

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

2. 입지현황

■ 1개소 Q=14,000m³/일

1) 설계기준

① 설계수량 : 일최대하수량
 ② 형상 : 직사각형 또는 원형
 ③ 지수 : 2%이상
 ④ 유입수질 : 일최대 하수원에 대하여 25~40mg/l 이하
 ⑤ 침전시간 : 2~4시간(유입시 30분)
 ⑥ 침전부하 : 250m³/m²·일 이하
 ⑦ 유출수심 : 2.5~4.0m
 ⑧ 바닥고 : 40~60cm

2) 시설면적

① 형상 : 원형
 ② 구조(D+H×L) : (D)15.0m × (H)3.0m × L 2회

3) 설계조건

① 설계수량(m³/일)
 1개소 일최대하수량 14,000 m³/일

4) 시설계획 검토

① 유출 단면적(m²) : $\frac{\pi \times D^2}{4} \times L \times 2 = 401.9$

② 유출 단면적(m²·일) : $\frac{\text{설계수량}}{\text{유출단면적}} = \frac{14,000}{401.9} = 34.83 \Rightarrow 25 \sim 40 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일} \text{ OK}$

③ 유출단면적(m²) : $V = \text{유출단면적} \times \text{수심} = 1,205.6 \text{ m}^3$

④ 체류시간(hr) : $t = \frac{V \times 24 \text{ hr}}{\text{설계수량}} = \frac{1,205.6 \times 24}{14,000} = 2.07 \text{ hr} \Rightarrow 2 \sim 4 \text{ hr} \text{ OK}$

⑤ 바닥높이(m) : $50 \text{ m}/\text{L} \times 2 \times 2 = 100 \text{ m}$

⑥ 침전부하(m³/m²·일) : $\frac{\text{설계수량}}{\text{유출단면적}} = \frac{14,000}{401.9} = 34.83 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일} \Rightarrow \text{기준 : } 250 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일} \text{ OK}$

■ 2개소 Q=11,000m³/일

1) 설계기준

① 설계수량 : 일최대하수량
 ② 형상 : 직사각형 또는 원형
 ③ 지수 : 2%이상
 ④ 유입수질 : 일최대 하수원에 대하여 25~40mg/l 이하
 ⑤ 침전시간 : 2~4시간(유입시 30분)
 ⑥ 침전부하 : 250m³/m²·일 이하
 ⑦ 유출수심 : 2.5~4.0m
 ⑧ 바닥고 : 40~60cm

2) 시설면적

① 형상 : 원형
 ② 구조(D+H×L) : (D)15.5m × (H)3.0m × L 2회

3) 설계조건

① 설계수량(m³/일)
 2개소 일최대하수량 11,000 m³/일

4) 시설계획 검토

① 유출 단면적(m²) : $\frac{\pi \times D^2}{4} \times L \times 2 = 377.2$

② 유출 단면적(m²·일) : $\frac{\text{설계수량}}{\text{유출단면적}} = \frac{11,000}{377.2} = 29.16 \Rightarrow 25 \sim 40 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일} \text{ OK}$

③ 유출단면적(m²) : $V = \text{유출단면적} \times \text{수심} = 1,131.6 \text{ m}^3$

④ 체류시간(hr) : $t = \frac{V \times 24 \text{ hr}}{\text{설계수량}} = \frac{1,131.6 \times 24}{11,000} = 2.47 \text{ hr} \Rightarrow 2 \sim 4 \text{ hr} \text{ OK}$

⑤ 바닥높이(m) : $48.67 \text{ m}/\text{L} \times 2 \times 2 = 97.34 \text{ m}$

⑥ 침전부하(m³/m²·일) : $\frac{\text{설계수량}}{\text{유출단면적}} = \frac{11,000}{377.2} = 29.16 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일} \Rightarrow \text{기준 : } 250 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일} \text{ OK}$

<표 5-3>

국내의 각종 설계기준

구분	단위	한국기준	일본기준	미국기준	For-Dempko공법 (Kriger-G)	본 계획특성
조기침하지	m/d	우천시 하수량	우천시 하수량	시간최대하수량	우천시, 시간최대	우천시, 시간최대
침하수량	m ³ /d	1~3	1~3	2~5	우천시 : 3이상	우천시 : 3이상
침하시간	min				시간최대: 7이상	시간최대: 7이상
유출수량	m	2~3	2~4	2~5	2~5	2~5
2차 : 폭		1.1~1.5	5.1~2.5	1.1~1.5	1.1~1.5	1.1~1.5
2차 : 폭		3.1~5.1	0.3~0.78	2.51~5.1	2.51~5.1	2.51~5.1
조기침하지	m ³ /min	0.016~0.033	0.27~0.74	0.023~0.025	0.023~0.025	0.023~0.025
침하수량	cm	바닥에서 60이상	바닥에서 60이상	바닥에서 60	바닥에서 60	바닥에서 60이상
침하수량	m ³ /d	-	-	-	일평균 하수량	일평균 하수량
침하수량	min/20	-	-	-	4~5	4~5
침하수량	조/제일당	-	-	-	2	2
침하수량	m/d	-	-	-	일평균 하수량	일평균 하수량
침하수량	min/20	-	-	-	45이상	45이상
침하수량	조/제일당	-	-	-	2이상	2이상
침하수량	kg/kg	0.05~0.06	0.03~0.07	0.05~0.15	0.03~0.10	0.03~0.10
MLSS농도	mg/l	3,000~5,000	2,500~5,000	3,000~6,000	4,000~5,000	4,000~5,000
슬러지반송율	%	50~100	100~200	75~150	0~100	0~100
침하시간	시간	24~48	24~36	18~36	12~24	12~24
SRT	일	-	15~50	-	25이상	25이상
침하수속	mg-N/MLSS·시	-	0.2~0.7	-	-	-
침하수속	mg-N/MLSS·시	-	0.1~0.4	-	-	-
침하수속	m/sec	0.25~0.35	0.25(0.1이상)	-	-	-
침하수속	m	7.5	2~6	-	-	-
침하수속	m	-	1~3(최대5)	-	-	-
침하수속	kg-O ₂ /kgBOD	1.0~1.4	1.8~2.2	-	-	-

<표 5-3> 계 속

구분	단위	한국기준	일본기준	미국기준	For-Dempko공법 (Kriger-G)	본 계획특성
조기침하지	m/d	우천시 하수량	우천시 하수량	시간최대하수량	우천시, 시간최대	우천시, 시간최대
침하수량	m ³ /d	1~3	1~3	2~5	우천시 : 3이상	우천시 : 3이상
침하시간	min				시간최대: 7이상	시간최대: 7이상
유출수량	m	2~3	2~4	2~5	2~5	2~5
2차 : 폭		1.1~1.5	5.1~2.5	1.1~1.5	1.1~1.5	1.1~1.5
2차 : 폭		3.1~5.1	0.3~0.78	2.51~5.1	2.51~5.1	2.51~5.1
조기침하지	m ³ /min	0.016~0.033	0.27~0.74	0.023~0.025	0.023~0.025	0.023~0.025
침하수량	cm	바닥에서 60이상	바닥에서 60이상	바닥에서 60	바닥에서 60	바닥에서 60이상
침하수량	m ³ /d	-	-	-	일평균 하수량	일평균 하수량
침하수량	min/20	-	-	-	4~5	4~5
침하수량	조/제일당	-	-	-	2	2
침하수량	m/d	-	-	-	일평균 하수량	일평균 하수량
침하수량	min/20	-	-	-	45이상	45이상
침하수량	조/제일당	-	-	-	2이상	2이상
침하수량	kg/kg	0.05~0.06	0.03~0.07	0.05~0.15	0.03~0.10	0.03~0.10
MLSS농도	mg/l	3,000~5,000	2,500~5,000	3,000~6,000	4,000~5,000	4,000~5,000
슬러지반송율	%	50~100	100~200	75~150	0~100	0~100
침하시간	시간	24~48	24~36	18~36	12~24	12~24
SRT	일	-	15~50	-	25이상	25이상
침하수속	mg-N/MLSS·시	-	0.2~0.7	-	-	-
침하수속	mg-N/MLSS·시	-	0.1~0.4	-	-	-
침하수속	m/sec	0.25~0.35	0.25(0.1이상)	-	-	-
침하수속	m	7.5	2~6	-	-	-
침하수속	m	-	1~3(최대5)	-	-	-
침하수속	kg-O ₂ /kgBOD	1.0~1.4	1.8~2.2	-	-	-

자료: 1) "WASTEWATER TREATMENT PLANT DESIGN", MOP 8(의) WPCF, 1977)

2) "WASTEWATER ENGINEERING (의) METCALF & EDDY INC., 1979)

3) "하수도 시설계획·설계지침의 해설" (일본하수도협회, 1994)

4) 저지령의 설계연습(일본 하수도사업단, 1985)

5) OXIDATION DITCH법 설계지침(안), 일본하수도사업단 업무보급회, 1987

6) "하수도시설기준"(한국 건설부, 1992. 10)

7) Design of Municipal Wastewater Treatment Plants(1992)

- 301 -

2.2.2 구조계산서

가. 토목

1.0 설계기준

1.1 상하수도 구조물 설계 특기사항

상하수도 구조물은 일반 철근콘크리트 구조물의 용도에 비하여 특이한 문제점을 내포하고 있다. 즉, 일반 용도의 철근콘크리트는 강도 및 안전도만이 특히 중요시되고 있으나 상하수도구조물에서는 사용성(Serviceability), 균열, 내구성 및 수밀성 등이 동시에 요구되고 있으므로 상하수도구조물의 콘크리트는 콘크리트부재의 균열에 의한 외부로부터의 오염 가능성 혹은 역침에 의한 부식 가능성을 최소화하여야 한다.

1.2 적용기준

구분	적용기준 및 규격
국내	- 콘크리트 구조설계기준(2003) : 한국콘크리트학회 (건설교통부) - 콘크리트 보강시방서(2003) : 한국콘크리트학회 (건설교통부) - 도로교설계기준(2003) : 한국도로교통협회 - 하수도 시설기준 (1998) : 환경부 - 구조물 기초설계기준(1997) : 한국지반공학회 - 지중구조물의 내진설계(1999) : 한국지진공학회 - 상수도시설 내진설계기준 미원을 위한연구(1998) : 환경부 - 방탄 및 방화설계기준(2003) : 국방안전부
국외	- American Concrete Institute(ACI) - American Institute of Construction (AISC) - British Standard Code(BS) - 미국 PCA회 : Concrete Information

1.3 사용재료

구분	항목	적용	비고
콘크리트	설계기준강도	$f_c = 27 \text{ MPa}$	
	탄성계수	$E_c = 0.043 \times 10^4 \text{ MPa}$	
	Poisson's Ratio	0.17	
철근	선형탄성계수	$E_s = 1.0 \times 10^5 \text{ MPa}$	
	설계기준항복강도	$f_y = 300 \text{ MPa}$	
	탄성계수	$E_s = 200,000 \text{ MPa}$	
	Poisson's Ratio	-	
	선형탄성계수	$E = 1.0 \times 10^5 \text{ MPa}$	

여기서, p : 보압 (kN/m²)

k : 철근보압 또는 주동보압 계수
 q : 설계하중, 10 kN/m² 로 가정
 γ_1 : 흙의 단위중량 (지하수위 상측, 1,800 kg/m³)
 γ_{sat} : 흙의 단위중량 (지하수위 하측, 수중단위중량 = 1,000 kg/m³)
 γ_w : 물의 단위중량 (1,000 kg/m³)
 h_1 : 설계지반부터 지하수위면까지의 깊이 (m)
 h_2 : 지하수위면의 깊이 (m)

나) 지하수위의 영향이 없을 경우 : $p = k \times q + k \times \gamma_1 \times H$ H 는 지표에서 설계보압의 깊이임

도입 계수	주동 보압계수	$K_s = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$
	정지 보압계수	$K_s = 1 - \sin \phi$
	지진 시	Morand-Okabe의 지진도입계수 (K_{AE})
내부아암역점차력	토질시험 결과에 의함	

단수압

구분	적용	비고
정수압	$P_1 = \gamma_w \cdot h_1$	γ_w : 물의 단위중량 h_1 : 유체의 깊이 (m)
자동간극수압	$P_2 = \gamma_w \cdot h_2$	h_2 : 지하수위의 깊이 (m)

1.5 설계하중 및 하중조합

1) 소요강도 - 하중계수와 허용강도 (강도설계법)

조 건	적용
고정하중(D)과 활하중(L)이 작용하는 경우	$U = 1.4D + 1.7L$
고정하중(D)과 활하중(L) 및 풍하중(W)이 작용하는 경우	$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.7W)$
토, 고정하중과 풍하중의 재하조건이 서로 상충되는 경우	$U = 0.9D + 1.3W$
고정하중(D)과 활하중(L) 및 지진하중(E)이 작용하는 경우	$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.8E)$
토, 고정하중과 지진하중의 재하조건이 서로 상충되는 경우	$U = 0.9D + 1.4E$
고정하중(D)과 활하중(L), 동압력 보압과 지하수압이 작용하는 경우	$U = 1.4D + 1.7L + 1.8H$ $U = 0.9D + 1.8H$
고정하중(D)이 도상하의 효과를 감소시키는 경우	$U = 0.9D + 1.7L + 1.8H$
고정하중(D)과 활하중(L), 유체압이 작용하는 경우	$U = 1.4D + 1.7L + 1.5F$
고정하중(D)과 활하중(L) 그리고 부동침하, 크리프, 건조수축 또는 온도변화 등이 작용하는 경우(가)	$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.5T)$ $U = 1.4D + 1.5T$

※ 지하구조물과 같이 고정하중이 지배적인 구조물은 1.4D의 0대신 1.0을 적용한다

1.4 적용하중

1) 재료의 단위중량

재료명	단위중량 (kg/m ³)	재료명	단위중량 (kg/m ³)
철근콘크리트	2,500	갈 미 논	2,800
프리스트레스트	2,500	사면토모리	2,150
콘크리트	2,350	목재	800
강재	7,850	역청제(방수용)	1,100
주철	7,250	아스팔트포장	2,300

※ 상정하중이 명백한 것은 그 값을 사용한다.

2) 적재하중

구분	적재하중 (kN/m ²)	구분	적재하중 (kN/m ²)
지붕 (적설시)	2	전기실, 발전기실	10
복도, 계단, 환관	2.5	창고(가계)	10
기계실, 펌프실, 보일러실	10	자동차(자동차용차대)	12
수질실험실, 반입장	5	수처리설비(계측용병)	5

3) 활하중

구분	활하중 (kN/m ²)	구분	활하중 (kN/m ²)
지표면(하중)	10	기차하중(보도하중)	5

도로면 활하중 (DB-20에서, BCK 도로설계기준)			
도폭(m), H	도로면 활하중 (kN/m ²)	도폭(m), H	도로면 활하중 (kN/m ²)
1.0	51	5.0	15
1.5	39	6.0	15
2.0	29	7.0	15
2.5	17	8.0	12
3.0	15	9.0	11
4.0	15	10.0	9

4) 토압

본 과업 구조물은 지하 탱크 구조물로서 지하 벽체 및 바닥슬래브로 형성되어 구조 벽체는 보압 혹은 탱크내의 수압에 의하여 지배된다.

지하탱크가 바닥 및 상판슬래브에서 지지되어 흙입자의 수밀성이 없을 것으로 예상되는 구조물에 대한 설계 검토는 철근보압을 적용하여 계산하였으며 지하탱크가 바닥면 지지되어 상부에는 지지되지 않는 탱크에 대해서는 주동보압을 적용하여 계산하였다.

가) 흙에 따른 토압분포 (일반식) : $p = k \times q + k \times \gamma_1 \times h_1 + k \times \gamma_{sat} \times h_2 + \gamma_w \times h_2$ (분포하중)

$$P_{E1} = \frac{1}{2} K_s \cdot \gamma \cdot H^2, \quad P_{E2} = \frac{1}{2} K_s \cdot \gamma \cdot H^2 \text{ (집중하중)}$$

- 4 -

2) 설계강도 - 강도감소계수

부재 또는 하중의 종류	강도감소계수
철보멘트 또는 철보멘트와 축선장력이 모두 철근콘크리트 부재	0.85
동시에 작용하는 부재	프리스트레스드 콘크리트 부재
축선장력을 받는 부재	0.85
축선축력 또는 철보멘트와 축선축력이 동시에 작용하는 부재	나선철근으로 보강된 철근콘크리트 부재
	그 이외의 철근콘크리트 부재
전단력과 비틀림모멘트	0.80
콘크리트의 지압력	0.70
무근콘크리트의 철보멘트, 압축력, 전단력, 지압력	0.65

1.6 해석 모델링 및 사용 프로그램

1) 부재단면 검토

철보멘트 및 압축력을 받는 일반적인 콘크리트 부재에 대하여는 강도설계법에 의하여 검토하였으며 허용응력설계법에 의한 사용성을 검토한다.

2) FRAME 및 SKELETON 해석

본 과업 구조물 중에서 일정한 단면이 상당구간 연속되는 1방향성 구조물인 경우는 SAP2000에 의하여 FRAME 해석으로 철보멘트 및 전단력을 검토하였고 FRAME MODELING에 실제적으로 불완전한 2방향성 벽체나 슬래브의 경우에는 SAP2000에 의한 SKELETON 해석을 통하여 모멘트 및 전단력을 검토하였다.

3) 지반반력계수

구분	등가 스프링 지반	등가 등분포하중 지반
개요도		
특징	- 기초지반상대강성계수 또는 변형기하에 따른 비탄성계수 등의 정밀한 해석 - 기초지반의 지지조건(연속지반 반력계수)에 따라 적절한 Spring 계수를 선정 적용함으로써 기초지반 지반특성의 적절한 고려 가능	- 기초지반의 지지조건에 관계없이 상부 하중에 대해 지반반력이 일정한 것으로 가정 - 기초지반 지반의 특성을 반영하기 어려우며 형상이 복잡한 수구조물의 특성상 하중조건에 변화에 따라 지반반력을 계산해야 함
적용	○	
적용	기초지반의 지지조건을 등가 스프링계수로 치환하여 지반의 특성값을 반영하므로 상대적으로 정밀한 해석이 가능한 등가 스프링 지반 적용	

나. 건축

1. 설계기준

1.1 사용재료의 기준

본 구조물에 적용된 구조재료의 기준은 표1.1과 같다.

표1.1 사용재료의 기준

구분	설계기준	비고
콘크리트		
압축강도	$f_{ck} = 240 \text{ kgf/cm}^2$	
탄성계수	$E_c = 15000 \sqrt{f_{ck}} = 2.32 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$	
최대변형률	$\epsilon_s = 0.003$	
포아송비	$\mu = 0.167$	
열팽창계수	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$	
철근		
항복강도	$f_y = 4000 \text{ kgf/cm}^2$ (SD40)	KSD 3504
탄성계수	$E_s = 2.0 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$	
포아송비	$\mu = 0.3$	
열팽창계수	$\alpha = 1.2 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$	

1.2 설계하중

(1) 고정하중

사용된 건축재료의 단위중량은 표1.2와 같다.

표1.2 건축재료의 단위중량

(단위 : kgf/m^3)

재료명	중량	재료명	중량
물	1000	흙 (함수)	1800
강재	7850	모래 (함수)	2000
모르타	2000	자갈 (함수)	2100
벽돌	1900	경량콘크리트	1800
목재	700	무관콘크리트	2300
석재	2700	철근콘크리트	2400

$$V = (A \cdot l_c \cdot C / R) \times W$$

여기서, A = 지면계수

l_c = 중요도계수

C = 충격계수 ($C = S / (1.2 \sqrt{T})$)

$T = 0.0653(h)^{0.75}$: 철골구조 오프쇼울드

$T = 0.0731(h)^{0.75}$: 철근콘크리트 오프쇼울드 ◀

$T = 0.0488(h)^{0.75}$: 그외의 구조

(h : 밑면으로부터 최상층까지의 건축물과 높이(m))

B : 지진하중이 작용하는 방향의 밑면에서의 건축물 평면지수(m)

S = 지진계수

R = 반중수정계수

W = 건축물의 전 중량

1.3 구조안전성

(1) 설계기준에서의 안전규정

강도설계법 기준에서는 하중계수와 강도감소계수를 사용하여 구조안전성을 확보하도록 규정되어 있다. 여기에 사용되는 계수들의 값들은 일부 통계적인 자료에 의하여 결정된 것 도 있으나, 경험과 기술적인 판단 등이 많은 부분에서 고려되어 결정된 것이다. 기준에서는 구조물과 구조부재가 하중과 힘의 조합에 의하여 계산된 소요강도와 동등한 강도를 가지게 설계하도록 규정하고 있다. 이 규정은 강도설계법에서의 가장 기본적인 요구사항으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{설계강도} \geq \text{소요강도}$$

$$\phi R_n \geq U$$

여기서, R_n = 부재의 공칭강도

(2) 하중계수와 소요강도

1) 고정하중+활하중

$$U = 1.4D + 1.7L$$

2) 고정하중+활하중+풍하중

$$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.7W)$$

$$U = 0.90 + 1.3W$$

3) 고정하중+활하중+지진하중

$$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.8E)$$

$$U = 0.90 + 1.4E$$

4) 토압하중

$$U = 1.4D + 1.7L + 1.8H$$

$$U = 0.90 + 1.7L + 1.8H$$

5) 음재의 압력(P)

L이 포함된 하중에 1.5F를 추가

(2) 활하중

각 동의 "1.2 설계하중"을 참조하고, 기둥과 기조가 부담하는 활하중은 층수가 늘어남에 따른 부담면적이 작아짐에 따라 표1.3과 같이 감소계수를 적용한다.

표1.3 기둥과 기조의 활하중 감소계수

받치는 바닥의 수	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11이상
감소계수	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5

(3) 적설하중

건축물의 설계용 적설하중은 「건축물 하중기준 및 해설」에서 다음과 같이 규정하고 있다.

$$S_i = C_e \cdot C_{ex} \cdot C_s \cdot l_s \cdot S_o$$

여기서, S_i = 적설하중 (kgf/m^2)

C_e = 기본적설하중계수

C_{ex} = 노출계수

C_s = 온도계수

l_s = 중요도계수

S_o = 지상적설하중 (kgf/m^2)

(4) 풍하중

건축물에 작용하는 풍하중은 비람의 수압면적에 작용하는 풍압으로 설계용력에 유효 수압면적을 곱한 값으로 다음과 같다.

1) 구조골조용 풍하중 (W_e)

$$W_e = p_s \cdot A \quad (\text{kgf})$$

2) 지붕골조용 풍하중 (W_r)

$$W_r = p_r \cdot A \quad (\text{kgf})$$

여기서, p_s = 구조골조용 설계풍력 (kgf/m^2)

p_r = 지붕골조용 설계풍력 (kgf/m^2)

A = 유효 수압면적 (m^2)

(5) 지진하중

「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」에서는 지진력을 정적인 힘으로 평가하는 등가 정적해석을 적용하여 일면전단력과 층전단력을 산정하도록 규정하고 있는데, 이 규정에 의한 일면전단력 V은 다음과 같다.

6) 충격하중(II)

$$L_{대선} (L+I)$$

7) 적설하중(S)

$$L_{대선} (L+S)$$

8) 부등침하, 크리이프, 건조수축 또는 온도변화에 열함(T)

$$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.5T)$$

$$U = 1.4D + 1.5T$$

(3) 강도감소계수와 설계강도

1) 휨모멘트, 또는 휨모멘트와 축인장력이 동시에 작용

0.90

2) 축인장력

0.85

3) 축압축력 또는 휨모멘트와 축압축력이 동시에 작용

① 나선철근 규정에 따른 나선철근 보강부재

0.75

② 기타 철근콘크리트 부재

0.70

4) 전단력과 비틀림모멘트

0.85

5) 콘크리트의 지압

0.70

6) 무관콘크리트

0.65

2.2.3 토질조사보고서

광주, 도척, 남한산성 하수처리장 고도처리 기본 및 실시설계

3. 조사결과

3.1 지형 및 지질

3.1.1 지형

본 조사지역은 행정구역상 경기도 광주시 초월면 지월리, 도척면 궁평리 및 중부면 산성리 일원에 해당한다. 본 지역의 지형은 구릉성 산지를 이루고 있어 지형윤곽상 노년기 지형의 특성을 잘 나타내고 있으며, 북북동-남남서로 뻗고 있는 광주산맥과 그의 지맥 등의 산맥이 발달되어 있다.

- 산맥은 북동부에 경단산, 정암산(△403.3), 해협산(△531.3), 행자봉(△666.8), 남부에 정광산(△563), 태화산(△600), 양자산(△386)등이 이 위치하고 있다.
- 수계는 대체로 북류하여 한강으로 유입되는 경안천으로 하류부는 팔당댐에 의하여 하천유로에 따라 폭 1~2km의 호수를 이루고 있다.

3.1.2 지질

본 조사지역에 분포한 지질은 선캄브리아기의 호상편마암류와 이를 편입한 유라기의 화강암류, 그리고 제4기의 충적층으로 대별되어 구성되고 있다. 퇴적 기원의 변성암인 호상편마암의 엽리의 주향방향은 전체적으로 보면 거의 남북 방향의 경사를 가지고 있다. 아예에서 본 암을 관찰하면 주로 석영-장석으로 구성된 우백질대와 흑운모로 구성된 우흑질대가 상호 교호하며 나타나는 호상구조(banded structure)가 특징적이다. 본암은 풍화에 약하여 본토지역은 보통 낮은 구릉이나 저지를 이루는 곳이 많으며 전체적으로 반자형의 입상조직으로 주 구성광물인 석영이 심하게 파쇄되어 파상소광을 보이는 것과 재결정 작용에 의해 모자이크 조직을 나타내는 곳도 있다. 장석은 정장석, 미사장석, 사장석으로 구분되는데 이중 미사장석은 퍼사이트(Perthite)를 이루는 경우가 많다. 흑운모는 대부분 엽리면을 따라

14

광주, 도척, 남한산성 하수처리장 고도처리 기본 및 실시설계

잘 발달되어 있으나 입도가 불규칙하며 부분적으로는 녹리적으로 변질되어 있고 저오른을 포유물로 가지고 있는 경우가 많다.

본 지역에 발달되어 있는 지질의 층서적인 관계는 다음과 같다.

< 지질계통표 >

지질계통	지층명
제4기	충적층
	~~ 부정합 ~~
유라기	화강암류
	- 편입 -
선캄브리아기	반상변질편마암
	우백질편마암
	편암류
	호상편마암

15

광주, 도척, 남한산성 하수처리장 고도처리 기본 및 실시설계

암갈색을 띠고 있다.

나. 퇴적층(BH-1)

모래층

본 층은 조사지역의 현 지표면으로부터 4.2m 하부에서 확인되며 0.6m 정도의 층후로 분포하고 있다. 입도분포 양호한 실트질 모래로 구성되며 통일분류법상 SW-SM으로 분류된다. 표준관입시험에 의한 N치는 25/30(회/cm)로 중간경도 조밀한 상태임을 나타낸다. 함수상태는 습윤하며, 황갈색의 색조를 띤다.

자갈층

본 층은 조사지역의 현 지표면으로부터 4.8m 하부에서 확인되며 1.9m 정도의 층후로 분포하고 있다. 함수상태는 습윤한 상태이며 세립 내지 중립의 모래 섞인 자갈로 구성되며 통일분류법상 GP로 분류된다. 표준관입시험에 의한 N치는 50/5(회/cm)로 매우 조밀한 상태임을 나타내며, 색조는 회색 내지 담갈색을 띠고 있다.

다. 풍화대층

본 층은 기반암인 편마암의 풍화대층으로서 풍화정도의 차이에 따라 풍화전류토와 풍화암으로 분류할 수 있는데 본 조사지역에서는 표준관입시험치(N치) 50/10(회/cm)를 기준으로 하여 풍화전류토와 풍화암으로 분류하였다.

풍화전류토층

본 층은 풍화대의 상부층으로 하부의 기반암인 편마암이 오랜 지질시대를 통하여 물리적·화학적 풍화작용을 받아 그 자리에서 풍화전류되어 토양화 된 지층으로서, 조사지역의 현 지표면으로부터 6.7~7.5m 정도에서 확인되고 층후는 0.8~2.5m 정도로 분포한다. 암편 섞인 실트질 모래로 구성되며, 통일분류법상 SM으로 분류된다. 표준관입시험에 의한 N치는 50/24(회/cm)로 매우 조밀한 상태임을 나타낸다. 함수상태는 습윤하며, 색조는 황갈색 내지 암갈색을 띠고 있다.

17

광주, 도척, 남한산성 하수처리장 고도처리 기본 및 실시설계

풍화암층(BH-1)

본 층은 현 지표면하 7.5m 하부에서 확인되며, 2.2m 정도의 층후로 분포하고 있다. 본 지층은 풍화대의 하부층으로 기반암인 편마암이 장기간에 걸쳐 물리적·화학적 풍화 및 변질작용을 받아 심한 풍화작용을 받은 상태로 모암의 조직과 형태를 그대로 보존하고 있으나, 암석 본래의 역학적 성질은 상실한 상태이다. 굴전시 실험적인 모래로 분해되며, 색조는 황갈색을 띠고 있다.

라. 연암층

본 층은 조사지역의 현 지표면으로부터 9.7~10.0m 하부에서 나타나고 있다. 본 지층은 편마암의 연암으로 풍화상태는 심한 풍화(HW)~보통 풍화(MW) 상태로 균열 및 절리가 발달하여 코아회수율이 저조하며 암편상 및 단주상 코아가 회수된다. 코아회수율(TCR)은 5~6%, RQD는 0%로 나타내며, 색조는 암회색을 띤다.

<표 3-1> 광주하수처리장 지층 구성상태

공 번	지 층 두께 (m)					계 (m)	
	매립층	퇴 적 층		풍 화 대 층			연암층
		모래층	자갈층	풍화토층	풍화암층		
BH-1	0.0~4.2 (4.2)	4.2~4.8 (0.6)	4.8~6.7 (1.9)	6.7~7.5 (0.8)	7.5~9.7 (2.2)	9.7~11.0 (1.3)	11.0
토 상	-	SW-SM	GP	SM			
BH-2	0.0~7.5 (7.5)	-	-	7.5~10.0	-	10.0~12.0 (2.0)	12.0
토 상	-			SM			

18

2.3 기존 점검 실시결과 요약

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약

NO	기간 (구분)	점검· 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
1	2016.05 (정기점검)	자체수행	보통	- 토목구조물 : 각 수처리(포기조 등) 콘크리트 구조물의 균열 및 외부 노출 부재의 기 발생된 균열 등이 분포되어 있어 일부 보수가 필요 - 하반기 정밀점검시 내구성 저하 여부 등 확인	
2	2015.12 (정기점검)	자체수행	양호	- 토목구조물 : 각 수처리 콘크리트 구조물의 균열 및 외부 노출 부재의 기 발생된 균열 등이 분포되어 있어 일부 보수가 필요 - 건축물 : 관리동과 반송오니펌프실의 옥상부 보수공사 완료	
3	2015.06 (정기점검)	자체수행	보통	- 각 수처리 콘크리트 구조물의 균열 및 외부 노출 부재의 기 발생된 균열 등이 분포되어 있어 일부 보수가 필요 - 건축물 : 관리동과 반송오니펌프실의 옥상부 보수공사 추진중(기존 방수층 철거 및 채도장-우레탄도장)	
4	2014.12 (정밀점검)	우리기술(주)	B	- 외관조사결과 철근노출, 박리/박락, 균열, 옥상층 마감 박리/박락 등이 조사됨 - 내구성 조사결과 현재 설계기준에 대체로 부합한 양호한 상태임 - 상태평가 : 토목구조물(a등급-1개소, b등급-9개소), 건축구조물(a등급-1개소, b등급-10개소, c등급-1개소)로 분석됨 - 종합평가 평가결과 B등급으로 내구성 증진을 위해 일부 보수가 필요한 상태임 - 전반적인 열화가 발생된 포기조 박리/박락과 국부적인 침사지 및 탈수기동의 철근노출에 대해서는 즉각적인 보수가 요구되며 그 외 손사에 대해서도 유지관리 요구됨	
5	2014.05 (정기점검)	자체수행	보통	- 각 수처리 콘크리트 구조물의 온도변화에 따른 균열 및 보수부 재균열, 지하구조물 균열부 외부 노출 부재의 기 발생된 균열 등이 분포되어져 있음 - 총인처리시설 및 반송오니펌프실 지하층에 발생된 누수, 백태 손상은 지속적인 관찰이 필요	

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검· 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
6	2013.12 (정기점검)	자체수행	보통	- 각 수처리 콘크리트 구조물의 온도변화에 따른 균열($Cw=0.1\sim0.3mm$) 및 보수부 재균열, 지하구조물 균열부 외부 노출 부재의 기 발생된 균열 등이 분포되어져 있음 - 총인처리시설 및 반송오니펌프실 지하층에 발생된 누수, 백태 손상은 지속적인 관찰이 필요	
7	2013.01 (정밀점검)	(주)모아테크	B	- 토목구조물은 공용기간 증가 및 온도변화에 따른 균열($Cw=0.1\sim0.3mm$) 및 보수부 재균열, 지하구조물 균열부 지하수 유입에 의한 백태 및 외부 노출 부재의 기 발생된 균열부의 우수 및 처리수 유입에 따른 백태 등의 손상이 발생되었음 - 토목시설물인 포기조 1차는 외부에 노출된 부재에서 전반적인 망상균열 및 표면박리, 박락 등의 손상이 발생되어있으며 총인처리시설 및 반송오니펌프실 지하층에 발생된 누수, 백태 손상은 구조물의 내구성 저하로 진전될 수 있으므로 유지관리(보수)를 통한 구조물의 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단됨	
8	2012.06 (정기점검)	자체수행	양호	- 2011.7.27일 집중호우로 인한 하천범람으로 시설물의 침수피해가 발생한 사실이 있었으나 이후 기계설비류 교체, 전기설비류 교체 및 주변 하천제방 홍수방어벽 및 배수펌프장 설치로 침수방지 대책을 완료하였으며, 전반적인 시설물 상태는 양호한 편임	
9	2011.12 (정기점검)	자체수행	양호	- 최초 침전지, 변전실, 방류펌프장, 변전실1,2, 관리사택등 에서 발생한 일부 허용기준치를(폭$0.3mm$) 초과하는 균열(조적벽 및 미장 마감균열) 및 누수에 대해서 일부 시설물의 내외부 도장 및 보수보강을 실시하여 전반적으로 양호한 상태임	
10	2011.02 (정기점검)	(주)에스엔에스 구조안전기술원	양호	- 최초 침전지, 변전실, 방류펌프장, 변전실1,2, 관리사택, 분뇨처리장에서 발생한 일부 허용기준치를 초과하는 균열(조적벽 및 미장 마감균열) 및 누수에 대해서는 변위는 없으나 주기적인 관찰 및 적기에 보수조치가 필요할 것으로 사료됨 - 변전실, 생오니 펌프실, 침사지, 관리동 슬래브하부(천장) 및 벽체에서 누수가 진행되고 있는 것으로 확인되어 유지관리 차원에서 적절한 보수조치가 필요할 것으로 사료됨	

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검 · 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
11	2010.11 (정밀점검)	플러스테라 주식회사	B	- 전반적으로 보수가 완료된 양호한 상태이나 토목 구조물에서는 균열, 누수, 백태 등 기 손상 부위에 대한 보수 누락이 일부 조사 되었으며, 건축구조물 에서는 관리동, 반송오니펌프실, 위생처리장 옥상 층 표면열화, 누수 및 백태, 벽체균열, 이질재 이격 등 기 손상 부위에 대한 보수 누락이 조사됨	
12	2010.08 (정기점검)	자체수행	보통	- 최초침전지:벽체 일부분 균열,박리,박락 - 탈수기실:일부분간 도장 탈락 발생 등	
13	2010.02 (정기점검)	(주)에스엔에스 구조안전기술원	양호	- 점검결과 외부 벽체에 균열에 대해서는 보수가 이 루어진 상태로 전반적으로 양호한 상태로 조사 - 일부 벽체에서 보수 후 재 균열 및 지하층에서 추 가균열이 발생하였으며, 온도변화에 의한 수축균열 이 미세하게 발생되었으나, 구조안전상에는 큰 영 향이 없을 것으로 사료되나, 향후라도 진행될 우려 가 있으므로 주기적인 관찰 및 적기에 보수조치가 필요할 것으로 사료됨	
14	2009.08 (정기점검)	자체수행	보통	- 최종침전지 전회차 점검에서 조사된 손상은 전반 적으로 보수완료된 양호한 상태로 일부 경미한 콘 크리트 박리,박락이 조사됨	
15	2009.02 (정기점검)	자체수행	보통	- 전반적으로 상태 양호	
16	2008.11 (정밀점검)	태화건설(주)	B	- 전반적인 보수 완료로 양호한 상태이나 일부 침사 지동 접합부 누수 보수 요망됨	
17	2008.03 (정기점검)	자체수행	보통	- 탈수기실 슬래브균열, 지상층 벽체균열 및 철근노출 - 포기조 박리,박락균열,침사지 누수및백태	
18	2007.09 (정기점검)	자체수행	보통	- 관리동,탈수동,변전실등의 벽체균열 및 옥상누수가 발생되었으며 각 설비의 내구성증진과 효율적유지 관리를 위한 보수가 필요함	
19	2007.03 (정기점검)	자체수행	보통	- 1라인 포기조 구조물 파손 및 탈수동2층 개구부 2 곳 추락등 위험요인 조사됨	
20	2006.12 (정밀점검)	(재)한국건설 품질연구원	B	- 침사지에 상부슬래브 균열다수발생, 포기조의 균 열, 박리 및 박락, 최초임전지 벽체 균열, 최종침전 지 벽체상면균열, 분뇨처리장의 균열 및 누수가 조 사됨. - 관리사택의균열, 조인트 누수, 관리동의 이질접합 부이격, 염소투입실 도색박락,균열, 오니펌프실 조 적균열이 조사됨	

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검 · 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
21	2006.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 전반적으로 상태양호하나, 노후화된 시설인 만큼 지속적인 관찰 요망됨	
22	2005.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태양호	
23	2005.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태양호	
24	2004.10 (정밀점검)	(사)대한산업 안전협회	B	- 일부 구조물 보조부재의 경미한 결함이 발생되었으나 기능발휘에는 지장이 없는 것으로 나타남 - 침사지동 및 1차 포기조의 경우 정밀안전진단이 요구됨	
25	2004.03 (정기점검)	자체수행	보통	- 1라인 생오니실,유입 펌프장 옥상 누수되어 2004년도 보완사업으로 신청	
26	2003.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 관리동 배관 노후화로 인해 누수현상발생	
27	2003.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 배양조 측면 경계석과 아스팔트 접촉부 지반침하로 크랙 및 갈라짐 발생	
28	2002.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태양호	
29	2002.05 (정밀점검)	자체수행	A	- 상태양호	
30	2002.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태양호	
31	2001.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 1라인 B지 최초침전지 외벽 상단(슬러지 수집기 받침) 크랙 발생 (약15M)	
32	2001.04 (정기점검)	자체수행	양호	- 기계작업실 천막 파손	
33	2000.03 (정밀점검)	자체수행	A	- 상태 양호	

■ 전차 보고서(2014년 12월) 요약문

1 종합평가 및 안전등급 지정

- 종합평가지수 4.15 (B등급)
- 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태

2 종합결론

- 현재 광주 공공하수처리시설은 B등급으로 전반적으로 발생한 포기조 벽체 및 슬래브의 박리/박락과 국부적인 침사지 및 탈수기동의 철근노출에 대해서는 단면보수가 필요한 상태이며, 보수 후 지속적인 유지관리로 손상 진행 여부 확인이 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		24.2~29.0	24.2~31.6	
	설계기준강도		24.0	24.0	
철근 탐사	철근종류		측정 (mm)		· 철근배근 간격 일률적 · 최소 피복두께 만족
			배근	피복	
	토목구조물	수직(중)	100~340	39~170	
		수평(횡)	117~535	42~162	
	건축구조물	수직(중)	100~215	30~145	
		수평(횡)	110~315	30~200	
탄산화 시험	부 재	탄산화깊이 (mm)	설계 피복두께 (mm)	잔여깊이 (mm)	· 탈수기동-b등급 · b등급-향후 탄산화에 의한 철근 부식 발생 가능성이 있는 상태 · 그 외 a등급
	토목구조물	3.7~12.6	39~142	34.7~136.1	
	건축구조물	4.7~15.5	30~145	14.5~140.3	

4 외관조사 및 상태평가 결과

결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
토목 구조물	침사지	b	철근노출, cw=0.3mm이상 균열	단면보수(방청), 주입보수
	최초침전지	b	cw=0.3mm이상 균열, 박리/박락	주입보수, 단면보수
	포기조	b	박리/박락	단면보수(방청), 단면보수
	무산소조	b	cw=0.2mm이하 균열, 박리/박락	표면보수, 단면보수
	최종침전지	b	박리/박락, 파손, 균열/백태	단면보수, 표면보수
	장방향최종	b	cw=0.3mm이상 균열, 펌프 기초 박리	주입보수, 단면보수
	생물막여과	a	조인트 누수, cw=0.2mm이하 균열	지수보수, 표면보수
	배양조	b	cw=0.3mm이상 균열, 도장박리/누수흔적	주입보수, 재도장
	농축조	b	cw=0.3mm이상 균열, 들뜸/박리	주입보수, 단면보수
	공동구	b	균열/백태, 콘크리트 파손	표면보수, 단면보수
건축 구조물	유입펌프동	c	cw=0.3mm이상 균열, 도장박리/누수흔적	주입보수, 재도장
	배양조	b	옥상 방수재 들뜸/박리	방수층 재시공
	생물막여과	b	옥상 배수구 막힘, 사다리 고정상태 불량	청소, 볼트 재체결
	방류펌프동	b	cw=0.3mm이상 균열	주입보수
	탈수기동	b	철근노출, 백태	단면보수(방청), 표면보수
	변전실	b	마감 균열, 도장박리, 마감 박리/박락	지속적 관찰
	생오니펌프실	b	망상균열/도장박리, 옥상 마감 박리	방수층 재시공, 재도장
	반송오니펌프실	b	누수흔적/백태/도장박리, 마감들뜸	방수층 재시공, 재도장
	분뇨처리장	a	도장박리/누수흔적	재도장
	관리동	b	옥상 마감들뜸/박리, 도장박리/누수흔적	방수층 재시공, 재도장
	관리사택	b	배관 누수	관 누수 보수
	자재창고	b	콘크리트 파손	단면보수
기전설비		b	상태양호	-

5 보수·보강 개략공사비

<표> 1순위 개략공사비

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
침사지	철근노출	단면보수 (방청)	0.3	m ²	0.4	m ²	250	100
포기조	박리/박락 (벽체)	단면보수 (방청)	10.93	m ²	13.1	m ²	250	3,275
	박리/박락 (상면)	단면보수	17.77	m ²	21.3	m ²	200	4,260
탈수기동	천장 철근노출	단면보수 (방청)	0.25	m ²	0.3	m ²	250	75
순공사비			7,710,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			3,855,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			11,565,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 2순위 개략공사비 (토목구조물)

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
침사지	cw=0.3mm이상 균열	주입보수	5.4	m	6.5	m	110	715
최초 침전지	cw=0.3mm이상 균열	주입보수	5.0	m	6.0	m	110	660
	박리/박락	단면보수	1.2	m ²	1.4	m ²	200	280
최종 침전지	박리/박락,파손(벽체)	단면보수	1.02	m ²	1.2	m ²	200	240
	파손(슬래브)	단면보수	0.4	m ²	0.5	m ²	200	100
장방형 최종침전지	cw=0.3mm이상 균열	주입보수	10.8	m	12.9	m	110	1,419
	펌프 기초 박리/박락	단면보수	0.5	m ²	0.6	m ²	200	120
농축조	cw=0.3mm이상 균열	주입보수	0.2	m	0.2	m	110	22
	박리/들뜸	단면보수	2.4	m ²	2.9	m ²	200	580
생물막여과	조인트 누수	조인트 지수 보수	3.7	m	10.0	m	30	300
순공사비			4,436,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			2,218,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			6,654,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 2순위 개략공사비 (건축구조물)

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
유입 펌프동	도장박리 (벽체)	재도장	171.04	m ²	205.3	m ²	20	4,106
	도장박리/누수흔적 (천장)	재도장	12.09	m ²	14.5	m ²	20	290
	cw=0.3mm이상 균열	주입보수	1.5	m	1.8	m	110	198
배양조	옥상 마감 박리/들뜸	방수층 재시공	154.56	m ²	154.6	m ²	65	10,049
생물막 여과설비	배수구 막힘 (옥상)	청 소	4	ea	4	ea	10	40
	사다리 고정상태 불량	볼트 재체결	1	ea	1	ea	10	10
방류펌프동	cw=0.3mm이상 균열	주입보수	5.0	m	6.0	m	110	660
생오니 펌프실	옥상 마감 박리/들뜸	방수층 재시공	30.25	m ²	30.3	m ²	65	1,970
	망상균열/도장박리 (벽체)	재도장	3.28	m ²	3.9	m ²	20	78
	누수흔적/도장박리 (천장)	재도장	8.18	m ²	9.8	m ²	20	196
반송오니 펌프실	옥상 마감 박리/들뜸	방수층 재시공	80.0	m ²	80.0	m ²	65	5,200
	누수흔적/도장박리 (벽체)	재도장	17.79	m ²	21.4	m ²	20	428
	누수흔적/도장박리 (천장)	재도장	7.65	m ²	9.2	m ²	20	184
분뇨 처리장	누수흔적/도장박리 (벽체)	재도장	44.0	m ²	52.8	m ²	20	1,056
	누수흔적/도장박리 (천정)	재도장	16.0	m ²	19.2	m ²	20	384
관리동	옥상 마감 박리/들뜸	방수층 재시공	180.84	m ²	180.8	m ²	65	11,752
	도장박리/누수흔적 (벽체)	재도장	34.32	m ²	41.2	m ²	20	824
	도장박리/누수흔적 (천정)	재도장	0.33	m ²	0.4	m ²	20	8
관리사택	배관 누수	관 보수	1	ea	1	ea	100	100
기 타	부지 주변 방호울타리 고정상태 불량	방호울타리 재시공	160.0	m	160.0	m	480	76,800
순공사비			114,333,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			57,166,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			171,499,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 3순위 개략공사비 (토목구조물)

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
침사지	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	2.0	m	0.3	m ²	50	15
최초 침전지	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	223.6	m	26.8	m ²	50	1,340
	재료분리	단면보수	0.75	m ²	0.9	m ²	200	180
포기조	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	85.9	m	10.3	m ²	50	515
	백태	표면보수	0.04	m ²	0.1	m ²	50	5
	망상균열	표면보수	5.82	m ²	7.0	m ²	50	350
무산소조	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	9.6	m	1.2	m ²	50	60
	박리/박락/재료분리	단면보수	0.19	m ²	0.2	m ²	200	40
최종 침전지	망상균열/도장박리	표면보수	339.4	m ²	339.4	m ²	50	16,970
	균열/백태	표면보수	0.9	m	0.1	m ²	50	5
장방형 최종침전지	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	16.7	m	2.0	m ²	50	100
	균열/백태	표면보수	7.5	m	0.8	m ²	50	40
	백태	표면보수	6.26	m ²	7.5	m ²	50	375
	망상균열	표면보수	139.0	m ²	166.8	m ²	50	8,340
생물막 여과설비	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	54.0	m	5.4	m ²	50	270
	균열/백태	표면보수	6.5	m	0.8	m ²	50	40
	백태	표면보수	0.75	m ²	0.9	m ²	50	45
총인처리	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	54.0	m	6.5	m ²	50	325
공동구	균열/백태	표면보수	26.5	m	3.2	m ²	50	160
	누수흔적/백태	표면보수	2.51	m ²	3.0	m ²	50	150
	콘크리트 파손	단면보수	0.2	m ²	0.3	m ²	200	60
순공사비			29,385,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			14,692,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			44,077,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 3순위 개략공사비 (건축구조물)

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
배양조	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	33.1	m	4.0	m ²	50	200
	균열/백태	표면보수	18.9	m	2.3	m ²	50	115
	백태	표면보수	0.28	m ²	0.4	m ²	50	20
방류펌프동	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	2.0	m	0.3	m ²	50	15
	균열/백태	표면보수	1.0	m	0.2	m ²	50	10
	망상균열	표면보수	3.6	m ²	4.3	m ²	50	215
	표면박리	표면보수	10.5	m ²	12.6	m ²	50	630
생오니 펌프실	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	7.7	m	0.9	m ²	50	45
	재료분리	단면보수	0.25	m ²	0.3	m ²	200	60
반송오니 펌프실	균열/백태	표면보수	6.0	m	0.7	m ²	50	35
	백태	표면보수	1.0	m	0.2	m ²	50	10
	재료분리	단면보수	0.36	m ²	0.4	m ²	200	80
자재창고	콘크리트 파손	단면보수	0.04	m ²	0.1	m ²	200	20
순공사비			1,455,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			727,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			2,182,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 개략공사비 합계

구 분	공사비
1순위	11,565,000
2순위	178,153,000
3순위	46,259,000
총 계	235,977,000

2.4 보수·보강 이력

NO	기간	공사 구분	시공자	보수·보강 사항	금액 (천 원)	비고
1	2015.06.18 ~ 2015.07.12	보수	대건케미칼(주)	관리동, 반송오니펌프실 옥상층 우레탄 방수 포장	27,268	
2	2007.10.18 ~ 2008.04.17	증설	(주)동호이엔씨 낙산에너지(주)	최종침전지 구조물 증설	1,728,000	
3	2007.05.03 ~ 2009.10.30	증설	(주)동호이엔씨	고도처리(생물막여과지) 증설	4,588,112	
4	2007.04.16 ~ 2007.04.23	보수	경원건설(주)	포기조 보수 (표면보호공법)	2,840	
5	2005.11.24 ~ 2005.12.16	보수	현보특수건설(주)	최초침전지 보수 (표면보호공법)	7,800	
6	2004.11.16 ~ 2004.12.15	보수	(주)신원	침사지 방수 (표면보호공법)	38,582	
7	2003.11.10 ~ 2003.12.09	보수	(주)삼화건설공사	관리동 노후배관 교체	25,010	
8	2003.04.25 ~ 2003.04.29	보수	자체	최초침전지 보수 (표면보호공법)	561	

2.5 내진설계 여부

- 2007년 01월 구조계산서 검토결과 내진설계가 반영됨

만인 경우는 겹침이음길이 1/5 증가시켜야 한다.

나) 서로 다른 크기의 철근을 압축부에서 겹침이음하는 경우, 이음길이는 크기가 큰 철근의 정착길이와 크기가 작은 철근의 겹침이음길이 중 큰 값 이상이어야 한다. 이때 D41과 D51 철근은 D35 이하 철근과의 겹침이음이 8 용된다.

3) 철근의 이음길이

(1), (2)항의 내용을 정리하여 본 설계에 적용한 이음장들 정리하면 다음과 같다.

철근호수	$f_y = 27 \text{ MPa}, f_t = 300 \text{ MPa}$					
	연 장 철 근			압 축 철 근		
	기타철근		상부철근	기타철근	파괴철근	나선철근
	A급 $1.6d$	B급 $1.3d$	A급 $1.6d$	B급 $1.3d$	$1.6d$	$0.75d$
D13	35	45	45	59	30	30
D16	45	55	55	72	35	30
D19	55	67	67	88	42	35
D22	75	97	97	127	48	40
D25	85	110	110	143	55	45
D29	95	124	124	162	62	52
D32	105	137	137	179	69	57

1.12 내진설계

1) 상수도 시설 내진 설계기준 마련을 위한 연구 (환경부, 1999)

1) 설계지진 및 지진의 영향

가) 내진등급과 설계지진 수준

설 계 차 준	설계지진		내진등급
	50년	100년	
상	II 등급	III 등급	-
중	-	II 등급	-
하	-	I 등급	-

나) 지반 분류에 따른 지진계수 C_a

지반종류	지반특성	평균 N	지진구역	
			I	II
S_w	경암지반	$N > 50$	0.09	0.05
S_b	모래암지반	$N > 50$	0.11	0.07
S_c	매우 조밀한 토사지반 또는 경암지반	$N > 50$	0.13	0.08
S_d	단단한 토사지반	$15 < N < 50$	0.15	0.11
S_e	연약한 토사지반	$N < 15$	0.22	0.17

※ 토질 조건은 지표면의 경우 S_w , 기반암의 경우 S_b

- 13 -

대 재원주기에 따른 위험도계수 I

재원주기 (년)	50 년	100 년	200 년	500 년	1000 년	2400 년	백 고
위험도계수, I	0.40	0.57	0.73	1.00	1.40	2.00	

※ 파괴방위수준의 1.00 적용

2) 지진시 토압

$$p_{AE} = (1 - A_s) \left\{ \gamma h K_{AE} + \frac{\sigma'_{v0} \cos(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha - \beta)} K_{AE} \right\}$$

여기서, p_{AE} : 지진시 주동 토압응력 (kN/m²)

K_{AE} : 지진시 주동토압계수

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

$$\theta = \tan^{-1} \frac{A_s}{1 - A_s}$$

여기서, A_s : 설계수평가속도계수

A_s : 설계수평가속도계수 (A_s 는 통상 $\frac{2}{3} A_g$ 값을 적용)

r : 뒤배율층의 단위중량 (kN/m³)

h : 지표면부터 토압을 구하고자 하는 위치까지의 깊이 (m)

q : 설계 등분포 하중 (kN/m²)

α : 구조물 배면이 수직면과 이루는 각도 (°)

β : 구조물 배면의 지표면이 수평면과 이루는 각도 (°)

ϕ : 뒤배율 층의 내부 마찰각 (°)

δ : 구조물 벽면과 흙사이의 마찰각 (일반적으로 $\delta = \phi/2^\circ$)

3) 지진시 등수압 및 관극수압

$$p(x) = \beta \cdot \frac{1}{g} \cdot \gamma_w \cdot A_s \cdot \sqrt{h \cdot x}$$

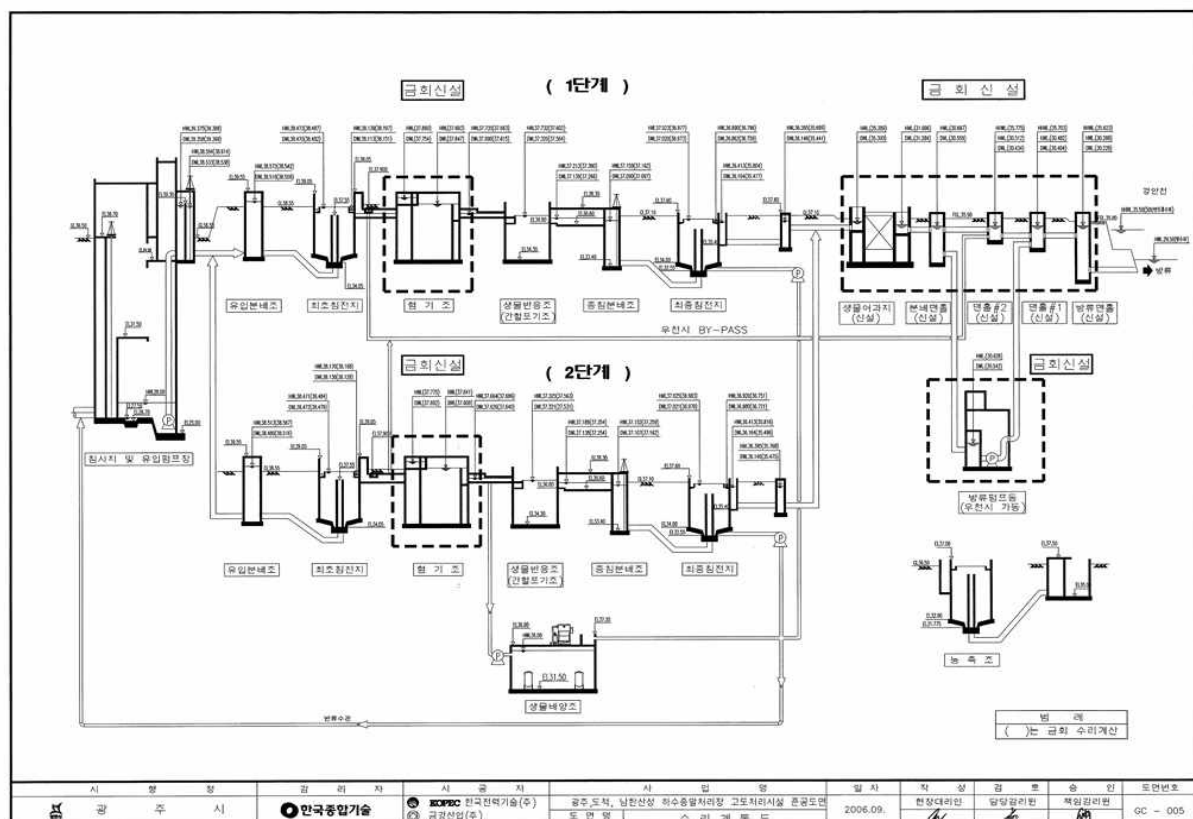
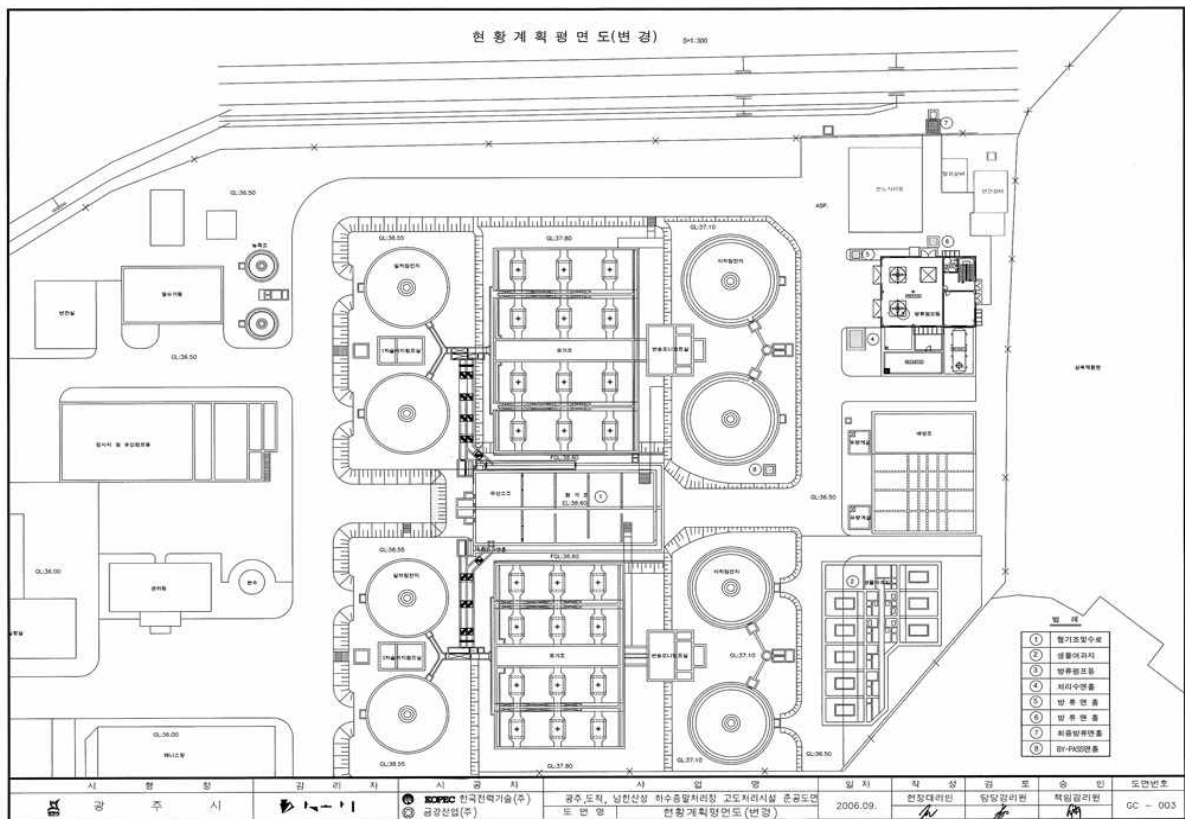
여기서 x : 수면을 원점으로 하고 깊이 방향으로 측정한 좌표 (m)

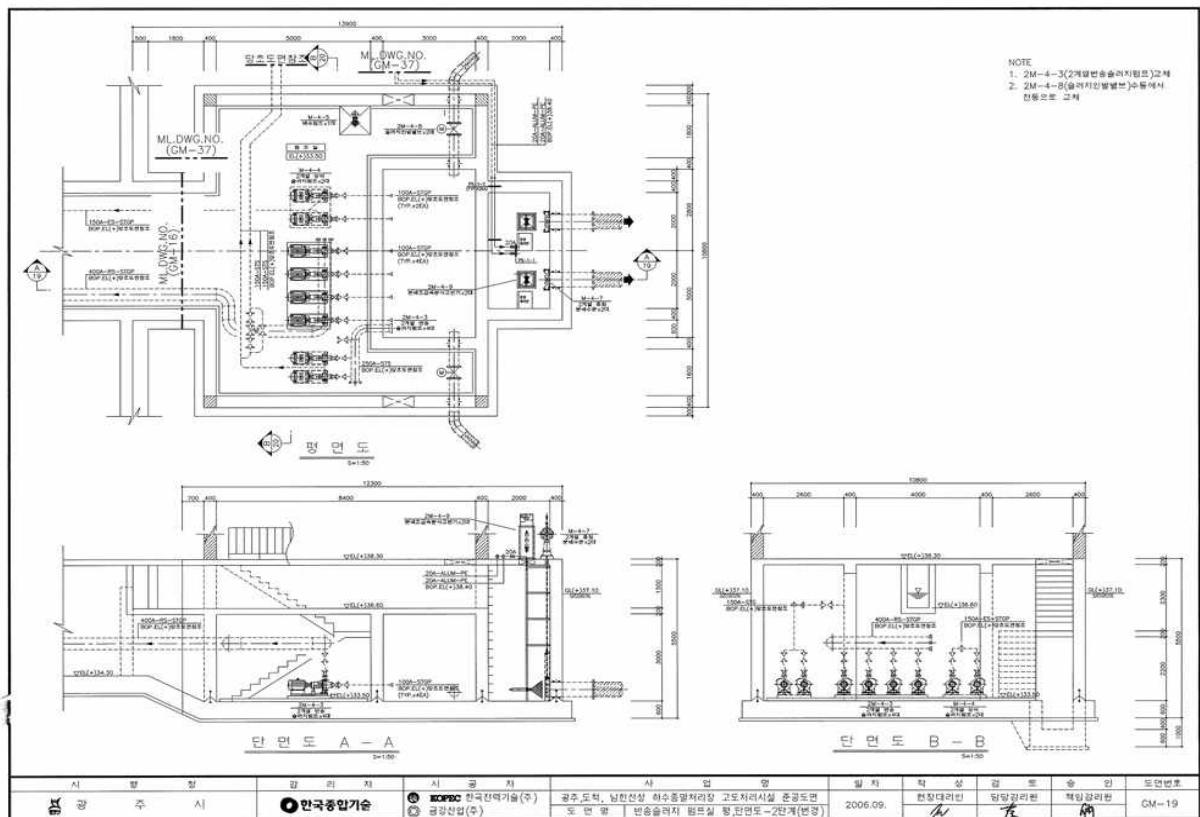
h : 자유수면이 있는 수조의 수심 (m)

β : 지진 가속도 방향의 수조 폭 B 와 수심 h 의 비에 따른 보정계수

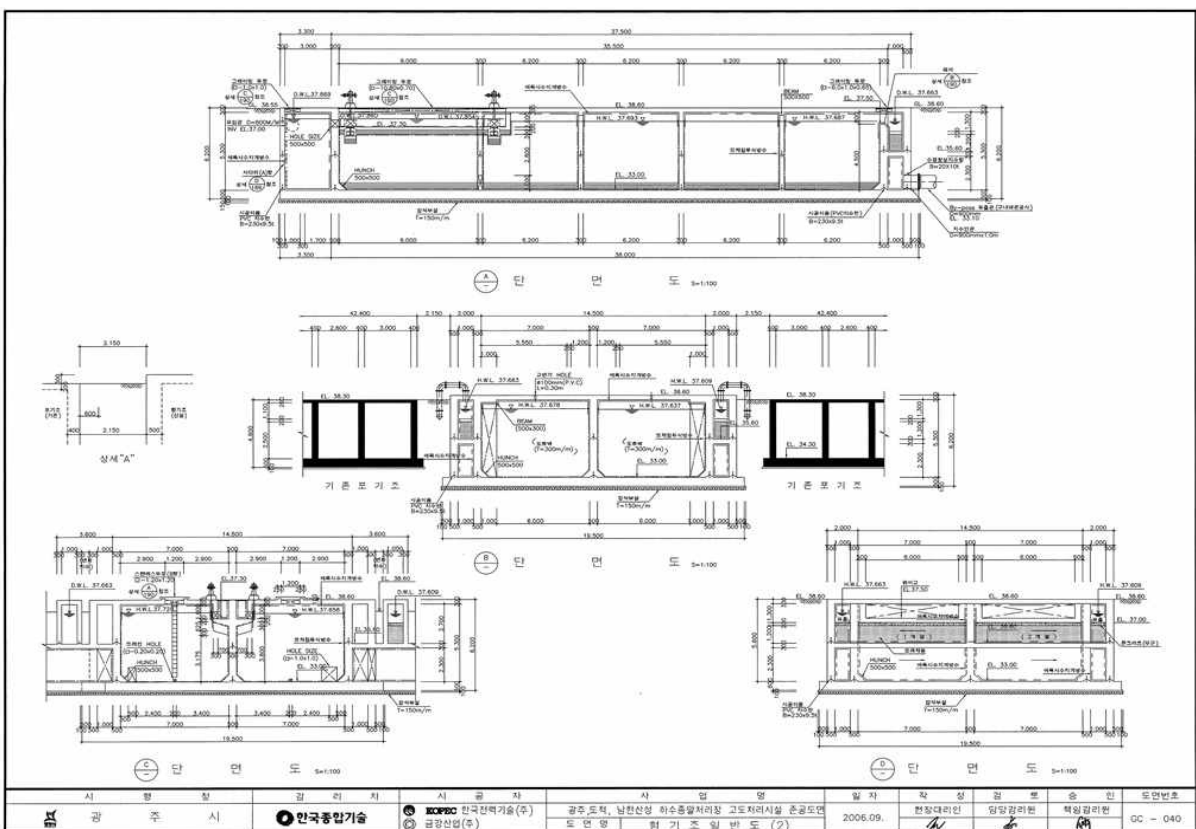
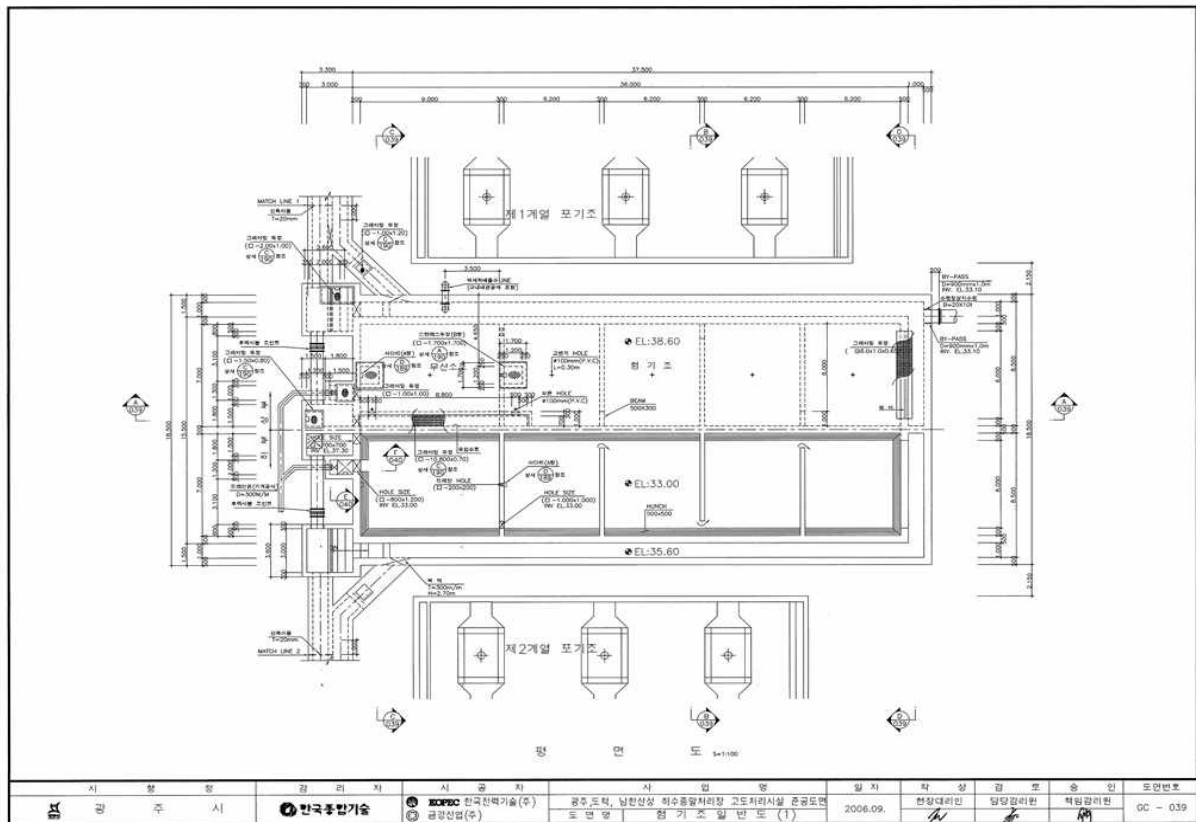
단, $\frac{B}{h}$ 가 표시되지 않은 경우는 선형보간을 하여 사용한다.

$\frac{B}{h}$	β
0.5	0.307
1.0	0.670
1.5	0.856
2.0	0.921
3.0	0.983
4.0	0.996
∞	1.000

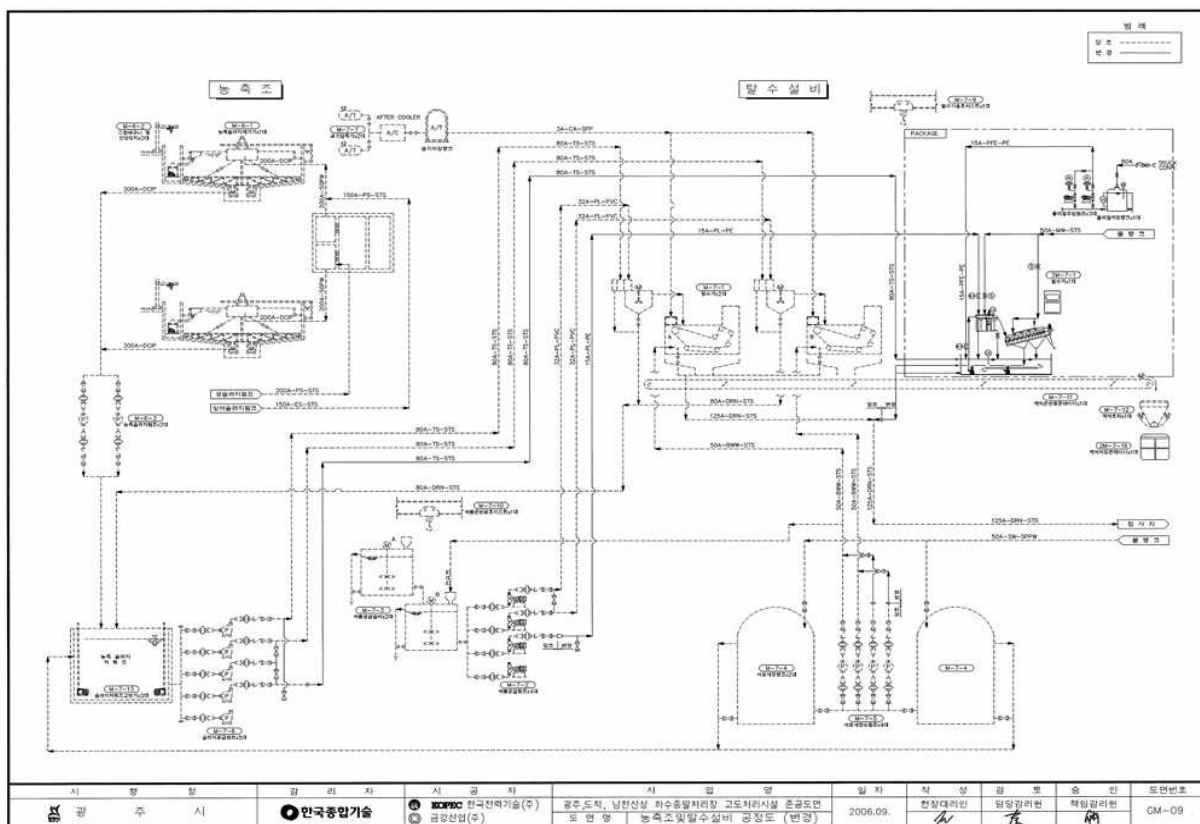
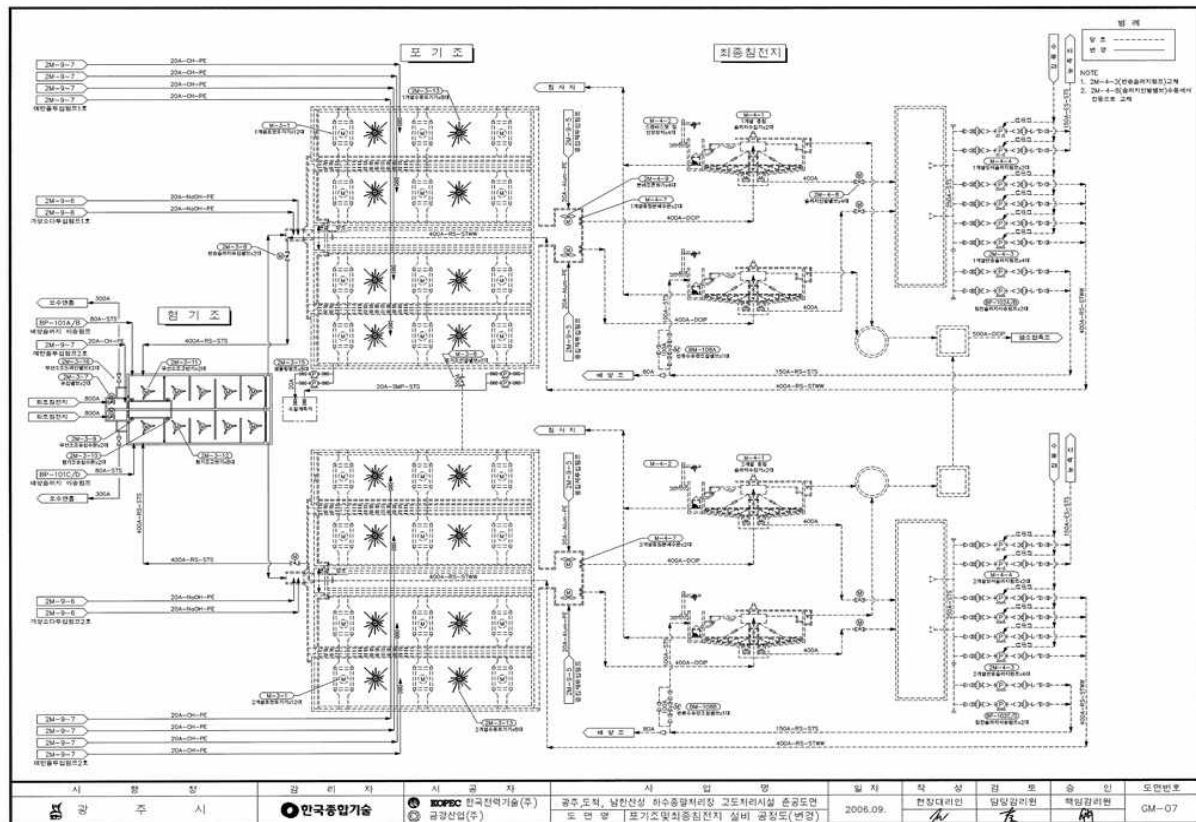


[illegible]

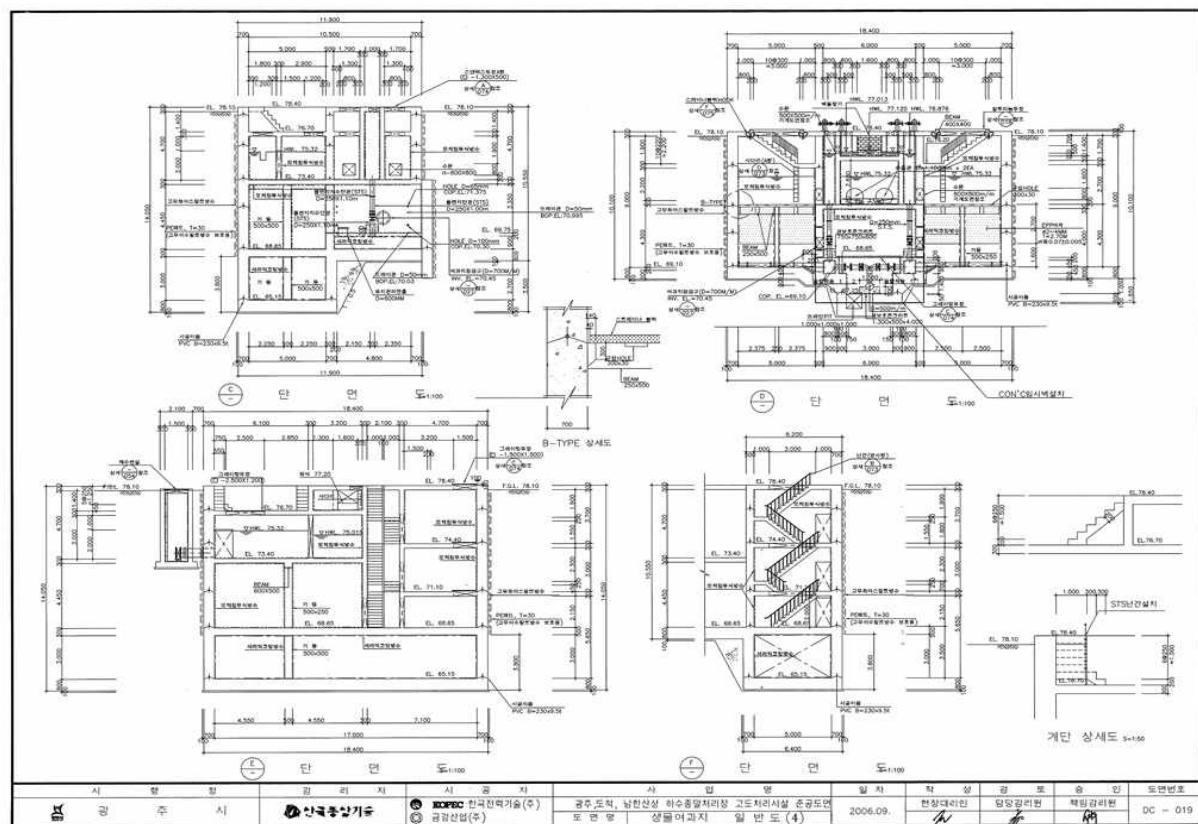
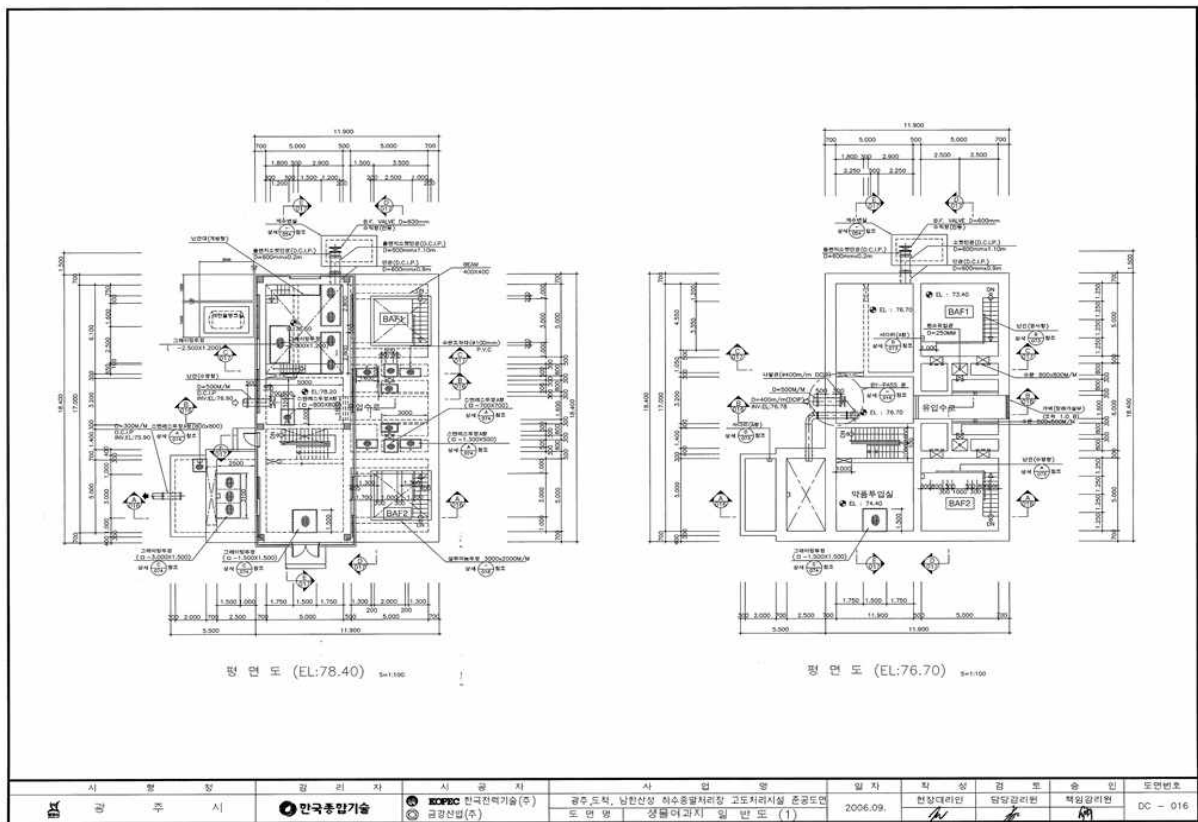
2) 혐기조



3) 포기조, 최종침전지, 농축조



4) 생물여과지



5) 방류 펌프동

