
**2014년 광주시 공공하수처리시설
정밀 점검 용역
과업수행계획서**

2014. 11

우리기술(주)

< 목 차 >

I. 과업의 개요	1
1. 과업의 목적	1
2. 과업의 개요	1
3. 과업수행 흐름도	3
4. 예정공정표	4
II. 과업수행방법	5
1. 현장답사 및 자료수집	5
2. 외관조사	9
3. 내구성조사	8
4. 상태평가	12
5. 종합평가	17
6. 안전등급 지정	19
7. 보수·보강 및 유지관리방안	20
8. 보고서 작성	21
III. 과업수행 투입인원 및 장비	23
1. 과업수행 인원	23
2. 인원구성 기준	23
3. 과업수행 조직표	24
4. 인원 투입계획	24
5. 과업수행 투입장비	25
IV. 안전관리 계획	26
1. 일반 사항	26
2. 안전관리 조직	27
3. 안전관리 운영계획	27

I. 과업의 개요

1. 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”(이하 “시특법” 이라한다.) 제6조 및 동법 시행령 제6조 규정에 따른 정밀안전점검으로써 시설물에 대한 물리적, 기능적 결함을 조사하고 구조적 안전성 및 손상상태를 점검하여, 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

2. 과업의 개요

2.1 과업명 : 2014년 광주시 공공하수처리시설 정밀안전점검 용역

2.3 과업기간 : 2014.11.10 ~ 2015.01.18. (착수일로부터 60일간)

2.3 대상 시설물

가. 시설물 현황

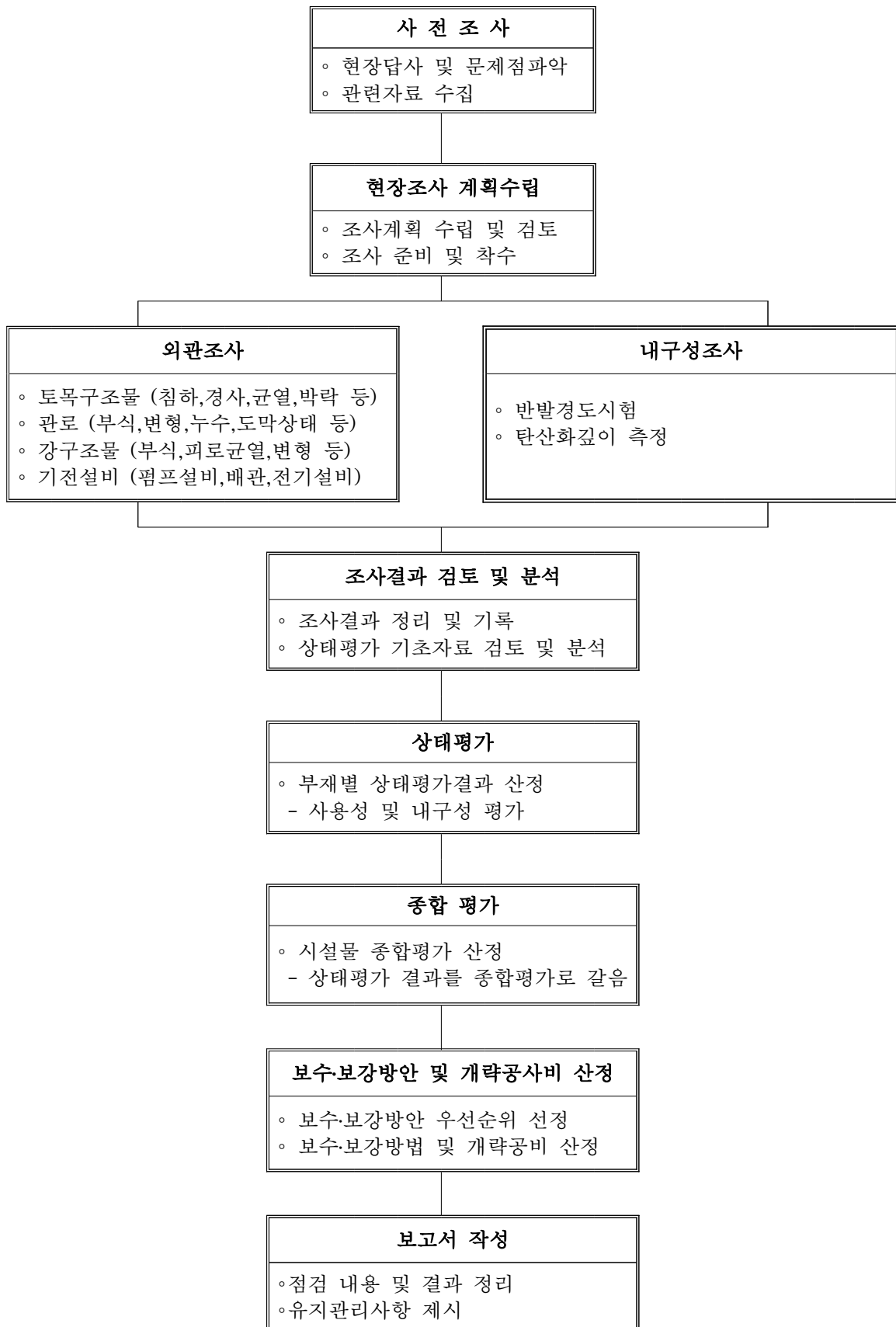
NO	시 설 명	위 치	처리용량 (m ³ /일)	처리공법	종별	준 공 일
1	경 안 공공하수처리시설	중부면 하번천리 18-6	40,000	PID	2종	2002.02.22
2	광 주 공공하수처리시설	초월읍 지월리 729-23	25,000	표준활성법 HBR	2종	1993.12.28
3	곤 지 압 공공하수처리시설	초월읍 도평리 17-1	23,000	산화구법 생물막여과법	2종	1998.03.24
4	오 포 공공하수처리시설	오포읍 문형리 332	16,000	산화구법 KHBNR	2종	2001.02.09
5	도 척 공공하수처리시설	도척면 궁평리 2-11	4,000	산화구법 생물막여과법	2종	1999.07.16
6	광 동 리 공공하수처리시설	퇴촌면 광동리 211-1	3,650	장기폭기법 KIDEA	2종	2002.2.27
7	분 원 리 공공하수처리시설	남종면 분원리 225	1,750 (1,900)	S B R	2종	2000.7.26
8	남한산성 공공하수처리시설	중부면 산성리 44-6	1,200	산화구법	2종	1999.01.11
9	매 산 리 공공하수처리시설	오포읍 매산리 678-2	500	HBR- II 여과기(MCF)	2종	1992.11.16

2.4 과업의 범위

- (1) 과업 수행계획 수립 보고
- (2) 자료수집 및 분석
- (3) 구조물의 제원, 손상상태 및 외관조사 등 현장조사 (구조물 부재별로 실시)
- (4) 시설물의 내구성조사 (비파괴시험)
- (5) 시설물의 상태평가 (상태평가 등급 산정)
- (6) 시설물의 보수·보강 방안 또는 효율적인 유지관리방안 제시
- (7) 보고서 작성 제출
- (8) 한국시설안전공단 자료 입력

구 분	정밀안전점검 대상시설물의 범위	
공공하수 처리시설	▶ 침사지 및 유입펌프장 ▶ 유량조정조 및 분배조 ▶ 방류구 및 펌프장 ▶ 슬러지처리시설 ▶ 기타 하수처리시설	▶ 최초침전지 ▶ 포기조 ▶ 최종침전지 ▶ 소독조 ▶ 건축물 및 부대시설

3. 과업수행 흐름도



4. 예정 공정표

수행 내용	용역기간 (60일)											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1. 현장답사 및 계획수립	■											
2. 관련자료 수집 및 분석		■										
3. 현장조사 - 외관조사 - 비파괴시험			■	■	■	■	■					
4. 조사자료 정리						■	■	■	■			
5. 상태평가 및 종합평가								■	■	■		
6. 보수보강방안 및 유지관리방안 제시									■	■	■	
7. 보고서 작성										■	■	■

5. 현장조사 세부일정

시설명	현장 투입	비 고
경안 공공하수처리시설	2014.11.12.~ 2014.11.14	현장투입 인원 고급기술자 기준 일 3명~4명
광주 공공하수처리시설	2014.11.17.~ 2014.11.19	
곤지암 공공하수처리시설	2014.11.24~ 2014.11.26	
오포 공공하수처리시설	2014.12.01~ 2014.12.03	
도척 공공하수처리시설	2014.11.20~ 2014.11.21	
광동리 공공하수처리시설	2014.11.27~ 2014.11.28	
분원리 공공하수처리시설	2014.12.04~ 2014.12.05	
남한산성 공공하수처리시설	2014.12.08~ 2014.12.09	
매산리 공공하수처리시설	2014.12.10~ 2014.12.11	

※ 현장조사 일정은 현장여건 및 기상상황에 따라 달라질 수 있음.

II . 과업수행방법

1. 현장답사 및 자료수집

1) 자료수집 및 분석

- 설계도서, 점검 및 보수자료 수집
- 기 시행된 안전점검, 진단보고서 검토
- 시설물 주변 여건 확인
- 구조물 형식 확인
- 기타 시설물관리대장 작성에 필요한 자료 등

2) 현장 조사계획 수립

- 사전답사 결과를 활용하여 조사계획 수립 및 검토
- 각종 조사 및 시험 양식 작성
- 현장 조사일정 계획 수립 (인원 및 장비)

2. 외관조사

정밀한 육안검사와 간단한 측정 기구를 통해 시설물의 현 상태를 파악하고 이전에 기록된 상태 변화를 확인하여 시설물이 사용요건을 만족시키고 있는지 여부를 판단한다.

가. 관 로

손상 및 결함	점검 항목	비고
사용년수	배관의 사용년수	
관내·외면 방식도막	관내·외면 방식도막의 건전성	
배관의 부식	관체, 밸브 및 볼트·너트	
잔존 관두께	관체의 부식에 의한 잔존 관두께	
관체 변형	관체 변형의 비율	
배관의 누수	배관의 누수유무	

나. 토목 구조물

손상 및 결함	점검항목	비고
침하 / 부상	구조물의 침하나, 부상 정도	
경 사	구조물의 경사 정도	
활 동	구조물의 활동 정도	
기 초 세 굴	구조물 기초의 세굴 정도	
콘크리트 균열	수밀성 콘크리트의 허용균열폭	
균열	폭 및 면적을	
콘크리트 박리	박리의 깊이 및 면적	
콘크리트 박락 / 층분리	박락 / 층분리의 깊이 및 면적	
철 근 노 출	철근노출 면적	
누 수	누수흔적 및 진행정도	콘크리트 부재 신축이음 부위
백 태	백태 발생 면적을	
콘크리트 파손	콘크리트 파손 깊이 및 면적을	
신축이음 탈락 / 열화	신축이음 탈락 및 열화 정도	

다. 강 구조물

손상 및 결함	점검 항목	비고
강 재 부 식	부식의 정도에 따른 발생 면적을	
피 로 균 열	피로균열 발생원인, 부재의 종류와 피로균열 발생 정도	
변형 / 변위	변형 및 변위 정도	
도 장 손 상	도장의 변색, 부풀림, 탈락 등 도장상태	

라. 기계·전기설비

(1) 펌프설비

손상 및 결함	점검 항목	비고
펌프베드 기초불량	기초볼트 부식 및 이완, 그라우팅 훼손	
진동 과다 발생	펌프 및 전동기의 진동	
소음 과다	발생 펌프 및 전동기의 소음	

(2) 펌프장내 배관

손상 및 결함	점검 항목	비고
관체의 손상	부식, 도장탈락 및 누수 등의 손상정도	
관연결부 손상	관연결부의 부식, 누수 및 도장상태	
밸브 손상	밸브본체, 연결플랜지부, 축봉부 등의 외관 및 작동상태 등	

(3) 전기설비

손상 및 결함		점검항목	비 고
점검대상	대상기기		
펌프모터 설비	· 현장 제어반 및 기동반 · 펌프모터(전동기)	· 손상 및 파손유무 · 절연 · 접지상태 · 작동상태	· 상세 육안점검 · 절연 및 접지저항 측정 · 작동상태 점검 (전압, 운전전류, 소비전력,역률 등) · 열화상 진단
	· 펌프실 배수설비 및 크레인 설비 · 외관상태	· 외관상태 · 접지 및 작동상태	· 상세 육안점검 · 절연 저항 측정 · 작동상태 점검

※ 2ton 미만의 크레인을 점검대상으로 함.

3. 내구성 조사

3.1 반발경도 시험

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_o)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 측정오차가 없으며 간단, 정확, 신속하게 구조체 시험을 실시할 수 있다.

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

슈미트 햄머법은 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〉 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〉 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

① 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〉 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

② 강도의 환산

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

◆ $F_c = 1.27R_o - 18.0$ MPa (일본 재료학회) - 공식 1

◆ $F_c = (7.3R_o + 100) \times 0.1$ MPa (일본건축학회 CNDT 소위원회) - 공식 2

여기서, F_{ck} : 추정강도(MPa), R_o : 반발경도

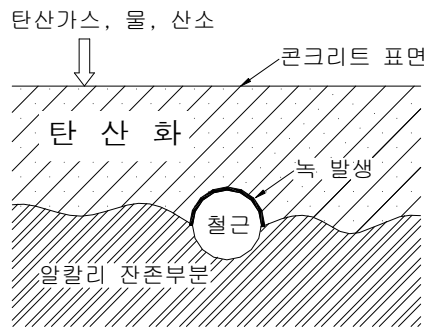
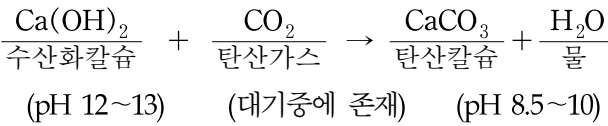
(5) 평가기준 (일본 국토개발연구센터)

평가기준 : $\frac{f_{비파괴}}{f_{설계기준}} \geq 0.90$ ----- 건전

3.2 탄산화 시험

가. 개 요

탄산화는 대기 중에 있는 이산화탄소가 콘크리트의 세공조직을 통하여 확산작용에 의해 침투함으로써 알칼리성의 콘크리트가 중성으로 변해가는 현상을 말한다. 콘크리트가 탄산화가 되면 철근표면의 부동태 피막이 파괴되어 철근이 부식됨으로써 콘크리트의 내구성이 저하된다. 탄산화시험은 드릴링한 콘크리트면에 페놀프탈레인 1%를 섞은 알코올 용액을 분무한다. 탄산화된 콘크리트는 무색반응을 보이는 반면에 탄산화가 진행되지 않은 건전한 콘크리트는 적색으로 변하게 되므로 탄산화의 유무를 판단할 수 있다.



〈그림〉 탄산화에 의한 철근부식 메커니즘

◎ 시험 방법

탄산화시험은 콘크리트 바닥판에서 드릴링(Φ20mm 이상)을 실시한 후 콘크리트 가루 등의 이물질을 완전히 제거한 뒤 페놀프탈레인 용액을 분무하여 무색반응을 보이는 콘크리트 단면의 깊이를 측정한다.

〈표〉 탄산화 상태평가 기준

등급	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	·30mm	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	·10mm이상~30mm미만	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	·0mm이상~10mm미만	탄산화 의한 부식발생 가능성 높음
d	·0mm미만	철근부식 발생
e	-	-

3.3 철근배근 탐사시험

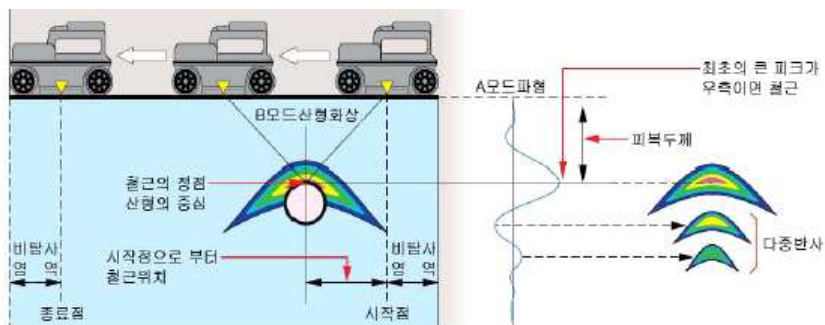
가. 개 요

전자파 레이더법은 콘크리트 구조물 내의 매설물 및 콘크리트 성상(부재두께 · 공동 등) 조사방법의 하나로서 취급이 간단하면서 단시간에 광범위한 조사가 가능하고 특별한 자격 · 면허 등을 필요로 하지 않으며 바로 결과가 얻어지는 방법이다. 그러나 간편한 방법 이면서도 작업자의 기량과 경험에 의존하는 경향이 많은 방법이기도 하다.

(1) 원 리

전자파 레이더의 원리는 현재 넓게 이용되고 있는 레이더와 기본적으로 같다. 콘크리트용 전자파 레이더는 임펄스상의 전자파를 콘크리트 내로 송신안테나로부터 방사하면 그 전자파가 콘크리트와 전기적 성질(비유전율 · 도전율)이 다른 물체(철근 · 매설관)와의 경계면에서 반사한다. 이를 수신 안테나로 수신하고, 그에 소요되는 왕복 전파시간으로부터 반사물체까지의 거리(D)를 계산하면 그 위치를 구할 수 있다.

$$D = \frac{1}{2} VT \text{ (m)}$$



〈그림 3.52〉 RC-Radar 원리

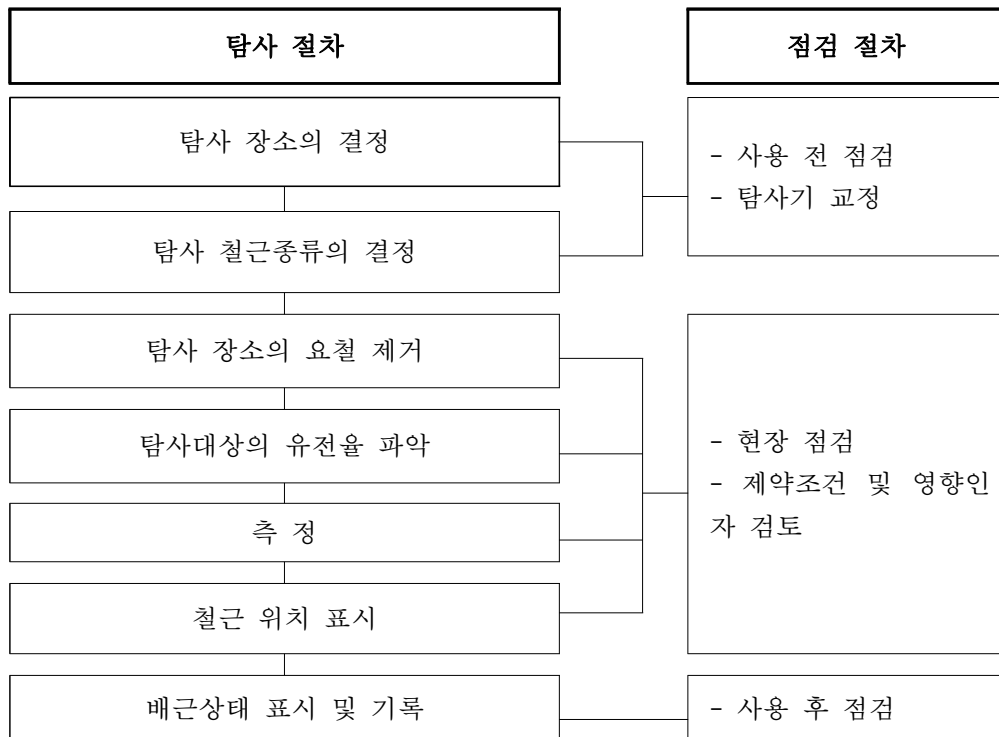
(2) 장 비

- 장비명 : 철근탐사기(RC-Radar)
- 모델명 : NJJ-53B
- 제작사 : 일본, 일본무선(주)

(3) 탐사 방법

- 측정대상 구조물의 측정하고자 하는 지점의 표면에 안테나를 밀착시키고 수평 및 수직 방향으로 진행시킨다.
- 안테나의 진행속도는 0.4m/s 이하를 유지한다.
- 화면을 필터링하여 철근 배근상태와 철근 피복두께를 확인한다.

(4) 탐사 절차



〈그림 3.53〉 RC-Radar 탐사절차

(5) 탐사결과 분석

- 철근의 피복두께 및 배근상태를 준공도면과 비교하여 적정성여부를 판단한다.
- 실측된 철근배근 간격과 피복두께는 평균적인 개념으로 판단한다.

3.4 내구성 조사 수량 결정

가. 기본수량

구 분		재료시험 기준 수량	비 고
기본 과업	반발경도 시험	◦ 총수량=대상시설물 수×2개소	· 시설물별 시험수량은 총수량 범위 내에서 책임기술자가 조정가능
	탄산화 깊이 측정	◦ 총수량=대상시설물 수×1개소	· 시설물별 시험수량은 총수량 범위 내에서 책임기술자가 조정가능
선택 과업	철근탐사	-	-

2) 산출수량

NO	시 설 명	반발경도 시험	탄산화 깊이 측정	철근탐사 시험	비 고
1	경안 공공하수처리시설	18개소	9개소	18개소	
2	광주 공공하수처리시설	18개소	9개소	18개소	
3	곤지암 공공하수처리시설	18개소	9개소	18개소	
4	오포 공공하수처리시설	18개소	9개소	18개소	
5	도척 공공하수처리시설	18개소	9개소	18개소	
6	광동리 공공하수처리시설	18개소	9개소	18개소	
7	분원리 공공하수처리시설	18개소	9개소	18개소	
8	남한산성 공공하수처리시설	18개소	9개소	18개소	
9	매산리 공공하수처리시설	18개소	9개소	18개소	

4. 상태평가

4.1 개 요

시설물 상태평가는 『시설물관리에 관한 특별법』에 의거해 조사·시험 항목에 따른 시험을 실시하고, 정밀외관조사, 내구성 조사 결과에 의한 상태를 종합하여 대상 시설물에 대한 현 상태의 시설물 등급을 평가하는 것이다.

상태평가는 「시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침」 및 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 2009. 3, 한국시설안전기술공단, 하수처리장」의 절차에 따라 실시한다. 각 부재별로 외관조사방도를 작성하고 손상 및 결함에 대한 상태평가기준에 의해 평가등급을 매기며 이를 기초로 대상 시설물에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다.

〈표〉 하수처리 시설물의 평가단계별 평가대상 부재 및 시설물 구분 (예)

평가단계별 구분			부재 및 시설물의 구분			
평가구분		평가대상				
상태 평가	1단계	손상 및 결함 [개별부재(부위)에 대한 외관조사망도 작성]	슬래브 벽체 기둥 등등	슬래브 벽체 기둥 등등	슬래브 벽체 기둥 등등	건축물 세부지침 적용
	2단계	개별부재				
	3단계	복합부재	침사지1,... 최초침전지1 포기조1,... 최종침전지1 등등	조정조1,... 농축조1,... 소화조1,... 등등	공동구1,... 옹벽1,... 등등	
	4단계	개별시설물	침사지 최초침전지 포기조 최종침전지 등등	조정조 농축조 소화조 등등	공동구 옹벽 등등	
종합 평가	5단계	복합시설물	수처리 시설물	슬러지처리 시설물	부대시설	건축 시설물
	6단계	통합시설물	토목시설물			
	7단계	종합시설물	하수처리시설			

4.2 상태평가 산정 절차

가. 영향계수

토목구조물에 발생하는 각종 손상 및 결함에 의한 구조물의 상태평가 시 각각의 손상 및 결함이 구조물에 미치는 구조적인 영향도가 적절히 고려되어 평가될 수 있도록 손상 및 결함의 종류에 따라 영향계수를 적용하게 되므로 아래 표와 같이 토목구조물의 결함 및 손상별 영향계수를 설정하였으며 여기에서 설정한 영향계수(F)는 토목구조물의 상태평가를 위한 기준으로서 현장여건, 구조물의 특성 및 상황 등에 따라 책임기술자의 판단으로 조정 가능한 것으로 한다.

〈표〉 토목구조물의 손상 및 결함 평가항목별 영향계수

손상 및 결함 평가항목	평가유형	상태등급	평가점수	영향계수
침하/부상	중요결함	a	5	1.0
경 사		b	4	
		c	3	
활 동		d	2	
		e	1	
기 초 세 굴	국부결함	a	5	1.0
		b	4	1.1
콘크리트 탄산화깊이		c	3	1.2
		d	2	1.4
콘크리트 염화물함량		e	1	2.0
콘크리트 균열	일반손상	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 6.0
콘크리트 박리				
콘크리트 박락/충분리				
철 근 노 출				
누 수				
백 태				
콘크리트 파손				
신축이음 탈락/열화				

나. 산정절차

(1) 부재(部材)별 손상 및 결함상태 조사표 작성 : 1단계 평가

하수처리장의 토목구조물은 대부분 철근콘크리트 구조로서 슬래브, 벽체, 기둥 및 보 등으로 구성되며 이러한 구성요소를 개별부재로 본다.

1단계는 상기와 같은 개별부재에 대해 발생되어 있는 손상 및 결함상태를 도시하는 외관조사망도를 작성하고 조사내용을 상세히 기록하며 손상 및 결함별 상태평가기준에 의해 상태등급을 표기(알파벳 소문자)한다.

필요에 따라 개별부재를 부위별로 다수의 조사망을 구획하여 외관조사망도를 작성할 수 있으며 이러한 경우 2단계에서 부위별 손상 및 결함을 취합하여 개별부재에 대한 상태평가를 실시토록 한다.

(2) 개별부재(個別部材) 상태평가표 작성 : 2단계 평가

1단계에서 개별부재별로 조사 작성된 손상 및 결함상태 조사표에 의해 손상 및 결함의 평가유형에 따라 중요결함, 국부결함, 일반손상으로 구분하고 손상 및 결함별 상태평가기준에 의한 평가점수(M)에 평가유형별 영향계수(F)를 곱하여 결함 및 손상별 상태평가지수(Ec1)를 산출한다. 단, 상태평가지수 값은 소수점 이하 6째 자리에서 반올림한다.

산출된 결함 및 손상별 상태평가지수(Ec1) 중 최소 값을 개별부재의 상태평가지수(Ec2)를 산정한 후 아래 표에 제시된 상태평가지수 범위에 따른 상태평가등급기준에 의해 개별부재의 상태평가등급(알파벳 소문자)을 부여한다.

표준적인 개별부재의 상태평가표를 작성하는 방법을 다음과 같이 예시하였다.

〈표〉 상태평가지수 범위에 따른 상태평가등급기준 및 평가유형별 영향계수(F)

상태평가지수 범위에 따른 상태평가등급		구 분		영 향 계 수(F)				
상태평가지수(Ec)	상태평가등급	상태평가등급		a	b	c	d	e
$4.5 \leq Ec \leq 5.0$ $3.5 \leq Ec < 4.5$ $2.5 \leq Ec < 3.5$ $1.5 \leq Ec < 2.5$ $1.0 \leq Ec < 1.5$	a	상태평가점수		5	4	3	2	1
	b	평 가 유 형	중요결함	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	c		국부결함	1.0	1.1	1.2	1.4	2.0
	d		일반손상	1.0	1.1	1.3	1.7	3.0
	e							

(3) 복합부재(複合部材) 상태평가표 작성 : 3단계 평가

토목구조물의 복합부재는 각각의 개별부재(슬래브, 벽체, 기둥 및 보 등)로 구성되는 단위구조물로서 복합부재의 평가는 각각의 개별부재가 복합부재의 기능과 안전에 미치는 영향을 판단하여 그 중요도(W)를 반영하는 것이 필요하며 이때 각 개별부재의 중요도 합은 100이 되도록 한다. 표준적인 개별부재별 중요도(A)를 설정하면 다음과 같다.

〈표〉 개별부재별 중요도(A) 기준

개별부재구분	중요도(A)		비 고
	내력벽체인 경우	비 내력벽체인 경우	
바닥슬래브	20	25	
상부슬래브	10	10	
벽 체	25	10	
기 둥	25	60	
보	20	25	

〈표〉 상태평가지수에 따른 조정계수(A)

상태평가등급	a	b	c	d	e
상태평가지수(Ec)	5.0 ~ 4.5이상	4.5미만~ 3.5이상	3.5미만~ 2.5이상	2.5미만~ 1.5이상	1.5미만~ 1.0이상
조정계수(A)	1	2	3	6	6

중요도가 규정되지 않은 추가적인 개별부재가 있는 경우에는 그 개별부재의 중요도를 책임기술자가 판단하여 정하고 기타의 부재들은 규정된 비율대로 배분하며 중요도는 제시되어 있으나 평가할 수 있는 해당 개별부재가 없는 경우에는 그 중요도를 나머지 개별부재에 배분한다. 책임기술자는 개별부재의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 $\pm 20\%$ 값 범위 내에서 조정할 수 있다.

또한, 복합부재의 안전은 상태가 나쁜 개별부재의 영향을 크게 받으므로 그에 상응하는 보정을 하기 위하여 앞의 〈표〉에 제시된 상태평가지수에 따른 조정계수(A)를 사용한다. 복합부재의 상태평가지수(Ec6) 산정 시 조정계수의 사용은 개별부재의 상태평가지수(Ec2)별로 위험성이 큰 값에 보다 큰 가중치를 적용하여 부재전체의 안전성을 평가절하 하는 것으로서 이는 단순 산술평균법의 적용보다 다소 낮은 평가지수의 평가결과를 도출하고자 함에 있다.

복합부재의 상태평가는 개별부재의 상태평가지수(Ec2)에 중요도(W) 및 조정계수(A)를 반영하여 복합부재의 상태평가지수(Ec6)를 산출하고 상태평가등급(알파벳 소문자)을 결정한다.

(4) 개별시설물(個別施設物) 상태평가표 작성 : 4단계 평가

토목구조물의 개별시설물은 대부분 동일한 기능과 형식을 가진 단위구조물들의 복수계열로 이루어진 집합구조물로서 개별시설물을 구성하는 복합부재들은 각각 동일한 고유의 기능을 가지면서 다른 복합부재와 유기적으로 밀접하게 관계되어 있다.

따라서 개별시설물의 상태평가는 복합부재의 중요도가 같다는 가정 하에 복합부재의 상태평가지수(Ec6)에 복합부재의 규모(용량)를 반영하여 개별시설물의 상태평가지수(Ec4)를 산출하고 앞의 【표 5.20】에서 제시한 상태평가지수의 범위에 따른 상태평가등급기준에 의해 개별시설물에 대한 상태평가등급(알파벳 소문자)을 결정한다.

또한, 개별시설물의 평가단계에서는 안전성평가가 필요한 경우 상태평가와 더불어 안전성평가를 수행하고 상태평가결과와 안전성평가결과를 비교·검토하여 종합평가가 이루어진다.

5. 종합평가

5.1 개 요

하수처리장의 각 개별시설물, 복합시설물, 통합시설물 그리고 종합시설물에 대한 종합평가는 상태평가만 실시하거나 또는 상태평가와 필요시 안전성평가를 각각 실시한 후 이들 결과를 기초로 종합하여 이루어진다. 즉, 상태평가만 실시하는 경우에는 상태평가결과를 종합평가결과로 가름하여 상태평가등급이 종합평가등급으로 결정되지만 상태평가와 안전성평가가 동시에 실시한 경우에는 상태평가결과와 안전성평가결과를 비교 검토하여 이차적인 종합평가등급을 부여하게 된다.

따라서 상태평가 결과를 종합평가 결과로 가름하여 종합평가기준을 설정하고 그 평가 방법 및 절차를 수립한다.

5.2 종합평가등급 기준

〈표〉 시설물 종합평가등급 기준

종합평가 등급	종합평가지수	종합평가등급 기준
a	$4.5 \leq Et \leq 5.0$	문제점이 전혀 없는 상태
b	$3.5 \leq Et < 4.5$	기능발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태
c	$2.5 \leq Et < 3.5$	전체적으로 시설물의 안전에는 지장이 없으나 보통의 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 주요부재의 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
d	$1.5 \leq Et < 2.5$	주요부재에 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내하력, 내구성 및 기능성 저하방지를 위한 대규모의 보수 또는 보강이 필요한 상태
e	$1.0 \leq Et \leq 1.5$	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

5.3 종합평가등급 산정절차

가. 개별시설물

개별시설물의 종합평가등급 산정은 4단계 평가단계에서 수행하는 평가항목 중 하나로서 안전성평가를 실시하지 않는 경우에는 상태평가등급을 종합평가등급으로 가름하지만 안전성평가를 실시하는 경우에는 개별시설물을 구성하고 있는 각각의 부재나 구조물의 상태 및 안전성평가 결과로 산출된 개별시설물의 상태평가지수(E_c)와 안전성평가지수(E_s) 중 작은 값을 종합평가지수(E_t)로 적용하여 아래 【표 5.46】의 종합평가지수(E_t)에 따른 종합평가등급기준에 의해 개별시설물에 대한 종합평가등급을 부여한다.

$$\text{종합평가지수} (E_t) = \text{MIN}(E_c, E_s)$$

여기서, E_c : 상태평가지수

E_s : 안전성평가지수

나. 복합, 통합시설물

개별시설물의 평가단계(4단계) 이후에 순차적으로 이루어지는 복합시설물의 종합평가(5단계), 통합시설물의 종합평가(6단계)시 수행되는 각각의 종합평가등급 산정은 개별시설물의 종합평가지수를 기초로 하여 시설물의 중요도(W) 및 아래의 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하여 이루어진다.

<표> 종합평가지수에 따른 조정계수(A)

종합평가등급	a	b	c	d	e
종합평가지수(E_t)	$5.0 \geq E_t \geq 4.5$	$4.5 > E_t \geq 3.5$	$3.5 > E_t \geq 2.5$	$2.5 > E_t \geq 1.5$	$1.5 > E_t \geq 1.0$
조정계수(A)	1	2	3	6	6

하수처리장의 통합시설물은 수처리공정, 슬러지처리공정 및 기타 부대시설물등으로서 기능과 역할이 각각 다른 개별시설물들의 집합으로 구성된다.

개별 시설물들의 문제발생 시 해당 복합시설물의 기능성 및 안전성에 미치는 영향도가 거의 비슷하다고 할 수 있으므로 복합시설물을 구성하는 각 개별시설물의 중요도는 동일하다고 보며 개별 시설물별 규모(크기)에 대한 가중치만 고려한다.

따라서 통합시설물의 종합평가는 각 개별 시설물의 종합평가지수(E_t)에 규모에 따른 가중치를 적용하고 앞에서 제시한 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하는 아래식을 적용하여 복합시설물의 종합평가지수(E_t)를 산출하고 복합시설물에 대한 종합평가등급을 결정한다.

$$\text{복합 및 통합 시설물의 종합평가지수}(E_t) = \sum (E_t \times P) / \sum P$$

여기서, E_t : 개별시설물 및 복합시설물의 종합평가지수

P : 조정 값($=A \times S$)

A : 조정계수

S : 개별시설물별 규모(m^3)

다. 종합시설물

종합시설물이라 함은 평가대상 시설물의 총체를 말하는 것으로 각기 기능과 역할이 다르면 전체적인 종합시설물에 대한 안전적 측면에서도 영향정도에 차이가 있는 분야별 시설물 (통합시설물)의 집합으로 구성된다. 그러므로 평가단계에서 최종적으로 수행하는 종합시설물의 종합평가에서는 각 분야별 시설물(통합시설물)의 중요도를 반영하는 것이 필요함에 따라 아래 표와 같이 통합시설물별 중요도를 정하였으며 통합시설물별 중요도의 합은 100이 되도록 하였다.

〈표〉 종합평가지수에 따른 조정계수(A)

통합시설물 구분	토목구조물	건축구조물	비 고
중 요 도	80	20	

$$\text{종합시설물의 종합평가지수(Et4)} = \Sigma(\text{Et3} \times P) / \Sigma P$$

여기서, Et3 : 통합시설물의 종합평가지수

P : 조정 값(=A×W)

A : 조정계수

W : 복합시설물별의 중요도

6. 안전등급 지정

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

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

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

〈표〉 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

7. 보수·보강 및 유지관리방안

가. 개 요

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

나. 보수·보강공법 선정

(1) 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.

(2) 공법 선정

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

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

(3) 수준 결정

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

(4) 우선순위 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생한 각종 결함에 대하여, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 우선순위를 결정하였다.

본 하수처리 시설물에서 조사된 손상 및 결함에 대하여 보수·보강의 우선순위는 구조물을 구성하는 부재에 대하여 구조물의 안전성, 사용성 및 내구성을 고려하여 다음과 같이 정하였다.

- 단기 : 주요부재의 구조적인 안전성을 확보하기 위한 시급한 보수
- 장기 : 주요부재 및 보조부재에 발생한 손상으로 내구성 확보 및 내구성 저하 방지를 위한 보수

8. 보고서 작성

8.1 보고서 작성 일반

- (1) 보고서는 일반적인 공통사항이 수록된『종합보고서』를 작성하되 시설물별로 구분하며 “시설물안의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침“에 의거하여 작성한다.
- (2) 종합보고서에는 본 과업에서 수행한 일반적인 사항, 정밀점검의 원칙, 분석방법, 이론, 구조해석 데이터 등 공통으로 적용되는 사항들을 수록한다.
- (3) 기술분야별 성과는 상호 연관성을 표시하여 색인, 판독, 검색 등이 용이하도록 작성하며, 부록 작성시 관련자료는 산출근거를 명시하고 색인(Index)등을 작성하여 삽입시킨다.
- (4) 성과품 작성은 한글 사용을 원칙으로 하되 필요한 경우 영어를 사용하며 이 경우 한글을 병용하고 단위는 SI단위계를 사용한다.
- (5) 종합보고서에는 계약시 제출된 참여기술자별 인적사항, 업무내용, 참여기간, 면허번호 등을 기록하되 참여기술자 주민등록번호는 “공공기관의 개인정보에 관한 법률 제9조“의 규정에 의거 개인정보 누출방지를 위하여 뒷자리를 암호화 처리한다.
- (6) e-보고서는 효율적이고 체계적인 보관 및 활용을 위해 한글, PDF, CAD 등 전산과일로 별도 작성하여 제출한다.

8.2 부록 작성

- (1) 과업지시서
- (2) 외관조사망도
- (3) 측정, 시험 성과표
- (4) 상태평가 결과 자료
- (5) 시설물관리대장 사본
- (6) 현황조사 및 외관조사 사진첩
- (7) 사용장비 및 기기의 사진
- (8) 사전조사 자료 일체 (사전검토 보고서, 과업수행계획서 등 관련자료)
- (9) 기타 참고자료 (정밀점검 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서 등 관련자료 포함)

8.3 성과품 제출

1) 과업수행자는 본 용역의 모든 성과품을 과업종료 10일전에 감독관에게 제출하여 사전검토를 받아야 하며, 검토 받은 용역성과품을 수정·보완하여 감독관의 확인을 받은 후 최종성과품을 과업종료시까지 제출한다.

2) 제출 목록

성과품 목록	제출수량	비 고
1. 시설물별 보고서	각 10부	
2. 과업수행 사진첩	각 10부	
3. 성과품 USB	3EA	
4. 기타 발주기관이 요구하는 자료	1식	

III. 과업수행 투입인원 및 장비

1. 과업수행 인원

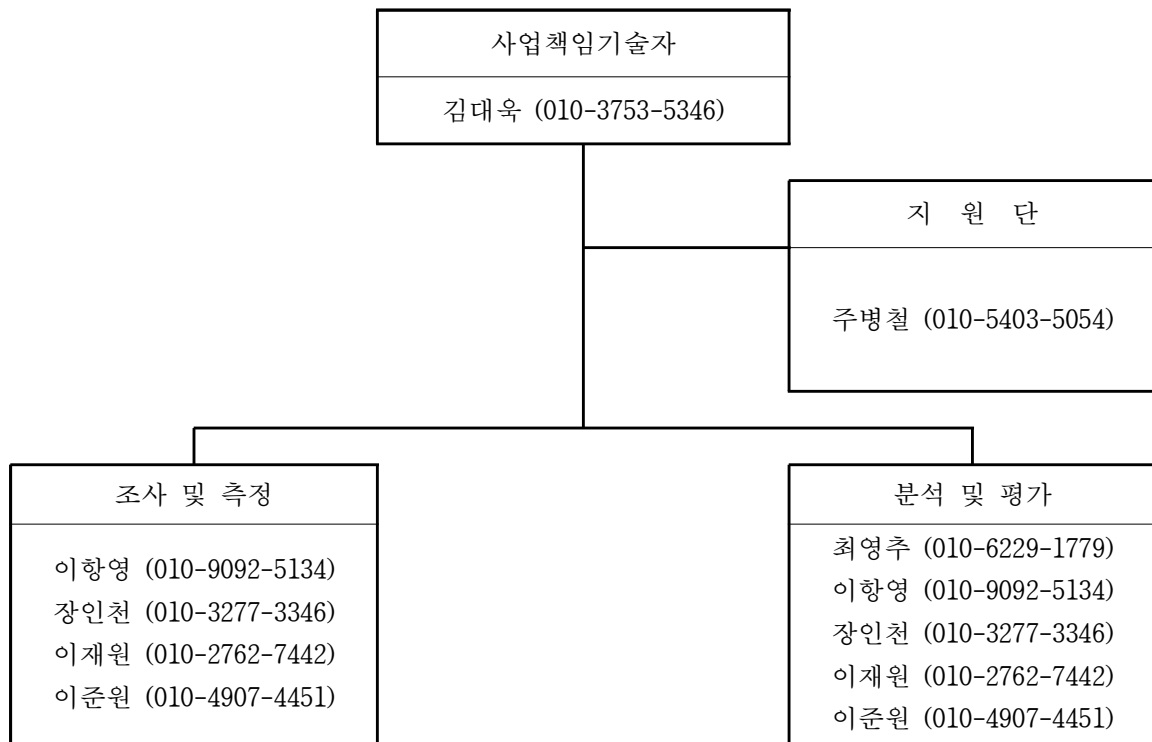
구 분	성 명	최종학력	주민등록번호	기술등급 자격사항	비 고
책임기술자	김 대 욱	공 학 사	560801-*****	특급기술자	
참여기술자	최 영 추	공 학 사	500702-*****	특급기술자	
	장 인 천	전문학사	710314-*****	고급기술자	
	이 항 영	전문학사	800202-*****	고급기술자	
	이 재 원	공 학 사	720627-*****	중급기술자	
	이 준 원	공 학 사	8207015-*****	초급기술자	

2. 인원구성 기준

시설물의 정밀안전진단 업무가 국민의 재산과 생명은 물론 시설물의 효용증진 및 안전 확보와 직결되므로 이 분야의 기술과 경력이 풍부한 기술자들로 인적자원을 구성한다.

구 분	내 용
책임기술자	토목분야 고급기술자로 안전진단에 풍부한 경험을 갖춘 기술자
참여기술자	초,중급기술자로 편성
자 문 단	공학박사 및 기술사로 구성하여 업무 진행과정에 있어서의 수시협의는 물론, 업무전반에 걸쳐 중점검토가 되어야 할 사항 등에 대한 기술자문을 통하여 성공적인 과업수행이 될 수 있도록 함.

3. 과업수행 조직표



4. 인원투입 계획

구 분	성 명	과업 내용					투입 예정 기간	비 고
		사전 조사	현장 조사	상태 평가	보수보강 방안	보고서 작성		
책임 기술자	김대욱						2014.11.10 ~ 2015.01.08 (60일)	우리기술 (주)
참여 기술자	최영추							
	장인천							
	이항영							
	이재원							
	이준원							

5. 과업수행 투입장비

구 분	기 기 명	제 조 국	측 정 능 력	사 진
휴대 장비	줄 자	한 국	길이 측정	
	디지털 카메라	일 본	사진 촬영	
	버니어캘리퍼스	일 본	상세두께 측정	
	균열 폭 측정기	한 국	균열 폭 측정	
내구성 조사	슈미트해머	일 본	반발경도 시험	
	페놀프탈레인용액	한 국	탄산화 시험	
	철근탐사기	일 본	철근배근 및 피복두께 확인	
	소음, 진동 측정기	미국	소음 및 진동 측정	
	멀티 메타	일본	저항, 전압 등 측정	
접근 장비	사다리	한 국	근접조사용	

Ⅳ. 안전관리 계획

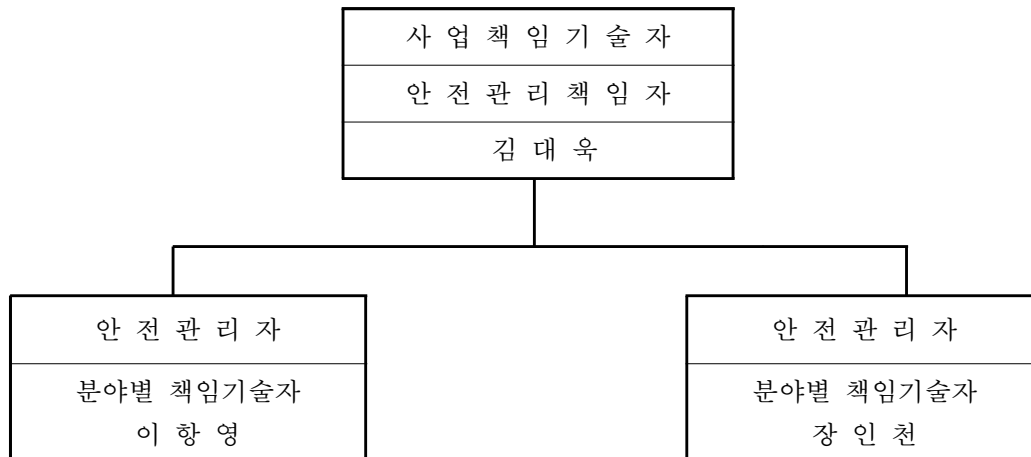
1. 일반 사항

구 분	본 과업에서의 중점 고려사항 및 대책
안전관리	- 현장조사시 안전사고 예방 · 안전교육 철저(수시) · 안전사고 방지 철저 · 개인보호구 착용철저(안전모, 안전화, 안전조끼 등)
보안대책	- 대외비밀 누설 및 유출을 방지하고자 보안대책 수립 · 보안교육 실시 · 관계인외 출입금지 · 일과 후 불필요한 외출방지 및 관계서류의 소각 및 확인 · 보안각서 작성 - 시행방법 · 설계도서 유출을 방지하고자 캐비넷, 도면함 등의 시건장치 및 열쇠는 책임기술자 등이 보관 · 관계인외 도서열람 및 사본제작 불허 · 외부인사의 열람요구 시 관리주체가 허가 후 열람 실시
긴급대책	과업대상 시설물이 안전상 심각한 이상이 발견되어 긴급 보수·보강이 필요할 경우 즉시 관리주체에 보고하며, 긴급조치가 가능하도록 결함의 정도 보수·보강 방안 및 시공사례, 시방서, 기본도면 등을 포함한 긴급보고서를 제출한다.
유관부서 협 조	- 관리주체 : 광주도시관리공사

2. 안전관리 조직

가. 조직도

본 과업수행에 필요한 적정인력을 전담 배치하여 안전관리에 차질이 없도록 하여 진단 업무가 원활히 수행될 수 있도록 한다.



3. 안전관리 운영계획

가. 보호구

점검 참여자 모두는 노동부장관 검정합격품으로써 보호구(안전모, 안전화, 안전조끼)를 착용하고 적합한 안전시설을 설치 사용한다.

나. 안전사고의 처리

안전관리자는 안전사고 발생시 응급조치를 취할 수 있도록 하고 신속하게 인근 병원으로 후송하며 관리법에서 규정한 중대한 사고인 경우에는 규정된 시간내에 산업재해 조사표에 의하여 노동부 관할 지방사무소에 보고한다. 이를 위해 사전에 관리주체와 인근병원 등의 비상연락체계를 구성하여 신속하게 대처하도록 한다.

다. 안전수칙

- 1) 교통통제가 필요한 현장조사시는 사전에 관할경찰서와 협의한 후 교통신호수 및 안전시설물 등을 설치하여 안전조치를 취한 후 진단을 실시한다.
- 2) 현장조사시 안전관리자가 입회하도록 하며, 특별교육을 실시한다.
- 3) 점검자는 반드시 보호구(안전모, 안전화, 안전조끼)를 착용한다.
- 4) 일기조건으로 작업수행이 곤란한 경우에는 현장조사를 하지 않는다.
- 5) 공공의 안전과 관계가 있는 경우에는 적절한 조치 (출입금지, 접근금지, 등의 표지판설치, 감시인 배치 등)를 한다.

- 6) 안전관리자는 위험물 저장소, 통제구역 등의 출입에 대하여는 관리주체와 사전 협의를 하며, 관리주체가 위험 장소의 사용자에게 작업사실을 공지할 수 있도록 사전 협조를 한다.
- 7) 야간 또는 어두운 곳에서의 진단시에는 충분한 밝기의 조명시설을 갖추고 식별이 용이하도록 조치를 하며 수시로 진단자 상호간에 연락을 취한다.
- 8) 유해가스 발생 및 잔류가 예상되는 장소는 반드시 사전에 정밀 측정기에 의한 측정 및 확인, 안전조치를 한 후에 작업한다.
- 9) 전기를 사용할 경우에는 감전사고 예방조치를 취한다.
- 10) 각종 측정장비의 사용할 때 주의사항을 숙지하여야 하며 무리한 사용과 조작을 하지 않는다.