

48. 영천절토48

48.1 시설물 개요

48.2 자료수집 및 분석

48.3 현장조사 및 시험

48.4 상태평가

48.5 종합평가 및 안전등급 지정

48.6 보수·보강 및 유지관리 방안

48.7 종합결론

48. 영천절토48

48.1 시설물의 개요

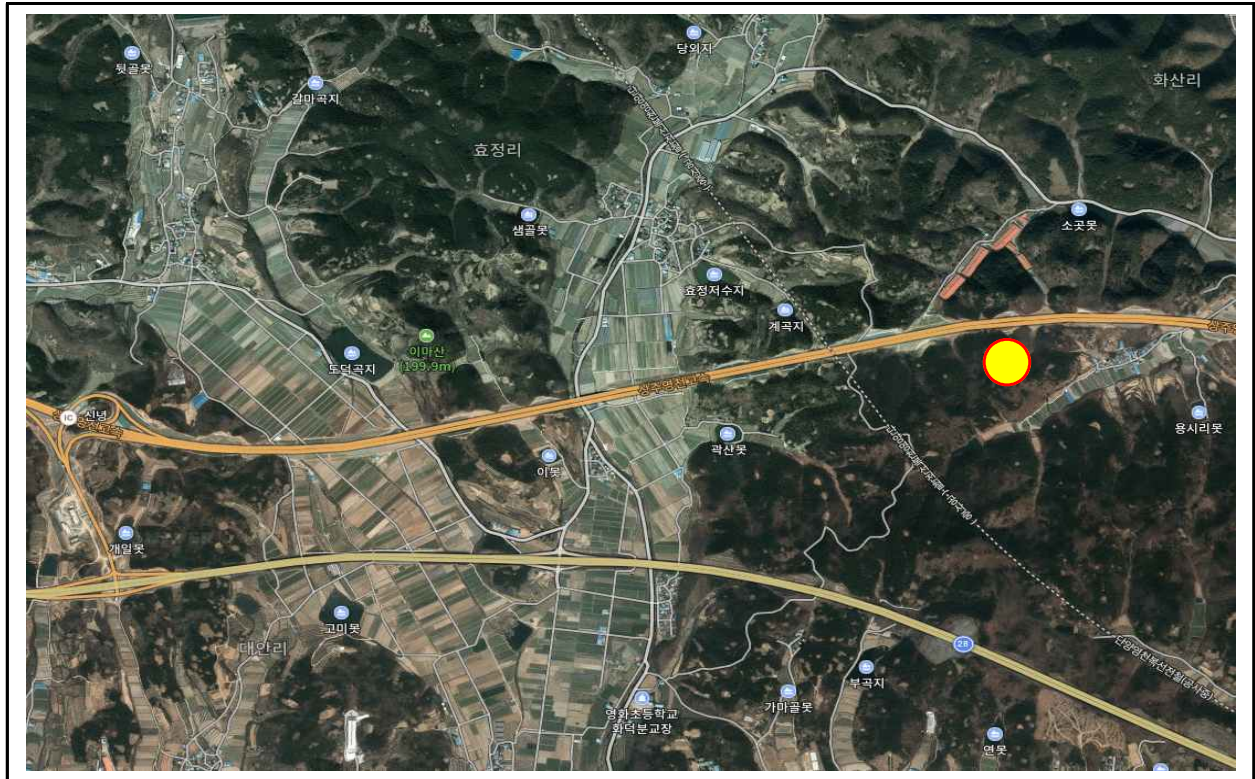
본 시설물은 경상북도 영천시 화산면 화산리(상주영천고속도로 71.058~71.178km)에 위치한 사면으로서 총 연장 120m, 높이 38.0m의 절토사면으로 시공되어 있다.

48.1.1 일반사항

【표 48.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000058		관리번호	SY SL48
시설물명	영천절토48		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경상북도 영천시 화산면 화산리		
	위치좌표	시점 : 36° 02' 45.0" 128° 50' 46.0"		
		종점 : 36° 02' 45.0" 128° 50' 51.0"		
	관리이정	71.058~71.178km		
	공구이정	8공구 STA.5+700~5+820		
제 원	연 장	120m	높 이	38.0m
	경사/방향	45/354	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	10~20°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	(주)대우건설
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리		
비 고				

48.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 48.1.1】 위치도

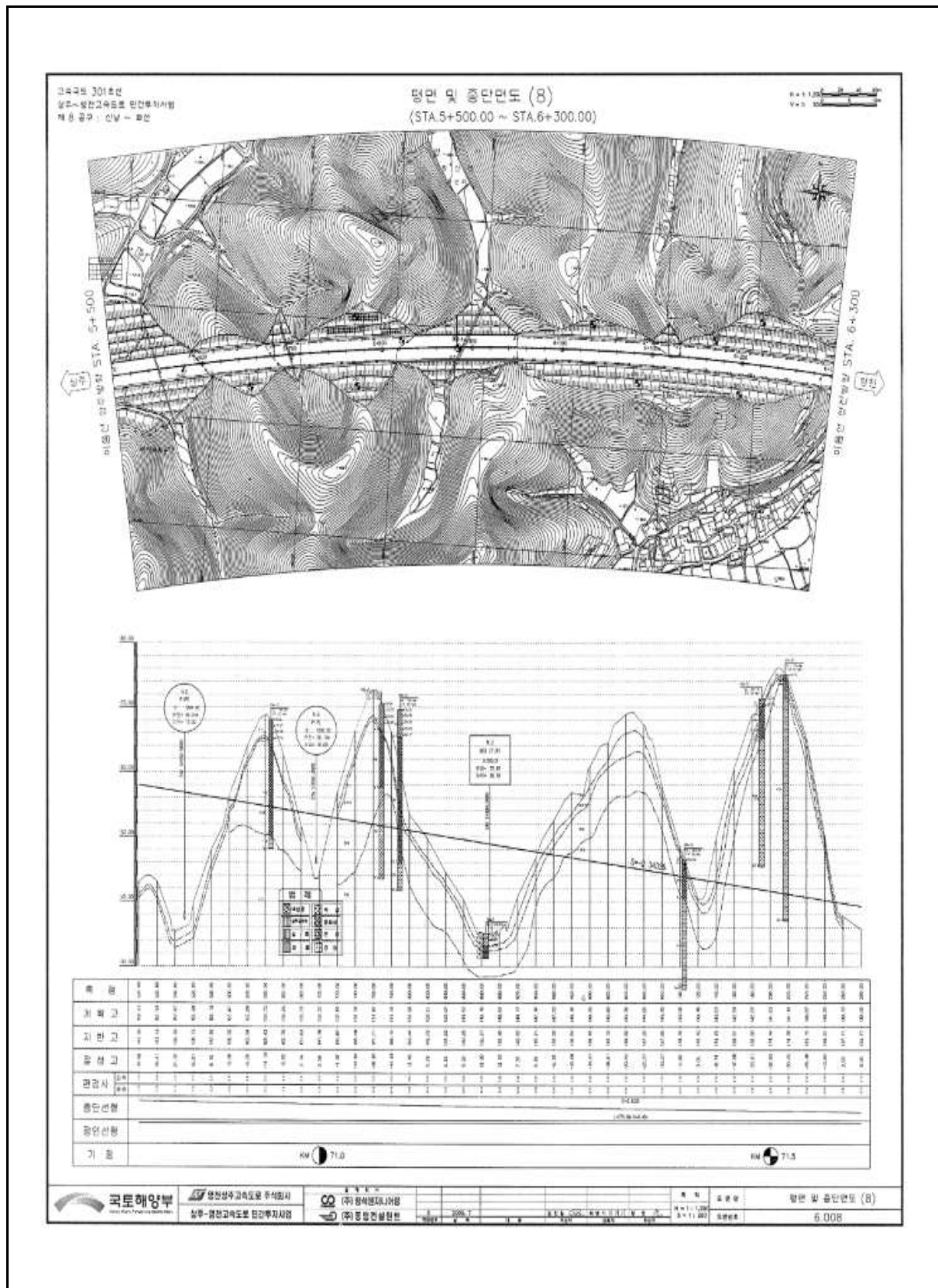


【그림 48.1.2】 전경사진

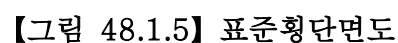
	
산마루측구, 점검계단 전경	1소단 배수로 전경
	
하부 전경	상단 전경

【그림 48.1.3】 부재별 현황

48.1.3 시설물 일반도



【그림 48.1.4】 평면도



48.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 8공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

48.2.1 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 기울기 결정

(1) 쌓기 비탈면 기울기 결정에 따른 흐름도

(2) 쌓기 비탈면 기울기결정에 따른 흐름도

다. 쌓기 비탈면

지반지반의 토질은 매우 불균질하고, 풍화도, 상층상태 및 균열 등에 의해 지반의 강도는 현저하게 다르며 시공 후 시간의 경과에 따라 응력변화, 대기노출로 인한 풍화변화 등으로 원지반의 전단강도가 약해지므로 비탈면이 차차 불안정하게 된다.

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

국내 쌓기비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준기울기를 적용하고 있으며 일반적으로 층리나 절리등이 규칙있게 발달할 경우 기울기 비탈면에 따라 큰 차이가 예상되므로 지반조사 결과를 토대로 파괴할 것을 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면 기울기설정 및 부가적인 안정대책을 수립하도록 계획하였다.

[원지반 토질에 대한 비탈면 기울기별표]

토 질 구 분	비탈면높이(m)	기울기	비 고
모 레	-	1:1.5 이상	SW, SP
사 질 토	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
	5 ~ 10	1:1.0 ~ 1:1.2	
	10 ~ 15	1:1.2 ~ 1:1.5	
	15 ~ 20	1:1.5 ~ 1:2.0	
자갈 또는 암재 섞인 사 질 토	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
	5 ~ 10	1:1.0 ~ 1:1.2	
	10 ~ 15	1:1.2 ~ 1:1.5	
	15 ~ 20	1:1.5 ~ 1:2.0	
점 성 토	0 ~ 10	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH
알과 또는 호박돌 섞인 점성토	5 ~ 10	1:1.2 ~ 1:1.5	GM, GC
풍 화 암	-	1:1.0 ~ 1:1.2	시료가 형성되지 않는 암

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

(건설교통부, 건설공사비탈면설계기준, 2006년)

7.4.2 소단 설치기준

가. 국내의 기준별 소단 적용기준

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

소단의 설치목적은 비탈면침식방지를 위한 배수시설 설치, 침강보수를 통한 토사의 유지관리에 있으므로 발파암층에서는 H=10.0m 미만 1.0m소단과 리필암 및 토사층에서는 H=5.0m마다 1.0m소단을 설치하여 H=20.0m마다 3.0m소단을 설치하는 것이 대체적으로 타당한 것으로 사료된다.

[국내의 기준별 소단적용 기준]

구 분	기준 및 규정명	소단적용 기준
국 내	건설공사 비탈면 설계기준 (2006)	· 비탈면 높이 10m 이상 : 원칙적으로 소단설치 · 비탈면 층간에 5~20m 높이 마다 폭 1~3m 소단설치
	한국도로공사 도로설계요령 (2002)	· 리필암 : R.Q.D = 0~10%, H=5m 마다 소단 1m · 발파암 R.Q.D = 10~25% : H = 10m 마다 소단 1~2m R.Q.D = 25~50% : H = 10m 마다 소단 1~2m R.Q.D = 50% 이상 : H = 20m 마다 소단 3m
	건설부 도로설계기준	· H = 5 ~ 10m 마다 소단 1 ~ 1.5m
	한국토지공사	· H = 7m 마다 소단 0.5 ~ 1.5m
	도로공단 설계요령	· H = 7m 마다 소단설치
일 본	국유림토목구조물표준시방서	· 암석과 접하는 토사 경계부와 7m 마다 소단 설치
	절도설계요령	· H > 10m의 경우 7m마다 소단 1.5m, 기울기3%

7.4.5 설계기준 선정

가. 비탈면 기울기 및 소단설치 기준

비탈면안정 해석을 위한 비탈면의 설계기준은 7.4.1 비탈면 기울기 기준에서 서술한 바와 같이 검토하였으며, 설계기준으로는 건설교통부 및 한국도로공사 기준을 적용하였다.

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

<비탈면 기울기 설계기준>

비탈면 구분	토 질	적 용 구 배	소 단 설 치
쌓기비탈면	토 사 층	1 : 1.2 ~ 1.5	· 토사 및 리필암 · 쌓기 높이 5m 미만 소단 1m 설치 · 발파암 : · 수직높이 10m 미만 소단 1m 설치 · 쌓기 높이 20m 미만 3m 소단설치 · 리필암과 발파암 사이에는 소단설치하지 않음
	리 필 암	1 : 1.0	
	발 파 암	1 : 1.0	
쌓기비탈면	쌓 기 재	1 : 1.5 ~ 3.2	· 쌓기 높이 5m 미만 1m 소단설치

나. 지형 및 지질

제 4 장 조 사 결 과

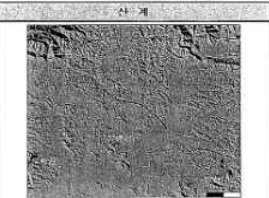
4.1 지표 지질 조사

4.1.1 지형 및 지질특성

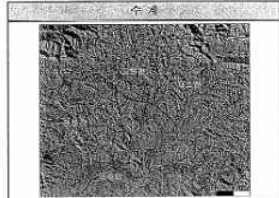
- 지질개요
- 조사지역의 지질은 범성암 상위를 부정합으로 놓인 사암, 역질사암, 역암, 니질암(세일 및 이암)등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 퇴적암류들이 넓게 분포
 - 조사지역의 구성암석은 충적퇴적과 호성환경에서 변화되는 양상으로 해당지역에 분포하는 춘산층(반마질층)의 경우에는 니질층이 매우 두세한 호성 퇴적암일



가. 지형특성



- 과압노선은 높이가 약 50m 내외인 낮은 산과 충적층을 따라 위치함
- 과압노선의 북쪽으로는 주변지역에 비해 높은 고도를 보이는 퇴암산이 위치하여 서쪽으로는 낮은 면적으로 분포하는 팔공산이 자리 잡고 있음



- 과압노선의 북쪽과 북서쪽에는 각각 고원천과 신남천이 위치하고 있으며 남쪽으로는 청동천이 흐르고 있음
- 신남천은 남동 방향으로 흐르면서 과압노선의 중점부와 교차하고 있음
- 이들 하천은 많은 지류를 형성하고 있으며 수 지상의 복잡한 형태를 보임

47

나. 분포암종 특성

구분	지질특성
춘산층	• 총 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 세일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2~3m 두께의 구산동층 회암층으로, 중부는 기사들 역암으로 특징 지워진다. 구산동층회암은 주로 화산기암의 잠식 및 석영암자들과 화산회 기질로 구성되었으나, 수류퇴적물 지시하는 층리 및 모암을 갖고, 석영의 증가와 일 화석들이 산출된다(Tatewa, 1999)
사각층	• 하단은 침묵층의 유회암이 끝나고 자색 이암과 실트암이 합쳐지기 시작하는 층으로, 상단은 춘산층의 최하부인 구산동층회암의 적하위이다. 총 두께는 구역에서 2,000m이나 남쪽으로 점차 감소되어 밀리에서는 250m에 불과하다. 주요 구성암석은 자색 이암과 실트암 및 녹색 실트암 및 녹색 사암이며, 중부에는 용회암 사암도 합쳐진다. 자색 이암은 상부에서 두세하며, 석회질 단리는 거의 발달되지 않으나, 건립, 연촌, 사촌리가 발달되고 생흔화석들이 흔하다. 석물 화석으로 <i>Penelopsis cf. parceramosa</i> Fontaine이 보고되었다(Tatewa, 1999)

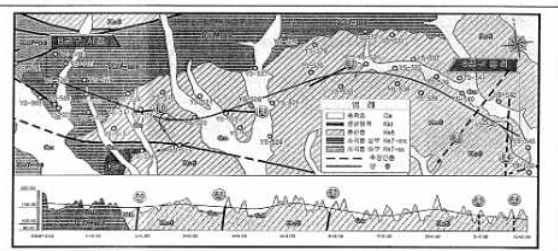
다. 지질 개동도

지질시대	층	특성	비고
제4기	충적층(Qa)	• 하천 퇴적물	
	중생대(Ka)	• 과압의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	화강암(Kgr)	• 과압의 지질	• 3분기 중점부
	안산암질암(Kat)	• 주로 용회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	신남동층(Ked)	• 암회색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 10분기 중점부
	춘산층(Kes)	• 암회색, 녹색, 적색 이암 및 세일 • 하부층에서 석회암 돌출 다양 함유	• 10~8분기에서 걸쳐 분포
	사각층(Ka7)	• 상부 (Ka7~ms) • 암회색, 녹색, 적색 이암 및 세일 • 하부 (Ka7~ss) • 암회색, 녹색, 적색 이암 및 세일과 사암이 교호 • 사암부분을 다양 함유	• 8분기 사암 • 8분기 사암과 7분기 중점
	침묵층(Keg)	• 암회색, 녹색, 적색 이암 및 세일과 사암이 교호 • 주로 암회색 세일로 구성	• 7분기 중점 및 중점부
	구산동층(Ka5-2)	• 사암, 미사암 및 미사질 세일 및 이암(니질 무세)	• 7분기 사암
	후원동층(Ka5)	• 사암, 적색 미사질 세일, 적색회암 및 적색사암 무세	• 6분기 중점부
밀착층(Ka4)	• 사암, 적색 미사질 세일, 역암 • 주로 사암이 무세	• 6분기 중점 및 중점	

48

4.1.3 과압구간 지질분포 특성

가. 상세 지표지질조사



① 주요 노두 특성분석

노두 사진	특성
	• 사각층 상부(노두No.YS-202) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/162 • JH=84/208, J2=64/098
	• 사각층 하부(노두No.YS-504) • 암회색 및 적색 니질암 • 층리방향 : 32/148, 단층단향 : 66/356 • 단층 비치 5mm, 단층 폭 0.5m • JH=88/264, J2=82/042, J3=67/318
	• 사각층 상부(노두No.YS-505) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/169 • JH=82/271, J2=78/340
	• 사각층 상부(노두No.YS-506) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/166, 단층단향 : 87/048 • JH=63/348, J2=89/240, J3=72/116 • 폭 0.5m, 파쇄대 1m정도, 단층 각력할 존재

53

나. 지질 각론

- 이하는 1:5만 산영도(원종권 외, 1980)의 내용이다.
- 이 지역의 지질은 백악기 퇴적암과 화강암으로 구성되어있다. 백악기 퇴적암은 경상누층군 하양층군에 속하는 함안층(사각층), 반야월층(춘산층)과 자갈층이고 화강암류는 이들을 관입한 미화산암류, 삼상암류, 반상암암류로 구분된다. 화강암은 삼상암류의 철축대에서 호른페노스 편성되었다(그림 3). 사일구간은 화강 소분지의 남단에 자리잡고 있어 인근 소분지의 판계를 해석하는데 매우 중요한 지역이다.

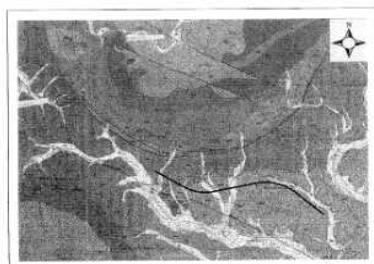


그림 3. 1:5만 과압구간 지질도 (원종권 외, 1980)

- 나동군을 퇴적기에서 신리역암 퇴적기에 이르기 까지 판공산하를 경계로 하여 퇴적 환경에 차이를 보여 주었으나 본지에 분포하는 함안층 및 반야월층은 지질구조의 해석으로서 유한 소분지의 것과 연결이 가능한 것으로 보아 미화산암의 상이 판계는 판공-대구-영천의 단면에서 구분된 것을 그대로 사용하였다. 그러나 노고산 환상암내에 분포하는 호른페노스판 퇴적암층은 반야월층 상부 또는 자갈층(전원암)하부에 대비되는가에 대해서는 결정적 근거가 없다. 따라서 그들은 화산층이라 명명하였다.
- 백악기 퇴적암층은 주로 본지의 남부에 넓게 분포하여 북부에서는 화강암체의 관입에 의하여 분구지인 분포를 보여준다. 화강암류는 본지의 사북부에 분포하는 미화산암체(Sub-volcanics)와 수기단층암의 하부에 따라 관입한 화강암체로 크게 구분된다.
- 미화산암체는 백악기에 발달했던 화산체의 뿌리 부분이 장승운동과 침식에 의하여 노출된 것이다. 아미화산암체는 백악기에 발달했던 화산체의 뿌리 부분이 장승운동과 침식에 의하여 노출된 것이다. 아미화산암체의 주변에 발달한 노고산 환상암층은 이러한 현상의 일면이 된다고 판단된다(Caudron)와 판계일치를 알 수 있다.
- 수기단층을 따라 분포하는 화강암체는 주변암으로서 본지 암을 달리하기도 하나 암체의 핵으로 갈수록 화강암특성에서는 화강암을 띠어주는 것으로 보아 본지 화강암과 동일할 것이다.
- 퇴적암류: 이 지역에 분포하는 퇴적암층은 산라군곡의 함안층, 반야월층과 화산층이다. 사일구간은 화강 소분지의 남단에 위치하나 영천-화강의 일대에 분포하는 반야월층이 계속 발달하여 지질구조도 보아 그의 하위에 적색층의 함안층이 유한 소분지에서도 동일한 층서 관계를 갖고 분포한다. 따라서 이 지역에 분포하는 퇴적암층은 유한 소분지에서의 층서를 그대로 적용시켜도 옳으리라 믿어진다. 함안층과 반야월층의 경계는 양자가 접이적인 판계를 이루므로 적색층과 적색회암의 호른페노스 양쪽에서 양쪽을 보여주는 층으로 설정하였다. 즉 지층 구분의 Key bed가 없으므로 경계의 설정은 지층의 두께 50m 범위내에서 융통성이 있는 것으로 판단된다.

– 1684 –

구 분	관 번	STA	X	Y	선정 이유
구 간 선	CBB-19	4+804.44(우38.95m)	282,644.283	185,218.792	• 약기주 개소당 2개소 이상 수법 • 약기주간 최대 절토고 선정
	CBB-20	4+993.80(좌17.98m)	282,741.003	185,391.258	
	CBB-21	4+982.21(우26.79m)	282,694.169	185,389.606	
	CBB-22	5+219.11(좌9.40m)	282,781.593	185,613.049	
	CBB-23	5+203.41(우31.83m)	282,737.935	185,606.678	
	CBB-24	5+313.56(좌40.03m)	282,837.865	185,697.276	
	CBB-25	5+646.27(우15.14m)	282,842.212	186,035.814	
	CBB-26	5+769.12(좌26.95m)	282,899.268	186,152.708	
	CBB-27	5+771.33(우30.67)	282,842.181	186,160.680	
	CBB-28	시추불가			
	CBB-29	6+104.79(우35.30m)	282,653.333	186,490.349	
	CBB-30	6+216.64(좌39.26m)	282,924.901	186,604.192	
	CBB-31	6+190.79(우9.36m)	282,677.374	186,576.252	
	CBB-32	7+177.27(좌25.75m)	282,714.891	187,548.103	
	CBB-33	7+091.90(우38.83m)	282,683.739	187,445.347	
	CBB-34	시추불가			
	CBB-35	시추불가			
	CBB-36	시추불가			
	CBB-37	8+127.91(좌16.17m)	282,230.008	188,368.900	
	CBB-38	8+132.64(우29.82m)	282,191.349	188,343.540	
	CBB-39	8+659.13(좌20.76m)	281,887.303	188,775.450	
	CBB-40	8+677.54(우25.93m)	281,839.962	188,758.848	
	CBB-41	9+033.14(우34.76m)	281,598.008	189,037.588	
	CBB-42	시추불가			
	CBB-43	9+676.09(좌41.10m)	281,236.688	189,558.987	
	CBB-44	9+668.78(우38.64m)	281,183.071	189,501.379	
	CBB-45	시추불가			
구 절 토 선	CBB-46	9+926.46(우45.57m)	281,009.572	189,892.027	
	RCBB-1	0+246.23(좌20.04m)	282,487.486	183,063.957	
	RCBB-2	0+360.23(좌4.81m)	282,373.617	182,825.716	
	RCBB-3	1+642.21(우15.78m)	281,272.049	189,662.934	
	RCBB-4	0+198.41(우31.41m)	281,182.170	189,474.097	
	RCBB-5	1+237.41(우9.68m)	280,867.466	189,603.369	

11

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

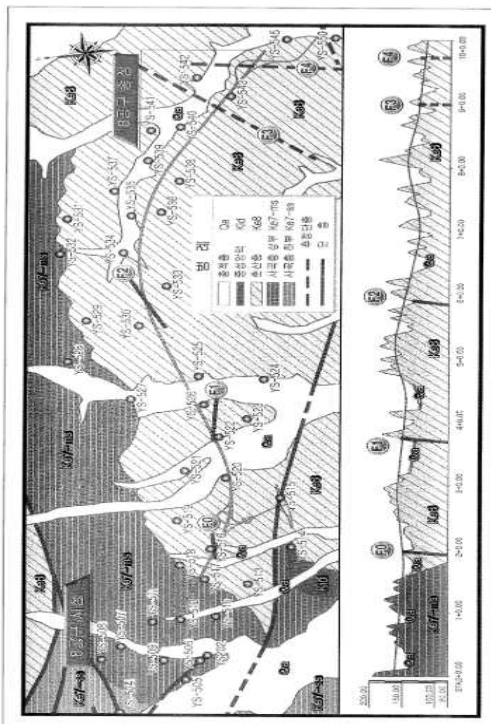
• 암석의 기본색(황색, 갈색, 회색, 녹색에 담(전환)과 암(전환)의 영향 및 혼색에 대한 접두어를 사용

암반 분류	• 한국도로공사, 철도청, 한국기술연구원 및 서울지하철 분당구간을 따라 총화포, 총화암, 연암, 보통암 및 경암으로 분류하고 타설구간은 Rock Type으로 표시하고 RMR 및 Q 분류에 의해 암반을 분류하고 분석을 수행함
기재 방법	• 암석의 종횡상대, 불연속면의 간격 : 강도 및 암질표시는 ISRM(국제암반역학회)의 분류방법에 의거 분류 • 조사자집에서 획득된 시추코어를 암석시험 및 육안관찰하여 American Institute of Professional Geologists에서 제시한 "공학적 목적을 위한 암석시료의 채취방법 및 시추주상도 작성방법"에 의거하여 시추주상도를 작성
기술 내용	• 색, 불연속면의 간격과 상태, 풍화상태, 강도, 암석면 등을 기술함 • 색 : 암석의 기본색(황색, 갈색, 회색, 녹색 및 녹색에 담(전환), 암(전환)의 영향 및 혼색의 지시용어를 사용함 • 강도, 불연속면, 파쇄상대, 암석분류 기준에 의거하여 분류 • 시추주상도에는 암석면, N지, RQD, 시추착암지, 주상도 착암지, 주상도 검토지, 코어번호 및 불연속면 특성에 관한 중요지표(절리면의 풍화상태, 강도, 간격, 결사, 거칠기 등) 등을 자세하게 기재함

표준	암반	특	강	RMR	Q값	탄성파속도 (km/s)	압축강도 (MPa)	극한인장강도 (MPa)	극한인장률 (%)
I	경암	암질성이 있고 풍화, 변질 및 물리적, 화학적 영향을 거의 받지 않은 신선한 대륙상의 암질	100~81	60이상	3.40이상	100 이상	90이상		
II	보통암	균열 및 결리가 다소 발달되어 있으며 일반적으로 절리가 존재하는 중상의 암질	80~61	5.8~60	2.6~3.4	80~100	70~90		
III	연암	충리, 절리 및 결리 등이 매우 발달된 상태이며, 파쇄대가 존재하는 소극상의 암질	60~41	0.6~5.8	1.8~2.6	60~80	40~70		
IV	풍화암	물리적, 화학적 영향으로 파쇄대가 매우 발달되고 절리가 불규칙적으로 발달된 파쇄상의 풍화된 암질	40~21	0.1~0.6	0.99~1.8	25~60	40이하		
V	풍화토	풍화작용이 심하고 일부가 표지화된 상태이며, 매우 쉽게 부서지고 쉽게 뜯어낼 수 있는 암질	20이하	0.1이하	0.99이하	25 이하	-		

21

제 3 장 지질도



8.1. 광역 지표지질조사

8.1.1. 지질개요

• 타설구간은 백악기 경상분지의 주로 신동층과 하양층군이 분포하는 의성소분지의 동남부에 위치한다. 경상분지는 처음에는 일본의 북구주지방과 중국, 대만에 분포하는 퇴적분지를 총괄하여 대만도분지로 불려왔다. 그 후 1961년 원종환은 수차례 조사결과 경상누층군이 구조상으로 분지형을 이루고 있으므로 경상분지라고 명명하였다. 경상분지의 분지는 남북방향인 장축이 200km, 동서단축이 120km, 종면적이 24,000km²에 달한다. 경상분지는 조산운동에 의해 형성된 3개의 소분지로 구분되어 있으며, 이들은 다시 여러 개의 단층계에 의해 파편되어 있다(그림 1).



그림 1. 경상분지와 소분지 분포

• 경상분지는 암상 및 지구조에 의해 및 개의 소분지로 구분된다. 분지서쪽에 남북방향의 대상으로 발달하는 나동소분지, 분지 최북단에 일렬산 총상단층(thrust)과 정동령 사이에 발달하는 영양소분지, 안동 총상단층 및 정동령과 팔공산 융기대 사이에 발달하는 의성(도재)소분지, 그리고 팔공산 융기대 이남에 발달하는 유천(일양)소분지로 나누어진다(그림 1).

• 경상분지의 서쪽과 북쪽에서는 경상누층군이 천발리층군에 속하는 변질퇴적암류와 규암의 발달로 강암류를 형성함으로써 일고 있고, 동부와 남부는 백악기말의 화성활동과 단층작용으로 심하게 파쇄되었으며, 제3기운동에 의해 부정합으로 파쇄되거나 동해 및 남해의 해저로 계속 발달되어 있다(그림 2).

48.2.2 시설물 점검이력

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

【표 48.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전 점검	영천절토48 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.	양호
2	2018. 05. 28 ~ 2018. 06. 30	정기안전 점검	영천절토48 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.	양호
3	2018. 10. 23 ~ 2018. 12. 31	정기안전 점검	영천절토48 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 재균열, 토사퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.	양호
4	2019. 03. 18 ~ 2019. 05. 28	정기안전 점검	영천절토48 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 및 산마루측구 일부구간에서 균열 및 재균열, 토사퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.	양호

48.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 48.2.2】 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
영천절토48	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

48.2.4 기존자료

【표 48.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이 : 38.0m, 연장 : 120.0m, 경사: 45°	
시공관리자료	· 시공사 : (주)대우건설 준공년(2017년 06월 27일) · 설계사 : (주)한국해외기술공사	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

48.2.5 시설물 보수 이력

【표 48.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

48.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 48.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	N		

48.3 현장조사 및 시험

48.3.1 현황 및 특성

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

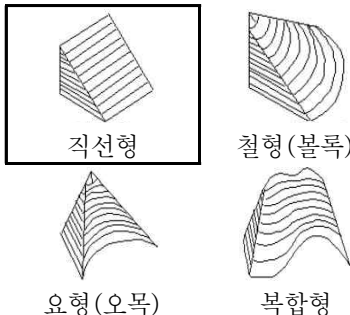
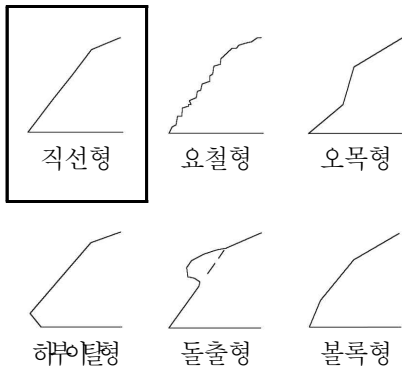
가. 일반현황 조사결과

【표 48.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019. 11. 25.	조 사 자	장 진 원
일 기	맑음	준공년도	2017년 06월 27일
행정구역	경상북도 영천시 화산면 화산리		
위 경 도	시점 : 36° 02' 45.0" 128° 50' 46.0"		
	종점 : 36° 02' 45.0" 128° 50' 51.0"		
절토사면	길 이 : 120m		높 이 : 38.0m
	경 사/경사방향 : 45/354		
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 1.0~3.0m
	소 단 : 3		
낙석/튼돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -		
	튼돌 존재유무 : 없음		튼돌의 양 : -
	튼돌 평균크기 : - 튼돌 최대크기 : -		
절토사면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루 측구	69.218~69.258k	양호
	소단배수로	69.128~69.218k	균열
	낙석방지울타리	69.118~69.218k	양호
	점검계단	69.078~69.128k	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타	.		

나. 사면특성 조사결과

【표 48.3.2】 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 120m로써, 사면의 구간분할 기준인

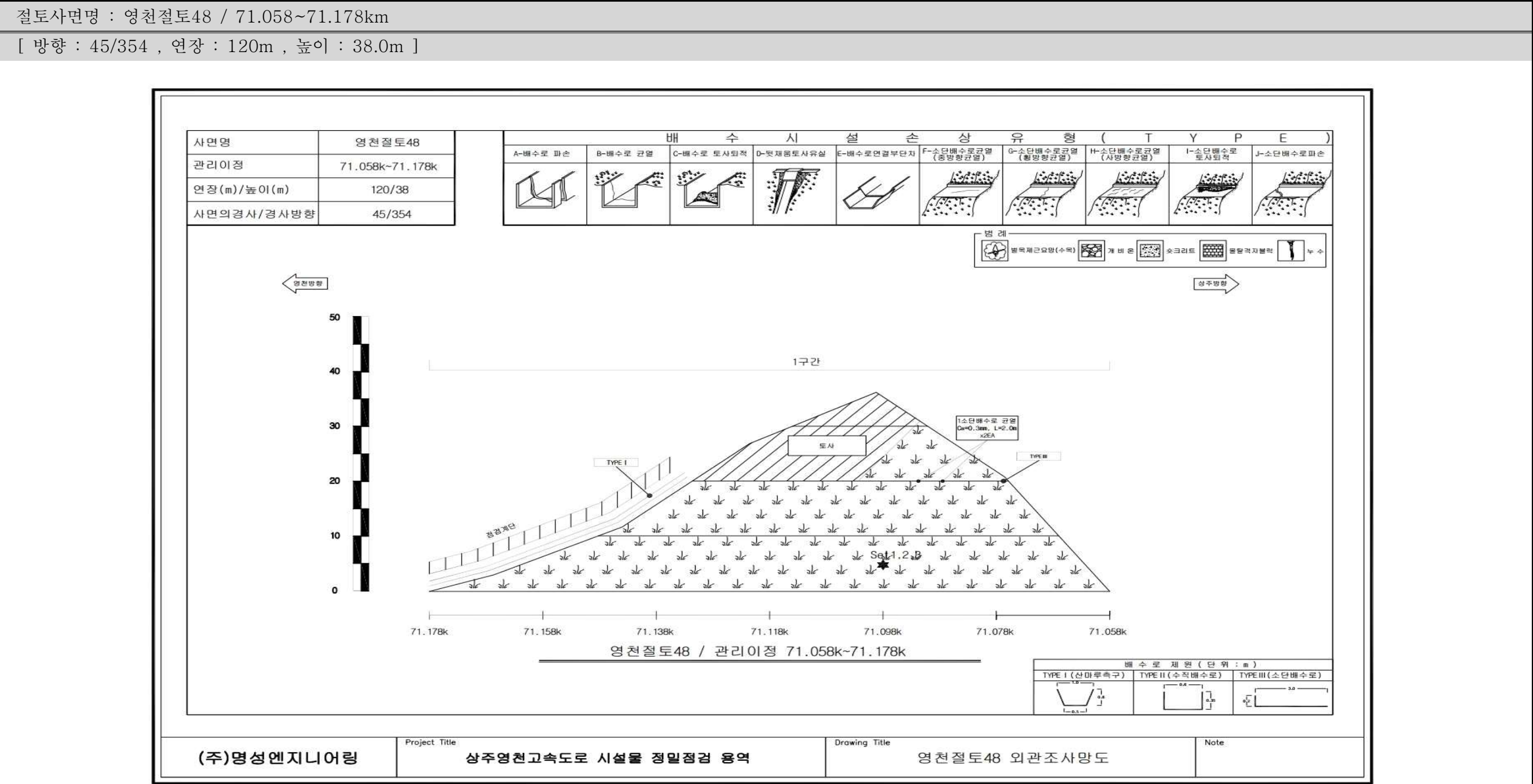
- 1) 사면의 구성재료가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사가 10° 이상으로 변할 경우
- 3) 사면의 구성재료와 표준경사가 맞지 않을 경우
- 4) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 5) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

위 기준에 의해, 1개구간으로 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

【표 48.3.3】 구간분할 결과

구 분	측 점	비 고
1구간	71.058~71.178k	120m

48.3.2 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	18/229	89/026	86/089						
> 2		20		< 1		6		tight		6		간격	10	10	10						
0.6~2		15		1~3		4		< 0.1		5		연장	4	4	4						
0.2~0.6		10		3~10		2		0.1~1		4		틈새	5	5	5						
0.06~0.2		8		10~20		1		1~5		1		거칠기	3	3	3						
< 0.06		5		> 20		0		> 5		0		충전물	4	4	4						
												풍화도	3	3	3						

48.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

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



【그림 48.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

- 상부자연사면은 전반적으로 양호하다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

사면에 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다.



【그림 48.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

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

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 소단배수로, 산마루측구가 시공되어 있다.



【그림 48.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- 점검결과, 소단배수로 균열이 일부 조사되었고, 보수가 필요한 상태이다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	소단배수로 균열	L=4.0m, 2EA	

			
현 황	71.088k 소단배수로 균열	현 황	71.098k 소단배수로 균열
원 인	건조수축, 우수유입	원 인	건조수축, 우수유입
대 책	균열보수	대 책	균열보수

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

대상 사면 내에는 점검계단, 낙석방지울타리가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



【그림 48.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태 양호	—	

48.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 48.3.4】 외관조사 결과 요약

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

【표 48.3.5】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	상태양호	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	4.0	2	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 48.3.6】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	전회	금회	증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	물량		
사면부	상태양호	—	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	—	4.0	▲4.0	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	—	

48.3.5 재료시험 결과

가. 시험결과

본 사면은 전구간 식생공이 시공되어 암반강도측정이 불가하다.

【표 48.3.7】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
—	—	—	—	—
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 식생공으로 인한 암반강도측정 불가			

나. 이전 정밀점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

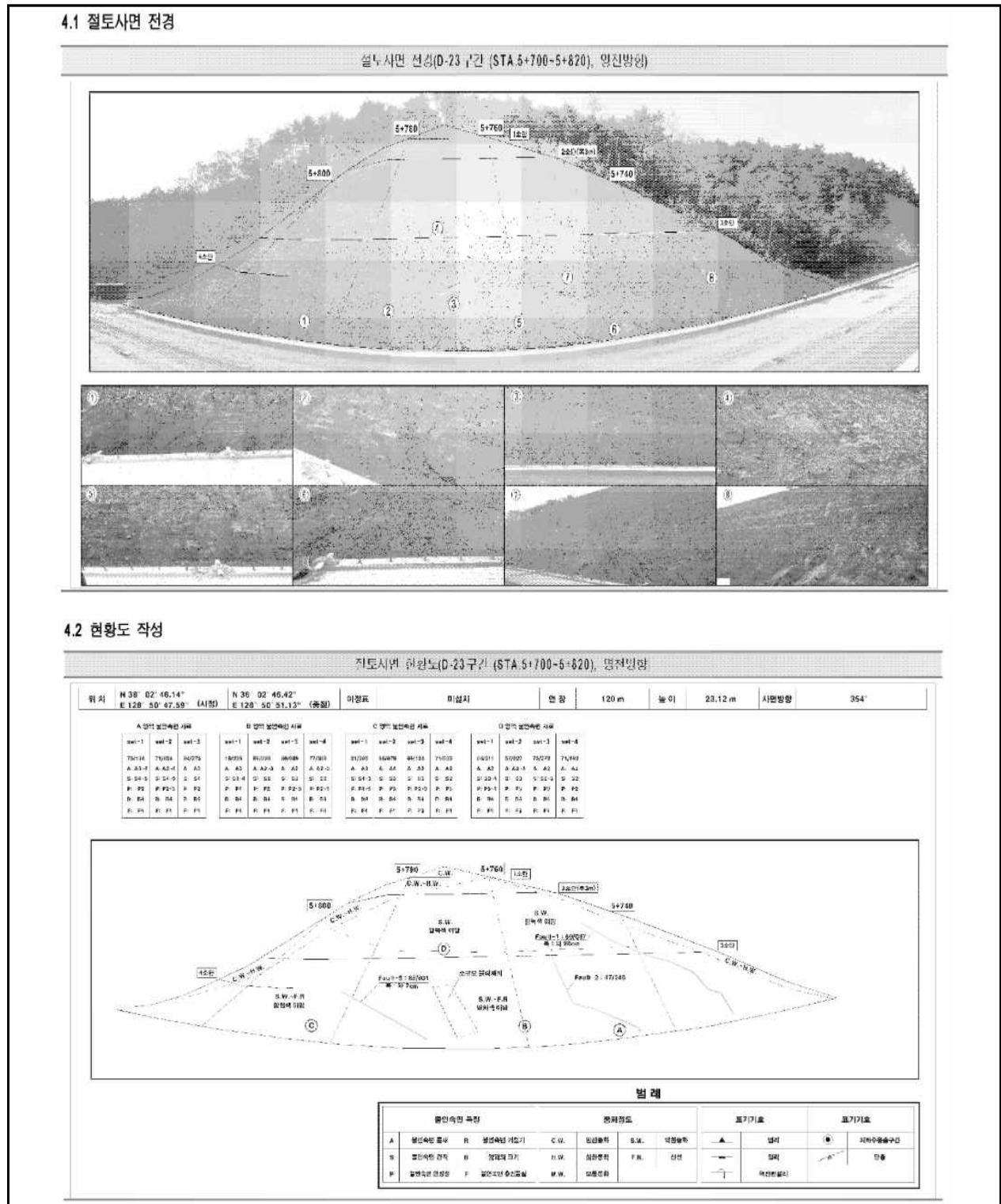
【표 48.3.8】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
초기점검	—	—	—	—
금회	—	—	—	—

48.3.6 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

본 사면은 전구간 식생공으로 불연속면 조사가 불가하여, 준공도서 및 초기점검보고서를 활용하여 불연속면을 확인하였으며, 결과는 다음과 같다.



【그림 48.3.5】 준공도서자료

나. 확인결과

【표 48.3.9】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	Set 1	Set 2	Set 3
방향성	18/229	89/026	86/089
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

48.4 상태평가

48.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 120m의 사면으로서, 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 1구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 Set1~3으로 표기하였다.

【표 48.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	71.058~71.178k	180m	암반사면	Set1, Set2, Set3

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 48.4.2]에 수록하였다.

토층심도 깊이측정, 절리간격을 위한 자료는 준공도서 및 초기점검보고서를 참고하여 작성하였다.

【표 48.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{38.0} = 0.07$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	식생공으로 인한 확인불가(준공도서 참고)	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ der}{Slope\ height} = \frac{0.35}{38.0} = 0.009$ 로 0.01이하 (준공도서 참고)	파쇄암반	

48.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 48.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토48		표번호	[표 48.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	71.058~71.178k	
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 48.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토48		표번호	[표 48.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	58.858~59.078k		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	18°	2		
1-7		절리상태	유리	2		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	121.5mm(영천, 10월 2일)	5	5	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원		

나. 상태평가결과 산정표

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

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

【표 48.4.5】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토48			표번호	
근거표번호			[표 48.4.3], [표 48.4.4]			[표 48.4.5]	
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	15	f2=0.29	b
		⑥ 저면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	5	d			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					15	F=0.20	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 15 / 52 = 0.29 ○ 상태평가등급(F) : 15 / 76 = 0.20					

【표 48.4.6】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토48	0.20	B	0.20	B

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 강우량에 대해 상태점수가 추가되어 지수상향으로 등급이 B로 하락하였다.

【표 48.4.7】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
초기점검	0.132	A	
금회	0.20	B	

48.5 종합평가 및 안전등급 지정

48.5.1 종합평가 결과

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

【표 48.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토48		표 번 호	【표 48.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.20	B	근거표번호	【표 48.4.5】
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.20	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

48.5.2 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 48.5.2】 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

48.6 보수·보강 및 유지관리방안

48.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 48.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
사면부	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	4.0	6.00	m	70	420	1
상부자연사면	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
보강시설	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	420		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	210		0		0		
	합계	630		0		0		
개략공사비 총계(천원)		630						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

48.6.2 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 48.6.2】 사면 중점유지관리 항목

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

48.7 종합결론

48.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 소단배수로 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
- 본 사면은 전구간 식생공이 시공되어 암반강도측정이 불가하다.
- 대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.20로서 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.

48.7.2 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.

48.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

48.7.4 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.