비봉~매송간 도시고속도로 정밀안전점검용역

정 밀 안 전 점 검 보 고 서

[절토사면편]

2024. 06

화성도시고속도로㈜

㈜KSR 큰 사 람

정 밀 안 전 점 검 보 고 서

비봉~매송간 도시고속도로 정밀안전점검용역

2024. 06

화성도시고속도로㈜

목 차

[절토사면편]

제 I 편 공통편

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적 ····· 5
1.2 시설물 개요 ····· 5
1.3 과업범위 및 내용 ····· 6
1.3.1 과업범위 ····· 6
1.3.2 과업의 세부내용 ····· 6
1.4 과업수행 흐름도 ····· 8
1.5 과업수행 투입장비 ····· 9
1.6 과업기간 ····· 11

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 개요 ····· 15
2.2 현장조사 ····· 16
2.2.1 절토사면 정밀안전점검 항목 ····· 16
2.2.2 절토사면 현장조사 요령 ····· 17
2.3 현장 및 실내시험 ····· 30
2.3.1 개요 ····· 30
2.3.2 현장 및 실내시험 ····· 30

제 3 장 상태평가 방법

3.1 개요 ····· 37
3.2 상태평가 기준 ····· 38
3.3 상태평가 항목 및 기준 ····· 41
3.4 상태평가 결과 산정방법 ····· 50

제 4 장 종합평가 안전등급지정

4.1 개요 ····· 55
4.2 종합평가 기준 ····· 55
4.3 종합평가 등급 산정 ····· 56
4.4 안전등급 지정 ····· 56

제 5 장 보수·보강 및 유지관리 방안

5.1 개요 ····· 61
5.2 보수·보강 방안 ····· 61
5.2.1 개요 ····· 61
5.2.2 보수 및 보강의 필요성 ····· 61
5.2.3 보수·보강의 수준 및 안전율 적용범위 ····· 62
5.2.4 보수·보강공법의 조치 ····· 62
5.2.5 보수 및 보강공법 ····· 63
5.3 유지관리 방안 ····· 81
5.3.1 개요 ····· 81
5.3.2 점검 및 진단 ····· 83
5.3.3 시설물별 점검항목 ····· 84
5.3.4 시설물별 유지관리방안 ····· 85

제Ⅱ편 시설물편

제1장 절토사면 STA0+253~0+702(좌)

1.1 시설물 현황 ····· 95
1.1.1 시설물 일반현황 ····· 95
1.1.2 시설물 전경 ····· 96
1.1.3 위치도 및 관련도면 ····· 98
1.2 자료수집 및 분석 ····· 106
1.2.1 자료수집 현황 ····· 106
1.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과 ····· 107
1.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료 114
1.2.4 시설물 내진설계 여부 확인 ····· 115
1.2.5 자료수집 및 분석결과 ····· 116
1.3 현장조사 및 시험 ····· 117
1.3.1 개 요 ····· 117
1.3.2 평가대상 분할 ····· 118
1.3.3 현장조사 체크리스트 ····· 119
1.3.4 외관조사 결과 ····· 121
1.3.5 사면 파괴요인 조사 ····· 144
1.3.6 현장조사 및 시험결과 요약 ····· 148
1.4 상태평가 ····· 150
1.4.1 사면의 분류 ····· 150
1.4.2 상태평가 결과 ····· 151
1.4.3 전차 점검결과와 비교 ····· 159
1.5 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 160
1.5.1 종합평가 결과 ····· 160
1.5.2 안전등급 지정 ····· 160
1.6 보수·보강 및 유지관리 방안 ···· 161
1.6.1 보수·보강 우선순위 결정 ····· 161
1.6.2 손상내용별 보수·보강 방안 ····· 162
1.6.3 유지관리방안 ····· 163
1.7 종합결론 ····· 165
1.7.1 외관조사 ····· 165
1.7.2 사면 파괴요인 조사 ····· 167
1.7.3. 상태평가 결과 ····· 169
1.7.4 종합결론 ····· 169
1.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부 ····· 170
1.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항 ····· 170
1.7.7 기타 필요한 사항 ····· 170

제 2 장 절토사면STA0+281~0+716(우)

2.1 시설물 현황 ····· 173
2.1.1 시설물 일반현황 ····· 173
2.1.2 시설물 전경 ····· 174
2.1.3 위치도 및 관련도면 ····· 177
2.2 자료수집 및 분석 ····· 185
2.2.1 자료수집 현황 ····· 185
2.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과 ····· 186
2.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료 193
2.2.4 시설물 내진설계 여부 확인 ····· 194
2.2.5 자료수집 및 분석결과 ····· 195
2.3 현장조사 및 시험 ····· 196
2.3.1 개 요 ····· 196
2.3.2 평가대상 분할 ····· 197
2.3.3 현장조사 체크리스트 ····· 198
2.3.3 외관조사 결과 ····· 200
2.3.5 사면 파괴요인 조사 ····· 223
2.3.6 현장조사 및 시험결과 요약 ····· 229
2.4 상태평가 ····· 231
2.4.1 사면의 분류 ····· 231
2.4.2 상태평가 결과 ····· 232
2.4.3 전차 점검결과와 비교 ····· 245
2.5 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 246
2.5.1 종합평가 결과 ····· 246
2.5.2 안전등급 지정 ····· 246
2.6 보수·보강 및 유지관리 방안 ···· 247

2.6.1 보수·보강 우선순위 결정 ····· 247
2.6.2 손상내용별 보수·보강 방안 ····· 248
2.6.3 유지관리방안 ····· 249
2.7 종합결론 ····· 251
2.7.1 외관조사 ····· 251
2.7.2 사면 파괴요인 조사 ····· 253
2.7.3 상태평가 결과 ····· 255
2.7.4 종합결론 ····· 255
2.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부 ····· 256
2.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항 ····· 256
2.7.7 기타 필요한 사항 ····· 256

제3장 절토사면STA2+690~3+090(좌)

3.1 시설물 현황 ····· 259
3.1.1 시설물 일반현황 ····· 259
3.1.2 시설물 전경 ····· 260
3.1.3 위치도 및 관련도면 ····· 263
3.2 자료수집 및 분석 ····· 271
3.2.1 자료수집 현황 ····· 271
3.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과 ····· 272
3.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료 279
3.2.4 시설물 내진설계 여부 확인 ····· 280
3.2.5 자료수집 및 분석결과 ····· 281
3.3 현장조사 및 시험 ····· 282
3.3.1 개 요 ····· 282
3.3.2 평가대상 분할 ····· 283
3.3.3 현장조사 체크리스트 ····· 284
3.3.3 외관조사 결과 ····· 286
3.3.5 사면 파괴요인 조사 ····· 309
3.3.6 현장조사 및 시험결과 요약 ····· 313
3.4 상태평가 ····· 315
3.4.1 사면의 분류 ····· 315
3.4.2 상태평가 결과 ····· 316
3.4.3 전차 점검결과와 비교 ····· 324
3.5 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 325
3.5.1 종합평가 결과 ····· 325
3.5.2 안전등급 지정 ····· 325
3.6 보수·보강 및 유지관리 방안 ····· 326
3.6.1 보수·보강 우선순위 결정 ····· 326
3.6.2 손상내용별 보수·보강 방안 ····· 327
3.6.3 유지관리방안 ····· 328
3.7 종합결론 ····· 330
3.7.1 외관조사 ····· 330
3.7.2 사면 파괴요인 조사 ····· 332
3.7.3 상태평가 결과 ····· 334
3.7.4 종합결론 ····· 334
3.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부 ····· 335
3.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항 ····· 335
3.7.7 기타 필요한 사항 ····· 335

제4장 절토사면STA2+724~3+000(우)

4.1 시설물 현황 ····· 339
4.1.1 시설물 일반현황 ····· 339
4.1.2 시설물 전경 ····· 340
4.1.3 위치도 및 관련도면 ····· 342
4.2 자료수집 및 분석 ····· 354
4.2.1 자료수집 현황 ····· 354
4.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과 ····· 355
4.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료 361
4.2.4 시설물 내진설계 여부 확인 ····· 362
4.2.5 자료수집 및 분석결과 ····· 363
4.3 현장조사 및 시험 ····· 364
4.3.1 개 요 ····· 364
4.3.2 평가대상 분할 ····· 365

4.3.2 현장조사 체크리스트 ····· 366
4.3.3 외관조사 결과 ····· 368
4.3.4 사면 파괴요인 조사 ····· 381
4.3.5 현장조사 및 시험결과 요약 ····· 386
4.4 상태평가 ····· 387
4.4.1 사면의 분류 ····· 387
4.4.2 상태평가 결과 ····· 388
4.4.3 전차 점검결과와 비교 ····· 392
4.5 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 393
4.5.1 종합평가 결과 ····· 393
4.5.2 안전등급 지정 ····· 393
4.6 보수·보강 및 유지관리 방안 ···· 394
4.6.1 보수·보강 우선순위 결정 ····· 394
4.6.2 손상내용별 보수·보강 방안 ····· 395
4.6.3 유지관리방안 ····· 396
4.7 종합결론 ····· 398
4.7.1 외관조사 ····· 398
4.7.2 사면 파괴요인 조사 ····· 399
4.7.3 상태평가 결과 ····· 400
4.7.4 종합결론 ····· 400
4.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부 ····· 401
4.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항 ····· 401
4.7.7 기타 필요한 사항 ····· 401
제5장 절토사면STA3+510~3+820(우)
5.1 시설물 현황 ····· 405
5.1.1 시설물 일반현황 ····· 405
5.1.2 시설물 전경 ····· 406
5.1.3 위치도 및 관련도면 ····· 409
5.2 자료수집 및 분석 ····· 421
5.2.1 자료수집 현황 ····· 421
5.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과 ····· 422
5.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료 428
5.2.4 시설물 내진설계 여부 확인 ····· 429
5.2.5 자료수집 및 분석결과 ····· 430
5.3 현장조사 및 시험 ····· 431
5.3.1 개 요 ····· 431
5.3.2 평가대상 분할 ····· 432
5.3.2 현장조사 체크리스트 ····· 433
5.3.3 외관조사 결과 ····· 435
5.3.4 사면 파괴요인 조사 ····· 448
5.3.6 현장조사 및 시험결과 요약 ····· 452
5.4 상태평가 ····· 453
5.4.1 사면의 분류 ····· 453
5.4.2 상태평가 결과 ····· 454
5.4.3 전차 점검결과와 비교 ····· 459
5.5 종합평가 및 안전등급 지정 ····· 460
5.5.1 종합평가 결과 ····· 460
5.5.2 안전등급 지정 ····· 460
5.6 보수·보강 및 유지관리 방안 ···· 461
5.6.1 보수·보강 우선순위 결정 ····· 461
5.6.2 손상내용별 보수·보강 방안 ····· 462
5.6.3 유지관리방안 ····· 463
5.7 종합결론 ····· 465
5.7.1 외관조사 ····· 465
5.7.2 사면 파괴요인 조사 ····· 466
5.7.3 상태평가 결과 ····· 467
5.7.4 종합 결론 ····· 467
5.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부 ····· 468
5.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항 ····· 468
5.7.7 기타 필요한 사항 ····· 468
제6장 절토사면STA4+140~4+455(좌)
6.1 시설물 현황 ····· 471
6.1.1 시설물 일반현황 ····· 471
6.1.2 시설물 전경 ····· 472

6.1.3 위치도 및 관련도면 ·····474
6.2 자료수집 및 분석 ·····478
6.2.1 자료수집 현황 ·····478
6.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과 ·····479
6.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료 485
6.2.4 시설물 내진설계 여부 확인 ·····486
6.2.5 자료수집 및 분석결과 ·····487
6.3 현장조사 및 시험 ·····488
6.3.1 개 요 ·····488
6.3.2 평가대상 분할 ·····489
6.3.3 현장조사 체크리스트 ·····490
6.3.3 외관조사 결과 ·····492
6.3.5 현장시험 및 측정 ·····514
6.3.6 현장조사 및 시험결과 요약 ·····518
6.4 상태평가 ·····520
6.4.1 사면의 분류 ·····520
6.4.2 상태평가 결과 ·····521
6.4.3 전차 점검결과와 비교 ·····529
6.5 종합평가 및 안전등급 지정 ·····530
6.5.1 종합평가 결과 ·····530
6.5.2 안전등급 지정 ·····530
6.6 보수·보강 및 유지관리 방안 ····531
6.6.1 보수·보강 우선순위 결정 ·····531
6.6.2 손상내용별 보수·보강 방안 ·····532
6.6.3 유지관리방안 ·····533
6.7 종합결론 ·····535
6.7.1 외관조사 ·····535
6.7.2 사면 파괴요인 조사 ·····537
6.7.3 상태평가 결과 ·····539
6.7.4 종합결론 ·····539
6.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부 ·····540
6.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항 ·····540
6.7.7 기타 필요한 사항 ·····540

제7장 절토사면STA4+931~5+160(우)

7.1 시설물 현황 ·····543
7.1.1 시설물 일반현황 ·····543
7.1.2 시설물 전경 ·····544
7.1.3 위치도 및 관련도면 ·····547
7.2 자료수집 및 분석 ·····557
7.2.1 자료수집 현황 ·····557
7.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과 ·····558
7.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료 564
7.2.4 시설물 내진설계 여부 확인 ·····565
7.2.5 자료수집 및 분석결과 ·····566
7.3 현장조사 및 시험 ·····567
7.3.1 개 요 ·····567
7.3.2 평가대상 분할 ·····568
7.3.3 현장조사 체크리스트 ·····569
7.3.4 외관조사 결과 ·····571
7.3.5 사면 파괴요인 조사 ·····584
7.3.5 현장조사 및 시험결과 요약 ·····590
7.4 상태평가 ·····591
7.4.1 사면의 분류 ·····591
7.4.2 상태평가 결과 ·····592
7.4.3 전차 점검결과와 비교 ·····596
7.5 종합평가 및 안전등급 지정 ·····597
7.5.1 종합평가 결과 ·····597
7.5.2 안전등급 지정 ·····597
7.6 보수·보강 및 유지관리 방안 ····598
7.6.1 보수·보강 우선순위 결정 ·····598
7.6.2 손상내용별 보수·보강 방안 ·····599
7.6.3 유지관리방안 ·····600
7.7 종합결론 ·····602
7.7.1 외관조사 ·····602

7.7.2 사면 파괴요인 조사 ·····603
7.7.3 상태평가 결과 ·····604
7.7.4 종합결론 ·····604
7.7.5 정밀안전진단 및 시설물의
사용제한의 필요성 여부 ·····605
7.7.6 유지관리시 특별한 관리가
요구되는 사항 ·····605
7.7.7 기타 필요한 사항 ·····605

**제8장 절토사면 백학IC R-D
STA0+530~0+702(우)**

8.1 시설물 현황 ·····609
8.1.1 시설물 일반현황 ·····609
8.1.2 시설물 전경 ·····610
8.1.3 위치도 및 관련도면 ·····613
8.2 자료수집 및 분석 ·····618
8.2.1 자료수집 현황 ·····618
8.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과 ·····619
8.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료
625
8.2.4 시설물 내진설계 여부 확인 ·····625
8.2.5 자료수집 및 분석결과 ·····626
8.3 현장조사 및 시험 ·····627
8.3.1 개 요 ·····627
8.3.2 현장조사 체크리스트 ·····628
8.3.3 외관조사 결과 ·····630
8.3.5 사면 파괴요인 조사 ·····642
8.3.6 현장조사 및 시험결과 요약 ·····645
8.4 상태평가 ·····646
8.4.1 사면의 분류 ·····646
8.4.2 상태평가 결과 ·····647
8.4.3 전차 점검결과와 비교 ·····649
8.5 종합평가 및 안전등급 지정 ·····650
8.5.1 종합평가 결과 ·····650
8.5.2 안전등급 지정 ·····650
8.6 보수·보강 및 유지관리 방안 ····651
8.6.1 보수·보강 우선순위 결정 ·····651
8.6.2 손상내용별 보수·보강 방안 ·····652
8.6.3 유지관리방안 ·····653
8.7 종합결론 ·····655
8.7.1 외관조사 ·····655
8.7.2 사면 파괴요인 조사 ·····656
8.7.3 상태평가 결과 ·····657
8.7.4 종합결론 ·····657
8.7.5 정밀안전진단 및 시설물의
사용제한의 필요성 여부 ·····658
8.7.6 유지관리시 특별한 관리가
요구되는 사항 ·····658
8.7.7 기타 필요한 사항 ·····658

[부록]

1. 과업지시서
2. 외관조사망도
3. 측정 및 시험 성과표
4. 상태평가
5. 시설물관리대장
6. 현황조사 및 외관조사 사진첩
7. 사용장비 및 기기 사진
8. 사전조사자료

Ⅰ. 공 통 편

제 1장 서 론

제 2장 현장조사 및 시험

제 3장 상태평가 방법

제 4장 종합평가 안전등급지정

제 5장 보수·보강 및 유지관리 방안

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적

1.2 시설물 개요

1.3 과업범위 및 내용

1.4 과업수행 흐름도

1.5 과업수행 투입장비

1.6 과업기간

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적

본 과업은 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침」 제11조에 의거 실시하는 정밀안전점검 용역으로 시설물의 효율적인 유지관리를 도모하고 대상시설물의 외부적인 손상, 결함의 발견 및 원인 등을 조사, 측정하여 손상등급을 판정하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 보수·보강방안 및 효율적인 유지관리방안을 제시하는데 목적이 있다.

1.2 시설물 개요

가. 과 업 명 : 비봉~매송간 도시고속도로 시설물 정밀안전점검 용역

나. 과업기간 : 2024년 04월 15일 ~ 2024년 06월 10일

다. 대상시설물 개요

<표 1.2.1> 대상시설물 개요

구분	시설물명	시설물 구분	제원		준공년도	종별	비고
			최고수직고 (m)	연장(m)			
1	STA.0+253~0+702(좌)	절토사면	32.3	449	2017	2종	-
2	STA.0+281~0+716(우)	절토사면	37.3	435	2017	2종	-
3	STA.2+690~3+090(좌)	절토사면	38.0	400	2017	2종	-
4	STA.2+724~3+000(우)	절토사면	38.7	276	2017	2종	-
5	STA.3+510~3+820(우)	절토사면	39.3	310	2017	2종	-
6	STA.4+140~4+455(좌)	절토사면	32.6	315	2017	2종	-
7	STA.4+931~5+160(우)	절토사면	32.5	229	2017	2종	-
8	백학IC R-D STA.0+530~0+702(우)	절토사면	30.0	156	2017	2종	-

1.3 과업범위 및 내용

1.3.1 과업범위

가. 자료수집 및 분석

나. 현장조사 및 조사자료 분석

다. 시설물의 손상상태 평가

라. 효율적인 보수·보강공법 제시

마. 시설물의 유지관리 방안 제시

바. 종합평가 및 보고서 작성

1.3.2 과업의 세부내용

가. 자료수집 및 분석

- 시설물 관리부서의 안전점검 자료를 수집·분석
- 시설물 이력사항과 변형상태 조사 분석·평가
- 기존 관리부서의 안전점검 자료를 활용하되, 기존자료 미흡부분에 대하여는 정밀현장조사를 시행
- 기타 안전점검에 필요한 설계도서, 시방서 등 관련자료 수집·분석
- 시설물의 유지관리를 철저히 하기 위한 관리대장 작성에 필요한 자료 수집
- 종합 평가

나. 현황조사 및 조사자료 분석

- 시설물 제원 및 현황조사
- 육안조사를 통한 성능저하 현상 파악
- 손상이 발생된 부분에 대해 시공당시 도출된 문제점 등을 면밀히 조사·분석
- 변형, 손상 상태를 기존 점검 및 진단 보고서와 비교하여 변화 상태를 기록

다. 시설물의 손상 상태 평가

- 손상상태 평가는 손상의 범위 및 정도에 따라 A.B.C.D.E의 5가지로 등급 산정하여 점검양식에 기입.
- 손상상태 평가를 위한 외관조사 결과는 손상부위별로 작성하여야 하며 전체 부재의 조사 결과를 분석하여 시설물별로 종합평가를 실시하고 정밀안전진단 대상여부를 판단하여야하며 손상부위에 대한 외관조사망도를 작성, 제출.
- 비파괴 시험은 안전점검 외관조사 결과 등을 분석하여 시험위치를 선정.
- 각종 측정 장비는 공인기관 검정에 합격된 기기여야 하며 기기이력 (기기명, 제조회사, 규격 등)을 작성하여 제출.

라. 효율적인 보수·보강 방안 제시

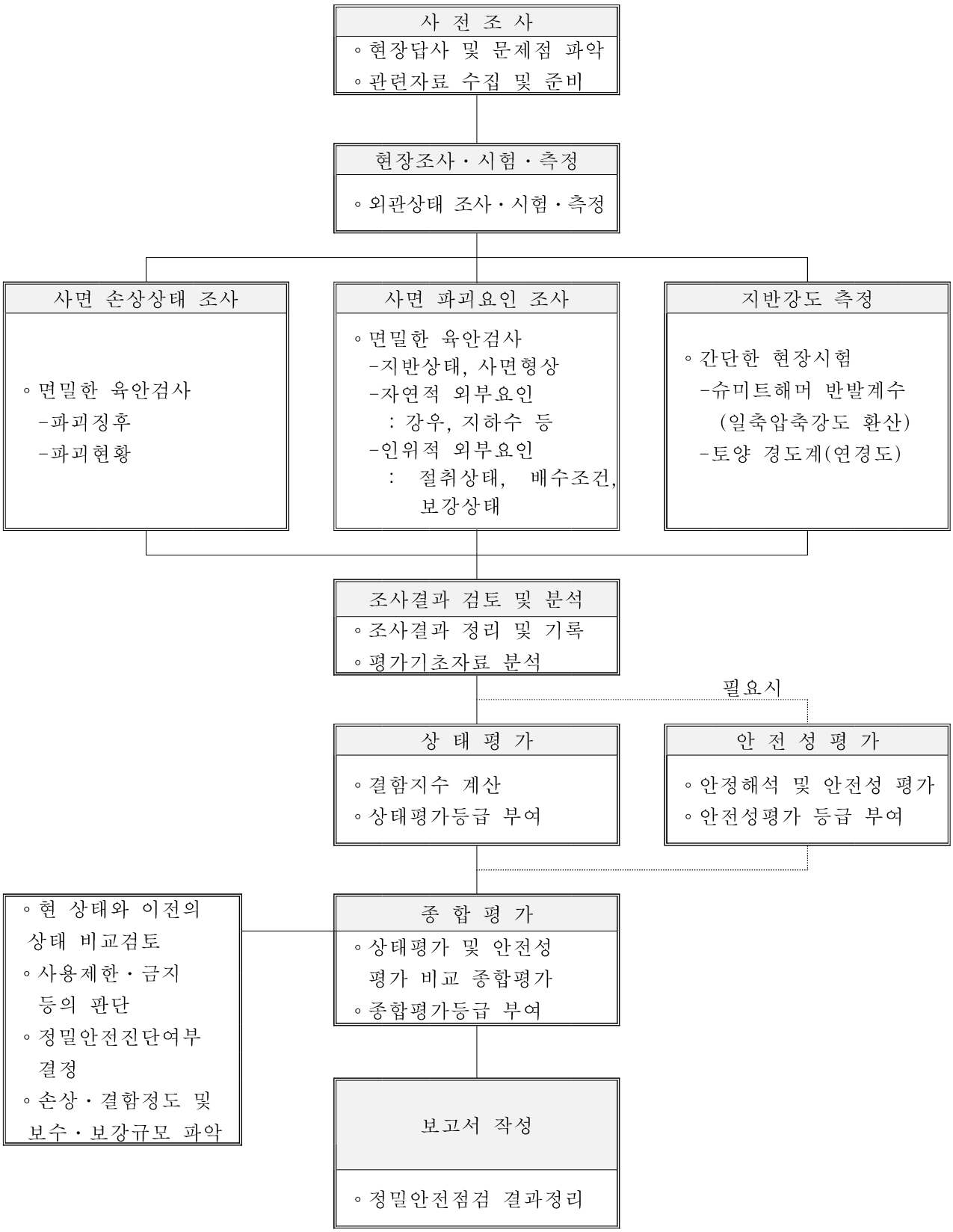
- 손상상태 평가 결과에 따라 보수·보강을 요하는 C, D, E 등급에 해당하는 사항은 시설물별 총괄표 작성 및 개략공사비 산정내역을 제시한다.

마. 시설물의 유지관리방안 제시

- 시설물의 기능을 유지할 수 있도록 시설물별 특성에 맞는 안전점검 (CHECK LIST) 작성 등 효율적인 유지관리 방안을 제시한다.
- 향후 반기별 정기안전점검 시 점검항목 우선순위를 제시하여야 한다.

바. 종합평가 및 보고서 작성

1.4 과업수행 흐름도



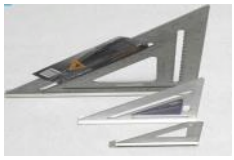
<그림 1.4.1> 과업수행 흐름도

1.5 과업수행 투입장비

<표 1.5.1> 과업수행 투입장비 목록

구분	장비명	모델 및 규격	용도	비고
1	줄자	50m	제원조사	
		5m	측정	
2	카메라	Canon SX730 HS	사진촬영	
3	지질용 해머	-	지표지질조사	
4	망원경	20-60x60	원거리 상태관찰	
5	클리노 콤파스	기포 수평계 : 30분±5분 기포 직경 : 2mm(20°C)	사면 방향성 측정	
6	슈미터해머 (암반용)	기록식	암반 강도측정	
7	고소작업차	3.5톤	접근 불가능구간 점검	
8	교통통제 기구	경광봉	차량유도	
9	철근탐지기	R.C-Radar	철근배근탐사	

<표 1.5.1> 과업수행 투입장비 목록(계속)

구분	장비명	모델 및 규격	용도	비고
10	탄산화측정	버니어 켈리퍼스	탄산화 깊이 측정	
11	점검차	-	바닥판하면 및 교각 상단부 점검	
12	균열경	Lupe 10X	콘크리트 균열폭 측정	
13	해머드릴	보쉬 GSB13RE	콘크리트 천공	
14	삼각자	-	이동량 측정	
15	그라인더	보쉬 GWS18V-LI	콘크리트 및 강재 연마	
16	무전기	TLKR-T80	진단현장 통신연락	
17	토털스테이션	KTS442R6LL LCN	절토사면, 옹벽 측량	
18	삼각대	-	토털스테이션 설치	
19	드론	샤오미 미드론 4K	시설물 전경 촬영	

1.6 과업기간

■ 2024년 04월 15일 ~ 2024년 06월 10일 (착수일로부터 57일간)

	과 업 내 용	6일	12일	18일	24일	30일	36일	42일	48일	57일	비고
정밀안전점검	관련자료의 수집 및 분석 1) 설계도면의 검토 2) 시공당시 및 현행시방서	■									
	현장조사 및 시험 1) 제원확인 및 측정 2) 구조물 외관조사 3) 대상시설물의 이력조사		■	■	■	■	■				
	결과 분석 및 평가 1) 외관조사 결과 분석 2) 시설물별 종합상태 평가				■	■	■	■	■		
	보수·보강대책 수립 1) 점검결과에 따른 보수 및 보강대책수립 2) 최종보고서 작성							■	■	■	

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 개요

2.2 현장조사

2.3 현장 및 실내시험

제 2 장 현장조사 및 시험

2.1 개요

정밀안전점검은 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하며, 구조물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 면밀한 외관조사와 간단한 측정·시험장비로 필요한 측정 및 시험을 실시하여 시설물 상태와 노후화 정도에 대한 지속적인 기록의 제공, 그리고 보수 및 성능 회복 작업의 우선순위 등을 결정하기 위함에 있다.

또한, 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·정확하게 검사·평가하고 그에 대한 적절한 안전조치를 취하여 재해 및 재난을 예방하며 시설물의 안전성 및 기능성을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진시킴과 더불어 과학적 유지관리를 체계화하는데 그 목적이 있다.

정밀안전점검은 정기안전점검보다 정밀한 육안검사와 간단한 측정기구를 통해 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 이전에 기록된 상태의 변화를 확인하여 시설물이 사용요건에 계속 만족시키고 있는지 여부를 판별하는 점검이다. 따라서 정밀안전점검 시에는 사전에 설계도서를 상세히 검토하고 붕괴유발부재 또는 부위를 파악하여 현장조사시 주의를 기울여야 하며, 추후 유지관리시 특별한 주의를 필요로 하는 사항을 제시하여야 한다. 또한 초기치를 얻기 위하여 결함부위 등, 주요 부위에 대한 외관조사망도(현황도) 작성 등 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.

정밀안전점검의 범위는 절토사면에 대하여 전반적인 외관상태조사 및 필요한 지반물성조사·시험·측정을 실시하고 시설물의 상태평가 및 필요시 안전성 평가를 포함하여 기존의 정기안전점검 결과를 면밀히 검토함과 더불어 시설물의 상태 및 외력조건이 변화되어 안전성에 영향을 주는 경우에는 필요한 안정성 해석을 다시 하여 보관하여야 한다.

다만, 결함이 광범위하거나 상태평가 결과가 D이하일 경우 등과 같이 정밀안전진단이 필요하다고 판단될 경우에는 점검자는 관리주체에게 즉시 보고하여야 하며, 관리주체는 『법』 제7조 제1항의 규정에 의하여 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

또한, 부록에 수록되어 있는 정밀안전점검 서식에 정밀안전점검 내용, 결과 및 조치필요사항 등을 기록하고 절토사면에 대한 종합평가와 안전등급(A, B, C, D, E)을 포함하는 전반적인 정밀안전점검내용 및 결과에 대한 보고서를 작서 보관토록 한다.

2.2 현장조사

절토사면이란 기존 원지반을 깍아서 부지를 조성할 때 형성되는 경사진 지반으로 정의할 수 있으며, 절토사면의 점검은 발생한 손상을 조기에 발견하고 즉시 적절한 조치를 취하는 행위로서 점검을 통해 발견할 수 있는 손상의 대부분은 그 현상만으로는 손상의 정도를 평가하기에 한계가 있다. 이는 손상이 한가지 원인에 의해서 발생하는 것이 아니라 발생한 현상과 원인의 복잡한 조합에 따라 손상패턴을 달리하기 때문에 점검 시행 후 그 성과가 즉시 적절한 조치로 이어질 수 있도록 하는 것이 중요하다.

2.2.1 절토사면 정밀안전점검 항목

<표 2.2.1> 정밀안전점검 내용 및 항목(안전성평가 생략)

점검부위	점검방법	점검항목	비 고
사면 손상상태	면밀한 외관조사	- 파괴징후 · 인장균열, 이완암괴 규모 · 사면 및 구조물 변형 상태 - 파괴현황 · 파괴유형, 위치, 규모 등	- 카메라 - 필기도구 - 줄자 - 지질용 해머 - 클리노컴파스 - 거리측정기 - GPS(위치측정기) → 도면사용 가능 - 슈미트해머 - 토양경도계
사면 파괴요인	면밀한 외관조사	- 지반상태 · 토질 조건 및 토층 심도 · 토질의 연경도 · 절리 경사 및 방향 · 절리간격, 거칠기, 연장 등의 상태 - 사면형상 · 사면 경사 및 집수지형 - 자연적 외부 요인 상태 · 강우 및 지하수 상태 (필요할 경우 지진 하중) - 인위적 외부 요인 상태 · 절취 상태, 배수 조건 · 표면 보호 및 보강공 상태 (옹벽 및 앵커의 경우 관련 세부지침 또는 유지관리 매뉴얼에 따라 조사 평가) · 계측기 점검(필요시)	
	간단한 측정	- 반발경도법에 의한 강도 조사 (슈미트해머, 토양경도계)	

2.2.2 절토사면 현장조사 요령

가. 개요

절토사면은 다른 일반구조물과 달리 지형, 지질 등의 지반조건과 강우, 기온 등과 같은 외부조건에 의해 주로 영향을 받는 구조물로서 계획단계로부터 시공 및 유지단계에 이르기까지 원지반의 조건이 사면의 안전성을 주로 좌우한다. 또한 원지반에 대한 정밀하고 객관적인 자료의 획득이 매우 어렵고, 정밀안전진단이나 안전점검을 수행하는 전문가에 따라 조사결과가 크게 달라질 가능성이 높다. 따라서 현장조사 및 시험의 방법이나 항목, 수량 등에 대한 통일된 기준의 제시가 필수적이다

또한 현장조시 및 재료시험의 항목과 수량은 최소한의 것을 제시한 것으로 지반 및 지질특성을 정확하게 파악하기 위해서는 전문가의 판단에 따라 그 이상의 항목과 수량을 수행하여야 한다.

절토사면의 현장조사는 사면의 유형에 따라 크게 토사사면과 암반사면으로 구별하여 조사하며, 조사내용은 사면 손상상태 조사, 사면 파괴요인 조사, 시험 및 물리탐사로 구분할 수 있다.

나. 조사영역 및 사면의 분할

사면의 분할은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로 정밀안전점검이나 정밀안전진단의 대상이 되는 절토사면의 규모와 영역을 결정하는 작업을 의미한다. 현장에서 접하게 되는 절토사면은 대개 지형적인 특성에 의해 여러 절토사면이 연속하여 연결되어 있어 이를 구분하기 위한 명확한 기준이 필요하다.

1) 사면의 분할

사면 분할은 사면을 바라보며 우측을 시점, 좌측을 종점으로 하되, 사면의 수직고가 5m 이하로 낮아지는 지점에서 분할한다.

2) 현장조사 등 구간분할

상태평가 및 안전성평가를 위한 구간분할의 경우, 동일사면 내에서 다음의 경우에 구간분할을 실시하여 현장조사를 하여야 한다. 다만 구간분할을 하지 않았을 경우에는 그 사유를 보고서에 포함하여야 한다.

(1) 사면의 구성재료(토사, 연약암반, 파쇄암반, 절리암반)가 수평적으로 변화할 경우

(2) 사면의 경사방향이 40° 이상으로 변할 경우

(3) 동일 구간의 연장이 200m 이상일 경우

다. 사면 손상상태 조사

(가) 파괴징후

① 인장균열

인장균열의 발생 여부를 파악하기 위해서는 조사대상 절토사면의 상부로부터 가상의 원호활동원에 포함되는 위치까지 조사하는 것이 원칙이나 보다 신뢰성 있는 조사를 위 해서는 사면 상부 전반에 대하여 조사할 것을 권장한다.

인장균열이 사면의 안전율 계산에 끼치는 영향은 미소하지만 인장균열 내에 물이 채워 질 경우 지반의 전단강도가 약화될 수 있으며, 인장균열이 진행성인 경우 사면파괴에 대한 중요한 증거가 되므로 조사에 신중을 기하여야 한다.

인장균열의 진행성(또는 확장) 여부는 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 판단한다.

② 지반변형

지반변형은 사면 상하부와 사면 내의 모든 변형을 모두 포함한다.

절토사면의 경우 자연상태의 응력준위를 인위적으로 변화시킴에 따른 응력이완과 해방 의 원인으로 지반변형이 유발될 수 있다. 조사대상 사면 전반에 걸쳐 이에 대한 조사를 실시하여야 하며, 사면 상하부의 경우는 지반 함몰이나 융기 등의 현상을 관찰하고, 사 면 내에서는 사면경사 불량 여부를 파악한다.

③ 구조물 변형

조사대상 사면에 존재하는 구조물은 옹벽, 배수시설 등이 있으며, 이들의 변형은 지반 의 변형을 외적으로 표현해 주는 지표가 될 수 있다.

응력의 집중이나 기타의 원인에 의해 발생된 구조물의 변형 여부 및 발생위치, 개소수 등을 전반적으로 조사하여야 한다.

조사대상 사면에 점검로가 설치되어 있는 경우에는 연결부 체결상태, 지반인접부의 세굴상태 등 점검로의 상태에 대해 전반적으로 육안점검을 실시하며, 넝쿨식물 등의 피 복에 따른 점검로의 사용성 저하여부도 파악하여야 한다. 단, 점검로의 상태가 절토사면 의 안전성에 영향을 미치는 것은 아니므로 별도의 외관조사망도 작성은 필요하지 않으 며, 상태평가에도 반영하지 않는다.

(나) 파괴현황

파괴현황은 기존에 발생한 파괴현황을 검토함으로서 사면의 불안정성 및 유사한 형태의 지속적인 파괴발생 가능성을 평가하는 항목으로서 파괴의 규모 및 개소수, 유형 등에 대한 조사가 대상사면 전반에 걸쳐서 수행되어야한다.

라. 사면 파괴요인 조사

(가) 지반상태

① 토질조건

흙은 점성토와 사질토로 대별할 수 있으나 지반상에 존재하는 토질은 대부분 혼재하여 있다. 사질토의 전단저항원리는 입자간 회전과 활동에 의한 마찰저항과 interlocking이며, 점성토는 구성입자간의 전기적인 힘에 의해 지배받는다.

토질조건은 정밀안전점검 단계에서는 현장 육안관찰과 토양경도계, 휴대용 콘 시험기 등을 통하여 판단하며, 정밀안전진단 단계에서는 대상사면의 토사 전단저항각 또는 N치를 통하여 토질조건을 평가한다.

또한 안전성평가를 실시할 경우는 실내실험을 실시하며, 조사대상 사면에 대한 시료는 전면에 골고루(최소 3개소 이상) 채취하여, 이에 대한 토성 실내시험을 실시한 후 평균적인 결과를 사용할 것을 권장한다.

한편, 전단저항각 또는 N치를 조사하기 위한 시추 샘플링 및 표준관입시험은 최소한 1개소에 대하여 토사존재 깊이까지 실시하며 흙의 분류 및 샘플링, 표준관입시험 등은 한국산업규격(KS)에 근거하여 실시한다.

② 토층심도율

대상 절토사면의 토층심도율(SR)을 계산을 위해서는 사면내의 토층 두께를 측정하여야 한다.

토층의 두께는 정밀안전점검 단계에서는 육안관찰을 통해, 정밀안전진단 단계에서는 측량, 비파괴 물리탐사 및 자료조사 등을 통하여 파악한다. 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점의 두께로 적용한다.

토층심도율(SR) 사면높이에 대한 토층 두께의 비로 정의되며 아래 식과 같이 계산되어진다.

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

③ 연약암반의 지반강도 특성

지반을 구성하는 암석이 풍화를 심하게 받았거나 신생대 제3기 층과 같이 미고결 암석인 경우 지반의 강도가 매우 연약하며, 이러한 경우 지반강도 특성(연약한 정도)에 따라 지반의 역학적 특성이 현저하게 대별된다.

지반강도 특성은 지질해머를 이용한 육안 관찰을 통해, 약간 연약, 연약, 매우 연약 등으로 구분 지을 수 있으며, 각 구분은 일축압축강도 기준으로 20~5MPa, 5~1MPa, 1MPa 이하에 해당한다.

④ 풍화

지질학적인 풍화의 의미는 “암석이 물 또는 공기와 접촉하여 흙으로 붕괴되어 가는 자연적 과정”으로 간단히 요약될 수 있다. 암석의 풍화는 주로 지표면 부근에서 발생하여 흙의 형성, 풍화된 암반부위 형성 등을 통해 하부의 신선한 기반암과 대조를 이루고 이로 인해 공학적 특성의 차이를 야기한다.

암석의 풍화도를 조사하는 방법으로는 단순육안관찰, 현미경상의 풍화면적 측정, 광물함량이나 화학성분비 측정 등이 있으나, 현장에서 신속하고 비교적 용이하게 조사할 수 있는 방법으로는 ISRM이 제시한 육안관찰에 의한 6단계의 풍화등급으로 나누는 방법이 대표적이다.

○ 필요장비

· 지질해머

· 끝이 뾰족한 칼

○ 조사수량

상태평가 및 안전성평가를 위하여 분할된 구간마다 풍화등급을 조사한다.

○ 결과분석

암반의 풍화상태는 [표 2.2.2]과 같이 ISRM이 제시한 6단계의 풍화등급에 따라 기록한다.

<표 2.2.2> 풍화등급의 6단계 분류법

풍화등급	설 명	공학적 특성
신선함 (F)	암석의 풍화 흔적을 볼 수 없다. 주 불연속면 표면에 경미한 변색이 있을 수 있다.	· 발파로 굴착가능 · 모든 구조물 기초로 적합
약한풍화 (SW)	불연속면의 표면과 암석의 변색 상태가 풍화 지표가 된다. 불연속면이 얼룩져 있거나 변색되어 있고, 외부적으로는 신선한 상태보다 약한 상태이다.	· 발파로 굴착가능 · 대규모의 댐을 제외한 모든 구조물 기초로 적합
보통풍화 (MW)	조암광물의 절반 이하가 변질(decomposed)되거나 토양으로 분해(disintegrated)된 상태이다. 신선암 및 변색된 암은 핵석(corestone)이나 불연속면의 골격을 이룬다.	· Ripper로 굴착가능 · 대부분의 소규모 구조물 기초로 가능
심한풍화 (HW)	암석 구성 재료의 절반 이상이 부스러졌거나 흙으로 변했다. 신선하거나 변색된 암석이 기반암이나 핵석(corestone) 상태로 존재한다.	· Scraping으로 굴착가능 · 구조물 기초시 신뢰도 낮음
완전풍화 (CW)	모든 암석 재료가 부스러졌거나 흙으로 변했다. 그러나 절리흔적과 같은 원래의 암반 조직은 보존되어 있다.	· Scraping으로 굴착가능 · 토질 시험 결과에 따라 기초 사용 결정
풍화잔류토 (RS)	모든 암석이 흙으로 변했고 원래 암반의 구조와 조직은 관찰할 수 없다. 큰 부피의 변화가 생겼으나 흙은 거의 운반되지 않았다.	· 기초부에 부적합 · 사면침식요인 · 성토재 사용시 재료 선별

⑤ 불연속면 특성 조사

불연속면은 암반에서 나타나는 모든 연약면을 총괄적으로 나타내며, 작은 단열구조로부터 큰 단층까지 다양한 규모를 가진다.

불연속면은 대개 물리적으로 분리되어 있는 면으로 매우 작은 인장강도를 갖거나 인장강도가 없다. 따라서 암반으로 구성된 절토사면의 경우 불연속면의 존재는 사면의 안전성에 절대적인 영향을 미치며, 대부분의 경우 불연속면을 따라 붕괴가 발생한다.

불연속면 특성 조사의 경우는 다음과 같다.

○ 정밀안전점검

- 육안관찰에 의한 대표적인 방향에 대해 실시

○ 정밀안전진단

○ 10m 이상의 측선을 이용한 선조사법(scanline method)을 실시

○ 조사창측정법(window method)을 실시

※ 선조사법으로 조사를 할 경우 지반의 구조적인 변화를 고려해 3회 이상 실시할 것을 권장하며, 횟수는 절개면의 연장에 따라 조정될 수 있다.

선조사법과 조사창측정법은 불연속면의 통계분석을 위하여 설정된 측선이나 구획내에 존재하는 불연속면에 대하여 연번을 부여한 후 각 불연속면의 교차거리, 방향성, 길이(연장), 틈새(간격), 거칠기, 불연속면의 종류 등을 획득하는 방법이다.

[불연속면 특성 조사 항목]

㉠ 불연속면의 방향성

불연속면의 방향성은 사면의 방향성과 연관되어 안전성에 영향을 미치는 가장 중요한 인자중의 하나로 공간에서 불연속면의 분포경향을 나타낸다.

- 조사 방법 및 수량

• 방향의 측정은 클리노컴파스나, 클리노메타를 이용하여 측정한다.

대개 불연속면의 방향성은 주향(strike)과 경사(dip)로 표시하거나, 경사방향(dip direction)과 경사(dip)로 표시하며, 공학적인 문제에서는 '경사(dip)/경사방향(dip direction)'의 표시방법을 많이 사용한다. 이때 경사는 2자리로, 경사방향은 3자리로 표기한다. 예) 12/015

• 정밀안전점검

전문가의 판단에 따라 절토사면에서 관찰되는 불연속면군을 육안으로 판단하여 대표적인 방향성이라고 판단되는 방향을 각 불연속면군당 2-3개씩 측정하여 기록한다.

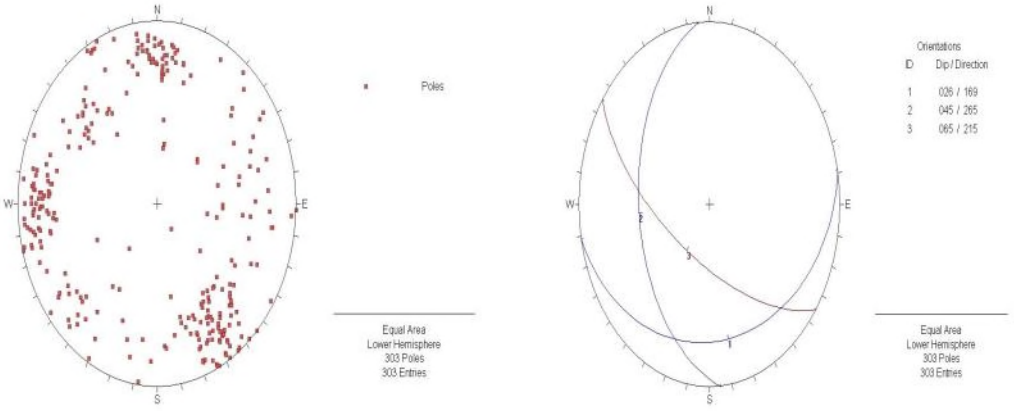
• 정밀안전진단

불연속면군을 결정하기 위해 노두면에서 선조사법나 조사창측정법을 이용하여 충분한 양의 불연속면에 자료를 획득하여야한다.

그러나 노두면이 관찰되지 않을 경우 시추작업 후 공내 조사기법(bore hole TV, camera, televiewer, Bips 등)을 이용하여 약 80~300개 정도의 측정자료를 수집해야 하며, 150개 정도가 적정한 수준이다.

- 결과분석

측정된 불연속면은 평사투영법을 이용하여 도시하며, 목적에 따라 대원표시법이나, 극점표시법으로 나타낸다.([그림 2.2.1] 참조)



(a) 극점표시법 (b) 대원표시법

<그림 2.2.1> 불연속면의 표시방법

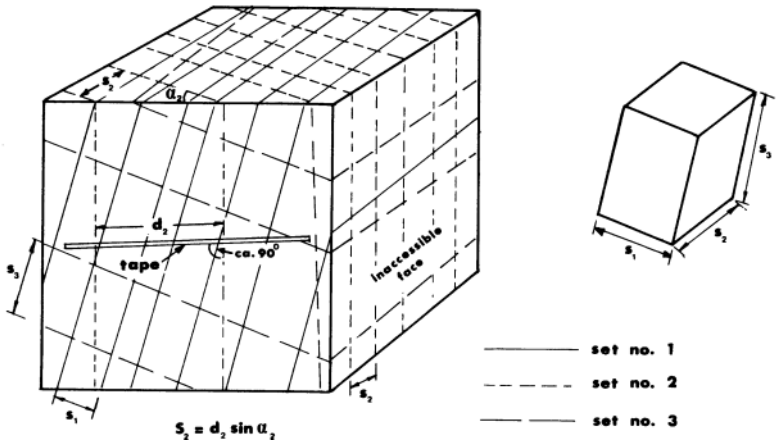
㉡ 간격

불연속면의 간격은 인접 불연속면 사이의 수직거리로서, 사면 내에서 암반블록의 크기를 결정할 뿐만 아니라 수리전도도나 용수특성에도 영향을 미치게 된다.

- 조사 방법 및 수량

측정용 줄자를 이용하여 대상 불연속면이 다른 불연속면군에 직각인 노두에서 누락없이 측정하여야 한다. 이때 다른 불연속면군에 직각인 노두에서 측정할 수 없을 경우, 줄자와 불연속면 사이의 예각(α)을 콤파스로 측정하여 다음 식으로부터 사거리에 대한 보정을 실시한다.【그림 2.2.2】 참조

$$S = d_m \sin\alpha$$



<그림 2.2.2> 노두 관찰을 통한 불연속면 간격 측정방법

- 결과분석

각 불연속면군의 최소간격, 최대간격, 최빈간격을 기록하여야 하고, 히스토그램으로 불연속면 간격의 분포특성을 알 수 있다.

일반적으로 불연속면 간격에 대한 용어는 【표 2.2.3】과 같이 나타낸다.

<표 2.2.3> 불연속면 간격 분류 기준

등 급	간격 [m]
매우 조밀 (very close spacing)	0.06 미만
조밀 (close spacing)	0.06 ~ 0.2
보통 (moderate spacing)	0.2 ~ 0.6
넓음 (wide spacing)	0.6 ~ 2
매우 넓음 (very wide spacing)	2 이상

㉢ 연장성

연장성은 불연속면의 넓이나 길이의 의미를 담고 있다. 특히, 사면에서는 불연속면의 연장성에 따라 파괴 가능한 블록을 형성시킬 수 있을 뿐만 아니라, 연장성이 매우 큰 불연속면은 때에 따라 인장균열로 진전될 수도 있다. 그러나 연장성은 불연속면의 특성 중에서 정량화하기 가장 어려운 요소 중 하나이다.

- 조사 방법 및 수량

불연속면의 길이를 10m 이상의 줄자를 사용하여 측정하여 숫자로 기록한다.

- 결과분석

불연속면의 연장성을 표현하는 방법은【표 2.2.4】과 같다.

<표 2.2.4> 연장성 분류 기준

등 급	연장성 [m]
매우 낮은 연속성 (very low persistence)	< 1
낮은 연속성 (low persistence)	1 ~ 3
보통 연속성 (medium persistence)	3 ~ 10
높은 연속성 (high persistence)	10 ~ 20
매우 높은 연속성 (very high persistence)	> 20

㉣ 거칠기

불연속면의 거친 정도는 불연속면의 거동 시 전단강도에 큰 영향을 미치므로 불연속면으로 구성된 암반사면의 안전성을 평가하는데 중요한 요소이다.

불연속면의 거칠기는 수 m 정도의 대규모 거칠기(만곡, waviness)와 수 cm 정도의 소규모 거칠기(요철, unevenness)로 나눌 수 있는데, 대규모 거칠기는 요철 부분이 전단활동 시 닳아 없어지지 않는 반면 작은 규모 거칠기는 전단활동 시 마모되기 쉽고 거칠기가 클수록 불연속면의 유효마찰각은 커진다.

- 조사 방법 및 수량

전문가의 육안관찰로 암반블록 활동이 예측되는 방향의 거칠기를 관찰하여 거칠기의 등급을 결정한다.

- 결과분석

불연속면의 거칠기 측정 결과는【표 2.2.5】와 같이 기재한다.

<표 2.2.5> 불연속면 거칠기 등급

등급	설명
매우 거칠음 (very rough)	불연속면의 표면에 거의 수직적인 계단 형태의 요철이 존재한다. 불연속면 표면을 만질 때 매우 거친 느낌이 든다.
거칠음 (rough)	경사진 계단 형태의 요철이 확실하게 나타난다. 표면요철이 확실하게 식별되며, 불연속면 표면을 만질 때 거친 느낌이 든다.
약간 거칠음 (slightly rough)	불연속면의 표면요철이 식별가능하며, 손으로 느낄 수 있다.
매끄러움 (smooth)	육안으로는 표면 요철의 식별이 어려우나, 손으로 느낄 수 있다.
경면화 (slickensided)	불연속면의 미끄러진 표면에 광택이 나는 부분이 관찰된다.

㉤ 틈새(간극)

틈새는 분리된 인접 불연속벽면간의 수직거리를 의미하며 주로 물, 점토광물, 석영, 방해석 등으로 채워져 있고 비워져 있는 경우도 있다.

틈새의 충전물 중 모암과의 결합력이 매우 양호하여 암반분리의 의미가 없는 경우 즉, 치밀한 석영맥, 기타 암맥류 등으로 견고하게 충전된 것은 제외된다. 틈새는 불연속면의 이완정도나 사면내의 수압, 투수량 등에 영향을 미칠 수 있다.

- 조사 방법 및 수량

mm단위를 측정할 수 있는 줄자를 사용하여 불연속면의 틈새를 측정한다. 틈새가 좁을 경우 틈새 게이지(feeler gauge)를 이용하여 측정하여 기록한다.

- 결과분석

측정한 틈새 폭에 따라 【표 2.2.6】과 같이 분류한다.

<표 2.2.6> 틈새(간극) 분류 기준

구 분	간극 폭
밀착됨 (tight)	간극을 잴 수 없을 정도로 아주 좁고 밀착됨
약간 벌어짐 (partly open)	간극이 0.1mm 미만
벌어짐 (open)	0.1 ~ 1.0 mm
약간 넓음 (moderately wide)	1 ~ 5 mm
넓음 (wide)	5mm 이상

㉥ 충전물

충전물은 불연속면의 인접 벽면간을 채우고 있는 물질에 대한 용어로서 그 성분은 주로 석영(quartz), 녹니석(chlorite), 방해석(calcite), 점토(clay), 이질물(siltmaterial), 단층점토(fault clay), 단층각력(fault breccia) 등이다.

충전물은 그 발생기원의 다양성으로 인하여 전단강도, 투수도 등과 같은 암반의 물리적 거동에 복잡하게 작용하며 이러한 물리적 거동은 충전물의 광물학적 특성, 충전물의 입도, 함수율과 투수성, 기존의 전단변위 등에 기인한다. 충전물의 함수율과 투수도 및 전단변위 등에 영향을 미칠 수 있다.

- 조사 방법 및 수량

mm 단위를 측정할 수 있는 자를 이용하여 불연속면의 간극 내에 채워져 있는 물질의 두께를 측정하고 재료를 기입한다.

- 결과분석

충전물 재료와 두께에 따라서【표 2.2.7】과 같이 분류하여 기록한다.

<표 2.2.7> 충전물 분류 기준

충전물 재료	충전물 두께
없음	-
딱딱함	5mm 미만
	5mm 이상
부드러움	5mm 미만
	5mm 이상

㉦ 누수

암반 불연속면을 따르는 투수 문제는 암반의 공학적, 역학적 특성에 지대한 영향을 미치는데 충전물의 함수비 변화에 따른 충전물 강도 변화, 간극수압 증대에 따른 전단강도 및 지반 지지력 약화 등으로 대표될 수 있다.

- 조사 방법 및 수량

사면의 불연속면에서 누수 개소를 조사하여 각 누수상태를 평가한다.

- 결과 분석

불연속면을 따른 누수 상태는 【표 2.2.8】에 따른다.

<표 2.2.8> 누수상태 분류 기준

누수상태	설명
완전건조 (completely dry)	누수 흔적을 찾아볼 수 없다.
습함(damp)	손에 물이 묻지 않으나, 불연속면이 약간 축축한 상태이다.
젖어있음(wet)	불연속면이 물기로 젖어있고, 손에 물이 묻는다.
떨어짐(dropping)	불연속면 사이로 물방울이 떨어진다.
흐름(flowing)	불연속면 사이로 물방울이 단속적으로 떨어지지 않고 계속 흘러나온다.

◎ 블록형상

암반은 절리의 간격 및 방향에 따라 특징적인 형태를 갖고 있다.

절리의 방향이 직각이고 등간격이면 정육면체의 형태를 가지고, 두 방향의 절리 간격은 넓고 한 방향이 좁으면 판상의 형태를 보인다.

절리가 세 방향 이상으로 발달하면, 절리의 방향은 일반적으로 직각이 아니며 이러한 경우에는 쐐기형 또는 다면체의 형태를 보인다.

- 조사 방법 및 수량

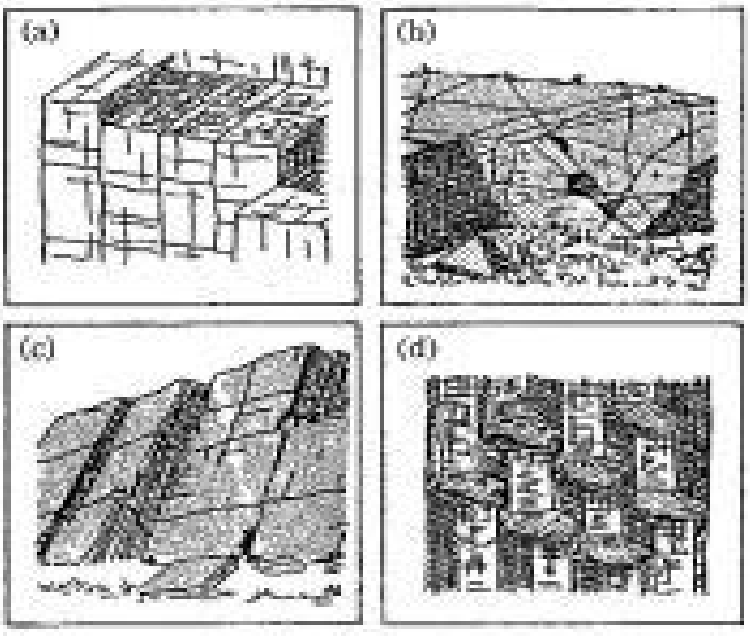
육안조사로 사면을 구성하고 있는 암반의 개략적인 블록 형상을 기록한다.

- 결과 분석

블록의 형상은 【표 2.2.9】에 따라 분류하여 기재한다.

<표 2.2.9> 블록형상 분류 기준

블록형상	설명
괴상(massive)	불연속면이 거의 없고, 절리간격이 매우 넓음
판상(tabular)	다른 두 방향의 치수보다 한 쪽 방향의 치수가 상당히 작음
각주상(columnar)	다른 두 방향의 치수보다 한 쪽 방향의 치수가 상당히 큼
불규칙상(irregular)	블록의 크기와 형상의 변화가 심함
블록상(blocky)	거의 정육면체형의 사각형
파쇄상(crushed)	불연속면이 매우 조밀하게 발달하여 각설탕 같은 모양



(a) 블록상 (b) 불규칙상 (c) 판상 (d) 각주상

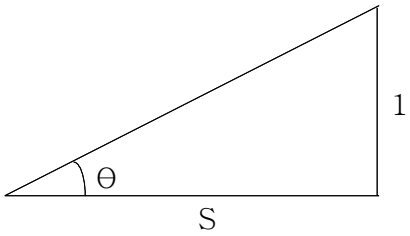
<그림 2.2.3> 암반 블록의 형상

(나) 사면형상

① 사면경사

대상사면에 대한 측량 등을 통하여, 사면경사, 사면경사각 또는 경사율(%)을 이용하여 절토사면의 형상을 평가할 수 있다.

【그림 2.2.4】은 사면경사, 사면경사각, 경사율(%)에 대한 개념이다.



<그림 2.2.4> 사면경사(1:S), 사면경사각(°), 경사율(%)

여기서, S(1:S) = 사면경사, θ = 사면경사각(°), 경사율 = (1/S) × 100% 이다.

② 집수지형

대상사면의 상부에 집수유역이 존재한다면 이에 대한 고려를 실시한다.

유출계수, 도달시간, 유역면적, 침투율, 토질조건 및 증발산 등 수문학적 평가가 필요하지만 포괄적 차원에서 기술자의 판단을 반영하여 5단계로 평가한다.

(다) 자연적 외부요인 (강우 및 지하수 조건)

강우에 대한 항목은 해당지역의 평년 최대 강우강도를 시우량, 1일강우량 등의 형식으로 구분하여 획득하며, 지하수 조건은 시추조사 시 지하수위를 함께 조사하거나 물리탐사를 이용한다.

암반사면의 경우 절리틈으로부터 흘러나오는 지하수로부터 추정할 수 있다.

(라) 인위적 외부요인

① 표면보호

식생공은 숏크리트공, 격자블럭공, 돌붙임공 및 식생공(떼붙임공법, 씨앗살포공법(seed spray), 매트(mat)공법, 넷(net)공법, 녹생토공법) 유무를 육안으로 조사하여 판단한다.

사면 보수·보강을 위한 보호/보강 및 낙석방지공법 등 부대시설이 아닌 식생 및 표면 보호공의 상태만을 조사하며, 식생의 조밀도와 표면보호공의 상태를 5단계로 평가한다.

② 보호/보강상태

사면의 안전성을 확보하기 위하여 활동력을 억제시키거나, 저항을 증가시키기 위한 공법을 절토사면에 시공한 경우 시공된 부대시설(록볼트 및 앵커공, 쏘일네일링, 숏크리트공, 낙석방지공, 옹벽 등)이 그 역할을 충분히 발휘하는지 조사하여 판단할 필요가 있다.

적용공법에 따라 다소의 차이는 있지만 시설의 결함, 노후화 및 기타사항을 조사하여 평가기준에 적용한다. 설치되어 있는 옹벽 및 앵커 등의 보강시설은 다음의 내용을 참고하여 현장조사 및 평가를 실시하여야 한다.

- 옹벽의 경우 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[안전점검·진단 편]」중 「옹벽」의 유형별 상태평가 기준을 참고하여 평가한다. 특히, 옹벽은 결함에 대한 지속적인 추적관리가 요구되므로 외관조사망도를 작성하여 보고서에 첨부한다.
- 앵커의 경우「그라운드 앵커 설계·시공 및 유지관리 매뉴얼」의 정밀점검 및 정밀안전진단 점검항목을 참고하여 조사한 결과로부터 평가한다.

③ 배수조건

수량의 다소에 관계없이 용수가 지속된다면 사면상의 식생공이 점착치 못하게 되고 원지반을 침식시키게 되므로 용수부분에 대한 처리가 필요하다.

또한 용수는 사면의 불안정성을 증대시키는 역할을 할 수 있다. 용수를 적게하는 방법으로는 사면어깨배수공, 소단배수공, 집수정이나 보링을 통한 집수를 배수처리 하는 방법 등이 있으며, 용수를 처리하는 방법은 도랑굴착, 호스, 집수매트, 돌망태(개비온) 등을 통한 배수방법이 있다.

판단기준은 배수가 양호하여 건조상태와 같이 간극수압이 발생하지 않을 경우에 해당되는 항목을 좋음으로 하여 5단계로 육안조사를 통하여 평가한다.

2.3 현장 및 실내시험

2.3.1 개요

절토사면은 크게 토사사면과 암반사면으로 분류할 수 있으며, 토사사면의 안정성을 검토하기 위한 실내시험 항목은 아래와 같으며, 각 항목별로 안정해석 시 필요한 조건을 반영하여 KS규정에 의한 시험을 실시하되 각 항목별로 최소 3개 이상의 시험 결과를 취득하여 반영토록 한다.

암반사면의 경우에는 노출암반에 대하여 슈미트해머 반발경도법(Schmidt Hammer Rebound Hardness Test)에 의한 암반강도 측정을 실시한다.

2.3.2 현장 및 실내시험

가. 토사사면의 시험

토사사면의 안전성을 검토하기 위한 실내시험 항목은 아래와 같으며, 각 항목별로 안정해석 시 필요한 조건을 반영하여 KS규정에 의한 시험을 실시하되 각 항목별로 최소 3개 이상의 시험 결과를 취득하여 반영토록 한다.

○ 토질분류 : 함수비, 애터버그 한계, 비중, 입도시험, 단위중량(습윤, 건조)

○ 전단강도시험 : 직접전단시험, 삼축압축시험 ⇒ 점착력, 내부마찰각

○ 표준관입시험

토사사면의 안정해석법은 여러 가지가 있으나 그 정확성은 강도정수와 사면의 기하학적 조건의 정확도 및 각 해석방법 고유의 정밀도에 따라 좌우되며, 대부분의 경우에 있어서는 토성과 기하학적 조건이 각 해석방법의 차이보다 결과에 더 큰 영향을 미치게 된다. 따라서 안정해석에 있어서 강도정수를 정확히 결정하는 것이 가장 중요한 사항이 된다.

나. 암반사면의 시험

① 일반사항

일반적으로 암반은, 무결한 상태(intact)의 비교적 균질한 무결암과 단층과 절리 등과 같은 역학적 결함을 가진 불연속면으로 구성된다. 따라서 암반은 본질적으로 구조적인 불연속성, 불균질성, 이방성을 보이며, 이러한 특징들이 암반의 공학적인 특성을 좌우한

다. 무수한 불연속면이 존재하는 암반의 강도를 대표하는 값을 측정하는 것은 어려울 뿐만 아니라, 절토사면의 안전성은 불연속면의 특성에 의해 더 크게 좌우된다. 암석의 강도나 불연속면의 전단시험 결과는 암반 분류 및 안정해석에서 주로 이용된다.

② 시험방법

㉠ 일축압축강도시험(Uniaxial Compressive Strength Test)

- 현장에서 획득한 암편을 원주모양으로 성형하거나 시추코어시료에 대하여 축방향으로 압축력을 가하여 강도를 측정하는 시험이다.
- 시료 성형시 일반적으로 NX(50~54㎜) 크기의 코어가 되도록 하며, 길이가 대략 직경의 2배가 되도록 한다.
- 일축압축강도는 다음과 같이 계산된다.

$$S_c = \frac{P_c}{A}$$

(S_c : 일축압축강도, P_c : 시료 파괴시의 하중, A : 시료의 단면적)

㉡ 점하중 시험(Point Load Test)

- 이 시험법은 현장에서 또는 실험실에서 신속하게 측정할 수 있는 강도 시험법이며, 코어시료 획득이 불가능하여 일축압축강도 시험을 실시할 수 없을 경우 이 시험법을 통해 일축압축강도를 환산한다.

점하중 시험법은 다른 시험법과는 달리 간단한 하중기만 필요하며 정형화된 시료 준비가 필요 없는 간편한 방법이다. 점하중 시험법에 의한 시료의 파괴는 인장파괴로 나타나며, 따라서 일축압축강도보다 상대적으로 낮은 강도 값을 갖게 된다.

- 시추코어를 시료로 사용할 때는 NX 크기의 코어를 주로 이용하며, 직경에 대한 길이의 비가 1 이상이어야 한다. 시험결과는 점하중 강도지수(point load strength index)로 나타내며 다음과 같다.

$$I_s = \frac{P}{D_e^2}$$

여기서, P = 하중,

D_e =

- 시험편의 등가직경으로서 코어의 축에 수직한 방향으로 가압하는 경우 $D_e^2 = D^2$
- 축방향 가압 또는 비정형의 시험편의 경우 $D_e^2 = \frac{4A}{\pi}$

(A : 파괴면의 단면적).

- 시험편이 NX 코어가 아닌 비정형일 경우는 I_s를 NX 코어의 값으로 환산한다.

이 환산값은 $I_s(50) = F \times I_s$이고, 여기서 $F = (D_e/50)^{0.45}$가 된다.

㉢ 슈미트해머 반발경도법(Schmidt Hammer Rebound Hardness Test)

- 반발경도법은 암석표면의 경도를 측정하여, 그 측정치로부터 암석의 압축강도를 추정하는 방법이다. 충격에 대한 반발을 측정하는 장치이므로 방향성을 고려해 주어야 한다.

- 슈미트해머는 콘크리트용인 N, NR형 등이 있으나, 암반 사면조사 시에는 암석용인 L형을 사용하여야 한다.

- 타격면을 선정할 때는 충전물이나 분해된 암석 입자가 없는 편평한 면을 선택하여 그 면에 수직하게 타격한다. 동일한 곳을 계속 가격하지 않고 이전에 타격한 곳에서 최소한 플런저 직경만큼 떨어진 곳을 타격한다.

㉣ 불연속면 전단시험

- 전문가의 판단에 따라 절토사면의 안전성에 가장 큰 영향을 미칠 것으로 판단되는 불연속면 군 하나를 택하여 전단시험을 실시한다.

- 수직응력을 달리하여 얻은 전단강도에 대한 회귀직선을 구하여 불연속면의 마찰각 및 점착력을 구한다.

다. 시험수량

㉠ 안전성평가를 위하여 분할된 구간마다 조사를 실시한다.

㉡ 정밀안전점검

불연속면에 대한 전단시험을 생략할 수 있고, 일축압축강도의 경우 슈미트해머를 이용한 20개의 타격점에 대한 반발 값으로 일축압축강도를 추정할 수 있다.

㉢ 정밀안전진단

비교적 균일한 특성을 나타내는 3개 이상의 시험편에 대해 실험실에서 일축압축강도 시험을 실시하여 강도 값을 직접 구한다.

또한 1개 이상의 시료에 대하여 수직응력을 달리하여 5회 이상의 전단시험을 실시한 후 불연속면의 마찰각을 구한다.

라. 결과분석

㉠ 일축압축강도시험 결과분석

3개 이상의 시험편에 대한 일축압축강도는 산술평균으로 대표값을 산정한다.

단, 정상적인 파괴가 일어나지 않고, 시험편 내에 존재하는 구조적인 연약면을 따라 파괴되었을 경우는 그 값을 제외시킨다.

㉡ 점하중 시험법 결과분석

점하중 시험법으로 일축압축강도를 추정할 경우, 점하중 강도지수(I_s)에 상수를 곱한 값으로 계산된다.

$S_c \cong 24 \cdot I_s(50)$ (NX 시추코어를 이용한 실험일 경우)

그러나, 암반분류에 적용할 때는 일축압축강도 추정값을 사용하지 않고 점하중 강도지수값을 직접 이용한다.

㉣ 슈미트해머 반발경도 시험 결과분석

슈미트해머를 이용하여 강도를 추정할 경우, [표 2.3.1]를 이용하여 타격방향에 따른 보정절차를 거친 후, 20개의 타격점에 대한 반발값 중 하위 50%의 값은 버리고, 상위 50%만을 취하여 그 평균값을 대표값으로 한다.

슈미트해머 반발값(대표값)을 이용하여 암석의 일축압축강도를 추정할 경우, 아래 식을 이용한다.

$$JCS = 10^{(0.0008r\gamma + 1.01)} \ (\mathrm{MPa})$$

(r : 반발값, γ : 암석의 밀도(kN/m³))

<표 2.3.1> 타격 방향에 따른 반발값 보정표

반발값	아래쪽		위쪽		수평
	α=-90°	α=-45°	α=+90°	α=+45°	α=0°
10	0	-0.8	-	-	-3.2
20	0	-0.9	-8.8	-6.9	-3.4
30	0	-0.8	-7.8	-6.2	-3.1
40	0	-0.7	-6.6	-5.3	-2.7
50	0	-0.6	-5.3	-4.3	-2.2
60	0	-0.4	-4.0	-3.3	-1.7

㉤ 불연속면 전단시험 결과분석

수직응력을 달리하면서 전단강도 값을 얻고, 수직응력 대 전단응력 그래프를 통해 회귀직선을 구한 후 회귀직선의 기울기와 절편으로 불연속면의 마찰각 및 점착력을 구한다.

마. 조사·시험 내용 및 최소 조사수량 기준 요약

1)토사사면 재료시험 기준수량

<표 2.3.2> 토사사면 현장조사·재료시험 항목 및 수량

항목	조사부위	조사항목	기준수량	조사방법	비고
토질조건	토심 가장 두꺼운 곳	토질물성 전단저항각	3 1	시료채취 표준관입시험	시추조사
토층두께	토심 가장 두꺼운 곳	토층심도	1	육안조사	
토질분류	대상사면 상·중·하부	함수비 애터버그 한계 비중 입도분석	3 3 3 3	KS 규정에 따라 실시	

2)암반사면 재료시험 기준수량

<표 2.3.3> 암반사면 현장조사·재료시험 항목 및 수량

항목	조사부위	조사항목	최소 수량	조사방법
일축압축시험	구간	일축압축강도	• 정밀안전점검시 생략가능 • 정밀안전진단시 3회	시료채취
점하중시험	구간	점하중강도	정밀안전점검시 생략가능	현장조사/시료채취
슈미트 해머 반발경도시험	구간	반발치		현장조사
절리면 전단시험	구간	전단강도, 마찰각	• 정밀안전점검시 생략가능 • 정밀안전진단시 1회	시료채취
풍화등급	불연속면, 구간	풍화상태	필요수량	육안조사
불연속면 방향성	불연속면	경사 및 경사방향	필요수량	현장조사
불연속면 간격	불연속면	간격	필요수량	현장조사
불연속면 연장성	불연속면	길이	필요수량	현장조사
불연속면의 거칠기	불연속면	거칠기	필요수량	현장조사
불연속면의 간극	불연속면	틈	필요수량	현장조사
불연속면 내 충전물	불연속면	충전물 종류 및 두께	필요수량	현장조사
누수상태	불연속면	누수량	필요수량	육안조사
블록형상	구간	블록형상	필요수량	육안조사
시추조사	구간	지반상태	필요시 시행	시추

제 3 장 상태평가 방법

3.1 개요

3.2 상태평가 기준

3.3 상태평가 항목 및 기준

3.4 상태평가 결과 산정방법

제 3 장 상태평가 방법

3.1 개요

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 『세부지침』의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

상태평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시한 사람은 외관조사 결과를 안전점검 및 정밀안전진단 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

본 장은 정량적이고 객관적인 상태평가를 위하여 시설물의 외관조사 및 내구성조사 등 각 항목에 대한 상태평가 기준을 수록하였고, 시설물의 평가체계에 따라 평가결과를 산정하는 절차를 정리·예시하였다.

안전점검 및 정밀안전진단 수행 책임기술자는 국토교통부에서 발행한 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』의 상태평가 기준 및 절차에 따라 조사 및 평가하는 것을 원칙으로 한다.

다만, 본 장에 기술되지 않은 결함 및 손상이 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우에는 본 장에 기술된 것과 같이 5단계의 상태평가 기준 및 평가유형을 제시하고 의견서를 첨부하여 시설물의 평가에 반영할 수 있다. 또한 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

3.2 상태평가 기준

가. 지반특성에 따른 절토사면의 분류

국내에 분포하는 다양한 지반 및 지질조건에 따른 사면의 거동특성 및 파괴양상에 대한 분석을 통해 절토사면은 토층심도율에 의해 토사사면과 암반사면으로 구분할 수 있으며, 암반사면은 다시 지반강도특성 및 암반의 블록크기 비에 의해 절리암반사면, 파쇄암반사면, 연약암반사면으로 세분될 수 있다.

토층심도율(soil depth ratio: SR)은 사면을 토사사면과 암반사면으로 구분할 수 있는 지시자로서 식 (12.1)과 같이 토층 심도와 사면 높이의 비로 정의된다.

토층심도는 토층의 두께로서 충적층 또는 풍화등급상 잔류토(residual soil)와 완전풍화암 (completely weathered rock)을 대상으로 측정한다.

$$SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} \tag{12.1}$$

암반의 블록크기 비(block size ratio: BR)는 식 (12.2)와 같이 블록크기 지수(block size index, Ib)와 사면높이(H)의 비를 말하며, 블록크기 지수는 식 (12.3)과 같이 각 절리군의 평균 간격(Si)의 산술 평균으로 정의 할 수 있다.

$$BR = \frac{\text{Block size index (Ib)}}{\text{Slope height (H)}} \tag{12.2}$$

$$Ib = \frac{\sum_{i=1}^{3} Si}{3} \tag{12.3}$$

【표 3.2.1】은 토층심도율과 블록크기 비에 따른 절토사면의 분류를 나타낸 것이다.

<표 3.2.1> 절토사면의 분류

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

나. 상태평가 항목

절토사면의 상태평가를 위한 조사항목은 사면의 손상상태와 파괴요인의 평가로 구분하여 실시한다.

1) 절토사면 손상상태 평가 항목

절토사면의 손상상태 조사는 사면에 발생한 파괴이력과 현재 진행중인 파괴징후에 대한 조사로서 절토사면 상태평가의 직접적 평가내용이다.

조사항목은 크게 사면의 파괴징후에 관련된 항목과 기 발생된 파괴현황에 관련된 항목으로 나눌 수 있으며, 자세한 내용은 【표 3.2.2】에 기술하였다.

<표 3.2.2> 절토사면의 손상상태 평가 항목

구 분	평가 요소
파괴징후	- 인장 균열 또는 이완 암괴의 존재와 상태 - 사면 지반의 변형(bulging 등) 현상의 존재와 상태 - 구조물(옹벽 및 측구 등) 또는 인접 구조물(도로 등)의 변형(균열 등) 상태
파괴현황	- 발생한 파괴의 규모 및 개소 - 발생한 파괴의 유형

2) 절토사면 파괴요인 평가 항목

절토사면의 파괴요인 조사는 사면 파괴의 원인이나 요소로 작용하는 인자들에 대한 조사로서 절토사면 상태평가의 간접적 평가내용이다.

조사항목은 크게 사면의 내부 파괴요인 항목과 외부 파괴요인 항목으로 나눌 수 있으며 자세한 내용은 【표 3.2.3】에 기술하였다.

<표 3.2.3> 절토사면의 파괴요인 평가 항목

구 분		내부 파괴 요인		외부 파괴 요인	
		지반 상태	사면 형상	자연적 요인	인위적 요인
토사사면		토질조건 토층심도율	사면의 경사 집수지형	강우/지하수	표면상태 보호/보강상태 배수상태
암반사면	연약암반사면	지반강도 특성 면구조경사 내구성(풍화상태)	사면의 경사	강우/지하수	절취상태 보호/보강상태 배수상태
	파쇄암반사면	절리간격 저면경사 절리상태	사면의 경사	강우/지하수	절취상태 보호/보강상태 배수상태
	절리암반사면	절리주향 절리경사 절리상태	사면의 경사	강우/지하수	절취상태 보호/보강상태 배수상태

다. 절토사면의 상태평가 기준

절토사면 상태평가 결과는 세부 평가 항목별 평가에 의해 산출된 결함지수(F)에 따라 A, B, C, D, E의 5개의 기준으로 구분한다. 사면 손상상태 지수(f1)와 사면 파괴요인 지수(f2)는 상태평가 기준 결정과정에서는 사용되지 않지만 평가 대상 절토사면을 보다 객관적이고 구체적으로 판단할 수 있는 유용한 지표가 될 수 있다.

<표 3.2.4> 절토사면의 상태평가 기준

평가기준	결함 지수 (F)	상 태
A	0≤F<0.15	문제점이 없는 최상의 상태
B	0.15≤F<0.30	경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태
C	0.30≤F<0.55	보통의 손상, 결함이 발생하였으나 안전성에 지장은 없으며, 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 간단한 보강이 필요한 상태
D	0.55≤F<0.75	손상, 결함이 진전되고, 파괴 잠재성이 존재하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용 제한 여부를 결정하여야 하는상태
E	0.75≤F	심각한 손상, 결함 및 파괴 잠재성에 의하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

※ 인장균열, 지반변형, 구조물변형 등이 진행성으로 확인되는 경우
상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.

※ 보호/보강공법이 적용됨에 따라 사면의 안전성이 크게 향상되었다고 판단되었을 경우
상태평가 결과를 상향할 수 있다.

3.3 상태평가 항목 및 기준

가. 결함지수 산정 방안

절토사면의 상태평가는 손상상태와 파괴요인을 구분하여 평가하며, 각각의 평가항목에 대한 상태평가는 가장 대표적인 것을 기준으로 하여 결정하고, 여러 개소에서 나타날 경우 등급을 하향 조정한다.

이러한 세부기준은 국내·외의 다양한 문헌과 그간 국내에서 조사되었던 사면 자료의 분석을 통해 결정하였으며, 다양한 전문가들의 의견 및 현실 여건을 반영하였다.

절토사면의 유형별 결함지수 산출방법은 다음과 같다.

○ 사면 손상상태 지수는 손상상태 항목 점수의 합을 총점 24점으로 나누어 계산

○ 사면 파괴요인 지수 역시 파괴요인 항목 점수의 합을 총점 52점으로 나누어 계산

○ 사면 결함지수는 사면 손상상태 항목 점수와 사면 파괴요인 항목 점수의 합을 총점 76으로 나누어 계산

나. 상태평가 항목 및 기준

1) 토사사면

○ 사면 손상상태 평가 기준

<table>
<tr><th colspan="3">항 목 \ 평가기준</th><th>a</th><th>b</th><th>c</th><th>d</th><th>e</th></tr>
<tr><td rowspan="6">파괴
징후</td><td rowspan="2">①인장균열</td><td>구 분</td><td>없음</td><td>1㎜ 미만</td><td>1㎜ 이상
5㎜ 미만</td><td>5㎜ 이상
5㎝ 미만</td><td>5㎝ 이상</td></tr>
<tr><td>점 수</td><td>0</td><td>1~3</td><td>4~5</td><td>6~7</td><td>8~10</td></tr>
<tr><td rowspan="2">②지반변형</td><td>구 분</td><td colspan="2">없음</td><td colspan="3">있음</td></tr>
<tr><td>점 수</td><td colspan="2">0~2</td><td colspan="3">3~5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">③구조물변형</td><td>구 분</td><td colspan="2">없음</td><td colspan="3">있음</td></tr>
<tr><td>점 수</td><td colspan="2">0~2</td><td colspan="3">3~5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">파괴
현황</td><td rowspan="2">④발생규모</td><td>구 분</td><td>0</td><td>1㎥ 미만</td><td>1㎥ 이상
8㎥ 미만</td><td>8㎥ 이상
64㎥ 미만</td><td>64㎥ 이상</td></tr>
<tr><td>점 수</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="8">사면 손상상태 지수 (f1) = ∑(①~④) / 24</td></tr>
</table>

○ 사면 파괴요인 평가 기준

항목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
지반 상태	⑤토질조건	사질토	매우 조밀	조밀	보통	느슨	매우 느슨
		점성토	매우 단단	단단	보통	연약	매우 연약
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑥토층심도율	구 분	0.45 미만	0.45 이상 0.5 미만	0.5 이상 0.6 미만	0.6 이상 0.8 미만	0.8 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 형상	⑦사면경사	구 분	1:2 미만	1:2 이상 1:1.5 미만	1:1.5 이상 1:1.2 미만	1:1.2 이상 1:1 미만	1:1 이상
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑧집수지형	구 분	무관	1	2	3	4
		점 수	0	1	2	3	4
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 이상 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상
		지하 수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위 요인	⑩표면보호	구 분	숏크리트, 석장공 등	식생 양호	식생 보통	식생 불량	식생 없음
		점 수	0	1	2	3	4
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑫보호/보강 상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~4		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ(⑤~⑫) / 52							

○ 결함지수(F) 산정

결함지수 (F) = Σ(①~⑫) / 76

<해 설>

1) 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 인장균열의 진행성(또는 확장)이 명확하게 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
2) 지반변형 상태는 사면의 배부름 현상(bulging) 또는 암괴의 이완 등 지반 자체의 변형과 관련된 것으로 현재 변형의 증거가 관찰되지 않으면 “없음”을 기준으로 하나, 변형의 잠재성에 따라 기준을 구분할 수 있도록 하였다. 점검시 변형의 증거가 관찰될 경우 역시 변형의 정도에 따라 전문가의 의견에 따라 기준을 부여한다. 또한, 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 진행성이 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하며 정기적으로 관찰한다.
3) 구조물변형 상태는 사면 및 주변 구조물(옹벽, 측구 및 인접 도로 등)의 변형과 관련된 것으로서 각 기준의 결정은 “2)”항의 지반변형과 동일한 방법을 적용하며 진행성이 확인되는 경우 역시 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
4) 파괴현황은 이미 발생한 파괴 현황으로서 발생 규모는 발생한 각각의 파괴의 폭, 길이, 두께의 곱으로 정의하며, 한 사면에서 여러 번의 파괴가 발생한 것은 모두 합하여 결정한다.
5) 토질조건은 풍화토, 붕적토 등에 대하여 아래 표와 같이 사질토 및 점성토로 구분하여 평가하며, 호박돌 및 핵석이 토층 내에 존재할 경우는 기준을 하향 조정한다.

사질토의 상태	N 치	Φ(°)	현 장 관 찰
매우 조밀	> 50	> 41	발파 또는 중장비에 의해서만 자국을 낼 수 있다.
조밀	30~50	36~41	손의 힘으로 삽을 이용하여 자국을 낼 수 있다.
보통	10~30	30~36	힘을 주어서 삽질을 할 수 있다.
느슨	4~10	28.5~30	쉽게 삽질할 수 있다.
매우 느슨	0~4	< 28.5	엄지손가락 또는 주먹으로 쉽게 자국을 낼 수 있다.

점성토의 상태	N 치	Φ(°)	현 장 관 찰
매우 단단	> 15	> 10	손톱으로 흙에 자국을 낼 수 있다.
단단	8~15	5~10	엄지손가락으로 흙을 움푹 들어가게 할 수 있지만 흙 속에 엄지손가락을 넣기 힘들다
보통	4~8	2.5~5	노력하면 엄지손가락이 수 cm 들어간다.
연약	2~4	1.25~2.5	엄지손가락이 쉽게 수 cm 들어간다.
매우 연약	0~2	< 1.25	주먹이 쉽게 10cm 정도 들어간다.

6) 토층의 두께는 사면 내에서 토층이 가장 두꺼운 지점의 두께로 평가한다.
7) 사면의 경사는 평가영역 내의 평균 사면경사로 평가한다.
8) 강우 및 지하수 조건은 해당 평가기준 중 가장 불리한 사항을 평가한다.
9) 표면보호상태는 사면 표면에 시공되어있는 표면보호공이나 식생공 상태 등을 평가한다.
10) 배수조건은 측구 및 배수공 등, 배수 구조물의 설치와 관리 상태를 평가한다. 즉, 완전배수는 배수가 양호하여 건조상태와 같이 간극수압이 발생하지 않을 경우을 말하며, 양호는 배수상태가 양호하여 즉시 배수될 경우, 보통은 배수로가 있는 경우, 불량은 배수로가 없거나 있어도 원활치 못한 경우, 매우 불량은 물이 상당히 고여 있는 경우를 말한다.
11) 보강상태는 절토사면에 시공된 보호/보강재의 상태를 평가는 것으로서 재료의 노후와 결함 정도를 전문가의 판단을 통해 평가한다. 또한 보호/보강공법이 적용됨에 따라 사면의 안전성이 크게 향상되었다고 판단되었을 경우 상태평가 기준을 상향할 수 있다.

2) 연약암반사면

○ 사면 손상상태 평가 기준

항목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
파괴 징후	①인장균열	구 분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상
		점 수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구 분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = Σ(①~④) / 24							

○ 사면 파괴요인 평가 기준

항목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
지반 상태	⑤지반강도 특성	구 분	-	-	약간 연약	연약	매우 연약
		점 수	0	1	2	3	4
	⑥면구조 경사 -사면 경사	구 분	10°이상	0°초과 10°미만	0°	-10°이상 0°미만	-10°미만
		점 수	0	1	2	3	4
	⑦풍화상태	구 분	신선	약간풍화	보통풍화	심한풍화	완전풍화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
사면 형상	⑧사면경사	구 분	1:1.5 미만	1:1.2 이상 1:1.5 미만	1:1 이상 1:1.2 미만	1:0.7 이상 1:1 미만	1:0.7 이상
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 초과 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상
		지하 수위	완전 건조	사면 높이의 1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위 요인	⑩절취상태	구 분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
		점 수	0	1	2	3	4
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑫보호/ 보강상태	구 분	양호함		노후됨	결함이 관찰됨	
		점 수	0~2		3~5	6~8	
사면 파괴요인 지수 (f2) = Σ(⑤~⑫) / 52							

○ 결함지수(F) 산정

결함지수 (F) = Σ(①~⑫) / 76

<해 설>

1) 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 인장균열의 진행성(또는 확장)이 명확하게 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
2) 지반변형 상태는 사면의 배부름 현상(bulging) 또는 암괴의 이완 등 지반 자체의 변형과 관련된 것으로 현재 변형의 증거가 관찰되지 않으면 “없음”을 기준으로 하나, 변형의 잠재성에 따라 기준을 구분할 수 있도록 하였다. 점검시 변형의 증거가 관찰될 경우 역시 변형의 정도에 따라 전문가의 의견에 따라 기준을 부여한다. 또한, 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 진행성이 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하며 정기적으로 관찰한다.
3) 구조물변형 상태는 사면 및 주변 구조물(옹벽, 측구 및 인접 도로 등)의 변형과 관련된 것으로서 각 기준의 결정은 “2)”항의 지반변형과 동일한 방법을 적용하며 진행성이 확인되는 경우 역시 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
4) 파괴현황은 이미 발생한 파괴 현황으로서 발생 규모는 발생한 각각의 파괴의 폭, 길이, 두께의 곱으로 정의하며, 한 사면에서 여러 번의 파괴가 발생한 것은 모두 합하여 결정한다.
5) 지반강도 특성 평가는 지질 해머를 이용한 육안 관찰을 기준으로 하되, 약간 연약, 연약, 매우 연약은 각각 일축압축강도 기준 시 20~5MPa, 5~1MPa, 1MPa 이하에 해당한다.
6) 면구조는 연약암반 내에 존재하는 층리면 등 연속적 면구조를 지시한다. 규칙적인 면구조가 없을 경우에는 최상위 기준으로 평가한다.
7) 풍화상태는 절취 후 원암의 풍화정도를 지시하며 신선(F), 약간풍화(SW), 보통풍화(MW), 심한풍화(HW), 완전풍화(CW~RS) 등으로 구분한다.
8) 사면의 경사는 평가 영역 내의 평균 사면경사로 평가한다.
9) 강우 및 지하수 조건은 해당 평가 기준 중 가장 불리한 사항을 평가한다.
10) 절취상태는 굴착방법에 따라 분류하며, 선균열발파일 경우 매우 좋음, 제어발파일 경우 좋음, 기계굴착일 경우 보통, 일반발파일 경우 나쁨, 불완전 발파일 경우 매우 나쁨에 해당된다.
11) 배수조건은 측구 및 배수공 등 배수 구조물의 설치와 관리 상태를 평가한다. 즉, 완전배수는 배수가 양호하여 건조상태와 같이 간극수압이 발생하지 않을 경우을 말하며, 양호는 배수상태가 양호하여 즉시 배수될 경우, 보통은 배수로가 있는 경우, 불량은 배수로가 없거나 있어도 원활치 못한 경우, 매우 불량은 물이 상당히 고여 있는 경우를 말한다.
12) 보강상태는 절토사면에 시공된 보호/보강재의 상태를 평가는 것으로서 재료의 노후와 결함 정도를 전문가의 판단을 통해 평가한다. 또한 보호/보강공법이 적용됨에 따라 사면의 안전성이 크게 향상되었다고 판단되었을 경우 상태평가 기준을 상향할 수 있다.

3) 파쇄암반사면

○ 사면 손상상태 지수(f1)

항목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
파괴 징후	①인장균열	구 분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상
		점 수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구 분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑(①~④) / 24							

○ 사면 파괴요인 지수(f2)

항목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
지반 상태	⑤절리간격	구 분	2m 이상	60㎝ 이상 2m 미만	20㎝ 이상 60㎝ 미만	6㎝ 이상 20㎝ 미만	6㎝ 미만
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑥저면경사	구 분	0° 미만	0° 이상 10° 미만	10° 이상 20° 미만	20° 이상 30° 미만	30° 이상
		점 수	0	1	2	3	4
	⑦절리상태	구 분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
사면 형상	⑧사면경사	구 분	1:1.2 미만	1:1.2 이상 1:1 미만	1:1 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 초과 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상
		지하수위	완전 건조	사면 높이의1/3	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
인위 요인	⑩절취상태	구 분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
		점 수	0	1	2	3	4
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1	2	3	4
	⑫보호/ 보강상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~5		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑(⑤~⑫) / 52							

○ 사면 상태평가 지수(F)

결함지수 (F) = ∑(①~⑫) / 76

〈해 설〉

1) 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 인장균열의 진행성(또는 확장)이 명확하게 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
2) 지반변형 상태는 사면의 배부름 현상(bulging) 또는 암괴의 이완 등 지반 자체의 변형과 관련된 것으로 현재 변형의 증거가 관찰되지 않으면 “없음”을 기준으로 하나, 변형의 잠재성에 따라 기준을 구분할 수 있도록 하였다. 점검시 변형의 증거가 관찰될 경우 역시 변형의 정도에 따라 전문가의 의견에 따라 기준을 부여한다. 또한, 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 진행성이 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하며 정기적으로 관찰한다.
3) 구조물변형 상태는 사면 및 주변 구조물(옹벽, 측구 및 인접 도로 등)의 변형과 관련된 것으로서 각 기준의 결정은 “2)”항의 지반변형과 동일한 방법을 적용하며 진행성이 확인되는 경우 역시 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
4) 파괴현황은 이미 발생한 파괴 현황으로서 발생 규모는 발생한 각각의 파괴의 폭, 길이, 두께의 곱으로 정의하며, 한 사면에서 여러 번의 파괴가 발생한 것은 모두 합하여 결정한다.
5) 저면경사는 전도파괴 해석에 사용되는 두개의 절리군 중 경사가 낮은 절리군의 경사를 말하며 파쇄암반사면 내에 존재하는 개개 암석 블록의 저면경사각을 기준으로 한다.
6) 절리상태는 상세 절리 상태 점수에 대한 산술평균값을 참고하여 유리 및 불리를 평가한다.

구 분	상세 절리 상태				
① 길 이	< 1m	1~3m 미만	3~10m 미만	10~20m 미만	≥ 20m
② 틈 새	0	< 0.1mm	0.1~1mm 미만	1~5mm 미만	≥ 5mm
③ 거칠기	매우 거침	거침	약간 거침	평탄	매우 평탄
④ 충전물	없음	단단한 충전물 (< 5m)	단단한 충전물 (≥ 5m)	연약한 충전물 (< 5m)	연약한 충전물 (≥ 5m)
⑤ 풍화도	신선	약한 풍화	보통 풍화	심한 풍화	완전 풍화
점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
절리상태 점수 = $\sum$ (①~⑤) / 5					

7) 사면의 경사는 평가 영역 내의 평균 사면경사로 평가한다.
8) 강우 및 지하수 조건은 해당 평가 기준 중 가장 불리한 사항을 평가한다.
9) 절취상태는 굴착방법에 따라 분류하며, 선균열발파일 경우 매우 좋음, 제어발파일 경우 좋음, 기계굴착일 경우 보통, 일반발파일 경우 나쁨, 불완전 발파일 경우 매우 나쁨에 해당된다.
10) 배수조건은 측구 및 배수공 등 배수 구조물의 설치와 관리 상태를 평가한다. 즉, 완전배수는 배수가 양호하여 건조상태와 같이 간극수압이 발생하지 않을 경우을 말하며, 양호는 배수상태가 양호하여 즉시 배수될 경우, 보통은 배수로가 있는 경우, 불량은 배수로가 없거나 있어도 원활치 못한 경우, 매우 불량은 물이 상당히 고여 있는 경우를 말한다.
11) 보강상태는 절토사면에 시공된 보호/보강재의 상태를 평가는 것으로서 재료의 노후와 결함 정도를 전문가의 판단을 통해 평가한다. 또한 보호/보강공법이 적용됨에 따라 사면의 안전성이 크게 향상되었다고 판단되었을 경우 상태평가 기준을 상향할 수 있다.

4) 절리암반사면

○ 사면 손상상태 지수(f1)

항 목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
파괴 징후	①인장균열	구 분	없음	1㎜ 미만	1㎜ 이상 5㎜ 미만	5㎜ 이상 5㎝ 미만	5㎝ 이상
		점 수	0	1~3	4~5	6~7	8~10
	②지반변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
	③구조물변형	구 분	없음		있음		
		점 수	0~2		3~5		
파괴 현황	④발생규모	구 분	0	1㎥ 미만	1㎥ 이상 8㎥ 미만	8㎥ 이상 64㎥ 미만	64㎥ 이상
		점 수	0	1	2	3	4
사면 손상상태 지수 (f1) = ∑(①~④) / 24							

○ 사면 파괴요인 지수(f2)

항 목 \ 평가기준			a	b	c	d	e
지반 상태	⑤절리주향 (사면과의 차이)	구 분	사면 주향과 45°이상	사면 주향과 30°~ 45°	사면 주향과 20°~ 30°	사면 주향과 10°~ 20°	사면 주향과 10° 미만
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑥절리경사 -사면경사	구 분	10°이상	0°초과 10°미만	0°	-10°이상 0°미만	-10°미만
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑦절리상태	구 분	매우 유리	유리	보통	불리	매우 불리
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
사면 형상	⑧사면경사	구 분	1:1.0 미만	1:1.0 이상 1:0.7 미만	1:0.7 이상 1:0.5 미만	1:0.5 이상 1:0.3 미만	1:0.3 이상
		점 수	0	1	2	3	4
자연 요인	⑨강우 및 지하수	1일 강우량	0㎜	0㎜ 초과 50㎜ 미만	50㎜ 이상 100㎜ 미만	100㎜ 이상 150㎜ 미만	150㎜ 이상
		지하수위	완전 건조	사면 높이의 1/2	사면 높이의 1/2	사면 높이의 2/3	완전 포화
		점 수	0	1	2	3	4
인위 요인	⑩절취상태	구 분	매우 좋음	좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
		점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
	⑪배수조건	구 분	완전 배수	양호	보통	불량	매우 불량
		점 수	0	1	2	3	4
	⑫보호/ 보강상태	구 분	양호함		노후됨		결함이 관찰됨
		점 수	0~2		3~5		6~8
사면 파괴요인 지수 (f2) = ∑(⑤~⑫) / 52							

○ 사면 상태평가 지수(F)

결함지수 (F) = ∑(①~⑫) / 76

<해 설>

1) 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 인장균열의 진행성(또는 확장)이 명확하게 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
2) 지반변형 상태는 사면의 배부름 현상(bulging) 또는 암괴의 이완 등 지반 자체의 변형과 관련된 것으로 현재 변형의 증거가 관찰되지 않으면 "없음"을 기준으로 하나, 변형의 잠재성에 따라 기준을 구분할 수 있도록 하였다. 점검시 변형의 증거가 관찰될 경우 역시 변형의 정도에 따라 전문가의 의견에 따라 기준을 부여한다. 또한, 최근 점검자료와의 비교나 계측 등을 통하여 진행성이 확인되는 경우 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하며 정기적으로 관찰한다.
3) 구조물변형 상태는 사면 및 주변 구조물(옹벽, 측구 및 인접 도로 등)의 변형과 관련된 것으로서 각 기준의 결정은 "2)"항의 지반변형과 동일한 방법을 적용하며 진행성이 확인되는 경우 역시 상태평가 결과를 하향하고 정밀안전진단을 실시하여 정기적으로 관찰한다.
4) 파괴 현황은 이미 발생한 파괴 현황으로서 발생 규모는 발생한 각각의 파괴의 폭, 길이, 두께의 곱으로 정의하며, 한 사면에서 여러 번의 파괴가 발생한 것은 모두 합하여 결정한다.
5) 절리의 경사방향 및 경사는 평면 파괴의 기준이며, 쐐기 파괴가 우려될 경우, 이를 절리 교차선의 방향성과 경사각으로 대체하여 평가한다.
6) 절리상태는 상세 절리 상태 점수에 대한 산술평균값을 참고하여 유리 및 불리를 평가한다.

구 분	상세 절리 상태				
① 길 이	< 1m	1~3m 미만	3~10m 미만	10~20m 미만	≥ 20m
② 틈 새	0	< 0.1mm	0.1~1mm 미만	1~5mm 미만	≥ 5mm
③ 거칠기	매우 거침	거침	약간 거침	평탄	매우 평탄
④ 충전물	없음	단단한 충전물 (< 5m)	단단한 충전물 (≥ 5m)	연약한 충전물 (< 5m)	연약한 충전물 (≥ 5m)
⑤ 풍화도	신선	약한 풍화	보통 풍화	심한 풍화	완전 풍화
점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
절리상태 점수 = Σ (①~⑤) / 5					

7) 사면의 경사는 평가 영역 내의 평균 사면경사로 평가한다.
8) 강우 및 지하수 조건은 해당 평가 기준 중 가장 불리한 사항을 평가한다.
9) 절취상태는 굴착방법에 따라 분류하며, 선균열발파일 경우 매우 좋음, 제어발파일 경우 좋음, 기계굴착일 경우 보통, 일반발파일 경우 나쁨, 불완전 발파일 경우 매우 나쁨에 해당된다.
10) 배수조건은 측구 및 배수공 등 배수 구조물의 설치와 관리 상태를 평가한다. 즉, 완전배수는 배수가 양호하여 건조상태와 같이 간극수압이 발생하지 않을 경우을 말하며, 양호는 배수상태가 양호하여 즉시 배수될 경우, 보통은 배수로가 있는 경우, 불량은 배수로가 없거나 있어도 원활치 못한 경우, 매우 불량은 물이 상당히 고여 있는 경우를 말한다.
11) 보강상태는 절토사면에 시공된 보호/보강재의 상태를 평가는 것으로서 재료의 노후와 결함 정도를 전문가의 판단을 통해 평가한다. 또한 보호/보강공법이 적용됨에 따라 사면의 안전성이 크게 향상되었다고 판단되었을 경우 상태평가 기준을 상향할 수 있다.

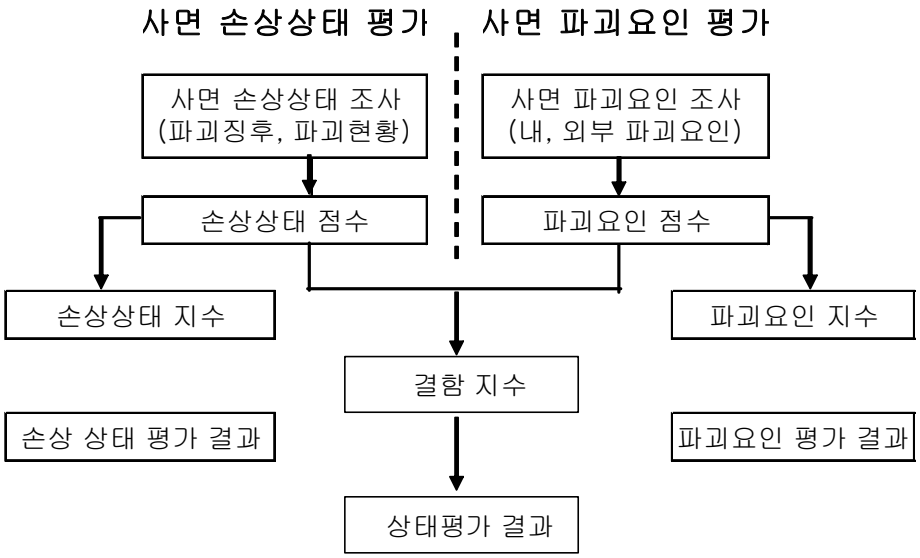
3.4 상태평가 결과 산정방법

가. 상태평가 결과 산정

절토사면 상태평가 과정은 단위 사면을 분류 기준에 의해 분류하고 평가기준에 의해 각 항목에 대한 결함점수를 부여하여 단위 사면의 사면 손상상태 지수와 사면 파괴요인 지수를 산정한 후 사면 손상상태 평가결과와 사면 파괴요인 평가결과를 결정한다.

상태평가 결과는 사면 손상상태 항목과 사면 파괴요인 항목의 결함점수를 통해 산정된 결합지수로 결정한다. 그 평가 과정은 [그림 3.4.1]과 같다.

사면의 분류시 2개 이상의 사면 범주로 간주하여 복수로 평가할 필요가 있을 경우, 가장 불리한 평가 결과에 의해 최종 상태평가 결과를 결정한다.



<그림 3.4.1> 상태평가 결과 산정 과정

나. 상태평가 결과 산정 방법

<표 3.4.1> 절토사면의 상태평가 결과 산정 예

시설물명			○○절토사면				표번호
근거 표번호			[표]				[표]
평가요소			결함점수	결함종류별 평가결과	총 점	결함지수	상태 평가결과
사면손상상태지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	5	f1=0.21	b
		② 지반변형	3	c			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		2	c			
사면파괴요인지수	지반상태	⑤ 절리 방향 -사면 방향	6	d	24	f2=0.46	c
		⑥ 절리 경사 - 사면 경사	6	d			
		⑦ 절리상태	4	c			
	사면형상	⑧ 사면의 경사	1	b			
	자연요인	⑨ 강우 및 지하수	2	c			
	인위요인	⑩ 절취상태	2	b			
		⑪ 배수조건	1	b			
		⑫ 보호/보강상태	2	a			
합계(Σ)					29	F = 0.38	C
상태평가 결 과	○ 사면손상상태지수(f1) = (① + ...④)/24 = 0.21 → b 등급 ○ 사면파괴요인지수(f2) = (⑤ + …⑫)/52 = 0.46 → c 등급 ○ 절토사면 상태평가 결과(F) : (5+24)/76 = 0.38 → C						

제 4 장 종합평가 안전등급지정

4.1 개요

4.2 종합평가 기준

4.3 종합평가 등급 산정

4.4 안전등급 지정

제 4 장 종합평가 안전등급지정

4.1 개요

절토사면에 대한 종합평가는 상태평가만 실시하거나 또는 상태평가와 안전성평가를 각각 실시한 후 이들 결과를 기초로 종합하여 이루어진다. 즉, 상태평가만 실시하는 경우에는 상태평가결과를 종합평가 결과로 가름하여 상태평가 결과가 종합평가 결과로 결정되지만 상태평가와 안전성평가가 동시에 실시한 경우에는 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 비교 검토하여 최종적인 종합평가 결과를 부여하게 된다.

4.2 종합평가 기준

시설물의 상태평가와 안전성평가를 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 종합적으로 비교·검토하여 그 시설물에 대한 종합평가를 결정하며, 시설물에 대한 종합평가 기준은 [표 4.2.1]의 종합평가지수에 따라 결정한다.

<표 4.2.1> 종합평가지수에 따른 종합평가 기준

종합평가지수(E)	종합평가 기준	비 고
0.00 ≤ (E) 〈 0.15	A	
0.15 ≤ (E) 〈 0.30	B	
0.30 ≤ (E) 〈 0.55	C	
0.55 ≤ (E) 〈 0.75	D	
0.75 ≤ (E)	E	

4.3 종합평가 등급 산정

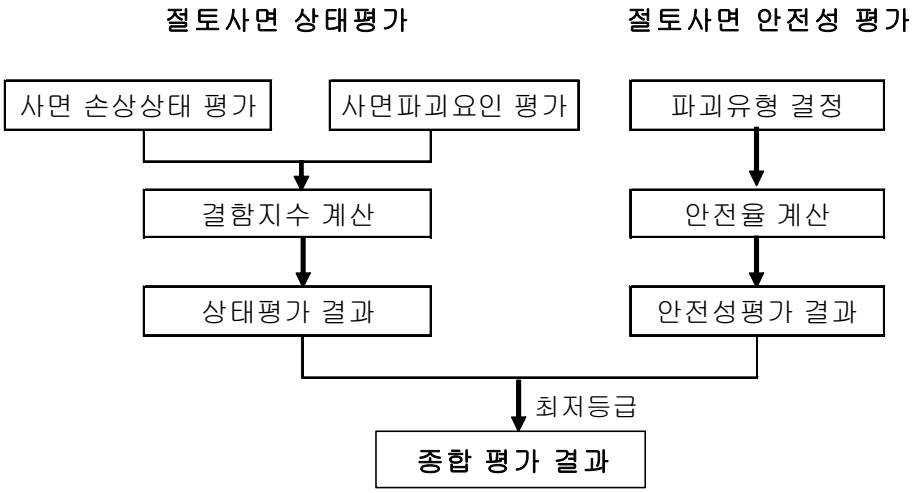
절토사면 상태평가와 안전성평가 결과 2개 등급 중 최저등급을 절토사면 종합평가결과로 결정한다. 【그림 4.3.1】 참조

1) 정밀안전점검

절토사면의 손상상태 평가와 파괴요인 평가를 종합하여 절토사면 상태평가 결과를 결정하며, 절토사면 안전성평가를 시행한 경우에는 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 비교하여 최저등급을 절토사면 종합평가 결과로 결정한다.

2) 정밀안전진단

절토사면 상태평가 결과(손상상태 평가 + 파괴요인 평가)와 안전성평가 결과 중 최저등급을 절토사면 종합평가 결과로 결정한다.



<그림 4.3.1> 종합평가 결과 산정 과정

4.4 안전등급 지정

정밀안전점검 및 정밀안전진단을 실시한 책임기술자는 당해 시설물에 대한 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정한다.

다만 정밀안전점검 및 정밀안전진단 실시결과 기존의 안전등급보다 상향하여 조정할 경우에는 해당 시설물에 대한 보수·보강 조치 등 그 사유가 분명하여야 한다.

<표 4.4.1> 종합평가지수에 따른 종합평가 기준

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

상태평가와 안전성평가를 모두 시행했을 경우의 종합평가 결과 산정 예시는 다음 <표 4.5.1>과 같다

<표 4.4.1> 절토사면의 종합평가 결과 산정 예

절토사면 종합평가 결과 산정표				
시설물명	○○ 절토사면		표번호	
평가구분	결함지수	평가결과	비 고	
상태평가	F=0.38	C	근거표번호	
안전성평가	안전율=1.98 (우기시)	A	근거표번호	
종합평가	**-**	**C**		
종합평가 결과	· 상태평가 등급과 안전성평가 등급 중 최소 등급을 선택 · 절토사면의 종합평가결과 : C			

제 5 장 보수보강 및 유지관리 방안

5.1 개요

5.2 보수·보강 방안

5.3 유지관리 방안

제 5 장 보수보강 및 유지관리 방안

5.1 개요

시설물에 대한 보수·보강은 손상 시설물의 영향정도, 중요도, 사용환경 조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강 방법 및 수준을 정한다.

보수는 시설물의 안정성에 심각한 영향을 주지 않는다고 판단되는 손상에 대하여 보수하는 것이고, 보강은 시설물의 안정성에 심각한 영향을 준다고 판단되는 손상에 대하여 보강공법을 적용하여 시설물의 안정성을 확보한다. 따라서 시설물에 대한 정기안전점검, 정밀안전점검 및 정밀안전진단을 실시한 후 상세히 검토하고 보수·보강의 필요성, 방법 및 그 수준을 정하여야 한다.

5.2 보수 · 보강 방안

5.2.1 개요

본 점검대상 시설물 정밀안전점검 결과, 일부 구간에서 손상이 발생된 상태이므로 발생된 손상에 대한 보수를 실시하여 시설물의 내구성 및 안전성 확보에 만전을 기한다면 공용기간 동안 시설물의 안전성은 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

“부록”의 외관조사망도의 손상현황을 기초로 하여 보수가 필요한 손상에 대해서는 손상의 규모 및 종류에 따라서 적절한 보수·보강공법 및 보수·보강 수량을 집계하여 보수·보강 시공시 참고하도록 하였다.

5.2.2 보수 및 보강의 필요성

보수의 필요성은 절토사면내의 구조물에 대하여 인지되는 변형 및 손상에 대해 절토사면의 안전성을 확보하기 위해 요구되는 보수의 수준에 의해 판단하며, 각종기준(도로설계편람, 도로설계요령, 도로안전시설 설치 및 관리지침 등)을 참조한다.

보강의 필요성은 절토사면의 안전성평가 결과에 의해 사면의 안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 확보하기 위하여 어느 정도까지 보강하여야 하는가의 판단에 의한다.

5.2.3 보수·보강의 수준 및 안전율 적용범위

가. 보수 및 보강의 수준

보수·보강의 수준은 현재의 위험도, 경제성 및 시공성 등을 고려하여 아래의 경우 중에서 선택한다.

- 현상유지(진행억제)
- 대규모 붕괴위험이 없는 수준까지 회복
- 전면적인 보수·보강

나. 보수·보강의 안전율 적용범위

시설물의 붕괴를 사전에 예측하기 위하여 이와 관련된 제반요소들에 관한 조사를 상세하게 하였더라도 그것을 충분히 파악하기란 상당히 어렵기 때문에 항상 시방서 등에 제시된 범위 내로 시설물의 안전을 검토하게 된다. 즉 원지반의 이방성 및 불균질성, 지하수위의 변화, 강우 및 지하수의 흐름이 지질특성에 미치는 영향 등에 관하여 평가하고 이것을 설계상에 정확히 반영시키는 것이 어렵기 때문에 실제 평가보다 다소 여유가 있는 안전율을 적용하게 된다. 현재 사용하고 있는 활동에 대한 안전율은 1.1~1.5가 많으며 사전에 충분한 조사가 이루어진 경우에 1.1 또는 그 이하로 검토되는 경우도 있다. 일반적인 간단한 조사에는 1.5 정도의 안전율을 확보하고 1.1~1.5 사이의 0.4라는 안전율의 차이를 공사비로 환산하였을 때는 상당한 큰 금액이 되는 경우가 많으므로 안전율의 결정 및 그 방법에 관해서는 선정된 시설물의 보호공법 설계방법 등도 도잇에 고려하여 검토하여 것이 바람직하다.

5.2.4 보수·보강공법의 조치

보수·보강은 보수재료와 공법 선정시 구조적 적합성, 시공성, 경제성, 미관 등을 검토하여 결정한다. 이때 중요한 것은 절토사면의 변형발생 원인에 대한 정확한 분석이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다. 따라서 지반관련 제반재료, 진단시 수행한 각종 평가 및 안전성 평가 결과를 기초로 하여 변형발생 원인에 대한 정확한 분석 후 적절한 보수·보강공법을 선택하여야 한다.

5.2.5 보수 및 보강공법

절토사면 시설물의 주요 보수·보강 방법은 다음과 같다.

<표 5.2.1> 절토사면 대책공법의 종류 및 적용

구분	종 류	공 법 개 요	적 용
보강공법	절취공법 (경사완화)	사면의 경사를 완화시켜 사면의 안정성을 증대시키는 공법	토사사면 암반사면
	록볼트 (rock bolt)	강봉을 이용하여 암체들 서로를 연결시켜 암반의 전단강도를 증가시키는 공법	암반사면
	앵커 (anchor)	앵커의 인장력으로 암반블록이나 토체를 안정된 지반에 고정하여 안정화 시키는 공법	토사사면 암반사면
	소일네일링 (soil nailing)	지중에 보강재를 좁은 간격으로 삽입하여 사면의 전단강도를 증가시키는 공법	토사사면 연약/파쇄암 반사면
	억지말뚝	절토사면의 하중을 말뚝의 수평저항으로 받아 활동을 억지시키는 공법	토사사면
	다우웰 (dowel)	소규모의 국부적인 탈락이 예상되는 암블록에 직경 25mm, 길이 1-3m 정도의 강재를 설치하여 암블록의 탈락을 방지시키는 공법	암반사면
	콘크리트 버팀벽 (buttress)	사면의 암 탈락에 의해 지지력이 상실된 구간에 버팀벽을 설치하여 보강하는 공법	토사사면 암반사면
	옹벽	옹벽구조물을 설치하여 옹벽이 배면토압을 부담하도록 하여 사면을 안정화시키는 공법	토사사면
	마이크로파일 (micro pile)	지중에 천공 후 강관을 삽입하고 시멘트 밀크를 주입하여 소구경 파일을 형성하는 공법	토사사면
	보강토 공법	흙 사면내에 보강재를 배치하여 보강재와 흙의 마찰력을 이용하여 파괴나 변형에 저항하는 공법 (그라우팅 공법 등)	토사사면
	조합 공법	여러 보강공법을 조합하여 시공하는 공법	토사사면 암반사면

<표 5.2.1> 절토사면 대책공법의 종류 및 적용 (계속)

구분	종 류	공 법 개 요	적 용
보호공법	식생공	절토사면 표면에 식생을 하여 우수에 의한 침식을 방지하고 풍화작용을 억제시키는 공법	흙 사면 암반사면
	돌쌓기, 블록쌓기	경사도가 1:1이상(45°이상)인 절토사면에 사용하며 돌이나 블록 등으로 사면을 덮어 풍화 및 침식을 방지하는 공법	흙 사면
	돌붙임, 블록붙임	경사도가 1:1이하(45°이하)인 절토사면에 사용하여 옹벽으로서의 역할과 함께 풍화 및 침식을 방지하는 공법	흙 사면
	콘크리트격자	콘크리트 격자를 사면에 덮어 절토사면의 표면붕락을 방지하는 공법	흙 사면
	숏크리트 (shotcrete)	표면 정리후 철망을 앵커핀으로 고정시킨 후 시멘트 모르터를 뿜칠하여 표면을 보호하는 공법	암반사면
	개비온(돌망태) (gabion)	철망상자속에 돌채움을 한 돌망태를 벽돌 쌓는 방법으로 쌓아 올려 벽체를 형성하는 공법	흙 사면 암반 사면
	조합 공법	여러 보호공법을 조합하여 시공하는 공법	토사사면 암반사면
낙석방지공법	뜬돌제거	절토사면상의 뜬돌, 전석이 박리 또는 낙하되지 않도록 제거하는 공법	암반사면 토사사면
	와이어로프 걸이	뜬돌이나 전석이 움직이지 않도록 격자모양의 와이어로프나 여러개의 로프를 이용하여 절토사면상에 고정시키는 공법	암반사면
	낙석방지망	방지망의 장력 및 자중을 이용하여 이완된 암석을 포획하거나 암석의 운동에너지를 억제하는 공법	암반사면
	낙석방지울타리	지주, 와이어로프, 철망, 유연성 재료 등으로 구성된 울타리로 낙석에너지를 흡수하는 공법	암반사면
	피암터널	강재, 철근콘크리트 및 PC 콘크리트 등으로 도로위에 처마를 설치하여 낙석을 받아 막거나 계곡으로 낙하시켜 낙석에 의한 피해를 방지하는 공법	암반사면
	낙석방지 옹벽	토사나 전석이 도로에 유입되는 것을 방지하기 위해 절토사면 앞에 옹벽을 설치하는 공법	암반사면 토사사면
	낙석흡수도랑 (ditch)	절토사면의 하단부에 도랑을 설치하여 낙석을 방지하는 공법	암반사면
	조합 공법	여러 낙석방지공법을 조합하여 시공하는 공법	토사사면 암반사면

가. 보수 및 보강공법의 종류

절토사면의 보수·보강은 다음의 4 종류로 구분된다.

1. 경사완화 및 구조물에 의한 보강공법

2. 표면보호공법

3. 낙석방지공법

4. 배수공법

1. 경사완화 및 구조물에 의한 보강공법

1) 경사완화(절취공법)

경사완화공법(또는 절취공법)은 활동하려는 토괴 또는 암괴를 제거하여 활동하중을 경감시킴으로써 절토사면의 안정을 도모하는 방법이다.

절토사면의 경사를 완화하여 활동암괴를 제거하므로 확실한 안정공법으로 여겨지나 절취를 실시하였음에도 불구하고 파괴가 발생하는 경우가 있다. 특히 절토사면내에 연약대층이 함유되어 있는 경우에는 절취 후 파괴가 계속될 수 있다. 그러므로 공사 중간에 절토사면의 잠재적인 내적 취약점을 명확히 조사하여 사면의 안정성을 재검토하고, 필요하다면 앵커공과 같은 다른 보강공법과 병행하여 시공해야 한다.

절토사면 상부의 자연 사면의 경사도가 큰 경우에는 굴착량이 막대하고, 경제성, 시공성의 면에서 어려운 점이 많으므로 다른 보강공법을 고려하는 것이 바람직하다.

절취경사의 결정은 표준경사도를 기초로 하며 지반의 특성 및 지형적 조건과 같은 현장 여건 그리고 시공성을 종합적으로 고려하여 판단하여야 하며 붕괴요인을 가진 지반의 경우 주의하여야 한다. 특히 암반사면의 경우는 지표지질조사 및 시추조사에 의해 파악된 절리의 방향성 및 발달상태에 따라 각각의 절토사면에 대하여 안정해석을 실시하여 사면경사를 결정하는 것을 우선으로 한다.

2) 록볼트(rock bolt)

록볼트는 이완암반과 모암의 일체화를 목적으로 혹은 불연속면을 경계로 한 여러 층을 일체화하기 위한 목적으로 사용한다.

록볼트의 작용효과는 부재의 전단강도나 원지반과의 인발저항에 의한 직접적인 원지반의 보강뿐만 아니라 간접적으로 원지반의 물성을 강화하는 효과가 있다. 록볼트를 사용하

는 경우에는 절토사면 표면의 얕은 위치에 견고한 암반이 존재하여야 한다.

록볼트의 정착력을 정확히 추정하는 것은 곤란한 경우가 많기 때문에 사전에 인발시험을 실시하여 정착범위를 확인하여 두는 것이 중요하다.

3) 앵커(anchor)

앵커는 흙, 또는 암반의 절토사면 이완된 지반이나 불연속면 등이 존재하고 붕괴할 염려가 있는 경우나 불안정한 절토사면의 안정을 꾀할 경우에 사용한다.

앵커는 단독으로 사용하는 경우와 현장타설 콘크리트 격자, 옹벽, 억지말뚝과 병용시키는 경우가 있으며 지지력을 구하는 방법, 안전성, 신뢰성, 내구력의 문제 등 설계 및 시공 측면에서 미해결된 면이 있기 때문에 충분한 검토가 필요하다. 앵커의 종류는 앵커와 지반의 정착방식에 따라 마찰형, 지압형, 복합형이 있다.

4) 소일네일링(soil nailing)

소일네일링 공법은 네일(nail)이라고 불리우는 보강재를 프리스트레싱 없이 좁은 간격으로 지반에 삽입하여 절토사면의 전체적인 전단강도를 증가시킨다. 또한 숏크리트 등으로 굴착면을 보호하는 표면보호공을 조합하여 시공하는 경우가 많다.

소일네일링 공법의 장점은 가격이 비교적 저렴하고, 장비가 단순하며 접근이 어려운 장소와 협소한 공간에서도 작업이 용이하다는 점이며, 단점은 지하수위가 없는 지반 또는 지하수위의 저하에 의해 안정화된 지반에 제한적으로 사용된다는 점이다.

5) 억지말뚝

억지말뚝 공법은 절토사면의 활동하중을 말뚝의 수평저항으로 받아 활동을 억지시키는 공법이다.

억지말뚝의 설계시에는 말뚝에 발생하는 휨모멘트와 전단력을 고려하여, 말뚝의 단면, 종류, 간격 등을 결정한다. 휨모멘트가 큰 경우에는 말뚝머리에 앵커를 설치할 수도 있다. 말뚝의 타설위치는 지반활동시 압축상태에 놓이게 되는 절토사면의 말단부 근처가 유리하다.

억지말뚝 공법은 기초부 암반이 토압으로 인해 활동현상이 발생한 지역, 토층 사이의 경계면에서 평면파괴가 발생하거나 풍화층의 유실과 침식으로 표면 붕괴의 우려가 있는 지역, 급경사의 토사사면으로 경사완화가 불가능하거나 단층파쇄대 구간으로서 지하수위가 낮고 침투수 영향이 적은 구간에 적용된다.

6) 다우웰(dowel)

다우웰 공법은 암반에서의 소규모 단독 분리암괴에 의해 암괴의 탈락이 예상될 때 암괴를 절토사면에 고정하기 위하여 적용하는 공법이다. 즉, 직경 25㎜, 길이 1~3m 정도의 철봉을 보링공 내에 삽입하여 그라우트 주입을 실시함으로서 절리면의 전단강도를 증가시키는 수동보강형 공법이다.

7) 콘크리트 버팀벽(buttress)

절토사면에서 암탈락이 발생하거나 사면 절취시 과다발파에 의하여 사면상에 빈 공간이 생기게 되면 절토사면 하부의 지지력을 상실하게 되어 또 다른 암탈락이 발생할 위험이 커진다. 이러한 경우, 하부의 빈 공간에 콘크리트 버팀벽을 설치하여 경제적으로 절토사면의 안정성을 높일 수 있다.

8) 옹벽

옹벽은 벽의 자중과 저판상부의 토사 중량 등으로 토압에 저항하여 절토사면을 지탱하고 안정을 도모하기 위한 목적으로 설치하는 벽체 구조물이다.

옹벽의 설계시 안정성 확보를 위하여 전도에 대한 안정성, 미끄러짐에 대한 안정성, 지반의 지지력 등에 대하여 검토를 수행해야 한다. 미끄러짐에 대한 안정성만이 부족한 경우에는 옹벽 바닥면에 활동방지용 턱(shear key)을 설치할 수도 있다.

9) 마이크로 파일(micro pile)

마이크로 파일은 토사사면에 적용하는 공법으로 지중에 천공 후 지름 162.5㎜의 강관을 삽입하고 시멘트 밀크를 주입하여 소구경 파일을 형성하는 공법으로 암반이 견고할 때 별도의 장비가 필요하나 시공성과 품질 확보가 우수하다.

10) 보강토 공법

보강토 공법은 흙쌓기나 흙깍기 사면내에 강재나 망 등의 보강재를 배치하여 보강재와 흙의 마찰력을 이용하여 파괴나 변형에 저항하는 공법이다.

보강토 공법은 지형 등의 제약을 받아서 흙쌓기나 흙깎기의 적정경사를 확보할 수 없는 경우나 절토사면을 보강할 필요가 있는 장소 또는 도시부에서 용지보상비가 과다한 장소 등에 사용한다.

주된 공법으로서 흙쌓기에서는 보강토벽공법, 망에 의한 보강공법 등이, 흙깎기에서는 철근 삽입, 각종 그라우팅, 강화섬유 주입 등의 보강공법이 있다.

나. 표면보호공법

1) 식생공

식생공은 절토사면에 대하여 식생을 실시하는 공법으로 우수에 의한 침식 방지, 지표면 온도변화의 완화, 뿌리로 표토를 묶어 동상붕락의 억제 및 완화, 미적효과 등을 목적으로 한다. 그러나 식생공의 억지효과에 대한 평가가 어렵기 때문에 사면의 안정성 계산에는 이러한 식생공을 포함시키지 않는다. 따라서 식생공은 사면이 안정되어 있는 곳이나 억지효과가 있는 구조부재와 병행하여 이용한다. 국내 사면 보호공법으로 사용되는 식생공은 떼심기, 씨앗뿌리기공법, 씨앗 부착 거적덮기, 코이어넷(coir net), 코매트(co-mat), 녹생토 등 여러 종류가 있다.

2) 돌쌓기, 블록쌓기

돌쌓기이나 블록쌓기 공법은 1:1 이상(45° 이상)의 급경사 절토사면에 사용되며 절토사면의 풍화 및 침식등을 방지하고 옹벽으로서 토압에도 충분히 견딜 수 있는 구조이어야 한다. 돌쌓기 공법은 흙막이용, 절토사면 보호용으로 옛날부터 사용되어 왔으나 최근에는 블록쌓기 공법이 많이 사용되고 있다.

3) 돌붙임, 블록붙임

돌붙임이나 블록붙임 공법은 절토사면의 풍화 및 침식 등의 방지를 주목적으로 하여 1:1 이하(45° 이하)의 완경사 절토사면에, 특히 점착력이 없는 토사 및 허물어지기 쉬운 절토사면에 사용한다. 돌붙임 및 블록붙임 공법은 표면 보호공으로서 사용되는 이외에 소규모의 절토사면 붕괴의 되메움 보호 등에서도 사용된다.

4) 콘크리트 격자

① 콘크리트 격자 블록

용수가 있는 흙깎기 절토사면, 장대 절토사면이나 표준경사보다 급한 흙쌓기 사면에서 상황에 따라 식생이 적합하지 않은 곳 혹은 식생을 실시하더라도 표면이 붕낙할 염려가 있는 경우에 사용된다. 경사가 1:0.8(55°)보다 완만한 절토사면에 사용하는 것이 좋다. 일

반적으로 격자는 프리캐스트 제품으로 격자의 교점부분에는 활동방지 말뚝 혹은 철근 등을 설치한다. 격자 내에는 비옥토를 되메우고 식생을 해서 보호하는 것이 좋으나 사면경사가 1:1.2(40°)보다 급한 경우, 많은 용수가 있는 경우 혹은 비옥토가 얻기 힘든 경우, 기타 식생만으로는 유출될 염려가 있는 경우 등에는 잡석을 넣어서 보호한다.

미관을 중요시 할 경우에는 돌붙임 사이에 씨앗 비옥토를 채우거나 씨앗뿜어붙이기공을 병용하거나 식생망태를 사용하여 녹화할 수도 있다. 용수가 특히 많은 경우에는 절토사면에 도수를 설치할 필요가 있다.

② 현장타설 콘크리트 격자

용수가 있는 풍화암이나 장대절토사면 등에서 절토사면의 장기적인 안정이 염려되는 곳, 혹은 콘크리트 블록 격자공으로는 붕낙할 염려가 있는 곳에 사용된다.

격자는 철근콘크리트의 현장타설로 용수처리를 충분히 실시하고, 격자내에는 상황에 따라 찰쌓기식 돌붙임, 블록붙임, 콘크리트 붙임, 식생 등으로 보호한다.

암반 중에 균열이 많고 물이 침투해서 풍화를 촉진하던가 붕낙을 일으킬 염려가 있는 경우에는 모르터 뿜어붙이기 혹은 시멘트 밀크의 주입 등도 병용된다.

상황에 따라 격자의 교점부분에 활동방지 말뚝이나 앵커를 설치한다. 격자는 절토사면에 박히도록 하는 방법과 사면위에 설치하는 방법이 있다. 연약한 지반에 설치할 경우에는 콘크리트 기초가 필요하다.

5) 모르터 및 콘크리트 뿜어붙이기(숏크리트)

절토사면에 용수가 없고 당장 붕괴의 위험성은 없으나 풍화되기 쉬운 암석 또는 풍화로 인해 박리될 염려가 있는 암석이나 호박돌이 섞인 토사 등 식생이 적당하지 않은 곳에 사용된다.

모르터 뿜어붙이기공은 비교적 엷게 뿜어 붙일 경우에, 콘크리트 뿜어붙이기공은 비교적 두껍게 뿜어 붙일 경우에 사용된다. 뿜어 붙일 면에 다소의 용수가 있는 경우에는 물구멍을 만들어 적절한 배수처리를 하여야 하며 또한 장래 붕괴의 원인이 될 수 있는 노출된 곳을 남기지 않아야 한다.

6) 돌망태옹벽(개비온,gabion)

개비온(gabion)은 일정규격의 직사각형 아연도금 철망상자 속에 돌채움을 한 돌망태를 벽돌 쌓는 방법으로 쌓아 올려 벽체를 형성하는 공법으로서 콘크리트 옹벽 대체공법으로 사용한다.

본 공법의 특징은 배수성이 양호하기 때문에 설계시에 수압의 작용을 고려할 필요가 없다. 그러나 차도에 가깝고 경사가 급한 곳에 사용할 경우는 장기적으로 철선의 부식으로 인해 돌이 떨어져서 낙하할 수 있기 때문에 시공시 충분한 주의가 필요하다.

다. 낙석방지공법

낙석방지공법은 절토사면에서 풍화의 진행, 지진, 호우 등에 의해 낙석의 위험이 있는 것으로 판단되는 곳에 실시한다.

낙석방지공법의 선정은 절토사면의 상황, 즉 절토사면의 지형, 지질 및 식생상황 등과 같은 조사결과에 근거하여야 하며 낙석발생시 예상되는 피해 정도에 따라 이러한 방법들을 조합시키거나 선택하여 선정한다.

1) 뜬돌제거

뜬돌제거는 사면상의 뜬돌이나 이완암블록이 낙하하지 않도록 직접 낙석을 억지하거나 제거 또는 정리하는 것이다.

2) 록볼트 및 앵커

록볼트 및 앵커 공법은 낙석방지 공법의 일환으로 사용되기도 하며 앞에 언급된 경사완화 및 구조물에 의한 공법 중 록볼트공 및 앵커공을 참조하여 고려할 수 있다.

3) 와이어로프 걸이

뜬돌이나 전석이 구르거나 미끄러지 않도록 격자모양으로 짠 와이어로프나 수 개의 로프 등을 사용하여 그 기초를 덮거나 걸어서 사면상에 고정시키는 경우에 사용한다.

뜬돌이나 전석이 거대한 경우나 토지의 제약 조건 등으로 사면에 고정시켜야 할 때에 자주 사용되지만 이 공법은 영구적인 구조물이 아닌 가설 구조물로 취급한다. 와이어 로프의 앵커는 뜬돌이나 전석의 무게에 충분히 견디도록 기초부까지 충분히 넣고 또 돌이 로프에서 빠져나가지 않도록 한다.

4) 낙석방지망

낙석방지망은 강우나 풍화, 나무뿌리의 작용 등으로 인해 낙석발생 가능성이 있는 부분을 망으로 덮어 낙석을 예방하는 공법으로 망의 장력 및 자중과 이완된 암석의 포획효과에 의해 암석의 운동에너지를 억제하는 공법이다.

낙석방지망공은 구조물에 의한 절토사면 보호공을 시공하지 않은 암반 또는 자갈 혼입 토사 절토사면에 낙석이 예상되는 경우에 사용한다.

낙석 방지망공은 낙석의 발생을 미연에 방지하고, 만일 낙석이 발생한 경우에 돌이 튀지 않도록 사면끝으로 유도하는 것을 목적으로 하고 있다. 종류로는 포켓(주머니)식, 비포켓식이 있다.

5) 낙석방지울타리

낙석방지울타리는 지주, 와이어로프, 철망, 유연성 재료 등을 이용하여 낙석에너지를 흡수하는 것으로써 일반적으로 50kJ 이하의 소규모 낙석대책으로 주로 사용되나 유연성 등을 이용하여 50kJ 이상의 큰 낙석에너지를 흡수할 수 있는 기능성 낙석방지울타리도 다양하게 개발되어 있다.

낙석방지울타리는 장대 절토사면 등에서 지진 또는 집중호우 등으로 낙석이 발생하는 경우에 낙석방지망만으로는 낙석을 효과적으로 제어하기 힘들 것으로 판단되는 위치에 사용한다. 특히, 경암, 연암, 및 자갈 혼입 토사 등으로 구성된 절토사면에서 낙석방지망만으로는 낙석의 위험을 효과적으로 대처하기 힘든 경우에는 낙석 방지울타리를 설치하는 것이 바람직하다.

토사가 혼합되어 낙하하는 경우는 콘크리트 옹벽을 설치하고 그 상부에 낙석방지울타리를 설치한다.

6) 피암터널

피암터널은 강재, 철근콘크리트 및 PC 콘크리트 등으로 도로위에 처마를 설치하여 낙석을 받아 막거나 계곡으로 낙하시켜 낙석에 의한 피해를 방지하는 공법이다.

피암터널은 급한 장대사면이 연이어져 있는 경우나 낙석의 규모가 커서 낙석방지울타리만으로는 방지할 수 없는 경우 또는 낙석의 지름이 큰 경우에 사용한다. 피암터널의 상부에는 완충재(토사 등)를 두어 낙석의 충격을 완화하여야 하며 상단부 표면은 경사지게하여 발생된 낙석을 다른 방향으로 유도하여 충격에너지를 감소한다.

7) 낙석방지 옹벽

낙석방지 옹벽은 토사나 낙석이 도로에 떨어지는 것을 방지하기 위해 설치하는 구조물이다.

낙석방지 옹벽은 그 배후에 주머니부를 설치하여 어느 정도의 낙석이나 붕토를 퇴적시킬 수 있는 구조로 하는 것이 바람직하기 때문에 배면 지형은 사면경사가 완만한 경우와 도로의 측방에 여유가 있는 장소가 조건으로 된다.

낙석방지 옹벽공을 설계할 경우 예상되는 낙석의 중량, 속도, 최대 도약고, 지형, 지질 등을 고려하여 옹벽의 안정(연직지지, 수평지지, 전도) 및 구체 단면의 강도에 대하여 검토하여야 한다.

8) 낙석 방지 제방 및 도랑(ditch)

절토사면의 하단부에 설치하는 낙석 방지 도랑은 도랑을 설치할 공간이 확보되어 있다면 낙석을 방지하는데 효과적이고 경제적인 방법으로 지형, 지질 등의 현장 조건을 이용하여 낙석 에너지의 흡수 및 낙석의 유도를 도모하는 것이다.

흙제방 및 도랑을 설치하는 경우에는 배수공을 병설하여 배수대책도 충분히 배려할 필요가 있다.

라. 배수공법

1) 산마루측구

절토사면의 상부자연사면에 콘크리트 U형 수로 등의 배수로를 설치함으로써, 강우나 강설에 의해 지표수가 절토사면내로 침투하는 것을 방지하여 절토사면내 간극수압의 상승을 차단하거나 지표수의 흐름을 차단시켜 절토사면의 침식을 방지하는 공법이다.

산마루측구 시공시 측구와 지표가 밀착되지 않는 경우, 측구와 지표 틈새로 강우가 침투하여 배수효과가 거의 없을 뿐 아니라 토층이 유실되어 지반침하가 발생하는 경우가 많으므로 측구와 지표를 반드시 밀착시켜야 한다. 또한 품질관리를 위하여 가능한 현장타설 콘크리트 배수로를 설치하는 것이 바람직하다.

2) 소단배수로

소단배수로는 절토사면에 흐르는 빗물이나 용수에 의한 침식을 방지하기 위하여 폭이 3m 이상인 넓은 소단에 설치한다.

종단경사에 따라 배수처리를 실시하며 20m이상 절토 구간이 끝나는 곳에서는 산마루측구와 연결 또는 방류하여 절토사면이 유실되지 않도록 설치한다. 단, 비탈면 침식의 위험성이 적다고 판단될 때는 설치하지 않을 수 있다.

3) 도수로

도수로는 집수된 물을 수로 또는 도로외부로 유출시키는 기능을 수행한다. 원칙적으로 현장타설 콘크리트로 설치하며 도수로의 주변은 콘크리트로 보호하고 세굴이나 풀등의 유입에 의한 통수기능 저하를 방지한다.

4) 수평배수공

절토사면 내에 비교적 깊은 지반내에 지하수를 배제하는 경우나 지하배수공(암거공) 등에 의해 지하수위 저하를 기대할 수 없는 경우에 횡방향공을 굴착하고 유공관등을 삽입하여 배수한다.

수평배수공의 길이는 2m 이상이 바람직하다.

규모가 큰 지반활동지대에서는 배수터널이나 여러 본의 보정공을 조합하여 처리한다.

5) 집수정

집수정은 물빼기 보링공으로는 보링 길이가 길게 되는 경우나 기반 부근에 집중적으로 지하수를 집수하는 경우에 사용한다.

절토사면의 보수·보강공법은 사면의 구성재료와 공법의 원리에 따라 [표 5.2.2] 및 [표 5.2.3]으로 구분하여 적용하여야 한다.

라. 배수공법

주입보수는 외관조사에 조사된 균열 중 폭이 0.3mm를 초과하는 경우에 활용하는 것으로 하며 표면 및 단면보수 부위라도 균열 폭이 큰 경우 적용하여야 한다. 균열부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화방지에 효과적이다.

균열보수는 균열 폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안정성 여부 등을 종합적으로 판단하여 보수 목적에 따라 가장 유리한 보수 대책을 선정하여야 한다. 또한, 균열보수는 균열 폭과 균열깊이를 고려하여 이에 적합한 주입속도, 점도 및 양생 속도를 갖는 수지재료를 사용한다.

<표 5.2.2> 수지주입 공법의 종류

압 입 식
· 수동식 주입 : 인력 · 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 · 저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력
흡 입 식
· 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

1) 수지주입 공법의 선정

균열 주입공법에는 압입식과 흡입식이 있다. 압입식 주입공법에는 수동식, 기계식 및 저압·저속식 주입 방법이 있으며 <표 5.2.2>은 주입공법의 종류이다.

종래에는 수동식 기계주입 방법이 많이 이용되고 있으나, 이 방법은 주입량을 정확하게 파악할 수 없으며, 관통하지 않은 균열은 구석까지 보수재료를 주입하기가 곤란하다. 또한 주입압력이 너무 높으면 균열을 넓혀 주는 등의 문제점이 있다. 따라서, <표 5.2.3>의 저압·저속 주입의 압입식 공법이 주요하며, 저압·저속의 주입공법은 주입량 파악이 쉬우며, 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있다.

<표 5.2.3> 저압·저속식 주입방법

압 입 방 식	용기의 형태
압축용기에서의 압축공기로 주입	플라스틱제의 실린더
압력탱크내의 압축된 압력으로 주입	플라스틱제의 압력탱크
고무시트의 복원력으로 주입	플라스틱제 틀에 고무시트를 고정
고무밴드의 복원력으로 주입	플라스틱제 실린더와 피스톤
캡슐내의 용수철로 주입	플라스틱제 캡슐 탱크

2) 압입식 수지주입 공법 선정

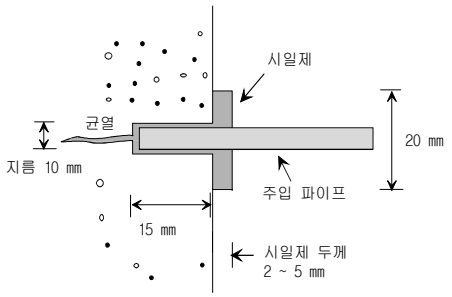
이 공법은 균열 위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압 등으로 서서히 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 <표 5.2.2>와 같다.

<표 5.2.4> 균열폭에 알맞은 수지의 점성도

형 상		점성도(20℃, cp)	주입 가능한 균열폭
액 상	저점성도	500±200	0.1mm 전후
	고점성도	1,500±500	0.2mm 전후
겔 상태		6,000±1,000	0.5 ~ 5mm 전후

<표 5.2.5> 균열폭에 따른 주입파이프의 간격

균열폭	주입파이프 간격(mm)
0.3 이하	50 ~ 100
0.3 ~ 0.5	100 ~ 200
0.5 ~ 1.0	150 ~ 250
1.0 이상	200 ~ 300



<그림 5.2.1> 주입파이프 설치도

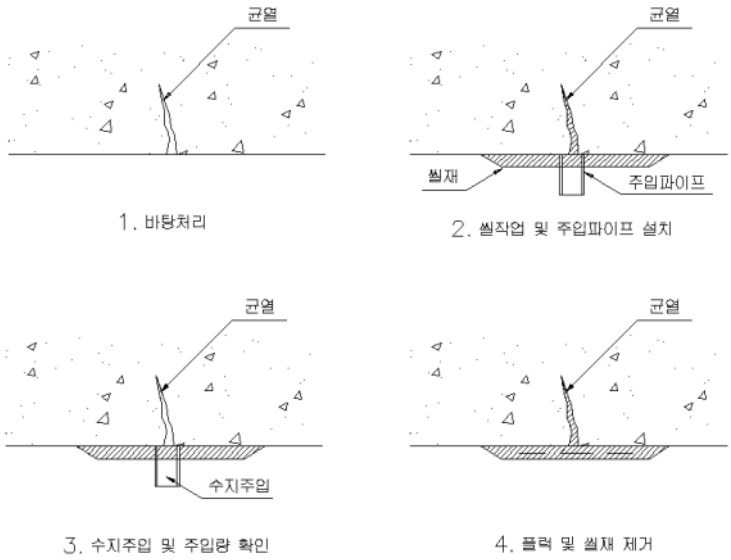
이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시기에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하고, 균열폭에 알맞은 수지의 점성도는 <표 5.2.4>과 같으며, 일반적인 주입 파이프의 간격과 설치 개요는 <표 5.2.5>, <그림 5.2.1>과 같다.

3) 압입식 수지주입 공법 특징

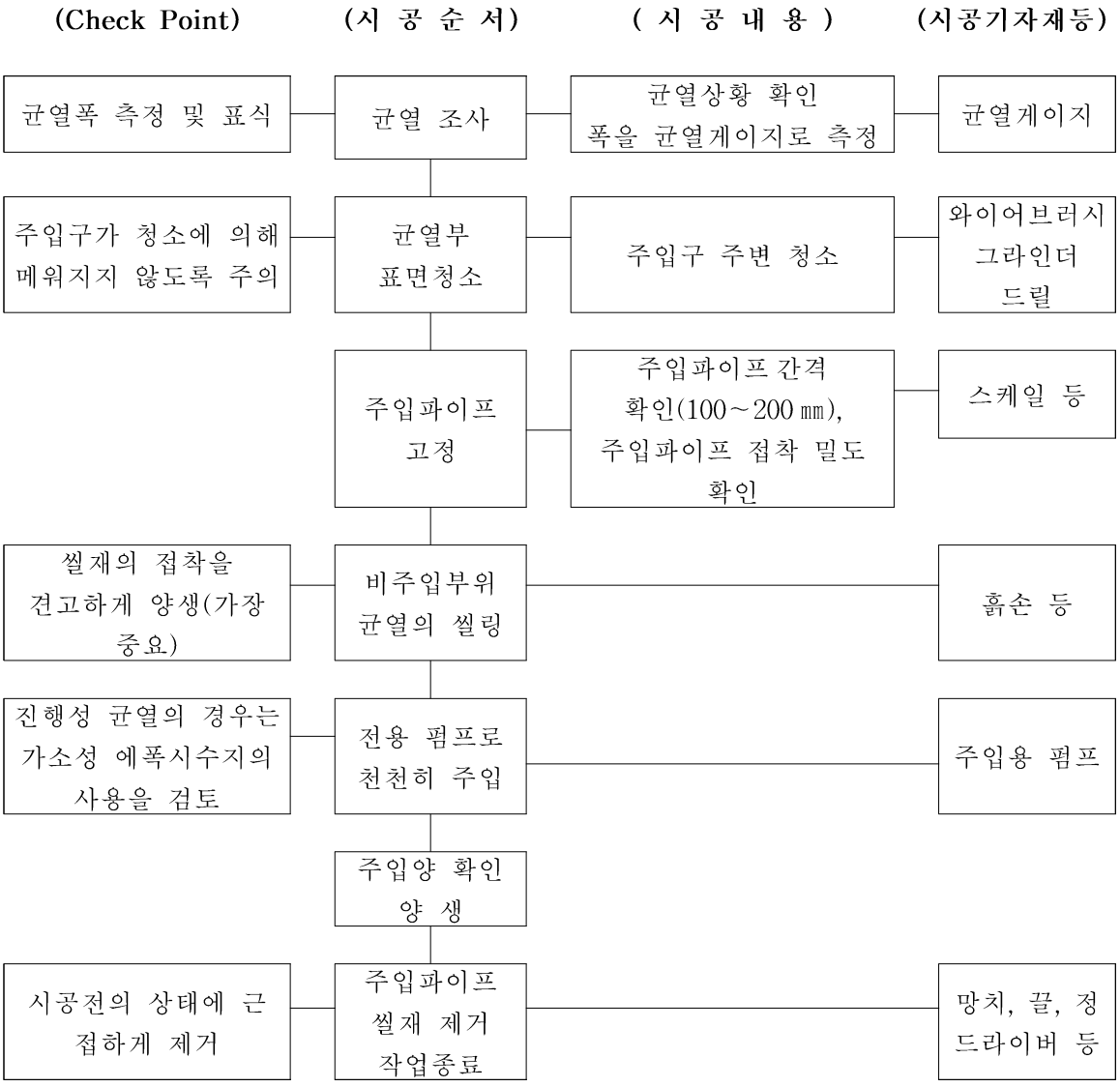
수지가 들어 있는 용기를 균열 위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고, 용기 높이의 저압력에 의해 자동으로 주입되므로 압력에 의한 실링부의 파손도 적어 시공관리가 용이하다. 그리고, 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 발생되지 않는다.

주입압력은 4kgf/㎠ 이하로 규정되어 있으나 실제로는 1kgf/㎠ 전후가 사용된다. 주입제는 에폭시수지 이외에도 무기질계의 슬러리도 사용할 수 있으며, 무기질계 슬러리는 습윤 환경하에서도 사용이 가능하다. 반면에 주입기에 여분의 주입재료가 남아 재료의 손실이 큰 단점이 있다.

수지주입공법의 흐름도 및 공법개요도는 <그림 5.2.2>, <그림 5.2.3>과 같고, 수지계 주입재의 특징은 <표 5.2.6>과 같다.



<그림 5.2.2> 균열 수지주입 공법 개요도

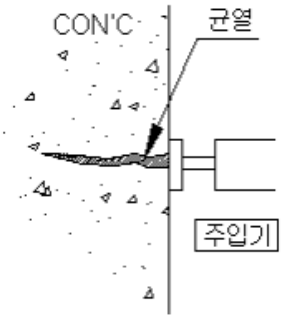
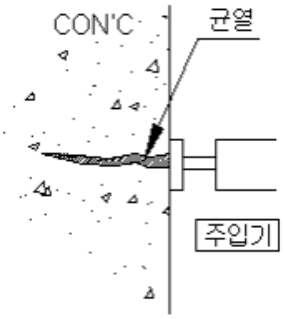
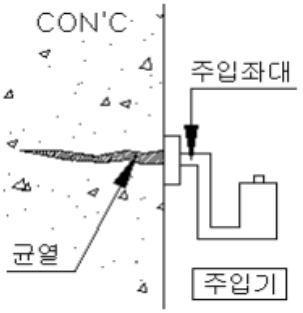


<그림 5.2.3> 수지주입 공법 시공 흐름도

<표 5.2.6> 수지계 주입재의 특징

재료명	주요 성분	특징·용도
에폭시 수지계 균열주입재	에폭시수지	·균열, 추종성이 양호 ·적용가능 균열 폭은 0.2~2.0mm
	유연형 에폭시수지	·경화물의 유연성이 풍부하여 진행성 균열에 적합 ·균열 및 알칼리골재반응의 성능저하 보수에 적합
	자기유화형 에폭시수지	·수중경화, 콘크리트 중의 수분과 반응 ·강도특성이 뛰어남 ·균열 폭 0.15mm 이상에 적용
	에폭시수지, 포틀랜드 시멘트	·수중경화형 에폭시수지와 시멘트의 반응으로 발포 ·적용 균열 폭 1mm~10mm
실런트계 충전재	우레탄수지	·단일성분으로 작업성이 뛰어남 ·탄성계수가 작아 균열 추종성이 양호 ·구조물의 신축 줄눈부에 사용
폴리머 시멘트계 주입재	에폭시수지계 에밀젼 미분말충전재 조강시멘트	·균열폭 5.0mm 이상에 적용 ·습윤면에 대하여 접착성이 우수 ·알칼리골재반응에 의한 성능저하의 보수에 적합

<표 5.2.7> 수지주입공법의 비교

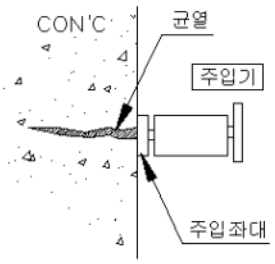
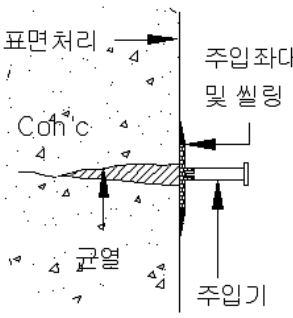
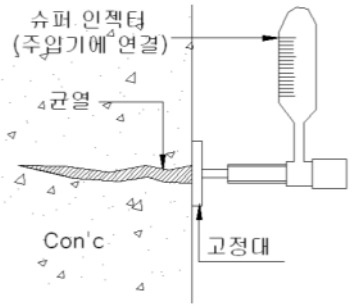
구 분	제 1 안 에폭시 수지계 (일반)	제 2 안 폴리머 모르터	제 3 안 수성 에폭시콘크리트
개요도			
공법 개요	콘크리트 균열부위에 유기계재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법	콘크리트 균열부위에 무기계재료인 RF슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공법	콘크리트 균열 부위에 유기계+무기계 재료인 수성 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법
시공 방법	표면처리 → V컷팅 → 주입기 설치 → 균열부 씰링 →에폭시 주입 → 단면복구	표면처리 → V컷팅 → 주입기 설치 → 균열부 씰링 → RF슬러리주입 → 단면복구	표면처리 → V컷팅 → 주입기 설치 → 균열부 씰링 → 수성 에폭시주입 → 단면복구
특 징	- 습윤면 시공 가능 - 시공성이 좋다 - 경화속도가 빠르다. - 주입량 점검이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입할 수 있다 - 가장 일반적으로 쓰이는 공법으로 실적이 많다	- 모체와 탄성계수, 열팽창계수가 동일하여 재균열 발생 가능성 적음 - 모체와 일체화 가능 - 기존의 콘크리트 구체와 동일한 구조거동을 하며, 재탈락의 현상 없음 - 습윤면 시공 불가능 - 저점도이므로 균열폭이 작으면 주입이 되지 않는다.	- 미세 균열주위 콘크리트 강도 증가 - 내지하수, 내해수, 내약품성, 화학적 침식성 우수 - 경화속도가 무기계에 비해 빠르다 - 물성치가 콘크리트와 상이함으로 온도 및 하중변화에 의한 재균열 발생 우려

4) 시공시 주의사항

(1) 대기온도가 10~30℃일 때 시공 가능하며, 우천시는 중지한다.

보수부 콘크리트의 표면 온도는 10℃이상을 표준으로 하고 있으므로 기온차가 심한 경우에는 기온의 변화에 대응하는 에폭시계 수지의 성상을 조사하여 두고 겨울철 부득이 시공하는 경우에는 가열양생 등의 조치를 생각할 필요가 있다.

<표 5.2.7> 수지주입공법의 비교-계속

구 분	제 4 안 그라우트(에폭시수지계)	제 5 안 습식 에폭시수지계	제 6 안 무색 에폭시수지계
개요도			
공법 개요	콘크리트 균열부위에 초미립자 무기계 슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공법	내부 균열까지 침투성이 큰 저점도 Epoxy수지를 가압주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 에폭시 주입공법	1차로 주입기의 압력에 의해 고압으로 주입되고 2차로 에폭시 탱크의 잔류량이 보일의 법칙에 의해 저압으로 주입되므로 세밀한 균열보강액 주입 가능한 공법
시공 방법	표면처리→V컷팅→주입좌대 고정→균열부실링→초미립무기계→슬러리주입→단면복구	표면처리→주입구선정→균열부위 씰링→고정판설치→에폭시주입→표면정리	균열부위 면처리→에어컨 먼지제거 → 균열부실링→고정제부착→실린더 고정판에 부착→슈퍼인젝터를 실린더에 부착후 주입→고정대 제거 후 마감.
특 징	- 무기계 재료로서 기존콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 온도/하중변화에 의한 재균열 발생가능성이 없음 - 습윤면 시공불가능 - 균열부 콘크리트 방청, 중성화 및 염해방지 기능이 있음 - 공정이 다소 복잡하여 시공 전문가 필요	- 주입량 점검이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입할 수 있음. - 건식, 습식, 수중 시공이 가능. - 균열의 표면뿐만 아니라, 내부균열 깊숙이 주입이 가능. - 압력조절에 주의가 요망되며, 압력 이 클 경우 균열이 확대되어 버림.	- 각각의 시공 부위에 따라 슈퍼인젝터의 각도를 조절하면 완벽한 주입가능. - 자체의 압력조절이 가능하여 상황에 따라 적당한 압력으로 주입 가능. - 약품이 역류되지 않아 시공면이 오염되지 않음. - 시공이 매우 용이하여 시공비가 저렴하다. - 사용년수 증가시 접착력이 떨어질 수 있다.

(2) 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다.

일반적으로 에폭시계 수지의 경화시간이란 접착제를 혼합해서 충분한 접착강도가 보증되는 작업 가능시까지의 시간을 말하나 기온, 혼합량의 대소 등에 따라서도 다르므로 주의해야 한다.

(3) 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 롯트마다 시험을 실시하여 품질의 확인이 필요하다.

(4) 씰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.

(5) 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 씰링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 마무리한다.

<표 5.2.8> 토사사면의 원리별 대책공법 종류

원 리	공 법
경사도완화	절취
흙막이 (토류공)	앵커(anchor)
	소일네일링(soil nailing)
	억지말뚝
	마이크로 파일(micro pile)
	옹벽
	개비온(gabion)
배수	산마루측구
	수평배수공
	소단배수로
	도수로
표면보호	식생공
	격자블록
	돌쌓기, 돌붙임

<표 5.2.9> 암반 사면의 원리별 대책공법 종류

원 리	공 법
경사도완화	절취
암반보강	록볼트(rock bolt)
	앵커(anchor)
	다우웰(dowel)
	콘크리트 버팀벽(buttress)
	숏크리트(shotcrete)
간극수압감소	수평배수공
	측구배수공
표면보호	식생공
낙석제어	낙석방지망
	낙석방지울타리
	뜬돌제거(면정리)
	낙석흡수 도랑(ditch)
	피암터널

5.3 유지관리 방안

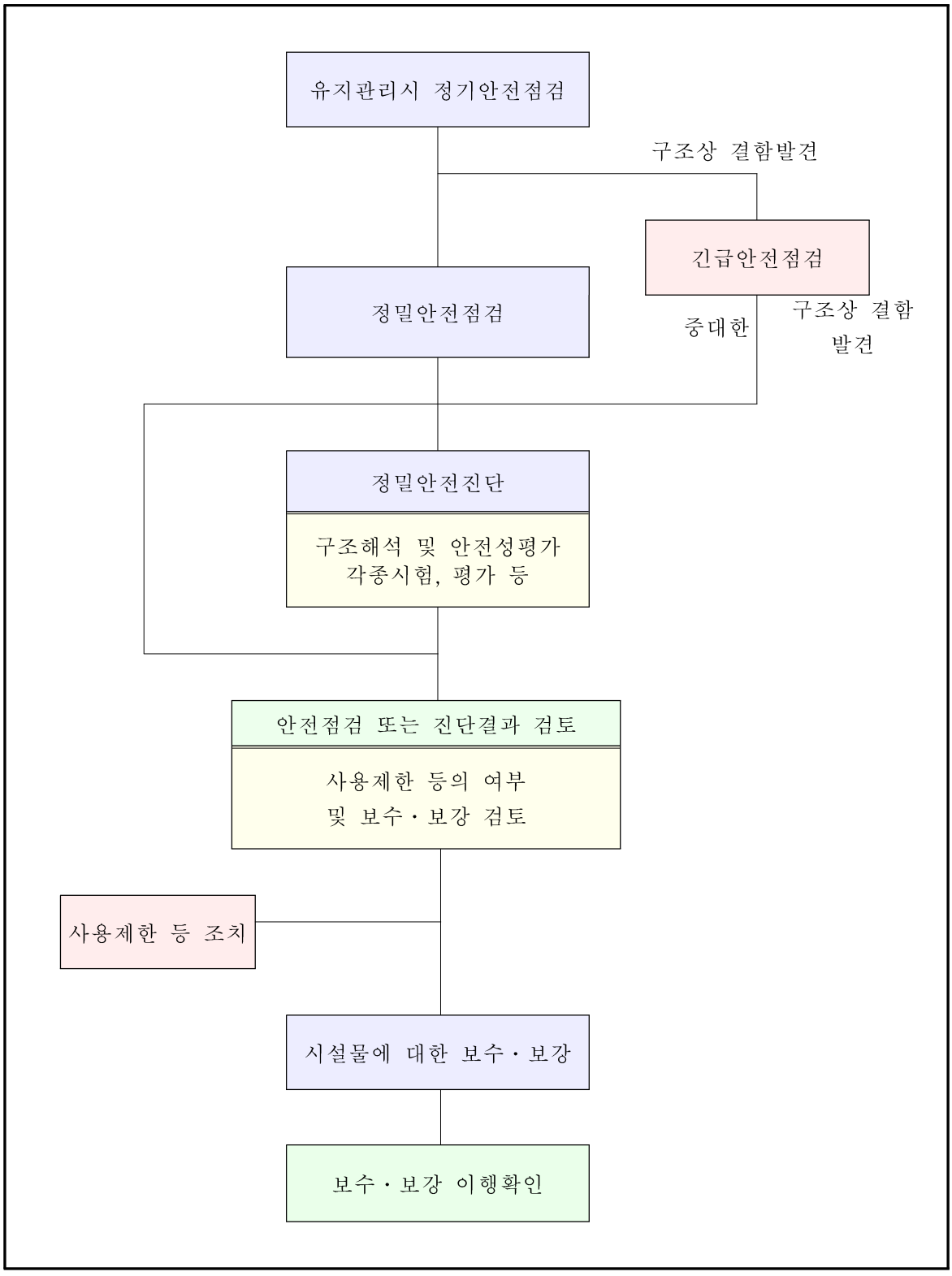
5.3.1 개요

본 유지관리방안은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” 규정에 따라 고시된 안전점검 및 정밀안전진단지침과 관련하여 본 시설물에 관한 상세한 유지관리지침을 제시하여 과학적이고 체계적인 유지관리를 도모함에 있다.

유지관리는 시설물의 기능과 사용재료의 성능저하 등을 신속 정확히 조사, 측정, 평가하여 이에 대한 적절한 조치를 취함으로써 시설물의 안전 확보와 공공의 복리 증진을 목적으로 실시하며, 세부 목적은 다음과 같다.

- 시설물의 안전성을 확보하고, 설계목적에 부합되도록 한다.
- 시설물의 상태를 체계적이고, 주기적으로 기록한다.
- 손상을 조기에 발견하고, 향후 발생될 손상을 예측한다.
- 보수·보강 및 개축 등 의사결저에 필요한 자료를 제공한다.
- 점검결과의 전산관리 등을 통해 합리적인 유지관리 계획을 수립하여 예산의 최적 분배가 가능하게 한다.
- 축적된 점검결과 분석을 통해 향후 설계, 시공될 구조물의 개선을 기대한다.

위와 같은 목적에서 정밀안전점검을 통하여 조사되고 분석된 내용을 근거로 주요 유지관리항목을 제시하고자 한다.



<그림 5.3.1> 유지관리 흐름도

5.3.2 점검 및 진단

본 사면은 시특법에 해당되는 시설물은 아니지만 필요시 관리주체에서 점검 및 진단을 실시할 경우, 절토사면의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 근거하여 점검을 실시할 필요가 있다. 시설물의 안전관리에 관한 특별법에 의한 절토사면의 안전점검 및 정밀안전진단 시 실시기준 및 시기는 다음과 같다.

<표 5.3.1> 절토사면의 종별구분

구 분	1종 시설물	2종 시설물	비 고
절토사면	-	연직높이 30m 이상을 포함, 수평연장 200m 이상인절토사면	

* 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 특별법

가. 안전점검

시설물의 기능적 및 구조적 안전성 측면에서의 보수·보강과 안전성 저하방지를 위한 유지관리차원의 보수가 필요하며 장기적으로 특별법에서 규정하는 정기적인 안전점검과 그에 따른 보수가 수행된다면 공용기간동안 안전성을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 5.3.2> 안전점검

구 분	실 시 시 기	
정기안전점검	6개월에 1회 이상	
정밀안전점검	A등급 : 3년에 1회 이상 B · C등급 : 2년에 1회 이상 D · E등급 : 1년에 1회 이상	
긴급안전점검	필요시(지진, 화재 등 자연재해에 의한 피해시)	

* 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 특별법 제6조

나. 정밀안전진단

시설물의 점검결과에 따른 정밀안전진단을 실시할 경우에는 각종조사 및 측정을 수행하게 되면 시설물의 안전성 저하 등의 노후손상 경향을 파악할 수 있으므로 보다 정밀한 유지관리가 가능할 것으로 판단된다. 따라서 정기적으로 정밀안전진단을 실시한 시설물

이 제13조의 규정에 의한 안전점검 및 정밀안전진단지침에 의한 평가결과, 그 안전상태가 양호한 것으로 인정되는 경우에는 다음 1회에 한하여 정밀안전진단을 실시하지 아니할 수 있다. 또는 관리주체가 필요하다고 인정될 때 정밀안전진단을 수행하여 적절한 유지관리 대책을 수립하는 것이 바람직하다.

<표 5.3.3>정밀안전진단

구 분	실 시 시 기
정밀안전진단	A등급 : 6년에 1회 이상 B · C등급 : 5년에 1회 이상 D · E등급 : 4년에 1회 이상

5.3.3 시설물별 점검항목

가. 절토사면의 점검항목

1) 사면의 손상과 대책

사면 붕괴가 발생되기 전에 손상발생 징후를 보일 수 있으므로 유지관리 시에 참고하여야 한다. 손상의 종류 및 대책은 아래와 같다.

<표 5.3.4> 사면의 손상과 대책

구 분	손상종류	특징 및 대책
파괴징후	인장균열 지반변형 구조물변형	-발견시 사면 안전에는 큰 영향을 미치지 못함 -지표수 침투 등으로 붕괴 위험성이 악화될 수 있음 -지속적인 추적과 원인 규명이 필요함 -적절한 대책 수립이 요구됨
상부 자연 사면	인공구조물 테일러스 포행(CREEP) 지표수/계곡부 낙석위험 뜬돌	-인공구조물 주변에 지지력 확보를 위한 대책 수립 -높은 강성의 낙석방지망 또는 스크린 댐 설치 -시각적 불쾌감과 경계부의 수목전도 발생(측구설치) -지표 유실 및 세굴 발생, 측구 및 도수로 설치 -예상지점에 포켓식 낙석방지망 또는 강성이 큰 방지망 설치
인공 사면	소단 녹화 뜬돌 기붕괴부 지하수용출 붕적층 배면토석 암파쇄방호시설	-소단내 측구 설치부 소단 라이닝 실시, 지표수의 침투방지 -사면 경계에서 상부 5m이내 교목류는 표층유실로 발본될 가능성이 높으므로 제거 -뜬돌의 규모에 따라 라운딩, 면정리 경사완화 적용 -추가붕괴 발생가능성 및 붕괴위험성 제거 여부 확인 -배수공의 막힘 점검 -토석더미에 의한 낙석방지망 시설의 변형 방지 -절취작업으로 인한 암괴암편을 차단하기 위해 설치

5.3.4 시설물별 유지관리방안

가. 식생에 의한 보호공의 유지·보수

사면보호공에서 구조물에 의한 보호공이란 공사완성과 동시에 그 목적의 효과가 발휘되는 것에 대해 식생에 의한 보호공의 경우는 도입식물의 생육에 따라서 효과가 발휘되는 것이므로 공사완성 직후는 그 효과가 낮다. 따라서 대상사면의 녹화목표 달성을 향해서 도입식물이 순조롭게 생육해 가기 위해서는 어느 기간까지 최소량의 유지관리는 살아 있는 것이므로 필요하다.

기존에는 '사면이 식물로 피복되어 있으므로 충분하다' 라는 평가에 한정되어 있었으나 현재는 주변 환경과의 조화, 즉 환경보전, 경관향상·창출 등의 견지에서 질이 높은 평가도 요구되어지고 있다. 이와 같은 상황에서 유지관리의 구체적인 내용은 공사 완성후의 초기 단계에서 전면피복에 이르는 기간은 도입식물 육성(보육)을 실시, 녹화목표에 가능한 한 빠르게 또 확실하게 근접하기 위한 관리와 녹화목표에 근접한 단계 이후는 그 군락상태를 유지하기 위한 관리로 구분된다. 유지관리에는 도입식물의 생육상태, 생육기반의 안정정도(필요에 따라 녹화기초공도 대상으로 함), 원지반의 상태 등에 대한 점검 실시가 필요하다. 식생에 의한 보호공을 실시한 경우에는 특히, 원지반의 변상 등의 점검이 어렵다고 알려져 있지만 이 보호공은 사면의 침식과 풍화방지 등의 목적으로 실시되므로 대상사면은 안정구배가 확보되고, 또 배수처리 등도 실시되어 충분히 안정되어 있다는 전제조건이 불가피하다. 그렇지 않으면 점검이 어렵다고 안이하게 모르타르·콘크리트 취부공 등이 채택되기 때문에 이러한 기본방식은 가능한 한 피하는 것이 바람직하다.

<표 5.3.5> 주요 점검항목·내용과 유지관리방법

점검항목		점검내용	유지관리방법
도입식물 생육상태	발아·생육	• 발아·생육 양부	• 재번종, 추가번종(식재의 경우는 보식), 추가비료
	우거짐	• 과다한 우거짐의 장해유무(기타 도입식물의 피복, 시야의 확보 등)	• 풀베기, 제·간벌
	손상·고사	• 생육장해유무, 고사유무	• 추가 식생(식재의 경우는 보식), 추가비료
	병충해	• 병상확인, 피해정도	• 제거·살충제 살포
	침입식물	• 침입식물에 따른 피복정도(칡, 덤불, 겨자 등 넝쿨식물, 강아지풀, 왕바랭이 등의 1년성 잡초)	• 제초제 살포, 제거, 풀베기
생육기반의 안정정도	손상	• 생육기반재의 손상·유망정도	• 생육기반조성으로서 보수
	녹화기초공	• 식생망, 금망 들뜸 유무, 법책 하부의 세굴유무, 사면배수공 양부, 노후화 정도	• 식생망, 금망의 고정과 퇴적토 • 사 제거, 법책 하부의 모르타르 충진과 배수처리, 배수로의 청소, 보수
지반상태	손상	• 붕락유무, 균열발생유무, 우수·통수처리 유무	• 사면안정을 위한 보수, 배수로의 청소·보수, 사면배수공의 신설

나. 구조물에 의한 보호공 유지·보수

사면에 설치되는 구조물은 막대한 비용에 따라 구축되는 것이며 중요한 자산이다. 한편 강우와 강설, 동결 등의 모든 조건과 지진·차륜의 진동 등의 악영향을 사면의 구조물은 항상 받고 있다. 이러한 중에 구축된 구조물은 유지관리 하는 것은 매우 중요한 사항이다.

유지관리를 실시하는데 있어 우선 구조물 등의 점검이 불가피하다. 콘크리트 구조물의 경우, 균열과 변상은 비교적 발생하기 쉽지만 사면 등과 같이 유연성을 가진 구조물의 변상발견은 세심한 점검이 필요하다. 점검 중 파손되거나 파손 위험성이 있는 장소가 발견된 후에는 그에 대한 보수와 그 밖의 대책공 등을 검토해야 한다.

<표 5.3.6> 주요 점검항목·내용과 유지관리방법

공 종		유지관리방법
공통 점검항목		• 용수와 침투수의 상황과 그 처리 • 물빼기 상황 • 기초의 세굴유무
개별 점검 항목	석장공 블록장공	• 옥석과 잡석의 국부적 탈락 • 지진과 돌의 풍화에 의한 석장 전체의 느슨함 • 내입토사의 유실, 보호공의 함몰 • 경사면붕괴에 의한 보호공의 미끄럼, 침하, 융기, 균열
	콘크리트장공	• 균열, 미끄럼
	콘크리트 블록틀공	• 틀내의 느슨함이나 함몰 • 틀내의 토사유실 • 틀의 균열, 융기
	현장타설 콘크리트틀공과 부착공	• 틀내의 느슨함이나 함몰 • 틀의 균열
	모르타르와 콘크리트 부착공	• 균열 • 융기와 흘러내림 • 지반 내의 틈 사이, 공동의 유무
	편책공	• 퇴적토사의 무게에 의한 흘러내림, 침식에 의한 떠오른 상황 • 말뚝과 편책의 부식과 빗물의 흐름에 의한 흘러내림
	경사면 광주리공	• 토사에 의한 막힘, 흘러내림 • 철선의 부식, 막힌 돌의 탈락 유무
	낙석방지망공	• 그물과 로프의 절단 • 낙석과 토사의 퇴적 • 앵커 일부의 느슨해짐 • 그물 안 지반의 느슨함, 형상의 변화, 풍화 진행 상황
	낙석방지책공	• 울타리와 받침대의 굴절, 부식상황 • 낙석과 토사의 퇴적 • 기초 부분의 풍화와 붕괴 • 위 사면의 느슨함, 형상의 변화, 풍화 진행상황

또, 상기와 같이 사면보호공의 구조물 자체에 대한 점검은 아니지만, 유지관리시에 필요한 점검사항으로서 다음과 같은 항목이 있다.

(가) 경사 어깨 부위의 집수상황의 변화

(나) 경사 어깨 지반의 상황변화

(다) 사면에서의 용수 상황의 변화

(라) 구조물 표면의 먼지, 토사 등의 퇴적

다. 사면배수공의 유지·보수

사면붕괴의 대부분이 강우와 융설시에 발생되며 이것은 표면수 및 지하수의 처리불량에 기인한 것이 많기 때문에 항상 사면배수공의 시설을 양호한 상태로 유지 보수하는 것이 중요하다. 토지개발, 택지조성 등에 따라서 절토사면 주변의 지표 피복상태, 지형 등이 변화하여 가설 배수시설의 용량이 불충분하게 되거나 신규 배수실설이 필요하게 되는 경우도 있기 때문에 정기적으로 점검, 기능보전에 주의해야 한다. 그리고 특히, 강우기 혹은 강우 직후에 배수상황을 둘러보면 배수기능의 양호 및 불량상태가 분별되며 현 상태를 확실하게 파악할 수 있다.

<표 5.3.7> 주요 점검항목·내용과 유지관리방법

목 적	원 인	점 검 항 목
사면의 세굴·붕괴방지	표면수의 배수공에서의 유출	• 강우직후 배수시설 배수상황 • 배수공내 토사, 유목 퇴적상황 • 사면 침식상황 • 배수공 경향 및 이동상황 • 배수공 파손 • 배수구 양측 구멍
사면의 붕괴방지	침투수에 의한 사면용수	• 강우직후의 사면 습윤상태 • 사면에서의 용수상황 변화 • 배수공에서의 유출량의 변화 • 배수공내 사이채움 상황 • 배수공 저부의 균열 및 손상

라. 억지공의 유지·보수

1) 앵커공의 유지·보수

앵커공을 실시한 사면의 유지관리를 고려하면 사면전체의 동태관측과 구조물의 거동관측으로 구분하여 안정성을 검토할 필요가 있다.

사면의 동태관측은 앵커공이 시공된 사면의 원지반의 움직임을 시간경과에 따라 측정하는 것으로 억지공이 시공된 본래의 목적 달성도, 현재의 사면 안정성 등을 파악하는데 매우 중요한 항목이다. 관측은 일반적인 공내경사계, 신축계, 변형계, 지하수위계, 지반경사계 등의 계측기를 조합함에 따라 실시된다.

구조물의 거동관측은 앵커 및 수압판이 충분히 제기능을 발휘하는지, 어떤지를 체크하

는 것으로 목적과 수법 등에 따라 후술의 점검과 건전도 조사로 분류된다. 종전부터 실시되어 온 사면의 동태관측과 건전도 조사 및 점검결과에서 앵커에 몇 가지의 문제가 지적된 경우에는 건전도 조사를 실시한다. 그 결가, 앵커에 몇 가지의 기능저하가 인정된 경우, 별도로 사면의 안정도 검토를 실시할 필요가 있는지 여부를 또 앵커의 보수·보강 채택만으로 대응이 가능한지 여부를 검토하여 대책을 강구한다.

2) 지반보강토공법과 내구성조사

철근에 의한 원지반 보강토공법은 1985년 전후부터 절토사면과 자연사면에서 원지반에 철근을 삽입함에 따라 원지반의 강도를 증가시켜 붕낙방지와 사면구밸르 표준보다 급하게 하여 사면의 장대화를 방지하는 것을 목적으로 하여 채택되어 왔다. 하지만, 그 장기적인 내구성을 확인하지 않은 채, 영구사면에 사용되어 왔다고 하여도 과언은 아니다.

또, 이 공법의 유지관리수법도 확립되어 있지 않다.

보강재의 부식 원인으로서 다음과 같은 2개의 요인을 들 수 있다.

- 보강재 두부의 주입재의 충진 불충분에 의한 부식
- 주입재의 심부에서 피복부족 및 충진 부족에 의한 부식
-

마. 낙석대책공의 유지관리

사면은 폭풍우, 호우, 지진과 동결 융해에 의해 변하고 또는 시간의 경과에 따라 열화하여 낙석대책 구조물의 변동 및 피해를 초래하는 경우가 있다.

낙석대책공에 대해서도 시설뿐만 아니라 사면을 포함시켜 유지관리를 위한 조사 점검을 실시하고, 변동 상황과 피해상황을 파악하고, 필요에 따라 적절한 대책을 강구해야 한다.

낙석대책공의 유지관리 조사로서는 일상의 도로순찰차에 의해 순회를 실시하고 필요에 따라 도보에 의한 순회 점검을 실시하면 좋다.

<표 5.3.8> 주요 점검항목·내용과 유지관리방법

공 종			점 검 항 목
공통 점검항목			• 균열, 융기 • 붕괴, 세굴 • 유해실물의 번무
개별 점검 항목	낙석 예방공	콘크리트붙임공 돌붙임공	• 콘크리트의 균열, 파괴 • 돌붙임의 느슨함, 붕괴 • 막힘의 유실
		락볼트공 락앵커공 와이어로프공	• 느슨함 • 철망의 손상과 부식
	낙석 보호공	낙석방지그물공 낙석방지책공	• 지주의 굽음, 파괴 • 로프의 느슨함, 파단 • 네트의 느슨함, 파단 • 울타리의 굽은 파괴 • 강철재의 손상, 부식 • 완충재의 손상 • 암설, 토사의 저류
		낙석방지옹벽공 낙석복공	• 콘크르트벽의 경사, 엇갈림 • 콘크리트의 균열, 파괴 • 완충재의 손상 • 암설, 토사 등의 저류 • 배수 상황

Ⅱ. 시 설 물 편

제 1 장 절토사면(STA0+253-0+702(좌))

제 2 장 절토사면(STA0+281-0+716(우))

제 3 장 절토사면(STA2+690-3+090(좌))

제 4 장 절토사면(STA2+724-3+000(우))

제 5 장 절토사면(STA3+510-3+820(우))

제 6 장 절토사면(STA4+140-4+455(좌))

제 7 장 절토사면(STA4+931-5+160(우))

제 8 장 절토사면(배후IC R-D 0+530-0+702(우))

제 1 장 절토사면STA.0+253~0+702(좌)

1.1 시설물 현황

1.2 자료수집 및 분석

1.3 현장조사 및 시험

1.4 상태평가

1.5 종합평가 및 안전등급 지정

1.6 보수·보강 및 유지관리방안

1.7 종합결론

제1장 절토사면 STA0+253~0+702(좌)

1.1 시설물 현황

1.1.1 시설물 일반현황

본 과업 대상 절토사면은 비봉~매송간 도시고속도로 이정 STA. 0+253~0+1.02 비봉방향 우측에 위치하고 있는 총 연장 449m, 최고 높이 32.3m의 2종 시설물이다.

대상 절토사면은 하부 암반사면, 상부 토사사면으로 형성되어 있으며, 하부에는 낙석방지망(STA.0+320.0~0+640.0)이 설치되어있고, 사면보호시설, 소단배수로, 산마루측구 등의 배수처리시설, 점검로 등의 기타시설이 설치되어 있다. 대상 절토사면의 현황은 다음과 같다.

<표 1.1.1> 시설물 일반현황

시설물번호	SL2017-0000086		관리번호	-
시설물명	절토사면(STA0+253-0+702(좌))		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경기도 화성시 비봉면 양노리 324-7		
	위치좌표	시점 : 37°13′53.59″ 126°52′15.45″		
		종점 : 37°13′54.49″ 126°51′57.60″		
제 원	연 장	449m	높 이	32.3m (소단수 : 5)
	경사/방향	38° / N185°	토층 심도	19.5m
	토층 심도율	19.5 / 32.3 = 0.60	사면 구분	토사 사면
관리주체	화성도시고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변환경	-	상부사면경사	5°/N190°
시공현황	준공일	2017년 06월 30일	시 공 자	현대엔지니어링(주)
	부대시설	낙석방지시설, 점검계단, 배수시설		
비 고	중점점검사항 - 사면부 : 우류세굴, 녹생토 유실 - 배수시설 : 토사퇴적			

1.1.2 시설물 전경

본 절토사면의 전체 전경 및 주요구간 전경은 다음과 같다.

가. 전경사진

<table>
<tr><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td colspan="2">전체 전경</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>종점 전경</td><td>시점 전경</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>보호보강시설 전경</td><td>배수시설 전경</td></tr>
</table>

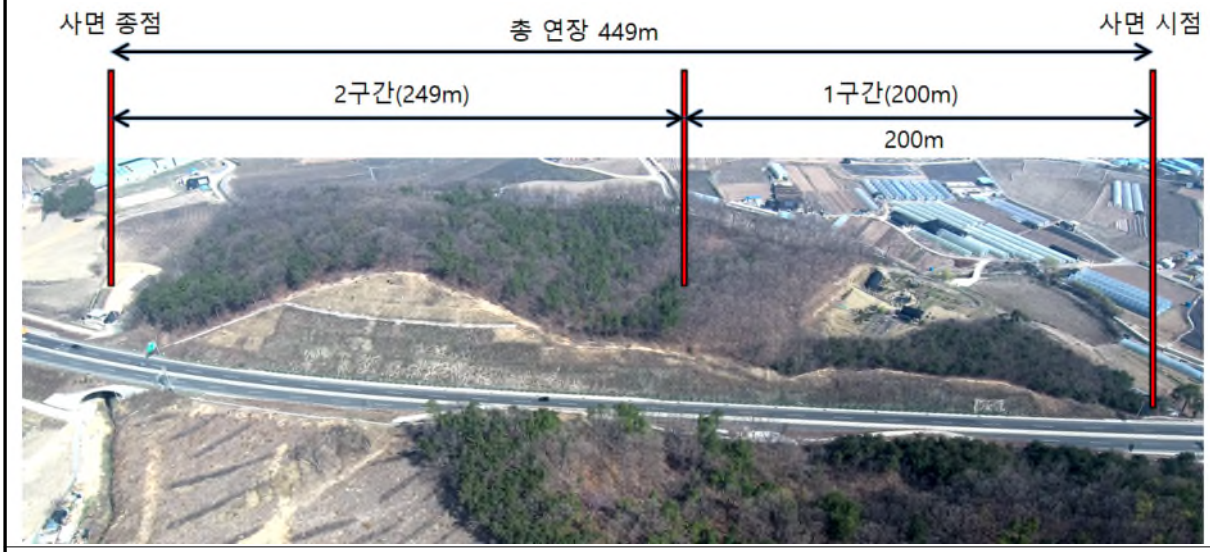
<그림 1.1.1> 절토사면 전경

나. 조사영역 및 사면의 분할

사면의 분할은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로 정밀안전점검이나 정밀안전진단의 대상이 되는 절토사면의 규모와 영역을 결정하는 작업을 의미한다. 현장에서 접하게 되는 절토사면은 대개 지형적인 특성에 의해 여러 절토사면이 연속하여 연결되어 있어 이를 구분하기 위한 명확한 기준이 필요하다.

본 절토사면의 사면분할은 현장조사결과 수직고가 5m 이하로 낮아지는 지점이 없어 생략하였고, 구간분할의 경우는, 사면의 경사방향이 40°이상으로 변화하지 않았으며, 동일구간의 연장이 200m이상으로 사면의 규모나 지형적 특성을 고려하여 구간분할을 실시, 2개 구간으로 상태평가와 안정성평가에 효율일 것으로 판단하여 분류하였다.

본 절토사면의 토층심도율은 육안조사와 준공도서의 지질보고서, 실시설계보고서, 물리탐사자료를 참고하여, 토층심도가 19.5m로 조사되었으며, 사면높이 32.3m로 토층심도율 0.60으로 토사사면으로 분류하였다.



구간 분할

<표 1.1.2> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
1구간	200	14.5m	8.0m	0.55	1:1.16	토사 사면
2구간	249	32.3m	19.5m	0.60	1:1.33	토사 사면

• 2구간의 경우 동일구간의 연장이 200m 이상일 경우 구간분할을 하나, 49m에 대한 재료시험을 한 결과 지반조건이 동일하여 구간분할을 실시하지 않고 2구간에 포함 시켰다. 지반조건이 동일하다는 자료는 <표1.3.25>과 부록의 시험 성과표에 명시하였다.

1.1.3 위치도 및 관련도면

본 절토사면의 시설물 위치도와 시공관련 주요도면은 다음과 같다.

가. 위치도 및 지질·지형도

1) 위치도



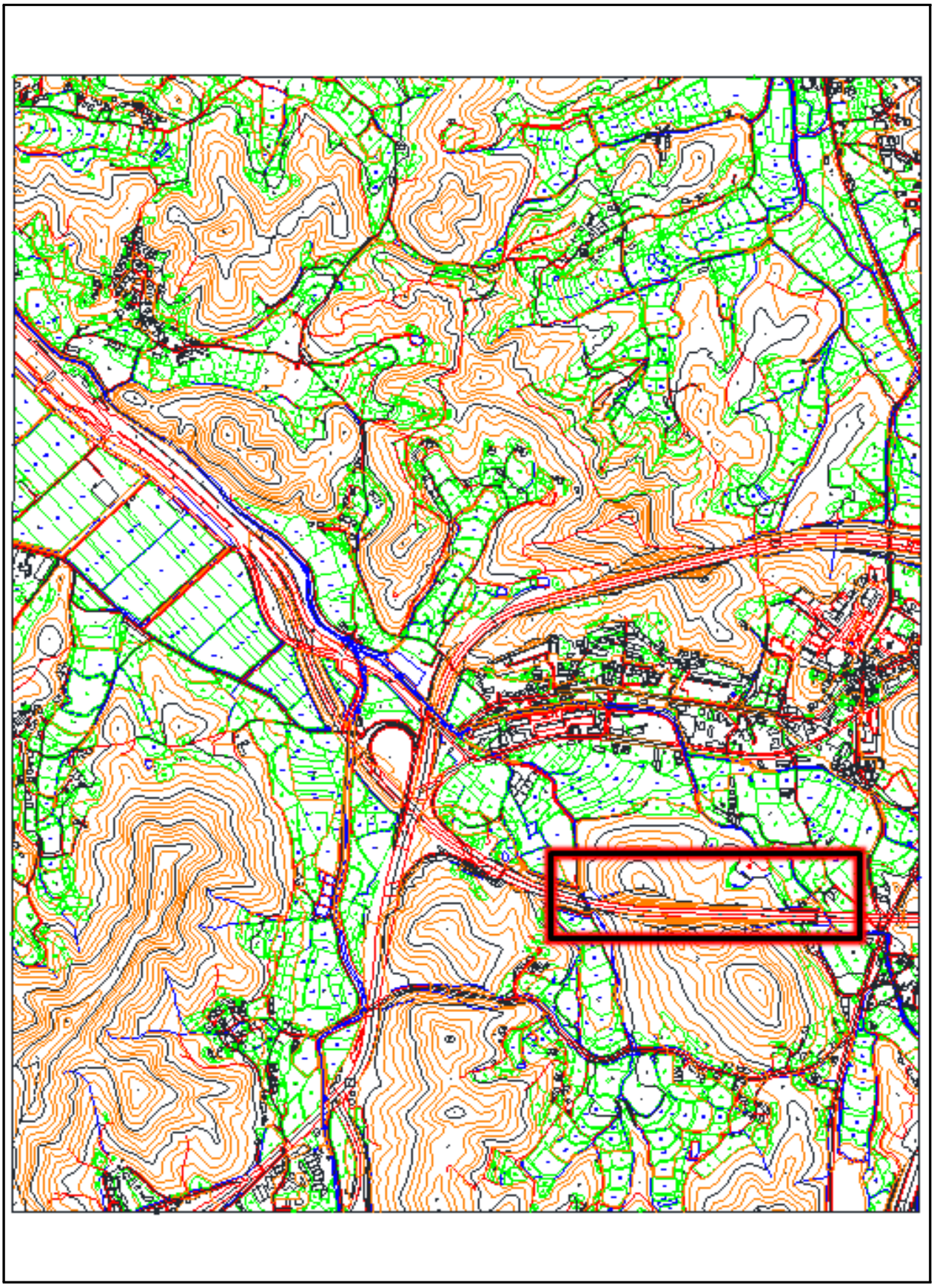
<그림 1.1.2> 절토사면 위치도

2) 지질도



<그림 1.1.3> 절토사면 지질도

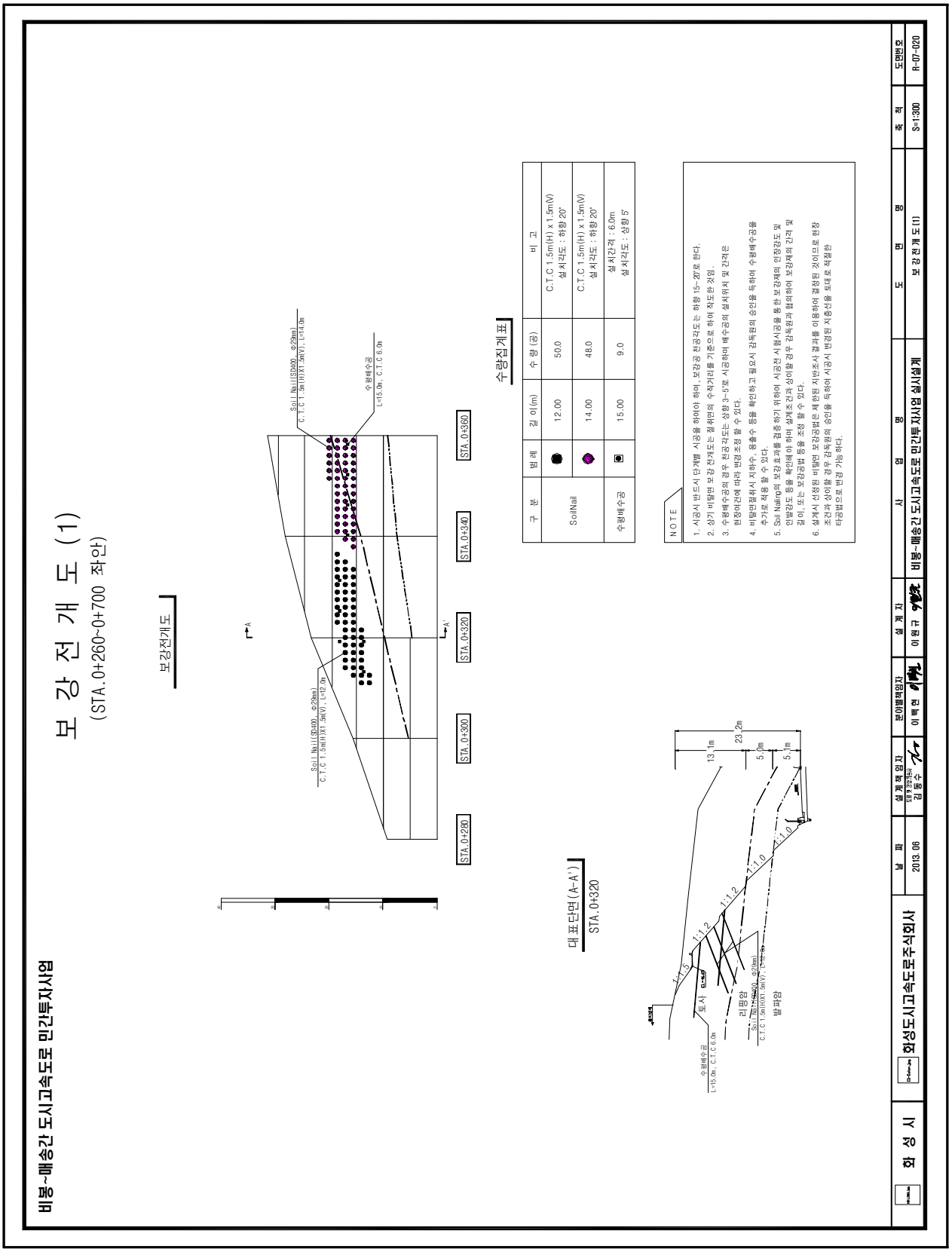
3) 지형도 및 평면도



<그림 1.1.4> 절토사면 지형도 및 평면도

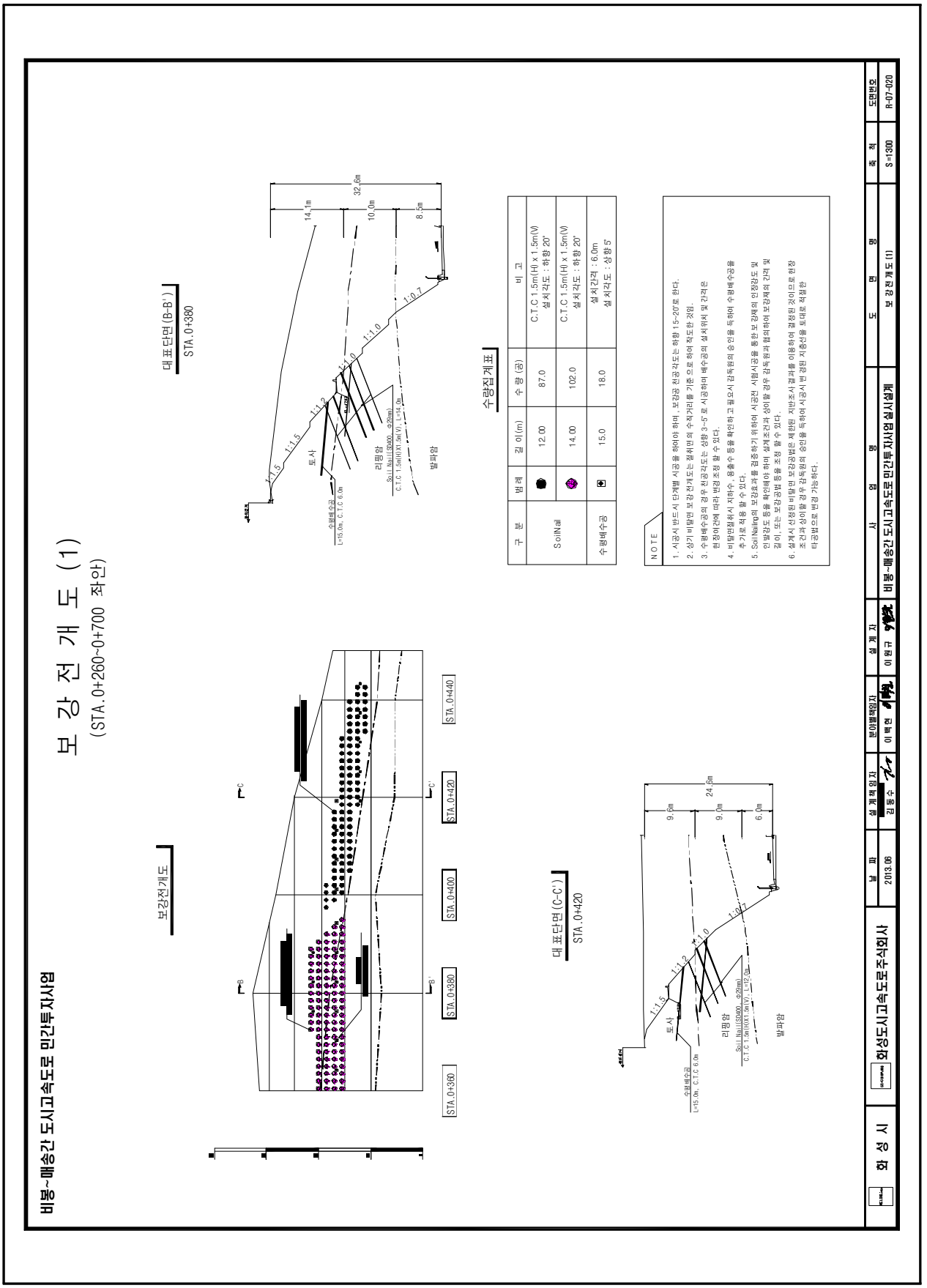
나. 관련도면

1) 보강전개도(1)



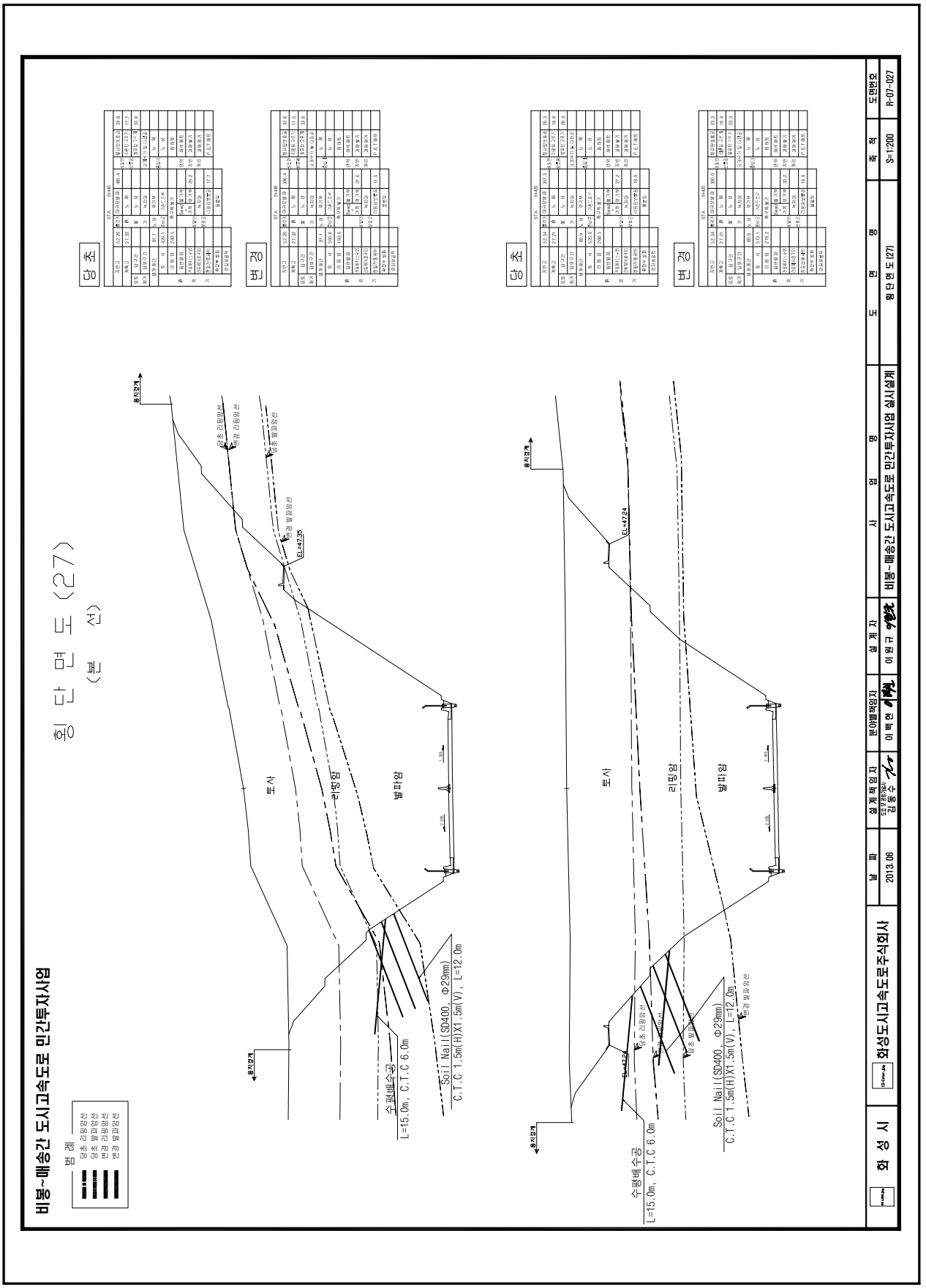
<그림 1.1.5> 보강 전개도(1)

2) 보강 전개도(2)



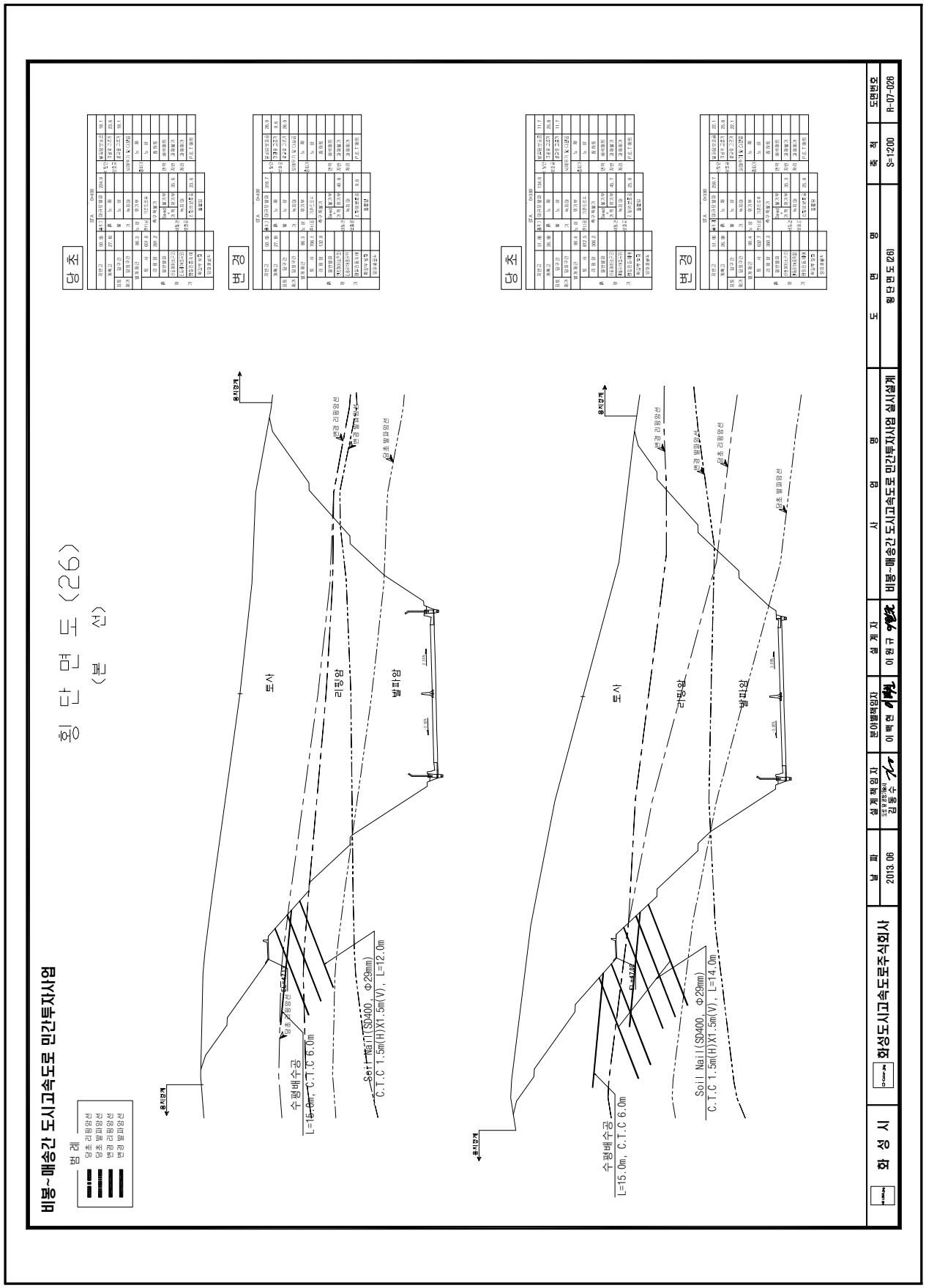
<그림 1.1.6> 보강 전개도(2)

3) 횡단면도(1)



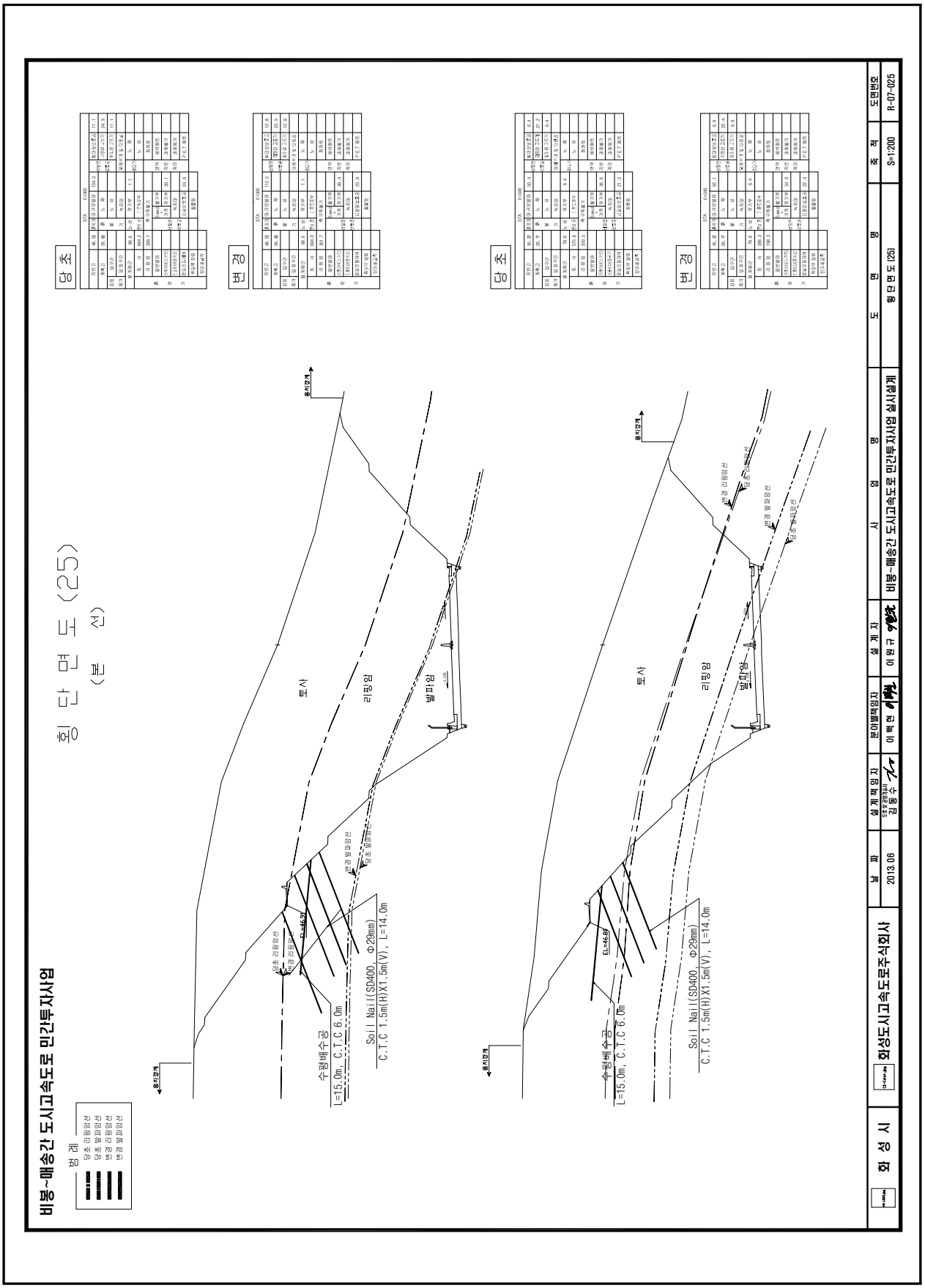
<그림 1.1.7> 횡단면도(1)

4) 횡단면도(2)



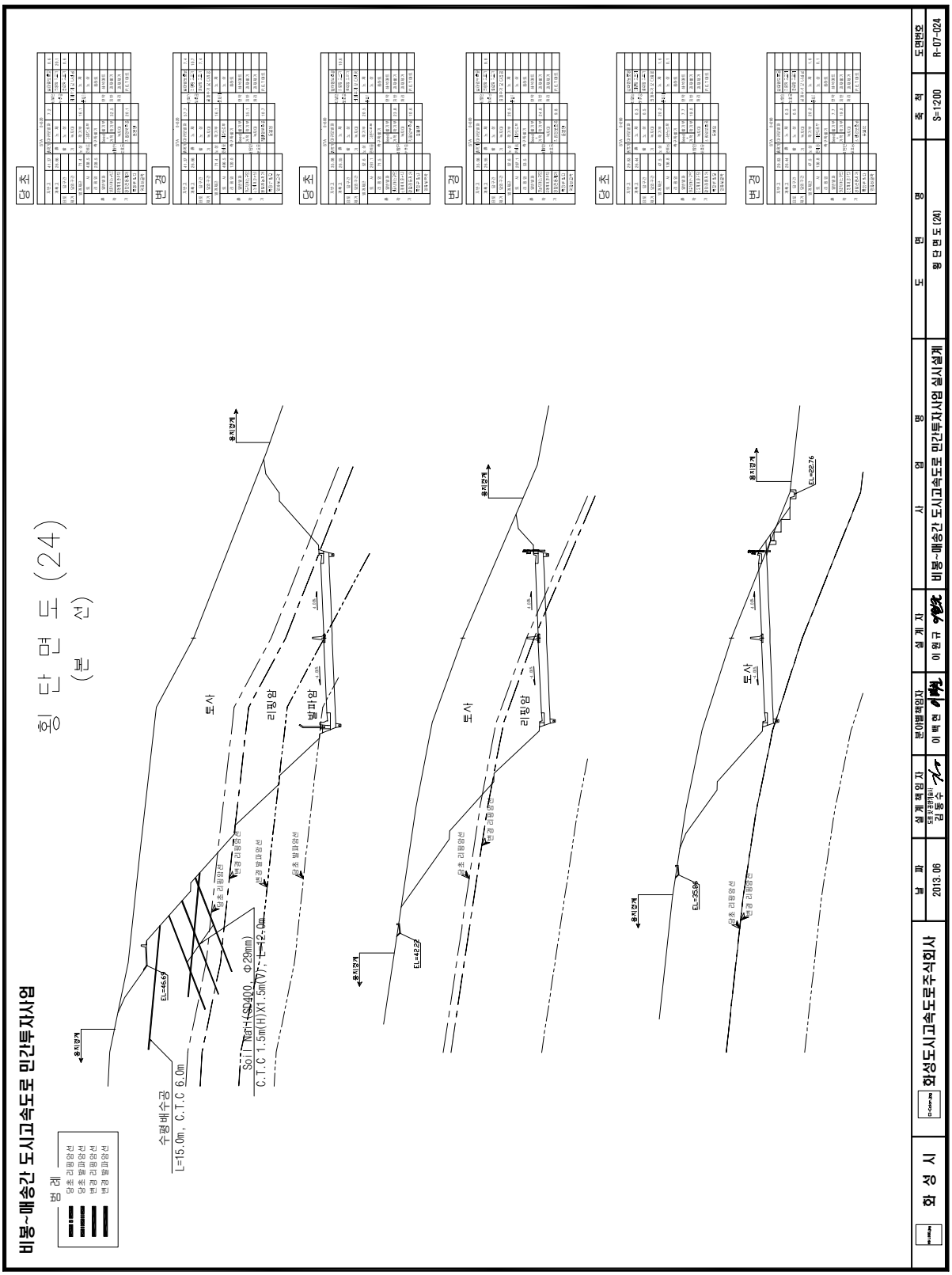
<그림 1.1.8> 횡단면도(2)

5) 횡단면도(3)



<그림 1.1.9> 횡단면도(3)

6) 횡단면도(4)



<그림 1.1.10> 횡단면도(4)

1.2 자료수집 및 분석

1.2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

<표 1.2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	● 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 설계보고서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	-
	● 설계도면	보유	-
시설물 관리대장	● 기본현황 ● 상세제원 ● 유지관리 이력	보유	-
시공관련 자 료	● 시공관련 자료 ● 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ● 사고기록	보유	-
기존 안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	-
보수·보강이력 자료		보유	-

- 자료조사 결과, 관리주체는 시설물 준공이후 설계도서 및 시공자료를 보유하고 있고, FMS의 시설물관리대장도 적정하게 등록 및 관리되고 있는 것으로 확인되었다. 시설물의 제원은 설계도면과 시설물관리대장이 상호 일치하고 있는 것으로 분석되었다.

1.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과

본 절토사면은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 14회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 1.2.2> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	2,845	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	-	조정순	2017-12-01
2	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하였으나, 향후 우기시에 대비하여 사면 유실 방지를 위한 식생관리 등이 필요함.	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	없음	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	전반적으로 양호함.	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	없음	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검	자체수행	1,163	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 점검로, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2018-11-07	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	없음	이영주	2018-11-14
5	정기안전점검	자체수행	1,163	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 일부 소단측구 바닥 보수부 재균열외 점검로, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	소단측구 균열보수	이영주	2019-06-24

<표 1.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
6	정기안전점검	자체수행	1,163	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 일부 소단측구 바닥 보수부 재균열외 점검로, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	소단측구 균열보수	이영주	2019-11-21
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	3,773	- 사면 : 우류세굴(2구간) - 사면하부 : 녹생토 퇴적(2구간) - 보호시설 : 녹생토 유실(2구간) - 배수처리시설 : 산마루측구 낙엽퇴적, 소단배수로 낙엽퇴적, 소단배수로 토사퇴적(2구간) - 기타시설 상태양호	2020-06-28	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29
8	정기안전점검 (하반기)	자체수행	1,163	0+634(비봉) 지점에 표층이 유실되어 낙석방지책 하단에 걸려있으나 급격한 붕괴는 없을 것으로 판단되니 해빙기전 보수하여 추가유실이 되지 않도록 관리하고, 소단측구 바닥 보수부 재균열은 균열이 확장되고 있는 것으로 판단되므로 조속한 보수를 요함. ※ 표층유실이 있어 점검결과를 양호에서 보통으로 하향조정	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	보통	표층 유실부 및 소단측구 균열보수	이영주	2020-12-10

<표 1.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
9	정기안전점검(상반기)	자체수행	-	0+634(비봉) 지점에 표층이 유실부 보수 완료되었으며, 소단측구 바닥 보수부 재균열은 균열이 확장되고 있는 것으로 판단되므로 조속한 보수를 요함.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	보통	소단측구 균열 보수	이영주	2021-06-28
10	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	-소단측구 바닥 보수부 재균열 보수를 완료하여 전반적으로 양호함. -비탈면유실부 보수시 절단한 와이어 결속력 부족으로 와이어 장력이 부족함에 따른 재결속이 필요함. ※소단측구 보수부 재균열 보수를 완료하여 점검결과 “보통”에서 “양호”로 변경	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	- 낙석방지책 와이어 재결속	이영주	2021-11-29

<표 1.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	2,959	-외관조사결과, 기존손상인 사면에서 우류세굴, 사면하부에서 녹생토 퇴적, 보호시설에서 녹생토 유실, 배수처리시설에서 소단배수로 및 산마루측구에서 토사퇴적, 낙엽퇴적이 보수 된 것으로 조사되었다. -외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 『B(0.250)』 등급으로 평가되었다. -따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인 들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	없음	김무열	2022-06-30
12	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	-소단측구 바닥 보수부 재균열 보수를 완료하여 전반적으로 양호함.	2022-11-30	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	없음	김동민	2022-12-05

<표 1.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
13	정기안전점검(상반기)	(주)이도	2,600	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 녹생토 탈락, 식생불량, 배수로 재균열의 손상이 조사됨. 표층 유실 및 보수부가 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.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	표면처리	나영일	2023-08-02
14	정기안전점검(하반기)	(주)이도	2,600	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 녹생토 탈락, 식생불량, 배수로 재균열의 손상이 조사됨. 표층 유실 및 보수부가 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.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 표면처리	나영일	2024-01-31

<표 1.2.3> 2020년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2020년도 정밀안전점검
용역기간		· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA0+253~0+702(좌)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 우류세굴
	사면하부	· 녹생토 퇴적
	보호시설	· 녹생토 유실
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 산마루측구 낙엽퇴적, 소단배수로, 낙엽퇴적, 소단배수로 토사퇴적
	이격거리내시설	· 상태양호
	기타시설	· 상태양호
종합의견		- 본 STA.0+253~0+702(좌) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**

<표 1.2.4> 2022년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2022년도 정밀안전점검
용역기간		· 2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA0+253~0+702(좌)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 상태양호
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 상태양호
	이격거리내시설	· 상태양호
	기타시설	· 상태양호
종합의견		- 본 STA.0+253~0+702(좌) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**

1.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료

본 시설물에 대한 FMS에 등록된 보수·보강 이력은 1회 있는 것으로 조사되었다. 또한 경미한 손상들에 대하여 일상적인 유지관리 활동이 이루어지고 있는 것으로 확인되었다.

또한, 준공이후 하중상태 등 변화 여부를 파악하기 위해 준공당시 설계도서 및 유지관리 이력 등을 참조하여 검토한 결과, 준공이후 용도, 구조, 하중상태 변화는 없는 것으로 조사되었다.

<표 1.2.4> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	비봉-매송단 도시고속도로 민간투자사업	보수	0+634 사면하부	(주)동명기술공단 종합건축사사무소	(주)일맥건설
	2021-04-26 2021-06-15		사면 유실 토사 제거 및 숏크리트 설치	9,000	전성재

1.2.4 시설물 내진설계 여부 확인

<표 1.2.5> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 여부
절토사면STA.0+253~0+702(좌)	건설공사 비탈면 설계기준(2011, 국토해양부)으로 설계됨

다. 암반 깎기 비탈면 안정성 검토결과

검토단면		평사투영해석	평면파괴 한계평형해석			판 정	비 고
		평면파괴 발생가능성	건기시 (Fs=1.5)	우기시 (Fs=1.2)	지진시 (Fs=1.1)		
깎기 2구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 3구간	좌측	높음	3.666	3.503	3.222	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 6구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	있음	1.688	1.484	1.324		
깎기 7구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	있음	2.231	1.753	1.507		
깎기 8구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 9구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
개착 터널	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		

1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
SL2017-0000086		절토사면(STA0+253-0+702(좌))	시도	비봉-매송간 도시고속도로	연직높이 30미터 이상(옹벽이 있는 경우 옹벽상단으로부터의 높이)를 포함한 절토부로서 단일 수평연장 100미터이상인 도로사면	2종	절토사면	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분			소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공		민간
경기도	화성시	비봉면 양노리 324-7		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 설개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2019년 06월 29일	유	유	유		dscf2599.jpg dscf2609.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2014-03-31	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주)	684

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉-매송단 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2020년 11월 26일	이영주

비고	

1.2.5 자료수집 및 분석결과

<표 1.2.6> 자료수집 및 분석결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함.
	-보수·보강 이력	-일상적인 유지관리활동이 시행되는 것으로 확인됨.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

1.3 현장조사 및 시험

1.3.1 개 요

외관조사는 절토사면을 구성하는 각 부위에 대하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 시설물별 점검사항에 근거하여 시행하였으며, 사전조사를 실시하여 기존 점검 및 유지관리자료 등에서 파악된 중점점검 손상의 진전 및 확대, 보수 여부, 보수부 재손상 유무 확인에 주안점을 두고, 현장 투입전 안전수칙, 인원 및 장비 체크사항, 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 조사를 실시하였으며, 점검대상 부위는 면밀한 조사가 가능하도록 사다리, 점검로 등을 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였다.

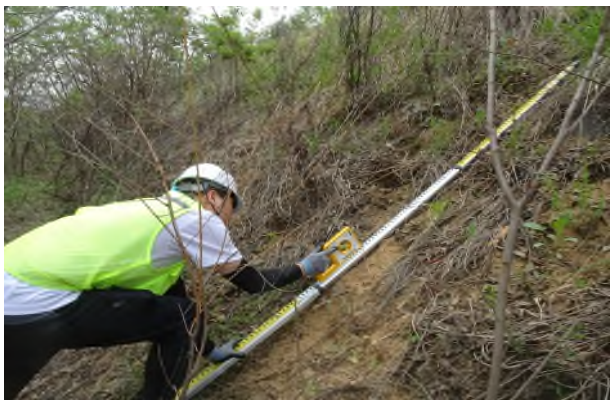
또한, 현장시험은 절토사면의 상태평가를 위하여 암석용 슈미트해머를 이용한 암반강도 측정, 토양경도계를 이용한 토양경도 측정, 클리노콤파스, 줄자 등을 이용한 불연속면 조사, 경사계와 스태프를 이용한 사면의 경사 측정, 설계도면, 스태프를 이용한 토층심도 측정 등의 실측조사를 실시하였다. 노출암반에 대해서는 노두를 찾아 조사하였으나, 식생, 낙엽 등으로 덮여 조사불가한 경우 유사한 지점의 설계자료를 활용하여 특성을 분석하였다. 금회 조사된 손상현황은 상태평가 및 유지관리 등에 활용하고, 시설물에 대한 지속적인 추적관리와 기술정보 제공이 가능하도록 외관조사망도에 상세히 기록하였다.



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사

<그림 1.3.1> 현장조사 전경

1.3.2 평가대상 분할

가. 구간 및 측점 분할

1) 사면의 분할

본 사면은 연장 449m, 높이 32.3m의 규모로서 시점부에서 종점부까지가 연속된 동일 절토부로 구성되어 있고, 사면내 계곡부가 없는 단일사면이므로 『세부지침 14.2.1 나)』에 따라서 1개의 사면으로 분할하였다.

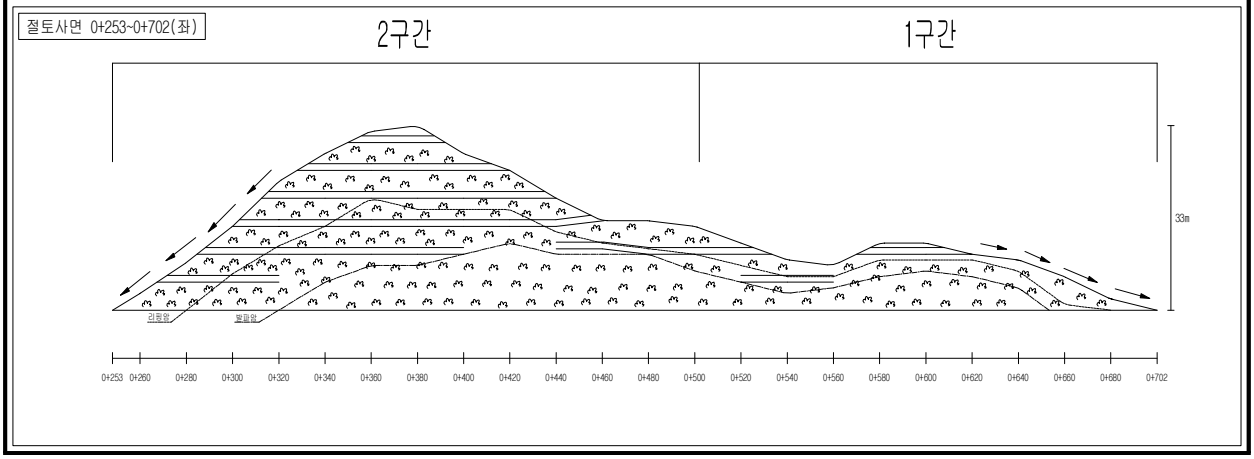
2) 구간분할

본 사면의 상태평가를 위한 조사영역을 결정하기 위하여 『세부지침 14.2.1 나)』에 따라서 사면의 구성재료, 지형적 특성, 시설물 규모 등을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 1개의 사면을 2개의 구간으로 분할하였고, 이에 따라 외관조사망도를 구분하여 작성하였다.

동일구간의 연장이 200m 이상일 경우 구간분할을 해야 하나, 2구간의 경우 재료시험을 결과 지반조건이 동일하여 49m에 대한 구간분할을 실시하지 않고 2구간으로 포함 시켰다. 구간에 대한 자료는 부록과 <표1.3.25>에 명시해 두었다.

<표 1.3.1> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
1구간	200	14.5m	8.0m	0.55	1:1.16	토사 사면
2구간	249	32.3m	19.5m	0.60	1:1.33	토사 사면

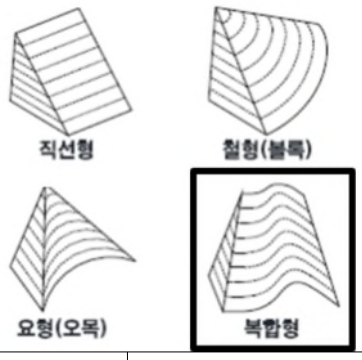
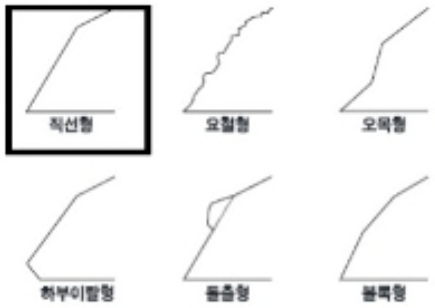


1.3.3 현장조사 체크리스트

<표 1.3.2> 일반현황

조사일자	2024년 04월 29일		조사자	진단1팀
일 기	맑음		현황코드	-
행정구역	경기도 화성시 비봉면 양노리			
위 경 도	시점 : 37°13′53.59″ 126°52′15.45″			
	종점 : 37°13′54.49″ 126°51′57.60″			
도 로	왕복4차선		도로폭 : 17m	
절토사면	길 이 : 449m		높 이 : 32.3m	
	경사 / 경사방향 : 1구간 44°/N182° 2구간 38°/N188°			
	도로와의 이격거리 : 평균 2.0 m이상			
	구성물질 : 전반적 토사, 국부적 암반노출		토층심도 : 19.5m	
	소 단 : 5			
낙석/뜬돌	낙석 존재유무 : 무		낙석의 양 : -	
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -			
	뜬돌 존재유무 : 무		뜬돌의 양 : -	
	뜬돌 평균크기 : -			
절토사면 시공현황	종 류	위 치		상 태
	낙석방지망	56m~390m		양호
	낙석방지울타리	56m~390m		양호
	소단배수로	3소단(125m)		양호
	산마루측구	좌측 125m		양호
	점검로	좌측 125m		양호
	-	-		-
붕괴이력	유 형	규 모		위 치
	-	-		-
기 타				

<표 1.3.3> 지형·지질 및 식생

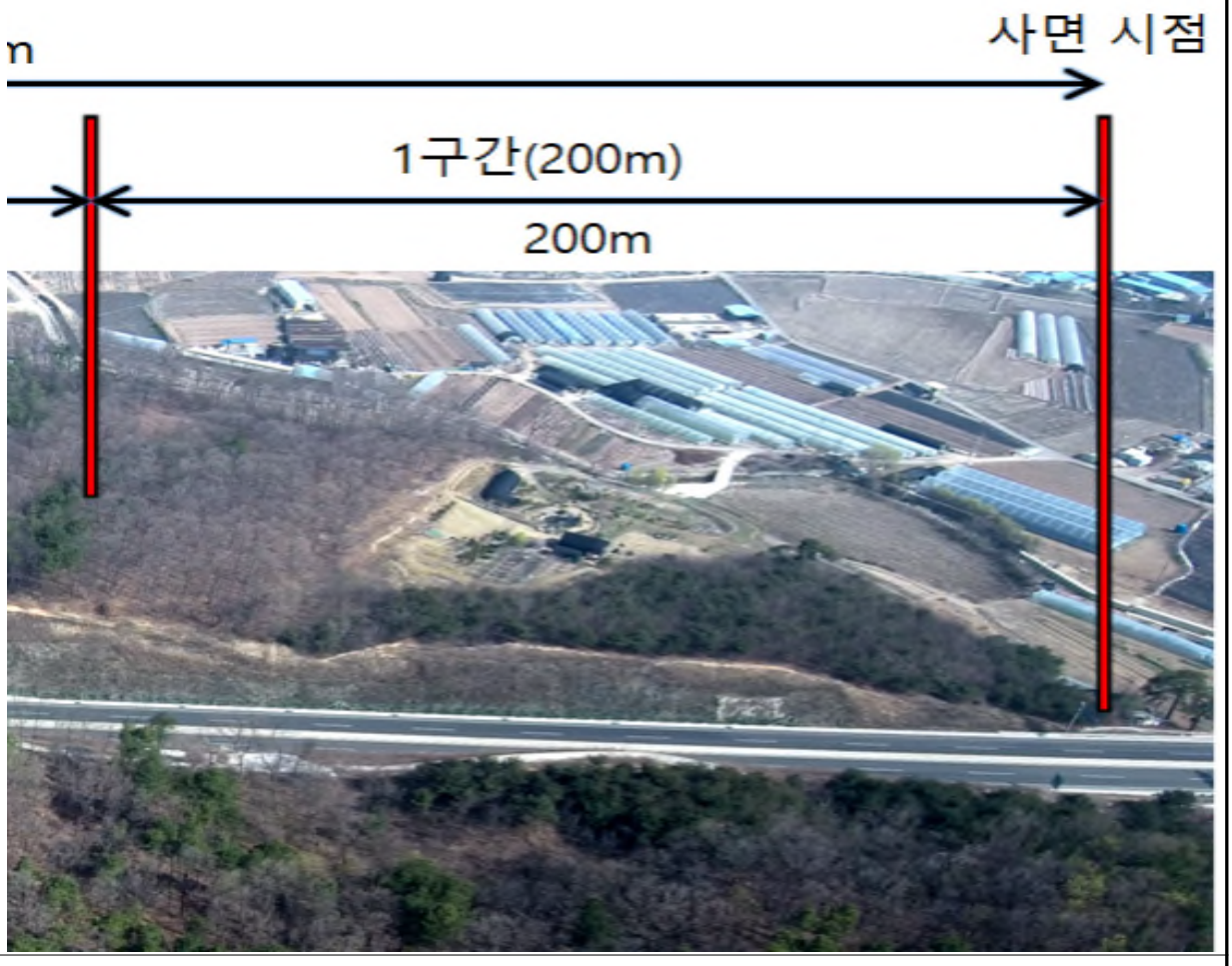
<table>
<tr><td rowspan="3">주변지형의 특성</td><td colspan="2">주변지형</td><td colspan="4">산악</td></tr>
<tr><td colspan="2">종단면 형상</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타특징</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">사면의 특성</td><td>종횡단면</td><td colspan="2"> 
</td><td>종단면특성</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="7">상부자연사면</td><td colspan="2">경사도</td><td colspan="4">1.24°</td></tr>
<tr><td colspan="2">인장균열</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">포행흔적</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">수목의 기울어짐</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">인공구조물</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">산마루측구</td><td colspan="4">좌측 125m</td></tr>
<tr><td colspan="2">계곡부</td><td colspan="4">200m 지점 상부자연사면 하향 계곡</td></tr>
<tr><td>지 질</td><td>지질각론
(지반조사보고서참조)</td><td colspan="5">• 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 중생대 쥬라기의 흑운모화강암으로 조사되었으며, 본 지층은 남양화강암이며, 대표암상은 흑운모화강암으로 되어있다.
• 풍화대 심한풍화~보통풍화.
• 절리군J1:81/186, J2:10/059, J3:63/258 간격0.2~1.0m, 연장0.5~2.0m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">식 생</td><td>①종류</td><td>초 본</td><td>관 목</td><td>침 엽 수</td><td>활 엽 수</td></tr>
<tr><td>②밀도</td><td>상</td><td>하</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>③근계특징</td><td colspan="4">천근성(○), 심근성( )</td></tr>
</table>

1.3.4 외관조사 결과

가. 1구간

1) 현황(지형 및 지질)

- 대상 절토사면 1구간은 평면선형 직선형, 종단형상은 직선형이며, 주향 N182°E의 방향성을 보이고 있다. 사면경사는 1구간 1:0.9~1:1.5 로 시공되어 있는 주요 구성 물질이 토사인 토사사면이다.
- 상부 자연사면은 1.24°로 상향 경사로 이루어져 있으며, 지형특성상 지표수의 사면 외곽처리가 양호한 조건으로 판단된다.
- 1구간 사면의 토층심도는 8.0m이다.
- 암반사면은 시공당시 절취된 상태로 56m~390m구간에 낙석방지를 위한 낙석방지망과 낙석방지 울타리가 설치되어 있으며, 토사사면은 표면보호를 위해 전 사면에 식생이 적용되어 있다.
- 사면보강은 쏘일네일링과 수평배수공이 설치되어 있으며, 사면토사와 식생공에 매립되어 육안으로 확인은 불가하다.



구간 분할

2) 상부자연사면

a. 외관조사 결과

- 상부자연사면에서 사면 이상여부의 전조현상인 인장균열, 침하, 수목의 기울어짐 등의 발생여부와 인공시설물(봉분, 송전탑, 농경지 등)의 분포여부 및 사면경사의 완급에 따른 지표수의 사면내 영향여부 등에 주안점으로 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



상부자연사면 전경(STA..0+590)



상부자연사면 전경(STA..0+600)

<그림 1.3.2> 상부자연사면 손상현황

<표 1.3.4> 상부자연사면 손상물량

구 분			1구간	합계
상부자연사면	상태양호	-	-	-

<표 1.3.5> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인 및 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 상부자연사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

3) 사면

a. 외관조사 결과

- 사면의 파괴징후인 단차, 배부름 등의 지반 변형여부와 토사구간의 지반포화에 의한 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴, 지하수 용출 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



사면 전경 (STA.0+550)



사면 전경 (STA.0+650)

<그림 1.3.3> 사면 손상현황

<표 1.3.6> 사면 손상물량

구 분			1구간	합계
사면	상태양호	-	-	-

<표 1.3.7> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안진점검	2024 정밀안진점검		
사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인 및 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

4) 사면하부

a. 외관조사 결과

- 사면하부는 지하수가 용출되기 쉬운 지점으로 지하수의 용출여부를 관찰하고, 낙석방지망 배면에 적치된 토석더미로 인한 낙석방지망의 구조적 불안전성여부와 사면하부 암이탈로 지지력 상실여부 등에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



사면하부 전경(0+500)



사면하부 전경(0+550)

<그림 1.3.4> 사면하부 손상현황

<표 1.3.8> 사면하부 손상물량

구 분			1구간	합계
사면하부	상태양호	-	-	-

<표 1.3.9> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인 및 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면하부의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

5) 보호시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 표면보호를 위하여 토사구간은 종자분사파종 공법, 녹생토 공법을 적용하였으며, 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.
- 외관조사 결과, 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



보호시설 전경



보호시설 전경

<그림 1.3.5> 보호시설 손상현황

<표 1.3.10> 보호시설 손상물량

구 분			1구간	합계
보호시설	상태양호	-	-	-

<표 1.3.11> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인 및 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보호시설의 신규손상에 대하여 관찰하는 것이 바람직하다.

6) 보강시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 보강공법은 쏘일네일링 공법, 수평배수공이 시공되어 있다.
- 외관조사 결과, 보강시설의 설치상태는 육안으로 확인할 수 없어 주변 사면상태 등의 변화 요인으로 보강시설 상태를 파악하고자 한다.

b. 손상현황



보강시설 주변 전경



보강시설 주변 전경

<그림 1.3.6> 보강시설 손상현황

<표 1.3.12> 보강시설 손상물량

구 분			1구간	합계
보강시설	주변양호	-	-	-

<표 1.3.13> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보강시설	주변양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인 및 대책방안

- 주변상태가 전반적으로 양호한 것으로 조사되어 보강시설 상태는 양호한 것으로 보이나 주기적인 점검을 통해 주변 상태의 현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

7) 배수처리시설

a. 외관조사 결과

- 배수처리시설은 지표수 및 지하수의 처리를 원활하게 하여 사면의 침식과 더불어 표층 붕괴를 방지하기 위해 충분한 용량을 확보하여야 하며, 기능발휘에 장애가 없어야 한다. 배수시설의 배수기능 상태와 간극수압 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 1구간은 소단배수로, 등 배수처리시설이 없는 것으로 확인되었으나, 배수의 기능에 관한 손상은 없는 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



배수처리시설 전경



배수처리시설 전경

<그림 1.3.7> 배수처리시설 손상현황

<표 1.3.14> 배수처리시설 손상물량

구 분			1구간	합계
배수처리시설	상태양호	-	-	-

<표 1.3.15> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
배수처리시설	상태양호	-	-	-	-	

c. 손상원인 및 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 누수 및 체수의 현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 누수 및 체수의 현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

8) 이격거리내 시설

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 이격거리내 시설은 낙석방지 울타리, L형 측구가 있는 것으로 조사 되었으며, 사면과 도로와의 이격은 평균 2.0m로 조사되었다. 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 사면의 파괴징후인 구조물의 변형 여부와 낙석에 의한 파손 등 기능 상실여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, STA0+550에서 L형측구 균열이 발견되었고, 이외 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



이격거리내 시설 전경



균열 0.2mm / 1.0m (sta.0+550)

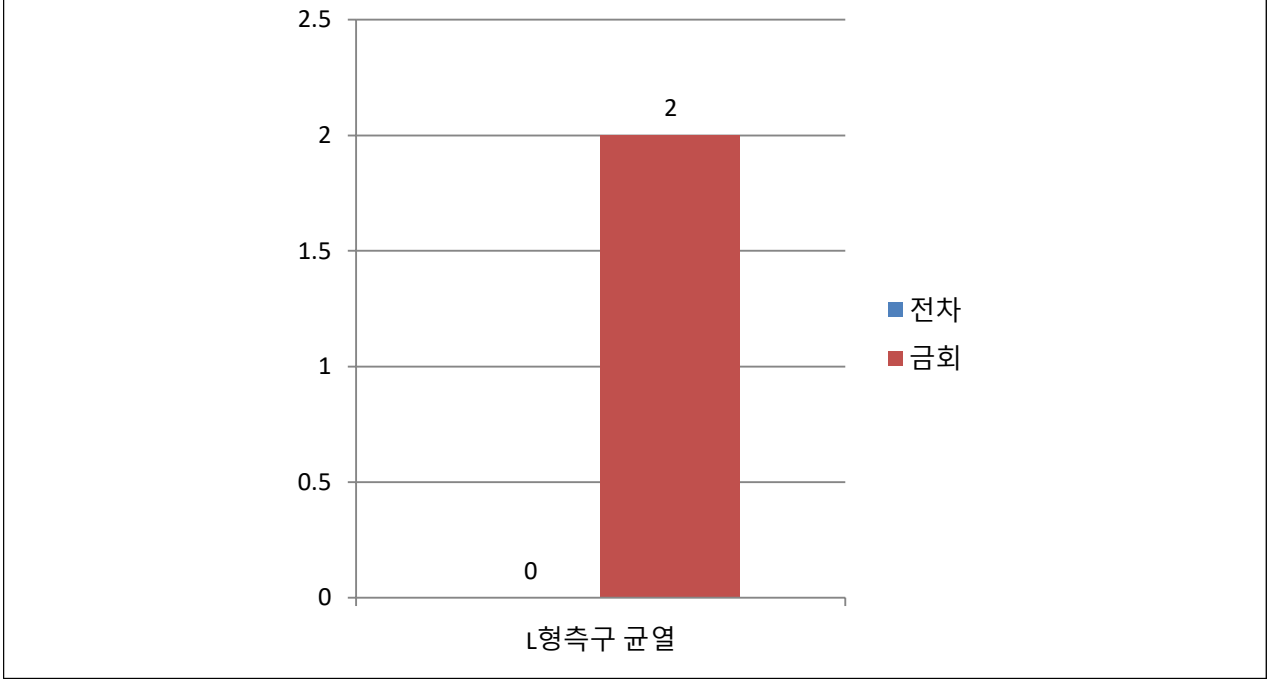
<그림 1.3.8> 이격거리내 시설 손상현황

<표 1.3.16> 이격거리내시설 손상물량

구 분			1구간	합계
이격거리내 시설	균열	m/ea	0.2./1.0(2ea)	-

<표 1.3.17> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
이격거리내 시설	L형측구 균열	-	-	2.0	증(▲2.0)	신규손상



c. 손상원인 및 대책방안

- L형측구 균열 : 기존 손상이 발견된 것으로 확인되며, 초기 건조수축 및 시공과정의 불량으로 판단되며, 방치 시 지속적인 외부작용에 의해 손상이 진전될 수 있으므로 내구성 확보를 위해 충전보수를 하는 것이 바람직하다.

9) 자연적 외부요인

a. 강우 및 지하수 조건

지점번호	지점명	일시	강수량(mm)	일최다강수량(mm)	일최다강수량일자
119	수원	1994	1045.6	101.3	1994-08-28
119	수원	1995	1653.3	227.3	1995-08-19
119	수원	1996	952.1	153.6	1996-06-17
119	수원	1997	1394.3	150.4	1997-07-01
119	수원	1998	1626.9	208.1	1998-08-08
119	수원	1999	1556.1	153	1999-09-20
119	수원	2000	1328.8	333.2	2000-07-22
119	수원	2001	1067.2	120.3	2001-07-29
119	수원	2002	1231.7	203	2002-08-07
119	수원	2003	1514.8	121.5	2003-07-22
119	수원	2004	1217	89.5	2004-06-19
119	수원	2005	1427.7	84.5	2005-09-30
119	수원	2006	1362.7	169.5	2006-07-16
119	수원	2007	1325	82	2007-07-19
119	수원	2008	1342.9	121	2008-07-24
119	수원	2009	1541.2	272.5	2009-07-12
119	수원	2010	1470.6	97.5	2010-08-29
119	수원	2011	1975.9	190	2011-07-03
119	수원	2012	1748.3	276.5	2012-07-06
119	수원	2013	1240.1	79	2013-07-13
119	수원	2014	1029.1	117.7	2014-08-21
119	수원	2015	751.1	64.7	2015-07-29
119	수원	2016	1023.4	104.2	2016-07-01
119	수원	2017	1328.6	130.8	2017-08-20
119	수원	2018	1293.1	124.8	2018-08-28
119	수원	2019	915.8	108	2019-07-26
119	수원	2020	1635.5	134.2	2020-08-09
119	수원	2021	1084.4	70.9	2021-09-01
119	수원	2022	1864.0	285.0	2022-06-30
119	수원	2023	1409.4	91.6	2023-08-10
30개년 평균값			4465.6/30 = 148.85		

- 세부지침에 따라 해당지역의 평년 최대 강우강도를 1일 강우량으로 조사하였으며, 기상청 자료를 취득하여 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm로 조사되어 1일 강우량 100mm이상, 150mm미만으로 평가한다.

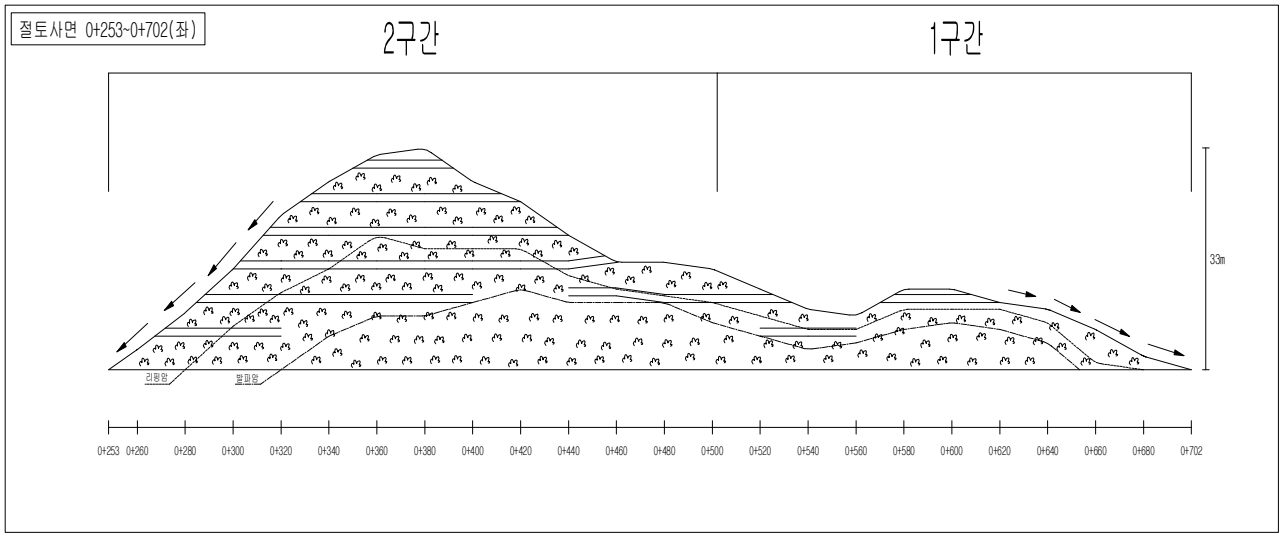
10) 사면형상

a. 사면경사

- 본 시설물 1구간의 평균 사면경사는 1:1.16 로 준공도서와 현장조사를 통해 검토되어 d 등급으로 산정한다.

b. 집수지형

- 본 시설물 1구간의 집수지형은 시점부 2개소에서 조사되어 b 등급으로 산정한다.



11) 인위요인

a. 표면보호

- 표면 보호상태의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태인 것으로 조사되어 a 등급으로 산정한다.

b. 보호/보강상태

- 보호/보강상태인 부대시설의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

c. 배수조건

- 배수조건에 대한 조사결과 대제적으로 완전배수가 가능하며, 건조상태를 유지하고 있는 것으로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

12) 공중이 이용하는 부위

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 공중이 이용하는 부위는 사면하부의 도로부로서 지반변형에 의한 침하, 히빙, 파손, 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



공중이 이용하는 부위 전경



공중이 이용하는 부위 전경

<그림 1.3.9> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 1.3.18> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분			1구간	합계
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-

<표 1.3.19> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

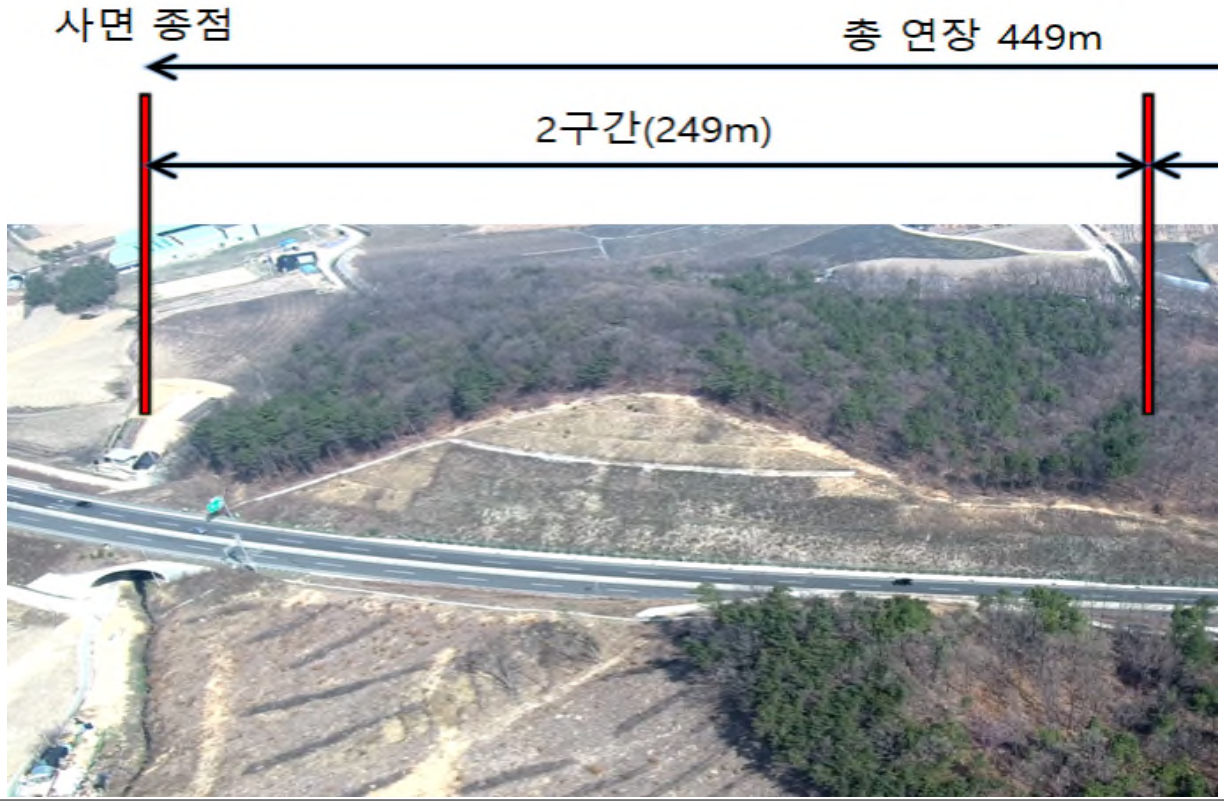
d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 공중이 이용하는 부위의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

나. 2구간

1) 현황(지형 및 지질)

- 대상 절토사면 2구간은 평면선형 직선형, 종단형상은 직선형이며, 주향 N188°W의 방향성을 보이고 있다. 사면경사는 2구간 1:0.8~1:1.9로 시공되어 있는 주요 구성 물질이 토사인 토사사면이다.
- 상부 자연사면은 1.24°로 상향 경사로 이루어져 있으며, 2구간 좌측부에는 산마루 측구와 점검계단이 설치되어 있고, 지형특성상 지표수의 사면 외곽처리가 양호한 조건으로 판단된다.
- 사면의 토층심도가 19.5m이며, 2구간 하부에 노출된 암반은 발파의 암질을 보이고 절리가 분포하고 있으나 대규모 암반파괴 또는, 낙석발생 가능성은 낮은 것으로 판단된다.
- 암반사면은 시공당시 절취된 상태로 56m~390m구간에 낙석방지를 위한 낙석방지망과 낙석방지 울타리가 설치되어 있으며, 토사사면은 표면보호를 위해 전 사면에 식생이 적용되어 있다.
- 사면보강은 쏘일네일링과 수평배수공이 설치되어 있으며, 사면토사와 식생공에 매립되어 육안으로 확인은 불가하다.



구간 분할

2) 상부자연사면

a. 외관조사 결과

- 상부자연사면에서 사면 이상여부의 전조현상인 인장균열, 침하, 수목의 기울어짐 등의 발생여부와 인공시설물(봉분, 송전탑, 농경지 등)의 분포여부 및 사면경사의 완급에 따른 지표수의 사면내 영향여부 등에 주안점으로 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



상부자연사면 전경(0+420)



상부자연사면 전경(0+420)

<그림 1.3.10> 상부자연사면 손상현황

<표 1.3.20> 상부자연사면 손상물량

구 분			2구간	합계
상부자연사면	상태양호	-	-	-

<표 1.3.21> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인 및 대책방안

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 상부자연사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다

3) 사면

a. 외관조사 결과

- 사면의 파괴징후인 인장균열, 이완 암괴 유/무, 지반 및 구조물 변형 유/무, 등의 지반 변형 여부와 토사사면의 지반포화에 의한 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사결과, 2구간 사면은 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



사면 전경(0+460)



사면 전경(0+480)

<그림 1.3.11> 사면 손상현황

<표 1.3.22> 사면 손상물량

구 분			2구간	합계
사면	상태양호	-	-	-

<표 1.3.23> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인 및 대책방안

- 상태양호

d. 대책방안

- 강우량 증가 시 보수부의 재손상 또는 신규손상이 발생하는지 주기적인 점검을 통하여 관찰하는 것이 바람직하다.

4) 사면하부

a. 외관조사 결과

- 사면하부는 지하수가 용출되기 쉬운 지점으로 지하수의 용출여부를 관찰하고, 낙석방지망 배면에 적치된 토석더미로 인한 낙석방지망의 구조적 불안전성여부와 사면하부 암이탈로 지지력 상실여부 등에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 2구간은 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



사면 전경(0+253)



사면 전경(0+440)

<그림 1.3.12> 사면하부 손상현황

<표 1.3.24> 사면하부 손상물량

구 분			2구간	합계
사면하부	상태양호	-	-	-

<표 1.3.25> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인 및 대책방안

- 신규손상이 발생하는지 주기적인 점검을 통하여 관찰하는 것이 바람직하다.

5) 보호시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 표면보호를 위하여 토사구간은 종자분사파종 공법, 녹생토 공법을 적용하였으며, 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.
- 외관조사결과, 2 구간은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



보호시설 전경(0+360)



보호시설 전경(0+360)

<그림 1.3.13> 보호시설 손상현황

<표 1.3.26> 보호시설 손상물량

구 분			2구간	합계
보호시설	상태양호	-	-	-

<표 1.3.27> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인 및 대책방안

- 신규손상이 발생하는지 주기적인 점검을 통하여 관찰하는 것이 바람직하다.

6) 보강시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 보강공법은 쏘일네일링 공법, 수평배수공이 시공되어 있다.
- 외관조사 결과, 보강시설의 설치상태는 육안으로 확인할 수 없어 주변 사면상태 등의 변화 요인으로 보강시설 상태를 파악하고자 한다.

b. 손상현황



보강시설 주변 전경



보강시설 주변 전경

<그림 1.3.14> 보강시설 손상현황

<표 1.3.28> 보강시설 손상물량

구 분			2구간	합계
보강시설	주변양호	-	-	-

<표 1.3.29> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보강시설	주변양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인 및 대책방안

- 주변상태가 전반적으로 양호한 것으로 조사되어 보강시설 상태는 양호한 것으로 보이나 주기적인 점검을 통해 주변 상태의 현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

7) 배수처리시설

a. 외관조사 결과

- 배수처리시설은 지표수 및 지하수의 처리를 원활하게 하여 사면의 침식과 더불어 표층 붕괴를 방지하기 위해 충분한 용량을 확보하여야 하며, 기능발휘에 장애가 없어야 한다. 배수시설의 배수기능 상태와 간극수압 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사결과, 배수로의 기능을 저해할 수 있는 손상은 발견되지 않았으며, 주기적인 점검을 통한 배수상태를 확인이 필요할 것으로 사료된다.

b. 손상현황

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>배수로 전경</td><td>배수로 전경</td></tr>
</table>

<그림 1.3.15> 배수처리시설 손상현황

<표 1.3.30> 배수처리시설 손상물량

구 분			2구간	합계
배수처리시설	상태양호	-	-	-

<표 1.3.31> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안진점검	2024 정밀안전점검		
배수처리시설	상태양호	-	-	-	-	-

d. 대책방안

- 공용 중 외부 노출이 되어 있어 낙엽퇴적 및 이물질퇴적이 빈번하게 확인된다. 배수기능을 저하 시킬 수 있으므로 주기적인 관리가 필요하다.

8) 이격거리내 시설

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 이격거리내 시설은 낙석방지 울타리, L형 측구가 있는 것으로 조사 되었으며, 사면과 도로와의 이격은 평균 2.0m로 조사되었다. 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 사면의 파괴징후인 구조물의 변형 여부와 낙석에 의한 파손 등 기능 상실여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



이격거리내 시설 전경



이격거리내 시설 전경

<그림 1.3.16> 이격거리내 시설 손상현황

<표 1.3.32> 이격거리내시설 손상물량

구 분			2구간	합계
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-

<표 1.3.33> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인 및 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 이격거리내 시설의 신규손상 발생여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

9) 자연적 외부요인

a. 강우 및 지하수 조건

지점번호	지점명	일시	강수량(mm)	일최다강수량(mm)	일최다강수량일자
119	수원	1994	1045.6	101.3	1994-08-28
119	수원	1995	1653.3	227.3	1995-08-19
119	수원	1996	952.1	153.6	1996-06-17
119	수원	1997	1394.3	150.4	1997-07-01
119	수원	1998	1626.9	208.1	1998-08-08
119	수원	1999	1556.1	153	1999-09-20
119	수원	2000	1328.8	333.2	2000-07-22
119	수원	2001	1067.2	120.3	2001-07-29
119	수원	2002	1231.7	203	2002-08-07
119	수원	2003	1514.8	121.5	2003-07-22
119	수원	2004	1217	89.5	2004-06-19
119	수원	2005	1427.7	84.5	2005-09-30
119	수원	2006	1362.7	169.5	2006-07-16
119	수원	2007	1325	82	2007-07-19
119	수원	2008	1342.9	121	2008-07-24
119	수원	2009	1541.2	272.5	2009-07-12
119	수원	2010	1470.6	97.5	2010-08-29
119	수원	2011	1975.9	190	2011-07-03
119	수원	2012	1748.3	276.5	2012-07-06
119	수원	2013	1240.1	79	2013-07-13
119	수원	2014	1029.1	117.7	2014-08-21
119	수원	2015	751.1	64.7	2015-07-29
119	수원	2016	1023.4	104.2	2016-07-01
119	수원	2017	1328.6	130.8	2017-08-20
119	수원	2018	1293.1	124.8	2018-08-28
119	수원	2019	915.8	108	2019-07-26
119	수원	2020	1635.5	134.2	2020-08-09
119	수원	2021	1084.4	70.9	2021-09-01
119	수원	2022	1864.0	285.0	2022-06-30
119	수원	2023	1409.4	91.6	2023-08-10
30개년 평균값			4465.6/30 = 148.85		

- 세부지침에 따라 해당지역의 평년 최대 강우강도를 1일 강우량으로 조사하였으며, 기상청 자료를 취득하여 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm로 조사되어 1일 강우량 100mm이상, 150mm미만으로 평가한다.

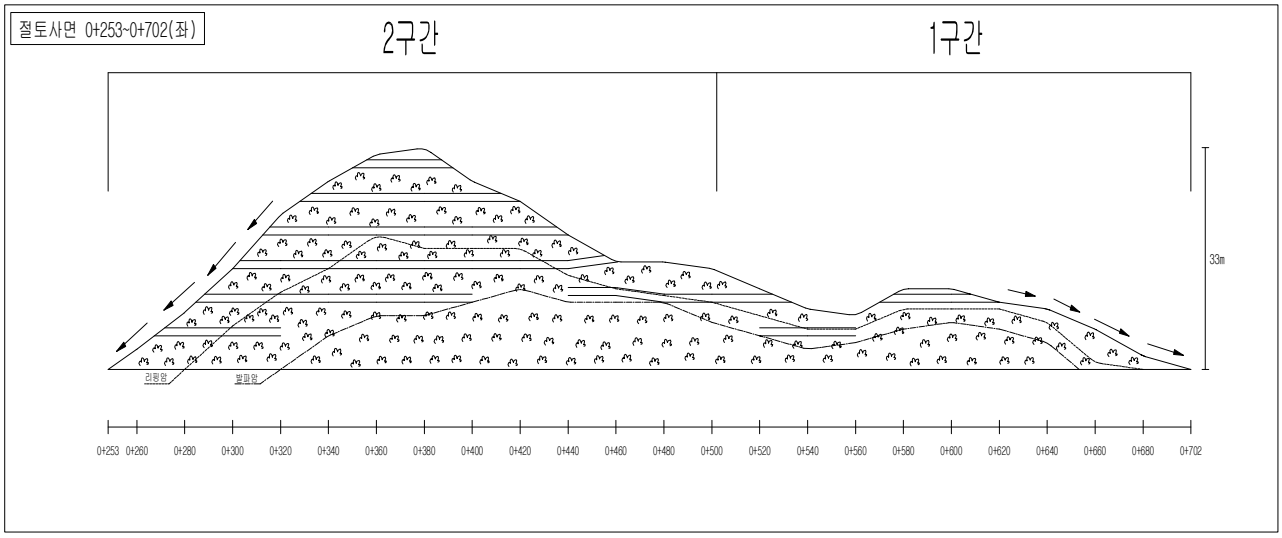
10) 사면형상

a. 사면경사

- 본 시설물 2구간의 평균 사면경사는 1:1.33 으로 준공도서와 현장조사를 통해 검토되어 c 등급으로 산정한다.

b. 집수지형

- 본 시설물 2구간의 집수지형은 종점부 1개소에서 조사되어 b 등급으로 산정한다.



11) 인위요인

a. 표면보호

- 표면 보호상태의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태인 것으로 조사되어 b 등급으로 산정한다.

b. 보호/보강상태

- 보호/보강상태인 부대시설의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

c. 배수조건

- 배수조건에 대한 조사결과 대체적으로 완전배수가 가능하며, 건조상태를 유지하고 있는 것으로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

12) 공중이 이용하는 부위

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 공중이 이용하는 부위는 사면하부의 도로부로써, 지반변형에 의한 침하, 히빙, 파손, 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



공중이 이용하는 부위 전경



공중이 이용하는 부위 전경

<그림 1.3.17> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 1.3.34> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분			2구간	합계
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-

<표 1.3.35> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인 및 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 공중이 이용하는 부위의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

1.3.5 사면 파괴요인 조사

가. 개 요

본 사면은 토사사면으로서 현장시험 항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 토사사면 기준을 적용하였고, 현장여건(사면규모 및 환경조건 등)을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 시설물의 분석이 객관적이고, 보편타당하게 이루어지게 하기 위해 조사 자료를 충분히 확보할 수 있도록 기준수량 이상으로 결정하였다.

시험항목	기준수량	금회 시험수량
토양경도시험	3개소(토심 가장 두꺼운 곳)	1구간 : 3개소
		2구간 : 3개소

나. 시험 및 조사전경

현장 시험 측정위치는 외관조사망도에 수록하였다.



사면 경사 측정 전경



토층심도 측정 전경



토양경도 측정 전경



암반비파괴강도 측정 전경

<그림 1.3.18> 현장시험 및 측정 전경

다. 시험항목 및 수량

<표 1.3.36> 시험항목 및 수량

재료시험 항목	재료시험 수량 산출	금회 시험수량
토양경도시험	3개소(토심 가장 두꺼운 곳)	1구간 : 3개소
		2구간 : 3개소

라. 토양경도 시험결과

1구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 15.2mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.

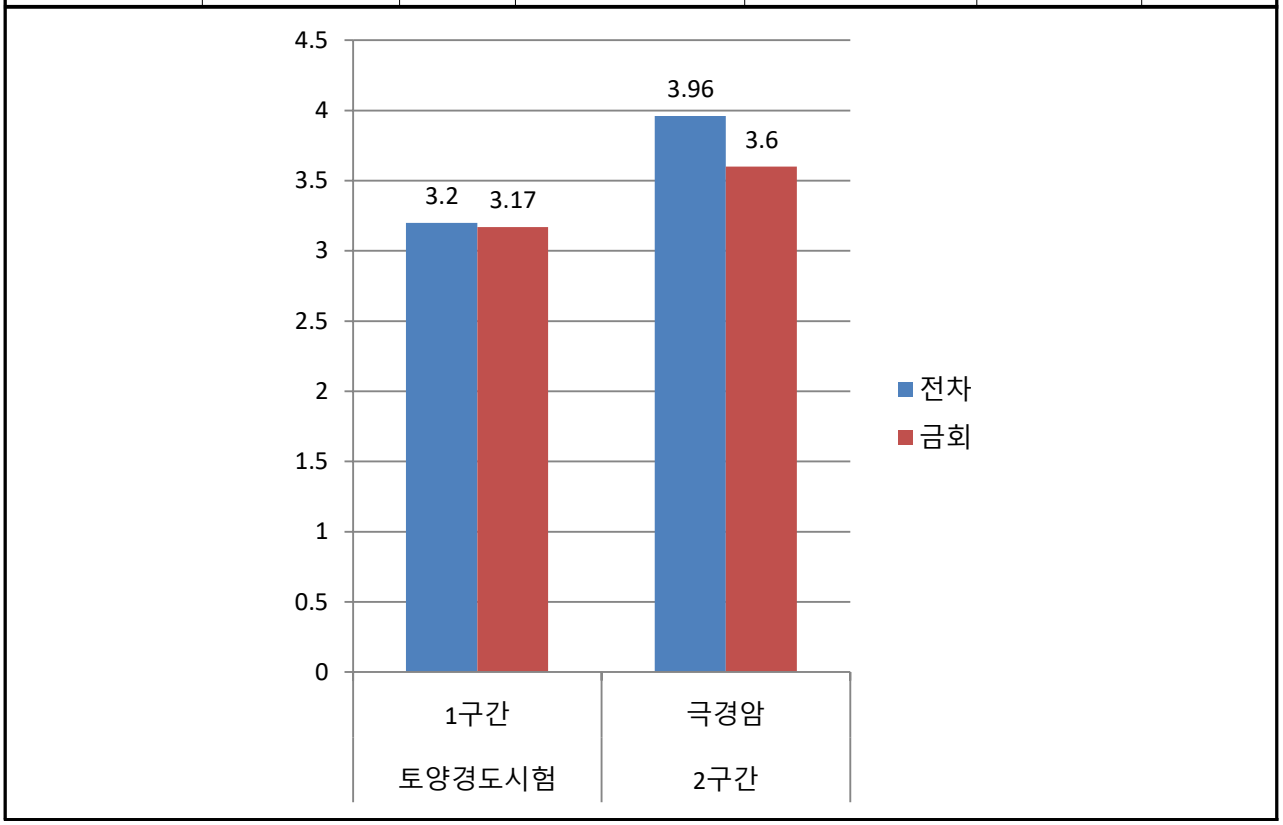
2구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 17.5mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.

<표 1.3.37> 토양경도 시험 측정결과

구간	구분	측정위치	관입깊이(W) 평균값	경도값R (kg/㎠)	판정
1	1	0k+620	15.2	3.1	모래질 실트/조밀
	2	0k+620	15.5	3.2	모래질 실트/조밀
	3	0k+650	15.4	3.2	모래질 실트/조밀
2	1	0k+320	16.1	3.6	모래질 실트/조밀
	2	0k+330	16.4	3.7	모래질 실트/조밀
	3	0k+340	15.7	3.3	모래질 실트/조밀
	4	0k+260	17.5	4.3	모래질 실트/조밀
	5	0k+280	14.8	2.9	모래질 실트/조밀

<표 1.3.38> 토양경도 시험 전차비교

구분		단위	토양경도 값		증 감	비고
시험항목	위치		2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
토양경도시험	1구간	kg/㎠	3.2	3.17	감소(▼0.03)	-
	2구간	kg/㎠	3.96	3.6	감소(▼0.36)	-



전차 점검결과와 비교 분석한 결과, 조사위치, 방법, 기타요인 등에 의해 다소 차이는 있으나, 전반적으로 유사한 값으로 평가되어 공용년수 경과에도 지반상태의 변동은 거의 없는 것으로 판단된다.

마. 사면경사 측정

본 절토사면의 경사 측정결과는 아래 표와 같다.

<표 1.3.39> 절토사면 경사 측정결과

측정위치		측정경사	설계경사	판정
1구간	사면 1소단	1 : 0.8	1 : 0.7	O.K
	사면 2소단	1 : 1.15	1 : 1.0	O.K
	사면 3소단	1 : 1.47	1 : 1.45	O.K
평균경사		1 : 1.14	1 : 1.05	O.K
2구간	사면 1소단	1 : 0.75	1 : 0.75	O.K
	사면 2소단	1 : 1.45	1 : 1.0	O.K
	사면 3소단	1 : 1.3	1 : 1.0	O.K
	사면 4소단	1 : 1.25	1 : 1.2	O.K
	사면 5소단	1 : 1.92	1 : 1.8	O.K
평균경사		1 : 1.33	1 : 1.15	O.K

본 절토사면에 대한 경사 측정결과, 1구간 약 1:0.9~1:1.5, 2구간 약 1:0.8~1:1.9로 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.

바. 토층심도 측정

토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과 1구간 토층심도는 8.0m, 2구간 토층심도는 19.5m로 확인되었다.

1.3.6 현장조사 및 시험결과 요약

본 절토사면에 대한 현장조사 및 시험·측정 결과를 다음과 같이 요약하였다.

<표 1.3.40> 현장조사 및 시험·측정 결과 요약 -1구간

구 분		점 검 결 과
상부자연사면		• 상부자연사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면		• 사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면하부		• 사면하부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보호시설		• 보호시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보강시설		• 확인불가
배수처리시설		• 배수처리시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
이격거리내 시설		• 이격거리내시설은 파손, 변형 등이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
공중이 이용하는 부위		• 공중이 이용하는 부위는 파손, 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
현장시험	토양경도	• 1구간 토양경도를 측정한 결과 전 개소 관입깊이는 15.2mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 사질토로 보통 상태인 것으로 판단된다.
	경사측정	• 전구간 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
	토층심도	• 본 절토사면의 준공도면, 현장 육안관찰을 통하여 조사한 결과 1구간 8.0m 확인되었다.

<표 1.3.41> 현장조사 및 시험·측정 결과 요약 -2구간

구 분		점 검 결 과
상부자연사면		• 상부자연사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면		• 사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면하부		• 사면하부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보호시설		• 보호시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보강시설		• 확인불가
배수처리시설		• 배수처리시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
이격거리내 시설		• 이격거리내시설은 파손, 변형 등이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
공중이 이용하는 부위		• 공중이 이용하는 부위는 파손, 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
현장시험	토양경도	• 2구간 토양경도를 측정한 결과 전 개소 관입깊이는 17.5mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 사질토로 보통 상태인 것으로 판단된다.
	경사측정	• 전구간 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
	토층심도	• 본 절토사면의 준공도면, 현장 육안관찰을 통하여 조사한 결과 2구간은 19.5m로 확인되었다.

1.4 상태평가

1.4.1 사면의 분류

지반 및 지질조건에 따른 사면의 거동특성 및 파괴양상에 대한 분석을 통해 절토사면은 토층심도율(SR)에 의해 토사사면과 암반사면으로 구분할 수 있으며, 암반사면은 다시 지반강도특성 및 암반의 블록크기 비(BR)에 의해 절리암반사면, 파쇄암반사면, 연약암반사면으로 세분될 수 있다. 본 사면은 토층심도율은 1구간 0.55, 2구간 0.60으로 전 구간 토사사면으로 분류하였다.

<표 1.4.1> 절토사면의 분류

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

1) 1구간-토층심도율

- $SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} = \frac{\text{토층심도}}{\text{사면높이}} = \frac{8.0}{14.5} = \mathbf{0.55} \geq 0.4$

2구간-토층심도율

- $SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} = \frac{\text{토층심도}}{\text{사면높이}} = \frac{19.5}{32.3} = \mathbf{0.603} \geq 0.4$

2) 분류결과

- 토사사면 : SR= 0.603

1.4.2 상태평가 결과

본 과업 대상 시설물의 현황은 깎기 높이가 32.3m이며, 토층 심도가 19.5m로 조사되어 토층심도율 0.6이므로 토사사면으로 확인되었다. 상태평가 결과 "**B**"로 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다.

<표 1.4.2> 1구간 사면 손상상태 조사결과표

시설물명	STA.0+253~0+702(좌) - 1구간		표번호	표 1.4.2	
사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	-
1-2	지반변형	-	없음	0	-
1-3	구조물변형	-	없음	0	-
2. 파괴현황					
일련번호 1-4	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위 치	규모	0	-
	발생규모	-	-		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.000			사면 손상상태 점수 = 0		

<표 1.4.3> 1구간 사면 파괴요인 조사결과표

시설물명	STA.0+253~0+702(좌) - 1구간		표번호	표 1.4.3	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	토사	토질조건	b (조밀)	2	
1-6		토층심도율	c (0.55)	2	
2. 사면형상					
1-16	사면경사		d (1 : 1.16)	6	
1-17	집수지형		b (1개소)	1	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	강우 및 지하수	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	6	
4. 인위적 외부요인					
1-19	표면보호		b (식생양호)	1	
1-20	배수조건		b (양호)	1	
1-21	보호/보강상태		a (양호함)	0	
사면 파괴요인 지수 (f2) = 0.365			사면 파괴요인 결함점수 = 19.0		

<표 1.4.4> 1구간 상태평가 등급 산정표

시설물명			STA.0+253~0+702(좌) - 1구간				표번호
근거표 번호			표 1.4.2, 1.4.3				표 1.4.4
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반상태	토질조건	2	b	19.0	f2=0.365	C
		토층심도율	2	c			
	사면형상	사면경사	6	d			
		집수지형	1	b			
	자연요인	강우 및 지하수	6	d			
	인위요인	표면보호	1	b			
		배수조건	1	b			
		보호/보강상태	0	a			
합계(∑)					19.0	F=0.250	B
상태평가결과			• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = C등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 1.4.5> 1구간 공중이 이용하는부위

추락방지시설	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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
도로포장	
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

<표 1.4.5> 1구간 공중이 이용하는부위(계속)

도로부 신축이음부	
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	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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

• 1구간에 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가 결과 이상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

<표 1.4.6> 2구간 사면 손상상태 조사결과표

시설물명	STA.0+253~0+702(좌) - 2구간		표번호	표 1.4.5	
사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
2-1	인장균열	-	없음	0	-
2-2	지반변형	-	없음	0	-
2-3	구조물변형	-	없음	0	-
2. 파괴현황					
일련번호 2-4	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위 치	규모	0	-
	발생규모	-	-		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.000			사면 손상상태 점수 = 0		

<표 1.4.7> 2구간 사면 파괴요인 조사결과표

시설물명	STA.0+253~0+702(좌) - 2구간		표번호	표 1.4.6	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
2-5	토사	토질조건	b (조밀)	2	
2-6		토층심도율	d (0.60)	3	
2. 사면형상					
2-16	사면경사		c (1 : 1.33)	3	
2-17	집수지형		b (1개소)	1	
3. 자연적 외부요인					
2-18	강우 및 지하수	지하수	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	6	
4. 인위적 외부요인					
2-19	표면보호		b (식생양호)	1	
2-20	배수조건		a (완전배수)	0	
2-21	보호/보강상태		a (양호함)	0	
사면 파괴요인 지수 (f2) = 0.327			사면 파괴요인 결함점수 = 17.0		

<표 1.4.8> 2구간 상태평가 등급 산정표

시설물명			STA.0+253~0+702(좌) - 2구간				표번호
근거표 번호			표 1.4.5, 1.4.6				표 1.4.7
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반상태	토질조건	2	b	17.0	f2=0.327	C
		토층심도율	3	d			
	사면형상	사면경사	3	c			
		집수지형	1	b			
	자연요인	강우 및 지하수	6	d			
	인위요인	표면보호	1	b			
		배수조건	0	a			
		보호/보강상태	0	a			
합계(∑)			17.0		17.0	F=0.224	B
상태평가결과			• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = C등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 1.4.9> 2구간 공중이 이용하는부위

추락방지시설	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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
도로포장	
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

<표 1.4.9> 2구간 공중이 이용하는부위(계속)

도로부 신축이음부	
평가기준	상 태
a	ㅇ신축이음부에 손상이 없는 상태
b	ㅇ신축이음 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	ㅇ신축이음 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	ㅇ신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ㅇ신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	ㅇ신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태
환기구 등의 덮개	
평가기준	상 태
a	ㅇ규격에 맞게 설치되어 있고 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ㅇ기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	ㅇ결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

• 2구간에 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가 결과 이상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

<표 1.4.10> 사면 상태평가 등급 산정표

구간	사면구분	구분별 상태평가 결과	절토사면 상태평가 결과
1구간	토사사면	B (0.250)	B (0.250)
2구간	토사사면	B (0.224)	

• 상태평가 결과, 사면에 대한 보수와, 자연적 요인과 지반상태에 의해 결함도 지수가 감소하였으나, 상태등급은 양호한 상태인 **『B』** 등급으로 평가되었다.

1.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 1.4.11> 전차 점검결과와 비교

구 분			2022년 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비 고
손상현황	상부자연사면	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	사면	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	사면하부	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	보호시설	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	보강시설	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	배수처리시설	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	이격거리내 시설	1구간	상태양호	L형측구 균열 2EA	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	기타시설	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
현장시험	암반강도		-	-	토사사면
	토양경도		1구간 : 관입깊이 15.4mm 모래질실트/조밀 2구간 : 관입깊이 17.7mm 모래질실트/조밀	1구간 : 관입깊이 15.2mm 모래질실트/조밀 2구간 : 관입깊이 17.5mm 모래질실트/조밀	-
	경사측정		설계경사와 유사함	설계경사와 유사함	-
	토층심도		1구간 8.0m / 2구간 19.5m	1구간 8.0m / 2구간 19.5m	-
상태등급			상태평가 결과(F) : B등급	상태평가 결과(F) : B등급	등급동일

● 전차 점검결과와 비교·분석한 결과, 이격거리내 시설 L형측구 균열이 조사되었다. 손상이 미미하여 평가에서 제외되었다. 사면 파괴요인의 점수로 인하여 등급은 동일 한 것으로 상태등급은 「B」 등급으로 전차등급인 「B」 등급과 동일한 등급으로 손상보수로 인한 결함도 지수는 다소 감소된 것으로 분석되었다.

1.5 종합평가 및 안전등급 지정

1.5.1 종합평가 결과

외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 본 사면의 종합평가 결과는 “B등급(양호)”로 평가되었다.

<표 1.5.1> 종합평가 결과

구 분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결 과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
절토사면	0.250	B	-	-	B
평가의견	경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태				

1.5.2 안전등급 지정

금회 실시된 사면의 정밀점검결과 구조적 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었다. 외관조사결과 경미한 표층손상이 보수조치가 된 것으로 조사되었다.

따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 “**B등급**”으로 평가되었다.

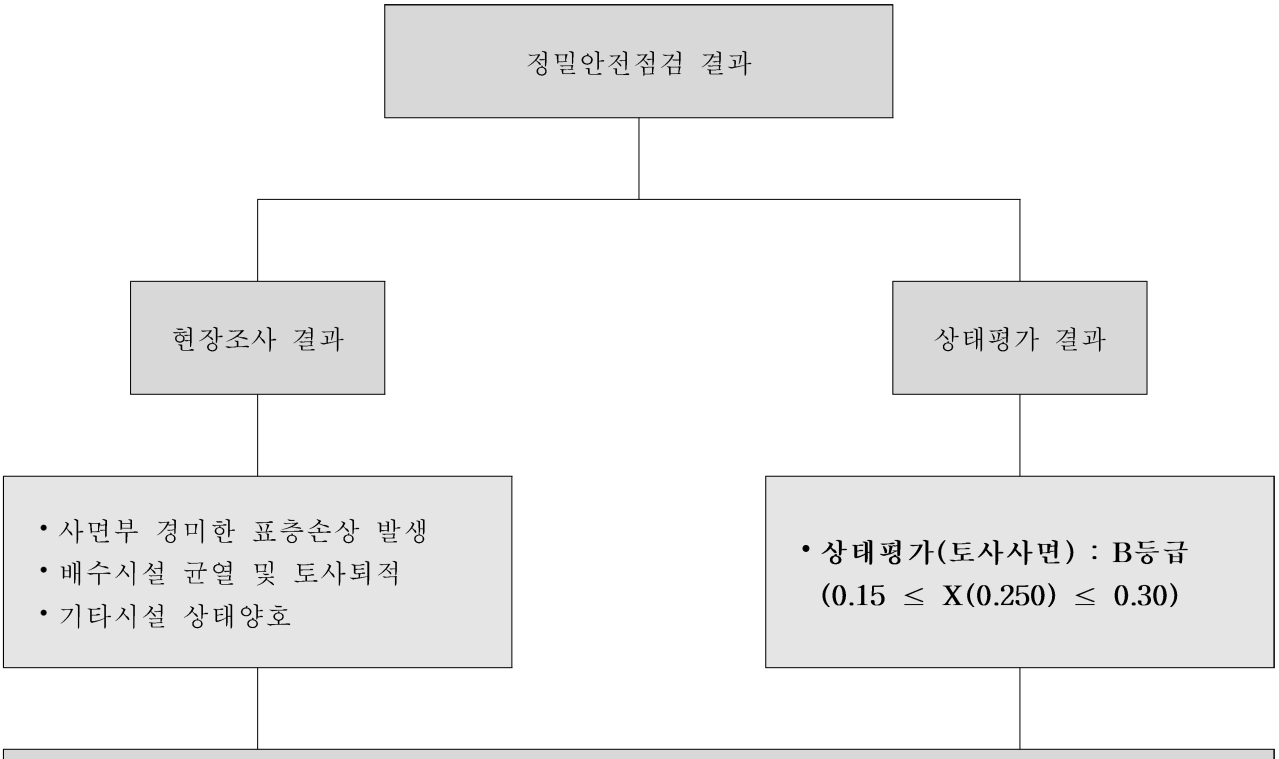
- 안전등급 : **B등급**(양호)

1.6 보수·보강 및 유지관리 방안

1.6.1 보수·보강 우선순위 결정

본 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 시설물에서 발생된 각종 손상에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수보강 순위를 정한다.

또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중용도, 발생한 손상의 심각성 등을 종합적으로 검토 후 아래와 같이 정한다.



보수·보강 방향		
안정성 증대를 위한 보수·보강 (1순위)	내구성 증진을 위한 보수 (2순위)	지속적인 주의관찰 (3순위)
• 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 안전성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (사면 안전성을 저해시키는 손상 또는, 손상부 방치시 기능성 확보에 문제가 있는 경우)	• 기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차 보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)	• 발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

1.6.2 손상내용별 보수·보강 방안

본 과업 대상 사면의 손상내용별 보수·보강 방안은 아래와 같다.

<표 1.6.1> 보수·보강 방안

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-	-
사면	상태양호	-	-	-	-	-	-
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-	-
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
배수처리시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
이격거리내 시설	균열 (cw=0.3mm 미만)	m/ea	2.0	표면처리	43	86	3
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-	-

<표 1.6.2> 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	손상물량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	우선순위
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-
사면	상태양호	-	-	-	-	-
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-
배수처리시설	상태양호	-	-	-	-	-
이격거리내 시설	균열(cw=0.3mm미만)	2.0	m/ea	43	86	-
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-
순 공 사 비					86	
제경비(순공사비x0.5)					43	
총 공 사 비					**129**	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

1.6.3 유지관리방안

가. 개 요

본 사면의 공용년수 경과시 내구성 및 사용성을 저하시킬 수 있는 손상들에 대해서는 결함의 진전여부 및 확대여부를 주기적으로 관찰하는 등 중점유지관리 항목으로 선정하여 시설물의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 중점유지관리 항목

<표 1.6.3> 중점 유지관리 항목

구 분	손상내용		중점 유지관리 항목
이격거리내시설	• L형측구 균열		• 균열

다. 부재별 점검요령

<표 1.6.4> 부재별 점검요령

<table>
<tr><th>점검부위</th><th colspan="3">점검항목</th></tr>
<tr><td>사면</td><td colspan="3">• 점검로 및 고소점검차 등을 이용하여 근접조사
• 인장균열 발생여부 점검
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>사면하부</td><td colspan="3">• 포획거리 공간 및 고소점검차 이용하여 근접조사
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>배수처리시설</td><td colspan="3">• 사면내에서 발생되는 지하수 누수 정도 및 누수 위치 확인
• 배수시설의 상태와 배수조건 점검
• 이격거리내 시설물의 변형 발생여부 점검</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td></td><td>사면</td><td>사면하부</td><td>배수시설</td></tr>
<tr><td>점검시 유의사항</td><td colspan="3">• 길어깨 차량 정차 시 후방으로 충분한 거리에서 신호할 것
• 사면 특성상 고소작업이 많으므로 추락위험 예방을 위한 안전장구를 반드시 갖추도록 한다.
• 사면의 균열 및 이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손 발생은 중대한 결함이므로 지체없이 관리주체에 통보하여야 한다.</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="3">• 사진기
• 줄자(5m, 50m)
• 사다리
• 클리노콤파스
• 지질용해머
• 필기도구
• 교통통제 기구(신호봉, 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

1.7 종합결론

1.7.1 외관조사

가. 1구간

- 상부자연사면은 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면내 집수가 될 지형이 없으나 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 사면에서 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 사면하부는 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면규모가 크고, 하부 교통량이 많은 조건에 있으므로 누수, 낙석 등에 의한 2차피해가 발생할 확률이 높으므로 노면상태를 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 보호시설은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보강시설은 저항력 증가법으로 쏘일네일링 공법을 시공하였으며, 설치상태는 육안으로 확인할 수 없으나, 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.
- 배수시설 외관조사 결과, 배수기능 상실로 심각한 간극수압 발생 등은 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 이격거리내 시설은 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으나, L형측구에서 균열이 발견되었다. 이외 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 공중이 이용하는 부위는 파손 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

나. 2구간

- 상부자연사면은 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면내 집수가 될 지형이 없으나 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 사면에서 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함은 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 사면하부는 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었으며. 본 구간은 사면규모가 크고, 하부 교통량이 많은 조건에 있으므로 누수, 낙석 등에 의한 2차피해가 발생할 확률이 높으므로 노면상태를 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 보호시설은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보강시설은 저항력 증가법으로 쏘일네일링 공법을 시공하였으며, 설치상태는 육안으로 확인할 수 없는 것으로 파악되었다.
- 배수처리시설은 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 이격거리내 시설은 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 공중이 이용하는 부위는 파손 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

1.7.2 사면 파괴요인 조사

가. 1구간

- 1구간 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과, 사면의 최대높이 14.5m 지점에서 토층두께는 약 8.0m로 본 구간은 토사사면인 것으로 확인되었으며, 1구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 15.2mm이상으로 측정되었다. 육안관찰 결과를 종합한 결과 토질조건은 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.
- 대상사면에 대한 형상을 평가하기 위하여 스태프 및 경사계를 이용하여 각 소단별 경사를 측정하였으며, 현장 측정결과, 실측경사는 1구간 약 1:0.9~1:1.5으로 설계경사와 대체로 유사한 것으로 분석되어 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 불안정요인은 없는 것으로 판단된다.
- 계곡부, 요철지형 등은 지표수의 지속적인 유입으로 지반강도 약화의 원인이 되므로 집수지형의 개소수에 대하여 현장 설계도면 및 현장 육안관찰로 조사한 결과, 대상사면 내·외부 집수지형은 1개소가 존재하는 것으로 파악되었다.
- 최근 기상청 강우분석 자료에서 해당지역에 대한 정보는 없어 인근 수원지역 자료를 바탕으로 조사한 결과, 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm으로 확인되었다. 대상사면의 누수상태를 조사한 결과, 본 구간에서는 누수흔적이 관찰되지 않아 누수가 발생하지 않는 건조한 상태로 판단된다.
- 대상사면의 표면보호를 위하여 종자분사파종 공법이 적용되었으며, 현장조사 결과, 식생이 문제가 없는 상태로 조사되어 양호한 것으로 판단된다.
- 1구간의 배수조건 조사결과, 전반적인 배수상태는 양호하여 사면 내·외부 지표수 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

나. 2구간

- 2구간 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과, 사면의 최대높이 32.3m 지점에서 토층두께는 약 19.5m로 본 구간은 토사사면인 것으로 확인되었으며, 2구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 17.5mm이상으로 측정되었다. 육안관찰 결과를 종합한 결과 토질조건은 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.
- 대상사면에 대한 형상을 평가하기 위하여 스태프 및 경사계를 이용하여 각 소단별 경사를 측정하였으며, 현장 측정결과, 실측경사는 1구간 약 1:0.8~1:1.9으로 설계경사와 대체로 유사한 것으로 분석되어 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 불안정요인은 없는 것으로 판단된다.
- 계곡부, 요철지형 등은 지표수의 지속적인 유입으로 지반강도 약화의 원인이 되므로 집수지형의 개소수에 대하여 현장 설계도면 및 현장 육안관찰로 조사한 결과, 대상사면 내·외부 집수지형은 1개소가 존재하는 것으로 파악되었다.
- 최근 기상청 강우분석 자료에서 해당지역에 대한 정보는 없어 인근 수원지역 자료를 바탕으로 조사한 결과, 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm으로 확인되었다. 대상사면의 누수상태를 조사한 결과, 본 구간에서는 누수흔적이 관찰되지 않아 누수가 발생하지 않는 건조한 상태로 판단된다.
- 대상사면의 표면보호를 위하여 종자분사파종 공법이 적용되었으며, 현장조사 결과, 식생이 문제가 없는 상태로 조사되어 양호한 것으로 판단된다.
- 2구간의 배수구조물로 전반적인 배수상태는 양호하여 사면 내·외부 지표수 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

1.7.3. 상태평가 결과

- 전차 점검결과와 비교 결과, 금회 상태등급은 기존 『B(0.250)』 등급에서 『B(0.250)』 등급으로 등급이 동일하며 결함도 지수도 동일한 것으로 확인되었다. 전차와 같은 상태로 확인되며 동지수로 확인되었다.
- 따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『보통의 손상, 결함이 발생하였으나 안전성에 지장은 없으며, 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 간단한 보강이 필요한 상태』로 안전등급은 "**B등급**"으로 평가되었다.

1.7.4 종합결론

- 본 과업 대상 절토사면은 2017년에 준공되어 약 7 년간 공용되고 있고, 비봉～매송간 도시고속도로 이정 0+250～0+702 비봉방향 우측에 위치한 총 연장 449m, 최고 높이 32.3m의 2종 시설물이다. 외관조사결과 1구간 이격거리내 시설 0+520, 0+550 지점에서 L형측구 균열이 조사되었다.

- 사면의 경사 측정결과, 경사는 1구간 약 1:0.9～1:1.5, 2구간 약 1:0.8～1:1.9로 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 8.0m, 2구간 19.5m로 확인되었다.

- 외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 기존 『B(0.250)』 등급에서 『B(0.250)』 등급으로 등급이 동일하며 전차와같은 상태양호인 것으로 확인되어 동지수로 평가되었다.

- 따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

1.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 정밀안전점검 결과, 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 조사되었다.

1.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 사면의 상부 사면 및 사면은 장마철 및 집중호우의 의한 손상이 발생할 수 있어 정기안전점검 시 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

1.7.7 기타 필요한 사항

- 본 사면은 고속도로 상에 위치하여 통행량이 많아 점검을 위한 사면 진입시 통행차량에 주의가 필요하며, 특히 해빙기 및 장마시 실족 등의 안전사고에 유의해야 할 것으로 판단된다.

제 2 장 절토사면STA.0+281~0+716(우)

2.1 시설물 현황

2.2 자료수집 및 분석

2.3 현장조사 및 시험

2.4 상태평가

2.5 종합평가 및 안전등급 지정

2.6 보수·보강 및 유지관리방안

2.7 종합결론

제 2 장 절토사면STA0+281~0+716(우)

2.1 시설물 현황

2.1.1 시설물 일반현황

본 과업 대상 절토사면은 비봉~매송간 도시고속도로 이정 STA. 0+281~0+716 매송방향 우측에 위치하고 있는 총 연장 435m, 최고 높이 37.3m의 2종 시설물이다.

대상 절토사면은 하부 암반사면, 상부 토사사면으로 형성되어 있으며, 낙석방지울타리(STA.0+390.0~0+640.0), 숏크리트 등의 사면보호시설, 소단배수로, 산마루측구 등의 배수처리시설, 점검로 등의 기타시설이 설치되어 있다. 대상 절토사면의 현황은 다음과 같다.

<표 2.1.1> 시설물 일반현황

시설물번호	SL2017-0000087		관리번호	-
시설물명	절토사면(STA0+281-0+716(우))		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경기도 화성시 비봉면 양노리 324-7		
	위치좌표	시점 : 37°13′53.62″ 126°51′58.32″		
		종점 : 37°13′52.87″ 126°52′16.22″		
제 원	연 장	435m	높 이	37.3m (소단수 : 4)
	경사/방향	40° / N005°	토층 심도	8.6m
	토층 심도율	8.6 / 37.3 = 0.23	사면 구분	혼합 사면
관리주체	화성도시고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변환경	-	상부사면경사	5.1°~30° / N002°
시공현황	준공일	2017년 06월 30일	시 공 자	현대엔지니어링(주)
	부대시설	낙석방지시설, 점검계단, 배수시설		
비 고	수로공-수평배수공			

2.1.2 시설물 전경

본 절토사면의 전체 전경 및 주요구간 전경은 다음과 같다.

가. 전경사진



전체 전경



시점부 전경



종점부 전경



시점부 점검계단 전경



배수처리시설 전경

	
이격거리시설 전경	사면하부 전경
	
숏크리트 표면보강 전경	중간배수로 전경
	
사면상부 전경	점검로

<그림 2.1.1> 절토사면 전경

나. 조사영역 및 사면의 분할

사면의 분할은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로 정밀안전점검이나 정밀안전진단의 대상이 되는 절토사면의 규모와 영역을 결정하는 작업을 의미한다. 현장에서 접하게 되는 절토사면은 대개 지형적인 특성에 의해 여러 절토사면이 연속하여 연결되어 있어 이를 구분하기 위한 명확한 기준이 필요하다.

본 절토사면의 사면분할은 현장조사결과 수직고가 5m 이하로 낮아지는 지점이 없어 생략하였고, 구간분할의 경우는, 사면의 경사방향이 40°이상으로 변화하지 않았으며, 동일구간의 연장이 200m이상으로 사면의 규모나 지형적 특성을 고려하여 구간분할을 실시, 2개 구간으로 상태평가와 안정성평가에 효율일 것으로 판단하여 분류하였다.

본 절토사면의 구간분할은 상부 자연사면으로부터 집수지형으로 형성된 계곡부를 기준으로 우측 1구간(240m), 좌측 2구간(195m)로 나누어 구간을 분할하였다.



구간 분할

<표 2.1.2> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
1구간	240	37.3m	8.6m	0.23	1 : 1.17	혼합사면
2구간	195	30.1m	7.1m	0.24	1 : 1.24	혼합사면

2.1.3 위치도 및 관련도면

본 절토사면의 시설물 위치도와 시공관련 주요도면은 다음과 같다.

가. 위치도 및 지질·지형도

1) 위치도



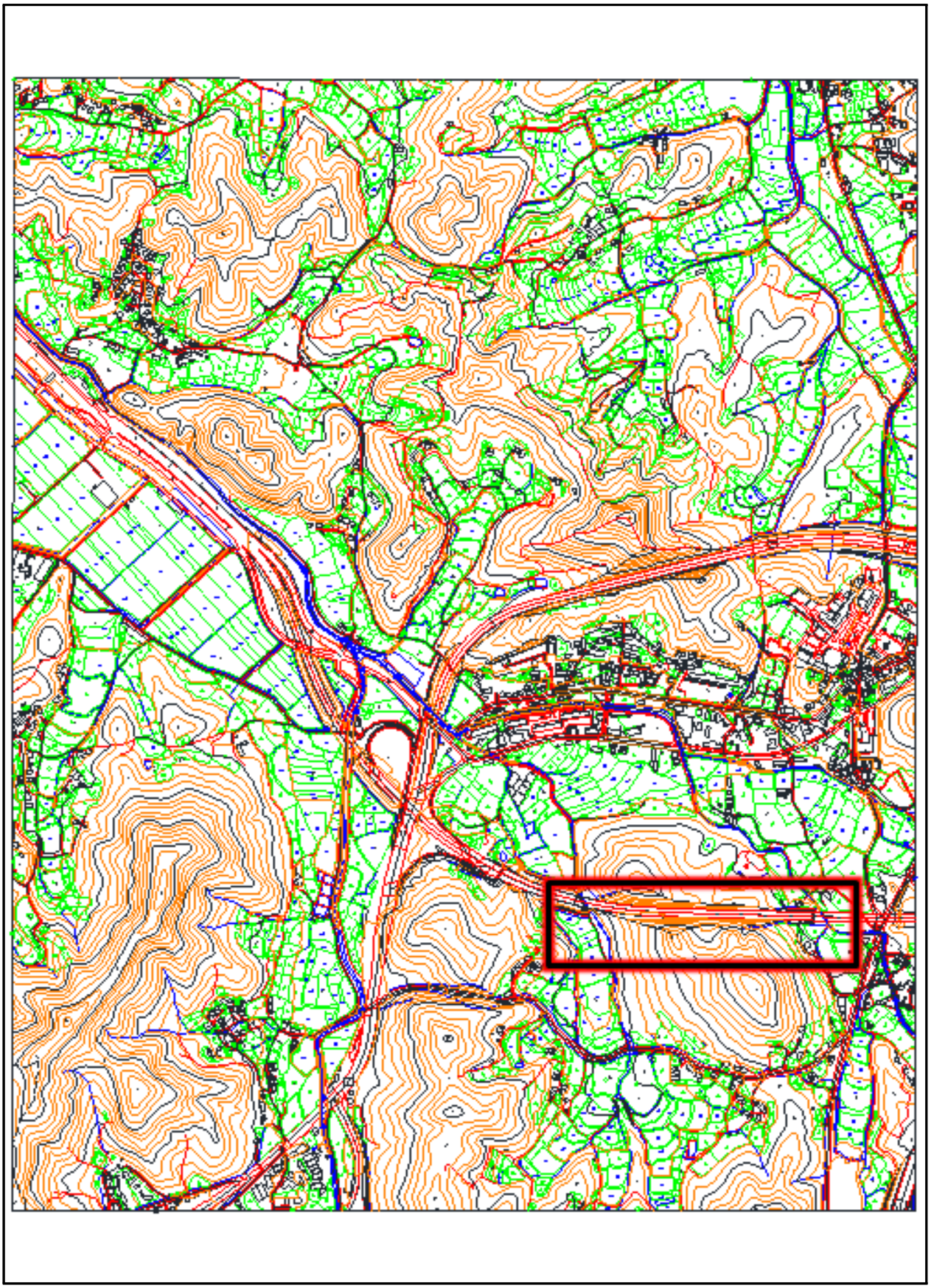
<그림 2.1.2> 절토사면 위치도

2) 지질도



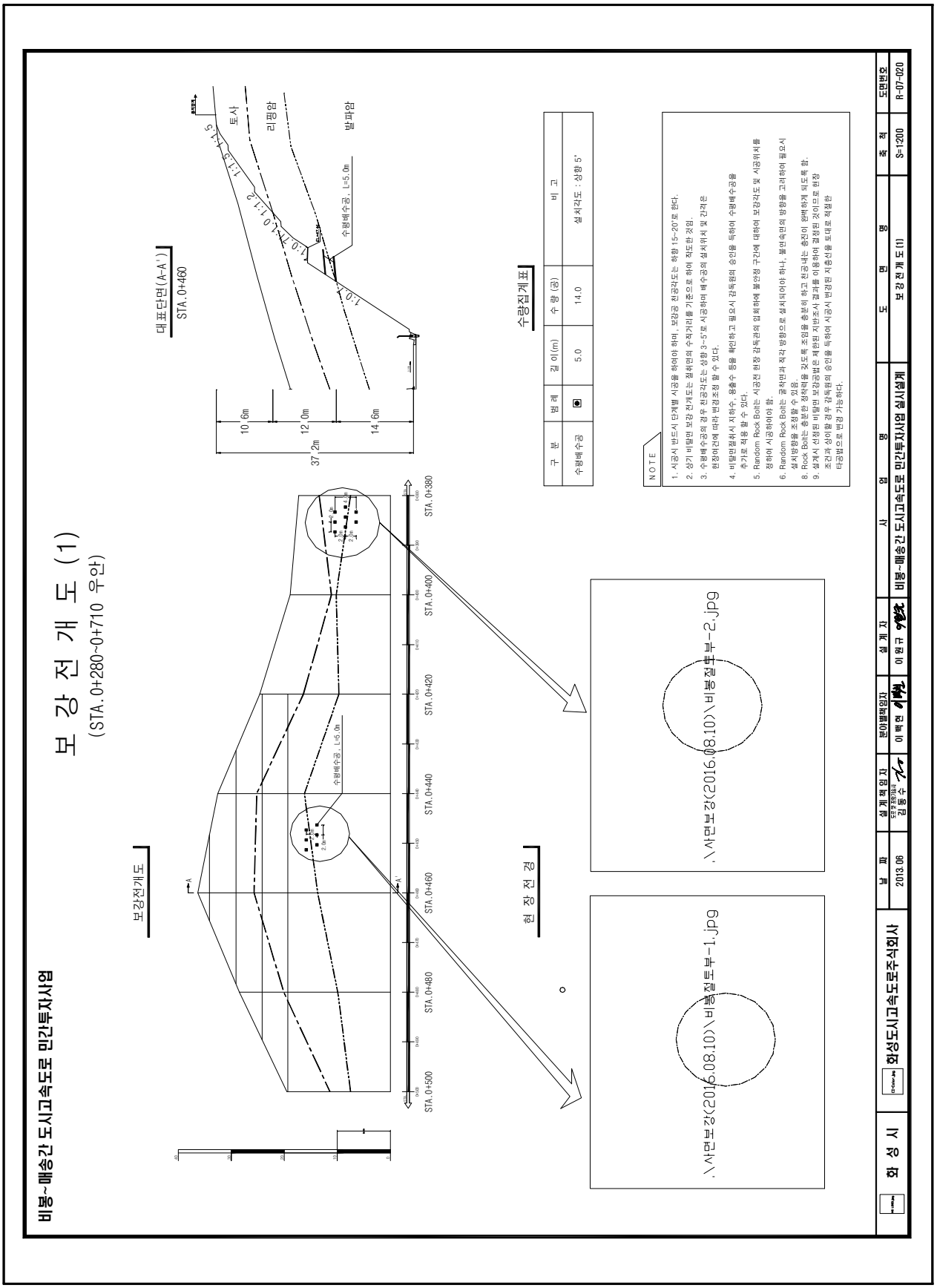
<그림 2.1.3> 절토사면 지질도

3) 지형도 및 평면도

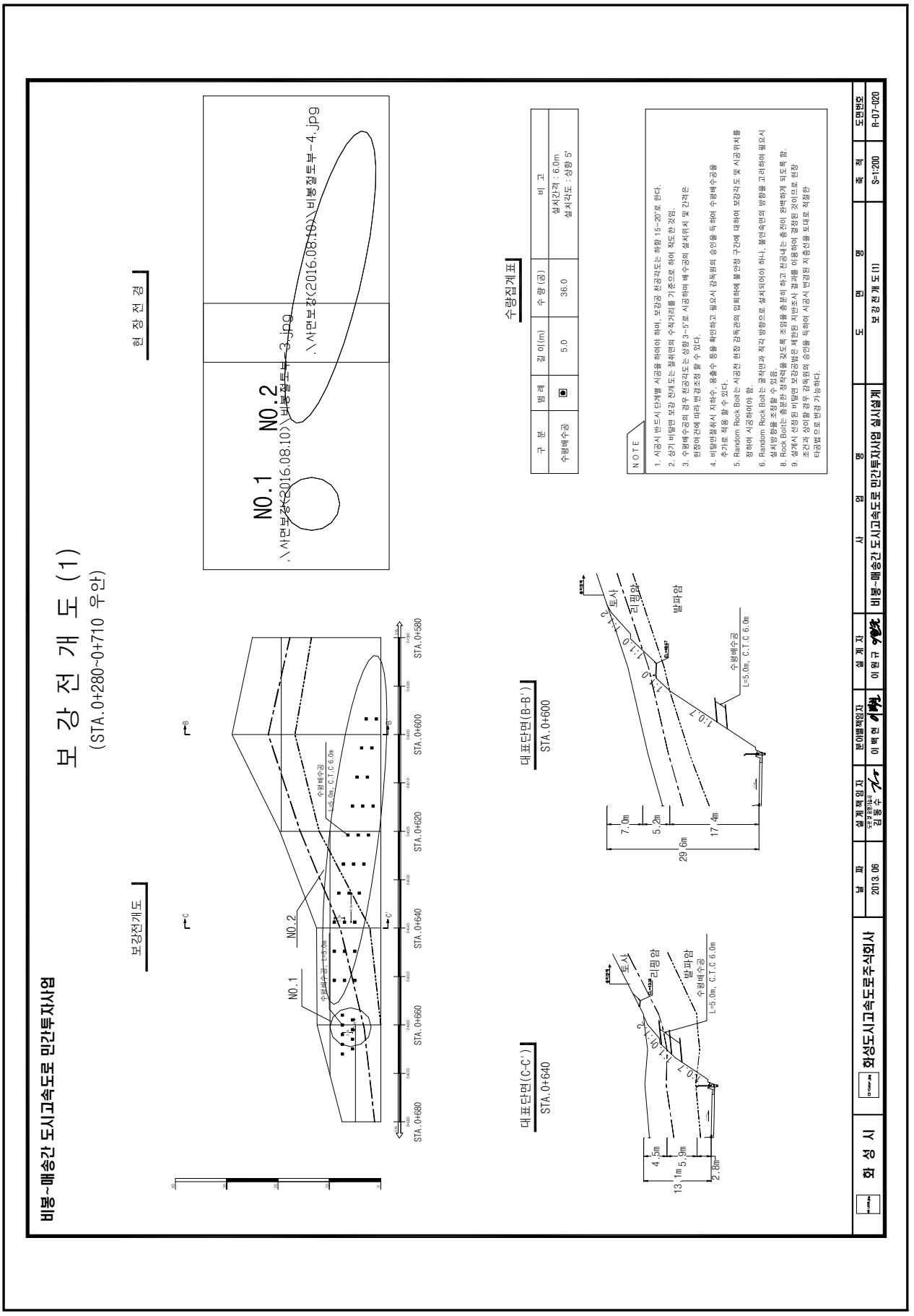


<그림 2.1.4> 절토사면 지형도

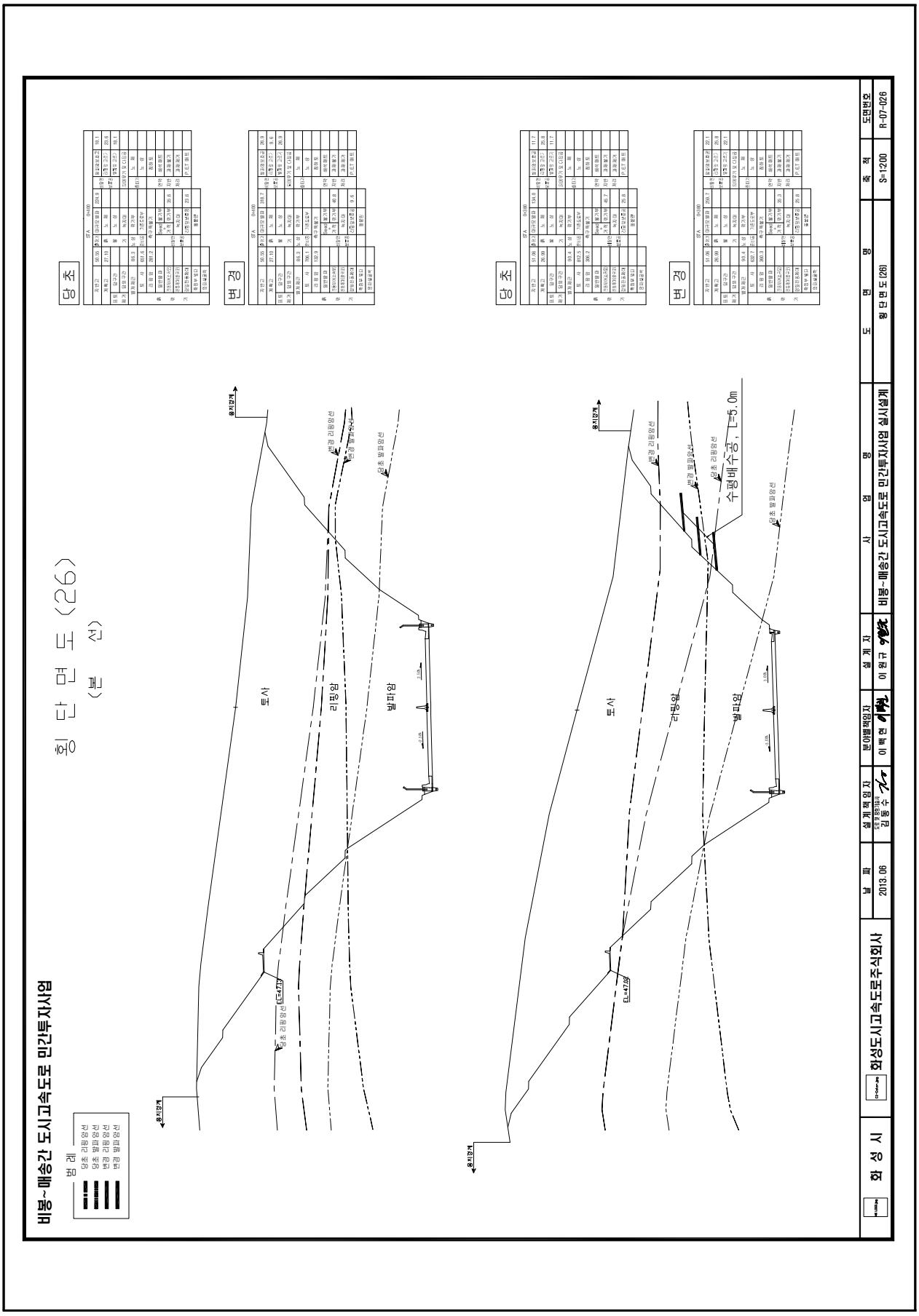
나. 관련도면



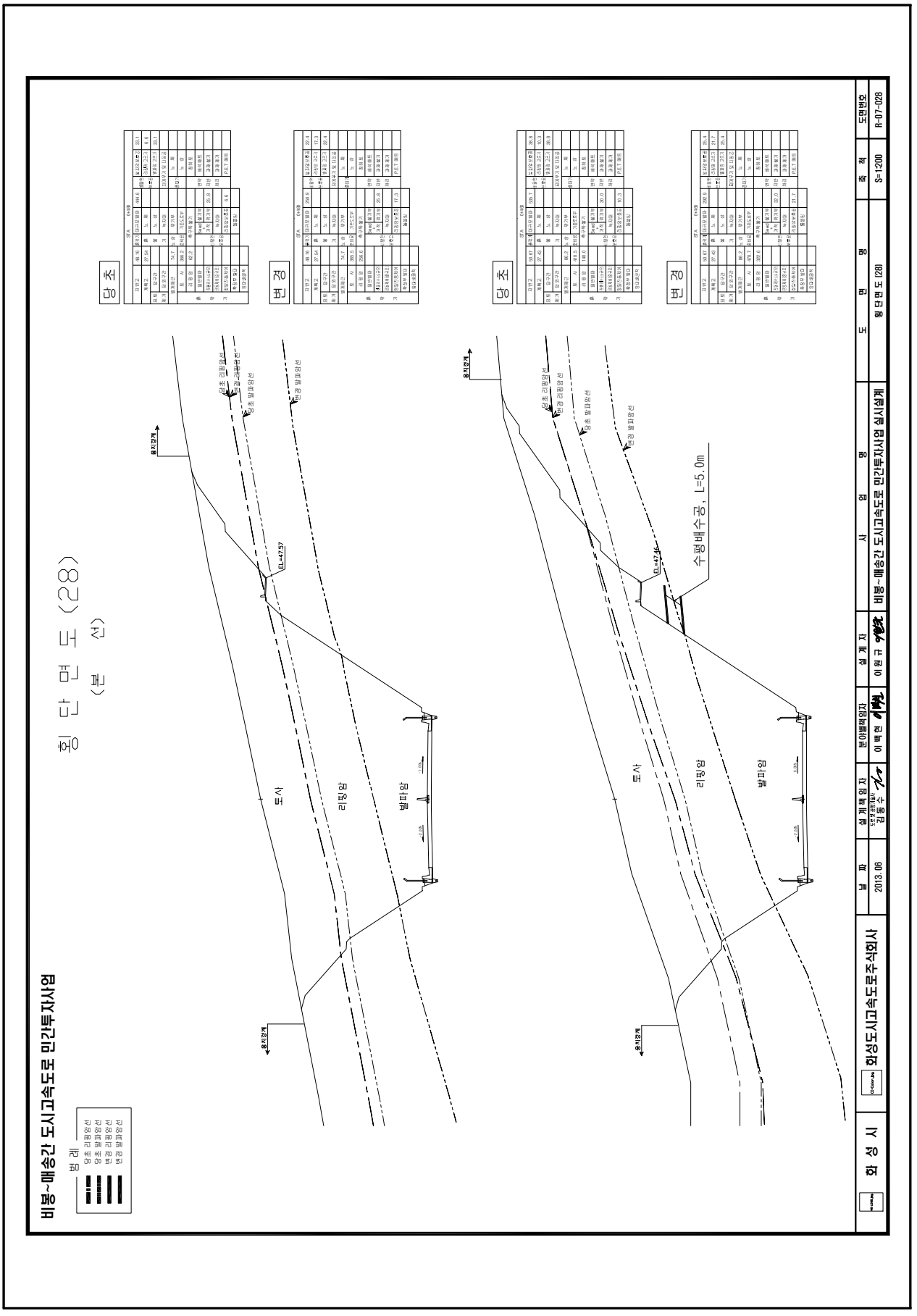
<그림 2.1.5> 보강 전개도(1)



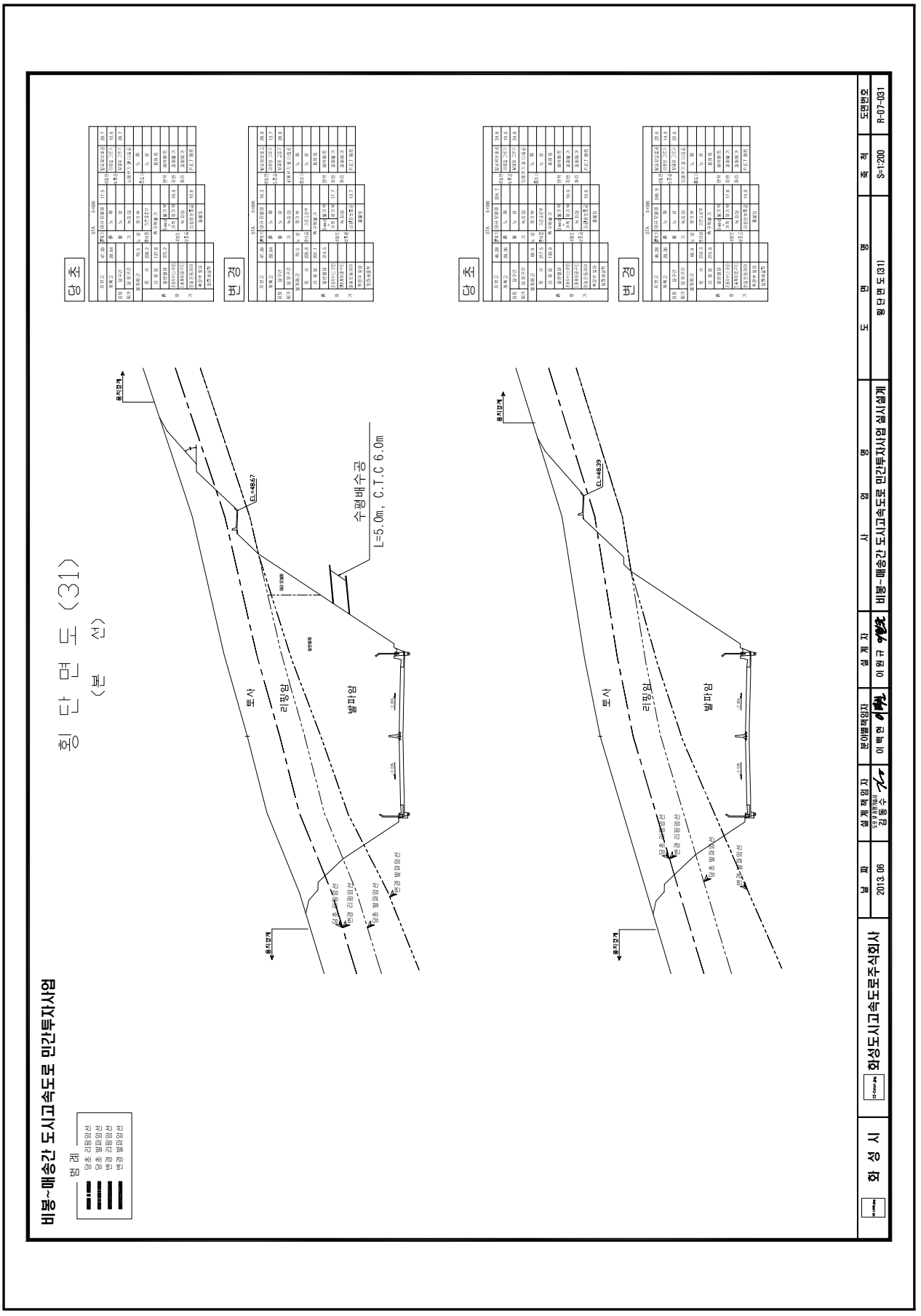
<그림 2.1.6> 보강 전개도(2)


횡 단 면 도 (26)
(본 선)
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업
범 례
토사
리핑암
발파암
용지경계
당초
변경
수평배수공, L=5.0m
EL=47.0M
화성도시고속도로주식회사
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업 실시설계
횡 단 면 도 (26)
S=1:200
R-07-026
2013. 06
이 원 규
이 백 현
김 동 수

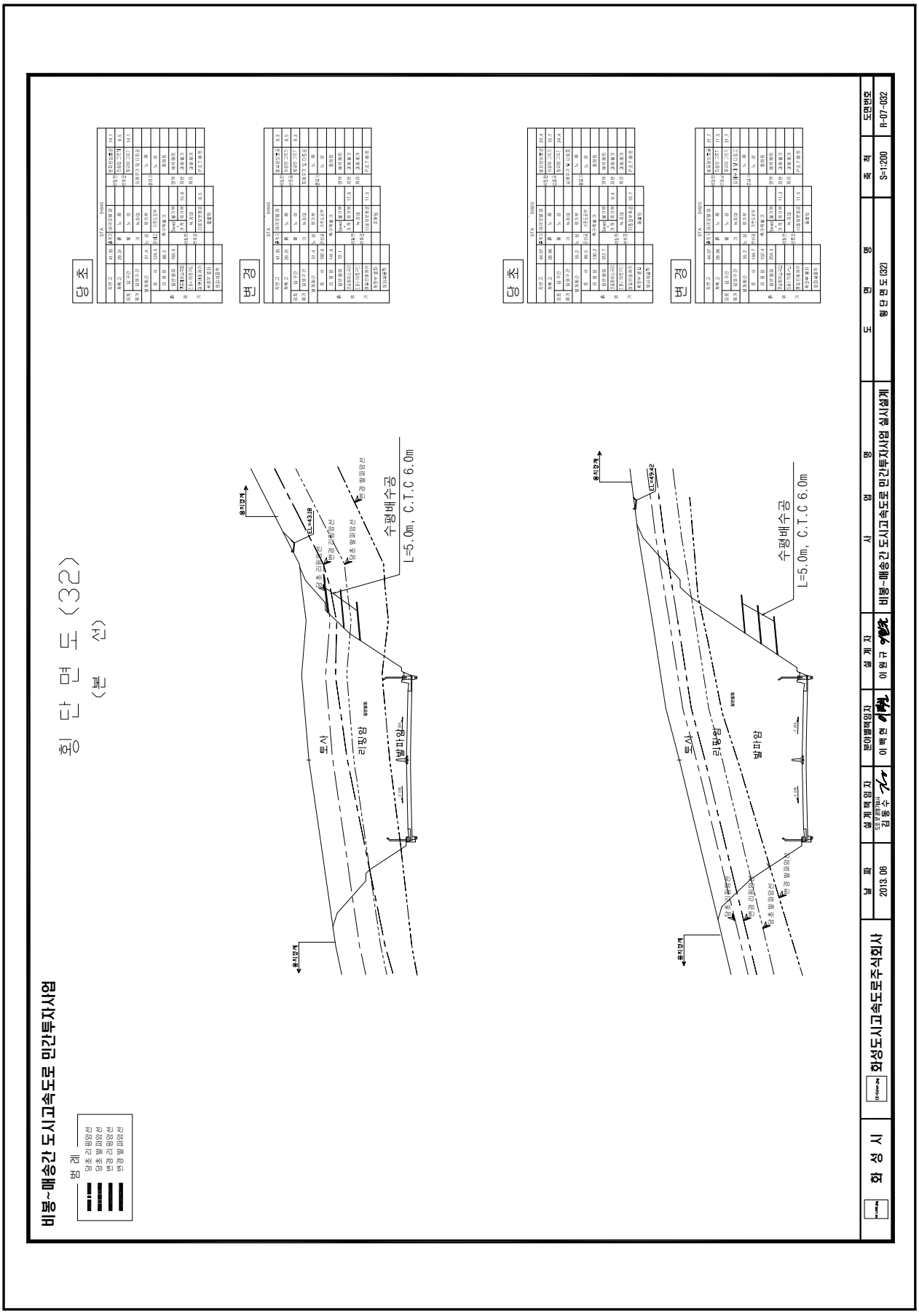
<그림 2.1.7> 횡단면도(1)


횡 단 면 도 (28)
(본 선)
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업
범 례
토 사
리핑암
발파암
수평배수공, L=5.0m
EL=47.57
EL=47.46
용지경계
당초
변경
화 성 시
화성도시고속도로주식회사
2013. 06
이 원 규
이 병 연
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업 실시설계
횡 단 면 도 (28)
S=1:200
R-07-028

<그림 2.1.8> 횡단면도(2)


횡 단 면 도 (31)
(본 선)
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업
범 례
토 사
리핑암
발파암
수평배수공
L=5.0m, C.T.C 6.0m
EL=48.67
EL=48.39
당초
변경
화 성 시
화성도시고속도로주식회사
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업 실시설계
횡 단 면 도 (31)
S=1:200
R-07-031

<그림 2.1.9> 횡단면도(3)



<그림 2.1.10> 횡단면도(4)

2.2 자료수집 및 분석

2.2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

<표 2.2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	● 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 설계보고서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	-
	● 설계도면	보유	-
시설물 관리대장	● 기본현황 ● 상세제원 ● 유지관리 이력	보유	-
시공관련 자 료	● 시공관련 자료 ● 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ● 사고기록	보유	-
기존 안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	-
보수·보강이력 자료		보유	-

- 자료조사 결과, 관리주체는 시설물 준공이후 설계도서 및 시공자료를 보유하고 있고, FMS의 시설물관리대장도 적정하게 등록 및 관리되고 있는 것으로 확인되었다. 시설물의 제원은 설계도면과 시설물관리대장이 상호 일치하고 있는 것으로 분석되었다.

2.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과

본 절토사면은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 14회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 2.2.2> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	2,845	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	양호	없음	조정순	2017-12-01
2	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하였으나, 향후 우기시에 대비하여 사면 유실 방지를 위한 식생관리 등이 필요함.	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	없음	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	1,150	전반적으로 양호함.	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	없음	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검	자체수행	1,176	일부구간 표면 유실 및 표면붕괴 현상이 발생하였으나 임시복구 후 추가 붕괴 및 유실 징후가 없으며, 현재 검토되고 있는 사면 복구방안을 확정하여 우기전 복구를 완료하시기 바람.	2018-11-07	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	보통	표면유실 및 표면 붕괴 현상부 사면보수 보강 필요	이영주	2018-11-14

<표 2.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
5	정기안전점검	자체수행	1,176	일부구간 표면유실 및 표면붕괴 현상이 발생하였으나 임시 복구 후 추가 붕괴 및 유실 징후가 없으며, 현재 사면 보수를 시행하고 있음.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	보통	표면유실 및 표면 붕괴 현상부 사면보수 시행 중	이영주	2019-06-24
6	정기안전점검	자체수행	1,176	2019년 상반기 조사되었던 일부부간 표면유실 및 표면붕괴부는 보수가완료되어 사면파괴 현상이 없고 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음. ※ 표면유실 및 표면붕괴부 보수완료로 점검결과 보통에서 양호로 조정함.	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	없음	이영주	2019-11-21
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	3,839	- 사면하부 붕락우려(2구간), 폐기물적치, 녹생토 퇴적(1구간)(2구간) - 보호시설 낙석방지망 파손(1구간), 녹생토 유실(1구간) - 배수처리시설 소단배수로 균열(1구간)(2구간), 망상균열(1구간), 산마루측구 낙엽퇴적(2구간), 소단배수로 토사퇴적(1구간) - 기타시설 상태양호	2020-06-28	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29

<표 2.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
8	정기안전점검(하반기)	자체수행	1,176	0+620(매송) 지점 상부에 지하수 유출로 표층이 유실되었고 0+580(매송) 붕락우려가 있으나 급격한 붕괴는 없을 것으로 판단됨. 해빙기 전 보수하여 추가유실이 되지 않도록 관리하고, 소단측구 바닥 보수부 재균열은 균열이 확장되고 있는 것으로 판단되므로 조속한 보수를 요함. ※ 표층유실이 있어 점검결과를 양호에서 보통으로 하향조정	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	보통	표층 유실부 보수 및 소단측구 균열 보수	이영주	2020-12-10
9	정기안전점검(상반기)	자체수행	-	0+620(매송) 표층유실부 보수완료하였고 0+580(매송) 붕락부는 추가붕락이 없을 것으로 판단되므로 지속적인 관찰이 필요하며, 소단측구 바닥 보수부 재균열은 균열이 확장되고 있는 것으로 판단되므로 조속한 보수를 요함.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	보통	소단측구 균열 보수	이영주	2021-06-28
10	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	-0+490(매송) 소단측구 파손부 및 전구간 균열보수 완료 -0+580(매송) 붕락우려부는 추가붕락이 없을 것으로 판단되므로 지속적인 관찰이 필요함.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	보통	-	이영주	2021-11-29

<표 2.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	2,992	외관조사결과, 사면하부에 녹생토 퇴적, 보호시설에 낙성방지망 파손, 녹생토 유실, 배수처리시설 소단배수로 및 산마루측구에서 균열, 망상균열, 토사퇴적, 낙엽퇴적 등이 보수 된 것으로 조사되었다. 붕락우려는 손상의 확대가 되지 않은 것으로 확인되었다. -외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 『B(0.197)』 등급으로 평가되었다. -따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인 들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	- 주의관찰	김무열	2022-06-30
12	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	-0+470, 0+600(매송) 사면 유실부 복구완료로 전체적으로 양호함.	2022-11-30	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	없음	김동민	2022-12-05

<표 2.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
13	정기안전점검(상반기)	(주)이도	2,600	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 표층 유실(2개소, 보수완료), 식생불량, 배수로 재균열의 손상이 조사되었다. 표층 유실 및 보수부가 2개소 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.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 표면처리	나영일	2023-08-02
14	정기안전점검(하반기)	(주)이도	2,600	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 보강시설 균열, 표층 유실(2개소, 보수완료), 식생불량, 배수로 재균열/파손의 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.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 단면보수, 표면처리	나영일	2024-01-31

<표 2.2.3> 2020년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2020년도 정밀안전점검
용역기간		· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA0+281～0+716(우)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 붕락우려, 폐기물적치, 녹생토 퇴적
	보호시설	· 낙석방지망 파손, 녹생토 유실
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 산마루측구 낙엽퇴적, 소단배수로 망상균열, 균열, 토사퇴적
	이격거리내시설	· 상태양호
	기타시설	· 상태양호
종합의견		- 본 STA.0+281~0+716(우) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**

<표 2.2.4> 2022년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2022년도 정밀안전점검
용역기간		· 2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA0+281～0+716(우)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 붕락우려, 폐기물적치, 녹생토 퇴적
	보호시설	· 낙석방지망 파손, 녹생토 유실
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 산마루측구 낙엽퇴적, 소단배수로 망상균열, 균열, 토사퇴적
	이격거리내시설	· 상태양호
	기타시설	· 상태양호
종합의견		- 본 STA.0+281~0+716(우) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**

2.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료

본 시설물에 대한 FMS에 등록된 보수·보강 이력은 1회 있는 것으로 조사되었다. 또한 경미한 손상들에 대하여 일상적인 유지관리 활동이 이루어지고 있는 것으로 확인되었다.

또한, 준공이후 하중상태 등 변화 여부를 파악하기 위해 준공당시 설계도서 및 유지관리이력 등을 참조하여 검토한 결과, 준공이후 용도, 구조, 하중상태 변화는 없는 것으로 조사되었다.

<표 2.2.4> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	비봉-매송단 도시고속도로 민간투자사업	보수	0+600 사면 상단	(주)동명기술공단 종합건축사사무소	(주)일맥건설
	2021-04-26 2021-06-15		숏크리트 39㎡+레일링(L=8m)7공, 수평배수공 2공	7,000	전성재

2.2.4 시설물 내진설계 여부 확인

<표 2.2.5> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 여부
절토사면STA.0+281～0+716(우)	건설공사 비탈면 설계기준(2011, 국토해양부)으로 설계됨

다. 암반 깎기 비탈면 안정성 검토결과

검토단면		평사투영해석	평면파괴 한계평형해석			판 정	비 고
		평면파괴 발생가능성	건기시 (Fs=1.5)	우기시 (Fs=1.2)	지진시 (Fs=1.1)		
깎기 2구간	좌측	없음	–	–	–	O.K	
	우측	없음	–	–	–		
깎기 3구간	좌측	높음	3.666	3.503	3.222	O.K	
	우측	없음	–	–	–		
깎기 6구간	좌측	없음	–	–	–	O.K	
	우측	있음	1.688	1.484	1.324		
깎기 7구간	좌측	없음	–	–	–	O.K	
	우측	있음	2.231	1.753	1.507		
깎기 8구간	좌측	없음	–	–	–	O.K	
	우측	없음	–	–	–		
깎기 9구간	좌측	없음	–	–	–	O.K	
	우측	없음	–	–	–		
개착 터널	좌측	없음	–	–	–	O.K	
	우측	없음	–	–	–		

1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
SL2017-0000087		절토사면(STA0+281-0+716(우))	시도	비봉-매송간 도시고속도로	연직높이 30미터 이상(옹벽이 있는 경우 옹벽상단으로부터의 높이)을 포함한 절토부로서 단일 수평연장 100미터이상인 도로사면	2종	절토사면	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분				소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	화성시	비봉면 양노리 324-7		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2019년 06월 29일	유	유	유		dscf2620.jpg dscf2603.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2014-03-31	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주)	643

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2020년 11월 26일	이영주

비고	

2.2.5 자료수집 및 분석결과

<표 2.2.6> 자료수집 및 분석결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음 -전차 과업 중점점검사항 사면부 우류세굴, 녹생토유실	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함. -우류세굴 및 녹생토유실에 대한 진전과 확대 여부 확인
	-보수·보강 이력	-사면 유실 토사 제거 및 숏크리트 설치의 보수가 이루어짐. 또한 일상적인 유지관리활동이 시행되는 것으로 확인됨.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

2.3 현장조사 및 시험

2.3.1 개 요

외관조사는 절토사면을 구성하는 각 부위에 대하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시세부지침』의 시설물별 점검사항에 근거하여 시행하였으며, 사전조사를 실시하여 기존 점검 및 유지관리자료 등에서 파악된 중점점검 손상의 진전 및 확대, 보수 여부, 보수부 재손상 유무 확인에 주안점을 두고, 현장 투입 전 안전수칙, 인원 및 장비 체크사항, 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 조사를 실시하였으며, 점검대상 부위는 면밀한 조사가 가능하도록 사다리, 점검로 등을 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였다.

또한, 현장시험은 절토사면의 상태평가를 위하여 암석용 슈미트해머를 이용한 암반강도 측정, 토양경도계를 이용한 토양경도 측정, 클리노콤파스, 줄자 등을 이용한 불연속면 조사, 경사계와 스태프를 이용한 사면의 경사 측정, 설계도면, 스태프를 이용한 토층심도 측정 등의 실측조사를 실시하였다. 노출암반에 대해서는 노두를 찾아 조사하였으나, 식생, 낙엽 등으로 덮여 조사불가한 경우 유사한 지점의 설계자료를 활용하여 특성을 분석하였다. 금회 조사된 손상현황은 상태평가 및 유지관리 등에 활용하고, 시설물에 대한 지속적인 추적관리와 기술정보 제공이 가능하도록 외관조사망도에 상세히 기록하였다.



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사

<그림 2.3.1> 현장조사 전경

2.3.2 평가대상 분할

가. 구간 및 측점 분할

1) 사면의 분할

본 사면은 연장 435m, 높이 37.3m의 규모로서 시점부에서 종점부까지가 연속된 동일 절토부로 구성되어 있어 『세부지침 14.2.1 나)』에 따라서 1개의 사면으로 분할하였다.

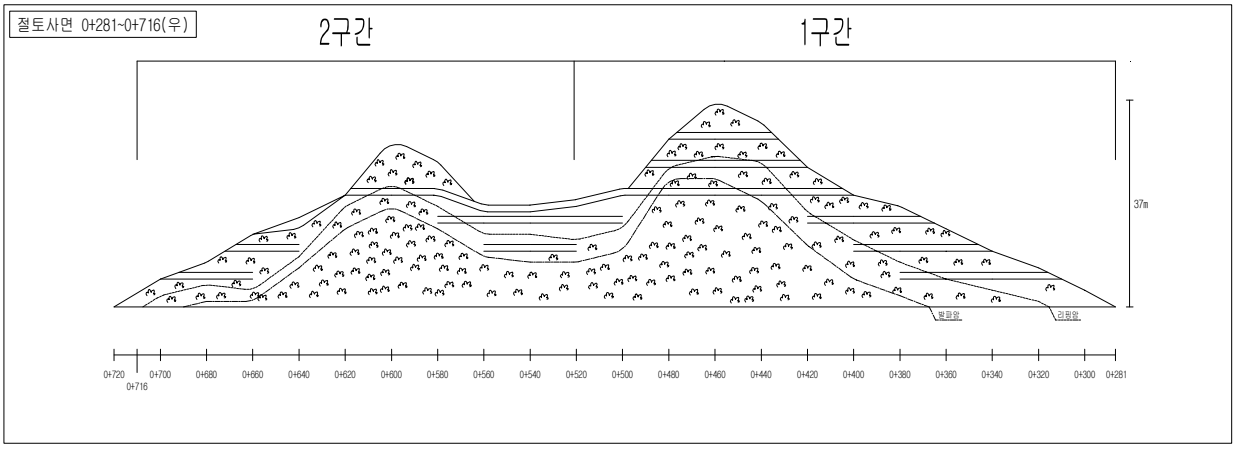
2) 구간분할

본 사면의 상태평가를 위한 조사영역을 결정하기 위하여 『세부지침 14.2.1 나)』에 따라서 사면의 구성재료, 지형적 특성, 시설물 규모 등을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 1개의 사면을 2개의 구간으로 분할하였고, 이에 따라 외관조사망도를 구분하여 작성하였다.

동일구간의 연장이 200m 이상일 경우 구간분할을 해야 하나, 1구간의 경우 재료시험을 결과 지반조건이 동일하여 40m에 대한 구간분할을 실시하지 않고 1구간으로 포함 시켰다. 구간에 대한 자료는 부록과 <표2.3.25>에 명시해 두었다.

<표 2.3.1> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
1구간	240	37.3m	8.6m	0.23	1:1.17	혼합사면
2구간	195	30.1m	7.1m	0.24	1:1.24	혼합사면

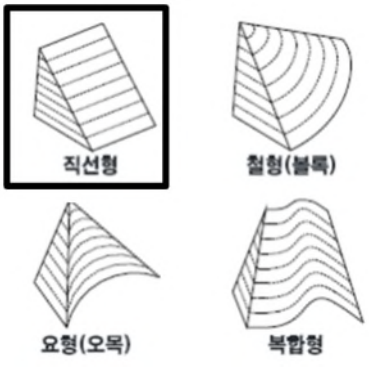
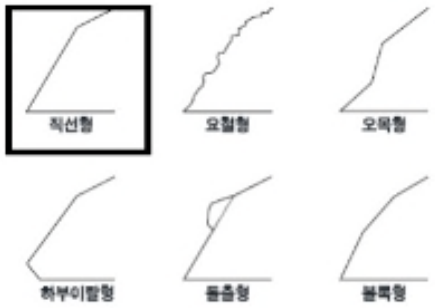


2.3.3 현장조사 체크리스트

<표 2.3.2> 일반현황

<table>
<tr><td>조사일자</td><td colspan="2">2024년 04월 29일</td><td>조사자</td><td colspan="2">진단1팀</td></tr>
<tr><td>일 기</td><td colspan="2">맑음</td><td>현황코드</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>행정구역</td><td colspan="5">경기도 화성시 비봉면 양노리</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위 경 도</td><td colspan="5">시점 : 37°13′53.62″ 126°51′58.32″</td></tr>
<tr><td colspan="5">종점 : 37°13′52.87″ 126°52′16.22″</td></tr>
<tr><td>도 로</td><td colspan="3">왕복4차선</td><td colspan="2">도로폭 : 17m</td></tr>
<tr><td rowspan="5">절토사면</td><td colspan="3">길 이 : 435m</td><td colspan="2">높 이 : 37.3m</td></tr>
<tr><td colspan="5">경사 / 경사방향 : 1구간 40°/N008°
2구간 44°/N002°</td></tr>
<tr><td colspan="5">도로와의 이격거리 : 평균 2.0 m이상</td></tr>
<tr><td colspan="3">구성물질 : 전반적 토사, 국부적 하부에 노두</td><td colspan="2">토층심도 : 8.6m</td></tr>
<tr><td colspan="5">소 단 : 4</td></tr>
<tr><td rowspan="4">낙석/뜬돌</td><td colspan="3">낙석 존재유무 : 무</td><td colspan="2">낙석의 양 : -</td></tr>
<tr><td colspan="5">낙석 평균크기 : -
낙석 최대크기 : -</td></tr>
<tr><td colspan="3">뜬돌 존재유무 : 무</td><td colspan="2">뜬돌의 양 : -</td></tr>
<tr><td colspan="5">뜬돌 평균크기 : -</td></tr>
<tr><td rowspan="7">절토사면
시공현황</td><td>종 류</td><td colspan="2">위 치</td><td colspan="2">상 태</td></tr>
<tr><td>낙석방지망</td><td colspan="2">1소단 97m~351m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>낙석방지울타리</td><td colspan="2">97m~351m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>소단배수로</td><td colspan="2">227m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>산마루측구</td><td colspan="2">190m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>점검로</td><td colspan="2">180m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>계단식-게비온 옹벽</td><td colspan="2">-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">붕괴이력</td><td>유 형</td><td colspan="2">규 모</td><td colspan="2">위 치</td></tr>
<tr><td>-</td><td colspan="2">-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>기 타</td><td colspan="5">2소단 259m 지점 숏크리트 표면보강, 1소단 400m 콘크리트 블록 표면보강</td></tr>
</table>

<표 2.3.3> 지형·지질 및 식생

<table>
<tr><td rowspan="3">주변지형의 특성</td><td colspan="2">주변지형</td><td colspan="4">산악</td></tr>
<tr><td colspan="2">종단면 형상</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타특징</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>사면의 특성</td><td>종횡단면</td><td colspan="2"> 
</td><td>종단면특성</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="7">상부자연사면</td><td colspan="2">경사도</td><td colspan="4">5.1°~30°</td></tr>
<tr><td colspan="2">인장균열</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">포행흔적</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">수목의 기울어짐</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">인공구조물</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">산마루측구</td><td colspan="4">우측 190m</td></tr>
<tr><td colspan="2">계곡부</td><td colspan="4">240m</td></tr>
<tr><td>지 질</td><td>지질각론
(지반조사보고서참조)</td><td colspan="5">• 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 중생대 쥬라기의 남양화강암으로 조사되었으며, 본 지층과 대표암상은 흑운모화강암으로 되어있다.
• 노출면은 보통풍화에서 심한풍화 상태
• 절리군J1:81/192, J2:10/054, J3:63/332 간격0.2~1.0m, 연장1.0~2.0m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">식 생</td><td>①종류</td><td>초 본</td><td>관 목</td><td>침 엽 수</td><td colspan="2">활 엽 수</td></tr>
<tr><td>②밀도</td><td>상</td><td>하</td><td>-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>③근계특징</td><td colspan="4">천근성(○), 심근성( )</td></tr>
</table>

2.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1) 현황(지형 및 지질)

- 대상 절토사면 1구간은 평면선형 직선형, 종단형상은 직선형이며, 주향 N008°E의 방향성을 보이고 있다. 사면경사는 1구간 약 1:1.17이다. 주요 구성 물질이 토사 및 암반인 혼합사면이다.
- 상부 자연사면은 5.1°~30°로 상향 경사로 이루어져 있으며, 종점부에는 산마루 측구가 설치되어 있고 시점부에는 점검계단이 있으며, 시점부 상부사면경사는 하향경사로 지형특성상 지표수의 사면 외곽처리가 양호한 조건으로 판단된다.
- 사면의 토층심도가 1구간 8.6m이며, 하부에 노출된 암반은 발파의 암질을 보이고 절리가 분포하고 있으나 대규모 암반파괴 또는, 낙석발생 가능성은 낮은 것으로 판단된다.
- 97m~240m 구간에는 낙석방지를 위한 낙석방지망과 낙석방지울타리가 설치되어 있으며, 토사사면은 표면보호를 위해 전 사면에 식생이 적용되어 있다.



구간 분할

2) 상부자연사면

a. 외관조사 결과

- 상부자연사면에서 사면 이상여부의 전조현상인 인장균열, 침하, 수목의 기울어짐 등의 발생여부와 인공시설물(봉분, 송전탑, 농경지 등)의 분포여부 및 사면경사의 완급에 따른 지표수의 사면내 영향여부 등에 주안점으로 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



상부자연사면 전경(0+440)



상부자연사면 전경(0+440)

<그림 2.3.2> 상부자연사면 손상현황

<표 2.3.4> 상부자연사면 손상물량

구 분			1구간	합계
상부자연사면	상태양호	-	-	-

<표 2.3.5> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 상부자연사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

3) 사면

a. 외관조사 결과

- 사면의 파괴징후인 단차, 배부름 등의 지반 변형여부와 토사구간의 지반포화에 의한 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴, 지하수 용출 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



사면 전경(0+400)



사면 전경(0+460))

<그림 2.3.3> 사면 손상현황

<표 2.3.6> 사면 손상물량

구 분			1구간	합계
사면	상태양호	-	-	-

<표 2.3.7> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

4) 사면하부

a. 외관조사 결과

- 사면하부는 지하수가 용출되기 쉬운 지점으로 지하수의 용출여부를 관찰하고, 낙석방지망 배면에 적치된 토석더미로 인한 낙석방지망의 구조적 불안전성여부와 사면하부 암이탈로 지지력 상실여부 등에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 히빙, 침하, 구조물변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태이나, 일부구간에 지하수 유출이 있는 것으로 조사되었으나, 식생의 번식으로 지하수 유출로 인한 우류세굴, 표면유실등은 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



사면하부 전경(0+400)



사면하부 전경(0+440)

<그림 2.3.4> 사면하부 손상현황

<표 2.3.8> 사면하부 손상물량

구 분			1구간	합계
사면하부	상태양호	-	-	-

<표 2.3.9> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면하부의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

5) 보호/보강시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 표면보호공법은 토사사면은 종자분사파종 공법, 녹생토 공법을 적용하여 전반적으로 표면녹화 되어 있으나, 하부 일부 노출된 암반은 낙석방지망과 낙석방지울타리로 보호되어 있다.
- 보호시설은 외관조사결과, 녹생토의 유실, 사면파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

b. 손상현황

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>보호시설 전경</td><td>보호시설 전경</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>보강시설 전경</td><td>보강시설 전경</td></tr>
</table>

<그림 2.3.5> 보호시설 손상현황

<표 2.3.10> 보호시설 손상물량

구 분			1구간	합계
보호/보강시설	상태양호	-	-	-

<표 2.3.11> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보호/보강시설	상태양호	-	-	-	감소(▼0.2)	보수완료

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 향후 주기적인 점검을 통하여 손상 발생여부를 지속관찰 하여야 할 것으로 판단된다.

6) 배수처리시설

a. 외관조사 결과

- 배수처리시설은 지표수 및 지하수의 처리를 원활하게 하여 사면의 침식과 더불어 표층 붕괴를 방지하기 위해 충분한 용량을 확보하여야 하며, 기능발휘에 장애가 없어야 한다. 배수시설의 배수기능 상태와 간극수압 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 배수처리시설은 외관조사 결과 배수로에 물고임, 막힘이 발생하지 않아 배수기능에 문제없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



배수처리시설 (0+640)



배수처리시설 (0+650)

<그림 2.3.6> 배수처리시설 손상현황

<표 2.3.12> 배수처리시설 손상물량

구 분			1구간	합계
배수처리시설	상태양호	-	-	-

<표 2.3.13> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
배수처리시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 주기적인 청소를 통한 배수기능 저하를 사전에 차단하는 것이 바람직하다.

7) 이격거리내 시설

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 이격거리내 시설은 낙석방지 울타리, L형 측구가 있는 것으로 조사 되었으며, 사면과 도로와의 이격은 평균 2.0m로 조사되었다. 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 사면의 파괴징후인 구조물의 변형여부와 낙석에 의한 파손 등 기능 상실여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 이격거리내 시설의 설치상태는 파손, 변형 등이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



이격거리내 시설 전경



이격거리내 시설 전경

<그림 2.3.7> 이격거리내 시설 손상현황

<표 2.3.14> 이격거리내시설 손상물량

구 분			1구간	합계
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-

<표 2.3.15> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 이격거리내 시설의 신규손상 발생여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

8) 자연적 외부요인

a. 강우 및 지하수 조건

지점번호	지점명	일시	강수량(mm)	일최다강수량(mm)	일최다강수량일자
119	수원	1994	1045.6	101.3	1994-08-28
119	수원	1995	1653.3	227.3	1995-08-19
119	수원	1996	952.1	153.6	1996-06-17
119	수원	1997	1394.3	150.4	1997-07-01
119	수원	1998	1626.9	208.1	1998-08-08
119	수원	1999	1556.1	153	1999-09-20
119	수원	2000	1328.8	333.2	2000-07-22
119	수원	2001	1067.2	120.3	2001-07-29
119	수원	2002	1231.7	203	2002-08-07
119	수원	2003	1514.8	121.5	2003-07-22
119	수원	2004	1217	89.5	2004-06-19
119	수원	2005	1427.7	84.5	2005-09-30
119	수원	2006	1362.7	169.5	2006-07-16
119	수원	2007	1325	82	2007-07-19
119	수원	2008	1342.9	121	2008-07-24
119	수원	2009	1541.2	272.5	2009-07-12
119	수원	2010	1470.6	97.5	2010-08-29
119	수원	2011	1975.9	190	2011-07-03
119	수원	2012	1748.3	276.5	2012-07-06
119	수원	2013	1240.1	79	2013-07-13
119	수원	2014	1029.1	117.7	2014-08-21
119	수원	2015	751.1	64.7	2015-07-29
119	수원	2016	1023.4	104.2	2016-07-01
119	수원	2017	1328.6	130.8	2017-08-20
119	수원	2018	1293.1	124.8	2018-08-28
119	수원	2019	915.8	108	2019-07-26
119	수원	2020	1635.5	134.2	2020-08-09
119	수원	2021	1084.4	70.9	2021-09-01
119	수원	2022	1864.0	285.0	2022-06-30
119	수원	2023	1409.4	91.6	2023-08-10
30개년 평균값			4465.6/30 = 148.85		

- 세부지침에 따라 해당지역의 평년 최대 강우강도를 1일 강우량으로 조사하였으며, 기상청 자료를 취득하여 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm로 조사되어 1일 강우량 100mm이상, 150mm미만으로 평가한다.

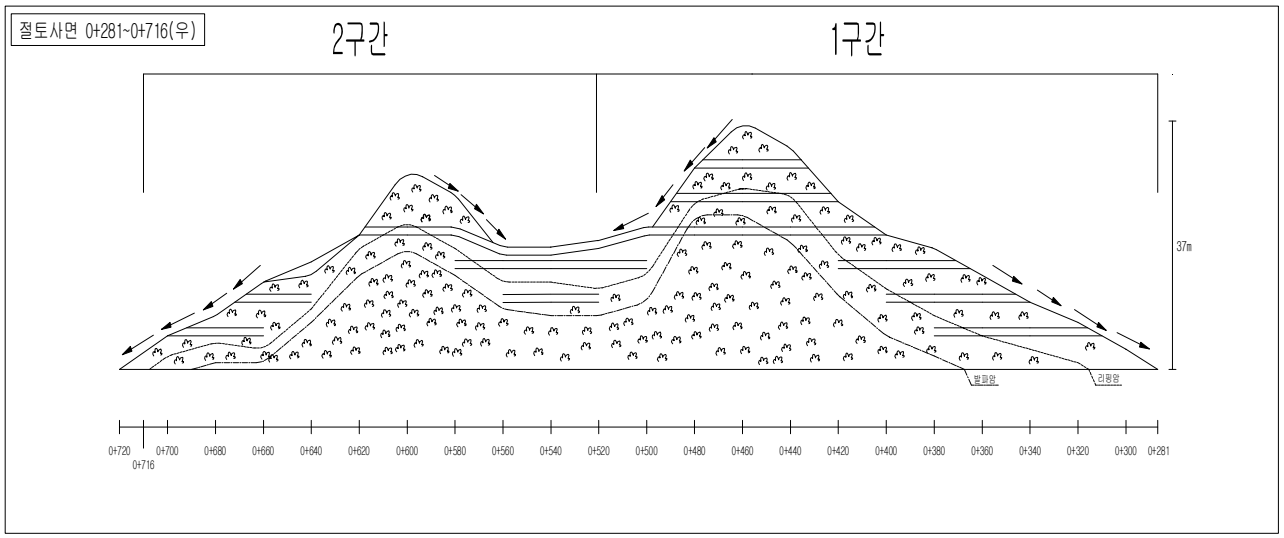
9) 사면형상

a. 사면경사

- 본 시설물 1구간의 평균 사면경사는 1:1.17 로 준공도서와 현장조사를 통해 검토되어 d 등급으로 산정한다.

b. 집수지형

- 본 시설물 1구간의 집수지형은 구간 시점부와 계곡부로 2개소의 집수지형이 조사되었다.



11) 인위요인

a. 표면보호

- 표면 보호상태의 육안조사결과 대체적으로 식생이 양호한 상태로 조사되어있어 평가기준은 b 등급으로 산정한다.

b. 보호/보강상태

- 보호/보강상태인 부대시설의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

c. 배수조건

- 배수조건에 대한 조사결과 대체적으로 완전배수가 가능하며, 건조상태를 유지하고 있는 것으로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

d. 절취상태

- 본 절토사면의 굴착방법은 준공도서 검토결과 선균열 발파 공법을 사용하여 시공하였으므로 상태평가 매우 좋음 '**a**' 등급으로 산정한다.

12) 공중이 이용하는 부위

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 공중이 이용하는 부위는 사면하부의 도로부로서, 지반변형에 의한 침하, 히빙, 파손, 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



공중이 이용하는 부위 전경



공중이 이용하는 부위 전경

<그림 2.3.8> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 2.3.16> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분			1구간	합계
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-

<표 2.3.17> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 공중이 이용하는 부위의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

나. 2구간

1) 현황(지형 및 지질)

- 대상 절토사면 2구간은 평면선형 직선형, 종단형상은 직선형이며, 주향 N002°W의 방향성을 보이고 있다. 사면경사는 2구간 약 1:1.05 로 시공되어 있고, 주요 구성 물질이 토사 및 암반인 혼합사면이다.
- 상부 자연사면은 5.1°~30°로 상향 경사로 이루어져 있으며, 종점부에는 산마루 측구가 설치되어 있고 시점부에는 점검계단이 있으며, 지형특성상 지표수의 사면 외곽처리가 양호한 조건으로 판단된다.
- 사면의 토층심도가 7.1m이며, 2구간 하부에 노출된 암반은 발파의 암질을 보이고 절리가 분포하고 있으나 대규모 암반파괴 또는, 낙석발생 가능성은 낮은 것으로 판단된다.
- 97m~351m 구간에는 낙석방지를 위한 낙석 방지망과 낙석 방지울타리가 설치되어 있으며, 토사사면은 표면보호를 위해 전 사면에 식생이 적용되어 있다.



구간 분할

2) 상부자연사면

a. 외관조사 결과

- 상부자연사면에서 사면 이상여부의 전조현상인 인장균열, 침하, 수목의 기울어짐 등의 발생여부와 인공시설물(봉분, 송전탑, 농경지 등)의 분포여부 및 사면경사의 완급에 따른 지표수의 사면 내 영향여부 등에 주안점으로 두고 조사하였다.

- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



상부자연사면 전경(0+600)



상부자연사면 전경(0+600)

<그림 2.3.9> 상부자연사면 손상현황

<표 2.3.18> 상부자연사면 손상물량

구 분			2구간	합계
상부자연사면	상태양호	-	-	-

<표 2.3.19> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 상부자연사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

3) 사면

a. 외관조사 결과

- 사면의 파괴징후인 인장균열, 이완 암괴 유/무, 지반 및 구조물 변형 유/무, 등의 지반 변형 여부와 토사사면의 지반포화에 의한 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.

- 외관조사 결과, 식생불량이 발견되었으며, 중대한 손상은 아닌 것으로 판단된다. 이외 사면은 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



사면 전경(0+640)



식생불량 0.3m x 0.3m (0+600)

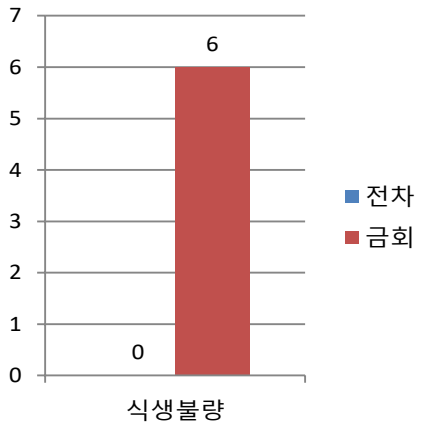
<그림 2.3.10> 사면 손상현황

<표 2.3.20> 사면 손상물량

구 분			2구간	합계
사면	식생불량	㎡/ea	6.0/1	6.0/1

<표 2.3.21> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면	식생불량	㎡/ea	-	6.0/1	증가(▲6.0)	신규손상



c. 손상원인 및 대책방안

- 금회 정밀안전점검에서 발견된 식생불량은 식생의 분포가 외부의 압에 의해 발생된 것으로 확인되며, 중대한 결함은 아닌 것으로 확인된다. 주기적인점검을 통한 자연 식생의 유무를 확인하는 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

4) 사면하부

a. 외관조사 결과

- 사면하부는 지하수가 용출되기 쉬운 지점으로 지하수의 용출여부를 관찰하고, 낙석 방지망 배면에 적치된 토석더미로 인한 낙석 방지망의 구조적 불안전성여부와 사면하부 암이탈로 지지력 상실여부 등에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 붕락우려의 부분에서는 손상의 진전여부를 주기적인 관찰을 통하여 유지관리 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



사면하부 전경 (0+600)



사면하부 전경 (0+660)

<그림 2.3.11> 사면하부 손상현황

<표 2.3.22> 사면하부 손상물량

구 분			2구간	합계
사면하부	상태양호	-	-	-

<표 2.3.23> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 재손상 또는 신규손상이 발생하는지 주기적인 점검을 통하여 관찰하는 것이 바람직하다.

5) 보호/보강시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 표면보호공법은 토사사면 종자분사파종 공법, 녹생토 공법을 적용하여 전반적으로 표면녹화 되어 있으나, 하부 일부 노출된 암반은 낙석방지망과 낙석방지울타리로 보호되어 있다. 일부 집수구간인 2구간에 2소단 상부에서 사면 표면 보호공으로 숏크리트가 보수되어 있다.

- 외관조사 결과, 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



보호시설 전경



보호시설 전경

<그림 2.3.12> 보호시설 손상현황

<표 2.3.24> 보호시설 손상물량

구 분			2구간	합계
보호시설	상태양호	-	-	-

<표 2.3.25> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보호시설의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

6) 배수처리시설

a. 외관조사 결과

- 배수처리시설은 지표수 및 지하수의 처리를 원활하게 하여 사면의 침식과 더불어 표층 붕괴를 방지하기 위해 충분한 용량을 확보하여야 하며, 기능발휘에 장애가 없어야 한다. 배수시설의 배수기능 상태와 간극수압 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.

- 배수처리시설은 외관조사 결과 배수로에 물고임, 막힘이 발생하지 않아 배수기능에 문제없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



배수처리시설 전경 (0+640)



배수처리시설 전경 (0+600)

<그림 2.3.13> 배수처리시설 손상현황

<표 2.3.26> 배수처리시설 손상물량

구 분			2구간	합계
배수처리시설	상태양호	-	-	-

<표 2.3.27> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
배수처리 시설	상태양호	-	-	-	-	보수완료

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 배수시설에서 공용 중 배수기능을 상태를 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요하다.

7) 이격거리내 시설

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 이격거리내 시설은 낙석방지 울타리, L형 측구가 있는 것으로 조사 되었으며, 사면과 도로와의 이격은 평균 2.0m로 조사되었다. 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 사면의 파괴징후인 구조물의 변형 여부와 낙석에 의한 파손 등 기능 상실여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



이격거리내 시설 전경



L형측구 파손 1.0m x 0.3m (0+620)

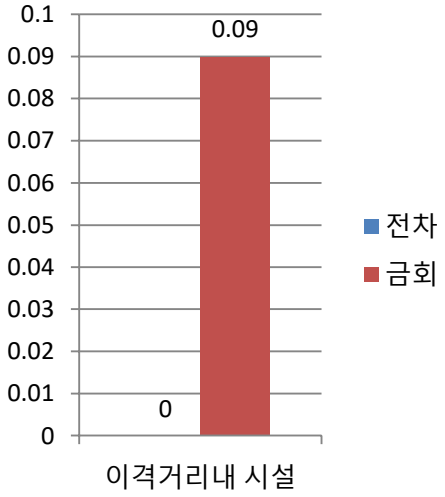
<그림 2.3.14> 이격거리내 시설 손상현황

<표 2.3.28> 이격거리내시설 손상물량

구 분			2구간	합계
이격거리내 시설	L형측구 파손	㎡/ea	0.09/1	0.09

<표 2.3.29> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
이격거리내 시설	상태양호	-	-	0.09	증가(▲0.09)	신규손상



c. 손상원인

- L형측구의 파손은 외부의 압력의 의해 나타난 것으로 확인되며, 사면하부의 토압의 의한 것이 아닌 것으로 판단된다. 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

9) 자연적 외부요인

a. 강우 및 지하수 조건

지점번호	지점명	일시	강수량(mm)	일최다강수량(mm)	일최다강수량일자
119	수원	1994	1045.6	101.3	1994-08-28
119	수원	1995	1653.3	227.3	1995-08-19
119	수원	1996	952.1	153.6	1996-06-17
119	수원	1997	1394.3	150.4	1997-07-01
119	수원	1998	1626.9	208.1	1998-08-08
119	수원	1999	1556.1	153	1999-09-20
119	수원	2000	1328.8	333.2	2000-07-22
119	수원	2001	1067.2	120.3	2001-07-29
119	수원	2002	1231.7	203	2002-08-07
119	수원	2003	1514.8	121.5	2003-07-22
119	수원	2004	1217	89.5	2004-06-19
119	수원	2005	1427.7	84.5	2005-09-30
119	수원	2006	1362.7	169.5	2006-07-16
119	수원	2007	1325	82	2007-07-19
119	수원	2008	1342.9	121	2008-07-24
119	수원	2009	1541.2	272.5	2009-07-12
119	수원	2010	1470.6	97.5	2010-08-29
119	수원	2011	1975.9	190	2011-07-03
119	수원	2012	1748.3	276.5	2012-07-06
119	수원	2013	1240.1	79	2013-07-13
119	수원	2014	1029.1	117.7	2014-08-21
119	수원	2015	751.1	64.7	2015-07-29
119	수원	2016	1023.4	104.2	2016-07-01
119	수원	2017	1328.6	130.8	2017-08-20
119	수원	2018	1293.1	124.8	2018-08-28
119	수원	2019	915.8	108	2019-07-26
119	수원	2020	1635.5	134.2	2020-08-09
119	수원	2021	1084.4	70.9	2021-09-01
119	수원	2022	1864.0	285.0	2022-06-30
119	수원	2023	1409.4	91.6	2023-08-10
30개년 평균값			4465.6/30 = 148.85		

- 세부지침에 따라 해당지역의 평년 최대 강우강도를 1일 강우량으로 조사하였으며, 기상청 자료를 취득하여 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm로 조사되어 1일 강우량 100mm이상, 150mm미만으로 평가한다.

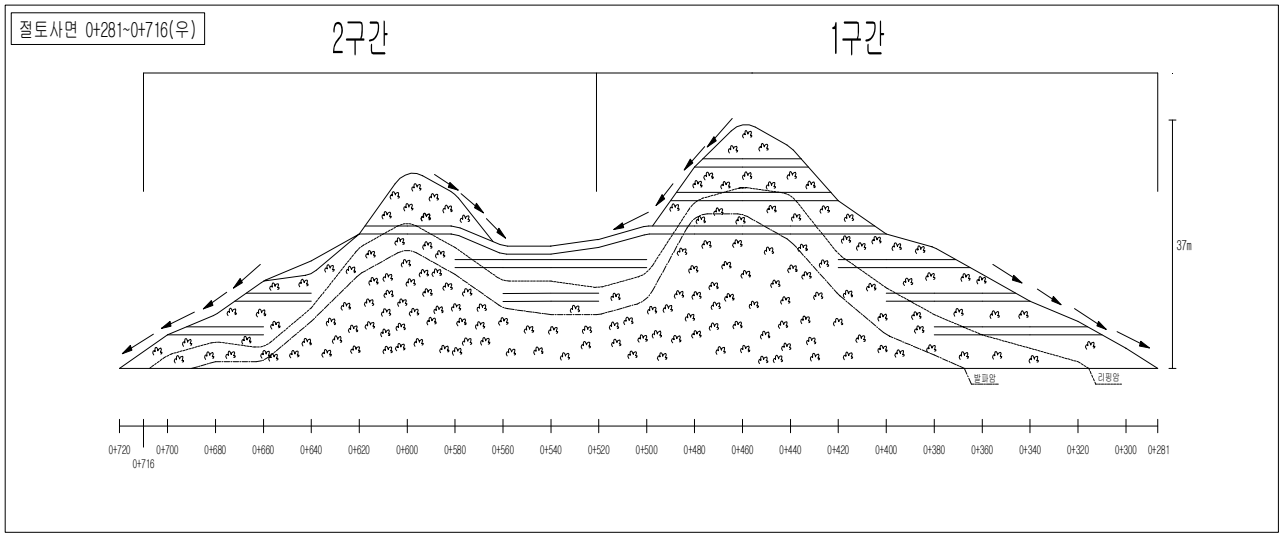
10) 사면형상

a. 사면경사

- 본 시설물 2구간의 평균 사면경사는 1:1.05 로 준공도서와 현장조사를 통해 검토되었다.

b. 집수지형

- 본 시설물 2구간의 집수지형은 구간 시점부와 종점부에 2개소의 집수지형이 조사되었다.



11) 인위요인

a. 표면보호

- 표면 보호상태의 육안조사결과 대체적으로 식생이 양호한 상태로 조사되어있고 일부 숏크리트 시공이 되어있어 평가기준은 b 등급으로 산정한다.

b. 보호/보강상태

- 보호/보강상태인 부대시설의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

c, 배수조건

- 배수조건에 대한 조사결과 대체적으로 완전배수가 가능하며, 건조상태를 유지하고 있는 것으로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

d. 절취상태

- 본 절토사면의 굴착방법은 준공도서 검토결과 선균열 발파 공법을 사용하여 시공하였으므로 상태평가 매우 좋음 '**a**' 등급으로 산정한다.

12) 공중이 이용하는 부위

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 공중이 이용하는 부위는 사면하부의 도로부로서, 지반변형에 의한 침하, 히빙, 파손, 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



공중이 이용하는 부위 전경



공중이 이용하는 부위 전경

<그림 2.3.15> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 2.3.30> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분			2구간	합계
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-

<표 2.3.31> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 공중이 이용하는 부위의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

2.3.5 사면 파괴요인 조사

가. 개 요

본 구간은 혼합사면으로서 현장시험 항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 암반사면 기준을 적용하였고, 현장여건(사면규모 및 환경조건 등)을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 시설물의 분석이 객관적이고, 보편타당하게 이루어지게 하기 위해 조사자료를 충분히 확보할 수 있도록 기준수량 이상으로 결정하였다.

시험항목	기준수량	금회 시험수량
토양경도시험	3개소(토심 가장 두꺼운 곳)	1구간 : 5개소
		2구간 : 3개소
암반강도시험	필요수량	1구간 : 2개소
		2구간 : 1개소
불연속면조사	필요수량	1구간 : 1개소
		2구간 : 1개소

나. 시험 및 조사전경



암반강도 측정 전경



사면 방향성 측정 전경



사면 경사 측정 전경



토양경도 측정 전경

<그림 2.3.16> 사면 경사 측정 전경

다. 시험항목 및 수량

본 절토사면의 경사 측정결과는 아래 표와 같다.

<표 2.3.32> 시험항목 및 수량

시험항목	기준수량	금회 시험수량
토양경도시험	3개소(토심 가장 두꺼운 곳)	1구간 : 5개소
		2구간 : 3개소
암반강도시험	필요수량	1구간 : 1개소
		2구간 : 2개소
불연속면조사	필요수량	1구간 : 1개소
		2구간 : 1개소

라. 암반강도 시험결과

본 절토사면 암반의 판정은 암석용 슈미트해머에 의한 강도조사는 사면에서 암반이 노출된 지점에서 3회 실시하였다.

고속도로 건설재료 품질기준에서 암석의 일축압축강도에 따른 분류로 추정압축강도에 따라 암판정을 하였다.

1구간의 암반 시험결과, 측정강도가 보통암으로 평가되었다.

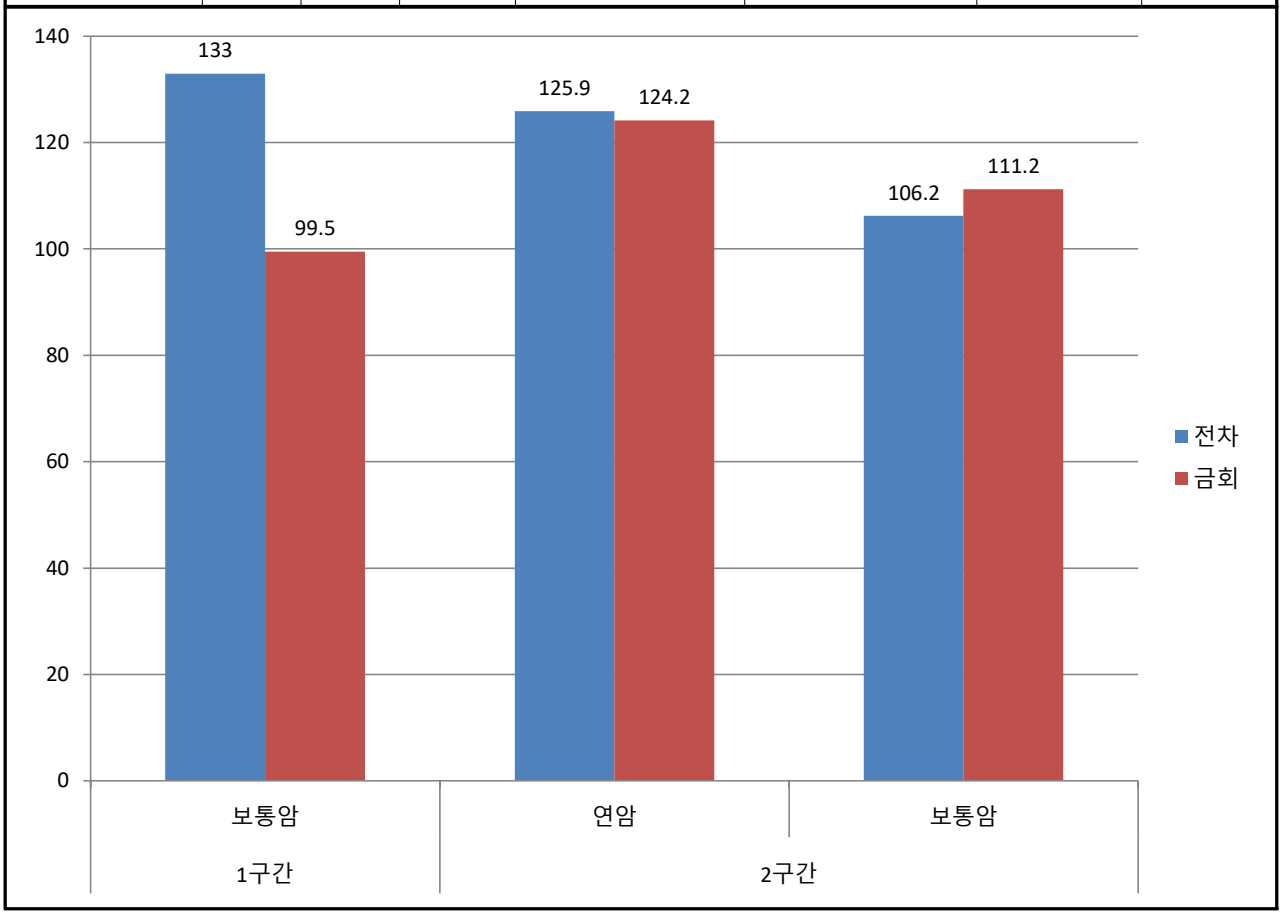
2구간의 암반 시험결과, 측정강도가 연암, 보통암으로 평가되었다.

<표 2.3.33> 암반 강도시험에 따른 암반판정 결과

측정위치	반발치 (r)					타격방향 (→)	상위50% 평균강도(r)	암석밀도 (kN/m3)	일축압축강도 (MPa)	암판정
184m(1소단)	45	41	41	52	42	0°	54.2	25	124.2	보통암
	64	46	58	41	50					
	66	62	42	47	34					
	61	55	42	25	27					
259m(1소단)	48	41	60	35	53	0°	49.4	25	99.5	연암
	49	41	36	34	47					
	44	44	40	37	47					
	52	51	57	43	51					
268m(1소단)	41	41	34	56	55	0°	51.8	25	111.2	보통암
	51	49	42	55	54					
	51	41	54	54	54					
	52	41	52	51	52					

<표 2.3.34> 암반강도 시험 전차비교

구분			단위	일축압축강도		증 감	비고
시험항목	위치	암판정		2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
암반강도시험	1구간	보통암	MPa	133.0	99.5	감소(▼33.5)	-
	2구간	연암		125.9	124.2	감소(▼1.7)	-
		보통암	MPa	106.2	111.2	증가(▲5.0)	-



마. 토양경도 시험결과

1구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 14.8mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.

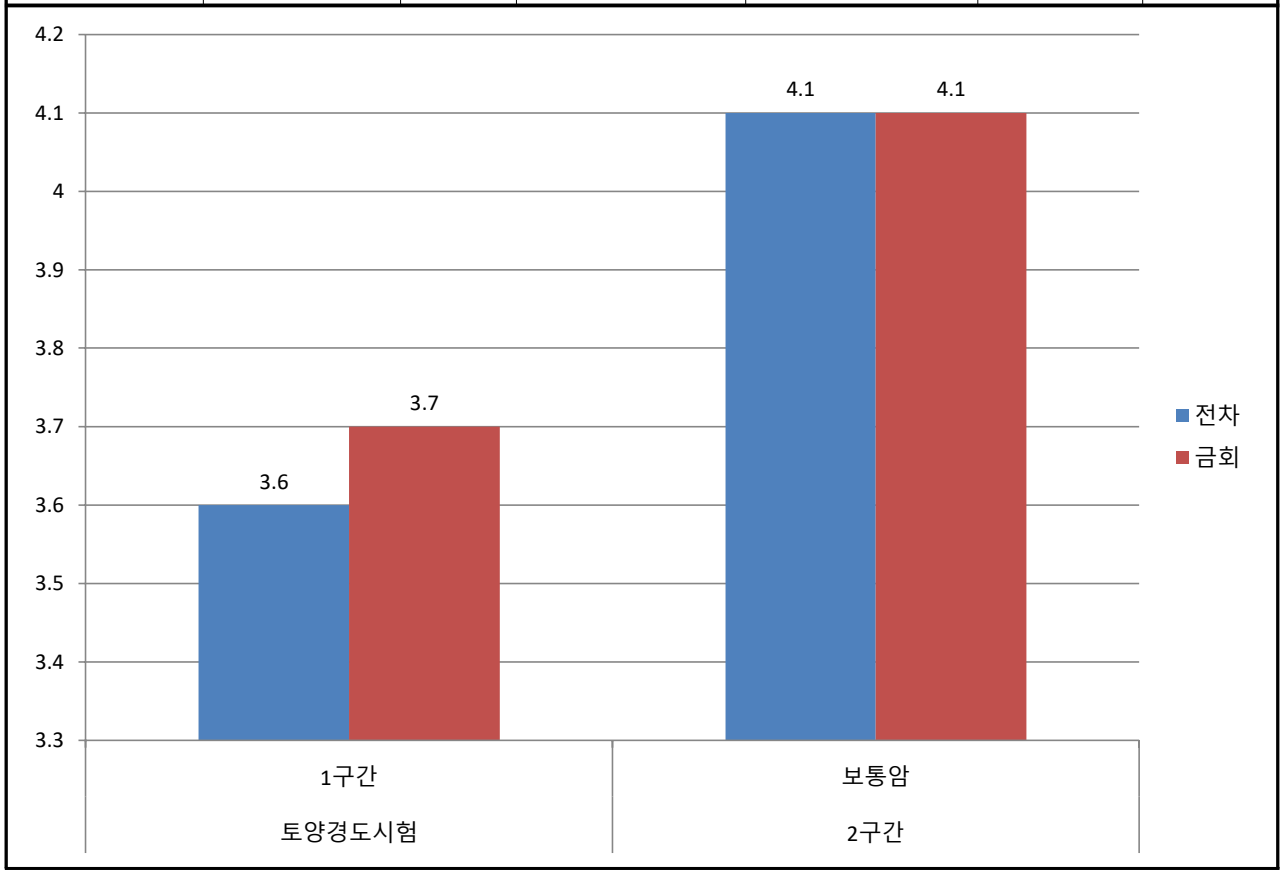
2구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 16.8mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.

<표 2.3.35> 토양경도 시험 측정결과

구간	구분	측정위치	관입깊이(W) 평균값	경도값R (kg/㎠)	판정
1	1	0K+400	14.8	2.9	모래질 실트/조밀
	2	0K+460	15.8	3.4	모래질 실트/조밀
	3	0K+480	17.7	4.5	모래질 실트/조밀
	4	0K+500	19.1	5.5	모래질 실트/조밀
	5	0K+510	13.5	2.4	모래질 실트/조밀
2	1	0K+590	17.7	4.5	모래질 실트/조밀
	2	0K+600	16.8	3.9	모래질 실트/조밀
	3	0K+600	17.0	4.0	모래질 실트/조밀

<표 2.3.36> 토양경도 시험 전차비교

구분		단위	토양경도 값		증 감	비고
시험항목	위치		2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
토양경도시험	1구간	kg/㎠	3.6	3.7	증가(▼0.1)	-
	2구간	kg/㎠	4.1	4.1	-	-



전차 점검결과와 비교 분석한 결과, 조사위치, 방법, 기타요인 등에 의해 다소 차이는 있으나, 전반적으로 유사한 값으로 평가되어 공용년수 경과에도 지반상태의 변동은 거의 없는 것으로 판단된다.

바. 불연속면조사

불상암반의 불연속면 특성을 조사하기 위하여 줄자, 지질용 해머, 클리노컴파스 등을 이용하였으며, 육안관찰에 의한 대표적인 방향에 대한 조사결과는 다음과 같다.

<표 2.3.37> 불연속면 공학적 특성

불연속면 특성			
구 성	Set 1	Set 2	Set 3
종류	J1	J2	J3
방향성	81/192	10/054	63/332
간격(m)	0.2~1.0	0.2~0.5	0.2~1.0
틈새(mm)	0.5~2.5	2.5~10.0	0.1~0.25
연장성(m)	1.0~2.0	0.5~2.0	0.5
거칠기	파동형/거침	파동형/거침	파동형/거침
충진물질	부드러움(5mm미만)	부드러움(5mm미만)	없음
누수	습윤	습윤	습윤
풍화상태	HW~MW	HW~MW	HW~MW

사. 사면경사 측정

본 절토사면의 경사 측정결과는 아래 표와 같다.

<표 2.3.38> 절토사면 경사 측정결과

측정위치		측정경사	설계경사	판정
1구간	사면 1소단	1 : 0.8	1 : 0.7	O.K
	사면 2소단	1 : 1.1	1 : 1.0	O.K
	사면 3소단	1 : 1.3	1 : 1.0	O.K
	사면 4소단	1 : 1.5	1 : 1.2	O.K
평균경사		1 : 1.17	1 : 0.975	O.K
2구간	사면 1소단	1 : 0.7	1 : 0.7	O.K
	사면 2소단	1 : 1.1	1 : 1.0	O.K
	사면 3소단	1 : 1.3	1 : 1.0	O.K
	사면 4소단	1 : 1.2	1 : 1.2	O.K
	사면 5소단	1 : 1.9	1 : 1.8	O.K
평균경사		1 : 1.24	1 : 1.14	O.K

본 절토사면에 대한 경사 측정결과, 1구간 약 1:0.8~1:1.5, 2구간 약 1:0.7~1:1.9 로 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.

아. 토층심도 측정

토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과 1구간 토층심도는 8.6m, 2구간 토층심도는 7.1m로 확인되었다.

2.3.6 현장조사 및 시험결과 요약

본 절토사면에 대한 현장조사 및 시험·측정 결과를 다음과 같이 요약하였다.

<표 2.3.39> 현장조사 및 시험·측정 결과 요약 - 1구간

구 분		점 검 결 과
상부자연사면		• 상부자연사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면		• 사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면하부		• 사면하부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보호/보강시설		• 보호/보강시설는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보강시설		• 해당구간에는 보강시설이 시공 되었으나, 설치상태는 육안으로 확인할 수 없는 것으로 조사되었다.
배수처리시설		• 배수처리시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
이격거리내 시설		• 사면과 도로와의 이격은 약 2m 이상으로 조사되었으며, L형 옹벽과 낙석방지울타리, 도로의 변형, 융기 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
공중이 이용하는 부위		• 공중이 이용하는 부위는 파손, 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
현장시험	암반강도	• 암반강도 측정결과 124.2MPa로 암반분류 상 보통암으로 평가되었다.
	토양경도	• 1구간 토양경도를 측정한 결과 전 개소 관입깊이는 14.8mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트/조밀 상태인 것으로 판단된다.
	경사측정	• 전구간 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
	토층심도	• 본 절토사면의 준공도면, 현장 육안관찰을 통하여 조사한 결과 1구간 8.6m로 확인되었다.

<표 2.3.40> 현장조사 및 시험·측정 결과 요약 - 2구간

구 분		점 검 결 과
상부자연사면		• 상부자연사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면		• 사면 상부에서 식생불량이 발견되었으며, 중대결함은 아닌 것으로 판단된다.
사면하부		• 사면하부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보호시설		• 보호시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보강시설		• 확인불가
배수처리시설		• 배수처리시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
이격거리내 시설		• 이격거리내시설은 L형측구(0+620)에서 파손이 발견되었다. 이외 변형 등이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
공중이 이용하는 부위		• 공중이 이용하는 부위는 파손, 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
현장시험	암반 강도	• 암반강도 측정결과 124.2, 111.2MPa로 암반분류 상 보통암, 연암으로 평가되었다.
	토양 경도	• 2구간 토양경도를 측정한 결과 전 개소 관입깊이는 16.8mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트/조밀 상태인 것으로 판단된다.
	경사 측정	• 전구간 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
	토층 심도	• 본 절토사면의 준공도면, 현장 육안관찰을 통하여 조사한 결과 2구간 7.1m 확인되었다.

2.4 상태평가

2.4.1 사면의 분류

지반 및 지질조건에 따른 사면의 거동특성 및 파괴양상에 대한 분석을 통해 절토사면은 토층심도율(SR)에 의해 토사사면과 암반사면, 혼합사면으로 구분할 수 있으며, 암반사면은 다시 지반강도특성 및 암반의 블록크기 비(BR)에 의해 절리암반사면, 파쇄암반사면, 연약암반사면으로 세분될 수 있다. 본 사면은 토층심도율 1구간 0.23 2구간 0.24으로 혼합사면으로 분류하였다.

<표 2.4.1> 절토사면의 분류

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

1) 1구간-토층심도율

- $SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} = \frac{\text{토층심도}}{\text{사면높이}} = \frac{8.6}{37.3} = \mathbf{0.23} \leq 0.4$

2구간-토층심도율

- $SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} = \frac{\text{토층심도}}{\text{사면높이}} = \frac{7.1}{30.1} = \mathbf{0.24} \leq 0.4$

• 분류결과 : 혼합사면

2) 1구간-암반 블록크기비

- $Ib = \frac{\sum_{i=1}^{3} Si}{3} = 0.51$
- $BR = \frac{\text{Block Size} \in \text{dex(Ib)}}{\text{Slope height}} = \frac{0.51}{37.3} = \mathbf{0.014} > 0.01$

2구간-사면 블록크기비

- $Ib = \frac{\sum_{i=1}^{3} Si}{3} = 0.51$
- $BR = \frac{Block\ Size \in dex(Ib)}{Slope\ height} = \frac{0.51}{30.1} = \mathbf{0.016} > 0.01$

3) 혼합사면 : 1구간 SR=0.23 BR=0.014 암강도=57.3~59.5MPA
2구간 SR=0.24 BR=0.016 암강도=57.3~59.5MPA

2.4.2 상태평가 결과

본 과업 대상 시설물의 현황은 1구간 깎기 높이가 37.3m이며, 토층 심도가 약 8.6m, 2구간 깎기 높이가 30.1m이며, 토층 심도가 약 7.1m 내외로 조사되어 토층심도율 1구간 0.23, 2구간 0.24이므로 혼합사면으로 분류하고 암반 블록크기비를 계산하여 절리암반사면으로 확인되었다. 상태평가 결과 “B”로 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다.

<표 2.4.2> 1구간 토사사면 고려시 손상상태 조사결과표

<table>
<tr><td>시설물명</td><td colspan="2">STA.0+281~0+716(우) - 1구간</td><td>표번호</td><td colspan="2">표 2.4.2</td></tr>
<tr><td colspan="6">사면 손상상태 조사 결과표</td></tr>
<tr><td colspan="6">1. 파괴징후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">일련번호</td><td rowspan="2">징후종류</td><td colspan="2">상 태</td><td rowspan="2">상태
점수</td><td rowspan="2">비고</td></tr>
<tr><td>위 치</td><td>상태 및 규모</td></tr>
<tr><td>1-1</td><td>인장균열</td><td>-</td><td>없음</td><td>0</td><td></td></tr>
<tr><td>1-2</td><td>지반변형</td><td>-</td><td>없음</td><td>0</td><td></td></tr>
<tr><td>1-3</td><td>구조물변형</td><td>-</td><td>없음</td><td>0</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">2. 파괴현황</td></tr>
<tr><td rowspan="3">일련번호
1-4</td><td rowspan="2">파괴유형</td><td colspan="2">상 태</td><td>상태
점수</td><td>비고</td></tr>
<tr><td>위 치</td><td>규모</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>발생규모</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">사면 손상상태 지수(f1) = 0.000</td><td colspan="3">사면 손상상태 점수 = 0</td></tr>
</table>

<표 2.4.3> 1구간 토사사면 고려시 파괴요인 조사결과표

시설물명	STA.0+281～0+716(우) - 1구간		표번호	표 2.4.3	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	토사	토질조건	b (조밀)	1	
1-6		토층심도율	a (0.23)	0	
2. 사면형상					
1-16	사면경사		d (1 : 1.17)	5	
1-17	집수지형		c (2개소)	2	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	지하수	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	6	
4. 인위적 외부요인					
1-19	표면보호		b (식생양호)	1	
1-20	배수조건		a (완전배수)	0	
1-21	보호/보강상태		a (양호함)	0	
사면 파괴요인 지수 (f2) = 0.288			사면 파괴요인 결함점수 = 15		

<표 2.4.4> 1구간 토사사면 고려시 상태평가 등급 산정표

시설물명				STA.0+281~0+716(우) - 1구간				표번호
근거표 번호				표 2.4.2, 2.4.3				표 2.4.4
평가요소				결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴 징후		① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
			② 지반변형	0	a			
			③ 구조물변형	0	a			
			④ 파괴현황	0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	토사	토질조건	1	b	15.0	f2=0.288	B
			토층심도율	0	a			
	사면 형상		사면경사	5	d			
	집수 지형		집수지형	2	c			
	자연 요인		강우 및 지하수	6	d			
	인위 요인		표면보호	1	b			
			배수조건	0	a			
			보호/보강상태	0	a			
합계(∑)						15	F=0.288	B
상태평가결과				• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = B등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 2.4.5> 2구간 토사사면 고려시 손상상태 조사결과표

시설물명	STA.0+281~0+716(우) - 2구간	표번호	표 2.4.5

사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
2-1	인장균열	-	없음	0	
2-2	지반변형	-	없음	0	
2-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
2-4		위 치	규모	0	
	발생규모	-	-		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.000		사면 손상상태 점수 = 0			

<표 2.4.6> 2구간 토사사면 고려시 파괴요인 조사결과표

시설물명	STA.0+281~0+716(우) - 2구간	표번호	표 2.4.6

사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
2-5	토사	토질조건	b (조밀)	1	
2-6		토층심도율	a (0.24)	0	
2. 사면형상					
2-16	사면경사		e (1 : 1.24)	4	
2-17	집수지형		c (2개소)	2	
3. 자연적 외부요인					
2-18	강우 및 지하수	지하수	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	6	
4. 인위적 외부요인					
2-19	표면보호		a (숏크리트, 석장공 등)	0	
2-20	배수조건		b (양호)	1	
2-21	보호/보강상태		b (양호함)	1	
사면 파괴요인 지수 (f2) = 0.288			사면 파괴요인 결함점수 = 15.0		

<표 2.4.7> 2구간 토사사면 고려시 상태평가 등급 산정표

시설물명			STA.0+281～0+716(우) - 2구간				표번호
근거표 번호			표 2.4.5, 2.4.6				표 2.4.7
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	토사 토질조건	1	b	15.0	f2=0.288	B
		토사 토층심도율	0	a			
	사면 형상	사면경사	4	c			
	집수 지형	집수지형	2	c			
	자연 요인	강우 및 지하수	6	d			
	인위 요인	표면보호	0	a			
		배수조건	1	b			
		보호/보강상태	1	a			
합계(∑)					15.0	F=0.197	B
상태평가결과			• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = B등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 2.4.8> 상세 절리 상태

구 분	상세 절리 상태				
① 길 이	< 1m	1~3m 미만	3~10m 미만	10~20m 미만	≥ 20m
② 틈 새	0	< 0.1mm	0.1~1mm미만	1~5mm미만	≥ 5mm
③ 거칠기	매우 거침	거침	약간 거침	평탄	매우 평탄
④ 충전물	없음	단단한 충전물 (< 5mm)	단단한 충전물 (≥ 5mm)	연약한 충전물 (< 5mm)	연약한 충전물 (≥ 5mm)
⑤ 풍화도	신선	약한 풍화	보통 풍화	심한 풍화	완전 풍화
점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
절리상태점수 = ∑ (①~⑤) / 5					

J1=①2+②5+③1+④5+⑤5=18, 18/5=3.6

J2=①1+②7+③1+④5+⑤5=19, 19/5=3.8

J3=①0+②3+③1+④0+⑤5=9, 9/5=1.8

∑ (J1～J3) / 3 = 3.07

<표 2.4.9> 1구간 절리암반사면 고려시 손상상태 조사결과표

시설물명	STA.0+281~0+716(우) - 1구간		표번호	표 2.4.9	
사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
1-4		위 치	규모	0	
	발생규모	-	없음		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.00			사면 손상상태 점수 = 0		

<표 2.4.10> 1구간 절리암반사면 고려시 파괴요인 조사결과표

시설물명	STA.0+281~0+716(우) - 1구간		표번호	표 2.4.10	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	a (54°-8°=46°)	0	
1-6		절리경사-사면경사	e (10°-40°=-30)	7	
1-7		절리상태	c (보통)	3	
2. 사면형상					
1-8	사면경사		a (1 : 1.17)	0	
3. 자연적 외부요인					
1-9	강우 및 지하수	지하수	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	3	
4. 인위적 외부요인					
1-10	절취상태		a (매우 좋음)	0	
1-11	배수조건		b (양호)	1	
1-12	보호/보강상태		a (양호함)	0	
사면 파괴요인 지수(f2) = 0.269			사면 파괴요인 결함점수 = 14		

<표 2.4.11> 1구간 절리암반사면 고려시 상태평가 등급 산정표

시설물명				STA.0+281～0+716(우) - 1구간				표번호
근거표 번호				표 2.4.9, 2.4.10				표 2.4.11
평가요소				결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	① 인장균열		0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형		0	a			
		③ 구조물변형		0	a			
	④ 파괴현황			0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	절리 암반	절리방향-사면방향	0	a	14	f2=0.269	B
			절리경사-사면경사	7	e			
			절리상태	3	c			
	사면 형상	사면경사		0	a			
	자연 요인	강우 및 지하수		3	d			
	인위 요인	절취상태		0	a			
		배수조건		1	b			
		보호/보강상태		0	a			
합계(∑)						14.0	F=0.184	B
상태평가결과				• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = B등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 2.4.12> 2구간 절리암반사면 고려시 손상상태 조사결과표

시설물명	STA.0+281～0+716(우) - 2구간		표번호	표 2.4.12	
사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
1-4		위 치	규모	0	
	-	-	-		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.000			사면 손상상태 점수 = 0		

<표 2.4.13> 2구간 절리암반사면 고려시 파괴요인 조사결과표

시설물명	STA.0+281～0+716(우) -2구간		표번호	표 2.4.13	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	a (54°-2°=52°)	0	
1-6		절리경사-사면경사	e (10°-44°=-34°)	7	
1-7		절리상태	c (보통)	3	
2. 사면형상					
1-8	사면경사		a (1 : 1.24)	0	
3. 자연적 외부요인					
1-9	강우 및 지하수	지하수	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	3	
4. 인위적 외부요인					
1-10	절취상태		a (매우 좋음)	0	
1-11	배수조건		b (양호)	1	
1-12	보호/보강상태		a (양호함)	0	
사면 파괴요인 지수(f2) = 0.288			사면 파괴요인 결함점수 = 15		

<표 2.4.14> 2구간 절리암반사면 고려시 상태평가 등급 산정표

시설물명			STA.0+281~0+716(우) - 2구간				표번호
근거표 번호			표 2.4.12, 2.4.13				표 2.4.14
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	절리 암반 절리방향-사면방향	0	a	16	f2=0.269	B
		절리경사-사면경사	7	e			
		절리상태	3	c			
	사면 형상	사면경사	0	a			
	자연 요인	강우 및 지하수	3	e			
	인위 요인	절취상태	0	a			
		배수조건	1	b			
		보호/보강상태	0	a			
합계(∑)			19		16	F=0.184	B
상태평가결과			• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = B등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 2.4.15> 사면 상태평가 등급 산정표

구간	사면구분	구분별 상태평가 결과	절토사면 상태평가 결과
1구간	토사사면	B (0.197)	B (0.197)
1구간	절리암반사면	B (0.184)	
2구간	토사사면	B (0.197)	
2구간	절리암반사면	B (0.184)	

※절토사면의 상태평가는 손상상태와 파괴요인을 구분하여 평가하며, 각각의 평가항목에 대한 상태평가는 가장 대표적인 것을 기준으로 하여 결정하고, 여러 개소에서 나타날 경우 등급을 하향 조정한다.

<표 2.4.16> 1구간 공중이 이용하는부위

추락방지시설	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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
도로포장	
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

<표 2.4.16> 1구간 공중이 이용하는부위(계속)

도로부 신축이음부	
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	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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

- 1구간에 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가 결과 이상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

<표 2.4.17> 2구간 공중이 이용하는부위

추락방지시설	
평가기준	상 태
a	ㅇ규격에 맞게 설치되어 있고 손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	ㅇ추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	ㅇ추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	ㅇ고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	ㅇ추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태
도로포장	
평가기준	상 태
a	ㅇ포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	ㅇ포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	ㅇ포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	ㅇ깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ㅇ배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	ㅇ도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

<표 2.4.17> 2구간 공중이 이용하는부위(계속)

도로부 신축이음부	
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	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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

• 2구간에 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가 결과 이상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

2.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 2.4.18> 전차 점검결과와 비교

구 분			2022년 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비 고
손상 현황	상부자연사면	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	사면	1구간	상태양호	상태양호	신규손상
		2구간	상태양호	**식생불량**	
	사면하부	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	붕락우려	상태양호	
	보호시설	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	보강시설	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	배수처리시설	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	이격거리내 시설	1구간	상태양호	상태양호	신규손상
		2구간	상태양호	**L형측구 파손**	
	기타시설	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
현장 시험	암반강도		182m(1소단) : 133.0MPa 210m(1소단) : 125.9MPa 265m(1소단) : 106.2MPa	184m(1소단) : 124.2MPa 259m(1소단) : 99.5MPa 268m(1소단) : 111.2MPa	-
	토양경도		1구간 : 관입깊이 16.0mm이상 모래질실트/조밀 2구간 : 관입깊이 17.0mm이상 모래질실트/조밀	1구간 : 관입깊이 14.8mm이상 모래질실트/조밀 2구간 : 관입깊이 16.8mm이상 모래질실트/조밀	-
	경사측정		설계경사와 유사함	설계경사와 유사함	-
	토층심도		1구간 8.6m / 2구간 7.1m	1구간 8.6m / 2구간 7.1m	-
상태등급			상태평가 결과(F) : B등급	상태평가 결과(F) : B등급	등급동일

● 전차 점검결과와 비교·분석한 결과, 2구간 사면, 이격거리내시설의 손상이 신규로 발견되었으나, 손상이 미미하고 사면 파괴요인의 점수로 인하여 등급은 동일 한 것으로 상태등급은 『B』 등급으로 전차등급인 『B』 등급과 동일한 등급, 지수로 평가 분석되었다.

2.5 종합평가 및 안전등급 지정

2.5.1 종합평가 결과

외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 본 사면의 종합평가 결과는 “B등급(양호)”로 평가되었다.

<표 2.5.1> 종합평가 결과

구 분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결 과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
절토사면	0.197	B	-	-	B
평가의견	경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태 “B등급”으로 평가되었다.				

2.5.2 안전등급 지정

금회 실시된 사면의 정밀점검결과 구조적 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었다. 다만, 외관조사결과 경미한 표층손상 구간이 일부 조사되어 지속적인 안전성 확보를 위한 일부 보수가 필요한 것으로 판단된다.

따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 **“B등급”**으로 평가되었다.

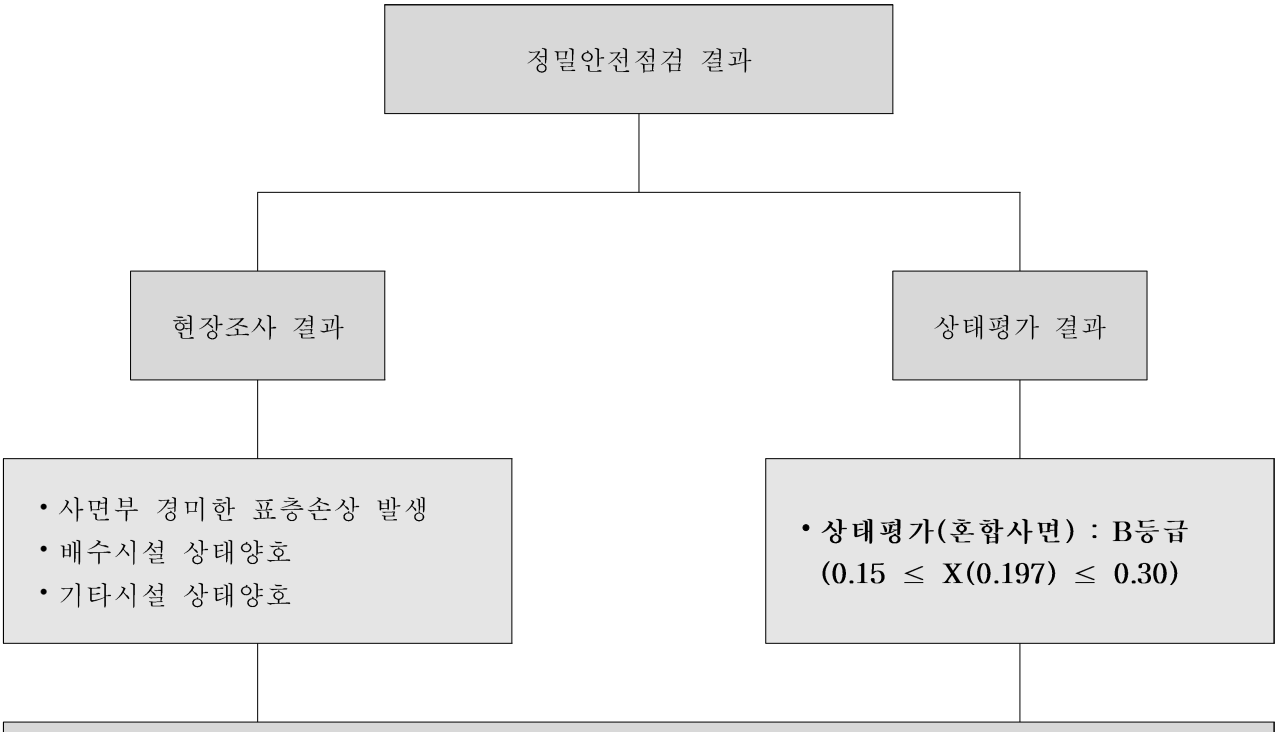
- 안전등급 : **B등급**(양호)

2.6 보수·보강 및 유지관리 방안

2.6.1 보수·보강 우선순위 결정

본 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 시설물에서 발생된 각종 손상에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수보강 순위를 정한다.

또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중용도, 발생한 손상의 심각성 등을 종합적으로 검토 후 아래와 같이 정한다.



보수·보강 방향		
안정성 증대를 위한 보수·보강 (1순위)	내구성 증진을 위한 보수 (2순위)	지속적인 주의관찰 (3순위)
• 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 안전성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (사면 안전성을 저해시키는 손상 또는, 손상부 방치시 기능성 확보에 문제가 있는 경우)	• 기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차 보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)	• 발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

2.6.2 손상내용별 보수·보강 방안

본 과업 대상 사면의 손상내용별 보수·보강 방안은 아래와 같다.

<표 2.6.1> 보수·보강 방안

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-	-
사면	식생불량	㎡/ea	6.0	지속관찰	-	-	3
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-	-
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
배수처리시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
이격거리내 시설	L형측구파손	㎡/ea	0.09	지속관찰	-	-	3
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-	-

<표 2.6.2> 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	손상물량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	우선순위
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-
사면	식생불량	6.0	㎡/ea	-	-	3
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-
배수처리시설	상태양호	-	-	-	-	-
이격거리내 시설	L형측구파손	0.09	㎡/ea	-	-	3
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-
순 공 사 비					0	
제경비(순공사비x0.5)					0	
총 공 사 비					**0**	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

2.6.3 유지관리방안

가. 개 요

본 사면의 공용년수 경과시 내구성 및 사용성을 저하시킬 수 있는 손상들에 대해서는 결함의 진전여부 및 확대여부를 주기적으로 관찰하는 등 중점유지관리 항목으로 선정하여 시설물의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 중점유지관리 항목

<표 2.6.3> 중점 유지관리 항목

구 분	손상내용		중점 유지관리 항목
사면	• 식생불량		• 손상의 확대 여부
보호시설	• L형측구 파손		• 손상의 확대 여부

다. 부재별 점검요령

<표 2.6.4> 부재별 점검요령

<table>
<tr><th>점검부위</th><th colspan="3">점검항목</th></tr>
<tr><td>사면</td><td colspan="3">• 점검로 및 고소점검차 등을 이용하여 근접조사
• 인장균열 발생여부 점검
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>사면하부</td><td colspan="3">• 포획거리 공간 및 고소점검차 이용하여 근접조사
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>배수처리
시설</td><td colspan="3">• 사면내에서 발생되는 지하수 누수 정도 및 누수 위치 확인
• 배수시설의 상태와 배수조건 점검
• 이격거리내 시설물의 변형 발생여부 점검</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td></td><td>사면</td><td>사면하부</td><td>배수처리시설</td></tr>
<tr><td>점검시
유의사항</td><td colspan="3">• 길어깨 차량 정차 시 후방으로 충분한 거리에서 신호할 것
• 사면 특성상 고소작업이 많으므로 추락위험 예방을 위한 안전장구를 반드시 갖추도록 한다.
• 사면의 균열 및 이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손 발생은 중대한 결함이므로 지체없이 관리주체에 통보하여야 한다.</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="3">• 사진기
• 줄자(5m, 50m)
• 사다리
• 클리노콤파스
• 지질용해머
• 필기도구
• 교통통제 기구(신호봉, 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

2.7 종합결론

2.7.1 외관조사

가. 1구간

- 상부자연사면은 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면내 집수가 될 지형이 없으나 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 사면에서 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 사면하부는 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면규모가 크고, 하부 교통량이 많은 조건에 있으므로 누수, 낙석 등에 의한 2차피해가 발생할 확률이 높으므로 노면상태를 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 보호시설은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보강시설의 설치상태는 파손, 변형 등이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.
- 배수시설 외관조사 결과, 배수기능 상실로 심각한 간극수압 발생 등은 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 이격거리내 시설은 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 공중이 이용하는 부위는 파손 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

나. 2구간

- 상부자연사면은 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면내 집수가 될 지형이 없으나 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 사면에서 2구간 0+600상단부에서 식생불량이 발견되었다. 식생의 분포도를 봤을 때 자연식생이 가능한 것으로 판단된다. 그 이외 사면은 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 사면하부는 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면규모가 크고, 하부 교통량이 많은 조건에 있으므로 누수, 낙석 등에 의한 2차피해가 발생할 확률이 높으므로 노면상태를 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 보호시설은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보강시설의 설치상태는 파손, 변형 등이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.
- 배수시설 외관조사 결과, 배수기능 상실로 심각한 간극수압 발생 등은 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 이격거리내 시설은 L형측구에서 파손이 발견되었으나, 손상 원인은 외부의 압으로인한 것으로 판단되며, 손상정도가 미미하여 관찰을 통한 유지관리가 필요할것으로 판단된다. 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 공중이 이용하는 부위는 파손 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

2.7.2 사면 파괴요인 조사

가. 1구간

- 1구간 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과, 사면의 최대높이 37.3m 지점에서 토층두께는 약 8.6m로 본 구간은 혼합사면인 것으로 확인되었으며, 1구간의 토질조건 및 암판정을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계와 암반슈미트해머를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과 육안관찰 결과를 종합한 결과 토질조건은 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태이며, 암반판정 결과로는 보통암 인 것으로 판단된다.
- 대상사면에 대한 형상을 평가하기 위하여 스태프 및 경사계를 이용하여 각 소단별 경사를 측정하였으며, 현장 측정결과, 실측경사는 1구간 약 1:0.8~1:1.5으로 설계경사와 대체로 유사한 것으로 분석되어 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 불안정요인은 없는 것으로 판단된다.
- 계곡부, 요철지형 등은 지표수의 지속적인 유입으로 지반강도 약화의 원인이 되므로 집수지형의 개소수에 대하여 현장 설계도면 및 현장 육안관찰로 조사한 결과, 대상사면 내·외부 집수지형은 2개소가 존재하는 것으로 파악되었다.
- 최근 기상청 강우분석 자료에서 해당지역에 대한 정보는 없어 인근 수원지역 자료를 바탕으로 조사한 결과, 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm으로 확인되었다. 대상사면의 누수상태를 조사한 결과, 본 구간에서는 누수흔적이 관찰되지 않아 누수가 발생하지 않는 건조한 상태로 판단된다.
- 대상사면의 표면보호를 위하여 종자분사파종 공법이 적용되었으며, 현장조사 결과, 식생이 문제가 없는 상태로 조사되어 양호한 것으로 판단된다.
- 1구간의 배수조건 조사결과, 전반적인 배수상태는 양호하여 사면 내·외부 지표수 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

나. 2구간

- 2구간 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과, 사면의 최대높이 30.1m 지점에서 토층두께는 약 7.1m로 본 구간은 혼합사면인 것으로 확인되었으며, 2구간의 토질조건 및 암판정을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계와 암반슈미트해머를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과 육안관찰 결과를 종합한 결과 토질조건은 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태이며, 암반판정 결과로는 연암, 보통암 인 것으로 판단된다.
- 대상사면에 대한 형상을 평가하기 위하여 스태프 및 경사계를 이용하여 각 소단별 경사를 측정하였으며, 현장 측정결과, 실측경사는 1구간 약 1:0.7~1:1.9으로 설계경사와 대체로 유사한 것으로 분석되어 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 불안정요인은 없는 것으로 판단된다.
- 계곡부, 요철지형 등은 지표수의 지속적인 유입으로 지반강도 약화의 원인이 되므로 집수지형의 개소수에 대하여 현장 설계도면 및 현장 육안관찰로 조사한 결과, 대상사면 내·외부 집수지형은 2개소가 존재하는 것으로 파악되었다.
- 최근 기상청 강우분석 자료에서 해당지역에 대한 정보는 없어 인근 수원지역 자료를 바탕으로 조사한 결과, 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm으로 확인되었다. 대상사면의 누수상태를 조사한 결과, 본 구간에서는 누수흔적이 관찰되지 않아 누수가 발생하지 않는 건조한 상태로 판단된다.
- 대상사면의 표면보호를 위하여 종자분사파종 공법이 적용되었으며, 현장조사 결과, 식생이 문제가 없는 상태로 조사되어 양호한 것으로 판단된다.
- 2구간의 배수조건 조사결과, 전반적인 배수상태는 양호하여 사면 내·외부 지표수 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

2.7.3 상태평가 결과

- 전차 점검결과와 비교 결과, 금회 상태등급은 기존 『B(0.197)』 등급에서 **『B(0.197)』** 등급으로 등급과 지수과 동일한 것으로 확인되었다. 사면과, 이격거리내시설에서 손상이 발견되었지만 손상정도가 미미하고 평가에 영향을 미치지 않은 것으로 분석되었다.
- 따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 "B등급"으로 평가되었다.

2.7.4 종합결론

- 본 과업 대상 절토사면은 2017년에 준공되어 약 7 년간 공용되고 있고, 비봉～매송간 도시고속도로 이정 0+281～0+716 매송방향 우측에 위치한 총 연장 435m, 최고 높이 37.3m의 2종 시설물이다. 외관조사결과, 2구간 사면(0+600) 상단부에 식생불량, L형측구 파손이 사면하부에 녹생토 퇴적, 보호시설에 낙성방지망 파손, 녹생토 유실, 배수처리시설 소단배수로 및 산마루측구에서 균열, 망상균열, 토사퇴적, 낙엽퇴적 등이 보수 된 것으로 조사되었다. 붕락우려는 손상의 확대가 되지 않은 것으로 확인되었다.

- 조사된 손상들에 대해서는 외부적인 요인으로 손상의 확대의 우려가 있으므로 지속적인 유지관리가 필요하다.

- 사면의 경사 측정결과, 경사는 1구간 약 1:0.8～1:1.5, 2구간 약 1:0.7～1:1.9로 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.

- 집수지형은 1구간 2개소와 2구간 2개소가 확인되었다.
- 토층심도는 준공도면 및 현장 육안조사를 통해 조사한 결과 1구간 8.6m, 2구간 7.1m로 확인되었다.

- 외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 기존 『B(0.197)』 등급에서 **『B(0.197)』** 등급으로 등급이 동일하며 전차와같은 상태양호인

것으로 확인되어 동지수로 평가되었다.

- 따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 점검 결과, 전반적으로 양호한 상태이므로 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 판단된다.

2.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 사면의 식생불량의 확대여부를 확인하고, 정기안전점검 시 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

2.7.7 기타 필요한 사항

- 본 사면은 고속도로 상에 위치하여 통행량이 많아 점검을 위한 사면 진입시 통행차량에 주의가 필요하며, 특히 해빙기 및 장마시 실족 등의 안전사고에 유의해야 할 것으로 판단된다.

제3장 절토사면STA.2+690~3+090(좌)

3.1 시설물 현황

3.2 자료수집 및 분석

3.3 현장조사 및 시험

3.4 상태평가

3.5 종합평가 및 안전등급 지정

3.6 보수·보강 및 유지관리방안

3.7 종합결론

제3장 절토사면STA2+690~3+090(좌)

3.1 시설물 현황

3.1.1 시설물 일반현황

본 과업 대상 절토사면은 비봉~매송간 도시고속도로 이정 STA. 2+690~3+090 비봉방향 우측에 위치하고 있는 총 연장 400m, 최고 높이 38.0m의 2종 시설물이다.

대상 절토사면은 하부 암반사면, 상부 토사사면으로 형성되어 있으며, 낙석 방지망, 숏크리트 콘크리트 블록격자 등의 사면보호시설, 소단배수로, 산마루측구 등의 배수처리시설, 콘크리트 방호벽 등의 부대시설, 점검로 등의 기타시설이 설치되어 있다. 대상 절토사면의 현황은 다음과 같다.

<표 3.1.1> 시설물 일반현황

시설물번호	SL2017-0000088		관리번호	-
시설물명	절토사면(STA2+690-3+090(좌))		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산 40-46		
	위치좌표	시점 : 37°13′47.83″ 126°53′42.99″		
		종점 : 37°13′48.19″ 126°53′35.01″		
제 원	연 장	400.0m	높 이	38.0m (소단수 : 6)
	경사/방향	40° / N179°	토층 심도	15.7m
	토층 심도율	15.7 / 38.0 = 0.41	사면 구분	토사 사면
관리주체	화성도시고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	쌍학터널(개착터널)		
	주변환경	-	상부사면경사	20° / N195°
시공현황	준공일	2017년 06월 30일	시 공 자	현대엔지니어링(주)
	부대시설	콘크리트격자블록, 점검계단, 배수시설		
비 고	-			

3.1.2 시설물 전경

본 절토사면의 전체 전경 및 주요구간 전경은 다음과 같다.

가. 전경사진



전체 전경



시점부 전경



시점부 전경



종점부 전경



종점부 전경

	
격자블럭 전경	배수처리시설 전경
	
이격거리 전경	점검로 전경
	
주변시설물 전경	주변시설물 전경
	
상부자연사면 전경	주변지형 전경

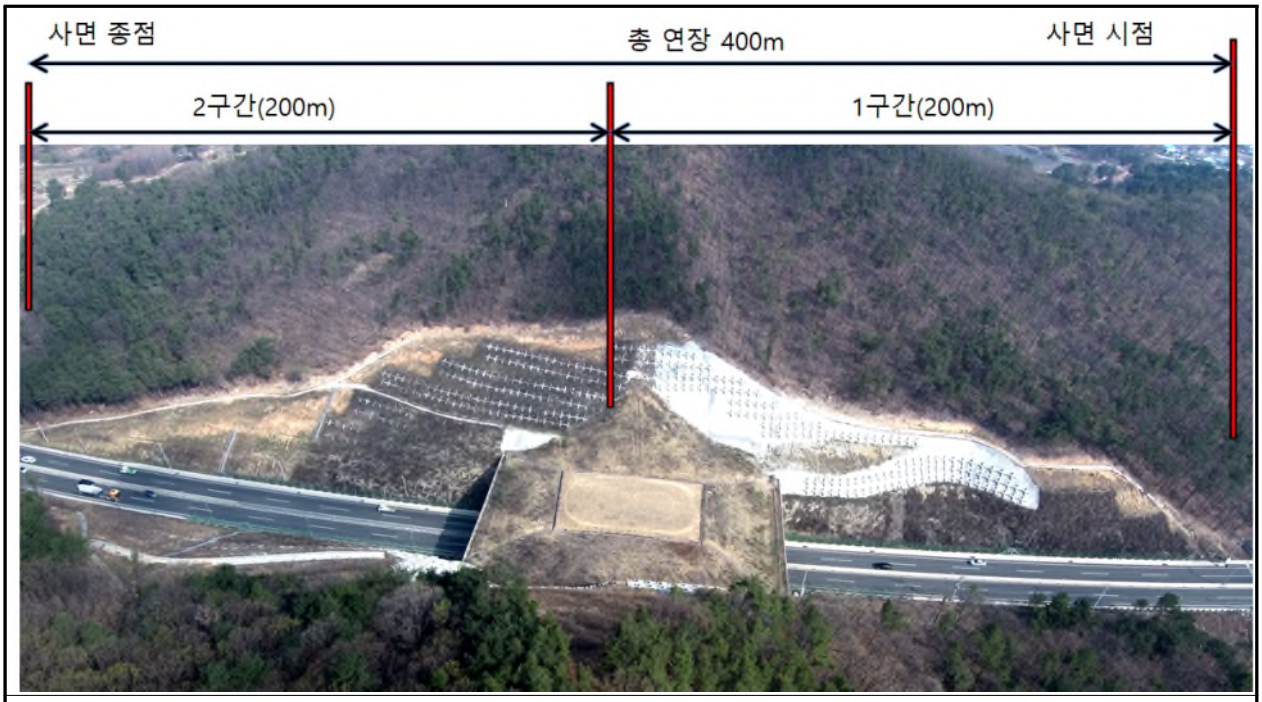
<그림 3.1.1> 절토사면 전경

나. 조사영역 및 사면의 분할

사면의 분할은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로 정밀안전점검이나 정밀안전진단의 대상이 되는 절토사면의 규모와 영역을 결정하는 작업을 의미한다. 현장에서 접하게 되는 절토사면은 대개 지형적인 특성에 의해 여러 절토사면이 연속하여 연결되어 있어 이를 구분하기 위한 명확한 기준이 필요하다.

본 절토사면의 사면분할은 현장조사결과 수직고가 5m 이하로 낮아지는 지점이 없어 생략하였고, 구간분할의 경우는, 구성 재료는 하부 암반사면, 상부 토사사면으로 관찰되었으며, 사면의 경사방향이 40°이상으로 변화하지 않았으며, 동일구간의 연장이 400m로 2개의 구간으로 분할하였다.

본 절토사면의 토층심도율은 준공도서의 지질보고서, 실시설계보고서, 물리탐사 자료를 참고하여, 토층심도가 15.7m로 조사되었으며, 사면높이 38.0m로 토층심도율 0.41로 토사사면으로 분류하였다. 또한 FMS등록되어 있는 사면에 대해서만 구간분할 단위로 정하였다.



구간 분할

<표 3.1.2> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
1구간	200m	46.0m	20.0m	0.43	1 : 1.01	토사사면
2구간	200m	38.0m	15.7m	0.41	1 : 1.28	토사사면

3.1.3 위치도 및 관련도면

본 절토사면의 시설물 위치도와 시공관련 주요도면은 다음과 같다.

가. 위치도 및 지질·지형도

1)위치도



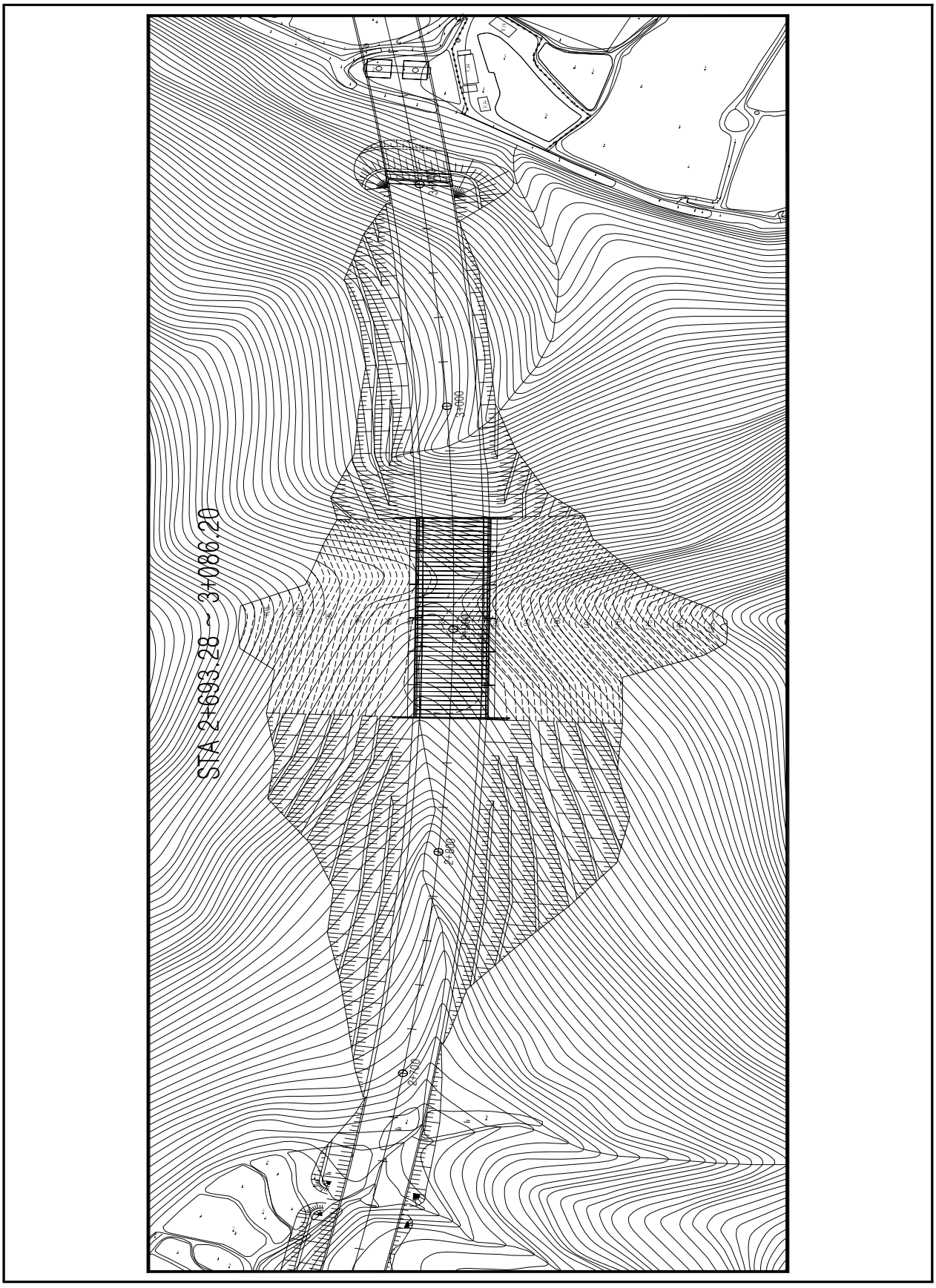
<그림 3.1.2> 절토사면 위치도

2)지질도



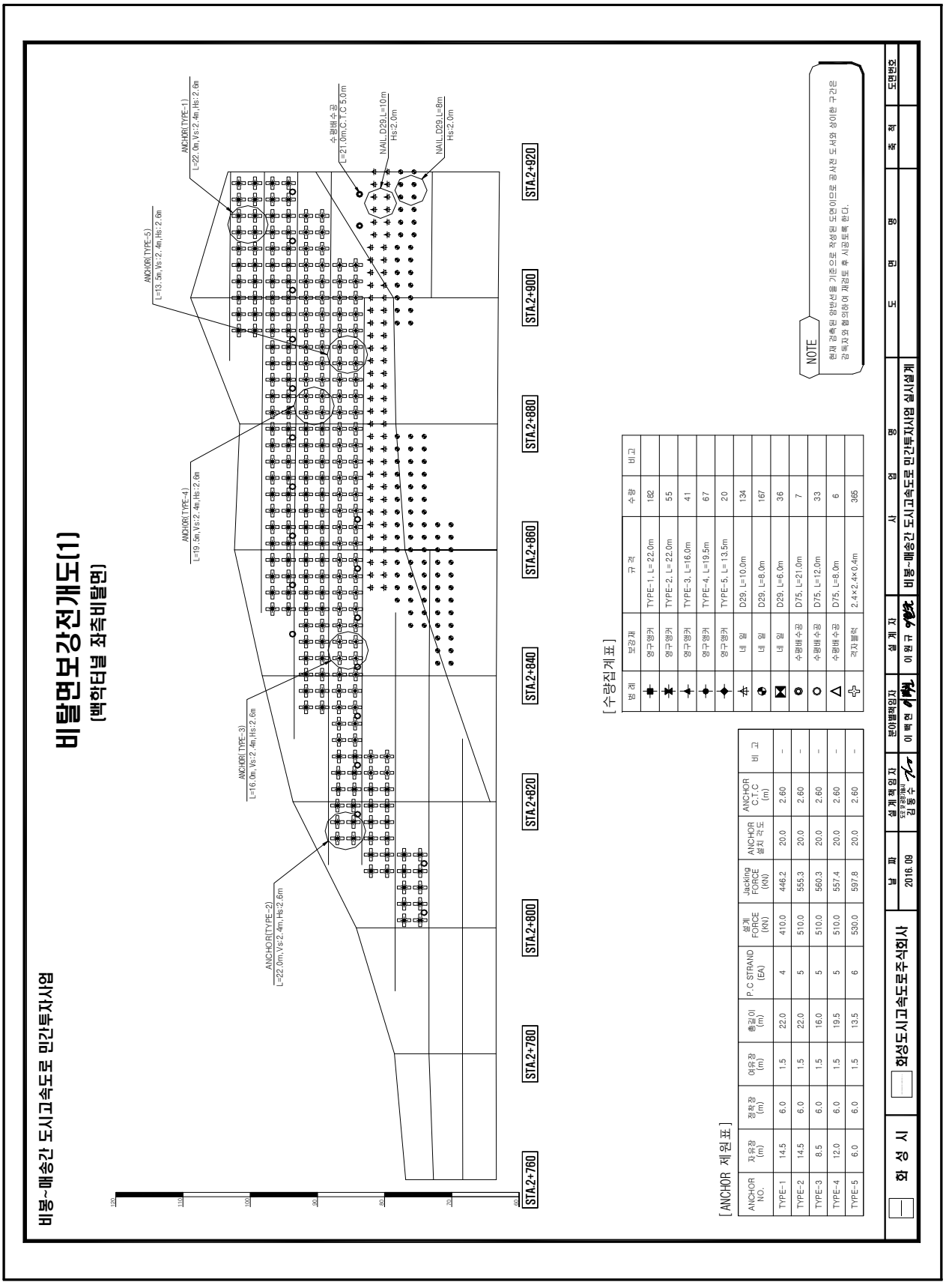
<그림 3.1.3> 절토사면 지질도

3)지형도 및 평면도

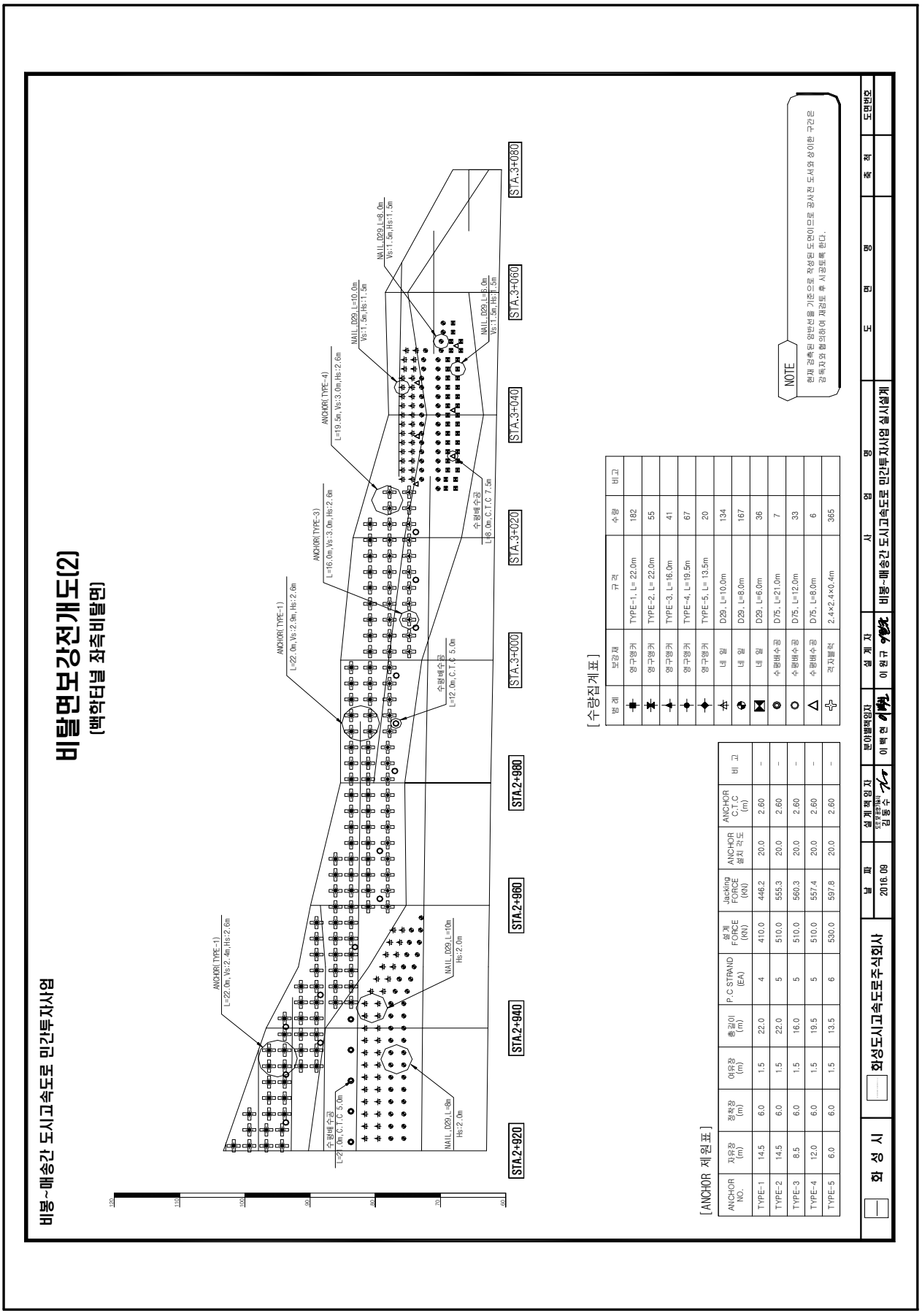


<그림 3.1.4> 절토사면 지형도 및 평면도

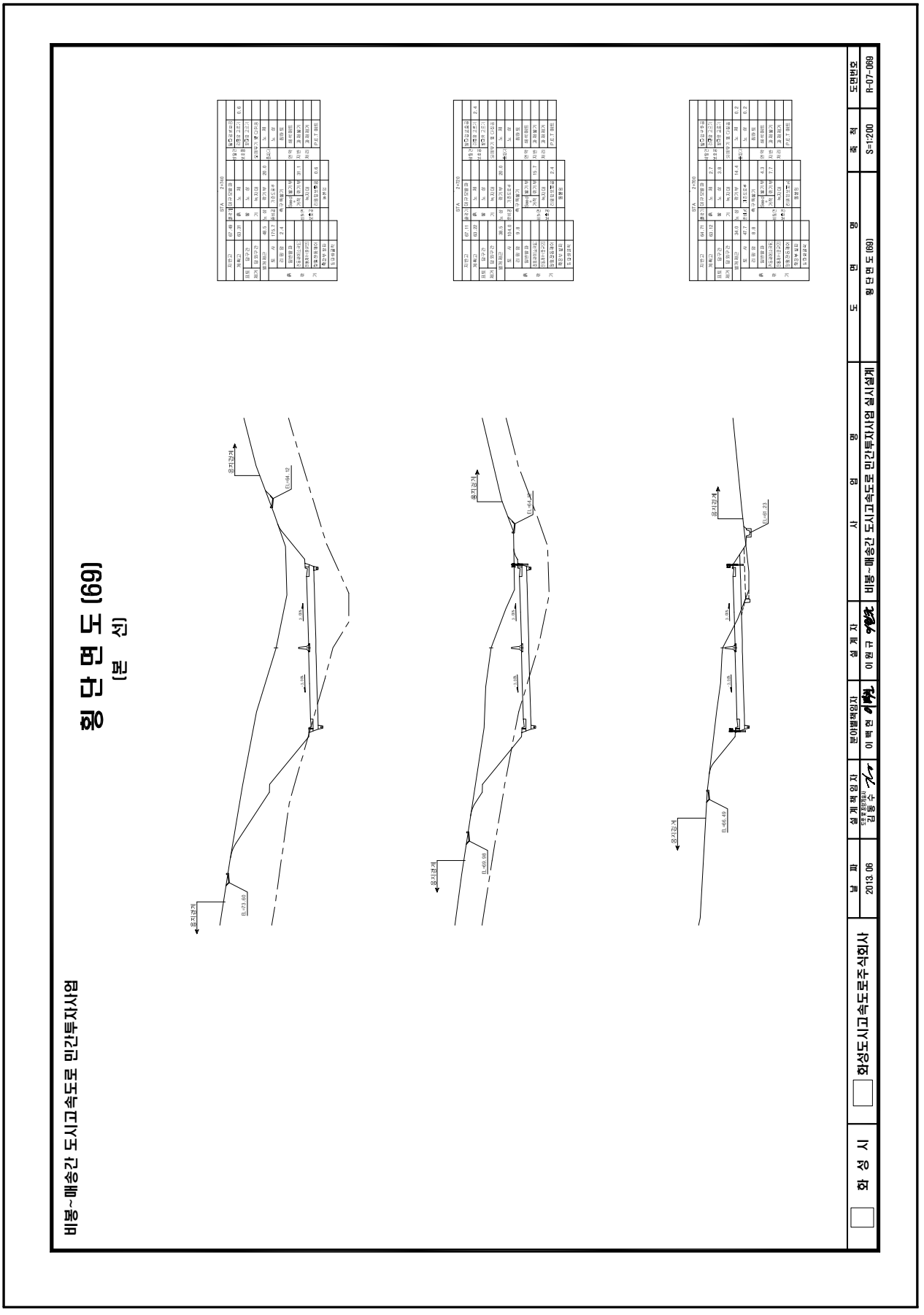
다. 관련도면



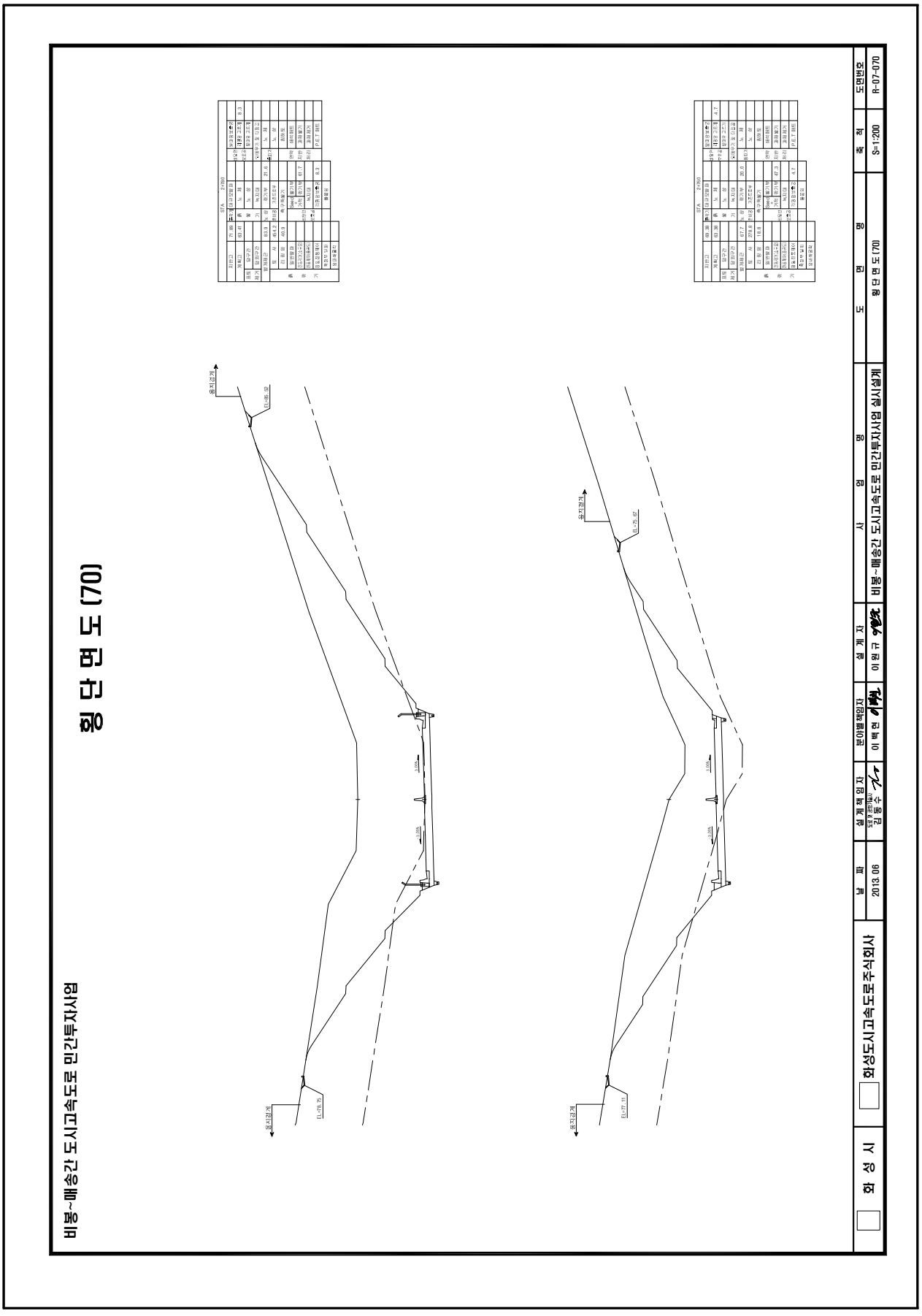
<그림 3.1.5> 보강 전개도(1)



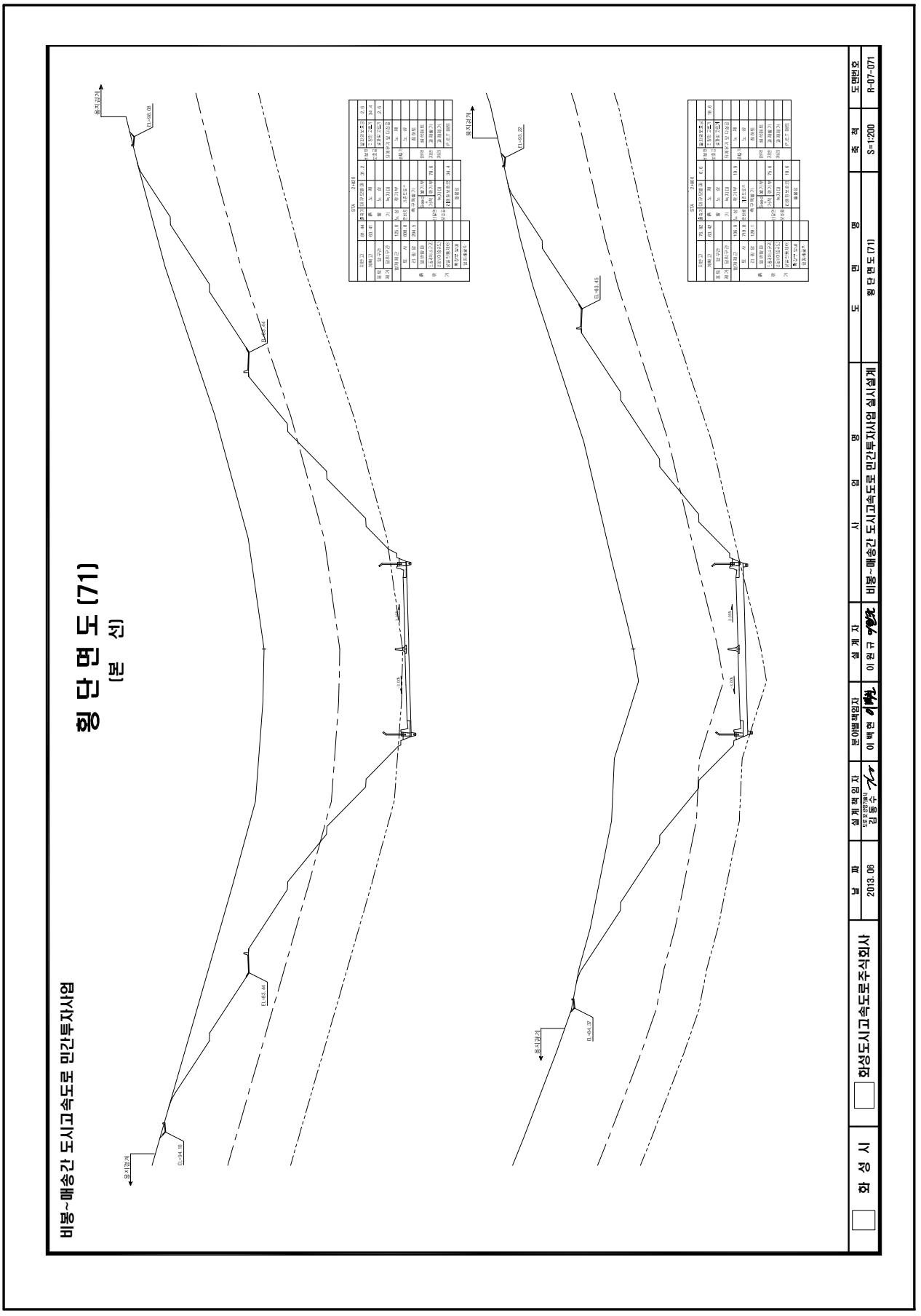
<그림 3.1.6> 보강 전개도(2)


횡 단 면 도 (69)
(본 선)
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업
화 성 시
화성도시고속도로주식회사
2013. 06
설계책임자
김동수
분야별책임자
이 백 현
설 계 자
이 원 규
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업 실시설계
횡단면도 (69)
S=1:200
R-07-069

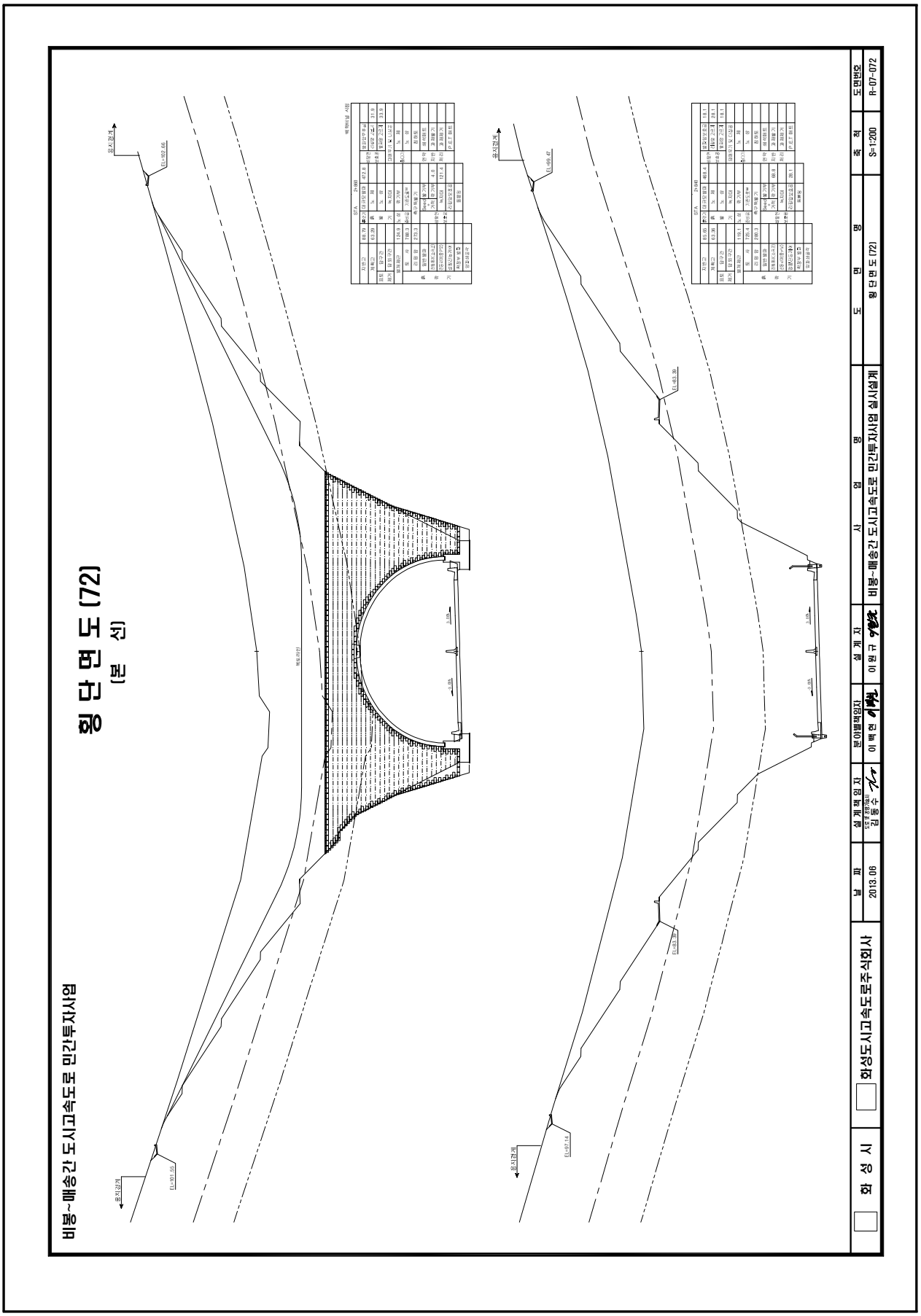
<그림 3.1.7> 횡단면도(1)


횡 단 면 도 (70)
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업
화 성 시
화성도시고속도로주식회사
2013. 06
이 백 연
이 원 규
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업 실시설계
횡 단 면 도 (70)
S=1:200
R-07-070

<그림 3.1.8> 횡단면도(2)


횡단면도(71)
(본 선)
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업
화 성 시
화성도시고속도로주식회사
2013. 06
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업 실시설계
횡 단 면 도 (71)
S=1:200
R-07-071

<그림 3.1.9> 횡단면도(3)



<그림 3.1.10> 횡단면도(4)

3.2 자료수집 및 분석

3.2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

<표 3.2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	● 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 설계보고서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	-
	● 설계도면	보유	-
시설물 관리대장	● 기본현황 ● 상세제원 ● 유지관리 이력	보유	-
시공관련 자 료	● 시공관련 자료 ● 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ● 사고기록	보유	-
기존 안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	-
보수·보강이력 자료		보유	-

- 자료조사 결과, 관리주체는 시설물 준공이후 설계도서 및 시공자료를 보유하고 있고, FMS의 시설물관리대장도 적정하게 등록 및 관리되고 있는 것으로 확인되었다. 시설물의 제원은 절토사면의 연장이 변경되어 높이가 달라졌다. 설계도면과 시설물관리대장이 상호 일치하지 않은 것으로 확인되고, 수정이 필요하다.

3.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과

본 절토사면은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 14회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 3.2.2> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	2,845	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	없음	조정순	2017-12-01
2	정기안전점검(하반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하였으나, 향후 우기시에 대비하여 사면 유실 방지를 위한 식생관리 등이 필요함.	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	없음	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검(상반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	산마루 측구 일부 토사 퇴적	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	없음	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검(하반기)	자체수행	862	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2018-11-07	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	없음	이영주	2018-11-14

<표 3.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
5	정기안전점검(상반기)	자체수행	862	일부 소단측구 바닥판 보수부 재균열외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	소단측구 바닥판 균열보수	이영주	2019-06-24
6	정기안전점검(하반기)	자체수행	862	일부 소단측구 바닥판 보수부 재균열외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	소단측구 바닥판 균열보수	이영주	2019-11-21

<표 3.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	1,727	- 배수처리시설 산마루측구 낙엽퇴적 - 이격거리내 시설 L형측구 균열(cw=0.3mm이상), L형측구 파손	2020-06-28	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29
8	정기안전점검 (하반기)	자체수행	862	표층유실 및 표층붕락부는 급격한 붕괴는 없을 것으로 판단되나 해빙기전 부수하여 추가유실이 되지 않도록 관리하고, 2+800지점 소단측구 파손부는 우기전 보수하여 유수흐름에 문제가 없도록 보수를 요함. ※ 표층유실 및 소단파손이 있어 점검결과를 양호에서 보통으로 하향조정	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	보통	표층유실 및 붕락부 보수 및 소단파손부 재설치	이영주	2020-12-10
9	정기안전점검 (상반기)	자체수행	-	표층유실 및 표층붕락부는 보수를 완료하였으며 2+800지점 소단측구 파손부는 우기전 보수하여 유수흐름에 문제가 없도록 보수를 요함.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	보통	소단파손부 재설치	이영주	2021-06-28
10	정기안전점검 (하반기)	자체수행	-	-2+800지점 소단측구 파손부 보수를 완료하여 전반적으로 양호함.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	-	이영주	2021-11-29

<표 3.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	2,200	-외관조사결과, 산마루측구에서 낙엽퇴적, 이격거리내시설 L형측구 균열, 파손이 보수 된 것으로 조사되었다. -외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 『B(0.197)』 등급으로 평가되었다. -따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인 들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	- 없음	김무열	2022-06-30
12	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	-소단측구부 및 3+030(매송) 및 소단측구 상부 사면유실 복구완료 -비탈면유실부 보수시 절단한 와이어 결속력 부족으로 와이어 장력이 부족함에 따른 재결속이 필요함.	2022-11-30	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	-없음	김동민	2022-12-05

<표 3.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
13	정기안전점검(상반기)	(주)이도	2,600	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 표층 유실(3개소, 보수완료), 식생불량, 배수로 재균열, 낙석방지망 장력 부족의 손상이 조사되었다. 표층 유실 및 보수부가 3개소 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.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 장력점검	나영일	2023-08-02
14	정기안전점검(하반기)	(주)이도	2,600	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 표층 유실(3개소, 보수완료), 식생불량, 배수로 재균열, 낙석방지망 장력 부족의 손상이 조사되었다. 표층 유실 및 보수부가 3개소 존재하나, 적절한 보강으로 향후 지속적인 관찰로 추가 표층 유실이 추가적으로 이루어지지 않도록 조치할 필요가 있다. 향후 손상의 진전 여부를 지속적인 주의관찰을 통해 유지관리를 실시한다면 공용상 문제는 없을 것으로 판단된다.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	표면처리	나영일	2024-01-31

<표 3.2.3> 2020년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2020년도 정밀안전점검
용역기간		· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA2+690~3+090(좌)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 상태양호
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 산마루측구 낙엽퇴적
	이격거리내시설	· L형측구 균열, L형측구 파손
	기타시설	· 상태양호
종합의견		- 본 STA.2+690~3+090(좌) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : B

<표 3.2.4> 2022년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2022년도 정밀안전점검
용역기간		· 2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA2+690～3+090(좌)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 상태양호
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 상태양호
	이격거리내시설	· 상태양호
	기타시설	· 상태양호
종합의견		- 본 STA.2+690～3+090(좌) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : B

3.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료

본 시설물에 대한 FMS에 등록된 보수·보강 이력은 2회 있는 것으로 조사되었다. 또한 경미한 손상들에 대하여 일상적인 유지관리 활동이 이루어지고 있는 것으로 확인되었다.

또한, 준공이후 하중상태 등 변화 여부를 파악하기 위해 준공당시 설계도서 및 유지관리 이력 등을 참조하여 검토한 결과, 준공이후 용도, 구조, 하중상태 변화는 없는 것으로 조사되었다.

<표 3.2.5> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	비봉-매송단 도시고속도로 민간투자사업	보수	3+030,3+060	(주)동명기술공단 종합건축사사무소	(주)일맥건설
	2021-04-26 2021-06-15		숏크리트 224m2 레일링(l=8m) 9공	26,200	전성재
2	비봉-매송단 도시고속도로 민간투자사업	보수	2+800~840	(주)동명기술공단 종합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2021-08-02 2021-11-10		소단측구 파손/침하부 재타설40m	1	신현성

3.2.4 시설물 내진설계 여부 확인

<표 3.2.6> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 여부
절토사면STA.2+690~3+090(좌)	건설공사 비탈면 설계기준(2011, 국토해양부)으로 설계됨

검토단면		평사투영해석	평면파괴 한계평형해석			판 정	비 고
		평면파괴 발생가능성	건기시 (Fs=1.5)	우기시 (Fs=1.2)	지진시 (Fs=1.1)		
깎기 2구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 3구간	좌측	높음	3.666	3.503	3.222	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 6구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	있음	1.688	1.484	1.324		
깎기 7구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	있음	2.231	1.753	1.507		
깎기 8구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 9구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
개착 터널	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		

1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
SL2017-0000088		절토사면(STA2+690-3+090(좌))	시도	비봉-매송간 도시고속도로	연직높이 30미터 이상(옹벽이 있는 경우 옹벽상단으로부터의 높이)을 포함한 절토부로서 단일 수평연장 100미터이상인 도로사면	2종	절토사면	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분			소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공		민간
경기도	화성시	비봉면 쌍학리 산40-46		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 설개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2019년 06월 29일	유	유	유		dscf2643.jpg dscf2655.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주)	153

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2020년 11월 26일	이영주

비고	

3.2.5 자료수집 및 분석결과

<표 3.2.7> 자료수집 및 분석결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음 -2020.11 시설물명 변경되었음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함.
	-보수·보강 이력	-일상적인 유지관리활동이 시행되는 것으로 확인됨.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

3.3 현장조사 및 시험

3.3.1 개 요

외관조사는 절토사면을 구성하는 각 부위에 대하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시세부지침』의 시설물별 점검사항에 근거하여 시행하였으며, 사전조사를 실시하여 기존 점검 및 유지관리자료 등에서 파악된 중점점검 손상의 진전 및 확대, 보수 여부, 보수부 재손상 유무 확인에 주안점을 두고, 현장 투입 전 안전수칙, 인원 및 장비 체크사항, 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 조사를 실시하였으며, 점검대상 부위는 면밀한 조사가 가능하도록 사다리, 점검로 등을 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였다.

또한, 현장시험은 절토사면의 상태평가를 위하여 암석용 슈미트해머를 이용한 암반강도 측정, 토양경도계를 이용한 토양경도 측정, 클리노콤파스, 줄자 등을 이용한 불연속면 조사, 경사계와 스태프를 이용한 사면의 경사 측정, 설계도면, 스태프를 이용한 토층심도 측정 등의 실측조사를 실시하였다. 노출암반에 대해서는 노두를 찾아 조사하였으나, 식생, 낙엽 등으로 덮여 조사불가한 경우 유사한 지점의 설계자료를 활용하여 특성을 분석하였다. 금회 조사된 손상현황은 상태평가 및 유지관리 등에 활용하고, 시설물에 대한 지속적인 추적관리와 기술정보 제공이 가능하도록 외관조사망도에 상세히 기록하였다.



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



장비를 이용한 현장조사



장비를 이용한 현장조사

<그림 3.3.1> 현장조사 전경

3.3.2 평가대상 분할

가. 구간 및 측점 분할

1) 사면의 분할

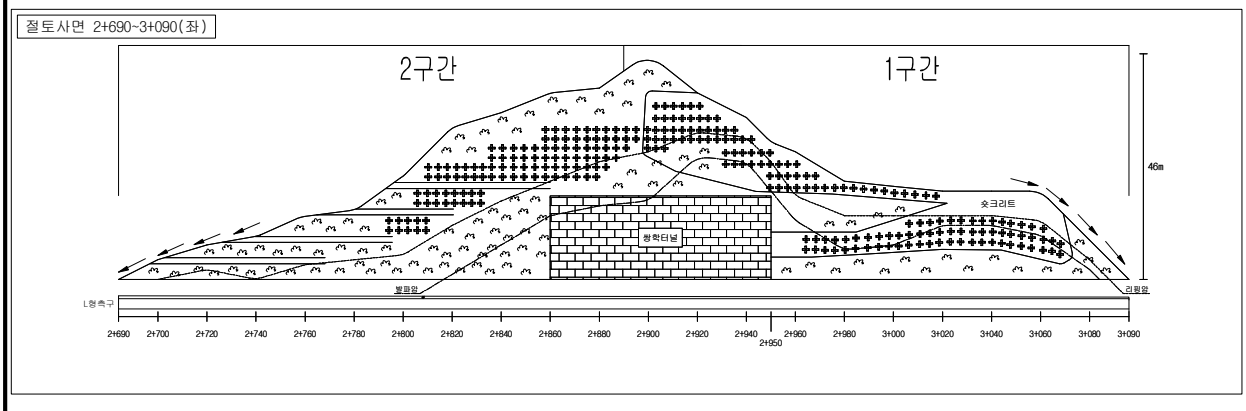
본 사면은 연장 400m, 높이 38.0m의 규모로서 시점부에서 종점부까지가 연속된 동일 절토부로 구성되어 있고, 사면내 계곡부가 없는 단일사면이므로 『세부지침 3.2.1 나)』에 따라서 1개의 사면으로 분할하였다.

2) 구간분할

본 사면의 상태평가를 위한 조사영역을 결정하기 위하여 『세부지침 3.2.1 나)』에 따라서 사면의 구성재료, 지형적 특성, 시설물 규모 등을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 1개의 사면을 2개의 구간으로 분할하였고, 이에 따라 외관조사망도를 구분하여 작성하였다.

<표 3.3.1> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
1구간	200m	46.0m	20.0m	0.43	1 : 1.01	토사사면
2구간	200m	38.0m	15.7m	0.41	1 : 1.28	토사사면

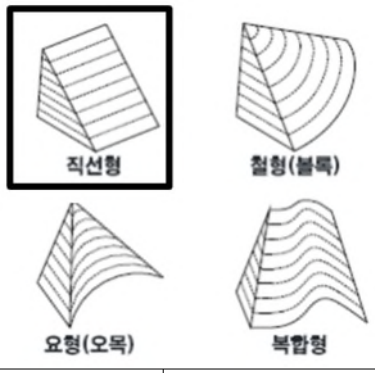
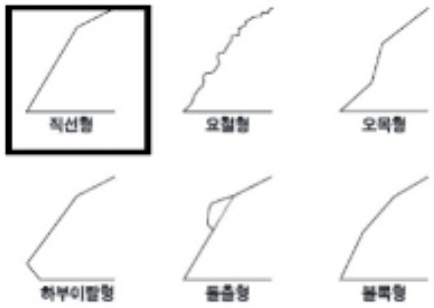


3.3.3 현장조사 체크리스트

<표 3.3.2> 일반현황

<table>
<tr><td>조사일자</td><td colspan="2">2024년 04월 29일</td><td>조사자</td><td colspan="2">진단1팀</td></tr>
<tr><td>일 기</td><td colspan="2">맑음</td><td>현황코드</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>행정구역</td><td colspan="5">경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산 40-46</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위 경 도</td><td colspan="5">시점 : 37°13′47.83″ 126°53′42.99″</td></tr>
<tr><td colspan="5">종점 : 37°13′48.19″ 126°53′35.01″</td></tr>
<tr><td>도 로</td><td colspan="3">왕복4차선</td><td colspan="2">도로폭 : 17m</td></tr>
<tr><td rowspan="5">절토사면</td><td colspan="3">길 이 : 400m</td><td colspan="2">높 이 : 38.0m</td></tr>
<tr><td colspan="5">경사 / 경사방향 : 40°/N179°</td></tr>
<tr><td colspan="5">도로와의 이격거리 : 평균 2.0 m이상</td></tr>
<tr><td colspan="3">구성물질 : 전반적 토사, 하부에 암반</td><td colspan="2">토층심도 : 15.7m</td></tr>
<tr><td colspan="5">소 단 : 6</td></tr>
<tr><td rowspan="4">낙석/뜬돌</td><td colspan="3">낙석 존재유무 : 무</td><td colspan="2">낙석의 양 : -</td></tr>
<tr><td colspan="5">낙석 평균크기 : -
낙석 최대크기 : -</td></tr>
<tr><td colspan="3">뜬돌 존재유무 : 무</td><td colspan="2">뜬돌의 양 : -</td></tr>
<tr><td colspan="5">뜬돌 평균크기 : -</td></tr>
<tr><td rowspan="8">절토사면
시공현황</td><td>종 류</td><td colspan="2">위 치</td><td colspan="2">상 태</td></tr>
<tr><td>낙석방지망</td><td colspan="2">-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>낙석방지울타리</td><td colspan="2">사면하부 STA. 2+950.0~3+070.0(120m)
STA. 2+860.0~2+770.0(90m)</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>소단배수로</td><td colspan="2">4소단 230m~298m(68m)</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>산마루측구</td><td colspan="2">0m~140m(140m)
230m~410m(180m)</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>점검로</td><td colspan="2">1소단 320m, 3소단 295m (2개소)</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>계단식-게비온 옹벽</td><td colspan="2">-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">붕괴이력</td><td>유 형</td><td colspan="2">규 모</td><td colspan="2">위 치</td></tr>
<tr><td>-</td><td colspan="2">-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>기 타</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

<표 3.3.3> 지형·지질 및 식생

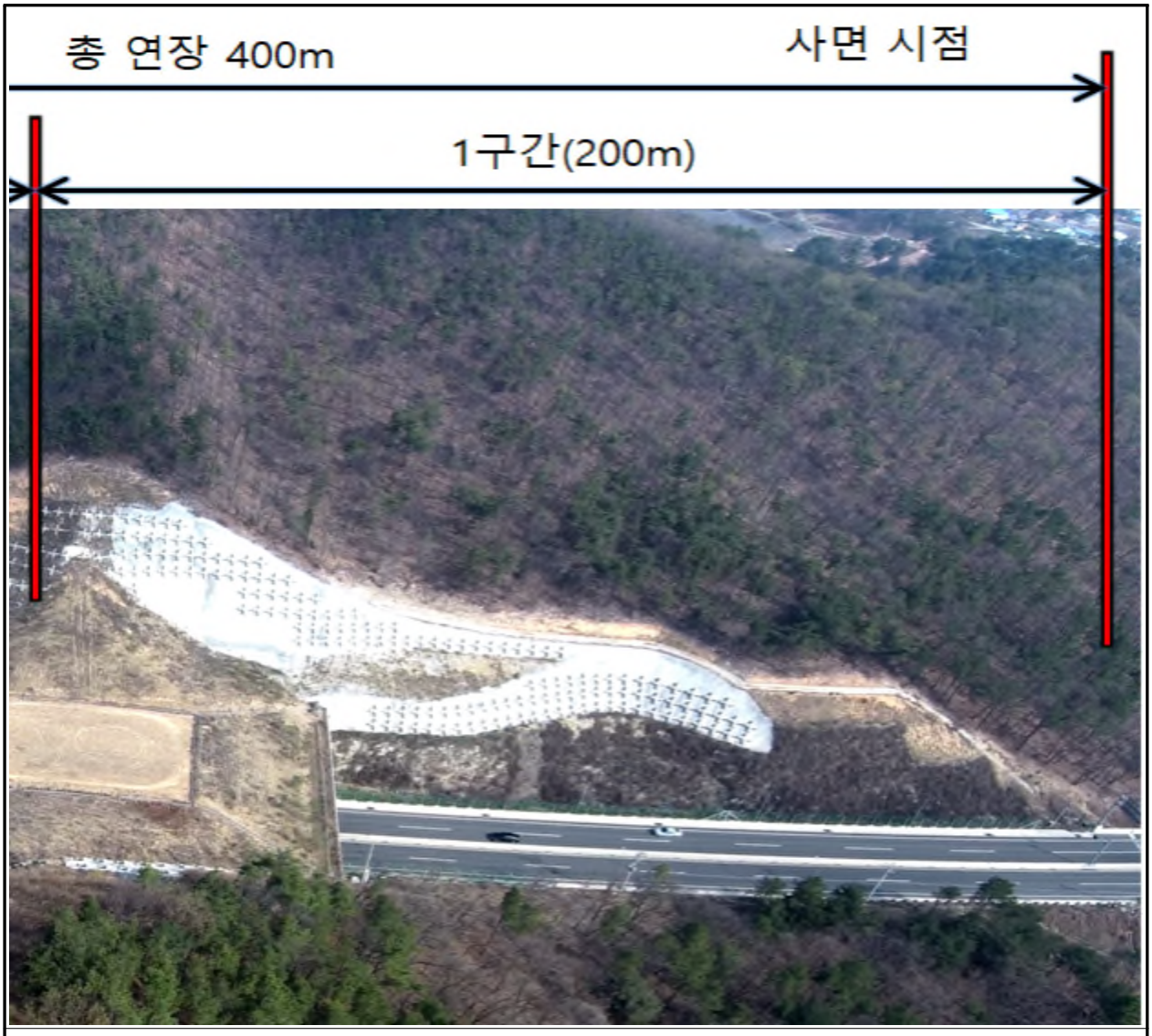
<table>
<tr><td rowspan="3">주변지형의 특성</td><td colspan="2">주변지형</td><td colspan="3">산악</td></tr>
<tr><td colspan="2">종단면 형상</td><td colspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타특징</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>사면의 특성</td><td>종횡단면</td><td colspan="3"> 
</td><td>종단면특성</td><td> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="7">상부자연사면</td><td colspan="2">경사도</td><td colspan="3">20°</td></tr>
<tr><td colspan="2">인장균열</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">포행흔적</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">수목의 기울어짐</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">인공구조물</td><td colspan="3">쌍학터널</td></tr>
<tr><td colspan="2">산마루측구</td><td colspan="3">산마루측구(0m~140m, 230m~410m)</td></tr>
<tr><td colspan="2">계곡부</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td>지 질</td><td>지질각론 (지반조사보고서참조)</td><td colspan="4">• 본 구간의 지질은 중생대 쥬라기의 흑운모 화강암의 남양화강암 기원암류, 시대미상의 화성암류, 중생대 퇴적암류와 이들 모든 지층을 관입한 백악기의 맥암류 및 제4계의 충적층 등으로 구성되어 있다.
• 본 절토사면의 대표암질은 흑운모화강암으로 조사되었으며, 본 암은 수원시를 중심으로 하여 소규모로 분포하고 있으며, 풍화를 받아 구릉성산지를 형성하며, 수원분지를 이루고 있다.
• 풍화대 : 약간풍화 ~ 보통풍화
• 절리군J1:86/040, J2:46/281, J3:44/182 간격0.05~0.4m, 연장1.0~4.0m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">식 생</td><td>①종류</td><td>초 본</td><td>관 목</td><td>침 엽 수</td><td>활 엽 수</td></tr>
<tr><td>②밀도</td><td>중</td><td>하</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>③근계특징</td><td colspan="4">천근성(○), 심근성( )</td></tr>
</table>

3.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1) 현황(지형 및 지질)

- 대상 절토사면은 평면선형 직선형, 종단형상은 직선형이며, 주향 N179°E의 방향성을 보이고 있다. 사면경사는 약 1:1.0로 시공되어 있는 주요 구성 물질이 토사와 하부암반이며 토층심도율에 의해 토사사면으로 구분하였다.
- 상부 자연사면은 20°로 상향 경사로 이루어져 있으며, 산마루 측구가 설치되어 있고 지형특성상 지표수의 사면 외곽처리가 양호한 조건으로 판단된다.
- 사면의 토층심도가 20.0m이며, 상부에는 대부분이 숏크리트 및 블록이 시공되어있고, 하부에 노출된 암반은 풍화도3~4의 암질을 보이고 절리가 분포하고 있으나 대규모 암반파괴 또는, 낙석발생 가능성은 낮은 것으로 판단된다.



구간 분할

2) 상부자연사면

a. 외관조사 결과

- 상부자연사면에서 사면 이상여부의 전조현상인 인장균열 및 침하 등의 발생여부와 인공시설물(봉분, 송전탑, 농경지 등)의 분포여부 및 사면경사의 완급에 따른 지표수의 사면내 영향여부 등에 주안점으로 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



상부자연사면 전경(STA.2+900)



상부자연사면 전경(STA 2+900)

<그림 3.3.2> 상부자연사면 손상현황

<표 3.3.4> 상부자연사면 손상물량

구 분			1구간	합계
상부자연사면	상태양호	-	-	-

<표 3.3.5> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 상부자연사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

3) 사면

a. 외관조사 결과

- 사면의 파괴징후인 단차, 배부름 등의 지반 변형여부와 토사구간의 지반포화에 의한 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴, 지하수 용출 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



사면 전경(STA.2+900)



사면 전경(STA.2+900)

<그림 3.3.3> 사면 손상현황

<표 3.3.6> 사면 손상물량

구 분			1구간	합계
사면	상태양호	-	-	-

<표 3.3.7> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

4) 사면하부

a. 외관조사 결과

- 사면하부는 지하수가 용출되기 쉬운 지점으로 지하수의 용출여부를 관찰하고, 낙석방지망 배면에 적치된 토석더미로 인한 낙석방지망의 구조적 불안전성여부와 사면하부 암이탈로 지지력 상실여부 등에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



사면하부 전경



사면하부 전경

<그림 3.3.4> 사면하부 손상현황

<표 3.3.8> 사면하부 손상물량

구 분			1구간	합계
사면하부	상태양호	-	-	-

<표 3.3.9> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면 하부의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

5) 보호/보강 시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 표면보호공법은 토사사면은 종자분사파종 공법, 녹생토 공법, 숏크리트 공법을 적용하여 전 반적으로 표면녹화 되어 있다. 보강공법은 어스앵커, 격자블럭, 수평배수공 시공이 되어있는 것으로 조사되었다.
- 보호시설은 녹생토 유실, 숏크리트 파손 등의 손상현황이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



보호시설 전경



보강시설 전경

<그림 3.3.5> 보호시설 손상현황

<표 3.3.10> 보호/보강시설 손상물량

구 분			1구간	합계
보호시설	상태양호	-	-	-

<표 3.3.11> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보호/보강시설의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

6) 배수처리시설

a. 외관조사 결과

- 배수처리시설은 지표수 및 지하수의 처리를 원활하게 하여 사면의 침식과 더불어 표층 붕괴를 방지하기 위해 충분한 용량을 확보하여야 하며, 기능발휘에 장애가 없어야 한다. 배수시설의 배수기능 상태와 간극수압 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 배수처리시설의 대한 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

b. 손상현황

	
배수처리시설 전경	배수처리시설 전경

<그림 3.3.7> 배수처리시설 손상현황

<표 3.3.12> 배수처리시설 손상물량

구 분			1구간	합계
배수처리시설	상태양호	-	-	-

<표 3.3.13> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
배수처리시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 배수기능의 상태에 대하여 관찰하는 것이 바람직하다.

7) 이격거리내 시설

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 이격거리내 시설은 낙석방지 울타리, L형 측구가 있는 것으로 조사 되었으며, 사면과 도로와의 이격은 평균 2.0m로 조사되었다. 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 사면의 파괴징후인 구조물의 변형여부와 낙석에 의한 파손 등 기능 상실여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 이격거리내 시설의 설치상태는 파손, 변형 등이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



이격거리내 시설 전경



L형측구 균열 cw 0.2mm/1.0m(3+070)

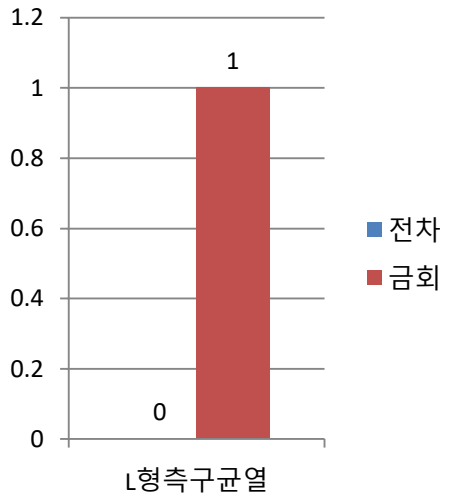
<그림 3.3.8> 이격거리내 시설 손상현황

<표 3.3.14> 이격거리내시설 손상물량

구 분			1구간	합계
이격거리내 시설	L형측구균열	m/ea	1.0	1.0

<표 3.3.15> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
이격거리내 시설	L형측구균열	m/ea	-	1.0	증가(▲1.0)	-



c. 손상원인 및 대책방안

- L형측구의 손상은 사면 하단부의 토압 및 외압의 의해 변형되어 나타는 손상되는 형태로 대게 발견되나, 이번 손상은 외압의 의한 것으로 사료된다. 균열은 동절기 염화칼슘 및 우천시 수분 등의 침투시 열화를 가속화하여 박락 등으로 발전될 수 있으므로 진행 억제를 위하여 주입보수 및 단면보수를 실시하여 기능성 및 내구성 확보가 필요하다.

8) 자연적 외부요인

a. 강우 및 지하수 조건

지점번호	지점명	일시	강수량(mm)	일최다강수량(mm)	일최다강수량일자
119	수원	1994	1045.6	101.3	1994-08-28
119	수원	1995	1653.3	227.3	1995-08-19
119	수원	1996	952.1	153.6	1996-06-17
119	수원	1997	1394.3	150.4	1997-07-01
119	수원	1998	1626.9	208.1	1998-08-08
119	수원	1999	1556.1	153	1999-09-20
119	수원	2000	1328.8	333.2	2000-07-22
119	수원	2001	1067.2	120.3	2001-07-29
119	수원	2002	1231.7	203	2002-08-07
119	수원	2003	1514.8	121.5	2003-07-22
119	수원	2004	1217	89.5	2004-06-19
119	수원	2005	1427.7	84.5	2005-09-30
119	수원	2006	1362.7	169.5	2006-07-16
119	수원	2007	1325	82	2007-07-19
119	수원	2008	1342.9	121	2008-07-24
119	수원	2009	1541.2	272.5	2009-07-12
119	수원	2010	1470.6	97.5	2010-08-29
119	수원	2011	1975.9	190	2011-07-03
119	수원	2012	1748.3	276.5	2012-07-06
119	수원	2013	1240.1	79	2013-07-13
119	수원	2014	1029.1	117.7	2014-08-21
119	수원	2015	751.1	64.7	2015-07-29
119	수원	2016	1023.4	104.2	2016-07-01
119	수원	2017	1328.6	130.8	2017-08-20
119	수원	2018	1293.1	124.8	2018-08-28
119	수원	2019	915.8	108	2019-07-26
119	수원	2020	1635.5	134.2	2020-08-09
119	수원	2021	1084.4	70.9	2021-09-01
119	수원	2022	1864.0	285.0	2022-06-30
119	수원	2023	1409.4	91.6	2023-08-10
30개년 평균값			4465.6/30 = 148.85		

- 세부지침에 따라 해당지역의 평년 최대 강우강도를 1일 강우량으로 조사하였으며, 기상청 자료를 취득하여 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm로 조사되어 1일 강우량 100mm이상, 150mm미만으로 평가한다.

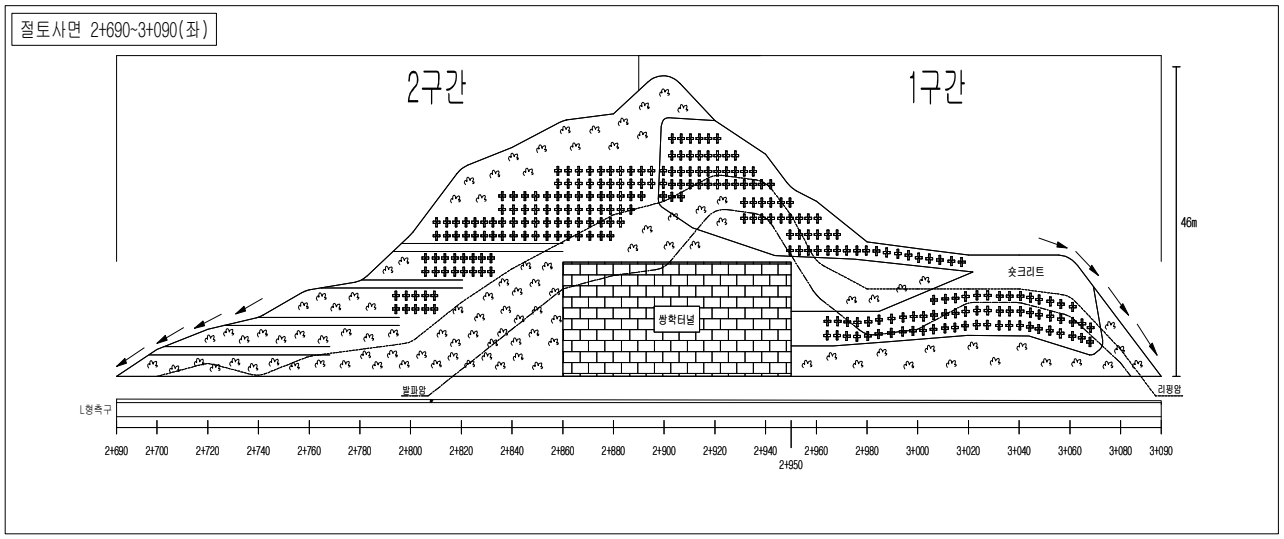
9) 사면형상

a. 사면경사

- 본 시설물 평균 사면경사는 1:1.0으로 준공도서와 현장조사를 통해 검토되었다.

b. 집수지형

- 본 시설물의 1구간의 집수지형은 구간 시점부에 1개소의 집수지형이 조사되었다.



10) 인위요인

a. 표면보호

- 표면 보호상태의 육안조사결과 숏크리트가 설치되어있어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

b. 보호/보강상태

- 보호/보강상태인 부대시설의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

c. 배수조건

- 배수조건에 대한 조사결과 대체적으로 완전배수가 가능하며, 건조상태를 유지하고 있는 것으로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

11) 공중이 이용하는 부위

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 공중이 이용하는 부위는 사면하부의 도로부로서, 지반변형에 의한 침하, 히빙, 파손, 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황

	
공중이 이용하는 부위 전경	공중이 이용하는 부위 전경

<그림 3.3.9> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 3.3.16> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분			1구간	합계
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-

<표 3.3.17> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

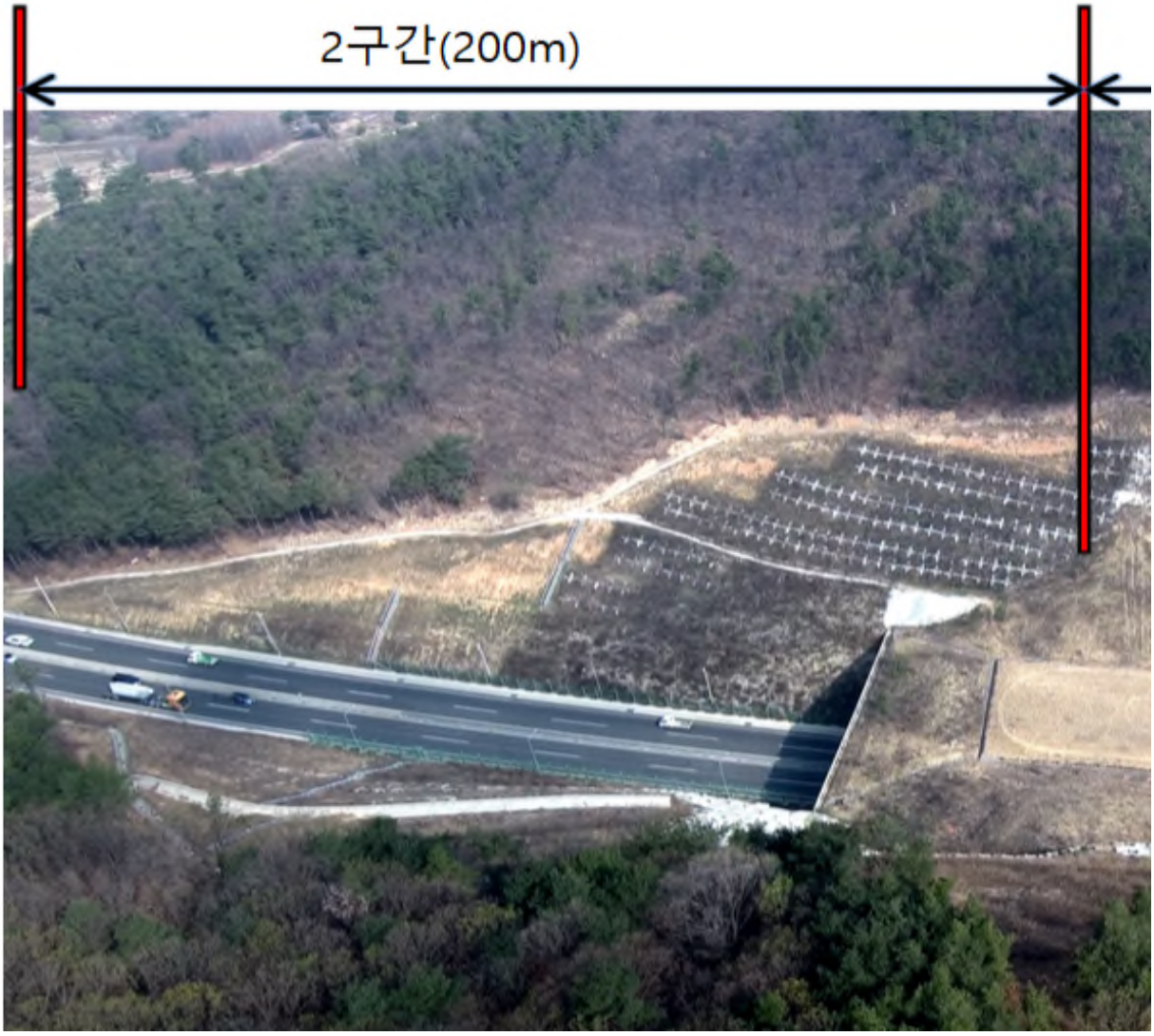
d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 공중이 이용하는 부위의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

나. 2구간

1) 현황(지형 및 지질)

- 대상 절토사면은 평면선형 직선형, 종단형상은 직선형이며, 주향 N179°E의 방향성을 보이고 있다. 사면경사는 약 1:1.28로 시공되어 있는 주요 구성 물질이 토사와 하부암반이며 토층심도율에 의해 토사사면으로 구분하였다.
- 상부 자연사면은 20°로 상향 경사로 이루어져 있으며, 산마루 측구가 설치되어 있고 지형특성상 지표수의 사면 외곽처리가 양호한 조건으로 판단된다.
- 사면의 토층심도가 15.7m이며, 하부에 노출된 암반은 풍화도3~4의 암질을 보이고 절리가 분포하고 있으나 대규모 암반파괴 또는, 낙석발생 가능성은 낮은 것으로 판단된다.



구간 분할

2) 상부자연사면

a. 외관조사 결과

- 상부자연사면에서 사면 이상여부의 전조현상인 인장균열 및 침하 등의 발생여부와 인공시설물(봉분, 송전탑, 농경지 등)의 분포여부 및 사면경사의 완급에 따른 지표수의 사면내 영향여부 등에 주안점으로 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황

	
상부자연사면 전경(2+920)	상부자연사면 전경(2+920)

<그림 3.3.10> 상부자연사면 손상현황

<표 3.3.18> 상부자연사면 손상물량

구 분			2구간	합계
상부자연사면	상태양호	-	-	-

<표 3.3.19> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 상부자연사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

3) 사면

a. 외관조사 결과

- 사면의 파괴징후인 인장균열, 이완 암괴 유/무, 지반 및 구조물 변형 유/무, 등의 지반 변형 여부와 토사사면의 지반포화에 의한 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



사면 전경(2+840)



사면 전경(2+800)

<그림 3.3.11> 사면 손상현황

<표 3.3.20> 사면 손상물량

구 분			2구간	합계
사면	상태양호	-	-	-

<표 3.3.21> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

4) 사면하부

a. 외관조사 결과

- 사면하부는 지하수가 용출되기 쉬운 지점으로 지하수의 용출여부를 관찰하고, 낙석방지망 배면에 적치된 토석더미로 인한 낙석방지망의 구조적 불안전성여부와 사면하부 암이탈로 지지력 상실여부 등에 주안점을 두고 조사하였다.
- 사면하부는 토사퇴적, 지하수용출, 암 이탈 등 파괴현황이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



사면하부 전경(2+740)



사면하부 전경(2+750)

<그림 3.3.12> 사면하부 손상현황

<표 3.3.22> 사면하부 손상물량

구 분			2구간	합계
사면하부	상태양호	-	-	-

<표 3.3.23> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면 하부의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

5) 보호/보강시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 표면보호공법은 토사사면은 종자분사파종 공법, 녹생토 공법, 숏크리트 공법을 적용하여 전 반적으로 표면녹화 되어 있다. 보강공법은 어스앵커, 격자블럭, 수평배수공 시공이 되어있는 것으로 조사되었다.
- 보호/보강시설은 녹생토 유실, 숏크리트 파손 등의 손상현황이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



녹생토 식생 전경(2+800)



격자블럭 전경(2+820)

<그림 3.3.13> 보호시설 손상현황

<표 3.3.24> 보호시설 손상물량

구 분			2구간	합계
보호/보강시설	상태양호	-	-	-

<표 3.3.25> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보호시설의 기능성 및 손상 여부을 관찰하는 것이 바람직하다.

6) 배수처리시설

a. 외관조사 결과

- 배수처리시설은 지표수 및 지하수의 처리를 원활하게 하여 사면의 침식과 더불어 표층 붕괴를 방지하기 위해 충분한 용량을 확보하여야 하며, 기능발휘에 장애가 없어야 한다. 배수시설의 배수기능 상태와 간극수압 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사결과, 신규손상인 소단배수로 균열이 2+857, 2+850에서 신규로 조사되었다. 중대한 결함은 아닌 것으로 판단된다.

b. 손상현황



소단배수로 전경



소단배수로 균열 (1.0mm/1.2) (2+850)

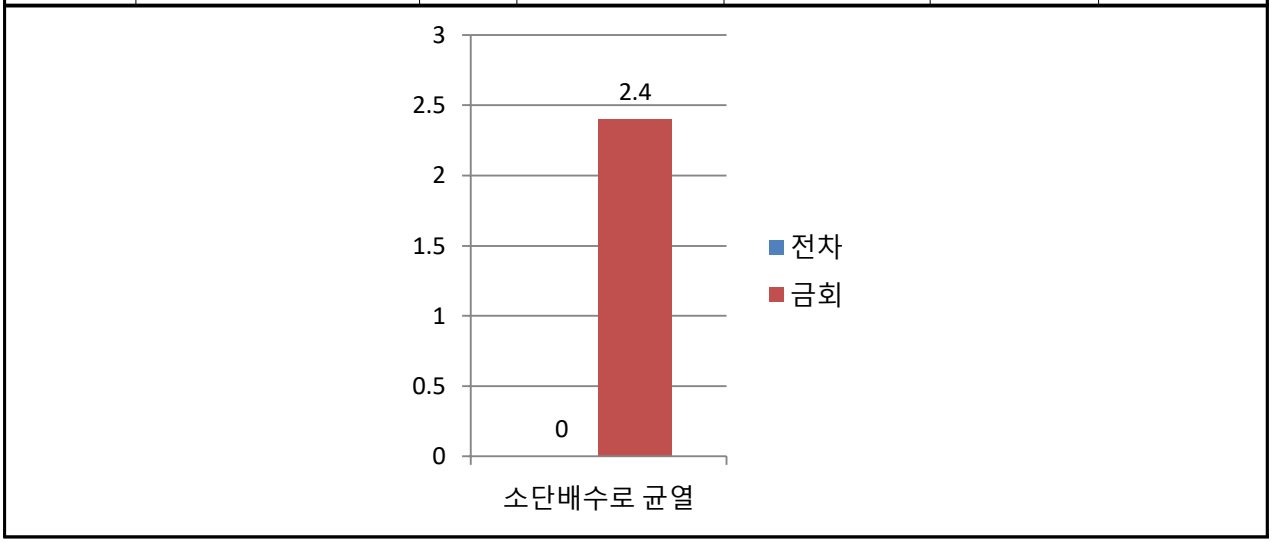
<그림 3.3.15> 배수처리시설 손상현황

<표 3.3.26> 배수처리시설 손상물량

구 분			2구간	합계
배수처리시설	소단배수로 균열	m/ea	2.4	2.4

<표 3.3.27> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
배수처리시설	소단배수로 균열	㎡/ea	-	2.4	증가(▲2.4)	신규손상



c. 손상원인 및 대책방안

- 배수시설에서 확인된 균열은 중대한 결함은 아니며, 콘크리트 품질의 의한 것으로 확인된다. 주기적인 점검를 통한 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

7) 이격거리내 시설

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 이격거리내 시설은 낙석방지 울타리, L형 측구가 있는 것으로 조사 되었으며, 사면과 도로와의 이격은 평균 2.0m로 조사되었다. 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 사면의 파괴징후인 구조물의 변형여부와 낙석에 의한 파손 등 기능 상실여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사결과, 기존손상인 L형측구에서 2+770, 2+890, 2+815, 2+838에서 균열의 보수부분이 벗겨지면서 재손상이 된 것으로 확인되었다.

b. 손상현황



L형측구 재균열 2+770



L형측구 재균열 2+838 지점

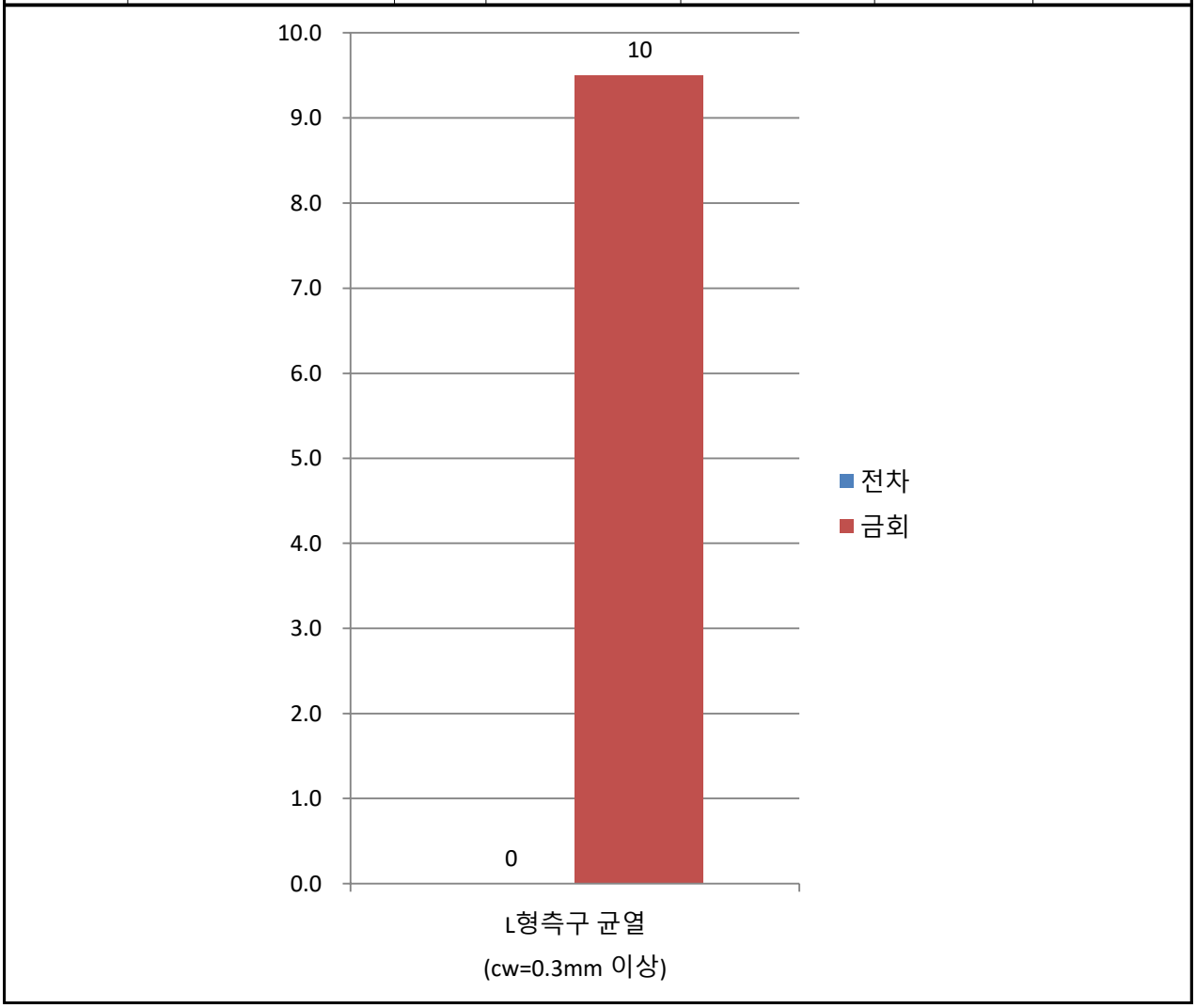
<그림 3.3.16> 이격거리내 시설 손상현황

<표 3.3.28> 이격거리내시설 손상물량

구 분			2구간	합계
이격거리내 시설	L형측구 균열	m/ea	9.5/7	9.5

<표 3.3.29> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
이격거리내 시설	L형측구 균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	-	9.5/7	증가(▲9.5)	재손상 및 신규손상



c. 손상원인

- L형측구의 손상은 사면 하단부의 토압 및 외압의 의해 변형되어 나타는 손상되는 형태로 대게 발견되나, 이번 손상은 외압의 의한 것으로 사료된다. 균열은 동절기 염화칼슘 및 우천시 수분 등의 침투시 열화를 가속화하여 박락 등으로 발전될 수 있으므로 진행 억제를 위하여 주입보수 및 단면보수를 실시하여 기능성 및 내구성 확보가 필요하다.

9 자연적 외부요인

a. 강우 및 지하수 조건

지점번호	지점명	일시	강수량(mm)	일최다강수량(mm)	일최다강수량일자
119	수원	1994	1045.6	101.3	1994-08-28
119	수원	1995	1653.3	227.3	1995-08-19
119	수원	1996	952.1	153.6	1996-06-17
119	수원	1997	1394.3	150.4	1997-07-01
119	수원	1998	1626.9	208.1	1998-08-08
119	수원	1999	1556.1	153	1999-09-20
119	수원	2000	1328.8	333.2	2000-07-22
119	수원	2001	1067.2	120.3	2001-07-29
119	수원	2002	1231.7	203	2002-08-07
119	수원	2003	1514.8	121.5	2003-07-22
119	수원	2004	1217	89.5	2004-06-19
119	수원	2005	1427.7	84.5	2005-09-30
119	수원	2006	1362.7	169.5	2006-07-16
119	수원	2007	1325	82	2007-07-19
119	수원	2008	1342.9	121	2008-07-24
119	수원	2009	1541.2	272.5	2009-07-12
119	수원	2010	1470.6	97.5	2010-08-29
119	수원	2011	1975.9	190	2011-07-03
119	수원	2012	1748.3	276.5	2012-07-06
119	수원	2013	1240.1	79	2013-07-13
119	수원	2014	1029.1	117.7	2014-08-21
119	수원	2015	751.1	64.7	2015-07-29
119	수원	2016	1023.4	104.2	2016-07-01
119	수원	2017	1328.6	130.8	2017-08-20
119	수원	2018	1293.1	124.8	2018-08-28
119	수원	2019	915.8	108	2019-07-26
119	수원	2020	1635.5	134.2	2020-08-09
119	수원	2021	1084.4	70.9	2021-09-01
119	수원	2022	1864.0	285.0	2022-06-30
119	수원	2023	1409.4	91.6	2023-08-10
30개년 평균값			4465.6/30 = 148.85		

- 세부지침에 따라 해당지역의 평년 최대 강우강도를 1일 강우량으로 조사하였으며, 기상청 자료를 취득하여 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm로 조사되어 1일 강우량 100mm이상, 150mm미만으로 평가한다.

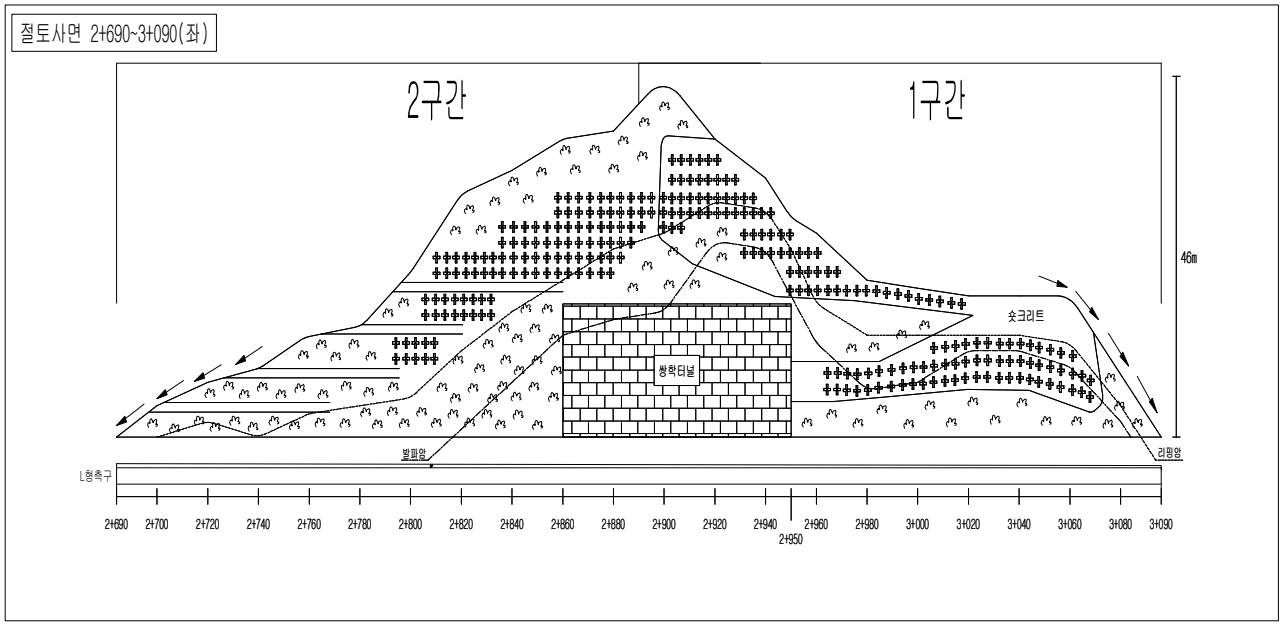
10)사면형상

a. 사면경사

- 본 시설물 평균 사면경사는 1:1.28으로 준공도서와 현장조사를 통해 검토되었다.

b. 집수지형

- 본 시설물의 2구간의 집수지형은 구간 종점부에 1개소의 집수지형이 조사되었다.



11) 인위요인

a. 표면보호

- 표면 보호상태의 육안조사결과 대체적으로 식생이 양호한 상태로 조사되어있어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

b. 보호/보강상태

- 보호/보강상태인 부대시설의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

c. 배수조건

- 배수조건에 대한 조사결과 대체적으로 완전배수가 가능하며, 건조상태를 유지하고 있는 것으로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

12) 공중이 이용하는 부위

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 공중이 이용하는 부위는 사면하부의 도로부와 점검로로서 지반변형에 의한 침하, 히빙, 파손, 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



공중이 이용하는 부위 전경



공중이 이용하는 부위 전경

<그림 3.3.17> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 3.3.30> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분			2구간	합계
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-

<표 3.3.31> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 공중이 이용하는 부위의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

3.3.5 사면 파괴요인 조사

가. 개 요

본 사면은 토사사면으로서 현장시험 항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 토사사면 기준을 적용하였고, 현장여건(사면규모 및 환경조건 등)을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 시설물의 분석이 객관적이고, 보편타당하게 이루어지게 하기 위해 조사 자료를 충분히 확보할 수 있도록 기준수량 이상으로 결정하였다.

시험항목	기준수량	금회 시험수량
토양경도시험	3개소(토심 가장 두꺼운 곳)	1구간 : 3개소
		2구간 : 3개소

나. 시험 및 조사전경



사면 경사 측정 전경



토양경도 측정 전경

<그림 3.3.10> 현장시험 및 측정전경

다. 시험항목 및 수량

시험항목	기준수량	금회 시험수량
토양경도시험	3개소(토심 가장 두꺼운 곳)	1구간 : 3개소
		2구간 : 3개소

라. 토양경도 시험결과

1구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 16.6mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.

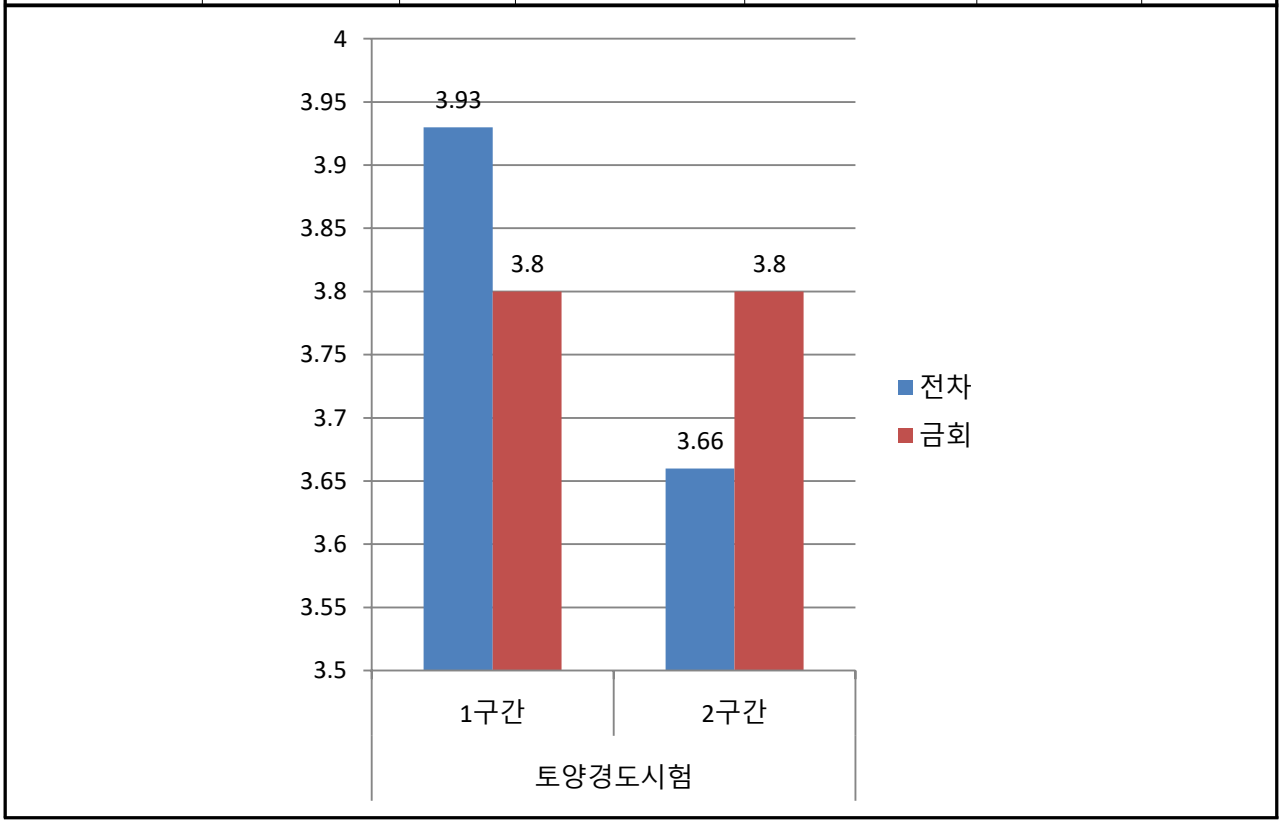
2구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 16.4mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.

<표 3.3.32> 토양경도 시험 측정결과

구간	구분	측정위치	관입깊이(W) 평균값	경도값R (kg/㎠)	판정
1	1	2K+900	17.2	4.1	모래질 실트/조밀
	2	2K+900	16.0	3.5	모래질 실트/조밀
	3	2K+900	16.6	3.8	모래질 실트/조밀
2	1	2K+840	14.7	2.9	모래질 실트/조밀
	2	2K+840	18.7	5.2	모래질 실트/조밀
	3	2K+840	15.7	3.3	모래질 실트/조밀

<표 3.3.33> 토양경도 시험 전차비교

구분		단위	토양경도 값		증 감	비고
시험항목	위치		2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
토양경도시험	1구간	kg/㎠	3.93	3.8	감소(▼1.3)	대상없음
	2구간	kg/㎠	3.66	3.8	증가(▲1.4)	-



전차 점검결과와 비교 분석한 결과, 조사위치, 방법, 기타요인 등에 의해 다소 차이는 있으나, 전반적으로 유사한 값으로 평가되어 공용년수 경과에도 지반상태의 변동은 거의 없는 것으로 판단된다.

마. 사면경사 측정

본 절토사면의 경사 측정결과는 아래 표와 같다.

<표 3.3.34> 절토사면 경사 측정결과

측정위치		측정경사	설계경사	판정
1구간	사면 1단	1 : 0.6	1 : 0.6	O.K
	사면 2단	1 : 1.1	1 : 1.0	O.K
	사면 3단	1 : 1.2	1 : 1.2	O.K
평균경사		1 : 0.96	1 : 0.93	O.K
2구간	사면 1단	1 : 0.6	1 : 0.6	O.K
	사면 2단	1 : 1.2	1 : 1.2	O.K
	사면 3단	1 : 1.2	1 : 1.2	O.K
	사면 4단	1 : 1.3	1 : 1.2	O.K
	사면 5단	1 : 1.6	1 : 1.5	O.K
	사면 6단	1 : 1.8	1 : 1.7	O.K
평균경사		1 : 1.28	1 : 1.23	O.K

본 절토사면에 대한 경사 측정결과, 1구간 1:0.6~1:1.25, 2구간 1:0.6~1:1.8로 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.

바. 토층심도 측정

토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과 1구간 토층심도는 20.0m, 2구간 토층심도는 15.7m로 확인되었다.

3.3.6 현장조사 및 시험결과 요약

본 절토사면에 대한 현장조사 및 시험·측정 결과를 다음과 같이 요약하였다.

<표 3.3.35> 현장조사 및 시험·측정 결과 요약 - 1구간

구 분		점 검 결 과
상부자연사면		• 상부자연사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면		• 사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면하부		• 사면하부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보호시설		• 보호시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보강시설		• 보강시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
배수처리시설		• 배수처리시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
이격거리내 시설		• L형측구에서 균열이 1개소 발견되었다.
공중이 이용하는 부위		• 공중이 이용하는 부위는 파손, 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
현장시험	토양경도	• 1구간 토양경도를 측정한 결과 전 개소 관입깊이는 16.0mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트/조밀 상태인 것으로 판단된다.
	경사측정	• 전구간 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
	토층심도	• 본 절토사면의 준공도면, 현장 육안관찰을 통하여 조사한 결과 1구간 20.0m 확인되었다.

<표 3.3.36> 현장조사 및 시험·측정 결과 요약 - 2구간

구 분		점 검 결 과
상부자연사면		• 상부자연사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면		• 사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면하부		• 사면하부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보호시설		• 보호시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보강시설		• 보강시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
배수처리시설		• 소단배수로에서 균열이 1개소 조사되었다.
이격거리내 시설		• L형측구에서 보수된 균열에서 보수부가 박리가 되면서 재손상이 되었다.
공중이 이용하는 부위		• 공중이 이용하는 부위는 파손, 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
현장시험	토양경도	• 2구간 토양경도를 측정한 결과 전 개소 관입깊이는 14.7mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트/조밀 상태인 것으로 판단된다.
	경사측정	• 전구간 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
	토층심도	• 본 절토사면의 준공도면, 현장 육안관찰을 통하여 조사한 결과 2구간은 15.7m로 확인되었다.

3.4 상태평가

3.4.1 사면의 분류

지반 및 지질조건에 따른 사면의 거동특성 및 파괴양상에 대한 분석을 통해 절토사면은 토층심도율(SR)에 의해 토사사면과 암반사면으로 구분할 수 있으며, 암반사면은 다시 지반강도특성 및 암반의 블록크기 비(BR)에 의해 절리암반사면, 파쇄암반사면, 연약암반사면으로 세분될 수 있다. 본 사면은 토층심도율은 1구간 0.43, 2구간 0.41으로 전 구간 토사사면으로 분류하였다.

<표 3.4.1> 절토사면의 분류

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

1) 1구간-토층심도율

- $SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} = \frac{\text{토층심도}}{\text{사면높이}} = \frac{20.0}{46.0} = \mathbf{0.43} \geq 0.4$

2구간-토층심도율

- $SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} = \frac{\text{토층심도}}{\text{사면높이}} = \frac{15.7}{38.0} = \mathbf{0.41} \geq 0.4$

2) 분류결과

- 토사사면 : SR= 0.41

3.4.2 상태평가 결과

본 과업 대상 시설물의 현황은 깎기 높이가 38.0m이며, 토층 심도가 15.7m 내외로 조사되어 토층심도율 0.4이상이므로 토사사면으로 확인되었다. 상태평가 결과 "**B**"로 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다.

<표 3.4.2> 1구간 사면 손상상태 조사결과표

시설물명	절토사면 2+690~3+090(좌)		표번호	표 3.4.2	
사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
1-4		위 치	규모	0	
	발생규모	-	-		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.000			사면 손상상태 점수 = 0		

<표 3.4.3> 1구간 사면 파괴요인 조사결과표

시설물명	절토사면 2+690~3+090(좌)		표번호	표 3.4.3	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	토사	토질조건	b (조밀)	1	
1-6		토층심도율	a (0.43)	0	
2. 사면형상					
1-7	사면경사		e (1:1.01)	7	
1-8	집수지형		b (1개소)	1	
3. 자연적 외부요인					
1-9	강우 및 지하수	지하수	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	6	
4. 인위적 외부요인					
1-10	표면보호		a (숏크리트)	0	
1-11	배수조건		a (완전배수)	0	
1-12	보호/보강상태		a (양호함)	0	
사면 파괴요인 지수 (f2) = 0.288			사면 파괴요인 결함점수 = 15		

<표 3.4.4> 1구간 상태평가 등급 산정표

시설물명			절토사면 2+690～3+090(좌)				표번호
근거표 번호			표 3.4.2, 3.4.3				표 3.4.4
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반상태	토질조건	1	b	15	f2=0.288	B
		토층심도율	0	a			
	사면형상	사면경사	7	e			
		집수지형	1	b			
	자연요인	강우 및 지하수	6	d			
	인위요인	표면보호	0	a			
		배수조건	0	a			
		보호/보강상태	0	a			
합계(Σ)					15	F=0.197	B
상태평가결과			• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = B등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 3.4.5> 1구간 공중이 이용하는부위

추락방지시설	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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
도로포장	
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

<표 3.4.5> 1구간 공중이 이용하는부위(계속)

도로부 신축이음부	
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	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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

- 1구간에 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가 결과 이상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

<표 3.4.6> 2구간 사면 손상상태 조사결과표

시설물명	절토사면 2+690～3+090(좌)		표번호	표 3.4.6	
사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
1-4		위 치	규모	0	
	발생규모	-	-		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.000			사면 손상상태 점수 = 0		

<표 3.4.7> 2구간 사면 파괴요인 조사결과표

시설물명	절토사면 2+690～3+090(좌)		표번호	표 3.4.7	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	토사	토질조건	b (조밀)	1	
1-6		토층심도율	a (0.43)	0	
2. 사면형상					
1-7	사면경사		c (1:1.28)	4	
1-8	집수지형		b (1개소)	1	
3. 자연적 외부요인					
1-9	강우 및 지하수	지하수	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	6	
4. 인위적 외부요인					
1-10	표면보호		b (식생양호)	1	
1-11	배수조건		a (완전배수)	0	
1-12	보호/보강상태		a (양호함)	0	
사면 파괴요인 지수 (f2) = 0.250			사면 파괴요인 결함점수 = 13		

<표 3.4.8> 2구간 상태평가 등급 산정표

시설물명			절토사면 2+690～3+090(좌)				표번호
근거표 번호			표 3.4.6, 3.4.7				표 3.4.8
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반상태	토질조건	1	b	13	f2=0.250	B
		토층심도율	0	a			
	사면형상	사면경사	4	c			
		집수지형	1	b			
	자연요인	강우 및 지하수	6	d			
	인위요인	표면보호	1	b			
		배수조건	0	a			
		보호/보강상태	0	a			
합계(∑)					13	F=0.171	B
상태평가결과			• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = B등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 3.4.9> 2구간 공중이 이용하는 부위

추락방지시설	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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
도로포장	
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

<표 3.4.9> 2구간 공중이 이용하는 부위(계속)

도로부 신축이음부	
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	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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

- 2구간에 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가 결과 이상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

<표 3.4.10> 사면 상태평가 등급 산정표

구간	사면구분	구분별 상태평가 결과	절토사면 상태평가 결과
1구간	토사사면	B (0.197)	B (0.197)
2구간	토사사면	B (0.171)	

- 상태평가 결과, 사면에 대한 보수와, 자연적 요인과 지반상태에 의해 결함도 지수가 감소하였으나, 상태등급은 양호한 상태인 『**B**』 등급으로 평가되었다.

3.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 3.4.11> 전차 점검결과와 비교

구 분			2022년 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비 고
손상 현황	상부자연사면	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	사면	1구간	상태양호	상태양호	
		2구간	상태양호	상태양호	
	사면하부	1구간	상태양호	상태양호	
		2구간	상태양호	상태양호	
	보호시설	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	보강시설	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
	배수처리시설	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	소단배수로 균열	**신규손상**
	이격거리내 시설	1구간	상태양호	L형측구 균열	**신규손상**
		2구간	상태양호	L형측구 균열	
	공중이이용하는시설	1구간	상태양호	상태양호	-
		2구간	상태양호	상태양호	
현장 시험	암반강도		-	-	토사사면
	토양경도		1구간 : 관입깊이 16.6mm이상 모래질 실트/조밀 2구간 : 관입깊이 16.1mm이상 모래질 실트/조밀	1구간 : 관입깊이 16.0mm이상 모래질 실트/조밀 2구간 : 관입깊이 14.7mm이상 모래질 실트/조밀	-
	경사측정		1구간 : 1.01 2구간 : 1.28	1구간 : 1.01 2구간 : 1.28	-
	토층심도		1구간 : 2구간 : 1.28	1구간 : 2구간 : 1.28	-
상태등급			상태평가 결과(F) : B등급	상태평가 결과(F) : B등급	등급동일

- 전차 점검결과와 비교·분석한 결과, 전차 손상인 사면에 L형측구 균열, 소단배수로 균열 등 손상이 신규로 조사되었다. 상태평가는 사면 파괴요인의 점수로 인하여 등급은 동일 한 것으로 상태등급은 **「B」** 등급으로 전차등급인 **「B」** 등급과 동일한 등급이 된 것으로 분석되었다.

3.5 종합평가 및 안전등급 지정

3.5.1 종합평가 결과

외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 본 사면의 종합평가 결과는 **"B등급(보통)"**로 평가되었다.

<표 3.5.1> 종합평가 결과

구 분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결 과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
절토사면	0.197	B	-	-	B
평가의견	경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태				

3.5.2 안전등급 지정

금회 실시된 사면의 정밀점검결과 구조적 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었다. 다만, 외관조사결과 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태인 것으로 판단된다.

따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 "B등급"으로 평가되었다.

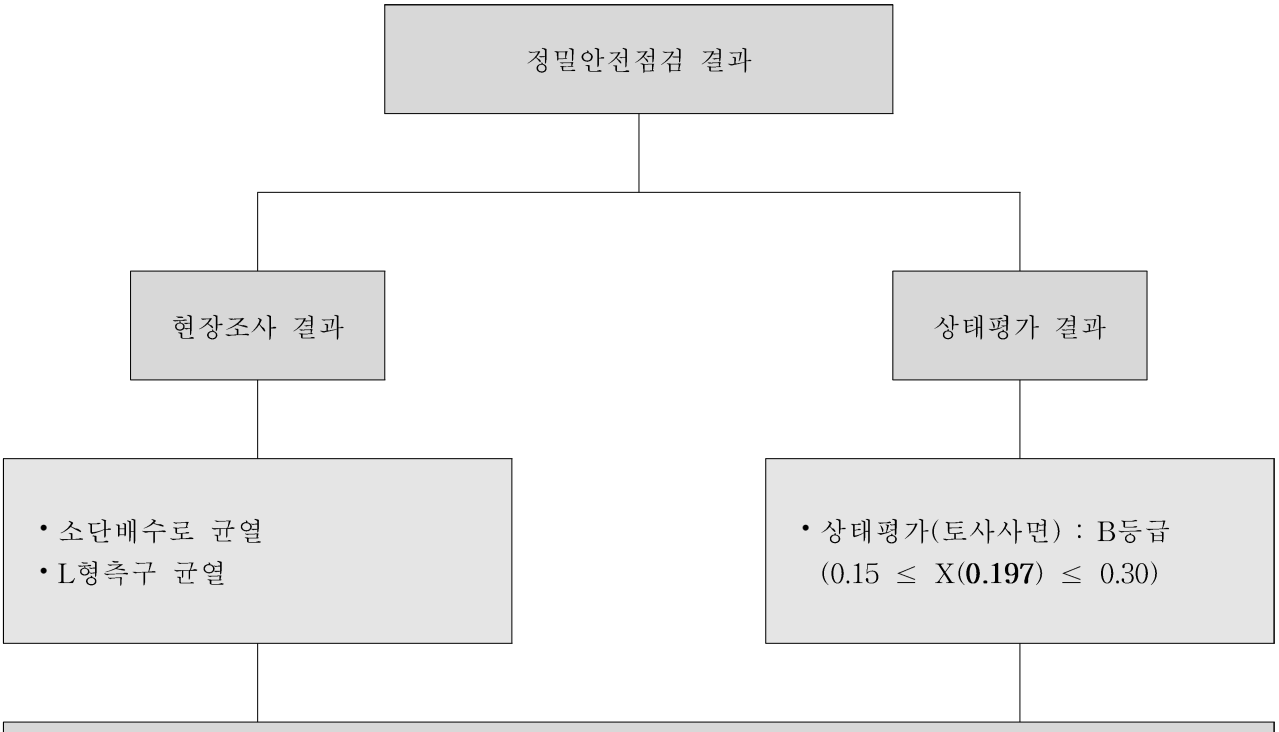
- 안전등급 : **B등급**(양호)

3.6 보수·보강 및 유지관리 방안

3.6.1 보수·보강 우선순위 결정

본 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 시설물에서 발생된 각종 손상에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수보강 순위를 정한다.

또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중용도, 발생한 손상의 심각성 등을 종합적으로 검토 후 아래와 같이 정한다.



보수·보강 방향		
안정성 증대를 위한 보수·보강 (1순위)	내구성 증진을 위한 보수 (2순위)	지속적인 주의관찰 (3순위)
• 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 안전성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (사면 안전성을 저해시키는 손상 또는, 손상부 방치시 기능성 확보에 문제가 있는 경우)	• 기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차 보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)	• 발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

3.6.2 손상내용별 보수·보강 방안

본 과업 대상 사면의 손상내용별 보수·보강 방안은 아래와 같다.

<표 3.6.1> 보수·보강 방안

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-	-
사면	상태양호	-	-	-	-	-	-
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-	-
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
배수처리시설	소단배수로 균열	m/ea	2.4	주입보수	110	264	-
이격거리내 시설	L형측구 균열	m/ea	9.5	주입보수	110	1,045	-
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-	-

<표 3.6.2> 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	손상물량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	우선순위
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-
사면	상태양호	-	-	-	-	-
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-
배수처리시설	소단배수로 균열	2.4	m/ea	110	264	3
이격거리내 시설	L형측구 균열	9.5	m/ea	110	1,045	3
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-
순 공 사 비					1,309	
제경비(순공사비x0.5)					655	
총 공 사 비					**1,964**	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

3.6.3 유지관리방안

가. 개 요

본 사면의 공용년수 경과시 내구성 및 사용성을 저하시킬 수 있는 손상들에 대해서는 결함의 진전여부 및 확대여부를 주기적으로 관찰하는 등 중점유지관리 항목으로 선정하여 시설물의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 중점유지관리 항목

<표 3.6.3> 중점 유지관리 항목

구 분	손상내용		중점 유지관리 항목
배수처리시설	• 소단배수로 균열		• 손상의 확대 및 진저여부
이격거리내 시설	• L형측구 재균열		• 손상의 확대 및 진저여부

다. 부재별 점검요령

<표 3.6.4> 부재별 점검요령

<table>
<tr><th>점검부위</th><th colspan="3">점검항목</th></tr>
<tr><td>사면</td><td colspan="3">• 점검로 및 고소점검차 등을 이용하여 근접조사
• 인장균열 발생여부 점검
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>사면하부</td><td colspan="3">• 포획거리 공간 및 고소점검차 이용하여 근접조사
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>배수처리
시설</td><td colspan="3">• 사면내에서 발생되는 지하수 누수 정도 및 누수 위치 확인
• 배수시설의 상태와 배수조건 점검
• 이격거리내 시설물의 변형 발생여부 점검</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td></td><td>사면</td><td>사면하부</td><td>배수처리시설</td></tr>
<tr><td>점검시
유의사항</td><td colspan="3">• 길어깨 차량 정차 시 후방으로 충분한 거리에서 신호할 것
• 사면 특성상 고소작업이 많으므로 추락위험 예방을 위한 안전장구를 반드시 갖추도록 한다.
• 사면의 균열 및 이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손 발생은 중대한 결함이므로 지체없이 관리주체에 통보하여야 한다.</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="3">• 사진기
• 줄자(5m, 50m)
• 사다리
• 클리노콤파스
• 지질용해머
• 필기도구
• 교통통제 기구(신호봉, 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

3.7 종합결론

3.7.1 외관조사

가. 1구간

- 상부자연사면은 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면내 집수가 될 지형이 없으나 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 사면에서 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 사면하부는 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면규모가 크고, 하부 교통량이 많은 조건에 있으므로 누수, 낙석 등에 의한 2차피해가 발생할 확률이 높으므로 노면상태를 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 보호시설은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보강시설은 저항력 증가법으로 쏘일네일링 공법을 시공하였으며, 설치상태는 육안으로 확인할 수 없으나, 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.
- 배수시설 외관조사 결과, 배수기능 상실로 심각한 간극수압 발생 등은 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 이격거리내 시설은 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으나, L형측구 1개소에서 균열이 발견되었다. 이 외 이격거리내 시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 공중이 이용하는 부위는 파손 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

나. 2구간

- 상부자연사면은 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면내 집수가 될 지형이 없으나 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 사면에서 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 사면하부는 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면규모가 크고, 하부 교통량이 많은 조건에 있으므로 누수, 낙석 등에 의한 2차피해가 발생할 확률이 높으므로 노면상태를 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 보호시설은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보강시설은 저항력 증가법으로 쏘일네일링 공법을 시공하였으며, 설치상태는 육안으로 확인할 수 없으나, 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.
- 배수시설 외관조사 결과, 소단배수로에서 균열이 확인되었으나, 중대한 결함은 아니며, 배수기능 상실로 심각한 간극수압 발생 등은 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 이격거리내 시설은 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으나, L형측구 균열이 조사되었으나, 이 외 이격거리내 시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 공중이 이용하는 부위는 파손 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

3.7.2 사면 파괴요인 조사

가. 1구간

- 1구간 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과, 사면의 최대높이 46.0m 지점에서 토층두께는 약 20.0m로 본 구간은 토사사면인 것으로 확인되었으며, 1구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 16.0mm이상으로 측정되었다. 육안관찰 결과를 종합한 결과 토질조건은 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.
- 대상사면에 대한 형상을 평가하기 위하여 스태프 및 경사계를 이용하여 각 소단별 경사를 측정하였으며, 현장 측정결과, 실측경사는 1구간 약 1:0.6～1:1.2으로 설계경사와 대체로 유사한 것으로 분석되어 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 불안정요인은 없는 것으로 판단된다.
- 계곡부, 요철지형 등은 지표수의 지속적인 유입으로 지반강도 약화의 원인이 되므로 집수지형의 개소수에 대하여 현장 설계도면 및 현장 육안관찰로 조사한 결과, 대상사면 내·외부 집수지형은 1개소가 존재하는 것으로 파악되었다.
- 최근 기상청 강우분석 자료에서 해당지역에 대한 정보는 없어 인근 수원지역 자료를 바탕으로 조사한 결과, 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm으로 확인되었다. 대상사면의 누수상태를 조사한 결과, 본 구간에서는 누수흔적이 관찰되지 않아 누수가 발생하지 않는 건조한 상태로 판단된다.
- 1구간의 배수조건 조사결과, 전반적인 배수상태는 양호하여 사면 내·외부 지표수 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

나. 2구간

- 2구간 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과, 사면의 최대높이 38.0m 지점에서 토층두께는 약 15.7m로 본 구간은 토사사면인 것으로 확인되었으며, 2구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 14.7mm이상으로 측정되었다. 육안관찰 결과를 종합한 결과 토질조건은 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.
- 대상사면에 대한 형상을 평가하기 위하여 스태프 및 경사계를 이용하여 각 소단별 경사를 측정하였으며, 현장 측정결과, 실측경사는 1구간 약 1:0.6～1:1.8으로 설계경사와 대체로 유사한 것으로 분석되어 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 불안정요인은 없는 것으로 판단된다.
- 계곡부, 요철지형 등은 지표수의 지속적인 유입으로 지반강도 약화의 원인이 되므로 집수지형의 개소수에 대하여 현장 설계도면 및 현장 육안관찰로 조사한 결과, 대상사면 내·외부 집수지형은 1개소가 존재하는 것으로 파악되었다.
- 최근 기상청 강우분석 자료에서 해당지역에 대한 정보는 없어 인근 수원지역 자료를 바탕으로 조사한 결과, 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm으로 확인되었다. 대상사면의 누수상태를 조사한 결과, 본 구간에서는 누수흔적이 관찰되지 않아 누수가 발생하지 않는 건조한 상태로 판단된다.
- 2구간의 배수구조물로 산마루측구, 소단배수구가 설치되어 있고, 배수조건 조사결과, 이물질 퇴적, 배수로 균열 등이 국부적으로 조사되었으나, 전반적인 배수상태는 양호하여 사면 내·외부 지표수 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

3.7.3 상태평가 결과

- 전차 점검결과와 비교 결과, 금회 상태등급은 기존 『B(0.197)』 등급에서 『B(0.197)』 등급으로 등급이 동일하며 결함도 지수도 동일한 것으로 확인되었다. 소단배수로의 균열과, L형측구 균열이 조사되었지만, 상태평가에는 영향이 없는 것으로 사료된다.
- 따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 “B등급”으로 평가되었다.

3.7.4 종합결론

- 본 과업 대상 절토사면은 2017년에 준공되어 약 7 년간 공용되고 있고, 비봉～매송간 도시고속도로 이정 STA.2+690～3+090 비봉방향 좌측에 위치하고 있는 총 연장 400.0m, 최고 높이 38.0m의 2종 시설물이다. 외관조사결과, 소단배수로 균열, L형측구의 균열이 조사되었다.

- 본 절토사면에 발생된 손상은 육안조사와 FMS자료를 통하여 2021년 6월에 보수가 된 것으로 확인되었다.

- 조사된 손상의 대해서는 외부적인 요인으로 손상의 진전 및 확대의 우려가 있으므로 지속적인 유지관리가 필요하다.

- 사면의 경사 측정결과, 경사는 1구간 약 1:0.6～1:1.2, 2구간 약 1:0.6～1:1.8로 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 15.7m로 확인되었다.

- 외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 기존 『B(0.197)』등급에서 **「B(0.197)」** 등급으로 등급 및 결함도 지수가 동일하게 평가되었다. 소단배수로의 균열과, L형측구 균열이 조사되었지만, 상태평가에는 영향이 없는 것으로 판단되어 지수에는 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

- 따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

3.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 정밀안전점검 결과, 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 조사되었다.

3.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 사면의 배수처리시설의 배수기능과, 격자블럭 손상여부를 확인하고, 정기안전점검시 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

3.7.7 기타 필요한 사항

- 본 사면은 고속도로 상에 위치하여 통행량이 많아 점검을 위한 사면 진입시 통행차량에 주의가 필요하며, 특히 해빙기 및 장마시 실족 등의 안전사고에 유의해야 할 것으로 판단된다.

제 4 장 절토사면STA.2+724~3+000(우)

4.1 시설물 현황

4.2 자료수집 및 분석

4.3 현장조사 및 시험

4.4 상태평가

4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.6 보수·보강 및 유지관리방안

4.7 종합결론

제4장 절토사면STA2+724~3+000(우)

4.1 시설물 현황

4.1.1 시설물 일반현황

본 과업 대상 절토사면은 비봉~매송간 도시고속도로 이정 STA. 2+724~3+000 매송방향 우측에 위치하고 있는 총 연장 276m, 최고 높이 38.7m의 2종 시설물이다.

대상 절토사면은 하부 암반, 상부 토사사면으로 형성되어 있으며, 하부에는 낙석방지망(STA.2+770.0~2+860.0),(STA.2+950.0~2+990.0), 숏크리트, 어스앙카 등의 사면보호시설, 소단배수로, 산마루측구 등의 배수처리시설 등의 부대시설, 점검로 등의 기타시설이 설치되어 있다. 대상 절토사면의 현황은 다음과 같다.

<표 4.1.1> 시설물 일반현황

시설물번호	SL2017-0000089		관리번호	-
시설물명	절토사면(STA2+724-3+000(우))		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산40-46		
	위치좌표	시점 : 37°13′47.63″ 126°53′37.01″		
		종점 : 37°13′47.06″ 126°53′43.09″		
제 원	연 장	276m	높 이	38.7m (소단수 : 6)
	경사/방향	43° / N357°	토층 심도	10.6m
	토층 심도율	10.6 / 38.7 = 0.40	사면 구분	토사 사면
관리주체	화성도시고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변환경	-	상부사면경사	29° / N355°
시공현황	준공일	2017년 06월 30일	시 공 자	현대엔지니어링(주)
	부대시설	사면보강시설, 낙석방지시설, 점검계단, 배수시설		
비 고	-			

4.1.2 시설물 전경

본 절토사면의 전체 전경 및 주요구간 전경은 다음과 같다.

가. 전경사진



전체 전경



종점 전경



시점 전경



사면 전경



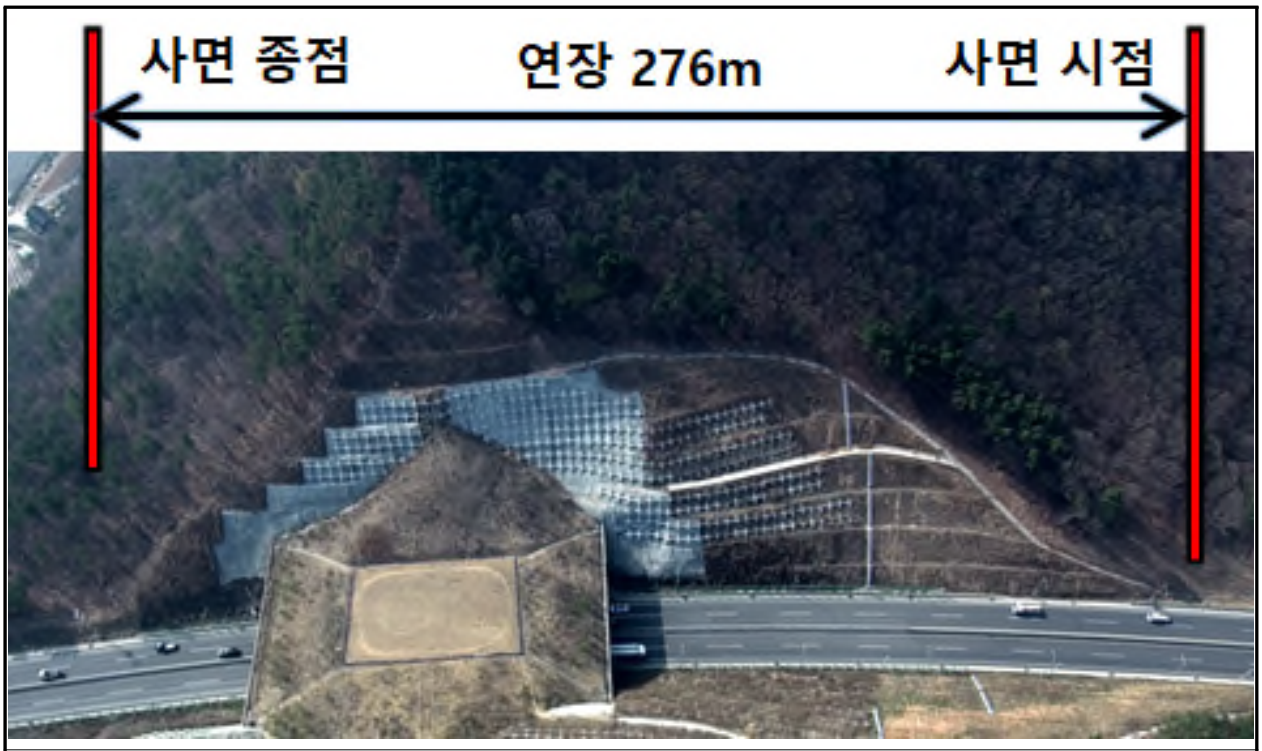
배수시설 전경

<그림 4.1.1> 절토사면 전경

나. 조사영역 및 사면의 분할

사면의 분할은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로 정밀안전점검이나 정밀안전진단의 대상이 되는 절토사면의 규모와 영역을 결정하는 작업을 의미한다. 현장에서 접하게 되는 절토사면은 대개 지형적인 특성에 의해 여러 절토사면이 연속하여 연결되어 있어 이를 구분하기 위한 명확한 기준이 필요하다.

본 절토사면의 사면분할은 현장조사결과 수직고가 5m 이하로 낮아지는 지점이 없어 생략하였고, 구간분할의 경우는, 구성 재료는 하부 암반사면, 상부 토사사면으로 관찰되었으며, 사면의 경사방향이 40°이상으로 변화하지 않았으며, 동일구간의 연장이 276m로 구간분할 없이 단일사면으로 분류하였다.



구간 분할

<표 4.1.2> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
전구간	276m	38.7m	10.6m	0.35	1:1.38	혼합사면

FMS 시설물 관리대장에 있는 토층심도 및 높이는 시설물의 연장이 바뀌기 전에 내용이므로 변경 되었다. 토층심도와 높이는 육안조사 및 설계도면, 자료조사를 통하여 확인 하였다.

4.1.3 위치도 및 관련도면

본 절토사면의 시설물 위치도와 시공관련 주요도면은 다음과 같다.

가. 위치도 및 지질·지형도

1) 위치도



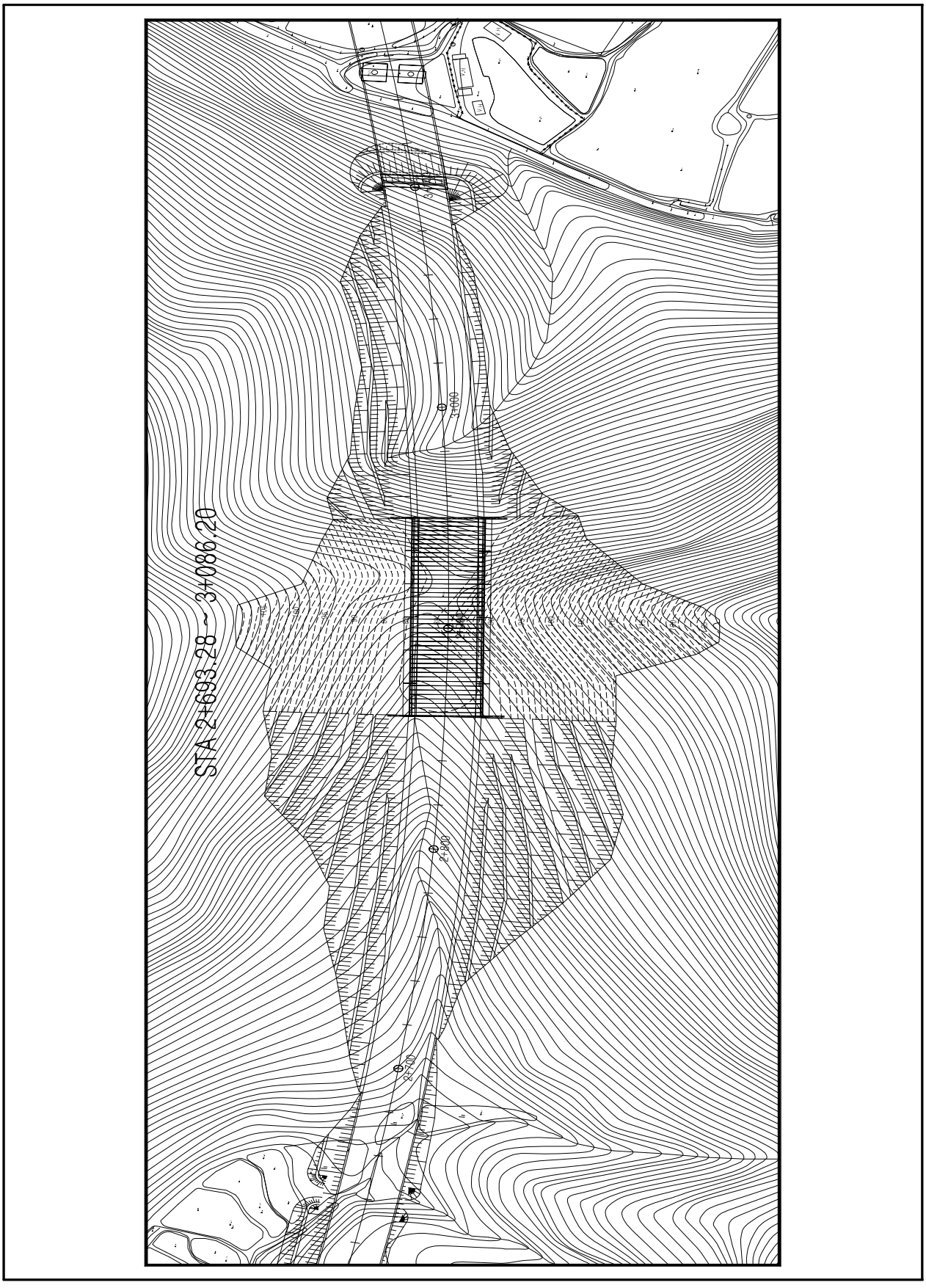
<그림 4.1.2> 절토사면 위치도

2) 지질도



<그림 4.1.3> 절토사면 지질도

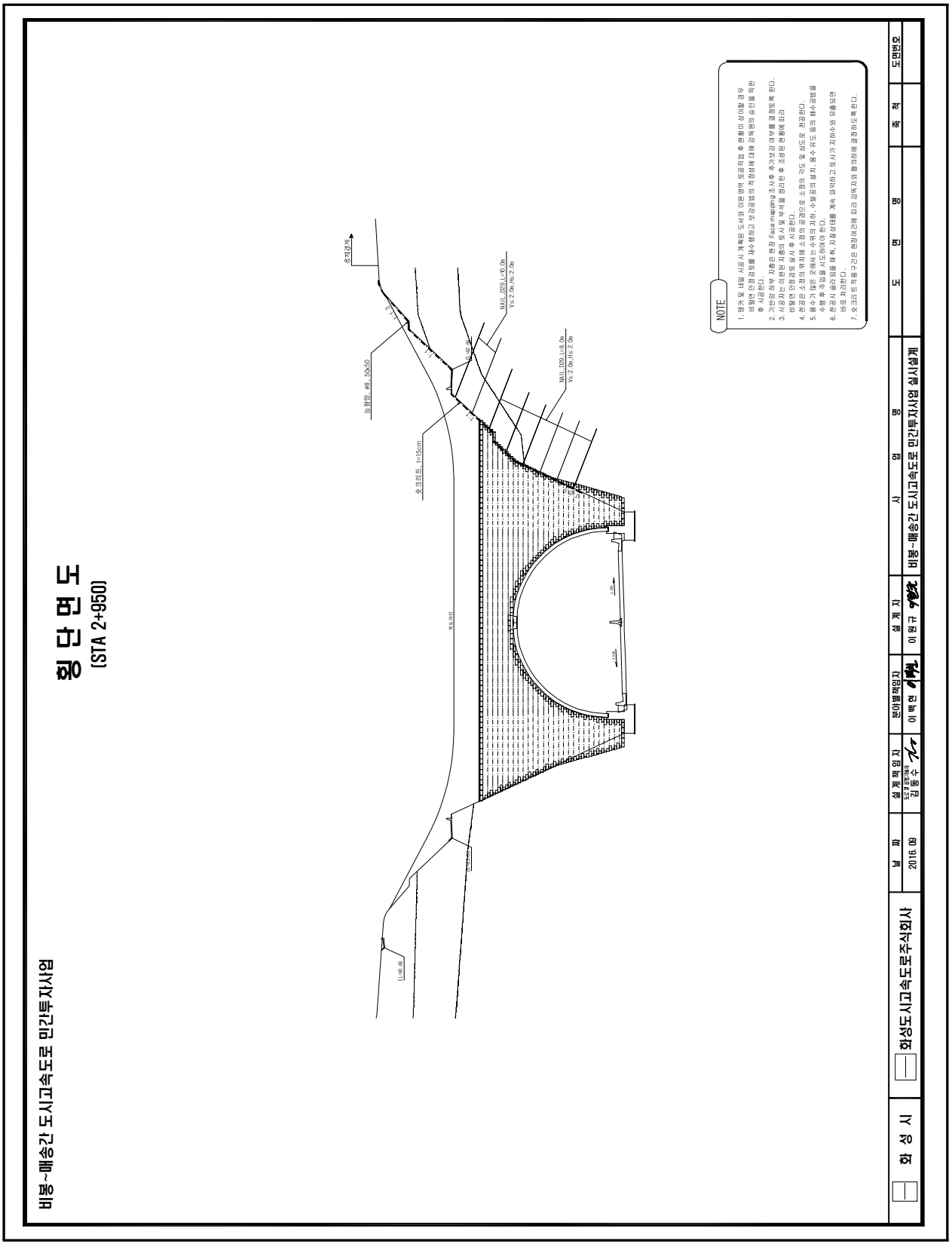
3) 지형도 및 평면도



<그림 4.1.4> 절토사면 지형도 및 평면도

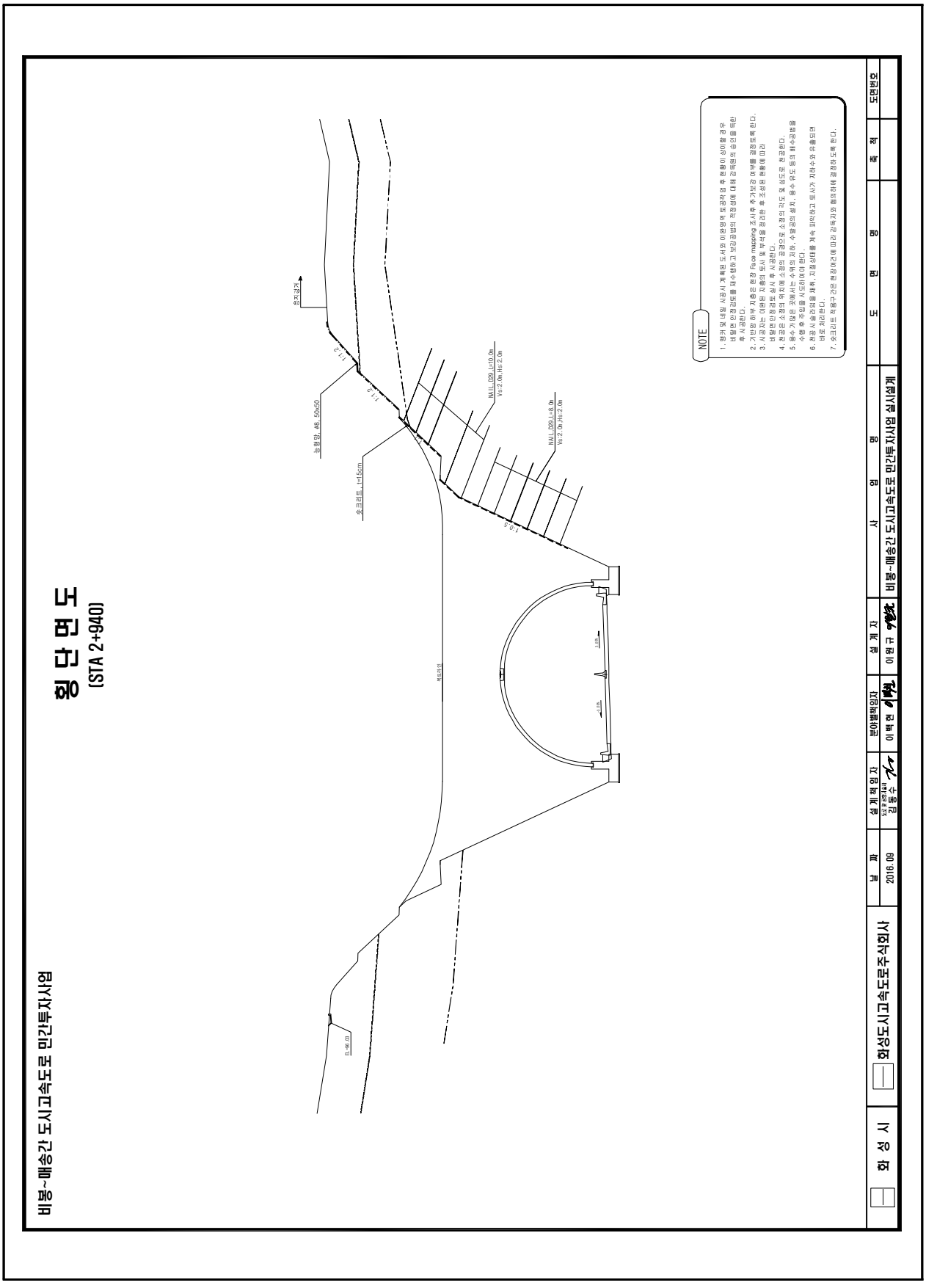
나. 관련도면

1) 횡단면도(1)



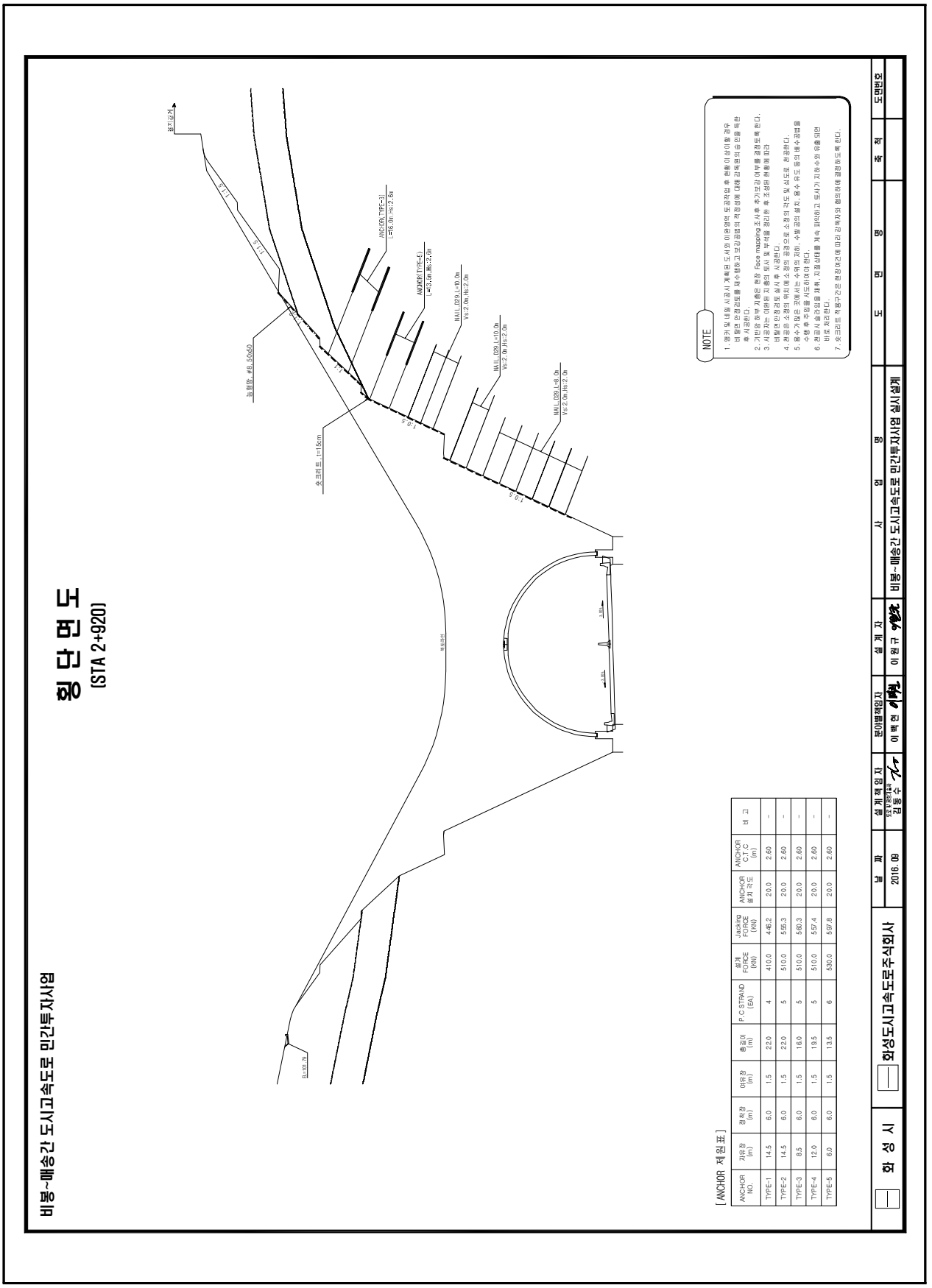
<그림 4.1.5> 절토사면 횡단면도(1)

2) 횡단면도(2)



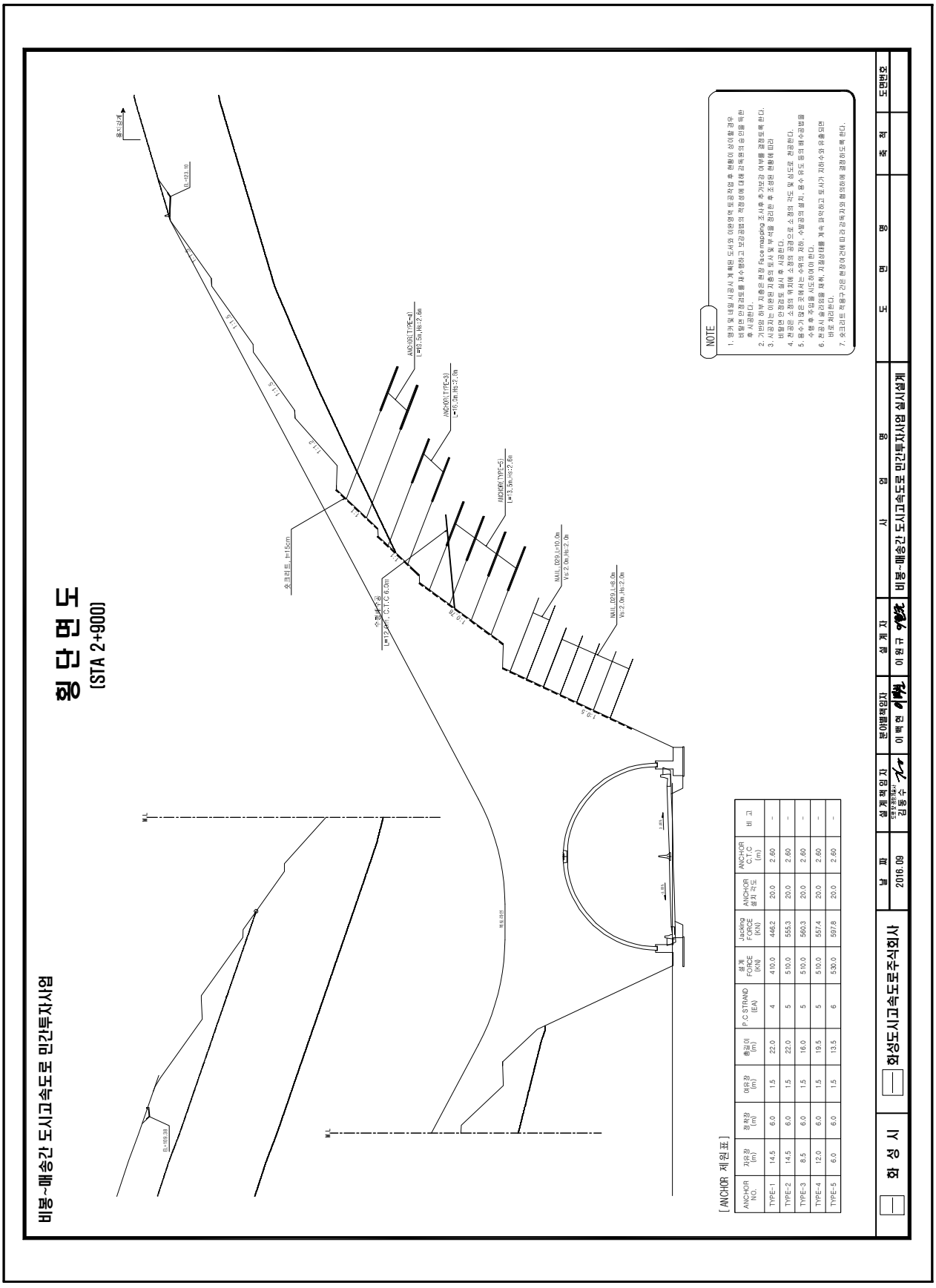
<그림 4.1.6> 절토사면 횡단면도(2)

3) 횡단면도(3)



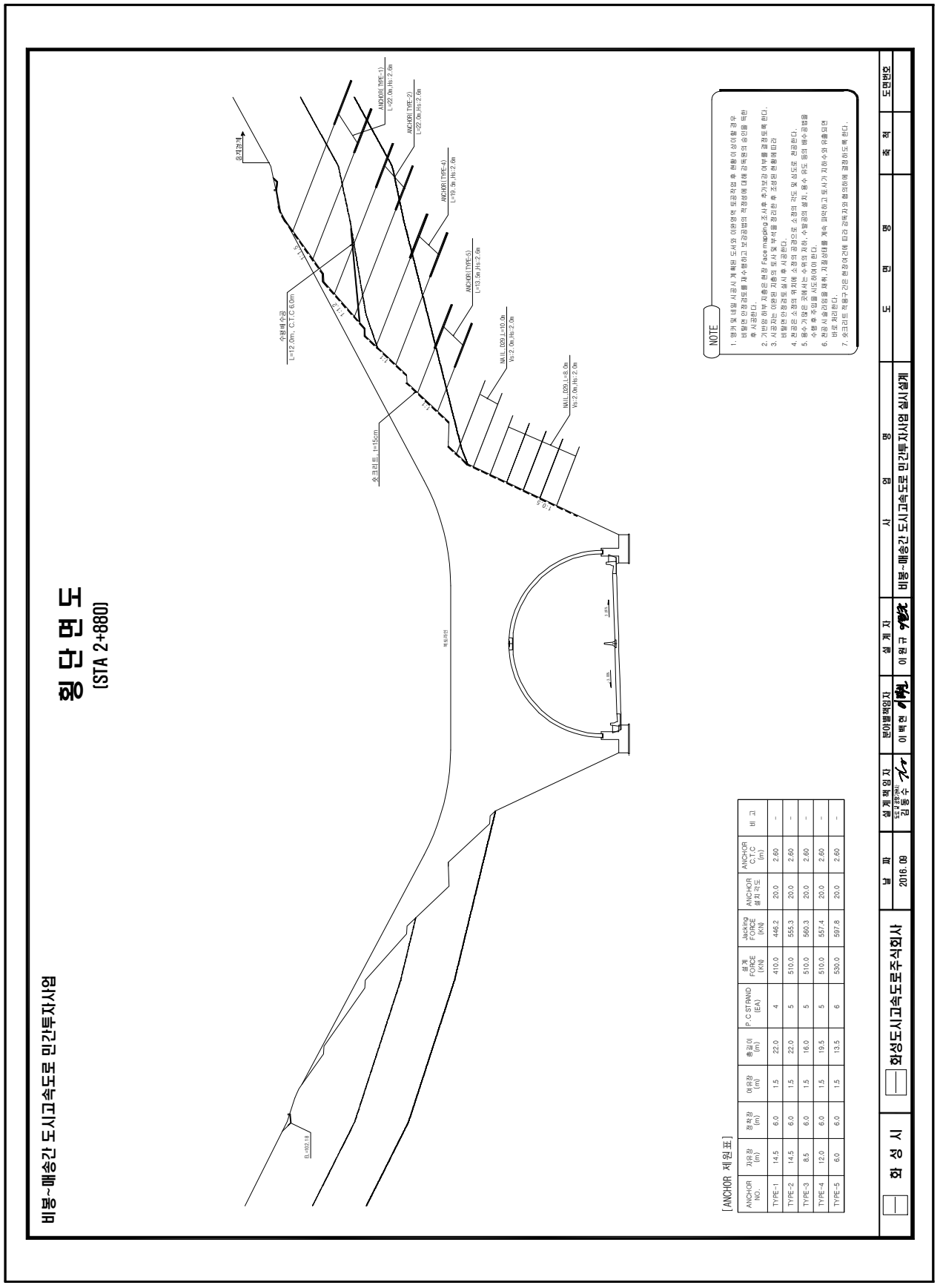
<그림 4.1.7> 절토사면 횡단면도(3)

4) 횡단면도(4)

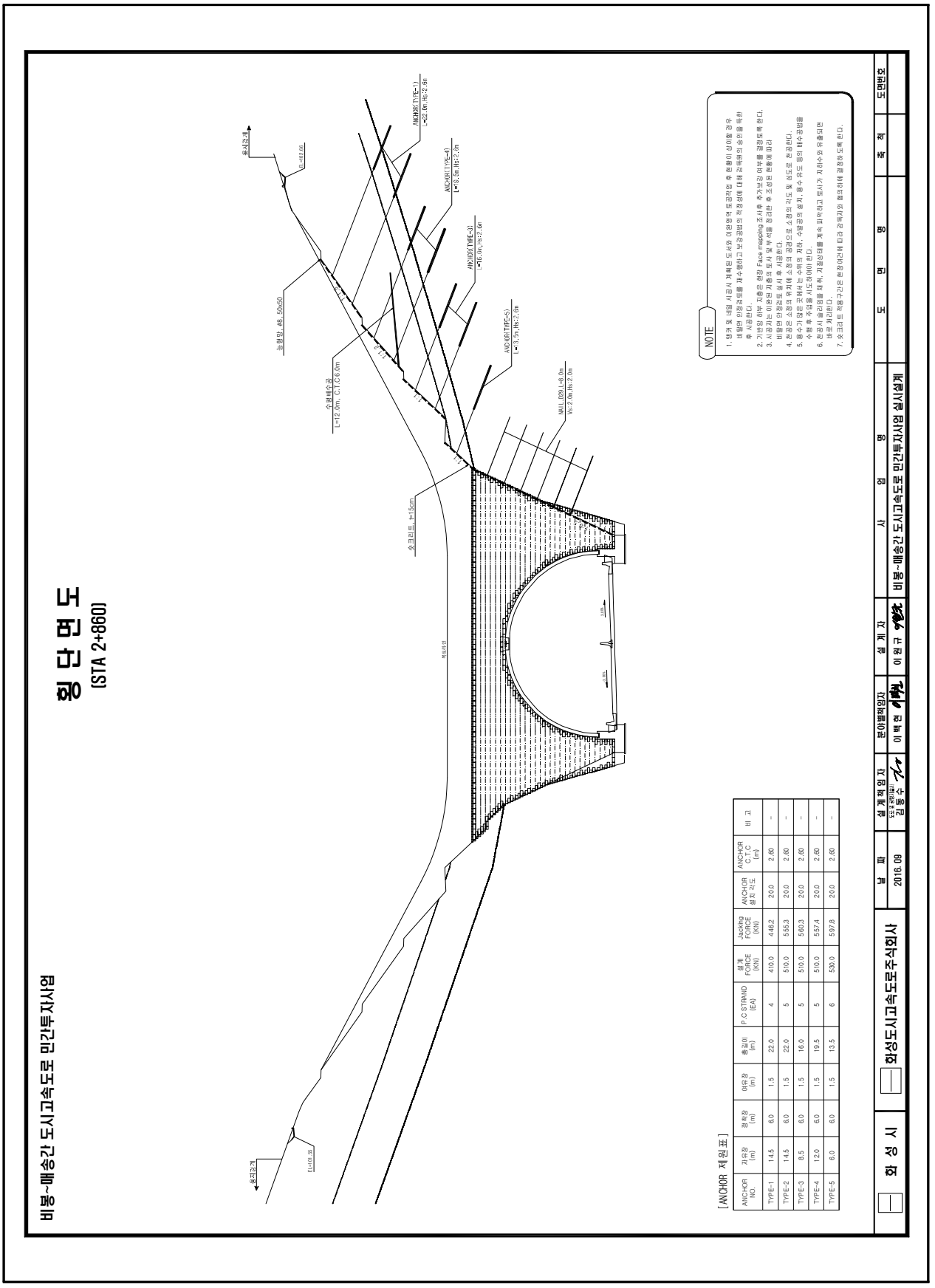


<그림 4.1.8> 절토사면 횡단면도(4)

5) 횡단면도(5)

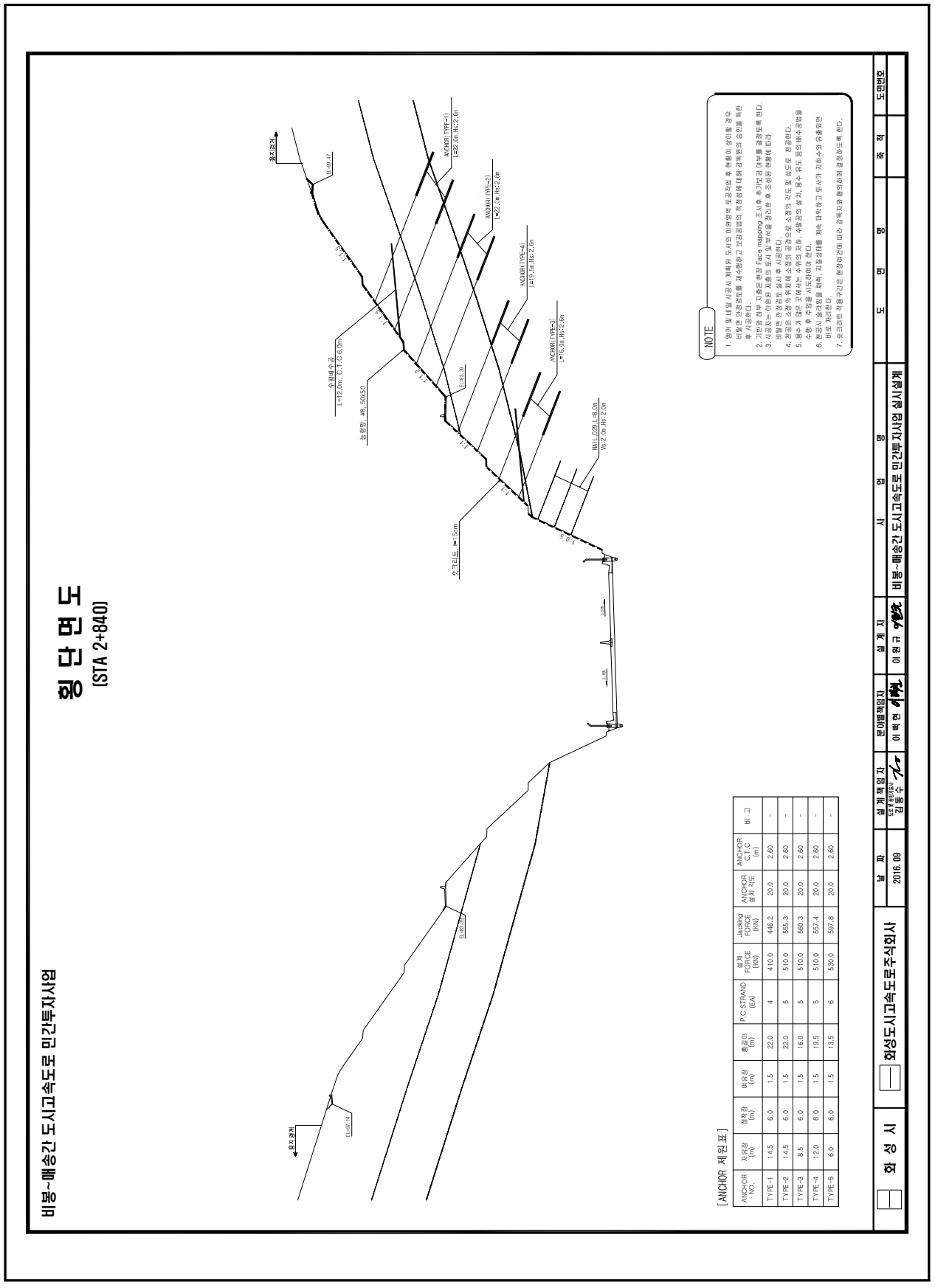

횡 단 면 도
(STA 2+880)
비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업
NOTE
1. 앵커 및 녹매 시공시 계획된 도시와 이번영역, 또공화업 후 현황 이상이될 경우 비탈면 안정검토를 재수행하고 보강공법의 적정성에 대해 감독책임의 승인을 득한 후 시공한다.
2. 기반암 이루 지층은 현장 Face mapping조사후 추가보강 여부를 결정토록 한다.
3. 시공자는 이전의 조사의 도사 및 부석을 정리한 후 고정된 현장에 따라
4. 비탈면 보강공법, 용사 후 자료한다.
5. 공정은 상단 공정에서 소음의 경우로 스케일 감도 및 심도로 처공하다.
6. 공정 시 슬라임을 배제, 지질상태를 계속 파악하고 도사기 지하수위 유출여부 비로 처리한다.
7. 숏크리트 작업구간은 현장여건에 따라 감독자와 협의하여 결정하도록 한다.
[ANCHOR 제원표]
ANCHOR NO. | 자유장 (m) | 정착장 (m) | 여유장 (m) | 총길이 (m) | P.C STRAND (EA) | 설계 FORCE (KN) | Jacking FORCE (KN) | ANCHOR 설치각도 | ANCHOR C.T.C (m) | 비 고
TYPE-1 | 14.5 | 6.0 | 1.5 | 22.0 | 4 | 410.0 | 446.2 | 20.0 | 2.60 | -
TYPE-2 | 14.5 | 6.0 | 1.5 | 22.0 | 5 | 510.0 | 555.3 | 20.0 | 2.60 | -
TYPE-3 | 8.5 | 6.0 | 1.5 | 16.0 | 5 | 510.0 | 560.3 | 20.0 | 2.60 | -
TYPE-4 | 12.0 | 6.0 | 1.5 | 19.5 | 5 | 510.0 | 557.4 | 20.0 | 2.60 | -
TYPE-5 | 6.0 | 6.0 | 1.5 | 13.5 | 6 | 530.0 | 597.8 | 20.0 | 2.60 | -
ANCHOR(TYPE-1) L=22.0m, H=2.0m
ANCHOR(TYPE-2) L=22.0m, H=2.0m
ANCHOR(TYPE-4) L=19.5m, H=2.0m
ANCHOR(TYPE-5) L=13.5m, H=2.0m
MAIL DZG L=10.0m V=2.0m, H=2.0m
MAIL DZG L=8.0m V=2.0m, H=2.0m
숏크리트 t=15cm
수평배수공 L=12.0m, C.T.C 5.0m
1:0.5
1:0.6
1:0.8
1:1.0
1:1.2
1:1.5
1:1.8
1:2.0
1:2.5
1:3.0
1:4.0
1:5.0
1:6.0
1:7.0
1:8.0
1:9.0
1:10.0
1:11.0
1:12.0
1:13.0
1:14.0
1:15.0
1:16.0
1:17.0
1:18.0
1:19.0
1:20.0
1:21.0
1:22.0
1:23.0
1:24.0
1:25.0
1:26.0
1:27.0
1:28.0
1:29.0
1:30.0
1:31.0
1:32.0
1:33.0
1:34.0
1:35.0
1:36.0
1:37.0
1:38.0
1:39.0
1:40.0
1:41.0
1:42.0

6) 횡단면도(6)



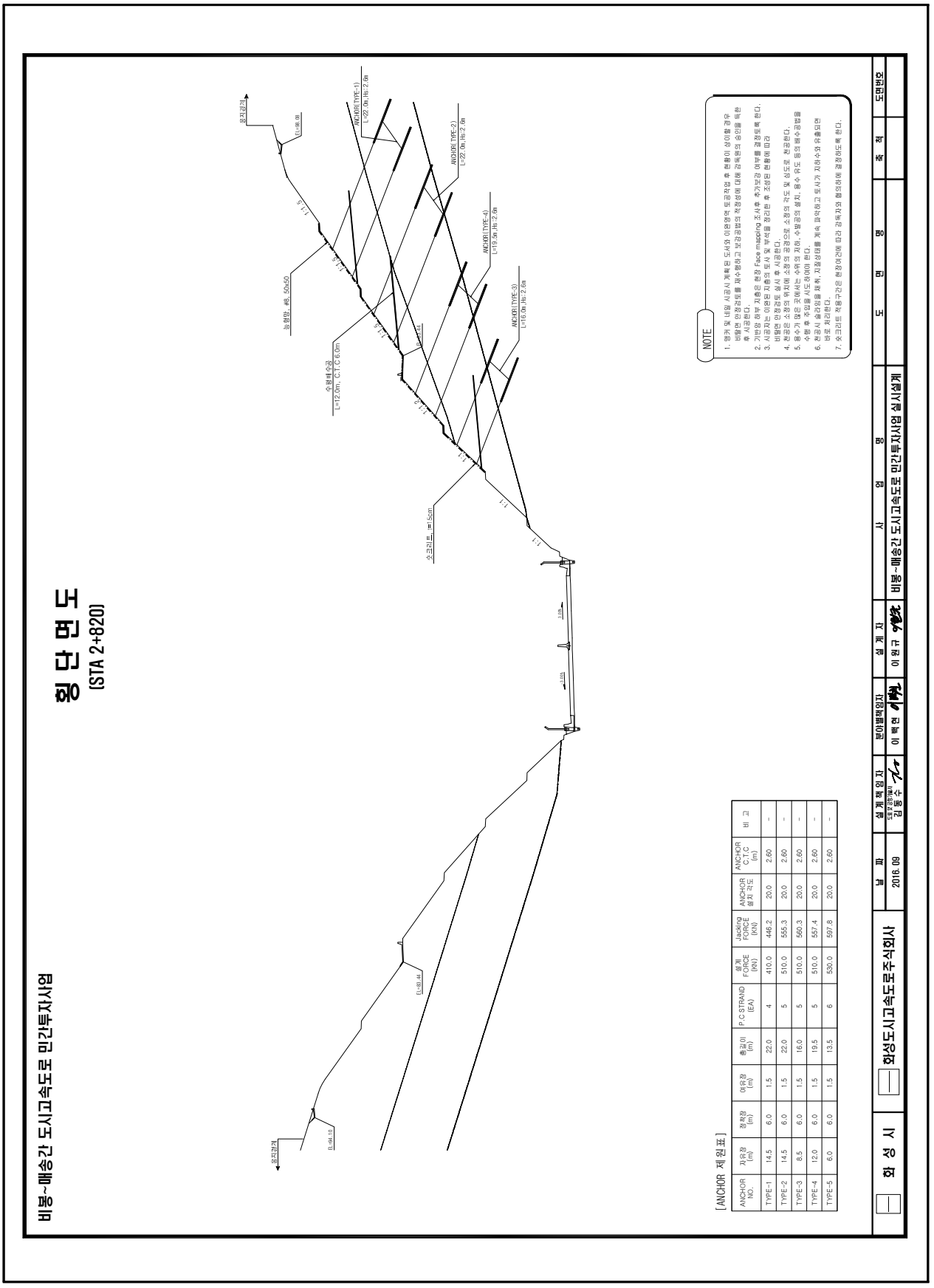
<그림 4.1.10> 절토사면 횡단면도(6)

7) 횡단면도(7)



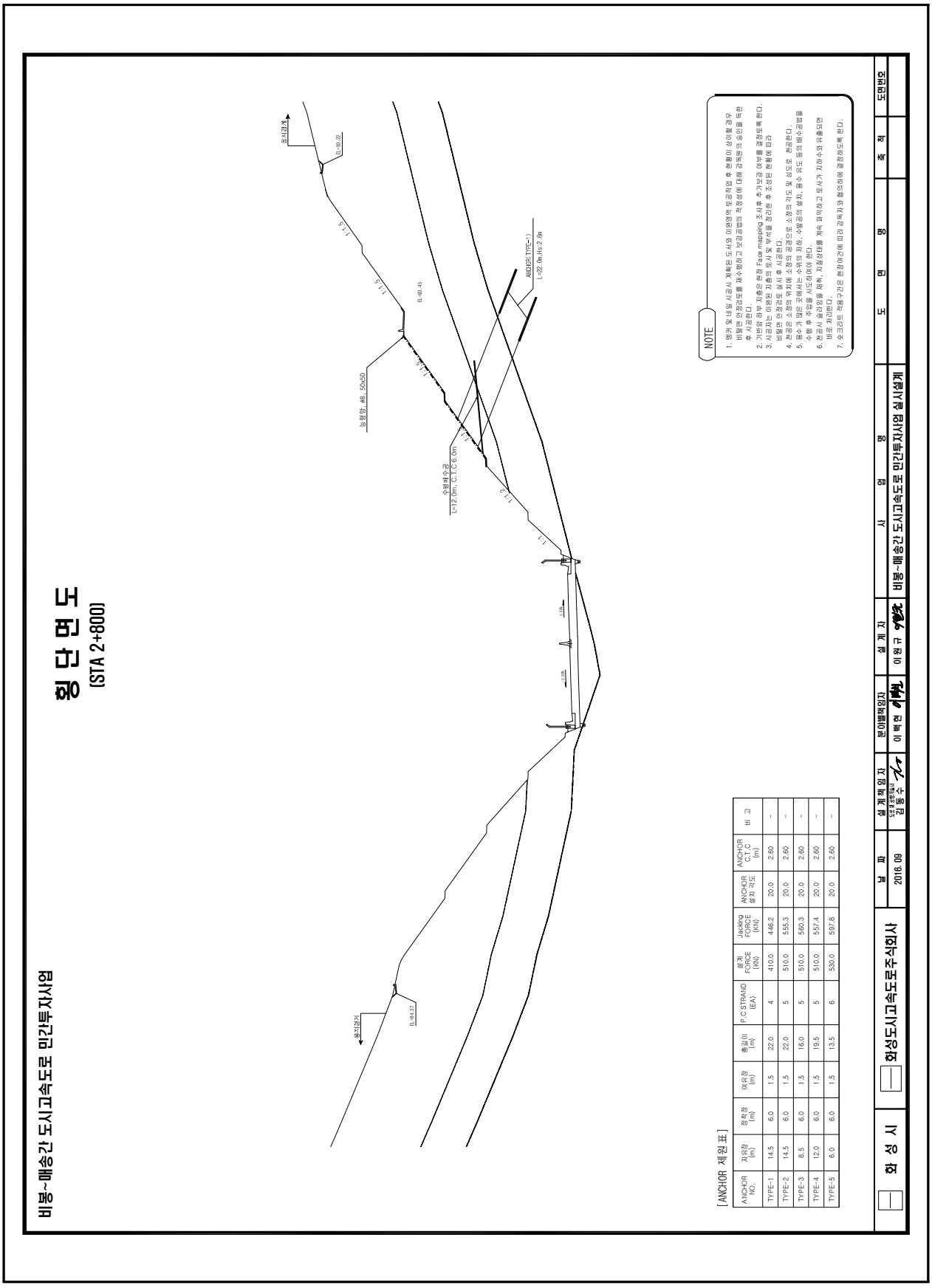
<그림 4.1.11> 절토사면 횡단면도(7)

8) 횡단면도(8)



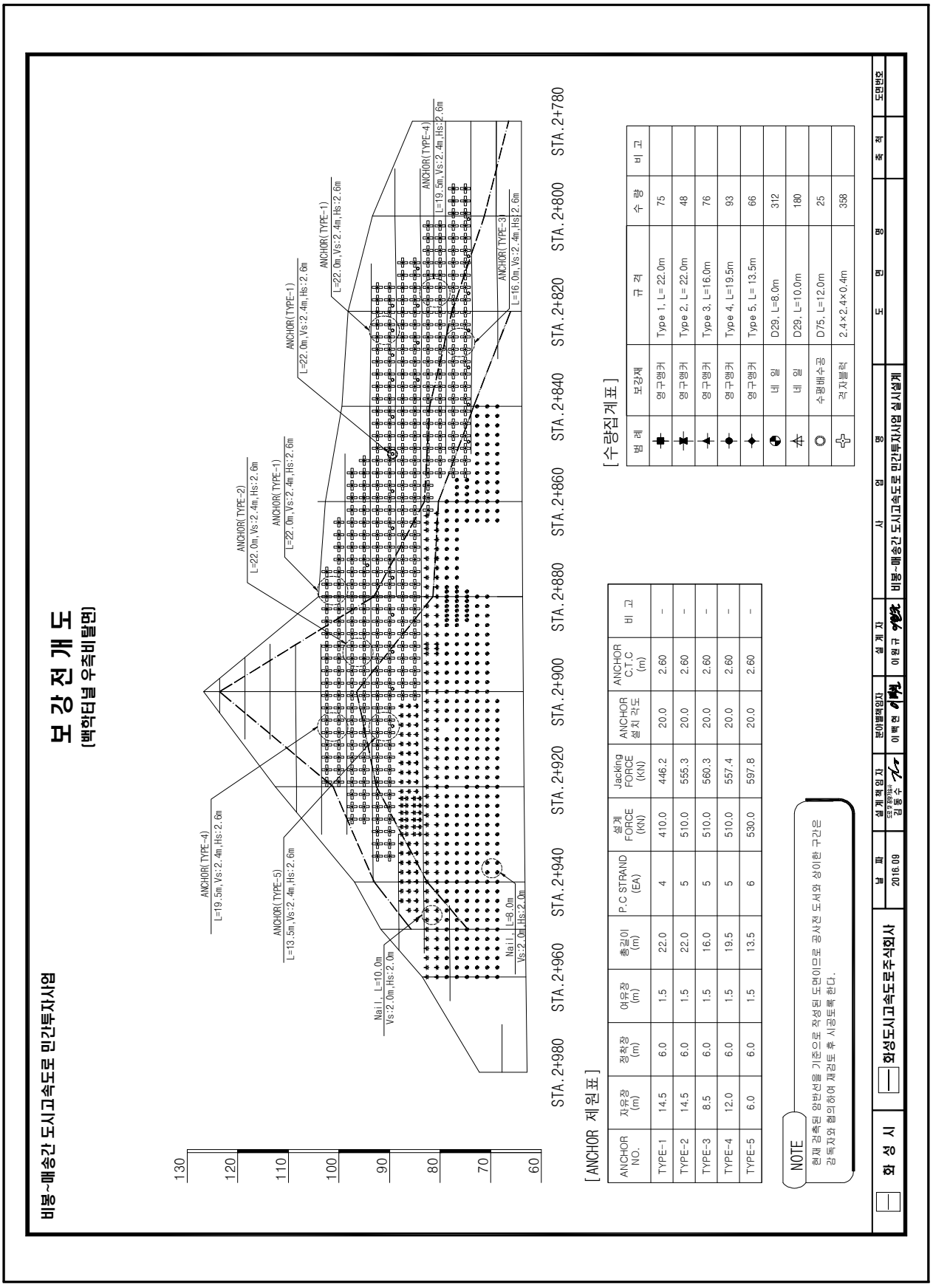
<그림 4.1.12> 절토사면 횡단면도(8)

8) 횡단면도(9)



<그림 4.1.13> 절토사면 횡단면도(9)

9) 보강전개도



<그림 4.1.14> 보강전개도

4.2 자료수집 및 분석

4.2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

<표 4.2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	● 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 설계보고서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	-
	● 설계도면	보유	-
시설물 관리대장	● 기본현황 ● 상세제원 ● 유지관리 이력	보유	-
시공관련 자 료	● 시공관련 자료 ● 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ● 사고기록	보유	-
기존 안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	-
보수·보강이력 자료		보유	-

- 자료조사 결과, 관리주체는 시설물 준공이후 설계도서 및 시공자료를 보유하고 있고, FMS의 시설물관리대장도 적정하게 등록 및 관리되고 있는 것으로 확인되었다. 시설물의 제원은 설계도면과 시설물관리대장이 상호 일치하고 있는 것으로 분석되었다.

4.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과

본 절토사면은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 14회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 4.2.2> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	2,845	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	-	조정순	2017-12-01
2	정기안전점검 (하반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하였으나, 향후 우기시에 대비하여 사면 유실 방지를 위한 식생관리 등이 필요하며, 어스앵커 콘크리트 블럭 마감이 미실시된 개소에 대해서는 우수유입 방지를 위해 마감이 필요함.	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	-	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검 (상반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	상부 사면 일부 토사 유실	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	-	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검 (하반기)	자체수행	826	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2018-11-07	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	-	이영주	2018-11-14

<표 4.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
5	정기안전점검(상반기)	자체수행	826	일부 사면 표면 유실 및 소단측구 바닥판 보수부 재균열외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	사면 표면유실부 정리 및 소단측구 바닥판 균열보수 필요	이영주	2019-06-24
6	정기안전점검(하반기)	자체수행	826	일부 사면 표면 유실 및 소단측구 바닥판 보수부 재균열외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	사면 표면유실부 정리 및 소단측구 바닥판 균열보수 필요	이영주	2019-11-21
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	1,474	- 사면 표층유실 - 배수처리시설 소단배수로 토사퇴적 - 이격거리내 시설 L형측구 균열(cw=0.3mm이상), L형측구 파손	2020-06-28	승인완료
	20020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29
8	정기안전점검(하반기)	자체수행	826	2+800지점 표층토사 유출은 심각한 수준은 아니나 해빙기 및 우기시 유출이 확대될 수 있으니 해빙기전 보수를 실시하고 소단측구 균열부는 우수유입 등으로 균열이 확대될 수 있으니 조속한 보수를 요함. - 그 외는 전반적으로 양호함. ※ 표층유실이 있어 점검결과를 양호에서 보통으로 하향조정	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	보통	사면 표면유실부 정리 및 소단측구 바닥판 균열보수 필요	이영주	2020-12-10

<표 4.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
9	정기안전점검(상반기)	자체수행	-	2+800지점 표층토사 유출은 심각한 수준은 아니나 우기시 유출이 확대될 수 있으니 우기전 보수를 실시하고 소단측구 균열부는 우수유입 등으로 균열이 확대될 수 있으니 조속한 보수를 요함.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	보통	사면 표면유실부 정리 및 소단측구 바닥판 균열보수 필요	이영주	2021-06-28
10	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 표층토사 유실 및 소단측구 균열 보수를 완료하여 대체적으로 양호함. - 손상부 보수를 완료하여 점검결과 “보통”에서 “양호”로 변경함.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	-	이영주	2021-11-29
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	2,101	-외관조사 결과, 기존손상인 표층유실, 소단배수로 토사퇴적, L형측구 균열, 파손이 보수된 것으로 조사되었다. -외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은『B(0.263)』등급으로 평가되었다. -따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인 들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	- 없음	김무열	2022-06-30
12	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 산마루 측구 일부 사면유실 확인 지속관찰 요함. - 소단측구 균열 보수를 완료하여 대체적으로 양호함. - 낙성방지책 뒷채움 부족으로 인한 가로등 전도위험성으로 지속관찰 필요.	2022-11-30	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	- 없음.	김동민	2022-12-05

<표 4.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
13	정기안전점검(상반기)	(주)이도	2,200	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 보강부 균열, 낙석방지책 뒷채움 부족, 식생불량, 배수로 재균열, 배수시설 측규 유격의 손상이 조사되었다. 배수시설 측구 유격, 낙석박지책 뒷채움 부족은 적절한 보수와 지속적인 관찰로 손상이 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.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 표면처리, 단면보수	나영일	2023-08-02
14	정기안전점검(하반기)	(주)이도	2,200	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 보강부 균열, 낙석방지책 뒷채움 부족, 식생불량, 배수로 재균열/침식/박락, 배수시설 측구 유격의 손상이 조사됨. 배수시설 측구 유격,낙석박지책 뒷채움 부족은 지속적인 관찰로 손상이 추가적으로 이루어지지 않도록 조치할 필요함. 향후 손상의 진전 여부를 지속적인 주의관찰을 통해 유지관리를 실시한다면 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 표면처리, 단면보수, 뒷채움	나영일	2024-01-31

<표 4.2.3> 2020년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2020년도 정밀안전점검
용역기간		· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA2+724~3+000(우)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 표층유실
	사면하부	· 상태양호
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 소단배수로 토사퇴적
	이격거리내시설	· L형측구 균열(cw=0.3mm이상), L형측구 파손
	기타시설	· 상태양호
종합의견		본 STA.2+724~3+000(우) 절토사면에 대한 시설물평가는 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태”인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : B

<표 4.2.4> 2022년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2022년도 정밀안전점검
용역기간		· 2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA2+724~3+000(우)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 상태양호
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 상태양호
	이격거리내시설	· 상태양호
	기타시설	· 상태양호
종합의견		본 STA.2+724~3+000(우) 절토사면에 대한 시설물평가는 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 “경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태”인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : B

4.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료

대상 절토사면에 대한 시설물정보관리종합시스템(FMS)에 등록된 보수·보강 이력은 1회 있는 것으로 확인되었으며, 관리주체 확인결과 중대결함 보수는 없었으며, 경미한 손상에 대한 일상보수 위주로 이루어지고 있어 시설물의 유지관리 향상을 위하여 추후 지속적인 이력관리를 통해 이에 대한 보완이 필요한 것으로 판단된다.

<표 4.2.5> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	비봉-매송단 도시고속도로 민간투자사업	보수	2+800(우) 소단측구 상단 표층	(주)동명기술공단 종합건축사사무소	현대엔지니어링(주)
	2021-08-02 2021-11-10		마대쌓기 3개소 18㎡ 시공사 하자보수	1	신현성

4.2.4 시설물 내진설계 여부 확인

<표 4.2.6> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 여부
절토사면STA.2+724~3+000(우)	건설공사 비탈면 설계기준(2011, 국토해양부)으로 설계됨

검토단면		평사투영해석	평면파괴 한계평형해석			판 정	비 고
		평면파괴 발생가능성	건기시 (Fs=1.5)	우기시 (Fs=1.2)	지진시 (Fs=1.1)		
깎기 2구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 3구간	좌측	높음	3.666	3.503	3.222	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 6구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	있음	1.688	1.484	1.324		
깎기 7구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	있음	2.231	1.753	1.507		
깎기 8구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 9구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
개착 터널	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		

1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
SL2017-0000089		절토사면(STA2+724-3+000(우)	시도	비봉-매송간 도시고속도로	연직높이 30미터 이상(옹벽이 있는 경우 옹벽상단으로부터의 높이)를 포함한 절토부로서 단일 수평연장 100미터이상인 도로사면	2종	절토사면	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분				소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	화성시	비봉면 쌍학리 산40-46		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 설개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2019년 06월 29일	유	유	유		dscf2652.jpg dscf2649.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주)	123

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2020년 11월 26일	이영주

비고	

4.2.5 자료수집 및 분석결과

<표 4.2.7> 자료수집 및 분석결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음 -2020.11 시설물명 변경되었음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함. -배수의 양호 상태
	-보수·보강 이력	-사면의 숏크리트 224㎡ 보수 및 보강과 소단측구 파손 침하부의 재타설이 진행된 것으로 확인됨. 또한 일상적인 유지관리활동이 시행되는 것으로 확인됨.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

4.3 현장조사 및 시험

4.3.1 개 요

외관조사는 절토사면을 구성하는 각 부위에 대하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 시설물별 점검사항에 근거하여 시행하였으며, 사전조사를 실시하여 기존 점검 및 유지관리자료 등에서 파악된 중점점검 손상의 진전 및 확대, 보수 여부, 보수부 재손상 유무 확인에 주안점을 두고, 현장 투입 전 안전수칙, 인원 및 장비 체크사항, 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 조사를 실시하였으며, 점검대상 부위는 면밀한 조사가 가능하도록 사다리, 점검로 등을 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였다.

또한, 현장시험은 절토사면의 상태평가를 위하여 암석용 슈미트해머를 이용한 암반강도 측정, 토양경도계를 이용한 토양경도 측정, 클리노콤파스, 줄자 등을 이용한 불연속면 조사, 경사계와 스태프를 이용한 사면의 경사 측정, 설계도면, 스태프를 이용한 토층심도 측정 등의 실측조사를 실시하였다. 노출암반에 대해서는 노두를 찾아 조사하였으나, 식생, 낙엽 등으로 덮여 조사불가한 경우 유사한 지점의 설계자료를 활용하여 특성을 분석하였다. 금회 조사된 손상현황은 상태평가 및 유지관리 등에 활용하고, 시설물에 대한 지속적인 추적관리와 기술정보 제공이 가능하도록 외관조사망도에 상세히 기록하였다.



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사

<그림 4.3.1> 현장조사 전경

4.3.2 평가대상 분할

가. 구간 및 측점 분할

1) 사면의 분할

본 사면은 연장 276m, 높이 38.7m의 규모로서 시점부에서 종점부까지가 연속된 동일 절토부로 구성되어 있고, 사면내 계곡부가 없는 단일사면이므로 『세부지침 14.2.1 나)』에 따라서 1개의 사면으로 분할하였다.

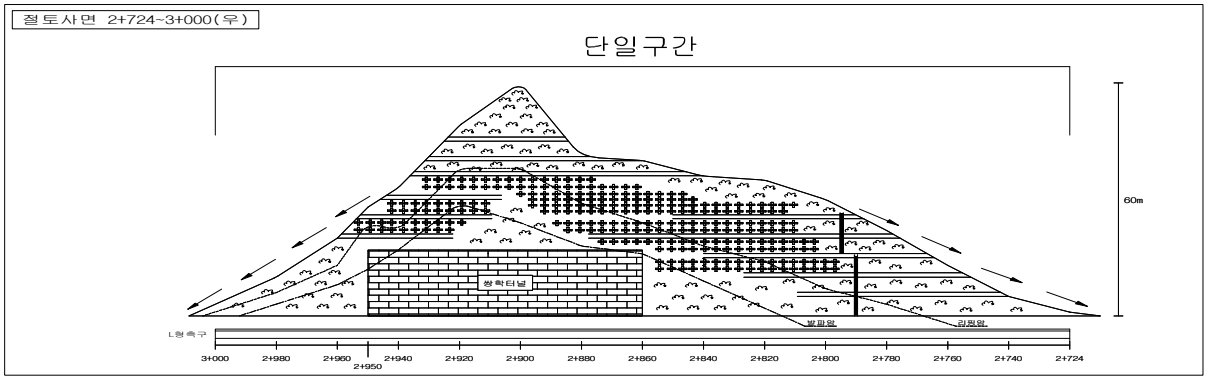
2) 구간분할

본 사면의 상태평가를 위한 조사영역을 결정하기 위하여 『세부지침 14.2.1 나)』에 따라서 사면의 구성재료, 지형적 특성, 시설물 규모 등을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 1개의 사면으로 하였고, 이에 따라 외관조사망도를 구분하여 작성하였다.

동일구간의 연장이 200m 이상일 경우 구간분할을 해야 하나, 재료시험을 결과 지반조건이 동일하여 76m에 대한 구간분할을 실시하지 1구간으로 포함 시켰다. 구간에 대한 자료는 부록과 <표4.3.23>에 명시해 두었다.

<표 4.3.1> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
전구간	276m	38.7m	10.6m	0.35	1:1.09	혼합사면

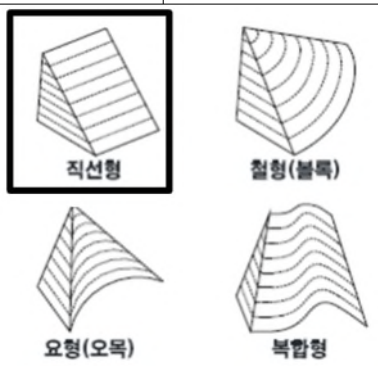
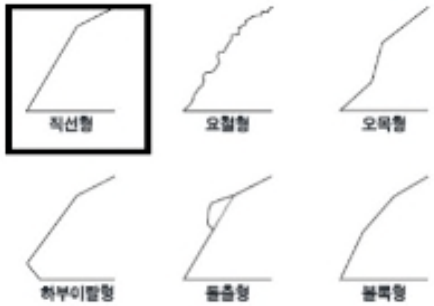


4.3.2 현장조사 체크리스트

<표 4.3.2> 일반현황

조사일자	2024년 04월 29일		조사자	진단1팀
일 기	맑음		현황코드	-
행정구역	경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산40-46			
위 경 도	시점 : 37°13′47.63″ 126°53′37.01″			
	종점 : 37°13′47.06″ 126°53′43.09″			
도 로	왕복4차선		도로폭 : 17m	
절토사면	길 이 : 276m		높 이 : 38.7m	
	경사 / 경사방향 : 43°/N357°			
	도로와의 이격거리 : 평균 2.0 m이상			
	구성물질 : 전반적 토사, 하부에 노두		토층심도 : 10.6m	
	소 단 : 6			
낙석/뜬돌	낙석 존재유무 : 무		낙석의 양 : -	
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -			
	뜬돌 존재유무 : 무		뜬돌의 양 : -	
	뜬돌 평균크기 : -			
절토사면 시공현황	종 류	위 치		상 태
	낙석방지망	-		-
	낙석방지울타리	사면하부 STA. 2+770.0~2+860.0(90m) STA. 2+950.0~2+990.0(40m)		양호
	소단배수로	4소단 지점(81m)		양호
	산마루측구	상부 지점(203m)		양호
	점검로	93m지점(1-3소단), 97m지점(3-6소단)		양호
	어스앙카	STA. 2+795.0~2+935(140m)		양호
붕괴이력	유 형	규 모		위 치
	-	-		-
기 타				

<표 4.3.3> 지형·지질 및 식생

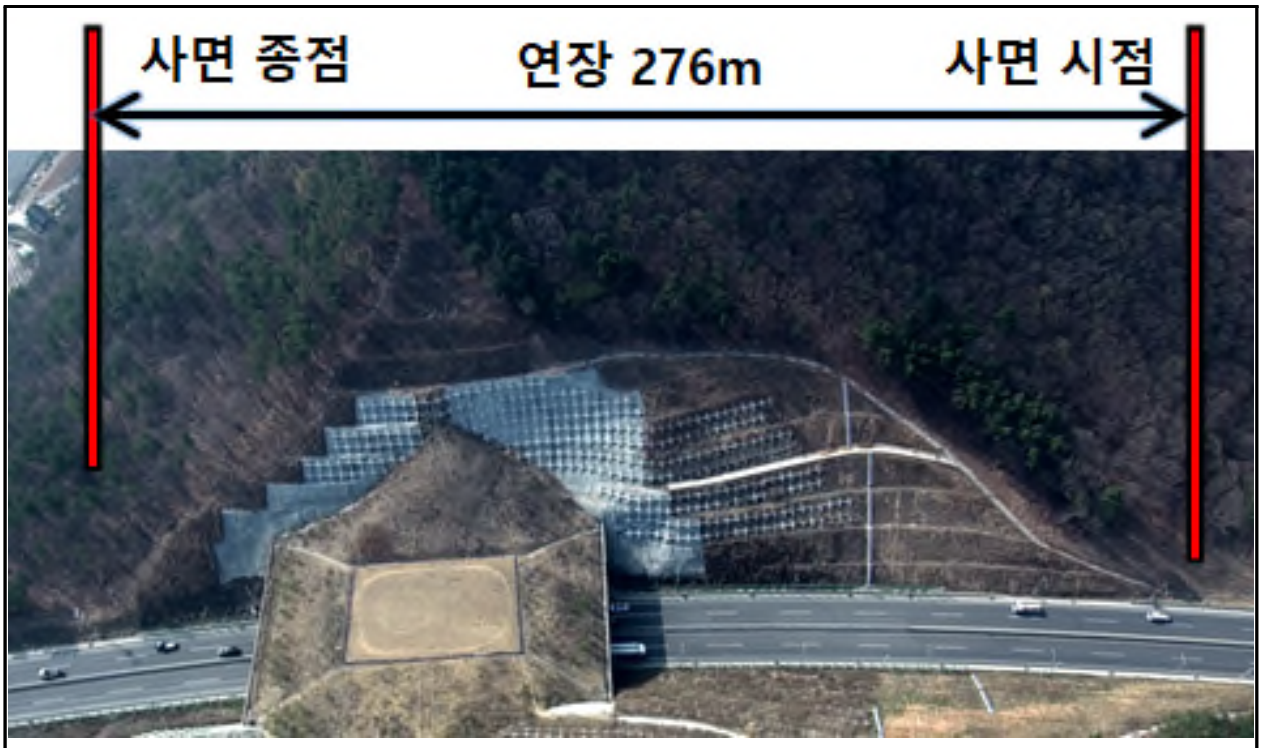
<table>
<tr><td rowspan="3">주변지형의 특성</td><td colspan="2">주변지형</td><td colspan="4">산악</td></tr>
<tr><td colspan="2">종단면 형상</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타특징</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>사면의 특성</td><td>종
횡
단
면</td><td colspan="2"> 
</td><td>종
단
면
특
성</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="7">상부자연사면</td><td colspan="2">경사도</td><td colspan="4">28°</td></tr>
<tr><td colspan="2">인장균열</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">포행흔적</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">수목의 기울어짐</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">인공구조물</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">산마루측구</td><td colspan="4">산마루측구(203m)</td></tr>
<tr><td colspan="2">계곡부</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td>지 질</td><td>지질각론
(지반조사보고서참조)</td><td colspan="5">• 본 구간의 지질은 중생대 쥬라기의 흑운모 화강암의 남양화강암 기원암류, 시대미상의 화성암류, 중생대 퇴적암류와 이들 모든 지층을 관입한 백악기의 맥암류 및 제4계의 충적층 등으로 구성되어 있다.
• 본 절토사면의 대표암질은 흑운모화강암으로 조사되었으며, 본 암은 수원시를 중심으로 하여 소규모로 분포하고 있으며, 풍화를 받아 구릉성산지를 형성하며, 수원분지를 이루고 있다.
• 풍화대 : 약간풍화 ~ 보통풍화
• 절리군J1:86/040, J2:46/281, J3:44/182 간격0.05~0.4m, 연장1.0~4.0m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">식 생</td><td>①종류</td><td>초 본</td><td>관 목</td><td>침 엽 수</td><td colspan="2">활 엽 수</td></tr>
<tr><td>②밀도</td><td>중</td><td>하</td><td>-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>③근계특징</td><td colspan="5">천근성(○), 심근성( )</td></tr>
</table>

4.3.3 외관조사 결과

가. 단일구간

1) 현황(지형 및 지질)

- 대상 절토사면은 평면선형 직선형, 종단형상은 직선형이며, 주향 N357°E의 방향성을 보이고 있다. 사면경사는 약 1:1.1로 시공되어 있는 주요 구성 물질이 토사, 암반인 혼합사면이다.
- 상부 자연사면은 29°로 상향 경사로 이루어져 있으며, 산마루 측구가 설치되어 있어 지형 특성상 지표수의 사면 외곽처리가 양호한 조건으로 판단된다.
- 사면의 토층심도가 22.5m이며, 하부에 노출된 암반은 풍화도3~4의 암질을 보이고 절리가 분포하고 있으나 대규모 암반파괴 또는, 낙석발생 가능성은 낮은 것으로 판단된다.
- 사면하부는 낙석방지를 위한 낙석방지울타리가 설치되어 있으며, 시공당시 절취된 상태로 일부구간 숏크리트 사면보강이 이루어져 있고, 토사면의 표면보호를 위해 전 사면에 식생과 어스앙카 보강이 적용되어 있다.



구간 분할

2) 상부자연사면

a. 외관조사 결과

- 상부자연사면에서 사면 이상여부의 전조현상인 인장균열 및 침하 등의 발생여부와 인공시설물(봉분, 송전탑, 농경지 등)의 분포여부 및 사면경사의 완급에 따른 지표수의 사면내 영향여부 등에 주안점으로 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



상부자연사면 전경(2+820)



상부자연사면 전경(2+840)

<그림 4.3.2> 상부자연사면 손상현황

<표 4.3.4> 상부자연사면 손상물량

구 분			단일구간	합계
상부자연사면	상태양호	-	-	-

<표 4.3.5> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 상부자연사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

3) 사면

a. 외관조사 결과

- 사면의 파괴징후인 인장균열, 이완 암괴 유/무, 지반 및 구조물 변형 유/무, 등의 지반 변형 여부와 토사사면의 지반포화에 의한 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



사면 전경 (2+840)



사면 전경 (2+960)

<그림 4.3.3> 사면 손상현황

<표 4.3.6> 사면 손상물량

구 분			단일구간	합계
사면	상태양호	-	-	-

<표 4.3.7> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면하부의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

4) 사면하부

a. 외관조사 결과

- 사면하부는 지하수가 용출되기 쉬운 지점으로 지하수의 용출여부를 관찰하고, 낙석방지망 배면에 적치된 토석더미로 인한 낙석방지망의 구조적 불안전성여부와 사면하부 암이탈로 지지력 상실여부 등에 주안점을 두고 조사하였다.
- 사면하부는 토사퇴적, 지하수용출, 암 이탈 등 파괴현황이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

b. 손상현황

-	
사면하부 전경(2+740)	사면하부 전경(2+860)

<그림 4.3.4> 사면하부 손상현황

<표 4.3.8> 사면하부 손상물량

구 분			단일구간	합계
사면하부	상태양호	-	-	-

<표 4.3.9> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면 하부의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

5) 보호시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 표면보호공법은 토사는 종자분사파종 공법, 녹생토 공법, 숏크리트 공법을 적용하여 전반적으로 표면녹화 되어 있다.
- 보호시설은 녹생토 유실, 숏크리트 파손 등의 손상현황이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



숏크리트 전경



녹생토 식생 전경

<그림 4.3.5> 보호시설 손상현황

<표 4.3.10> 보호시설 손상물량

구 분			단일구간	합계
보호시설	상태양호	-	-	-

<표 4.3.11> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보호시설의 기능성 및 손상 여부을 관찰하는 것이 바람직하다.

6) 보강시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 보강공법은 사면상부 표면보강 공법인 숏크리트시공과, 격자블록 어스앙카 시공이 되어있는 것으로 조사되었다..
- 외관조사 결과, 보강시설의 설치상태는 앵커체의 강연선의 두부 콘크리트의 손상, 두부캡의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



보강시설 전경



보강시설 전경

<그림 4.3.6> 보강시설 손상현황

<표 4.3.12> 보강시설 손상물량

구 분			단일구간	합계
보강시설	상태양호	-	-	-

<표 4.3.13> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보강시설의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

7) 배수처리시설

a. 외관조사 결과

- 배수처리시설은 지표수 및 지하수의 처리를 원활하게 하여 사면의 침식과 더불어 표층붕괴를 방지하기 위해 충분한 용량을 확보하여야 하며, 기능발휘에 장애가 없어야 한다.
- 외관조사 결과, 보수되었던 소단배수로 균열이 보수부 박리가 되었고, 침하균열로 소단배수로 73m(1.0m x 3.0m), 87m(1.5m x 10.0m)지점에서 토사퇴적이 청소가 된 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



소단배수로 전경



배수로 전경



소단배수로 침하균열



침하균열 40.0mm/4.0m (2+800)

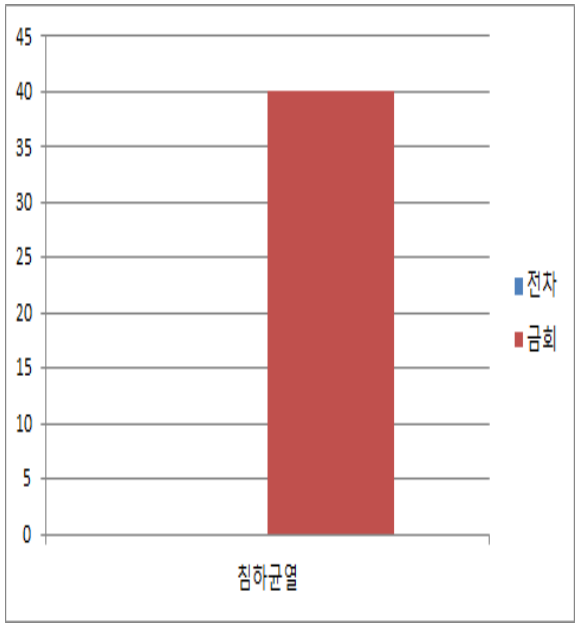
<그림 4.3.7> 배수처리시설 손상현황

<표 4.3.14> 배수처리시설 손상물량

구 분			단일구간	합계
배수처리시설	상태양호	-	-	-

<표 4.3.15> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
배수처리시설	침하균열	m/ea	-	4.0	증가(▲4.0)	신규손상



c. 손상원인 및 대책방안

- 소단배수로의 다짐의 부족으로 인해 소단이 내려앉았으나 안정되어 더 이상 침하가 되지않은 것으로 확인되었다. 유지관리를 위해 주기적인 점검과 관찰로 손상의 진전의 확인이 필요할 것으로 사료된다.

8) 이격거리내 시설

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 이격거리내 시설은 낙석방지 울타리, L형 측구가 있는 것으로 조사 되었으며, 사면과 도로와의 이격은 평균 2.0m로 조사되었다. 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 사면의 파괴징후인 구조물의 변형여부와 낙석에 의한 파손 등 기능 상실여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 이격거리내 시설은 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



이격거리내 시설 전경



이격거리내 시설 전경

<그림 4.3.8> 이격거리내 시설 손상현황

<표 4.3.16> 이격거리내시설 손상물량

구 분			1구간	합계
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-

<표 4.3.17> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 이격거리내 시설의 신규손상 발생여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

9) 자연적 외부요인

a. 강우 및 지하수 조건

지점번호	지점명	일시	강수량(mm)	일최다강수량(mm)	일최다강수량일자
119	수원	1994	1045.6	101.3	1994-08-28
119	수원	1995	1653.3	227.3	1995-08-19
119	수원	1996	952.1	153.6	1996-06-17
119	수원	1997	1394.3	150.4	1997-07-01
119	수원	1998	1626.9	208.1	1998-08-08
119	수원	1999	1556.1	153	1999-09-20
119	수원	2000	1328.8	333.2	2000-07-22
119	수원	2001	1067.2	120.3	2001-07-29
119	수원	2002	1231.7	203	2002-08-07
119	수원	2003	1514.8	121.5	2003-07-22
119	수원	2004	1217	89.5	2004-06-19
119	수원	2005	1427.7	84.5	2005-09-30
119	수원	2006	1362.7	169.5	2006-07-16
119	수원	2007	1325	82	2007-07-19
119	수원	2008	1342.9	121	2008-07-24
119	수원	2009	1541.2	272.5	2009-07-12
119	수원	2010	1470.6	97.5	2010-08-29
119	수원	2011	1975.9	190	2011-07-03
119	수원	2012	1748.3	276.5	2012-07-06
119	수원	2013	1240.1	79	2013-07-13
119	수원	2014	1029.1	117.7	2014-08-21
119	수원	2015	751.1	64.7	2015-07-29
119	수원	2016	1023.4	104.2	2016-07-01
119	수원	2017	1328.6	130.8	2017-08-20
119	수원	2018	1293.1	124.8	2018-08-28
119	수원	2019	915.8	108	2019-07-26
119	수원	2020	1635.5	134.2	2020-08-09
119	수원	2021	1084.4	70.9	2021-09-01
119	수원	2022	1864.0	285.0	2022-06-30
119	수원	2023	1409.4	91.6	2023-08-10
30개년 평균값			4465.6/30 = 148.85		

- 세부지침에 따라 해당지역의 평년 최대 강우강도를 1일 강우량으로 조사하였으며, 기상청 자료를 취득하여 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm로 조사되어 1일 강우량 100mm이상, 150mm미만으로 평가한다.

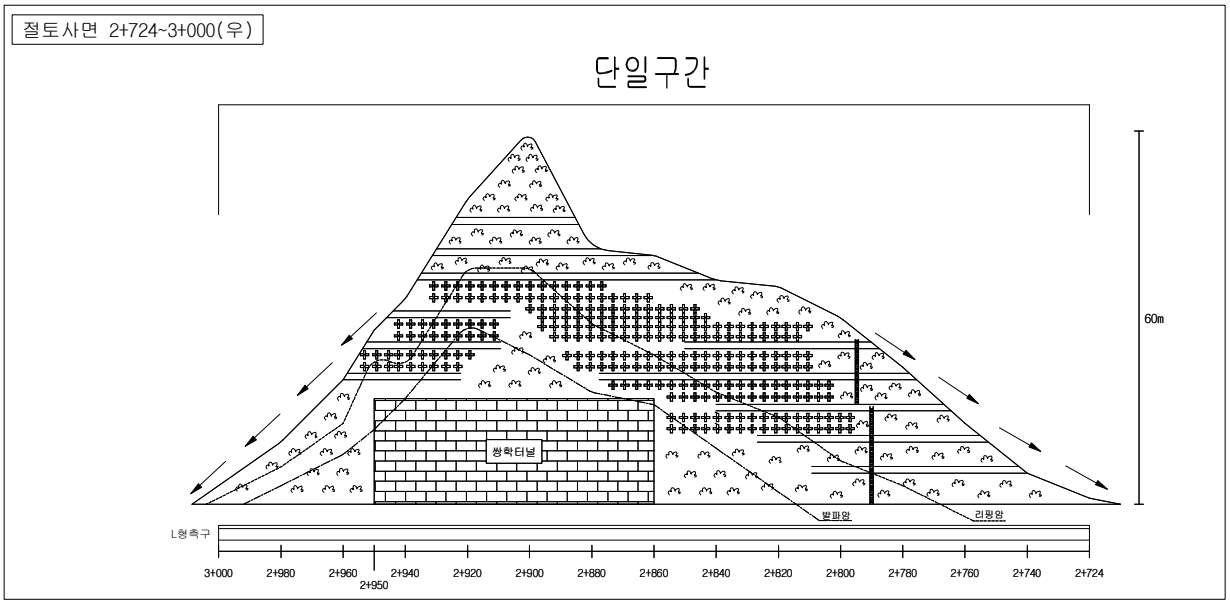
10) 사면형상

a. 사면경사

- 본 시설물 평균 사면경사는 1:1.1 로 준공도서와 현장조사를 통해 검토되었다.

b. 집수지형

- 본 시설물의 집수지형은 시점부와 종점부 2개소 조사되었다.



11) 인위요인

a. 표면보호

- 표면 보호상태의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태이며, 전면부에 숏크리트공으로 표면보호가 시공되어있어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

b. 보호/보강상태

- 보호/보강상태인 부대시설의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

c. 배수조건

- 배수조건에 대한 조사결과 대체적으로 완전배수가 가능하며, 건조상태를 유지하고 있는 것으로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

12) 공중이 이용하는 부위

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 공중이 이용하는 부위는 사면하부의 도로부로서, 지반변형에 의한 침하, 히빙, 파손, 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황

	
공중이 이용하는 부위 전경	공중이 이용하는 부위 전경

<그림 4.3.9> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 4.3.18> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분			단일구간	합계
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-

<표 4.3.19> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 공중이 이용하는 부위의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

4.3.4 사면 파괴요인 조사

가. 개 요

본 구간은 혼합사면으로서 현장시험 항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 암반사면 기준을 적용하였고, 현장여건(사면규모 및 환경조건 등)을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 시설물의 분석이 객관적이고, 보편타당하게 이루어지게 하기 위해 조사자료를 충분히 확보할 수 있도록 기준수량 이상으로 결정하였다.

시험항목	기준수량	금회 시험수량
토양경도시험	3개소(토심 가장 두꺼운 곳)	단일구간 : 4개소
암반강도시험	필요수량	단일구간 : 2개소
불연속면조사	필요수량	단일구간 : 1개소

나. 시험 및 조사전경



암반강도 측정 전경



사면 방향성 측정 전경



사면 경사 측정 전경



토양경도 측정 전경

<그림 4.3.10> 현장시험 및 측정전경

다. 시험항목 및 수량

본 절토사면의 경사 측정결과는 아래 표와 같다.

<표 4.3.20> 시험항목 및 수량

시험항목	기준수량	금회 시험수량
토양경도시험	3개소(토심 가장 두꺼운 곳)	단일구간 : 5개소
암반강도시험	필요수량	단일구간 : 3개소
불연속면조사	필요수량	단일구간 : 1개소

라. 암반강도 시험결과

본 절토사면 암반의 판정은 암석용 슈미트해머에 의한 강도조사는 사면에서 암반이 노출된 지점에서 3회 실시하였다.

고속도로 건설재료 품질기준에서 암석의 일축압축강도에 따른 분류로 추정압축강도에 따라 암판정을 하였다.

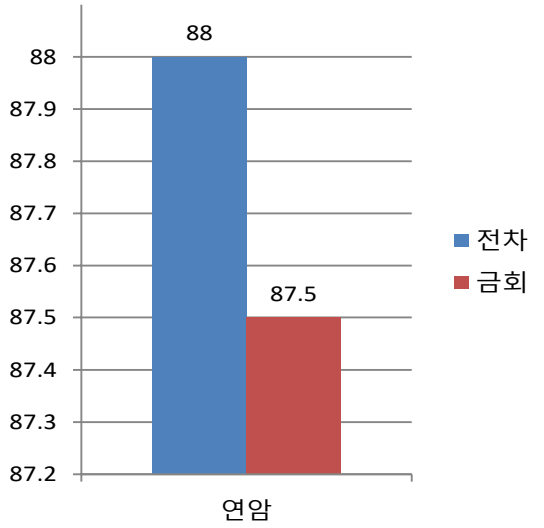
암반시험결과 측정강도가 연암으로 평가되었다.

<표 4.3.21> 암반 강도시험에 따른 암반판정 결과

측정위치	반발치 (r)					타격방향 (→)	평균강도 (r)	암석밀도 (kN/m3)	측정강도 (MPa)	암판정
48m(1소단)	47	30	50	42	54	0°	47.4	25	90.8	연암
	45	45	44	51	47					
	43	47	43	50	51					
	41	48	46	47	41					
146m(1소단)	45	41	49	47	30	0°	44.8	25	80.5	연암
	48	45	36	41	40					
	49	46	44	41	40					
	46	44	47	45	44					
175m(1소단)	46	40	39	38	57	0°	47.5	25	91.2	연암
	45	48	51	50	47					
	42	47	51	45	48					
	40	40	41	45	51					

<표 4.3.22> 암반강도 시험 전차비교

구분			단위	일축압축강도		증 감	비고
시험항목	위치	암판정		2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
암반강도시험	단일 구간	연암	MPa	88.0	87.5	감소(▲1.5)	-



마. 토양경도 시험결과

사면의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 17.3mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.

<표 4.3.23> 토양경도 시험 측정결과

구간	구분	측정위치	관입깊이(W) 평균값	경도값R (kg/㎠)	판정
1	1	2+800	17.0	4.0	모래질 실트/조밀
	2	2+840	18.9	5.4	모래질 실트/조밀
	3	2+850	17.8	4.6	모래질 실트/조밀
	4	2+880	17.2	4.2	모래질 실트/조밀
	5	2+880	18.9	5.4	모래질 실트/조밀

절토사면의 연장 추가로 인하여 연장분에 토양경도를 조사 해본 결과 토질조건이 같아 단일 구간으로 조사하였다.

<표 4.3.24> 토양경도 시험 전차비교

구분		단위	토양경도 값		증 감	비고
시험항목	위치		2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
토양경도시험	단일구간	kg/㎠	4.6	4.7	증가(▲1.0)	-

전차 점검결과와 비교 분석한 결과, 조사위치, 방법, 기타요인 등에 의해 다소 차이는 있으나, 전반적으로 유사한 값으로 평가되어 공용년수 경과에도 지반상태의 변동은 거의 없는 것으로 판단된다.

바. 불연속면조사

불연속면 조사는 식생으로 인해 국부적으로 노출된 암반에 대하여 주요 불연속면 3개소에 대하여 절리특성을 조사·분석 하였다.

<표 4.3.25> 불연속면 공학적 특성

불연속면 특성			
구 성	Set 1	Set 2	Set 3
종류	J1	J2	J3
방향성	86/040	46/281	44/182
간격(m)	0.05~0.2	0.1~0.3	0.2~0.4
틈새(mm)	0.1~0.2	0.1~0.2	0.1~0.2
연장성(m)	3.0~4.0	1.5~3.0	1.0~2.5
거칠기	평면형/거침	평면형/거침	평면형/거침
충진물질	5mm미만 부드러움	5mm미만 부드러움	5mm미만 부드러움
누수	건조	건조	건조
풍화상태	보통풍화(MW)	보통풍화(MW)	보통풍화(MW)

사. 사면경사 측정

본 절토사면의 경사 측정결과는 아래 표와 같다.

<표 4.3.26> 절토사면 경사 측정결과

측정위치		측정경사	설계경사	판정
1구간	사면 1단	1 : 0.55	1 : 0.5	O.K
	사면 2단	1 : 1.3	1 : 1.0	O.K
	사면 3단	1 : 1.5	1 : 1.0	O.K
	사면 4단	1 : 1.4	1 : 1.2	O.K
	사면 5단	1 : 1.6	1 : 1.5	O.K
	사면 6단	1 : 1.85	1 : 1.7	O.K
평균경사		1 : 1.37	1 : 1.15	O.K

본 절토사면에 대한 경사 측정결과, 약 1:0.5~1:1.5로 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.

아. 토층심도 측정

토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과 토층심도는 22.5m로 확인되었다.

4.3.5 현장조사 및 시험결과 요약

본 절토사면에 대한 현장조사 및 시험·측정 결과를 다음과 같이 요약하였다.

<표 4.3.27> 현장조사 및 시험·측정 결과 요약

구 분		점 검 결 과
상부자연사면		• 상부자연사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면		• 사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면하부		• 사면하부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보호시설		• 보호시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보강시설		• 보강시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
배수처리시설		• 2+800지점에서 침하균열이 1개소 있는걸로 확인되며 이외 구간은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
이격거리내 시설		• 사면과 도로와의 이격은 약 2m 이상으로 조사되었으며, L형 옹벽과 낙석방지울타리, 도로의 변형, 융기 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
공중이 이용하는 부위		• 공중이 이용하는 부위는 파손, 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
현장시험	암반강도	• 암반강도 측정결과 805~91.2MPa로 암반분류 상 연암으로 평가되었다.
	토양경도	• 토양경도를 측정한 결과 관입깊이는 17.0mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트/조밀 상태인 것으로 판단된다.
	경사측정	• 전구간 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
	토층심도	• 본 절토사면의 준공도면, 현장육안관찰을 통하여 조사한 결과 22.5m로 확인되었다.

4.4 상태평가

4.4.1 사면의 분류

지반 및 지질조건에 따른 사면의 거동특성 및 파괴양상에 대한 분석을 통해 절토사면은 토층심도율(SR)에 의해 토사사면과 암반사면으로 구분할 수 있으며, 암반사면은 다시 지반강도특성 및 암반의 블록크기 비(BR)에 의해 절리암반사면, 파쇄암반사면, 연약암반사면으로 세분될 수 있다. 본 사면은 토층심도율 0.35으로 혼합사면으로 분류하였다.

<표 4.4.1> 절토사면의 분류

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

1) 토층심도율

- $SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} = \frac{\text{토층심도}}{\text{사면높이}} = \frac{22.5}{60.4} = 0.37 \leq 0.4$
- 분류결과 : 혼합사면 ($0.2 \leq 0.37 \leq 0.4$)

2) 암반 블록크기비

- $Ib = \frac{\sum_{i=1}^{3} Si}{3} = \frac{0.625}{3} = 0.21$
- $BR = \frac{\text{Block Size} \in \text{dex(Ib)}}{\text{Slope height}} = \frac{0.21}{60.4} = 0.003 \leq 0.01$
- 분류결과 : 파쇄암반사면 ($0.003 \leq 0.01$)

3) 혼합사면 : SR=0.37, BR=0.036, 암강도=80.5~91.2MPA

4.4.2 상태평가 결과

본 과업 대상 시설물의 현황은 깎기 높이가 60.4m이며, 토층 심도가 22.5m로 조사되어 토층심도율 0.37이므로 혼합사면으로 분류하고 암반 블록크기비를 계산하여 파쇄암반사면으로 확인되었다. 상태평가 결과 "B"로 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다.

<표 4.4.2> 토사사면 손상상태 조사결과표

시설물명	절토사면STA.2+724~3+000		표번호	표 4.4.2
사면 손상상태 조사 결과표				
1. 파괴징후				
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	-
1-2	지반변형	-	없음	0	-
1-3	구조물변형	-	없음	0	-
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위 치	규모		
1-4	-	-	-	0	-
사면 손상상태 지수(f1) = 0.000			사면 손상상태 점수 = 0		

<표 4.4.3> 토사사면 파괴요인 조사결과표

시설물명	절토사면STA.2+724~3+000		표번호	표 4.4.3	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	토사	토질조건	b (조밀)	2	-
1-6		토층심도율	a (0.37)	0	-
2. 사면형상					
1-16	사면경사		c (1:1.38)	3	-
1-17	집수지형		c (2개소)	2	-
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	지하수	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	6	-
4. 인위적 외부요인					
1-19	표면보호		a (숏크리트)	0	-
1-20	배수조건		a (완전배수)	0	-
1-21	보호/보강상태		0 (양호함)	0	-
사면 파괴요인 지수 (f2) = 0.250			사면 파괴요인 결함점수 = 13		

<표 4.4.4> 상태평가 등급 산정표

시설물명			절토사면STA.2+724~3+000				표번호
근거표 번호			표 4.4.2, 4.4.3				표 4.4.4
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반상태	토질조건	2	b	13	f2=0.250	B
		토층심도율	0	a			
	사면형상	사면경사	3	c			
		집수지형	2	c			
	자연요인	강우 및 지하수	6	d			
	인위요인	표면보호	0	a			
		배수조건	0	a			
		보호/보강상태	0	a			
합계(∑)					13	F=0.171	B
상태평가결과			• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = B등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 4.4.5> 상세 절리 상태

구 분	상세 절리 상태				
① 길 이	< 1m	1~3m 미만	3~10m 미만	10~20m 미만	≥ 20m
② 틈 새	0	< 0.1mm	0.1~1mm미만	1~5mm미만	≥ 5mm
③ 거칠기	매우 거침	거침	약간 거침	평탄	매우 평탄
④ 충전물	없음	단단한 충전물 (< 5mm)	단단한 충전물 (≥ 5mm)	연약한 충전물 (< 5mm)	연약한 충전물 (≥ 5mm)
⑤ 풍화도	신선	약한 풍화	보통 풍화	심한 풍화	완전 풍화
점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
절리상태점수 = Σ (①~⑤) / 5					
SET 1		SET 2		SET 3	
(3+3+1+5+3)/5=3		(3+3+1+5+3)/5=3		(2+3+2+5+3)/5=3	

<표 4.4.6> 파쇄암반사면 고려시 손상상태 조사결과표

시설물명	절토사면STA.2+724~3+000		표번호	4.3.6
사면 손상상태 조사 결과표				
1. 파괴징후				
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
1-4		위 치	규모	0	
	발생규모	-	없음		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.00		사면 손상상태 점수 = 0			

<표 4.4.7> 파쇄암반사면 고려시 파괴요인 조사결과표

시설물명	절토사면STA.2+724~3+000		표번호	표 4.4.7	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	지 반 상 태	절 리 간 격	e (0.05m)	7	
1-6		저 면 경 사	e (44)	4	
1-7		절 리 상 태	c (3)	3	
2. 사면형상					
1-8	사 면 형 상	사 면 경 사	a (1:1.38)	0	
3. 자연적 외부요인					
1-9	자 연 요 인	강 우 및 지 하 수		6	
4. 인위적 외부요인					
1-10	인 위 요 인	절 취 상 태	a (선균열 발파)	0	
1-11		배 수 조 건	a (완전배수)	0	
1-12		보호/보강상태	a (양호함)	0	
사면 파괴요인 지수(f2) = 0.385		사면 파괴요인 결함점수 = 20			

<표 4.4.8> 파쇄암반사면 고려시 상태평가 등급 산정표

시설물명				절토사면STA.2+724~3+000				표번호
근거표 번호				표 4.4.6, 4.4.7				표 4.4.8
평가요소				결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴 징후		① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
			② 지반변형	0	a			
			③ 구조물변형	0	a			
			④ 파괴현황	0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	절리 암반	절 리 간 격	7	e	20	f2=0.385	C
			저 면 경 사	4	e			
			절 리 상 태	3	c			
	사면 형상		사 면 경 사	0	a			
	자연 요인		강우 및 지하수	6	d			
	인위 요인		절 취 상 태	0	a			
			배 수 조 건	0	b			
			보호/보강상태	0	a			
합계(∑)						20.0	F=0.263	B
상태평가결과				• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = C등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 4.4.9> 사면 상태평가 등급 산정표

구간	사면구분	구분별 상태평가 결과	절토사면 상태평가 결과
단일구간	토사사면	B (0.211)	B (0.263)
단일구간	파쇄암반사면	B (0.263)	

※절토사면의 상태평가는 손상상태와 파괴요인을 구분하여 평가하며, 각각의 평가항목에 대한 상태평가는 가장 대표적인 것을 기준으로 하여 결정하고, 여러 개소에서 나타날 경우 등급을 하향 조정한다

4.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 4.4.10> 전차 점검결과와 비교

구 분		2022년 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비 고
손상 현황	상부자연사면	상태양호	상태양호	-
	사면	상태양호	상태양호	-
	사면하부	상태양호	상태양호	-
	보호시설	상태양호	상태양호	-
	보강시설	상태양호	상태양호	-
	배수처리시설	상태양호	**소단배수로 침하균열**	**신규손상**
	이격거리내 시설	상태양호	상태양호	-
	기타시설	상태양호	상태양호	-
상태등급		상태평가 결과(F) : B등급	상태평가 결과(F) : B등급	등급동일

• 전차 점검결과와 비교・분석한 결과, 전차 손상인 배수처리시설 소단배수로 침하균열이 조사되었으나, 사면 파괴요인의 점수로 인하여 등급은 동일 한 것으로 상태등급은 **『B』** 등급으로 전차등급인 『B』 등급과 동일한 등급으로 손상보수로 인한 결함도 지수는 다소 감소된 것으로 분석되었다.

4.5 종합평가 및 안전등급 지정

4.5.1 종합평가 결과

외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 본 사면의 종합평가 결과는 “B등급(양호)”로 평가되었다.

<표 4.5.1> 종합평가 결과

구 분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결 과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
절토사면	0.263	B	-	-	B
평가의견	경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태인 “B등급”으로 평가되었다.				

4.5.2 안전등급 지정

금회 실시된 사면의 정밀점검결과 구조적 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었다. 다만, 외관조사결과 경미한 표층손상 구간이 일부 조사되어 지속적인 안전성 확보를 위한 일부 보수가 필요한 것으로 판단된다.

따라서 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 **“B등급”**으로 평가되었다.

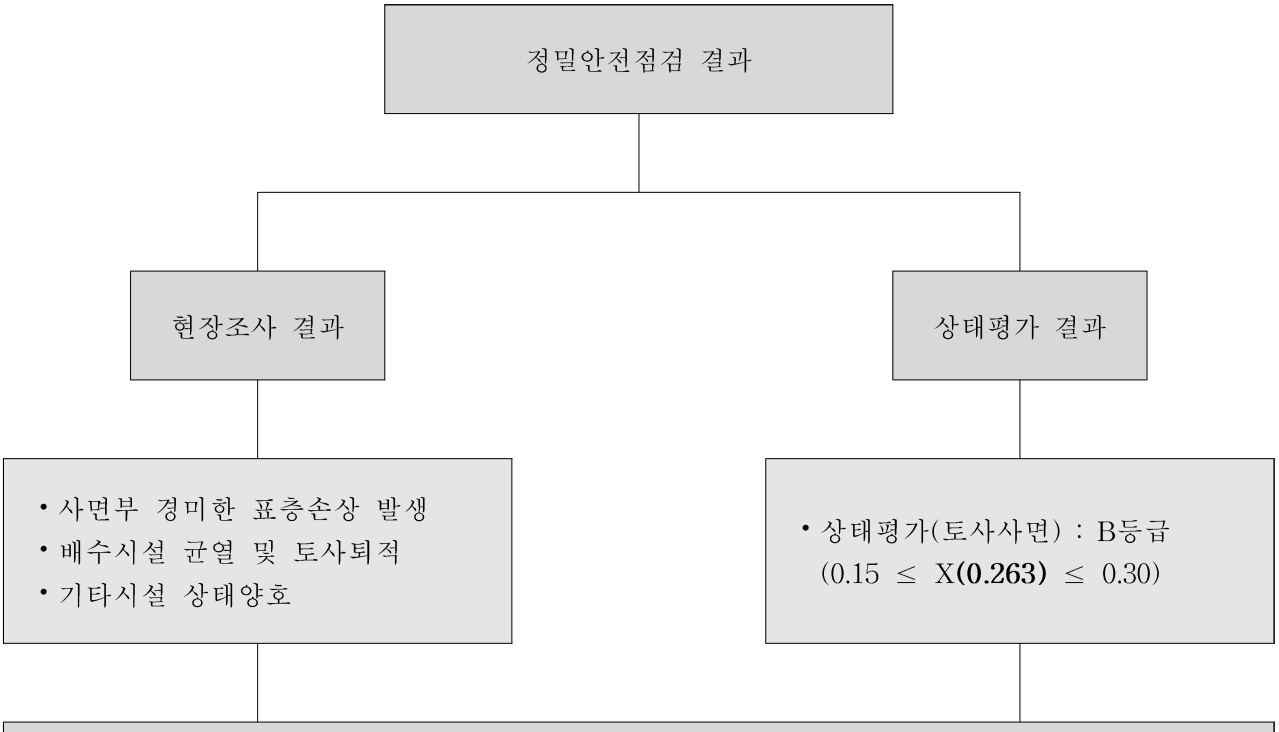
- 안전등급 : **B등급**(양호)

4.6 보수·보강 및 유지관리 방안

4.6.1 보수·보강 우선순위 결정

본 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 시설물에서 발생된 각종 손상에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수보강 순위를 정한다.

또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중용도, 발생한 손상의 심각성 등을 종합적으로 검토 후 아래와 같이 정한다.



보수·보강 방향		
안정성 증대를 위한 보수·보강 (1순위)	내구성 증진을 위한 보수 (2순위)	지속적인 주의관찰 (3순위)
• 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 안전성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (사면 안전성을 저해시키는 손상 또는, 손상부 방치시 기능성 확보에 문제가 있는 경우)	• 기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차 보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)	• 발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

4.6.2 손상내용별 보수·보강 방안

본 과업 대상 사면의 손상내용별 보수·보강 방안은 아래와 같다.

<표 4.6.1> 보수·보강 방안

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-	-
사면	상태양호	-	-	-	-	-	-
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-	-
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
배수처리시설	침하균열	m/ea	4.0	주의관찰	-	-	3
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-	-

<표 4.6.2> 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	손상물량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	우선순위
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-
사면	상태양호	-	-	-	-	-
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-
배수처리시설	침하균열	m/ea	4.0	-	-	3
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-	-	-
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-
순 공 사 비					0	
제경비(순공사비x0.5)					0	
총 공 사 비					**0**	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

4.6.3 유지관리방안

가. 개 요

본 사면의 공용년수 경과시 내구성 및 사용성을 저하시킬 수 있는 손상들에 대해서는 결함의 진전여부 및 확대여부를 주기적으로 관찰하는 등 중점유지관리 항목으로 선정하여 시설물의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 중점유지관리 항목

<표 4.6.3> 중점 유지관리 항목

구 분	손상내용		중점 유지관리 항목
배수처리 시설	• 소단배수로 침하균열		• 침하균열의 확대 여부

다. 부재별 점검요령

<표 4.6.4> 부재별 점검요령

<table>
<tr><th>점검부위</th><th colspan="3">점검항목</th></tr>
<tr><td>사면</td><td colspan="3">• 점검로 및 고소점검차 등을 이용하여 근접조사
• 인장균열 발생여부 점검
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>사면하부</td><td colspan="3">• 포획거리 공간 및 고소점검차 이용하여 근접조사
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>배수처리
시설</td><td colspan="3">• 사면내에서 발생되는 지하수 누수 정도 및 누수 위치 확인
• 배수시설의 상태와 배수조건 점검
• 이격거리내 시설물의 변형 발생여부 점검</td></tr>
<tr><td>주요부위</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td></td><td>사면</td><td>사면하부</td><td>배수처리시설</td></tr>
<tr><td>점검시
유의사항</td><td colspan="3">• 길어깨 차량 정차 시 후방으로 충분한 거리에서 신호할 것
• 사면 특성상 고소작업이 많으므로 추락위험 예방을 위한 안전장구를 반드시 갖추도록 한다.
• 사면의 균열 및 이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손 발생은 중대한 결함이므로 지체없이 관리주체에 통보하여야 한다.</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="3">• 사진기
• 줄자(5m, 50m)
• 사다리
• 클리노콤파스
• 지질용해머
• 필기도구
• 교통통제 기구(신호봉, 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

4.7 종합결론

4.7.1 외관조사

가. 단일사면

- 상부자연사면은 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면내 집수가 될 지형이 없으나 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 사면에서 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 사면하부는 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면규모가 크고, 하부 교통량이 많은 조건에 있으므로 누수, 낙석 등에 의한 2차피해가 발생할 확률이 높으므로 노면상태를 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 보호시설은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보강시설의 설치상태는 앵커의 파손, 변형 등이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.
- 배수시설 외관조사 결과, 소단배수로에서 침하균열(2+800)이 발견되었으나. 배수기능 상실로 심각한 간극수압 발생 등은 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 이격거리내 시설은 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 공중이 이용하는 부위는 파손 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

4.7.2 사면 파괴요인 조사

- 사면의 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과, 사면의 최대높이 60.4m 지점에서 토층두께는 약 22.5m로 본 구간은 혼합사면인 것으로 확인되었으며, 토질조건 및 암판정을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계와 암반슈미트해머를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과 육안관찰 결과를 종합한 결과 토질조건은 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태이며, 암반 판정결과로는 연암 인 것으로 판단된다.
- 대상사면에 대한 형상을 평가하기 위하여 스태프 및 경사계를 이용하여 각 소단별 경사를 측정하였으며, 현장 측정결과, 실측경사는 1구간 약 1:0.55~1:1.85으로 설계경사와 대체로 유사한 것으로 분석되어 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 불안정요인은 없는 것으로 판단된다.
- 계곡부, 요철지형 등은 지표수의 지속적인 유입으로 지반강도 약화의 원인이 되므로 집수지형의 개소수에 대하여 현장 설계도면 및 현장 육안관찰로 조사한 결과, 대상사면 내·외부 집수지형은 2개소가 존재하는 것으로 파악되었다.
- 최근 기상청 강우분석 자료에서 해당지역에 대한 정보는 없어 인근 수원지역 자료를 바탕으로 조사한 결과, 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm으로 확인되었다. 대상사면의 누수상태를 조사한 결과, 본 구간에서는 누수흔적이 관찰되지 않아 누수가 발생하지 않는 건조한 상태로 판단된다.
- 대상사면의 표면보호를 위하여 종자분사파종 공법이 적용되었으며, 현장조사 결과, 식생이 문제가 없는 상태로 조사되어 양호한 것으로 판단된다.
- 사면의 배수조건 조사결과, 전반적인 배수상태는 양호하여 사면 내·외부 지표수 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

4.7.3 상태평가 결과

- 전차 점검결과와 비교 결과, 금회 상태등급은 기존 『B(0.263)』 등급에서 **『B(0.263)』** 등급으로 등급 및 결함도 지수가 동일하게 평가되었다. 소단배수로의 침하균열이 조사되었지만, 상태평가에는 영향이 없는 것으로 판단되어 지수에는 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.
- 따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 "B등급"으로 평가되었다.

4.7.4 종합결론

- 본 과업 대상 절토사면은 2017년에 준공되어 약 7 년간 공용되고 있고, 비봉매송 도시고속도로 이정 STA.2+724~3+000 매송방향 우측에 위치하고 있는 총 연장 276.0m, 높이 38.7m의 2종 시설물이다. 외관조사 결과, 2+800구간에서 침하균열이 조사되었다.

- 본 절토사면에 발생된 손상은 육안조사와 FMS자료를 통하여 2021년 8월에 보수가 된 것으로 확인되었다.

- 조사된 손상의 대해서는 외부적인 요인으로 손상의 진전 및 확대의 우려가 있으므로 지속적인 유지관리가 필요하다.

- 사면의 경사 측정결과, 경사는 약 1:0.55~1:1.85으로 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.

- 집수지형은 시종점 2개소가 확인되었다.

- 토층심도는 준공도면 및 현장 육안조사를 통해 조사한 결과 22.5m으로 확인되었다.

- 외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 기존 『B(0.263)』 등급에서 **『B(0.263)』** 등급으로 등급 및 결함도 지수가 동일하게 평가되었다. 소단배수로의 침하균열이 조사되었지만, 상태평가에는 영향이 없는 것으로 판단되어 지수에는 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

- 따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

4.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 점검 결과, 전반적으로 양호한 상태이므로 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 판단된다.

4.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 사면의 배수처리시설의 배수기능과, 격자블럭 손상여부를 확인하고, 정기안전점검시 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

4.7.7 기타 필요한 사항

- 본 사면은 고속도로 상에 위치하여 통행량이 많아 점검을 위한 사면 진입시 통행차량에 주의가 필요하며, 특히 해빙기 및 장마시 실족 등의 안전사고에 유의해야 할 것으로 판단된다.

제 5 장 절토사면STA.3+510~3+820(우)

5.1 시설물 현황

5.2 자료수집 및 분석

5.3 현장조사 및 시험

5.4 상태평가

5.5 종합평가 및 안전등급 지정

5.6 보수·보강 및 유지관리방안

5.7 종합결론

제5장 절토사면STA3+510~3+820(우)

5.1 시설물 현황

5.1.1 시설물 일반현황

본 과업 대상 절토사면은 비봉~매송간 도시고속도로 이정 STA. 3+510~3+820 매송방향 우측에 위치하고 있는 총 연장 310m, 최고 높이 39.3m의 2종 시설물이다.

대상 절토사면은 상부자연사면, 사면, 하부사면의 기본 시설물과, 낙석방지울타리, 숏크리트, 격자블록 영구앙카, 수평배수공 등의 사면보호 보호/보강시설과, 소단배수로, 산마루측구 등의 배수처리시설, 점검로 등의 부대시설이 설치되어 있다. 대상 절토사면의 현황은 다음과 같다.

<표 5.1.1> 시설물 일반현황

시설물번호	SL2017-0000090		관리번호	-
시설물명	절토사면(STA3+510-3+820(우))		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경기도 화성시 비봉면 양노리 324-7		
	위치좌표	시점 : 37°13′52.97″ 126°54′07.38″		
		종점 : 37°13′58.22″ 126°54′20.09″		
제 원	연 장	310m	높 이	39.3m (소단수 : 4)
	경사/방향	44° / N332°	토층 심도	5.5m
	토층 심도율	5.5 / 39.3 = 0.14	사면 구분	암반 사면
관리주체	화성도시고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변환경	-	상부사면경사	5.38° / N355°
시공현황	준공일	2017년 06월 30일	시 공 자	현대엔지니어링(주)
	부대시설	숏크리트보강, 격자블럭영구앙카, 낙석방지시설, 점검계단, 배수시설, 수평배수공		
비 고	-			

5.1.2 시설물 전경

본 절토사면의 전체 전경 및 주요구간 전경은 다음과 같다.

가. 전경사진



전체 전경



종점 전경



시점 전경



이격거리시설 전경



배수시설 전경



상부자연사면 전경



사면 전경



숏크리트 표면보강 전경



숏크리트 표면보강 전경



공중이 이용하는 부위 전경



공중이 이용하는 부위 전경

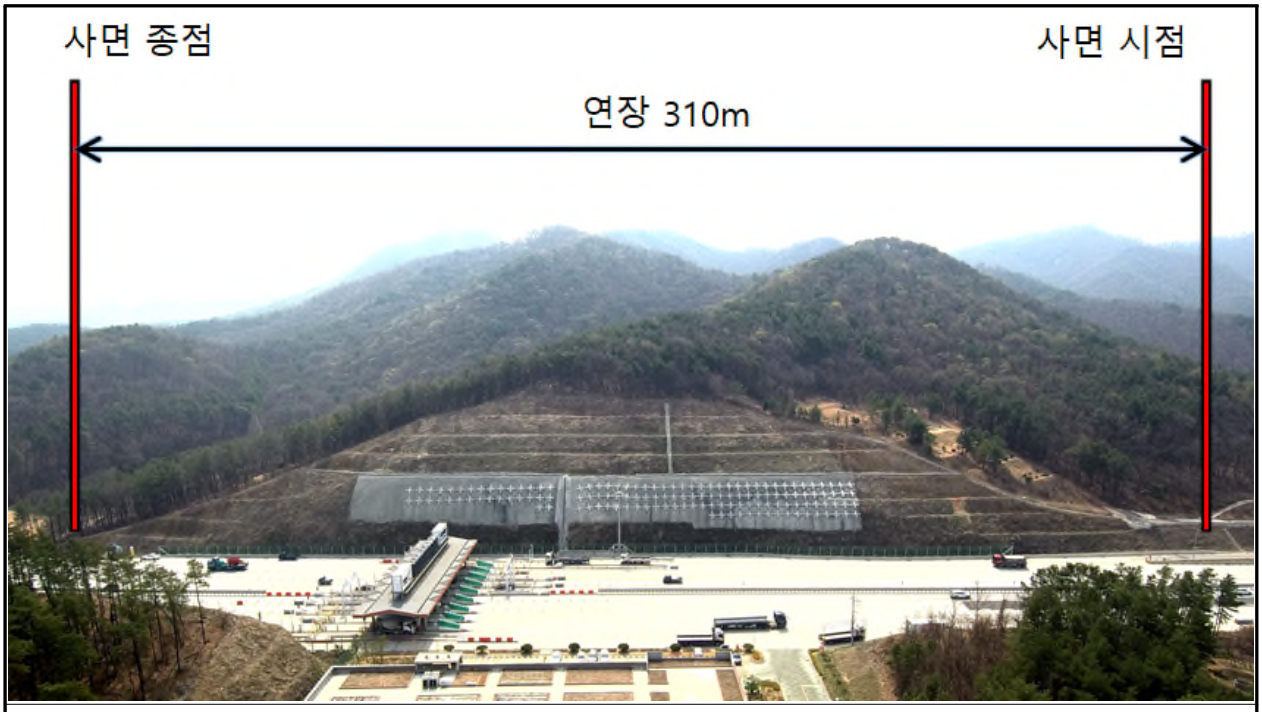
<그림 5.1.1> 절토사면 전경

나. 조사영역 및 사면의 분할

사면의 분할은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로 정밀안전점검이나 정밀안전진단의 대상이 되는 절토사면의 규모와 영역을 결정하는 작업을 의미한다. 현장에서 접하게 되는 절토사면은 대개 지형적인 특성에 의해 여러 절토사면이 연속하여 연결되어 있어 이를 구분하기 위한 명확한 기준이 필요하다.

본 절토사면의 사면분할은 현장조사결과 수직고가 5m 이하로 낮아지는 지점이 없어 생략하였고, 구간분할의 경우는, 구성 재료는 대부분의 암반사면으로 관찰되었으며, 사면의 경사방향이 40°이상으로 변화하지 않았으며, 동일구간의 연장이 200m이상이나 사면의 규모나 지형적 특성을 고려하여 구간분할 없이 상태평가와 안정성평가에 효율일 것으로 판단하여 단일사면으로 분류하였다.

본 절토사면의 토층심도율은, 준공도서의 지질보고서, 실시설계보고서, 물리탐사 자료를 참고하여, 토층심도가 5.5m로 조사되었으며, 사면높이 39.3m로 토층심도율 0.14로 암반사면으로 분류하였다.



구간 분할 - 단일사면

<표 5.1.2> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
단일구간	310m	39.3m	5.5m	0.14	1 : 1.02	암반사면

5.1.3 위치도 및 관련도면

본 절토사면의 시설물 위치도와 시공관련 주요도면은 다음과 같다.

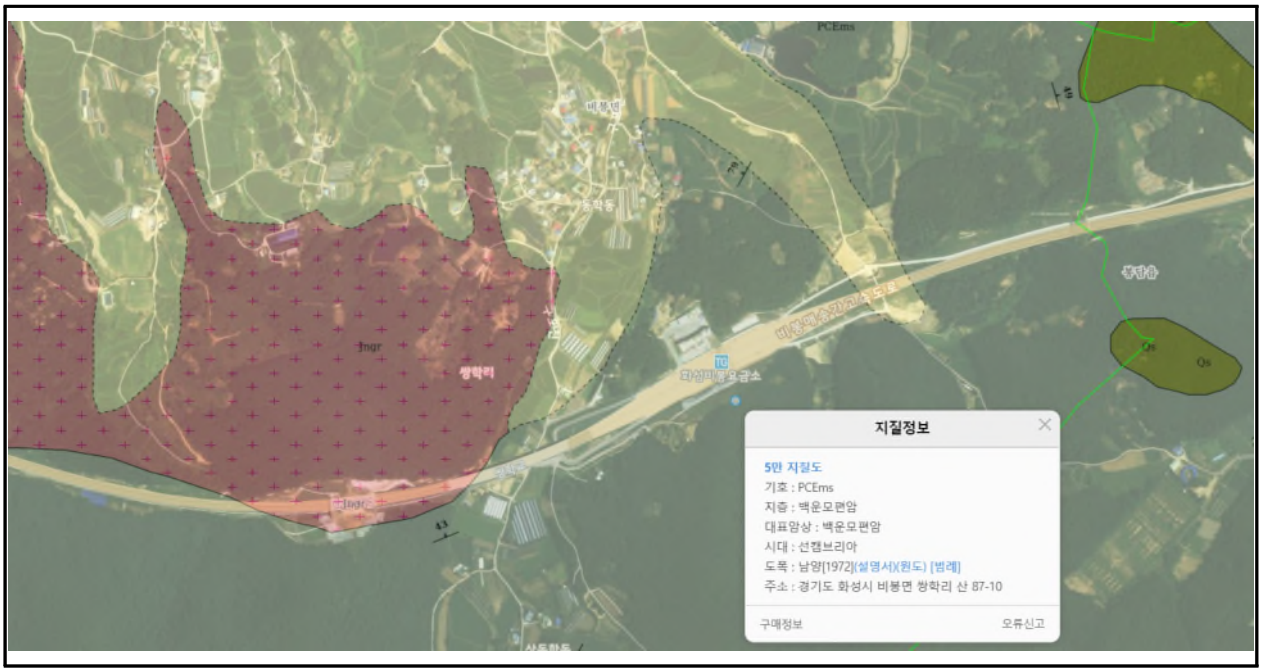
가. 위치도 및 지질·지형도

1) 위치도



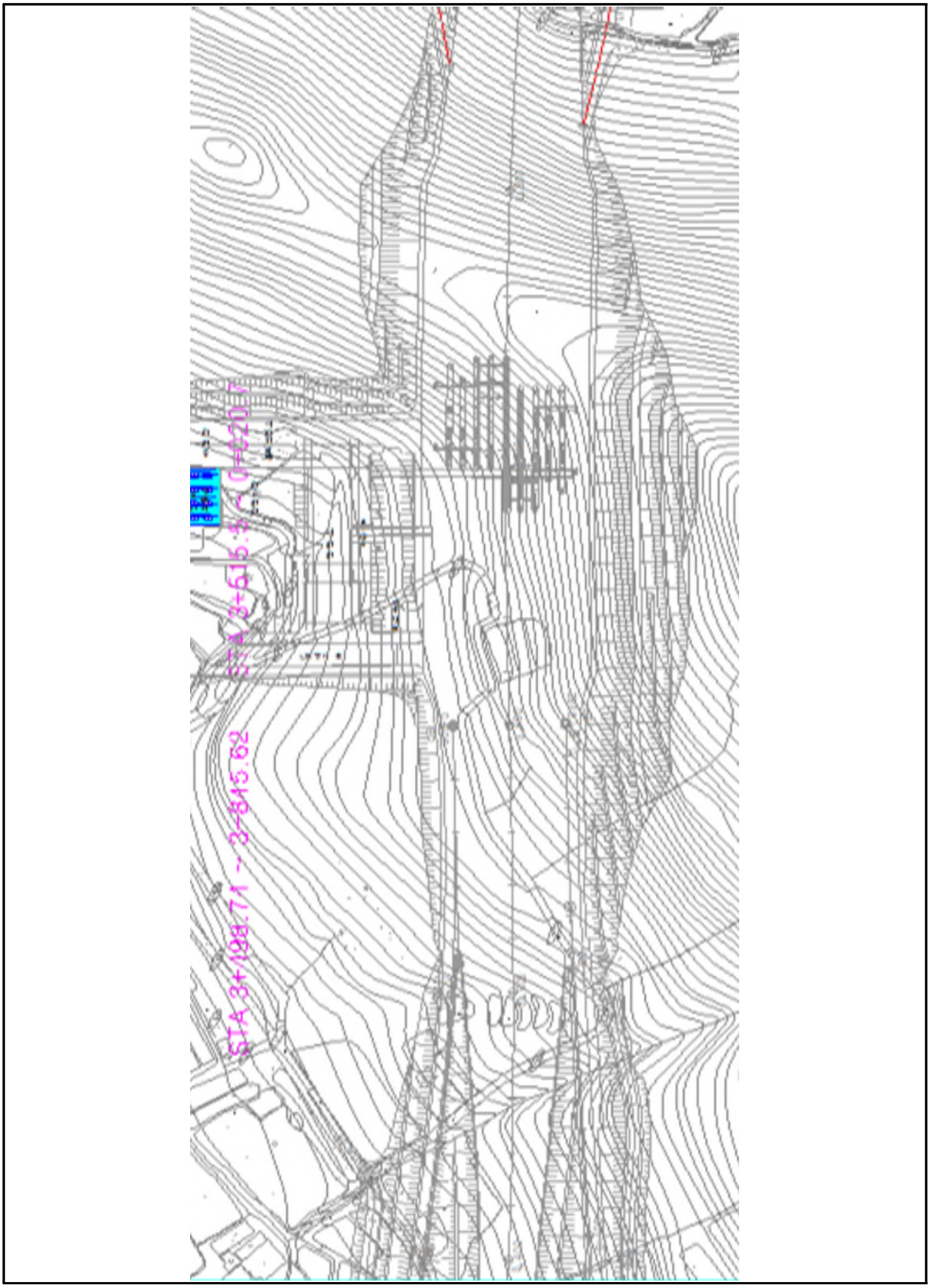
<그림 5.1.2> 절토사면 위치도

2) 지질도



<그림 5.1.3> 절토사면 지질도

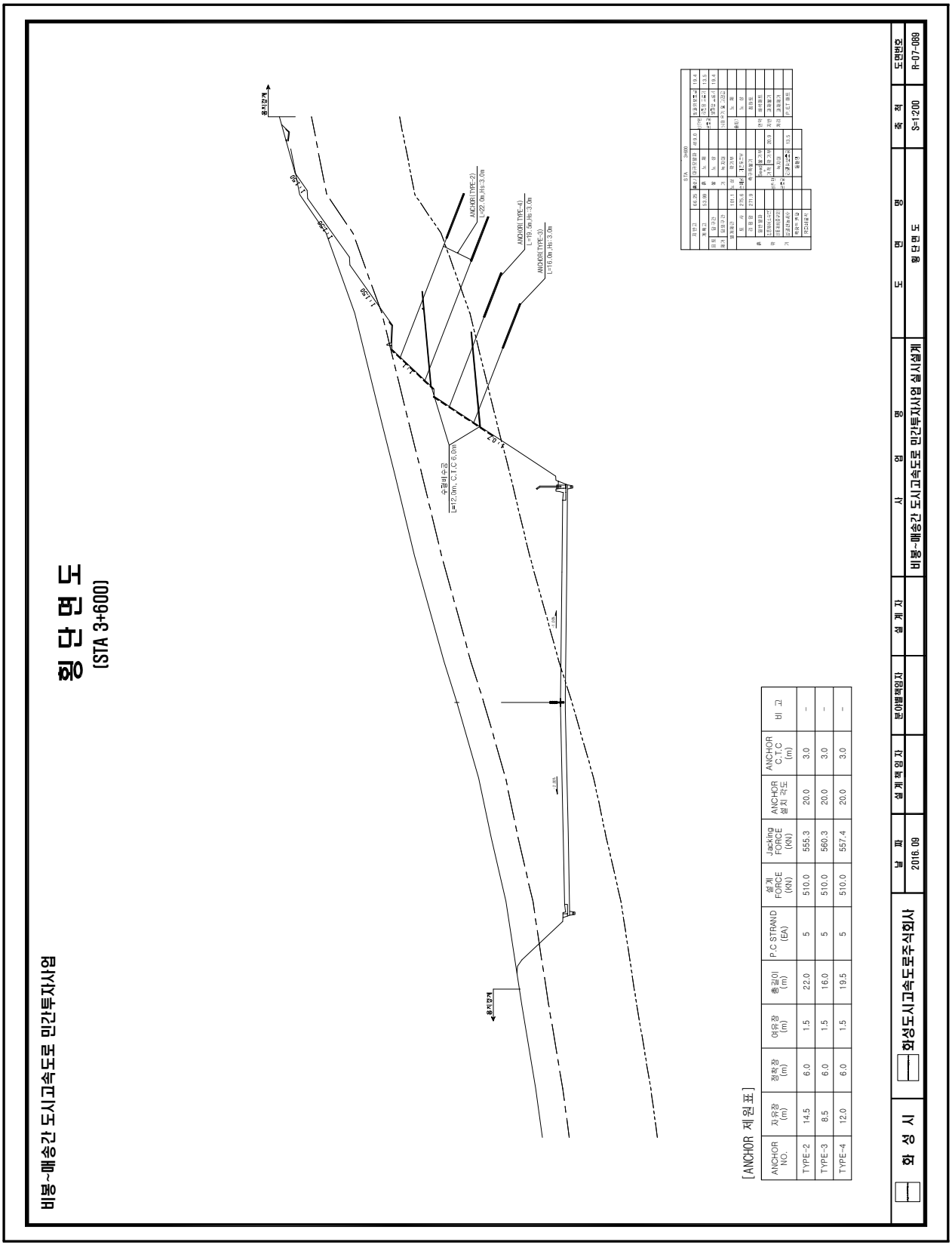
3) 지형도 및 평면도



<그림 5.1.4> 절토사면 지형도 및 평면도

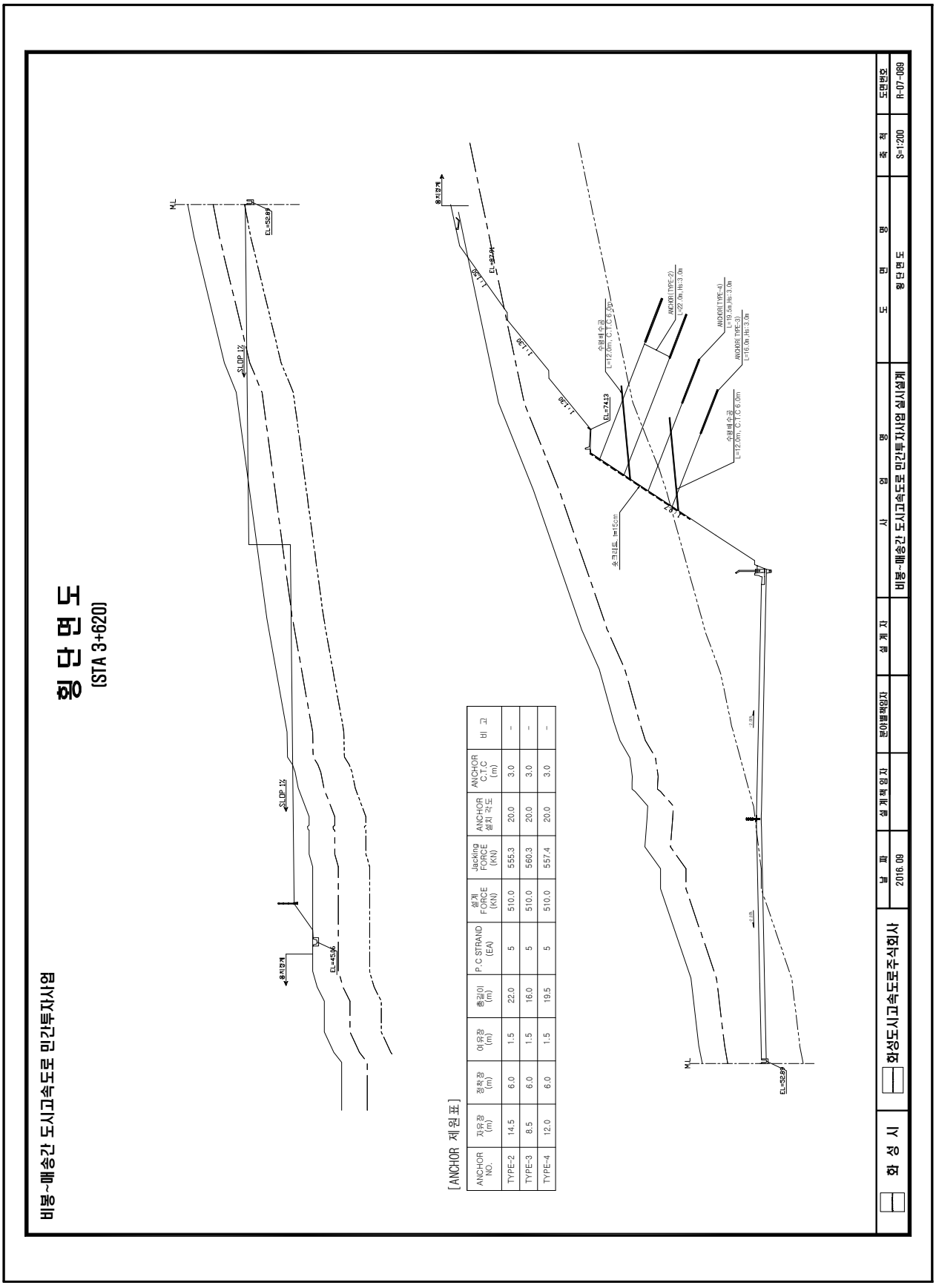
나. 관련도면

1) 횡단면도(1)



<그림 5.1.5> 절토사면 횡단면도(1)

2) 횡단면도(2)



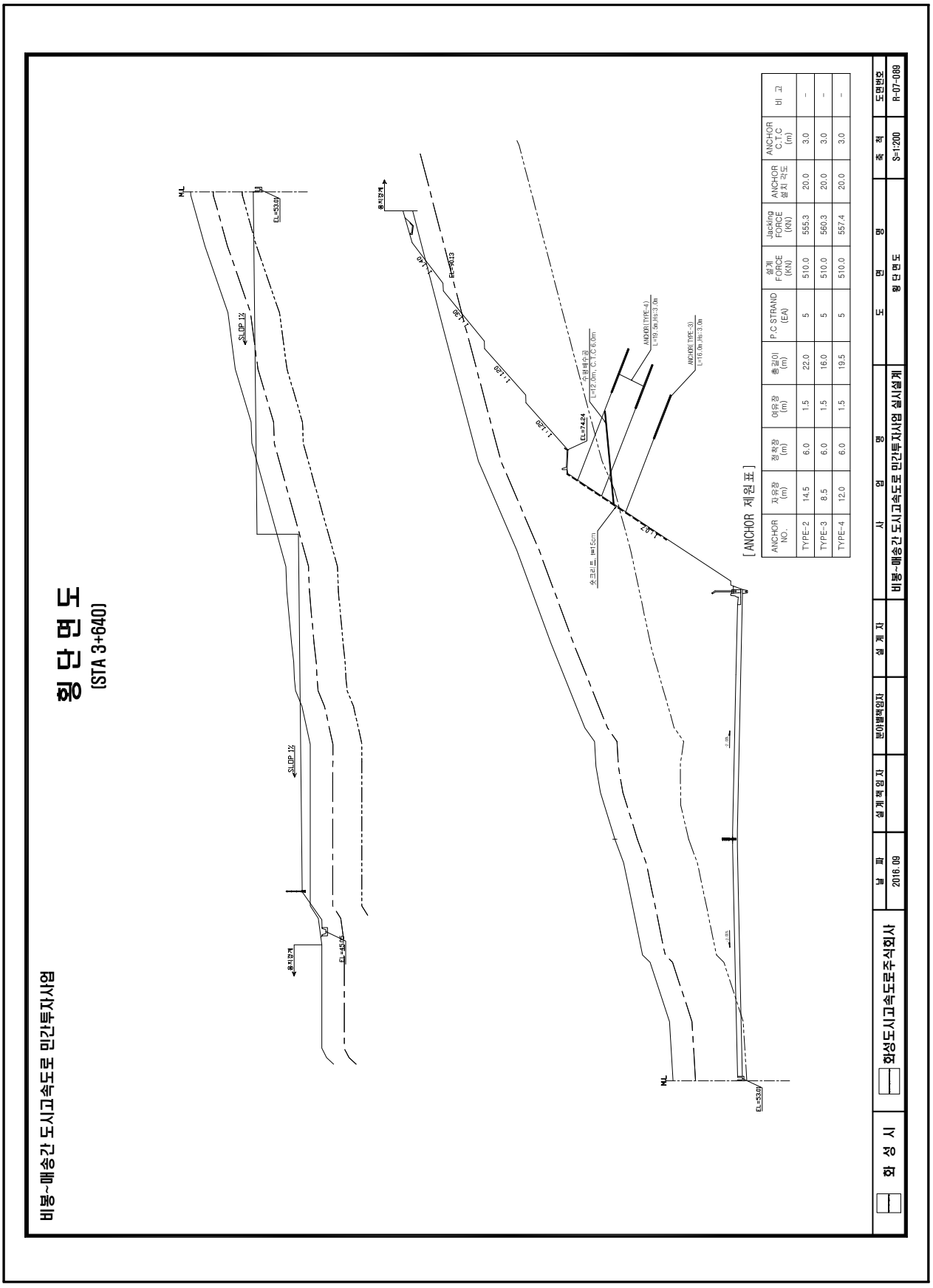
[ANCHOR 제원표]

ANCHOR NO.	자유장 (m)	정착장 (m)	여유장 (m)	총길이 (m)	P.C STRAND (EA)	설계 FORCE (kN)	Jacking FORCE (kN)	ANCHOR 설치 각도	ANCHOR C.T.C (m)	비 고
TYPE-2	14.5	6.0	1.5	22.0	5	510.0	555.3	20.0	3.0	-
TYPE-3	8.5	6.0	1.5	16.0	5	510.0	560.3	20.0	3.0	-
TYPE-4	12.0	6.0	1.5	19.5	5	510.0	557.4	20.0	3.0	-

화 성 시	회성도시고속도로주식회사	날 짜	2016. 09	설계책임자		분야별책임자		설 계 자		사 업 명	비봉~매송간 도시고속도로 민간투자사업 실시설계	도 면 명	횡 단 면 도	축 척	S=1:200	도면번호	R-07-089

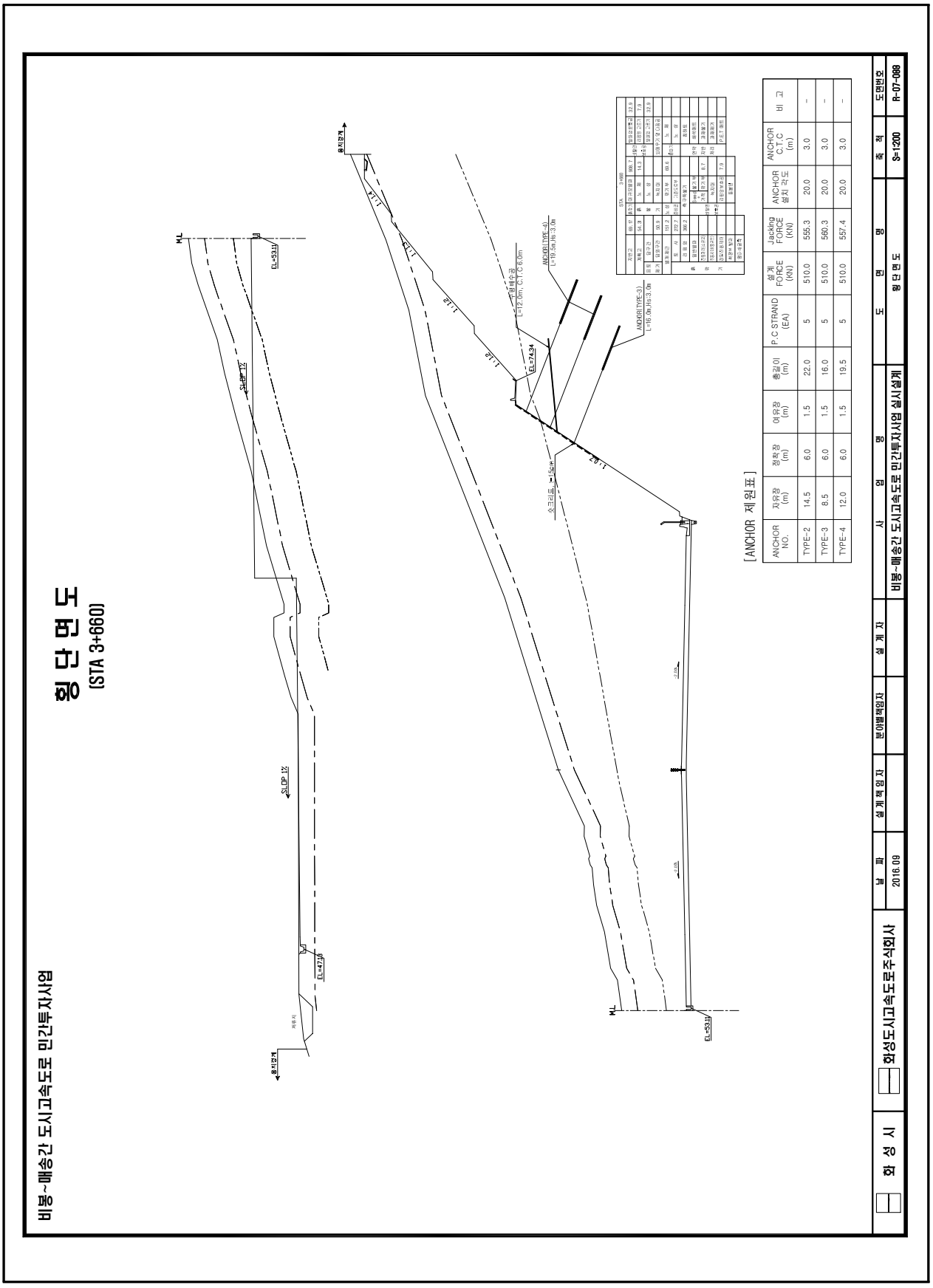
<그림 5.1.6> 절토사면 횡단면도(2)

3) 횡단면도(3)



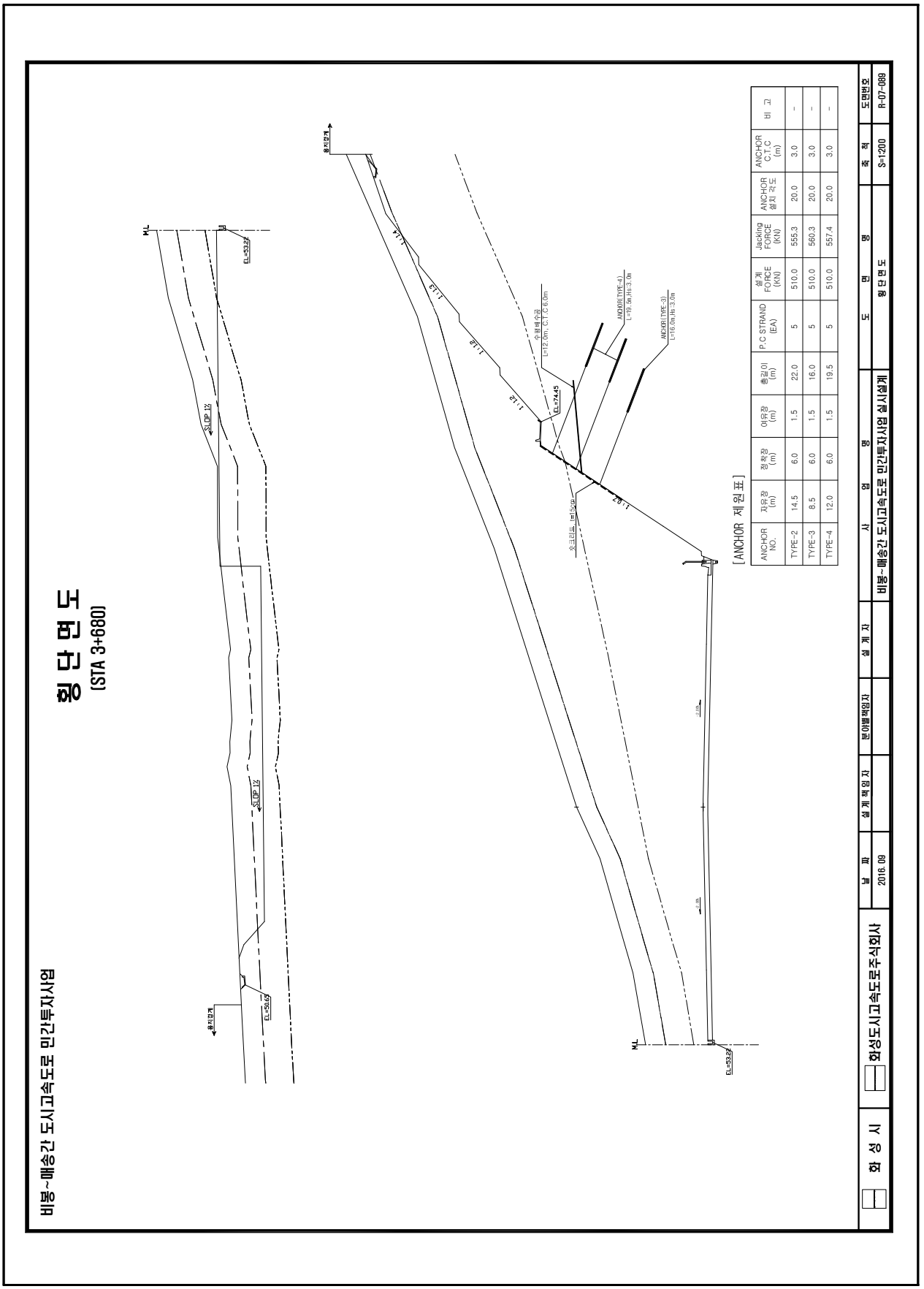
<그림 5.1.7> 절토사면 횡단면도(3)

4) 횡단면도(4)



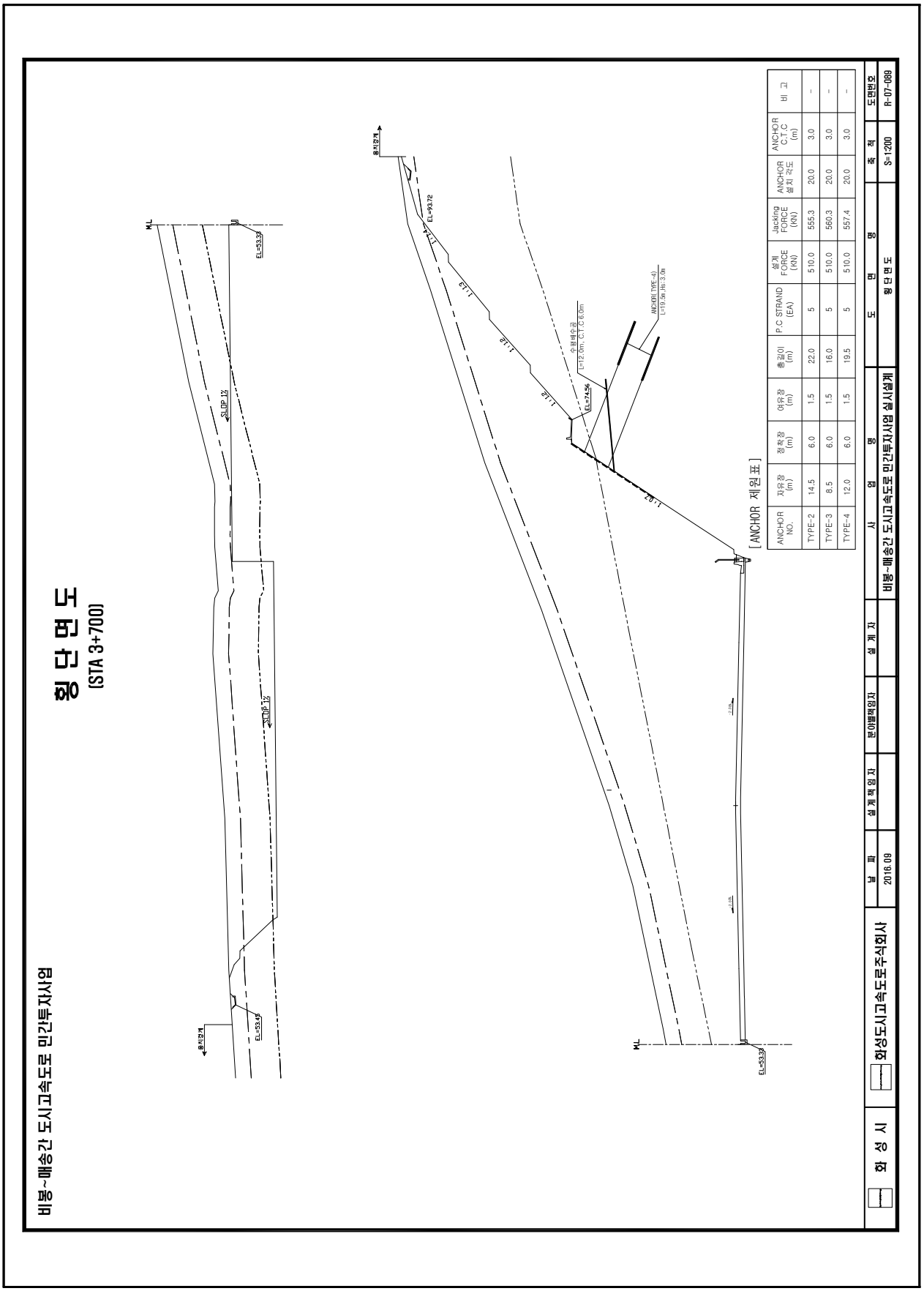
<그림 5.1.8> 절토사면 횡단면도(4)

5) 횡단면도(5)



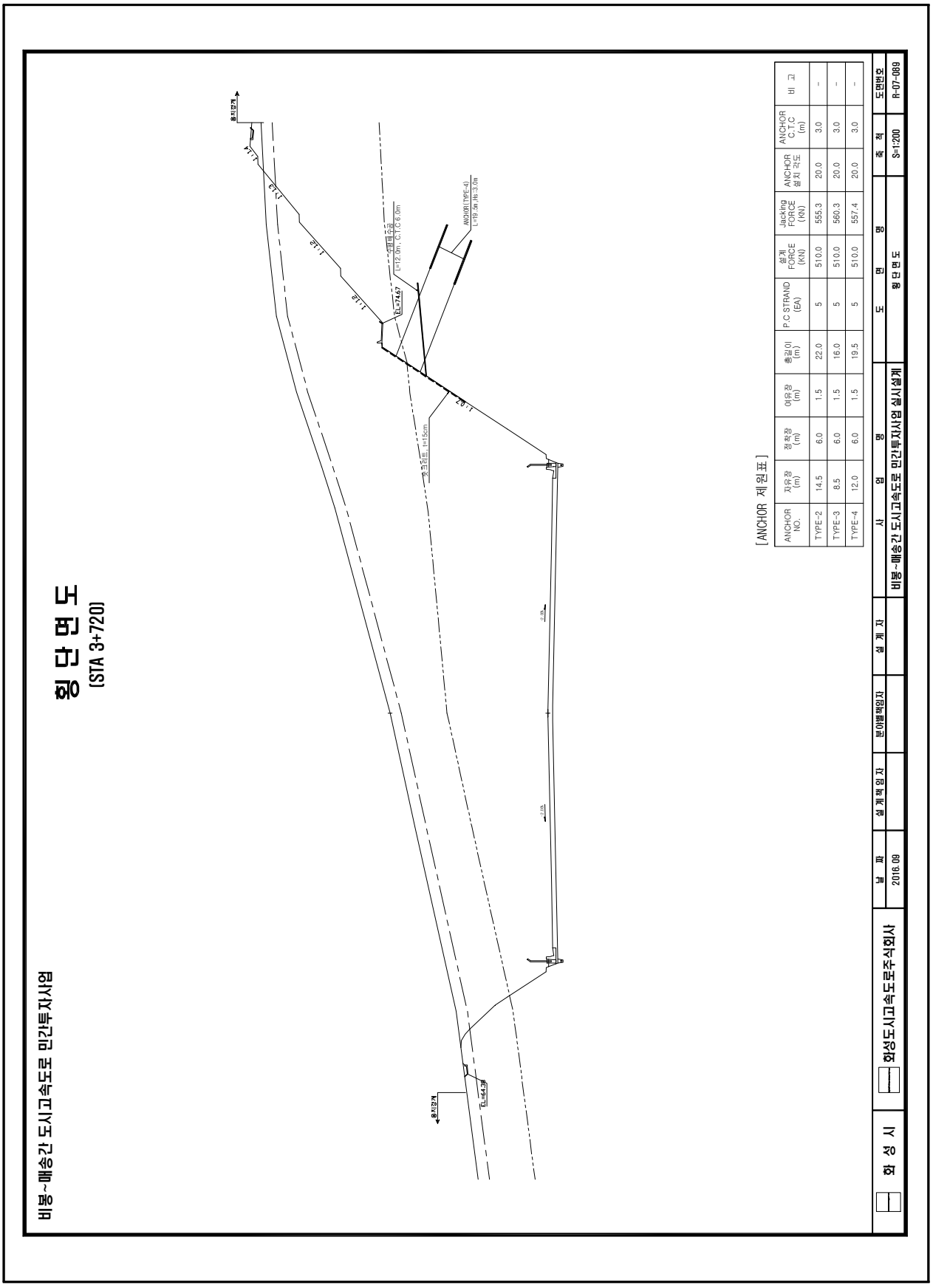
<그림 5.1.9> 절토사면 횡단면도(5)

6) 횡단면도(6)



<그림 5.1.10> 절토사면 횡단면도(6)

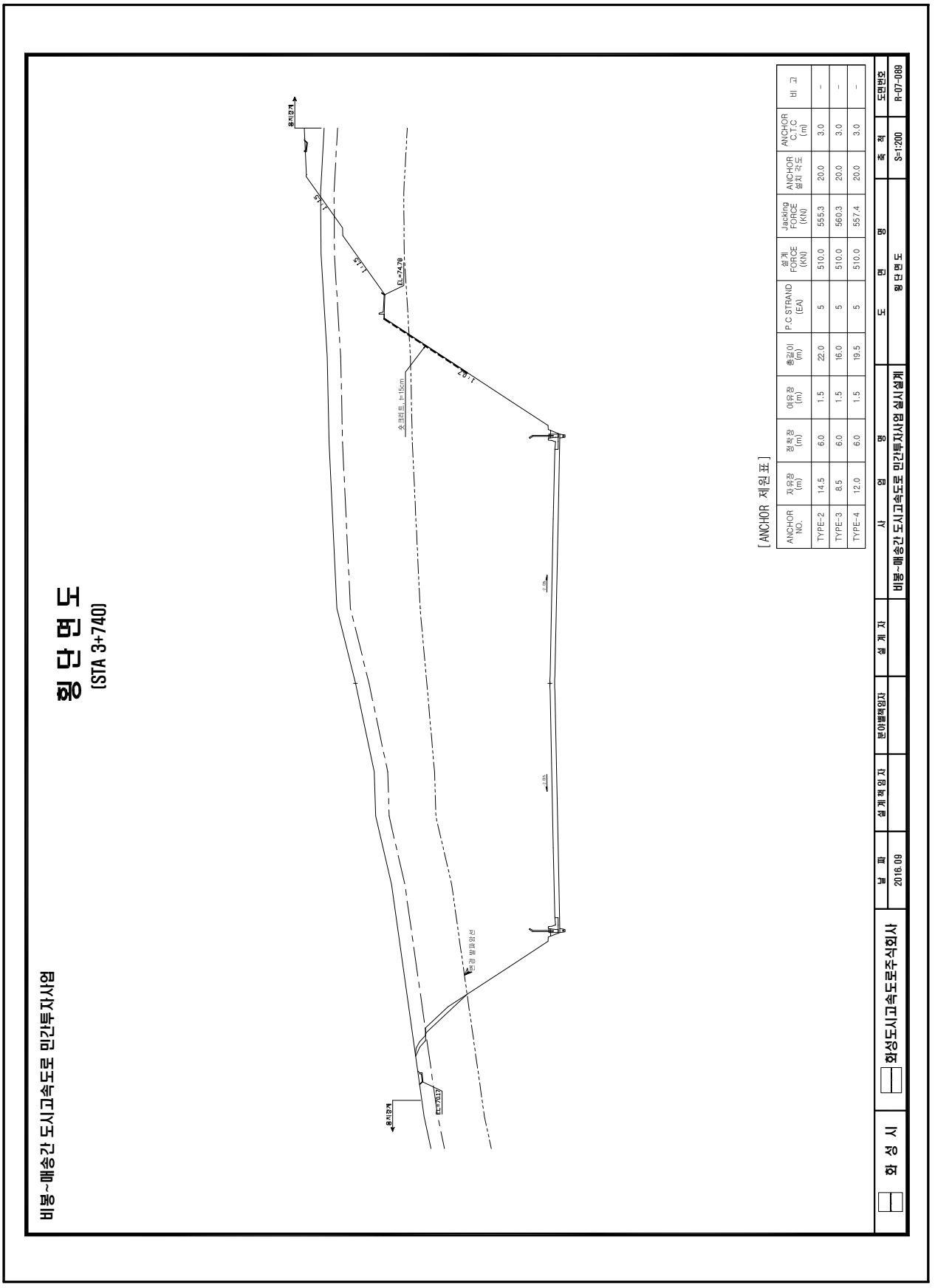
7) 횡단면도(7)



ANCHOR NO.	자유장 (m)	정착장 (m)	여유장 (m)	총길이 (m)	P.C STRAND (EA)	설계 FORCE (KN)	Jacking FORCE (KN)	ANCHOR 설치 각도	ANCHOR C.T.C (m)	비 고
TYPE-2	14.5	6.0	1.5	22.0	5	510.0	555.3	20.0	3.0	-
TYPE-3	8.5	6.0	1.5	16.0	5	510.0	560.3	20.0	3.0	-
TYPE-4	12.0	6.0	1.5	19.5	5	510.0	557.4	20.0	3.0	-

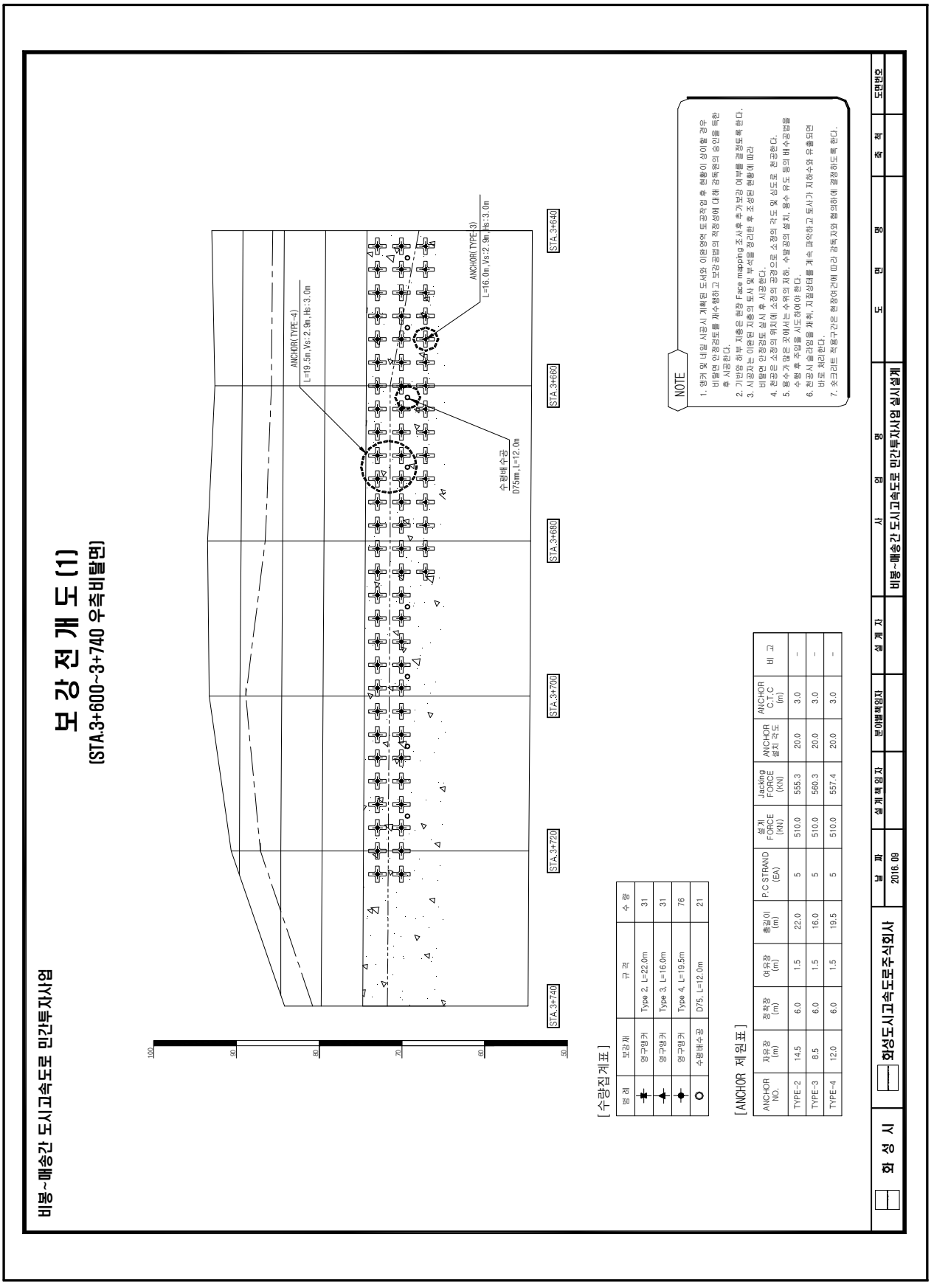
<그림 5.1.11> 절토사면 횡단면도(7)

8) 횡단면도(8)



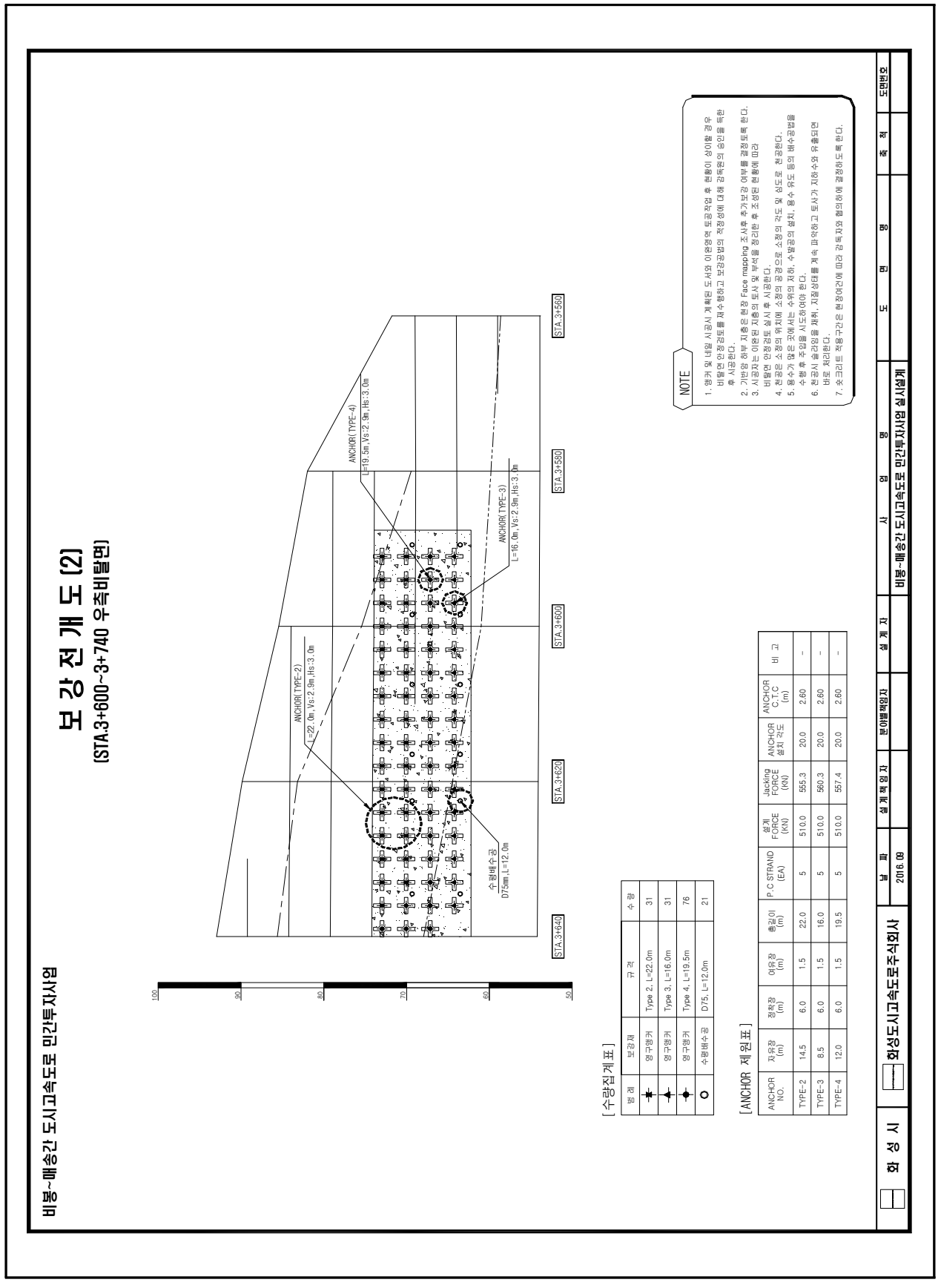
<그림 5.1.12> 절토사면 횡단면도(8)

9) 보강전개도(1)



<그림 5.1.13> 보강전개도(1)

10) 보강전개도(2)



<그림 5.1.14> 보강전개도(2)

5.2 자료수집 및 분석

5.2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

<표 5.2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	● 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 설계보고서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	-
	● 설계도면	보유	-
시설물 관리대장	● 기본현황 ● 상세제원 ● 유지관리 이력	보유	-
시공관련 자 료	● 시공관련 자료 ● 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ● 사고기록	보유	-
기존 안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	-
보수·보강이력 자료		보유	-

- 자료조사 결과, 관리주체는 시설물 준공이후 설계도서 및 시공자료를 보유하고 있고, FMS의 시설물관리대장도 적정하게 등록 및 관리되고 있는 것으로 확인되었다. 시설물의 제원은 설계도면과 시설물관리대장이 상호 일치하고 있는 것으로 분석되었다.

5.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과

본 절토사면은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 14회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 5.2.2> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	2,845	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	-	조정순	2017-12-01
2	정기안전점검(하반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하였으나, 향후 우기시에 대비하여 사면 유실 방지를 위한 식생관리 등이 필요함.	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	-	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검(상반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	전반적으로 양호함	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	-	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검(하반기)	자체수행	1,038	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2018-11-07	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	-	이영주	2018-11-14

<표 5.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
5	정기안전점검(상반기)	자체수행	1,038	일부 소단측구 바닥판 보수부 재균열외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	소단측구 바닥판 균열보수	이영주	2019-06-24
6	정기안전점검(하반기)	자체수행	1,038	일부 소단측구 바닥판 보수부 재균열 외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	소단측구 바닥판 균열보수	이영주	2019-11-21
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	2020-06-28	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29
8	정기안전점검(하반기)	자체수행	1,038	일부 소단측구 바닥판 보수부 재균열외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	소단측구 바닥판 균열보수	이영주	2020-12-10
9	정기안전점검(전반기)	자체수행	-	일부 소단측구 바닥판 보수부 재균열외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 어스앵커 보강상태, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	소단측구 바닥판 균열보수	이영주	2021-06-28

<표 5.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
10	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 소단측구 바닥판 균열보수를 완료하였으며 하부 L형측구 벽체 보수부 재균열외 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	-	이영주	2021-11-29
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, 금회 상태등급은『B(0.263)』등급으로 평가되었다. -따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인 들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	- 주입보수, 단면보수	김무열	2022-06-30
12	정밀안전점검(하반기)	자체수행	-	- L형 옹벽 파손부 보수필요. - 사면유실(2개소)로 인한 복구완료 - 기존 사면 보강부 숏크리트 균열 확인 지속관찰 필요.	2022-11-30	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	- 없음.	김동민	2022-12-05

<표 5.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
13	정기안전점검(상반기)	(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.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 단면보수, 표면처리	나영일	2023-08-02
14	정기안전점검(하반기)	(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.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 단면보수, 표면처리	나영일	2024-01-31

<표 5.2.3> 2020년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2020년도 정밀안전점검
용역기간		· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA.3+510~3+820(우)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 녹생토 퇴적
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 소단배수로 녹생토 퇴적, 소단배수로 보수부재균열
	이격거리내시설	· L형측구 균열, L형측구 파손
	기타시설	· 상태양호
종합의견		본 STA.3+510~3+820(우) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**

<표 5.2.4> 2022년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2022년도 정밀안전점검
용역기간		· 2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA.3+510~3+820(우)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 상태양호
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 상태양호
	이격거리내시설	· L형측구 균열, L형측구 파손
	기타시설	· 상태양호
종합의견		본 STA.3+510~3+820(우) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**

5.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료

대상 절토사면에 대한 시설물정보관리종합시스템(FMS)에 등록된 보수이력은 없는 것으로 확인되었으며, 관리주체 확인결과 중대결함 보수는 없었으며, 경미한 손상에 대한 일상보수 위주로 이루어지고 있어 시설물의 유지관리 향상을 위하여 추후 지속적인 이력관리를 통해 이에 대한 보완이 필요한 것으로 판단된다.

또한, 준공이후 하중상태 등 변화 여부를 파악하기 위해 준공당시 설계도서 및 유지관리이력 등을 참조하여 검토한 결과, 준공이후 용도, 구조, 하중상태 변화는 없는 것으로 조사되었다.

<표 5.2.5> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	-	-	-	-	-

5.2.4 시설물 내진설계 여부 확인

<표 5.2.6> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 여부
절토사면STA.3+510~3+820(우)	건설공사 비탈면 설계기준(2011, 국토해양부)으로 설계됨

검토단면		평사투영해석	평면파괴 한계평형해석			판 정	비 고
		평면파괴 발생가능성	건기시 (Fs=1.5)	우기시 (Fs=1.2)	지진시 (Fs=1.1)		
깎기 2구간	좌측	없음	–	–	–	O.K	
	우측	없음	–	–	–		
깎기 3구간	좌측	높음	3.666	3.503	3.222	O.K	
	우측	없음	–	–	–		
깎기 6구간	좌측	없음	–	–	–	O.K	
	우측	있음	1.688	1.484	1.324		
깎기 7구간	좌측	없음	–	–	–	O.K	
	우측	있음	2.231	1.753	1.507		
깎기 8구간	좌측	없음	–	–	–	O.K	
	우측	없음	–	–	–		
깎기 9구간	좌측	없음	–	–	–	O.K	
	우측	없음	–	–	–		
개착 터널	좌측	없음	–	–	–	O.K	
	우측	없음	–	–	–		

1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
SL2017-0000090		절토사면(STA3+510-3+820(우)	시도	비봉-매송간 도시고속도로	연직높이 30미터 이상(옹벽이 있는 경우 옹벽상단으로부터의 높이)를 포함한 절토부로서 단일 수평연장 100미터이상인 도로사면	2종	절토사면	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분				소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	화성시	비봉면 쌍학리 32-35		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 옆개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2019년 06월 29일	유	유	무		dscf2669.jpg dscf2665.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주)	1,341

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2020년 11월 26일	이영주

비고	

5.2.5 자료수집 및 분석결과

<표 5.2.7> 자료수집 및 분석결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음 -전차 과업 중점점검사항 L형측구 파손	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함. -L형측구 파손의 전전여부
	-보수·보강 이력	-보수 이력은 없지만, 관리주체 확인결과 일상 보수가 이루어진 것으로 확인되었다.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

5.3 현장조사 및 시험

5.3.1 개 요

외관조사는 절토사면을 구성하는 각 부위에 대하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 시설물별 점검사항에 근거하여 시행하였으며, 사전조사를 실시하여 기존 점검 및 유지관리자료 등에서 파악된 중점점검 손상의 진전 및 확대, 보수 여부, 보수부 재손상 유무 확인에 주안점을 두고, 현장 투입 전 안전수칙, 인원 및 장비 체크사항, 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 조사를 실시하였으며, 점검대상 부위는 면밀한 조사가 가능하도록 사다리, 점검로 등을 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였다.

또한, 현장시험은 절토사면의 상태평가를 위하여 암석용 슈미트해머를 이용한 암반강도 측정, 토양경도계를 이용한 토양경도 측정, 클리노콤파스, 줄자 등을 이용한 불연속면 조사, 경사계와 스태프를 이용한 사면의 경사 측정, 설계도면, 스태프를 이용한 토층심도 측정 등의 실측조사를 실시하였다. 노출암반에 대해서는 노두를 찾아 조사하였으나, 식생, 낙엽 등으로 덮여 조사 불가한 경우 유사한 지점의 설계 자료를 활용하여 특성을 분석하였다. 금회 조사된 손상현황은 상태평가 및 유지관리 등에 활용하고, 시설물에 대한 지속적인 추적관리와 기술정보 제공이 가능하도록 외관조사망도에 상세히 기록하였다.



도보를 이용한 현장조사



측정자를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



측정자를 이용한 현장조사

<그림 5.3.1> 현장조사 전경

5.3.2 평가대상 분할

가. 구간 및 측점 분할

1) 사면의 분할

본 사면은 연장 310m, 높이 39.3m의 규모로서 시점부에서 종점부까지가 연속된 동일 절토부로 구성되어 있고, 사면내 계곡부가 없는 단일사면이므로 『세부지침 14.2.1 나)』에 따라서 1개의 사면으로 분할하였다.

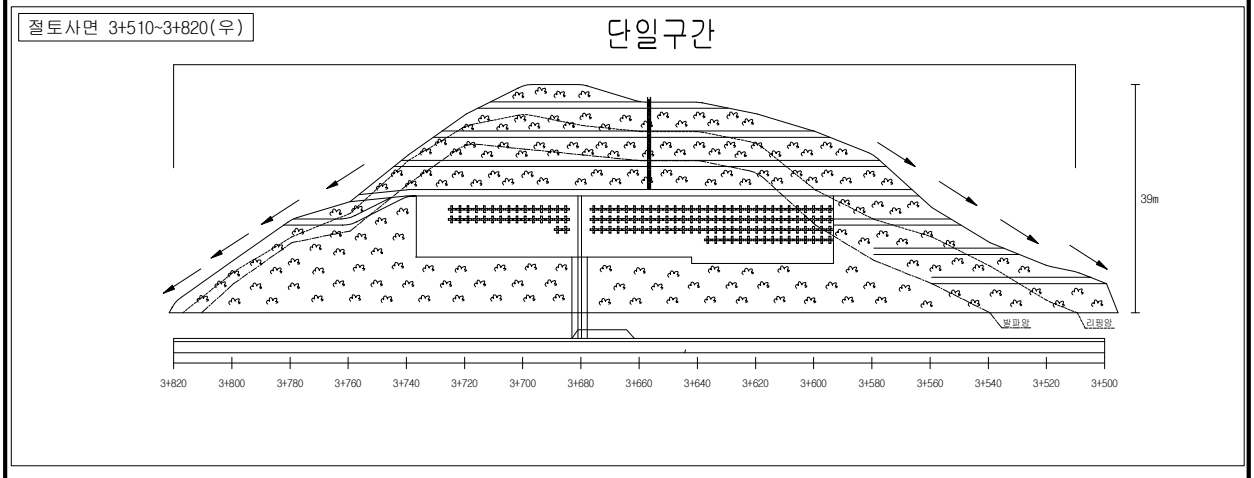
2) 구간분할

본 사면의 상태평가를 위한 조사영역을 결정하기 위하여 『세부지침 14.2.1 나)』에 따라서 사면의 구성재료, 지형적 특성, 시설물 규모 등을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 1개의 사면으로 분할하였고, 이에 따라 외관조사망도를 구분하여 작성하였다.

동일구간의 연장이 200m 이상일 경우 구간분할을 해야 하나, 재료시험 결과 지반조건이 동일하여 110m에 대한 구간분할을 실시하지 않고 본구간으로 포함 시켰다.

<표 5.3.1> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
단일구간	310	39.3m	5.5m	0.13	1:1.02	절리 암반 사면

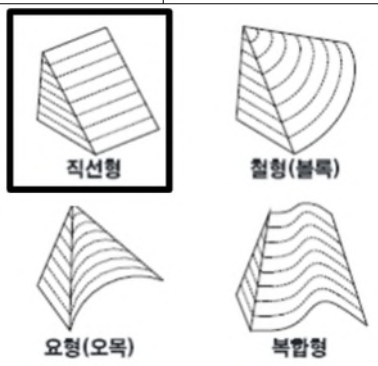
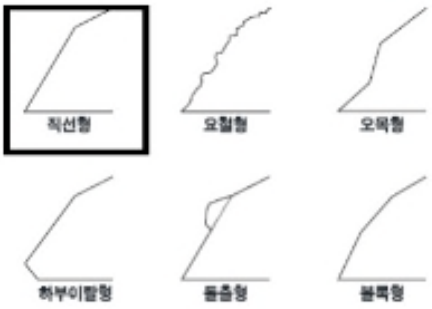


5.3.2 현장조사 체크리스트

<표 5.3.1> 일반현황

<table>
<tr><td>조사일자</td><td colspan="2">2024년 04월 26일</td><td>조사자</td><td colspan="2">진단1팀</td></tr>
<tr><td>일 기</td><td colspan="2">맑음</td><td>현황코드</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>행정구역</td><td colspan="5">경기도 화성시 비봉면 양노리 324-7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위 경 도</td><td colspan="5">시점 : 37°13′52.97″ 126°54′07.38″</td></tr>
<tr><td colspan="5">종점 : 37°13′58.22″ 126°54′20.09″</td></tr>
<tr><td>도 로</td><td colspan="3">왕복4차선(톨게이트10차선)</td><td colspan="2">도로폭 : 53~63m(톨게이트)</td></tr>
<tr><td rowspan="5">절토사면</td><td colspan="3">길 이 : 310m</td><td colspan="2">높 이 : 39.3m</td></tr>
<tr><td colspan="5">경사 / 경사방향 : 44°°/N332°</td></tr>
<tr><td colspan="5">도로와의 이격거리 : 평균 2.6 m이상</td></tr>
<tr><td colspan="3">구성물질 : 전반적 암반</td><td colspan="2">토층심도 : 평균 5.5m</td></tr>
<tr><td colspan="5">소 단 : 4</td></tr>
<tr><td rowspan="4">낙석/뜬돌</td><td colspan="3">낙석 존재유무 : 무</td><td colspan="2">낙석의 양 : -</td></tr>
<tr><td colspan="5">낙석 평균크기 : -
낙석 최대크기 : -</td></tr>
<tr><td colspan="3">뜬돌 존재유무 : 무</td><td colspan="2">뜬돌의 양 : -</td></tr>
<tr><td colspan="5">뜬돌 평균크기 : -</td></tr>
<tr><td rowspan="11">절토사면
시공현황</td><td>종 류</td><td colspan="2">위 치</td><td colspan="2">상 태</td></tr>
<tr><td>낙석방지울타리</td><td colspan="2">하단 70~316</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>격자블록 영구앵카</td><td colspan="2">ANCHOR(TYPE-2) L=22.0m, Hs:3.0m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>격자블록 영구앵카</td><td colspan="2">ANCHOR(TYPE-3) L=11.0m, Hs:3.0m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>격자블록 영구앵카</td><td colspan="2">ANCHOR(TYPE-4) L=19.5m, Hs:3.0m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>수평배수공</td><td colspan="2">L=12.0m, C.T.C 6.0m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>소단배수로</td><td colspan="2">217m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>산마루측구</td><td colspan="2">시점부-상부 200m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>점검로</td><td colspan="2">3소단 170m 지점</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>숏크리트</td><td colspan="2">2소단 111m~265m 지점</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td rowspan="2">붕괴이력</td><td>유 형</td><td colspan="2">규 모</td><td colspan="2">위 치</td></tr>
<tr><td>-</td><td colspan="2">-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>기 타</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

<표 5.3.2> 지형·지질 및 식생

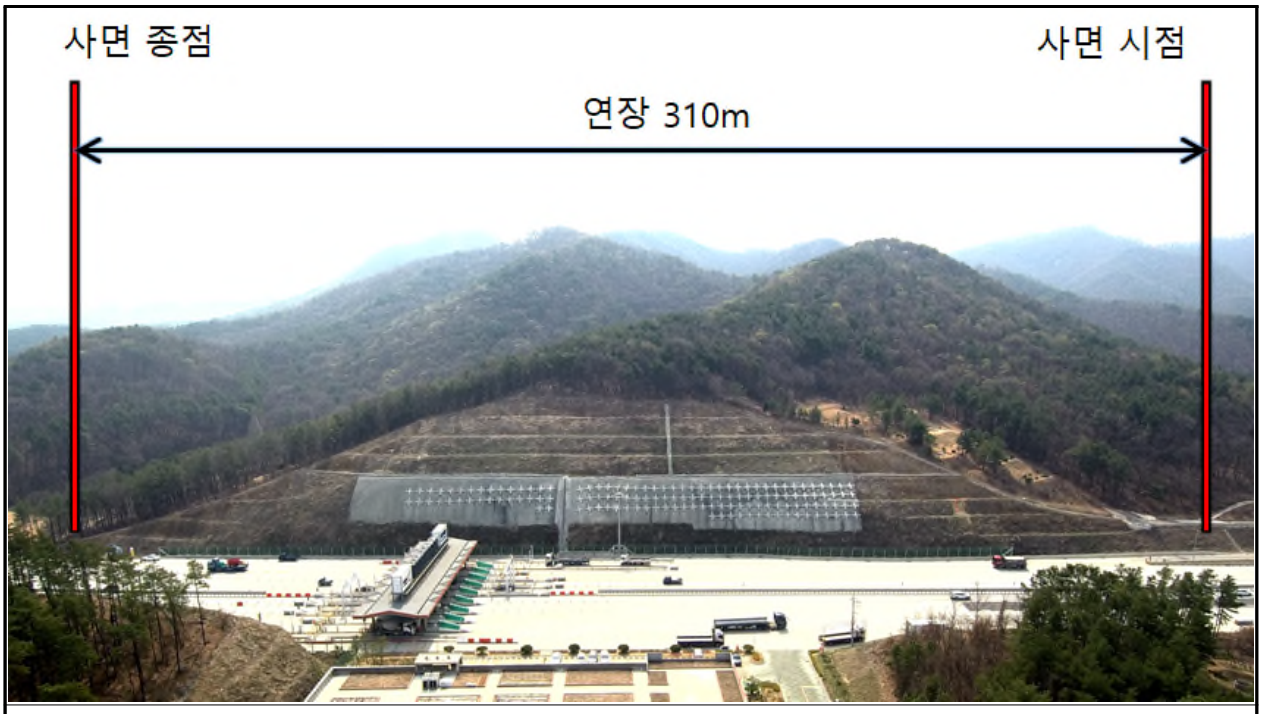
<table>
<tr><td rowspan="3">주변지형의 특성</td><td colspan="2">주변지형</td><td colspan="4">산악</td></tr>
<tr><td colspan="2">종단면 형상</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타특징</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>사면의 특성</td><td>종횡단면</td><td colspan="2"> 
</td><td>종단면특성</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="7">상부자연사면</td><td colspan="2">경사도</td><td colspan="4">5.38°</td></tr>
<tr><td colspan="2">인장균열</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">포행흔적</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">수목의 기울어짐</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">인공구조물</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">산마루측구</td><td colspan="4">시점부-상부 200m</td></tr>
<tr><td colspan="2">계곡부</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td>지 질</td><td>지질각론
(지반조사보고서참조)</td><td colspan="5">• 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</td></tr>
<tr><td rowspan="3">식 생</td><td>①종류</td><td>초 본</td><td>관 목</td><td>침 엽 수</td><td colspan="2">활 엽 수</td></tr>
<tr><td>②밀도</td><td>상</td><td>중</td><td>-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>③근계특징</td><td colspan="5">천근성(○), 심근성( )</td></tr>
</table>

5.3.3 외관조사 결과

가. 단일구간

1) 현황(지형 및 지질)

- 대상 절토사면은 평면선형 직선형, 종단형상은 직선형이며, 주향 N332°E의 방향성을 보이고 있다. 사면경사는 약 1:1.02로 시공되어 있는 주요 구성 물질이 암반인 암반사면이다.
- 상부 자연사면은 5.38°로 상향 경사로 이루어져 있으며, 일부구간 산마루 측구가 설치되어 있고 지형특성상 지표수의 사면 외곽처리가 양호한 조건으로 판단된다.
- 사면의 토층심도가 5.5m이며, 하부에 노출된 암반은 발파의 암질을 보이고 절리가 분포하고 있으나 대규모 암반파괴 가능성은 낮은 것으로 보이고, 절리면의 경사방향과 각도가 역절리로 나타나 일부 소규모 낙석발생 가능성이 있을 것으로 판단되나, 낙석방지망이 설치되어 있어 현재 상태는 낙석발생은 낮은 것으로 판단된다. 주기적인 점검과 지속적인 주의관찰이 필요하다.
- 암반사면은 시공당시 절취된 상태로 일부구간 숏크리트 사면보강이 이루어져 있고, 영구앵커, 수평 배수공 등이 설치되어 있으며, 낙석방지를 위한 낙석방지망과 낙석방지 울타리가 설치되어 있다.
- 그 외 토사사면은 표면보호를 위해 전 사면에 식생이 적용되어 있다.



구간 분할 - 단일사면

2) 상부자연사면

a. 외관조사 결과

- 상부자연사면에서 사면 이상여부의 전조현상인 인장균열, 침하, 수목의 기울어짐 등의 발생여부와 인공시설물(봉분, 송전탑, 농경지 등)의 분포여부 및 사면경사의 완급에 따른 지표수의 사면내 영향여부 등에 주안점으로 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



상부자연사면 전경(STA.3+680)



상부자연사면 전경(STA.3+680)

<그림 5.3.2> 상부자연사면 손상현황

<표 5.3.3> 상부자연사면 손상물량

구 분			단일구간	합계
상부자연사면	상태양호	-	-	-

<표 5.3.4> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 상부자연사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

3) 사면

a. 외관조사 결과

- 사면의 파괴징후인 단차, 배부름 등의 지반 변형여부와 토사구간의 지반포화에 의한 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴, 지하수 용출 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



사면 전경(STA.3+680)



사면 전경(STA.3+580)

<그림 5.3.3> 사면 손상현황

<표 5.3.5> 사면 손상물량

구 분			단일구간	합계
사면	상태양호	-	-	-

<표 5.3.6> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

4) 사면하부

a. 외관조사 결과

- 사면하부는 지하수가 용출되기 쉬운 지점으로 지하수의 용출여부를 관찰하고, 낙석방지망 배면에 적치된 토석더미로 인한 낙석방지망의 구조적 불안전성여부와 사면하부 암이탈로 지지력 상실여부 등에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



사면하부 전경(STA.3+800)



사면하부 전경(STA.3+540)

<그림 5.3.4> 사면하부 손상현황

<표 5.3.7> 사면하부 손상물량

구 분			단일구간	합계
사면하부	상태양호	-	-	-

<표 5.3.8> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면하부의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

5) 보호시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 표면보호공법은 토사는 종자분사파종 공법, 녹생토 공법을 적용하여 전반적으로 표면녹화 되어 있으나, 하부 일부 노출된 암반은 낙석방지망과 낙석방지울타리로 보호되어 있다.
- 외관조사 결과, 사면의 표면보호시설은 대체적으로 양호한 것으로 조사되었다.

b. 손상현황

	
보호시설 전경(STA.3+680)	보호시설 전경(STA.3+660)

<그림 5.3.5> 보호시설 손상현황

<표 5.3.9> 보호시설 손상물량

구 분			단일구간	합계
보호시설	상태양호	-	-	-

<표 5.3.10> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보호시설의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

6) 보강시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 보강공법은 전면부 암반구간에 대해서 영구앙카와 숏크리트, 수평배수공이 시공되어 있다.
- 외관조사 결과, 보강시설의 설치상태는 앵커체의 강연선의 두부 콘크리트의 손상, 두부캡의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



보강시설 전경



보강시설 전경

<그림 5.3.6> 보강시설 손상현황

<표 5.3.11> 보강시설 손상물량

구 분			단일구간	합계
보강시설	상태양호	-	-	-

<표 5.3.12> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보강시설의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

7) 배수처리시설

a. 외관조사 결과

- 배수처리시설은 지표수 및 지하수의 처리를 원활하게 하여 사면의 침식과 더불어 표층 붕괴를 방지하기 위해 충분한 용량을 확보하여야 하며, 기능발휘에 장애가 없어야 한다.
- 외관조사결과 배수로(3+738)지점에서 낙엽퇴적이 조사되었다. 배수기능에는 문제 없으나, 원활한 배수를 위하여 보수가 필요할것으로 사료된다. 이 외 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

b. 손상현황



배수시설 전경



소단배수로 배수로 3+738 (1.0mx2.0)

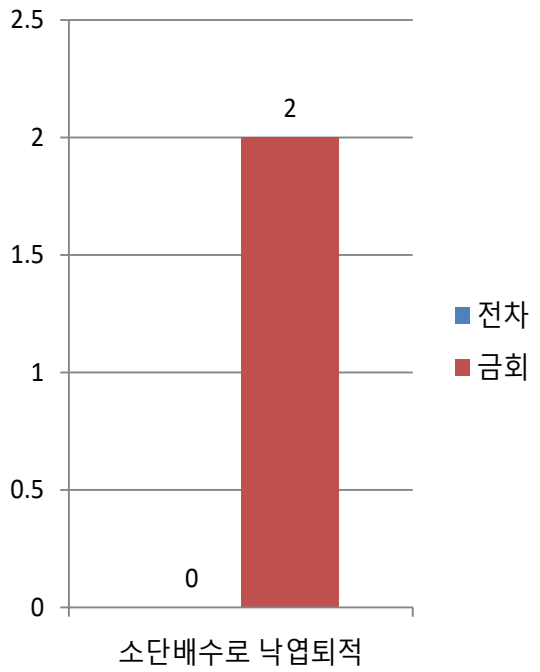
<그림 5.3.7> 배수처리시설 손상현황

<표 5.3.13> 배수처리시설 손상물량

구 분			단일구간	합계
배수처리시설	상태양호	-	-	-

<표 5.3.14> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
배수처리시설	소단배수로 낙엽퇴적	㎡/ea	-	2.0/1	증가(▲2.0)	신규손상



c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

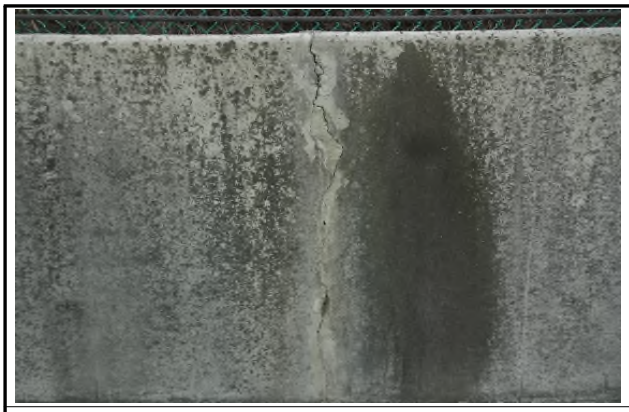
- 주기적인 점검을 통해 배수기능의 상태에 대하여 관찰하는 것이 바람직하다.

8) 이격거리내 시설

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 이격거리내 시설은 낙석방지 울타리와 L형측구가 시공된 것으로 조사 되었으며, 사면과 도로와의 이격은 약 2.5m로 조사되었다.
- 외관조사결과, L형측구에서 기존보수 손상인 균열이 보수부가 박리 및 보수 미흡으로 재손상이 되었다. L형측구의 균열의 원인은 측구 설치와 낙석방지 울타리 설치시 동시에 시공되어진 것으로 보이며, 이는 시공불량에 의해 발생된 손상으로 여겨진다. 그 외 지반변형이나 융기, 사면활동의 증후는 보이지 않았다.

b. 손상현황



L형 측구 균열 (cw=2.0mm/1.0m) 3+700



L형 측구 균열 (cw=0.5mm/0.5m) 3+690

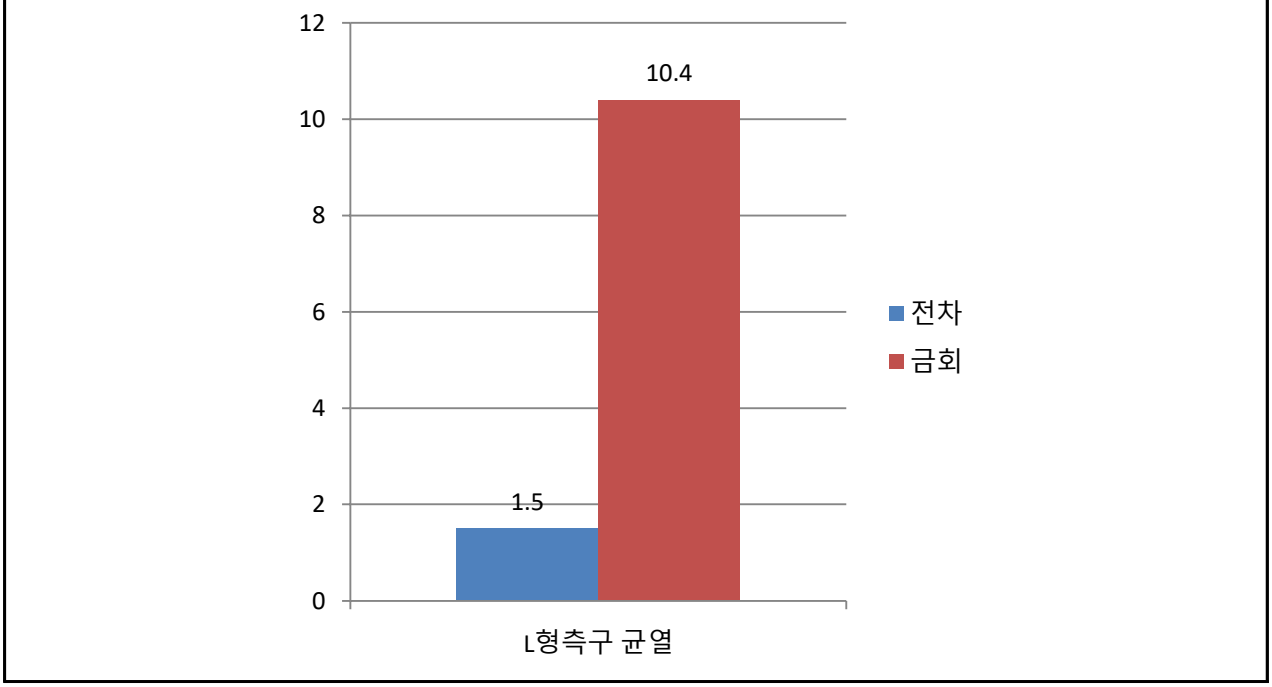
<그림 5.3.8> 이격거리내 시설 손상현황

<표 5.3.15> 이격거리내시설 손상물량

구 분			단일구간	합계
이격거리내 시설	L형측구 균열	m/ea	3+770(cw=0.2mm/0.9m) 3+700(cw=2.0mm/1.0m) 3+690(cw=0.6mm/0.5m) 3+570~600(cw=0.5mm/1.5m) 4ea 3+550~570(cw=1.0mm/1.0m) 2ea	10.4/10

<표 5.3.16> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
이격거리내 시설	L형측구 균열	m/ea	1.5/2	10.4/10	증가(▲8.9)	재손상 및 신규손상



c. 손상원인

- L형측구 균열(cw=0.3mm이상) : 시공초 건조수축과 시공불량에 의한 균열
- L형측구 재균열(cw=0.3mm이상) : 보수부 박리 및 보수미흡에 의한 재균열

d. 대책방안

- L형 측구의 균열은 동절기 염화칼슘 및 우천시 수분 등의 침투시 열화를 가속화하여 박락 등으로 발전될 수 있으므로 진행 억제를 위하여 주입보수 및 단면보수를 실시하여 기능성 및 내구성 확보가 필요하다.

9) 자연적 외부요인

a. 강우 및 지하수 조건

지점번호	지점명	일시	강수량(mm)	일최다강수량(mm)	일최다강수량일자
119	수원	1994	1045.6	101.3	1994-08-28
119	수원	1995	1653.3	227.3	1995-08-19
119	수원	1996	952.1	153.6	1996-06-17
119	수원	1997	1394.3	150.4	1997-07-01
119	수원	1998	1626.9	208.1	1998-08-08
119	수원	1999	1556.1	153	1999-09-20
119	수원	2000	1328.8	333.2	2000-07-22
119	수원	2001	1067.2	120.3	2001-07-29
119	수원	2002	1231.7	203	2002-08-07
119	수원	2003	1514.8	121.5	2003-07-22
119	수원	2004	1217	89.5	2004-06-19
119	수원	2005	1427.7	84.5	2005-09-30
119	수원	2006	1362.7	169.5	2006-07-16
119	수원	2007	1325	82	2007-07-19
119	수원	2008	1342.9	121	2008-07-24
119	수원	2009	1541.2	272.5	2009-07-12
119	수원	2010	1470.6	97.5	2010-08-29
119	수원	2011	1975.9	190	2011-07-03
119	수원	2012	1748.3	276.5	2012-07-06
119	수원	2013	1240.1	79	2013-07-13
119	수원	2014	1029.1	117.7	2014-08-21
119	수원	2015	751.1	64.7	2015-07-29
119	수원	2016	1023.4	104.2	2016-07-01
119	수원	2017	1328.6	130.8	2017-08-20
119	수원	2018	1293.1	124.8	2018-08-28
119	수원	2019	915.8	108	2019-07-26
119	수원	2020	1635.5	134.2	2020-08-09
119	수원	2021	1084.4	70.9	2021-09-01
119	수원	2022	1864.0	285.0	2022-06-30
119	수원	2023	1409.4	91.6	2023-08-10
30개년 평균값			4465.6/30 = 148.85		

- 세부지침에 따라 해당지역의 평년 최대 강우강도를 1일 강우량으로 조사하였으며, 기상청 자료를 취득하여 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm로 조사되어 1일 강우량 100mm이상, 150mm미만으로 평가한다.

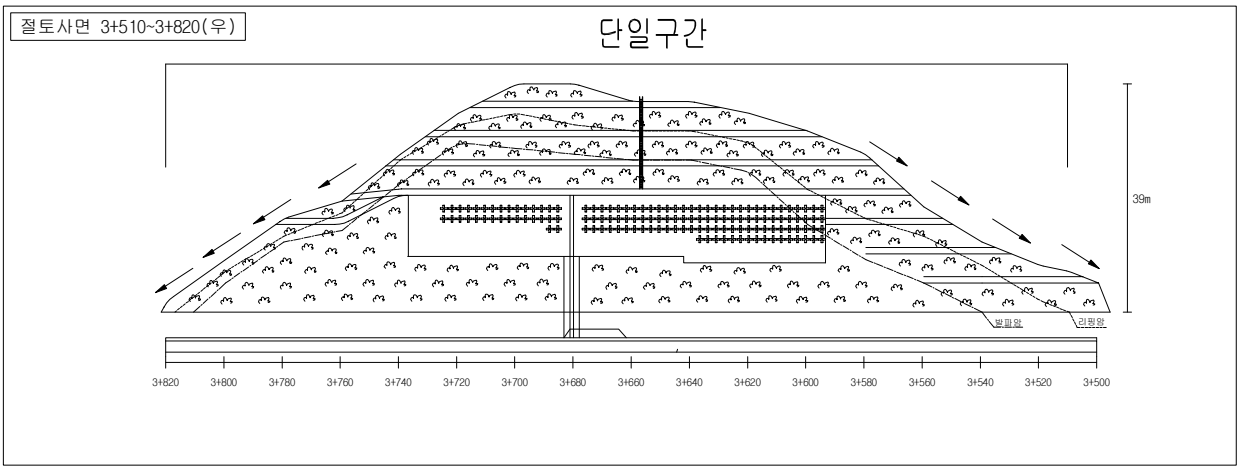
10) 사면형상

a. 사면경사

- 본 시설물 평균 사면경사는 1:1.175로 준공도서와 현장조사를 통해 검토되었다.

b. 집수지형

- 본 시설물의 집수지형은 시점부 1개소와 종점부 1개소가 조사되었으며, 그 외 상부자연사면은 하향으로 조사되었다.



11) 인위요인

a. 절취상태

- 본 시설물의 절취는 준공도면 참조하여 선균열 발파 굴착방법으로 시공된 것으로 조사되어, 절취상태는 매우 좋음으로 평가등급 a로 산정한다.

b. 보호/보강상태

- 보호/보강상태인 부대시설의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

c. 배수조건

- 배수조건에 대한 조사결과 대체적으로 완전배수가 가능하며, 건조상태를 유지하고 있는 것으로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

d. 절리방향-경사방향

- 본 세부지침에는 절리주향-경사주향 계산방식을 제시하였으나, 본 보고서 작성자 및 점검자가 확인해본 결과 절리의 주향과 경사의 주향으로 계산을 하면 역방향 절리주향과 정방향 경사주향일 경우 같은 식이 나오며 정방향 절리주향 역방향 경사주향과 계산 또한 같은 식이 나온다. 이는 주향은 일방향 방향성이 아니라 양방향 연장성을 나타내기 때문에 경사방향과 절리방향의 평면파괴에 대한 요인을 적용하기에 주향을 사용하면 잘못된 계산식이 도출되므로 국토안전관리원 절토사면 관계자와 상담 후 주향이 아닌 경사방향으로 계산하여 도출하였다.

12) 공중이 이용하는 부위

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 공중이 이용하는 부위는 사면하부의 도로부로서 및 점검계단으로서 지반변형에 의한 침하, 히빙, 파손, 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



공중이 이용하는 부위 전경



공중이 이용하는 부위 전경

<그림 5.3.10> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 5.3.17> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분			단일구간	합계
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-

<표 5.3.18> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 공중이 이용하는 부위의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

5.3.4 사면 파괴요인 조사

가. 개 요

본 구간은 암반사면으로서 현장시험 항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 암반사면 기준을 적용하였고, 현장여건(사면규모 및 환경조건 등)을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 시설물의 분석이 객관적이고, 보편타당하게 이루어지게 하기 위해 조사자료를 충분히 확보할 수 있도록 기준수량 이상으로 결정하였다.

시험항목	기준수량	금회 시험수량
암반강도시험	필요수량	단일구간 : 2개소
불연속면조사	필요수량	단일구간 : 2개소

나. 시험 및 조사전경



암반강도 측정 전경



암반강도 측정 전경



사면 경사 측정 전경



방향성 조사

<그림 5.3.10> 현장시험 및 측정전경

다. 시험항목 및 수량

<표 5.3.19> 암반 강도시험에 따른 암반판정 결과

시험항목	기준수량	금회 시험수량
암반강도시험	필요수량	단일구간 : 2개소
불연속면조사	필요수량	단일구간 : 2개소

라. 암반강도 시험결과

본 절토사면 암반의 판정은 암석용 슈미트해머에 의한 강도조사는 사면에서 암반이 노출된 지점에서 2회 실시하였으며, 풍화암~경암 정도의 강도를 나타내는 것으로 평가되었다.

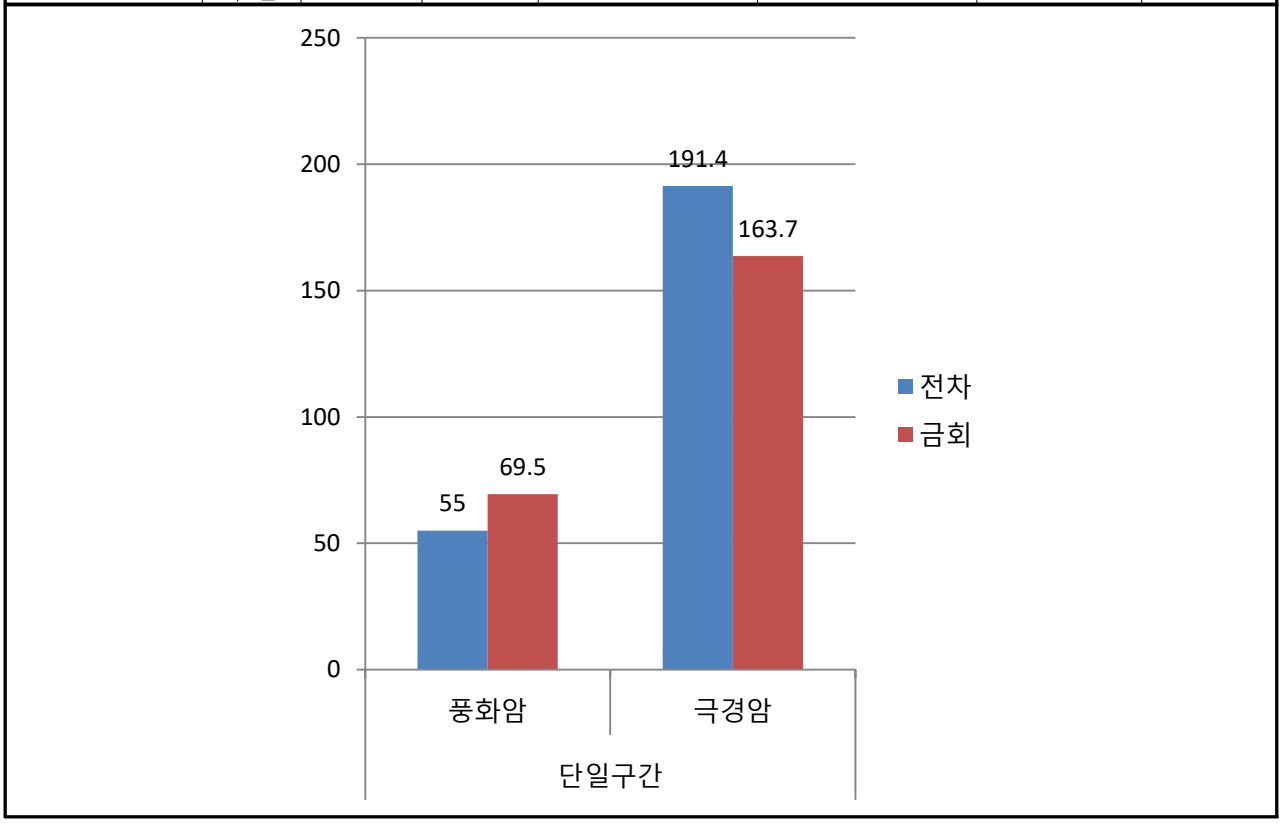
고속도로 건설재료 품질기준에서 암석의 일축압축강도에 따른 분류로 추정압축강도에 따라 암판정을 하였다.

<표 5.3.20> 암반 강도시험에 따른 암반판정 결과

측정위치	반발치 (r)					타격방향 (→)	평균강도 (r)	암석밀도 (kN/m3)	측정강도 (MPa)	암판정
180m(1소단)	45	44	41	40	67	0°	41.6	25.0	69.5	풍화암
	35	26	14	41	38					
	28	35	39	38	32					
	41	29	25	20	21					
241m(1소단)	28	64	58	59	55	0°	60.2	25.0	163.7	경암
	57	63	60	65	50					
	27	51	54	63	51					
	56	60	66	63	50					

<표 5.3.21> 암반강도 시험 전차비교

구분			단위	일축압축강도		증 감	비고
시험항목	위치	암판정		2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
암반강도시험	단일 구간	풍화암	MPa	55.0	69.5	증가(▲14.5)	-
		극경암		191.4	163.7	감소(▼27.7)	-



마. 불연속면조사

불연속면 조사는 식생으로 인해 국부적으로 노출된 암반에 대하여 주요 불연속면 3개소에 대하여 절리특성을 조사·분석 하였다.

<표 5.3.22> 불연속면 공학적 특성

불연속면 특성			
구 성	Set 1	Set 2	Set 3
종류	J1	J2	J3
방향성	N076°E/64°	N323°E/28°	N176°W/74°
간격(m)	0.5~1.0	0.8~1.0	1.0~1.5
틈새(mm)	0.5~1.0	0.5~1.0	0.1~0.5
연장성(m)	1.0~3.0	1.0~2.0	1.0~1.5
거칠기	평면형/거침	파동형/거침	파동형/거침
충진물질	부드러움(5mm미만)	부드러움(5mm미만)	부드러움(5mm미만)
누수	건조	건조	건조
풍화상태	약한풍화(SW)	약한풍화(SW)	약한풍화(SW)

바. 사면경사 측정

본 절토사면의 경사 측정결과는 아래 표와 같다.

<표 5.3.23> 절토사면 경사 측정결과

측정위치		측정경사	설계경사	판정
1구간	사면 1단	1 : 0.7	1 : 0.7	O.K(숏크리트)
	사면 2단	1 : 0.8	1 : 0.74	O.K
	사면 3단	1 : 1.5	1 : 1.2	O.K
	사면 4단	1 : 1.7	1 : 1.6	O.K
평균경사		1 : 1.175	1 : 1.06	O.K

본 절토사면에 대한 경사 측정결과, 1:0.7~1:1.7로 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.

사. 토층심도 측정

토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과 토층심도는 5.5m로 확인되었다.

5.3.6 현장조사 및 시험결과 요약

본 절토사면에 대한 현장조사 및 시험·측정 결과를 다음과 같이 요약하였다.

<표 5.3.24> 현장조사 및 시험·측정 결과 요약

구 분		점 검 결 과
상부자연사면		• 상부자연사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면		• 사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면하부		• 사면하부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보호시설		• 보호시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보강시설		• 보강시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
배수처리시설		• 배수처리시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
이격거리내 시설		• 이격거리내 시설 L형측구(방호벽 콘크리트)에서 균열의 손상이 조사되었으며, 계측을 통한 지반변형의 진행성 조사가 필요할 것으로 사료된다.
공중이 이용하는 부위		• 공중이 이용하는 부위는 파손, 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
현장시험	암반강도	• 암반강도 측정결과 43.4, 62.1MPa로 암반분류 상 풍화암~경암으로 혼재되어 있는 것으로 평가되었다.
	경사측정	• 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
	토층심도	• 본 절토사면의 준공도면, 현장육안관찰을 통하여 조사한 결과 5.5m로 확인되었다.

5.4 상태평가

5.4.1 사면의 분류

지반 및 지질조건에 따른 사면의 거동특성 및 파괴양상에 대한 분석을 통해 절토사면은 토층심도율(SR)에 의해 토사사면과 암반사면으로 구분할 수 있으며, 암반사면은 다시 지반강도특성 및 암반의 블록크기 비(BR)에 의해 절리암반사면, 파쇄암반사면, 연약암반사면으로 세분될 수 있다. 본 사면은 토층심도율 0.14의 암반사면으로 분류하였으며, 암반블록 크기비 0.0244로 절리암반사면으로 분류하였다.

<표 5.4.1> 절토사면의 분류

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

1) 단일구간-토층심도율

- $SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} = \frac{\text{토층심도}}{\text{사면높이}} = \frac{5.5}{39.3} = 0.14 \geq 0.4$

2) 암반 블록크기비

- 절리군의 산술평균={절리간격(0.75 + 0.9 + 1.25) / 3 = 0.96
- 암반의 블록 크기 비 = 절리군의 산술평균 0.96 / 사면높이 39.6m = 0.0244
- 절리암반사면 : 평균SR = 0.0244 > 0.01

<표 5.4.2> 상세 절리 상태

구 분	상세 절리 상태				
① 길 이	< 1m	1~3m 미만	3~10m 미만	10~20m 미만	≥ 20m
② 틈 새	0	< 0.1mm	0.1~1mm미만	1~5mm미만	≥ 5mm
③ 거칠기	매우 거침	거침	약간 거침	평탄	매우 평탄
④ 충전물	없음	단단한 충전물 (< 5mm)	단단한 충전물 (≥ 5mm)	연약한 충전물 (< 5mm)	연약한 충전물 (≥ 5mm)
⑤ 풍화도	신선	약한 풍화	보통 풍화	심한 풍화	완전 풍화
점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
절리상태점수 = Σ (①~⑤) / 5					
SET 1		SET 2		SET 3	
(4+5+1+6+2)/5=3.6		(2+5+1+6+2)/5=3.2		(2+4+1+6+2)/5=3	

5.4.2 상태평가 결과

본 과업 대상 시설물의 현황은 깎기 높이가 39.3m이며, 토층 심도가 5.5m 로 조사되어 토층심도율 0.14로 암반사면, 블록 크기 비 0.0244 이므로 절리암반사면으로 확인되었다. 상태평가 결과 “B”로 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다.

<표 5.4.3> 단일구간 사면 손상상태 지수 결과표

시설물명	절토사면STA.3+510~3+820(우)		표번호	표 5.4.2	
사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
1-4		위 치	규 모	0	
	발생규모	-	-		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.000			사면 손상상태 점수 = 0		

<표 5.4.4> 사면 파괴요인 지수 결과표

시설물명	절토사면STA.3+510～3+820(우)		표번호	표 5.4.3	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	절리암반	J2절리방향-사면방향	e (N323° - N332° : 10°미만)	7	
1-6		J2절리경사-사면경사	e (28° - 44° : -10°미만)	7	
1-7		절리상태	c (하단 상세절리상태 : 보통)	3	
2. 사면형상					
1-8	사면경사		a (평균 1 : 1.175)	0	
3. 자연적 외부요인					
1-9	강우 및 지하수	강우량	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	3	
4. 인위적 외부요인					
1-6	절취상태		a (선균열발파 매우좋음)	0	
1-7	배수조건		a (완전배수)	0	
1-8	보호/보강상태		a (양호함)	1	
사면 파괴요인 지수 (f2) = 0.404			사면 파괴요인 결함점수 = 21		

<표 5.4.5> 상태평가 등급 산정표

시설물명			절토사면STA.3+510~3+820(우)				표번호
근거표 번호			표 5.4.2, 5.4.3 5.4.4				표 5.4.5
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	절리암반	절리방향-사면방향	7	e	21	f2=0.404	D
		절리경사-사면경사	7	e			
		절리상태	3	c			
	사면형상	사면경사	0	a			
	자연요인	강우 및 지하수	3	d			
	인위요인	절취상태	0	a			
		배수조건	0	a			
		보호/보강상태	1	a			
합계(∑)			21		21	F=0.276	B
상태평가결과			• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = C등급 • **사면 상태평가결과 =B등급**				

<표 5.4.6> 단일구간 공중이 이용하는 부위

추락방지시설	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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
도로포장	
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

<표 5.4.6> 2구간 공중이 이용하는 부위(계속)

도로부 신축이음부	
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	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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

- 단일구간에 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가 결과 이상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

<표 9.4.10> 사면 상태평가 등급 산정표

구간	사면구분	구분별 상태평가 결과	절토사면 상태평가 결과
1구간	절리암반사면	B (0.276)	B (0.276)

- 상태평가 결과, 자연적 요인과 지반상태에 의해 상태등급은 양호한 상태인 『**B**』 등급으로 평가되었다.

5.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 5.4.6> 전차 점검결과와 비교

구 분		2022년 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비 고
손상 현황	상부자연사면	상태양호	상태양호	-
	사면	상태양호	상태양호	-
	사면하부	상태양호	상태양호	-
	보호시설	상태양호	상태양호	-
	보강시설	상태양호	상태양호	-
	배수처리시설	상태양호	상태양호	-
	이격거리내 시설	L형측구 균열 **L형측구 파손**	L형측구 균열	재손상, 신규손상 **보수완료**
	공중이 이용하는 부위	상태양호	상태양호	-
현장 시험	암반강도	182m사면하부 : 55.0MPa 244m사면하부 : 191.2MPa	180m사면하부 : 69.5MPa 241m사면하부 : 163.7MPa	-
	경사측정	설계경사와 유사함	설계경사와 유사함	-
	토층심도	5.5m	5.5m	-
상태등급		상태평가 결과(F) : B등급	상태평가 결과(F) : B등급	등급동일

● 전차 점검결과와 비교·분석한 결과, 부재별 발생한 손상은 상태평가 요소에 영향을 주지 않았으며, 대부분 환경적 요인과 인위적 요인에 의해 결함도 지수가 유지되었으며, 상태등급은 **『B』** 등급으로 전차등급인 『B』 등급과 동일한 등급으로 조사되었다.

5.5 종합평가 및 안전등급 지정

5.5.1 종합평가 결과

외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 본 사면의 종합평가 결과는 **"B등급(양호)"**으로 평가되었다.

<표 5.5.1> 종합평가 결과

구 분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결 과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
절토사면	0.276	B	-	-	B
평가의견	경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태인 "B등급"으로 평가되었다.				

5.5.2 안전등급 지정

금회 실시된 사면의 정밀점검결과 구조적 안전성에 문제가 없는 것으로 평가 되었으나, 본 사면의 상태평가 결과, 절리상태 및 절리경사 상태로 인해 결함등급 e등급으로 평가되어 사면 파괴요인 지수가 c등급이 평가 되었고, 반면 손상이 발견되지 않아 사면손상 상태지수는 A등급이 나타났다. 사면경사 방향과 절리경사 방향, 경사각도와 절리각도가 유사한 방향으로 조사되면서 평면파괴 요인이 내포되어있는 사면으로 여겨졌기 때문이다.

따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 **"B등급"**으로 평가되었다.

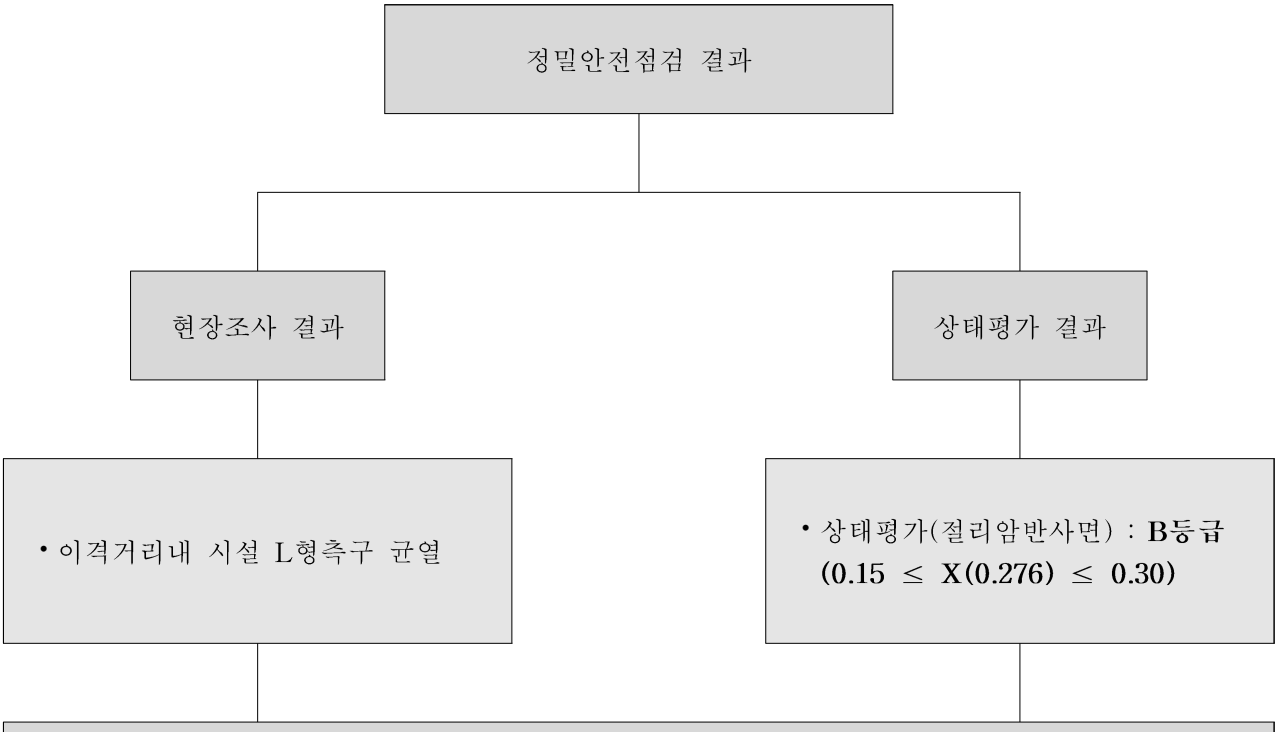
- 안전등급 : **B등급**(양호)

5.6 보수·보강 및 유지관리 방안

5.6.1 보수·보강 우선순위 결정

본 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 시설물에서 발생된 각종 손상에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수보강 순위를 정한다.

또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중용도, 발생한 손상의 심각성 등을 종합적으로 검토 후 아래와 같이 정한다.



보수·보강 방향		
안정성 증대를 위한 보수·보강 (1순위)	내구성 증진을 위한 보수 (2순위)	지속적인 주의관찰 (3순위)
• 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 안전성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (사면 안전성을 저해시키는 손상 또는, 손상부 방치시 기능성 확보에 문제가 있는 경우)	• 기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차 보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)	• 발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

5.6.2 손상내용별 보수·보강 방안

본 과업 대상 사면의 손상내용별 보수·보강 방안은 아래와 같다.

<표 5.6.1> 보수·보강 방안

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
이격거리 내시설	L형측구 균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	10.4/6	주입보수	110	1,144	3

<표 5.6.2> 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	손상물량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	우선순위
이격거리내시설	L형측구 균열 (cw=0.3mm이상)	10.4/6.5/2	m/ea	110	1,144	3
순 공 사 비					1,144	
제경비(순공사비x0.5)					572	
총 공 사 비					**1,716**	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

5.6.3 유지관리방안

가. 개 요

본 사면의 공용년수 경과시 내구성 및 사용성을 저하시킬 수 있는 손상들에 대해서는 결함의 진전여부 및 확대여부를 주기적으로 관찰하는 등 중점유지관리 항목으로 선정하여 시설물의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 중점유지관리 항목

<표 5.6.3> 중점 유지관리 항목

구 분	손상내용		중점 유지관리 항목
이격거리내 시설	• L형측구 균열(cw=0.3mm이상)		• 주입보수

다. 부재별 점검요령

<표 5.6.4> 부재별 점검요령

<table>
<tr><th>점검부위</th><th colspan="3">점검항목</th></tr>
<tr><td>사면</td><td colspan="3">• 점검로 및 고소점검차 등을 이용하여 근접조사
• 인장균열 발생여부 점검
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>사면하부</td><td colspan="3">• 포획거리 공간 및 고소점검차 이용하여 근접조사
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>배수처리
시설</td><td colspan="3">• 사면내에서 발생되는 지하수 누수 정도 및 누수 위치 확인
• 배수시설의 상태와 배수조건 점검
• 이격거리내 시설물의 변형 발생여부 점검</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주요부위</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>사면</td><td>사면하부</td><td>배수처리시설</td></tr>
<tr><td>점검시
유의사항</td><td colspan="3">• 길어깨 차량 정차 시 후방으로 충분한 거리에서 신호할 것
• 사면 특성상 고소작업이 많으므로 추락위험 예방을 위한 안전장구를 반드시 갖추도록 한다.
• 사면의 균열 및 이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손 발생은 중대한 결함이므로 지체없이 관리주체에 통보하여야 한다.</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="3">• 사진기
• 줄자(5m, 50m)
• 사다리
• 클리노콤파스
• 지질용해머
• 필기도구
• 교통통제 기구(신호봉, 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

5.7 종합결론

5.7.1 외관조사

가. 단일사면

- 상부자연사면은 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면내 집수가 될 지형이 없으나 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 사면에서 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 사면하부는 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면규모가 크고, 하부 교통량이 많은 조건에 있으므로 누수, 낙석 등에 의한 2차피해가 발생할 확률이 높으므로 노면상태를 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 보호시설은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보강시설은 저항력 증가법으로 쏘일네일링 공법을 시공하였으며, 설치상태는 육안으로 확인할 수 없으나, 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.
- 배수시설 외관조사 결과, 배수기능 상실로 심각한 간극수압 발생 등은 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 이격거리내시설 외관조사 결과, L형측구에서 3+770(cw=0.2mm/0.9m), 3+700(cw=2.0mm/1.0m),3+690(cw=0.6mm/0.5m),3+570~600(cw=0.5mm/1.5m) 4ea,3+550~570(cw=1.0mm/1.0m) 2ea의 손상이 조사 되었으며, L형측구의 시공시 건조수축 및 환경적 영향에 의한 비구조적 손상으로 판단된다. 그 외 지반변형이나 융기, 사면활동의 증후는 보이지 않았다.
- 공중이 이용하는 부위는 파손 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

5.7.2 사면 파괴요인 조사

- 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과, 사면의 최대높이 39.3m 지점에서 토층두께는 약 5.5m로 본 사면은 암반사면인 것으로 확인되었으며, 암반조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 암반 슈미트 해머를 이용하였으며, 암반 시험 결과, 풍화암~경암으로 측정되었다.
- 대상사면에 대한 형상을 평가하기 위하여 스태프 및 경사계를 이용하여 각 소단별 경사를 측정하였으며, 현장 측정결과, 실측경사는 1구간 약 1:0.7~1:1.7으로 설계경사와 대체로 유사한 것으로 분석되어 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 불안정요인은 없는 것으로 판단된다.
- 계곡부, 요철지형 등은 지표수의 지속적인 유입으로 지반강도 약화의 원인이 되므로 집수지형의 개소수에 대하여 현장 설계도면 및 현장 육안관찰로 조사한 결과, 대상사면 내·외부 집수지형은 2개소가 존재하는 것으로 파악되었다.
- 최근 기상청 강우분석 자료에서 해당지역에 대한 정보는 없어 인근 수원지역 자료를 바탕으로 조사한 결과, 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm으로 확인되었다. 대상사면의 누수상태를 조사한 결과, 본 구간에서는 누수흔적이 관찰되지 않아 누수가 발생하지 않는 건조한 상태로 판단된다.
- 1구간의 배수조건 조사결과, 전반적인 배수상태는 양호하여 사면 내·외부 지표수 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

5.7.3 상태평가 결과

- 금회 실시된 사면의 정밀점검결과 구조적 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었으나, 본 사면의 상태평가 결과, 절리방향 및 절리경사 상태로 인해 결함등급 e등급으로 평가되어 사면파괴요인지수가 C등급이 평가 되었고, 반면 손상이 발견되지 않아 사면손상 상태지수는 A등급이 나타났다. 사면경사 방향과 절리경사 방향, 경사각도와 절리각도가 유사한 방향으로 조사되면서 평면파괴 요인이 내포되어있는 사면으로 여겨졌기 때문이다. 사면에 손상은 없어도 내재되어있는 파괴요인이 있기 때문에 상태등급이 다소 낮게 평가되었다.
- 따라서 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 **"B등급"**으로 평가되었다.

5.7.4 종합 결론

- 본 과업 대상 절토사면은 2017년에 준공되어 약 7 년간 공용되고 있고, 비봉~매송간 도시고속도로 이정 3+510~3+820 매송방향 우측에 위치한 총 연장 310m, 최고 높이 39.3m의 2종 시설물이다.

- 본 절토사면에 발생된 손상은 FMS자료는 등록이 되지 않았지만 육안조사로 조사한 결과 손상의 일부보수가 되었으며, 이는 관리주체가 실행한 일상적인 손상들의 보수이다.

- 외관조사의 주요 손상은 이격거리내 시설 L형측구에서 콘크리트 균열이 조사되었다. 비구조적 균열로 판단된다.

- 본 절토사면에 조사된 손상은 보수된 손상의 박리나 보수미흡으로 인한 재손상으로 조사되었으며, 발생된 손상은 균열은 시공초 건조수축, 시공불량으로 비구조적 손상으로 판단된다.

- 사면전체의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었으나, L형측구에서 발견한 균열의 손상은 시설물의 내구성 증진을 위해 보수가 필요할 것으로 사료된다.

- 암반강도측정 결과 180m, 241m 지점 사면 하부에서 69.5, 163.7.MPa로 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 들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

5.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 정밀안전점검 결과, 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 조사되었다.

5.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 사면의 이격거리내 시설 L형측구의 콘크리트 균열의 진전여부, 우기시 사면의 토사 유실 유무에 대하여 정기안전점검 시 특별한 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

5.7.7 기타 필요한 사항

- 본 사면은 고속도로 톨게이트 앞에 위치하여 통행량이 많아 점검을 위한 사면 진입시 통행차량에 주의가 필요하며, 특히 해빙기 및 장마시 실족 등의 안전사고에 유의해야 할 것으로 판단된다.

제 6 장 절토사면STA.4+140~4+455(좌)

6.1 시설물 현황

6.2 자료수집 및 분석

6.3 현장조사 및 시험

6.4 상태평가

6.5 종합평가 및 안전등급 지정

6.6 보수·보강 및 유지관리방안

6.7 종합결론

제6장 절토사면STA4+140~4+455(좌)

6.1 시설물 현황

6.1.1 시설물 일반현황

본 과업 대상 절토사면은 비봉~매송간 도시고속도로 이정 STA. 4+140~4+455 비봉방향 우측에 위치하고 있는 총 연장 315m, 최고 높이 32.6m의 2종 시설물이이며, 측점분할 결과 생태이동 통로 우측 사면 포함하여 총연장 420m로 측정되었으며, FMS등록된 시설물의 규모와 상이하지만 유지관리시 안전을 위해 생태통로를 포함하여 우측 사면까지 점검을 진행한다.

대상 절토사면은 상부자연사면, 사면, 하부사면의 기본 시설물과, 낙석방지울타리, 낙석방지망 등의 사면보호 보호/보강시설과, 소단배수로, 산마루측구 등의 배수처리시설, 점검로 등의 부대시설이 설치되어 있다. 대상 절토사면의 현황은 다음과 같다.

<표 6.1.1> 시설물 일반현황

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	315m	높 이	32.6m (소단수 : 4)
	경사/방향	42° / N168°	토층 심도	20m
	토층 심도율	24.3 / 32.6 = 0.75	사면 구분	토사 사면
관리주체	화성도시고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변환경	-	상부사면경사	-24°~15° / N168°
시공현황	준공일	2017년 06월 30일	시 공 자	현대엔지니어링(주)
	부대시설	낙석방지시설, 점검계단, 배수시설		
비 고	시점부 생태이동통로(우측사면 포함 420m)			

6.1.2 시설물 전경

본 절토사면의 전체 전경 및 주요구간 전경은 다음과 같다.

가. 전경사진



전체 전경



종점 전경



시점 전경



상부자연사면 전경



배수시설 전경

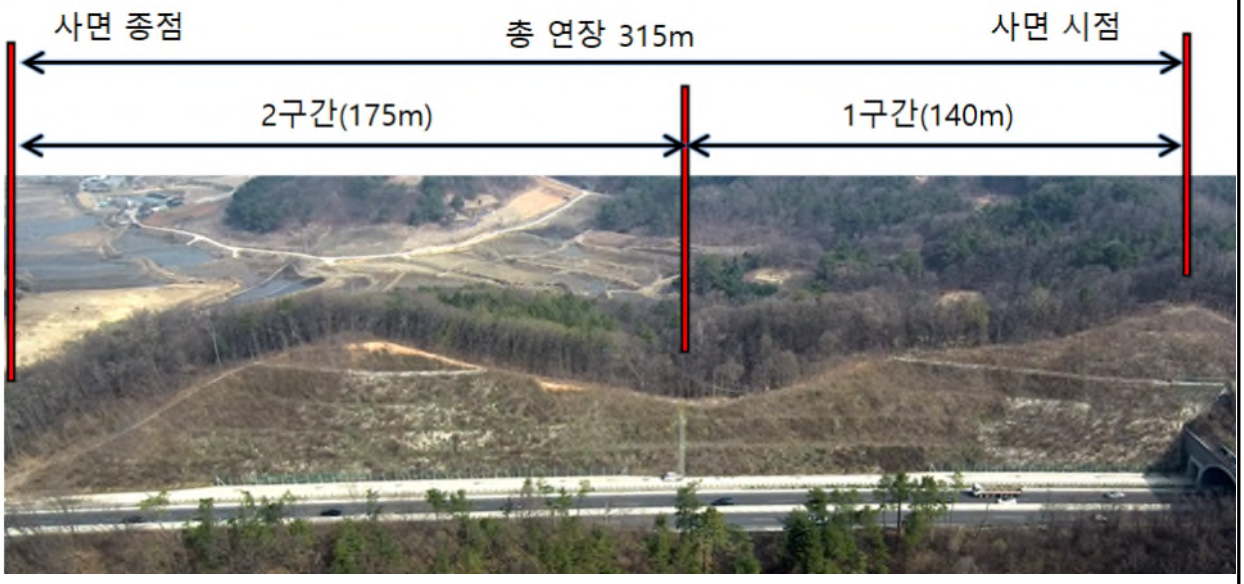
<그림 6.1.1> 절토사면 전경

나. 조사영역 및 사면의 분할

사면의 분할은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로 정밀안전점검이나 정밀안전진단의 대상이 되는 절토사면의 규모와 영역을 결정하는 작업을 의미한다. 현장에서 접하게 되는 절토사면은 대개 지형적인 특성에 의해 여러 절토사면이 연속하여 연결되어 있어 이를 구분하기 위한 명확한 기준이 필요하다.

본 절토사면의 사면분할은 현장조사결과 수직고가 5m 이하로 낮아지는 지점이 없어 생략하였고, 구간분할의 경우는, 구성 재료는 대부분의 토사사면으로 관찰되었으며, 사면의 경사방향이 40°이상으로 변화하지 않았으며, 동일구간의 연장이 200m이상으로 사면의 규모나 지형적 특성을 고려하여 2개의 구간분할을 통해 상태평가와 안정성평가에 효율일 것으로 판단하여 사면을 분류하였다.

본 절토사면의 토층심도율은, 준공도서의 지질보고서, 실시설계보고서, 물리탐사 자료를 참고하여, 토층심도가 20~24.3m로 조사되었으며, 사면높이 32.6m으로 토층심도율 0.75로 토사사면으로 분류하였다. 또한 FMS등록되어 있는 사면에 대해서만 구간분할 단위로 정하였다



구간 분할 - 2구간 단일사면

<표 6.1.2> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
1구간	140	32.6m	20.0m	0.61	1 : 0.98	토사사면
2구간	175	24.3m	24.3m	1.00	1 : 1.2	토사사면

6.1.3 위치도 및 관련도면

본 절토사면의 시설물 위치도와 시공관련 주요도면은 다음과 같다.

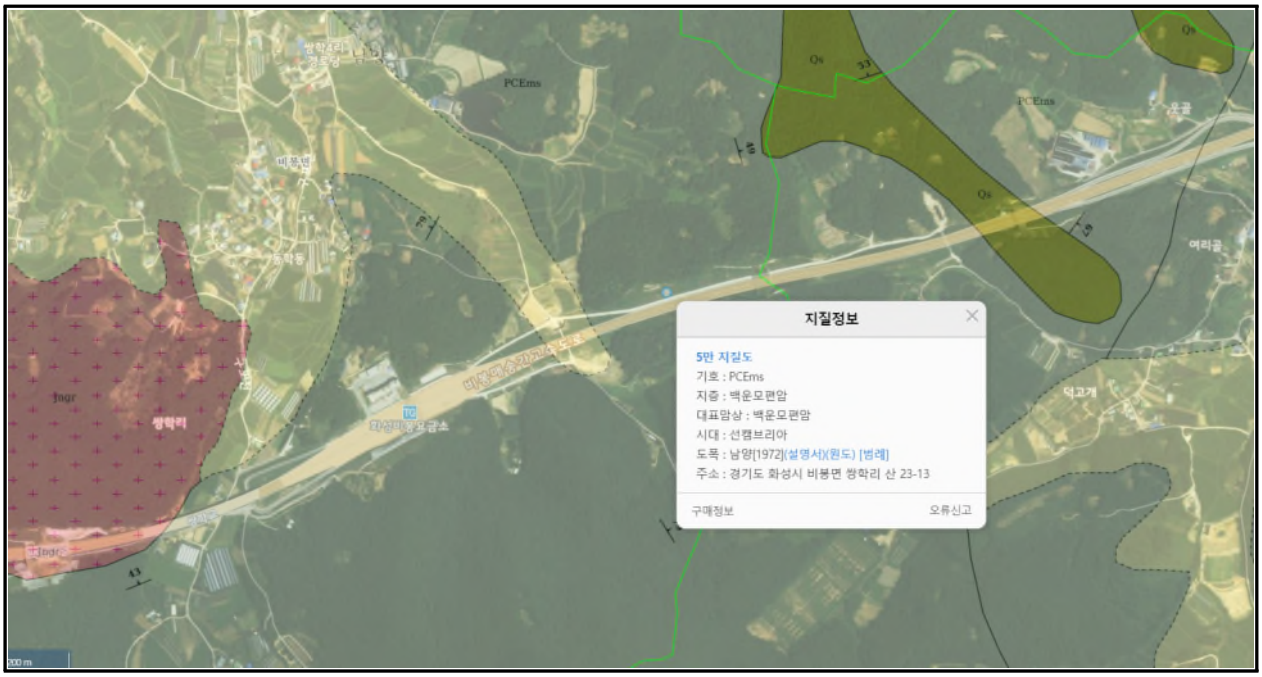
가. 위치도 및 지질·지형도

1)위치도



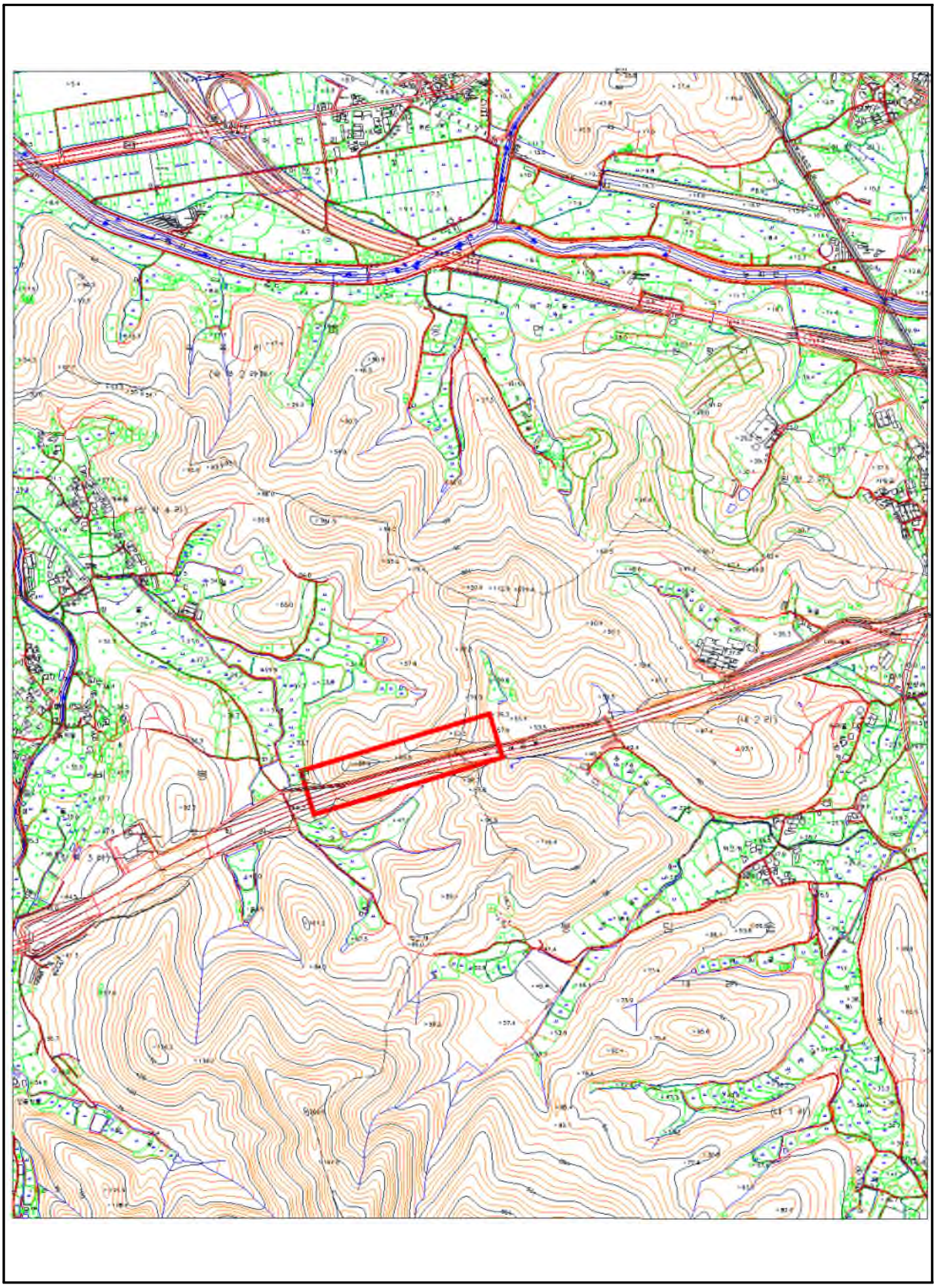
<그림 6.1.2> 절토사면 위치도

2)지질도



<그림 6.1.3> 절토사면 지질도

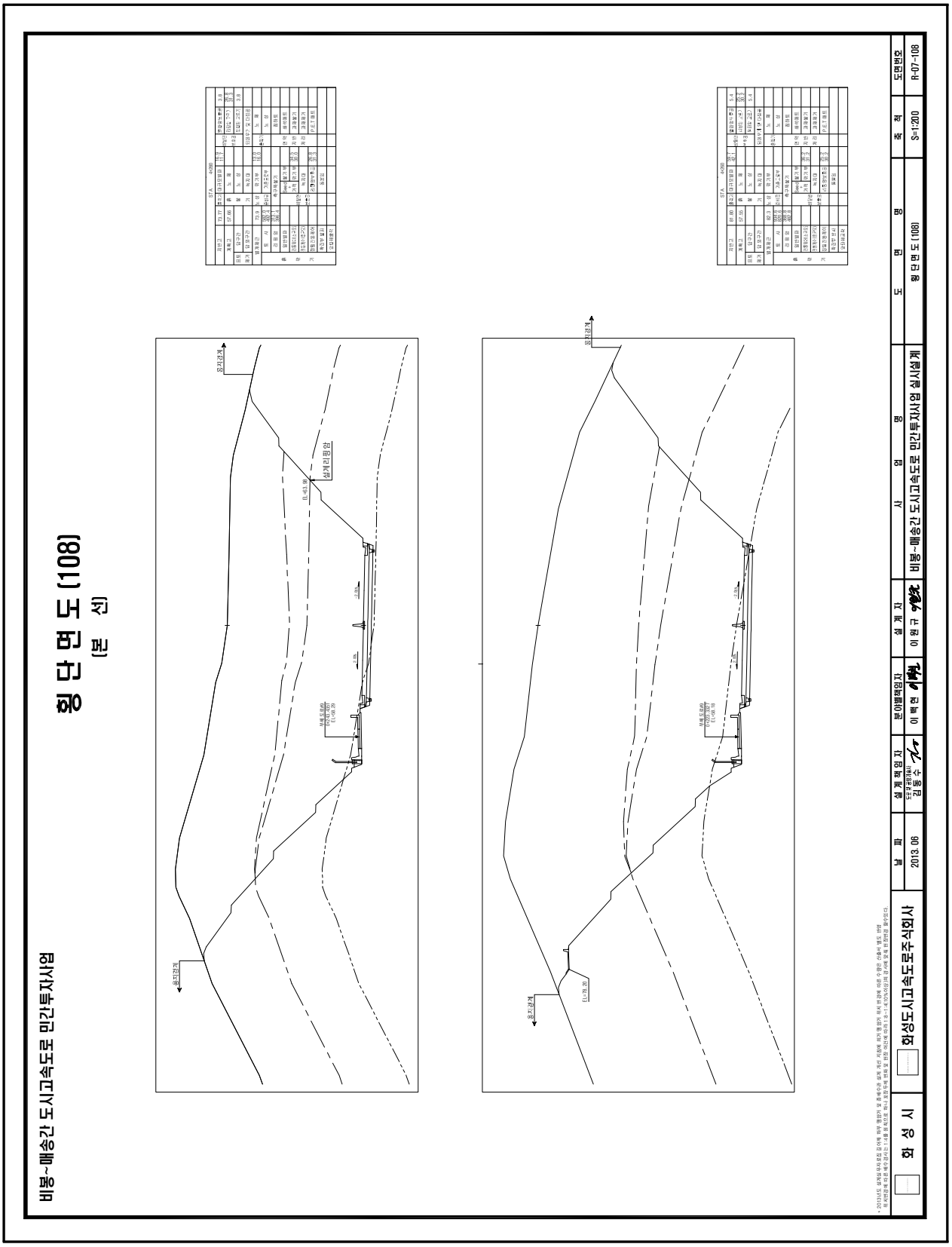
3)지형도 및 평면도



<그림 6.1.4> 절토사면 지형도 및 평면도

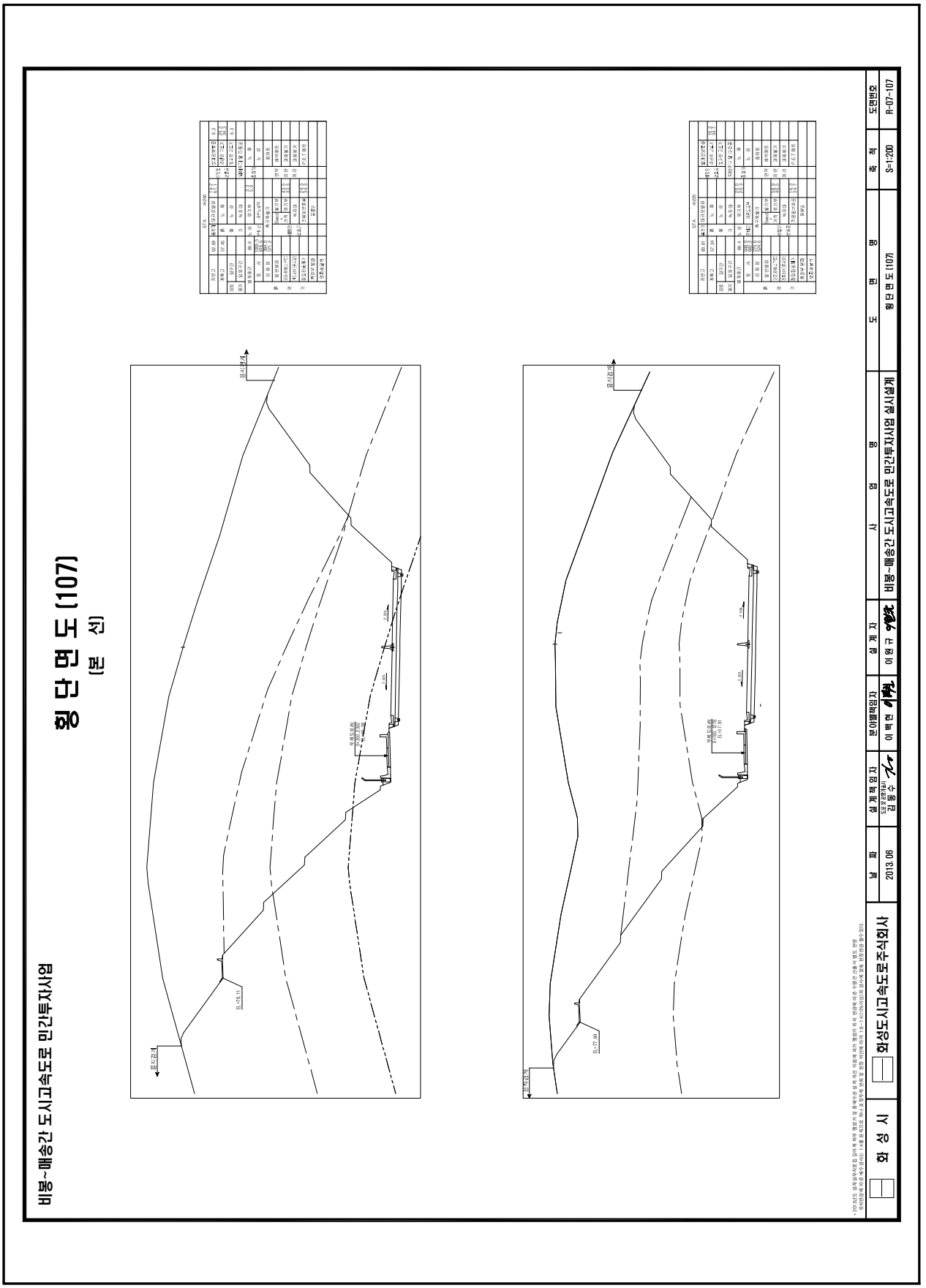
나. 관련도면

1) 횡단면도(1)



<그림 6.1.5> 절토사면 횡단면도(1)

2) 횡단면도(2)



<그림 6.1.6> 절토사면 횡단면도(2)

6.2 자료수집 및 분석

6.2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

<표 6.2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	● 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 설계보고서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	-
	● 설계도면	보유	-
시설물 관리대장	● 기본현황 ● 상세제원 ● 유지관리 이력	보유	-
시공관련 자 료	● 시공관련 자료 ● 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ● 사고기록	보유	-
기존 안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	-
보수·보강이력 자료		보유	-

- 자료조사 결과, 관리주체는 시설물 준공이후 설계도서 및 시공자료를 보유하고 있고, FMS의 시설물관리대장도 적정하게 등록 및 관리되고 있는 것으로 확인되었다. 시설물의 제원은 설계도면과 시설물관리대장이 상호 일치하고 있는 것으로 분석되었다.

6.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과

본 절토사면은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 14회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 6.2.2> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	2,845	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	-	조정순	2017-12-01
2	정기안전점검 (하반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하였으나, 향후 우기시에 대비하여 사면 유실 방지를 위한 식생관리 등이 필요함.	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	-	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검 (상반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	전반적으로 양호함.	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	-	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검 (하반기)	자체수행	1,004	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음	2018-11-07	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	-	이영주	2018-11-14

<표 6.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
5	정기안전점검(상반기)	자체수행	1,004	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	-	이영주	2019-06-24
6	정기안전점검(하반기)	자체수행	1,004	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	-	이영주	2019-11-21
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	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	2020-06-28	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29
8	정기안전점검(하반기)	자체수행	1,004	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	-	이영주	2020-12-10
9	정기안전점검(상반기)	자체수행	-	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	-	이영주	2021-06-28

<표 6.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
10	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	-	이영주	2021-11-29
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	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 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인 들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	-없음	김무열	2022-06-30
12	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2022-11-30	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	-없음	김동민	2022-12-05

<표 6.2.2> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
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.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	-없음	나영일	2023-08-02
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.	2024 01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 지속관찰	나영일	2024-01-31

<표 6.2.3> 2020년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2020년도 정밀안전점검
용역기간		· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA4+140～4+455(좌)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 녹생토 유실
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 상태양호
	이격거리내시설	· L형측구 균열(cw=0.3mm미만), L형측구 균열(cw=0.3mm이상)
	기타시설	· 상태양호
종합의견		- 본 STA.4+140~4+455(좌) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : **B**

<표 6.2.4> 2022년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2022년도 정밀안전점검
용역기간		· 2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA4+140～4+455(좌)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 상태양호
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 상태양호
	이격거리내시설	· 상태양호
	기타시설	· 상태양호
종합의견		- 본 STA.4+140~4+455(좌) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : B

6.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료

대상 절토사면에 대한 시설물정보관리종합시스템(FMS)에 등록된 보수이력은 없는 것으로 확인되었으며, 관리주체 확인결과 중대결함 보수는 없었으며, 경미한 손상에 대한 일상보수 위주로 이루어지고 있어 시설물의 유지관리 향상을 위하여 추후 지속적인 이력관리를 통해 이에 대한 보완이 필요한 것으로 판단된다.

또한, 준공이후 하중상태 등 변화 여부를 파악하기 위해 준공당시 설계도서 및 유지관리이력 등을 참조하여 검토한 결과, 준공이후 용도, 구조, 하중상태 변화는 없는 것으로 조사되었다.

<표 6.2.5> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	-	-	-	-	-

6.2.4 시설물 내진설계 여부 확인

<표 6.2.6> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 여부
절토사면STA.4+140~4+455(좌)	건설공사 비탈면 설계기준(2011, 국토해양부)으로 설계됨

검토단면		평사투영해석	평면파괴 한계평형해석			판 정	비 고
		평면파괴 발생가능성	건기시 (Fs=1.5)	우기시 (Fs=1.2)	지진시 (Fs=1.1)		
깎기 2구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 3구간	좌측	높음	3.666	3.503	3.222	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 6구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	있음	1.688	1.484	1.324		
깎기 7구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	있음	2.231	1.753	1.507		
깎기 8구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 9구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
개착 터널	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		

1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
SL2017-0000091		절토사면(STA4+140~4+455(좌))	시도	비봉-매송간 도시고속도로	연직높이 30미터 이상(옹벽이 있는 경우 옹벽상단으로부터의 높이)를 포함한 절토부로서 단일 수평연장 100미터이상인 도로사면	2종	절토사면	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분				소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	화성시	비봉면 쌍학리 산19-19		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안정점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2019년 06월 29일	유	유	무		dscf2686.jpg dscf2692.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주), 두산중공업(주)	329

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2020년 11월 26일	이영주

비고	

6.2.5 자료수집 및 분석결과

<표 6.2.7> 자료수집 및 분석결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음 -전차 과업 중점점검사항 사면하부 녹생토 유실 L형측구 균열, 파손	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함. -녹생토유실에 대한 진전과 확대여부 확인
	-보수·보강 이력	-보수 이력은 없지만, 관리주체 확인결과 일상 보수가 이루어진 것으로 확인되었다.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

6.3 현장조사 및 시험

6.3.1 개 요

외관조사는 절토사면을 구성하는 각 부위에 대하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 시설물별 점검사항에 근거하여 시행하였으며, 사전조사를 실시하여 기존 점검 및 유지관리자료 등에서 파악된 중점점검 손상의 진전 및 확대, 보수 여부, 보수부 재손상 유무 확인에 주안점을 두고, 현장 투입 전 안전수칙, 인원 및 장비 체크사항, 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 조사를 실시하였으며, 점검대상 부위는 면밀한 조사가 가능하도록 사다리, 점검로 등을 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였다.

또한, 현장시험은 절토사면의 상태평가를 위하여 암석용 슈미트해머를 이용한 암반강도 측정, 토양경도계를 이용한 토양경도 측정, 클리노콤파스, 줄자 등을 이용한 불연속면 조사, 경사계와 스태프를 이용한 사면의 경사 측정, 설계도면, 스태프를 이용한 토층심도 측정 등의 실측조사를 실시하였다. 노출암반에 대해서는 노두를 찾아 조사하였으나, 식생, 낙엽 등으로 덮여 조사 불가한 경우 유사한 지점의 설계 자료를 활용하여 특성을 분석하였다. 금회 조사된 손상현황은 상태평가 및 유지관리 등에 활용하고, 시설물에 대한 지속적인 추적관리와 기술정보 제공이 가능하도록 외관조사망도에 상세히 기록하였다.



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사

<그림 6.3.1> 현장조사 전경

6.3.2 평가대상 분할

가. 구간 및 측점 분할

1) 사면의 분할

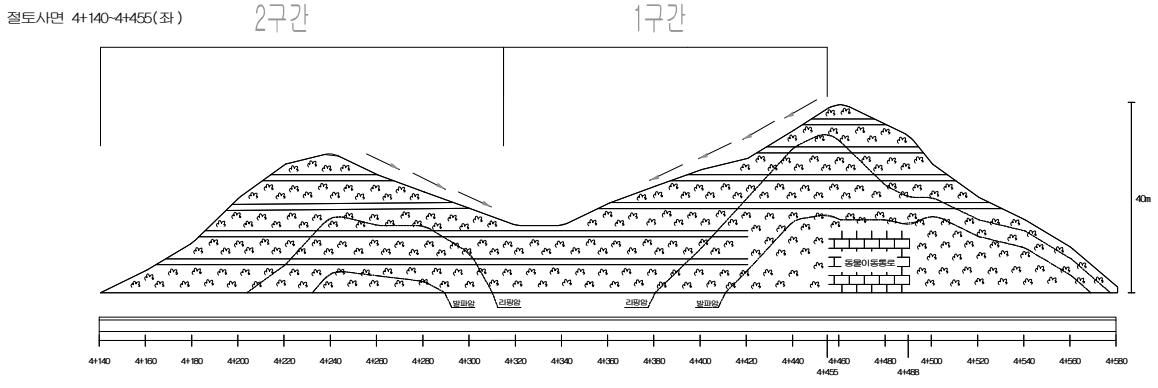
본 사면은 연장 315m, 높이 32.6m의 규모로서 시점부에서 종점부까지가 연속된 동일 절토부로 구성되어 있고, 사면내 계곡부가 없는 단일사면이므로 『세부지침 14.2.1 나)』에 따라서 1개의 사면으로 분할하였다.

2) 구간분할

본 사면의 상태평가를 위한 조사영역을 결정하기 위하여 『세부지침 14.2.1 나)』에 따라서 사면의 구성재료, 지형적 특성, 시설물 규모 등을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 1개의 사면을 2개의 구간으로 분할하였고, 이에 따라 외관조사망도를 구분하여 작성하였다.

<표 6.3.1> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
1구간	140	32.6m	20.0m	0.61	1 : 1.12	토사사면
2구간	175	24.3m	24.3m	1.00	1 : 1.36	토사사면

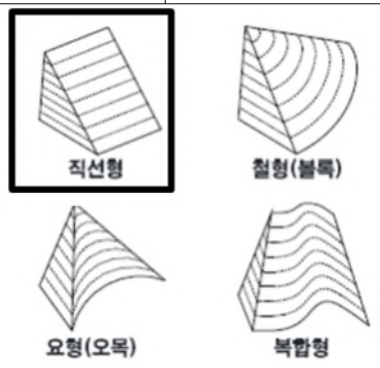
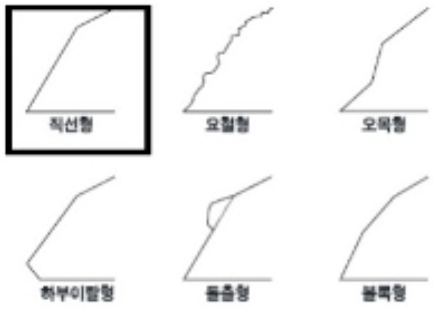


6.3.3 현장조사 체크리스트

<표 6.3.2> 일반현황

<table>
<tr><td>조사일자</td><td colspan="2">2024년 04월 30일</td><td>조사자</td><td colspan="2">진단1팀</td></tr>
<tr><td>일 기</td><td colspan="2">맑음</td><td>현황코드</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>행정구역</td><td colspan="5">경기도 화성시 비봉면 쌍학리 산19-19</td></tr>
<tr><td>위 경 도</td><td colspan="5">시점 : 37°14′06.91″ 126°54′47.42″</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">종점 : 37°14′03.75″ 126°54′31.43″</td></tr>
<tr><td>도 로</td><td colspan="3">왕복4차선</td><td colspan="2">도로폭 : 17m</td></tr>
<tr><td rowspan="5">절토사면</td><td colspan="3">길 이 : 315m (420m)</td><td colspan="2">높 이 : 32.6m</td></tr>
<tr><td colspan="5">경사 / 경사방향 : 1구간 42°/N169°
2구간 36°/N167°</td></tr>
<tr><td colspan="5">도로와의 이격거리 : 평균 9.7 m이상</td></tr>
<tr><td colspan="3">구성물질 : 전반적 토사, 하부에 암반</td><td colspan="2">토층심도 : 20m~24.3m</td></tr>
<tr><td colspan="5">소 단 : 4</td></tr>
<tr><td rowspan="4">낙석/뜬돌</td><td colspan="3">낙석 존재유무 : 무</td><td colspan="2">낙석의 양 :</td></tr>
<tr><td colspan="5">낙석 평균크기 : -
낙석 최대크기 : -</td></tr>
<tr><td colspan="3">뜬돌 존재유무 : 무</td><td colspan="2">뜬돌의 양 : -</td></tr>
<tr><td colspan="5">뜬돌 평균크기 : -</td></tr>
<tr><td rowspan="7">절토사면
시공현황</td><td>종 류</td><td colspan="2">위 치</td><td colspan="2">상 태</td></tr>
<tr><td>낙석방지울타리</td><td colspan="2">118m~187m, 268m~367m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>낙석방지망</td><td colspan="2">118m~187m</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>소단배수로</td><td colspan="2">1구간 3소단(78m), 2구간 3소단(65m)</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>산마루측구</td><td colspan="2">종점부 (77m)</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>점검로</td><td colspan="2">250m (1개소)</td><td colspan="2">양호</td></tr>
<tr><td>쏘일네일링, 영구앙카</td><td colspan="2">없음</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">붕괴이력</td><td>유 형</td><td colspan="2">규 모</td><td colspan="2">위 치</td></tr>
<tr><td>-</td><td colspan="2">-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>기 타</td><td colspan="5">시점부 생태통로 구조물</td></tr>
</table>

<표 6.3.3> 지형·지질 및 식생

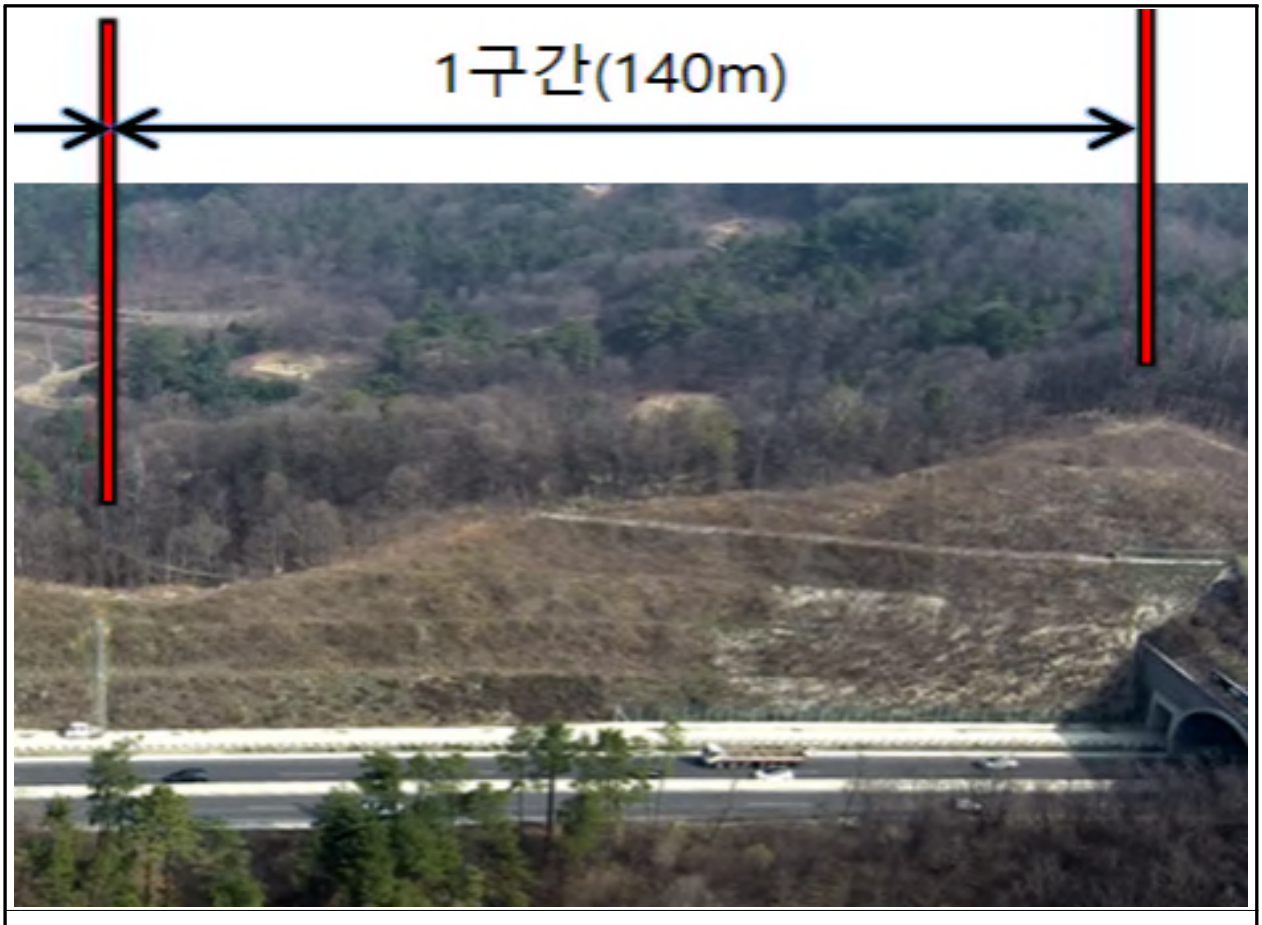
<table>
<tr><td rowspan="3">주변지형의 특성</td><td colspan="2">주변지형</td><td colspan="4">산악</td></tr>
<tr><td colspan="2">종단면 형상</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타특징</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>사면의 특성</td><td>종횡단면</td><td colspan="2"> 
</td><td>종단면특성</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="7">상부자연사면</td><td colspan="2">경사도</td><td colspan="4">-24°~15°</td></tr>
<tr><td colspan="2">인장균열</td><td colspan="4">없음</td></tr>
<tr><td colspan="2">포행흔적</td><td colspan="4">없음</td></tr>
<tr><td colspan="2">수목의 기울어짐</td><td colspan="4">없음</td></tr>
<tr><td colspan="2">인공구조물</td><td colspan="4">시점부 생태통로 구조물</td></tr>
<tr><td colspan="2">산마루측구</td><td colspan="4">종점부 (77m)</td></tr>
<tr><td colspan="2">계곡부</td><td colspan="4">없음</td></tr>
<tr><td>지 질</td><td colspan="2">지질각론
(지반조사보고서참조)</td><td colspan="4">• 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</td></tr>
<tr><td rowspan="3">식 생</td><td>①종류</td><td>초 본</td><td>관 목</td><td>침 엽 수</td><td>활 엽 수</td></tr>
<tr><td>②밀도</td><td>중</td><td>하</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>③근계특징</td><td colspan="4">천근성(○), 심근성( )</td></tr>
</table>

6.3.3 외관조사 결과

가. 1구간

1) 현황(지형 및 지질)

- 대상 절토사면은 평면선형 직선형, 종단형상은 직선형이며, 주향 N79°E의 방향성을 보이고 있다. 사면경사는 약 1:1.12로 시공되어 있는 주요 구성 물질이 토사인 토사사면이다.
- 상부 자연사면은 -19°~8°로 하향과 상향 경사로 이루어져 있으며, 일부구간 소단배수로가 설치되어 있고 지형특성상 지표수의 사면 외곽처리가 양호한 조건으로 판단된다.
- 사면의 토층심도가 20.0m이며, 일부 하부에 노출된 암반은 발파의 암질을 보이고 절리가 분포하고 있으나 대규모 암반파괴 가능성은 낮은 것으로 보이고, 절리면의 경사방향과 각도가 역절리로 나타나 일부 소규모 낙석발생 가능성이 있을 것으로 판단되나, 낙석방지망이 설치되어 있어 현재 상태는 낙서발생은 낮은 것으로 판단된다. 주기적인 점검과 지속적인 주의 관찰이 필요하다.
- 하부 암반은 시공당시 절취된 상태로 녹생토로 표면 보호와 낙석방지를 위한 낙석방지망과 낙석방지 울타리가 설치되어 있다
- 그 외 토사사면은 표면보호를 위해 전 사면에 식생이 적용되어 있다.



1구간

2) 상부자연사면

a. 외관조사 결과

- 상부자연사면에서 사면 이상여부의 전조현상인 인장균열 및 침하 등의 발생여부와 인공시설물(봉분, 송전탑, 농경지 등)의 분포여부 및 사면경사의 완급에 따른 지표수의 사면내 영향여부 등에 주안점으로 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



상부자연사면 전경(STA.4+440)



상부자연사면 전경(STA.4+455)

<그림 6.3.2> 상부자연사면 손상현황

<표 6.3.4> 상부자연사면 손상물량

구 분			1구간	합계
상부자연사면	상태양호	-	-	-

<표 6.3.5> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 상부자연사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

3) 사면

a. 외관조사 결과

- 사면의 파괴징후인 단차, 배부름 등의 지반 변형여부와 토사구간의 지반포화에 의한 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴, 지하수 용출 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



사면 전경(STA.4+440)



사면 전경(STA.4+400)

<그림 6.3.3> 사면 손상현황

<표 6.3.6> 사면 손상물량

구 분			1구간	합계
사면	상태양호	-	-	-

<표 6.3.7> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

4) 사면하부

a. 외관조사 결과

- 사면하부는 지하수가 용출되기 쉬운 지점으로 지하수의 용출여부를 관찰하고, 낙석방지망 배면에 적치된 토석더미로 인한 낙석방지망의 구조적 불안전성여부와 사면하부 암이탈로 지지력 상실여부 등에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



사면 하부 전경(STA.4+360)



사면 하부 전경(STA.4+420)

<그림 6.3.4> 사면하부 손상현황

<표 6.3.8> 사면하부 손상물량

구 분			1구간	합계
사면하부	상태양호	-	-	-

<표 6.3.9> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면 하부의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

5) 보호시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 표면보호를 위하여 토사구간은 종자분사파종 공법, 녹생토 공법을 적용하였으며, 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.
- 외관조사 결과, 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



보호시설 전경(STA.4+420)



보호시설 전경(STA.4+440)

<그림 6.3.5> 보호시설 손상현황

<표 6.3.10> 보호시설 손상물량

구 분			1구간	합계
보호시설	상태양호	-	-	-

<표 6.3.11> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보호시설의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

6) 보강시설

a. 외관조사 결과

- 본 절토사면은 보강시설이 시공되지 않은 것으로 조사되었다.

7) 배수처리시설

a. 외관조사 결과

- 배수처리시설은 지표수 및 지하수의 처리를 원활하게 하여 사면의 침식과 더불어 표층 붕괴를 방지하기 위해 충분한 용량을 확보하여야 하며, 기능발휘에 장애가 없어야 한다.
- 외관조사결과 4+240지점, 4+180지점에서 낙엽퇴적이 발견되었다. 배수 기능에는 문제가 없지만 원활한 배수를 위해 청소가 필요한 것으로 판단된다. 이외 균열, 파손 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



배수처리시설 전경



배수처리시설 전경

<그림 6.3.6> 배수처리시설 손상현황

<표 6.3.12> 배수처리시설 손상물량

구 분			1구간	합계
배수처리시설	상태양호	-	-	-

<표 6.3.13> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
배수처리시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 누수 및 체수의 현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

8) 이격거리내 시설

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 이격거리내 시설은 낙석방지 울타리, L형 측구가 있는 것으로 조사 되었으며, 사면과 도로와의 이격은 평균 9.7m로 조사되었다. 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 사면의 파괴징후인 구조물의 변형 여부와 낙석에 의한 파손 등 기능 상실여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



이격거리내 시설 전경



이격거리내 시설 전경

<그림 6.3.7> 이격거리내 시설 손상현황

<표 6.3.14> 이격거리내시설 손상물량

구 분			1구간	합계
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-

<표 6.3.15> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 이격거리내 시설의 보수부 재손상 및 신규손상 발생여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

9) 자연적 외부요인

a. 강우 및 지하수 조건

지점번호	지점명	일시	강수량(mm)	일최다강수량(mm)	일최다강수량일자
119	수원	1994	1045.6	101.3	1994-08-28
119	수원	1995	1653.3	227.3	1995-08-19
119	수원	1996	952.1	153.6	1996-06-17
119	수원	1997	1394.3	150.4	1997-07-01
119	수원	1998	1626.9	208.1	1998-08-08
119	수원	1999	1556.1	153	1999-09-20
119	수원	2000	1328.8	333.2	2000-07-22
119	수원	2001	1067.2	120.3	2001-07-29
119	수원	2002	1231.7	203	2002-08-07
119	수원	2003	1514.8	121.5	2003-07-22
119	수원	2004	1217	89.5	2004-06-19
119	수원	2005	1427.7	84.5	2005-09-30
119	수원	2006	1362.7	169.5	2006-07-16
119	수원	2007	1325	82	2007-07-19
119	수원	2008	1342.9	121	2008-07-24
119	수원	2009	1541.2	272.5	2009-07-12
119	수원	2010	1470.6	97.5	2010-08-29
119	수원	2011	1975.9	190	2011-07-03
119	수원	2012	1748.3	276.5	2012-07-06
119	수원	2013	1240.1	79	2013-07-13
119	수원	2014	1029.1	117.7	2014-08-21
119	수원	2015	751.1	64.7	2015-07-29
119	수원	2016	1023.4	104.2	2016-07-01
119	수원	2017	1328.6	130.8	2017-08-20
119	수원	2018	1293.1	124.8	2018-08-28
119	수원	2019	915.8	108	2019-07-26
119	수원	2020	1635.5	134.2	2020-08-09
119	수원	2021	1084.4	70.9	2021-09-01
119	수원	2022	1864.0	285.0	2022-06-30
119	수원	2023	1409.4	91.6	2023-08-10
30개년 평균값			4465.6/30 = 148.85		

- 세부지침에 따라 해당지역의 평년 최대 강우강도를 1일 강우량으로 조사하였으며, 기상청 자료를 취득하여 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm로 조사되어 1일 강우량 100mm이상, 150mm미만으로 평가한다.

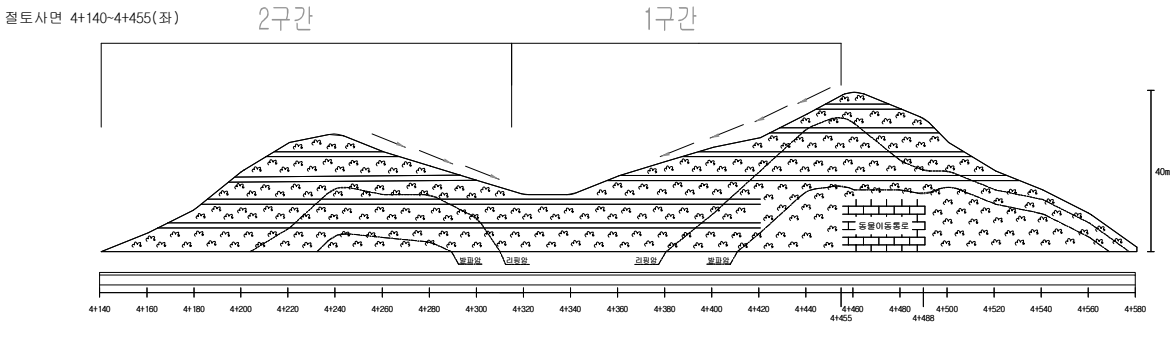
10) 사면형상

a. 사면경사

- 본 시설물 1구간의 평균 사면경사는 1:1.12 로 준공도서와 현장조사를 통해 검토되었다.

b. 집수지형

- 본 시설물 1구간의 집수지형은 시점부와 생태통로 사이에 1개소에서 집수지형이 조사되었으며, 그 외 상부자연사면은 하향으로 조사되었다.



11) 인위요인

a. 표면보호

- 표면 보호상태의 육안조사결과 대체적으로 식생이 양호한 상태로 조사되어있어 평가기준은 b 등급으로 산정한다.

b. 보호/보강상태

- 보호/보강상태인 부대시설의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

c. 배수조건

- 배수조건에 대한 조사결과 대체적으로 완전배수가 가능하며, 건조상태를 유지하고 있는 것으로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

12) 공중이 이용하는 부위

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 공중이 이용하는 부위는 사면하부의 도로부로서, 지반변형에 의한 침하, 히빙, 파손, 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



공중이 이용하는 부위 전경



공중이 이용하는 부위 전경

<그림 6.3.9> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 6.3.16> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분			1구간	합계
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-

<표 6.3.17> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

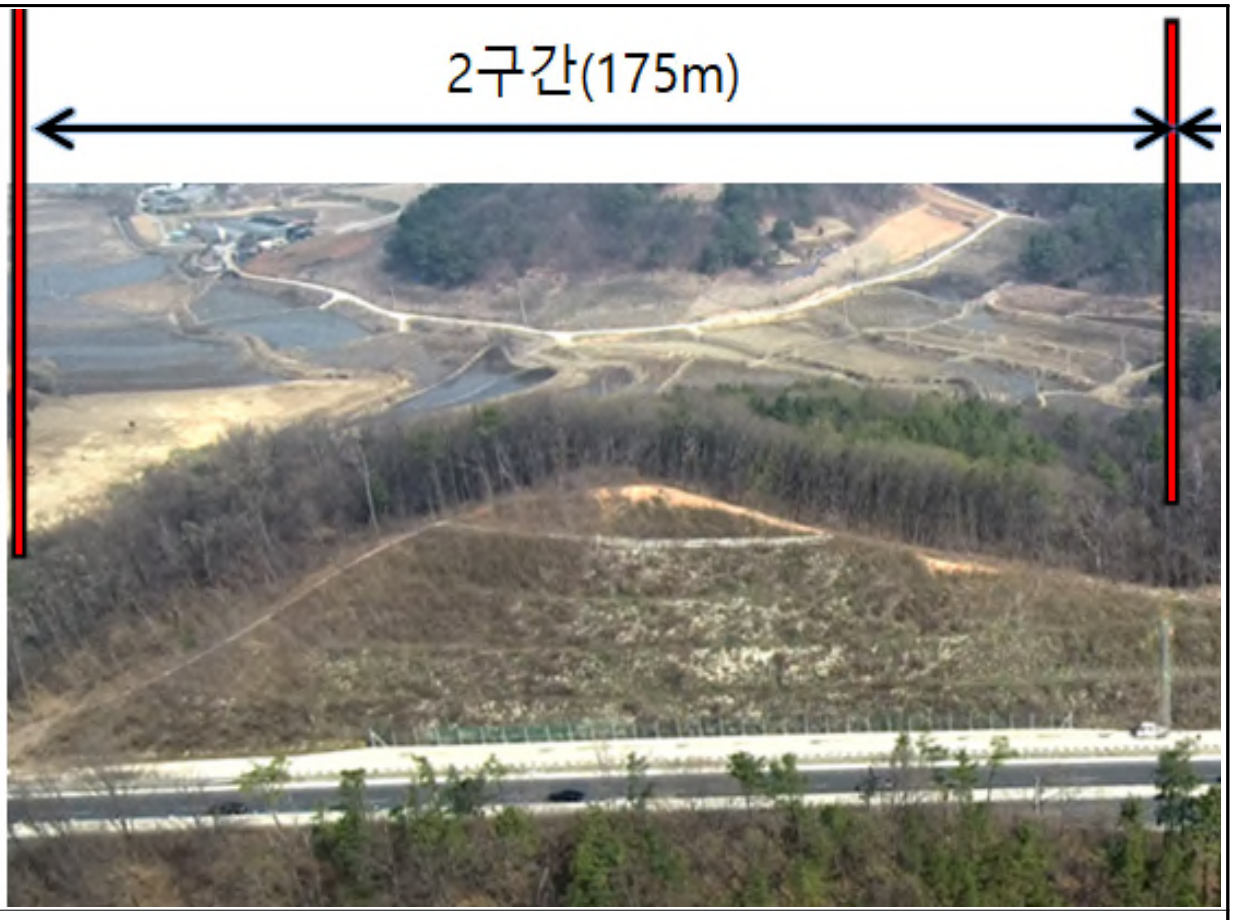
d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 공중이 이용하는 부위의 기능성 및 손상 여부을 관찰하는 것이 바람직하다.

나. 2구간

1) 현황(지형 및 지질)

- 대상 절토사면은 평면선형 직선형, 종단형상은 직선형이며, 주향 N77°E의 방향성을 보이고 있다. 사면경사는 약 1:1.36로 시공되어 있는 주요 구성 물질이 토사인 토사사면이다.
- 상부 자연사면은 -24°~15°로 하향과 상향 경사로 이루어져 있으며, 일부구간 산마루 측구와 소단배수로가 설치되어 있고 지형특성상 지표수의 사면 외곽처리가 양호한 조건로 판단된다.
- 사면의 토층심도가 24.0m이며, 하부에 노출된 암반은 발파의 암질을 보이고 절리가 분포하고 있으나 대규모 암반파괴 가능성은 낮은 것으로 보이고, 절리면의 경사방향과 각도가 역절리로 나타나 일부 소규모 낙석발생 가능성이 있을 것으로 판단되나, 낙석방지망이 설치되어 있어 현재 상태는 낙서발생은 낮은 것으로 판단된다. 주기적인 점검과 지속적인 주의 관찰이 필요하다.
- 하부 암반은 시공당시 절취된 상태로 녹생토로 표면 보호와 낙석방지를 위한 낙석방지망과 낙석방지 울타리가 설치되어 있다
- 그 외 토사사면은 표면보호를 위해 전 사면에 식생이 적용되어 있다.



2구간

2) 상부자연사면

a. 외관조사 결과

- 상부자연사면에서 사면 이상여부의 전조현상인 인장균열 및 침하 등의 발생여부와 인공시설물(봉분, 송전탑, 농경지 등)의 분포여부 및 사면경사의 완급에 따른 지표수의 사면내 영향여부 등에 주안점으로 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



상부자연사면 전경(STA.4+260)



상부자연사면 전경(STA.4+260)

<그림 6.3.10> 상부자연사면 손상현황

<표 6.3.18> 상부자연사면 손상물량

구 분			2구간	합계
상부자연사면	상태양호	-	-	-

<표 6.3.19> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 상부자연사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

3) 사면

a. 외관조사 결과

- 사면의 파괴징후인 단차, 배부름 등의 지반 변형여부와 토사구간의 지반포화에 의한 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴, 지하수 용출 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



사면 전경(STA.4+180)



사면 전경(STA.4+200)

<그림 6.3.11> 사면 손상현황

<표 6.3.20> 사면 손상물량

구 분			2구간	합계
사면	상태양호	-	-	-

<표 6.3.21> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

4) 사면하부

a. 외관조사 결과

- 사면하부는 지하수가 용출되기 쉬운 지점으로 지하수의 용출여부를 관찰하고, 낙석방지망 배면에 적치된 토석더미로 인한 낙석방지망의 구조적 불안전성여부와 사면하부 암이탈로 지지력 상실여부 등에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 기존손상인 275m지점에서 녹생토 유실(0.8m x 35.0m)의 손상이 조사되었으나 점검자의 편차 및 녹생토 유실의 손상이 제거 되었다. 그 외 구간은 대체적으로 양호한 상태로 조사되었다. 녹생토 유실은 우류에 의해 급경사에서 침식이 발생한 것으로 보인다.

b. 손상현황



사면하부 전경(4+540)



사면하부 전경(4+540)

<그림 6.3.12> 사면하부 손상현황

<표 6.3.22> 사면하부 손상물량

구 분			2구간	합계
사면하부	상태양호	-	-	-

<표 6.3.23> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면 하부의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

5) 보호시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 표면보호를 위하여 토사구간은 종자분사파종 공법, 녹생토 공법을 적용하였으며, 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.
- 외관조사 결과, 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



보호시설 전경(STA.4+340)



보호시설 전경(STA.4+180)

<그림 6.3.13> 보호시설 손상현황

<표 6.3.24> 보호시설 손상물량

구 분			2구간	합계
보호시설	상태양호	-	-	-

<표 6.3.25> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보호시설의 기능성 및 손상 여부을 관찰하는 것이 바람직하다.

6) 보강시설

a. 외관조사 결과

- 본 절토사면은 보강시설이 시공되지 않은 것으로 조사되었다.

7) 배수처리시설

a. 외관조사 결과

- 배수처리시설은 지표수 및 지하수의 처리를 원활하게 하여 사면의 침식과 더불어 표층 붕괴를 방지하기 위해 충분한 용량을 확보하여야 하며, 기능발휘에 장애가 없어야 한다.
- 외관조사결과 소단배수로는 토사퇴적, 균열, 파손 등의 손상이 없는 상호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



소단배수로 낙엽퇴적(STA.4+240)



산마루측구 낙엽퇴적(STA.4+180)

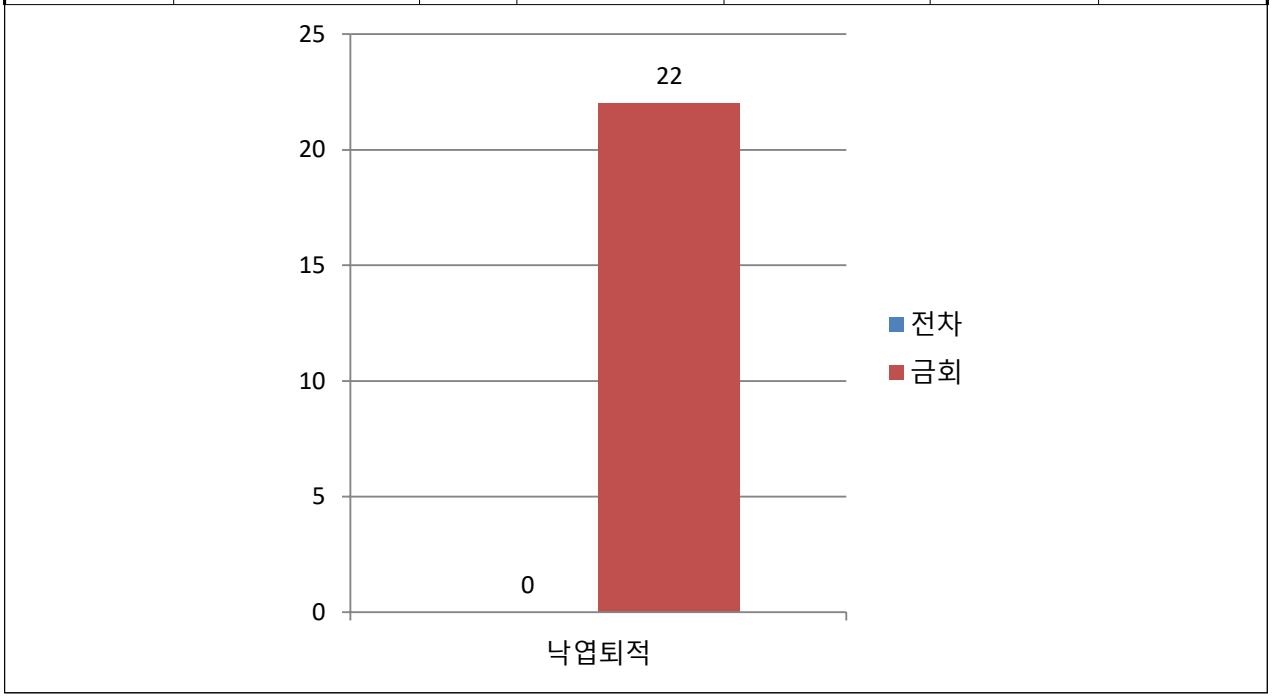
<그림 6.3.14> 배수처리시설 손상현황

<표 6.3.26> 배수처리시설 손상물량

구 분			2구간	합계
산마루측구	낙엽퇴적	㎡/ea	10.0/1	10.0/1
소단배수로	낙엽퇴적	㎡/ea	12.0/1	12.0/1

<표 6.3.27> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
배수처리시설	낙엽퇴적	㎡/ea	-	22.0	증가(▲22.0)	-



c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 누수 및 체수의 현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

8) 이격거리내 시설

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 이격거리내 시설은 낙석방지 울타리, L형 측구가 있는 것으로 조사 되었으며, 사면과 도로와의 이격은 평균 9.7m로 조사되었다. 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 사면의 파괴징후인 구조물의 변형여부와 낙석에 의한 파손 등 기능 상실여부에 주안점을 두고 조사하였다.

- 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황

	
이격거리내 시설 전경	이격거리내 시설 전경

<그림 6.3.15> 이격거리내 시설 손상현황

<표 6.3.28> 이격거리내시설 손상물량

구 분			1구간	합계
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-

<표 6.3.29> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 이격거리내 시설의 보수부 재손상 및 신규손상 발생여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

9) 자연적 외부요인

a. 강우 및 지하수 조건

지점번호	지점명	일시	강수량(mm)	일최다강수량(mm)	일최다강수량일자
119	수원	1994	1045.6	101.3	1994-08-28
119	수원	1995	1653.3	227.3	1995-08-19
119	수원	1996	952.1	153.6	1996-06-17
119	수원	1997	1394.3	150.4	1997-07-01
119	수원	1998	1626.9	208.1	1998-08-08
119	수원	1999	1556.1	153	1999-09-20
119	수원	2000	1328.8	333.2	2000-07-22
119	수원	2001	1067.2	120.3	2001-07-29
119	수원	2002	1231.7	203	2002-08-07
119	수원	2003	1514.8	121.5	2003-07-22
119	수원	2004	1217	89.5	2004-06-19
119	수원	2005	1427.7	84.5	2005-09-30
119	수원	2006	1362.7	169.5	2006-07-16
119	수원	2007	1325	82	2007-07-19
119	수원	2008	1342.9	121	2008-07-24
119	수원	2009	1541.2	272.5	2009-07-12
119	수원	2010	1470.6	97.5	2010-08-29
119	수원	2011	1975.9	190	2011-07-03
119	수원	2012	1748.3	276.5	2012-07-06
119	수원	2013	1240.1	79	2013-07-13
119	수원	2014	1029.1	117.7	2014-08-21
119	수원	2015	751.1	64.7	2015-07-29
119	수원	2016	1023.4	104.2	2016-07-01
119	수원	2017	1328.6	130.8	2017-08-20
119	수원	2018	1293.1	124.8	2018-08-28
119	수원	2019	915.8	108	2019-07-26
119	수원	2020	1635.5	134.2	2020-08-09
119	수원	2021	1084.4	70.9	2021-09-01
119	수원	2022	1864.0	285.0	2022-06-30
119	수원	2023	1409.4	91.6	2023-08-10
30개년 평균값			4465.6/30 = 148.85		

- 세부지침에 따라 해당지역의 평년 최대 강우강도를 1일 강우량으로 조사하였으며, 기상청 자료를 취득하여 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm로 조사되어 1일 강우량 100mm이상, 150mm미만으로 평가한다.

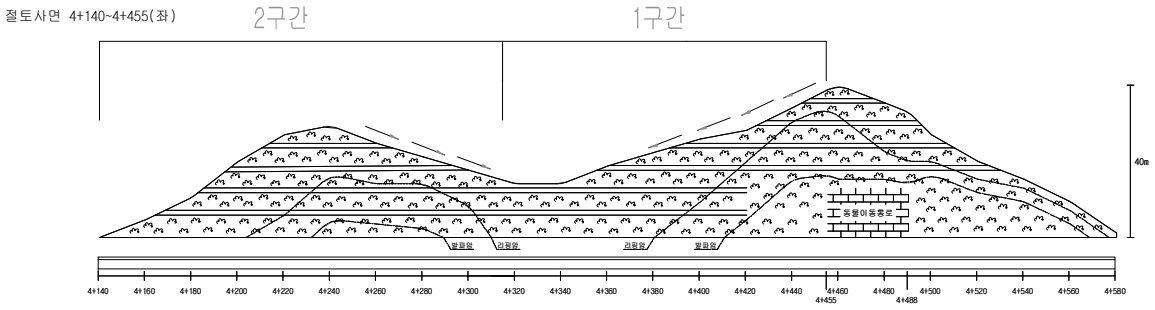
10) 사면형상

a. 사면경사

- 본 시설물 2구간의 평균 사면경사는 1:1.36으로 준공도서와 현장조사를 통해 검토되었다.

b. 집수지형

- 본 시설물 2구간의 집수지형은 시점부와 생태통로 사이에 1개소에서 집수지형이 조사되었으며, 그 외 상부자연사면은 하향으로 조사되었다.



11) 인위요인

a. 표면보호

- 표면 보호상태의 육안조사결과 대체적으로 식생이 양호한 상태로 조사되어있어 평가기준은 b 등급으로 산정한다.

b. 보호/보강상태

- 보호/보강상태인 부대시설의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

c. 배수조건

- 배수조건에 대한 조사결과 대체적으로 완전배수가 가능하며, 건조상태를 유지하고 있는 것으로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

12) 공중이 이용하는 부위

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 공중이 이용하는 부위는 사면하부의 도로부 지반변형에 의한 침하, 히빙, 파손, 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



공중이 이용하는 부위 전경



공중이 이용하는 부위 전경

<그림 6.3.17> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 6.3.30> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분			1구간	합계
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-

<표 6.3.31> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 공중이 이용하는 부위의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

6.3.5 현장시험 및 측정

가. 개 요

본 사면은 토사사면으로서 현장시험 항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 토사사면 기준을 적용하였고, 현장여건(사면규모 및 환경조건 등)을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 시설물의 분석이 객관적이고, 보편타당하게 이루어지게 하기 위해 조사 자료를 충분히 확보할 수 있도록 기준수량 이상으로 결정하였다.

시험항목	기준수량	금회 시험수량
토양경도시험	3개소(토심 가장 두꺼운 곳)	1구간 : 3개소
		2구간 : 3개소

나. 시험 및 조사전경

현장 시험 측정위치는 외관조사망도에 수록하였다.



사면 경사 측정 전경



토양경도 측정 전경



사면 경사 측정 전경



사면 경사 측정 전경

<그림 6.3.18> 현장시험 및 측정전경

다. 시험항목 및 수량

<표 6.3.32> 암반 강도시험에 따른 암반판정 결과

시험항목	기준수량	금회 시험수량
토양경도시험	3개소(토심 가장 두꺼운 곳)	1구간 : 3개소
		2구간 : 3개소

라. 토양경도 시험결과

1구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 14.7mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트로 이루어진 보통~조밀한 상태인 것으로 판단된다.

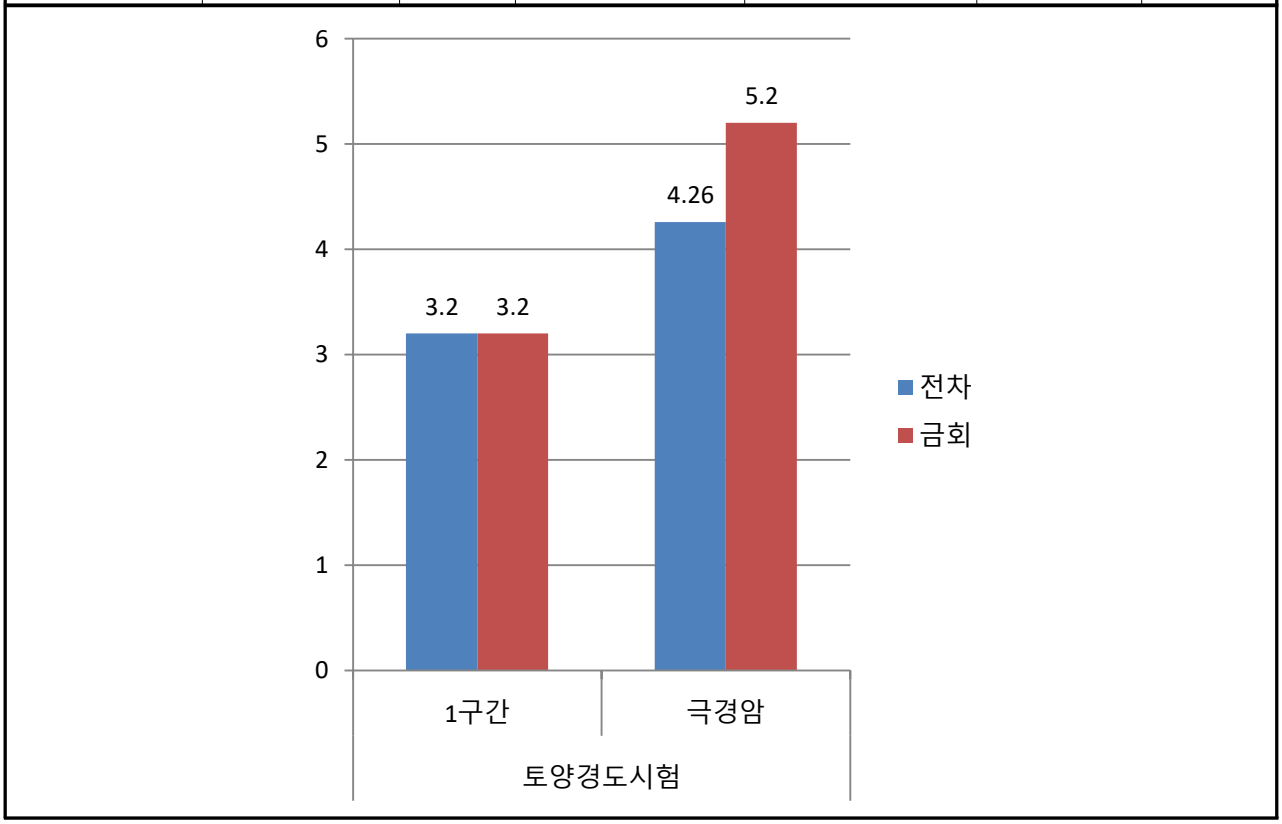
2구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 18.4mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.

<표 6.3.33> 토양경도 시험 측정결과

구간	구분	측정위치	관입깊이(W) 평균값	경도값R (kg/㎠)	판정
1	1	4K+370	14.7	2.9	모래질실트/보통
	2	4K+360	15.5	3.2	모래질실트/조밀
	3	4K+360	15.9	3.5	모래질실트/조밀
2	1	4K+190	18.4	4.9	모래질실트/조밀
	2	4K+200	19.2	5.6	모래질실트/조밀
	3	4K+200	18.4	5.0	모래질실트/조밀

<표 6.3.34> 토양경도 시험 전차비교

구분		단위	토양경도 값		증 감	비고
시험항목	위치		2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
토양경도시험	1구간	kg/㎠	3.2	3.2	-	-
	2구간	kg/㎠	4.26	5.2	증가(▲0.94)	-



전차 점검결과와 비교 분석한 결과, 조사위치, 방법, 기타요인 등에 의해 다소 차이는 있으나, 전반적으로 유사한 값으로 평가되어 공용년수 경과에도 지반상태의 변동은 거의 없는 것으로 판단된다.

마. 사면경사 측정

본 절토사면의 경사 측정결과는 아래 표와 같다.

<표 6.3.35> 절토사면 경사 측정결과

측정위치		측정경사	설계경사	판정
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
평균경사		1 : 0.98	1 : 0.93	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
평균경사		1 : 1.2	1 : 0.975	O.K

본 절토사면에 대한 경사 측정결과, 1구간 약 1:0.6~1:1.2, 2구간 약 1:0.7~1:1.2 로 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.

바. 토층심도 측정

토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과 1구간 토층심도는 20.0m, 2구간 토층심도는 24.3m로 확인되었다.

6.3.6 현장조사 및 시험결과 요약

본 절토사면에 대한 현장조사 및 시험·측정 결과를 다음과 같이 요약하였다.

<표 6.3.36> 현장조사 및 시험·측정 결과 요약 -1구간

구 분		점 검 결 과
상부자연사면		• 상부자연사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면		• 사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면하부		• 사면하부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보호시설		• 보호시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보강시설		• 보강시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
배수처리시설		• 배수처리시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
이격거리내 시설		• 이격거리내시설은 파손, 변형 등이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
공중이 이용하는 부위		• 공중이 이용하는 부위는 파손, 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
현장시험	토양경도	• 1구간 토양경도를 측정한 결과 전 개소 관입깊이는 14.7mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트/보통~조밀 상태인 것으로 판단된다.
	경사측정	• 전구간 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
	토층심도	• 본 절토사면의 준공도면, 현장 육안관찰을 통하여 조사한 결과 1구간 20.0m 확인되었다.

<표 6.3.37> 현장조사 및 시험·측정 결과 요약 -2구간

구 분		점 검 결 과
상부자연사면		• 상부자연사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면		• 사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면하부		• 사면하부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보호시설		• 보호시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보강시설		• 보강시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
배수처리시설		• 배수처리시설은 산마루측구에서 낙엽퇴적 1개소, 소단배수로에서 낙엽퇴적 1개소에서 조사되었다. 배수기능에는 문제 없으나, 원활한 배수를 위해 청소가 필요할것으로 사료된다.
이격거리내 시설		• 이격거리내시설은 파손, 변형 등이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
공중이 이용하는 부위		• 공중이 이용하는 부위는 파손, 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
현장시험	토양경도	• 2구간 토양경도를 측정한 결과 전 개소 관입깊이는 18.4mm이상으로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트/조밀 상태인 것으로 판단된다.
	경사측정	• 전구간 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
	토층심도	• 본 절토사면의 준공도면, 현장 육안관찰을 통하여 조사한 결과 2구간은 24.3m로 확인되었다.

6.4 상태평가

6.4.1 사면의 분류

지반 및 지질조건에 따른 사면의 거동특성 및 파괴양상에 대한 분석을 통해 절토사면은 토층심도율(SR)에 의해 토사사면과 암반사면으로 구분할 수 있으며, 암반사면은 다시 지반강도특성 및 암반의 블록크기 비(BR)에 의해 절리암반사면, 파쇄암반사면, 연약암반사면으로 세분될 수 있다. 본 사면은 1구간. 2구간 모두 토층심도율 0.4이상으로 토사사면으로 분류하였다.

<표 6.4.1> 절토사면의 분류

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

1) 1구간-토층심도율

- $SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} = \frac{\text{토층심도}}{\text{사면높이}} = \frac{20.0}{32.6} = 0.61 \geq 0.4$

2구간-토층심도율

- $SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} = \frac{\text{토층심도}}{\text{사면높이}} = \frac{24.3}{24.3} = 1.0 \geq 0.4$

2)분류결과

- 1구간 토사사면 : SR= 0.61
- 2구간 토사사면 : SR= 1.00

6.4.2 상태평가 결과

본 과업 대상 시설물의 현황은 깎기 높이가 32.6m이며, 토층 심도가 20.0m 내외로 조사되어 토층심도율 0.4이상이므로 토사사면으로 확인되었다. 상태평가 결과 "**B**"로 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다.

<표 6.4.2> 1구간 토사사면 손상상태 조사결과표

시설물명	절토사면STA.4+140~4+455(좌)		표번호	표 6.4.2	
사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호 1-4	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위 치	규모	0	
	발생규모	-	없음		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.000			사면 손상상태 점수 = 0		

<표 6.4.3> 1구간 토사사면 파괴요인 조사결과표

시설물명	절토사면STA.4+140~4+455(좌)		표번호	표 6.4.3	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	토사	토질조건	d (보통)	3	
1-6		토층심도율	d (0.61)	3	
2. 사면형상					
1-7	사면경사		d (평균 1: 98)	8	
1-8	집수지형		b (1개소)	1	
3. 자연적 외부요인					
1-9	강우 및 지하수	강우량	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	6	
4. 인위적 외부요인					
1-10	표면보호		b (식생양호)	1	
1-11	배수조건		a (완전배수)	0	
1-12	보호/보강상태		a (양호함)	0	
사면 파괴요인 지수 (f2) = 0.423			사면 파괴요인 결함점수 = 22		

<표 6.4.4> 1구간 상태평가 등급 산정표

시설물명			절토사면STA.4+140~4+455(좌) 1구간				표번호
근거표 번호			표 6.4.2, 6.4.3				표 6.4.4
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반상태	토질조건	3	c	22	f2=0.423	C
		토층심도율	3	d			
	사면형상	사면경사	8	e			
		집수지형	1	b			
	자연요인	강우 및 지하수	6	d			
	인위요인	표면보호	1	b			
		배수조건	0	a			
		보호/보강상태	0	a			
합계(∑)			22		22	F=0.289	B
상태평가결과			• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = C등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 6.4.5> 1구간 공중이 이용하는부위

추락방지시설	
평가기준	상 태
a	**ㅇ규격에 맞게 설치되어 있고 손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태**
b	ㅇ추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	ㅇ추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	ㅇ고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생 할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	ㅇ추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태
도로포장	
평가기준	상 태
a	**ㅇ포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태**
b	ㅇ포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	ㅇ포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불쾌감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	ㅇ깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ㅇ배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	ㅇ도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

<표 6.4.5> 1구간 공중이 이용하는부위(계속)

도로부 신축이음부	
평가기준	상 태
a	ㅇ신축이음부에 손상이 없는 상태
b	ㅇ신축이음 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	ㅇ신축이음 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	ㅇ신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ㅇ신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	ㅇ신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태
환기구 등의 덮개	
평가기준	상 태
a	ㅇ규격에 맞게 설치되어 있고 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ㅇ기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	ㅇ덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	ㅇ결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

- 1구간에 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가 결과 이상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

<표 6.4.6> 2구간 토사사면 손상상태 조사결과표

시설물명	절토사면STA.4+140～4+455(좌)		표번호	표 6.4.5	
사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
2-1	인장균열	-	없음	0	
2-2	지반변형	-	없음	0	
2-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호 2-4	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위 치	규모	0	
	발생규모	-	없음		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.000		사면 손상상태 점수 = 0			

<표 6.4.7> 2구간 토사사면 파괴요인 조사결과표

시설물명	절토사면STA.4+140～4+455(좌)		표번호	표 6.4.6	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
2-5	토사	토질조건	b (조밀)	2	
2-6		토층심도율	e (1.0)	4	
2. 사면형상					
2-7	사면경사		c (평균 1: 1.2)	6	
2-8	집수지형		b (1개소)	1	
3. 자연적 외부요인					
2-9	강우 및 지하수	지하수	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	6	
4. 인위적 외부요인					
2-10	표면보호		b (식생양호)	1	
2-11	배수조건		a (완전배수)	0	
2-12	보호/보강상태		a (양호함)	0	
사면 파괴요인 지수 (f2) = 0.385			사면 파괴요인 결함점수 = 20		

<표 6.4.8> 2구간 상태평가 등급 산정표

시설물명			절토사면STA.4+140~4+455(좌) 2구간				표번호
근거표 번호			표 6.4.5, 6.4.6				표 6.4.7
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반상태	토질조건	2	b	20	f2=0.385	C
		토층심도율	4	e			
	사면형상	사면경사	6	c			
		집수지형	1	b			
	자연요인	강우 및 지하수	6	d			
	인위요인	표면보호	1	b			
		배수조건	0	a			
		보호/보강상태	0	a			
합계(∑)			20		20	F=0.263	B
상태평가결과			• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = C등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 6.4.9> 2구간 공중이 이용하는 부위

추락방지시설	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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
도로포장	
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

<표 6.4.9> 2구간 공중이 이용하는 부위(계속)

도로부 신축이음부	
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	
평가기준	상 태
a	○규격에 맞게 설치되어 있고 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

- 2구간에 공중이 이용하는 부위에 대한 상태평가 결과 이상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.

<표 6.4.10> 사면 상태평가 등급 산정표

구간	사면구분	구분별 상태평가 결과	절토사면 상태평가 결과
1구간	토사사면	B (0.289)	B (0.289)
2구간	토사사면	B (0.263)	

• 상태평가 결과, 사면에 대한 보수와, 자연적 요인과 지반상태에 의해 결함도 지수가 감소하였으나, 상태등급은 양호한 상태인 『**B**』 등급으로 평가되었다.

6.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 6.4.11> 전차 점검결과와 비교

구 분		2022년 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비 고
손상 현황	상부자연사면	상태양호	상태양호	-
	사면	상태양호	상태양호	-
	사면하부	상태양호	상태양호	-
	보호시설	상태양호	상태양호	-
	보강시설	상태양호	상태양호	-
	배수처리시설	상태양호	1구간 상태양호 **2구간 낙엽퇴적**	**신규손상**
	이격거리내 시설	상태양호	상태양호	-
	기타시설	상태양호	상태양호	-
상태등급		상태평가 결과(F) : B등급	상태평가 결과(F) : B등급	등급동일

• 전차 점검결과와 비교·분석한 결과, 배수처리시설에서 낙엽퇴적이 발견되었지만 손상이 미미하고, 사면 파괴요인 평가 기준으로 인하여, 등급은 동일 한 것으로 상태등급은 **『B』** 등급으로 전차등급인 **『B』** 등급과 동일한 등급으로 손상보수로 인한 결함도 지수는 다소 감소된 것으로 분석되었다.

6.5 종합평가 및 안전등급 지정

6.5.1 종합평가 결과

외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 본 사면의 종합평가 결과는 **"B등급(보통)"**로 평가되었다.

<표 6.5.1> 종합평가 결과

구 분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결 과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
절토사면	0.289	B	-	-	B
평가의견	경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태				

6.5.2 안전등급 지정

금회 실시된 사면의 정밀점검결과 구조적 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었다. 외관조사결과, 대체적으로 손상이 없는 것으로 조사되었으나, 기존손상이 이었던 부분에 관하여 주기적인 관찰을 통하여 유지관리가 필요할것으로 판단된다.

따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 **"B등급"**으로 평가되었다.

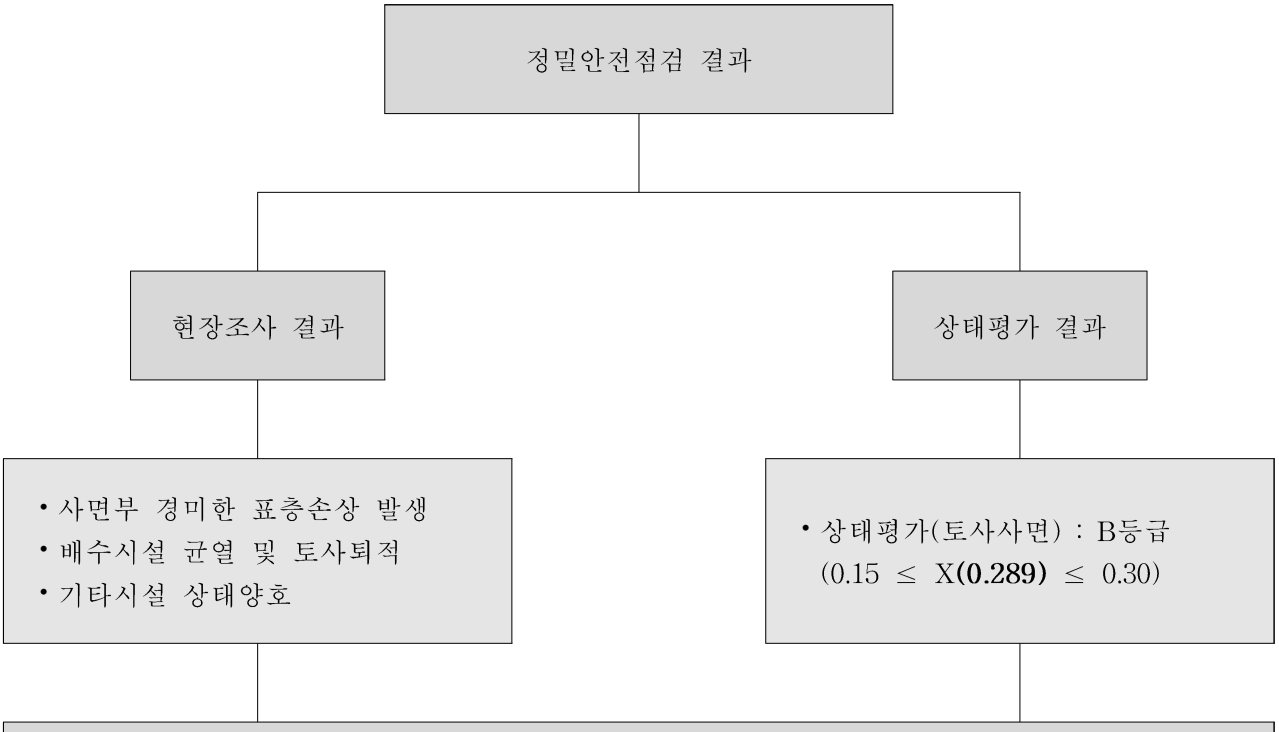
- 안전등급 : B등급(양호)

6.6 보수·보강 및 유지관리 방안

6.6.1 보수·보강 우선순위 결정

본 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 시설물에서 발생된 각종 손상에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수보강 순위를 정한다.

또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중용도, 발생한 손상의 심각성 등을 종합적으로 검토 후 아래와 같이 정한다.



보수·보강 방향		
안정성 증대를 위한 보수·보강 (1순위)	내구성 증진을 위한 보수 (2순위)	지속적인 주의관찰 (3순위)
• 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 안전성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (사면 안전성을 저해시키는 손상 또는, 손상부 방치시 기능성 확보에 문제가 있는 경우)	• 기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차 보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)	• 발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

6.6.2 손상내용별 보수·보강 방안

본 과업 대상 사면의 손상내용별 보수·보강 방안은 아래와 같다.

<표 6.6.1> 보수·보강 방안

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-	-
사면	상태양호	-	-	-	-	-	-
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-	-
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
배수처리시설	낙엽퇴적	㎥/ea	22.0	청소	110	2,420	3
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-	-	-	-
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-	-

<표 6.6.2> 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	손상물량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	우선순위
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-
사면	상태양호	-	-	-	-	-
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-
배수처리시설	낙엽퇴적	22.0	㎥/ea	110	2,420	3
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-	-	-
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-
순 공 사 비					2,420	
제경비(순공사비x0.5)					1,210	
총 공 사 비					**3,630**	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

6.6.3 유지관리방안

가. 개 요

본 사면의 공용년수 경과시 내구성 및 사용성을 저하시킬 수 있는 손상들에 대해서는 결함의 진전여부 및 확대여부를 주기적으로 관찰하는 등 중점유지관리 항목으로 선정하여 시설물의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 중점유지관리 항목

<표 6.6.3> 중점 유지관리 항목

구 분	손상내용		중점 유지관리 항목
배수처리시설	• 낙엽퇴적 (STA 4+240) (STA.4+180)		• 재손상 확인

다. 부재별 점검요령

<표 6.6.4> 부재별 점검요령

<table>
<tr><th>점검부위</th><th colspan="3">점검항목</th></tr>
<tr><td>사면</td><td colspan="3">• 점검로 및 고소점검차 등을 이용하여 근접조사
• 인장균열 발생여부 점검
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>사면하부</td><td colspan="3">• 포획거리 공간 및 고소점검차 이용하여 근접조사
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>배수처리
시설</td><td colspan="3">• 사면내에서 발생되는 지하수 누수 정도 및 누수 위치 확인
• 배수시설의 상태와 배수조건 점검
• 이격거리내 시설물의 변형 발생여부 점검</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주요부위</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>사면</td><td>사면하부</td><td>배수처리시설</td></tr>
<tr><td>점검시
유의사항</td><td colspan="3">• 길어깨 차량 정차 시 후방으로 충분한 거리에서 신호할 것
• 사면 특성상 고소작업이 많으므로 추락위험 예방을 위한 안전장구를 반드시 갖추도록 한다.
• 사면의 균열 및 이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손 발생은 중대한 결함이므로 지체없이 관리주체에 통보하여야 한다.</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="3">• 사진기
• 줄자(5m, 50m)
• 사다리
• 클리노콤파스
• 지질용해머
• 필기도구
• 교통통제 기구(신호봉, 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

6.7 종합결론

6.7.1 외관조사

가. 1구간

- 상부자연사면은 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면내 집수가 될 지형이 없으나 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 사면에서 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 사면하부는 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보호시설은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보강시설은 시공되지 않은 것으로 조사되었다.
- 배수시설 외관조사 결과, 배수기능 상실로 심각한 간극수압 발생 등은 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 이격거리내 시설은 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 공중이 이용하는 부위는 파손 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

나. 2구간

- 상부자연사면은 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면내 집수가 될 지형이 없으나 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 사면에서 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 사면하부는 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보호시설은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보강시설은 시공되지 않은 것으로 조사되었다.
- 배수시설 외관조사 결과, 소단배수로 낙엽퇴적(STA.4+240), 산마루측구 낙엽퇴적(STA.4+180)이 조사되었으나, 손상이 미미하고 배수기능 상실로 심각한 간극수압 발생 등은 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 이격거리내 시설은 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 공중이 이용하는 부위는 파손 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

6.7.2 사면 파괴요인 조사

가. 1구간

- 1구간 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과, 사면의 최대높이 32.6m 지점에서 토층두께는 약 20.0m로 본 구간은 토사사면인 것으로 확인되었으며, 1구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 14.7mm이상으로 측정되었다. 육안관찰 결과를 종합한 결과 토질조건은 모래질 실트로 이루어진 보통~조밀한 상태인 것으로 판단된다.
- 대상사면에 대한 형상을 평가하기 위하여 스태프 및 경사계를 이용하여 각 소단별 경사를 측정하였으며, 현장 측정결과, 실측경사는 1구간 약 1:0.6~1:1.2으로 설계경사와 대체로 유사한 것으로 분석되어 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 불안정요인은 없는 것으로 판단된다.
- 계곡부, 요철지형 등은 지표수의 지속적인 유입으로 지반강도 약화의 원인이 되므로 집수지형의 개소수에 대하여 현장 설계도면 및 현장 육안관찰로 조사한 결과, 대상사면 내·외부 집수지형은 1개소가 존재하는 것으로 파악되었다.
- 최근 기상청 강우분석 자료에서 해당지역에 대한 정보는 없어 인근 수원지역 자료를 바탕으로 조사한 결과, 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균강우량 148.85mm으로 확인되었다. 대상사면의 누수상태를 조사한 결과, 본 구간에서는 누수흔적이 관찰되지 않아 누수가 발생하지 않는 건조한 상태로 판단된다.
- 대상사면의 표면보호를 위하여 종자분사파종 공법이 적용되었으며, 현장조사 결과, 식생이 문제가 없는 상태로 조사되어 양호한 것으로 판단된다.
- 1구간의 배수조건 조사결과, 전반적인 배수상태는 양호하여 사면 내·외부 지표수 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

나. 2구간

- 2구간 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과, 사면의 최대높이 24.3m 지점에서 토층두께는 약 24.3m로 본 구간은 토사사면인 것으로 확인되었으며, 2구간의 토질조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과, 전 개소 관입깊이는 18.4mm이상으로 측정되었다. 육안관찰 결과를 종합한 결과 토질조건은 모래질 실트로 이루어진 조밀한 상태인 것으로 판단된다.
- 대상사면에 대한 형상을 평가하기 위하여 스태프 및 경사계를 이용하여 각 소단별 경사를 측정하였으며, 현장 측정결과, 실측경사는 2구간 약 1:0.7～1:1.2으로 설계경사와 대체로 유사한 것으로 분석되어 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 불안정요인은 없는 것으로 판단된다.
- 계곡부, 요철지형 등은 지표수의 지속적인 유입으로 지반강도 약화의 원인이 되므로 집수지형의 개소수에 대하여 현장 설계도면 및 현장 육안관찰로 조사한 결과, 대상사면 내·외부 집수지형은 1개소가 존재하는 것으로 파악되었다.
- 최근 기상청 강우분석 자료에서 해당지역에 대한 정보는 없어 인근 수원지역 자료를 바탕으로 조사한 결과, 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균강우량 148.85mm으로 확인되었다. 대상사면의 누수상태를 조사한 결과, 본 구간에서는 누수흔적이 관찰되지 않아 누수가 발생하지 않는 건조한 상태로 판단된다.
- 대상사면의 표면보호를 위하여 종자분사파종 공법이 적용되었으며, 현장조사 결과, 식생이 문제가 없는 상태로 조사되어 양호한 것으로 판단된다.
- 2구간의 배수조건 조사결과, 전반적인 배수상태는 양호하여 사면 내·외부 지표수 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

6.7.3 상태평가 결과

- 금회 실시된 사면의 정밀점검결과 구조적 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었으나, 본 사면의 상태평가 결과, 토층심도율에서 평가등급 d등급, 강우 및 지하수 d등급으로 사면경사에서 e등급 평가되어 사면 파괴요인 지수가 C등급이 평가 되었고, 반면 손상이 조사되었지만, 손상은 상태평가에 미치지 않아 사면손상 상태지수는 A등급이 나타났다. 토질조건 및 토층심도율은 원호파괴 요인으로 내포되어있는 사면으로 여겨졌기 때문이다. 사면에 손상은 없어도 내재되어있는 파괴요인이 있기 때문에 상태등급이 다소 낮게 평가되었다.
- 따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『보조부재에 경미안 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인』로 안전등급은 **"B등급"**으로 평가되었다.

6.7.4 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 문제 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 사면파괴요인들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

6.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 정밀안전점검 결과, 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 조사되었다.

6.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 사면은 배수의 원활한 기능을 위해 지속적인 유지관리를 실시되어야 할 것으로 판단된다.

6.7.7 기타 필요한 사항

- 본 사면은 도로 상에 위치하여 통행량이 많아 점검을 위한 사면 진입시 통행차량에 주의가 필요하며, 특히 해빙기 및 장마시 실족 등의 안전사고에 유의해야 할 것으로 판단된다.

제 7 장 절토사면STA.4+931~5+160(우)

7.1 시설물 현황

7.2 자료수집 및 분석

7.3 현장조사 및 시험

7.4 상태평가

7.5 종합평가 및 안전등급 지정

7.6 보수·보강 및 유지관리방안

7.7 종합결론

제7장 절토사면STA4+931~5+160(우)

7.1 시설물 현황

7.1.1 시설물 일반현황

본 과업 대상 절토사면은 비봉~매송간 도시고속도로 이정 STA. 4+931~5+160 매송방향 우측에 위치하고 있는 총 연장 229m, 최고 높이 32.5m의 2종 시설물이다.

대상 절토사면은 혼합사면으로 형성되어 있으며, 낙석방지 등의 사면보호시설, 소단배수로, 산마루측구 등의 배수처리시설, L형측구 등의 부대시설, 점검로 등의 기타시설이 설치되어 있다. 대상 절토사면의 현황은 다음과 같다.

<표 7.1.1> 시설물 일반현황

<table>
<tr><td>시설물번호</td><td colspan="2">SL2017-0000092</td><td>관리번호</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>시설물명</td><td colspan="2">절토사면(STA4+931-5+160(우))</td><td>시설물구분</td><td colspan="2">절토사면</td></tr>
<tr><td rowspan="3">위 치</td><td>행정구역</td><td colspan="4">경기도 화성시 봉담읍 내리 산13-6</td></tr>
<tr><td rowspan="2">위치좌표</td><td colspan="4">시점 : 37°14′07″ 126°55′2″</td></tr>
<tr><td colspan="4">종점 : 37°14′11″ 126°55′12″</td></tr>
<tr><td rowspan="3">제 원</td><td>연 장</td><td>229m</td><td>높 이</td><td colspan="2">32.5m (소단수 : 6)</td></tr>
<tr><td>경사/방향</td><td>41° / N343°</td><td>토층 심도</td><td colspan="2">12m</td></tr>
<tr><td>토층 심도율</td><td>12 / 32.5 = 0.37</td><td>사면 구분</td><td colspan="2">혼합 사면</td></tr>
<tr><td>관리주체</td><td colspan="2">화성도시고속도로(주)</td><td>관리주체구분</td><td colspan="2">민간</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주변환경</td><td>인공구조물</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td>주변환경</td><td>-</td><td>상부사면경사</td><td colspan="2">-3°~15°</td></tr>
<tr><td rowspan="2">시공현황</td><td>준공일</td><td>2017년 06월 30일</td><td>시 공 자</td><td colspan="2">현대엔지니어링(주)</td></tr>
<tr><td>부대시설</td><td colspan="4">낙석방지시설, 점검계단, 배수시설</td></tr>
<tr><td>비 고</td><td colspan="5">-</td></tr>
</table>

7.1.2 시설물 전경

본 절토사면의 전체 전경 및 주요구간 전경은 다음과 같다.

가. 전경사진



전체 전경



시점 전경



종점 전경



사면 전경



사면 전경



사면하부 전경



배수처리시설 전경



이격거리 전경



점검로 전경



주변시설물 전경



주변시설물 전경



상부자연사면 전경



공중이 이용하는 부위

<그림 7.1.1> 절토사면 전경

나. 조사영역 및 사면의 분할

사면의 분할은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로 정밀안전점검이나 정밀안전진단의 대상이 되는 절토사면의 규모와 영역을 결정하는 작업을 의미한다. 현장에서 접하게 되는 절토사면은 대개 지형적인 특성에 의해 여러 절토사면이 연속하여 연결되어 있어 이를 구분하기 위한 명확한 기준이 필요하다.

본 절토사면의 사면분할은 현장조사결과 수직고가 5m 이하로 낮아지는 지점이 없어 생략하였고, 구간분할의 경우 구성 재료는 혼합사면으로 관찰되었으며, 사면의 경사방향이 40°이상으로 변화하지 않았고 동일구간의 연장이 200m이상 이지만, 지형적 특성의 변화가 존재하지 않기 때문에 구간분할 없이 단일구간으로 하였다.

본 절토사면의 토층심도율은, 준공도서의 지질보고서, 실시설계보고서, 물리탐사 자료를 참고하여, 토층심도가 12m로 조사되었으며, 사면높이 32.5m로 토층심도율 0.37로 혼합사면으로 분류하였다. 또한 FMS등록되어 있는 사면에 대해서만 구간분할 단위로 정하였다.



구간 분할

<표 7.1.2> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
단일구간	229m	32.5m	12.0m	0.37	1 : 1.1	혼합사면

7.1.3 위치도 및 관련도면

본 절토사면의 시설물 위치도와 시공관련 주요도면은 다음과 같다.

가. 위치도 및 지질·지형도

1)위치도



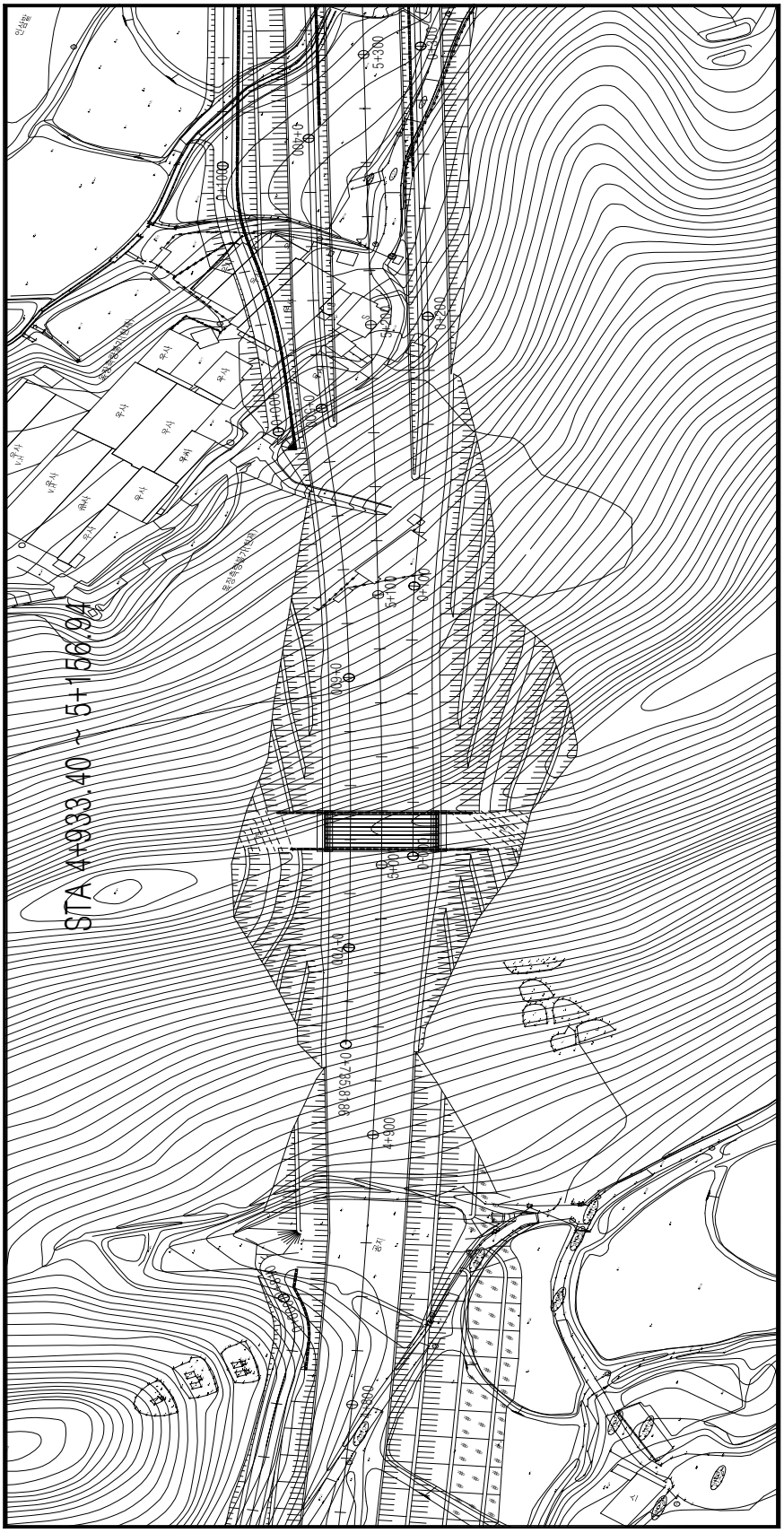
<그림 7.1.2> 절토사면 위치도

2)지질도



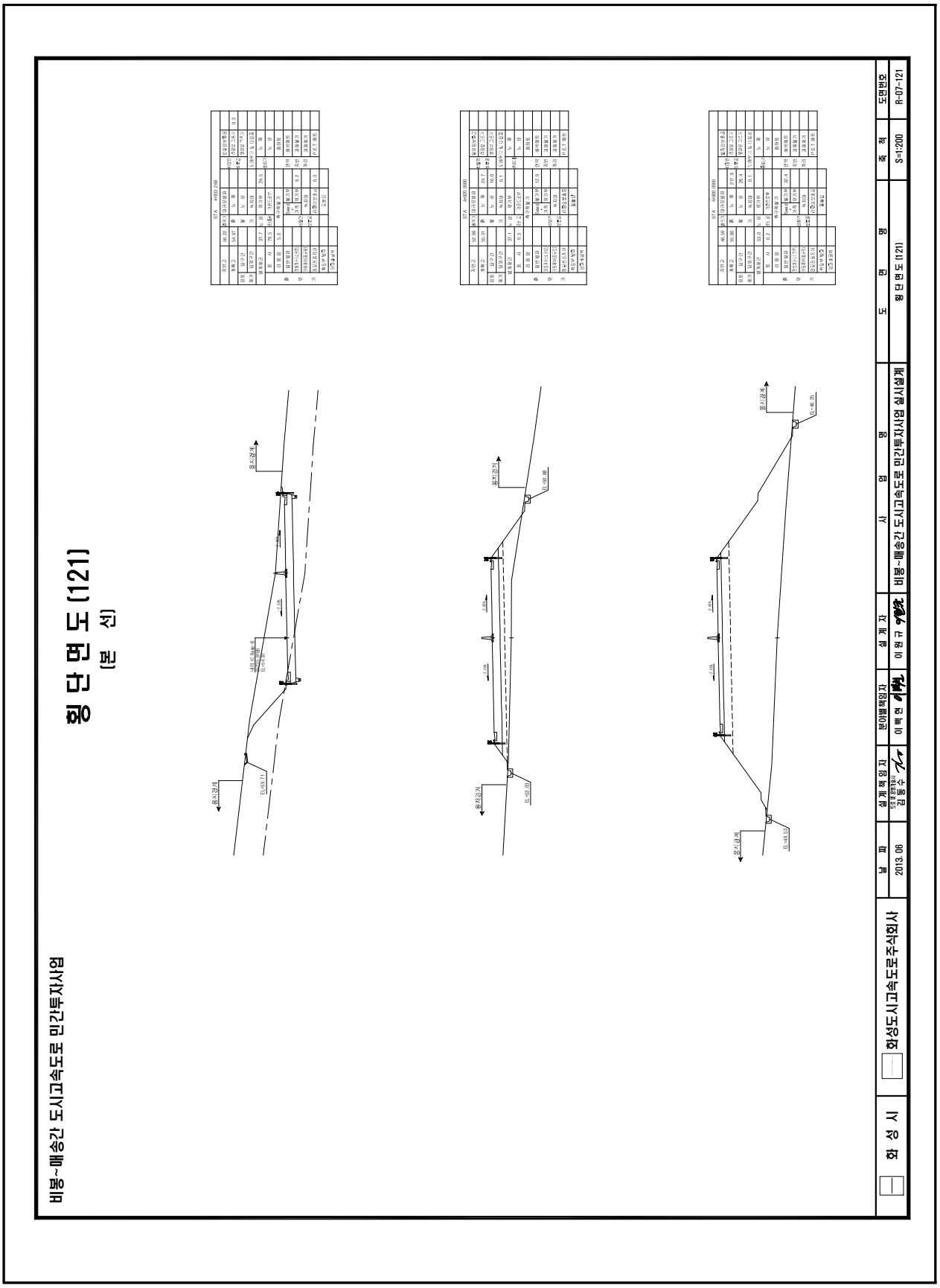
<그림 7.1.3> 절토사면 지질도

3)지형도 및 평면도

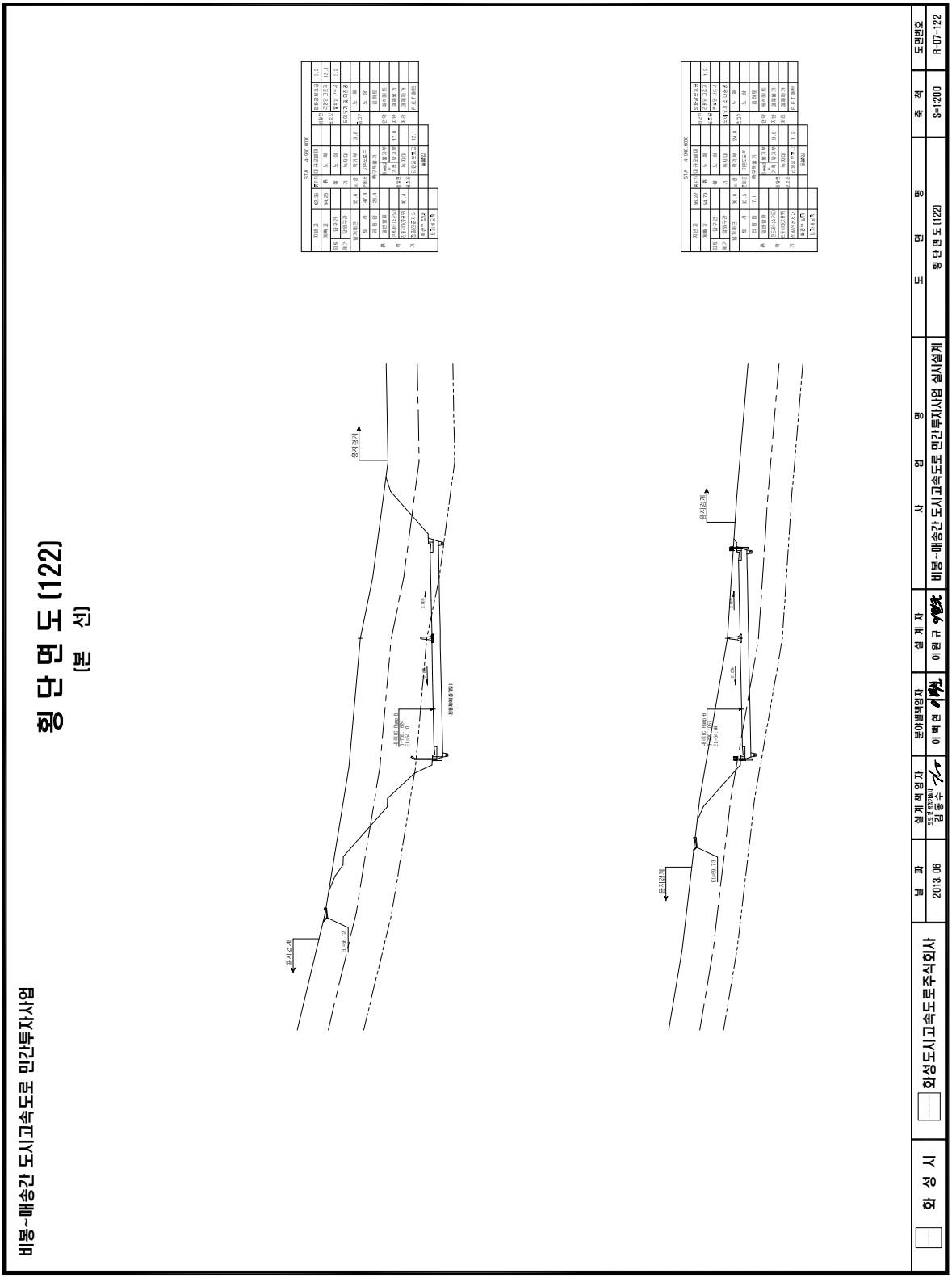


<그림 7.1.4> 절토사면 지형도 및 평면도

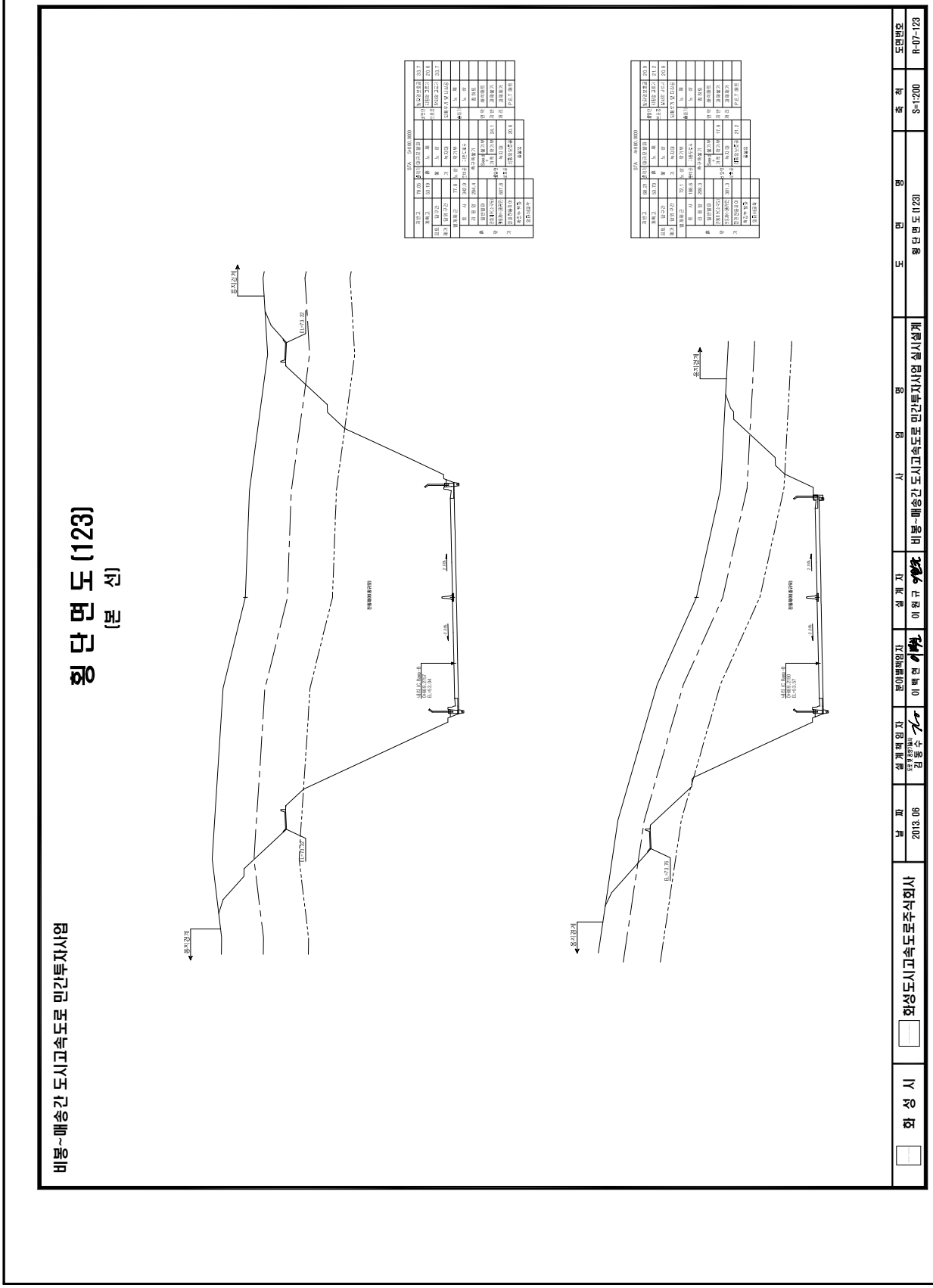
다. 횡단면도



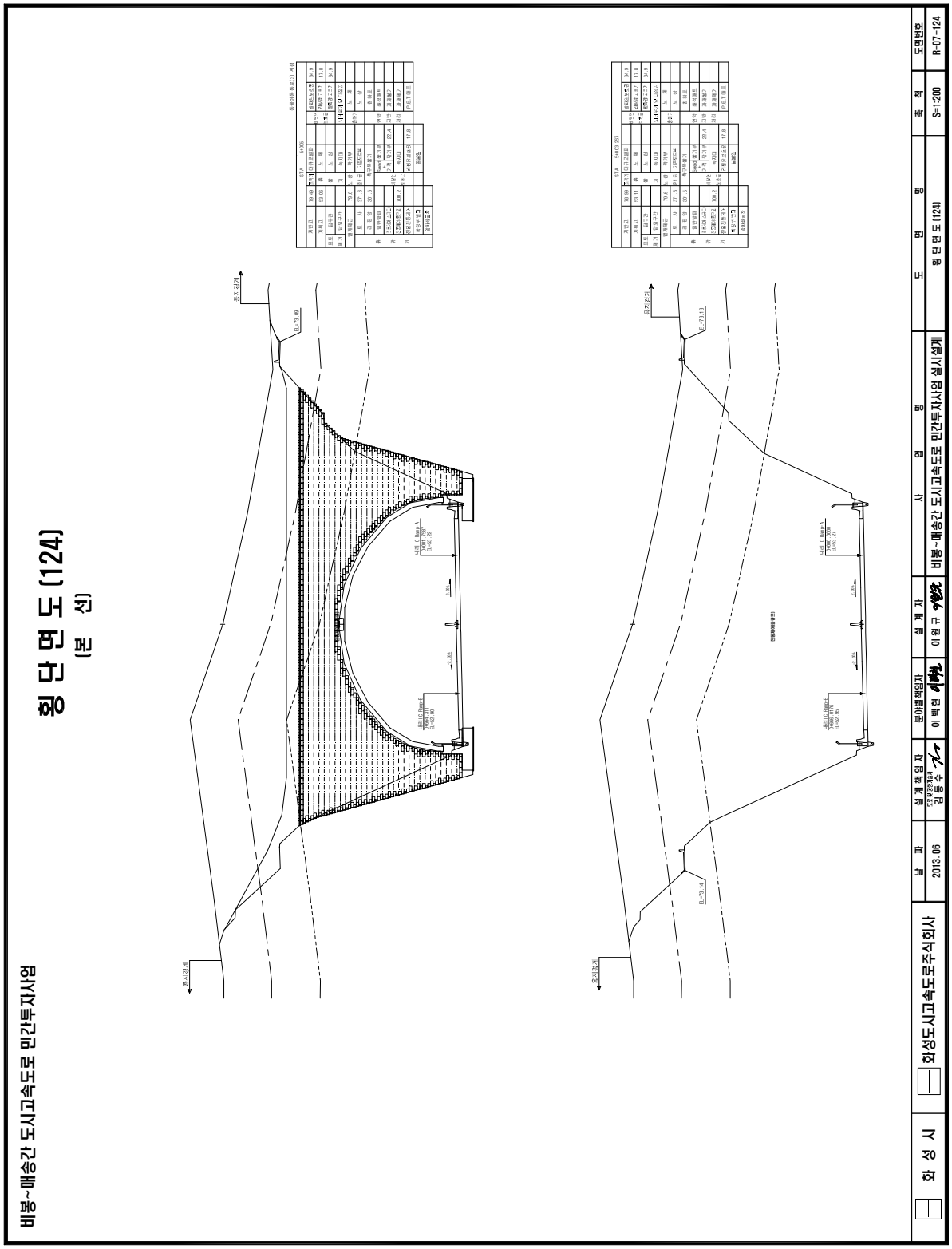
<그림 7.1.5> 절토사면 횡단면도(1)



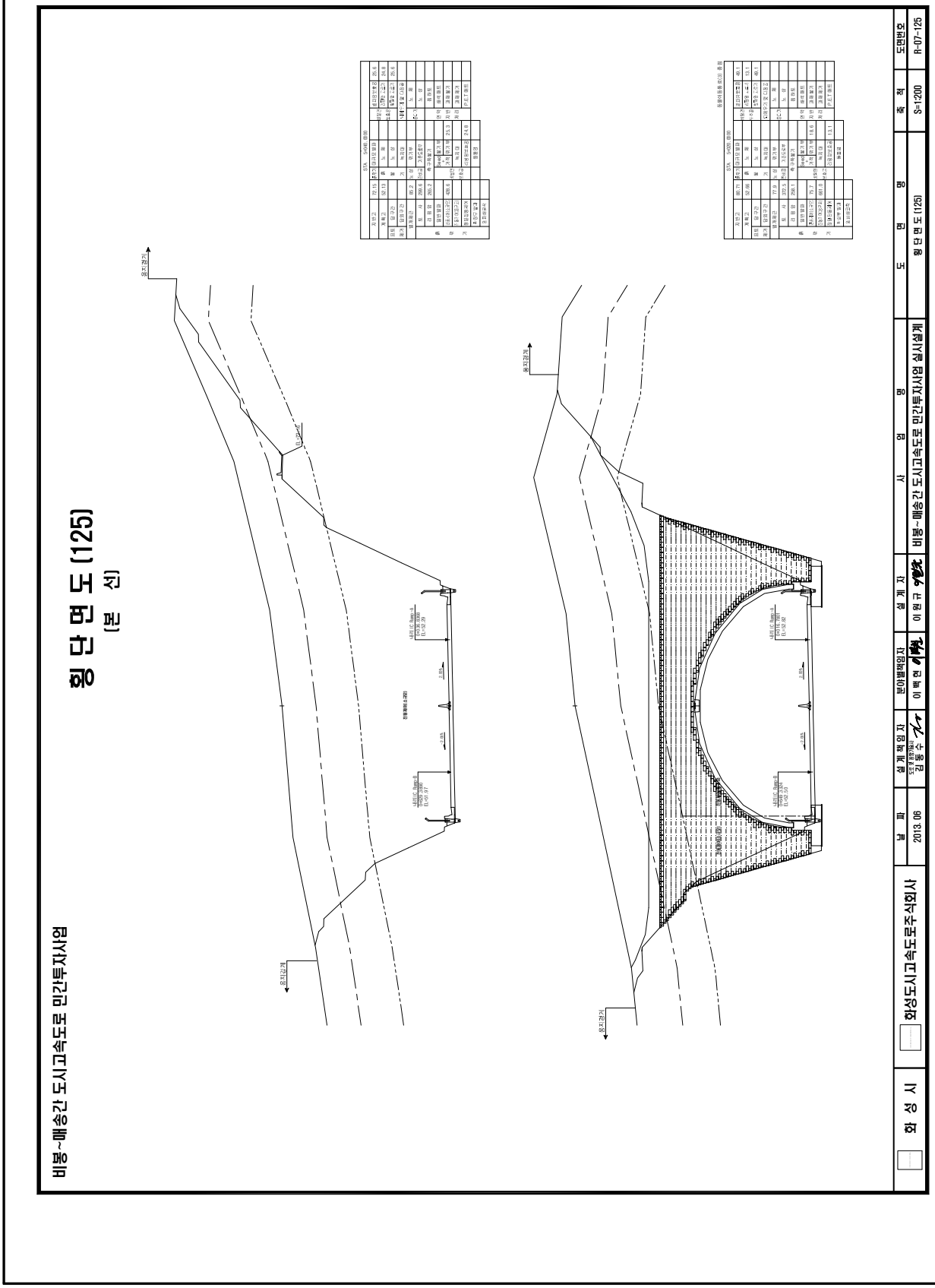
<그림 7.1.6> 절토사면 횡단면도(2)



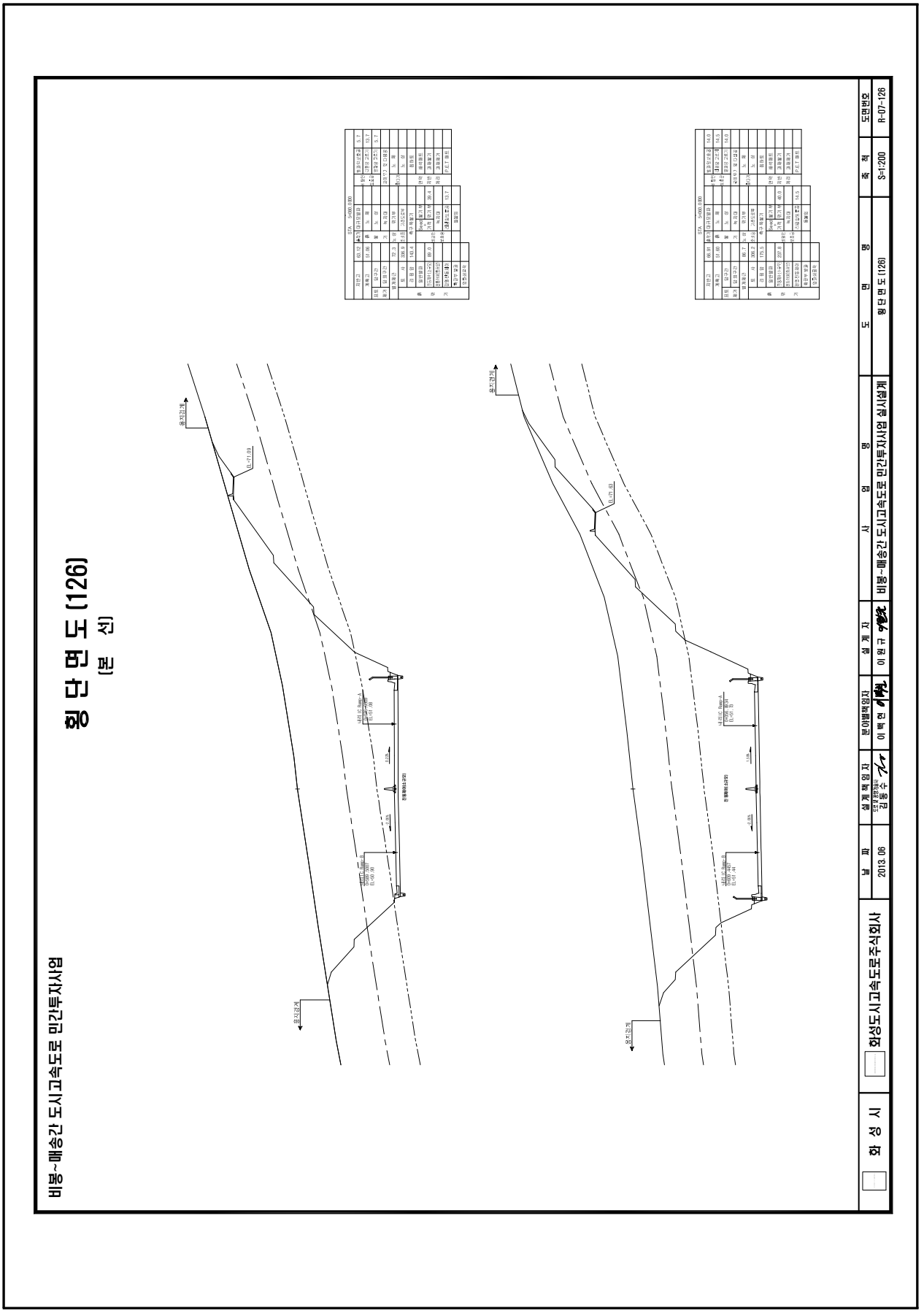
<그림 7.1.7> 절토사면 횡단면도(3)



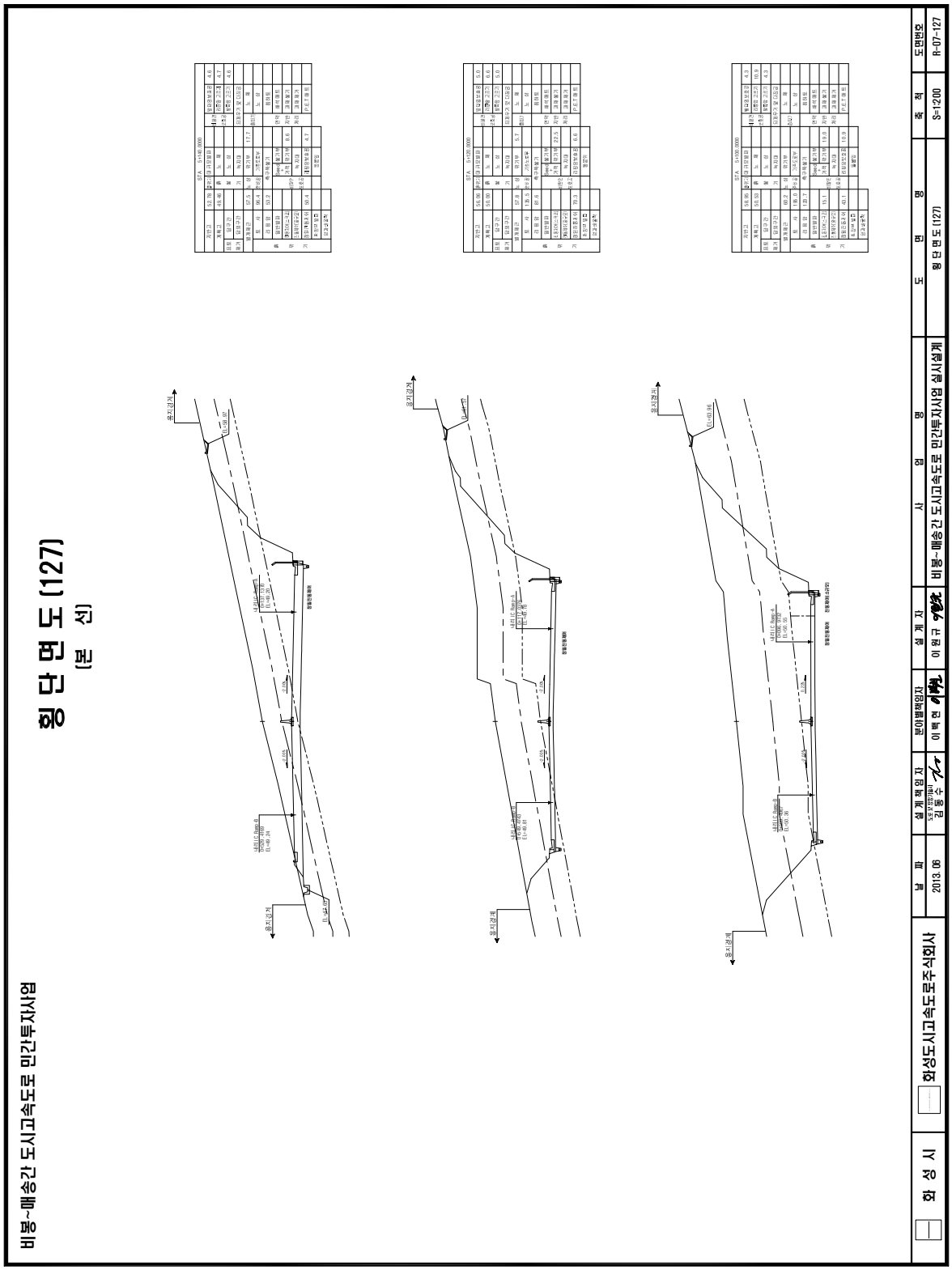
<그림 7.1.8> 절토사면 횡단면도(4)



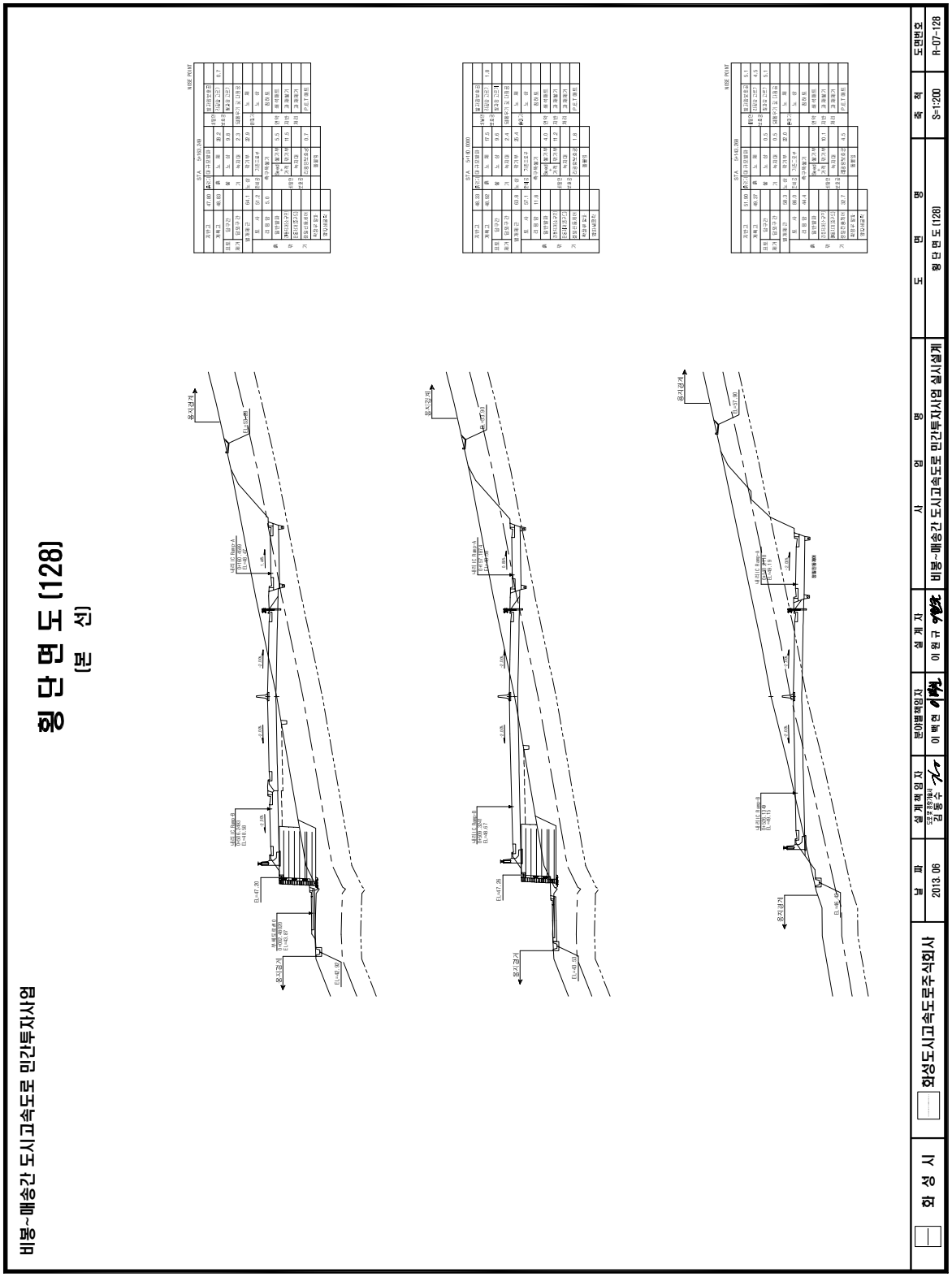
<그림 7.1.9> 절토사면 횡단면도(5)



<그림 7.1.10> 절토사면 횡단면도(6)



<그림 7.1.11> 절토사면 횡단면도(7)



<그림 7.1.12> 절토사면 횡단면도(8)

7.2 자료수집 및 분석

7.2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

<표 7.2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	● 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 설계보고서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	-
	● 설계도면	보유	-
시설물 관리대장	● 기본현황 ● 상세제원 ● 유지관리 이력	보유	-
시공관련 자 료	● 시공관련 자료 ● 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ● 사고기록	보유	-
기존 안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	-
보수·보강이력 자료		보유	-

- 자료조사 결과, 관리주체는 시설물 준공이후 설계도서 및 시공자료를 보유하고 있고, FMS의 시설물관리대장도 적정하게 등록 및 관리되고 있는 것으로 확인되었다. 시설물의 제원은 설계도면과 시설물관리대장이 상호 일치하고 있는 것으로 분석되었다.

7.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과

본 절토사면은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 14회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 7.2.2> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	2,845	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	-	조정순	2017-12-01
2	정기안전점검(하반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하였으나, 향후 우기시에 대비하여 사면 유실 방지를 위한 식생관리 등이 필요함.	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	-	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검(상반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	산마루 측구 일부 토사 퇴적	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	-	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검(하반기)	자체수행	660	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2018-11-07	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	-	이영주	2018-11-14
5	정기안전점검(상반기)	자체수행	660	소단측구 바닥판 균열 외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	소단측구 바닥판 균열보수	이영주	2019-06-24
6	정기안전점검(하반기)	자체수행	660	소단측구 바닥판 균열 외 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	소단측구 바닥판 균열보수	이영주	2019-11-21

<표 7.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	2,002	- 사면하부 누수흔적 - 배수처리시설 소단배수로 균열(cw=0.3mm이상) - 이격거리내 시설 L형측구 파손 - 기타시설 상태양호	2020-06-28	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29
8	정기안전점검(하반기)	자체수행	660	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	-	이영주	2020-12-10
9	정기안전점검(상반기)	자체수행	-	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	-	이영주	2021-06-28
10	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	-	이영주	2021-11-29

<표 7.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	2,288	-외관조사의 주요 손상은 L형측구 20m(0.1m x 0.1m,3ea)파손이 조사되었다. -외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 『B(0.276)』 등급으로 평가되었다. -따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인 들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	2020-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	- 단면보수	김무열	2022-06-30
12	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 소단측구부 사면파괴 발생하였으나 표층유실로 자체보수 완료하였으며 이외 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2022-11-30	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	- 없음.	김동민	2022-12-05

<표 7.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
13	정기안전점검(상반기)	(주)이도	1,800	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 표층 유실(1개소, 보수완료), 식생불량의 손상이 조사되었다. 표층 유실 및 보수부가 1개소 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.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 표면처리	나영일	2023-08-02
14	정기안전점검(하반기)	(주)이도	1,800	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 표층 유실(1개소), 식생불량, 보강시설 숏크리트 탈락, 배수로 낙엽퇴적/균열/재균열의 손상이 조사됨. 토사유실 1개소 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.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 청소, 주입보수, 표면처리	나영일	2024-01-31

<표 7.2.3> 2020년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2020년도 정밀안전점검
용역기간		· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA4+931~5+160(우)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 누수흔적
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 소단배수로 균열(cw=0.3mm이상)
	이격거리내시설	· L형측구 파손
	기타시설	· 상태양호
종합의견		- 본 STA.4+931~5+160(우) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : B

<표 7.2.4> 2022년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2022년도 정밀안전점검
용역기간		· 2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면STA4+931~5+160(우)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 상태양호
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 상태양호
	이격거리내시설	· L형측구 파손
	기타시설	· 상태양호
종합의견		- 본 STA.4+931~5+160(우) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : B

7.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료

대상 절토사면에 대한 시설물정보관리종합시스템(FMS)에 등록된 보수이력은 없는 것으로 확인되었으며, 관리주체 확인결과 중대결함 보수는 없었으며, 경미한 손상에 대한 일상보수 위주로 이루어지고 있어 시설물의 유지관리 향상을 위하여 추후 지속적인 이력관리를 통해 이에 대한 보완이 필요한 것으로 판단된다.

또한, 준공이후 하중상태 등 변화 여부를 파악하기 위해 준공당시 설계도서 및 유지관리이력 등을 참조하여 검토한 결과, 준공이후 용도, 구조, 하중상태 변화는 없는 것으로 조사되었다.

<표 7.2.5> 보수·보강 이력

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

7.2.4 시설물 내진설계 여부 확인

<표 7.2.6> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 여부
절토사면STA.4+931~5+160(우)	건설공사 비탈면 설계기준(2011, 국토해양부)으로 설계됨

검토단면		평사투영해석	평면파괴 한계평형해석			판 정	비 고
		평면파괴 발생가능성	건기시 (Fs=1.5)	우기시 (Fs=1.2)	지진시 (Fs=1.1)		
깎기 2구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 3구간	좌측	높음	3.666	3.503	3.222	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 6구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	있음	1.688	1.484	1.324		
깎기 7구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	있음	2.231	1.753	1.507		
깎기 8구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
깎기 9구간	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		
개착 터널	좌측	없음	-	-	-	O.K	
	우측	없음	-	-	-		

1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
SL2017-0000092		절토사면(STA4+931-5+160(우))	시도	비봉~매송간 도시고속도로	연직높이 30미터 이상(옹벽이 있는 경우 옹벽상단으로부터의 높이)를 포함한 절토부로서 단일 수평연장 100미터이상인 도로사면	2종	절토사면	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분				소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	화성시	봉담읍 내리 산 13-6		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안정점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 덮개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2019년 06월 29일	유	유	무		dscf2696.jpg dscf2699.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주), 두산중공업(주)	1,145

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	불명	적용		불명	불명

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2020년 11월 26일	이영주

비고	

7.2.5 자료수집 및 분석결과

<표 7.2.7> 자료수집 및 분석결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장이 일치함. -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음 -전차 과업 중점점검사항 누수흔적, 소단배수로 균열	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함. -배수의 양호 상태
	-보수·보강 이력	-보수 이력은 없지만, 관리주체 확인결과 일상 보수가 이루어진 것으로 확인되었다.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

7.3 현장조사 및 시험

7.3.1 개 요

외관조사는 절토사면을 구성하는 각 부위에 대하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 시설물별 점검사항에 근거하여 시행하였으며, 사전조사를 실시하여 기존 점검 및 유지관리자료 등에서 파악된 중점점검 손상의 진전 및 확대, 보수 여부, 보수부 재손상 유무 확인에 주안점을 두고, 현장 투입전 안전수칙, 인원 및 장비 체크사항, 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 조사를 실시하였으며, 점검대상 부위는 면밀한 조사가 가능하도록 사다리, 점검로 등을 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였다.

또한, 현장시험은 절토사면의 상태평가를 위하여 암석용 슈미트해머를 이용한 암반강도 측정, 토양경도계를 이용한 토양경도 측정, 클리노콤파스, 줄자 등을 이용한 불연속면 조사, 경사계와 스태프를 이용한 사면의 경사 측정, 설계도면, 스태프를 이용한 토층심도 측정 등의 실측조사를 실시하였다. 노출암반에 대해서는 노두를 찾아 조사하였으나, 식생, 낙엽 등으로 덮여 조사불가한 경우 유사한 지점의 설계자료를 활용하여 특성을 분석하였다. 금회 조사된 손상현황은 상태평가 및 유지관리 등에 활용하고, 시설물에 대한 지속적인 추적관리와 기술정보 제공이 가능하도록 외관조사망도에 상세히 기록하였다.



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



토양경도계를 이용한 조사



노출암반 비파괴 강도 시험

<그림 7.3.1> 현장조사 전경

7.3.2 평가대상 분할

가. 구간 및 측점 분할

1) 사면의 분할

본 사면은 연장 229m, 높이 32.5m의 규모로서 시점부에서 종점부까지가 연속된 동일 절토부로 구성되어 있고, 사면내 계곡부가 없는 단일사면이므로 『세부지침 14.2.1 나)』에 따라서 1개의 사면으로 분할하였다.

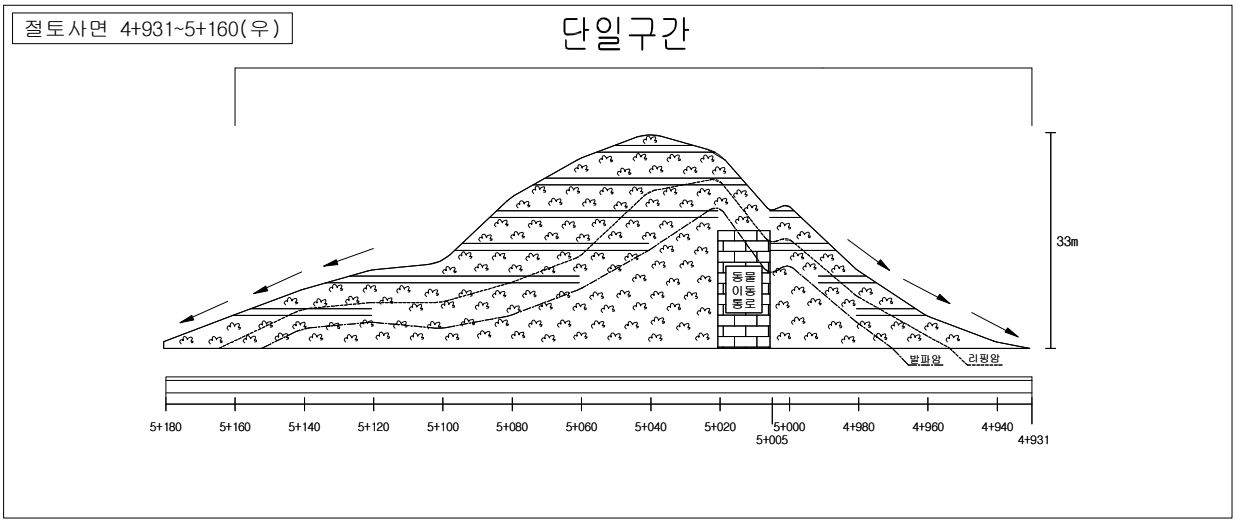
1) 구간분할

본 사면의 상태평가를 위한 조사영역을 결정하기 위하여 『세부지침 14.2.1 나)』에 따라서 사면의 구성재료, 지형적 특성, 시설물 규모 등을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 1개의 사면을 단일구간으로 분할하였고, 이에 따라 외관조사망도를 구분하여 작성하였다.

동일구간의 연장이 200m 이상일 경우 구간분할을 해야 하나, 본 사면의 경우 재료시험을 결과 지반조건이 동일하여 29m에 대한 구간분할을 실시하지 않고 단일구간으로 포함 시켰다.

<표 7.3.1> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
단일구간	229	32.5m	12m	0.37	1:1.1	혼합사면



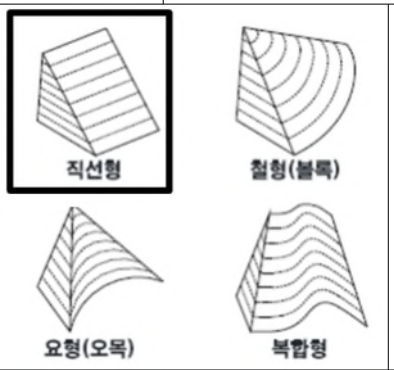
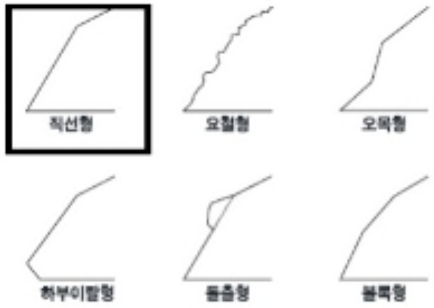
7.3.3 현장조사 체크리스트

<표 7.3.2> 일반현황

조사일자	2024년 04월 30일	조사자	진단1팀
일 기	맑음	현황코드	-
행정구역	경기도 화성시 봉담읍 내리 산13-6		
위 경 도	시점 : 37°14′07″ 126°55′2″		
	종점 : 37°14′11″ 126°55′12″		
도 로	왕복4차선	도로폭 : 25m	
절토사면	길 이 : 229m	높 이 : 32.5m	
	경사 / 경사방향 : 41°/N343°		
	도로와의 이격거리 : 평균 2.0m이상		
	구성물질 : 전반적 토사, 하부에 노두	토층심도 : 평균 12m	
	소 단 : 6		
낙석/뜬돌	낙석 존재유무 : 무	낙석의 양 : -	
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -		
	뜬돌 존재유무 : 무	뜬돌의 양 : -	
	뜬돌 평균크기 : -		

절토사면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	낙석방지망	-	-
	낙석방지울타리	사면하부 27m ~ 171m(144m)	양호
	소단배수로	5+020~5+090m(70m)	양호
	산마루측구	좌측 160m~260m (100m)	양호
	점검로	118m (1개소)	양호
붕괴이력	유 형	규 모	위 치
	-	-	-
기 타			

<표 7.3.3> 지형·지질 및 식생

<table>
<tr><td rowspan="3">주변지형의 특성</td><td colspan="2">주변지형</td><td colspan="4">산악</td></tr>
<tr><td colspan="2">종단면 형상</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타특징</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>사면의 특성</td><td>종횡단면</td><td colspan="2"> 
</td><td>종단면특성</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="7">상부자연사면</td><td colspan="2">경사도</td><td colspan="4">3°</td></tr>
<tr><td colspan="2">인장균열</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">포행흔적</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">수목의 기울어짐</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">인공구조물</td><td colspan="4">사면 중간 동물이동통로</td></tr>
<tr><td colspan="2">산마루측구</td><td colspan="4">좌측 100m</td></tr>
<tr><td colspan="2">계곡부</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td>지 질</td><td>지질각론
(지반조사보고서참조)</td><td colspan="5">• 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 약한풍화에서 보통풍화 상태
• 절리군J1:84/165, J2:81/108, J3:34/091 간격0.1~1.5m, 연장0.5~2.0m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">식 생</td><td>①종류</td><td>초 본</td><td>관 목</td><td>침 엽 수</td><td colspan="2">활 엽 수</td></tr>
<tr><td>②밀도</td><td>중</td><td>하</td><td>-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>③근계특징</td><td colspan="5">천근성(○), 심근성( )</td></tr>
</table>

7.3.4 외관조사 결과

가. 단일구간

1) 현황(지형 및 지질)

- 대상 절토사면은 평면선형 직선형, 종단형상은 직선형이며, 주향 N73°E의 방향성을 보이고 있다. 사면경사는 약 1:1.1로 시공되어 있는 주요 구성 물질이 토사와 암반이며 토층심도율에 의해 혼합사면으로 구분하였다.
- 상부 자연사면은 -3°~15°로 이루어져 있으며, 산마루 측구가 설치되어 있고 지형특성상 지표수의 사면 외곽처리가 양호한 조건으로 판단된다.
- 사면의 토층심도가 12.0m이며, 하부에 노출된 암반은 약한풍화~보통풍화의 암질을 보이고 절리가 분포하고 있으나 대규모 암반파괴 또는, 낙석발생 가능성은 낮은 것으로 판단된다.



구간 분할

2) 상부자연사면

a. 외관조사 결과

- 상부자연사면에서 사면 이상여부의 전조현상인 인장균열, 침하, 수목의 기울어짐 등의 발생여부와 인공시설물(봉분, 송전탑, 농경지 등)의 분포여부 및 사면경사의 완급에 따른 지표수의 사면내 영향여부 등에 주안점으로 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



상부자연사면 전경(STA..5+020)



상부자연사면 전경(STA..5+040)

<그림 7.3.2> 상부자연사면 손상현황

<표 7.3.4> 상부자연사면 손상물량

구 분			단일구간	합계
상부자연사면	상태양호	-	-	-

<표 7.3.5> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 상부자연사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

3) 사면

a. 외관조사 결과

- 사면의 파괴징후인 단차, 배부름 등의 지반 변형여부와 토사구간의 지반포화에 의한 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴, 지하수 용출 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, STA. 5+060지점에서 표층유실 3.0m x 1.0m가 조사되었다. 외부 환경의 의해 유실된 것으로 판단된다. 이 외 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



사면 전경 (STA.5+080)



표층유실 3.0m x 1.0m (STA.5+060)

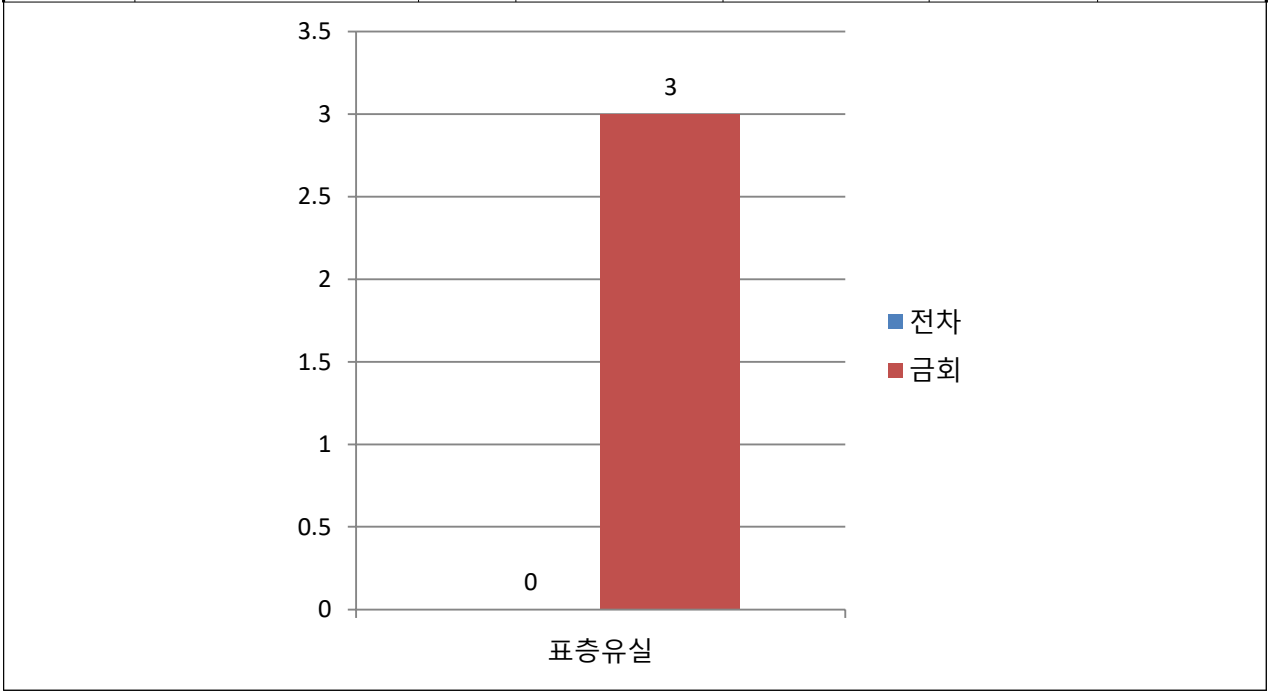
<그림 7.3.3> 사면 손상현황

<표 7.3.6> 사면 손상물량

구 분			단일구간	합계
사면	표층유실	㎡/ea	3.0	3.0

<표 7.3.7> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면	표층유실	㎡/ea	-	3.0	증가(▲3.0)	신규손상



c. 손상원인

- STA. 5+060지점에서 표층유실 크기 3.0m x 1.0m의 손상이 발견되었다. 외부 환경 우류의 의해 진행된 것으로 판단되며, 중대한 결함은 아닌 것으로 사료된다.

d. 대책방안

- 표층유실 손상의 진전 및 확대 여부를 지속적인 관찰을 통하여 유지관리 하는 것이 바람직하다.

4) 사면하부

a. 외관조사 결과

- 사면하부는 지하수가 용출되기 쉬운 지점으로 지하수의 용출여부를 관찰하고, 낙석방지망 배면에 적치된 토석더미로 인한 낙석방지망의 구조적 불안전성여부와 사면하부 암이탈로 지지력 상실여부 등에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



사면하부 전경 (STA.5+080)



토사퇴적 1.0m x 3.0m (STA.5+030)

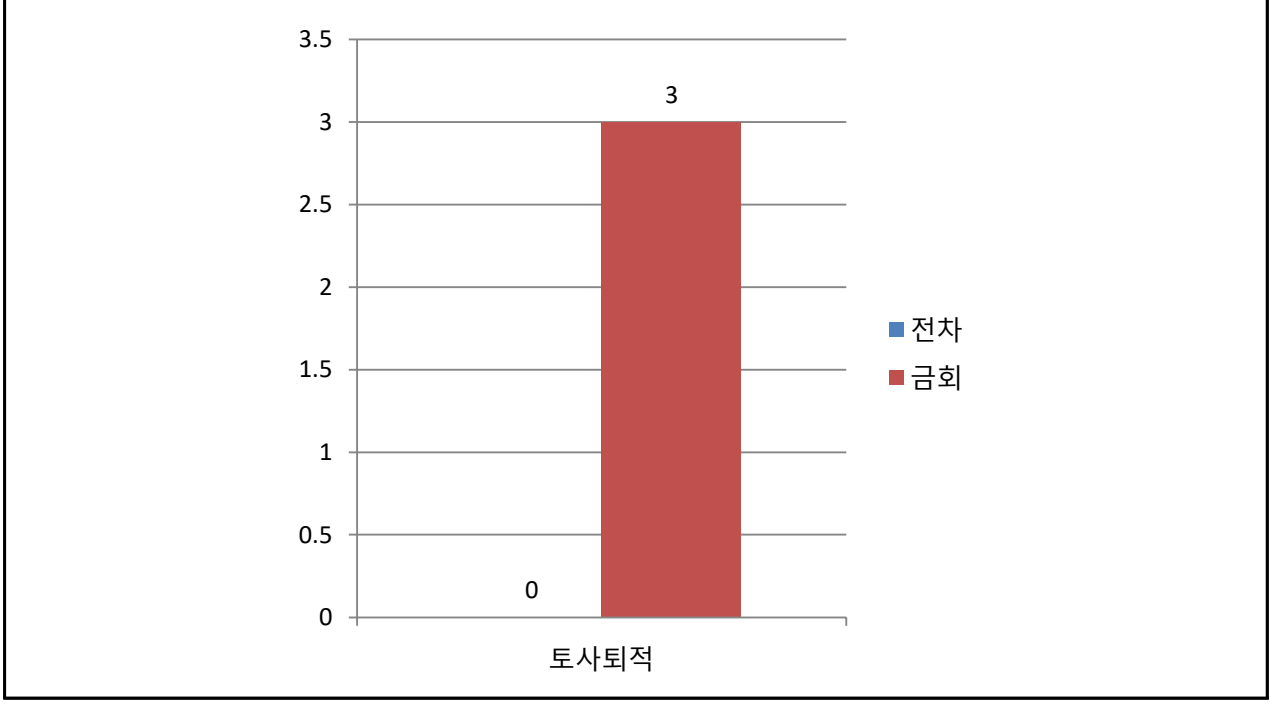
<그림 7.3.4> 사면하부 손상현황

<표 7.3.8> 사면하부 손상물량

구 분			단일구간	합계
사면하부	토사퇴적	㎡/ea	3.0	3.0

<표 7.3.9> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면하부	토사퇴적	㎡/ea	-	3.0	증가(▲3.0)	신규손상



c. 손상원인

- 사면의 상부에서 토사 및 낙엽이 우류로 인해 하부로 퇴적되어 나타난 것으로 판단된다.

d. 대책방안

- 토사 및 낙엽 퇴적은 청소 보수가 필요하며, 주기적인 점검을 통해 퇴적의 여부를 확인하는 것이 바람직하다.

5) 보호시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 표면보호를 위하여 토사구간은 종자분사파종 공법, 녹생토 공법을 적용하였으며, 준공 이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.
- 외관조사 결과, 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



녹생토 식생 전경 (STA.5+040)



낙석방지망 전경 (STA.5+005)

<그림 7.3.5> 보호시설 손상현황

<표 7.3.10> 보호시설 손상물량

구 분			단일구간	합계
보호시설	상태양호	-	-	-

<표 7.3.11> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보호시설의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

6) 보강시설

a. 외관조사 결과

- 본 절토사면은 보강시설이 시공되지 않은 것으로 조사되었다.

7) 배수처리시설

a. 외관조사 결과

- 배수처리시설은 지표수 및 지하수의 처리를 원활하게 하여 사면의 침식과 더불어 표층 붕괴를 방지하기 위해 충분한 용량을 확보하여야 하며, 기능발휘에 장애가 없어야 한다. 배수시설의 배수기능 상태와 간극수압 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사결과, 2020년 정밀안전점검시 소단배수로 60m 지점에서 균열(cw=1.0mm/1.5m),

(cw=0.5mm/0.8m)이 조사되었으나, 금회 정밀안전점검 외관조사시 손상의 보수가 진행된 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



배수처리시설 전경(STA.5+060)



배수처리시설 전경(STA.5+100)

<그림 7.3.6> 배수처리시설 손상현황

<표 7.3.12> 배수처리시설 손상물량

구 분			단일구간	합계
배수처리시설	상태양호	-	-	-

표 7.3.13> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
배수처리시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 누수 및 체수의 현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

8) 이격거리내 시설

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 이격거리내 시설은 낙석방지 울타리, L형 측구가 있는 것으로 조사 되었으며, 사면과 도로와의 이격은 평균 2.0m로 조사되었다. 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 사면의 파괴징후인 구조물의 변형여부와 낙석에 의한 파손 등 기능 상실여부에 주안점을 두고 조사하였다.

● 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



이격거리내 시설 STA. 4+980



이격거리내 시설 STA. 5+080)

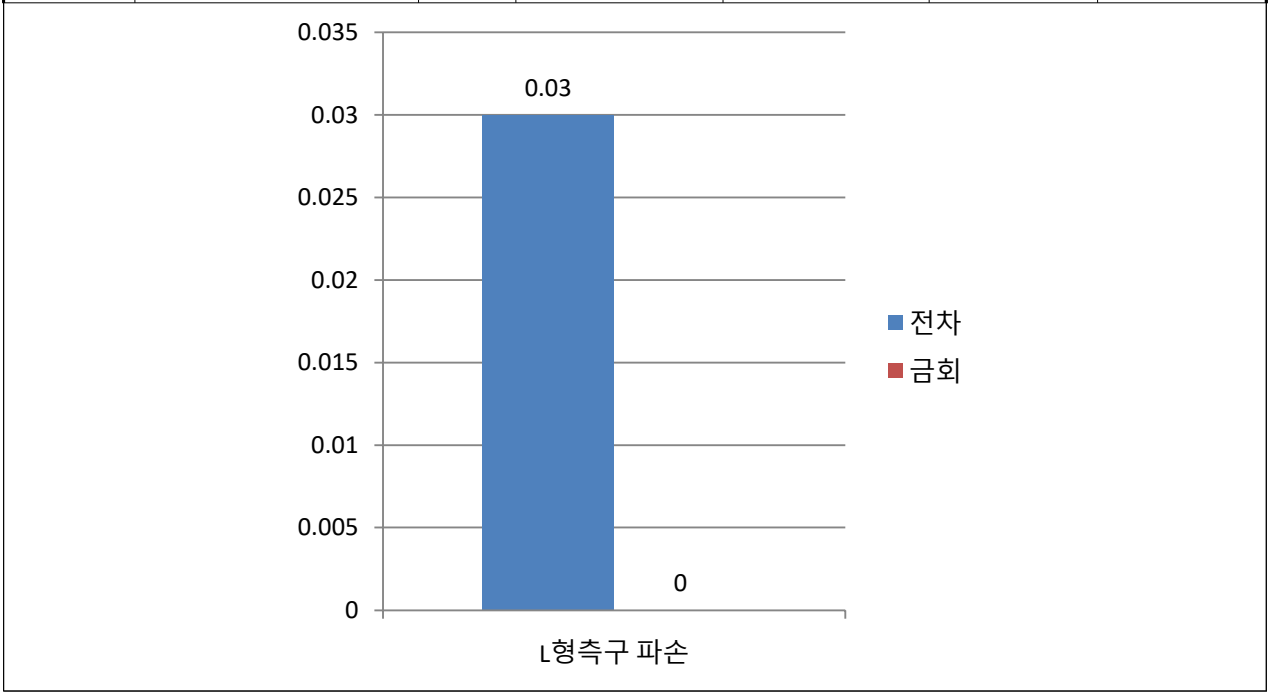
<그림 7.3.7> 이격거리내 시설 손상현황

<표 7.3.14> 이격거리내시설 손상물량

구 분			1구간	합계
이격거리내 시설	상태양호	-	-	-

<표 7.3.15> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
이격거리내 시설	L형측구 파손	㎡/ea	0.03/3	-	감소(▼0.03)	점검자이견



c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 이격거리내 시설의 신규손상 발생여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

9) 자연적 외부요인

a. 강우 및 지하수 조건

지점번호	지점명	일시	강수량(mm)	일최다강수량(mm)	일최다강수량일자
119	수원	1994	1045.6	101.3	1994-08-28
119	수원	1995	1653.3	227.3	1995-08-19
119	수원	1996	952.1	153.6	1996-06-17
119	수원	1997	1394.3	150.4	1997-07-01
119	수원	1998	1626.9	208.1	1998-08-08
119	수원	1999	1556.1	153	1999-09-20
119	수원	2000	1328.8	333.2	2000-07-22
119	수원	2001	1067.2	120.3	2001-07-29
119	수원	2002	1231.7	203	2002-08-07
119	수원	2003	1514.8	121.5	2003-07-22
119	수원	2004	1217	89.5	2004-06-19
119	수원	2005	1427.7	84.5	2005-09-30
119	수원	2006	1362.7	169.5	2006-07-16
119	수원	2007	1325	82	2007-07-19
119	수원	2008	1342.9	121	2008-07-24
119	수원	2009	1541.2	272.5	2009-07-12
119	수원	2010	1470.6	97.5	2010-08-29
119	수원	2011	1975.9	190	2011-07-03
119	수원	2012	1748.3	276.5	2012-07-06
119	수원	2013	1240.1	79	2013-07-13
119	수원	2014	1029.1	117.7	2014-08-21
119	수원	2015	751.1	64.7	2015-07-29
119	수원	2016	1023.4	104.2	2016-07-01
119	수원	2017	1328.6	130.8	2017-08-20
119	수원	2018	1293.1	124.8	2018-08-28
119	수원	2019	915.8	108	2019-07-26
119	수원	2020	1635.5	134.2	2020-08-09
119	수원	2021	1084.4	70.9	2021-09-01
119	수원	2022	1864.0	285.0	2022-06-30
119	수원	2023	1409.4	91.6	2023-08-10
30개년 평균값			4465.6/30 = 148.85		

- 세부지침에 따라 해당지역의 평년 최대 강우강도를 1일 강우량으로 조사하였으며, 기상청 자료를 취득하여 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm로 조사되어 1일 강우량 100mm이상, 150mm미만으로 평가한다.

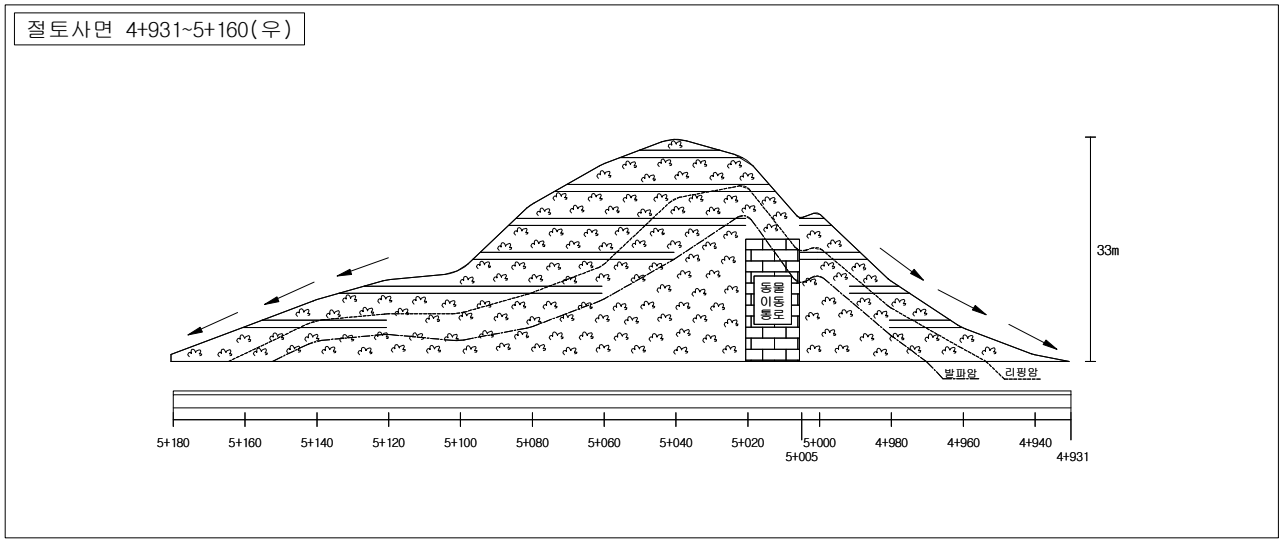
10) 사면형상

a. 사면경사

본 시설물의 평균 사면경사는 1:1.1 로 준공도서와 현장조사를 통해 검토되었다.

b. 집수지형

본 시설물의 집수지형은 시점부와 종점부에 2개소 집수지형이 조사되었으며, 그 외 상부자연사면은 하향으로 조사되었다.



11) 인위요인

a. 표면보호

표면 보호상태의 육안조사결과 대체적으로 식생이 양호한 상태로 조사되어있어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

b. 보호/보강상태

보호/보강상태인 부대시설의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

c. 배수조건

배수조건에 대한 조사결과 소단배수로에 균열이 발견되었지만, 배수에는 문제가 없는 상태를 유지하고 있는 것으로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

12) 공중이 이용하는 부위

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 공중이 이용하는 부위는 사면하부의 도로부 및 점검사다리로서, 지반변형에 의한 침하, 히빙, 파손, 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



공중이 이용하는 부위 전경



공중이 이용하는 부위 전경

<그림 7.3.9> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 7.3.16> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분			단일구간	합계
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-

<표 7.3.17> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보호시설의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

7.3.5 사면 파괴요인 조사

가. 개 요

본 사면은 혼합사면으로서 현장시험 항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 토사사면, 암반사면 기준을 적용하였고, 현장여건(사면규모 및 환경조건 등)을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 시설물의 분석이 객관적이고, 보편타당하게 이루어지게 하기 위해 조사 자료를 충분히 확보할 수 있도록 기준수량 이상으로 결정하였다.

시험항목	기준수량	금회 시험수량
토양경도시험	3개소(토심 가장 두꺼운 곳)	단일구간 : 4개소
암반강도시험	필요수량	단일구간 : 2개소
불연속면조사	필요수량	단일구간 : 1개소

나. 시험 및 조사전경



사면 경사 측정 전경



사면 암반강도 측정 전경



사면 암반강도 측정 전경



토양경도계 측정 전경

<그림 7.3.10> 현장시험 및 측정전경

다. 시험항목 및 수량

본 절토사면의 경사 측정결과는 아래 표와 같다.

<표 7.3.18> 암반 강도시험에 따른 암반판정 결과

시험항목	기준수량	금회 시험수량
토양경도시험	3개소(토심 가장 두꺼운 곳)	단일구간 : 3개소
암반강도시험	필요수량	단일구간 : 2개소
불연속면조사	필요수량	단일구간 : 1개소

라. 암반강도 시험결과

본 절토사면 암반의 판정은 암석용 슈미트해머에 의한 강도조사는 사면에서 암반이 노출된 지점에서 2회 실시하였다.

고속도로 건설재료 품질기준에서 암석의 일축압축강도에 따른 분류로 추정압축강도에 따라 암판정을 하였다.

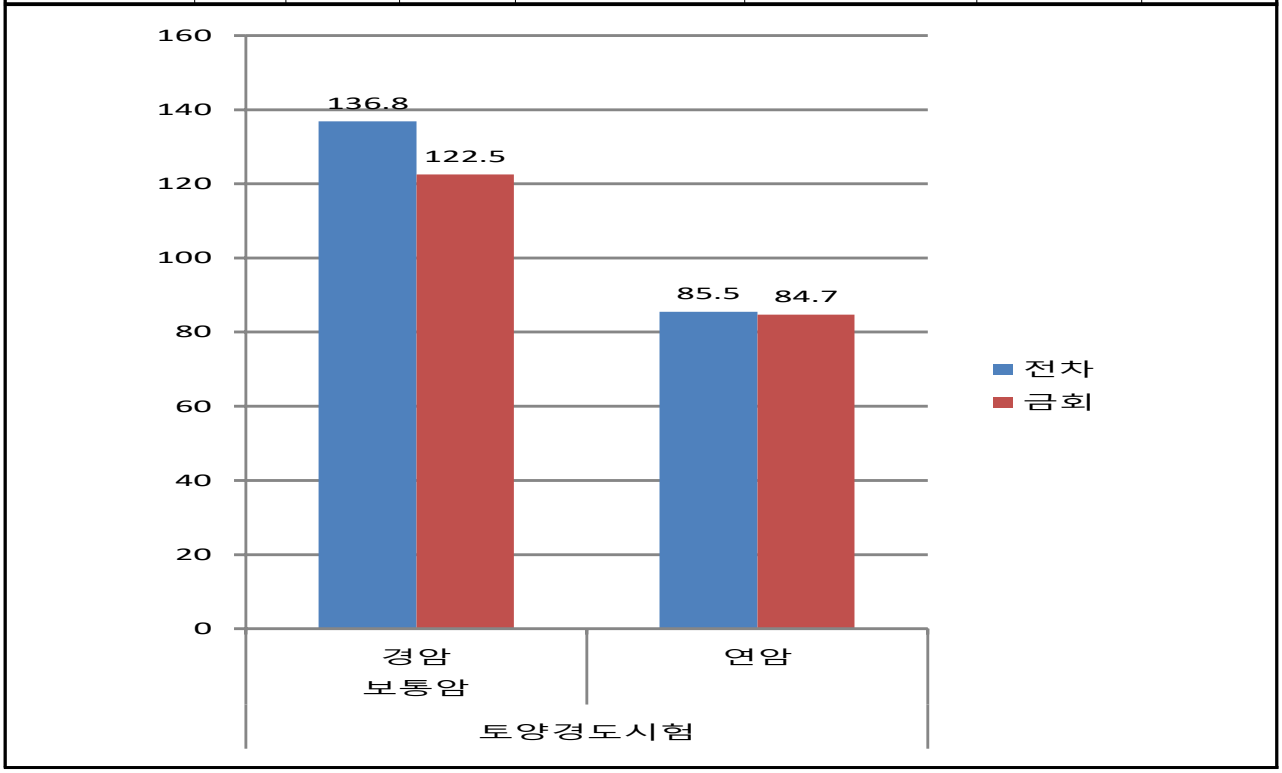
암반시험결과 측정강도가 연암~보통암으로 평가되었다.

<표 7.3.19> 암반 강도시험에 따른 암반판정 결과

측정위치	반발치 (r)					타격방향 (→)	평균강도 (r)	암석밀도 (kN/m3)	측정강도 (MPa)	암판정
55m(1소단)	46	53	57	35	54	0°	53.9	25.0	122.5	보통암
	55	57	65	52	62					
	69	46	50	58	56					
	48	47	42	44	46					
76m(1소단)	45	52	42	29	42	0°	45.9	25.0	84.7	연암
	59	59	26	38	45					
	41	25	48	32	36					
	33	45	38	42	39					

<표 7.3.20> 암반강도 시험 전차비교

구분			단위	일축압축강도		증 감	비고
시험항목	위치	암판정		2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
암반강도시험	단일 구간	경암 보통암	MPa	136.8	122.5	증가(▼14.3)	-
		연암		85.5	84.7	감소(▼0.8)	-



마. 토양경도 시험결과

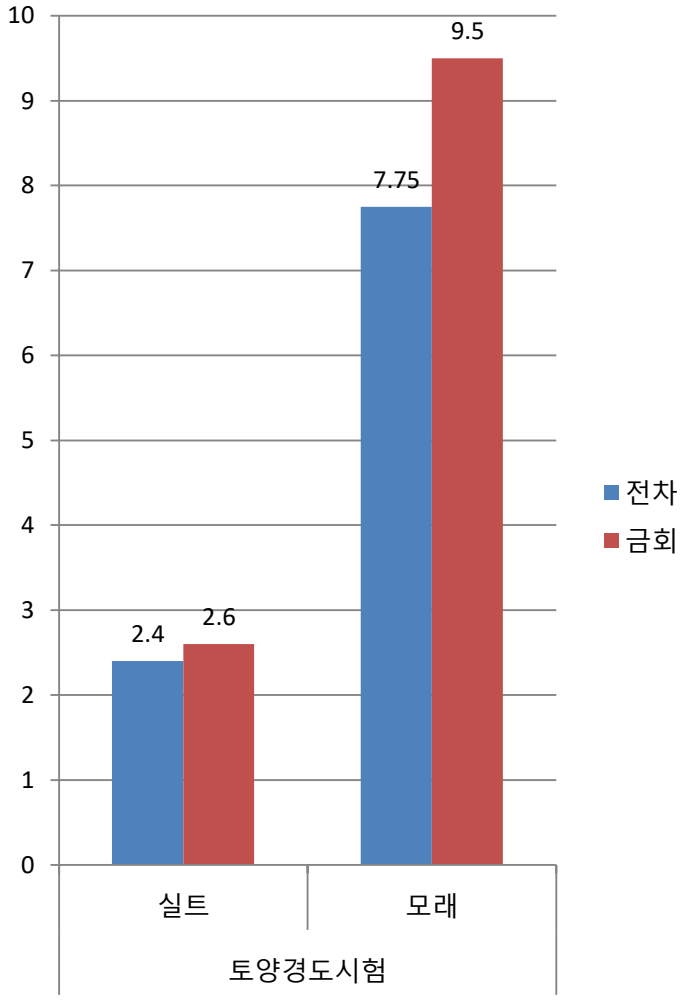
토양경도계를 이용한 절토사면 토사부분의 토양경도를 측정한 결과 전 개소 관입깊이는 13.6~22.3mm로 측정되었다. 지반의 종류는 모래질 실트~모래 상태는 느슨~보통인 것으로 판단된다.

<표 7.3.21> 토양경도 시험 측정결과

구분	측정위치	관입깊이(W) 평균값	경도값R (kg/㎠)	판정
1	5+040	14.0	2.6	모래질 실트/보통
2	5+080	21.8	8.2	모래/느슨
3	5+080	23.5	10.8	모래/보통

<표 7.3.22> 토양경도 시험 전차비교

구분			단위	토양경도 값		증 감	비고
시험항목	위치	판정		2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
토양경도시험	단일 구간	실트	kg/㎠	2.40	2.6	증가(▲0.2)	-
		모래	kg/㎠	7.75	9.5	증가(▲1.75)	-



전차 점검결과와 비교 분석한 결과, 조사위치, 방법, 기타요인 등에 의해 다소 차이는 있으나, 전반적으로 유사한 값으로 평가되어 공용년수 경과에도 지반상태의 변동은 거의 없는 것으로 판단된다.

바. 불연속면조사

불연속면 조사는 식생으로 인해 국부적으로 노출된 암반에 대하여 주요 불연속면 3개소에 대하여 절리특성을 조사·분석 하였다.

<표 7.3.23> 불연속면 공학적 특성

불연속면 특성			
구 성	Set 1	Set 2	Set 3
종류	J1	J2	J3
방향성	84/165	81/108	34/091
간격(m)	0.1~0.5	0.5~1.0	0.5~2.0
틈새(mm)	1.0~2.0	0.5~1.0	0.5~1.5
연장성(m)	1.0~4.0	1.0~3.0	0.5
거칠기	거침	거침	거침
충진물질	5mm미만 부드러움	5mm미만 부드러움	5mm미만 부드러움
누수	습윤	건조	건조
풍화상태	보통풍화~약한풍화 (MW~SW)	보통풍화~약한풍화 (MW~SW)	보통풍화(MW)

사. 사면경사 측정

본 절토사면의 경사 측정결과는 아래 표와 같다.

<표 7.3.24> 절토사면 경사 측정결과

측정위치		측정경사	설계경사	판정
단일구간	사면 1단	1 : 0.6	1 : 0.5	OK
	사면 2단	1 : 0.6	1 : 0.5	O.K
	사면 3단	1 : 0.6	1 : 0.5	O.K
	사면 4단	1 : 1.1	1 : 1.1	O.K
	사면 5단	1 : 1.2	1 : 1.2	O.K
	사면 6단	1 : 1.6	1 : 1.5	O.K
	사면 7단	1 : 1.9	1 : 1.9	O.K
평균경사		1 : 1.085	1 : 1.029	O.K

본 절토사면에 대한 경사 측정결과, 약 1:0.6~1:1.9로 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.

아. 토층심도 측정

토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과 토층심도는 12.0m로 확인되었다.

7.3.5 현장조사 및 시험결과 요약

본 절토사면에 대한 현장조사 및 시험·측정 결과를 다음과 같이 요약하였다.

<표 7.3.25> 현장조사 및 시험·측정 결과 요약

구 분		점 검 결 과
상부자연사면		• 상부자연사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면		• 사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면하부		• 사면하부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보호시설		• 보호시설은 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보강시설		• 본 절토사면은 보강시설이 시공되지 않은 것으로 조사되었다.
배수처리시설		• 배수처리시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
이격거리내 시설		• 사면과 도로와의 이격은 약 2m 이상으로 조사되었으며, L형 측구파손이 발견되었지만 그 이외 낙석방지울타리, 도로의 변형, 융기 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
공중이 이용하는 부위		• 공중이 이용하는 부위는 파손, 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
현장시험	암반 강도	• 암반강도 측정결과 84.7 122.5MPa로 암반분류 연암, 보통암인 것으로 평가되었다.
	토양 경도	• 토양경도를 측정한 결과 전 개소 관입깊이는 14.0~23.5mm로 측정되었다. 토사의 상태는 모래질 실트/보통, 모래/느슨, 모래/보통 상태인 것으로 판단된다.
	경사 측정	• 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
	토층 심도	• 본 절토사면의 준공도면, 현장육안관찰을 통하여 조사한 결과 12.0m로 확인되었다.

7.4 상태평가

7.4.1 사면의 분류

지반 및 지질조건에 따른 사면의 거동특성 및 파괴양상에 대한 분석을 통해 절토사면은 토층심도율(SR)에 의해 토사사면과 암반사면, 혼합사면으로 구분할 수 있으며, 암반사면은 다시 지반강도특성 및 암반의 블록크기 비(BR)에 의해 절리암반사면, 파쇄암반사면, 연약암반사면으로 세분될 수 있다. 본 사면은 토층심도율 0.37로 혼합사면으로 분류하였다.

<표 7.4.1> 절토사면의 분류

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

1) 토층심도율

- $SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} = \frac{\text{토층심도}}{\text{사면높이}} = \frac{12}{32.5} = 0.37 \leq 0.4$
- 분류결과 : 혼합사면 ($0.2 \leq 0.37 \leq 0.4$)

2) 암반 블록크기비

- $Ib = \frac{\sum_{i=1}^{3} Si}{3} = \frac{2.3}{3} = 0.77$
- $BR = \frac{\text{Block Size} \in \text{dex(Ib)}}{\text{Slope height}} = \frac{0.77}{32.5} = 0.024 > 0.01$
- 분류결과 : 절리암반사면 (0.024>0.01)

3) 혼합사면 : SR=0.37, BR=0.036, 암강도=85.5~136.8 (MPA)

7.4.2 상태평가 결과

본 과업 대상 시설물의 현황은 높이가 32.5m이며, 토층 심도가 약 12.0m 내외로 조사되어 토층심도율 0.37이므로 혼합사면으로 분류하고 암반 블록크기비를 계산하여 절리암반사면으로 확인되었다. 상태평가 결과 "B"로 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다.

<표 7.4.2> 토사사면 고려시 손상상태 조사결과표

시설물명	STA.4+931~5+160(우)		표번호	표 7.4.2	
사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
1-4		위 치	규모	0	
	발생규모	-	-		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.000			사면 손상상태 점수 = 0		

<표 7.4.3> 토사사면 고려시 파괴요인 조사결과표

시설물명	STA.4+931~5+160(우)		표번호	표 7.4.3	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	토사	토질조건	d (느슨)	5	
1-6		토층심도율	a (0.37)	0	
2. 사면형상					
1-16	사면경사		e (1 : 1.085)	7	
1-17	집수지형		c (2개소)	2	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	강우량	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	6	
4. 인위적 외부요인					
1-19	표면보호		b (식생양호)	1	
1-20	배수조건		a (완전배수)	0	
1-21	보호/보강상태		a (양호함)	1	
사면 파괴요인 지수 (f2) = 0.423			사면 파괴요인 결함점수 = 22		

<표 7.4.4> 토사사면 고려시 상태평가 등급 산정표

시설물명				STA.4+931～5+160(우)				표번호
근거표 번호				표 7.4.2, 7.4.3				표 7.4.4
평가요소				결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	① 인장균열		0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형		0	a			
		③ 구조물변형		0	a			
	④ 파괴현황			0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	토사	토질조건	5	d	22.0	f2=0.423	B
			토층심도율	0	a			
	사면 형상	사면경사		7	e			
	집수 지형	집수지형		2	c			
	자연 요인	강우 및 지하수		6	d			
	인위 요인	표면보호		1	b			
		배수조건		0	a			
		보호/보강상태		0	a			
합계(∑)						21	F=0.289	B
상태평가결과				• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = B등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

<표 7.4.5> 절리암반사면 고려시 손상상태 조사결과표

시설물명	STA.4+931~5+160(우)		표번호	표 7.4.5	
사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호 1-4	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위 치	규모	0	
	발생규모	-	없음		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.00			사면 손상상태 점수 = 0		

<표 7.4.6> 절리암반사면 고려시 파괴요인 조사결과표

시설물명	STA.4+931~5+160(우)		표번호	표 7.4.6	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	절리암반	절리방향-사면방향	d (165°-343°=-178°)	0	
1-6		절리경사-사면경사	e (84°-41°=43°)	0	
1-7		절리상태	c (보통)	4	
2. 사면형상					
1-8	사면경사		a (1 : 1.085)	1	
3. 자연적 외부요인					
1-9	강우 및 지하수	강우량	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	3	
4. 인위적 외부요인					
1-10	절취상태		a (선균열발파-매우좋음)	0	
1-11	배수조건		a (완전배수)	0	
1-12	보호/보강상태		a (양호함)	1	
사면 파괴요인 지수(f2) = 0.173			사면 파괴요인 결함점수 = 9		

<표 7.4.7> 상세 절리 상태

구 분	상세 절리 상태				
① 길 이	< 1m	1~3m 미만	3~10m 미만	10~20m 미만	≥ 20m
② 틈 새	0	< 0.1mm	0.1~1mm미만	1~5mm미만	≥ 5mm
③ 거칠기	매우 거침	거침	약간 거침	평탄	매우 평탄
④ 충전물	없음	단단한 충전물 (< 5mm)	단단한 충전물 (≥ 5mm)	연약한 충전물 (< 5mm)	연약한 충전물 (≥ 5mm)
⑤ 풍화도	신선	약한 풍화	보통 풍화	심한 풍화	완전 풍화
점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
절리상태점수 = Σ (①~⑤) / 5					
SET 1		**SET 2**		SET 3	
(3+5+1+5+3)/17=3.4		**(5+5+1+5+3)/5=3.8**		(0+3+1+5+3)/5=2.4	

<표 7.4.8> 절리암반사면 고려시 상태평가 등급 산정표

시설물명				STA.4+931~5+160(우)			표번호
근거표 번호				표 7.4.5, 7.4.6			표 7.4.8
평가요소				결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴 징후	① 인장균열		0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형		0	a			
		③ 구조물변형		0	a			
	④ 파괴현황			0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반 상태	절리 암반	절리방향-사면방향	0	a	8.0	f2=0.154	A
			절리경사-사면경사	0	a			
			절리상태	4	c			
	사면 형상	사면경사		1	b			
	자연 요인	강우 및 지하수		3	d			
	인위 요인	절취상태		0	a			
		배수조건		0	a			
		보호/보강상태		1	a			
합계(Σ)						9.0	F=0.173	A
상태평가결과				• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = A등급 • **사면 상태평가결과 = A등급**				

<표 7.4.9> 사면 상태평가 등급 산정표

구간	사면구분	구분별 상태평가 결과	절토사면 상태평가 결과
단일구간	토사사면	B (0.289)	**B (0.289)**
	절리암반사면	A (0.173)	

※절토사면의 상태평가는 손상상태와 파괴요인을 구분하여 평가하며, 가각의 평가항모에 대한 상태평가는 가장 대표적인 것을 기준으로 하여 결정하고, 여러 개소에서 나타날 경우 등급을 하향 조정한다.

7.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 7.4.10> 전차 점검결과와 비교

구 분		2022년 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비 고
손상 현황	상부자연사면	상태양호	상태양호	-
	사면	상태양호	**표층유실**	**신규손상**
	사면하부	상태양호	**토사퇴적**	**신규손상**
	보호시설	상태양호	상태양호	-
	보강시설	상태양호	상태양호	-
	배수처리시설	상태양호	상태양호	-
	이격거리내 시설	**L형측구 파손**	상태양호	**손상삭제**
	기타시설	상태양호	상태양호	-
상태등급		상태평가 결과(F) : B등급	상태평가 결과(F) : B등급	등급동일

● 전차 점검결과와 비교・분석한 결과, 사면에서 표층유실과, 하부에 토사퇴적이 발견되었다. 중대결함이 아닌 손상으로 판단되며 손상이 미미한 것으로 사료된다. 사면 파괴요인의 점수로 인하여 등급은 동일 한 것으로 상태등급은 **『B』** 등급으로 전차등급인 『B』 등급과 동일한 등급이고, 결함도 지수는 손상으로 인해 상승한 것으로 분석되었다.

7.5 종합평가 및 안전등급 지정

7.5.1 종합평가 결과

외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 본 사면의 종합평가 결과는 **"B등급(양호)"**로 평가되었다.

<표 7.5.1> 종합평가 결과

구 분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결 과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
절토사면	0.289	B	-	-	B
평가의견	경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태인 "B등급"으로 평가되었다.				

7.5.2 안전등급 지정

금회 실시된 사면의 정밀점검결과 구조적 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었다. 다만, 외관조사결과 경미한 표층손상 구간이 일부 조사되어 지속적인 안전성 확보를 위한 일부 보수가 필요한 것으로 판단된다.

따라서 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 "B등급"으로 평가되었다.

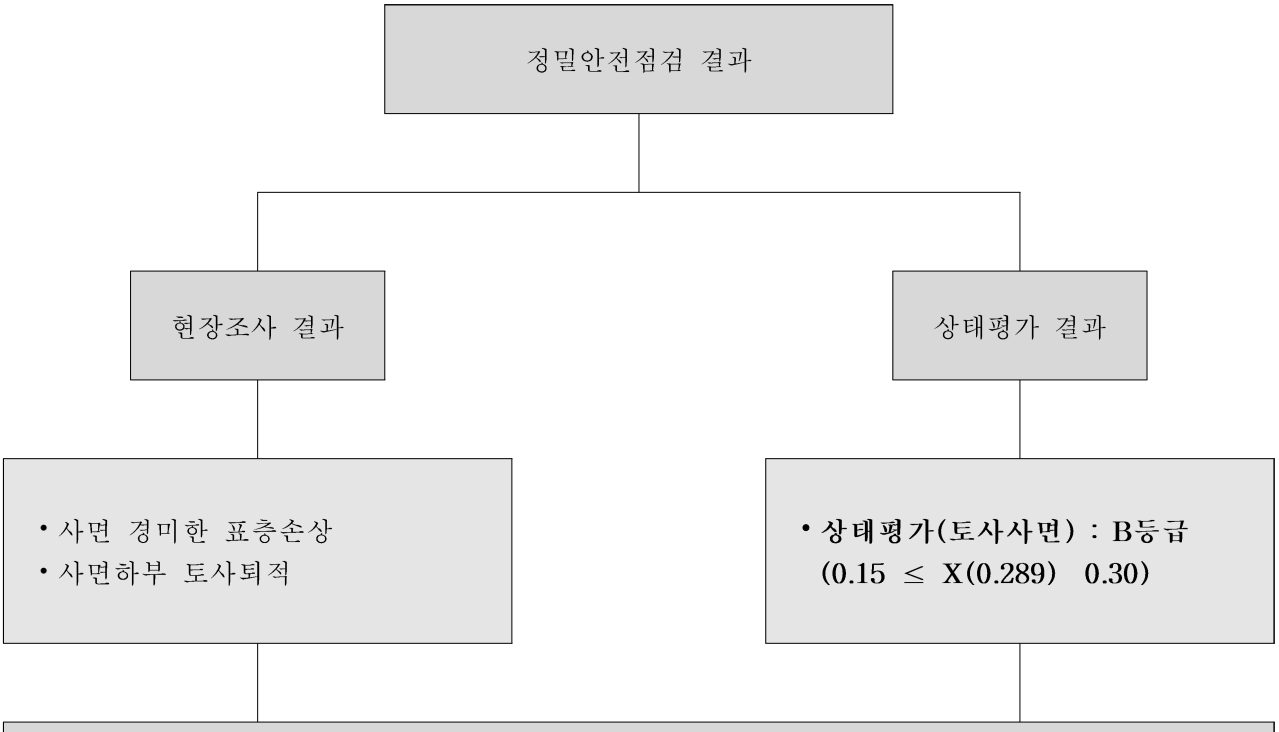
- 안전등급 : **B등급**(양호)

7.6 보수·보강 및 유지관리 방안

7.6.1 보수·보강 우선순위 결정

본 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 시설물에서 발생된 각종 손상에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수보강 순위를 정한다.

또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중용도, 발생한 손상의 심각성 등을 종합적으로 검토 후 아래와 같이 정한다.



보수·보강 방향		
안정성 증대를 위한 보수·보강 (1순위)	내구성 증진을 위한 보수 (2순위)	지속적인 주의관찰 (3순위)
• 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 안전성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (사면 안전성을 저해시키는 손상 또는, 손상부 방치시 기능성 확보에 문제가 있는 경우)	• 기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차 보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)	• 발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

7.6.2 손상내용별 보수·보강 방안

본 과업 대상 사면의 손상내용별 보수·보강 방안은 아래와 같다.

<표 7.6.1> 보수·보강 방안

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
사면	표층유실	㎡/ea	3.0	지속관찰	-	-	3
사면하부	토사퇴적	㎡/ea	3.0	청소	110	330	3

<표 7.6.2> 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	손상물량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	우선순위
사면	표층유실	3.0	㎡/ea	-	-	3
사면하부	토사퇴적	3.0	㎡/ea	110	330	3
순 공 사 비					330	
제경비(순공사비x0.5)					165	
총 공 사 비					**495**	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

7.6.3 유지관리방안

가. 개 요

본 사면의 공용년수 경과시 내구성 및 사용성을 저하시킬 수 있는 손상들에 대해서는 결함의 진전여부 및 확대여부를 주기적으로 관찰하는 등 중점유지관리 항목으로 선정하여 시설물의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 중점유지관리 항목

<표 7.6.3> 중점 유지관리 항목

구 분	손상내용		중점 유지관리 항목
사면 하부	• 표층유실 3.0m x 1.0m (STA.5+060)		• 지속적인 관찰
이격거리내 시설	• 토사퇴적 1.0m x 3.0m (STA.5+030)		• 청소필요

다. 부재별 점검요령

<표 7.6.4> 부재별 점검요령

점검부위	점검항목		
사면	• 점검로 및 고소점검차 등을 이용하여 근접조사 • 인장균열 발생여부 점검 • 지반변형 발생여부 점검 • 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모) • 지반상태 조사 • 표면보호상태 점검 • 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검		
사면하부	• 포획거리 공간 및 고소점검차 이용하여 근접조사 • 지반변형 발생여부 점검 • 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모) • 지반상태 조사 • 표면보호상태 점검 • 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검		
배수처리시설	• 사면내에서 발생되는 지하수 누수 정도 및 누수 위치 확인 • 배수시설의 상태와 배수조건 점검 • 이격거리내 시설물의 변형 발생여부 점검		
주요부위			
	사면	사면하부	배수처리시설
점검시 유의사항	• 길어깨 차량 정차 시 후방으로 충분한 거리에서 신호할 것 • 사면 특성상 고소작업이 많으므로 추락위험 예방을 위한 안전장구를 반드시 갖추도록 한다. • 사면의 균열 및 이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손 발생은 중대한 결함이므로 지체없이 관리주체에 통보하여야 한다.		
점검도구	• 사진기 • 줄자(5m, 50m) • 사다리 • 클리노콤파스 • 지질용해머 • 필기도구 • 교통통제 기구(신호봉, 수기, 라바콘)		

7.7 종합결론

7.7.1 외관조사

가. 단일구간

- 상부자연사면은 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면내 집수가 될 지형이 없으나 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 사면에서 STA.5+060지점에서 표층유실(3.0m x 1.0m)이 조사되었다. 손상은 우류에 의한 것으로 확인되고, 손상정도는 미미한 것으로 판단된다. 그 이 외 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 사면하부는 상부에서 토사들이 내려와 쌓여 토사퇴적이 발견되었다. 청소보수가 필요할것으로 판단되며 주기적인 주의관찰 통한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. 이외 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면규모가 크고, 하부 교통량이 많은 조건에 있으므로 누수, 낙석 등에 의한 2차피해가 발생할 확률이 높으므로 노면상태를 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 보호시설은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 배수시설 외관조사 결과, 배수기능 상실로 심각한 간극수압 발생 등은 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 이격거리내 시설은 사면의 파괴징후인 구조물의 변형, 낙석 등 심각한 손상은 없는 것으로 확인되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 공중이 이용하는 부위는 파손 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

7.7.2 사면 파괴요인 조사

- 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과, 사면의 최대높이 32.5m 토층두께는 약 12.0m로 본 구간은 혼합사면 인 것으로 확인되었으며, 토질조건 및 암판정을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 토양경도계와 암반슈미트해머를 이용하였으며, 토양경도계 시험결과 육안관찰 결과를 종합한 결과 토질조건은 가장 하향조건인 모래/느슨한 상태이며, 암반 판정 결과로는 연암~보통함인 것으로 판단된다.
- 대상사면에 대한 형상을 평가하기 위하여 스태프 및 경사계를 이용하여 각 소단별 경사를 측정하였으며, 현장 측정결과, 실측경사는 단일구간 약 1:0.6~1:1.9으로 설계경사와 대체로 유사한 것으로 분석되어 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 불안정요인은 없는 것으로 판단된다.
- 계곡부, 요철지형 등은 지표수의 지속적인 유입으로 지반강도 약화의 원인이 되므로 집수지형의 개소수에 대하여 현장 설계도면 및 현장 육안관찰로 조사한 결과, 대상사면 내·외부 집수지형은 2개소가 존재하는 것으로 파악되었다.
- 최근 기상청 강우분석 자료에서 해당지역에 대한 정보는 없어 인근 수원지역 자료를 바탕으로 조사한 결과, 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm으로 확인되었다. 대상사면의 누수상태를 조사한 결과, 본 구간에서는 누수흔적이 관찰되지 않아 누수가 발생하지 않는 건조한 상태로 판단된다.
- 배수조건 조사결과, 전반적인 배수상태는 양호하여 사면 내·외부 지표수 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

7.7.3 상태평가 결과

- 금회 실시된 사면의 정밀점검결과 구조적 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었으나, 본 사면의 상태평가 결과, 1구간 토사사면에서 토질조건 d등급, 사면경사 e등급, 강우 및 지하수 d등급으로 평가되어 사면 파괴요인 지수가 C등급이 평가 되었고, 반면 손상이 발견되지 않아 사면손상 상태지수는 A등급이 나타났다. 토질조건, 사면경사는 원호파괴 요인으로 내포되어있는 사면으로 여겨졌기 때문이다. 사면에 손상은 없어도 내재되어있는 파괴요인이 있기 때문에 상태등급이 다소 낮게 평가되었다.

- 따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 **"B등급"**으로 평가되었다.

7.7.4 종합결론

- 본 과업 대상 절토사면은 2017년에 준공되어 약 7 년간 공용되고 있고, 비봉～매송간 도시고속도로 이정 4+931～5+160 매송방향 우측에 위치한 총 연장 229m, 최고 높이 32.5m의 2종 시설물이다. 외관조사의 주요 손상은 표층유실 3.0m x 1.0m (STA.5+060), 토사퇴적 1.0m x 3.0m (STA.5+030)이 조사되었다.

- 조사된 손상들에 대해서 손상의 진전 및 확대여부를 관찰하는 지속적인 유지관리가 필요하다.

- 사면의 경사 측정결과, 경사는 약 1:0.6～1:1.9로 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.

- 집수지형은 시점부와 종점부에 2개소가 확인되었다.

- 토층심도는 준공도면 및 현장 육안조사를 통해 조사한 결과12.0m로 확인되었다.

- 외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 기존 『B(0.276)』 등급에서 **『B(0.289)』** 등급으로 등급이 동일하며 결함도 지수는 표층유실로 인하여 증가한 것으로 분석되었다.

- 따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

7.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 점검 결과, 전반적으로 양호한 상태이므로 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 판단된다.

7.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 사면의 하부에서 도로부에 토사퇴적 여부에 대해 확인하고, 사면부 표층유실부 손상의 확대여부를 정기안전점검 시 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

7.7.7 기타 필요한 사항

- 본 사면은 고속도로 상에 위치하여 통행량이 많아 점검을 위한 사면 진입시 통행차량에 주의가 필요하며, 특히 해빙기 및 장마시 실족 등의 안전사고에 유의해야 할 것으로 판단된다.

제 8 장 절토사면 백학IC R-D STA.0+530~0+702(우)

8.1 시설물 현황

8.2 자료수집 및 분석

8.3 현장조사 및 시험

8.4 상태평가

8.5 종합평가 및 안전등급 지정

8.6 보수·보강 및 유지관리방안

8.7 종합결론

제8장 절토사면 백학IC R-D STA0+530~0+702(우)

8.1 시설물 현황

8.1.1 시설물 일반현황

본 과업 대상 절토사면은 비봉~매송간 도시고속도로 이정 백학 IC R-D STA. 0+530~0+702 우측에 위치하고 있는 총 연장 156m, 최고 높이 30.0m의 2종 시설물이다.

대상 절토사면은 토사+리핑암+암반으로 형성되어 있으며, 낙석방지망, 낙석방지울타리, 비탈면보강 어스앵커, 격자블럭, 수평배수공 등의 사면보호보강시설, 소단배수로, 산마루측구 등의 배수처리시설, 콘크리트 L형측구 등의 부대시설이 설치되어 있다. 대상 절토사면의 현황은 다음과 같다.

<표 8.1.1> 시설물 일반현황

시설물번호	SL2017-0000093		관리번호	-
시설물명	절토사면(백학IC R-D 0+530-0+702(우))		시설물구분	절토사면
위 치	행정구역	경기도 화성시 비봉면 양노리 산26-26		
	위치좌표	시점 : 37°13′47.90″ 126°52′43.79″		
		종점 : 37°13′43.29″ 126°52′41.66″		
제 원	연 장	156m	높 이	30.0m (소단수 : 3)
	경사/방향	55° / N109°	토층 심도	1.0m
	토층 심도율	1 / 30.0 = 0.03	사면 구분	암반 사면
관리주체	화성도시고속도로(주)		관리주체구분	민간
주변환경	인공구조물	-		
	주변환경	-	상부사면경사	5°/N110°
시공현황	준공일	2017년 06월 30일	시 공 자	현대엔지니어링(주)
	부대시설	사면보강공(어스앵커),낙석방지시설, 산마루측구		
비 고	-			

8.1.2 시설물 전경

본 절토사면의 전체 전경 및 주요구간 전경은 다음과 같다.

가. 전경사진



전체 전경



시점 전경



종점 전경



시점 전경



종점 전경



이격거리시설 전경



배수시설 전경



상부자연사면 전경



사면 하부 전경



보호보강시설 전경



공중이 이용하는부위

<그림 8.1.1> 절토사면 전경

나. 조사영역 및 사면의 분할

사면의 분할은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로 정밀안전점검이나 정밀안전진단의 대상이 되는 절토사면의 규모와 영역을 결정하는 작업을 의미한다. 현장에서 접하게 되는 절토사면은 대개 지형적인 특성에 의해 여러 절토사면이 연속하여 연결되어 있어 이를 구분하기 위한 명확한 기준이 필요하다.

본 절토사면의 사면분할은 현장조사결과 수직고가 5m 이하로 낮아지는 지점이 없어 생략하였고, 구간분할의 경우는, 구성 재료는 하부 암반사면, 상부 토사사면으로 관찰되었으며, 사면의 경사방향이 40°이상으로 변화하지 않았고, 동일구간의 연장이 200지형적 특성의 변화가 존재하지 않기 때문에 구간분할 없이 단일사면으로 분류하였다. 또한 본 사면의 제원은 156m로 등록 되어 있으나, 금회 측점분할 한 결과 235m로 조사되어 외관조사망도에서 235m로 표현한다.

본 절토사면의 토층심도율은, 준공도서의 지질보고서, 실시설계보고서, 물리탐사 자료를 참고하여, 토층심도가 1m로 조사되었으며, 사면높이 30.0m로 토층심도율 0.03로 암반사면으로 분류하였다. 또한 FMS등록되어 있는 사면에 대해서만 구간분할 단위로 정하였다.



구간 분할 -

<표 8.1.2> 조사구간 분할

구 분	연장(m)	높이(m)	토층심도	토층심도율	사면경사	비고
단일구간	235	30.0m	1.0m	0.03	1 : 0.7	암반사면

8.1.3 위치도 및 관련도면

본 절토사면의 시설물 위치도와 시공관련 주요도면은 다음과 같다.

가. 위치도 및 지질·지형도

1)위치도



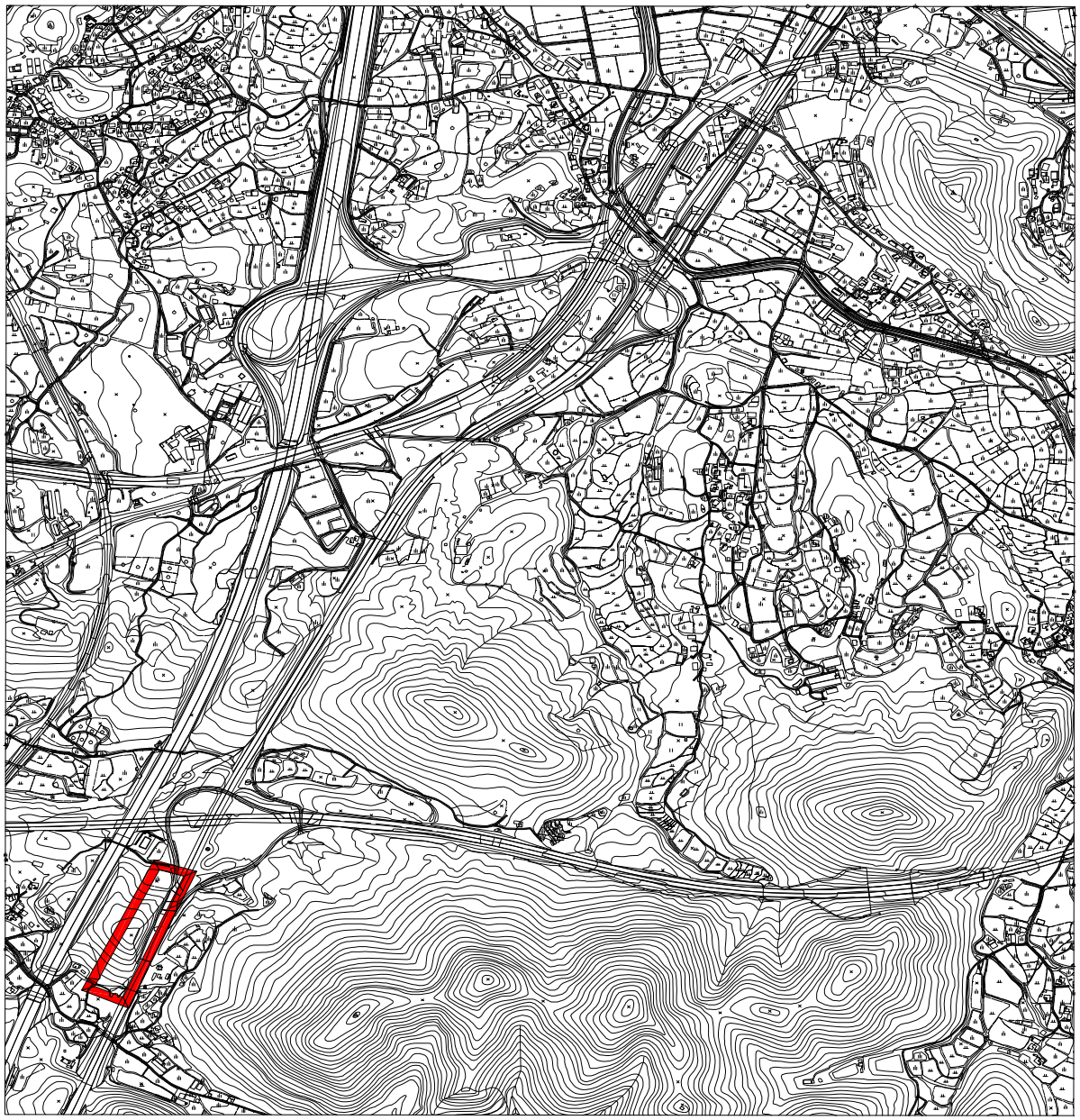
<그림 8.14.2> 절토사면 위치도

2)지질도



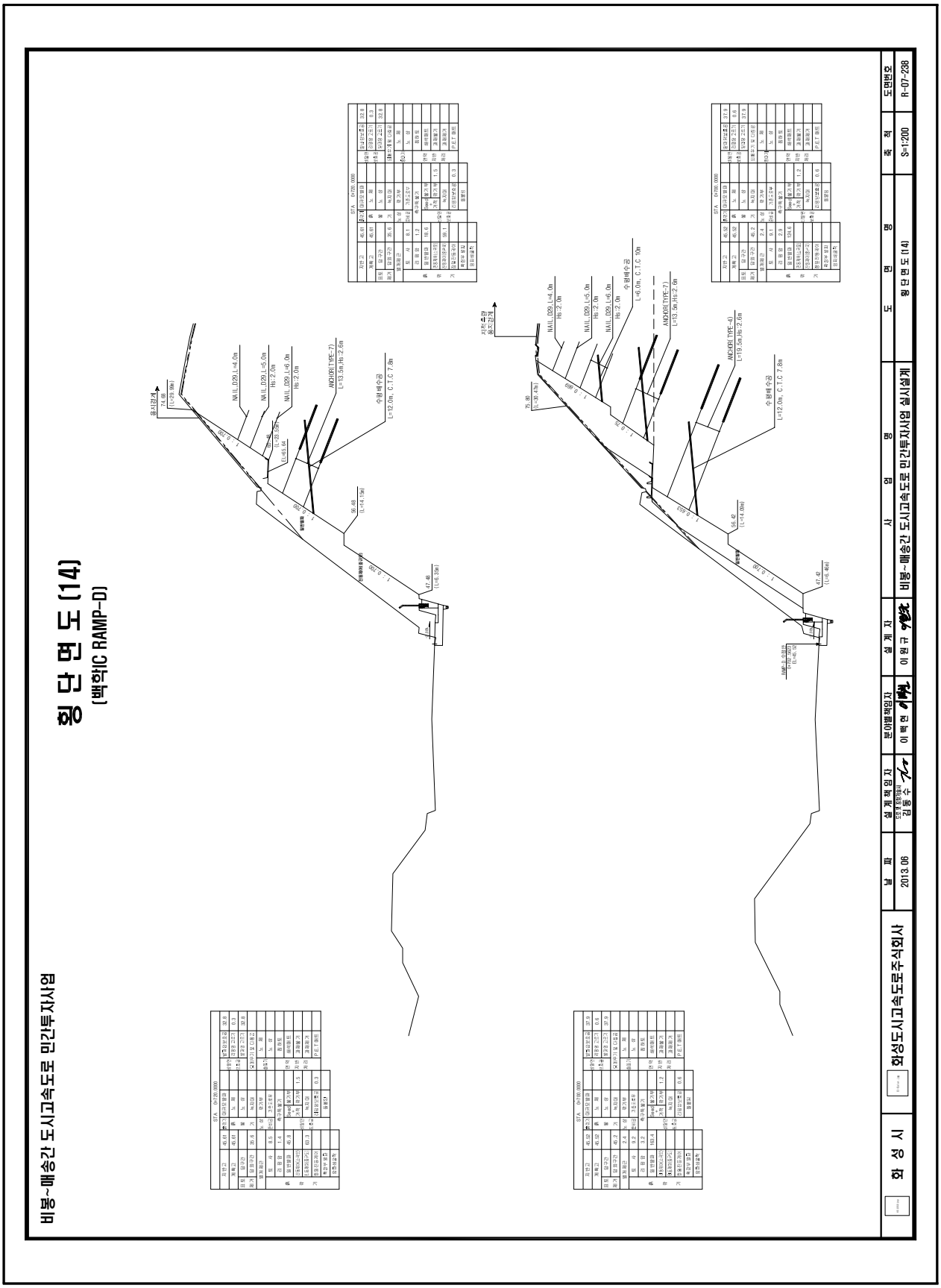
<그림 8.1.3> 절토사면 지질도

3)지형도 및 평면도

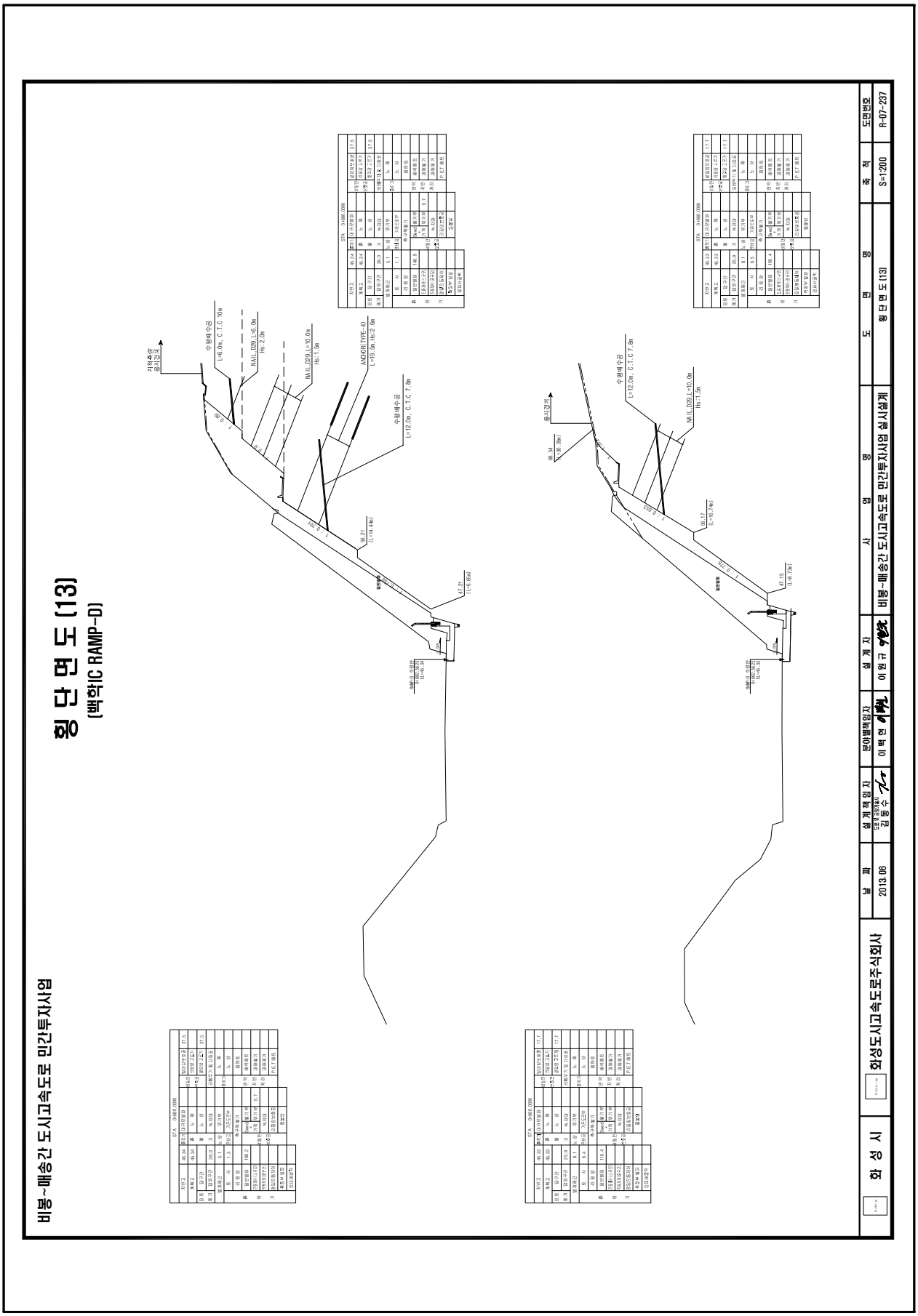


<그림 8.1.4> 절토사면 지형도 및 평면도

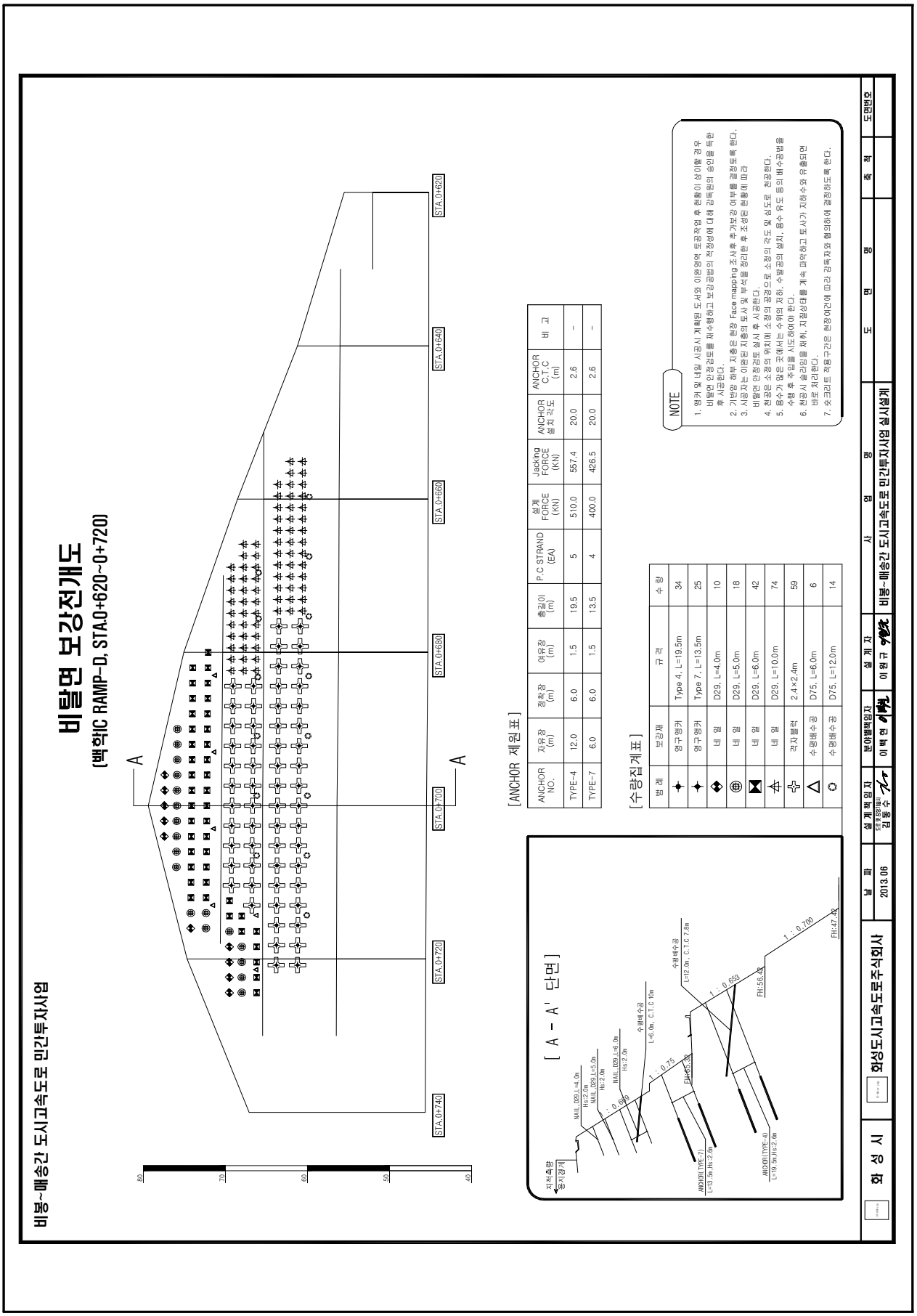
다. 횡단면도



<그림 8.1.5> 절토사면 횡단면도(1)



<그림 8.1.6> 절토사면 횡단면도(2)



<그림 8.1.7> 비탈면 보강전개도

8.2 자료수집 및 분석

8.2.1 자료수집 현황

본 과업에 대한 자료조사는 현장을 답사하여 각각의 구조특성을 파악하고, 과업의 추진방향과 세부수행계획을 수립하였으며, 대상 시설물의 건설과 보수·보강 등에 관련된 설계도서 및 관련서류 등의 자료를 요청 및 수집하였으며, 수집된 자료는 다음과 같다.

<표 8.2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	● 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 설계보고서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	-
	● 설계도면	보유	-
시설물 관리대장	● 기본현황 ● 상세제원 ● 유지관리 이력	보유	-
시공관련 자 료	● 시공관련 자료 ● 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ● 사고기록	보유	-
기존 안전점검 및 정밀안전진단 자료		보유	-
보수·보강이력 자료		보유	-

- 자료조사 결과, 관리주체는 시설물 준공이후 설계도서 및 시공자료를 보유하고 있고, FMS의 시설물관리대장도 적정하게 등록 및 관리되고 있는 것으로 확인되었다. 시설물의 제원은 설계도면과 시설물관리대장이 상호 일치하고 있는 것으로 분석되었다.

8.2.2 기존 점검 및 진단 실시결과

본 절토사면은 준공 이후 시설물안전법에 따라 정기적으로 안전점검을 수행하였으며, 현재까지 초기안전점검 1회, 정기안전점검 11회, 정밀안전점검 2회로 총 14회를 시행하였으며, FMS에 등록된 점검이력은 다음과 같다.

<표 8.2.2> 기존 점검·진단 이력

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
1	초기안전점검	(사)한국건설안전기술사회	2,845	상태양호	2017-12-01	승인완료
	2017-04-03 2017-07-31	이석영	A등급	-	조정순	2017-12-01
2	정기안전점검(하반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,150	대체로 양호하나, 향후 우기시에 대비하여 사면 유실 방지를 위한 식생관리 등이 필요함	2017-12-26	승인완료
	2017-11-27 2017-12-26	이석영	양호	-	조정순	2017-12-26
3	정기안전점검(상반기)	(사)한국건설안전기술사회	1,100	전반적으로 양호함	2018-06-27	승인완료
	2018-05-31 2018-06-27	이석영	양호	-	조정순	2018-06-29
4	정기안전점검(하반기)	자체수행	797	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2018-11-07	승인완료
	2018-10-02 2018-11-05	이영주	양호	-	이영주	2018-11-14
5	정기안전점검(상반기)	자체수행	797	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-06-15	승인완료
	2019-05-09 2019-06-14	이영주	양호	-	이영주	2019-06-24

<표 8.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
6	정기안전점검(하반기)	자체수행	797	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2019-11-18	승인완료
	2019-10-16 2019-11-15	이영주	양호	-	이영주	2019-11-21
7	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	1,309	- 이격거리내 시설 L형측구 균열(cw=0.3mm이상) - 기타시설 상태양호	2020-06-28	승인완료
	2020-01-09 2020-06-10	신달양	B등급	-	송승준	2020-06-29
8	정기안전점검(하반기)	자체수행	797	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2020-12-09	승인완료
	2020-11-02 2020-11-27	이영주	양호	-	이영주	2020-12-10
9	정기안전점검(상반기)	자체수행	-	사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2021-06-25	승인완료
	2021-05-24 2021-06-23	이영주	양호	-	이영주	2021-06-28
10	정기안전점검(하반기)	자체수행	-	- 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2021-11-26	승인완료
	2021-10-25 2021-11-26	이영주	양호	-	이영주	2021-11-29

<표 8.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
11	정밀안전점검	(주)케이에스알큰사람	2,024	-외관조사의 주요 손상은 이격거리내 시설 L형측구에서 콘크리트 L 형 측 구 에 서 28m(cw=1.0mm/1.1m), 56m(cw=1.0mm/0.3m) 61m(cw=1.0mm/0.6m), 112m(cw=1.0mm/1.5m)의 균열의 손상이 조사 되었다. -외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 B(0.276)등급으로 평가되었다. -따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인 들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.	2022-06-29	승인완료
	2022-01-03 2022-06-10	신달양	B등급	- 주입보수	김무열	2022-06-30
12	정기안전점검 (하반기)	자체수행	-	- 사면파괴 현상이 없고, 식생이 활착되었으며, 낙석방지책, 측구 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었음.	2022-11-30	승인완료
	2022-10-24 2022-11-25	이영주	양호	-없음	김동민	2022-12-05

<표 8.2.2> 기존 점검·진단 이력(계속)

번호	점검진단구분	점검진단기관명	비용(천원)	주요 점검진단결과	작성일	승인상태
	점검진단기간	책임기술자	상태등급	주요 보수보강(안)	작성자	승인(반려)일
13	정기안전점검(상반기)	(주)이도	1,400	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 식생불량, 이물질 퇴적의 손상이 조사되었다. 식생이 활발하게 활착되어, 사면 전반적으로 파악이 어려우므로, 점검로를 조치하여 지속적인 유지관리를 할 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.	2023-07-24	승인완료
	2023-06-01 2023-06-30	양영탁	양호	- 없음	나영일	2023-08-02
14	정기안전점검(하반기)	(주)이도	1,400	금회 정기안전점검 결과, 조사된 주요 손상으로 식생불량, 보호시설 옹벽 기초부 실런트 열화, 배수시설 이물질 퇴적의 손상이 조사됨. 식생이 활발하게 활착되어, 사면 전반적으로 파악이 어려우므로, 점검로를 조치하여 지속적인 유지관리를 할 필요가 있음. 향후 손상의 진전 여부를 지속적인 주의관찰을 통해 유지관리를 실시한다면 공용상 문제는 없을 것으로 판단됨.	2024-01-30	승인완료
	2023-12-01 2023-12-31	양영탁	양호	- 재설치, 청소	나영일	2024-01-31

<표 8.2.3> 2020년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2020년도 정밀안전점검
용역기간		· 2020. 01. 09 ~ 2020. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면 백학IC R-D STA0+530~0+702(우)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 상태양호
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 상태양호
	이격거리내시설	· L형측구 균열
	기타시설	· 상태양호
종합의견		- 본 백학IC R-D STA0+530~0+702(우) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : B

<표 8.2.4> 2022년 정밀안전점검 결과 요약

구 분		점검내용
용 역 명		· 2022년도 정밀안전점검
용역기간		· 2022. 01. 03 ~ 2022. 06. 10
용 역 사		· (주)케이에스알큰사람
시설물명		· 절토사면 백학IC R-D STA0+530~0+702(우)
현장조사	상부자연사면	· 상태양호
	사면	· 상태양호
	사면하부	· 상태양호
	보호시설	· 상태양호
	보강시설	· 상태양호
	배수처리시설	· 상태양호
	이격거리내시설	· L형측구 균열
	기타시설	· 상태양호
종합의견		- 본 백학IC R-D STA0+530~0+702(우) 절토사면에 대한 시설물평가는 "「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 상태평가 산정결과 일부 결함이 발생되었으나 안전 등급은 "경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태"인 B등급으로 평가되었다. 향후 공용시 현재의 양호한 상태를 지속적으로 유지시킬 수 있도록 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. - 종합평가 등급 : B

8.2.3 보수·보강 및 유지관리 관련자료

대상 절토사면에 대한 시설물정보관리종합시스템(FMS)에 등록된 보수이력은 없는 것으로 확인되었으며, 관리주체 확인결과 중대결함 보수는 없었으며, 경미한 손상에 대한 일상보수 위주로 이루어지고 있어 시설물의 유지관리 향상을 위하여 추후 지속적인 이력관리를 통해 이에 대한 보완이 필요한 것으로 판단된다.

<표 8.2.5> 보수·보강 이력

번호	공사명	공사구분	보수보강부위	설계자	시공자
	공사기간		공사내역	공사비(천원)	책임기술자
1	-	-	-	-	-

8.2.4 시설물 내진설계 여부 확인

<표 8.2.6> 내진설계 여부 확인

구 분	내진설계 여부
절토사면 백학IC R-D STA0+530~0+702(우)	건설공사 비탈면 설계기준(2011, 국토해양부)으로 설계됨

1. 기본현황

시설물번호	관리번호	시설물명	노선		시설물분류			
			구분	세부노선	시설물종류	시설물종별	시설물구분	SOC성능평가대상
SL2017-0000093		절토사면(백학IC R-D 0+530~0+702(우))	시도	비봉-매송간 도시고속도로	연직높이 30미터 이상(옹벽이 있는 경우 옹벽상단으로부터의 높이)를 포함한 절토부로서 단일 수평연장 100미터이상인 도로사면	2종	절토사면	무

주소 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지 등 주소)				관리주체	관리주체구분				소유자	소유자구분			
					공공			민간		공공			민간
경기도	화성시	비봉면 양노리 산26-26		화성도시고속도로(주)	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	V	화성시	중앙부처	지자체	(국가/지방)공기업	
											V		

사업계획 승인일	준공 (사용승인)일	하자담보책임 만료일	2. 상세제원	3. 안전점검 및 정밀안전진단 이력	4. 보수·보강 이력	환기구 설개 (접근 가능한 환기구)	5. 첨부자료 목록
	2017년 06월 30일	2019년 06월 29일	유	유	무		dscf2742.jpg 사본 -dscf2747.jpg

설계기간	설계자	공사기간	시공자	총공사비(백만원)
2010 ~ 2013-11-27	(주)동명기술공단종합건축사사무소	2014-03-31 ~ 2017-06-30	현대엔지니어링(주)	213

내진정보	내진설계 대상 유무	내진설계 적용 유무	적용내진설계기준	내진성능평가 실시 유무	내진보강 유무
	대상	적용		불명	미실시

영21조대상	감리기간	감리자(책임감리원)	사업주체(발주자)	공사명	공사감독·공사관리관
아니오	2014-03-31 ~ 2017-06-30	곽건	화성도시고속도로(주)	비봉-매송간 도시고속도로 민간투자사업	화성시

기타 기본현황

작성일	작성자	최종 수정일	최종 수정자
2017년 07월 16일	화성도시고속도로(주) (인)	2022년 02월 08일	임지숙

비고	

8.2.5 자료수집 및 분석결과

<표 8.2.7> 자료수집 및 분석결과

구 분	수집자료	자료분석 결과	과업 진행방향
건설 관련 자료	-실시설계보고서 -도면 -시설물관리대장 -기타 시공자료	-대상 시설물의 위치, 제원 등이 설계도면과 시설물관리대장과 상이한 부분이 있음. 확인 후 수정요청 -대상 구간의 구조특성 및 적용공법 등 현황을 검토·분석하였음	-현장조사시 육안점검을 통하여 준공이후 용도, 구조, 하중상태 등의 변화여부를 조사하도록 함. -육안점검이 불가한 조건에 있는 경우 설계도서를 활용하여 보완하도록 함.
유지 관리 자료	-안전점검 이력	-2017년 준공도면, 2020년, 2022년 정밀안전점검 보고서를 토대로 최근 상태를 검토·분석하였음 -전차 과업 중점점검사항 L형측구 균열	-금회 정밀안전점검은 전차 점검과 상태변화를 비교하여 심각성, 진행성 유무 판단함. -L형측구 균열 손상의 확대여부
	-보수·보강 이력	-보수가 이루어지지 않았지만 일상적인 유지관리활동이 시행되는 것으로 확인됨.	-기존손상 보수유무 조사 -보수부 보수상태 적정성 확인
	-법적점검 누락 여부	-이상없음	-이상없음

8.3 현장조사 및 시험

8.3.1 개 요

외관조사는 절토사면을 구성하는 각 부위에 대하여 『시설물의 안전 및 유지관리 실시세부지침』의 시설물별 점검사항에 근거하여 시행하였으며, 사전조사를 실시하여 기존 점검 및 유지관리자료 등에서 파악된 중점점검 손상의 진전 및 확대, 보수 여부, 보수부 재손상 유무 확인에 주안점을 두고, 현장 투입 전 안전수칙, 인원 및 장비 체크사항, 접근방법, 외관조사망도 등을 충분히 숙지한 후 조사를 실시하였으며, 점검대상 부위는 면밀한 조사가 가능하도록 사다리, 점검로 등을 이용한 근접조사를 원칙으로 시행하였다.

또한, 현장시험은 절토사면의 상태평가를 위하여 암석용 슈미트해머를 이용한 암반강도 측정, 토양경도계를 이용한 토양경도 측정, 클리노콤파스, 줄자 등을 이용한 불연속면 조사, 경사계와 스태프를 이용한 사면의 경사 측정, 설계도면, 스태프를 이용한 토층심도 측정 등의 실측조사를 실시하였다. 노출암반에 대해서는 노두를 찾아 조사하였으나, 식생, 낙엽 등으로 덮여 조사불가한 경우 유사한 지점의 설계자료를 활용하여 특성을 분석하였다. 금회 조사된 손상현황은 상태평가 및 유지관리 등에 활용하고, 시설물에 대한 지속적인 추적관리와 기술정보 제공이 가능하도록 외관조사망도에 상세히 기록하였다.



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사



도보를 이용한 현장조사

<그림 8.3.1> 현장조사 전경

8.3.2 현장조사 체크리스트

<표 8.3.1> 일반현황

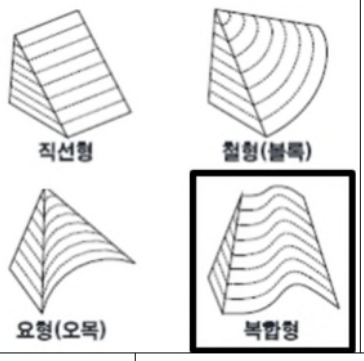
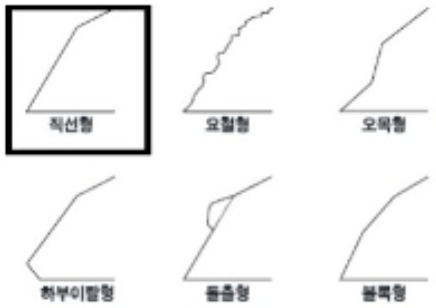
조사일자	2024년 04월 30일	조사자	진단1팀
일 기	맑음	현황코드	-
행정구역	경기도 화성시 비봉면 양노리 산26-26		
위 경 도	시점 : 37°13′48″(위도), 126°52′44″(경도)		
	종점 : 37°13′42″(위도), 126°52′41″(경도)		
도 로	왕복4차선	도로폭 : 35m	
절토사면	길 이 : 156m	높 이 : 30	
	경사 / 경사방향 : 단일구간 55°~63°/N182°		
	도로와의 이격거리 : 평균 0.7 m이상		
	구성물질 : 전반적 암반	토층심도 : 평균 1.0m	
	소 단 : 3		
낙석/뜬돌	낙석 존재유무 : 무	낙석의 양 : -	
	낙석 평균크기 : - 낙석 최대크기 : -		
	뜬돌 존재유무 : 무	뜬돌의 양 : -	
	뜬돌 평균크기 : -		

절토사면 시공현황	종 류	위 치	상 태
	낙석방지망	235m	-
	낙석방지울타리	35m~191m	-
	산마루측구	3소단 (163.0m)	-
	앵커	3소단 (109m~155m)	-

붕괴이력	유 형	규 모	위 치
	-	-	-

기 타	

<표 8.3.2> 지형·지질 및 식생

<table>
<tr><td rowspan="3">주변지형의 특성</td><td colspan="2">주변지형</td><td colspan="4">산악</td></tr>
<tr><td colspan="2">종단면 형상</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">기타특징</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>사면의 특성</td><td>종횡단면</td><td colspan="2"> 
</td><td>종단면특성</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="7">상부자연사면</td><td colspan="2">경사도</td><td colspan="4">58.8°</td></tr>
<tr><td colspan="2">인장균열</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">포행흔적</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">수목의 기울어짐</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">인공구조물</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">산마루측구</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">계곡부</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td>지 질</td><td>지질각론
(지반조사보고서참조)</td><td colspan="5">• 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 중생대 쥬라기의 남양화강암으로 조사되었으며, 본 지층과 대표암상은 흑운모화강암으로 되어있다.
• 노출면은 보통풍화에서 심한풍화 상태
• 절리군J1:77/329, J2:76/058, J3:30/118 간격0.1~0.5m, 연장0.3~2.0m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">식 생</td><td>①종류</td><td>초 본</td><td>관 목</td><td>침 엽 수</td><td>활 엽 수</td></tr>
<tr><td>②밀도</td><td>중</td><td>하</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>③근계특징</td><td colspan="4">천근성(○), 심근성( )</td></tr>
</table>

8.3.3 외관조사 결과

가. 단일구간

1) 현황(지형 및 지질)

- 대상 절토사면은 평면선형 직선형, 종단형상은 직선형이며, 주향 N109°E의 방향성을 보이고 있다. 사면경사는 약 1:0.76~1:0.9로 시공되어 있는 주요 구성 물질이 토사와 하부암반이며 토층심도율에 의해 암반사면으로 구분하였다.
- 상부 자연사면은 58.8°로 상향 경사로 이루어져 있으며, 산마루 측구가 설치되어 있고 지형특성상 지표수의 사면 외곽처리가 양호한 조건으로 판단된다.
- 사면의 토층심도가 1.0m이며, 하부에 노출된 암반은 풍화도5~6의 암질을 보이고 절리가 분포하고 있으나 대규모 암반파괴 또는, 낙석발생 가능성은 낮은 것으로 판단된다.



구간 분할 -

2) 상부자연사면

a. 외관조사 결과

- 상부자연사면에서 사면 이상여부의 전조현상인 인장균열, 침하, 수목의 기울어짐 등의 발생여부와 인공시설물(봉분, 송전탑, 농경지 등)의 분포여부 및 사면경사의 완급에 따른 지표수의 사면내 영향여부 등에 주안점으로 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



상부자연사면 전경(0+700)



상부자연사면 전경(0+680)

<그림 8.3.2> 상부자연사면 손상현황

<표 8.3.3> 전차 점검 결과와 비교

구 분			1구간	합계
상부자연사면	상태양호	-	-	-

<표 8.3.4> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
상부자연사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 상부자연사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

3) 사면

a. 외관조사 결과

- 사면의 파괴징후인 단차, 배부름 등의 지반 변형여부와 토사구간의 지반포화에 의한 세굴, 표층유실, 표층붕괴, 원호파괴, 지하수 용출 등의 발생여부에 주안점을 두고 조사하였다.
- 외관조사 결과, 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.

b. 손상현황



사면 전경(0+660)



사면 전경(.0+700)

<그림 8.3.3> 사면 손상현황

<표 8.3.5> 전차 점검 결과와 비교

구 분			1구간	합계
사면	상태양호	-	-	-

<표 8.3.6> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

4) 사면하부

a. 외관조사 결과

- 사면하부는 지하수가 용출되기 쉬운 지점으로 지하수의 용출여부를 관찰하고, 낙석방지망 배면에 적치된 토석더미로 인한 낙석방지망의 구조적 불안전성여부와 사면하부 암이탈로 지지력 상실여부 등에 주안점을 두고 조사하였다.
- 사면하부는 토사퇴적, 지하수용출, 암 이탈 등 파괴현황이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



사면하부 전경(0+530)



사면하부 전경(0+530)

<그림 8.3.4> 사면하부 손상현황

<표 8.3.7> 사면하부 손상물량

구 분			1구간	합계
사면하부	상태양호	-	-	-

<표 8.3.8> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
사면하부	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 사면 하부의 파괴징후 및 파괴현황을 관찰하는 것이 바람직하다.

5) 보호시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 표면보호공법은 종자분사파종 공법, 녹생토 공법을 적용하여 전반적으로 표면녹화 되어 있으나, 하부 일부 노출된 암반은 낙석방지망으로 보호되어 있다.
- 보호시설은 녹생토 유실 등의 손상현황이 없는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



낙석방지망 전경



녹생토 식생 전경

<그림 8.3.5> 보호시설 손상현황

<표 8.3.9> 보호시설 손상물량

구 분			1구간	합계
보호시설	상태양호	-	-	-

<표 8.3.10> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보호시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보호시설의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

6) 보강시설

a. 외관조사 결과

- 사면의 보강공법은 전면부 암반구간에 대해서 영구앙카와 수평배수공이 시공되어 있다.
- 외관조사 결과, 보강시설의 설치상태는 앵커체의 강연선의 두부 콘크리트의 손상, 두부캡의 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황

	
보강시설 전경(0+680)	보강시설 전경(0+680)

<그림 8.3.6> 보강시설 손상현황

<표 8.3.11> 보강시설 손상물량

구 분			1구간	합계
보강시설	상태양호	-	-	-

<표 8.3.12> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
보강시설	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 보강시설의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

7) 배수처리시설

a. 외관조사 결과

- 배수처리시설은 지표수 및 지하수의 처리를 원활하게 하여 사면의 침식과 더불어 표층붕괴를 방지하기 위해 충분한 용량을 확보하여야 하며, 기능발휘에 장애가 없어야 한다.
- 외관조사 결과, 배수처리시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황



배수처리시설 전경(0+620)



배수처리시설 전경(0+660)

<그림 8.3.7> 배수처리시설 손상현황

<표 8.3.13> 배수처리시설 손상물량

구 분			1구간	합계
배수처리시설	상태양호	-	-	-

<표 8.3.14> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
배수처리시설	-	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 배수기능의 상태에 대하여 관찰하는 것이 바람직하다.

8) 이격거리내 시설

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 이격거리내 시설은 낙석방지울타리, L형측구가 있는 것으로 조사 되었으며, 사면과 도로와의 이격은 약 2.0m로 조사되었다.
- 이격거리내 시설은 L형측구에서 기존손상인 28m(cw=1.0mm/1.1m), 56m(cw=1.0mm/0.3m) 보수가 되었고 STA.0+600(1.0mm/1.5m), STA.0+650m(cw=3.0mm/1.5m)의 균열이 조사되었다. 조사된 손상은 STA.0+600지점 균열 길이가 연장되었다. 손상원인은 시공초 건조수축과 시공불량에 의한 균열로 판단되며, 그 이외 구간은 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

b. 손상현황

	
L형측구 균열 28m지점 (1.0mm/1.1m)보수완료	L형측구 균열 STA.0+650m(cw=3.0mm/1.5m)

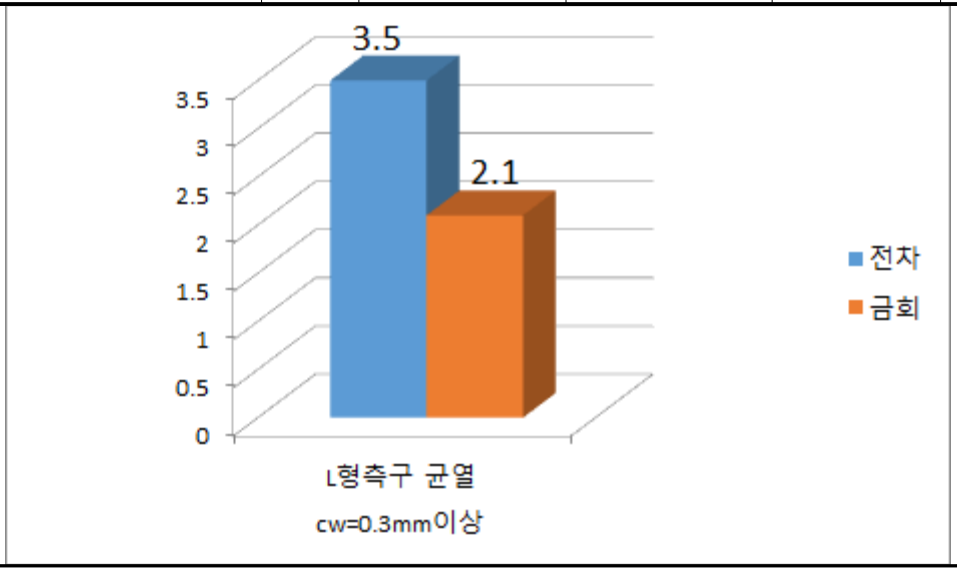
<그림 8.3.8> 이격거리내 시설 손상현황

<표 8.3.15> 이격거리내시설 손상물량

구 분			1구간	합계
이격거리내 시설	L형측구 균열	m/ea	3.0/2	3.0/2

<표 8.3.16> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
이격거리내 시설	L형측구 균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	3.5/4	2.1/2	감소(▼1.4)	일부보수



c. 손상원인

- L형측구 균열(cw=0.3mm이상) : 시공시 건조수축 및 환경적 영향에 의한 비구조적 손상

d. 대책방안

- L형측구 균열은 동절기 염화칼슘 및 우천 시 수분 등의 침투시 열화를 가속화하여 박락 등으로 발전될 수 있으므로 진행 억제를 위하여 주입보수를 실시하며, 공용년수 경과에 따라 손상이 진전 및 확대가 될 수 있으므로 기능성 및 내구성 확보를 위한 일괄 보수가 필요하다.

9) 자연적 외부요인

a. 강우 및 지하수 조건

지점번호	지점명	일시	강수량(mm)	일최다강수량(mm)	일최다강수량일자
119	수원	1994	1045.6	101.3	1994-08-28
119	수원	1995	1653.3	227.3	1995-08-19
119	수원	1996	952.1	153.6	1996-06-17
119	수원	1997	1394.3	150.4	1997-07-01
119	수원	1998	1626.9	208.1	1998-08-08
119	수원	1999	1556.1	153	1999-09-20
119	수원	2000	1328.8	333.2	2000-07-22
119	수원	2001	1067.2	120.3	2001-07-29
119	수원	2002	1231.7	203	2002-08-07
119	수원	2003	1514.8	121.5	2003-07-22
119	수원	2004	1217	89.5	2004-06-19
119	수원	2005	1427.7	84.5	2005-09-30
119	수원	2006	1362.7	169.5	2006-07-16
119	수원	2007	1325	82	2007-07-19
119	수원	2008	1342.9	121	2008-07-24
119	수원	2009	1541.2	272.5	2009-07-12
119	수원	2010	1470.6	97.5	2010-08-29
119	수원	2011	1975.9	190	2011-07-03
119	수원	2012	1748.3	276.5	2012-07-06
119	수원	2013	1240.1	79	2013-07-13
119	수원	2014	1029.1	117.7	2014-08-21
119	수원	2015	751.1	64.7	2015-07-29
119	수원	2016	1023.4	104.2	2016-07-01
119	수원	2017	1328.6	130.8	2017-08-20
119	수원	2018	1293.1	124.8	2018-08-28
119	수원	2019	915.8	108	2019-07-26
119	수원	2020	1635.5	134.2	2020-08-09
119	수원	2021	1084.4	70.9	2021-09-01
119	수원	2022	1864.0	285.0	2022-06-30
119	수원	2023	1409.4	91.6	2023-08-10
30개년 평균값			4465.6/30 = 148.85		

- 세부지침에 따라 해당지역의 평년 최대 강우강도를 1일 강우량으로 조사하였으며, 기상청 자료를 취득하여 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm로 조사되어 1일 강우량 100mm이상, 150mm미만으로 평가한다.

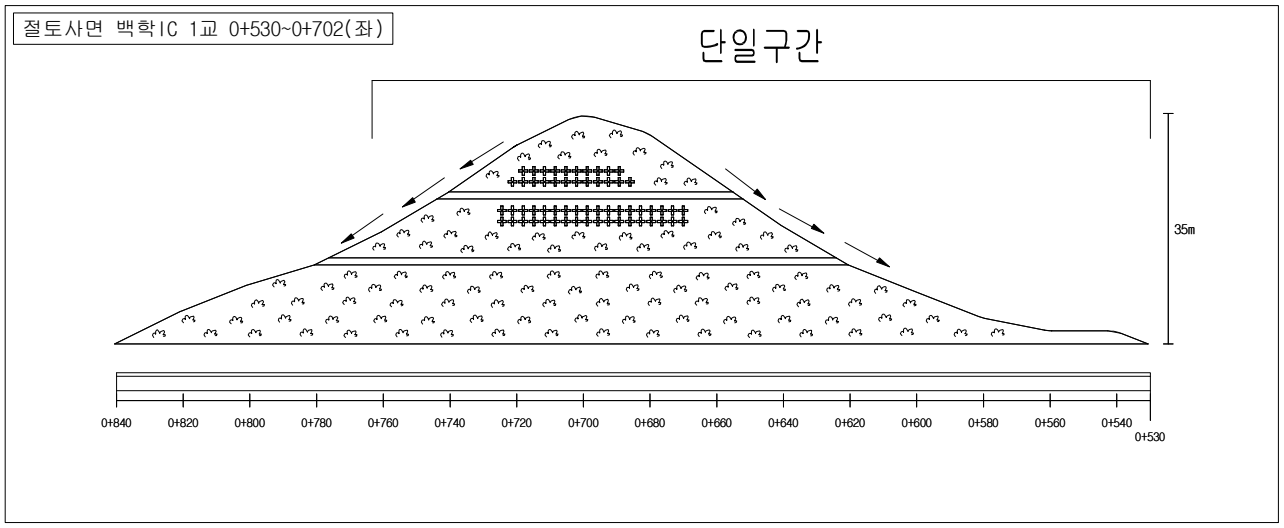
10) 사면형상

a. 사면경사

- 본 시설물 평균 사면경사는 1:0.7으로 준공도서와 현장조사를 통해 검토되었다.

b. 집수지형

- 본 시설물의 집수지형은 시점부와 종점부에 2개소 조사되었으며, 그 외 상부자연사면은 하향으로 조사되었다.



11) 인위요인

a. 절취상태

- 본 절토사면의 굴착방법은 준공도서 검토결과 선균열 발파 공법을 사용하여 시공하였으므로 상태평가 매우 좋음 '**a**' 등급으로 산정한다.

b. 보호/보강상태

- 보호/보강상태인 부대시설의 육안조사결과 대체적으로 양호한 상태로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

c. 배수조건

- 배수조건에 대한 조사결과 대체적으로 완전배수가 가능하며, 건조상태를 유지하고 있는 것으로 판단되어 평가기준은 a 등급으로 산정한다.

12) 공중이 이용하는 부위

a. 외관조사 결과

- 본 사면의 공중이 이용하는 부위는 사면하부의 도로부로서, 지반변형에 의한 침하, 히빙, 파손, 등이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

b. 손상현황

	
공중이 이용하는 부위 전경	공중이 이용하는 부위 전경

<그림 8.3.9> 공중이 이용하는 부위 손상현황

<표 8.3.17> 공중이 이용하는 부위 손상물량

구 분			1구간	합계
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-

<표 8.3.18> 전차 점검 결과와 비교

손상종류		단위	손상물량		증·감	비고
			2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
공중이 이용하는 부위	상태양호	-	-	-	-	-

c. 손상원인

- 상태 양호

d. 대책방안

- 주기적인 점검을 통해 공중이 이용하는 부위의 기능성 및 손상 여부를 관찰하는 것이 바람직하다.

8.3.5 사면 파괴요인 조사

가. 개 요

본 구간은 암반사면으로서 현장시험 항목 및 수량은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침』의 암반사면 기준을 적용하였고, 현장여건(사면규모 및 환경조건 등)을 반영하여 정밀안전점검에 대한 상태평가 및 시설물의 분석이 객관적이고, 보편타당하게 이루어지게 하기 위해 조사자료를 충분히 확보할 수 있도록 기준수량 이상으로 결정하였다.

시험항목	기준수량	금회 시험수량
암반강도시험	필요수량	2개소
불연속면조사	필요수량	1개소

나. 시험 및 조사전경



사면 경사 측정 전경



사면 경사 측정 전경



암반경도 측정 전경



암반경도 측정 전경

<그림 8.3.10> 현장시험 및 측정전경

다. 시험항목 및 수량

<표 8.3.19> 시험항목 및 수량

시험항목	기준수량	금회 시험수량
암반강도시험	필요수량	2개소
불연속면조사	필요수량	1개소

라. 암반강도 시험결과

본 절토사면 암반의 판정은 암석용 슈미트해머에 의한 강도조사는 사면에서 암반이 노출된 지점에서 2회 실시하였으며, 풍화암~보통암 정도의 강도를 나타내는 것으로 평가되었다.

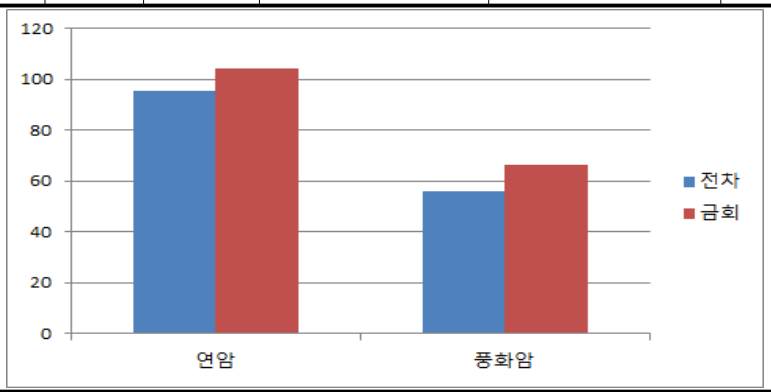
고속도로 건설재료 품질기준에서 암석의 일축압축강도에 따른 분류로 추정압축강도에 따라 암판정을 하였다.

<표 8.3.20> 암반 강도시험에 따른 암반판정 결과

측정위치	반발치 (r)					타격방향 (→)	평균강도 (r)	암석밀도 (kN/m3)	측정강도 (MPa)	암판정
180m	28	31	50	50	51	0°	50.4	25	104.2	보통암
	27	35	51	52	52					
	26	33	55	51	41					
	28	54	52	52	52					
188m	47	32	40	42	41	0°	40.6	25	66.4	풍화암
	41	24	47	42	41					
	40	32	39	41	30					
	41	27	42	17	30					

<표 8.3.21> 암반강도 시험 전차비교

구분			단위	일축압축강도		증 감	비고
시험항목	위치	암판정		2022 정밀안전점검	2024 정밀안전점검		
암반강도시험	단일 구간	연암	MPa	95.5	104.2	증가(▲8.7)	-
		풍화암		56.2	66.4	증가(▲10.2)	-



마. 불연속면조사

불연속면 조사는 식생으로 인해 국부적으로 노출된 암반에 대하여 주요 불연속면 3개소에 대하여 절리특성을 조사·분석 하였다.

<표 8.3.22> 불연속면 공학적 특성

불연속면 특성			
구 성	Set 1	Set 2	Set 3
종류	J1	J2	J3
방향성	77/329	76/058	30/118
간격(m)	0.1~0.5	0.1~0.4	0.1~0.4
틈새(mm)	0.25~0.50	2.5~10.0	0.1~0.25
연장성(m)	0.3~2.0	0.4~1.0	0.3~1.0
거칠기	평면형/거침	평면형/거침	평면형/거침
충진물질	부드러움(5mm미만)	부드러움(5mm이상)	부드러움(5mm미만)
누수	습윤	습윤	습윤
풍화상태	보통풍화~심한풍화	보통풍화~심한풍화	보통풍화~심한풍화

바. 사면경사 측정

본 절토사면의 경사 측정결과는 아래 표와 같다.

<표 8.3.23> 절토사면 경사 측정결과

측정위치		측정경사	설계경사	판정
단일구간	사면 1단	1 : 0.76	1 : 0.7	O.K
	사면 2단	1 : 0.9	1 : 0.7	O.K
평균경사		1 : 0.83	1 : 0.7	O.K

본 절토사면에 대한 경사 측정결과, 1:0.76~1:0.9 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.

사. 토층심도 측정

토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과 토층심도는 1.0m로 확인되었다.

8.3.6 현장조사 및 시험결과 요약

본 절토사면에 대한 현장조사 및 시험·측정 결과를 다음과 같이 요약하였다.

<표 8.3.24> 현장조사 및 시험·측정 결과 요약

구 분		점 검 결 과
상부자연사면		• 상부자연사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면		• 사면은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
사면하부		• 사면하부는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보호시설		• 보호시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
보강시설		• 보강시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
배수처리시설		• 배수처리시설은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
이격거리내 시설		• L형측구에 61m(cw=1.0mm/0.6m) 112m(cw=1.0mm/1.5m)의 균열이 조사되었다.
공중이 이용하는 부위		• 공중이 이용하는 부위는 파손, 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조되었다.
현장시험	암반강도	• 암반강도 측정결과 66.4~104.2Mpa 암반분류 상 풍화암~보통암으로 혼재되어 있는 것으로 평가되었다.
	경사측정	• 설계경사와 유사한 것으로 분석되어 사면의 시공상태는 적정하며, 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 심각한 변형은 없는 것으로 판단된다.
	토층심도	• 본 절토사면의 준공도면, 현장육안관찰을 통하여 조사한 결과 1.0m로 확인되었다.

8.4 상태평가

8.4.1 사면의 분류

지반 및 지질조건에 따른 사면의 거동특성 및 파괴양상에 대한 분석을 통해 절토사면은 토층심도율(SR)에 의해 토사사면과 암반사면으로 구분할 수 있으며, 암반사면은 다시 지반강도특성 및 암반의 블록크기 비(BR)에 의해 절리암반사면, 파쇄암반사면, 연약암반사면으로 세분될 수 있다. 본 사면은 토층심도율 0.4이하로 절리암반사면으로 분류하였다.

<표 8.4.1> 절토사면의 분류

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

1) 토층심도율

- $SR = \frac{\text{Soil depth}}{\text{Slope height}} = \frac{\text{토층심도}}{\text{사면높이}} = \frac{1.0}{30.0} = 0.03 \leq 0.4$

2) 단일구간-암반 블록크기비

- $Ib_2 = \frac{0.3+0.25+0.25}{3} = 0.267 > 0.01$
- $BR = \frac{\text{Block Size} \in \text{dex(Ib)}}{\text{Slope height}} = \frac{0.267}{30.0} = 0.0089 \leq 0.01$ (파쇄암반사면)

3) 분류결과

- 암반사면 : SR= 0.03, BR=0.0089, 암강도=56.2MPa

8.4.2 상태평가 결과

본 과업 대상 시설물의 현황은 깎기 높이가 30.0m이며, 토층 심도가 1.0m 내외로 조사되어 토층심도율 0.4이상이므로 암반사면으로 확인되었다. 상태평가 결과 “B”로 경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다.

<표 8.4.2> 파쇄암반사면 고려시 손상상태 조사결과표

시설물명	절토사면 0+530~0+702(우)		표번호	표 8.4.2	
사면 손상상태 조사 결과표					
1. 파괴징후					
일련번호	징후종류	상 태		상태 점수	비고
		위 치	상태 및 규모		
1-1	인장균열	-	없음	0	
1-2	지반변형	-	없음	0	
1-3	구조물변형	-	없음	0	
2. 파괴현황					
일련번호 1-4	파괴유형	상 태		상태 점수	비고
		위 치	규모	0	
	발생규모	-	-		
사면 손상상태 지수(f1) = 0.000			사면 손상상태 점수 = 0		

<표 8.4.3> 파쇄암반사면 고려시 파괴요인 조사결과표

시설물명	절토사면 0+530~0+702(우)		표번호	표 8.4.3	
사면 파괴요인 조사 결과표					
1. 지반상태					
일련번호	구 분		상 태	상태점수	비고
1-5	파쇄암반	절리간격	d (10cm)	5	
1-6		저면경사	e (58.8°)	4	
1-7		절리상태	c (3.4)	3	
2. 사면형상					
1-16	사면경사		c (1:0.84)	3	
3. 자연적 외부요인					
1-18	강우 및 지하수	강우량	d (30개년 평균 강우량 148.85mm)	6	
4. 인위적 외부요인					
1-19	절취상태		a (선균열발파-매우좋음)	0	
1-20	배수조건		a (완전배수)	0	
1-21	보호/보강상태		a (양호함)	0	
사면 파괴요인 지수 (f2) = 0.404			사면 파괴요인 결함점수 = 21		

<표 8.4.4> 상세 절리 상태

구 분	상세 절리 상태				
① 길 이	< 1m	1~3m 미만	3~10m 미만	10~20m 미만	≥ 20m
② 틈 새	0	< 0.1mm	0.1~1mm미만	1~5mm미만	≥ 5mm
③ 거칠기	매우 거침	거침	약간 거침	평탄	매우 평탄
④ 충전물	없음	단단한 충전물 (< 5mm)	단단한 충전물 (≥ 5mm)	연약한 충전물 (< 5mm)	연약한 충전물 (≥ 5mm)
⑤ 풍화도	신선	약한 풍화	보통 풍화	심한 풍화	완전 풍화
점 수	0	1~2	3~4	5~6	7~8
절리상태점수 = Σ (①~⑤) / 5					
SET 1		SET 2		SET 3	
(1+3+1+5+5)/5=3		(1+7+1+3+5)/5=3.4		(1+3+1+5+5)/5=3	

<표 8.4.5> 상태평가 등급 산정표

시설물명			절토사면 0+530~0+702(우)				표번호
근거표 번호			표 8.4.2, 8.4.3				표 8.4.4
평가요소			결함점수	결함종류별 등급	총 점	결함지수	상태 평가등급
사면 손상 상태 지수	파괴징후	① 인장균열	0	a	0	f1=0.000	A
		② 지반변형	0	a			
		③ 구조물변형	0	a			
	④ 파괴현황		0	a			
사면 파괴 요인 지수	지반상태	절리간격	5	d	21	f2=0.404	C
		저면경사	4	e			
		절리상태	3	c			
	사면형상	사면경사	3	c			
	자연요인	강우 및 지하수	7	e			
	인위요인	절취상태	0	a			
		배수조건	0	a			
		보호/보강상태	0	a			
합계(Σ)					21	F=0.276	B
상태평가결과			• 사면 손상상태지수 = A등급 • 사면 파괴요인지수 = C등급 • **사면 상태평가결과 = B등급**				

8.4.3 전차 점검결과와 비교

<표 8.4.6> 전차 점검결과와 비교

구 분		2022년 정밀안전점검 결과	금회 정밀안전점검 결과	비 고
손상 현황	상부자연사면	상태양호	상태양호	-
	사면	상태양호	상태양호	-
	사면하부	상태양호	상태양호	-
	보호시설	상태양호	상태양호	-
	보강시설	상태양호	상태양호	-
	배수처리시설	상태양호	상태양호	-
	이격거리내 시설	L형측구 균열 (cw=0.3mm이상)	**L형측구 균열 (cw=0.3mm이상)**	**일부보수**
	공중이 이용하는 부위	상태양호	상태양호	-
현장 시험	암반강도	182m 1소단 : 95.5MPa 185m 1소단 : 56.2MPa	182m 1소단 : 104.2MPa 185m 1소단 : 66.4MPa	-
	경사측정	설계경사와 유사함	설계경사와 유사함	-
	토층심도	1.0m	1.0m	-
상태등급		상태평가 결과(F) : B등급	상태평가 결과(F) : B등급	등급동일

● 전차 점검결과와 비교·분석한 결과, 부재별 발생한 손상은 상태평가 요소에 영향을 주지는 않았으며, 대부분 환경적 요인과 인위적 요인에 의해 결함도 지수 결정되었다. 상태등급은 **「B」** 등급으로 전차등급인 『B』 등급과 동일한 등급으로 조사되었다.

8.5 종합평가 및 안전등급 지정

8.5.1 종합평가 결과

외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 본 사면의 종합평가 결과는 **"B등급(양호)"**로 평가되었다.

<표 8.5.1> 종합평가 결과

구 분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결 과
	결함도점수	평가등급	안전율	평가등급	
절토사면	0.276	B	-	-	B
평가의견	경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태인 "B등급"으로 평가되었다.				

8.5.2 안전등급 지정

금회 실시된 사면의 정밀점검결과 구조적 안전성에 문제가 없는 것으로 평가 되었으나,본 사면의 상태평가 결과, 절리간격 상태는 결함등급 d등급, 저면경사 e등급, 강우 및 지하수 d등급으로 평가되어 사면 파괴요인 지수가 C등급이 평가 되었고, 반면 손상이 발견되지 않아 사면손상 상태지수는 A등급이 나타났다. 절리간격과 저면경사로 인해 전도파괴 요인이 내포되어있는 사면으로 여겨졌기 때문이다. 사면에 손상은 없어도 내재되어있는 파괴요인이 있기 때문에 상태등급이 다소 낮게 평가되었다.

따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 **"B등급"**으로 평가되었다.

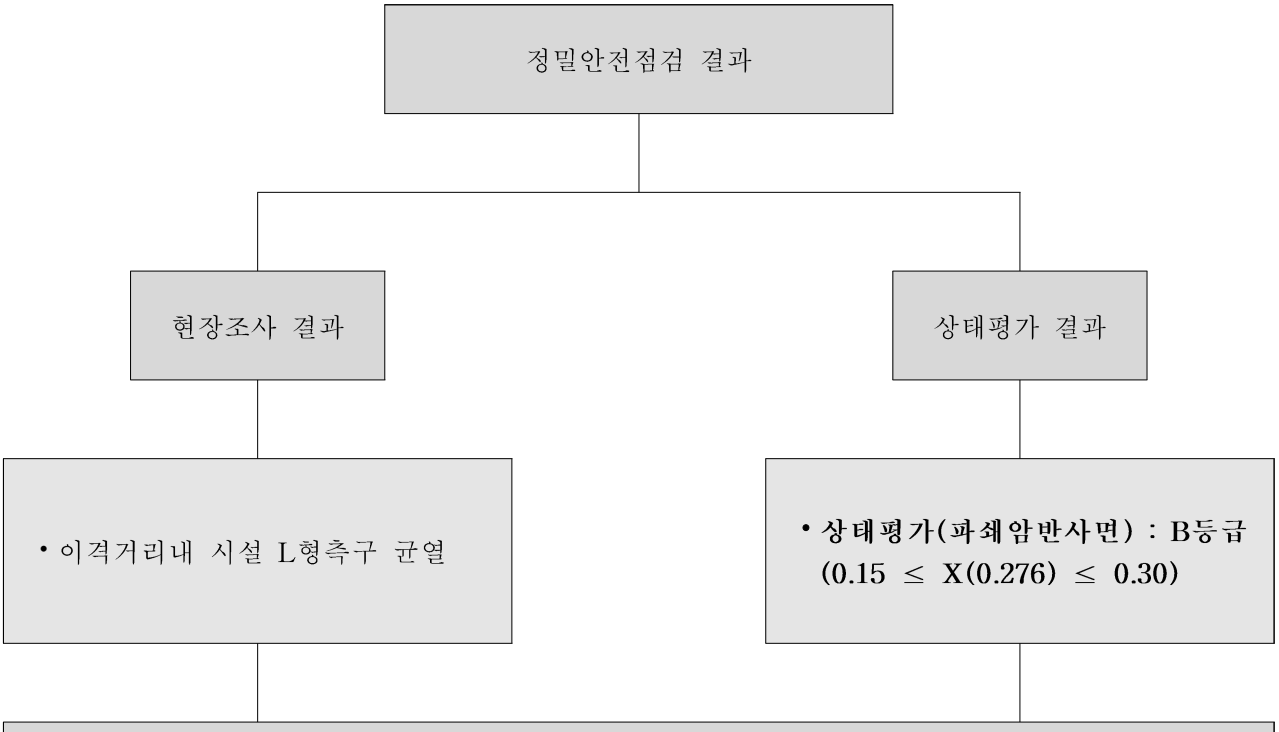
- 안전등급 : **B등급**(양호)

8.6 보수·보강 및 유지관리 방안

8.6.1 보수·보강 우선순위 결정

본 시설물은 주부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 시설물에서 발생된 각종 손상에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수보강 순위를 정한다.

또한, 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중용도, 발생한 손상의 심각성 등을 종합적으로 검토 후 아래와 같이 정한다.



보수·보강 방향		
안정성 증대를 위한 보수·보강 (1순위)	내구성 증진을 위한 보수 (2순위)	지속적인 주의관찰 (3순위)
• 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 안전성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (사면 안전성을 저해시키는 손상 또는, 손상부 방치시 기능성 확보에 문제가 있는 경우)	• 기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차 보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)	• 발생된 손상이 경미하여 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

8.6.2 손상내용별 보수·보강 방안

본 과업 대상 사면의 손상내용별 보수·보강 방안은 아래와 같다.

<표 8.6.1> 보수·보강 방안

구 분	손상내용	단위	보수물량	보수·보강공법	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
이격거리 내시설	L형측구 균열 (cw=0.3mm이상)	m/ea	2.1/2	주입보수	110	231	3

<표 8.6.2> 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	손상물량	단위	단가 (천원)	금액 (천원)	우선순위
이격거리내시설	L형측구 균열 (cw=0.3mm이상)	2.1/2	m/ea	110	231	3
순 공 사 비					231	
제경비(순공사비x0.5)					116	
총 공 사 비					**347**	

※보수물량은 손상물량과 동일하게 적용하였으며, 보수시 현장여건에 따른 보수물량은 증가될 수 있음.

※대상구조물 대한 실시설계시에는 접근성 등을 감안한 부대공 및 가시설 비용이 추가될 수 있음.

※순공사비는 부대공(교통통제 및 고소장비 등)을 제외한 개략공사비 합산금액이며, 부대비용은 현장 여건에 따라 금액 산정이 필요함.

※일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경될 수 있음.

8.6.3 유지관리방안

가. 개 요

본 사면의 공용년수 경과시 내구성 및 사용성을 저하시킬 수 있는 손상들에 대해서는 결함의 진전여부 및 확대여부를 주기적으로 관찰하는 등 중점유지관리 항목으로 선정하여 시설물의 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 중점유지관리 항목

<표 8.6.3> 중점 유지관리 항목

구 분	손상내용		중점 유지관리 항목
이격거리내시설	• 균열(Cw=0.3mm이상)		• 주입보수

다. 부재별 점검요령

<표 8.6.4> 부재별 점검요령

<table>
<tr><th>점검부위</th><th colspan="3">점검항목</th></tr>
<tr><td>사면</td><td colspan="3">• 점검로 및 고소점검차 등을 이용하여 근접조사
• 인장균열 발생여부 점검
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>사면하부</td><td colspan="3">• 포획거리 공간 및 고소점검차 이용하여 근접조사
• 지반변형 발생여부 점검
• 사면에 발생한 파괴현황 점검(유형, 위치, 규모)
• 지반상태 조사
• 표면보호상태 점검
• 사면내에 시공되어 있는 보호/보강시설물의 상태 점검</td></tr>
<tr><td>배수처리
시설</td><td colspan="3">• 사면내에서 발생되는 지하수 누수 정도 및 누수 위치 확인
• 배수시설의 상태와 배수조건 점검
• 이격거리내 시설물의 변형 발생여부 점검</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주요부위</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>사면</td><td>사면하부</td><td>배수처리시설</td></tr>
<tr><td>점검시
유의사항</td><td colspan="3">• 길어깨 차량 정차 시 후방으로 충분한 거리에서 신호할 것
• 사면 특성상 고소작업이 많으므로 추락위험 예방을 위한 안전장구를 반드시 갖추도록 한다.
• 사면의 균열 및 이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손 발생은 중대한 결함이므로 지체없이 관리주체에 통보하여야 한다.</td></tr>
<tr><td>점검도구</td><td colspan="3">• 사진기
• 줄자(5m, 50m)
• 사다리
• 클리노콤파스
• 지질용해머
• 필기도구
• 교통통제 기구(신호봉, 수기, 라바콘)</td></tr>
</table>

8.7 종합결론

8.7.1 외관조사

가. 단일사면

- 상부자연사면은 사전징후가 될 만한 손상이나 사면 안정성에 불리한 영향을 초래할 만한 인공시설물 등이 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면내 집수가 될 지형이 없으나 추후 지형의 변형으로 집수지형의 형성은 없는지 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 사면에서 사면의 파괴징후인 균열, 변형 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 사면하부는 사전징후가 될 만한 융기, 구조물변형, 누수 등 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 본 구간은 사면규모가 크고, 하부 교통량이 많은 조건에 있으므로 누수, 낙석 등에 의한 2차피해가 발생할 확률이 높으므로 노면상태를 주기적으로 점검하여야 할 것으로 판단된다.
- 보호시설은 사면의 안정성을 저하시키는 심각한 손상이나 대규모 파괴는 없는 것으로 조사되었으며, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 보강시설은 저항력 증가법으로 쏘일네일링 공법을 시공하였으며, 설치상태는 육안으로 확인할 수 없었으며, 보강전개도로 앵커가 설치되어 앵커의 손상은 발견되지 않았다. 준공이후 제원, 구조, 하중 등의 변화는 없는 동일한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.
- 배수시설 외관조사 결과, 배수기능 상실로 심각한 간극수압 발생 등은 없는 것으로 조사되었으며, 구조안전성 및 사용성을 심각하게 저해하는 중대결함 등은 없는 상태인 것으로 조사되었다.
- 이격거리내시설 외관조사 결과 L형측구에서 기존손상인 28m(cw=1.0mm/1.1m), 56m(cw=1.0mm/0.3m)보수가 되었고 STA.0+600(1.0mm/1.5m), STA.0+650m(cw=3.0mm/1.5m)의 균열이 조사되었다. L형측구의 시공시 건조수축 및 환경적 영향에 의한 비구조적 손상으로 판단된다. 그 외 지반변형이나 융기, 사면활동의 증후는 보이지 않았다.
- 공중이 이용하는 부위는 파손 및 변형이 없는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

8.7.2 사면 파괴요인 조사

- 토층두께는 대상사면 내 토층이 가장 두꺼운 지점에 대하여 준공도면 및 현장 육안관찰을 통하여 파악하였으며, 조사결과, 사면의 최대높이 30.0m 지점에서 토층두께는 약 1.0m로 본 사면은 암반사면인 것으로 확인되었으며, 암반조건을 평가하기 위하여 현장 육안관찰 및 암반 슈미트 해머를 이용하였으며, 암반 시험 결과, 풍화암~연암으로 측정되었다.
- 대상사면에 대한 형상을 평가하기 위하여 스태프 및 경사계를 이용하여 각 소단별 경사를 측정하였으며, 현장 측정결과, 실측경사는 1구간 약 1:0.7~1:1.9으로 설계경사와 대체로 유사한 것으로 분석되어 공용중 사면내 배부름이나 침하 등의 불안정요인은 없는 것으로 판단된다.
- 계곡부, 요철지형 등은 지표수의 지속적인 유입으로 지반강도 약화의 원인이 되므로 집수지형의 개소수에 대하여 현장 설계도면 및 현장 육안관찰로 조사한 결과, 대상사면 내·외부 집수지형은 2개소가 존재하는 것으로 파악되었다.
- 최근 기상청 강우분석 자료에서 해당지역에 대한 정보는 없어 인근 수원지역 자료를 바탕으로 조사한 결과, 최근 30개년의 각 연도별 최대일강우량(mm)에 대해 30개년의 평균값을 획득한 결과 평균 강우량 148.85mm으로 확인되었다. 대상사면의 누수상태를 조사한 결과, 본 구간에서는 누수흔적이 관찰되지 않아 누수가 발생하지 않는 건조한 상태로 판단된다.
- 본 구간의 배수조건 조사결과, 전반적인 배수상태는 양호하여 사면 내·외부 지표수 배수기능에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

8.7.3 상태평가 결과

- 금회 실시된 사면의 정밀점검결과 구조적 안전성에 문제가 없는 것으로 평가되었으나, 본 사면의 상태평가 결과, 절리간격 d등급, 저면경사 e등급, 강우 및 지하수 d등급으로 평가되어 사면 파괴요인 지수가 C등급이 평가 되었고, 반면 손상이 발견되지 않아 사면손상 상태지수는 A등급이 나타났다. 절리간격, 저면경사는 전도파괴 요인으로 내포되어있는 사면으로 여겨졌기 때문이다. 사면에 손상은 없어도 내재되어있는 파괴요인이 있기 때문에 상태등급이 다소 낮게 평가되었다. 따라서, 금회 실시한 사면에 대한 외관조사 및 내구성평가 결과 시설물의 상태는 『경미한 손상, 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수와 지속적인 관찰이 필요한 상태』로 안전등급은 **"B등급"**으로 평가되었다.

8.7.4 종합결론

- 본 과업 대상 절토사면은 2017년에 준공되어 약 7 년간 공용되고 있고, 백학IC RAMP-D 우측에 있는 총 연장 156m, 최고 높이 30.0m의 2종 시설물이다. 본 사면은 FMS에 156m로 등록되어 있지만 금회 측점분할 한 결과 235m로 조사되어 조사구간 분할 및 외관조사망도에서 235m로 표현하였다.

- 본 절토사면에 발생된 손상은 FMS자료는 등록이 되지 않았지만 육안조사로 조사한 결과 손상의 일부보수가 되었으며, 이는 관리주체가 실행한 일상적인 손상들의 보수이다.

- 외관조사의 주요 손상은 이격거리내 시설 L형측구에서 STA.0+600(1.0mm/1.5m), STA.0+650m(cw=3.0mm/1.5m)의 균열의 손상이 조사 되었다.

- 본 절토사면에 조사된 손상은 기존손상으로 일부보수가 진행되었고, 보수 되지 않은 곳은 발생된 손상은 시공시 건조수축 및 환경적 영향에 의한 비구조적 손상으로 판단된다.

- 사면전체의 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중대결함의 발생은 없는 것으로 분석되었으나, L형 측구에서 발견한 균열은 시설물의 내구성 증진을 위해 보수가 필요할 것으로 사료된다.

- 암반강도측정 결과 182m, 185m 지점에서 각각 66.4, 104.2MPa로 암반분류 상 풍화암~

보통암 정도의 강도를 나타내는 것으로 평가되며, 10MPa 이상으로 절토사면 분류시 절리암반사면 또는 파쇄암반사면으로 분류될 수 있는 지표가 된다.

- 사면의 경사 측정결과, 경사는 약 1:0.76~1:0.9으로 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 1.0m로 확인되었다.
- 외관조사 및 현장시험에 의한 상태평가 결과를 종합하여 검토한 결과, 금회 상태등급은 기존 『B(0.276)』 등급에서 **『B(0.276)』** 등급으로 전차 등급과 지수가 동일한 것으로 분석되었다.
- 따라서, 본 절토사면은 전반적으로 보통의 상태로서 금회 조사된 손상 및 사면파괴요인 들의 내구성 증진을 위한 적절한 조치가 이루어지고 지속적인 유지관리가 시행된다면 시설물의 공용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

8.7.5 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 금회 정밀안전점검 결과, 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성은 필요하지 않은 것으로 조사되었다.

8.7.6 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 본 사면의 콘크리트 L형측구 균열의 진전여부에 대하여 정기안전점검 시 특별한 주의관찰이 실시되어야 할 것으로 판단된다.

8.7.7 기타 필요한 사항

- 본 사면은 고속도로 상에 위치하여 통행량이 많아 점검을 위한 사면 진입시 통행차량에 주의가 필요하며, 특히 해빙기 및 장마시 실족 등의 안전사고에 유의해야 할 것으로 판단된다.