

CFT구조를 이용한 55층 집합주택

1. 서론

CFT구조는 강관에 콘크리트를 충전한 「콘크리트충전 강관기둥」을 주체로 한 구조시스템이며 강관과 콘크리트가 가지고 있는 장점을 혼용한 효과적이고 합리적인 구조형식이다.

고강성, 고내력, 고변형능력이라는 구조성능 외에 내화성능과 시공성도 우수한 장점이 있으며 작은 단면으로도 보다 많은 층수, 보다 높은 층고, 보다 넓은 스패인이 가능하다. 특히 초고층건물과 대가구 건축의 구조에 적합하여 근래에 많이 이용되고 있다.

본 연구는 CFT구조를 이용한 지상55층, 높이185m의 초고층집합주택 「에루자타워-55」의 설계와 시공개요 및 콘크리트 품질관리에 관한 것이다.

2. 공사개요

2.1 건물개요

동경에 근접한 가와구찌시에 계획된 개발면적 56,000 m², 가구수 1,000호의 대규모 개발의 중핵이 되는 55층 건물로 분양맨션이다.

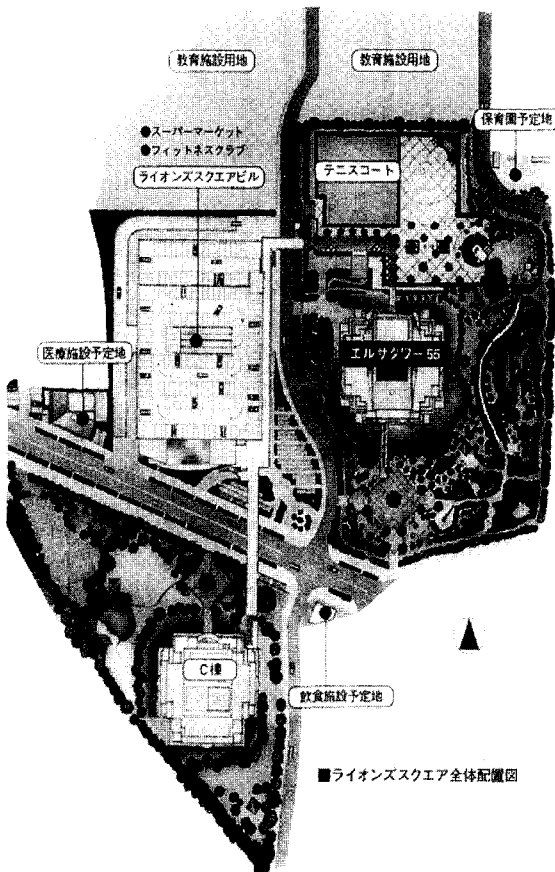


그림 1 전체 계획도

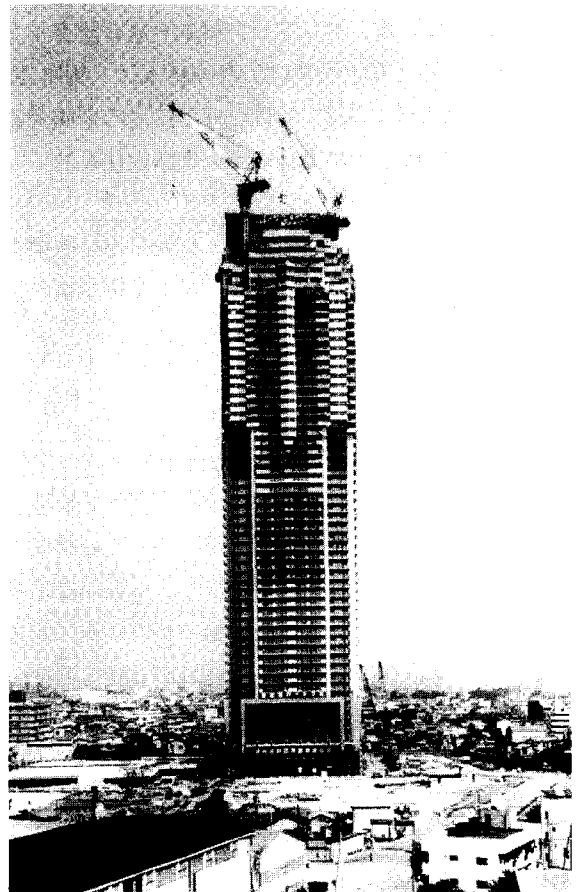


사진 1 공사전경

정상진 단국대학교 건축학부 교수
이영도 경동대학교 건축공학부 교수
정민영 두산건설 부사장

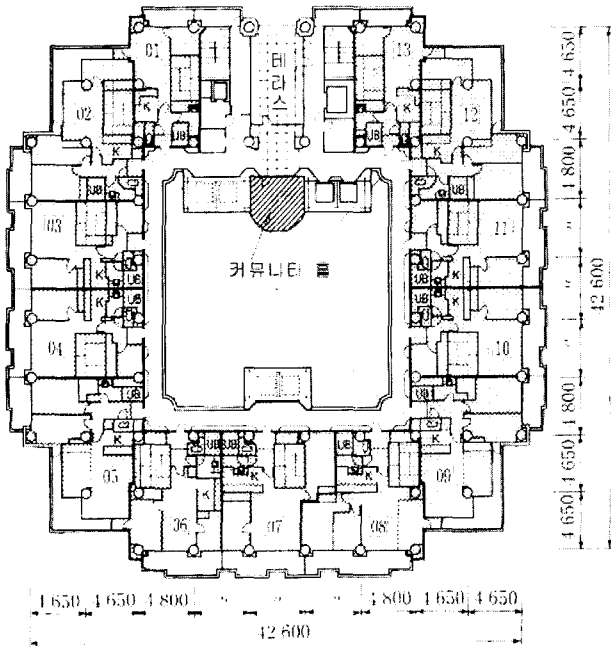


그림 2 기준층 평면도

- 소재지: 사이다마현가와구찌시
- 용도: 공동주택(650가구)
- 설계: 다케나카
- 시공: 다케나카 외
- 연면적: 66,057㎡
- 건축면적: 1,982.6㎡
- 층수: 지하1층, 지상55층, 옥탑2층
- 최고높이: 185.65m
- 공기: 1996. 10 - 1998. 3
- 구조: CFT구조
- 기초: 지하연속벽(두께 1.5m), 어 스텝(직경 1.4 ~3.0m)

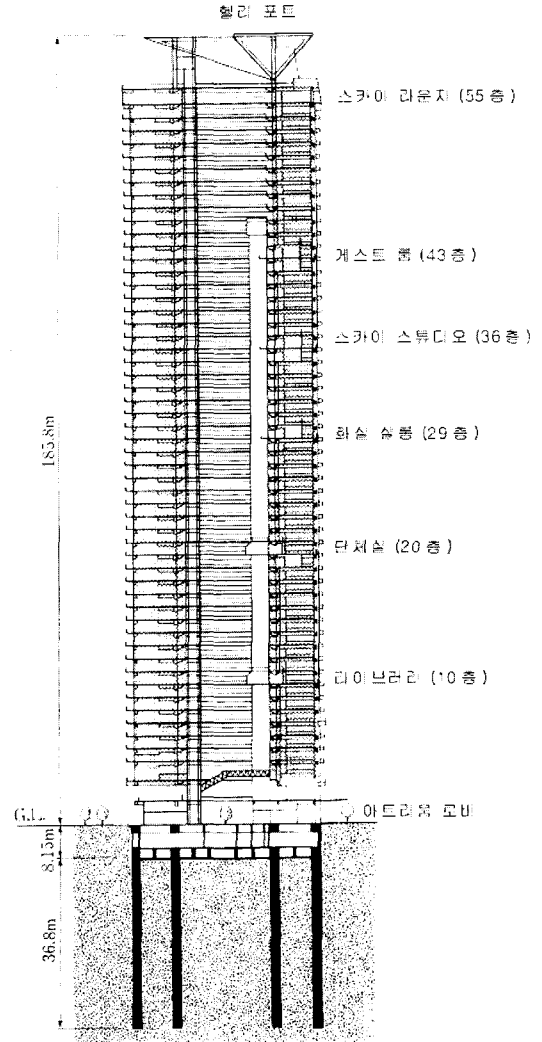


그림 3 단면도

2.2 설계개요

본 건물은 55층, 650세대로 이전의 주거동의 스케일을 넘은 가구의 규모이며 150세대의 단위를 중첩하여 쌓은 입체 커뮤니티로 생각하는 형식으로 설계되었다. 엘리베이터는 시스루 타입이고 10개 층마다 각종공공시설을 배치하여 커뮤니티의 활성화를 유도하였다.

각 평면도는 세대의 통풍, 채광 등을 확보하기 위하여 중앙에 약 20m각의 내부가 빈 □자형의 수직공간을 두었다.

2.3 구조개요

(1) 가구형식

주체가구는 24.0m×42.6m의 장방형튜브를 평면적으로 +자로 배치한 크로스튜브 가구이고 코너부위는 내진 가구로부터 제외되어 있기 때문에 기둥위치에 구애받지 않는 세대배치가 가능하고 외관의 변화와 함께 상부 층의 후퇴가 용이하게 되었다. 기둥 스패ンは 튜브가구로 바람에 의한 흔들림에 대비한 강성을 확보하기 위하여 4.8m, 직교방향은 9.3m로 하였다.

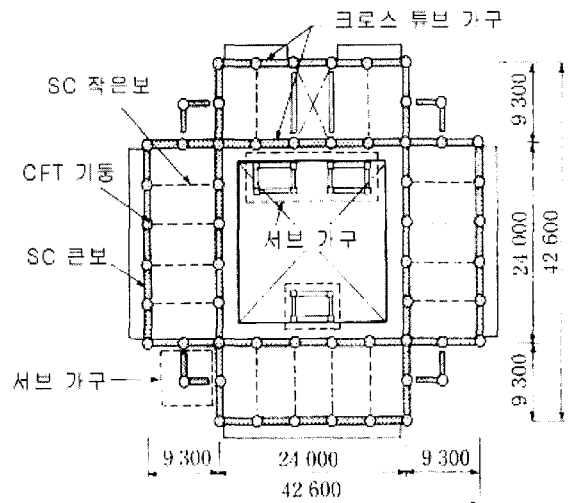


그림 4 기준층 보복도

(2) 구조형식

주체구조는 크로스튜브는 강성, 내력이 높고, 변형능이 풍부한 충전강관 콘크리트기둥과 강성을 높인 철골콘크리트 보를 혼합한 CFT 구조시스템으로 하고 있다. 강관 내부에 돌출부가 없는 외부 다이아후레임 형식을 채용하였다.

사용재료 DPTJ 철골은 SM490A·SM520B, 철근은 SD295A(<D19)·SD345(<D29)·SD390 이었다. 콘크리트는 지상에서 $F_c=21N/mm^2$, 지하에서 $F_c=48N/mm^2$, 충전콘크리트에서 $F_c=48N - 60N/mm^2$ 를 사용하였다. 부재단면을 표1에 나타내었다.

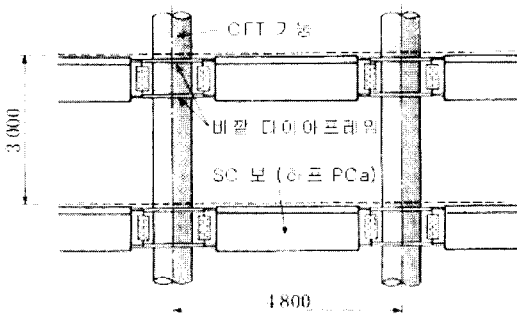


그림 5 가구 개념도

(3) 기초형식

부지의 지반은 상부보다 연약한 실트층이 약 30m 연

속되고 지지층은 45m의 깊이에 있다. 약 10만Ton의 건물하중을 지지층에 확실히 전달하기 위하여 상부 튜브 가구의 직하부에 신뢰성이 높은 지하연속벽을 박스형태로 배치하는 것으로 강성과 내력을 높였다.

표 1 부재단면표

층	기둥		보
	철골단면	콘크리트단면	철골단면
55~43	○-609.6×12~22	425×850	BH-650×200×12×16~40
42~22	○-711.2×12~28	450×850	BH-650×300×12×22~19×40
21~3	○-812.8×22~40	425×900~1000	BH-700×300×14×25~19×45
2	상 동	425×1200	BH-1000×300×19×32~36
1	상 동	1600×1000	-
B1	1600×1600(CON)	1600×3000	-

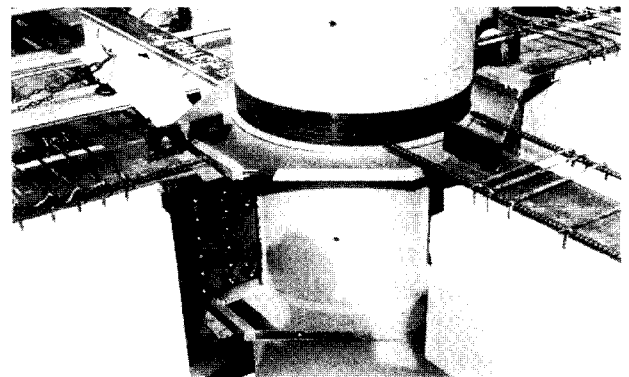


사진 2 기둥 보 접합부

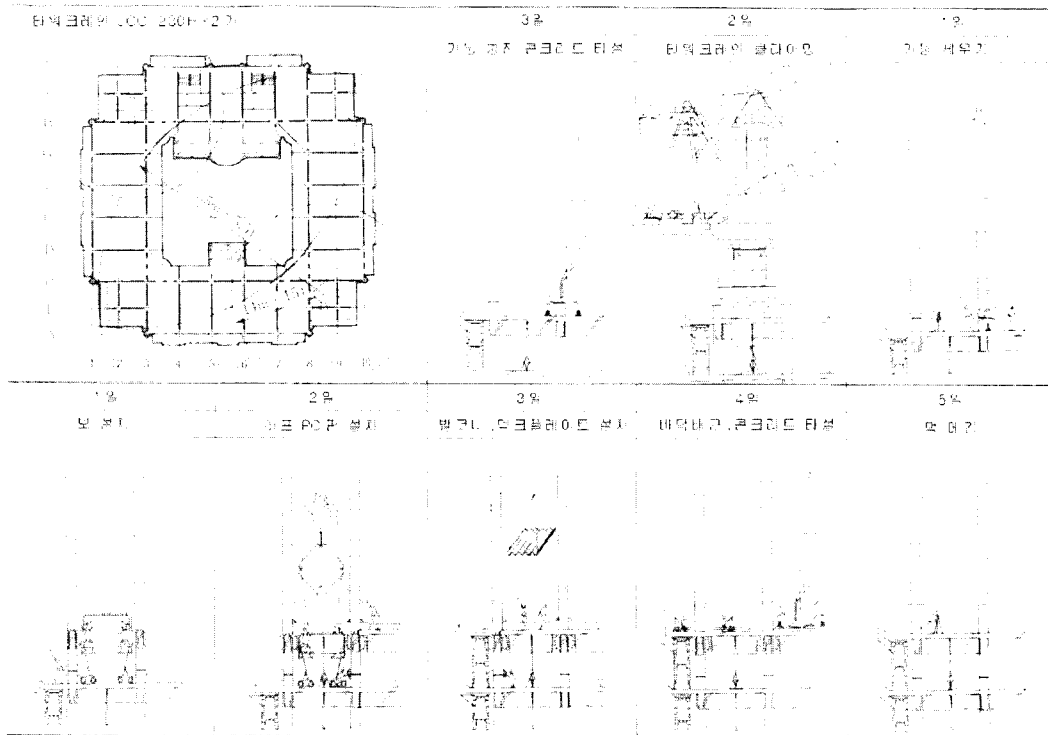


그림 6 철골 공정

2.4 시공개요

지하부의 구체공사는 철골의 1절을 4개 층으로 하였고 철골콘크리트의 PC화, 바닥의 형틀과 배근의 유니트화 등으로 현장작업을 합리화하였으며 양층의 효율화를 기하여 1개층 평균 7.5일이 소요되었다.

3. 콘크리트의 품질관리

3.1 사용콘크리트와 레미콘 공장의 선정

콘크리트는 기초구체에 3,000m³, 지하연속벽에 22,000m³, 스라브에 12,000m³, 기둥충전에 약4,000m³가 사용되어 콘크리트 총량은 41,000m³이었다.

레미콘 공장의 선정은 이 지역에 고강도 콘크리트($F_c > 48N/mm^2$)의 제조실적이 적었기 때문에 사전에 프렌트의 실적조사와 시험을 통하여 4개 공장을 선정하였다.

3.2 기둥충전 콘크리트

충전콘크리트는 60N/mm²(2,500m³), 54N/mm²(1,000m³), 48N/mm²(700m³)의 3종류가 사용되었다. 선정된 레미콘 공장에서는 시험배합에 대한 표준양생과 구조체 콘크리트

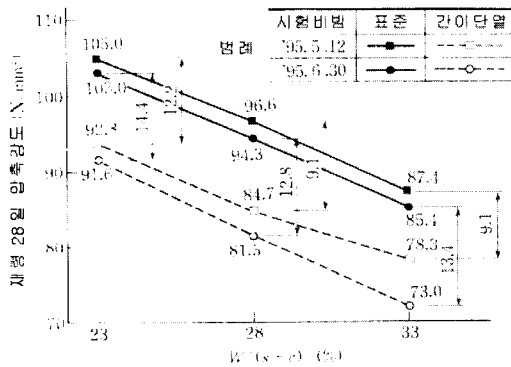


그림 7 표준양생과 간이단열결과

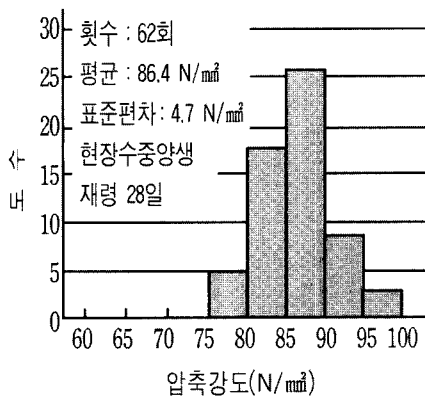


그림 8 60N 콘크리트의 품질관리결과

강도의 차를 조사하기 위하여 간이단열양생에 의한 강도시험을 실시하였다. 이 결과 강도차는 13N으로서 호칭강도를 60N에서 73N으로 설정하였다.

$F_c=60N/mm^2$ 콘크리트의 사양 및 배합을 표2에, 그림8에 품질관리결과를 나타내었다.

표 2 60N 콘크리트의 배합

*설계조건						
설계기준강도	호칭강도	슬럼프	플로치	굵은골재최대직경		
600kgf/cm ²	73N/mm ²	23cm	45cm	20mm		
배합 (1m ³ 당)						
시멘트	물	잔골재	굵은골재	혼화제	물시멘트비	잔골재율
582kg	175kg	742kg	889kg	6.984kg	30.1%	46.1%

3.3 충전방법의 선정

강관기둥의 콘크리트 충전은 보통 압입공법에 의한 경우가 많고 착공시점의 실적이 16건이고 당초 지상부는 압입공법(압입높이 < 40m), 지하층은 낙하공법으로 계획하였다.

본 공사의 CFT기둥은 강관외부 다이아후레임 형식으로 강관내부에 장애물이 없다. 따라서 압입공과 그에 대한 보강이 필요 없고 콘크리트배관의 장기설치나 배관내의 잔여 콘크리트의 처리문제 등에서 여러 가지 공정을 정비하여 흙바에서 낙하타설하는 방법을 택하였다.

이전과 다른 낙하높이 12m이므로 충전콘크리트의 품질확인을 위하여 현장에서 시공실험을 실시하였다. 그 결과 낙하속도를 컨트롤하기 위하여 흙바(용량2.3m³)에 슈퍼서니호스(관경5 inch)라고 부르는 유도관을 부착한 장치를 고안하였으며 콘크리트내에 비교적 큰 기포가

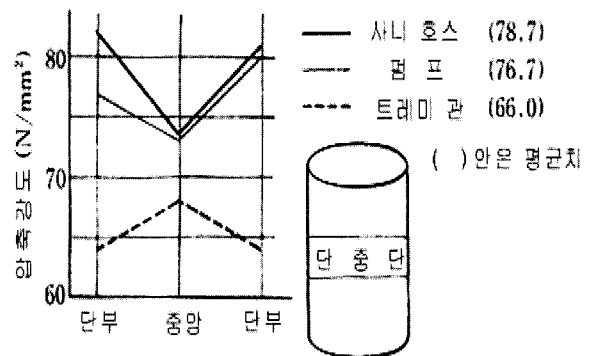


그림 9 강도시험결과

존재하고있어 바이브레이터를 병용하였다. 그림 9에 코아 강도시험결과를 나타내었다.

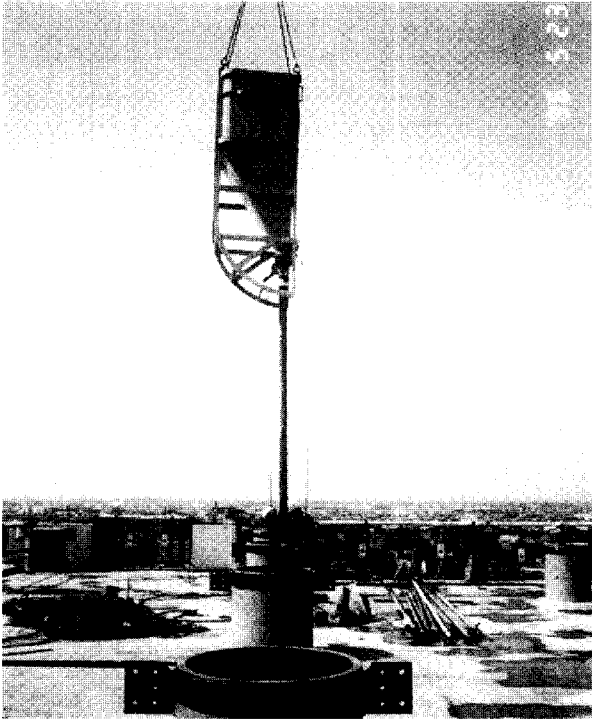


사진 3 콘크리트 타설상황

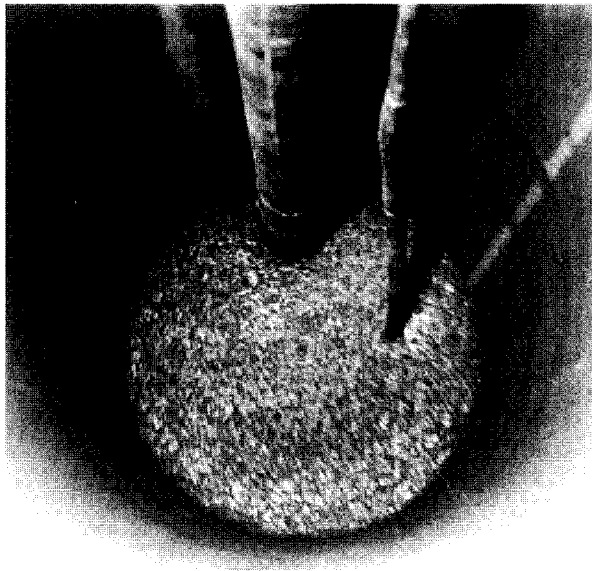


사진 4 콘크리트 타설상황 (강관내)

실제의 충전작업은 호바의 호스의 선단을 콘크리트내에 넣고 서서히 들어올려 빼내면서 자중에 의해 낙하하도록 하였고 바이브레이터를 이용하여 공기포를 제거하였다. 타설시간은 기둥1개(5m')에 약 30분 정도였고 충전성의 확인은 상부에서 눈으로 관찰하는 방법을 사용하였다.

4. 결론

본 공사는 집합주택으로 CFT구조에 의한 초고층집합주택으로서 여러 방면에서 주목을 받고 있다. 여기에 사용한 기술은 실적을 쌓아온 공법을 개선 개량한 것으로 콘크리트 품질관리 및 낙하타설 공법은 일반적인 기술로서 수평전개 되고 있다.