

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

곤지암 공공하수처리시설은 1997년 12월 최초 8,000m³/일 가동후, 1999년 6월 1차 증설 12,000m³/일, 2005년 2월 고도처리 20,000m³/일, 2007년 10월 2차 증설 3,000m³/일 총 용량 23,000m³/일 하수를 처리하는 시설로서 실시설계보고서, 구조계산서, 토질조사 보고서 등을 검토하여 주요 현황을 요약하여 수록하였다.

2.2.1 실시설계보고서(1단계-1994.05, 2단계-1997.07)

2.6 기존 시설 및 증설 계획시설 개요

기존 시설 8,000m³/일의 시설물 현황과 급회 12,000m³/일의 시설용량이 증가되어 20,000m³/일의 시설용량이 되었을 때 증설되어야 하는 주요 시설물의 제원은 다음과 같다.

< 표 2.6.1 > 주요 시설물 제원

시 설 명	기 존		증 설	
	제 원	수량	제 원	수량
유 입 거	- 형 식 : 원형 P.C 관 - 규 격 : $\phi 1,000(\text{mm})$ - 구 배 : 2.0% - 만관유량 : 1.072(m³/sec)	1 식	-	
침 사 지	- 형 식 : 구형, 중력식 - 규 격 : 2.0mWx7.0mWx1.5mH - 지 수 : 2지 - 수면적 부하 : 1,800m³/m² · 일 - 유원시 : 3,600m³/m² · 일 - 체류시간 : 30~60초(45.4초) - 지내 평균유속 : 0.3m/초	1 식	-	
유 입 펌 프	- 형 식 : 수중 Motor 펌프 - 구 경 : 오수 $\phi 250\text{mm}$ - 우수 $\phi 400\text{mm}$ - 용 량 : 오수 6m³/분 - 우수 20m³/분 - 대 수 : 오수 3대(내에비1대) - 우수 1대	1 식	- 형 식 : 수중 Motor 펌프 - 구 경 : 오수 $\phi 350\text{mm}$ - 용 량 : 오수 13m³/분 - 대 수 : 오수 1대	1 식
산 화 구	- 형 식 : 장원형의 무종단수로 - 규 격 : 6.0mWx20.0mLx2.5mH - 조 수 : 4조(2계열) - BOD-SS부하 : 0.03kg/kg · 일 - 슬러지 반송율 : 100~200% - 체류시간 : 35시간 - MLSS : 4,000mg/ℓ	1 식	- 형 식 : 장원형의 무종단수로 - 규 격 : 6.0mWx20.0mLx2.5mH - 조 수 : 4조(2계열) - BOD-SS부하 : 0.04kg/kg · 일 - 슬러지 반송율 : 100~200% - 체류시간 : 28.8시간 - MLSS : 4,000mg/ℓ	1 식

< 계 속 >

- 51 -

시 설 명	기 존		증 설	
	제 원	수량	제 원	수량
포 기 장 치	- 형 식 : 평축 회전식 표면포기장치 - 용 량 : 18.9kg-O₂/hr · 대 - 대 수 : 8대		- 형 식 : 평축 회전식 표면포기장치 - 용 량 : 28.7kg-O₂/hr · 대 - 대 수 : 8대	
최종침전지	- 형 식 : 원형, 중력식 - 규 격 : 직경28m x 유효수심3.5m - 지 수 : 2지 - 수면적 부하 : 9.6m³/m² · 일 - 체류시간 : 8.7시간 - 유통부하 : 28.0m³/m · 일 (2열 Weir)	1 식	- 형 식 : 원형, 중력식 - 규 격 : 직경28m x 유효수심3.5m - 지 수 : 2지 - 수면적 부하 : 12.0m³/m² · 일 - 체류시간 : 7.0시간 - 유통부하 : 34.6m³/m · 일 (2열 Weir)	1 식
용수공급조 (급회시설유보)	- 규 격 : 2.5mWx10.0mLx1.8mH - x2수로 - 지 수 : 2지 - 점속시간 : 16.2분	1 식	- 규 격 : 2.5mWx20.0mLx1.8mH - x3수로 - 지 수 : 3지 - 점속시간 : 17.9분	1 식
슬러지농축기	- 형 식 : 원형, 중력식 - 규 격 : 직경21.0m x 유효수심3.0m - 지 수 : 1지 - 수면적부하 : 92.4m³/m² · 일 - 체류시간 : 47분 - 유통부하 : 242m³/m · 일	1 식	-	
탈 수 기	- 형 식 : Belt Press Filter - 여포폭 : 1.5m - 여포속도 : 120kg · DS/m · 시간 - 대 수 : 2대	1 식	-	

- 52 -

2.2.2 구조계산서

1.1 설계조건

1.1.1 개요

본 콘지암 하수종말처리장의 구조물은 대부분 지하에 위치하므로 토압 및 수압 등의 외력에 대해 안전하도록 설계해야 한다. 그러므로 구조계산시 구조물에 가장 불리한 하중상태를 고려하여 해석하였으며 지반단성을 고려한 경계조건을 적용하였다. 사용전산 프로그램은 SAP 90™ Ver 5.0.0으로 구조체를 3차원으로 Modeling하여 해석하였고 부득이한 경우는 필산에 의하였다. 응력검토와 철근량 산정은 경제성 및 안전성을 고려하여 국한강도설계법에 따라 실시하였다.

1.1.2 사용재료

구분	콘크리트	철근 (SD 30)
· 설계강도	$\sigma_{ck} = 240 \text{ kg/cm}^2$	$\sigma_y = 3,000 \text{ kg/cm}^2$
· 탄성계수	$E_c = 2.30 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$	$E_s = 2.04 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
· 탄성계수비	$n = 9$	
· POISSON'S RATIO	$\mu = 0.167$	
· 선팽창계수	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5} \text{ } \ell/\text{ }^\circ\text{C}$	$\alpha = 1.2 \times 10^{-5} \text{ } \ell/\text{ }^\circ\text{C}$

1.1.3 설계에 사용한 하중조건

가 재료의 단위중량

재명	하중	재명	하중
청근콘크리트	2,500	석재	2,700
무근콘크리트	2,350	흙 (보통)	1,800
모르타	2,150	흙 (수중)	900
벽돌	2,000	물	1,000
목재	800	경암콘크리트	2,000
자갈 모래	1,900	강재	7,850

- 5 -

0200

나. 적재하중

보통 각 구조물에 적용하는 적재하중은 다음과 같다.

적재하중

(단위 : kg/m²)

구분	스라브계산	비고
지붕	200	사람이 사용하지 않는 경우
사무실	200	
기계실, 펌프실, 보일러실	500	중량기기 별도
전기실	500	

다. 기타 하중

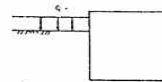
<양압력>

구조물 설계시 지하수위가 높은 경우에는 양압력에 대한 안전성 여부를 검토해야 한다. 또한 특별한 경우에는 시공단계에서도 검토하고 설계도에 시공시 주의사항등을 명시하여 안전을 기하도록 한다.

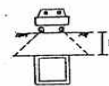
<상재하중>

통상

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



판하중



$$H \geq 3.0\text{m} \text{의 경우 : } q = 1.0 \text{ t/m}^2$$

$$H < 3.0\text{m} \text{의 경우 : 보식도의 분포하중}$$

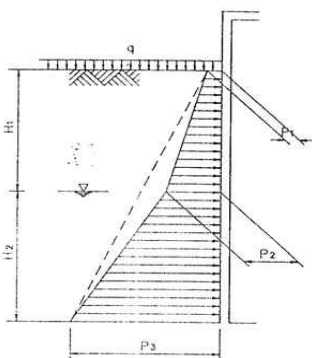
$$\text{충격계수 } i = \frac{20}{50 + L}$$

- 6 -

0200

라. 수압 및 토압

1) 토압



$$P = K \cdot q + K \cdot \gamma_1 \cdot H_1 + K \cdot \gamma_2 \cdot H_2$$

(중간치는 점선치라도 가함)

p : 토압 (t/m²)

K : 토압계수

q : 상재하중 (t/m²) γ_1 : 흙의 단위중량(지하수위면의 상측)

$$= 1.8 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

 γ_2 : 흙의 단위중량(지하수위면의 하측)

$$= 0.9 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

 γ_3 : 물의 단위중량

$$= 1.0 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

 H_1 : 설계지반면부터 지하수위면까지의 깊이(m) H_2 : 지하수위면부터 이하의 깊이(m)

여기서 토압계수 K는

흙의 내부마찰각을 $\phi = 30^\circ$ 로 하면

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

$$\cdot \text{수동토압계수 } K_R = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = 0.5$$

$$\cdot \text{정지토압계수 } K_0 = 1 - \sin \phi = 0.5$$

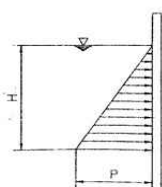
$$P = W \cdot H = \text{(t/m}^2\text{)}$$

p : 수압 (t/m²)

H : 수심 (m)

W : 물의 단위 중량 = 1.0 (t/m³)

2) 수압



- 7 -

1.1.4 설계하중조합 (강도설계법)

조	하중 조합
· 연직 활하중 L 이 구조수명 기간중 최대 하중으로 작용하는 경우	$U = 1.2D + 1.8L + 0.6L_s$ $U = 1.2D + 1.8L_s + (0.6L \text{ 또는 } 0.9W)$
· 풍하중 W 또는 지진하중 E가 구조수명 기간중 최대하중으로 작용하는 경우	$U = 1.2D + 1.4W + 0.6L + 0.6L_s$ $U = 1.2D + 1.6E + (0.6L \text{ 또는 } 0.3L_s)$ $U = 0.9D - (1.4W \text{ 또는 } 1.6E)$
· 연직 활하중 L 과 풍하중 W 또는 지진하중 E 의 제하 효과가 상쇄되는 경우	-
· 사하중만이 지배적인 경우	$U = 1.5D$
· 정토압 H 을 설계에 포함시켜야 할 경우	$U = 1.2D + 1.8(L+H) + 0.6L_s$ $U = 0.9D - (1.4W \text{ 또는 } 1.6E) - 1.8H$ $U = 1.2D + 1.4W + 1.8L + 0.6L_s$ $U = 0.9D - (1.4W \text{ 또는 } 1.6E) - 1.4F$ $U = 1.5D + 1.3T$ $U = 1.2D + 1.3T + 1.8L + 0.6L_s$
· 부동침하, 크리프, 건조수축, 습도변화 또는 온도변화 등으로 인한 팽창 또는 수축변형으로 유발된 T 가 현저한 경우	-

Ls : 지붕활하중, 강우하중, 설하중

L : 활하중

H : 정토압

F : 유체 정압력이나 수직압력

D : 사하중

E : 지진하중

W : 풍하중

T : 변형력

1.1.5 강도감소계수 ϕ

부재 또는 하중의 종류	ϕ
침부재, 축방향 인장부재, 휨과 축방향	0.85
인장을 견뎌 받는 부재	
축방향 압축부재, 축방향 압축	나선철근부재 0.70
과 휨을 견뎌받는 부재	기타 부재 0.65
전단과 비틀림	0.70
콘크리트의 지입	0.60
무근콘크리트	0.55
기타부재	0.65

- 8 -

0200

1.1 상하수도 구조물 설계 특기사항

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

1.2 적용기준

구분	적용기준 및 규격
국 내	- 콘크리트 구조설계기준 (2003) : 한국콘크리트학회 (건설교통부 제정) - 콘크리트 표준시방서 (2003) : 한국콘크리트학회 (건설교통부 제정) - 도로교 설계기준 (2003) : 대한토목학회 - 도로설계편람 (2001) : 건설교통부 - 구조물 기초설계기준 (2003) : 한국지반공학회 (건설교통부 제정) - 지중구조물의 내진설계 (1999) : 한국지반공학회 - 상수도시설 내진 설계기준 마련을 위한 연구 (1999) : 환경부
국 외	- American Concrete Institute (ACI) - American Institute of Steel Construction (AISC) - British Standard Code (BS) - 미국 PCA편 : Concrete Information

1.3 사용재료

구분	항목	적용	비고
콘크리트	설계기준강도	$f_b = 27 \text{ MPa}$	
	탄성계수	$E_s = 0.043 \times 10^5 \sqrt{f_b} \text{ MPa}$	
	Poisson's Ratio	0.17	
	신장탄성계수	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$	
철근	설계기준항복강도	$f_y = 300 \text{ MPa}$	
	탄성계수	$E_s = 200,000 \text{ MPa}$	
	Poisson's Ratio	-	
	신장탄성계수	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$	

1 - 3

1.4 적용하중

1) 재료의 단위중량

재료명	단위중량 (kg/m³)	재료명	단위중량 (kg/m³)
철근콘크리트	2,500	알미늄	2,800
프라스틱트	2,500	사면트모르터	2,150
콘크리트	2,350	목재	800
강재	7,850	역청제(방수용)	1,100
주철	7,250	아스팔트포장	2,300

※ 설치량이 양적한 것은 그 값을 사용한다.

2) 지재하중

구분	지재하중 (kN/m²)	구분	지재하중 (kN/m²)
지중 (적설사)	2	전기선, 방전기선	10
목도, 개단, 환관	2.5	창고(기둥)	10
기계실, 컴퓨터실, 보일러실	10	차도(중지랑하중제하사)	12
수정실, 방수실	5	수지리설(기계하중제하)	5

3) 한하중

구분	한하중 (kN/m²)	구분	한하중 (kN/m²)
지표면하중(s)	10	기타하중(보도하중)	5

도로면 한하중 (DG-24제하, BOX 도로설계편람)			
도폭(m), H	도로면한하중 (kN/m²)	도폭(m), H	도로면한하중 (kN/m²)
1.0	51	5.0	15
1.5	39	6.0	15
2.0	21	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 토압 혹은 탱크내의 수압에 의하여 지배된다.

지하탱크가 바닥 및 상판슬래브에서 지지되어 흙압자의 수평이동이 없을 것으로 예상되는 구조물에 대한 설계 한도압을 정지토압을 적용하여 계산하였으며 지하탱크가 바닥에만 지지되고 상부에는 지지되지 않는 구조물에 대해서는 주동토압을 적용하여 계산하였다.

가) 길이에 따른 토압분포 (일변식) : $p = k \times q + k \times \gamma_1 \times H_1 + k \times \gamma_{sat} \times H_2 + \gamma_w \times H_2$ (분포하중)

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

1 - 4

여기서, p : 토압 (kN/m²)
 k : 정지토압 혹은 주동토압 계수
 q : 설계하중, 10 kN/m² 로 가정
 γ_1 : 흙의 단위중량 (지하수위 상측, 1,900 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 : 지하수면이하의 깊이 (m)

나) 지하수위의 영향이 없을 경우 : $p = k \times q + k \times \gamma_1 \times H$, H는 지표에서 설계토압의 깊이임

구분	적용	계산식
토압계수	주동 토압계수	$K_a = (1 - \sin \phi) / (1 + \sin \phi)$
	정지 토압계수	$K_p = 1 - \sin \phi$
	지진시	Monroble-Okabe의 지진토압계수 (K_{AE})
내부마찰력	토질시험 결과에 의한	

5) 수압

구분	적용	비고
정수압	$P_1 = \gamma_w \cdot H_1$	γ_w : 물의 단위중량 H_1 : 유체의 깊이 (m)
지중단국수압	$P_2 = \gamma_w \cdot H_2$	H_2 : 지하수위의 깊이 (m)

1.5 설계하중 및 하중조합

1) 소요강도 - 하중계수와 하중조합 (강도설계법)

조 건	적용
고정하중(D)과 활하중(L)이 작용하는 경우	$U = 1.4D + 1.7L$
고정하중(D), 활하중(L) 및 풍하중(W)이 작용하는 경우	$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.7W)$
또한, 고정하중과 풍하중이 서로 상쇄되는 하중효과를 보이는 경우	$U = 0.9D + 1.3W$
고정하중(D), 활하중(L) 및 지진하중(E)이 작용하는 경우	$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.8E)$
또한, 고정하중과 지진하중이 서로 상쇄되는 하중효과를 보이는 경우	$U = 0.9D + 1.4E$
고정하중(D)과 활하중(L), 항빙하중 및 지하수압이 작용하는 경우	$U = 1.4D + 1.7L + 1.8H$ $U = 0.9D + 1.8H$
고정하중(D), 활하중(L) 및 유체압(P)이 작용하는 경우	$U = 1.4D + 1.7L + 1.5F$ $U = 0.9D + 1.5F$
고정하중(D)과 활하중(L) 그리고 무동침하, 크리프, 건조수축 또는 온도변의 등이 작용하는 경우(T)	$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.5T)$ $U = 1.4D + 1.5T$

※ 지하구조물과 같이 고정하중이 지배적인 구조물은 식 중의 1.4D항의 D대신에 1.1D를 대입하여야 한다

1 - 5

2) 설계강도 - 강도감소계수

부재 또는 하중의 종류	강도감소계수
힘모멘트 또는 힘모멘트와 축인장력이 동시에 작용하는 부재	보통 철근콘크리트 부재 0.85
	프라스틱트 콘크리트 부재 0.85
축인장력을 받는 부재	0.85
축인장력 또는 힘모멘트와 축압축력이 동시에 작용하는 부재	나선형근으로 보강된 철근콘크리트 부재 0.75
	그 이외의 철근콘크리트 부재 0.70
전단력과 비틀림모멘트	0.80
콘크리트의 지압력	0.70
무근콘크리트의 힘모멘트, 압축력, 전단력, 지압력	0.65

1.6 해석 모델링 및 사용 프로그램

1) 부재단면 검토

힘모멘트 및 압축력을 받는 일반적인 콘크리트 부재에 대해서는 강도설계법에 의하여 검토하였으며 허용응력설계법에 의하여 사용성을 검토한다.

2) FRAME 및 SHELL 해석

본 과업 구조물 중에서 일정한 단면이 상당구간 연속되는 1방향성 구조물인 경우는 SAP2000에 의하여 FRAME 해석으로 힘모멘트 및 전단력을 검토하였고 FRAME MODELING이 실제적으로 정합한 2방향 벽체나 슬래브의 경우에는 SAP2000에 의한 SHELL해석을 통하여 모멘트 및 전단력을 검토하였다.

3) 지반반력계수

구분	등가 스프링 저항	등가 등분포하중 저항
개요도		
특징	- 기초지반상재(강성계수 또는 연성계수)에 따른 비탄성체 등의 정밀한 해석 - 기초지반의 지지조건(연직지반 반력계수에 따라 치환된 Spring 계수) 산정 적용하므로 기초지반 지반특성의 적절한 고려 가능	- 기초지반의 지지조건에 관계없이 상부 하중에 대해 지반반력이 일정한 것으로 가정 - 기초지반 지반의 특성을 반영하기 어려우며 형상이 복잡한 수주구조물의 특성상 하중조건에 변화에 따라 지반반력을 계산해야 함
적용	○	
적용	기초지반의 지지조건을 등가 스프링계수로 치환하여 지반의 특성값을 반영하므로 상대적으로 정밀한 해석이 가능한 등가 스프링 저항 적용	
사용		

1 - 6

2.2.3 토질조사보고서

1.4 조사결과

■ 시추조사결과

본 조사지역에서 실시된 2개소의 시추조사 결과 지층의 분포형태는 상부로부터 매립층, 퇴적층(모래질자갈), 연암으로 구성되어 있으며, 시추조사한 결과를 정리하면 다음과 같다.

(단위 : m, () 은 층두)

구분	매립층	퇴적층 (모래질 자갈)	연암	계	S.P.T (g)
BH - 1	0.0~1.1 (1.1)	1.1~6.7 (5.6)	6.7~8.7 (2.0)	8.7	4
BH - 2	0.0~2.3 (2.3)	2.3~5.9 (3.6)	5.9~7.9 (2.0)	7.9	3
계	3.4	9.2	4.0	10.6	7

가. 매립층

본 지층은 본 조사지역의 최상위 지층으로서 두께 1.1~2.3m 정도로 확인되었으며, 풍화암류토인 싯트질 모래, 중~조립질 모래, 자갈(1~15cm) 등으로 구성되어 있으며, 소량의 오목돌이 혼재되어 있다. 본 지층이 매우 역층으로 분포하고 있어 표준관입시험은 BH-2번공에서만 실시하였으며, 그 결과 N치는 15/30(회/cm) 정도로 "보통조밀"한 상태일 것으로 보이는 "슬슬"한 지층으로 확인되었다.

나. 퇴적층(모래질 자갈)

상상퇴적지층인 본 지층은 3.6~5.6m 정도의 두께로, 중~조립질 모래, 세립질 모래가 혼재된 자갈(1~5cm)로 구성되어 있으며, 하부로 갈수록 부분적으로 불적기암의 퇴적층이 혼재되어 구성된다. 본 층의 표준관입시험결과 N치는 4/30~50/4(회/cm)로 나타나 "느슨~매우조밀"한 상태일 것으로 보인다. 이층 상태적으로 N치가 높게 나타나는 부분은 타격시 생물류의 수해 자갈이 우연히 받아서 과다하게 측정된 것으로 판단된다.

다. 연암층

기반암의 하부분화대인 연암은 연 지층이 GL -5.9~6.7m 정도에서 확인되었으며, 본 암은 상부에서부터 보통풍화(Moderately Weathered) 정도의 비교적 치밀 견고한 형상을 보인다. 암 내부의 발달되어진 지질구조의 영향으로 연·경의 반복이 심하게 나타나 지층 시추시 대체로 암편상(Core)으로 시추가 재추되었다.

- 107 -

■ 실내시험결과

표준관입시험시 채취되어진 교란시료들중 그 지층을 대표하는 시료 2개를 선정하여 한국공업규격(KSF)에 의거하여 다음과 같이 실내토질시험을 실시하였으며, 그 결과는 아래에 요약, 정리하였다. 시험성과는 부록의 실내토질시험 성과표에 수록하였다.

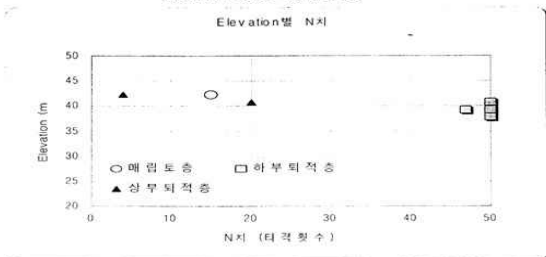
구분	심도 (m)	Wn (%)	Gs (g/cm³)	Atterberg		Grain Size Distribution										USCS
				LL	PI	No. 1					No. 2					
						mm 0.075	mm 0.150	mm 0.300	mm No. 4	mm No. 10	mm No. 40	mm No. 60	mm No. 100	mm No. 200	mm No. 425	
BH-1	3.0	11.4	2.65	NP	-	-	16.4	19.0	23.8	33.2	47.5	72.8	90.0	100	GM	
BH-2	1.5	12.0	2.66	NP	-	-	18.8	23.6	27.2	34.7	48.7	72.2	90.4	100	GM	

■ 지반조사 성과분석

가. 심도별 지층구성 및 N치

지층구분	표고 (GL) (m)	심도 (m)	지층특성
매립층	43.75~41.45	15/30	풍화암류 토양인 싯트질 모래 (인위적인 성토층) 자갈크기 : 1~15cm
퇴적층 (모래질자갈)	42.65~37.05	4/30~50/4	중~조립질모래, 세립질모래, 혼재된자갈 (퇴적층) 자갈크기 : 1~5cm
연암층	37.85이하	-	기반암의 하부분화대로서 치밀하고 균열이 발달

표고에 따른 지층별 N치 분포현황



- 109 -

■ 표준관입시험(N-Value)결과

시험시추와 병행하여 총 7회의 표준관입시험(Standard Penetration Test)을 한국공업규격(KSF-2318규정)에 의거 시행하였으며, 각 공별, 지층별 N치는 다음과 같다.

(Blows/30cm)

구분	심도 (GL - m)				계
	1.5	3.0	4.5	6.0	
BH - 1	4/30	20/30	50/20	50/5	4
BH - 2	15/30	50/4	47/30	-	3
시험회수	2	2	2	1	7

(회/cm)

구분	매립층	퇴적층 (모래질자갈)	비고
BH - 1	-	4/30~50/5	
BH - 2	15/30	47/30~50/4	
범위	15/30	4/30~50/4	

■ 공내지하수위 측정결과

조사지역의 지하수위를 파악하기 위하여 각 시추공에서 지하수위를 측정, 기록하였다. 지하수위 측정은 시추 종료 후 24시간 이후에 측정하여 현지하수위를 얻을 수 있도록 하였는데 경우 계장, 환경 및 주위여건 변화에 따라 다소 변동이 예상되며, 시추조사 후 측정된 각 시추공별 공내지하수위는 다음과 같다.

구분	측정결과		비고
	Ground Level	Elevation Level	
BH - 1	G.W.L. -4.2 m 이하	E.L. +39.55 m 이하	
BH - 2	G.W.L. -4.3 m 이하	E.L. +39.45 m 이하	

- 108 -

나. 구조물기초 하부지반의 변형특성(Es)

교압구간의 구조물기초심도 및 기초규모를 감안하여 불 매 퇴적층(모래질 자갈)지층 및 연암층의 변형특성이 구조물 기초형식에 선정에 영향을 미칠것으로 판단되므로, 해당지층에 대한 변형특성을 에너지요율(=국내실측치 52%)이 고려된 표준관입시험치(N-Value)에 의한 경험적인 선정값(Das, Bowles)과 서울시 지반조사시험(1996)에서 제안한 값을 비교 검토하여 평가한 결과는 아래와 같다. 특히, 퇴적층(모래질 자갈)의 경우 상부와 하부로 구분하여 적용하였고, 최대N치가 50이상의 경우에는 표준관입시험의 신뢰도상의 문제로 인하여 안전측으로 N치를 30(내항관입시험 결과)으로 제안하여 설계에 적용하였다.

지층구분	실측 N치 (50이하)	보정 N치 (50이상)	변형특성 선정 (t/m²)	실제변형특성 (t/m²)
매립토	15/30	13	2280	2000~4000
퇴적토 (상부)	4/30~20/30	3~17	1080~2760	2000~4000
퇴적토 (하부)	47/30~50/5	30	4320	2000~4320
연암	-	-	-	20000~40000

다. 횡방향 지반반력계수(Kh)

본 하수처리장 부지의 토류역 공사중 굴착지반은 매립토, 퇴적토(모래질자갈) 및 연암층의 지층에 계획되어 있는데 이들 지층별의 지반반력계수(변형특성)를 파악하기 위해 에너지요율(=국내 실측치 52%)이 고려된 표준관입치에 의한 경험식(우구오하 Kh = 691 x NO.4061/m³, 일본도료협회 Kh = N/5 t/m³)에 의한 값 및 가시성 프로그래밍 EXCAD에서 추천한 값들을 비교·검토하여 평가한 결과는 아래와 같다.

지층구분	실측 N치 측정 범위	보정 N치 (50이하 x 52% 관입량/50타)	변형특성계수 (t/m²)	EXCAD 추천값	실제변형특성 (t/m²)
매립토	15/30	13	1957	2600	960~3000
퇴적토 (상부)	4/30~20/30	3~17	1079~2183	600~3400	960~3000
퇴적토 (하부)	47/30~50/5	30	2749	6000	2500~4000
연암	-	-	-	-	4500~8000

- 110 -

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 : 구조적 문제점은 없으나 일부 시설물에 대하여는 구조물의 내구성 증진을 위해 보수보강이 필요 - 고도처리시설동의 경우 정밀진단 실시 필요 - 건축물 : 옥상부 등 콘크리트 표면열화가 진행중으로 건축물의 내구성 증진을 위해 보수보강이 필요 - 하반기 정밀점검시 내구성 저하 여부 등 확인(2016.9월 예정)	
2	2015.12 (정기점검)	자체수행	양호	- 토목구조물 : 구조적 문제점은 없으나 일부 시설물에 대하여는 구조물의 내구성 증진을 위해 보수보강이 필요 - 고도처리시설동의 경우 정밀진단 실시 필요 - 건축물 : 옥상부 등 콘크리트 표면열화가 진행중으로 건축물의 내구성 증진을 위해 보수보강이 필요	
3	2015.06 (정기점검)	자체수행	보통	- 토목구조물 : 구조적 문제점은 없으나 일부 시설물에 대하여는 구조물의 내구성 증진을 위해 보수보강이 필요 - 건축물 : 옥상부 등 콘크리트 표면열화가 진행중으로 건축물의 내구성 증진을 위해 보수보강이 필요	
4	2014.12 (정밀점검)	우리기술(주)	B	- 외관조사결과 철근노출, 박리/박락, cw=0.3mm 이상 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 손상에 대해서도 유지관리 요구됨	

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검· 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
5	2014.05 (정기점검)	자체수행	보통	- 토목시설물중 고도처리시설 지하층의 누수는 구조물의 내구성 저하 등의 우려가 있는 것으로 보여지므로 유지관리(보수)를 통한 구조물의 내구성능을 확보하는 것이 필요 - 건축구조물은 전반적으로 노후화 및 일조량 증가 등으로 인한 옥상층 마모 및 방수층 열화로 인해 누수가 발생되는 것으로 추정되며 지속적인 점검을 통해 손상의 진행유무 등을 파악하여 보수보강 계획 수립이 필요	
6	2013.12 (정기점검)	자체수행	양호	- 토목구조물 온도변화에 의한 균열 (cw=0.1~0.3mm) 발생, 외부에 노출된 부재의 전반적인 표면열화 등이 발생되었으나, 기 발생한 손상으로 인한 구조물의 내구성 저하는 없는 것으로 판단되며 향후 정밀점검을 통한 손상의 진전 여부등을 지속적으로 관찰, 확인 필요 - 토목시설물중 고도처리시설 지하층 누수는 구조물의 내구성 저하 등의 우려가 있는 것으로 유지관리(보수)를 통한 구조물의 내구성능을 확보 필요 - 건축구조물은 전반적 노후화, 일조량 증가 등으로 인한 옥상층 마모, 방수층 열화로 인해 누수가 발생, 추정되며 지속적인 점검을 통해 손상의 진행유무 등을 파악, 보수보강 계획 수립 필요	
7	2013.01 (정밀점검)	(주)모아테크	B	- 토목구조물은 온도변화 등에 의한 균열(cw=0.1~0.3mm), 균열부 우수 및 처리수 유입에 따른 백태 등이 다수 발생, 외부 노출된 부재의 전반적인 표면열화 등 발생되었으나, 기 발생한 손상으로 지속적 점검(정기, 정밀점검)을 통한 손상의 진전 여부 등을 확인하여 유지관리방안을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨 - 토목시설물 중 고도처리시설 지하층 누수는 구조물의 내구성 저하 등의 우려가 있는 것으로 유지관리(보수)를 통한 구조물 내구성능 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단됨 - 건축구조물은 전반적 노후화 및 일조량 증가 등으로 인한 옥상층 마모 및 방수층 열화가 발생, 일부 시설물은 옥상방수층 파손(추정)으로 인한 누수가 발생되는 것으로 조사되었다. 또한 재료적 특성 차이, 온도변화 등으로 인한 마감균열, 마감균열부 우수유입에 의한 백태 등이 발생되었으나, 기 발생한 손상들은 마감재 손상이 대부분으로 점검을 통한 손상의 진행유무 등을 파악하여 유지관리방안을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨	

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검 · 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
8	2012.06 (정기점검)	자체수행	보통	- 고도처리동(bod저감조 등) 가동중지상태로 조속한 보수보강이 필요한 상태 - 전체적인 시설상태는 양호한 편임	
9	2011.12 (정기점검)	자체수행	양호	- 시설물 보강을 위한 내외부도장보수가 이루어져 전반적으로 양호한 상태임	
10	2011.02 (정기점검)	(주)에스엔에스 구조안전기술원	양호	- 점검결과 전회점검시(2010.02) 발생한 결함의 변위는 없는 것으로 확인되었으며 일부 보수가 이루어진 전반적으로 양호한 상태로 조사되었음 - 금회점검시 관리동 및 고도처리시설 등 일부 시설물 외 · 내벽에서 균열이 발생하였으며 방수층 손상에 의한 누수가 발생한 것으로 조사되었고 현재 상태에서 안전상에 큰 영향은 없을 것으로 사료되나 차후 유지관리 차원에서 적기에 적절한 보수 조치가 필요할 것으로 사료됨	
11	2010.11 (정밀점검)	플러스테라 주식회사	B	- 현장조사 당시 보수공사가 진행중인 상태였으며 관리동, 최종침전지, 최종침전지 펌프실, UV소독조에서 국부적으로 구조물과 접하는 성토부 지반침하가 조사되었으며, 전반적으로 토목 및 건축구조물의 균열에 대한 보수는 양호하나 누수 및 백태에 대한 보수누락이 조사됨	
12	2010.08 (정기점검)	자체수행	보통	- 침사지 : 벽체일부분 균열 및 접합부이격 - 약품동 : 옥상방수물탈 등	
13	2010.02 (정기점검)	(주)에스엔에스 구조안전기술원	양호	- 일부 균열에 대해서는 보수가 이루어진 상태로 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 일부 벽체에서 보수 후 재 균열 및 지상층, 지하층에서 추가 균열이 발생하였음. 발생한 균열은 온도변화에 의한 수축균열이 미세하게 발생되었으며, 이질재간에 이음부 균열, 방수층 손상 등의 결함이 발생한 것으로 확인되었음 - 변전실 및 약품투입실 기둥에서 허용기준치를(폭 0.3 mm) 초과하는 균열이 발생하였으나, 구조적 균열이 아닌 미장 마감균열인 것으로 사료됨 - 상기 발생한 결함은 대부분 구조안전상에는 큰 영향은 없을 것으로 사료되나 향후 진행될 우려가 있으므로 주기적인 관찰, 적기에 보수를 실시함이 좋겠음	
14	2009.08 (정기점검)	자체수행	보통	- 관리동 전회차 점검에서 조사된손상은 전반적으로 양호하며 지하층,1층,2층에는 일부분 접합부 이격과 균열 발생	

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검 · 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
15	2009.02 (정기점검)	자체수행	보통	- 전반적으로 상태 양호 - U형 측구수로 및 배수로 준설필요함	
16	2008.11 (정밀점검)	태화건설(주)	B	- 전반적인 보수 완료로 양호한 상태이나 일부 전기실 2층 기둥부 이격, 균열부에 보수 요망됨	
17	2008.03 (정기점검)	자체수행	보통	- 약품투입동 계단접합부 이격으로 누수 - 고도처리시설동 지하실균열, 누수, 철근노출 - 탈수동지하 벽체균열 - 사여과기실 균열, 누수, 철근노출 - 관리동 균열, 누수	
18	2007.09 (정기점검)	자체수행	양호	- 균열 및 내부배관 누수등의 손상이 발생되었고, 내구 성 확보 차원에서 보수가 필요함	
19	2007.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태양호	
20	2006.12 (정밀점검)	(재)한국건설 품질연구원	B	- 관리동, 설비동, 관리사택에는 외부의 조적균열과 내 부에는 이질접합부 이격, 균열, 옥상 방수층의 손상이 조사됨 - 분배조 슬래브의 침하균열, 우수침전지 벽체상부에 국부적인 파손, 침사지 및 유입펌프장 신축이음부 누 수, 등이 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 발생됨 기능 발휘에는 지장이 없는 것으로 나타남	
25	2004.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
26	2003.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
27	2003.03 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
28	2002.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 관리동 1층 시험실, 2층 복도 휴게실 천장 누수	
29	2002.05 (정밀점검)	자체수행	A	- 상태 양호함	

〈표 2.2〉 기존 점검 실시결과 요약(계속)

NO	기간 (구분)	점검 · 진단기관명	상태 등급	주요내용	비고
30	2002.04 (정기점검)	자체수행	양호	- 탈수기실(외부) 받침 기초 콘크리트 모서리 일부 파손	
31	2001.10 (정기점검)	자체수행	양호	- 상태 양호함	
32	2001.04 (정기점검)	자체수행	양호	- 관리동 시험실, 탈수설비동 농축기실 천정 누수 - 관리동앞 도로 일부 침하	
33	2000.03 (정밀점검)	자체수행	A	- 상태 양호함	

■ 전차 보고서(2014년 12월) 요약문

1 종합평가 및 안전등급 지정

- 종합평가지수 4.32 (B등급)
- 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태

2 종합결론

- 현재 곤지암 공공하수처리시설은 B등급으로 고도처리시설의 지하층 배관누수에 의한 박리/박락/열화, 받침대 강재부식과 약품투입동의 약품 누수에 의한 박리/박락/열화, 용수공급조의 철근노출에 대해서는 즉각적인 단면보수 조치가 필요한 상태이다.
- 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 압축 강도	시험 종류		측정결과 (MPa)		· 설계기준강도 상회 (양호)
			토목구조물	건축구조물	
	반발경도시험		24.3~29.5	24.4~54.6	
	설계기준강도		24.0	24.0	
철근 탐사	철근종류		측정 (mm)		· 철근배근 간격 일률적 · 최소 피복두께 만족
			배근	피복	
	토목구조물	수직(중)	100~216	33~220	
		수평(횡)	100~400	33~198	
	건축구조물	수직(중)	92~215	26~130	
		수평(횡)	183~40	29~122	
탄산화 시험	부 재	탄산화깊이 (mm)	설계 피복두께 (mm)	잔여깊이 (mm)	· 용수공급조-b등급 · b등급-향후 탄산화에 의한 철근 부식 발생 가능성이 있는 상태 · 그 외 a등급
	토목구조물	2.3~9.8	55.0~155.0	52.7~145.2	
	건축구조물	6.3~10.8	43.0~96.0	28.0~89.7	

4 외관조사 결과

결함발생 부재		상태 평가	결함종류	보수·보강(안)
토목 구조물	침사지	b	cw=0.3mm 이상 균열, 박리/박락	주입보수, 단면보수
	산화구	b	cw=0.3mm 이상 균열, 박리/박락, 파손	주입보수, 단면보수
	최종침전지	b	cw=0.2mm 이하 균열, 박리/박락	표면보수, 단면보수
	분배조	b	재료분리, 표면박리, cw=0.2mm 이하 균열	단면보수, 표면보수
	고도처리시설	b	박리/박락/열화, 배관 누수 및 받침대 강재 부식	유도배수로 및 받침대 설치 단면보수(방청),
	총인처리시설	a	cw=0.3mm 이상 균열, cw=0.2mm 이하 균열	주입보수, 표면보수
	UV 소독조	a	지반 공동	지속적 관찰
	우수침전지	b	cw=0.2mm 이하 균열, 박리/박락	표면보수, 단면보수
	우수 분배조	a	상태양호	-
건축 구조물	유입펌프장	b	옥상 바닥 마감재 박리, 이물질 퇴적	방수층 재시공, 청소
	약품투입동	b	박리/박락/열화	단면보수
	용수공급조	c	철근노출	단면보수(방청)
	최종 펌프실	b	cw=0.2mm 이하 균열	표면보수
	설비동	b	마감 균열, 마감 박리/들뜸	지속적 관찰
	관리동	c	cw=0.3mm 이상 균열	주입보수
	탈취 FAN실	b	마감균열, 마감표면박리	지속적 관찰
	우수 분배조	b	마감균열, 박리/박락	단면보수, 지속적 관찰
	관사	b	누수흔적, 마감 균열, 배수로 누수	지속적 관찰
기전설비		a	상태양호	-

5 보수·보강 개략공사비

<표> 1순위 개략공사비 (공공하수처리시설)

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
고도처리 시설	박리/박락 (벽체)	단면보수	1.3	m ²	1.6	m ²	200	320
	박리/박락/열화 (바닥)	단면보수 (방청)	27.3	m ²	32.8	m ²	250	8,200
	배관 받침대 부식	받침대 재설치	1	ea	1	ea	200	200
	배관 누수	유도배수로 설치	2	ea	2	ea	200	400
전기설 약품투입동	박리/열화 (벽체)	단면보수	0.09	m ²	0.1	m ²	200	20
	박리/박락/열화 (바닥)	단면보수	4.5	m ²	5.4	m ²	200	1,080
용수공급동	철근노출	단면보수 (방청)	0.46	m ²	0.6	m ²	250	150
순공사비			10,370,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			5,185,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			15,555,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 2순위 개략공사비 (공공하수처리시설, 토목구조물)

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
침사지	cw=0.3mm이상 균열	주입보수	10.9	m	13.1	m	110	1,441
	박리/박락	단면보수	0.3	m ²	0.4	m ²	200	80
산화구	cw=0.3mm이상 균열	주입보수	5.8	m	7.0	m	110	770
	박리/박락/파손	단면보수	2.02	m ²	2.4	m ²	200	480
최종침전지	박리/박락	단면보수	0.2	m ²	0.3	m ²	200	60
고도처리 시설	실링재 열화	실링재 재시공	20.0	m	20.0	m	10	200
	cw=0.3mm이상 균열	주입보수	6.0	m	7.2	m	110	792
	입상황 방치	입상황 처리	6	ea	6	식	150	900
총인처리	cw=0.3mm이상 균열	주입보수	1.0	m	1.2	m	110	132
우수분배조	박리/박락	단면보수	0.5	m ²	0.6	m ²	200	120
순공사비			4,975,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			2,487,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			7,462,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 2순위 개략공사비 (공공하수처리시설, 건축구조물)

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
유입펌프장	옥상 마감 박리	방수층 재시공	30.0	m ²	240.0	m ²	65	15,600
용수공급조	옥상 마감 박리/들뜸	방수층 재시공	110.0	m ²	110.0	m ²	65	7,150
관리동	cw=0.3mm이상 균열	주입보수	15.0	m	18.0	m	110	1,980
순공사비			24,730,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			12,365,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			37,095,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 3순위 개략공사비 (공공하수처리시설)

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
침사지	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	17.7	m	2.1	m ²	50	105
	균열/백태	표면보수	3.5	m	0.4	m ²	50	20
	백태	표면보수	0.02	m ²	0.1	m ²	50	5
산화구	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	108.9	m	13.1	m ²	50	655
	균열/백태	표면보수	47.5	m	5.7	m ²	50	285
	망상균열	표면보수	4.0	m ²	4.8	m ²	50	240
최종침전지	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	107.5	m	12.9	m ²	50	645
분배조	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	1.5	m	0.2	m ²	50	10
	표면박리	표면보수	5.04	m ²	6.0	m ²	50	300
	재료분리	단면보수	0.2	m ²	0.2	m ²	200	40
고도처리 시설	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	18.3	m	2.2	m ²	50	110
	균열/백태	표면보수	3.8	m	0.5	m ²	50	25
	백태	표면보수	12.78	m ²	15.3	m ²	50	765
	표면박리	표면보수	3.5	m ²	4.2	m ²	50	210
총인처리	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	2.0	m	0.3	m ²	50	15
우수침전지	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	2.7	m	0.3	m ²	50	15
	박리/박락	단면보수	0.04	m ²	0.1	m ²	200	20
유입펌프장	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	0.5	m	0.6	m ²	50	30
전기실	균열/백태	표면보수	0.8	m	1.0	m ²	50	50
용수공급조	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	1.5	m	1.8	m ²	50	90
	백태	표면보수	0.03	m ²	0.1	m ²	50	5
최종펌프실	cw=0.2mm이하 균열	표면보수	1.5	m	1.8	m ²	50	90
순공사비			3,730,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			1,865,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			5,595,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 2순위 개략공사비 (가축분뇨처리시설)

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
BIO 탈취	cw=0.3mm 이상 균열	주입보수	3.5	m	4.2	m	110	462
BCS 반응조	박리/박락/재료분리	단면보수	0.57	m ²	0.7	m ²	200	140
관리동	누수혼적/도장박리	재도장	6.03	m ²	7.2	m ²	20	144
	배수관 파손	배수관 재설치	1	ea	1	ea	100	100
송풍기동	균열/누수	주입보수	9.0	m	10.8	m	150	1,620
	옥상 마감 균열	방수층 재시공(부분)	2.0	m	2.4	m ²	65	156
	옥상 마감 박리/들뜸	방수층 재시공(부분)	4.36	m ²	5.2	m ²	65	338
순공사비			2,960,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			1,480,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			4,440,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 3순위 개략공사비 (가축분뇨처리시설)

부 재	손상 내용	보수방안	손상 물량	단위	보수 물량	단위	단가 (천원)	공사비 (천원)
BIO 탈취	균열/백태	표면보수	1.0	m	0.1	m ²	50	5
	망상균열/백태	표면보수	4.6	m ²	5.5	m ²	50	275
BCS 반응	cw=0.2mm 이하 균열	표면보수	70.0	m	8.4	m ²	50	420
	표면박리	표면보수	4.6	m ²	5.5	m ²	50	275
유량조정조	cw=0.2mm 이하 균열	표면보수	20.5	m	2.5	m ²	50	125
용수공급동	cw=0.2mm 이하 균열	표면보수	6.0	m	0.7	m ²	50	35
	균열/백태	표면보수	5.0	m	0.6	m ²	50	30
저류조	cw=0.2mm 이하 균열	표면보수	2.5	m	0.3	m ²	50	15
송풍기동	cw=0.2mm 이하 균열	표면보수	5.0	m	0.6	m ²	50	30
	백태	표면보수	0.72	m ²	0.9	m ²	50	45
	박리/박락	단면보수	0.16	m ²	0.2	m ²	200	40
순공사비			1,295,000					
제경비 (순공사비 50% 이상)			647,000					
총공사비 (순공사비+제경비)			1,942,000					

※ 보수물량 = 손상물량 20% 할증

<표> 개략공사비 합계

구 분		공사비
공공하수처리시설	1순위	15,555,000
	2순위	37,095,000
	3순위	5,595,000
가축분뇨처리시설	1순위	-
	2순위	4,440,000
	3순위	1,942,000
총 계		64,627,000

2.4 보수·보강 이력

NO	기간	공사 구분	시공자	보수·보강 사항	금액 (천 원)	비고
1	2006.12.21 ~ 2007.01.12	보수	(주)삼화건설	사여과기실 보수공사	8,300	
2	2006.07.10 ~ 2007.10.30	기타	태동건설	기타 부대시설 구조물 개축	818,000	
3	2004.12.24 ~ 2005.04.29	보수	(주)광명건설	환경기초시설 기술진단 보완 (우수 배관교체)		
4	2003.07.14 ~ 2005.01.29	보강	기안종합건설(주)	고도처리로 인한 전면 보수 수처리, 슬러지처리, 슬러지 최종 처분 개량		

2.5 내진설계 여부

- 2007년 12월 구조계산서 검토결과 내진설계가 반영됨

1.9 피복두께

인장치기 콘크리트는 구조물의 용도상 흙에 접하는 기초슬래브, 거푸집 제거후 흙에 접하거나 흙에 노출되는 벽체, 그리고 흙에 접하지 않는 슬래브 및 벽체로 구분하여 순달개준 다음과 같이 기입하였다.

구분	최소피복두께	적용피복두께	적용예
수중에서 타설하는 콘크리트	100	-	-
흙에 접하여 콘크리트를 전 주 철근이 흙에 묻혀 있는 콘크리트	80	80	기초벽단 콘크리트부재의 상·하부 벽체 콘크리트부재의 외·내측 상부슬래브 콘크리트부재의 상·하부
흙에 접하거나 목회의 공기에 직접 노출되는 콘크리트	D20이상의 철근 60 D25이하의 철근 50 D16이하의 철근 40	60	상부슬래브 콘크리트부재의 상·하부
목회의 공기에 흙에 직접 접하지 않는 콘크리트	슬래브·벽체·정선 40 보, 기둥 40 탑, 정관부재 20	80	보, 기둥 부재의 상·하부

1.10 내진설계

1) 토 압

$$p_{AE} = (1 - A_v) \left\{ \gamma h K_{AE} + \frac{\gamma \cos \alpha}{\cos(\alpha - \beta)} K_{AE} \right\}$$

여기서, p_{AE} : 지진시 주동 토압(원력) (tf/m²)

K_{AE} : 지진시 주동 토압계수

$$K_{AE} = \frac{1}{\cos \theta \cos^2(a + \beta + \theta)} \cdot \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \theta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\alpha + \theta + \theta) \cos(\alpha - \beta)}} \right\}^2}$$

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

여기서, A_v : 산계수직가속도계수

A_v : 산계수직가속도계수 (A_v 는 등산 $\frac{2}{3} A_h$ 값을 적용)

γ : 뒤채움층의 단위중량 (tf/m³)

h : 지표면부터 토압을 구하고자 하는 위치까지의 깊이 (m)

α : 산재 등분도 각도 (rad)

a : 구조물 배면이 연직면과 이루는 각 (°)

β : 구조물 배면의 지표면이 수평면과 이루는 각 (°)

ϕ : 뒤채움 층의 내부 마찰각 (°)

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

지반 종류에 따른 지진계수 C_h - 토질 조건은 지표면의 경우 S_0 , 기반암의 경우 S_1

지반종류	지반특성	평균 N	지진구역	
			I	II
S_0	강암지반	$N > 50$	0.09	0.05
S_0	보통암지반	$N > 50$	0.11	0.07
S_0	대우 조밀한 토사 또는 연암지반	$N > 50$	0.13	0.09
S_1	단단한 토사지반	$15 < N < 50$	0.16	0.11
S_1	연약한 토사지반	$N < 15$	0.22	0.17

지진주기에 따른 위험도 계수 (β = 피해방지수준의 1.00 적용)

재원주기 (년)	50년	100년	200년	500년	1000년	2400년	비고
위험도 계수 (β)	0.40	0.57	0.73	1.00	1.40	2.00	

2) 지진시 동수압 및 간극수압

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

여기서 x : 수면을 원점으로 하고 깊이 방향으로 역한 좌표 (m)

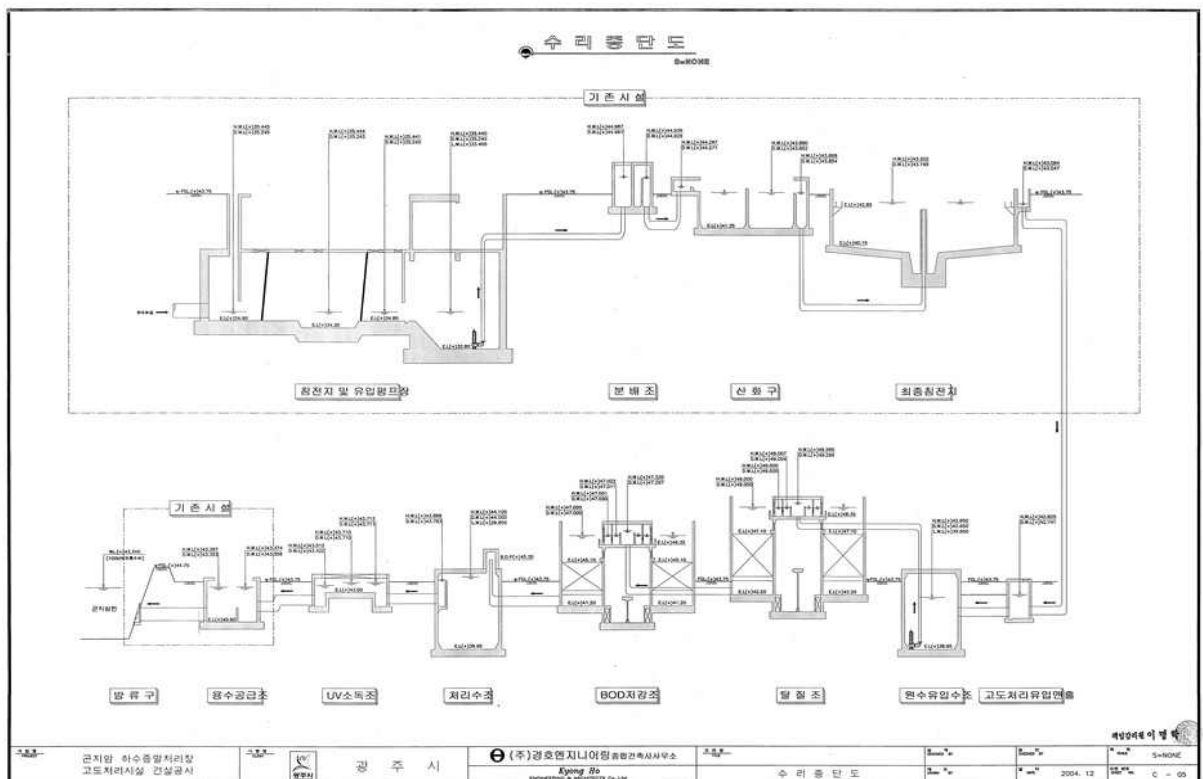
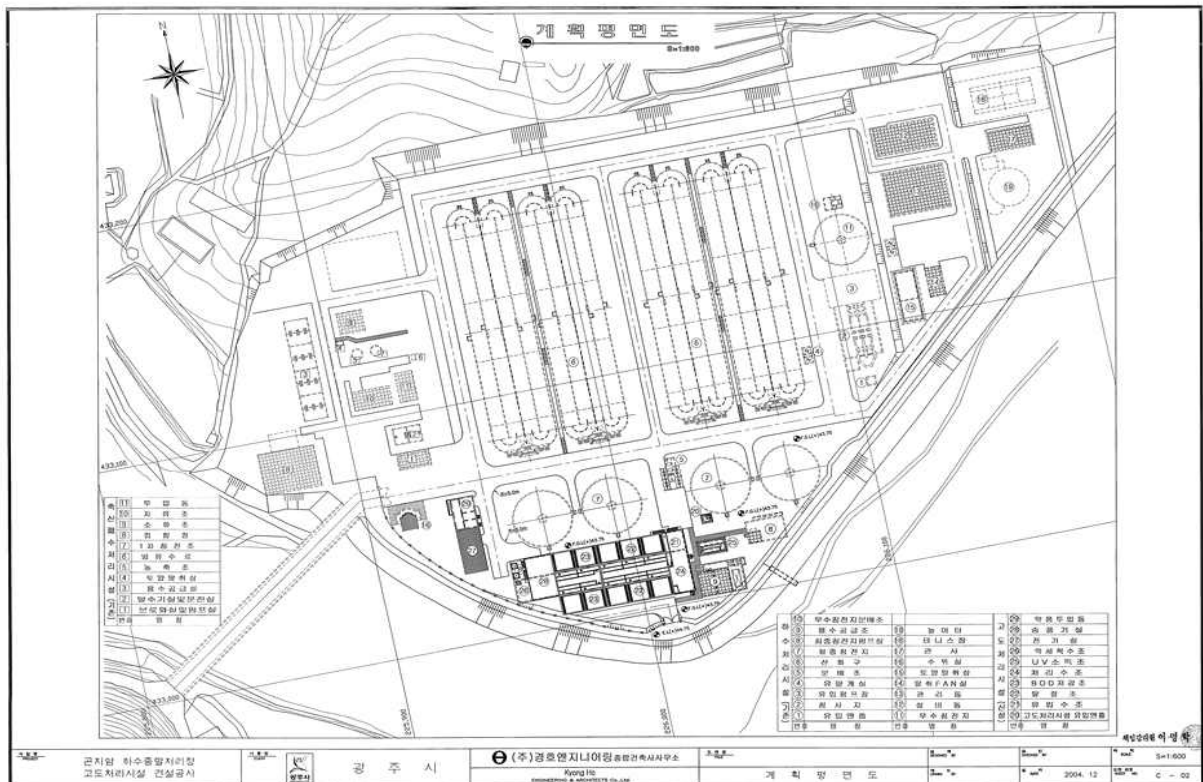
h : 자유수면이 있는 수조의 수심 (m)

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

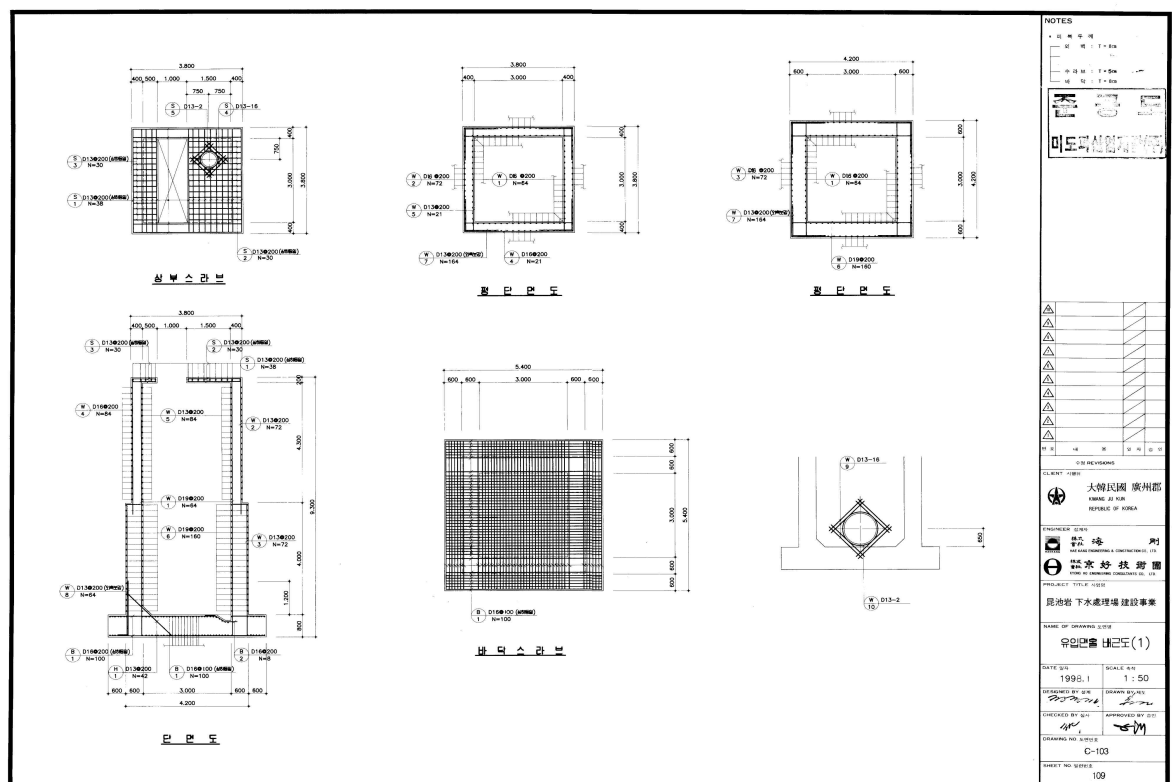
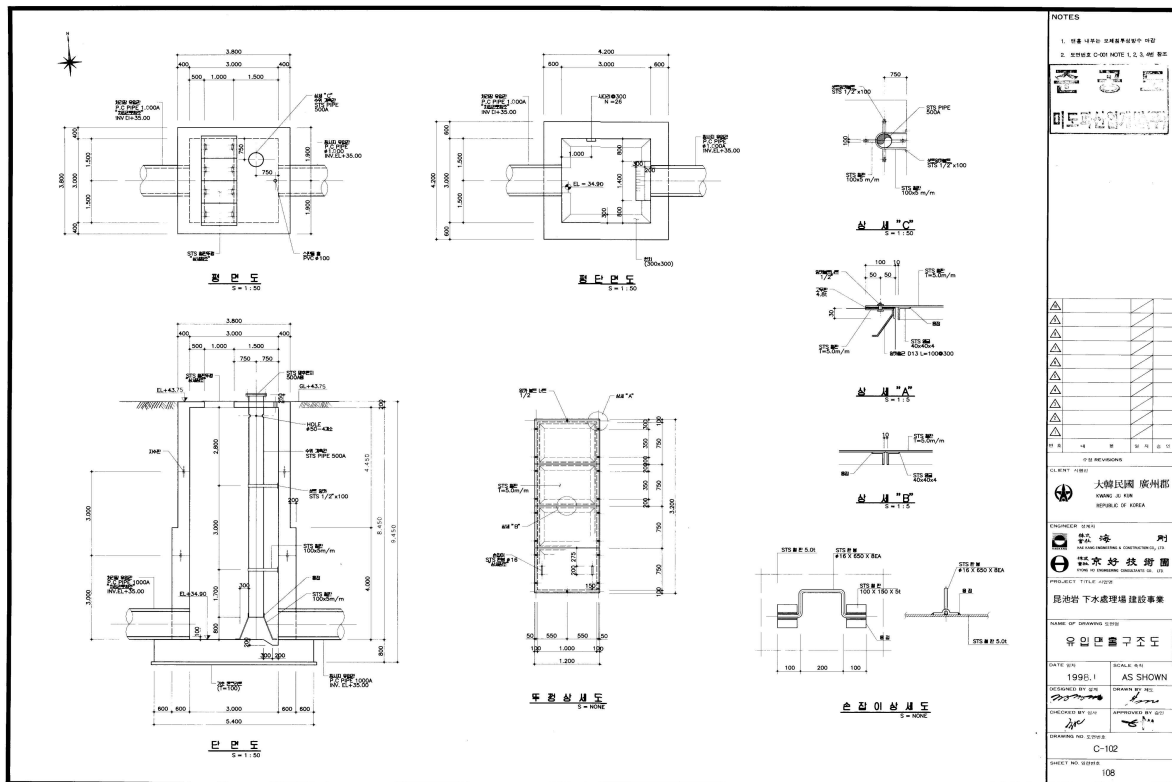
단, $\frac{B}{h}$ 가 표시되지 않은 경우는 선형보간을 하여 사용한다.

$\frac{B}{h}$	β
0.5	0.97
1.0	0.67
1.5	0.55
2.0	0.49
3.0	0.40
4.0	0.36
∞	1.00

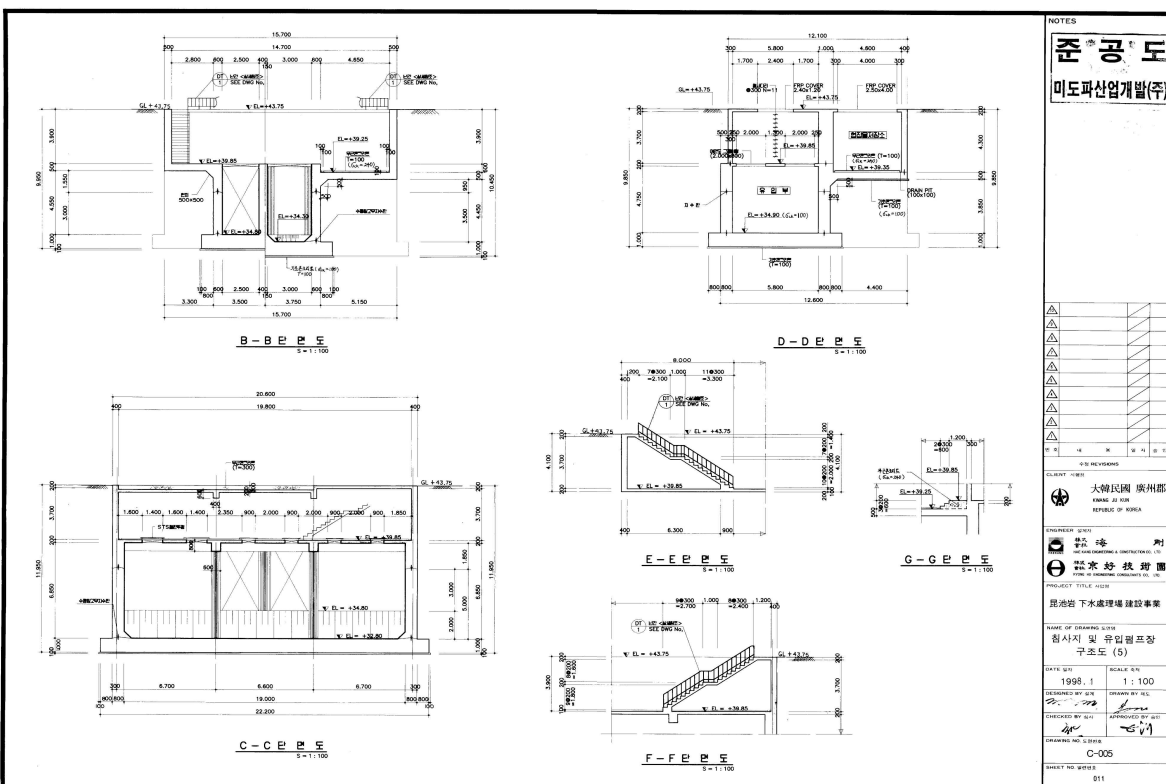
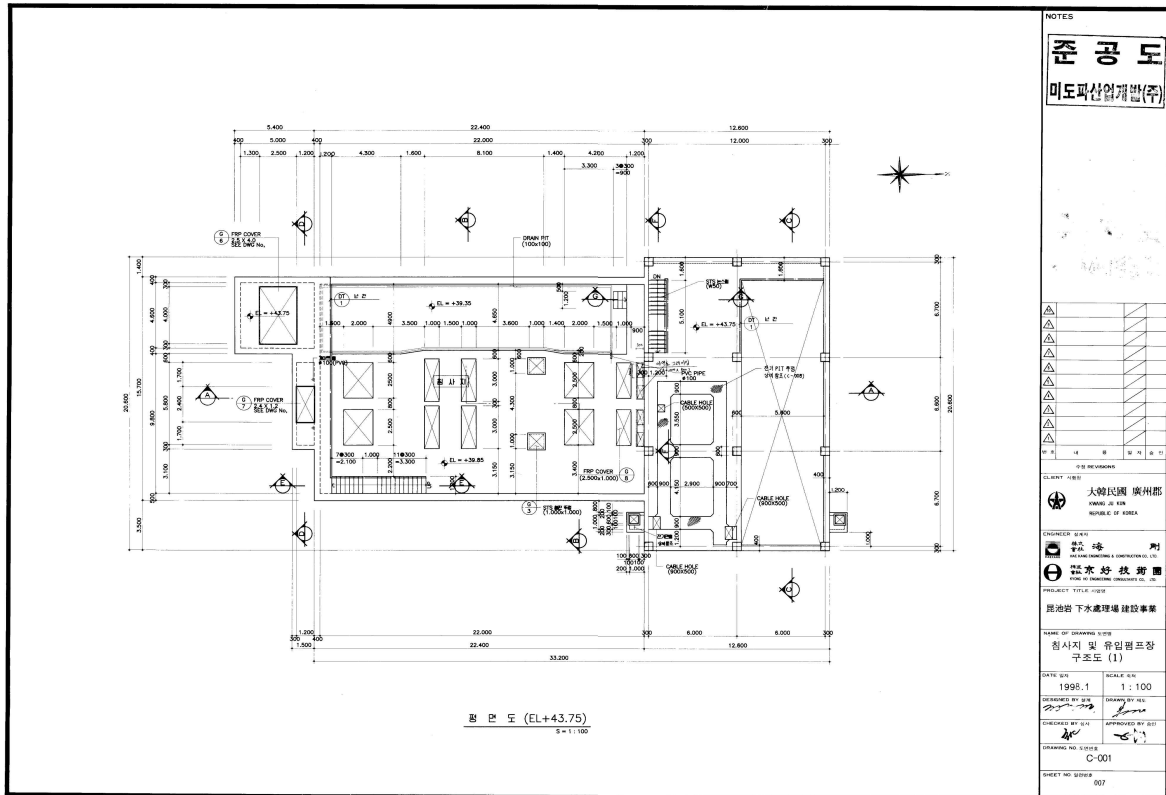
2.6 주요 관련도면



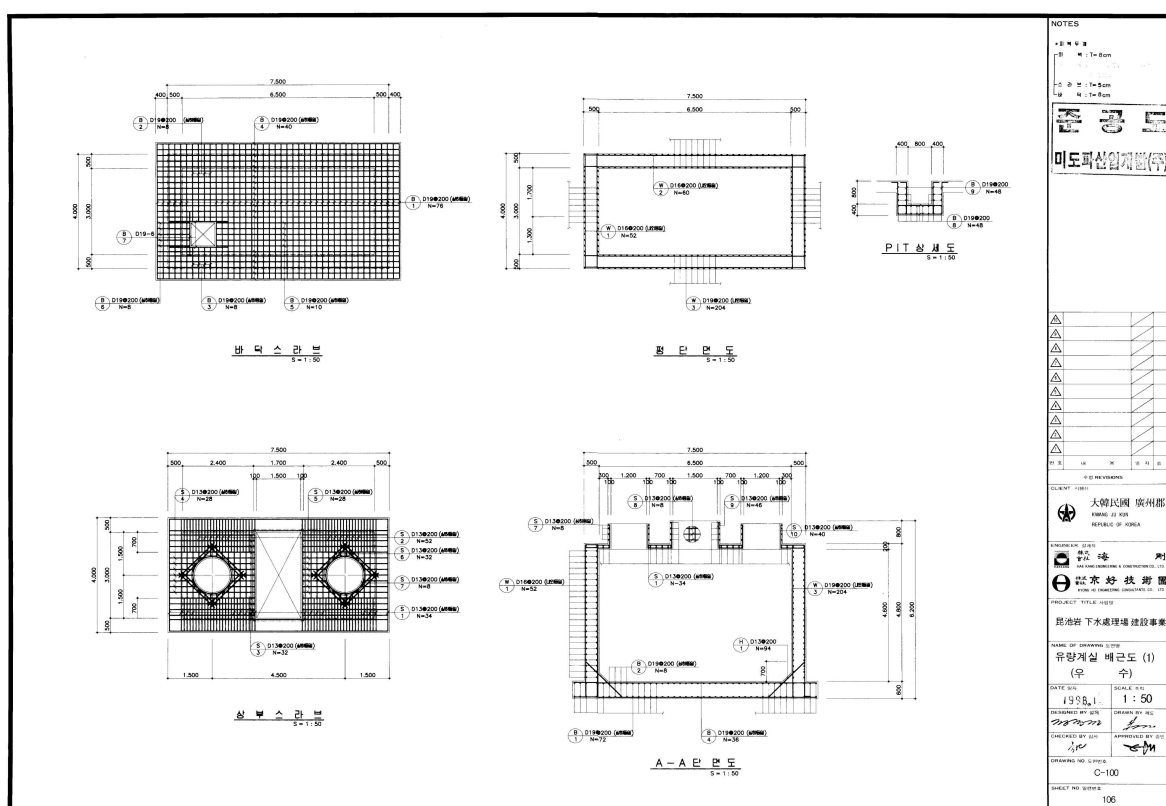
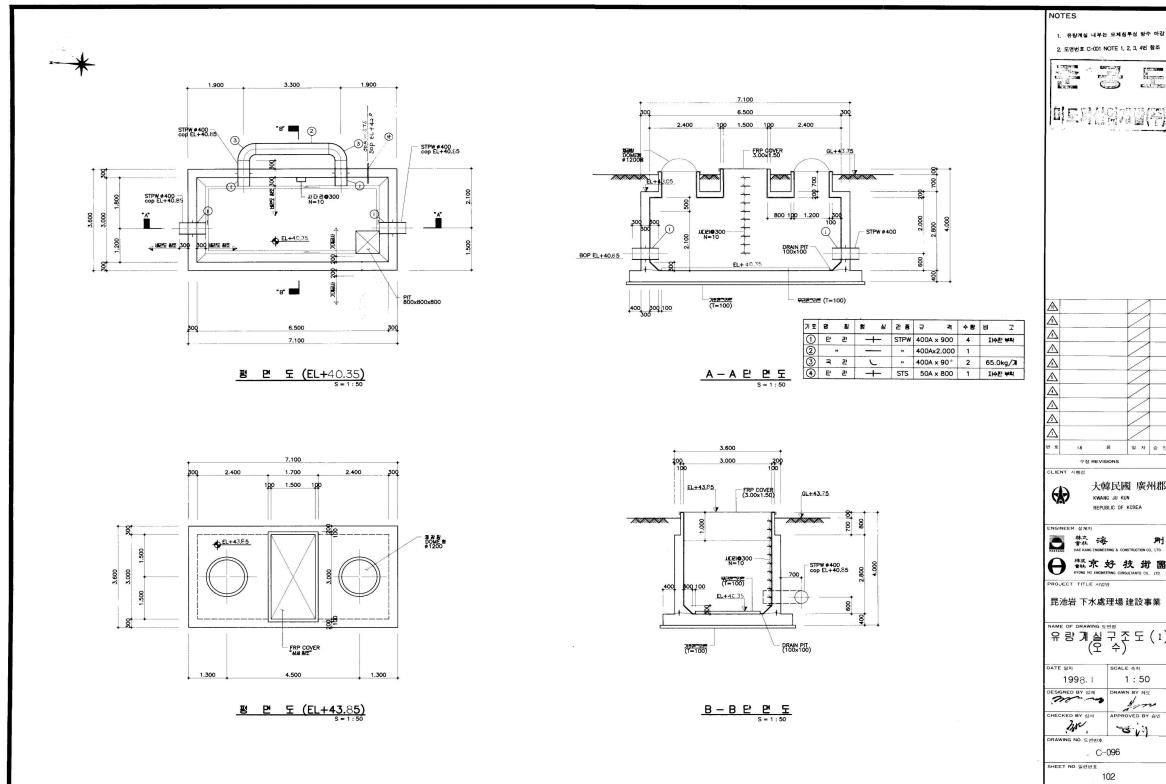
1) 유입맨홀

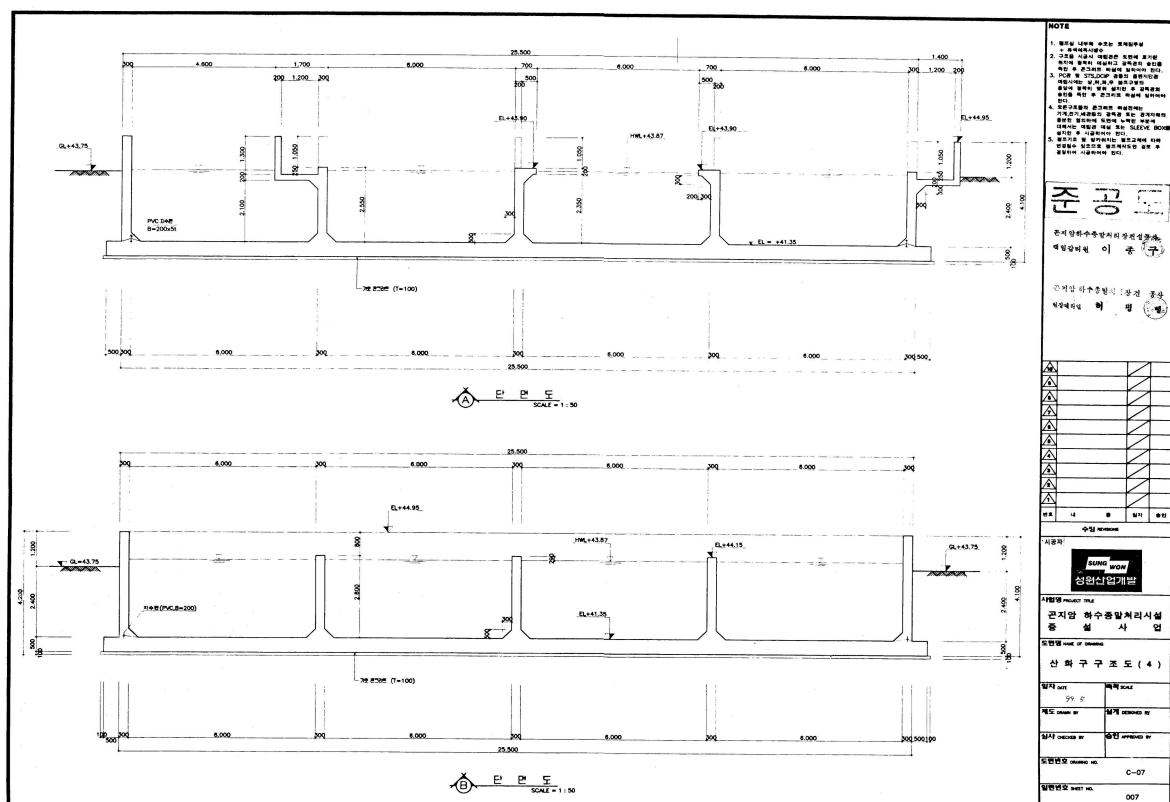
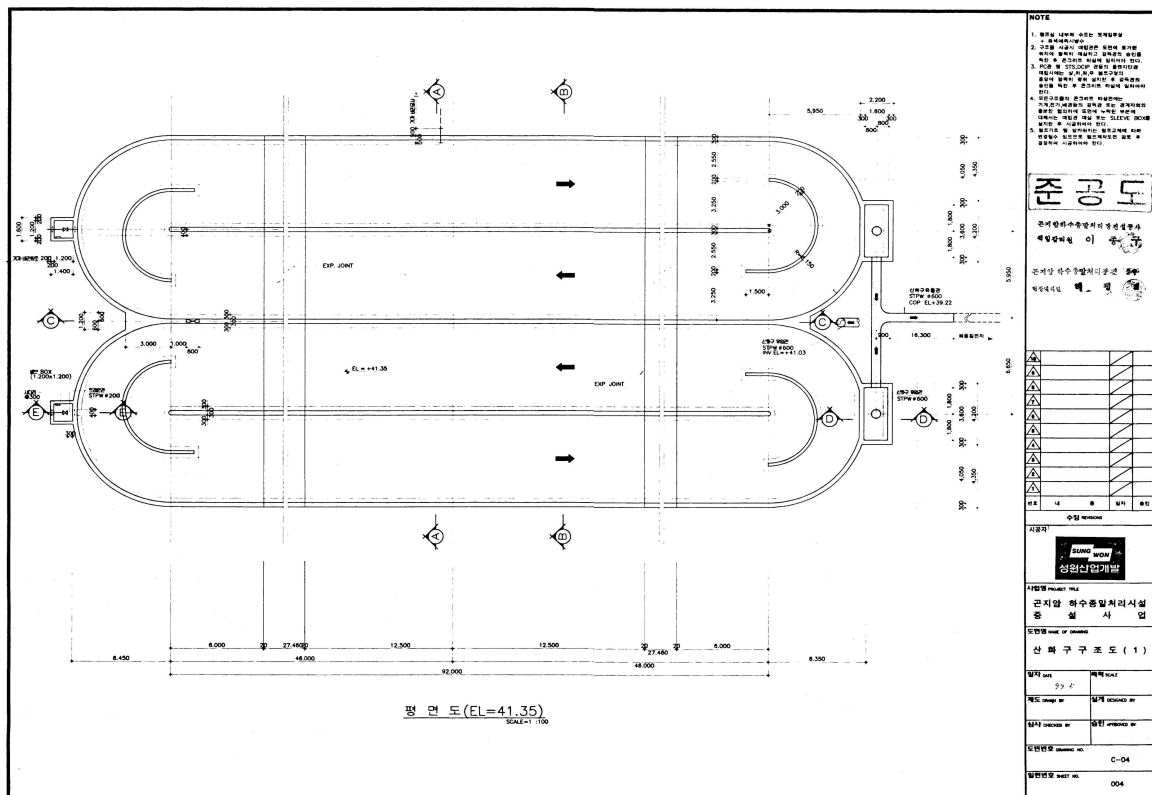


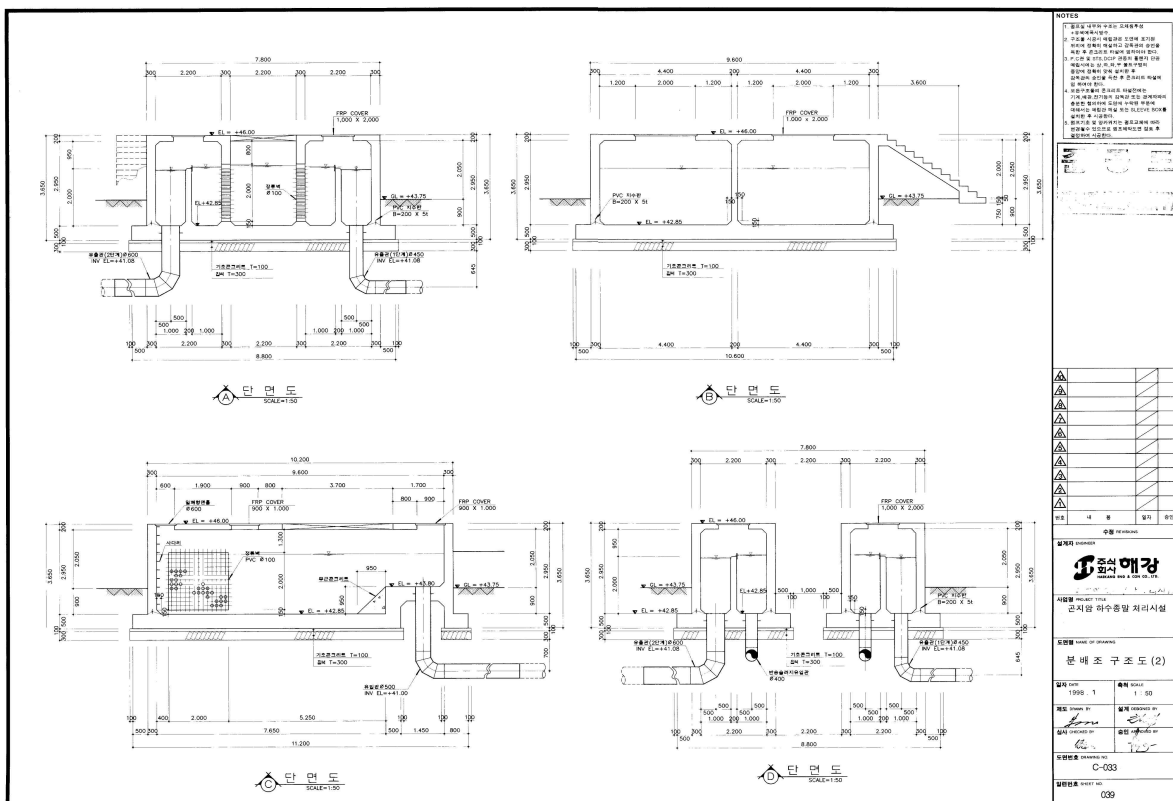
2) 침사지 및 유입펌프장

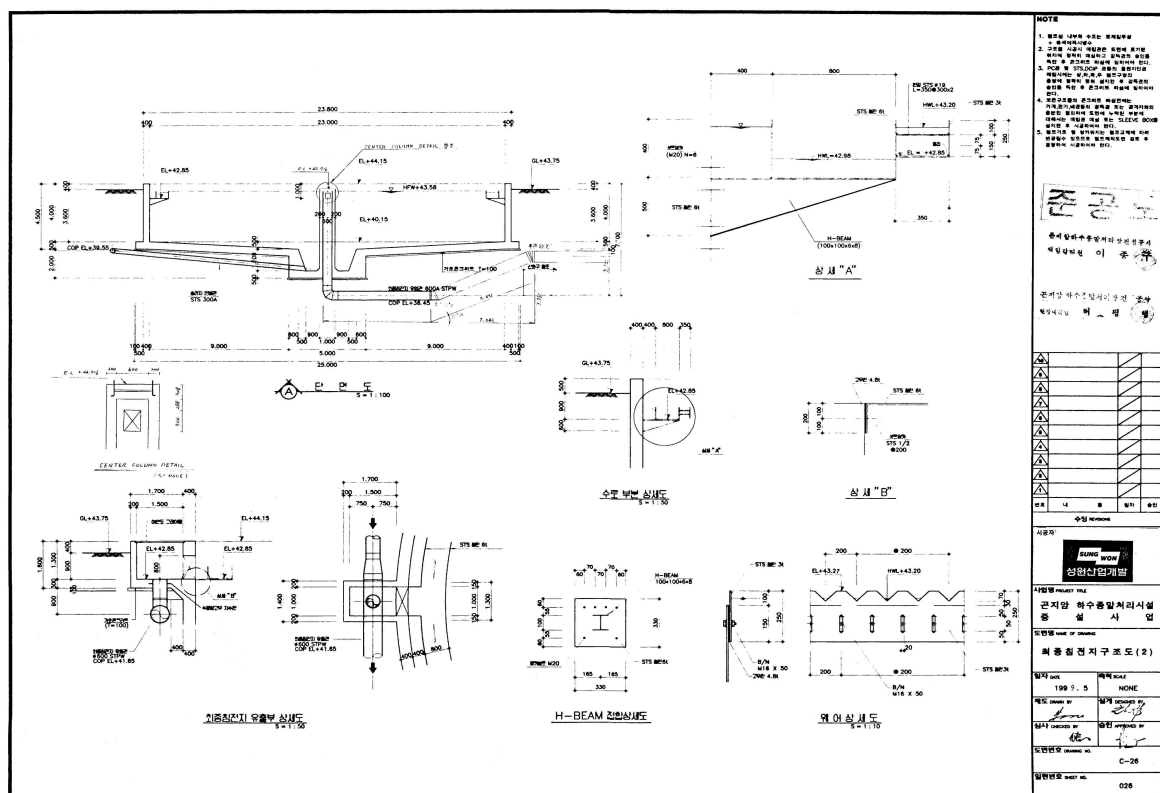


3) 유량계설

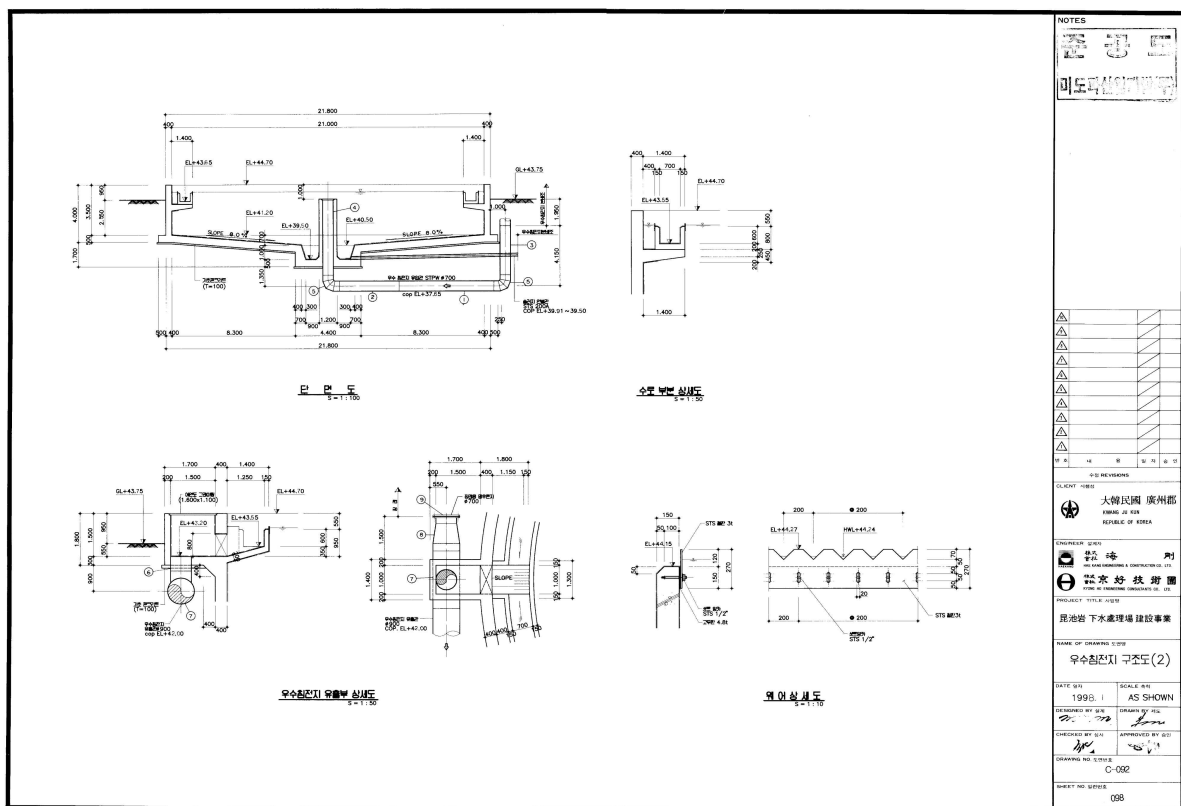




[illegible]

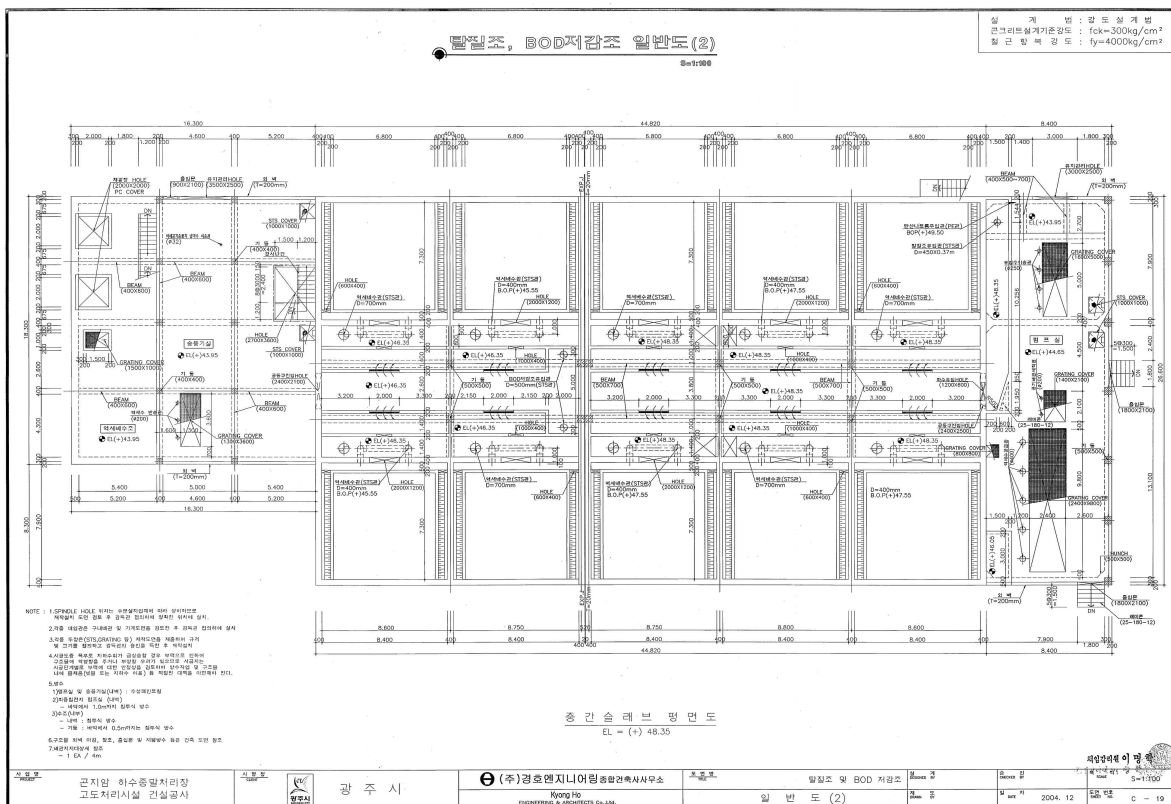
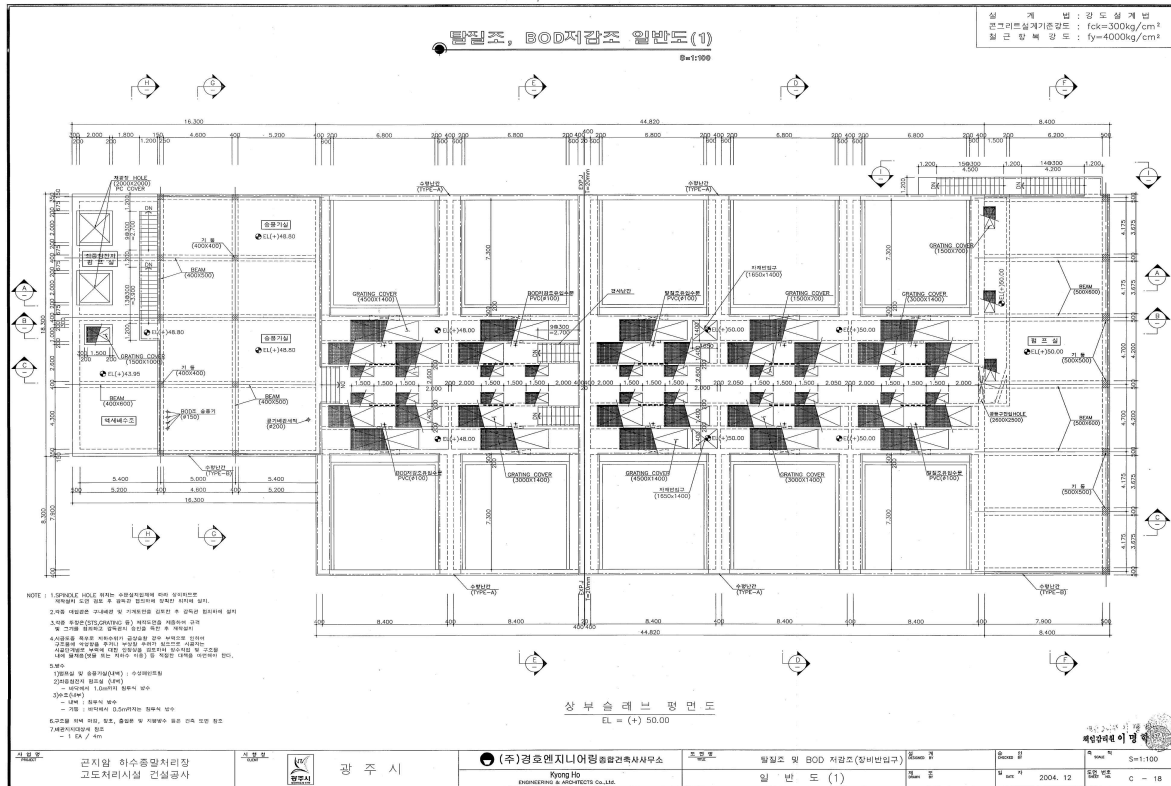
[illegible]

Technical drawing of a circular structure, likely a tunnel or culvert, showing a cross-section and a plan view. The cross-section shows a circular tunnel with a diameter of 22.5m, a central vertical shaft, and a horizontal shaft. The plan view shows the circular structure with a diameter of 22.5m and a central vertical shaft. Dimensions are given in meters (m). A north arrow is located in the upper right corner. A scale bar is located in the lower left corner.



[illegible]

9) 고도처리시설(탈질조 및 BOD저감조)



약물투입등 일반도
S=11100

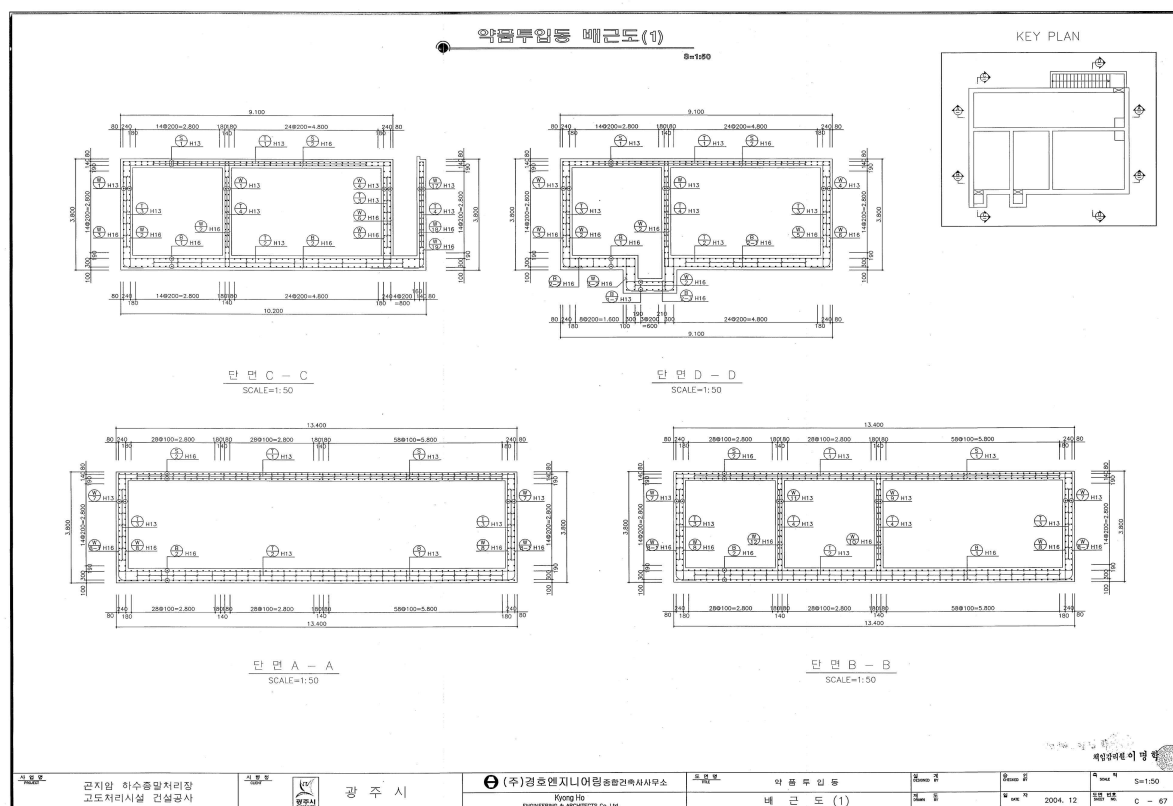
단면 A-A
SCALE=1:100

단면 B-B
SCALE=1:100

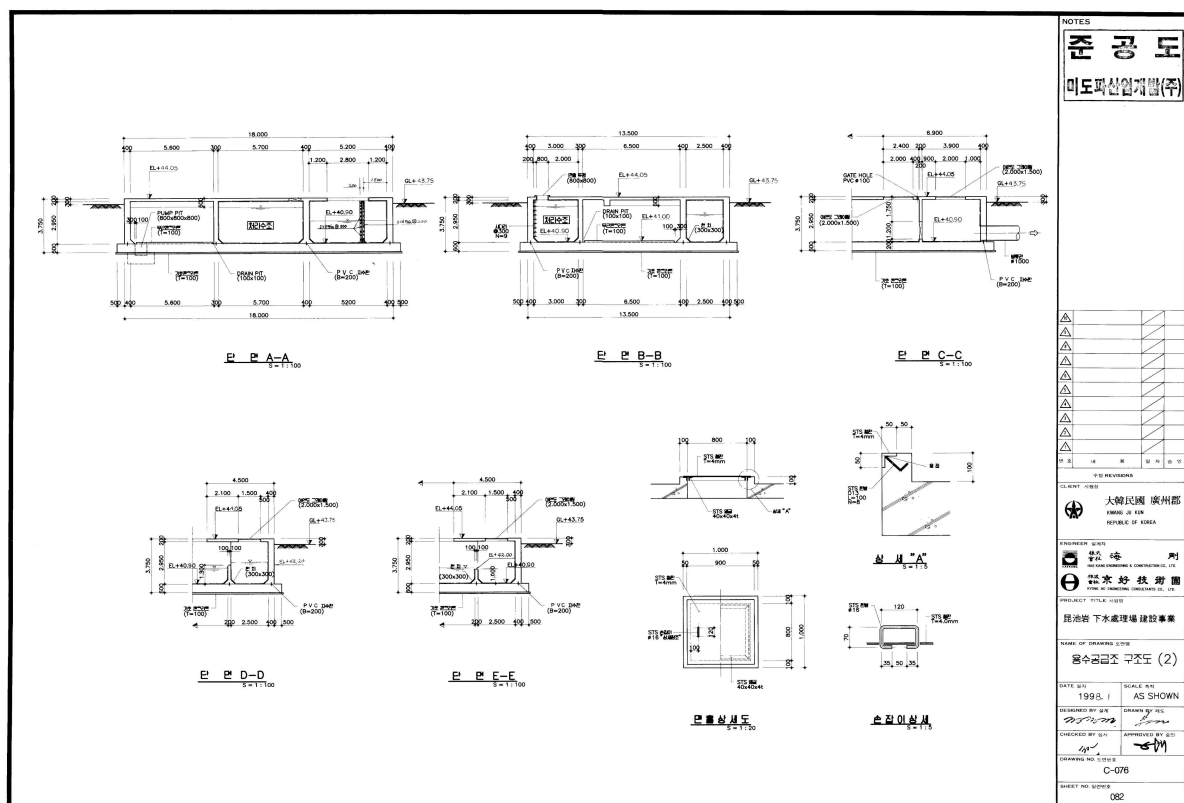
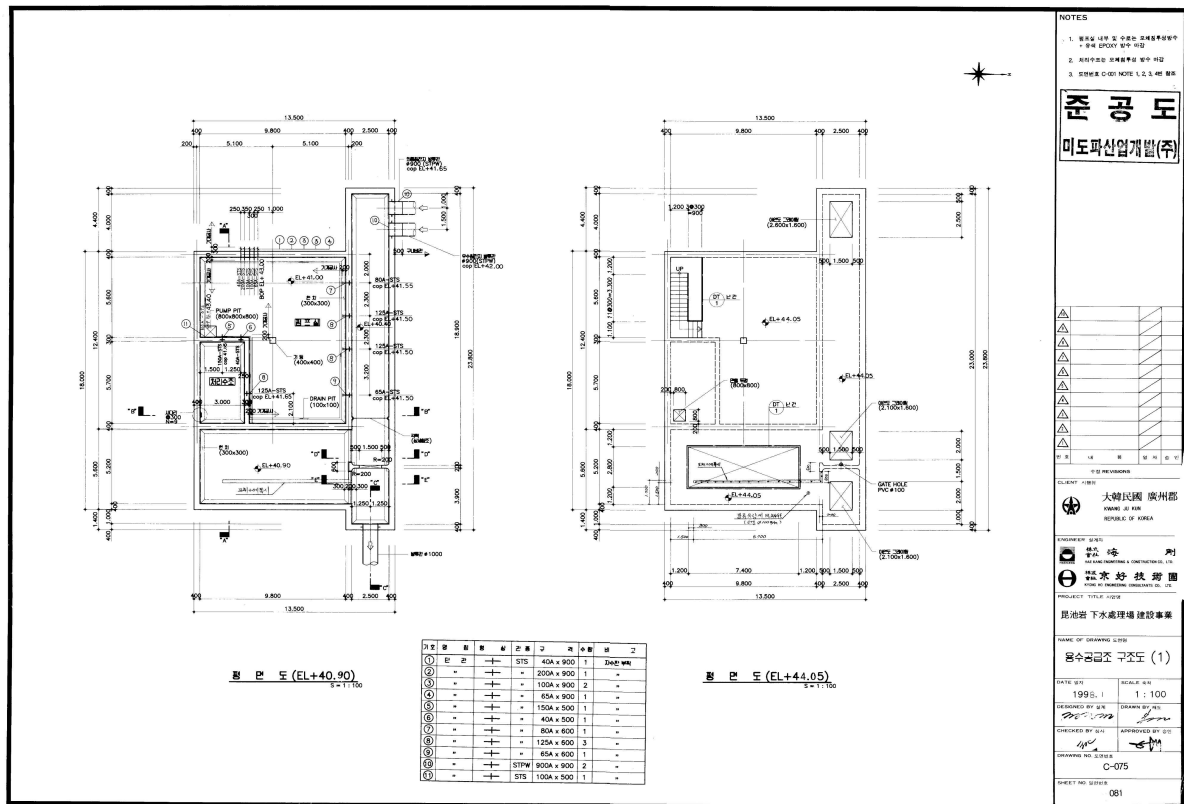
단면 C-C
SCALE=1:100

단면 D-D
SCALE=1:100

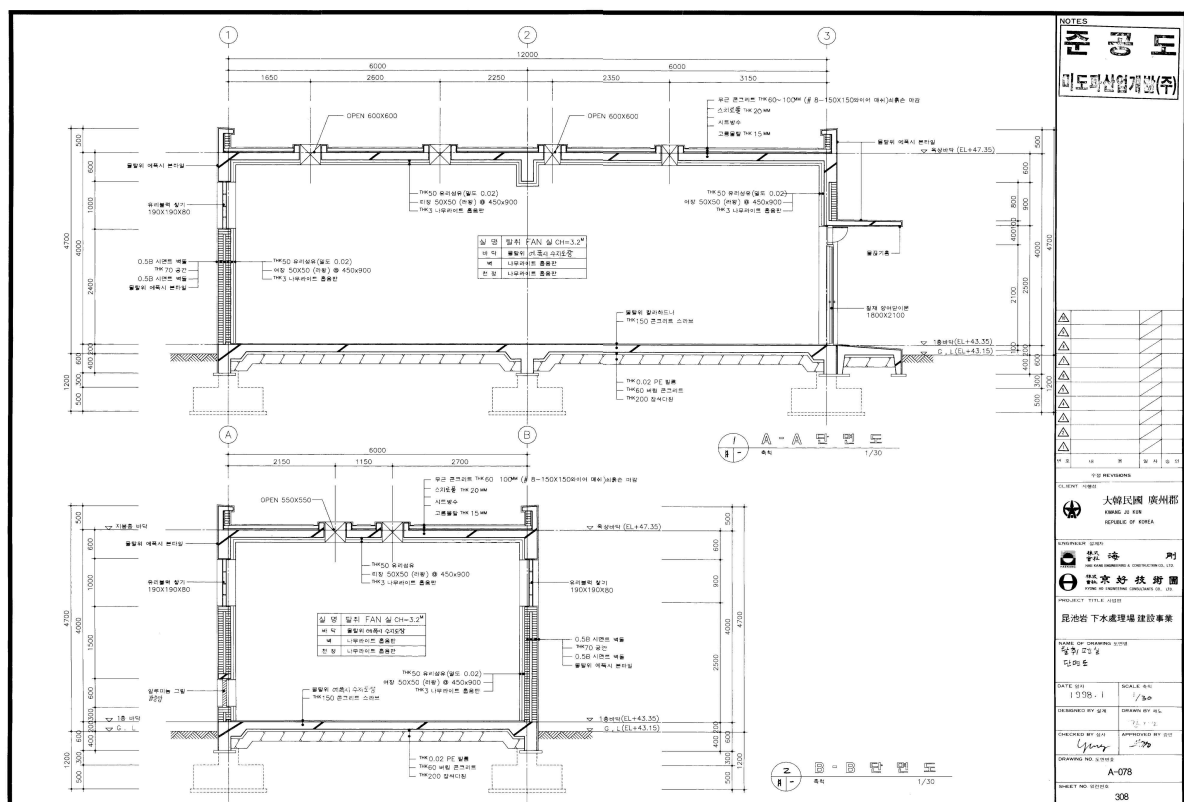
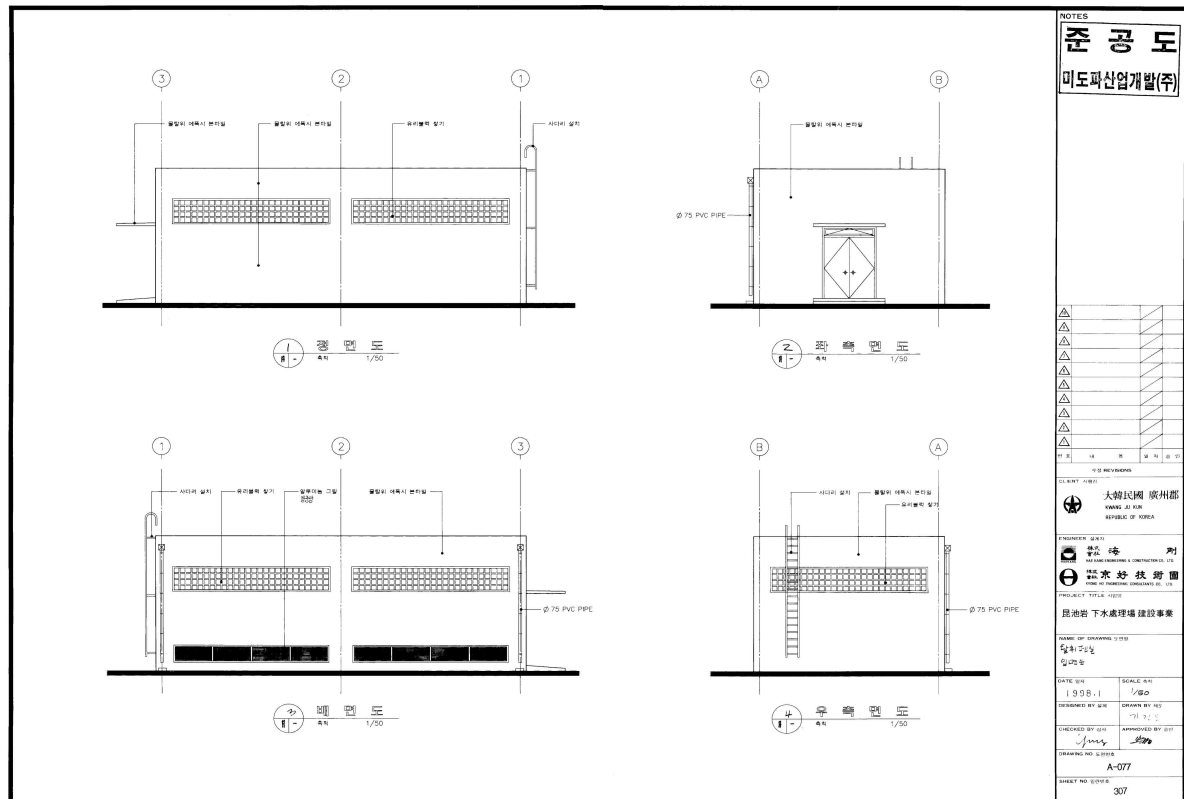
NOTE: 1. 약물투입 (Drug Injection) 2. 약물투입 (Drug Injection) 3. 약물투입 (Drug Injection) 4. 약물투입 (Drug Injection) 5. 약물투입 (Drug Injection) 6. 약물투입 (Drug Injection) 7. 약물투입 (Drug Injection) 8. 약물투입 (Drug Injection) 9. 약물투입 (Drug Injection) 10. 약물투입 (Drug Injection)



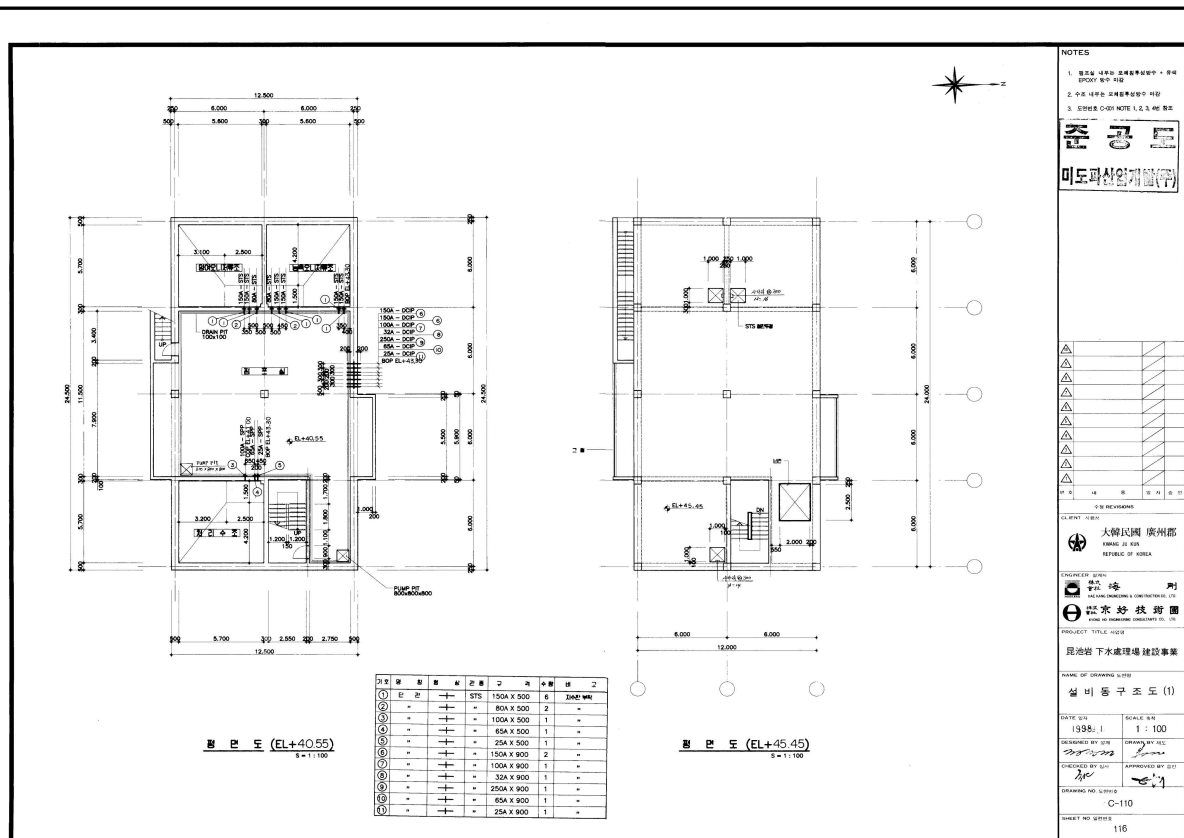
11) 용수공급조



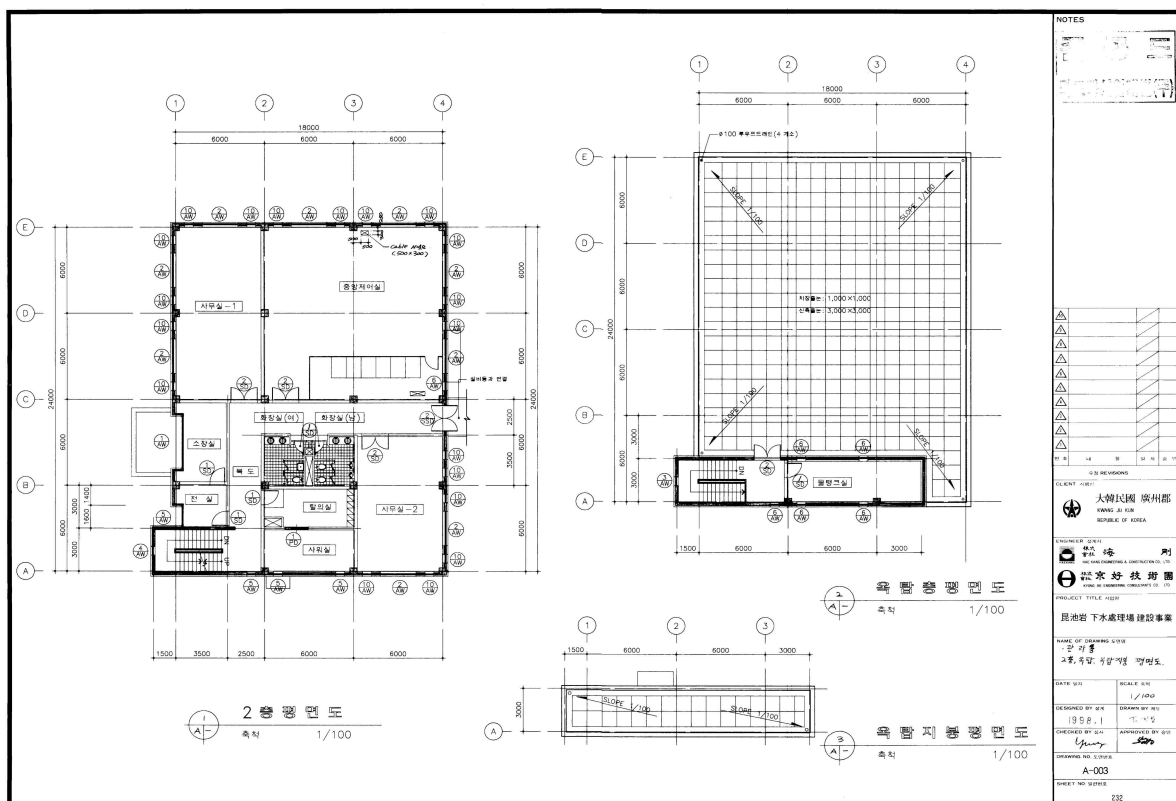
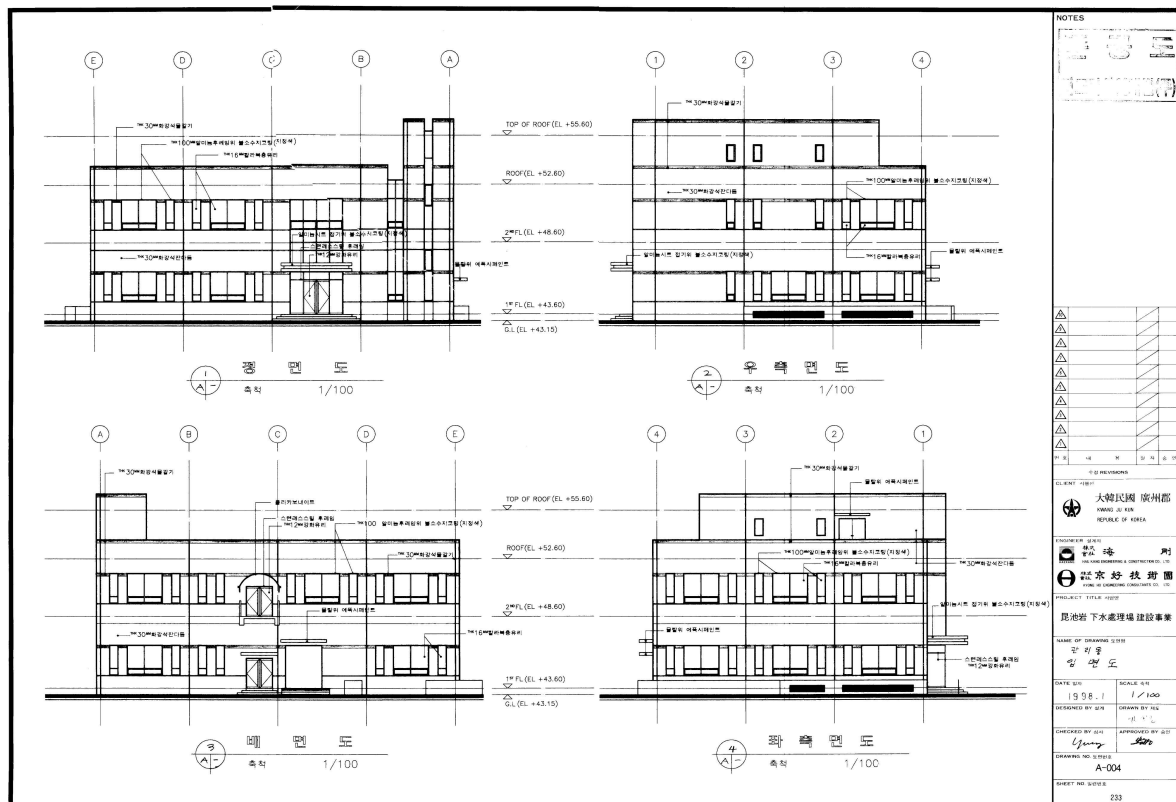
12) 탈취FAN실



13) 설비동



14) 관리동



15) 관리사택

