

5. 절토사면(STA3+510~3+820(우))

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

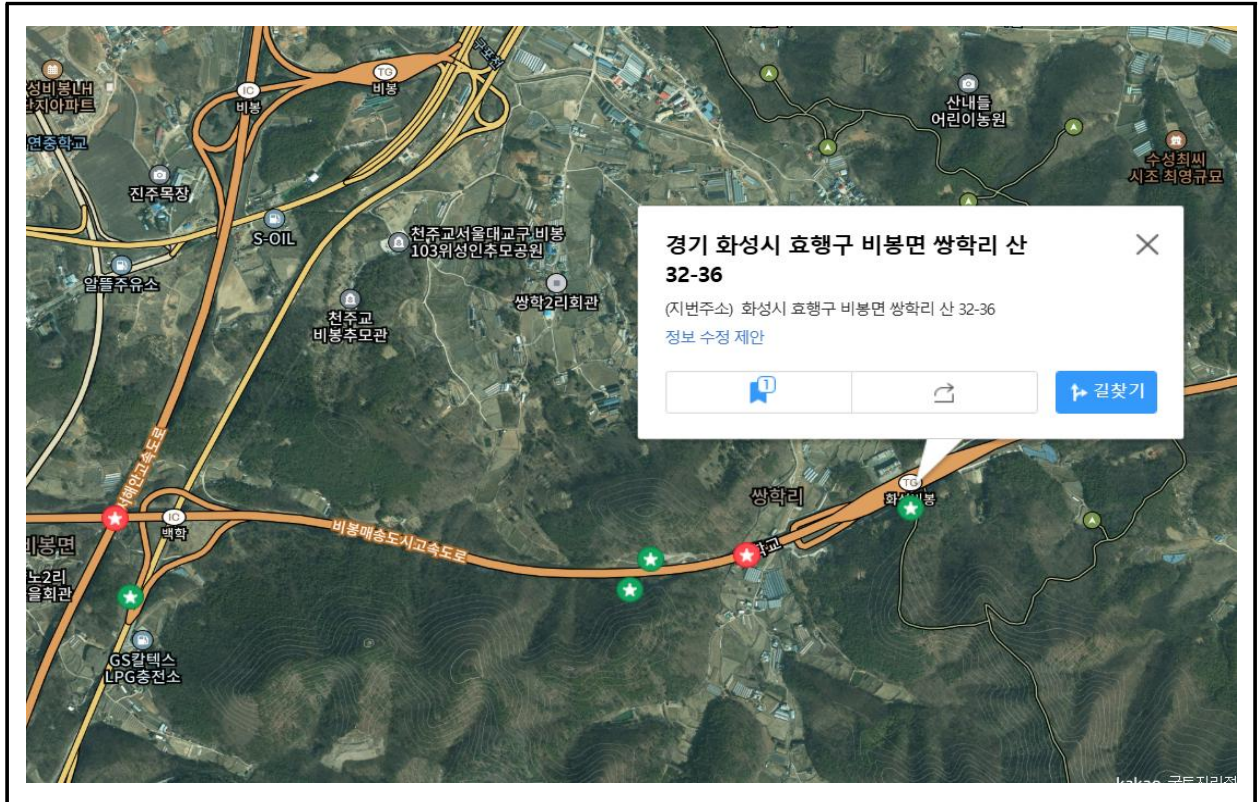
본 시설물은 경기도 화성시 비봉면 쌍학리 32-35, 비봉~매송간 도시고속도로 STA3+510 ~ 3+820 매송방향에 위치한 절토사면으로서 총 연장 310.0m, 높이 39.3m의 2종 시설물이다.

5.1.1 일반사항

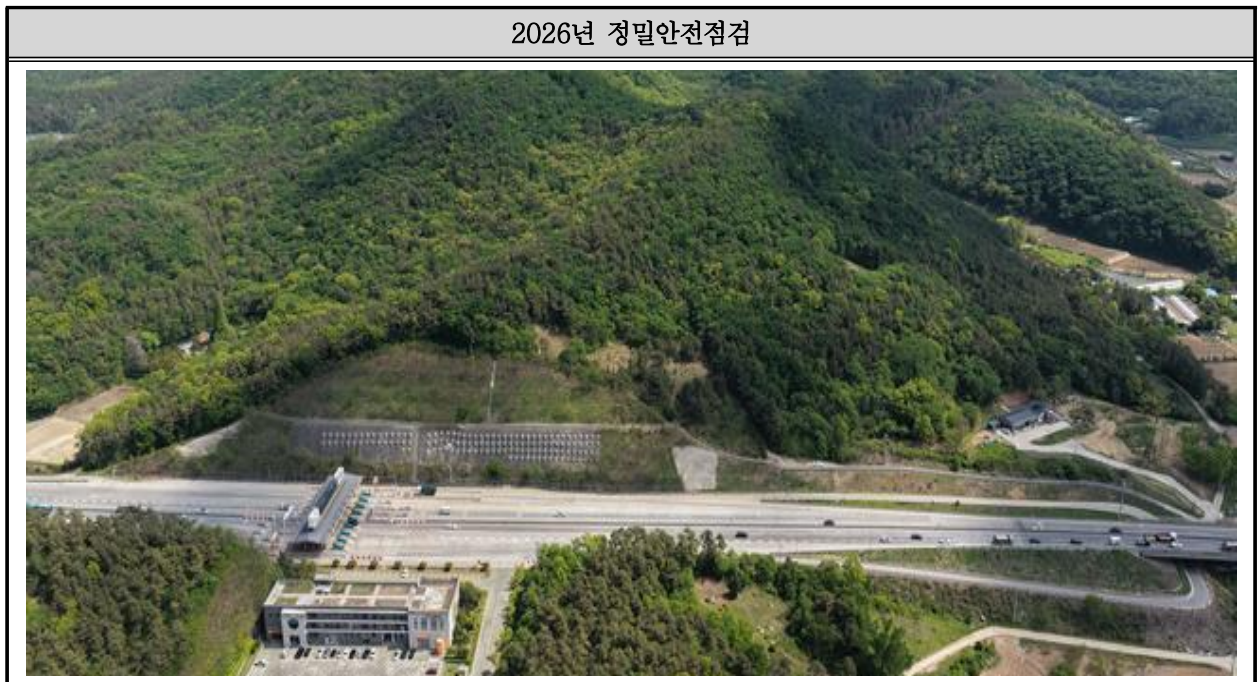
【표 5.1.1】 일반사항

시설물번호	SL2017-0000090		관리번호	-	
시설물명	절토사면(STA3+510~3+820(우))		시설물구분	절토사면	
위 치	행정구역	경기도 화성시 비봉면 쌍학리 32-35			
	위치좌표	시점 : 37° 13' 52.97" 126° 54' 07.38"			
		종점 : 37° 13' 58.22" 126° 54' 20.09"			
제 원	연 장	310.0m	높 이	39.3m	
	경사/방향	44/332	노 선	비봉~매송간 도시고속도로	
관리주체	화성도시고속도로(주)		관리주체구분	민간	
주변환경	인공구조물	-			
	주변지형	-	상부사면경사	5.4°	
시공현황	준공년도	2017. 06. 30	시 공 자	현대엔지니어링(주)	
	부대시설	쉴크리트, 락레일, 수평배수공, 격자앵커블럭, 낙석방지망, 낙석방지울타리, 배수시설, 점검계단			
비 고	-				

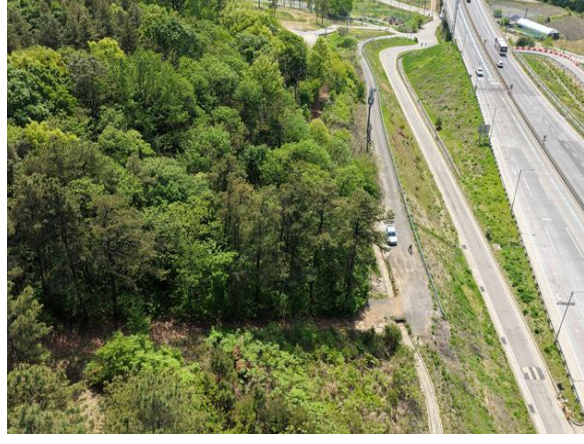
5.1.2 위치도 및 전경사진



【그림 5.1.1】 위치도

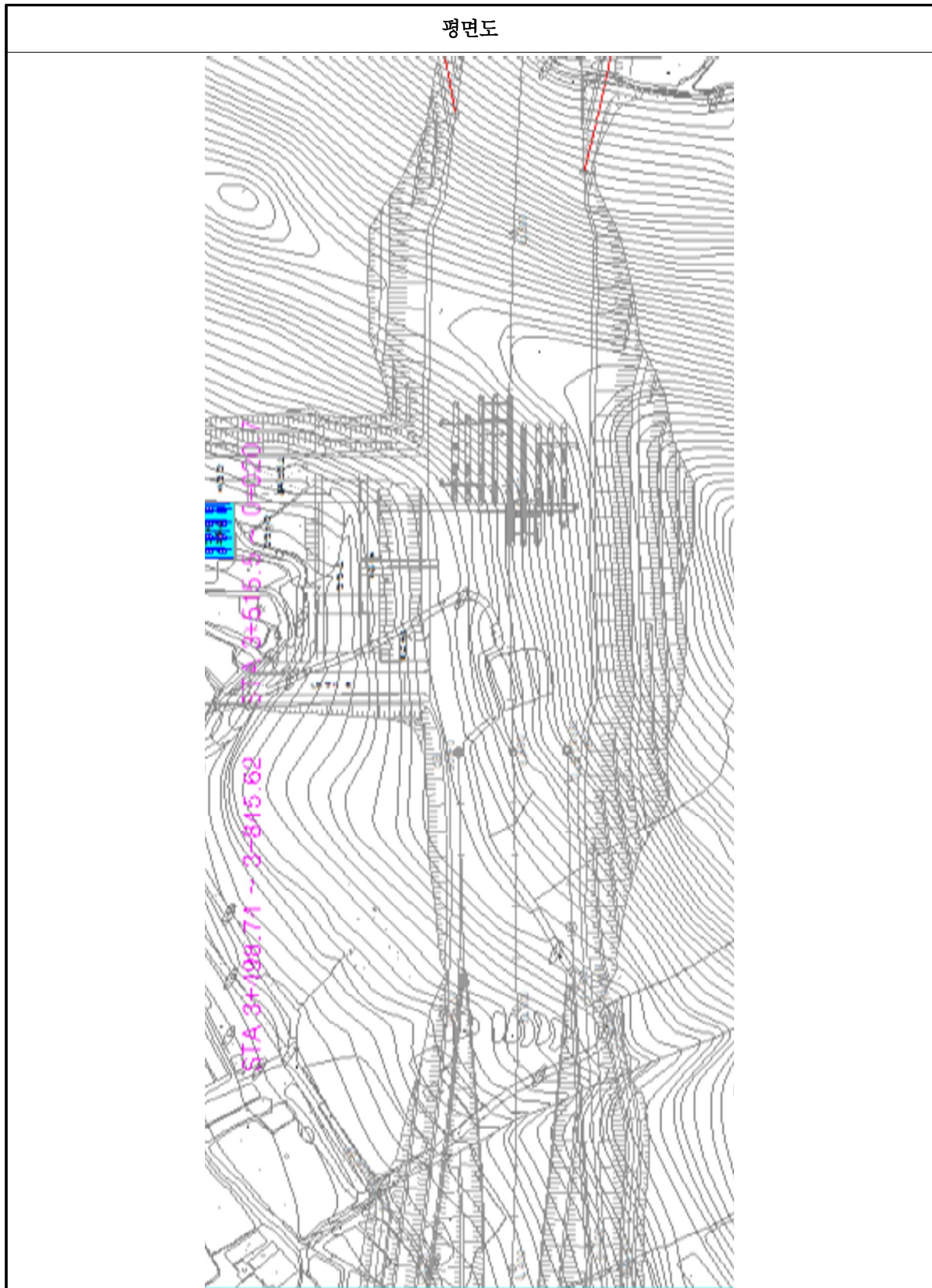


【사진 5.1.1】 전경사진

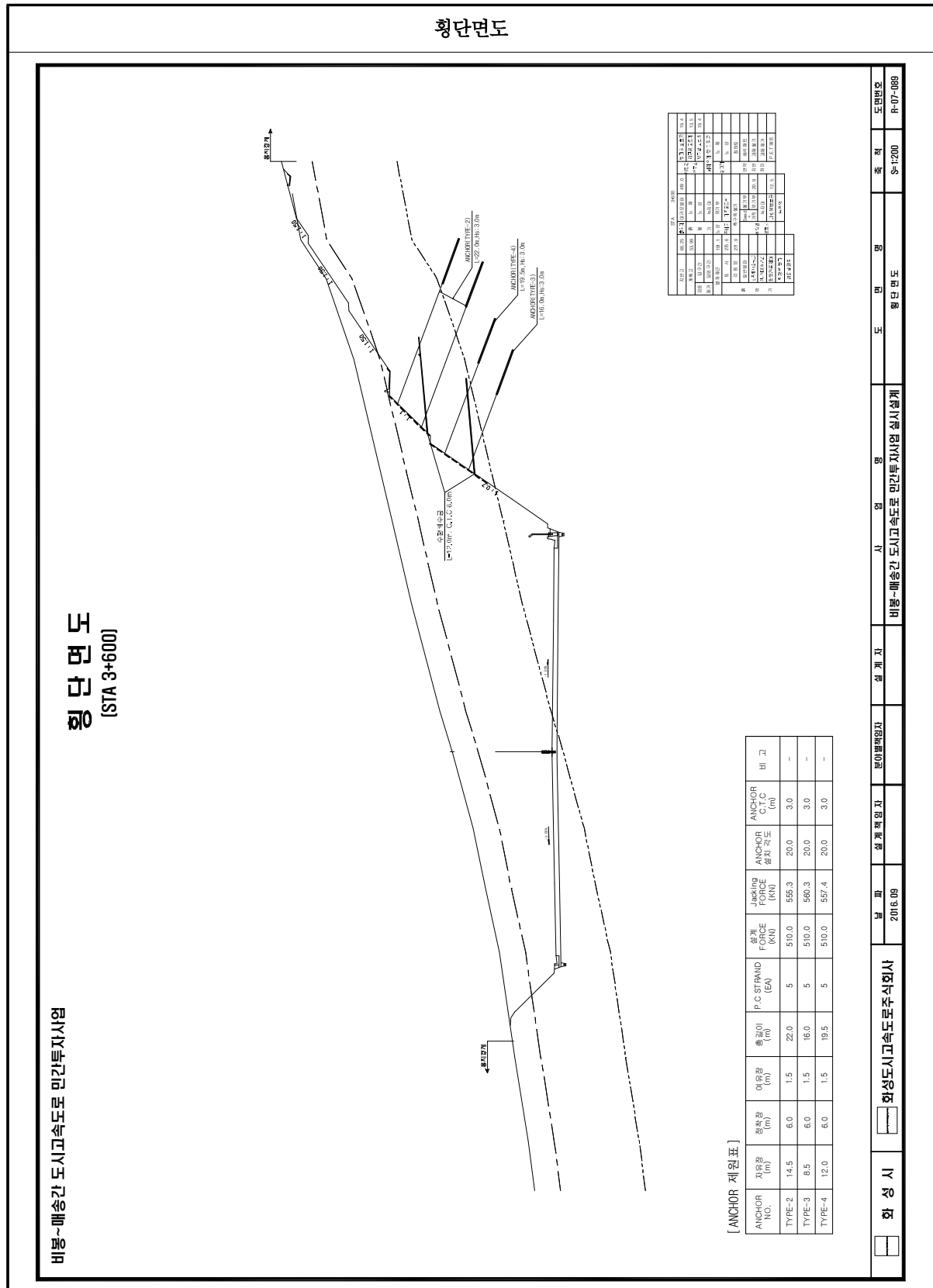
	
상부자연사면 전경	1단 사면 전경
	
5단 사면, 점검계단 전경	소단배수로 전경
	
쉴크리트, 격자앵커블럭, 수직도수로 전경	시점부 상단사면 도로 전경

【사진 5.1.2】 사면 부재별 현황

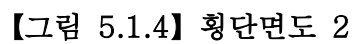
5.1.3 시설물 일반도

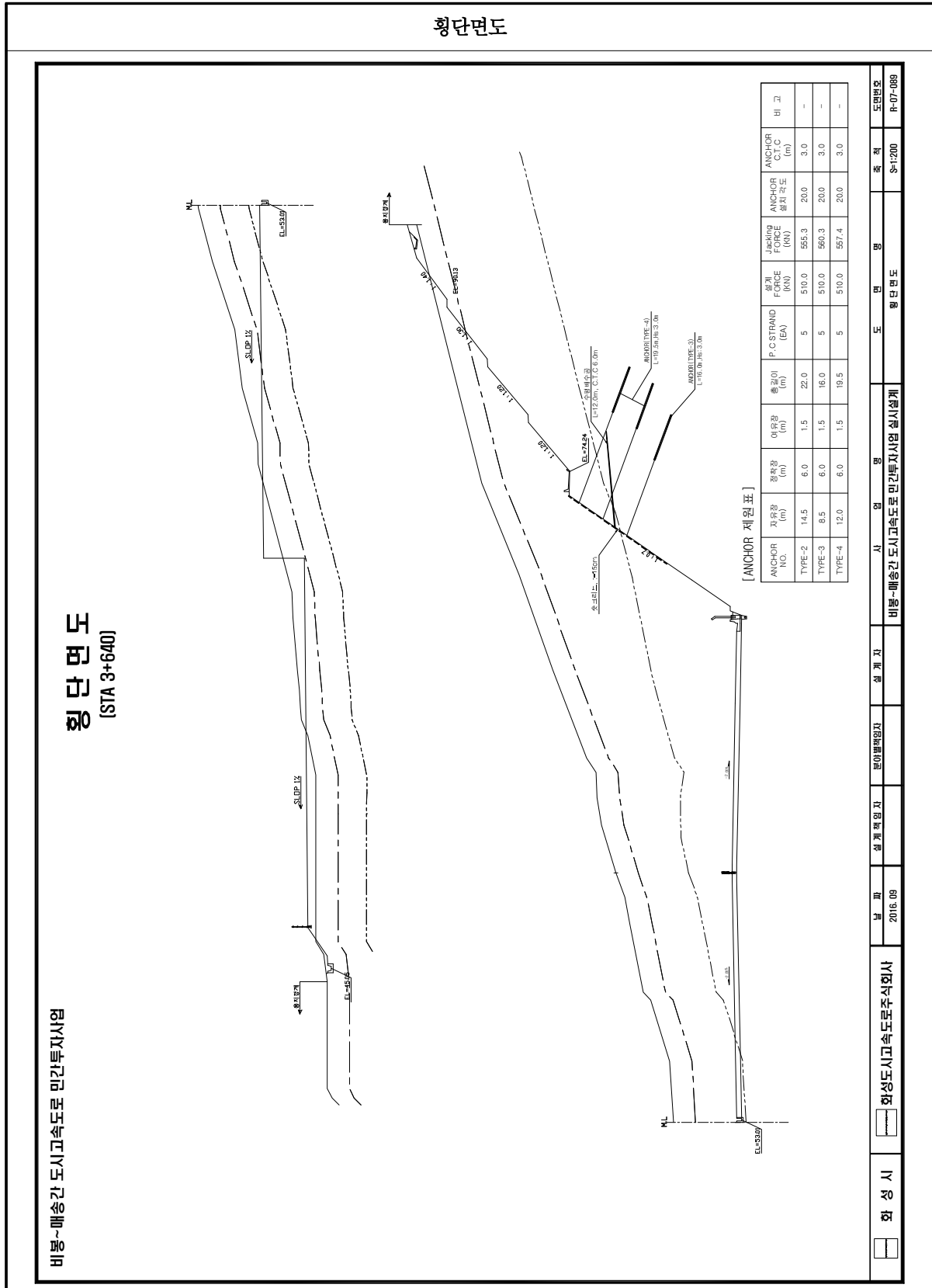


【그림 5.1.2】 평면도

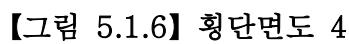


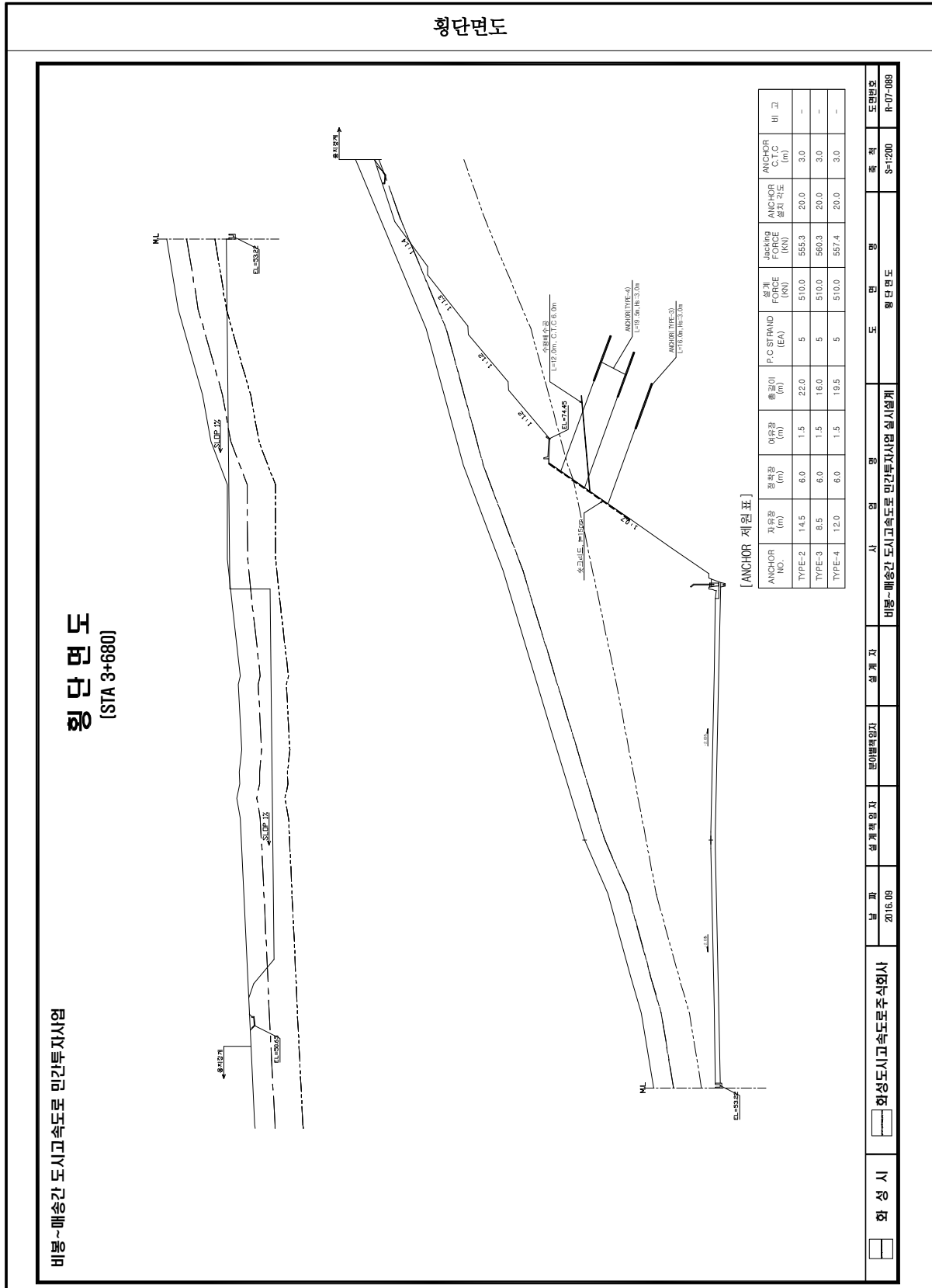
【그림 5.1.3】 횡단면도 1



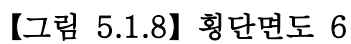


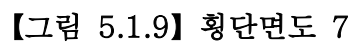
【그림 5.1.5】 횡단면도 3

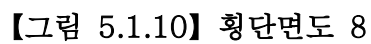


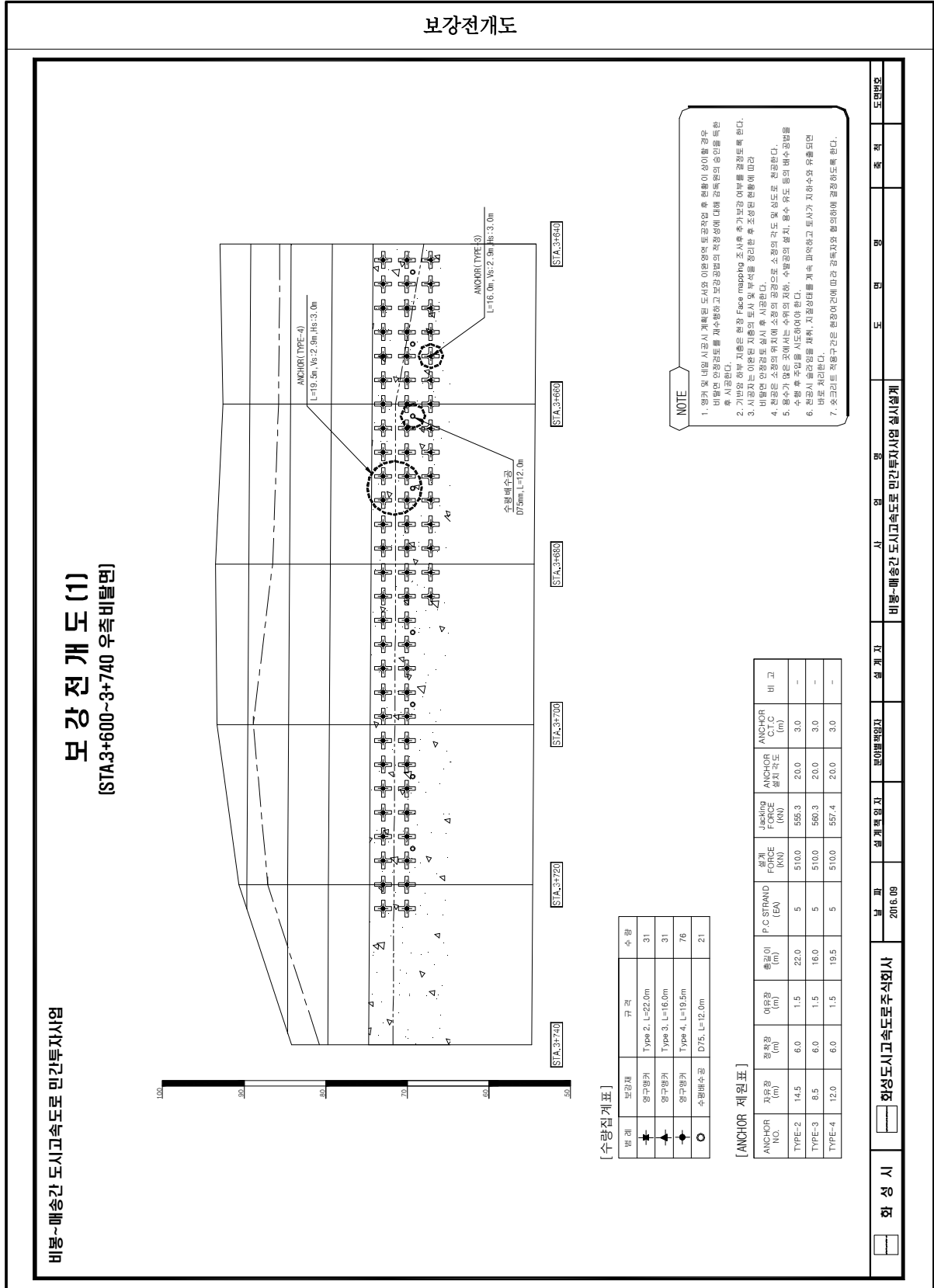


【그림 5.1.7】 횡단면도 5

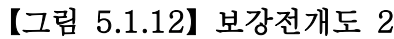








[그림 5.1.11] 보강전개도 1



5.2 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 5.2.1】 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.

5.2.1 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.

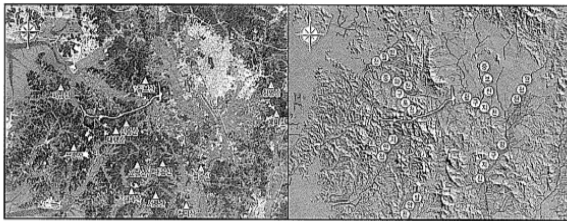
사업구간 일대의 지형은 동측의 수원분지지역, 중앙 산지지역, 서부 해안지역으로 대분된다.

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.



〈 산계 및 수계 〉

3.2 지질

3.2.1 지질개요

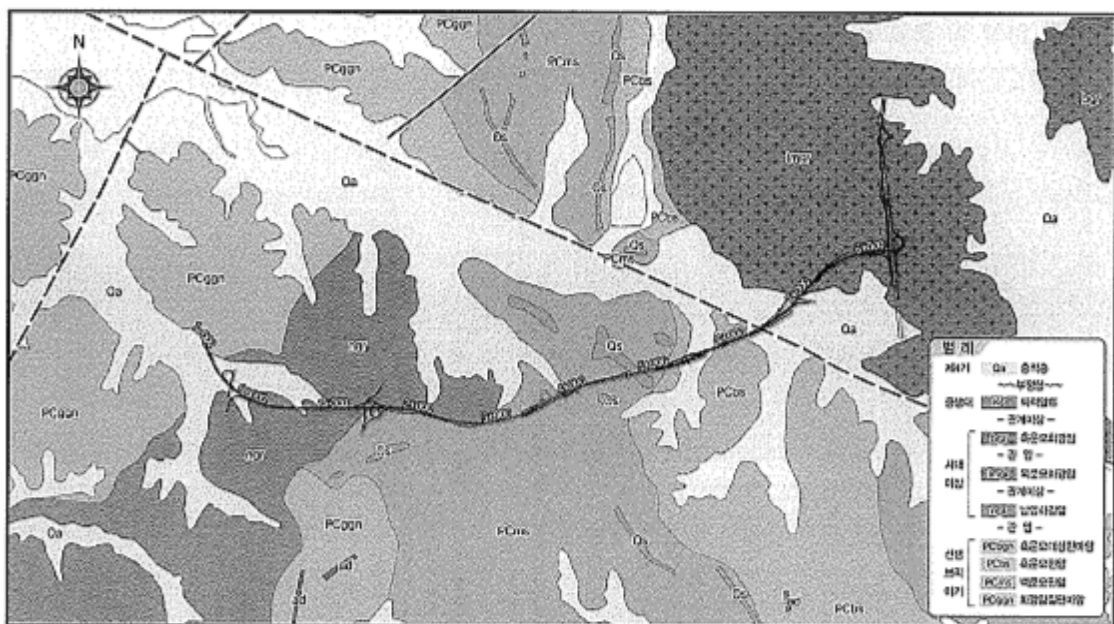
본 조사지역의 지질은 선캄브리아기의 부천계에 해당하는 퇴적기원의 변성암류, 시대미상의 화성암류, 중생대 퇴적암류와 이들 모든 지층을 관입한 백악기의 맥암류 및 제4계의 충적층으로 구성된다.

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

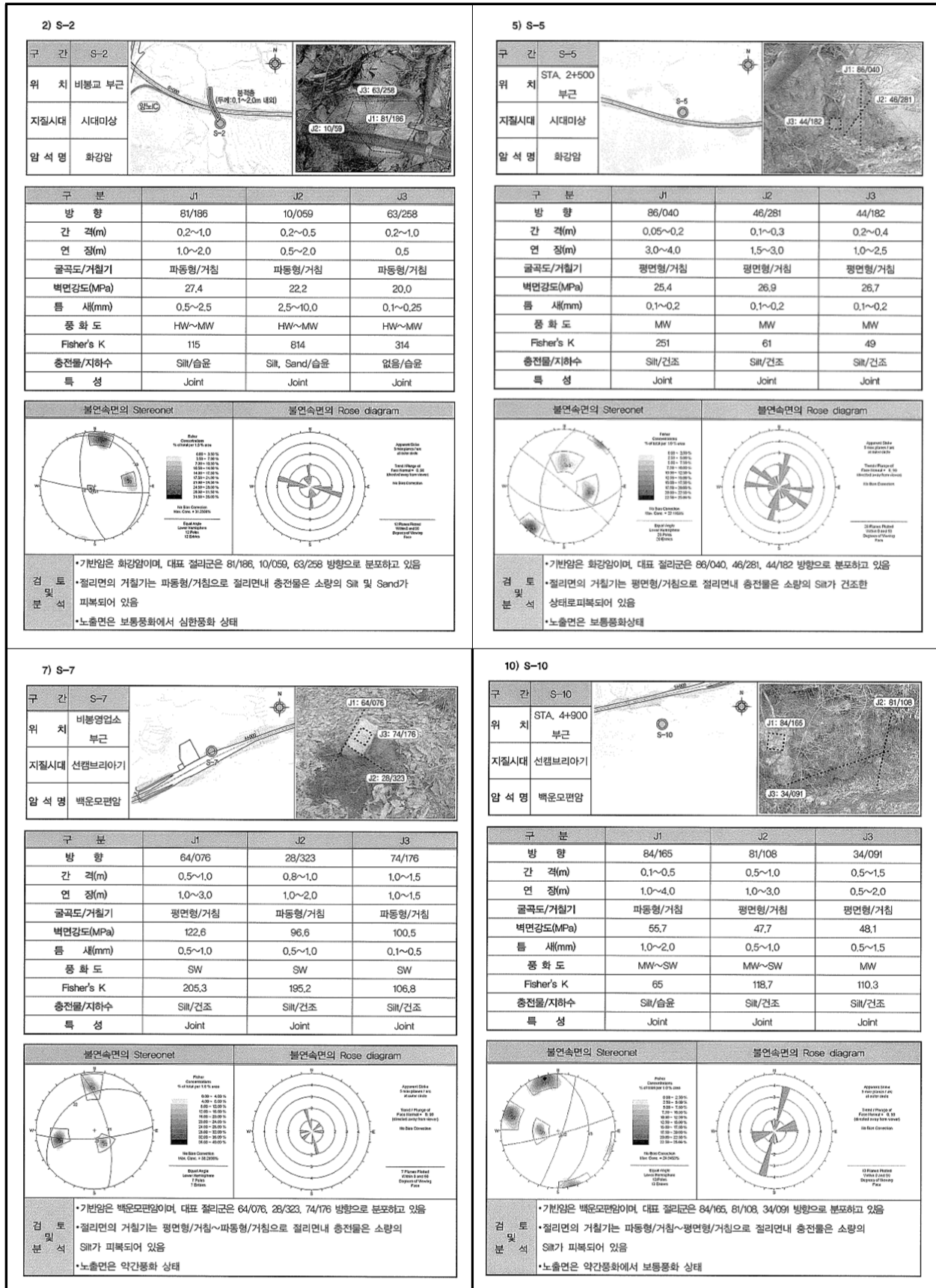
제 4 기	충적층	
	~~ 부정합 ~~	
백 악 기	맥암류	
	- 관 입 -	
중 생 대	퇴적암류	
	- 관 계 미 상 -	
	흑운모화강암	
	- 관 입 -	
백 악 기	북운모화강암	
	- 관 계 미 상 -	
	남양화강암	
	- 관 입 -	
	흑운모대편마암	
선캄브리아기	흑운모편암	부천계
	백운모편암	
	화강암질편마암	

〈 과업구간 인근 지질개통도 〉

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)	붕적층	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

■ 붕적층

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 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 보통조밀 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 화강암으로 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)	붕적층	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
		연 암	22.5~31.0	8.5	편마암	(95~100/0~6)
CB-14	4+480.0 (우 52.6m)	표토층	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

■ 표토층

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

■ 붕적층

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 편마암으로 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	
암버력 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

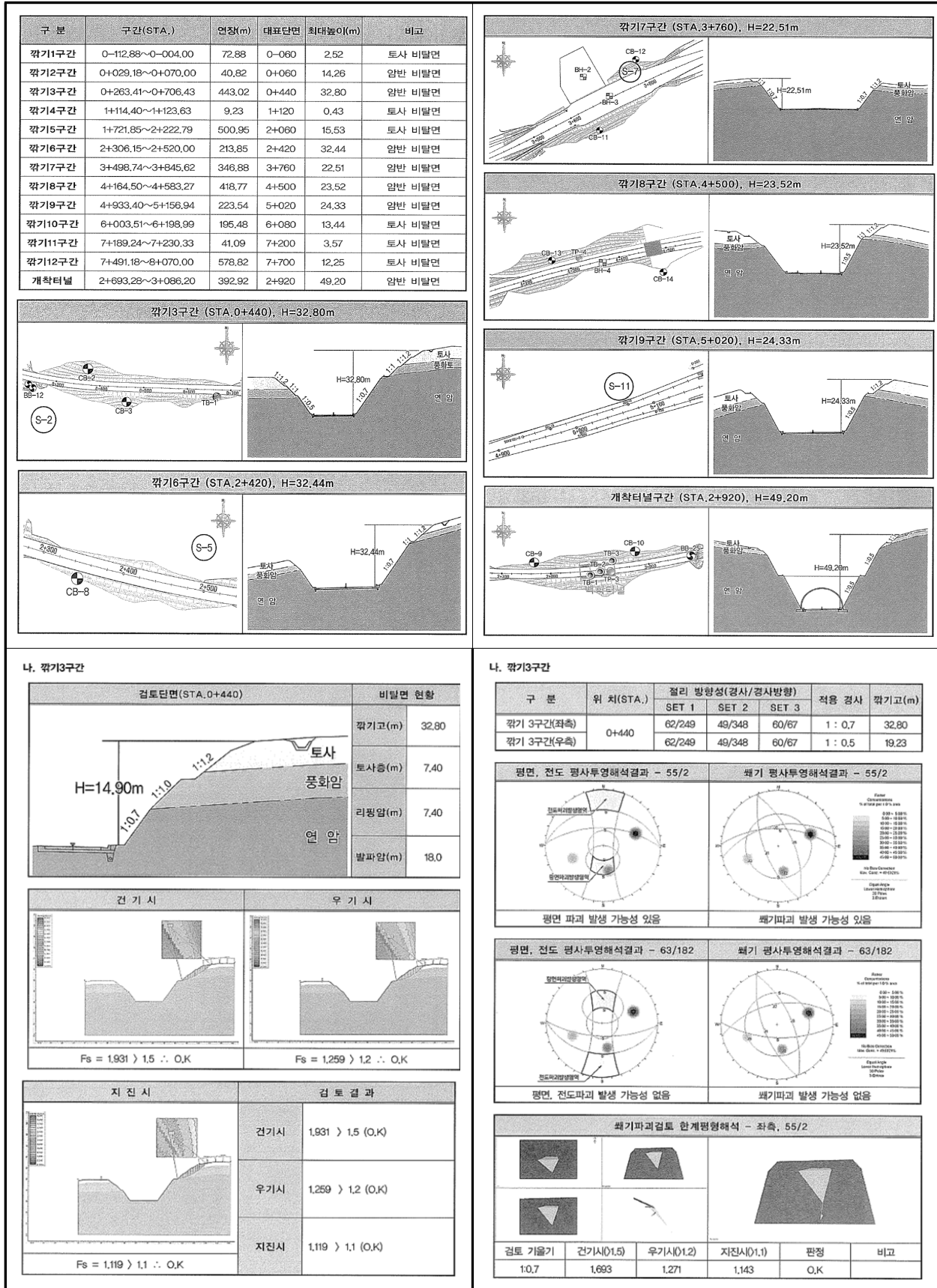
(6) 수리특성 설계지반정수

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

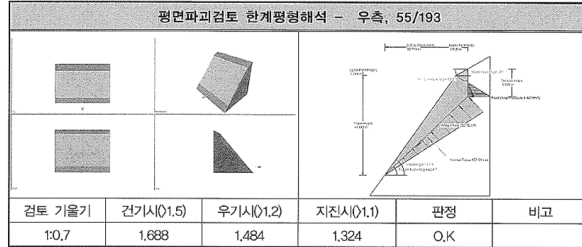
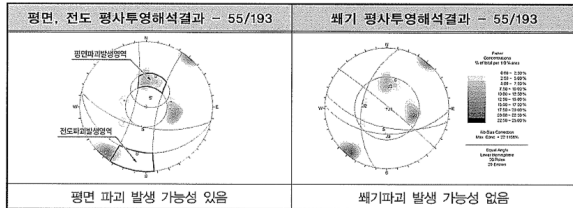
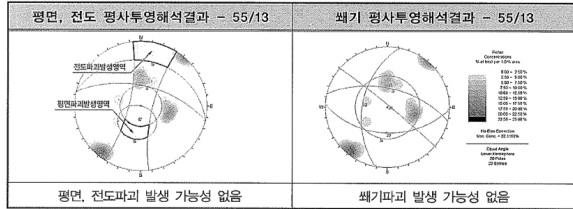
압축지수	압밀계수(cm ² /sec)	간극비	강도증가율
0.437	2.494×10 ⁻³	1.255	0.211

5.2.2 사면의 안정 검토

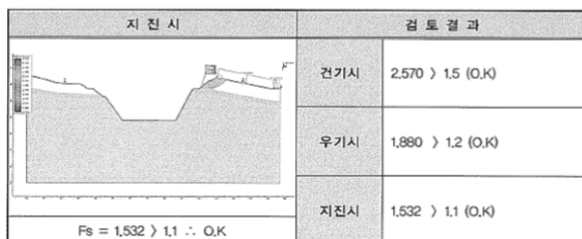
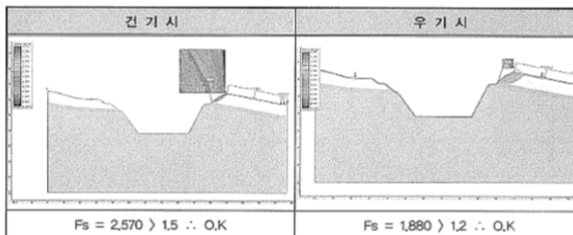
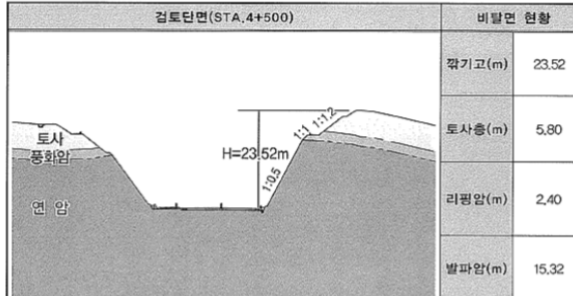


다. 깎기6구간

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

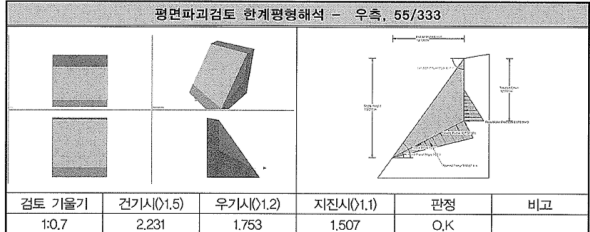
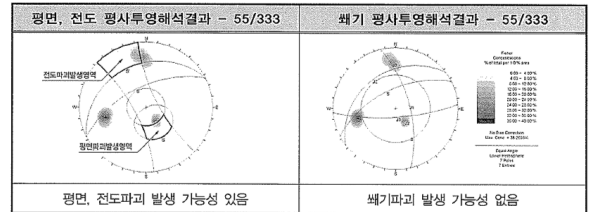
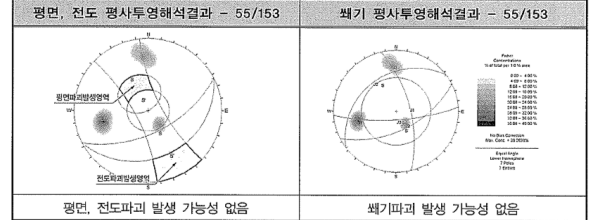


마. 깎기8구간



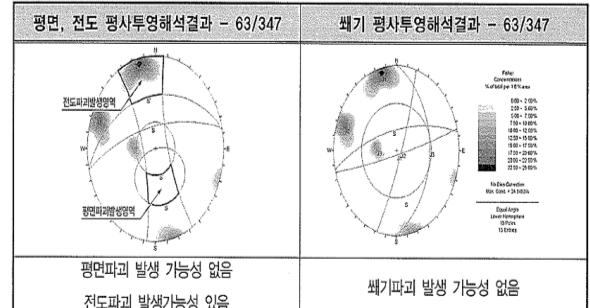
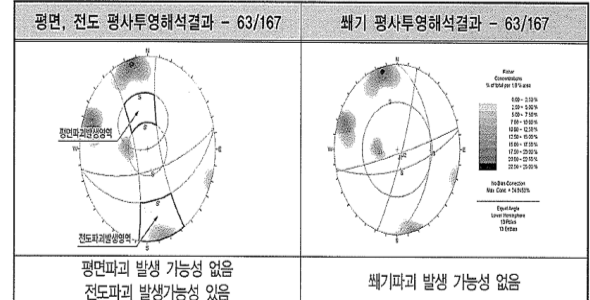
라. 깎기7구간

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

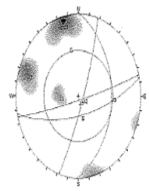
구 분	위 치(STA.)	절리 방향성(경사/경사방향)			적용 경사	깎기고(m)
		SET 1	SET 2	SET 3		
깎기 9구간(좌측)	5+020	84/165	81/108	34/91	1 : 0.5	19.40
깎기 9구간(우측)		79/257	66/161	12/340	1 : 0.5	24.33

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



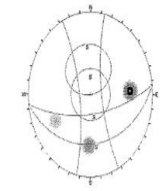
썰기파괴 발생 가능성 없음

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

가. 개략터널 암반 비탈면 안정성 검토

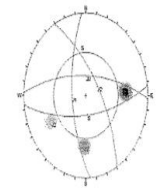
구 분	위 치(STA.)	절리 방향성(경사/경사방향)			적용 경사	깎기고(m)
		SET 1	SET 2	SET 3		
좌측 비탈면	2+920	65/266	63/2	65/60	1 : 0.5	44.44
우측 비탈면		65/266	63/2	65/60	1 : 0.5	49.20

평면, 전도 평사투영해석결과 - 63/173



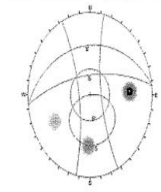
평면파괴 발생 가능성 없음
전도파괴 발생 가능성 있음

썰기 평사투영해석결과 - 63/173



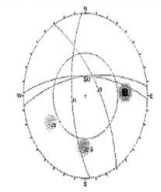
썰기파괴 발생 가능성 없음

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.

5.2.3 시설물 점검이력

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

【표 5.2.2】 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	(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	(사)한국건설안전기술 사회	1,150	전반적으로 양호함
	2018-05-31~ 2018-06-27	이석영	양호	-
4	정기안전점검	자체수행	1,038	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.
	2018-10-02~ 2018-11-05	이영주	양호	-
5	정기안전점검	자체수행	1,038	일부 소단측구 바닥판 보수부 재균열외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.
	2019-05-09~ 2019-06-14	이영주	양호	소단측구 바닥판 균열보수
6	정기안전점검	자체수행	1,038	일부 소단측구 바닥판 보수부 재균열 외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.
	2019-10-16~ 2019-11-15	이영주	양호	소단측구 바닥판 균열보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	2,904	- 사면하부 녹생토 퇴적 - 배수처리시설 녹생토 퇴적, 소단배수로 보수부재균열 - 이격거리내 시설 L형측구 균열(cw=0.3mm이상), L형측구 파손 - 기타시설 상태양호
	2020-01-09~ 2020-06-10	신달양	B등급	-
8	정기안전점검	자체수행	1,038	일부 소단측구 바닥판 보수부 재균열외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.
	2020-11-02~ 2020-11-27	이영주	양호	소단측구 바닥판 균열보수
9	정기안전점검	자체수행	-	일부 소단측구 바닥판 보수부 재균열외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.
	2021-05-24~ 2021-06-23	이영주	양호	소단측구 바닥판 균열보수
10	정기안전점검	자체수행	-	- 소단측구 바닥판 균열보수를 완료하였으며 하부 L형측구 벽체 보수부 재균열외 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.
	2021-10-25~ 2021-11-26	이영주	양호	-
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	2,640	-외관조사의 주요 손상은 이격거리내 시설 L형측구에서 콘크리트 180m(cw=0.5mm/1.0m) 균열, 200m(cw=1.0mm/0.5m) 균열과 150m(0.5m x 2.0m) 파손이 조사되었다. -외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 급회 상태등급은 『B(0.263)』 등급으로 평가되었다. -따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 급회 조사된 손상 및 사면파괴요인 등의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
	2022-01-03~ 2022-06-10	신달양	B등급	- 주입보수, 단면보수

번호	점검구분	점검 기관명	비용 (천원)	주요 점검결과
	점검기간	책임 기술자	안전 등급	주요 보수보강(안)
12	정기안전점검	자체수행	-	- L형 옹벽 파손부 보수필요. - 사면유실(2개소)로 인한 복구완료 - 기존 사면 보강부 슛크리트 균열 확인 지속관찰 필요.
	2022-10-24~ 2022-11-25	이영주	양호	- 없음.
13	정기안전점검	(주)이도	2,200	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 표층 유실(2개소, 보수완료), 식생불량, 배수로 재균열, 보강부 재균열, 보강부 식생 활착의 손상이 조사되었다. 표층 유실 및 보수부 2개소, 보강부 재균열이 존재하나, 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	- 단면보수, 표면처리
14	정기안전점검	(주)이도	2,200	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 표층 유실(2개소, 보수완료), 식생불량, 배수로 재균열, 보강부 재균열의 손상이 조사됨. 표층 유실 및 보수부가 2개소 존재하나, 적절한 보강으로 향후 지속적인 관찰로 추가 표층 유실이 추가적으로 이루어지지 않도록 조치할 필요가 있음. 향후 손상의 진전 여부를 지속적인 주의관찰을 통해 유지관리를 실시한다면 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨.
	2023-12-01~ 2023-12-31	양영탁	양호	- 단면보수, 표면처리
15	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	2,475	- 이격거리내 시설 L형측구 균열(cw=0.3mm이상)
	2024-04-15~ 2024-06-10	신달양	B등급	- 주입보수

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 금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 표층 유실(2개소, 보수완료), 식생불량, 배수로 재균열, 보강부 재균열의 손상이 조사되었다. 표층 유실 및 보수부 2개소, 보강부 재균열이 존재하나, 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	단면보수, 표면처리
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	696	- 상부자연사면 : 상태양호 - 사면 : 수목 식생 - 사면하부 : 상태양호 - 보호시설 : 슛크리트 파손 - 보강시설 : 상태양호 - 배수처리시설 : 소단배수로 재균열, 산마루측구 균열 - 이격거리 내 시설 : L형측구 보수부 재균열, 박락 - 추락방지시설 : 상태양호 - 도로포장 : 상태양호
	2025-11-12~ 2025-12-31	김문철	양호	- 주입보수, 단면보수 등

5.2.4 전차 정밀안전점검 실시결과(2024년 06월, ㈜KSR큰사람)

가. 현장조사 및 시험결과

1) 외관조사 결과

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부자연사면	상태양호	—
사면	상태양호	—
사면하부	상태양호	—
보호시설	상태양호	—
보강시설	없음	—
배수처리시설	상태양호	—
이격거리내 시설	L형측구 균열	주입보수
공중이 이용하는 부위	상태양호	—

2) 현장시험 결과

시험위치	추정강도(MPa)	암 판정 결과
1구간	69.5~163.7	풍화암~경암

나. 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		절토사면(STA3+510~3+820(우))		표 번 호	【표 5.5.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.276	B	근거표번호	【표 5.4.5】
	—	—	—	—	—
안전성평가		해당없음			
종합평가		0.276	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	L형측구 균열	주입보수	10.4	m	110	1,144	3
배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위	
	순공사비	0		0		1,144	
	재경비 (순공사비의 50%)	0		0		572	
	합계	0		0		1,716	
개략공사비 총계(천원)		1,716					

라. 종합결론

- 본 과업 대상 절토사면은 2017년에 준공되어 약 7 년간 공용되고 있고, 비봉~매송간 도시고속도로 이점 3+510~3+820 매송방향 우측에 위치한 총 연장 310m, 최고 높이 39.3m의 2중 시설물이다.
- 외관조사의 주요 손상은 이격거리내 시설 L형측구에서 콘크리트 균열이 조사되었다. 비구조적 균열로 판단된다. 본 절토사면에 조사된 손상은 보수된 손상의 박리나 보수미흡으로 인한 재손상으로 조사되었으며, 발생한 손상은 균열은 시공초 건조수축, 시공불량으로 비구조적 손상으로 판단된다. L형측구에서 발견한 균열의 손상은 시설물의 내구성 증진을 위해 보수가 필요할 것으로 사료된다.
- 암반강도측정 결과 180m, 241m 지점 사면 하부에서 69.5, 163.7MPa로 암반분류 상 풍화암~경암 정도의 강도를 나타내는 것으로 평가되며, 10MPa 이상으로 절토사면 분류시 절리암반사면 또는 파쇄암반사면으로 분류될 수 있는 지표가 된다.
- 사면의 경사 측정결과, 경사는 약 1:0.7~1:1.7로 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
- 토층심도는 준공도면 및 현장 육안조사를 통해 조사한 결과 5.5m로 확인되었다.
- 외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 기존 『B(0.263)』 등급에서 『B(0.276)』으로 등급 변동은 없었으나, 결함도 지수가 소폭 증가 하였다. 보호보강 상태에 대해 양호함이 있으나, 기술자의견으로 식생분포도에 대해 점수가 부여되어 결함도지수가 증가하였다.
- 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.

5.2.5 시설물 보수 이력

2017년 06월에 준공되어 현재 FMS(시설물정보종합관리시스템)에 보수·보강실적은 1회 등록되어있으며, 경미한 손상은 일상보수를 실시하고 있는 것으로 확인되었다.

【표 5.2.3】 보수이력사항

번호	공사명	공사 구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	이격거리내시설, 배수처리시설, 사면	(주)동명기술공단 종합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2025-04-08 ~ 2025-04-30		L형측구 균열 및 파손보수, 낙엽퇴적제거, 소단배수로 균열보수	26,030	유재봉
2	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	◦L형 측구 및 배수로	(주)동명기술공단 종합건축사사무소	(주)이도
	2024-08-01~ 2024-09-20		◦균열보수	-	박창용
3	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	보수	◦3+520(매송방향)3+750(매송방향)3+760(매송방향)	(주)동명기술공단 종합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2022-10-04~ 2022-11-18		◦3+520 : 락레일(L=8.0m) 8EA, 수평배수공(L=8.0m) 5EA, 숏크리트(T=15cm) 135㎡ - 3+750 : 락레일(L=8.0m) 5EA, 수평배수공(L=8.0m) 2EA, 숏크리트(T=15cm) 20㎡ - 3+760 : 락레일(L=8.0m) 5EA, 수평배수공(L=8.0m) 2EA, 숏크리트(T=15cm) 20㎡	25,291	이영주

5.2.6 시설물의 내진설계 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 내진설계가 적용 된 것으로 확인되었다.

【표 5.2.4】 내진설계 여부 확인

적용유무			내진설계													
적용			시설물번호		관리번호		(*)시설물명		(*)시설물분류							
			SL2017-000090				절토사면(STA3+510~3+820(우))		2종		절토사면		도로사면		SOC 성능평가대상	
			(*)주소		노선		관리주체		관리주체구분		공공/민간		소유자		소유자구분	
			경기도 화성시 비봉면 생원리 30-35		시도(비봉-매송간 도시고속도로)		화성도시고속도로(주)		민간		민간		화성시			
			사업계획승인일		(*)준공(사용승인)일		하차담보백임만료일		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)				1,341 백만원			
			감리기간		감리자 (책임감리원)		공사발주자		공사명				공사감독 관리관			
			2014년 03월 31일 2017년 06월 30일		곽건		화성도시고속도로(주)		비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업				화성시			
			중대재해처벌법대 상유무		내진설계대상유무		내진설계적용유무		내진설계적용기준		내진성능평가 실시유무		내진보강유무		환경구및계유무	
			대상		불명		적용				불명		불명			
					감리비대상사유		영2조대상		시설물관리 근거법령				1/2종 시설물 편입일			
				대상		아니오		시설물의안전및유지관리예관한특별법				2017년 06월 30일				

비탈면 안전성 검토결과	검토단면		평사투영해석		평면파괴 한계평형해석			판 정	비 고		
			평면파괴 발생가능성		건기시 (Fs=1.5)		우기시 (Fs=1.2)			지진시 (Fs=1.1)	
	꺾기 2구간	좌측	없음	-		-		-		O.K	
		우측	없음	-		-		-			
	꺾기 3구간	좌측	높음	3.666		3.503		3.222		O.K	
		우측	없음	-		-		-			
	꺾기 6구간	좌측	없음	-		-		-		O.K	
		우측	있음	1 688		1 484		1 324			
	꺾기 7구간	좌측	없음	-		-		-		O.K	
		우측	있음	2,231		1,753		1,507			
	꺾기 8구간	좌측	없음	-		-		-		O.K	
		우측	없음	-		-		-			
	꺾기 9구간	좌측	없음	-		-		-		O.K	
		우측	없음	-		-		-			
	개착 터널	좌측	없음	-		-		-		O.K	
		우측	없음	-		-		-			

5.2.7 시설물의 용도변경 여부 확인

FMS(시설물정보종합관리시스템) 상에 용도변경 이력은 없는 것으로 확인되었다.

5.2.8 수집자료 검토결과 및 점검방향 설정

【표 5.2.5】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	◇ 숏크리트, 수평배수공, 락레일 및 일상보수가 시행된 것으로 확인됨	◇ 보수부 상태 확인

5.3 현장조사

5.3.1 현황 및 특성

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

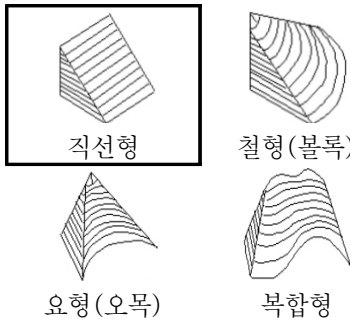
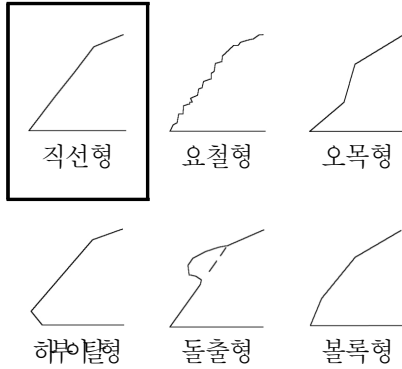
가. 일반현황 조사결과

【표 5.3.1】 일반현황 조사결과

조사일자	2026년 5월 6일	조 사 자	이상훈
일 기	맑음	준공년도	2017년 06월 30일
행정구역	경기도 화성시 비봉면 쌍학리 32-35		
위 치	시점 : 37° 13′ 52.97″ 126° 54′ 07.38″		
	종점 : 37° 13′ 58.22″ 126° 54′ 20.09″		
도 로	거 리 표 : STA4+931~5+160		
	차 선 : 왕복 4차선, 톨게이트 10차선		도 로 폭 : 25.0~63.0m
	교 통 량 : - 대/일		
절토사면	길 이 : 310.0m		높 이 : 39.3m
	경 사/경사방향 : 44/332		
	도로와의 이격거리 : 평균 2.6m		
	구성물질 : 암		토층심도 : 5.5m
	소 단 : 6소단		
낙석/뜯돌	낙석 존재유무 : 무		낙석의 양 : -
	낙석 평균크기 : -		
	낙석 최대크기 : -		
	뜯돌 존재유무 : 무		뜯돌의 양 : -
꺾기비탈면 시공현황	종 류		위 치 상 태
	낙석방지망		- 양호
	낙석방지울타리		STA3+560~3+800 양호
	소단배수로		STA3+560~3+750 양호
	산마루측구		STA3+530~3+560 양호
	수직도수로		STA3+680 양호
	점검로		STA3+530~3+560, STA3+660 양호
	쑏크리트		STA3+540~3+570 양호
	쑏크리트+격자앵커블럭		STA3+600~3+740 양호
	녹화공법		전구간 양호
	붕괴이력	유 형	
-		-	
기 타	-		

나. 사면특성 조사결과

【표 5.3.2】 사면특성 조사결과

주변지형의 특성	주변 지형		산악			
	종단면 형상					
	기타 특징		-			
절토사면의 특성	중 횡 단 면			중 단 면 특 성		
상부 자연비탈면	경 사 도		5.4°			
	인장균열		무			
	포행흔적		무			
	수목의 기울어짐		무			
	인공구조물		무			
	산마루측구		유			
	계곡부		무			
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 암층은 규암 및 석영편암, 석회암 및 석회규산염암이 협재 또는 호층을 이룬다. 풍화대 없음. 절리군J1:64/076, J2:28/323, J3:74/176 간격0.5~1.5m, 연장1.0~3.0m				
식 생	① 종 류	초 본	관 목	침 엽 수	활 엽 수	
	② 밀 도	상	중	-	-	
	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 5.3.3】 구간분할 결과

구 분	관리이정(k)	연 장(m)	높 이(m)	경사	토층심도	구성물질
1구간	3+510~3+820	310.0	39.3	1:1.12	5.5m	암
※ 연장 200m 이상으로 구간을 분할을 해야 하나, 지반조건 및 구성물질이 동일하여, 연장 110m를 포함하여 1개의 구간으로 분류하였음.						
						

절토사면명 : 절토사면(STA3+510~3+820(우))

[방향 : 44/332 , 연장 : 310.0m , 높이 : 39.3m]

절토사면 (5)

절토사면 STA 3+510 ~ 3+820(우)

1구간

39m

손 상 물 량 표

번 호	신 구	손상내용	손상물량						보수물량		비고	번 호	신 구	손상내용	손상물량						보수물량		비고
			균열폭 (mm)	연장 (m)	너비 (m)	길이 (m)	면적 (㎡)	개소 (EA)	단위	수량					단위	수량	균열폭 (mm)	연장 (m)	너비 (m)	길이 (m)	면적 (㎡)	개소 (EA)	
1	기존	소단배수로 녹색토 퇴적			1.7	10.0	17.0	1	㎡	17.0	22'상 보수	16	26상	쑈크리트 들뜸			1.5	2.5	3.75	1	㎡	3.75	
2	기존	녹생토 퇴적			0.8	15.0	12.0	1	㎡	12.0	22'상 보수	17	26상	쑈크리트 들뜸			3.0	1.5	4.5	1	㎡	4.5	
3	20상	L형측구 균열	2.0			0.5		1	㎡	0.5		18											
4	20상	L형측구 균열	0.6			1.0		1	㎡	1.0		19											
5	기존	L형측구 파손			0.5	2.0	1.0	1	㎡	1.0	22'상 보수	20											
6	기존	L형측구 균열	0.5			1.5		1	㎡	1.5	22'상 보수	21											
7	24상	L형측구 균열	0.5			1.5		4	㎡	6.0		22											
8	기존	소단배수로 균열	0.5			1.5		1	㎡	1.5	22'상 보수	23											
9	24상	낙엽퇴적			1.0	2.0	2.0	1	㎡	2.0		24											
10	24상	L형측구 균열	0.2			0.9		1	㎡	0.9		25											
11	24상	L형측구 균열	1.0			1.0		2	㎡	2.0		26											
12	26상	소단배수로 토사퇴적			1.5	1.0	0.5	0.75	1	㎡	0.75		27										
13	26상	소단배수로 재균열	1.0			2.0		1	㎡	2.0		28											
14	26상	녹생토유실			3.0	3.0	0.5	4.5	1	㎡	4.5		29										
15	26상	소단배수로 균열	0.5			12.0		1	㎡	12.0		30											

범례

초본류

배수공

노출암반

관목류

소단배수로

암반강도시험

낙석방지망

점검로

토양경도시험

낙석방지울타리

산마루 측구

수직도수로

균열

망상균열

표층분락

파손

암괴이탈

수목식생

표층활동

암괴이완

누수

수목군락지

표층유실

토석퇴적

암괴탈락

암괴노출

토사퇴적

낙엽퇴적

용역명

시행청

점검기관

구조물명

도면명

도면번호

비봉~매송간 도시고속도로 2026년 상반기 정밀안전점검

화성도시고속도로

(주)명성엔지니어링

절토사면 (5)

STA 3+510 ~ 3+820(우)

005

5.3.3 구간별 외관조사 결과

가. 1구간

1구간은 관리이정 STA3+510~3+820 구간으로 연장 310.0m, 높이 39.3m, 경사 1:1.12, 경사방향 332°, 토층심도 5.5m인 암반사면으로 사면전반에 걸쳐 슛크리트, 격자앵커블럭, 녹생공, 낙석방지망, 낙석방지울타리 등이 시공되어 있는 상태이다.

1) 상부자연사면

- 상부자연사면은 5.4°의 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, STA3+740 1단 사면의 녹생토유실(3.0×3.0)이 조사되었고, 이는 일부 식생활착이 부족한 구간에 집중강우로 인한 녹생토의 유실로 판단되며, 낙석방지망 및 낙석방지울타리로 인해 위험성은 낮은 상태이나, 지속적인 주의관찰이 필요하다. 그 외의 사면의 안전성에 영향을 초래할 만한 손상(세굴, 지하수 유출 등)은 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 상기 손상부는 주의관찰을 실시하고 추후 손상의 증가시 일괄적으로 보수(녹생토 재시공 등)를 실시하는 유지관리가 바람직하다.

4) 보호·보강시설

- 보호·보강시설로 슛크리트, 격자앵커블럭, 낙석방지울타리, 야생동물유도울타리, 낙석방지망 시공되어있으며, 점검시, 보호·보강시설물의 상태변화에 중점을 두고 점검하였다.
- 점검결과, STA3+680 수직도수로 좌·우로 슛크리트 들뜸이 신규조사되었다. 이는 시공미흡, 수직도수로-스�크리트 사이의 우수유입에 의한 열화 등의 원인으로 판단되며, 현재 그 정

도가 심하지 않으므로, 주의관찰을 하고 추후 손상의 증가시 일괄보수를 실시하는 유지관리가 바람직하다. 그 외의 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 산마루측구, 수직도수로가 설치되어 있으며, 정밀조사로 균열 및 토사퇴적 등의 손상이 조사되었다.
- 상기 손상은 우수에 의한 토사유실, 시공미흡, 보수재 열화 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 배수기능은 문제가 없을 것으로 판단되나, 사면의 안전성을 위해 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다.

6) 이격거리내 시설

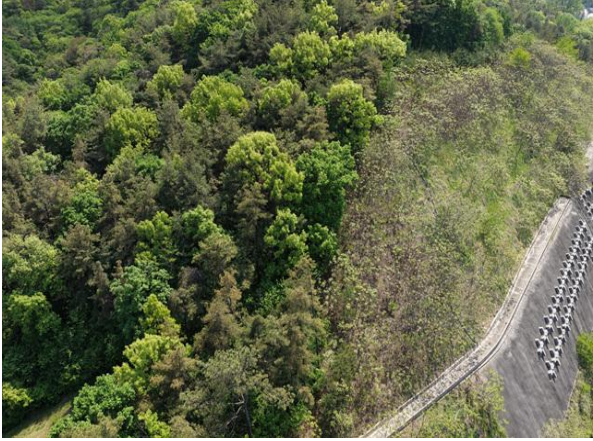
- 이격거리내 시설로 낙석방지울타리, 야생동물유도울타리, L형측구가 설치되어있으며, 도로와의 이격거리는 약 2.6m 정도의 거리를 유지하고 있다. 점검시, 변형 및 파손, 기능상실 여부 등을 중점으로 점검하였다.
- 점검결과, 낙석방지울타리, 야생동물유도울타리 등은 양호한 상태로 확인되었으며, L형측구 일부에서 기존손상인 콘크리트 균열이 확인되었고 진전은 미미한 상태이다.
- 조사된 L형측구 콘크리트 균열은 시공당시 건조수축 및 온도변화, 지속적인 외기노출(지표수) 등의 원인으로 발생한 것으로 판단되며, 전회와 비교시 진전이 미미한 상태로서, 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 5.3.4】 1구간 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면하부	녹생토유실	m ²	9.00	1	주의관찰 후 조치	
보호·보강시설	쑥크리트 들뜸	m ²	8.25	2	주의관찰 후 조치	
배수처리시설	소단배수로 균열	m	14.00	2	균열보수	
	소단배수로 토사퇴적	m	2.75	2	정비	
이격거리내 시설	L형측구 균열	m	10.40	9	주의관찰	
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 5단 사면 상태양호	현 황	1구간 낙석방지울타리 상태양호
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-
			
현 황	1구간 격자앵커블럭 상태양호	현 황	1구간 슛크리트 상태양호
원 인	-	원 인	-
대 책	-	대 책	-

【사진 5.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황

			
현 황	1구간 STA3+740 사면하부 녹생토유실(3.0×3.0)		
원 인	집중강우로 인한 녹생토 및 충전물유실		
대 책	주의관찰 후 녹생토시공		
			
현 황	1구간 STA3+740 사면하부 녹생토유실(3.0×3.0)		
원 인	집중강우로 인한 녹생토 및 충전물유실		
대 책	주의관찰 후 녹생토시공		
			
현 황	1구간 STA3+680 숯크리트 들뜸(1.5×2.5)	현 황	1구간 STA3+680 숯크리트 들뜸(3.0×1.5)
원 인	시공미흡, 우수유입 등	원 인	시공미흡, 우수유입 등
대 책	주의관찰 후 숯크리트	대 책	주의관찰 후 숯크리트

【사진 5.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

			
현 황	1구간 STA3+700 소단배수로 균열(0.5/12.0)	현 황	1구간 STA3+700 소단배수로 균열(0.5/12.0)
원 인	강우, 외기접촉, 보수재 열화 등	원 인	강우, 외기접촉, 보수재 열화 등
대 책	균열보수	대 책	균열보수
			
현 황	1구간 STA3+750 소단배수로 균열(1.0/2.0)	현 황	1구간 STA5+750 소단배수로 토사퇴적
원 인	강우, 외기접촉, 보수재 열화 등	원 인	시공미흡 등
대 책	균열보수	대 책	정비
			
현 황	1구간 STA3+550 L형측구 균열(1.0/1.0)	현 황	1구간 STA3+690 L형측구 균열(0.6/1.0)
원 인	강우, 외기접촉 등	원 인	강우, 외기접촉 등
대 책	균열보수	대 책	균열보수

【사진 5.3.1】 1구간 외관조사 결과 주요현황(계속)

나. 시설물내 보강공 점검결과

시설물내 보강공 현장조사결과를 [그라운드 앵커 설계·시공 및 유지관리 매뉴얼 2021.08, 국토교통부]에 의거하여 실시하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

【표 5.3.5】 앵커 점검결과

구 분		점검항목	점검결과
앵커체	강연선	돌출	무(양호)
		손실	무(양호)
		부식	무(양호)
앵커두부	두부콘크리트	돌출 · 박리	무(양호)
		파손 · 낙하	무(양호)
		성능저하 · 균열	무(양호)
		유리석회(Free CaO)	무(양호)
		용수 유무	무(양호)
	두부캡	파손 · 변형 · 낙하	무(양호)
		재료성능저하	—
		고정방법 · 고정상황	—
		씰부 성능저하	—
		용수 유무	무(양호)
	방청유	기름누출	무(양호)
	지압판	돌출	무(양호)
		용수 유무	무(양호)
수압구조물		변형 · 침하	무(양호)
		콘크리트 성능저하	무(양호)
		유리석회(Free CaO)	무(양호)
		파손 · 낙하	무(양호)
		균열	무(양호)
		배면지반으로부터의 돌출	무(양호)
그 외		용수	무(양호)
		지반전체의 변형된 상태	무(양호)
		주변구조물의 변형된 상태	무(양호)

5.3.4 현장조사 결과 요약

가. 외관조사 결과요약

【표 5.3.6】 외관조사 결과요약

구 분	점검 결과	보수·보강 방안
상부 자연사면	상태양호	—
사면부	상태양호	—
사면하부	녹생토유실	주의관찰 후 녹생토
보호·보강시설	쑏크리트 들뜸	주의관찰 후 쑏크리트
배수처리시설	소단배수로 균열 소단배수로 토사퇴적	균열보수 정비
이격거리내 시설	L형측구 균열	주의관찰
공중이 이용하는 부위	상태양호	—
외관조사 결과요약	사면 전반에 걸쳐 보호공으로 쑏크리트, 격자앵커블럭, 녹생공, 능형망, 낙석방지울타리, 배수시설로 소단배수로, 산마루측구, 수직도수로가 설치되어 있다. 사면상단 및 하단에 초본 및 관목일부가 서식하고 있는 상태이며, 사면에 시공된 녹생공은 중·상단부 식생활착은 양호한 상태이다. 공용중 강우 및 집중호우 등으로 일부 하단 녹생토에서 유실이 조사되었고, 하부퇴적 등의 손상이 조사되었다. 이는 집중강우시 녹생토의 추가유실 및 충전물유실로 망내 퇴적, 암탈락 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로 지속적인 주의관찰 후 녹생토 등의 조치가 요망된다. 보호/보강시설인 쑏크리트에서 들뜸이 조사되었고, 이는 수직도수로 부근에 발생한 손상으로 시공미흡 및 우수유입에 의한 손상으로 그 정도가 심하지 않으므로 주의관찰을 실시하고 추후 쑏크리트 보호공을 실시하는 유지관리가 바람직하다. 배수처리시설은 기능발휘에 문제가 없는 양호한 상태이나, 균열 및 토사퇴적 등이 조사되어 사면의 안전성 확보를 위해 균열보수, 정비가 필요하다. L형측구에 균열이 일부 확인되었으나, 시설물에 미치는 영향은 미미한 상태로 주의관찰을 실시하고 추후 균열보수를 실시하는 유지관리가 바람직하다. 이격거리내 시설 및 공중이 이용하는 부위는 파손, 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.	

【표 5.3.7】 손상내용 총괄표

구 분	손상 내용	단위	물량	개소	보수방안	비고
상부자연사면	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면부	상태양호	—	—	—	지속관찰	
사면하부	녹생토유실	m ²	9.00	1	주의관찰 후 조치	
보호·보강시설	쏟크리트 들뜸	m ²	8.25	2	주의관찰 후 조치	
배수처리시설	소단배수로 균열	m	14.00	2	균열보수	
	소단배수로 토사퇴적	m	2.75	2	정비	
이격거리내 시설	L형측구 균열	m	10.40	9	주의관찰	
공중이 이용하는 부위	상태양호	—	—	—	지속관찰	

나. 이전 정밀안전점검과의 비교

전회(2024년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 외관조사 후 손상수량 증감을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 사면하부의 녹생토유실, 보호/보강시설 쏟크리트 들뜸, 배수처리시설의 균열, 토사퇴적 등이 신규 조사되었고, 이로 인해 전반적인 사면의 손상물량은 증가한 것으로 확인되었다.

【표 5.3.8】 이전 정밀안전점검과의 손상수량 비교증감표

구 분	손상 내용	단위	전회(2024년)		금회(2026년)		증,감 (▲, ▼)	비고
			물량	개소	물량	개소		
상부자연사면	상태양호	—	—	—	—	—	—	
사면부	표층유실	—	—	—	—	—	—	
사면하부	녹생토유실	m ²	—	—	9.00	1	▲9.00	
보호·보강시설	쏟크리트 들뜸	m ²	—	—	8.25	2	▲8.25	
배수처리시설	소단배수로 균열	m	—	—	14.00	2	▲14.00	
	소단배수로 토사퇴적	m ³	2.00	1	2.75	2	▲0.75	
이격거리내 시설	L형측구 균열	m	10.40	9	10.40	9	—	
공중이 이용하는 부위	상태양호	—	—	—	—	—	—	

5.4 재료시험

5.4.1 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 5.4.1】 시험항목 및 수량

시험항목	기준수량	금회 실시수량
암반반발경도시험	필요수량	1구간 : 2개소
불연속면조사	필요수량	1구간 : 1개소

나. 암반반발경도시험

암반용 슈미트해머를 이용한 반발경도시험은 구간별로 2회씩 강도조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 세부시험값은 부록에 첨부하였다.

【표 5.4.2】 암반반발경도시험 결과

시험위치	상위50% 평균값	암석의 밀도(kN/m³)	일축압축강도 추정(MPa)	암판정 결과	실시 전경
3+680	42.1	25.0	71.2	연암	
3+740	49.6	25.0	100.4	보통암	
검토의견	암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값은 42.1~49.6 으로 측정되었으며, 일축압축강도추정 71.2~100.4MPa로 연암~보통암으로 판정되었다.				

전회(2024년 정밀안전점검)와 금회 실시하는 점검의 반발경도시험 후 값을 비교하여 수록하였다. 그 결과, 조사위치와 기타 요인으로 인해 보통암은 다소 차이가 발생하였으나, 연암의 경우, 대체적으로 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 평가되었다.

【표 5.4.3】이전 정밀안전점검과의 암반반발경도시험 비교

구 분	위 치	전회(2024년)	금회(2026년)	증,감 (▲, ▼)	비 고
		추정강도(MPa)	추정강도(MPa)		
암반반발경도 시험	1구간	69.5	71.2	▲1.7	연암
		163.7	100.4	▼63.3	보통암

반발경도시험 보고서	
1. 시험조건	
구분	내용
시험 일자 및 시간	일자 : 2026. 05. 06. 시간 : 09:00 ~ 17:00
시험 위치	시험 성과표의 위치명 및 외관조사 위치 참조
시험 대상 구조물	절토사면(STA3+510~3+820(우) (L=310.0m, H=39.3m)
시험 대상 표본 선정	재료시험 수량에 따라 표본 선정, 암노출부
시험시의 온도	16.1℃
표본 내부의 함수 상태	기건 상태
2. 시험기기	
구분	내용
측정기의 종류	슈미트 해머 암반형
3. 시험 방법	
구분	내용
반발경도 타격점 간격 및 수량	4 × 5, 20회 타격(30mm 간격)
반발경도 측정기의 타격방향	시험 성과표 참조
반발경도 유효값 기준	측정치의 상위 50% 의 평균값
시험 부위별 반발경도의 평균값	시험 성과표 참조
버린 반발경도의 값 및 위치	시험 성과표 참조
4. 시험결과	
시험 성과표 참조	

라. 불연속면조사

본 사면의 불연속면조사를 위해 지질용 해머, 클리노미터, 줄자 등을 이용하여 조사하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

		
틈새 측정	간격 측정	경사/방향 측정

【사진 5.4.1】 불연속면 측정 현황

【표 5.4.4】 1구간 불연속면조사 결과표

구 분		J1	J2	J3	절리상태 점수		
					J1	J2	J3
종류		절리	절리	절리	—	—	—
방향성		64/076	28/323	74/176	—	—	—
간격(m)		0.5~1.0	0.8~1.0	1.0~1.5	—	—	—
상세 절리 상태	연장성(m)	1.0~3.0	1.0~2.0	1.0~1.5	2	1	1
	틈새(mm)	0.5~1.0	0.5~1.0	0.1~0.5	4	4	3
	거칠기	거칠음	거칠음	거칠음	1	1	1
	충진물질	연약한, 5mm미만	연약한, 5mm미만	연약한, 5mm미만	5	5	5
	풍화도	SW	SW	SW	2	2	2
누수상태		건조	건조	건조	2.8	2.6	2.4
암괴크기		—	—	—			
블록형상		불규칙상	불규칙상	불규칙상			

마. 사면경사 측정

본 사면의 설계경사와 비교하기 위해 사면의 경사를 측정하였고, 1구간 1:1.12로 측정되어 설계경사와 유사한 것으로 분석되었다.

【표 5.4.5】 사면경사 측정결과

위 치		측정값	설계값	판 정	비 고
1구간	사면 1소단	1 : 0.7	1 : 0.7	O.K	
	사면 2소단	1 : 1.12	1 : 1.12	O.K	
	사면 3소단	1 : 1.12	1 : 1.12	O.K	
	사면 4소단	1 : 1.15	1 : 1.13	O.K	
	사면 5소단	1 : 1.50	1 : 1.14	O.K	
평균경사		1 : 1.12	1 : 1.04	O.K	

바. 토층심도 조사

본 사면의 준공도면 및 초기점검보고서, 기존 정밀안전점검보고서를 참조하였으며, 그를 바탕으로 현장육안조사를 통해 파악한 결과, 1구간 토층심도는 약 5.5m 정도인 것으로 확인되었다.

5.4.2 재료시험 결과요약

본 사면에 대한 재료시험 · 측정 결과를 요약하면 다음과 같다.

【표 5.4.6】 재료시험 · 측정 결과요약

구 분	결 과 요 약
암반반발경도시험	암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값은 42.1~49.6 으로 측정되었으며, 일축압축강도추정 71.2~100.4MPa로 연암~보통암으로 판정되었다.
사면경사측정	1구간 1:1.13로 측정되어 설계경사와 유사한 것으로 분석되었다.
토층심도조사	1구간 토층심도는 약 5.5m 정도인 것으로 확인되었다.

5.5 상태평가

5.5.1 사면분류 및 구간분할

가. 구간분할

본 사면은 연장 310.0m의 사면으로서, 지반특성에 따른 사면분류를 실시하였고 외관조사시 실시한 구간분할과 동일하게 1구간으로 분할하여 손상상태 및 파괴요인에 대한 평가를 실시하였다. 사면분류를 위해 특성조사를 실시한 위치는 외관조사결과현황도(Face Map)에 표기하였다.

【표 5.5.1】 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 5.5.3]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 5.5.2】 암반 블록크기비

구분	S ₁	S ₂	S ₃	I _b	H	블록크기비(BR)
1구간	1.1	1.1	0.6	0.93	39.3	0.024

【표 5.5.3】 비탈면 분류결과

(MPa=10.2kg/cm²)

구 분		분류 기준	평가점수	비탈면종류	
				세부분류	종합분류
1구간	토층심도율	0.4	$\frac{Soil\ depth}{Slope\ height} = \frac{5.5}{39.3} = 0.14$ 로 0.4이하	암반사면	절리암반
	압축강도	10MPa	반발경도측정결과 71.2~100.4MPa으로 10MPa이상	파쇄암반 절리암반	
	블록크기	0.01	$I_b = \frac{\sum_{i=1}^3 S_i}{3} = 0.93, \frac{I_b}{H} = \frac{0.93}{39.3} = 0.024$ 로 0.01초과	절리암반	

※토층심도율이 0.2~0.4일 경우, 혼합사면으로 규정하여 토사사면과 암반사면의 특성을 모두 고려

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 5.5.4】 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					

5.5.2 구간별 상태평가 결과

가. 1구간 상태평가(절리암반사면)

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. 절리방향 (사면과의 차이)	사면의 방향	가장 가까운 절리방향	사면과의 차이	7	e
		323°	332°	9°		
	1-6. 절리경사-사면경사 (사면방향과 20° 이내의 차이를 보이는 절리)	절리경사	사면경사	차이	7	e
		28°	44°	-16°		
	1-7. 절리상태	【표 5.4.4】의 J1 절리상태 2.8점			3	c
사면형상	1-8. 사면경사	1:1.12			0	a
자연요인	1-9. 강우 및 지하수	【표 5.5.4】 평균값인 145.3mm 지하수위는 시추조사 미실시로 육안으로 조사하여 누수 등의 손상이 없음			4	c
인위요인	1-10. 절취상태	준공도서, 전차보고서 확인결과 선규열발파 (매우 좋음)			0	a
	1-11. 배수조건	배수상태가 양호(양호)			1	b
	1-12. 보호/보강상태	보호/보강상태에 문제가 없으나, 슛크리트 들뜸으로			1	b

【표 5.5.5】 사면 손상상태 조사 결과표 (1구간)

시설물명	절토사면 (STA3+510~3+820(우))	표번호	[표 5.5.5]		
조사영역번호	1구간	조사영역 위치	3+510~3+820		
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 5.5.6】 사면 파괴요인 조사 결과표 (1구간)

시설물명	절토사면(STA3+510~3+820(우))		표번호	[표 5.5.6]		
조사영역 번호	1구간		조사영역 위치	3+510~3+820		
1. 지반상태						
일련번호	구 분		상 태	상태점수		비고
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	9°	7		
1-6		절리경사-사면경사	-16°	7		
1-7		절리상태	2.8점	3		
2. 사면형상						
1-8	절리암반	사면의 경사	1:1.13	0		
3. 자연적 외부요인						
1-9	강우 및 지하수	1일 강우량	145.3mm(수원)	4	4	
		지하수위	누수 등의 손상없음	-		
4. 인위적 외부요인						
1-10	절리암반	절취상태	매우 좋음	0		
1-11	배수조건		보통	3		
1-12	보호/보강상태		양호함	2		
조사일시	2026.05.06		조사자	이 상 훈		

【표 5.5.7】 상태평가결과 산정표(1구간)

시설물명			절토사면(STA3+510~3+820(우))				표번호
근거표번호			[표 5.5.5], [표 5.5.6]				[표 5.5.7]
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	7	e	23	f2=0.38	c
		⑥ 절리경사-사면경사	7	e			
		⑦ 절리상태	3	c			
	사면형상	⑧ 사면경사	0	a			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	4	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	0	a			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강 상태	1	b			
합계(Σ)					23	F=0.27	B
상태평가결과		○손상상태지수(f1) : 0 / 24 = 0.00 ○파괴요인지수(f2) : 23 / 60 = 0.38 ○상태평가등급(F) : 23 / 84 = 0.27					

【표 5.5.8】 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 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태		

【표 5.5.8】 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		

5.5.3 상태평가결과

대상 사면은 절리암반사면으로 평가하였고, 평가기준에 따른 결함지수 0.27 로, 등급은 B로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 절리방향, 절리경사로 나타났으며, 이에 대한 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

【표 5.5.9】 상태평가결과(총괄)

구 분	비탈면종류	결함지수	등 급	절토사면 상태평가결과(Min)	
				결함지수	등 급
1구간	절리암반사면	0.27	B	0.27	B

5.6 종합평가 및 안전등급 지정

5.6.1 종합평가 결과

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

【표 5.6.1】 절토사면의 종합평가 결과

절토사면 종합평가 결과 산정표					
시설물명		절토사면(STA3+510~3+820(우))		표 번 호	【표 5.6.1】
평가구분		결함지수	평가결과	비 고	
상태 평가	1구간	0.27	B	근거표번호	【표 5.5.7】
		—	—	—	—
안전성평가		해당없음	—	—	—
종합평가		0.27	B	최저등급 적용	
종합평가결과		절토사면의 종합평가 결과 : B			

5.6.2 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 5.6.2】 안전등급 기준

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

5.6.3 이전 점검결과와 비교

【표 5.6.3】이전 정밀안전점검과의 비교

평가구분		전차 정밀안전점검(2024년)		금회 정밀안전점검(2026년)	
		결함지수	평가결과	결함지수	평가결과
상태평가	1구간	F=0.276	B	F=0.27	B
		—	—	—	—
안전성평가		해당없음	—	해당없음	—
종합평가		F=0.276	B	F=0.27	B
변경사유		26년 세부지침의 기준의 변경되었고, 그로 인해 강우에 대한 결함점수가 증가하였다. 결함지수 총점이 절리암반(84점)으로 증가하여 금회 결함지수는 전회와 비교시 다소 감소하였으나, 등급의 변경은 없는 상태이다.			

5.7 보수·보강 및 유지관리방안

5.7.1 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 5.7.1】 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 5.7.2】 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

5.7.2 보수·보강 방안

대상 절토사면 점검결과, 사면부 낙석방지망내 심한풍화 및 충전물유실, 하부퇴적, 배수처리시설 균열 및 파손이 일부 확인되었다. 상기손상중 배수처리시설의 균열 및 파손은 사면의 안전성을 위해 균열보수 및 단면보수가 필요한 상태이며, 심한풍화 및 충전물유실은 주의관찰을 실시하며 보수 시기를 결정하는 유지관리가 바람직하다. 그 외의 손상은 주의관찰을 실시하고 추후 보수를 실시하는 유지관리가 바람직하며, 대상 절토사면은 주기적인 점검을 통한 관리를 실시한 후 손상의 증가 및 확대여부에 따라 보수시기를 결정하는 것이 효율적이다.

【표 5.7.3】 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	녹생토유실	녹생토	9.00	13.50	m²	450	6,075	3
보호·보강시설	숏크리트 들뜸	숏크리트	8.25	12.38	m²	450	5,571	3
배수처리시설	소단배수로 균열	균열보수	14.00	5.25	m²	126	662	2
	소단배수로 토사퇴적	정비	2.75	4.13	m²	100	413	2
이격거리내 시설	L형측구 균열	주의관찰	10.40	3.90	m²	—	—	4
공중이 이용하는 부위	상태양호	—	—	—	—	—	—	—
개략공사비 (천원)	구 분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	0		1,075		11,646		
	재경비 (순공사비의 50%)	0		538		5,823		
	합계	0		1,613		17,469		
개략공사비 총계(천원)		19,082						

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.

5.7.3 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 5.7.4】 사면 중점유지관리 항목

구 분	중점유지관리 사항	현황 사진
사면	• 하단 녹생토유실, 슛크리트 들뜸 → 인장균열, 지반변형 발생여부 점검 → 표면보호공(녹생토 등) 상태 점검 → 보강시설의 상태 점검	
배수처리시설	• 현재 배수기능은 원활한 상태임 • 배수처리시설 균열 및 토사퇴적 진전여부 확인 → 배수시설의 상태, 기능확보 상태 점검	
이격거리내 시설	• L형측구 균열 → 기존 손상의 진전유무 확인 → 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	

5.8 종합결론

5.8.1 정밀안전점검 결과 요약

- 외관조사 결과, 사면 전반에 걸쳐 보호공으로 슛크리트, 격자앵커블럭, 녹생공, 능형망, 낙석 방지울타리, 배수시설로 소단배수로, 산마루측구, 수직도수로가 설치되어 있다. 사면상단 및 하단에 초본 및 관목일부가 서식하고 있는 상태이며, 사면에 시공된 녹생공은 중·상단부 식생활착은 양호한 상태이다. 공용중 강우 및 집중호우 등으로 일부 하단 녹생토에서 유실이 조사되었고, 하부퇴적 등의 손상이 조사되었다. 이는 집중강우시 녹생토의 추가유실 및 충전물 유실로 망내 퇴적, 암탈락 등의 손상이 추가 발생할 가능성이 있으므로 지속적인 주의관찰 후 녹생토 등의 조치가 요망된다. 보호/보강시설인 슛크리트에서 들뜸이 조사되었고, 이는 수직도수로 부근에 발생한 손상으로 시공미흡 및 우수유입에 의한 손상으로 그 정도가 심하지 않으므로 주의관찰을 실시하고 추후 슛크리트 보호공을 실시하는 유지관리가 바람직하다. 배수처리시설은 기능발휘에 문제가 없는 양호한 상태이나, 균열 및 토사퇴적 등이 조사되어 사면의 안전성 확보를 위해 균열보수, 정비가 필요하다. L형측구에 균열이 일부 확인되었으나, 시설물에 미치는 영향은 미미한 상태로 주의관찰을 실시하고 추후 균열보수를 실시하는 유지관리가 바람직하다. 이격거리내 시설 및 공중이 이용하는 부위는 파손, 변형 등의 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
- 암반용 슈미트해머에 의한 반발경도 시험결과, 상위50% 평균값은 42.1~49.6 으로 측정되었으며, 일축압축강도추정 71.2~100.4MPa로 연암~보통암으로 판정되었다.
- 대상 사면은 절리암반사면으로 평가하였고, 평가기준에 따른 결함지수 0.27 로, 등급은 B로 산정되었다. 평가결과에 가장 주된 인자는 절리방향, 절리경사로 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.

5.8.2 종합결론, 정밀안전진단 및 사용제한의 필요성 여부

- 대상 시설물은 비봉-매송간 도시고속도로 이점 3+510~3+820 우측에 위치하고 있으며, 연장 310.0m, 높이 39.3m의 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.

5.8.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

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

5.8.4 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.

