

도심지 흙막이공법에 관하여



◆ 차 례 ◆

1. 도심지 공사의 특징
2. 도심지 굴착공사 시 유의사항
3. 흙막이 공법의 종류
4. 당 현장 적용공법 소개

1.도심지 공사의 특징

가.공사현장과 인접건물간의 근접으로 인한 작업성 난이

나.현장이 협소하여 자재야적곤란

다.T/C 설치시 사양고려-인접건물 공중권침해

라.민원문제-보상요구

- 1)소음 : 백호,강재작업, 콤프레샤, 펌프카, 바이브레이터, 망치소리
- 2)진동 : 굴삭 장비 이동, 강재운반
- 3)분진 : 토공사 굴착 및 토사 반출 시
- 4)교통 : 공사차량으로 인한 통행불편
(토사반출 및 레미콘 타설 시 보행자 및 차량 통행불편)

2.도심지 굴착공사시 유의사항

가.굴착에 따른 인접지반의 침하

- 1)천공작업의 진동으로 인한 침하
- 2)흙막이벽의 변위에 따른 배면토의 침하
- 3)지하수 유출 시 토사가 함께 배출되어 발생하는 침하
- 4)배수에 의한 점성토의 압밀 침하
- 5)굴착바닥이 연약지반일 경우 HEAVING, BOILING등으로 인한 배면지반의 침하
- 6)흙막이판 설치시 뒷채움 시공불량으로 인한 배면지반의 이동 및 침하
- 7)POST-PILE인발시 진동 및 인발 후의 처리불량에 의한 침하
- 8)지하연속벽의 경우 트렌치 굴착 시 공벽 붕괴로 인한 침하
- 9)침하로 인한 상하수도관 파손으로 많은 물이 유출되어 토사가 다량유출되므로써 발생하는 함몰침하

나.침하에 의한 주변건물의 예상피해 (인접구조물)

- 민원 발생 여부 파악 및 대책 강구

3. 흠막이공법의 종류

가. 공법개요

- 1) 흠막이 공법은 지하구조물공사의 굴착 공정 시 주변의 토사나 지하수가 굴착 지반 내에 침입하지 않도록 하기 위한 가설구조물을 설치하는 것임
- 2) 최근에 공사가 대형화하고 복잡하게 되어 그 비용이나 공사량, 공기가 전체 공사에 차지하는 비율이 커졌기 때문에 매우 중요시됨

나. 흙막이 공법 선정 시 고려하여야 할 주요사항

- 1)지형,지질 및 토질이 선택된 공법과 부합되는지 또는 문제점들의 분석
- 2)암반의 굴착과 PILE 공사 시 진동과 소음영향
- 3)암반을 포함한 지층상태와 지하실깊이와의 관계
- 4)정확한 토질 설계정수의 추정
- 5)인근구조물의 특징 및 종류와 지하 매설물의 위치파악
- 6)토질에 알맞은 토류벽 형태
- 7)시공난이도와 경제성
- 8)지지부재의 선택과 배치방법
- 9)굴착깊이와 토류구조 벽체의 근입 깊이 설계
- 10)토압의 선정방법(주변 구조물 하중 포함)
- 11)벽체의 허용 응력(장기, 단기)
- 12)계절적 지하수위 유동과 시공 중 작용할 수 있는 최대 하중 상태의 예측
- 13)터파기 공사가 완료된 후 건축벽체축조에 따른 지지부재의 철거 시 안정성
- 14)인접대지,도로 및 지하구조물 등에 영향을 주지 않는 공법
- 15)지하수 이동에 따른 흙의 붕괴방지 및 차수성능이 좋은 공법
- 16)공기단축이 가능한 공법
- 17)공사비가 저렴한 공법

다. 흙막이공법의 종류와 특징

1) 흙막이벽의 종류에 의한 분류

- 가) 엄지말뚝공법 (H-PILE+TIMBER)
- 나) 널말뚝공법 (SHEET PILE)
- 다) 주열식공법 (CIP, PIP, SCW)
- 라) 지중연속벽공법 (SLURRY WALL)

2) 지지방법에 의한 분류

- 가) STRUT 공법
- 나) TOP-DOWN 공법
- 다) EARTH ANCHOR 공법
- 라) ISLAND 공법

1) 흙막이 벽의 종류에 의한 분류

구 분	엄지말뚝공법 (H-PILE+TIMBER)	널말뚝공법 (SHEET PILE)
공법설명	지중에 엄지말뚝을 천공 삽입한 후, 터파기를 진행하면서 토류판을 엄지말뚝 사이에 끼워넣어 벽체를 형성하면서 굴착하는 방법	연약지반이나 모래지반에 잘 적용되는 공법으로 보통 U형강 널말뚝을 디젤 햄머나 VIBRO햄머로 지중에 삽입하여 벽체를 형성하는 공법
장 점	경제적이고 단순한 공법이다	1.재사용이 가능하여 비교적 경제적임 2.적절한 JOINT처리(SEALING)는 차수효과를 기대할 수 있다
단 점	1.차수성이 없으므로 별도 차수공법 필요 2.변형이 크고, 토류판을 끼우기 전에 지반이완에 따른 토사함몰의 위험이 있다 3.벽체의 단면적이 작으므로 깊은 굴착에 적용은 곤란 4.HEAVING이나 BOILING 현상 유의 5.전석층에는 작업이 곤란	1.타입은 소음과 진동을 유발함 2.압입 방법은 진동 및 소음이 미소하나 설치 심도가 제한되어 있다 3.전석층, 풍화토층, 암층에는 적용이 곤란하다 4.인발 시 주변지반에 대한 영향이 크다

구 분	주열식공법(CIP, PIP, SCW)	지중연속벽공법 (SLURRY WALL)
공법설명	<p>1. CIP공법: EARTH 오거를 이용하여 지반을 미리 천공하고, 그 구멍에 철근망이나 H-BEAM을 삽입하고 con'c를 부어 말뚝을 연속적으로 시공하여 벽체를 형성하는 공법</p> <p>2. SCW공법: 대형 크레인에 삼축오거로 천공하면서 토사에 시멘트밀크를 주입,혼합,교반하여 연속벽을 만들어 벽체를 형성하는 공법</p>	<p>지상에서 일정규격의 폭(65~120cm)과 길이(2.2~3.2m)를 가진 GRAB혹은 TRENCH CUTTER를 이용하여 도랑형식으로 굴착한 후,지중에 연속된 철근콘크리트벽체를 형성하는 공법(굴착 중 트렌치의 안정을 유지하도록 벤토나이트 안정액을 계속 주입)</p>
장 점	<p>1.경제적이고 시공이 간편함</p> <p>2.공기가 빠르다</p>	<p>1.차수성이 양호하고 단면의 강성이 크므로 주변 구조물 보호에 적합하다</p> <p>2.주변지반의 침하가 적어 대규모, 대심도의 도심지 굴착공사에 적합</p> <p>3.지하수위가 높고 연약지반에도 효과적으로 적용</p> <p>4.타 공법에 비하여 소음, 진동이 적다</p> <p>5.영구용 지하벽체로 사용된다</p>
단 점	<p>1.깊은 굴착 시 수직도 불량으로 토사 유실의 가능성이 있다</p> <p>2.별도의 차수가 필요하다</p> <p>3.도심지의 대심도 굴착공사에는 적용이 곤란</p> <p>4.SCW공법은 전석층에는 적용불가</p>	<p>1.상당한 시공경험과 기술이 요구된다</p> <p>2.공사비가 고가이다</p>

2)지지방법에 의한 분류

구 분	STRUT 공법	TOP DOWN 공법
공법설명	<ol style="list-style-type: none"> 1.굴착하고자 하는 부지의 외곽에 흙막이벽 설치 2.버팀대(STRUT),띠장(WALE)등의 지보공으로 지지하며 굴착 3.STRUT길이가 길면 POST PILE을 설치 	<ol style="list-style-type: none"> 1.대구경 천공 2.기둥용 RC PILE설치 3.지상 1층 슬라브를 타설한 후 내부를 굴착
장 점	버팀대의 압축강도 그 자체를 이용하므로 응력상태 확인이 가능	<ol style="list-style-type: none"> 1.건축구조용 슬라브로 지지하므로 강성이 크다 2.토공사로 인하여 발생하는 소음과 분진을 외부와 차단하여 민원소지감소 3.전천후 공사가가능 4.지하층,지상층 동시공사로 공기단축 5.작업장 및 자재야적공간 활용도 극대
단 점	<ol style="list-style-type: none"> 1.굴착면이 크면 버팀대자체의 비틀림,이음부분의 좌굴이 우려되므로 POST-PILE을 설치하여 보강 2.주변 침하발생 우려 3.굴착1변의 길이가 50M이내에 적용 	<ol style="list-style-type: none"> 1.굴착을 슬라브하부에서 하므로 작업효율이 떨어짐 2.공사비가 고가임 3.조명시설,환기시설비 추가 투입 4.다 공종의 동시작업으로 인한 간섭이 발생함으로 세부공사계획이 필요함 5.풍부한 시공경험과 기술이 요구됨

구 분	EARTH ANCHOR 공법	ISLAND 공법
공법설명	1.인장강재의 가공 조립 2.인장재의 삽입설치 3.시멘트 페이스트를 그라우트 펌프에 의해 압송 4.인장시험 확인 후 긴장정착	1.흙막이벽체 시공 2.부지의 중앙부를 먼저 굴착하여 본 구조체 시공 3.본 구조에 STRUT를 받쳐 흙막이벽체를 지지하면서 가설흙막이 앞 하단부를 굴토 4.부지의 외곽부 본 구조체 시공
장 점	1.작업공간을 넓게 사용할 수 있으므로 작업효율성의 극대화 2.공기단축(기계화시공) 3.경제적이다	1.가설재가 적게 든다 2.내부 흙파기에 대형굴착기를 사용 3.STRUT길이가 짧아 변형량이 적다 4.건물형상이 복잡한 경우에 유리
단 점	1.인접구조물과 지하 매설물 등에 제약을 받아 도심지서는 적용이 곤란 2.천공 시 지하수유입 3.앵커의 정착부분은 충분한 마찰 혹은 저항을 가진 지층에 놓아야 하므로 연약 지반에는 사용 불가능 4.설치 후 계속적인 계측관리가 필요하다	1.중앙부와 주변부의 2단계 분할공사로 비용과 공기가 증가됨 2.연약지반의 HEAVING검토 3.2단계 아일랜드작업 부위 굴착 작업성이 매우 나쁘며, 연약지반에서는 스트러트 설치 전 흙막이 벽체의 순간 매몰에 유의 *양질의 지반,굴착평면 크고 지하층깊이가 작을 때 유리한 공법

라. 굴착시공상의 유의점

1) BOILING : 모래지반의 지지력이 없어지는 현상

- 흠파기 저변의 침수성이 좋은 모래질 지반에서 지하수가 얇을 경우
- 흠파기 저면 부근에 피압수가 있을 때 흠파기 저면을 통하여 상승하는 수류로 모래입자가 부력을 받아 저면 모래지반의 지지력이 없어지는 현상
- 대책 : 흠막이를 불투수층 점토질 지층까지 깊게 시공

2) HEAVING

- 흠막이나 흠파기를 할 때 흠막이 바깥의 흙의 중량으로 바닥이 불룩하게 솟아오르는 현상

3) PIPING : 흠막이 벽의 함몰

- 사질 지반 굴착 시 흠막이벽 시공불량(구멍)으로 토사가 유실되어 주변이 함몰되는 현상

4) 지하수 양수에 따른 지하수위 저하로 침하

- 지하수위 저하, 지반의 압밀 침하, 인접건물의 부동침하

나. 공사전 사전 검토사항

- 1) 지질조사-공법선정의 기준
 - 가) 지층분석
 - 나) 지하수위확인
- 2) 인접건물 안전점검
 - 주변건물 균열 및 노후화점검
- 3) 지장물검사
 - 상수도관, 도시가스관, 하수관, 전선관 등 지하 매설물확인
- 4) 경계측량
 - 인접건물과의 인동간격준수
- 5) 민원관계
 - 가) 소음, 진동, 분진 등
 - 나) 민원관계 개선 - 도로청소 등

1)지질조사현황

가)신축예정인 당 현장의 지층구조는 상부로부터 매립층,퇴적토층,풍화토, 풍화암순으로 형성되어 있다

	깊이(M)	토질상태	밀도	N치
1)매립층	1.4 ~ 2.7M	자갈 및 실트질 모래층	느슨한 상태	5/30
2)퇴적층	2.7 ~ 12.2	소량의 자갈 및 모래섞인 실트질 점토층	매우 견고한상태	20/30
3)풍화토층	12.2 ~ 16.3	풍화토	보통조밀 ~ 매우 조밀한 상태	50/24
4)풍화암층	16.3 ~ 21.0	풍화암	매우조밀한 상태	50/8

나)지하수위 : 지질조사현황상 GL-4.2 ~4.6M이이나 현장계측결과 GL-16.5M에 있다

2) 인접건물 안전점검

가) 지하철2호선 신정네거리역사 안전점검-지하철공사 요청사항

나) 주변건물 균열 및 노후화점검-공사로 인한 피해보상요구 대응자료

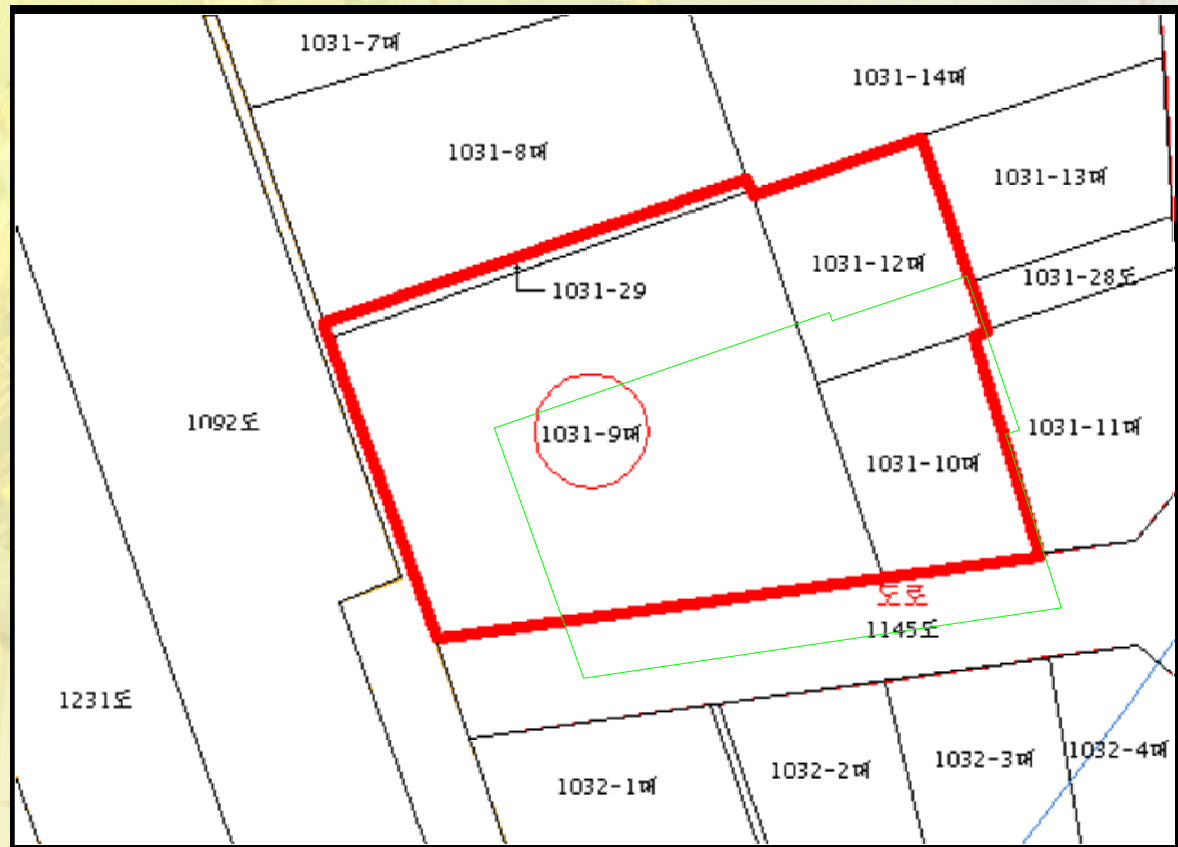


인접건물 안전점검 실시

3)지장물조사

- 가) 도시가스 – 강남도시가스 주식회사
- 나) 오,우수관 – 양천구청 토목치수과
- 다) 상수도 – 강서 수도사업소
- 라) 소화전 – 양천 소방서
- 마) 지중전력선 – 한국전력 서부지점
- 바) 지중전화선 – 한국통신 목동지점

4)경계측량



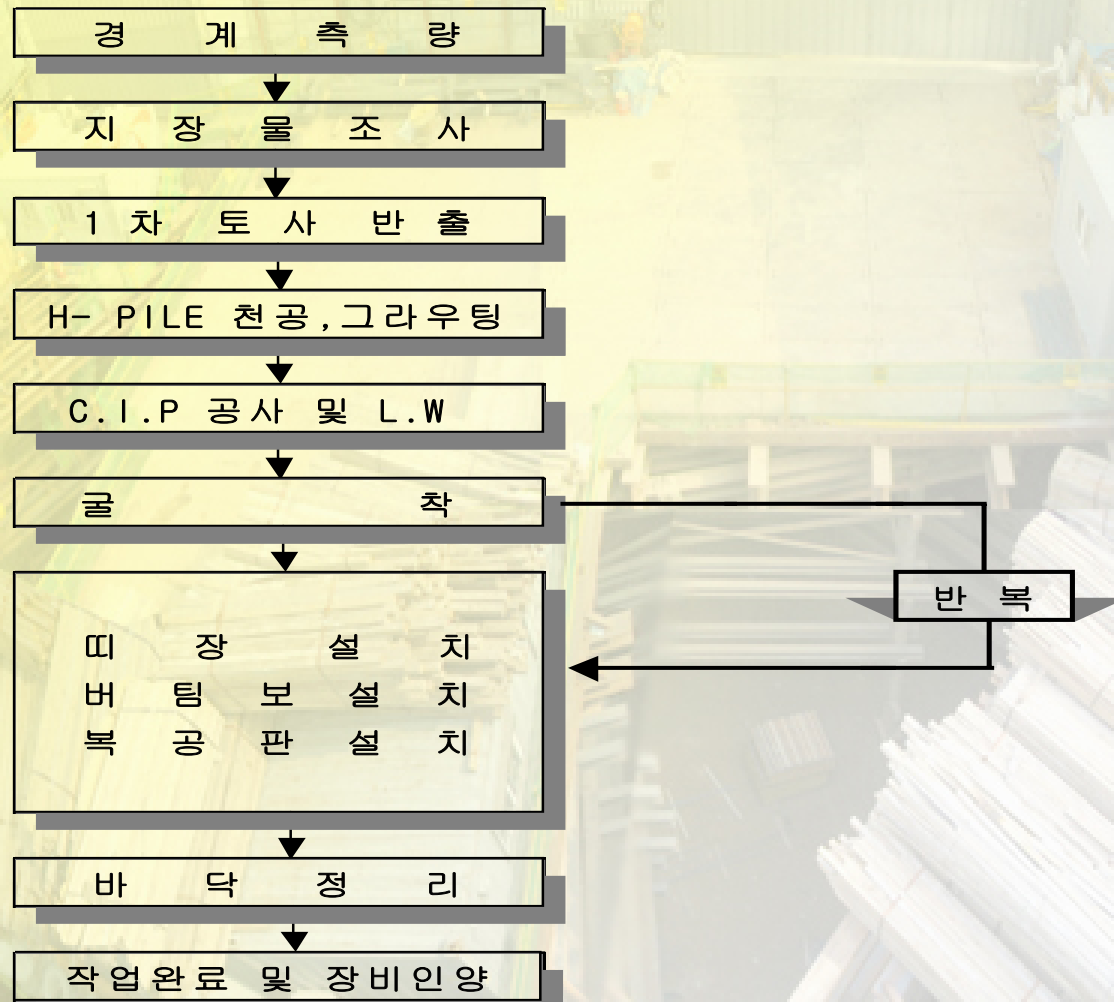
다. 현장전경



라.장비동원계획

공 종	장 비 명	규 격	수 량	용 도	비 고
토 공 사	굴삭기(B/H)	1.0 M3	1 대	토사 상차	
	굴삭기(B/H)	0.6 M3	1 대	벽면 정리 및 토사이동	
	굴삭기(B/H)	0.6 M3	1 대	가시설 설치	
	DUMP TRUCK	15 TON	10 대	잔토운반	
	크래셀	25 TON	1 대	토사상차	
C.I.P 공사	주니어 60		1 대	CIP천공,PILE근입	
	COMPRESSOR	900 CFM	1대	CIP천공	
	발전기	100KW	1 대	PILE 용접	
	함 마	5 TON	1 대	PILE 근입근입 및 정착	
L.W 공 사	로타리보링기	SET	2 대	굴진고압주입	

마.작업공정 FLOW CHART



바.공정표

구 분 공 종		규 격	단 위	수 량	2004년																	
					4월			5월			6월			7월			8월					
					10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30			
토 공 사	터 파 기	토 사	m³	9,401								157 m³/day (60일)										
		풍 화 암	m³	-																		
	잔 토 정 리	각 종	m³	10,811								180 m³/day (60일)										
	바닥면정리		m³	668																		
가 시 설 공 사	H-PILE 천공	각 종	m	319							106 m/day (3일)											
	복공판 설치		m³	366							36 m³/day (10일)											
	STRUT 설치		m³	3,116							56 m/day (56일)											
	C.I.P공사	각 종	m	5,950			135 m/day (40일)															
	L.W 공사	D550	m	4,452							636m /day (7일)											

2.CIP공법 (Cast In Placed pile method)

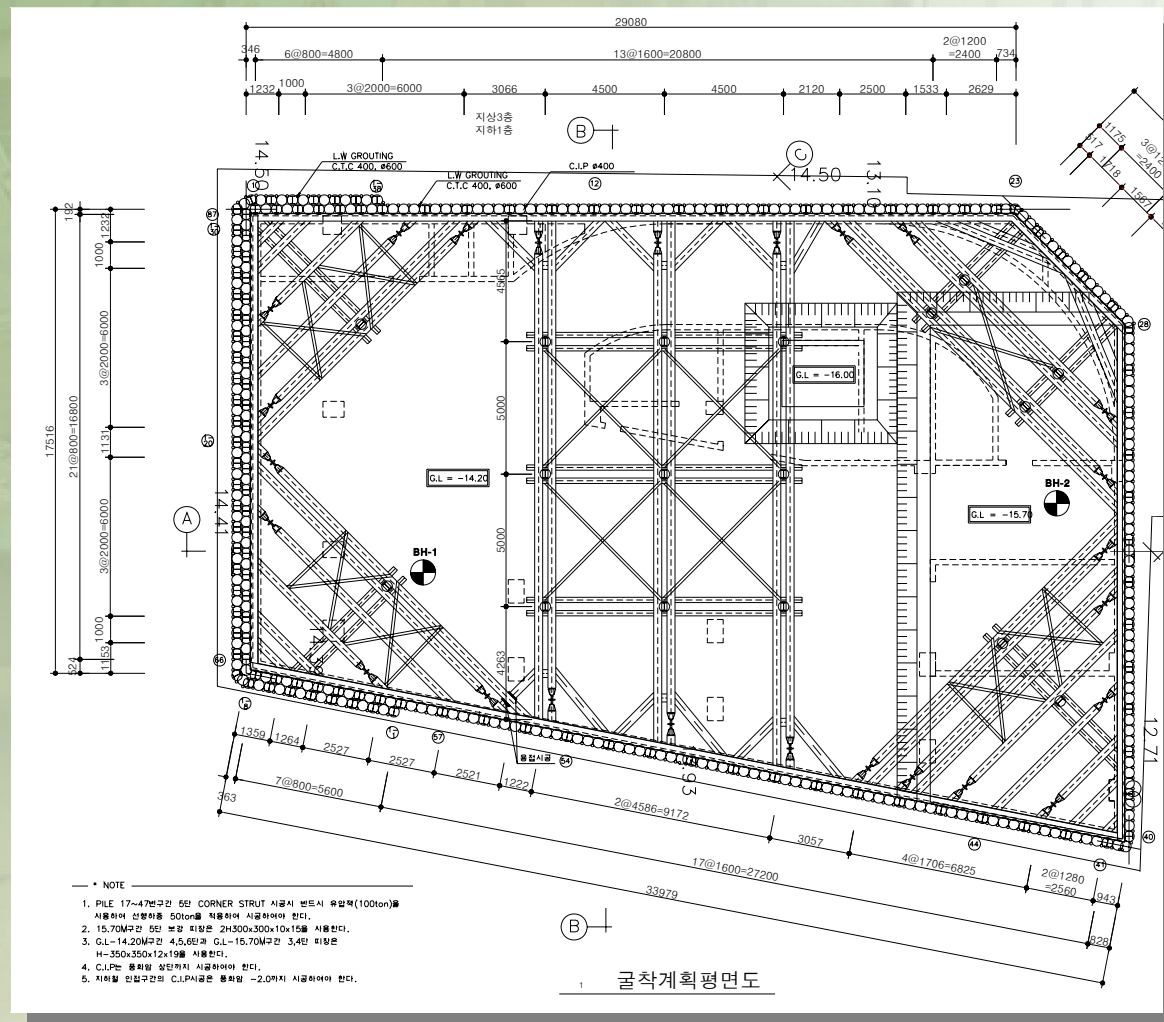
가.개요

- 1) CIP공법은 오거로 천공한 후 H-PILE과 철근망을 삽입한 후 CON'C를 주입하여 주열식 벽체를 형성하는 방법
- 2) CIP외벽에 지하수 유입을 방지하기위해 LW시공

나.특징

- 1) 천공하면서 지질을 확인할 수 있어 지질에 따라 합리적인 시공이 가능하다
- 2) 미진동, 미소음공법이다
- 3) 공기가 짧고 공사비가 저렴하다

다.CIP시공도면



라.CIP시공순서

1)GUIDE BEAM설치

-측량을 실시하여 수평오차를 줄이기 위하여 GUIDE BEAM을 설치한다

2)POINT MARKING

-당현장에서는 $\phi 400$ 이므로 1.6간격으로 천공한다

3)천공

-장비 SETTING이 완료되면 수직도를 CHECK하여 소정의 심도까지 천공한다

4)응력재 근입

가)H-BEAM(300*200*9*14, 18M)을 1.6M간격으로 근입한다

나)철근망(HD29, 18M)을 근입한다(철근망 3공)

5)CON'C타설

-천공 홀에 호퍼를 이용하여 CON'C를 타설한다

6)장비이동

-다음위치로 이동한다

마.H-BEAM이음 과 철근망 조립

1)H-BEAM이음

가)18M H-BEAM제작 (12M + 6M 용접이음)

나)고강도 용접봉사용(E7016)

2)철근망 조립

가)18M 철근망 조립(12M + 6M 용접이음)

나)HD29 (6가닥) 철근사용

다)고강도 용접봉사용(E7016)

3)용접봉 규격

	6016	7016	9016
용 도	배관,일반용접 (막봉)	강구조용 (당 현장적용)	원자력공사

바.시공사진



CIP공사전경



CIP장비



지반정지작업



천공작업(₩400, 18M)



H-BEAM (300*200*9*14) 연결
(12+6M)



철근망연결 (12+6M, 6-HD29)



H-BEAM (300*200*9*14) 근입



철근망근입 (6-HD29)



HOPPER설치하여 CON'C타설

사.시공시 유의사항

1)공벽 붕괴

- 가)지하수위가 높을 경우에는 공벽 붕괴의 우려가 있으므로 CASING을 설치하여 천공한다
- 나)지하수위가 높아 공벽의 붕괴가 있을 경우에는 오거 인발 후 즉시 H-BEAM이나 철근망을 근입하여 공벽 붕괴를 예방한다

2)슬라임처리

- 가)공벽선단에 슬라임이 많이 쌓이면 선단 지지력이 저하될 수 있으므로 슬라임이 많이 쌓이지 않도록한다
- 나)천공시 오거를 한번에 인발하지 않고 천공깊이의 1/2을 인발한 후 다시 선단까지 천공한 후 서서히 오거를 인발하여 진공상태에의한 공벽 붕괴를 방지한다

3)장비관리

- 가)CIP공사의 주요장비인 천공기는 사전 점검,수리하여 고장으로 인한 공기지연이 되지 않도록 한다
- 나)컴프레샤,발전기,용접기 등을 수시로 점검