기고

54층건물 구조계산을 하면서 6

FEATURE

Structural System of the 54 story Building

by Lee Chang Nam

이창남 /
건축사 사무소 센구조

갑자기 몰아닥친 일을 처리하느라 몇 달간 얘기가 중단되었음을 용서 바란다. 이 번 호에는 건물이 고층화함으로 인하여 야기되는 뒷 이야기를 해 볼까 한다.

1. 건물의 키 대보기

우리는 층 수가 많은 건물을 "고층건물"이라 부른다. 그러나 필자는 그 용어 자체를 못마땅하게 여긴다. 10보다는 20이 많고 30은 20보다 많다. "많을 多字", 그렇다면 30층 건물이 20층 건물보다 "多層建物" 이라면 모르되 "高層建物" 이란 말은 적당하지 않다. "높을 高字" 가 들어가야 한다면 "高昇建物" (High Rise Building) 또는 "높은 건물" 이나 "키 큰 건물" 이라 부르면 어떨까?

요즈음에 와서는 건물의 층 높이를 줄이는데 경쟁이라도 하듯 혈안이 되어 설계하다 보니 방금 구조 계산이 끝난 한무호텔은 지상 33층인데도 전체 높이는 109.3m에 불과하다. 이는 공용부분을 제외한 객실 층고를 2.8m로 설계했기 때문이다.

또한 지상 24층의 올림픽 아파트는 층고가 2.6m로 해결되었으므로 전체 높이는 겨우 62.4m일 뿐이다.

필자는 세상에 태어나서 항상 손해만 보고 산다. 키 크고 무거운 사람들 때문에 그들을 기준으로 하여 만든 기성복을 같은 돈 내고 사다가는 매번 가랭이를 잘라버려야 하고, 비싼 돈 주고 산 가죽 허리띠도 눈 딱 감고 끊어버려야 한다.

유럽 어느 기관에서 연구 발표한 바에 의하면 인간의 가장 이상적이고 효율적인 키는 150cm라고 한다. 길러서 소나 돼지처럼 잡아먹을 것도 아닌 사람이 크고 무거워야 할 이유는 단순 육체노동자나 농구, 씨름 선수들처럼 근육으로 먹고 살아야 하는 사람들에게나 타당할 것이다.

사람이 만물의 영장인 것은 그 힘이 코끼리처럼 세서도 아니고, 그 용맹함이 사자보다 나아서가 아니다. 또한 기린처럼 키가 커서도 아니며 오직 그 머리가 기차게 잘 돌아가기 때문이다.

단순 육체노동자도 마찬가지다. 한 사람의 생산성은 그 생산량을 그가 차지하는 공간과 먹고 마시고 산소를 숨쉬고 또한 온갖 소비재를 사용하고 배설하는 량의 합으로 나눈 값이라고도 정의할 수 있을 것이다.

키 큰 사람들을 유난히도 좋아하는 이들은 이 생산성을 계산해 낼 능력이 없는 골 빈 자들이기 때문이라는 애교있는 역설을 키 작은 피해자들을 대변해서 지껄여 본다.

키 큰 사람들만 아니라면 건물의 층고를 더 낮추어도 된다. 천장 높이를 2.1m로 낮출 수 없는 이유는 1.8m 이상 되는 키 큰 사람들 때문일 것이다.

그래서 공사비는 올라가고 건물 유지비는 비례해서 많아지니 임대료가 비싸지고 이에 따라 모든 생산비가 올라가게 되어 있다.

세금 좋아하는 나으리들이 "空間占有稅" 는 왜 못 만들어 내는지 의심스럽다.

본론으로 돌아가서 최근에 공사 또는 설계된 건물들의 키(높이)를 대 보면서 그 효율성을 비교해 보기로 하자.

그림 1은 K.T.C. 의 높이를 근간에 화제가 되고 있는 대한생명과 럭키금성빌딩 및 곧 공사 발주 예정인 한무호텔(지상 33층, 지하 5층), 올림픽아파트(최고 지상24층), 및 한무호텔과 그 구조 system이 비슷한 힐튼호텔(지상22층)과 비교 설명함으로써 건물 높이와 층고의 관계를 검토해 보기로 한다.

지상 54층 건물 K.T.C. 의 평균층고는 4.2m이며 지상60층 대한생명의 평균층고는 4.08m이다. 한편 34층 럭키금성은 3.94m로 스팬이 큰 사무소 건물의 평균층고는 4m 내외로 설계되었다. 그러나 한무호텔은 평균층고 3.31m, 올림픽아파트는 불과2.6m여서 건물의 층수 만으로 건물의 키를 비교하는 것은 의미가 없다.

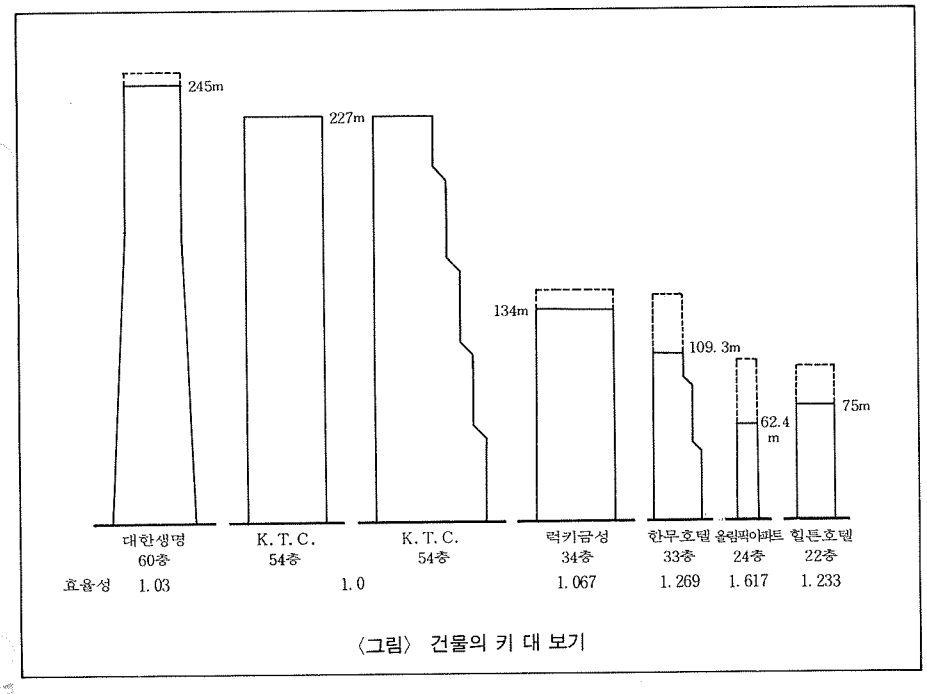
각 건물의 상부에 점선으로 표시한 높이는 K.T.C. 의 평균층고 4.2m를 기준으로 하여 다른 건물들도 같은 층고로 설계하였을 경우의 건물 높이이다. 여기에서 올림픽아파트의 높이는 K.T.C. 의 62%의 층고밖에 안되는 것을 발견할 수 있다.

키가 크면 시원하기는 하다. 등소평보다는 서수남씨가 훤 - 하다. 건물의 층고가 높으면 냉난방, 설비닥트, 각종 배관이 쉽고 우선 설계하는데 신경이 덜 쓰여서 좋다. 그러나 건물의 체적이 늘어남에 따르는 각종 건축 자재와 유지 보수비의 증가는 막을 길이 없다.

건물의 외벽을 둘러 쌓는 curtain wall 과 유리값은 기성복이 아닌 맞춤복과도 같아 그 표면적에 비례하여 공사비가 들어가게 된다.

수직배관되는 상하수도, 전선관의 길이는 올림픽아파트가 K.T.C. 의 62%면 될 것이고 계단 논슬립과 Elevator Rope 도 62% 면 될 것이다.

덩치값은 못해도 허우대만 늘씬하면 좋은 신랑감인지 생각해 볼 일이다.



〈그림〉 건물의 키 대 보기

2. 철골건물과 철근콘크리트 건물의 키 대보기

주어진 대지 내에 법으로 허용하는 최대한의 공간을 확보하려는 건축주의 욕심과 그를 즐겁게 해 주고 실력을 과시하려는 설계 담당자의 노력은 구조장이가 보 높이를 아무리 줄여 줘도 만족스러워 하지 않는다. 보 높이를 흥정하는 대화 중에 한 마디 꼭 끼어드는 것은 돈이 좀 더 들더라도 철골조로 설계하면 층고가 줄어들게 아니냐는 질문공세이다.

슬래브에는 철근이 배근된다. 그런데 그 철근 사이 사이에는 전기 전화 배선을 위한 conduit pipe 가 배관되어야 한다. 따라서 구조에서 슬래브 두께는 어느 이하로는 줄여봐야 헛수고이다.

철근콘크리트보는 슬래브와 일체로 되어 있어서 슬래브 두께도 보 높이의 일부로 취급된다. 그리고 철근콘크리트 보에는 별도의 내화피복이 필요하지 않다. 즉 슬래브 상단에서 보 밑까지 전체가 보 높이에 해당되어 허실이 전혀 없다.

한편 철골조에서는 슬래브와 보의 내화피복을 뺀 나머지가 보 높이이므로 기본적으로 빠져나가는 두께가 적어도 15~20㎝ 는 된다. 슬래브와를 합성보로 설계하면 도움이 되기는 하나 shear connector 의 비용이 추가되며 또한 보의 단부가 고정일 때는 굳이 합성보로 설계해 봐야 도움이 되지 않는다. 합성보에서 슬래브의 역할은 철근콘크리트 T-Beam 처럼 압축부재로 이용되는 것인데 단부 고정보에서는 중앙부 모멘트 값이 크지 않으므로 구태여 슬래브의 압축 내력까지 이용할 이유가 없기 때문이다.

한편 보의 단부를 단순 지지로 설계하면 중앙모멘트가 커지므로 합성설계를 한다해도 보의 단면이 그다지 줄어들지 않게 된다. 보의 단부를 고정시키는 접합상세로 Bracket Connection을 적용하면 그 또한 Joint 부위의 Cover Plate 및 Bolt 때문에 Construction Height (구조높이) 가 추가된다.

이래 저래 20㎝ 정도를 기본요금으로 떼어놓고 보면 높이 60㎝의 철근콘크리트 보는 높이40㎝의 H 형강과 비교하게 된다. H - 400×300 표준보의 Bending 내력은 40 tim 정도이고 높이 60㎝ 의 철근콘크리트 보도 Bending 내력이 40tim 가 되도록 배근할 수 있다. 즉 피장파장이라는 뜻이다.

한무호텔이 기본설계 당시에는 철근콘크리트조로 설계된 것을 도중에 철골조로 바꿨다. 원래 철근콘크리트조를 계획했던 평면을 그대로 두면서 같은 층고의 철골조로 바꾸는 데는 많은 어려움이 뒤따랐다.

철근콘크리트조는 낮은 건물에나 적합하고 철골조는 높은 건물에 합리적일 것이라는 고정관념으로 인하여 값싼 철근콘크리트조가 외면당하는 경우를 종종 보게 된다. 그 원인 중에는 철근콘크리트조가 철골조 보다는 신빙성이 적고 기둥 크기가 용도에 지장을 준다는 실질적인 이유 이외에 일종의 유행이나 허영심같은 요인이 작용하는 감도 없지 않다고 느끼곤 한다.

일본은 철골조를 선호하는 경향이 크고, 미국은 반반, 유럽지역은 철근콘크리트조가 많다는 것은 잘 알려진 사실이다. 다만 이번 한무호텔에서도 기본계획 당시의 철근콘크리트조에서 철골조로 변경된 이유가 공기단축과 동기공사 중의 고강도 콘크리트 품질관리문제였음을 밝혀둔다.

이들은 우리 엔지니어들이 철골공사에 쏟는 정성을 철근콘크리트조에서도 아끼지 않는다면 충분히 극복할 수 있는 것임을 확신하는 바이다.

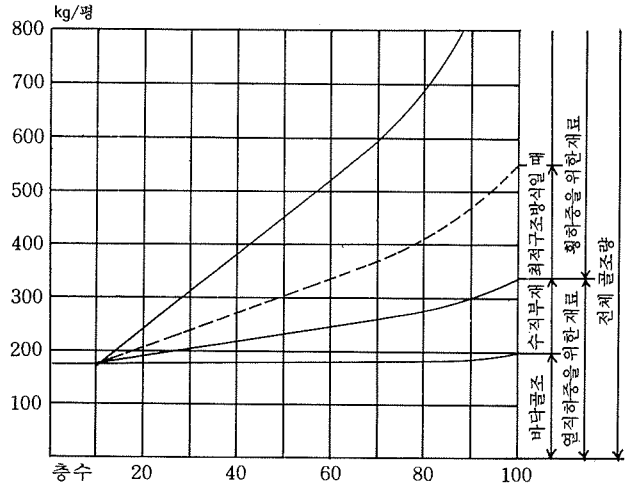
필자는 철근콘크리트의 품질관리를 철저히 하여 고강도 콘크리트를 보증하는 국내 건설업자의 출현을 기대하며 이런 우수업자에게는 공사비 단가를 올려줄 수 있다는 특별법의 제정이 요구된다고 믿는다. 그런 제도 없이는 레미콘공장, 콘크리트 단종업자, 철근 단종업자의 공사 단가를 후려치는 Gene - con 의 횡포가 사라지지 않을 것이며 철근콘크리트 공사의 질적 향상은 어렵다고 생각한다.

또한 이런 상황에서는 당분간 철근콘크리트조와 철골조의 1:1 의 키 대 보기는 의미가 없으며 미국에서와 같은 100 층짜리 철근콘크리트 아파트의 출현은 불가능하다고 생각한다.

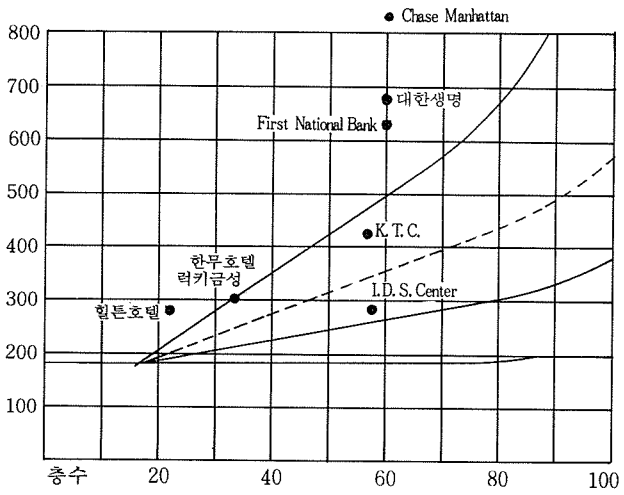
3. 골조 공사비의 비교

건물의 평당 골조 공사비를 물어오는 경우가 많다. 그 목적이 다른 건물과 비교해서 경제적으로 또는 불경제적으로 설계 되었는지를 판단하는 기준으로 삼으려 하는 저의를 파악했을 때는 다소 당황하게 된다. 같은 대지에 짓는 같은 높이, 같은 스팬, 같은 용도 및 같은 재료의 건물들간의 경제성 비교라면 의미있는 일이겠으나 이들 중 어느 하나라도 서로 다를 때의 1:1의 경제성 비교는 가치가 없다. 그러므로 정확한 경제성 비교가 가능한 경우는 한번 설계한 건물을 같은 조건하에서 다시 설계했을 때라 할 수 있다.

키 큰 건물의 평당 골조단가는 건물의 높이가 높아짐에 따라 증가한다. 30층 건물의 평당 단가와 60층 건물의 그것과는 다른 것이다. 그림 2는 미국책에서 발췌한 건물 높이별 개략 철골량이다. 이 그림이 어떤 공신력을 갖는 것도 아니고 Bible 이나 되는 것도 아니지만 심심풀이로 앞서 키 대보기 한 5개의 철골건물에 사용된 강재량을 비교해 보면 〈그림 3〉과 같다. K.T.C., 한무호텔, 럭키금성빌딩은 겨우 낙제를 면한 설계인 반면 대한생명과 힐튼호텔은 다소



〈그림 2〉 높은 건물의 높이별 개략 철골량kg/평



〈그림 3〉 건물의 철골사용량(예) kg/평

불경제적으로 설계된 건물이 아닌가 하는 설명이 된다. 다만 이들 철골량들은 비공식적인 경로를 통해 입수한 값이며 또한 동일한 방법과 기준의 견적도 아니므로 실제와는 다를 수도 있을 것이다. 따라서 이 이야기는 독자의 이해를 돕기 위한 참고자료 또는 일종의 예화(例話)에 지나지 않는다.

윗 그림은 미국책의 내용 중에서 뽑아낸 것이므로 일단 미국 건물들을 기준으로 작성한 것이라고 가정할 때 우리 나라의 철골건물들의 사용 강재량이 비교적 많다는 설명이 된다. 일반적으로 알고 있기로는 미국의 건물공사 단가가 높으며 그 이유가 노임이 크기 때문이라고 한다. 또한 들리는 바에 의하면 그들은 노임이 적어진다면 강재량은 더 드는 한이 있더라도 그 방법을 택한다고 하는데 필자가 이번 한무호텔 설계와 K.T.C. 설계에서 겪은 미국사람대 일본사람의 비교는 전혀 반대였다고 생각한다. K.T.C. 의 일본사람들과는 필자가 매번 부재의 크기와 노임을 깎아내리기 위해 싸워야 했고 한무호텔의 미국사람들과는 너무 아슬아슬한 단면 및 방식으로서의 설계를 못 받아들이는 입장을 설명하느라 진땀을 빼야 했다. 역시 "철골구조"는 미국쪽이 훨씬 선진국이며, 자유자재로 자신있게 사용하는 것을 읽을 수 있었다.

물론 미국이라고 해서 하나같이 경제적인 설계만 하는 것은 아니다. 기록에 의하면 60층 건물인 Chase Manhattan (New York)은 890kg/평인가 하면 같은 60층 First National Bank (Chicago)는 613kg/평이고 57층 I.D.S. Center (Minneapolis)는 불과 289kg/평으로 설계되었다고 한다.

경제적인 설계라는 뜻은 안전하고 구조물의 목적을 만족스럽게 달성시켜 주면서 싸게 지을 수 있도록 하는 것이다. 위험을 무릅쓰고 단면을 깎아내리고 사용상 지장을 줄 정도로 변형을 일으킬 만큼 약하게 해서 값이 싸진 것은 경제적인 설계라고 할 수 없을 것이다.

모르면 용감하다고 한다. 술 취한 사람이나 정신 나간 사람은 겁이 없다. 깜짝 놀랄만큼 위험스러운 건물을 돈 받고 설계해 주는 돌팔이 구조장이들이 흔한 세상에 이런 내용의 글을 써 내기가 염려스럽기까지 하다.

다시 〈그림 2〉로 돌아가서 강재 사용량의 부분별 소요량을 살펴보면 바닥 골조비는 층수의 증가에 따라 매우 완만한 곡선을 이루며 커지고 있음을 발견하게 된다. 한편 기둥이나 벽 등 연직하중 지지를 위한 부재는 층수의 증가에 따라 대략 직선적인 증가를 보여주며 횡하중을 지지하기 위한 구조재료는 층수의 증가에 따라 급속한 곡선적인 증가를 가져오는데 이는 건물의 횡력에 의한 응력이 그 건물높이의 제곱에 비례하기 때문이다.

앞의 한무호텔의 층고는 낮으면서도 철골량이 대폭 감소되지 않은 이유는 층고를 지나치게 낮춤으로 인한 부작용과 원래 철근콘크리트조로 설계했던 건물로서 철골조로의 효율성에 미달하는 짧은 스팬의 건물이기 때문이다.

모든 구조재료와 구조방식은 그들 나름대로 적합한 용도가 따로 있다.

키 큰 사람은 농구선수로 적합하고 뚱뚱한 사람은 역기나 레스링 선수가 적격인 것처럼 철골구조도 가장 경제적인 설계를 목적 그 자체로 한다면 그에 맞는 모든 조건이 갖추어져야 한다.

미국에서는 높은 건물의 바닥 슬래브에 경량 콘크리트를 사용하는 것이 일반화 되어 있다. 또한 Sub Beam으로는 Lattice Truss (기제품)을 써서 철골 사용량을 대폭 줄이기도 한다. 한편 현장 용접의 신빙성 향상으로 인하여 기둥과 기둥, 기둥과 보의 이음과 접합을 현장용접으로 단순화 함으로써 Cover Plate 와 Joint Bolt 등 접합부재 중량을 대폭 감소시키고 Joint 부위의 단면손상 방지로 인한 철골부재의 효율적 이용은 더더욱 전체 철골량의 감소를 가져오게 하고 있다.

또 한 가지 무시 못할 요인은 우리 나라 건축사들의 필요 이상의 과잉 Design 우위사상이 골조 공사비의 상승을 부채질 한다는 사실이다.

옛날 우리 할아버지들은 대들보·서까래 등 모든 구조재를 노출시켜 집을 지었는데 무슨 이유로 골조는 작아야 하고 감추어져야 하는 것으로 알고 있는지 알 수 없다.

다소 장황한 설명이 된 듯하나 위의 한무호텔의 골조 공사비는 비정상적일 정도로 층고를 낮추면서 그림의 곡선 이내에 머물도록 한 것은 일단 성공적이며 골조 공사비 이외의 다른 모든 공사비의 절감과 앞으로 있을 건물 유지 보수비의 절약은 건축주에게 큰 이득을 줄 것으로 확신하는 바이다.

올림픽아파트를 비교 대상에서 제외시킨 이유는 그것이 다른 건물들과는 달리 철근콘크리트조이며 또한 냉방닥트가 없기 때문이다.

4. 키 큰 건물의 흔들림

국민학교 6학년 어린이의 키가 160㎝ 라면 "키가 크다"고 한다. 그러나 같은 160㎝의 키라도 대학 졸업반이라면 "키가 작다"라고 한다. 또한 같은 160㎝의 키라도 그 체중이 80㎏ 나간다고 하면 키가 크다, 작다라고 하는 것이 아니라 "뚱뚱보"라고 부른다. 이 "뚱뚱보"라는 말의 이면에는 "키가 작다"라는 뜻이 숨어 있는 것이다.

건물도 마찬가지다. 100ton 용량 Crane이 달린 20m높이의 단층 공장은 같은 높이 20m의 6층 사무실보다 훨씬 높은 건물이다. 앞의 공장 건물은 횡력에 대비한 특별한 고려가 필요한데 반하여 사무실 건물은 횡력 검토 없이 구조계산을 끝마칠 수가 있다.

또한 같은 160㎝ 키의 학생이라도 체중 80㎏짜리가 40㎏ 짜리보다 뚝심이 더 있는 것처럼 같은 높이의 건물이라도 옆으로 퍼져 있으면 호리호리한 건물보다 안전한 경우가 많다 (바람하중에는 거의 예외가 없으나 지진하중에 대해서는 그 반대 경우도 있음은 건축사지 3월호에서 배운 바 있다.

건축사님들이야 예외겠지만 건축주들 중에는 건물이 바람이나 지진에 흔들린다는 사실조차 인정하려 하지 않는 분들이 의외로 많다. 바람이 불거나 지진이 오면 모든 물체는 흔들리게 마련이다. 굴뚝이 흔들리고 나무도 흔들린다. 낮은 건물은 적게 흔들리고 높은 건물은 많이 흔들린다. 낮은 건물과 높은 건물의 꼭대기가 같은 량 만큼 흔들린다면 낮은 건물이 더 위험하다.

구조계산에서 안전하다고 인정하는 건물의 흔들림 값은 제법 크다. K.T.C.에 지진이나 태풍이 왔을 때 허용하는 최대 휨은 50㎝ 가량 된다. 우리는 이 값을 안전치라고 한다. 한편 올림픽아파트의 경우는 최대 흔들림을 14㎝ 밖에 인정하지 않는데 이는 그 흔들림의 허용치가 높이에 비례하기 때문이다.

건물의 횡력을 받는 면이 좌우 대칭이 아닐 때는 흔들릴뿐 아니라 꽈배기처럼 꼬이기까지 한다. K.T.C.는 이런 점에서 매우 불리한 구조물이며 구조적으로 "병신건물"이라고 혹평을 받아 마땅하다.

K.T.C.에는 기둥열이 10개가 있다. 그런데 A, B, C ~ J 까지의 10개 기둥열 중 A, B, C, D 4개열은 13층, 27층, 41층, 52층이고 나머지 E ~ J열의 6개 열은 54층이다.

건축계획상 기둥 외각 크기는 13층이나 54층이나 같아야 한다. 그리고 또한 알아두어야 할 사항은 Box Column으로 제작 가능한 철판 최소두께는 국내 용접기술 능력상 19㎜이므로 당연히 건물의 강성중심 (Center of Rigidity)은 A열 쪽으로 치우치게 된다. (그림 4참조) 바람하중의 중심은 건물의 강성중심에서 e만큼 떨어져 있으며 이 편심거리에 의하여 건물에 뒤틀림이 생기게 된다.

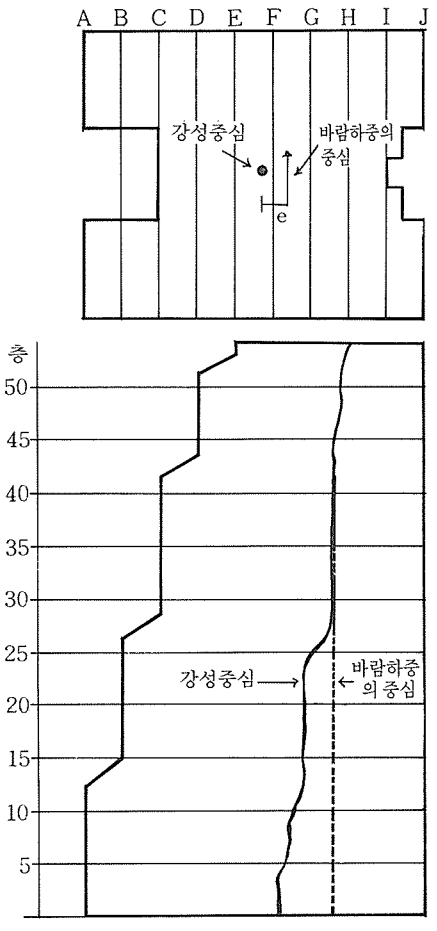
왼손으로 책가방을 들고 가면 왼쪽 어깨가 내려가고 왼쪽 신발이 더 달아지는 것처럼 J열측 기둥들은 A열측 기둥들보다 더 많은 횡력을 지탱해야 한다. 즉 단면을 더 크게 하여야 한다.

그림 5는 K.T.C.의 비대칭 골조로의 설계로 인하여 각 Frame에 작용하는 횡력 보정치를 나타내는 그림이다.

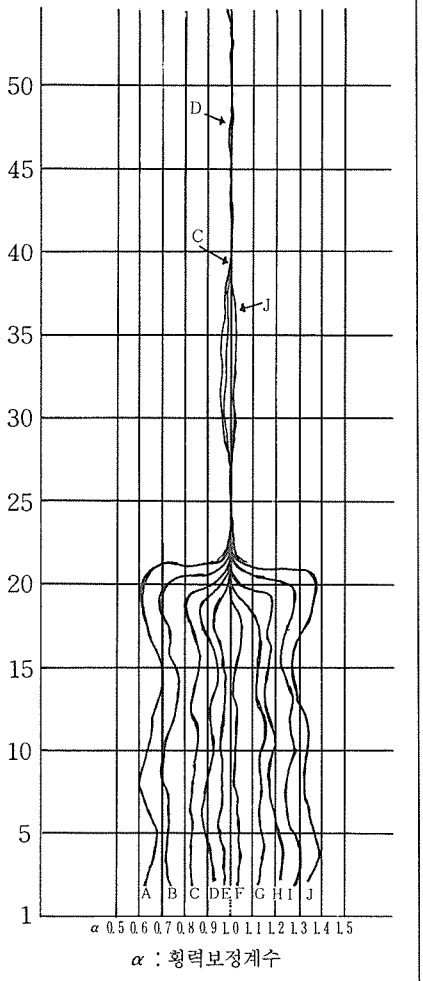
평면이 들쑥 날쑥하고 단면마저 계단식으로 좌우 비대칭인 K.T.C.는 대한생명처럼 가지런한 건물에 비하여 구조설계 계산하여야 할 작업량이 엄청나게 많아지며 적어도 6배 이상의 노력이 들었다고 생각된다. E ~ J열은 같은 54층이면서도 Bracing을 둘 수 있는 Frame과 그렇지 못한 것들로 또 나누어 지므로 동등한 조건의 골조가 없다. 따라서 이 건물은 구조계산 과정에서 그렇게 기를 쓰고 경제성에 신경을 썼는데도 〈그림 3〉에서의 철골량이 필요하게 된 것이다.

철골량 뿐만 아니라 내·외부 마감, 복잡한 기능을 만족시키기 위한 각종 설비비용 심지어는 유리 닦는 Gondola 까지도 수량이 증가되어야 하니 이런 울퉁불퉁한 괴물은 하나면 족하다고 느껴진다. 우리 건축사님들은 자기 주머니돈이 아니더라도 신중한 판단 아래 대형건물의 설계에 임해 주실 것을 부탁드리는 바이다.

〈그림 5〉의 의미를 분석해 보면 J열 Frame은 횡력을 최대 140% 까지 받는가 하면 A열은 불과 62% 만 받게 되는 불공평한 하중 분배효과가 야기됨을 알 수 있다. 식구 많고 가난한 J열에게는 세금을 많이 부담시키고 식구가 13층에 불과한 부자 A열에게는 세금을 공제해 주는 것이다. 이 건물이 잘 설계되지 못한 병신구조물이기 때문이다.



〈그림 4〉 뒤틀림 현상의 원인



〈그림 5〉 K.T.C.의 뒤틀림에 대비한 횡력보정치

5. 병신구조의 고민거리

같은 반에서 천재와 천치가 같이 공부하면 선생님은 고달프다. 빈부의 차가 극심한 나라의 대통령은 불안하다. K.T.C. 구조 13층과 54층이 한데 붙어있으니 내부에 불균형 응력이 발생하는 것은 당연한 이치이다.

모든 재료는 하중을 받으면 변형을 일으킨다. K.T.C. 의 54층 기둥도 축력을 받아 줄어들고 13층 기둥도 길이가 줄게 된다. 군대에서 동료들과 꼭 같은 조건에서 같은 고생을 하면 힘 드는 줄 모른다. 그러나 부자와 가난한 자가 한 동네에 살면 둘 다 불편하다.

죽 끓여먹고 살던 6.25 때의 학원 사태가 오늘날보다 오히려 조용했었다.

스팬이 긴 보나 트러스를 제작할 때에는 후에 처질 것을 예상해서 미리 들어올려야 한다. 이것을 Camber 라고 한다. 마찬가지로 기둥도 54층이나 되는 높은 것이 하중을 받아 길이가 줄어들면 설계 당시의 건물 높이보다 낮은 건물이 되고마는 고로 미리 기둥길이를 길게 제작해야 한다. 그런데 건물의 기둥이 고르게 높으면 설사 이런 조작을 하지 않았다고 해서 큰 문제가 생기지는 않는다. 각종 마감재나 설비 공사에서도 약간의 제작 시공 오차가 있으므로 미세한 길이의 변위는 흡수할 수 있기 때문이다.

그러나 K.T.C. 와 같이 같은 덩어리의 건물이 13층에서 54층까지 층이 져 있을 때는 문제가 심각하다. 수십 층의 누적된 Column Shortening 값은 13층에 불과한 (거의 변형이 없는 기둥) 부위와 큰 차이가 나기 때문이다. 이들 기둥 사이의 보는 수평을 이루지 못하며 기둥과 보의 접합뿐만 아니라 이 변형에 의한 내응력이 거대해져서 설계가 어려워지는 것이다.

이를 보완하기 위해서는 몇 가지 재주를 부려야 하는데 일반적으로는 상대변위로 인한 내응력이 발생하지 않도록 쉽게 회전할 수 있는 접합부 상세를 채택하는 방법과 상대 변위가 완료될 때까지 기다렸다가 부재간의 접합을 완결시키는 방법이 있다.

K.T.C. 의 경우는 예를 들어 왼쪽 기둥이 오른쪽 기둥보다 10cm 더 많이 줄어드는 계산이 나왔을 때 왼쪽 기둥을 사전에 10cm 길게 제작하여 가조립한 후 하중이 작용하기를 기다려 본조립을 완성하는 방식을 채택하였다 (그림 6 참조).

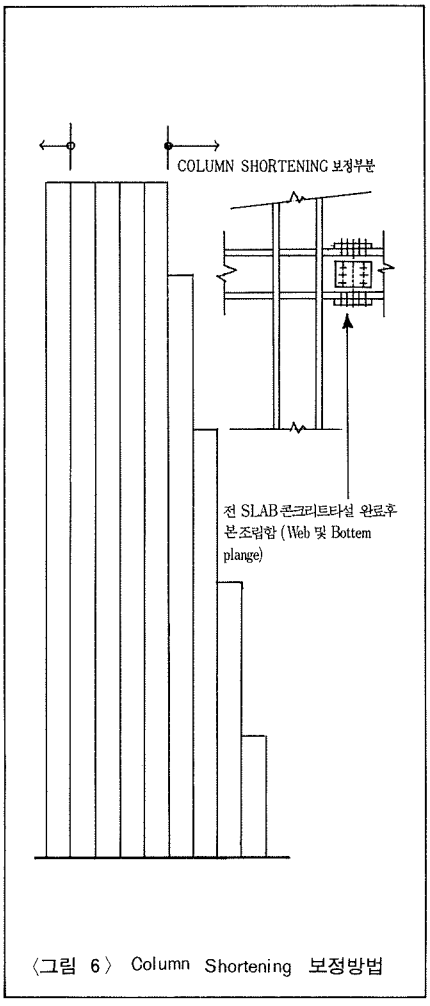
참고로 54층 건물에서 기둥길이의 보정을 전혀 하지 않는다면 건물의 높이는 완성되었을 때 약 16cm 낮아진다는 계산이 나온다.

어린아이가 태어나서 10여살까지의 성장 속도는 그야말로 무럭무럭 자란다. 작년에 신던 신발이 금년에는 들어가지도 않으며 한여름 입고난 옷은 동생에게 물려주어야 한다. 그러나 20대를 지나면 성장이 멈추어지고 노년기에 들어서면 키는 오히려 줄어들게 된다.

잠 자고 난 아침과 피곤한 저녁의 키는 1~2cm 차이가 난다. 건물도 마찬가지다. 전직원이 출근해서 복잡대는 낮시간에는 건물이 줄어들고 슬래브는 처졌다가 조용한 밤중에는 다시 제자리로 복귀한다. 바람 부는 날은 옆으로 흔들리고 추운 겨울에는 오므라든다. 햇빛 받는 남쪽 기둥은 낮과 밤에 분주히 늘었다 줄었다 하며 굴뚝 옆 벽체와 슬래브는 쉴 새 없이 팽창, 수축한다. 이렇게 건물은 계속해서 움직이며 숨쉬는 것이다 (Breathing Effect).

나이 들면 허리도 아프고 어깻죽지에서도 소리가 나는 것처럼 건물도 이렇게 쉴 새 없이 움직이다 보면 금이 가고, 물이 새며 바람소리가 들어오게 마련이다. 입면이 계단석인 데다 평면까지 H형으로 들쑥날쑥인 K.T.C. 는 더구나 이런 현상이 심할 것이다. 새로 지은 건물이 얼마나 오랫동안 새 것처럼 삐까번쩍할 것인가는 그 설계, 시공 뿐만 아니라 유지보수에 얼마나 정성을 쏟는가 하는 데 있다. 병신 자식이 제 구실을 하도록 하려면 남들보다 더 정성들여 보살펴야 하듯 K.T.C. 같은 병신구조 건물은 계속적인 유지보수비의 지출 없이는 그 기능을 쉽게 손실할 것이다.

고속 Crane 이 분주히 움직이는 공장의



〈그림 6〉 Column Shortening 보정방법

Crane Runway Girder 는 공장 가동 중 때때로 Level의 보정을 하는 수가 있다. 건물이 사용 도중 약간 기울어질 수도 있고 또한 어느 한 쪽 기둥이나 기초가 주저앉는 수도 있기 때문이다. 그러나 13층~54층이 한데 묶여있는 건물에서는 시공 당시부터 전층 바닥이 수평되게 할 도리가 없으며, 공사중 계속해서 올라가는 건축자재와 준공 후 적재하중에 의한 쉴 새 없는 변위를 보정해 줄 수 있는 방법이 아직은 없다. 즉 본 건물은 근원적으로 비뚤어진 집일 수밖에 없음을 고백하는 바이다.

이런 모든 불합리하고 불경제적인 요인을 감안하더라도 그 형태가 너무 아름다워서 현상설계에 우수작으로 선정되어 시공되는 것이기를 필자는 아슬아슬한 심정으로 주시하고 있는 중이다.