

제2편 시 설 물 편

삼 덕 대 절 토 사 면

STA.2+356~2+646

1.1 시설물 개요

1.2 자료수집 및 분석

1.3 현장조사 및 시험

1.4 상태평가

1.5 종합평가 및 안전등급 지정

1.6 보수·보강 및 유지관리 방안

1.7 종합결론

1.1 시설물 개요

본 시설물은 대구광역시 수성구 삼덕동에 위치한 사면으로서 총 연장 290m, 높이 58.2m의 2중 절토사면으로 시공되어 있다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 삼덕대절토사면 일반사항

시설물번호	SL2003-0000106		관리번호	-	
시설물명	삼덕대절토사면		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역	대구광역시 수성구 삼덕동			
	위치좌표	시점 : 35° 49'54.3"N 128° 40'12.0"E			
		종점 : 35° 50'01.6"N 128° 40'15.5"E			
	이 정	STA.2+356~2+646			
제 원	연 장	290m	높 이	58.2m	
	경사/방향	57/285	노 선	대구광역시 4차순환도로 범안로	
관리주체	대구동부순환도로(주)		관리주체구분	민간	
주변환경	인공구조물	지하차도			
	주변지형	도심지	상부사면경사	-	
시공현황	준공년도	2002. 8. 24	설 계 사	(주)도화종합기술공사	
	시 공 자	코오롱건설(주)외 5개사			
비 고	낙석방지울타리, 락볼트+아스나공법				

[illegible]

삼덕대절토사면 (STA.2+356~2+646)



– 50 –

	
1소단 배수로 전경	2소단 배수로 전경
	
3소단 배수로 전경	낙석방지울타리 및 하부 전경
	
클리노미터를 이용한 사면방향 측정	토양경도계 측정

【그림 1.1.3】 사면 부재별 현황

1.2 자료수집 및 분석

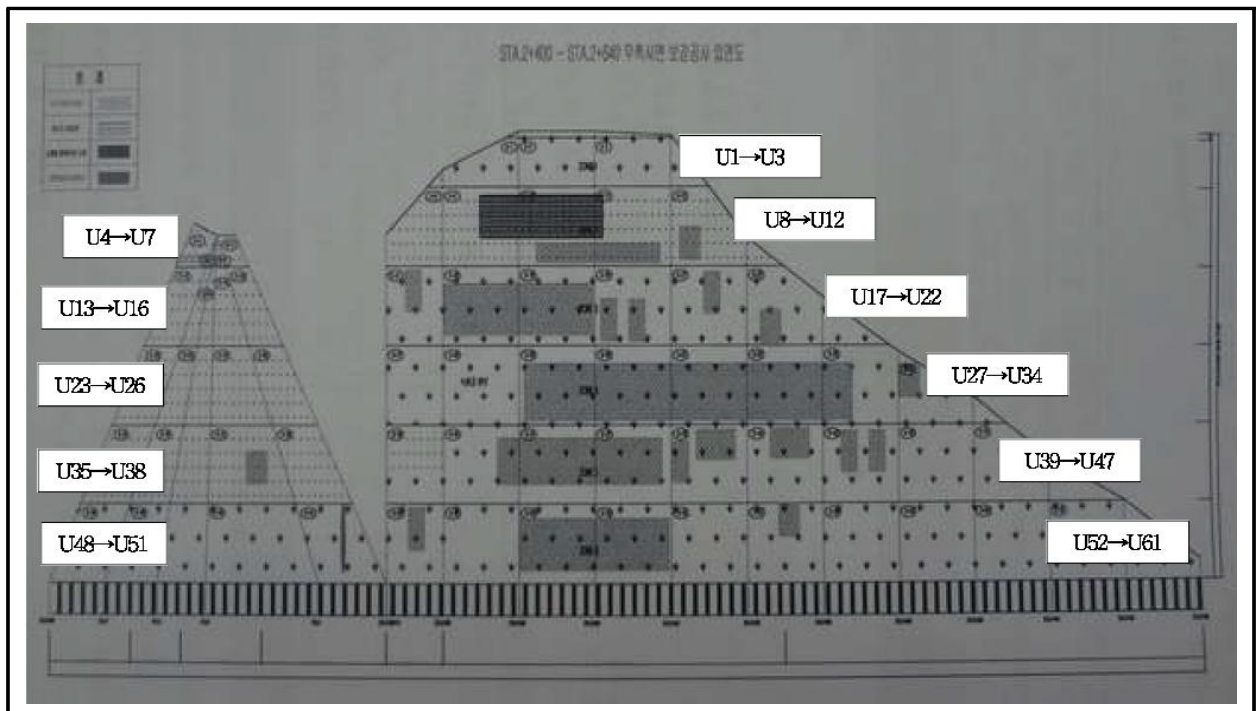
4차 순환도로 건설공사 사면 안정성 검토 및 설계보고서에 대한 검토 결과 해당 사면의 지표지질은 다음과 같다.

1.2.1 지표지질

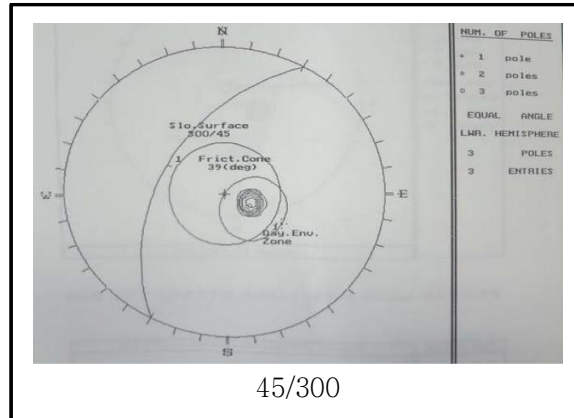
- ① 표토층 : 모래질 점토와 암편 또는 점토와 모래를 함유한 안편으로 구성되어 있으며, 층두께는 0.3~0.5m로서 현재 산림을 형성하고 있다.
- ② 풍화암층 : 기반암인 셰일의 하부 풍화대로 완전풍화~심한풍화 정도이며 암석의 강도는 약함 정도로서 심한 균열상태를 나타내고 있다. 층두께는 지표하 0.5~2.0m에서 0.5~4.0m의 두께로 분포하며 갈색을 띄고 있다.
- ③ 연암층 : 기반암인 셰일의 연암부분으로서 심한풍화~보통풍화 정도이며, 암석의 강도는 약함~보통 강함 정도이다.
- ④ 경암층 : 기반암인 셰일의 경암 부분으로서 색조는 암회색~흑색을 띄고 있다. 부분적으로 사암을 협재하고 있으며, 불연석면 내에 점토 충전물은 없으며, 밀착되어 있어 비교적 안정한 상태를 나타내고 있다.

1.2.2 사면의 안정 검토

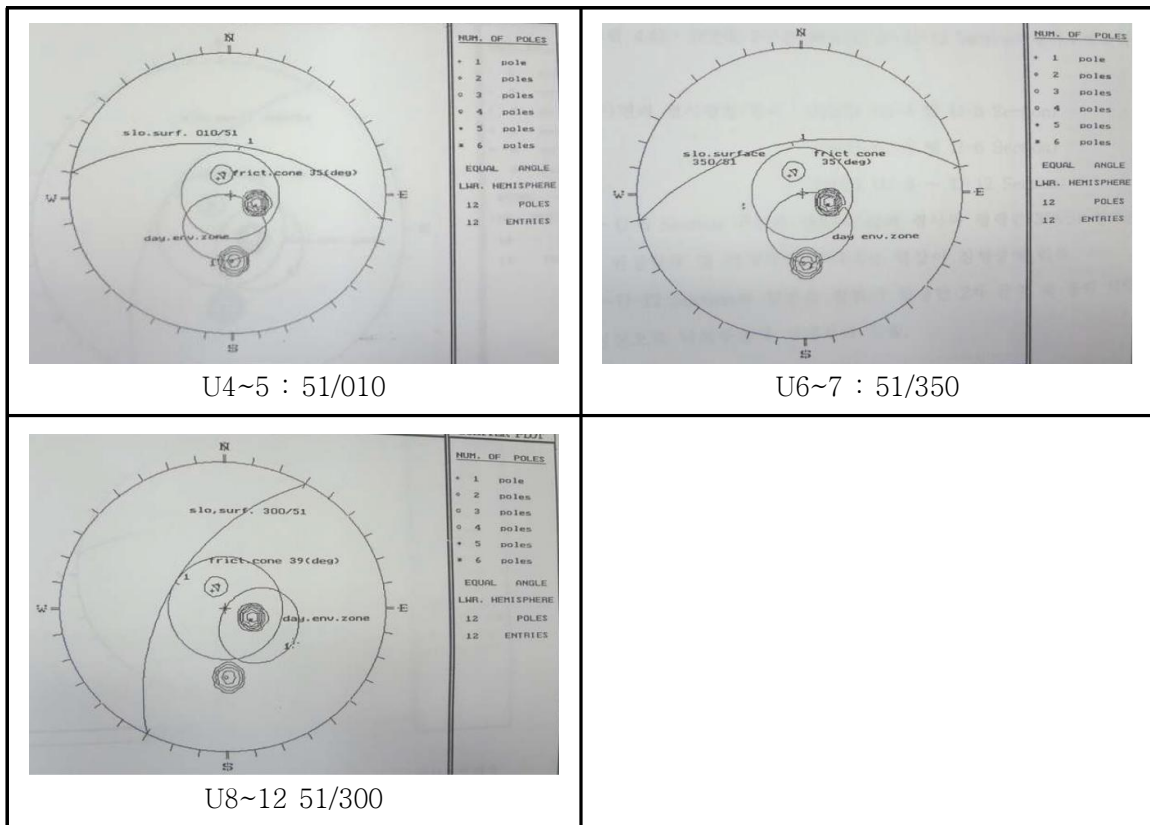
정량적인 조사와 정리를 위하여 조사구간을 61개의 SECTION으로 구분하였으며, 6개의 ZONE으로 나누어 사면의 상태를 조사하였다.



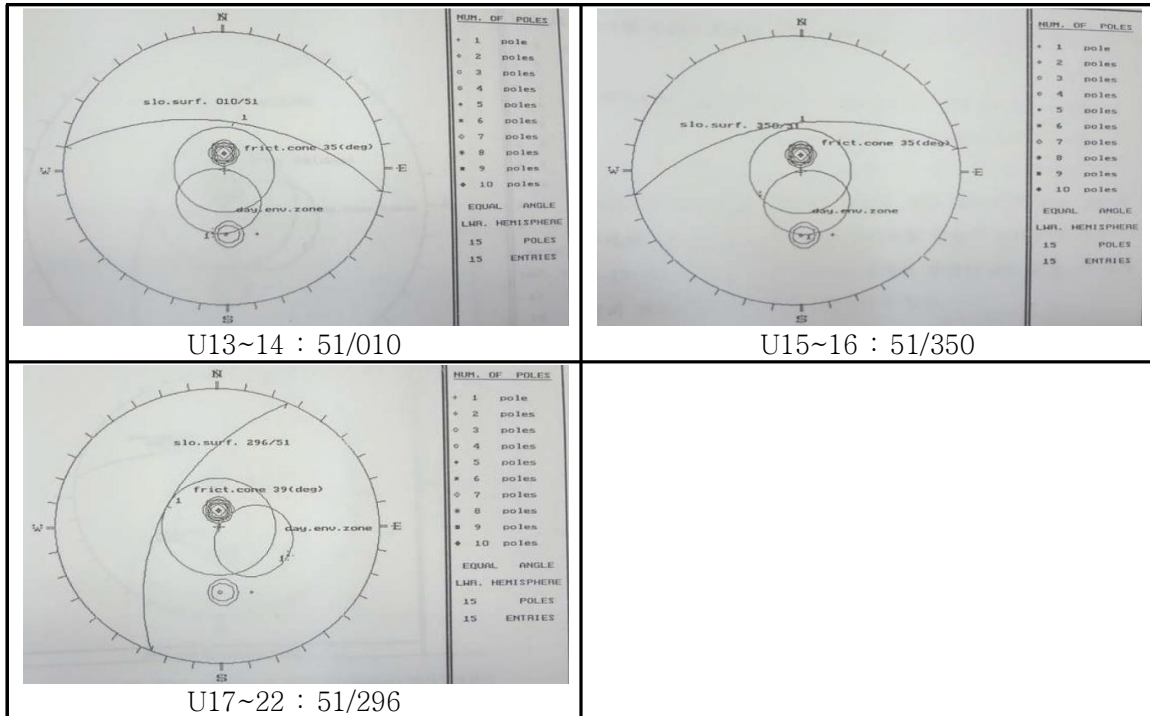
- ① 6단 사면부 : 주불연속면인 20/290 층리군의 friction cone 내부에 위치하고 있어서 파괴의 가능성은 적은 것으로 분석되나, 절취 작업시 발생한 2차 균열 및 응력 해방에 따른 균열 발달로 낙석의 우려는 잠재하고 있음.



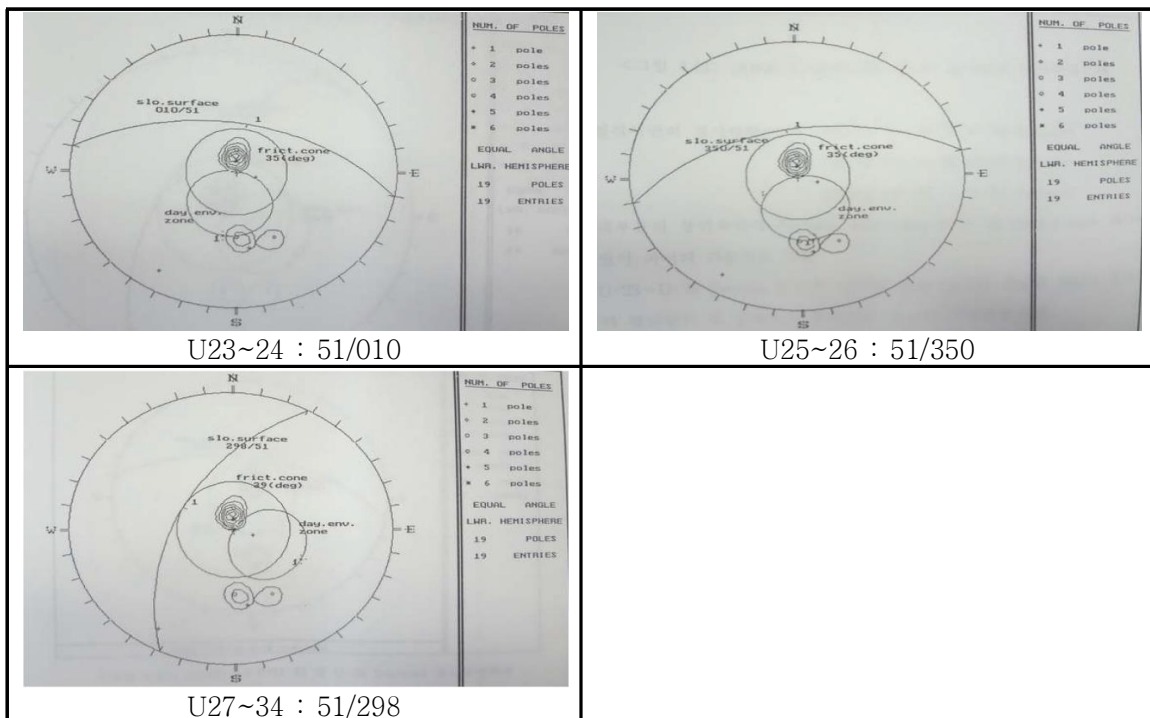
- ② 5단 사면부 : U4~7구간은 사면의 절취 경사와 평행한 51/358 절리군에서 얇은 두께의 판상탈락 및 잔적토의 흘러내림 현상이 진행중에 있음. U8~12구간의 암반은 절취시 발생한 2차 균열 및 응력 해방에 따른 균열의 진전으로 낙석우려가 잠재하고 있음.



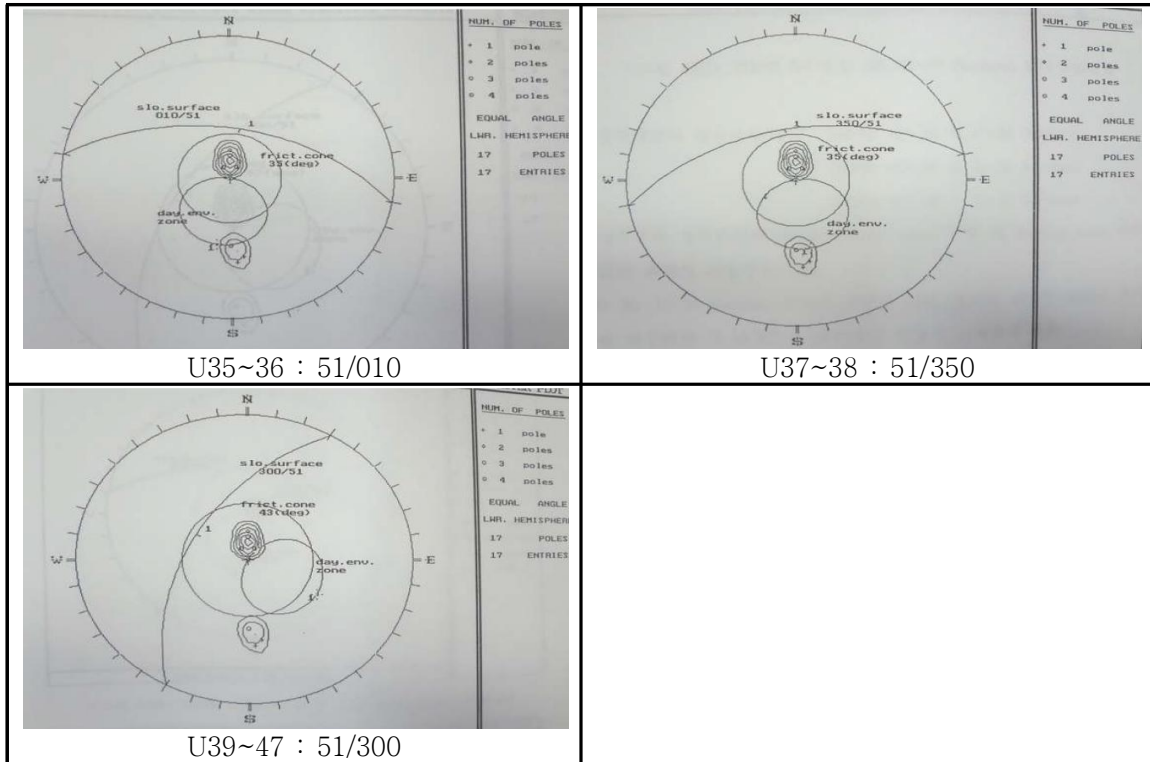
- ③ 4단 사면부 : U13~16구간은 사면의 절취 경사와 평행한 51/358절리군에서 얇은 두께의 판상탈락 및 잔적토의 흘러내림 현상이 진행중에 있음. U17~22구간의 암반은 절취시 발생한 2차 균열 및 응력 해방에 따른 균열의 진전으로 낙석우려가 잠재하고 있음.



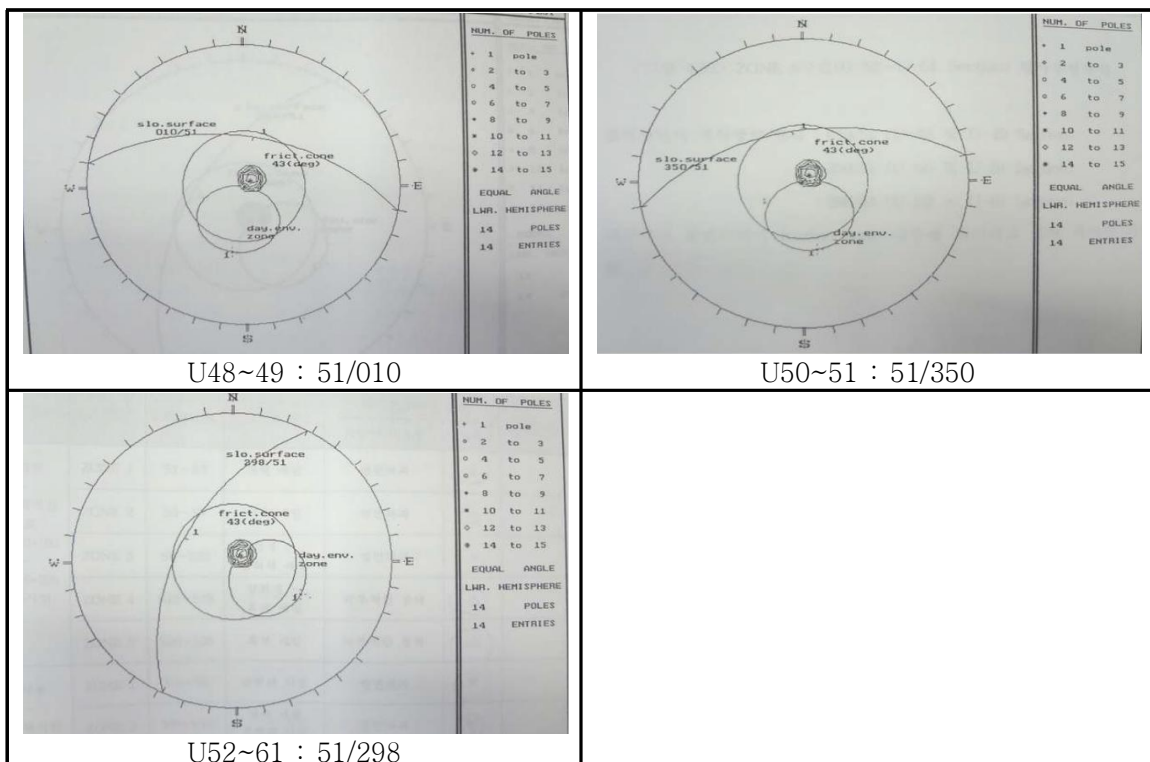
- ④ 3단 사면부 : 대부분의 불연속면이 daylight env. zone 외부 및 friction cone 내부에 위치하고 있어 파괴의 가능성은 적음. U23~26구간은 사면의 절취 경사와 평행한 51/358 절리군에서 암석의 판상탈락 및 잔적토의 흘러내림 현상이 진행중에 있음.



- ⑤ 2단 사면부 : 대부분의 불연속면이 daylingt env. zone 외부 및 friction cone 내부에 위치하고 있어 파괴의 가능성은 적음. U35~38구간은 사면의 절취 경사와 평행한 51/358 절리군에서 암석의 판상탈락 및 잔적토의 흘러내림 형상이 진행중에 있음.



- ⑥ 1단 사면부 : 대부분의 불연속면이 friction cone 내부에 위치하고 있어 파괴의 가능성은 희박함.



1.2.3 시설물 점검이력

대상시설물인 삼덕대절토사면은 2종 시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기 및 정밀점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 1.2.2】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검진단결과	비고
1	2003. 10. 25 ~ 2003. 12. 25	정기점검	상태양호	
2	2004. 05. 19 ~ 2004. 07. 18	정기점검	특이사항이 발생하지 않은 양호한 상태이다.	
3	2004. 11. 01 ~ 2004. 12. 25	정기점검	특이사항이 발생하지 않은 양호한 상태이다.	
4	2005. 05. 12 ~ 2005. 07. 05	정밀점검	특별한 손상이나 결함이 없는 양호한 상태임. 정밀안전진단 필요성 없음.	A
5	2005. 10. 07 ~ 2005. 11. 30	정기점검	삼덕대절토사면에 대한 점검결과 전구간 상태가 양호한 것으로 나타났다.	
6	2006. 05. 08 ~ 2006. 05. 31	정기점검	사면의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다.	
7	2006. 10. 01 ~ 2006. 11. 30	정기점검	사면의 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 평가되었다.	
8	2007. 04. 05 ~ 2007. 05. 31	정밀점검	식색사면 락볼트 보강공사 수행된 상태	A
9	2007. 10. 01 ~ 2007. 11. 30	정기점검	식색사면 락볼트 보강공사 수행된 상태	
10	2008. 04. 23 ~ 2008. 05. 30	정기점검	파괴징후(인장균열, 지반변형, 구조물변형)는 없는 상태	
11	2008. 10. 01 ~ 2008. 11. 29	정기점검	파괴징후(인장균열, 지반변형, 구조물변형)는 없는 상태	
12	2009. 04. 07 ~ 2009. 06. 30	정밀점검	점검 대상 사면의 경우 현재 식생토 정착으로 인해 사면 손상상태 및 사면 파괴요인 조사에 의한 상태평가등급 산정이 어려운 상황이다. 하지만, 식생 사면에 대한 육안관찰 결과와 기존 조사자료의 검토를 통하여 사면의 상태평가등급산정 검토결과, 식생토정착과 락볼트 보강공사를 수행하여 안정성이 증대된 현재의 사면은 종합평가기준 A등급 상태를 유지하고 있는 것으로 판단된다.	A
13	2009. 10. 01 ~ 2009. 11. 30	정기점검	낙엽이 퇴적되어 배수로 청소상태가 불량한 곳이 관찰되나 전반적으로 식생상태가 양호하며, 파괴징후는 관찰되지 않았다.	
14	2010. 04. 27 ~ 2010. 05. 31	정기점검	사면 전반에 녹화공법으로 표면이 보호되고 있어 사면의 상태는 확인할 수 없으나, 인장균열 및 지반변형등의 파괴징후가 관찰되지 않은 것을 감안하면 사면의 안전성에는 큰 문제가 없는 것으로 판단된다.	
15	2010. 09. 13 ~ 2010. 11. 30	정기점검	사면 전반에 녹화공법으로 표면이 보호되고 있어 사면의 상태는 확인할 수 없으나, 인장균열 및 지반변형등의 파괴징후가 관찰되지 않은 것을 감안하면 사면의 안전성에는 큰 문제가 없는 것으로 판단된다.	

번호	기 간	구 분	주요 점검진단결과	비고
16	2011. 05. 02 ~ 2011. 05. 31	정기점검	사면 전반에 녹화공법으로 표면이 보호되고 있어 사면의 상태는 확인할 수 없으나, 인장균열 및 지반변형등의 파괴징후가 관찰되지 않은 것을 감안하면 사면의 안전성에는 큰 문제가 없는 것으로 판단된다.	
17	2011. 11. 01 ~ 2011. 11. 30	정기점검	사면 전반에 녹화공법으로 표면이 보호되고 있어 사면의 상태는 확인할 수 없으나, 인장균열 및 지반변형등의 파괴징후가 관찰되지 않은 것을 감안하면 사면의 안전성에는 큰 문제가 없는 것으로 판단된다.	
18	2012. 04. 09 ~ 2012. 05. 31	정밀점검	기 발생한 녹생토 유실에 대한 정비가 일부 실시된 상태이나, 미 보수된 식생불량, 녹생토 유실, 와이어로프 부식에 대한 정비 및 주의관찰이 필요하며, 일부 구간에 발생한 수목 전도 및 벌목 적치는 강풍시 본선유입에 의한 주행차량의 안전성에 위협 요인이 되므로 정비가 요망된다.	B
19	2012. 11. 02 ~ 2012. 11. 25	정기점검	사면 전반에 녹화공법으로 표면이 보호되고 있으며, 인장균열 및 지반변형 등의 파괴징후가 관찰되지 않은 것을 감안하면 사면의 안전성에는 큰 문제가 없는 것으로 판단된다.	
20	2013. 04. 12 ~ 2013. 04. 26	정기점검	하자보수 실시 후 전반적으로 양호한 상태, 외관조사결과 와이어로프 부식 및 능형망 부식 등이 발생한 상태	
21	2013. 08. 26 ~ 2013. 09. 08	정기점검	사면 전반에 걸쳐 식생보수 보수가 이루어져 있으며, 인장균열 및 지반변형 등의 파괴징후가 관찰되지 않은 것을 감안하면 사면의 안전성에는 큰 문제가 없는 것으로 판단됨	
22	2014. 02. 15 ~ 2014. 04. 05	정밀점검	삼덕대절토 우측사면은 사면전반 걸쳐 녹화공법이 시공되어 있으며, 경미한 손상, 결함이 발생하였으나, 기능발휘에 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수 및 지속적인 관찰이 필요한 "B" 등급으로 조사되었다.	B
23	2014. 10. 10 ~ 2014. 10. 24	정기점검	와이어로프 부식 발생	
24	2015. 03. 11 ~ 2015. 03. 25	정기점검	와이어로프 부식 발생	
25	2015. 09. 01 ~ 2015. 09. 19	정기점검	사면 전반에 걸쳐 식생보수 보수가 이루어져 있으며, 인장균열 및 지반변형 등의 파괴징후가 관찰되지 않는 것으로 보아 사면의 안전성에는 큰 문제가 없는 것으로 판단된다.	
26	2016. 02. 19 ~ 2016. 04. 03	정밀점검	사면전반 걸쳐 녹화공법이 시공되어 있으며, 경미한 손상, 결함이 발생하였으나, 기능발휘에 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수 및 지속적인 관찰이 필요한 "B" 등급으로 조사되었다.	B
27	2016. 08. 19 ~ 2016. 09. 01	정기점검	사면 전반에 걸쳐 인장균열 및 지반변형 등의 파괴징후가 관찰되지 않은 것을 감안하면 사면의 안전성에는 큰 문제가 없는 것으로 판단된다.	
28	2017. 03. 02 ~ 2017. 06. 09	정기점검	낙석방지망 노출, 사면부 토사 유실 및 락볼트 노출, 와이어로프 노출 및 부식	
29	2017. 11. 01 ~ 2017. 11. 20	정기점검	비탈면 식생불량, 능형망노출, 와이어로프 노출, 배수불량	

1.2.4 전차 정밀점검 실시결과(2016년 04월)

가. 현장조사 및 시험결과

1) 외관조사 결과

구분	점검 결과	조치 방안
사면부	· 식생불량, 표토유실 · 초목번성 · 수목전도	· 주의관찰 · 삭초 · 정비
배수시설	· 토사적체	· 토사제거
상부 자연사면	· 양호	·
보강시설	· 와이어로프 부식	· 주의관찰
검토의견	· 삼덕대절토 우측사면은 사면전반 걸쳐 녹화공법이 시공되어 있으며, 경미한 손상, 결함이 발생하였으나, 기능발휘에 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수 및 지속적인 관찰이 필요한 "B" 등급으로 조사되었다. 기 발생한 녹생토 유실에 대한 정비가 실시되어 초목이 번성하여 복구가 완료되었으며, 추가적으로 발생한 식생불량, 녹생토 유실, 와이어로프 부식에 대한 정비 및 주의관찰이 필요하고, 자연비탈면에 발생한 수목 전도는 주행차량의 안전성에 위협 요인이 되므로 정비가 요망된다. 또한 비탈면 전반에 걸쳐 번성한 초목은 삭초가 필요한 상태이며, 초목으로 인한 소단배수로 이물질은 즉각적인 청소가 요구된다.	

2) 현장시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
—	—	—	—	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 실시하지 않음			

나. 상태평가 결과

평가요소			결합점수	평가결과	총점	결합지수	상태평가결과
손상상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	0	a	16.5	f2=0.32	c
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	1.5	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	3	d			
	인위요인	⑩ 절취상태	4	c			
		⑪ 배수조건	2	d			
⑫ 보호/보강 상태		5	c				
합계(Σ)					16.5	F=0.22	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 16.5 / 52 = 0.32 ○ 상태평가등급(F) : 16.5 / 76 = 0.22					

다. 종합평가 결과

구 분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가결과 Min(상태평가, 안전성평가)
	결합지수	결과	최소 안전율	결과	
삼덕대절토사면	0.22	B	—	—	B

라. 안전등급 지정

구 분	안전등급	시설물의 상태
삼덕대절토사면	B	경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태

마. 보수·보강 방안

■ 삼덕대절토사면 (L=290m)			
손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	① STA.2+510~2+630 1단 식생불량 A=180m*10m	주의관찰	
	② STA.2+500~2+510 2단 식생불량 A=70m*10m	주의관찰	
	③ STA.2+480~2+560 3단 식생불량 A=80m*10m	주의관찰	
	④ STA.2+590~2+610 3단 표토유실 A=20m*10m	주의관찰	
	⑤ STA.2+470~2+480 3단 표토유실 A=10m*10m	주의관찰	
	⑥ STA.2+560~2+570 4단 표토유실 A=10m*10m	주의관찰	
	⑦ STA.2+490~2+520 5단 식생불량 A=30m*10m	주의관찰	
낙석위험			
배수시설			
수 목	⑧ STA.2+356~2+646 전구간 초목번성	삭초	
	⑨ STA.2+590 6단 수목전도	정비	
기 타	⑩ STA.2+580 2단 와이어로프 부식	주의관찰	

바. 종합결론

삼덕대절토 우측사면은 사면전반에 걸쳐 녹화공법이 시공되어 있으며, 경미한 손상, 결함이 발생하였으나, 기능발휘에 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수 및 지속적인 관찰이 필요한 "B" 등급으로 조사되었다. 기 발생한 녹생토 유실에 대한 정비가 실시되어 초목이 번성하여 복구가 완료되었으며, 추가적으로 발생한 식생불량, 녹생토 유실, 와이어로프 부식에 대한 정비 및 주의관찰이 필요하고, 자연비탈면에 발생한 수목 전도는 주행차량의 안전성에 위협 요인이 되므로 정비가 요망된다. 또한 비탈면 전반에 걸쳐 번성한 초목은 삭초가 필요한 상태이며, 초목으로 인한 소단배수로 이물질은 즉각적인 청소가 요구된다.

1.2.5 시설물 보수 이력

【표 1.2.3】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	
2	—	—	—	—	—	

1.3 현장조사 및 시험

1.3.1 현황 및 특성

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

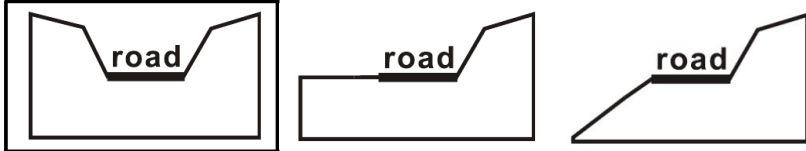
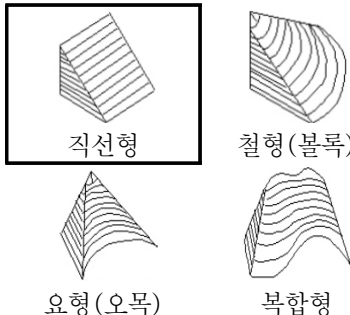
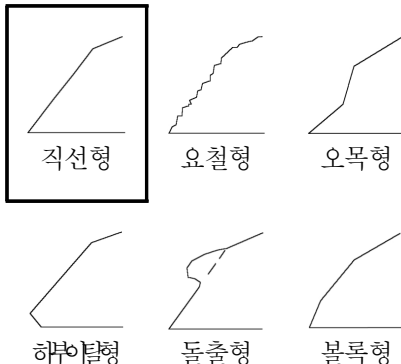
가. 일반현황 조사결과

【표 1.3.1】 일반현황 조사결과

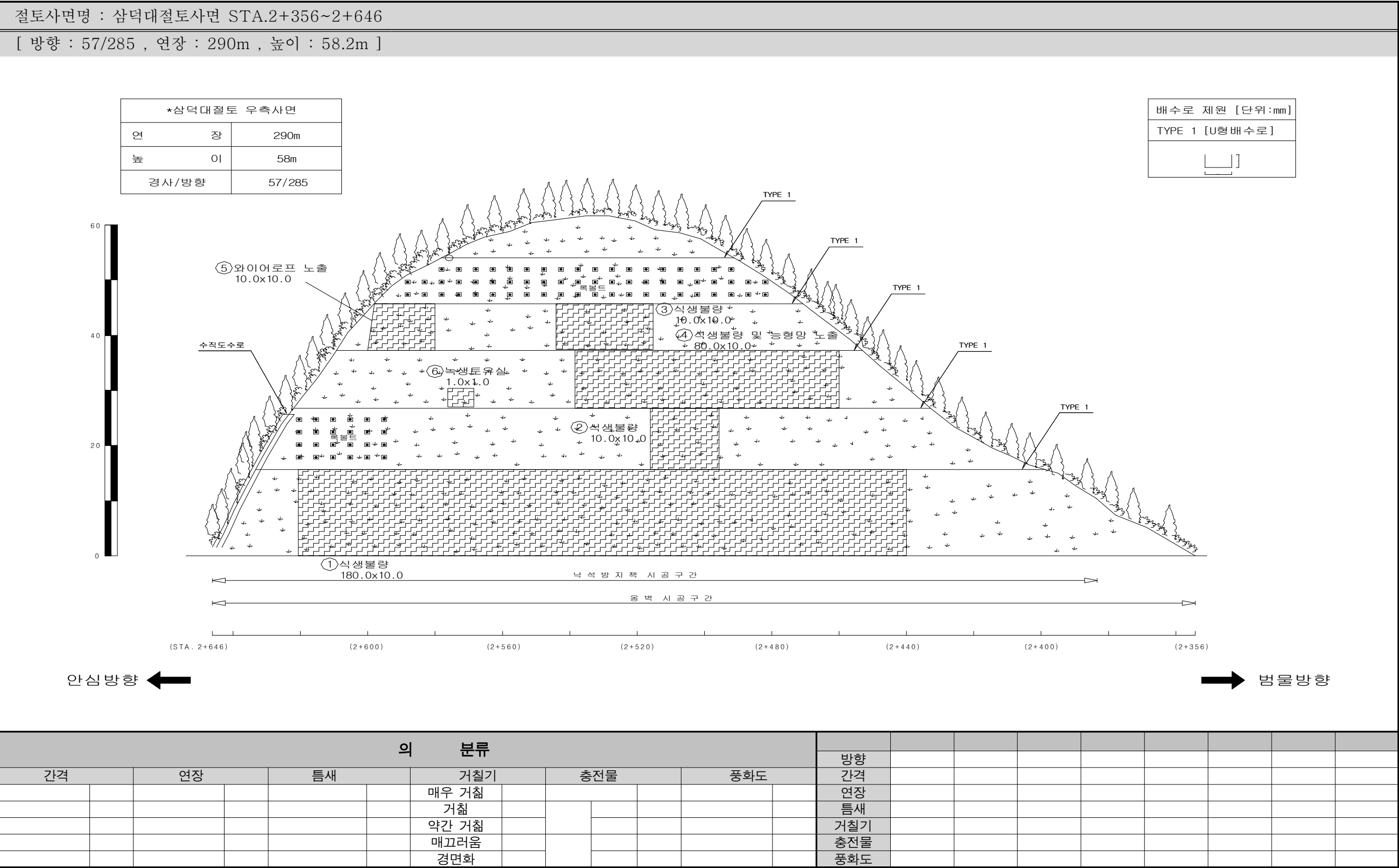
조사일자	2018년 3월 23일	조 사 자	인승철
일 기	맑음	관리번호	—
행정구역	대구광역시 수성구 삼덕동		
위 경 도	시점 : 35° 49'54.3"N 128° 40'12.0"E		
	종점 : 35° 50'01.6"N 128° 40'15.5"E		
도 로	거 리 표 : STA. 2+356~2+646		
	차 선 : 왕복 6차선		도 로 폭 : —
	교 통 량 : — 대/일		
깎기비탈면	길 이 : 290m		높 이 : 58.2m
	경 사/경사방향 : 57/285		
	도로와의 이격거리 : 평균 6.0m		
	구성물질 : 암반		토층심도 : —
	소 단 : 5소단		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무		낙석의 양 : —
	낙석 평균크기 : — 낙석 최대크기 : —		
	뜯돌 존재유무 : 무		뜯돌의 양 : —
	뜯돌 평균크기 : —		
깎기비탈면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	소단 배수로	소단부 전구간	양호
	수직 도수로	STA.2+646	양호
	낙석방지울타리	STA.2+386~2+646	양호
	낙석방지망	STA.2+386~2+646	와이어로프 노출
	락볼트	2단 STA.2+580~2+620 5단 전구간	양호
	녹화공법	STA.2+386~2+646	국부적인 식생불량
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
	—	—	—
기 타			

나. 사면특성 조사결과

【표 1.3.2】 사면특성 조사결과

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

1.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



1.3.3 부재별 외관조사 결과

가. 암반구간

1) 현황

사면 전반에 걸쳐 녹생토가 시공되어 있어, 암의 풍화정도는 확인이 불가하나, 설계자료 검토시 본 사면은 경암으로 현재 지반변형 등의 파괴징후가 없는 것으로 보아 풍화정도는 양호한 것으로 판단된다. 사면에 초본 및 상단 일부구간에서 관목류가 서식하고 있는 상태이다.



【그림 1.3.1】 암반구간 전경

2) 조사결과

- 사면 전반에 걸쳐 녹생토가 시공되어 있고, 전반적으로 양호한 상태이다. 금회 조사시, 일부 구간에서 식생불량, 녹생토유실이 조사되었으나, 공용기간 증가로 인한 부착력저하 및 동절기 기간에 발생한 손상으로 판단되며, 본 손상은 주기적인 점검으로 유지관리를 실시하고, 손상의 추가 발생시 표면보호공 등의 조치가 필요하다.

【표 1.3.3】 암반구간 손상현황

위 치	현황	규모	비 고
STA.2+440~620	1단 식생불량	A=180m*10m	
STA.2+510	2단 식생불량	A=10m*10m	①
STA.2+460~540	3단 식생불량 및 능형망 노출	A=80m*10m	②
STA.2+570	3단 녹생토유실	A=1m*1m	③
STA.2+530	4단 식생불량	A=10m*10m	④

			
현황	① STA.2+510 2단 식생불량		
원인	공용기간 증가로 인한 부착력저하, 동절기 온도저하		
대책	주의관찰		

			
현 황	② STA.2+460~540 3단 식생불량 및 능형땅 노출		
원 인	공용기간 증가로 인한 부착력저하, 동절기 온도저하		
대 책	주의관찰		

			
현 황	③ STA.2+580 3단 녹생토유실	현 황	④ STA.2+530 4단 식생불량
원 인	공용기간 증가로 인한 부착력저하	원 인	공용기간 증가로 인한 부착력저하
대 책	주의관찰	대 책	주의관찰

나. 토사구간

1) 현황

사면 상단은 풍화토가 존재하고 있으며, 국부적으로 관목이 분포하고 있다.



【그림 1.3.2】 토사구간 전경

2) 조사결과

- 토사구간은 전반적으로 식생이 양호하며, 인장균열 등의 파괴 징후는 없는 것으로 조사되었다.

【표 1.3.4】 토사구간 손상현황

위 치	현황	규모	비 고
—	—	—	

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 소단배수로, 수직도수로가 시공되어 있다.



【그림 1.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.

【표 1.3.5】 배수시설 손상현황

위 치	현황	규모	비 고
—	—	—	

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

대상 사면 내에는 낙석방지망, 낙석방지 울타리, 락볼트가 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



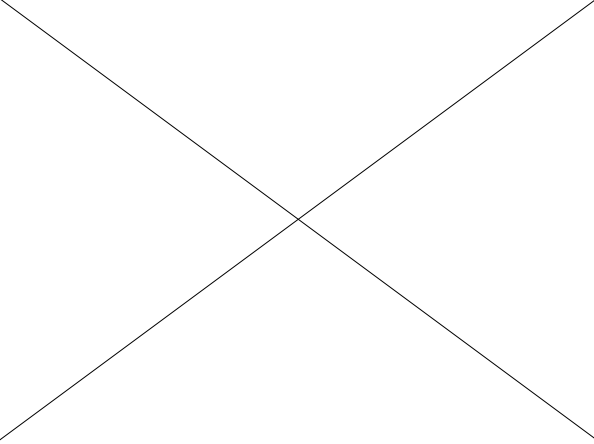
【그림 1.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 조사결과, 낙석방지망, 낙석방지 울타리, 락볼트는 기능 발휘에 문제가 없는 상태로 조사되었다.
- 식생불량 및 녹생토유실부에 일부 와이어로프가 노출되어 있으나, 문제는 없는 상태로 조사되었다.

【표 1.3.6】 보호/보강시설 설치상태 및 손상현황

구 분		구 간	제 원	상 태	비 고
낙석 방지시설	낙석방지울타리	전구간	H=3m	양호	
	낙석방지망	전구간	2m×5m	와이어로프 노출	
표면 보호시설	녹화공법	전구간	—	국부적인 유실	
	—	—	—	—	
사면 보강시설	락볼트	2단 STA.2+580~2+620 5단 전구간	—	양호	
	—	—	—	—	

			
현 황	하부 및 낙석방지울타리 전경	현 황	낙석방지망 전경
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-
			
현 황	락볼트 전경	현 황	-
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-

1.3.4 현장조사 결과 요약

삼덕대절토사면은 사면 전반에 걸쳐 녹생토가 시공되어 있어, 암의 풍화정도는 확인이 불가능하나, 설계자료 검토시 본 사면은 경암으로 현재 지반변형 등의 파괴징후가 없는 것으로 보아 풍화정도는 양호한 것으로 판단된다. 사면에 초본 및 상단 일부구간에서 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 금회 조사시, 일부 구간에서 식생불량, 녹생토유실이 조사되었으나, 공용기간 증가로 인한 부착력저하 및 동절기 기간에 발생한 손상으로 판단되며, 본 손상은 주기적인 점검으로 유지관리를 실시하고, 손상의 추가 발생시 표면보호공 등의 조치가 필요하다. 배수시설, 사면보호/보강시설은 기능 발휘에 문제가 없는 상태로 조사되었다.

【표 1.3.7】 외관조사 결과 요약

구분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	중·하단 식생불량, 녹생토 유실	주의관찰
배수시설	양호	—
상부자연사면	양호	—
보강시설	양호	—

1.3.5 암반강도시험 결과

삼덕대절토사면은 녹생토가 시공되어 있어, 암반용 슈미트해머를 이용한 강도조사가 불가하다.

【표 1.3.8】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
—	—	—	—	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
검토의견	· 전구간 녹생토 시공으로 암반강도 측정 불가			

1.4 상태평가

1.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “정밀점검 및 정밀안전진단 세부지침 절토사면편 (2017.01, 한국시설안전공단)”의 기준에 따라 분류한 결과 본 삼덕대절토사면은 절리암반사면으로 분류되어 절리암반사면의 상태평가기준을 적용하였다.

【표 1.4.1】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류		비고
				세부분류	종합분류	
삼덕대절토사면	토층심도율	0.4	0.014	암반사면	절리 암반사면	
	압축강도	10MPa	10MPa이상 (기준자료)	파쇄암반 절리암반		
	블록크기	0.01	0.01이상 (기준자료)	절리암반		

나. 구간분할

삼덕대절토사면은 연장이 290m의 절리암반사면으로서 지형 및 지질특성이 유사하고, 사면의 구성재료가 동일하므로 연장기준(200m 이상)에 따라 2개구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다.

【표 1.4.2】 사면분할 현황

구분	측점	특징	비고
1구간	STA.2+356~446	방향:57/285, 연장:290m, 높이 : 58.2m	절리암반사면
2구간	STA.2+446~646		절리암반사면

1.4.2 상태평가 결과

가. 사면 손상상태 조사결과표

【표 1.4.3】 사면 손상상태 조사 결과표 (1구간)

시설물명		삼덕대절토사면		표번호		[표 1.4.3]	
조사영역번호		1구간		조사영역 위치		STA.2+356~446	
1. 파괴징후							
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고		
		위치	상태 및 규모				
1-1	인장균열	－	없음	0			
1-2	지반변형	－	없음	1			
1-3	구조물변형	－	없음	0			
2. 파괴현황							
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고		
		위치	규모				
1-4	－	－	0	0			
조사일시	2018.03.20. ~ 2018.04.03.			조사자	인 승 철		

【표 1.4.4】 사면 손상상태 조사 결과표 (2구간)

시설물명	삼덕대절토사면	표번호	[표 1.4.4]		
조사영역번호	2구간	조사영역 위치	STA.2+446~646		
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	－	없음	0	
1-2	지반변형	－	없음	1	
1-3	구조물변형	－	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위치	규모		
1-4	－	－	없음	0	
조사일시	2018.03.20. ~ 2018.04.03.		조사자	인 승 철	

나. 사면 파괴요인 조사결과표

【표 1.4.5】 사면 파괴요인 조사 결과표 (1구간)

시설물명		삼덕대절토사면		표번호		[표 1.4.5]			
조사영역 번호		1구간		조사영역 위치		STA.2+356~446			
1. 지반상태									
일련번호		구 분		상 태		상태점수		비고	
1-5		지반상태	절리방향-사면방향		350° -285° =65°		0		U37
1-6			절리경사-사면경사		51° -57° =-6°		5		U37
1-7			절리상태		유리		1		U37
2. 사면형상									
1-8		절리암반	사면의 경사		57°		2		
3. 자연적 외부요인									
1-9		강우 및 지하수	1일 강우량		12mm		1		2
			지하수위		사면높이의 1/2		2		
4. 인위적 외부요인									
1-10		절리암반	절취상태		보통		3		
1-11		배수조건			양호		1		
1-12		보호/보강상태			양호함		2		
조사일시		2018.03.20. ~ 2018.04.03.			조사자		인 승 철		

【표 1.4.6】 사면 파괴요인 조사 결과표 (2구간)

시설물명		삼덕대절토사면		표번호		[표 1.4.6]		
조사영역 번호		2구간		조사영역 위치		STA.2+446~646		
1. 지반상태								
일련번호		구 분			상 태		상태점수	비고
1-5		지반상태	절리주향		298° -285° =13°		6	U61
1-6			절리경사-사면경사		51° -57° =-6°		5	U61
1-7			절리상태		유리		1	U61
2. 사면형상								
1-8		절리암반	사면의 경사		57°		2	
3. 자연적 외부요인								
1-9		강우 및 지하수	1일 강우량		12mm		1	2
			지하수위		사면높이의 1/2		2	
4. 인위적 외부요인								
1-10		절리암반	절취상태		보통		3	
1-11		배수조건			양호		1	
1-12		보호/보강상태			양호함		2	
조사일시		2018.03.20. ~ 2018.04.03.			조사자		인 승 철	

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 절리암반사면으로, 평가기준에 따른 결함지수는 0.29로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

평가결과에 가장 주된 인자는 암반사면의 특성상 사면경사가 고각인 점으로서 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 1.4.7】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			삼덕대절토사면				표번호
근거표번호			[표 1.4.3], [표 1.4.5]				[표 1.4.7]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	1	f1=0.04	a
		② 지반변형	1	b			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	0	a	16	f2=0.31	c
		⑥ 절리경사-사면경사	5	d			
		⑦ 절리상태	1	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	b			
	인위요인	⑩ 절취상태	3	c			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	2	b			
합계(Σ)					17	F=0.22	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 1 / 24 = 0.04 ○ 파괴요인지수(f2) : 16 / 52 = 0.31 ○ 상태평가등급(F) : 17 / 76 = 0.22					

【표 1.4.8】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			삼덕대절토사면				표번호
근거표번호			[표 1.4.4], [표 1.4.6]				[표 1.4.8]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	1	f1=0.04	a
		② 지반변형	1	b			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	5	d	21	f2=0.40	c
		⑥ 절리경사-사면경사	5	d			
		⑦ 절리상태	1	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	b			
	인위요인	⑩ 절취상태	3	c			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	2	b			
합계(Σ)					22	F=0.29	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 1 / 24 = 0.04 ○ 파괴요인지수(f2) : 21 / 52 = 0.40 ○ 상태평가등급(F) : 22 / 76 = 0.29					

【표 1.4.9】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		구간별 평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
삼덕대절토사면	0.22	B	0.29	B	0.29	B

1.5 종합평가 및 안전등급 지정

1.5.1 종합평가 결과

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

【표 1.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표				
시설물명	삼덕대절토사면		표 번 호	[표 1.5.1]
평가구분	결합지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.29	B	근거표번호	[표 1.4.9]
안전성평가	－	－	－	－
종합평가	0.29	B	최저등급 적용	
종합평가결과	절토사면의 종합평가 결과 : B			

※ 안전성평가는 안전점검(정밀점검, 긴급점검)에서는 상태기준이 D이하로 판정되거나 전문가에 의해 안전성평가 요구가 있을 경우에 실시함 (안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 절토사면편, 2017.01.)

1.5.2 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 1.5.2】 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

1.6 보수·보강 및 유지관리방안

1.6.1 보수·보강 방안

대상 절토사면 점검결과, 일부 구간에서 식생불량, 녹생토유실이 확인되었으나, 사면의 안전성에 중대한 결함은 없는 상태로서 기능성은 확보되고 있으므로 현 상태에서 보수의 필요성은 낮은 것으로 판단된다. 대상 절토사면은 주기적인 점검을 통한 관리를 실시한 후 손상의 증가 및 확대 여부에 따라 보수시기를 결정하는 것이 효율적이다.

대상 절토사면의 손상별 보수방안은 다음과 같다.

【표 1.6.1】 손상별 보수·보강 방안

■ 삼덕대절토사면 (L=290m)			
손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	① STA.2+440~620 1단 식생불량 A=180m*10m	주의관찰	
	② STA.2+510 2단 식생불량 A=10m*10m	주의관찰	
	③ STA.2+460~540 3단 식생불량 및 능형망 노출 A=80m*10m	주의관찰	
	④ STA.2+570 3단 녹생토유실 A=1m*1m	주의관찰	
	⑤ STA.2+530 4단 식생불량 A=10m*10m	주의관찰	
낙석위험			
배수시설			
수 목			
기 타			

1.6.2 유지관리방안

본 사면에 대한 정밀점검 결과에 따라, 향후 유지관리 시 사면의 안전성, 사용성 및 내구성 차원에서 중점적으로 관찰하고 유의하여야 할 중점유지관리 항목을 설정하여 다음 표와 같이 제시하였다.

【표 1.6.2】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	- 식생불량, 녹생토유실 구간 → 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 손상이 일정규모 이상 발생할 경우 표면보호공 등의 조치가 필요	 
배 수 시 설	- 현재 배수기능은 원활한 상태임 → 주기적인 정비를 실시하는 유지관리가 필요	
보 호 보 강 시 설	- 현재 보호/보강시설의 기능은 원활한 상태임 → 낙석방지울타리, 락볼트 등에 대해 주기적인 점검을 통해 손상발생 유무를 확인하는 유지관리가 필요	

1.7 종합결론

1.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 녹생토가 시공되어 있어, 암의 풍화정도는 확인이 불가하나, 설계자료 검토시 본 사면은 경암으로 현재 지반변형 등의 파괴징후가 없는 것으로 보아 풍화정도는 양호한 것으로 판단된다. 사면에 초본 및 상단 일부구간에서 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 금회 조사시, 일부 구간에서 식생불량, 녹생토유실이 조사되었으나, 공용기간 증가로 인한 부착력저하 및 동절기 기간에 발생한 손상으로 판단되며, 본 손상은 주기적인 점검으로 유지관리를 실시하고, 손상의 추가 발생시 표면보호공 등의 조치가 필요하다. 배수시설, 사면보호/보강시설은 기능 발휘에 문제가 없는 상태로 조사되었다.
- 전구간 녹생토 시공으로 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정이 불가하다.
- 대상 사면은 절리암반사면으로서 평가기준에 따른 결함지수는 0.29, 상태평가결과는 “B”로 산정되었으며, 평가결과에 가장 주된 인자는 암반사면의 특성상 사면경사가 고각인 점으로서 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.

1.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 절토사면에 대한 정밀점검 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 절토사면은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

1.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 사면 중·하단에 발생한 식생불량, 녹생토유실 구간에 대해서는 손상의 추가 발생, 진전유무에 대한 확인이 필요하다.
- 배수시설은 현재 배수기능이 원활한 상태이나, 주기적인 정비로 유지관리가 필요하다.

1.7.4 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.