정밀점검용역

공공하수처리시설

〈영동 공공하수처리시설〉

17.06

광주도시관리공사

(주)명성엔지니어링

2017년 광주시 공공하수처리시설 정밀점검

보 고 서

< 영동 공공하수처리시설 >

2017. 06

광주도시관리공사
GWANGJU
Urban Management Corporation

(주)명성엔지니어링
MYOUNG SEONG

제 출 문

광주도시관리공사 사장 귀중

귀 공사와 2017년 04월 27일자로 계약 체결한 『2017년 광주시 공공하수처리시설 정밀점검 용역(양벌등 3개소)』의 과업을 성실히 수행하고, 그 결과를 본 보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

준공 2017년 06월 23일

㈜명성엔지니어링

대 표 : 김 선 무 (인)

영동 공공하수처리시설 정밀점검 결과표

가. 일반현황

용 역 명	2017년 광주시 공공하수처리시설 정밀점검용역	점검기간	2017.05.10~2017.06.23		
관리주체명	광주도시관리공사	대 표 자	임 호 균		
공동수급	독자수행 100%	계약 방법	수의 계약		
시설물구분	상하수도	종 류	공공하수처리시설	종 별	2종
준 공 일	2014년 8월 11일	점검금액 (천원)	6,430	안전등급	A
시설물 위치	광주시 퇴촌면 정영로 973	시설물 규모	용량 : 600㎥/일		

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	-
점검 주요결과	■ 토목 시설물 - 벽체부 백태, 바닥부 도장 손상 등이 발생 ■ 건축 구조물 - 벽체부 균열, 실링재 탈락, 마감재 탈락, 천장부 텍스 손상 등이 발생 ■ 기전 설비 - 상태 양호
주요 보수·보강	표면처리공법, 단면복구공법, 재도장, 백태부(표면처리+습식균열보수), 정비

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	김 문 호	2017. 05. 10 ~ 2017. 06. 23	특급기술자
참여기술자	인승철외 2인	2017. 05. 10 ~ 2017. 06. 23	특급기술자

라. 참고사항

영동 공공하수처리시설 정밀점검 요약표

책임기술자 종합의견
■ 영동 공공하수처리시설 정밀점검결과, 본 시설물은 문제점이 없는 상태인 “A”등급으로 평가됨 ■ 주요 손상으로 균열, 백태, 도장 손상, 실링재 탈락, 마감재 탈락. 텍스 손상 등이 조사됨 ■ 전회 점검이후 시설물의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사되었으나, 기 발생된 손상부는 내구성 확보를 위한 보수가 필요함 ■ 특히, 벽체부 백태 손상부는 손상의 진전이 우려되므로 표면처리와 습식균열보수를 통한 유지관리가 요구되며, 천장부 텍스 손상은 환기구 우수침투 방지와 연계한 조치가 필요함 책임기술자 : 김 문 호 (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수 • 보강				상태평가결과 : A등급
결함발생 부재		상태평가 결과	주요 결함종류	보수·보강(안)
수처리 시설물	유량조정조	a	상태양호	-
	일차침전지	a	상태양호	-
	생물반응조	a	상태양호	-
	이차침전지	a	상태양호	-
	처리수조	a	상태양호	-
	방류수조	a	상태양호	-
슬러지처리 시설물	슬러지 저류조	a	백태, 도장손상	표면처리+습식균열보수 재도장
건축동		b	균열, 마감재 탈락, 텍스손상	표면처리, 주입보수 정비
기계·전기설비		a	상태양호	-

나. 안전성평가 결과

안정성 평가 수행 부재	해석 방법	안전성평가 결과요약	안전율	안전성 평가결과
해당사항 없음		-	-	-

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계 적용 여부	결 과	검토결과 요약
영동 공공하수처리시설	Y	**내진 적용**	내진검토가 이루어짐 (구조계산서 참조)

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

시 험 명		측정치	설계치	책임기술자 의견
콘크리트 강도 (Mpa)	토 목	27.2 ~ 29.7	27.0	■ 설계기준강도를 상회함
	건 축	24.5 ~ 24.8	24.0	
철근탐사 (mm)	주 근	114 ~ 140	125	■ 전반적으로 철근간격 피복두께가 설계값과 근사함
	배력근	186 ~ 200	200	
탄산화 잔여깊이 (mm)	토 목	50.5 ~ 90.0	80	■ 잔여깊이가 30mm 이상으로 탄산화로 인한 내구성 저하는 없는 것으로 판단됨
	건 축	57.0 ~ 101.8	100	

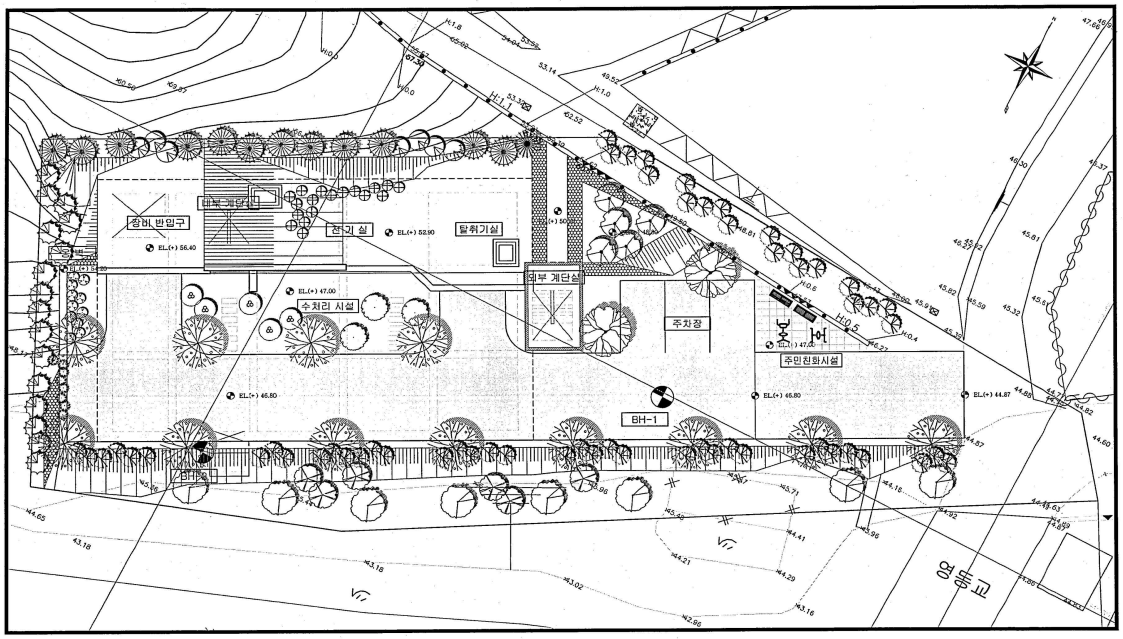
영동 공공하수처리시설 현황표

▣ 작성일 : 2017년 06월 23일

<table>
<tr><td>시설물명</td><td colspan="3">영동 공공하수처리시설</td><td>시설물번호</td><td colspan="2">ST2014-0000044</td></tr>
<tr><td>준공년월일</td><td colspan="3">2014년 08월 11일</td><td>관리번호</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>시설물위치</td><td colspan="6">경기도 광주시 퇴촌면 정영로 973</td></tr>
<tr><td>관리주체</td><td colspan="3">광주도시관리공사</td><td>Tel</td><td colspan="2">031-760-2594</td></tr>
<tr><td>처리용량</td><td colspan="3">총 600㎥/일</td><td>처리구역</td><td colspan="2">영동리</td></tr>
<tr><td>처리방법</td><td colspan="3">생물학적 질소·인 제거공법
(KSBNR공법)</td><td>방류수역</td><td colspan="2">영동천→남한강→팔당호</td></tr>
<tr><td>처리공정</td><td colspan="6">유입→유량조정조→일차침전지→생물반응조→이차침전지→처리수조→3차처리시설→방류</td></tr>
<tr><td rowspan="5">수처리
시설물</td><td colspan="2">침사지</td><td>일체형 협잡물 및
침사제거기</td><td>유량조정조</td><td colspan="2">B4.9*L3.6*H4.2*2지</td></tr>
<tr><td rowspan="3">생
물
반
응
조</td><td>협기조</td><td>B5.0*L1.3*H4.5*2지</td><td>이차침전지</td><td colspan="2">Φ4.5*H3.6*2지</td></tr>
<tr><td>제1교호
간헐포기조</td><td>B5.0*L3.5*H4.5*2지</td><td>처리수조</td><td colspan="2">B2.65*L3.1*H2.9*1지</td></tr>
<tr><td>제2교호
간헐포기조</td><td>B5.0*L3.5*H4.5*2지</td><td>방류수조</td><td colspan="2">B2.65*L3.1*H2.9*1지</td></tr>
<tr><td>슬러지
처리시설</td><td colspan="6">슬러지 저류조 : B2.7*L3.6*H5.0*2지</td></tr>
<tr><td>부대시설</td><td colspan="6">관리동</td></tr>
</table>

시설 계획 평면도

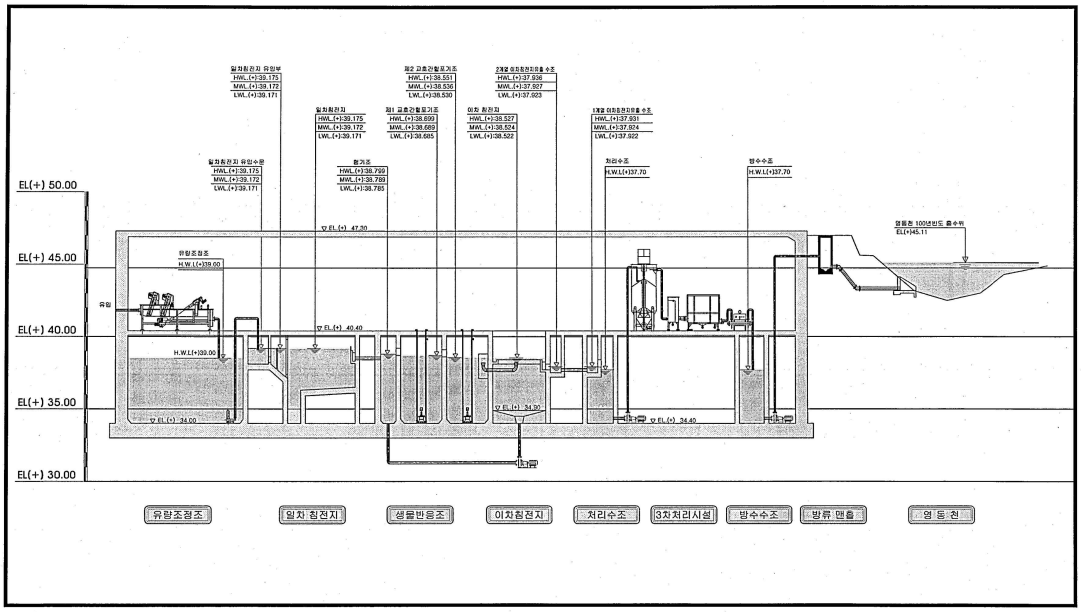
S = 1:100



발주처	도급사	공사명	도면명	시공 / 토목감리업	SCALE 1:100
영 주 시	대보건설주식회사	광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계 (영등 공공하수처리시설)	시설 계획 평면도	설계 / 설비감리업	DATE 2014. 8
				확인 / 기술지원 감리원	SHEET NO.
				승인 / 책임감리원	DRAWING NO. C - 001 REV.

수 리 계 통 도

S = NONE

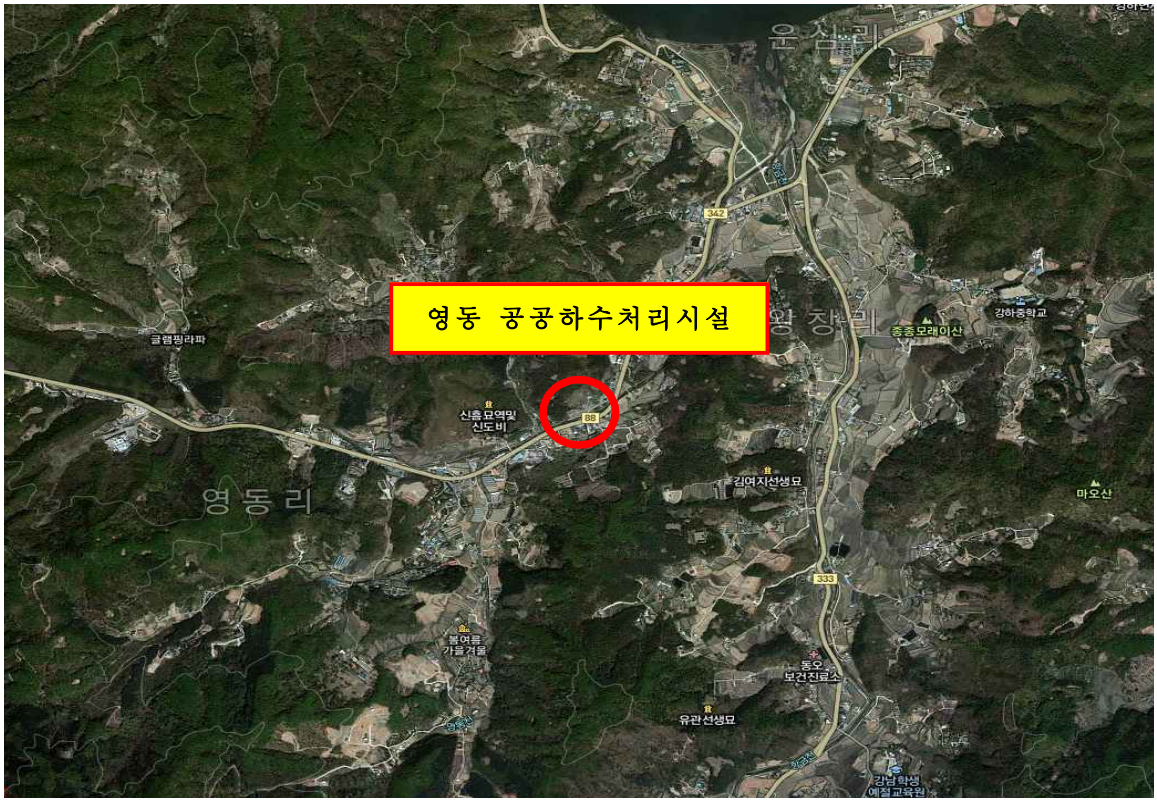


발주처	도급사	공사명	도면명	시공 / 토목감리업	SCALE
영 주 시	대보건설주식회사	광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계 (영등 공공하수처리시설)	수 리 계 통 도	설계 / 설비감리업	DATE 2014. 8
				확인 / 기술지원 감리원	SHEET NO.
				승인 / 책임감리원	DRAWING NO. C - 003 REV.

정밀점검 참여기술진

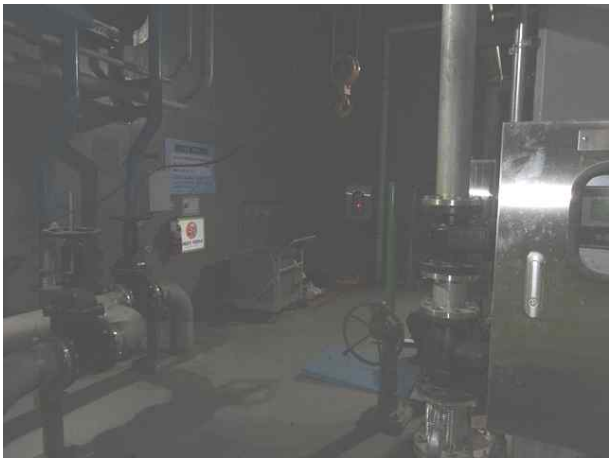
참여 구분	참여 분야	소 속	자 격	성 명	참여 기간	서 명
책임기술자	과업 총괄	㈜명성 엔지니어링	특급	김 문 호	2017.05.10~2017.06.23	
참여기술자	현장조사 보고서작성	“	특급	인 승 철	2017.05.10~2017.06.23	
	현장조사 보고서작성	“	고급	서 동 진	2017.05.10~2017.06.23	
	현장조사 보고서작성	“	중급	유 재 희	2017.05.10~2017.06.23	

위 치 도



○ 시설물 위치 : 경기도 광주시 퇴촌면 정영로 973

시설물 전경사진



유량조절조

일차 침전지

생물반응조

시설물 전경사진(2)

이차침전지

처리수조

방류수조

시설물 전경사진(3)

슬러지 저류조

토목처리시설(설비)

건축동

정밀점검 요약문

1 과업의 목적

본 과업은「시설물의 안전관리에 관한 특별법」제6조 및 동법 시행령 제6조 규정에 따른 정밀점검으로써 시설물에 대한 물리적, 기능적 결함을 조사하고 구조적 안전성 및 손상상태를 점검하여, 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

2 대상 시설물 현황

<table>
<tr><td>시설물명</td><td colspan="3">영동 공공하수처리시설</td><td>시설물번호</td><td>ST2014-0000044</td></tr>
<tr><td>준공년월일</td><td colspan="3">2014년 08월 11일</td><td>관리번호</td><td>-</td></tr>
<tr><td>시설물위치</td><td colspan="5">경기도 광주시 퇴촌면 정영로 973</td></tr>
<tr><td>관리주체</td><td colspan="3">광주도시관리공사</td><td>Tel</td><td>031-760-2594</td></tr>
<tr><td>처리용량</td><td colspan="3">총 600㎥/일</td><td>처리구역</td><td>영동리</td></tr>
<tr><td>처리방법</td><td colspan="3">생물학적 질소·인 제거공법
(KSBNR공법)</td><td>방류수역</td><td>영동천→남한강→팔당호</td></tr>
<tr><td>처리공정</td><td colspan="5">유입→유량조정조→일차침전지→생물반응조→이차침전지→처리수조→3차처리시설→방류</td></tr>
<tr><td rowspan="4">수처리
시설물</td><td colspan="2">침사지</td><td>일체형 협잡물 및
침사제거기</td><td>유량조정조</td><td>B4.9*L3.6*H4.2*2지</td></tr>
<tr><td rowspan="3">생
물
반
응
조</td><td>혐기조</td><td>B5.0*L1.3*H4.5*2지</td><td>이차침전지</td><td>Φ4.5*H3.6*2지</td></tr>
<tr><td>제1교호
간헐포기조</td><td>B5.0*L3.5*H4.5*2지</td><td>처리수조</td><td>B2.65*L3.1*H2.9*1지</td></tr>
<tr><td>제2교호
간헐포기조</td><td>B5.0*L3.5*H4.5*2지</td><td>방류수조</td><td>B2.65*L3.1*H2.9*1지</td></tr>
<tr><td>슬러지
처리시설</td><td colspan="5">슬러지 저류조 : B2.7*L3.6*H5.0*2지</td></tr>
<tr><td>부대시설</td><td colspan="5">관리동</td></tr>
</table>

3 외관조사 및 상태평가 결과

상태평가 결과 및 보수 • 보강				상태평가결과 : A등급
결함발생 부재		상태평가 결과	주요 결함종류	보수·보강(안)
수처리 시설물	유량조정조	a	상태양호	-
	일차침전지	a	상태양호	-
	생물반응조	a	상태양호	-
	이차침전지	a	상태양호	-
	처리수조	a	상태양호	-
	방류수조	a	상태양호	-
슬러지처리 시설물	슬러지 저류조	a	백태, 도장손상	표면처리+습식균열보수 재도장
건축동		b	균열, 마감재 탈락, 텍스손상	표면처리, 주입보수 정비
기계·전기설비		a	상태양호	-

4 내구성 시험결과

■ 콘크리트 강도

구 분	설계기준 강도	콘크리트 강도	준공년도	비고
토목	27.0MPa	27.2MPa ~ 29.7MPa	2014년	
건축	24.0MPa	24.5MPa ~ 24.8MPa	2014년	

- 반발경도 측정결과, 24.5MPa ~ 29.7MPa 측정되어 설계기준 강도(24.0MPa, 27.0MPa)를 상회함
- 반발경도법에 의한 콘크리트 강도는 양호한 상태임

■ 철근탐사

구 분	설계 배근 간격	측정 배근 간격	설계 피복 두께	측정 피복 두께
주 근	125㎜	114㎜ ~ 140㎜	50㎜ ~ 80㎜	51㎜ ~ 103㎜
배력근	200㎜	186㎜ ~ 200㎜		

- 각 부재별 철근 배근 간격 및 피복 두께가 설계값과 근사함

■ 탄산화 시험

구 분	탄산화 깊이	잔여 깊이	준공년도	비고
토목	0.5㎜ ~ 1.1㎜	50.5 ~ 90.0	2014년	
건축	1.0㎜ ~ 1.2㎜	57.0 ~ 101.8	2014년	

- 탄산화 깊이 3.5㎜ ~ 11.5㎜ 측정되어 양호한 상태임

5 상태평가 및 종합평가

■ 상태평가

- 토목 시설물 : a등급 7개소
- 건축 시설물 : b등급 1개소

■ 종합평가 : "A"등급 [종합평가지수 4.52]

6 종합결론

- 영동 공공하수처리시설 정밀점검결과, 본 시설물은 문제점이 없는 상태인 “A”등급으로 평가됨
- 주요 손상으로 균열, 백태, 도장 손상, 실링재 탈락, 마감재 탈락. 텍스 손상 등이 조사됨
- 전회 점검이후 시설물의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사되었으나, 기 발생된 손상부는 내구성 확보를 위한 보수가 필요함
- 특히, 벽체부 백태 손상부는 손상의 진전이 우려되므로 표면처리와 습식균열보수를 통한 유지관리가 요구되며, 천장부 텍스 손상은 환기구 우수침투 방지와 연계한 조치가 필요함

7 중점 유지관리 방안

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>중점 유지관리 방안</th></tr>
<tr><td rowspan="2">토목
시설물</td><td rowspan="2">슬러지
저류조</td><td> </td></tr>
<tr><td>- 벽체부 백태 진행여부 확인</td></tr>
<tr><td rowspan="2">건축
시설물</td><td rowspan="2">전기실</td><td> </td></tr>
<tr><td>- 마감재 탈락 구간 누수 진행성 여부 확인</td></tr>
</table>

8 보수·보강 방안 및 개략공사비

[2순위 개략공사비]

시설물	손상 내용	보수 방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	비고
토목	누수흔적/백태	표면처리+ 습식균열보수	6.0	7.8	㎡	50	390	
	도장 손상	재도장	200.0	260.0	㎡	43	11,180	
	방음판넬 하부 파손	정 비	5.0	6.5	개소	20	130	
건축	균열(0.3㎜미만)	표면처리공법	29.0	9.4	m	26	244	
	균열(0.3㎜이상)	주입보수공법	17.0	5.5	m	35	192	
	마감 불량	정 비	0.5	0.6	㎡	10	6	
	도장 박리	재도장	4.0	5.2	㎡	43	223	
	실링재 탈락	정 비	6.0	7.8	m	10	78	
	텍스 손상	정 비	18.0	23.4	개소	10	234	
	마감재 손상	정 비	1.0	1.3	개소	10	13	
순공사비							12,690	
제경비(순공사비×50%)							6,345	
총공사비 (순공사비+제경비)							19,035	

※ 보수물량은 손상물량의 30%를 할증하였음
※ 철근노출 단면복구 → 30㎜(잡철물 제외)
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경
※ 개략공사비 단가는 서울시 도로사업소 일위대가(2015)를 참고 하였음
※ 균열보수의 표면처리공법은 m → ㎡으로 환산하였음(손상물량의 0.25배)
※ 상기 개략공사비는 2017년 상반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음

목 차

▣ 서두

제 1 장 정밀점검 개요 ····· 1

1.1 과업의 목적 ····· 2

1.2 과업의 범위 및 내용 ····· 2

1.3 과업 수행 일정 ····· 6

1.4 사용장비 및 비파괴 시험기기 ····· 7

제 2 장 자료수집 및 분석 ····· 8

2.1 자료수집 현황 ····· 9

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약 ····· 10

2.3 기존 점검 실시결과 요약 ····· 13

2.4 보수·보강이력 ····· 16

2.5 내진설계 여부 ····· 16

2.6 주요 관련도면 ····· 17

제 3 장 현장조사 및 시험 ····· 26

3.1 개요 ····· 27

3.2 외관조사 ····· 27

3.3 내구성 시험 ····· 50

제 4 장 상태평가 ····· 64
4.1 개 요 ····· 65
4.2 상태평가 항목 및 기준 ····· 65
4.3 상태평가 결과 산정 방법 ····· 87
4.4 상태평가 결과 ····· 94

제 5 장 종합평가 ····· 95
5.1 개요 ····· 96
5.2 종합평가 기준 ····· 96
5.3 종합평가 결과 산정 방법 ····· 98
5.4 종합평가 결과 ····· 101
5.5 안전등급 지정 ····· 104

제 6 장 보수·보강 및 유지관리방안 ····· 105
6.1 개요 ····· 106
6.2 보수·보강 방안 ····· 107
6.3 유지관리 방안 ····· 128

제 7 장 종합결론 ····· 133

◉ 부 록
1. 외관조사망도
2. 현장조사 사진첩
3. 측정 및 시험 자료
4. 상태평가 결과자료
5. 시설물관리대장 사본
6. 사용장비 및 기기의 사진
7. 과업지시서
8. 사전조사 자료 일체
9. 손상물량표

제1장 정밀점검 개요

1.1 과업의 목적

1.2 과업의 범위 및 내용

1.3 과업 수행 일정

1.4 사용장비 및 비파괴 시험기기

제 1 장 정 밀 점 검 개 요

1.1 과업의 목적

본 과업은 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제6조 및 동법 시행령 제6조 규정에 따른 정밀점검으로써 시설물에 대한 물리적, 기능적 결함을 조사하고 구조적 안전성 및 손상상태를 점검하여, 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위 및 내용

1.2.1 대상시설물 개요

<표 1.1> 전체 대상시설물 현황

NO	시 설 명	위 치	처리용량 (㎥/일)	처리공법	구 조	종별	준 공 일
1	양 벌 공공하수처리시설	오포읍 청석로 149	20,000	BBF	철근 콘크리트	2종 시설물	2015.01.31
2	삼 리 공공하수처리시설	곤지암읍 평촌길 12-101	5,000	BBF	철근 콘크리트	2종 시설물	2014.08.15
3	**영 동 공공하수처리시설**	**퇴촌면 정영로 973**	**600**	**KSBNR**	**철근 콘크리트**	**2종 시설물**	**2014.08.11**

[전경사진]

양 벌
공공하수처리시설

삼 리
공공하수처리시설

영 동
공공하수처리시설

<표 1.2> 영동 공공하수처리시설 현황

<table>
<tr><td>시설물명</td><td colspan="2">영동 공공하수처리시설</td><td>시설물번호</td><td colspan="2">ST2014-0000044</td></tr>
<tr><td>준공년월일</td><td colspan="2">2014년 08월 11일</td><td>관리번호</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>시설물위치</td><td colspan="5">경기도 광주시 퇴촌면 정영로 973</td></tr>
<tr><td>관리주체</td><td colspan="2">광주도시관리공사</td><td>Tel</td><td colspan="2">031-760-2594</td></tr>
<tr><td>처리용량</td><td colspan="2">총 600㎥/일</td><td>처리구역</td><td colspan="2">영동리</td></tr>
<tr><td>처리방법</td><td colspan="2">생물학적 질소·인 제거공법
(KSBNR공법)</td><td>방류수역</td><td colspan="2">영동천→남한강→팔당호</td></tr>
<tr><td>처리공정</td><td colspan="5">유입→유량조정조→일차침전지→생물반응조→이차침전지→처리수조→3차처리시설→방류</td></tr>
<tr><td rowspan="4">수처리
시설물</td><td colspan="2">침사지</td><td>일체형 협잡물 및
침사제거기</td><td>유량조정조</td><td>B4.9*L3.6*H4.2*2지</td></tr>
<tr><td rowspan="3">생
물
반
응
조</td><td>혐기조</td><td>B5.0*L1.3*H4.5*2지</td><td>이차침전지</td><td>Φ4.5*H3.6*2지</td></tr>
<tr><td>제1교호
간헐포기조</td><td>B5.0*L3.5*H4.5*2지</td><td>처리수조</td><td>B2.65*L3.1*H2.9*1지</td></tr>
<tr><td>제2교호
간헐포기조</td><td>B5.0*L3.5*H4.5*2지</td><td>방류수조</td><td>B2.65*L3.1*H2.9*1지</td></tr>
<tr><td>슬러지
처리시설</td><td colspan="5">슬러지 저류조 : B2.7*L3.6*H5.0*2지</td></tr>
<tr><td>부대시설</td><td colspan="5">관리동</td></tr>
</table>

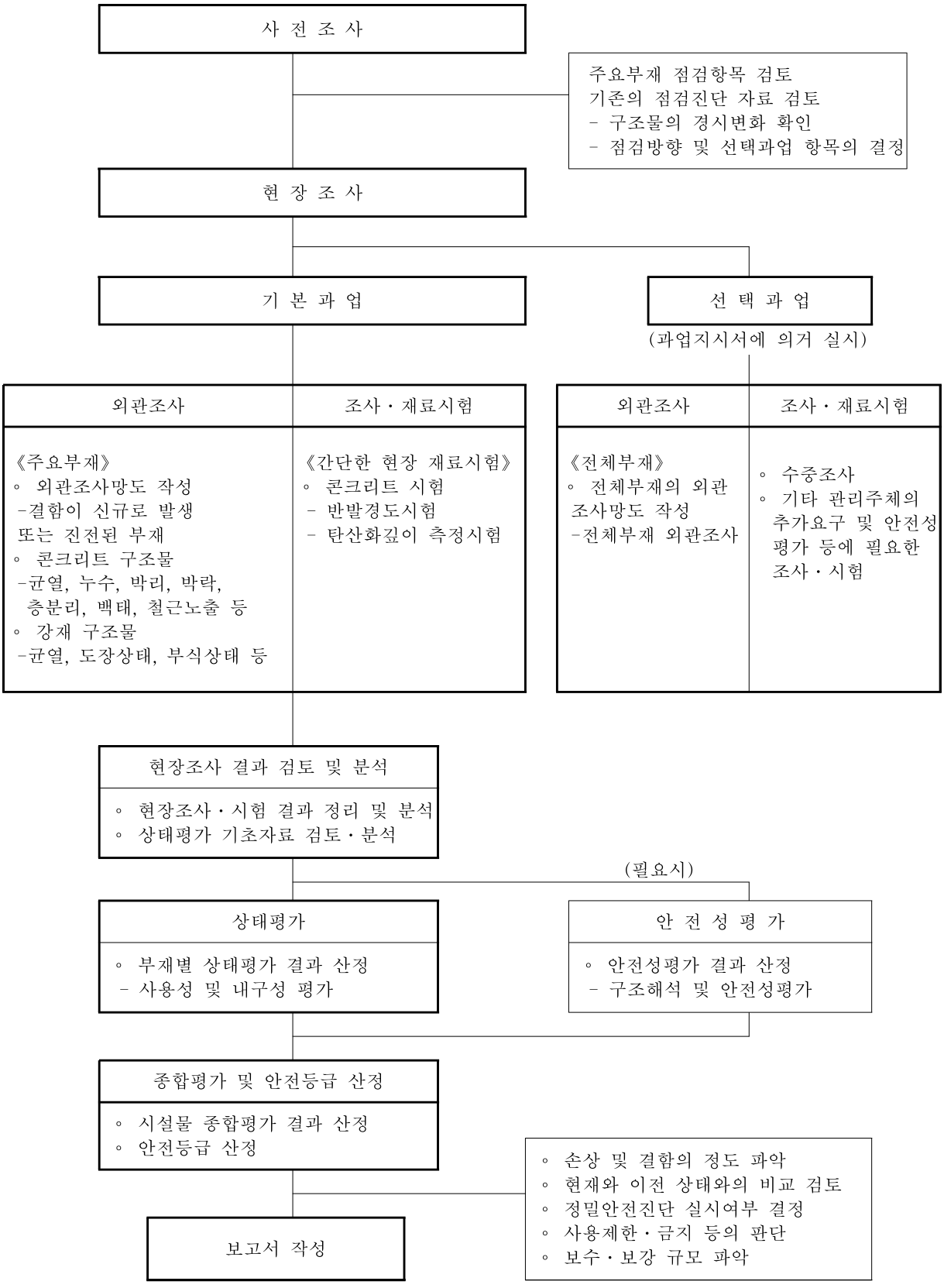
1.2.2 대상시설물의 범위

구 분	정밀점검 대상시설물의 범위
공공하수 처리시설	▸수처리 시설물(침사지, 침전지 등) ▸슬러지처리시설 ▸기타 하수처리시설 ▸기계, 전기설비 ▸건축물 및 부대시설

1.2.3 과업의 내용

구 분		과업의 내용	비고
자료수집 및 분석		▸설계도서, 시방서 등 관련자료 ▸기존 안전점검 및 보수·보강 자료	
현장 조사	외관 조사	▸토목구조물 (침하,경사,균열,박락 등) ▸관로 (부식,변형,누수,도막상태 등) ▸강구조물 (부식,피로균열,변형 등) ▸기전설비 (펌프설비,배관,전기설비)	
	내구성 조사	▸콘크리트 강도측정 (반발경도법) ▸철근 탐사 ▸탄산화 시험	
상태평가 종합평가		▸각 부재별 외관조사망도를 작성 ▸상태평가 기준에 의거 시설물 전체 상태평가 등급 부여 ▸상태평가 등급에 따라 종합평가 산정	
보수·보강 및 유지관리방안제시		▸기능회복 및 향상을 위한 보수·보강공법 제시 ▸우선순위에 따른 보수보강 물량 및 개략공사비 제시 ▸효율적인 유지관리방안 제시	
보고서 작성 및 제출		▸보고서 작성 및 제출	
FMS 등재		▸FMS(시설물정보관리종합시스템) 등재	

1.2.4 과업 수행 흐름도



[그림 1.1] 과업 수행 흐름도

1.3 과업 수행 일정

▣ 과업기간 : 2017년 05월 10일 ~ 2017년 06월 23일

과 업 내 용	착수일로부터 45일간					비 고
	10일	20일	30일	40일	45일	
· 과업 착수준비						
1.자료수집 및 분석						착수
2.현장조사 (외관조사, 비파괴시험)						
3.상태평가 및 분석						
4.보수·보강방안 수립 및 제시						
5.보고서 작성 및 제출						
6.FMS 등재						준공
공 정 률(%)	20%	50%	75%	90%	100%	

1.4 사용장비 및 비파괴 시험기기

본 정밀점검의 수행(외관조사, 비파괴시험)을 위해 활용된 장비는 아래와 같다.

<표 1.3> 측정장비 현황

구분	기기명	제조국/모델	사용목적	비고
휴대장비	줄자 5m, 50m 랜턴, 안전모	한국	제원측정 조명, 보호장구	
	크렉 스케일 균열경	한국/PEAK 10X	균열폭 측정	
	디지털 카메라	일본/니콘	정지영상 및 동영상 촬영	
시험장비	Schmidt Hammer	NR Type	비파괴 강도조사	
	탄산화 측정 SET	한국/ 페놀프탈레인 1%	탄산화 정도 측정	
	철근탐사기	일본/RC-RADAR NJJ-95A	탄산화 평가 (피복두께 조사)	

제2장 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

2.3 기존 점검 실시결과 요약

2.4 보수·보강 이력

2.5 내진설계 여부

2.6 주요 관련도면

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 과업 대상시설물의 관련자료를 수집·분석하여 시설물의 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 이후의 유지관리와 관련된 자료 등이며, 관리주체의 유지관리자료 보유 현황은 아래과 같다.

<표 2.1> 자료수집 현황

보존대상 목록		보유현황	비 고
준공도서	◇ 설계도서 - 실시설계보고서 - 구조계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 감리보고서	○	◇ FMS 전산관리
	◇ 설계도면 - 위치도, 평면도, 단면도(종·횡) - 토목, 건축 구조물도 - 기계, 전기, 설비 및 기타	○	
시설물 관리대장	◇ 기본현황 ◇ 상세제원 ◇ 유지관리 이력	○	◇ FMS 전산관리
시공관련 자료	◇ 시공관련 자료 ◇ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 각종 시험 기록 ◇ 사고기록	○	◇ FMS 전산관리
정기 및 정밀점검 자료		○	◇ FMS 전산관리
보수·보강 자료		○	

2.2 건설 관련자료 검토결과 요약

본 과업대상 시설물의 건설당시 주요 현황을 파악하기 위해 실시설계보고서, 구조계산서, 토질조사 보고서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

2.2.1 실시설계보고서(2011.04)

CLIENT :	광주시	SITE :	
PROJECT :	영등리 공공하수처리시설	DATE :	
SUBJECT :	설계유량, 고농도 (15도)	Calc. By :	

1 KSBNR®반응조 설계조건

1) 유입수량

구 분	계 수	m^3/Day	m^3/Hr	m^3/min	m^3/sec	비 고
일 평 균	0.70	459	19.10	0.318	0.0053	
일 최 대	1.00	655	27.29	0.455	0.0076	*반류수포함*
시 간 최 대	1.30	852	35.48	0.591	0.0099	

2) 설계수질 MASS BALANCE

구 분	유 입		유 출		제거효율 (%)
	㎎/ℓ	kg/Day	㎎/ℓ	kg/Day	
Alkalinity	220.0				
B O D	215.4	141.1	9.0	5.9	95.8
C O D mn	162.6	106.5	25.0	16.4	84.6
S S	189.5	124.1	22.2	14.5	88.3
T - N	88.4	57.9	20.0	13.1	77.4
T K N	88.4	57.9	1.0	0.7	98.9
NH_4-N	88.4	57.9	1.0	0.7	98.9
T - P	10.8	7.1	2.5	1.6	76.9
S - P	9.8	6.4	2.3	1.5	76.5

3) 설계조건

- 생물반응조 MLSS 농도 (X) =	2,000 ~ 4,000㎎/ℓ	㎎/ℓ	3,300
- 생물반응조 MLVSS 농도 (Xv)		㎎/ℓ	2,640
- MLVSS / MLSS 비			0.80
- 적정 F/M 비			0.1~0.3
- Min. C/N 비		Min.	3
- 반송슬러지 MLSS 농도 (Xr) =	8,000 ~ 12,000㎎/ℓ	㎎/ℓ	8,000
- 슬러지 반송율 (R) =	30 ~ 100%	%	70.2
- 내부 반송율 (등혐기) =	20 ~ 50%	%	-
- 생물반응조 수온		하절기 ℃	15
- 생물반응조 pH			7.2
- 생물반응조 호기조건 용존산소(DO)		㎎/ℓ	2.0

2 KSBNR®반응조 체원결정 - Designer 결정

1) 필요용량 계산

	HRT(hrs)	소요용적(m^3)	계열	폭(m)	길이(m)	유효수심(m)
- 폭 : 길이 = 1.7						
- 혐기조	1.93	52.7	2	4.8	1.2	4.50
- 제1교호간헐포기조	5.38	146.8	2	4.8	3.4	4.50
- 제2교호간헐포기조	5.38	146.8	2	4.8	3.4	4.50

2) 반응조 체원결정 - DESIGN

CLIENT :	광주시	SITE :	
PROJECT :	영등리 공공하수처리시설	DATE :	
SUBJECT :	설계유량, 고농도 (15도)	Calc. By :	

- 폭 : 길이 = 1.7	HRT(hrs)	소요용적(m^3)	계열 폭(m) 길이(m) 유효수심(m)
- 혐기조	2.14	58.5	2 5.0 1.3 4.50
- 제1교호간헐포기조	5.77	157.5	2 5.0 3.5 4.50
- 제2교호간헐포기조	5.77	157.5	2 5.0 3.5 4.50
- HRT 및 반응조 용적	13.68	373.5	2 5.0 8.3 4.50

3 KSBNR®반응조 계산

3.1 혐기조 체류시간 검토(Waste Sluge reation 기준)

1) Design HRT		Hrs	2.14
2) 인방출율(SPRR)		g P/ g MLVSS·일	0.083
$SPRR_T = SPRR_{(19)} \times \theta^{(T-19)}$			0.0035
$SPRR_{(19)}$ = 19℃의 인방출율			
= 0.0984 ~ 0.2616 gP/gMLVSS/일			
적용 : 0.098			
출처 : Behaviour of activated sludge from a system with anoxic phosphate uptake (Wat. Scl. Tech., 1998)			
θ = 온도에 대한 인방출율 보정계수			
적용 : 1.043			
출처 : The Effects of MCRT and Temperature on Enhanced Biological Phosphorus Removal (Wat. Scl. Tech., 1992)			
3) 인섭취율(SPUR)		g P/ g MLVSS·일	0.096
SPUR = α × SPRR			
α = SPUR/SPRR ratio (1.15 ~ 1.2)			1.15
출처 : Wentzel et al. (1985)			
4) 생물학적 인제거량		kg/d	3.9
$R_P = SP_{in} - SP_{out}$			
SP_{in} : Ortho-P in influent		kg/d	5.0
SP_{out} : Ortho-P in effluent		kg/d	1.1
SP/TP			0.7
5) Ortho-P 방출량 (OPR)		kg/d	11.6
Ortho-P release = $R_P \div R_C$			
Rc : 생물학적 인제거에 대한 Ortho-P 방출율			3.0
6) 혐기조 용량 계산			
① 필요미생물량 = 방출대상 인량 ÷ SPRR		kg MLSS	173.6
		kg MLVSS	138.9
② 혐기조 필요 용량		m^3	52.6
③ 혐기조 필요 체류시간 (HRT)		hr	1.93
④ 설계체류시간 대비 적정성 검토			O.K
7) 질산성질소 유입 고려한 BOD 소모 ($BOD_{nm, dn}$)			
① 유입수 중의 NO_3-N 부하		kg/d	0
② 반송슬러지 중의 NO_3-N 부하 = 반송슬러지 내 NO_3-N 농도 × 반송유량		kg/d	8.74
반송슬러지 내의 NO_3-N 농도 = 방류 NO_3-N		㎎/ℓ	19.00
반송슬러지 유량		m^3/d	460
③ 탈질에 소모되는 BOD량 = NO_3-N 부하 x BOD소모율1		kg/d	24.99

CLIENT :	광주시	SITE :	
PROJECT :	영등리 공공하수처리시설	DATE :	
SUBJECT :	설계유량, 고농도 (15도)	Calc. By :	

K - 상수		gBOD$_5$/gNO_3-N	2.86
So : 유출 BOD 농도		㎎/ℓ	9.0
f_h : Fraction of heterotrophs			0.916
X : MLVSS 농도		㎎/ℓ	2,640.0
② 설계체류시간 대비 적정성 검토			O.K
6) Design HRT of the aerobic zone for nitrification			
① $\Theta h = [6ca^5 Y_{obs,N} \times (No - Nsyn - Ne)/(f_N \times X)] \times 24$	DESIGN	Hrs	5.38
$Y_{obs,N}$ (g VSS/g NH_4-N)		gVSS/g NH_4-N	0.118
Y_N : 상수		gVSS/g NH_4-N	0.15
No : 유입 TKN 농도		㎎/ℓ	88.4
Nsyn : 세포내 축적된 TKN 농도		㎎/ℓ	9.35
Ne : 유출 TKN 농도		㎎/ℓ	1.0
f_a : Fraction of autotrophs			0.084
X : MLVSS 농도		㎎/ℓ	2,640.0
② 설계체류시간 대비 적정성 검토			O.K

3.3 교호간헐폭기조 탈질소요시간

1) Nsyn (nitrogen used in cell synthesis)			
Nsyn = Y_{obs} x DBOD x Fn		㎎/ℓ	9.35
Y_{obs} (g VSS/g BOD-removed)		gVSS/gBODr	0.453
DBOD = So - Se		㎎/ℓ	206.4
So : 유입 BOD 농도		㎎/ℓ	215.4
Se : 유출 BOD 농도		㎎/ℓ	9.0
Fn : fraction of nitrogen in cell(KSBNR)		gN/gMLVSS	0.100
2) No (Nitrogen converted to oxidized nitrogen)			
No = (유입 - 유출 - Nsyn)농도 / (1 + R + r)		㎎/ℓ	34.69
유입 N 농도		㎎/ℓ	88.4
유출 N 농도		㎎/ℓ	20.0
R : 슬러지 반송율		%	70.2
r : 내부반송율		%	-
3) Nd (nitrogen denitrification in anoxic phases)			
Nd1 : 제1교호간헐폭기조 x 0.75 KSBNR		㎎/ℓ	26.02
Nd2 : 제2교호간헐폭기조 x 0.25 KSBNR		㎎/ℓ	8.67
4) Design hydraulic retention time (HRT)			
① $\Theta anox = \Theta 1 + \Theta 2$	DESIGN	Hr	4.84
$\Theta 1$ = [Nd1 / (SDNR1 x X)] x 24		Hr	2.380
SDNR1 : g NO_3-N/g MLVSS/day	DESIGN		0.100
(KSBNR Range 등혐기 : 0.063 ~ 0.136, 하절기 0.079 ~ 0.180)			
X : MLVSS 농도		㎎/ℓ	2,640.0
$\Theta 2$ = [Nd2 / (SDNR2 x X)] x 24		Hr	2.460
SDNR2 : g NO_3-N/g MLVSS/day	DESIGN		0.032
(KSBNR Range 등혐기 : 0.018 ~ 0.046, 하절기 0.024 ~ 0.063)			
X : MLVSS 농도		㎎/ℓ	2,640.0
② 설계체류시간 대비 적정성 검토			O.K

CLIENT :	광주시	SITE :	
PROJECT :	영등리 공공하수처리시설	DATE :	
SUBJECT :	설계유량, 고농도 (15도)	Calc. By :	

3.4 교호간헐폭기조 질산화/탈질소요시간 DESIGN Hrs 5.75

4 필요 산소요구량 산정 - 하절기 기준

4.1 설계조건

1) 생물반응조 유입수량

구 분	계 수	m^3/Day	m^3/Hr	m^3/min	m^3/sec
일 최 대	1.0	655.0	27.29	0.455	0.0076

2) 생물반응조 설계수질

구 분	유 입		유 출	
	㎎/ℓ	kg/Day	㎎/ℓ	kg/Day
B O D	215.4	141.1	9.0	5.9
T - N	88.4	57.9	20.0	13.1
T K N	88.4	57.9	1.0	0.7

4.2 실제 산소요구량 (A.O.R) 산정

[하수도시설기준, 2005. 10, 한국상하수도협회, p411]

[하수종말처리시설 기계설비공사 설계지침, 2001. 7 환경부/환경관리공단 p177]

1) 산소요구량 = Op1 + Op2 + Op3			
Op1 BOD 산화에 필요한 산소량			
Op2 내생호흡에 필요한 산소량			
Op3 질산화에 필요한 산소량			
Op4 용존산소 유지에 필요한 산소량			
2) BOD 산화에 필요한 산소량	충산소량대비 4.3%		
Op1 = a x (Lr - Ln x K)		kg-O_2/day	12.26
a - 제거 BOD당 필요한 산소량 (0.5 ~ 0.7)			0.5
Lr - BOD 제거량		kg/day	135.2
Ln - 탈질량 (kgN/일) = (유입TKN농도-Nsyn-유출N농도) x 유입수량			38.7
Nsyn(Nitrogen used in cell synthesis)=YnetxDBODxFn		㎎/ℓ	9.35
Y_{obs} (g VSS/g BOD-removed)			0.453
DBOD = 유입BOD - 유출BOD		㎎/ℓ	206.4
Fn : fraction of nitrogen in cell(KSBNR)		gN/gMLVSS	0.100
K - 상수			2.86
3) 내생호흡에 필요한 산소량	충산소량대비 13.1%		
Op2 = b x Va x MLVSS		kg-O_2/day	37.42
b - 내생호흡 계수 (0.05 ~ 0.15)			0.09
Va - 호기조 용적			157.5
MLVSS		㎎/ℓ	2,640.0
4) 질산화에 필요한 산소량	충산소량대비 81.8%		
Op3 = c x Ln		kg-O_2/day	233.53
c - 질산화 계수			4.57
Ln - 질산화된TKN량=[유입TKN-Nsyn-유출TKN] x 유량		kg/day	51.1
Nsyn(Nitrogen used in cell synthesis)		㎎/ℓ	9.35

2.2.2 구조계산서(2011.03)

1. 설 계 조 건

가) 기 준 서

-. 콘크리트 구조설계기준(한국콘크리트학회, 2007)

-. 수처리 콘크리트 구조설계기준 (한국콘크리트학회, 2007)

-. 콘크리트 표준시방서 (한국콘크리트학회. 2009)

-. 도로설계편람 (건설교통부, 2001)

-. 구조물 기초설계 기준 (한국지반공학회, 2008)

-. 지중구조물의 내진설계 (한국지진공학회, 1999)

-. 상수도시설 내진 설계기준 마련을 위한 연구 (환경부, 1999)

나) 재 료 특 성

1) 콘크리트

-. 설계기준 강도 : fck = 27 Mpa

-. 탄성계수 : Ec = 8,500 $\sqrt[3]{f_{cu}}$ = 2.78E+04 Mpa
f_{cu} = fck + 8

-. 포아슨 비 : μ = 0.170

-. 선팽창 계수 : α = 1.0.E-05

2) 철 근

-. 항복강도 : fy = 400 Mpa

-. 탄성계수 : Es = 2.00E+05 Mpa

-. 선팽창 계수 : α = 1.2.E-05

다) 하중조건

1) 고정하중

-. 콘크리트 = 25.00 kN/m³

-. 흙(습윤상태) = 20.00 kN/m³

-. 흙(수중) = 10.00 kN/m³

-. 물 = 10.00 kN/m³

2) 토 압

-. 흙의 내부마찰각 : Φ = 30 °

-. 흙의 점착력 : C = 0

-. 정지토압계수 : Ko = 1 - sinΦ = 0.5

3) 양압력

-. 작용부력을 저판의 넓이로 나누어 작용압력으로 산정

4) 내부수압

-. 연직내부수압 : 수조물의 높이에 물의 단위중량을 곱하여 바닥에 압력으로 작용

-. 수평내부수압 : 수조물의 높이에 물의 단위중량을 곱하여 벽체에 압력으로 작용

5) 지진하중

-. 가 속 도 계 수
* 기능수행수준 : A = 구역계수 × 위험도계수 = 0.11 × 0.40 = 0.044
* 붕괴방지수준 : A = 구역계수 × 위험도계수 = 0.11 × 1.00 = 0.11
-. 설 계 관 성 력 : Ef = 자중 × A
-. 지 진 시 토 압 : 상수도시설 내진 설계기준(환경부, 1999년)에 따라 산정
-. 지진시 지진토압계수 (MONONOBE-OKABE 공식) ☞ 도로교설계기준 P470 참조

$$Kae = \frac{\cos^2(\phi-\theta-\beta)}{\cos\theta\cos^2\beta\cdot\cos(\delta+\theta+\beta)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\phi+\delta)\cdot\sin(\phi-\alpha-\theta)}{\cos(\delta+\theta+\beta)\cdot\cos(\alpha-\beta)}}\right]^2}$$

라) 설계 방법 : 강도설계법

마) 기초 형식 : 직접기초

3. 하 중 산 정

3.1 하중산정

(1) 고 정 하 중

① 구조물 자중
- MIDAS프로그램에서 자동산출

② 기계하중 (기자재중량 리스트참조)
- 기계배치 평면도 참조

③ 건축하중
- 건축 구조계산 참조

④ 연직토압
1.600 x 20.000 = 32.000 kN/m²

(2) 토 압

-. 내부마찰각을 30° 로 한다.
-. 정지토압계수(Ko = 1 - sinΦ) = 0.500 를 사용한다.
-. 적용 방법 : 토압은 벽면에 작용하는 분포하중으로 한다.

-토피 낮은쪽

① 수압 미고려시
q1 = (0.200 × 20.000 × 0.500) = 2.000 kN/m²
q2 = 2.000 + (13.6 × 20.000 × 0.500) = 138.000 kN/m²

② 수압 고려시
q1 = (0.20 × 20.000 × 0.500 + 0.000 × 10.00) = 2.000 kN/m²
q2 = 2.000 + 2.000 × 20.000 × 0.5 = 22.000 kN/m²
q3 = 22.000 + (11.600 × 10.000 × 0.5 + 11.600 × 10.000) = 196.000 kN/m²

-토피 높은쪽

① 수압 미고려시
q1 = (0.000 × 20.000 × 0.500) = 0.000 kN/m²
q2 = 0.000 + (8.2 × 20.000 × 0.500) = 82.000 kN/m²
q2 = 82.000 + (13.6 × 20.000 × 0.500) = 218.000 kN/m²

② 수압 고려시
q1 = (0.00 × 20.000 × 0.500 + 0.000 × 10.00) = 0.000 kN/m²
q2 = 0.000 + 8.200 × 20.000 × 0.5 = 82.000 kN/m²
q2 = 82.000 + 2.000 × 20.000 × 0.5 = 102.000 kN/m²
q3 = 102.000 + (11.600 × 10.000 × 0.5 + 11.600 × 10.000) = 276.000 kN/m²

(3) 활하중
- 군중하중 : 5.000 kN/m²

(4) 양압력
Wb1 = 12.300 × 10.000 = 123.000 kN/m²

(5) 내부수압

q1 = 0.000 kN/m²
q2 = 0.000 + (4.500 × 10.000) = 45.000 kN/m²

(6) 응답변위법

-. 지반 종류에 따른 지진계수 Ca - 토질 조건은 지표면의 경우 Sd, 기반암의 경우 Sb

지반 종류	지 반 특 성	평 균 N	지 진 구 역	
			I	II
Sa	경암지역	N > 50	0.09	0.05
Sb	보통암지역	N > 50	0.11	0.07
Sc	매우 조밀한 토사 또는 연암지반	N > 50	0.13	0.08
Sd	단단한 토사 지반	15 < N <50	0.16	0.11
Se	연약한 토사 지반	N < 15	0.22	0.17

-. 재현주기에 따른 위험도 계수 (I)

재현주기(년)	50 년	100년	200년	500년	1000년
위험도계수(I)	0.4	0.57	0.73	1.00	1.40

1) 고유주기(Tg)

$$T_G = \sum_{i=1}^{N} \frac{4Hi}{Vsi}$$

지 반	N	Hi(m)	Vsi(m/sec)	γ(kN/m³)	Tg'(sec) 붕괴방지수준
매립층	8	2.000	160.000	20.000	0.050
풍화토	20	1.500	217.200	20.000	0.028
연암층	50	9.000	294.700	20.000	0.122
경암층	50	2.500	294.700	20.000	0.034
계					0.234

구 분	붕괴방지수준
Tg(sec)	1.25 Tg' = 1.25 × 0.234 = 0.293

2) 등제주기(Ts)

구 분	붕괴방지수준
Ts(sec)	Ts = Cv / (2.5 × Ca) = 0.180/(2.5×0.130) = 0.554
To(sec)	To = 0.2 × Ts = 0.2 × 0.554 = 0.111

3) 감쇠율에 대한 보정계수(Cd)

① 성능수준별 감쇠율(h)
- 기능수행수준 : h = 0.1
- 붕괴방지수준 : h = 0.2

② 보정계수 $C_d = \frac{1.5}{40h+1} + 0.5$

구 분	붕괴방지수준
Cd	0.667

단,별도의 합리적인 해석에 의하여 구한 값을 적용할 수 있다.

2.2.3 토질조사보고서(2011.03)

4.2 시추조사 결과

4.2.1 시추조사 결과

• 본 조사지역에서 실시된 11개소의 시추조사 결과 지층은 상부로부터 매립토층, 퇴적토층, 풍화토층, 풍화암층 및 연암층, 경암층으로 분류할 수 있으며, 이들 지층에 대한 각 시추공별 지층 분포상태는 다음과 같음

위 치	공 번	지 층	심 도(m)	두 께(m)	구성상태	N 치	비고
	BHL-1	매립층	0.0 ~ 2.3	2.3	실트섞인 모래질 자갈	26/30~28/30	
		퇴적층	2.3 ~ 3.4	1.1	모래질 자갈	50/27	
		연암층	3.4 ~ 4.4	1.0		–	
	BHL-2	매립층	0.0 ~ 2.7	2.7	실트섞인 모래질 자갈	10/30~11/30	
		퇴적층	2.7 ~ 4.7	2.0	모래질 자갈	25/30	
		연암층	4.7 ~ 5.7	1.0		–	
	BHL-3	매립층	0.0 ~ 2.5	2.5	실트섞인 모래질 자갈	15/30~16/30	
		풍화토	2.5 ~ 16.7	14.2	실트질 모래	16/30~50/12	
		풍화암	16.7 ~ 19.8	3.1	실트질 모래	50/10~50/5	
		연암층	19.8 ~ 21.0	1.2		–	
	BHL-4	매립층	0.0 ~ 2.6	2.6	실트섞인 모래질 자갈	26/30~28/30	
		퇴적층	2.6 ~ 4.0	1.4	모래질 자갈	21/30	
		연암층	4.0 ~ 10.0	6.0		–	
	BHL-5	매립층	0.0 ~ 1.6	1.6	실트섞인 모래질 자갈	20/30	
		퇴적층	1.6 ~ 2.5	0.9	모래질 자갈	21/30	
		풍화토	2.5 ~ 4.9	2.4	실트질 모래	50/23~50/20	
		풍화암	4.9 ~ 8.8	3.9	실트질 모래	50/4~50/1	
		연암층	8.8 ~ 10.0	1.2		–	
	BHL-6	매립층	0.0 ~ 0.3	0.3	실트섞인 모래질 자갈	–	
		퇴적층	0.3 ~ 7.8	7.5	점토섞인 모래질 자갈	15/30~36/30	
		풍화토	7.8 ~ 12.9	5.1	실트질 모래	50/29~50/11	
		풍화암	12.9 ~ 14.0	1.1	실트질 모래	50/4	
		연암층	14.0 ~ 15.0	1.0		–	
	BHL-7	매립층	0.0 ~ 0.7	0.7	실트섞인 모래질 자갈	–	
		연암층	0.7 ~ 10.0	9.3		–	
	BHL-8	매립층	0.0 ~ 2.5	2.5	실트섞인 모래질 자갈	18/30~26/30	
		풍화토	2.5 ~ 3.4	0.9	실트질 모래	50/28	
		풍화암	3.4 ~ 6.0	2.6	실트질 모래	50/2	
		연암층	6.0 ~ 10.0	4.0		–	

(계속)

위 치	공 번	지 층	심 도(m)	두 께(m)	구성상태	N 치	비고
차집관로	BHL-9	매립층	0.0 ~ 1.8	1.8	실트섞인 모래질 자갈	21/30	
		퇴적층	1.8 ~ 4.5	2.7	모래질 자갈	21/30~38/30	
		풍화암	4.5 ~ 8.3	3.8	실트질 모래	50/3~50/1	
		연암층	8.3 ~ 10.0	1.7		–	
처리장	BH-1	매립층	0.0 ~ 2.0	2.0	실트섞인 모래질 자갈	8/30	
		퇴적층	2.0 ~ 2.9	0.9	모래질 자갈	21/30	
		풍화토	2.9 ~ 3.5	0.6	실트질 모래	12/30	
		연암층	3.5 ~ 12.5	9.0		–	
		경암층	12.5 ~ 15.0	2.5		–	
	BH-2	매립층	0.0 ~ 2.0	2.0	실트섞인 모래질 자갈	20/30	
		퇴적층	2.0 ~ 3.5	1.5	모래질 자갈	18/30~50/16	
		풍화토	3.5 ~ 3.9	0.4	실트질 모래	–	
		풍화암	3.9 ~ 4.3	0.4	실트질 모래	50/4	
		연암층	4.3 ~ 15.0	10.7		–	

4.2.2 지층 개요

(1) 처짐관로 지역

1) 매립토층

• 본 지층은 매립작업 과정에서 형성된 지층으로서 확인된 전 시추공의 위치에서 0.3~2.7m 정도의 두께로 분포하고, 실트섞인 모래질 자갈로 구성됨

• 표준관입시험에 의한 N치는 10/30(회/cm)~28/30(회/cm) 정도로서 느슨한 ~ 보통 조밀한 상태의 상대밀도를 나타내며, 갈색, 암회색의 색조를 나타냄

2) 퇴적층

• 본 지층은 비,바람 유수등의 물리적 작용에 의해 하부로 이동되어 형성된 지층으로서 0.9~7.5m 정도의 두께로 분포하고, 모래질 자갈,점토섞인 모래질 자갈로 구성됨

• 표준관입시험에 의한 N치는 15/30(회/cm)~50/27(회/cm) 정도로서 보통 조밀한 ~ 매우 조밀한 상태의 상대밀도를 나타내며, 암황색,갈색, 황갈색의 색조를 나타냄

3) 풍화토층

• 본 지층은 모암이 풍화되어 형성된 지층으로서 모암의 기본조직은 그대로 남아 있으나 역학적 성질을 상실하고 실트섞인 모래 및 암편 등으로 분해되어 원위치에 잔류되어 있는 지층으로 0.9~14.2m 정도의 두께로 분포하고, 실트질 모래로 구성되어 있음

• 표준관입시험에 의한 N치는 16/30(회/cm)~50/11(회/cm) 정도로서 보통 조밀한 ~ 매우 조밀한 상태의 상대밀도를 나타내며, 갈색, 황갈색의 색조를 나타냄

4) 풍화암층

• 본 지층은 모암이 풍화작용을 받아 형성된 지층으로서 모암의 기본조직과 형태를 그대로 보존하고 있으나, 역학적 성질은 거의 상실한 상태이며, 외력에 의하여 암편 및 실트섞인 세립 내지 조립의 모래로 분해되고 있음

• 확인된 전 시추공의 위치에서 지표하 1.1~3.9m 내외의 심도에서 확인되고, 표준관입시험에 의한 N치는 50/10(회/cm)~50/1(회/cm) 정도로서 매우 조밀한 상태의 상대밀도를 나타내며, 갈색~암황색,갈~암회색의 색조를 나타냄

• 풍화암은 모암이 흙으로 변해가는 과정으로 암질이 부식된 상태여서 시추작업 시 실트섞인 모래로 분해되며, 상부의 풍화잔류토층과 명확히 구분하기 어려움으로 조사과정에서는 표준관입시험에 의한 N치 50회/10cm을 기준으로 분류하였고, 풍화암층의 하부에서 Sampler의 관입량이 극히 적어 표준관입시험에 의한 시료채취가 불가능한 경우에는 측정된 N치와 굴진과정에서 채취된 Slime을 이용하여 지층을 판별하였음

5) 연암층

• 본 지층은 모암이 중간정도의 풍화되어 형성된 지층으로서 모암의 기본조직과 역학적 성질을 잃지 않은 상태이고, 확인된 시추공 위치에서 지표하 1.0~9.3m 내외의 심도에서 확인되고 있음

• 굴착작업 시 코아회수율(TCR), 암질지수(RQD은 저조한 상태를 보이고, 시료의 색깔은 암회색을 나타내고 있음

(2) 처리장 지역

1) 매립토층

• 본 지층은 매립작업 과정에서 형성된 지층으로서 확인된 전 시추공의 위치에서 2.0m 정도의 두께로 분포하고, 실트섞인 모래질 자갈로 구성됨

• 표준관입시험에 의한 N치는 8/30(회/cm)~20/30(회/cm) 정도로서 느슨한 상태 ~ 매우 조밀한 상태의 상대밀도를 나타내며, 갈색의 색조를 나타냄

2) 퇴적층

• 본 지층은 비, 바람 유수등의 물리적 작용에 의해 하부로 이동되어 형성된 지층으로서 0.9~1.5m 정도의 두께로 분포하고, 모래질 자갈로 구성됨

• 표준관입시험에 의한 N치는 18/30(회/cm)~50/16(회/cm) 정도로서 보통 조밀한 상태 ~ 매우 조밀한 상태의 상대밀도를 나타내며, 갈색의 색조를 나타냄

3) 풍화토층

• 본 지층은 모암이 풍화되어 형성된 지층으로서 모암의 기본조직은 그대로 남아 있으나 역학적 성질을 상실하고 실트로 분해되어 원위치에 잔류되어 있는 지층으로 0.4~0.6m 정도의 두께로 분포하고, 실트질 모래로 구성됨

• 표준관입시험에 의한 N치는 12/30(회/cm) 정도로서 보통 조밀한 상태의 상대밀도를 나타내며, 갈색의 색조를 나타냄

4) 풍화암층

• 본 지층은 모암이 풍화작용을 받아 형성된 지층으로서 모암의 기본조직과 형태를 그대로 보존하고 있으나, 역학적 성질은 거의 상실한 상태이며, 외력에 의하여 암편 및 실트섞인 세립 내지 조립의 모래로 분해되고 있음

• BH-2번 지역에서 지표하 3.9m 정도의 심도에서 확인되고, 표준관입시험에 의한 N치는 50/4(회/cm) 정도로서 매우 조밀한 상대밀도를 보이며, 시료의 색깔은 갈색을 나타내고 있음

• 풍화암은 모암이 흙으로 변해가는 과정으로 암질이 부식된 상태여서 시추작업 시 실트섞인 모래로 분해되며, 상부의 풍화잔류토층과 명확히 구분하기 어려움으로 조사과정에서는 표준관입시험에 의한 N치 50회/10cm을 기준으로 분류하였고, 풍화암층의 하부에서 Sampler의 관입량이 극히 적어 표준관입시험에 의한 시료채취가 불가능한 경우에는 측정된 N치와 굴진과정에서 채취된 Slime을 이용하여 지층을 판별하였음

5) 연암층

• 본 지층은 모암이 중간정도의 풍화되어 형성된 지층으로서 모암의 기본조직과 역학적 성질을 잃지 않은 상태이고, 확인된 시추공 위치에서 지표하 3.5~4.3m 내외의 심도에서 확인되고 있음

• 굴착작업 시 코아회수율(TCR), 암질지수(RQD은 저조한 상태를 보이고, 시료의 색깔은 회색, 암회색을 나타내고 있음

6) 연암층

• 본 지층은 모암이 중간정도의 풍화되어 형성된 형성된 지층으로서 모암의 기본조직과 역학적 성질을 잃지 않은 상태이고, 확인된 시추공 BH-1 위치에서 지표하 12.5m 내외의 심도에서 확인되고 있음

• 굴착작업 시 코아회수율(TCR), 암질지수(RQD은 양호한 상태를 보이고, 시료의 색깔은 회색을 나타내고 있음

2.3 기존 점검 실시결과 요약

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약

NO	기간 (구분)	점검· 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
1	2016.12 (정기점검)	자체수행	양호	- 일부 건조수축에 의한 균열 외 특이사항이 없으며, 전반적으로 상태 양호	
2	2016.06 (정기점검)	자체수행	양호	- 전반적으로 구조물 상태 등이 양호하며 일부 하자사항이 발생하여 2016.06.29 보수 실시	
3	2015.12 (정기점검)	자체수행	양호	- 일부 건조수축에 의한 균열 외 특이사항이 없음 - 대체적으로 상태 양호	
4	2015.06 (정기점검)	자체수행	양호	- 주요구조물의 상태 전반적으로 양호 - 일부 온도균열 외 구조적 균열 발생 없음	

▣ 전차 초기점검보고서(2014년 07월) 요약문

1 종합평가 및 안전등급 지정

- 종합평가지수 5.00 (A등급)
- 문제점이 없는 최상의 상태

2 종합결론

- 외관조사에 따른 상태평가 결과는 “A등급”으로 판정 되었으며, 종합평가지수는 5.00으로서, “종합평가 A등급”으로 구조물의 안전성에 대한 영향을 미칠만한 손상은 없는 것으로 판단됨.
- 시설물의 내구성조사를 위해 비파괴장비를 이용하여 측정한 결과, 설계기준의 허용범위에 준하여 시공된 것으로 확인되어 콘크리트 및 강재품질에 의한 구조물의 안전성 및 내구성의 영향은 없는 것으로 판단됨.
- 외관조사에서 조사된 일반적인 손상은 적합한 보수를 실시한 것으로 확인되었고, 보수를 통해 구조물에 대한 지속적인 내구성 확보가 이루어질 것으로 판단되며, 향후 유지관리계획에 의한 정기적인 정기점검 및 정밀점검을 통한 지속적인 관리가 이루어져야 할 것임.

3 현장시험결과

구 분	내구성 조사 결과	평가 의견
콘크리트 강도	· 강도 : 27.9~30.1Mpa로 측정됨 · 설계기준강도 : 건축(24.0Mpa), 토목(27.0Mpa)	· 적정
탄산화 시험	· 탄산화 : 0.1~0.3mm로 측정됨 · 탄산화 잔여깊이 30mm 이상 확보	· 철근 부식 우려 없음
철근탐사	· 설계도면에 준하여 시공	· 적정
부등침하조사	· 바닥슬래브 : 부등침하의 영향 없음	· 적정

4 외관조사 및 상태평가 결과

상태평가 결과 및 보수•보강				상태평가결과 : A등급
결함발생 부재		상태 평가	주요 결함종류	보수·보강(안)
수처리 시설물	유량조정조	a	-	-
	일차침전지	a	-	-
	생물반응조	a	-	-
	이차침전지	a	-	-
	처리수조	a	-	-
	방류수조	a	-	-
슬러지처리 시설물	슬러지 저류조	a	-	-
기계·전기설비		a	-	-

2.4 보수·보강 이력

NO	기간	공사 구분	시공자	보수 · 보강 사항	금액 (천원)	비고
	-	-	-	-	-	

2.5 내진설계 여부

- 2011년 04월 구조계산서 검토결과 내진설계가 반영됨

나) 설계지진 수준

<표 6.3-64> 설 계 지 진 수 준

성능수준 / 평균재현주기	기능수행수준	붕괴방지수준
50년	II 등 급	-
100년	I 등 급	-
500년	-	II 등 급
1000년	-	I 등 급

다) 가속도 계수

(1) 처리시설의 각 구조물 및 관로가 위치할 부지에 대한 지표면 지진 지반운동의 가속도계수(A)는 재진등급별 설계지진의 평균재현주기에 해당되는 위험도계수를 지진구역에 따른 지진계수(Ca)에 곱하여 계산한다.

(2) 기반암 위치에서 지진 지반운동의 가속도계수(A')는 평균재현주기에 해당되는 위험도계수에 지진구역 I에서는 0.09, 지진구역 II에서는 0.05를 곱하여 구한다.

(3) 기반암의 정의는 전단파속도가 1500m/s를 초과하는 지반을 말한다.

<표 6.3-65> 지 진 구 역 구 분

지진구역	행 정 구 역		해당지역
I	시	서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시,	
	도	경기도, 강원도 남부, 충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도, 전라북도, 전라남도 북동부	○
II	도	강원도 북부, 전라남도 남서부, 제주도	

라) 고유주기

$$T_G = 4 \cdot \frac{H_i}{V_s}$$

여기서, H_i : 지표층 지반의 i번째 토층 두께(m)

V_s : 지표층 지반의 i번째 토층의 평균전단속도(m/s)

마) 설계수평가속도 계수

$$A_h = I \cdot C_a$$

바) 동수압 : 지진시 동수압 분포는 다음 식에 의해 계산한다.

$$p(z) = \beta \cdot \frac{7}{8} \cdot \gamma_o \cdot A_h \cdot \sqrt{h \cdot z}$$

여기서, $p(z)$: 수면으로부터 깊이 z(m) 위치에서 지진시 동수압(kN/m²)

h : 수조의 수심

β : 지진 가속도 방향의 수조폭 B와 수심 h의 비에 따른 보정계수(=1)

γ_o : 물의 단위체적중량(= 10.0 kN/m³)

A_h : 구체 중심위치에서의 수평가속도계수

사) 지반의 응답변위 : 지표면으로부터의 깊이 z에서의 수평방향 변위진폭은 다음식에 의해 계산한다.

$$U_h(z) = \frac{2}{\pi^2} \cdot S_v \cdot T_G \cdot \cos(\frac{\pi}{2 \cdot H} \cdot z)$$

여기서, $U_h(z)$: 지표면으로부터의 깊이 z에서 수평방향 변위진폭(m)

S_v : 지표층 지반의 고유주기에 해당되는 기반암 설계속도 응답스펙트럼(m/s)

T_G : 지표층 지반의 고유주기 (sec)

각 절점의 상대지반변위는 다음식으로 계산한다.

$$D_i = U_{hi} - U_{h1}$$

여기서, D_i : 각 절점의 상대변위(m)

U_{hi} : 각 절점의 지반변위진폭(m)

U_{h1} : 절점 1의 지반변위진폭(m)

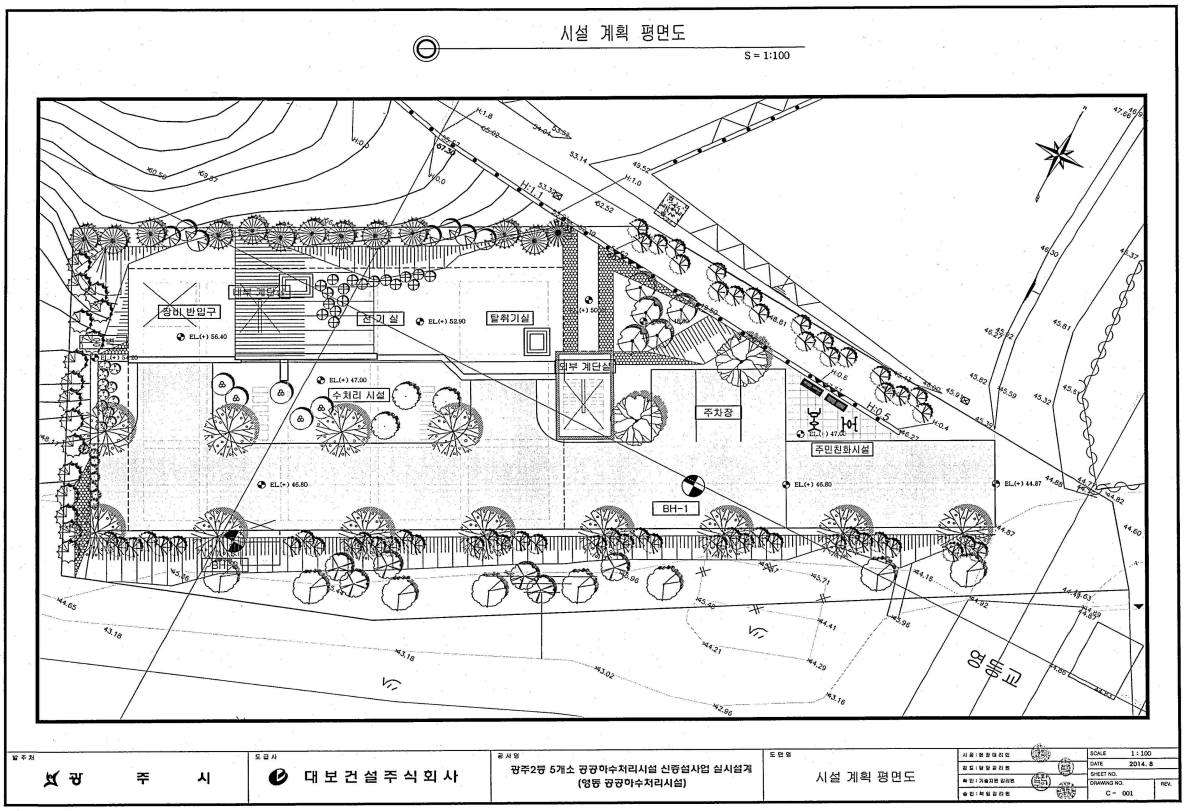
아) 주면전단력 : 지진시 상판, 측벽, 바닥판에 발생하는 주면전단력은 아래의 공식을 적용한다.

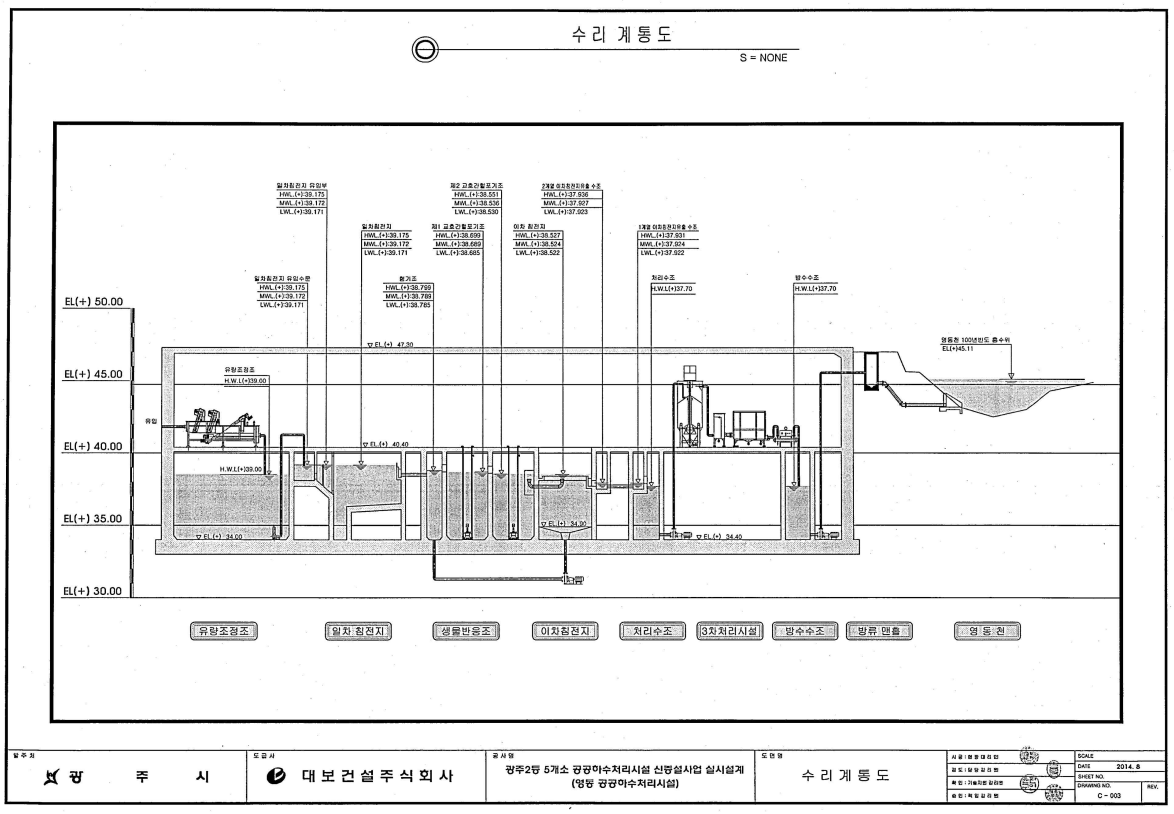
$$\tau = \frac{G_D}{\pi \cdot H} \cdot S_V \cdot T_s \cdot \sin(\frac{\pi \cdot z}{2 \cdot H})$$

자) 관성력 : 각 성능수준별로 얻어진 설계수평가속도계수를 깊이에 따라 보정한 후 구조물의 자중에 곱하여 입력하며, 통상 프로그램 내에서 자동으로 계산된다.

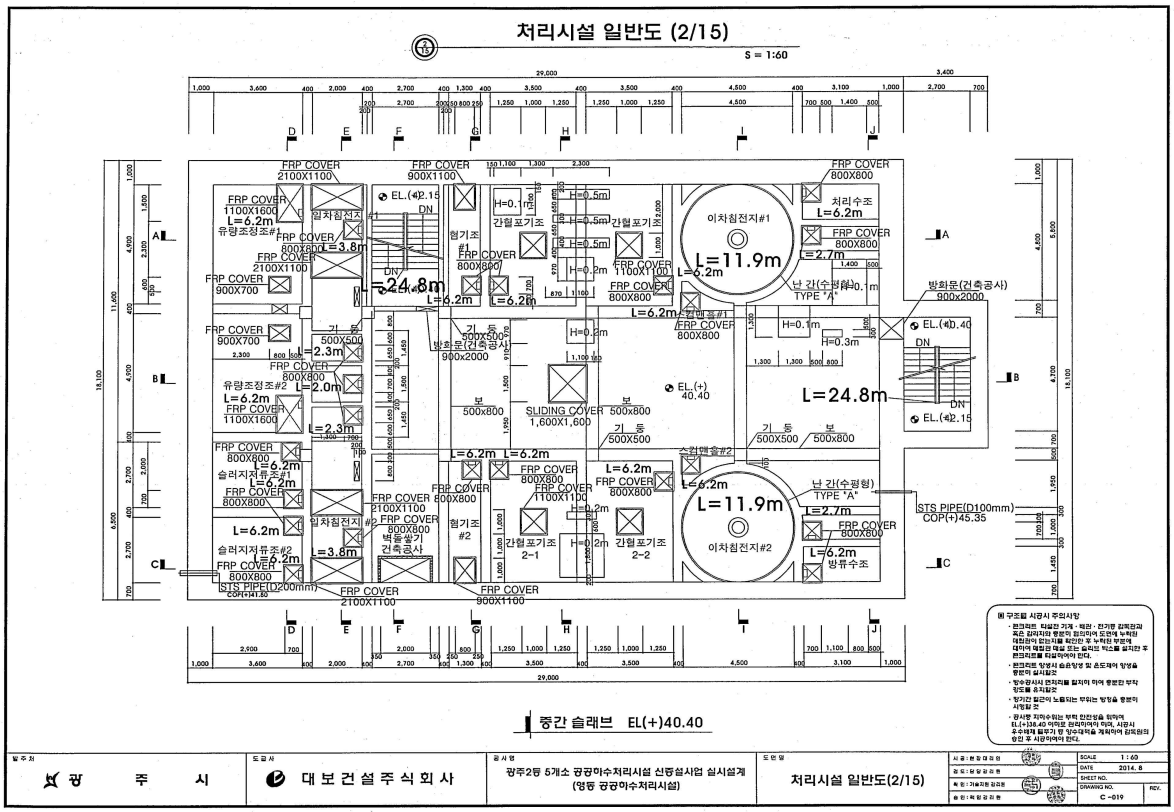
2.6 주요 관련도면

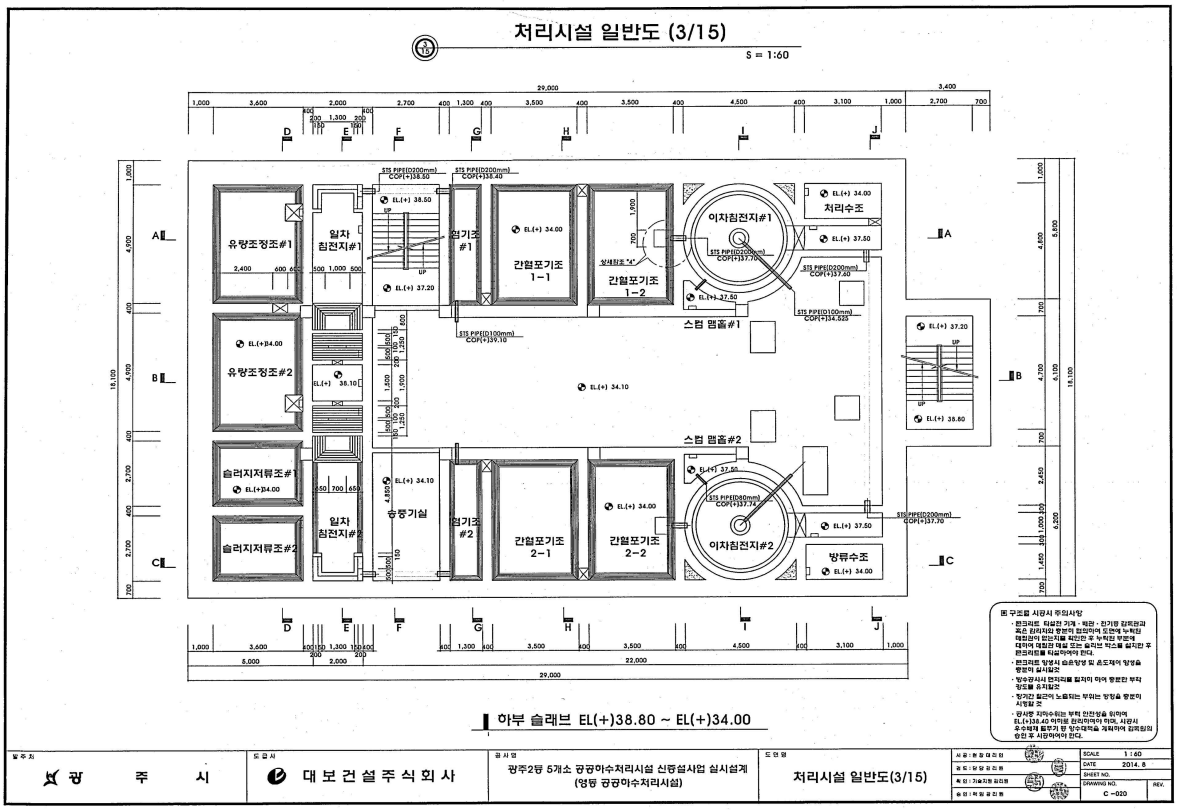
1) 계획평면도 및 수처리 계통도



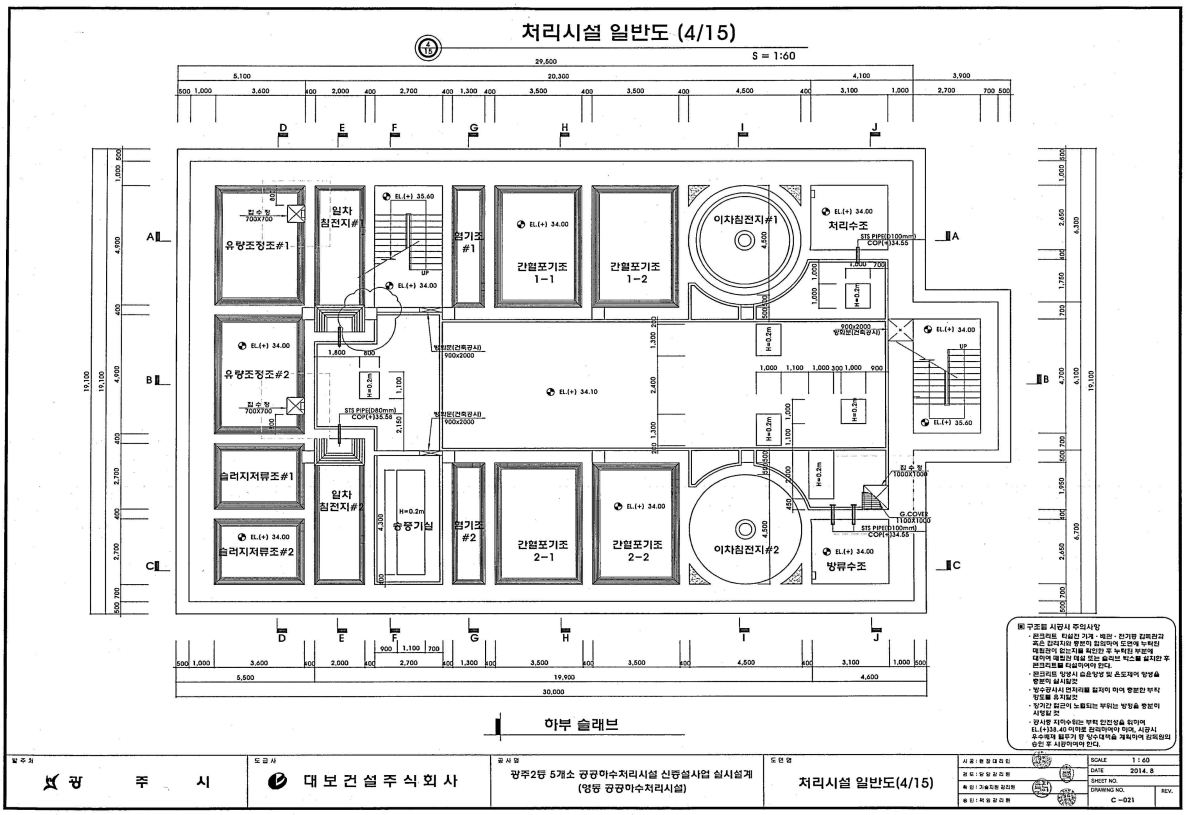


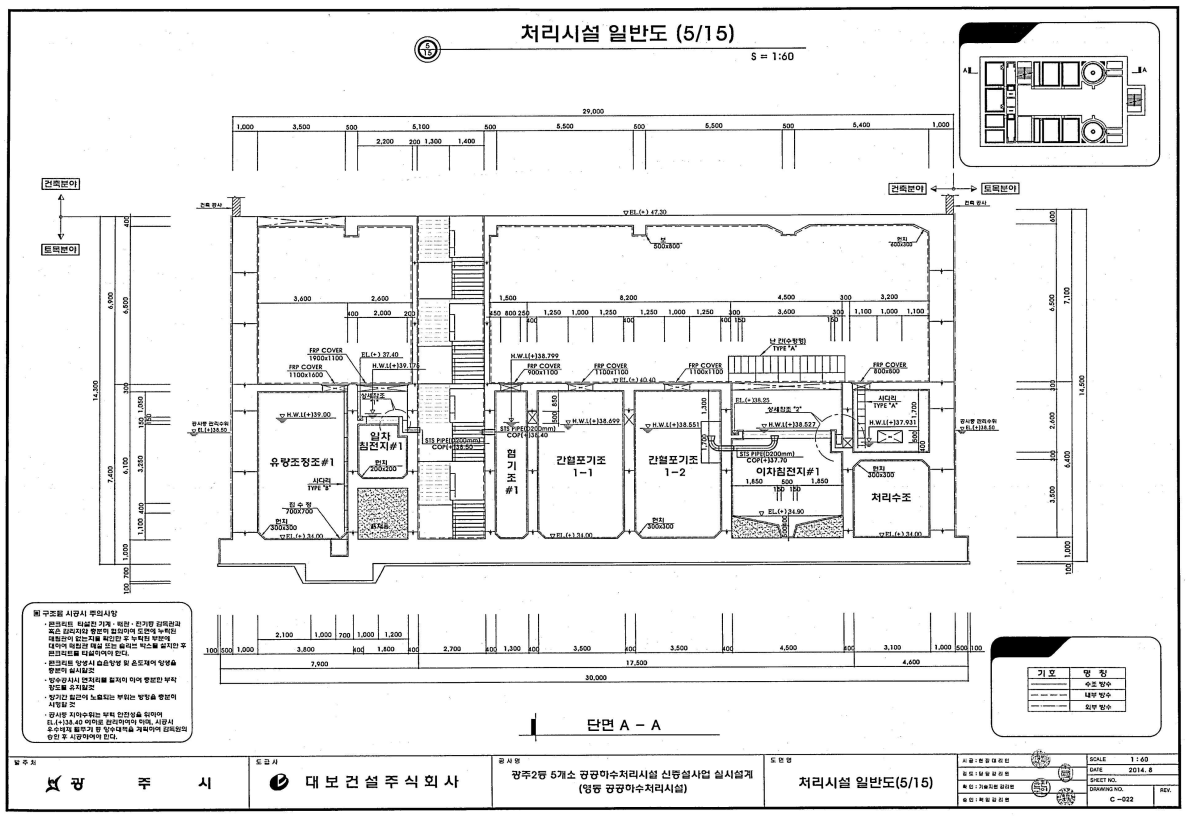
2) 처리장


처리시설 일반도 (2/15)
S = 1:60
중간 슬래브 EL(+)40.40
발주처 광 주 시
도급사 대보건설주식회사
공사명 광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계 (영등 공공하수처리시설)
도면명 처리시설 일반도(2/15)
SCALE 1:60
DATE 2014. 8
DRAWING NO. C -019

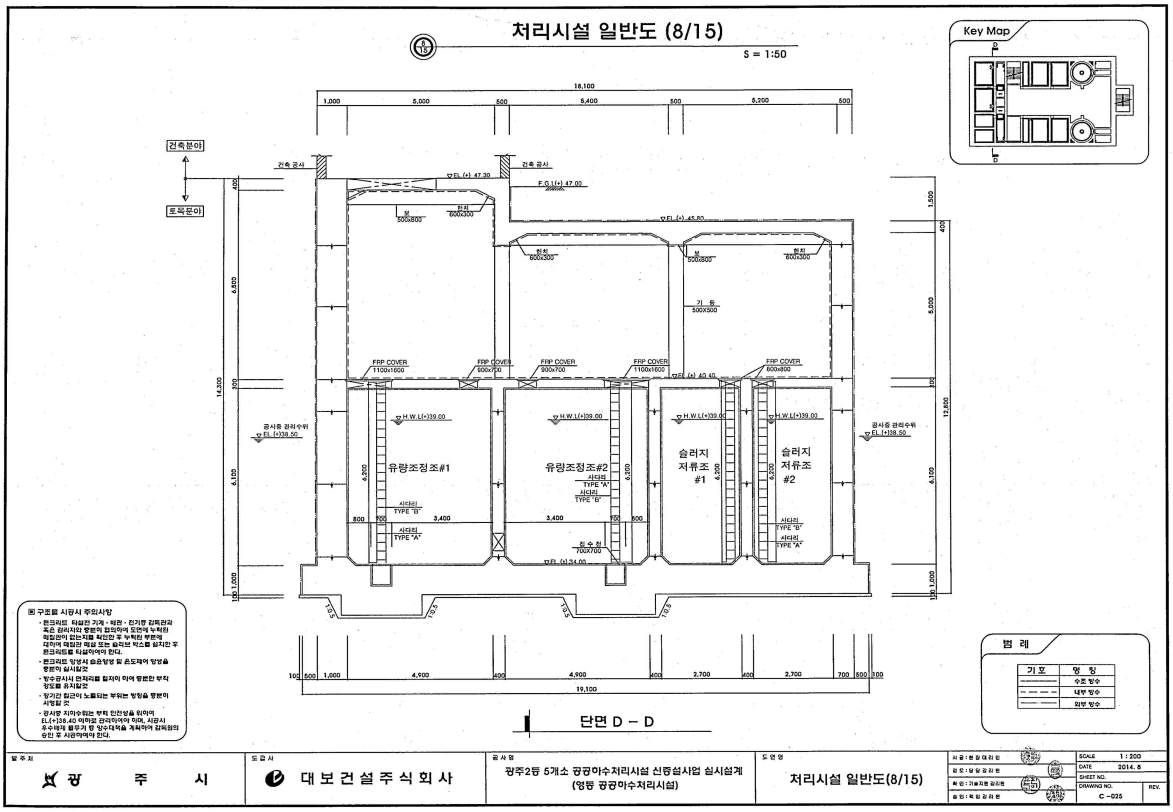

처리시설 일반도 (3/15)
S = 1:60
하부 슬래브 EL(+)38.80 ~ EL(+)34.00
발주처 광 주 시
도급사 대보건설주식회사
공사명 광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계 (영등 공공하수처리시설)
도면명 처리시설 일반도(3/15)
SCALE 1:60
DATE 2014. 8
DRAWING NO. C -020

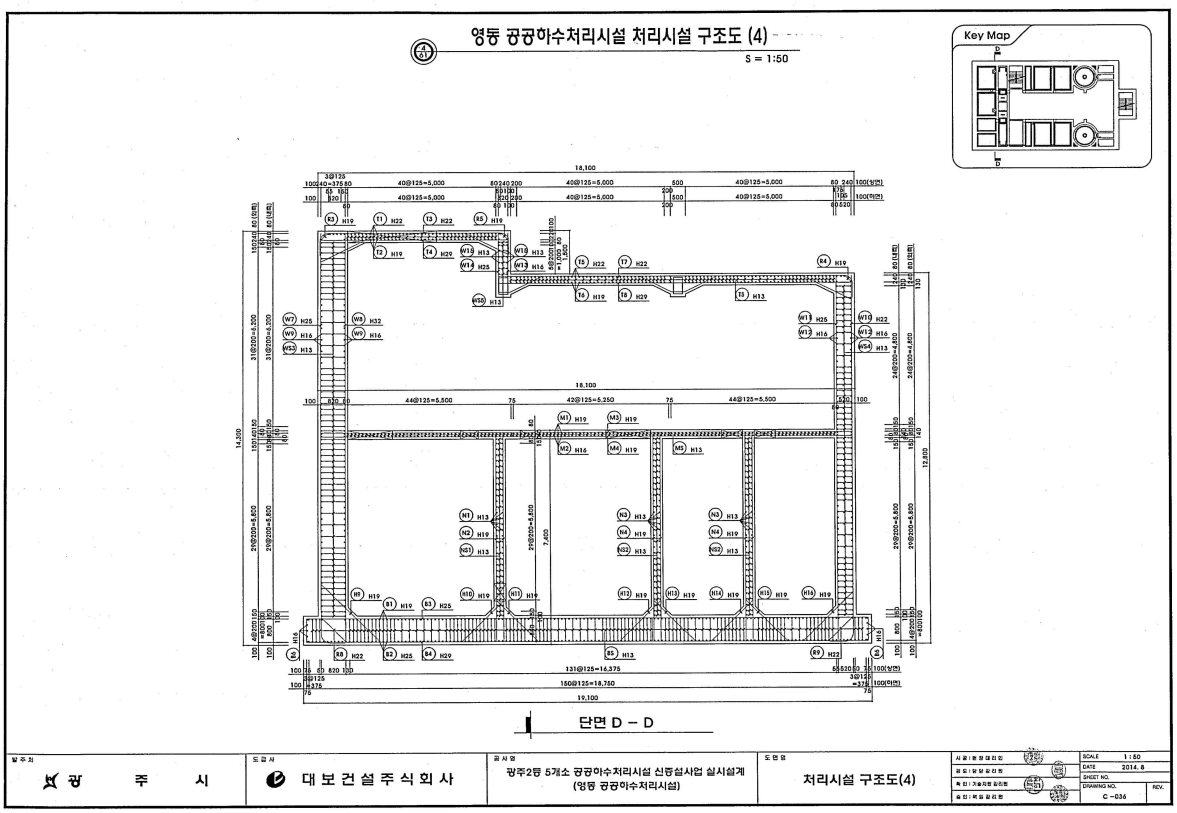
2) 처리장 - 계속


처리시설 일반도 (4/15)
S = 1:60
유량조정조#1
유량조정조#2
슬러지저류조#1
슬러지저류조#2
침사지#1
침사지#2
폭기조#1
폭기조#2
간헐포기조 1-1
간헐포기조 1-2
간헐포기조 2-1
간헐포기조 2-2
이차침전지#1
이차침전지#2
처리수조
방류수조
송풍기실
하부 슬래브
광 주 시
대보건설주식회사
광주2등 5개소 공공하수처리시설 신등설사업 실시설계 (영등 공공하수처리시설)
처리시설 일반도(4/15)
SCALE 1:60
DATE 2014. 8
SHEET NO.
DRAWING NO. C-021
REV.

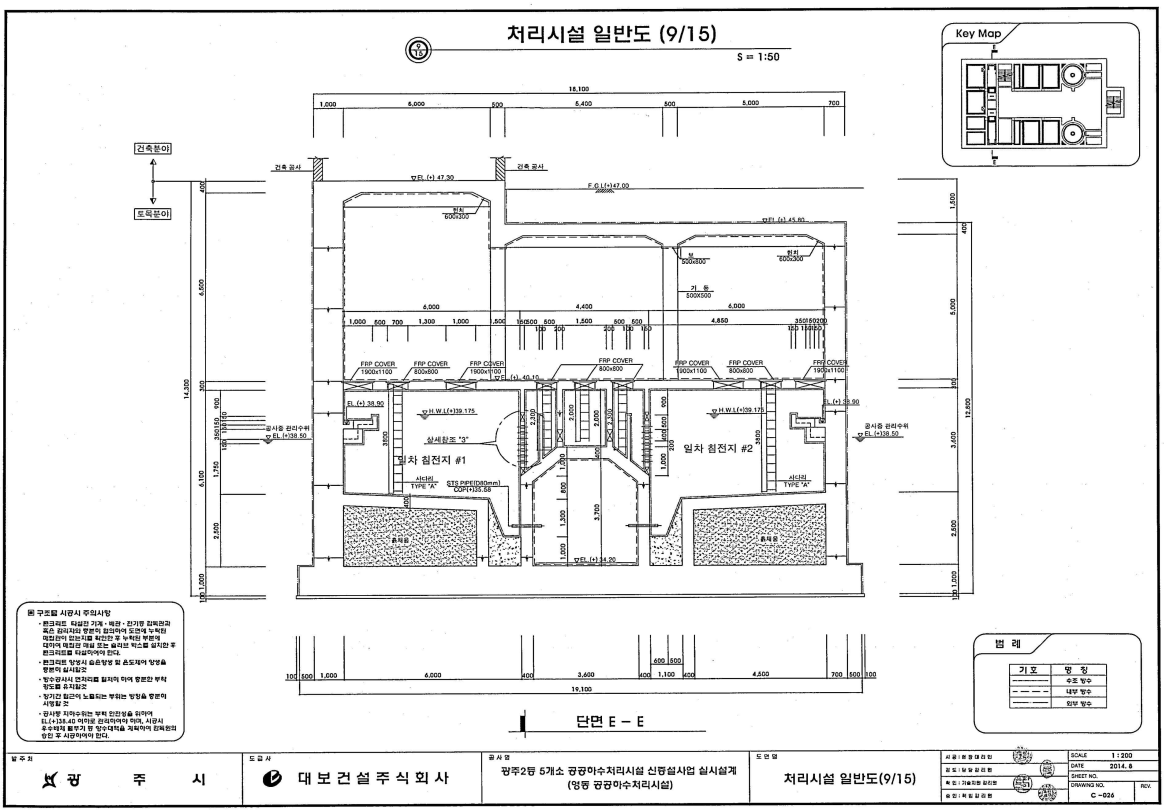

처리시설 일반도 (5/15)
S = 1:60
건축분야
토목분야
유량조정조#1
침사지#1
폭기조#1
간헐포기조 1-1
간헐포기조 1-2
이차침전지#1
처리수조
단면 A - A
기호
명칭
수표 방수
내부 방수
외부 방수
광 주 시
대보건설주식회사
광주2등 5개소 공공하수처리시설 신등설사업 실시설계 (영등 공공하수처리시설)
처리시설 일반도(5/15)
SCALE 1:60
DATE 2014. 8
SHEET NO.
DRAWING NO. C-022
REV.

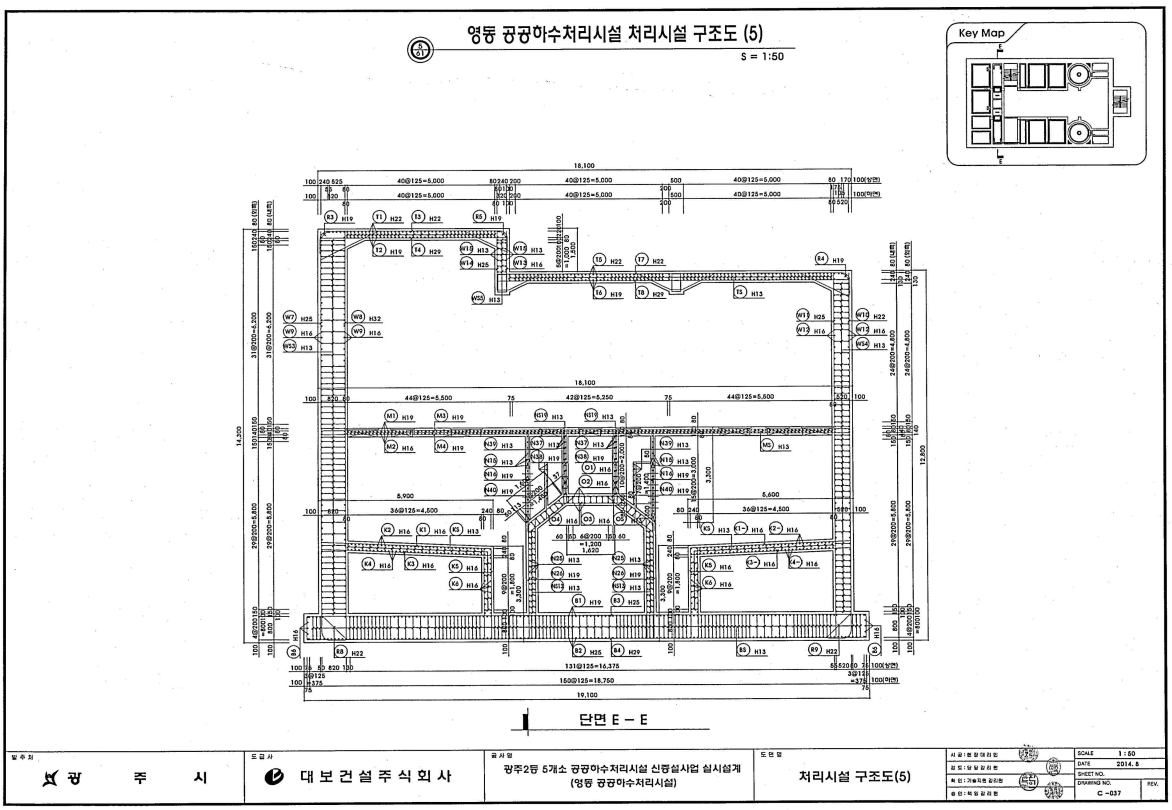
3) 유량조정조


처리시설 일반도 (8/15)
S = 1:50
Key Map
유량조정조#1
유량조정조#2
슬러지 저류조 #1
슬러지 저류조 #2
범 례
단면 D - D
발주처 광 주 시
도급사 대보건설주식회사
공사명 광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계 (영등 공공하수처리시설)
도면명 처리시설 일반도(8/15)
SCALE 1:200
DATE 2014. 8
SHEET NO.
DRAWING NO. C-025
REV.

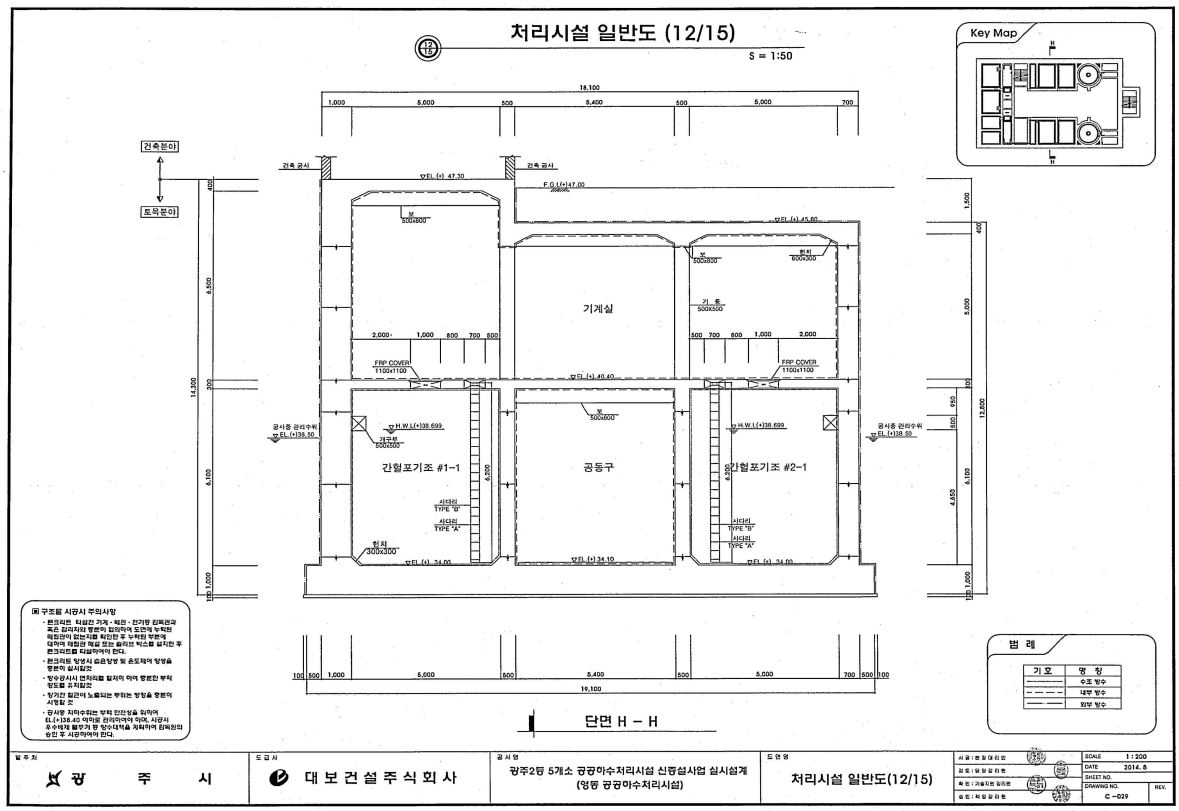

영동 공공하수처리시설 처리시설 구조도 (4)
S = 1:50
Key Map
단면 D - D
발주처 광 주 시
도급사 대보건설주식회사
공사명 광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계 (영등 공공하수처리시설)
도면명 처리시설 구조도(4)
SCALE 1:50
DATE 2014. 8
SHEET NO.
DRAWING NO. C-036
REV.

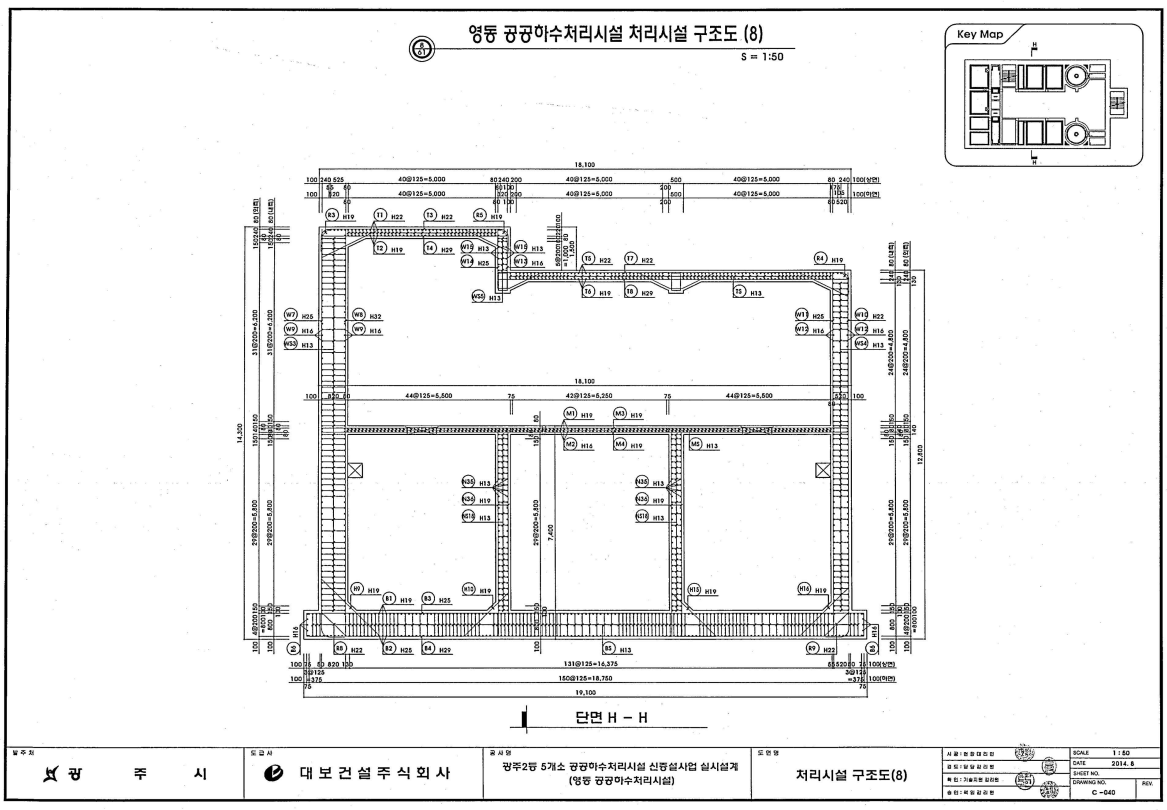
4) 일차침전지


처리시설 일반도 (9/15)
S = 1:50
Key Map
건축분야
토목분야
일차 침전지 #1
일차 침전지 #2
삼세칸조 "3"
단면 E – E
범 례
기 호
명 칭
발주처
광 주 시
도급사
대보건설주식회사
공사명
광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계
(영등 공공하수처리시설)
도면명
처리시설 일반도(9/15)
SCALE 1:200
DATE 2014. 8
SHEET NO.
DRAWING NO. C-026

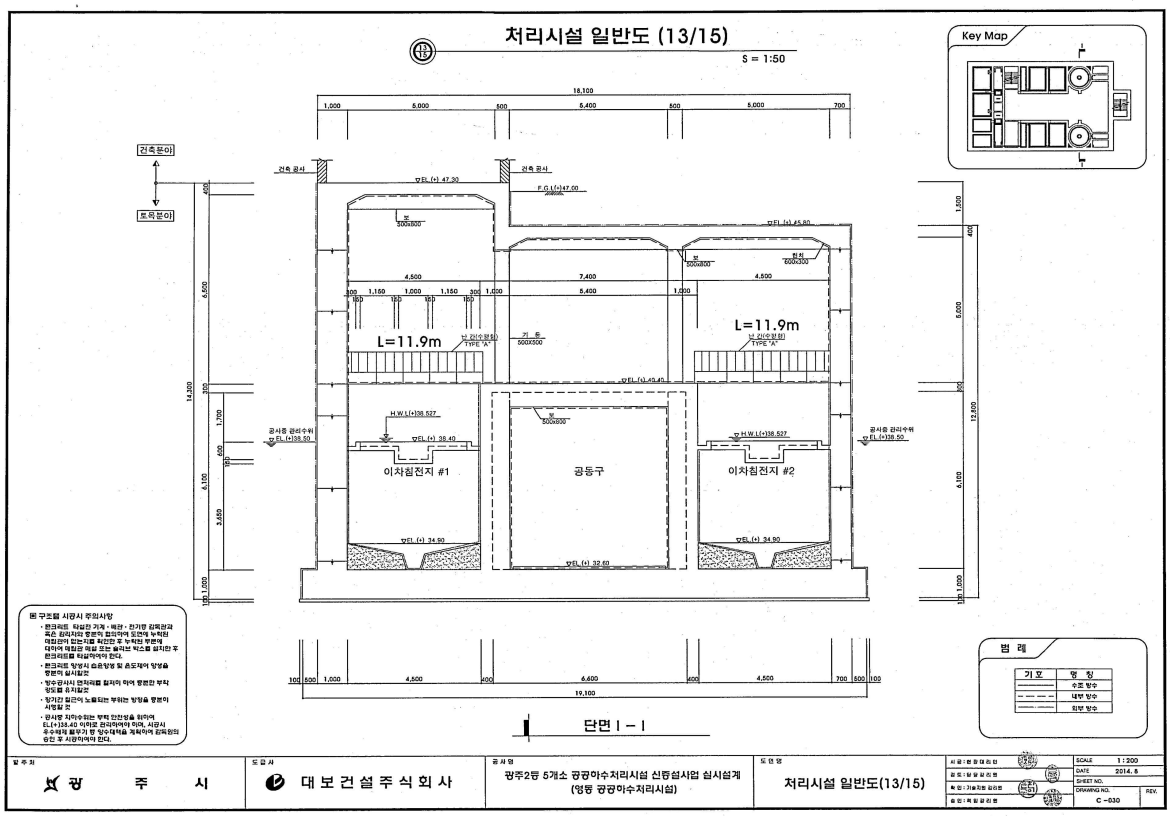

영동 공공하수처리시설 처리시설 구조도 (5)
S = 1:50
Key Map
단면 E – E
발주처
광 주 시
도급사
대보건설주식회사
공사명
광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계
(영등 공공하수처리시설)
도면명
처리시설 구조도(5)
SCALE 1:50
DATE 2014. 8
SHEET NO.
DRAWING NO. C-037

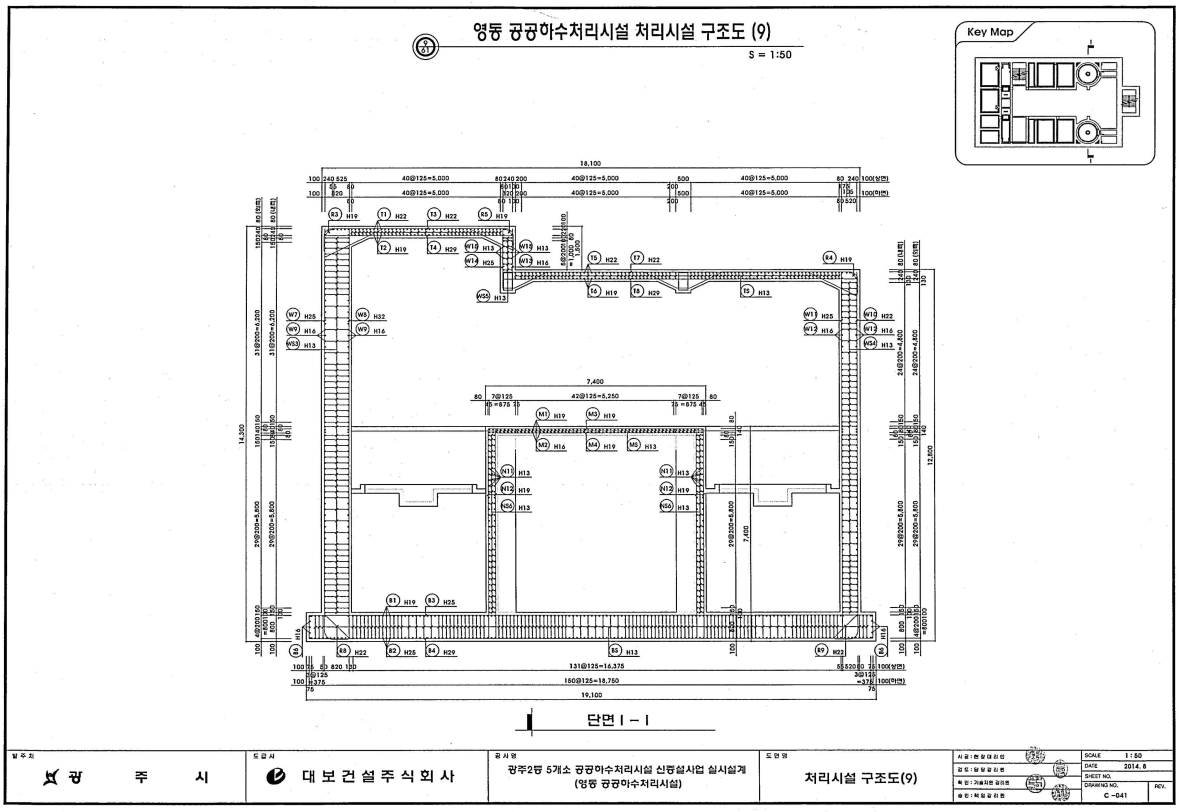
5) 생물반응조


처리시설 일반도 (12/15)
S = 1:50
Key Map
기계실
간헐포기조 #1-1
공동구
간헐포기조 #2-1
단면 H - H
범 례
발주처 광 주 시
도급사 대보건설주식회사
공사명 광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계 (영동 공공하수처리시설)
도면명 처리시설 일반도(12/15)
SCALE 1:200
DATE 2014. 8
DRAWING NO. C-039

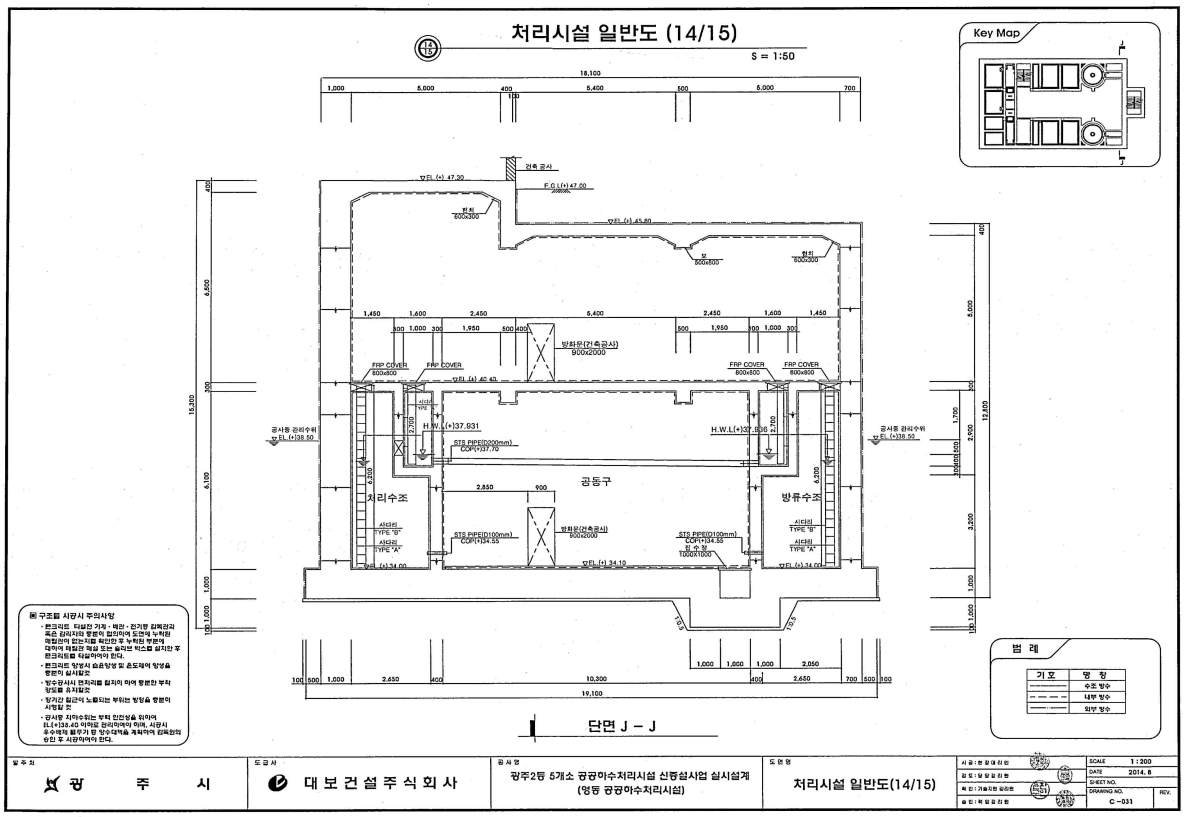

영동 공공하수처리시설 처리시설 구조도 (8)
S = 1:50
Key Map
단면 H - H
발주처 광 주 시
도급사 대보건설주식회사
공사명 광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계 (영동 공공하수처리시설)
도면명 처리시설 구조도(8)
SCALE 1:50
DATE 2014. 8
DRAWING NO. C-040

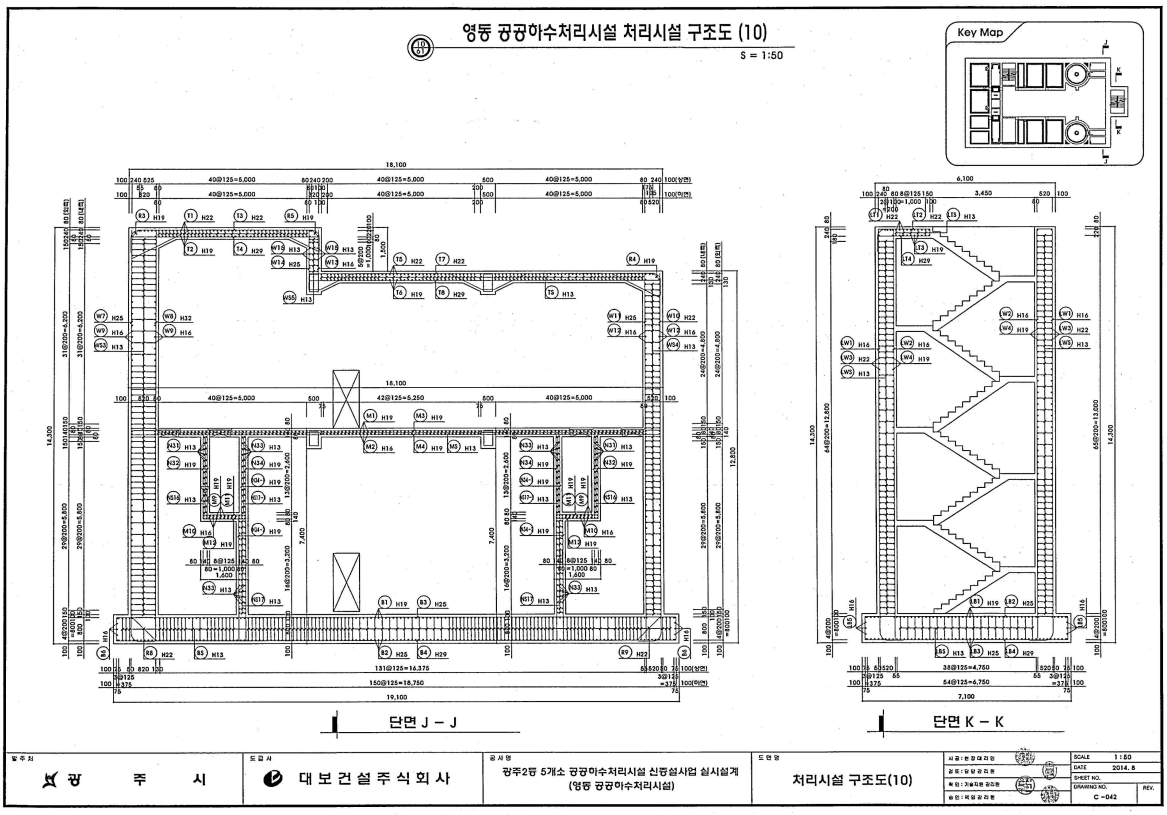
6) 이차침전지


처리시설 일반도 (13/15)
S = 1:50
Key Map
건축분야
토목분야
L=11.9m
L=11.9m
이차침전지 #1
공등구
이차침전지 #2
단면 I - I
범 례
기 호
명 칭
수조 방수
내부 방수
외부 방수
광 주 시
대 보 건 설 주 식 회 사
광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계
(영등 공공하수처리시설)
처리시설 일반도(13/15)
SCALE 1:200
DATE 2014. 8
C-030

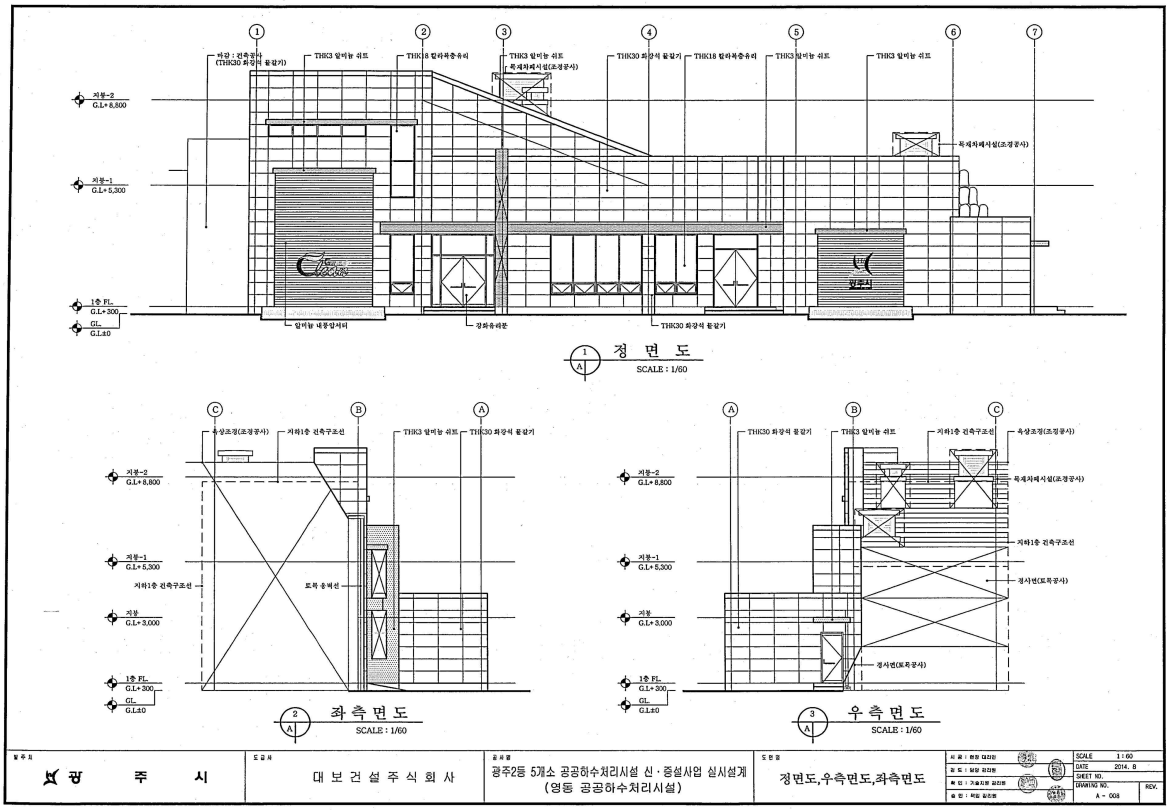

영등 공공하수처리시설 처리시설 구조도 (9)
S = 1:50
Key Map
단면 I - I
광 주 시
대 보 건 설 주 식 회 사
광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계
(영등 공공하수처리시설)
처리시설 구조도(9)
SCALE 1:50
DATE 2014. 8
C-041

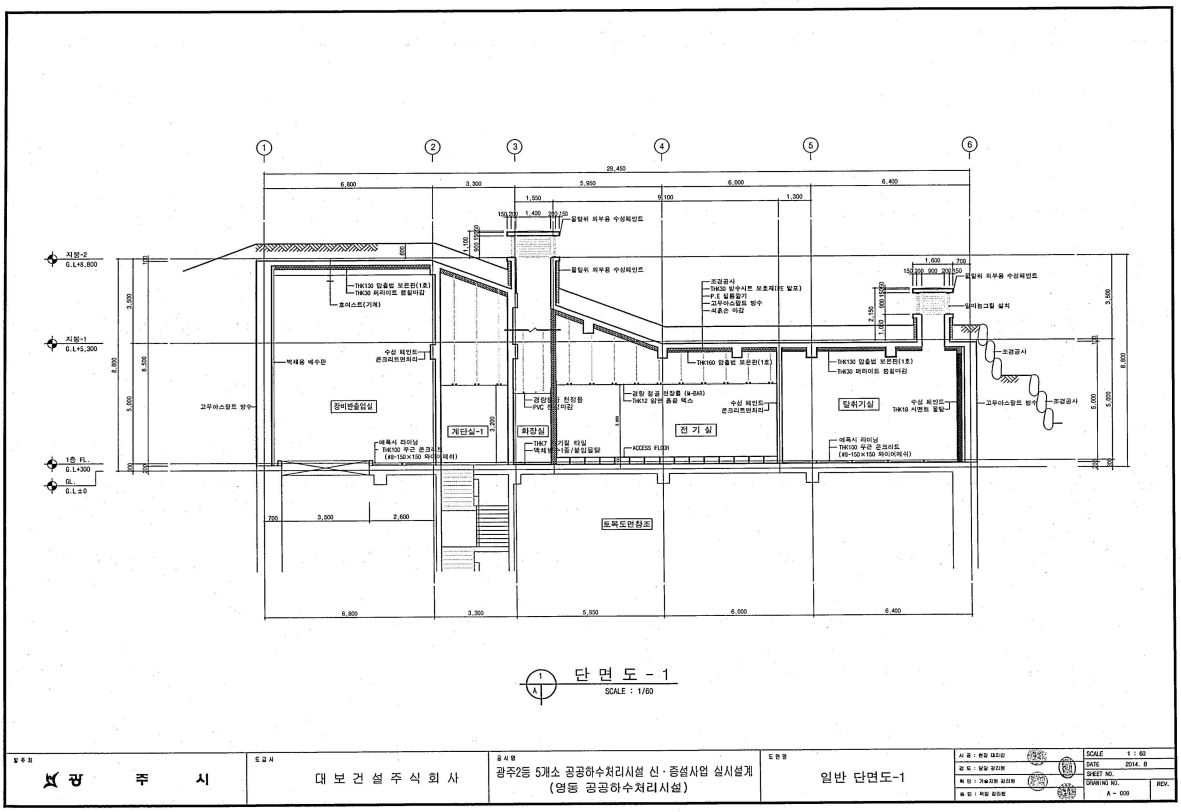
7) 처리수조


처리시설 일반도 (14/15)
S = 1:50
Key Map
단면 J - J
범 례
기 호
명 칭
발주처
광 주 시
도급사
대보건설주식회사
공사명
광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계
(영동 공공하수처리시설)
도면명
처리시설 일반도(14/15)
SCALE 1:200
DATE 2014. 8
SHEET NO.
DRAWING NO. C-031
REV.


영동 공공하수처리시설 처리시설 구조도 (10)
S = 1:50
Key Map
단면 J - J
단면 K - K
발주처
광 주 시
도급사
대보건설주식회사
공사명
광주2등 5개소 공공하수처리시설 신증설사업 실시설계
(영동 공공하수처리시설)
도면명
처리시설 구조도(10)
SCALE 1:50
DATE 2014. 8
SHEET NO.
DRAWING NO. C-042
REV.

8) 건축동


정 면 도
SCALE : 1/60
좌 측 면 도
SCALE : 1/60
우 측 면 도
SCALE : 1/60
발주처 광 주 시
도급사 대 보 건 설 주 식 회 사
공사명 광주2등 5개소 공공하수처리시설 신·증설사업 실시설계 (영동 공공하수처리시설)
도면명 정면도,우측면도,좌측면도
SCALE 1:60
DATE 2014. 8
SHEET NO.
DRAWING NO. A - 008
REV.


단 면 도 - 1
SCALE : 1/60
발주처 광 주 시
도급사 대 보 건 설 주 식 회 사
공사명 광주2등 5개소 공공하수처리시설 신·증설사업 실시설계 (영동 공공하수처리시설)
도면명 일반 단면도-1
SCALE 1 : 60
DATE 2014. 8
SHEET NO.
DRAWING NO. A - 009
REV.

제3장 현장조사 및 시험

3.1 개 요

3.2 외관조사

3.3 내구성 시험

제3장 현장조사 및 시험

3.1 개 요

현장조사는 각 대상 시설물을 부재별로 구분하여 외관조사와 내구성조사(강도, 탄산화, 철근탐사)을 실시하였다.

외관조사는 대상시설물에 대한 최소한의 기초자료를 얻고, 시간이 경과함에 따라 변화되는 결함의 발견 및 변화상태 등을 추적하기 위한 것으로서 가장 기본이 되는 과업이다.

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

3.2 외관조사

3.2.1 외관조사 개요

하수처리시설에 대한 외관조사는 시설물의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 안전성을 판단함을 목적으로 부재 전체에 대하여 가능한 한 근접한 상태에서 육안조사를 실시함을 원칙으로 하였다. 따라서, 사전 현장답사를 통해 주변 여건을 파악하여 현장 접근에 필요한 접근방법과 일정계획을 수립하고, 기초자료의 수집 및 분석을 통한 주요 손상을 파악하는 등의 사전검토를 통하여 주요 손상을 파악한 후 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침-하수처리장편(2010.12, 국토교통부/한국시설안전공단)』의 실시요령에 따라 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 기능 및 성능 저하, 상태 등을 신속·정확하게 검사·평가하는 데 주안점을 두고 외관조사 방향을 결정하였다.

본 장에서는 외관조사 결과, 확인된 결함과 손상 상태에 대하여 부재별로 사진을 첨부하여 설명하고, 발생 원인을 분석하여 보수·보강 및 유지관리 방안을 마련하는 데 참고할 수 있도록 하였으며, 부재에 대한 외관조사망도를 작성하여 향후 보수·보강공사 및 점검 등의 유지관리에 효율적으로 활용될 수 있도록 하였다.

3.2.2 외관조사 요령

가. 시설물별 상태변화 평가항목

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

1) 토목 시설물

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
침하 / 부상	○시설물의 침하나, 부상 정도	
경 사	○시설물의 경사 정도	
활 동	○시설물의 활동 정도	
기 초 세 굴	○시설물 기초의 세굴 정도	
콘크리트 균열	○수밀성 콘크리트의 허용균열폭 ○균열 폭 및 면적율	
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 면적율	
콘크리트 파손	○콘크리트 파손 깊이 및 면적율	
신축이음 탈락 / 열화	○신축이음 탈락 및 열화 정도	

2) 강 시설물

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
강 재 부 식	○부식의 정도에 따른 발생 면적율	
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	

3) 기계·전기 설비

가) 펌프설비

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
펌프베드 기초불량	○기초볼트 이완 및 그라우팅 훼손	
진동 과다 발생	○펌프 및 전동기의 진동	
소음 과다 발생	○펌프 및 전동기의 소음	

나) 장내 배관

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
관체의 손상	○부식, 도장탈락 및 누수 등의 손상정도	
관 연결부 손상	○드레서형 신축관의 연결부의 설치편각 ○관 연결부의 부식, 누수 및 도장상태	
밸 브 손 상	○밸브본체, 연결플랜지 등의 외관 및 작동상태	

다) 전기설비

손상 및 결함		평 가 항 목	비 고
점검대상	대상기기		
고·저압 펌프 모터설비	▪ 현장제어반 및 기동반 ▪ 펌프모터(전동기)	▪ 손상 및 파손 유무 ▪ 절연, 접지 상태 ▪ 작동상태	▪ 상세 육안점검 ▪ 절연 및 접지 저항측정 ▪ 작동상태 점검 ▪ 열화상 진단

나. 정밀점검 외관조사 요령

『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침-하수처리장편(2010.12, 국토교통부/한국시설안전공단)』의 실시요령과 시설물의 특성을 고려하여 필요한 현장조사(외관조사)를 실시한다.

일반적인 하수처리시설의 점검항목은 다음과 같다.

[하수처리시설 일반적인 점검항목]

외관조사 항목	내구성 조사 항목
○ 콘크리트 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태, 누수, 파손, 신축이음 탈락 및 열화, 방수·방식도장 열화 미 탈락 등	○ 콘크리트 강도 비파괴시험(반발경도법, 초음파법 등) 국부 파괴시험 (코어 채취시험법 등)
○ 강재(기기) 부식, 피로균열, 도장손상 등	○ 철근탐사 배근간격, 피복두께 등
○ 시설물 변형, 세굴, 침하 등	○ 콘크리트 탄산화 깊이 ○ 콘크리트 염화물 함량

- 가능한 1지씩 지내 배수를 하여 조사하는 것을 원칙으로 하되 양압력에 의한 시설물의 부상, 부등침하 등에 대비하여 지하수위 등 충분한 예비 현장조사를 한 후 점검을 실시한다.
- 콘크리트 및 강재 시설물에 대한 노후화를 점검하기 위해 육안 정밀조사로 시설물의 균열, 박리, 층분리, 박락, 백태, 누수 철근부식 등 손상상태를 점검하고 손상부위에 대한 설명과 개략도를 포함한 간단한 입체단면도와 평면도에 손상의 형태와 치수를 기록한다.
- 콘크리트 시설물에 도장 또는 도막을 한 경우에는 도막상태를 점검한다.
- 시설물의 기계가동 시 진동에 의한 균열 등의 발생 여부를 점검한다.
- 부대시설물인 수문, 권양기, 스크린, 크레인 또는 호이스트 등의 강재 시설물은 도장, 도막, 균열 및 부식 상태를 점검한다.

3.2.1 시설물별 외관조사 결과

가. 토목시설물

1) 유량조정조

• 구조 : 철근 콘크리트조	• 형식 : 장방형 중력식
• 규모 : B4.9m×L3.6m×H4.2m×2지	
외부 전경	내부 전경

<표 3.1> 유량조정조 외관조사 결과

구 분	균열 (m/개소)		망상 균열 (㎡/개소)	박리/박락 (㎡/개소)	누수흔적/백태 (㎡/개소)	강재 부식 (㎡/개소)	기타 (개소)	비고
	0.3mm 미만	0.3mm 이상						
벽체부	/	/	/	/	/	/		
천장부	/	/	/	/	/	/		
바닥부	/	/	/	/	/	/		
설비부	/	/	/	/	/	/		
합 계	/	/	/	/	/	/		

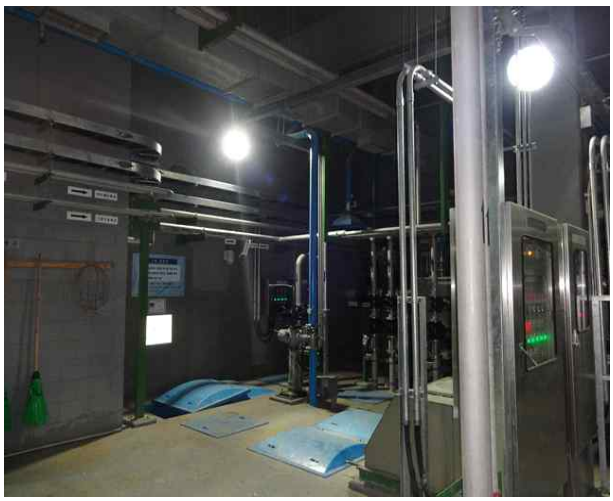
<표 3.2> 유량조정조 기존 초기점검(2014년) 결과와 비교

구 분		단위	기존(2014년) 초기점검	금회(2017년) 정밀점검	비 고
균 열	0.3mm 미만	m	-	-	
	0.3mm 이상	m	-	-	
망상 균열		㎡	-	-	
박리/박락		㎡	-	-	
누수흔적/백태		㎡	-	-	
강재 부식		㎡	-	-	
기 타		개소	-	-	

▣ 검토의견

■ 외관조사결과, 유량조정조는 손상이 없는 양호한 상태로 조사됨

2) 일차침전지

• 구조 : 철근 콘크리트조 • 형식 : 장방형 중력식 • 규모 : B2.0m×L6.0m×H2.5m×2지	
	
외부 전경	내부 전경

<표 3.3> 일차침전지 외관조사 결과

구 분	균열 (m/개소)		망상 균열 (㎡/개소)	박리/박락 (㎡/개소)	누수흔적/백태 (㎡/개소)	강재 부식 (㎡/개소)	기타 (개소)	비고
	0.3mm 미만	0.3mm 이상						
벽체부	/	/	/	/	/	/		
천장부	/	/	/	/	/	/		
바닥부	/	/	/	/	/	/		
설비부	/	/	/	/	/	/		
합 계	/	/	/	/	/	/		

<표 3.4> 일차침전지 기존 초기점검(2014년) 결과와 비교

구 분		단위	기존(2014년) 초기점검	금회(2017년) 정밀점검	비 고
균 열	0.3mm 미만	m	-	-	
	0.3mm 이상	m	-	-	
망상 균열		㎡	-	-	
박리/박락		㎡	-	-	
누수흔적/백태		㎡	-	-	
강재 부식		㎡	-	-	
기 타		개소	-	-	

▣ 검토의견

■ 외관조사결과, 일차침전지는 손상이 없는 양호한 상태로 조사됨

3) 생물반응조(혐기조, 제1교호 간헐포기조, 제2교호 간헐포기조)

• 구조 : 철근 콘크리트조	• 규모 : 혐기조 B5.0m×L1.3m×H4.5m×2지
• 형식 : 장방형 중력식	포기조 B5.0m×L3.5m×H4.5m×4지
외부 전경	내부 전경

<표 3.5> 생물반응조(혐기조, 제1교호 간헐포기조, 제2교호 간헐포기조) 외관조사 결과

구 분	균열 (m/개소)		망상 균열 (㎡/개소)	박리/박락 (㎡/개소)	누수흔적/백태 (㎡/개소)	강재 부식 (㎡/개소)	기타 (개소)	비고
	0.3mm 미만	0.3mm 이상						
벽체부	/	/	/	/	/	/		
천장부	/	/	/	/	/	/		
바닥부	/	/	/	/	/	/		
설비부	/	/	/	/	/	/		
합 계	/	/	/	/	/	/		

<표 3.6> 생물반응조(혐기조, 제1교호 간헐포기조, 제2교호 간헐포기조) 기존 초기점검(2014년) 결과와 비교

구 분		단위	기존(2014년) 초기점검	금회(2017년) 정밀점검	비 고
균 열	0.3mm 미만	m	-	-	
	0.3mm 이상	m	-	-	
망상 균열		㎡	-	-	
박리/박락		㎡	-	-	
누수흔적/백태		㎡	-	-	
강재 부식		㎡	-	-	
기 타		개소	-	-	

▣ 검토의견

■ 외관조사결과, 생물반응조는 손상이 없는 양호한 상태로 조사됨

4) 이차침전지

• 구조 : 철근 콘크리트조 • 형식 : 원형 중력식

• 규모 : D4.5m×H3.6m×2지

외부 전경

내부 전경

<표 3.7> 이차침전지 외관조사 결과

구 분	균열 (m/개소)		망상 균열 (㎡/개소)	박리/박락 (㎡/개소)	누수흔적/백태 (㎡/개소)	강재 부식 (㎡/개소)	기타 (개소)	비고
	0.3mm 미만	0.3mm 이상						
벽체부	/	/	/	/	/	/		
천장부	/	/	/	/	/	/		
바닥부	/	/	/	/	/	/		
설비부	/	/	/	/	/	/		
합 계	/	/	/	/	/	/		

<표 3.8> 이차침전지 기존 초기점검(2014년) 결과와 비교

구 분		단위	기존(2014년) 초기점검	금회(2017년) 정밀점검	비 고
균 열	0.3mm 미만	m	-	-	
	0.3mm 이상	m	-	-	
망상 균열		㎡	-	-	
박리/박락		㎡	-	-	
누수흔적/백태		㎡	-	-	
강재 부식		㎡	-	-	
기 타		개소	-	-	

▣ 검토의견

■ 외관조사결과, 이차침전지는 손상이 없는 양호한 상태로 조사됨

5) 처리수조

• 구조 : 철근 콘크리트조 • 형식 : 장방형 중력식 • 규모 : B2.65m×L3.1m×H2.9m	
외부 전경	내부 전경

<표 3.9> 처리수조 외관조사 결과

구 분	균열 (m/개소)		망상 균열 (㎡/개소)	박리/박락 (㎡/개소)	누수흔적/백태 (㎡/개소)	강재 부식 (㎡/개소)	기타 (개소)	비고
	0.3mm 미만	0.3mm 이상						
벽체부	/	/	/	/	/	/		
천장부	/	/	/	/	/	/		
바닥부	/	/	/	/	/	/		
설비부	/	/	/	/	/	/		
합 계	/	/	/	/	/	/		

<표 3.10> 처리수조 기존 초기점검(2014년) 결과와 비교

구 분		단위	기존(2014년) 초기점검	금회(2017년) 정밀점검	비 고
균 열	0.3mm 미만	m	-	-	
	0.3mm 이상	m	-	-	
망상 균열		㎡	-	-	
박리/박락		㎡	-	-	
누수흔적/백태		㎡	-	-	
강재 부식		㎡	-	-	
기 타		개소	-	-	

▣ 검토의견

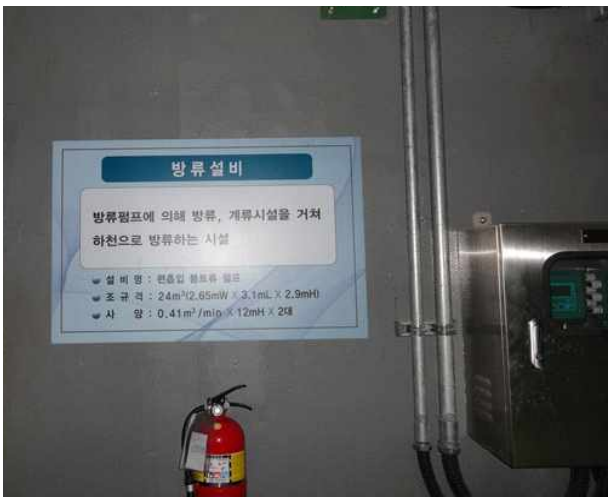
■ 외관조사결과, 처리수조는 손상이 없는 양호한 상태로 조사됨

6) 방류수조

• 구조 : 철근 콘크리트조 • 형식 : 장방형 중력식

• 규모 : B2.65m×L3.1m×H2.9m

외부 전경



내부 전경

<표 3.11> 방류수조 외관조사 결과

구 분	균열 (m/개소)		망상 균열 (㎡/개소)	박리/박락 (㎡/개소)	누수흔적/백태 (㎡/개소)	강재 부식 (㎡/개소)	기타 (개소)	비고
	0.3mm 미만	0.3mm 이상						
벽체부	/	/	/	/	/	/		
천장부	/	/	/	/	/	/		
바닥부	/	/	/	/	/	/		
설비부	/	/	/	/	/	/		
합 계	/	/	/	/	/	/		

<표 3.12> 방류수조 기존 초기점검(2014년) 결과와 비교

구 분		단위	기존(2014년) 초기점검	금회(2017년) 정밀점검	비 고
균 열	0.3mm 미만	m	-	-	
	0.3mm 이상	m	-	-	
망상 균열		㎡	-	-	
박리/박락		㎡	-	-	
누수흔적/백태		㎡	-	-	
강재 부식		㎡	-	-	
기 타		개소	-	-	

▣ 검토의견

■ 외관조사결과, 방류수조는 손상이 없는 양호한 상태로 조사됨

7) 슬러지 저류조

• 구조 : 철근 콘크리트조 • 형식 : 장방향 중력식

• 규모 : B2.7m×L3.6m×H5.0m×2지

전경

전경

외부 벽체

백태 (A=2.0m×3.0m)

외부 벽체

백태 (A=2.0m×3.0m)

<표 3.13> 슬러리 저류조 외관조사 결과

구 분	균열 (m/개소)		망상 균열 (㎡/개소)	박리/박락 (㎡/개소)	누수흔적/백태 (㎡/개소)	강재 부식 (㎡/개소)	기타 (개소)	비고
	0.3mm 미만	0.3mm 이상						
벽체부	/	/	/	/	6.0 / 1	/		
천장부	/	/	/	/	/	/		
바닥부	/	/	/	/	/	/		
설비부	/	/	/	/	/	/		
합 계	/	/	/	/	6.0 / 1	/		

<표 3.14> 슬러리 저류조 기존 초기점검(2014년) 결과와 비교

구 분		단위	기존(2014년) 초기점검	금회(2017년) 정밀점검	비 고
균 열	0.3mm 미만	m	-	-	
	0.3mm 이상	m	-	-	
망상 균열		㎡	-	-	
박리/박락		㎡	-	-	
누수흔적/백태		㎡	-	6.0	
강재 부식		㎡	-	-	
기 타		개소	-	-	

▣ 검토의견

■ 외관조사결과, 슬러지 저류조 벽체부에 백태가 조사됨

■ 현재 일부구간 하자보수가 실시된 상태이나, 누수흔적부는 유지관리 차원의 조치가 필요함

8) 토목처리시설(설비 등)

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>처리시설 전경</td><td>바닥부
도장 들뜸 및 탈락 (A=20.0m×5.0m)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>바닥부
도장 들뜸 및 탈락 (A=20.0m×5.0m)</td><td>바닥부
도장 들뜸 및 탈락 (A=20.0m×5.0m)</td></tr>
<tr><td> </td><td>
</td></tr>
<tr><td>바닥부
오염 (A=20.0m×5.0m)</td><td>여과설비 전경</td></tr>
</table>

<표 3.15> 토목처리시설(설비 등) 외관조사 결과

구 분	균열 (m/개소)		망상 균열 (㎡/개소)	박리/박락 (㎡/개소)	도장손상 (㎡/개소)	방음판넬 하부 파손 (개소)	기타 (개소)	비고
	0.3mm 미만	0.3mm 이상						
벽체부	/	/	/	/	/			
천장부	/	/	/	/	/			
바닥부	/	/	/	/	200.0 / 2	5		
설비부	/	/	/	/	/			
합 계	/	/	/	/	200.0 / 2	5		

<표 3.16> 토목처리시설(설비 등) 기존 초기점검(2014년) 결과와 비교

구 분		단위	기존(2014년) 초기점검	금회(2017년) 정밀점검	비 고
균 열	0.3mm 미만	m	-	-	
	0.3mm 이상	m	-	-	
망상 균열		㎡	-	-	
박리/박락		㎡	-	-	
도장 손상		㎡	-	200.0	
방음판넬 하부 파손		개소	-	5	
기 타		개소	-	-	

▣ 검토의견

■ 외관조사결과, 바닥부 전구간 도장들뜸 및 탈락, 여과설비 바닥 오염 등이 조사됨

■ 기 발생된 손상부 비구조적인 손상으로 유지관리 차원의 조치가 필요함

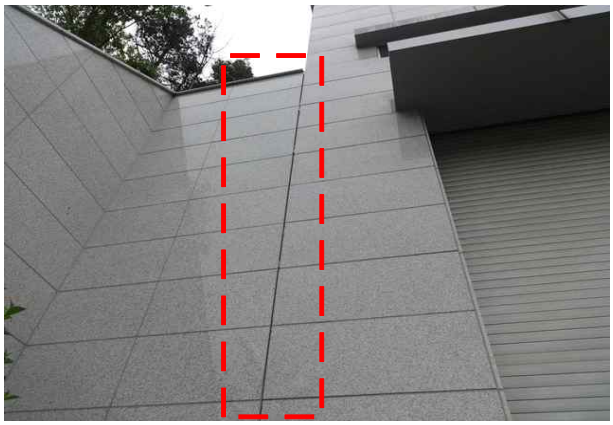
나. 건축시설물

1) 건축동

• 구조 : 철근 콘크리트 라멘조 • 규모 : 지상1층

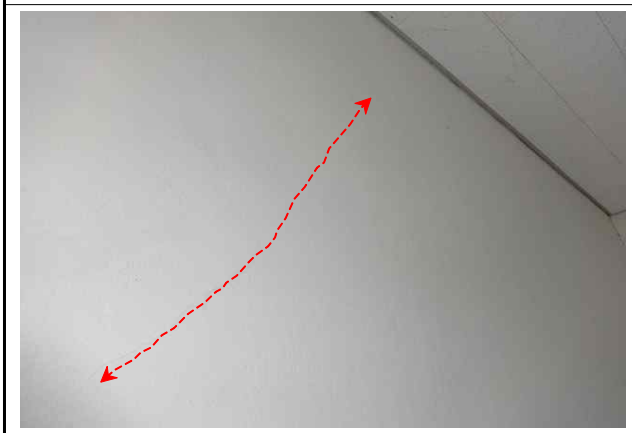
외부 전경

배면 전경



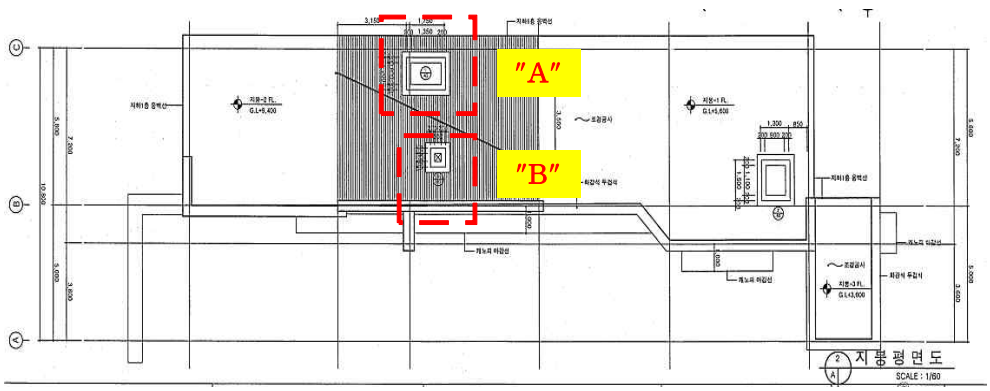
외부 벽체 실링재 탈락 (L=6.0m)

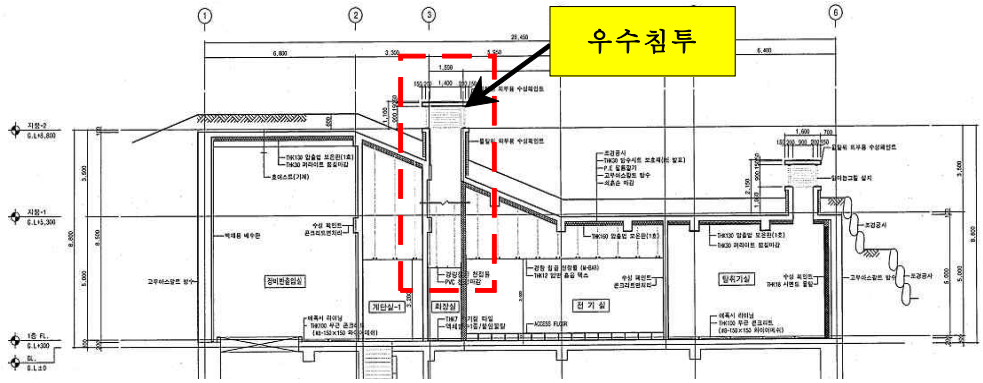
외부 벽체 마감불량 (A=0.5m×1.0m)

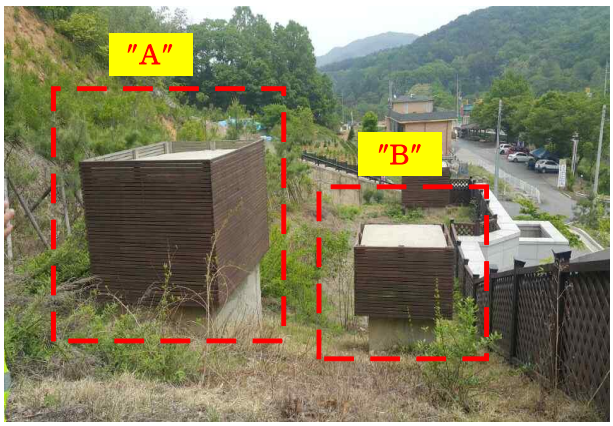


계단부 균열(CW=0.2㎜, L=10.0m)

내부 전기실 벽체 사방향균열
(CW=0.2㎜, L=1.0m, 4EA)







"A" 내부 전기실 텍스 손상 (8EA)

"B" 내부 전기실 텍스 손상 (10EA)

<표 3.17> 관리동 외관조사 결과

구 분	균열 (m/개소)		마감불량 (㎡/개소)	도장박리 (㎡/개소)	실링재탈락 (m/개소)	텍스손상 (개소)	마감재손상 (개소)
	0.3mm 미만	0.3mm 이상					
벽체부	29.0 / 14	17.0 / 5	0.5 / 1	/	6.0 / 1		1.0
천장부	/	/	/	4.0 / 1	/	18.0	
바닥부	/	/	/	/	/		
설비부	/	/	/	/	/		
합 계	29.0 / 14	17.0 / 5	0.5 / 1	4.0 / 1	6.0 / 1	18.0	1.0

<표 3.18> 관리동 기존 초기점검(2014년) 결과와 비교

구 분		단위	기존(2014년) 초기점검	금회(2017년) 정밀점검	비 고
균 열	0.3mm 미만	m	-	29.0	
	0.3mm 이상	m	-	17.0	
마감불량		㎡	-	0.5	
도장박리		㎡	-	4.0	
실링재 탈락		m	-	6.0	
텍스 손상		개소	-	18.0	
마감재 손상		개소	-	1.0	대리석

▣ 검토의견

■ 외관조사결과, 주요 손상으로 벽체 균열, 마감 실링재 탈락, 천장부 텍스 손상, 벽체부 마감재 손상 등이 조사됨

■ 기 발생된 손상들은 건조수축, 시공미흡 및 우수침투로 인한 비구조적인 손상으로 유지관리 차원의 보수가 필요함

■ 특히, 천장부 텍스 손상은 환기구 우수침투 방지와 연계한 조치가 필요함

3.3 내구성 시험

3.3.1 내구성 시험 개요

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

본 점검 대상시설물인 삼리공공하수처리 시설물은 2014년 준공되어, 공용기간이 3년이 경과된 수리 시설물로서 근교 일부지역에서 발생되는 생활하수 및 각종 오염물질을 정화하는 콘크리트 시설물이다.

따라서, 대상 시설물의 콘크리트는 생활하수에서 발생하는 가스와 화학성분을 함유한 물에 의해 화학적 침식 및 탄산가스 등에 의한 콘크리트 침식의 위험에 항시 노출되고 있어 이러한 콘크리트 시설물에 대해 비파괴 시험을 통한 콘크리트 내구성 손상유무를 파악하고자 시설물별 내구성 조사를 실시하였다.

시설물의 내구성 저하원인으로는 탄산화, 동해, 산성비, 알칼리골재반응, 화재, 부식 등이 대표적이며 일반적으로 재료의 내구성이 저하되면 강도저하, 균열, 변형, 단면감소 등을 동반하여 시설물 전체의 안전성 및 사용성을 위협하게 된다. 따라서, 본 시험 및 측정은 시설물 구성재료인 철근콘크리트의 역학적, 화학적 특성을 체계적으로 규명하고 도출된 결과를 비교, 분석, 평가하여 시설물의 안전성평가의 기초자료로 활용하기 위하여 실시하였다.

본 과업의 내구성 시험은 콘크리트 강도, 탄산화 깊이, 철근탐사 등을 실시하였다.

[내구성 시험 조사 사진]

콘크리트 강도	탄산화 깊이	철근 탐사

<표 3.19> 내구성 시험 실시 현황

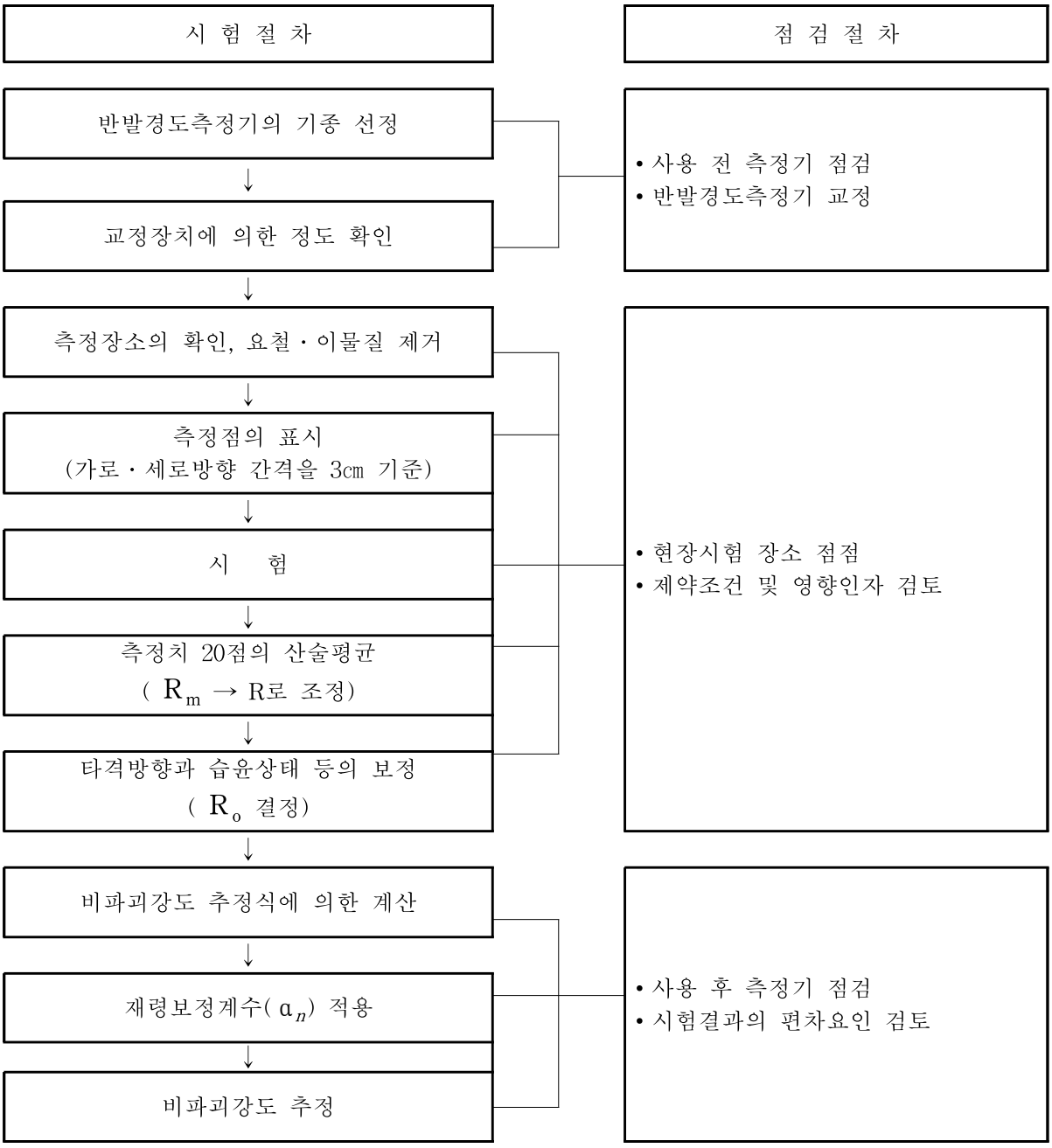
NO	시설물명	콘크리트 강도 (개소)	탄산화 깊이 (개소)	철근 탐사 (개소)	비고
1	유량조정조	2	2	2	
2	일차침전지	2	2	2	
3	생물반응조	2	2	2	
4	이차침전지	2	2	2	
5	처리수조	-	-	-	
6	방류수조	-	-	-	
7	슬러지 저류조	-	-	-	
8	건축동	2	2	2	
합 계		10	10	10	

3.3.2 콘크리트 강도 시험

가. 개 요

콘크리트의 표면 경도를 측정하여, 이 측정치로부터 콘크리트의 압축강도를 비파괴로 추정하는 검사방법이다. 반발경도를 구하는 방법으로는 슈미트 해머(Schmidt Hammer)법이 가장 널리 사용된다. 슈미트 해머로 경화된 콘크리트 표면을 타격시, 반발경도(R)와 콘크리트의 압축강도(F_c)와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.

1) 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차



외관조사 결과에 의해 결정된 측정개소에 대해서 타격점 상호간의 간격은 3㎝를 표준으로 종으로 5열, 횡으로 4열의 선을 그어 직교되는 20점을 타격하여 반발경도 값의 산술평균값(R_m)을 구한다. 산술평균값(R_m)에 대해서는 릴렘(RILEM) 규정에 따라 각 반발경도의 값이 $R_m \pm 20\%$의 범위를 벗어나는 값들은 제외시키고 나머지 값들을 다시 산술평균하여 반발경도 R을 결정한다.

2) 보정반발경도(R_o)

◈ 보정반발경도 : $R_o = R + \Delta R_1 + \Delta R_2$

여기서, R : 반발경도

ΔR_1 : 타격방향에 따른 보정값

ΔR_2 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

㉠ 타격방향에 따른 보정값(ΔR_1)

- 수평방향의 타격에 의한 측정치가 안정된 값을 나타내지만 타격방향이 다른 경우에는 반발치를 보정해 주어야 함

⇒ 하향 타격(-90°)의 경우 : (+)값으로 보정

상향 타격(+90°)의 경우 : (-)값으로 보정

α / R	보 정 값			
	+90°	+45°	-45°	-90°
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	-2.6	+2.0	+2.7
50	-3.1	-2.1	+1.5	+2.2
60	-2.2	-1.6	+1.3	+1.7

㉡ 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값(ΔR_2)

- 콘크리트는 함수율이 증가함에 따라 반발경도가 저하됨

⇒ 측정위치가 습하고 타격의 흔적이 보이는 경우 : ΔR_2 = +3으로 보정

측정위치가 완전히 젖어 있는 경우 : ΔR_2 = +5로 보정

3) 압축강도의 추정

보정반발경도(R_o)로부터 압축강도(F_c)의 상관관계를 도출한 제안식들은 다음과 같으며, 제안식의 적용은 시험방법 및 조건에 맞는 제안식을 선정하는 것이 중요하다.

[기존의 비파괴강도 추정 제안식(반발경도시험)]

구 분	추 정 식(MPa)	비 고
일본재료학회	$F_c = -18.0 + 1.27R_o$	금회 적용(식①)
동경 건축재료 검사소	$F_c = (10R_o - 110) \times 0.098$	
일본건축학회	$F_c = (7.3R_o + 100) \times 0.098$	금회 적용(식②)
U.S Army	$F_c = (-120.6 + 8.0R_o + 0.0932R_o^2) \times 0.098$	
과학기술부 고강도식	$F_c = (15.2R_o - 112.8) \times 0.1$	
※ 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(2010. 12, 국토교통부/한국시설안전공단)		

4) 28일 강도의 추정

시일이 경과할수록 콘크리트 시설물은 표면경도가 높아지므로 아래 식과 같이 재령 28일 강도(F_{28}')로 환산하여 압축강도를 추정한다. 콘크리트의 재령에 따른 압축강도 보정계수 α는 아래 표와 같으며, 3,000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

$$F_{28}' = \alpha \cdot F_c$$

[재령계수 α값]

재령(일)	10	20	28	50	100	150	200	300	500	1000	3000
α	1.55	1.12	1.00	0.87	0.78	0.74	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63

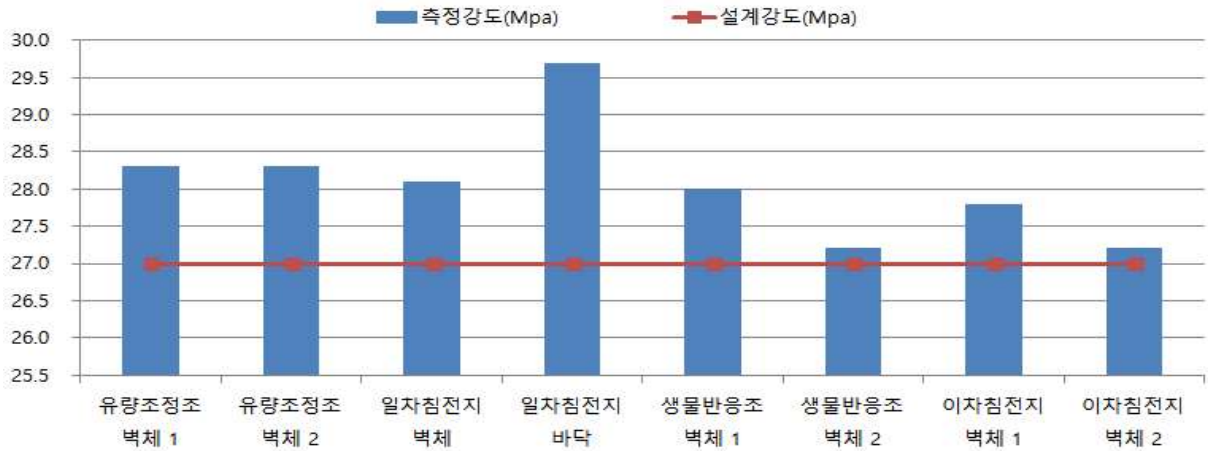
나. 측정 결과

<표 3.20> 콘크리트 강도 측정 결과

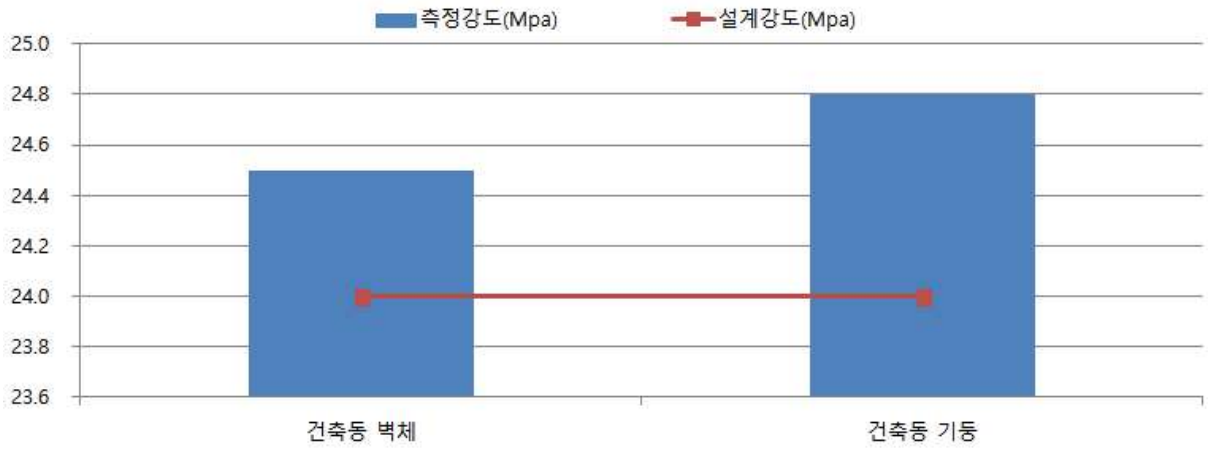
NO	시설물명	측정위치	반발경도 (Ro)	재령계수 (α)	압축강도(MPa)		측정결과 (MPa)	설계강도 (MPa)	비고
					재료학회	건축학회			
1	유량조정조	벽체 1	48.0	0.65	27.9	28.7	28.3	27.0	
		벽체 2	48.0	0.65	27.9	28.7	28.3		
2	일차침전지	벽체	47.7	0.65	27.6	28.5	28.1		
		바닥	50.1	0.65	29.7	29.7	29.7		
3	생물반응조	벽체 1	47.5	0.65	27.5	28.4	28.0		
		벽체 2	46.3	0.65	26.5	27.9	27.2		
4	이차침전지	벽체 1	47.2	0.65	27.2	28.3	27.8		
		벽체 2	46.3	0.65	26.5	27.9	27.2		
5	건축동	벽체	42.2	0.65	23.1	26.0	24.5	24.0	
		기둥	42.5	0.65	23.4	26.1	24.8		

<표 3.21> 콘크리트 강도 기존 초기점검(2014년) 측정 결과와 비교

구 분	설계기준강도	기존(2014년)	금회(2016년)	비 고
반발경도법(MPa)	27.0	27.9 ~ 30.1	27.2 ~ 29.7	토목 시설물
	24.0	-	24.5 ~ 24.8	건축 시설물



[토목 시설물별 반발경도]



[건축 시설물별 반발경도]

▣ 검토의견

■ 반발경도법에 의한 콘크리트 강도 측정결과, 비파괴 추정강도는 설계기준강도(토목 27MPa, 건축 24MPa)를 상회하는 것으로 측정됨

■ 기존(2014년) 정밀점검과 비교·분석한 결과, 측정 위치에 따른 편차가 일부 존재하나, 전반적으로 양호한 상태임

3.3.3 철근 탐사 시험

가. 개 요

본 시험은 전자파레이더를 이용한 철근탐사 시험기(RC Radar)를 활용하여 철근콘크리트 시설물에 배근된 철근간격, 콘크리트 피복을 측정하기 위해 실시한다.

철근콘크리트 시설물의 부재 내부에 배근되어 있는 철근의 피복두께가 지나치게 작은 경우에는 콘크리트의 탄산화 등에 따른 열화손상에 대한 저항성이 저하되어 내구성이 감소할 가능성이 있으며, 피복두께가 지나치게 큰 경우에는 강도감소 등을 수반할 우려가 있으므로 철근탐사는 설계 당시와 같이 콘크리트 내에 배근되어 있는 철근의 배근상태 및 피복두께를 파악하기 위하여 실시한다.

1) 측정원리

전자파레이더의 원리는 현재 널리 사용되고 있는 레이더와 동일하다. 즉, 콘크리트용 전자파레이더는 임펄스 상의 전자파를 송신안테나로부터 콘크리트 내로 방사하면 그 전자파가 콘크리트와 전기적 성질(비유전율, 도전율)이 다른 물체(철근, 매설관, 공동 등)와의 경계에서 반사한다. 이를 수신안테나로 수신하고, 그에 소요되는 왕복전파시간으로부터 반사물체까지의 거리를 계산하면 그 위치를 구할 수 있다. 원리를 아래 그림에 나타내었고, 콘크리트 중의 전자파 속도는 다음 식과 같다.

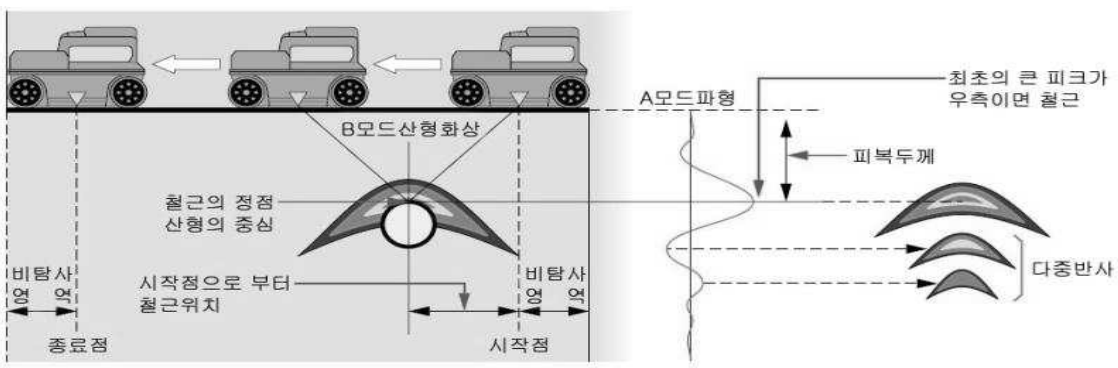
$$V = \frac{C}{\sqrt{\varepsilon_r}} \quad (m/sec)$$

여기서, C : 진공 중에서 전자파의 속도(3×10^8 m/sec)

ε_r : 콘크리트의 상대유전율(6~10)

또한, 반사물체까지의 거리(D)는 송신 시각으로부터 수신 시각까지의 시간차(T)의 측정치와 콘크리트 내부의 전파속도(V)로부터 구할 수 있다.

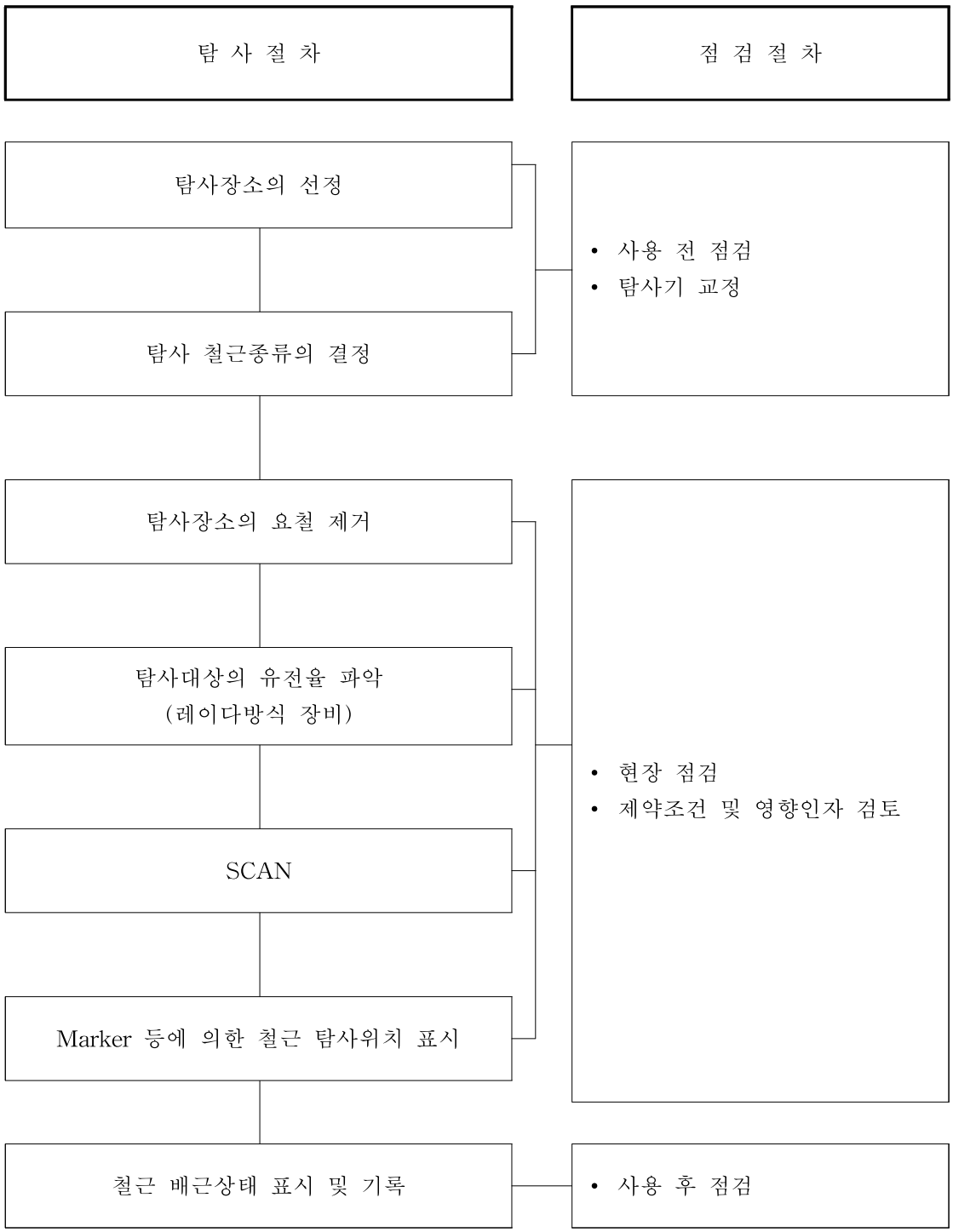
[철근탐사 측정원리]



2) 철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차

철근탐사시험 방법에 대한 절차는 KS F 2734 및 KS F 2735의 규정에 준한다.

[철근탐사시험 및 장비 점검 등의 절차]



나. 측정 결과

<표 3.22> 철근 탐사 결과

NO	시설물명	측정 위치	설계값(mm)			측정값(mm)			비고
			주근	배력근	피복두께	주근	배력근	피복두께	
1	유량조정조	벽체 #1	125	200	80	124	200	52	
		벽체 #2	125	200	80	114	200	60	
2	일차침전지	벽체	125	200	80	140	192	51	
		바닥	125	200	80	126	193	84	
3	생물반응조	벽체 #1	125	200	80	118	200	84	
		벽체 #2	125	200	80	130	199	58	
4	이차침전지	벽체 #1	125	200	80	125	195	69	
		벽체 #2	125	200	80	135	186	91	
5	건축동	벽체	125	200	80	137	195	58	
		기둥	100	150	100	90	135	103	

▣ 검토의견

■ 철근탐사결과, 각 시설물의 부재별 배근 간격은 설계값에 준하여 배근된 것으로 측정되었으며, 피복두께는 일부구간에서 다소 부족하나, 탄산화 진행정도가 미미하므로 주의관찰이 요구됨

3.3.4 탄산화 시험

가. 개 요

건전한 콘크리트는 경화시멘트 풀의 수산화합물 중 약 25%를 차지하는 수산화칼슘(Ca(OH)2)의 영향으로 pH가 12~13인 강알칼리성을 나타낸다. 그러나 콘크리트가 대기 중에 노출되면 대기 중에 약 0.035% 포함되어 있는 약산성의 탄산가스(CO2)와 수산화칼슘이 반응하여 탄산칼슘(CaCO3)으로 환원되면서 표면부터 콘크리트의 pH가 서서히 10이하로 낮아지는데 이를 탄산화라고 정의한다.

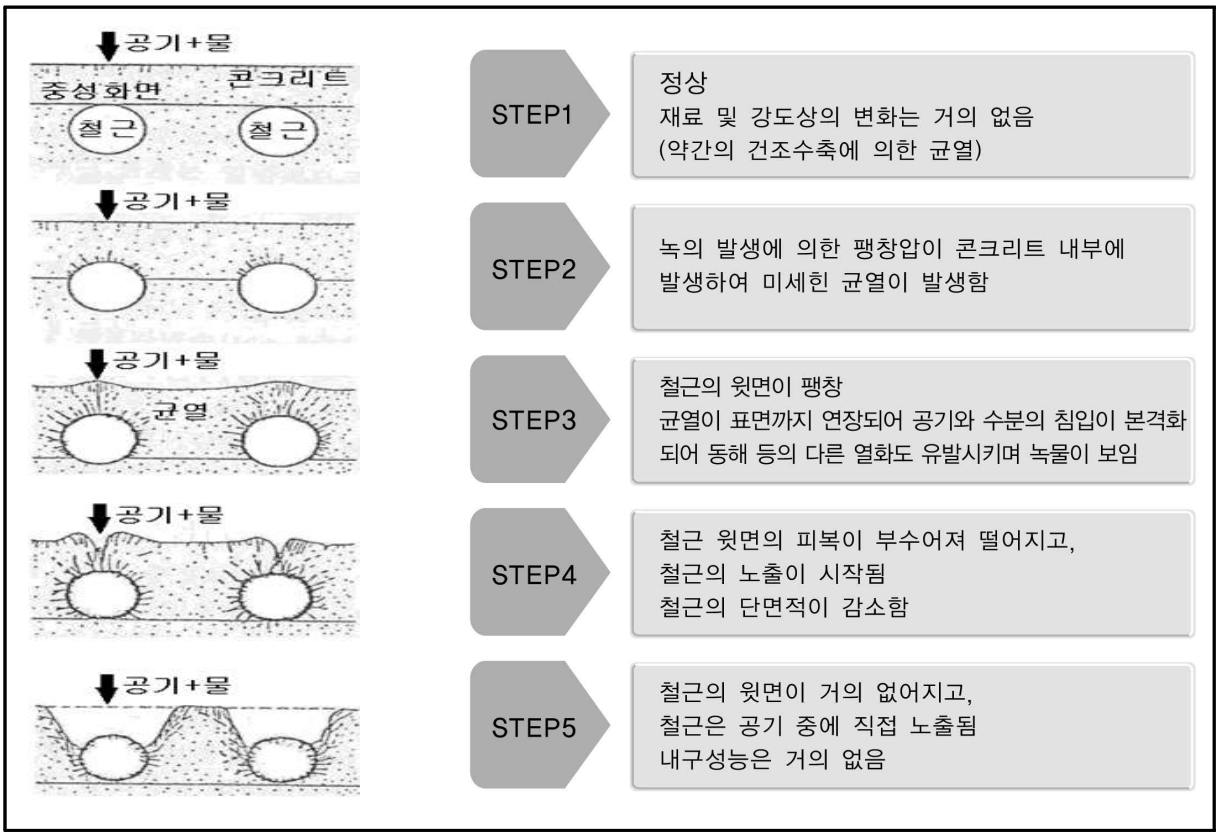
이와같이 콘크리트가 탄산화가 되면 철근표면의 부동태 피막이 파괴되어 철근이 부식됨으로써 콘크리트의 내구성이 저하된다.

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.

$$\underset{\text{수산화칼슘}}{Ca(OH)_2} + \underset{\text{탄산가스}}{CO_2} \rightarrow \underset{\text{탄산칼슘}}{CaCO_3} + \underset{\text{물}}{H_2O}$$

(pH 12~13) (대기중에 존재) (pH 8.5~10)

[탄산화에 의한 철근부식 메커니즘]



1) 탄산화 속도에 미치는 요인

탄산화 속도에 영향을 미치는 요인으로는 환경조건을 주원인으로 하는 외적요인과 콘크리트 자체의 성능·품질을 주원인으로 하는 내적요인에 의해 복합적인 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 대표적인 원인을 정리하면 다음과 같다.

[탄산화 속도 영향인자]

구분	영향 인자	탄산화 속도
내적 요인	시멘트의 종류	- 수화반응이 느릴수록 탄산화 속도가 빠름 - 조강 포틀랜드시멘트<보통 포틀랜드시멘트<중용열 포틀랜드시멘트
	골재의 종류	- 투기성이 큰 골재일수록 탄산화 속도가 빠름 - 강모래, 강자갈<강모래, 화산골재<화산골재
	계면활성제 종류	- 동일 물-시멘트비, 동일 슬럼프라면 탄산화 속도와 무관함
	압축강도	- 압축강도가 낮을수록 탄산화 속도가 빠름
	물-시멘트비	- 물-시멘트비가 증가하면 탄산화 속도가 빠름
	시공 정밀도	- 다짐이 불충분할수록 탄산화 속도가 빠름
	콘크리트 결함부	- 균열부위, 이음부, 손상부위 등에서 탄산화 속도 빠름
환경 조건	온 도	- 온도상승 시 탄산화 속도 빠름 - 20~50℃사이에서는 영향이 크지 않음
	이산화탄소 농도	- 농도가 클수록 탄산화 속도 빠름 - 탄산가스농도 3~10% 사이에서 상승비율이 큼
	습 도	- 상대습도 50~70%에서 탄산화속도가 최대
	실내, 실외	- 실내의 탄산화속도가 빠름

2) 탄산화깊이의 측정

본 과업에서는 현장에서 간편하게 이용되는 페놀프탈레인법(페놀프탈레인은 pH 지시약의 일종으로 1% 알칼리용액)을 이용하여 콘크리트의 탄산화 진행 정도를 측정한다.

콘크리트 파단면에 1% 페놀프탈레인 용액을 도포한 후 색의 변화를 관찰하는 방법으로 강알칼리성일수록 짙은 보라색을 띠며 pH 9이하에서는 무색을 나타낸다. 탄산화 진행 깊이의 측정은 콘크리트 표면에서 발색점까지의 깊이를 버니어캘리퍼스 등으로 측정한다.

3) 탄산화를 고려한 잔존수명 예측

탄산화 속도는 경과시간(t)의 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$법으로 표현된다. 탄산화(C)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C = A \times \sqrt{t}$$

여기서, C : 탄산화깊이(㎜)

A : 탄산화 속도계수(㎜/ $\sqrt{년}$)

t : 재령(년)

여기서 구해진 탄산화 속도계수(A)를 실제 탄산화깊이와 경과년수를 이용하여 역추적으로 구한 후 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하면 콘크리트의 탄산화에 의한 잔존수명을 예측할 수 있다.

수명예측(년) = (철근피복 / 탄산화 속도계수)^2

잔존수명예측(년) = 수명예측년수 - 경과년수

3) 탄산화 평가기준

[탄산화 평가기준]

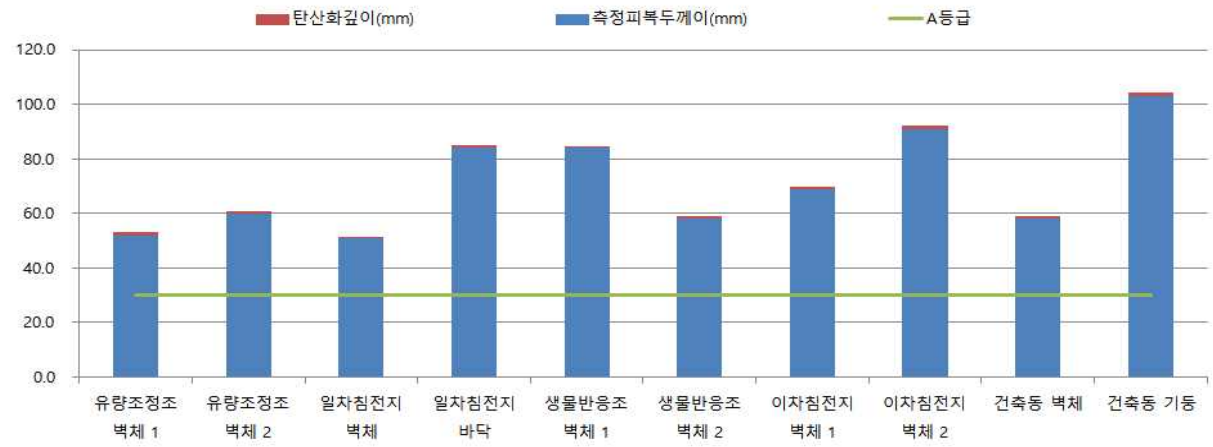
등급	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	· 30㎜이상	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	· 10㎜이상~30㎜미만	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	· 0㎜이상~10㎜미만	탄산화 의한 부식발생 가능성 높음
d	· 0㎜미만	철근부식 발생

나. 측정 결과

<표 3.23> 탄산화 측정 결과

NO	시설물명	측정 위치	탄산화 깊이 (mm)	실측 피복 두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	탄산화 속도계수 (A)	평가 등급	비고
1	유량조정조	벽체 #1	1.0	52.0	51.0	0.71	a	잔존수명 100년 이상
		벽체 #2	0.8	60.0	59.2	0.57	a	
2	일차침전지	벽체	0.5	51.0	50.5	0.35	a	
		바닥	1.1	84.0	82.9	0.78	a	
3	생물반응조	벽체 #1	0.5	84.0	83.5	0.35	a	
		벽체 #2	0.8	58.0	57.2	0.57	a	
4	이차침전지	벽체 #1	0.6	69.0	68.4	0.42	a	
		벽체 #2	1.0	91.0	90.0	0.71	a	
5	건축동	벽체	1.0	58.0	57.0	0.71	a	
		기둥	1.2	103.0	101.8	0.85	a	

구 분	기존(2014년)	금회(2016년)	비 고
탄산화 깊이	0.1㎜ ~ 0.3㎜	0.5㎜ ~ 1.2㎜	



[시설물별 탄산화깊이]

▣ 검토의견

■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 잔여깊이가 51.0㎜ ~ 101.8㎜ 로 측정되어 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성은 없는 것으로 판단됨

■ 기존(2014년) 정밀점검과 비교·분석한 결과, 측정 위치에 따른 편차가 일부 존재하나, 전반적으로 양호한 상태임

제4장 상태평가

4.1 개 요
4.2 상태평가 항목 및 기준
4.3 상태평가 결과 산정 방법
4.4 상태평가 결과

제4장 상태평가

4.1 개 요

하수처리장의 상태평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 - 하수처리장」에 의거 개별부재등급과 시설물 전체에 대한 상태평가등급을 산정하였으며, 영향계수, 상태평가지수에 따른 조정계수를 적용하여 평가하였다.

4.2 상태평가 항목 및 기준

가. 평가유형 및 영향계수

시설물의 상태평가는 결함 및 손상에 따른 각각의 상태평가기준을 적용하며, 상태변화가 전체 시설물에 미치는 안전성의 영향정도와 구조적 중요도가 적절히 고려되어 평가될 수 있도록 결함 및 손상을 평가유형별로 구분하여 영향계수를 적용한다.

1) 평가유형의 구분

결함 및 손상에 대한 평가유형은 다음과 같이 구분한다.

① 중요결함

침하, 경사/전도, 활동 등과 같이 시설물의 구조적인 안전에 직접영향을 미치는 결함.

② 국부결함

기초세굴, 콘크리트 탄산화 진행 등과 같이 시설물의 안전성에 직접적인 영향을 미치지는 않지만 손상이 진전될 경우 전체 시설물의 안전에 상당한 영향을 끼칠 수 있는 결함.

③ 일반손상

콘크리트 균열, 파손, 마모, 콘크리트 재료분리 등과 같이 시설물의 안전에 크게 영향을 주지 않는 일반적인 손상

2) 영향계수의 적용

각 부재에서 발생하는 각종 손상 및 결함에 대한 상태평가 시 손상이 전체 시설물에 미치는 안전성의 영향정도, 구조적인 중요도가 적절히 고려되어 평가될 수 있도록 양향계수를 적용한다.

영향계수는 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중요 결함의 상태등급을 기준으로 하여 국부적인 결함의 등급을 상향조정함으로써 이들이 전체 시설물에 미치는 영향을 평가 절하하는 계수이며, 영향계수는 상태평가를 위한 표준기준이며, 조사기술자의 판단으로 다소 조정할 수 있다.

나. 콘크리트 시설물

1) 콘크리트 시설물의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

[콘크리트 시설물의 평가항목별 평가유형 및 영향계수]

구 분	평가유형	평가기준	평가점수	영향계수	비고
침하/부상	중요결함	a	5	1.0	
경 사		b	4		
활 동		c	3		
		d	2		
		e	1		
기초세굴	국부결함	a	5	1.0	
탄산화 깊이		b	4	1.1	
염화물 함량		c	3	1.2	
		d	2	1.4	
		e	1	2.0	
콘크리트 균열	일반손상	a	5	1.0	
콘크리트 박리		b	4	1.1	
콘크리트 박락/층분리		c	3	1.3	
철근노출		d	2	1.7	
누수		e	1	3.0	
백태					
콘크리트 파손					
신축이음열화 및 탈락					

2) 항목별 상태평가 기준

[침하/부상의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 침하/부상이 발생되지 않은 상태
b	4	○ 부분적으로 경미한 침하/부상이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	3	○ 침하/부상의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	○ 침하/부상의 정도가 심각하여 구조적인 안전에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 침하/부상의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안전을 위협받고 있는 상태

[경사의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 경사가 발생되지 않은 상태
b	4	○ 부분적으로 경미한 경사가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않는 상태
c	3	○ 경사의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	○ 경사의 정도가 심각하여 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 경사의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정이 위협받고 있는 위험한 상태

[활동의 상태평가기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 활동이 발생되지 않은 상태
b	4	○ 부분적으로 경미한 활동이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	3	○ 활동의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	○ 활동의 정도가 심각하여 구조적인 안전에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 활동의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안전이 위협받고 있는 위험한 상태

[기초세굴의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 세굴이 없는 상태
b	4	○ 세굴이 경미하게 발생된 상태
c	3	○ 경미한 세굴이 여러 곳에 산재되어 있거나 세굴이 다소 심하게 발생된 상태
d	2	○ 세굴이 심하여 하단부가 크게 들어 나고 구조적인 안전에 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 세굴이 아주 심하여 구조적 안전이 심각하게 위협받고 있는 위험한 상태

[일반 시설물 콘크리트 균열의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	최대 균열폭	면적율 5%이하	면적율 20%이하	면적율 20%이상
a	5	0.1㎜ 미만	a	a	a
b	4	0.1㎜~0.2㎜ 미만	a	a	b
c	3	0.2㎜~0.3㎜ 미만	a	b	c
d	2	0.3㎜~0.5㎜ 미만	b	c	d
e	1	0.5㎜ 이상	c	d	e

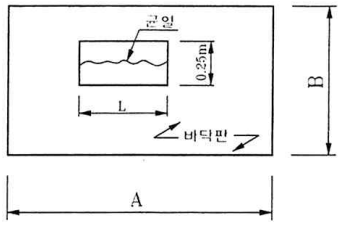
[수처리 시설물 콘크리트 균열의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	최대 균열폭	면적율 5%이하	면적율 20%이하	면적율 20%이상
a	5	0.1㎜ 미만	a	a	b
b	4	0.1㎜~0.2㎜ 미만	a	b	c
c	3	0.2㎜~0.3㎜ 미만	b	c	d
d	2	0.3㎜~0.5㎜ 미만	c	d	e
e	1	0.5㎜ 이상	d	e	e

※ 콘크리트의 균열은 일반손상 중 하나로 구조적·비구조적 균열로 구분되나, 현장조사시 균열의 종류를 구분하기가 어렵기 때문에 균열의 종류를 구분하지 않고, 콘크리트구조설계 기준(2007)의 수처리 시설물 콘크리트을 설정허용균열 폭 0.15~0.25㎜ 및 일반 콘크리트 시설물 허용균열 폭 0.3~0.4㎜ 등을 고려하여 콘크리트 균열 폭 및 면적율에 따른 상태평가 기준하였음

주) 균열 면적율 산정방법

■ 1방향 균열인 경우

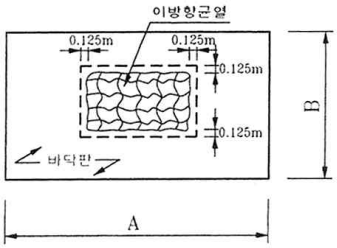


○ 균열발생면적은 길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하며 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.

○ 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \%$$

■ 2방향 균열인 경우



○ 균열발생면적은 균열발생부위를 가로, 세로의 최 외측균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구획한 후 점선내면면적인 (가로길이+0.25m)×(세로길이+0.25m)로 구한다.

○ 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열발생면적}(m^2)}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \%$$

[탄산화 잔여 깊이의 상태평가 기준]

평가기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	○ 30㎜이상	탄산화에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	○ 10㎜이상 ~ 30㎜미만	향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성 있음
c	○ 0㎜이상 ~ 10㎜미만	경우에 따라서 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있음
d	○ 0㎜미만	철근부식 발생
e	-	-

[전염화물 이온량의 상태평가 기준]

평가기준	전염화물 이온량	철근부식의 가능성
a	○ 염화물 ≤ 0.3kg/m^3	염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	○ 0.3kg/m^3<염화물<1.2kg/m^3	콘크리트 중의 염화물 이온농도가 높으나, 부식이 발생할 가능성 적음
c	○ 1.2kg/m^3≤염화물< 2.5kg/m^3	향후 염화물에 의한 부식이 발생할 가능성 높음
d	○ 염화물 ≥ 2.5kg/m^3	철근부식 발생
e	-	-

※ 본 용역은 정밀점검용역으로 염화물시험은 제외함

[콘크리트 박리의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 박리발생이 없음
b	4	○ 박리깊이 0.5㎜ 미만이면서 박리 면적율 10% 미만
c	3	○ 박리깊이 0.5~1.0㎜미만이면서 박리면적율 10% 미만 ○ 박리깊이 0.5㎜ 미만이면서 박리면적율 10% 이상
d	2	○ 박리깊이 1.0~25㎜ 미만이면서 박리면적율 10% 미만 ○ 박리깊이 0.5~10㎜ 미만이면서 박리면적율 10% 이상
e	1	○ 박리깊이 1.0~25㎜ 미만이면서 박리면적율 10% 이상 ○ 박리깊이 25㎜ 이상이거나 조골재 손실

[콘크리트 박락/층분리의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 박락/층분리의 발생이 없음
b	4	○ 박락/층분리 깊이 15㎜ 미만이면서 면적율 20% 미만
c	3	○ 박락/층분리 깊이 15~20㎜ 미만이면서 면적율 20% 미만 ○ 박락/층분리 깊이 15㎜ 미만이면서 면적율 20% 이상
d	2	○ 박락/층분리 깊이 20~25㎜ 미만이면서 면적율 20% 미만 ○ 박락/층분리 깊이 15~20㎜ 미만이면서 면적율 20% 이상
e	1	○ 박락/층분리 깊이 20~25㎜미만이면서 면적율 20% 이상 ○ 박락/층분리 깊이 25㎜ 이상이거나 조골재 손실

[철근노출 면적의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 철근노출 없음
b	4	○ 철근노출 면적율이 1% 미만
c	3	○ 철근노출 면적율이 1~3% 미만
d	2	○ 철근노출 면적율이 3~5% 미만
e	1	○ 철근노출 면적율이 5% 이상

※ $\text{철근노출면적율}(\%) = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \%$

[콘크리트 파손의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	깊 이	면적율 10% 미만	면적율 10% 이상
a	5	없음	a	-
b	4	5㎜ 미만	b	c
c	3	5~10㎜ 미만	c	d
d	2	10~20㎜ 미만	d	e
e	1	20㎜ 이상	e	e

[누수의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용	
		콘크리트 부재	신축이음부위
a	5	○ 누수가 없음	○ 누수가 없음
b	4	○ 경미한 흔적 (누수부위가 건조한 상태)	○ 누수 흔적이나 토사 등의 오염
c	3	○ 현저한 흔적 (누수부위가 습윤한 상태)	○ 파손에 의한 누수발생
d	2	○ 누수의 진행이 관찰가능 상태	○ 누수로 인한 신축이음 하부시설물의 부식발생
e	1	○ 누수의 진행이 확연한 상태	○ 누수로 인한 신축이음 하부시설물의 부식심화

[신축이음 탈락 및 열화의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용	
		부재의 탈락정도	부재의 열화정도
a	5	○ 없음	○ 없음
b	4	○ 없음	○ 고무판 마모, 강재의 부식 (녹) 발생 등의 경미한 열화
c	3	○ 고정 장치의 이완으로 신축이음 본체 유동	○ 고무판 마모, 강재의 부식 (녹) 발생 등의 열화심화
d	2	○ 고정 장치의 파손으로 신축이음 본체 일부 탈락 및 손상	-
e	1	○ 신축이음 본체 파손	-

[백태의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 백태가 없음
b	4	○ 백태 발생 면적율이 5% 미만
c	3	○ 백태 발생 면적율이 5~10% 미만
d	2	○ 백태 발생 면적율이 10~20% 미만
e	1	○ 백태 발생 면적율이 20% 이상

다. 강 시설물

1) 강 시설물의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

[강 시설물의 평가항목별 평가유형 및 영향계수]

손상 및 결함의 종류	평가유형	평가기준	평가점수	영향계수
강재 변형/변위	중요결함	a	5	1.0
		b	4	
		c	3	
		d	2	
		e	1	
강재 부식	국부결함	a	5	1.0
		b	4	1.1
강재 피로균열		c	3	1.2
		d	2	1.4
		e	1	2.0
강재 도장손상	일반손상	a	5	1.0
		b	4	1.1
		c	3	1.3
		d	2	1.7
		e	1	3.0

2) 항목별 상태평가 기준

[강재 부식의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○부식발생이 전혀 없음
b	4	○국부적으로 부식이 발생(부식발생 면적율 5% 미만)
c	3	○부식이 다소발생(부식발생 면적율 5~15% 미만)
d	2	○전반적으로 부식이 발생(부식발생 면적율 15~30% 미만)
e	1	○부식발생이 심화(부식발생 면적율 30% 이상)

※ 하수처리장의 강 시설물에 일반적으로 발생되는 노후화 현상의 하나인 부식은 하수를 취급하는 처리장의 특성으로 매우 취약한 환경에 접하고 있으며, 부식의 진행이 심화되면 강 시설물의 내구성 저하뿐만 아니라 안전성에도 문제를 일으키게 되므로 부식정도에 따른 강 시설물의 상태를 평가하는 것이 중요함

[강재 피로균열의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○전 부재에 걸쳐 균열발생이 없음
b	4	○보조부재에 국부적으로 미세 표면균열이 발생
c	3	○주 부재에 국부적으로 미세 표면균열 발생
d	2	○주 부재에 균열길이 20㎜ 미만의 관통균열 발생
e	1	○주 부재에 균열길이 20㎜ 이상의 관통균열 발생

※ 하수처리장의 강 시설물에 발생되는 피로균열은 과대하중, 진동 및 외부충격 등에 의해 발생될 수 있으며, 피로균열의 발생으로 구조적 안전성에 심각한 문제를 야기할 수 있기 때문에 부재의 종류와 피로균열 발생정도에 따라 상태평가 기준을 설정함

[강재 변형 및 변위의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○변형이나 변위 등이 전혀 없음
b	4	○변형이나 변위가 없으나 미소한 처짐의 발생 (최대 허용처짐량의 20% 미만)
c	3	○변형이나 변위가 미미하고 이로 인한 손상이 없으며, 처짐이 다소 크게 발생(최대 허용처짐량의 20~50% 미만)
d	2	○변형이나 변위가 다소 크게 발생하였으나 이로 인한 손상은 없고 처짐이 크게 발생 (최대 허용처짐량의 50%~100% 미만)
e	1	○변형이나 변위가 과대하고 이로 인해 손상이 발생

※ 강 시설물은 과대하중이나 외부충격 등에 의해 변형이나 변위 등의 손상을 입을 수 있으며, 이는 시설물의 안전성에 크게 영향을 미치게 되므로 강 시설물의 변형 및 변위 정도에 따라 상태평가 기준을 설정함

[강재의 도장상태에 따른 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○도장면 상태가 매우 깨끗하고 결함이 전혀 없음
b	4	○도장면 상태가 전반적으로 깨끗하고 도장의 변색, 부풀림 및 탈락 등이 국부적으로 발생(전체면적의 10% 미만)
c	3	○도장면이 비교적 깨끗하고 도장의 변색, 부풀림 및 탈락 등이 다소 발생(전체면적의 10~25%미만)
d	2	○도장면이 불량하고 도장의 변색, 부풀림 및 탈락 등이 크게 발생 (전체면적의 25~50% 미만)
e	1	○도장면이 매우 불량하고 도장의 변색, 부풀림 및 탈락 등이 전반적으로 발생(전체면적의 50% 이상)

※ 하수처리장의 강 시설물은 강재의 부식 등을 방지하고 미관상 도장을 실시하는 것이 일반적이며, 이러한 목적으로 실시된 도장이 변색, 부풀림 및 탈락 등이 이루어지면 내구성 저하를 촉진하고 더불어 구조적 안전성에 영향을 미치는 손상을 유발할 우려가 있으므로 강재의 도장상태에 따른 상태평가 기준을 설정함

라. 기계・전기설비

1) 기전설비의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

[기전설비의 평가항목별 평가유형 및 영향계수]

상태변화		평가유형	영향계수	평가기준	평가점수	비 고
펌프설비	펌프 진동크기	국부결함	1.0 1.1 1.2 1.4 2.0	a b c d e	5 4 3 2 1	
	펌프의 소음크기					
	펌프베드 기초부	일반손상	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0	a b c d e	5 4 3 2 1	
장내배관	관체손상 정도(누수상태)	중요결함	1.0	a b c d e	5 4 3 2 1	
	밸브의 손상정도	국부결함	1.0 1.1 1.2 1.4 2.0	a b c d e	5 4 3 2 1	
전기설비	절연열화					
	접지불량					
	전기설비의 불량 (고저압펌프모터・기동반・제어반)					

2) 항목별 상태평가 기준

[펌프 베드 기초부의 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상 태
a	5	○ 베드의 기초에 전혀 균열이 없는 최상의 상태
b	4	○ 베드의 기초에 균열이 없는 양호한 상태
c	3	○ 베드의 기초에 미세균열이 부분적으로 발생한 보통의 상태
d	2	○ 베드의 기초의 볼트주위에 균열이 발생한 상태
e	1	○ 펌프 고정이 불가능한 정도로 베드의 기초에 균열이 발생하여 보강 또는 교체 등이 필요한 상태

[펌프의 진동크기에 따른 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	진동한계(RMS, ㎜/s)
a	5	≤ 3.7
b	4	≤ 5.6
c	3	≤ 9
d	2	〉9
e	1	〉11

[펌프의 소음크기에 따른 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 펌프1m에서 평균소음의 크기가 80dB 이하
b	4	○ 펌프1m에서 평균소음의 크기가 80dB 초과, 90dB 이하
c	3	○ 펌프1m에서 평균소음의 크기가 90dB 초과, 100dB 이하
d	2	○ 펌프1m에서 평균소음의 크기가 100dB 초과, 120dB 이하
e	1	○ 펌프1m에서 평균소음의 크기가 120dB 초과

[관체의 손상정도(누수상태)에 따른 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용 (누수상태)
a	5	○누수가 전혀 없음
b	4	○누수가 없음
c	3	○누수는 없으나 누수의 우려가 보임
d	2	○누수의 진행이 관찰
e	1	○누수의 진행이 확연함 (분출)

[밸브의 손상정도에 따른 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○밸브의 작동이 원활하고 여타 손상이 전혀 없음
b	4	○밸브의 작동에 문제가 없고 발청부식 등의 손상이 경미하게 발생
c	3	○밸브의 작동에 문제가 없고 축부에서 경미한 누수가 발생
d	2	○밸브는 작동가능하나 고장으로 수리가 필요하거나 누수의 진행 관찰이 필요
e	1	○밸브의 작동이 불가하거나 누수의 진행(분출)이 확연함.

[절연열화에 따른 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○절연열화가 전혀 없는 상태
b	4	○절연열화가 매우 미미한 상태
c	3	○절연열화가 경미한 상태(경년열화를 고려한 1㏁ 정도)
d	2	○절연열화가 심화된 상태 (경년열화를 고려한 1㏁ 이하로서 규정된 절연저항치 정도)
e	1	○절연열화가 매우 위험하게 진행된 상태 (규정된 절연저항치 미만)

[접지불량에 따른 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 접지불량이 전혀 없음
b	4	○ 접지불량이 매우 미미한 상태
c	3	○ 접지불량이 경미한 상태 (규정된 접지저항치 범위 내)
d	2	○ 접지불량이 심화된 상태 (규정된 접지저항치의 120% 이하)
e	1	○ 접지불량이 위험하게 진행된 상태 (규정된 접지저항치의 120% 초과)

[전기설비의 불량에 따른 상태평가 기준]

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 전기설비의 불량이 전혀 없는 상태
b	4	○ 전기설비의 불량이 매우 미미한 상태
c	3	○ 전기설비의 불량이 경미한 상태 (설비의 기동 및 운전에 지장이 없는 상태)
d	2	○ 전기설비의 불량이 심화된 상태 (설비의 기동 및 운전에 지장을 초래하는 상태)
e	1	○ 전기설비의 불량이 극심한 상태 (설비의 기동 및 운전이 불가능한 상태)

마. 건축시설물

1) 상태평가 결과 및 점수 산정기준

[상태평가 결과 및 점수 산정기준]

구 분	평가 항목	상태평가 결과 및 점수의 산정방법	비고
철근 콘크리트 라멘조 철골·철근 콘크리트조 철근 콘크리트 벽식구조 프리캐스트 콘크리트조 무량판조 조적조	강도	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	균열	○부재 평가점수 : 단위부재의 조사한 균열 폭 및 면적율에 해당하는 평가점수의 평균값 ○부재 대표 값 : 결함·손상부재를 포함해 평가대상 부재수의 최소범위에 대한 결함·손상 부재의 평가점수의 평균 값	- 최소범위 기둥, 벽 : 각 전체 부재의 20% 보, 슬래브 : 각 전체 부재의 30%
	탄산화	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	염화물 함유량	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	철근 부식	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	표면 노후	○부재 평가점수 : 단위부재의 조사결과 및 면적률에 해당하는 평가점수에 대한 평균 값 ○항목 평가점수 : 결함·손상부재를 포함해 평가대상 부재수의 최소범위에 대한 결함·손상 부재의 평가점수의 평균 값 ○부재 대표 값 : 항목 평가점수의 최저 값	- 최소범위 기둥, 벽 : 각 전체 부재의 20% 보, 슬래브 : 각 전체 부재의 30%
철골조 철골·철근 콘크리트조	강재규격 및 강도	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 해당하는 평가점수 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	접합 상태	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 해당하는 평가점수 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	용접접합 볼트접합
	강재 부식도	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 해당하는 평가점수 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	접합재 부식도	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 해당하는 평가점수 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	용접접합 볼트접합
	내화 피복	○부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 ○부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
공 통	변위 변형	○수평 기울기 : 측정결과의 최저값에 해당하는 평가점수 ○수직 기울기 : 측정결과의 최저값에 해당하는 평가점수	처짐 및 부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

2) 상태평가 항목별 기준

[콘크리트 강도에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	100% ≤ α_c	1
b	100% ≤ α_c (경미한 손상 있음)	3
c	85% ≤ α_c < 100%	5
d	70% ≤ α_c < 85%	7
e	α_c < 70%	9

* α_c = (측정강도 ÷ 설계기준강도)×100%

[콘크리트 균열에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가점수 (대표값)	평가내용		
		최대 균열 폭 : cw(단위:㎜)	면적률* 20%이하	면적률 20%이상
a	1	cw < 0.1	a	a
b	3	0.1 ≤ cw < 0.2	b	c
c	5	0.2 ≤ cw < 0.3	c	d
d	7	0.3 ≤ cw < 0.5	d	e
e	9	0.5 ≤ cw	e	e

* 면적률(%) = $\frac{\text{균열발생면적}}{\text{점검단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{\text{점검단위면적}} \times 100$
* 균열발생면적 산정은 균열길이 당 25cm의 폭을 차지하는 것으로 계산 (단, 벽체 및 슬래브 등의 판재에만 적용)

[콘크리트 탄산화에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	$Ct^{*} \leqq 0.25D^{**}$	1
b	0.25D < Ct ≦ 0.5D	3
c	0.5D < Ct ≦ 0.75D	5
d	0.75D < Ct ≦ D	7
e	D < Ct	9

* Ct : 콘크리트 탄산화 깊이(cm)
* D : 측정된 철근의 피복두께(cm)

[콘크리트 염화물 함유량에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가내용(염화물 이온 함유량 : $c\ell$(단위:kg/m^3)	평가점수(대표값)
a	$c\ell \leq 0.15$	1
b	$0.15 < c\ell \leq 0.3$	3
c	$0.3 < c\ell \leq 0.6$	5
d	$0.6 < c\ell \leq 1.2$	7
e	$1.2 < c\ell$	9

[콘크리트 내부의 철근부식에 대한 상태평가 기준]

평가 기준	평가점수 (대표값)	평가내용			강재의 부식환경	
		자연전위(㎷)	철근의 부식상태	상태계수 (α)	부식 환경조건	부식환경 계수(β)
a	1	E>0	녹이 발생하지 않았거나 약간의 점녹이 발생한 상태	1	건조환경	1.0
b	3	-200<E≦0	점녹이 광범위하게 발생한 상태	3	습윤환경	1.1
c	5	-350<E≦-200	면녹이 발생하였고 부분적으로 들뜬녹이 발생한 상태	5	부식성 환경	1.2
d	7	-500<E≦-350	들뜬 녹이 광범위하게 발생하였거나, 20% 이하의 단면결손이 발생한 상태	7	고부식성 환경	1.3
e	9	E≦-500	두꺼운 층상의 녹이 발생하였거나, 20% 이상의 단면결손이 발생한 상태	9	-	-

* 철근부식의 대표값 = α×β

[콘크리트 박리에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가점수 (대표값)	평가내용		
		박리깊이 : sc (단위:㎜)	면적율 10%이하	면적율 10%이상
a	1	sc = 0	a	a
b	3	0 < sc < 0.5	b	c
c	5	0.5 ≤ sc < 1.0	c	d
d	7	1.0 ≤ sc < 25	d	e
e	9	25 ≤ sc	e	e

[콘크리트 박락 및 층분리에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가점수 (대표값)	평가내용		
		박락, 층분리깊이 : sd (단위:㎜)	면적율 20%이하	면적율 20%이상
a	1	sd = 0	a	a
b	3	0 < sd < 15	b	c
c	5	15 ≤ sd < 20	c	d
d	7	20 ≤ sd < 25	d	e
e	9	25 ≤ sd (혹은 조골재 손실)	e	e

[콘크리트 누수 및 백태에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	누수 및 백태 발생 없음	1
b	누수부위가 건조한 상태의 경미한 누수흔적이 있거나, 백태발생 면적율 5%미만	3
c	누수부위가 습윤한 상태의 현저한 누수흔적이 있거나, 백태발생 면적율 5%~10%미만	5
d	누수의 진행이 관찰가능하거나, 백태발생 면적율 10~20%미만	7
e	누수의 진행이 확연하거나, 백태발생 면적율 20%이상	9

[콘크리트 부재에서 철근노출에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가 내용	평가점수(대표값)
a	ra* = 0	1
b	0 < ra < 1.0%	3
c	1.0 ≤ ra < 3.0%	5
d	3.0 ≤ ra < 5.0%	7
e	5.0% ≤ ra	9

* ra : 철근노출 면적율(%) = $\frac{\text{철근노출면적}}{\text{점검단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{\text{점검단위면적}} \times 100$

[강재 부재의 변위·변형에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가기준 (보 및 슬래브의 처짐)	평가점수(대표값)
a	L(경간길이 ㎝) / 480 이하	1
b	L / 480 이하(경미한 손상)	3
c	L / 240 이하	5
d	L / 150 이하	7
e	L / 150 초과	9

[건축물의 기울기에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가내용		평가점수(대표값)
	기울기(각변위)	내 용	
a	1/750 이내	예민한 기계기초의 위험 침하 한계	1
b	1/500 이내	시설물의 균열발생 한계	3
c	1/250 이내	시설물의 경사도 감지	5
d	1/150 이내	시설물의 구조적 손상이 예상되는 한계	7
e	1/150 초과	시설물이 위험할 정도	9

* 시공오차를 제외한 순 기울기

[강재 부재 단면의 규격에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	100% ≤ s*	1
b	95% ≤ s < 100%	3
c	90% ≤ s < 95%	5
d	75% ≤ s < 90%	7
e	s < 75%	9

* s = (측정 단면적 ÷ 설계 단면적)×100%

[강재 강도에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가내용	대표값
a	100% ≤ α_S *	1
b	95% ≤ α_S < 100%	3
c	90% ≤ α_S < 95%	5
d	75% ≤ α_S < 90%	7
e	α_S < 75%	9

* α_S = (측정강도 ÷ 설계기준강도)×100%

[강재 용접부 결함에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	결함이 없는 최상의 상태	1
b	국부적인 미세결함이 있는 양호한 상태	3
c	부분적으로 결함이 있는 보통의 상태	5
d	광범위하게 결함이 발생되어 내력저하의 우려가 있는 불량한 상태	7
e	내력저하가 심각히 우려되는 매우 불량한 상태	9

[강재 접합볼트 누락, 풀림 및 이완상태 등에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	결함이 없는 최상의 상태	1
b	Tℓ < 5%	3
c	5% ≤ Tℓ < 10%	5
d	10% ≤ Tℓ < 30%	7
e	30% ≤ Tℓ < 100%	9

* Tℓ : 토크치 부족율(%) = $\frac{\text{부족토크치}}{\text{설계토크치}} \times 100$

또는 접합볼트너트 결함률(%) = $\frac{\text{볼트너트 누락 또는 풀림 갯수}}{\text{설계상 볼트너트 수}} \times 100$

[강재부식에 대한 상태평가 기준]

평가 기준	평가내용		평가점수 (대표값)
	도장하였을 때	도장하지 않았을 때	
a	부식이 전혀 없던가 또는 평활면의 도막은 다소 울퉁불퉁함을 일으키고 부풀어 있는 상태	안정화된, 얇고 치밀한 검은색의 녹이 피막을 형성한 상태	1
b	도막의 울퉁불퉁함이나 부풀은 것이 모서리에 연속적인 부식이 심하게 발생했거나 평활면에 부식이 발생한 정도	부식이 상당히 진전되었지만 두께 허용치를 만족할 때	3
c	판두께의 감소가 평균하여 10%미만		5
d	판두께의 감소가 평균하여 10%이상 15%미만		7
e	판두께의 감소가 평균하여 15%이상		9

[강재 용접접합부 부식에 대한 상태평가 기준]

평가 기준	평가점수 (대표값)	평가내용		강재의 부식환경	
		부식 정도	상태계수 (α)	부식 환경조건	부식환경 계수(β)
a	1	부식이 전혀 없던가 또는 용접재의 도막은 다소 울퉁불퉁함을 일으키고 부풀어 있는 상태	1	건조환경	1.0
b	3	도막의 울퉁불퉁함이나 부풀은 것이 모서리에 연속적인 부식이 심하게 발생했든가 용접재에 부식이 발생한 정도	3	습윤환경	1.1
c	5	용접재 두께의 평균 감소율 5%미만	5	부식성 환경	1.2
d	7	용접재 두께의 평균 감소율 5%이상 10%미만	7	고부식성 환경	1.3
e	9	용접재 두께의 평균 감소율 10%이상	9		

* 용접부식의 대표값 = α×β

[볼트접합부 부식에 대한 상태평가 기준]

평가 기준	평가점수 (대표값)	평가내용		강재의 부식환경	
		부식 정도	상태계수 (α)	부식 환경조건	부식환경 계수(β)
a	1	부식이 전혀 없거나 얇고 치밀한 검은색의 녹이 피막을 형성한 상태	1	건조환경	1.0
b	3	볼트 또는 접합판재에 부분적으로 들뜬 녹이 발생한 상태	3	습윤환경	1.1
c	5	볼트 또는 접합판재 두께의 평균 감소율 5%미만	5	부식성 환경	1.2
d	7	볼트 또는 접합판재 두께의 평균 감소율 5%이상 10%미만	7	고부식성 환경	1.3
e	9	볼트 또는 접합판재 두께의 평균 감소율 10%이상	9		

* 볼트접합 부식의 대표값 = α×β

[강재 내화피복에 대한 상태평가 기준]

평가기준	평가내용	평가점수(대표값)
a	100% ≤ cf*	1
b	100% ≤ cf*(경미한 손상 있음)	3
c	85% ≤ cf < 100%	5
d	70% ≤ cf < 85%	7
e	cf < 70%	9

* cf = (측정 두께 ÷ 설계기준 두께)×100%

또는 (부재손상면적÷ 부재전체면적)×100% 중 최저등급

4.3 상태평가 결과 산정 방법

가. 하수처리장 시설물 평가 단계별 절차

하수처리장은 수처리 공정상 크게 하수처리공정과 슬러지처리공정으로 구분되고 분야별로 시설물을 분류하면 토목시설물(부대시설물 포함), 건축시설물 및 기전설비 등으로 구성된다. 이의 시설물들 중 건축시설물은 상태등급산정절차에 의해 평가가 이루어지고 나머지 시설물들은 다음에 제시되는 상태평가 결과 산정예시에 따라 수행한다.

외관조사망도는 개별부재에 대하여 작성하는 것을 원칙으로 하고 필요시 개별부재의 크기, 면적에 따라 부위별로 분할하여 작성한다.

[하수처리장 시설물 평가 단계별 절차]

Note ; $E_1 \sim E_7$, E_c, E_s : 평가지수, M : 상태평가 점수, F : 영향계수, A : 조정계수, W : 중요도

나. 상태평가 단계별 구분

하수처리장의 시설물에 대한 상태평가는 평가단계별 절차에 따라 수행함이 표준이며, 부재나 시설물의 특성 및 상황에 따라 평가단계를 병합 또는 추가조정 할 수 있다.

평가단계별 평가대상 부재 및 시설물의 구분은 다음 표와 같다.

[하수처리장의 평가단계별 평가대상 부재 및 시설물 구분]

<table>
<tr><td colspan="3">평가단계별 구분</td><td colspan="6" rowspan="2">부재 및 시설물의 구분</td></tr>
<tr><td colspan="2">평가구분</td><td>평가대상</td></tr>
<tr><td rowspan="3">상태평가</td><td>1단계</td><td>상태변화※)
(결함, 손상)</td><td rowspan="2">슬래브
벽체
기둥
보
등등</td><td rowspan="2">슬래브
벽체
기둥
보
등등</td><td rowspan="2">슬래브
벽체
기둥
보
등등</td><td rowspan="2">펌프1
배관1
제진기1
송풍기1
등등</td><td rowspan="2">펌프1,…
배관1,…
탈수기1,…
등등</td><td rowspan="4">건축물
적용</td></tr>
<tr><td>2단계</td><td>개별부재</td></tr>
<tr><td>3단계</td><td>복합부재</td><td>침사지1
최초침전지1
포기조1,…
최종침전지1
소독조1.…
등등</td><td>조정조1,…
농축조1,…
소화조1,…
등등</td><td>공동구1,…
옹벽1,…
등등</td><td>펌프설비1,…
배관설비1,…
제진설비1,…
송풍설비1,…
소독설비1,…
등등</td><td>펌프설비1,…
배관설비1,…
탈수설비1,…
등등</td></tr>
<tr><td>상태평가
안전성평가
종합평가</td><td>4단계</td><td>개별시설물</td><td>침사지
최초침전지
포기조
최종침전지
소독조
등등</td><td>조정조
농축조
소화조
등등</td><td>공동구
옹벽
등등</td><td>펌프설비
배관설비
제진설비
송풍설비
소독설비
등등</td><td>펌프설비
배관설비
탈수설비
등등</td></tr>
<tr><td rowspan="3">종합평가</td><td>5단계</td><td>복합시설물</td><td>수처리
시설물</td><td>슬러지처리
시설물</td><td>부대시설물</td><td>수처리
기전설비</td><td>슬러지처리
기전설비</td></tr>
<tr><td>6단계</td><td>통합시설물</td><td colspan="3">토목시설물</td><td colspan="2">기전설비</td><td>건축
시설물</td></tr>
<tr><td>7단계</td><td>종합시설물</td><td colspan="6">하수처리장</td></tr>
</table>

※ 개별부재(부위)에 대한 외관조사망도 작성

다. 토목시설물

1) 1단계 평가 : 부재별 손상 및 결함상태 조사표 작성

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

1단계는 상기와 같은 개별부재에 대해 다음 표의 양식에 준하여 개별부재에 발생되어 있는 손상 및 결함상태를 도시하는 외관조사망도를 작성하고 조사내용을 상세히 기록하며, 손상 및 결함별 상태평가기준에 의해 상태평가 결과를 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) 2단계 평가 : 개별부재 상태평가표 작성

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 3째 자리에서 반올림한다.

산출된 결함 및 손상별 상태평가지수(Ec1) 중 최소값을 개별부재의 상태평가지수(Ec2)를 산정한 후 아래 표의 상태평가지수 범위에 따른 상태평가 기준에 의해 개별부재의 상태평가 결과(알파벳 소문자)를 부여한다.

[상태평가지수 범위에 따른 상태평가 기준 및 평가유형별 영향계수(F)]

상태평가지수 범위에 따른 상태평가기준		구 분		영 향 계 수(F)				
상태평가지수(Ec)	상태평가기준	상태평가기준		a	b	c	d	e
4.5 ≤ Ec ≤ 5.0 3.5 ≤ Ec < 4.5 2.5 ≤ Ec < 3.5 1.5 ≤ Ec < 2.5 1.0 ≤ Ec < 1.5	a b c d e	상태평가점수		5	4	3	2	1
		평가유형	중요결함	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
			국부결함	1.0	1.1	1.2	1.4	2.0
			일반손상	1.0	1.1	1.3	1.7	3.0

3) 3단계 평가 : 복합부재 상태평가표 작성

토목시설물의 복합부재는 각각의 개별부재(슬래브, 벽체, 기둥 및 보 등)로 구성되는 단위 시설물로서 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.

책임기술자는 개별부재의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 ±20%값 범위 내에서 조정할 수 있다.

[개별부재별 중요도(W) 기준]

개별부재구분	중요도(A)		비 고
	내력벽체인 경우	비 내력벽체인 경우	
바닥슬래브	20	25	
상부슬래브	10	10	
벽 체	25	10	
기 둥	25	30	
보	20	25	

○ 중요도가 규정되지 않은 추가적인 개별부재가 있는 경우

그 개별부재의 중요도를 책임기술자가 판단하여 정하고 기타의 부재들은 규정된 비율대로 배분한다.

○ 중요도는 제시되어 있으나 평가할 수 있는 해당 개별부재가 없는 경우

그 중요도를 나머지 개별부재에 배분한다.

또한, 복합부재의 안전은 상태가 나쁜 개별부재의 영향을 크게 받으므로 그에 상응하는 보정을 하기 위하여 아래의 표에 제시된 상태평가지수에 따른 조정계수(A)를 사용한다.

[상태평가지수에 따른 조정계수(A)]

상태평가기준	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

복합부재의 상태평가지수(Ec3) 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(Ec3)를 산출하고 상태평가 결과(알파벳 소문자)를 결정한다.

4) 4단계 평가 : 개별시설물 상태평가표 작성

토목시설물의 개별시설물은 대부분 동일한 기능과 형식을 가진 단위시설물들의 복수계열로 이루어진 집합시설물로서 개별시설물을 구성하는 복합부재들은 각각 동일한 고유의 기능을 가지면서 다른 복합부재와 유기적으로 밀접하게 관계되어 있다.

따라서, 개별시설물의 상태평가는 복합부재의 중요도가 같다는 가정 하에 복합부재의 상태평가지수(Ec3)에 복합부재의 규모(용량)를 반영하여 개별시설물의 상태평가지수(Ec4)를 산출하고 상태평가지수의 범위에 따른 상태평가 기준에 의해 개별시설물에 대한 상태평가결과(알파벳 소문자)를 결정한다.

또한, 개별시설물의 평가단계에서는 안전성평가가 필요한 경우 상태평가와 더불어 안전성평가를 수행하고, 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 비교·검토하여 종합평가가 이루어진다.

라. 기계 ·전기설비

1) 1단계 평가 : 부재별 손상 및 결함상태 조사표 작성

하수처리장의 기전설비는 대부분 각각의 단위기기설비(펌프설비, 배관설비, 제진설비, 송풍설비, 탈수설비 등)를 구성하고 있는 요소(펌프, 전동기, 펌프기초, 흡입관, 토출관, 스크린, 제진기 및 탈수기 등)를 개별부재(부위)로 보며, 이들의 개별부재에 대해 다음 표의 양식에 준하여 개별부재에 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) 2단계 평가 : 개별부재 상태평가표 작성

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 3째 자리에서 반올림한다.

산출된 결함 및 손상별 상태평가지수(Ec1) 중 최소값을 개별부재의 상태평가지수(Ec2)를 산정한 후 상태평가지수 범위에 따른 상태평가기준에 의해 개별부재의 상태평가 결과(알파벳 소문자)를 부여한다.

3) 3단계 평가 : 복합부재 평가표 작성

기전설비의 복합부재는 단위설비를 의미하는 것으로 이를 구성하는 각각의 개별부재가 복합부재의 기능과 안전에 미치는 영향정도에 따라 복합부재 평가 시 그 중요도를 반영하는 것이 필요하다. 기전설비에 있어서의 개별부재들은 단위설비의 복합부재 안전에 미치는 영향도가 크게 차이를 가지지 않으므로 개별부재별 중요도(A)는 동일하게 적용함을 원칙으로 한다.

단, 개별부재의 특성이나 상황 등에 따라 중요도에 차이가 있다고 판단되는 경우에는 책임기술자가 개별부재별 중요도를 ±20%값 범위 내에서 조정할 수 있는 것으로 하며 이때 개별부재의 중요도의 합은 100이 되도록 한다.

또한, 복합부재의 안전은 상태가 나쁜 개별부재의 영향을 크게 받으므로 그에 상응하는 보정을 하기 위하여 상태평가지수에 따른 조정계수(A)를 사용한다. 복합부재의 상태평가지수(Ec3) 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(Ec3)를 산출하고 상태평가 결과(알파벳 소문자)를 결정한다.

4) 4단계 평가 : 개별시설물 상태평가표 작성

기전설비의 개별시설물은 대부분 동일한 기능과 형식을 가진 단위설비들의 복수계열로 이루어진 집합시설물로서 개별시설물을 구성하는 복합부재들은 각각 동일한 고유의 기능을 가지면서 다른 복합부재와 유기적으로 밀접하게 관계되어 있다.

따라서 개별시설물의 상태평가는 복합부재의 중요도가 같다는 가정 하에 복합부재의 상태평가지수(Ec3)에 복합부재의 규모(용량)를 반영하여 개별시설물의 상태평가지수(Ec4)를 산출하고 상태평가지수의 범위에 따른 상태평가 기준에 의해 개별시설물에 대한 상태평가 결과(알파벳 소문자)를 결정한다.

또한, 개별시설물의 평가단계에서는 안전성평가가 필요한 경우 상태평가와 더불어 안전성평가를 수행하고, 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 비교·검토하여 종합평가가 이루어진다.

마. 건축시설물

[상태평가 결과 판정 절차]

구분	평가 단계	평가 방법
1	부재단위 평가	○ 개별부재에 대해 결함정도에 따라 평가점수 부여 ○ 개별부재에 대해 평가항목의 중요도 반영 ○ 부재단위(벽, 기둥, 보, 슬래브 등)별로 각 평가항목에 대해 평가점수 종합, 결과 판정
2	층단위 평가	○ 각 평가항목 및 부재의 중요도를 고려해 층 단위의 평가점수를 종합, 결과 판정
3	전체 건축물 상태평가	○ 상기 1, 2단계 및 각층의 중요도를 고려해 전체 건축물의 평가점수를 종합, 결과 판정

4.4 상태평가 결과

4.4.1 토목시설물 상태평가 결과

NO	개별 시설물명	상태평가 지수	상태평가 등급	비고
1	유량조정조	5.00	a	
2	일차침전지	5.00	a	
3	생물반응조	4.78	a	
4	이차침전지	4.69	a	
5	처리수조	4.69	a	
6	방류수조	4.69	a	
7	슬러지 저류조	4.76	a	

4.4.2 건축시설물 상태평가 결과

NO	개별 시설물명	상태평가 지수	상태평가 등급	비고
1	건축동	3.80	b	

제5장 종합평가

5.1 개 요

5.2 종합평가 기준

5.3 종합평가 결과 산정 방법

5.4 종합평가 결과

5.5 안전등급 지정

제5장 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 본 장에서는 상태평가 결과를 종합평가 결과로 가름하여 종합평가기준을 설정하고 그 평가방법 및 절차를 수립하였다.

5.2 종합평가 기준

시설물의 상태평가와 안전성평가를 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 종합적으로 비교·검토하여 그 시설물에 대한 종합평가를 결정한다.

가. 하수처리장 종합평가 기준

[종합평가 지수에 따른 종합평가 기준]

종합평가 지수 (E4~7)	종합평가 기준	비고
4.5 ≤ (E4~7) ≤ 5.0	A	
3.5 ≤ (E4~7) < 4.5	B	
2.5 ≤ (E4~7) < 3.5	C	
1.5 ≤ (E4~7) < 2.5	D	
1.0 ≤ (E4~7) < 1.5	E	

나. 건축물 종합평가 기준

[건축물 종합평가 기준]

종합평가 기준	평가점수	
	범위	대표값
A	0 ≤ X ≤ 2	1
B	2 ≤ (E4~7) < 4	3
C	4 ≤ (E4~7) < 6	5
D	6 ≤ (E4~7) < 8	7
E	8 ≤ (E4~7) < 10	9

건축시설물이 복합시설물의 부대시설물에 해당하는 경우에는 건축물 종합평가 결과는 건축물 세부지침에 준하여 평가하며 복합시설물의 종합평가 결과 판정시 아래와 같이 환산하여 평가한다.

[복합시설물 종합평가 시 건축물 평가점수 환산식]

종합평가 기준	환 산 식	비 고
A	5 - (X × 0.25)	X : 건축물 평가점수
B	5.5 - (X × 0.5)	
C	5.5 - (X × 0.5)	
D	5.5 - (X × 0.5)	
E	3.5 - (X × 0.25)	

5.3 종합평가 결과 산정방법

가. 종합평가 결과 산정

1) 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(Ec)와 안전성평가지수(Es)중 작은 값을 종합평가지수(Et)로 적용하여 아래의 종합평가지수(Et)에 따른 종합평가등급기준에 의해 개별시설물에 대한 종합평가등급을 부여한다.

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

여기서, E_c : 상태평가지수
E_s : 안전성평가지수

2) 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.

[종합 평가지수에 따른 조정계수(A)]

종합평가 등급	a	b	c	d	e
종합평가 지수(Et)	5.0 ≥Et ≥4.5	4.5>Et ≥3.5	3.5>Et ≥2.5	2.5>Et ≥1.5	1.5>Et ≥1.0
조정계수(A)	1	2	3	6	6

나. 종합평가 결과 산정 절차 및 방법

1) 개별시설물 종합결과표 작성 : 4단계 평가

개별시설물에 대한 안전성평가를 실시하지 않은 경우에는 앞에서 예시한 개별시설물 상태평가표 작성으로 가름되지만 안전성평가를 실시한 경우에는 개별시설물 상태평가표를 작성하지 않는다.

2) 복합시설물 종합결과표 작성 : 5단계 평가

하수처리장의 복합시설물은 수처리공정, 슬러지처리공정 및 기타 부대시설물 등으로서 기능과 역할이 각각 다른 개별시설물들의 집합으로 구성된다. 개별시설물들의 문제발생 시 해당 복합시설물의 기능성 및 안전성에 미치는 영향도가 거의 비슷하다고 할 수 있으므로 복합시설물을 구성하는 각 개별시설물의 중요도는 동일하다고 보며, 개별시설물별 규모(크기)에 대한 가중치만 고려하는 것으로 한다. 따라서 복합시설물의 종합평가는 각 개별시설물의 종합평가지수(Et1)에 규모에 따른 가중치(S)를 고려하고 앞에서 제시한 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하는 아래 식을 적용하여 복합시설물의 종합평가지수(Et2)를 산출하고 복합시설물에 대한 종합평가 결과를 결정한다.

$$\text{복합시설물의 종합평가지수(Et2)} = \Sigma(Et1 \times P) / \Sigma P$$

여기서, Et1 : 개별시설물 종합평가지수

P : 조정 값(= A x S)

A : 조정계수

S : 개별시설물별 규모(㎥)

3) 통합시설물 종합결과표 작성 : 6단계 평가

하수처리장의 통합시설물은 분야별 시설물로서 토목구조물, 기전설비 등을 말하며, 각각의 통합시설물을 구성하는 복합시설물(수처리시설물, 슬러지처리시설물 및 부대시설물 등)에서 문제가 발생하는 경우 해당 통합시설물의 기능성 및 안전성에 미치는 영향도가 차이를 갖는다고 볼 수 있으므로 복합시설물별 중요도에 대한 가중치를 고려하는 것이 필요하다.

따라서 각각의 중요도 합을 100으로 하여 복합시설물별 중요도(W)를 아래와 같이 설정하였다.

책임기술자는 통합시설물의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 20%값 범위 내에서 조정할 수 있다.

[복합시설물별 중요도(W)]

복합 시설물 구분	수처리 공정 시설물	슬러지처리 공정 시설물	부대 시설물	비 고
중요도(W)	70	20	10	

통합시설물의 종합평가는 각 복합시설물의 종합평가지수(Et2)에서 설정한 복합시설물별 중요도(W)를 고려하고 앞에서 제시한 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하는 아래 식을 적용하여 통합시설물의 종합평가지수(Et3)를 산출한 다음 통합시설물에 대한 종합평가결과를 결정한다.

통합시설물의 종합평가지수(Et3) = Σ(Et2 × P) / ΣP

여기서, Et2 : 복합시설물 종합평가지수
P : 조정 값(= A x S)
A : 조정계수
S : 개별시설물별 규모(㎥)

4) 종합시설물 종합결과표 작성 : 7단계 평가

하수처리장의 종합시설물은 평가대상 시설물의 총체를 말하는 것으로 각기 기능과 역할이 다르며, 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 아래와 같이 통합시설물별 중요도를 정하였으며, 통합시설물별 중요도의 합은 100이 되도록 하였으며, 책임기술자는 통합시설물의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 20%값 범위 내에서 조정할 수 있다.

[통합시설물별 중요도(W)]

통합시설물 구분	토목구조물	기전설비	건축물	비 고
중요도(W)	70	15	15	

종합시설물의 종합평가 결과는 상기에서 정한 복합시설물별 중요도(W)와 앞에서 제시한 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하는 아래 식을 적용하여 종합시설물의 종합평가지수(Et4)를 산출하고 결정한다.

종합시설물의 종합평가지수(Et4) = Σ(Et3 × P) / ΣP

여기서, Et3 : 통합시설물의 종합평가지수
P : 조정 값(=A ×W)
A : 조정계수
W : 복합시설물별의 중요도

5.4 종합평가 결과

가. 복합시설물 종합평가표

[복합시설물 종합평가표 (수처리 시설물)]

복합시설물 종합평가표						
복합시설물명 : 수처리 시설물			복합시설물 규모 : 시설용량(Q)=600㎥/일			
개별시설물 구분	종합평가 결과	종합평가 지수(Et1)	조정계수 (A)	규 모 (S)	조정값 (P=A×S)	계산값 (Et1×P)
유량조정조	a	5.00	1	148.18	148.18	740.9
일차침전지	a	5.00	1	60	60	300
생물반응조	a	4.78	1	400.5	400.5	1914.39
이차침전지	a	4.69	1	101.74	101.74	477.1606
처리수조	a	4.69	1	23.82	23.82	111.7158
방류수조	a	4.69	1	23.82	23.82	111.7158
합계 (Σ)				758.06	758.06	3655.88
1. 복합시설물 종합평가지수(Et2) = Σ(Et1×P)/ΣP =					4.82	
2. 복합시설물 종합평가 결과 =					A 등급	

[복합시설물 종합평가표 (슬러지 시설물)]

복합시설물 종합평가표						
복합시설물명 : 슬러지 시설물			복합시설물 규모 : 시설용량(Q)=600㎥/일			
개별시설물 구분	종합평가 결과	종합평가 지수(Et1)	조정계수 (A)	규 모 (S)	조정값 (P=A×S)	계산값 (Et1×P)
슬러지 저류조	a	4.76	1	97.2	97.2	462.672
합계 (Σ)				97.2	97.2	462.672
1. 복합시설물 종합평가지수(Et2) = Σ(Et1×P)/ΣP =					4.76	
2. 복합시설물 종합평가 결과 =					A 등급	

나. 통합시설물 종합평가표

[통합시설물 종합평가표 (토목 시설물)]

통합시설물 종합평가표						
통합시설물명 : 토목 시설물			통합시설물 규모 : 시설용량(Q)=600㎥/일			
복합시설물 구분	종합평가 결과	종합평가 지수(Et2)	조정계수 (A)	중요도 (W)	조정값 (P=A×S)	계산값 (Et2×P)
수처리공정시설물	A	4.82	1	75	75	361.50
슬러지처리공정시설물	A	4.76	1	25	25	119.00
합계 (Σ)				100	100	480.50
1. 통합시설물 종합평가지수(Et3) = Σ(Et2×P)/ΣP =					4.81	
2. 통합시설물 종합평가 결과 =					A 등급	

[통합시설물 종합평가표 (건축 시설물)]

통합시설물 종합평가표						
통합시설물명 : 건축 시설물			통합시설물 규모 : 시설용량(Q)=600㎥/일			
복합시설물 구분	종합평가 결과	종합평가 지수(Et2)	조정계수 (A)	규모 (S)	조정값 (P=A×S)	계산값 (Et2×P)
건축동	B	3.60	2	195.0	30	108.00
합계 (Σ)				195.0	30	108.00
1. 통합시설물 종합평가지수(Et3) = Σ(Et2×P)/ΣP =					3.60	
2. 통합시설물 종합평가 결과 =					B 등급	

다. 종합시설물 종합평가표

[종합시설물 종합평가표]

종합시설물 종합평가표						
종합시설물명 : 삼리 하수처리시설			통합시설물 규모 : 시설용량(Q)=600㎥/일			
통합시설물 구분	종합평가 결과	종합평가 지수(Et3)	조정계수 (A)	중요도 (W)	조정값 (P=A×W)	계산값 (Et3×P)
토목구조물	A	4.81	1	70	70	336.70
건축구조물	B	3.60	2	15	30	108.00
기전설비	A	5.00	1	15	15	75.00
합계 (Σ)				100	115	519.90
1. 종합시설물 종합평가지수(Et4) = Σ(Et3×P)/ΣP =					4.52	
2. 종합시설물 종합평가 결과 =					A 등급	

5.5 안전등급 지정

영동 하수처리시설의 상태평가 결과를 종합적으로 검토한 결과, 문제점이 없는 최상의 상태인 “A”등급으로 평가되었다.

[하수처리시설 종합평가 기준]

종합평가 등급	A	B	C	D	E
종합평가 지수(Et)	5.0 ≥Et ≥4.5	4.5>Et ≥3.5	3.5>Et ≥2.5	2.5>Et ≥1.5	1.5>Et ≥1.0

[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

제6장 보수·보강 및 유지관리방안

6.1 개 요
6.2 보수·보강 방안
6.3 유지관리방안

제6장 보수·보강 및 유지관리방안

6.1 개 요

6.1.1 일반사항

시설물은 건설 후 각종 자연환경 및 인위적인 사용 환경의 영향을 받아 시간경과와 함께 물리적, 화학적으로 열화 되어 사용성 및 안전성이 저하된다. 유지관리란 이렇게 열화, 손상되어가는 시설물의 기능을 항상 양호한 상태로 유지하고 통행의 편의와 안전을 확보함은 물론 교통흐름에 지장을 주는 요소를 사전에 발견, 제거하며, 점검을 통하여 이상이 발견된 개소에 대하여는 보수·보강을 실시하는 작업을 말한다.

6.1.2 용어의 정의

○ 유지관리

: 시설물 건설당시의 성능 및 기능을 유지하기 위해 행하는 모든 행위

○ 예방 유지관리

: 손상발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 조치를 취하는 행위

○ 사후 유지관리

: 손상발생 후 조치를 취하는 경우

○ 점 검

: 시설물 전체 또는 부재의 상태를 파악하기 위해 조사하는 행위

○ 일상조치

: 손상에 관계없이 주기적으로 행하는 조치

○ 보 수

: 손상을 회복시키거나 더 이상 진전되지 않도록 조치하는 행위

○ 보 강

: 시설물 변형과 내력을 개량하기 위하여 조치하는 행위

○ 교 체

: 성능 및 기능이 저하된 부재, 부위의 전부 또는 부분을 교체하는 것

6.2 보수·보강 방안

6.2.1 개 요

가. 보수·보강 일반

공용중 시설물에 발생된 손상에 대한 보수·보강은 손상 시설물의 영향정도, 시설물의 중요도, 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강공법 및 보수·보강의 수준을 정한다.

통상 보수는 시설물에 작용한 위해요인에 의해 발생된 시설물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보강이란 설계하중이상의 하중 등 위해요인에 시설물이 안전하도록 하기 위해서 시설물의 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 발생된 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

시설물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정시 내하력, 내구성, 기능 및 미관 등을 검토하여 결정한다. 이때, 중요한 것은 시설물의 결함 발생원인에 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) 우선순위 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대하여, 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 우선순위를 결정한다. 또한 단계별 평가에서 시설물에 대한 종합평가는 부재 및 시설물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 시설물의 중요도가 반영되어 있다. 따라서 보수·보강의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가등급이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 시설물 순서로 우선순위를 결정할 수 있다.

5) 선정시 고려사항

[보수·보강 방안 선정의 요건]

[보수·보강 재료 및 공법 선정시 고려사항]

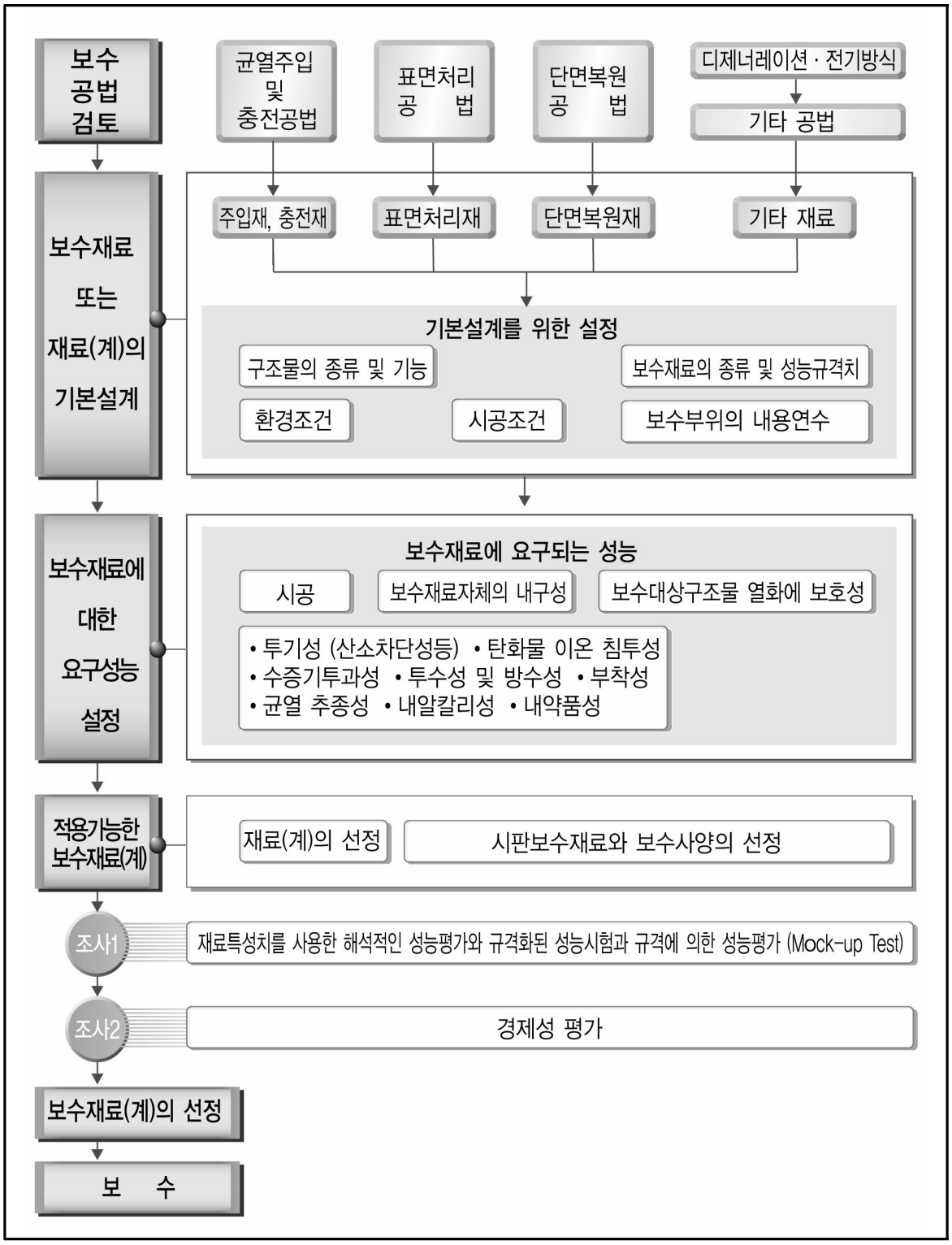
구 분	공법 선정시 고려사항	비 고
내구성	• 충분한 내구성 확보가 가능한 보수 방안	
내하성	• 충분한 내하력 확보가 가능한 보강 방안	
환경 친화	• 유해환경요소를 발생시키지 않는 방안 • 재해의 피해를 최소화할 수 있는 방안 • 미관이 양호한 방안	
시공성	• 시공성의 제약을 최소화 할 수 있는 방안 • 시공이 간단한 방안 • 보수 · 보강 품질이 확실한 방안	
경제성	• 경제적으로 유리한 방안 • 공기를 단축시킬 수 있는 방안 • 주변 민원발생을 최소화 할 수 있는 방안	

6.2.2 보수·보강 방안

가. 보수재료의 선정

1) 개 요

① 보수재료의 선정흐름



[보수재료 선정 흐름도]

② 보수재료의 요건

- 보수재료의 선택은 시공후의 성능과 내구성을 좌우하는 중요한 선택
- 재료의 선택은 물리적, 화학적 특성과 설계자가 요구하는 성능을 만족하는지, 주위의 환경에 적당한지 등의 사항을 고려

[보수재료의 요건]

2) 보수재료의 종류

① 균열 보수재료

[균열 보수재료]

구 분	보수재료의 종류	표면처리공법	주입공법	충전공법
수지계 재료	폴리머 모르터			○
	에폭시 수지		○	○
	가소성 에폭시 수지		○	○
	탄성 실링재	○		○
	도막 탄성 방수재	○		
시멘트계 재료	폴리머 시멘트 슬러리		○	
	폴리머 시멘트 페이스트	○		
	폴리머 시멘트 모르터			○
	시멘트 충전재	○		
	팽창 시멘트 주입재		○	

무기질계 재료	수지계 재료
• 폴리머 시멘트 슬러리, 페이스트, 모르터 • 시멘트 충전재 • 팽창 시멘트 주입재	• 에폭시계 • 폴리 에스테르계 • 폴리 우레탄계, 고무, 아스팔트계

② 콘크리트 구체 처리재

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

[구체 처리재의 종류]

구 분	내 용	비 고
침투성 흡수 방지재	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 침투성 방수재	콘크리트 표층부에 도포하는 것에 의해 재료중의 활성성분이 함침하고, 콘크리트 내부의 물에 용출하고 있는 칼슘이온과 반응해석, 표층부에 치밀한 방수층 형성	
침투성 알카리 부여재	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 열화로서 심도가 깊은 경우 부착성능이 우수하며, 콘크리트와 역학적인 성질이 유사한 단면복원재를 선택하여야 함
- 단면복원재는 열화 심도, 손상 범위 등에 따라 단순 단면복원방식과 시설물 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

[단면복구재의 종류]

구 분	내 용	비 고
폴리머 시멘트 모르터	SBR계, EVA계, PAE계 등의 폴리머시멘트모르터(방청제첨가제를 포함) 등이 있음	
폴리머 모르터	폴리에스테르 수지계, 에폭시 수지계, 아크릴 수지계 등의 폴리머모르터(레진 모르터)등이 있으며, 경량골재를 사용한 것이 많음	
시멘트 모르터	보통 포틀랜드 시멘트, 조강 포틀랜드시멘트, 초속경 포틀랜드시멘트, 골재, 혼화제 등을 배합한 보통 시멘트 모르터 또는 콘크리트가 사용됨	
복합 재료	서로 다른 두가지이상의 소재(매트릭스와 강화재)를 조합하여 탁월한 기능을 갖는 재료를 의미하며, 주로 섬유강화에 의한 복합재료로서 FREP, 섬유부착 등이 사용됨	

④ 철근방청 처리재

- 철근방청 처리재는 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 추세임

[철근 방청 처리재의 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

[철근 방청 처리재의 특성]

항 목	폴리머시멘트계 방청처리재	에폭시수지계 방청처리재
방청성	도장방법 등에 주의가 필요함	경화제의 종류에 따라서 역효과 가능함
부착성, 방수성	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 바탕 조정 보호재

- 바탕 조정재는 열화된 표면을 깨어내고, 피복의 부족을 보완하는 것을 주목적으로 사용하였으나, 바탕조정을 겸하여 보호층을 형성시키기 위하여 사용되고 있는 것이 많으며, 단면 복원과 상관없이 보호피복이 필요한 곳에도 사용됨
- 바탕 조정재의 종류는 단면 복원재와 마찬가지로 폴리머 시멘트계와 합성 수지계가 있으며, 바탕 조정재는 단면복원재의 기본성능 중 특히 피복으로써의 성능이 중요시 되어 중성화방지효과, 차염성, 접착 내구성 등이 중요함

3) 보수·보강재료의 선정

① 선정시 고려사항

[보수재료 선정시 고려사항]

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

② 보수·보강재료 선정

[각 항목별 우수 보수재료 선정]

구 분		내구성		사용성		유지관리	
		보수효과	내구수명	친환경성	경관조화	유지관리	유사실적
균열 보수재		수지계 재료	수지계 재료	수지계 재료	시멘트계 재료	시멘트계 재료	수지계 재료
구체 처리재		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
바탕 조정 보호재		중성화 방지재	염해 방지재	중성화 방지재	도막재	중성화 방지재	중성화 방지재

나. 보수·보강공법 선정

1) 단면복구 공법

① 개 요

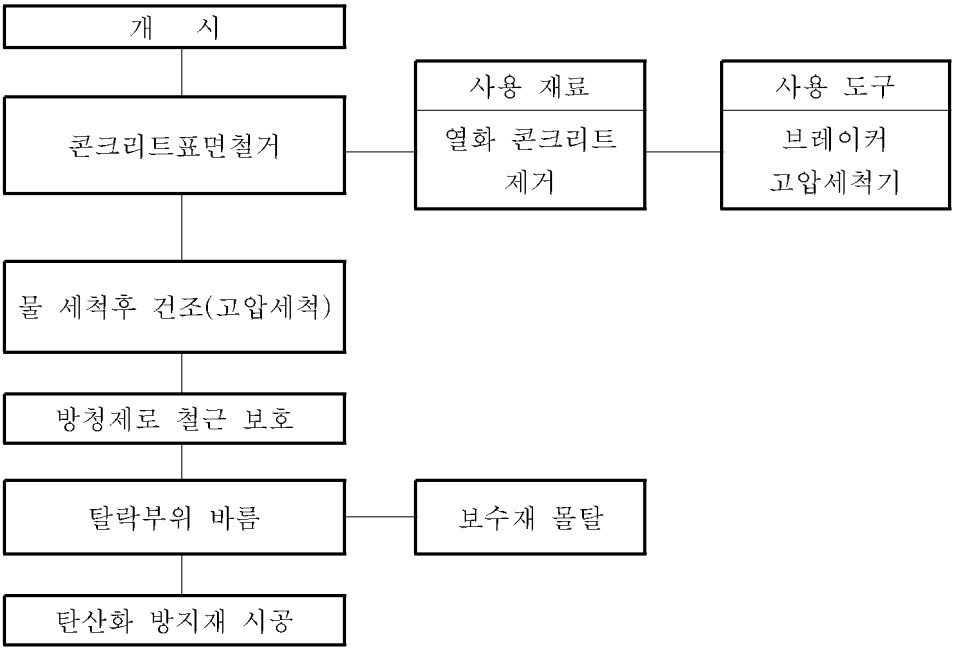
콘크리트의 표면에 박리 및 탈락 등의 결함이 생긴 경우에 그 결함 주변을 내부의 건전한 콘크리트나 좋은 정도의 강도가 얻어지는 부분까지 깨어내고 보수 몰탈과 폴리머수지와 면처리 재료를 채워 내부 콘크리트를 방호할 목적으로 실시하는 보수공법이다.

② 사용재료 및 품질규격

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

③ 시공 순서

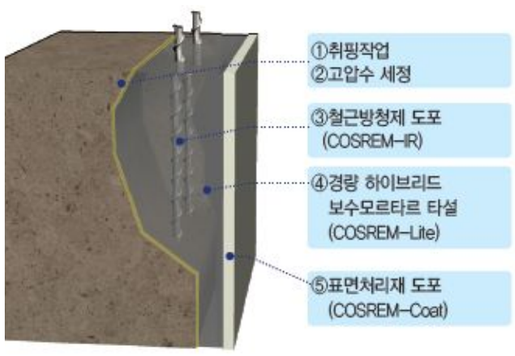
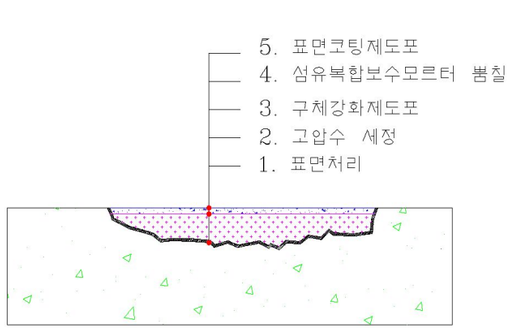
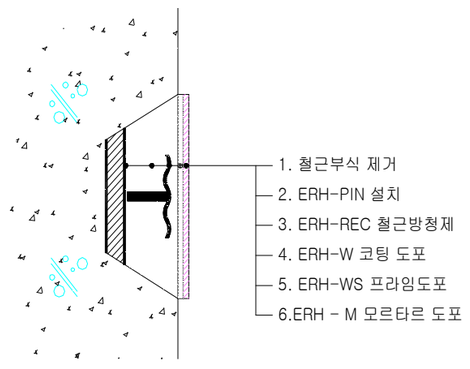
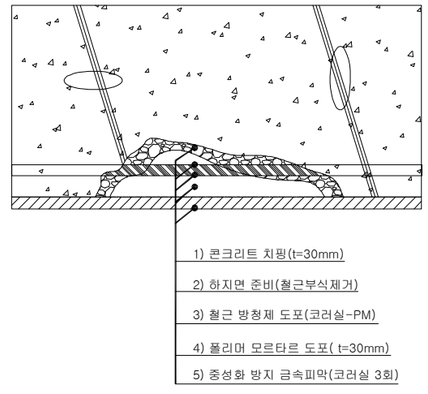
- 기존 콘크리트의 열화부위, 탄산화 부분을 브레이커등을 이용하여 콘크리트 표면을 철거한다.
- 콘크리트 표면 철거후 고압세척기를 이용하여 표면을 고압세척 한다.
- 물세척(고압세척)후 건조시키고 방청제를 도포한다.
- 방청된 철근보호 및 탄산화 방지를 위하여 수성 폴리머수지와 면 처리재를 솔 처리한다
- 기존 콘크리트 탈락 부위에 보수재 몰탈을 바른다.
- 단면복구 시공후 탄산화 방지를 위하여 면처리재 시공을 한다.



[단면복구공법 시공순서도]

▣ 아래표는 단면복구공법의 일부를 예시한 것이며, 각 현장여건별로 적합한 공법을 선정하여 시공하여야 한다.

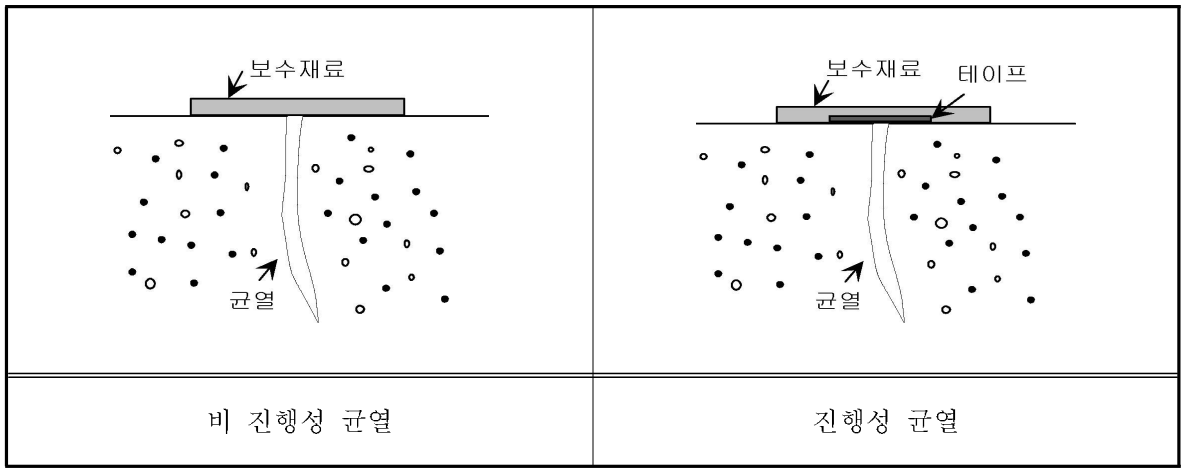
[단면 복구 비교표]

구 분	COSREM 공법 (신기술 제 596호, 2009년 12월, 3년)	FCSM 공법 (신기술 제 522호, 2007년 2월, 8년)	에코플래시 공법 (신기술 577호,2009년 5월, 3년)	CORUSEAL 공법 (신기술 345호,2002년 10월, 8년)
기술개요	페라이트계 경량골재, 나일론 보강 단섬유, 첨가제 등으로 구성된 경량 보수모르타르를 사용하여 보수함으로써 보수 모르타르의 기준 성능을 만족하고, 기존 보수 모르타르 대비 단위 중량을 30~35% 경량화하여 자중감소 및 첨가제 사용으로 시설물에 미세 진동 등이 존재하여도 초기 및 장기 부착성능을 유지하여 장기 내구성능을 향상시킨 콘크리트 보수공법	PVA(Polyvinyl alcohol)단섬유와 구형의 경량비드, CSA(Calcium Sulpho Aluminate)팽창재 등을 첨가하여 제조된 보수모르타르와 이를 시공 할 수 있는 섬유투입장치, 배합수 공급장치, 교반속도 조절장치를 포함한 전용믹서와 이중추진방식의 스프레이건을 사용하여 시설물을 보수공법	삽입핀과 사각의 메쉬형 접착보강시설물이 결합된 접착보강핀을 콘크리트 표면에 설치하고,미세분말 플라이애시 및 삼산화규산칼슘 섬유가 혼입된 모르타르를 노즐에서 압축공기와 물이 공급되는 회전돌기형 믹싱샤프트건으로 건식 분사하여 타설하는 콘크리트 단면보수공법	철재 부식방지, 콘크리트 염해, 콘크리트 중성화 방지를 위한 금속혼합물 피막 접착공법으로 연성과 내마모성, 내식성이 좋은 산화알미늄과 고강도 마이크로 혼합물을 특수 접착제와 복합화하여 철재, 콘크리트 표면에 개발된 혼합물을 분사하여 시설물의 표면을 보호하고 열화 외적인 요인을 차단시켜 시설물의 미관을 유지하고 내구성을 향상시키는 공법
개 요 도				
장 점	- 단위중량을 30%이상 줄여 자중에 의한 처짐 감소 - 초.장기 뛰어난 부착성능으로 진동을 받는 시설물에 적용 가능 - 부착력 및 내구성, 내약품성 우수 - 전용장비 없이 기존 장비를 이용하여 시공 가능 - 콘크리트와 유사한 열팽창계수로 장기 내구성실현	- PVA 섬유의 3차원 가교작용으로 균열억제 - 건조수축 및 진동에 의한 균열저항성 이 우수 - 동결융해 저항성 우수 - 내염해성, 내산성, 내중성화, 내구성 탁월 - 시설물의 Life Cycle을 연장	- 보수콘크리트의 균열, 들뜸 억제 - 건식 압송장치로 모르타르 재료를 이송하고 노즐에서 압축공기와 물이 공급되는 회전 돌기형 믹싱샤프건으로 분사함으로써 이송거리를 증대시키고 재료분리 현상을 저감시킨 콘크리트단면 보수 공법	- 방청성, 방수성, 내화학성이 우수하다. - 무기계 재료로서 기존 콘크리트와 물리적성질이 유사하여 시공후 균열,탈락 등 재손상 발생가능성 적음 - 무용제형으로 환경친화적 소재이다.
단 점	- 최신 기술 적용 공법으로 정밀시공 요함.	- 섬유를 별도로 혼입하므로 작업이 번거롭다. - 숙련공에 의한 교반이 필요하다. - 섬유가 뭉치므로 고른 압축강도 확보 미흡 - 습윤면의 부착이 어려움	- 최근 개발된 제품으로 시공실적이 상대적으로 적다. - 시공시 별도의 특수 및 대형 장비가 필요 - 시공 공정이 번거롭다.	- 시공시 경험 및 기술을 필요로 한다. - 시공비가 고가이다.

2) 균열 보수공법

① 표면처리공법

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

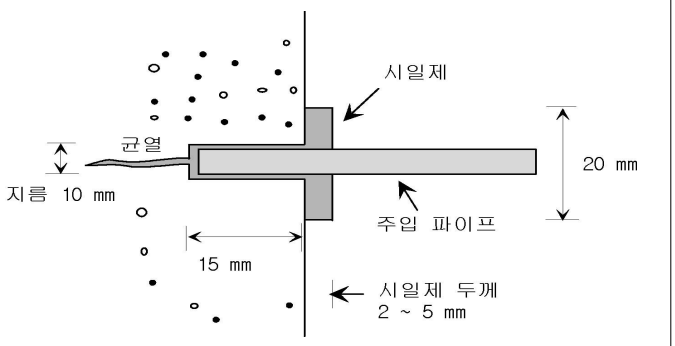


[균열 보수(표면처리) 보수개념도]

[균열보수 (표면처리) 시공 순서도]

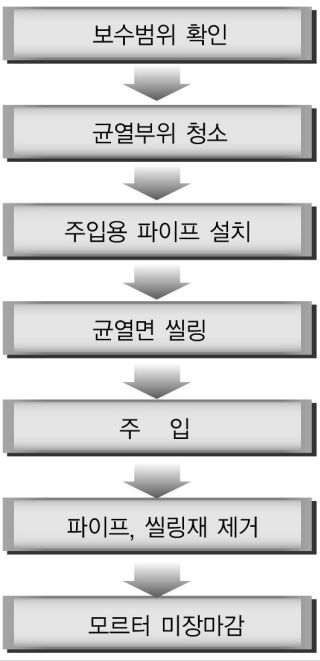
② 주입 공법

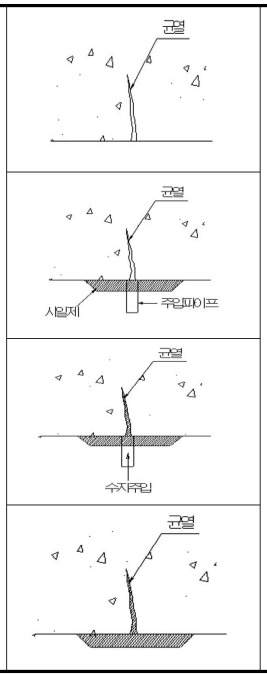
주입공법은 균열에 수지계 또는 시멘트계의 재료를 주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 공법으로, 마감재가 콘크리트 모체로부터 들떠 있는 경우에도 적용할 수 있다.



균열 폭	주입 파이프간격
0.3이하	50~100mm
0.3~0.5	100~200mm
0.5~1.0	150~250mm
1.0~이상	200~300mm

[균열 보수(주입공법) 개념도]





- 바탕처리 : 균열면에 유리석회 및 먼지 제거
- 주입파이프설치 및 씰링 : 주입파이프 사이의 균열부분에 씰링후 1~2일 양생
- 수지주입 : 수동식, 유압식, 자동식 주입법
- 주입파이프 철거 및 표면 마무리

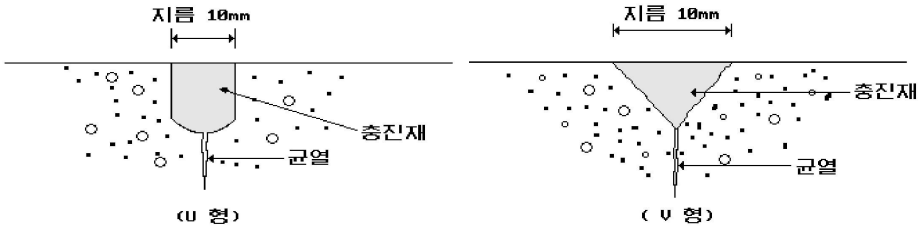
[균열 보수(주입공법) 시공 순서도 및 상세도]

[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 설치해 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

③ 충전 공법

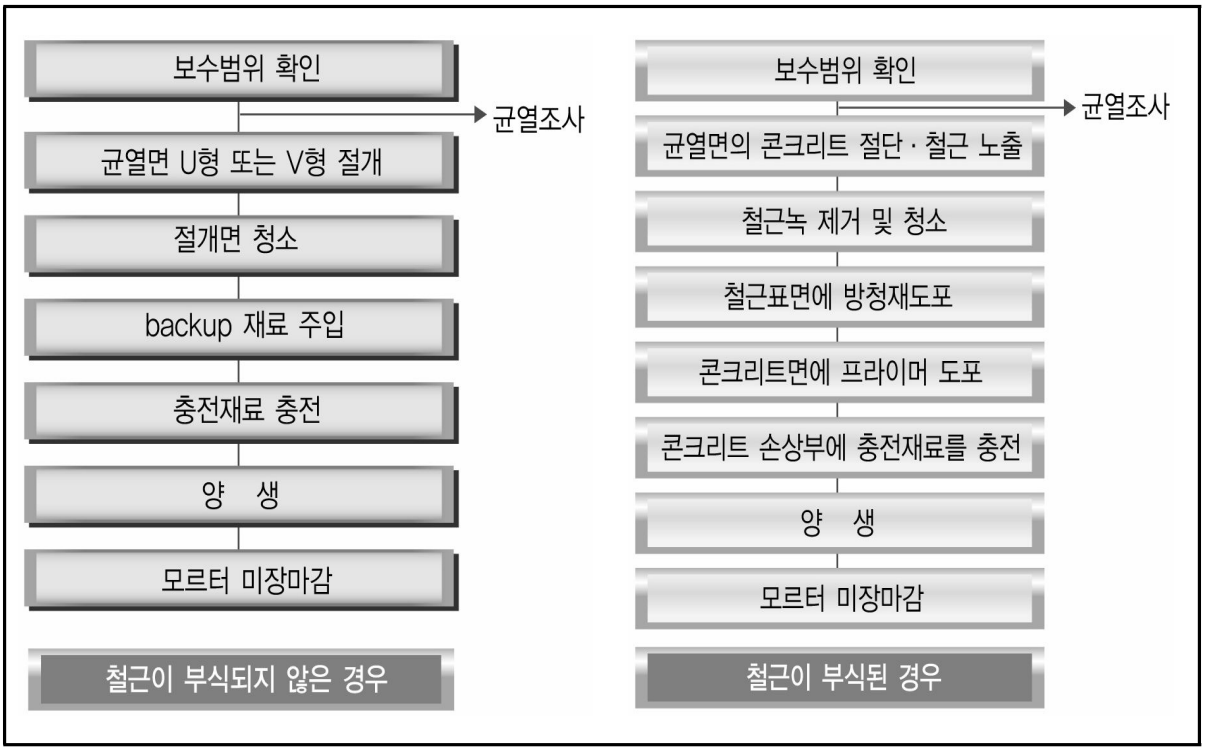
충전공법은 균열의 폭이 0.5㎜ 이상으로 비교적 큰 경우의 보수에 적합한 공법으로, 균열을 따라 모르터 마감 또는 콘크리트를 절단하여, 그 부분에 보수재를 충전하는 방법



철근이 부식하지 않은 경우

철근이 부식한 경우

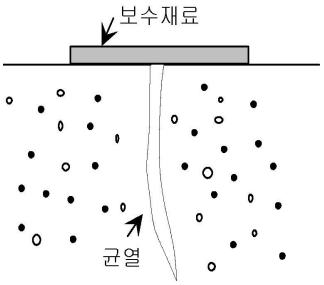
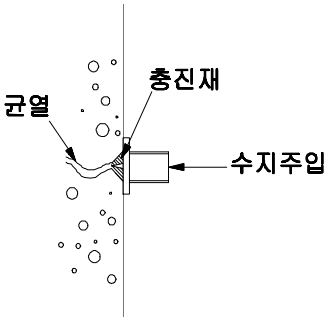
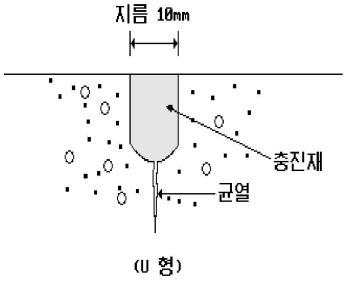
[균열 보수(충전공법) 개념도]



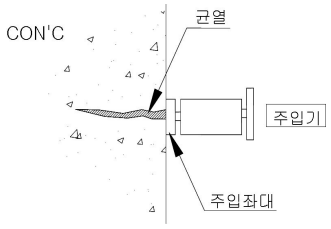
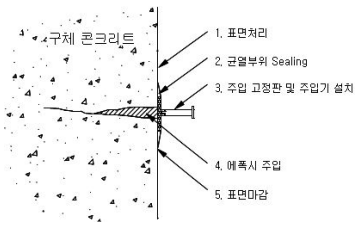
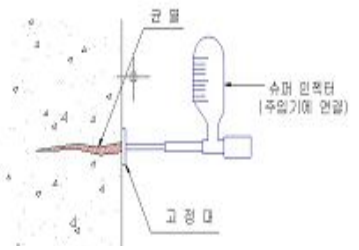
[균열 보수(충전공법) 시공 순서도]

④ 균열 보수공법 비교

[균열 보수공법 비교안]

구 분	표면처리공법	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	• 도막 탄성 방수제, 시멘트 필러, 폴리머 시멘트 페이스트	• 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

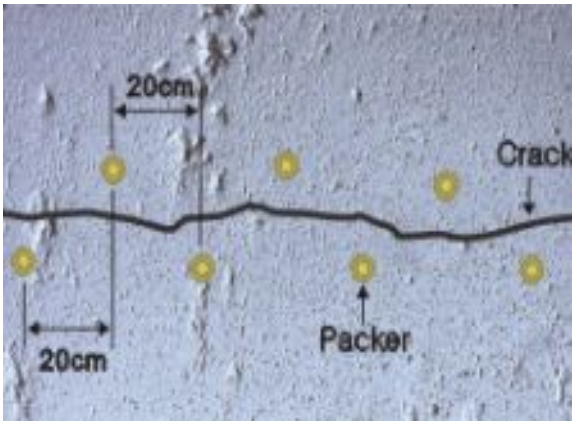
[주입공법 비교안]

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	• 표면처리 → V컷팅 → 주입좌대 고정 → 균열부 실링→ 초미립자 무기계 슬러리 주입 → 단면복구	•표면처리 → 주입구 선정 → 균열부 씰링 → 고정판설치 → 에폭시주입 → 표면정리	•균열부위 면처리 → 에어건으로 먼지제거 → 균열부 실링 → 고정제 부착 → 실린더 고정판에 부착 → 슈퍼인젝터를 실린더에 부착후 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 점검이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입 •건식, 습식, 수중 시공이 가능 •균열의 표면뿐만 아니라, 내부균열 깊숙이 주입이 가능 •압력조절에 주의가 요망되며, 압력이 클 경우 균열이 확대 되어 버릴 수 있음	•각각의 시공 부위에 따라 슈퍼인 젝터의 각도를 조절하면 완벽한 주입 가능 •자체의 압력조절이 가능하여 상황에 따라 적당한 압력으로 주입 가능 •약품이 역류되지 않아 시공면이 오염되지 않음 •시공이 매우 용이하여 시공비가 저렴 •사용년수 증가시 접착력이 떨어질 수 있음

⑤ 습식 균열보수

ⓐ 구조물의 균열 부위를 정밀조사하여 균열 범위, 방향, 폭, 관통여부를 확인한다.
ⓑ 균열 표면의 이물질을 와이어브러쉬, 그라인더 등을 이용하여 제거한다.
ⓒ HOLE 위치를 선정후 드릴로 천공한다.
ⓓ 천공부위에 팩카(주입구)를 삽입, 고정시킨다.
ⓔ 주입장비는 압력이 조절되는 AIR GUN, MANUAL GUN을 사용한다.
ⓕ 팩카(주입구) 주위 이외의 균열은 주입재의 유출을 막기위하여 씰링 처리한다.
ⓖ 고압주입기를 사용하여 균열의 하부에서 주입을 시작하며, 상부의 주입구에서 씰링제가 넘쳐 나오면 마개로 주입구를 막고 한단계씩 상부의 주입구를 통하여 천천히 주입한다.
ⓗ 충분히 양생후 씰링제 및 표면 마감팩카(주입구)를 제거하며, 지정색으로 마감 처리한다.

[작업사진]



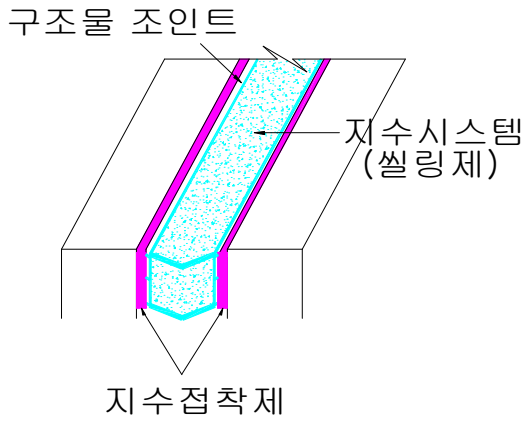
3) 신축이음 방수 공법

① 개 요

신축이음재 탈락에 의한 누수로 인해 신축이음 주변 콘크리트 백태, 열화, 박리, 박락 및 철근부식등의 손상이 가속화 되어 시설물의 내하력을 저하시킬 수 있기 때문에 미리 방지하여 시설물의 내구년한을 유지하여야 한다. 이를 위해 신축이음부에 지수 조인트를 설치하여 신축이음 주변 콘크리트 열화를 방지하며 손상의 진행성 여부를 확인할 목적으로 시공한다.

② 시공 방법

조인트면 이물질 제거	⇦	- 조인트면을 따라 레이턴스 등 이물질 제거 - 먼지 및 기름부착 제거
⬇		
지수접착제 도포	⇦	- 에폭시를 조인트 측면에 도포
⬇		
지수조인트 실링시스템 설치	⇦	- 조인트에 지수시스템 설치
⬇		
공기주입	⇦	- 지수시스템에 공기를 주입하여 접착력 증대 - 공기 주입 24시간 후 공기 제거
⬇		
작업종료		



③ 시공방법 및 주의사항

ㄱ. 표면 청소

조인트부위를 따라 레이턴스 혹은 도장 면등을 와이어브러쉬 및 핸드그라인더로 충분히 제거한다.

조인트부위에 유지분이 베어있거나 스며 나오면 수지와의 접착이 불가능하므로 탈지세제로 충분히 세척 후 제거시킨다.

수상부의 이끼, 물기를 제거하기 위하여 필요에 따라 토치램프로 균열부위에 열을 가하여 제거한다.

ㄴ. 프라이머 도포

접착제는 매우 강력한 접착력을 갖고 있어 작업이 가능 시간은 약 30분 정도이므로 모든 작업 준비 및 점검이 끝난 후에 주제와 경화제를 배합하여야 한다.

에폭시를 Joint 측면에 도포한다.

ㄷ. 지수 시스템설치

지수 조인트 씰링 시스템의 양 끝을 막고, 공기 주입 밸브를 붙이고, 지수 시스템의 옆면에 접착제를 바른다.

조인트 홈에 지수 시스템을 설치한다. 시스템의 폭은 조인트 폭과 같아야 한다.(깊이도 같아야 한다)

지수 시스템에 공기를 주입하여 접착력을 높인다.

접착제가 굳은 후(약 24시간), 공기주입 밸브를 제거하고, 자유로운 신축을 위하여 공기를 뺀다.

콘크리트가 수축하면 씰링 시스템은 팽창한다.

콘크리트가 팽창하면 씰링 시스템은 수축한다.

수직, 수평 변이에도 신축적으로 움직인다.

ㄹ. 마 감

지수 시스템 설치 후 조인트 모서리와 시스템의 상부에 묻어 있는 에폭시 및 이물질을 완전히 제거하고 주변 청소를 깨끗이 한다.

6.2.3 보수 우선순위 선정

본 양벌 공공하수처리시설 내 각종 시설물에 대한 보수를 실시함에 있어 조사된 손상들에 적합한 보수방안을 제시하고 그 우선순위를 제시하였다.

우선순위는 양벌 공공하수처리 시설물의 유지관리 및 수명연장을 위해 보수 시점에 기준을 두어 1순위에서 3순위까지 세등급으로 나누었다.

시설물에 대한 보수·보강은 시설물의 손상정도, 시설물의 중요도, 주변 환경여건등을 고려하여 결정하여야 한다. 또한 그 수준도 부재의 중요도와 기능 등을 고려하여 진행성을 억제하기 위한 현상유지, 실용상 지장이 없는 성능까지 회복, 초기수준 이상으로 개선 또는 개축 등의 방법을 선택하여야 한다.

본 과업대상 시설물에 발생된 손상은 방치할 경우 2차적인 손상을 초래할 수 있으므로 적절한 보수대책이 필요한 상태이다.

따라서, 본 정밀안전점검에서는 현장 시설물에 대한 상태평가를 토대로 다음과 같은 시설물별 손상별 우선순위를 다음과 같은 기준으로 선정하였다.

[보수·보강 우선순위 선정 기준]

구 분	순 위	내 용
단 기 대 책	1순위	• 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제12조(중대한 결함)의 "대통령이 정하는 중대한 결함"에 포함되는 손상 - 철근콘크리트 시설물의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실 등 • 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 상태평가 기준 "d" 이하인 경우 • 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식가능성이 큰 경우
	2순위	• 보조부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우 • 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내구성, 기능성, 사용성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우
중 기 대 책	3순위	• 기능발휘에는 지장이 없으나, 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성 증진을 위해 보수가 필요한 손상
장 기 대 책	지속적 관찰	• 1~3순위를 제외한 손상으로서 지속적인 관찰을 통해 향후 발전상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상

6.2.4 손상별 보수·보강방안 및 우선순위 선정

[보수·보강방안 및 우선순위 선정(토목시설물)]

NO	시설물명	손상내용	손상물량	단위	보수방안	우선순위
1	슬러지 저류조	누수흔적/백태	6.0	㎡	표면처리+습식균열보수	2
2	토목처리시설	도장 손상	200.0	㎡	재도장	2
		방음판넬 하부 파손	5.0	개소	정 비	2

[보수·보강방안 및 우선순위 선정(건축시설물)]

NO	시설물명	손상내용	손상물량	단위	보수방안	우선순위
1	건축동	벽체 균열(0.3㎜미만)	29.0	m	표면처리공법	2
		벽체 균열(0.3㎜이상)	17.0	m	주입보수공법	2
		마감 불량	0.5	㎡	정 비	2
		도장 박리	4.0	㎡	재도장	2
		외부 벽체 실링재 탈락	6.0	m	정 비	2
		텍스 손상	18.0	개소	정 비	2
		마감재 손상	1.0	개소	정 비	2

6.2.5 개략공사비

[2순위 개략공사비]

시설물	손상 내용	보수 방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	비고
토목	누수흔적/백태	표면처리+ 습식균열보수	6.0	7.8	㎡	50	390	
	도장 손상	재도장	200.0	260.0	㎡	43	11,180	
	방음판넬 하부 파손	정 비	5.0	6.5	개소	20	130	
건축	균열(0.3㎜미만)	표면처리공법	29.0	9.4	m	26	244	
	균열(0.3㎜이상)	주입보수공법	17.0	5.5	m	35	192	
	마감 불량	정 비	0.5	0.6	㎡	10	6	
	도장 박리	재도장	4.0	5.2	㎡	43	223	
	실링재 탈락	정 비	6.0	7.8	m	10	78	
	텍스 손상	정 비	18.0	23.4	개소	10	234	
	마감재 손상	정 비	1.0	1.3	개소	10	13	
순공사비							12,690	
제경비(순공사비×50%)							6,345	
총공사비 (순공사비+제경비)							19,035	

※ 보수물량은 손상물량의 30%를 할증하였음
※ 철근노출 단면복구 → 30㎜(잡철물 제외)
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영
※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경
※ 개략공사비 단가는 서울시 도로사업소 일위대가(2015)를 참고 하였음
※ 균열보수의 표면처리공법은 m → ㎡으로 환산하였음(손상물량의 0.25배)
※ 상기 개략공사비는 2017년 상반기 현장조사시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음

6.3 유지관리 방안

6.3.1 유지관리 업무

유지관리 업무는 아래의 항목에 대하여 대상시설물을 관리하는 것으로 요약할 수 있다.

가. 유지관리 업무

1) 자료의 관리

관리주체는 효과적인 관리체계를 위하여 대상 시설물에 대하여 보수 이력 등 정확한 기록 및 자료를 반드시 보관하여야 한다.

① 시설물에 필요한 자료

관리주체는 준공도면, 구조계산서, 특별시방서 등을 포함하여 아래에 명시한 시설물 관리에 필요한 자료를 보관하여야 한다.

[유지관리상 자료의 관리]

구 분	내 용
설계도	- 시공 보수도면, 구조계산서 - 제작 및 작업도면, 붕괴유발부재를 포함한 각부재의 상세도면 - 최종 준공도면 - 설계 시공회사, 시공관할기관, 감독관
시방서	- 특별시방서
사진	- 정면 및 측면, 주요 결함부, 주요 시공사진
재료시험	- 시공재료의 종류, 등급, 품질을 기록한 공장 재료증명서 - 관리 및 선정시험 기록 - 비파괴시험 자료 (재료의 강도, 염해도 등)
보수이력	- 날짜, 보수위치 및 공법, 물량 및 손상종류, 시공회사, 공사비, 계약번호
사고기록	- 날짜, 경위, 부재의 손상 및 보수현황
점검이력	- 날짜, 점검자, 관리주체, 점검의 종류 등 모든 점검활동 관련사항
시설물 관리대장	- 연도별 점검기록이 포함된 시설물 관리기록
내하력 평가 기록	- 내하력 평가방법의 종류 및 해석결과, 사용된 계수 등 제반기록 보관
계측 기록	- 계측 필요시 중요부재를 정하고 주기적인 계측을 시행하고 기록 보존

② 시설물 관리항목

시설물 관리대장의 관리항목에는 다음의 사항이 포함되어야 한다.

[유지관리상 시설물 관리항목]

구 분	내 용
시설물 구분	- 시설물명, 일련번호, 관리주체, 위치(행정구역), 이정, 교차코드 등
시설물 형식 및 사용재료	- 구조 형식, 형식, 높이 등
연령 및 공용성	- 착·준공 연월일 등
시설물 제원	- 연장, 폭, 높이 등
시설물분류, 내하력 및 통행제한	- 시설물 등급, 내하력 평가방법 및 계산기록
시설물 상태 평가	- 벽체, 슬래브, 기둥, 유지관리활동 또한 제한사항 등을 포함한 시설물 상태에 대한 점검결과

2) 일상관리

일상관리는 시설물의 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

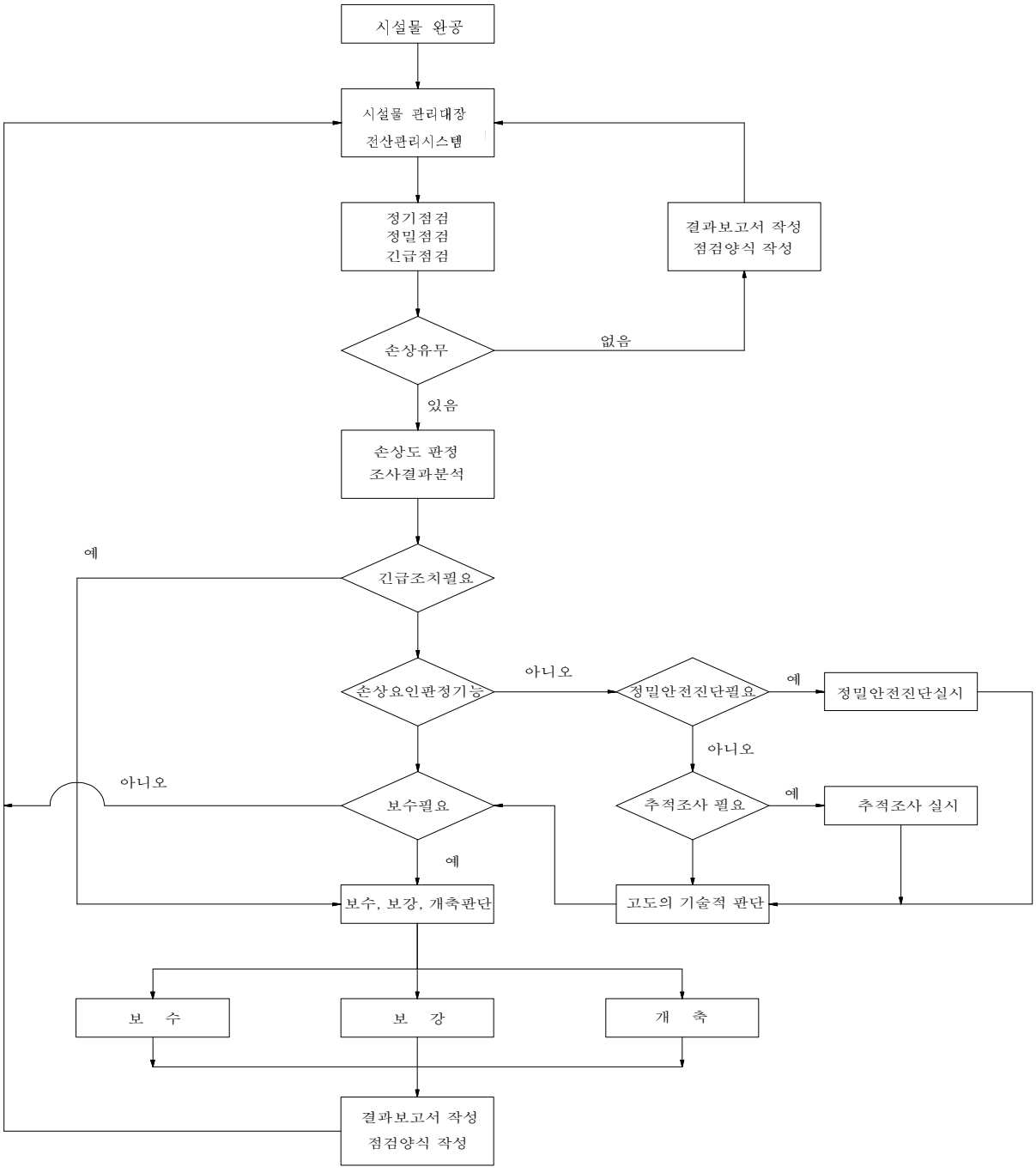
점검은 시설물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로서 안전하고 원활한 운용성을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 또한 유지관리상 필요한 손상과 이상의 정도를 계속적으로 파악하기 위하여 점검이 필요하다.

점검은 일상점검, 정기점검, 정밀점검, 긴급점검으로 나누며, 점검의 결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 추적조사나 상세조사를 실시한다. 또한 위의 조사를 통하여 유지관리 담당자가 시설물에 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. 보수란 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.

나. 유지관리 업무의 흐름



[유지관리 흐름도]

6.3.2 점검 주기 및 주요 조사내용

[점검 주기 및 주요 조사내용]

종류	점검 주기	주요 조사항목	범위
정기 점검	반기 1회	· 세심한 육안검사 수준의 점검 · 중대한 결함의 가능성 발견	테스트 해머 분필 등
정밀 점검	등급별 차등 실시	· 육안검사와 간단한 측정, 시험장비를 이용하여 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하고 사용요건 만족 여부 판단 · 상태평가등급결정 및 안전등급 지정	점검 및 주변현지 답사
긴급 점검	필요시	· 손상점검과 특별점검으로 구분하여 재해나 사고에 의해 비롯된 구조적 손상을 긴급하게 점검함	점검이 필요한 구간

가. 안전등급 결과에 따른 점검 실시시기

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

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

나. 안전등급 결과에 따른 진단 실시시기

준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)을 기준으로 산정하여 10년이 지난 때부터 1년이내에 실시 완료하여야 하며, 차회의 정밀안전진단은 전회의 정밀안전진단 완료일을 기준으로 해당 시설물의 안전등급에 따라 실시주기에 의해서 정기적으로 정밀안전진단을 실시 완료하여야 한다. 아래는 안전등급 결과에 따른 점검(진단) 실시시기를 나타내었다.

[안전등급결과에 따른 점검 및 진단 실시시기]

안전등급	정밀점검		정밀안전진단
	건축물	그 외 시설물	
A 등급	4년에 1회 이상	3년에 1회 이상	6년에 1회 이상
B·C 등급	3년에 1회 이상	2년에 1회 이상	5년에 1회 이상
D·E 등급	2년에 1회 이상	1년에 1회 이상	4년에 1회 이상

6.3.3 중점 유지관리 방안

영동 공공하수처리시설에 대한 정밀점검결과, 조사된 손상부에 대해서는 향후 사용성, 내구성 확보를 위해서는 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다. 주요 손상부위에 대해서는 전절에서 제안한 방법에 의해 보수를 실시한 후 공용기간 동안 지속적인 유지관리를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

[중점 유지관리 방안]

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>중점 유지관리 방안</th></tr>
<tr><td rowspan="2">토목
시설물</td><td rowspan="2">슬러지
저류조</td><td> </td></tr>
<tr><td>- 벽체부 백태 진행여부 확인</td></tr>
<tr><td rowspan="2">건축
시설물</td><td rowspan="2">전기실</td><td> </td></tr>
<tr><td>- 마감재 탈락 구간 누수 진행성 여부 확인</td></tr>
</table>

제7장 종합결론

제7장 종합결론

영동 공공하수처리시설은 광주시 퇴촌면 정영로 973에 위치, 2014년 8월에 최초 가동 하였으며, 처리용량 Q=600㎥/일의 하수를 처리하는 시설로 주요 점검결과는 다음과 같다.

구 분	내 용
외관조사	■ 토목 시설물 - 벽체부 백태, 바닥부 도장 손상 등이 발생 ■ 건축 구조물 - 벽체부 균열, 실링재 탈락, 마감재 탈락, 천장부 텍스 손상 등이 발생 ■ 기전 설비 - 상태 양호
내구성조사	■ 콘크리트 강도 - 토목 27.2~29.7MPa, 건축 24.5~24.8MPa 측정되어 설계기준 강도(27.0MPa, 24.0MPa)를 상회함 - 반발경도법에 의한 콘크리트 강도는 양호한 상태임 ■ 철근탐사 - 각 부재별 철근 배근 간격 및 피복 두께가 설계값과 근사함 ■ 탄산화 시험 - 탄산화 깊이 0.5~12㎜, 탄산화 잔여깊이 50.5~101.8㎜ 측정되어 양호한 상태임
상태평가	■ 토목 시설물 : a등급 7개소 ■ 건축 시설물 : b등급 1개소
종합평가	■ 종합평가 : “A”등급 [종합평가지수 4.52]
종합결론	■ 영동 공공하수처리시설 정밀점검결과, 본 시설물은 문제점이 없는 상태인 “A” 등급으로 평가됨 ■ 주요 손상으로 균열, 백태, 도장 손상, 실링재 탈락, 마감재 탈락. 텍스 손상 등이 조사됨 ■ 전회 점검이후 시설물의 안전성을 저해할 만한 손상은 없는 것으로 조사되었으나, 기 발생된 손상부는 내구성 확보를 위한 보수가 필요함 ■ 특히, 벽체부 백태 손상부는 손상의 진전이 우려되므로 표면처리와 습식균열보수를 통한 유지관리가 요구되며, 천장부 텍스 손상은 환기구 우수침투 방지와 연계한 조치가 필요함