

관 리 번 호

한남배수지외 3개소 정밀점검용역
점 검 보 고 서

【한 남 배 수 지】

2010. 06.

서울시중부수도사업소

한남배수지(2지) 정밀점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	한남배수지외 3개소 정밀점검용역	점검기관	서울시중부수도사업소		
관리주체명	서울시중부수도사업소	점검책임자	박혁순		
공동수급	-	계약방법	자체점검		
시설물구분	상하수도, 폐기물매립시설	종류	지방상수도	종별	2종
준공일	1-1지:1968년,1-2지:1984년 2지:1958년	점검금액(천원)	-	안전등급	B
시설물위치	서울특별시 용산구 한남동 산 8-72	시설물규모	700m ³ /일		
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함	없음				
점검 주요결과	<p>◦ 배수지 내부 구조는 철근콘크리트 라멘식 구조로서 상부 및 바닥슬래브, 기둥, 보로 구성되어 있으며, 바닥슬래브, 벽체 및 기둥 일부에 시멘트 액체방수가 시공되어있고, 기타 상부슬래브 및 보에는 방수층 미시공 상태이며, 현장조사는 2지층에서 실시하였다. 현장조사 결과 전차년도 정밀안전진단 이후 보수조치는 이루어지지 않은 상태이며, 전반적으로 기 점검결과와 유사한 형태의 손상이 조사되었다. 외관조사결과 각 부재에 발생한 손상들은 주로 전반적인 표면열화 및 철근노출, 박락, 파손, 재료분리, 방수물탈 박락, 배관 STS도장 표면부식등 시공초기에 발생될 수 있는 일반적인 손상과 공용중 발생될 수 있는 손상으로 조사되었다.</p> <p>◦ 비파괴시험을 통한 콘크리트 강도조사, 철근배근상태조사, 탄산화 심도분석 등 정밀조사결과 시공성과 및 공용상태에 따라 위치별로 다소의 차이는 있지만 전반적인 건전성은 양호한 것으로 판정되었다.</p>				
주요 보수·보강	◦ 철근방청 단면보수, 단면보수, 표면보수, 녹제거+강재도장 등				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분	성명	과업 참여기간		기술등급	
1	박혁순	2010년 05월 10일 ~ 2010년 06월 30일		시설주사	
2	최용진	2010년 05월 10일 ~ 2010년 06월 30일		시설주사보	
3					
4					
라. 참고사항					

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
<ul style="list-style-type: none"> • 점검 결과 총평 : 본 정밀점검 대상 배수지인 한남배수지 2지는 1958년에 준공되어 현재 까지 약 52년 동안 사용된 시설물로, 철근콘크리트 라멘식 구조로 이루어져있으며, 바닥 슬래브·벽체 및 기둥 일부에 시멘트 액체방수가 시공되어있고, 기타 상부슬래브 및 보에는 방수층 미시공 상태이다. 외관조사결과 각 부재에 발생된 손상들은 주로 전반적인 표면열화 및 철근노출, 박락, 파손, 재료분리, 방수물탈 박락, 배관 STS도장 표면부식등 손상이 부분적으로 발생된 상태로 조사되어 내구성 향상을 위한 전반적인 보수조치가 요구된다. • 건의 사항 : 본 배수지에 대한 정밀안전점검 결과(외관조사 및 각종 시험결과) 시설물의 안전등급은 “B” 등급으로 최종 판정 되었으며, 조사된 손상·결함부에 대하여는 장기적인 사용성과 내구성 확보를 위해 적절한 보수대책 적용과 효율적인 유지관리방안의 수립이 요구된다. 	점검책임자 : 박 혁 순

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생부재	상태평가결과	결함종류	보수·보강(안)
상부슬래브	b	재료분리	단면보수
		철근노출	철근방청 단면보수
보	b	재료분리 및 철근노출	철근방청 단면보수
기둥	c	재료분리	단면보수
내벽	b	녹물유출	철근방청 단면보수
		박락 및 파손	단면보수
		방수물탈 박락	표면보수
바닥슬래브	b	방수물탈 박락	표면보수
배관		STS도장 표면부식	녹제거+강제도장

나. 안전성 평가 결과

안전성 평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
-	-	해당사항없음	-	-

다. 내진성능 검토 수행여부

검토대상 부재	설계 적용 여부	결과	검토결과 요약
-	-	-	해당사항없음

라. 현장시험(비피괴 및 추가시험)

시 험 명	시험 부위	시험 결과	책임기술자 의견
반발경도	내부벽체	24.78 ~ 25.15	양호
	내부기둥	24.53 ~ 25.40	
철근배근탐사	상부슬래브	피복두께 : 53.0mm 배근간격 : 125 ~ 150mm	양호
	내부벽체	피복두께 : 66.0 ~ 77.0mm 배근간격 : 110.0 ~ 300.0mm	양호
	내부기둥	피복두께 : 36mm 주철근 : 3EA Hoop : 300mm	
탄산화시험	외부벽체	탄산화깊이 : 3.4mm	양호

위 치 도 및 전경



내부전경



외부전경

【목 차】

제 1 장 서 론	2
1.1 과업의 목적	2
1.2 과업의 범위 및 내용	2
1.3 과업수행 일정	5
1.4 대상시설물의 현황	6
1.5 사용장비 현황	7
1.6 기호의 정의	8
제 2 장 수집자료 및 분석	10
2.1 보수이력	10
2.2 진단 및 점검 이력	10
제 3 장 현장조사 및 시험	12
3.1 외관조사	12
3.2 내구성조사 시험 개요	16
3.3 콘크리트 내구성조사	16
제 4 장 시설물의 상태평가	19
4.1 상태평가 기준	19
4.2 상태평가 결과	19
제 5 장 종합평가	21
5.1 종합평가 기준	21
5.2 종합평가 결과	21
제 6 장 안전등급 지정	23
6.1 안전등급 기준	23
6.2 안전등급 지정	23

제 7 장 보수·보강 대책 및 유지관리방안	25
7.1 개요	25
7.2 보수대책	25
7.3 유지관리시 주요 점검사항	29
제 8 장 종합결론	31
8.1 개요	31
8.2 종합결론 및 제안사항	31

【 부 록 】

1. 손상위치도 및 손상현황표
2. Schmidt Hammer Test 측정자료
3. Ferro Scan 탐사자료
4. 현장 시험사진

제 1 장 서 론



- 1.1 과업의 목적
- 1.2 과업의 범위 및 내용
- 1.3 과업수행 일정
- 1.4 대상시설물의 현황
- 1.5 사용장비 현황
- 1.6 기호의 정의

제 1 장 서 론

1.1 과업의 목적

본 과업은 항 청소시 실시하는 자체 정밀점검 용역으로서 이전에 실시한 점검 및 진단시 발견된 결함의 진전 및 신규발생을 파악하여 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하며 시설물에 내재되어 있는 물리적·기능적 결함을 조사하여 안전성을 증대시키고 보수 보강방법을 제시하여 지속적인 시설물 유지관리에 만전을 기하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 과업의 범위

- 가. 자료수집 및 분석
- 나. 육안검사(배수지당 1개지 내부, 배수지 상부)
- 다. 비파괴 현장시험 : 배수지 내부 방식되어 있는 경우 밸브실에서 실시
 - 반발경도시험 : 3개소
 - 철근탐사 : 3개소
 - 탄산화시험 : 1개소
- 라. 상태평가
 - 시설물 기초와 주위 지반으로 구조에 미치는 영향분석
 - 구조물 외관조사 및 비파괴 현장시험, 재료시험 결과분석
 - 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 등급에 대한 소견
- 마. 종합평가
 - 시설물 종합평가 결과에 대한 소견
 - 안전등급 지정
- 바. 보수·보강방법 제시
- 사. 점검 보고서 작성

1.2.2 과업수행방법

- 가. 자료 수집 및 분석
 - 1) 배수지의 이력사항과 변형상태 조사분석

- 2) 배수지의 설계도면과 구조계산서 및 세부설계 내용의 분석
- 3) 시설물 관리부서의 안전점검 자료수집·분석
- 4) 설계도서 등, 보수·보강이력, 사고이력, 점검, 진단이력, 시설물관리대장 및 기타 관련자료 등 수집, 분석
- 5) 시설물의 유지관리를 철저히 하기 위한 시설물관리대장 작성에 필요한 자료 수집
- 6) 현장조사에 필요한 장비, 차량, 투입인력 등 사전계획 수립

나. 현장조사

- 1) 접근방법으로는 사다리 등을 사용하여 부재에 최대한 접근한 상태에서 조사한다.
- 2) 콘크리트의 균열, 박락, 철근부식, 방수층 상태로 구분하여 상태를 조사한다.
- 3) 배수지 내부 균열 발생부에 대해서는 발생 밀도, 누수 유무 및 단차 발생유무를 조사하여 부등침하 등의 외력에 의한 손상 발생 유무를 조사한다.
- 4) 배수지 상부 및 주변현황에 대한 조사를 실시한다.
- 5) 배수지 상부 조사 시에는 내부 손상과 연관하여 손상원인 분석을 위해 주변현황을 조사한다.
- 6) 배수지 내부 방식별 주요 조사내용

내부 방식 공법		주요 조사 내용	비 고
모르타르형 신 기술		- 방수층의 기포, 박락 및 용탈현상 발생 유무 - 균열의 방향, 폭 및 밀도 조사 - 철근부식에 의한 박리, 박락 및 철근노출 - 신축이음재 상태 및 누수 유무 등	공통
박층의 박 스	메탈록스, 강화유리	- 상부슬래브에 발생된 손상(공통사항) - 부착물(타일, 유리) 들뜸, 균열 및 탈락 유무 등	
	PE Lining	- 상부슬래브에 발생된 손상(공통사항) - 라이닝 파손 유무 - 라이닝 접속부 상태 조사 등	
	스테인리스	- 상부슬래브에 발생된 손상(공통사항) - 스테인리스 변형 및 부식 발생 유무 등	

다. 비파괴시험 및 상태평가

1) 콘크리트 강도시험(반발경도법)

: 슈미트 햄머에 의해 콘크리트 표면반발경도를 측정하는 방법임.

2) 콘크리트 내부 철근탐사시험 - 탄산화시험위치에서 피복두께 확인

: 표면에서 발사된 전자기파의 특성을 이용하여 철근의 위치, 방향, 피복두께를 추정한다.

3) 콘크리트 탄산화시험

: 탄산화 시험은 구조체에서 채취한 코어 또는 구조체 안전에 영향을 미치지 않는 부위를 선정 일부분을 파손하여 노출된 대상 측정면에 페놀프탈레인 1% 용액을 대상부위의 파단면에 분무하여 중성화 깊이를 측정하며, pH 8.2~10.0 범위의 중성에서는 변색하지 않고, pH10 이상의 알칼리성에서는 붉은색으로 발생하는데, 이때 표면에서 발색점까지의 깊이를 측정하며, 이를 탄산화 깊이로 한다.

4) 상태평가

: 시설물의 육안조사에 의한 외관상태 항목과 함께 내구성요소인 탄산화 및 염화물 항목도 포함하여 부재별로 상태등급을 매긴 후, 부재별 중요도를 고려한 가중치를 고려하여 전체 평가등급을 산정함.

라. 보수시기, 우선순위 및 적절한 보수·보강공법 제시

1) 보수·보강 공법 제시

- ① 육안조사 및 비파괴시험을 통하여 손상부위 및 부재 결정
- ② 보수·보강 공법 비교 분석을 통한 합리적인 보수·보강 공법 제시
- ③ 구조적 손상 발생시 정밀안전진단 필요성 검토

2) 손상의 등급에 따라 우선순위를 3순위로 분류하여 보수시기를 결정

- ① 1등급 : 손상의 정도가 심각하여 시설물의 안전성에 위해가 되는 경우로써 조속한 보수를 요하며, 보수시까지 단기적인 보수대책을 마련
- ② 2등급 : 구조물의 내하력 및 내구성 저하를 유발하지만 안전성에 위해가 없는 경우로써 발주자가 별도의 보수계획을 수립하여 보수를 시행
- ③ 3등급 : 비구조적인 손상으로써 구조물의 미관이나 보행자의 안전에 관련된 손상으로써 보수시기의 제한이 없을 경우

마. 시설물의 효율적인 유지관리방안 제시

- 1) 공용수명 연장을 위한 효율적인 유지관리 방안 제시
- 2) 기 보강되어 있는 부재의 유지관리 방안 검토
- 3) 관찰대상 결함에 대한 향후 유지관리방안 제시

1.2.3 과업수행기간

2010년 05월 10일 ~ 2010년 06월 30일

1.3 과업수행 일정

1.3.1 과업수행 절차

[표 1.3.1] 과업수행 주요 일정표

공 중	2010년도								비 고
	5월			6월					
	15	22	29	5	12	19	26	30	
1. 현장 답사 ·착수 및 예비답사 ·점검 및 보수이력 자료 수집 및 검토 ·현장조사 계획수립	■	■	■						-05/10 착수
2. 내구성 조사 ·외관조사 ·비파괴조사(콘크리트) ·조사결과 정리	■	■	■						
3. 측정결과 종합분석 ·상태평가 ·종합평가			■	■	■				
4. 보수보강 및 유지관리방안 제시 ·보수보강방안 제시 ·유지관리방안 제시 ·관리주체 협의					■	■	■	■	
5. 보고서 작성 ·최종 보고서작성 ·준공							■	■	-06/30 준공

1.4 대상시설물의 현황

본 정밀점검 대상 시설물인 한남배수지의 주요 현황은 다음 [표 1.4.1]과 같으며, 도면 및 시설물 현황을 이용하여 정밀점검시 기초자료로 활용하였다.

[표 1.4.1] 대상시설물 현황

구 분	한 남 배 수 지
시설용량	Q=700m ³ /일
규 격	1-1지: 7.0m×6.2m×4.0m, 1-2지: 10.0m×7.0m×4.0m, 2지: 12.4m×11.0m×4.0m
설치상태	매입형
표고	H.W.L 109m, L.W.L 105m
구조형식	철근콘크리트(RC조) 3지
준공년도	1-1지 : 1968년, 1-2지 : 1984, 2지 : 1958년
관리주체	서울특별시상수도사업본부 중부수도사업소
위 치	서울특별시 용산구 한남동 산 8-72

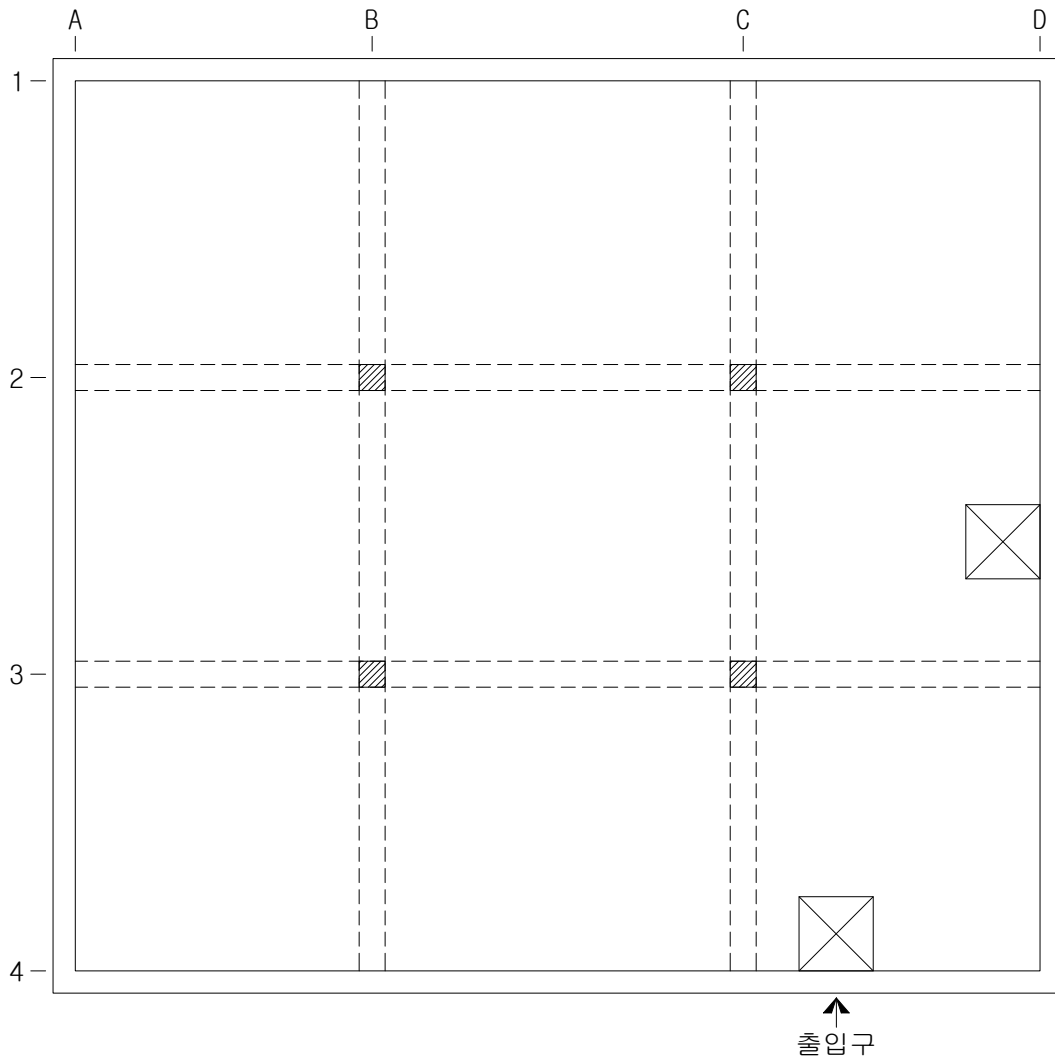
1.5 사용장비 현황

본 과업대상 시설물에 대한 정밀점검 수행을 위해 현장에 투입한 장비현황은 다음 [표 1.5.1]과 같다.

[표 1.5.1] 사용장비 현황

장 비 명	용 도	활 용 방 법	제 조 회 사
균열측정기 (Crack-Meter)	균열폭 측정	균열폭의 크기와 길이를 확대, 렌즈를 통하여 육안확인	Controls
반발경도 측정기 (Schmidt Hammer)	콘크리트 강도추정	약 3cm 간격에 20회 정도를 타격하여 그 값을 이용해 강도를 추정	Proceq
철근탐지기 (Ferrosan)	철근배근상태 피복두께 측정	본체와 연결된 스캐너를 이용하여 철근의 위치를 액정화면을 통해 측정	스위스 Hilti
페놀프탈레인용액 1%	탄산화깊이	구조체의 탄산화깊이 조사	국 산
카 메 라	사진촬영	주요 손상부위 및 현황에 대한 사진 촬영	국산(삼성)
망 원 경	원거리조사	원거리 및 근접조사 불가능 구간에 대한 확인작업 수행	렌즈-일본
발 전 기	전력공급	그라인더 작업이나 재하시험 등을 위한 전력공급장비	미 국

1.6 기호의 정의

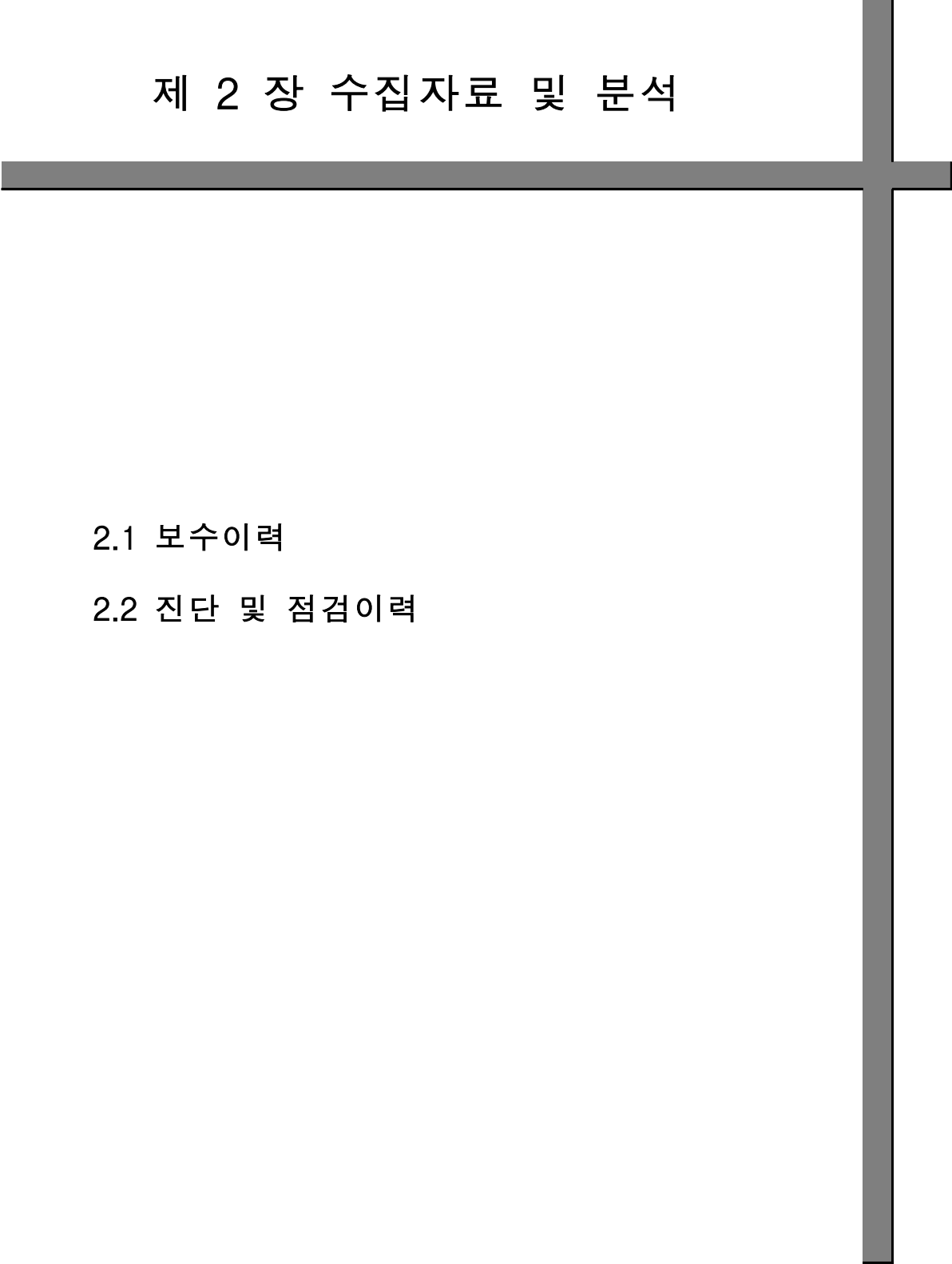


[그림 1.6.1] 한남배수지 2지 정밀외관조사 방향 설정도

[표 1.6.1] 부재 ID 부여도(각 지별)

부 재		명 칭	부재 ID	비 고
한 남 배수지 (2지)	상부슬래브 하면	철근콘크리트 슬래브	Slab(s)	
	벽 체	내 벽	A1~D1, A1~A4 A4~D4, D1~D4	평면기준
	도 류 벽	도류벽	-	평면기준
	기 등	Column	B2~B3 ~ C2~C3	평면기준

제 2 장 수집자료 및 분석



2.1 보수이력

2.2 진단 및 점검이력

제 2 장 수집자료 및 분석

2.1 보수이력

: 보수이력 없음.

2.2 진단 및 점검 이력

한남배수지의 진단 및 점검이력은 다음 [표 2.2.1]과 같다.

[표 2.2.1] 점검이력 현황

구 분	내 용	비 고
정밀안전진단 (2008. 12.)	<ul style="list-style-type: none"> • 상태평가 등급 : b등급(평가지수 : 4.26) • 안전성평가 등급 : a등급(평가지수 : 5.00) • 종합평가 등급 : B등급(평가지수 : 4.26) • 진단결과 총평 : <div style="padding-left: 20px;"> <p>본 정밀안전진단 대상시설물인 한남배수지의 각 부재별 발생한 손상들은 국부적 철근노출, 녹물유출 및 도장박락 등의 시공상, 재료특성상의 원인에 의해 발생한 비교적 경미한 상태의 결함으로 조사되었으며, 배수지 주변의 지표 지질조사를 통해 구조물의 지지층을 평가한 결과 전반적인 지지상태는 매우 양호한 것으로 평가되었으며, 콘크리트 강도조사, 철근배근상태조사, 중성화 심도분석, 염분함량시험 등 정밀조사결과 시공성과 및 공용상태에 따라 위치별로 다소의 차이는 있지만 전반적인 건전성은 양호한 것으로 판정되었다. 또한, 안전성평가를 위한 이론적 구조 해석 결과 모든 부재의 안전율은 그 기준치를 만족하고 있는 양호한 것으로 평가되었다.</p> </div> • 건의사항 : <div style="padding-left: 20px;"> <p>한남배수지의 종합 평가는 “B” 등급으로 최종 판정 되었으며, 향후 조사된 손상·결함부에 대하여는 장기적인 사용성과 내구성 확보를 위해 적절한 보수대책 적용과 효율적인 유지관리방안의 수립이 요구된다.</p> </div> 	대한민국 상이군경회

제 3 장 현장조사 및 시험



3.1 외관조사

3.2 내구성조사 시험 개요


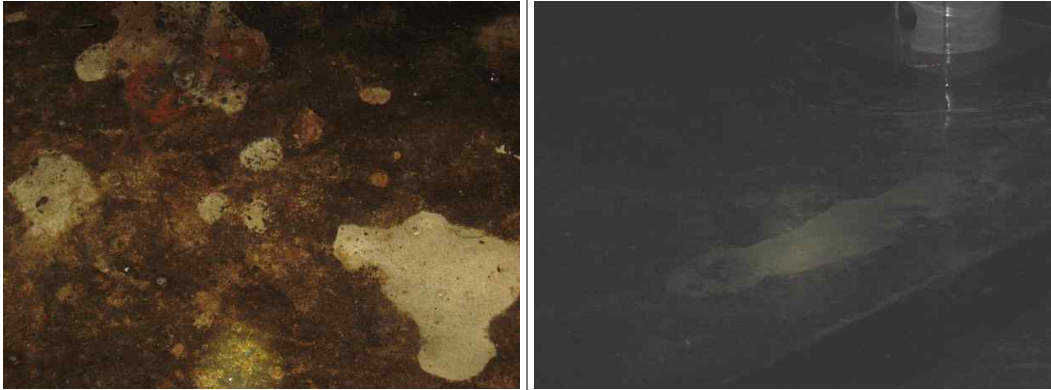

3.3 콘크리트 내구성조사

제 3 장 현장조사 및 시험

3.1 외관조사

3.1.1 배수지 내부(2지)

배수지 내부에 대한 외관조사는 2지에 한하여 실시하였다.

구 분	손 상 내 용	
상 부 슬래브	<ul style="list-style-type: none"> • 전반적으로 표면열화 상태이며, 방수층은 미시공 상태임. • 재료분리 1개소, 철근노출 3개소 발생. 	
바 닥 슬래브	<ul style="list-style-type: none"> • 전반적으로 표면열화 상태이며, 시멘트 액체방수 시공상태임. • 방수몰탈 박락 6개소 발생. 	
보	<ul style="list-style-type: none"> • 전반적으로 표면열화 상태이며, 방수층은 미시공 상태임. • 재료분리 및 철근노출 4개소 발생. 	

구 분	손 상 내 용	
기 등	<ul style="list-style-type: none"> • 전반적으로 표면열화 상태이며, 방수층은 하단부에 시멘트 액체방수 시공상태임. • 전체적 재료분리 4개소 발생. 	
내 벽	<ul style="list-style-type: none"> • 전반적으로 표면열화 상태이며, 시멘트 액체방수 시공상태임. • 녹물유출 26개소, 박락 및 파손 2개소, 방수몰탈 박락 3개소 발생. 	
내부배관 및 안전시설	<ul style="list-style-type: none"> • 배관표면은 STS도장이 시공되어 있으며, 표면부식 1개소 발생. • 출입 사다리는 안전망 미설치 및 수직형 사다리 설치. 	
평 가	<ul style="list-style-type: none"> • 2지 내부조사결과 공용년수 증가에 따른 전반적인 표면열화가 발생된 상태이며, 부분적인 재료분리, 철근노출, 녹물유출 및 기둥부재의 전반적 재료분리, 벽체 및 바닥슬래브의 방수몰탈, 배관 STS도장부의 표면부식등의 손상이 발생되어 장기적인 내구성 확보를 위해 적절한 보수가 필요할 것으로 판단됨. • 출입을 위한 사다리는 안전망 미설치 및 수직형 사다리로서, 안전사고 예방을 위해 안전사다리로 교체가 필요함. 	

3.1.2 배수지 외부

구 분	손 상 내 용	
배수지 상 부	<ul style="list-style-type: none"> 배수지 구조물 상부에는 30cm정도 복토되어 있으며, 잔디 식생 상태 및 환기구 상태는 전반적으로 양호한 것으로 조사됨. <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
배수지 주 변	<ul style="list-style-type: none"> 배수지 주변환경 및 배수로 상태는 전반적으로 양호한 것으로 조사됨. 외부인 출입방지를 위한 울타리 및 경비시설은 양호한 것으로 조사됨. <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
평 가	<ul style="list-style-type: none"> 배수지 상부 및 주변은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었고, 구조물의 안전에 영향을 미치는 요소는 없는 것으로 확인됨. 	

3.1.3 손상물량 집계

부재	손상내용	손상규모	단위	발생개소	비고
상부슬래브	재료분리	1.50	m ²	1	
	철근노출	0.03	m ²	3	
보	재료분리 및 철근노출	0.42	m ²	4	
기둥	재료분리	8.00	m ²	4	
내벽	녹물유출	26.00	EA	26	
	박락 및 파손	0.34	m ²	2	
	방수몰탈 박락	4.02	m ²	3	
바닥슬래브	방수몰탈 박락	16.84	m ²	6	
배관	STS도장 표면부식	2.40	m ²	1	

3.1.4 정밀외관조사 결과 평가

- 배수지 내부 구조는 철근콘크리트 라멘식 구조로서 상부 및 바닥슬래브, 기둥, 보로 구성되어 있으며, 바닥슬래브, 벽체 및 기둥 일부에 시멘트 액체방수가 시공되어있고, 기타 상부슬래브 및 보에는 방수층 미시공 상태이며, 현장조사는 2지층에서 실시하였다. 현장조사 결과 전차년도 정밀안전진단 이후 보수조치는 이루어지지 않은 상태이며, 전반적으로 기 점검결과와 유사한 형태의 손상이 조사되었다. 외관조사결과 각 부재에 발생한 손상들은 주로 전반적인 표면열화 및 철근노출, 박락, 파손, 재료분리, 방수몰탈 박락, 배관 STS도장 표면부식등 시공초기에 발생할 수 있는 일반적인 손상과 공용중 발생할 수 있는 손상으로 조사되었다.
- 또한 배수지 외부에 대한 조사결과 배수지 상부 및 주변은 전반적으로 양호한 상태로서 구조물의 안전에 영향을 미치는 요소는 없는 것으로 조사되었다.
- 배수지 내부에 발생한 손상은 전반적으로 구조적 원인에 의해 발생한 손상이 아니라 공용중 노후에 의해 발생한 것으로 판단되며, 장기적인 내구성 확보를 위한 적절한 보수 대책(안) 수립 및 효율적인 유지관리 방안이 이루어 진다면 구조물의 안전성 및 사용성 저하는 없을 것으로 사료된다.
- 배수지 내부 수직사다리는 안전사고 예방을 위한 교체가 필요할 것으로 판단되며, 배수지 주변 옹벽 및 배수로 상태는 대체적으로 양호한 상태이고, 배수지 주변 방호울타리의 시공 및 외관상태 또한 양호한 것으로 조사되었다.

3.2 내구성조사 시험 개요

시설물의 구성 재료에 대한 내구성평가는 주재료인 콘크리트 및 철근의 재료적 건전성을 평가하고, 각 부재에 발생된 손상에 대해 그 원인을 분석하는 기본 자료로 활용할 수 있도록 하였으며, 시설물의 장기적인 내구성, 사용성 및 안전성 등을 평가하기 하여 본 조사를 수행하였다.

내구성평가는 시설물의 구조형식, 연장 및 주변 환경 등을 종합적으로 검토하여 시험수행 횟수, 대상 및 범위 등을 결정하였으며, 주요 시험 항목은 다음[표 3.2.1]과 같다.

[표 3.2.1] 비파괴 정밀조사 수행내용

시설물	시험구분		시험장비	개소	비고
콘크리트	콘크리트 강도시험	반발경도시험	Schmidt Hammer	4개소	
	철근 배근탐사시험		Ferro Scan	4개소	
	탄산화 시험		페놀프탈레인 1%용액	1개소	

3.3 콘크리트 내구성조사

3.3.1 반발경도시험

가. 반발경도 시험결과

위치	반발경도			습윤보정	기준경도 (R ₀)	추정강도(MPa)		재령계수	평균강도 (MPa)	비고	
	평균치	타격각도	보정계수			산식(1)	산식(2)				
배수지	내부벽체 #1	38.75	0°	0.00	5.0	43.75	37.56	41.10	0.63	24.78	
	내부벽체 #2	39.35	0°	0.00	5.0	44.35	38.32	41.53	0.63	25.15	
	내부기둥 #1	38.35	0°	0.00	5.0	43.35	37.05	40.81	0.63	24.53	
	내부기둥 #2	39.75	0°	0.00	5.0	44.75	38.83	41.81	0.63	25.40	

나. 반발경도 시험결과 분석

배수지에 대한 반발경도 시험결과 평균강도는 24.97MPa로 측정되어 전반적으로 강도부족에 의한 구조적 불안정요소는 없을 것으로 판단된다.

3.3.2 철근배근탐사

가. 철근배근 탐사결과

구분	부재	위 치	철근종류	탐사결과(mm)		NO.	비 고
				배근간격	피복두께		
배수지 내부	상 부 슬래브	C~D×1~2	주철근	125.0	53.0	FS.1	
			배력근	150.0			
	벽 체	B~C×4	수직철근	110.0	77.0	FS.2	
			수평철근	300.0			
		A×3~4	수직철근	115.0	66.0	FS.3	
			수평철근	300.0			
	기 등	C×3	주철근	3EA	36.0	FS.4	탄산화 시험
			Hoop	300.0			

나. 철근배근 탐사결과 분석

철근탐사 시험결과 철근배근 간격 및 피복두께는 타설압 및 내부 환경조건에 의한 기계적인 오차 영향으로 일부 불규칙한 것으로 분석되었으나, 전반적인 피복두께의 확보 상태나 철근배근 간격은 양호하게 시공된 것으로 평가되었다.

3.3.3 탄산화시험

가. 탄산화 시험결과

구분	부재	조사 년도	경과 연수	탄산화깊이 (mm)		철근 피복 (mm)	평가	등급	비 고
				실측치	계산치				
배수지	내부 기등	2010	27	3.4	19.4	36.0	경미	b	

나. 탄산화 시험결과 분석

배수지 내부기등에 대한 탄산화시험 결과 이론적 탄산화 깊이 및 철근피복두께 이하의 범위로 측정되어 탄산화에 의한 철근부식 가능성은 없는 것으로 평가되었다.

제 4 장 시설물의 상태평가

A decorative graphic consisting of a thick horizontal line and a thick vertical line intersecting at a right angle, forming a crosshair shape. The horizontal line is positioned below the chapter title, and the vertical line is positioned to the right of the chapter title, extending from the top of the page to the bottom.

4.1 상태평가 기준

4.2 상태평가 결과

제 4 장 시설물의 상태평가

4.1 상태평가 기준

상태평가 기준	a	b	c	d	e
평가점수 범위	$4.5 \leq x < 5.0$	$3.5 \leq x < 4.5$	$2.5 \leq x < 3.5$	$1.5 \leq x < 2.5$	$1.0 \leq x < 1.5$

4.2 상태평가 결과

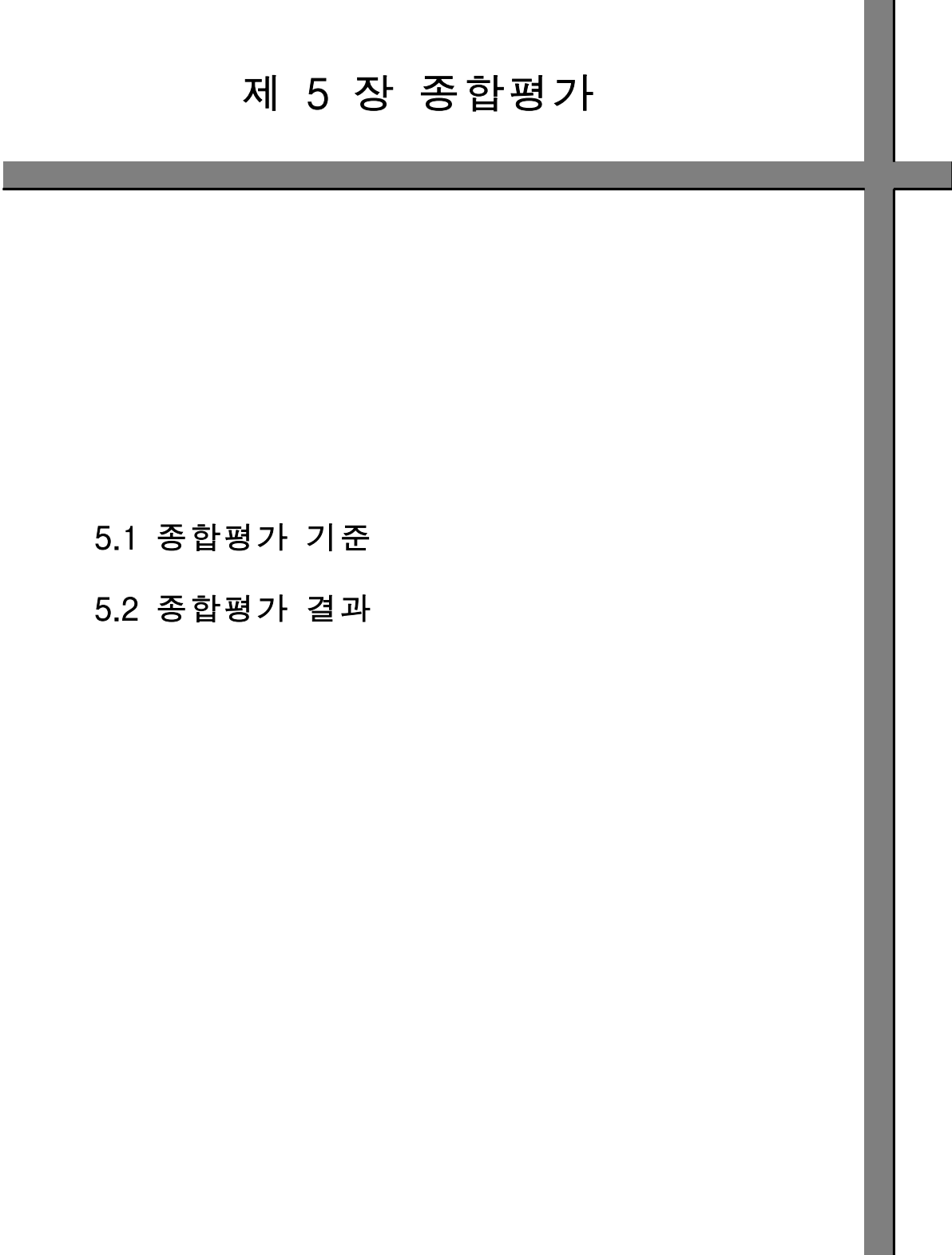
4.2.1 복합부재 상태평가

복합부재명	한남배수지 2지		개별시설물명		한남배수지 2지	
복합부재형식	철근콘크리트 구조					
개별부재구분	상태평가 등급	상태평가 지수 (E_{c2})	조정계수 (A)	중요도 (W, %)	조정값 ($P=A \times W$)	계산값 ($E_{c2} \times P$)
바닥슬래브	b	3.90	2	20	40	156
상부슬래브	b	4.40	2	10	20	88
내 벽	b	3.90	2	25	50	195
보	b	4.40	2	20	40	176
기둥	c	3.00	3	25	75	225
합계(Σ)				100	225	840
상태평가결과	1. 복합부재 상태평가지수(E_{c3}) = $\Sigma(E_{c2} \times P) / \Sigma P =$ 2. 복합부재 상태평가등급 =					3.73 b등급

4.2.2 개별시설물 상태평가

개별시설물명	한남배수지 2지			
개별시설물형식	철근콘크리트 구조			
복합부재구분	상태평가등급	상태평가지수 (E_{c3})	규모(S,m ²)	계산값($E_{c3} \times S$)
2지	b	3.73	545	2,035
합계(Σ)			545	2,035
상태평가결과	1. 복합부재 상태평가지수(E_{c3}) 중 최소 값(Min) = 3.73 2. 복합부재 상태평가지수(E_{c3}) 중 최대 값(Max) = 3.73 3. $V_1 = 0.3 \times (Max - Min) =$ 0 4. $V_2 = \Sigma(E_{c3} \times S) / 5 \Sigma S =$ 0.7 5. 개별시설물의 상태평가지수(E_{c4}) = $Min + V_1 \times V_2 =$ 3.73 6. 개별시설물의 상태평가등급 = B등급			

제 5 장 종합평가

A decorative graphic consisting of a thick horizontal line and a thick vertical line intersecting at a right angle, forming a crosshair shape. The horizontal line is positioned below the chapter title, and the vertical line is positioned to the right of the chapter title, extending from the top of the page to the bottom.

5.1 종합평가 기준

5.2 종합평가 결과

제 5 장 종합평가

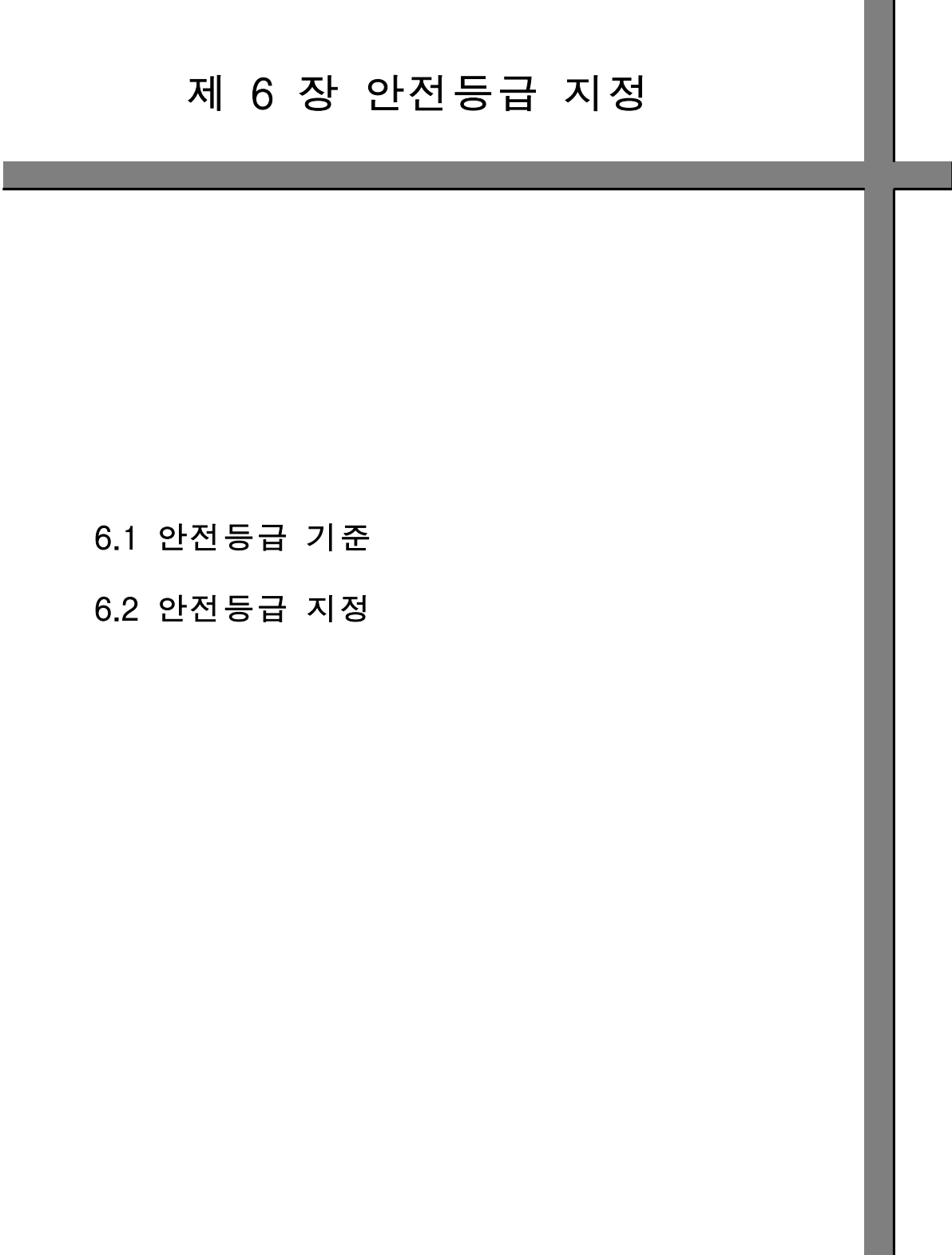
5.1 종합평가 기준

종합평가 기준	평가점수범위	평가 내용
A	$4.5 \leq x < 5.0$	문제점이 전혀 없는 상태
B	$3.5 \leq x < 4.5$	기능발휘에는 지장이 없으나, 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태
C	$2.5 \leq x < 3.5$	전체적으로 시설물의 안전에는 지장이 없으나 보통의 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 주요부재의 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D	$1.5 \leq x < 2.5$	주요부재에 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내하력, 내구성 및 기능성 저하방지를 위한 대규모의 보수 또는 보강이 필요한 상태
E	$1.0 \leq x < 1.5$	주요부재에 심각한 손상, 결함, 열화 등의 발생으로 인해 시설물의 안전에 위험이 있어 사용제한이 시급한 경우로서 임시조치 후 사용하거나 즉각 사용금지 또는 보강·개축이 필요한 상태

5.2 종합평가 결과

시설물명	한남배수지			
종합평가결과	상태평가지수 (E_{c4})	안전성평가지수 (E_{s1})	종합평가지수 (E_{t1})	종합평가등급
	3.73	-	3.73	B 등급

제 6 장 안전등급 지정



6.1 안전등급 기준

6.2 안전등급 지정

제 6 장 안전등급 지정

6.1 안전등급 기준

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 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 시설물 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

6.2 안전등급 지정

한남배수지			
상태평가지수 (E _{c4})	안전성평가지수 (E _{s1})	종합평가지수 (E _{t1})	종합평가등급
3.73	-	3.73	B 등급
			B (양호)

제 7 장 보수·보강 대책 및 유지관리방안



7.1 개요

7.2 보수대책 수립

7.3 유지관리방안

제 7 장 보수·보강 대책 및 유지관리방안

7.1 개요

본 정밀점검 대상 배수지인 한남배수지 2지는 1958년에 준공되어 현재까지 약 52년 동안 사용된 시설물로, 철근콘크리트 라멘식 구조로 이루어져있으며, 바닥슬래브·벽체 및 기둥 일부에 시멘트 액체방수가 시공되어있고, 기타 상부슬래브 및 보에는 방수층 미시공 상태이다. 외관조사결과 각 부재에 발생된 손상들은 주로 전반적인 표면열화 및 철근노출, 박락, 파손, 재료분리, 방수몰탈 박락, 배관 STS도장 표면부식등 손상이 부분적으로 발생된 상태로 조사되었다.

또한, 내구성 평가 결과는 재료의 건전성이 확보되어 있는 것으로 분석되어, 금회 조사된 손상부분에 대한 적절한 보수대책 적용으로 향후 사용성이나 내구성 확보에는 큰 문제가 없을 것으로 판단되어 기 조사된 주요 손상부분의 물량 및 보수대책을 다음과 같이 제안한다.

7.2 보수대책

7.2.1 보수대책 방안 수립

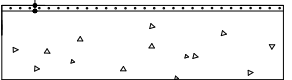
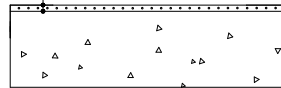
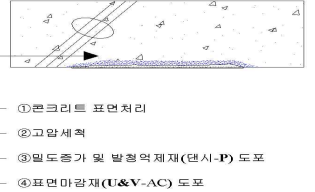
본 과업대상 시설물에 발생된 손상에 대한 보수는 현상태의 내하력, 내구성, 기능성 등의 성능을 만족시킬 수 있는 보수대책 적용이 필요한 상태이다.

따라서 본 정밀점검에서는 배수지 시설물에 대한 상태평가를 토대로 다음과 같은 보수방안을 제안하는 바이며, 손상별 우선순위를 선정하였다.




[표 7.2.1] 보수·보강 우선순위 및 조치사항

우선순위	내 용	조치사항
1순위	- 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 능력저하가 유발되고 있는 경우 - 사용성에 큰 불편을 초래하는 경우	긴급보수
2순위	- 손상 방치시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우 - 내구성능 향상이 필요한 경우	일상보수
3순위	- 발생된 손상이 경미하여, 점검만으로도 유지관리가 가능한 경우	일상점검

7.2.3 표면 방수 공법 비교 : 모르타르형 신기술 공법

구분	제 1 안	제 2 안	제 3 안	제 4 안
공법명	리플래시 공법(신기술 제330호)	크로스(Cros) 공법(신기술 288호)	코로실 공법(신기술 제345호)	리폼시스템(신기술477호,특허 제0220563호)
공법개요	친수성폴리머와 특수미립시멘트로 구성되고, 특히 습윤면에 대한 부착성능이 우수한 무기질단면 피복재 및 항균생개질재와의 복합에 의한 열화된 RC구조물의 방식 및 보수하는 공법	방청복합 알카리회복제와 아질산계 분말 방청제 혼입 폴리머 시멘트 모르타르를 병용사용하여 중성화 및 염해등에 의해 손상된 RC구조물을 보수하는 공법	콘크리트 표면에 강력접착제와 금속혼합물을 복합화하여 상온에서 콘크리트표면에 접착시키는 공법	제강슬래그를 재활용한 구상형 용융슬래그 골재를 사용, 모르타의 유동성 향상, 코어셀 중합반응 수성아크릴계 폴리머를 사용, 균열 저항성 증대, 고강도, 고내구성 폴리머 시멘트 모르타 단면복구 후 방수 방식재를 도포하여 마감하는 환경친화적인 보수공법
장점	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 습윤면에 대한 부착강도 우수 (특히 제 180759호) ▷ 내약품성 우수, 인체에 무해 ▷ 균열부 콘크리트 방청, 중성화 및 염해방지 기능 ▷ 무기계재료, 모체와 일체거동 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 부식철근 아질산 방청성분에 의한 철근 부동태 재생, 방청 ▷ 콘크리트 표면 강화 ▷ 방청표면 피복제, CO₂가스, 산소, 수분차단 ▷ 환경 친화적인 수성제품 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 내약품성, 부착착력 우수 ▷ 내오염성, 시공성, 색상보존성 우수 ▷ 내충격성 및 내진성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 바탕재의 종류와 상관없이 접착성이 우수 ▷ 별도의 환기 장치가 필요없고(무용제형) 환경오염, 독성이 없음 ▷ 셀프레벨링성으로 도포성 우수 ▷ 내마모, 내화학적 우수 ▷ 상수도 음용수 용출시험 합격
단점	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 공정이 다소 복잡하여 시공전문가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 환경 친화적인 수성제품 ▷ 온도가 낮으면 시공성이 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 혼합이 까다로움 ▷ 전문교육을 받은 시공전문가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 재료의 특성상 전문기술자 필요 ▷ 시공시 온도 및 습도에 유의
공정순서	<ol style="list-style-type: none"> 1. 표면처리 2. 고압수세정 3. RH 프라이머 A도포 4. RH 방실판복처리 5. RH TOP코트 도포(C) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 콘크리트 면갈이 2. 고압수 세척 3. 수성표면강화제 도포 200g/m2 4. 방청표면피복재 시공 2mm 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 표면처리 2. 1차 도포(점착제) 3. 2차 도포(점착제+금속혼합물) 4. 3차 도포(점착제+금속혼합물) 	 <ol style="list-style-type: none"> ①콘크리트 표면처리 ②고압세척 ③밀도증가 및 방청억제제(면시-P) 도포 ④표면마라재(U&V-AC) 도포
내구연한	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 내구연한 : 15~20년(배수지) ▷ 최초실적 : 면목배수지(2001년) 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 내구연한 : 10년(대기중) ▷ 최초실적 : 흥은배수지(2004년) 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 내구연한 : 20년(해수) ▷ 최초실적 : 월산1,2배수지(2002년) 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 내구연한:15~20년 ▷ 최초실적:기흥2, 구성배수지(2003)
시공사례	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 명장정수장 ▷ 만리배수지 ▷ 오금배수지 ▷ 증산배수지 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 월계배수지 ▷ 우장산배수지 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 개봉배수지 ▷ 송화배수지 ▷ 김포배수지 ▷ 남산소배수지 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 상하수도 관련 시설물 다수에 적용 사례 (50여건)
공사비	58,837원/m ²	41,892원/m ²	60,803원/m ²	39,642원/m ²
사용성	양호	양호	양호	양호

7.2.4 표면 방수 공법 비교 : 박층의 박스시공법

구 분	제 5 안	제 6 안	제 7 안
공 법 명	PE Lining 공법(특허 제0274220호)	메탈록스 공법(특허 제0400700호)	스테인리스 발수공법(기존공법) (실용신안 0389944, 0420749호)
공 법 개요	콘크리트 벽체에 PS SHEET를 내려 상단부분에 앵커로 고정, 연결부분은 PE 자동유착기로 열융착하는 방식	금속성고광택유약 판넬과 수성텍스트린-몰탈 접착제를 이용한 수처리구조물의 방수, 방식 및 표면처리를 포함하는 공법.	콘크리트 벽체에 평철 설치 후 셋트앵커를 이용하여 고정, 용접하는 방식
특 징	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 내식성이 강한 재질로 항상 깨끗한 물을 저장할 수 있는 장점 확보 ▷ 유지관리시 손상에 대한 육안확인이 불가 ▷ 방수층 국부 손상 발생시 확인이 불가 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 무기질재료를 사용하여 친환경적이고 내구성이 우수하다. ▷ 수경성재료로 습윤한 상태에서 시공성이 좋다. ▷ 구체와 일체형으로 구조물의 보강효과가 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 견고하고 깨끗한 외관으로 깨끗한 물을 저장 가능 ▷ 년 2회 이상 청소하여야 함 ▷ 가격이 타 공법에 비해 다소 고가임 ▷ 유지관리시 콘크리트면에 대한 손상 진행성 파악 불가
시 공 현 황			
시 공 실 적	▷ 뚝도정수장, 고산정수장 등	▷ 김포저수조	▷ 가회배수지(2005년)
내 구 연 한	▷ 반영구적(염소, 불소에 부식이 발생되지 않음)	▷ 반영구적(염소, 불소에 부식이 발생되지 않음)	▷ 반영구적이나 부식방지용 코팅실시 요망
공 사 비	88,000원/m ²	88,000원/m ²	179,000원/m ²
사 용 성	양 호	양 호	양 호

7.2.5 주요 손상 및 보수물량 산출결과

[표 7.2.2] 보수물량 산출결과

부재		손상내용	보수 물량	단 위	보수공법	우선 순위
배수지 내부	상부 슬래브	재료분리	1.80	m ²	단면보수	2순위
		철근노출	0.04	m ²	철근방청 단면보수	2순위
	보	재료분리 및 철근노출	0.50	m ²	철근방청 단면보수	2순위
	기둥	재료분리	9.60	m ²	단면보수	2순위
	내벽	녹물유출	0.31	m ²	철근방청 단면보수	2순위
		박락 및 파손	0.41	m ²	단면보수	2순위
		박락 및 파손	0.34	m ²	표면보수	2순위 (전체방수층)
	바닥 슬래브	방수몰탈 박락	4.02	m ²	표면보수	2순위 (전체방수층)
	배관	STS도장 표면부식	2.88	m ²	녹제거+강제도장	2순위

- ※ 시공초기에 시행된 방수층은 전반적인 손상(방수층 열화, 박락, 파손등)이 발생되어 있어 현재 방수기능이 저하되고 있는 상태인 것으로 판단됨
- ※ 또한, 이러한 방수기능 저하상태를 장기적으로 방치할 경우 콘크리트에 발생되어 있는 일부 균열이나 콘크리트 취약부분을 통해 누수가 발생될 수 있고 특히, 장기적인 콘크리트 열화의 요인으로 작용할 수 있으므로 본 보고서상에서 제시되어 있는 적절한 공법적용(표면처리 및 방수공법)의 전반적인 적용이 필요할 것으로 사료됨
- ※ 전체 방수층을 제외한 보수물량은 20% 할증을 적용함.

7.3 유지관리시 주요 점검사항

본 배수지에 대한 정밀점검결과 조사된 손상부에 대해서는 향후 사용성, 안전성 확보를 위해서는 적절한 보수·보강이 필요한 것으로 판단된다. 주요 손상부위에 대해서는 전 절에서 제안한 방법에 의해 보수·보강을 실시한 후 공용기간 동안 지속적인 유지관리를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

본 시설물에 대한 주요 유지관리 사항은 다음과 같다.

- 1) 본 배수지 구조물에 발생한 손상들은 주로 시공초기 손상과 오랜 공용기간을 통한 재료적 특성에 의해 발생한 손상으로 판단되었으며, 기 발생한 부재별 발생한 손상에 대해 그 손상원인 및 진행성 여부를 현시점에서 판단할 수 없는 상태이므로 본 점검결과를 향후 유지관리시 기초자료로 활용할 것을 제안함
- 2) 본 점검결과에 따라 제시된 부재별 보수가 실시된 부위에 대해서는 보수부 재 손상 및 추가손상 발생 유무에 대한 정기 점검 시 지속적인 관찰이 필요할 것으로 판단됨
- 3) 또한, 유지관리 대장 작성시 보수위치 및 추가손상 발생위치를 객관적으로 표시하기 위해서는 본 점검시 작성된 손상위치도를 기준으로 사용하여 객관적인 위치확인이 될 수 있도록 작성이 필요할 것으로 판단됨
- 4) 정기점검은 구조물의 공용기간 동안 지속적인 관찰이 필요하며 구조물 특성상 정기점검은 항 청소시 배수지 내부에 대한 육안점검이 필요할 것으로 판단됨

제 8 장 종합결론



8.1 개요

8.2 종합결론 및 제안사항

제 8 장 종합결론

8.1 개 요

본 배수지에 대한 수집자료 분석, 정밀외관조사 및 비파괴 정밀조사 결과를 이용하여 시설물의 현 상태를 정확히 분석·평가하고 시설물의 손상정도와 노후화 정도에 대한 기록을 수행하였으며, 주요 손상부분에 대해서는 손상위치도와 사진촬영 등을 통해 그 정도를 기록하였고, 손상부분에 대한 내구성 향상을 위해 적절한 보수·보강대책 및 유지관리 방안을 제시하였다.

8.2 종합결론 및 제안사항

- 1) 본 과업은 항 청소시 실시하는 자체 정밀점검 용역으로서 이전에 실시한 점검 및 진단시 발견된 결함의 진전 및 신규발생을 파악하여 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하며 시설물에 내재되어 있는 물리적·기능적 결함을 조사하여 안전성을 증대시키고 보수 보강방법을 제시하여 지속적인 시설물 유지관리에 만전을 기하기 위해 정밀점검을 실시하였다.
- 2) 본 정밀점검 대상 배수지인 한남배수지 2지는 1958년에 준공되어 현재까지 약 52년 동안 사용된 시설물로, 철근콘크리트 라멘식 구조로 이루어져있으며, 바닥 슬래브·벽체 및 기둥 일부에 시멘트 액체방수가 시공되어있고, 기타 상부슬래브 및 보에는 방수층 미시공 상태이다. 외관조사결과 각 부재에 발생된 손상들은 주로 전반적인 표면열화 및 철근노출, 박락, 파손, 재료분리, 방수물탈 박락, 배관 STS도장 표면부식등 손상이 부분적으로 발생된 상태로 조사되어 내구성 향상을 위한 전반적인 보수조치가 요구된다.
- 3) 비파괴시험을 통한 콘크리트 강도조사, 철근배근상태조사, 탄산화 심도분석 등 정밀조사결과 시공성과 및 공용상태에 따라 위치별로 다소의 차이는 있지만 전반적인 건전성은 양호한 것으로 판정되었다.
- 4) 본 배수지에 대한 정밀안전점검 결과(외관조사 및 각종 시험결과) 시설물의 안전등급은 "B" 등급으로 최종 판정 되었으며, 조사된 손상·결함부에 대하여는 장기적인 사용성과 내구성 확보를 위해 적절한 보수대책 적용과 효율적인 유지관리방안의 수립이 요구된다.