

메리츠화재 강남사옥 구조설계



강석규 편집출판위원회 이사
(주)상원구조 대표

1. 건물소개

메리츠화재 강남사옥 빌딩은 지하6층, 지상 30층의 건물로서 지상층은 업무시설 용도이며, 지하층은 판매시설 및 주차시설 용도의 건물이다. 본 건물의 설계는 미국 L.A 소재의 건축설계사무소인 Keating/Kang에서 디자인하였고, 샌프란시스코 소재의 Middlebrook+Louie에서 기본구조설계를 수행하였으며, 국내 건축설계사무소인 (주)신한건축과 구조설계사무소인 (주)상원구조에서 실시설계를 수행하였다. (주)한진중공업 건설부문에서 2002년 말 시공을 시작하여 2005년 말 준공하였으며, 독특한 디자인으로 강남의 랜드마크 빌딩으로 자리잡고 있다.

1.1 건물개요



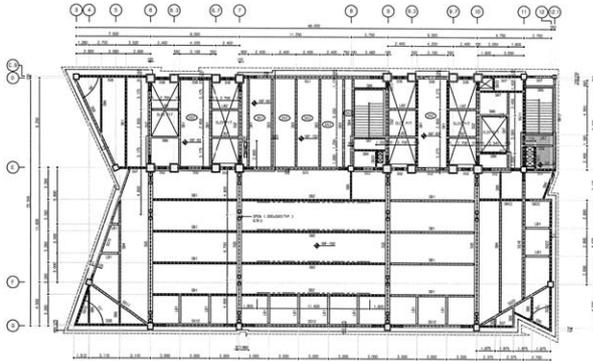
〈그림1〉 조감도

- ① 공 사 명 : 메리츠화재 강남사옥 신축공사
- ② 위 치 : 서울시 강남구 역삼동
- ③ 연 면 적 : 58,175.7m²
- ④ 규 모 : 지하6층, 지상30층
- ⑤ 용 도 : 업무시설
- ⑥ 최고높이 : 147.5m
- ⑦ 구조형식 : 철골구조(가새골조)
- ⑧ 시 행 사 : 메리츠화재(구 동양화재)
- ⑨ 건축설계 : 신한종합건축사사무소
- ⑩ 구조설계 : 상원구조기술사사무소
- ⑪ 시 공 : (주)한진중공업 건설부문

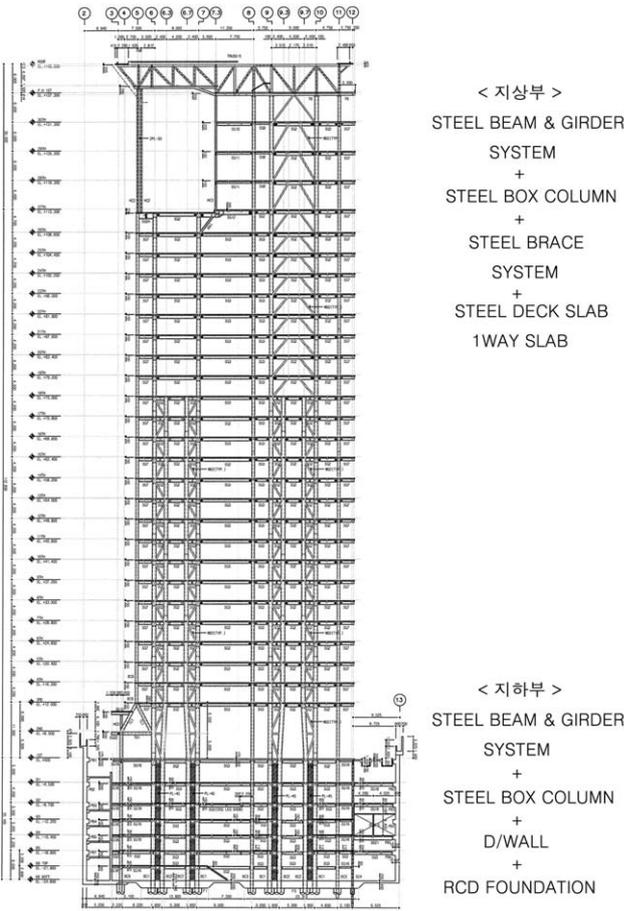
1.2 구조재료

| 사용재료 | 사용부재 | 재료강도 |
|------|-------|--|
| 강재 | 기둥 | Fy = 325 MPa (SM490A) Fy = 325 MPa (SM490TMC) |
| | 보 | Fy = 325 MPa (SM490A) Fy = 235 MPa (SS400) |
| | 가새 | Fy = 325 MPa (SM490A) |
| 콘크리트 | 슬래브벽체 | Fck = 24 MPa |
| | 기초 | Fck = 24 MPa (독립기초) Fck = 35 MPa (RCD 기초) |
| 철근 | | Fy = 400 MPa (SD40) |

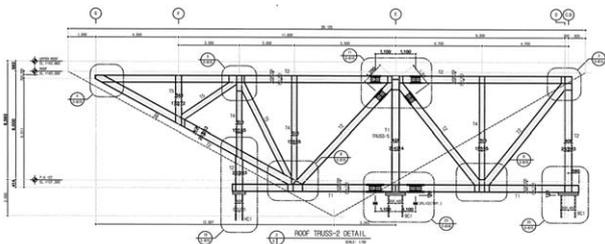
2. 구조평 · 입면도



〈그림2〉 기준층 구조평면



〈그림3〉 구조입면도



〈그림4〉 지붕트러스

3. 설계하중

3.1 적재하중

| 구분 | 적재하중(kN/m ²) |
|---------|--------------------------|
| 옥상정원 | 5.0 |
| 사무실 | 2.5 |
| HELPAID | 5.0 |
| 회의실, 식당 | 5.0 |
| 주방 | 7.0 |
| 기계실 | 7.5 |
| 지하주차장 | 4.0 / 6.0 |

3.2 풍하중 산정

| 기본풍속(V0) | 30m/s |
|----------|-------|
| 노풍도 | A |

3.3 지진하중

| 지역계수(A) | 0.11 (지진구역 1) |
|----------|---------------|
| 중요도계수(I) | 1.2 (중요도 1) |
| 지반계수(s) | 1.0 (지반 1) |
| 반응수정계수 | 3.5 (철골가새골조) |

4. 구조시스템

4.1 지상부 구조시스템

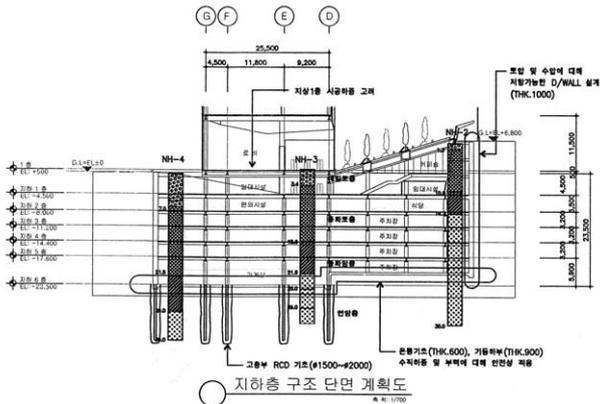
구조형식은 철골모멘트 골조이며 지진하중, 풍하중 등 수평력에 대해서는 가새골조로 저항하도록 계획하였고, 바닥구조는 Beam & Girder 시스템으로 슬래브는 STEEL DECK를 사용하여 일방향슬래브로 계획하였다.

4.2 지하부 구조시스템

1층 바닥슬래브는 지진이나 풍하중에 의한 고층부의 수평반력을 흡수할 수 있도록 슬래브강성을 확보하였다. 지하층 슬래브의 두께는 150 ~ 200mm로 하여 주변의 토압으로 인한 수평력과 수직력에 저항할 수 있도록 하였다.

기초는 고층부의 수직력을 받을 수 있도록 RCD 기초(φ 1500~2000)+지내력독립기초를 적용하였고, 부력에 대하여는

De-Watering시스템을 적용하였다. 지반의 분포상태는 풍화암과 연암층으로 구성되어 있어 소정의 지내력을 충분히 확보하는 것으로 판단되어 허용지내력 $f_e = 500 \text{ kN/m}^2$ 로 계획하였다.

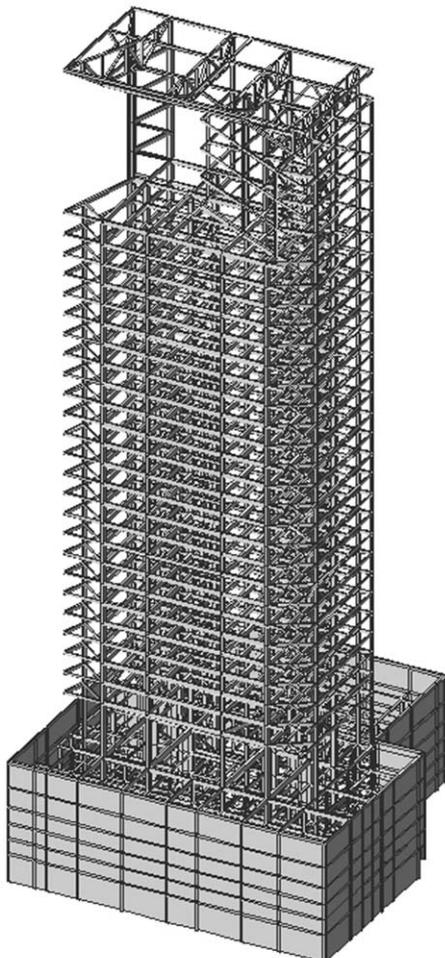


코어부분에 가새를 설치하여 횡력을 저항할 수 있는 가새골조방식을 사용하였다. 2개의 ELEV. 홀은 각각 고층용과 저층용으로 구분되며, 저층용은 19층 바닥까지 형성되어 있다. 이 2개의 코어를 중심으로 가새골조를 형성하여 횡하중에 대하여 효과적으로 제어할 수 있는 구조시스템을 계획하였다.



4.3 횡력저항 시스템

▶ 해석모델



주요 기둥과 보의 접합부는 강접합으로 처리하고, 외부의 작은기둥과의 접합은 힌지접합으로 처리하여 횡하중을 부담하는 골조부와 수직하중만 지지하는 골조부분으로 구분하였다.

코어부 기둥간 배치간격이 좁아서 BOX기둥의 단면이 커지고 철골가새의 효율성이 다소 부족하게 되어 변위제어 및 시공이 어려웠던 점이 아쉽다.

4.4 풍동실험

▶ 풍력측정실험(Force Balance Test)

건물에 작용하는 풍력(6풍력)을 측정하고 이 결과로부터 풍력계수(평균 STD)를 산출한다.

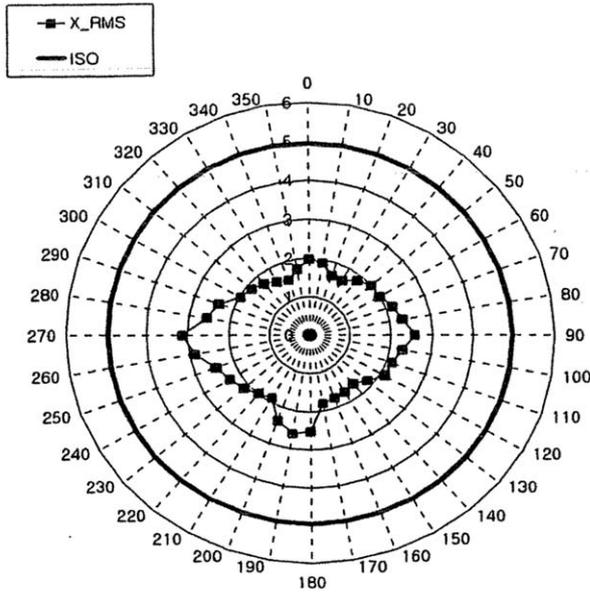
풍력계수는 각 풍속에 대한 건물의 정적풍하중을 산출하는데 사용된다. 측정된 풍력데이터를 사용하여 풍하중 스펙트럼을 구하고 진동변위를 예측하여 전단력, 전도모멘트, RMS가속도응답을 산출하여 사용성평가에 적용한다.

① 최대 진동변위

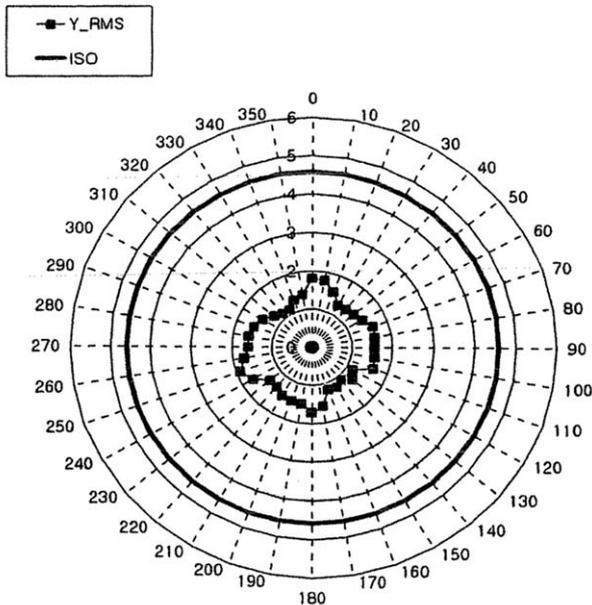
| 방향 | 최대진동변위 | 풍향 | 판정 |
|--------|------------------------------------|------|----|
| X-DIR. | 35.73cm | 260° | 적합 |
| Y-DIR. | 25.67cm | 80° | 적합 |
| Z-ROT. | $-5.08 \times 10^{-3} \text{ rad}$ | 0° | 적합 |

② RMS 가속도응답 및 사용성 평가

| 방향 | RMS 가속도응답 | ISO기준 | 풍향 | 판정 |
|--------|-----------------------|-----------------------|------|----|
| X-DIR. | 2.99cm/s ² | 4.85cm/s ² | 270° | 적합 |
| Y-DIR. | 1.93cm/s ² | 4.48cm/s ² | 250° | 적합 |
| Z-ROT. | 3.17cm/s ² | 4.15cm/s ² | 280° | 적합 |



(a) X-Dir.(단위:cm/s²)



(b) Y-Dir.(단위:cm/s²)

<그림8> 풍향별 RMS 가속도 응답

▶ 풍압측정실험 (Pressure Test)

다점 풍압계를 사용하여 건물의 외장재에 작용하는 국부적인 풍압을 계측하고 풍압계수를 산출한다. 풍압계수는 각 풍속에 대한 국부적인 풍압을 산출하는 데 사용되며 이를 이용하여 외장재의 설계 및 내하력을 검증한다.

① 풍압계수의 최대 최소치

| 항목 | 풍동실험 | | | 설계기준 |
|-----------|--------|---------|------|------|
| | Cpmax | Cpmin | 풍향 | |
| Cpmax의 최대 | 1.7736 | 0.0575 | 100° | 1.6 |
| Cpmin의 최소 | 0.7054 | -3.1024 | 300° | -3.2 |

② 외장재용 풍하중

| 항목 | 설계풍속 | 정압의 최대값 | 부압의 최대값 |
|------|----------|------------------------|-------------------------|
| 풍동실험 | 34.30m/s | 1.68 kN/m ² | -2.28 kN/m ² |
| 설계기준 | 34.30m/s | 1.54 kN/m ² | -2.35 kN/m ² |

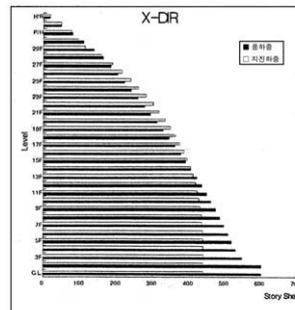
4.5 풍하중과 지진하중 구조해석비교

풍동실험을 통해 건물에 작용하는 풍하중을 산정 설계에 반영하였으며 횡변위 허용치는 H/400를 기준으로 하였고 지진하중에 대한 층간변위는 층고의 0.015배를 초과할 수 없도록 하였다.

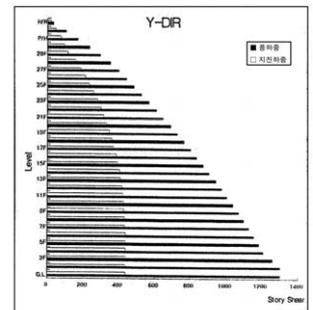
① 층 전단력 비교

| 구분 | 방향 | 풍하중 | | 지진하중 |
|--------|-------|-------------|--------------|-------------|
| | | 풍동실험 | 해석결과 | 해석결과 |
| 밀면 전단력 | X-dir | 4860kN | 6010kN | 4380kN |
| | Y-dir | 7650kN | 13,030kN | 4380kN |
| 전도 모멘트 | X-dir | 483,410kN.m | 471,500kN.m | 444,750kN.m |
| | Y-dir | 570,870kN.m | 1062,160kN.m | 444,750kN.m |

■ X방향 층전단력 비교

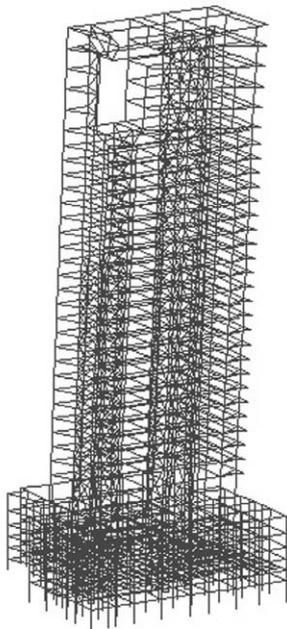


■ Y방향 층전단력 비교

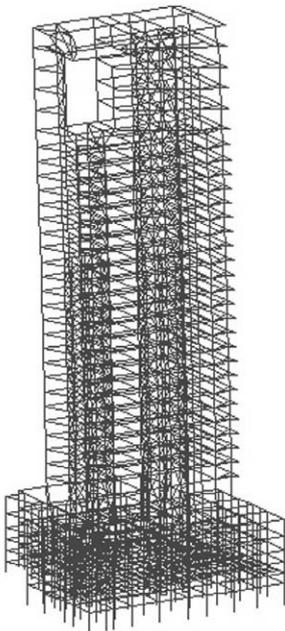


<그림9> 층 전단력 비교 그래프

② 풍하중 변위 검토



| DEFORMED SHAPE | |
|----------------|------------|
| X-DIRECTION | |
| X-DIR= | 2.790E+001 |
| NODE= | 1794 |
| Y-DIR= | 0.000E+000 |
| NODE= | 1 |
| Z-DIR= | 0.000E+000 |
| NODE= | 1 |
| COMB.= | 2.899E+001 |
| NODE= | 1833 |
| SCALE FACTOR= | 3.371E+001 |
| ST: W.X | |
| MAX : | 1794 |
| MIN : | 1934 |
| FILE: | 동양화재 |
| UNIT: | cm |
| DATE: | 04/20/2007 |
| VIEW-DIRECTION | |
| X: | -0.483 |
| Y: | -0.837 |
| Z: | 0.259 |



| DEFORMED SHAPE | |
|----------------|------------|
| Y-DIRECTION | |
| X-DIR= | 0.000E+000 |
| NODE= | 1 |
| Y-DIR= | 3.502E+001 |
| NODE= | 1833 |
| Z-DIR= | 0.000E+000 |
| NODE= | 1 |
| COMB.= | 3.561E+001 |
| NODE= | 1833 |
| SCALE FACTOR= | 2.686E+001 |
| ST: W.Y | |
| MAX : | 1833 |
| MIN : | 1953 |
| FILE: | 동양화재 |
| UNIT: | cm |
| DATE: | 04/20/2007 |
| VIEW-DIRECTION | |
| X: | -0.483 |
| Y: | -0.837 |
| Z: | 0.259 |

〈그림10〉 DEFORMED SHAPE

▶ 풍하중에 의한 수평변위

| 구분 | 층고(H) | 최대변위(ROOF) | | 목표치 | 판정 |
|----------------|--------|--------------------|--------------------|---------|----|
| | | 풍동실험 | 해석결과 | | |
| X방향 (1.0Wx) | 147.5m | 35.73cm (H/413) | 27.90cm (H/528) | 36.87cm | 적합 |
| Y방향 (1.0Wy) | 147.5m | 25.67cm (H/575) | 35.02cm (H/421) | 36.87cm | 적합 |

③ 지진하중 층간변위 검토

| 구분 | 층 | 층고 | 변위량 | 층간변위 (0.015H) | 판정 |
|------------------|------|-------|--------|------------------|----|
| X-dir (1.0Ex) | 30FL | 6.0m | 4.55cm | 9.0cm | 적합 |
| | 27FL | 4.2m | 3.47cm | 6.3cm | 적합 |
| | 3FL | 11.5m | 6.11cm | 17.25cm | 적합 |
| Y-dir (1.0Ey) | 30FL | 6.0m | 3.2cm | 9.0cm | 적합 |
| | 27FL | 4.2m | 2.18cm | 6.3cm | 적합 |
| | 3FL | 11.5m | 2.90cm | 17.25cm | 적합 |

5. 맺음말

본 건물은 풍하중과 지진하중 등 수평력에 대하여 저항하기 위해 코어부에 BOX형 철골기둥 및 가새를 설치하였다. 코어부 기둥간 배치간격이 좁아서 BOX기둥의 단면이 커지고 가새골조의 효율성이 다소 부족하게 되어 변위제어 및 시공이 어려웠던 점이 아쉬움으로 남는다.

공기단축 및 도심지 작업공간 확보를 위해 Top Down공법 및 SPS 공법을 적용하였으며, 2005년 말 준공된 본 건물은 현재 메리츠화재 강남사옥으로 사용되고 있다.