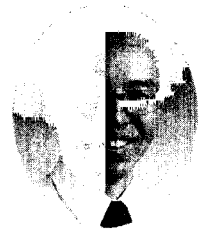
특집기사

분당 삼성 플라자



이 창 남*

1. 건물의 개요

분당 삼성 플라자의 구조에서 특이한 점은 아래와 같다. 첫째로 Typical Floor에서 기둥 Span이 7.8m×12.8m인데 교과서적인 Frame이라면 단변 방향 Span인 7.8m를 2등분 또는 3등분한 위치에 길이 12.8m 되는 보를 배열하여 바닥판의 기본 Module이 3.9m×12.8m 또는 2.6m×12.8m가 되도록 했을 것이다. (그림1의 (a),(b) 참조) 그러나, 여기서는 위의 일반적인 방법과는 달리 12.8m를 4등분하여 바닥판의 기본 Module을 3.2m×7.8m 가 되도록 하였다. (그림1의 (c) 참조) 이는 언뜻 생각에 12.8m나 되는 긴 Span 보에 큰 부담을 주어 불경제적이고 보 높이가 커짐으로 인한 층고의 증가를 초래하여 결과적으로 구조상 불합리할 것이라고 생각하기 쉽다. 그러나 Span이 큰 보는 부담 면적을 줄여서 단위 하중이 작다고 해도 보 높이를 줄이는 데는 한계가 있다. 마치 혼자 택시를 타고 100m만 가도 기본 요금 1,300원을 지불해야 하나, 4명이 타고 1,000m 가서 내려도 1,300원이면 되는 것과 같이 12.8m 보를 택시라고 생각해서 설계하는 것이다.

이를 실현시키기 위해서는 특별한 요법이 있다. 보 높이를 정해 놓고 Flange 단면적을 조정해서 단면 성능을 향상시키는 방법은 기초적인 것이고, 한 걸음 더 나아가서 오히려 보 높이를 대폭적으로 늘려서 상·하 Flange 사이를 설비 덕트 공간으로 활용하는 방안이다. 따라서 이제는 구조 따로 설비 따로의 설계가 아니라, 서로 공존하는 가운데 상승 효과를 얻는 방법을 모색해야 할 것이다.

둘째로 Deck Plate를 거푸집으로 사용한 바닥판 설계에 대한 해명이 필요할 것이다. 원래 철골 구조에서는 Deck Plate를 바닥 슬래브 콘크리트와 일체화하여 합성 설계하는 것이 바람직하겠으나, 당시만 해도 국내에 내화 구조로 지정 받은 Deck Plate가 없었기 때문에 거푸집으로만 쓰는 방법을 채택했던 것이다. 이 문제를 다른 각도에서 생각하면 합성 설계한 Deck Plate는 비록 내

* 센구조 연구소 소장

화 구조 지정은 받았다 치더라도 그것이 실제로 화재에 접했을 때에는 바닥을 그대로 사용하는 것이 거의 불가능함을 알고 대비해야 한다. 그러나, Deck Plate를 거푸집으로만 활용한 경우는 건설 당시 초기 투자가 많은 것이 단점이기는 하나, 평상시에는 Deck Plate가 그 위의 바닥 슬래브 내력에 더하여 추가 안전이 확보되므로 용도 변경이나 기타 사용상 하중 집중 흡수 능력이 커지게 되며, 혹시 화재가 난다 해도 보수 없이 바닥판의 재활용 가능성이 크다는 장점이 있다.

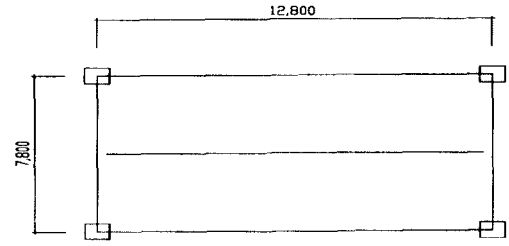
마지막으로 이것이 강구조 학회지에서 다룰 문제가 아니기는 하나, 기존 지하철 역사의 상부와 좌우에 들어서는 구조물이므로 지하철 운행 중에 발생하는 소음, 진동이 신축 구조물에 직접 전달되는 것을 최소한으로 줄이기 위한 조치로 기존 지하철 구조와 신축되는 백화점 골조가 만나는 면에 방진 재료를 끼워 넣는 방식을 적용하였음을 말하고자 한다.

원래 지하철 골조는 상부에 두꺼운 흙을 덮어도 되도록 설계한 것이기 때문에 그 흙 무게에 훨씬 못 미치는 백화점 하중이 올라가는 것은 구조 안전상 문제가 될 것이 없으나 진동 전달은 별개 문제이다. 기존 지하철 벽면과 신축 부위 벽면 사이를 비워 두면 좋을 듯하나 그렇게 한다면 신축 부위 구조물의 다른 한쪽에서 작용하는 편측토압과 수압을 감당하기가 어려워진다. 즉 떨어뜨리지 않으면서도 진동은 전달되지 않게 하는 조치가 필요한 것이다. 한편 지하철 구조와 신축하는 백화점 구조를 아무리 좋은 방진 재료로 격리시킨다 해도 두 구조물의 기초는 역시 지반에 직접 지지할 수밖에 없는 것이므로 진동의 완전한 차단은 불가능하다. 혹시 기초 역시 지반과의 사이에 방진 재료를 끼워 넣는 공법도 가능하겠으나 과대한 비용 부담과 방진 재료 성능과 내구성 때문에 적용하지 않았다.

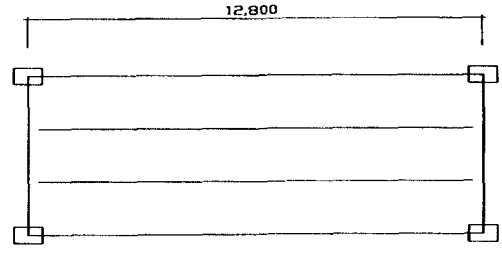
준공 입주후 한번도 현장에 가 볼 기회가 없어서 알 수는 없으나 무소식이 희소식이라는 말대로 별로 큰 문제는 없을 것이라 추측한다.

표 1.1 분당 삼성 플라자 건물 개요

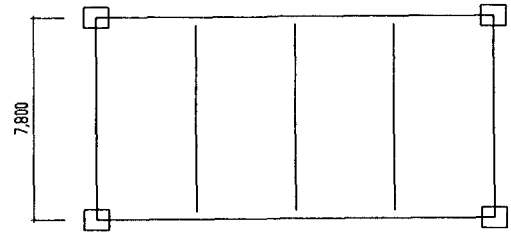
위 치	경기도 성남시 분당구 서현동 263번지 택지개발 사업 지구 C4 블록
주요용도	업무시설, 판매시설, 전시시설, 교육연구시설, 근린공공시설, 주차장
대지면적	15,600 m^2
건축면적	10,810.66 m^2
건 폐 율	69.30 %
연 면 적	118,351.73 m^2
용 적 율	434.98 %
구조방식	철골, 철근 콘크리트구조
건 축 주	(주) 삼성물산 대표이사 신셀길 의 1인
건축설계	원도시건축
구조설계	센구조
시 공 자	삼성건설
준공년도	1997년



(a) 3.9m×12.8m Module



(b) 2.6m×12.8m Module



(c) 3.2m×7.8m Module

그림 1 기본 FRAME

2. 구조 설계 요지

본 건물은 지상층 저층부가 판매 시설, 고층부가 업무 시설로 되어 있어, 지상층 층고의 절약을 위해 설비 Line을 보 밑으로 보내지 않고 보 춤을 키운 후 웨브 Open을 해서 관통시켰다. 그리하여 전반적인 층고의 절약으로 인하여 많은 경제적인 이점을 취할 수 있었다. 또한 지하층에서는 건물 가운데로 지하철이 통과하고 있어 지하철 통과시 진동이 본 건물로 전달되지 않게 하기 위해 지하철 구조물과의 접합 부위 설계에 주안점을 두었다.

2.1 구조 재료

1) 철 근
   KS SD 30 (D10, D13, D16)
   KS SD 40 (HD19 이상)
   : HD32-이음시 Gas압접
2) 콘크리트
   F_C=210 kg/cm^2
   (2층 이상; 1층 기둥, 벽체 포함)
   F_C=240 kg/cm^2 (1층 이하)
3) 철 골
   KS SS 400 및 KS SWS 490 혼용
   KS SS 400-H로 표기
   KS SWS 490-50H로 표기
4) 볼 트 : F10T
5) PIPE : 배관용 탄소 강관

2.2 제반 하중에 대한 분석 적용

1) 고정 하중 및 적재 하중
2) 풍 하 중
   설계기본풍속 : (35m/sec)
   노 풍 도 (B)
   설계속도압 (q)=60 kg/m^2(H=0m에서)
3) 지 진 하 중
   지역계수 (A=0.12) : 지진구역 2
   중요도계수 (I=1.2) : 중요도 2
   동적계수 ($C=\frac{1}{1.2\sqrt{T}} \leq 1.5$)
   기본진동주기 ($T=\frac{0.09\,hn}{\sqrt{B}}$)
   지반계수 (S=1.0) : 지반 1
   반응수정계수 (R=6.0)
   : 이중골조방식 (Dual System)

기본적으로 고정 하중과 적재 하중을 적용하며 횡력에 대하여는 지진 하중과 바람 하중을 비교하여 큰 값에 안전하도록 설계하였다. 내횡력 구조 방식은 Rigid Frame과 Shear Wall로 협력 지지하는 Dual System을 채택하였다.

2.3 구조의 형식 및 선정 계획

2.3.1 주요 사항

1) 주요 Span : 구조 평면도 참조(그림2.)
2) 층 고 : 주 단면도 참조(그림3.)
3) 바닥판 :
   지상층 : Deck Plate
   + R.C. Slab (t=120mm)
   지하층 : R.C.보(or.S.R.C.보)
   + Slab(t=150mm~200mm)
4) 기 둥 :
   지상층 : 500×500, 400×400 H형강
   지하층 : 1400 × 1400 SRC

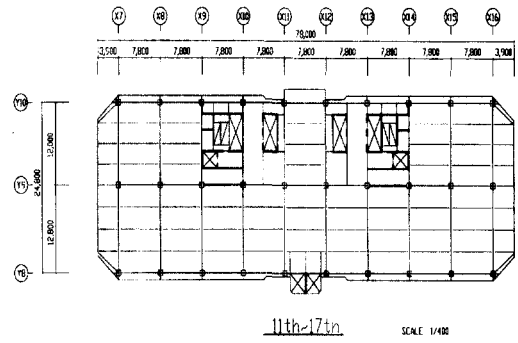


그림 2 기준층(11~17층) 구조 평면도

5) 기 초

독립 기초 (F_e=80 t/m^2, 100 t/m^2)

2.3.2 상부 구조

주요 Span이 7.8m×12.8m인 고층부(20층)와 7.8m×10.4m인 저층부(5층), 그리고 그 사이를 연결하는 연결부(아뜨리움 부분)로 이루어져 있다. (그림3. 참조)

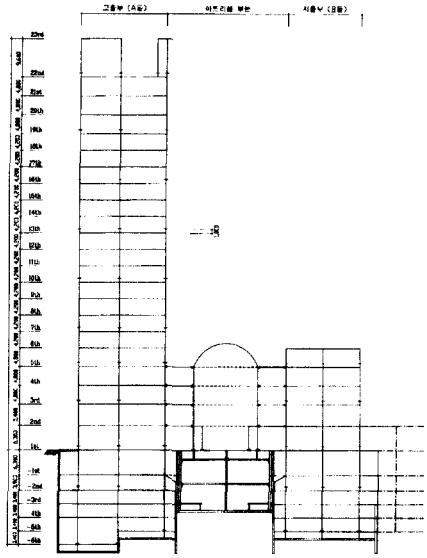


그림 3 주 단면도

12.8m의 장 SPAN 보의 보춤은 단부의 보춤을 중앙부 부분보다 크게 헌치를 두어 단부의 강성을 크게 하고 중앙부에 Camber 두어 과다한 처짐이 생기지 않도록 하였다.(그림4. 참조)

12.8m를 4등분하여 Sub Beam을 보내 큰 보가 이를 부담하는 한편 큰 보의 춤을 충분히 크게 하여 설비로 인한 큰 보의 웨브 Open이 가능하도록 하여 결과적으로 층고를 줄일 수 있도록 하였다.

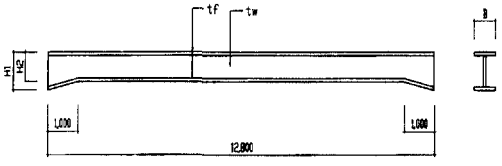


그림 4 장스팬 보의 형태

Sub Beam은 단순 지지로 설계하고 단부 접합은 Web-Bolting을 하였다. 한편 Deck Plate 위 콘크리트 슬래브와 합성으로 설계하여 단면 및 처짐량을 감소시킬 수 있도록 하였다. 합성을 위한 응력 전달은 Shear Connector로 한다.

바닥판은 Deck Plate를 거푸집으로 한 일방향 R.C 슬래브로 설계하였다. 지상층 기둥은 콘크리트로 피복하여 철골·철근콘크리트로 하였으며 철골 기둥의 상,하 이음은 Metal Touch를 고려하여 부분 개선하거나 Metal Touch가 어려우면 100% 개선해서 용접하는 것으로 하였다.(그림5. 참조)

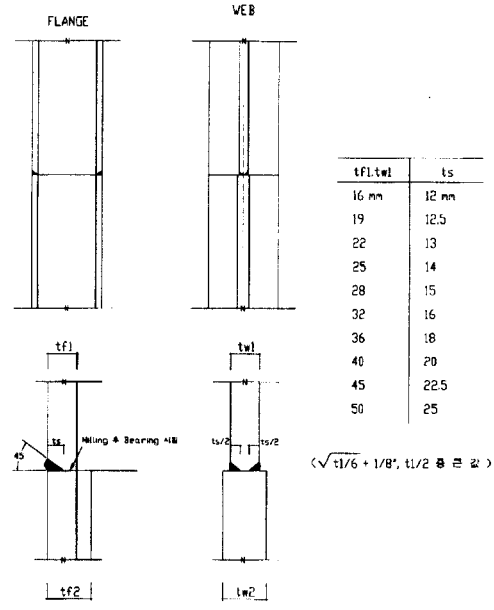


그림 5 기둥 접합 상세

기둥과 보의 접합은 플랜지는 현장 용접, 웨브는 볼트 접합인 강접합을 하여 기둥과 큰 보로 이루어지는 모멘트 연성 Frame이 횡하중에 대하여 계단실과 Elevator Core의 철근콘크리트 전단벽과 공동 대응하는 Dual System이 되도록 하였다. (그림 6. 참조)

수평 STIFFENER (보의 FLANGE 두께와 동일, 단, t≥16mm)

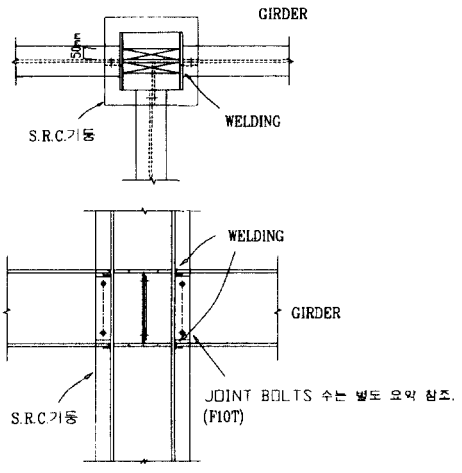


그림 6 강접보 접합 상세

2.3.2 하부 구조

본 건물은 지하실을 철골·철근콘크리트 또는 철근콘크리트로 설계하여야 하는 건축법 시행령에 적법하면서도 가장 합리적인 공법이 지하실 기둥을 철골·철근콘크리트(S.R.C.), 보는 철근콘크리트(R.C.)로 시행하는 것으로 확인되어 이같이 설계하였다. 다만 기둥 Splicing이 이루어지는 지하 2층은 Girder를 시공시 Erection을 감안하여 S.R.C.로 설계하였다.

기초는 경질 지반에 놓이게 되므로 지하실 외벽을 경질 지반 깊숙히 삽입시키고 벽체 하단부는 Toe Grouting으로 차수시켜서 지하실 최하층 바닥 밑으로 스며들 수 있는 소량의 지하수는 영구히 배수하는 De-Watering 공법을 적용하였다. 그리하여 적정한 상향 수압(지하 5층 FL.+2.0m)에 대하여 내수 부재를 설계함으로써 내수 부재를 경제적이고 효율적인 단면으로 설계할 수 있었다.

3. 구조의 특징

3.1 아트리움 설계

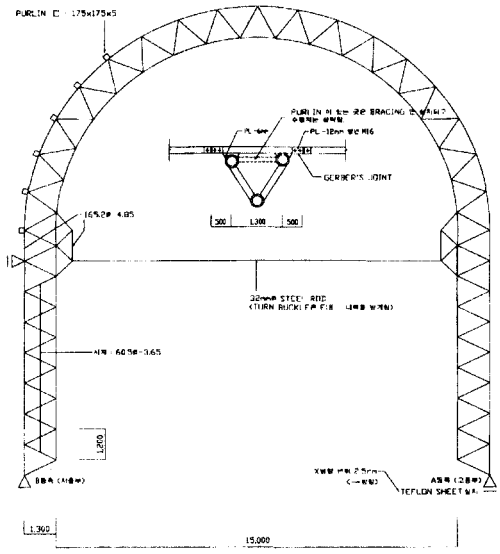


그림 7 아트리움 상세

아트리움의 Main Truss와 Purlin이 접하는 부분에 Gerber's Joint를 설치하여 효과적인 단면설계가 이루어지도록 하였다. (그림7. 참조)

Truss 지지점의 한쪽은 Roller Joint로 하여 정정 Arch로 설계하였다. Roller Joint는 베이스 플레이트에 Slot Hole을 설치하고 Plate 하부에 Teflon Sheet를 깔아 이동이 자유롭도록 하였다. (그림8. 참조)

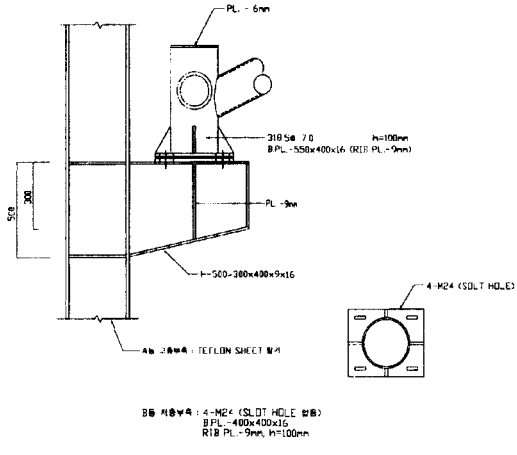


그림 8 아트리움 지지부 상세

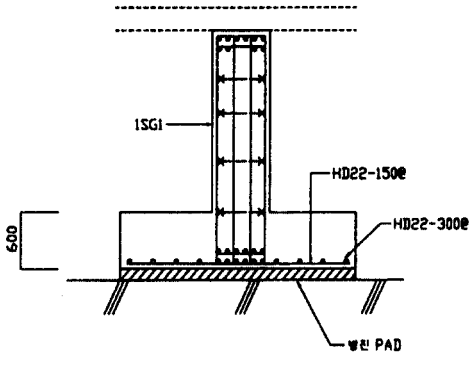
3.2 Construction Joint

지상층 건물 길이가 Expansion Joint의 설치를 필요로 하는 만큼 길기는 하나 Joint를 설치할 만한 적절한 위치가 없으며, Joint 설치로 인한 하자가 설치하지 않음으로 인한 하자보다 크다는 경험을 토대로 하여 생략하되 그 수축 균열을 최소한으로 줄이기 위하여 Construction Joint를 설치한다. 또한 Expansion Joint를 설치할 경우 그것이 Seismic Joint를 겸용하여야 함에 따르는 허용 최소폭을 건물 용도상, 기능상 수용하기 어려운 것이 생략의 동기이기도 하다.

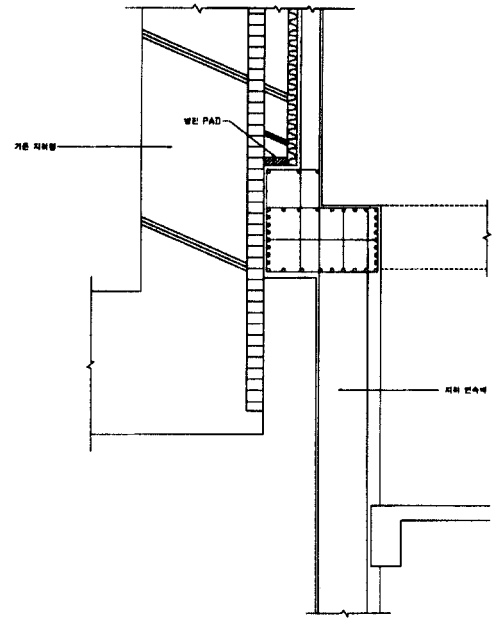
3.3 지하철 진동 방지 대책

기존 지하철 상부를 건물의 일부로 사용하여야 하나 열차 통행시의 진동 소음 전달 범위를 최소한으로 제한하기 위하여 지하철 구조물 위에 설치하는 기둥의 Base Plate밑에 방진 Pad를 끼우고(그림9. 참조), 그 기둥에서 연결된 보가 본 건물 기둥과 만나는 접합점을 Pin으로 설계하였다. (그림10. 참조)

지하철 벽체와 신축 건물 외벽이 만나는 면에도 각 슬래브 Level마다 방진 Pad띠를 끼워서 토압을 전달하면서 진동 영향을 최소한으로 줄이도록 하였다.



(a) 기둥 하부 방진 PAD



(b) 지하철 경계부위 상세

그림 9 방진 PAD DETAIL

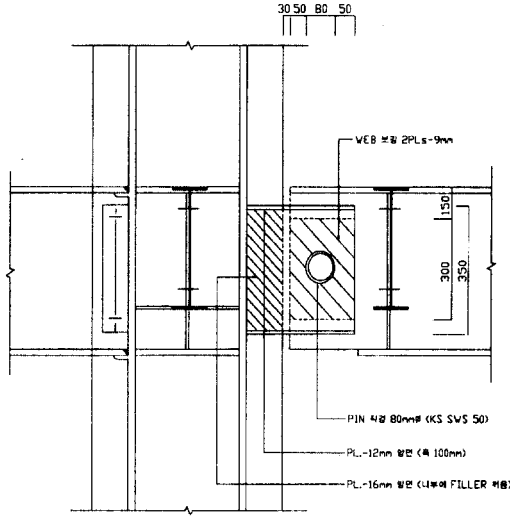


그림 10 지하철 상부 구조물과 본 건물 기둥과 만나는 접합부