

# “P”빌딩 구조설계에 얽힌 이야기

Structural Designed Procedure of “P” Building

李昌男/센구조건축사사무소  
by Lee, Chang - Nam

### 4. 구조체는 변질하지 않는다.

무시못할 인물이 실적을 했다. 그런데 마땅한 자리가 없을 때 그를 위하여 새로운 기구를 마련하는 것을 흔히 본다. ○○정책연구소장, ○○문제연구소장 같은 것이다. 그런데 그들이 거기 앉아 있으면 무엇인가를 만들어 내고 때로는 성과도 있다. 사람은 무한한 가능성을 갖고 있어서 그런 것 같다.

그러나 구조재료나 구조방식은 사람과 달라서 융통성이 없다. 분명히 횡력 저항에 제 구실을 할 것이라고 예상하여 배열하고 이름도 붙여 놓았는데, 그래서 외력이 작용했을 때 끝까지 버티줄 줄 알았는데 생각과 다르다. 별로 저항하는 기색이 없이 항복해 버린다. 약속이 틀리다. 하지만 그 약속이란게 구조장이의 일방적인 짝사랑식의 기대에 불과했으며 구조체는 자기 능력에 맞게 힘을 쓰다가 주저앉는 것이라고 인정해야 한다.

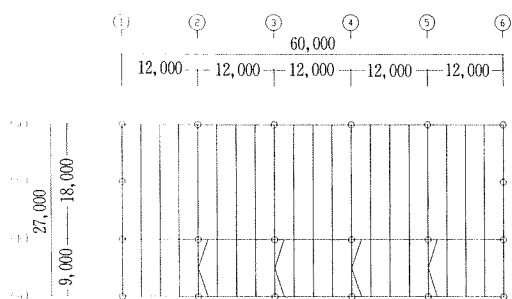


그림 5 P 빌딩 골조 평면도

그림 5(P 빌딩 골조 평면)에서 얼핏 보기에 2,3,4,5열 9m Span 기둥열에 배열한 K-Truss(그림 6 참조)는 무난히 지진과 바람에 견딜 것이라고 지레 짐작하기 쉽다.

그같은 생각은 Elevator 나 계단실, 화장실 등으로 둘러 쌓인 벽체를 콘크리트 Shear Wall로 설계 시공했던 수많은 경험, 그것도 지상 층수가 기껏해야 20여층의 고만고만한 높이의 구조에 익숙해 있기 때문이기도 하다. 즉 콘크리트 Shear Wall 이나 철골조 K-Truss 라면 내횡력 구조로는 만사 O.K. 로 생각하기까지 한다. 한동안 말이 많았던 신도시

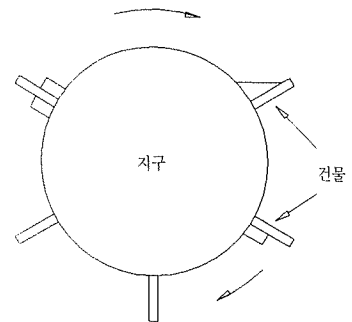


그림 7 건물은 지구에 고정된 CANTILEVER

다층아파트가 예외없이 콘크리트 Shear Wall로 설계되었고, 그들 중 일부는 숫자놀음이나 적용방법을 오용(誤用)하여 억지 합리화를 조작한 구조계산서였음을 아직도 파악하지 못하고 있기 때문이다.

때로는 이른바 라멘구조(Rigid Frame)는 횡력에 별 불일 없다는 고정관념으로 처음부터 “내횡력구조를 K-Bracing”등으로 지정해 버리기도 한다. (필자는 이 같은 행위를 구조체에 이름 붙여주고 계급장 달아주는 것이라고 설명한다.)

아무리 단단한 Shear Wall 이라도, 그럴듯하게 생긴 K-Truss 라도 높이(H)에 비하여 폭(L1)이 너무 좁으면 휘청거리서 횡력을 지지할 능력이 없어진다는 사실을 다소 억지섞인 비유를 들어 설명해 보기로 한다.

아마도 동해안 절벽에다 그림 6의 건물을 놓혀서 붙여 놓았다고 가정해 보라고 하면 지나친 논리의 비약이라고 나무랄 독자가 있을지 모른다. 그러나

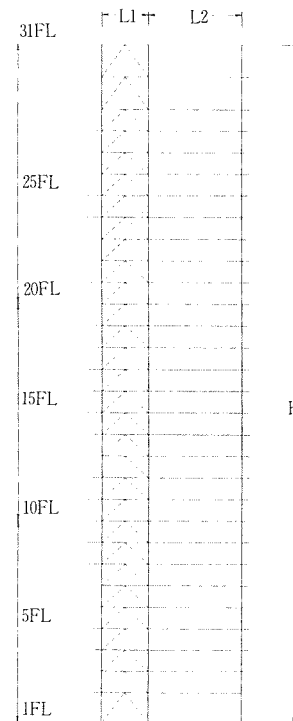


그림 6 30층 K-TRUSS

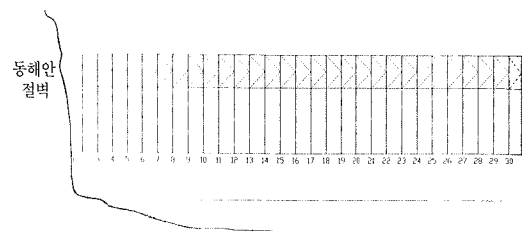


그림 8 300층 K-TRUSS

지구상의 모든 지상 건물은 지구에 Cantilever로 붙어 있으며, 지구가 자전 공전을 쉬지 않음을 알고 있으면 조금도 이상한 생각이 아님을 인정하게 될 것이다.

그림 8은 앞에 말한대로 그림 6을 동해안 절벽에다 붙여 놓은 그림이다.

눈대중으로 보아서 4~5층 짜리였다면 그런대로 붙어 있을 것같은 느낌이 든다. 그러나 그 층수가 점점 많아져서 10층, 20층, 30층이 되면 K-Bracing이 배열되어 있다 해도 별 효과를 보지 못할 것으로 여겨지는 것은 구조장이가 아니라도 쉽게 감지하게 된다.

그래서 P 빌딩에서는 실제로 그림 9와 같이 효율성이 없는 K-Bracing을 삭제 설계하였다.

K-Truss가 위 건물의 횡력 전부를 부담한다는 뜻은 위 그림 8을 더 간략화하여 그림 10과 같게 표현한다는 뜻이 된다.

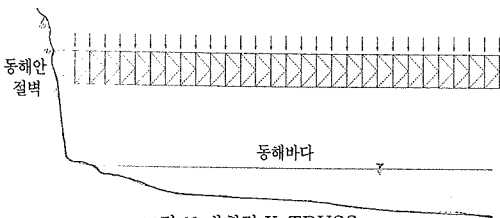


그림 10 내횡력 K-TRUSS

이같은 어려움을 극복하기 위하여 여의도 63빌딩처럼 아래가 넓고 위가 좁은 구조가 유행하며 이집트의 피라미트는 그 형태의 원조라고 할 수 있을 것이다. (그림 11 참조)

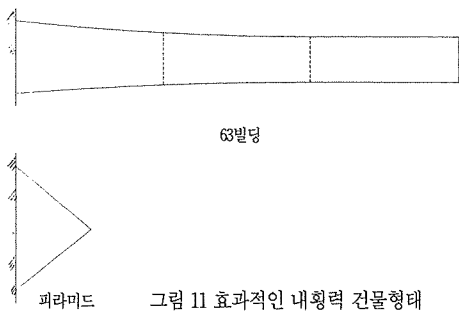


그림 11 효과적인 내횡력 건물형태

건물이 땅에 서 있는 것과 동해안 절벽에 가로 방향으로 붙여 놓은 것의 구조상 차이는 무엇일까? 아마도 건물 무게가 실제의 1/10~1/15 정도로 가벼운 것이라면 절벽에 가로 방향으로 붙여 놓는 것과 비슷한 응력을 나타낼 것이다.

이같은 기본 개념에 익숙해지면 어려운 이름을 붙여서 헛갈리게 하는 즉 Super-Structure, Mega-Structure, Belt Truss, Hat Truss 등의 구조방식도 쉽게 이해하게 될 것이다.

이들을 간략히 설명하면 “힘의 고속도로”를 만들어 주는 것이다.

그림 12에서 Truss로 짠 거대한 기둥과 보를 힘의 고속도로로 삼고 거기에서 작은 도로(작은 기둥 또는 보)들을 연계시키는 수법이다. 즉 작은 부재들로 엮어서 만든 큰 기둥과 보를 단일부재로 간주한 거대한 라멘조라고 생각하면 된다.

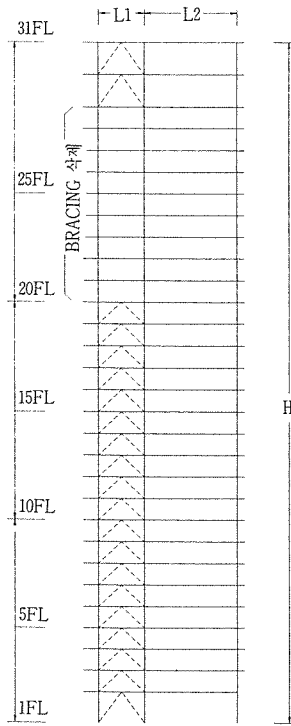


그림 9 K-BRACING 중 효과없는 부재의 삭제

이제 본론으로 돌아가서 P 빌딩의 경우는 앞에 언급한대로 K-Truss 만의 효과로는 미흡하며, 특히 상부 몇개층에서는 K-Bracing이 있으나 없으나 별 차이가 없음이 확인되었으므로 과감히 속아내고 대신 건물 외벽에 면한 기둥과 보를 의도적으로 키워서 협력하게 하였다.

다시 말하면 일반적으로 대수롭지 못할 것이라고 여겨서 소홀히 다루는 외부벽의 기둥, 보를 내횡력구조부재로 활용했다는 뜻이다.

다시 그림 5로 돌아가서 4개조의 K-Truss 만으로는 X방향 횡하중을 전부 부담하기에 부족하므로 활용하게 된 것이 ①열과 ⑥열의 외벽 Frame이다.

이들 Frame을 역시 동해안 절벽에다 붙여 놓은 것이 그림 13이다.

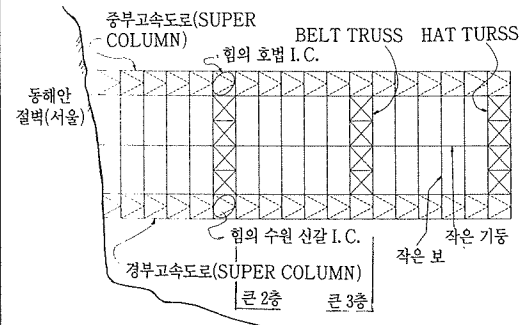


그림 12 힘의 고속도로 (SUPER STRUCTURE)

즉 연직하중만을 걱정한다면 ①, ⑥열에도 ②~⑤열처럼 18m Span 가운데다 별도의 기둥을 추가하지 않아도 될 것이었는데 그것을 추가하고 기둥, 보 단면을 다소 크게 하여 경부, 중부고속도로는 못되더라도 힘의 산업도로나, 고속화도로로 삼는다는 뜻이다. 여기서 한가지 덧붙이고 싶은 것은 이같은 과정에서 건축설계 담당자와 합의만 된다면 매층 보 크기를 갈게 할 것이 아니라 2~3개 층마다에 큰 보를 설치하고 기둥은 연직하중에만 견디게 하는 요령을 부려서 힘의 흐름 경로를 간략화 할 수 있다. 그같은 기법은 필자가 다층 철골조 아파트에 적용하도록 권장하는 Skip Floor Frame System이다. 최근 유행하고 있는 몇개의 주상복합건물들에 이 구조방식을 적용하여 곧 시공될 것임을 밝혀둔다.

이같은 복합적인 힘의 효율적 흐름방향 파악 및 대응책의 개발은 서울시 교통상황실 Computer 앞에 앉아 도로교통사정을 분석하는 전문가처럼 고도로 훈련된 구조기술자라야 가능하며 제 아무리 잘 된 Computer Program 이라도 알아서 답을 내 주지는 못함이 유감스럽다. (다음호에 계속)

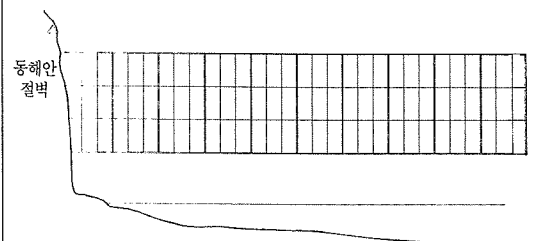


그림 13 외벽 내횡력 FRAME