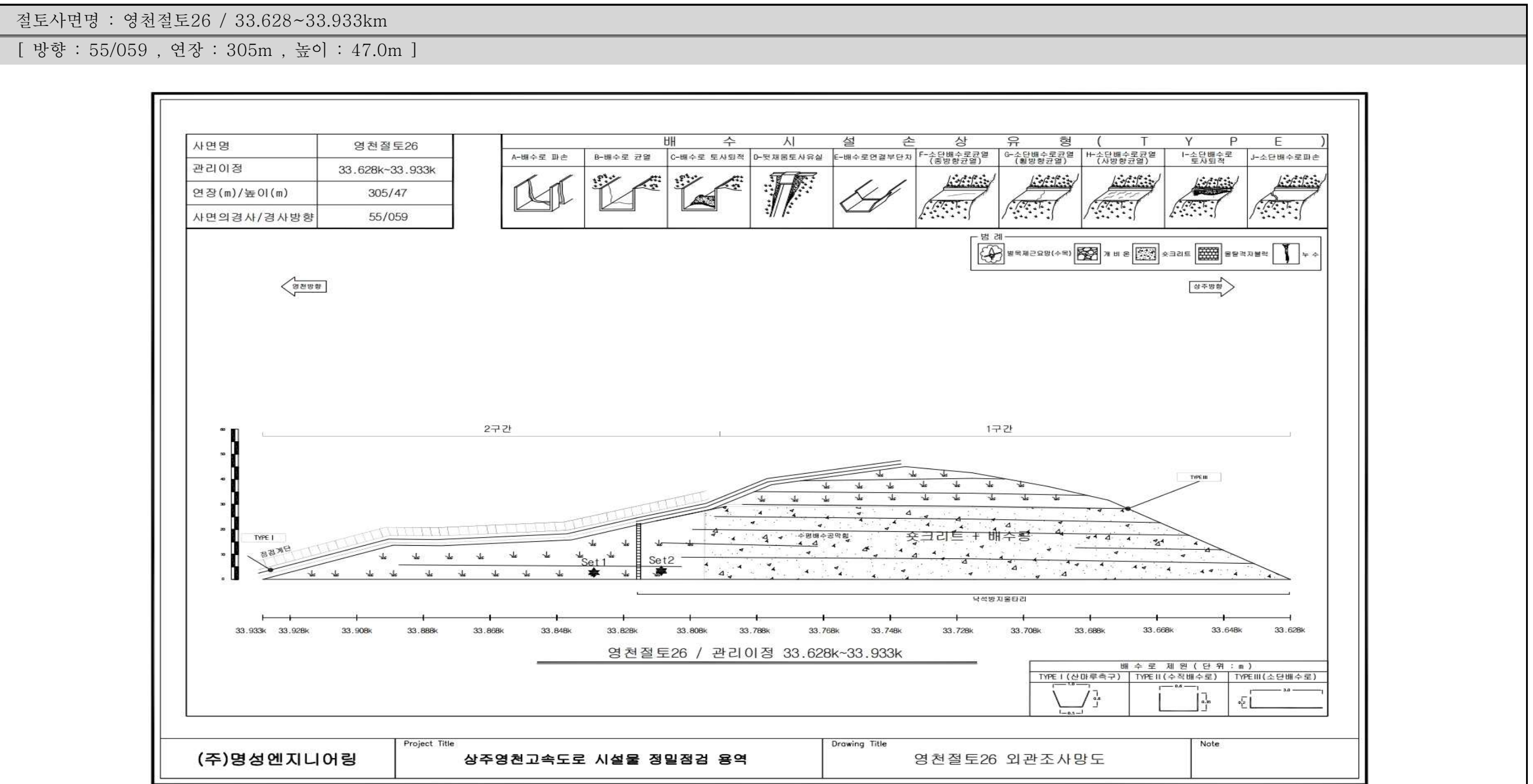
- 1) 사면의 구성재료가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사가 10° 이상으로 변할 경우
- 3) 사면의 구성재료와 표준경사가 맞지 않을 경우
- 4) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 5) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

위 기준에 의해, 2개구간으로 구분하여 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

【표 26.3.3】 구간분할 결과

구 분	측 점	비 고
1구간	33.628~33.798km	170m
2구간	33.798~33.933km	135m

26.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		방향	81/233	80/352							
> 2		20		< 1		6		tight		6		간격	10	10							
0.6~2		15		1~3		4		< 0.1		5		연장	4	4							
0.2~0.6		10		3~10		2		0.1~1		4		틈새	5	5							
0.06~0.2		8		10~20		1		1~5		1		거칠기	3	3							
< 0.06		5		> 20		0		> 5		0		충전물	4	4							
												풍화도	5	3							

26.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

상부 자연사면은 사면 10~20° 의 경사로 되어 있으며, 풍화토 및 퇴적토가 존재하고, 관목이 서식하고 있다.



【그림 26.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

- 상부자연사면은 전반적으로 양호하다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

사면에 식생공, 숯크리트가 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약 한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다.



【그림 26.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

- 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 기점검인 19년 정기안전점검과 비교시 식생이 양호해 진 것으로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구가 시공되어 있다.



【그림 26.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

대상 사면 내에는 점검계단, 숯크리트, 쏘일네일링이 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



【그림 26.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	

26.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 26.3.4】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	상태양호	—
배수시설	상태양호	—
상부 자연사면	상태양호	—
보강시설	상태양호	—
결과요약	사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.	

【표 26.3.5】손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	상태양호	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 26.3.6】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	전회	금회	증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	물량		
사면부	상태양호	—	—	—	—	
배수시설	상태양호	—	—	—	—	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	—	

26.3.5 재료시험 결과

가. 시험결과

본 사면에 대하여 암반용 슈미트해머를 이용한 강도조사를 실시하였으며, 시험결과는 다음과 같다.

【표 26.3.7】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
33.828km	50.8	96.5	보통암	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 50.8로 측정되었으며, 추정강도 96.5MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

나. 이전 정밀점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 26.3.8】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
초기점검	—	—	—	—
금회	33.828km	50.8	96.5	보통암

26.3.6 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

금회 구간분할 및 조사위치 선정에 따라 구간별 불연속면에 대해 조사를 실시하였으며, 조사결과는 다음과 같다.



【그림 26.3.5】 불연속면 측정 현황

나. 측정결과

1구간은 슛크리트 보호공으로 인해 불연속면 조사가 불가하다.

【표 26.3.9】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	—	—	—
방향성	—	—	—
간격(m)	—	—	—
연장성(m)	—	—	—
틈새(mm)	—	—	—
거칠기	—	—	—
충진물질	—	—	—
풍화도	—	—	—

【표 26.3.10】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간		
	Set 1	Set 2	Set 3
방향성	81/233	80/352	—
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	—
연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	—
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	—
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	—
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	—
풍화도	SW	MW	—

26.4 상태평가

26.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 305m의 사면으로서, 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 2구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 Set1~2으로 표기하였다.

【표 26.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	33.628~33.798km	170m	암반사면	쏫크리트 보호공으로 조사불가
2구간	33.798~33.933km	135m	암반사면	Set1, Set2

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면 (2019.01, 한국시설전공단)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 26.4.2]에 수록하였다.

토층심도 깊이측정을 위한 자료는 준공도서 및 초기점검보고서를 참고하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 불연속면 조사시 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

【표 26.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{5.0}{47.0} = 0.11$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	조사불가 - 동일사면(2구간) 활용	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	조사불가 - 동일사면(2구간) 활용	파쇄암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{2.0}{20.0} = 0.10$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 96.5MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.4}{20.0} = 0.02$ 로 0.01초과	절리암반	

26.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 26.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토26		표번호	[표 26.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	33.628~33.798km	
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	2019. 11. 25		조사자	장 진 원	

【표 26.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토26		표번호	[표 26.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	33.628~33.798km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-경사방향	—	0		
1-6		절리경사-사면경사	—	0		
1-7		절리상태	—	0		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	55°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	155.9mm(구미, 10월 2일)	7	7	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원		

나. 2구간 상태평가 조사결과표

【표 26.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토26		표번호	[표 26.4.5]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	33.798~33.933km	
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	2019. 11. 25		조사자	장 진 원	

【표 26.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토26		표번호	[표 26.4.6]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	33.798~33.933km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-경사방향	233 - 059 = 174°	0		
1-6		절리경사-사면경사	81 - 55 = 26°	0		
1-7		절리상태	보통	3		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	55°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	155.9mm(구미, 10월 2일)	7	7	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원		

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.17로서 평가결과를 “B” 로 산정되었다.

평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량으로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 26.4.7】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토26				표번호		
근거표번호			[표 26.4.3], [표 26.4.4]				[표 26.4.7]		
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-경사방향	0	a	10	f2=0.19	b		
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a					
		⑦ 절리상태	0	a					
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b					
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수		7				e	
		인위요인	⑩ 절취상태					1	b
			⑪ 배수조건					1	b
	⑫ 보호/보강 상태		0	a					
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 26.4.8】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			영천절토26				표번호
근거표번호			[표 26.4.5], [표 26.4.6]				[표 26.4.8]
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-경사방향	0	a	13	f2=0.25	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	7	e			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					13	F=0.17	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 13 / 52 = 0.25 ○ 상태평가등급(F) : 13 / 76 = 0.17					

【표 26.4.9】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토26	0.13	A	0.17	B	0.17	B

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 강우량에 대해 상태점수가 추가되어 지수상향으로 등급이 B로 하락하였다.

【표 26.4.10】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
초기점검	0.13	A	
금회	0.17	B	

26.5 종합평가 및 안전등급 지정

26.5.1 종합평가 결과

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

【표 26.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토26		표 번 호	【표 26.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.13	A	근거표번호	【표 26.4.7】
	2구간	0.17	B		【표 26.4.8】
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.17	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

26.5.2 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 26.5.2】 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

26.6 보수·보강 및 유지관리방안

26.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 26.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
보강시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		0		0		
	합계	0		0		0		
개략공사비 총계(천원)		0						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

26.6.2 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 26.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
보호 시설	• 점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

26.7 종합결론

26.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능 발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 50.8으로서 추정강도 96.5MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.17로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량으로 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.

26.7.2 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.

26.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

26.7.4 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.

