

6. 절토사면(STA4+140~4+455(좌))

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

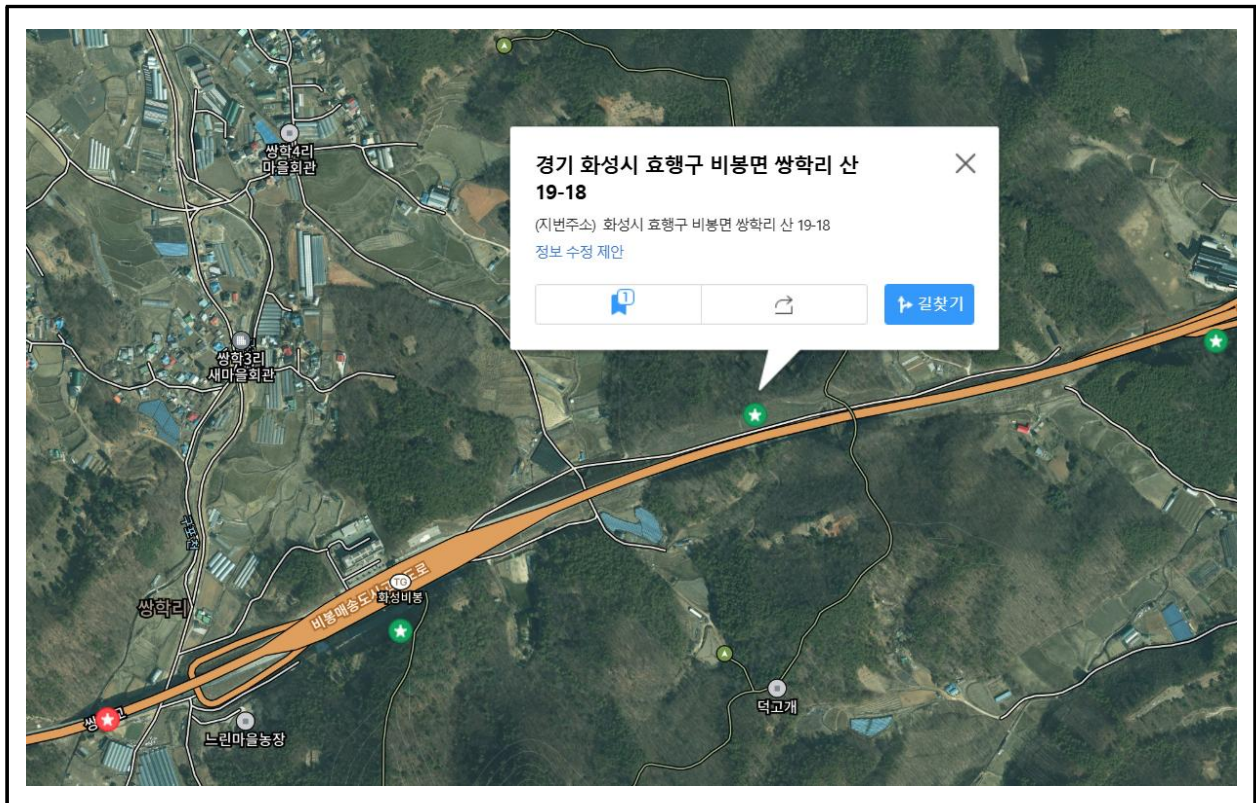
본 시설물은 경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산19-19, 비봉~매송간 도시고속도로 STA4+140 ~ 4+455 비봉방향에 위치한 절토사면으로서 총 연장 315.0m, 높이 32.6m의 2종 시설물이다. 사면내에 생태이동통로가 있으며, 통로 우측사면까지 포함하면 총연장 420m이다. FMS에 등록된 규모와는 다르지만 우측사면까지 포함하여 금회 점검을 실시하였다.

6.1.1 일반사항

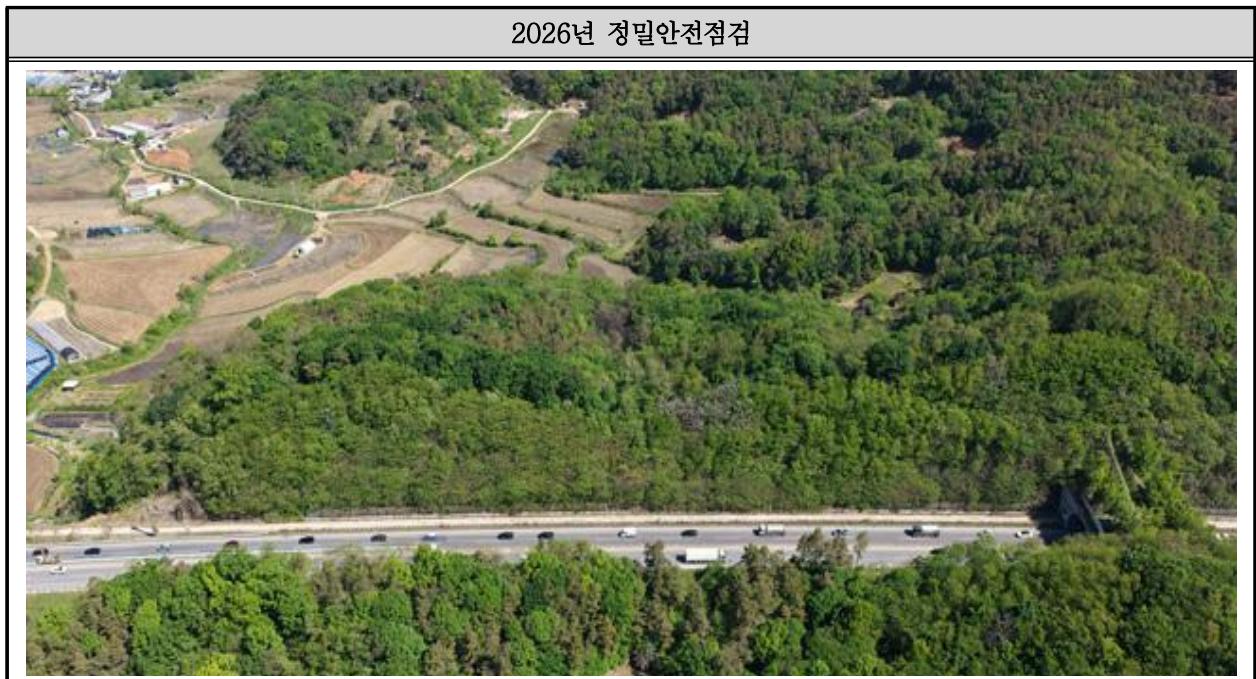
【표 6.1.1】 일반사항

시설물번호	SL2017-0000091		관리번호	-	
시설물명	절토사면(STA4+140~4+455(좌))		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역	경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산19-19			
	위치좌표	시점 : 37° 14' 06.91" 126° 54' 47.42"			
		종점 : 37° 14' 03.75" 126° 54' 31.43"			
제 원	연 장	315.0m	높 이	32.6m	
	경사/방향	42/168	노 선	비봉~매송간 도시고속도로	
관리주체	화성도시고속도로(주)		관리주체구분	민간	
주변환경	인공구조물	생태이동통로			
	주변지형	-	상부사면경사	-24~15°	
시공현황	준공년도	2017. 06. 30	시 공 자	현대엔지니어링(주)	
	부대시설	낙석방지울타리, 점검계단, 배수시설			
비 고	-				

6.1.2 위치도 및 전경사진



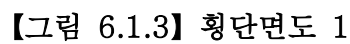
【그림 6.1.1】 위치도

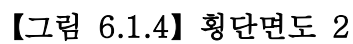


【사진 6.1.1】 전경사진

	
상부자연사면 전경	산마루측구 전경
	
소단배수로 전경	하부 도로 전경
	
낙석방지울타리 및 하부 전경	생태통로 전경

【사진 6.1.2】 사면 부재별 현황





6.2 자료수집 및 분석

본 과업을 위해 비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업 준공도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였고, 이를 검토 결과 해당 사면의 준공도면, 지표지질 및 전회 정밀안전점검 보고서, 시설물통합정보관리시스템(FMS)상 점검이력, 보수이력 등을 수록하였다.

【표 6.2.1】 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계 도서	◦ 공 통 - 준공 내역서, 공사시방서 - 각종 계산서, 설계보고서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	(FMS 보유) 비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업
	◦ 설계도면	보유	상동
시설물 관리대장	◦ 기본 현황 ◦ 상제 제원 ◦ 유지관리 이력	보유	상동
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 - 재료증명서, 품질시험기록 - 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측관련자료 ◦ 사고기록	보유	상동
기존 안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	상동
시설물 보수·보강 자료		보유	상동

수집한 자료조사 결과 설계도서 및 시공자료를 보유하고 있으며, 기존 안전점검 및 보수·보강자료 또한 FMS상에 등록하여 관리하고 있는 것으로 확인되었다.

6.2.1 지형 및 지질

가. 지형, 지질

3.1 지형

본 과업지역은 행정구역상 경기도 화성시 비봉면 양노리를 시점으로 하여 경기도 화성시 매송면 천천동을 중심으로 하는 연장 8.07km에 달하는 노선이다.

3.1.1 산 계

과업노선은 한반도 중앙을 북동방향으로 발달하는 광주신맥의 서남단에 위치하고 경기평야의 중서부로 비교적 넓은 충적평야가 발달하고 있다.

과업노선 중앙부 남쪽에 삼봉산(▲268.2m), 태행산(▲292.0m), 건달산, 서봉산을 연결하는 주 산계가 분포하고 대부분 완만한 구릉성 산지로 구성된 노년기 지형에 해당된다.

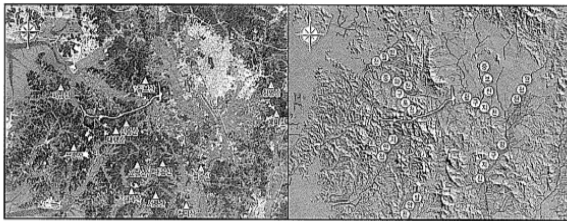
사업구간 일대의 지형은 동측의 수원분지지역, 중앙 산지지역, 서부 해안지역으로 대분된다.

3.1.2 수 계

본 조사지역 인근의 수계는 전반적으로 2차 수지상 양상(Dendritic Pattern)을 보이며 수원 분지지역은 수지상 및 준평형 수지상 수계 분포를 보인다.

서부 해안지역은 구릉성 산지 및 침식해안을 이루고 간척사업으로 갯벌지대, 염전지대를 이루고 있다.

사업구간 북측에는 서해안으로 유입되는 구포천 및 동화천이 위치하며, 노선과 교차하여 발달하고 있다.



〈 산 계 및 수 계 〉

3.2 지 질

3.2.1 지질개요

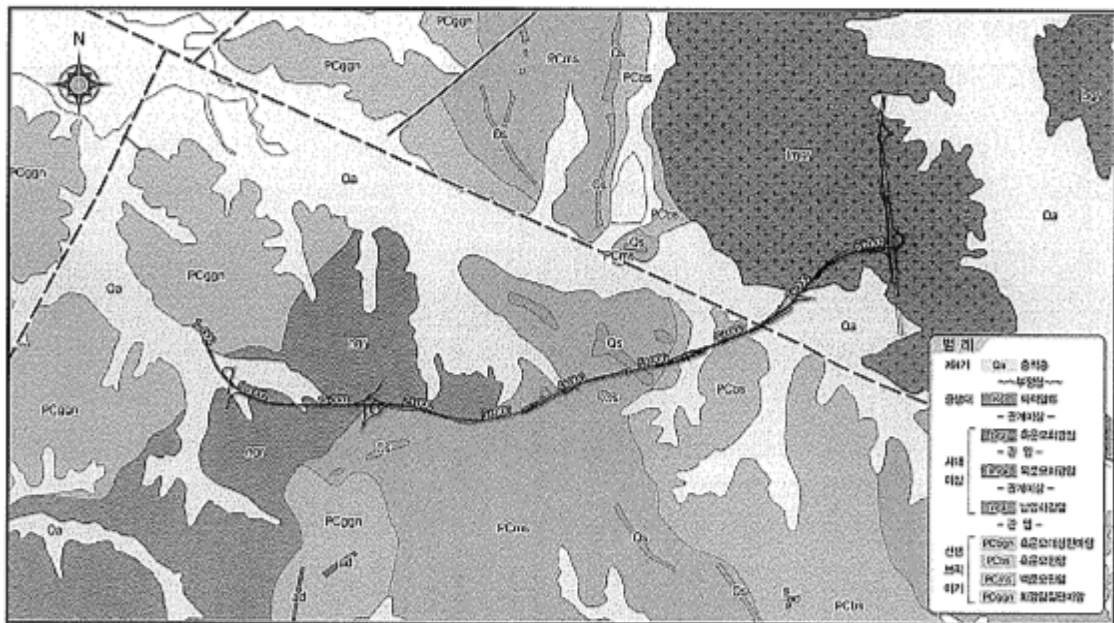
본 조사지역의 지질은 선캄브리아기의 부천계에 해당하는 퇴적기원의 변성암류, 시대미상의 화성암류, 중생대 퇴적암류와 이들 모든 지층을 관입한 백악기의 맥암류 및 제4계의 충적층으로 구성된다.

과업구간의 암종으로 선캄브리아기의 화강암질편마암, 흑운모편암, 백운모편암, 석영편암, 시대미상의 남양화강암(흑운모화강암), 북양화강암, 제4계의 충적층으로 구성되며, 시점부는 화강암질편마암 및 화강암, 중점부는 편암, 종점부에 화강암이 분포하고 있다.

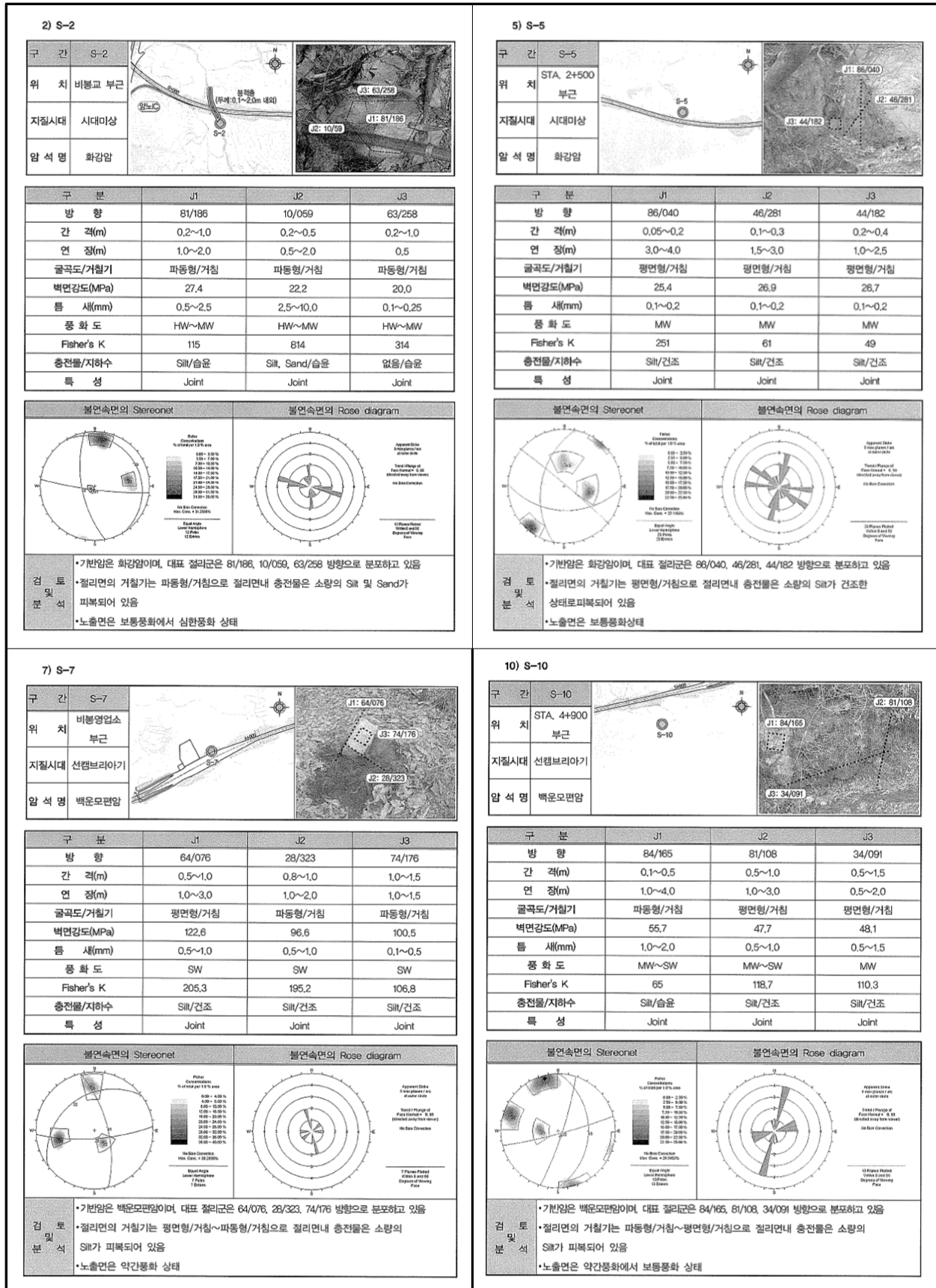
제 4 기	충적층	
	~~ 부정합 ~~	
백 악 기	맥암류	
	- 관 입 -	
중 생 대	퇴적암류	
	- 관 계 미 상 -	
	흑운모화강암	
	- 관 입 -	
백 악 기	북양화강암	
	- 관 계 미 상 -	
	남양화강암	
	- 관 입 -	
	흑운모대편마암	
선캄브리아기	흑운모편암	부천계
	백운모편암	
	화강암질편마암	

〈 과업구간 인근 지질개요도 〉

과업구간 지질도



나. 지표지질조사 결과



다. 시추조사 결과

(1) 깎기3구간(STA.0+262.01~0+706.43)

깎기3구간에 대한 시추수량은 총 2개소로 이에 대한 조사결과와 다음과 같다.

1) 시추조사 결과

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (m)	두께 (m)	구성상태	N치 (TCR/RQD)
CB-2	0+370.2 (좌 36.0m)	봉적층	0.0~0.7	0.7	실트석인 모래	-
		풍화토	0.7~7.5	6.8	실트석인 모래	10/30~42/30
		풍화암	7.5~12.0	4.5	실트석인 모래 및 암편으로 분해	50/3~50/2
		연 암	12.0~33.0	21.0	화강암	(26~100/0~44)
CB-3	0+461.8 (좌 33.2m)	풍화토	0.0~15.0	15.0	실트석인 모래	13/30~50/14
		풍화암	15.0~17.5	2.5	실트석인 모래 및 암편으로 분해	50/8~50/2
		연 암	17.5~32.0	14.5	화강암	(62~100/12~69)

2) 지층개요

■ 봉적층

본 층은 CB-2공에서 0.7m의 층후로 분포하며 실트석인 모래로 구성되어 있다. 색조는 담갈색을 띠고 함수상태는 습윤 상태이다.

■ 풍화토

본 층은 지표면하 0.0~0.7m에 분포하며 6.8~15.0m의 층후를 보인다. 실트석인 모래로 구성되어 있으며, 색조는 담갈색~황갈색을 띠고 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 10/30~50/14(회/cm) 정도로 느슨 내지 매우조밀한 상대밀도를 나타낸다.

■ 풍화암

본 층은 지표면하 7.5~15.0m의 심도에서 출현하며, 2.5~4.5m의 두께로 분포한다. 표준 관입시험의 타격시 실트석인 모래 및 암편으로 분해되는 상태이다. 표준관입시험에 의한 N치는 50/8~50/2(회/cm) 정도로 매우조밀한 상대밀도를 나타낸다. 함수상태는 습윤상태이며, 색조는 회갈색~담갈색을 띤다.

■ 연 암

기반암인 연암은 지표면하 12.0~17.5m에서 14.5~21.0m 이상의 층후로 나타나며 모암은 화

강암으로 구성되어 있고, 풍화상태는 심한풍화 내지 보통풍화, 강도는 매우약함 내지 보통강함 상태이다. 코어취수율(TCR)은 26~100%, 암질지수(RQD)는 0~69%로 나타났다.

(2) 깎기5구간(STA.1+721.85~2+222.79)

깎기5구간에 대한 시추수량은 총 2개소로 이에 대한 조사결과와 다음과 같다.

1) 시추조사 결과

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (m)	두께 (m)	구성상태	N치 (TCR/RQD)
CB-6	1+850.8 (좌 27.4m)	풍화토	0.0~6.0	6.0	실트석인 모래	26/30~50/14
		풍화암	6.0~17.5	11.5	실트석인 모래 및 암편으로 분해	50/10~50/2
		연 암	17.5~19.0	1.5	화강암	(47/0)
CB-7	2+063.0 (우 24.4m)	풍화토	0.0~7.0	7.0	실트석인 모래	47/30~50/12
		풍화암	7.0~12.0	5.0	실트석인 모래 및 암편으로 분해	50/10~50/3
		연 암	12.0~18.0	6.0	화강암	(53/4~13)

2) 지층개요

■ 풍화토

본 층은 최상부층으로 6.0~7.0m의 층후를 보인다. 실트석인 모래로 구성되어 있으며, 색조는 담갈색을 띠고 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 26/30~50/12(회/cm) 정도로 보통 조밀 내지 매우조밀한 상대밀도를 나타낸다.

■ 풍화암

본 층은 지표면하 6.0~7.0m의 심도에서 출현하며, 5.0~11.5m의 두께로 분포한다. 표준 관입시험의 타격시 실트석인 모래 및 암편으로 분해되는 상태이다. 표준관입시험에 의한 N치는 50/10~50/2(회/cm) 정도로 매우조밀한 상대밀도를 나타낸다. 함수상태는 습윤상태이며, 색조는 담갈색~암갈색을 띤다.

■ 연 암

기반암인 연암은 지표면하 12.0~17.5m에서 1.5~6.0m 이상의 층후로 나타나며 모암은 화강 암으로 구성되어 있고, 풍화상태는 심한풍화, 강도는 매우약함 내지 약함 상태이다. 코어취수율(TCR)은 47~53%, 암질지수(RQD)는 0~13%로 나타났다.

(3) 깎기8구간(STA.4+164.50~4+583.27)

깎기8구간에 대한 시추수량은 총 2개소로 이에 대한 조사결과와 다음과 같다.

1) 시추조사 결과

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (m)	두께 (m)	구성상태	N치 (TCR/RQD)
CB-13	4+267.8 (좌 27.5m)	봉적층	0.0~0.9	0.9	자갈석인 실트질 모래	-
		풍화토	0.9~3.5	2.6	암편석인 모래질 실트	30/30~50/24
			3.5~14.0	10.5	암편석인 실트질 모래	50/17~50/11
		풍화암	14.0~22.5	8.5	암편석인 실트질 모래로 분해	50/10~50/5
CB-14	4+480.0 (우 52.6m)	연 암	22.5~31.0	8.5	편마암	(95~100/0~6)
		포토층	0.0~0.5	0.5	자갈석인 모래질 실트	-
		풍화토	0.5~2.5	2.0	점토석인 모래질 실트	50/29~50/28
			2.5~7.0	4.5	암편석인 실트질 모래	50/27~50/12
		풍화암	7.0~9.6	2.6	암편석인 실트질 모래로 분해	50/10~50/6
		연 암	9.6~33.0	23.4	편마암	(100/0~33)

2) 지층개요

■ 포토층

본 층은 CB-14공에서 0.5m의 층후로 분포하며 자갈석인 모래질 실트로 구성되어 있다. 색조는 적갈색을 띠고 함수상태는 습윤 상태이다.

■ 봉적층

본 층은 CB-13공에서 0.9m의 층후로 분포하며 자갈석인 실트질 모래로 구성되어 있다. 색조는 적갈색을 띠고 함수상태는 습윤 상태이다.

■ 풍화토

본 층은 지표면하 0.5~0.9m에 분포하며 6.5~13.1m의 층후를 보인다. 점토석인 모래질 실트, 암편석인 모래질 실트 및 암편석인 실트질 모래로 구성되어 있으며, 색조는 적갈색~황갈색을 띠고 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 점성토인 경우 30/30~50/24(회/cm)으로 고결, 사질토인 경우 50/27~50/11(회/cm) 정도로 매우조밀한 상대밀도를 나타낸다.

■ 풍화암

본 층은 지표면하 7.0~14.0m의 심도에서 출현하며, 2.6~8.5m의 두께로 분포한다. 표준 관입시험의 타격시 암편석인 실트질 모래로 분해되는 상태이다. 표준관입시험에 의한 N치는 50/10~50/5(회/cm) 정도로 매우조밀한 상대밀도를 나타낸다. 함수상태는 습윤상태이며, 색조는 담갈색~황갈색을 띤다.

■ 연 암

기반암인 연암은 지표면하 9.6~22.5m에서 8.5~23.4m 이상의 층후로 나타나며 모암은 편 마암으로 구성되어 있고, 풍화상태는 심한풍화 내지 보통풍화, 강도는 매우약함 내지 보통강함 상태이다. 코어취수율(TCR)은 95~100%, 암질지수(RQD)는 0~33%로 나타났다.

(4) 깎기9구간(STA.4+933.40~5+188.21)

깎기9구간에 대한 시추수량은 총 1개소로 이에 대한 조사결과와 다음과 같다.

1) 시추조사 결과

공 번	위 치 (STA.)	지 층	심 도 (m)	두께 (m)	구성상태	N치 (TCR/RQD)
CB-15	4+876.8 (우 1.5m)	매립층	0.0~0.6	0.6	모래질 자갈	-
		풍화토	0.6~4.2	3.6	암편석인 실트질 모래	18/30~50/12
		풍화암	4.2~5.0	0.8	암편으로 회수	-
		연 암	5.0~7.2	2.2	편마암	(100/0)

2) 지층개요

■ 매립층

본 층은 0.6m의 층후로 분포하며 모래질 자갈로 구성되어 있다. 색조는 황갈색을 띠고 함수상태는 습윤 상태이다.

■ 풍화토

본 층은 지표면하 0.6m에 분포하며 3.6m의 층후를 보인다. 암편석인 실트질 모래로 구성되어 있으며, 색조는 담갈색~암갈색을 띠고 있다. 표준관입시험에 의한 N치는 18/30~50/12(회/cm) 정도로 보통조밀 내지 매우조밀한 상대밀도를 나타낸다.

라. 설계지반정수

6.5 설계지반정수 요약

(1) 쌓기재 설계지반정수

구 분	단위중량(kN/m ³)	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	비 고
흙쌓기 재료	19.0	15.0	30.0	
암버럭 쌓기	20.0	0.0	35.0	

(2) 원지반 설계지반정수

구 분	단위중량 (kN/m ³)	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)	변형계수 (MPa)	포아송비	
매립/봉적층	19.0	0.0	29.0	14	0.35	
퇴적층	점성토	17.0	24.0	0.0	7	0.40
	모 래	18.0	0.0	27.0	12	0.35
	자 갈	19.0	0.0	30.0	20	0.34
풍화토	N≤30	18.0	10.0	25.0	14	0.33
	N>30	19.0	22.0	30.0	30	0.32
풍화암	21.0	33.0	31.0	300	0.30	

(3) 기반암 설계지반정수

구 분		단위중량 (kN/m³)	점착력 (kPa)	내부마찰각 (°)	변형계수 (MPa)	포아송비
화강암	연 암	23.0	300	34.0	1,200	0.27
	경 암	26.0	800	40.0	8,000	0.22
편마암	연 암	23.0	300	33.0	1,100	0.27
	경 암	26.0	1,000	41.0	8,000	0.22

(4) 일반절리면(불연속면)의 강도정수

구 분	점착력(kPa)	내부마찰각(°)	비 고
화강암	34.0	32.0	
편마암 및 편암	39.0	35.0	

(5) 동적특성 설계지반정수

구 분		전단파속도	동적물성치			
		V_s (m/sec)	G_s (MPa)	E_s (MPa)	K_s (MPa)	ν_s
매립/봉적층		180	60	170	380	0.43
퇴적층	점성토	230	90	270	850	0.45
	사질토	340	210	610	1,340	0.42
풍화토		370	270	750	1,470	0.41
풍화암		660	890	2,460	3,470	0.38
연 암		1,040	2,320	6,290	7,280	0.36

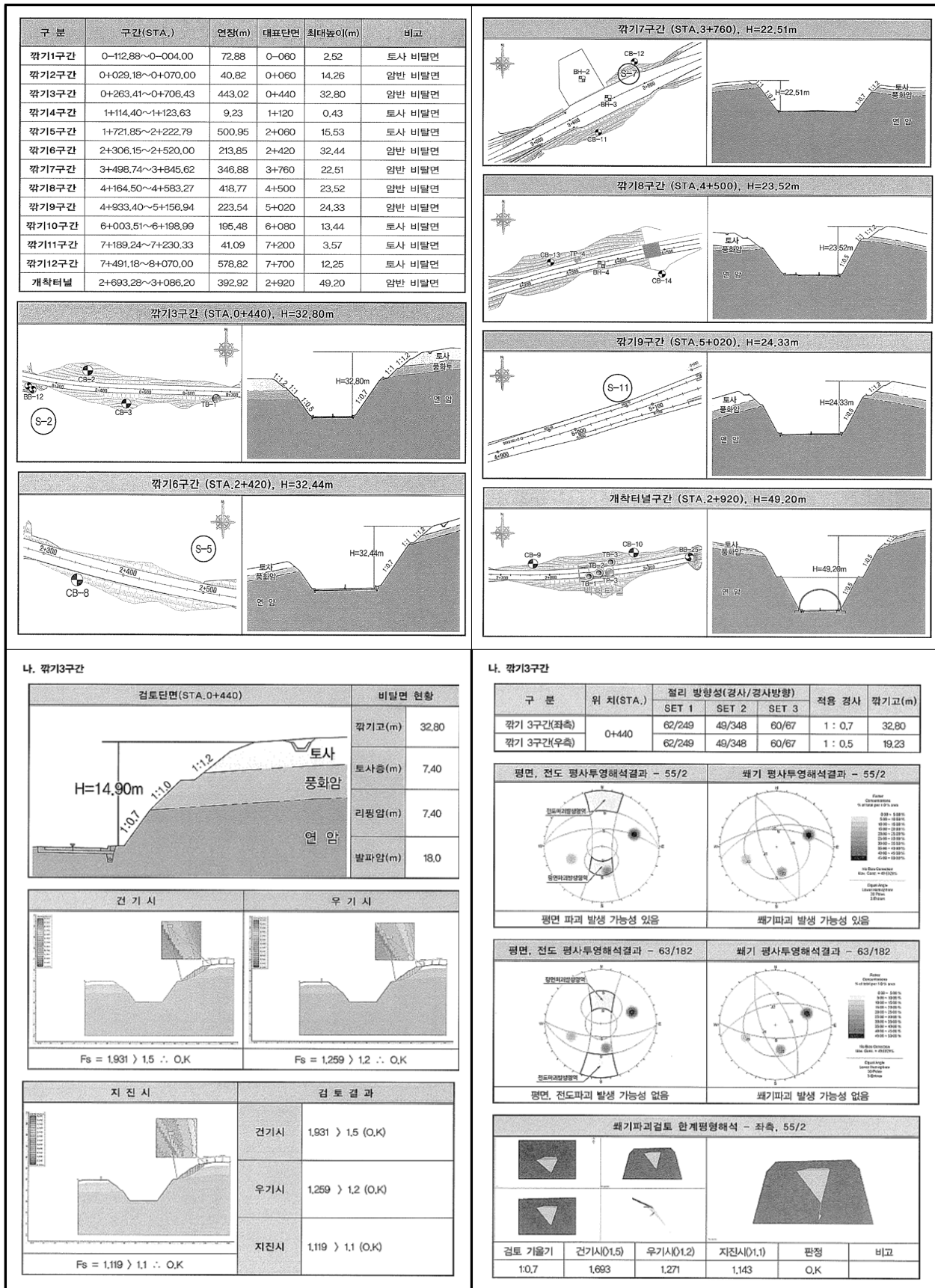
(6) 수리특성 설계지반정수

구 분	매립/봉적층	퇴적층		풍화토	풍화암	연 암	경 암
		점성토	사질토				
투수계수(cm/s)	1.8×10 ⁻³	3.9×10 ⁻³	2.5×10 ⁻³	9.9×10 ⁻⁴	2.1×10 ⁻⁴	1.3×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁶

(7) 연약지반 설계지반정수

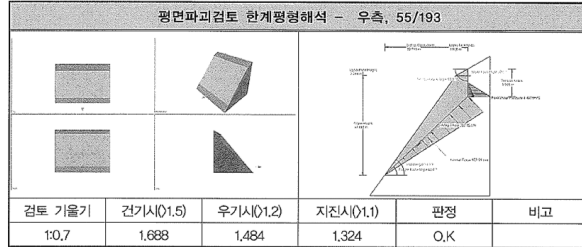
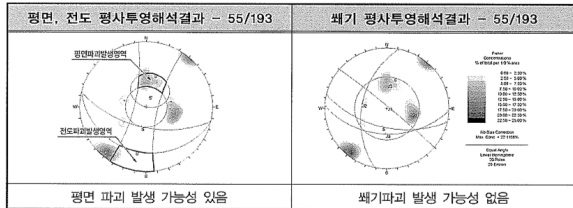
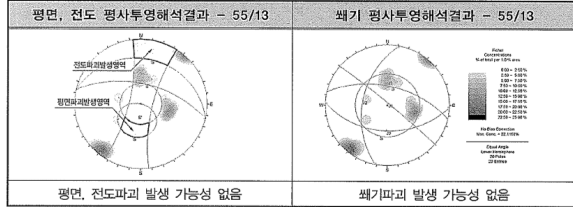
압축지수	압밀계수(cm ² /sec)	간극비	강도증가율
0.437	2.494×10 ⁻³	1.255	0.211

6.2.2 사면의 안정 검토

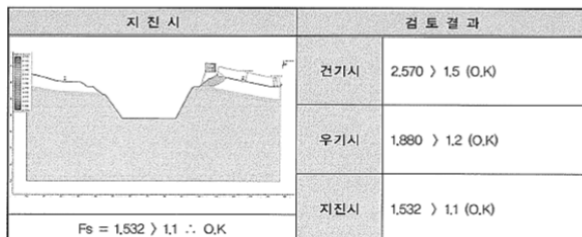
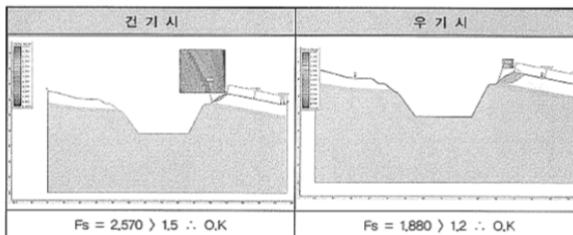
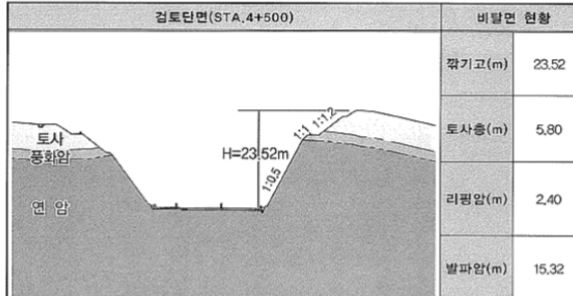


다. 깎기6구간

구 분	위 치(STA.)	절리 방향성(경사/경사방향)			적용 경사	깎이고(m)
		SET 1	SET 2	SET 3		
깎기 6구간(좌측)	2+420	86/40	46/281	44/182	1 : 0.7	7.93
깎기 6구간(우측)		86/40	46/281	44/182	1 : 0.7	32.44

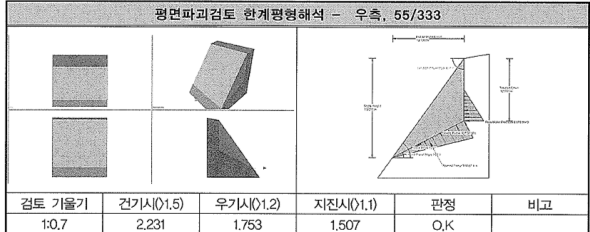
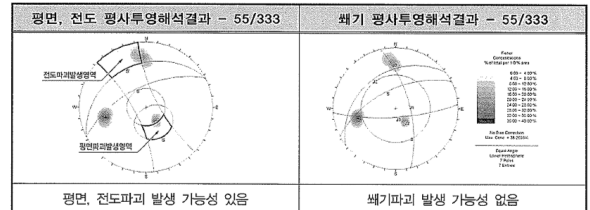
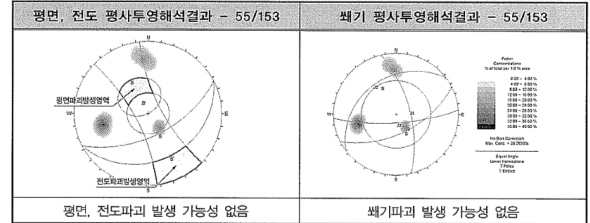


마. 깎기8구간



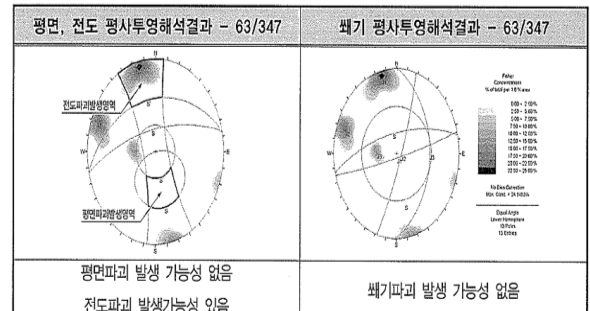
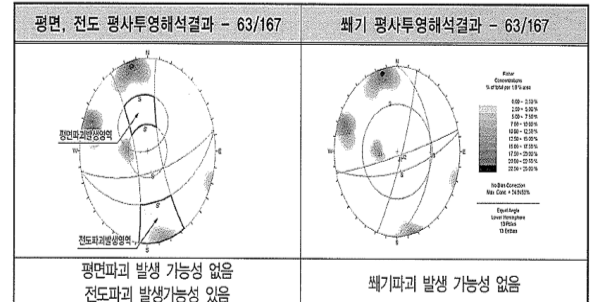
라. 깎기7구간

구 분	위 치(STA.)	절리 방향성(경사/경사방향)			적용 경사	깎이고(m)
		SET 1	SET 2	SET 3		
깎기 7구간(좌측)	3+760	64/76	28/323	74/176	1 : 0.7	22.51
깎기 7구간(우측)		64/76	28/323	74/176	1 : 0.7	19.61



마. 깎기8구간

구 분	위 치(STA.)	절리 방향성(경사/경사방향)			적용 경사	깎이고(m)
		SET 1	SET 2	SET 3		
깎기 8구간(좌측)	4+500	84/165	81/108	34/91	1 : 0.5	23.09
깎기 8구간(우측)		84/165	81/108	34/91	1 : 0.5	23.52



바. 깎기9구간

구 분	위 치(STA.)	절리 방향성(경사/경사방향)			적용 경사	깎기고(m)
		SET 1	SET 2	SET 3		
깎기 9구간(좌측)	5+020	84/165	81/108	34/91	1 : 0.5	19.40
깎기 9구간(우측)		79/257	66/161	12/340	1 : 0.5	24.33

평면, 전도 평사투영해석결과 - 63/167



평면파괴 발생 가능성 없음
전도파괴 발생 가능성 있음

썰기 평사투영해석결과 - 63/167



썰기파괴 발생 가능성 없음

평면, 전도 평사투영해석결과 - 63/347



전도파괴 발생 가능성 있음

썰기 평사투영해석결과 - 63/347



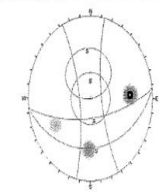
썰기파괴 발생 가능성 없음

암반비탈면의 평면 및 썰기파괴 검토 결과 깎기 3, 6, 7, 8, 9구간 모두 안정한 것으로 검토되었다.

가. 개략터널 암반 비탈면 안정성 검토

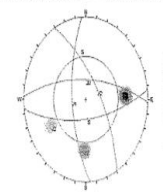
구 분	위 치(STA.)	절리 방향성(경사/경사방향)			적용 경사	깎기고(m)
		SET 1	SET 2	SET 3		
좌측 비탈면	2+920	65/266	63/2	65/60	1 : 0.5	44.44
우측 비탈면		65/266	63/2	65/60	1 : 0.5	49.20

평면, 전도 평사투영해석결과 - 63/173



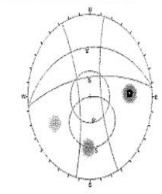
평면파괴 발생 가능성 없음
전도파괴 발생 가능성 있음

썰기 평사투영해석결과 - 63/173



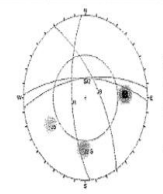
썰기파괴 발생 가능성 없음

평면, 전도 평사투영해석결과 - 63/353



국부적 평면파괴 발생 가능성 거의 없음

썰기 평사투영해석결과 - 63/353



썰기파괴 발생 가능성 없음

암반비탈면의 평면 및 썰기파괴 검토 결과 개략터널구간 비탈면에 대하여 안정한 것으로 검토되었다.

6.2.3 시설물 점검이력

대상시설물은 2종 시설물로서 준공이후 시설물안전법에 따라 정기 및 정밀안전점검을 적정하게 실시해 왔으며, 기 점검 이력사항은 다음과 같다.

【표 6.2.2】 점검이력사항

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술 사회	2,845	상태양호
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	-
2	정기안전점검 (하반기)	(사)한국건설안전기술 사회	1,150	대체로 양호하였으나, 향후 우기시에 대비하여 사면 유실 방지를 위한 식생관리 등이 필요함.
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	-
3	정기안전점검 (상반기)	(사)한국건설안전기술 사회	1,150	전반적으로 양호함.
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	-
4	정기안전점검 (하반기)	자체수행	1,004	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	-
5	정기안전점검 (상반기)	자체수행	1,004	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	-
6	정기안전점검 (하반기)	자체수행	1,004	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	-

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
7	정밀안전점검	(주)케이에스알 큰사람	2,695	- 사면 하부 : 녹생토 유실(2구간) - 이격거리내 시설 : L형측구 균열(cw=0.3mm미만) (1구간) (2구간), L형측구 균열(cw=0.3mm이상) (1구간) (2구간). - 기타시설 상태양호
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-
8	정기안전점검 (하반기)	자체수행	1,004	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	-
9	정기안전점검 (상반기)	자체수행	-	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	-
10	정기안전점검 (하반기)	자체수행	-	- 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	-
11	정밀안전점검	(주)케이에스알 큰사람	2,552	-외관조사결과, 사면하부에서 녹생토 유실이 점검자의 편차로 인하여 손상이 삭제되었고, 이격거리내시설 L형측구 균열이 보수 된 것으로 조사되었다. -외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 『B(0.289)』 등급으로 평가되었다. -따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로써 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인 들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	-없음

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
12	정기안전점검 (하반기)	자체수행	-	- 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	-없음
13	정기안전점검 (상반기)	(주)이도	2,200	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 식생불량, 배수로 재균열의 손상이 조사되었다. 토사 상태가 건조하며, 일부구간의 식생이 불량하여, 적절한 보강으로 향후 지속적인 관찰로 추가 표층 유실이 추가적으로 이루어지지 않도록 조치할 필요가 있다. 다른 손상은 대부분 경미한 상태로 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단되며 향후 손상의 진전 여부를 지속적인 주의관찰을 통해 유지관리를 실시한다면 공용상 문제는 없을 것으로 판단된다. 금회 정기안전점검 결과, 구조적인 중대결함은 발생하지 않았으나, 조사된 결함에 대해서는 손상규모에 따라 적절히 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 효율적이고 체계적인 시설물의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	-없음
14	정기안전점검 (하반기)	(주)이도	2,200	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 식생불량, 배수로 낙엽퇴적/이물질퇴적의 손상이 조사됨. 토사 상태가 건조하며, 일부구간의 식생이 불량하여, 적절한 보강으로 향후 지속적인 관찰로 추가 표층 유실이 추가적으로 이루어지지 않도록 조치할 필요함. 향후 손상의 진전 여부를 지속적인 주의관찰을 통해 유지관리를 실시한다면 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨.
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 지속관찰
15	정밀안전점검	(주)케이에스 알큰사람	2,332	- 배수처리시설 낙엽퇴적
	2024-04-15 2024-06-10	신달양	B등급	청소

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
16	정기안전점검	(주)이도	4,400	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 식생불량, 배수로 낙엽퇴적/이물질 퇴적의 손상이 조사되었다. 토사 상태가 건조하며, 일부구간의 식생이 불량하여, 적절한 보강으로 향후 지속적인 관찰로 추가 표층 유실이 추가적으로 이루어지지 않도록 조치할 필요가 있다. 다른 손상은 대부분 경미한 상태로 구조물의 내구성에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단되며 향후 손상의 진전 여부를 지속적인 주의관찰을 통해 유지관리를 실시한다면 공용상 문제는 없을 것으로 판단된다. 금회 정기안전점검 결과, 구조적인 중대결함은 발생하지 않았으나, 조사된 결함에 대해서는 손상규모에 따라 적절히 보수를 실시하고, 지속적인 점검을 통한 효율적이고 체계적인 시설물의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.
	2024-12-01~ 2024-12-31	양영탁	양호	청소
17	정기안전점검	(주)다산기술안전	619	- 사면 : 상태양호 - 사면하부 : 식생 발아 불량 - 보호시설 : 상태양호 - 보강시설 : 상태양호 - 배수처리시설 : 소단배수로 이물질(낙엽) 퇴적 - 기타 : 이격거리내시설 상태양호
	2025-05-19~ 2025-06-30	김진하	양호	- 청소 등
18	정기안전점검	(주)다산기술안전	659	- 상부자연사면 : 상태양호 - 사면 : 상태양호 - 사면하부 : 상태양호 - 보호시설 : 상태양호 - 보강시설 : 해당없음. - 배수처리시설 : 소단배수로 균열 및 이물질(낙엽) 퇴적 - 이격거리 내 시설 : L형측구 균열 - 추락방지시설 : 상태양호 - 도로포장 : 상태양호
	2025-11-12~ 2025-12-31	김문철	양호	- 주입보수, 소단배수로 청소 등

6.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2024년 06월, (주)KSR큰사람)

가. 현장조사 및 시험결과

1) 외관조사 결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부자연사면	상태양호	—
사면	상태양호	—
사면하부	상태양호	—
보호시설	상태양호	—
보강시설	상태양호	—
배수처리시설	산마루측구, 소단배수로 낙엽퇴적	청소
이격거리내 시설	상태양호	—
공중이 이용하는 부위	상태양호	—

2) 현장시험 결과

시험위치	단위	토양경도 값	판정 결과
1구간	kg/cm ²	3.20	모래질 실트/조밀
2구간	kg/cm ²	5.20	모래질 실트/조밀

나. 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		절토사면(STA4+140~4+455(좌))		표 번 호	【표 6.4.10】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.289	B	근거표번호	【표 6.4.4】
	2구간	0.263	B		【표 6.4.8】
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.289	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

다. 보수·보강 방안

구분	손상내용	보수방안	손상물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	－	－	－	－	－	－
사면부	상태양호	－	－	－	－	－	－
사면하부	상태양호	－	－	－	－	－	－
부대시설	상태양호	－	－	－	－	－	－
배수시설	낙엽퇴적	청소	22.00	m ²	110	2,420	3
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위	
	순공사비	0		0		2,420	
	재경비 (순공사비의 50%)	0		0		1,210	
	합계	0		0		3,630	
개략공사비 총계(천원)		3,630					

라. 종합결론

- 본 과업 대상 절토사면은 2017년에 준공되어 약 7 년간 공용되고 있고, 비봉매송 도시고속도로 이정 STA.4+140~4+455 비봉방향 우측에 위치하고 있는 총 연장 315m, 최고 높이 32.6m의 2종 시설물이다. 외관조사결과, 배수처리시설에서 낙엽퇴적이 조사되었다. 손상은 미미한 것으로 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.
- 조사된 손상은 외부환경에 노출되어 퇴적이 지속되 배수기능에 문제가 될수있으므로 지속적인 유지관리가 필요하다.
- 사면의 경사 측정결과, 경사는 1구간 약 1:0.6~1:1.2, 2구간 약 1:0.7~1:1.2로 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
- 집수지형은 1구간 시점부 1개소와 2구간 종점부 1개소가 확인되었다. 토층심도는 준공도면 및 현장 육안조사를 통해 조사한 결과 1구간 20.0m, 2구간 24.3m로 확인되었다.
- 외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 기존 『B(0.289)』 등급에서 『B(0.289)』 등급으로 등급 및 결함도 지수가 동일한 것으로 확인되었다. 금회 정밀안전점검에서 배수시설에서 손상이 발견되었지만, 손상은 미미하여 상태평가 반영이 안되 동일한 등급 및 결함도 지수로 평가하였다.
- 따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인 등의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

6.2.5 시설물 보수 이력

2017년 06월에 준공되어 현재 FMS(시설물정보종합관리시스템)에 보수·보강실적은 없는 것으로 확인되었고, 경미한 손상은 일상보수를 실시하고 있는 것으로 확인되었다.

【표 6.2.3】 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	—	—	—	—	—
	—		—	—	—

6.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용 된 것으로 확인되었다.

【표 6.2.4】 내진설계 여부 확인

적용유무

내진설계

적용

시설물번호	관리번호	(*)시설물명		(*)시설물분류				SOC 성능평가대상
SL2017-000091		절토사면(STA4+140~4+55(좌))		2층	절토사면	도로사면		아니오
(*)주소		노선	관리주체	관리주체구분	공공/민간	소유자		소유자구분
경기도 화성시 비봉면 생학리 산19-19		시도(비봉-매송간 도시고속도로)	화성도시고속도로(주)	민간	민간	화성시		
사업계획승인일	(*)준공(사용승인)일		하차담보책임만료일		상세제원	관리주체의 설계도서 보존	설계도서사본 관리원제출	
	2017년 06월 30일		2019년 06월 29일		유	대상-보존	대상-제출	
설계기간	설계자		공사기간		시공자		시공비	
2010년 2013년 11월 27일	(주)동명기술공단종합건축사사무소		2014년 03월 31일 2017년 06월 30일		현대엔지니어링(주), 두산중공업(주)		329백만원	
감리기간	감리자 (책임감리원)		공사발주자		공사명		공사감독 관리관	
2014년 03월 31일 2017년 06월 30일	박건		화성도시고속도로(주)		비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업		화성시	
중대재해처벌법대 상유무	내진설계대상유무	내진설계적용유무	내진설계적용기준	내진성능평가 실시유무	내진보강유무		환기구덮개유무	
대상	불명	적용		불명	불명			
감리비대상 사유		영2조대상		시설물관리 근거법령		1/2층 시설물 편입일		
대상		아니오		시설물의안전및유지관리예관한특방법		2017년 06월 30일		

비탈면
안전성
검토결과

검토단면		평사투영해석 평면파괴 발생가능성	평면파괴 한계평형해석			판 정	비 고
			건기시 (Fs=1.5)	우기시 (Fs=1.2)	지진시 (Fs=1.1)		
썩기 2구간	좌측	없음	—	—	—	O.K	
	우측	없음	—	—	—		
썩기 3구간	좌측	높음	3,666	3,503	3,222	O.K	
	우측	없음	—	—	—		
썩기 6구간	좌측	없음	—	—	—	O.K	
	우측	있음	1,688	1,484	1,324		
썩기 7구간	좌측	없음	—	—	—	O.K	
	우측	있음	2,231	1,753	1,507		
썩기 8구간	좌측	없음	—	—	—	O.K	
	우측	없음	—	—	—		

6.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

6.2.8 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 6.2.5】수집자료 검토결과 및 점검방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도서 - 지반조사보고서 - 준공도면 - 실시설계보고서	◇ 구조계산서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 주요 설계변경 내용 및 시공시 문제점이 없는 것으로 파악됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행
유 지 관 리 자 료	◇ 안전점검 보고서	◇ 2024년 정밀안전점검 보고서를 토대로 검토하였음	◇ 전회 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 구조물의 제원변경확인 및 추가손상 발생에 대한 안정성 확보여부 확인
	◇ 보수·보강 이력 - 시설물정보관리종합시스템 보수 및 점검이력	◇ 일상보수가 시행된 것으로 확인됨	◇ 보수부 상태 확인

6.3 현장조사

6.3.1 현황 및 특성

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

가. 일반현황 조사결과

【표 6.3.1】일반현황 조사결과

조사일자	2026년 5월 6일	조 사 자	이상훈
일 기	맑음	준공년도	2017년 06월 30일
행정구역	경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산19-19		
위 치	시점 : 37° 14′ 06.91″ 126° 54′ 47.42″		
	종점 : 37° 14′ 03.75″ 126° 54′ 31.43″		
도 로	거 리 표 : STA4+140~4+455		
	차 선 : 왕복 4차선		도 로 폭 : 17.0m
	교 통 량 : - 대/일		
절토사면	길 이 : 315.0m		높 이 : 32.6m
	경 사/경사방향 : 42/168		
	도로와의 이격거리 : 평균 9.0m		
	구성물질 : 토사		토층심도 : 24.3m
	소 단 : 4소단		
낙석/튼돌	낙석 존재유무 : 무		낙석의 양 : -
	낙석 평균크기 : -		
	낙석 최대크기 : -		
	튼돌 존재유무 : 무		튼돌의 양 : -
깎기비탈면 시공현황	튼돌 평균크기 : -		
	종 류	위 치	상 태
	낙석방지망	-	양호
	낙석방지울타리	STA4+220~4+320 STA4+390~4+455 STA4+488~4+550	양호
	소단배수로	STA4+210~4+270 STA4+390~4+510	양호
	산마루측구	STA4+140~4+210	양호
	점검로	STA4+320	양호
생태이동통로	STA4+455~4+488	양호	
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
	-	-	-
기 타	-		

나. 사면특성 조사결과

【표 6.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토사면의 특성	중 형 단 면	직선형 철형(볼록) 요형(오목) 복합형		종 단 면 특 성	직선형 요철형 오목형 하이탈형 돌출형 볼록형	
상부 자연비탈면	경 사 도		-24~15°			
	인장균열		무			
	포행흔적		무			
	수목의 기울어짐		무			
	인공구조물		생태이동통로			
	산마루측구		유			
	계곡부		1개소			
지질	지질각론	본 구간의 지질은 선캠브리아기의 부천계에 해당하는 퇴적기원의 변성암류, 시대미상의 화성암류, 중생대 퇴적암류와 이들 모든 지층을 관입한 백악기의 맥암류 및 제4계의 충적층 등으로 구성되어 있다. 본 절토사면의 암질은 선캠브리아기의 백운모편암으로 조사되었으며, 본 지층과 대표암상은 백운모편암으로 되어있다. 노출면은 보통풍화에서 심한풍화 상태 절리군J1:47/191, J2:87/285, J3:52/265 간격0.1~0.2m, 연장1.0~3.0m				
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. 사면 구간분할 결과

사면의 구간분할 기준

- 1) 사면의 구성재료(토사, 연약암반, 파쇄암반, 절리암반)가 수평적으로 변화할 경우
- 2) 사면의 경사방향이 40° 이상 변화할 경우
- 3) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

현장조사, 재료시험 및 상태평가는 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2026. 01, 국토안전관리원), 지형특성, 절토사면 시공현황 등을 종합적으로 고려하여 다음 표와 같이 구간분할을 하여 조사 및 시험, 평가를 실시하였다.

사면분류를 실시한 결과는 상태평가의 지반특성에 따른 사면분류 편에 작성하였다.

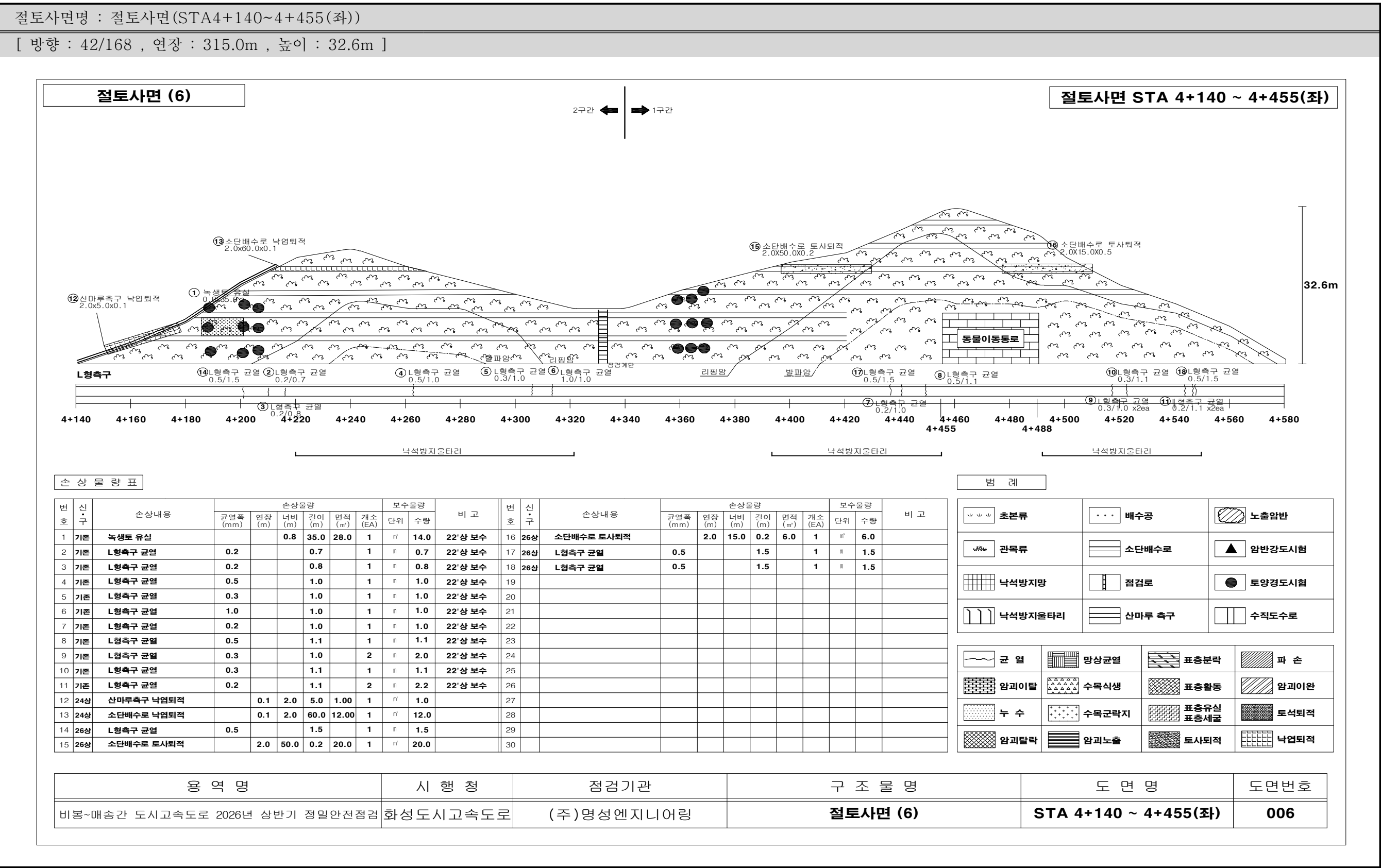
【표 6.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	경사	토층심도	구성물질
1구간	4+340~4+580	240.0	32.6	1:1.18	20.0m	토사
2구간	4+140~4+340	200.0	24.3	1:1.38	24.3m	토사

※ 1구간의 생태이동통로까지 FMS에 등록된 사면의 연장이나, 생태이동통로 우측사면까지 1구간에 포함하여 점검을 실시하였고, 이로 인해 2개로 구분하여 구간을 분할하였음.



6.3.2 외관조사 결과 현황도(Face Map)



6.3.3 구간별 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 관리이정 STA4+340~4+580 구간으로 연장 240.0m, 높이 32.6m, 경사 1:1.18, 경사방향 168°, 토층심도 20.0m인 토사사면으로 사면전반에 걸쳐 녹생공, 낙석방지망, 낙석방지울타리, 생태이동통로 등이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 -19.0~8.0°의 하향, 상향경사를 가지고 있으며, 점검시 인장균열, 표층유실, 수목의 기울어짐, 지표수의 사면영향여부 등을 중점으로 점검하였다.
- 점검결과, 사면의 안전성에 영향을 초래할 만한 손상(인장균열, 지반변형 등)은 없는 양호한 상태로 조사되었다.

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 식생공이 시공되어 있으며, 점검시 단차, 배부름, 세굴, 표층유실, 지하수 유출 등을 중점으로 점검하였다.
- 점검결과, 사면의 안전성에 영향을 초래할 만한 손상(표층유실, 세굴, 지하수 유출 등)은 없는 양호한 상태로 조사되었다.

3) 사면하부

- 사면하부 점검시 지하수 유출, 사면하부의 암노출부 상태 등을 중점으로 점검하였다.
- 점검결과, 사면의 안전성에 영향을 초래할 만한 손상(변형, 지하수 유출 등)은 없는 양호한 상태로 조사되었다.

4) 보호·보강시설

- 보호·보강시설로 낙석방지울타리, 낙석방지망이 시공되어있으며, 점검시, 보호·보강시설물의 상태변화에 중점을 두고 점검하였다.
- 점검결과, 보호·보강시설은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

5) 배수처리시설

- 배수처리시설은 지표수의 원활한 처리를 위해 충분한 용량 확보 및 기능발휘에 문제가 없는 상태여야 한다. 점검시, 배수시설 설치 유무, 배수기능 상태확인 등을 중점으로 점검하였다.
- 점검결과, 배수처리시설로 소단배수로가 설치되어 있으며, 정밀조사로 토사퇴적($2.0 \times 50.0 \times 0.2$, $2.0 \times 15.0 \times 0.5$)이 조사되었다.
- 상기 손상부는 우수로 인한 추가손상 방지를 위해 청소를 실시하는 유지관리가 바람직하다.

6) 이격거리내 시설

- 이격거리내 시설로 낙석방지울타리, L형측구가 설치되어있으며, 도로와의 이격거리는 약 9.0m 정도의 거리를 유지하고 있다. 점검시, 변형 및 파손, 기능상실 여부 등을 중점으로 점검하였다.
- 점검결과, 정밀조사로 L형측구 일부에서 콘크리트 균열이 확인되었다.
- 조사된 L형측구 콘크리트 균열은 시공당시 건조수축 및 온도변화, 지속적인 외기노출(지표수) 등의 원인으로 발생한 것으로 판단되며, 주의관찰을 실시하고 손상의 진전 및 추가발생시 내구성 확보를 위해 균열보수를 실시하는 유지관리가 바람직하다.

6) 공중이 이용하는 부위(추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개)

- 공중이 이용하는 부위로 도로포장이 있으며, 추락방지시설, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개는 관찰되지 않았다.
- 점검결과, 사면하부의 도로포장은 손상이 확인되지 않은 양호한 상태이다.

【표 6.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	지속관찰	
보호·보강시설	상태양호	—	—	—	지속관찰	
배수처리시설	소단배수로 토사퇴적	m³	26.00	2	청소	
이격거리내 시설	L형측구 균열	m	3.00	2	주의관찰 후 조치	
공중이 이용하는 부위	상태양호	—	—	—	지속관찰	

			
현 황	1구간 상부자연사면 상태양호	현 황	1구간 1단 사면 상태양호
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-
			
현 황	1구간 2단 사면 상태양호	현 황	1구간 5단 사면 상태양호
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-
			
현 황	1구간 낙석방지울타리 상태양호	현 황	1구간 소단배수로 전경
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-

【사진 6.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	1구간 STA4+380~420 소단배수로 토사퇴적	현 황	1구간 STA4+480~510 소단배수로 토사퇴적
원 인	우수에 의한 사면부 토사퇴적	원 인	우수에 의한 사면부 토사퇴적
대 책	청소	대 책	청소
			
현 황	1구간 STA4+435 L형측구 균열(0.5/1.5)	현 황	1구간 STA4+550 L형측구 균열(0.5/1.5)
원 인	건조수축, 온도변화, 외기접촉 등	원 인	건조수축, 온도변화, 외기접촉 등
대 책	주의관찰 후 균열보수	대 책	주의관찰 후 균열보수
			
현 황	1구간 생태이동통로 상부 휨스 양호	현 황	1구간 생태이동통로 암거 양호
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-

【사진 6.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

나. 2구간

2구간은 관리이정 STA4+140~4+340 구간으로 연장 200.0m, 높이 24.3m, 경사 1:1.38, 경사방향 168°, 토층심도 24.3m인 토사사면으로 사면전반에 걸쳐 녹생공, 배수시설, 낙석방지망, 낙석방지울타리, 점검시설 등이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 -24.0~15.0°의 하향, 상향경사를 가지고 있으며, 점검시 인장균열, 표층유실, 수목의 기울어짐, 지표수의 사면영향여부 등을 중점으로 점검하였다.
- 점검결과, 사면의 안전성에 영향을 초래할 만한 손상(인장균열, 지반변형 등)은 없는 양호한 상태로 조사되었다.

2) 사면

- 사면전반에 걸쳐 식생공이 시공되어 있으며, 점검시 단차, 배부름, 세굴, 표층유실, 지하수 유출 등을 중점으로 점검하였다.
- 점검결과, 사면의 안전성에 영향을 초래할 만한 손상(표층유실, 세굴, 지하수 유출 등)은 없는 양호한 상태로 조사되었다.

3) 사면하부

- 사면하부 점검시 지하수 유출, 사면하부의 암노출부 상태 등을 중점으로 점검하였다.
- 점검결과, 사면의 안전성에 영향을 초래할 만한 손상(변형, 지하수 유출 등)은 없는 양호한 상태로 조사되었다.

4) 보호·보강시설

- 보호·보강시설로 낙석방지울타리, 낙석방지망, 점검계단이 시공되어있으며, 점검시, 보호·보강시설물의 상태변화에 중점을 두고 점검하였다.
- 점검결과, 보호·보강시설은 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

5) 배수처리시설

- 배수처리시설은 지표수의 원활한 처리를 위해 충분한 용량 확보 및 기능발휘에 문제가 없는 상태여야 한다. 점검시, 배수시설 설치 유무, 배수기능 상태확인 등을 중점으로 점검하였다.
- 점검결과, 배수처리시설로 소단배수로 및 산마루측구가 설치되어 있으며, 기존 손상인 낙엽퇴적이 확인되었으나, 배수기능에는 문제가 없는 상태이다.
- 상기 손상부는 우수로 인한 추가손상 방지를 위해 청소를 실시하는 유지관리가 바람직하다.

6) 이격거리내 시설

- 이격거리내 시설로 낙석방지울타리, L형측구가 설치되어있으며, 도로와의 이격거리는 약 9.0m 정도의 거리를 유지하고 있다. 점검시, 변형 및 파손, 기능상실 여부 등을 중점으로 점검하였다.
- 점검결과, 정밀조사로 L형측구 일부에서 콘크리트 균열이 확인되었다.
- 조사된 L형측구 콘크리트 균열은 시공당시 건조수축 및 온도변화, 지속적인 외기노출(지표수) 등의 원인으로 발생한 것으로 판단되며, 주의관찰을 실시하고 손상의 진전 및 추가발생시 내구성 확보를 위해 균열보수를 실시하는 유지관리가 바람직하다.

6) 공중이 이용하는 부위(추락방지시설, 도로포장, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개)

- 공중이 이용하는 부위로 도로포장이 있으며, 추락방지시설, 도로부 신축이음부, 환기구 등의 덮개는 관찰되지 않았다.
- 점검결과, 사면하부의 도로포장은 손상이 확인되지 않은 양호한 상태이다.

【표 6.3.5】 2구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	지속관찰	
보호·보강시설	상태양호	—	—	—	지속관찰	
배수처리시설	소단배수로 낙엽퇴적	m³	1.00	1	주입보수	
	산마루측구 낙엽퇴적	m³	12.00	1	주입보수	
이격거리내 시설	L형측구 균열	m	1.50	1	주의관찰 후 조치	
공중이 이용하는 부위	상태양호	—	—	—	지속관찰	

			
현 황	2구간 상부자연사면 상태양호	현 황	2구간 1단 사면 상태양호
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-
			
현 황	2구간 3단 사면 상태양호	현 황	2구간 5단 사면 상태양호
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-
			
현 황	2구간 낙석방지울타리 상태양호	현 황	2구간 점검계단 상태양호
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-

【사진 6.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	2구간 STA4+210~270 소단배수로 낙엽퇴적	현 황	2구간 STA4+150~180 산마루측구 낙엽퇴적
원 인	우수에 의한 사면부 퇴적	원 인	우수 및 식생
대 책	청소	대 책	청소
			
현 황	2구간 STA4+200 L형측구 균열(0.5/1.5)	현 황	2구간 산마루측구 전경
원 인	건조수축, 온도변화, 외기접촉 등	원 인	-
대 책	주의관찰 후 균열보수	대 책	-
			
현 황	2구간 하부 도로포장 전경	현 황	2구간 종점부 전경
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-

【사진 6.3.2】 2구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

6.3.4 현장조사 결과 요약

가. 외관조사 결과요약

【표 6.3.6】 외관조사 결과요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	상태양호	—
사면하부	상태양호	—
보호·보강시설	상태양호	—
배수처리시설	소단배수로 토사퇴적 산마루측구 낙엽퇴적	청소 청소
이격거리내 시설	L형측구 균열	주의관찰 후 균열보수
공중이 이용하는 부위	상태양호	—
외관조사 결과요약	사면 전반에 걸쳐 보호공으로 녹생공, 능형망, 낙석방지울타리, 배수시설로 소단배수로, 산마루측구가 설치되어 있다. 사면상단 및 하단에 초본 및 관목일부가 서식하고 있는 상태이며, 사면에 시공된 녹생공은 현재 식생활착이 양호한 상태이나, 공용중 강우 및 집중호우 등으로 유실될 가능성이 있으므로 지속적인 주의관찰이 요망된다. 배수처리시설은 기능발휘에 문제가 없는 상태이나, 토사퇴적 및 낙엽퇴적은 청소를 실시하여 하절기 집중강우시 원활한 배수기능 확보를 위한 유지관리가 필요하다. L형측구에 균열이 일부 확인되었으나, 시설물에 미치는 영향은 미미한 상태로 주의관찰을 실시하고 추후 균열보수를 실시하는 유지관리가 바람직하다. 공중이 이용하는 부위는 파손, 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

【표 6.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면하부	상태양호	—	—	—	지속관찰	
보호·보강시설	상태양호	—	—	—	지속관찰	
배수처리시설	소단배수로 낙엽퇴적	m³	27.00	3	청소	
	산마루측구 낙엽퇴적	m³	12.00	1	청소	
이격거리내 시설	L형측구 균열	m	4.50	3	주의관찰 후 조치	
공중이 이용하는 부위	상태양호	—	—	—	지속관찰	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2024년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 금회 정밀조사로 소단배수로 토사퇴적, L형측구 균열이 추가 조사되었고, 그로 인해 손상물량은 증가한 것으로 확인되었다.

【표 6.3.8】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2024년)		금회(2026년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	
보호·보강시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	
배수처리시설	소단배수로 토사퇴적	m³	1.00	1	27.00	3	▲26.00	
	산마루측구 낙엽퇴적	m³	12.00	1	12.00	1	—	
이격거리내 시설	L형측구 균열	m	—	—	4.50	3	▲4.50	
공중이 이용하는 부위	상태양호	—	—	—	—	—	—	

6.4 재료시험

6.4.1 재료시험 기준 및 수량

『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침, 절토사면, 2026.01, 국토안전관리원』의 기준에 따라 사면분류 및 구간분할, 재료시험을 실시하였다.

현장시험을 실시한 위치는 외관조사망도에 수록하여 이후 점검시 비교할 수 있도록 하였다.

가. 시험항목 및 수량

【표 6.4.1】 시험항목 및 수량

시험항목		기준수량		금회 실시수량	
토양경도시험		3개소		1구간 : 3개소	
				2구간 : 3개소	

항목	지반종류	등급	분류	토양경도	
				(kg/cm ²)	(mm)
지반상태 (토사)	모래	a	매우조밀	$16.7 \leq X$	$26.0 \leq X$
		b	조밀	$10.5 \leq X < 16.7$	$23.3 \leq X < 26.0$
		c	보통	$6.7 \leq X < 10.5$	$20.4 \leq X < 23.3$
		d	느슨	$4.2 \leq X < 6.7$	$17.2 \leq X < 20.4$
		e	매우느슨	$X < 4.2$	$X < 17.2$
	실트질 모래	a	매우조밀	$5.3 \leq X$	$18.9 \leq X$
		b	조밀	$3.0 \leq X < 5.3$	$14.9 \leq X < 18.9$
		c	보통	$1.9 \leq X < 3.0$	$12.0 \leq X < 14.9$
		d	느슨	$1.4 \leq X < 1.9$	$10.2 \leq X < 12.0$
		e	매우느슨	$X < 1.4$	$X < 10.2$
	실트	a	매우조밀	$1.7 \leq X$	$11.1 \leq X$
		b	조밀	$1.3 \leq X < 1.7$	$9.7 \leq X < 11.1$
		c	보통	$0.8 \leq X < 1.3$	$7.1 \leq X < 9.7$
		d	느슨	$0.5 \leq X < 0.8$	$4.7 \leq X < 7.1$
		e	매우느슨	$X < 0.5$	$X < 4.7$

나. 토양경도시험

토양경도계를 이용한 토양경도시험을 실시하였고, 구간별로 3개소에 대해 각 10회씩 측정하여 평균 값을 관입깊이로 하여 토양경도값을 추정하였다.

$$\text{토양경도값}(R) = 100W / 0.7952(40 - W)^2 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

W : 관입깊이(mm)

【표 6.4.2】 토양경도시험 측정결과

구분	위 치	깊이평균(mm)	토양경도값(kg/cm ²)	판 정	
1	1구간	4+370	15.8	3.4	실트질 모래 조밀
2		4+360	15.1	3.0	실트질 모래 조밀
3		4+360	16.0	3.5	실트질 모래 조밀
4	2구간	4+190	17.9	4.6	실트질 모래 조밀
5		4+200	19.8	6.1	실트질 모래 매우조밀
6		4+200	17.4	4.3	실트질 모래 조밀
검토의견	토양경도계를 이용한 토양경도시험결과, 15.1~19.8mm, 토양경도값 3.0~6.1kg/cm ² 로 측정되었다. 대상 비탈면의 토성은 실트질 모래로서, 조밀~매우조밀한 상태로 평가되었다.				

【표 6.4.3】 이전 정밀안전점검과의 토양경도시험 비교

구 분	위 치	전회(2024년)	금회(2026년)	증,감 (▲, ▼)	비 고
		토양경도값(kg/cm ²)	토양경도값(kg/cm ²)		
토양경도 시험	1구간	3.20	3.30	▲0.10	—
	2구간	5.20	5.00	▼0.20	—

전차(2024년 정밀안전점검) 점검결과와 비교·분석한 결과, 조사위치와 기타요인으로 인해 다소 차이가 발생하였으나, 대체적으로 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 평가되어, 공용년수 경과에 따른 지반상태의 변동은 거의 없는 것으로 판단된다.

다. 사면경사 측정

본 사면의 설계경사와 비교하기 위해 사면의 경사를 측정하였고, 1구간 1:1.18, 2구간 1:1.38로 측정되어 설계경사와 유사한 것으로 분석되었다.

【표 6.4.4】 사면경사 측정결과

위 치		측정값	설계값	판 정	비 고
1구간	사면 1단	1 : 0.6	1 : 0.53	O.K	
	사면 2단	1 : 1.0	1 : 1.0	O.K	
	사면 3단	1 : 1.1	1 : 1.0	O.K	
	사면 4단	1 : 1.2	1 : 1.2	O.K	
	사면 5단	1 : 2.0	1 : 1.5	O.K	
평균경사		1 : 1.18	1 : 1.05	O.K	
2구간	사면 1단	1 : 0.7	1 : 0.7	O.K	
	사면 2단	1 : 1.5	1 : 1.0	O.K	
	사면 3단	1 : 1.5	1 : 1.0	O.K	
	사면 4단	1 : 1.2	1 : 1.2	O.K	
	사면 5단	1 : 2.0	1 : 1.5	O.K	
평균경사		1 : 1.38	1 : 1.08	O.K	

라. 토층심도 조사

본 사면의 준공도면 및 초기점검보고서, 기존 정밀안전점검보고서를 참조하였으며, 그를 바탕으로 현장육안조사를 통해 파악한 결과, 1구간 토층심도는 약 20.0m, 2구간 토층심도는 약 15.7m 정도인 것으로 확인되었다.

6.4.2 재료시험 결과요약

본 사면에 대한 재료시험 · 측정 결과를 요약하면 다음과 같다.

【표 6.4.5】 재료시험 · 측정 결과요약

구 분	결 과 요 약
토양경도시험	토양경도계를 이용한 토양경도시험결과, 15.1~19.8mm, 토양경도값 3.0~6.1kg/cm ² 로 측정되었다. 대상 비탈면의 토성은 실트질 모래로서, 조밀~매우조밀한 상태로 평가되었다.
사면경사측정	1구간 1:1.18, 2구간 1:1.38로 측정되어 설계경사와 유사한 것으로 분석되었다.
토층심도조사	1구간 토층심도는 약 20.0m, 2구간 토층심도는 약 15.7m 정도인 것으로 확인되었다.

6.5 상태평가

6.5.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 400.0m의 사면으로서, 지반특성에 따른 사면분류를 실시하였고 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 2구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 표기하였다.

【표 6.5.1】 절토사면의 분류

구 분		토층심도율	압축강도	블록크기비	주요 파괴유형	비고
토사사면		> 0.4	—	—	원호, 표층	
암반 사면	연약암반사면	≤ 0.4	≤10 MPa	—	표면, 원호 평면, 썩기	제3기층 등
	파쇄암반사면		>10 MPa	≤ 0.01	썩기, 평면 원호, 전도	단층파쇄대 등
	절리암반사면			> 0.01	썩기, 평면 전도, 낙석	일반암반사면
토층심도율이 0.2~0.4일 경우, 혼합 사면으로 규정하여 토사 사면과 암반 사면의 특성을 모두 고려할 필요가 있음						

나. 지반특성에 따른 사면분류

대상 시설물의 조사결과 및 현황을 토대로 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침-절토사면(2026.01, 국토안전관리원)”의 기준에 따라 분류한 결과를 다음 [표 6.5.2]에 수록하였다.

토층심도는 준공도서, 초기점검보고서, 전회 정밀안전점검, 현장조사를 종합적으로 고려하여 작성하였고, 블록크기 측정을 위한 절리간격은 불연속면 조사시 절리군의 평균 간격을 측정하였다.

－ 토층심도율(SR)

$$\cdot SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}}$$

여기서, Soil depth(토사층의 두께), Slope height(사면의 연직 최고높이)

－ 암반의 블록크기 비(BR)

$$\cdot BR = \frac{\text{Block size index (Ib)}}{\text{Slope height (H)}}, Ib = \frac{\sum_{i=1}^3 Si}{3}$$

여기서, Si(절리군의 간격) : 현장조사시 측정된 절리군의 간격적용

Ib(블록크기 지수) : Si의 산술평균

Slope height(사면의 연직 최고높이)

【표 6.5.2】비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류 기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{20.0}{38.0} = 0.52$ 로 0.4초과	토사사면	토사사면
	압축강도	10MPa	—	—	
	블록크기	0.01	—	—	
2구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{15.7}{38.0} = 0.41$ 로 0.4초과	토사사면	토사사면
	압축강도	10MPa	—	—	
	블록크기	0.01	—	—	

다. 강우량

강우에 대한 항목은 해당지역의 최근 30개년의 최대 일강우강도의 누년 평균값을 사용한다.

본 사면은 수원에 위치한 사면으로 기상청자료(최근 30개년)를 획득하여 다음에 정리하였다.

【표 6.5.3】일 최대 강우량(최근 30개년)

구분	일 최대 강우량(mm)					
일시(year)	1996	1997	1998	1999	2000	2001
강우량(mm)	153.6	150.4	208.1	153.0	333.2	120.3
일시(year)	2002	2003	2004	2005	2006	2007
강우량(mm)	203.0	121.5	89.5	84.5	169.5	82.0
일시(year)	2008	2009	2010	2011	2012	2013
강우량(mm)	121.0	272.5	97.5	190.0	276.5	79.0
일시(year)	2014	2015	2016	2017	2018	2019
강우량(mm)	117.7	64.7	104.2	130.8	124.8	108.0
일시(year)	2020	2021	2022	2023	2024	2025
강우량(mm)	134.2	70.9	285.0	91.6	151.9	72.3
평균(mm)	145.3					

6.5.2 구간별 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가

항 목		내 용	점 수	평가기준
파괴징후	1-1. 인장균열	인장균열은 없는 것으로 확인	0	a
	1-2. 지반변형	지반변형은 없는 것으로 확인	0	a
	1-3. 구조물변형	구조물변형은 없는 것으로 확인	0	a
파괴현황	1-4. 발생규모	파괴현황은 없는 것으로 확인	0	a
지반상태	1-5. 토질조건	실트질 모래의 조밀한 상태	1	b
	1-6. 토층심도율	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{20.0}{38.0} = 0.52$	2	c
사면형상	1-7. 사면경사	평균 사면경사 1:1.18	5	d
	1-8. 집수지형	집수지형 1개소	1	b
자연요인	1-9. 강우 및 지하수	【표 6.5.3】 평균값인 145.3mm 지하수위는 시추조사 미설시로 육안으로 조사하여 누수 등의 손상이 없음	7	c
인위요인	1-10. 표면보호	식생은 양호인 상태	1	b
	1-11. 배수조건	양호	1	b
	1-12. 보호/보강상태	일부손상이 발생하였으나, 기능발휘에 문제가 없는 양호한 상태	1	b

【표 6.5.4】 사면 손상상태 조사 결과표 (1구간)

시설물명	절토사면(STA4+140~4+455(좌))	표번호	[표 6.5.4]		
조사영역번호	1구간		조사영역 위치	4+340~4+580	
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	—	없음	0	
1-2	지반변형	—	없음	0	
1-3	구조물 변형	—	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위 치	규모		
1-4	—	—	—	0	
조사일시	2026.05.06		조사자	이 상 훈	

【표 6.5.5】 사면 파괴요인 조사 결과표 (1구간)

시설물명	절토사면 (STA4+140~4+455(좌))		표번호	[표 6.5.5]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	4+340~4+580		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
1-5	토사사면	토질조건	실트질 모래 / 조밀	1		
1-6		토층심도율	0.52	2		
2. 사면형상						
1-7	토사사면	사면경사	1:1.18	5		
1-8		집수지형	집수지형 1개소	1		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	145.3mm(수원)	7	7	
		지하수위	누수 등의 손상없음	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	토사사면	표면보호	식생양호	1		
1-11	배수조건		양호	1		
1-12	보호/보강상태		양호함	1		
조사일시	2026.05.06		조사자	이 상 훈		

【표 6.5.6】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			절토사면(STA4+140~4+455(좌))				표번호
근거표번호			[표 6.5.4], [표 6.5.5]				[표 6.5.6]
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 토질조건	1	b	19	f2=0.28	b
		⑥ 토층심도율	2	c			
	사면형상	⑦ 사면경사	5	d			
		⑧ 집수지형	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	7	c			
	인위요인	⑩ 표면보호	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	1	b			
합계(Σ)					19	F=0.21	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 19 / 68 = 0.28 ○상태평가등급(F) : 19 / 92 = 0.21					

【표 6.5.7】 공중이 이용하는 부위(1구간)

추락방지시설		평가등급	없음
평가기준	상 태		
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태		
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태		
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태		
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태		
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태		

【표 6.5.7】 공중이 이용하는 부위(1구간)(계속)

도로포장		평가등급	a
평가기준	상 태		
a	○ 포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태		
b	○ 포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태		
c	○ 포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태		
d	○ 깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○ 배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태		
e	○ 도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태		
도로부 신축이음부		평가등급	없음
평가기준	상 태		
a	○ 신축이음부에 손상이 없는 상태		
b	○ 신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태		
c	○ 신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태		
d	○ 신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○ 신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태		
e	○ 신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태		
환기구 등의 덮개		평가등급	없음
평가기준	상 태		
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태		
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태		
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태		
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태		
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태		

나. 2구간 상태평가

항 목		내 용	점 수	평가기준
파괴징후	2-1. 인장균열	인장균열은 없는 것으로 확인	0	a
	2-2. 지반변형	지반변형은 없는 것으로 확인	0	a
	2-3. 구조물변형	구조물변형은 없는 것으로 확인	0	a
파괴현황	2-4. 발생규모	파괴현황은 없는 것으로 확인	0	a
지반상태	2-5. 토질조건	실트질 모래의 조밀한 상태	1	b
	2-6. 토층심도율	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{15.7}{38.0} = 0.41$	0	a
사면형상	2-7. 사면경사	평균 사면경사 1:1.38	4	c
	2-8. 집수지형	집수지형 1개소	1	b
자연요인	2-9. 강우 및 지하수	【표 6.5.3】 평균값인 145.3mm 지하수위는 시추조사 미설시로 육안으로 조사하여 누수 등의 손상이 없음	7	c
인위요인	2-10. 표면보호	식생은 양호인 상태	1	b
	2-11. 배수조건	배수처리기능이 양호한 상태	1	b
	2-12. 보호/보강상태	보호/보강상태에 문제가 없으므로	0	a

【표 6.5.8】사면 손상상태 조사 결과표 (2구간)

시설물명	절토사면(STA4+140~4+455(좌))	표번호	[표 6.5.8]		
조사영역번호	2구간		조사영역 위치	4+140~4+340	
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
2-1	인장균열	—	없음	0	
2-2	지반변형	—	없음	0	
2-3	구조물 변형	—	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태점수	비고
		위 치	규모		
2-4	—	—	—	0	
조사일시	2026.05.06		조사자	이 상 훈	

【표 6.5.9】사면 파괴요인 조사 결과표 (2구간)

시설물명	절토사면 (STA4+140~4+455(좌))		표번호	[표 6.5.9]		
조사영역 번호	2구간		조사영역 위치	4+140~4+340		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고	
2-5	토사사면	토질조건	실트질 모래 / 조밀	1		
2-6		토층심도율	0.41	0		
2. 사면형상						
2-7	토사사면	사면경사	1:1.38	4		
2-8		집수지형	집수지형 1개소	1		
3. 자연적 외부요인						
2-9	강우 및 지하수	1일 강우량	145.3mm(수원)	7	7	
		지하수위	누수 등의 손상없음	—		
4. 인위적 외부요인						
2-10	토사사면	표면보호	식생 양호	1		
2-11	배수조건		양호	1		
2-12	보호/보강상태		양호함	0		
조사일시	2026.05.06		조사자	이 상 훈		

【표 6.5.10】 상태평가결과 산정표(2구간)

시설물명			절토사면(STA4+140~4+455(좌))			표번호	
근거표번호			[표 6.5.8], [표 6.5.9]				[표 6.5.10]
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 토질조건	1	b	15	f2=0.22	b
		⑥ 토층심도율	0	a			
	사면형상	⑦ 사면경사	4	c			
		⑧ 집수지형	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	7	c			
	인위요인	⑩ 표면보호	1	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	0	a			
합계(Σ)					15	F=0.16	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 15 / 68 = 0.22 ○상태평가등급(F) : 15 / 92 = 0.16					

【표 6.5.11】 공중이 이용하는 부위(2구간)

추락방지시설		평가등급	없음
평가기준	상 태		
a	○손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태		
b	○추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태		
c	○추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태		
d	○고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태		
e	○추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태		

【표 6.5.11】 공중이 이용하는 부위(2구간)(계속)

도로포장		평가등급	a
평가기준	상 태		
a	○ 포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태		
b	○ 포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태		
c	○ 포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태		
d	○ 깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○ 배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태		
e	○ 도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태		
도로부 신축이음부		평가등급	없음
평가기준	상 태		
a	○ 신축이음부에 손상이 없는 상태		
b	○ 신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태		
c	○ 신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태		
d	○ 신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○ 신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태		
e	○ 신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태		
환기구 등의 덮개		평가등급	없음
평가기준	상 태		
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태		
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태		
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태		
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태		
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태		

6.5.3 상태평가결과

대상 사면은 토사사면으로 평가기준에 따른 결함지수 0.21 로, 등급은 B로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자로 사면경사와 일 최다 강우로 나타났으며, 이에 대한 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 6.5.12】 상태평가결과(총괄)

구 분	비탈면종류	결함지수	등 급	절토사면 상태평가결과(Min)	
				결함지수	등 급
1구간	토사사면	0.21	B	0.21	B
2구간	토사사면	0.16	B		

6.6 종합평가 및 안전등급 지정

6.6.1 종합평가 결과

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

【표 6.6.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		절토사면(STA4+140~4+455(좌))		표 번 호	【표 6.6.1】
평가구분		결합지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.21	B	근거표번호	【표 6.5.6】
	2구간	0.16	B		【표 6.5.10】
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음	—	—	—
종합평가		0.21	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

6.6.2 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 6.6.2】 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

6.6.3 이전 점검결과와 비교

【표 6.6.3】이전 정밀안전점검과의 비교

평가구분		전차 정밀안전점검(2024년)		금회 정밀안전점검(2026년)	
		결함지수	평가결과	결함지수	평가결과
상태평가	1구간	F=0.197	B	F=0.21	B
	2구간	F=0.171	B	F=0.16	B
안전성평가		해당없음	—	해당없음	—
종합평가		F=0.197	B	F=0.21	B
변경사유		26년 세부지침의 기준의 변경되었고, 그로 인해 강우에 대한 결함점수가 증가하였다. 또한, 1구간 배수조건에 균열, 보호/보강시설 충분리 등으로 결함점수가 증가하였다. 이로 인해 결함지수가 상승하였으나, 등급의 변경은 없는 상태이다.			

6.7 보수·보강 및 유지관리방안

6.7.1 우선순위 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

- 보수보다 보강을, 보조부재보다 주부재를 우선하여 실시한다.
- 시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 결정한다.

【표 6.7.1】 보수·보강 고려사항

공법선정기준	고려사항
구조적 적합성	• 각 공법의 특성과 구조형식 및 재료의 적합성 • 전체 구조계의 위치적 적합성
시공성	• 현장 시공가능성과 교통통제의 필요성의 검토 • 교통통제가 필요하지 않은 경우 교량 진동에 따른 품질관리 검토 • 기술적, 품질적으로 시공관리가 가능한지 검토 • 시공기간과 시공시기 및 교통규제의 조기 개방여부 검토
경제성	• 조치방법별 공사비의 검토
대민영향도	• 주변 주민의 교통장애, 생활환경 장애 검토
미관	• 조치방법 시행 후 미관을 현저히 해칠 수 있는지 검토
행정상 장래계획	• 노선의 선형개량과 중요도 검토 • 하천의 개수계획 및 도시계획 • 문화재로서의 보전성 검토

【표 6.7.2】 보수·보강 우선순위표

구 분	순 위	내 용
단 기	1순위	• 구조물의 거동에 지장을 초래하여 구조적인 문제를 유발시킬 수 있는 손상 • 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제12조(중대한 결함)의 “대통령령이 정하는 중대한 결함”에 포함되는 손상
	2순위	• 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나 철근부식 가능성이 있는 손상 • 실용상 지장이 없는 성능까지 회복하여야 할 손상
장 기	3순위	• 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 상태 • 현상유지(진행억제)를 위해 필요로 하는 대책
	4순위	• 손상이 경미하여 시급성을 요하지 않으나 장기적으로 보수가 필요한 경우 • 비진행성의 손상으로 주의관찰만으로도 유지관리가 가능한 경우

6.7.2 보수·보강 방안

대상 절토사면 점검결과, 배수처리시설에 낙엽퇴적이 확인되었고 원활한 배수를 위해 청소 등이 필요한 상태이며, L형측구에 균열의 경우, 시설물에 미치는 영향은 미미한 상태로 주의관찰을 실시하고 추후 균열보수를 실시하는 유지관리가 바람직하며, 사면의 안전성에 영향을 미치는 중대한 결함은 없는 상태로서 기능성은 확보되고 있으므로 현 상태에서 보수의 필요성은 낮은 것으로 판단된다. 대상 절토사면은 주기적인 점검을 통한 관리를 실시한 후 손상의 증가 및 확대여부에 따라 보수시기를 결정하는 것이 효율적이다.

【표 6.7.3】 손상별 보수·보강 방안

구분	손상내용	보수 방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략공 사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
사면하부	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
보호 · 보강시설	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
배수처리시설	소단배수로 낙엽퇴적	청소	27.00	40.50	m³	117	4,739	3
	산마루측구 낙엽퇴적	청소	12.00	18.00	m³	117	2,106	3
이격거리내 시설	L형측구 균열	주의관찰	4.50	1.69	m²	126	213	4
공중이 이용하는 부위	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		0		6,845		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		0		3,423		
	합계	0		0		10,268		
개략공사비 총계(천원)		10,268						

주1) 보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음.

주2) 0.3mm미만 균열보수는 손상물량(m)×0.25(m)를 하여 면적(m²)으로 산출하였음.

주3) 실시설계시에는 부대공 및 가시설 등의 비용이 추가될 수 있음.

6.7.3 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 6.7.4】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사면	• 현재 상태양호 → 인장균열, 지반변형 발생여부 점검 → 표면보호공(숏크리트, 녹생토 등) 상태 점검 → 보강시설의 상태 점검	
배수처리시설	• 소단배수로, 산마루측구 낙엽퇴적 주기적인 점검 → 배수시설의 상태, 기능확보 상태 점검	
이격거리내 시설	• L형측구 균열 → 콘크리트 부재로서, 건조수축, 온도변화 등의 원인으로 균열이 조사되었고, 진전유무에 대한 주의관찰 필요 → 시설물의 변형, 손상발생 유무 점검	
공중이 이용하는 부위	• 현재 양호 → 도로포장은 현재 양호한 상태로서, 주행차량의 안전을 위해 손상발생 여부에 대한 점검필요	—
점검시 유의사항	→ 안전장구 착용 철저 → 도로부 차량 정차시 신호수 배치 철저 → 중대결함 발생시 관리주체에 즉각통보	

6.8 종합결론

6.8.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 보호공으로 녹생공, 능형망, 낙석방지울타리, 배수시설로 소단배수로, 산마루측구가 설치되어 있다. 사면상단 및 하단에 초본 및 관목일부가 서식하고 있는 상태이며, 사면에 시공된 녹생공은 현재 식생활착이 양호한 상태이나, 공용중 강우 및 집중호우 등으로 유실될 가능성이 있으므로 지속적인 주의관찰이 요망된다. 배수처리시설은 기능발휘에 문제가 없는 상태이나, 토사퇴적 및 낙엽퇴적은 청소를 실시하여 하절기 집중강우 시 원활한 배수기능 확보를 위한 유지관리가 필요하다. L형측구에 균열이 일부 확인되었으나, 시설물에 미치는 영향은 미미한 상태로 주의관찰을 실시하고 추후 균열보수를 실시하는 유지관리가 바람직하다. 공중이 이용하는 부위는 파손, 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 토양경도계를 이용한 토양경도시험결과, 15.1~19.8mm, 토양경도값 3.0~6.1kg/cm² 로 측정되었다. 대상 비탈면의 토성은 실트질 모래로서, 조밀~매우조밀한 상태로 평가되었다.
- 대상 사면은 토사사면으로 평가기준에 따른 결함지수 0.21 으로, 등급은 B로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자로 사면경사와 일 최대 강우로 나타났으며, 이에 대한 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.

6.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물은 비봉-매송간 도시고속도로 이점 4+140~4+455 좌측에 위치하고 있으며, 연장 315.0m, 높이 32.6m의 2중 절토사면으로, 2017년 06월에 준공되어 약 9년간 공용되고 있다.
- 대상 시설물에 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 시설물은 금회 점검결과, 정밀안전진단 및 사용제한이 필요치 않다.

6.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 사면의 특성상 겨울철 해빙기, 여름철 집중강우가 발생하는 시기에는 사면 및 보호공에 손상이 발생할 가능성이 있으므로, 주기적인 관찰이 요구된다.

6.8.4 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.

