38. 영천절토38

38.1 시설물 개요
38.2 자료수집 및 분석
38.3 현장조사 및 시험
38.4 상태평가
38.5 종합평가 및 안전등급 지정
38.6 보수·보강 및 유지관리 방안
38.7 종합결론

38. 영천절토38

38.1 시설물의 개요

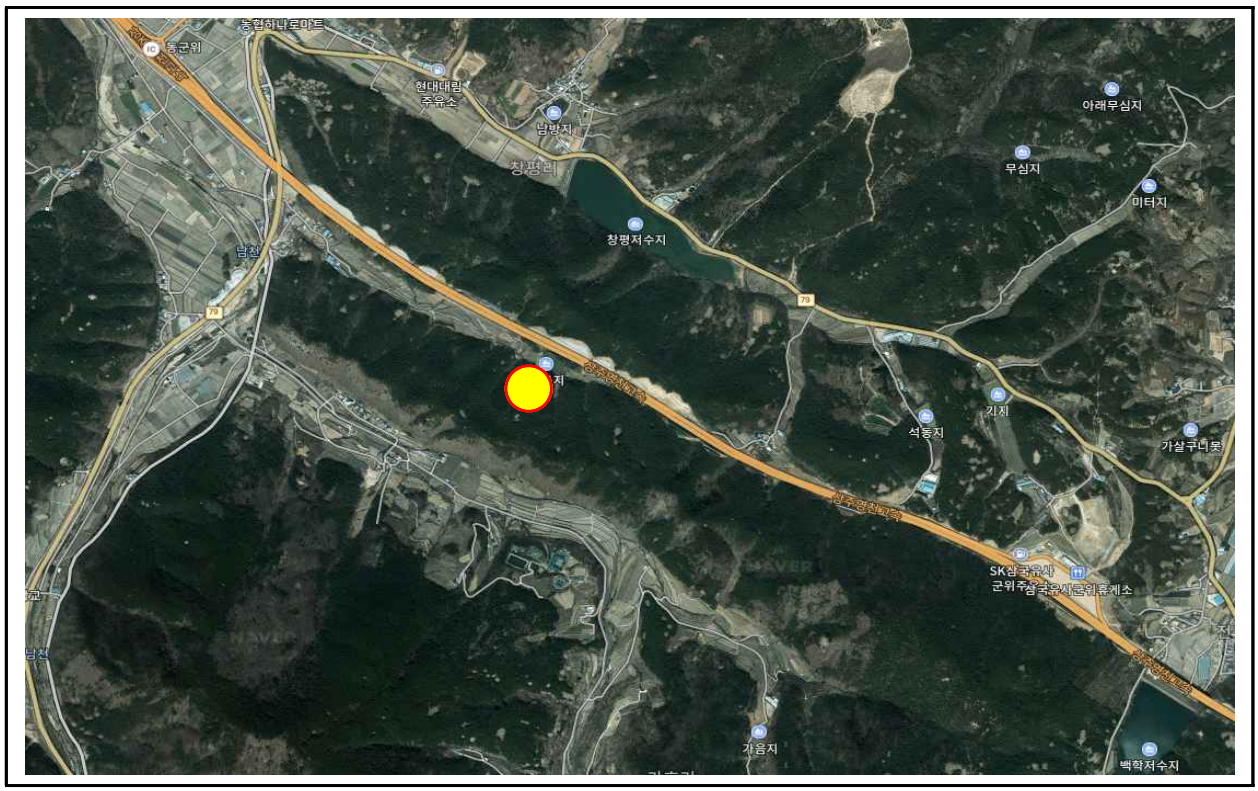
본 시설물은 경상북도 군위군 부계면 창평리(상주영천고속도로 54.478~54.928km)에 위치한 사면으로서 총 연장 450.0m, 높이 42.0m의 절토사면으로 시공되어 있다.

38.1.1 일반사항

【표 38.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000017		관리번호	SY SL38
시설물명	영천절토38		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경상북도 군위군 부계면 창평리		
	위치좌표	시점 : 36° 08′ 21.3″ 128° 68′ 64.5″		
		종점 : 36° 08′ 15.3″ 128° 68′ 79.1″		
	관리이정	54.478~54.928km		
	공구이정	6공구 STA.10+260~10+710		
제 원	연 장	450m	높 이	42.0m
	경사/방향	55/035	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	10~20°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	지에스건설(주)
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리		
비 고				

38.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 38.1.1】위치도

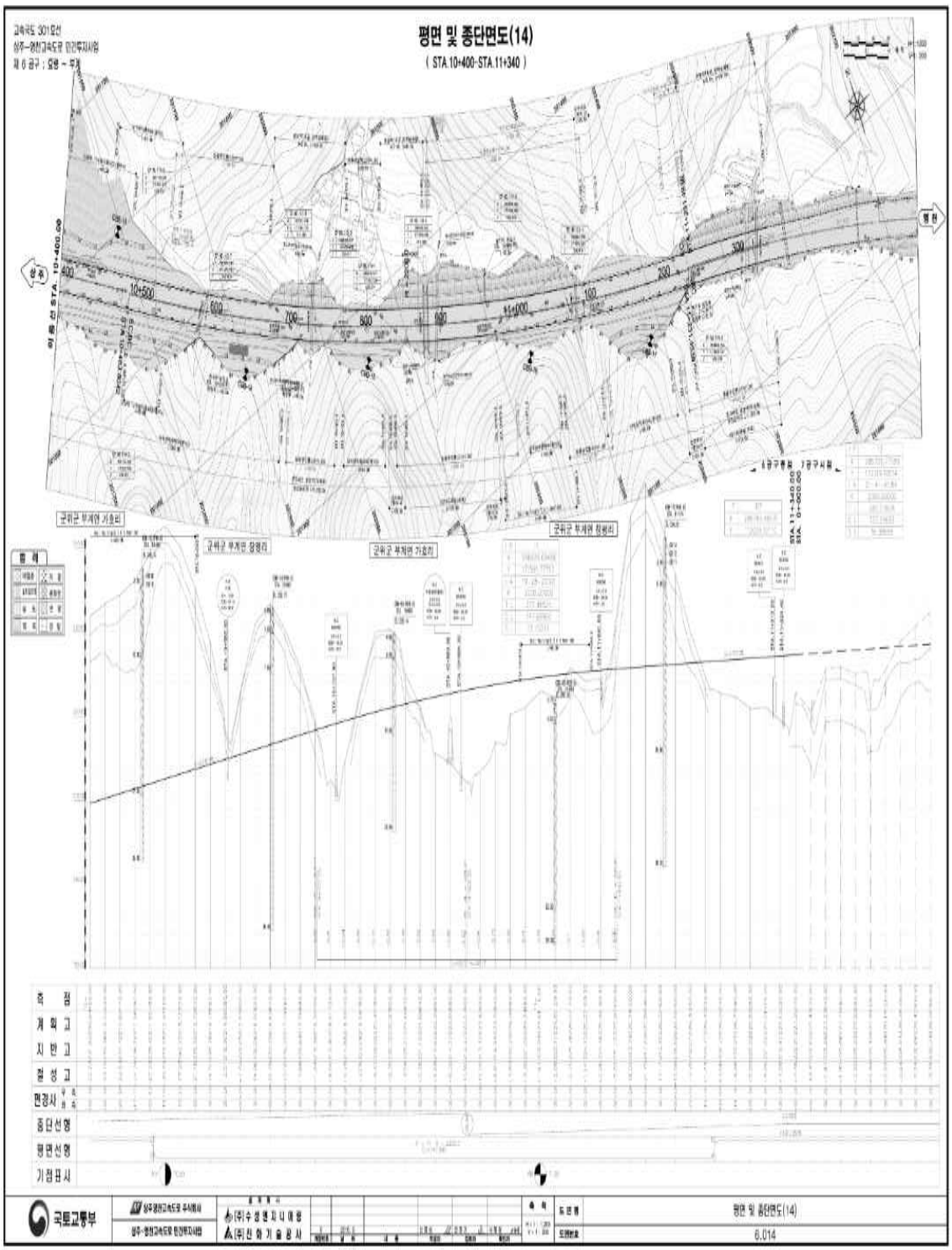
2019년 정밀안전점검(금회)

【그림 38.1.2】전경사진

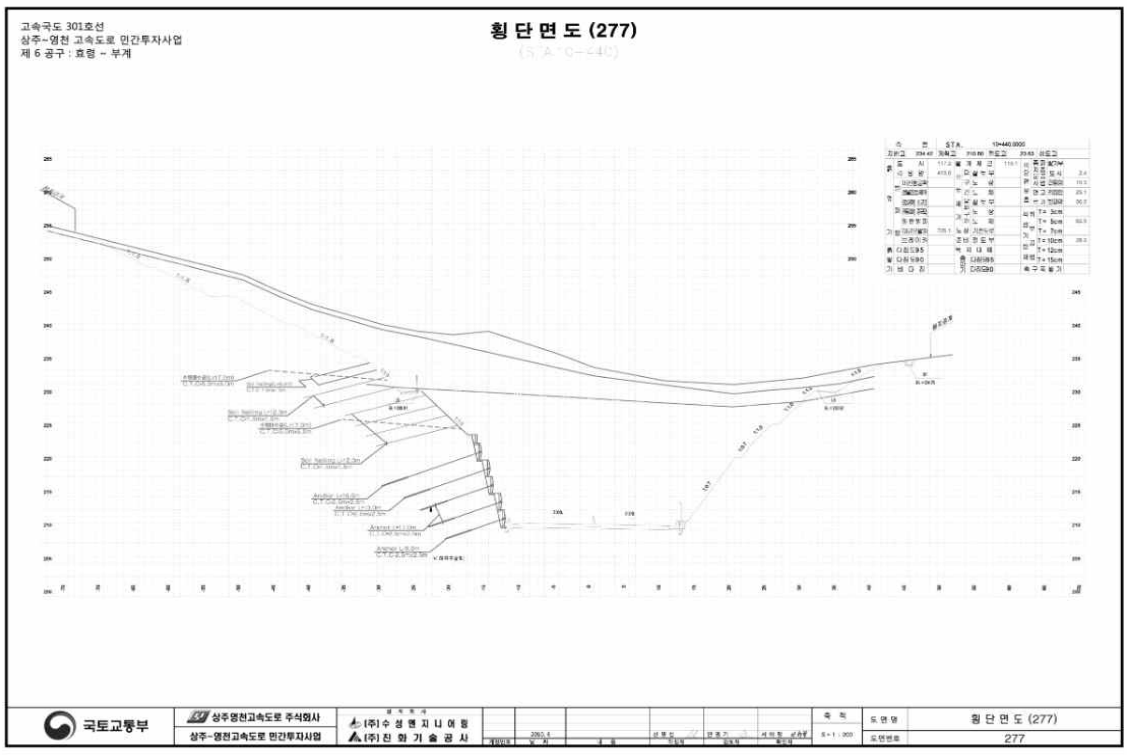
계곡부 전경	1소단 배수로 전경
산마루측구, 점검계단 전경	수직도수로 전경
하부 전경	정면 전경

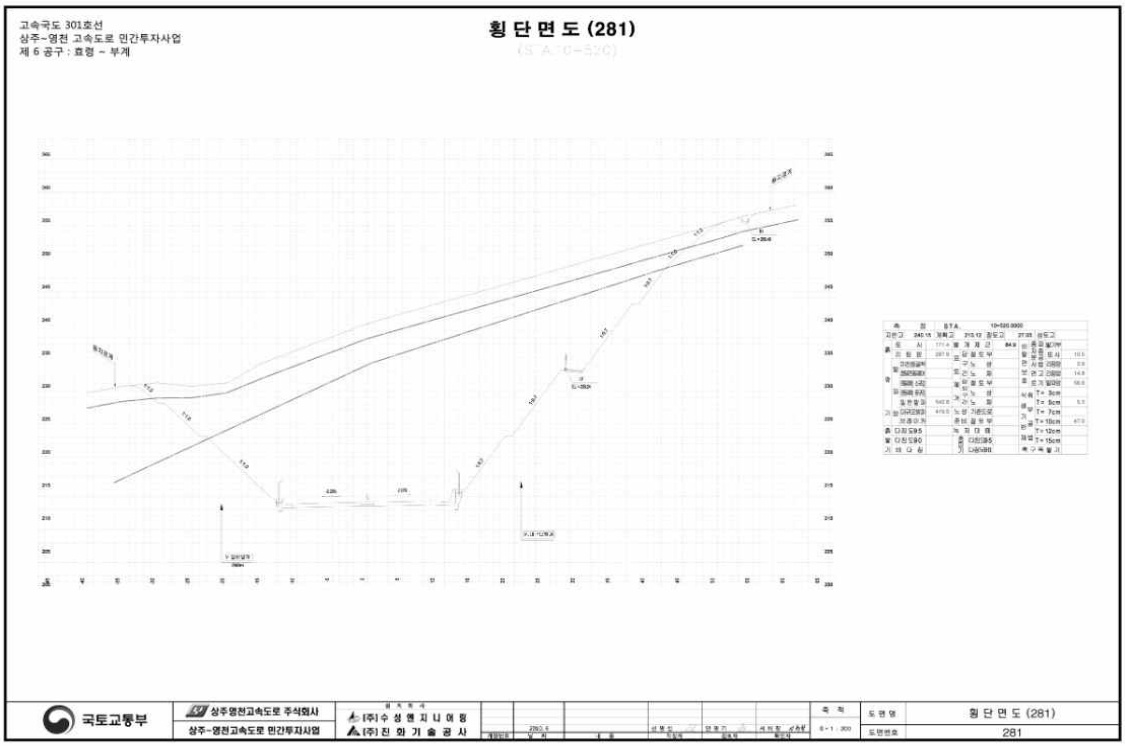
【그림 38.1.3】 부재별 현황

38.1.3 시설물 일반도



【그림 38.1.4】 평면도





【그림 38.1.5】 표준횡단면도

38.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 “상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 6공구”의 설계 및 준공도서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

38.2.1 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

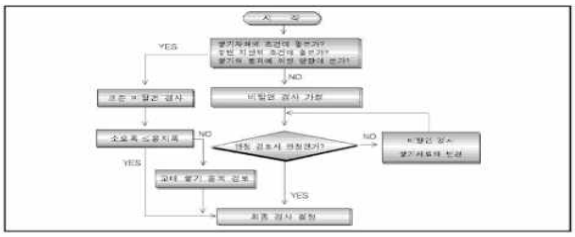
7.4 비탈면 설계기준

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

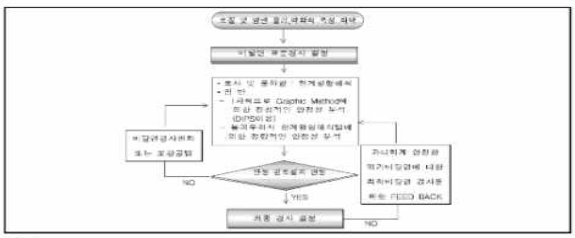
7.4.1 비탈면 경사기준

가. 비탈면 경사의 결정

(1) 쌓기 비탈면경사 결정에 따른 흐름도



(2) 깎기 비탈면경사 결정에 따른 흐름도



248

다. 깎기 비탈면

자연지반의 토질은 매우 불균질하고, 풍화도, 성층상태 및 균열 등에 의해 지반의 강도는 현저하게 다르며 시공후 시간의 경과에 따라 융력이완, 대기노출로 인한 풍화진행 등으로 원지반의 전단강도가 약해지므로 비탈면이 차차 불안정하게 된다.

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

국내 깎기비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준경사를 적용하고 있으며 일반층에서 층리나 절리등이 규칙있게 발달할 경우 경사 비탈면에 따라 큰 붕괴가 예상되므로 지반조사 결과를 토대로 파괴형태를 예상하여 이에 대한 적절한 비탈면 경사설정 및 부가적인 안정대책을 수립하도록 계획하였다.

[원지반 토질에 대한 비탈면 경사범위]

토 질 조 건		비탈면높이(m)	경 사	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 입도분포가 나쁨	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
		5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	
자갈 또는 암괴 섞인 사 질 토	밀실하고 입도분포가 좋음	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
		10~15	1:1.0 ~ 1:1.2	
	밀실하지 않거나 입도분포가 나쁨	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
		10~15	1:1.2 ~ 1:1.5	
점 성 토		0~10	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH
		5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	GM, GC
암괴 또는 호박돌 섞인 점성토		5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	
풍 화 암		-	1:1.0 ~ 1:1.2	시편이 형성되지 않는 암

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

(건설교통부, 건설공사비탈면설계기준, 2006년)

250

7.4.2 소단 설치기준

가. 국내외 기관별 소단 적용기준

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

소단의 설치목적은 비탈면침식방지를 위한 배수시설 설치, 점검보수용 통로 등의 유지관리에 있으므로 깎파임층에서는 H=10.0m 마다 1.0m소단과 리핑암 및 도사층에서는 H=5.0m마다 1.0m소단을 설치하되 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 (2006)	· 비탈면 높이 10m 이상 : 원칙적으로 소단설치 · 비탈면 중간에 5~20m 높이 마다 폭 1~3m 소단설치
	한국도로공사 도로설계요령 (2002)	· 리핑암 : R.Q.D = 0~10%, H=5m 마다 소단 1m · 깎파암 RQD = 10~25% : H = 10m 마다 소단 1~2m RQD = 25~50% : H = 10m 마다 소단 1~2m RQD = 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 소단설치
	국유철도토목구조물 표준시방서	· 암석과 접하는 토사 경계부와 7m 마다 소단 설치
	철도설계요령	· H > 10m의 경우 7m마다 소단 1.5m, 경사3%

7.4.3 지하수위 적용기준

가. 적용기준

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

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

253

7.4.4 안전율 적용기준

가. 쌓기 비탈면 안전율 기준

국내외 각 기관에서 적용하는 쌓기비탈면의 최소안전율은 쌓기 기초지반의 연약지반 분포여부, 성토체의 시공목적, 비탈면의 영구 구조물 여부 등에 따라 쌓기 비탈면의 안전율 기준에는 차이가 있으며, 각 기관의 쌓기 비탈면 안전율을 간략화 하면 아래 표와 같다.

[국내 기관별 쌓기 비탈면 최소안전율 적용기준]

구 분		최 소 안 전 율 (Minimum Safety Factor)	
건설교통부	건설공사 비탈면 설계기준 (2006년)	건기시(지하수가 없는 것으로 해석)	Fs ≥ 1.5
		우기시	Fs ≥ 1.3
		지진시	Fs ≥ 1.1
한 국 도 로 공 사		도로설계요령	Fs ≥ 1.3
항 만 협 회		항만시설 기술상의 기준, 동해설	Fs ≥ 1.5

나. 깎기 비탈면 안전율 기준

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

[국내외 기관별 깎기 비탈면 최소안전율 적용기준]

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

255

나. 지형 및 지질

제 4 장 조 사 결 과

4.1 지표지질 조사

4.1.1 지형 및 지질특성

가. 지질 개요

·이 지역의 지질은 백악기 경상층군의 중·하부층인 진주층 상부로부터 최상부의 지인층까지 분포하고 있으며 경상층군 상부에 해당하는 신리아층군에는 응회암층이 협재되어 있음

·이 층을 불공산화강암을 비롯해서 산성 또는 중성 백암과 규장암 등이 관입하고 있음

나. 지형특성

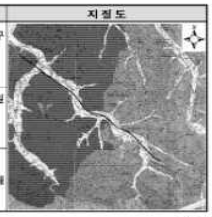
군위군계의 팔공산(해발 1193m)을 최고봉으로 동서로 긴 산맥을 이루고, 청송군계의 보현산(해발 1124m)에서 서쪽으로 산맥을 이루며 방각산(해발 750m)에 이르러 북서로 배봉과 북두산 (해발 879m), 묵녀봉(해발 564m)으로 연결되는 산맥과 남서로 방가산(해발 756m)-화산 (해발 828m)-형암산(해발 556m) 으로 이어지는 산등을 이룸

동부는 노고산-화산, 북서로 조림산(해발637m), 매봉산 (해발 489m) 능선, 마정산(해발 402m), 돌부리산(해발 354m), 건지봉(해발 471m) 등이 위치함

서부는 팔공산에서 분리된 시루봉(해발 714m)과 북서로 발달된 긴 능선, 적라산(해발 352m), 남북으로 길게 뻗은 돌부리 산등, 북부의 청화산등에서 남동-남-북서로 발달하는 성산(해발 692m) 능과 상봉산(해발 448m) 북동부에서 남남서로 발달되어 북우산 (해발 509m)으로 연결되는 긴 능선과 낮은 구릉들로 이루어짐

보현산 서쪽 산등지에서 발원하는 고현천과 안천, 신녕천과 용호천이 각각 합류하여, 금호강으로 유입되어 남류하고, 북으로 발원하여 흐르는 위천에 구천이 합류하고, 영천시 북서부 팔공산-우계산 계곡에서 발원 하여 북으로 흐르는 사창천이 남천에 합류되어 호평면에서 위천으로 유입되고, 군위읍 동부에서 서류하는 신안천이 위천에 합류되며, 위천은 사평하면서 북동류하여 상주군 낙동면에서 낙동강으로 유입됨

다. 분포암종 특성

구 분	지질특성	지질도
동양층 (진주층)	·역암 또는 역질사암을 기저로 하는 암회색 세립로 구성 ·대체로 NNE의 주향과 10°~15°SE의 경사를 이룸	
입곡층 (입곡층)	·역암, 역질사암, 사암, 실트스톤, 이회암, 이암 및 세립로 구성 ·대체로 N10°~15°E 주향과 10°~15°SE 경사 이룸	
산성 및 중성 암맥	·주로 산성암맥이며, 안산암질 암맥도 일부 분포 ·지형적으로 저지대를 형성 데일리스 및 충적층에 의해 피복되어있으며 일부는 낮은 구릉의 형태를 보임	

39

라. 지질 계통도

지질시대		층 명		특 성	비 고
제4기		충적층(Qa)		·하천 및 산록 퇴적물	
		~~ 부정합 ~~			
중생대	백악기	산성암맥(Kad) 중성암맥(Kid)		·괴상의 치밀	·전 구간에서 기반암을 관입
		── 관입 ──			
		유천층군	안산암질암(Kat)	·주로 응회암으로 구성	·분포하지 않음
		── 관입 및 분출 ──			
		하양층군	입곡층(Ke4)	·사암, 적색 미사질 세일, 역암 ·주로 사암이 우세	·4공구 종점부 및 5공구 종점
		신동층군	진주층(Ke3)	·역질사암, 사암, 세일의 교호 ·하부층에서 이회암 호층 분포	·5공구 전 구간
		~~ 부정합 ~~			
선캠브리아		화강암질 편마암(Pggn)		·엽리가 부분적으로 발달 ·괴상의 치밀	·10공구 일원 일부 분포

4.1.2 영상정보를 활용한 선영 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

■ 목 적

·과업지역의 광역적인 지형 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

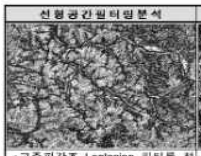
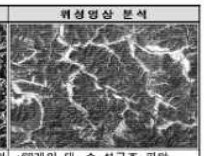
■ 원리 및 방법

·30m급 해상도의 Landsat5 TM 위성영상을 이용하여 분석실시

·선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 밴드비율 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용

·식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시

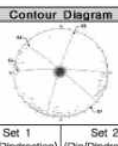
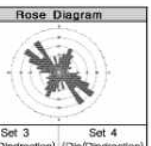
■ 위성영상결과

선형공간필터링분석	공간필터링	위성영상 분석
		
·고주파강조 Laplacian 필터를 적용 인공적 선구조 판별 ·농경지와 수로 등 저지대 인공구조물이 잘 관찰됨	·영상 내의 지형 또는 선구조의 방향성에 관계없이 지형 지물의 에지를 검출 ·선구조 특암 판독에 유용한 자료임	·68개의 대, 소 선구조 파악 ·우세한 방향은 N80°~90°W로 나타남 ·과업노선과 4개의 선구조 교차

40

나. 조사결과

■ Scanline-106

Contour Diagram	Rose Diagram
	

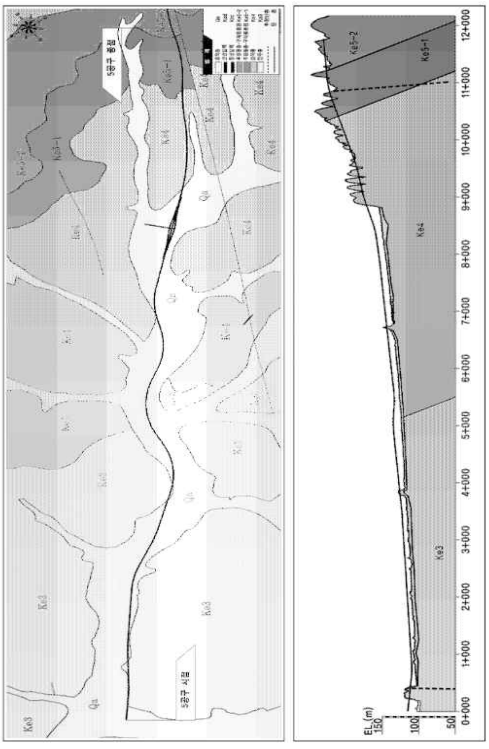
Set 1 (Dip/Dipdirection)	Set 2 (Dip/Dipdirection)	Set 3 (Dip/Dipdirection)	Set 4 (Dip/Dipdirection)
03/139	86/287	83/001	86/041

·분포암상 : 입직층
·조사위치 : 168402.360,289559.192

구분	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
간격 (cm)	평균 m = 21.9665, δ = 16.5765	m = 26.3714, δ = 27.2627	m = 65.9231, δ = 106.8647	m = 62.1875, δ = 54.8022
	확률밀도함수			
	채택 대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수 m = 15.3733, δ = 0.9252	m = 16.5684, δ = 1.0220	m = 20.3047, δ = 1.6257	m = 40.0833, δ = 1.0038
연장 (m)	평균 m = 24.9574, δ = 4.2424	m = 2.2778, δ = 1.4262	m = 1.5714, δ = 0.6227	m = 2.4706, δ = 1.8508
	확률밀도함수			
	채택 대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	음지수분포
	함수 m = 24.6008, δ = 0.1696	m = 1.9118, δ = 0.5857	m = 1.4558, δ = 0.3887	m = 2.4706, λ = 0.4048
JRC	평균 m = 5.0000, δ = 1.6631	m = 4.8333, δ = 1.4814	m = 5.6429, δ = 0.8950	m = 5.5882, δ = 1.8169
	확률밀도함수			
	채택 대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	정규분포
	함수 m = 4.7068, δ = 0.3607	m = 4.5667, δ = 0.3576	m = 5.5717, δ = 0.1600	m = 5.5882, δ = 1.8169
JCS (kg/cm²)	평균 m = 660.9575, δ = 305.0392	m = 755.8889, δ = 368.3462	m = 676.3571, δ = 300.7509	m = 656.4117, δ = 286.7381
	확률밀도함수			
	채택 대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포	대수정규분포
	함수 m = 631.3926, δ = 0.4186	m = 676.6459, δ = 0.4700	m = 621.9618, δ = 0.3949	m = 600.0007, δ = 0.4171

48

■ 지질종평면도



다. 지반조사보고서

제 1 장 조 사 개 요

1.1 조사명

- 상주-영천간 고속도로 민간투자사업 실시설계(6공구)

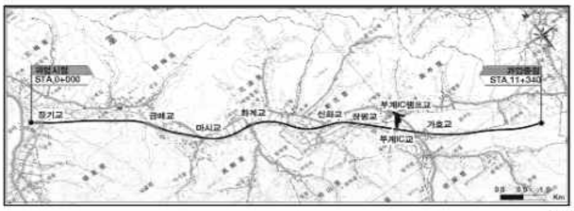
1.2 조사목적

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

1.3 조사범위

위 치	·시점 : 경상북도 군위군 군위읍 효령면(STA. 0+000) (X=293577.5190 , Y=163274.3124) ·종점 : 경상북도 군위군 군위읍 이목면(STA. 11+231) (X=286819.0783 , Y=171952.6914) ·연장 : 11.231km

1.4 위치도



제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행 흐름

가. 조사 기본방향

조사계획 수립
- ·지형 및 지질 특성을 고려한 조사 범위 및 일정계획 수립
- ·위성영상 분석을 통한 광역적 선구조 분석 및 세부 조사항목 선정

단계별 조사 수행
- ·선구조 분석 및 물리탐사를 통한 중점검토사항 및 주요조사항목 선정
- ·상세조사를 통한 지반정보자료 파악 및 분석 수행

우수하고 경제적인 설계 수행을 위한 상세 지반정보 제공

- ·시추조사 및 각종 현장시험 시행하여 구간별 상세지층 분석
- ·지반의 공학적 성질 분석으로 교량 기초 설계를 위한 기초 자료 제공

중점검토구간 정밀조사 수행

- ·지반조사 결과 분석으로 구간별 최적의 설계지반정수 산정
- ·균질절리영역 분류를 통한 불연속면 특성 상세 분석

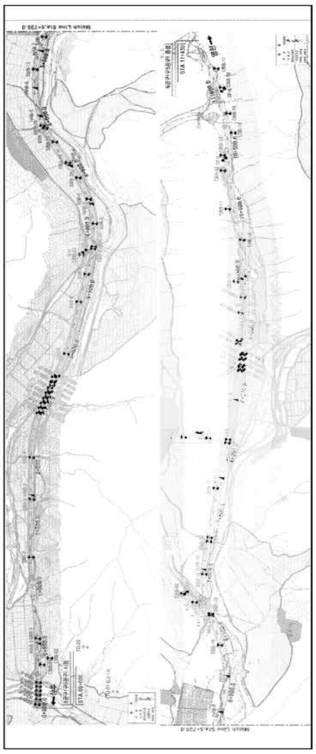
신뢰성 높은 분석 및 설계활용 극대화

나. 조사 수행 흐름도

조사 수행절차	단계별 조사항목	조 사 목 적
사전 조사	·기존자료 분석 -지형도 및 지질도 분석	·과업구간 현황 및 지반 공학적 문제점 파악 ·기본계획 자료 검토 및 활용
예비 조사	·광역지표지질조사 ·물리탐사 ·시추조사 및 현장시험 ·실내토질 및 실내암석시험	·단층 및 광역선구조 발달 상태 파악 후 상세조사 계획 수립 ·지층구분 및 구조대 파악 후 중점 검토 구간 설정
상세 조사	·정밀 지표지질조사 ·물리탐사 -굴절법 탄성파 탐사 ·현장조사 -시추조사, 시험굴조사 ·현장시험 -공내재하시험, 시추공전단시험, S-PS검층, 공내영상촬영 등	·지질 이상대 및 위험예상 구간 (단층, 암종 경계) 분석 ·강도정수 및 변형계수산정 ·지층분포 및 지반특성 파악 ·불연속면 특성 및 동적 특성 파악 ·인근구조물에 대한 영향 검토
설계 반영	·결과 비교 및 종합분석	·구간별 설계지반정수 산정

2.3 조사 수행 현황

2.3.1 조사 위치



2.3.2 조사 항목 및 수량

분석내용	조 사 내 용	조 사 항 목	
주요위험 지질이상대	· 단층대, 암종경계 분포현황 및 특성 파악	· 선구조 분석, 지표지질조사, 시추조사	전구간
불연속면 특성파악	· 노두조사에 의한 절리특성 분석 · 절리방향, 간격, 강도, 거칠기 측정 · 불연속면 방향 및 역학적 특성을 고려한 통계분석 및 절리망 생성	· 지표지질조사 · 시추공영상촬영 · 균질절리영역 분류	깎기부
내진설계를 위한 동적특성 파악	· 시추공을 이용한 동적특성 파악 · 내진설계시 동적 지반정수 산정	· S-PS 검층	교량부

조사항목		단위	교량구간	토공구간	계
광역 지표지질조사		식	1		1
물리탐사	굴절법 탄성파탐사	km	0.34	3.475	3.815
현장조사	수직시추	공	40	34	74
	시험굴조사	개소	-	6	6
	핸드오거보링조사	개소	-	12	12
현장시험	표준관입시험	회	159	149	308
	현장밀도시험	회	-	6	6
	블록샘플링 채취	회	-	6	6
	공내재하시험	회	12	2	14
	현장투수시험	회	-	1	1
	시추공영상촬영	공	-	5	5
	시추공 전단시험	회	-	6	6
	S-PS 검층	공	3	-	3

조사항목		단위	교량구간	토공구간	계
실내 토질 시험	기본물성시험	회	40	47	87
	직접전단시험	회	-	6	6
	다짐 및 CBR	회	-	14/7	14/7
실내 암석 시험	기본물성시험	회	9	4	13
	일축압축	회	38	19	57
	절리면 전단시험	회	-	3	3
	점하중강도시험	회	10	47	57
	암유용성 시험	회	-	4	4

제 7 장 비탈면 안정성 검토

7.1 개 요

7.1.1 검토목적

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

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

7.1.2 검토내용

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

- 현장조사 적정성 분석 및 비탈면 설계정수 산정
- 실내시험 적정성 분석 및 비탈면 설계정수 산정
- 합리적인 비탈면 경사 검토
- 비탈면 안정대책 및 보호공법 검토

7.2 검토구간 선정 및 현황

7.2.1 선정기준

과업구간에 계획되는 비탈면 중 흙쌓기 구간의 검토단면 선정은 일반적으로 흙쌓기 높이가 10m이상, 깎기구간은 절취비탈면 높이가 20m 이상 되는 비탈면를 원칙으로 하였으며, 그 외 현장조건 및 토질조건에 따른 대상은 다음의 기준에 따라 선정하였다.

구 분	선 정 기 준
쌓 기 부	· 비탈면높이가 10m를 초과하는 경우 · 비탈면경사가 표준경사보다 급한 경우 · 쌓기재료의 암수특성이 높고, 전단강도가 낮은 경우 · 붕괴시 복구가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 인명, 재산상 피해를 주는 경우 · 지질특성으로 인하여 쌓기토체 내부로 지속적인 지하수의 유입이 빈번하는 경우 · 홍수시 비탈면이 침수되거나 비탈끝이 침식되는 경우 · 쌓기비탈면의 원지반이 양호하지 못한 경우(연약지반 등) · 내진안정해석이 필요한 경우
깎 기 부	· 비탈면높이가 20m 이상인 경우 · 비탈면경사가 표준경사보다 급한 경우 · 비탈면 지반이 불적토로 이루어진 경우 · 암반의 풍화가 심하고 용수가 많은 경우 · 붕괴시 복구가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 인명, 재산상 피해를 주는 경우 · 불연속면이 비탈면 방향으로 경사진 지질조건인 경우 · 내진안정해석이 필요한 경우 · 불안정 요인을 갖는 지형 · 지질 조건인 경우

7.2.2 비탈면 현황

비탈면 안정검토 대상구간 선정기준에 의한 비탈면 현황은 다음과 같다.

구 분		구 간 (STA.)	연 장 (m)	대표단면 (STA.)	최대 쌓기고	지층현황	조 사 내 용		비 고
							공번	조사위치 (STA.)	
쌓기 구간	쌓기1구간	0+340 ~2+430	2,090	0+440(상주방향)	13.9m	풍화토층 풍화암층 연암층	CBB-1 참조	0+357 (우 24.0)	
	쌓기2구간	2+740 ~3+840	1,100	2+960(영천방향)	8.2m	매립층 퇴적층 풍화암층 연암층	SBB-5	2+952 (우 2.0)	
	쌓기3구간	3+855 ~4+895	1,040	4+800(상주방향)	11.5m	매립층 퇴적층 풍화암층 연암층	SBB-12	4+774 (우 14.0)	
	쌓기4구간	4+940 ~6+647	1,707	4+980(영천방향)	14.0m	매립층 퇴적층 풍화암층	SBB-26	4+931 (좌 6.0)	
	쌓기5구간	6+663 ~7+257	594	7+240(상주방향)	10.7m	매립층 퇴적층 연암층	SBB-29	7+259	
	쌓기6구간	7+290 ~8+080	790	7+460(영천방향)	9.7m	매립층 퇴적층 연암층	SBB-30	7+297	
	쌓기7구간	8+110 ~8+680	600	8+680(영천방향)	14.2m	매립층 퇴적층 풍화암층 연암층	SBB-35	8+713 (좌 7.0)	

7.6 비탈면 안정해석 및 검토

7.6.1 개요

가. 깎기구간

본 지역에서의 깎기비탈면 안정해석은 깎기구간 중 깎기 높이가 가장 높은 지역을 기준으로 비탈면 현황을 고려하여 대표단면 선정 후 토사지반 및 암반층에 대해 실시하였고, 지표지질조사 결과 및 시추조사 결과를 종합 분석하여 토사 및 암반층에 널리 적용하고 있는 한계평형해석 및 탄사투영법을 이용하여 종합적으로 검토가 이루어졌다. 깎기비탈면 해석을 실시함에 있어 경제적이고 안정한 비탈면경사의 선정을 위하여 다음과 같이 적용하여 검토하였다.

- 비탈면 안정해석시 일반적으로 기준 안전율을 건기시 1.5 이상, 우기시 1.2 이상으로 적용하였다.
- 구간 내 시추조사 결과에 의한 지층 층후의 종합적용 및 지표지질 조사시 현장 확인된 암반 노출면 등을 종합하여 지층경계선을 설정하였다.
- 결과를 근거로 암반파쇄 상태에 의한 깎기 경사는 암석별 깎기 적정경사를 기준으로 암반비탈면 경사를 결정하였다.
- 수집된 지표지질조사 결과를 이용하여 평사투영법으로 불연속면의 주향 및 경사방향을 구간별 투영으로 파괴양상을 예측하였다.
- 암반비탈면 경사에 따라 상부층의 토사비탈면 안정성 검토는 Tairen 97 Program을 이용하여 원호활동 파괴로 검토함을 원칙으로 하였다. RQD = 0~10%의 암석은 연암이라 하더라도 암반이 큰 COBBLE 상태에서 거동하는 것으로 사료되므로 풍화암과 같은 특성으로 고려될 수 있다. 이와 같은 경우 암반은 절리면을 따라 파괴하기 보다는 원호활동 파괴의 경향을 보이므로 풍화암과 토사층을 포함하여 검토하였다.

나. 쌓기구간

본 쌓기구간은 산지지형 말단부의 편측쌓기와 곡간형태의 충적층 지역에 대한 쌓기로서 전답토로 형성된 구간을 경유하고 있으며 원지반의 지층분포 상황, 특성파악 및 연약지반 출현 여부를 확인하기 위하여 Hand Auger Boring을 실시하였다. 쌓기 비탈면의 파괴형태는 원호활동 파괴로 해석하였으며, 강도정수는 쌓기지역의 지반강도정수 선정에 의거 지층별로 적용하였다. 쌓기 비탈면 해석을 실시함에 있어 차량하중의 고려와 우기시를 고려하여 지표면에 지하수위가 형성된 것으로 가정하여 해석하였다.

7.6.3 암반파쇄에 따른 비탈면 경사 현황

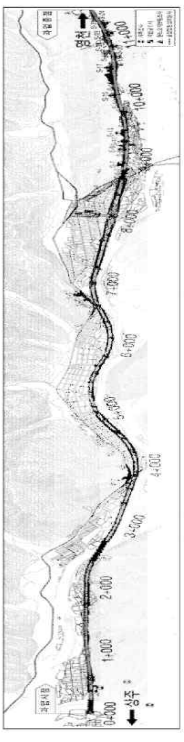
시추조사시 채취된 암반코아를 대상으로 TCR 및 RQD를 얻었으며, 암반의 파쇄상태에 따른 깎기 경사 평가 및 검토를 암석별 깎기 적정경사 기준으로 실시하면 다음 표와 같다.

[암반 파쇄 상태에 따른 깎기비탈면 경사 검토]

구분 / 구간	검토구간 (STA.)		시추번호	암반 특성에 따른 비탈면 경사					적용경사
				암종	TCR(%)	RQD(%)	TCR에 의한 경사	RQD에 의한 경사	
깎기 1구간	0+220 ~0+450	영천방향	CBB-1	사암 및 니질암	81~100	27~58	1:0.5	1:0.7	1:0.7
깎기 2구간	지방도919호선 0-040~0+360	상주방향	CBB-3	사암 및 니질암	97	17~39	1:0.5	1:0.7	1:0.7
깎기 3구간	6+500 ~6+900	상주방향	CBB-5	사암 및 니질암	73~100	8~100	1:0.5	1:0.5	1:0.5
깎기 4구간	8+860 ~9+340	상주방향	CBB-7	사암 및 니질암	46~100	0~90	1:0.5	1:0.5	1:0.5
			CBB-9	사암 및 니질암	100	29~75	1:0.5	1:0.5	1:0.5
깎기 5구간	9+340 ~9+750	상주방향	CBB-10	사암 및 니질암	95~100	14~82	1:0.5	1:0.7	1:0.7
깎기 6구간	9+770 ~10+180	상주방향	CBB-11	사암 및 니질암	54~100	0~63	1:0.5	1:0.7	1:0.7
깎기 7구간	10+180 ~10+380	상주방향	CBB-12	사암 및 니질암	87~100	10~69	1:0.5	1:0.7	1:0.7
깎기 8구간	10+380 ~10+580	상주방향	CBB-13	니질암	58~100	0~76	1:0.5	1:1.0	1:1.0
깎기 9구간	10+380 ~10+700	영천방향	CBB-14	니질암	59~100	0~100	1:0.5	1:0.5	1:0.5
깎기 10구간	10+750 ~10+840	영천방향	CBB-15	니질암	48~100	11~100	1:0.5	1:0.7	1:0.7
깎기 11구간	10+970 ~11+080	영천방향	CBB-16	사암 및 니질암	65~100	0~100	1:0.5	1:0.5	1:0.5
깎기 12구간	11+080 ~11+220	영천방향	CBB-17	사암 및 니질암	31~100	0~97	1:0.5	1:0.7	1:0.7

■ 지반조사 위치도

1. 위치도



2. 수량

조사행목		단위	교량구간	토공구간	계
광역 지표지질조사		식	1		1
물리 탄사	굴절법 탄성파탐사	km	0.34	3.475	3.815
현장 조사	수직시추	공	40	38	78
	시험굴조사	개소	-	6	6
	핸드오거보링조사	개소	-	12	12
현장 시험	표준관입시험	회	159	149	308
	현장밀도시험	회	-	6	6
	평판재하시험	회	-	6	6
	공내재하시험	회	12	2	14
	현장투수시험	회	-	1	1
	시추공영상촬영	공	-	5	5
	시추공 전단시험	회	-	6	6
	S-파 탐査	공	3	-	3

조사행목	단위	교량구간	토공구간	계
실내 표준 시험	기본물성시험	회	40	47	87
	직접전단시험	회	-	6	6
	다짐 및 CBR	회	-	14/7	14/7
실내 암석 시험	압축압축/탄성	회	38/9	19/4	57/13
	절리면 전단시험	회	-	3	3
	점하중강도시험	회	10	47	57
	암유용성 시험	회	-	4	4

38.2.2 시설물 점검이력

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

【표 38.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전등급
1	2017. 11. 13 ~ 2017. 12. 28	정기안전점검	영천절토38 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 균열, 산마루측구 균열, 실란트 파손이 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	정기안전점검	영천절토38 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 균열, 산마루측구 균열, 실란트 파손이 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	정기안전점검	영천절토38 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 균열, 산마루측구 균열 및 파손이 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	정기안전점검	영천절토38 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 균열, 산마루측구 균열 및 파손이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상부의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.	양호

38.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과

【표 38.2.2】 전차 정밀안전점검 사항

구 분	기간	실 시 결 과	비 고
영천절토38	해당사항 없음	본 시설물은 최초정밀안전점검임	

38.2.4 기존자료

【표 38.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이 : 42.0m, 연장 : 450.0m, 경사: 45°	실경사와 다소 차이가 있음 FMS 수정필요
시공관리자료	· 시공사 : 지에스건설(주) 준공년(2017년 06월 27일) · 설계사 : ㈜수성엔지니어링, ㈜진화기술공사	
기존점검	· 최초 정밀안전점검으로 정밀안전점검 자료 없음 · 기존 정기안전점검 4회 실시함	

38.2.5 시설물 보수 이력

【표 38.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	-	-	-	-	-	

38.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 38.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용		

38.3 현장조사 및 시험

38.3.1 현황 및 특성

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

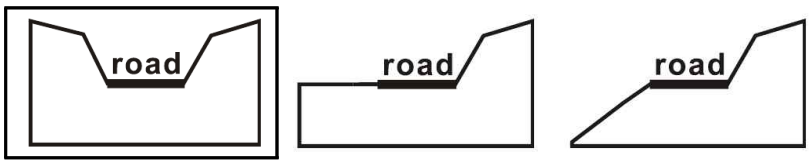
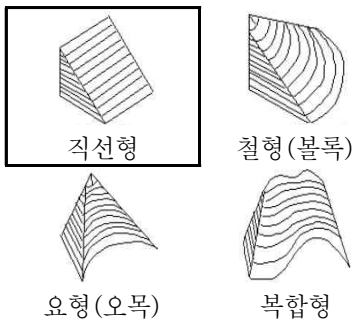
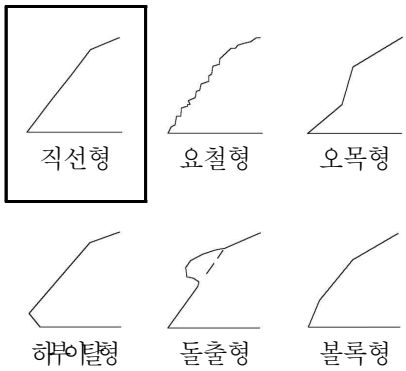
가. 일반현황 조사결과

【표 38.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019. 11. 25.		**조 사 자**	장 진 원
일 기	맑음		**준공년도**	2017년 06월 27일
행정구역	경상북도 군위군 부계면 창평리			
위 경 도	시점 : 36° 08′ 21.3″ 128° 68′ 64.5″			
	종점 : 36° 08′ 15.3″ 128° 68′ 79.1″			
절토사면	길 이 : 450m		높 이 : 42.0m	
	경 사/경사방향 : 55/035			
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 1.0~5.0m	
	소 단 : 6			
낙석/뜬돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -	
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -			
	뜬돌 존재유무 : 없음		뜬돌의 양 : -	
	뜬돌 평균크기 : - 뜬들 최대크기 : -			
절토사면 시공현황	**종 류**	**위 치**		**상 태**
	식생공	54.478~54.928k		양호
	산마루 측구	54.478~54.928k		양호
	소단배수로	54.638~54.768k		균열
	수직도수로	54.798k		양호
	낙석방지울타리	54.608~54.908k		양호
	점검용 계단	54.778~54.818k, 54.898~54.928k		양호
붕괴이력	**유 형**	**규 모**		**위 치**
기 타	·			

나. 사면특성 조사결과

【표 38.3.2】 사면특성 조사결과

<table>
<tr><td rowspan="3">주변지형의 특성</td><td>주변 지형</td><td colspan="5">산악지형</td></tr>
<tr><td>종단면 형상</td><td colspan="5"> 
</td></tr>
<tr><td>기타 특징</td><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td>절토사면의 특성</td><td>종
횡
단
면</td><td colspan="2"> 
</td><td>종
단
면
특
성</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="6">상부 자연비탈면</td><td>경 사 도</td><td colspan="5">10~20°</td></tr>
<tr><td>인장균열</td><td colspan="5">무</td></tr>
<tr><td>포행흔적</td><td colspan="5">무</td></tr>
<tr><td>수목의 기울어짐</td><td colspan="5">무</td></tr>
<tr><td>인공구조물</td><td colspan="5">무</td></tr>
<tr><td>산마루측구</td><td colspan="5">유</td></tr>
<tr><td rowspan="3">식 생</td><td>계곡부</td><td colspan="5">1개소</td></tr>
<tr><td>① 종 류</td><td>초 본</td><td>관 목</td><td>침 엽 수</td><td>활 엽 수</td></tr>
<tr><td>② 밀 도</td><td>하</td><td>하</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">③ 근계특징</td><td colspan="4">천근성 (O), 심근성 ( )</td></tr>
</table>

다. 사면 구간분할 결과

본 사면은 연장이 450m로써, 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, 3개구간으로 구분하여 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

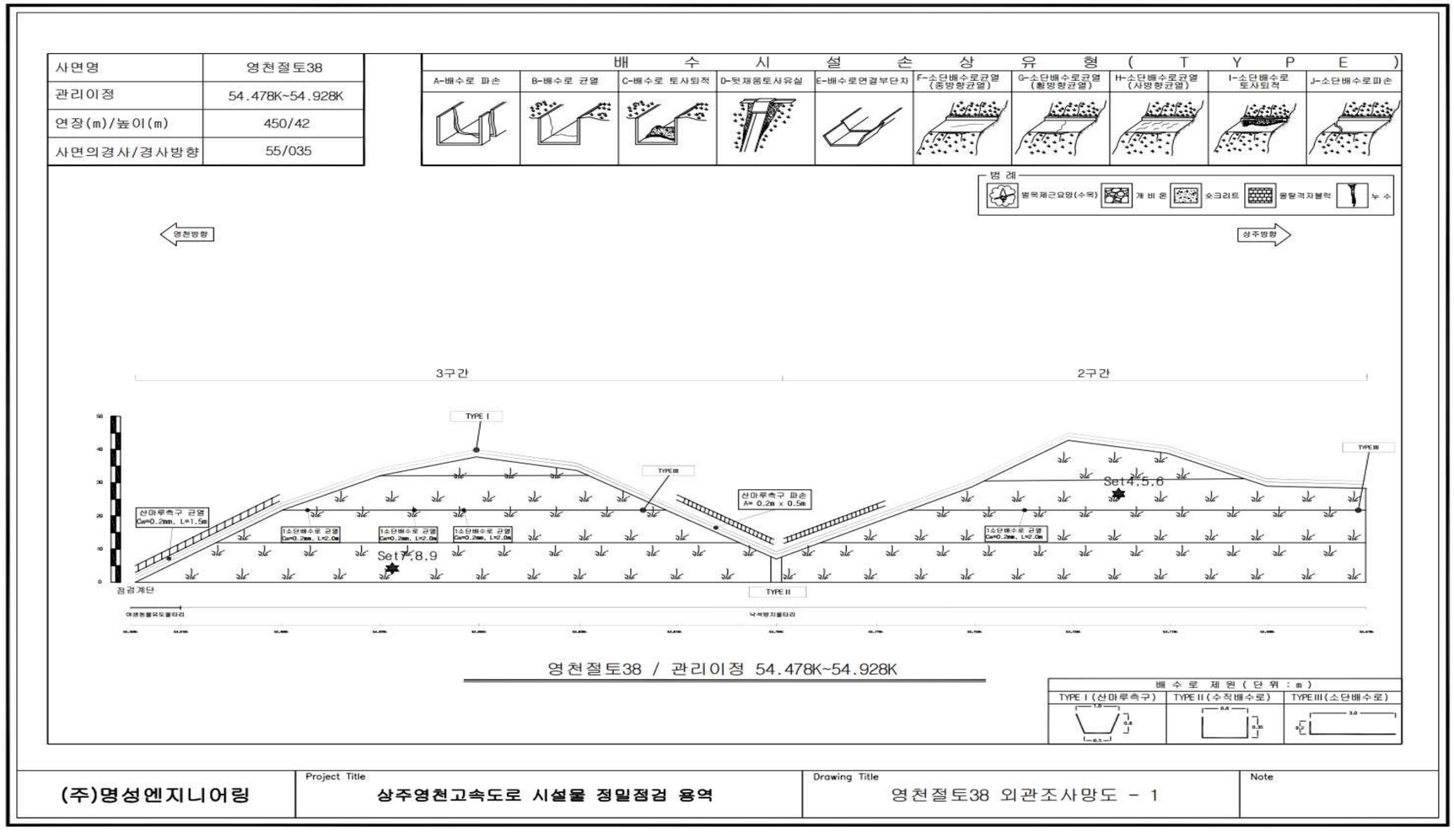
【표 38.3.3】 구간분할 결과

구 분	측 점	비 고
1구간	54.478~54.678km	200m
2구간	54.678~54.798km	120m
3구간	54.798~54.928km	130m

38.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)

절토사면명 : 영천절토38 / 54.478~54.928km

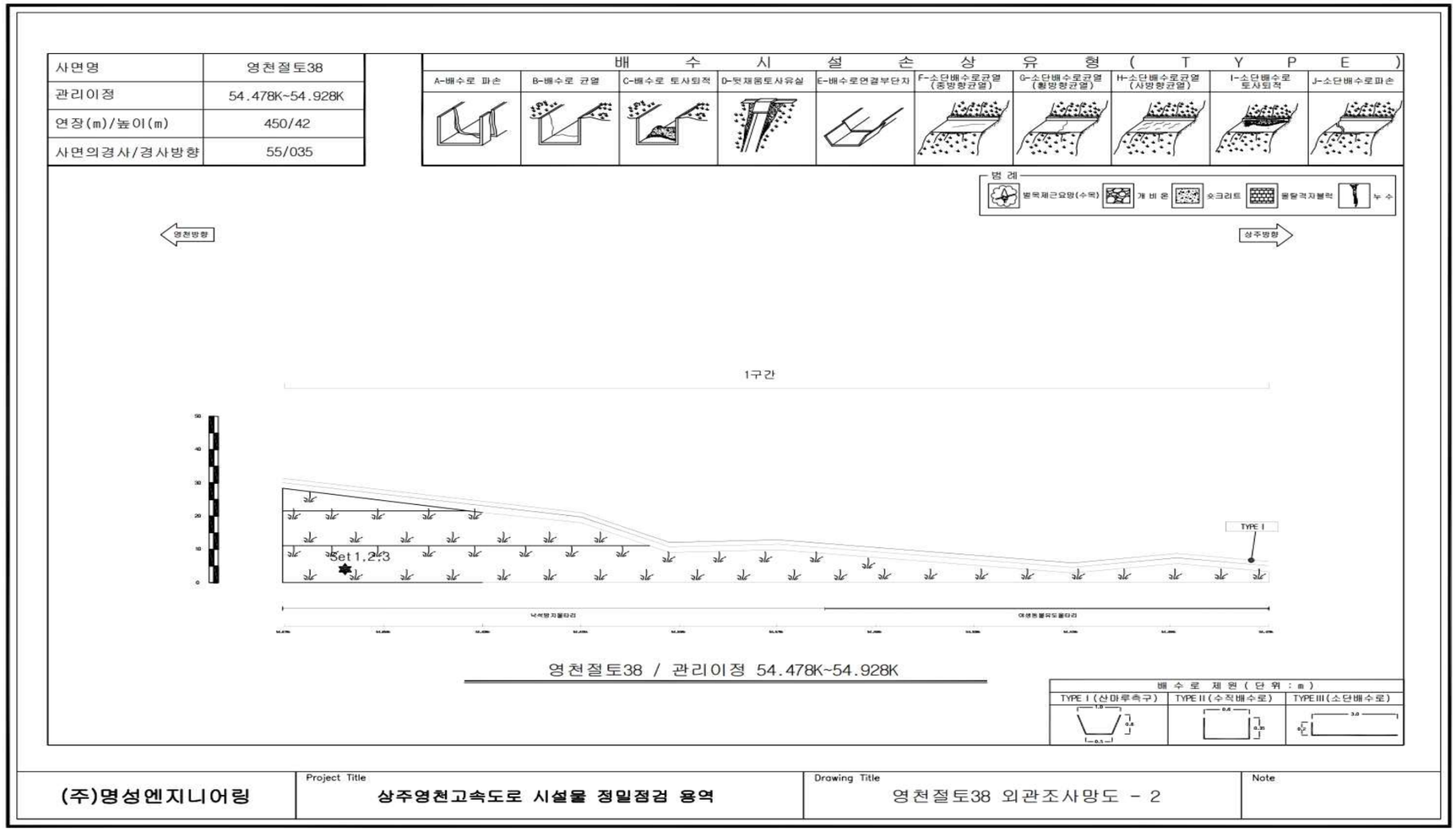
[방향 : 55/035 , 연장 : 450m , 높이 : 42.0m]



Bieniawski의 RMR 분류													No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9
													방향	85/113	87/041	11/096	86/111	88/040	10/095	80/101	86/060	11/089
간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)			풍화도		간격	10	10	10	10	10	10	10	10	10
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칢	6	void		6	Fresh	6	연장	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칢	5	hard	< 5	4	S.W.	5	틈새	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칢	3		> 5	2	M.W.	3	거칠기	5	5	5	3	3	3	5	5	5
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	충전물	4	4	4	4	4	4	4	4	4
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	풍화도	3	3	3	5	5	5	1	1	1

절토사면명 : 영천절토38 / 54.478~54.928km

[방향 : 55/035 , 연장 : 450m , 높이 : 42.0m]



Bieniawski의 RMR 분류

간격(m)		연장(m)		틈새(mm)		거칠기		충전물(mm)			풍화도	
> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칢	6	void		6	Fresh	5
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칢	5	hard	< 5	4	S.W.	5
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칢	3		> 5	2	M.W.	3
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0

No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7	Set 8	Set 9
방향	85/113	87/041	11/096	86/111	88/040	10/095	80/101	86/060	11/089
간격	10	10	10	10	10	10	10	10	10
연장	4	4	4	4	4	4	4	4	4
틈새	5	5	5	5	5	5	5	5	5
거칠기	5	5	5	3	3	3	5	5	5
충전물	4	4	4	4	4	4	4	4	4
풍화도	3	3	3	5	5	5	1	1	1

38.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

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

【그림 38.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

■ 상부자연사면은 전반적으로 양호하다.

■ 계곡부가 1개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	-	
2구간	상태양호	-	
3구간	상태양호	-	

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

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

【그림 38.3.2】 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	-	
3구간	상태양호	-	

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다.

【그림 38.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

■ 배수시설의 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.

■ 배수시설에 대한 점검결과, 소단배수로 및 산마루측구 균열이 일부 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	-	
2구간	소단배수로 균열	L=2.0m, 1EA	
3구간	소단배수로 균열 산마루측구 균열	L=6.0m, 3EA L=1.5m, 1EA	

현 황	54.898K 소단배수로 균열	현 황	54.918K 산마루측구 균열
원 인	건조수축, 우수유입, 열화	원 인	건조수축, 우수유입, 열화
대 책	균열보수	대 책	균열보수

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

대상 사면 내에는 점검계단, 낙석방지울타리가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.

【그림 38.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

■ 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	-	
2구간	상태양호	-	
3구간	상태양호	-	

38.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 38.3.4】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	상태양호	-
배수시설	소단배수로 균열 산마루측구 균열	균열보수 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. 계곡부가 1개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다. 소단배수로 및 산마루측구 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.	

【표 38.3.5】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	상태양호	-	-	-	
배수시설	소단배수로 균열	m	8.0	4	
	산마루측구 균열	m	1.5	1	
상부자연사면	상태양호	-	-	-	
보강시설	상태양호	-	-	-	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

【표 38.3.6】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상 내용	단위	전회 물량	금회 물량	증,감 (▲, ▼)	비고
사면부	상태양호	-	-	-	-	
배수시설	소단배수로 균열	m	-	8.0	▲8.0	
	산마루측구 균열	m	-	1.5	▲1.5	
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	
보강시설	상태양호	-	-	-	-	

38.3.5 재료시험 결과

가. 시험결과

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

【표 38.3.7】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(㎫)	암 판정 결과	실시 전경
54.678km	54.4	113.2	경암	
54.898km	55.1	116.9	경암	
-	-	-	-	
검토의견	·암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 54.4~55.1로 측정되었으며, 추정강도 113.2~116.9㎫로 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 38.3.8】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(㎫)	암 판정 결과
초기점검	-	51.3~52.5	102.9~108.4	-
금회	54.678km	54.4	113.2	경암
	54.898km	55.1	116.9	경암

38.3.6 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

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

절리경사/방향 측정

거칠기 측정

틈새 측정

【그림 38.3.5】 불연속면 측정 현황

나. 측정결과

【표 38.3.9】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	Set 1	Set 2	Set 3
방향성	85/113	87/041	11/096
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)	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 미만
거칠기	거칠음	거칠음	거칠음
충진물질	딱딱함, 5㎜미만	딱딱함, 5㎜미만	딱딱함, 5㎜미만
풍화도	MW	MW	MW

【표 38.3.10】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간		
	Set 4	Set 5	Set 6
방향성	86/111	88/040	10/095
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)	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 미만
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	약간 거칠음
충진물질	딱딱함, 5㎜미만	딱딱함, 5㎜미만	딱딱함, 5㎜미만
풍화도	SW	SW	SW

【표 38.3.11】 3구간 불연속면조사 결과표

구 분	3구간		
	Set 7	Set 8	Set 9
방향성	80/101	86/060	11/089
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)	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 미만	0.1㎜ 미만
거칠기	거칠음	거칠음	거칠음
충진물질	딱딱함, 5㎜미만	딱딱함, 5㎜미만	딱딱함, 5㎜미만
풍화도	HW	HW	HW

38.4 상태평가

38.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 450m의 사면으로서, 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 2구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 Set1~9으로 표기하였다.

【표 38.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	54.478~54.678km	200m	암반사면	Set1, Set2, Set3
2구간	54.678~54.798km	120m	암반사면	Set4, Set5, Set6
3구간	54.798~54.928km	130m	암반사면	Set7, Set8, Set9

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 38.4.2]에 수록하였다.

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

【표 38.4.2】 비탈면 분류결과

(㎫=10.2kg/㎠)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\,depth}{Slope\,height}=\frac{3.0}{27.0}=0.11$로 0.4미만	암반사면	**절리 암반사면**
	압축강도	10㎫	반발경도측정결과 113.2~116.9㎫으로 10㎫이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\,size \in dex}{Slope\,height}=\frac{0.4}{27.0}=0.015$로 0.01초과	절리암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\,depth}{Slope\,height}=\frac{5.0}{35.0}=0.14$로 0.4미만	암반사면	**절리 암반사면**
	압축강도	10㎫	반발경도측정결과 113.2~116.9㎫으로 10㎫이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\,size \in dex}{Slope\,height}=\frac{0.5}{35.0}=0.014$로 0.01초과	절리암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\,depth}{Slope\,height}=\frac{5.0}{42.0}=0.12$로 0.4미만	암반사면	**절리 암반사면**
	압축강도	10㎫	반발경도측정결과 113.2~116.9㎫으로 10㎫이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\,size \in dex}{Slope\,height}=\frac{0.5}{42.0}=0.011$로 0.01초과	절리암반	

38.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 38.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토38		표번호	[표 38.4.3]		
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	54.478~54.678km		
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 38.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토38		표번호	[표 38.4.4]			
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	54.478~54.678km			
1. 지반상태							
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	041 - 035 = 6°	7			
1-6		절리경사-사면경사	87 - 55 = 32°	0			
1-7		절리상태	유리	2			
2. 사면형상							
1-8	절리암반	사면의 경사	55°	2			
3. 자연적 외부요인							
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	155.9㎜(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 38.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토38		표번호	[표 38.4.5]		
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	54.678~54.798km		
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 38.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토38		표번호	[표 38.4.6]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	54.678~54.798km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	040 - 035 = 5°	7		
1-6		절리경사-사면경사	88 - 55 = 33°	0		
1-7		절리상태	유리	2		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	55°	2		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	155.9㎜(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. 3구간 상태평가 조사결과표

【표 38.4.7】 사면 손상상태 조사결과표 (3구간)

시설물명	영천절토38		표번호	[표 38.4.7]		
조사영역번호	3구간		조사영역 위치	54.798~54.928km		
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 38.4.8】 사면 파괴요인 조사결과표 (3구간)

시설물명	영천절토38		표번호	[표 38.4.8]		
조사영역 번호	3구간		조사영역 위치	54.798~54.928km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	060 - 035 = 25°	3		
1-6		절리경사-사면경사	86 - 55 = 31°	0		
1-7		절리상태	유리	2		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	55°	2		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	155.9㎜(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		

라. 상태평가결과 산정표

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

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

【표 38.4.9】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토38				표번호
근거표번호			[표 38.4.3], [표 38.4.4]				[표 38.4.9]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상상태	파괴징후	① 인장균열 ② 지반변형 ③ 구조물변형	0 0 0	a a a	0	f1=0.00	a
		④ 파괴현황	0	a			
파괴요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향 ⑥ 절리경사-사면경사 ⑦ 절리상태	7 0 2	e a b	20	f2=0.38	c
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	7	e			
	인위요인	⑩ 절취상태 ⑪ 배수조건 ⑫ 보호/보강 상태	1 1 0	b b 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 38.4.10】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			영천절토38				표번호
근거표번호			[표 38.4.5], [표 38.4.6]				[표 38.4.10]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
		④ 파괴현황	0	a			
파괴요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	7	e	20	f2=0.38	c
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	7	e			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		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 38.4.11】 상태평가결과 산정표(3구간)

시설물명			영천절토38				표번호
근거표번호			[표 38.4.7], [표 38.4.8]				[표 38.4.11]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
		④ 파괴현황	0	a			
파괴요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	3	c	16	f2=0.31	c
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	7	e			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	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 38.4.12】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		3구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토38	0.26	B	0.26	B	0.21	B	0.26	B

마. 이전 정밀안전점검과의 비교

본 시설물의 금회 실시하는 점검이 최초 정밀안전점검이다.

초기점검과 비교시 강우량에 대해 상태점수가 추가되어 지수상향으로 등급이 B로 하락하였다.

【표 38.4.13】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
초기점검	0.10	A	
금회	0.26	B	

38.5 종합평가 및 안전등급 지정

38.5.1 종합평가 결과

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

【표 38.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토38		표 번 호	【표 38.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.26	B	근거표번호	【표 38.4.9】
	2구간	0.26	B		【표 38.4.10】
	3구간	0.21	B		【표 38.4.11】
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.26	B	최저등급 적용	
종합평가결과		**절토사면의 종합평가 결과 : B**			

38.5.2 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 38.5.2】 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

38.6 보수·보강 및 유지관리방안

38.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 38.6.1】 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	8.0	12.00	m	70	840	1
	산마루측구 균열	주입보수	1.5	2.25	m	70	158	1
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위			3순위	
	순공사비	998		0			0	
	재경비 (순공사비의 50%)	499		0			0	
	합계	1,497		0			0	
개략공사비 총계(천원)		1,497						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.
주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(㎡)으로 산출하였음.

38.6.2 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 38.6.2】 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	

38.7 종합결론

38.7.1 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. 계곡부가 1개소 조사되었고, 하절기 강우시 주의관찰이 요망된다. 소단배수로 및 산마루측구 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 54.4~55.1으로서 추정강도 113.2~116.9㎫로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1, 2, 3구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.26로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 절리주향으로 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.

38.7.2 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.

38.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

38.7.4 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.