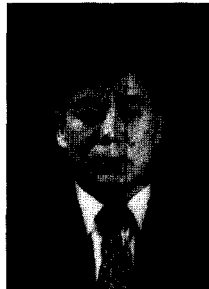


교보타워 (Kyobo Tower)



윤 춘 호
 (주) 대우건설
 건축사업본부장



이 회 석 상무
 현장소장

의 디자인과 국내 건설기술이 만나, 하나의 예술작품을 만든다는 목표와 사명감을 가지고 시작된 이 공사는, 19번이라는 기록적인 설계변경을 통해서, 예술가의 집념과 건축주의 요구를 동시에 충족시키며, 기술적으로도 공정, 안전, 원가 관리에 최선을 다하였다.

이 자료는, 55개월이라는 기간동안 토공사, 골조공사, 마감공사 등 공사완료에 이르기까지 나타났던 문제점과 개선안들, 그리고 적용했던 여러 주요공법들을 위주로 작성하였으며, 앞으로 있을 많은 고층건물 시공에 참조기록으로 활용될 수 있기 바란다.



교보타워 전경

1. 머리말

2003년 4월 대지면적 2,047평, 지하8층, 지상25층, 연면적 28,047평으로 지어진 이 건물은, 서울 강남을 상징하는 회색빛 상업건물들을 압도하는 듯한 붉은색 벽돌타일과 두개의 타워, 그 사이를 이어주는 유리벽 통로로 구성되어, 한국 건축문화의 새로운 장을 연 건축물이다.

세계적인 스웨스 건축가 마리오 보타 (Mario Botta)

2. 공사개요

2.1 일반사항

사업명	교보생명보험(주) 서초동사옥 신축공사
건축주	교보생명보험(주)
기본설계	Mario Botta (Swiss)
실시설계	(주)창조건축사사무소
감리자	(주)창조건축사사무소
시공자	(주)대우건설
대지위치	서울시 서초구 서초동 1303-22외 6필지
대지면적	6,770.20㎡ (2,047.99평)
건축면적	3,042.38㎡ (920.32평)
연면적	92,717.58㎡ (28,047.07평) 지상층: 53,931.39㎡ 지하층: 38,786.19㎡
건폐율	44.94%
용적율	796.60%
지역지구	일반상업지역, 1종,2종 미관지구
주용도	업무시설, 판매시설
규모	지상25층(옥탑1층), 지하8층
구조	지상층: 철골조+철골철근콘크리트조 지하층: 철골철근콘크리트조
외장재료	Tile Precast Concrete Panel Aluminum Curtain Wall
최고높이	117m
주차대수	395대 (옥외4대, 옥내 391대)

2.2 층별개요

	구 분	용 도
지 상 층	지상25층	기계실
	지상23층~지상24층	CEO Club, Event Hall
	지상22층~지상4층	임대사무실
	지상1층~지상3층	은행, 보험사무실
지 하 층	지하2층~지하1층	교보문고, 교보문보장
	지하6층~지하3층	주차장
	지하7층	관리사무실
	지하8층	기계실, 전기실, 정화조

3. 공사관리

3.1 가설공사

1) 개요

도심지 공사에서는 가설계획 수립의 적정여부에 따라 공기, 비용, 교통장애 등에 끼치는 영향이 지대하다. 또한, 작업동선, 부재의 종류, 중량, 용량 등을 면밀히 검토해야 한다. 당 현장은 인접된 미매입부지, Sunken Garden, 지상층이 분리된 Twin Tower 배치, 중량재인 Tile PC의 조립, 지상23층에 떠 있는 Event Hall 하부 외부천정마감 등의 특수성을 충분히 고려하여 가설공사에 임하였다.

2) 야적장 조성 및 현장내 동선계획

주차장 Out Ramp 앞 구간의 Drive Way 지역은 1층 바닥을 잡석(T=300)과 콘크리트(T=300)로 역보 상부 Level과 같게 포장(평탄화작업)한 후 자재야적장 및 가설통행로로 활용하였다. 추후 외부토목공사 시점에 맞추어 잡석 및 콘크리트는 제거하였다.

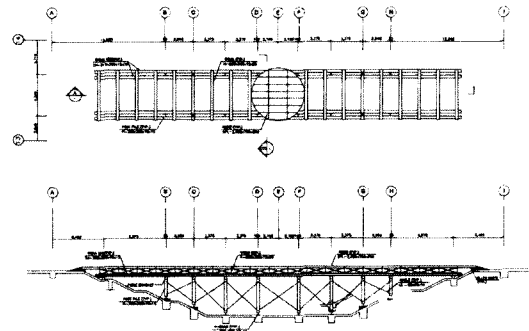


구체공사시에는 강남대로 측 출입구와 사평로측 출입구를 통하여 철골부재 및 콘크리트 펌프카 동선을 분리하여 Twin Tower의 작업을 번갈아서 접근하였지만, 마감공사의 공정이 본격적으로 이루어지면서 Hoist 접근위주로 동선을 재조정하여 운용하였다.

(1) 복공설치

지상층 철골공사 및 Tile PC 공사수행시 지상1층의 Tower 건물 외벽선과 대지경계(펜스)사이의 공간을 최대한으로 활용하기 위하여 바닥 슬라브의 구조보강 및 개구부, 즉 주차장 In Ramp 입구, Sunken Garden 지역에 복공판을 설치하여 차량접근이 용이하게 하였다.

- a. In Ramp 입구 복공판 : 4.5m * 18.7m (84.2㎡)
- b. Sunken Garden 복공판: 5.3m * 41.6m (221.3㎡)



가설복공판 평면도 및 단면도

(2) 구조체 보강

Ground Floor는 강남대로쪽 출입구 부분을 제외하고 전체가 철근콘크리트 슬라브이므로 자재야적 및 공사 차량 통행시 하중을 견디기 위하여 구조계산에 의거 지하층에 Jack Support를 지지하였다.

3) 장비배치

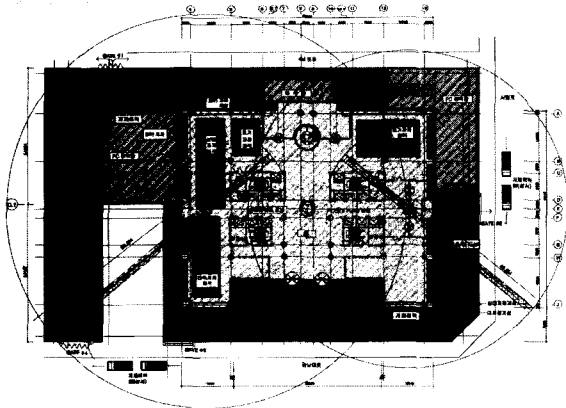
철근 이동 및 Steel Gangform, 철골조립을 위하여 Tower Crane 14Ton 2대를 운용하였으며, 작업자 및 소공구 운반을 위하여 Building Hoist 3대를 설치 운용하였다.

(1) Tower Crane 제원

	TC#1 DWT 1475	TC#2 DWT 1475
	붐길이 46M	붐길이 36M
장비사양	14Ton / 22M	14Ton / 23M
	12.6 Ton / 25M	13 Ton / 25M
	7.4Ton / 40M	8.6Ton / 36M
	6.4 Ton / 46M	
Mast 높이	44.4 M	32.4 M
최대양중하중		
	- 철골	12 Ton / 25 M
	- PC Panel	7-8 Ton / 28 M
최대 자립높이	44.4M	
소요전력	83 KW	
공급전원	380V / 60H	
인양속도	Single 80m/min, Double n/min	
Trolley 속도	최대 67m/min	
Slewing 속도	0.96 rpr	

(2) Building Hoist 제원

	지하층	지상층
장비사양	Single 1대	Single 2대
Cage 규격	1.3M*3.0M*2.55(h)	1.3M*3.0M*2.55(h)
최대인양하중	1,200 kg	1,200 kg
최대높이	150m	150m
최대속도	40m/min	40m/min
소요전력	26KVA	26KVA
설치높이	32M	117M



가시설 배치계획 (지상부 철골 및 구체공사)

4) 양중개념

초고층 건축에서 수직동선을 이용한 자재 및 인원의 양중은 무엇보다도 양중 Cost가 증대되고 양중물도 다 종다양한 관계로 양중관리 방법은 여간 어려운 것이 아니다. 그러나, 이 양중관리를 어떻게 하느냐에 따라서 초고층 건축시공 성패를 좌우할 수도 있어, 여러 가지 현장여건에 맞는 양중계획이 요구된다. 즉, 양중방법 및 양중장비의 결정은 공사전반의 공법 및 공사기간의 결정으로 직결되는 중재이다.

(1) 양중재의 구분기준

길이를 1.8m 와 4m를 기준으로 해서 3m미만의 자재는 Lift로, 3m이상의 자재는 Loading Deck를 사용하여 Tower Crane으로 양중함을 원칙으로 하되, Lift의 양중능력을 고려하여 단위중량이 2.0Ton/unit이상 되는 무거운 양중재는 Tower Crane으로 양중토록 하였다.

(2) 양중실시의 분류

① Tower Crane

- 철골부재, 철골계단, Deck Plate, 콘크리트 타설용 배관, 철근, Elevator 부재, 공조기, 열교환기, 물탱크, 기타 중형재 설비기기, 전기 Pipe 및 Panel, Tile PC부재

② Hoist

- 마감재(시멘트, 모래, 벽돌, 돌, 석고보드, 내화피복재, 페인트, OA Floor, 창호류), 커튼월, Duct류, 파이프류, 각종설비공사 Fixtures, 등기구, 각종전기공사 Fixtures, 잔재물청소, 작업원 이동, 기타 마감자재

③ Elevator

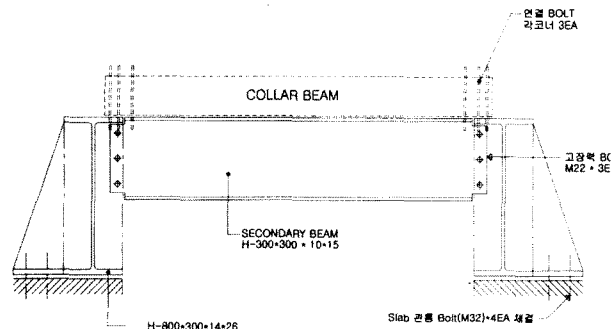
- 작업원 및 소형 양중물

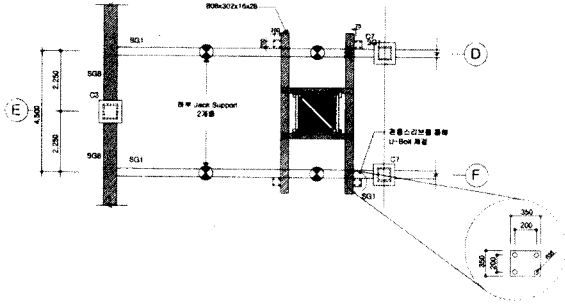
5) Tower Crane

Tower Crane의 선정은 지하골조시부터 지상양중 대상 중 최고중량인 8Ton인 외부 커튼월인 TPC 기준으로 선정하였으며, 구조물이 2개의 Twin Tower로 구성되어 있으므로 1호기(14Ton/22m, A동), 2호기(14Ton/22m, B동)을 상호 충돌하지 않도록 높이를 다르게 설치하였다. Tower Crane은 Self Climbing Type으로 선정하여 철골 매1질 (기준층 3개층) 설치 후 Climbing을 실시하였고, 매 Climbing시 마다 Mast 구조보강을 실시하였다.

(1) Tower Crane고정을 위한 구조보강

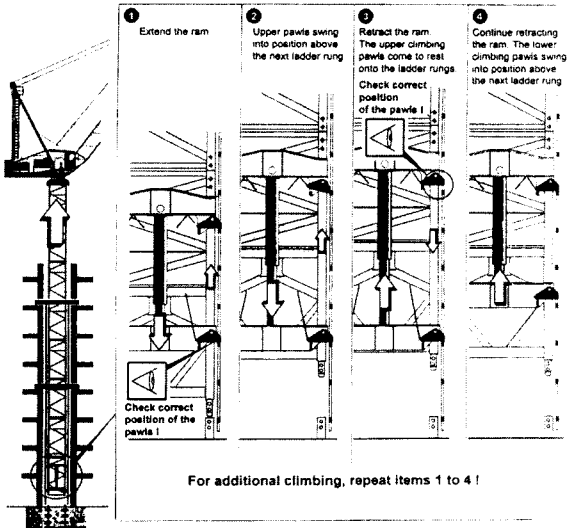
- Tower Crane Support는 하중이 큰 1호기를 기준으로 산정하였다.
- 지하2층, 지상1층, 3층, 6층, 9층, 12층, 15층, 18층, 21층, 22층에 지지되며 24,25층은 상부 Support가 설치되었다.
- 지하2층 Support는 자재반입을 고려, 약 6m의 Main Support Beam(H-800*300*14*26)을 설치하여 지지토록 하였다. Main Support Beam은 슬라브를 관통하여 Bolt로 고정하고, 그 하부에는 Jack Support를 2개층에 걸쳐 설치하였다.
- Main Support Beam은 횡으로 Brace (H-300*300*10*15)를 설치하고, Main Support Beam을 받치도록 했으며, 전달되는 전단력이 크므로 Web에 Bolt를 접합후, 모살용접을 추가하였다.





(2) Tower Crane Climbing

3개층마다 1회 Climbing(총10회*2대)을 하였으며, Crane의 균형을 유지하기 위하여 Hook에 중량물(출조목음등)을 매달고 도식의 원리로 Mast를 Climbing 하였다.



(3) Tower Crane 해체

양쪽동에 1대씩 설치되어 있으므로 최초 A동의 Tower Crane 1호기로 B동의 2호기를 해체하고, 1호기는 Recovery Crane을 설치하여 1호기 해체후 4층 중정에 내리고 외부에서 Hydro Crane으로 2단 운반작업을 하여 상차하였다.



6) Building Hoist

구분	산출내역
Peak 출역인원	540명
1회 양중시간	Height: 110m/25층
	상승,하강 : $115m \times 2 \div 40m/분 = 5.8분$ 정지층 : $25층 \div 3개층 \times 0.5분 = 4.2분$
시간당 양중횟수	소계: 10분
Lift 1대당 수송용량	$60분 \div 10분 = 6회/시간$
Lift 대수 산정	$1.2ton: 26인/1회 \times 6회/대 = 156명/Hr$
	$2.4ton: 2대 \times 156명 = 312명/Hr$
Lift 대수 산정	-본설 Elev. 조기완공으로 부족분 대체 -저층부 및 지하층 공사인원 제외 -쓰레기하역 및 과부하시 야간작업 병행

일일운영시간은 오전7시부터 오후6시까지 원칙으로 하였으며, Building Hoist는 자재인양용으로 운영하고 본설 비상용 Elevator 2대를 조속 가동하여 마감공사 Peak시에 예상되었던 인력수송을 분담토록 하였다. 지하층 Hoist는 기계 Pit 공사시, 지상층 Hoist는 외부 Tile PC 마감 종결시 철거하였다.

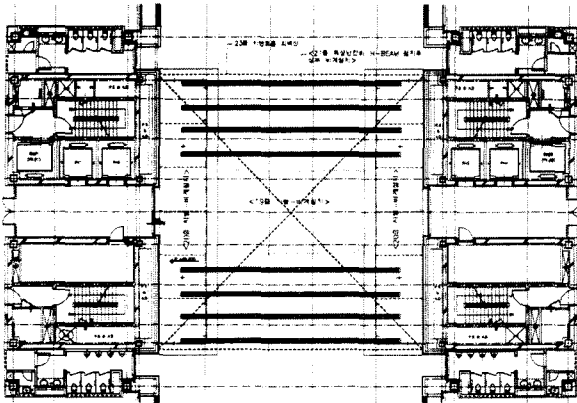
Hoist 철거 후 비상용 Elevator 2대를 운용하였지만 양중에 상당한 부하가 걸려 본설 저층용 Elevator가 완료되는 대로 추가로 1대를 운용하여 부하를 경감시켰다.

7) 지상23층 Event Hall 하부 가설공사

당 공사의 가설공사 중 가장 난제 중의 하나가 지상 98m지점인 23층 Event Hall(다목적홀) 하부의 철골내화피복 및 천장공사를 위한 가설발판/비계의 설치였다. 검토결과 가장 안전한 방법인 21층의 발코니 난간에 H-Beam(300*300*10*15)을 걸고, 이 H-Beam위에 강판 비계를 용접하여 세우는 방안을 택하기로 하였다.



철골내화피복, 외부단열공사 및 하부천장공사 완료 후 가설 H-Beam을 해체하는데 상부의 Event Hall 슬라브로 인하여 Tower Crane작업에 상당한 제한이 있었으나, 다행히 23층 슬라브 바닥보다 21층 발코니 측면난간이 350mm 튀어나와 가까스로 Tower Crane으로 부재 인양이 가능했다.



풍압을 고려하여 H-Beam에 접하는 비계는 2개소당 1점씩 용접을 하였으며, 낙하물을 고려하여 H-Beam 하부에 추락방지망 및 낙하물방지망을 이중으로 설치하였고, H-Beam 상부전면에 안전발판을 깔고 비계작업을 하였다.

3.2 철근콘크리트공사

1) 개요

(1) 구조형식

구 분	지 상 층	지 하 층
슬라브	코어 : 합판거푸집	합판거푸집
	기타 : 메크플레이트	
보	코어 : 철근콘크리트	코어 : 철근콘크리트
	기타 : 철골	
기둥	철골철근콘크리트	철골철근콘크리트

(2) 시공물량

구 분	바닥면적 (㎡)	콘크리트 수량(㎡)	용도	구조
옥탑층	394	661	기계실	
25F	1,679	557	기계실	
24F	1,965	485	업무시설	
23F	2,320	539	업무시설	
20F~22F	1,965*3	1,509	업무시설	코어:SRC조
19F	2,110	584	업무시설	기타:S조
6F~18F	2,171*13	7,191	업무시설	
4F~5F	2,110*2	1,283	업무시설	
3F	2,110	751	업무시설	
2F	2,375	803	업무시설	
1F	2,520	880	업무시설	
소계	53,931	15,243		

구 분	바닥면적 (㎡)	콘크리트 수량(㎡)	용도	구조
B1F	5,328	4,626	판매시설	
B2F	5,637	3,526	판매시설	코어:SRC조
B3~B4F	5,681*2	5,843	주차장	합벽:RC조
B5F	5,668	2,941	주차장	기둥:RC조
B6F	5,699	2,944	주차장	기타:S조
B7F	365	116	기계/전기실	
B8F	4,726	11,620	기계/전기실	
소계	38,786	31,616		
계	92,717	46,859		

2) 지하층공사

지하층은 지하8층(EL-32m)의 암반으로써 지하수 유입을 처리하기 위하여 영구배수(Dewatering) 처리를 하였으며, 넓은 바닥면적(5,699㎡)이므로 합벽 및 바닥 구간을 나누어 콘크리트를 타설하였다.

(1) 영구배수(Dewatering)

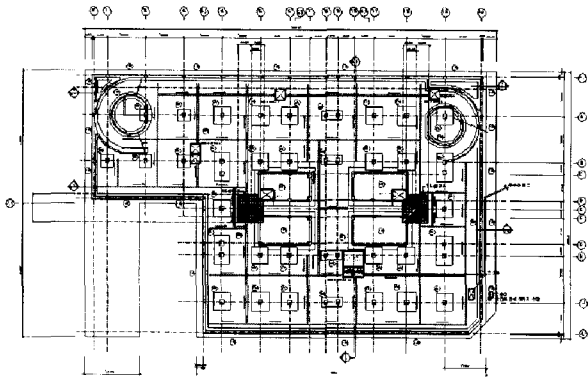
지하층 기초바닥 아래에 인위적인 배수층을 형성하여 부지내로 유입되는 지하수를 다발관을 통하여 유도, 집결시킨 후 집수정에서 Pumping하여 하수관으로 배출시킴으로써 기초바닥 Slab에 양압이 작용하지 않게 하였다.

영구배수를 함으로써 부력양가에 의한 지하수압 저항 장치를 생략 할 수 있으며, 부지내로 유입되는 유입 수량 조절에 유리하므로 선택된 공법이며 적용효과는 다음과 같다.

- 친환경적 공법(지하수 오염방지)
- 공사비 절감(수압 저항장치 생략)
- 공기단축
- 주변대지의 안전성 유지
- 지하수 이용가능



자갈포설 시공



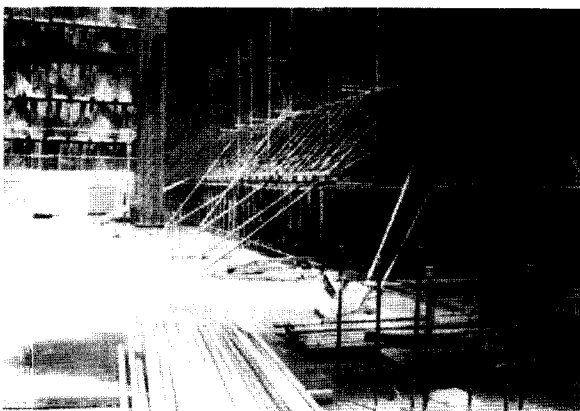
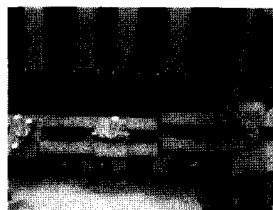
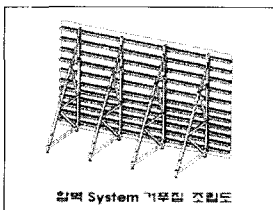
영구배수 평면도

(2) 합벽공사

지하 합벽은 8개층(32m) 355m로써 규모가 방대하고 합벽의 두께가 0.8-0.4m(B1,2: 0.4, B3,4: 0.5, B5,6: 0.5, B7,8: 0.8)으로써 맞벽 시공이므로 Form-Tie를 사용키 어려우므로 측압에 대응할 수 있는 Steel Bracing Soldier를 사용하였다.

일반 거푸집공사에 사용되는 부속철물(Form-Tie)를 사용하지 않으므로 지하구조물의 방수에 효과적이며, 시공성 및 안전성이 뛰어나 측압이 큰 합벽에 적용하기에 용이한 Form으로 판단된다.

시공시 주의사항은 Anchor Bolt의 매립 및 체결이 가장 중요하며, 중량이므로 Crane을 이용할 수 있는 조건을 갖추어야 한다. 기준 Model의 타설높이는 3.2m로 하였다.

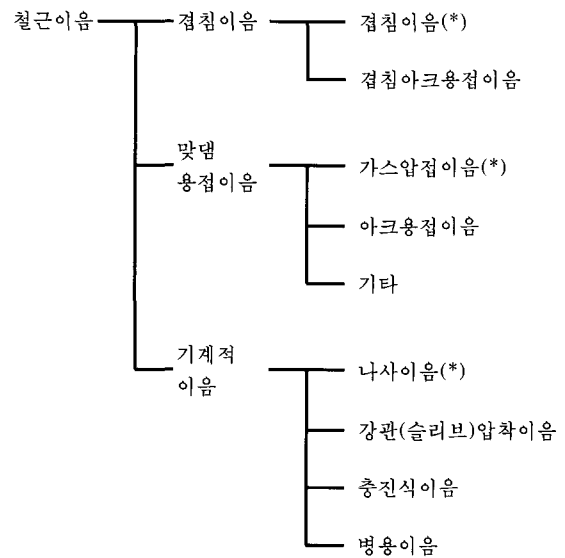


지하8층 합벽공사 거푸집 작업모습

(3) 철근이음

접침이음을 하였으나 합벽구간의 D29mm 이상의 철근(D32mm 6,354EA)에 대하여 가스압접을 실시하였다. 또한 램프의 Steel Form사용 부분의 Dowel Bar부분에는 나사식 이음으로 처리하였다.

- 현장사용 이음방식 : (*) 당현장 적용



(4) 가스압접이음

- 연마작업: 접합하고자 하는 두철근의 단면처리 작업으로 Grinder등으로 기름, 녹, 도료, 시멘트 등 불순물을 제거하고 압접작업을 위한 적당한 상태를 만든다.
- 기계장착 작업: 가압 압접기(Bar Holder)에 접합하고자 하는 두 철근의 단면을 맞대어 정착한다.
- 가열작업: 산소와 아세틸렌 가스를 사용하여 접합부를 가열하는 작업으로 가열기는 다구식(4구-18구)의 버너를 사용한다. 처음에는 환원염으로 가열하기 시작하여 양끝이 완전히 접착된 후에는 표준염으로 바꾸어 온도를 유지(1,200℃ - 1,300℃)하며 소정의 부풀음이 되도록 가열한다.
- 가압 작업: 유압을 이용한 가압기를 사용하여 가열 상태에 맞추어 가압(단면적에 대하여 300kg/cm² 이상의 가압력 필요)을 하며 가압작업과 함께 펌심수정작업을 수행한다.



가스압접이음

나사이음

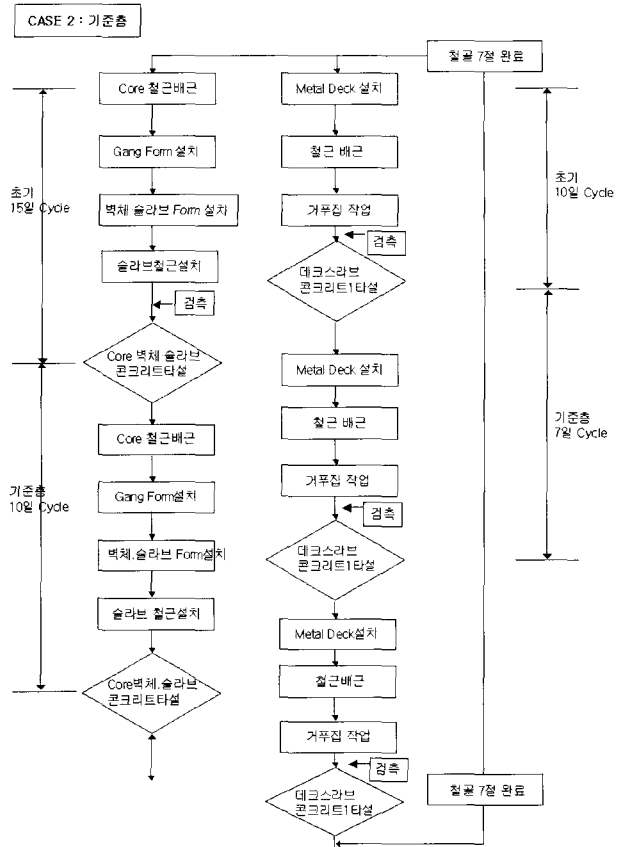
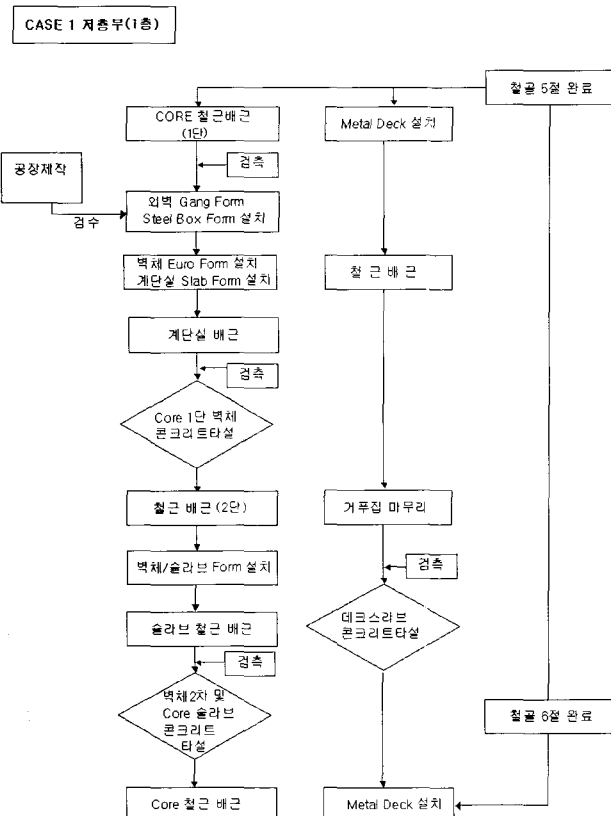
3) 지상층공사

지상층은 코어부는 S.R.C조이고 기타 사무공간은 S조로써 철골공사와 철근콘크리트 공사의 속도가 달라 상호 공정간 속도의 완급을 조절하는 것이 관건이었다. 최초 철골 1개절주(2개층)가 완료된 시점부터 철근콘크리트 공사를 착수하여 빠른 철골진행 속도를 따라가기 위하여 철근콘크리트 공사에 최대한 인력투입을 독려하였다. 특히, 콘크리트가 타설된 절주의 2개절주 이상 철골 시공시 철골의 비틀림에 대한 우려로 인하여 철골공사를 일방적으로 진행시킬 수 없었으므로, 상호 연속적인 공사가 진행되기 위해서는 Critical Path인 철근콘크리트공사의 공기단축에 전력투구 하였다.

(1) 부위별 거푸집적용

부위	거푸집종류 및 재료	준비량 (SET)	사용 횟수	비고
코어 외벽	갱폼(Gangform) /Steel	1*2	28	
ELEV. SHAFT	갱폼(Gangform) /Steel	1*2	28	
코어 내벽	유로폼(Euro Form)+ Steel Support	1.5*2	6	
계단 벽체	유로폼(Euro Form)+ 합판	1.2*2	6	
코어 슬라브	합판 + Horry Beam	2*2	3	

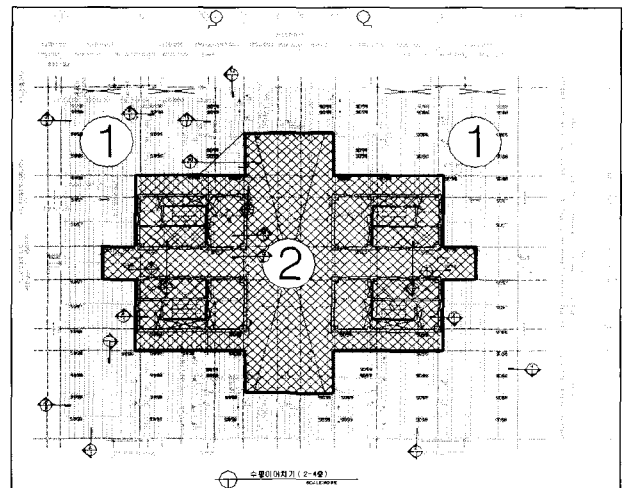
(2) 층별 골조공사 진행순서도



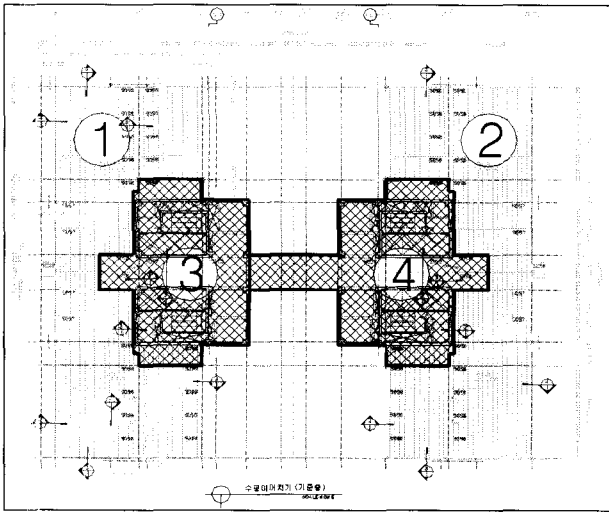
(3) 콘크리트 이어치기

1층은 층고가 높으므로(7m) 재료분리 및 측압을 고려하여 2회로 나누어 콘크리트를 타설 하였으며, 평면상 1~3층을 제외한 상부 기준층은 2개의 코어로 분리되어 연결복도로 연결되는 형태이므로 A타워, B타워로 나누어 A->B->A->B순서로 콘크리트를 타설하였다.

<저층부>



<고층부>



(4) Horry Beam

설계상 Slab는 전체가 Deck Plate로 되어있었으나, 철골 Beam 상부에는 Deck Plate를 사용하고 S.R.C조 구간인 코어의 응벽형틀과 맞닿는 Slab구간은 합판거푸집을 사용하여 응벽형틀 상부에 Deck Plate를 걸치는 불편을 해소시켰다. 특히, 응벽사이의 통로부 Slab에 대해서는 Horry Beam을 사용하여 작업의 효율을 높였다.

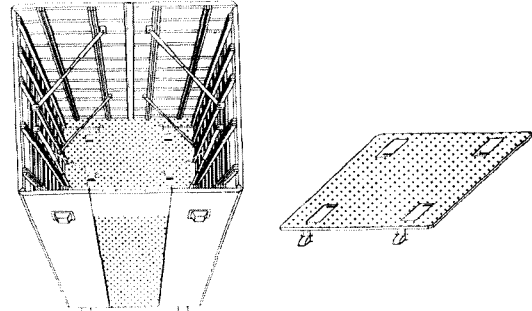


Horry Beam 시공상세

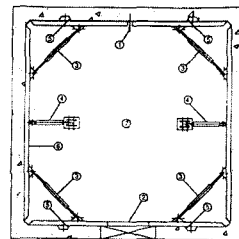
(5) Box Form

Elevator Pit구간은 Box Form을 사용 하였으며, 외부 측벽은 Gang Form을 사용하였다. 특히 Box Form은 외부 유로폼과 결합이 가능하도록 제작되었으며, Elevator Separator Beam (Elevator 사이에 설치되는 방화구획 Dry Wall 설치를 위한 구조체) 작업에 필요한 비계틀이 일체로 제작되어 별도의 비계설치가 필요없도록 고안되었다.

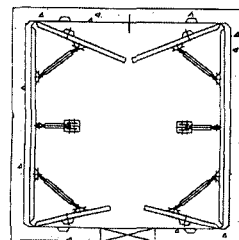
a. Box Form(Easy Core Form) 조립도



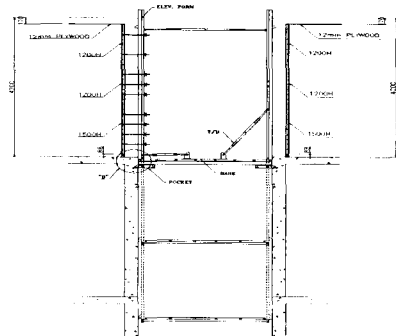
b. Box Form 주요구성 및 해체



- ※ 주요 구성 명칭
- 1 Filler
- 2 Open Panel
- 3 Turn Buckle
- 4 Turn Buckle
- 5 Pocket
- 6 ELEV. Core Panel
- 7 ELEV. Core Base



- ※ 해체 순서
- 1, 5, 2번 분리
- 2, 3번 사용하여 Panel을 오므린다 (6번 탈형 말히 확인)
- 3, 4번 사용하여 Panel을 안쪽으로 약간 오므린다.
- 4, 7번에 있는 인양고리로 6, 7번을 함께 인양한다.

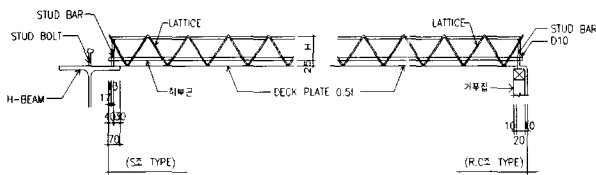


Elevator Shaft 부위 Box Form 작업

(6) Deck Plate 및 TPC 작업시 콘크리트공사

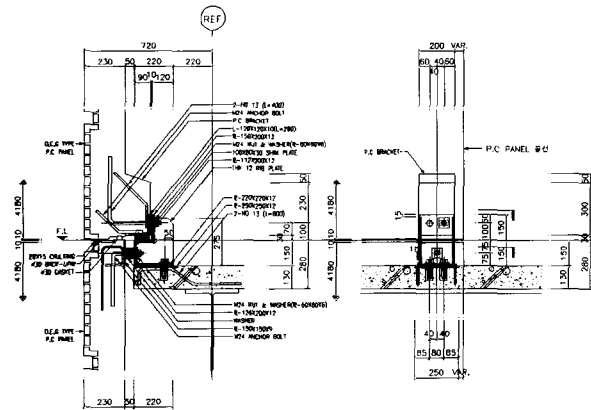
- Deck Plate와 타공정 관계

Deck Plate 작업은 속도가 빠르므로 판개작업 및 외부 End Plate 작업은 형틀공사 층보다 3개층 위까지 깔고, 연결부위 철근배근은 콘크리트 타설전에 실시하였다. Stud Bolt작업은 당초에 철골공사에서 작업하는 것으로 되어있었으나, 공정 편의상 Deck Plate 작업팀에서 Deck Plate 깔기작업 직후 실시하도록 하였다.



- TPC를 위한 앙카작업

TPC가 중량물이므로 콘크리트 타설시 앙카를 매립하였다. 앙카의 위치는 고도의 정밀도가 요구되므로 기준 먹메김시 Level 및 중심선을 각 기둥마다 표기하여 착오가 없도록 하였다.



3.3 철골공사

1) 개요

초고층 건물의 건축에서 수직동선의 자재 및 인원의 양증이 공사의 성패를 좌우한다고 판단하여 다양한 양중장비의 활용을 고려하였으며 치밀한 양중계획 및 효율적 양중작업에 많은 노력을 기울였다.

2) 철골부재의 양중계획

(1) 일일 양중가능회수

- 일일 작업시간

하기	7:00AM-7:00PM	실작업	11시간
동기	8:00AM-6:00PM	실작업	9시간
연평균작업시간		10시간	

- 1회당 양중시간 (양중 Cycle)

* Wiring 5분, * 인양 5분

* 설치 15분, * 하강 5분

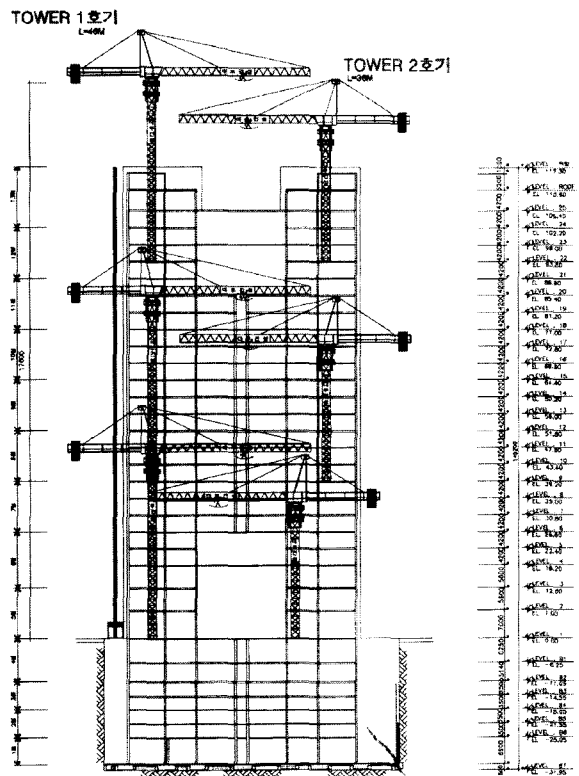
- 일일 양중회수

* 10시간/일*60분 ÷ 30분/회 = 20회/일

(2) 양중회수의 경감책 검토

- Beam 및 Girder 2조 또는 1회 양중

3) 철골공사시 Tower Crane Climbing Sequence



4) 철골의 현장설치

철골조립 중 기능공의 투입 및 작업내용

기능공	직종	소요인원	작업내용
운전,조작	Operator	(교대를 고려) 2	설치장비의 조작 작업연락
설치	비계공	하부작업자 2 상부작업자 4	Wire 설치 철골설치
보조작업	잡철공	작업지휘자 1 하부작업자 1 상부작업자 1	도면검토, 작업순서지휘 플레이트설치,가볼트준비 비계공과 공동작업
수평,수직 조정	비계공 목수	수평,수직조정자 2 수평,수직계측자 2	수평,수직 조정 먹메김,수평,수직조정계획
비계발판, 가설	비계공	비계발판설치2-3	비계발판 설치,해체,이동, 안전시설
고력볼트 조임	잡철공	작업지휘자 1 볼트작업자 10	볼트준비,가조립,본조립
용접	용접공	용접작업자 (용접량,날씨에 따라 변동)	공사현장 용접

- 현장에 반입된 철골은 2대의 양중장비를 적절히 이용하여 당일에 세우기를 완료하였다.
- 철골의 가조립이 완료된 후 철골부재의 수직도 및 수평도, 중심선간의 높이, 거리 등을 검사하여 합격여부를 판단한다.
- 본볼트조임 시, 마찰접합면의 뜯 녹, 먼지, 기름, 도료 등을 제거하고 청소함과 동시에 발청상태를 확인하였다.
- 당 현장은 Torque Control Bolt를 사용하였고, 볼트 조임 후 Bolt Tail의 탈락으로 볼트장력의 발생을 확인하였으며, 반입된 볼트는 매절마다 표본검사를 하여 품질관리를 하였다.
- 철골의 본볼트 조임이 마무리되면 용접작업을 실시하였다. 당현장에서 적용한 용접작업 Check Point는

Check 시기	Check Point
용접 시공전	용접용 전원의 용량, Cabtire, Earth의 확인 용접급속의 낙하 또는 불꽃에 의한 화재보호설비 용접재료(용접봉, wire, Flux)의 적정한 선정 용접전 용접면의 Slug, 수분, 먼지, 녹, 기름 등을 제거 맞댄용접의 개선각도, Root 간격 반침쇠를 사용하는 경우 재질, 형상, 치수 및 설치상황 End Tab의 재질, 형상, 치수 강재의 종류, 판두께, 기온에 의한 필요한 예열 방풍, 방화대책
용접 시공중	용접재료검사: Flux의 벗겨짐, 오염, Wire의 발청유무 용접봉의 건조 용접재료, 용접자세에 따른 용접전류, 아크전압 및 속도 뒷면을 깎아낼 경우의 러치방법 (Gouging) 용접중에 쪼개짐 등의 중대한 결함이 생긴 경우의 대책 기온이 0도이상인 경우 적절한 예열
용접 종료후	용접접합부의 소정의 형태 및 치수 용접부에 해로운 결함의 유무 결합이 발생한 경우의 보수 용접완료후의 Slug 및 Spotter의 완전제거

- 당 현장은 동절기 공사시 철골의 예열, 과다한 바람이 부는 날의 용접 품질관리에 주력하였고 용접이 완료되면 현장용접부는 저량 육안검사 및 UT검사를 실시하였다.

5) 품질관리

(1) Column Shortening 검토

기둥 축소량에 대한 문제는 초고층 이라고 할수 있는 50층 이상의 건물에서 일반적으로 문제시되고 있으나 당현장은 외벽이 THK 230mm의 육중한 PC로 마감되어 있어 기둥 축소에 대한 검토를 실시하였다.

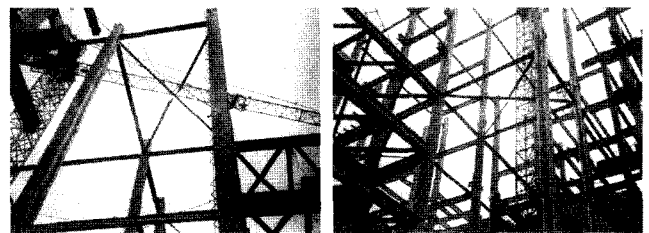
- 검토 : 대우건설기술연구소
- 사용 PROGRAM :

C_SAP (COLUMN SHORTENING ANALYSIS PROGRAM)

- 결과 : 본 건물은 철골(외부기둥) 및 SRC조로서 기둥 축소량 보정이 필요없다고 알려져 있는 범위의 건물이며 이에 따라 기둥 축소량 해석도 가장 큰 부등축소량을 보정하기 위한 해석이 아니라 기둥 축소량이 문제가 되는가를 확인하기 위한 해석이었으며 그 결과 문제가 되지 않는 범위의 값(20mm 이하)으로 계산되었다.
- 적용 : 8절 기둥 상부(12th SL + 1,200mm)에서 level을 측정하여 측정된 오차값을 10절 기둥에 반영설치 하였다.

(2) 철골세우기 Sequence검토에 의한 Bracing설치
철골세우기 및 하부층 콘크리트 타설과의 연관관계 검토결과 Core 부분의 독립 철골의 경우 콘크리트 타설층으로부터 3개절 이상의 철골 세우기 작업시 철골 수직도 관리의 문제점을 확인하였다.

당 현장은 Core의 독립 철골 기둥은 Temporary Beam을 설치하여 문제점을 해결하였다.



3.4 석공사

1) 개요

석공사는 국내외의 석산에서 채취한 원석을 설계조건에 맞게 석재가공 공장에서 여러 가지 형태로 가공하여 현장반입후 각종 부자재 및 긴결철물을 이용하여 본 건물골조 또는 각종 구조물에 취부하는 공정으로서 석재를 부착하는 방식에 따라 습식공법과 건식공법 및 이를 혼용한 반습식공법 등으로 구분되는데 교보 강남 타워에서는 벽체마감은 건식, 바닥마감은 습식공법을 채택하였다.

2) 주 시공부위

<내부>

1F LOBBY, B1F ~B2F 판매시설, 2F ~ 3F 업무시설 및 임대매장, B6F ~ 24F E/V HALL, 연결복도 및 화장실

<외부>

1F 외장, B1F 판매시설 입구, 공개공지 및 각종 조정 구조물, 단지내부 바닥 및 외부보도, D/A 및 기타부분

3) 사용 석재현황

구 분	부위	석 종	마감처리	규격 (W×H)	비 고
Lobby (1,2,3F)	벽체	고 홍 석	물 갈 기	530×2,100×30	
	바닥	고 홍 석	물 갈 기	500×400×30	
조 형 계 단	계단	고 홍 석	물 갈 기	313×1,200×30	
ELEV. HALL	벽체	고 홍 석	물 갈 기	530×2,100×30	
	바닥	고 홍 석	물 갈 기	500×1,000×30	
비 상 계 단 실	바닥	포 천 석	물 갈 기	260×1,200×30	
	걸레 반이	포 천 석	물 갈 기	100×1,200×15	
주 부 현 관	원형 기둥	가 평 석	버 너	1,500×300×50	
		고 홍 석	물 갈 기	1,500×300×50	
		CHINA BLACK	물 갈 기	1,000×270×50	중 국 산
화 장 실	B2~3F	벽체	ROYAL GIANTE	물 갈 기	400×600×20 인도네시아산
		바닥	IMPERIAL RED	물 갈 기	400×400×20 이탈리아산
	5F~18 F	벽체	CLASSICO FASANO	물 갈 기	400×600×20 인도네시아산
		바닥	CLASSICO FASANO	물 갈 기	400×400×20 인도네시아산
	4F~19 F~24F	벽체	ROYAL GIANTE	물 갈 기	400×600×20 인도네시아산
		바닥	ROYAL GIANTE	물 갈 기	400×400×20 인도네시아산
	띠석	바닥	EMPTARD O BROWN	물 갈 기	400×400×20 인도네시아산
	외 부	벽체	고 홍 석	버 너	900×1,400×30
바닥		고 홍 석	버 너	500×800×30	
R A M P	바닥	고 홍 석	버 너	140×140×50	
지 하 1 층	바닥	IMPERIAL RED	물 갈 기	492×972×30	
	벽체	고 홍 석	물 갈 기	630×866×30	
지 하 2 층	바닥	IMPERIAL RED	물 갈 기	492×972×30	
	바닥	MIRATON	물 갈 기	600×900×20 국산	
	벽체	고 홍 석	물 갈 기	630×866×30	
지하3층~ 지하6층	벽체	고 홍 석	물 갈 기	550×300×30	
	바닥	고 홍 석	물 갈 기	600×300×30	

4) 자재선정

석재는 구성물질, 압축강도, 형상 등에 따라 여러 종류의 형태로 구분되며 석재를 선택할 때에는 재료의 성질, 강도, 외관 및 생산량은 물론 산지로부터의 수송 관계를 충분히 고려하여 선정하여야 한다.

교보강남타워에 주로 사용된 벽체 및 바닥마감 석재는 고흥석 및 포천석으로서 석영섬록암질로 색상이 짙

고 입자가 증립질로 치밀할 뿐만 아니라 물성특성이 전반적으로 우수하다. 이외에 설계조건에 따라 여러 종류의 석재가 사용되었다.

5) 공법선정

(1) 벽체공법의 고려사항

- 처짐 : 석재의 중량 및 마감거리에 따른 처짐의 허용치를 고려.
- 부재중량 : 각 시공부위별 단위 마감부재의 중량을 고려.
- 마감거리 : 골조와 석재마감까지의 이격거리를 고려.

(2) 공법선정

① 석재용 ANGLE을 이용한 건식석공사 (고홍석벽체)
 - 앵커를 골조에 직접 고정시킨후 석재용 앵글 및 플레이트를 사용하여 석재를 취부하는 방식으로, 주로 로비와 ELEV. HALL의 벽체용 판재석 시공시 사용하였으며 일부 콘크리트 골조가 형성되지 않은 부분은 METAL TRUSS제작을 병행하여 시공하였다.

② ANGLE 선정

- 석재용 앵글은 ANGLE-18 Cr8Ni(오스트나이트계)SUS304를 사용하였다. ANGLE의 규격은 부재중량 및 마감거리에 따라 다르게 선정하였다.

③ 동선을 이용한 건식공사

- 콘크리트 골조가 아닌 경량벽체면 석공사시 벽체에 CHANNEL을 고정시킨후 Ø3MM의 동선을 사용하여 CHANNEL과 벽체석을 고정시켰으며, 마감거리에 따른 두가지 형식의 공법을 병행적용하였다.

④ METAL TRUSS 공법

- 메탈트러스 공법이란 마감자재를 본 골조에 직접 취부가 불가능하고 대형 및 중량의 부재를 시공하기 위하여 별도의 부재를 사용, TRUSS를 제작하여 TRUSS자체를 벽체 및 SLAB 바닥에 고정시키고 고정된 TRUSS에 각종 부자재를 용접 및 볼팅시켜 최종적으로 석재용 앵커를 사용, 석재를 긴결시키는 방식으로 장중하고 미려, 균일한 석재마감효과를 내기 위하여 중앙부의 현관 원형기둥 등에 메탈트러스 공법을 채택, 시공하였다.

⑤ 습식공법 (바닥부분 전체)

- 건물 내·외부 바닥마감 시에는 콘크리트 SLAB위에 시멘트:모래 (1:3, 용적비)를 건비빔하고 고품 MORTAR 한위 시멘트:모래 (1:2, 용적비)로 붙임 MORTAR로 사용하여 바닥판재를 부착, 마감하였다.

6) 시공현황

(1) 도면검토 및 SHOP DRAWING 작성

- 석재종류 및 치수, 형상, 나누기도, LEVEL, 신축줄눈의 위치 등을 고려하여 작성하였다.
- 붙임에 사용되는 부자재의 종류, 치수, 사용개소 및 접합상세도를 검토하였다.
- 개구부, 요철부분, 매설물 시공여부, 타공개소의 치수 및 형상 확인
- TYPICAL SIZE외의 형상에 대한 치수
- 단열 및 배수경로 확인

(2) 석재반입 및 검수 양중작업

- 자재반입은 현장공정표에 의거 최소한 1주일 시공 물량의 여유분이 항상 유지될 수 있도록 반입하였으며 원산지 관리와 출장검측, 현장 반입시 제품별 규격, 형상, 색상, 및 가공정도, 반점, 오염 및 기타 부분에 대한 육안검사를 통하여 자재검수를 실시, 불량자재에 대해서는 현장반입이 이루어지지 않도록 관리하였다.
- 검사를 통과한 제품에 대해서는 각 ITEM별로 구분하여 규격, 사용처 등을 표시하고 각 부분 시공순서에 의거하여 적재하였고 본 건물 내·외부 벽석 시공 및 고소작업 구간에 대해서는 가설비계 및 WINCH를 이용하여 양중작업을 실시하였고 하부 벽석, 바닥재 및 기타자재는 지게차 또는 HAND CAR를 이용하여 소운반 작업을 실시하였다.

7) 현장시공

(1) 내부벽석

지상층 로비부분의 콘크리트벽 구조체 및 블록구조체에 벽체 PLATE를 설치한 후 각 PIPE골조를 세워 철재 FASTENER를 각 PIPE골조에 용접한 후 ANGLE을 사용하여 판재를 취부하였다.



(2) 외부벽석

콘크리트 구조체의 경우 일반 ANGLE을 이용한 건식

공법을 사용하였으며, 원형기둥은 직접취부가 불가능하여 METAL TRUSS공법을 적용하였다. 내부에 사용된 고흥석의 경우 POLISHED마감을 사용하였으나 외부의 경우 HONED마감을 적용하여 전체건물의 중후한 이미지를 연출하였으며 전체적인 색상과 평활도 및 균질한 평면을 가질 수 있도록 하였다.

(3) 내외부 바닥석

바닥시공은 습식시공 방식으로 LEVEL 및 경사도를 맞추어 시공하였다. 차량의 진출입로상에는 사구석을 사용하였으며 특히 RAMP의 입출구에는 경사도 및 배수를 위한 LEVEL을 고려한 시공을 하였다.



(4) 내부 계단석

내부 계단석은 비상계단과 조형계단으로 나누어 시공하였으며 비상계단의 경우 핸드레일과의 일정한 간격을 유지하도록 하였고, 조형계단의 경우 곡선구간이 대부분이어서 각 부위별 실측을 통한 시공을 하였다.

(5) 외부 썬큰

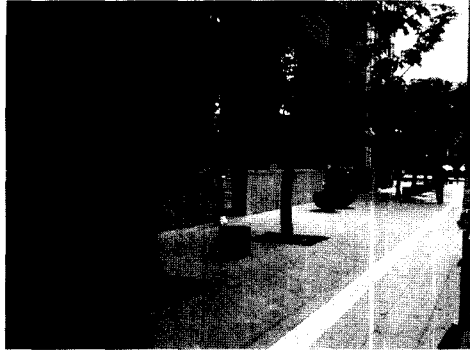
조경 폭포마감시 누수에 주의 하여 우레탄 도막방수를 실시하였고, 야간조명을 고려 옆면에 광섬유(조명 시설)를 시공하였다.



(6) 보도부분

보도부분은 토목작업(오/ 우수관 매설 및 지장물 이

설)완료후 석공사 작업투입 및 보도통행인의 이동에 지장이 없도록 가설보도를 설치하면서 석재작업이 이루어지는 관계로 작업이 지연되는 문제가 있었으며 장애자 점자블럭시공과 자전거보도를 설치하였다.



(7) 보양 및 청소

석재마감후 시공상태의 보존을 위하여 작업자와 통행인의 왕래가 빈번한 구간에 벽체 및 바닥석 보양용 플라스틱 보호재를 합판과 병행하여 설치하였고 준공 전 얼룩 및 착색부분에 대한 제거작업을 실시하였다.

8) 시공시 문제점과 대처방안

(1) 벽체석시공

내부벽체석의 규격(530×2100×30)이 큰 관계로 하중으로 인한 운반 및 시공상의 문제점이 일부 발생하였다.

<대처방안>

자재양중은 야간에 실시하여 타 공종과의 자재운반 동선의 중복을 방지하였고, WINCH등을 이용한 시공으로 작업자의 안전성을 확보하였다.

(2) RAMP 및 로비부분의 HEATING SYSTEM

발열용 전선의 매입위치가 바닥석 시공시 고름물탈에 위치하므로 바닥석공사 수행시 판재 및 작업도구에 의한 전선의 손상, 작업반 상호간의 원활한 연락체계(건축, 전기)유지등의 문제점이 발생하였다.

<대처방안>

사전공기조정을 통한 선행 열선설치작업의 원활한 수행이 필요하고, 전선의 손상방지를 위하여 작업반원의 작업시 철저한 교육 및 시공감독을 추진하였다.

9) 발전방향

석공사는 공산품과는 달리 자재의 선정, 가공, 반입, 시공 등 일련의 작업이 단기간에 이루어지기 어려운 특성이 있다. 또한 반입자재의 검수를 통한 문양, 색상, 광도, 불순물에 의한 불량품이 빈번하게 발생한다. 따라서 자재 출하시 사전 검수를 통한 품질의 확보가 우선되어야 현장에서의 불량발생과 공기의 연장을 방지할 수 있다. 현장시공 공법의 선정시 간접부재의 선택이 최소화 될 수 있도록 하여 비용의 절감 및 시공/유지관리의 효율성을 높여야 한다.

4. 맺음말

교보타워(Kyobo Tower)는 서울의 최고 중심지인 강남 한복판에, 건축을 사랑하는 모든 분들뿐 아니라, 이 도시에서 함께 숨쉬며 살아가는 서울시민에게 커다란 문화, 예술, 도시공간을 열게 한 근래에 보기드문 건축물이라 할 수 있습니다.

본 건물이 완공되기까지 정열을 아끼지 않고 밤낮으로 수고해주신 발주처 관계자 및 설계자, 감리자, 여러 협력회사 관계자분들, 그리고 건설현장의 산업역군이신 근로자 여러분께 지면을 빌어 다시 한번 깊은 감사를 드립니다.