

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

제 2 장 자 료 수 집 및 분 석

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 아래와 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(중·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(1단계-1999.06, 2단계-2011.03)

1.2 사업의 개요

1.2.1 계획의개요

구 분	내 용				비 고
목 표 년 도(년)	2011				
처 리 구 역 면 적(ha)	240				
하 수 도 계 획 인 구(인)	-				
상 주 인 구	4,800				
영 입 인 구	8,890				
하 수 배 제 방 식	불완전분류식				
계 획 하 수 량(m³/일)	-				
일 평 균	1,600				
일 최 대	2,000				
시 간 최 대	3,000				
계 획 수 질(mg/ℓ)	구분	유입수질	설계수질	방류수질	처리효율(%)
	BOD	166	170	10 이하	94 이상
	COD	143	150	15 이하	90 이상
	SS	166	170	10 이하	94 이상
	T-N	43	45	15 이하	67 이상
	T-P	6	6	2 이하	67 이상
수 처 리 방 식	연속회분식 활성슬러지법				
슬러지처리 및 처분방식	농축→탈수→매립(소각)				
처리장시설용량(m³/일)	2,000				
처 리 장 부 지 면 적(m²)	8,916				
차 침 관 거 연 장(km)	14.747				
방 프 장(개소)					
중 계 방 프 장	3				
장 내 방 프 장	1				
방 류 수 역	우산천				

- 4 -

1.2.2 시설의 개요

(단위 : m)

구 분	규 격	수 량	비 고
협 장 물 중 합 처 리 기	원형스크린(협장물+침사) 처리용량 : 3,000m³/일	1기	
침 사 지	0.5(W)×5.5(L)×0.4(He)	2지	예비시설
세 록 스 크 린	수로크기 : 0.5(W)×1.0(H) 목 폭 : 20mm	2기	기존설비이용
미 세 록 스 크 린	수로크기 : 0.5(W)×1.0(H) 목 폭 : 3mm	2기	기존설비이용
유 량 조 정 조	8.0(W)×14.5(L)×3.5(He)	1조	
분 배 조	1.5(W)×5.0(L)×1.0(He)	1조	
반 응 조	7.0(W)×21.0(L)×4.5(He)	2조	
처 리 수 조	4.0(W)×14.5(L)×3.0(He)	1조	
여 과 기	압력식 상형류 φ2.0×3.0(H)	3기	예비1기 포함
자 외 선 소 독 조	1.0(W)×3.5(L)×0.4(He)	1조	자외선 소독장치는 장래분임
방 류 수 조	1.0(W)×14.5(L)×2.76(He)	1조	
농 축 조	2.5(W)×2.5(L)×3.7(He)	1조	
원 심 탈 수 기	1m³/hr 이상	2기	예비1기 포함
활 성 탄 흡 착 기	수평형 활성탄 흡착식 1.5(W)×3.5(L)×1.0(H)	1기	
중 계 방 프 장	2.0(W)×3.0(L)×0.7(He)	2개소	오전, 광동1
	2.0(W)×3.0(L)×1.3(He)	1개소	광동2
장 내 방 프 장	4.0(W)×6.0(L)×1.3(He)	1개소	처리장내

- 5 -

2

2.2 지형 및 지세

광주군 북쪽은 한강이 관류하고 있어 낮은 구릉과 충적지, 지형원, 자연제방의 발이 현저하며 동남부 지역은 절경에서 분기된 광주산맥의 연속으로 표고 600m내외의 ;

년기 증기 복산지가 발달되어 있다.

광주군에는 산악이 많고 경지는 주로 한강유역과 동서를 관통한 경안천 유역에 있고 그 외에는 산간계곡에 점재하고 있으나 산악이 좋고 자연경관은 대체로 양호한 편으로 표고 50m이상의 지역이 57.8%, 경사도 15%이상의 지역이 26.8%이다.

2.3 기상현황

광주군의 최근 6년간(1990~1995)의 기상자료에 의하면 연평균 기온은 11.4℃이고, 최고의 기온을 나타낸 해는 1994년으로 37.6℃를 나타내었고 최저의 기온은 1990년으로 -22.3℃를 나타내었다.

연평균 강우량은 1447.8mm이며 최고 강우량을 보인 해는 1990년 2254.9mm, 최저 강우량은 1994년 1037.5mm로 나타났다. 한편 월별기상현황에서 강우량을 보면 7, 8월의 강우량이 전체의 80%정도를 차지하고 12, 1, 2월의 강우량은 2%미만으로 여름과 겨울의 강우량 차이가 극심함을 알 수 있다.

연별 천기일수의 경우 맑은 날의 연평균은 90일로 1년중 25%(3개월)정도가 맑은 날이었고 흐린 날은 111일, 강수일은 114일, 눈내린 날은 22일, 기타 28일로 나타났다.

- 13 -

20

연별 기상개황

<표 2.3-1>

연월	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	풍속 (m/s)
	평균	최고	최저				
1990	14.5	36.7	-22.3	2254.9	74	1963.5	-
1991	10.9	35.4	-20.9	1296.8	74	2327.9	1.2
1992	10.9	33.6	-15.6	1282.1	74	2247.4	1.1
1993	10.4	32.7	-16.2	1195.6	77	2101.4	1.3
1994	11.7	37.6	-17.5	1037.5	74.7	2282.5	1.3
1995	10.2	34.3	-16.3	1630.3	77	2063.3	1.2
평균	11.4	35.0	-18.1	1447.8	75.1	2164.3	1.2

자료 : 광주군 통계연보(1996)

월별 기상개황

<표 2.3-2>

월별	기온(℃)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	풍속 (m/s)
	평균	최고	최저				
1	-4.5	9.6	-16.0	9.4	75	199.7	1.4
2	-1.7	11.5	-15.2	4.1	75	196.4	1.1
3	4.2	18.4	-7.5	53.0	76	147.7	1.4
4	10.1	27.5	-4.8	42.5	61	219.8	1.7
5	15.6	29.2	0.8	62.5	67	211.8	1.4
6	20.6	31.7	7.5	25.0	73	198.0	1.2
7	23.9	34.3	14.8	382.5	86	122.1	1.1
8	24.8	34.1	18.3	942.0	88	103.3	1.1
9	17.7	29.8	8.2	38.5	84	159.8	0.9
10	12.8	25.5	1.3	23.5	81	180.1	0.9
11	3.2	19.1	-8.2	44.1	78	176.6	1.3
12	-3.8	8.6	-16.3	3.2	81	168.0	1.1

자료 : 광주군 통계연보(1996)

- 14 -

21

2.2.2 구조계산서(1단계-1999.06, 2단계-2011.03)

가. 1단계 - 1999.06

1 설계조건

1.1 구조계획

본 구조물의 구조계산은 구조체의 3차원 Modeling과 가장 불리한 상태의 하중조건을 선정하여 콘크리트 시방서의 강도설계 규정에 의한 극한 하중조합과 지반의 탄성을 고려한 경계조건을 적용하여 구조물의 3차원 응력을 해석하였다.

응력해석은 전산 Program인 SAP 90 (Structural Analysis Program)를 이용하였다.

부득이한 경우는 필산으로 응력해석하였으며, 응력점토와 철근량 산정은 경제성과 안전성을 고려하여 근래에 증가하고 있는 강도설계법으로 설계하였다.

1.2 사용재료 및 하중조건

1.2.1 사용재료

구분	단위	설계조건
· 설계 강도	$\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$	$\sigma_f = 3,000 \text{ kg/cm}^2$
· 탄성계수	$E_c = 2.60 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$	$E_s = 2.04 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
· POISSON'S RATIO	$\mu = 0.18$	
· 선 팽창계수	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5}$	$\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$

1.2.2 설계에 사용한 하중조건

가. 재료의 단위중량

			(단위 : kg/m ³)
구분	단위	설계조건	단위
철근콘크리트	2,500(토목)	석재	2,700
철근콘크리트	2,400(건축)	흙 (보통)	1,800
무근콘크리트	2,350	흙 (수중)	1,000
모르터	2,150	흙 (포화)	2,000
벽돌	2,000	물	1,000
목재	800	경망콘크리트	2,000
자갈, 모래	1,900	강재	7,850

(단위 : kg/m³)

1.2.3 적재하중

보통 각 구조물에 적용하는 적재하중은 다음과 같다.

적재하중

(단위 : kg/m²)

구분	단위	설계조건
지붕	200	사람이 사용하지 않는 경우 (적설시 경우)
사무실, 연구실, 회의실	300	
복도, 계단, 환관	360	
화장실, 욕실, 휴게실	200	사람이 사용하는 지붕
기계실, 펌프실, 보일러실	800	
수질시험실, 반입장	500	
전기실, 발전기실	800	
창고 (기거류)	800	
차도	1,000	
수처리실	500	기계하중 별도
조각	800	

1.2.4 기타하중

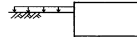
가. 부력

구조물 설계시 지하수위가 높은 경우에는 부력에 대한 안전성 여부를 검토해야 한다.

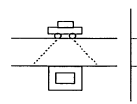
또한, 특별한 경우에는 시공단계에서도 검토하고 설계도에 시공시 주의사항 등을 명시하여 안전을 기하도록 한다.

나. 상재하중

붕상

 $q = 1.0 \text{ t/m}^2$ 

활하중

 $H \geq 3.0 \text{ m}$ 의 경우 : $q = 1.0 \text{ t/m}^2$ $H < 3.0 \text{ m}$ 의 경우 : 식의 분포하중충격계수 $i = \frac{20}{50 + L}$

- 4 -

05

- 5 -

1.2.5 수압 및 토압

가. 토압

$$P = K \cdot q + K \cdot \gamma \cdot H_1 + K \cdot \gamma_2 \cdot H_2$$

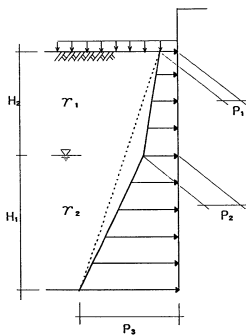
(중간지는 점선치라도 가함)

 P : 토압 (t/m^2) K : 토압계수 q : 상재하중 (t/m^2) γ_1 : 흙의 단위중량 (지하수위면의 상측) $= 1.9 \text{ (t/m}^3)$ γ_2 : 흙의 단위중량 (지하수위면의 하측) $= 1.0 \text{ (t/m}^3)$ γ_2 : 물의 단위중량 $= 1.0 \text{ (t/m}^3)$ H_1 : 설계지반면부터 지하수위면까지의 깊이 (m) H_2 : 지하수위면부터 이하의 깊이 (m)여기서 토압계수 K 는흙의 내부마찰각을 $\phi = 30^\circ$ 로 하면

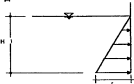
$$\cdot \text{주동토압계수 } k_A = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.3$$

$$\cdot \text{수동토압계수 } k_B = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = 3.0$$

$$\cdot \text{정지토압계수 } k_0 = 1 - \sin \phi = 0.5$$



나. 수압



$$P = W \cdot H \quad (\text{t/m}^2)$$

 p : 수압 (t/m^2) H : 수심 (m) W : 물의 단위중량 $= 1.0 \text{ (t/m}^3)$

- 6 -

1.2.6 설계하중조합 (강도설계법)

 L : 활하중 H : 횡도압 F : 유체 정압력이나 수직압력 F : 유체 정압력이나 수직압력 D : 사하중 E : 지진하중 W : 풍하중 T : 부동침하, 크리프, 건조수축, 온도변

와 등에 의한 단면력

1.2.7 강도감소계수 ϕ

구분	단위	설계조건
휨부재, 휨과 축방향인장을 결합하여 받는 부재, 축방향인장부재	0.85	
종질제이조전하에서 공강생산콘크리트스트레스 부재	0.90	
축방향압축부재, 휨과 축방향압축을 결합하여 받는 부재	0.70	나선철근 보강부재
그이외의 철근부재	0.65	
전단과 비틀림	0.80	
콘크리트의 지압	0.60	
압축부재의 안정	0.65	
무근 콘크리트	0.55	

- 7 -

050

나. 2단계 - 2011.03

1. 설계조건

가) 기준서

- 콘크리트 구조설계기준(한국콘크리트학회, 2007)
- 수처리 콘크리트 구조설계기준(한국콘크리트학회, 2007)
- 콘크리트 표준시방서(한국콘크리트학회, 2009)
- 도로설계편람(건설교통부, 2001)
- 구조물 기초설계 기준(한국지반공학회, 2008)
- 지중구조물의 내진설계(한국지반공학회, 1999)
- 상수도시설 내진 설계기준 마련을 위한 연구(환경부, 1999)

나) 재료특성

1) 콘크리트

- 설계기준 강도 : $f_{ck} = 27 \text{ Mpa}$
- 탄성계수 : $E_c = 8,500 \sqrt[3]{f_{ck}} = 2.78E+04 \text{ Mpa}$
 $f_{cr} = f_{ck} + 8$
- 포아손 비 : $\mu = 0.170$
- 선행장 계수 : $\alpha = 1.0 \cdot E^{-05}$

2) 철근

- 항복강도 : $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- 탄성계수 : $E_s = 2.00E+05 \text{ Mpa}$
- 선행장 계수 : $\alpha = 1.2 \cdot E^{-05}$

다) 하중조건

1) 고정하중

- 콘크리트 = 25.00 kN/m^3
- 흙(습윤상태) = 20.00 kN/m^3
- 흙(수중) = 10.00 kN/m^3
- 물 = 10.00 kN/m^3

-4-

2) 토압

- 흙의 내부마찰각 : $\phi = 30^\circ$
- 흙의 점착력 : $C = 0$
- 정지토압계수 : $K_0 = 1 - \sin \phi = 0.5$

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

- 가속도 계수
 - * 기능수행수준 : $A = \text{구역계수} \times \text{위험도계수} = 0.11 \times 0.40 = 0.044$
 - * 붕괴방지수준 : $A = \text{구역계수} \times \text{위험도계수} = 0.11 \times 1.00 = 0.11$
- 설계관성력 : $EI = \text{자중} \times A$
- 지진시 토압 : 상수도시설 내진 설계기준(환경부, 1999년)에 따라 산정
- 지진시 지진토압계수 (MONONIBE-OKABE 공식) : 도로표설계기준 P470 참조

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

라) 설계 방법 : 강도설계법

마) 기초 형식 : 직립기초

-5-

3. 하중산정

3.1 하중산정

(1) 고정하중

- ① 구조물 자중
 - MIDAS프로그램에서 자동산출
- ② 기계하중 (기저재중량 리스트참조)
 - 기계배치 평면도 참조
- ③ 건축하중
 - 건축 구조계산 참조

(2) 토압

- 내부마찰각을 30° 로 한다.
- 정지토압계수($K_0 = 1 - \sin \phi$) = 0.500 를 사용한다.
- 적용 방법 : 토압은 벽면에 작용하는 분포하중으로 한다.

① 수압 이고리서

$$q_1 = (0.000 \times 20.000 \times 0.500) = 0.000 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 0.000 + (13.65 \times 20.000 \times 0.500) = 136.500 \text{ kN/m}^2$$

② 수압 고려시

$$q_1 = (0.00 \times 20.000 \times 0.500 + 0.000 \times 10.00) = 0.000 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 0.000 + 1.000 \times 20.000 \times 0.5 = 10.000 \text{ kN/m}^2$$

$$q_3 = 10.000 + (12.650 \times 10.000 \times 0.5 + 12.650 \times 10.000) = 199.750 \text{ kN/m}^2$$

(3) 활하중

- 군중하중 : 5.000 kN/m^2

(4) 양압력

$$Wb1 = 13.000 \times 10.000 = 130.000 \text{ kN/m}^2$$

$$Wb2 = 17.000 \times 10.000 = 170.000 \text{ kN/m}^2$$

(5) 내부수압

① 슬러지 저류조

$$q_1 = 0.000 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 0.000 + (4.400 \times 10.000) = 44.000 \text{ kN/m}^2$$

② 입차침전지

$$q_1 = 0.000 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 0.000 + (2.500 \times 10.000) = 25.000 \text{ kN/m}^2$$

③ 생물반응조

$$q_1 = 0.000 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 0.000 + (6.000 \times 10.000) = 60.000 \text{ kN/m}^2$$

④ 유량조정조

$$q_1 = 0.000 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 0.000 + (5.500 \times 10.000) = 55.000 \text{ kN/m}^2$$

⑤ 처리수조

$$q_1 = 0.000 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 0.000 + (2.700 \times 10.000) = 27.000 \text{ kN/m}^2$$

⑥ 이차침전지

$$q_1 = 0.000 \text{ kN/m}^2$$

$$q_2 = 0.000 + (3.500 \times 10.000) = 35.000 \text{ kN/m}^2$$

-6-

2.2.3 토질조사보고서(2002.01)

악하였다.

시험방법은 Split Spoon Sampler를 Boring Rod의 하단에 붙여서 Boring Hole 바닥에 내리고 Rod의 선단에 설치한 Knocking Head를 표준중(63.5kg)에 의거하여 낙하하고 76cm의 조건으로 자유낙하시켜서 30cm를 관입하는데 필요한 타격회수를 N치로 하였다. 또 30cm관입에 50회 이상의 타격을 요할 시는 50회까지 실시하고 이후의 관입심도를 기재하였다.

Sampler에 회수된 시료는 채취 심도와 상태의 표식을 붙인 유리병에 담아서 손상 또는 손실이 되지 않도록 시료상자에 넣어서 보관하였다.

라. 지하수위 측정

조사지역의 지하수위를 측정하고 지하수위 변동을 파악하기 위하여 각 시추공에서 지하수위 측정기를 사용하여 지하수위를 측정 기록하였다.

지하수위 측정은 시추조사 종료 후 24시간 경과후 측정하여 안정된 지하수위 파악에 노력하였다.

4.2.4 조사 결과

가. 지형현황 및 지질

(1) 지형현황

조사지역은 행정구역상 경기도 광주군 퇴촌면 일원에 위치하며 관리지점은 주로 주택가 골목길 또는 하천고수부지에 위치하고 하수종말처리장은 기존광동리처리장 인접부의 전담에 해당된다.

본 조사지역은 지형 침식현상상 장년기발 노년기초에 해당하는 지형으로서 퇴적토지가 발달되고 기초지반은 퇴적층하부 기반암이 분포되고 풍화암은 유속에 의한 유실 및 결층현상으로 판단된다.

(2) 지질

본 지역의 지질은 화강편마암이 전역에 분포된다. 구성성분은 주로 석영, 장석, 운

모, 각섬석등이며 지층구성은 표토부부터 모래, 자갈, 전석층의 퇴적층이 발달되고 부분적으로 완전풍화(Completely weathered)상태의 풍화토가 분포되고 그 이하 암질의 굳기가 점이적으로 변화과정을 나타내는 극풍화(Highly weathered)상태의 풍화암층, 그 아래에 연암층이 형성된다. 하천변은 대부분 퇴적층 하부에 연암층이 분포된다. 본 지역의 퇴적층은 자연적 하상퇴적층으로 다짐상태는 양호할 것으로 예상된다.

나. 시추성과

본 지역에서는 시추위치도에 표시된 시추조사는 회전수세기 시추방법으로 연암층 1.0M 이상 굴진하는 것을 원칙으로 하였으며, 본 지역은 대부분 표토이하 풍화토, 풍화암, 연암층을 시추 조사하였다. 그 결과 나타난 각 지층의 층후 및 심도 등은 <표 4.2-1>의 시추성과표 및 부록의 시추 추상도와 같다.

시추 성과표
(단위 : m)

공번	매입퇴적층	풍화토	풍화암	연암	소계
BH-1(차집관로)	3.2	-	0.3	1.5	5.0
BH-2(차집관로)	0.5	2.0	1.0	1.5	5.0
BH-3(차집관로)	0.5	0.3	3.0	1.1	5.0
BH-4(차집관로)	1.4	0.1	0.3	1.0	2.8
BH-5(차집관로)	2.0	-	1.9	1.1	5.0
BH-6(차집관로)	5.0	-	-	-	5.0
BH-7(차집관로)	0.2	0.5	0.8	3.5	5.0
BH-8(차집관로)	2.5	-	0.3	2.2	5.0
BH-9(차집관로)	2.2	1.5	2.3	-	5.0
BH-10(차집관로)	2.0	0.8	0.7	1.0	4.5
BH-11(차집관로)	2.0	4.0	1.0	-	7.0
BH-12(차집관로)	2.2	-	-	1.8	4.0
BH-13(차집관로)	1.5	0.7	1.2	1.6	5.0
BH-14(차집관로)	5.0	-	-	-	5.0
BH-15(차집관로)	5.0	-	-	-	5.0
BH-16(차집관로)	5.0	-	-	-	5.0
BH-17(하수처리장)	4.7	-	-	1.0	5.7
BH-18(하수처리장)	4.5	-	-	1.0	5.5
BH-19(하수처리장)	3.8	-	0.4	1.0	5.2
소계	53.2	9.9	13.2	19.3	95.6

다음과 같다.

공내지하수위 성과
(단위 : m)

공번	지반고(EL)	지하수위 심도(QL)
BH-1	31.73	0.7
BH-2	25.50	0.6
BH-3	30.16	0.6
BH-4	26.30	0.1
BH-5	29.69	0.8
BH-6	30.31	1.7
BH-7	42.80	1.2
BH-8	55.12	1.8
BH-9	34.35	0.9
BH-10	29.60	0.1
BH-11	38.00	1.2
BH-12	41.80	0.5
BH-13	61.30	2.5
BH-14	53.48	3.5
BH-15	59.25	4.0
BH-16	54.50	1.8
BH-17	28.07	3.5
BH-18	28.07	3.3
BH-19	28.07	3.3

상기 성과표에서 보는 바와 같이 시추조사 완료 후 일정시간이 경과하여 확인되어진 지하수위는 대체적으로 주입수의 영향으로 상부에 형성되었다가 하강에 따라 정지되는 현상을 나타내므로 공내수위에 불과하다. 그러나, 이는 계절 및 강수량 등의 변화로 인해 다소의 수위변동이 있을 것으로 사료되어진다.

4.2.5 결론

퇴촌면 광동리 하수종말처리장 확장공사에 대하여 지반조사를 실시하여 지질상태를 파악하고 재반 공학적 특성에 관한 자료를 수집하기 위하여 기존자료의 검토, 분석, 시추조사를 실시하여 이들 조사된 자료들을 검토, 분석한 결과를 정리하면 다음과 같다.

• 본 지역에 분포하는 지질은 화강편마암류가 기반암으로 분포하고 있으며, 지층발달 상태는 지표로부터 퇴적층(모래자갈 전석층) 풍화토층, 풍화암층, 연암층 등으로 구성되어 있다.

• 시추조사 결과 나타난 각지층의 특성은 다음과 같다.

★ 차집관로

① 모래 자갈층 : 본 지구의 모래 자갈층은 자갈층이 우세한 편이며 실트질모래 및 조립질 모래 소편의 자갈 20%정도의 혼전석층이 함유된다. 하상퇴적에 기인 형성된 퇴적층으로서 다짐상태는 조밀하며 투수성이 발달되어 있을 것으로 예상된다.

② 풍화토 : 풍화상태는 완전 풍화작용을 받아 토양화현상으로 이원분해되고 중립내지 조립질 입도를 나타낸다. 상태밀도는 중간 또는 조밀상태를 나타내고 수분과 점착하는 경우 역학적인 성질이 저하되어 지층의 조밀도가 저하된다.

③ 풍화암 : 지층상태는 극풍화상태로 모암의 구조 및 조직을 보존하여 원암 자체조각이 관찰된다. 표준관입시험결과 N치는 50/12~50/2(회/cm)로서 지지층으로서는 적합한 상태이고 매우 조밀한 상태를 나타낸다. 풍화암내에 차등풍화에 기인 맥암이 협재되어 절토작업시에는 부분적으로 양반이 협재될 것으로 판단된다.

④ 연암 : 본 지역은 조립질 화강편마암이 분포되며 유수의 하상하각작용으로 연암층이 침식유실되고 부분적으로는 보통암질 이상의 경질성을 나타내는 곳도 예상된다.

★ 하수종말처리장

① 모래자갈층 : 본 지구의 모래자갈층은 자갈층이 우세한 편이며 실트질모래 및 조립질 모래 소편의 자갈 20%정도의 혼전석층이 함유된다. 하상퇴적에 기인 형성된 퇴적층으로서 다짐상태는 조밀하며 투수성이 발달되어 있을 것으로 예상된다.

② 풍화암 : 지층상태는 극풍화상태로 모암의 구조 및 조직을 보존하여 원암 자체조각이 관찰된다. 일부구간에 박층으로 협재된다.

③ 연암 : 본 지역은 조립질 화강편마암이 분포되며 균열이 발달되고 차등풍화에 기인 부분적으로는 보통암질 이상의 경질성을 나타내는 곳도 예상된다.

2.3 기존 점검 실시결과 요약

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약

NO	기간 (구분)	점검· 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
1	2016.06 (정기점검)	자체수행	양호	- 기존시설물 : 관리동, 유입펌프장의 외부는 공용기간 증가 및 온도변화 등에 의한 마감균열, 열화 등이 발생되었으며, 옥상층 투광창 이음부의 강우에 의한 누수흔적 및 백태가 발생됨. 이는 마감재 손상으로 보수보강이 필요 - 지하층은 건조수축 등에 의한 균열이 국부적으로 확인, 일부구간에서 균열부 지하수 유입에 의한 백태가 발생되어 구조물의 내구성 확보를 위한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단 - 증설시설물 : 2014년 준공된 시설물로 일부 하자사항이 있어 광주시(하수과)에 하자보수 요청(2016.6.29일)	
2	2015.12 (정기점검)	자체수행	양호	- 기존시설물 : 관리동, 유입펌프장의 외부는 공용기간 증가 및 온도변화 등에 의한 마감균열, 열화 등이 발생되었으며, 옥상층 투광창 이음부의 강우에 의한 누수흔적 및 백태가 발생됨. 이는 마감재 손상으로 보수보강이 필요 - 지하층은 건조수축 등에 의한 균열이 국부적으로 확인, 일부구간에서 균열부 지하수 유입에 의한 백태가 발생되어 구조물의 내구성 확보를 위한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단 - 증설시설물 : 2014년 준공된 시설물로 상태가 양호하며 특이사항 없음	
3	2015.06 (정기점검)	자체수행	양호	- 기존시설물 : 관리동, 유입펌프장의 외부는 공용기간 증가 및 온도변화 등에 의한 마감균열, 열화 등이 발생되었으며, 옥상층 투광창 이음부의 강우에 의한 누수흔적 및 백태가 발생됨. 이는 마감재 손상으로 보수보강이 필요 - 지하층은 건조수축 등에 의한 균열이 국부적으로 확인, 일부구간에서 균열부 지하수 유입에 의한 백태가 발생되어 구조물의 내구성 확보를 위한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단 - 증설시설물 : 2014년 준공된 시설물로 상태가 양호하며 특이사항 없음	

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검· 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
4	2014.12 (정밀점검)	우리기술(주)	B	- 외관조사결과 박리/박락/열화, 균열/누수, 옥상 방수층 박리/들뜸, 균열/백태 등이 조사됨 - 내구성 조사결과, 현재 설계기준에 대체로 부합한 양호한 상태임 - 상태평가 : 토목구조물(a등급-3개소, b등급-3개), 건축구조물(a등급-0개소, b등급-10개소)로 분석됨 - 종합평가 평가결과 B등급으로 내구성 증진을 위해 일부 보수가 필요한 상태임 - 약품 투입동 약품 누수에 의한 콘크리트 열화(박리/박락)과 도장박리 및 오염에 대해서는 즉각적인 배관 보수 및 콘크리트 단면보수가 필요한 상태이며 그 외 손상에 대해서도 지속적인 유지관리가 요구됨	
5	2014.05 (정기점검)	자체수행	양호	- 관리동, 유입펌프장의 외부는 공용기간 증가 및 온도변화 등에 의한 마감균열, 열화 등이 발생되었으며, 옥상층 투광창 이음부의 강우에 의한 누수흔적 및 백태가 발생됨. 이는 마감재 손상으로 보수보강 계획 수립이 필요 - 지하층은 건조수축 등에 의한 균열이 국부적으로 확인, 일부구간에서 균열부 지하수 유입에 의한 백태가 발생되어 구조물의 내구성 확보를 위한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단됨	
6	2013.12 (정기점검)	자체수행	양호	- 관리동, 유입펌프장의 지상층 및 외부는 공용기간 증가 및 온도변화 등에 의한 마감균열, 열화 등이 발생되었으며, 옥상층 투광창 이음부의 강우에 의한 누수흔적 및 백태가 발생됨. 이는 마감재 손상으로 보수보강 계획 수립이 필요 - 지하층은 건조수축 등에 의한 균열이 국부적으로 확인, 일부구간에서 균열부 지하수 유입에 의한 백태가 발생되어 구조물의 내구성 확보를 위한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단됨	

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검 · 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
7	2013.01 (정밀점검)	(주)모아테크	B	- 현재 증설공사 중인 시설을 제외한 처리 및 관리동, 유입펌프장의 지상층 및 외부는 공용기간 증가 및 온도변화 등에 의한 마감균열, 열화 등이 발생되었으며 옥상층 투광창 이음부 우수유입으로 인한 지상2층 보(Girder)에 누수흔적 및 백태가 전반적으로 발생된 것으로 조사되었으나, 건축시설물의 주부재 및 하중을 지지하는 부재의 손상이 아닌 대부분 마감재 손상으로 추후 점검을 통한 유지관리방안을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨 - 지하층은 건조수축 등에 의한 균열이 국부적으로 확인되었으며 일부구간에서 균열부 지하수 유입에 의한 백태가 발생되어 구조물의 내구성 확보를 위한 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단됨	
8	2012.06 (정기점검)	자체수행	양호	- 전회 점검시 발견된 시설물 벽체, 슬래브에서 균열 및 누수발생 (시설동 지상2층 슬래브부위에서 누수발생 흔적 등)으로 적절한 보수조치가 필요	
9	2011.12 (정기점검)	자체수행	양호	- 시설물 벽체, 슬래브에서 균열 및 누수발생 (시설동 지상2층 슬래브부위에서 누수발생 흔적 등)으로 적절한 보수조치가 필요	
10	2011.02 (정기점검)	(주)에스엔에스 구조안전기술원	양호	- 점검결과 일부 시설물 벽체, 슬래브에서 균열 및 누수가 추가 발생하였으며 발생한 균열은 대부분 허용기준치(폭 0.3mm) 이내인 것으로 확인되었으며 처리 및 관리동 지상2층 슬래브하-보에서 누수흔적이 다수 발생하여 적절한 보수를 실시함이 좋겠음 - 전회 점검 시 발생한 이질재간에 이음부 균열, 방수층 손상에 의한 누수 및 백화, 온도변화에 의한 수축 균열은 변위가 없는 것으로 조사되었음 - 발생한 균열 및 누수에 대해서는 주기적인 관찰 및 적기에 보수 조치가 필요할 것으로 사료됨	
11	2010.11 (정밀점검)	플러스테라 주식회사	B	- 철거예정중인 토목 및 건축 구조물을 제외한 처리 및 관리동, 유입펌프장, 제수변실에 대해 조사를 실시하였으며 전반적으로 보수가 완료된 양호한 상태이나 국부적으로 기 손상 부위인 균열, 2층채광창을 통한 누수 및 백태 등이 조사됨	
12	2010.08 (정기점검)	자체수행	보통	- 관리동 : 벽체 일부분 균열 및 접합부 이격 - 유입펌프동 : 벽체 및 슬래브 일부분 균열,도장 탈락 등	

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검 · 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
13	2010.02 (정기점검)	(주)에스엔에스 구조안전기술원	양호	- 점검결과 구조안전상에 문제가 될만한 결함은 발생되지 않은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었고 일부 벽체, 슬래브에서 균열 및 누수가 발생하였으며, 이질재간에 이음부 균열, 방수층 손상에 의한 누수 및 백화, 온도변화에 의한 수축균열이 미세하게 발생한 것으로 확인됨 - 관리동, 탈수 및 펌프실, 창고동 벽체에서 대부분 허용기준치(폭 0.3mm)를 초과하는 균열이 발생하였으나 2차 증설공사 예정으로 철거예정인 것으로 확인되었으며 처리 및 관리동 외부 드라이비트 노후에 따른 균열 및 오염 등으로 개선 공사가 필요할 것으로 사료됨	
14	2009.08 (정기점검)	자체수행	보통	- 유입펌프장 1층 벽체에 수직, 수평균열 수개소 발생	
15	2009.02 (정기점검)	자체수행	보통	- 전반적으로 상태 양호하며 누수부 3개소, 균열부위 50m발생됨	
16	2008.11 (정밀점검)	태화건설(주)	B	- 처리 및 관리동 지하 균열, 백태 등의 손상은 보수가 요망되나 일부 균열, 백태등의 손상은 전반적으로 양호한 상태임	
17	2008.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 탈수동슬래브철근노출로 인한부식 - 처리동 지하, 지상층 벽체균열 - 옥상방수층 균열	
18	2007.09 (정기점검)	자체수행	양호	- 제어반실,식당부 누수(옥상누수) 및 외부마감재 드라이비트등의 파손이 조사	
19	2007.03 (정기점검)	자체수행	보통	- 관리동 벽체균열 10개소 발생, 관리동2,3층 옥상균열 발생,드라이비트 파손이 조사됨	
20	2006.12 (정밀점검)	(재)한국건설 품질연구원	B	- 유입펌프장의 도색박락, 최종침전지 균열, 포기조 시공이음부 국부적파손이 조사됨. 탈수펌프동의 이질접합부 이격, 조적균열, 창고동 내력벽 균열이 조사됨	
21	2006.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
22	2005.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
23	2005.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
24	2004.10 (정밀점검)	(사)대한산업 안전협회	B	- 일부 구조물 보조부재의 경미한 결함이 발생되었으나 기능발휘는 지장이 없는 것으로 나타남	

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검 · 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
25	2004.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
26	2003.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 관리동 2층 투광창 누수발생	
27	2003.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 유입펌프장 천장 페인트 훼손	
28	2002.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
29	2002.06 (정밀점검)	자체수행	A	- 상태 양호함	
30	2002.04 (정기점검)	자체수행	양호	- 탈수동 케익호퍼 셔터 감김상태 불량	
31	2001.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
32	2001.04 (정기점검)	자체수행	양호	- 옥상바닥 에폭시 박리현상에 의한 누수발생	
33	2000.03 (정밀점검)	자체수행	A	- 상태 양호함	

■ 전차 보고서(2014년 12월) 요약문

1 종합평가 및 안전등급 지정

- 종합평가지수 4.46 (B등급)
- 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태

2 종합결론

- 현재 광동 공공하수처리시설은 B등급으로 현재 구조물의 안전성에 문제가 되는 손상은 없는 상태이나, 내구성 확보를 위해 $cw=0.3\text{mm}$ 이상 균열, 철근노출, 배수로 이물질 퇴적, 박리/박락 등에 대해서는 적절한 보수대책이 필요할 것으로 판단된다.
- 또한, 그 외 발생한 손상에 대해서도 주기적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 본 구조물의 공용 중의 문제는 없을 것으로 판단된다.

3 내구성 시험결과

구 분	내구성 조사 결과				평가 의견
콘크리트 압축강도	시험 종류		측정결과 (MPa)		· 설계기준강도 상회 (양호)
			토목구조물	건축구조물	
	반발경도시험		25.0~32.5	24.2~29.1	
	설계기준강도		24.0	24.0	
철근 탐사	철근종류		측정 (mm)		· 철근배근 간격 일률적 · 최소 피복두께 만족
			배근	피복	
	토목구조물	수직(중)	118~213	150~206	
		수평(횡)	40~134	61~165	
	건축구조물	수직(중)	195~223	40~70	
		수평(횡)	213~214	54~110	
탄산화 시험	부 재	탄산화깊이 (mm)	설계 피복두께 (mm)	잔여깊이 (mm)	· a등급 : 탄산화에 의한 부식 발생 우려 없음
	토목구조물	7.9~12.3	70.0~115.0	62.1~102.7	
	건축구조물	5.9	54.0	48.1	

4 외관조사 결과

결함발생 부재		상태 평가	결함종류	보수·보강(안)
토목 구조물	처리동 및 관리동 (지하)	b	cw=0.3mm이상 균열 미세균열, 균열/백태 배수로 이물질 퇴적, 누수흔적	주입보수 청 소
	유입펌프장	b	철근노출, 미세균열 콘크리트 파손, 공동	단면보수(방청)
건축 구조물	처리 장 / 관 리 동	b	외부 마감 균열/망상균열/백태/파손 채광창 누수	채광창 교체
	지상2층, 지하1층		cw=0.3mm이상 균열, 박리/박락 백태, 미세균열 마감 균열, 마감균열/백태, 누수흔적	주입보수, 단면보수
	유입펌프장	b	마감 균열/파손, 누수흔적/도장박리	-
	충인 처리시설	b	cw=0.3mm이상 균열, 마감 망상균열/파손	주입보수
	기전설비	a	상태양호	-

5 보수·보강 개략공사비

<표> 2순위 개략공사비

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
처리동 및 관리동	cw=0.3mm이상 균열 (벽체)	주입보수	24.0	m	28.8	m	110	3,168
	cw=0.3mm이상 균열 (바닥)	주입보수	17.0	m	20.4	m	110	2,244
	배수로 이물질 퇴적	청 소	5.0	m ²	1	식	10	10
	박리/박락	단면보수	0.12	m ²	0.2	m ²	200	40
	천장 누수흔적	채광창 교체	24.95	m ²	1	식	15,000	15,000
유입펌프	철근노출	단면보수(방청)	0.03	m ²	0.1	m ²	250	25
충인처리	cw=0.3mm이상 균열 (바닥)	주입보수	0.5	m	0.6	m	110	66
순공사비			20,553,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			10,277,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			30,830,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 3순위 개략공사비

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
처리동 및 관리동	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	39.7	m	4.8	m	50	240
	균열/백태	표면보수	22.0	m	2.6	m	50	130
	백태	표면보수	0.04	m ²	0.1	m ²	50	5
순공사비			375,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			187,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			562,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 개략공사비 합계

구 분	공사비
1순위	-
2순위	30,830,000
3순위	562,000
총 계	31,392,000

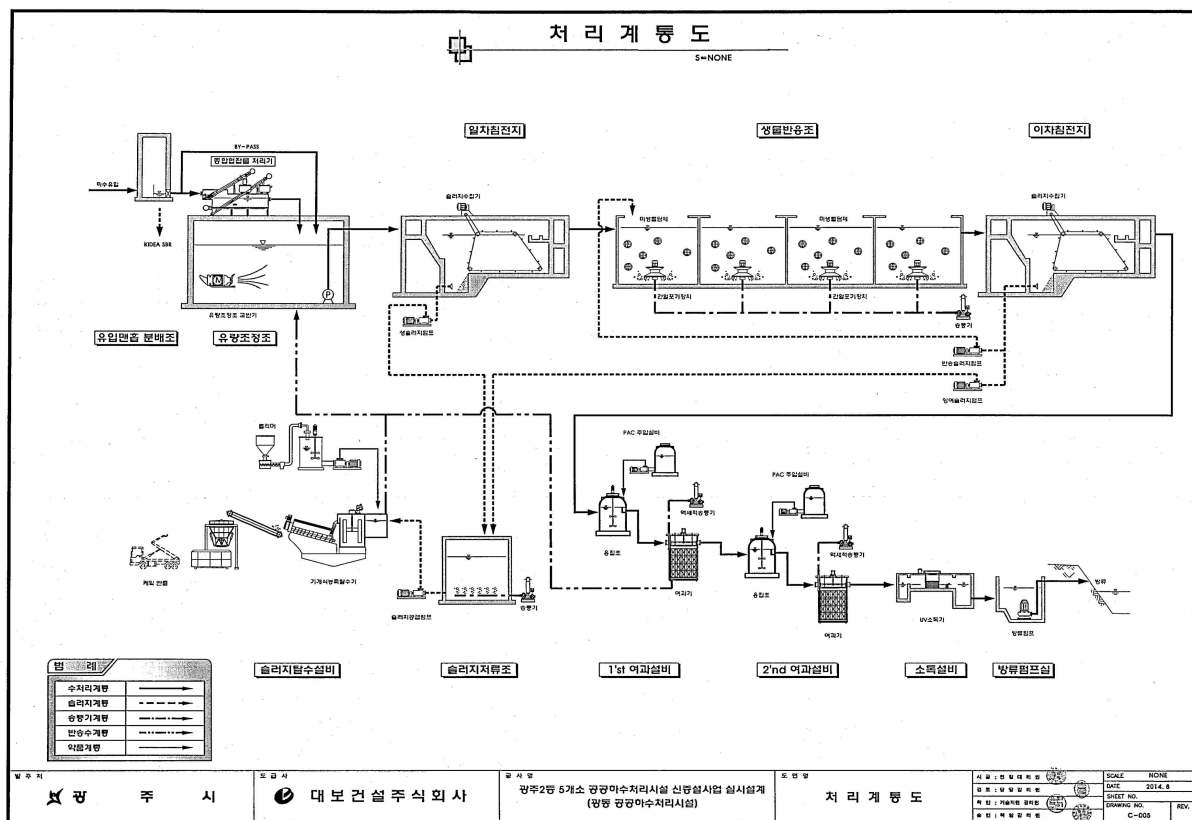
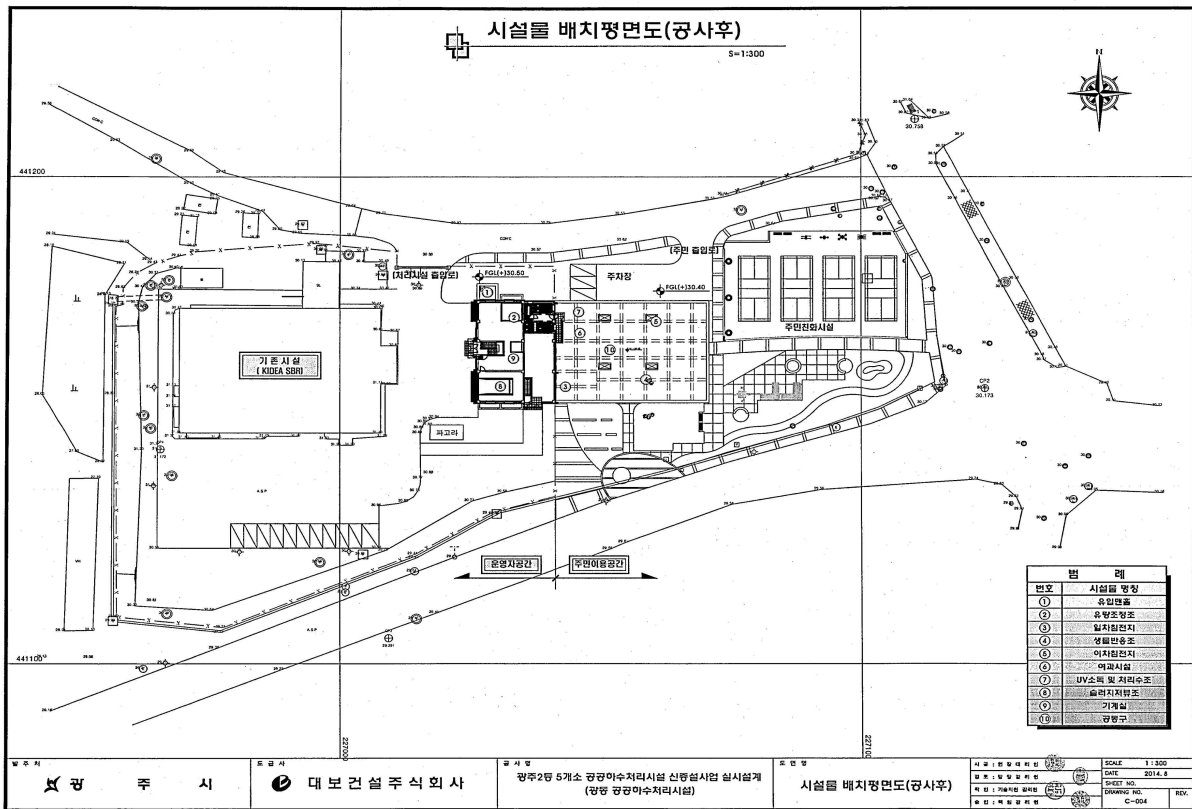
2.4 보수·보강 이력

NO	기간	공사 구분	시공자	보수·보강 사항	금액 (천 원)	비고
1	2011.07.22 ~ 2014.08.11	보수	대보건설(주)	DeNiPho 처리방식으로 현 하수처리장 옆 추가증설	7,026	
2	2004.12.31 ~ 2005.01.12	보수	광주알미늄	관리동 2층 창호 개보수 공사	-	

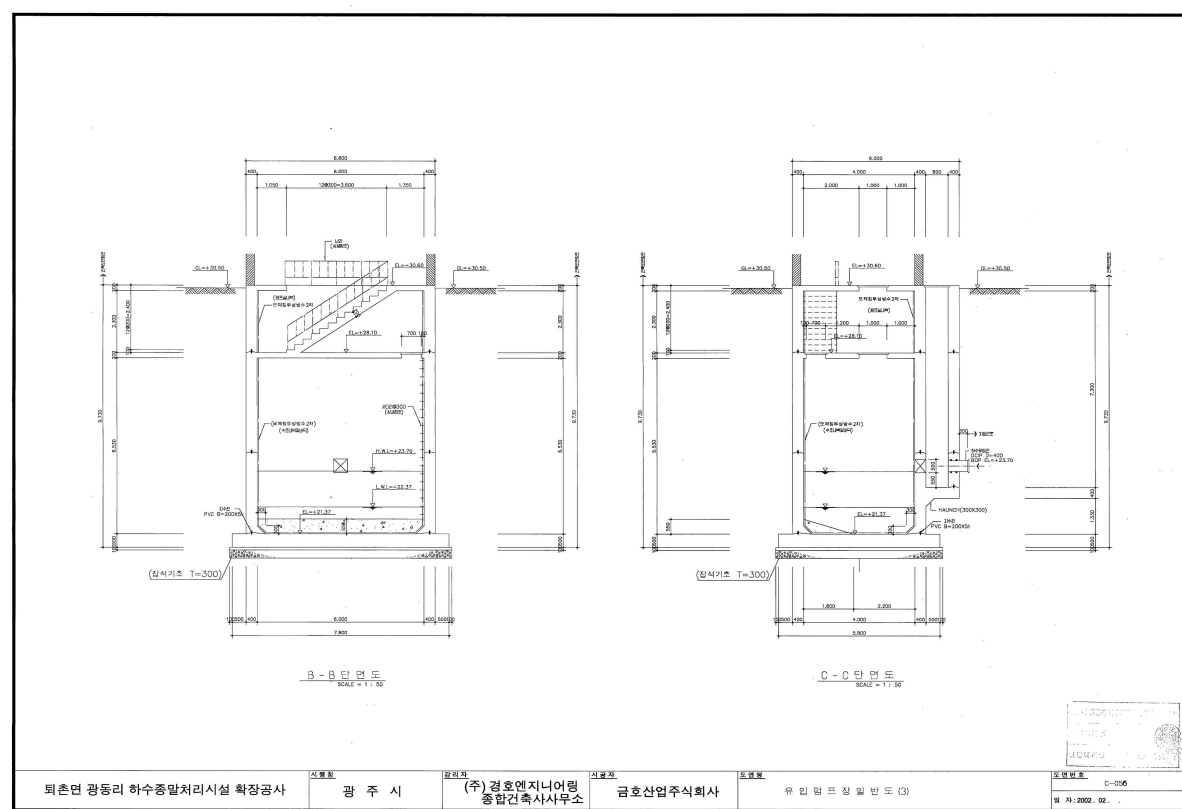
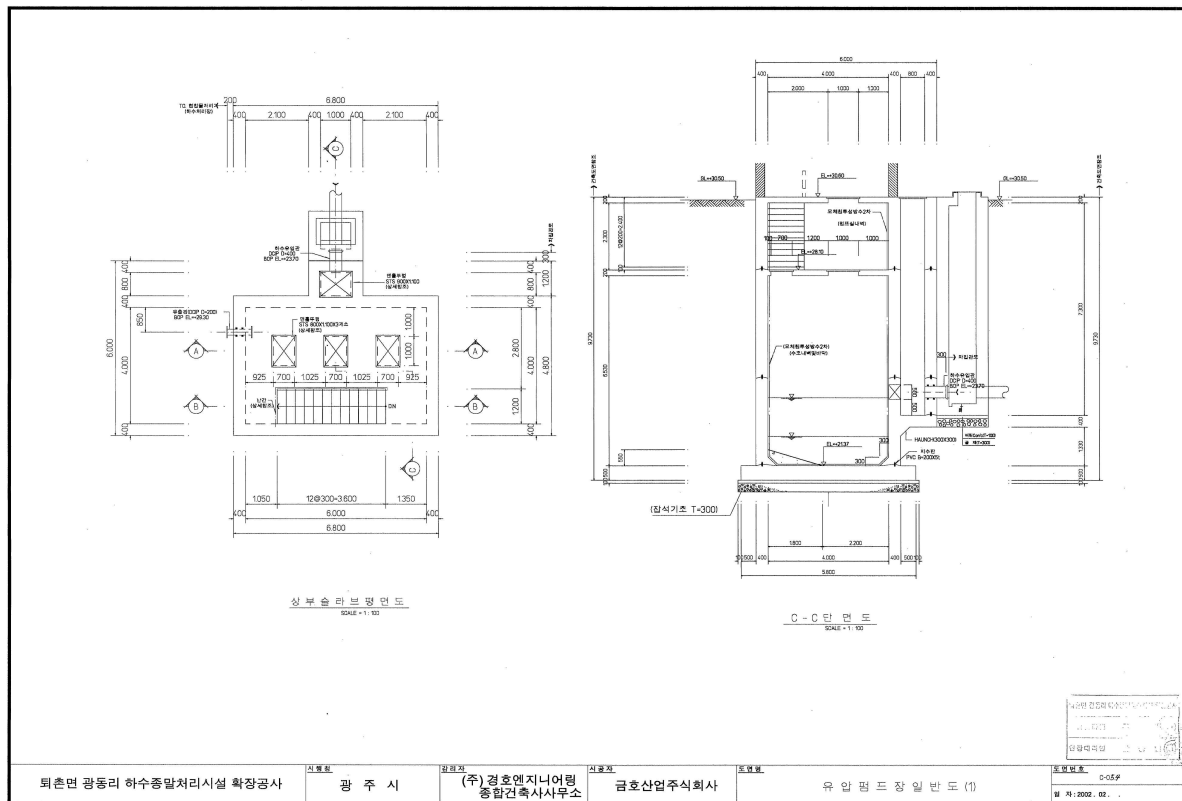
2.5 내진설계 여부

- 2006년 03월 구조계산서 검토결과 내진설계가 반영됨

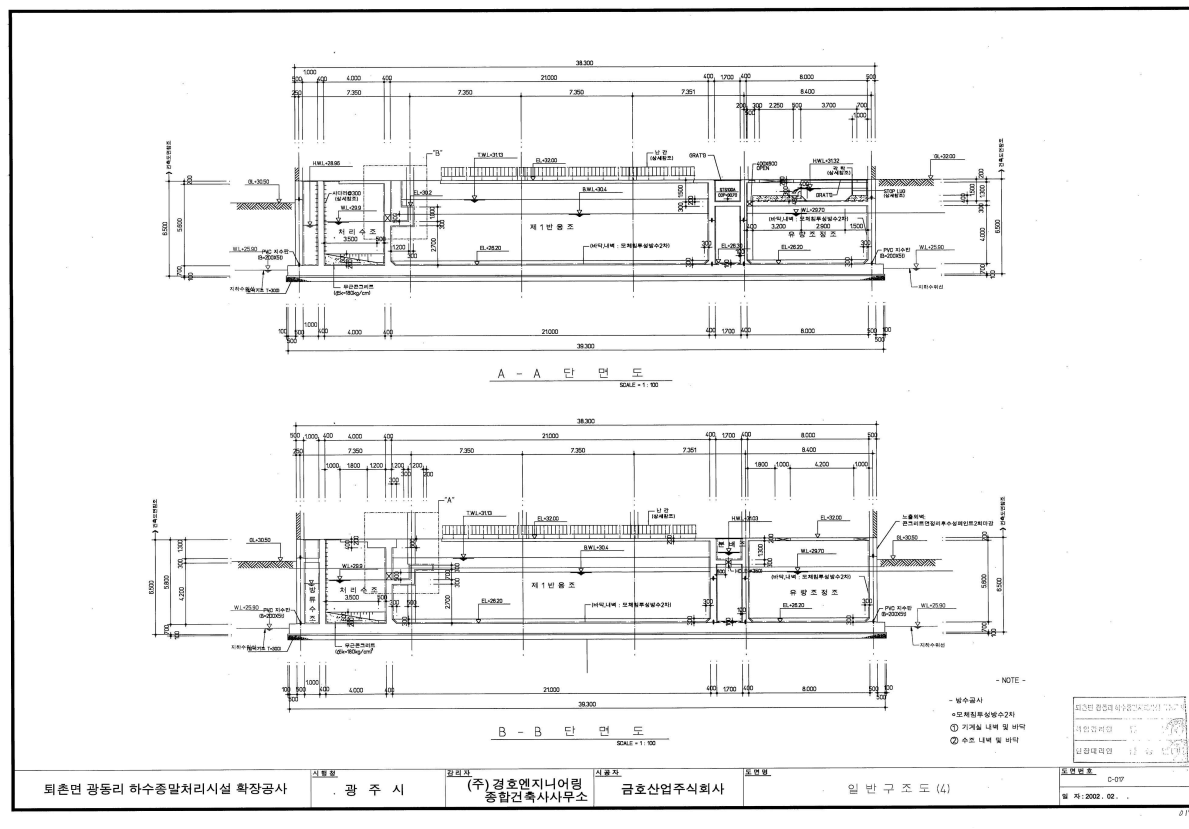
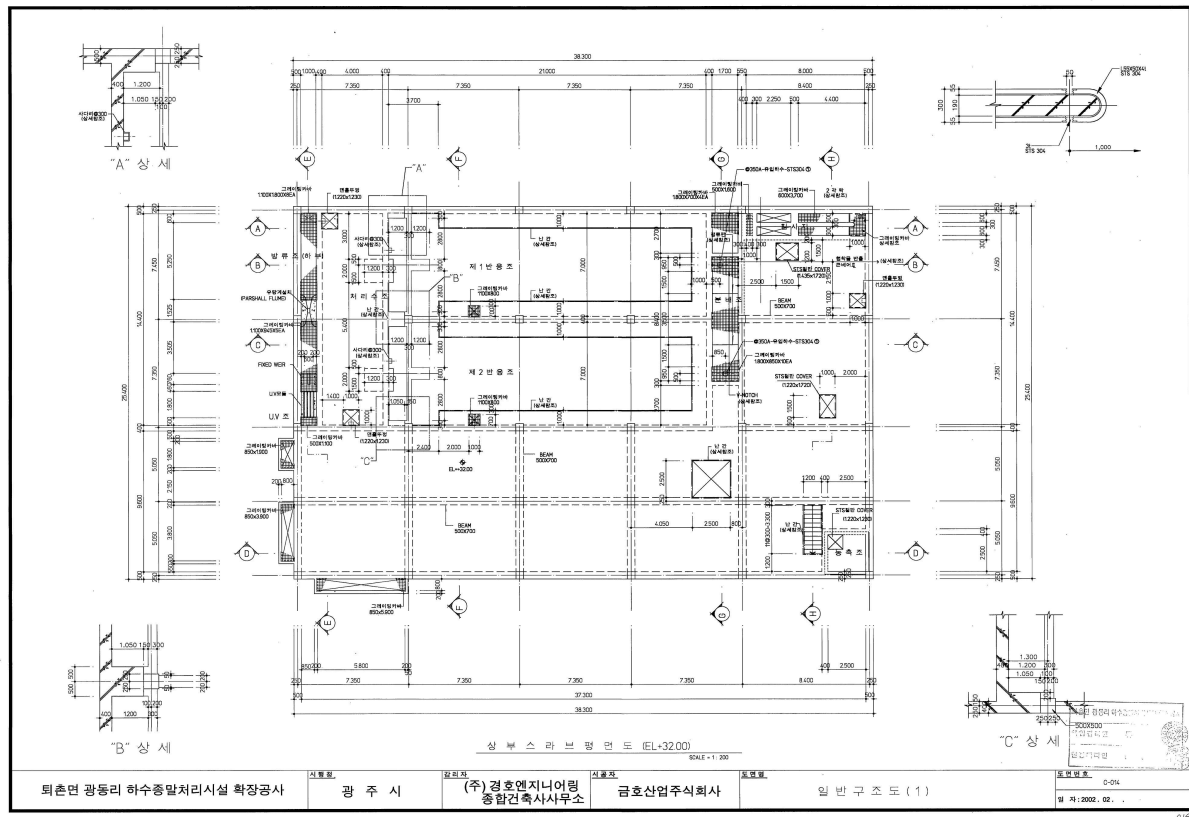
6.2 지진서 1) 지반탄성계수의 산정 ※ 모래(매립층) ① 기능수행 수준 - Vo (초기상태 전단파 속도) = 166.4 m/sec - Vs (기능수행수준의 전단파 속도) = $0.8 \times Vo = 0.8 \times 166.4 = 133.1 \text{ m/sec}$ - Gd (전단탄성계수) = $w / g \times Vs^2$ (w : 흙의 단위중량, g : 중력계수) = $20 / 9.81 \times 133.1^2 = 36117 \text{ kN/m}^2$ - Ed (탄성계수) = $2 \times (1 + \nu) \times Gd$ (ν : 흙의 포아송 비) = $2 \times (1 + 0.4) \times 36117 = 101127.6 \text{ kN/m}^2$ ② 붕괴방지 수준 - Vo (초기상태 전단파 속도) = 166.4 m/sec - Vs (기능수행수준의 전단파 속도) = $0.5 \times Vo = 0.5 \times 166.4 = 83.2 \text{ m/sec}$ - Gd (전단탄성계수) = $w / g \times Vs^2$ (w : 흙의 단위중량, g : 중력계수) = $20 / 9.81 \times 83.2^2 = 14113 \text{ kN/m}^2$ - Ed (탄성계수) = $2 \times (1 + \nu) \times Gd$ (ν : 흙의 포아송 비) = $2 \times (1 + 0.4) \times 14113 = 39516.4 \text{ kN/m}^2$ ※ 모래(중적층) ① 기능수행 수준 - Vo (초기상태 전단파 속도) = 294.7 m/sec - Vs (기능수행수준의 전단파 속도) = $0.8 \times Vo = 0.8 \times 294.7 = 235.8 \text{ m/sec}$ - Gd (전단탄성계수) = $w / g \times Vs^2$ (w : 흙의 단위중량, g : 중력계수) = $20 / 9.81 \times 235.8^2 = 113357 \text{ kN/m}^2$ - Ed (탄성계수) = $2 \times (1 + \nu) \times Gd$ (ν : 흙의 포아송 비) = $2 \times (1 + 0.4) \times 113357 = 317399.6 \text{ kN/m}^2$ ② 붕괴방지 수준 - Vo (초기상태 전단파 속도) = 294.7 m/sec - Vs (기능수행수준의 전단파 속도) = $0.5 \times Vo = 0.5 \times 294.7 = 147.4 \text{ m/sec}$ - Gd (전단탄성계수) = $w / g \times Vs^2$ (w : 흙의 단위중량, g : 중력계수) = $20 / 9.81 \times 147.4^2 = 44295 \text{ kN/m}^2$ - Ed (탄성계수) = $2 \times (1 + \nu) \times Gd$ (ν : 흙의 포아송 비) = $2 \times (1 + 0.4) \times 44295 = 124026 \text{ kN/m}^2$ ※ 풍화암 ① 기능수행 수준 - Vo (초기상태 전단파 속도) = 294.7 m/sec - Vs (기능수행수준의 전단파 속도) = $0.8 \times Vo = 0.8 \times 294.7 = 235.8 \text{ m/sec}$ - Gd (전단탄성계수) = $w / g \times Vs^2$ (w : 흙의 단위중량, g : 중력계수) = $20 / 9.81 \times 235.8^2 = 113357 \text{ kN/m}^2$ - Ed (탄성계수) = $2 \times (1 + \nu) \times Gd$ (ν : 흙의 포아송 비) = $2 \times (1 + 0.4) \times 113357 = 317399.6 \text{ kN/m}^2$	② 붕괴방지 수준 - Vo (초기상태 전단파 속도) = 294.7 m/sec - Vs (기능수행수준의 전단파 속도) = $0.5 \times Vo = 0.5 \times 294.7 = 147.4 \text{ m/sec}$ - Gd (전단탄성계수) = $w / g \times Vs^2$ (w : 흙의 단위중량, g : 중력계수) = $20 / 9.81 \times 147.4^2 = 44295 \text{ kN/m}^2$ - Ed (탄성계수) = $2 \times (1 + \nu) \times Gd$ (ν : 흙의 포아송 비) = $2 \times (1 + 0.4) \times 44295 = 124026 \text{ kN/m}^2$ ※ 연암 ① 기능수행 수준 - Vo (초기상태 전단파 속도) = 294.7 m/sec - Vs (기능수행수준의 전단파 속도) = $0.8 \times Vo = 0.8 \times 294.7 = 235.8 \text{ m/sec}$ - Gd (전단탄성계수) = $w / g \times Vs^2$ (w : 흙의 단위중량, g : 중력계수) = $20 / 9.81 \times 235.8^2 = 113357 \text{ kN/m}^2$ - Ed (탄성계수) = $2 \times (1 + \nu) \times Gd$ (ν : 흙의 포아송 비) = $2 \times (1 + 0.4) \times 113357 = 317399.6 \text{ kN/m}^2$ ② 붕괴방지 수준 - Vo (초기상태 전단파 속도) = 294.7 m/sec - Vs (기능수행수준의 전단파 속도) = $0.5 \times Vo = 0.5 \times 294.7 = 147.4 \text{ m/sec}$ - Gd (전단탄성계수) = $w / g \times Vs^2$ (w : 흙의 단위중량, g : 중력계수) = $20 / 9.81 \times 147.4^2 = 44295 \text{ kN/m}^2$ - Ed (탄성계수) = $2 \times (1 + \nu) \times Gd$ (ν : 흙의 포아송 비) = $2 \times (1 + 0.4) \times 44295 = 124026 \text{ kN/m}^2$
--	--

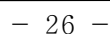


1) 유입펌프장



2) 하수처리시설(1차) 지하층



[illegible]

[illegible]

[illegible]