

## 온천동 ASTAR 초고층아파트 신축현장



주 대 원  
벽산건설(주)  
건축사업본부장



손 동 찬  
벽산건설(주)  
현장소장

사비 절감은 물론 간단한 구조를 통한 시공의 용이성 확보, 가변형 벽체를 사용한 높은 실내 이용률 및 자유로운 설비를 위한 배관배치가 가능하였으며, Belt Wall 공법을 적용하여 구조부분 원가절감 및 건물에 작용하는 횡하중에 효과적인 대처를 할 수 있도록 설계되었다.

### 1. 머리말

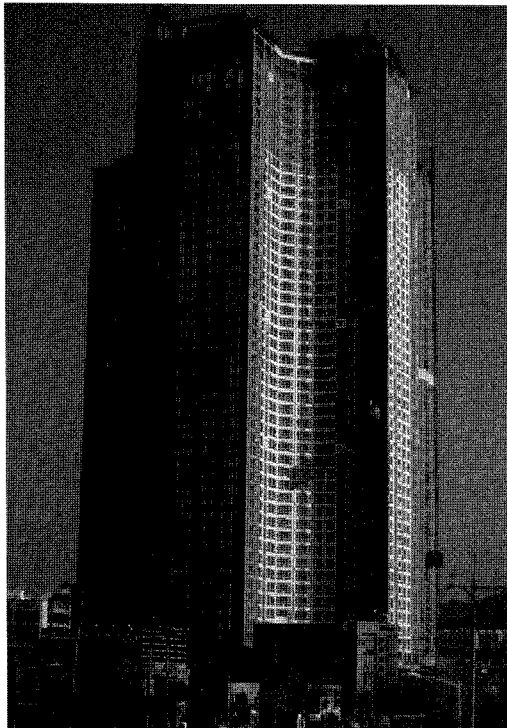


그림 1. ASTAR 현장 전경

부산 동래 온천동내에 위치한 ASTAR 신축현장은 철골구조를 주로 사용한 주상복합 아파트가 아닌 철근콘크리트구조의 주거용 순수아파트이며, 이는 순수 아파트로는 국내 최고층인 52층의 초고층 아파트이다.

당 현장은 초고층 아파트 건설과 관련하여 기존 주상복합에 주로 활용된 벽식구조가 아닌, 기둥과 바닥판만으로 구성되어 벽체를 자유롭게 이동 및 변경할 수 있는 구조인 플랫 슬래브(Flat Slab) 구조방식을 채택하여 공

### 2. 공사개요

#### 2.1 건축개요

공사명	온천동 ASTAR 신축공사
시행사	(주)더랜드
시공사	벽산건설(주)
설계사	(주)종합건축사사무소 건원+ (주)영탑종합건축사 사무소
감리사	(주)한국건설관리공사
C M	한미파슨스(주)
대지위치	부산시 동래구 온천1동 178-7번지 외28필지
대지면적	사업부지면적 10,864.00㎡ (3,286.36평)
지역지구	일반상업지역, 방화지구, 최저고도(9m)지구 주차장설치제한구역
건물용도	공동주택 및 근린생활시설
건축면적	6,494,181㎡ ( 1,964.49평)
연면적	143,448.835㎡ (43,393.273평)
건폐율	59.78% (법정: 60%)
용적율	980.47%
층 수	지하5층, 지상48/49/52층
건물높이	최고높이 171.6 m, 지하깊이 19.6 m
구조	철근콘크리트조
세대 수	아파트 648세대
주차대수	1,204대 (법정:1,090대)
조경면적	3,413.51 ㎡ (대지면적의 31.39%)
외부마감	THK24칼라복층유리/외부용페인트/T30화강석

2.2 층별개요

구분	용도	구조형식	층고
지상층	최상층 (52,49,48층)	아파트 Core Wall + RC Flat Plate	H = 3.25m
	기준층	아파트 Core Wall + RC Flat Plate	H = 3.05m
	중간PIT층	Belt Wall + RC Flat Plate (Beltwall)	H = 2.75m
	1층 ~ 3층	판매시설 운동시설 Core Wall + RC Flat Plate	H = 3.5m~ 5.3m
지하층	B1 (1F바닥)	주차장 RC Rahman Frame	H = 4.0m
	B2~B4 (B1~B3바닥)	주차장 Flat Slab System	H = 3.2m, 3.4m
	B5 (B4바닥)	기계실 Flat Slab System	H = 5.1m

3. 공사관리

3.1 토공사

3.1.1 지내력 200tonf/m<sup>2</sup> 확보

기초 지반의 지지력 및 침하특성을 분석하기 위해 수행된 평판재하시험 결과 시험위치 및 분석방법에 따라 항복하중 및 극한하중이 약간의 차이는 있으나, 기반암층의 허용지내력은 모두 최소200.00Ton/m<sup>2</sup>이상으로 나타나 설계지내력을 만족하는 것으로 나타났다.

따라서 본 시험위치에서의 표본시험결과로 판단할 때 지반조건은 설계조건을 충족시키는 것으로 나타나 설계에 준한 시공시 특별한 문제가 없을 것으로 판단되었다.

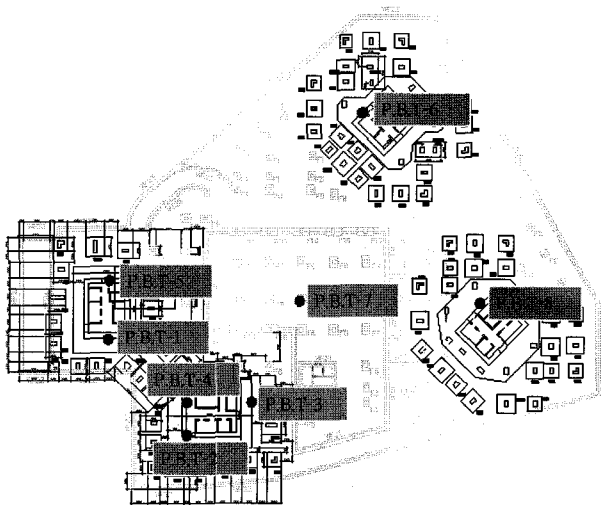


그림 2. 재하시험 위치도

표 1. 설계지내력 (단위 : tf/m<sup>2</sup>)

위치	지내력	비고
core mat	Fe=200	
고층부 독립기초	Fe=180	
저층부 독립기초	Fe=150	
slab 하부	Fe=5	

기초의 최대침하는 25mm 이내로 하고 부동침하는 12mm 유지한다

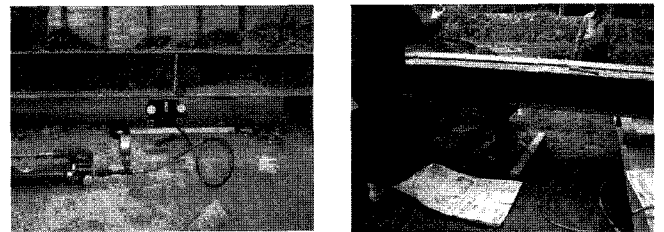


그림 3.4. 지내력 재하시험

3.2 가설공사

3.2.1 초고층건물 양중장비

1) 양중장비(T/C, Hoist, Super Deck)설치

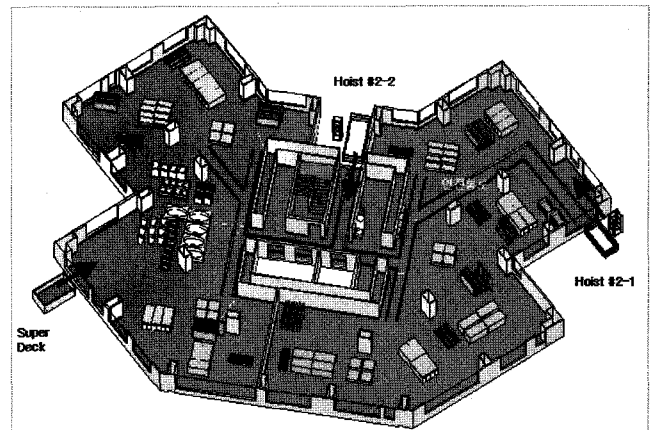
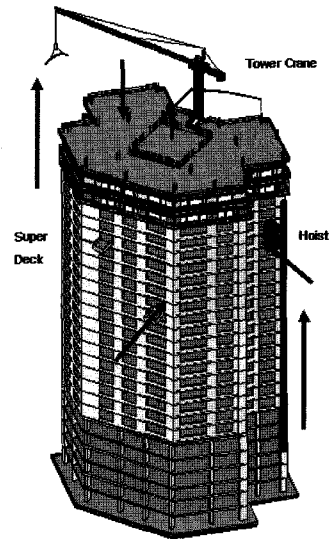


그림 5.6. 기준층의 효율적인 자재적치를 위한 양중장비 설치도

초고층 건물에서의 효율적이고 원활한 양중작업을 하기 위하여 건물의 진행에 따른 양중재의 분석과, 예상 투입 인력, 골조공사 공법, 내부 마감재 및 설비, 전기 및 안전시설을 포함한 가설재의 종류 및 양중 방법을 산정한 후 선정 가능한 여러 가지 안을 비교 검토하여 규모 및 여건에 맞는 최적의 방안 선정을 목적으로 현장의 외부여건, 현장 내 작업동선, 골조의 시공방식, 공정, 야적장 및 가설계획 등을 종합적으로 고려하여 설치하였다.

2) 고속형 양중기 설치

일일최대 양중량, 피트, 비상대피 등을 감안하여 분당 100M 초고속형 Hoist설치와 양중량 분산을 위해 Super Deck를 병행 설치하였다.



그림 7. 초고속형 Hoist

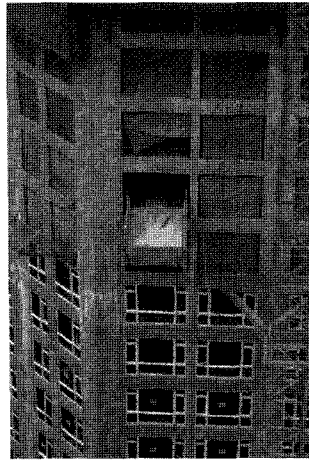


그림 8. Super Deck

3.3 골조공사

3.3.1 골조공사개요

MainSpan	고층부 - 101동 : 7.09 m x 7.76 m - 102동 : 6.64 m x 7.06 m - 103동 : 6.64 m x 7.06 m 저층부 - 7.50 m x 7.80 m 지하부 - 7.50 m x 7.80 m
규 모	지상층 - 101동:52층, 102동:49층, 103동:48층 지하층 - 지하 5층
계획층고	기준층 - 3.05 m, 저층부 - 3.5 ~ 5.3 m 지하층 - 3.2 ~ 5.1 m
지상높이	171.6 m (최고높이)
골조재료	철근 콘크리트(최대 설계기준강도 500kgf/cm <sup>2</sup> )
기준층 적재하중	200 kgf/m <sup>2</sup>
기본풍속	40m/sec, 100년 재현주기
구조시스템	101동 : Core Wall + Flat Plate의 등가보와 R.C Column의 모멘트 골조 102동, 103동 : Core Wall + Flat Plate의 등가보와 R.C Column의 모멘트 골조 + Belt Wall
설계용기분주기 (static)	2.22초
설계 감쇠율	사용상태에서 2%
최대수평변위 (허용치)	40.5cm(10년 재현주기 풍하중시)
기초형식	직접 기초

1) 일반아파트 VS 초고층아파트 비교

구 분	내 용	일반아파트 (15~20층)	초고층 아파트 (ASTAR: 52층)	비 고
1	지내력	[풍화함] Fe = 50 tf/m <sup>2</sup>	[연암] Fe = 200 tf/m <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평판재하시험 - 총10회 (결과가 의심스러운 부분 - 명확한 결과를 얻을 때까지 재시험 실시)</li> </ul>
2	기초 CON'C	[MAT] THK = 0.9 m	[CORE MAT] THK = 3.1m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바닥정리 철거</li> <li>• 수화열관리 필요</li> <li>• MAT 기초공사 : 28~30일 공정 → 3성분계 저발열 콘크리트 사용 : 15~17일로 단축</li> <li>[참고] 3성분계 저발열 콘크리트 - 포틀랜드 시멘트, 플라이애쉬, 고로슬래그</li> </ul>
3	CON'C 강도	[공 통] 240 ~ 270 kgf/cm <sup>2</sup>	[고층부] 350 ~ 500 kgf/m <sup>2</sup> [저층부] 240~300kgf/m <sup>2</sup>	[외주용역] 고강도 콘크리트 배합설계 검토 및 철저한 품질관리 필요
4	철근 항복강도	[공통] SD40 (Fy=4,000 kgf/cm <sup>2</sup> )	[HD29, HD32] SD50 (Fy=5,000 kgf/cm <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근이음 - 커플러(HD29이상)</li> </ul>
5	Form (기준층)	[외부] Gang Form [내부] 유로폼	[외부] ACS 적용 [내부] System Form	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인양 및 설치시 안정성 확보 요 (일반적으로, 40층 이상건물 적용)</li> <li>• T/C 부담 감소</li> </ul>

구분	내용	일반아파트 (15~20층)	초고층 아파트 (ASTAR: 52층)	비고
6	가설공사			
	(1) T/C	[최고높이] 약 70m	[최고높이] 약 200m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마스타 조달의 용이성 고려 필요</li> <li>• 가능한 동일기종 선정유리</li> <li>• 적재능력 및 인양속도 고려</li> </ul>
	(2) HOIST	[일반] 저속 40m/min	[Twin] 고속 100m/min	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적재능력 및 인양속도 고려(2545 TYPE-TWIN)</li> <li>• Peak Time 시 출력인원 고려</li> </ul>
	(3) 기타 양중방법	-	Super Deck	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수직이동의 원활성 확보</li> <li>• Hoist 양중 부담 감소</li> </ul>
	(4) 가설화장실	-	Core부 5개층마다 가설 수세식 양변기 설치 매 2개층 단위 소변기 설치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고층부작업자의 화장실까지 이동 거리 최소화</li> <li>• 청결한 현장으로 품질 및 안전성 확보</li> </ul>
(5) 콘크리트 타설방법	펌프카 + 자주펌프카 (일명,몰리)	[B5~6층] 펌프카 [7층 이상] 고압 펌프 CPB (BP8000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배관총길이 :250m</li> <li>• 압송량 : 60m<sup>3</sup>/Hour</li> <li>• CPB 설치방법 : SLAB형(코어내부)</li> <li>• 고압펌프의 소음저감대책 - 케이지(커버)설치</li> <li>• 압송배관 THK 6mm이상</li> </ul>	
7	구조	[벽식구조] SLAB 두께 = 150~180cm	[Plat Slab 구조] SLAB 두께 = 230cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 횡하중 저항구조 Belt Wall - 102 · 103동 30층</li> <li>• 공간활용의 다양성</li> </ul>
8	풍압	[기준풍속] 부산 = 40 m/s 서울 = 30 m/s	[기준풍속] 40m/s 적용 [풍동실험] 350~650 kgf/m <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 외부장호 검토시 적용 - FRAME : 최대 650kgf/m<sup>2</sup>적용 - 유리 : 풍동실험 결과에 따라 부위별 적용(과열한계 산식적용)</li> </ul>
9	Link Beam Stud Rail	개구부 상부 보강Beam설치 전단보강근 설치	[Core] Link Beam 설치 [Column] Stud Rail 설치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 강성이 큰 Core Wall의 open부위 전단파괴 방지</li> <li>• Column과 Slab 접합부에 전단 파괴 방지</li> </ul>
10	공정관리	[골조공사 기준층] 7~10일 Cycle	[골조공사 기준층] 5일 Cycle 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부산지역 작업가동율 - 72% • 공종별 분절공법</li> <li>• 지수층계획 - 매 10개층마다</li> </ul>
11	Form 탈형	[초기강도 추정] 시험 공시체 or 슈미트 햄머	[초기강도 추정] 적산온도 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>[참고] 적산온도란? 콘크리트 강도 증진에 있어서 양생온도와 양생시간이 미치는 영향을 정량적으로 표시한 함수</li> <li>• 시험 DATA의 축적으로 함수 산정</li> </ul>
12	내부벽체	[불 변] 응벽 + 조적도	[가 변] 경량벽체 Stud + G/B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수직 · 수평 변위 대응 방안 검토</li> <li>• 방화 · 방수 구획 구분</li> <li>• 각종 기구 부착 : 부위별 검토(설비 · 위생 · 전기 · 가구)</li> </ul>
13	수지도 관리	비중 소	비중 대 (건축물의 구조 및 엘리베이터등, 후속공사 품질을 좌우하는 요소)	<ul style="list-style-type: none"> <li>[전문 협력업체 관리]</li> <li>• 기준점측량 → 수준측량 → 현황측량 → 건물 수지도 및 SLAB Level 측량</li> <li>• 5개층 마다,각층에 5~6개소 X 2EA의 게이지 매설</li> </ul>
14	Column Shortening	-	주거안전성 및 시공성 확보차원에서중요 SLAB의 기울음 현상 · 칸막이 벽체 균열 지점침하 등의 문제 발생 [입상배관] 급수, 소화, 가스 건물변위를 고려한 시공필요(수직,수평,내진고려)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기둥과 CORE WALL에 센서 매설 (변형률게이지)</li> <li>• 5개층 마다각층에 5~6개소 X 2EA의 게이지 매설 [전문 협력업체 관리]</li> <li>• 탄성(Elastic)축소, 비탄성(Shrinkage, Creep)축소 등에 의한 골조 변위에 대응 필요</li> <li>• Combined Unibersal Joint 반영</li> <li>• 가스관 Expansion Joint 설치</li> </ul>
15	연돌현상	-	고려	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ELEV 검토시 건축과 협의 필요</li> <li>• 지하층, 저층부 Lobby : 2중구조 Door</li> </ul>
16	환기시스템	-	거실 · 주방 중심 외기도입형 환기시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 추위 대비 : HEATER</li> <li>• 외기오염 대비 : Filter</li> <li>• SYSTEM을 겸한 FAN</li> </ul>
17	위생통기 배관방식	섹스티아+환상통기	섹스티아+결합통기(별도통기관+ 오수관 연결매 5개층 마다 결합)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 낙차 및 동시배수시 통기 장애로 배수 불량 해소</li> <li>• 주방/세탁실/욕실 별도 입상 통기관</li> </ul>
18	GAS 압력상승	가스압력 조정기 고려않함	가스압력 범위 : 180~250mmag 이상 상승압력 건물 높이 계산에 따라 기술검토 필요	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수직높이 : 176m(163m 4층부터 수직)</li> <li>• 압력범위 : 180/250mmag저압</li> <li>• 상승압력 범위 해당층 검토후 적용</li> <li>• 해당세대(36F) 미세압력 조정기 적용</li> </ul>

3.3.2 구조시스템 분석

1) 각 동별 구조 특성

저층부지하	
규모	지하5층
구조 형식	철근콘크리트 구조
바닥구조	지상1층 : Girder & Slab 형식 (보높이:900, 슬래브 : 235) 지하1~4층 : Flat Slab 형식 (235mm Slab with 200mm Drop Panel)
기 초	700mm ~1650mm 두께, 독립기초
101 동	
규모	지상 52층, 지하4층
구조형식	철근콘크리트 구조
중력하중저항 구조	Flat Plate(t=230) + Rc Column + Core Wall
횡하중저항 구조	Core Wall(t=1100~5500) + flat Plate의 등가보와 R.C column의 RC골조
기 초	3100mm두께의 Mat Foundation
102 동	
규모	지상 49층, 지하4층
구조형식	철근콘크리트 구조
중력하중저항 구조	Flat Plate(t=230) + Rc Column + Core Wall
횡하중저항 구조	Core Wall(t=1100~500) + flat Plate의 등가보와 R.C column의 RC골조+Belt Wall
기 초	3100mm두께의 Mat Foundation
103 동	
규모	지상 48층, 지하4층
구조형식	철근콘크리트 구조
중력하중저항 구조	Flat Plate(t=230) + Rc Column + Core Wall
횡하중저항 구조	Core Wall(t=1100~500) + flat Plate의 등가보와 R.C column의 RC골조+Belt wall
기 초	3100mm두께의 Mat Foundation

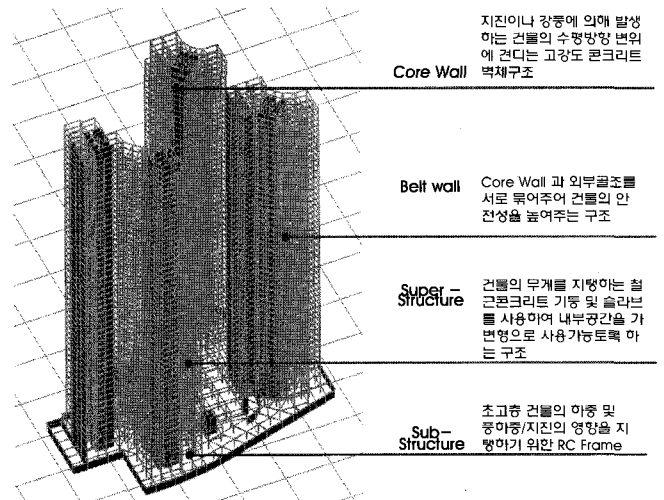
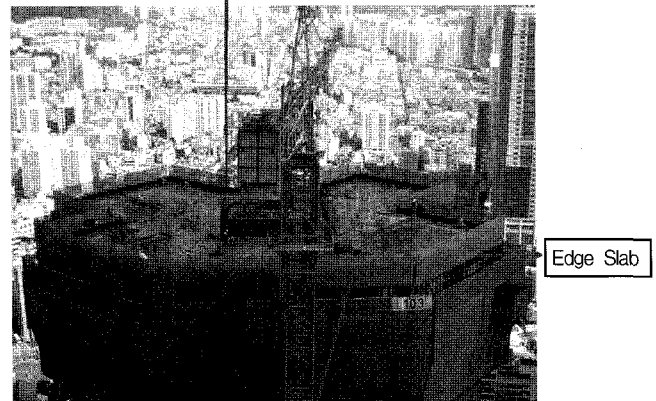


그림 9. 건물구조시스템

(1) 타워부 중력저항구조

타워부 중력저항구조는 Core Wall의 두께는500~1100 mm로 수직하중을 지지하는 동시에 횡하중의 대부분을 부담하는 구조로 Core, Slab 동시 타설 하였으며 기준층 층고를 최소화 하기 위해 슬래브 두께는 230mm의 Flat Plate System을 도입하였다.

Core Wall의 두께는 900~1100mm로 수직 하중을 지지하는 동시에 횡하중의 대부분을 부담하는 구조  
Core, Slab 동시 타설



기준층 층고를 최소화 하기 위해 Flat Plate System을 도입, 슬래브 두께는 230mm임.

그림 10. 타워부 중력저항구조 타설전경

(2) 수직재구조

수직재구조는 그림 11 과같이 이루어졌으며 초고층에서의 수직도는 건축물의 구조 및 엘리베이터나 커튼 월 공사 등 후속공사의 품질을 좌우하는 요소로서 매우 주요한 요소이다.

2) 건물구조시스템

건물구조시스템은 그림-9와 같이 이루어졌다.

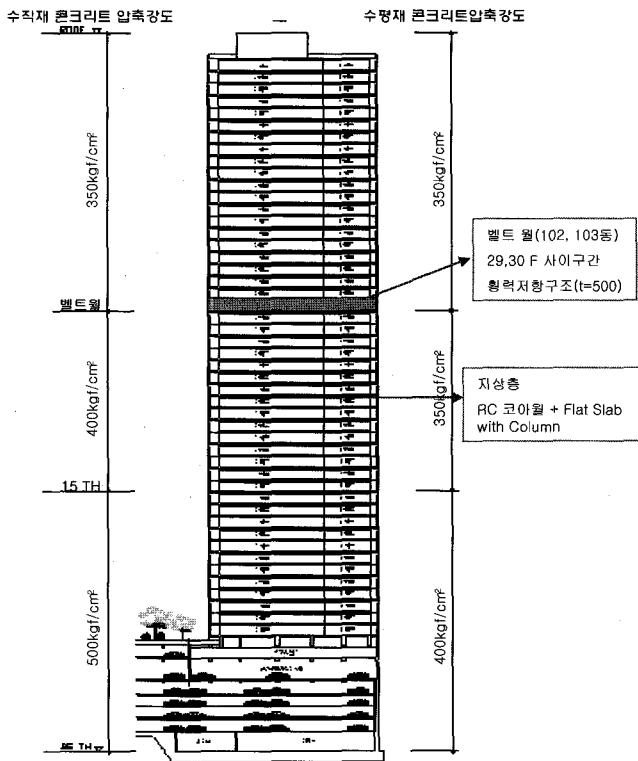


그림 11. 수직구조시스템

수직재구조의 정밀한 시공을 위해 수직도 관리 및 수 준관리가 필요함에 따라 수직도 및 레벨관리를 하였다.

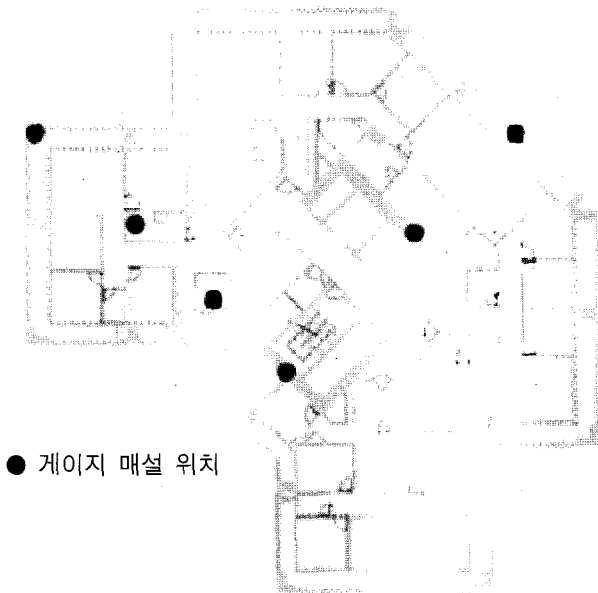


그림 12. 수직도 관리 게이지 위치

### 3) Belt Wall

횡력저항 구조시스템으로 대표되는 초고층건축물의 구조시스템으로서 Belt Wall은 lateral load에 의한 수평, 수직전단을 받고, 상부 slab의 gravity load를 기둥과 기둥

사이의 span을 갖는 beam과 같은 형태로 지탱한다.

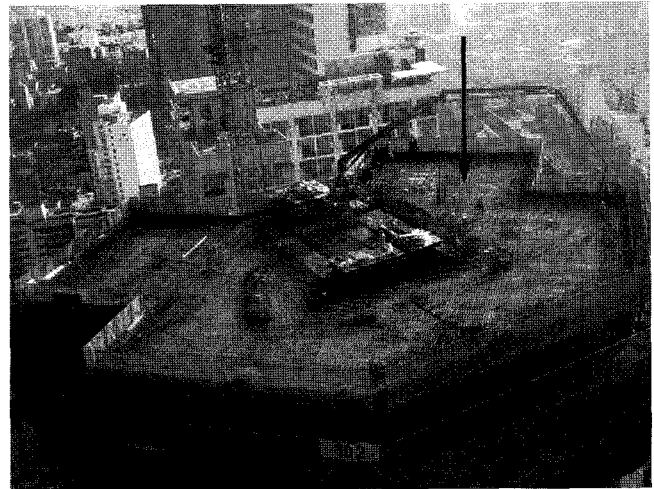


그림 13. 102동 Belt Wall 타설 전경

#### (1) Belt Wall 후 타설 도입배경

일반적으로 초고층건물에서는 풍하중과 지진하중에 효과적 저항을 위하여 횡력저항시스템으로 골조 중간에 Belt Wall 또는 Out Rigger 층을 둔다.

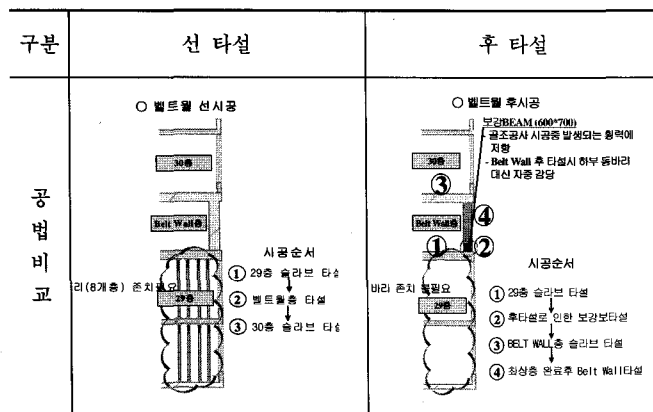
당 현장 또한 초고층으로 102동, 103동에 Belt Wall 층을 두어, 외부의 수평하중에 저항하는 구조형식을 취하고 있다.

초고층 건물의 Out Rigger 시공사례 검토는 초고층건물에 사용되는 Belt Truss등의 Out Rigger System은 철골구조의 경우 골조시공 중에는 가조임의 상태로 시공하고, 골조공사 완료 후 정조임 (말레이시아 KLCC B.D등의 경우 )함으로써 Out Rigger System에 하중이 균등히 분산되도록 시공하는 것이 원칙이다. 위의 관점에서 당 현장 Belt Wall층의 동시타설에 대한 타당성 검토 및 공기단축 방안을 검토 후 후 타설 시공을 결정하였다.

#### (2) Belt Wall 후 타설 검토 및 확정

<p>선 타설시 문제점</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기변형에 의한 횡력 저항능력저하우려</li> <li>• 후타설에 비해 Belt Wall층 상,하부 Slab의 철근량 10%이상 증가 및 하부기둥단면증가에따른 철근, 레미콘 비용증가</li> <li>• 400mm의 Wall 및 Slab를 일체 타설함에 따른 가설체 증가 및 하부(7-8)층동바리 존치로 인한 마감공사 지연(2개월)으로 추가 비용 발생</li> </ul>
<p>후 타설시 장점 및 개선안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구조안전성 확보</li> <li>• 원가 절감 및 공기 단축</li> <li>• 후속공정을 감안한 공법적용 - 하부층 마감공사 진행을 위한 보강 Beam 설치</li> </ul>

구분	선 타설	후 타설
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>후 타설에 비해 시공이 간편함</li> <li>ACS상에서 작업함으로써 안전함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Belt Wall 구조 시스템 기능 확보</li> <li>Column &amp; Belt Wall Slab의 골조 원가절감(기둥단면 축소 및 철근량 10%절감)</li> <li>동바리 설치 층수 최소화</li> <li>골조(20일) 및 마감공기 단축(28일)</li> <li>초고층 Belt Wall 후시공 기술확보</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>변형발생시 구조적 기능발휘 취약</li> <li>후타설 대비 철근량 10%증가</li> <li>가설재 수량증가 (동바리8개층준치)</li> <li>골조공사 및 마감공사 지연(2개월)</li> <li>양생기간중 Belt Wall 하부 7~8개층 마감공사 불가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>후타설을 위한 별도 관리 필요</li> <li>후타설부위의 밀실하고 정밀한 시공요함</li> </ul>



### 3.4 고강도 콘크리트

#### 3.4.1 초고층건물 타설을 위한 고강도 콘크리트 발현

당 ASTAR 현장에 적용할 수 있는 제품 압축강도50N/mm<sup>2</sup>이상의 생산능력여부의 판단을 위해 사전 13개사의 레미콘사를 조사하여 1차 선정에서 7개사 선정후 배합설계에 의한 시험결과, 생산장비, 품질관리 능력, 책임자의 의지 등등 조사하여 현장 납품 업체로 선정하였다. 또한, 당현장 콘크리트는 일반 규격이 아닌 특수품으로써 콘크리트 표준시방서등에 근거하여 관리기준을 선정하였다.

#### 1) 고강도 콘크리트 양생시 문제점

고강도 콘크리트는 일반 콘크리트에 비해 높은 점성으로 인하여 압송장비에 대한 기계적 부하가 높아지고 양생중 높은 수화온도 발생으로 인하여 구조물의 내외부

온도차 및 표면의 빠른 건조수축 등으로 인한 균열 발생이 높아진다. 기초부분의 매스콘크리트는 수화열에 의한 균열문제를 해결하기 위하여 개발된 혼합형 저발열 시멘트 제품 (3성분계:일반 보통 포틀랜드 시멘트 + 고로슬래그 미분말 + Fly-Ash) 을 사용하여 수화열을 줄이면서, 수화열 발생을 사전에 예측하여 이를 토대로 양생계획을 수립, 발열량에 따른 효율적인 양생관리를 하였다. 3성분계 시멘트는 수화 발열량이 작아 기초와 같은 큰 구조물에 쓰여지며 단독 Silo 사용으로 선 발주 계획이 필요하다

#### 2) 저발열 콘크리트 배합설계

- 소요기준강도 : 재령 56일 40 N/mm<sup>2</sup>  
KS는 28일강도 기준임(콘크리트 시방서는 91일까지)
- 기준 슬럼프(Slump Flow) : 55cm±5 cm(50~60cm)  
KS는 Slump Flow 규정이없음  
(콘크리트표준시방서에 Slump Flow관리범위만 규정)

- 기준 공기량 : 3.5% ± 1.5% ( 2 ~ 5%)

고강도콘크리트에 있어서는 일반 콘크리트에 비해 동결융해에 대한 충분한 내구성이 확보 됨으로일반콘크리트에 적용되는 4.5% 보다 작게하여 공기량 증가에 따른 강도저하를 방지하였다.

- 사용 시멘트 : 저발열(혼합)시멘트 100%

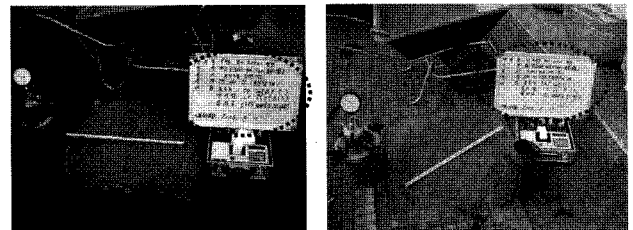


그림 14,15 저발열콘크리트 슬럼프, 공기량, 염화량 측정

#### 3) 적산온도관리

당 현장은 국내 최초로 골조공사에서 적산온도 관리를 시공에 적용함으로써 시공의 과학화를 기하였다.적산온도법에 의한 양생 관리는 구조체의 온도이력에 따라 압축강도 시험을 실시하고 그 결과에 의한 적산온도식을 산출하여 강도를 평가 하도록 함으로써 불필요한 강도 과잉발현에 따른 공기(工期) 낭비를 최소화 할 수 있는 장점이 있었다. 현장에서는 일정시간이 지난 후의 구조물 콘크리트 강도를 유추 할 수 있어 거푸집 탈형 및 Climbing 시점을 정확히 예측하여 공사수행 시 안전성과 경제적인 공정관리를 할 수 있었다.

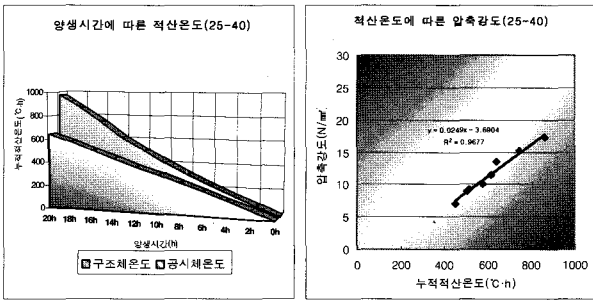


그림 16,17. 적산온도 측정그래프

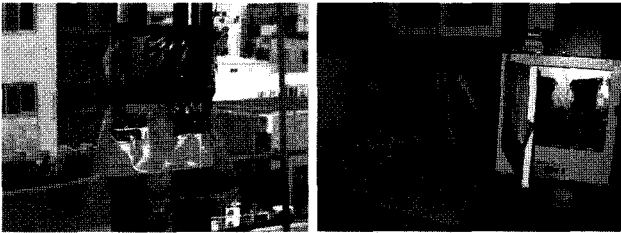


그림 18,19. 적산온도 측정

다음의 그래프는 양생온도가 콘크리트 강도에 미치는 영향의 정도를 확인할 수 있을 뿐 아니라 소기의 압축강도 발현을 위해서는 무엇보다 초기 온도가 중요함을 확인할 수 있다.

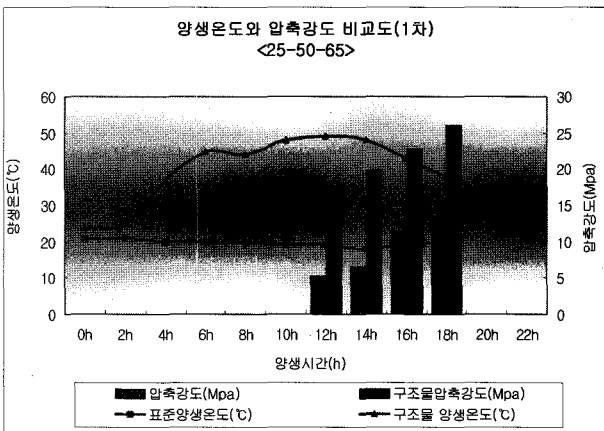


그림 20. 양생온도에 따른 압축강도 발현 그래프

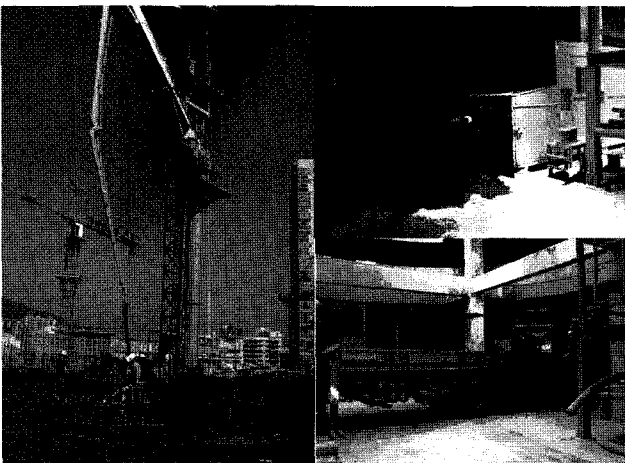


그림 21. 고압 C.P.B 장비 및 타설 전경

3.4.2 고압 C.P.B를 이용한 초고층 콘크리트타설

1회에 최상층까지 양중 타설할 수 있는 고압 C.P.B를 이용하여 콘크리트 타설 시공의 효율성제고극대화와 함께 콘크리트 품질관리 또한 최상을 유지 할 수 있었다.

3.5 시스템창호

3.5.1 고층형 PVC창호

고층형 PVC 시스템창호는 고층형으로 특별히 유럽에서 고안된 창호를 각종 실험과 개발을 통해 국내실정에 맞도록 특별히 만들어진 제품으로 독일 VECA사의 PVC 제품으로 독일 ROSEMHEIM에서 풍압 650kg/m2의 풍압 테스트를 거쳐 한국유리 군산공장과 당 현장에서 테스트를 각각 실시하였다.

1) 특징

- 창호 프레임의 규격이 20% 이상 대형화와 고층형 전용 하드웨어 장착
- Open창의 누수를 근본적으로 방지하는 Middle Gasket 장착  
(Middle Gasket 없이 프레임을 변형하여 해당부위에 역할을 하는 것은 근본적인해결책은 아님)
- 일정량의 결로나 물의 프레임 내부 유입 시 담수할 수 있는 충분한 챔버 보유
- 고층의 열전도를 최소화하는 다중 챔버 프레임 (일반형의 2배)
- 설치 높이의 풍압에 따른 스틸 구조체를 추가로 보강할 수 있는 돌출 보강형 구조

2) AL BAR 와 PVC BAR 비교 및 검토

고층형 PVC 창호는 현재까지 적용된 사례는 적지만, AL창호와 비교하여 내식성이 우수하며, 기밀성, 수밀성, 차음성 등 여러 가지 성능이 양호하고, AL 창호에 비하여 가격 경쟁력등의 장점이 있어 당 현장에 적용하여 사용하였다.



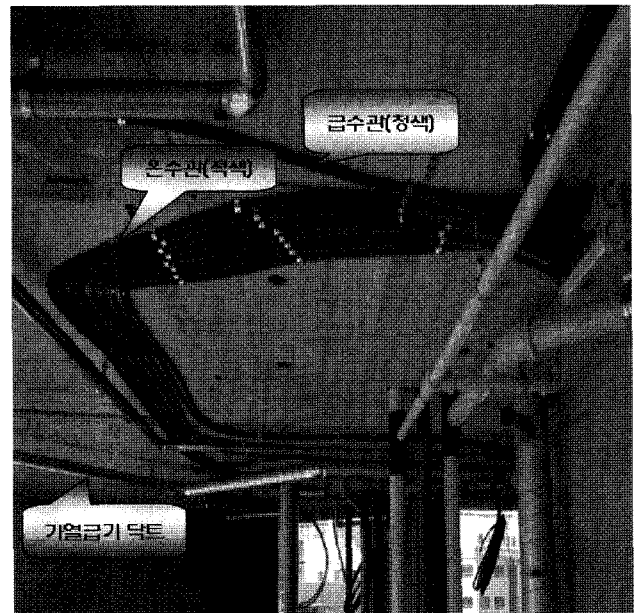
구분	PVC	AL	비고	
단가	AL 창호에 비해 저렴함	고가		
성	풍압	860 kg/m <sup>2</sup>	좌동	설계값에 의해 구조적보강 가능
	열관류저항율	우수 (0.38 m <sup>2</sup> ×h*°C/kcal)	우수(0.39 ~ 0.395 m <sup>2</sup> ×h×°C/kcal)	
	기밀성	0 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ×hr	좌동	
	수밀성	양호 (등압원리에 의한 배수시스템)	좌동	
	차음성	40 dB이상	좌동	
능	방화성	다소 취약	양호	
	방염성	양호	양호	
	내부식성	양호	다소 취약	AL은 불소수지 도장 (3Coat이상)필수
	내마모성	양호	양호	
적용사례	1. 해운대 카멜리아 2. 센텀 파크(공사 진행 중)  아직 고층건물에 적용된 사례가 적음  실내용 창으로 많이 쓰여져 왔으며 최근 외부창호로 사용되면서 고층형PVC 창호가 개발됨	1. 도곡동 타워 펠리스 2. 목동 하이페리온 3. 해운대 베네시티(공사 진행 중) 4. 삼성동 I-PARK 등 다수  -> 많은 고층 건물에서 구조, 기밀, 수밀 등에 대하여 검증됨		
단점	고층건물에 적용된 사례가 적음	가격이 고가임		
장점	가격이 저렴함	많은 고층 건물에서 사용되어 검증		



그림 22. 고층형 PVC창호 설치전경

### 3)구성

분배 Header, 벽체 일체형 수전Box, WHC



### 3.6 천정 이중관 Header 시공 공법

3.6.1 천정의 이중관 Header 시공법을 도입하여 입주후 하부층 누수피해 제거, 배관 갱신시 타공정 피해없이 간단한 보수 시공 가능, 시공중 세대 배관의 선시공으로 공정의 간섭없이 시공가능 및 이중관 천정 노출배관으로 스라브 구조에 영향을 최소화하였다.

#### 1) 적용공종

세대급수, 급탕배관 및 에어컨배관, 닥트배관

#### 2) 관의 재질

외관- Hi LEX Pipe(CD관), 내관 - PB관

### 4. 공정관리

#### 4.1 TACT 공정관리

초고층 건축공사의 공정관리에 있어 무엇보다 중요한 것은, 공정간 작업시간의 LOSS 및 공정 간의 중복 작업

으로 인한 작업효율성 저하를 최소화하는 것이며, 이를 위하여, 우리현장에 적용한 TACT 공정관리 기법 및 분절공법은, 고정된 소수 정예작업 인원을 투입하여 관리함으로 인해, 반복 작업을 통한 기능도 확보를 기대할 수 있으며, 아울러 일정수준의 품질확보가 가능하며 또한, 그룹별로 공정을 관리함으로 인해 효율적인 공정관리를 할 수 있는 장점이 있다. 이러한 공사 관리기법은, 일반 고층 아파트에서도 충분히 적용 가능하며, 공정관리에 많은 도움이 될 것으로 기대된다.

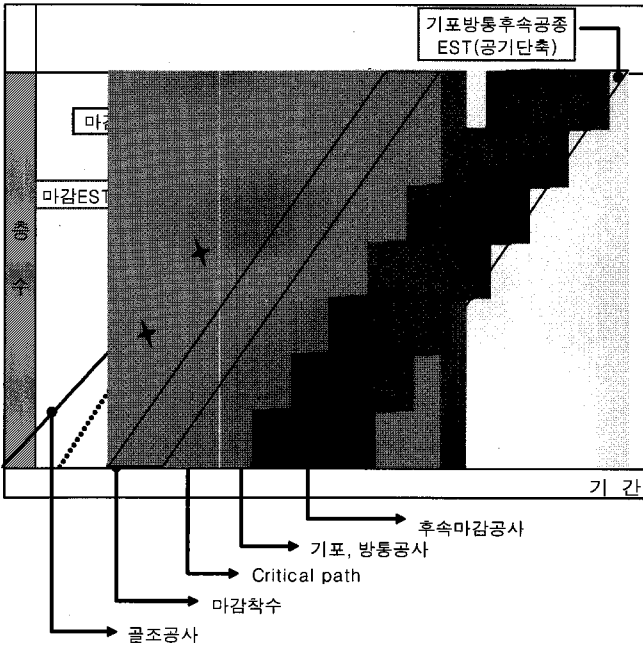


그림 23. TACT 공정 분석도

### 5. 맺음말

다양한 시공기술과 여러 가지 공법이 총집합되어 완성되어가는 초고층 RC조 아파트인 ASTAR는 당사의 기술과 품질 경쟁력을 한 단계 끌어올리는 계기가 됨은 물론이고 초고층 요소기술을 확립함으로써 초고층 신축건물에 대한 수주기반을 확보했다고 할 수 있다.

PMIS를 통한 One - Stop 관리 System 도입은 종이 중심의 업무연락에 소요되는 시간손실 및 인력 손실을 최소화하여 현장 공정관리에 대한 효율성증대를 통해 공기 단축 및 원가절감의 효과를 가져왔으며 현장행정 간소화로 공사관리에 집중할 수 있었다.

최첨단 건축공법이 집약되어 한 현장에서 동시에 진행되는 과정을 볼 수 있는 학습의 장으로서 그동안 현장 견학을 다녀간 많은 학생들과 여러 건설기술자들에게 작은 도움이 되었으면 하는 바램과 함께 당 현장에 관심을 갖고 있는 여러 관계자 분들에게 감사를 드리며 완공시까지 지속적인 애정과 관심을 부탁드립니다.