

5. 절토사면-부산포항선

STA.19+780~20+300(포항)

- 5.1 시설물 개요
- 5.2 자료수집 및 분석
- 5.3 현장조사 및 시험
- 5.4 상태평가
- 5.5 종합평가 및 안전등급 지정
- 5.6 보수·보강 및 유지관리 방안
- 5.7 종합결론

5.1 시설물 개요

본 절토사면은 부산광역시 기장군 장안읍 좌동리 산19-1, 용소리 319에 위치한 시설물로서 부산울산고속도로 울산방향 STA. 19.760km~20.360km에 위치한 절토사면으로 총 연장 600m, 높이 45m로 시공되어 있다.

5.1.1 일반사항

【표 5.1.1】 사면 일반사항

시설물번호	SL2008-0000048			관리번호	-
시설물명	절토사면-부산포항선 STA.19+780~20+300(포항)			시설물구분	절토사면
위 치	행정구역		부산광역시 기장군 장안읍 좌동리 산19-1, 용소리 319		
	위치좌표		시점 : N (35° 19' 50.29"), E (129° 14' 22.00")		
			종점 : N (35° 20' 05.76"), E (129° 14' 35.94")		
	이정	공사	STA. 19+780~20+300		
		관리	부산기점 19.760~20.360 km		
제 원	연 장		600m	높 이	45m
	경사/방향		63/310	노 선	고속국도65호선
관리주체	부산울산고속도로(주)			관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물		-		
	주변지형		산악지형	상부사면경사	10°
시공현황	준공년도		2008.12.31	시 공 자	대림산업주식회사
	부대시설		낙석방지망, 산마루 측구, 낙석방지울타리, 야생동물유도울타리, 솟크리트 보강부, 계단식옹벽, 점검용 계단, 수직도수로		
비 고					

2017년 정밀안전점검(이전)



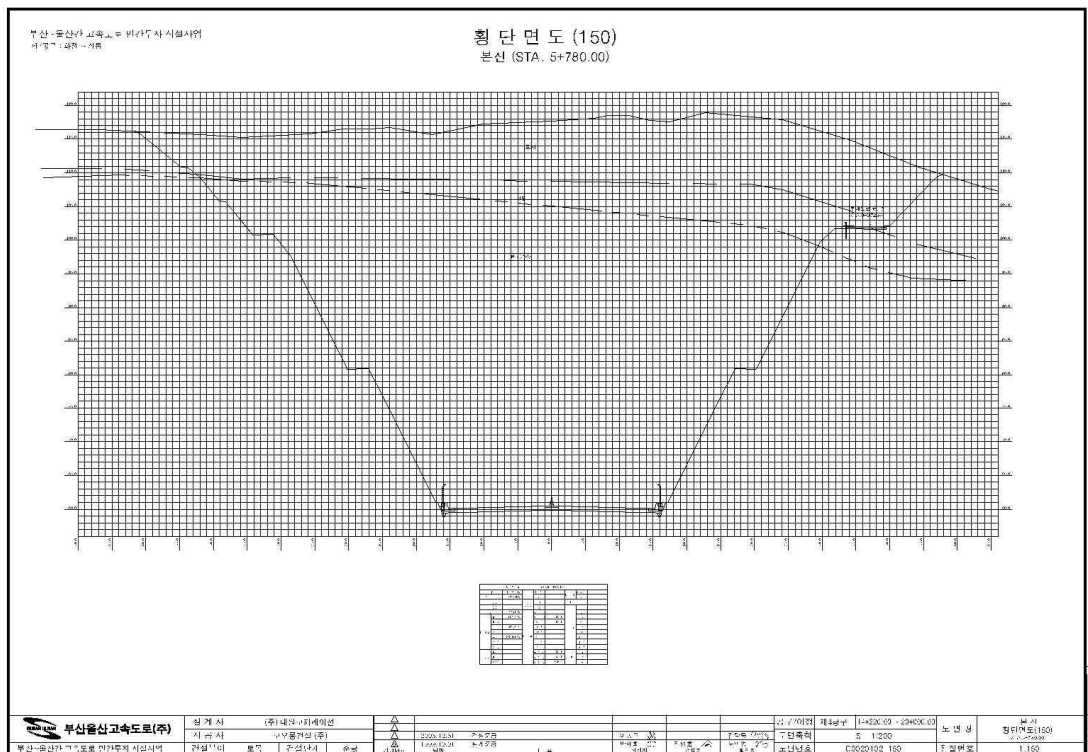
2019년 정밀안전점검(금회)



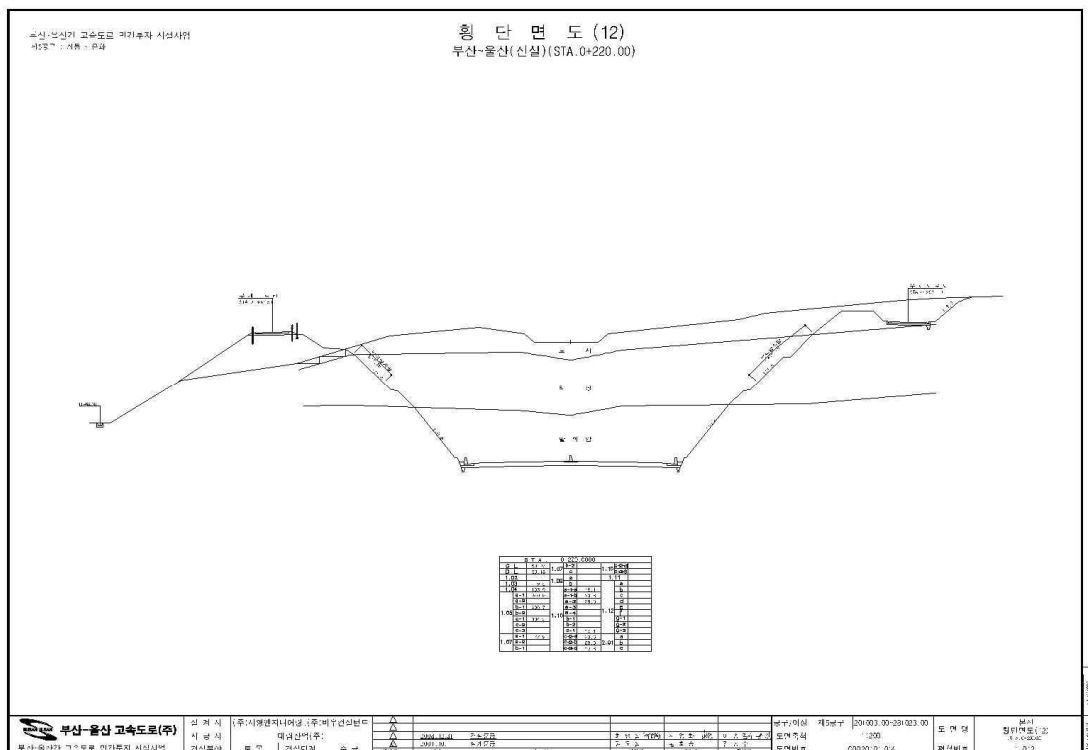
【그림 5.1.2】 전경사진

	
하부 전경	1소단 배수로 전경
	
배후도로 전경	락볼트 전경
	
강도 측정	암반강도 측정

【그림 5.1.3】 사면 부재별 현황



– 270 –



– 271 –

5.2 자료수집 및 분석

5.2.1 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 지형상 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 종점부는 완만 한 지형을 나타내고있어 현재 농경지로 이용되고있다. 본 조사 지역의 주류를 이루는 수계를 보면 남쪽의 설계 시점 부의 일 광천과 종점부로가는 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

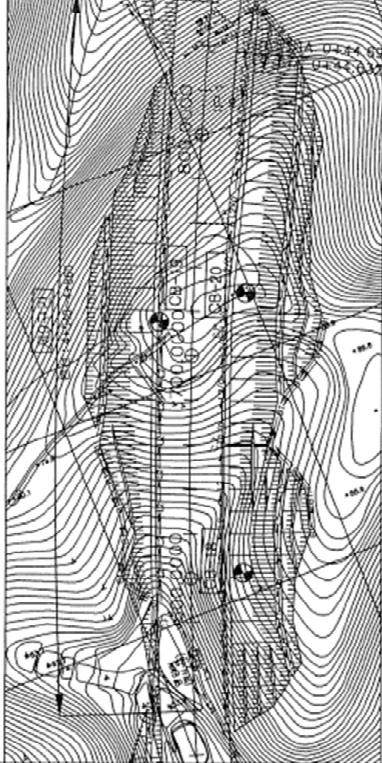
조사 지역의 광역적인 관찰에 의하면 노선 지역의 일광면을 중심으로 하 과업 수행 본역 광범위하게 흑색 또는 암회색 세일로 구성된 이천리 층이 분포하고 있고 노선 바깥 일광산 (378m), 아홉산 (360m), 산성 (368m) 등지에 안산암 질 암류가 남서쪽의 거쪽으로 대하게 분포하고 있으며 종점부의 좌동리 부근에서는 국부적으로 이천리 층을 관입하고 있다. 일광 광산 주위에서는 작은 암 주상의 독립 암체로 흑운모 화강암이 나타나고 있으며 덕선리 부근에 화강 섬록암이 아주 미세하게 발견되고 있다. 한편 노선의 우측으로는 이천리 층과 충적토가 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 함유되어 있다.

다. 사면검토

<대 6-53>

절토부 제9구간 세부위치 평면도 (S=1:2,000)



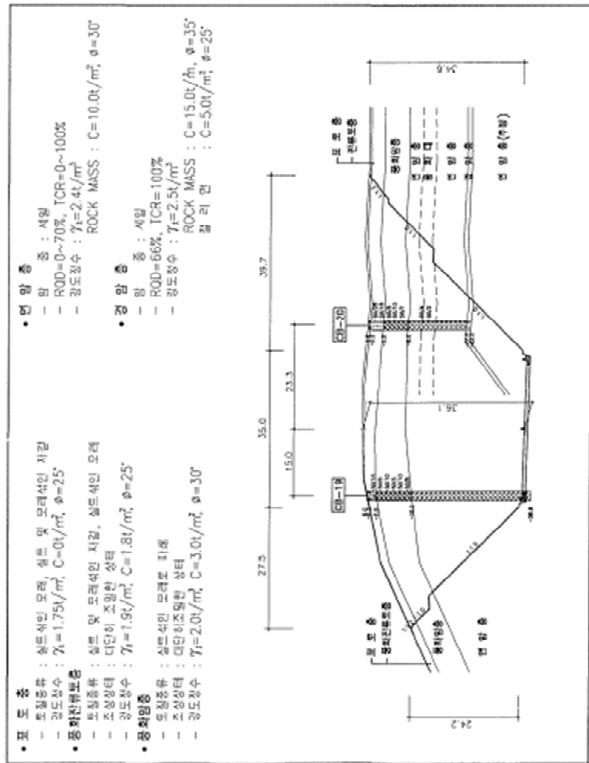
현황

시정	STA
4+540	
4+860	
점도현상	320m
대표면	STA. 4+720 우사면
중심선 폭상고	36.1m
최대비탈면상고	34.6m
구 간 나	CB-18 STA+602.1 우 23.4m
시중조사 현황	CB-19 STA+715 좌 15.0m
비 고	CB-20 STA+728.9 우 23.3m
	피동면

지반현황

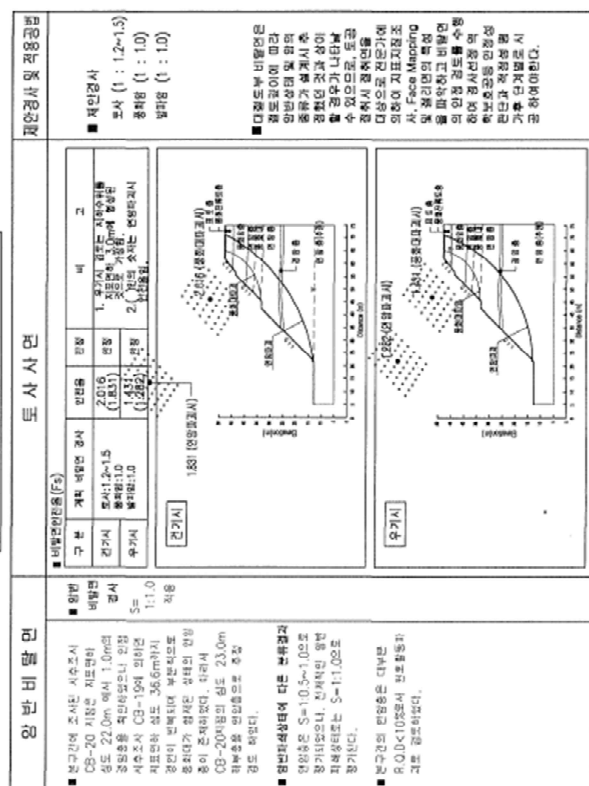
- 포 토 층
 - 심도적인 모래, 실트 및 모래실트 지질
- 풍화암반층
 - 실트 및 모래실트 지질, 실트 실트 모래
 - 단단히 조일한 상태
 - 부분적으로 역암 CORE 채취
 - N=50/15
- 중화층
 - 실트 실트 모래, 모래실트 실트 모래
 - 단단히 조일한 상태
 - N=50/10이하
- 연 약 층
 - 실트
 - 실트 실트 모래, 모래실트 실트 모래
 - RQD=0~70%, TCR=0~100% (CB-19, CB-20 준용)
- 경 경 층
 - 실트
 - 실트 실트 모래, 모래실트 실트 모래
 - RQD=66%, TCR=100% (CB-19, CB-20 준용)

대표 단면 (STA.4+720 우사면)



- 포 토 층
 - 심도적인 모래, 실트 및 모래실트 지질
 - 실트 실트 모래, 실트 실트 모래
 - 단단히 조일한 상태
 - 부분적으로 역암 CORE 채취
 - N=50/15
- 중화층
 - 실트 실트 모래, 모래실트 실트 모래
 - 단단히 조일한 상태
 - N=50/10이하
- 연 약 층
 - 실트
 - 실트 실트 모래, 모래실트 실트 모래
 - RQD=0~70%, TCR=0~100%
- 경 경 층
 - 실트
 - 실트 실트 모래, 모래실트 실트 모래
 - RQD=66%, TCR=100%

비탈면 안정검토 결과



- 안전경사
 - F_s (1 : 1.2~1.5)
 - 경사 (1 : 10)
 - 비탈면 (1 : 10)

부산-울산선



5.2.2 시설물 점검이력

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

【표 5.2.2】 점검이력사항

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
1	2008-08-01 ~ 2008-12-31	초기 안전 점검	양호한 상태	A
2	2009-03-06 ~ 2009-06-30	정기 안전 점검	이상없음	양호
3	2009-08-04 ~ 2009-11-25	정기 안전 점검	이상없음	양호
4	2010-10-01 ~ 2010-11-29	정밀 안전 점검	쑈크리트 구간에서 일부 균열 및 백태, 소단(1단)에서 다수의 균열이 조사되었으며 이 외에 그물망 찢김 등 일반적이 손상이 발생되었다. 사면 보호공인 녹생토 시공은 일부 탈락된 것으로 조사되었으나 전반적으로 양호한 상태이며 계단식 옹벽 및 낙석방지망의 상태도 양호한 것으로 조사되었다.	B
5	2010-07-07 ~ 2010-12-08	정기 안전 점검	양호함	양호
6	2011-05-23 ~ 2011-06-03	정기 안전 점검	양호함	양호
7	2011-11-01 ~ 2011-11-10	정기 안전 점검	양호	양호
8	2012-05-02 ~ 2012-05-03	정기 안전 점검	이상없음	양호
9	2012-10-22 ~ 2012-10-24	정기 안전 점검	이상없음	양호

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
10	2013-04-15 ~ 2013-04-30	정기 안전 점검	이상없음	양호
11	2013-09-23 ~ 2013-09-27	정기 안전 점검	이상없음	양호
12	2013-12-06 ~ 2013-12-25	정밀 안전 점검	쑏크리트 구간에서 일부 균열 및 백태, 소단(1단)에서 다수의 균열이 조사되었으며 이 외에 그물망 찢김 등 일반적이 손상이 발생되었다. 사면 보호공인 녹생토 시공은 일부 탈락된 것으로 조사되었으나 전반적으로 양호한 상태이며 계단식 옹벽 및 낙석방지망의 상태도 양호한 것으로 조사되었다.	B
13	2014-04-01	정기 안전 점검	양호	양호
14	2014-09-01	정기 안전 점검	양호	양호
15	2015-05-26	정기 안전 점검	양호	양호
16	2015-12-07	정기 안전 점검	양호	양호
17	2015-09-29 ~ 2015-12-27	정밀 안전 점검	산마루측구, 도수로, 소단배수로 등 배수로 점검 결과 구조물의 균열이나 이음부 이격 등의 구조물 변형이나 지반변형 없이 전반적으로 양호한 상태	B
18	2016-06-13 ~ 2016-06-16	정기 안전 점검	전반적인 상태양호	양호
19	2016-10-19	정기 안전 점검	전반적인 상태양호	양호
20	2017-04-25	정기 안전 점검	양호	양호
21	2017-12-04	정기 안전 점검	양호	양호

번호	기 간	구 분	주요 점검 결과	안전 등급
22	2017-09-29 2017-12-27	정밀 안전 점검	사면부 점검결과 : 숏크리트 보강부 일부 파손 1개소 (0.3×0.4) 탈락3 개소의 손상이 확인 되었으며 1소단 상부의 록앵커는 전체적으로 다소 부식이 발생하였고 보호캡 손실과 플레이트 고정볼량이 확인됨. 또한 계단식 옹벽의 균열 등이 본 사면의 불안 요소로 작용할 가능성이 있어 주의관찰이 필요. 식생상태 : 일부 압노출 구간을 제외하면 식생 상태가 대체로 양호 배수시설 점검결과 : 상부 도로 (콘크리트배수로), 소단 콘크리트 배수로, 산마루측구, 보호시설 점검현황 : 낙석방지망 상태는 양호하나, 지속적인 유지관리 필요	B
23	2018-04-17	정기 안전 점검	양호.	양호

5.2.3 전차 정밀안전점검 실시결과(2017년)

가. 현장조사 및 시험결과

1) 외관조사 결과

구분	점검 결과	보수·보강 방안
사면부	· 슛크리트 보강부 1개소 들뜸, 3개소 탈락 · 계단식 옹벽 균열 · 록앵커 보호캡 손실과 플레이트 고정 불량	· 슛크리트 보강부 모르타르 채움, 탈락 보수 · 계단식 옹벽 균열 보수 · 록앵커 두부 재설치
식생상태	· 일부 암노출 구간을 제외하면 대체로 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 경암~극경암인 것을 고려할 때 1:0.5의 경사(경암 1:0.5, 한국도로공사)는 적당한 것으로 판단된다. 1소단 상부 STA.0+360~400의 슛크리트는 켜기파괴 형태의 손상이 발생하여 보강된 것으로 보이고 일부 파손 1개소(0.3×0.4), 탈락 3개소(1.0×1.0, 1.0×0.2, 0.5×0.3)의 손상이 확인되었으며 1소단 상부의 록앵커는 전체적으로 다소 부식이 발생하였고 보호캡 손실과 플레이트 고정 불량이 확인되었다. 또한 계단식 옹벽의 균열 등이 본 사면의 불안요소로 작용할 가능성이 있어 주의 관찰이 필요하다.	

2) 현장시험 결과요약

구분	결과 요약
암반강도	· 슈미트해머에 의한 암반강도 조사결과 반발경도 53.6~58.7의 평균치를 보이며 추정강도 109.6~138.9MPa로 경암~극경암으로 판정되어 암반의 강도는 매우 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	0	1	3	2	1	3	1	2	0.250	0.171	B
2구간	0	0	3	0	0.125	0	7	3	2	1	3	1	2	0.365	0.289	B
3구간	0	0	1	0	0.042	0	7	3	2	1	3	1	1	0.346	0.250	B

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		STA.19+800~20+350(포항)		표 번 호	【표 5.4.2】
평가구분		결합지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	F=0.171	B	근거표번호	【표 5.3.5】
	2구간	F=0.289	B		【표 5.3.8】
	3구간	F=0.250	B		【표 5.3.11】
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.
- STA.0+110~130 1소단하부, STA.0+360~440 1소단 상·하부에 슛크리트가 보강되어 있고 들뜸 1개소(0.3×0.4), 탈락 3개소(1.0×1.0 , 1.0×0.2 , 0.5×0.3)의 손상이 확인되었으며 손상부로 물이 침투할 수 있으므로 보수가 필요하다. 계단식 옹벽의 상태는 양호하나 균열이 1개소 확인되었고 1소단 상부 STA. 0+240~340 구간의 록앵커는 전체적으로 다소 부식이 발생하였으며 보호캡 손실과 플레이트 고정 불량에 확인되어 보수·보강이 필요하다. 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)를 적극 활용하여 철저한 계측관리를 통하여 재해를 사전에 예방하고 피해를 최소화 하여야 한다.

5.2.4 시설물 보수 이력

【표 5.2.3】 보수이력사항

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

5.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

【표 5.2.4】 내진설계 여부 확인

검토대상 부재	설계적용여부	결과	검토결과 요약
해당사항 없음	N		

5.3 현장조사 및 시험

5.3.1 현황 및 특성

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

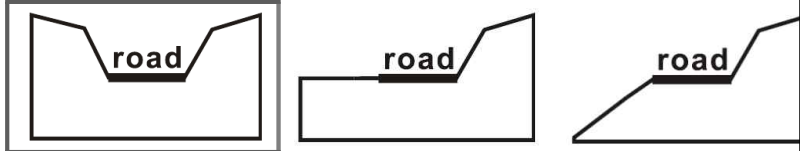
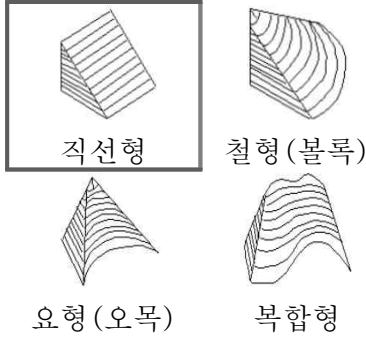
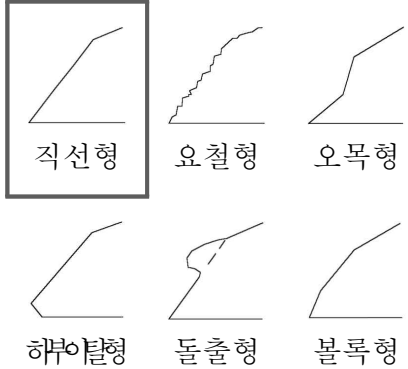
가. 일반현황 조사결과

【표 5.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2019년 10월 17일		조 사 자	인승철
일 기	맑음		준공년도	2008년 12월 31일
행정구역	부산광역시 기장군 장안읍 좌동리 산19-1, 용소리 319			
위 경 도	시점 : N (35° 19' 50.29"), E (129° 14' 22.00")			
	종점 : N (35° 20' 05.76"), E (129° 14' 35.94")			
절토사면	길 이 : 600m		높 이 : 45m	
	경 사/경사방향 : 63/310 (평균경사 60°)			
	구성물질 : 암반		토층심도 : 1구간 0.03(약 1.0m) 2구간 0.02(약 1.0m) 3구간 0.03(약 1.0m)	
	소 단 : 1			
낙석/튼돌	낙석 존재유무 : 없음		낙석의 양 : -	
	낙석 평균크기 : -			
	낙석 최대크기 : -			
	튼돌 존재유무 : 없음		튼돌의 양 : -	
	튼돌 평균크기 : - 튼돌 최대크기 : -			
절토사면 시공현황	종 류	위 치		상 태
	식생현황	STA.0+240~340(1소단 상·하부 일부)		불량
	식생현황	STA.0+360~480(1소단 하부)		불량
	식생현황	이외 구간		양호
	낙석방지망	STA.0+360(일부구간 제외)		양호
	낙석방지울타리	STA.0+000~590, 205~360(1소단)		양호
	숏크리트 보강	STA.0+110~130 1소단하부, 360~440 1소단 상·하부		일부불량
	계단식 옹벽	STA.0+360~410		일부불량
	수직도수로	STA.0+320, 395		양호
	산마루 측구	STA.0+000~130		양호
	점검용 계단	STA.0+000~130		양호
	야생동물유도울타리	STA.0+150~600		양호
붕괴이력	절토사면경보시스템	-		-
	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 5.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악지형			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
사면의 특성	종 횡 단 면			종 단 면 특 성		
상부자연사면	경 사 도		10°			
	인장균열		없음			
	포행흔적		없음			
	수목의 기울어짐		없음			
	인공구조물		없음			
	산마루 측구		있음(STA.0+000~130)			
	계곡부		없음			
식 생	① 종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	② 밀 도	중	하	-	-	
	③ 근계특징	천근성 (O), 심근성 ()				

다. 기초조사 자료

일반현황	거리표	—		
	위경도	시점 : N (35° 19' 50.29"), E (129° 14' 22.00") 종점 : N (35° 20' 05.76"), E (129° 14' 35.94")		
	차선	편도 (2) 차선		
	조사일자	2019년 10월 17일		
	조사자	인승철	조사기관	㈜명성엔지니어링
절토사면 특 성	길이	600.0m	최대높이	45.0m
	경사	63° (1:0.5)	상부경사	10°
	이격거리	평균 1.0~2.0m	소단	1개소
	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() ☒ 식생공(불량) ☐ 돌망태옹벽() ☒ 계단식옹벽() ☒ 도수로(양호) ☐ 기타()		
	조사자 소 견	위험도	☐ 상 ☐ 중 ☒ 하	피해도
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

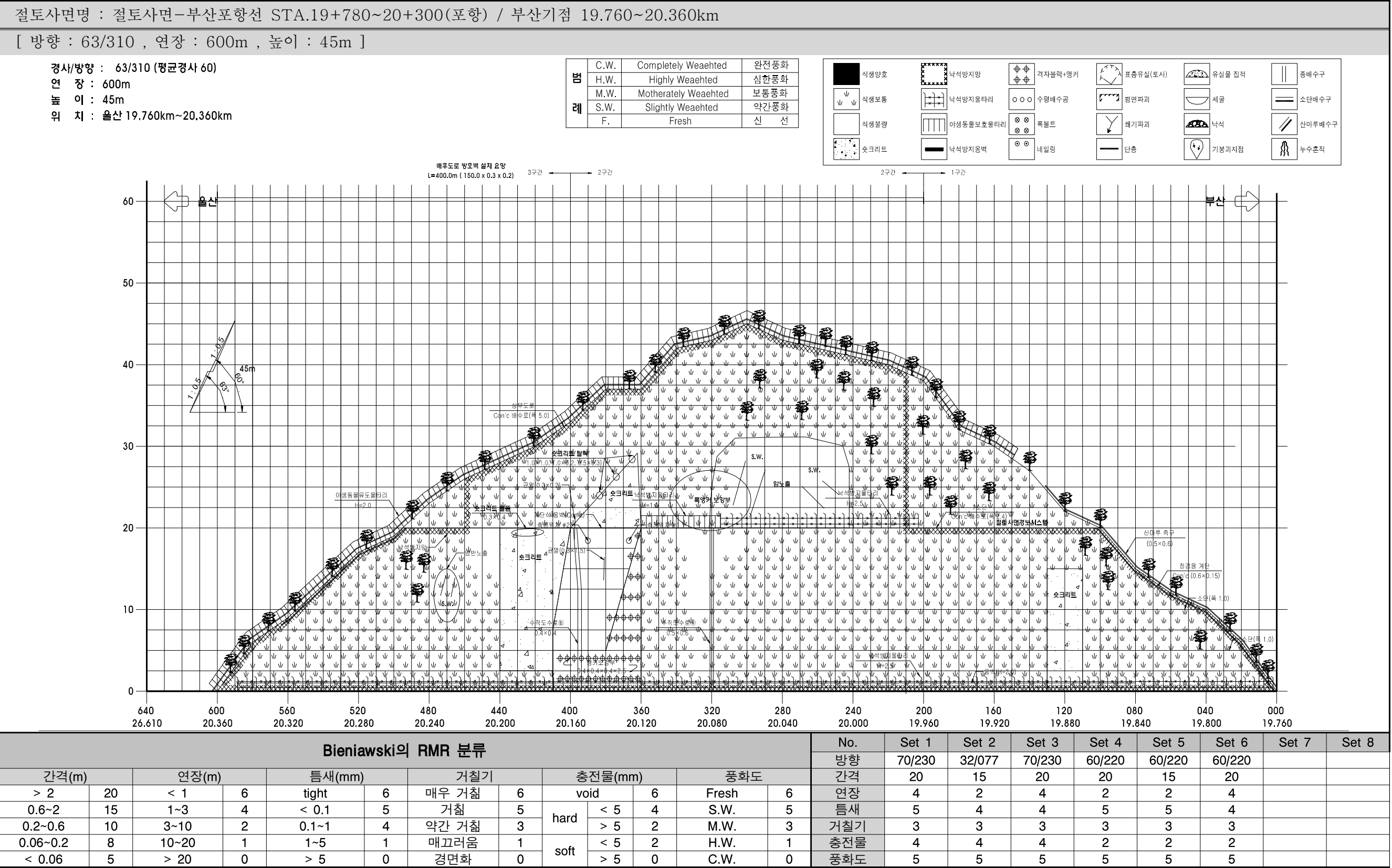
연장이 600m로써, 사면의 구간분할 기준인

- 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	19.760~19.960K	
2구간	19.960~20.160K	
3구간	20.160~20.360K	

5.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



5.3.3 외관조사 결과

가. 상부자연사면

1) 현황

상부 자연사면은 1~2구간 전체적으로 관목이 분포하고 있다.



【그림 5.3.1】 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 5.3.2】 사면 전경

2) 조사결과

- 1,3구간의 사면의 식생은 전반적으로 양호한 상태이다.
- 2구간 2단 암노출 구간이 일부 확인되었다.

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

다. 배수시설

1) 현황

대상 사면의 배수시설은 산마루측구, 소단배수로, 수직도수로가 시공되어 있다.



【그림 5.3.3】 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 계단식옹벽, 낙석방지망, 낙석방지 울타리, 솟크리트 등이 설치되어 있는 것으로 확인되었다.



【그림 5.3.4】 보호/보강시설 전경

2) 조사결과

- 조사결과, 1구간의 보호시설은 특별한 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 2~3구간 슛크리트 들뜸, 탈락이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화, 및 우수유입에 의한 열화로 추정되며, 슛크리트 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 단면보수 등의 조치가 요구된다.
- 2구간에 발생한 계단식 옹벽 균열은 폭 0.3mm이상 균열이나, 현재 손상의 소규모로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 신규 손상 발생 시 보수 안을 권한다.

구 분	손상내용	수량	비고
1구간	상태양호	—	
2구간	슛크리트 탈락	A=1.35m ²	
3구간	슛크리트 들뜸	A=0.12m ²	
	계단식옹벽 균열	CW=0.3mm, L=1.5m	

			
현 황	20.14K 2단 숏크리트 탈락	현 황	20.19K 2단 숏크리트 들뜸
원 인	공용기간 증가, 우수유입	원 인	공용기간 증가, 우수유입
대 책	주의관찰	대 책	주의관찰

5.3.7 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. 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 2~3구간 숏크리트 들뜸, 탈락이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화, 및 우수유입에 의한 열화로 추정되며, 숏크리트 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 단면보수 등의 조치가 요구된다. 2구간에 발생한 계단식 옹벽 균열은 폭 0.3mm 이상 균열이나, 현재 손상의 소규모로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 신규 손상 발생 시 보수 안을 권한다.

【표 5.3.3】 외관조사 결과 요약

구분	점검 결과	보수 · 보강 방안
사면부	양호	—
배수시설	양호	—
상부 자연사면	양호	—
보강시설	숏크리트 탈락, 들뜸	주의관찰
	계단식옹벽 균열	주의관찰

【표 5.3.4】 손상내용 총괄표

구분	손상 내용	단위	물량	개소	비고
사면부	양호	—	—	—	
배수시설	양호	—	—	—	
상부 자연사면	양호	—	—	—	
보강시설	숏크리트 탈락, 들뜸	m ²	1.47	4	
	계단식옹벽 균열(CW=0.3mm)	m	1.5	1	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

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

【표 5.3.5】 전차대비 손상수량 증감표

구분	손상 내용	단위	2017년	금회	증,감 (+, -)	비고
			물량	물량		
사면부	양호	—	—	—	—	
배수시설	양호	—	—	—	—	
상부 자연사면	양호	—	—	—	—	
보강시설	숏크리트 탈락, 들뜸	m ²	1.47	1.47	—	
	계단식옹벽 균열(CW=0.3mm)	m	1.5	1.5	—	

5.3.8 재료시험 결과

가. 시험결과

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

【표 5.3.6】 반발경도시험 결과

시험위치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과	실시 전경
20.00K 2단	61.0	169.7	극경암	
20.06K 2단	62.9	185.4	극경암	
20.10K 1단	56.5	137.8	경암	
20.22K 1단	59.4	157.4	경암	
검토의견	· 암반용 슈미트해머에 의한 강도 측정결과, 반발경도 59.4~62.9로 측정되었으며, 추정강도 137.8~185.4MPa로 극경암~경암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 상태이다.			

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

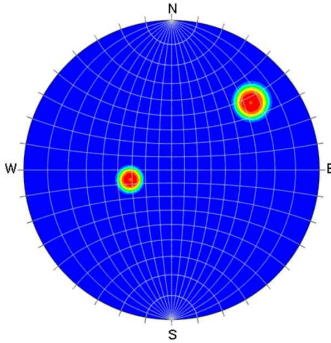
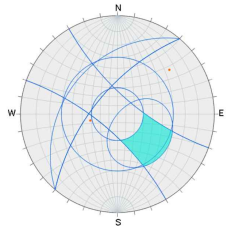
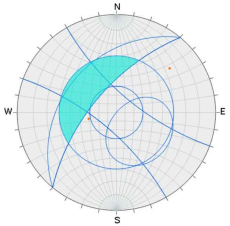
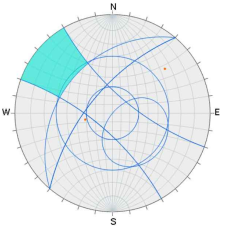
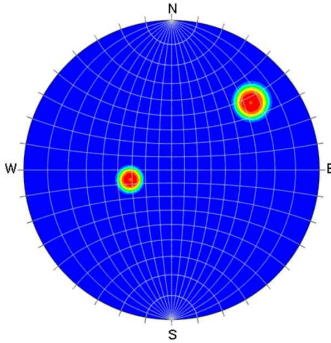
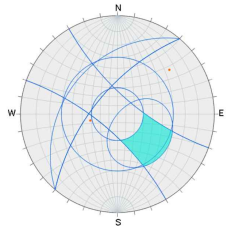
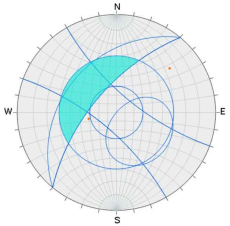
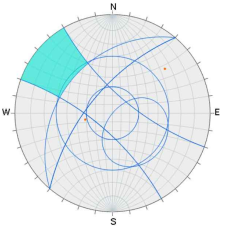
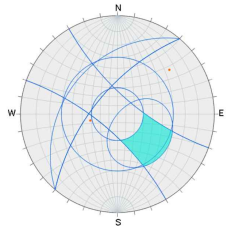
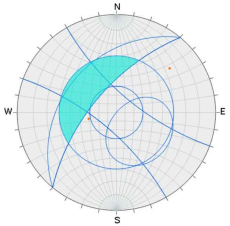
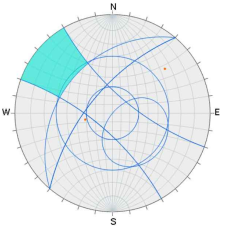
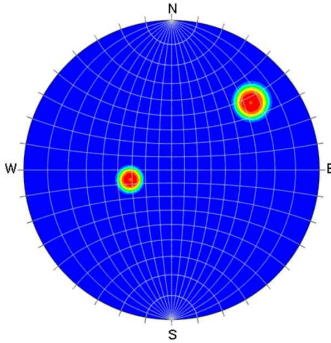
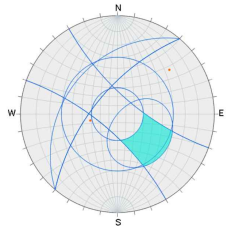
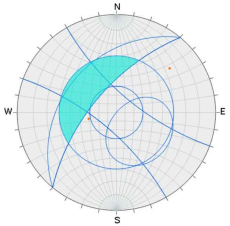
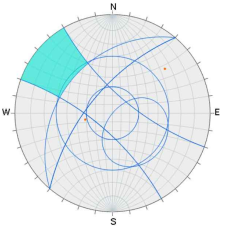
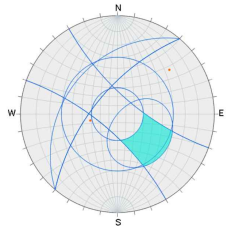
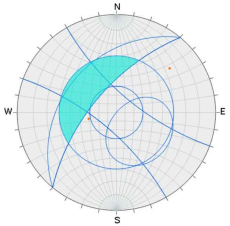
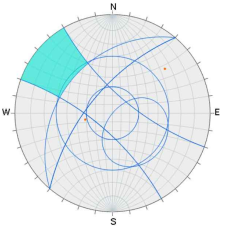
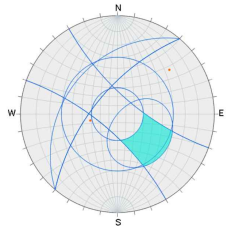
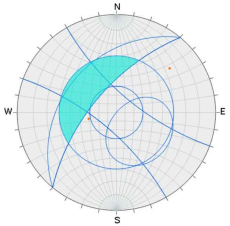
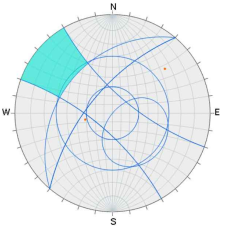
이전 정밀안전점검과의 비교결과, 위치 및 암상태에 따른 반발경도의 값의 차이가 다소 있으나, 암판정결과 극경암~경암으로 큰 상태변화는 없는 것으로 판단된다.

【표 5.3.7】 이전 정밀안전점검과의 비교

구 분	위 치	반발경도(Ro)	추정강도(MPa)	암 판정 결과
2017년 정밀안전점검	2~3구간	53.6~58.7	109.6~138.9	극경암~경암
2019년 정밀안전점검	2~3구간	59.4~62.9	137.8~185.4	극경암~경암

【표 5.3.9】 2구간 불연속면조사 결과표

구 분	2구간		
	Set 1	Set 2	Set 3
방향성	70/230	32/077	70/230
간격(m)	0.6~2.0	> 2.0	0.6~2.0
연장성(m)	1.0~3.0	3.0~10.0	1.0~3.0
틈새(mm)	<0.1	0.1~1.0	0.1~1.0
거칠기	약간거칠	약간거칠	약간거칠
충진물질	hard	hard	hard
풍화도	S.W	S.W	S.W

비고	<table><tr><th>구 분</th><th colspan="2">점 검 결 과</th></tr><tr><td rowspan="6">평사투영도</td><td></td><td>dip dip direction 70 230 32 77 70 230 70 230 32 77 32 77</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><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> 썩기 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		평사투영도		dip dip direction 70 230 32 77 70 230 70 230 32 77 32 77	<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		dip dip direction 70 230 32 77 70 230 70 230 32 77 32 77																									
		<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																										

【표 5.3.10】 3구간 불연속면조사 결과표

구 분	3구간													
	Set 4	Set 5	Set 6											
방향성	60/220	60/220	60/220											
간격(m)	> 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	약간거칠	약간거칠	약간거칠											
충진물질	hard	hard	hard											
풍화도	S.W	S.W	S.W											
비고	구 분 점 검 결 과 평사투영도 dip 60 dip direction 220													
	평면파괴													
	썰기파괴													
	전도파괴													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>구 분</th><th>평면파괴</th><th>썰기파괴</th><th>전도파괴</th></tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </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.

5.4 상태평가

5.4.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장이 600m의 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 녹생토, 일부구간 숯크리트로 인해 측정 불가 상태로 확인되었다.

【표 5.4.1】 사면분할 현황

구분	측점	특징	비고
1구간	19.760~19.960K	방향:63/310, 연장:600m, 높이 : 45m	—
2구간	19.960~20.160K		Set1, Set2, Set3
3구간	20.160~20.360K		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 5.4.2]에 수록하였다.

토층심도 깊이측정을 위한 자료는 준공도서 표준횡단면도(5.1.3 시설물 일반도에 수록)를 참고하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 사면 특성조사시 Set1~6에 위치하는 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

【표 5.4.2】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{1.2}{45} = 0.03$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 137.8~185.4MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{1.5}{45} = 0.033$ 로 0.01초과	절리암반	

【표 5.4.3】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{0.8}{45} = 0.018$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 137.8~185.4MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{1.7}{45} = 0.038$ 로 0.01초과	절리암반	

【표 5.4.4】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
3구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{1.4}{45} = 0.031$ 로 0.4미만	암반사면	절리 암반사면
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 137.8~185.4MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$\frac{Block\ size\ \in\ dex}{Slope\ height} = \frac{1.0}{45} = 0.022$ 로 0.01초과	절리암반	

5.4.2 상태평가 결과

가. 사면 손상상태 조사결과표

【표 5.4.5】 손상상태 조사 결과표 (1구간)

시설물명	Sta.19+780~20+300	표번호	[표 5.4.5]		
조사영역번호	1구간	조사영역 위치	부산기점 19.760~19.960K		
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 5.4.6】 손상상태 조사 결과표 (2구간)

시설물명	Sta.19+780~20+300		표번호	[표 5.4.6]	
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	부산기점 19.960~20.160K	
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	20.14K	쏟크리트 탈락 계단식옹벽 균열	3	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위치	규모		
1-4	낙석적치	—	—	0	
조사일시	2019. 10. 17		조사자	인 승 철	

【표 5.4.7】 손상상태 조사 결과표 (3구간)

시설물명	Sta.19+780~20+300	표번호	[표 5.4.7]		
조사영역번호	3구간	조사영역 위치	부산기점 20.160~20.360K		
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	20.19K	쏟크리트 들뜸	1	
2. 파괴현황					
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 5.4.8】 사면 파괴요인 조사 결과표 (1구간)

시설물명		Sta.19+780~20+300		표번호		[표 5.4.8]	
조사영역 번호		1구간		조사영역 위치		부산기점 19.760~19.960K	
보통							
일련번호	구 분			상 태		상태점수	비고
1-5	절리암반		절리방향-비탈면방향	230° - 310° = -80°		0	
1-6			절리경사-비탈면경사	70° - 63° = 7°		1	
1-7			절리상태		보통		3
2. 사면형상							
1-8	토사/암반	비탈면의 경사		1:0.57		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 5.4.9】 사면 파괴요인 조사 결과표 (2구간)

시설물명		Sta.19+780~20+300		표번호	[표 5.4.9]			
조사영역 번호		2구간		조사영역 위치		부산기점 19.960~20.160K		
보통								
일련번호	구 분		상 태		상태점수		비고	
1-5	절리암반		절리방향-비탈면방향		39° - 130° = -91°		0	
1-6			절리경사-비탈면경사		50° - 63° = -13°		7	
1-7			절리상태		보통		3	
2. 사면형상								
1-8	토사/암반	비탈면의 경사		1:0.57		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 5.4.10】 사면 파괴요인 조사 결과표 (3구간)

시설물명		Sta.19+780~20+300		표번호		[표 5.4.10]	
조사영역 번호		2구간		조사영역 위치		부산기점 20.160~20.360K	
보통							
일련번호	구 분			상 태		상태점수	비고
1-5	절리암반	절리방향-비탈면방향		39° - 130° = -91°		0	
1-6		절리경사-비탈면경사		50° - 63° = -13°		7	
1-7		절리상태		보통		3	
2. 사면형상							
1-8	토사/암반	비탈면의 경사		1:0.78		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 1~3구간 절리암반사면으로 평가되어, 평가기준에 따른 결함지수는 0.29로서 평가 결과는 “B” 로 산정되었다.

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

【표 5.4.11】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			Sta.19+780~20+300				표번호
근거표번호			[표 5.4.5], [표 5.4.8]				[표 5.4.11]
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 절리방향-사면방향	0	a	14	f2=0.27	b
		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)					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 5.4.12】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			Sta.19+780~20+300			표번호	
근거표번호			[표 5.4.6], [표 5.4.9]			[표 5.4.12]	
평가요소			결합점수	결함종류별 평가결과	총점	결합지수	상태등급
손상 상태	파괴징후	① 인장균열	0	a	3	f1=0.13	b
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	3	c			
	④ 파괴현황		0	a			
파괴 요인	지반상태	⑤ 절리방향-사면방향	0	a	19	f2=0.37	c
		⑥ 절리경사-사면경사	7	e			
		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)					22	F=0.29	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 3 / 24 = 0.13 ○ 파괴요인지수(f2) : 19 / 52 = 0.37 ○ 상태평가등급(F) : 22 / 76 = 0.29					

【표 5.4.13】 상태평가결과 산정표(3구간)

시설물명			Sta.19+780~20+300				표번호
근거표번호			[표 5.4.7], [표 5.4.10]				[표 5.4.13]
평가요소			결합점수	결함종류별 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	18	f2=0.35	c
		⑥ 절리경사-사면경사	7	e			
		⑦ 절리상태	1	b			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	3	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)					19	F=0.25	B
상태평가결과		○ 손상상태지수(f1) : 1 / 24 = 0.04 ○ 파괴요인지수(f2) : 18 / 52 = 0.35 ○ 상태평가등급(F) : 19 / 76 = 0.25					

【표 5.4.14】상태평가결과(총괄)

구 분	1구간		2구간		3구간		구간별평가결과 (Min)	
	결함 지수	등급	결함 지수	등급	결함 지수	등급	결함 지수	등급
절토사면	0.18	B	0.29	B	0.25	B	0.29	B

라. 이전 정밀안전점검과의 비교

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

【표 5.4.15】이전 정밀안전점검과의 비교

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

5.5 종합평가 및 안전등급 지정

5.5.1 종합평가 결과

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

【표 5.5.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		STA.19+780~20+300(포항)		표 번 호	【표 5.5.1】
평가구분		결합지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.18	B	근거표번호	【표 5.4.11】
	2구간	0.29	B		【표 5.4.12】
	3구간	0.25	B		【표 5.4.13】
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.29	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

※ 안전성평가는 안전점검(정밀안전점검, 긴급점검)에서는 상태기준이 D이하로 판정되거나 전문가에 의해 안전성평가 요구가 있을 경우에 실시함 (안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 절토사면편, 2019.01.)

5.5.2 안전등급 지정

종합평가 결과에 따른 본 절토사면의 안전등급은 『경미한 손상, 결합이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』인 “B등급” 으로 지정하였다.

【표 5.5.2】 안전등급 기준

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	· 문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	· 경미한 손상, 결합이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태
C (보통)	· 보통의 손상, 결합이 발생하였으나 안전성에 지장이 없으며, 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	· 손상, 결합이 진전되고, 파괴 잠재성이 존재하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	· 심각한 손상, 결합 및 파괴 잠재성에 의하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

5.6 보수·보강 및 유지관리방안

5.6.1 보수·보강 방안

가. 손상별 보수·보강 방안

대상 절토사면의 손상별 보수방안은 다음과 같다.

【표 5.6.1】 손상별 보수·보강 방안

▣ 부산울산선(포항방향) (L=600m, 부산기점 Sta.19+780~20+300)			
손상유형	위치 및 수량	조치내용	비고
표층유실			
보강시설	① 슛크리트 탈락, 들뜸	주의관찰	
	② 계단식 옹벽 균열	주의관찰	
기 타			

나. 보수·보강방안 및 개략공사비

【표 5.6.2】 보수·보강방안 및 개략공사비

구 분	수량	단위	단가(천원)	공사비(천원)	비고
—	—	—	—	—	
순 공사비(천원)					—
재 경 비(천원)					—
총 공사비(천원)					—

5.6.2 유지관리방안

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

【표 5.6.3】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사 면 부	• 상태양호 → 주기적인 점검을 통한 손상발생 여부 확인 필요	
배수 시설	• 상태양호 → 주기적인 점검을 통한 손상발생 여부 확인 필요	
보호 시설	• 슛크리트 파손 → 현재 전반적으로 양호한 상태이나, 조사된 슛크리트 파손의 진전여부 및 슛크리 손상 발생여부 확인 필요	

5.7 종합결론

5.7.1 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. 배수시설의 배수 기능에 큰 문제는 없는 것으로 조사되었다. 2~3구간 슛크리트 들뜸, 탈락이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화, 및 우수유입에 의한 열화로 추정되며, 슛크리트 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 단면보수 등의 조치가 요구된다. 2구간에 발생한 계단식 옹벽 균열은 폭 0.3mm이상 균열이나, 현재 손상의 소규모로 주기적인 점검을 통한 손상의 진전 및 신규 손상 발생 시 보수 안을 권한다.
- 슈미트해머에 의한 암반 강도 조사결과 반발경도 59.4~62.9의 평균치를 보이며 추정강도 137.8~185.4MPa로 경암~보통암으로 판정되어 암반의 강도는 양호한 상태이다.
- 대상 사면은 1~3구간 절리암반사면으로 평가되어, 평가기준에 따른 결함지수는 0.29로서 평가결과는 “B”로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 2구간의 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.

5.7.2 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 정밀안전점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

5.7.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 2~3구간 슛크리트 들뜸, 탈락이 조사되었고, 손상부는 장기공용에 의한 열화, 및 우수유입에 의한 열화로 추정되며, 슛크리트 손상부는 주기적인 점검을 통한 손상의 진전여부 확인 후 진전시 단면보수 등의 조치가 요구된다.
- 배수시설의 원활한 배수를 위해 주기적인 정비가 필요하다.

5.7.4 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.

