

관 리 번 호

국 도 4 8 호 선 보 강 토 용 벽
(STA.2+157.750~2+287.500(R))
정 밀 안 전 점 검 보 고 서

2025. 09

발 주 처 :  **의정부국토관리사무소**

국토교통부

수행기관 :  **(주) 다 음 기 술 단**

국토 48호선보강토옹벽
정밀안전점검

종합보고서

2025
·
09

의정부국토관리사무소
(주) 다 음 기 술 단

제 출 문

의정부국토관리사무소장 귀하

귀 사무소와 2025년 03월 31일 계약 체결한 『국도48호선 보강토옹벽 (STA.2+157.750~2+287.500(R)) 정밀안전점검 및 12개소 정기안전점검용역』중 국도 48호선 보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R)) 정밀안전점검을 성실히 수행하고, 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

2025. 09.

(주) 다 음 기 술 단
경기도 성남시 분당구 판교역로 240
에이동 309호(삼평동, 삼환하이팩스)
대 표 이 사 박 철 (인)

국도48호선 보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R))

정밀안전점검 결과표

1. 기본 현황

가. 일반현황					
용역명	국도48호선 보강토옹벽 (STA.2+157.750~2+287.500(R)) 정밀안전점검 및 12개소 정기안전점검용역	점검기간	2025. 03. 31 ~ 2025. 09. 22		
관리주체명	의정부국토관리사무소	대표자			
공동수급	단독수행	계약방법	제한경쟁		
시설물구분	옹벽	종류	보강토옹벽	종별	2종
준공년	2019년 3월 31일	점검금액(천원)	3,216	안전등급	A
시설물위치	인천광역시 강화군 하점면 장정리 761	시설물규모	L=145.0m, H=7.1m		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	- 없음				
점검 주요결과	◦기초, 지반부 : 상태양호 ◦전면부 : 블럭 균열 및 파손, 접속부 이격, 백태, 누수흔적 ◦배수시설 : 없음 ◦사면부 : 상태양호				
주요 보수보강	- 주의관찰				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
사업책임기술자	남 상 규	2025. 03. 31 ~ 2026. 09. 22		토목특급기술자	
분야별책임기술자	황 적 희	2025. 03. 31 ~ 2026. 09. 22		토목특급기술자	
참여기술자	김 경 영	2025. 03. 31 ~ 2026. 09. 22		토목초급기술자	
참여기술자	김 준 영	2025. 03. 31 ~ 2026. 09. 22		토목특급기술자	
참여기술자	백 운 빈	2025. 03. 31 ~ 2026. 09. 22		토목중급기술자	
참여기술자	정 현 식	2025. 03. 31 ~ 2026. 09. 22		토목초급기술자	
참여기술자	심 민 용	2025. 03. 31 ~ 2026. 09. 22		토목초급기술자	
참여기술자	이 소 원	2025. 03. 31 ~ 2026. 09. 22		토목초급기술자	
참여기술자	김 윤 아	2025. 03. 31 ~ 2026. 09. 22		토목초급기술자	
참여기술자	조 승 균	2025. 03. 31 ~ 2026. 09. 22		토목초급기술자	
라. 참고사항					
※ 중점유지관리사항					
○ 전면벽체 블록균열 및 파손의 진행성 여부 확인					
○ 옹벽 상면 포장부의 균열, 침하 등의 손상 발생여부 확인					

정밀안전점검 실시결과 요약표

2.결과 요약

책임기술자 종합의견
· 대상옹벽은 블록식 보강토 옹벽 형식으로 보강토 전면에서 블록 균열 및 파손이 일부 발생된 상태이며, 시점접속부 이격, 누수흔적, 백태 등의 손상이 조사되었으나, 공용 중 옹벽의 안전성 등에는 문제가 없을 것으로 판단되며, 옹벽 기초부 및 사면부 등은 전반적으로 양호한 상태로 점검되었다. · 현장조사 및 시험결과, 상태평가에 의한 안전등급은『문제점이 없는 최상의 상태』인 A등급으로 평가되었다. · 대상옹벽에 대한 보강 조치 또는 긴급한 보수 등은 필요하지 않은 상태로 조사되었으며, 장기적인 내구성 확보차원에서 제시된 보수를 실시하고 지속적인 관리를 한다면 시설물의 사용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.
책임기술자 : 남 상 규 (서명)

가. 점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가결과 : A등급
결함발생 부재	상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
지반 및 기초부	a	- 상태양호	-
옹벽 전면부	b~c	- 블록 균열 - 블록 파손 - 이격 - 백태 - 누수흔적	- 주입보수 - 단면보수 - 쉐링처리 주의관찰 - 주의관찰
주변영향인자	a	- 사면 상태양호 - 포장부 상태양호	-
공중이 이용하는 부위	a	- 포장 망상균열	- 주의관찰

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
-	-	-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상	설계적용 여부	결 과	검토결과 요약
-	검토 불가	-	-

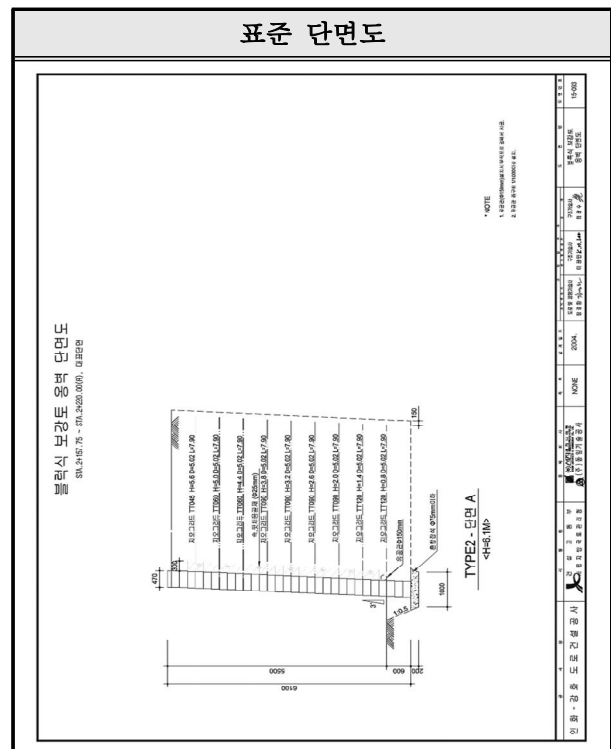
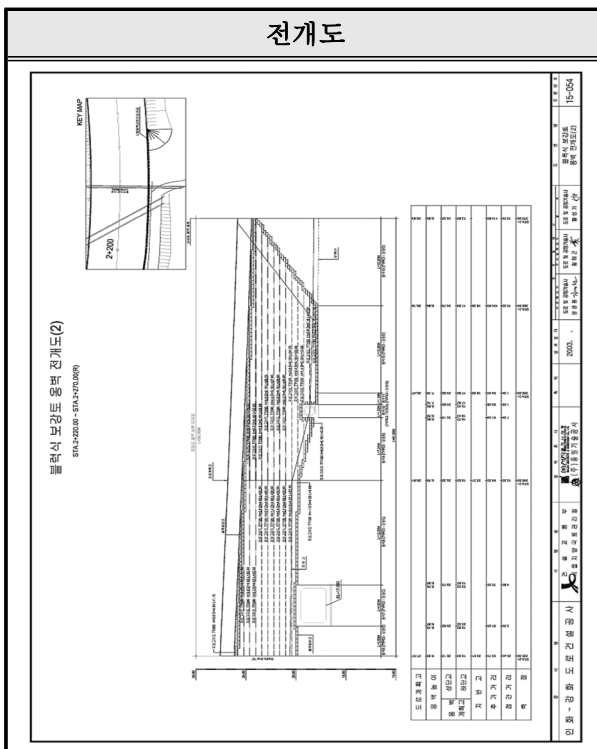
라. 현장시험 및 실내시험

구 분	내구성 조사 결과		평가의견
콘크리트 압축강도	시험 종류	측정결과 (MPa)	- 전반적으로 콘크리트 재료의 건전성은 확보된 상태로 분석됨
	옹벽 벽체	23.6 ~ 28.5	
선형측량	측량자료를 설계도서 및 준공도서와 선형을 비교한 결과 준공도서 상의 선형과 금회 측정 선형이 전반적으로 일 치하는 것으로 검토되었다.		- 적정
수준측량	수준측량 결과를 통해 기 점검(2022년)과 금회 수준측량 을 비교한 결과, 미소한 오차는 있으나 유사한 선형을 보이고 있으며 부등침하 등의 변위에 의한 손상은 없는 것으로 판단된다.		- 적정
기울기	설계도서상의 기울기와 금회 조사시의 측정치를 비교· 분석한 결과 측정위치 모두 허용 기준치 이내로 분석되 어, 옹벽의 경사/전도나 활동에 대한 부분이 발생되지 않 은 양호한 상태인 것으로 평가되었다.		- 적정

보강토용벽(STA.2+157.750~2+287.500(R)) 현황표

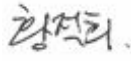
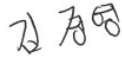
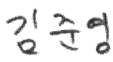
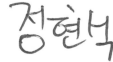
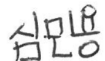
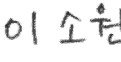
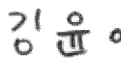
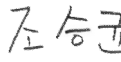
작성일 : 2025년 09월

구 분	내 용		구 분	내 용
시설물 번호	RW2019-0000036		관리번호	-
시설물명	보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R))		시설물 구분	보강토 옹벽
위 치	행정구역	인천광역시 강화군 하점면 장정리 761		
제 원	옹벽형식	보강토		
	연 장(m)	145.0	지면노출높이(m)	7.1
	저판폭(m)	-	노 선	국도 48호선
관리주체	의정부국토관리사무소		관리주체구분	지자체
주변환경	상부 : 국도, 하부 : 차로부, 통로암거			
시공현황	준공년도	2019년 3월 31일	시공자	현대건설(주)
	부대시설	-		
비고				

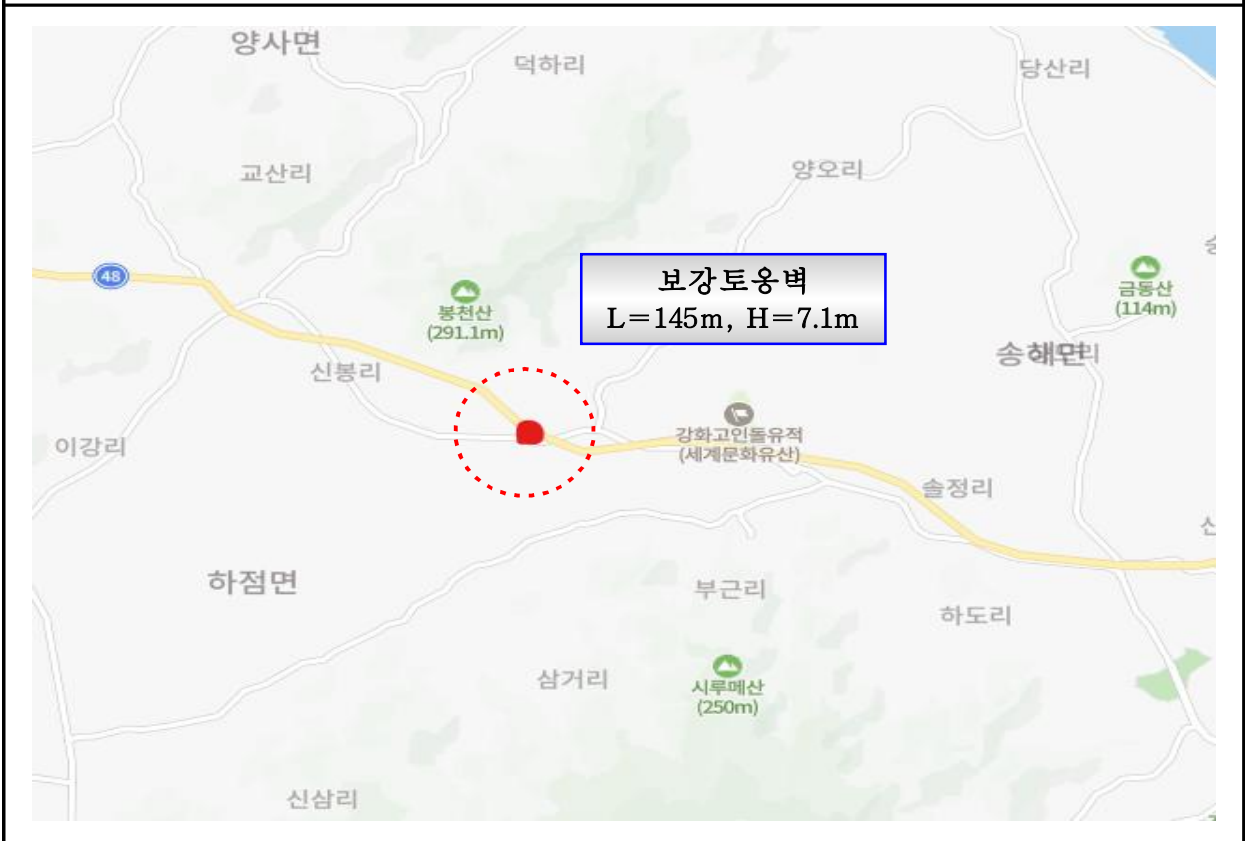


과업 참여자 명단

과업 기간 : 2025년 03월 31일 ~ 2025년 09월 22일

참여구분	소 속	직 위	성 명	과업 참여기간	서 명
사 업 책임기술자	(주)다음기술단	부사장	남상규	2025.03.31~ 2025.09.22.(175일)	
분야별 책임기술자	(주)다음기술단	상무	황적희	2025.03.31~ 2025.09.22.(175일)	
참여 기술자	(주)다음기술단	부사장	김경영	2025.03.31~ 2025.09.22.(175일)	
	(주)다음기술단	이사	김준영	2025.03.31~ 2025.09.22.(175일)	
	(주)다음기술단	이사	백운빈	2025.03.31~ 2025.09.22.(175일)	
	(주)다음기술단	차장	정현식	2025.03.31~ 2025.09.22.(175일)	
	(주)다음기술단	대리	심민용	2025.03.31~ 2025.09.22.(175일)	
	(주)다음기술단	대리	이소원	2025.03.31~ 2025.09.22.(175일)	
	(주)다음기술단	대리	김윤아	2025.03.31~ 2025.09.22.(175일)	
	(주)다음기술단	대리	조승균	2025.03.31~ 2025.09.22.(175일)	

위 치 도



전 경



시점부 전면 전경



종점부 전면 전경



옹벽 기초 및 지반현황



옹벽 상부 포장부 전경



옹벽 상단 사면 전경



옹벽 상단 구조물 전경

요 약 문

1 개 요

1.1 용역명

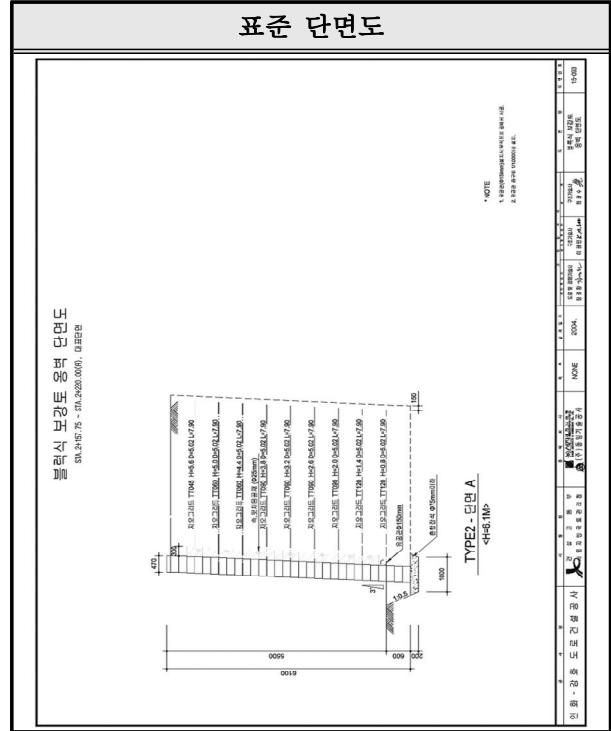
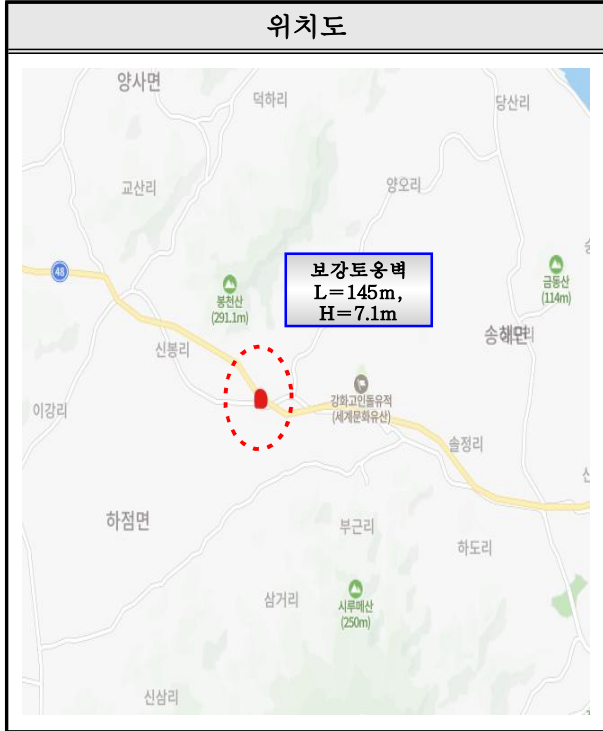
- 국도48호선 보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R)) 정밀안전점검 및 12개소 정기안전점검용역

1.2 과업의 목적

본 과업은 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제11조 및 동법 시행령 제8조 규정에 따른 정밀안전점검으로써 시설물의 물리적·기능적 결함과 시설물에 내재되어 있는 위험요인을 조사하여 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.3 대상시설물 현황

구 분	내 용		구 분	내 용
시설물 번호	RW2019-0000036		관리번호	-
시설물명	보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R))		시설물 구분	보강토 옹벽
위 치	행정구역	인천광역시 강화군 하점면 장정리 761		
제 원	옹벽형식	보강토		
	연 장(m)	145.0	지면노출높이(m)	7.1
	저판폭(m)	-	노 선	국도 48호선
관리주체	의정부국토관리사무소		관리주체구분	지자체
주변환경	상부 : 국도, 하부 : 차로부, 통로암거			
시공현황	준공년도	2019년 3월 31일	시공자	현대건설(주)
	부대시설	-		
비고				



1.4 과업의 범위

- 가. 현황조사 및 자료수집과 분석
- 나. 현장조사 및 시험
- 다. 상태평가 및 종합평가
- 라. 보수·보강 및 유지관리 방안 제시
- 마. 보고서 작성

1.5 과업수행기간

⇒ 2025년 03월 31일 ~ 2025년 09월 22일

2 보강토 옹벽 점검결과

2.1 외관조사 결과

본 과업 대상 시설물인 보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R))은 인천광역시 강화군 하점면 장정리 761 일원에 위치하고 있으며, 총연장(L)=145.0m, 최대높이(H) =7.1m의 보강토옹벽으로 2019년 03월 31일 준공되어 현재까지 약 6년간 공용 중인 2종 시설물이다.

가. 기초 및 지반부

대상 옹벽 전면으로 콘크리트 포장, 화단으로 시공되어 있으며, 이로 인한 기초 지반부는 불투수 처리가 되어 기초의 침하, 세굴 및 침식 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 또한 침하에 의한 변위(포장면 침하), 활동에 의한 포장부 종방향 균열 및 부등 침하에 옹벽 하단부 구조적인 결함 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

나. 전면 벽체

보강토옹벽 전면부는 침하, 전도, 활동과 같은 중대한 결함이 조사되지 않았고, 배부름, 세굴, 유실 등이 없는 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 확인되었다.

조사된 손상으로는 S8을 제외하고 산발적으로 옹벽전면부에 블록균열(91ea)이 발생되어 있는 상태이며, 누수흔적(4ea), 블럭파손(23ea), 백태(1ea), 이격(1ea) 등의 손상도 일부분 관찰되었다.

옹벽 전면에 발생한 블록균열은 일정한 패턴 없이 산발적으로 분포해 있으며, 파손은 블록 모서에 경미하 발생되어 있는 상태로서, 시공초기 다짐에 의한 일시적인 응력집중 및 건조수축 등의 원인에 의해 발생한 일반적 손상으로 내구성 유지를 위해 균열보수 및 단면보수가 요구된다.

S1 시점측에 발생한 이격은 폭이 1.3cm ~ 1.8cm로서 구조물 인접 통로암거와의 접합부에 발생한 손상으로, 구조물간 물성차, 옹벽배면 토사의 이완 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 사용성 유지를 위해 쉐링처리가 요구된다.

누수흔적 및 백태는 상부에서 유입되는 우수가 옹벽 전면으로 침투하여 발생한 손상으로 판단되며, 시설물의 상용에는 문제가 없는 손상으로 유지관리가 요구된다.

다. 주변영향 인자

옹벽 사면부 외관조사 결과, 상부 지반 침하 및 토사 세굴, 인장균열 발생 등의 손상은 확인되지 않은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

옹벽 상단은 대부분 방호벽으로 시공되어 있으나, 시점, 종점 일부 사면구간에 잔디, 수목 등으로 조성되어 있으며, 배수로, 배수관 등 별도의 배수시설이 설치되어 있지 않는 것으로 조사되었다.

라. 배수시설

본 옹벽구조물에는 별도의 배수시설이 설치되어 있지 않는 것으로 확인되었다.

마. 공중이 이용하는 부위

도로부 신축이음 및 환기구 등 덮개는 설치되어 있지 않으며 옹벽 상단 주변에 포장도로, 옹벽 상단에 추락방지용 시설로서 난간 및 휀스가 설치되어 있다.

도로포장은 아스팔트로 시공되어 있으며, 공용중 발생하는 아스콘 균열, 망상균열 국부적으로 관찰되나, 사용에는 문제가 없는 상태이다.

2.2 재료시험 결과

가. 반발경도 측정결과

콘크리트 반발경도 시험결과 콘크리트옹벽 전면벽체 건전부에서 23.6 ~ 28.5MPa(비건전부 24.0MPa)로 분석되어 건전부 및 비건전부 모두 설계 추정강도(21.0MPa)를 상회하는 양호한 상태인 것으로 평가되었다.

나. 측량

선형 측량결과, 측량자료를 설계도서 및 준공도서와 선형을 비교한 결과 준공도서 상의 선형과 금회 측정 선형이 전반적으로 일치하는 것으로 검토되었다.

수준측량 결과를 통해 기 점검(2022년)과 금회 수준측량을 비교한 결과, 미소한 오차는 있으나 유사한 선형을 보이고 있으며 부등침하 등의 변위에 의한 손상은 없는 것으로 판단된다.

설계도서상의 기울기와 금회 조사시의 측정치를 비교·분석한 결과 측정위치 모두 허용 기준치 이내로 분석되어, 옹벽의 경사/전도나 활동에 대한 부분이 발생되지 않은 양호한 상태인 것으로 평가되었다.

2.3 상태평가결과

과업대상 구조물의 상태평가 등급 산정결과 ‘문제점이 없는 최상의 상태’인 “A등급(우수)” (결합도 지수:0.080)인 상태로 평가되었다.

2.4 종합평가 및 안전등급 지정

가. 종합평가

구분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	결과	안전율	결과
	0.080	A	-	-
종합평가 결과	1. 종합평가 결과 = Min(상태평가 결과, 안전성평가 결과) 2. 본 과업은 정밀안전점검용역으로 안전성평가를 실시하지 않아 상태평가 등급을 종합평가 등급으로 산정하였음. 종합평가 결과 : A등급			

나. 안전등급 지정

안전등급	시설물 상태
A등급	문제점이 없는 최상의 상태

2.5 보수 · 보강 개략공사비

부재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
전면 벽체	블럭 균열	주입보수	18.4	m	27.6	m	70	1,932
	블록 파손	단면보수	0.68	m ²	1.0	m ²	110	112
	접속부 이격	씰링보수	6.75	m	10.1	m	50	506
순공사비								2,550
제경비(순공사비의 60%)								1,275
총공사비(순공사비+제경비)								3,825

※ 보수물량은 손상물량의 150%할증함

2.6 유지관리방안

부 재	손상내용	유지관리 내용	손상현황
전면부	블록 균열(파손)	•균열(파손) 진행 및 추가발생여부 확인	
	백태, 누수흔적	•백태, 누수흔적 진행 및 추가발생 여부 확인	
통로암거 접속부	시점 통로암거 접속부 이격	•이격 진행 여부 확인	

2.7 종합결론

본 시설물의 종합평가 등급은 A등급으로 용벽의 안전성 및 사용성에는 큰 문제는 없는 상태로서 보고서에서 제시된 보수방안에 의거하여 유지관리가 실시된다면 구조물의 사용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

목 차

제1장 정밀안전점검의 개요	1
1.1 개 요	3
1.1.1 과업의 목적	3
1.1.2 대상 시설물 현황	3
1.1.3 과업의 범위	4
1.1.4 참고자료	4
1.1.5 과업의 기간	4
1.1.6 과업의 세부내용	5
1.2 과업수행 흐름도	6
1.3 예정 공정표	7
1.4 투입장비 목록	8
1.5 사용기호의 정의	9
제2장 자료수집 및 분석	10
2.1 자료수집 현황	12
2.2 시설물 주요도면	13
2.3 기존 점검 실시결과	18
2.3.1 기존 점검 실시결과	18
2.3.2 기존 점검 및 진단 요약	21
2.4 보수·보강 이력	22
2.5 시설물의 내진설계 여부	22
2.6 자료수집 결과 요약	22
제3장 현장조사 및 시험	23
3.1 개 요	25
3.2 부재별, 손상별 발생원인 조사방향	27
3.2.1 조사항목	27
3.2.2 점검항목별 요약	27
3.2.3 조사방법	31
3.3 외관조사 결과	32

3.3.1	지반 기초부	32
3.3.2	전면부	33
3.3.3	주변영향 인자	35
3.3.4	공중이 이용하는 부위	36
3.3.5	손상물량 집계	37
3.3.5	전차 점검결과와 비교	37
3.4	재료시험 및 측량	38
3.4.1	개 요	38
3.4.2	반발경도 시험	39
3.4.4	측점분할	44
3.4.5	측량	44
3.4.6	재료시험 및 측량 결과 요약	48
3.5	중대결함 조사결과	49

제4장 상태평가50

4.1	개 요	52
4.2	상태평가 기준	52
4.2.1	결함점수 및 결함지수 산정기준	52
4.2.2	옹벽시설물의 상태평가기준	53
4.3	상태평가 항목 및 기준	53
4.3.1	부재별 상태평가 적용범위	53
4.3.2	상태항목별 세부기준	54
4.4	상태평가결과 산정 방법	59
4.5	상태평가결과 산정 결과	60
4.5.1	보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R)) 상태평가 결과	60
4.5.2	공중이 이용하는 부위	61
4.6	기 점검 결과와 비교 · 분석	61

제5장 종합평가 및 안전등급지정62

5.1	종합평가	64
5.1.1	개 요	64
5.1.2	종합평가 기준	64
5.1.3	종합평가 결과 산정방법	65
5.1.4	종합평가 결과	66
5.2	안전등급 지정	67

5.2.1 개 요	67
5.2.2 안전등급 지정결과	67
제6장 보수보강 및 유지관리방안	68
6.1 개요	70
6.1.1 개 요	70
6.1.2 보수·보강공법 선정	70
6.2 보수·보강방안	72
6.2.1 개 요	72
6.2.2 보수·보강 방안	74
6.2.3 손상별 보수·보강방안 선정	87
6.2.4 개략공사비	87
6.3 유지관리방안	88
6.3.1 개 요	88
6.3.2 유지관리 일반	88
6.3.3 점검 주기 및 주요 조사내용	91
6.3.4 유지관리방안 제시	92
6.3.5 중점유지 관리사항	93
제7장 종합결론	94
7.1 개 요	96
7.2 점검결과	96
7.2.1 외관조사 결과	96
7.2.2 재료시험 결과	98
7.2.3 상태평가 결과	98
7.2.4 종합평가 및 안전등급 지정	98
7.3 정밀안전점검 실시결과의 종합결론	98
7.4 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부	99
7.5 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항	99

<부록>

01. 과업지시서
02. 외관조사망도
03. 측정 및 시험성과표
04. 상태평가 결과자료
05. 시설물관리대장 사본
06. 현황조사 및 외관조사 사진첩
07. 사용장비 및 기기사진
08. 사전조사 자료 일체

제1장 정밀안전점검의 개요

1.1 개 요

1.2 과업수행 흐름도

1.3 예정 공정표

1.4 투입장비 목록

1.5 사용기호의 정의

제1장 정밀안전점검의 개요

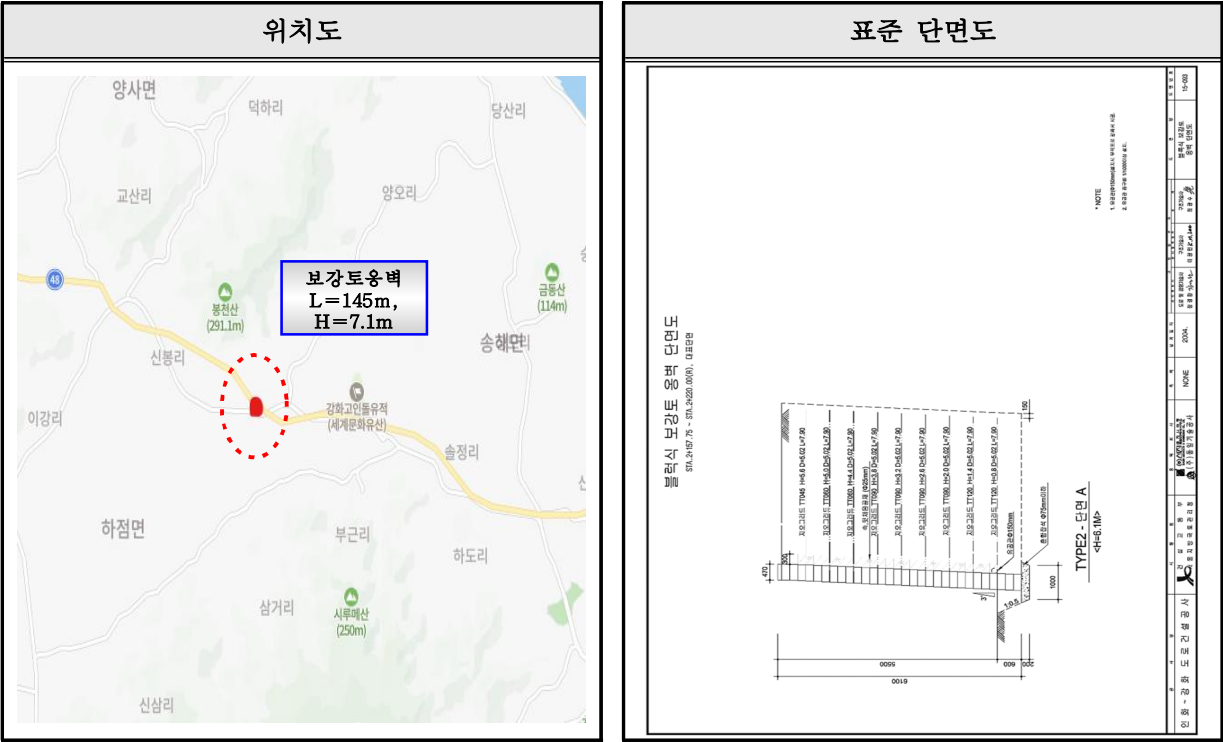
1.1 개 요

1.1.1 과업의 목적

본 과업은 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제11조 및 동법 시행령 제8조 규정에 따른 정밀안전점검으로써 시설물의 물리적·기능적 결함과 시설물에 내재되어 있는 위험요인을 조사하여 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.1.2 대상 시설물 현황

구 분	내 용		구 분	내 용
시설물 번호	RW2019-0000036		관리번호	-
시설물명	보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R))		시설물 구분	보강토 옹벽
위 치	행정구역	인천광역시 강화군 하점면 장정리 761		
제 원	옹벽형식	보강토		
	연 장(m)	145.0	지면노출높이(m)	7.1
	저판폭(m)	-	노 선	국도 48호선
관리주체	의정부국토관리사무소		관리주체구분	지자체
주변환경	상부 : 국도, 하부 : 차로부, 통로암거			
시공현황	준공년도	2019년 3월 31일	시공자	현대건설(주)
	부대시설	-		
비고				



1.1.3 과업의 범위

- 가. 자료수집과 분석
- 나. 현장조사 및 시험
- 다. 상태평가 및 종합평가
- 라. 보수·보강 및 유지관리 방안 제시
- 마. 보고서 작성

1.1.4 참고자료

- 가. 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법(이하 “시설물안전법”)
- 나. 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침(이하 “지침”)
- 다. 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 세부지침(이하 “세부지침”)
- 라. 기타 관련법규

1.1.5 과업의 기간

© 2025년 03월 31일 ~ 2025년 09월 22일

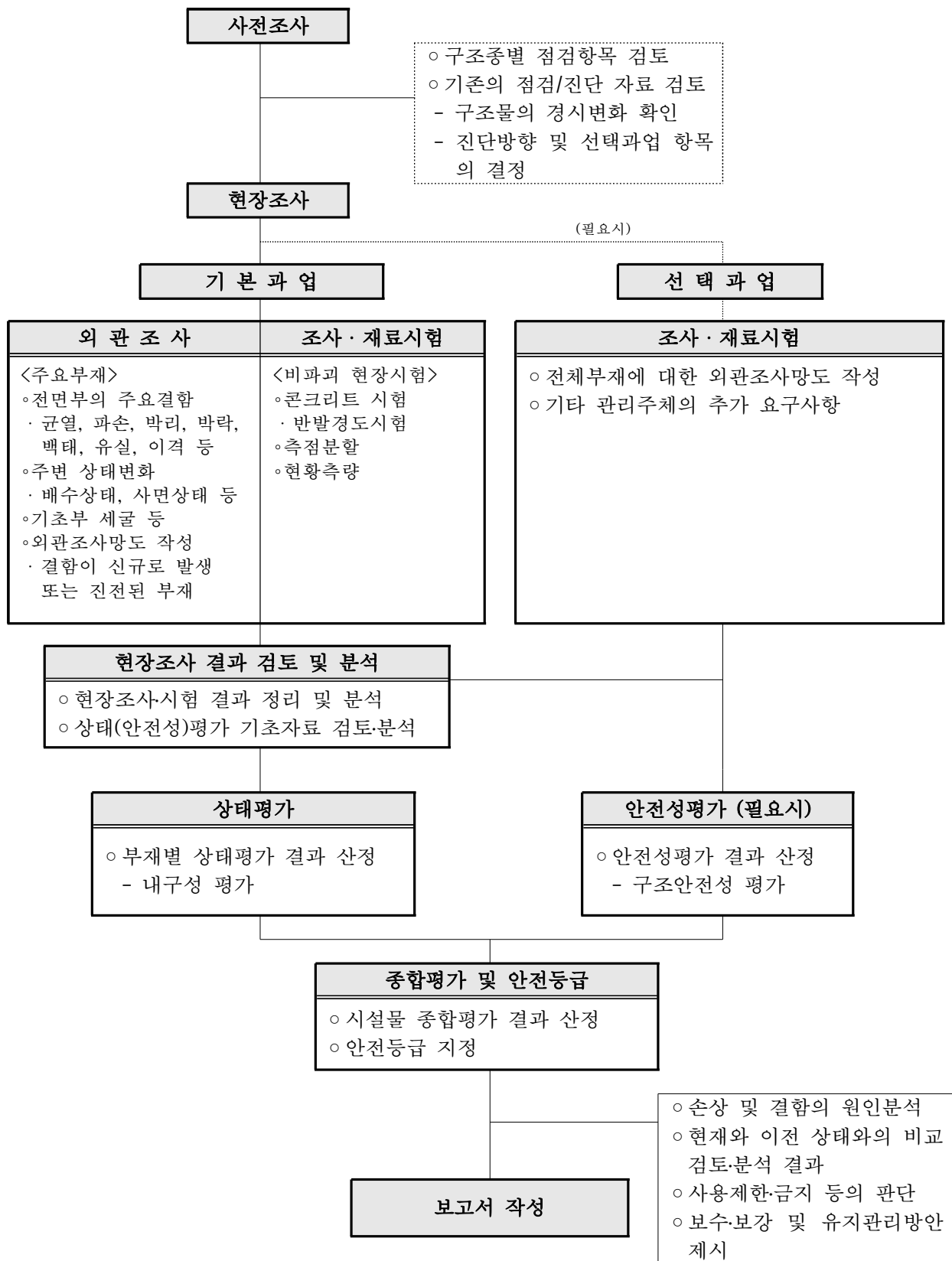
1.1.6 과업의 세부내용

본 과업을 수행하기 위하여 실시한 항목의 세부내용은 <표 1.1>과 같다.

<표 1.1> 과업의 내용

과업의 범위		과업의 내용	적용 세부지침
자료,수집 및 분석		- 설계도서, 시방서 등 관련자료 - 시설물 관리부서의 이전 안전점검 자료 - 시설물 보수·보강사항과 변형 상태 조사 분석·평가 - 시설물의 내진설계 관련 자료 - 과업수행계획서 및 사전조사보고서 작성	2024.12
현장 조사	외관 조사	- 종·횡단면도 제원조사 - 육안조사를 통한 성능저하 현상파악 - 손상에 대한 발생 현황 및 원인파악을 위한 육안검사 수행 - 보수상태 확인 - 시설물 상·하부 주변 지장물 조사	2024.12
	재료 시험	- 측정분할 - 옹벽의 선형 및 수준측량 등 - 콘크리트 강도 측정 (반발경도법)	2024.12
상태평가 종합평가		- 각 부재별 손상망도를 작성 - 상태평가 기준에 의거 시설물 전체 상태평가 등급 부여 - 상태평가 등급에 따라 종합평가 산정	2024.12
보수보강 및 유지 관리방안 제시		- 기능회복 및 향상을 위한 보수·보강공법 제시 - 우선순위에 따른 보수보강 물량 및 개략공사비 제시 - 유지관리상 문제점과 지침 기준 작성 - 효율적인 유지관리방안 제시	2024.12
보고서 작성		- 결과보고를 통한 지적사항 보완 후 최종보고서 작성 - 안전점검 실적 제출	2024.12

1.2 과업수행 흐름도



〈그림 1.1〉 과업수행 흐름도

1.3 예정 공정표

■ 과업기간 : 착수일로부터 175일간

■ 용역기간 : 2025년 03월 31일 ~ 2025년 09월 22일

<표 1.2> 예정 공정표

공정별	30일	60일	90일	120일	150일	175일	비 고
1.현황조사 및 자료수집	■						
2.외관조사 및 시험		■	■	■			
3.조사자료 분석 및 검토			■	■			
4.상태 및 종합평가				■	■		
5.보수·보강 공법제시					■	■	
6.검토결과 토의 및 보고서작성				■	■	■	
공 정 (%)	10	20	20	20	15	15	
누계공정 (%)	10	30	50	70	85	100	

1.4 투입장비 목록

〈표 1.3〉 투입장비 목록

구 분	장비명	기기명	제조년도	측정능력	사 진
휴대 장비	줄 자	-	2018	길이 측정	
	디지털 카메라	SX740HS	2020	사진 촬영	
	버니어 캘리퍼스	-	2020	상세두께 측정	
	균열경		2015	균열폭측정	
재료 시험	슈미트 해머	NR-10	2017	반발경도 시험	
측정 장비	토탈스테이션	SET530R 29256	2018	선형 측량	
접근 장비	사다리	-	2020	부재 근접 조사용	

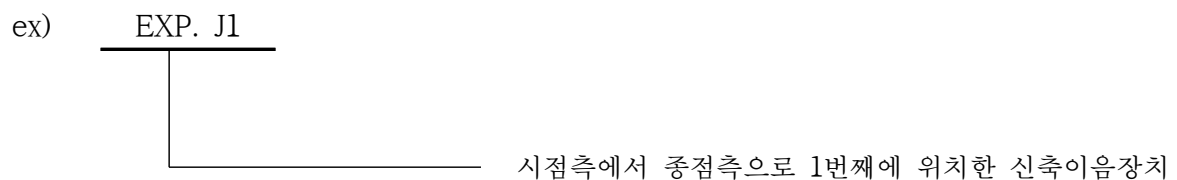
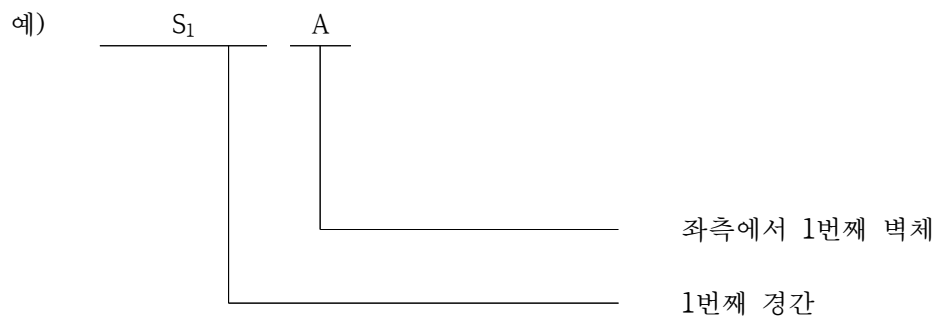
1.5 사용기호의 정의

본 보고서의 시설물 각 부재의 표현의 통일성을 기하기 위하여 다음과 같이 각 위치별, 부재별 기호를 부여하였다.

〈표 1.4〉 옹벽 기호의 정의

부 재 구 분	사 용 기 호	비 고
경간	S	Span
벽체	A	Arm
앞굽판	T	Toe
뒷굽판	H	Heel
활동방지벽	K	shear Key
신축이음장치	EXP.J	Expansion Joint

- 시점에서 종점방향으로 일련번호를 정한다.



제2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

2.2 시설물 주요도면

2.3 기존 점검 실시결과

2.4 보수·보강 이력

2.5 시설물의 내진설계 여부

2.6 자료수집 결과 요약

제2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

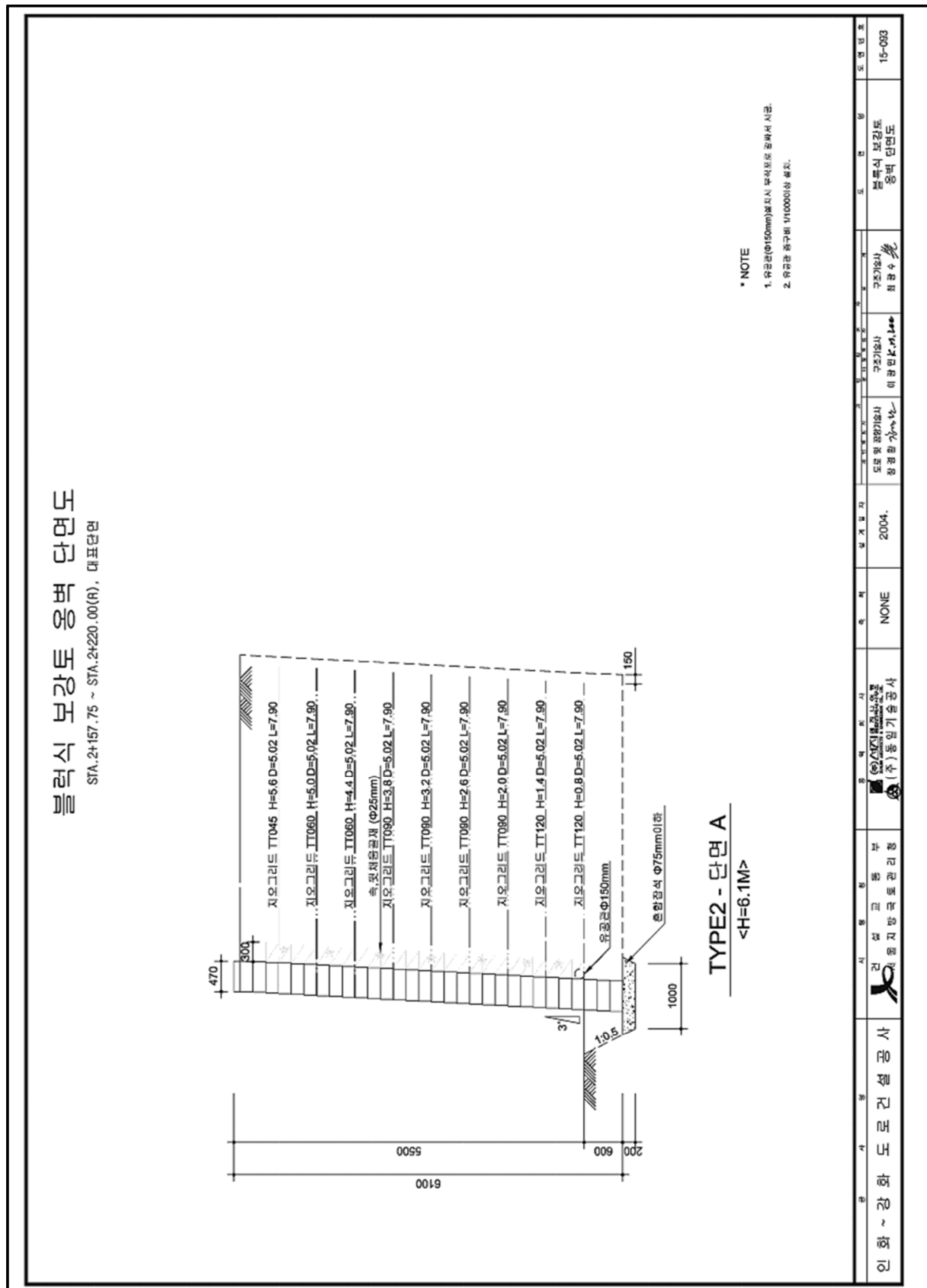
본 과업에 대한 자료조사는 주변현황 자료와 시설물의 설계, 시공 및 유지관리 관련자료로 대별되며, 자료 분석을 통하여 과업 수행의 추진방향과 세부계획을 수립하였다.

또한, 본 과업대상 구조물의 관련자료를 수집·분석하여 구조물의 이력 확인, 결함 및 손상의 원인 분석, 손상의 변화 및 진행성 여부, 보수·보강대책 및 유지관리방안을 수립하기 위한 기초자료로 활용하였다.

본 구조물에 관련된 자료는 주로 설계 및 시공과 관련된 건설당시 자료와 구조물 준공 이후 유지관리와 관련된 자료 등이며, 관리주체의 자료 보유현황은 다음 <표 2.1>과 같다.

<표 2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비 고
설계 도서	• 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서	보유	구조 및 수리계산서 (2019년) 토질조사 보고서 (2004년~2016년)
	• 설계도면 - 평면도, 전개도, 단면도, 구조도 등	보유	전산자료 (FMS)
시설물 관 리 대 장	• 기본현황 • 상세제원 • 유지관리 이력	보유	전산자료 (FMS)
시공 관련 자료	• 시공관련 자료 • 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조부위에 대한 계측 관 련자료 • 사고기록	미보유	-
정밀안전점검 자료		보유	• 초기점검 보고서(2019) • 정밀안전점검 보고서 (2022, 인프라플러스)
보수·보강 자료		미보유	-



〈그림 2.4〉 옹벽 단면도

2.3 기존 점검 실시결과

2.3.1 기존 점검 실시결과

보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R))의 주요 점검내용 및 기 실시한 안전점검보고서를 검토한 결과 2019년 준공 후 초기점검 1회, 정기안전점검 9회, 정밀안전점검 1회를 시행한 이력이 있는 것으로 조사되었으며, FMS에 기재되어 있는 사항에 대하여 정리하여 보고서에 기재하였다.

〈표 2.2〉 기존 점검이력 사항

번호	점검종류	점검기관	비용	주요 점검/진단 결과
	점검기간	책임기술자	안전등급	주요 보수/보강 방안
1	정기안전점검	자체수행	-	전반적으로 양호한 상태임
	2024-11-04 ~2024-12-31	장인원	양호	해당없음
2	정기안전점검	자체수행	-	- 양호 및 지속적 주의관찰 필요
	2024-05-20 ~2024-06-21	장인원	양호	- 양호 및 지속적 주의관찰 필요
3	정기안전점검	자체수행	-	- 양호
	2023-10-18 ~2023-12-08	장인원	양호	- 주의관찰 및 지속모니터링 실시 등
4	정기안전점검	자체수행	-	양호
	2023-04-10 ~2023-06-23	장인원	B	주의관찰 및 지속모니터링 실시 등
5	정기안전점검	자체수행	-	- 양호
	2022-11-21 ~2022-12-30	장인원	양호	- 지속 순찰 및 모니터링 실시 등

〈표 2.2〉 전차 점검이력 사항 (계속)

번호	점검종류	점검기관	비용	주요 점검/진단 결과
	점검기간	책임기술자	안전등급	주요 보수/보강 방안
6	정밀안전점검	(주)인프라플러스	5,428 천원	- 본 보강토옹벽은 상태평가 결과 A, 종합평가 결과 A, 안전등급 A로 지정된 블록식 보강토옹벽으로 총 연장 145.0m로서 전면부 노출높이 H=4.3~7.10m이며 상부는 국도48호선이 시공되어있음 - 옹벽의 전반적인 상태 및 시설물 상태는 양호한편으로 성능유지와 기능발휘에는 크게 지장이 없는 양호한 상태로 판단됨 - 시설물의 성능유지를 위해 손상이 발생한 전면부의 균열 손상은 주입보수, 파손 손상은 단면 보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨 - 누수혼적은 염화물 함유량을 확인한 결과 국도48호선의 유지관리목적으로 시공된 자동염수장치 연결부 누수에 의한 손상으로 확인되었으며, 내구성 확보를 위해 보수가 필요함 - 별도의 배수시설은 설치되지 않았으나 자연배수 되는 것으로 확인되었으며 특이손상은 발견되지 않았음
	2022-05-06 ~2022-09-22	지경희	A	- 주입보수, 단면보수, 파이프라인 연결부(커플러) 정비
7	2종성능평가	(주)인프라플러스	7,238 천원	- 종합성능평가 결과 A등급으로 평가되었으며, 약간의 보수가 필요한 상황이나 전반적인 안정성은 양호한 것으로 판단됨 - 시설물의 성능유지를 위해 손상이 발생한 전면부의 균열손상은 주입보수, 파손 손상은 단면보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨 - 누수혼적은 염화물함유량을 확인한 결과 국도48호선의 유지관리목적으로 시공된 자동염수장치 연결부 누수에 의한 손상으로 확인되었으며 내구성 확보를 위해 보수가 필요함 - 별도의 배수시설은 설치되지 않았으나 자연배수되는 것으로 확인되었으며 특이손상은 발견되지 않았음
	2022-05-06 ~2022-09-22	지경희	A	- 주입보수, 단면보수
8	정기안전점검	자체수행	-	해당없음
	2022-05-16 ~2022-06-24	장인원	양호	- 주의관찰 등
9	정기안전점검	자체수행	-	- 양호
	2021-11-21 ~2021-12-29	장인원	양호	- 지속관찰

〈표 2.2〉 전차 점검이력 사항 (계속)

번호	점검종류	점검기관	비용	주요 점검/진단 결과
	점검기간	책임기술자	안전등급	주요 보수/보강 방안
10	정기안전점검	자체수행	-	- 지속관찰
	2021-05-17 ~2021-06-25	박상훈	양호	- 해당없음
11	정기안전점검	자체수행	-	- 주의관찰
	2020-12-14 ~2020-12-18	박상훈	양호	- 해당없음
12	정기안전점검	자체 수행	-	- 지속관찰 필요
	2020-04-01 ~2020-06-30	박상훈	양호	- 해당없음
13	정기안전점검	자체수행	-	- 지속관찰
	2019-12-16 ~2019-12-20	박상훈	양호	- 해당없음

2.3.2 기존 점검 및 진단 요약

가. 정밀안전점검(2022년)

구 분		정밀안전점검 용역
수행기관		◦ (주)인프라플러스
점검기간		◦ 2022.05.06 ~ 2022.09.22
현 장 조 사 및 시 험	외관조사	◦ 기초는 지반에 매립되어 있으며, 지반부는 암/토사 지반, 콘크리트 도로포장으로 시공되어 있는 상태로 지반의 침하, 전도, 활동 등은 조사되지 않은 양호한 상태임. ◦ 본 옹벽은 블록식 보강토 옹벽으로 시공되어으며, 외관조사 결과 주요 손상은 균열, 파손, 누수 흔적이 조사되었음. ◦ 옹벽 상부는 도로(국도48호선) 및 성토사면으로 시공되어 있고, 옹벽의 경사/전도에 따른 포장이나 구조물의 균열 및 침하 등은 관찰되지 않았으며, 우수 시 노면수도 보강토 옹벽 전면에 큰 영향을 주지 않는 것으로 조사됨.
	기울기 조사	◦ 경사도 측정결과 87.7 ~ 89.0로 상태평가 기준에 의거 상태변위가 2% (비진행성) 미만으로 경사 및 전도로 인한 단차, 이격, 침하 등의 추가 손상이 발생되지 않은 양호한 상태인 “a”로 평가됨.
	선형측량	◦ 선형측량을 실시하여 설계도서와 비교 검토한 결과 전반적으로 일치하는 것으로 분석됨.
	반발경도시험	◦ 반발경도를 통한 강도시험결과 추정설계기준강도(24MPa)의 100%이상의 강도분포를 나타내어 콘크리트 강도저하에 따른 우려는 없는 것으로 조사됨.
상태평가등급		◦ A등급(F=0.087)
종합결론		◦ 현장조사 결과 공용기간의 증가로 인해 블록균열, 블록파손 등 신규 손상들이 발생된 것으로 조사되었으며, 전체적으로 시설품질의 안전에는 지장이 없는 것으로 검토됨. ◦ 재료시험결과, 선형측량, 계획선형 오차(전도/경사) 등 전반적으로 양호한 상태로 유지되고 있는 것으로 분석됨. ◦ 안전등급은 문제점이 없는 최상의 상태인 “A(우수)”로 지정됨.

2.4 보수·보강 이력

보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R))은 시설물정보관리 종합시스템(FMS) 확인 결과, 보수·보강 이력은 없는 상태로 확인되었다.

2.5 시설물의 내진설계 여부

보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R))은 시설물정보관리 종합시스템(FMS) 확인 결과, 내진설계 미적용으로 표기되어 있으며 구조계산서가 미등록되어 내진설계 적용여부에 대한 검토가 불가하다.

2.6 자료수집 결과 요약

〈표 2.3〉 자료분석 결과 요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	정밀안전점검 과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	- 설계도서, 시공관련자료 - 기본 및 실시설계 보고서 - 준공도면 - 지반조사 보고서 - 계측관리 보고서 - 설계변경, 시공일지 - 감리보고서 등	복원도 보유 (옹벽 전개도, 평면도, 배근도)	- 시설물 제원 확인(측량실시) ⇒ 측점분할, 외관조사망도 작성 등에 반영
유 지 관 리 자 료	2022년 정밀안전점검	- 옹벽 전면부 블록균열, 파손, 누수흔적 - 옹벽 상단 성토사면 및 도로포장부는 양호한 상태	- 기 점검결과와 금회 점검결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련. - 옹벽의 활동, 전도, 침하와 관련된 이상징후 유무 확인 - 이격에 따른 접속부 토사 유출 여부 확인
	보수·보강 이력	미보유	-

제3장 현장조사 및 시험

3.1 개 요

3.2 부재별, 손상별 발생원인 조사방향

3.3 외관조사 결과

3.4 재료시험 및 측량

3.5 중대결함 조사결과

제3장 현장조사 및 시험

3.1 개 요

본 과업 대상 시설물인 보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R))은 인천광역시 강화군 하점면 장정리 761 일원에 위치하고 있으며, 총연장(L)=145.0m, 최대높이(H) =7.1m의 보강토옹벽으로 2019년 03월 31일 준공되어 현재까지 약 6년간 공용 중인 2종 시설물이다.

현장조사는 대상구조물에 대한 최소한의 기초 자료를 얻고, 시간이 경과함에 따라 변화되는 결함의 발견 및 변화상태 등을 추적하기 위한 것으로서 가장 기본이 되는 과업이다.

내구성조사는 구조물에 열화 손상이 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부 판정을 하며, 아직 열화 손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성 조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

기울기 및 평면선형 측량 등은 옹벽의 외적 안정성(활동, 전도, 침하)에 대한 평가를 위해 실시하며 전차와의 결과 비교를 통해서 진행성 변위 여부에 대한 검토를 수행하였다.

본 과업대상 구조물의 현장조사 및 시험은 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[안전점검·진단 편](국토교통부, 국토안전관리원 2024. 12)』에 따라 각 항목별로 실시하였다.

현장조사는 주로 도보조사를 실시하였으며 필요한 경우 사다리를 이용한 근접 조사를 실시하였다.

현장조사에서 확인된 결함과 손상내용에 대해서는 사진을 촬영하고 외관조사망도에 수록하여 향후 보수·보강공사 및 점검 등의 유지관리에 효율적으로 활용될 수 있도록 하였다.

〈표 3.1〉 현장조사 기간 및 수행자

일 자	조 사 내 용	수 행 자	비 고
6월 16일 ~ 6월 20일	현장조사 및 재료시험	남상규 외 4 명	
현장조사 방 법	- 구조물의 조사시 도보 및 사다리를 이용 - 측점분할을 통해서 정확한 손상위치를 외관조사망도에 반영 - 육안조사시 균열경 사용, 콘크리트 열화부 점검망치 이용 타격음 조사 - 기존 손상 및 금회 손상 현황 비교를 통해서 손상의 진행성 여부 확인 - 보수부에 대한 손상 재발생 여부 확인 - 기존 측량 및 금회 측량 현황 비교를 통해서 옹벽 외적 안정성 확인		

〈표 3.2〉 기 점검 결과를 통한 현장조사 방향

구 분	현장조사 방향
예비조사 및 자료검토 결과	◦ 전면부의 블록균열, 파손, 누수흔적 등 기존손상 진행성 여부 확인 ◦ 낙하 발생 위험 손상 박리/박락 발생여부 및 발견시 임시조치 수행 ◦ 옹벽의 활동, 침하 등에 의한 옹벽 주변 도로 변형 상태 ◦ 옹벽 상단 사면 슬라이딩, 세굴 등 손상유무 확인 ◦ 옹벽 상부 포장 등 공중이 이용하는 시설의 손상발생 여부



사다리를 이용한 현장조사



측점 분할



기울기 측정



타격 조사

〈그림 3.1〉 현장조사 방법

〈표 3.3〉 경간 분할

경간 NO.	옹벽형식	연장(m)	Station(m)		경간 NO.	옹벽형식	연장(m)	Station(m)	
			시점	종점				시점	종점
S1	보강토	20.0	0.0	20.0	S5	보강토	20.0	80.0	100.0
S2	보강토	20.0	20.0	40.0	S6	보강토	20.0	100.0	120.0
S3	보강토	20.0	40.0	60.0	S7	보강토	20.0	120.0	140.0
S4	보강토	20.0	60.0	80.0	S8	보강토	5.0	140.0	145.0

3.2 부재별, 손상별 발생원인 조사방향

3.2.1 조사항목

〈표 3.4〉 옹벽 상태변화 점검항목

구분		점검항목	점검장비
보강토 옹벽	지반 기초부	◦ 침하 ◦ 활동 ◦ 계획선형 오차(전도/경사) ◦ 세굴	◦ 카메라 ◦ 필기도구 ◦ 줄자 ◦ 망치
	전면부	◦ 파손 및 손상 ◦ 균열 ◦ 마모/침식 ◦ 재질열화 ◦ 박리 ◦ 백태 ◦ 유실 ◦ 이격	
	접합부	◦ 실링재 상태 ◦ 토사유출 여부	
	기타	◦ 주변영향인자(배수시설, 사면상태 및 수목분포 등) ◦ 점검로(점검자의 안전확보를 위한 상태 등)	

3.2.2 점검항목별 요약

가. 침하

〈표 3.5〉 옹벽의 손상 요약(침하)

근본원인	◦ 기초지반의 지지력 저하
세부원인	◦ 세굴로 인한 흙 입자의 이동 ◦ 추가하중으로 인한 지지력 저하
발생현황	◦ 특정지점의 이상으로 인한 부등침하가 주로 발생 ◦ 종방향 형태의 단독형태보다는 전도를 동반한 복합적인 양상을 보임
일반대책	◦ 압력주입 그라우팅 ◦ 고압분사 교반공법 ◦ 앵커채의 인장력에 의한 교정 ◦ 성토하중 경량공법 ◦ 경량토 성토공법 등
조사방법	◦ 정기안전점검: 육안조사(인접 블록간의 단차 측정) ◦ 정밀안전점검: 육안조사(인접 블록간의 단차 측정 및 측정(측량)) ◦ 정밀안전진단: 육안조사 및 측정기기 ◦ 조사항목: 위치, 규모 및 진행유무

나. 활동

〈표 3.6〉 옹벽의 손상 요약(활동)

근본원인	수평활동력의 증가 및 옹벽과 지반의 마찰저항 감소
세부원인	- 저면활동 - 추가하중으로 인한 작용하중의 증가가 주요 요인임 - 원호활동 - 추가하중으로 인한 작용하중 증가 및 지반의 전단강도 감소
발생현황	- 저면활동 - 경사를 동반하여 전면부로 이동 - 원호활동 - 경사를 동반하나 옹벽은 배면쪽으로 기울어지려는 특성을 가짐
일반대책	- 압력주입 그라우팅 공법 - 앵커를 이용한 지반의 활동저항력 증가 - 고압분사공법에 의한 지반의 전단강도 증가
조사방법	- 정기안전점검: 육안조사(인접 블록간의 기울기 측정) - 정밀안전점검: 육안조사(인접 블록간의 기울기 측정) 및 측정(측량 및 경사계) - 정밀안전진단: 육안조사 및 측정기기 - 조사항목: 위치 및 진행성

다. 계획선형 오차

〈표 3.7〉 옹벽의 손상 요약(계획선형오차)

근본원인	추가적인 수평활동력의 증가 및 저항력 감소가 원인
세부원인	- 침하에 의한 원인 - 추가 상재하중의 작용 - 전면부의 세굴로 인한 수동토압 감소 - 우수 침투 및 지하수위 상승에 따른 주동토압 증가
발생현황	- 주로 침하를 동반한 형태의 변형이 주를 이룸 - 변형에 의한 시각적 불안요인 작용이 가장 큰 특징
일반대책	- 저항모멘트 증가 - 전면 기초지반 세굴부위 보강 - 고압분사 교반 - 앵커공법에 의한 저항모멘트 증가 - 전도 모멘트 감소 - 주동토압 감소(주입공법에 의한 지반 경화) - 고압분사공법 - 배면성토하중 감소 - 배수공 점검 및 추가설치(근본원인이 뒤채움재 불량인 경우 적정 투수계수의 재료로 치환 또는 토목섬유를 이용한 배수경로 확보)
조사방법	- 정기안전점검: 육안조사(인접 블록간의 기울기 측정) - 정밀안전점검: 육안조사(인접 블록간의 기울기 측정) 및 측정(측량 및 경사계) - 정밀안전진단: 육안조사 및 기기측정 - 조사항목: 위치, 규모 및 진행성

라. 세굴

〈표 3.8〉 옹벽의 손상 요약(세굴)

근본원인	기초지반 토립자의 이동
세부원인	- 전면부 기초지반의 비포장 - 우수 및 유수의 빠른 흐름 - 인접지반의 공사(굴착) 등에 의한 주변환경적 요인
발생현황	- 기초지반의 유실로 지지력 감소에 의한 안전성 저하 - 수동토압 감소로 인한 활동저항력 감소
일반대책	- 전면부 기초지반의 불투수층 형성 - 조골재에 의한 전면부 기초지반의 투수층 형성
조사방법	- 정기안전점검: 육안조사 - 정밀안전점검: 육안조사 - 정밀안전진단: 육안조사 - 조사항목: 위치 및 진행성

마. 파손

〈표 3.9〉 옹벽의 손상 요약(파손)

근본원인	외적인 충격 또는 재료열화에 의한 강도저하로 기인된 파손
세부원인	- 차량충돌 및 낙석 등에 의한 파손 - 콘크리트의 재료열화에 따라 강도저하로 기인된 파손
발생현황	- 피복감소로 인한 중성화 진행속도 증가 - 시각적 불안요소로 작용
일반대책	단면보수
조사방법	- 정기안전점검: 육안조사(이물질 및 배수혼적 유무) - 정밀안전점검: 육안조사(이물질 및 배수혼적 유무) - 정밀안전진단: 육안조사(이물질 및 배수혼적 유무) - 조사항목: 위치 및 규모

바. 균열

〈표 3.10〉 옹벽의 손상 요약(균열)

근본원인	◦ 작용하중의 변화와 관계된 원인(과응력 균열) ◦ 건조수축 등에 의한 응력생성, 온도변화에 의한 신축기능손상(일반균열) ◦ 철근부식에 의한 팽창으로 인한 균열(부식균열)
세부원인	◦ 외적요인 - 압축응력의 증가 ◦ 내적요인 - 재료성질: 수화열, 알카리 골재반응, 건조수축 등 - 설계원인: 단면부족 및 철근량 부족 - 시공원인: 양생불량, 불균질 타설, 침하, 시공이음 불량 - 환경원인: 동결, 융해, 동상현상, 온도변화, 철근변형
발생현황	◦ 수분침투로 인해 철근의 부식을 촉진시키며 내구성 저하와 추가적인 균열이 발생할 수 있음
일반대책	◦ 표면처리공법, 주입공법, 충전공법, 침투성 방수제 도포 공법
조사방법	◦ 정기안전점검: 육안조사 ◦ 정밀안전점검: 육안조사 및 균열경 ◦ 정밀안전진단: 초음파 속도법, 충격탄성파법 ◦ 조사항목: 위치, 빈도, 깊이, 폭, 진행성

사. 배수공 불량

〈표 3.11〉 옹벽의 손상 요약(배수공 불량)

근본원인	◦ 필터제 기능저하
세부원인	◦ 뒷채움재 불량으로 인한 유로 감소 ◦ 이물질 유입으로 인한 통수단면의 감소 ◦ 설계기준 개소보다 부족한 경우
발생현황	◦ 배수공이 불량하여 배면부의 지하수가 원활히 배출되지 않을 경우 설계시 적용했던 토압 이상의 토압이 작용할 경우 옹벽에서 발생할 수 있는 대부분의 결함(저면활동, 원호활동, 전도, 균열 등)이 발생하는 원인이 됨
일반대책	◦ 수시점검에 의한 점검 ◦ 뒷채움재 불량인 경우 치환 ◦ 배수공 추가설치
조사방법	◦ 정기안전점검: 육안조사(이물질 및 배수흔적 유무) ◦ 정밀안전점검: 육안조사(이물질 및 배수흔적 유무) ◦ 정밀안전진단: 육안조사(이물질 및 배수흔적 유무) ◦ 조사항목: 위치 및 상태

아. 재료열화

〈표 3.12〉 옹벽의 손상 요약(재료열화)

근본원인	콘크리트의 노후화, 동해 및 염해, 알칼리 골재반응
세부원인	- 외적요인 - 압축응력의 증가 - 내적요인 - 재료성질: 수화열, 알칼리 골재반응, 건조수축 등 - 설계원인: 단면부족 및 철근량 부족 - 시공원인: 양생불량, 불균질 타설, 침하, 시공이음 불량 - 환경원인: 동결, 용해, 동상현상, 온도변화, 철근변형
발생현황	수분침투로 인해 철근의 부식을 촉진시키며 내구성 저하와 추가적인 균열이 발생할 수 있음
일반대책	표면처리공법, 주입공법, 충전공법, 침투성 방수제 도포 공법
조사방법	- 정기안전점검: 육안조사 - 정밀안전점검: 육안조사 및 균열경 - 정밀안전진단: 초음파 속도법, 충격탄성파법 - 조사항목: 위치, 빈도, 깊이, 폭, 진행성

3.2.3 조사방법

- 1) 현장조사는 사다리를 이용하여 구조물에 최대한 접근하여 실시하였으며 조사 시에는 줄자, 타격 햄머 등의 보조기구를 사용하여 외형상 나타나는 구조물의 노후화 여부 및 정도를 육안검사와 실측을 통하여 정량적으로 조사하였다.
- 2) 현장조사결과는 표기의 일관성을 위하여 평면도에 조사 시점을 표시하고 측정 길이를 기준으로 구분하여 블록의 균열, 이격, 유실, 박리, 박락, 파손, 백태 등의 손상을 기록하였다.
- 3) 현장조사 결과에 대한 평가는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침[안전점검·진단 편](국토교통부, 국토안전관리원 2024. 12)』에 규정된 구조물 상태평가 기준을 이용하여 평가하였다.

3.3 외관조사 결과

3.3.1 지반 기초부

가. 외관조사결과

• 대상 옹벽 전면으로 콘크리트 포장, 화단으로 시공되어 있으며. 이로 인한 기초 지반 부는 불투수 처리가 되어 기초의 침하, 세굴 및 침식 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 또한 침하에 의한 변위(포장면 침하), 활동에 의한 포장부 종방향 균열 및 부등 침하에 옹벽 하단부 구조적인 결함 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.



옹벽 지반 전경(콘크리트 포장)

옹벽 지반 전경(화단설치)

나. 손상물량

<표 3.13> 지반 및 기초부 손상현황

손상내용	손상물량	단위	개소	손상원인	비고
상태양호	-	-	-	-	

다. 원인분석 및 대책방안

• 기초지반에 대한 손상이 없는 양호한 상태로, 금회 점검 이후 옹벽과 지반의 접합부에 대해 변형, 파손 발생 유무 확인 등의 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 안전성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

3.3.2 전면부

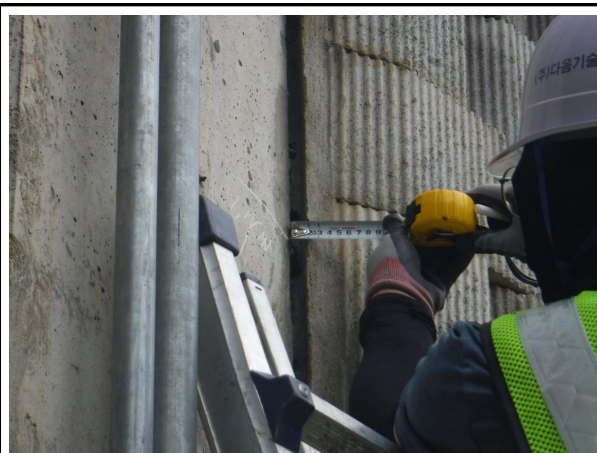
가. 외관조사결과

- 보강토옹벽 전면부는 침하, 전도, 활동과 같은 중대한 결함이 조사되지 않았고, 배부름, 세굴, 유실 등이 없는 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 확인되었다.
- 조사된 손상으로는 S8을 제외하고 산발적으로 옹벽전면부에 블록균열(91ea)이 발생되어 있는 상태이며, 누수흔적(4ea), 블록파손(23ea), 백태(1ea), 이격(1ea) 등의 손상도 일부 관찰되었다.

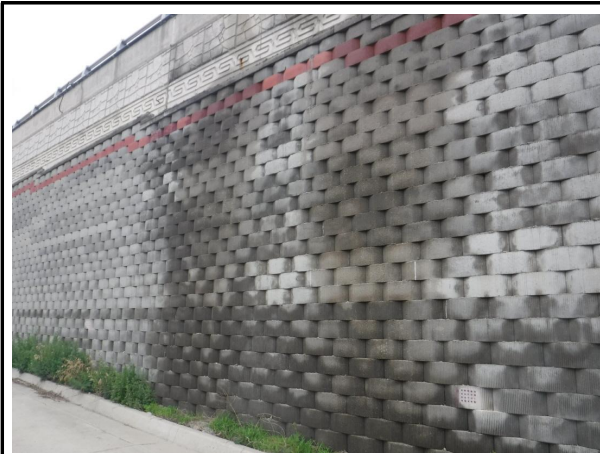
나. 손상물량

〈표 3.13〉 전면부 손상현황

구 분	블록 균열 (m/개소)	블록 파손 (m ² /개소)	백태 (m ² /개소)	누수흔적 (m ² /개소)	이격 (m/개소)	비 고
SP1	0.6/2	0.11/4	-	-	6.75/1	
SP2	7.4/37	0.04/2	-	-	-	
SP3	3.0/15	0.04/3	-	24/1	-	
SP4	4.8/24	0.06/3	0.8/1	-	-	
SP5	0.4/2	0.08/4	-	20/1	-	
SP6	2.0/4	0.08/4	-	-	-	
SP7	0.2/1	0.27/3	-	40/1	-	
SP8	-	-	-	20/1	-	



위 치	전면벽체 1Span	위 치	전면벽체 2Span
내 용	시점부 옹벽이격(1.5cm~1.8cm)	내 용	균열(cw=0.3m, L=0.2m) 14EA



위 치	전면벽체 3Span
내 용	누수흔적(A=4.0m×6.0m)



위 치	전면벽체 4Span
내 용	블록파손(A=0.2m×0.1m) 4EA



위 치	전면벽체 5Span
내 용	블록파손(A=0.2m×0.1m) 3EA



위 치	전면벽체 6Span
내 용	균열(cw=0.2m, L=0.2m) 4EA



위 치	전면벽체 7Span
내 용	블록파손(A=0.45m×0.2m) 3EA



위 치	전면벽체 7Span
내 용	누수흔적(A=5.0m×4.0m)

다. 원인분석 및 대책방안

- 옹벽 전면에 발생한 블록균열은 일정한 패턴 없이 산발적으로 분포해 있으며, 파손은 블록모서에 경미하 발생되어 있는 상태로서, 시공초기 다짐에 의한 일시적인 응력집중 및 건조수축 등의 원인에 의해 발생한 일반적 손상으로 내구성 유지를 위해 균열보수 및 단면보수가 요구된다.
- S1 시점측에 발생한 이격은 폭이 1.3cm ~ 1.8cm로서 구조물 인접 통로암거와의 접합부에 발생한 손상으로, 구조물간 물성차, 옹벽배면 토사의 이완 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 사용성 유지를 위해 썰링처리가 요구된다.
- 누수흔적 및 백태는 상부에서 유입되는 우수가 옹벽 전면으로 침투하여 발생한 손상으로 판단되며, 시설물의 상용에는 문제가 없는 손상으로 유지관리가 요구된다.

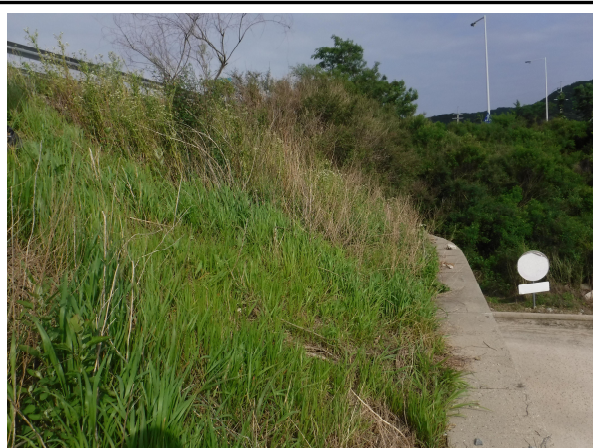
3.3.3 주변영향 인자

가. 외관조사결과

- 옹벽 사면부 외관조사 결과, 상부 지반 침하 및 토사 세굴, 인장균열 발생 등의 손상은 확인되지 않은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.
- 옹벽 상단은 대부분 방호벽으로 시공되어 있으나, 시점, 종점 일부 사면구간에 잔디, 수목 등으로 조성되어 있으며, 배수로, 배수관 등 별도의 배수시설이 설치되어 있지 않는 것으로 조사되었다.

〈표 3.13〉 주변 영향인자 손상현황

구 분	손상명	단위	손상물량	손상원인	비고
상부 사면	상태양호	-	-	-	
배수시설	상태양호	-	-	-	
상부 포장	상태양호	-	-	-	



위 치	STA.60.0m 시점부 사면	위 치	STA117.0m 종점부 사면
내 용	상태양호	내 용	상태양호

			
위 치	STA60.0m 시점부 방호벽	위 치	STA.117.0m 종점부 사면구간
내 용	상태양호	내 용	상태양호

3.3.4 공중이 이용하는 부위

가. 외관조사결과

- 본 시설물에 설치된 공중이 이용하는 부위는 국도상 추락방지시설 및 도로포장이 설치되어 있는 상태이다.
- 추락방지시설은 방호벽 및 난간이 시공되어 있으며, 점검결과 기발생 손상은 보수가 실시되어 있고 특히 손상은 발생되지 않는 양호한 상태이다.
- 도로포장은 아스팔트로 시공되어 있으며, 공용중 발생하는 아스콘 균열, 망상균열 국부적으로 관찰되나, 사용에는 문제가 없는 상태이다.

			
위 치	상부 포장부	위 치	상부 포장부
내 용	상태양호	내 용	상태양호

3.3.5 손상물량 집계

〈표 3.21〉 손상물량집계표

부 재	손상 내용	손상물량	단위	개소	보수방안
전면벽체	블럭균열	18.4	m	91	주입보수
	블럭파손	0.68	m ²	14	단면보수
	백태	0.80	m ²	1	주의관찰
	누수흔적	104.0	m ²	4	주의관찰
	이격	6.75	m	1	셀링처리

3.3.5 전차 점검결과와 비교

본 과업대상 구조물에 대한 전차 정밀안전점검(2022) 결과와 금회 점검결과를 비교 검토한 내용은 다음과 같다.

〈표 3.22〉 전차 점검결과와 비교

구 분	손 상 내 용	2022년 정밀안전점검			2025년 정밀안전점검			증 감		비 고
		물량	단위	개소	물량	단위	개소			
전면부	블럭 균열	10.6	m	53	18.4	m	91	▲	7.8	
	블록 파손	0.47	m ²	22	0.68	m ²	14	▲	0.21	
	백태	-	m ²	-	0.8	m ²	1	▲	0.8	
	누수흔적	104	m ²	-	104	m ²	4	-	-	
	접속부 이격	-	m	-	6.75	m	1	▲	6.75	

기 점검과 비교·분석 결과, 공용 기간 증가 및 일부 기존 누락분의 추가 및 공용중 손상 증가로 인해 손상이 대체로 증가된 것으로 분석되었다. 금회 조사된 결함중 보강토옹벽의 구조적인 문제로 인한 손상은 확인되지 않은 것으로 판단되며, 지속적인 점검을 통한 유지 관리가 요구된다.

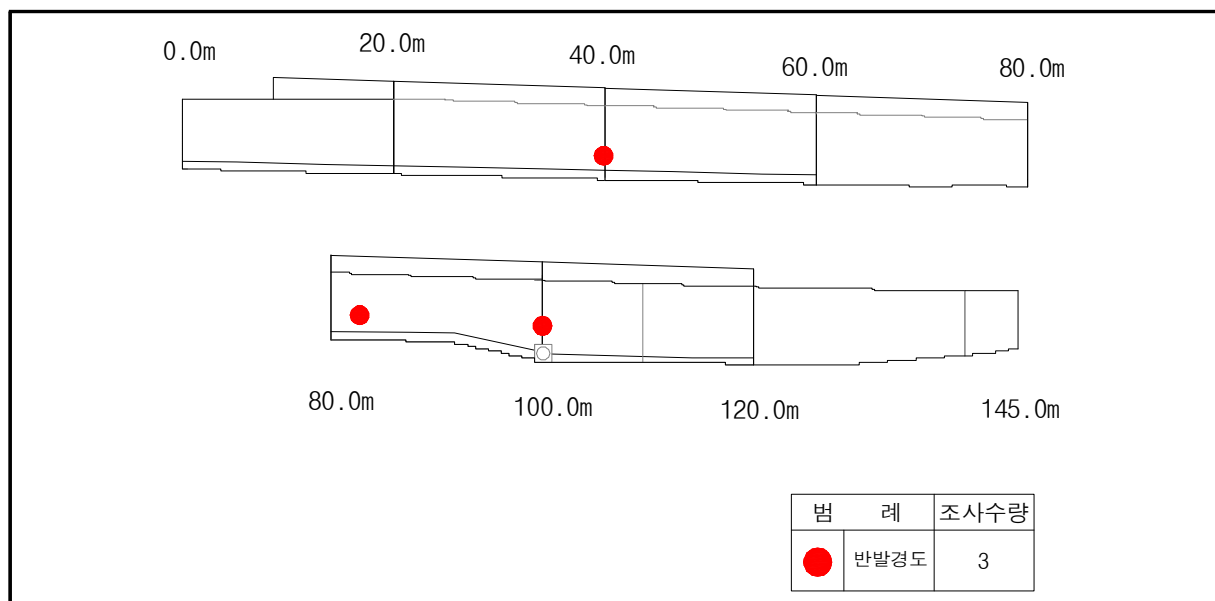
3.4 재료시험 및 측량

3.4.1 개 요

재료시험은 구조물에 열화 손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부의 판정을 하기 위함이며, 아직 열화 손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성 조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

〈표 3.23〉 내구성조사 항목

구 분	시험항목	세부지침 기준 수량	기준 수량	실시 수량	비고
보강토 옹벽	반발경도시험	◦ 총수량 = (총연장 ÷ 50)개소	◦ 3개소	◦ 3개소	
	측점분할	◦ 20m 간격, 신축이음부	◦ 20m간격	◦ 20m 간격	
	측 량	◦ 옹벽의 선형측량 및 수준측량	◦ 1식	◦ 1식	



〈그림 3.2〉 재료시험 위치

3.4.2 반발경도 시험

가. 개 요

반발경도법은 콘크리트 표면의 경도로부터 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법으로 측정방법 및 적용 가능한 강도 범위, 판정식 및 판정의 평가방법에 대한 고려가 강도를 판정하는 과정에서 필요하다.

1) 원 리

반발경도의 원리는 슈미트 햄머로 경화 콘크리트를 타격시 반발경도(R)과 콘크리트 압축강도(f_{ck})와의 사이에 특정관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.

슈미트 햄머는 대상물의 표면에서 직접 측정한 반발경도(R)에 타격각도에 따른 보정값(ΔR)을 고려하여 수정 반발경도(R_0)를 구하고, 이 값으로부터 재령에 대한 영향을 보정한 후 제안되고 있는 여러 산출식을 적용하여 콘크리트 강도를 산출한다. 일반적으로 타격시의 반발경도는 타격에너지 및 타격체의 형상, 크기, 재료의 물리적 특성과 관계되는 물리량에 따라 다르다.

즉, 반드시 재료의 강도와 일률적인 관계가 성립되는 것은 아니며 콘크리트와 같은 불균질한 재료에서는 슈미트 햄머로 표면에서 국부적 타격을 하는 경우에 반발경도는 타격면에서 존재하는 골재의 유무, 습윤 상태, 콘크리트의 재령 등에 따라 차이가 있으므로 콘크리트 구조체 내부의 강도를 명확히 측정하기는 곤란하다.

2) 측정기 종류의 선정 및 검정

보통 콘크리트의 경우는 N형과 NR형이 일반적으로 사용되며, 반발경도를 직접 읽는 N형이 있으며, NP형은 반발경도를 숫자로 기록하므로 측정치의 기록과 처리가 정확하며 간단하다. ND형은 실제의 반발경도를 직접 읽을 수 있으므로 개인의 측정 오차가 없으며 간단, 정확, 신속하게 구조체 시험을 실시할 수 있다.

초기강도 등을 추정하는 경우는 저장도용 P형이 사용되며, L형은 경량콘크리트용, M형은 매스콘크리트용으로 사용되고 있다.

슈미트 햄머에 의한 콘크리트 강도 추정법은 그 목적에 대응하는 적절한 기종을 사용할 필요가 있으며, 또한 각 기종의 강도 측정범위가 아래 표에 나타나 있으므로 이를 이용하여야 한다. 본 과업에서는 N형을 이용하였다.

〈표 3.24〉 슈미트 햄머의 종류

기 종	충격에너지 (kg·m)	강도측정범위 (kg/cm ²)	자중 (kg)	비 고
N형 (보통콘크리트용)	0.225	150 ~ 600	1.0	반발경도R을 직접 읽음
NR형 (보통콘크리트용)	0.225	150 ~ 600	1.4	반발경도R을 자동 기록
NP형 (보통콘크리트용)	0.225	150 ~ 600	1.6	반발경도R을 자동 기록
ND형 (보통콘크리트용)	0.225	150 ~ 600	1.6	반발경도R이 디지털 표시기에 나타남
MTC형 (보통콘크리트용)	0.225	150 ~ 1,000	1.6	콘크리트 압축강도기록
P형 (저강도콘크리트용)	0.09	50 ~ 150	2.7	전자식 초기강도 추정
L(R)형 (경량콘크리트용)	0.075	100 ~ 600	1.2	자동기록
M형 (매스콘크리트용)	3.0	600 ~ 1,000	12.0	댐이나 활주로 등의 매스콘크리트용

3) 측정 방법

① 측정개소의 측정

- 두께 10cm 이하의 판재, 1변이 15cm 이하인 단면의 기둥·보 등 작은 치수의 부재는 피한다.
- 측정면은 균질하고 평활한 평면부를 고른다.

② 반발경도 측정방법

- 측정대상 면에 도장이 되어 있는 경우는 이것을 제거하여 콘크리트 면을 노출시킨다. 측정부위에 대하여 연마석을 이용하여 콘크리트 면을 편평하게 갈아낸 후 분말 및 기타 부착물을 없앤 뒤에 측정한다.
- 타격은 수직면에 직각으로 서서히 힘을 가하며 한다.
- 1개소의 측정은 모퉁이에서 3cm이상 들어간 곳에서 가로, 세로 3cm 간격의 가로 4줄, 세로 5줄의 교차점 20점에 대하여 타격하여 데이터를 획득한다.
- 측정된 20개의 데이터중 타격시 반향음이 이상하거나 타격치의 $\pm 20\%$ 를 상회하는 경우는 이상치(Error)로 보고 제외 시킨다. 이상치를 제외시킨 측정치의 평균을 그 측정개소의 반발경도(R)로 한다.

③ 타격방향

타격방향은 수평방향이 일반적이나, 수평 이외의 타격시에는 반발경도(R)가 중력에 의해 변화하는 것을 보정하기 위하여 타격각도에 따른 보정치를 구하여 보정하여야 한다.

〈표 3.25〉 타격방향에 따른 보정치

반발경도 R	수 평 과 이 루 는 각 도				비 고
	+90 (상향 수직)	+45° (상향 경사)	-45° (하향 경사)	-90° (하향 수직)	
10	-	-	+2.4	+3.2	
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4	
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1	
40	-3.9	-2.1	+2.0	+2.7	
50	-3.1	-2.7	+1.6	+2.2	
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7	

④ 콘크리트 강도의 환산

㉠ 콘크리트 재령에 따른 콘크리트 압축강도의 보정

장기재령의 콘크리트 강도추정에 있어 일반적으로 적용되는 관계식이나 도표에서 재령에 따른 보정계수를 적용할 필요성이 있다.

일반적으로 수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면강도가 높기 때문에 재령 28일 의 압축강도로 수정하여야 하며, 수정계수는 다음과 같다.

〈표 3.26〉 재령에 의한 보정표

재령	4일	5일	6일	7일	8일	9일	10일	11일	12일	13일
α	1.90	1.84	1.75	1.72	1.67	1.61	1.55	1.49	1.45	1.40
재령	14일	15일	16일	17일	18일	19일	20일	21일	22일	23일
α	1.36	1.32	1.28	1.25	1.22	1.18	1.15	1.12	1.10	1.08
재령	24일	25일	26일	27일	28일	29일	30일	32일	34일	36일
α	1.06	1.04	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.96	0.95	0.95
재령	175일	200일	250일	300일	400일	500일	750일	1000일	2000일	3000일
α	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

㉡ 강도의 환산

보통 콘크리트용 슈미트햄머를 이용한 반발경도에 의한 강도를 추정하는데 사용되는 판정식은 다음 두 식을 이용하였으며, 이 두 값의 평균값을 설계강도와 비교하였다.

$$\diamond F_c = 1.27RO - 18.0 \text{ MPa (일본재료학회) - 공식 1}$$

$$\diamond FC = (7.3RO + 100) \times 0.098 \text{ MPa (일본건축학회) - 공식 2}$$

여기서, F_{ck} : 추정강도(MPa), RO : 반발경도

4) 평가기준

평가기준 : 비파괴 추정식으로 평가된 강도가 설계강도의 90%이상이면 적정

나. 반발경도 측정결과

보강토 옹벽 전면부에 반발경도를 실시하였으며, 압축강도 평가의 기준은 한국산업규격(KS) 블록의 압축강도 KS F 2422 또는 KS F 2405의 21MPa이상 규정을 근거로 하여 참조하였다. 시험결과 금회 측정된 보강토 블록의 반발경도는 추정설계강도(21.0MPa)을 100%이상 상회하고 있으며, 전반적인 보강토 블록의 품질상태는 양호한 것으로 분석되었다.

〈표 3.27〉 반발경도 시험결과

시험위치	반발경도(R0)	반발경도법(MPa)		최소 (MPa)	추정설계 강도(MPa)	강도율 (%)	비고
		일본재료 학회식	일본건축 학회식				
Sta. 41m	48.0	27.5	28.2	27.5	21.0	131.0	건전부
Sta. 81m	48.5	27.9	28.5	27.9	21.0	132.9	건전부
Sta. 86m	43.8	24.0	26.3	24.0	21.0	114.3	비건전부
Sta. 126m	43.2	23.6	26.1	23.6	21.0	112.4	건전부



반발경도 시험

〈그림 3.3〉 반발경도시험 현황

다. 기 점검 결과와 비교

기 점검 결과와 비교·분석한 결과 측정값은 모두 설계강도 이상으로 평가되었으며, 전 회차 대비 5Mpa정도 차이를 보이는 것으로 분석되었다. 이는, 측정기계 및 측정위치에 따른 오차로 판단되며 구조물의 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

〈표 3.28〉 기 점검 결과와 비교

구 분	22년 정밀안전점검	금회 정밀안전점검	설계추정강도
반발경도시험(MPa)	28.7 ~ 33.6	23.6 ~ 28.5	21.0

〈표 3.29〉 반발경도시험 시험성적서

시험일자 및 시간	일자 : 2025.06.18 시간 : 09:00 ~ 17:00	구조물에서의 시험 영역의 위치	보강토 옹벽 전면부
구조물 개요	구 분		내 용
	구조물명		보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R))
	위 치		인천광역시 강화군 하점면 장정리 761
	준공년도		2019년 03월 31일
	제원	옹벽형식	보강토 옹벽
		연장	L=145.0m
		높이	H=7.1m
		저판폭	-
	주변환경		상부 : 국도45호선 하부 : 차로부(콘트리트포장)
	관리주체		의정부국토관리사무소
콘크리트의 설계추정조건	21.0MPa	시험위치의 표면 상태	건전상태
시험시 온도 및 콘 크리트 재령	시험시 온도 : 19.0℃~26.0℃ 콘크리트 재령 : 2,000일 이상	콘크리트 내부의 함수상태	표면건조
반발경도 측정기의 종류 및 제품번호	Model : α -750-RX Serial. NO : 80403	반발경도측정기의 타격방향	벽체 : 0°
시험 부위별 반발경 도의 평균값	측정위치	평균값(MPa)	특이사항 없음
	전면벽체	23.6 ~ 28.5	

시 험 자 : 조 승 균 (인)

확 인 자 : 남 상 규 (인)

3.4.4 측점분할

가. 일반사항

- 1) 측점분할 작업은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로서 진행 방향으로 위치를 표시하는 작업을 말한다.
- 2) 예비조사와 기타 사전 조사 시에 입수한 자료를 검토하여 도면에서의 표기 방식을 참고로 현장에서 해당 위치를 표시하고, 위치 표시는 현장에서 쉽게 식별될 수 있도록 하여 추후 유지관리 시에도 활용할 수 있어야 한다.

나. 조사수량 및 측정방법

정밀안전점검 및 정밀안전진단 시 측점분할 간격은 20m 내외가 적당하며, 면밀한 조사가 필요한 구간에 대해서는 별도로 세분해야하고, 내업작업 및 결과분석 작업은 평가단위로 분할하여 실시해야 한다.

다. 결과분석

- 1) 국부적인 표면 오염이나 습기 등이 있는 경우에는 이를 제거하고 스프레이, 매직, 유성펜 등으로 표시하며, 석필, 분필 등으로 표시할 수도 있다.
- 2) 측점분할은 통상 옹벽 시점부터 시작하여 종점에서 끝나며, 분할에 따른 오차를 최소화하고, 단면변화구간이나 굴곡구간 등 현장에서 직접 확인 가능한 위치는 현장조사 전에 미리 확인하여 측점을 분할함으로써 오차를 줄인다.

3.4.5 측량

가. 일반사항

옹벽의 정확한 단면 및 시공 상태, 손상(결함)의 정도 및 진행성 여부를 파악하기 위하여 옹벽의 선형측량 및 수준측량을 실시한다.



〈그림 3.3〉 측량 현황

나. 조사수량 및 측정방법

- 1) 정밀안전점검 및 정밀안전진단 시 옹벽의 선형측량 및 수준측량은 단면형상 및 표고가 변화하는 구간과 수축이음부의 단차(수평 및 수직) 및 이격 등이 발생한 구간을 중심으로 옹벽의 시점부터 종점까지 실시한다.
- 2) 사용하는 장비는 일반적으로 일체형 광파 거리계에 의한 측량기(Rec. Elta RL등)와 평판측량 및 수준측량(레벨측량)기 등을 사용한다.

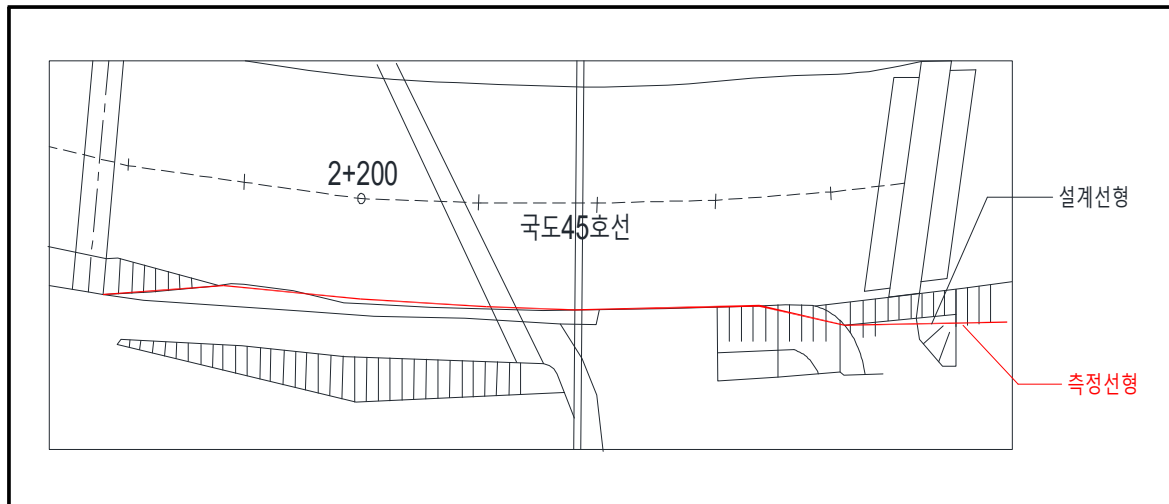
다. 결과분석

옹벽의 선형측량 및 수준측량 결과는 설계도면(준공도면) 및 기존 안전점검 등에서 실시한 측량결과와 비교하여 설계도면(준공도면)과의 일치, 손상(결함)의 정도 및 진행성 여부 등을 확인한다.

라. 측정결과

1) 평면선형 측량

① 평면선형 측량결과



② 측량 DATA 분석

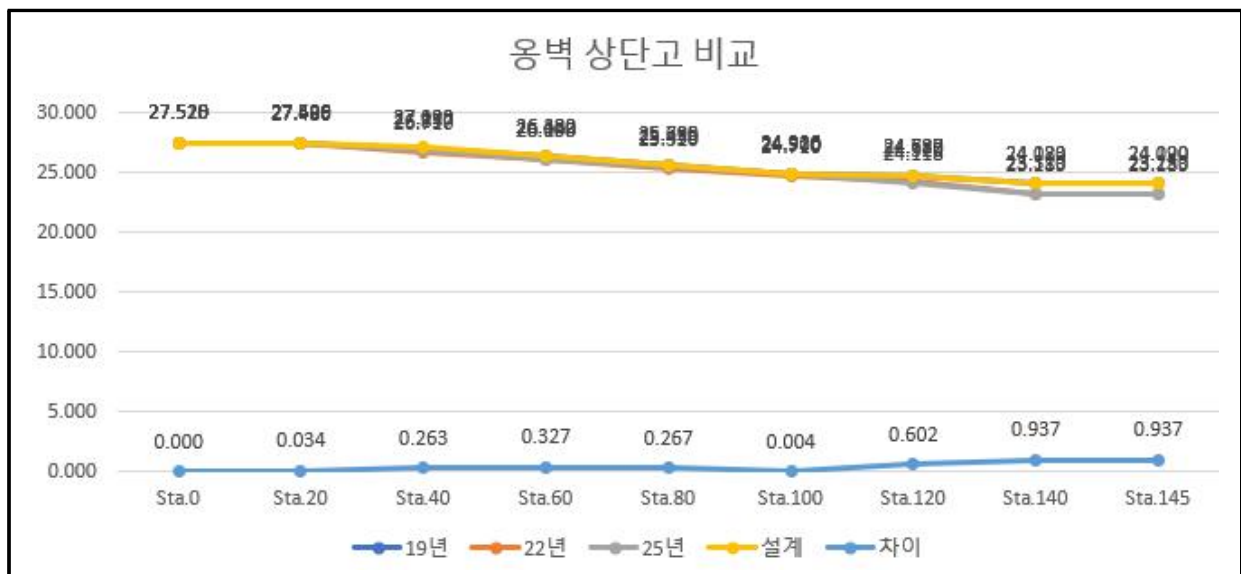
본 옹벽에 대한 선형 및 수준측량은 광파기를 이용하여 옹벽 상·하단부에 측량을 실시하였으며 설계도서 및 준공도서와 선형을 비교한 결과 준공도서 상의 선형과 금회 측정 선형이 전반적으로 일치하는 것으로 검토되었다.

2) 수준 측량

① 옹벽 상단고 측정값

보강토옹벽 상단 (m)							
No.	위치	19년 측정값	22년 측정값	25년 측정값	설계값	차이값	비고
1	Sta.0	27.520	27.515	27.520	27.520	0.000	
2	Sta.20	27.496	27.500	27.486	27.520	0.034	
3	Sta.40	27.093	26.710	26.857	27.120	0.263	
4	Sta.60	26.382	26.100	26.093	26.420	0.327	
5	Sta.80	25.695	25.320	25.453	25.720	0.267	
6	Sta.100	24.900	24.710	24.916	24.920	0.004	
7	Sta.120	24.687	24.320	24.118	24.720	0.602	
8	Sta.140	24.083	23.310	23.183	24.120	0.937	
9	Sta.145	24.090	23.250	23.183	24.120	0.937	

② 옹벽 상단고 비교



〈그림 3.7〉 옹벽 상단고 측정결과

③ 옹벽 상단고 DATA 분석

금회 수직변위의 측정값은 일부구간에서 다소 차이가 있는 것으로 측정되었으나, 수직변위의 선형은 유사한 형태로 평가되었으며, 대부분 측정위치오차 및 시공(설계변경) 오차에 의한 것으로 판단된다. 외관조사 결과 보강토 옹벽의 기초, 블록 전면, 사면 등은 침하의 징후가 발생하지 않은 양호한 상태로 판단된다.

3) 기울기 측정

① 옹벽 기울기 측정값

No.	측정 위치(m)	측정높이 L(cm)	상단 (cm)	하단 (cm)	변위차 Δh (cm)	실측 기울기 (°)	기울기 (°) (허용치)	금회평 가(%)	22년점 점(%)
No.1	Sta.5	510.0	20.0	4.0	16.0	1.8	3.0	a(2.0)	2.00
No.2	Sta.45	470.0	20.0	3.0	17.0	2.1	3.0	a(2.3)	1.90
No.3	Sta.115	410.0	20.0	12.2	7.8	1.1	3.0	a(1.2)	1.80
No.4	Sta.140	350.0	20.0	18.8	1.2	0.2	3.0	a(0.2)	1.00

※ (-)는 전면으로 기우는 것을 뜻함. (+)는 배면으로 기우는 것을 뜻함.

② 옹벽 기울기 DATA 분석

기울기의 상태변화는 점검측 측정 결과를 설계도서상 옹벽 기울기의 설계값($0.0 \sim 3.0^\circ$)과 비교하였으며, 금회 점검측에 의한 기울기 조사결과는 $0.2^\circ \sim 2.1^\circ$ 로 측정되었다. 설계도서상의 기울기와 금회 조사시의 측정치를 비교·분석한 결과 측정위치 모두 허용 기준치 이내로 분석되어, 옹벽의 경사/전도나 활동에 대한 부분이 발생되지 않은 양호한 상태인 것으로 평가되었다. 기울기의 오차는 보강토 블록의 형상, 조사 위치 등을 고려하여 판단할 때 측정시 오차 등에 의한 것으로 추정된다.

3.4.6 재료시험 및 측량 결과 요약

가. 반발경도

구 분	전차 정밀안전점검	금차 정밀안전점검	설계 추정강도 (MPa)	평가의견
	조사결과(MPa)	조사결과(MPa)		
반발경도 시험	28.7 ~ 33.6	23.6 ~ 28.5	21.0	•반발경도시험 평가결과 전반적으로 콘크리트 재료의 건전성은 확보한 것으로 평가되었다.

나. 측량

점검항목	측량결과	평가
선형측량	측량자료를 설계도서 및 준공도서와 선형을 비교한 결과 준공도서 상의 선형과 금회 측정 선형이 전반적으로 일치하는 것으로 검토되었다.	적정
수준측량	수준측량 결과를 통해 기 점검(2022년)과 금회 수준측량을 비교한 결과, 미소한 오차는 있으나 유사한 선형을 보이고 있으며 부등침하 등의 변위에 의한 손상은 없는 것으로 판단된다.	적정
기울기 측정	설계도서상의 기울기와 금회 조사시의 측정치를 비교·분석한 결과 측정위치 모두 허용 기준치 이내로 분석되어, 옹벽의 경사/전도나 활동에 대한 부분이 발생되지 않은 양호한 상태인 것으로 평가되었다.	적정

3.5 중대결합 조사결과

본 시설물에 대한 현장조사 및 시험을 통한 중대결합 조사결과는 다음과 같다.

〈표 3.35〉 중대결합 조사결과

중대결합 종류		중대결합 내용	조사결과	발생 유무	비고
시설물의 기초세굴		- 콘크리트 옹벽 1) 세굴이 전혀 발생하지 않은 상태 2) 세굴이 (지표면에서 현치하부 / 2) 부분까지 발생한 상태 3) 세굴이 저판의 현치하부까지 발생한 상태 4) 세굴이 (저판의 최대두께 / 2) 부분까지 발생한 상태 5) 세굴이 기초저면까지 발생한 상태 - 보강토 옹벽 1) 세굴이 전혀 발생하지 않은 상태 2) (근입깊이 / 4)의 각각의 위치까지 세굴이 발생한 상태 3) 세굴이 기초저면까지 발생한 상태	◦ 상태양호	무	
절토·성토사면의 균열·이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손		◦ 절토·성토사면의 균열·이완 등에 따른 파손 및 손상, 재료분리 또는 균열에 대한 상태평가기준에서 “e”의 경우	◦ 상태양호	무	
공중이 이용하는 부위	추락방지 시설	◦ 추락방지시설에 대한 평가기준이 “d “이하인 경우	◦ 상태양호	무	
	도로포장	◦ 도로포장에 대한 평가기준이 “d “이하인 경우	◦ 상태양호		
	도로부 신축이음	◦ 도로부 신축이음부에 대한 평가기준이 “d “이하인 경우	◦ 해당사항 없음		
	환기구 등의 덮개	◦ 환기구 등의 덮개에 대한 평가기준이 “d “이하인 경우	◦ 해당사항 없음		

제4장 상태평가

4.1 개 요

4.2 상태평가 기준

4.3 상태평가 항목 및 절차

4.4 부재별 상태평가

4.5 상태평가 결과

4.6 기 점검 결과와 비교·분석

제4장 상태평가

4.1 개 요

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태 변화(결합, 손상, 열화)를 근거로 하여 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 세부지침 - 옹벽」의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

정량적이고 객관적인 상태평가를 위하여 시설물의 외관조사 및 내구성조사 등 각 항목에 대한 상태평가 기준을 수록하였고, 시설물의 평가 체계에 따라 평가 결과를 산정한다.

4.2 상태평가 기준

정밀안전점검은 의 전체 부재에 대하여 외관조사방도를 작성하고 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가를 실시한다.

4.2.1 결함점수 및 결함지수 산정기준

〈표 4.1〉 보강토 옹벽 결함지수 산정기준

결 함 등 급		A	B	C	D	E
		$0 \leq F < 0.15$	$0.15 \leq F < 0.30$	$0.30 \leq F < 0.55$	$0.55 \leq F < 0.75$	$0.75 \leq F$
침 하		0	0	1	1	2
계획선형오차 (전도/경사)		0	0	1	1	2
활 동		0	1	2	3	4
전면부 진행성 배부름		0	2	4	6	8
파손, 손상 및 균열		0	1	2	3	4
유 실		0	2	4	6	8
이 격		0	1	2	3	4
세 굴		0	4	8	12	16
주변 영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1
보강토 옹벽 결함지수(F)			①	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{52}$	②	$\frac{\Sigma \text{결함점수}}{36}$

- ※ 세굴 발생이 가능한 부위가 볼투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장 등)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용
- ※ 전면판에 발생한 균열은 파손으로 처리함
- ※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절·성토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산함

4.2.2 옹벽시설물의 상태평가기준

〈표 4.2〉 옹벽시설물의 상태평가기준

상태평가 기준	시설물의 상태평가 내용	부대시설물
A	$0 \leq F < 0.15$	F = 옹벽결합지수
B	$0.15 \leq F < 0.30$	
C	$0.30 \leq F < 0.55$	
D	$0.55 \leq F < 0.75$	
E	$0.75 \leq F$	

4.3 상태평가 항목 및 기준

4.3.1 부재별 상태평가 적용범위

평가항목은 기존의 국내기준과 같이 5단계로 세분하였고, 평가항목별 단계는 옹벽 상태평가결과와 구분하기 위하여 a, b, c, d, e로 표기하도록 하였다. 또한 별도의 시험으로 구해야만 하는 정량적 수치를 지양하였으며, 외관조사를 통하여 얻을 수 있고 쉽게 판단할 수 있는 평가방법을 정하였다.

세부기준은 기존 국내기준 및 국외기준을 참고하여 결정하였으며, 실무자들의 의견과 기 시행된 안전진단 자료를 반영하고 현실적인 여건을 고려하여 정하였다. 또한, 각각의 평가항목에 대한 상태평가는 가장 대표적인 것을 기준으로 하여 결정하도록 하며, 여러 개소에 서 나타날 경우에는 단계를 하향조정하도록 하였다.

또 진행여부를 판별하는 항목은 주기적인 점검(정기안전점검) 결과를 활용해 결함의 진행여부를 판단하도록 하였다.

4.3.2 상태항목별 세부기준

가. 보강토 옹벽

1) 침하

등 급	결함점수	최대 침하량의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	5cm미만	3cm미만	◦침하가 발생되지 않은 상태
b	0	5cm이상 10cm미만	3cm이상 8cm미만	◦부분적으로 경미한 침하가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	1	10cm이상 20cm미만	8cm이상 16cm미만	◦침하의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	1	20cm이상 30cm미만	16cm이상 25cm미만	
e	2	30cm이상	25cm이상	◦침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

2) 계획선형 오차(전도/경사)

평가기준	결함점수	최대 기울기의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	2% 미만	1% 미만	◦경사/전도가 발생되지 않은 상태
b	0	2% 이상 3% 미만	1% 이상 2% 미만	◦부분적으로 경미한 경사/전도가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	1	3% 이상 4% 미만	2% 이상 3% 미만	◦경사/전도의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	1	4% 이상 6% 미만	3% 이상 4% 미만	◦경사/전도의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	2	6% 이상	4% 이상	◦경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

※ 계획선형 오차는 준공 시와 현시점에서의 변위발생으로 평가한다. 단, 설계도서 및 준공도서가 비치되어 있지 않은 경우에는 최초 측정시기와 현 측정시의 상대적인 값으로 평가한다.

단, 설계도서 및 준공도서가 비치되어 있지 않은 경우에는 최초 측정시기와 현 측정시의 상대적인 값으로 평가함

※ 보강토 옹벽은 시공중의 변위발생이 5%미만이고, 진행성이 아닌 경우에는 구조물 사용성에 지장이 없는 시공오차로 간주하며, 준공 후 추가적인 변위에 대해서만 적용한다

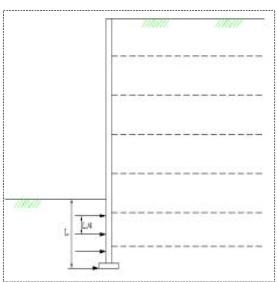
3) 활동

평가기준	결함점수	최대 침하량의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	5cm 미만	2cm 미만	·활동이 발생되지 않은 상태
b	1	5cm 이상 8cm 미만	2cm 이상 5cm 미만	·부분적으로 경미한 활동이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	2	8cm 이상 12cm 미만	5cm 이상 8cm 미만	·활동의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	3	12cm 이상 16cm 미만	8cm 이상 12cm 미만	·활동의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	4	16cm 이상	12cm 이상	·활동의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

4) 파손 및 손상, 균열

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	·부재에 파손이 발생하지 않은 건전한 상태
b	1	·파손이 경미하고 추가적인 손상진행의 가능성이 없는 양호한 상태
c	2	·파손이 경미하지만, 다른 추가적인 손상진행의 가능성이 있는 보통의 상태
d	3	·시설의 주요부에 부분적인 파손이 발생하여 제체의 안전성이 저하되거나, 손상의 진행에 따라 손상규모가 확대될 위험이 있는 심각한 상태
e	4	·시설의 주요부에 큰 파손이 발생하여 시설의 기능상실, 안전성 결여 또는 파괴로 이어질 수 있는 위험한 상태

5) 기초부 세굴

평가기준	결함점수	조사된 상태
a	0	 · 보강토 옹벽 옹벽 1) 세굴이 전혀 발생하지 않은 상태 : a 2) (근입깊이 / 4)의 각각의 위치까지 세굴이 발생한 상태 : b, c, d 3) 세굴이 기초저면까지 발생한 상태 : e
b	4	
c	8	
d	12	
e	16	

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 볼투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우에는 본 항목을 고려하지 않는다.

주) 상태평가결과가 “e” 이면 중대한 결함으로 본다.

6) 진행성 배부름

평가기준	결합점수	조사된 상태
a	0	○ 건전한 상태
b	2	○ 경미하게 발생한 비진행성 상태
c	4	○ 경미하게 발생한 진행성 상태
d	6	○ 심하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도의 진행성 상태
e	8	○ 매우 심하게 발생하여 경사가 발생하고 구조적인 안정에 크게 영향을 줄 정도의 진행성 상태

7) 이격

평가기준	결합점수	조사된 상태
a	0	○ 건전한 상태
b	1	○ 평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태
c	2	○ 평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태
d	3	○ 평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태
e	4	○ 평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태

8) 유실

평가기준	결합점수	조사된 상태
a	0	○ 건전한 상태
b	2	○ 평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태
c	4	○ 평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태
d	6	○ 평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태
e	8	○ 평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태

나. 공중이 이용하는 부위

1) 추락방지시설

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

2) 도로포장

평가기준	구분
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

3) 도로부 신축이음부

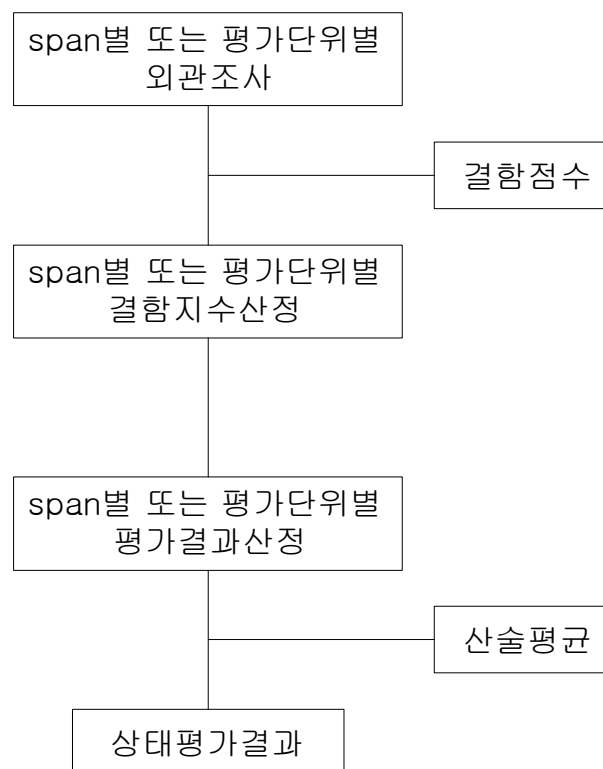
평가기준	구분
a	◦신축이음부에 손상이 없는 상태
b	◦신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	◦신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	◦신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 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

4) 환기구 등의 덮개

평가기준	구분
a	◦환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	◦덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ◦기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	◦덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	◦덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	◦결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

4.4 상태평가결과 산정 방법

보강토 옹벽의 상태평가 과정은 평가단위(20m를 원칙으로 하나 현장상황에 따라 책임기술자가 조정가능)별 여러 결함에 대해 시설물 외관조사 평가항목별 세부기준에 합당하는 결함점수를 부여한 후 평가단위별 결함지수를 산정하여 평가단위별 단계를 각 평가단위에 서 산정된 결함지수를 산술평균하여 상태평가결과를 결정한다.



〈그림 4.1〉 상태평가결과 산정 흐름도

4.5 상태평가결과 산정 결과

4.5.1 보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R)) 상태평가 결과

〈표 4.3〉 상태평가 결과

구간	침하	계획 선형 오차 (전도/ 경사)	활동	전면부 진행성 배부름	파손, 손상 및 균열	유실	이격	세굴	주변영향인자			결합 점수 합계	평가 단위 결합 지수	평가 단위 평가 결과	
									배수 시설	사면상태					
										사면 구배	낙석 흔적				침출수
1	0	0	0	0	2	0	1	-	1	0	0	0	4	0.111	a
2	0	0	0	0	2	0	0	-	1	0	0	0	3	0.083	a
3	0	0	0	0	2	0	0	-	1	0	0	0	3	0.083	a
4	0	0	0	0	2	0	0	-	1	0	0	0	3	0.083	a
5	0	0	0	0	2	0	0	-	1	0	0	0	3	0.083	a
6	0	0	0	0	2	0	0	-	1	0	0	0	3	0.083	a
7	0	0	0	0	2	0	0	-	1	0	0	0	3	0.083	a
8	0	0	0	0	0	0	0	-	1	0	0	0	1	0.028	a
보강토 옹벽 결합지수(F) = $\frac{\Sigma \text{결합점수}}{36}$ (기초 불투수, 사면)										평가단위결합지수			0.080		
										상태평가결과			A		

0	부분 보수	0.15	보수	0.30	보수	0.55	보강	0.75	재가설
A(최상)		B(양호)		C(보통)		D(불량)		E(위험)	
A등급 (0.080)		금회 정밀안전점검 상태평가 등급							

파손, 손상 및 균열, 국부적인 이격이 발생하였으나, 추가적인 손상은 없을 것으로 판단되어 침하, 활동, 전도 등 옹벽의 주요 손상항목에 대해서는 “a” 등급으로 평가되어 외관조사, 시험 및 측정 결과에 의한 전체적인 상태평가 결과는 “A” 등급으로 산정되었다. 기 점검(2022)시 조사되지 않았던 이격은 누락손상 확인으로 수량이 발생하였으며, 파손 및 균열 물량이 증가하였다. 이를 종합적으로 평가하여 분석한 결과는 “A”로 전회와 동일하게 평가되었다.

4.5.2 공중이 이용하는 부위

〈표 4.4〉 보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R)) 공중이 이용하는 부위 평가결과

구 분	상태평가 기준	등 급
추락방지시설	추락방지시설인 난간 및 방호벽은 기존상은 보수가 실시되어 전반적으로 양호한 상태이므로 주의관찰을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.	a
도로포장	옹벽 상부 도로포장부에서 특이 손상이 관찰되지 않은 양호한 상태로 주의관찰을 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.	a
도로부 신축이음부	해당없음	-
환기구 등의 덮개	해당없음	-

4.6 기 점검 결과와 비교·분석

〈표 4.5〉 기 점검 결과와 비교·분석

구분	전차	금회	비고	
결함도 지수	0.087	0.080	-	기점검과의 비교시 손상이 증가함에도 결함도 지수가 하향된 사유는 평가단위 증가 및 사면 적용에 의해 발생되었으며, 상태평가 등급은 전차와 동일한 A등급으로 평가되었다.
등급	A	A		

제5장 종합평가 및 안전등급지정

5.1 종합평가

5.2 안전등급 지정

제5장 종합평가 및 안전등급 지정

5.1 종합평가

5.1.1 개 요

시설물의 종합평가는 구조물 부재의 결함 및 손상에 대하여 평가기준 및 상태평가 기법에 따라 수행한 상태평가 결과와 시설물의 안전성평가 결과를 고려하여 개별시설물의 종합평가 결과를 결정한다.

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

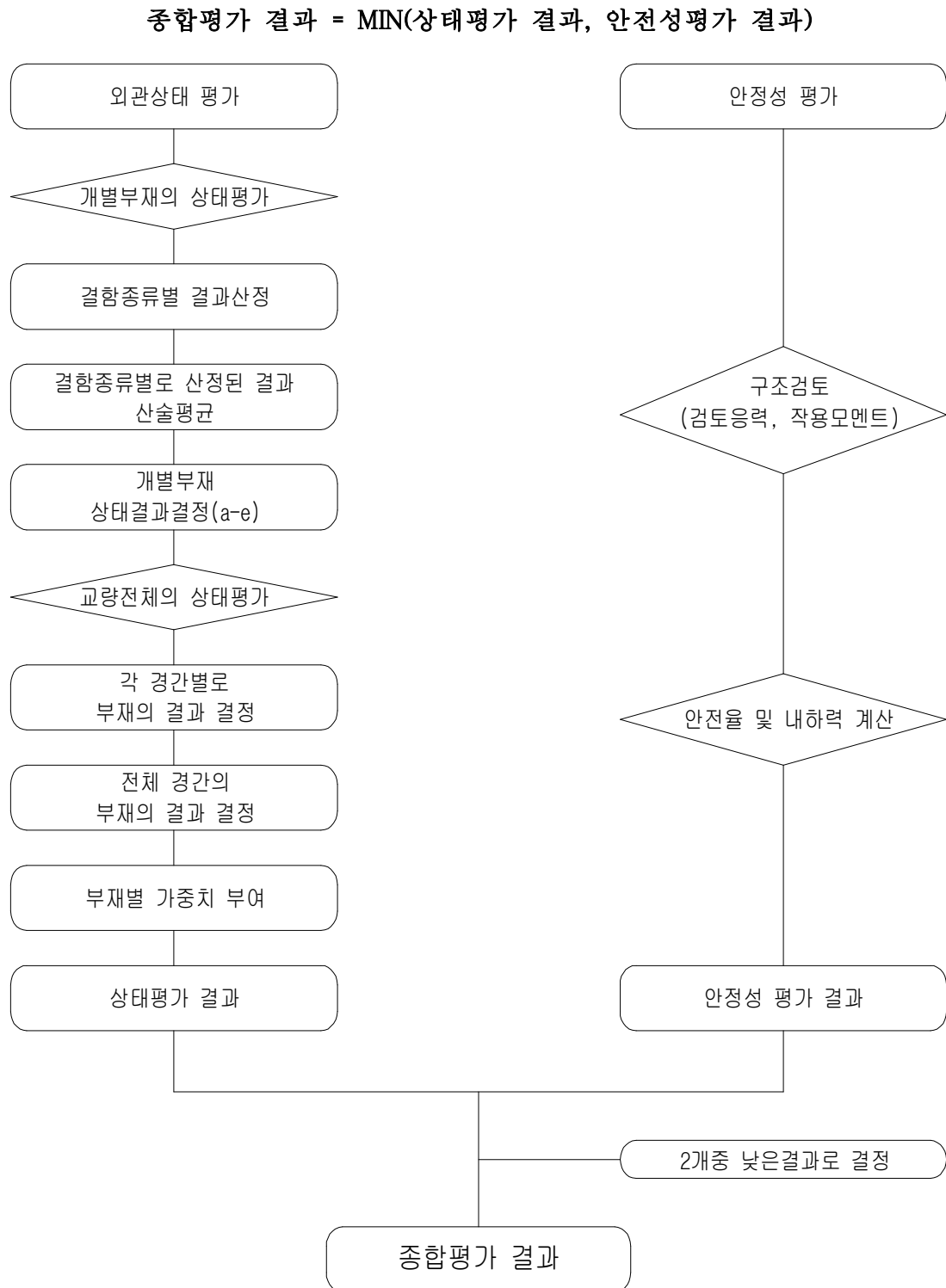
따라서 본 장에서는 상태평가만 실시되는 경우에 대하여 객관적이고, 정량적이며 통일성 있는 종합평가가 이루어지고 합리적인 종합평가 결과가 결정될 수 있도록 종합평가 기준을 설정하고 그 평가방법 및 절차를 수립한다.

5.1.2 종합평가 기준

본 과업은 정밀안전점검 용역으로 시설물의 상태평가를 실시한 경우에 대하여 각각의 결과로 부여된 상태평가 결과를 종합적으로 비교·검토하여 그 시설물에 대한 종합평가를 결정한다.

5.1.3 종합평가 결과 산정방법

종합평가는 외관조사에 따른 상태평가 결과와 안전성 검토에 근거한 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가 결과로 결정한다. 본 과업은 정밀안전점검 용역으로 외관조사에 따른 상태평가 결과를 토대로 종합평가 결과를 결정하였다.



〈그림 5.1〉 종합평가 결과의 산정흐름도

5.1.4 종합평가 결과

정밀안전점검을 실시하는 사람은 상태평가 결과를 종합적으로 평가하여 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

정밀안전점검을 실시한 책임기술자는 당해 시설물에 대한 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정한다.

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

가. 상태평가 결과

〈표 5.1〉 상태평가 결과

구간	침하	계획 선형 오차 (전도/ 경사)	활동	전면부 진행성 배부름	파손, 손상 및 균열	유실	이격	세굴	주변영향인자			결합 점수 합계	평가 단위 결합 지수	평가 단위 평가 결과	
									배수 시설	사면상태					
										사면 구배	낙석 흔적	침출수			
1	0	0	0	0	2	0	1	-	1	0	0	0	4	0.111	a
2	0	0	0	0	2	0	0	-	1	0	0	0	3	0.083	a
3	0	0	0	0	2	0	0	-	1	0	0	0	3	0.083	a
4	0	0	0	0	2	0	0	-	1	0	0	0	3	0.083	a
5	0	0	0	0	2	0	0	-	1	0	0	0	3	0.083	a
6	0	0	0	0	2	0	0	-	1	0	0	0	3	0.083	a
7	0	0	0	0	2	0	0	-	1	0	0	0	3	0.083	a
8	0	0	0	0	0	0	0	-	1	0	0	0	1	0.028	a
보강토 옹벽 결합지수(F) = $\frac{\Sigma \text{결합점수}}{36}$ (기초 불투수, 사면)										평가단위결합지수			0.080		
										상태평가결과			A		

본 과업대상 구조물의 상태평가 등급 산정결과 ‘문제점이 없는 최상의 상태’ 인 “A등급”으로 평가되었다.

나. 종합평가 결과

〈표 5.2〉 종합평가 결과

구분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	결과	안전율	결과
	0.080	A	-	-
종합평가 결과	1. 종합평가 결과 = Min(상태평가 결과, 안전성평가 결과) 2. 본 과업은 정밀안전점검용역으로 안전성평가를 실시하지 않아 상태평가 등급을 종합평가 등급으로 산정하였음. 종합평가 결과 : A등급			

5.2 안전등급 지정

5.2.1 개 요

정밀안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여 「법」 제10조의2 및 「영」 제11조의5에 따라서 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

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 5.3〉 안전등급

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

5.2.2 안전등급 지정결과

본 과업대상 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 검토한 결과 ‘문제점이 없는 최상의 상태’인 “A”등급으로 평가되었다.

제6장 보수보강 및 유지관리방안

6.1 개요

6.2 보수 · 보강방안

6.3 유지관리방안

제6장 보수·보강 및 유지관리방안

6.1 개요

6.1.1 개 요

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

6.1.2 보수·보강공법 선정

가. 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 손상이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하였으며, 이를 위해 각종 지침 및 기준(표준시방서 등)을 참조하였다.

보강을 할 경우 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하였다.

나. 공법 선정

구조물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정시 공법의 적용성, 구조적 안전성, 경제성 등을 검토하여 결정하였다.

이때 중요한 것은 구조물의 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선택하였다.

다. 수준 결정

보수·보강공법이 선정되어지면 위험도 및 경제성 등을 고려하여 현상유지, 실용상 지장이 없는 성능까지 회복, 초기 수중이상으로 대선, 개축 중에서 선택하여 수준을 결정하였다.

라. 우선순위 결정

본 옹벽에 발생한 주요 결함 및 손상 결함 중에서 보수·보강 대상 부위에 대하여는 가능한 한 조속한 보수·보강을 실시하는 것이 원칙이나, 동시에 전체 손상에 대한 보수·보강을 실시하는 것이 비경제적이므로, 경제적이고 효율적인 보수·보강 작업을 위해 발생한 손상이 구조물의 안전성에 미치는 영향을 고려하여 손상별로 구분하여 아래와 같이 보수 우선순위를 부여하였다.

〈표 6.1〉 보수·보강 방안 및 우선순위 개요

구분	순위	보수보강 우선순위	손상종류
긴급	1순위 (우선)	부재의 손상·열화 상태가 전체구조물의 안전에 즉각적인 영향을 주거나 시민의 안전에 위해를 줄 위험이 있다고 판단되는 경우 ⇒ 즉시 보수설계 착수, 익년도 보수완료	-
단기	1순위	- 부재의 손상도가 심각한 상태(D-E급)급 방치시 전체구조물의 안전에 영향을 주는 경우 - 위험도(Risk)가 크거나, 주요 노선상 시설물의 주요 손상 ⇒ 익년도 보수설계 착수, 2년 이내 보수완료	-
중기	2순위	부재가 손상·열화된 상태로 당장은 위험하지 않지만 주장기간 방치시 손상·열화가 진전되어 보수·보강 비용의 급증, 안전등급(D-E)으로의 상태 악화가 예상되는 경우 ⇒ 3년 이내 보수설계 착수, 4년 이내 보수 완료	블록균열 블록파손 이격
장기	3순위	기능발휘에는 지장이 없으나 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요하거나, 발생된 손상이 경미하나 진행 상황 점검이 필요한 경우 ⇒ 주의관찰	누수흔적 백태

6.2 보수 · 보강방안

6.2.1 개 요

가. 보수 · 보강 일반

공용 중 구조물에 발생한 손상에 대한 보수·보강은 손상구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강공법 및 보수·보강의 수준을 정한다.

통상 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보강이란 설계하중이상의 하중 등 위해요인에 구조물이 안전하도록 하기위해서 구조물의 내하력을 확보하는 것을 말한다. 따라서 보수·보강을 위해서는 상태평가 결과와 안전성 평가결과 등을 정밀검토한 후에 보수·보강의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.

나. 보수·보강 계획

1) 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하며, 이를 위해 각종 기준(콘크리트 표준시방서 등)을 참조한다.

또한, 보강의 경우는 안전율을 기준 이상으로 회복시키기 위하여, 부재 단면의 확대 정도 등을 판단한다.

2) 공법 선정

구조물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정시 내하력, 내구성, 기능 및 미관 등을 검토하여 결정한다. 이때, 중요한 것은 구조물의 결함 발생 원인에 대한 정확한 추정이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다. 따라서, 시설물 관련 제반자료, 진단시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가결과를 기초로 하여, 결함의 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선택하여야 한다.

3) 보수·보강의 수준 결정

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

- | | |
|----------------|----------------------|
| • 현상 유지 (진행억제) | • 실용상 지장이 없는 성능까지 회복 |
| • 초기수준 이상으로 개선 | • 개 축 |

4) 보수방안 선정시 고려사항



〈그림 6.1〉 보수·보강 방안 선정의 요건

〈표 6.2〉 보수·보강 재료 및 공법 선정시 고려사항

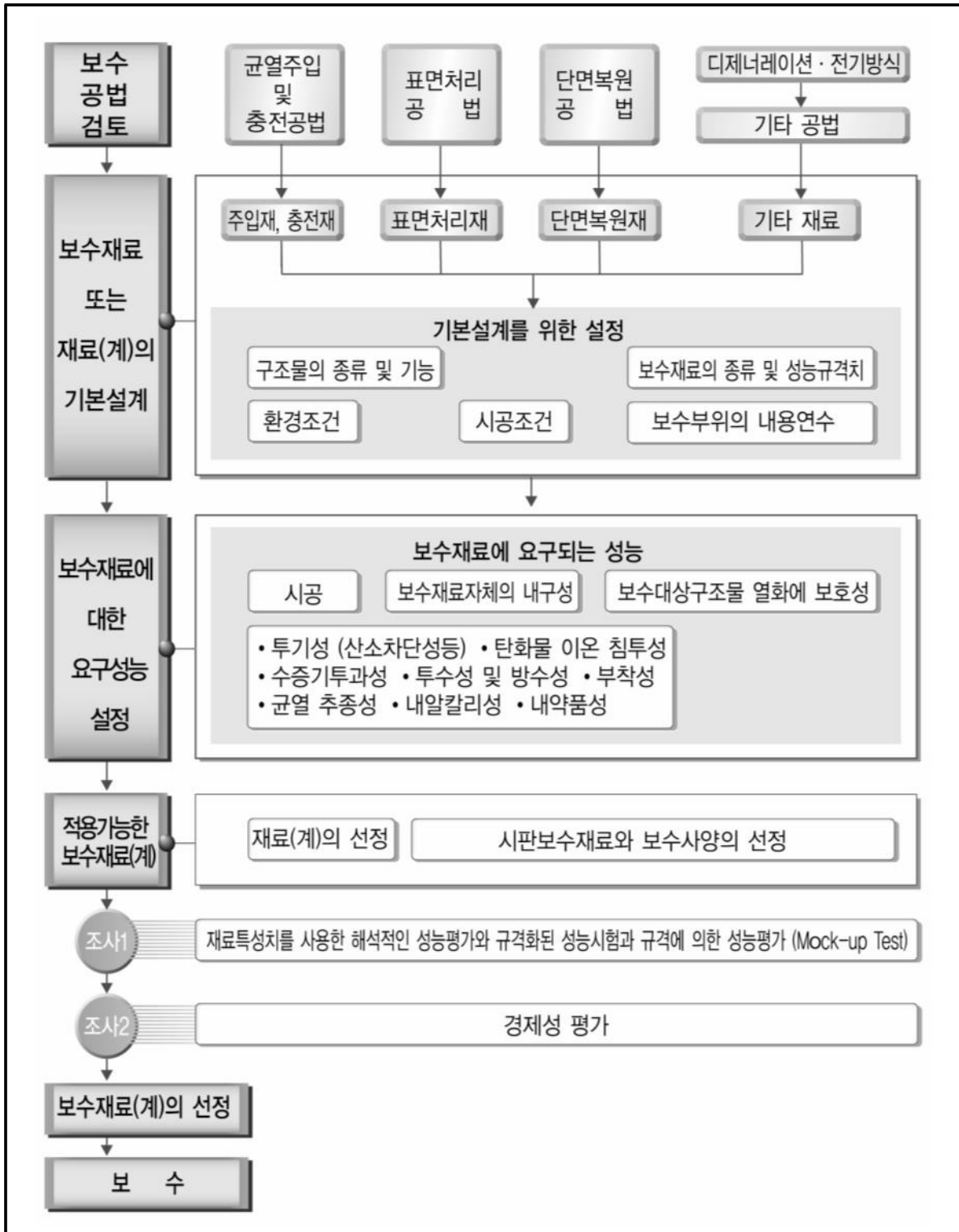
내구성능 내하성능	•충분한 내구성 확보가 가능한 보수 방안 •충분한 내하력 확보가 가능한 보강 방안
환경친화	•유해환경요소를 발생시키지 않는 방안 •재해의 피해를 최소화할 수 있는 방안 •미관이 양호한 방안
시공성	•시공성의 제약을 최소화 할 수 있는 방안 •시공이 간단한 방안 •보수·보강 품질이 확실한 방안
경제성	•경제적으로 유리한 방안 •공기를 단축시킬 수 있는 방안 •주변 민원발생을 최소화 할 수 있는 방안

6.2.2 보수·보강 방안

가. 보수재료의 선정

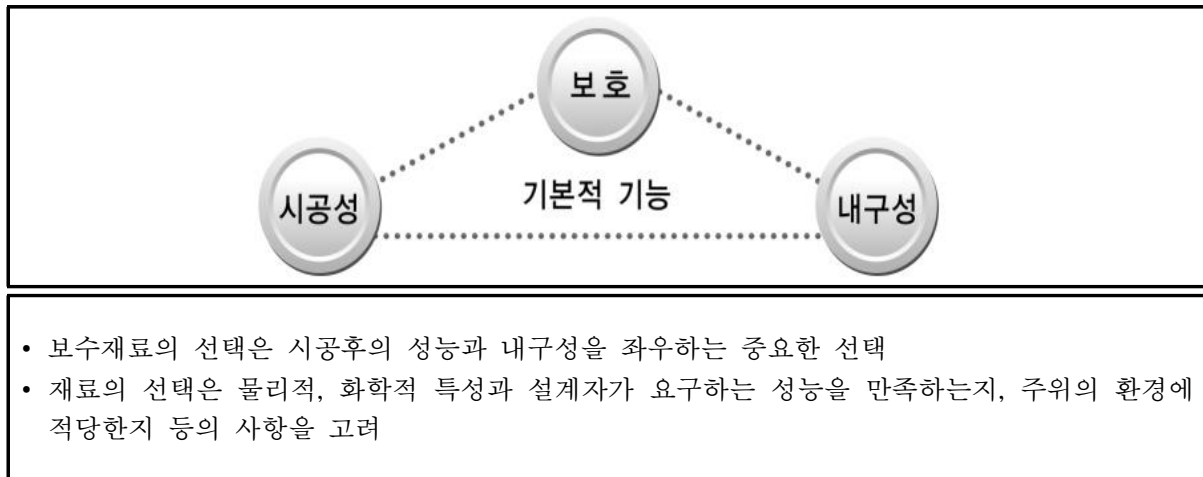
1) 개 요

① 보수재료의 선정흐름



〈그림 6.2〉 보수재료 선정흐름도

② 보수재료의 요건



〈그림 6.3〉 보수재료의 요건

2) 보수재료의 종류

① 균열 보수재료

〈표 6.3〉 균열 보수재료

구 분	보수재료의 종류	표면처리공법	주입공법	충전공법
수지계 재료	폴리머 모르터			○
	에폭시수지		○	○
	가소성 에폭시수지		○	○
	탄성실링재	○		○
	도막탄성방수재	○		
시멘트계 재료	폴리머시멘트슬러리		○	
	폴리머시멘트페이스트	○		
	폴리머시멘트모르터			○
	시멘트충전재	○		
	팽창시멘트주입재		○	
무기질계 재료		수지계 재료		
- 폴리머시멘트슬러리, 폴리머시멘트페이스트, 폴리머시멘트모르터 - 시멘트 충전재 - 팽창시멘트주입재		- 에폭시계 - 폴리에스테르계 - 폴리우레탄계, 고무, 아스팔트계		

② 콘크리트 구체처리재

방수성을 개선시키거나 취약한 콘크리트의 표면을 강화시키며, 철근의 부식환경을 개선하는 등의 목적으로 콘크리트 표면에 도포하고 함침시키는 재료

<표 6.4> 구체처리재의 종류

침투성 흡수방지재	콘크리트 표면에 도포 함침하는 것에 의해 콘크리트 표층부에 흡수방지층을 형성하여 외부로부터의 물과 염화물 이온의 침투를 억제하는 재료
침투성 고화재	취약한 콘크리트의 표면층을 강화함과 동시에 마감재의 부착성을 개선할 수 있는 재료 사용시 취약층을 완전하게 강화할 필요가 있음
무기질 침투성방 수재	콘크리트 표층부에 도포하는 것에 의해 재료중의 활성성분이 함침하고, 콘크리트 내부의 물에 용출하고 있는 칼슘이온과 반응해석, 표층부에 치밀한 방수층 형성
침투성 알카리부 여재	탄산화된 콘크리트에 알카리성을 부여하여 철근을 보호하는 것으로, 콘크리트 표면에 도포하여 그 함침부분의 철근부식을 방지
도포형 방청재	염화물을 함유한 콘크리트의 철근부식환경을 개선하는 것으로, 콘크리트 혼화용의 방청재가 전기화학적 효과에 의해 철근의 부식을 억제
폴리머 함침재	폴리머계 함침재를 콘크리트에 함침시킨 후 중합조작을 거쳐 경화시키고, 콘크리트의 기공을 충전, 콘크리트 조직을 치밀하게 함과 동시에 내하력 개선효과가 우수

③ 단면복원재

- 단면복원재는 보수부위의 불건전부를 잘라낸 콘크리트 손상부를 메우기 위해서 사용되는 것으로 바탕콘크리트에 대한 접착성, 열화인자 침입의 억제효과가 기대
- 국부적인 열화로써 심도가 깊은 경우 부착성능이 우수하며, 콘크리트와 역학적인 성질이 유사한 단면복원재를 선택하여야 함
- 단면복원재는 열화 심도, 손상 범위 등에 따라 단순 단면복원방식과 구조물 성능개량 및 잔존수명 연장에 따라 보수와 보강의 효과가 기대되는 자재의 선정이 필요함.
- 콘크리트 열화가 전반적으로 발생되어 보수단면이 큰 경우와 구조적 측면의 보수를 하는 경우에는 열악한 환경적 요인과 구조적인 성질이 우수한 재료를 선택하여야 함

〈표 6.5〉 단면복구재의 종류

폴리머시멘트 모르터	SBR계, EVA계, PAE계 등의 폴리머시멘트모르터(방청제첨가제를 포함) 등이 있으며 재유화형 분말수지를 배합한 기 조합제품의 이용이 증가되고 있다.
폴리머모르터	폴리에스테르 수지계, 에폭시 수지계, 아크릴 수지계 등의 폴리머모르터(레진 모르터)등이 있으며, 경량골재를 사용한 것이 많다.
시멘트모르터	보통 포틀랜드시멘트, 조강포틀랜드시멘트, 초속경포틀랜드시멘트, 골재, 혼화제 등을 배합한 보통시멘트모르터 또는 콘크리트가 사용된다.
복합재료	서로 다른 두가지이상의 소재(매트릭스와 강화재)를 조합하여 탁월한 기능을 갖는 재료를 의미하며, 주로 섬유강화에 의한 복합재료로서 FREP, 섬유부착 등이 사용된다.

④ 철근방청 처리재

- 철근방청처리재는 녹 제거작업이 되어있는 철근에 도포해서 사용되는 것으로 에폭시수지계, 타르 에폭시수지계 등의 방청도료 또는 방청제를 함유한 폴리머시멘트페이스트 및 모르터 등이 사용됨
- 일본의 경우 시스템화된 보수공법으로 최근에는 폴리머의 시멘트계의 비율이 증가하는 추세

〈표 6.6〉 철근방청처리재의 종류

폴리머시멘트계	합성수지계
• SBR계와 PAE계가 많이 시판 • SBR계는 방수성, 중성화 저항성 우수 • PAE계는 초기접착성, 시공성 우수	• 에폭시수지도료, 아크릴수지, 우레탄수지 • 경화가 빠르고, 도장작업 간단 → 공기단축 • 에폭시수지 → 철근부식 발생우려

〈표 6.7〉 철근방청처리재의 특성

항 목	폴리머시멘트계 방청처리재	에폭시수지계 방청처리재
방청성	도장방법 등에 주의가 필요함	경화제의 종류에 따라서 역효과 가능함
부착성, 방수성, 차염성	첨가되는 폴리머의 효과에 의한 것으로 그 종류 및 혼화량에 따라 상이함	수지의 효과에 의한 것으로 폴리머 시멘트계에 비해 성능이 우수함
내화성, 내열성	콘크리트와 같은 정도이나 폴리머의 혼화량이 많으면 내화성이 저하됨	온도가 높게 될수록 변형되기 쉬움

⑤ 바탕조정 보호재

- 바탕조정재는 열화된 표면을 깨어내고, 피복의 부족을 보완하는 것을 주목적으로 사용하였으나, 바탕조정을 겸하여 보호층을 형성시키기 위하여 사용되고 있는 것이 많으며, 단면복원과 상관없이 보호피복이 필요한 곳에도 사용됨
- 바탕조정재의 종류는 단면복원재와 마찬가지로 폴리머시멘트계와 합성수지계가 있다. 바탕조정재는 단면복원재의 기본성능 중 특히 피복으로써의 성능이 중요시 되어 중성화방지효과, 차염성, 접착 내구성 등이 중요함

3) 보수·보강재료의 선정

① 선정시 고려사항

〈표 6.8〉 보수재료 선정시 고려사항

재료특성	➡	강도, 탄성계수, 연신율, 부착강도 등
재료성질	➡	내구성, 내화성, 내화학적성, 차수성, 내염성 등
기 타	➡	경제성, 시공성, 미관, 시공실적 등

② 보수·보강재료 선정

〈표 6.9〉 각 항목별 우수 보수재료 선정

구 분		내 구 성		사 용 성		유지관리	
		보수효과	내구수명	친환경성	경관조화	유지관리	유사실적
균열보수재		수지계 재료	수지계 재료	수지계 재료	시멘트계 재료	시멘트계 재료	수지계 재료
구체처리재		폴리머 함침재	폴리머 함침재	침투성알카리부여재	도포형 방청재	폴리머 함침재	폴리머 함침재
단 면 복원재	국부적	폴리머 모르터	폴리머 모르터	폴리머 모르터	폴리머 시멘트모르터	폴리머 시멘트모르터	폴리머 모르터
	전반적	복합재료	복합재료	복합재료	복합재료	복합재료	복합재료
바탕조정 보호재		중성화 방지재	염해 방지재	중성화 방지재	도막재	중성화 방지재	중성화 방지재

나. 보수·보강공법 선정

1) 단면복구 공법

① 개 요

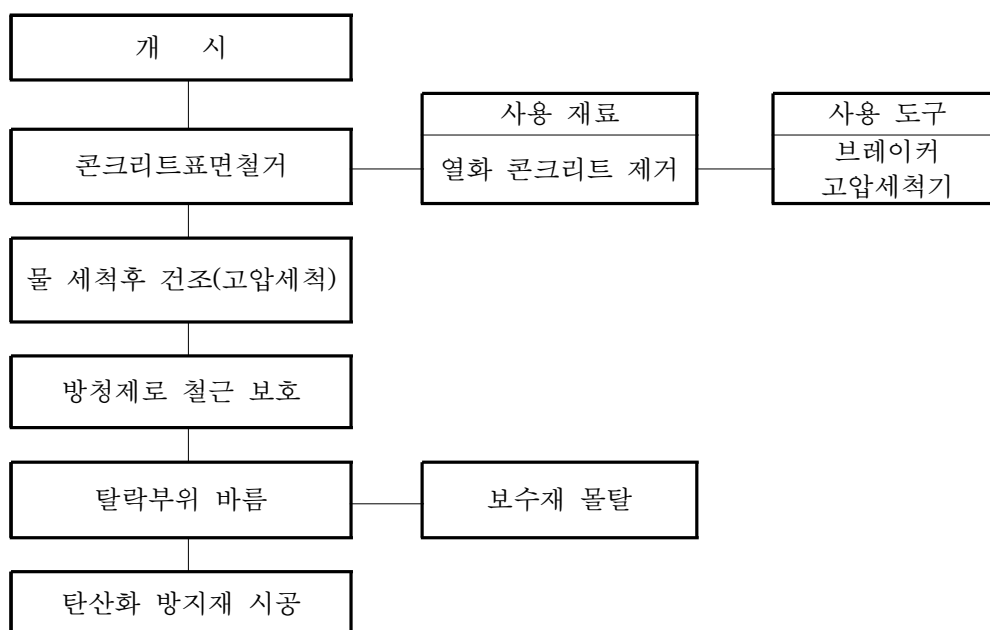
콘크리트의 표면에 박리 및 탈락 등의 결함이 생긴 경우에 그 결함 주변을 내부의 건전한 콘크리트나 좋은 정도의 강도가 얻어지는 부분까지 깨어내고 보수 몰탈과 폴리머수지와 면처리 재료를 채워 내부 콘크리트를 방호할 목적으로 실시하는 보수공법이다.

② 사용재료 및 품질규격

- 방청제 : 녹제거 및 철근방청보호
- 보수재, 신구 접착제 : 방청용 혼화제 첨가
- 수성 폴리머수지와 면 처리제

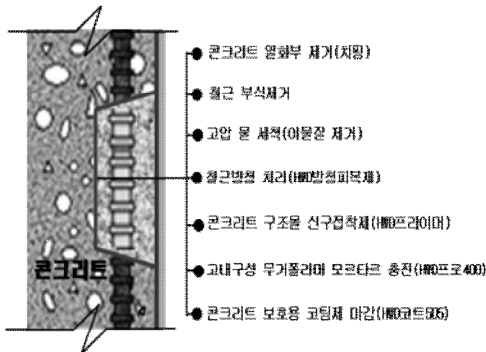
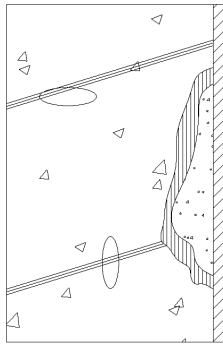
③ 시공 순서

- 기존 콘크리트의 열화부위, 탄산화 부분을 브레이커 등을 이용하여 콘크리트 표면을 철거한다.
- 콘크리트 표면 철거후 고압세척기를 이용하여 표면을 고압세척 한다.
- 물세척(고압세척)후 건조시키고 방청제를 도포한다.
- 방청된 철근보호 및 탄산화 방지를 위하여 수성 폴리머수지와 면 처리재를 솔 처리한다
- 기존 콘크리트 탈락 부위에 보수재 몰탈을 바른다.
- 단면복구 시공후 탄산화 방지를 위하여 면처리재 시공을 한다.

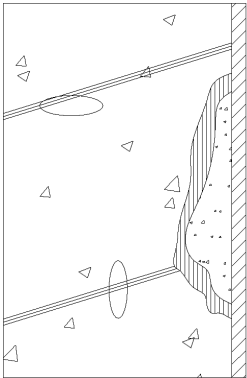
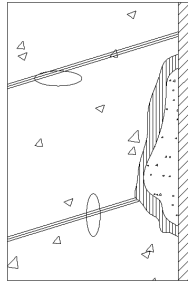


〈그림 6.4〉 단면복구공법 시공순서도

〈표 6.10〉 단면복구 비교표

구 분	제 1 안	제 2 안
	HWD공법	리플래시공법
공법 개요	▶ 고수밀성의 콘크리트 단면복구재를 이용하여 콘크리트의 내구성 저하 원인이 되는 대기 중의 유해 성분이나 이산화탄소, 수분 등이 콘크리트 속으로 침투하는 것을 근본적으로 차단하여 콘크리트의 내구성을 증진시키는 콘크리트 단면복구 보수공법	▶ 친수성폴리머와 특수미립시멘트로 구성되고, 특히 습윤면에 대한 부착성능이 우수한 무기질단면피복재 및 항균성개질제와의 복합에 의한 열화된 RC구조물의 방식 및 보수하는 공법
시공 개요도	 ● 콘크리트 열화부 제거(치핑) ● 철근 부식제거 ● 고압 물 세척(아물결 제거) ● 철근방청 처리(HRD/철피복재) ● 콘크리트 구조물 선구접착제(HRD그라이머) ● 고내구성 무기폴리머 모르타르 충전(HRD모르타르) ● 콘크리트 보호용 코팅제 마감(HRD코트905)	 *시공순서 1) 표면처리 2) 고압수 세정 3) RH 프라임 A도포 4) 철근방청처리 5) RH 모르타르 충전 6) RH 방식피복처리 7) RH TOP코트 도포(C)
특 징	▶ 고수밀성으로 내구성 저하의 원인이 되는 유해성분이나 이산화탄소, 수분등의 침투방지 ▶ 고내구성으로 콘크리트 모체의 열화 진행 방지 및 내구연한 증진(중성화 저항성, 동결융해저항성, 염소이온 침투저항성, 내화학적 우수) ▶ 콘크리트 모체와의 높은 부착성으로 모체와의 일체성 확보 ▶ 용도에 따른 다양한 보조공법과 호환성 우수	▶ 열화된 기존 콘크리트면의 알칼리성 회복 및 표면강화 ▶ 습윤환경, 화학적부식 및 중성화를 입은 구조물의 대응보수공법으로 개발 ▶ 내약품성 우수하며, 인체에 무해함 ▶ 무기계재료로서 모체와 일체거동 ▶ 시공 전 대형장비 설치 필요 ▶ 국소면적 시공 시 비용증가

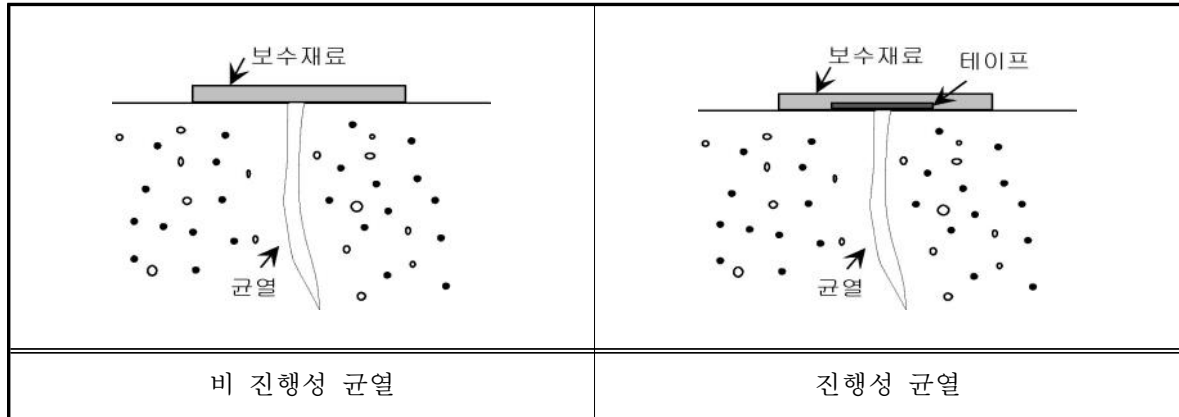
〈표 6.10〉 단면복구 비교표(계속)

구 분	제 3 안	제 4 안
	ARS 공법	Mcrete 공법
공법 개요	▶ 유리섬유로 만든 앵커와 알루미늄 실리 케이트계의 고내구성 폴리머 모르타르 를이용하여 계면에서 부착력을 확보하 고, 보수단면의 내구성을 증진시키는 공법으로서 공정이 단순하고 시공성이 우수한 공법	▶ 아미노알콜을 주성분으로 하는 방청제 와 방청물탈을 이용하여 기존 철근의 부식을 방지하며 구조물의 열화상태에 따라 이에 해당하는 방청제 및 방청물 탈을 사용하여 철골 및 철근콘크리트 구조물 보수공법
시공 개요도	 *시공순서 1) 표면처리 2) 울세척 3) 섬유앵커설치 4) 고내구성 폴리머 모르타르 단면보구	 *시공순서 1) 치평 2) 철근녹제거 및 세정 3) 알카리회복제(Mcrete-7000) 도포 4) 고강도 방청물탈(Mcrete-7002N) 도포 5) 표면보호제(Mcrete-7003) 도포
특 징	▶ 무기계 재료로 기존구체와의 일체화 ▶ 열악한 환경에서도 좋은 부착강도 확보 ▶ 섬유앵커 이용 콘크리트와 보수단면 부 착력 확보 ▶ 염해저항성 등 내구성 우수 ▶ 무기계공법으로 경화시간이 유기계보다 느리므로 초기양생이 중요 ▶ 시공전문가 필요	▶ 철근노출시 방청과 단면복구를 동시수 행 (공기단축) ▶ 침투성방청제는 철근을 노출시키지 않 아도 부식방지효과 탁월 ▶ 부착력 및 내구성, 내약품성 우수 ▶ 공사비 저렴 ▶ 무기계재료로서 모체와 일체거동 ▶ 부식 및 중성화에 대한 이중보호 효과 ▶ 사용자를 고려한 친환경성 방청보수물 탈 사용 ▶ 시공전문가 필요
비 고	▶ 보수공법의 선정은 경제성 및 현장적용성 등을 종합적으로 고려하여 선정함이 바람직 함	

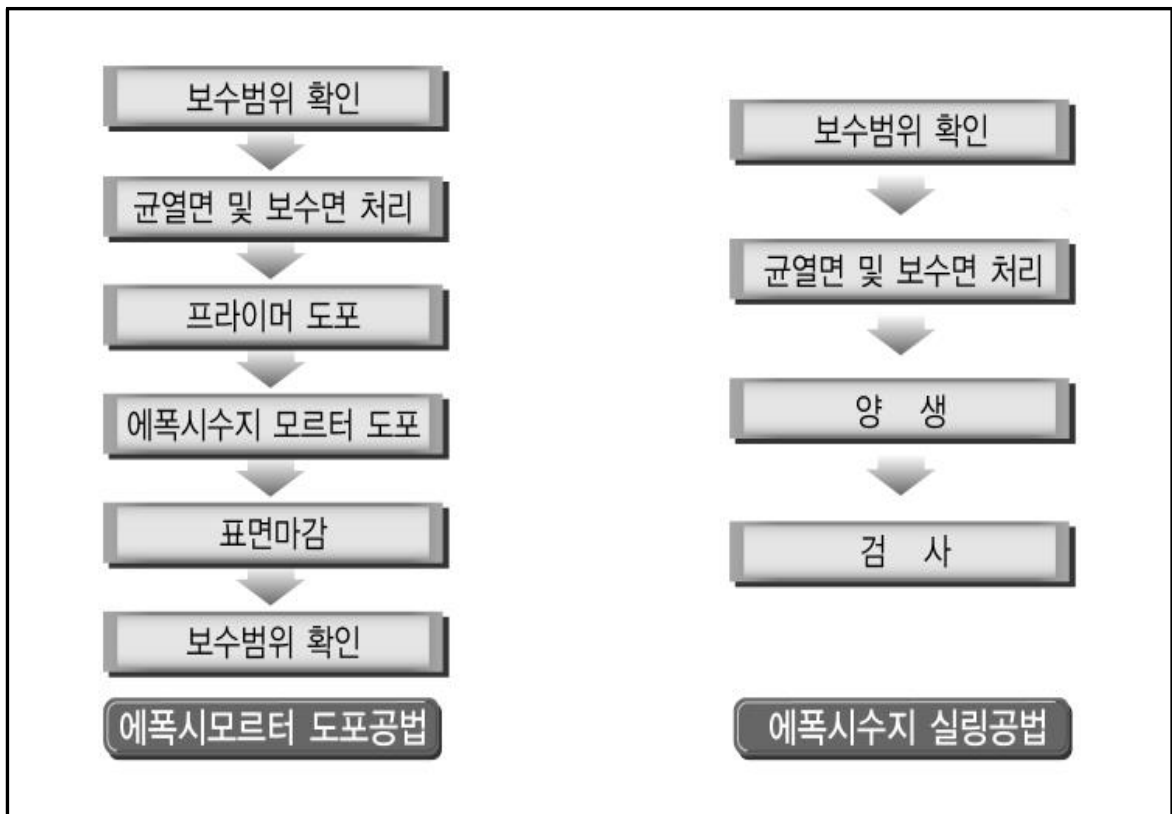
2) 균열 보수공법

① 표면보수공법

표면보수공법은 미세한 균열(폭 0.2mm이하)위에 도막을 형성하여, 방수성, 내구성을 향상시킬 목적으로 사용하며, 균열부분만을 피복하는 방법과 전면을 피복하는 방법이 있다.



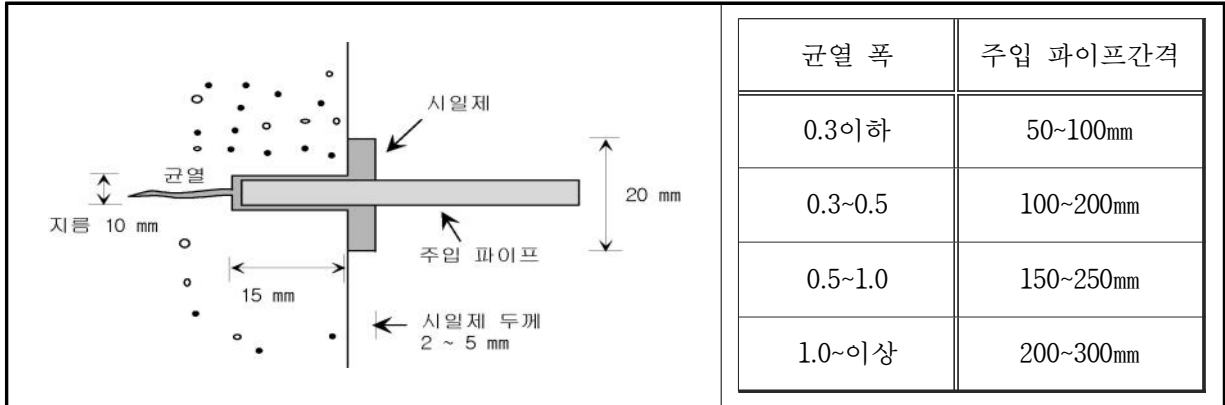
〈그림 6.5〉 균열 보수(표면보수) 보수개념도



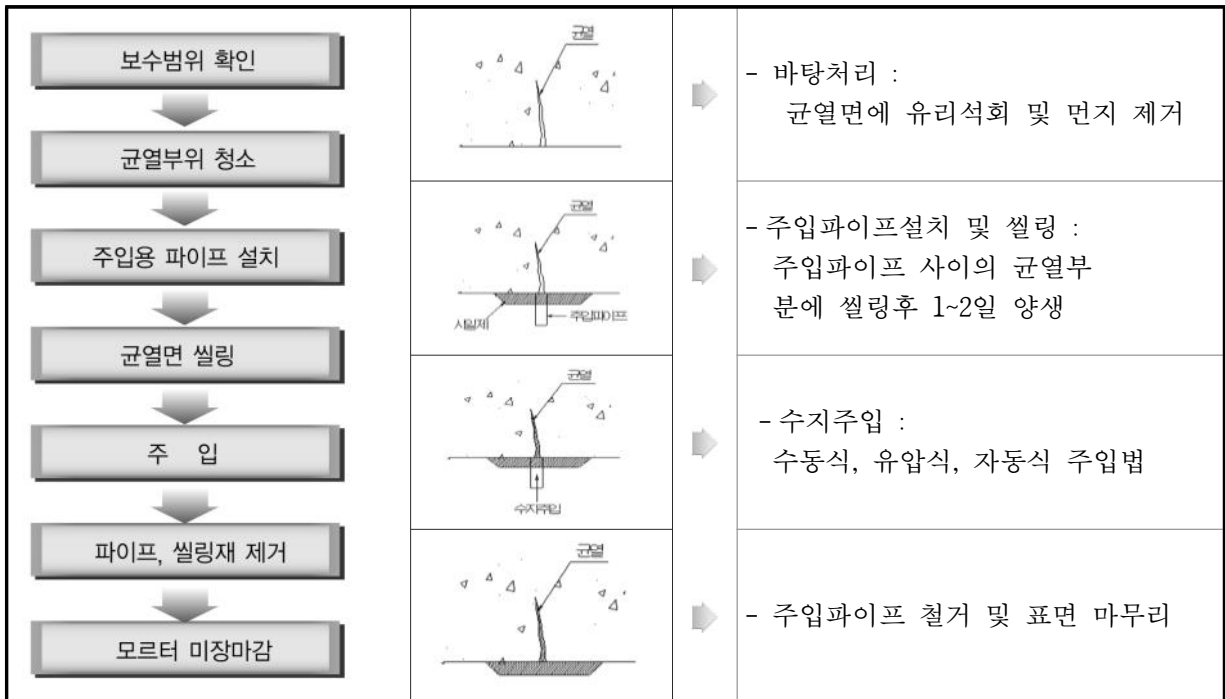
〈그림 6.6〉 균열보수 (표면보수) 시공 순서도

② 주입 공법

주입공법은 균열에 수지계 또는 시멘트계의 재료를 주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 공법으로, 마감재가 콘크리트 모체로부터 뜰려 있는 경우에도 적용할 수 있다.



〈그림 6.7〉 균열 보수(주입공법) 개념도



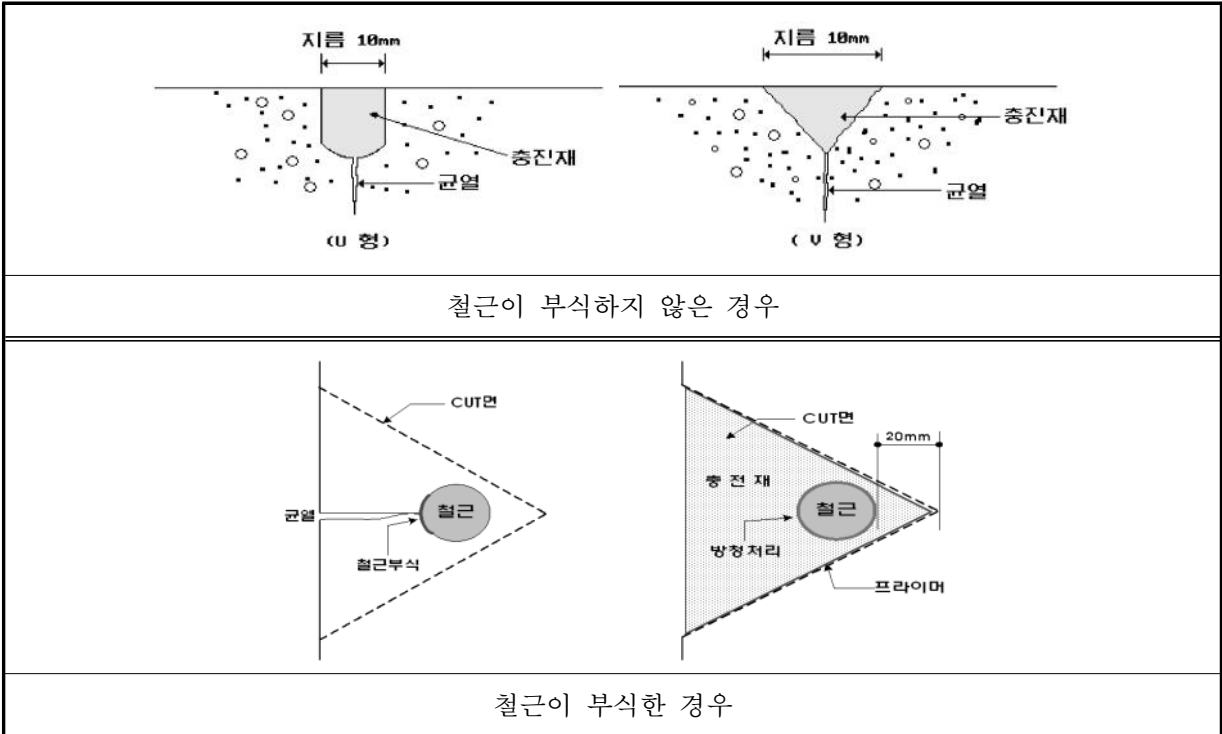
〈그림 6.8〉 균열 보수(주입공법) 시공 순서도 및 상세도

〈표 6.11〉 균열 보수(주입공법) 종류

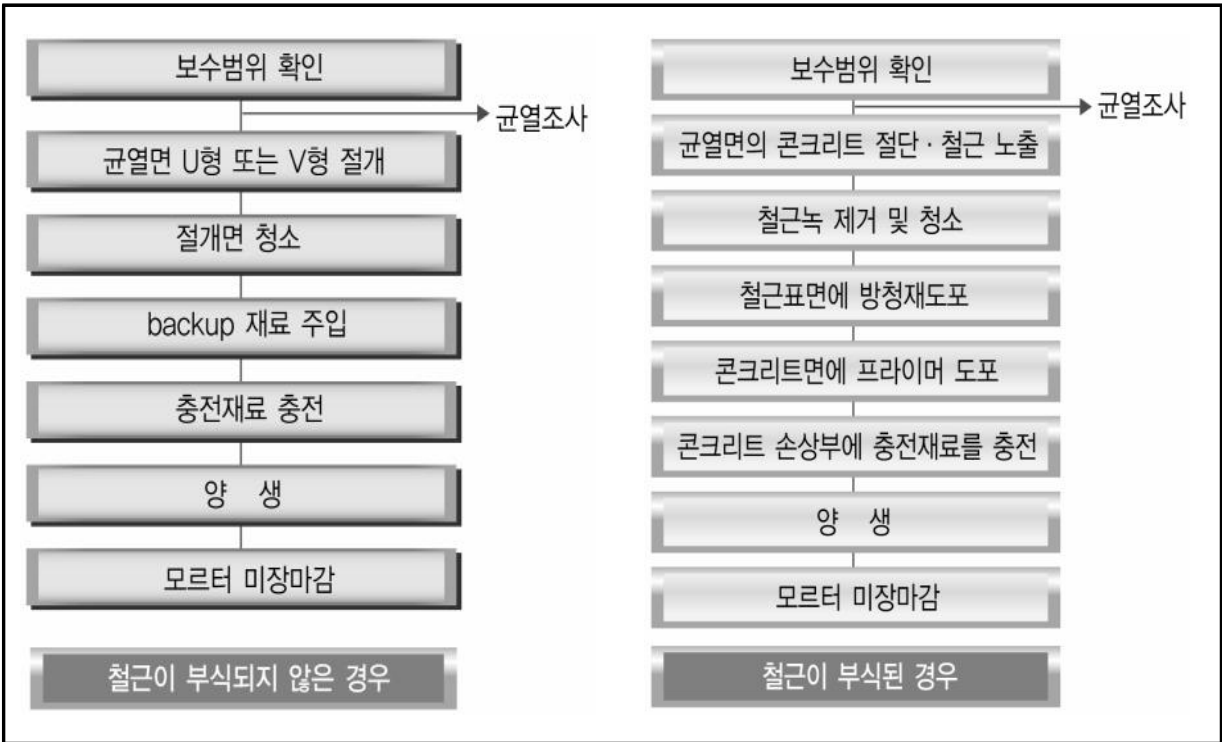
압 입 식	- 수동식 주입 : 인력 - 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 - 저압/저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 입력
흡 입 식	균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치해 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

③ 충전공법

충전공법은 균열의 폭이 0.5mm 이상으로 비교적 큰 경우의 보수에 적합한 공법으로, 균열을 따라 모르터 마감 또는 콘크리트를 절단하여, 그 부분에 보수재를 충전하는 방법



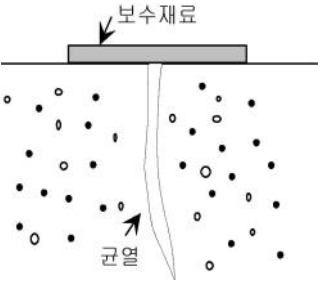
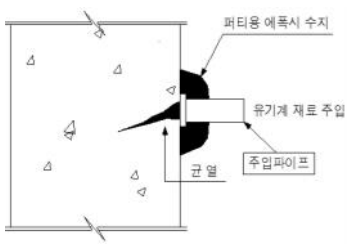
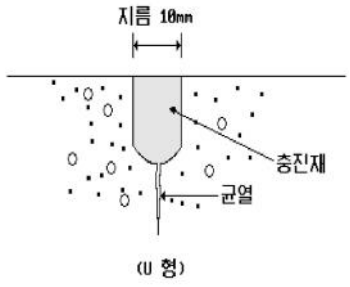
<그림 6.9> 균열 보수(충전공법) 개념도



<그림 6.10> 균열 보수(충전공법) 시공 순서도

④ 균열 보수공법 비교

<표 6.12> 균열 보수공법 비교안

구 분	표면보수공법	주입공법	충전공법
공법 개요	미세균열(폭 0.2mm 이하) 위에 도막을 구성하여 방수성, 내구성을 향상 시키는 공법	폭 0.2mm 이상의 균열에 보수재를 주입하여 방수성, 내구성 향상시키는 공법	폭 0.5mm 이상의 균열 보수에 적당한 공법으로 균열 부위의 콘크리트를 cut 하고 그 부분에 보수재를 충전하는 공법
재료	•도막탄성방수제, cement filler, polymer cement paste	•에폭시 수지	•시일재, 가소성 에폭시 수지, 폴리머 시멘트 몰탈
공법 개요도			
시공 순서	① 균열부위 청소 ② 균열면 충전 ③ 균열보수재 피복	① 균열부위 청소 ② 주입용 파이프 세트 ③ 균열면 채우기 ④ 보수재 주입 ⑤ 파이프·시일재 철거	① 콘크리트 깎아내기 ② 철근의 녹제거와 청소 ③ 방청재 도포 ④ 프라이머 도포 ⑤ 충전재 충전 ⑥ 양 생
특징	•미세균열에 일반적으로 많이 적용, 시공 실적 다수 •표면만 보수하므로 재균열 발생 가능 •내구년수가 짧음 •시공이 간편	•일반적인 주입공법, 시공실적 다수 •경화 후 재료 수축 현상이 거의 없음 •기존 콘크리트와 물리적 성질 상이하여 재균열 발생 가능	•시공이 간편 •공사비가 다소 고가 •유기질계로 시간에 따라 주입재의 변형이 생김 •균열 폭에 상관없이 시공 가능

<표 6.13> 주입공법 비교안

구분	그라우트(에폭시수지계)	습식 에폭시수지계	무색 에폭시수지계
개요도			
공법 개요	콘크리트 균열부위에 초미립자 무기계 슬러리를 주입기를 통하여 주입하는 공법	내부 균열까지 침투성이 큰 저점도 Epoxy수지를 가압 주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 에폭시 주입공법	1차로 주입기의 압력에 의해 고압으로 주입되고 2차로 에폭시 탱크의 잔류량이 보일의 법칙에 의해 저압으로 주입되므로 세밀한 균열의 보강액 주입 가능한 공법
시공 방법	표면보수 → V컷팅 → 주입좌대 고정 → 균열부 실링 → 초미립자 무기계 슬러리 주입 → 단면복구	표면보수 → 주입구 선정 → 균열부 썰링 → 고정판 설치 → 에폭시주입 → 표면정리	균열부위 면처리 → 에어건으로 먼지제거 → 균열부 실링 → 고정제 부착 → 실린더 고정판에 부착 → 슈퍼인젝터를 실린더에 부착 후 주입 → 고정대 제거 후 마감
특징	•무기계 재료로서 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 온도/하중 변화에 의한 재 균열 발생 가능성이 없음. •습윤면 시공 불가능 •균열부 콘크리트 방청, 중성화 및 염해 방지 기능이 있음 •공정이 다소 복잡하여 시공 전문가 필요	•주입량 점검 용이, 균열 속 깊이 주입 가능. •건식, 습식, 수중 시공이 가능 •균열 표면뿐만 아니라, 내부균열 깊숙이 주입 가능 •압력조절 주의 요망, 압력이 클 경우 균열 확대 가능성 있음.	•시공 부위에 따라 슈퍼인젝터의 각도를 조절 하면 완벽한 주입 가능 •자체 압력조절 가능, 상황에 따라 적당한 압력으로 주입 가능 •약품이 역류되지 않아 시공면이 오염되지 않음. •시공이 매우 용이하여 시공비가 저렴. •사용년수 증가시 접착력이 떨어질 수 있다.

6.2.3 손상별 보수·보강방안 선정

〈표 6.14〉 보수·보강방안 및 우선순위 선정

부재	손상 내용	손상물량	단위	개소	보수방안	우선 순위
전면벽체	블럭 균열	18.4	m	91	주입보수	2순위
	블록 파손	0.68	m	23	단면보수	2순위
	백태	0.8	m ²	1	주의관찰	3순위
	누수흔적	104.0	m ²	4	주의관찰	3순위
	접속부 이격	6.75	m ²	1	셀링보수	2순위

6.2.4 개략공사비

가. 개략공사비

부재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
전면 벽체	블럭 균열	주입보수	18.4	m	27.6	m	70	1,932
	블록 파손	단면보수	0.68	m ²	1.0	m ²	110	112
	접속부 이격	셀링보수	6.75	m	10.1	m	50	506
순공사비								2,550
제경비(순공사비의 60%)								1,275
총공사비(순공사비+제경비)								3,825

※ 보수물량은 손상물량의 150%할증함

6.3 유지관리방안

6.3.1 개 요

시설물의 유지관리는 시설물의 현 상태를 파악하고 이상 및 변형의 조기발견 응급조치와 대책 및 조사의 필요성을 판단하고 시설물의 유지관리를 위해 자료수집과 축적을 목적으로 실시한다.

구체적으로 첫 번째 목적은 관리하고 있는 시설물의 현상을 파악하여 시설물의 안전성과 기능성에 악영향을 끼칠 수 있는 변상을 조기에 발견하고 그 정도를 파악하여 조기에 적절한 대응을 가능하게 하며 시설물의 안전과 원활한 교통 소통을 확보하는 것이다.

두 번째 목적은 효과적인 유지관리를 실시하기 위해서 시설물의 변상의 정도를 연속적으로 측정하는 것에 있다. 특히 변상은 진행성을 가지는 것이 많아 과거의 변상개소 및 보수·보강 실시 개소 등을 연속적으로 주의 깊게 관찰하고 변상의 진행과 재발의 유무를 감시하는 것이 중요하다. 따라서 시설물의 완성시점에서 유지관리 대장을 준비하고 건설시의 각종 자료정리와 보존을 하고, 공용 후 유지관리의 기록을 추가하여 시설물의 상태를 일상적으로 정확하게 기록하여 두는 것이 필요하다.

6.3.2 유지관리 일반

가. 유지관리 업무

구조물은 건설 후 각종 자연환경 및 인위적인 사용환경의 영향을 받아 시간경과와 함께 물리적, 화학적으로 열화되어 사용성 및 안전성이 저하된다.

유지관리란 이렇게 열화, 손상되어 가는 구조물의 기능을 항상 양호한 상태로 유지하고 이용자의 편의와 안전을 확보함은 물론 기능상 지장을 주는 요소를 사전에 발견하여 제거하고, 점점을 통하여 이상이 발견된 개소에 대하여는 보수 및 보강을 실시하는 작업을 말한다.

나. 유지관리 업무 및 흐름

유지관리 업무는 대별하여 아래의 항목에 대하여 대상 구조물을 관리하는 것으로 요약할 수 있다.

1) 자료관리

자료관리는 대상구조물이 처해있는 상황을 문서를 통하여 객관적으로 확인할 수 있도록 하기 위한 자료를 관리하는 업무를 말하며 일반적으로 설계도서, 구조물대장, 보수·보강대장, 사고이력 등의 자료를 정리·관리하는 일을 말한다. 자료는 구조물의 점검, 보수·보강시마다 계속 증가하므로 수정이 편리하도록 작성되어야 하며, 이런 점에서 볼 때 관련내용을 전산화하여 관리하면 효율적이다.

일반적으로 구조물의 유지관리시 필요한 관련자료를 열거하면 다음과 같다.

- 설계도서(시공 및 보수 도면, 공사내역서, 지방서, 구조계산서, 사진 및 성적서)
- 보수·보강이력 및 관리대장 - 사고기록, 점검 및 진단이력

2) 일상관리

일상관리는 구조물의 내구적인 손상을 예방하는 차원에서 수행하는 작업을 말하는 것으로서 청소가 대표적인 경우이다. 또한 소모성 물품의 교환, 부착물의 정비 등 간단한 작업이 여기에 포함된다.

3) 점검 및 진단

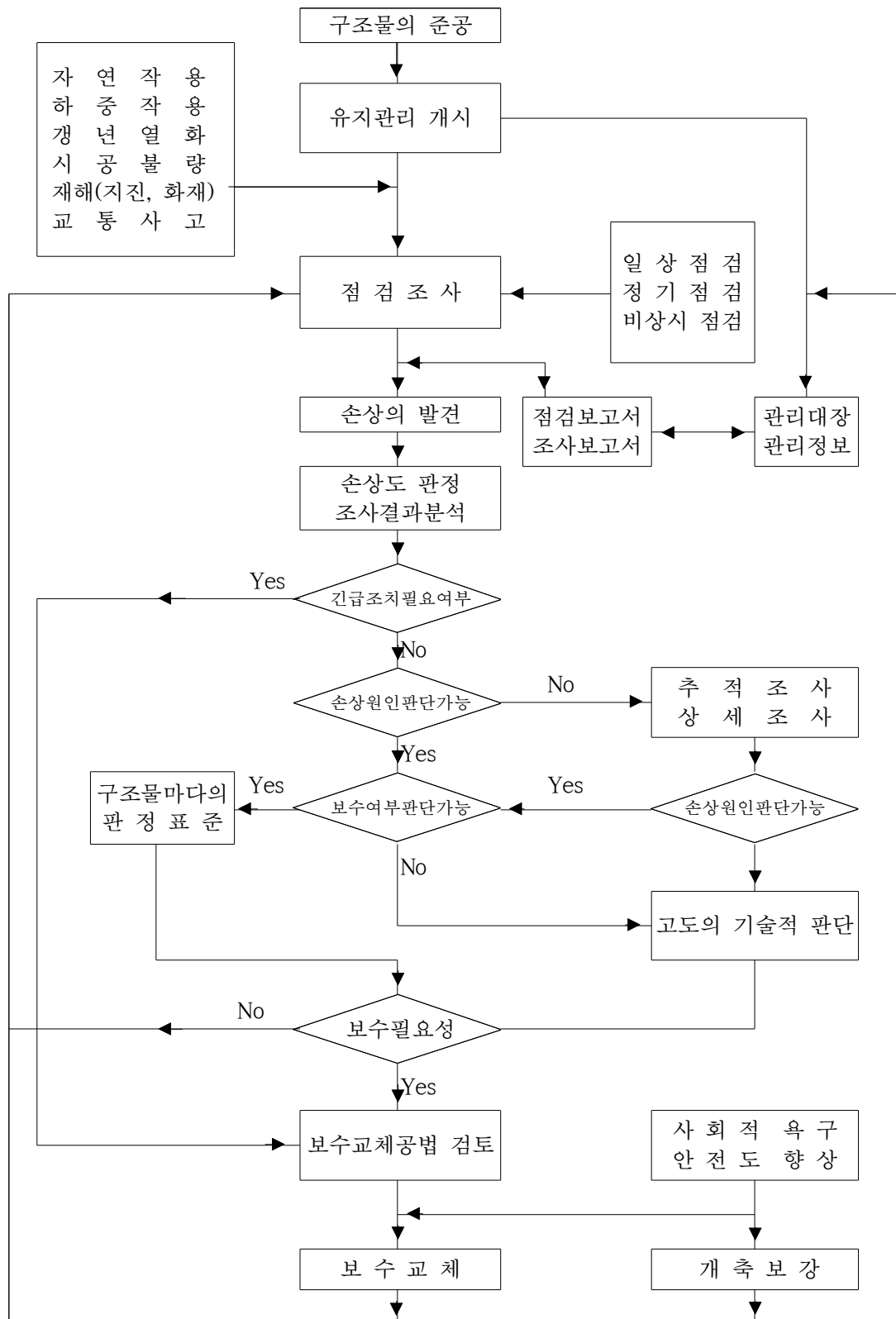
점검은 구조물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로써 안전하고 원활한 교통을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 또한 유지관리상 필요한 손상과 이상의 정도를 계속적으로 파악하기 위하여 점검이 필요하다.

점검은 일상점검, 정기안전점검, 정밀안전점검, 긴급점검으로 나누며, 점검의 결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 추적조사나 상세조사를 실시한다. 또한 위의 조사를 통하여 유지관리 담당자가 구조물에 대한 전문적인 조사가 필요하다고 판단될 때에는 전문가에 의한 안전진단을 실시한다.

4) 보수 및 보강

점검이나 진단을 통하여 손상을 발견하였을 때는 손상의 원인을 정확히 파악하여 보수·보강 또는 신설이나 교체를 시행하여야 한다. 보수는 손상된 부위를 고쳐서 원래의 기능을 회복시키는 작업을 의미하며, 보강은 현 상태의 손상방지는 물론 구조적 내하력 및 지지력을 현 상태 이상으로 향상시키는 것을 목적으로 실시하는 작업을 말한다.

다. 유지관리 업무의 흐름도



<그림 6.11> 유지관리 흐름도

6.3.3 점검 주기 및 주요 조사내용

〈표 6.15〉 점검 주기 및 주요 조사내용

점검 종류	점검 주기	주요 조사항목	비고
정기안전점검	반기1회	· 세심한 육안검사 수준의 점검 · 중대한 결함의 가능성 발견	
정밀안전점검	2년 1회 이상	· 육안검사와 간단한 측정, 시험장비를 이용하여 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하고 사용요건 만족 여부 판단 · 상태평가등급결정 및 안전등급 지정	
긴급점검	필요시	· 손상점검과 특별점검으로 구분하여 재해나 사고에 의해 비롯된 구조적 손상을 긴급하게 점검함	

가. 안전등급 결과에 따른 점검 실시시기

해당 시설물의 안전등급에 따라 다음 표의 실시주기에 의해서 정기적으로 정밀안전점검 및 진단을 실시 완료하여야 한다.

최초로 실시하는 정밀안전점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시 사용승인 포함)을 기준으로 3년 이내(건축물은 4년 이내)에 실시하여야 하며, 정밀안전점검 또는 정밀안전진단을 받은 경우 그 날(완료일)을 기준으로 정밀안전점검의 실시주기를 정한다. 또한 정밀안전진단 실시 기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다.

나. 안전등급 결과에 따른 진단 실시시기

준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)을 기준으로 정밀안전점검을 실시하고 안전점검 결과, 시설물의 일부를 특별히 정밀안전진단이 필요하다고 판단되는 경우 정밀안전진단을 실시한다. 정밀안전점검 완료일을 기준으로 해당 시설물의 안전등급에 따라 실시주기에 의해서 정기적으로 정밀안전점검을 실시 완료하여야 한다. 다음 〈표 6.16〉은 안전등급 결과에 따른 점검(진단)실시시기를 나타내었다.

〈표 6.16〉 안전등급결과에 따른 점검 및 진단 실시시기

안전등급	정밀안전점검		정밀안전진단
	건축물	그 외 시설물	
A 등급	4년에 1회 이상	3년에 1회 이상	정밀안전점검 결과 정밀안전진단 필요성 검토
B·C 등급	3년에 1회 이상	2년에 1회 이상	
D·E 등급	2년에 1회 이상	1년에 1회 이상	

6.3.4 유지관리방안 제시

본 서울후암초등학교 운동장 서쪽 옹벽에 대한 정밀안전점검 결과 안전등급은 B등급에 해당되며 외관조사 및 재료시험 결과 일부 시공 및 보수 불량에 의한 손상이 발생되어 보수가 필요한 상태이다.

시설물의 유지관리 기본은 손상의 조기발견과 원인규명 및 신속한 대책을 수립하는 것으로서 이를 위해서는 본 점검결과를 초기치로 활용하여 정기적이고 지속적인 점검이 이루어져야 한다.

본 시설물에 대한 세부 유지관리 사항은 다음과 같다.

- 1) 본 점검시 조사된 외관조사망도를 초기치로 활용하여 균열, 파손 등의 추가손상 발생 유무에 대한 주기적인 점검(정기안전점검, 관리주체)을 실시하여 균열, 전도, 활동 및 침하 등의 추가 손상 발생시에는 긴급점검(안전진단 전문기관) 또는 전문가 자문을 통한 대책수립이 필요함
- 2) 정기안전점검은 관리주체에서 반기에 최소 1회 이상 실시하여야 하며 정기안전점검시 본 점검결과 조사된 외관조사망도 및 기울기 측정결과를 활용하여 실시하고 해빙기 및 우기전 주요 점검 사항은 다음과 같다.

〈표 6.17〉 주요 점검항목

구 분	주 요 점 검 항 목	비 고
해빙기	◦ 시설물(콘크리트옹벽)의 추가손상 발생 유무 ◦ 시설물 배부름, 활동, 전도 및 침하 발생 유무 ◦ 법면 붕괴 발생 유무	
우기전	◦ 배수로 및 배수공 정비 ◦ 법면 세굴 및 용출수 발생 유무 ◦ 우기시 지표수 배수 상태 확인(배수로 침하 및 파손 등)	

6.3.5 중점유지 관리사항

〈표 6.18〉 유지관리시 점검항목

부 재	손상내용	유지관리 내용	손상현황
전면부	블록 균열(파손)	•균열(파손) 진행 및 추가발생여부 확인	
	백태, 누수흔적	•백태, 누수흔적 진행 및 추가발생 여부 확인	
통로암거 접속부	시점 통로암거 접속부 이격	•이격 진행 여부 확인	

제7장 종합결론

7.1 개 요

7.2 점검결과

7.3 정밀점검 실시결과의 종합결론

7.4 정밀안전진단 및 시설물의 사용

제한의 필요성 여부

7.5 유지관리시 특별한 관리가 요

구되는 사항

제7장 종합결론

7.1 개 요

본 과업은 대상 옹벽의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단함을 목적으로 구조물 부재 전체에 대하여 가능한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다. 사전 현장답사를 통해 주변 여건을 파악하여 현장 접근에 필요한 접근장비 등의 접근방법, 장비 동원과 일정계획을 수립하여 구조물의 외관상태를 조사하였다.

본 과업 대상 시설물인 보강토옹벽(STA.2+157.750~2+287.500(R))은 인천광역시 강화군 하점면 장정리 761 일원에 위치하고 있으며, 총연장(L)=145.0m, 최대높이(H) =7.1m의 보강토옹벽으로 2019년 03월 31일 준공되어 현재까지 약 6년간 공용 중인 2종 시설물이다.

외관조사는 대상구조물에 대한 최소한의 기초자료를 얻고, 시간이 경과함에 따라 변화되는 결함의 발견 및 변화상태 등을 추적하기 위한 것으로서 가장 기본이 되는 과업이다. 내구성 조사는 구조물에 열화 손상이 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 조사하고 보수·보강 여부 판정을 하며, 아직 열화 손상이 없거나 경미한 구조물은 내구성 조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다. 본 과업대상 구조물의 현장조사 및 시험은 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2024. 12, 제13장 옹벽편)에 따라 각 항목별로 실시하였다.

현장 조사시 확인된 결함과 손상내용에 대해서는 사진을 촬영하고 외관조사망도에 수록하여 향후 보수·보강공사 및 점검 등의 유지관리에 효율적으로 활용될 수 있도록 하였다.

7.2 점검결과

7.2.1 외관조사 결과

가. 지반 기초부

대상 옹벽 전면으로 콘크리트 포장, 화단으로 시공되어 있으며. 이로 인한 기초 지반부는 불투수 처리가 되어 기초의 침하, 세굴 및 침식 등의 손상이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 또한 침하에 의한 변위(포장면 침하), 활동에 의한 포장부 종방향 균열 및 부등 침하에 옹벽 하단부 구조적인 결함 등의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

나. 전면벽체

보강토옹벽 전면부는 침하, 전도, 활동과 같은 중대한 결함이 조사되지 않았고, 배부름,

세굴, 유실 등이 없는 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 확인되었다.

조사된 손상으로는 S8을 제외하고 산발적으로 옹벽전면부에 블록균열(91ea)이 발생되어 있는 상태이며, 누수흔적(4ea), 블럭파손(23ea), 백태(1ea), 이격(1ea) 등의 손상도 일부분 관찰되었다.

옹벽 전면에 발생한 블록균열은 일정한 패턴 없이 산발적으로 분포해 있으며, 파손은 블록모서에 경미하 발생되어 있는 상태로서, 시공초기 다짐에 의한 일시적인 응력집중 및 건조수축 등의 원인에 의해 발생한 일반적 손상으로 내구성 유지를 위해 균열보수 및 단면보수가 요구된다.

S1 시점측에 발생한 이격은 폭이 1.3cm ~ 1.8cm로서 구조물 인접 통로암거와의 접합부에 발생한 손상으로, 구조물간 물성차, 옹벽배면 토사의 이완 등의 원인에 의해 발생한 손상으로 사용성 유지를 위해 쉐링처리가 요구된다.

누수흔적 및 백태는 상부에서 유입되는 우수가 옹벽 전면으로 침투하여 발생한 손상으로 판단되며, 시설물의 상용에는 문제가 없는 손상으로 유지관리가 요구된다.

다. 주변영향 인자

옹벽 사면부 외관조사 결과, 상부 지반 침하 및 토사 세굴, 인장균열 발생 등의 손상은 확인되지 않은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.

옹벽 상단은 대부분 방호벽으로 시공되어 있으나, 시점, 종점 일부 사면구간에 잔디, 수목 등으로 구성되어 있으며, 배수로, 배수관 등 별도의 배수시설이 설치되어 있지 않는 것으로 조사되었다.

라. 배수시설

본 옹벽구조물에는 별도의 배수시설이 설치되어 있지 않는 것으로 확인되었다.

마. 공중이 이용하는 부위

본 시설물에 설치된 공중이 이용하는 부위는 국도상 추락방지시설 및 도로포장이 설치되어 있는 상태이다.

추락방지시설은 방호벽 및 난간이 시공되어 있으며, 점검결과 기발생 손상은 보수가 되어 있고 특히 손상은 발생되지 않는 양호한 상태이다

도로포장은 아스팔트로 시공되어 있으며, 공용중 발생하는 아스콘 균열, 망상균열 국부적으로 관찰되나, 사용에는 문제가 없는 상태이다.

7.2.2 재료시험 결과

가. 반발경도 측정결과

콘크리트 반발경도 시험결과 콘크리트옹벽 전면벽체 건전부에서 23.6 ~ 28.5MPa(비건전부 24.0MPa)로 분석되어 건전부 및 비건전부 모두 설계 추정강도(21.0MPa)를 상회하는 양호한 상태인 것으로 평가되었다.

나. 측량

선형 측량결과, 측량자료를 설계도서 및 준공도서와 선형을 비교한 결과 준공도서 상의 선형과 금회 측정 선형이 전반적으로 일치하는 것으로 검토되었다.

수준측량 결과를 통해 기 점검(2022년)과 금회 수준측량을 비교한 결과, 미소한 오차는 있으나 유사한 선형을 보이고 있으며 부등침하 등의 변위에 의한 손상은 없는 것으로 판단된다.

설계도서상의 기울기와 금회 조사시의 측정치를 비교·분석한 결과 측정위치 모두 허용기준치 이내로 분석되어, 옹벽의 경사/전도나 활동에 대한 부분이 발생되지 않은 양호한 상태인 것으로 평가되었다.

7.2.3 상태평가 결과

과업대상 구조물의 상태평가 등급 산정결과 ‘문제점이 없는 최상의 상태’인 “A등급(우수)” (결합도 지수:0.080)인 상태로 평가되었다.

7.2.4 종합평가 및 안전등급 지정

본 과업대상 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 검토한 결과 안전등급은 ‘문제점이 없는 최상의 상태’인 “A등급”으로 평가되었다.

7.3 정밀안전점검 실시결과의 종합결론

본 시설물의 종합평가 등급은 A등급으로 옹벽의 안전성 및 사용성에는 큰 문제는 없는 상태로서 보고서에서 제시된 보수방안에 의거하여 유지관리가 실시된다면 구조물의 사용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

7.4 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과 금번 점검시 조사된 손상은 비구조적인 손상으로 심각한 손상이나 결함은 없는 상태로 현 상태에서 긴급 정밀안전진단 및 사용제한 필요성은 없는 것으로 판단된다.

7.5 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 블록 균열 및 파손의 진전 및 신규발생 여부 확인
- 전면부 백태, 누수흔적의 진행 여부 확인
- 통로암거 접속부 이격의 진행여부 확인