

건축구조에 대하여

1> 목구조

(1) 특성

① 기둥 : 지붕의 연직하중을 받아 초석으로 전달하는 역할을 하며 실제로 공간을 형성하는 기본 뼈대가 된다. 한국 건축에 있어서 기둥의 발생은 빗살무늬토기 문화기의 움집에서 시작되었다.

→ 배흘림 기둥 : 기둥의 상부, 중앙부 및 하부의 지름이 서로 다르게 만든 것으로 상부의 지름이 작고 중앙부가 가장 크고 하부는 상부와 같거나 혹은 상부보다 크나 중앙부보다 작은 것이다. 배흘림 수법은 서양 건축의 엔터시스와 같은 것이며 이의 목적은 두 개의 나란한 수직선은 가운데가 들어가 보인다는 착시 현상을 교정하기 위해 역으로 배를 부르게 한 것이다.

→ 민흘림 기둥 : 상부의 지름이 가장 작고 중앙부의 단면 지름이 상부보다 크며 하부의 지름이 큰 원기둥이다. 전체적으로 밑동을 더 크게 함으로써 역학적인 안정성과 시각적인 안정감을 준다.

→ 직립(원형) 기둥 : 조선시대에 많이 사용되었으나, 상부, 중앙부 및 하부의 지름이 동일하여 착시 현상의 교정이나 안정감이 없는 형태이다.

② 보

보는 상부의 연직하중을 기둥으로 전달하는 역할을 하는 가로재로서 하중은 보축의 직각방향 작용하므로 보에는 휨모멘트가 발생된다. 따라서 보 단면의 크기는 공간의 크기 즉, 작용하는 하중의 크기에 따라 좌우되지만, 모재로서의 다면의 크기는 한계를 가지고 있으므로, 적절한 공간으로 구획이 하거나 휨모멘트가 작게 발생하도록 구조방식을 변경하여야 한다.

보는 그 위치와 쓰임에 따라 부르는 명칭이 다양하며, 또 구조가 복잡해질수록 한 건물에도 여러 가지 보가 사용된다.

③ 공포

목구조는 원천적으로 습기에 약한 재료적인 특성을 가지고 있으므로, 우천시에 건물의 벽면과 지붕에 비가 들이치지 않도록 건물의 처마를 깊게 할 필요가 있다. 그러나 서까래의 내민 길이는 한정되므로 처마를 깊게 할 수 있는 유일한 방법은 처마도리를 벽의 바깥 선까지 내미는 것이다. 공포는 처마를 깊게 하고 벽과 지붕사이의 결구를 단단히 하려는 필요성 때문에 발생한 것으로, 기둥 상부와 지붕틀 하부의 도리를 붙잡아 매는 구조체이다. 이러한 공포는 서까래의 내민 길이를 줄여주는 역할을 할 뿐만 아니라 기둥과 기둥의 지점을 짧게 하여 보에 작용하는 휨모멘트도 줄여주는 역할도 하고 있다.

(2) 건축사례

① 봉정사 극락전 : 한국 목조건축의 목구조 여러 형식을 모두 볼 수 있는 목구조 박물관이라 할 수 있다.

② 부석사 무량수전 : 국보 제 18호로서 우리나라 최고의 목조불전이며 현존하는 목조건물 중 가장 아름다운 건물이라 할 수 있다. 무량수전은 유일하게 팔작지붕으로 되어있다. 또한 당시 건축양식의 특징인 기둥의 배흘림이 당하게 나타나고 있으며 양편의 끝이 높아지는 귀솟음이나 컷기둥의 안쏠림이 특징이다.

2> 라멘 구조

(1) 특성

① 강성골조 구조

수평하중에 저항하기 위한 가새나 내진벽 등의 보강재를 사용하지 않고 기둥과 보만으로 구성된 가장 기본적인 라멘 구조이다. 초기 고층건물에서 널리 사용된 방식이지만 현대에서도 시공의 편의성으로 인해 널리 사용되고 있다. 강성골조구조는 보와 기둥을 강접합으로 연결하는 방식으로 보와 기둥이 연직하중과 수평하중을 동시에 지지하도록 한다.

② 강성골조-전단벽 구조

수평하중을 전단벽과 골조가 동시에 저항하는 방식으로 골조의 변형형태인 전단모드와 전단벽의 변형형태인 휨모드가 적절히 조합된 구조방식으로 저층건물에서 초고층 건물까지 가장 널리 사용되는 구조형식이다.

③ 가새보강 골조구조

건축물이 초고층화 될수록 건물에 작용하는 수평하중이 커지게 된다. 강철골조만으로 수평하중에 저항할 경우에는 하층부에 변형이 크게 발생하고 있다. 따라서 하층부의 변형이 크게 일어나지 않도록 강성골조-전단벽 구조와 같이 전단벽구조와 혼합한 구조형식을 적용하여 건물의 작용하는 수평하중을 효과적으로 제어할 수가 있다. 그러나 이는 철근 콘크리트 구조물인 경우에는 적합한 구조형식이지만, 철골구조물인 경우에는 공기 등을 고려하여 전단벽을 설치하는 것보다 가새로서 보강하는 경우가 많다.

(2) 건축사례

① LG강남 타워

이 건물은 오피스와 대형 음악홀이 있는 아트센터가 있는 복합건물로서 지하6층, 지상38층이다. 이 건물은 반경12m, 높이 170m의 굽고 강하면서도 상대적으로 가벼운 느낌의 거대한 스테인레스에 의하여 지지되고 있는 상하 두 개의 육중한 비정형매스를 구성하고 있다.

이 건물의 구조로는 4개층 높이의 유리 커튼월 로비에 초록색 복층유리 4개를 하나로 엮고 다시 강재골조로 구조 형태를 세운 SSGS 공법이 사용되었다. 구조형식은 기본적인 골조구조에 중앙부의 전단코어와 4개층 높이의 대형가새를 설치하여 수평하중에 효과적으로 저항하고 있다.

② 포스코 센터

구조형식은 철골철근 콘크리트 구조로서 설계의 기본 개념은 철구조물의 구조적 가능성을 최대한 표현하기 위해 장스팬 무주공간을 실현시켰다.

3> 벽식 구조

(1) 특성

① 플랫 슬래브- 전단벽 시스템

슬래브와 기둥만으로 이루어진 구조 시스템은 고층 건물에 적용할 경우 충분한 수평방향 강성을 확보하기 어렵다. 그러나 전단벽을 설치하여 슬래브와 연결함으로써 부족한 수평방향 강성을 증가시켜 15~20층 정도의 구조시스템에 적용할 수 있다.

② 쌓으로 이루어진 전단벽

두 개 또는 그이상의 전단벽이 보 또는 슬래브로 상호 연결될 경우에는 각각의 벽체에 대한 강성을 합한 것보다 건물전체의 강성이 증가하게 된다. 이는 전단벽 간의 연결 부재에 의해 각각의 전단벽으로부터 전달되는 전단력에 저항함으로써 마치 상호 연결된 전단벽이 연결 벽체의 공동중심선에 대하여 휨변형을 일으키는 합성 캔틸레버와 같은 작용을 하기 때문이다. 따라서 각각의 벽체와 독립적으로 휨변형하는 경우보다 훨씬 더 수평하중에 대하여 강하게 저항 할 수 있다. 이 구조 시스템은 30~40층 정도의 건물에 효율적인 구조시스템이 될 수 있다.

(2) 건축사례

① 상계 주공아파트 (4단지)

아파트 구조는 대개 수직동선을 연결해 주는 엘리베이터를 위한 전단벽코어와 세대간 또는 세대내 공간을 구획하는 전단벽으로 구성되어있다. 이 건물은 국내 최초의 25층 초고층아파트로 지상16층에 개구부를 두고 어린이 놀이터 및 휴식공간을 설치하고 있다. 구조 형식은 지상은 전단벽구조이고, 1층 및 지하는 주차장 및 휴식 공간을 위해 기둥-보 구조를 채택하고 있다. 고층부 외력의 가장 큰 원인인 풍력 감소를 위해 16층에 풍혈을 설치함으로써 해결하고 저층에서 수평변형을 전단벽의 지지가 절대적임에도 불구하고 라멘구조로 대체된 불합리성을 엘리베이터 및 계단실 벽체를 이용, 국부 튜브시스템을 사용함으로써 구조의 안정과 경제성을 도모한 구조물이다.

② 공간 신사옥

이 건물은 오피스와 화랑 등이 복합된 소규모 건물로 전단벽 구조방식을 채용하고 있다. 이와 유사한 규모 건물들이 일반적으로 슬라브, 보 구조형식을 채용하는 것과 대조적이다. 이 건물에서의 전단벽 구조방식의 채용은 대지의 형태와 건물의 조형성 표현의 필요에 의한 것이지만 전단벽 구조를 채용함에 의해 사무공간의 규모가 제한되고 공간의 가변성은 상실되고 있다.

4> 트러스 구조

1) 특성

① 평면 트러스

부재를 조립하는 방법에 따라 킹포스트트러스, 쿼포스트트러스, 하우트러스, 프렛트러스, 와렌트러스로 구분한다. 트러스 구조는 건물 전체로서 사용되지 않는 경우라도 부분적으로 스패인이 큰 보 부재 등으로서 적용되는 경우도 많으며, 라멘구조와의 복합구조로도 사용할 수 있다.

② 입체 트러스

단일 부재를 입체적으로 구성하여 각 부재를 인장 또는 압축의 축력을 받아 입체적인 평형체를 만드는 구조이다. 따라서 입체 트러스는 평면 트러스가 x, y , 2방향으로 설치되어 있다고 보면 된다. 평면트러스가 1방향으로 하중이 전달된다면, 입체트러스인 경우에는 2방향으로 하중이 전달되므로 보다 안정적인 구조형식이라 할 수 있으며 이러한 특성으로 대공간 구조에 많이 적용되고 있다.

2) 건축 사례

① 이화여자대학교 교회

예배당이 지상층으로부터 상부에 떠 있는 형상을 구현하기 위하여 건물 내부에 보를 설치하지 않고 외부에 강력한 트러스를 설치하여 지붕을 트러스에 의해 들려있는 듯한 형상을 구현하고 있으며 교회내부로 빛의 도입도 트러스를 통해 이루어지고 있다. 또한 아주 불규칙하게 얹혀 있는 상부의 트러스는 예수님의 고행을 상징하는 면류관의 의미이며, 밤이 되면 고난의 시대를 밝은 빛으로 비춘다.

② 조르지오 아르마니 부티크

외부 마감에 있어서 인도산 샌드스톤을 적용하고 있어 상당히 이국적인 이미지를 느낄 수 있다. 이 건물은 주로 20-30대의 부유층을 대상으로 하는 의류매장으로 4층에는 상설 갤러리가 설치되어 있다. 공기의 단축을 위하여 주된 구조재는 철골을 사용하고 있으며 매장 및 갤러리에서의 넓은 공간을 확보하고자 층별로 래티스 트러스를 적용하고 있다. 그러나 용도에 맞는 분위기를 연출하기 위하여 철골부재를 노출하지 않고 샌드스톤으로 마감처리하였다. 철골과 샌드스톤의 접합은 돌에 볼트를 달아 접합시킨 것으로 건물 전체가 건식공법으로 진행되었다. 내부 중앙의 엘리베이터 홀은 공중이 유리로 마감되었으며 엘리베이터 홀을 감싸고 있는 계단은 올라갈수록 빛의 양이 많아져 사람들로 하여금 상승감을 느끼게 하고 있다.

③ 인천국제공항 교통센터

인천국제공항의 great hall은 최대경간이 126m인 장스팬으로 3차원 입체 트러스 구조를 도입하여 우주공간을 형성하고 있다. 북측 동서방향으로 전면부에는 래티스 트러스를 안정된 형상인 삼각형태로 구성하여 곡선형 입체트러스를 지지하고 있다.

5> 아치구조

1) 특성

벽돌이나 석재의 조적조에 있어서 개구부를 하나의 부재로 지지 할 수 없는 경우에 쐐기 모양으로 만든 부재를 곡선으로 개구부에 쌓아올린 구조를 말한다. 구조적으로는 상부하

중을 각 꺾음의 접촉면에 수직인 방향의 압축력으로서 하부에 전하고, 아치 하단에 있어서는 바깥쪽으로 벌어지려고 하는 힘이 생기지만 벽을 두껍게 만들어서 안정을 유지한다. 목조건축에 있어서는 보와 같은 수평재에 의해서 상부하중을 지지하는데 비해, 아치는 압축력에 강한 석재나 벽돌의 특성을 살린 조적조의 본질적인 구조방법이라 할 수 있다.

2) 건축사례

① 한솔 사옥

부지여건을 고려하고 수평하중에 적절히 저항하고자 동서측의 대칭분리형 코어구조로 하였으며, 코어의 강성을 이용하여 이를 지점으로 한 아치구조를 도입하였다. 아치의 도입은 상부에서 내려오는 건물의 자중 및 적재하중을 아치를 통하여 건물의 양단의 코어부로 흐르게함으로써 건물의 로비부분에서 기둥이 없는 무주공간의 형성을 목적으로 하고 있다. 이러한 아치의 도입으로 건물의 로비에서의 무주공간의 활용뿐 만아니라 건물의 기둥모듈이 아치에 의해 지상부와 지하부의 분리가 가능하므로 건물의 동서측의 코어부만 전시공한 후 지하부와 지상부의 구조공사를 동시에 시행함에 따라 공기의 단축이 가능하였으며 특히, 지하부의 기둥모듈은 주차여건 등을 고려하여 지상부와는 달리 설정함에 따라 지하공간의 활용도를 높이고 있다.

② 선유교

무지개 다리고 불리는 아치형의 선유교는 서울의 한강시민공원 양화지구와 선유도를 잇는 너비 3~14m, 길이 469m의 보행전용 다리로 빨강, 노랑, 파랑, 초록 등 4가지 빛으로 강 그림자를 만들어내는 야경이 아름답다. 다리의 사용재료는 새로운 소재인 초고강도 콘크리트를 사용하여 가볍고 날렵한 모습을 보여준다. 다리의 바닥과 난간은 환경친화적인 목재로 만들어져 자연스럽고 부드러운 느낌을 주며, 밝은 색조의 다리 구조물과 대비를 이룬다. 선유교는 발 아래로 한강이 흘러, 프랑스 파리센강의 미라보 다리를 연상시킨다고 해서 ‘서울의 미라보 다리’로 불리고 있다.

6> 셸 구조

1) 특성

셸은 부재의 주께가 공간의 크기에 비하여 작은 형상을 가지고 있다. 얇은 셸은 넓은 공간을 덮기 위하여 개발된 구조 시스템이라 할 수 있다.

·돔 : 아치구조를 회전시켜 입체화 한 것으로 반구 형태를 가지고 있다. 돔구조는 아치구조와 같이 형태저항형상이므로 하중을 효과적으로 지지할 수 있다.

·원통 셸 : 절판구조의 박공단면이 곡면으로 변화된 형상을 하고 있다. 원통 셸에 하중이 작용하면 아치 방향으로의 아치 형상에 의한 형태저항을 하게 되나 아치 직교방향으로는 원호의 단면을 가진 보작용으로 하중을 지지하게 된다.

·쌍곡포물면 셸

2) 건축 사례

① 판테온 신전

고대의 가장 큰 돔인 판테온 신전은 서기 123년 로마의 하드리안 황제 통치하에서 로마인에 의해 건축되었다. 판테온 신전은 포졸라나 콘크리트 발명 이후 최초의 일체식 구조를 세우고 장 스패의 난점을 극복한 건축물이다.

② 시드니 오페라 하우스

호주의 시드니에 있는 오페라 하우스는 거대한 배처럼 항구에 높게 서 있으며, 콘크리트 지붕은 마치 돛과 같이 테라스 갑판위에 세워져 있다.

7> 절판 구조

1) 특성

가장 기본적인 형식은 스패방향으로 평행한 접은 부분을 두는 것으로 철근 콘크리트나 강구조로 만들어지는 경우가 많다. 마치 병풍을 펼친 모양으로서 V자형, W자형, 연속 V자형, 자각형이 일반적이다. 절판을 평행으로 접지 않고 각도를 줘서 접으면 끝 부분이 절판이 되고 부채모양의 평면이 많은 극장 등에 이용되는 수가 많다.

2) 건축 사례

① St Mary's High School

전형적인 산형 절판구조이다.

② Casey Junior High School

일반적인 산형 절판구조와는 달리 Z형 요소를 사용한 절판 구조로서 지붕이 마치 기둥 위에 떠 있는 느낌이 들도록 설계되었다.

③ 연세대 포스코 브릿지

연세대학교 제1공학관 4층과 연세공학원 3층을 연결하는 30m의 연결통로이다. 일반 H형 강보로 30m를 건너가자면 보의 총만 1m정도가 소요되므로 주변의 환경적인 요소들을 감안하여 새로운 개념의 설계방법이 도입되었다.

8> 막구조

1) 특성

① 현수 막구조

막면 내에 직접 초기 장력을 주어서 형태를 안정시키는 구조방식으로 구조의 안정성은 이 초기장력에 의하여 주어진다. 이 구조에 의하여 만들어지는 곡면은 일반적으로 안장형 곡면이다.

② 단일 막구조

가장 일반적으로 적용되고 있는 공기막 방식이며, 구조적으로는 단층막으로서 작용, 외기압보다 조금 높은 압력을 막내에 가하여 강성을 준다. 따라서 내부의 공기는 압축재의

역할, 즉 기둥으로서 사용되므로 공기지지구조가 된다.

③ 2중 막구조

주머니 모양의 2중막 사이에 공기를 넣어서 압력을 증가시킴으로서 전체에 면강성을 주어 판모양의 구조방식을 형성한 것으로서, 공기로 지지하는 것이 아닌 공기를 부풀려서 전체로서 강성을 갖게 하기 때문에 일종의 패넌같은 역할을 한다.

④ 에어빔방식 막구조

막으로 실린거 모양의 보를 만들고, 고압공기에 의하여 강성을 갖게 하는 것으로 이중막 방식의 일종이다. 이 에어빔은 선재로서 기둥, 보 또는 곡선재로서 아치 등에 사용되어 그 응용범위는 넓다.

⑤ 골조 막구조

철골프레임 특히, space frame과 같은 골조 위에 덮어서, 막패널의 기능을 수행하는 구조방식이다. 철골 프레임의 막에는 막면의 안정을 위해서, 초기 장력이 도입하고 이에 의해서 외력에 저항한다.

2) 건축 사례

① 강촌 휴게소

적용된 막구조는 단일막 구조로서 텐트와 같은 현수막구조이며 하중은 골조가 부담하고 막은 2차구조재로 사용되고 있다. 특히 강촌휴게소는 순수 우리기술로 설계 및 건립되었고 우리나라 최초의 텐션구조물로 기록되고 있다.

② 여의도 중소기업 제1전시장

공기막 구조를 적용한 국내의 대표적인 사례이다. 전시장의 대공간을 확보하기 위하여 공기막 구조를 채택하고 있으나 단일 막구조를 적용하고 있어 내부기압을 외부기압보다 조금 높게 유지하여 막의 형태를 만들고 내부의 대공간의 활용이 가능하다.

③ 여의도 중소기업 제2전시장

여의도 중소기업 제1전시장과는 달리 2중막구조로 이루어져있다. 상부 지붕의 막은 철골 트러스 구조를 가운데 두고 외측과 내측에 막재가 설치된 2중막 구조이다. 따라서 가운데 트러스가 프레임 역할을 하고 있으며 또한 내막과 외막의 인장재 역할을 하고 있다.

9> 케이블 구조

1) 특성

하중을 받게 되면 케이블은 강성이 없기 때문에 인장력만 생길 수 있는 형태로 변화한다. 작용하는 하중의 형태에 따라 인장 이외에는 다른 응력이 발생하지 않도록 적절한 형태로 변화되어 큰 하중에 저항하게 되며 이러한 특성을 가진 것을 4장에서 형태저항 형상이라고 설명되어지고 있다. 하중에 의한 케이블의 변형은 하중을 수평으로 고르게

작용시키는 것 대신에 케이블의 길이방향으로 등간격의 동일한 하중을 작용시킨다면 케이블의 변형에 의한 곡선의 형태는 현수선이 된다.

2) 건축 사례

① 미네아폴리스 연방준비은행

횡재와 압축재 및 인장재 등 여러 종류의 부재가 조합되어 이루어진 구조이다. 계획적으로는 상부구조에 아치보가 설치되어 상부의 하중이 기중을 통하여 아치에 압축력으로 작용하고 아치는 코어부로 하중을 전달하는 구조로 되어 있다.

② 센트럴포인트 브릿지

서울 서초구 반포동에 있는 센트럴포인트 브릿지는 센트럴시티와 강남성모병원을 이어주는 육교로서, 실용성과 예술성, 조형미 등을 두루 갖춘 초현대식 건축물이다. 난간이 특수 강화유리로 처리된 센트럴포인트 브릿지는 보행자와 차량의 통행량에 따라 빛의 색깔이 자동으로 조절되고 V자형 조형물을 갖춰 야간에는 레이저를 이용한 조명등으로 활용된다.

③ 금문교

샌프란시스코와 마린반도를 연결하는 최단거리에 놓인 현수교이다. 거센 조류와 안개가 많은 날씨 그리고 복잡한 지형으로 불가능할 것으로 예측되었으나 4년 만에 완공하여, 미국 토목학회에서도 7대 불가사의의 하나로 꼽는다.

붉은 색의 아름다운 교량은 주위의 경치와 조화를 잘 이루어, 짙은 안개와 함께 샌프란시스코의 상징이 되었으며 세계에서 가장 아름다운 다리로 꼽힌다.

10> 초고층 구조

① 코아 구조

→ 특성

주거용 건물의 경우 벽체의 배치가 용이하나 사무실이나 기타 상업용 건물의 경우 고정된 벽체보다는 공간 분할의 유연성을 부여하기 위하여 큰 공간이 필요하여 벽체의 배치가 어려워진다. 이 경우 수직 동선과 에너지 분배를 담당하는 부분을 모아 수평하중을 부담하는 구조체로 이용하는 방식이다.

→ 건축 사례

· 동아 미디어 센터

동아 미디어 센터의 구조형식은 철골 라멘구조, 지하층은 철골·철근 콘크리트 라멘구조이다. 지상층은 바닥은 건식 공법의 도입 및 구조물의 경량화를 꾀하기 위하여 철골구조로 하고, 기둥은 철골·철근 콘크리트구조로 계획되어 있다.

· 종로 타워

건물의 사무공간을 전면 공공광장에 최대한 면하도록 하여 외부로 향하는 조망감을 극대화시킬 수 있도록 계획되어있다. 이 건물의 전체적인 형상은 하부의 매스는 중심적인 몸체로서 그리고 돌출된 3개의 원통형 코아는 srj 대한 팔로서 “Top Cloud”를 들어 올리는 형상이다. 코아 샤프트의 강조에 따른 수직적인 이미지와 타원 튜브형 구조물의 결합은 인지도 높은 모서리에 위치하는 건축물을 더욱 강조하기 위하여 극대화된 구조적 표현을 의도하고 있다.

· SK빌딩

이 건물은 기본적으로 라멘구조이다. 이 구조 시스템에 의하여 자연스럽게 외관이 구성되었는데, 불필요한 장식적 용소를 없앤 간결한 형태의 격자 구조이다. 격자는 경쾌하면서도 안정감 있는 건물의 바탕이 된다. 특히 현대적 재료인 알루미늄으로 구성된 이 격자형태는 건물의 중량을 줄이고자 하는 의도이다.

② 튜브 구조

→ 특성

· 단일 튜브 구조

수평하중에 대해 마치 캔틸레버의 거동과 동일한 거동을 하는 시스템으로서, 구조물 내부에 브레이스 또는 전단벽 등은 불필요하다. 튜브 구조의 외벽은 좁은 간격으로 설치된 기둥과 이들 기둥을 상호 연결한 보로 구성되어, 외부 구조물은 구멍이 뚫린 벽체와 유사하며, 여기에 브레이스 등을 부가함에 따라 외벽의 강성을 더욱 증대시킬 수 있다.

· 묶음 튜브 구조

건물의 높이가 높아질수록 골조튜브 방식은 전단지연현상이 심각하게 되는데, 이를 최소화하기 위해 평면 중간 부분에 수평하중과 평행한 방향으로 튜브 구조체를 넣어 수평하중을 지지하도록 하는 방식을 사용한다.

· 이중 튜브 구조

골조 튜브의 강성을 증가시키기 위해서 내부 코아를 가새된 철골구조나 콘크리트 전단벽을 배치하는 방법으로 외부 골조튜브의 전단변형을 감소시키고 외부 튜브와 상호작용으로 회전 저항능력을 향상시킨다.

→ 건축사례

· Jhon Hancock Center

상가, 주차장, 사무실 및 공동주택으로 된 혼합용도의 건물이다. 구조시스템은 기둥과 외곽보 및 대각선 교차 가새로 구성되며, 모든 구조체가 일체로 거동하여 외부 튜브를 형성하고 있다. 대각선 가새의 필요조건들은 건물에 매우 엄격한 기하학적 부담을 안겼다. 건물의 각 면의 대각선 가새들은 웹 축에서 축하중으로 지지되는 바람에 의한 전달력을 출랜지축가새로 직접 전달 할 수 있도록 모서리의 동일 지점에서 교차시켜야 했다.

· Sears Tower

110층의 높이 443m인 철골조 사무소 건물로서 얼마전까지 세계에서 가장 높은 건물이었다. 건물의 구조형식은 각각 $22.9m \times 22.9m$ 인 9개의 튜브가 묶여진 묶음튜브의 형식을 취

하고 있는데, 상층으로 올라가면서 하나씩 set-back되는 형태를 가지고 있다.

· LG 트윈타워

우리나라의 대표적인 튜브구조 형식의 건물이다. 건물의 외주 콘크리트기둥이 3m 간격으로 좁게 배치되어 1m 높이의 콘크리트 외곽보로 32개 층이 그물통처럼 짜여진 전형적인 콘크리트 튜브구조다.

· Land Mark Tower

이 건물은 일본의 요코하마에 위치하고 있다. 지하 2층 지상70층으로 이루어져 있으며 8층까지는 SRG조로 9층이상은 S조로 이루어져 있다.

③ 메가프레임 구조

→ 특성

일반적인 각층 골조구조 시스템과는 달리 몇 개 층마다 강성이 강한 보를 설치하고 각층 단위에는 경량프레임으로 구조물을 형성하는 시스템이다. 이러한 구조시스템은 일반적으로 100층 이상의 초고층구조물에 경제적이다.

→ 건축사례

·포스코 사원아파트 (상록타워)

이 건물은 비록 100층 이상의 초대형 건축물은 아니지만 공기의 단축 및 구조의 안전성, 미래 용도 변경에 대한 가변성과 해체, 증축이 가능토록 철골조의 슈퍼프레임이 도입하여 건설되었다.