

The # Central ParkII 설계 및 시공

Design and Construction of The # Central ParkII Project



김우재*
Woo-Jae Kim



김형신**
Hyoung-Shin Kim



김정수***
Jeong-Soo Kim



김창용****
Chang-Yong Kim



김영호*****
Young-Ho Kim

1. 건물개요

송도 국제도시(경제 자유구역) 내 D23 BLOCK 위치에 현재 건설 중인 The # Central ParkII의 공사규모는 지상 42층 타워 2개동(201동, 202동)과 지상 49층(203동)의 타워 1개동, 지상 3층의 판매 및 업무시설 용도의 포디움, 지하 2층 규모의 지하주차장으로 구성되어 있다. 국제도시 분위기에 걸맞는 독특한 외관의 설계개념은 전체적으로 자연을 형상화하여 남측면은 바람에 흔들리는 대나무 숲을, 북측면은 나무의 수피와 숲의 형상을 모티브로 하였다<사진 1>.

단지배치계획은 주거동 타워 3개 모두 중앙공원에 대한 조망성을 극대화한 주동배치로<그림 1> 시원하게 트인 중앙공원의 우수한 조경(landscape)을 확보하여 집안에서 공원의 풍경을 조망할 수 있게 하였다. 또한 단지 내 Canal Walk를 조성하여 주민간의 커뮤니티 공간을 제공하고, 주변 환경 및 지역성을 고려한 부대시설 배치 및 식재 계획을 수립하였다.

골조공사는 고강도콘크리트를 사용하였으며, 기준층(3.1m)은 4 Day Cycle로 시공하였다. 외장공사의 전면부는 순수 커튼월 Unit 형식으로, 후면부는 GFRC와 커튼월 복합구성으로 시공하였다<표 1>.



사진 1. 디자인 모티브

- * 정희원, 포스코건설 R&D center 차장
kimwj70@naver.com
- ** 포스코건설 건축기술그룹 기사
- *** 포스코건설 센트럴파크2 현장 과장
- **** 포스코건설 센트럴파크2 현장 부장
- ***** 포스코건설 센트럴파크2 현장 현장소장

2. 구조개요

2.1 구조계획

(1) 고층부 타워 구조형식

- 1) 구조형식 : 철근콘크리트 구조
- 2) 중력저항 시스템 : 평판(flat plate) + R.C 기둥 & 코어 벽 (core wall)
- 3) 횡력저항 시스템
 - 지진하중 : 코어 벽

표 1. 건축개요

PJT명	송도 The # Central Park II
대지위치	인천광역시 연수구 송도동 23-4번지
공사기간	2007.11.09 ~ 2011.08.31
용도	공동주택/판매시설 및 근린생활시설
대지면적	34,596.39 m ²
건축면적	15,285.34 m ²
연면적	184,587.33 m ²
구조	철근콘크리트 구조(타워동 : 평판, 지하주차장 : 플랫 슬래브 구조)
규모	공동주택 : 지하 2층 ~ 지상 49층 상가 : 지하 1층 ~ 지상 3층
최고높이	174.62 m



그림 1. 조감도

- 풍하중 : 평판 + 코어 벽 + 기둥
- 4) 기초 구조형식 : R.C.D 파일기초($\phi 2,000$, 3,500 ton/EA)
- (2) 판매 및 업무시설 구조형식
 - 1) 구조형식 : 철근콘크리트 구조
 - 2) 바닥구조 : 철근콘크리트 라멘조
 - 3) 기초형식 : PHC 파일기초($\phi 450$, 1,100 ton/EA)
- (3) 지하주차장 구조형식
 - 1) 구조형식 : 철근콘크리트 구조
 - 2) 바닥구조 : 플랫 슬래브 시스템
 - 3) 기초형식 : PHC 파일기초($\phi 450$, 1,100 ton/EA)

2.2 재료강도

2.2.1 콘크리트

시공 공정상 VH 분리 타설을 감안하여 수직부재와 수평부재의 콘크리트를 분리하여 강도계획을 하였다.

수직부재의 경우 40 ~ 60 MPa로 층별로 구분하였으며, 수직부재의 강도가 수평부재 강도의 1.4배 이하가 되도록 수평부재 강도를 적용하였다. 최고층인 203동에 적용된 콘크리트 강도는 <표 2>와 같다.

2.2.2 철근 및 강재

- 1) 철근 : HD25 이하 SD400($f_y = 400$ MPa)
HD29 이상 SD500($f_y = 500$ MPa)
- 2) 강재 : $t \leq 40$ SM490($f_y = 325$ MPa)
 $40 < t \leq 80$ SM400($f_y = 295$ MPa)
- 3) 접합볼트 : KSB1010 F10T

2.3 설계하중

2.3.1 고정하중

건축도면의 바닥 마감을 기준으로 바닥마감, 천장, 칸막이벽, 외부마감 및 장비류(저장탱크, 기계설비, 전기 장비) 등 일체의 하중을 고려하였다.

2.3.2 적재하중

건물의 바닥에 쌓인 물품, 사람의 하중 또는 벽, 천정에 매달은 하중 등 건축물 내에 얹혀있는 하중으로 건축구조설계기준(KBC2005)에서 제시한 하중으로 산정하였다.

2.3.3 풍하중

풍하중은 건축구조설계기준(KBC2005)을 기준으로 <사진 2>과 같이 RWDI에서 풍동실험을 수행하였고, 풍동실험 결과

표 2. 203동 재료강도(단위 : MPa)

적용부재	재료강도	
기둥	26F ~ RF	40
	16F ~ 25F	50
	10F ~ 15F	55
	B2 ~ 9F	60
벽체	26F ~ RF	50
	16F ~ 25F	50
	10F ~ 15F	55
	B2 ~ 9F	60
인방보 (바닥기준)	27F ~ RF	50
	17F ~ 26F	50
	11F ~ 16F	55
	B2 ~ 10F	60
슬래브 (바닥기준)	27F ~ RF	30
	17F ~ 26F	36
	11F ~ 16F	40
	B2 ~ 10F	43
기초	-	36

를 설계에 적용하였다.

- 1) 지역 : 인천광역시 송도
- 2) 설계기본 풍속 : $V_o = 30$ m/s
- 3) 노풍도 : C
- 4) 중요도계수 : $I_w = 1.1$
- 5) 풍속할증계수 : $K_{zt} = 1.0$

2.3.4 지진하중

지진하중은 건축구조설계기준(KBC2005)에 따라 산정하였으며, 지반종류는 <그림 2>과 같이 지반의 평균 전단파 속도를 기준으로 결정하였다.

- 1) 지역계수 : $A = 0.11$ (지진구역 I)



사진 2. 풍동실험 모형

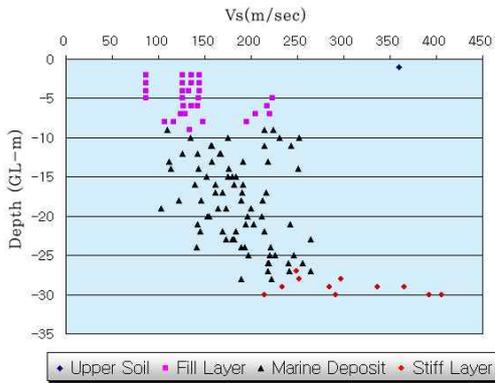


그림 2. 전단파 속도

- 2) 지반종류 : Sd
- 3) 반응수정계수 : 5.0(건물골조)
- 4) 중요도계수 : $I_E = 1.5$

2.4 타워부 구조계획

주거동의 중력하중은 플랫 플레이트(flat plate)와 기둥, 코어 월(core wall)에 의해 지지되며, 기준층 층고를 최소화하기 위해 플랫 플레이트 형식을 적용하였다.

기준층 구조평면도 및 코어 형태는 <그림 3>와 같다.

고층부 타워의 북측면과 건물의 중심(코어부)은 안정된 숲의 이미지로 수직으로 올라갔으며, 남측면은 흔들리는 대나무의 이미지를 형상화하기 위하여 경사지게 형성하였다. 201, 202동은 14 ~ 31층, 203동은 21 ~ 38층, 총 18개층의 전면(남측부위)이 7.23°씩 기울어져(슬래브는 층간 393 mm씩 수평이동) 있는 형태를 띄고 있다<그림 4>.

경사기동으로 인한 상부층의 수직력은 수직력과 수평분력으로 나뉘며, 수평분력은 각층의 슬래브를 통하여 코어로 전달하는 형식이다<그림 5>. 이로 인한 추가적인 응력에 효과적으로 대

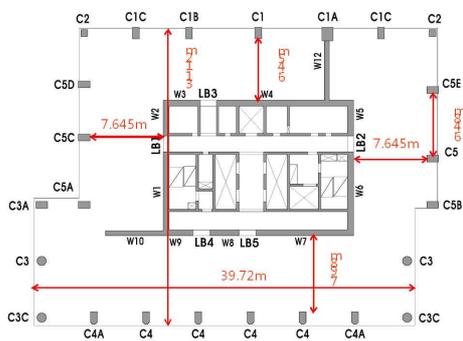


그림 3. 기준층 구조평면도

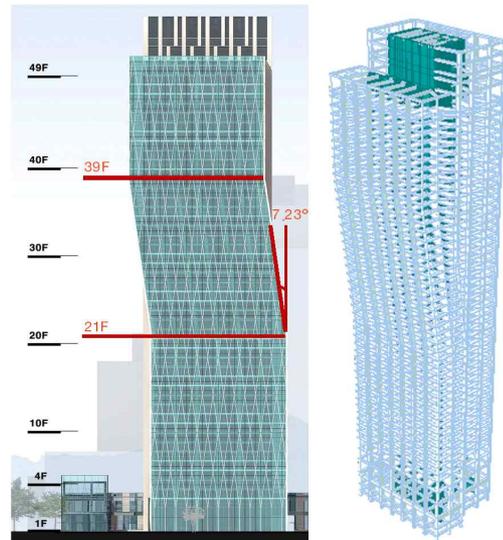


그림 4. 203동 입면 및 골조형상

응하기 위하여 203동의 경우 경사기동이 시작되는 층(21층)과 끝나는 층(39층)에서 전이층(transfer floor)를 적용하였으며, 21층 ~ 39층 사이의 링크빔(link beam)은 철골 매립형 인방보를 적용하여 필요강도를 확보하였다.

2.4.1 전이층

경사기동에서 발생한 수평분력은 슬래브에서 축인장 및 압축력을 발생 시킨다. 이를 코어로 효과적으로 전달하기 위해서는 슬래브의 강성 증대 및 보강이 요구된다. 특히 포스트 텐션은 인장 응력 제어에 가장 효과적인 시스템이다. 당 현장에서는 <그림 6, 사진 3>와 같이 FEA 해석을 통하여 인장 및 압축 구간을 구분 하여 철근 보강 및 P.S보강을 도입하여 슬래브 두께의 과도한 증대 없이 필요강성을 확보하였다. 경사기동 부위 슬래브 시공 의해 트랜스퍼 플로어에 발생하는 응력이 점차적

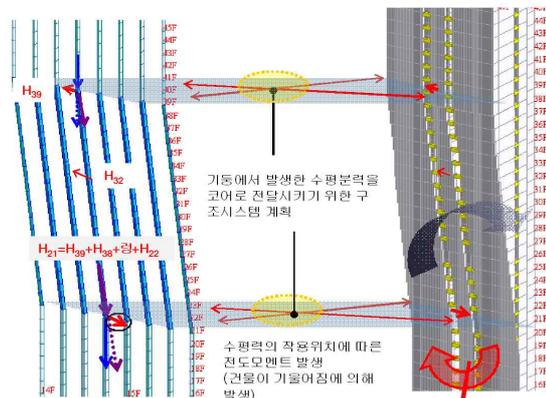


그림 5. 경사기동에 의한 수평분력

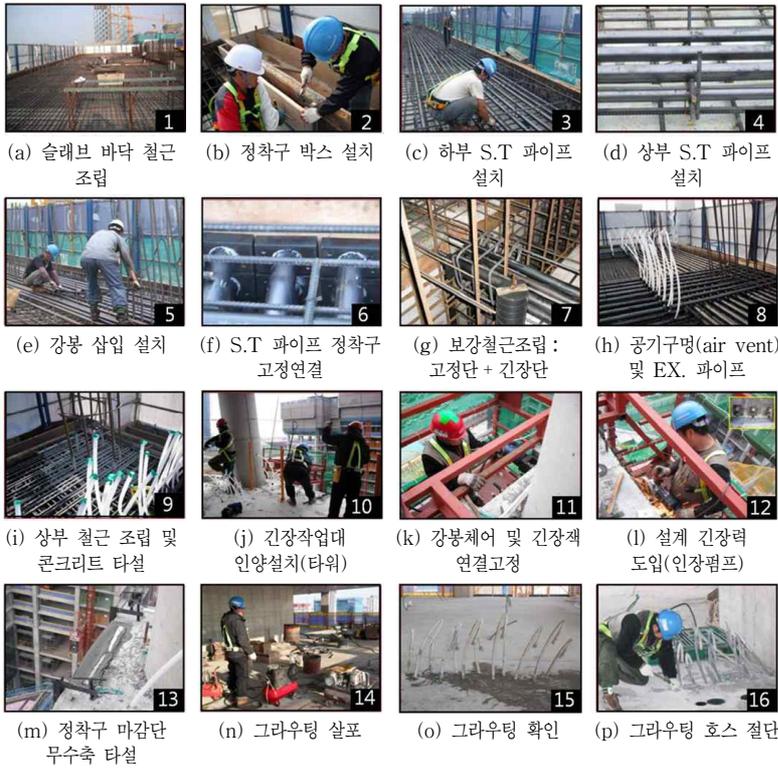


사진 3. 포스트텐션 시공 사진

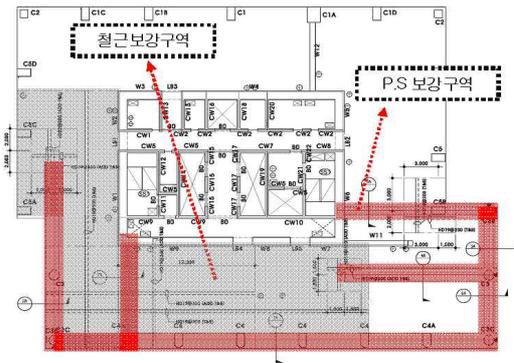


그림 6. 트랜스퍼츨 보강 개념도

으로 증가한다. 그러므로 증가하는 응력에 따라 포스트 텐션을 4 회에 나누어 도입하여 경사 기둥에 의해 발생하는 응력과 포스트 텐션에 의해 발생하는 응력이 균형을 이루도록 계획 되었다. 하지만 현장 TACT 적용으로 계획이 변경되어 슬래브 타설 후 2 주후, 6주후에 각각 50%씩 긴장력을 도입하고, 이에 따라 긴장력에 의해 발생하는 초과 응력에 대해서는 철근 보강 하였다.

2.4.2 링크빔

초고층 건물의 코어를 구성하는 전단벽은 개구부에 의해 분리

되지만 인방보에 의해 연결되며 병렬 전단벽(coupled shear wall)으로 거동하게 된다. 이러한 병렬 전단벽은 바람이나 지진 등의 횡하중으로부터 유발된 전도 모멘트의 상당부분을 커플링(coupling) 효과에 의한 골조 작용을 통하여 효율적으로 저항하게 된다. 현장에서는 지진하중과 풍하중에 의한 전단력뿐만 아니라 <그림 7>과 같이 링크빔의 경사진 배치, 경사기둥에 의해 코어벽체에 발생하는 비틀림 모멘트에 의해 추가적인 전단력이 발생하게 된다.

추가적인 전단력에 대해 강도를 확보하기 위하여 경사기둥 구간의 링크빔에는 H-type 및 평판 형식(plate type) 철골을 매립하여 적용하였다<그림 8>.

2.5 구조해석 결과

구조해석에 적용된 풍하중은 풍동실험 결과를 적용하였으며, 풍변위 제한치는 풍진동에 대한 사용성을 만족하고, 칸막이 벽, 외장재 등의 비구조요소에 손상이 없도록 H/500을 기준으로 하였다<표 3>. 지진하중에 대해서는 동적 해석을 수행하고 층간변위비는 0.01 h을 만족하도록 계획하였다<표 4>.

주거동에 대한 구조해석 결과, 풍하중에 의한 횡변위는 풍변위 제한치인 H/500 이내를 만족하였으며, 지진하중에 의한 층간변위도 허용치를 만족하는 것으로 평가되었다.

3. 시공계획

3.1 매스 콘크리트(mass concrete)

타워동 기초 매스 콘크리트는 코어구간(중앙부)과 포디엄구간(외주부)을 분리 타설 하였으며, 코어부 1,000 m³, 포디엄 3,800 m³를 일일 타설하였다<사진 4, 그림 9>. 동절기에 타설이 진행되었으며, 매스 콘크리트의 크랙을 방지하기 위해 콘크리트의 내외부 온도차를 25°C 이내로 유지하여야 했다. 이를 위해 외기에 접하는 외벽부분은 50 mm 단열재로 감쌌고, 타설면은 타설 직후 비닐시트 위에 버블시트 2겹 및 비계 설치 후 천막보양을 하여, 내부 열풍기를 가동하였다. 또한 중앙부 및 상·하단의 1/4 지점에 온도센서를 매입하여 내외부의 온도가 25°C 이상 차이가 나지 않도록 양생관리를 하였다.

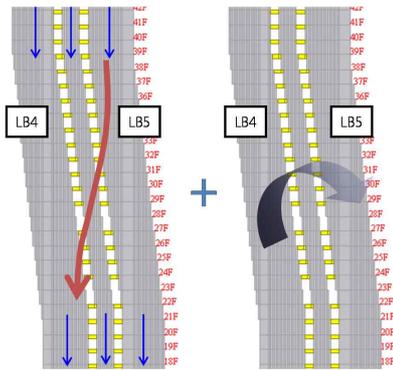


그림 7. 링크 빔(link beam) 발생 전단력 요인

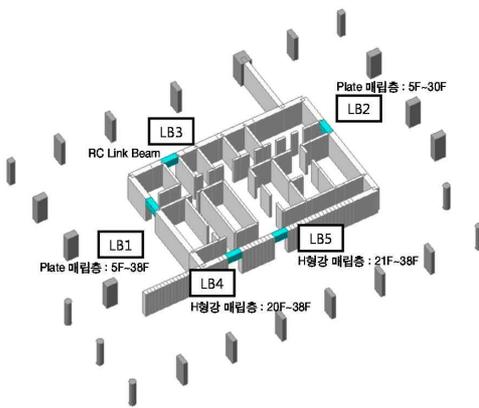


그림 8. 철골 Link Beam 배치 개념도

표 3. 풍하중에 의한 변위(203동)

구분	최대변위	제한치	비고
X 방향	205 mm (H/852)	350 mm (H/500)	풍동실험에 의한 풍하중으로 사용성 검토
Y 방향	295 mm (H/592)	350 mm (H/500)	

표 4. 지진하중에 의한 층간변위(203동)

구분	층간변위비	제한치	판정
X 방향	0.0038 h	0.01 h	O.K
Y 방향	0.0046 h	0.01 h	O.K

3.2 건축 외장 평/입면상 특징 <사진 5 ~ 그림 11, 12>

3.2.1 남측면

- 1) 특징 : 입면상 굴곡(텐싱) 발생
- 2) 커튼월 적용자재

유리 : 24 mm Double Low-e 양면반강화 복층(MCP



사진 4. 매트 콘크리트

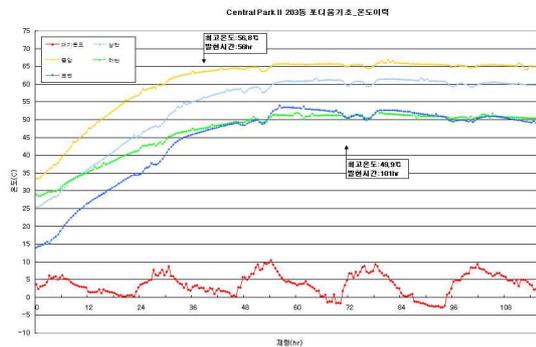


그림 9. 포디움 온도이력

168)

유리외부면에 Diagonal T-Bar 설치 : 장식용 Bar

3.2.2 북측면

- 1) 특징 : 3개층마다 수평으로 GFRC 설치 기둥부위마다 수직으로 GFRC 설치
- 2) 커튼월 적용자재

유리 : 24 mm Double Low-e 양면반강화 복층(MVP 175), GFRC(Glass Fiber Reinforced Concrete)

4. 가설계획

작업용 가설발판의 코어부는 KSC 50(kumkang self climbing), 외주부는 KSB-H(kumkang slab bracket-hydraulic)를 적용하였다. 경사기둥의 동/서측은 역경사 혹은 정경사가 되며, 이를 극복하기 위하여 스톱 앵커(stop anchor)와 각도를 조절할 수 있는 고정 슈(suspension shoe)를 적용하였으며 스핀들(spindle)을 이용하여 7.23° 기울어진 작업발판을 수평으로 조절하였다<사진 6>.

또한 경사기둥 남측면은 스톱 앵커를 393 mm씩 이동한 부위

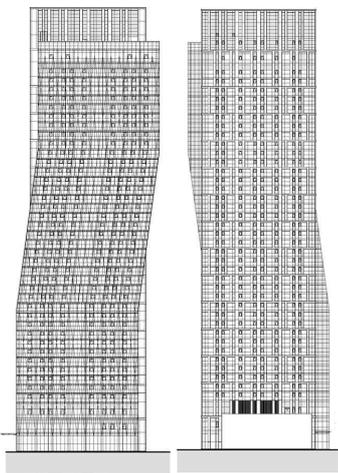


(a) 남측 (b) 북측

사진 5. 건축 외장



사진 6. Anchor Unit



(a) 남측 (b) 북측

그림 11. 건축 외장 입면



사진 7. 시공사진

5. 맺음말

본 현장은 전체공정중 67.8% 공정률로 외장공사와 마감공사가 진행중이다<사진 7>.

송도 국제도시(경제자유구역)는 지역주민의 생활의 장이자 동북아의 허브로 아시아와 전세계 비즈니스 및 관광의 중심지 역할을 담당하리라 믿어 의심치 않으며, ‘The # Central Park II’ 현장은 그 위상에 부합하는 초고층 건축미학 결정체로 송도의 랜드마크로 거듭날 것이다. 

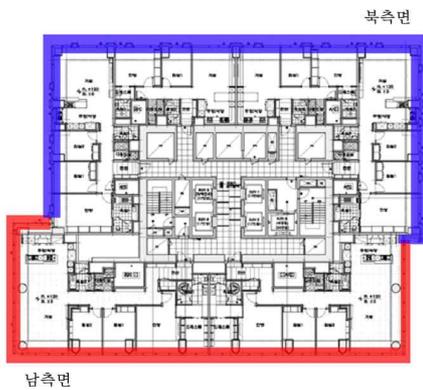


그림 12. 평면도

에 이증으로 매립하고, 타워를 이용하여 상승/재설치를 하였다. 슬래브는 알폼을 적용하였으며, 고정구간과 이동구간이 접하는 부위는 수평이동(393mm)을 수용할 수 있도록 계획하였다.

담당 편집위원 :
천영수(LH 공사) cysoo@lh.or.kr