

63. 영천절토63

63.1 시설물 개요

63.2 자료수집 및 분석

63.3 현장조사 및 시험

63.4 상태평가

63.5 종합평가 및 안전등급 지정

63.6 보수·보강 및 유지관리 방안

63.7 종합결론

63. 영천절토63

63.1 시설물의 개요

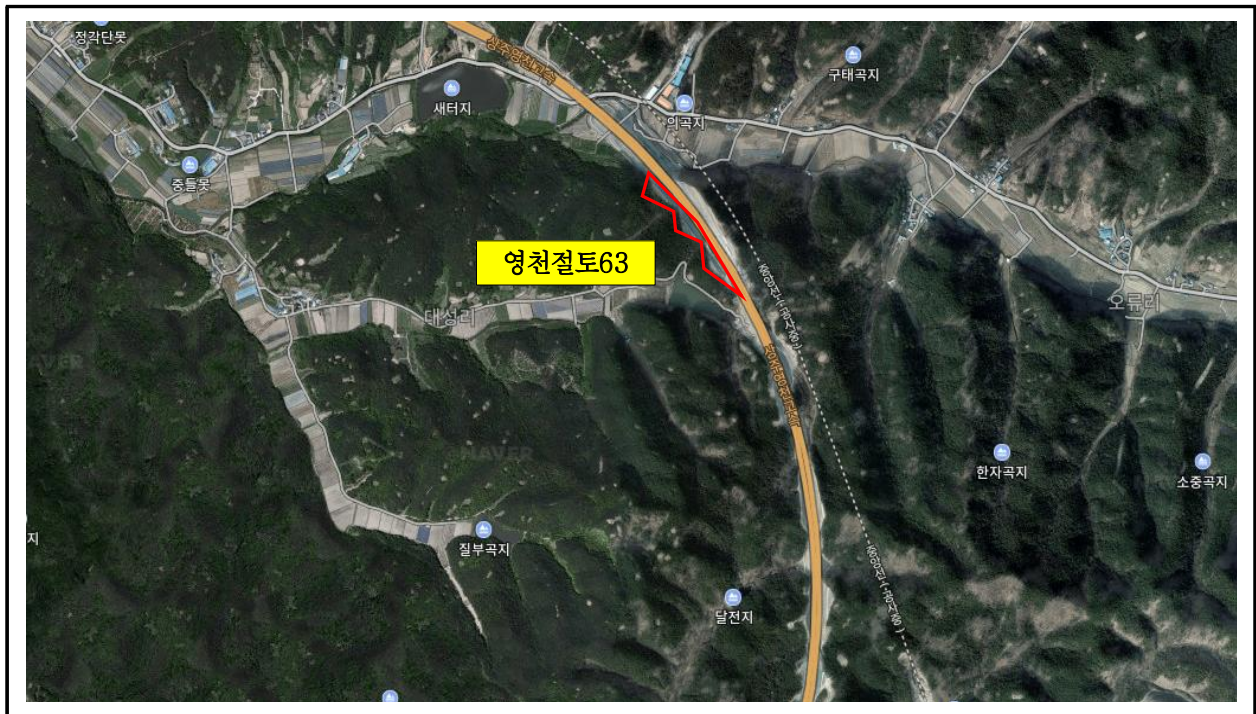
영천절토63은 경상북도 영천시 고경면 대성리(상주영천고속도로 89.518~89.958km)에 위치한 사면으로서 총 연장 440.0m, 높이 33.6m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다.

63.1.1 일반사항

【표 63.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000025		관리번호	SY SL63	
시설물명	영천절토63		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역	경상북도 영천시 고경면 대성리			
	위치좌표	시점 : 35° 18' 16.0" 127° 48' 33.0"			
		종점 : 35° 18' 24.0" 127° 48' 20.0"			
	관리이정	89.518~89.958km			
	공구이정	10공구 STA.4+860~5+300			
제 원	연 장	440.0m	높 이	33.6m	
	경사/방향	45/053	노 선	고속국도 301호선	
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간	
주변환경	인공구조물	-			
	주변지형	산악지형	상부사면경사	45°	
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	대림산업(주)	
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리			
비 고					

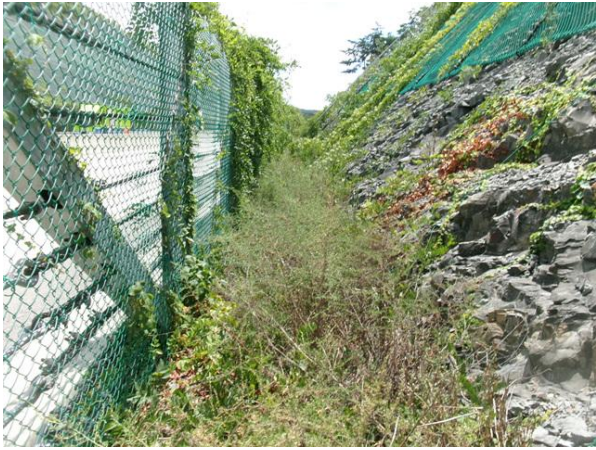
63.1.2 위치도 및 전경사진



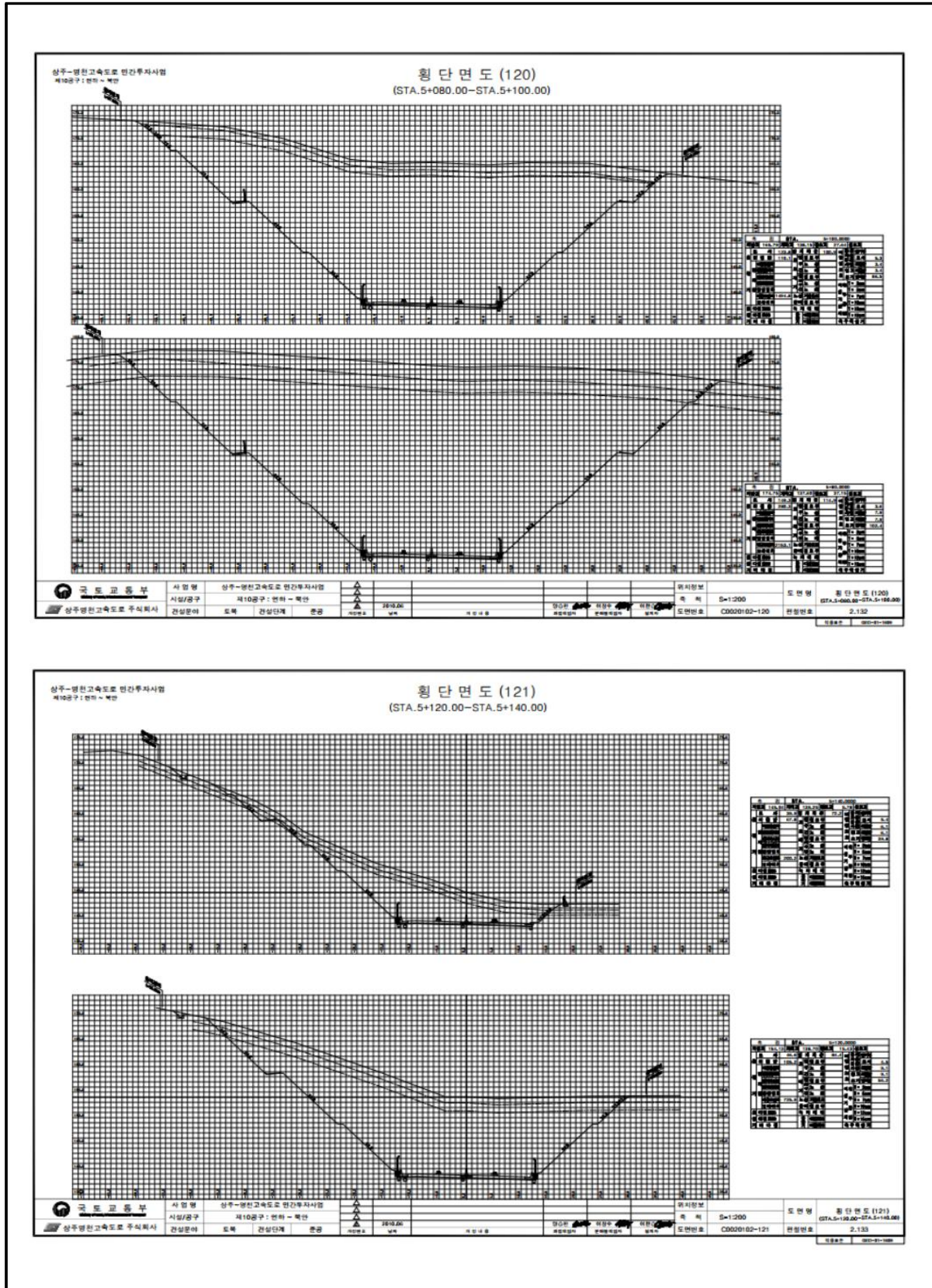
【그림 63.1.1】 위치도



【그림 63.1.2】 전경사진

	
상단 사면 전경	소단배수로 전경
	
점검계단 전경	점검사다리 전경
	
하단(이격부) 전경	도로, 낙석방지울타리 전경

【그림 63.1.3】 부재별 현황



【그림 63.1.5】 표준횡단면도

63.2 자료수집 및 분석

본 과업대상 구조물의 건설당시 주요현황을 파악하기 위해 [상주영천고속도로 민간투자산업 건설공사 10공구]의 설계 및 준공도서, 기존점검자료 등을 검토하여 주요현황을 요약하여 수록하였다.

63.2.1 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

7.4 비탈면 설계기준

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

7.4.1 비탈면 경사의 결정

가. 비탈면 경사의 결정

(1) 쌓기 비탈면경사 결정에 따른 흐름도

(2) 쌓기 비탈면경사 결정에 따른 흐름도

다. 쌓기 비탈면

사면지반의 도질은 매우 불균질하고, 중화도, 성층상태 및 균열 등에 의해 지반의 강도는 현저하게 다르며 시공후 시간의 경과에 따라 용적이완, 대기노출로 인한 풍화진행 등으로 원지반의 전단강도가 약해지므로 비탈면이 차차 불안정하게 된다.

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

국내 쌓기비탈면 설계기준 적용기준은 건설교통부 및 한국도로공사 설계기준에 의거한 표준경사를 적용하고 있으며 암반층에서 층리나 절리 등이 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]

토질조건	비탈면높이(m)	경사	비고	
모래	-	1:1.5 이상	SW, SP	
사질토	밀실한 것	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
		5~10	1:1.0 ~ 1:1.2	
	밀실하지 않고	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	임도분포가 나쁨	5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	
자갈 또는 알갱이 섞인 사질토	밀실하고 임도분포가 좋음	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
		10~15	1:1.0 ~ 1:1.2	
	밀실하지 않거나	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	임도분포가 나쁨	10~15	1:1.2 ~ 1:1.5	
점성토		0~10	1:0.8 ~ 1:1.2	ML, MH, CL, CH
		5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
알갱이 또는 호박돌 섞인 점성토	5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	GM, GC	
충적암	-	1:1.0 ~ 1:1.2	시편이 형성되지 않는 암	

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

(건설교통부, 건설공사비탈면설계기준, 2006년)

7.4.2 소단 설치기준

가. 국내의 기관별 소단 적용기준

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

소단의 설치목적은 비탈면침식방지를 위한 배수시설 설치, 점검보수통 등 통 등의 유지관리에 있으므로 발자임층에서는 H=10.0m 마다 1.0m소단과 리빙암 및 도사층에서는 H=5.0m마다 1.0m소단을 설치하고 H=20.0m마다 3.0m소단을 설치하는 것이 대체적으로 타당한 것으로 사료된다.

[국내의 기관별 소단적용 기준]

구분	기관 및 규정명	소단적용 기준
국내	건설공사 비탈면 설계기준 (2006)	· 비탈면 높이 10m 이상 : 원칙적으로 소단설치 · 비탈면 층간에 5~20m 높이 마다 폭 1~3m 소단설치
	한국도로공사 도로설계요령 (2002)	· 리빙암 : 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 도로시설기준	· H = 5 ~ 10m 마다 소단 1~1.5m
	한국토지공사	· H = 7m 마다 소단 0.5 ~ 1.5m
일본	도로공단 설계요령	· H = 7m 마다 소단설치
	국유철도토목구조물 표시시서	· 암석과 접하는 도사 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 요소를 고려하여 비탈면의 안정조건에 가장 불리한 상태를 해석에 적용하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

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

263

7.4.4 안전율 적용기준

가. 쌓기 비탈면 안전율 기준

국내의 각 기관에서 적용하는 쌓기비탈면의 최소안전율은 쌓기 기초지반의 연약지반 분포여부, 성토층의 시공목적, 비탈면의 형구 구조를 여부 등에 따라 쌓기 비탈면의 안전율 기준에는 차이가 있으며, 각 기관의 쌓기 비탈면 안전율을 간략히 하면 아래 표와 같다.

[국내 기관별 쌓기 비탈면 최소안전율 적용기준]

구분	최소 안전율 (Minimum Safety Factor)	
건설교통부	건설공사 비탈면 설계기준 (2006년)	
	전기시(지하수가 없는 것으로 해석)	Fs ≥ 1.5
	우기시	Fs ≥ 1.3
한국도로공사	지진시	Fs ≥ 1.1
	도로설계요령	Fs ≥ 1.3
한양대학교	한양대실 기술상의 기준, 등해설	Fs ≥ 1.5

나. 쌓기 비탈면 안전율 기준

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

[국내의 기관별 쌓기 비탈면 최소안전율 적용기준]

구분	최소 안전율	
건설공사 비탈면 설계기준(2006)	전기시(지하수가 없는 것으로 해석)	Fs ≥ 1.5
	우기시(지표면에 지하수위를 위치시킨 후 해석)	Fs ≥ 1.2
	지진시	Fs ≥ 1.1
도로설계요령 (2000)	전기시(지하수위 미고려)	Fs ≥ 1.5
	우기시(지하수위는 지표면에 위치)	Fs ≥ 1.1~1.2
미국 D'APPOLONIA Consulting Engineers (1979)	지진시(미국 D'APPOLONIA기준, NAVFAC - DM7.1-329기준)	Fs ≥ 1.1~1.2
	실내시험에 의해 강도를 구할 경우	1.5 > Fs > 1.3
NAVFAC - DM 7.1-329	최대지진가속도를 고려할 때	1.2 > Fs > 1.0
	하중이 오래 작용할 경우	Fs > 1.5
	구조물 기초인 경우	Fs > 2.0
	일시적인 하중이 작용할 경우 및 시공시	Fs > 1.35 or 1.25
	지진하중이 작용하는 경우	Fs > 1.2 or 1.15

나. 지형 및 지질

제 4 장 조 사 결 과

4.1 지표 지질 조사

4.1.1 지형 및 지질특성

지질 개요	- 조사지역의 지질은 변질암 상위를 부정합으로 놓인 사암, 역질사암, 역암, 니질암(세일 및 이암)등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 편암류들이 넓게 분포 - 조사지역의 구성암석은 충적퇴적물 호성환경에서 변화되는 암상으로 해당지역에 분포하는 충신층(반아질층)의 경우에는 니질층이 매우 두세한 호성 퇴적암일
-------	--



가. 지형특성

가. 지형특성 - 조사지역은 전반적으로 낮은 구릉지를 이루고 있으며 과업노선은 주로 낮은 구릉지를 따라 지나가고 있음 - 과업노선의 남쪽과 남동쪽은 다른 지역에 비해 비교적 높은 산계를 이루고 있음 - 과업노선은 시, 중원부는 충적층 및 하천과 접하고 있음	나. 지형특성 - 과업노선의 서쪽으로 1차 수계인 영호강이 흐르고 있음 - 과업노선의 북쪽에는 고원천과 자호천이 남쪽으로 흐르고 있으며 특히 노선의 중원부는 자호천과 교차하고 있음 - 전체적인 수계는 수지상의 형태를 보이며 매우 복잡하게 나타남
--	---

53

라. 지질구조

라. 지질구조 - 경상분지는 암상 및 지구조에 의해 몇 개의 소분지로 구분된다. 본지서쪽에 남북방향의 대상으로 발달하는 낙동소분지, 본지 북쪽에 발달하는 충상단층(thrust)과 침출암 사이에 발달하는 영랑소분지, 연동 충상단층 및 침출암과 팔공산 분기대 사이에 발달하는 피성(도평)소분지, 그리고 팔공산 분기대 이남지역에 발달하는 유전(밀양)소분지로 나누어진다. - 경상분지의 서쪽과 북쪽에서는 경상누층군이 선캄브리아기에 속하는 변성퇴적암류와 쥐라기말의 대보화강암류를 부정합으로 덮고 있고, 동부와 남부는 대각기암의 화성활동과 단층활동으로 심하게 파괴되었으며, 제3기층에 의해 부정합으로 피복되거나 중생대 및 남해의 해저로 계속 발달되어 있다.

4.1.2 영상정보를 활용한 선형 구조 분석

가. 인공위성영상 분석

① 목적

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

② 원리 및 방법

30m급 해상도의 Landsat-7 TM 위성영상을 이용하여 분석 실시 - 선형 공간 필터링 분석, 주성분 분석, 밴드비를 분석 등을 통해 광역 선구조 해석에 이용 - 식생지수, 습윤도 분석을 통해 식생 및 토양환경 분석 실시
--

③ 위성영상결과

선형공간필터링 - Landsat-7 ETM+ 영상에서 선진인 요소를 강조시키기 위해 고주파 강조 선형 공간필터링을 실시 - 고주파강조 공간필터링 Laplacian 필터(Jensen, 1996)를 적용시킨 후의 결과 - 지형적인 선구조 이외에 도로나 하천 시설과 같은 인공적인 선구조가 추출됨	공간필터링(Sobel filtering) - 영상 내의 지형 또는 선구조의 방향성에 관계없이 지형 지물의 에지를 검출 - 선구조 육안 판독에 유용한 자료임
---	--

55

나. 분도암층 특성

구 분	지질 특성
충신층	층의 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 세일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2'3m 두께의 구상동층 회암층으로, 중부는 기사동역암으로 특징 지워진다. 구상동층회암은 주로 화산기원의 장석 및 석영입자들과 화산회 기질로 구성되어있으나, 수류퇴적을 지시하는 층리 및 모양을 갖고있으며, 식물의 줄기와 잎 화석들이 산출된다(Tatehwa, 1929)

다. 지질 개황도

지질 시대	층 명	특 성	비 고
제4기	충적층(Ku)	• 하천 및 산곡 퇴적물	
	충신암맥(Kid)	• 과상의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	충신암(Kad)	• 과상의 지질	• 3구구 중원부
	화강암(Kgr)	• 과상의 지질	• 3구구 중원부
	유리층구	• 주로 용회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	안산암질암(Ka1)	• 주로 용회암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	신양동층(kag9)	• 암회색 이암 및 세일과 사암이 교호대	• 10구구 중원부
	충산층(kas8)	• 암회색, 노회색, 적색 이암 및 세일 • 하부층에서 석회질 물질 다량 함유	• 10'8구구에서 걸쳐 분포
	사곡층(Ka7)	• 암회색, 노회색, 적색 이암 및 세일 • 석회질 물질 다량 함유	• 8구구 서원
	충신층(Ka7-ss)	• 암회색, 노회색, 적색 이암 및 세일과 사암이 교호 • 사질부분을 다량 함유	• 8구구 서원과 7구구 중원
백악기	충신층(Ka6)	• 암회색, 노회색, 적색 이암 및 세일 • 암회색, 노회색, 적색 이암 및 세일과 사암이 교호	• 7구구 중원 및 중원부
	후봉동층(Ka5-2)	• 사암, 미사암 및 미사질 세암 및 이암(니질 부세)	• 7구구 서원부
	구미동층(Ka5-1)	• 사암, 적색 미사암, 세암, 저저지르믹 및 역암(사질 부세)	• 6구구 중원부
	밀적층(Ka4)	• 사암, 적색 미사암, 세암, 역암 • 주로 사암이 부세	• 6구구 중원 및 중원
	전주층(Ka3)	• 역암(사암, 사암, 세암) 교호 • 하부층에서 이암의 포함 분포	• 6구구 서원 및 중원부
	파산동층(Ka2-2)	• 사암 및 적색 미사암, 이암의 교호	• 5구구 중원
	후부(Ka2-1)	• 사암과 역암(사암, 역암) 교호	• 5구구 중원 및 사암부
	금강리층(Ka1-nk)	• 사암과 역암(사암, 세암) 교호 • 주로 역암, 사암 부세	• 4구구 전구간
	내룡동층(kal1)	• 사암과 역암(사암, 역암) 교호 • 중세층 사암과 역암(사암, 역암) 교호 • 최하부에 탄질층 포함	• 3구구 서원 및 중원부
	중생대		• 부정암
세월동화암(Jgr)		• 역암 발달 이암 • 세암질, 부분적으로 화강성섬암 암상 포함	• 1구구 중원, 2구구 서원
관마상화강암(Jggr)		• 역암 발달 • 조면질	• 1구구 서원 및 중원, 2구구 중원부

다. 지반조사보고서

제 1 장 조 사 개 요

1.1 조 사 명

- 상주~영천 고속도로 민간투자사업 실시설계(10공구)

1.2 조 사 목 적

- 상주~영천 고속도로 민간투자사업을 위한 지반조사
- 계획노선의 지반공학특성 고찰을 통한 조사계획 수립
- 선정된 계획노선을 대상으로 구조물별 특성을 고려한 현장조사, 현장시험 및 실내시험 실시
- 지층의 구성상태, 지반공학특성 특성 및 지반조건 파악
- 조사된 자료를 종합·분석하여 합리적이고 경제적인 설계 및 시공에 필요한 공학적 자료 제공

1.3 조 사 범 위

위 치	- 시점 : 경상북도 영천시 연하동 (STA. 0+000) (X=275,770.3573, Y=197,045.8262) - 종점 : 경상북도 영천시 복면면 임포리(STA. 9+360) (X=269,280.9395, Y=200,559.7855) - 연장 : 9.36km	
특 성	- 상주~영천 고속도로 건설을 통한 기존 고속도로(경부, 중부내륙)의 기능 회복 및 단계를 통한 효율성 증대 - 고속도로 신설을 통해 통과 지역의 권역발 상에 긍정적 발전을 통한 공익성 증대	

1.4 위 지 도



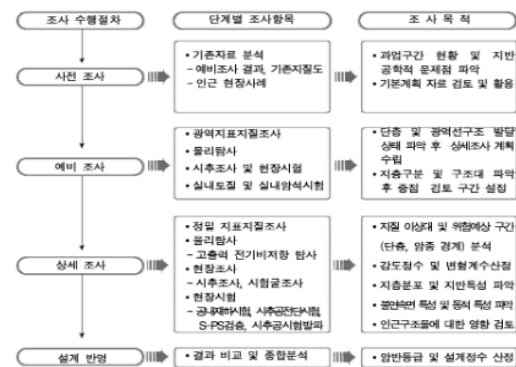
제 2 장 조 사 계 획

2.1 조사 기본방향 및 수행흐름

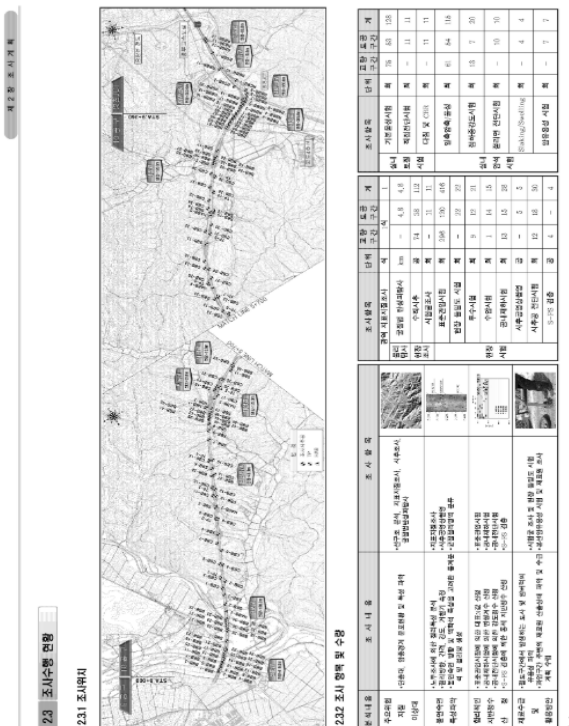
가. 조사 기본방향



나. 조사 수행 흐름도



3



제 7 장 비탈면 안정성 검토

7.1 개요

7.1.1 검토목적

본 검토는 계획노선에 계획되어 있는 구간 및 절기 비탈면 중 붕괴가능성을 지닌 대궐기 비탈면과 고궐기 비탈면에 대하여 설계시 지반공학적인 측면에서 조사 및 시험을 실시하고 이를 분석·파악 후 토질 및 암반상태와 안정성을 고려한 안정 비탈면기공기 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 기울기 검토
- 비탈면 안정대책 및 보호공법 검토

7.2 검토구간 선정 및 현황

7.2.1 선정기준

과궐구간에 계획되는 비탈면 중 총괄기 구간의 검토단면 선정은 일반적으로 총괄기 높이가 10m 이상, 절기구간은 절기비탈면 높이가 20m 이상 되는 비탈면을 원칙으로 하였으며, 그 외 현장 조건 및 토질조건에 따른 대상은 다음의 기준에 따라 선정하였다.

231

구 분	선정 기준
쌓 기 부	- 비탈면높이가 10m를 초과하는 경우 - 비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 - 쌓기재료의 함수율이 높고, 전단강도가 낮은 경우 - 풍적시 폭우가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우 - 지형특성으로 인하여 쌓기토체 내부로 지속적인 지하수의 유입이 발생하는 경우 - 중수시 비탈면이 침수되거나 비탈굴이 침식되는 경우 - 쌓기비탈면의 원지반이 양호하지 못한 경우(연약지반 등) - 내진안전해석이 필요한 경우
깎 기 부	- 비탈면높이가 20m 이상인 경우 - 비탈면기울기가 표준기울기보다 급한 경우 - 비탈면 지반이 풍화로 인하여 미끄러진 경우 - 암반의 풍화가 심하고 물수가 많은 경우 - 풍적시 폭우가 장시간 소요되거나 주변 인접 시설물에 중대한 영향, 재산상 피해를 주는 경우 - 불연속면이 비탈면 방향으로 기울어진 지질조건인 경우 - 내진안전해석이 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.)	최대높이 (m)	지층현황	조사 내용 (STA.)	비 고
쌓기구간	1~400	800	1~900(상부) 1~900(중부) 1~900(하부)	19.71 26.39 10.80	포도, 풍화토, 풍화암, 연암, 리암	CBB-4 1~900(상부) 23.60 CBB-5 1~900(중부) 27.84 CBB-6 1~900(하부) 27.54 CBB-7 1~900(상부) 34.83	
	2~900	310	2~700(상부)	19.13	포도, 풍화토, 풍화암, 연암, 리암	CBB-8 2~700(상부) 17.14 CBB-9 2~700(중부) 13.80	
	3~900	350	3~300(상부) 3~140(중부)	27.86 26.32	포도, 풍화토, 풍화암, 연암, 리암	CBB-10 3~140(상부) 25.80 CBB-11 3~140(중부) 18.77 CBB-12 3~140(하부) 10.10 CBB-13 3~140(상부) 32.42 CBB-14 3~140(중부) 32.42	
	3~710	130	3~700(상부)	18.67	포도, 풍화토, 풍화암, 연암, 리암	CBB-15 3~700(상부) 30.56 CBB-16 3~700(중부) 28.00	
	4~870	410	4~900(상부) 4~900(중부)	36.82 33.57	-	-	원형으로 시추 미시행
	5~640	180	5~740(상부) 5~740(중부)	20.18 18.16	-	-	원형으로 시추 미시행
	6~150	250	6~900(상부) 6~100(중부)	22.46 18.61	-	-	원형으로 시추 미시행
	6~390	490	6~300(상부) 6~420(중부)	32.27 20.10	-	-	원형으로 시추 미시행
	7~110	300	7~240(상부) 7~240(중부)	23.57 46.17	-	-	원형으로 시추 미시행
	7~440	440	7~300(상부) 7~300(중부)	28.62 23.61	-	-	원형으로 시추 미시행

232

7.6 비탈면 안정해석 및 검토

7.6.1 개요

가. 쌓기구간

본 지역에서의 쌓기비탈면 안정해석은 쌓기구간 중 쌓기 높이가 가장 높은 지역을 기준으로 비탈면 안정을 고려하여 대표단면 선정 후 토사지반 및 암반층에 대해 실시하였고, 지표지질조사 결과 및 시추 조사 결과를 종합 분석하여 토사 및 암반층에 널리 적용하고 있는 한계평형해석 및 평사투영법을 이용하여 종합적으로 검토가 이루어졌다. 쌓기비탈면 해석을 실시함에 있어 경제적이고 안전한 비탈면기울기 선정에 위하여 다음과 같이 적용하여 검토하였다.

- 비탈면 안정해석시 일반적으로 기존 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 쌓기 기울기는 암석별 쌓기 적정기울기를 기준으로 암반비탈면 기울기를 결정하였다.
- 수집된 지표지질조사 결과를 이용하여 평사투영법으로 불연속면의 주향 및 기울기방향에 구간별 투영으로 파괴양상을 예측하였다.
- 일반비탈면 기울기에 따라 상부층의 토사비탈면 안정성 검토는 **Talen 97 Program**을 이용하여 원호활동 파괴로 검토함을 원칙으로 하였다. $RQD = 0 \sim 10\%$ 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 파괴에 영향을 보이므로 풍화암과 토사층을 포함하여 검토하였다.

나. 깎기구간

본 깎기구간은 산지지형 일대부의 편측쌓기와 곡간절개의 축적층 지역에 대한 깎기로서 전단투영형성된 구간을 경유하고 있으며 원지반의 지층분포 상황, 특성파괴 및 연약지반 출현 여부를 확인하기 위하여 **Hand Auger Boring**을 실시하였다. 쌓기 비탈면의 파괴형태는 원호활동 파괴로 해석하였으므로, 검토대상은 깎기지역의 지반강도정수 선정에 의해 지층별로 적용하였다. 깎기 비탈면 해석을 실시함에 있어 차량하중의 고려와 우기시를 고려하여 지표면에 지하수위가 형성된 것으로 가정하여 해석하였다.

251

제 3 장 지질도



제 8 장 지표지질조사

8.1. 광역 지표지질조사

8.1.1. 지질개요

• 쌓기구간은 백악기 경상분지의 주요 산물층과 하양층군이 분포하는 의성소분지의 동남부에 위치한다. 경상분지는 저층에는 일본지층군과 광곡, 대마도에 분포하는 화적분지를 중첩하여 대마도분지로 불려왔다. 그 후 1961년 원광준은 수차례 조사결과 경상누층군이 구조상으로 분지형을 이루고 있으므로 경상분지라고 명명하였다. 경상분지의 분포는 남북방향인 길이가 200km,東西단축이 130km, 총면적이 24,000km²에 달한다. 경상분지는 조산운동에 의해 형성된 3개의 소분지로 구성되며, 이들은 다시 여러 개의 단층대에 의해 파괴되어 있다(그림 1).



그림 1. 경상분지와 소분지 분포

• 경상분지는 암상 및 지구조에 의해 몇 개의 소분지로 구분된다. 분지서쪽에 남북방향의 대산으로 발달하는 낙동소분지, 분지 북쪽단면의 일렬산 융상단층(thrust)과 정동령 사이에 발달하는 영양소분지, 안동 융상단층 및 정동령과 광곡산 융기대 사이에 발달하는 의성(도령)소분지, 그리고 광곡산 융기대 이남 지역에 발달하는 울진(영양)소분지로 나누어진다(그림 1).

• 경상분지의 서쪽과 북쪽에서는 경상누층군이 선캄브리아기에 속하는 변성퇴적암류와 유래기암의 대규모 강알들을 부정합으로 덮고 있고, 동부와 남부는 백악기암의 화성암류와 단층작용으로 침착해 파괴되어, 세립기암에 의해 부정합으로 파괴되거나 등대 및 남해의 해리로 계속 발달되어 있다(그림 2).

63.2.2 시설물 점검이력

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

【표 63.2.1】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	영천절토63 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열, 퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2017. 11. 13 2017. 12. 28	인승철	양호	균열보수, 정비
2	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	영천절토63 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열, 퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 05. 28 2018. 06. 30	인승철	양호	—
3	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	275	영천절토63 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열, 퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 보수 및 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 10. 23 2018. 12. 31	인승철	양호	균열보수, 정비
4	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	영천절토63 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열, 퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2019. 03. 18 2019. 05. 28	인승철	양호	균열보수, 정비

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
5	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	616	본 사면에 대한 정밀안전점검 결과, 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태인 "B" 등급의 양호한 상태로 평가되었다. 사면 낙석방지망이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 양호~보통인 것으로 조사되었다. 일부 노출암 구간은 낙석방지망 및 낙석방지울타리가 설치되어 안전성에는 문제가 없으나, 공용기간이 증가할수록 우수 및 동결융해작용으로 풍화가 진행될 수 있으므로, 주기적인 주의관찰이 요망된다. 소단배수로 균열이 일부 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
	2019. 09. 16 2019. 12. 27	장진원	B	균열보수, 주의관찰
6	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	517	영천절토63 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 건조수축, 온도변화 등에 의한 균열이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	517	영천절토63 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 건조수축, 온도변화 등에 의한 균열이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	양호	균열보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
8	2중 성능평가	(주)명성 엔지니어링	1,734	안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사 · 평가하였음. 상태안전성능평가 결과, 불연속면의 특성 및 지반 변형상태 등은 양호한 것으로 확인되었고, 상태안전성능평가 결과 B등급으로 평가됨. 소단배수로 일부구간에서 균열이 발생된 것으로 조사되었으나, 배수기능에는 큰 문제가 없는 것으로 확인됨. 상기와 같은 사항을 종합적으로 분석한 결과, 일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준인 B등급으로 평가됨. 내구성능평가는 시간에 따라 변화하는 안전성능 저하에 영향을 미치는 요소에 대한 평가로서 본 비탈면의 절리상태 및 표면 보호상태에 대한 평가를 시행하였음. 그 결과 일부 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경 등의 조건을 고려하여 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준인 B등급으로 평가됨. 안전성능평가, 내구성능평가 결과를 종합적으로 분석할 때, 일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준인 B(양호)등급으로 평가됨. 본 절토사면의 성능평가 결과, 성능목표인 "B등급" 과 동일한 "B등급" 인 상태로 주기적인 점검 및 관리를 통한 평가저해요소에 대한 관리가 이루어진다면 시설물의 안전 및 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단됨.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	B	균열보수, 주의관찰
9	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	517	영천절토 63 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 건조수축, 온도변화 등에 의한 균열이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 손상의 진전방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	균열보수

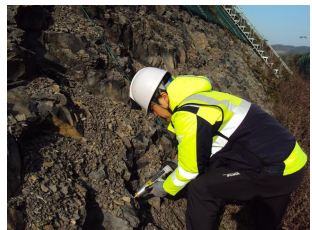
번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	739	심한풍화 배수시설 균열, 재료분리, 토사퇴적
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	균열보수, 단면보수, 청소, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	사면부 심한풍화 배수시설 균열, 토사퇴적, 재료분리
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	균열보수, 정비, 단면보수, 주의관찰
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	사면부 심한풍화 배수시설 균열, 토사퇴적, 재료분리
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	균열보수, 정비, 단면보수, 주의관찰
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	사면부 심한풍화 배수시설 균열, 토사퇴적, 재료분리
	2023. 04. 03 2023. 06. 16	정지운	양호	균열보수, 정비, 단면보수, 주의관찰

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

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	심한풍화	주의관찰
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적 산마루측구 재료분리	주입보수 청소 단면보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 계곡부는 2개소가 확인되었다. 사면부 심한풍화 구간은 지표수유입 및 동결융해작용으로 인해 진전의 될 수 있으므로, 지속적인 주의관찰이 요망된다. 배수시설에 균열 및 토사퇴적, 재료분리가 일부 조사되었고, 배수기능 확보를 위해 토사퇴적은 청소가 필요한 상황이다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 89.538km	50.8	106.0	보통암	
2구간 89.728km	52.7	116.1	경암	
3구간 89.908m	46.1	85.6	보통암	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 46.1~52.7로 측정되었으며, 추정강도 85.6~116.1MPa로 보통암~경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토63		표 번 호	【표 63.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.25	B	근거표번호	【표 63.4.9】
	2구간	0.25	B		【표 63.4.10】
	3구간	0.22	B		【표 63.4.11】
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.25	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

라. 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	34.0	51.00	m	65	3,315	1
보강시설	소단배수로 토사퇴적	청소	7.5	11.25	m³	25	281	3
	산마루측구 재료분리	단면보수	0.5	0.75	m²	165	124	2
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	3,315		124		281		
	재경비 (순공사비의 50%)	1,658		62		141		
	합계	4,973		186		422		
개략공사비 총계(천원)		5,581						

바. 종합결론

- 대상 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 국부적으로 손상이 발생하였으나 시설물의 전반적인 안전성 및 기능성에는 특별한 문제가 없는 상태로서 주기적인 점검을 통한 관리를 시행한다면 대상시설물의 사용성은 확보될 수 있을 것으로 판단된다.

63.2.4 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	영천절토63		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.150	B	인장균열 없음
구조안전성능	0.080	A	특이파괴 유형 없음
안전성능	0.150	B	
안전성능 결과	○ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ○ 안전성능평가 결과 : B등급		

나. 내구성능평가 결과

평가항목	등급	등급 점수 (a)	가중치 (b)	결합지수 (a) × (b)
지반상태(암반)	a	0.08	0.33	0.026
절리상태 및 풍화진행도	c	0.43	0.53	0.228
표면보호공	a	0.08	0.14	0.011
결합도 지수				0.265
등 급				B

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	영천절토63		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.150	B	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.265	B	0.2	
종합평가 결과	○ 사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn))$ $= (0.150 \times 0.8) + (0.265 \times 0.2) = 0.173$ ○ 종합평가 결과 : B등급			

라. 종합결론

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

63.2.5 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 63.2.2】 수집자료 검토결과 및 점검방향

구 분	내 용	비 고
설계도서	○현장조사 시 준공도면과 비교·검토 후 상이할 경우 외관조사망도를 실측치와 동일하게 작성 하고, 과업을 진행토록 함	
시설물관리대장	○관리대장의 내용과 설계도서를 비교 검토한 결과, 상이한 내용은 없으며, 정밀한 현장조사를 실시하여 향후 유지관리를 위한 사항들을 관리대장에 수록함	
시공관련자료	○안전, 품질, 공정 및 변경 등에 관한 검토를 통해 합당한 공사가 시행 된 것으로 확인되었고, 안전점검 기록 및 현장시험을 통해 품질의 현 상태를 분석하고 확인함	
안전점검 및 정밀안전점검자료	○점검이력을 검토한 결과, 시설물의 손상 및 상태가 확인되었고, 기존점검 결과를 비교·검토하여 손상 확인, 보수여부 확인 후 대책방안을 검토함	
보수보강자료	○일괄보수 보다는 하자보수를 통하여 단계적인 예방 보수가 시행되었고, 기보수부 상태를 확인하여 재손상 발생여부를 확인함	
중 점 관리사항	○기존점검 중점유지관리사항을 확인한 결과, 풍화구간, 배수로 균열, 점검계단 식생관리를 확인하였고, 급회 점검시 세심한 점검을 실시함	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 기준 정밀안전점검 총2회, 정기점검 총10회, 2중 성능평가 1회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적절하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

63.2.6 시설물 보수 이력

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

【표 63.2.3】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	전구간	배수로 균열보수(하자)	-	-	-	

63.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 63.2.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	-	-

63.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

63.3 현장조사 및 시험

63.3.1 현황 및 특성

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

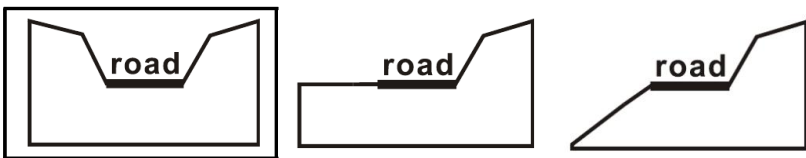
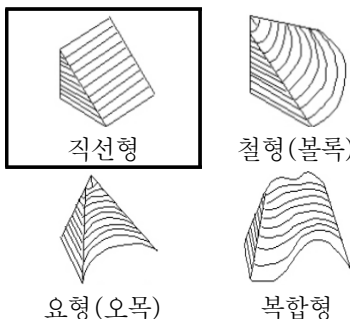
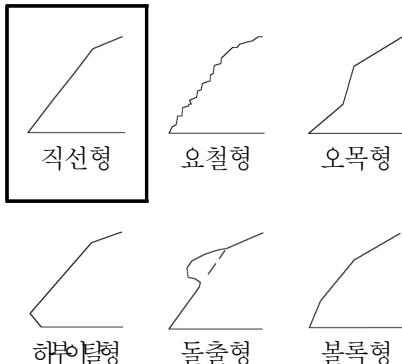
가. 일반현황 조사결과

【표 63.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2023. 08. 08.	조 사 자	이 상 훈
일 기	맑음	준공년도	2017년 06월 27일
행정구역	경상북도 영천시 고경면 대성리		
위 경 도	시점 : 35° 18′ 16.0″ 127° 48′ 33.0″		
	종점 : 35° 18′ 24.0″ 127° 48′ 20.0″		
절토사면	길 이 : 440.0m		높 이 : 33.6m
	경 사/경사방향 : 45/053		
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 1.0~3.0m
	소 단 : 3		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -		
	뜯돌 존재유무 : 없음		뜯돌의 양 : -
	뜯돌 평균크기 : - 뜯돌 최대크기 : -		
절토사면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	산마루 측구	89.518~89.528k	재료분리
	소단배수로	89.528~89.618k, 89.688~89.768k 89.868~89.898k	균열, 토사퇴적
	낙석방지울타리	89.528~89.778k, 89.838~89.918k	양호
	야생동물유도울타리	89.518~89.528k, 89.778~89.838k 89.918~89.958k	양호
	점검용 계단	89.578k, 89.718k, 89.928~89.958k	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타	.		

나. 사면특성 조사결과

【표 63.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토사면의 특성	종 횡 단 면			종 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도		0°			
	인장균열		무			
	포행흔적		무			
	수목의 기울어짐		무			
	인공구조물		무			
	산마루측구		유			
	계곡부		2개소			
식 생	① 종 류		초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수
	② 밀 도		하	하	-	-
	③ 근계특징		천근성 (O), 심근성 ()			

다. 사면 구간분할 결과

사면의 구간분할 기준

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

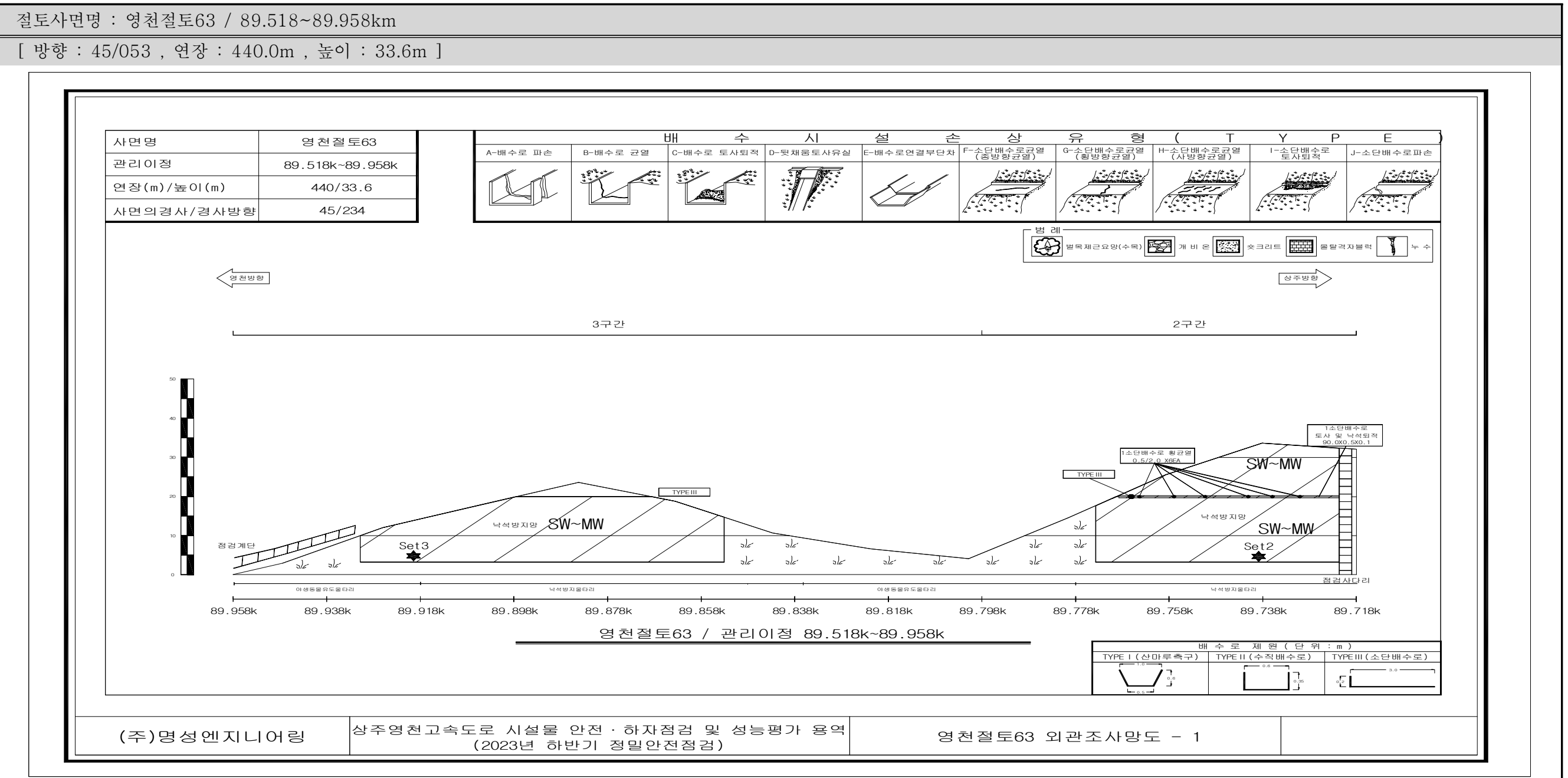
현장조사, 재료시험 및 상태평가는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부, 국토안전관리원), 지형특성, 절토사면 시공현황, 사면의 유지관리 및 점검시 외관조사망도 직관성(상주기점 가까운 쪽을 1구간) 등을 종합적으로 고려하여 다음 표와 같이 3개의 구간으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 63.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	사면분류	비 고
1구간	89.518~89.658	140.0	27.0	파쇄암반	
2구간	89.658~89.798	140.0	33.6	파쇄암반	
3구간	89.798~89.958	160.0	25.0	파쇄암반	

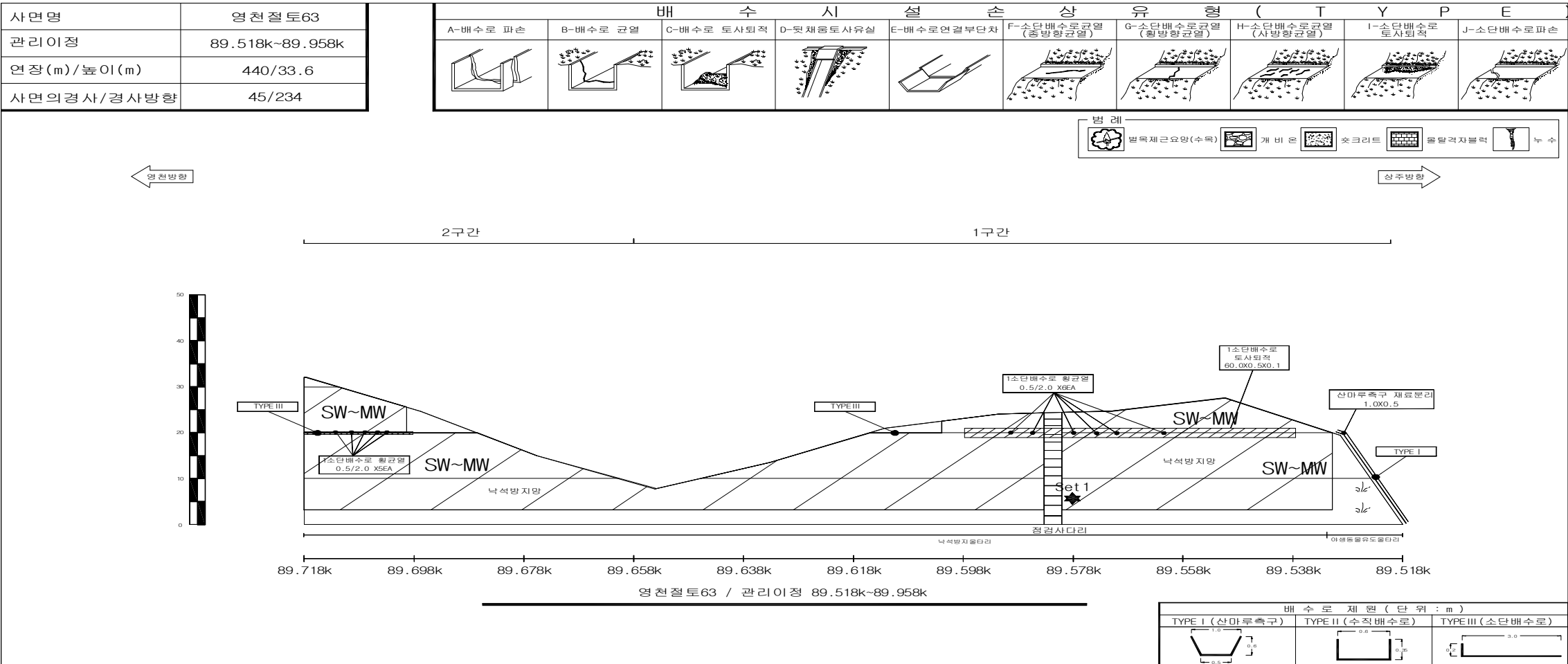
63.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



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

절토사면명 : 영천절토63 / 89.518~89.958km

[방향 : 45/053 , 연장 : 440.0m , 높이 : 33.6m]



(주)명성엔지니어링

상주영천고속도로 시설물 안전·하자점검 및 성능평가 용역
(2023년 하반기 정밀안전점검)

영천절토63 외관조사망도 - 2

Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set 1			Set 2			Set 3		
													J1	J2	J3	J1	J2	J3	J1	J2	J3
												방향		11/213	82/125	80/205	10/128	82/126	83/022	10/088	71/225
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 거칠	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	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.	5	틈새	5	5	5	5	5	5	5	5
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.	3	거칠기	5	5	5	3	3	3	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
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	풍화도	3	3	3	1	1	1	1	1

63.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 영천절토63의 관리이정 89.518~89.658k의 구간으로 연장 140.0m, 높이 27.0m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 보호공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

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

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 보호공이 시공되어 있으며, 양호한 상태로 확인되었다.
- 14.534k 부근의 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~보통풍화(MW) 정도로 판단된다. 점검결과, 특이손상은 없고, 식생활착이 양호한 상태로 조사되었다.

3) 사면하부

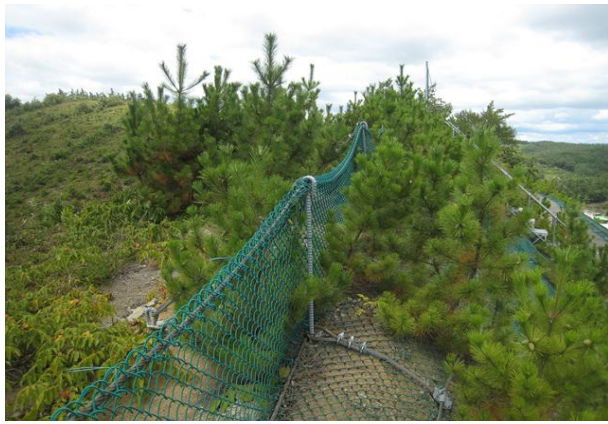
- 사면하부는 L형측구, 낙석방지울타리 등이 설치되어있으며, 구조물의 변형 및 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 이격거리는 0.5~1.0m정도의 거리를 유지하고 있다.

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지울타리(89.528~89.658k), 야생동물유도울타리(89.518~89.528k), 점검계단(89.578k)이 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로, 산마루측구가 시공되어 있다.
- 점검결과, 소단배수로 89.578k 균열(0.5/2.0*6ea), 토사퇴적(60.0*0.5*0.1)이, 산마루측구 89.528k 재료분리(1.0*0.5)가 조사되었다.
- 상기 발생한 손상은 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수, 단면보수가 필요하다.
- 토사퇴적은 장기공용에 따른 지표수에 의한 유실된 토사가 퇴적된 것으로 판단되며, 배수로의 원활한 배수기능을 위해 청소를 실시하는 유지관리가 요망된다.

			
현 황	89.578k 소단배수로 균열(0.5/2.0)	현 황	89.578k 소단배수로 균열(0.5/2.0)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주입보수	대 책	주입보수
			
현 황	89.578k 소단배수로 토사퇴적(60.0*0.5*0.1)	현 황	89.528k 산마루측구 재료분리(1.0*0.5)
원 인	지표수유입, 표층유실	원 인	다짐미흡
대 책	주입보수	대 책	단면보수
			
현 황	1구간 상부 자연사면 전경	현 황	하단(이격부) 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-

【사진 63.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

【표 63.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	심한풍화	—	—	—	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	12.00	6	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	3.00	1	청소	
	산마루측구 재료분리	m ²	0.50	1	단면보수	

나. 2구간

2구간은 영천절토63의 관리이정 89.658~89.798k의 구간으로 연장 140.0m, 높이 33.6m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 보호공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

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

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 보호공이 시공되어 있으며, 양호한 상태로 확인되었다.
- 낙석방지망내 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도로 판단된다. 사면의 심한풍화구간은 공용기간이 증가함에 따라 지표수 유입 및 해빙기(동결융해작용)에 의해 불연속면 충전물 유실 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검을 통해 상태확인이 필요하다.

3) 사면하부

- 사면하부는 L형측구, 낙석방지울타리 등이 설치되어있으며, 구조물의 변형 및 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 이격거리는 0.5~1.0m정도의 거리를 유지하고 있다.

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

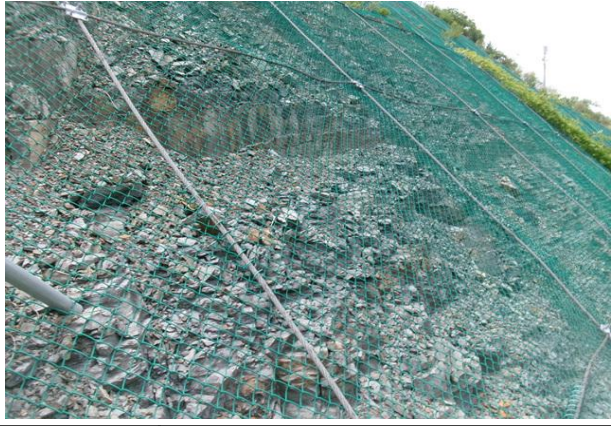
- 부대시설로는 낙석방지울타리(89.658~89.778k), 야생동물유도울타리(89.778~89.798k), 점검계단(89.718)이 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로가 시공되어 있다.
- 소단배수로 89.708k 균열(0.5/2.0*5ea), 89.748k 균열(0.5/2.0*6ea), 89.728k 토사퇴적(90.0*0.5*0.1)이 조사되었다.
- 상기 발생한 손상은 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생된 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수가 필요하다.
- 토사퇴적은 장기공용에 따른 지표수에 의한 유실된 토사가 퇴적된 것으로 판단되며, 배수로의 원활한 배수기능을 위해 청소를 실시하는 유지관리가 요망된다.

			
현 황	89.708k 소단배수로 균열(0.5/2.0)	현 황	89.738k 소단배수로 균열(0.5/2.0)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	균열보수	대 책	주입보수

【사진 63.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	89.748k 소단배수로 균열(0.5/2.0)	현 황	89.728k 소단배수로 토사퇴적(90.0*0.5*0.1)
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	지표수유입, 풍화, 표층유실
대 책	균열보수	대 책	청소
			
현 황	상단 사면 심한풍화	현 황	하단 사면 심한풍화
원 인	풍화	원 인	풍화
대 책	주의관찰	대 책	주의관찰

【사진 63.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황

【표 63.3.5】 2구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	심한풍화	—	—	—	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	22.00	11	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m³	4.50	1	청소	

다. 3구간

3구간은 영천절토63의 관리이정 89.798~89.958k의 구간으로 연장 160.0m, 높이 25.0m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 보호공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 인장균열 및 이완암괴, 지반의 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다.

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 보호공이 시공되어 있으며, 양호한 상태로 확인되었다.
- 낙석방지망내 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 약한풍화(SW)~심한풍화(HW) 정도로 판단된다. 사면의 심한풍화구간은 공용기간이 증가함에 따라 지표수 유입 및 해빙기(동결융해작용)에 의해 불연속면 충전물 유실 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검을 통해 상태확인이 필요하다.

3) 사면하부

- 사면하부는 L형측구, 낙석방지울타리 등이 설치되어있으며, 구조물의 변형 및 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 이격거리는 0.5~1.0m정도의 거리를 유지하고 있다.

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지울타리(89.838~89.918k), 야생동물유도울타리(89.798~89.838k, 89.918~89.958k), 점검계단(89.928~89.958k)이 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로가 시공되어 있다.
- 점검결과, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

			
현 황	상부자연사면 전경	현 황	하단 사면 심한풍화
원 인	상태양호	원 인	풍화
대 책	—	대 책	주의관찰
			
현 황	도로, 낙석방지울타리 전경	현 황	점검계단 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	—	대 책	—

【사진 63.3.3】 3구간 외관조사 결과 주요현황

【표 63.3.6】 3구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	심한풍화	—	—	—	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	

63.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 63.3.7】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	심한풍화	주의관찰
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적 산마루측구 재료분리	주입보수 청소 단면보수
부대시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 계곡부는 2개소가 확인되었다. 사면부 심한풍화 구간은 지표수유입 및 동결융해작용으로 인해 진전의 될 수 있으므로, 지속적인 주의관찰이 요망된다. 배수시설에 균열 및 토사퇴적, 재료분리가 일부 조사되었고, 배수기능 확보를 위해 토사퇴적은 청소가 필요한 상황이다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

【표 63.3.8】손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	심한풍화	—	—	—	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	34.00	17	주입보수	
	소단배수로 토사퇴적	m³	7.50	2	청소	
	산마루측구 재료분리	m²	0.50	1	단면보수	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 전회 점검이후 추가적인 손상은 조사되지 않았다.

【표 63.3.9】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2021년)		금회(2023년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	
배수시설	소단배수로 균열	m	34.00	17	34.00	17	—	
	소단배수로 토사퇴적	m³	7.50	2	7.50	2	—	
	산마루측구 재료분리	m²	0.50	1	0.50	1	—	

63.3.5 재료시험

영천절토63은 비탈면 분류결과 암반사면으로 판정되었고, 암반사면 재료시험인 슈미트해머를 이용한 반발경도시험 및 풍화등급, 불연속면 특성조사를 분할된 구간별로 시험을 실시하였다.

가. 반발경도시험

1) 반발경도시험 위치 및 결과

암반용 슈미트해머를 이용한 반발경도시험은 구간별로 1회씩 강도조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 세부시험값은 부록에 첨부하였다.

【표 63.3.10】 반발경도시험 결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 89.578km	50.3	103.8	보통암	
2구간 89.738km	52.3	113.8	경암	
3구간 89.918m	46.1	85.6	보통암	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 46.1~52.3로 측정되었으며, 추정강도 85.6~113.8MPa로 보통암~경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

2) 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 반발경도시험 후 값을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 조사위치와 기타 요인으로 인해 다소 차이가 발생하였으나, 대체적으로 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 평가되었다.

【표 63.3.11】 이전 정밀안전점검과의 반발경도 비교

구 분	위 치	전회(2021년)		금회(2023년)		비고
		반발경도	추정강도(MPa)	반발경도	추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	50.8	106.0	50.3	103.8	보통암
	2구간	52.7	116.1	52.3	113.8	경암
	3구간	46.1	85.6	46.1	85.6	보통암

나. 불연속면 조사

1) 불연속면 조사 위치

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

		
경사/방향 측정	거칠기 측정	간격 측정

【사진 63.3.4】 불연속면 측정 현황

2) 불연속면 조사 결과

불연속면 조사는 구간별로 각 3개조를 실시하였으며, 불연속면의 특성 조사결과는 다음의 표와 같다.

【표 63.3.12】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간(Set1)		
	J1	J2	J3
방향성	11/213	82/125	80/205
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	거칠음	거칠음	거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만
풍화도	MW	MW	MW

【표 63.3.13】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간(Set2)		
	J1	J2	J3
방향성	10/128	82/126	83/022
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	HW	HW	HW

【표 63.3.14】 3구간 불연속면조사 결과표

구 분	3구간(Set3)		
	J1	J2	J3
방향성	10/088	71/225	79/232
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	거칠음	거칠음	거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만
풍화도	HW	HW	HW

【표 63.3.15】 이전 점검 불연속면조사 결과표

구 분	2021년 정밀안전점검		
	1구간	2구간	3구간
방향성	11/213	10/128	10/088
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	거칠음	약간 거칠음	거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만
풍화도	MW	HW	HW

63.4 상태평가

63.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 440m의 사면으로서, 지반특성에 따른 사면분류를 실시하였고 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 3구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 표기하였다.

【표 63.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	89.518~89.658km	140m	암반사면	Set1
2구간	89.658~89.798km	140m	암반사면	Set2
3구간	89.798~89.958km	160m	암반사면	Set3

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면 (2022.12, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 63.4.2]에 수록하였다.

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

- 토층심도율(SR)

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

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

- 암반의 블록크기 비(BR)

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

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

Ib(블록크기 지수) : Si의 산술평균

Slope height(사면의 연직 최고높이)

【표 63.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류 기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{27.0} = 0.11$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 103.8MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.2, \frac{I_b}{H} = \frac{0.2}{27.0} = 0.007$ 로 0.01미만	파쇄암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{33.6} = 0.09$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 113.8MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.25, \frac{I_b}{H} = \frac{0.25}{33.6} = 0.007$ 로 0.01미만	파쇄암반	
3구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{25.0} = 0.12$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 85.6MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.2, \frac{I_b}{H} = \frac{0.2}{25.0} = 0.008$ 로 0.01미만	파쇄암반	

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

다. 강우량

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

본 사면은 영천에 위치한 사면으로 기상청자료(최근 30개년)를 획득하여 다음에 정리하였다.

구분	일 최대 강우량(mm)									
일시(year)	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
강우량(mm)	76.5	43.0	122.0	109.0	101.5	111.5	104.0	95.0	118.0	135.5
일시(year)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
강우량(mm)	159.0	79.5	54.5	99.0	90.0	76.5	82.0	102.5	141.0	129.0
일시(year)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
강우량(mm)	156.0	128.0	102.0	125.5	96.5	94.0	121.5	110.6	95.6	71.0
평균(mm)	104.3									

63.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 63.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토63		표번호	[표 63.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	89.518~89.658km	
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	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
		위 치	규모		
1-4	—	—	—	0	
조사일시	2023. 08. 08		조사자	이 상 훈	

【표 63.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토63		표번호	[표 63.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	89.518~89.658km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	11°	2		
1-7		절리상태	보통(절리상태 점수 2.8점)	3		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	2		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	104.3mm(영천)	4	4	
		지하수위	사면 높이의 1/3	1		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		불량	3		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2023. 08. 08		조사자	이 상 훈		

나. 2구간 상태평가 조사결과표

【표 63.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토63		표번호	[표 63.4.5]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	89.658~89.798km	
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	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
		위 치	규모		
1-4	—	—	—	0	
조사일시	2023. 08. 08		조사자	이 상 훈	

【표 63.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토63		표번호	[표 63.4.6]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	89.658~89.798km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	10°	2		
1-7		절리상태	보통(절리상태 점수 3.2점)	3		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	2		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	104.3mm(영천)	4	4	
		지하수위	사면 높이의 1/3	1		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		불량	3		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2023. 08. 08		조사자	이 상 훈		

다. 3구간 상태평가 조사결과표

【표 63.4.7】 사면 손상상태 조사결과표 (3구간)

시설물명	영천절토63		표번호	[표 63.4.7]	
조사영역번호	3구간		조사영역 위치	89.798~89.958km	
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	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
		위 치	규모		
1-4	—	—	—	0	
조사일시	2023. 08. 08		조사자	이 상 훈	

【표 63.4.8】 사면 파괴요인 조사결과표 (3구간)

시설물명	영천절토63		표번호	[표 63.4.8]		
조사영역 번호	3구간		조사영역 위치	89.798~89.958km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	10°	2		
1-7		절리상태	보통(절리상태 점수 3.0점)		3	
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	45°	2		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	104.3mm(영천)	5	5	
		지하수위	사면 높이의 1/3	1		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2023. 08. 08		조사자	이 상 훈		

라. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 2, 3구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.24로서 평가결과는 “B”로 산정되었다.

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

【표 63.4.9】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토32				표번호
근거표번호			[표 63.4.3], [표 63.4.4]				[표 63.4.7]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	3	c	18	f2=0.35	c
		⑥ 절리경사-사면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	4	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	3	d			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					18	F=0.24	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 18 / 52 = 0.35 ○ 상태평가등급(F) : 18 / 76 = 0.24					

【표 63.4.10】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			영천절토32				표번호
근거표번호			[표 63.4.5], [표 63.4.6]				[표 63.4.8]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	3	c	18	f2=0.35	c
		⑥ 절리경사-사면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	4	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	3	d			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					18	F=0.24	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 18 / 52 = 0.35 ○상태평가등급(F) : 18 / 76 = 0.24					

【표 63.4.11】 상태평가결과 산정표(3구간)

시설물명			영천절토32				표번호
근거표번호			[표 63.4.7], [표 63.4.8]				[표 63.4.11]
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	3	c	16	f2=0.31	c
		⑥ 절리경사-사면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	4	c			
	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 63.4.12】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		3구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토63	0.24	B	0.24	B	0.21	B	0.24	B

마. 공중이 이용하는 부위

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

바. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 상태평가 후 그 값(등급)을 비교하여 수록하였다. 전회점검과 비교시, 강우량의 점수가 하향되어, 결함지수는 감소하였으나, 등급은 B로 동일한 상태이다.

【표 63.4.13】이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
전회 정밀안전점검	0.25	B	
금회 정밀안전점검	0.24	B	

63.5 종합평가 및 안전등급 지정

63.5.1 종합평가 결과

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

【표 63.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토63		표 번 호	【표 63.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.24	B	근거표번호	【표 63.4.9】
	2구간	0.24	B		【표 63.4.10】
	3구간	0.21	B		【표 63.4.11】
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.24	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

63.5.2 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 63.5.2】 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

63.6 보수·보강 및 유지관리방안

63.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 63.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	심한풍화	—	—	—	—	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	34.00	51.00	m	65	3,315	1
	소단배수로 토사퇴적	청소	7.50	11.25	m³	25	281	3
	산마루측구 재료분리	단면보수	0.50	0.75	m²	165	124	2
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	3,315		124		281		
	재경비 (순공사비의 50%)	1,658		62		141		
	합계	4,973		186		422		
개략공사비 총계(천원)		5,581						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

63.6.2 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 63.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	• 심한풍화구간 → 현재 낙석방지울타리 및 낙석방지망 설치로 안전성에는 문제가 없는 상태이나, 장기공용시 지표수유입 및 동결융해로 인한 충전물유실이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검으로 통해 손상의 발생유무에 대한 확인	
배수 시설	• 배수로 토사퇴적 구간 → 정비가 필요하며, 이후에도 재손상 발생에 대한 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요	
보호 시설	• 점검계단 식생 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	

63.7 종합결론

63.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한 풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 계곡부는 2개소가 확인되었다. 사면부 심한풍화 구간은 지표수유입 및 동결융해작용으로 인해 진전의 될 수 있으므로, 지속적인 주의관찰이 요망된다. 배수시설에 균열 및 토사퇴적, 재료분리가 일부 조사되었고, 배수기능 확보를 위해 토사퇴적은 청소가 필요한 상황이다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 46.1~52.3으로서 추정강도 85.6~113.8MPa로 보통암~경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1, 2, 3구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.24로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 지반상태, 배수조건으로 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.

63.7.2 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.

63.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 배수시설의 토사퇴적은 정비가 필요하며, 심한풍화와 함께 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

63.7.4 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.