

2. 절토사면-부산포항선 STA.12+050~12+620(포항)

2.1 시설물 개요

2.2 자료수집 및 분석

2.3 현장조사 및 시험

2.4 상태평가

2.5 종합평가 및 안전등급 지정

2.6 보수·보강 및 유지관리 방안

2.7 종합결론

2.1 시설물 개요

본 시설물은 부산광역시 기장군 일광면 삼성리 산38-5(부산울산고속도로 부산방향 12.070~12.600 km)에 위치한 사면으로서 총 연장 530m, 높이 52m의 절토사면으로 시공되어 있다.

2.1.1 일반사항

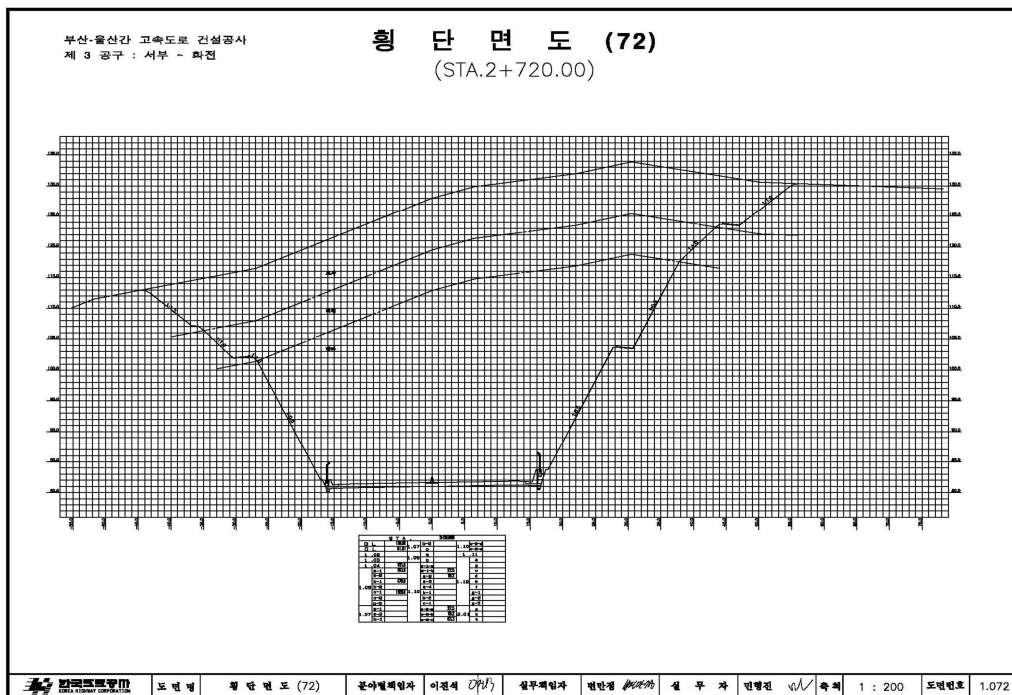
【표 2.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2010-0000090		관리번호	-	
시설물명	절토사면-부산포항선 STA.12+050~12+620(포항)		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역		부산광역시 기장군 일광면		
	위치좌표		시점 : N (35° 15' 55.44"), E (129° 12' 57.99")		
			종점 : N (35° 16' 09.81"), E (129° 13' 07.54")		
	이정	공사	STA. 12+050~12+620		
		관리	부산기점 12.070~12.600 km		
제 원	연 장		530m	높 이	52m
	경사/방향		63/307	노 선	고속국도 65호선
관리주체	부산울산고속도로(주)			관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물		-		
	주변지형		준산악지형	상부사면경사	-5°
시공현황	준공년도		2008. 12. 31	시 공 자	경남기업(주)
	부대시설		낙석방지망, 산마루측구, 야생동물유도울타리, 점검계단, 숯크리트, 소일네일링, 앵커, 계단식옹벽		
비 고					

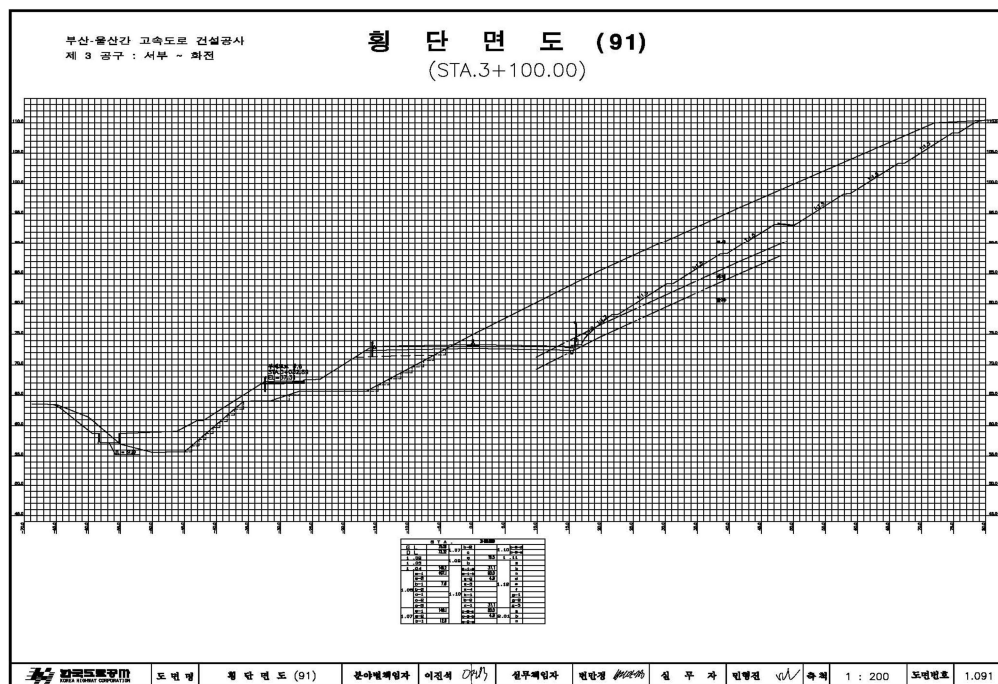
	
1소단 배수로 전경	2소단 배수로 전경
	
2단 앵커 전경	계단식옹벽 전경
	
산마루측구, 점검계단 전경	하부 전경

【그림 2.1.3】 부재별 현황

【그림 2.1.4】 평면 및 종단면도



– 139 –



– 140 –

2.2 자료수집 및 분석

2.2.1 설계자료 검토

가. 사면 적용구배 및 소단설치 기준

절토사면의 구배는 지층의 구성상태 및 용출수의 유무, 지반의 역학적 상수 등을 기초로 하여 설정하여야 하나 토사층의 자연시료채취가 어렵고 암반층에서 절리 및 파쇄대의 방향, 경사, 역학적 특성에 대한 정확한 판단이 시추조사만으로 어려운 상태이다. 따라서 고속도로의 표준구배를 적용함을 원칙으로 하였으며, 시추조사 시 정확히 나타나지 않은 기반암과 토사층과의 경계선 및 용출수의 위치, 기반암의 경사방향과 층리 및 절리, 균열상태, 파쇄대 등에 의해 절토작업 시 절취법면이 붕괴가 일어날 가능성이 있으므로 현장조건에 따라 법면 구배를 재조정하여야 하며 또한, 절취작업 시 비탈면 붕괴가 계속적으로 일어날 경우 적절한 대책공법이 검토되어야 한다.

【표 2.2.1】 사면 적용구배 및 소단설치 기준

구 분	구 배	비 고
토 사	1 : 1.2	깎기 높이 5m 마다 1.0m의 소단 설치
리 평 암	1 : 1	
발 파 암	1 : 0.5	수직높이 20m마다 3.0m의 소단 설치

나. 지형 및 지질

본 조사지역의 광역적인 지질은 중생대 백악기 경상계 퇴적암층과 이를 관입 또는 분출한 화산암류, 그리고 그 후기에 이들을 재관입한 불국사 화강암류 등으로 대별되며, 제 4기 충적층이 이들을 피복 분포하고 있다(동래도폭, 1:50,000, 자원개발연구소, 1978 참조).

본 사면은 중생대 백악기 시대의 경상계 신라층군 이천리층의 지층이 분포하고 있고 대표암상은 퇴적암이다. 퇴적암은 물과 바람 등의 운반작용에 의해 운반된 광물이 지표의 낮은 압력과 낮은 온도 상태에서 퇴적작용을 거쳐 만들어진 암석으로 본 암석의 구성암석은 대체로 흑색 또는 암회색의 셰일로 안산암에 의해 대규모로 관입당한 산출상태를 보여주며, 안산암과의 경계선에 거의 직교하고 있다. 또한, 이 지역에 분포하는 본 층은 타 지역의 것과 같이 열변성 작용에 의해 심하게 혼펠스화 되어 있다.

다. 지반조사보고서

제 3 장 조사결과 및 분석

3.1 지형 및 지질

3.1.1. 지 형

과업구간은 부산광역시 기장 교리교차로에서 작천의 장안교까지 구간으로 국도 14호선, 국도31호선 및 연결도로 구간으로 구분된다.

동해안에 50~150m 거리의 내륙산지지역에 분포하고 있으며 과업구간 서쪽은 태백산맥의 지류인 달음산, 천마산, 월음산등이 분포하고 있다.

국도 14호선 및 연결도로 구간은 해발고도 20m 이내의 저지대(대부분 농경지)를 이루고 있고 본 선구간은 해발고도 40m 내외의 저구릉성 산지를 이루고 있다.

시절 부근은 이천천 하계암에 속해있고 중점부는 작광천 하계암이 분포하나 대부분 지류는 구릉성 산간 지형에 지배되어 중해로 직접 유입되는 소규모 하천이 대부분이며, 과업구간 전 지역에 소규모 저수지가 폭넓게 분포한다.

3.1.2 지질개요

과업구간의 기반암은 주로 중생대 백악기의 화강암류인 이천리층이며 후기에 이를 관입한 심록반암 및 안산암류로 이루어져 있다.

본선 구간은 대부분 화강암류인 이천리층이 기반암으로 분포하고 있으며, 중점부에 일부 심록반암이 분포하고 있다.

국도 14호선 및 31호선 구간은 화강암과 이를 관입한 안산암질 암으로 구성되어 있으며, 연결도로 구간은 안산암질로 주로 구성되어 있다.

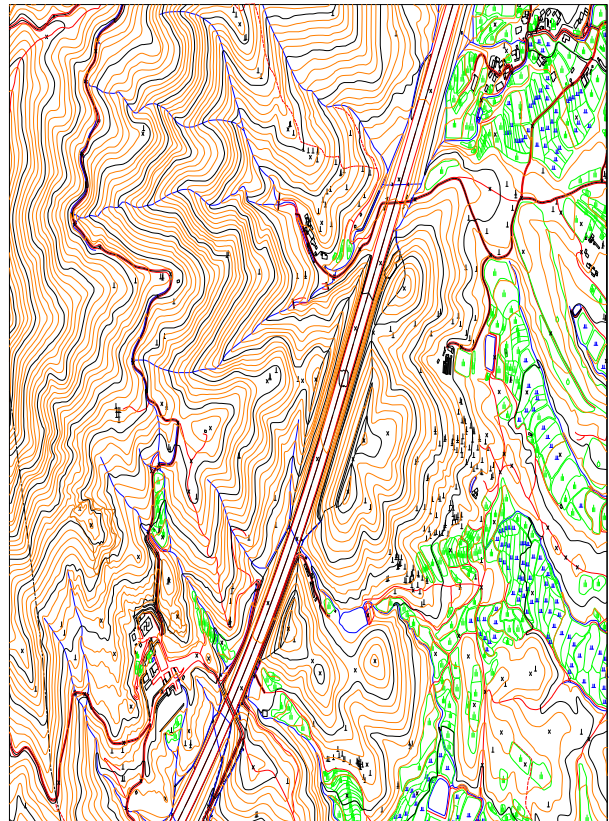
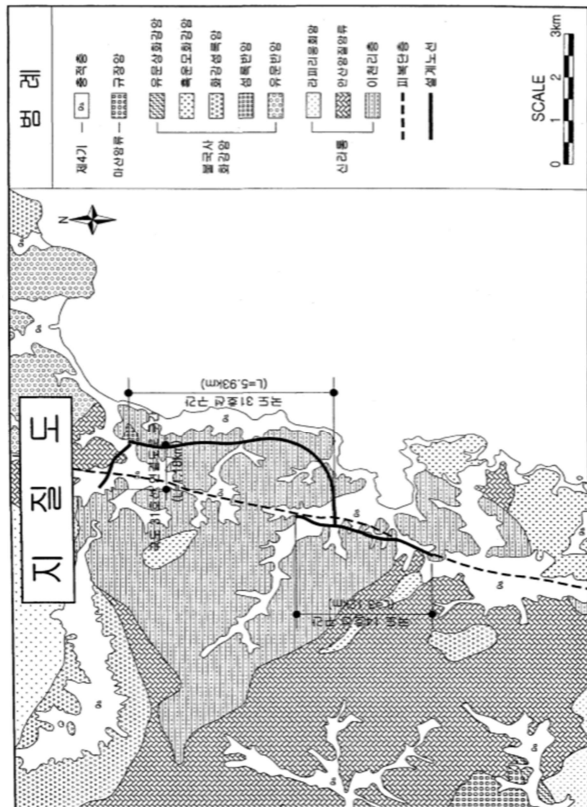
구 분	지 질 개 요
이천리층	중생대 백악기 화강암으로 흑색세일 및 세립질사암 등으로 구성되어 있으나 일광면 부근에는 안산암의 관입에 의한 열 접촉 변성작용으로 세일이 호운 펄스화 되어있으며 불연속면은 주로 점토질로 충전되어 있는 특징을 가진다.
안 산 암	이천리층을 관입하여 광범위하게 분포하고 있으며 암녹색을 띠고 있다. 주로 장석류의 결정이 조립질로 분포하며 이의 휘석, 각섬석의 반입들이 분포한다.
심록반암	이천리층을 소규모로 관입하며 사장석 및 각섬석의 반정을 포함하고 있으며 각섬석은 녹니석화 되어 있다.
충 적 층	하천 및 농경지주변의 저지대에 분포하고 있고 대부분 국도 14호선 구간과 연결도로 지역에 주로 분포한다.

3.1.3 지질구조

N10~20E 방향의 추정단층대가 국도 14호선과 평행하게 분포하고 있고 연결도로와 교차하고 있으나 과업구간에는 직접적인 영향을 주지 않는다.

충리면은 일광면 일대는 N30~45E/20~30NW 방향성을 나타내고 금정산 일대는 N30~45E/18~25NW가 우세하여 N10E~20E의 단층대의 영향성을 반영하고 있다.

절토사면에 대한 안정성 해석을 수행하기 위해 노선과 인접한 노두에 대해 각 구간별로 지표지질 조사를 실시하였다.



2.2.2 시설물 점검이력

대상시설물은 2중시설물로서 준공이후 기준에 따라 정기 및 정밀안전점검을 지속적으로 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 2.2.2】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2010. 01. 02 ~ 2010. 06. 30	정기안전 점검	양호	양호
2	2010. 10. 01 ~ 2010. 11. 29	정밀안전 점검	1단 경사면에 녹생토 탈락으로 인한 망노출이 다수 조사됨. 쏫크리트부 누수발생. 2~4단 경사면은 녹생토 및 식생 양호. 사면파괴요인에서 위험요소 내포하고 있음	B등급
3	2010. 07. 07 ~ 2010. 12. 08	정기안전 점검	양호함	양호
4	2011. 05. 23 ~ 2011. 06. 03	정기안전 점검	양호함	양호
5	2013. 12. 06 ~ 2013. 12. 25	정밀안전 점검	1단 경사면에 녹생토 탈락으로 인한 망노출이 다수 조사됨.쏫크리트부 누수심함.2~4단 경사면의 녹생토와 식생 상태는 매우 양호.계단식옹벽 미세 균열 3개소 조사되었으며 충전공법 보수가 필요.	B등급
6	2016. 06. 07 ~ 2016. 06. 10	정기안전 점검	전반적인 상태양호	양호
7	2017. 04. 24 ~ 2017. 04. 24	정기안전 점검	양호	양호
8	2017. 12. 04 ~ 2017. 12. 04	정기안전 점검	이상 무	양호
9	2017. 09. 29 ~ 2017. 12. 27	정밀안전 점검	사면부 점검결과 : 시점부의 산마루 측구 및 소단배수로 외에는 자연수로를 형성하고 있는 것이 불안요소로 작용할 가능성이 있어 주의관찰이 필요하고 STA. 0+090~100 1소단 하부 일부구간에 누수 및 세굴 식생상태 : 전체적으로 식생이 불량한 구간과 양호한 구간이 확연히 구분 배수시설 : 산마루 측구가 일부 시공되어 있고 이 외 구간은 산마루 측구 없이 자연수로가 발달하였으며 2소단 콘크리트 배수로에 균열 발생 보호시설 : 낙석방지망 상태는 양호하고 사면하부 옹벽에 균열 발생	B등급
10	2018. 04. 16 ~ 2018. 04. 16	정기안전 점검	양호	양호
11	2018. 11. 26 ~ 2018. 11. 26	정기안전 점검	이상없음	양호
12	2019. 04. 01 ~ 2019. 04. 01	정기안전 점검	이상없음	양호

2.2.3 전차 정밀점검 실시결과(2017년 12월)

가. 현장조사 및 시험결과

1) 외관조사 결과

구분	점검 결과	조치 방안
사면부	· 식생불량 · 누수	· 식생공 · 수평배수공
배수시설	· 배수로 균열	· 균열보수
상부 자연사면	·	·
보강시설	· 옹벽 균열	· 균열보수
검토의견	· 본 절토사면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토사면의 안전등급은 “경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태”인 『B등급』으로 평가되었다.	

2) 현장시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
95m 지점	40.7	61.9	보통암	
220m 지점	57.8	131.8	극경암	
420m 지점	53.5	108.9	경암	
검토의견	· 슈미트해머에 의한 암반 강도 조사결과 반발경도 40.7~57.8의 평균치를 보이며 추정강도 61.9~131.8MPa로 보통암~극경암으로 판정되어 암반의 강도는 매우 양호한 상태이다.			

나. 상태평가 결과

평가요소			결합점수	평가결과	총점	결합지수	상태평가결과
손상상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	a
		② 지반변형	0	a			
③ 구조물변형		0	a				
④ 파괴현황		0	a				
파괴요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	3	c	18	f2=0.346	c
		⑥ 절리경사-사면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	1	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	0	a			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	3	d			
	인위요인	⑩ 절취상태	3	c			
		⑪ 배수조건	4	e			
		⑫ 보호/보강 상태	2	b			
합계(Σ)					18	F=0.237	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.042 ○ 파괴요인지수(f2) : 18 / 52 = 0.346 ○ 상태평가등급(F) : 18 / 76 = 0.237					

다. 종합평가 결과

구 분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가결과 Min(상태평가, 안전성평가)
	결합지수	결과	최소 안전율	결과	
STA.12+050~12+620(포항)	0.237	B	—	—	B

라. 안전등급 지정

구 분	안전등급	시설물의 상태
STA.12+050~12+620(포항)	B	경미한 손상, 결합이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태

마. 보수·보강 방안

구 분	수량	단위	단가	공사비(천원)	비고
식생기반재 시공	70	m ²	40,000	2,800	
식생공	230	m ²	40,000	9,200	
수평배수공	80	EA	480,000	38,400	
2소단 콘크리트 배수로 균열 보수	5.3	m	70,000	371	
사면하부 옹벽 균열 보수	8.0	m	70,000	560	
순 공사비				51,331,000 원	
재 경 비				25,665,500 원	
총 공사비				76,996,500 원	

바. 종합결론

본 대상사면은 절토사면-부산포항선 STA.11+900~12+030(포항)으로서, 금회 점검시 현장조사 및 시험, 분석 등을 통한 사면의 상태를 종합적으로 평가한 결과 및 대책방안은 다음과 같다.

- 본 절토사면에 대한 상태평가 결과 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』에 근거한 절토사면의 안전등급은 “경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태”인 『B등급』으로 평가되었다.

- 시점부의 산마루 측구 및 소단배수로①,② 외에는 자연수로가 발달하고 STA.0+370 위치에 계곡부를 형성하고 있는 것이 불안요소로 작용할 가능성이 있고 STA.0+090 ~100 1소단 하부 일부구간에 누수 및 세굴이 확인되어 이에 대한 대책으로 수평배수공의 추가 설치가 필요하다. 낙석방지망 노출구간의 식생기반재 추가시공 및 식생 불량구간의 식생공을 통한 보수가 필요하고 식생의 뿌리가 활착되어 고정되기까지 철저한 관리가 필요하다. 또한 2소단 콘크리트 배수로의 균열 및 사면하부 옹벽 균열이 확인되어 균열보수 및 향후 주의 관찰을 통한 유지관리가 필요하다. 비파괴 시험결과 기반암이 보통암~극경암인 것을 고려할 때 1:0.5의 경사(경암 1:0.5, 한국도로공사)는 불안전측으로 판단되오니 상기 보강부의 추가손상 및 진전여부에 대한 주의 관찰이 필요하며 추가적(신규) 손상 발생시 정밀안전진단 및 안전성 검토를 통해 적절한 보수·보강 방안의 수립이 필요하다.

- 본 사면에 설치된 계측기(절토사면 경보시스템)로 철저한 계측관리를 실시하여 재해를 사전에 예방하고 피해를 최소화 하여야 한다.

2.2.4 기존자료

【표 2.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이: 55m, 연장: 570m, 경사: 63° · 상태등급: B · 시설물관리대장의 일부내용이 실제와 상이하므로 수정 필요	
시공관리자료	· 시공사 : 경남기업(주) 준공일(2008.12.31) · 설계사 : LG건설(주)	
기존점검	· 2017.12.20 정밀점검 (점검기관: (주)엠케이에스이) → 일부 식생이 불량하고, 소단배수로 및 옹벽 균열 발생	

2.2.5 시설물 보수 이력

【표 2.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비(천원)	시공사	비고
1	비탈면 전체	2018년 부산포항선 비탈면 보강공사 쑈크리트(1,000㎡)+수평배수공(50공)	2018.08.29. ~ 2018.11.26	122,100	(주)아트엔 티이	

2.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 2.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	N		

2.3 현장조사 및 시험

2.3.1 현황 및 특성

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

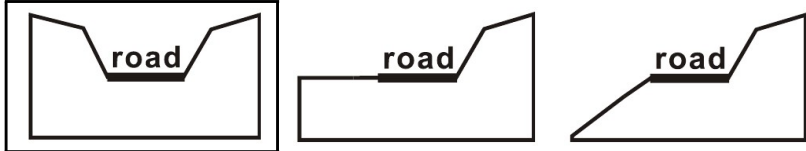
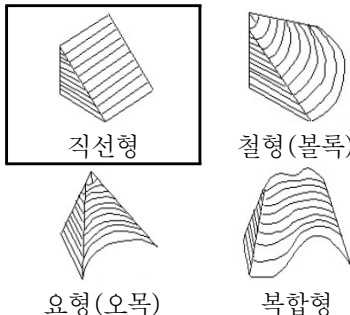
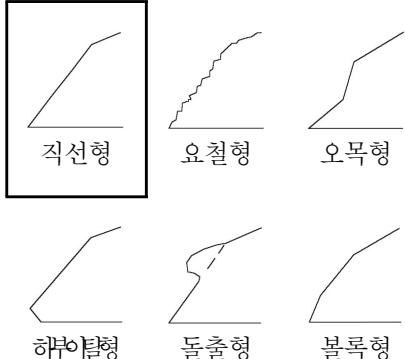
가. 일반현황 조사결과

【표 2.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019. 09. 17.		조 사 자	인승철	
일 기	맑음		준공년도	2008년 12월 31일	
행정구역	부산광역시 기장군 일광면 삼성리 산38-5				
위 경 도	시점 : N (35° 15' 55.44"), E (129° 12' 57.99")				
	종점 : N (35° 16' 09.81"), E (129° 13' 07.54")				
절토사면	길 이 : 530m		높 이 : 52m		
	경 사/경사방향 : 63/307(평균경사 39°)				
	구성물질 : 암반		토층심도 : 0.06~0.07(약 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
	식생현황		STA.0+050~430(1소단 하부)		불량
	식생현황		이외 구간		양호
	낙석방지망		STA.0+000~530		양호
	야생동물유도울타리		STA.0+000~050		양호
	점검용 계단		STA.0+000~085(1소단 및 2소단 하부)		양호
	쏫크리트+소일네일링		STA.0+047~100 1소단 하부 일부구간		누수(불량)
	산마루 측구		STA.0+000~050		양호
	앵커		STA.0+050~320		양호
	계단식 옹벽		STA.0+430~490		양호
	절토사면 경보시스템		-		-
붕괴이력	유 형		규 모		위 치
기 타	· 일부 구간 식생이 불량하고 사면계측기(절토사면 경보시스템)가 설치된 것을 육안으로 확인				

나. 사면특성 조사결과

【표 2.3.2】 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		-5°			
	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

본 사면은 연장이 530m로써, 사면의 구간분할 기준인

- 1) 사면의 구성재료가 변화할 경우
- 2) 사면의 경사가 10° 이상으로 변할 경우
- 3) 사면의 구성재료와 표준경사가 맞지 않을 경우
- 4) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 5) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

위 기준에 의해, 3개구간으로 분할하여 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

구 분	측 점	비 고
1구간	12.070~12.270km	200m
2구간	12.270~12.470km	200m
3구간	12.470~12.600km	130m

절토사면명 : 절토사면-부산포항선 STA.12+050~12+620(포항) / 부산기점 12.070~12.600km

[방향 : 63/307 , 연장 : 530m , 높이 : 52m]

경사/방향 : 63/307 (평균경사 35)
연 장 : 530m
높 이 : 52m
위 치 : 울산 12.070km~12.600km

표 레	C.W.	Completely Weehted	완전풍화
	H.W.	Highly Weehted	심한풍화
	M.W.	Motherately Weehted	보통풍화
	S.W.	Slightly Weehted	약간풍화
	F.	Fresh	신 선

Bieniawski의 RMR 분류

								No.	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6	Set 7
								방향	90/215	89/202	90/215	28/006	90/002	25/035	2/006
								간격	20	20	20	20	20	20	20
								연장	6	6	6	6	6	6	6
								틈새	5	5	5	4	5	5	5
								거칠기	3	3	3	3	3	3	3
								총진물	4	4	4	4	4	4	4
								풍화도	6	5	6	6	6	6	6

간격(m) **연장(m)** **틈새(mm)** **거칠기** **총진물(mm)** **풍화도**

> 2	20	< 1	6	tight	6	매우 거칠	6	void	6	Fresh	6
0.6~2	15	1~3	4	< 0.1	5	거칠	5	hard	< 5	4	S.W.
0.2~0.6	10	3~10	2	0.1~1	4	약간 거칠	3		> 5	2	M.W.
0.06~0.2	8	10~20	1	1~5	1	매끄러움	1	soft	< 5	2	H.W.
< 0.06	5	> 20	0	> 5	0	경면화	0		> 5	0	C.W.

2.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

상부 자연사면은 $5^{\circ} \sim -5^{\circ}$ 의 경사로 되어 있으며, 풍화토 및 퇴적토가 존재하고, 전체적으로 관목이 분포하고 있다.



【그림 2.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

- 상부자연사면은 전반적으로 식생이 양호하다.
- 12.440k의 상부자연사면은 계곡부형태를 띄고 있으므로, 하절기 강우시 주의관찰이 필요하다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	상태양호	—	
3구간	상태양호	—	

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

사면 대부분에 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 신선함(Fresh)~약한풍화(SW) 정도이다. 사면 중·상단에 관목류가 일부 서식하고 있는 상태이다.



【그림 2.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

- 사면 전반적으로 식생상태가 양호하나, 일부 국부적으로 식생이 불량한 것으로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 12.270k 2단 사면에 발생한 식생공 유실은 기존 손상으로써, 진전은 미미하나 식생공보수가 필요한 상태이다.
- 그 외의 식생불량 구간은 주기적인 점검(주의관찰)을 하는 유지관리 실시가 필요하다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	식생공 유실	A=50.0m ²	
2구간	상태양호	—	
3구간	상태양호	—	

	
현 황	12.27K 2단 식생공 유실
원 인	공용기간 증가, 우수유입
대 책	식생공

 17년 정밀  금회 정밀	
현 황	전반적인 식생 불량(17년 정밀에 비해 식생 다소 증가)
원 인	공용기간 증가, 우수유입
대 책	주의관찰

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 1소단, 2소단 배수로 및 12.070~12.120k 산마루측구가 시공되어 있다. 그 외의 구간은 자연수로 형태이다.



【그림 2.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.
- 배수로에 신규손상으로 균열 및 파손이 조사되었고, 우수유입으로 인한 유실 등 2차 손상을 유발할 수 있으므로 균열보수 및 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	배수로 균열	L=20.0m	
	배수로 들뜸	A=0.2㎡	
2구간	배수로 균열	L=2.0m	
	배수로 파손	A=1.0㎡	
3구간	상태양호	—	



현 황	12.17K 1소단배수로 파손
원 인	시공불량
대 책	단면보수



현 황	12.32K 2소단배수로 파손
원 인	공용기간 증가, 우수유입
대 책	단면보수



현 황	12.22K 1소단배수로 균열
원 인	초기건조수축, 공용기간 증가, 우수유입
대 책	균열보수



현 황	12.33K 2소단배수로 균열
원 인	초기건조수축, 공용기간 증가, 우수유입
대 책	균열보수

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

대상 사면 내에는 낙석방지망, 숯크리트, 소일네일링, 앵커, 점검계단, 야생동물유도울타리, 계단 식용벽, 경보시스템이 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



【그림 2.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 12.20km부근은 18년에 숯크리트+배수공을 실시하였고, 상태는 양호한 상태이다.
- 기존 손상인 하단 옹벽 균열은 손상의 진전이 미미한 상태이나 우수유입으로 인한 2차 손상이 발생할 수 있으므로 균열보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 그 외의 보호/보강시설은 상태는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	하단 옹벽 균열	L=4.0m	
2구간	하단 옹벽 균열	L=4.0m	
3구간	상태양호	—	

현 황	하단 옹벽 균열
원 인	초기진조수축, 공용기간 증가, 우수유입
대 책	균열보수

2.3.7 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

사면 대부분에 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 신선함(Fresh)~약한풍화(SW) 정도이다. 사면 중·상단에 관목류가 일부 서식하고 있는 상태이다. 12.270k 2단 사면에 발생한 식생공 유실은 기존 손상으로써, 진전은 미미하나 식생공보수가 필요한 상태이다. 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 상태이나, 금회 균열 및 파손이 조사되었고, 우수유입으로 인한 유실 등 2차 손상을 유발할 수 있으므로 균열보수 및 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 보호/보강시설은 금회 12.20km 부근에 슛크리트+배수공을 실시한 것이 확인되었고, 상태는 양호한 상태이다. 기존 손상인 하단 옹벽 균열은 손상의 진전이 미미한 상태이나 우수유입으로 인한 2차 손상이 발생할 수 있으므로 균열보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.

【표 2.3.3】 외관조사 결과 요약

구분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	중단 식생공 유실	식생공
배수시설	배수로 균열 배수로 파손 및 들뜸	균열보수 단면보수
상부 자연사면	상태양호	—
보강시설	하단 옹벽 균열	균열보수

【표 2.3.4】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	식생공 유실	m ²	50.0	2	
배수시설	배수로 균열	m	22.0	11	
	배수로 파손 및 들뜸	m ²	1.2	2	
상부 자연사면	상태양호	—	—	—	
보강시설	하단 옹벽 균열	m	8.0	4	

나. 이전 정밀점검과의 비교

이전 정밀점검과 비교결과, 사면부에 발생하였던 식생공 유실이 식생이 다소 자람과 더불어 유지관리(주의관찰)를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단한 결과 전반적으로 식생에 대한 물량이 감소하였다. 또한 18년도 숯크리트+배수공 보호공을 실시하여 수평배수공 물량이 감소하였다. 배수시설에 균열 및 파손 등의 손상이 신규 조사되어 일부 물량이 증가하였다.

【표 2.3.5】 전차대비 손상수량 증감표

구분	손상 내용	단위	2017년	금회	증,감 (+, -)	비고
			물량	물량		
사면부	식생기반재 시공	m ²	70.0	—	-70.0	
	식생공 유실	m ²	230.0	50.0	-180.0	
	수평배수공	EA	80	—	-80	
배수시설	배수로 균열	m	5.3	22.0	+16.7	
	배수로 파손, 들뜸	m ²	—	1.2	+1.2	
상부 자연사면	상태양호	—	—	—	—	
보강시설	하부 옹벽 균열	m	8.0	8.0	—	

2.3.8 재료시험 결과

가. 시험결과

금회 대상 사면에 대하여 암반용 슈미트해머를 이용한 강도조사를 실시하였으며, 시험결과는 다음과 같다.

【표 2.3.6】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
12.17km	49.8	92.5	보통암	
12.27km	61.2	153.3	극경암	
12.47km	55.7	120.1	경암	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 49.8~61.2로 측정되었으며, 추정강도 92.5~153.3MPa로 보통암~극경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

나. 이전 정밀점검과의 비교

이전 정밀안전점검과의 비교결과, 위치 및 암상태에 따른 반발경도의 값의 차이가 다소 있으나, 암판정결과 보통암~극경암으로 큰 상태변화는 없는 것으로 판단된다.

【표 2.3.7】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
2017년 점검	12.16km	40.7	61.9	보통암
	12.29km	57.8	131.8	극경암
	12.59km	53.5	108.9	경암
2019년 점검 (금회)	12.17km	49.8	92.5	보통암
	12.27km	61.2	153.3	극경암
	12.47km	55.7	120.1	경암

2.3.9 불연속면 조사 결과

가. 측정현황

금회 구간분할 및 조사위치 선정에 따라 구간별 불연속면에 대해 조사를 실시하였으며, 조사결과를 다음과 같다.

		
절리경사/방향 측정	거칠기 측정	틈새 측정

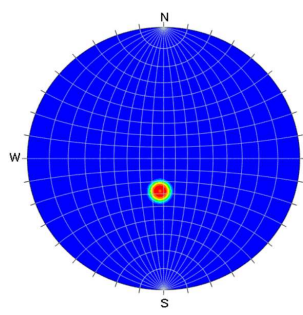
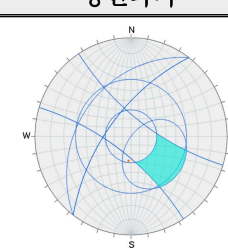
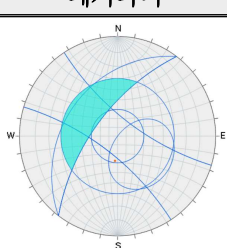
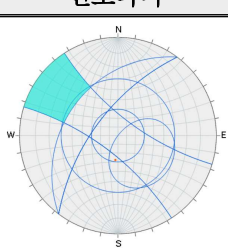
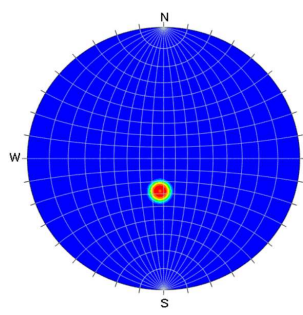
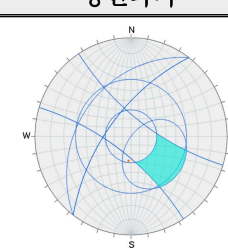
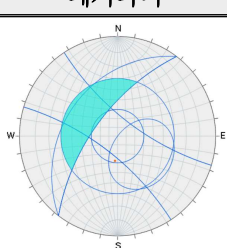
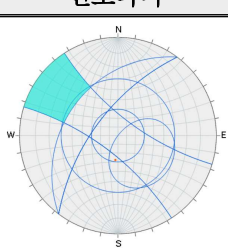
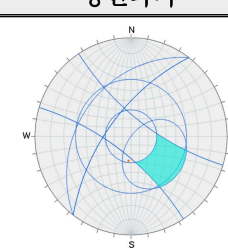
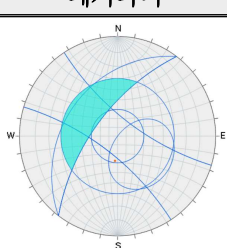
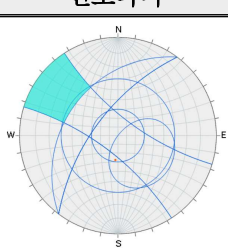
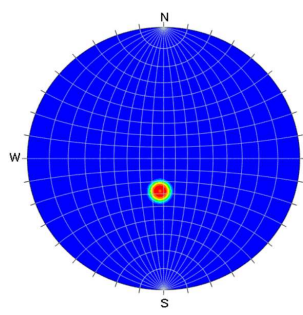
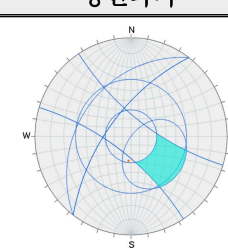
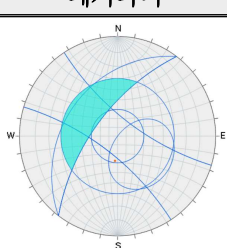
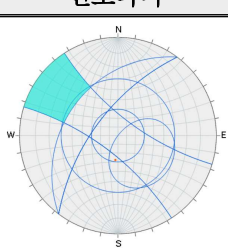
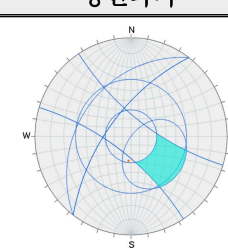
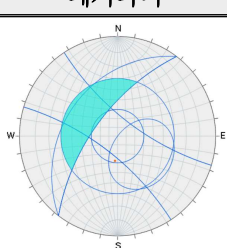
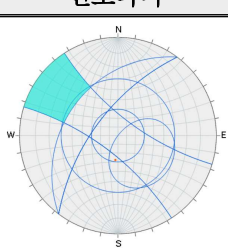
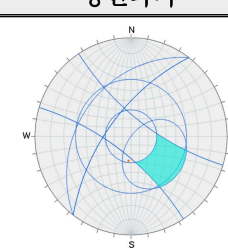
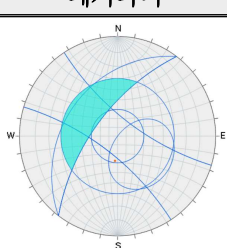
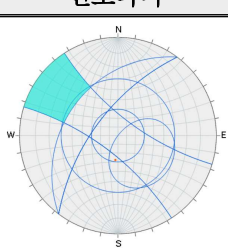
【그림 2.3.5】 불연속면 측정 현황

【표 2.3.8】 1구간 불연속면조사 결과표

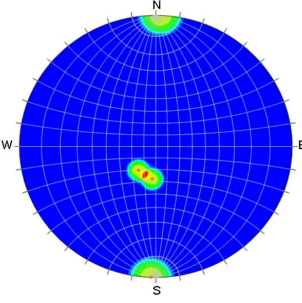
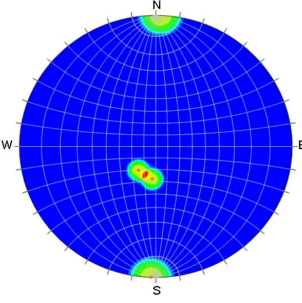
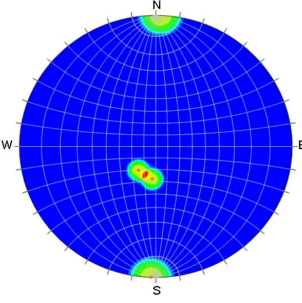
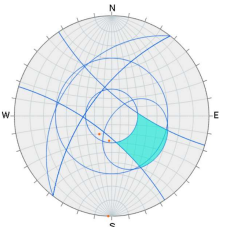
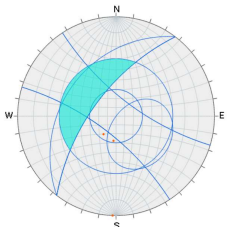
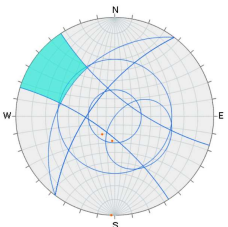
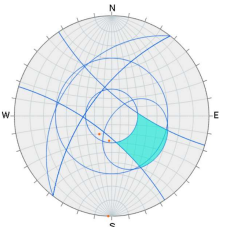
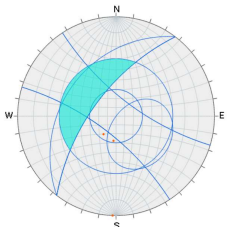
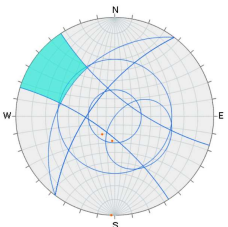
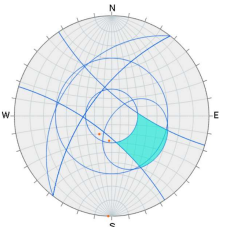
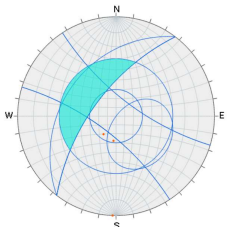
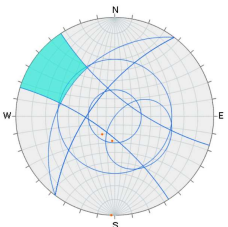
구 분	1구간		
	Set 1	Set 2	Set 3
방향성	90/215	89/202	90/215
간격(m)	2 이상	2 이상	2 이상
연장성(m)	< 1	< 1	< 1
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만
거칠기	거침	거침	거침
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만
풍화도	Fresh	SW	Fresh

비고	<table><tr><th>구 분</th><th colspan="3">점 검 결 과</th></tr><tr><td rowspan="6">평사 투영도</td><td rowspan="6"></td><td>dip</td><td>dip direction</td></tr><tr><td>90</td><td>215</td></tr><tr><td>89</td><td>202</td></tr><tr><td>90</td><td>215</td></tr><tr><td>76</td><td>281</td></tr><tr><td>89</td><td>202</td></tr></table>				구 분	점 검 결 과			평사 투영도		dip	dip direction	90	215	89	202	90	215	76	281	89	202
	구 분	점 검 결 과																				
	평사 투영도		dip	dip direction																		
			90	215																		
			89	202																		
			90	215																		
			76	281																		
			89	202																		
	<table><tr><th>평면파괴</th><th>썩기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>				평면파괴	썩기파괴	전도파괴															
	평면파괴	썩기파괴	전도파괴																			
<table><tr><th>구 분</th><th>평면파괴</th><th>썩기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td>해석결과</td><td>안정</td><td>안정</td><td>안정</td></tr></table>				구 분	평면파괴	썩기파괴	전도파괴	해석결과	안정	안정	안정											
구 분	평면파괴	썩기파괴	전도파괴																			
해석결과	안정	안정	안정																			
평 가	● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썩기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음																					

【표 2.3.9】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간																																											
	Set 4	—	—																																									
방향성	28/006																																											
간격(m)	2 이상																																											
연장성(m)	< 1																																											
틈새(mm)	0.1~1.0mm																																											
거칠기	약간 거칠음																																											
충진물질	딱딱함, 5mm미만																																											
풍화도	Fresh																																											
비고	<table><tr><th>구 분</th><th colspan="2">점 검 결 과</th></tr><tr><td rowspan="4">평사 투영도</td><td></td><td><table><tr><td>dip</td><td>dip direction</td></tr><tr><td>28</td><td>6</td></tr><tr><td>28</td><td>6</td></tr><tr><td>28</td><td>6</td></tr></table></td></tr><tr><td colspan="3"><table><tr><th>평면파괴</th><th>썰기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td></tr><tr><td colspan="3"><table><tr><th>구 분</th><th>평면파괴</th><th>썰기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td>해석결과</td><td>안정</td><td>일부 가능성</td><td>가능성</td></tr><tr><td>평 가</td><td colspan="3">● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썰기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음</td></tr></table></td></tr><tr><td colspan="3">썰기 및 전도파괴에 대해서 가능성이 내재된 것으로 평가 되었지만, 현장조사시 절리군의 상태가 전반적으로 양호하여 파괴에 대한 가능성은 낮은 것으로 판단된다.</td></tr></table>			구 분	점 검 결 과		평사 투영도		<table><tr><td>dip</td><td>dip direction</td></tr><tr><td>28</td><td>6</td></tr><tr><td>28</td><td>6</td></tr><tr><td>28</td><td>6</td></tr></table>	dip	dip direction	28	6	28	6	28	6	<table><tr><th>평면파괴</th><th>썰기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>			평면파괴	썰기파괴	전도파괴				<table><tr><th>구 분</th><th>평면파괴</th><th>썰기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td>해석결과</td><td>안정</td><td>일부 가능성</td><td>가능성</td></tr><tr><td>평 가</td><td colspan="3">● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썰기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음</td></tr></table>			구 분	평면파괴	썰기파괴	전도파괴	해석결과	안정	일부 가능성	가능성	평 가	● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썰기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음			썰기 및 전도파괴에 대해서 가능성이 내재된 것으로 평가 되었지만, 현장조사시 절리군의 상태가 전반적으로 양호하여 파괴에 대한 가능성은 낮은 것으로 판단된다.		
	구 분	점 검 결 과																																										
	평사 투영도		<table><tr><td>dip</td><td>dip direction</td></tr><tr><td>28</td><td>6</td></tr><tr><td>28</td><td>6</td></tr><tr><td>28</td><td>6</td></tr></table>	dip	dip direction	28		6	28	6	28	6																																
		dip	dip direction																																									
		28	6																																									
		28	6																																									
	28	6																																										
	<table><tr><th>평면파괴</th><th>썰기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>			평면파괴	썰기파괴	전도파괴																																						
	평면파괴	썰기파괴	전도파괴																																									
																																												
<table><tr><th>구 분</th><th>평면파괴</th><th>썰기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td>해석결과</td><td>안정</td><td>일부 가능성</td><td>가능성</td></tr><tr><td>평 가</td><td colspan="3">● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썰기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음</td></tr></table>			구 분	평면파괴	썰기파괴	전도파괴	해석결과	안정	일부 가능성	가능성	평 가	● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썰기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음																																
구 분	평면파괴	썰기파괴	전도파괴																																									
해석결과	안정	일부 가능성	가능성																																									
평 가	● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썰기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음																																											
썰기 및 전도파괴에 대해서 가능성이 내재된 것으로 평가 되었지만, 현장조사시 절리군의 상태가 전반적으로 양호하여 파괴에 대한 가능성은 낮은 것으로 판단된다.																																												

【표 2.3.10】 3구간 불연속면조사 결과표

구 분	3구간										
	Set 5	Set 6	Set 7								
방향성	90/002	25/035	2/006								
간격(m)	2 이상	2 이상	2 이상								
연장성(m)	< 1	< 1	< 1								
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	Fresh	Fresh	Fresh								
비고	<table><tr><th>구 분</th><th colspan="2">점 검 결 과</th></tr><tr><td rowspan="4">평사 투영도</td><td></td><td>dip 90 25 28</td><td>dip direction 2 35 6</td></tr></table>			구 분	점 검 결 과		평사 투영도		dip 90 25 28	dip direction 2 35 6	
	구 분	점 검 결 과									
	평사 투영도		dip 90 25 28	dip direction 2 35 6							
		<table><tr><th>평면파괴</th><th>썩기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>			평면파괴	썩기파괴		전도파괴			
		평면파괴	썩기파괴	전도파괴							
											
	<table><tr><th>구 분</th><th>평면파괴</th><th>썩기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td>해석결과</td><td>안정</td><td>일부 가능성</td><td>가능성</td></tr></table>			구 분	평면파괴	썩기파괴	전도파괴	해석결과	안정	일부 가능성	가능성
	구 분	평면파괴	썩기파괴	전도파괴							
	해석결과	안정	일부 가능성	가능성							
	평 가	● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썩기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음									
썩기 및 전도파괴에 대해서 가능성이 내재된 것으로 평가 되었지만, 현장조사시 절리군의 상태가 전반적으로 양호하여 파괴에 대한 가능성은 낮은 것으로 판단된다.											

2.4 상태평가

2.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 530m의 사면으로서, 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 연장기준(200m 이상)에 따라 3개구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 Set1~7으로 표기하였다.

【표 2.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	12.070~12.270km	200m	암반사면	Set1, Set2, Set3
2구간	12.270~12.470km	200m	암반사면	Set4
3구간	12.470~12.600km	130m	암반사면	Set5, Set6, Set7

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면(2019.01, 한국시설전공단)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 2.4.2]에 수록하였다.

토층심도 깊이측정을 위한 자료는 준공도서 및 전차보고서를 참고하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 사면특성조사시 Set1~7에 위치하는 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

【표 2.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{52.0} = 0.057$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 92.5~153.3MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in dex}{Slope\ height} = \frac{0.5}{52.0} = 0.009$ 로 0.01이하	파쇄암반	

【표 2.4.2】 비탈면 분류결과(계속)

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{52.0} = 0.057$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 92.5~153.3MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{2.0}{52.0} = 0.038$ 로 0.01초과	절리암반	
3구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{44.0} = 0.068$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 92.5~153.3MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{2.0}{44.0} = 0.045$ 로 0.01초과	절리암반	

2.4.2 상태평가 결과

가. 사면 손상상태 조사결과표

【표 2.4.3】 사면 손상상태 조사 결과표 (1구간)

시설물명	STA.12+050~12+620(포항)		표번호	[표 2.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	12.070~12.270km	
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	—	—	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위 치	규모		
1-4	—	—	—	0	
조사일시	2019. 09. 17		조사자	인승철	

【표 2.4.4】 사면 손상상태 조사 결과표 (2구간)

시설물명	STA.12+050~12+620(포항)		표번호	[표 2.4.4]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	12.270~12.470km	
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	—	—	—	0	
조사일시	2019. 09. 17		조사자	인승철	

【표 2.4.5】 사면 손상상태 조사 결과표 (3구간)

시설물명	STA.12+050~12+620(포항)		표번호	[표 2.4.5]	
조사영역번호	3구간		조사영역 위치	12.470~12.600km	
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	—	—	—	0	
조사일시	2019. 09. 17		조사자	인승철	

나. 사면 파괴요인 조사결과표

【표 2.4.6】 사면 파괴요인 조사 결과표 (1구간)

시설물명	STA.12+050~12+620(포항)		표번호	[표 2.4.6]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	12.070~12.270km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	파쇄암반	절리간격	2.0m 이상	0		
1-6		저면경사	30 ° 이상	4		
1-7		절리상태	유리	1		
2. 사면형상						
1-8	파쇄암반	사면의 경사	1:0.78	3		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	17.2mm(부산, 30년 평년값)	1	1	
		지하수위	-	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	파쇄암반	절취상태	보통	2		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2019. 09. 17		조사자	인승철		

【표 2.4.7】 사면 파괴요인 조사 결과표 (2구간)

시설물명	STA.12+050~12+620(포항)		표번호	[표 2.4.7]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	12.270~12.470km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	006° - 307° = -301°	0		
1-6		절리경사-사면경사	28° - 63° = -35°	7		
1-7		절리상태	유리	1		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	1:0.78	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	17.2mm(부산, 30년 평년값)	1	1	
		지하수위	-	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	좋음	2		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2019. 09. 17		조사자	인승철		

【표 2.4.8】 사면 파괴요인 조사 결과표 (3구간)

시설물명	STA.12+050~12+620(포항)		표번호	[표 2.4.8]		
조사영역 번호	3구간		조사영역 위치	12.470~12.600km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	002° - 307° = -305°	0		
1-6		절리경사-사면경사	90° - 63° = 27°	0		
1-7		절리상태	유리	1		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	1:0.78	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	17.2mm(부산, 30년 평년값)	1	1	
		지하수위	-	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	좋음	2		
1-11	배수조건		보통	2		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2019. 09. 17		조사자	인승철		

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면, 2, 3구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.20로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

평가결과에 가장 주된 인자는 2구간의 절리경사가 고각인 점 등으로 해당사항에 대해서는 중점 관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 2.4.9】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			STA.12+050~12+620(포항)			표번호	
근거표번호			[표 2.4.3], [표 2.4.6]			[표 2.4.9]	
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	0	a	14	f2=0.27	b
		⑥ 저면경사	4	e			
		⑦ 절리상태	1	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	3	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	1	b			
	인위요인	⑩ 절취상태	2	c			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					14	F=0.18	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 14 / 52 = 0.27 ○ 상태평가등급(F) : 14 / 76 = 0.18					

【표 2.4.10】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			STA.12+050~12+620(포항)			표번호	
근거표번호			[표 2.4.4], [표 2.4.7]			[표 2.4.10]	
평가요소			결합점수	결합종류별 평가결과	총점	결합지수	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	0	a	15	f2=0.29	b
		⑥ 절리경사-사면경사	7	e			
		⑦ 절리상태	1	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	1	b			
	인위요인	⑩ 절취상태	2	b			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					15	F=0.20	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 15 / 52 = 0.29 ○상태평가등급(F) : 15 / 76 = 0.20					

【표 2.4.11】 상태평가결과 산정표(3구간)

시설물명			STA.12+050~12+620(포항)				표번호
근거표번호			[표 2.4.5], [표 2.4.8]				[표 2.4.11]
평가요소			결합점수	결합종류별 평가결과	총점	결합지수	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	0	a	8	f2=0.15	b
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	1	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	1	b			
	인위요인	⑩ 절취상태	2	b			
		⑪ 배수조건	2	c			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					8	F=0.11	A
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 8 / 52 = 0.15 ○상태평가등급(F) : 8 / 76 = 0.11					

【표 2.4.12】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		3구간		구간별평가결과 (Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
—	0.18	B	0.20	B	0.11	A	0.20	B

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2017년) 정밀안전점검과 상태평가 비교시, 결함지수에 다소 차이가 있으나, 등급은 B등급을 유지한 상태이다.

【표 2.4.13】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
2017년 정밀안전점검(전회)	0.24	B	
2019년 정밀안전점검(금회)	0.20	B	

2.5 종합평가 및 안전등급 지정

2.5.1 종합평가 결과

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

【표 2.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		STA.12+050~12+620(포항)		표 번 호	【표 2.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.18	B	근거표번호	【표 2.4.9】
	2구간	0.20	B		【표 2.4.10】
	3구간	0.11	A		【표 2.4.11】
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.20	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

2.5.2 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 2.5.2】 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

2.6 보수·보강 및 유지관리방안

2.6.1 보수·보강 방안

가. 손상별 보수·보강 방안

대상 절토사면의 손상별 보수방안은 다음과 같다.

【표 2.6.1】 손상별 보수·보강 방안

■ STA.12+050~12+620(포항) (L=530m, 12.070~12.600km)			
손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	① 12.270K 2단 식생공 유실 A=5m*5m*2EA	식생공	
낙석위험			
배수시설	② 1소단배수로 균열 L=2.0m*10EA	균열보수	
	③ 12.340K 2소단배수로 균열 L=2.0m	균열보수	
	④ 12.190K 1소단배수로 들뜸 A=0.5m*0.4m	단면보수	
	⑤ 12.320K 2소단배수로 파손 A=0.2m*5.0m	단면보수	
수 목			
기 타	⑥ 하단 옹벽 균열 L=2.0m*4EA	균열보수	

나. 보수·보강방안 및 개략공사비

【표 2.6.2】 보수·보강방안 및 개략공사비

구 분	수량	단위	단가(천원)	공사비(천원)	비고
식생공	50	m ²	40	2,000	
배수로 균열 보수	22	m	75	1,650	
배수로 파손, 들뜸 보수	1.2	m ²	230	276	
배수로 정비	1식	—	200	200	
사면하부 옹벽 균열 보수	8.0	m	75	600	
순 공사비(천원)				4,726	
재 경 비(천원)				2,363	
총 공사비(천원)				7,089	

2.6.2 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 2.6.3】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	식생공 유실 구간 → 식생공 유실 추가 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 특히, 12.270km 2단의 식생공 유실은 보호공(식생공)이 필요	
배수 시설	배수로 균열 및 파손, 들뜸 구간 → 현재 발생한 손상에 대해서는 2차 손상 예방을 위해 보수(균열보수, 단면보수)가 필요하고, 보수후 재손상 발생에 대한 주기적인 점검이 필요	

2.7 종합결론

2.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 대부분에 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 신선함(Fresh)~약한풍화(SW) 정도이다. 사면 중·상단에 관목류가 일부 서식하고 있는 상태이다. 12.270k 2단 사면에 발생한 식생공 유실은 기존 손상으로써, 진전은 미미하나 식생공보수가 필요한 상태이다. 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 상태이나, 금회 균열 및 파손이 조사되었고, 우수유입으로 인한 유실 등 2차 손상을 유발할 수 있으므로 균열보수 및 단면보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. 보호/보강시설은 금회 12.20km 부근에 슛크리트+배수공을 실시한 것이 확인되었고, 상태는 양호한 상태이다. 기존 손상인 하단 옹벽 균열은 손상의 진전이 미미한 상태이나 우수유입으로 인한 2차 손상이 발생할 수 있으므로 균열보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 49.8~61.2 으로서 추정강도 92.5~153.3MPa로 보통~극경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1구간은 파쇄암반사면, 2, 3구간은 절리암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.20로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 2구간의 절리경사가 고각인 점 등으로 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.

2.7.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

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

2.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 식생공 유실 추가 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 특히, 12.270km 2단의 식생공 유실은 보호공(식생공)이 필요하다.
- 배수시설에 발생한 균열 및 파손 등의 손상은 보수 후 재손상 발생 여부에 대한 지속적인 주의관찰하는 유지관리가 필요하다.

2.7.4 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.