

초고층 주상복합 건물의 구조적 특성

The Structural Characteristic of High - Rise Residential - Commercial Complex



글 / 金鍾秀
 (Kim, Jong Soo)
 건축구조기술사,
 (주)CS구조엔지니어링 대표.
 E-mail : jskim@cs.co.kr

Nowadays, because of that the government's policy, the construction company's multiple management effort and the needs of the housing market, the residential - commercials complexes are getting popular.

As a structural point of view, high - rise building means the building which has over 30 stories and 1:5 width - height ratio. If the building has over 30 stories, many complicated items arise, those are lateral support system, structural material and the method of construction etc. if these matters were not checked properly, the building would have structural problems or non - economical factors. Now, this article will review the structural characteristic of high - rise residential - commercial complex in various aspects.

도심 상주인구 감소로 인한 도심공동화 현상을 막기 위한 정부의 주상복합 건축물의 장려정책과 건설업체의 사업다각화 노력, 그리고 주택시장의 수요증가에 힘입어, 초고층 주상복합 건물의 수는 계속 증가하고 있다. 구조분야에서 초고층 건물의 범위는 대개 30층 이상 폭높이비 1:5 이상의 건물을 말한다. 그 이유는 30층 이상의 고층이

되면 구조시스템, 구조재료별 특성, 공기를 고려한 공법 등 여러 가지 사항이 예민하게 검토되어야 한다. 이 부분의 치밀한 검토가 이루어지지 않으면 구조적인 문제가 발생할 수도 있고, 또는 비경제적인 건물이 될 수 있다.

건축적으로 현재의 주상복합 건물은 주거와 기타 부분이 9:1에서 7:3의 비율로 이루어지며, 한

〈표 1〉 주거복합건물 현황

	타워팰리스1	트럼폴월드1	목동 하이패러온	삼성동 I-Park	갤러리아 팰리스	서초 아크로비스타	마포 오벨리스크
위치	서울 강남구 도곡동	영등포구 여의도동	서울 양천구 목동	서울 강남구 삼성동	송파구 잠실동	서울 서초구 서초동	서울 마포구 도화동
층수(지하/지상), 높이	5 / 66 233.8m	5 / 41 122.9m	6 / 69 247.8m	4 / 46 202.7m	5 / 46 149m	6 / 37 134m	6 / 37 109.4m
구조 시스템	RC코어 + SRC기둥 + 강구조보 + 강구조아웃리저 거더	RC코어 + RC기둥,보 + 아웃리저 거더 (R.C)	RC코어 + SRC기둥 + 강구조보 + 강구조아웃리저 거더	RC코어 + RC FLAT PLATE + RC기둥	RC코어 + RC코어 + RC코어 + RC기둥 + 아웃리저 거더(R.C)	RC코어 + RC코어 + RC코어 + RC기둥	RC코어 + 상부벽식구조 + 중간합선 달층 + 하부 RC라멘
공법특성 (축량공기)	RC코어에 시스템폼 사용 (3일/층)	RC코어에 시스템폼 ACS+AL폼 (7일/층)	RC코어에 시스템폼 사용 (4일/층)	R.C 코어에 시스템폼 사용 (4일/층)	RC코어에 시스템폼과 AL.폼 혼용 (5일/층)	RC코어에 시스템폼 + 유로폼 (5일/층)	Table 폼 + AL 폼 (7일/층)
건설사 (시공년도)	삼성물산 (1999)	대우건설 (2001)	현대건설 (2002)	현대산업개발 (2002)	삼성 + 한화 (2003)	대림건설 (2003)	한화건설 (2003)
설계 (건축/구조)	삼우설계 / CS구조 + 바른구조	해안건축 / 창·민우구조	예건축 / 동양구조 안전기술	건원건축 / 신구조	희림건축 + 간삼건축/ CS구조	건원건축 / CS구조	해안건축 / CS구조
기타	준공(입주)	준공(입주)	공사(마감)	공사(마감)	공사(골조)	공사(골조)	공사(골조)

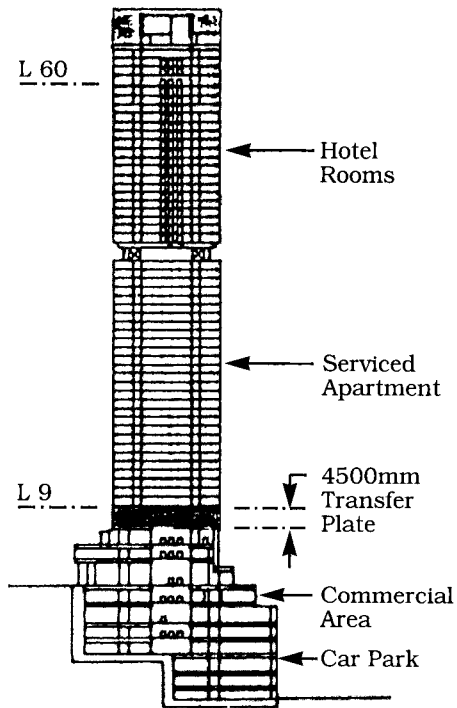
개의 건물(Tower)내에서 수평/수직으로 분할하는 경우와 별동으로 처리하는 경우가 있다. <표 1>은 최근 지어지고 있는 주요 주상복합 건물의 현황이다.

1. 구조시스템의 특성

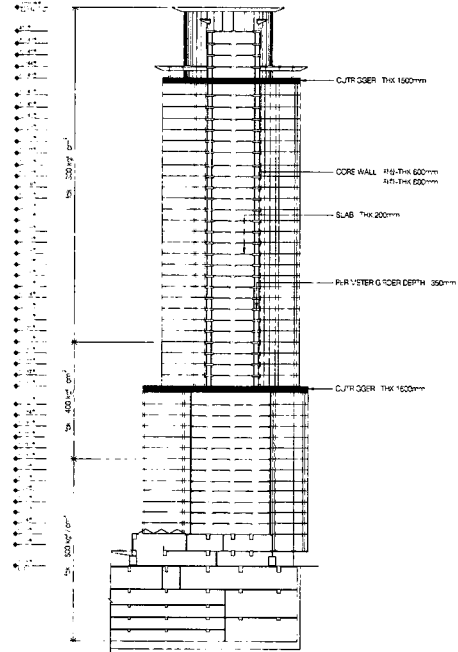
초고층 구조가 되면 건축, 설비, 공법의 특성을 고려하여 <표 1>의 구조시스템에서처럼 최적의 구조시스템을 찾아야만 횡력(풍하중, 지진하중)에 안전하면서도 경제적인 건물을 설계할 수 있다. 여기에 복합건물의 특성상 건축 용도별로 적합한 구조시스템이 한 개의 타워 안에 복합적으로 구성되어야 하는 어려움이 있다. 예를 들어 상부에 아파트 또는 주거형 오피스텔의 경우는 벽식구조가 건축용도와 맞아 떨어지며, 하부의 상가 또는 주차장 부분에는 기둥식 구조가 적합하다. 이런 경우에는 그 경계층에 힘전달층(transfer

floor)을 두어 힘을 안전하게 전달시킨다.

이해를 돕기 위하여 '90년대 시공된 홍콩의 건물과 최근에 지어진 서울의 주상복합건물의 단면도를 <그림 1, 2>에 나타내었다.



<그림 1> 홍콩의 복합건물



<그림 2> 서울의 복합건물

이러한 복합구조는 힘 전달이 매우 복잡하며 특히 지진하중 적용시 정밀 구조 해석 등이 요구되어 진다.

지진하중은 지역에 따라 그 강도의 차이를 보이며, 한국은 세계적으로 보면 중간정도 지진하중대에 위치하고 1988년부터 내진설계를 적용하고 있다. 구조설계의 정밀도가 지금보다 뒤떨어지던 '90년대 이전에는 이러한 복합구조 건물의 설계는 가능한 배제되어 왔으나 지금은 컴퓨터 등의 해석수단의 발달과 그동안의 구조해석과 시공 이론 부분에서 산학협동의 결과로 세계적인 도시에서는 복합구조 건물이 건립되고 있는 현실이다. 그동안 서울시에서는 복합건물의 구조적 문제를 고민해오다 최근에 가능한 복합구조 허가를 하지 않는

쪽으로 시의 잠정 조례를 만들어 놓고 있다. 그러나 이러한 조치는 행정규제의 안이한 발상이며, 건축기술의 발달상과 Global Standard에도 적합하지 아니한 사례라고 볼 수 있다.

2002년 5월 건축구조기술사회에서 “복합구조(라멘+벽식) 건축물의 최소구조기준(안)”을 작성 구조전문가의 의견을 서울시에 제출한바 있었으나 이를 실행하지 못하는 아쉬움이 있었다. 서울시의 기술행정도 전문가에게 선진국처럼 책임과 권한을 이양 할 때가 되지 않았는가? <표 2>는 건축구조기술사회에서 제안한 “복합구조(라멘+벽식) 건축물의 최소구조기준(안)”이다.

<표 2> 복합구조(라멘+벽식)건축물의 최소구조기준(안)

- 1) 구조해석은 구조물의 전체적인 거동과 전이층 부근의 국부적인 응력을 파악할 수 있도록 구조해석모델(필요시 전체입체모델, 라멘부분모델, 전이층 유한요소 상세모델 등 3가지 해석모델사용)을 사용하여 검토하도록 한다.
- 2) 필요시 기둥의 불균등 축소량(Differential Column Shortening)을 검토 하도록 한다.
- 3) Soft Story에 해당하는 경우 지지 기둥에 대해서는 국내 내진상세에 추가하여 UBC97(1921.4.4.5)의 불연속단면 기둥 특별상세를 준용한다.
- 4) Weak Story에 해당하는 경우엔 UBC97(1629.9.1)을 준용하여 전이층 기둥이 9m를 초과하는 경우에 대해서는 전이층 하부의 층강도가 상부층 강도의 65% 이상이 확보되도록 한다. 단 해당규정을 만족하지 못할 경우는 지진하중 확대계수에 의한 설계지진력을 증가시켜 적용한다.
- 5) 전이보와 기둥 및 전이보와 벽체의 접합부는 유한요소 해석을 하며, 접합상세(철근의 정착, Hoop, Stirrup 등)는 건축구조기술사의 책임 하에 작성하도록 한다.
- 6) 전이층 골조공사까지는 건축구조기술사 등 구조감리가 상주토록 한다.

2. 구조재료별 특성

초고층 복합건물의 구조재료로는 철근콘크리트 구조, 강구조 및 프리캐스트(P.C)구조가 있고 이러한 재료들이 복합적으로 사용되기도 한다. 구조재료의 선택기준은 경제성, 공기에 미치는 요소, 건축적 요소(층고 등) 및 사용성 등 복합적으로 이루어진다.

현재 국내에서는 철근콘크리트와 강구조 및 혼합형이 주로 사용되고 있으며, 초고층 구조의 경우 구조시스템이 전체 경제성에 미치는 영향이 크기 때문에 구조재료와 구조시스템이 공기와 연관되어 결정되고 중력하중에 의한 재료별 원가비중은 구조시스템이 차지하는 비중에 비하면 미미하다. 국내의 경우 각 재료가 가지는 특성에 따라 초고층 주상복합건물이 초기에는 강구조 재료가 많이 사용되었으나, 고강도 콘크리트의 개발과 공법의 발달 및 설계기술의 진보에 따라 근래에는 철근콘크리트로 복합건물도 많이 설계되고 있다. 철근콘크리트구조는 층고 절감과 사용성상의 이점 때문에 많이 사용되고 있으나, 최근에 층고절감형 SLIM FLOOR의 개발과 사용성 개선 설계에 따라 강구조를 이용한 경쟁력 있는 설계를 할 수도 있게 되었다. 아래 <표 3>에서와 같이 각 재료별 특징을 적절히 고려하면 건축주가 만족할 수 있는 최적의 설계가 가능할 것이다.

<표 3> 초고층 주거건물의 구조재료별 분석

	내용	Steel조	RC조	PC조
경제성	공사비 준고	***	***	***
공기	후방양재 도입시 중요한 요소	***	***	***
사용성	수주, 준공 수원소통	***	***	***
건축적요소	수직단면 크기 및 다양한 표현	***	***	***
생비적요소	주중열냉방 등	***	***	***
공법난이도	축별형, 시공성	***	***	***
원래가변성		***	***	***
환경적요인	가경천양생	***	***	***

3. 공법의 특성

국내에서도 곧 후분양제가 시행되면 공기가 구조설계의 중요 요소로 등장할 것이다. 현재 국내 시공현장도 시스템폼(system form)의 도입과 시공기술의 발전으로 층당 골조공기가 3일까지 가능하게 되었다. 이 일수는 앞으로는 선진시장에서 처럼 2일 공정까지 단축될 것으로 생각된다. 즉 설계 초기단계부터 공기를 고려한 구조재료, 구조시스템, 시공공법을 고려한 설계를 하여야만 공기단축이 가능할 것이다.

아래 <표 4>는 4일 공정으로 짜여진 철근 콘크리트 건물의 공정표이다.

4. 맺는말

한국의 시장여건에 맞는 최적의 주상복합 건물 실현을 위해, 구조설계자는 구조시스템과 구조재료의 선정과정에서 시공기술자, 건축설계자, 설비기술자 등 각 전문분야와 협력하여 최선의 선택으로 국내시장에 구조적으로 안전하고 쾌적한 주상복합 건물을 개발해 나가야 할 것이다.

(원고 접수일 2003. 6. 24)

<표 4> 시공 공정표(4-day cycle)

