

제2편 시 설 물 편

1. 당고개절토사면 좌측

Sta. 0+600 ~ 1+000

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

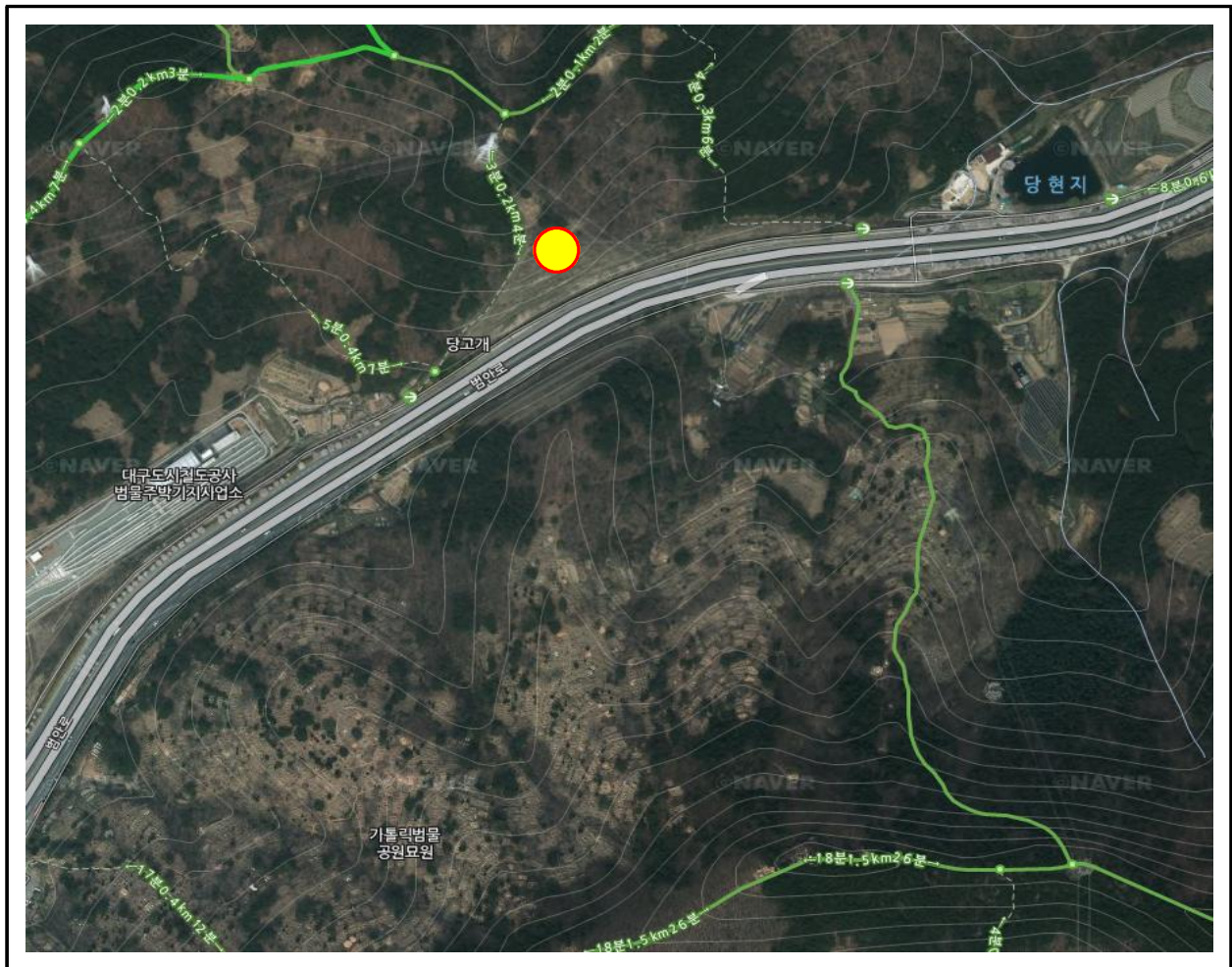
본 시설물은 대구광역시 수성구 범안로(삼덕동 산103번지선)에 위치한 사면으로서 총 연장 400.0m, 높이 38.0m의 절토사면으로 시공되어 있다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2002-0000194		관리번호	-	
시설물명	당고개절토사면 좌측		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역	대구광역시 수성구			
	위치좌표	시점 : 35° 49'23.2" 128° 39'14.8"			
		종점 : 35° 49'27.0" 128° 39'28.0"			
	이 정	STA. 0+600~1+000			
제 원	연 장	400.0m	높 이	38.0m	
	경사/방향	50/160	노 선	광역시도(범안로)	
관리주체	대구동부순환도로(주)		관리주체구분	민간	
주변환경	인공구조물	-			
	주변지형	산악지형	상부사면경사	15°	
시공현황	준공년도	2002. 08. 24	시 공 자	코오롱글로벌(주)	
	부대시설	낙석방지망, 낙석방지울타리, 락볼트			
비 고					

1.1.2 위치도 및 전경사진



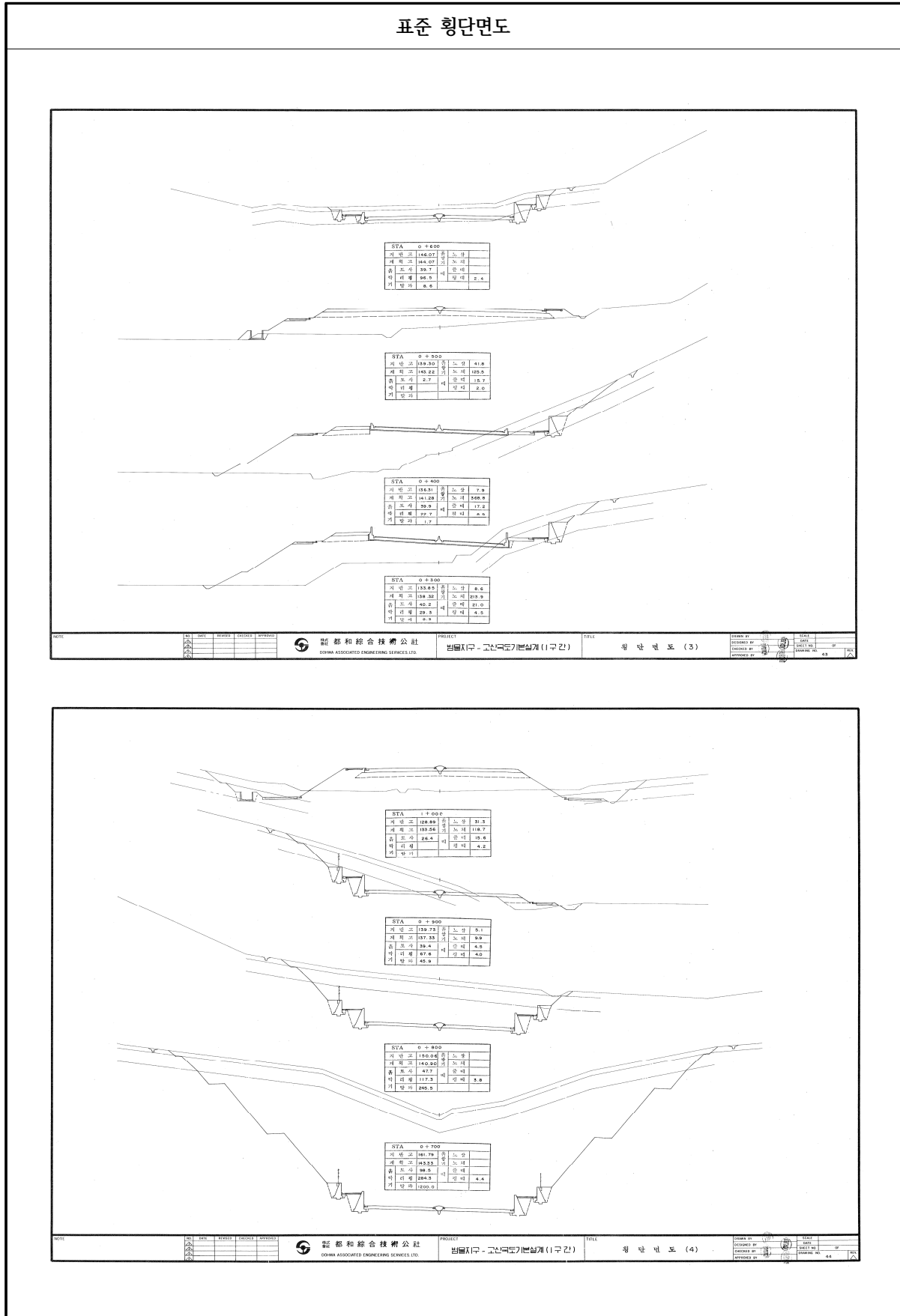
【그림 1.1.1】위치도



【그림 1.1.2】전경사진

	
산마루측구 전경	1소단 배수로 전경
	
2소단 배수로 전경	3소단 배수로 전경
	
낙석방지울타리 및 하부 전경	락볼트 전경

【그림 1.1.3】사면 부재별 현황사진



【그림 1.1.5】표준횡단면도

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 설계자료, 감리보고서 검토

제3장 실시설계

1. 선형설계

- 도로의 주위 경관과 조화에 순응하며 지형 지물, 토지이용 계획 등의 자연 조건과 사회조건에 적합하게 계획
- 선형의 연계성, 평면 및 종단 선형과 조화
- 시공 유지관리 및 경제성 등을 감안하여 결정
- 선형결정 - 상기내용을 바탕으로 기술적, 경제적, 환경적 측면을 세밀히 검토한 후 관계기관과 협의하여 최적 선형 결정

가. 평면선형 설계

- 평면 선형은 축척 1:1200평면 측량 도면을 이용하여 선형 계획
- 설계기준은 설계 속도에 적합하게 적용하였고 가급적 큰 곡선을 활용하여 주변과의 조화를 이루도록 계획
- 기존 도시계획 쪽 내에서 지형 특성 및 기존도로 시설과의 연계를 고려하여 검토
- 설계 속도 80Km/hr에서 곡선 반경의 최소치는 R=280m이나 최소값 이상을 적용.
- 평면 선형 분석

구분	개수	연장(m)	비율(%)	비고
곡선부	300미만	1	379,797	7.51
	300~500	4	1,108,444	21.92
	500~1500	3	987,197	19.52
	1500이상	-	-	-
	소계	8	2,475,438	48.95
직 선 부	9	2,581,565	51.05	
계		5,057,003	100	

- 절토법면 적용구배

구 분	절 토 고	적용기준	비 고
토 사	0~0.5m(5m이상)	1:1.2 (1:1.5)	절토고 5m마다 소단 1m 설치
리핑암		1 : 1.0	토사부분과의 한계면에 소단 1m 설치
발파암		1 : 0.8	절토고 10m마다 소단 3.0m 설치

2) 성토지역

- 성토재료는 절취부에서 발생된 토사 및 압편으로 구성
- 성토법면 표준구배

구 분	적용기준	비 고
0 ~ 6m	1 : 1.5	성토고 6m마다 소단 1단 설치
6m 이상	1 : 1.8	

나. 편질, 편성 집속부

- 편질, 편성의 집속부는 절토부와 성토부의 연계성이 없으므로 지표수, 침투수 등이 집중하기 쉽고 이 때문에 부동침하 및 압밀침하가 일어나며 단차 발생이 예상된다.

다. 사면지반의 성토

- 지표면 구배가 1:4.0~1:0.5의 지반에 성토시 원지반의 경계부근은 성토의 활동 및 침하의 원인이 되기 쉬우므로 원지반 표면에 충따기틀 실시하여 활동에 방지를 한다.

라. 도랑 환산계수

구 분	C	L	F	비고
토 사	0.90	1.25	0.80	
리핑암	1.00	1.30	0.77	
발파암	1.28	1.60	0.63	

나. 종단선형 설계

- 종단선형은 자동차 주행상의 안전성, 선형의 연속성, 지형 특성, 지역과의 조화 등을 고려하여 계획
- 대절취에 따른 절토량 최소화 및 지하차도 구간의 구조물 계획과 상호 연계를 고려하여 건축한계에 여유를 갖도록 설계
- 종단구배는 작을수록 좋으나 노면배수 처리를 위해 최소 종단구배값을 0.3% 이상으로 제한하고, 종단곡선장은 승적완화와 시거확보를 위해 최소 종단곡선장 이상으로 계획
- 종단선형 분석

구 분	개소 / 연장	비 율	비 고
종단구배	0.3% ~ 2%	1/1,960.87	38.78
	2% ~ 3%	3/1,017.003	20.11
	3% ~ 4%	5/954.13	18.87
	4% ~ 5%	2/355.00	7.08
	5% ~ 6%	3/770.00	15.23
합 계	14/5,057.003		

2. 토공 설계

가. 사면구배

1) 절토지역

- 절토 사면구배는 지역의 구성상태 및 용출수의 유무 토질의 역학적상수 등을 기초로 하여 설계에 적용
- 절토부 법면구배는 "절토부 사면구배 검토"에 의해서 결정
- 시공시 노출암에 대한 주향 및 경사도를 조사하여 사면구배에 대한 검토가 필요(암 절리가 발달되어 있는 것으로 추정)

마. 절토부 사면 안정검토

1) 사면현황

구 분	위 치	절토고	사면의 주향 및 경사방향	구성암석	비고
당고개 사면	STA 0+720 좌측	31.0m	N57 E/SE	세일, 사암	
삼덕대절토사면	STA 2+580 우측	65.0m	N21 E/NW	세일, 사암	

2) 평사두영 해석결과

① STA 0+720 당고개 절취사면

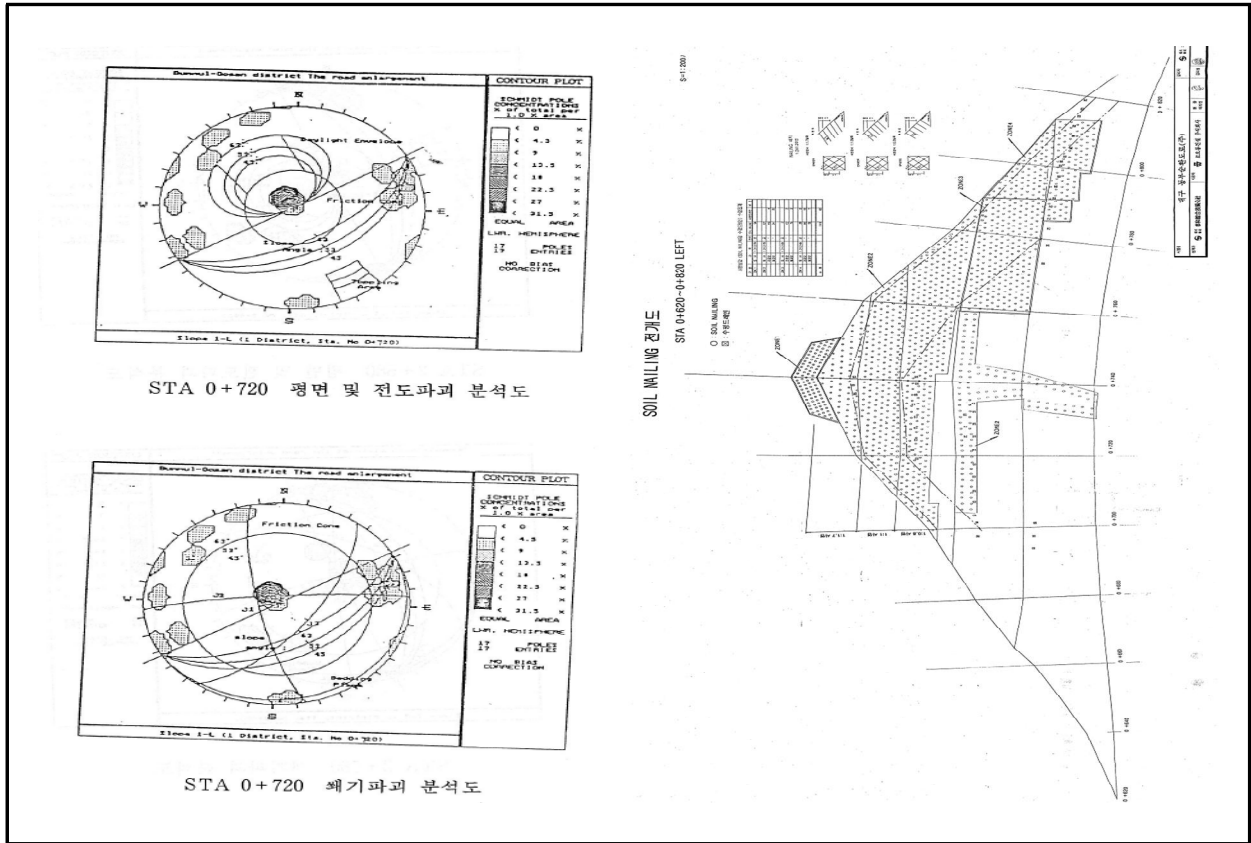
- TCR/RQD 시험결과 : 불량
- 평면파괴 및 전도파괴 가능성 회박
- 쇄기파괴 분석도 사면경사가 45°, 53°에서는 가능성 회박하고 63°에서는 쇄기파괴 예상

② STA 2+580 삼덕대절취 사면

- TCR/RQD 시험결과 : 매우불량
- 평면파괴 및 전도파괴 가능성 회박
- 쇄기파괴 분석도 사면경사가 45°, 53°에서는 가능성 회박하고 63°에서는 쇄기파괴 예상

③ 검토결과

- 수조의 절리와 총리만이 존재하고 사면의 안정성에 영향을 미칠 뚜렷한 연장성 있는 구조선은 나타나지 않으나, 사암과 세일이 호층으로 발달하여 있고 암반은 대체로 절 리가 밀도있게 분포하며 압질을 불량함.
- 결과 : 사면경사를 45° (1:1), 53° (1:0.8)로 하여 위험을 피하고 흔들에 대한 낙석방지책이 필요



1.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로 편입된 후, 2회의 정기점검을 실시하였고, 금회 정밀점검이 최초 정밀 점검이다. 시설물정보관리종합시스템에 작성된 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 1.2.2】 점검 이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2018. 03. 20 ~ 2018. 04. 15	정기 점검	당고개절토사면(좌측사면)의 주요 손상현황으로는 1~3단 일부 구간 우수유입에 의한 녹생토 유실 및 시공 미흡으로 인한 락볼트 두부노출, 자연사면 표층유실 등의 손상이 발생하였고, 사면 전반적으로 양호한 상태로 확인되었고, 기 손상은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다. 본 절토사면의 설계도서를 확인한 결과, 높이 38.0m인 것으로 확인하여 수정하였다.	—
2	2018. 08. 21 ~ 2018. 09. 19	정기 점검	당고개절토사면(좌측사면)의 주요 손상현황으로는 1~3단 일부 구간 우수유입에 의한 녹생토 유실 및 시공 미흡으로 인한 락볼트 두부노출, 자연사면 표층유실 등의 손상이 발생하였고, 사면 전반적으로 양호한 상태로 확인되었고, 기 손상은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	—

1.2.3 전차 정기점검 실시결과

금회(19년 상반기) 점검이 최초 정밀점검으로 이전 정밀점검 자료가 없으므로, 이전 정기점검 실시결과를 검토하였다.

가. 현장조사 및 시험결과

1)외관조사 결과

구분	점검 결과	조치 방안
사면부	· 녹생토유실 다수, 락볼트 두부노출	· 주의관찰
배수시설	· 상태 양호	·
상부 자연사면	· 표층유실	· 주의관찰
보강시설	· 상태 양호	·
검토의견	· 당고개절토사면(좌측사면)의 주요 손상현황으로는 1~3단 일부 구간 우수유입에 의한 녹생토 유실 및 시공 미흡으로 인한 락볼트 두부노출, 자연사면 표층유실 등의 손상이 발생하였고, 사면 전반적으로 양호한 상태로 확인되었고, 기 손상은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.	

2) 현장시험 결과

정기점검으로 비파괴시험 미실시.

나. 상태평가 결과

정기점검으로 상태평가 미실시.

다. 종합평가 결과

정기점검으로 종합평가 미실시.

라. 안전등급 지정

정기점검으로 안전등급지정 미실시.

마. 보수·보강 방안

▣ 당고개절토사면 좌측			
손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	① STA.0+630 1단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=40m*5m	주의관찰	
	② STA.0+630 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*2m	주의관찰	
	③ STA.0+650 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*10m	주의관찰	
	④ STA.0+720 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=60m*5m	주의관찰	
	⑤ STA.0+720 3단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=50m*6m	주의관찰	
	⑥ STA.0+850 1단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*5m	주의관찰	
	⑦ STA.0+830 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*10m	주의관찰	
	⑧ STA.0+920 자연사면 표층유실 A=10m*2m	주의관찰	
낙석위험			
배수시설	⑨ 배수관 노출 14EA	주의관찰	
수 목			
기 타	⑩ 락볼트 노출 38EA	주의관찰	

바. 종합결론

당고개절토사면(좌측사면)의 주요 손상현황으로는 1~3단 일부 구간 우수유입에 의한 녹생토 유실 및 시공 미흡으로 인한 락볼트 두부노출, 자연사면 표층유실 등의 손상이 발생하였고, 사면 전반적으로 양호한 상태로 확인되었고, 기 손상은 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

1.2.4 시설물 보수 이력

【표 1.2.3】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
-	-	-	-	-	-	

1.3 현장조사 및 시험

1.3.1 현황 및 특성

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

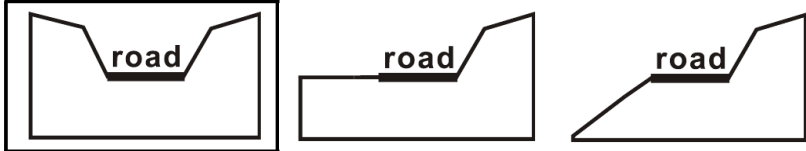
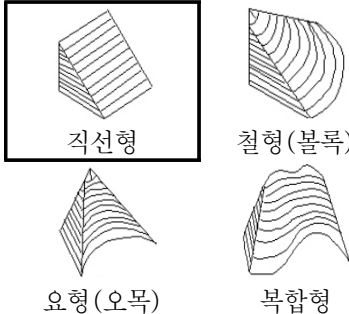
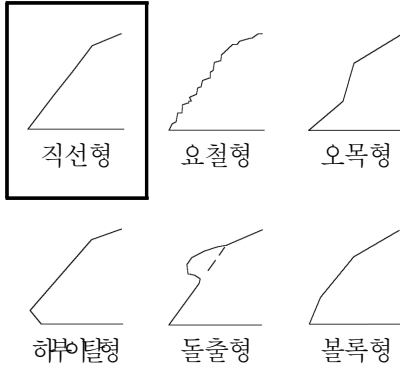
가. 일반현황 조사결과

【표 1.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019년 05월 13일	조 사 자	이 상 훈
일 기	맑음	시설물번호	SL2002-0000194
행정구역	대구광역시 수성구		
위 경 도	시점 : 35° 49'23.2" 128° 39'14.8"		
	종점 : 35° 49'27.0" 128° 39'28.0"		
도 로	거 리 표 : -		
	왕복 6차선		도 로 폭 : 25m
	교 통 량 : - 대/일		
깎기비탈면	길 이 : 400.0m		높 이 : 38.0m
	경 사/경사방향 : 50/160		
	도로와의 이격거리 : 평균 6.0m		
	구성물질 : 암반		토층심도 : 0.3~0.5m
	소 단 : 4소단		
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
	산마루측구	STA. 0+600~1+000	양호
	소단배수로	1~3소단	양호
	낙석방지울타리	STA. 0+600~1+000	양호
	녹생토, 방지망	STA. 0+600~1+000	양호
	락볼트	STA. 0+700~0+820	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
	-	-	-
기 타			

나. 사면특성 조사결과

【표 1.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형				
	종단면 형상						
	기타 특징		-				
절토사면의 특성	종 횡 단 면	 직선형 철형(볼록) 요형(오목) 복합형		종 단 면 특 성	 직선형 요철형 오목형 하부요형 돌출형 볼록형		
상부 자연비탈면	경 사 도		15°				
	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	하	하		
	③ 근계특징		천근성 (0), 심근성 ()				

다. 사면 구간분할 결과

해당 사면은 연장 400.0m 로서, ‘시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침’에 제시된 사면의 조사영역 및 사면의 분할 기준인

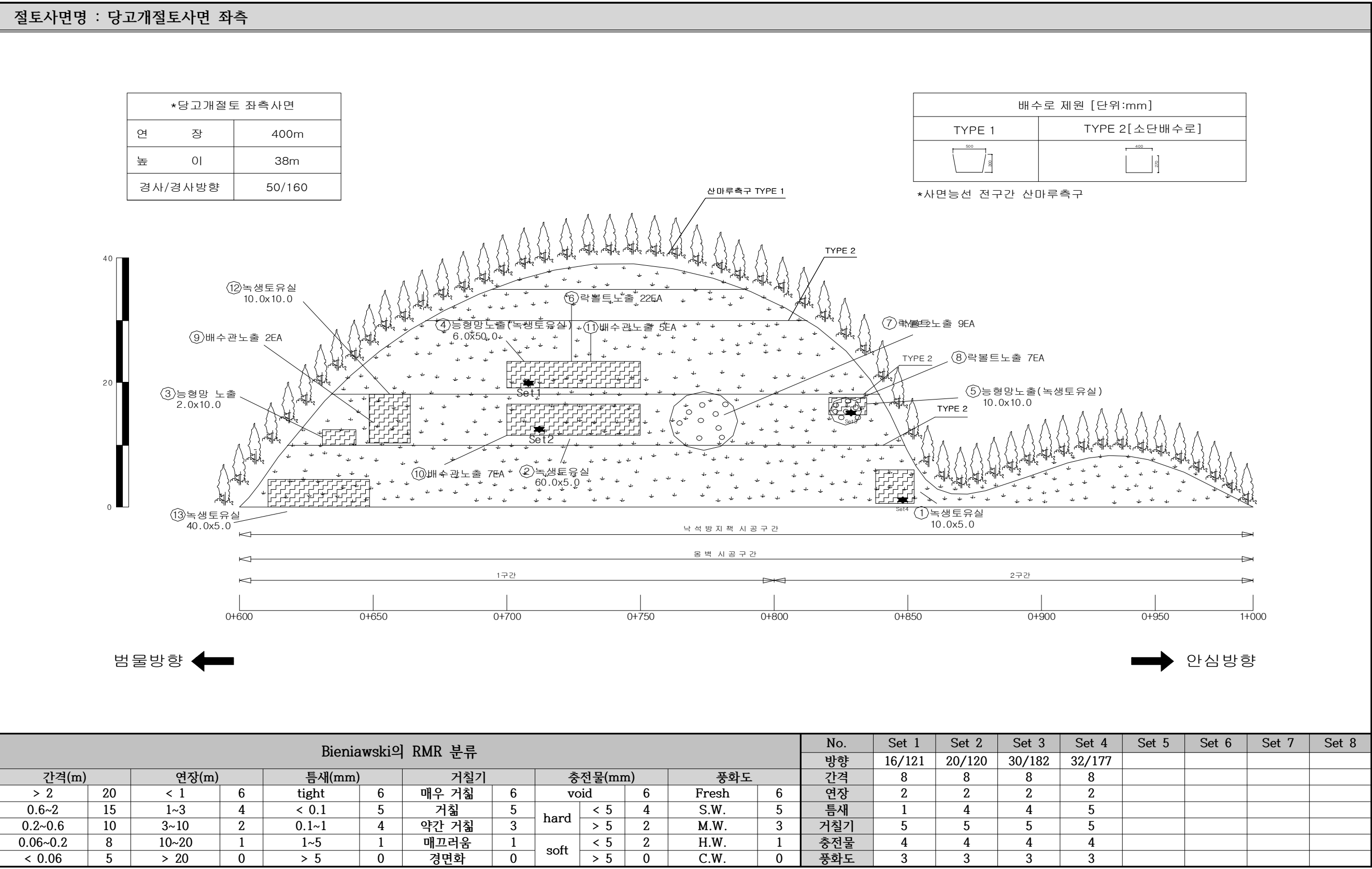
- 1) 수직도가 5m이하로 낮아지는 지점
- 2) 사면의 구성재료가 변화할 경우
- 3) 사면의 경사방향이 40°이상 변화할 경우
- 4) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

위 기준 중 4번에 해당하여, 그에 따라 2개 구간으로 분할하여 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

【표 1.3.3】 사면 구간분할 결과

구 분	측 점	비 고
1구간	STA. 0+600~0+800	L=200.0m
2구간	STA. 0+800~1+000	L=200.0m

1.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



1.3.3 구간별 외관조사 결과(1구간)

가. 상부자연사면

1) 현황

상부 자연사면은 풍화토가 존재하고 있으며, 전체적으로 관목류가 분포하고 있다.



【그림 1.3.1】상부자연사면 전경

2) 조사결과

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

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

사면 대부분에 녹생토가 시공되어 있고, 일부구간 락볼트가 설치되어 있다. 국부적으로 노출된 암의 풍화정도는 보통풍화 정도이다.



【그림 1.3.2】사면 전경

2) 조사결과

- 사면에 시공된 녹생토 대부분은 식생이 양호한 상태이나, 국부적으로 식생이 불량한 곳이 조사되었다.
- 현장조사 결과, 사면에 발생한 식생불량은 공용기간 증가 및 급경사로 인한 것으로 판단되며, 주의관찰이 필요하다.
- 일부구간 능형망 노출 및 배수관 노출이 조사되었고, 해당 손상은 전차(18년 하반기) 점검 시 현황과 비교한 결과, 진행성은 미미한 것으로 확인되어 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전에 따라 보수여부를 결정하는 것이 효율적일 것으로 판단된다.



현 황	STA.0+720 3단 녹생토 식생불량, 능형망 노출
원 인	녹생토 표층불량에 의한 노출
대 책	주의관찰 후 조치



현 황	STA.0+650 2단 녹생토 식생불량, 배수관 노출
원 인	녹생토 표층불량에 의한 노출
대 책	주의관찰 후 조치

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 산마루측구, 소단배수로가 시공되어 있다.



【그림 1.3.3】배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 사면부에 발생한 배수관 노출부는 전차(18년 하반기) 점검 시 현황과 비교한 결과, 배수관에 발생한 손상은 없는 것으로 확인되었고, 기능상의 문제가 없는 것으로 판단된다.
- 해당 손상은 주의관찰 후 손상 발생시 보수여부를 결정하는 것이 효율적일 것으로 판단된다.



현 황	STA.0+650 2단 배수관 노출
원 인	녹생도 표층불량에 의한 노출
대 책	주의관찰

라. 사면 보호/보강시설

1) 현황

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



【그림 1.3.4】보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 낙석방지망, 낙석방지 울타리, 락볼트는 기능발휘에 큰 문제가 없는 상태로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 녹생토 유실에 따른 락볼트 노출부는 양호한 상태로 조사되었으며, 기능발휘에 문제가 없는 상태로 판단된다.

마. 1구간 외관조사 결과

【표 1.3.4】1구간 외관조사 결과

구 분	손상내용	수량	비고
상부자연사면	상태 양호	-	
사면 및 사면하부	녹생토 유실 능형망 노출	A=40.0m*5.0m A=10.0m*2.0m A=10.0m*10.0m A=60.0m*5.0m A=50.0m*6.0m	
배수시설	배수관 노출	14EA	
사면보호/보강시설	락볼트 노출	31EA	

1.3.4 부재별 외관조사 결과(2구간)

가. 상부자연사면

1) 현황

상부 자연사면은 풍화토가 존재하고 있으며, 전체적으로 관목류가 분포하고 있다.



【그림 1.3.5】상부자연사면 전경

2) 조사결과

- 상부자연사면은 전반적으로 식생이 양호하며, 인장균열 등의 파괴 징후는 없는 것으로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 양호한 상태로서 전차(18년 하반기) 점검에 조사된 녹생토 유실부는 현재 식생이 자란 양호한 상태로 조사되었다.

	18년 하반기
현황	STA.0+920 자연사면 녹생토 유실부 현재 식생 양호
원인	-
대책	-

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

사면 대부분에 녹생토가 시공되어 있고, 일부구간 락볼트가 설치되어 있다. 국부적으로 노출된 암의 풍화정도는 보통풍화 정도이다.



【그림 1.3.6】사면 전경

2) 조사결과

- 사면에 시공된 녹생토 대부분은 식생이 양호한 상태이나, 국부적으로 식생이 불량한 곳이 조사되었다.
- 현장조사 결과, 사면에 발생한 식생이 불량한 구간은 공용기간 증가 및 급경사로 인한 것으로 판단된다.
- 전차(18년 하반기) 점검과 비교시 진전이 미미한 것으로 확인되었고, 손상의 정도가 작고, 기능상의 문제가 없는 것으로 판단되므로 주의관찰을 실시하는 유지관리가 효율적이다.



현 황	STA.0+850 1~2단 녹생토 식생불량, 능형망 노출
원 인	녹생토 표층불량에 의한 노출
대 책	주의관찰 후 조치

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 산마루측구, 소단배수로, 수직도수로가 시공되어 있다.



【그림 1.3.7】배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 손상이 없는 양호한 상태이다.

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

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



【그림 1.3.8】보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 낙석방지망, 낙석방지 울타리, 락볼트는 기능발휘에 큰 문제가 없는 상태로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 녹생토 유실에 따른 락볼트 노출부는 양호한 상태로 조사되었으며, 기능발휘에 문제가 없는 상태로 판단된다.

마. 2구간 외관조사 결과

【표 1.3.5】2구간 외관조사 결과

구 분	손상내용	수량	비고
상부자연사면	상태 양호	-	
사면 및 사면하부	녹생토 유실 능형망 노출	A=10.0m*5.0m A=10.0m*10.0m	
배수시설	상태 양호	-	
사면보호/보강시설	락볼트 노출	7EA	

1.3.6 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

당고개절토사면 좌측사면은 대부분에 녹생토가 시공되어 있고, 국부적으로 노출된 암의 풍화정도는 보통풍화 정도이다. 해당 사면은 초본 및 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 사면에 국부적으로 식생이 불량한 곳이 조사되었으며, 그로인해 능형망 노출, 배수관 노출이 확인되었다. 해당 손상은 전차(18년 하반기) 점검 시 현황과 비교한 결과, 진행성은 미미한 것으로 확인되어 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전에 따라 보수여부를 결정하는 것이 효율적일 것으로 판단된다. 배수시설은 배수기능에 문제가 없는 것으로 조사되었고, 보호·보강시설로 낙석방지망, 낙석방지울타리, 락볼트가 시공되어 있고, 기능발휘에 큰 문제가 없는 상태로 조사되었다.

【표 1.3.6】외관조사 결과 요약

구분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	녹생토 유실, 능형망 노출	주의관찰
배수시설	배수관 노출	주의관찰
상부 자연사면	양호	-
보강시설	락볼트 노출	주의관찰

나. 이전 점검과의 비교

해당 사면은 금회 최초 정밀점검으로 18년 하반기 정기점검과 외관상태 비교를 실시하였다.

비교 결과, 손상의 증가는 없고 자연사면 녹생토유실은 식생이 양호한 것으로 확인되었다.

【표 1.3.7】 전회 손상물량표

2018년 하반기 정기점검(전회)		
손상유형	위치 및 수량	비고
표층유실	① STA.0+630 1단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=40m*5m	
	② STA.0+630 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*2m	
	③ STA.0+650 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*10m	
	④ STA.0+720 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=60m*5m	
	⑤ STA.0+720 3단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=50m*6m	
	⑥ STA.0+850 1단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*5m	
	⑦ STA.0+830 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*10m	
	⑧ STA.0+920 자연사면 표층유실 A=10m*2m	
낙석위험		
배수시설	⑨ 배수관 노출 14EA	
기 타	⑩ 락볼트 노출 38EA	

【표 1.3.8】 금회 손상물량표

2019년 상반기 정밀점검(금회)		
손상유형	위치 및 수량	비고
표층유실	① STA.0+630 1단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=40m*5m	
	② STA.0+630 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*2m	
	③ STA.0+650 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*10m	
	④ STA.0+720 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=60m*5m	
	⑤ STA.0+720 3단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=50m*6m	
	⑥ STA.0+850 1단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*5m	
	⑦ STA.0+830 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*10m	
낙석위험		
배수시설	⑧ 배수관 노출 14EA	
기 타	⑨ 락볼트 노출 38EA	

【표 1.3.9】 전차대비 손상수량 증감표

구 분	손상내용	손상 수량/개소		증 감 (0,0)
		2018년 정기점검	2019년 정밀점검	
사면부	녹생토 유실, 능형망 노출	1,090㎡	1,070㎡	20㎡0
배수시설	배수관 노출	14EA	14EA	-
보강시설 및 기타	락볼트 노출	38EA	38EA	-

1.3.7 재료시험 결과

가. 시험결과

금회 대상 사면에 대하여 암반용 슈미트해머를 이용한 반발경도시험을 실시하였으며, 시험수량은 외관조사편에 실시한 구간분할에 따라 각 구간별로 2개소를 측정하였다.

반발경도시험 결과는 다음과 같다.

【표 1.3.10】 반발경도시험 결과

시험위치	슈미트해머 반발도		타격방향		보정 반발경도(R)	암판정 결과
	측정 DATA	평균값	(°)	보정값		
STA.0+720 3단	50 44 42 58 56 58 <u>60</u> <u>60</u> <u>60</u> <u>62</u> <u>68</u> <u>70</u> <u>66</u> <u>60</u> <u>64</u> 58 <u>60</u> 54 52 58	63.0	0	-1.7	61.3	경암
STA.0+720 2단	<u>58</u> 56 54 <u>62</u> <u>60</u> <u>60</u> <u>62</u> <u>58</u> 58 <u>62</u> 52 52 54 58 56 56 55 <u>68</u> <u>66</u> <u>66</u>	62.2	0	-1.7	60.5	경암
STA.0+830 2단	<u>54</u> 50 50 <u>56</u> 54 54 52 <u>56</u> <u>62</u> <u>62</u> <u>60</u> <u>60</u> <u>58</u> 50 50 48 48 <u>58</u> <u>62</u> 50	58.8	0	-2.2	56.6	경암
STA.0+850 1단	<u>64</u> <u>60</u> <u>70</u> 58 <u>64</u> <u>66</u> <u>66</u> <u>62</u> <u>60</u> <u>60</u> 48 50 60 50 54 56 54 54 50 <u>70</u>	64.2	0	-1.7	62.5	경암
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 반발경도시험 결과, 보정반발경도는 56.6~62.5로 측정되었으며, 암판정 결과 경암으로 판정되어 암반의 강도는 전반적으로 양호한 것으로 판단된다.					
측정 사진						
						

나. 이전 정밀점검과의 비교

대상 사면은 금회 실시하는 점검이 최초 정밀점검이다.

【표 1.3.11】 이전 정밀점검과의 비교

구 분	보정반발경도(R)	환산 일축압축강도(MPa)	암 판정 결과
-	-	-	-
2019년 상반기 정밀점검(금회)	56.6~62.5	132~175	경암

1.3.8 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

불연속면에 대한 조사를 실시하였고, 조사수량은 금회 구간분할 및 조사위치 선정에 따라 각 구간별 불연속면 2개소를 측정하였고, 조사위치는 설계도서, 감리보고서를 참조하여 선정하였다.

조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 Set1~4으로 표기하였다.



【그림 1.3.9】불연속면 측정 현황

나. 측정결과

각 구간별 불연속면 조사결과는 다음과 같다.

【표 1.3.12】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간	
	Set 1	Set 2
방향성	16/121	20/120
간격(m)	0.1~0.2	0.1~0.2
연장성(m)	5~10	5~10
틈새(mm)	1.0~2.0	0.1~1.0
거칠기	거칠음	거칠음
충진물	부드러움	딱딱함
풍화도	MW	MW
비고	♦ 1구간의 경우, 풍화 정도는 보통풍화(MW) 상태로서, 불연속면 틈새의 상태는 일부 점토가 충진되어 있으며, 거칠기는 비교적 거칠은 편이다.	

【표 1.3.13】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간	
	Set 3	Set 4
방향성	30/182	32/177
간격(m)	0.1~0.2	0.1~0.2
연장성(m)	5~10	5~10
틈새(mm)	0.1~1.0	0.1미만
거칠기	거칠음	거칠음
충진물	딱딱함	딱딱함
풍화도	MW	MW
비고	♦ 2구간의 경우, 풍화 정도는 보통풍화(MW) 상태로서, 불연속면 틈새의 상태는 비교적 촘촘하며, 충진물은 딱딱한 상태로 거칠기는 비교적 거칠은 편이다.	

1.4 상태평가

1.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

해당 사면은 연장이 400.0m의 사면으로서, 외관조사편에 실시한 구간분할과 동일하게 2개 구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다.

【표 1.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	특징	비고
1구간	STA. 0+600~0+800	경사/경사방향 : 50/160, 연장 : 400.0m, 높이 : 38.0m	Set1, Set2
2구간	STA. 0+800~1+000		Set3, Set4

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 절토사면편 (2018.01, 한국시설전공단)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 1.4.2]에 수록하였다.

토층심도 깊이측정을 위한 자료는 준공도서의 표준횡단면도(2.1.3 시설물 일반도에 수록) 및 감리보고서를 참고하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 불연속면 조사시 각 Set에 위치하는 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

【표 1.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{0.5}{38.0} = 0.013 \leq 0.4$	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 175MPa > 10MPa	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in dex}{Slope\ height} = \frac{0.2}{38.0} = 0.005 \leq 0.01$	파쇄암반	

【표 1.4.2】비탈면 분류결과(계속)

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{0.5}{31.0} = 0.016 \leq 0.4$	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 132~175MPa > 10MPa	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in dex}{Slope\ height} = \frac{0.2}{31.0} = 0.006 \leq 0.01$	파쇄암반	

1.4.2 상태평가 결과

가. 사면 손상상태 조사결과표

【표 1.4.3】 1구간 사면 손상상태 조사 결과표

시설물명		당고개절토사면 좌측		표번호		[표 1.4.3]	
조사영역번호		1구간		조사영역 위치		STA. 0+600~0+800	
1. 파괴징후							
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고		
		위치	상태 및 규모				
1-1	인장균열	-	없음	0			
1-2	지반변형	-	없음	0			
1-3	구조물변형	-	없음	0			
2. 파괴현황							
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고		
		위치	규모				
1-4	-	-	없음	0			
조사일시	2019.05.13.			조사자	이 상 훈		

【표 1.4.4】 2구간 사면 손상상태 조사 결과표

시설물명		당고개절토사면 좌측		표번호		[표 1.4.4]	
조사영역번호		2구간		조사영역 위치		STA. 0+800~1+000	
1. 파괴징후							
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고		
		위치	상태 및 규모				
1-1	인장균열	-	없음	0			
1-2	지반변형	-	없음	0			
1-3	구조물변형	-	없음	0			
2. 파괴현황							
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고		
		위치	규모				
1-4	-	-	없음	0			
조사일시	2019.05.13.		조사자	이 상 훈			

나. 사면 파괴요인 조사결과표

【표 1.4.5】 1구간 사면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		당고개절토사면 좌측		표번호		[표 1.4.5]	
조사영역 번호		1구간		조사영역 위치		STA. 0+600~0+800	
1. 지반상태							
일련번호	구 분			상 태	상태점수		비고
1-5	파쇄암반	절리간격		0.1~0.2m	5		
1-6		저면경사		20°	3		
1-7		절리상태		보통	3		
2. 사면형상							
1-8	파쇄암반	사면의 경사		50°	3		
3. 자연적 외부요인							
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량		-	0	1	
		지하수위		사면높이의 1/3	1		
4. 인위적 외부요인							
1-10	파쇄암반	절취상태		좋음	1		
1-11	배수조건			양호	1		
1-12	보호/보강상태			양호함	1		
조사일시	2019.05.13.			조사자	이 상 훈		

【표 1.4.6】 2구간 사면 파괴요인 조사 결과표

시설물명		당고개절토사면 좌측		표번호		[표 1.4.6]	
조사영역 번호		2구간		조사영역 위치		STA. 0+800~1+000	
1. 지반상태							
일련번호	구 분			상 태	상태점수		비고
1-5	파쇄암반	절리간격		0.1~0.2m	5		
1-6		저면경사		32°	4		
1-7		절리상태		보통	3		
2. 사면형상							
1-8	파쇄암반	사면의 경사		50°	3		
3. 자연적 외부요인							
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량		-	0	1	
		지하수위		사면높이의 1/3			1
4. 인위적 외부요인							
1-10	파쇄암반	절취상태		좋음	1		
1-11	배수조건			양호	1		
1-12	보호/보강상태			양호함	1		
조사일시	2019.05.13.			조사자	이 상 훈		

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.25로서 평가결과는 “B”로 산정되었다.

평가결과에 가장 주된 인자는 암반사면의 특성상 사면경사, 저면경사가 고각인 점, 절리간격이 다소 취약한 점 등으로서 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 1.4.7】 1구간 상태평가결과 산정표

시설물명			당고개절토사면 좌측				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	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	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	3	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	1	b			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
⑪ 배수조건		1	b				
⑫ 보호/보강 상태		1	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 1.4.8】2구간 상태평가결과 산정표

시설물명			당고개절토사면 좌측				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	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리간격	5	d	19	f2=0.36	c
		⑥ 저면경사	4	e			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	3	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	1	b			
	인위요인	⑩ 절취상태	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					19	F=0.25	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 19 / 52 = 0.36 ○ 상태평가등급(F) : 19 / 76 = 0.25					

【표 1.4.9】총괄 상태평가결과

구 분	1구간		2구간		평가결과(Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
당고개절토사면 좌측	0.24	B	0.25	B	0.25	B

라. 이전 정밀점검과의 비교

대상 사면은 금회 실시하는 점검이 최초 정밀점검이다.

【표 1.4.10】이전 정밀점검과의 비교

-		금회 정밀점검		비 고
결함지수	평가결과	결함지수	평가결과	
-	-	0.25	B	• 금회 최초정밀점검임.

1.5 종합평가 및 안전등급 지정

1.5.1 종합평가 결과

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

【표 1.5.1】 종합평가 결과

종합평가 결과 산정표				
시설물명	당고개절토사면 좌측		표 번 호	[표 1.5.1]
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	0.25	B	근거표번호	[표 1.4.9]
안전성평가	-	-	-	-
종합평가	0.25	B	최저등급 적용	
종합평가결과	절토사면의 종합평가 결과 : B			

※ 안전성평가는 안전점검(정밀점검, 긴급점검)에서는 상태기준이 D이하로 판정되거나 전문가에 의해 안전성평가 요구가 있을 경우에 실시함 (시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 절토사면편, 2018.01.)

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 위험이 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, 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 확대여부에 따라 보수시기를 결정하는 것이 효율적이다.

대상 절토사면의 손상별 보수방안은 다음과 같다.

【표 1.6.1】 손상별 보수.보강 방안

□ 당고개절토사면 좌측			
손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	① STA.0+630 1단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=40m*5m	주의관찰	
	② STA.0+630 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*2m	주의관찰	
	③ STA.0+650 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*10m	주의관찰	
	④ STA.0+720 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=60m*5m	주의관찰	
	⑤ STA.0+720 3단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=50m*6m	주의관찰	
	⑥ STA.0+850 1단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*5m	주의관찰	
	⑦ STA.0+830 2단 녹생토 유실, 능형망 노출 A=10m*10m	주의관찰	
낙석위험			
배수시설	⑧ 배수관 노출 14EA	주의관찰	
수 목			
기 타	⑨ 락볼트 노출 38EA	주의관찰	

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】 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	· 녹생토 식생불량 및 능형망노출, 배수관노출 구간 → 해당 손상은 녹생토 표면식생이 다소 불량하여 나타난 것으로 판단되므로, 주기적인 점검을 통해 녹생토식생 및 능형망 열화 등에 대해 주의관찰을 실시하고, 단면손상이 과다해질 경우 기능이 저하될 수 있으므로 일정규모 이상 손상이 관찰될 경우 정비를 통한 관리 필요	

1.7 종합결론

1.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 대부분에 녹생토가 시공되어 있고, 국부적으로 노출된 암의 풍화정도는 보통풍화 정도이다. 해당 사면은 초본 및 관목류가 서식하고 있는 상태이다. 사면에 국부적으로 식생이 불량한 곳이 조사되었으며, 그로인해 능형망 노출, 배수관 노출이 확인되었다. 해당 손상은 전차(18년 하반기) 점검 시 현황과 비교한 결과, 진행성은 미미한 것으로 확인되어 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전에 따라 보수여부를 결정하는 것이 효율적일 것으로 판단된다. 배수시설은 배수기능에 문제가 없는 것으로 조사되었고, 보호·보강시설로 낙석방지망, 낙석방지울타리, 락볼트가 시공되어 있고, 기능발휘에 큰 문제가 없는 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 56.6~62.5 으로서 환산 일축압축강도 132~175MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 파쇄암반사면으로서 평가기준에 따른 결함지수는 0.25, 상태평가결과는 “B”로 산정되었으며, 평가결과에 가장 주된 인자는 암반사면의 특성상 사면경사, 저면경사가 고각인 점, 절리간격이 다소 취약한 점 등으로서 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

- 녹생토 식생불량 및 능형망노출, 배수관노출 구간은 녹생토 표면식생이 다소 불량하여 나타난 것으로 판단되므로, 주기적인 점검을 통해 녹생토식생 및 능형망 열화 등에 대해 주의관찰을 실시하고, 단면손상이 과다해질 경우 기능이 저하될 수 있으므로 일정규모 이상 손상이 관찰될 경우 정비를 통한 관리 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.

