


관 리 번 호

한남배수지외 3개소 정밀점검용역  
**점 검 보 고 서**

---

**【남 산 소 배 수 지】**

2010. 06.

**서울시중부수도사업소**

# 남산소배수지(2지) 정밀점검 결과표

## 1. 기본현황

<b>가. 일반현황</b>					
용역명	한남배수지외 3개소 정밀점검용역	점검기관	서울시중부수도사업소		
관리주체명	서울시중부수도사업소	점검책임자	박혁순		
공동수급	-	계약방법	자체점검		
시설물구분	상하수도, 폐기물매립시설	종류	지방상수도	중별	2종
준공일	1940년	점검금액(천원)	-	안전등급	B
시설물위치	서울특별시 용산구 후암동 산1-1번지	시설물규모	1,100m <sup>3</sup> /일		
<b>나. 점검 실시결과 현황</b>					
중대결함	없음				
점검 주요결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 배수지 내부 구조는 철근콘크리트 라멘식 구조로서 2지 내부에 대한 현장조사 결과 방수층은 2005년도에 배수지 내부 방수층에 대한 방식 보수가 완료된 상태로 방수층 용탈현상은 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 외관조사결과 각 부재에 발생된 손상들은 주로 녹물유출, 철근노출 및 부식, 박락, 방수도장 기포 및 배관부 표면부식등 시공초기에 발생할 수 있는 일반적인 손상과 공용중 발생할 수 있는 손상이 사되었다.</li> <li>◦ 비파괴시험을 통한 콘크리트 강도조사, 철근배근상태조사, 탄산화 심도분석 등 정밀조사결과 시공성과 및 공용상태에 따라 위치별로 다소의 차이는 있지만 전반적인 건전성은 양호한 것으로 판정되었다.</li> </ul>				
주요 보수·보강	◦ 철근방청 단면보수, 단면보수, 표면보수, 녹제거+강제도장 등				
<b>다. 책임(참여)기술자 현황</b>					
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					
5					
<b>라. 참고사항</b>					

## 2. 결과 요약

책임기술자 종합의견	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>점검 결과 총평</b> : 본 정밀점검 대상 배수지인 남산소배수지는 1940년에 준공되어 현재까지 약 70년 동안 사용된 시설물로, 철근콘크리트 라멘식 구조로 이루어져있으며, 구조물 내부는 상부슬래브, 벽체, 기둥 및 보에서 전반적으로 방수층에 대한 방수보수가 완료된 상태로 방수층 용탈현상은 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 현장조사결과 국부적 철근노출 및 부식, 녹물유출, 방수도장 기포, 박락 및 배관부 표면부식등 비교적 경미한 상태의 손상이 조사되어 일부 내구성 저하 방지를 위한 보수조치가 요구된다.</li> <li>• <b>건의 사항</b> : 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.</li> </ul>	<p>점검책임자 : 박 혁 순</p>

### 가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강			상태평가 결과 : B
결함발생부재	상태평가결과	결함종류	보수·보강(안)
상부슬래브	b	녹물유출	철근방청 단면보수
		방수도장 박락	표면보수
		철근노출, 부식	철근방청 단면보수
바닥슬래브	b	녹물유출	철근방청 단면보수
		방수도장 기포	표면보수
보	b	녹물유출	철근방청 단면보수
		철근노출, 부식	철근방청 단면보수
기둥	b	시편채취부 미보수	표면보수
		방수도장 기포	표면보수
내벽	b	녹물유출	철근방청 단면보수
		박락	단면보수
		방수도장 미세기포	표면보수
배관	b	표면부식	녹제거+강재도장

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(비파괴 및 추가시험)

시험명	시험부위		시험결과	책임기술자 의견
반발경도	외부벽체		23.03 ~ 24.06	양호
철근배근탐사	내부	벽체	피복두께 : 63 ~ 80mm 배근간격 : 125 ~ 290mm	양호
		기둥	피복두께 : 56 ~ 59mm 주철근 : 2EA	양호
	외부	벽체	피복두께 : 61mm 배근간격 : 200mm	양호
탄산화시험	외부벽체		탄산화깊이 : 4.2mm	양호

# 위치도 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 .....	27
제 8 장 종합결론 .....	29
8.1 개요 .....	29
8.2 종합결론 및 제안사항 .....	29

**【 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	
<b>1. 현장 답사</b> ·착수 및 예비답사 ·점검 및 보수이력 자료 수집 및 검토 ·현장조사 계획수립	■	■	■						-05/10 착수
<b>2. 내구성 조사</b> ·외관조사 ·비파괴조사(콘크리트) ·조사결과 정리	■	■	■						
<b>3. 측정결과 종합분석</b> ·상태평가 ·종합평가			■	■	■				
<b>4. 보수보강 및 유지관리방안 제시</b> ·보수보강방안 제시 ·유지관리방안 제시 ·관리주체 협의					■	■	■	■	
<b>5. 보고서 작성</b> ·최종 보고서작성 ·준공							■	■	-06/30 준공

## 1.4 대상시설물의 현황

본 정밀점검 대상 시설물인 남산소배수지의 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	남 산 소 배 수 지
시설용량	Q=1,100m <sup>3</sup> /일
규 격	25.0m×10.0m×5.0m
설치상태	매입형
표고	H.W.L 132m, L.W.L 128m
구조형식	철근콘크리트(RC조) 2지
준공년도	1940년
관리주체	서울특별시상수도사업본부 중부수도사업소
위 치	서울특별시 용산구 후암동 산1-1번지

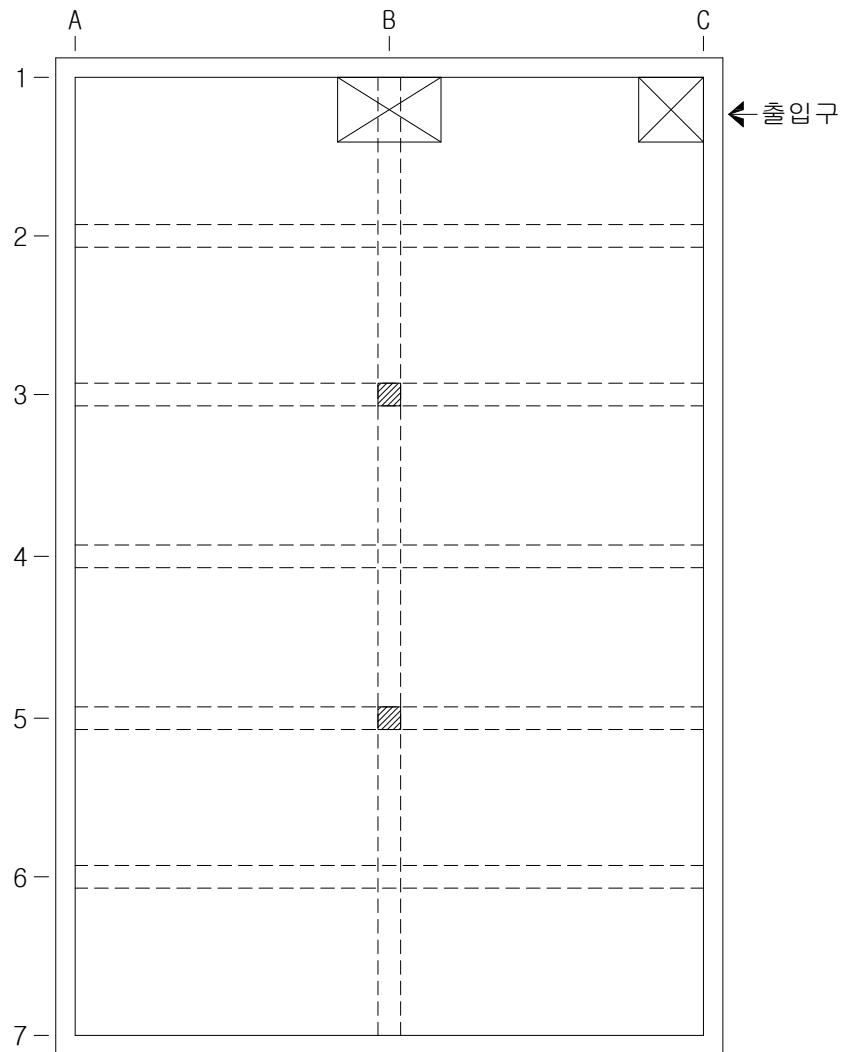
### 1.5 사용장비 현황

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 (Ferroskan)	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

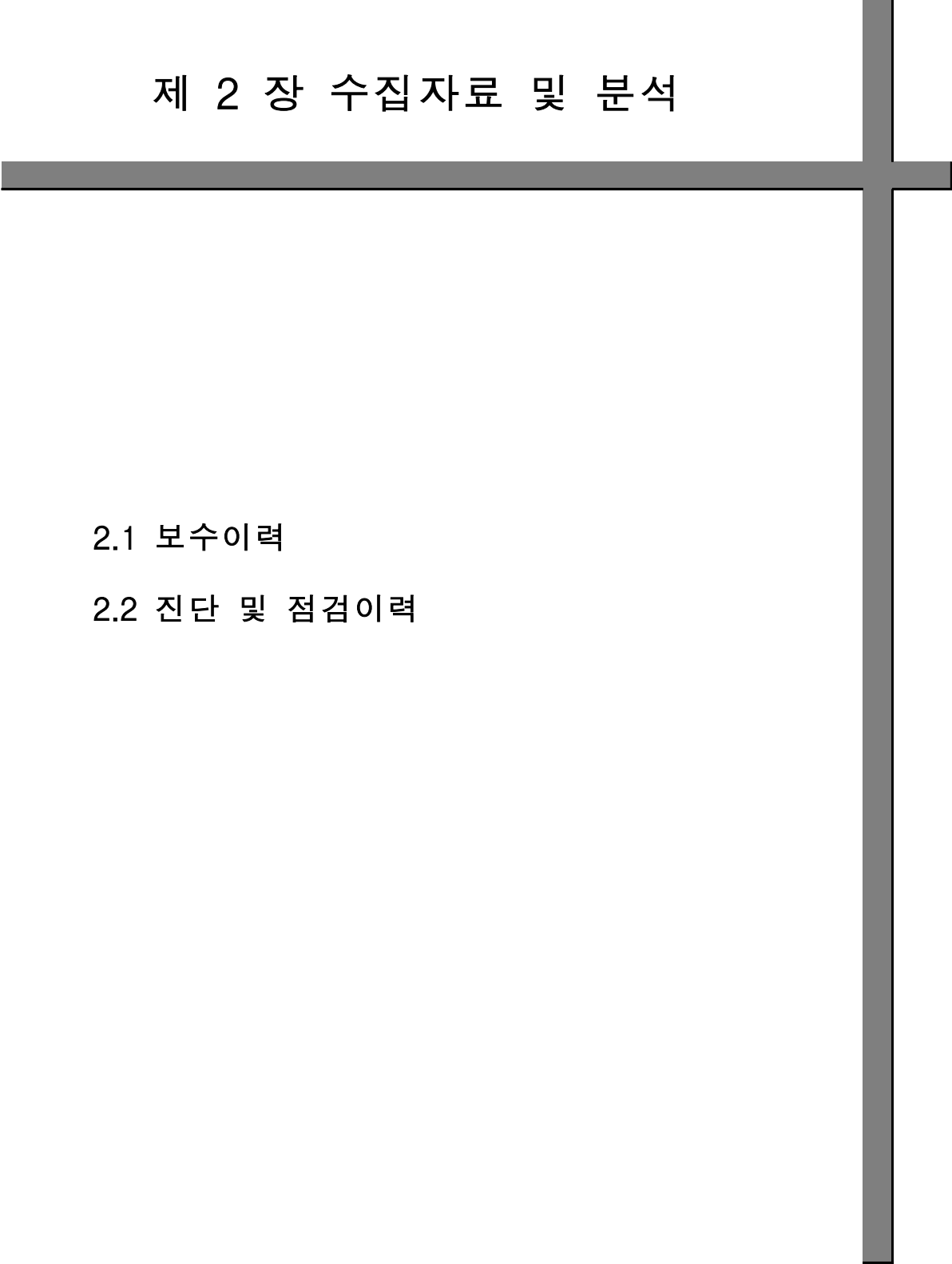


[그림 1.6.1] 남산소배수지 2지 정밀외관조사 방향 설정도

[표 1.6.1] 부재 ID 부여도(각 지별)

부 재		명 칭	부재 ID	비 고
남산소 배수지 (2지)	상부슬래브 하면	철근콘크리트 슬래브	Slab(s)	
	벽 체	내 벽	A1~C1, A1~A7 A7~C7, C1~C7	평면기준
	도 류 벽	도류벽	-	평면기준
	기 둥	Column	B3~B5	평면기준

## 제 2 장 수집자료 및 분석



2.1 보수이력

2.2 진단 및 점검이력



## 제 2 장 수집자료 및 분석

### 2.1 보수이력

남산소배수지의 보수이력은 다음 [표 2.1.1]과 같다.

[표 2.1.1] 보수이력 현황

일 자	공사명 및 개요	계약자	공사비	보수공법	비 고
2005. 08. 10	남산소배수지 방수공사	(주)삼주에스엠씨	73,381천원	코리실 (345호)	

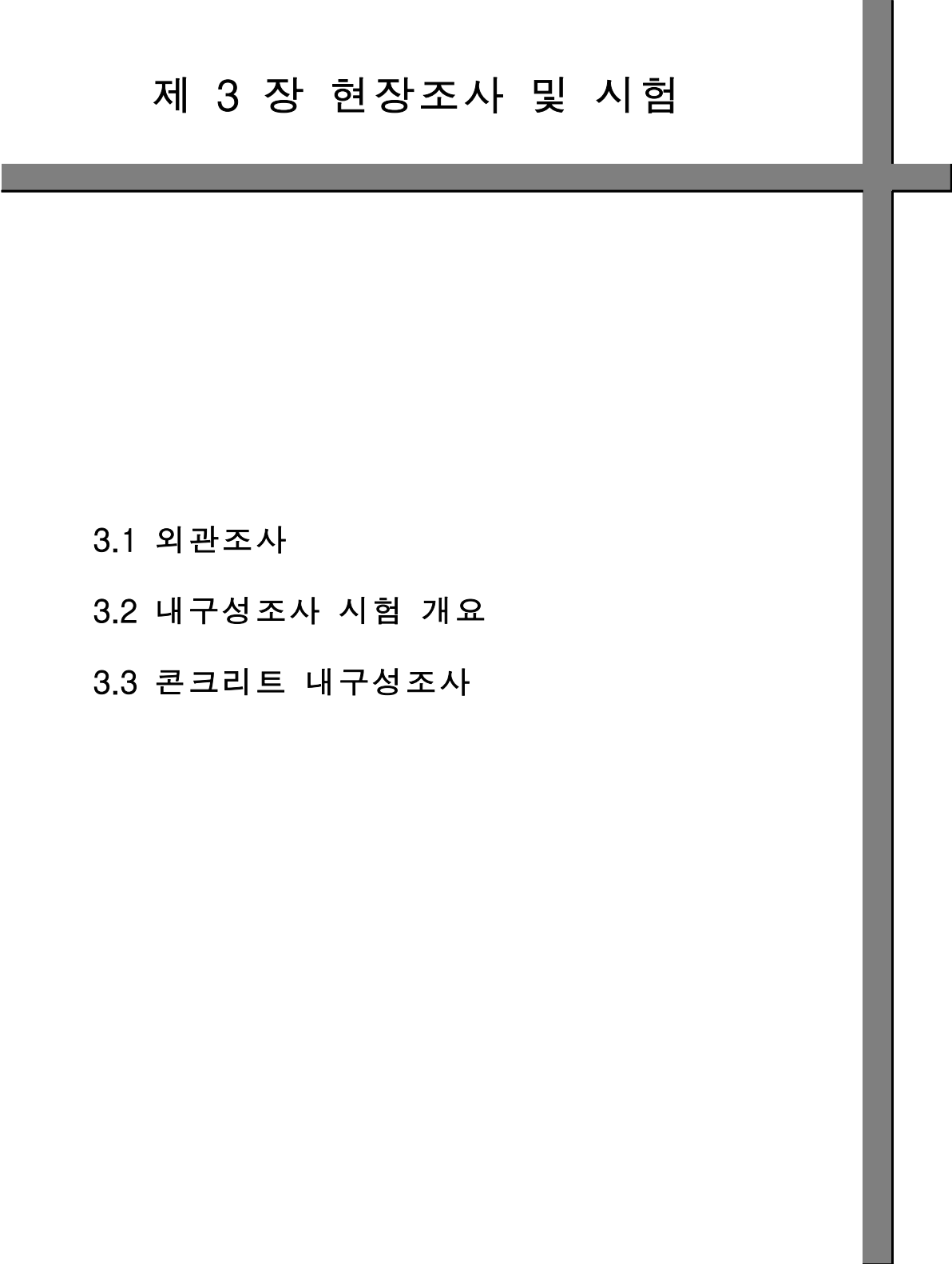
### 2.2 진단 및 점검 이력

남산소배수지의 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"> <li>• 상태평가 등급 : b등급(평가지수 : 4.17)</li> <li>• 안전성평가 등급 : a등급(평가지수 : 5.00)</li> <li>• 종합평가 등급 : B등급(평가지수 : 4.17)</li> <li>• 진단결과 총평 :                      본 정밀안전진단 대상시설물인 남산소배수지의 각 부재 별 발생한 손상들은 국부적 철근노출, 녹물유출 및 도장 박락 등의 시공상, 재료특성상의 원인에 의해 발생한 비교적 경미한 상태의 결함으로 조사되었으며, 배수지 주변의 지표지질조사를 통해 구조물의 지지층을 평가한 결과 전반적인 지지상태는 매우 양호한 것으로 평가되었으며, 콘 크리트 강도조사, 철근배근상태조사, 중성화 심도분석, 염 분함량시험 등 정밀조사결과 시공성과 및 공용상태에 따라 위치별로 다소의 차이는 있지만 전반적인 건전성은 양호한 것으로 판정되었다. 또한, 안전성평가를 위한 이론적 구조해석 결과 모든 부재의 안전율은 그 기준치를 만족하고 있는 양호한 것으로 평가되었다.</li> <li>• 건의사항 :                      남산배수지의 종합 평가는 “B” 등급으로 최종 판정 되었으며, 향후 조사된 손상·결함부에 대하여는 장기적인 사용성과 내구성 확보를 위해 적절한 보수대책 적용과 효율적인 유지관리방안의 수립이 요구된다.</li> </ul>	대한민국 상이군경회

## 제 3 장 현장조사 및 시험

A decorative graphic consisting of a thick grey horizontal line extending from the left edge of the page to the right, and a thick grey vertical line extending from the top of the horizontal line down to the bottom of the page, forming an L-shape.

3.1 외관조사

3.2 내구성조사 시험 개요




3.3 콘크리트 내구성조사

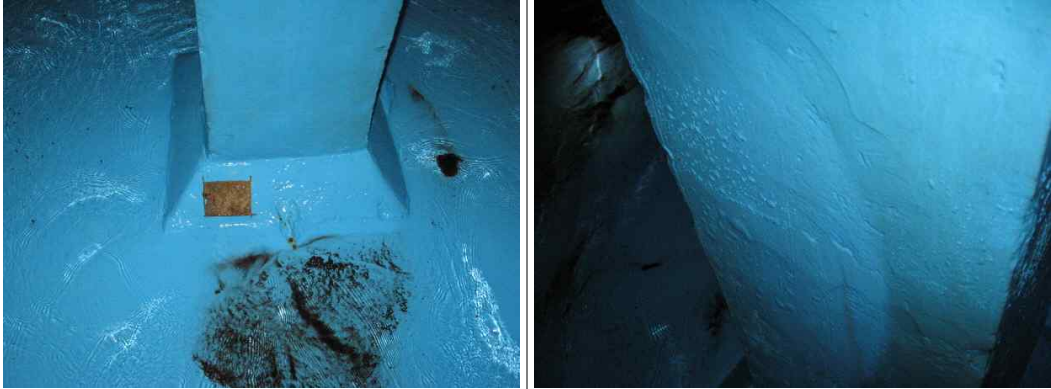

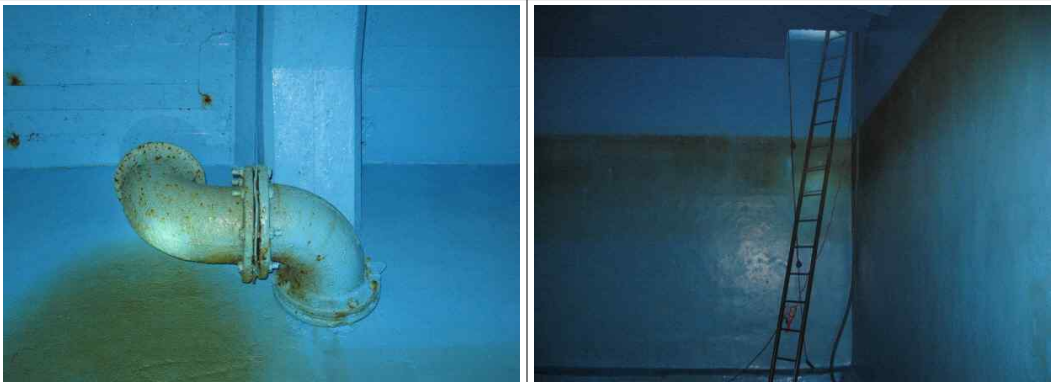
### 제 3 장 현장조사 및 시험

#### 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"> <li>• 방식보수가 완료된 상태이며, 녹물유출 173개소 및 철근노출 부식 2개소 발생.</li> <li>• 국부적인 방수도장 박락 3개소 발생 발생되었으며, 용탈현상 없음.</li> </ul>	
바 닥 슬래브	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 방식보수가 완료된 상태이며, 녹물유출 11개소 및 방수도장 기포 2개소 발생.</li> <li>• 비교적 양호한 상태이며, 용탈현상 없음.</li> </ul>	
보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 방식보수가 완료된 상태이며, 녹물유출 172개소 및 철근노출 부식 3개소 발생.</li> </ul>	

구 분	손 상 내 용	
기 동	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 방식보수가 완료된 상태이며, 시편 채취부 미보수 1개소 조사됨.</li> <li>• 국부적인 방수도장 기포 4개소 발생 발생되었으며, 용탈현상 없음.</li> </ul>	
내 벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 방식보수가 완료된 상태이며, 녹물유출 16개소 및 박락 2개소 발생.</li> <li>• 방수도장 미세기포 3개소 발생되었으며, 용탈현상 없음.</li> </ul>	
내부배관 및 안전시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배관표면 방식보수가 시공되어 있으며, 표면부식 1개소 발생됨.</li> <li>• 출입 사다리는 안전망 미설치 및 거치형 사다리 설치.</li> </ul>	
평 가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내부조사결과 상부슬래브 및 보에서 다수의 녹물유출이 발견되었고, 피복부족에 의한 철근노출 및 부식이 국부적으로 조사됨.</li> <li>• 방수층 상태는 비교적 양호하나, 내벽·벽체·기둥에서 국부적인 방수도장 기포가 발견되었고, 내부 배관은 경미한 표면부식이 조사되어 장기적인 내구성 확보를 위해 보수가 필요할 것으로 판단됨</li> <li>• 출입을 위한 사다리는 고정식이 아니며, 안전사고 예방을 위해 안전사다리로 교체가 필요함.</li> </ul>	



3.1.2 배수지 외부

구분	손상내용	
배수지 상부	<ul style="list-style-type: none"> <li>배수지 구조물 상부에는 30cm정도 복토되어 있으며, 잔디 식생 상태 및 환기구 상태는 전반적으로 양호한 것으로 조사됨.</li> </ul>	
배수지 주변	<ul style="list-style-type: none"> <li>배수지 주변은 3면이 석축으로 시공되어 있으며, 기 점검시 조사된 나무 식생으로 인한 석축 이격은 보수조치 되었고, 경계 울타리 상태는 대체적으로 양호함.</li> </ul>	
평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>배수지 상부 및 주변은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었고, 구조물의 안전에 영향을 미치는 요소는 없는 것으로 확인됨.</li> </ul>	

3.1.3 손상물량 집계

부재	손상내용	손상규모	단위	발생개소	비고
상부슬래브	녹물유출	173.00	EA	173	
	방수도장 박락	0.47	㎡	3	
	철근노출, 부식	3.16	㎡	2	
바닥슬래브	녹물유출	11.00	EA	11	
	방수도장 기포	3.25	㎡	2	
보	녹물유출	172.00	EA	172	
	철근노출, 부식	0.16	㎡	3	
기둥	시편채취부 미보수	0.01	㎡	1	
	방수도장 기포	0.60	㎡	4	
내벽	녹물유출	16.00	EA	16	
	박락	0.22	㎡	3	
	방수도장 미세기포	26.00	㎡	3	
배관	표면부식	0.40	㎡	1	

### 3.1.4 정밀외관조사 결과 평가

- 배수지 내부 구조는 철근콘크리트 라멘식 구조로서 2지 내부에 대한 현장조사 결과 방수층은 2005년도에 배수지 내부 방수층에 대한 방식 보수가 완료된 상태로 방수층 용탈현상은 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 외관조사결과 각 부재에 발생한 손상들은 주로 녹물유출, 철근노출 및 부식, 박락, 방수도장 기포 및 배관부 표면부식등 시공초기에 발생될 수 있는 일반적인 손상과 공용중 발생될 수 있는 손상이 조사되었다.
- 또한, 각 부재별로 발생한 손상은 그 정도가 비교적 경미하고, 구조적으로 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않은 것으로 판단되어, 장기적인 내구성 확보를 위한 적절한 보수 대책(안) 수립 및 효율적인 유지관리 방안이 이루어 진다면 구조물의 안전성 및 사용성 저하는 없을 것으로 사료된다.
- 배수지 외부에 대한조사결과 기 점검시 발생한 손상은 보수 조치되어 양호한 상태이며, 배수지 상부 및 주변은 전반적으로 양호한 상태로서 구조물의 안전에 영향을 미치는 요소는 없는 것으로 조사되었다.
- 배수지내부 수직 사다리는 안전사고 예방을 위한 교체가 필요할 것으로 사료되며, 배수지 외부 울타리는 전반적으로 양호한 상태인 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	시험 구분		시험장비	개 소	비 고
콘크리트	콘크리트 강도시험	반발경도시험	Schmidt Hammer	3개소	
	철근 배근탐사시험		Ferro Scan	5개소	
	탄산화 시험		페놀프탈레인 1%용액	1개소	

### 3.3 콘크리트 내구성조사

#### 3.3.1 반발경도시험

가. 반발경도 시험결과

위 치	반 발 경 도			기준경도 (R <sub>o</sub> )	추정강도(MPa)		재령 계수	평균강도 (MPa)	비고	
	평균치	타격 각도	보정 계수		산식(1)	산식(2)				
배수지	외부벽체 #1	42.10	0°	0.00	42.10	35.47	39.92	0.63	23.75	
	외부벽체 #2	41.00	0°	0.00	41.00	34.07	39.13	0.63	23.06	
	외부벽체 #3	42.60	0°	0.00	42.60	36.10	40.28	0.63	24.06	

나. 반발경도 시험결과 분석

배수지에 대한 반발경도 시험결과 평균강도는 23.62MPa로 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	벽 체	A×4~5	수직철근	125.0	80.0	FS.1	
			수평철근	270.0			
		C×5~6	수직철근	125.0	63.0	FS.2	
			수평철근	290.0			
	기 동	B×5(전면)	주철근	2EA	59.0	FS.3	
			Hoop	250.0			
B×5(측면)		주철근	2EA	56.0	FS.4		
		Hoop	250.0				
배수지 외부	벽 체	A~B×1	수직철근	200.0	61.0	FS.5	탄산화 시험
			수평철근	200.0			

#### 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	외부 벽체	2010	71	4.2	31.4	61.0	경미	b	

#### 나. 탄산화 시험결과 분석

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



## 제 4 장 시설물의 상태평가



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

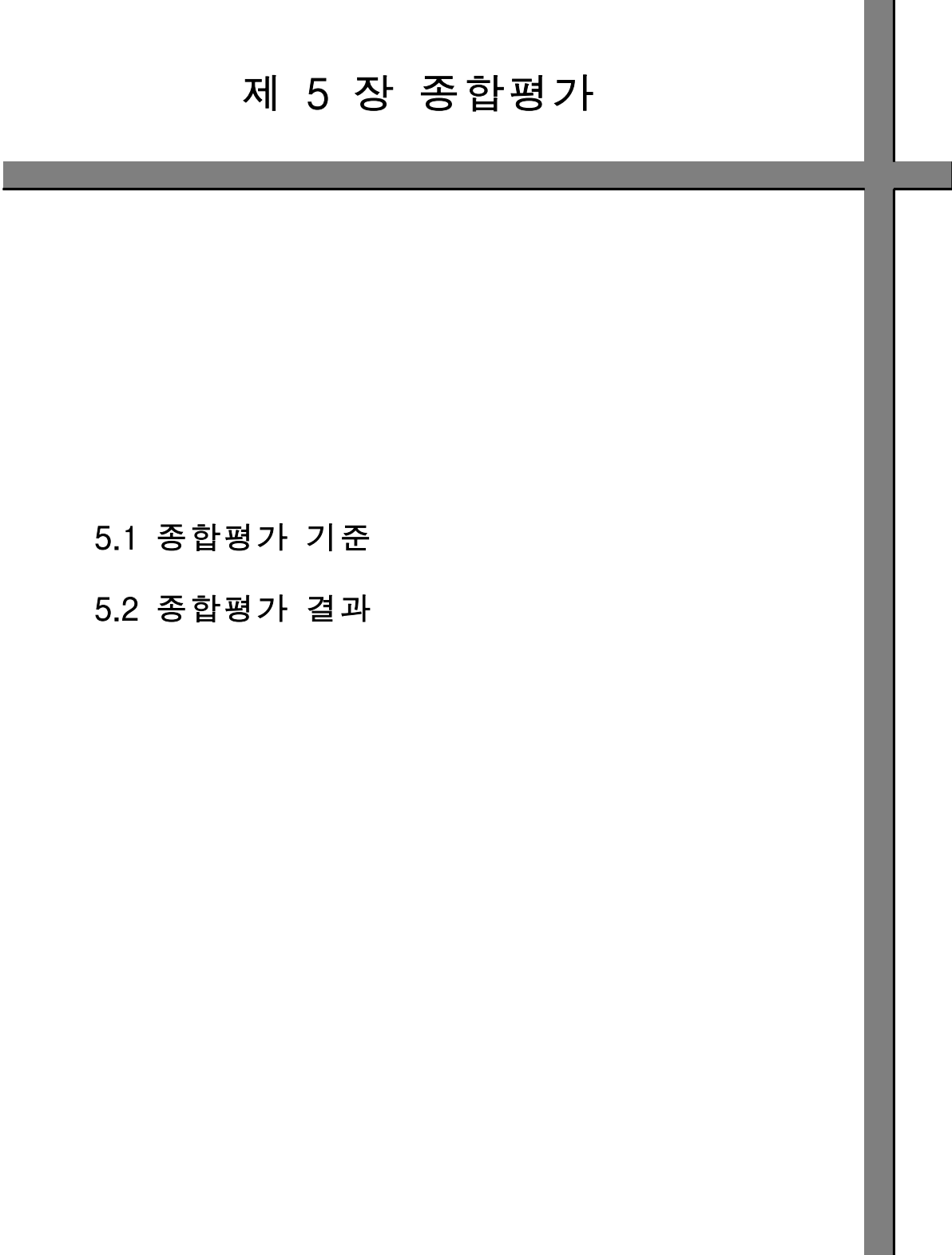
#### 4.2.1 복합부재 상태평가

복합부재명	남산소배수지 2지		개별시설물명		남산소배수지 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	4.4	2	20	40	176
상부슬래브	b	3.9	2	10	20	78
내 벽	b	4.4	2	25	50	220
보	b	3.9	2	20	40	156
기둥	b	4.4	2	25	50	220
합계 ( $\Sigma$ )				100	200	850
상태평가결과	1. 복합부재 상태평가지수 ( $E_{c3}$ ) = $\Sigma(E_{c2} \times P) / \Sigma P =$ 2. 복합부재 상태평가등급 =					<b>4.25</b>  <b>b 등급</b>

#### 4.2.2 개별시설물 상태평가

개별시설물명	남산소배수지			
개별시설물형식	철근콘크리트 구조			
복합부재구분	상태평가등급	상태평가지수 ( $E_{c3}$ )	규모 (S, m <sup>2</sup> )	계산값 ( $E_{c3} \times S$ )
2지	b	4.25	1,250	5,313
합계 ( $\Sigma$ )			1,250	5,313
상태평가결과	1. 복합부재 상태평가지수 ( $E_{c3}$ ) 중 최소 값 (Min) = 2. 복합부재 상태평가지수 ( $E_{c3}$ ) 중 최대 값 (Max) = 3. $V_1 = 0.3 \times (Max - Min) =$ 4. $V_2 = \Sigma(E_{c3} \times S) / 5 \Sigma S =$ 5. 개별시설물의 상태평가지수 ( $E_{c4}$ ) = $Min + V_1 \times V_2 =$ 6. 개별시설물의 상태평가등급 =			<b>4.25</b> <b>4.25</b> <b>0</b> <b>0.9</b> <b>4.25</b> <b>B등급</b>

## 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

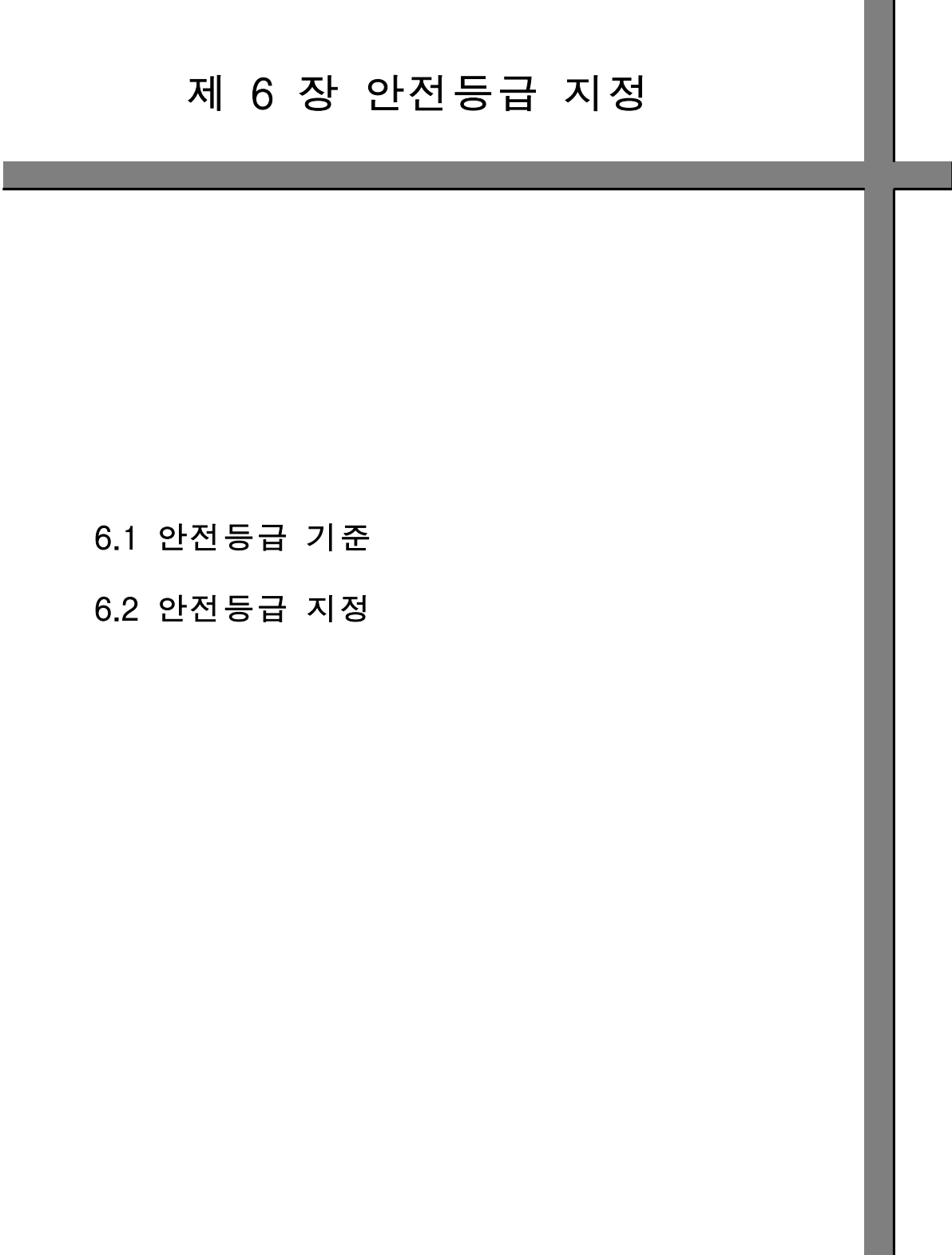
### 5.1 종합평가 기준

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	남산소배수지			
	상태평가지수 ( $E_{c4}$ )	안전성평가지수 ( $E_{s1}$ )	종합평가지수 ( $E_{t1}$ )	종합평가등급
종합평가결과	4.25	-	4.25	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

남산소배수지			
상태평가지수 (E <sub>c4</sub> )	안전성평가지수 (E <sub>s1</sub> )	종합평가지수 (E <sub>t1</sub> )	종합평가등급
4.25	-	4.25	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 남산소배수지는 1940년에 준공되어 현재까지 약 70년 동안 사용된 시설물로, 철근콘크리트 라멘식 구조로 이루어져있으며, 구조물 내부는 상부 슬래브, 벽체, 기둥 및 보에서 전반적으로 방수층에 대한 방식보수가 완료된 상태로 방수층 용탈현상은 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 현장조사결과 국부적 철근노출 및 부식, 녹물유출, 방수도장 기포, 박락 및 배관부 표면부식등 비교적 경미한 상태의 손상이 조사되었다.

또한, 내구성 평가 결과 재료의 건전성은 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 방지시 내구성, 기능성 저하로 능력저하가 유발될 수 있는 경우 - 내구성능 향상이 필요한 경우	일상보수
3순위	- 발생된 손상이 경미하여, 점검만으로도 유지관리가 가능한 경우	일상점검



7.2.2 주요 손상 및 보수물량 산출결과

[표 7.2.2] 보수물량 산출결과

부재		손상내용	보수물량	단 위	보수공법	우선순위
배수지 내부	상부 슬래브	녹물유출	2.08	m <sup>2</sup>	철근방청 단면보수	2순위
		방수도장 박락	0.56	m <sup>2</sup>	표면보수	3순위
		철근노출, 부식	3.79	m <sup>2</sup>	철근방청 단면보수	2순위
	바닥 슬래브	녹물유출	0.13	m <sup>2</sup>	철근방청 단면보수	2순위
		방수도장 기포	3.90	m <sup>2</sup>	표면보수	3순위
	보	녹물유출	2.06	m <sup>2</sup>	철근방청 단면보수	2순위
		철근노출, 부식	0.19	m <sup>2</sup>	철근방청 단면보수	2순위
	기둥	시편채취부 미보수	0.01	m <sup>2</sup>	표면보수	3순위
		방수도장 기포	0.72	m <sup>2</sup>	표면보수	3순위
	내벽	녹물유출	0.19	m <sup>2</sup>	철근방청 단면보수	2순위
		박락	0.26	m <sup>2</sup>	단면보수	2순위
		방수도장 미세기포	31.20	m <sup>2</sup>	표면보수	3순위
	배관	표면부식	0.48	m <sup>2</sup>	녹제거+강재도장	2순위

※ 방수층에 발생된 국부적인 손상은 발생범위가 비교적 경미하며, 구조물 내구성 저하에 미치는 영향은 적을 것으로 판단되어 현상태의 보수 실시보다 지속적인 점검 및 유지관리를 통해 향후 보수시기를 결정함이 바람직 할 것으로 판단된다.

※ 전체 방수층을 제외한 보수물량은 20% 할증을 적용함.

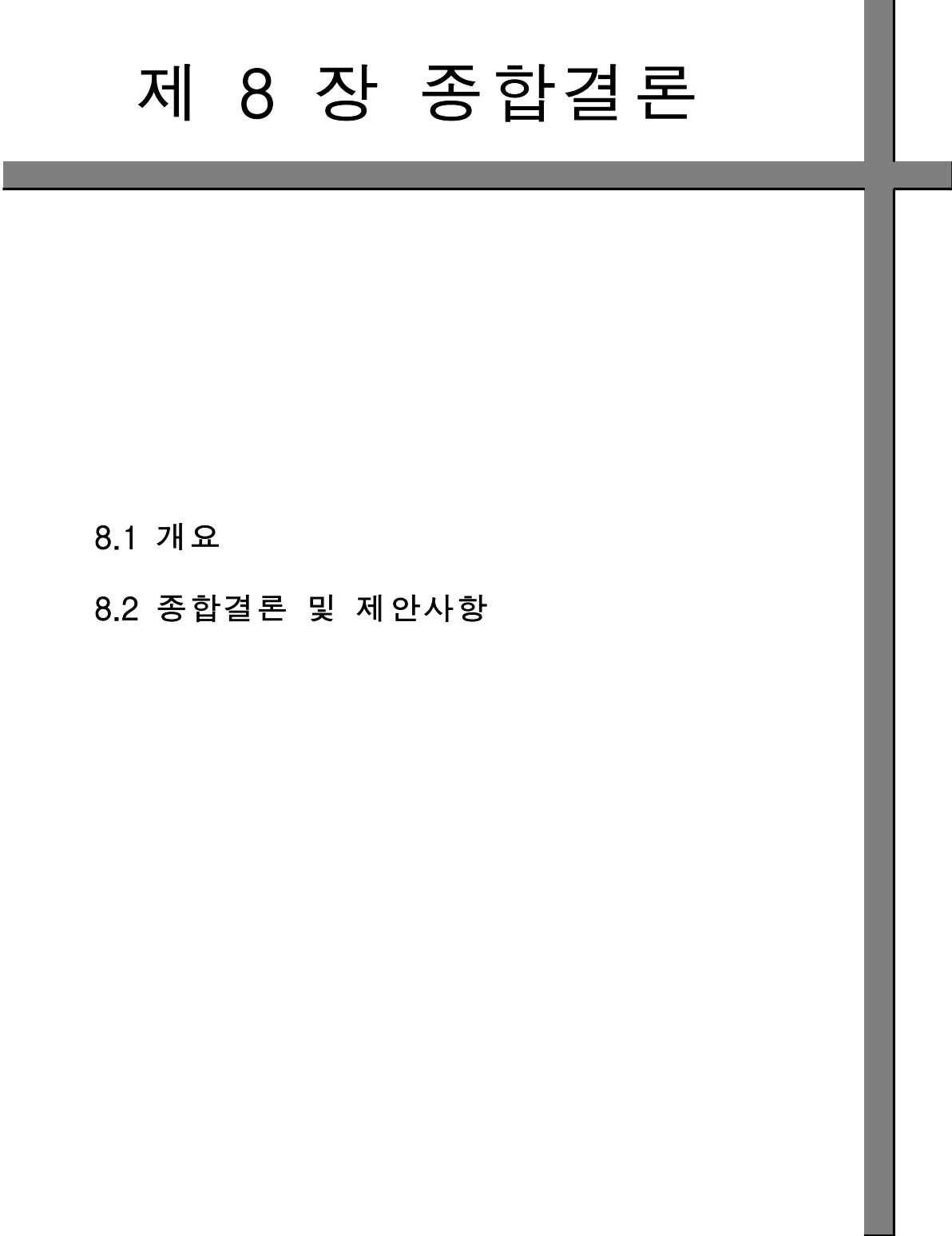
### 7.3 유지관리시 주요 점검사항

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 남산소배수지는 1940년에 준공되어 현재까지 약 70년 동안 사용된 시설물로, 철근콘크리트 라멘식 구조로 이루어져있으며, 구조물 내부는 상부슬래브, 벽체, 기둥 및 보에서 전반적으로 방수층에 대한 방식보수가 완료된 상태로 방수층 용탈현상은 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 현장 조사결과 국부적 철근노출 및 부식, 녹물유출, 방수도장 기포, 박락 및 배관부 표면부식등 비교적 경미한 상태의 손상이 조사되어 일부 내구성 저하 방지를 위한 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 유지관리 방안의 수립이 요구된다.