

6. 절토사면-부산포항선

STA.19+800~20+350(부산)

6.1 시설물 개요

6.2 자료수집 및 분석

6.3 현장조사 및 시험

6.4 상태평가

6.5 종합평가 및 안전등급 지정

6.6 보수·보강 및 유지관리 방안

6.7 종합결론

6.1 시설물 개요

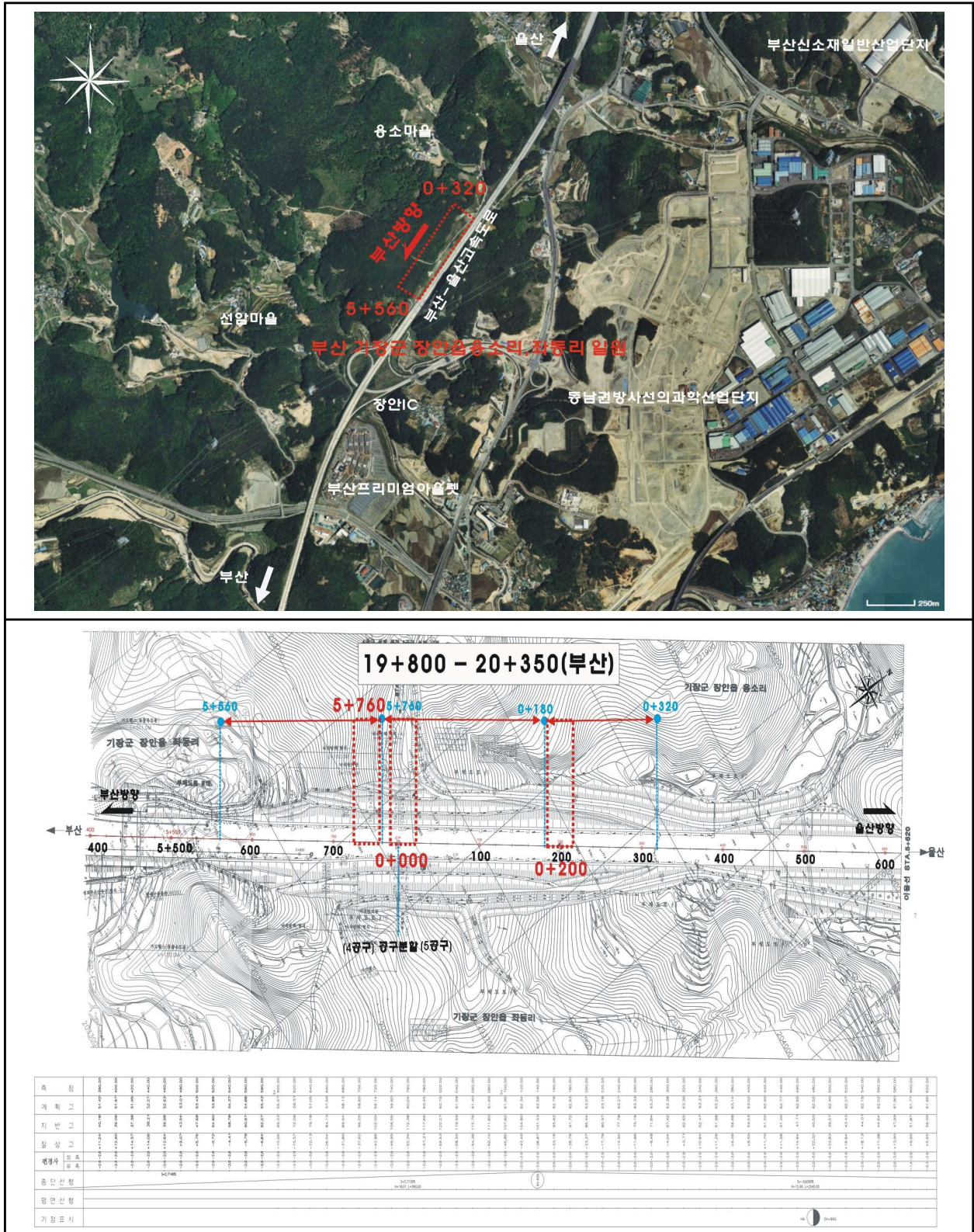
본 절토사면은 부산광역시 기장군 장안읍 용소리 315, 좌동리 95-1에 위치한 시설물로서 부산 울산고속도로 부산방향 STA. 19+800km~20.390km에 위치한 절토사면으로 총 연장 590m, 높이 56m로 시공되어 있다.

6.1.1 일반사항

【표 6.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2008-0000047			관리번호	-
시설물명	절토사면-부산포항선 STA.19+800~20+350(부산)			시설물구분	절토사면
위 치	행정구역		부산광역시 기장군 장안읍 용소리 315, 좌동리 95-1		
	위치좌표		시점 : N (35° 20' 05.26"), E (129° 14' 33.53")		
			종점 : N (35° 19' 52.70"), E (129° 14' 22.20")		
	이정	공사	STA. 19+800~20+350		
		관리	부산기점 19.800~20.390 km		
제 원	연 장		590m	높 이	56m
	경사/방향		63/130	노 선	고속국도65호선
관리주체	부산울산고속도로(주)			관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물		-		
	주변지형		산악지형	상부사면경사	5°
시공현황	준공년도		2008.12.31	시 공 자	대림산업주식회사
	부대시설		낙석방지망, 산마루 측구, 낙석방지울타리, 야생동물유도울타리, 솟크리트 보강부, 점검통로, 수직도수로		
비 고					

6.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 6.1.1】 위치도

2017년 정밀안전점검(이전)



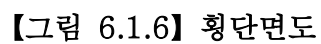
2019년 정밀안전점검(금회)



【그림 6.1.2】 전경사진

	
하부 전경	1소단 배수로 전경
	
수직도수로 전경	쑥크리트 전경
	
산마루측구 전경	암반강도 측정

【그림 6.1.3】 사면 부재별 현황



6.2 자료수집 및 분석

6.2.1 설계자료 검토

가. 지형특성

조사 지역은 행정 구역 상 부산 광역시 기장군 일광면 화전리를 시점으로하여 기장 군 장안읍 좌동리를 중점으로하는 설계 구간 (L=5.78km)에 해당한다. 조사 지역의 지 형상 산계를 관찰 해보면 북서쪽의 달음산 (586m)과 남서쪽의 양달 본 산 (291m)이 북서쪽에서 남서 방향으로 연결되고 있으며, 주로 그 능선들이 북서-남서 방향으로, 그리고 대개 육지의 능선들은 북동-남동 방향으로 발달되어있다. 시점 부와 중점부는 완만 한 지형을 나타내고있어 현재 농경지로 이용되고있다. 본 조사 지역의 주류를 이루는 수계를 보면 남쪽의 설계 시점 부의 일 광천과 중점부로가는 중간 부분에 계곡과 병행하는 좌 광천이 사행하여 동해로 빠져 나가는 계곡 물로서 비교적 단조로운 편이다. 광역적인 관찰에 의한 본 지역의 지형으로 볼 때 산세는 대체로 일광면 소재지 서쪽 달음산 (586m)에서 동해 남부선 철도 쪽에 이르는 부채꼴 모양으로 발전되어 있으나 본노 선을 끼는 산세는 북서 방향의 비교적 뚜렷한 산준이 발달되어 있으며 대표적으로 본 예림리의 국도 14 호선, 본 노선과 비교적 조사 지역을 동 · 서 방향으로 통과하는 좌동 평행하게 진행되는 동해 남부선 철도 연변은 비교적 하폭이 넓고 해안으로 연결되는 산수 면도 비교적 다른 지역보다 완만 한 상태를 나타내고있다. 일광면과 장안면, 정관면에서의 소규모의 계류는 서측 내륙부보다 각 산능선, 단위 산능의 집합체가 각각 분수령의 역할을 함으로서 일정한 방향성없이 직접 동해 바다에 유입된다.

나. 지질의 영향

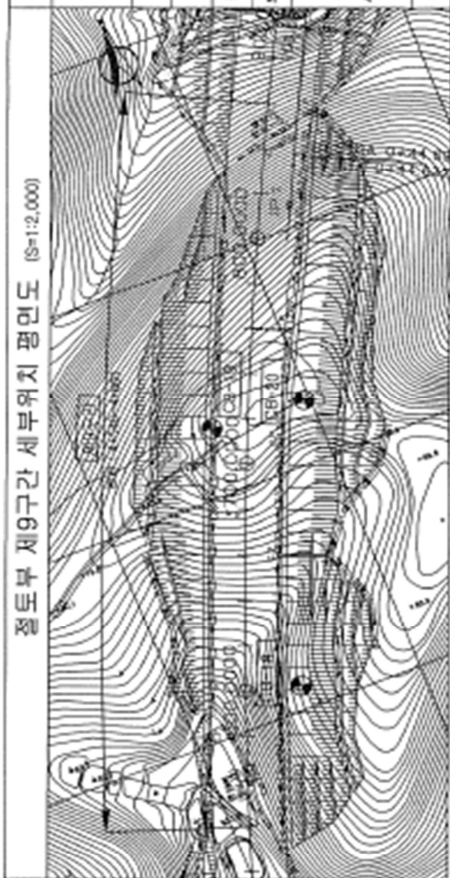
조사 지역의 광역적인 관찰에 의하면 노선 지역의 일광면을 중심으로 하 과업 수행 본여 광범위하게 흑색 또는 암회색 세일로 구성된 이천리 층이 분포하고 있고 노선 바깥 일광산 (378m), 아홉산 (360m), 산성 (368m) 등지에 안산암 질 암류가 남서쪽의 거쪽으로 대하게 분포하고 있으며 중점부의 좌동리 부근에서는 국부적으로 이천리 층을 관입하고 있다. 일광 광산 주위에서는 작은 암 주상의 독립 암체로 흑운모 화강암이 나타나고 있으며 덕선리 부근에 화강 섬록암이 아주 미세하게 발견되고 있다. 한편 노선의 우측으로는 이천리 층과 충적토가 번갈아 가며 출현하고있다. 분포하고있는 이천리 층은 조사 지역에 광범위하게 암석 중에서 화석이 아직까지 발 견된 것이 없기 때문에 그 지질 시대를 확실히 알 수가

없지만 구성 암석의 여러 가지 특징들로 미루어 보아 대개 경상계의 신라 통에 대비되는 것으로 사료된다. 일광면 일대에서 본 층은 인점 한 안산암에 의해 대규모로 관입당한 산출 상태를 보여 준다. 시점 부의 화전리 부근에 있는 충적토는 전역에 걸쳐 계곡 및 낮은 평야 지대에 분포된다. 특히 본 조사 지역 남동부에는 매우 넓은 충적토로 덮인 평야가 발달되어 있으며 바위, 모래 및 점토 등으로 구성되어 있고 대부분이 농경지로서 이용되고 있다. 중점부의 좌동리 부근에 있는 안산암 질 암류는 신라 통의 화산암 류 중에서 초기에 형성된 것이며 국부적으로는 이천리 층을 관입한 관입암 체도 산출되나, 주로 안산암 질암류로 인정되는 산출 상태 및 조직을 가지는 암체로 나타난다. 본 암은 입도로 보아 세립질인 것, 반상 조직을 가지는 것이 조직상의 특징을 달리하는 대표적인 암종이다. 입상 조직을 보여주고, 안산 일광 광산 주위의 일반적으로 중립 질의 흑운모 화강암은 암이나 이천리 층을 관입하여 그 접촉부가 미립 질로 변화되며 유색 광물이 희소해지는 경향을 볼 수 있다. 정관면에서부터 이어져 덕선리 부근에 미세하게 나타나는 화강 섬록암의 구성 광물은 주로 석영, 사장석, 정장석, 흑운모 등으로 되어 있고 부 구성 광물로서 각섬석, 연니석, 자철석, 자류 광석, 인회석 나타난다. 본 암의 약 35 %로 정장석보다 더 등이 사장석은 많이 함유되어있다.

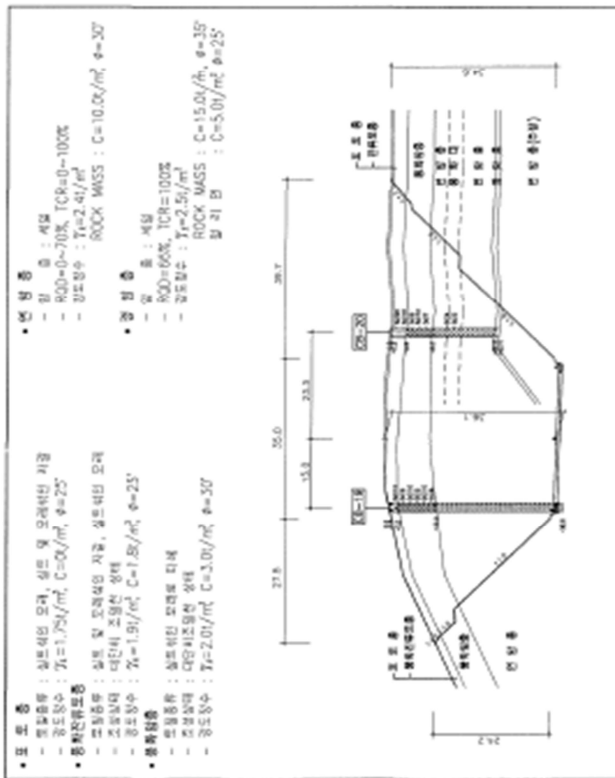
다. 사면검토

지 반 현 황	
■ 토 조 성	- 심부식인 모래, 실트 및 모래실트 지갈
■ 풍화지반(모래)	- 실트 및 모래실트 지갈, 실트실트 모래
- 대단리 조립된 상태	- 부탄으로 덮인 CORE 채취
- N=50/15	
■ 풍화점층	- 실트실트 모래, 모래실트 실트모래 지갈
- 대단리 조립된 상태	- N=50/10(대단리)
■ 편 립 층	- 사질
- 실트실트 모래-모래실트 지갈	- RQD=0~70%, TCR=0~100% (CB-19, CB-20 포함)
■ 풍 화 층	- 사질
- 모래실트 모래-모래실트 지갈	- RQD=65%, TCR=100% (CB-19, CB-20 포함)

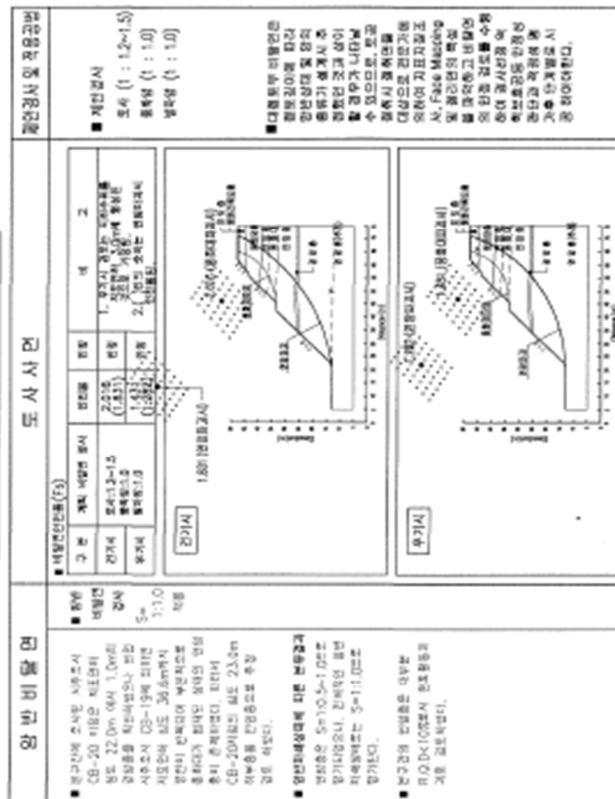
현 황	
시정	4+540
STA	4+860
점포현황	320m
대표단면	STA. 4+720 우사면
중상선 길이	36.1m
최대단면길이	34.6m
구 간 내	CB-18 STA.4+602.1 ~ 23.4m
사주조시 현황	CB-19 STA.4+715 ~ 15.0m
비 고	CB-20 STA.4+726.9 ~ 23.3m
	좌측리

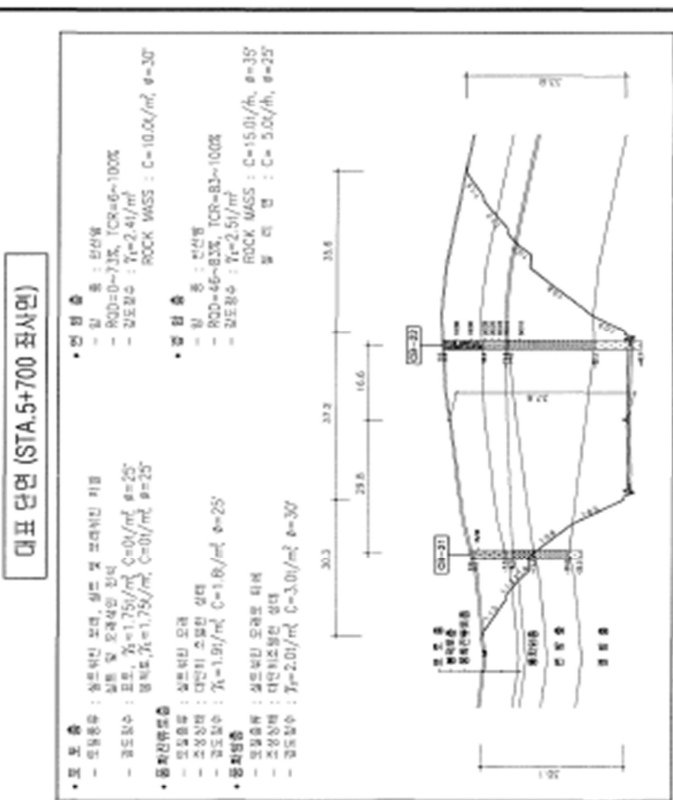
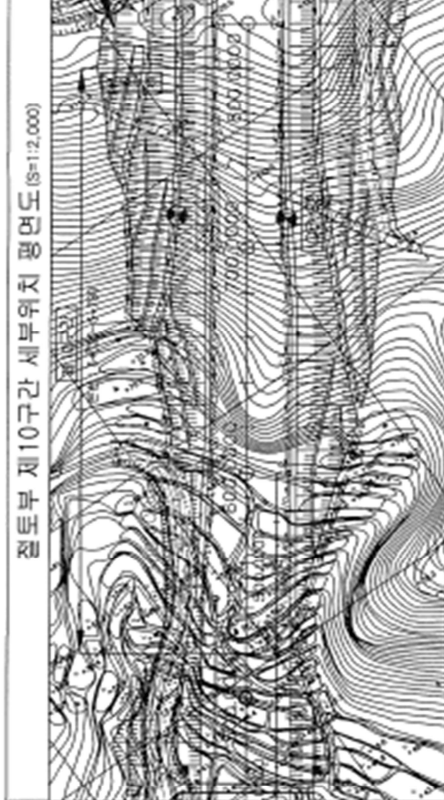


대표 단면 (STA.4+720 우사면)



비탈면 안정검토결과





6.2.2 시설물 점검이력

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

【표 6.2.1】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2008-08-01 ~ 2008-12-31	초기안전 점검	양호한 상태	A
2	2009-03-06 ~ 2009-06-30	정기안전 점검	이상없음	양호
3	2009-08-04 ~ 2009-11-25	정기안전 점검	이상없음	양호
4	2010-01-02 ~ 2010-06-30	정기안전 점검	양호	양호
5	2010-10-01 ~ 2010-11-29	정밀안전 점검	절취사면은 퇴적암(세일)로 이루어져 있으며, 절리 상태(절리 간격 및 충전물 유무)가 양호하나 국부적으로 썩기파괴의 위험 많은 절리 발달됨. 사면파괴요인에서 위험요소 내포하고 있음	B
6	2010-07-07 ~ 2010-12-08	정기안전 점검	양호함	양호
7	2011-05-23 ~ 2011-06-03	정기안전 점검	양호함	양호
8	2011-11-01 ~ 2011-11-10	정기안전 점검	양호	양호
9	2012-05-02 ~ 2012-05-03	정기안전 점검	이상없음	양호
10	2012-10-22 ~ 2012-10-24	정기안전 점검	이상없음	양호
11	2013-04-15 ~ 2013-04-30	정기안전 점검	양호	양호
12	2013-09-23 ~ 2013-09-27	정기안전 점검	양호	양호

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
13	2013-12-06 ~ 2013-12-25	정밀안전 점검	절취사면은 퇴적암(세일)로 이루어져 있으며, 절리 상태(절리 간격 및 충전물 유무)가 양호하나 국부적으로 썩기파괴의 위험 많은 절리 발달됨.3단 소단 썩기파괴에 의한 1m3 크기의 낙석이 발생함. 불연속면 사이 큰나무 다수 자람. 슛크리트 탈락 및 누수현상 발생.낙석방지망, 낙석방지웬스 및 기타 구조물 (수로, 소단 등) 상태 양호함.	B
14	2014-04-01	정기안전 점검	양호	양호
15	2014-09-01	정기안전 점검	양호	양호
16	2015-05-26	정기안전 점검	양호	양호
17	2015-12-07	정기안전 점검	양호	양호
18	2015-09-29 ~ 2015-12-27	정밀안전 점검	산마루측구, 도수로, 소단배수로 등 배수로 점검 결과 소단배수로 시공이음부에 썰링재 마감처리가 불량하므로, 우수가 스며들지 않게 썰링재 보수를 실시함이 바람직하다. 그 외에 구조물의 균열이나 이음부 이격 등의 구조물 변형이나 지반변형 없이 전반적으로 양호한 상태로 조사됨	B
19	2016-06-13 ~ 2016-06-16	정기안전 점검	전반적인 상태양호	양호
20	2016-10-19	정기안전 점검	전반적인 상태양호	양호
21	2017-04-25	정기안전 점검	양호	양호
22	2017-12-04	정기안전 점검	양호	양호
23	2017-09-29 2017-12-27	정밀안전 점검	사면부 점검결과 : 2소단 상부 암노출 구간 (STA.0+310~370) 에 일부 낙석이 적치되어 있고 일부 절 리가 발달하여 썩기파괴 및 전도파괴가 우려 되며 STA.0+290 위치에 슛크리트의 일부가 탈락(5.0×1.0) 되어 주의관 찰필요 식생상태 : 일부 암노출 구간의 식생은 불량,시,종점부 및정 상부는 일부 양호 보호시설 점검현황 : 낙석방지망 상태는 양호하나 지속적인 유지 관리 필요	B
24	2018-04-17	정기안전 점검	양호.	양호

6.2.3 전차 정밀점검 실시결과(2017년)

가. 현장조사 및 시험결과

1) 외관조사 결과

구분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	· 2소단 상부 일부 압노출 구간에 낙석 다수 적치, 켜기 및 전도파괴 형태의 절리 · 숏크리트 일부 탈락(5.0×1.0)	· 주의관찰 · 숏크리트 보수
식생상태	· 일부 불량, 일부 양호	· 포행 현상 주의관찰
배수시설	· 배수시설 양호	· 배수로 정비, 배수공 막힘, 사면내 누수 등을 주의관찰
보호시설	· 낙석방지망 양호	· 지속적인 유지관리 필요
기타시설	—	—
검토의견	· 일부구간을 제외하면 식생상태가 대체로 양호하고 풍화등급은 약한 풍화(S.W.)의 상태를 보이며 비파괴 시험결과 기반암이 보통암~경암인 것을 고려할 때 1:0.5의 경사(경암 1:0.5, 한국도로공사)는 불안전측으로 판단된다. 2소단 상하부 STA. 0+370~400 구간의 숏크리트+록앵커 보강은 2013년 정밀점검 이후 사면의 일부가 파괴되어 정상부에서부터 2소단까지 설치된 P.V.C 산마루 측구와 함께 보강된 것으로 파악된다. 또한 2소단 상부 압노출 구간(STA.0+310~370)에 일부 낙석이 적치되어 있고 일부 절리가 발달하여 켜기파괴 및 전도파괴가 우려되며 STA.0+290 위치에 숏크리트의 일부가 탈락(5.0×1.0)되어 주의 관찰이 필요하다.	

2) 현장시험 결과요약

구분	결과 요약
암반강도	· 슈미트해머에 의한 암반강도 조사결과 반발경도 39.0~47.8의 평균치를 보이며 추정강도 57.3~84.6MPa로 보통암~경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 상태이다.

3) 상태평가 및 종합평가 결과요약

상태평가 결과																
No.	파괴징후			파괴 현황	사면 손상 상태 지수 (f1)	지반상태			사면 형상	자연 요인	인위요인			사면 파괴 요인 지수 (f2)	평가 단위 결합 지수 (f1+f2)	단위 상태 평가 등급
	인장 균열	지반 변형	구조 물 변형			절리 간격/ 절리 주향	저면 경사/ 절리 경사	절리 상태			절취 상태	배수 조건	보호/ 보강 상태			
1구간	0	0	0	0	0.000	2	2	3	2	1	3	1	2	0.308	0.211	B
2구간	0	2	1	1	0.167	0	7	3	1	1	3	1	2	0.346	0.289	B
3구간	0	0	0	0	0.000	2	2	3	2	1	3	1	2	0.308	0.211	B

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		STA.19+800~20+350(부산)		표 번 호	【표 6.4.2】
평가구분		결합지수		평가결과	비 고
상태 평가	1구간	F=0.211		B	근거표번호 【표 6.3.5】
	2구간	F=0.289		B	【표 6.3.8】
	3구간	F=0.211		B	【표 6.3.11】
안전성평가		해당없음			
종합평가		E=0.289		B	최저등급 적용
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

4) 결론

- 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.
- 2소단 상부 암노출 구간(STA.0+310~370)에 낙석이 다수 적치, 절리의 특성으로 인해 켜기 및 전도파괴가 우려되나 낙석방지망이 제 역할을 하고 있는 것으로 조사되었고 반발경도시험에 따른 암반의 강도는 보통암~경암이나 사면의 경사 1:0.5(경암 1:0.5, 한국도로공사)는 불안전측으로 판단되며 불연속면의 방향성이 불리하니 암 탈락의 진행성 여부를 필히 확인하여야 한다. 또한 STA.0+290 위치에 숏크리트의 일부가 탈락(5.0×1.0)되어 보수가 필요하다. 상기의 추가손상 및 진전여부에 대하여 주의 관찰을 통한 적극적인 유지관리로 추가적(신규) 손상 발생시 정밀안전진단 및 안전성 검토를 통해 적절한 보수·보강 방안의 수립이 필요하다.
- 본 사면에 설치된 계측기(절토사면 경보시스템)를 적극 활용하여 철저한 계측관리를 통하여 재해를 사전에 예방하고 피해를 최소화 하여야 한다.

6.2.4 시설물 보수 이력

【표 6.2.2】 보수이력사항

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

6.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 6.2.3】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	N		

6.3 현장조사 및 시험

6.3.1 현황 및 특성

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

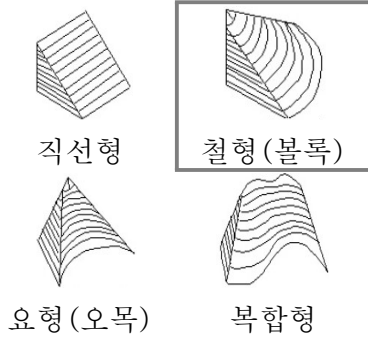
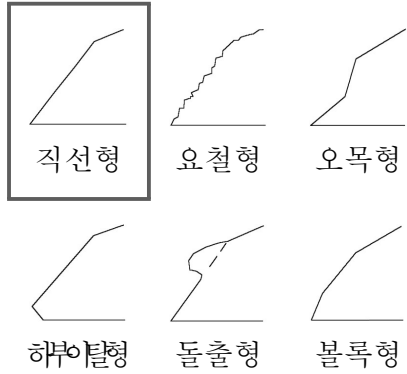
가. 일반현황 조사결과

【표 6.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019년 10월 17일	조 사 자	인승철
일 기	맑음	준공년도	2008년 12월 31일
행정구역	부산광역시 기장군 장안읍 용소리 315, 좌동리 95-1		
위 경 도	시점 : N (35° 20' 05.26"), E (129° 14' 33.53")		
	종점 : N (35° 19' 52.70"), E (129° 14' 22.20")		
절토사면	길 이 : 590m		높 이 : 56m
	경 사/경사방향 : 63/130 (평균경사 53°)		
	구성물질 : 암반		토층심도 : 1구간 0.15(약 4.0m) 2구간 0.04(약 2.0m) 3구간 0.06(약 3.0m)
	소 단 : 3		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 있음		낙석의 양 : 0.60m³
	낙석 평균크기 : 0.2×0.2×0.1		
	낙석 최대크기 : 0.3×0.2×0.1		
	뜯돌 존재유무 : 있음		뜯돌의 양 : 0.60m³
	뜯돌 평균크기 : 0.4×0.2×0.2 뜯돌 최대크기 : 0.5×0.3×0.2		
절토사면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	식생현황	STA.0+150~425(2소단 하부)	불량
	식생현황	시·종점부 및 정상부 일부	양호
	산마루 측구	STA.0+375~590	양호
	낙석방지망	STA.0+000~590(일부구간 제외)	양호
	낙석방지울타리	STA.0+080~540	양호
	야생동물유도울타리	STA.0+000~360, 540~590	양호
	수직도수로	STA.0+280	양호
	점검통로	STA.0+370	양호
	숏크리트 보강	STA.0+200~400(일부 앵커, 록볼트 보강)	일부 불량
	절토사면경보시스템	-	-
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
기 타	· 일부 식생이 불량한 부위에서 노두가 관찰되었으며, 사면계측기(절토사면 경보시스템)가 설치된 것을 육안으로 확인		

나. 사면특성 조사결과

【표 6.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
사면의 특성	중 횡 단 면			중 단 면 특 성		
상부자연사면	경 사 도		5°			
	인장균열		없음			
	포행흔적		없음			
	수목의 기울어짐		없음			
	인공구조물		없음			
	산마루 측구		있음(STA.0+377~590)			
	계곡부		없음			
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. 기초조사 자료

일반현황	거리표	—		
	위경도	N (35° 20' 05.26"), E (129° 14' 33.53") N (35° 19' 52.70"), E (129° 14' 22.20")		
	차선	편도 (2) 차선		
	조사일자	2019년 10월 17일		
	조사자	인승철	조사기관	(주)명성엔지니어링
절토사면 특 성	길이	590.0m	최대높이	56.0m
	경사	63° (1:0.5)	상부경사	-5 ~ -15°
	이격거리	평균 1.0~2.0m	소단	3개소
	종류	☒ 암반 ☐ 혼합 ☐ 토사 ☐ 자연	주변지형	☒ 산악 ☐ 준산악 ☐ 구릉 ☐ 평 지
	지하수	☒ C.dry ☐ damp ☐ wet ☐ dripping ☐ flowing	누수위치	☐ 상 ☐ 중 ☐ 하
				☐ 좌 ☐ 중 ☐ 우
	풍화도	☐ F ☒ S ☒ M ☐ H ☐ C ☐ R	불연속면 방향성	☐ 일치 ☐ 평행 ☒ 후방 ☐ 불가
	사면형상	☐ 직선형 ☒ 절형 ☐ 요형 ☐ 파형	측면형상	☒ 직선형 ☐ 요절형 ☐ 탈락형 ☐ 돌출형
	계곡부	—	붕괴이력	☐ 유(영향) ☐ 낙석 ☐ 유(미영향) ☒ 무
	튼돌	☐ 대 ☐ 중 ☒ 소 ☐ 무	낙석	☐ 대 ☐ 중 ☒ 소 ☐ 무
	암종	사암 및 셰일	토층심도	5.0 ~ 10.0m
	암반형태	☐ massive ☐ tabular ☐ columnar ☐ irregular ☒ blocky ☐ crushed	불연속면	☒ 절리 ☒ 층리 ☐ 엽리 ☐ 균열 ☐ 단층 ☐ 전단대 ☐ 암맥 ☐ 무
	시공현황 (상태)	☒ 낙석방지망() ☒ 낙석방지울타리() ☒ 측구() ☐ 옹벽(양호) ☒ 식생공(불량) ☐ 돌망태옹벽() ☐ 계단식옹벽() ☒ 도수로(양호) ☐ 기타()		
조사자 소 견	위험도	☐ 상 ☐ 중 ☒ 하	피해도	☐ 상 ☐ 중 ☒ 하
	붕괴 유형	☐ 심층 ☐ 표층 ☒ 무	위험등급	☒ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E
	위험구간 (붕괴유형)	☐ 상 ☐ 중 ☐ 하 / ☐ 좌 ☐ 중 ☐ 우 () ☐ 상 ☐ 중 ☐ 하 / ☐ 좌 ☐ 중 ☐ 우 () ☐ 상 ☐ 중 ☐ 하 / ☐ 좌 ☐ 중 ☐ 우 ()		
	필요 주공법	표면보호공	조치	☐ 응급 ☒ 미응급
	기타			

라. 사면 구간분할 결과

연장이 590m로써, 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 따라 3개 구간으로 분할하여 외관조사 및 상태평가를 실시하였다.

구 분	측 점	비 고
1구간	19.790~19.990K	
2구간	19.990~20.190K	
3구간	20.190~20.390K	

절토사면명 : 절토사면-부산포항선 STA.19+800~20+350(부산) / 부산기점 19.800~20.390km

[방향 : 63/130 , 연장 : 590m , 높이 : 56m]

경사/방향 : 63/130 (평균경사 53)

연 장 : 590m

높 이 : 56m

위 치 : 부산 19.800km~20.390km

범 례	C.W.	Completely Weahted	완전풍화
	H.W.	Highly Weahted	심한풍화
	M.W.	Motherately Weahted	보통풍화
	S.W.	Slightly Weahted	약간풍화
	F.	Fresh	신 선

식생양호	낙석방지망	격자블럭+앵커	표층유실(토사)	유실물 집적	중배수구
식생보통	낙석방지울타리	수평배수공	평면파괴	세굴	소단배수구
식생불량	아생동물보호울타리	복합트	채기파괴	낙석	산마루배수구
숏크리트	낙석방지옹벽	네일링	단층	기행괴지점	누수흔적

6.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

상부 자연사면은 1~3구간 전체적으로 관목이 분포하고 있다.



【그림 6.3.1】 상부자연사면 전경

2) 조사결과

- 상부자연사면은 전반적으로 식생이 양호하다.

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

나. 사면 및 사면하부

1) 현황

본 사면은 중생대 백악기 시대의 경상계 신라층군 안산암질암류의 지층이 분포하고 있고 대표 암상은 안산암 및 조면안산암이다. 노두에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한 풍화(S.W.)이다.



【그림 6.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

- 1~3구간의 사면의 식생은 전반적으로 양호한 상태이다.
- 2구간 2단 상부 암노출 구간에 발달된 절리부는 켜기파괴 및 전도파괴가 우려구간으로 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	뜯돌, 켜기 및 전도파괴 위험	A=3.0m ²	
3구간	상태양호	—	

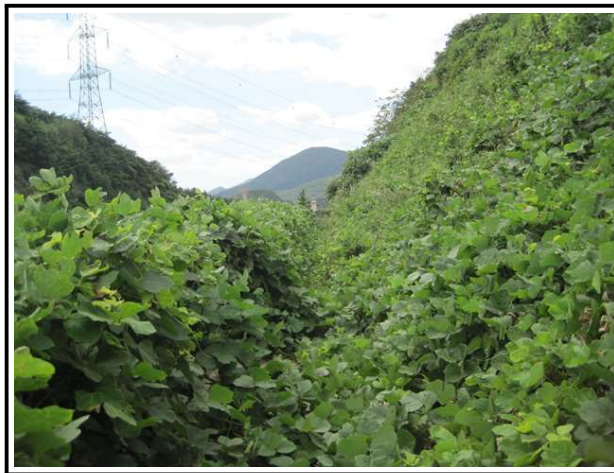


현 황	20.30K 2단 켜기파괴 위험 및 전도파괴 위험 구간
원 인	—
대 책	주의관찰

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 산마루측구, 소단배수로, 수직도수로가 시공되어 있다.



【그림 6.3.3】 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, 낙석방지 울타리, 슛크리트 등이 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



【그림 6.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 조사결과, 1,3구간의 보호시설은 특별한 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 기 손상인 슛크리트 탈락이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화, 및 우수유입에 의한 열화로 손상이 진전은 없는 상태로 확인되었다. 슛크리트 박리는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 단면보수 등의 조치가 요구된다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	쑏크리트 탈락	A=5.0m ²	
3구간	상태양호	—	

	
현 황	20.00K 2단 쑏크리트 박리
원 인	공용기간 증가, 우수유입
대 책	단면보수

6.3.7 현장조사 결과 요약

가. 결과요약

사면은 중생대 백악기 시대의 경상계 신라층군 안산암질암류의 지층이 분포하고 있고 대표암상은 안산암 및 조면안산암이다. 노두에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한 풍화(S.W.)이다. 1~3구간의 사면의 식생은 전반적으로 양호한 상태이다. 2단 상부 암노출 구간에 발달된 절리부는 켜기파괴 및 전도파괴가 우려구간으로 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다. 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 기 손상인 슛크리트 탈락이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화, 및 우수유입에 의한 열화로 손상이 진전은 없는 상태로 확인되었다. 슛크리트 박리는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 단면보수 등의 조치가 요구된다.

【표 6.3.3】 외관조사 결과 요약

구분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	2단 켜기파괴 및 전도파괴 우려구간	주의관찰
배수시설	양호	—
상부 자연사면	양호	—
보강시설	슛크리트 박리	단면보수

【표 6.3.4】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	2단 켜기파괴 및 전도파괴 우려	m ²	3.0	10	
배수시설	양호	—	—	—	
상부 자연사면	양호	—	—	—	
보강시설	슛크리트 박리	m ²	5.0	1	

나. 이전 정밀점검과의 비교

이전 정밀점검과 비교결과, 손상의 진전 및 신규 손상이 없는 상태로 확인되었다.

【표 6.3.5】 전차대비 손상수량 증감표

구분	손상 내용	단위	2017년	금회	증,감 (+, -)	비고
			물량	물량		
사면부	2단 켜기파괴 및 전도파괴 우려	m ²	3.0	3.0	-	
배수시설	양호	-	-	-	-	
상부 자연사면	양호	-	-	-	-	
보강시설	쑏크리트 박리	m ²	5.0	5.0	-	

6.3.8 재료시험 결과

가. 시험결과

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

【표 6.3.6】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
19.91K 2단	55.6	132.7	경암	
20.00K 2단	49.8	101.2	보통암	
20.00K 1단	50.8	106.0	보통암	
20.20K 1단	51.8	110.9	보통암	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 조사결과 반발경도 49.8~55.6로 측정되었으며, 추정강도 101.2~110.9MPa로 경암~보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 상태이다.			

나. 이전 정밀점검과의 비교

이전 정밀점검과의 비교결과, 위치 및 암상태에 따른 반발경도의 값의 차이가 다소 있으나, 암 판정결과 경암~보통암으로 큰 상태변화는 없는 것으로 판단된다.

【표 6.3.7】 이전 정밀점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
2017년 정밀안전점검	STA.0+040	25.0~66.0	69.3	경암~보통암
2019년 정밀안전점검 (금회)	1~3구간	28.0~60.0(52.0)	112.7	경암~보통암

6.3.8 불연속면 조사 결과

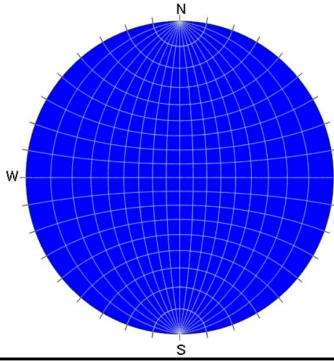
가. 측정현황

금회 구간분할 및 조사위치 선정에 따라 구간별 불연속면에 대해 조사를 실시하였으며, 측정구관 외는 녹생토 및 낙석방지망, 숏크리트로 인해 측정불가 하였다. 조사결과는 다음과 같다.

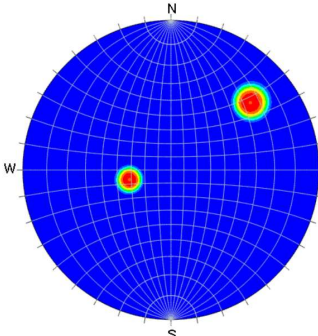
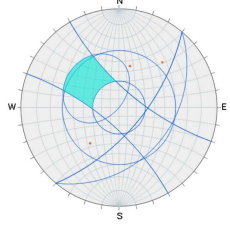
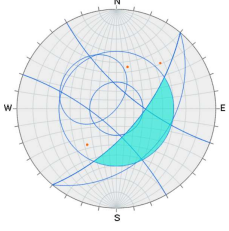
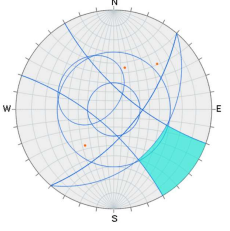
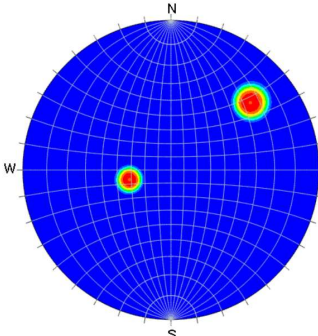
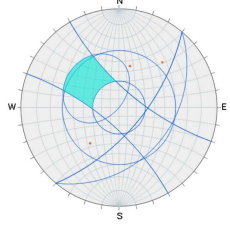
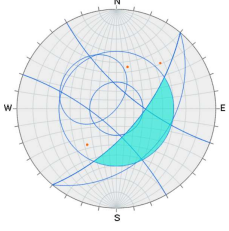
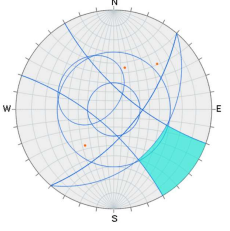
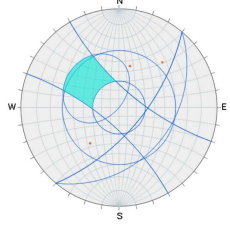
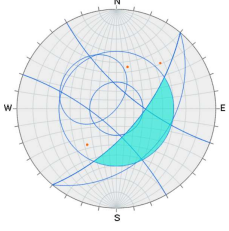
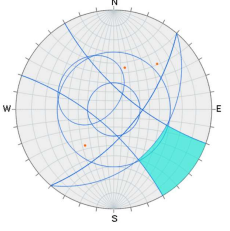
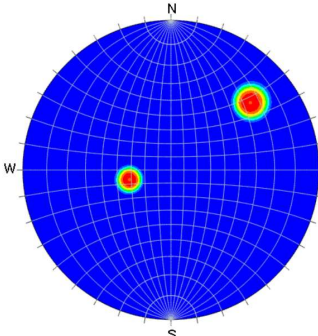
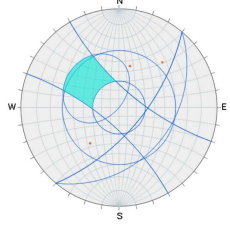
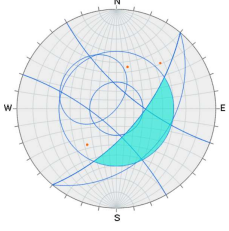
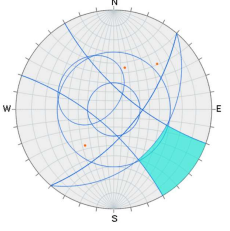
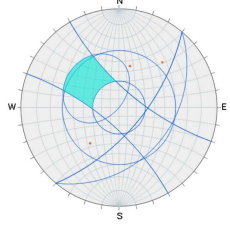
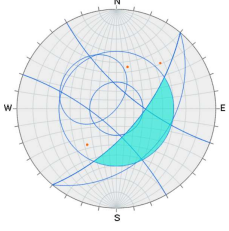
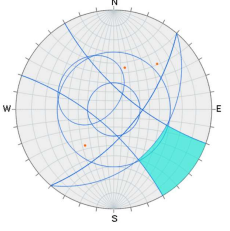
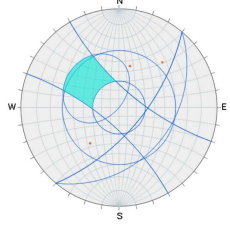
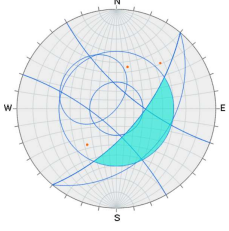
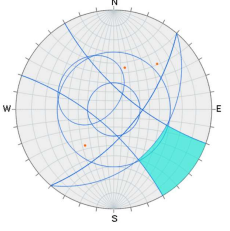
		
절리경사/방향 측정	거칠기 측정	틈새 측정

【그림 6.3.5】 불연속면 측정 현황

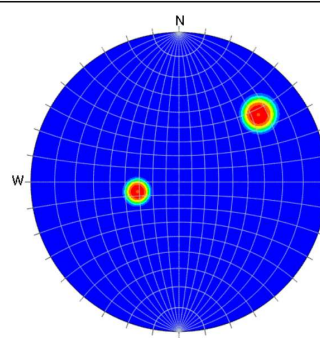
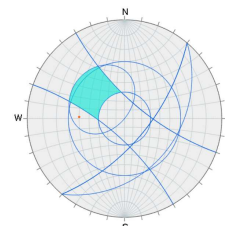
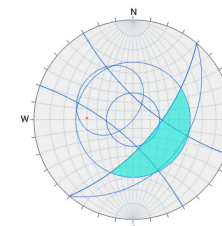
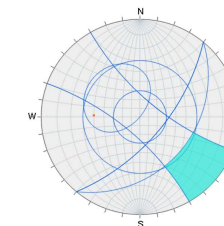
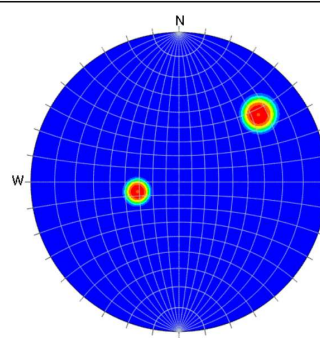
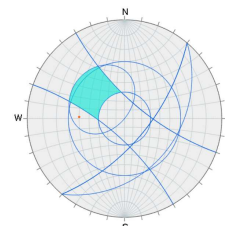
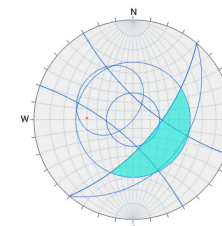
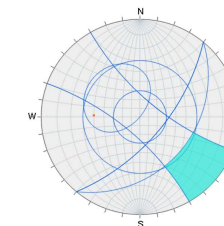
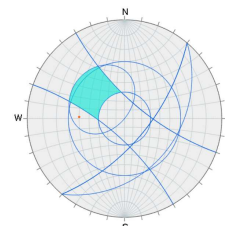
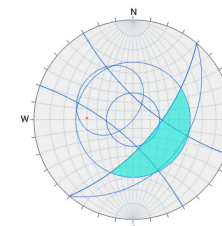
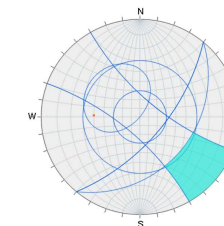
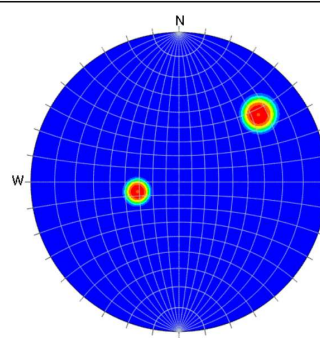
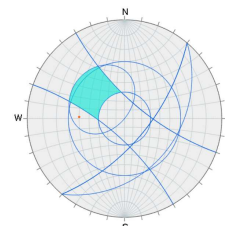
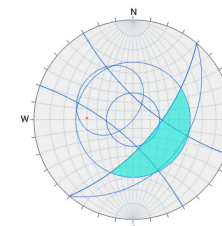
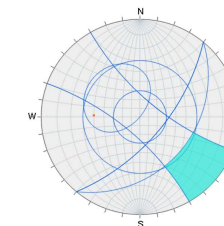
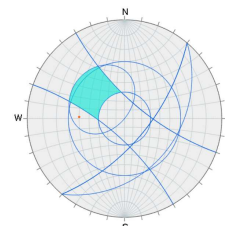
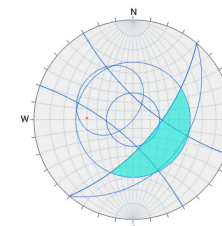
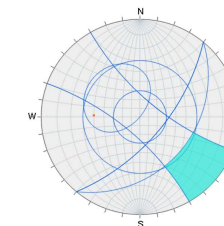
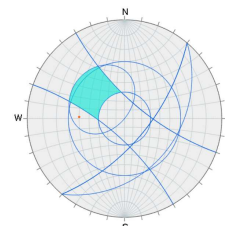
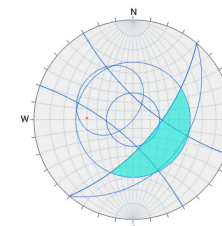
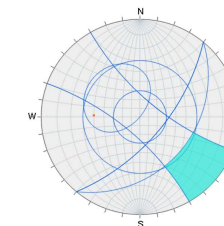
【표 6.3.8】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분	1구간		
	Set 1	Set 2	Set 3
방향성	—	—	—
간격(m)	—	—	—
연장성(m)	—	—	—
틈새(mm)	—	—	—
거칠기	—	—	—
충진물질	—	—	—
풍화도	—	—	—
비고	구 분 점 검 결 과 dip dip direction 평사투영도  녹화공법 적용으로 노출된 노두없음(측정불가)		

【표 6.3.9】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간																																																		
	Set 1	Set 2	Set 3																																																
방향성	50/039	65/224	47/195																																																
간격(m)	0.6~2.0	0.6~2.0	0.6~2.0																																																
연장성(m)	1.0~3.0	3.0~10.0	3.0~10.0																																																
틈새(mm)	0.1~1.0	<0.1	0.1~1.0																																																
거칠기	약간거침	약간거침	약간거침																																																
충진물질	hard	hard	hard																																																
풍화도	M.W	M.W	M.W																																																
비고	<table><tr><th>구 분</th><th colspan="2">점 검 결 과</th></tr><tr><td rowspan="10">평사투영도</td><td></td><td><table><tr><td>dip</td><td>dip direction</td></tr><tr><td>50</td><td>39</td></tr><tr><td>65</td><td>224</td></tr><tr><td>47</td><td>195</td></tr><tr><td>50</td><td>39</td></tr><tr><td>50</td><td>39</td></tr><tr><td>50</td><td>39</td></tr><tr><td>47</td><td>195</td></tr><tr><td>65</td><td>224</td></tr><tr><td>65</td><td>224</td></tr></table></td></tr><tr><td colspan="2"><table><tr><th>평면파괴</th><th>썩기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td></tr><tr><td colspan="2"><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><tr><td>평 가</td><td colspan="3">● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썩기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음</td></tr></table></td></tr></table>			구 분	점 검 결 과		평사투영도		<table><tr><td>dip</td><td>dip direction</td></tr><tr><td>50</td><td>39</td></tr><tr><td>65</td><td>224</td></tr><tr><td>47</td><td>195</td></tr><tr><td>50</td><td>39</td></tr><tr><td>50</td><td>39</td></tr><tr><td>50</td><td>39</td></tr><tr><td>47</td><td>195</td></tr><tr><td>65</td><td>224</td></tr><tr><td>65</td><td>224</td></tr></table>	dip	dip direction	50	39	65	224	47	195	50	39	50	39	50	39	47	195	65	224	65	224	<table><tr><th>평면파괴</th><th>썩기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>		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><tr><td>평 가</td><td colspan="3">● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썩기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음</td></tr></table>		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		
	구 분	점 검 결 과																																																	
	평사투영도		<table><tr><td>dip</td><td>dip direction</td></tr><tr><td>50</td><td>39</td></tr><tr><td>65</td><td>224</td></tr><tr><td>47</td><td>195</td></tr><tr><td>50</td><td>39</td></tr><tr><td>50</td><td>39</td></tr><tr><td>50</td><td>39</td></tr><tr><td>47</td><td>195</td></tr><tr><td>65</td><td>224</td></tr><tr><td>65</td><td>224</td></tr></table>	dip	dip direction	50		39	65	224	47	195	50	39	50	39	50	39	47	195	65	224	65	224																											
		dip	dip direction																																																
		50	39																																																
		65	224																																																
		47	195																																																
		50	39																																																
		50	39																																																
		50	39																																																
47		195																																																	
65		224																																																	
65	224																																																		
<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><tr><td>평 가</td><td colspan="3">● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썩기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음</td></tr></table>		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																																								
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.																																																			

【표 6.3.10】 3구간 불연속면조사 결과표

구 분	3구간																																										
	Set 4	Set 5	Set 6																																								
방향성	50/092	50/092	50/092																																								
간격(m)	0.6~2.0	0.6~2.0	0.6~2.0																																								
연장성(m)	3.0~10.0	3.0~10.0	1.0~3.0																																								
틈새(mm)	<0.1	<0.1	0.1~1.0																																								
거칠기	약간거침	약간거침	약간거침																																								
충진물질	hard	hard	hard																																								
풍화도	M.W	M.W	M.W																																								
비고	<table><tr><th>구 분</th><th colspan="2">점 검 결 과</th></tr><tr><td rowspan="5">평사투영도</td><td></td><td><table><tr><td>dip</td><td>dip direction</td></tr><tr><td>50</td><td>92</td></tr><tr><td>50</td><td>92</td></tr><tr><td>50</td><td>92</td></tr><tr><td>50</td><td>92</td></tr></table></td></tr><tr><td colspan="3"><table><tr><th>평면파괴</th><th>썩기파괴</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>썩기파괴</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 ● 썩기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음</td></tr></table></td></tr></table>			구 분	점 검 결 과		평사투영도		<table><tr><td>dip</td><td>dip direction</td></tr><tr><td>50</td><td>92</td></tr><tr><td>50</td><td>92</td></tr><tr><td>50</td><td>92</td></tr><tr><td>50</td><td>92</td></tr></table>	dip	dip direction	50	92	50	92	50	92	50	92	<table><tr><th>평면파괴</th><th>썩기파괴</th><th>전도파괴</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>			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><tr><td>평 가</td><td colspan="3">● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썩기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음</td></tr></table>			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		
	구 분	점 검 결 과																																									
	평사투영도		<table><tr><td>dip</td><td>dip direction</td></tr><tr><td>50</td><td>92</td></tr><tr><td>50</td><td>92</td></tr><tr><td>50</td><td>92</td></tr><tr><td>50</td><td>92</td></tr></table>	dip	dip direction	50		92	50	92	50	92	50	92																													
		dip	dip direction																																								
		50	92																																								
		50	92																																								
		50	92																																								
	50	92																																									
	<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><tr><td>평 가</td><td colspan="3">● 평면파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 썩기파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음 ● 전도파괴 영역에 절리군의 극점이 분포하고 있지 않음</td></tr></table>			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																															
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.																																											

6.4 상태평가

6.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장이 590m의 사면으로서, 외관조사 시 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 Set1~6으로 표기하였고, 1구간은 전구간 녹색토로 인해 측정 불가 상태로 확인되었다.

【표 6.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	특징	비고
1구간	19.790~19.990K	방향:63/130, 연장:590m, 높이 : 56m	—
2구간	19.990~20.190K		Set1, Set2, Set3
3구간	20.190~20.390K		Set4, Set5, Set6

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “정밀안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 절토사면편 (2019.01, 한국시설전공단)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 6.4.2]에 수록하였다.

토층심도 깊이측정을 위한 자료는 준공도서 표준횡단면도(6.1.3 시설물 일반도에 수록)를 참고하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 사면특성조사시 Set1~6에 위치하는 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

【표 6.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa = 10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{1.8}{56} = 0.032$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 132.7MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.5}{56} = 0.009$ 로 0.01이하	파쇄암반	

【표 6.4.3】 비탈면 분류결과

(MPa = 10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{1.2}{56} = 0.02$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 101.2~106.0MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{1.5}{56} = 0.026$ 로 0.01초과	절리암반	

【표 6.4.4】 비탈면 분류결과

(MPa = 10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
3구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{1.8}{56} = 0.032$ 로 0.4미만	암반사면	파쇄 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 110.9MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{0.5}{56} = 0.009$ 로 0.01이하	파쇄암반	

6.4.2 상태평가 결과

가. 사면 손상상태 조사결과표

【표 6.4.5】 손상상태 조사 결과표 (1구간)

시설물명	Sta.19+800~20+350	표번호	[표 6.4.5]		
조사영역번호	1구간	조사영역 위치	부산기점 19.790~19.990K		
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. 10. 17		조사자	인 승 철	

【표 6.4.6】 손상상태 조사 결과표 (2구간)

시설물명	Sta.19+800~20+350	표번호	[표 6.4.6]		
조사영역번호	2구간	조사영역 위치	부산기점 19.990~20.190K		
1. 파괴 징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	20.30K	전도파괴 우려 (0.5×0.3×0.2)×5EA 췌기파괴 우려 (0.5×0.3×0.2)×5EA	2	
1-3	구조물변형	20.14K	췌크리트 박리	1	
2. 파괴 현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위치	규모		
1-4	낙석적치	20.05K	1.0×1.0×0.6	1	
조사일시	2019. 10. 17		조사자	인 승 철	

【표 6.4.7】 손상상태 조사 결과표 (3구간)

시설물명	Sta.19+800~20+350	표번호	[표 6.4.7]		
조사영역번호	3구간	조사영역 위치	부산기점 20.190~20.390K		
1. 파괴 징후					
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. 파괴 현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위치	규모		
1-4	-	-	-	0	
조사일시	2019. 10. 17		조사자	인 승 철	

나. 사면 파괴요인 조사결과표

【표 6.4.8】 사면 파괴요인 조사 결과표 (1구간)

시설물명		Sta.19+800~20+350		표번호		[표 6.4.8]	
조사영역 번호		1구간		조사영역 위치		부산기점 19.790~19.990K	
1. 지반상태							
일련번호	구 분		상 태		상태점수		비고
1-5	파쇄임반	절리간격	60cm이상 2cm미만		2		
1-6		저면경사	10° 이상 20° 미만		2		
1-7		절리상태	보통		3		
2. 사면형상							
1-8	토사/암반	비탈면의 경사	1:0.75		2		
3. 자연적 외부요인							
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	17.2mm(부산, 30년 평년값)		1	1	
		지하수위	-		-		
4. 인위적 외부요인							
1-10	암반	절취상태	보통		3		
1-11	배수조건		양호		1		
1-12	보호/보강상태		양호함		2		
조사일시	2019. 10. 17			조사자	인 승 철		

【표 6.4.9】 사면 파괴요인 조사 결과표 (2구간)

시설물명		Sta.19+800~20+350		표번호	[표 6.4.9]		
조사영역 번호		2구간		조사영역 위치		부산기점 19.990~20.190K	
보통							
일련번호	구 분			상 태		상태점수	비고
1-5	절리암반		절리방향-비탈면방향	130° - 39° = -91°		0	
1-6			절리경사-비탈면경사	50° - 63° = -13°		7	
1-7			절리상태		보통		3
2. 사면형상							
1-8	토사/암반	비탈면의 경사		1:0.75		1	
3. 자연적 외부요인							
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량		17.2mm(부산, 30년 평년값)		1	1
		지하수위		-		-	
4. 인위적 외부요인							
1-10	암반	절취상태		보통		3	
1-11	배수조건			양호		1	
1-12	보호/보강상태			양호함		2	
조사일시	2019. 10. 16			조사자	인 승 철		

【표 6.4.10】 사면 파괴요인 조사 결과표 (3구간)

시설물명	Sta.19+800~20+350		표번호	[표 6.4.10]		
조사영역 번호	3구간		조사영역 위치	부산기점 20.190~20.390K		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태		상태점수	비고
1-5	파쇄암반	절리간격	60cm이상 2m미만		2	
1-6		저면경사	10° 이상 20° 미만		2	
1-7		절리상태	보통		3	
2. 사면형상						
1-8	토사/암반	비탈면의 경사	1:0.75		2	
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	17.2mm(부산, 30년 평년값)		1	1
		지하수위	-		-	
4. 인위적 외부요인						
1-10	암반	절취상태	보통		3	
1-11	배수조건		양호		1	
1-12	보호/보강상태		양호함		2	
조사일시	2019. 10. 17		조사자	인 승 철		

다. 상태평가결과 산정표

대상 사면은 1, 3구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 2구간은 절리암반사면으로 평가되어, 평가기준에 따른 결합지수는 0.29로서 평가결과는 “B”로 산정되었다.

평가결과에 가장 주된 인자는 2구간의 사면경사 및 저면경사가 고각인 점 등으로 해당사항에 대해서는 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 6.4.11】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			Sta.19+800~20+350				표번호
근거표번호			[표 6.4.5], [표 6.4.8]				[표 6.4.11]
평가요소			결합점수	결함종류별 평가결과	총점	결함지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.00	a
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	2	a	16	f2=0.31	c
		⑥ 절리경사-사면경사	2	b			
		⑦ 절리상태	3	c			
	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=0.21	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 16 / 52 = 0.31 ○ 상태평가등급(F) : 16 / 76 = 0.21					

【표 6.4.12】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			Sta.19+800~20+350			표번호	
근거표번호			[표 6.4.6], [표 6.4.9]			[표 6.4.12]	
평가요소			결합점수	결합종류별 평가결과	총점	결합지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	4	f1=0.17	b
		② 지반변형	2	b			
		③ 구조물변형	1	b			
	④ 파괴현황		1	b			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	0	a	18	f2=0.35	c
		⑥ 절리경사-사면경사	7	e			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	1	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) : 4 / 24 = 0.17 ○ 파괴요인지수(f2) : 18 / 52 = 0.35 ○ 상태평가등급(F) : 22 / 76 = 0.29					

【표 6.4.13】 상태평가결과 산정표(3구간)

시설물명			Sta.19+800~20+350				표번호
근거표번호			[표 6.4.7], [표 6.4.10]				[표 6.4.13]
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	2	a	16	f2=0.31	c
		⑥ 절리경사-사면경사	2	b			
		⑦ 절리상태	3	c			
	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=0.21	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○ 파괴요인지수(f2) : 16 / 52 = 0.31 ○ 상태평가등급(F) : 16 / 76 = 0.21					

【표 6.4.14】 상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		3구간		구간별평가결과 (Min)	
	결함 지수	등급	결함 지수	등급	결함 지수	등급	결함 지수	등급
절토사면	0.21	B	0.29	B	0.21	B	0.29	B

라. 이전 정밀점검과의 비교

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

【표 6.4.15】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	결함지수	등급	비 교
2017년 정밀점검(전회)	0.289	B	
2019년 정밀점검(금회)	0.29	B	

6.5 종합평가 및 안전등급 지정

6.5.1 종합평가 결과

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

【표 6.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		STA.19+800~20+350(부산)		표 번 호	【표 6.5.1】
평가구분		결합지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.21	B	근거표번호	【표 6.4.11】
	2구간	0.29	B		【표 6.4.12】
	3구간	0.21	B		【표 6.4.13】
안전성평가		해당없음			
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, 2019.01.)

6.5.2 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 6.5.2】 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

6.6 보수·보강 및 유지관리방안

6.6.1 보수·보강 방안

가. 손상별 보수·보강 방안

대상 절토사면의 손상별 보수방안은 다음과 같다.

【표 6.6.1】 손상별 보수·보강 방안

▣ 부산울산선(부산방향) (L=590m, 부산기점 Sta.19+800~20+350)			
손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
뜯돌, 낙석위험	① 2구간 2단 켜기파괴 및 전도파괴 우려	주의관찰	
보강시설	② 20.14K 슛크리트 박리	단면보수	
기 타			

나. 보수·보강방안 및 개략공사비

【표 6.6.2】 보수·보강방안 및 개략공사비

구 분	수량	단위	단가(천원)	공사비(천원)	비고
스�크리트 박리	5.0	m ²	230	1,150	
순 공사비(천원)				1,150	
재 경 비(천원)				575	
총 공사비(천원)				1,725	

6.6.2 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 6.6.3】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	• 2단 켜기파괴 및 전도파괴 우려 → 기 손상인 켜기파괴 및 전도파괴 우려이 조사됨 → 주기적인 점검을 통한 손상의 신규 발생 및 진전여부 확인 필요	
배수 시설	• 상태양호 → 주기적인 점검을 통한 손상발생 여부 확인 필요	
보호 시설	• 슛크리트 박리 → 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 조사된 슛크리트 박리의 진전여부 및 슛크리 손상 발생여부 확인 필요	

6.7 종합결론

6.6.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면은 중생대 백악기 시대의 경상계 신라층군 안산암질암류의 지층이 분포하고 있고 대표암상은 안산암 및 조면안산암이다. 노두에서 확인할 수 있는 암반의 풍화등급은 약한 풍화(S.W.)이다. 1~3구간의 사면의 식생은 전반적으로 양호한 상태이다. 2구간 2단 상부 암노출 구간에 발달된 절리부는 썩기파괴 및 전도파괴가 우려구간으로 주기적인 점검을 통한 손상의 발생여부 확인 등의 유지관리가 요구된다. 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 기 손상인 슛크리트 탈락이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화, 및 우수유입에 의한 열화로 손상이 진전은 없는 상태로 확인되었다. 슛크리트 박리는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 단면보수 등의 조치가 요구된다.
- 암반슈미트해머에 의한 암반 강도 조사결과 반발경도 49.8~55.6의 평균치를 보이며 추정강도 101.2~110.9MPa로 경암~보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 상태이다.
- 대상 사면은 1, 3구간은 파쇄암반사면으로 판정되었으며, 2구간은 절리암반사면으로 평가되어, 평가기준에 따른 결함지수는 0.29로서 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.

6.6.2 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 정밀안전점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

6.6.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 2구간 2단 상부 암노출 구간에 발달된 절리부는 썩기파괴 및 전도파괴가 우려구간은 주기적인 점검을 통한 손상의 신규 발생 및 진전여부 확인 필요하다.
- 배수시설의 원활한 배수를 위해 주기적인 정비가 필요하다.

6.6.4 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.