

44. 상주절토44

44.1 시설물 개요

44.2 자료수집 및 분석

44.3 현장조사 및 시험

44.4 상태평가

44.5 종합평가 및 안전등급 지정

44.6 보수·보강 및 유지관리 방안

44.7 종합결론

44. 상주절토44

44.1 시설물의 개요

상주절토44는 경상북도 영천시 신녕면 화성리(상주영천고속도로 66.378~66.678km)에 위치한 사면으로서 총 연장 300.0m, 높이 35.0m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다.

44.1.1 일반사항

【표 44.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000053		관리번호	SY SL44
시설물명	상주절토44		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경상북도 영천시 신녕면 화성리		
	위치좌표	시점 : 36° 02′ 51.0″ 128° 48′ 01.0″		
		종점 : 36° 02′ 56.0″ 128° 47′ 50.0″		
	관리이정	66.378~66.678km		
	공구이정	8공구 STA.1+020~1+320		
제 원	연 장	300.0m	높 이	35.0m
	경사/방향	50/212	노 선	고속국도 301호선
관리주체	상주영천고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변지형	산악지형	상부사면경사	45°
시공현황	준공년도	2017	시 공 자	(주)대우건설
	부대시설	점검로, 배수로, 산마루측구, 낙석방지울타리		
비 고				

44.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 44.1.1】 위치도

2023년 정밀안전점검(금회)



2021년 정밀안전점검(전회)



【그림 44.1.2】 전경사진

	
사면 낙석방지망 전경	소단배수로 전경
	
산마루측구, 점검계단 전경	수직도수로 전경
	
하단(이격부) 전경	점검계단 전경

【그림 44.1.3】 부재별 현황

[illegible]

II - 44 - 6



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 변성암 상부를 부정합으로 놓인 사암, 역질사암, 역암, 니질암(세일 및 이암) 등으로 이루어지는 중생대 경상누층군의 퇴적암류들이 넓게 분포
- 조사지역의 구성암석은 충적퇴적과 호성환경에서 변화되는 양상으로 해당지역에 분포하는 충산층(반아질층)의 경우에는 니질층이 매우 우세한 호성 퇴적암류



가. 지형특성

산 계

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

수 계

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

47

나. 분포암종 특성

구 분	지 질 특 성
충산층	• 총 두께는 700m 내외이며 암회색 및 자색 이암과 실트암, 암회색 세일 및 사암으로 구성된다. 최하부는 2~3m 두께의 구산동층 회암층으로, 중부는 기사들 역암으로 특징 지워진다. 구산동층회암은 주로 화산기암의 장석 및 석영입자들과 화산회 기질로 구성되었으나, 수류퇴적물 지시하는 층리 및 모암을 갖고며, 식물의 줄기와 잎 화석들이 산출된다(Tatewaka, 1929)
사각층	• 하판은 점각층의 유입암이 끝나고 자색 이암과 실트암이 합쳐지기 시작하는 층이며, 상판은 충산층의 퇴적암인 구산동층회암의 퇴적암이다. 총 두께는 군위에서 2,000m 이상 남쪽으로 점차 감소되어 김천에서는 250m에 불과하다. 주요 구성암석은 자색 이암과 실트암 및 녹색 실트암 및 녹색 사암이며, 중부에는 황회암 사암도 협재된다. 자색 이암은 상부에서 우세하며, 석회질 단리는 거의 발달되지 않으나, 건립, 연촌, 사송리가 발달되고 생충화석들이 흔하다. 식물 화석으로 <i>Freneopsis cf. parcaerosa Fontainei</i> 이 보고되었다(Tatewaka, 1929).

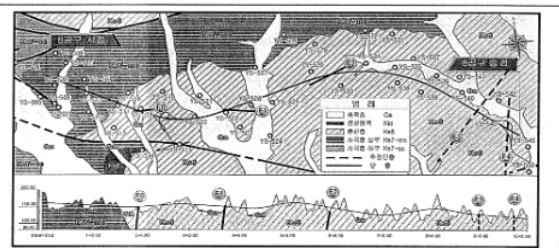
다. 지질 개동도

지질시대	층 역	특 성	비 고
제4기	충적층(Qu)	• 현상 및 산속 퇴적물	
	중생암맥(Kid)	• 괴상의 지질	• 전 구간에서 기반암을 관입
	화강암(Kgr)	• 괴상의 지질	• 3지구 중절부
	원생암	• 주로 퇴적암으로 구성	• 노선과 교차하지 않음
	안산암질암(Kat)	• 주로 퇴적암으로 구성	• 관입 및 분출
	신양동층(Ko9)	• 암회색 이암 및 세일과 사암이 교호대	• 10지구 중절부
	충산층(Ko8)	• 암회색, 녹색, 적색 이암 및 세일	• 10~8지구에 걸쳐 분포
	사각층(Ko7)	• 암회색, 녹색, 적색 이암 및 세일	• 8지구 사면
	점각층(Ko6)	• 암회색, 녹색, 적색 이암 및 세일과 사암이 교호대	• 8지구 사면과 7지구 중절
	구계동층(Ka5-2)	• 사암, 미사암 및 미사질 세일 및 이암(니질 우세)	• 7지구 중절 및 중앙부
	후원동층(Ka5)	• 사암, 적색 미사질 세일, 적색퇴적물 및 역암(사질 우세)	• 7지구 사면부
	구미동층(Ka5-1)	• 사암, 적색 미사질 세일, 적색퇴적물 및 역암(사질 우세)	• 6지구 중절부
	말각층(Ko4)	• 사암, 적색 미사질 세일, 역암	• 6지구 중앙 및 중절

48

4.1.3 과립구간 지질분포 특성

가. 상세 지표지질조사



① 주요 노두 특성분석

노두 사진	특 성
	• 사각층 상부(노두No.YS-202) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/162 • JH=84/208, J2=64/098
	• 사각층 하부(노두No.YS-504) • 녹색 및 적색 니질암 • 층리방향 : 32/148, 단층단향 : 66/056 • 단층 비치 5mm, 단층 폭 0.5m • JH=88/264, J2=82/042, J3=67/318
	• 사각층 상부(노두No.YS-505) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/169 • JH=82/271, J2=78/340
	• 사각층 상부(노두No.YS-506) • 적색 니질암 • 층리방향 : 22/166, 소단층방향 : 87/048 • JH=68/348, J2=69/240, J3=72/116 • 폭 0.5m, 파쇄대 1m정도, 단층 각력암 존재

53

나. 지질 각본

• 아래는 1:5만 산형도(원종관 외, 1980)의 내용이다.
이 지역의 지질은 백악기 퇴적암과 화강암으로 구성되어 있다. 백악기 퇴적암들은 경상누층군 하양군에 속하는 함안층(사각층), 반아암층(충산층)과 자갈층이고 화강암류는 이들을 관입한 아화산암류, 신성암류, 반성암류로 구분된다. 퇴적암은 함안층과 자갈층에서 호른콘스로 편성되었다(그림 3). 사각구간은 화성 소분지의 남단에 자리잡고 있어 유원 소분지와 관계를 해석하는데 매우 중요한 지역이다.

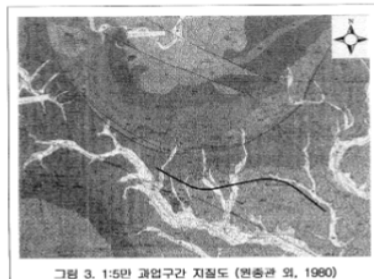


그림 3. 1:5만 과립구간 지질도 (원종관 외, 1980)

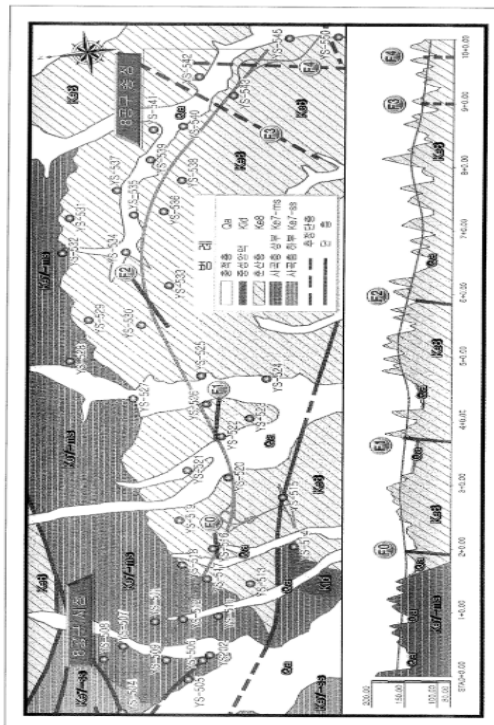
• 나동군을 퇴적암에서 신석기암 퇴적암이 이르기까지 관공산에서 경계로 하여 퇴적 환경과 차이를 보여 주었으나 본지에 분포하는 함안층 및 반아암층은 지질구조의 해석으로서 유원 소분지의 것과 연결이 가능한 것으로 보여 퇴적암류의 층이 관계는 매우-대규모-단층의 단층면이 부분된 것을 그대로 사용하였다. 그러나 노고산 화강암내에 분포하는 호른콘스로된 퇴적암들은 반아암층 상부 또는 자갈층(진원층)하부에 대비되는가에 대해서는 결정짓기 곤란하다. 따라서 그들은 화산층이라 명명하였다.
• 백악기 퇴적암들은 주로 본지의 남부에 넓게 분포하며 북부에서는 화강암체의 관입에 의하여 불규칙적인 분포를 보여준다. 화강암류는 본지의 서북부에 분포하는 아화산암체(Sub-volcanics)와 수기단층암의 하대에 따라 관입한 화강암체로 크게 구분된다.
• 아화산암체는 백악기에 활동했던 화산체의 뿌리 부분이 상승운동과 침식에 의하여 노출된 것이다. 아화산체의 주변에 발달하는 노고산 화강암들은 이러한 현상이 끝드론(Cauldron)과 관계있음을 알릴 수 있다.
• 수기단층을 따라 분포하는 화강암체는 주변상으로서 곳에 따라 암절을 달리하기도 하나 암체의 핵으로 관수동 화강암체에서는 화강암을 절이되는 것으로 보여 불국사 화강암과 동일인 것이다.
• 퇴적암류: 이 지역에 분포하는 퇴적암들은 신라층군의 함안층, 반아암층과 화산층이다. 과립구간은 화성 소분지의 남단에 위치하나 영천-하양리 일대에 분포하는 반아암층이 계속 발달하며 지질구조도 보아 그의 화위에 적색층의 함안층이 유원 소분지내에서 동일인 층이 관계된 것으로 보인다. 따라서 이 지역에 분포하는 퇴적암들은 유원 소분지내에서의 층서로 그대로 적용시켜도 옳으리라 믿어진다. 함안층과 반아암층의 경계는 양자가 점이적인 관계를 이루므로 적색층과 녹색층의 호른콘스로 양쪽 우세함을 보여주는 층에서 설정하였다. 즉 지층 구분의 Key bed가 없으므로 경계의 설정은 지층의 두께 50m 범위내에서 유동성이 있는 것으로 판단된다.

Π - 44 - 10

- 작기부 감소당 2개소 이상 수행
- 작기구간 최대 절토고 선정

일반 분야	한도수출가능성, 철도건설, 환경기술협력역역 및 수출가능성 분류기준에 따라 송파호, 송파강, 양호, 모감항 및 경향양호 분류하고 더 넓어진 Rock Type으로 표시하고 RMR 및 암석의 외해에 대한 임박을 분류하고 분류를 수행함
기재 방법	암석의 풍화상태, 불연속면의 간격 : 강도 및 암질표치는 ISRM(국제암반역학회)의 분류 방법에 의거 분류 조사자에서 지층은 시추코어를 암석시험 및 육안관찰하여 American Institute of Professional Geologist에서 제시한 "공학적 목적을 위한 암석시료의 채취방법 및 시추주상도 작성방법"에 의거하여 시추주상도 작성
기술 내용	· 석, 불연속면의 간격과 상태, 풍화상태, 강도, 암석명 등을 기술함 · 석 : 암석의 기조색(황색, 갈색, 회색, 흰색 및 녹색에 해당), 광(전면)의 명암 및 층 색의 시술용어를 사용함 · 절로, 풍화절로, 폐쇄절로는 암석분류 기준에 의거하여 분류 · 시추주상도에는 암석명, N지, RQD, 시추방향지, 주상도 작성일자, 주상도 검토자, 조사회사 및 불연속면 특성에 관한 중요자료(임의면의 풍화상태, 절로, 간격, 결사, 거칠기 등)를 차례하여 기재함

표준	영양	특징	RMR	O ₂	탄산피속 (km/s)	압축압축 (MPa)	크아 비율
I	경암	변질상이 있고 풍화, 변질 및 물리화, 화학적 거동과 변하지 않은 신선한 대곡상의 알갱이	100~81	60이상	3.4이상	100 이상	90이상
II	모조암	균일 질 현리가 다소 발달되어 있으며 일반적으로 절리가 존재하는 중상의 알갱이	80~61	5.8~60	2.6~3.4	80~100	70~90
III	연암	층리, 절리 및 권회 돌이 매우 발달된 상태이며, 파쇄대가 존재하는 소곡상의 알갱이	60~41	0.6~5.8	1.8~2.6	60~80	40~70
IV	중하회암	물리적, 화학적 영향으로 파쇄대가 매우 발달되고 절리가 불규칙적으로 발달된 파쇄상의 중하회 알갱이	40~21	0.1~0.6	0.99~1.8	25~60	40이하
V	중하회토	중하회석이 심하고 일부가 토괴화된 상태이며, 매우 쉽게 부서지고 쉽게 붕괴될 수 있는 알갱이	20이하	0.1이하	0.99이하	25 이하	-



8.1.1. 지질개요

- 파열구간은 백악기 경성분지의 주로 선충동굴과 하강굴이 분포하는 의성소분지의 동남부에 위치한다. 경성분지는 처음에는 일련의 북쪽 우기곡과 중곡, 대곡에 의해 분포하는 퇴적분지에 분화하여 대마도모로 불려왔다. 그 후 1961년 일본측은 수차례 대마도경 경성소분지를 경성소분지로 불칭하여 이르고 있으며, 또 경성분지라고 명명하였다. 경성분지의 분포는 남북방향인 정맥이 200km, 동서단축이 120km, 총 면적이 24,000km²에 달한다. 경성분지는 조선전쟁에 의해 형성된 3개의 소분지로 구성되어 있고, 이들은 다시 여러 개의 단층에 의해 파괴되어 있다(그림 1).

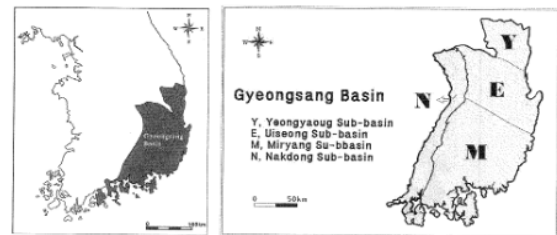


그림 1. 경상분지와 소분지 분포

- *경상지방은 암상 및 거저도에 의해 몇 개의 소문자로 구분된다. 분석지속에 남북방향의 대상으로 발달 하는 낙동산맥, 북쪽 끝에서 일출한 충장산맥(thrust)과 광동형 사이에 발달하는 영랑산맥, 안동 충장산맥 및 청량산맥과 팔공산맥 사이에 발달하는 의성(도래)산맥, 의주, 평강산 용맥과 이남지역에 발달하는 휴원(의령)소문자로 나누어진다(그림 1).
- *경상지방의 서쪽과 북쪽에는 경상중남부에 천령산맥이 속하는 변성지적암류와 규암류의 대토와 강간암류 등 화강암으로 되어 있으며 동부와 남부는 대마강암류와 단층암류로 신생대 파쇄되었 으며, 제3기층의 의해 부분적으로 남부지역과 동남 일대의 해저로 채우고 채워 발달되어 있다(그림 2).

44.2.2 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 44.2.1】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	상주절토44 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 폐자재 적재, 산마루측구 토사퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 추가 손상 발생여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2017. 11. 13 2017. 12. 28	인승철	양호	정비
2	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토44 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 폐자재 적재, 산마루측구 토사퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 추가 손상 발생여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 05. 28 2018. 06. 30	인승철	양호	—
3	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토44 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 폐자재 적재 및 균열, 산마루측구 토사퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 추가 손상 발생여부에 대한 주의관찰이 필요하다.
	2018. 10. 23 2018. 12. 31	인승철	양호	균열보수, 정비
4	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	275	상주절토44 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 폐자재 적재 및 균열, 산마루측구 토사퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 추가 손상 발생여부에 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	420	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 식생공, 낙석방지망이 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. 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	353	상주절토44 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 폐자재 적재 및 균열이 발생한 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, 정비
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	353	상주절토44 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 폐자재 적치 및 균열이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 손상의 진전방지 및 시설물의 원활한 유지관리를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2020. 08. 31 2020. 12. 31	인승철	양호	균열보수, 정비

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
8	2중 성능평가	(주)명성 엔지니어링	1,182	안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사·평가하였음. 상태안전성능평가 결과, 불연속면의 특성 및 지반 변형상태 등은 양호한 것으로 확인되었고, 상태안전성능평가 결과 A등급으로 평가됨. 일부 구간에서 소단배수로 균열이 조사되었으나, 현재 손상 상태는 경미한 결함으로 시설물의 안전성에 미치는 영향은 매우 미소한 상태임. 상기와 같은 사항을 종합적으로 분석한 결과, 외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준인 A등급으로 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 주의관찰하고 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	353	상주절토 44 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단 배수로 폐자재 적치 및 균열이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향을 미치는 손상은 아니나, 손상의 진전방지 및 시설물의 원활한 유지관리를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2021. 03. 08 2021. 06. 07	장진원	양호	균열보수, 정비

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
10	정밀안전점검	(주)명성 엔지니어링	504	배수시설 균열, 자재적치
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	균열보수, 정리, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	배수시설 균열 및 폐자재 적치
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	균열보수, 정비
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	배수시설 균열 및 폐자재 적치
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	균열보수, 정비
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	배수시설 균열 및 자재 적치
	2023. 04. 03 2023. 06. 16	정지운	양호	균열보수, 정비

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

가. 외관조사결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	상태양호	—
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 자재적치	주입보수 정리
보강시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 보통풍화(MW) 정도이다. 계곡부는 1개소가 확인되었고, 상단에 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 상부자연사면 및 사면부 식생은 양호한 상태로 확인되었으며, 특이손상이 없는 것으로 조사되었다. 배수시설에 균열 및 자재적치가 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 상태로, 균열에 대한 보수 및 정리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

나. 내구성 조사 및 시험결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 66.498km	48.8	96.8	보통암	
2구간 66.588km	51.1	107.5	경암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 48.8~51.1로 측정되었으며, 추정강도 96.8~107.5MPa로 보통~경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토44		표 번 호	【표 44.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.26	B	근거표번호	【표 44.4.7】
	2구간	0.24	B		【표 44.4.8】
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.26	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	10.0	15.00	m	65	975	1
	소단배수로 자재적치	주입보수	1.0	1.0	식	200	200	3
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	975		0		200		
	재경비 (순공사비의 50%)	488		0		100		
	합계	1,463		0		300		
개략공사비 총계(천원)		1,763						

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.

44.2.4 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	상주절토44		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.140	A	인장균열 없음
구조안전성능	0.080	A	특이파괴 유형 없음
안전성능	0.140	A	
안전성능 결과	○ 상태안전성능과 구조안전성능 등급 중 최소등급 선택. ○ 안전성능평가 결과 : A등급		

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	상주절토44		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.140	A	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.265	B	0.2	
종합평가 결과	○ 사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn))$ $= (0.140 \times 0.8) + (0.265 \times 0.2) = 0.165$ ○ 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.

44.2.5 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 44.2.2】 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.	

44.2.6 시설물 보수 이력

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

【표 44.2.3】 보수이력사항

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

44.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 44.2.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	-	-

44.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

44.3 현장조사 및 시험

44.3.1 현황 및 특성

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

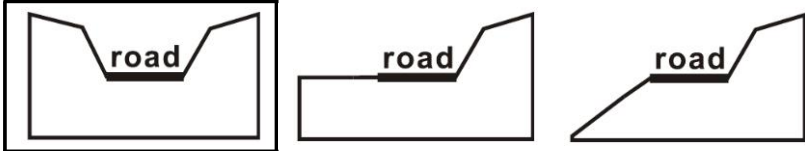
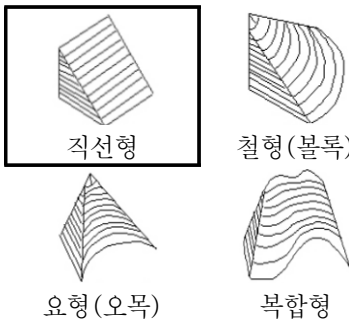
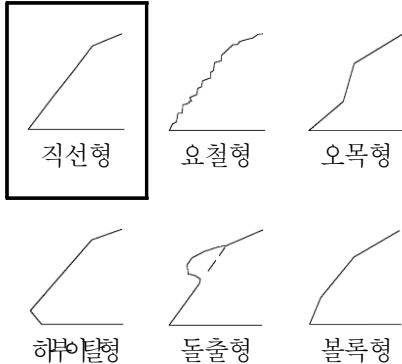
가. 일반현황 조사결과

【표 44.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2023. 08. 08.	조 사 자	이 상 훈
일 기	맑음	준공년도	2017년 06월 27일
행정구역	경상북도 영천시 신녕면 화성리		
위 경 도	시점 : 36° 02′ 51.0″ 128° 48′ 01.0″		
	종점 : 36° 02′ 56.0″ 128° 47′ 50.0″		
절토사면	길 이 : 300.0m		높 이 : 35.0m
	경 사/경사방향 : 50/212		
	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
	식생공	66.378~66.678k	양호
	산마루측구	66.378~66.678k	양호
	소단배수로	66.518~66.598k	균열
	수직도수로	66.508k, 66.678k	양호
	낙석방지울타리	66.478~66.598k	양호
	야생동물유도울타리	66.378~66.478k, 66.598~66.678k	양호
	점검용 계단	66.598K, 66.578~66.678k	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타	.		

나. 사면특성 조사결과

【표 44.3.2】 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		0~10°			
	인장균열		무			
	포행흔적		무			
	수목의 기울어짐		무			
	인공구조물		무			
	산마루측구		유			
	계곡부		1개소			
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

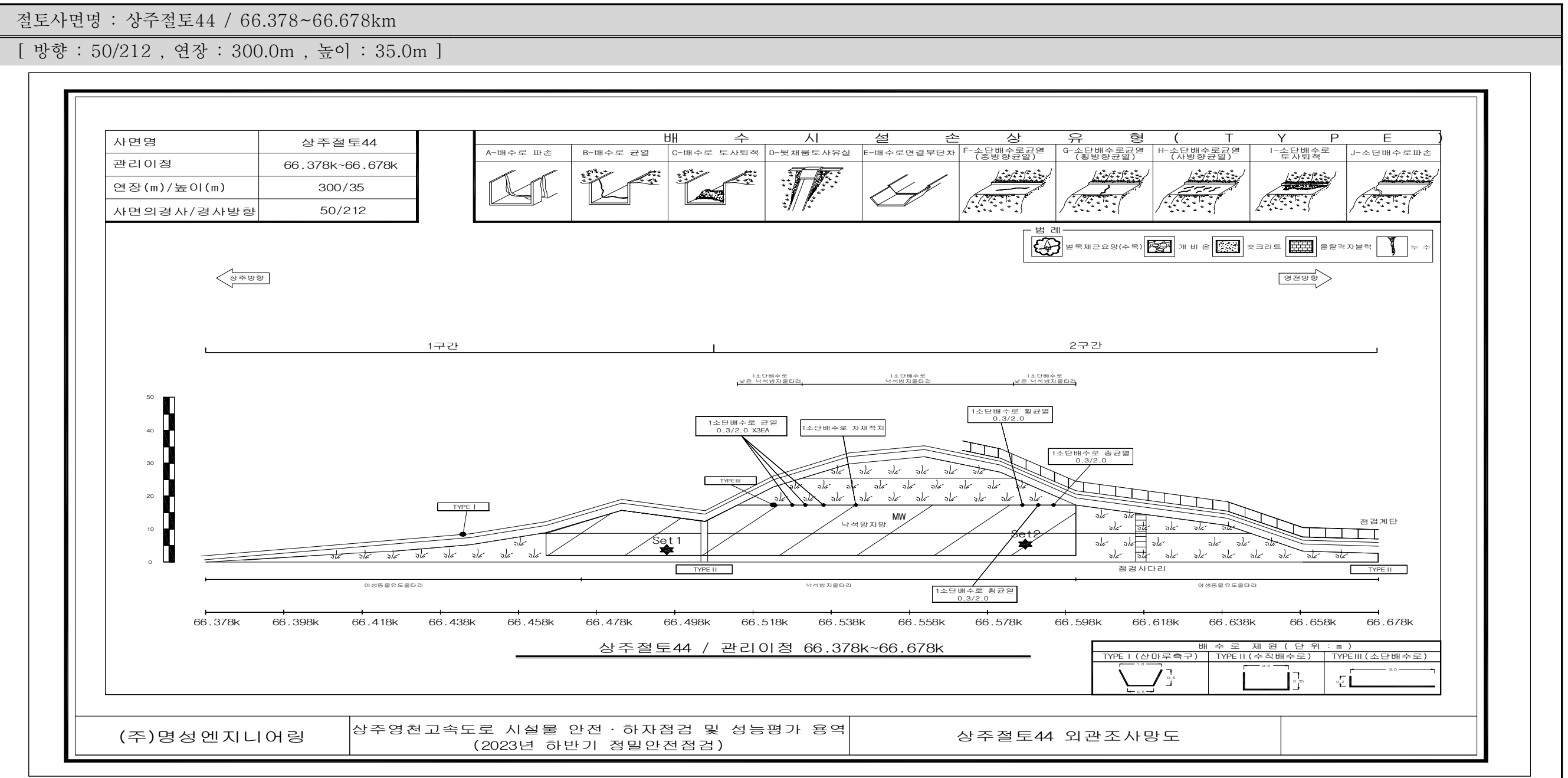
현장조사, 재료시험 및 상태평가는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부, 국토안전관리원), 지형특성, 절토사면 시공현황, 사면의 유지관리 및 점검시 외관조사망도 직관성(상주기점 가까운 쪽을 1구간) 등을 종합적으로 고려하여 다음 표와 같이 2개의 구간으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 44.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	사면분류	비 고
1구간	66.378~66.508	130.0	15.0	파쇄암반	
2구간	66.508~66.678	170.0	35.0	파쇄암반	

44.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



Bieniawski의 RMR 분류												No.	Set1			Set2						
													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	8	8	8	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			
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			
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.	1	거칠기	3	3	3	3	3	3			
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.	0	충전물	4	4	4	4	4	4			
												풍화도	3	3	3	3	3	3				

44.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 상주절토44의 관리이정 66.378~66.508k의 구간으로 연장 130.0m, 높이 15.0m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 식생공, 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 보호공, 식생공이 시공되어 있으며, 식생활착은 양호한 상태로 확인되었다.
- 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 보통풍화(MW) 정도로 판단된다. 점검결과, 특이손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

3) 사면하부

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

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지울타리(66.478~66.508k), 야생동물유도울타리(66.378~66.478k)가 설치되어 있으며, 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

5) 배수시설

- 배수시설은 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다.
- 점검결과, 손상이 없고 배수기능이 원활한 상태로 조사되었다.

			
현 황	상부자연사면 전경	현 황	하단(이격부) 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	—	대 책	—
			
현 황	수직도수로 전경	현 황	도로, 낙석방지울타리 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	—	대 책	—

【사진 44.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

【표 44.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

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

나. 2구간

2구간은 상주절토44의 관리이정 66.508~66.678k의 구간으로 연장 170.0m, 높이 35.0m로 구성물질은 암반으로 사면전반에 걸쳐 보호공, 식생공, 배수시설이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

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

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 보호공, 식생공이 시공되어 있으며, 식생활착은 양호한 상태로 확인되었다.
- 노출암을 확인한 결과, 풍화등급은 보통풍화(MW) 정도로 판단된다.
- 낙석방지망내 풍화구간은 현재 손상발생은 없으나, 지속적인 지표수유입 및 동결융해작용으로 충전물유실이 발생하여 이완암이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

3) 사면하부

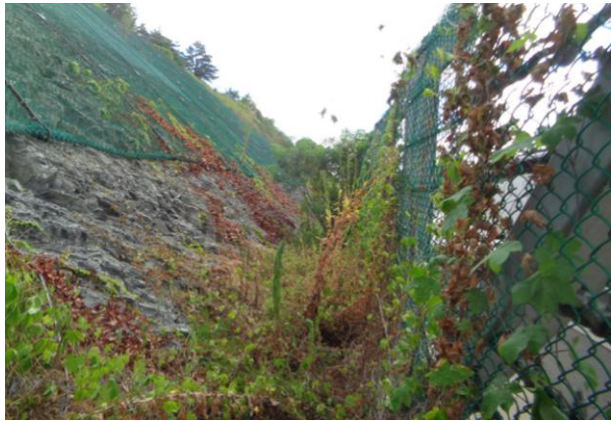
- 사면하부는 L형측구, 낙석방지울타리 등이 설치되어있으며, 구조물의 변형 및 파손 등의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이다. 이격거리는 0.5~1.0m정도의 거리를 유지하고 있다.

4) 부대시설(보호시설, 유지관리시설)

- 부대시설로는 낙석방지울타리(66.508~66.598k), 야생동물유도울타리(66.598~66.678k), 점검계단(66.598K, 66.578~66.678k)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 및 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다.
- 소단배수로 66.528k 균열(0.3/2.0*3ea), 66.588k 균열(0.3/2.0*3ea), 66.538k 공사자재적치가 조사되었다.
- 상기 발생한 손상은 시공당시 다짐미흡으로 압밀작용 부위를 따라 배수로 자중에 의해 발생한 것으로 판단되며, 손상부위로 지표수의 유입으로 인해 손상의 진전이 예상되므로 원활한 배수 및 유지관리를 위해 주입보수가 필요하다.
- 공사자재적치는 공사후 정리가 미실시된 것으로, 도로유입 및 안정성에 영향을 주진 않으나, 유지관리를 위해 정리가 필요하다.

			
현 황	소단배수로 전경	현 황	산마루측구, 점검계단 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-
			
현 황	하단(이격부) 전경	현 황	66.528k 소단배수로 균열(0.3/2.0)
원 인	활착미흡, 지표수 유입	원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입
대 책	주의관찰 후 보호공 설치	대 책	주입보수
			
현 황	66.588k 소단배수로 균열(0.3/2.0)	현 황	66.538k 소단배수로 자재적치
원 인	다짐미흡, 배수로 자중, 지표수 유입	원 인	정리미 실시
대 책	주입보수	대 책	정리

【사진 44.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황

【표 44.3.5】 2구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	12.00	6	주입보수	
	소단배수로 자재적치	EA	1.00	1	정리	

44.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 44.3.6】 외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	상태양호	—
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 균열 소단배수로 자재적치	주입보수 정리
보강시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 보통풍화(MW) 정도이다. 계곡부는 1개소가 확인되었고, 상단에 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 상부자연사면 및 사면부 식생은 양호한 상태로 확인되었으며, 낙석방지망내 풍화구간은 현재 손상발생은 없으나, 지속적인 지표수유입 및 동결융해작용으로 충전물유실이 발생하여 이완암이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 배수시설에 균열 및 자재적치가 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 상태로 보수 및 정리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

【표 44.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	주의관찰	
부대시설	상태양호	—	—	—	주의관찰	
배수시설	소단배수로 균열	m	12.00	6	주입보수	
	소단배수로 자재적치	EA	1.00	1	정리	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 전회 점검이후 소단배수로 균열이 1개소 추가 조사된 것으로 확인되었다.

【표 44.3.8】 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	10.00	5	12.00	6	▲2.00	
	소단배수로 자재적치	EA	1.00	1	1.00	1	—	

44.3.5 재료시험

상주절토44는 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 44.3.9】 반발경도시험 결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 66.498km	46.8	88.5	보통암	
2구간 66.588km	52.4	114.3	경암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 46.8~52.4로 측정되었으며, 추정강도 88.5~114.3MPa로 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 44.3.10】 이전 정밀안전점검과의 반발경도 비교

구 분	위 치	전회(2021년)		금회(2023년)		비고
		반발경도	추정강도(MPa)	반발경도	추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	48.8	96.8	46.8	88.5	보통암
	2구간	51.1	107.5	52.4	114.3	경암

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 44.3.3】 불연속면 측정 현황

2) 불연속면 조사 결과

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

【표 44.3.11】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간(Set1)		
	J1	J2	J3
방향성	20/175	85/280	80/020
간격(m)	0.06~0.2	0.06~0.2	0.06~0.2
연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	1.0~3.0
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	약간 거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만
풍화도	MW	MW	MW

【표 44.3.12】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간(Set2)		
	J1	J2	J3
방향성	85/110	15/185	82/255
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	1.0~3.0
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	약간 거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만
풍화도	MW	MW	MW

【표 44.3.13】 이전 점검 불연속면조사 결과표

구 분	2021년 정밀안전점검		
	1구간	2구간	—
방향성	20/175	15/185	—
간격(m)	0.06~0.2	0.2~0.6	—
연장성(m)	1.0~3.0	1.0~3.0	—
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	—
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	—
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	—
풍화도	MW	MW	—

44.4 상태평가

44.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 300m의 사면으로서, 지반특성에 따른 사면분류를 실시하였고 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 2구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 표기하였다.

【표 44.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	66.378~66.508km	130m	암반사면	Set1
2구간	66.508~66.678km	170m	암반사면	Set2

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 44.4.2]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 44.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{2.0}{15.0} = 0.13$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 88.5MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.1, \frac{I_b}{H} = \frac{0.1}{15.0} = 0.007$ 로 0.01이하	파쇄암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{35.0} = 0.08$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 114.3MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.2, \frac{I_b}{H} = \frac{0.2}{35.0} = 0.006$ 로 0.01이하	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									

44.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 44.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토44		표번호	[표 44.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	66.378~66.508km	
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 44.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	상주절토44		표번호	[표 44.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	66.378~66.508km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	파쇄암반	절리간격	0.06~0.2m	5		
1-6		저면경사	20°	3		
1-7		절리상태	유리(절리상태 점수 2.4점)	2		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	50°	3		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	104.3mm(영천)	3	3	
		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		

나. 2구간 상태평가 조사결과표

【표 44.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

시설물명	상주절토44		표번호	[표 44.4.5]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	66.508~66.678km	
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 44.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

시설물명	상주절토44		표번호	[표 44.4.6]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	66.508~66.678km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	15°	2		
1-7		절리상태	유리(절리상태 점수 2.4점)	2		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	50°	3		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	104.3mm(영천)	3	3	
		지하수위	사면 높이의 1/3	1		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	좋음	1		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2023. 08. 08.		조사자	이 상 훈		

다. 상태평가결과 산정표

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

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

【표 44.4.7】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			상주절토44				표번호
근거표번호			[표 44.4.3], [표 44.4.4]				[표 44.4.7]
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 절리간격	5	d	18	f2=0.35	c
		⑥ 저면경사	3	d			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	3	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	3	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		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 44.4.8】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			상주절토44				표번호
근거표번호			[표 44.4.5], [표 44.4.6]				[표 44.4.8]
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 절리간격	3	c	16	f2=0.31	c
		⑥ 저면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	2	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	3	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	3	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	2	c			
		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 44.4.9】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
상주절토44	0.24	B	0.21	B	0.24	B

라. 공중이 이용하는 부위

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

마. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2019년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 상태평가 후 그 값(등급)을 비교하여 수록하였다. 전회점검과 비교시, 세부지침상 강우량에 대해 상태점수(5→3)가 감소되어 결함지수가 감소되었으나 등급은 B로 동일한 상태이다.

【표 44.4.10】이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
전회 정밀안전점검	0.26	B	
금회 정밀안전점검	0.24	B	

44.5 종합평가 및 안전등급 지정

44.5.1 종합평가 결과

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

【표 44.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		상주절토44		표 번 호	【표 44.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.24	B	근거표번호	【표 44.4.7】
	2구간	0.21	B		【표 44.4.8】
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.24	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

44.5.2 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 44.5.2】 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

44.6 보수·보강 및 유지관리방안

44.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 44.6.1】 손상별 보수·보강 방안 및 개략공사비

구분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
부대시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수시설	소단배수로 균열	주입보수	12.00	18.00	m	65	1,170	1
	소단배수로 자재적치	정비	1.00	1.00	식	200	200	3
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,170		0		200		
	재경비 (순공사비의 50%)	585		0		100		
	합계	1,755		0		300		
개략공사비 총계(천원)		2,055						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

44.6.2 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 44.6.2】 사면 중점유지관리 항목

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

44.7 종합결론

44.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 식생공, 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 보통풍화(MW) 정도이다. 계곡부는 1개소가 확인되었고, 상단에 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 상부자연사면 및 사면부 식생은 양호한 상태로 확인되었으며, 낙석방지망내 풍화구간은 현재 손상발생은 없으나, 지속적인 지표수유입 및 동결융해작용으로 충전물유실이 발생하여 이완암이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다. 배수시설에 균열 및 자재적치가 조사되었으나, 배수기능에 큰 문제는 없는 상태로 보수 및 정리를 실시하는 유지관리가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 46.8~52.4로 측정되었으며, 추정강도 88.5~114.3MPa로 보통암~경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1, 2구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.24로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 1일 강우량, 지반상태로 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.

44.7.2 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.

44.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 점검계단 식생에 대해서는 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

44.7.4 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.

