

66. 영천절토66

66.1 시설물 개요

66.2 자료수집 및 분석

66.3 현장조사 및 시험

66.4 상태평가

66.5 종합평가 및 안전등급 지정

66.6 보수·보강 및 유지관리 방안

66.7 종합결론

66. 영천절토66

66.1 시설물의 개요

영천절토66은 경상북도 영천시 북안면 원당리(상주영천고속도로 91.758~92.138km)에 위치한 사면으로서 총 연장 380.0m, 높이 40.2m로, 2017년 06월 준공된 절토사면이다.

66.1.1 일반사항

【표 66.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2017-0000028		관리번호	SY SL66
시설물명	영천절토66		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경상북도 영천시 북안면 원당리		
	위치좌표	시점 : 35° 18' 28.0" 127° 47' 11.0"		
		종점 : 35° 18' 24.0" 127° 47' 58.0"		
	관리이정	91.758~92.138km		
	공구이정	10공구 STA.7+100~7+480		
제 원	연 장	380.0m	높 이	40.2m
	경사/방향	45/111	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				

66.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 66.1.1】 위치도

2023년 정밀안전점검 (금회)



2021년 정밀안전점검 (전회)



【그림 66.1.2】 전경사진

상단 사면 전경	소단배수로 전경
산마루측구 전경	수직도수로 전경
하단(이격부) 전경	점점사다리 전경

【그림 66.1.3】 부재별 현황



66.2 자료수집 및 분석

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

66.2.1 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) 깎기 비탈면경사 결정에 따른 흐름도

다. 깎기 비탈면

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

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

국내 깎기비탈면 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]

토질 조건	비탈면높이(m)	경사	비고	
모래	-	1:1.5 이상	SW, SP	
사질토	미실한 것	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
	미실하지 않고	5~10	1:1.0 ~ 1:1.2	
	임도분포가 나쁨	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	5~10	1:1.2 ~ 1:1.5		
자갈 또는 알갱이 섞인 사질토	미실하고 임도분포가 나쁨	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
	좋은	10~15	1:1.0 ~ 1:1.2	
	미실하지 않거나 임도분포가 나쁨	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
	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 단면비탈면의 경사이다.

(건설교통부, 건설공사비탈면설계기준, 2006년)

7.4.2 소단 설치기준

가. 국내의 기판별 소단 적용기준

소단 설치빈도 및 폭에 대하여 국내의 기판별, 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, 침침보수층 등 토의 유지관리에 있으므로 발파임종에서는 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 기판별 소단적용 기준]

구분	기판 및 규정명	소단적용 기준
국내	건설공사 비탈면 설계기준 (2006)	· 비탈면 높이 10m 이상 : 원칙적으로 소단설치 · 비탈면 중간에 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 적용하여야 하나 본 설계에서는 다음과 같이 적용하였다.

263

7.4.4 안전을 적용기준

가. 쌓기 비탈면 안전을 기준

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

[국내 기관별 쌓기 비탈면 최소안전율 적용기준]

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

나. 깎기 비탈면 안전을 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 깎기비탈면에 대한 최소안전율에 대한 적용기준은 아래에 기술되어 있으며 기술된 최소안전율이 어떠한 가정에서 유도되었는지를 파악해야 하나 이런 가정들은 생략되어 있으며 단지 부분적인 서술만을 가져오는 방법으로 간략화 되어있다.

[국내의 기관별 깎기 비탈면 최소안전율 적용기준]

구분	최소 안전율	
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
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

Π - 66 - 9

II - 66 - 10

232

본 쌓기구간은 신지역 일대만을 관측할 수 있는 극강한층의 충적층 지역에 대한 쌓기부식 전달토론 형성된 구간을 연구하고 있으며 원지반의 지층분포 상황, 특성파괴 및 연역지역을 출현 여부를 확인할 기 위하여 **Hand auger Boring**을 실시하였다. 쌓기 비탈면의 파괴현상은 원호상형 파괴로 해석하였 으며, 강도정수는 쌓기지역의 지반강도정수 설정에 의거 지층별로 적용되었다. 쌓기 비탈면 해석을 실시함에 있어 지랑하중의 고려와 우기수를 고려하여 지표면에 지하수위가 형성된 것으로 가정하여 해석하였다.

*경상분지는 함양 및 지리조에 의해 몇 개의 소분지로 구분된다. 분지서쪽에 남쪽방향의 태생으로 발달하는 낙동산맥, 북쪽 편위에 위치한 중앙산맥(thrust)과 평행한 사이에서 발달하는 영랑산맥, 안동 중앙산맥 및 청양령과 팔공산 등지에 있어 발달하는 의성도 산맥, 그리고 용문산 용기대, 연경산 지역이 발달하는 우천(원천)산맥으로 나누어진다(그림 1).

*경상분지의 서쪽 경계에서는 경상누반층이 선캄브리아기에 속하는 변성퇴적암류와 규암기암의 대외와 강암류들 무정암질로 덮고 있고, 동부와 남부는 백악기암의 화강암과 단층음용암으로 덮히게 되었다(그림 2). 세조기에는 의해 무정암질로 덮여 있는 동부와 남부 등대 남해의 해안로 계속 침투되어 있다(그림 2).

66.2.2 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 66.2.1】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	300	영천절토66 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열, 망상균열, 산마루측구 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	영천절토66 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열, 망상균열, 산마루측구 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	영천절토66 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열, 망상균열, 산마루측구 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	영천절토66 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 균열, 망상균열, 퇴적이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발생한 손상은 사면 안정성에 영향은 없는 것으로 판단되나, 손상부의 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	527	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. 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. 배수기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 것으로 조사되었다.
	2019. 09. 16 2019. 12. 27	장진원	B	—
6	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	444	영천절토66 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 망상균열, 폐자재 적치가 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 위한 보수가 필요할 것으로 판단된다.
	2020. 05. 12 2020. 06. 30	인승철	양호	균열보수, 정비
7	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	444	영천절토66 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 망상균열, 폐자재 적치가 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 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	1,499	안전성능 평가는 외관상 관찰되는 시설물의 결함을 중심으로 조사·평가하였음. 상태안전성능평가 결과, 불연속면의 특성 및 지반 변형상태 등은 양호한 것으로 확인되었고, 상태안전성능평가 결과 A등급으로 평가됨. 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 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	주의관찰
9	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	444	균열보수, 정비영천절토 66 사면은 지반변형 등의 파괴징후는 확인되지 않았으나, 소단배수로 일부구간에서 망상균열, 폐자재 적치가 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부의 경우 사면의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 아니나, 손상의 진전 방지를 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	640	심한풍화 배수시설 균열, 망상균열, 토사퇴적, 폐자재적치
	2021. 08. 25 2021. 12. 10	장진원	B	균열보수, 정비, 정비, 주의관찰
11	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	사면부 심한풍화 배수시설 망상균열, 폐자재 적치, 토사퇴적
	2022. 05. 16 2022. 06. 24	정지운	양호	균열보수, 정비, 주의관찰
12	정기안전점검 (하반기)	(주)명성 엔지니어링	350	사면부 심한풍화 배수시설 망상균열, 폐자재 적치, 토사퇴적
	2022. 09. 19 2022. 11. 18	이상훈	양호	균열보수, 정비, 주의관찰
13	정기안전점검 (상반기)	(주)명성 엔지니어링	350	사면부 심한풍화 배수시설 망상균열, 폐자재 적치, 토사퇴적
	2023. 04. 03 2023. 06. 16	정지운	양호	균열보수, 정비, 주의관찰

66.2.3 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 망상균열 소단배수로 토사퇴적 소단배수로 폐자재적치	주입보수 주의관찰 후 조치 정비 정비
보강시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 계곡부는 1개소가 확인되었고, 상단에 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 사면부 심한풍화는 낙석방지망 및 낙석방지울타리 설치로 도로유입 가능성은 낮으나, 공용기간 증가에 따른 지표수유입 및 풍화작용으로 충전물유실 등의 손상이 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 요망된다. 배수시설에 균열, 토사퇴적 및 폐자재적치가 조사되었고, 원활한 배수기능 확보를 위해 정비가 필요하다. 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 91.978km	45.6	83.7	보통암	
2구간 91.038km	46.1	85.5	보통암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 45.6~46.1로 측정되었으며, 추정강도 83.7~85.5MPa로 보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

다. 종합평가 및 안전등급 지정

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토66		표 번 호	【표 66.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.22	B	근거표번호	【표 66.4.7】
	2구간	0.25	B		【표 66.4.8】
	－	－	－	－	－
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 망상균열	주의관찰 후 조치	140.0	210.00	m ²	—	—	—
	소단배수로 토사퇴적	정비	2.0	3.00	m ³	25	75	3
	소단배수로 폐자재적치	정비	1.0	1.0	ea	25	25	3
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		0		100		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		0		50		
	합계	0		0		150		
개략공사비 총계(천원)		150						

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.

66.2.4 2중 성능평가 실시결과(2020년 12월, (주)명성엔지니어링)

가. 안전성능평가 결과

안전성능 평가 결과 산정표			
시설물명	영천절토66		
평가 구분	결합지수	평가 결과	비 고
상태안전성능	0.130	A	인장균열 없음
구조안전성능	0.080	A	특이파괴 유형 없음
안전성능	0.130	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	0.38	0.030
절리상태 및 풍화진행도	c	0.43	0.62	0.267
결합도 지수				0.297
등 급				B

다. 종합평가 결과

시설물의 종합평가 결과 산정표				
시설물명	영천절토66		분류	상주영천고속도로
평가 구분	성능평가 지수	평가 결과	성능간가중치(Wn)	비 고
안전성능평가	Ps=0.130	A	0.8	인장균열 없음
내구성능평가	Pd=0.297	B	0.2	
종합평가 결과	○ 사면의 종합평가 지수(P) $= \sum(\text{성능평가지수}(pn) \times \text{성능간 가중치}(Wn))$ $= (0.130 \times 0.8) + (0.297 \times 0.2) = 0.163$ ○ 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.

66.2.5 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 66.2.2】 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, 점검계단 식생관리를 확인하였고, 금회 점검시 세심한 점검을 실시함	
시설물 특이사항	○중대결함 : 없음 ○구조가 변경된 경우 : 없음	
점검주기	○점검일 기준 정밀안전점검 총2회, 정기점검 총10회, 2종 성능평가 1회를 실시하였으며, 전반적으로 점검 시기는 적절하게 이루어지고 있는 것으로 조사됨.	

66.2.6 시설물 보수 이력

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

【표 66.2.3】 보수이력사항

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

66.2.7 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용된 것으로 확인되었다.

【표 66.2.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	적용	-	-

66.2.8 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

66.3 현장조사 및 시험

66.3.1 현황 및 특성

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

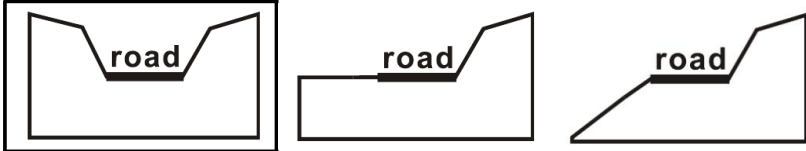
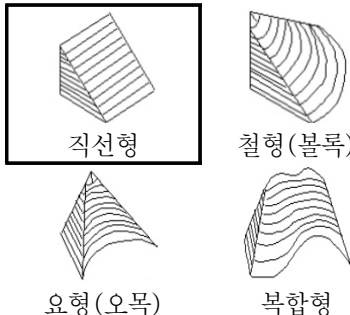
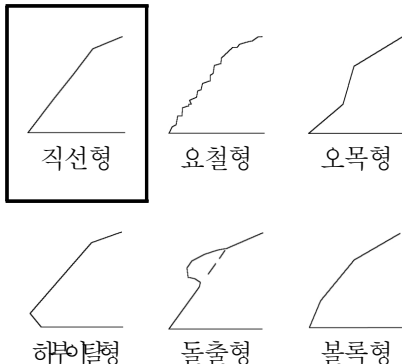
가. 일반현황 조사결과

【표 66.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2023. 08. 08.	조 사 자	이 상 훈
일 기	맑음	준공년도	2017년 06월 27일
행정구역	경상북도 영천시 북안면 원당리		
위 경 도	시점 : 35° 18′ 28.0″ 127° 47′ 11.0″		
	종점 : 35° 18′ 24.0″ 127° 47′ 58.0″		
절토사면	길 이 : 380.0m		높 이 : 40.2m
	경 사/경사방향 : 45/111		
	구성물질 : 암반		토층심도 : 약 1.0~4.0m
	소 단 : 4		
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	91.918~92.058k	양호
	소단배수로	91.818~92.078k	망상균열, 토사퇴적, 폐자재적치
	수직도수로	91.988k	양호
	낙석방지울타리	91.808~92.088k	양호
	야생동물유도울타리	91.758~91.808k, 92.088~92.138k	양호
	점검용 계단	91.758~91.818k, 91.908k, 92.058k	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타	·		

나. 사면특성 조사결과

【표 66.3.2】 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		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

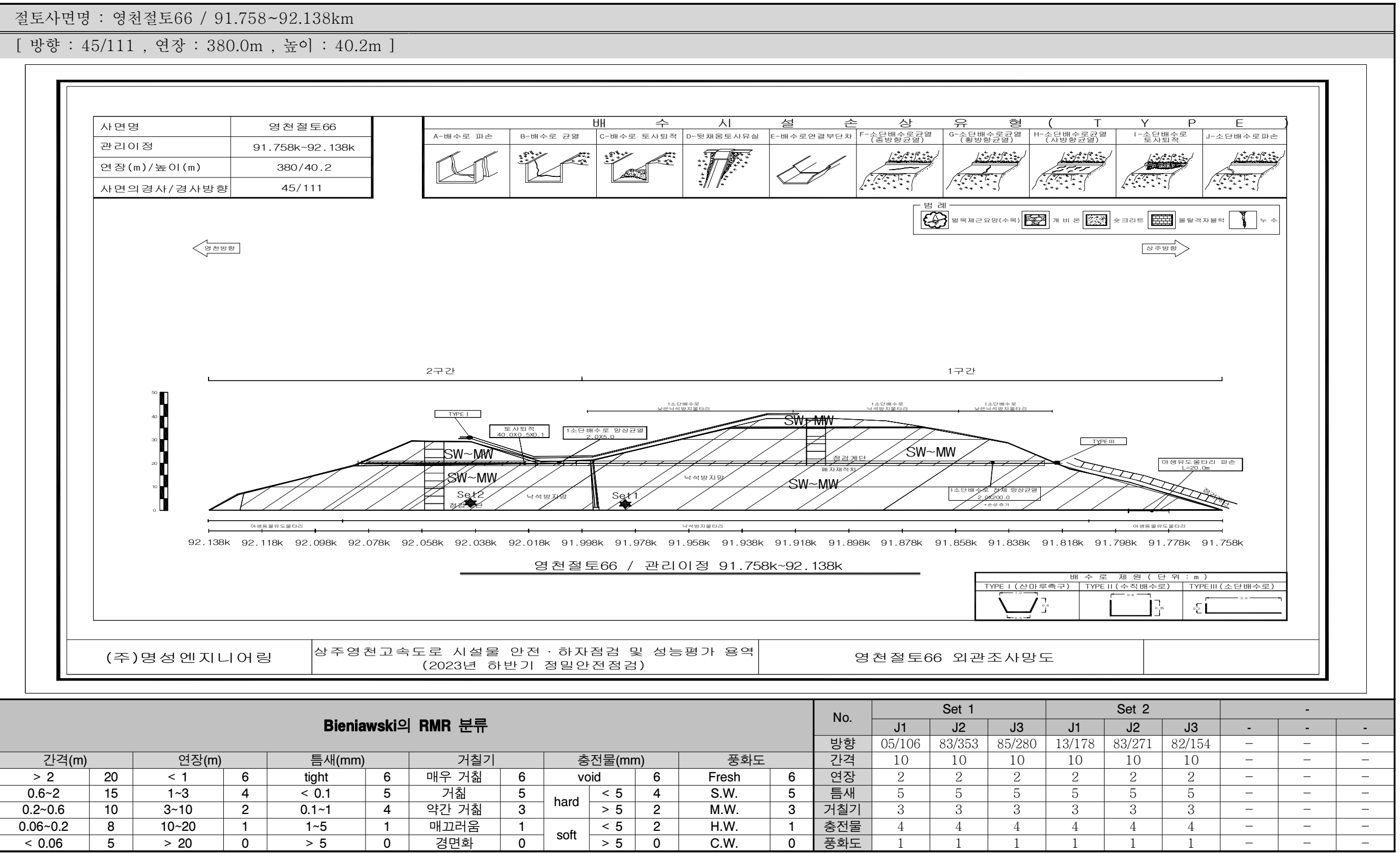
현장조사, 재료시험 및 상태평가는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12, 국토교통부, 국토안전관리원), 지형특성, 절토사면 시공현황, 사면의 유지관리 및 점검시 외관조사망도 직관성(상주기점 가까운 쪽을 1구간) 등을 종합적으로 고려하여 다음 표와 같이 2개의 구간으로 선정하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

【표 66.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	사면분류	비 고
1구간	91.758~91.988	230.0	40.2	파쇄암반	
2구간	91.988~92.138	150.0	30.0	파쇄암반	

66.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



66.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 영천절토66의 관리이정 91.758~91.988k의 구간으로 연장 230.0m, 높이 40.2m로 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(91.808~91.988k), 야생동물유도울타리(91.758~91.808k), 점검계단(91.758~91.818k, 91.908k)이 설치되어 있으며, 91.78k 야생동물유도울타리 파손(L=20.0m)의 손상이 조사되었다.
- 점검계단은 주변식생으로 인한 유지관리의 불편함을 초래할 수 있으므로, 주기적인 정비를 실시하는 관리가 필요하다.

5) 배수시설

- 배수시설은 소단배수로 및 산마루측구, 수직도수로가 시공되어 있다.
- 소단배수로 전구간 망상균열(2.0*170.0), 전구간 토사퇴적(170.0*0.5*0.1), 91.898k 폐자재 적치가 조사되었다.
- 상기 발생한 손상은 시공당시 건조수축으로 인해 발생한 손상으로 즉각적인 보수보다는 주의 관찰 후 균열의 폭이 증가시 보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.
- 폐자재적치가 1개소 조사되었고, 배수기능에 문제는 없지만, 유지관리를 위해 정비가 필요하다.

			
현 황	소단배수로 망상균열 (2.0*170.0)	현 황	91.898k 소단배수로 폐자재적치
원 인	건조수축	원 인	정비미흡
대 책	주의관찰 후 조치	대 책	정비
			
현 황	하단 야생동물유도울타리 파손	현 황	하단 사면 심한풍화
원 인	외부충격	원 인	풍화
대 책	정비	대 책	주의관찰
			
현 황	사면경계부 전경	현 황	점검사다리 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	-	대 책	-

【사진 66.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

【표 66.3.4】 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 망상균열	m ²	340.00	1	주의관찰 후 조치	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	2.00	1	정비	
	소단배수로 폐자재적치	ea	1.00	1	정비	

나. 2구간

2구간은 영천절토66의 관리이정 91.988~92.138k의 구간으로 연장 150.0m, 높이 30.0m로 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(91.988~92.088k), 야생동물유도울타리(92.088~92.138k), 점검계단(92.058k)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 산마루측구가 시공되어 있다.
- 소단배수로 전구간 망상균열(2.0*80.0), 전구간 토사퇴적(80.0*0.5*0.1)이 조사되었다.
- 토사퇴적은 공용기간 증가로 인해 지표수 유입에 의한 심한풍화구간의 표층유실이 퇴적된 것으로 판단되며, 원활한 배수를 위해 정비가 필요하다.

			
현 황	92.018k 소단배수로 토사퇴적(80.0*0.5*0.1)	현 황	상단 사면 심한풍화
원 인	심한풍화, 지표수유입	원 인	풍화
대 책	정비	대 책	주의관찰
			
현 황	하단 사면 심한풍화	현 황	하단 사면 심한풍화
원 인	풍화	원 인	풍화
대 책	주의관찰	대 책	주의관찰

【사진 66.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	소단배수로 망상균열 (2.0*80.0)	현 황	점검사다리 전경
원 인	건조수축	원 인	상태양호
대 책	주의관찰 후 조치	대 책	—
			
현 황	낙석방지울타리 전경	현 황	산마루측구 전경
원 인	상태양호	원 인	상태양호
대 책	—	대 책	—

【사진 66.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

【표 66.3.5】 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 망상균열	m³	160.00	1	주의관찰 후 조치	
	소단배수로 토사퇴적	m³	2.00	1	정비	

66.3.4 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

【표 66.3.6】외관조사 결과 요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	심한풍화	주의관찰
사면하부	상태양호	—
배수시설	소단배수로 망상균열	주의관찰 후 조치
	소단배수로 토사퇴적	정비
	소단배수로 폐자재적치	정비
보강시설	상태양호	—
결과요약	사면 전반에 걸쳐 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 계곡부는 1개소가 확인되었고, 상단에 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 사면부 심한풍화는 낙석방지망 및 낙석방지울타리 설치로 도로유입 가능성은 낮으나, 공용기간 증가에 따른 지표수유입 및 풍화작용으로 충전물유실 등의 손상이 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 요망된다. 배수시설에 균열, 토사퇴적 및 폐자재적치가 조사되었고, 원활한 배수기능 확보를 위해 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

【표 66.3.7】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 망상균열	m ²	500.00	2	주의관찰 후 조치	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	12.50	2	정비	
	소단배수로 폐자재적치	ea	1.00	1	정비	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2021년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 전회 점검이후 배수시설 손상이 일부 증가한 것으로 확인되었다.

【표 66.3.8】 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 망상균열	m ²	140.00	1	500.00	2	▲360.0	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	2.00	1	12.50	2	▲10.5	
	소단배수로 폐자재적치	ea	1.00	1	1.00	1	—	

66.3.5 재료시험

영천절토66은 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 66.3.9】 반발경도시험 결과

시험위치	보정반발경도	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
1구간 91.978km	46.6	87.5	보통암	
2구간 91.038km	45.9	84.7	보통암	
—	—	—	—	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 보정반발경도는 45.9~46.6로 측정되었으며, 추정강도 84.7~87.5MPa로 보통암으로 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 66.3.10】 이전 정밀안전점검과의 반발경도 비교

구 분	위 치	전회(2021년)		금회(2023년)		비고
		반발경도	추정강도(MPa)	반발경도	추정강도(MPa)	
반발경도시험	1구간	45.6	83.7	46.6	87.5	보통암
	2구간	46.1	85.5	45.9	84.7	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.



【사진 66.3.3】 불연속면 측정 현황

2) 불연속면 조사 결과

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

【표 66.3.11】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간(Set1)		
	J1	J2	J3
방향성	05/106	83/353	85/280
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	3.0~10.0	3.0~10.0	3.0~10.0
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 66.3.12】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간(Set2)		
	J1	J2	J3
방향성	13/178	83/271	82/154
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
연장성(m)	3.0~10.0	3.0~10.0	3.0~10.0
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 66.3.13】 이전 점검 불연속면조사 결과표

구 분	2021년 정밀안전점검		
	1구간	2구간	—
방향성	05/106	13/178	—
간격(m)	0.2~0.6	0.2~0.6	—
연장성(m)	3.0~10.0	3.0~10.0	—
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	—
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	—
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	—
풍화도	HW	HW	—

66.4 상태평가

66.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 380m의 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 66.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	91.758~91.988km	230m	암반사면	Set1
2구간	91.988~92.138km	150m	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 66.4.2]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 66.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류 기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{4.0}{40.2} = 0.10$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 87.5MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.3, \frac{I_b}{H} = \frac{0.3}{40.2} = 0.007$ 로 0.01이하	파쇄암반	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{4.0}{30.0} = 0.13$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 84.7MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.2, \frac{I_b}{H} = \frac{0.2}{30.0} = 0.007$ 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									

66.4.2 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가 조사결과표

【표 66.4.3】 사면 손상상태 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토66		표번호	[표 66.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	91.758~91.988km	
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	장 진 원	

【표 66.4.4】 사면 파괴요인 조사결과표 (1구간)

시설물명	영천절토66		표번호	[표 66.4.4]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	91.758~91.988km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	05°	1		
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		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2023. 08. 08		조사자	장 진 원		

나. 2구간 상태평가 조사결과표

【표 66.4.5】 사면 손상상태 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토66		표번호	[표 66.4.5]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	91.988~92.138km	
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	장 진 원	

【표 66.4.6】 사면 파괴요인 조사결과표 (2구간)

시설물명	영천절토66		표번호	[표 66.4.6]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	91.988~92.138km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	파쇄암반	절리간격	0.2~0.6m	3		
1-6		저면경사	13°	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	장 진 원		

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 2구간은 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 66.4.7】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			영천절토32				표번호
근거표번호			[표 66.4.3], [표 66.4.4]				[표 66.4.7]
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	16	f2=0.31	c
		⑥ 절리경사-사면경사	1	b			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	4	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 66.4.8】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			영천절토32				표번호
근거표번호			[표 66.4.5], [표 66.4.6]				[표 66.4.8]
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 66.4.9】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		구간별평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
영천절토66	0.21	B	0.24	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(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 66.4.10】이전 정밀안전점검과의 비교

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

66.5 종합평가 및 안전등급 지정

66.5.1 종합평가 결과

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

【표 66.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		영천절토66		표 번 호	【표 66.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.21	B	근거표번호	【표 66.4.7】
	2구간	0.24	B		【표 66.4.8】
	－	－	－	－	－
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.24	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

66.5.2 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 66.5.2】 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

66.6 보수·보강 및 유지관리방안

66.6.1 보수·보강 방안

대상 시설물의 손상별 보수방안, 개략공사비는 다음과 같다.

【표 66.6.1】 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 망상균열	주의관찰 후 조치	500.00	750.00	m²	－	－	－
	소단배수로 토사퇴적	정비	12.50	18.75	m³	25	469	3
	소단배수로 폐자재적치	정비	1.00	1.0	ea	25	25	3
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		0		494		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		0		247		
	합계	0		0		741		
개략공사비 총계(천원)		741						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

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

66.6.2 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 66.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	· 심한풍화구간 → 현재 낙석방지울타리 및 낙석방지망 설치로 안전성에는 문제가 없는 상태이나, 장기공용시 지표스유입 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	

66.7 종합결론

66.7.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 배수시설, 보호시설이 설치되어 있으며, 풍화등급은 약한 풍화(SW) ~ 심한풍화(HW) 정도이다. 상부자연사면 계곡부는 1개소가 확인되었고, 상단에 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 사면부 심한풍화는 낙석방지망 및 낙석방지울타리 설치로 도로유입 가능성은 낮으나, 공용기간 증가에 따른 지표수유입 및 풍화작용으로 충전물유실 등의 손상이 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 요망된다. 배수 시설에 균열, 토사퇴적 및 폐자재적치가 조사되었고, 원활한 배수기능 확보를 위해 정비가 필요하다. 사면보호/보강시설은 기능발휘에 큰 문제가 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 45.9~46.6으로서 추정강도 84.7~87.5MPa로 보통암으로 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, 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.

66.7.2 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.

66.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

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

66.7.4 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.