

4. 영천절토04

4.1 시설물 개요

4.2 자료수집 및 분석

4.3 현장조사 및 시험

4.4 상태평가

4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.6 보수·보강 및 유지관리 방안

4.7 종합결론

4. 영천절토04

4.1 시설물의 개요

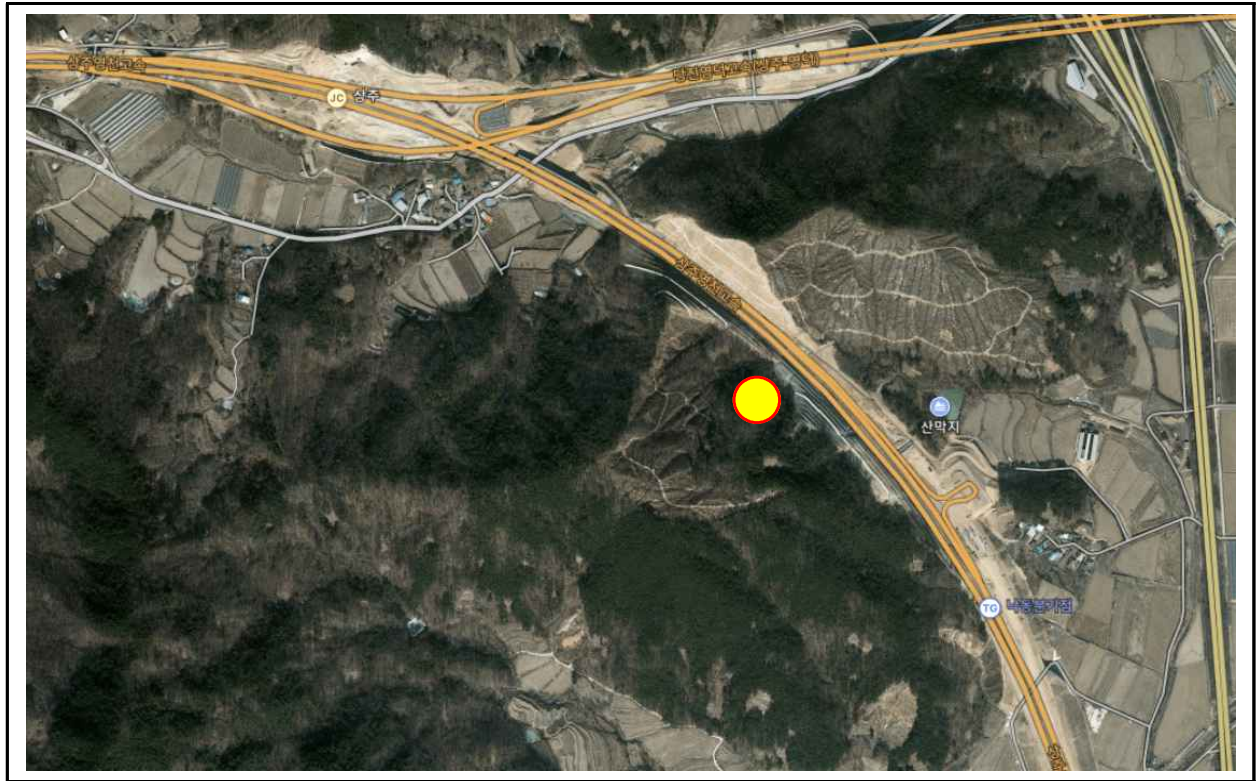
본 시설물은 경상북도 상주시 낙동면 장곡리(상주영천고속도로 4.300~5.120km)에 위치한 사면으로서 총 연장 820.0m, 높이 48.0m의 절토사면으로 시공되어 있다.

4.1.1 일반사항

【표 4.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000019		관리번호	SY SL4
시설물명	영천절토04		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경상북도 상주시 낙동면 장곡리		
	위치좌표	시점 : 36 ° 22 ' 21 " 128 ° 16 ' 44 "		
		종점 : 36 ° 22 ' 7 " 128 ° 17 ' 1 "		
	관리이정	4.300~5.120km		
	공구이정	1공구 STA.4+300~5+120		
제 원	연 장	820m	높 이	48.0m
	경사/방향	45/038	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	20°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	대림산업(주)
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 수직도수로, 낙석방지울타리		
비 고				

4.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 4.1.1】 위치도

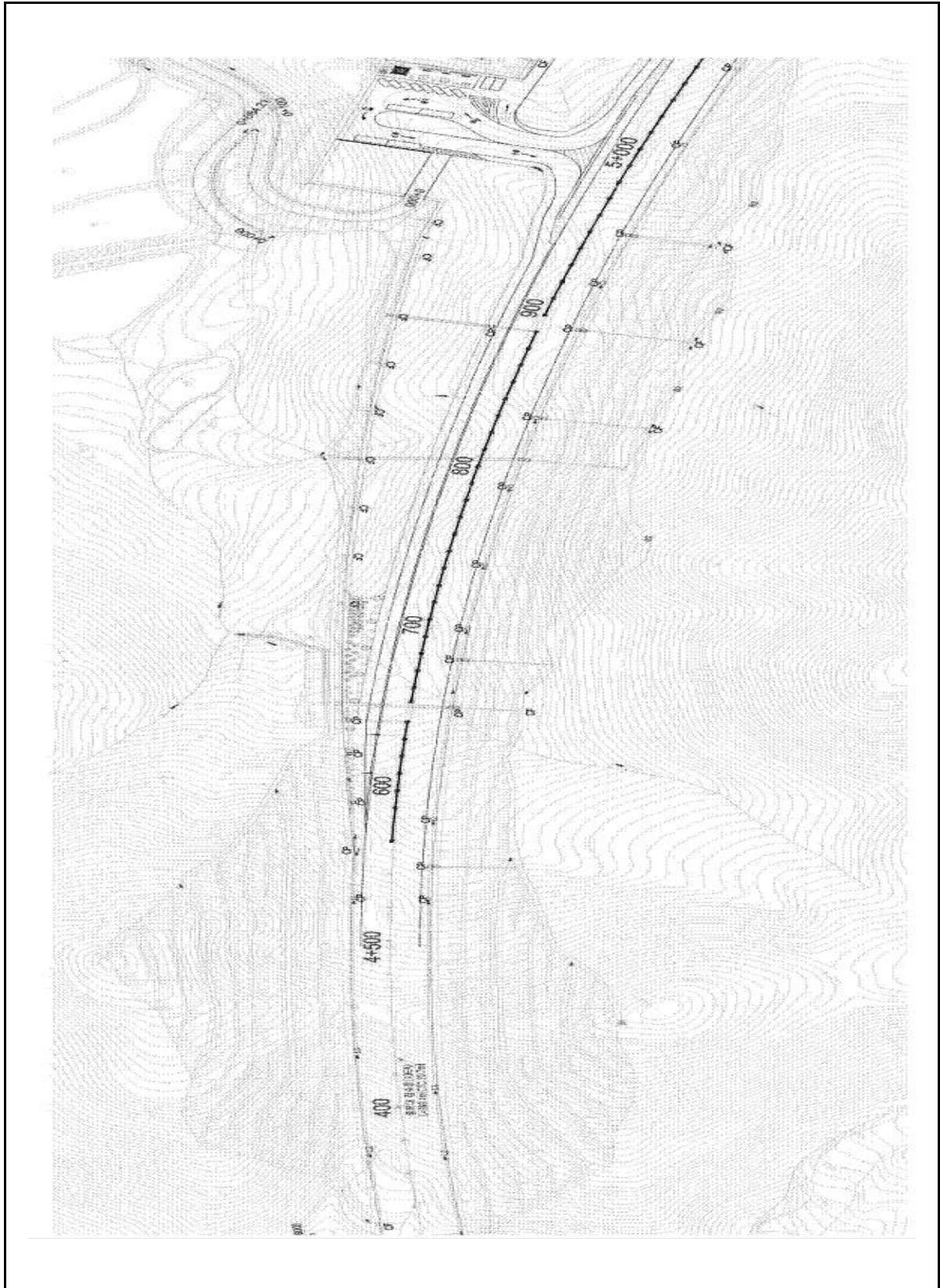


【그림 4.1.2】 전경사진

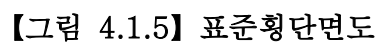
	
수직도수로, 점검계단 전경	산마루측구 전경
	
1소단 배수로 전경	2소단 배수로 전경
	
점검계단 전경	하부 전경

【그림 4.1.3】 부재별 현황

4.1.3 시설물 일반도



【그림 4.1.4】 평면도



4.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 1공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

4.2.1 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

1) 방벽기 비탈면 표준경사
가. 각 기관의 방벽기 비탈면 표준경사

토질조건	방벽기높이	비탈면 경사			
		건설교통부	도로공사	토지공사	주택공사
토 사	5m 이상	1:1.5	1:1.5	1:1.5	1:1.5
	0~5m	1:1.2	1:1.2	1:1.2	1:1.2
리딩암 (회암)	5m 이상	1:0.7~1.0	1:1.0	1:1.0	1:1.2
	0~5m	-	-	-	1:1.0
밀암	5m 이상	1:0.5~0.7	1:0.5	1:0.5	1:1.0
	0~5m				1:0.8
	5m 이상				1:0.8
	0~5m				1:0.5

(한국지반공학학회 학술발표집, 1995)

나. 토사지반에 대한 방벽기 비탈면 표준경사

원 지 반 의 토 질	비탈면높이	경 사	비 고
모 래	일일하고 일도불량	1:1.5 이상	SM, SP
사 질 토	5 m 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
	5 ~ 10 m	1:1.0 ~ 1:1.2	
	10 ~ 15 m	1:1.2 ~ 1:1.5	
	15 ~ 20 m	1:1.5 ~ 1:1.8	
자갈 또는 모래와 섞인 사 질 토	5 m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	SM, SC
	5 ~ 10 m	1:1.2 ~ 1:1.5	
	10 ~ 15 m	1:1.5 ~ 1:1.8	
	15 ~ 20 m	1:1.8 ~ 1:2.0	
중토 및 점성토	0 ~ 10 m	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH
알갱이 또는 점토를 섞인 점성토	5 m 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	CM, GC
	5 ~ 10 m	1:1.2 ~ 1:1.5	

* 목적용에서는 과부하 발생이 자유 발생하므로 보통 간유토층보다 비탈면경사를 경사시키는 것이 바람직함.

다. 암반특성에 따른 방벽기 비탈면 표준경사

암 석 종 류 (강도)	암반파쇄상태		굴 작 난이도	경 사	소 단 설 치	비 고
	T.C.R %	R.Q.D %				
풍화암 또는 연경암으로 파쇄가 심한경우	20%이하	10%이하	리딩암	1:1.0~1.2	H-5m 이하 소단설치	*최하단 기준 1820m 마다 3m 소단 설치
강한 풍화암으로 파쇄가 거의 없는 경우와 대부분의 연경암	20~40%	10~25%	발파암 (연 암)	1:0.8~1.0	H-10m 이하 소단설치	*리딩암과 발파암 사이는 소단 설치하지 않음
	40~60%	25~50%	발파암 (조물암)	1:0.7	1~2m 폭	*소단사이에 토사와 리딩 구분이 발생시 암 문록 비탈면 경사 적용
	60%이상	50%이상	발파암 (경 암)	1:0.5	H-20m 이하 소단설치	

(한국도로공사 도로설계요령 2002)

1) 비탈면 경사의 결정
가. 방벽기 비탈면 경사 결정에 따른 흐름도

```

        graph TD
            Start([시작]) --> Q1{불가사지의 조건이 충족가?  
주변 지반의 조건이 충족가?  
불가사지 불규칙에 의한 영향이 큰가?}
            Q1 -- YES --> A1[표준 비탈면 경사]
            Q1 -- NO --> A2[비탈면 경사 가감]
            A2 --> Q2{방석 검토시 안정인가?}
            Q2 -- YES --> A3[최종 경사 결정]
            Q2 -- NO --> A4[비탈면 경사  
설치자료의 변경]
            A4 --> A2
            A1 --> Q3{수요복 조율시각}
            Q3 -- YES --> A5[과대 절기 등의 검토]
            Q3 -- NO --> A6[최종 경사 결정]
            A5 --> A6
    
```

상주-영천간 민자고속도로 1공구 건설공사 9

나. 방벽기 비탈면 경사결정에 따른 흐름도

```

        graph TD
            Start([토질 및 방벽기 높이, 암반 특성 파악]) --> A1[비탈면 표준경사 결정]
            A1 --> A2[토사 및 점성토 : 관계경사분석  
- 1차적으로 Graphic Method에 의한 정성적인 안정성 분석 (OIPS이용)  
- 필요구간에서 관계물량해석법에 의한 정량적인 안정성 분석]
            A2 --> Q1{안정 검토결과 결정}
            Q1 -- YES --> A3[최종 경사 결정]
            Q1 -- NO --> A4[과대 절기 안정성  
평가비탈면에 대한  
정적비탈면 경사를  
위한 FEED BACK]
            A4 --> A1
            Q1 --> A5[비탈면경사안화  
또는 보강공법]
            A5 --> A1
    
```

상주-영천간 민자고속도로 1공구 건설공사 10

구조물의 설계지진 재현주기별, 성능수준별 내진성능목표 및 위험도 계수

재현주기	50년	100년	200년	500년	1000년	2000년
성능수준	II 등급	I 등급	특등급			
기능수준	II 등급	I 등급	특등급			
공공방지기				II 등급	I 등급	특등급
위험도 계수, I	0.40	0.57	0.73	1.0	1.4	2.0

다. 적용 지진계수
본 검토구간에 포함하는 방벽기 비탈면에 대하여 구역에 따른 설계 지진계수를 산정하여 비탈면 해석을 수행하였으며, 산정된 지진계수는 다음과 같다.

구분	지진계수		비고
	구역계수	위험도계수	
방벽기	0.11	1.4	0.154

2.2.4 지하수위 적용
1) 비탈면 침투해석 검토
건설공사 비탈면 설계기준(2011)은 “현장지반조사결과, 지층조건, 배수조건과 설계계획반도에 따른 해당지반의 경우경도, 경우지속시간 등을 고려하여 안정해석을 수행하고 적용 설계정수와 해석방법을 명확히 기술하여야 한다” 라고 제시하고 있으므로 이를 근거로 검토 조건 및 방법을 수립하였다.

가. 침투해석 방법
본 검토구간 방벽기 비탈면의 지하수위는 한국도로공사 도로설계요령을 기준으로 설정하였으며, 근거지에는 지하수위를 고려하지 않고 무기시에는 침투해석 결과를 적용하였다.

구 분	지 하 수 위	
	건 기 시	무 기 시
방기 비탈면	지하수위 미고려	침투해석 결과 적용

나. 적용 경우경도 산정

구분	지속시간	경우경도
상주	48 시간	7.6 mm/hr

나. 지형 및 지질

2.1 지형 및 지질

2.1.1 주변지형 특성

본 조사지역의 역지는 행정구역상 경상북도 상주시 낙동면 상촌리를 시경으로 하여 경상북도 의성군 단일면 낙정리를 종점으로 하는 연장 약 7.99km 구간에 해당한다.

과일지역을 한탄도의 북서부를 가로지르는 낙동강의 상류지역에 속하며, 태백산맥에서 분기한 일월산맥의 주축이 도북의 동북부를 북북서-남남동 방향으로 침투하는 지역이다. 과일지역을 안 계영마을을 위시하여 비교적 완만한 경사를 가진 지평한 구릉지를 이룬다.

서북부 경지봉(420m)과 인제면 봉양동 봉화재는 초상의 산봉이 NE 방향의 중령선을 중심으로 어긋나며 대칭적으로 배열되어 있는 지형상의 특징을 갖고 있다.

본 조사지역 인근의 수계의 발달은 낙동강을 종류로, 잘 발달된 수지상수계를 이루고 있다. 위층을 비롯한 비교적 큰 계류는 지층의 주향방향에 대략 평행한 유로를 만들고 있는 곳이 많다. 낙동강과 계류는 매우 완만히 사형하며, 하천 폭에 비하여 암석화한의 산고는 낮고, 산사 역시 매우 완만하며, 하강작용보다는 확대 및 퇴적작용이 우세한 단계에 있다. 일월산맥을 중심으로 동쪽 지역은 유수에 의한 침식이 활발히 진행되고 있는 장년기 단계이고, 서쪽 지역은 못에 의한 하강작용은 유로의 확대 및 퇴적이 우세해지는 초기 노년기의 단계에 있다.

2.1.2 지질

본 조사지역은 낙동도곡(1:50,000) 남서측에 위치하며 선캄브리아기에 형성된 흑운모화강암질 편마암을 중생대 쥐라기에 관입한 흑운모화강암이 기반암을 이룬다. 백악기 중생암 및 산성암 역이 다수 관입하여 분포하는 양상을 보이며 낙동강변을 중심으로 제4기 충적층이 두껍고 넓게 분포하고 있다. 흑운모 화강암은 산성암을 구성하며 낙동출구에 의하여 부정합적으로 피복된다. 흑암적으로 흑화색의 세립질암이나 2-3mm 정도의 신선한 장석이 결정을 이룬다. 본 암두지역에서는 풍화대가 매우 두꺼운 층으로 분포한다.

각 지층에 대한 지질기호는 다음과 같다.

(1) 선캄브리아기 변성암류

본 암은 과일지역에 위치하고 있는 낙동도곡의 서남쪽의 백두령, 낙성동, 대호리에 분포한다. 선캄브리아기의 변성암류는 선캄브리아기의 영남계에 속하며, 흑운모화강암질편마암과 반상변성 편마암으로 구분되어 있다. 과일지역에 비롯해서 분포되어 지질기반을 이루고 과일지역의 서쪽으로 광범위한 분포를 보이고 있다.

상주~영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

5

(2) 흑운모화강암

본 암은 과일지역에 위치한 선캄브 산체를 구성하고 있으며, 흑운모화강암질편마암 및 반상 변성편마암을 결빙하며, 낙동출구에 의하여 부정합으로 피복된다. 흑화색의 토착질암이나 신선한 장석이 분포를 이룬다. 본 암의 구성광물은 알바의 순위로 사장석, 석영, 미사상석, 쥬라석, 피에다이트, 흑운모 및 소량의 백운모이다. 사장석은 누대구조가 완저하고 편입에 심하며 누대구조의 내부는 흑색으로 변해있다. 석영은 모두 파동소공이 현저하다. 미사상석과 피에다이트는 신선하며 대립작용 이루고 내부에 석영, 사장석, 흑운모를 포리는 법구조를 나타내는 것이 많다. 쥬라석은 고온후의 핵모드로 편입되고 흑화 후자의 생상이 현저하다. 쥬라석 중에는 칼스맛트 광물을 이루는 것이 있다. 흑운모는 일부 흑연석, 흑니석, 실광으로 편입되어 있다. 산성암 북쪽에는 흑운모화강암의 연변성이 비교적 넓은 분포를 보이면서 나타나고 있다. 연변상은 미세한 초상 구조를 나타내는 세립질암이며 화강암질편마암에 유사하다. 결빙에서 중합해결 세립상인 흑운모가 일정한 방향으로 배열하여 광물성분은 흑운모화강암과 동일하다.

(3) 매립성백암

본 층은 과일지역의 서부와 서북부에 위치하고 있으며 암석색의 조밀한 암석으로 구성되어 있다. 주 구성광물은 각섬석, 사장석, 흑운모이며 최소한 석영을 함유한다.

(4) 낙동층

본 층은 낙동층군의 최하부층으로 과일지역의 북동방향으로 대부분의 지역을 관하고 있다.

본 층은 편마암류 및 화성암류로 된 지반의 침식면상에 부정합적으로 퇴적되어 있으며, 주로 역암, 사암, 세암 및 역질사암 등으로 구성되어, 하부는 역암이 대체로 우세하고 상부는 사암과 세암이 우세하다. 과일지역 인근의 낙동층은 역암이 우세한 하부의 민경산층류로 구성되어 있다. 민경산층류는 과일지역의 동쪽방향의 민경산과 동북방향의 비룡산을 중심으로 광범하게 분포하고 있으며, 초기지부의 세암 및 역암, 하부의 사암, 사질역암, 역암 및 세암, 중부의 역암과 역질사암으로 구성된다.

(4) 암맥류

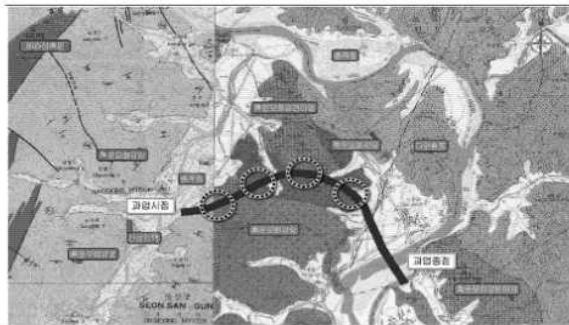
암맥류는 불구사회암암류를 관입하고 있으며, 산성암맥과 알기성 암맥으로 나뉘었다.

산성암맥은 규장암맥과 석영암맥으로 구성되며, 알기성암맥으로는 인산암맥 및 흑록암질 암맥으로 구성된다.

상주~영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

6

<조사지역 지질도>



이 지역의 지질도의 지질기호는 아래와 같다.

선캄브리아기 제4기	과	송악층
백악기	백	산성암맥
	백	민경산층류
	백	다인층류
시대미상	시대미상	매립성백암
유리기	유리기	흑운모화강암
선캄브리아기	선캄브리아기	흑운모화강암질편마암

상주~영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

7

2.4 적용 설계지반장수

지 층	단위중량 (γ_t , kN/m ³)	점착력 (c , kPa)	내부마찰각 (ϕ , °)	투수계수 (cm/s)
경석층	19.0	10.0	29	3.0×10^{-4}
동화토	18.0	15.0	30	1.5×10^{-3}
동화암	21.0	29.0	30	7.0×10^{-4}
기반암	26.0	200.0	35	4.0×10^{-5}

상주~영천간 민자고속도로 1구구 건설공사

20

다. 지반조사보고서

1.1 조사목적

본 조사의 목적은 『고속국도 제301호선 상주-영천고속도로 민간투자사업(제1공구)』에 대한 시설물 확인보통 지반조사로서 현장조사 및 현황시공을 계획, 지층의 분포상태 및 지반공학적 특성을 파악하여 설계 적용치와 비교 및 시공에 필요한 지반특성 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

1.2 조사구간

구 간 1 공구

- 연 장 : 7.394 km
- 시 점 : 경상북도 상주시 낙동면 송곡리 (STA. 0+000)
- 종 점 : 경상북도 의성군 단원면 낙정리 (STA. 7+394)

1.3 조사항목

조사의 목적을 수행하기 위하여 다음과 같은 내용의 현장조사 및 현상시공을 실시하였다.

구 분	대 상	수 량	비 고
현상조사	교량부	95 곳	NX 규격
	쌓기부	6 곳	
	막기부	5 곳	
	수계	106 곳	
현상시공	표준관입시험	시추조사	1식

1.4 조사기간

가. 현장조사 : 2013년 10월 14일 ~ 2015년 06월 05일

나. 성과분석 및 보고서 작성 : 2013년 10월 20일 ~ 2015년 06월 20일

1.5 조사장비

본 조사에 사용된 조사장비는 다음과 같다.

종 류	구 격	수 량	비 고
시 추 기	DP-300 유압기	3대	
표준관입시험기	KSF 2307	3조	
0-30 코어타입	-	3조	
현상, 양수펌프	15P	3조	
기타부대장비	-	1식	

2.1 조사기준

지반조사는 본 과업에 대한 「과업지시서」 및 한국도로공사의 「교량기준 확인지반조사 설계기준(2004. 2)」을 기준으로 시행하였으며 조사기준은 다음과 같다.

구 분	대 상	실 도	조 사 기 준	비 고
교 량 부	교대 및 교각 타다 1개소	경향 1%, 연향 3%, 공칭인 2%까지	- 실시결과 시 미 시행한 구간 - 설계시 누락된 구간	
쌓 기 부	시추조사	-	- 필요없이 무지	
막 기 부	시추조사	거소와 1개소 이상 (조사등급별론 포함)	개척과와 3%	

(주) 현상조견에 맞추어 시행

2.2 조사위지현황

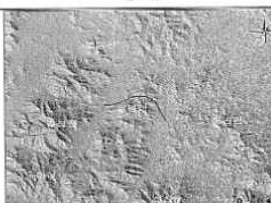
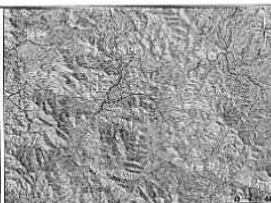
조사위지현황은 계획노선에 대하여 축척 1:1,200 현상도의 노선에서 구조물 및 토목공예를 고려하여 과업지시서에 명시된 조사기준에 의거하여 조사지점을 선정하고 현장조사 후 조사일지, 방법, 횡수 등을 합리적으로 계획하여 발주처 알리 후 최종적인 조사위치를 선정하였다. 조사일지별 조사위치는 다음과 같다.

2.2.1 시추조사 위치

시추조사는 교량부, 쌓기부 및 막기부를 대상으로 실시하였으며, 조사위치를 정리하면 다음 표와 같다.

교량명		위치	공번	위 치 (STA.)	좌 표		지반고 (m)	비 고
					X	Y		
송곡교	A1	P1	888-1-1	0+015.0(우 10.0m)	318,639.611	131,204.190	62.35	
		P2	888-2-1	0+045.9(우 3.5m)	318,644.218	131,234.557	57.38	
		P3	888-3-1	0+081.4(좌 5.3m)	318,651.660	131,270.494	57.13	
	A2	P1	888-4-1	0+112.2(우 2.3m)	318,642.106	131,300.882	65.15	
		P2	888-5-1	0+146.2(좌 4.2m)	318,651.785	131,594.593	68.90	
		P3	888-6-1	0+182.7(좌 12.1m)	318,662.011	131,630.423	67.67	
낙동 JCT 교	A1	P1	888-7-1	0+401.3(좌 9.4m)	318,644.479	131,880.580	70.10	
		P2	888-8-1	0+528.4(좌 11.0m)	318,666.218	131,715.571	69.66	
		P3	888-9-1	0+590.7(우 3.4m)	318,645.339	131,838.640	73.67	
	상원교	A1	888-10-1	0+645.4(우 5.5m)	318,965.850	131,834.629	73.02	
		A2	888-11-1	0+699.8(우 4.4m)	318,414.709	131,569.331	67.42	
		A3	888-12-1	0+754.2(우 4.4m)	318,414.709	131,569.331	67.42	

3.1 지형

산 계	수 계
 · 과업지역의 서쪽과 북서쪽은 갈매산과 수전산 등 비교적 높은 고도의 산지를 형성하고 있으며 북쪽은 주로 낮은 구릉지대로 이루어져 있음 · 과업노선의 남쪽부분은 북동 방향으로 흐르는 장천과 교차하고 있음 · 남쪽으로는 북두산이 위치함	 · 서쪽부분 경계를 보이는 낙동강이 과업노선의 서쪽부분 교차하여 남쪽으로 흐르고 있음 · 과업노선의 남쪽부분은 북동 방향으로 흐르는 장천과 교차하고 있음 · 장천하구곡은 수계의 수직상의 형태를 보이며 매우 복잡하게 나타난다



2.3 시추조사

본 조사는 지층의 구성상과 및 기반암의 종류, 암질분포 등을 파악하기 위하여 지반조사 위치현황도에 표시된 57개소와 지점에 대하여 시추조사를 실시하였다.

시추조사는 회전식(Rotary Wash Type) 시추기를 이용하여 표준관입시험과 병행하는 방법으로 실시하였으며, 시추 후 형성된 시추공은 각점 위치지 시험에 이용하였다. 굴경은 NX(φ76mm) 규격으로 실시하였으며 굴벽 붕괴가 없는 견고한 지층에서 Gaslog를 삽입하는 방식을 채택하였다.

3.2 지 질

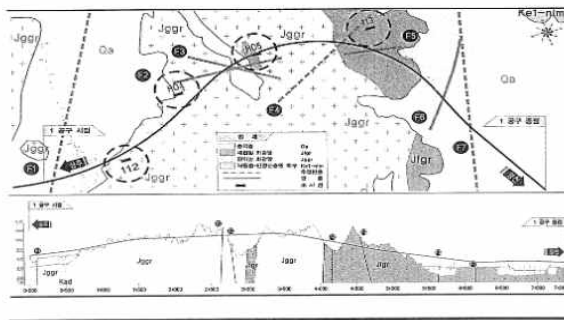
3.2.1 지질개요

과업지역에 분포하고 있는 암종으로는 두었던 권태구조가 발달하는 조립질의 편마성 화강암과 미약한 밀리를 보이며 세립질의 화강암(세립질 화강암)과 중강성암이 분포하고 있으며, 이를 산성암맥(규장암)과 염기성암맥(각성암)이 침입하고 있는 암상을 보임

3.2.2 지질개요표

지질시대	층 명	특 성
제4기	충적층(Qu)	-하천 및 산곡 퇴적물
	--- 부광암 ---	
	충적암(Kid), 산성암맥(Kac)	-과산의 지반
	--- 관입 ---	
	화강암(Kgr)	-지반의 지반
중생대	세립질 화강암(Jgr)	-열의 발달 미약, 세립질, 부분적으로 세립질암상 암상 포함
	--- 관입 ---	
	편마성 화강암(Jgr)	-열의 발달, 조립질

3.2.3 지질종·평면도



③ 풍 화 토

기반암의 상부풍화대인 풍화토층은 전사주공에서 확인하였고, 층두께는 2.5~9.0m로 분포한다. 구성성질은 실트질 모래이며, 표준관입시험 결과 N값은 10/30~50/10의 범위로 보통조밀~매우조밀한 상태임을 보여준다. 함수 상태는 습한 상태이며, 색조는 갈색, 갈색을 띤다.

④ 풍 화 암

기반암의 하부풍화대인 풍화암층은 전사주공에서 확인하였고, 층두께는 0.5~9.0m로 분포한다. 골지시 실트적인 모래로 분해되었으며, 소수의 양립 코어가 회수되었다. 표준관입시험 결과 N값은 50/10~50/5의 범위로 매우조밀한 상태임을 보여준다. 색조는 갈색, 갈색, 갈색을 띤다.

⑤ 연 약 층

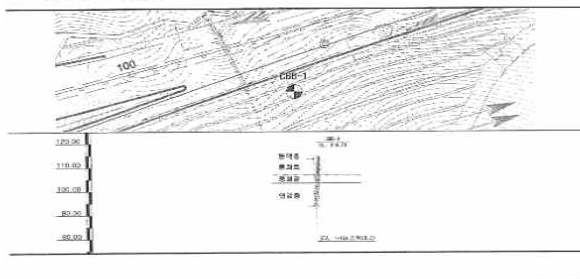
기반암의 화강암의 연약으로 CBB-2를 제외한 시추공에서 확인하였고, 층두께는 0.0~20.0로 분포한다. 풍화정도는 심한풍화~약간풍화를 보이고 있으며 강도는 약한~강한 상태를 보여준다. 코어회수율(TOR)은 50~100%, 양공지수(RSD)는 10~75%로 회수되었으며, 색조는 갈색, 갈색, 갈색을 띤다.

⑥ 경 약 층

기반암의 화강암의 연약으로 풍화정도는 11.0~30.0m이며 7.0~27.0m까지 층두께로 확인되었다. 풍화정도는 보통풍화~심한풍화를 보이고 있으며 강도는 보통강함~매우강함의 상태를 보여준다. 코어회수율(TOR)은 100%, 양공지수(RSD)는 60~90%로 회수되었으며, 색조는 갈색, 갈색을 띤다.

[3] 지층 총평면도

• CBB-1 (STA. 1+151.2)



4.1.3 깎기부

깎기부에 대한 시추수량은 총 5개소로 이에 대한 조사결과는 다음과 같다.

(1) 조사 결과

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (B. (-)~m)	두께 (m)	구성상태	N치 (TOR/100)	지하수위 (B. (-)~m)
CBB-1	1+151.2 (우 25.2m)	충적층	0.0~1.4	1.4	자갈적인 실트질 모래	16/30	11.2
		충적암	1.4~8.0	6.6	실트질 모래	10/30~50/21	
		충적암	8.0~11.4	3.4	기반암의 풍화암	50/9~50/5	
		연 약	11.4~21.0	9.6	화강암의 연약	(70~100/27~63)	
CBB-2	1+190.4 (우 22.7m)	충적암	0.0~6.5	6.5	실트질 모래	33/30~50/17	7.5
		충적암	6.5~9.0	2.5	기반암의 풍화암	-	
		연 약	9.0~1.8	1.8	자갈적인 실트질 모래	32/30	
CBB-3	2+409.8 (좌 56.5m)	충적암	1.8~5.5	3.7	실트질 모래	50/30~50/10	22.0
		충적암	5.5~14.5	9.0	기반암의 풍화암	50/9	
		연 약	14.5~30.0	15.5	화강암의 연약	(80~100/27~79)	
		충적암	0.0~2.5	2.5	실트질 모래	50/15~50/13	
CBB-4	3+1854.8 (좌 30.0m)	충적암	2.5~3.0	0.5	기반암의 풍화암	-	17.5
		연 약	3.0~11.0	8.0	화강암의 연약	(100/45~70)	
		경 약	11.0~30.0	19.0	화강암의 연약	(100/30~90)	
		충적암	0.0~9.0	9.0	실트질 모래	30/30~50/12	
CBB-5	4+458.1 (우 38.2m)	충적암	9.0~10.0	1.0	기반암의 풍화암	50/10	17.0
		연 약	10.0~30.0	20.0	화강암의 연약	(50~100/10~60)	
		경 약	30.0~37.0	7.0	화강암의 연약	(100/20~80)	

(2) 지층개요

① 매 입 층

본 층은 화강암 지층으로 시추공 CBB-3에서 확인되었으며, 층두께는 1.8m로 분포한다. 자갈적인 실트질 모래(SM)로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 N값은 32/30으로 보통조밀한 상태임을 보여준다. 함수상태는 습한 상태이고 색조는 갈색을 띤다.

② 풍 화 층

본 층은 시추공 CBB-11에서 확인되었으며, 층두께는 1.4m로 분포한다. 자갈적인 실트질 모래(SM)로 구성되어 있으며, 표준관입시험 결과 N값은 16/30으로 보통조밀한 상태임을 보여준다. 함수상태는 습한 상태이고 색조는 갈색을 띤다.

공 사 명 상주-영천 고속도로 민간투자사업(제1공구) 시공중 확인보통

CBB-1	작업현경	CBB-1	작업현경
CBB-1	표준관입시험	CBB-1	시료채취
CBB-1	코어채취	CBB-2	작업현경

4.2.2 시설물 점검이력

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

【표 4.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전 점검	상주절토4 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 보수부 재균열이 일부 발생하였으며, 국부적인 표면보호공 미시공이 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	영천절토4 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 보수부 재균열이 일부 발생하였으며, 심한풍화구간이 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	영천절토4 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 보수부 재균열이 일부 발생하였으며, 심한풍화구간이 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	영천절토4 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 보수부 재균열이 일부 발생하였으며, 심한풍화구간이 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.	양호

4.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 4.2.2】 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
영천절토04	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

4.2.4 기존자료

【표 4.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이 : 48.0m, 연장 : 820.0m, 경사: 51°	
시공관리자료	· 시공사 : 대림산업(주) 준공년(2017년 06월 27일) · 설계사 : ㈜한국해외기술공사	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

4.2.5 시설물 보수 이력

【표 4.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

4.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 4.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

4.3 현장조사 및 시험

4.3.1 현황 및 특성

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

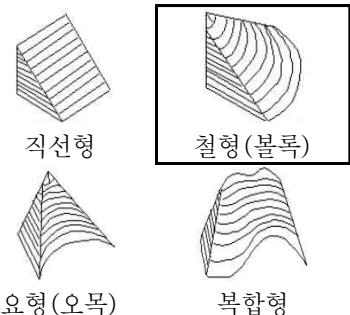
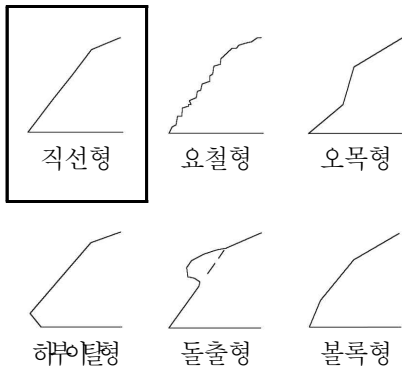
가. 일반현황 조사결과

【표 4.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019. 11. 25.		조 사 자	장 진 원	
일 기	맑음		준공년도	2017년 06월 27일	
행정구역	경상북도 상주시 낙동면 장곡리				
위 경 도	시점 : 36 ° 22 ' 21 " 128 ° 16 ' 44 "				
	종점 : 36 ° 22 ' 7 " 128 ° 17 ' 1 "				
절토사면	길 이 : 820m		높 이 : 48.0m		
	경 사/경사방향 : 45/038				
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 1.0~4.0m		
	소 단 : 9				
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
	식생현황		4.300~5.120k		양호
	낙석방지울타리		4.400~4.650k		양호
	낙석방지망		4.400~4.620k		양호
	산마루 측구		4.300~4.350k, 4.485~5.110k		양호
	소단배수로		4.340~4.560k, 4.700~4.960k		균열
	수직도수로		4.540, 4.640, 4.800, 4.820, 4.880, 4.950k		양호
	점검용 계단		4.300~4.350k, 4.420k, 4.700k, 4.830k		양호
붕괴이력	유 형		규 모		위 치
기 타	.				

나. 사면특성 조사결과

【표 4.3.2】 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		4개소			
식 생	① 종 류		초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수
	② 밀 도		중	하	-	-
	③ 근계특징		천근성 (O), 심근성 ()			

다. 사면 구간분할 결과

본 사면은 연장이 820m로써, 사면의 구간분할 기준인

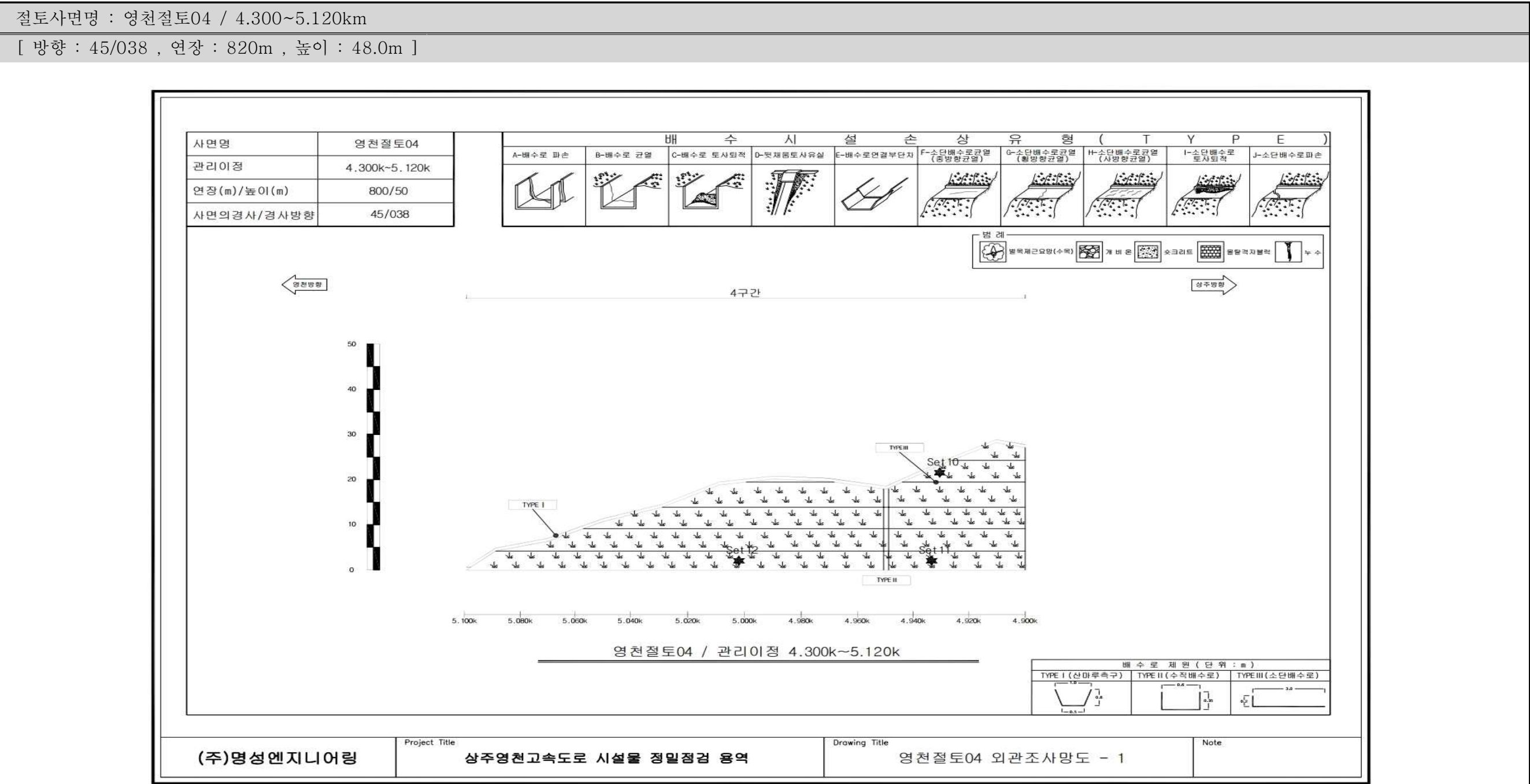
- 1) 사면의 구성재료가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사가 10° 이상으로 변할 경우
- 3) 사면의 구성재료와 표준경사가 맞지 않을 경우
- 4) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 5) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

위 기준에 의해, 5구간으로 분할하여야 하나, 원활한 평가 및 초기점검과의 비교를 위해 초기점검과 동일하게 4개 구간으로 구분하여 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

【표 4.3.3】 구간분할 결과

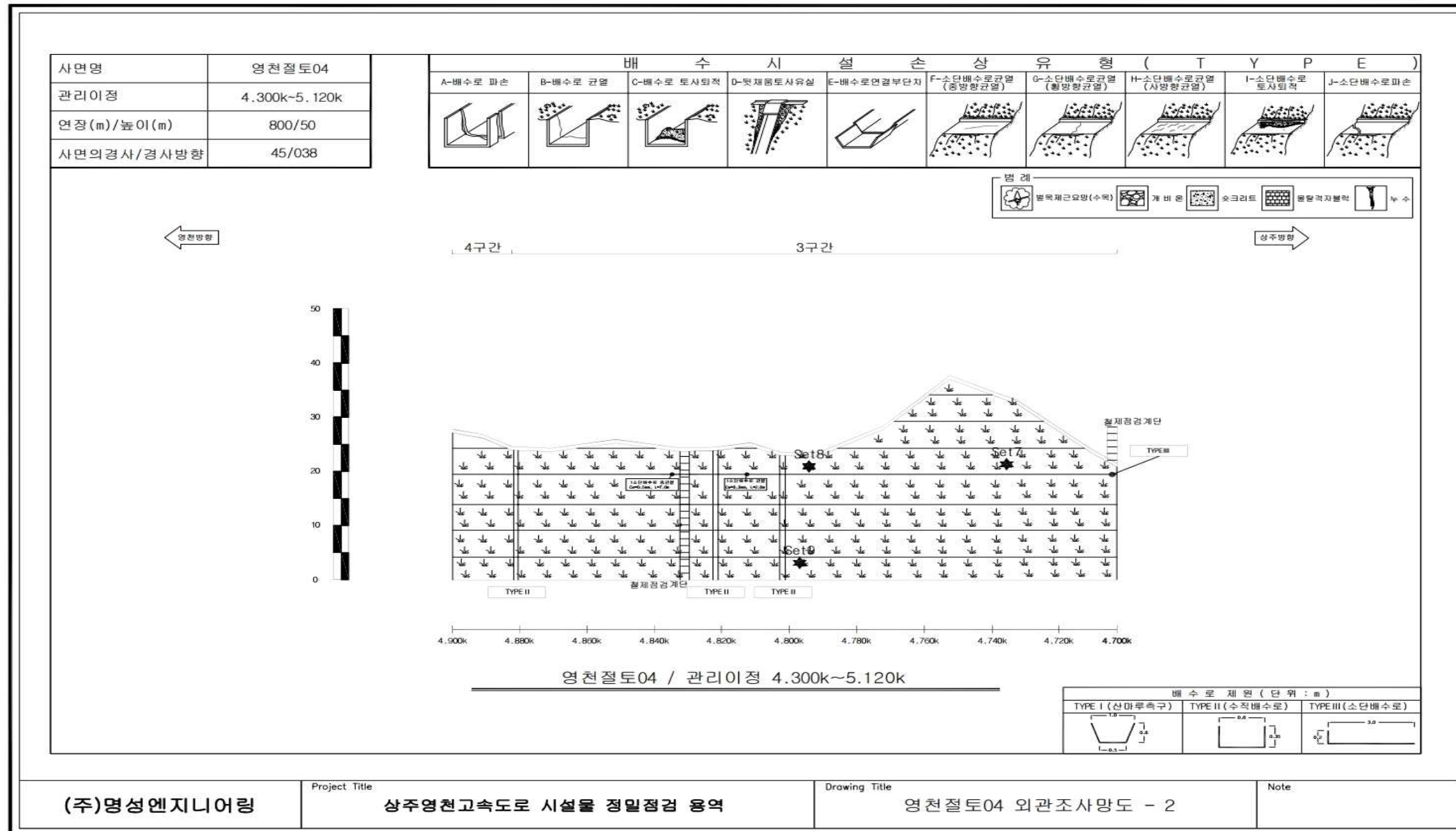
구 분	측 점	비 고
1구간	4.300~4.500km	200m
2구간	4.500~4.650km	150m
3구간	4.650~4.880km	230m
4구간	4.880~5.120km	240m

4.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



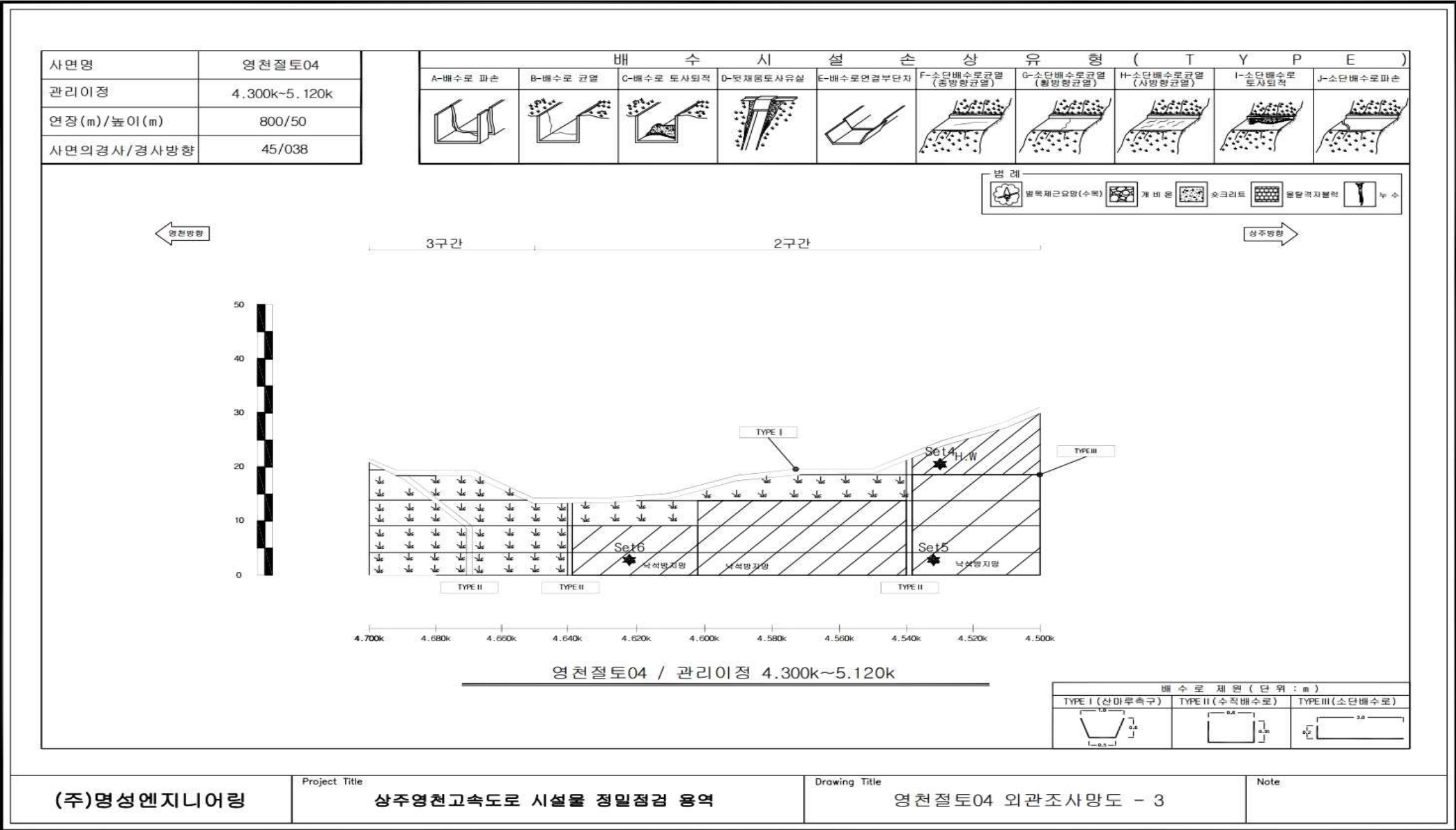
Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9	Set 10	Set 11	Set 12
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		방향												
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void	6	Fresh	6	연장												
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	틈새											
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.	3	거칠기											
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	충전물											
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	풍화도											

[방향 : 45/038 , 연장 : 820m , 높이 : 48.0m]

[illegible]

절토사면명 : 영천절토04 / 4.300~5.120km

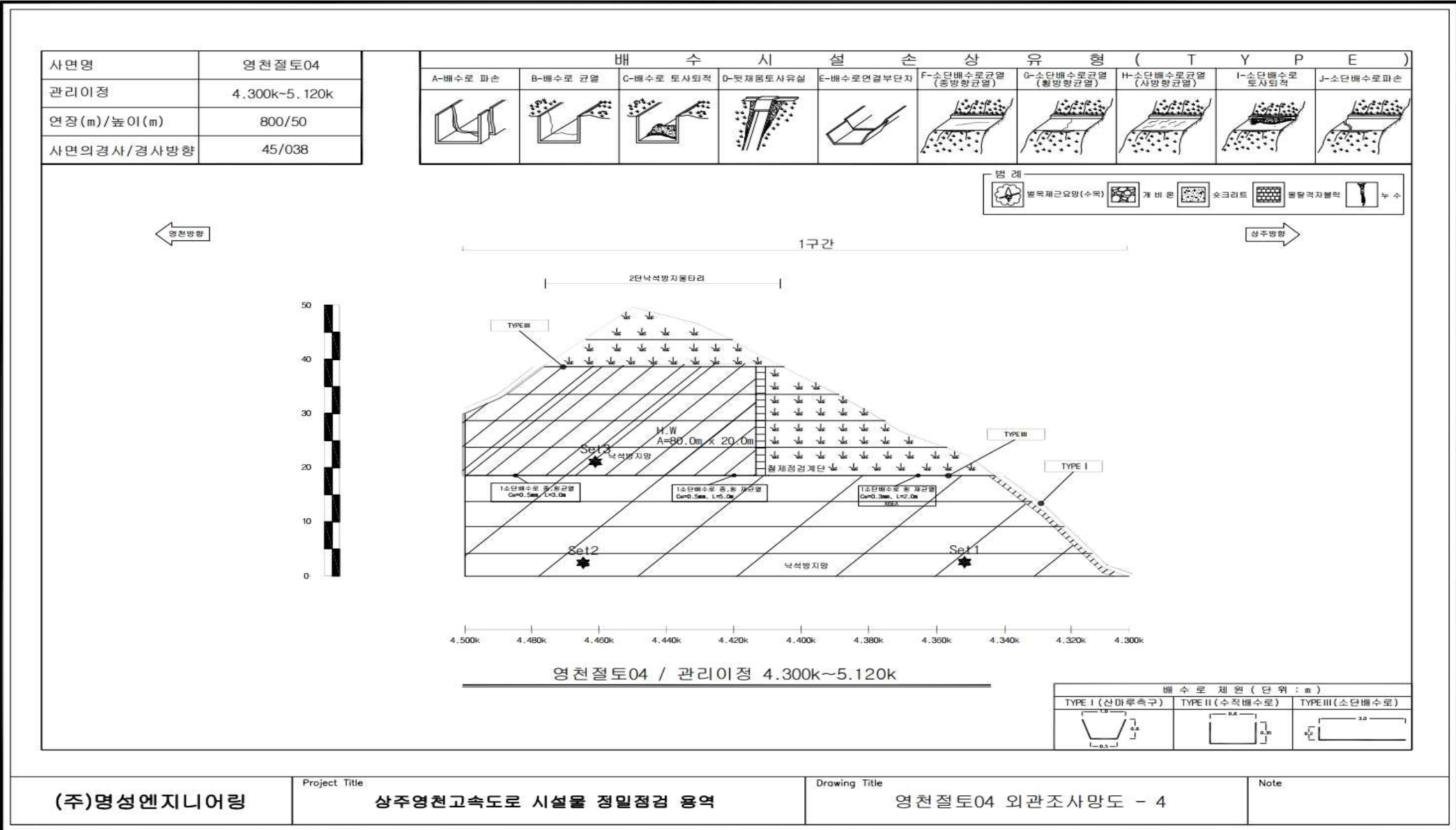
[방향 : 45/038 , 연장 : 820m , 높이 : 48.0m]



Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9	Set 10	Set 11	Set 12
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		방향												
> 2		20		< 1		6		tight		6		간격												
0.6~2		15		1~3		4		< 0.1		5		연장												
0.2~0.6		10		3~10		2		0.1~1		4		틈새												
0.06~0.2		8		10~20		1		1~5		1		거칠기												
< 0.06		5		> 20		0		> 5		0		충전물												
												풍화도												

절토사면명 : 영천절토04 / 4.300~5.120km

[방향 : 45/038 , 연장 : 820m , 높이 : 48.0m]



Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9	Set 10	Set 11	Set 12
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)		풍화도		방향												
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void		6	Fresh	6	간격											
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	연장											
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.	3	틈새											
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	거칠기											
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	충전물											
												풍화도												

4.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

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

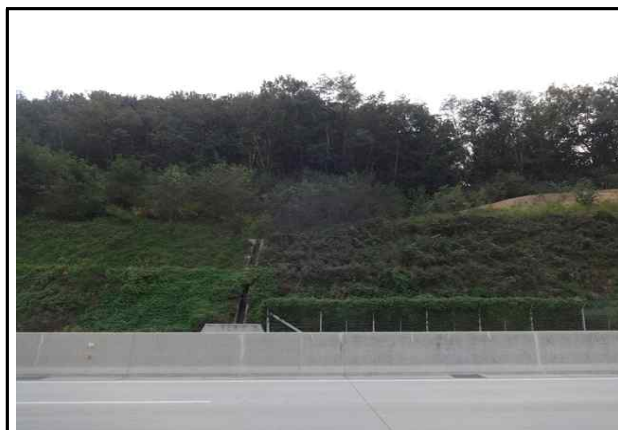


【그림 4.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

- 상부자연사면은 전반적으로 식생이 양호하다.
- 본 사면의 계곡부는 4개소가 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 필요하다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	
3구간	상태양호	—	
4구간	상태양호	—	



현 황	4.640k 자연사면 계곡부
원 인	—
대 책	주의관찰



현 황	4.820k 자연사면 계곡부
원 인	—
대 책	주의관찰

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

사면에 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 신선함(Fresh)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 중·상단에 관목류가 일부 서식하고 있는 상태이다.



【그림 4.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

- 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 기점점인 19년 정기안전점검과 비교시 식생이 양호해 진 것으로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 4.420~4.500k 2단의 심한풍화는 전회와 비교시 진전은 미미한 것으로 확인 되었으나, 장기공용시 유실가능성이 있으므로, 주기적인 관찰이 필요하다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	4.420~4.500k 2단 심한풍화	A=80m*20m	
2구간	상태양호	—	
3구간	상태양호	—	
4구간	상태양호	—	



현 황	1.280k 1단 임시보수
원 인	계곡부 우수유입(지하수)
대 책	주의관찰 후 조치

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다. 그 외의 구간은 자연수로 형태이다.



【그림 4.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- 배수시설에 대한 점검결과, 소단배수로에 종·횡방향 균열이 일부 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	소단배수로 균열	L=20.0m, 8EA	
2구간	상태양호	—	
3구간	소단배수로 균열	L=4.0m, 2EA	
4구간	상태양호	—	



현 황	4.350~4.410K 소단배수로 재균열
원 인	초기건조수축, 우수유입, 보수미흡
대 책	균열보수



현 황	4.840K 소단배수로 종방향 균열
원 인	초기건조수축, 우수유입
대 책	균열보수

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

대상 사면 내에는 낙석방지울타리, 낙석방지망, 점검계단이 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



【그림 4.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	
3구간	상태양호	—	
4구간	상태양호	—	

4.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 4.3.4】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	4.420~4.500k 2단 심한풍화	주의관찰
배수시설	소단배수로 균열	균열보수
상부 자연사면	상태양호	—
보강시설	상태양호	—
결과요약	사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 신선함(Fresh)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 중·상단에 관목류가 일부 서식하고 있는 상태이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부는 4개소가 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 필요하다. 4.420~4.500k 사면부 심한풍화는 장기공용시 우수, 동결융해에 영향을 받을 수 있으므로, 손상 진전유무에 대한 주의관찰이 필요하다. 소단배수로에 중·횡방향 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.	

【표 4.3.5】손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	4.420~4.500k 2단 심한풍화	m ²	1600.0	1	
배수시설	소단배수로 균열	m	24.0	10	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 4.3.6】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	전회	금회	증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	물량		
사면부	4.420~4.500k 2단 심한풍화	m ²	—	1600.0	▲1600	
배수시설	소단배수로 균열	m	—	24.0	▲24.0	
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	
보강시설	상태양호	—	—	—	—	

4.3.5 재료시험 결과

가. 시험결과

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

【표 4.3.7】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
4.420km	58.5	136.1	경암	
4.520km	57.4	129.3	경암	
4.700km	53.0	106.6	경암	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 53.0~58.5로 측정되었으며, 추정강도 106.6~136.1MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

나. 이전 정밀점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 위치차이에 의한 추정강도 차이가 다소 있으나, 강도저하는 없는 것으로 판단된다.

【표 4.3.8】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
초기점검	—	48~55	75.0~123.0	—
금회	4.420km	58.5	136.1	경암
	4.520km	57.4	129.3	경암
	4.700km	53.0	106.6	경암

4.3.6 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

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



【그림 4.3.5】 불연속면 측정 현황

나. 측정결과

【표 4.3.9】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	Set 1	Set 2	Set 3
방향성	69/109	78/253	50/090
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	1~3	1~3	1~3
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만
거칠기	거칠음	거칠음	거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm이상	딱딱함, 5mm미만
풍화도	Fresh	SW	Fresh

【표 4.3.10】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간		
	Set 4	Set 5	Set 6
방향성	78/253	77/275	70/199
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	1~3	1~3	1~3
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만
거칠기	거칠음	거칠음	거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm이상
풍화도	Fresh	Fresh	MW

【표 4.3.11】 3구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	Set 7	Set 8	Set 9
방향성	59/074	55/070	51/086
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	1~3	1~3	1~3
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만
거칠기	거칠음	거칠음	거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm이상	딱딱함, 5mm미만
풍화도	Fresh	Fresh	Fresh

【표 4.3.12】 4구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간		
	Set 10	Set 11	Set 12
방향성	59/074	59/080	50/090
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	< 1	< 1	< 1
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만
거칠기	거칠음	거칠음	거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm이상
풍화도	Fresh	SW	SW

4.4 상태평가

4.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 820m의 사면으로서, 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 4구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 Set1~12으로 표기하였다.

【표 4.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	4.300~4.500km	200m	암반사면	Set1, Set2, Set3
2구간	4.500~4.650km	150m	암반사면	Set4, Set5, Set6
3구간	4.650~4.880km	230m	암반사면	Set7, Set8, Set9
4구간	4.880~5.120km	240m	암반사면	Set10, Set11, Set12

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 4.4.2]에 수록하였다.

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

【표 4.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa = 10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{1.0}{50.0} = 0.02$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 106.6~136.1MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size \in dex}{Slope\ height} = \frac{0.6}{50.0} = 0.012$ 로 0.01초과	절리암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{2.0}{33.0} = 0.06$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 106.6~136.1MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size \in dex}{Slope\ height} = \frac{0.5}{33.0} = 0.015$ 로 0.01초과	절리암반	
3구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{38.0} = 0.08$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 106.6~136.1MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size \in dex}{Slope\ height} = \frac{0.3}{38.0} = 0.008$ 로 0.01이하	파쇄암반	
4구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{4.0}{29.0} = 0.14$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 106.6~136.1MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size \in dex}{Slope\ height} = \frac{0.3}{29.0} = 0.010$ 로 0.01초과	절리암반	

4.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 4.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	4.300~4.500km	
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 4.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	4.300~4.500km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	253° - 038° = 215°	0		
1-6		절리경사-사면경사	78° - 45° = 33°	0		
1-7		절리상태	유리	2		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	45°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	132.2mm(상주, 10월 2일)	5	5	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	나쁨	5		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원		

나. 2구간 상태평가 조사결과표

【표 4.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.5]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	4.500~4.650km	
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 4.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.6]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	4.500~4.650km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	253° - 038° = 215°	0		
1-6		절리경사-사면경사	78° - 45° = 32°	0		
1-7		절리상태	유리	2		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	45°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	132.2mm(상주, 10월 2일)	5	5	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	나쁨	5		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원		

다. 3구간 상태평가 조사결과표

【표 4.4.7】 사면 손상상태 조사결과표 (3구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.7]	
조사영역번호	3구간		조사영역 위치	4.650~4.880km	
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 4.4.8】 사면 파괴요인 조사결과표 (3구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.8]		
조사영역 번호	3구간		조사영역 위치	4.650~4.880km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	51°	4		
1-7		절리상태	유리	2		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	2		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	132.2mm(상주, 10월 2일)	5	5	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	나쁨	3		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원		

라. 4구간 상태평가 조사결과표

【표 4.4.9】 사면 손상상태 조사결과표 (4구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.9]	
조사영역번호	4구간		조사영역 위치	4.880~5.120km	
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 4.4.10】 사면 파괴요인 조사결과표 (4구간)

시설물명	영천절토04		표번호	[표 4.4.10]		
조사영역 번호	4구간		조사영역 위치	4.880~5.120km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	074° - 038° = 36°	1		
1-6		절리경사-사면경사	59° - 45° = 14°	0		
1-7		절리상태	유리	2		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	45°	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	132.2mm(상주, 10월 2일)	5	5	
		지하수위	—	—		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	나쁨	5		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2019. 11. 25		조사자	장 진 원		

마. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 2, 4구간은 절리암반사면, 3구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.26로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

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

【표 4.4.11】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토04				표번호
근거표번호			[표 4.4.3], [표 4.4.4]				[표 4.4.11]
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	15	f2=0.29	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	5	d			
	인위요인	⑩ 절취상태	5	d			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					15	F=0.20	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 15/ 52 = 0.29 ○상태평가등급(F) : 15/ 76 = 0.20					

【표 4.4.12】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			영천절토04				표번호
근거표번호			[표 4.4.5], [표 4.4.6]				[표 4.4.12]
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	15	f2=0.29	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	5	d			
	인위요인	⑩ 절취상태	5	d			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					15	F=0.20	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 15/ 52 = 0.29 ○ 상태평가등급(F) : 15/ 76 = 0.20					

【표 4.4.13】 상태평가결과 산정표(3구간)

시설물명			영천절토04				표번호
근거표번호			[표 4.4.7], [표 4.4.8]				[표 4.4.13]
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	4	e			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	5	d			
	인위요인	⑩ 절취상태	3	d			
		⑪ 배수조건	1	b			
		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 4.4.14】 상태평가결과 산정표(4구간)

시설물명			영천절토04				표번호
근거표번호			[표 4.4.9], [표 4.4.10]				[표 4.4.14]
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	1	b	16	f2=0.31	c
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	5	d			
	인위요인	⑩ 절취상태	5	d			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					16	F=0.21	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 16/ 52 = 0.31 ○상태평가등급(F) : 16/ 76 = 0.21					

【표 4.4.15】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		3구간		4구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토04	0.20	B	0.20	B	0.26	B	0.21	B	0.26	B

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 위치차이에 의한 추정강도 차이가 다소 있으나, 강도저하는 없는 것으로 판단된다.

【표 4.4.16】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
초기점검	0.145	A	
금회	0.26	B	

4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.5.1 종합평가 결과

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

【표 4.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토04		표 번 호	【표 4.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.20	B	근거표번호	【표 4.4.11】
	2구간	0.20	B		【표 4.4.12】
	3구간	0.26	B		【표 4.4.13】
	4구간	0.21	B		【표 4.4.14】
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.26	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

4.5.2 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 4.5.2】 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

4.6 보수·보강 및 유지관리방안

4.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 4.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
사면부	심한풍화	주의관찰	－	－	－	－	－	－
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	24.0	36.00	m	70	2,520	1
상부자연사면	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
보강시설	상태양호	－	－	－	－	－	－	－
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	2,520		0		0		
	재경비 (순공사비의 50%)	1,260		0		0		
	합계	3,780		0		0		
개략공사비 총계(천원)		3,780						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

4.6.2 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 4.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	• 심한풍화 구간 → 심한풍화구간은 현재 낙석방지망 및 낙석방지울타리 등 보호공이 설치되어 있어 안전성에 문제는 없으나, 공용기간 증가에 따른 풍화에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요	
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	

4.7 종합결론

4.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 신선함(Fresh)~보통풍화(MW) 정도이다. 사면 중·상단에 관목류가 일부 서식하고 있는 상태이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 계곡부는 4개소가 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 필요하다. 4.420~4.500k 사면부 심한풍화는 장기공용시 우수, 동결융해에 영향을 받을 수 있으므로, 손상 진전유무에 대한 주의관찰이 필요하다. 소단배수로에 중·횡방향 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 53.0~58.5으로서 추정강도 106.6~136.1MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1,2, 4구간은 절리암반사면, 3구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.26로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 저면경사, 절리간격으로 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.

4.7.2 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.

4.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 심한풍화구간에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리 실시가 필요하다.
- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

4.7.4 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.

