

제2편 시 설 물 편

1. 절토사면-부산포항선 STA.11+750~12+500(부산)
2. 절토사면-부산포항선 STA.12+050~12+620(포항)
3. 절토사면-부산포항선 STA.15+706~15+966(부산)
4. 절토사면-부산포항선 STA.16+200~16+646(부산)
5. 절토사면-부산포항선 STA.19+780~20+300(포항)
6. 절토사면-부산포항선 STA.19+800~20+350(부산)
7. 절토사면-부산포항선 STA.47+050~47+350(부산)
8. 절토사면-부산포항선 STA.47+050~47+630(부산)
9. 도로옹벽-부산울산선 42.7k 포항 울천 수로이설
10. 도로옹벽-부산울산선 44.02k 부산 영해1교 A2
11. 도로옹벽-송정IC R/B(sta.0+445~0+735)
12. 도로옹벽-온양IC R/A~R/G 부산포항선 29.483k 포항

1. 절토사면-부산포항선

STA.11+750~12+500(부산)

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

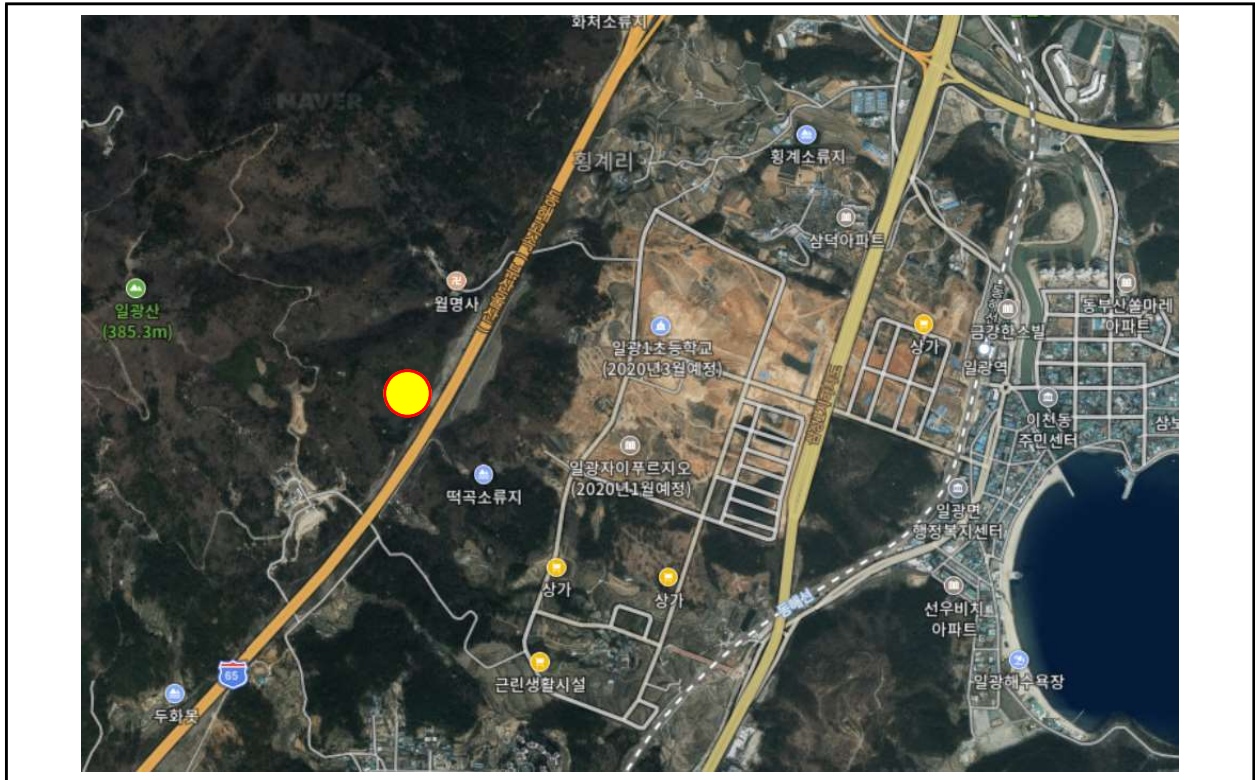
본 시설물은 부산광역시 기장군 일광면 황계리 산28-10(부산울산고속도로 부산방향 12.065~12.540 km)에 위치한 사면으로서 총 연장 475m, 높이 59m의 절토사면으로 시공되어 있다.

1.1.1 일반사항

【표 1.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2008-0000049		관리번호	-	
시설물명	절토사면-부산포항선 STA.11+750~12+500(부산)		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역		부산광역시 기장군 일광면		
	위치좌표		시점 : N (35° 16' 08.22"), E (129° 13' 05.19")		
			종점 : N (35° 15' 56.75"), E (129° 12' 57.81")		
	이정	공사	STA. 11+750~12+500		
		관리	부산기점 12.065~12.540 km		
제 원	연 장		475m	높 이	59m
	경사/방향		63/127	노 선	고속국도 65호선
관리주체	부산울산고속도로(주)			관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물		-		
	주변지형		산악지형	상부사면경사	10°
시공현황	준공년도		2008. 12. 31	시 공 자	경남기업(주)
	부대시설		낙석방지망, 산마루측구, 야생동물유도울타리, 점검계단, 숯크리트, 소일네일링		
비 고					

1.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 1.1.1】 위치도

2017년 정밀점검 (이전)



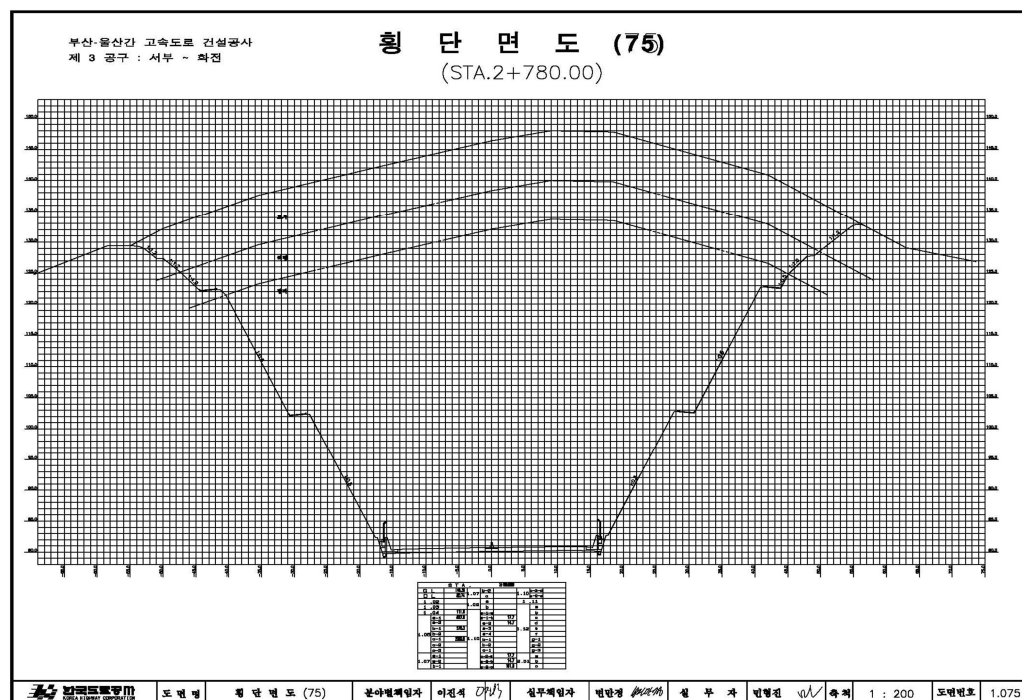
2019년 정밀점검 (금회)



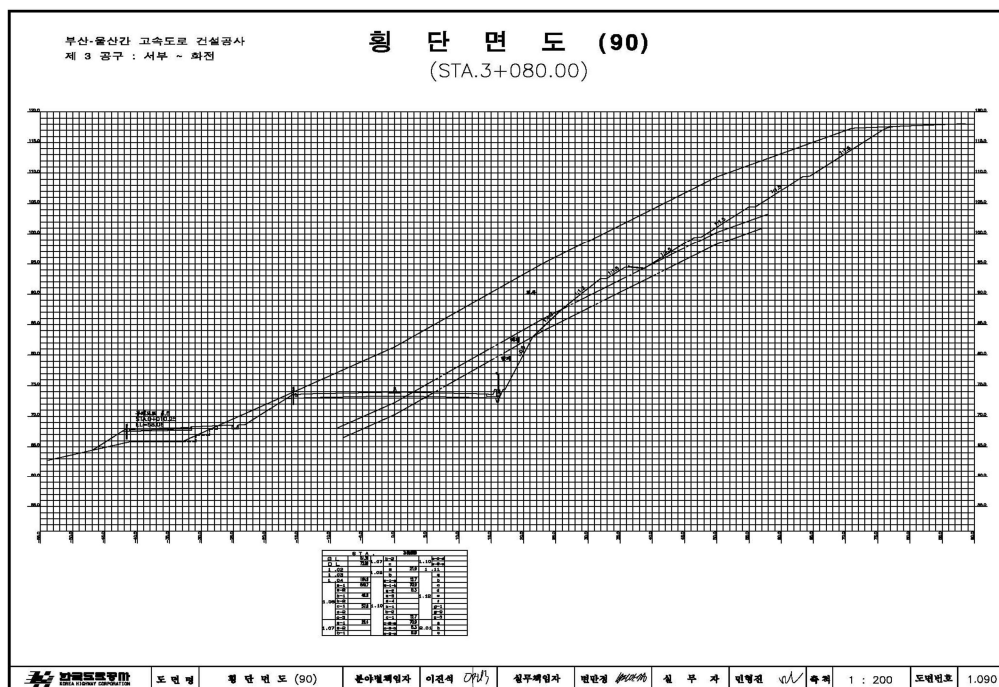
【그림 1.1.2】 전경사진

	
시점부 전경	중점부 전경
	
1소단 배수로 전경	2소단 배수로 전경
	
하부 전경	점검계단 전경

【그림 1.1.3】 부재별 현황



【그림 1.1.5】 표준형단면도



【그림 1.1.5】 표준형단면도(계속)

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 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 1.2.1】 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.

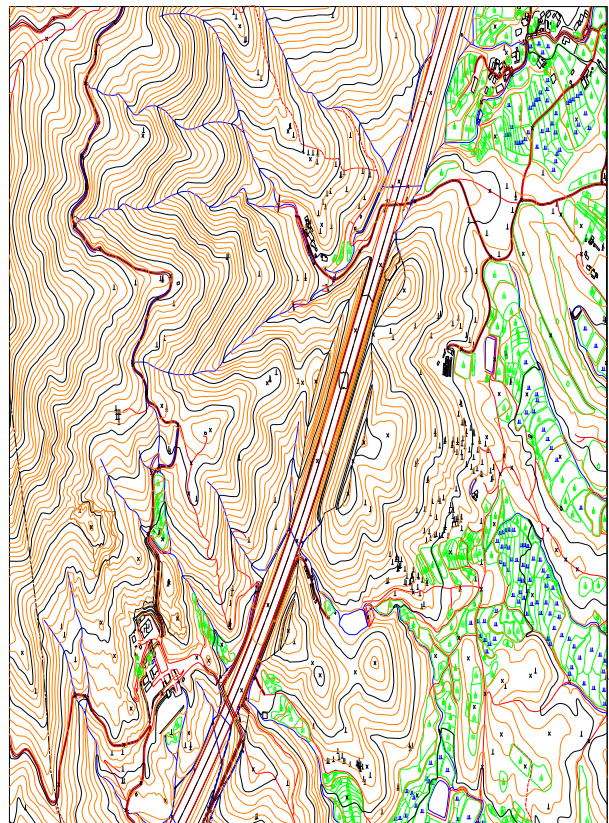
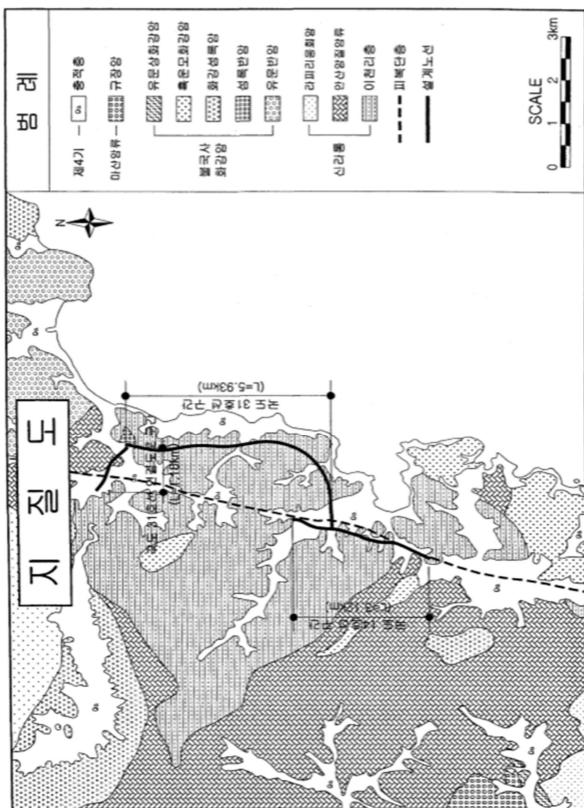
구 분	지 질 개 요
이천리층	중생대 백악기 화강암으로 흑색세일 및 세립질사암 등으로 구성되어 있으나 일광면 부근에는 안산암의 관입에 의한 열 접촉 변성작용으로 세일이 호운 펄스화 되어있으며 불연속면은 주로 점토질로 충전되어 있는 특징을 가진다.
안 산 암	이천리층을 관입하여 광범위하게 분포하고 있으며 암녹색을 띠고 있다. 주로 장석류의 결정이 조립질로 분포하며 이의 휘석, 각섬석의 반입들이 분포한다.
심록반암	이천리층을 소규모로 관입하며 사장석 및 각섬석의 반정을 포함하고 있으며 각섬석은 녹니석화 되어 있다.
충 적 층	하천 및 농경지주변의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



1.2.2 시설물 점검이력

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

【표 1.2.2】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2009. 03. 06 ~ 2009. 06. 30	정기안전 점검	이상없음	양호
2	2009. 08. 04 ~ 2009. 11. 25	정기안전 점검	이상없음	양호
3	2010. 01. 02 ~ 2010. 06. 30	정기안전 점검	양호	양호
4	2010. 10. 01 ~ 2010. 11. 29	정밀안전 점검	균열이 많고 식생이 불량하며, 국부적으로 녹생토 탈락으로 인한 땅이 노출된 곳이 다수 조사됨. 숯크리트 하단부에 누수현상 있음. 사면파괴요인에서 위험요소 내포하고 있음	B등급
5	2010. 07. 07 ~ 2010. 12. 08	정기안전 점검	양호함	양호
6	2011. 05. 23 ~ 2011. 06. 03	정기안전 점검	양호함	양호
7	2011. 11. 01 ~ 2011. 11. 10	정기안전 점검	양호함	양호
8	2012. 05. 02 ~ 2012. 05. 03	정기안전 점검	이상없음	양호
9	2012. 10. 22 ~ 2012. 10. 24	정기안전 점검	이상없음	양호
10	2013. 04. 15 ~ 2013. 04. 30	정기안전 점검	이상없음	양호
11	2013. 09. 23 ~ 2013. 09. 27	정기안전 점검	이상없음	양호
12	2013. 12. 06 ~ 2013. 12. 25	정밀안전 점검	균열이 많고 식생이 불량하며, 국부적으로 녹생토 탈락으로 인한 땅이 노출된 곳이 다수 조사됨. 숯크리트 하단부에 폭1~2mm, 길이 15m정도의 균열이 발생, 누수현상이 있음.	B등급
13	2014. 04. 01 ~ 2014. 04. 01	정기안전 점검	양호	양호

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
14	2014. 09. 01 ~ 2014. 09. 01	정기안전 점검	양호	양호
15	2015. 05. 04 ~ 2015. 05. 04	정기안전 점검	양호	양호
16	2015. 12. 07 ~ 2015. 12. 07	정기안전 점검	양호	양호
17	2015. 09. 29 ~ 2015. 12. 27	정밀안전 점검	우기 시 집중호우 등을 감안하면 추후 측구 설치가 필요할 것으로 판단된다. 그 외에 구조물의 균열이나 이음부 이격 등의 구조물 변형이나 지반변형 없이 전반적으로 양호한 상태로 조사됨	B등급
18	2016. 06. 07 ~ 2016. 06. 10	정기안전 점검	전반적인 상태양호	양호
19	2016. 10. 10 ~ 2016. 10. 10	정기안전 점검	전반적인 상태양호	양호
20	2017. 04. 24 ~ 2017. 04. 24	정기안전 점검	양호	양호
21	2017. 12. 04 ~ 2017. 12. 04	정기안전 점검	이상 무	양호
22	2017. 09. 29 ~ 2017. 12. 27	정밀안전 점검	사면부 점검결과 : 종점부의 산마루 측구 및 소단배수로 외에는 자연수로를 형성하고 있는 것이 불안요소로 작용할 가능성이 있어 주의관찰이 필요, STA.0+240 위치의 점검 통로에 등나무 덩굴이 매우 발달 식생상태 : 대부분 식생이 불량하게 분포, 식생기반재가 탈락되어 낙석방지망이 노출된 구간 다수 배수시설 점검결과 : 종점부에 산마루 측구가 일부 시공되어 있으며 이 외 구간은 자연수로 발달 보호시설 점검현황 : 낙석방지망 파손 1개소, 그 외 보호시설 양호	B등급
23	2018. 04. 16 ~ 2018. 04. 16	정기안전 점검	양호	양호
24	2018. 11. 26 ~ 2018. 11. 26	정기안전 점검	이상없음	양호
25	2019. 04. 01 ~ 2019. 04. 01	정기안전 점검	이상없음	양호

1.2.3 전차 정밀점검 실시결과(2017년 12월)

가. 현장조사 및 시험결과

1) 외관조사 결과

구분	점검 결과	조치 방안
사면부	· 식생불량	· 식생공
배수시설	·	·
상부 자연사면	·	·
보강시설	· 낙석방지망 파손 · 슛크리트 철근노출 · 점검통로 식생	· 보수 · 보수 · 정비
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	47.6	83.7	경암	
293m 지점	53.7	110.1	경암	
320m 지점	60.8	150.4	극경암	
검토의견	· 슈미트해머에 의한 암반 강도 조사결과 반발경도 47.6~60.8의 평균치를 보이며 추정강도 83.7~150.4MPa로 경암~극경암으로 판정되어 암반의 강도는 매우 양호한 상태이다.			

나. 상태평가 결과

평가요소			결합점수	평가결과	총점	결합지수	상태평가결과
손상상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	1	f1=0.042	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	1	b			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	3	c	15	f2=0.288	b
		⑥ 절리경사-사면경사	2	c			
		⑦ 절리상태	1	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	2	c			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	1	b			
	인위요인	⑩ 절취상태	3	c			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	2	b			
합계(Σ)					16	F=0.211	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 1 / 24 = 0.042 ○ 파괴요인지수(f2) : 15 / 52 = 0.288 ○ 상태평가등급(F) : 16 / 76 = 0.211					

다. 종합평가 결과

구 분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가결과 Min(상태평가, 안전성평가)
	결합지수	결과	최소 안전율	결과	
STA.11+750~12+500(부산)	0.211	B	—	—	B

라. 안전등급 지정

구 분	안전등급	시설물의 상태
STA.11+750~12+500(부산)	B	경미한 손상, 결함이 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	205	m ²	40,000	8,200	
식생공	680	m ²	40,000	27,200	
숏크리트 보수	1	m ³	200,000	200	
낙석방지망 보수	1	m ²	30,000	30	
점검통로 정비	1식	—	200,000	200	
순 공사비				35,830,000 원	
재 경 비				17,915,000 원	
총 공사비				53,745,000 원	

바. 종합결론

본 대상사면은 절토사면-부산포항선 STA.11+750~12+500(부산)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.
- 종점부의 산마루 측구 및 소단배수로②,③ 외에는 자연수로를 형성하고 있는 것이 불안요인으로 작용할 가능성이 있고 낙석방지망 노출구간의 식생기반재 추가시공 및 식생 불량구간의 식생공을 통한 보수가 필요하며 식생의 뿌리가 활착되어 고정되기까지 철저한 관리가 필요하다. 또한 숏크리트 보강부의 배력철근 노출에 대한 보수 및 낙석방지망의 파손에 대한 보수가 필요하고 점검통로에 등나무 덩굴이 매우 발달된 상태로 향후 유지관리를 위한 점검통로의 확보가 요구된다.
- 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.
- 본 사면에 설치된 계측기(절토사면 경보시스템)로 철저한 계측관리를 실시하여 재해를 사전에 예방하고 피해를 최소화 하여야 한다.

1.2.4 기존자료

【표 1.2.3】 기존자료

구분	검토결과	비고
시설물관리대장	· 비탈면 높이: 67m, 연장: 750m, 경사: 27° · 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) → 대부분의 식생이 불량하고, 풍화등급은 신선험 - 식생기반재료 인해 불연속면을 전부 확인할 수 없는 불안요소를 내포	

1.2.5 시설물 보수 이력

【표 1.2.4】 보수이력사항

NO	보수위치	내용	기간	공사비	시공자	비고
1	—	—	—	—	—	

1.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 1.2.5】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	N		

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.

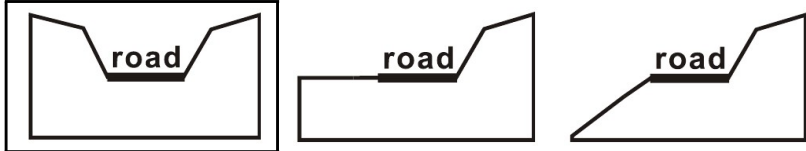
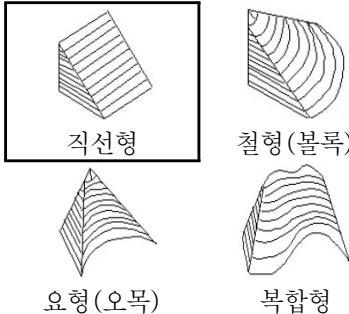
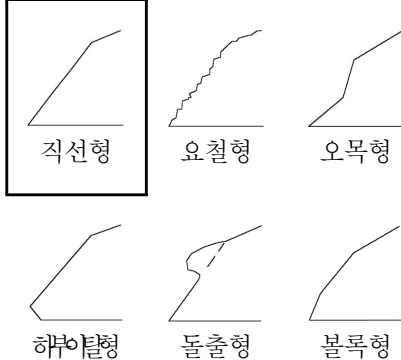
가. 일반현황 조사결과

【표 1.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019. 09. 17.		조 사 자	인승철
일 기	맑음		준공년도	2008년 12월 31일
행정구역	부산광역시 기장군 일광면 황계리 산28-10			
위 경 도	시점 : N (35° 16' 08.22"), E (129° 13' 05.19")			
	종점 : N (35° 15' 56.75"), E (129° 12' 57.81")			
절토사면	길 이 : 475m		높 이 : 59m	
	경 사/경사방향 : 63/127(평균경사 52°)			
	구성물질 : 암반		토층심도 : 0.02~0.15(약 1.0~3.0m)	
	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
	식생현황	STA.0+000~80, 440~475		양호
	식생현황	STA.0+200~300(3소단 상부)		양호
	식생현황	이외 구간 대부분		불량
	낙석방지망	STA.0+000~480m(4소단 상부제외)		양호(일부 불량)
	산마루 측구	STA.0+450~475		양호
	야생동물유도울타리	STA.0+425~475		양호
	점검용 계단	STA.0+340~475		양호
	점검통로	STA.0+240		통행불량
	쑈크리트+소일네일링	STA.0+400~440		양호(일부 불량)
	절토사면 경보시스템	-		-
붕괴이력	유 형	규 모		위 치
기 타	· 일부 구간을 제외한 전 구간 식생이 불량하고 사면계측기(절토사면 경보시스템)가 설치된 것을 육안으로 확인			

나. 사면특성 조사결과

【표 1.3.2】 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		무			
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

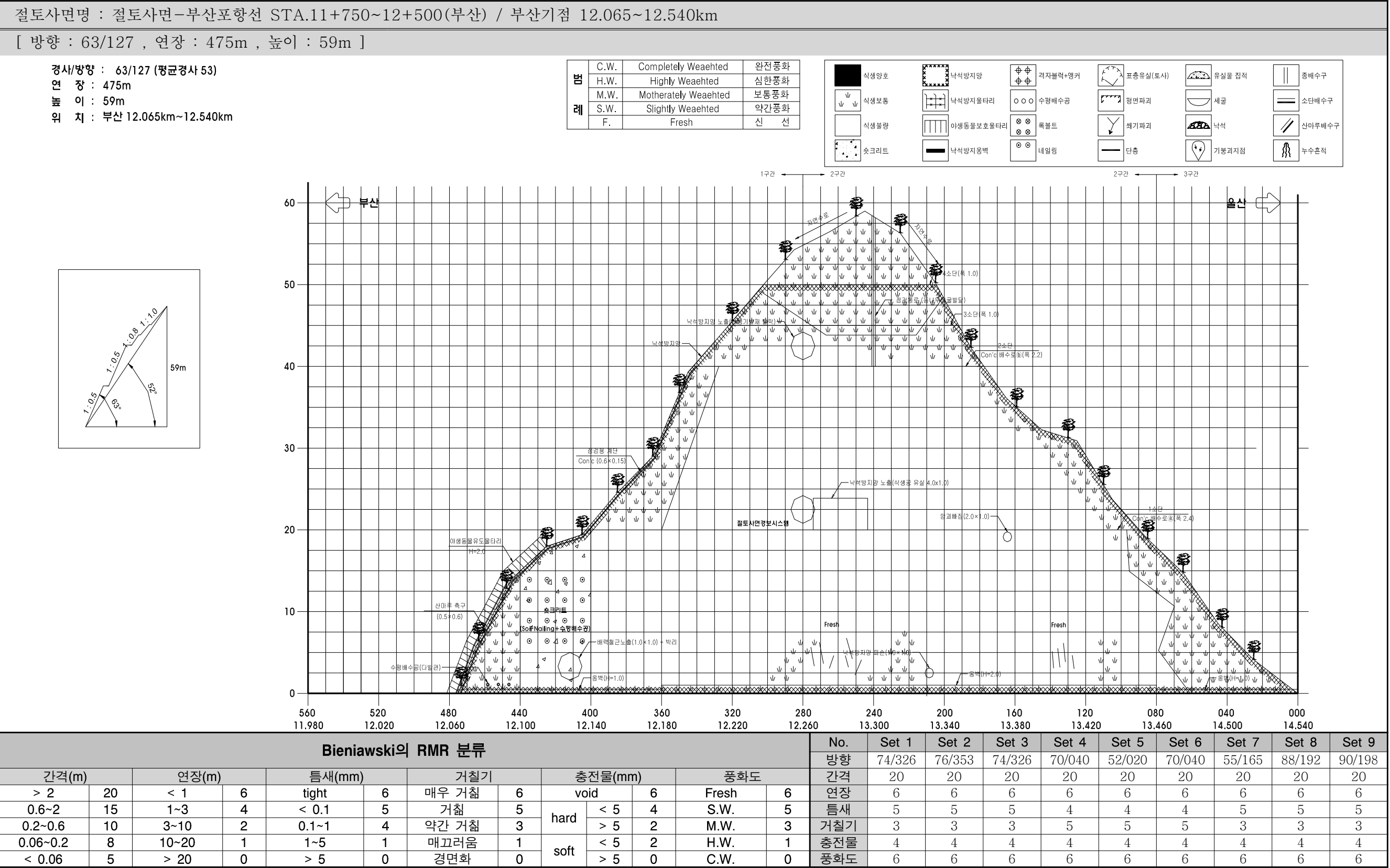
본 사면은 연장이 475m로써, 사면의 구간분할 기준인

- 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	12.065~12.265km	200m
2구간	12.265~12.465km	200m
3구간	12.465~12.540km	75m

1.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



1.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

상부 자연사면은 사면 좌측 5~15° , 사면 우측 -5° 의 경사로 되어 있으며, 풍화토 및 퇴적토가 존재하고, 전체적으로 관목이 분포하고 있다.



【그림 1.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

- 상부자연사면은 전반적으로 식생이 양호하다.
- 12.060k의 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) 정도이다. 시공당시 발생한 암괴빠짐이 관찰되었다. 사면 중·상단에 관목류가 일부 서식하고 있는 상태이다.



【그림 1.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

- 사면 전반적으로 식생상태가 불량한 것으로 조사되었으나, 17년 정밀점검과 비교시 식생이 다소 양호해 진 것으로 조사되었다.
- 현장조사 결과, 12.280k 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	상태양호	—	
2구간	식생공 유실	A=400.0m ²	
3구간	상태양호	—	

	
현 황	12.28K 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 12.060~12.140k 산마루측구가 시공되어 있다. 그 외의 구간은 자연수로 형태이다.



【그림 1.3.3】 배수시설 전경

2) 조사결과

- 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다.

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

라. 사면보호/보강시설

1) 현황

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



【그림 1.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 기존 손상인 숯크리트 철근노출은 현재 미보수된 상태로, 지속적으로 노출시 우수 및 온도변화에 의한 철근부식으로 진전될 수 있으므로 단면보수가 필요한 상태이다.
- 낙석방지망에 발생한 파손부는 현재 식생으로 인해 확인이 불가하나, 기존 정밀점검자료로 판단시 배면암이 양호한 상태로 확인되어 추후 낙석방지망 노출시 정비를 실시하는 것이 유지관리상 바람직할 것으로 보인다.
- 3단에 설치된 점검계단은 식생으로 인한 통행이 불가하므로, 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

			
현 황	12.13K 1단 숏크리트 배력 철근노출	현 황	12.30K 3단 점검계단 식생
원 인	시공불량	원 인	공용기간 증가
대 책	단면보수	대 책	정비

			
현 황	12.33K 1단 낙석방지망 파손		
원 인	시공불량		
대 책	정비		

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	숏크리트 배력 철근노출	A=1.0m ²	
2구간	낙석방지망 파손 점검계단 정비필요	A=1.0m ² —	
3구간	상태양호	—	

1.3.7 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

사면 대부분에 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 신선함(Fresh) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 불량한 것으로 조사되었고, 12.280k 2단 사면에 발생한 식생공 유실은 기존 손상으로써, 진전은 미미하나 식생공보수가 필요한 상태이다. 그 외의 식생불량 구간은 주기적인 점검(주의관찰)을 하는 유지관리 실시가 필요하다. 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 보호/보강시설은 기존 손상인 슛크리트 철근노출, 낙석방지망 파손은 현재 미보수된 상태로, 보수가 필요한 상태이며, 3단에 설치된 점검계단은 식생으로 인한 통행이 불가하므로, 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.

【표 1.3.3】 외관조사 결과 요약

구분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	중단 식생공 유실	식생공
배수시설	상태양호	—
상부 자연사면	상태양호	—
보강시설	슛크리트 배력 철근노출	단면보수
	낙석방지망 파손	정비
	점검계단 식생	정비

【표 1.3.4】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	식생공 유실	m ²	400.0	1	
배수시설	상태양호	—	—	—	
상부 자연사면	상태양호	—	—	—	
보강시설	슛크리트 배력 철근노출	m ²	1.0	1	
	낙석방지망 파손	m ²	1.0	1	
	점검계단 식생	식	1.0	1	

나. 이전 정밀점검과의 비교

이전 정밀점검과 비교결과, 사면부에 발생하였던 식생공 유실이 식생이 다소 자람과 더불어 유지 관리(주의관찰)를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단한 결과 전반적으로 식생에 대한 물량이 감소하였다.

【표 1.3.5】 전차대비 손상수량 증감표

구분	손상 내용	단위	2017년	금회	증,감 (+, -)	비고
			물량	물량		
사면부	식생기반재 시공	m ²	205.0	—	-205.0	
	식생공 유실	m ²	680.0	400.0	-280.0	
배수시설	상태양호	—	—	—	—	
상부 자연사면	상태양호	—	—	—	—	
보강시설	숏크리트 배면 철근노출	m ²	1.0	1.0	—	
	낙석방지망 파손	m ²	1.0	1.0	—	
	점검계단 식생	식	1.0	1.0	—	

1.3.8 재료시험 결과

가. 시험결과

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

【표 1.3.6】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
12.25km	51.0	97.4	경암	
12.27km	51.0	97.5	경암	
12.45km	59.8	144.2	경암	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 51.0~59.8로 측정되었으며, 추정강도 97.4~144.2MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.			

나. 이전 정밀점검과의 비교

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

【표 1.3.7】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
2017년 점검	12.48km	47.6	83.7	경암
	12.25km	53.7	110.1	경암
	12.22km	60.8	150.4	극경암
2019년 점검 (금회)	12.25km	51.0	97.4	경암
	12.27km	51.0	97.5	경암
	12.45km	59.8	144.2	경암

1.3.9 불연속면 조사 결과

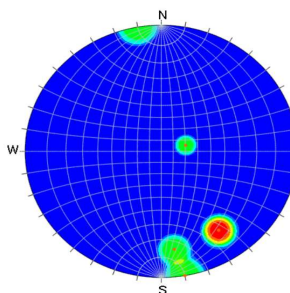
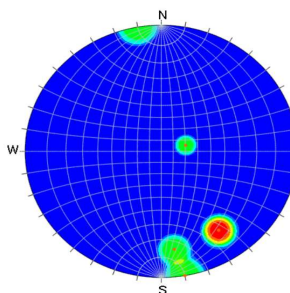
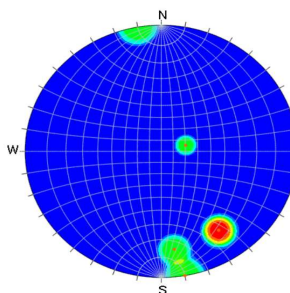
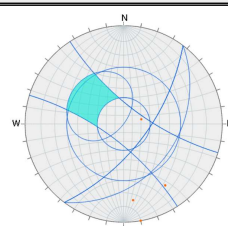
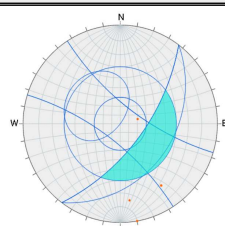
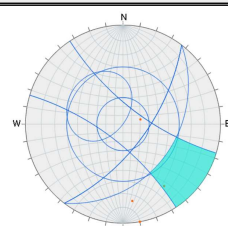
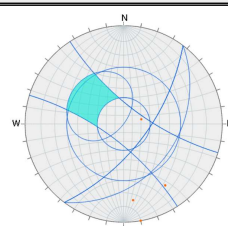
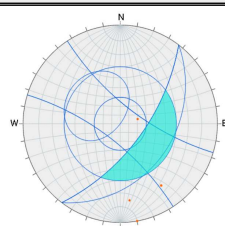
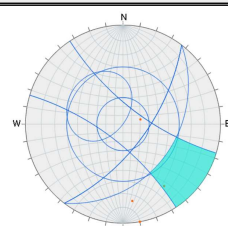
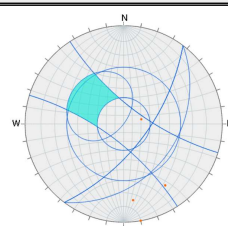
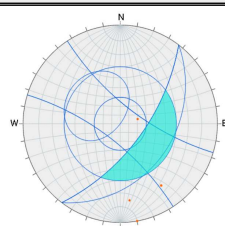
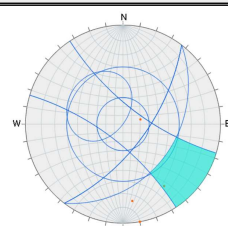
가. 측정현황

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

		
절리경사/방향 측정	거칠기 측정	틈새 측정

【그림 1.3.5】 불연속면 측정 현황

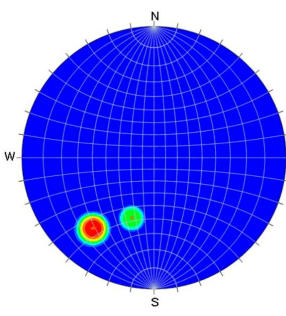
【표 1.3.8】 1구간 불연속면조사 결과표

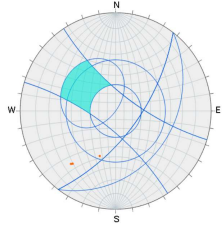
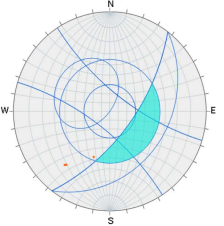
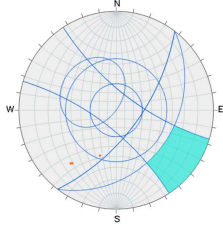
구 분	1구간																			
	Set 1	Set 2	Set 3																	
방향성	74/326	76/353	74/326																	
간격(m)	2 이상	2 이상	2 이상																	
연장성(m)	< 1	< 1	< 1																	
틈새(mm)	0.1mm 미만	0.1mm 미만	0.1mm 미만																	
거칠기	약간 거칠음	약간 거칠음	약간 거칠음																	
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만																	
풍화도	Fresh	Fresh	Fresh																	
비고	<table><tr><th>구 분</th><th colspan="2">점 점 결 과</th></tr><tr><td rowspan="6">평사 투영도</td><td></td><td>dip</td><td>dip direction</td></tr><tr><td>74</td><td>326</td></tr><tr><td>76</td><td>353</td></tr><tr><td>74</td><td>326</td></tr><tr><td>90</td><td>350</td></tr><tr><td>21</td><td>255</td></tr></table>			구 분	점 점 결 과		평사 투영도		dip	dip direction	74	326	76	353	74	326	90	350	21	255
	구 분	점 점 결 과																		
	평사 투영도		dip	dip direction																
		74	326																	
		76	353																	
		74	326																	
		90	350																	
		21	255																	
	<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>안정</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 1개소 절리군의 극점(326/74)이 위치하여 전도파괴의 가능성이 내재됨</td></tr></table>			구 분	평면파괴	썰기파괴	전도파괴	해석결과	안정	안정	가능성	평 가	● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썰기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 1개소 절리군의 극점(326/74)이 위치하여 전도파괴의 가능성이 내재됨								
구 분	평면파괴	썰기파괴	전도파괴																	
해석결과	안정	안정	가능성																	
평 가	● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썰기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 1개소 절리군의 극점(326/74)이 위치하여 전도파괴의 가능성이 내재됨																			
전도파괴에 대해서 가능성이 내재된 것으로 평가 되었지만, 현장조사시 절리군의 상태가 전반적으로 양호하여 파괴에 대한 가능성은 낮은 것으로 판단된다.																				

【표 1.3.9】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간		
	Set 4	Set 5	Set 6
방향성	70/040	52/020	70/040
간격(m)	2 이상	2 이상	2 이상
연장성(m)	< 1	< 1	< 1
틈새(mm)	0.1~1.0mm	0.1~1.0mm	0.1~1.0mm
거칠기	거칠음	거칠음	거칠음
충진물질	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만	딱딱함, 5mm미만
풍화도	Fresh	Fresh	Fresh

구 분	점 검 결 과	
	dip	dip direction
평사 투영도	52	20
	70	40
	70	40



평면파괴	썩기파괴	전도파괴
		

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 1.3.10】 3구간 불연속면조사 결과표

구 분	3구간		
	Set 7	Set 8	Set 9
방향성	55/165	88/192	90/198
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	구 분	점 검 결 과		
		평사 투영도		dip
	55		165	
	88		192	
	90		198	
	평면파괴			
	썰기파괴			
	전도파괴			
	구 분		평면파괴	썰기파괴
해석결과		안정	안정	안정
평 가		● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썰기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음		

1.4 상태평가

1.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 475m의 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 Set1~9으로 표기하였다.

【표 1.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	연장	사면상태	비고
1구간	12.065~12.265km	200m	암반사면	Set1, Set2, Set3
2구간	12.265~12.465km	200m	암반사면	Set4, Set5, Set6
3구간	12.465~12.540km	75m	암반사면	Set7, Set8, Set9

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 1.4.2]에 수록하였다.

토층심도 깊이측정을 위한 자료는 준공도서 및 전차보고서를 참고하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 사면특성조사시 Set1~9에 위치하는 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

【표 1.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{1.0}{55.0} = 0.018$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 97.4~144.2MPa으로 10MPa이상	과쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{2.0}{55.0} = 0.036$ 로 0.01초과	절리암반	

【표 1.4.2】 비탈면 분류결과(계속)

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{1.0}{59.0} = 0.016$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 97.4~144.2MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{2.0}{59.0} = 0.033$ 로 0.01초과	절리암반	
3구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{3.0}{20.0} = 0.15$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 97.4~144.2MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.2}{20.0} = 0.01$ 로 0.01이하	파쇄암반	

1.4.2 상태평가 결과

가. 사면 손상상태 조사결과표

【표 1.4.3】 사면 손상상태 조사 결과표 (1구간)

시설물명	STA.11+750~12+500(부산)		표번호	[표 1.4.3]	
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	12.060~12.260km	
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	12.130km	숏크리트 철근노출	1	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위 치	규모		
1-4	-	-	-	0	
조사일시	2019. 09. 17		조사자	인승철	

【표 1.4.4】 사면 손상상태 조사 결과표 (2구간)

시설물명	STA.11+750~12+500(부산)		표번호	[표 1.4.4]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	12.260~12.460km	
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	12.330km	낙석방지망 파손	1	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위치	규모		
1-4	-	-	-	0	
조사일시	2019. 09. 17		조사자	인승철	

【표 1.4.5】 사면 손상상태 조사 결과표 (3구간)

시설물명	STA.11+750~12+500(부산)		표번호	[표 1.4.5]	
조사영역번호	3구간		조사영역 위치	12.460~12.540km	
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	2019. 09. 17		조사자	인승철	

나. 사면 파괴요인 조사결과표

【표 1.4.6】 사면 파괴요인 조사 결과표 (1구간)

시설물명	STA.11+750~12+500(부산)		표번호	[표 1.4.6]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	12.060~12.260km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	326° - 127° = 199°	0		
1-6		절리경사-사면경사	74° - 63° = 11°	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		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2019. 09. 17		조사자	인승철		

【표 1.4.7】 사면 파괴요인 조사 결과표 (2구간)

시설물명	STA.11+750~12+500(부산)		표번호	[표 1.4.7]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	12.260~12.460km		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	040° - 127° = -87°	0		
1-6		절리경사-사면경사	70° - 63° = 7°	1		
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		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2019. 09. 17		조사자	인승철		

【표 1.4.8】 사면 파괴요인 조사 결과표 (3구간)

시설물명	STA.11+750~12+500(부산)		표번호	[표 1.4.8]		
조사영역 번호	3구간		조사영역 위치	12.460~12.540km		
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	좋음	1		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2019. 09. 17		조사자	인승철		

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면, 3구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.16로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다.

평가결과에 가장 주된 인자는 3구간의 사면경사 및 저면경사가 고각인 점 등으로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 1.4.9】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			STA.11+750~12+500(부산)			표번호	
근거표번호			[표 1.4.3], [표 1.4.6]			[표 1.4.9]	
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	1	f1=0.04	a
		② 지반변형	0	a			
③ 구조물변형		1	b				
④ 파괴현황		0	a				
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	0	a	7	f2=0.13	a
		⑥ 절리경사-사면경사	0	a			
		⑦ 절리상태	1	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	1	b			
	인위요인	⑩ 절취상태	2	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					8	F=0.11	A
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 1 / 24 = 0.04 ○ 파괴요인지수(f2) : 7 / 52 = 0.13 ○ 상태평가등급(F) : 8 / 76 = 0.11					

【표 1.4.10】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			STA.11+750~12+500(부산)			표번호	
근거표번호			[표 1.4.4], [표 1.4.7]			[표 1.4.10]	
평가요소			결합점수	결합종류별 평가결과	총점	결합지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	1	f1=0.04	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	1	b			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	0	a	8	f2=0.15	b
		⑥ 절리경사-사면경사	1	b			
		⑦ 절리상태	1	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	1	b			
	인위요인	⑩ 절취상태	2	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					9	F=0.12	A
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 1 / 24 = 0.04 ○파괴요인지수(f2) : 8 / 52 = 0.15 ○상태평가등급(F) : 9 / 76 = 0.12					

【표 1.4.11】 상태평가결과 산정표(3구간)

시설물명			STA.11+750~12+500(부산)				표번호
근거표번호			[표 1.4.5], [표 1.4.8]				[표 1.4.11]
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 절리간격	0	a	12	f2=0.23	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	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	1	a			
합계(Σ)					12	F=0.16	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 12 / 52 = 0.23 ○상태평가등급(F) : 12 / 76 = 0.16					

【표 1.4.12】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		3구간		구간별평가결과 (Min)	
	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급	결함지수	등급
－	0.11	A	0.12	A	0.16	B	0.16	B

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

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

【표 1.4.13】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
2017년 정밀안전점검(전회)	0.21	B	
2019년 정밀안전점검(금회)	0.16	B	

1.5 종합평가 및 안전등급 지정

1.5.1 종합평가 결과

본 과업은 정밀안전점검 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		STA.11+750~12+500(부산)		표 번 호	【표 1.5.1】
평가구분		결합지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.11	B	근거표번호	【표 1.4.9】
	2구간	0.12	B		【표 1.4.10】
	3구간	0.16	B		【표 1.4.11】
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.16	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

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

가. 손상별 보수·보강 방안

대상 절토사면의 손상별 보수방안은 다음과 같다.

【표 1.6.1】 손상별 보수·보강 방안

■ STA.11+750~12+500(부산) (L=475m, 12.065~12.540km)			
손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실	① 12.270K 2단 식생공 유실 A=40m*10m	식생공	
낙석위험			
배수시설			
수 목			
기 타	② 12.130K 1단 숏크리트 배력 철근노출 A=1.0m*1.0m	단면보수	
	③ 12.330K 1단 낙석방지망 파손 A=1.0m*1.0m	정비	
	④ 12.300K 3단 점검계단 식생	정비	

나. 보수·보강방안 및 개략공사비

【표 1.6.2】 보수·보강방안 및 개략공사비

구 분	수량	단위	단가(천원)	공사비(천원)	비고
식생공	400	m ²	40	16,000	
숏크리트 보수(철근노출)	1	m ²	250	250	
낙석방지망 보수	1	m ²	30	30	
점검통로 정비	1식	—	200	200	
순 공사비(천원)				16,480	
재 경 비(천원)				8,240	
총 공사비(천원)				24,720	

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 1.6.3】 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, 12.170km 2단의 식생공 유실은 보호공(식생공)이 필요	
		
보 호 시 설	- 숯크리트 철근노출, 낙석방지망 파손 구간 → 현재 발생한 손상에 대해서는 보수(단면보수, 정비)가 필요하고, 보수후 재손상 발생에 대한 주기적인 점검이 필요 - 점검계단 식생 구간 → 원활한 점검 및 유지관리를 위해 식생에 대한 정비가 필요	
		

1.7 종합결론

1.7.1 정밀점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 대부분에 식생공이 시공되어 있으며, 노출암에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 신선함(Fresh) 정도이다. 사면 전반적으로 식생상태가 불량한 것으로 조사되었고, 12.280k 2단 사면에 발생한 식생공 유실은 기존 손상으로써, 진전은 미미하나 식생공 보수가 필요한 상태이다. 그 외의 식생불량 구간은 주기적인 점검(주의관찰)을 하는 유지관리 실시가 필요하다. 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 보호/보강시설은 기존 손상인 슛크리트 철근노출, 낙석방지망 파손은 현재 미보수된 상태로, 보수가 필요한 상태이며, 3단에 설치된 점검계단은 식생으로 인한 통행이 불가하므로, 정비를 실시하는 유지관리가 필요하다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도는 51.0~59.8 으로서 추정강도 97.4~114.2MPa로 경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 것으로 판단된다.
- 대상 사면은 1, 2구간은 절리암반사면, 3구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 평가기준에 따른 결함지수는 0.16로서 평가결과는 “B” 로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 3구간의 사면경사 및 저면경사가 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.

1.7.2 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.

1.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 식생공 유실 추가 발생에 대한 주기적인 점검을 통해 발생규모 및 현황관리를 실시하고, 특히, 12.170km 2단의 식생공 유실은 보호공(식생공)이 필요하다.
- 숏크리트 철근노출, 낙석방지망 파손, 점검계단 식생에 대해서는 보수 및 정비를 실시하는 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.