

다층 아파트 구조설계와 개선책

High Storied Apartment Structure Design and Improvement Direction

李昌男 / 셴構造건축사사무소
by Lee, Chang-Nam

REPORT

최근 ACI Journal에는 12,000 psi(약 840kg/cm²)의 콘크리트를 현장에서 비벼 넣어 지은 건물이 소개되었다. 그러니까 우리나라에서 고작 210kg/cm² 콘크리트로 아파트를 짓는 것은 후진국의 틀에서 벗어나지 못한 증거라면서 고강도 콘크리트의 도입을 부추기게 되었는데 문제는 그 자체가 나쁜게 아니라 이를 기화로 품질관리도 제대로 못하는 주제에 외형만 본받는 아파트 설계를 하게 된 데에 있다는 것이다.

지난 2월호 건축사지에는 필자의 “현행 고층아파트 구조설계 문제가 심각하다.”라는 원고가 실렸었다. 건축사들이 오히려 침묵하는 가운데 6월호 國土와 建設에는 위 기사 내용중의 경고가 어느 만큼 합리성을 지녔으며 문제점이 무엇인가를 다룬 “불 붙는 高層아파트 構造設計 시비”가 특집으로 발간되었다.

때 맞추어 발표된 진성레미콘 불량콘크리트 사건은 온 세상을 떠들썩하게 하였고 이제 겨우 진정 국면에 들어선 판국에 또 다시 휘발유를 뿌리는 것이 아닌지 스스로 자문하며 괴로운 글을 쓰게 되었다.

말이란 “아”해서 다르고 “어”해서 다른 법이다. 언론기관과 국회를 비롯한 여러 분야에서의 질문에 성의껏 답변했음에도 불구하고 기사 발표는 필자의 의견과 맞지 않는 엉뚱한 내용이 포함되기도 해서 오해를 받기도 했으나 원래 대중매체에서의 기사란 그렇고 그런 것이거나 덮어두는 것이 마음 편하다는 주위의 조언도 있고 해서 굳게 입 다물고 있었던 것이다.

그러나 이제 태풍은 지나갔지만 다가올지도 모르는 크나큰 재해에 대비하여 다시 한번 주위를 살펴보고 점검하여야 한다고 경고장을 발하여야 함을 유감스럽게 생각한다.

필자는 대안없는 반대나 비방은 좋아하지 않는다. 따라서 앞으로의 아파트 설계는 어떤 방향으로 가야 하는가에 대한 내용도 언급하기로 한다.

1. 현행 다층아파트의 구조설계 현황

가. 불법설계의 원인 : 10여년전 잠원동 대림아파트에서 필자가 처음 시도했던 내력벽+슬래브식 아파트 구조는 단 하나뿐인 아파트 구조방식으로 지금에 이르렀고 30층을 넘는 신도시 아파트에도 동일 구조방식을 적용하려 하는 모두(시공자, 입주자, 설계자)의 불법 합작품이 오늘도 계속해서 지어지고 있다. 여기서 편의상 “불법”이란 용어를 썼지만 어느 법 조문에 위배된다는 말이냐라고 따진다면 답변이 궁하기는 하다. 유독 우리나라에서만 철근콘크리트 구조계산규준이 건설부 제정으로 준 법제화되었을 뿐이기 때문이다. 더구나 현재 대다수 아파트 구조설계에 임하는 기술사 또는 사이비 무면허 기술자들이 적용한다는 “극한강도 설계법에 의한 철근콘크리트 구조계산 규준 및 해설”(1988)-대한건축학회의 서문에는 분명히 다음과 같이 기재되어 있음을 볼 수 있다.

즉 “지금까지 우리는 건축물을 구조해석함에 있어 탄성이론에 의한 허용응력 설계법만을 적용하여 왔으나 이번에 건설부의 연구비 지원하에 보다 합리적이고 경제적인 극한강도 설계법에 의한 철근콘크리트 구조계산 규준 및 해설을 참고도서로서 보급하게 된 것은 그 의의가 매우 크다고 생각합니다.”라고 되어 있다.

또한 내진설계규준이란 것도 1987.12. 건설부 “내진설계 지침서 작성에 관한 연구”로서 대한건축학회가 건설부 장관에게 최종보고서로 제출한 것에 불과하다.

따라서 굳이 따지자면 불법설계라는 말은 성립되지 않으며 참고도서나 연구결과를 덜 참고했다는 정도에 불과하다는 억지 논리에도 일리는 있을 것이다. 그럼에도 불구하고 필자가 굳이 “불법”이란 자극적인 단어를 고집하는 이유는 옛날 법이 없을 때 할아버지의 말씀은 법이었고 과도기인 우리나라에는 아직 법이 없으니 참고도서나 연구결과라도 법이라고 생각하고 지켜야 하지 않은가 하는 것이다. 위 두 참고도서나 연구결과에 필자의 이름석자도 들어 있다고 해서가 아니다. 필자는 내진설계 지침서 작성 과정중 분명히 야당입장에 서서 그 제정 자체와 가혹한 규준 항목에 대하여 비판하고 반대했던 장본인임에도 불구하고 일단 결과가 나온 이상 지켜야 한다는 입장을 고수해 오고 있다. 만약 불만이 있거나 분명한 근거가 있는 모순을 발견했을 때는 이를 제시하여 개정하게 하거나 적용을 면제받을 수 있음은 물론이다.

그럼에도 불구하고 구조계산서에 표시된 적용규준은 위 참고 도서들이면서도 실제 계산 과정에서는 이들을 교묘히 또는 정면으로 위배하고 있는 것을 보게 된다.

홍성지진, MEXICO 지진등 세상을 놀라게 했던

참사를 경험한 당시 당국자들은 혹시나 우리나라에 대규모 지진이 내습했을 때 발생할지 모르는 재해를 면하여야 한다는 순수한 염려, 일종의 보험에 가입한다는 생각으로 구조물에 안전도를 부여할 강제규정을 제정하게 된 것이었다.

또한 기준 작성을 의뢰 받은 연구진에서의 분위기는 어차피 내진 구조 규준을 작성하는 마당에, 또한 그 누구도 언제 어떤 규모의 지진이 어느 방향으로 내습할 것인가를 장담할 수 없다 보니 필자도 끝까지 그 제정 자체나 적용 한계의 상향조정을 무작정 반대할 수는 없었던 것이 사실이다. 이 규준이 곧 법제화 되지도 못하고 아직까지 참고도서로 남아 있는 이유는 다음과 같은 것이라 생각된다.

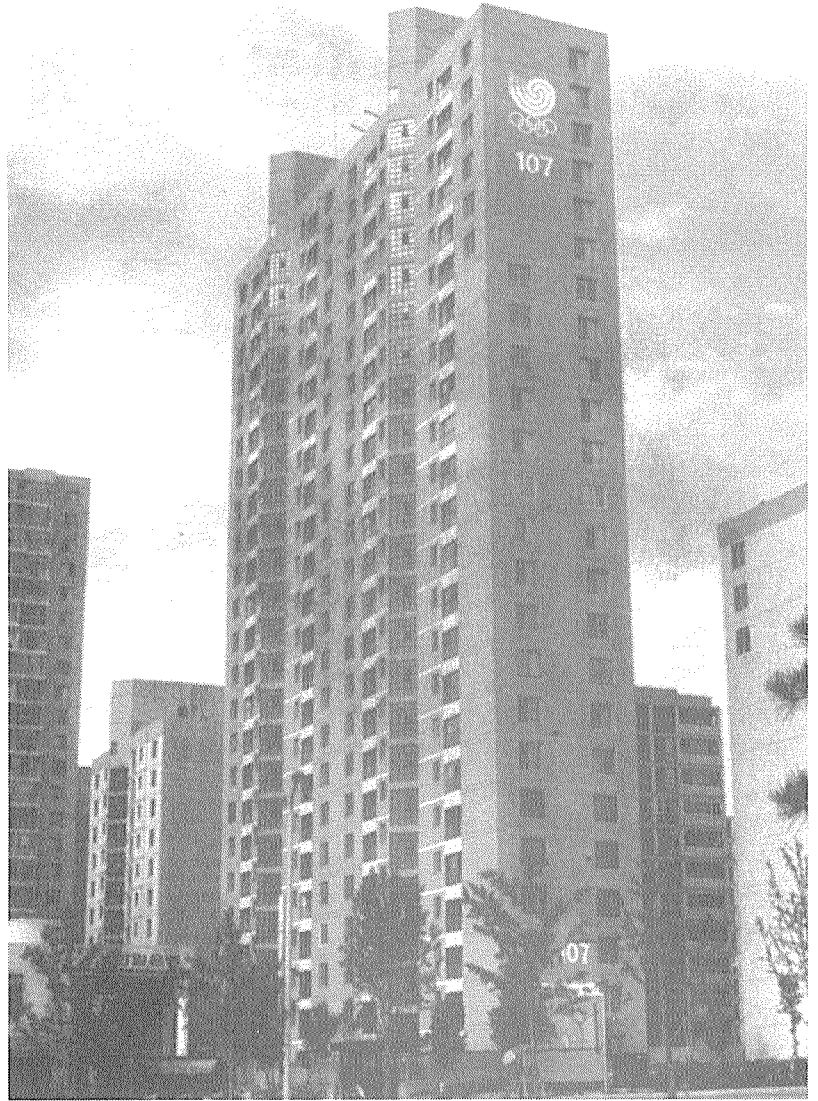
실제로 하루 아침에 이 규준을 제대로 100% 적용한다면 이를 적용하지 않았던 그 전의 구조물과 너무나 큰 차이가 나기 때문이기도 하고 법을 집행하는 관청이나 준행할 당사자들 모두가 아직 충분한 준비가 없다는 것이다.

이 같은 상황에서 분당, 일산등 200만호 아파트 조기 건설 계획에 따르는 무리한 행진을 2~3명이 불과 1주일도 안되는 기간에 연건평 수만평의 아파트 구조설계를 해 치워야 하고 분양 단가가 정해진 공사비 역산 정책으로 싸게, 더 싸게를 부르짖다 보니 불법이건 불량이건 부실이건 간에 값싼 것이 정답이란 풍토가 조성된 것이다. 실제로 국내의 몇몇 아파트 전문 업체에서는 나름대로의 수 많은 실적을 기준으로 한 통계수치를 가지고 있어서 조금이라도 더 싸지는 구조설계는 채택될지언정 비싸지는 것이라면 외면당하게 되는데, 문제는 그 시기에 내진구조규준이 발효되었고 그 때문에 공사비가 증가하는 것 조차 수용되지 못하는 과정에서 혼란이 극대화된 것으로 분석되고 있다.

즉 내진구조규준 발표 이전에는 그런대로 책임있는 기술사들도 아파트 구조설계에 참여하고 있었고 그 때문에 부실설계의 유행이 만연하지 않았었다. 그러다가 내진설계규준에 맞추어 설계하려는 기술사와 이를 받아들일 수 없다는 발주자측간의 잦은 실랑이는 급기야 싼 공사비로도 가능하다는 몇몇 돌팔이 기술자들에게 일이 돌아갔고 그들은 구조설계비 마저 아주 싼 값에 수수하는가 하면 필요한 기술사 날인은 보지도 않고 찍어대는 몇몇 무책임 인사들에 의해서 자행된 것이다.

일단 물꼬가 터지자, 그 물길이 또한 대규모 물량을 해결하는 대기업의 것이기 때문에 나머지 중소 아파트 업자들은 쉽게 안심하고 뒤를 따르게 되었다. 여기에 한가지 더 결들일 사항은 최근 외국에서 고강도 콘크리트 공부를 하고 돌아온 몇몇 연구자들의 부추김이 큰 역할을 하게 되었다.

미국에는 28일 압축강도 10,000psi(약 700kg/cm²)의 콘크리트로 지은 100층짜리 철근콘크리트 아파트를 10여년전 여행에서 필자도 보았고 최근 ACI Journal 에는 12,000 psi(약 840kg/cm²)의 콘크리트를 현장에서 비벼 넣어 지은 건물이 소개되었다. 그러니까 우리나라에서 고작



210kg/cm² 콘크리트로 아파트를 짓는 것은 후진국의 틀에서 벗어나지 못한 증거라면서 고강도 콘크리트의 도입을 부추기게 되었는데 문제는 그 자체가 나쁜게 아니라 이를 기화로 품질관리도 제대로 못하는 주제에 외형만 본받는 아파트 설계를 하게 된 데에 있다는 것이다.

실제로 어떤 심사위원은 설계 심사 석상에서 줄곧 벽체두께를 15cm로 줄여서 가용평수를 늘이게 바람직하다고 지적하는 것을 보았다. 그 지적사항 자체가 나쁜 것은 아니나 콘크리트 품질, 강도 관리가 보장되지 않는 무리한 줄임의 결과는 누가 책임질 수 있겠는가?

한편 심의 기관에서의 분위기는 이렇다. 다 알려진 사실이지만 심의를 맡는 위원들은 강의, 실무등 틈을 내서 심의에 임하는데 한꺼번에 3~4건 Project, 심하게는 14건인가 하는 아파트를 단시간에 훑어 보아 맛과 톨름을 앓은 자리에서 판정해야 하며 실제로 그 많은 량의 구조계산서, 그것도 출처 불명의 Computer Program에 의한 Output을 힐끗 보고 설계자의 의도를 파악하기란 마치 점쟁이가 손금보는식 만큼이나 애매한 것이다. 또한 심의 과정에서 특정 심의 위원이 심하게 물고 늘어지면 주관 부서에서는 200만호 목표달성에 장애가

되는 것으로 간주하여 가급적 조건부 통과 분위기를 조성하게 되는 것이다.

이것이 후일 어떤 말썹이 났을 경우 피치 못할 뒷이 됨을 알아야 한다. 실제로 지난번 일부 기술자들에게 개인적으로 불법설계의 연유와 책임 한계를 들먹이며 해명을 요구했던만 최후의 답변이 “구조 기술사가 검토날인했고 건설부 심의에 통과된 것인데 무엇이 불법이냐?”라고 반문하는 것이었다.

나. 불법설계의 양상

벽식 아파트 구조설계에서 위법하고 있는 양상은 다음 몇가지로 분류할 수 있다.

a. 내력벽을 띠기둥으로 취급하는 방법

ACI Code에서 띠기둥(Tied Column)

계산식은 이론식이 아니라 시험실에서 수 많은 견본을 깨 보아 확인된 내용을 수식화한 것이라는 기록을 본적이 있다. 따라서 띠기둥에서의 띠철근(Hoop)에 관한 구조제한은 대단히 중요하며 띠기둥에서 띠철근이 없으면 띠기둥이 아담이 분명하다. 띠 철근 없이 주근만 배근한 기둥에 큰 압축력이 작용하면 주근이 외부로 좌굴 변형을 일으켜서 파괴되고 마는데 실제로 띠 기둥이 압축파괴되는 현상은 거의가 띠철근 부족임이 확인되고 있다. 따라서 띠철근 배근이 없는 내력벽에 띠기둥 공식을 적용하여 계산하는 것은 위법이며 그 위법의 근거는 ACI 318-89의 14. 3. 6이다.

즉 “벽체의 수직철근은 그 철근량이 벽체 단면적의 0. 01배를 초과하지 않거나, 또는 수직철근이 압축철근으로서 요구되지 않을 때에는 횡방향 띠철근으로 묶지 않아도 된다”라는 조항이다. 일부 기술사들은 ACI Code에도 벽체 규준이 명확하게 제정되지 않았다고 불평을 한다. 그러나 벽체라는 구조 부재의 설계 목적은 주로 횡력을 받는 것으로 만약 그것이 수직하중을 지나치게 많이 받을 경우에는 ACI 318-89에 14. 4 “압축부재로서 설계하는 벽체”라는 별도의 조항에 의거 설계하라는 명확한 명령이다.

불과 3줄에 요약된 명령은 14. 5의 벽체 실용설계법으로 설계하지 않으려면 축하중이나 휨과 축하중을 동시에 받는 벽체를 10장 띠기둥으로 취급하여 설계하라는 뜻이다. 이 이상 어떻게 더 명확하게 설명하라는 말인가?

띠기둥에서 띠철근 배근이 생략되면 고무줄 빠진 팬티와 마찬가지로 사실을 왜 망각하는가?

두께 15cm벽체에 D16-100 또는 D19-100을 복배근하여 철근비가 0. 0265 및 10. 0383이어서 앞의 ACI 14. 3. 6규준에 표시된 0. 01의 2. 65배, 3. 83배의 보강이 이루어진 것에도 띠철근이 전혀 없는 아파트 설계가 횡행하고 있다. 최신 설계법, 극한강 설계법에 의한 구조계산이라고 자랑하면서...

어떤 기술자는 그 같은 배근이 아마도 압축보강용이 아니라 횡하중에 의한 인장철근이었을 것이라고 해석한다. 만약 위의 철근이 인장력에 대비한 것이라면 기초가 들려 올라감을 방지하는

조치가 마련되어 있어야 하는데 전혀 그같은 배려가 없다.

b. 벽체 최소철근비 규준

우리나라 규준은 물론 A. C. I. 에서도 벽체의 최소철근비를 규정하고 있다. 사실상 벽체에 작용하는 응력이 적을 때 규준상의 최소철근비에 맞추어 배근하다보면 어쩐지 허전하고 불안해 보여서 오히려 더 배근하고 싶은 생각이 드는데 요즘 아파트 벽체에는 그 최소철근비에도 못미치게 설계하는 대담성을 발휘한다. 재료 자체의 특성상 어쩔수 없는 수축, 온도변화에 따르는 팽창수축 등으로 인한 균열때문에 칠 할때마다 지렁이 기어가듯 하는 땀질을 해야 하는 아파트 벽체에 내구성이 걱정스럽다.

c. 계산조작

위 a항과 같이 단면산정 과정에서만 위법행위를 하는 것은 그나마 시공전에 발견되기도 쉽고 수정 보완하기도 어렵지 않다.

그러나 응력 해석 단계에서 일부러 조작하는 행위는 구제불능이다. 전산 결과를 두툼하게 묶어 놓은 구조계산서만으로는 도무지 진위가 파악되지 않는다. 따라서 이 경우는 비상수단으로 결과를 역산하는 도리 밖에 없다. 벽체 수직철근이 규준상 최소철근비에도 못미치는 것들을 ETABS Program으로 내진설계했다는 것인데 문제는 이들이 지진나기전 정상시의 연직하중에도 못건디게 설계했다는 것이다. 그러니까 앞a항의 위법은 b항의 위법에 비하면 양반이라는 설명이다.

d. 내진설계 지침서의 적용방법

같은 대지에 짓는 각각 다른 내게 업체가 제출한 구조계산서에 표시된 지반계수 S가 1. 0, 1. 2, 1. 5로 각각 다르다. 지반계수의 차이가 1. 5배라면 설계용 지진하중이 1. 5(미연전단력의 크기)라는 뜻이 된다.

진동주기 T를 계산하는 과정에서 구조물의 폭 B를 조작하고 반응수정계수를 잘못 적용하는등 다분히 고의적인 조작을 하여 결과를 하향조정하는 것이 발견된다.

내진설계 규준때문에 공사비가 추가됨을 방지하기 위한 조치이다. 필자는 그것까지도 그럴 수 있는 현상이라고 이해한다. 얼마 전 까지만 해도 내진설계 안한 건물에서 우리가 발 뺀고 자기 때문이다. 그러나 그에 앞서 내진설계는 커녕 상시 일반하중에도 못건디게 설계하는 것에 대한 우려를 표명하는 것이다. 최근 모 기술사의 도장을 찍어 허가 받아 시공중인 아파트의 구조계산자에게 위 사실을 지적하여 충고하려 했으나 허가 난 아파트이니 위법이 아니며 지금까지 수 많은 아파트를 그 방식대로 설계 시공했어도 무너지지 않았으므로 걱정이 없다는 답변이다. 와우아파트도 무너지기 하루 전까지는 걱정하지 않았는데...

1982년도에 건설부에서 정한 철근콘크리트 구조계산 규준 4. 3. 5 기둥의 구조제한 가)에 “기둥

단면의 최소 치수는 20cm 이상이고 최소 단면적은 600cm² 이상이어야 한다.”라고 명시되어 있고 1988년도의 극한강도설계법에 의한 철근콘크리트 구조계산 기준 2.8구조제한 (1)에도 동일한 명령서가 기재되어 있다. 이 극한강도설계법 제정 당시에도 ACI, BS는 물론 Canada 호주등 구할 수 있는 여러 나라의 기준을 참조하였고 위의 구조 제한이 우리나라 실정에 필수적이라 판단되어 삽입한 것인데

분당 신도시 아파트에서 30층대의 다층아파트가 설계되자 앞을 다투어 고강도 콘크리트의 적용을 시도하게 되었는데 시범단지 설계 건축심의에 참석했던 필자가 본 바로는 아직도 고강도 콘크리트의 시공이 보장될 만큼 준비가 되지 못했음이 확인되었었다.

구조설계자는 현장 실정에 어두운데도 발주자의 요구에 응하여 고강도 콘크리트의 적용을 전제로 한 구조설계에 임하였고 말하자면 기지도 못하는 어린아이에게 뛰라는 식의 일방적인 명령서가 발행되는 격의 설계가 된 것이다.

실제로 철근콘크리트 수직부재나 띠기둥 행세를 하려면 최소치수가 20cm는 필요하다는 판단(시공성, 안정성)을 근거로 한 것이었다. 그러므로 아파트 구조계산서에 극한강도설계법에 의한 철근콘크리트 구조계산 기준(1988)을 적용한다고 기재해 놓고서도 벽체설계를 띠기둥 공식으로 계산하면서 띠철근 없이 다량의 주근을 배근한 것, 두께 20cm 미만의 벽을 띠기둥 공식으로 계산한 것들은 위법이라는 것이다.

e. 내진설계 계획

내진설계에서 가장 중요한 사항은 구조물의 형태 자체가 내진성을 갖추어야 한다는 것이다. 즉 지진하중에 대하여 유선형을 가진 구조물이라야 한다는 뜻이다. 실제로 내진설계를 하지 않은 건물도 그 구조방식과 형태가 잘 생겼으면 무난히 큰 지진에도 견딜 수 있는가 하면 이것 저것 여러 장치로 고심한 건물도 맥없이 피해 받기도 한다. 따라서 내진설계 계획은 “내진구조계산 및 설계도 작성시 유의사항”에 맞도록 하는 것이 바람직하다. 그런데 문제는 위 제안대로 설계하면 깎고 자르고 구부러서 묘한 형태로 짓고자 하는 사람들의 요구를 충족시키기 어렵다는 것이다. Pilotis, Sunken Garden, Set-Back, 불규칙한 Opening 등을 비롯한 평단면의 비대칭은 내진구조에 불리함을 염두에 두어야 한다.

f. 내진구조상세

내진구조 상세를 무시한 내진설계는 의미가 없다. 사실상 앞의 내진설계계획상 터무니 없이 계획된 구조물을 제외하고 일반 구조에 내진구조 상세만을 적용해도 지진 재해를 크게 면할 수 있는 것이다. 그러나 우리나라에서 내진구조 상세에 맞추어 제대로 설계 시공하라고 하면 과거의 건물과 너무나 차이가 나므로 건설부에서도 심의 과정에서 그 지적을 유보하고 있는데 그래서 필자는 내진설계 기준

적용이 아직은 무리라고 항상 주장하고 있다. 다만 이 얘기를 일반 계산기준의 구조 제한에까지 적용할 수 없는 이유는 지진이 올 수도 안올수도 있는 반면 연직하중은 항상 있기 때문이다.

지진이 구조물 기초를 흔들어 대면 평상시 “+” Stress를 받던 부위가 더 큰 “+”를 받기도 하고 오히려 “-” Stress로 변화되기도 한다. 대부분의 경우는 부재 단면의 급격한 변화, 강성의 크기가 너무 다른 부재의 혼용은 내진 구조로 불리하다.

2. 다층아파트 시공 현장의 현실

가. 레미콘의 품질

레미콘 공장이 생기기 전 콘크리트는 손으로 비비거나 기껏해야 현장에 mixer를 대 놓고 제작했었다. 질통으로 메고 나르는 모래, 자갈과 어깨위에 얹어 운반하여 쏟아 넣은 시멘트에 적당량의 물을 넣고 돌려 섞은, 그래서 배합설계라야 1 : 2 : 4, 1 : 3 : 6 등 체적비에 의존했었다. 콘크리트 28일 압축강도는 180kg/cm²이 고작이어서 감히 고강도 콘크리트를 입 밖에도 내지 못하고 지냈었다. 그러다가 Batcher Plant가 설치되어 레미콘이 보편화되자 안심하고 고품질의 콘크리트를 사용하는가 했더니 좀체로 Fc=210kg/cm²의 벽을 깨지 못한채 여러 해를 지나게 되었다.

Cement의 질이 나쁘다느니 골재가 어떻다느니 하면서 고강도 콘크리트의 행진을 유보한 물량 중심의 레미콘 생산만을 고수해 오고 있었다.

그러다가 외국공사에서 자신을 얻은 일부업체들과 교량, P. C. 부재 생산 등에서 경험을 쌓은 일각에서 현장콘크리트 강도도 외국처럼 고강도화해야겠다는 움직임이 일어나기 시작했고 몇몇 건축공사 현장, 특히 Post Tensioning에 의한 골조공사 현장에서 300kg/cm²대의 콘크리트가 시공된 것이다. 분당 신도시 아파트에서 30층대의 다층아파트가 설계되자 앞을 다투어 고강도 콘크리트의 적용을 시도하게 되었는데 시범단지 설계 건축심의에 참석했던 필자가 본 바로는 아직도 고강도 콘크리트의 시공이 보장될 만큼 준비가 되지 못했음이 확인되었었다.

구조설계자는 현장 실정에 어두운데도 발주자의 요구에 응하여 고강도 콘크리트의 적용을 전제로 한 구조설계에 임하였고 말하자면 기지도 못하는 어린아이에게 뛰라는 식의 일방적인 명령서가 발행되는 격의 설계가 된 것이다. 그것이 두려워 전전공공하던 차에 진성레미콘 사건이 발표된 것이다.

가) 시멘트 품질 : 콘크리트의 품질에 가장 주도적인 역할을 하는 것이 시멘트임은 말할 것도 없다. 우리나라의 석회석(시멘트 원료)품질은 좋은 편이고 시멘트 공장의 생산 기계설비도 그런대로 최신행이란 얘기이고 보면 시멘트 품질이 나쁜 이유는 없을 것이다. 그런데도 향간에 떠도는 소문이 나뉘었던 것은 무슨 이유인가?

실제로 고강도콘크리트의 수요가 많지 않으니 고품질 고강도 시멘트를 생산할 필요성이 적었으며 국가 시책으로 묶어 놓은 통제 가격 때문에 고품질 시멘트 생산을 기피해온 것으로 생각된다. 오래된 얘기지만 시멘트 공장에서 원료를 소성하는 KILN에서의 소성 시간을 조정하여 전기료를 아껴야 수지 타산이 맞고 이것이 Cement 품질 저하의 원인이라고 들었다. 즉 원료, 설비, 기술을 다 갖추고 있으면서도 생산 단가 절감을 위한 고의적인 또는 어쩔 수 없는 주변 여건이 저질 시멘트 생산의 원인이었다는 말이다.

이상의 얘기는 풍문에 들은 책임없는 말이며 사실이 아니기를 바란다.

나) 골재 : 한강에서, 가까운 석산에서 캐 내던 골재가 바닥이 나고 환경변화를 부르짖는 여론에 부딪친 골재 생산자들은 진흙이 좀 섞여 있어도, 염분이나 조개껍질, 골재의 입도나 경도를 불문 생산하고 소비자는 값만 싸면 사다 쓰는 형편에 놓이게 되었다.

교통 혼잡도가 가장 적은 밤중 경인 고속도로상에는 바다 모래를 실은 덤프트럭이 서울을 향해 질주한다고 들었다. 그 중 얼마가 레미콘공장으로 들어 가는지는 확인되지 않았으나 어느 날 서울의 ○○건설회사에서 시공한 건물의 콘크리트 구조물에 매입된 Pipe가 심하게 녹이 나는 것을 발견하여 바다모래 채취 현장에까지 찾아가 본 것이었다. 바다모래를 어떻게 씻는가를 물은즉 씻는게 뭐냐고 반문하더라.

다) 물 : Concrete 배합에는 물이 필수적이면서도 화학반응에 필요한만큼을 초과하는 나머지 물은 오히려 콘크리트 강도를 비롯한 품질에 악영향을 준다는 것이 기본 상식이다. 그럼에도 불구하고 콘크리트공들이 기회만 있으면 물을 더 부으려는 이유는 물이 많이 들어가야 일하기 쉽고 또한 거푸집을 제거 했을 때 이른바 곰보가 나타나지 않기 때문이다. 신도시 아파트 현장에서 콘크리트공에게 추가로 물 붓는 것을 못하게 한즉 그 다음날부터 그 현장에서 사라지고 나타나지를 않았다고 한다. 그런 잔소리 듣지 않고도 일할데는 얼마든지 있다는 것이다.

라) 현장 품질 관리

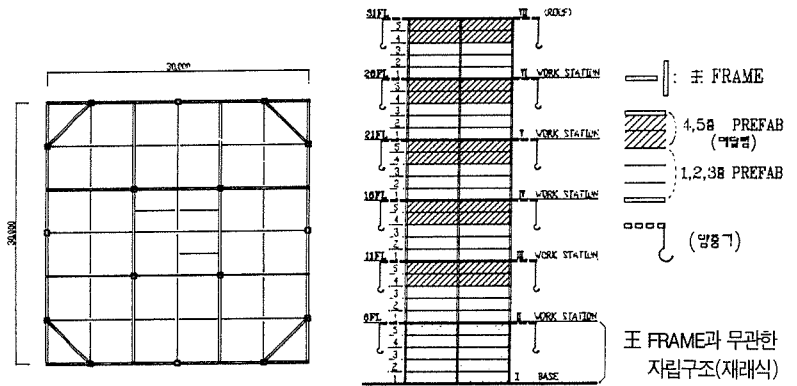
큰 현장에는 콘크리트 압축강도 시험 기기를 갖추어 놓고 시험하는 것을 본다. 그런데 시험하고자 하는 시험편은 표준 양생하면서 실제 시공된 콘크리트는 그대로 방치한다. 후에 말썽이 나면 비파괴 시험을 한다면서 Schmidt Hammer 를 두드려 맨다. 하지만 이 Schmidt Hammer 들의 눈금읽기가 기계마다 다르다. 그래서 이들 Schmidt Hammer 를 표준치에 맞추기 위하여 Testing Anvil 을 사용하라고 하면 그게 무어냐고 반문한다. 눈금이 서로 다른 저울로 무게를 달아보는 것과 마찬가지로. 5~6년전

조사할 분량이 많아 필자 소유 Schmidt Hammer 와 모 대학에서 빌린 것 및 레미콘 회사에서 가져온 것을 동시 사용해 보고 그 값의 차이가 엄청난 것에 놀란 후 Testing Anvil 을 공수해온 것이다.

마) 콘크리트 단면 손상

구조계산 당시에는 건물 평면에 표시된 간벽 중 쓸만한 위치의 것, 꼭 필요한 것들을 골라 내력벽으로 활용한다. 그런데 이들 중 현장에서 내력을 받을 수 없는 단면으로 둔갑하는 것들이 제법 많다.

Elevator 앞 벽 중 버튼이 달리는 부위, 소화전, 전기콘센트, 전기배관 및 난방, 상하수도 배관을 위한 개구부가 그것이고 때로는 시공 당시 사람과 자재운반을 편하게 하기 위한 가설 통로용 내력벽 개구부를 후에 벽돌로 막아 버리고 마는 현상도 있다.



새로운 구조방식(철골 SKIP FLOOR SYSTEM)

구조계산 당시에는 건물 평면에 표시된 간벽 중 쓸만한 위치의 것, 꼭 필요한 것들을 골라 내력벽으로 활용한다. 그런데 이들 중 현장에서 내력을 받을 수 없는 단면으로 둔갑하는 것들이 제법 많다.

아파트 전선 배관을 P. V. C. 로 할 때는 10여가닥이 뭉쳐서 내력벽에 묻히게 되므로 이 또한 단면 감소의 주범이 되고 있다.

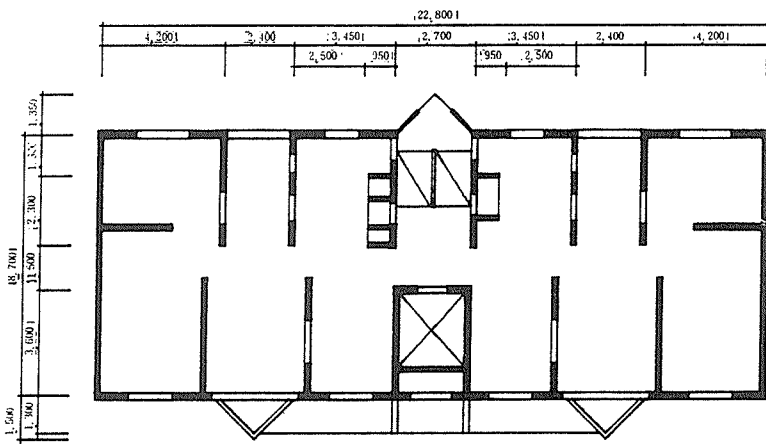
바) 철근 배근의 불성실

70년대에 들어서면서 60년대까지의 고질적인 철근 빼 먹기가 없어지는가 했더니 최근 들러 본 아파트 현장에서 다시금 놀라게 되었다.

설계 도면에 표시된 철근 간격의 1.2~2배, 그것도 불규칙하게 적당히 배열한 불성실성에 놀랐고 철근간의 Spacer와 Separator 가 제대로 규격이 아닌데 또 한번 놀랐다. 이런 시공을 믿고 콘크리트의 피복 몇 mm 철근간격 몇 cm 때문에 고민하며 구조계산하는 자신이 불쌍하게 여겨지며 더구나 구조계산 기준 자체의 경제성 여부를 놓고 이러쿵 저러쿵 하는 탁상 이론자들이 한심스럽다.

이 같은 사항을 지적받은 현장소장 답변은 역시 잔소리 하면 철근공이 다른 현장으로 가 버린다는 것이다. 지금까지 그래 왔고 다른 현장에서는 아무 말 없는데 어째서 너만 까다롭게 구느냐는 원망을 하면서...

보의 Stirrup 과 기둥의 Hoop는 그 자체의 구조 내력상 의의에 추가하여 보 주근의 위치, 기둥 주근의 위치를 지정해 주는 중요한 역할을 한다. Stirrup 크기가 작으면 보 주근의 응력 중심거리가 작아져서 같은 수량의 철근을 소비하면서도 내력이 감소되며 슬래브 상단근이 가라앉아 스투브의 내력에까지 영향을 미치는 부작용이 초래된다. 기둥 Hoop도 마찬가지다. 그 크기가 작아지면 피복만 두꺼워서 마치 뼈는 가느다란 비계덩어리 똥보 같이 힘 없는 구조물이 되고 마는 것이다.



내 부 벽 : 두께 20cm
외부기둥 : 두께 25cm
외 부 보 : 25cm×60cm(거실 앞은 25cm×45cm)

건축구조계산 규준을 어찌다 조금씩 위배하거나 준공 후 사용자가 조금씩 무리한 하중을 가하는 일은 흔히 있는 일이다. 그러나 설계 당시부터 근본적으로 위법을 시도하는 것은 언제 일어날지 모르는 재해를 누워서 맞이들이겠다는 위험한 생각이라고 경고하는 바이다.

그럼에도 불구하고 어느 현장에서도 보나 기둥 철근 가공 전에 Stirrup과 Hoop의 크기를 확인하는 감리자를 만나본 적이 없다. 철근 가공 조립 하청업자에게 모든 것을 맡기고 기껏 확인한다는 것이 주근의 굵기나 갯수, Stirrup 간격 슬래브나 벽체의 철근 굵기 간격에만 관심을 기울인다.

사과를 살 때 갯수만 맞으면 크기가 적어도 된다는 말인가?

대책

대안 없는 불평이나 경고는 의미가 없다. 지각있는 구조기술사들은 200만호 신도시 아파트 발표 당시 30층이 넘는 다층 아파트를 재래식 벽+슬래브 구조로 설계한다는 것이 무리라는 것을 잘 알고 있었다. 그러나 그 짧은 시일에 별도의 대안을 연구할

겨를도 없었고 설사 있다 해도 재래식 방법의 공사비와는 비교가 될 수 없었으므로 일단 제안이 유보되는 수밖에 없었다. 게다가 더 심각한 일은 일은 벽+슬래브 구조방식이라도 제대로 규준에 맞추어 설계한 적법 아파트가 아닌 불량 아파트와 비교하였으므로 더욱 더 새로운 방식이 발불일 겨를이 없었던 것이다.

분당 시범단지 아파트 현상 설계에 아래 그림과 같은 철골조의 Skip Floor System을 제안하여 당연히 당침될 것으로 기대했었다. 그러나 후에 들은 얘기로는 당시 심사위원들 중에는 구조 기술자가 전혀 없었고 주로 도시계획, 조경측면을 주관점으로 한 심사였다고 한다. 따라서 당침안은 예의없이 벽+슬래브식이었으며 그것이 오늘까지 이어지고 있는 것이다.

이에 앞서 24층짜리 올림픽아파트 설계 당시에는 재래식 벽+슬래브 방식의 외벽을 내력력 Frame으로 활용한 안을 제안하여 큰 부담없이 완벽한 내진설계를 할 바 있음을 건축사지에도 게재한 바 있다. 이 안은 적어도 30층까지의 철근콘크리트 구조로는 별 무리없는 것이다. 그러나 건설부 심의에 제출되는 구조설계 개요에는 이 구조방식을 채택한다는 설명을 해 놓고도 실제로는 적용하지 않은 결과를 제시한 것을 보았다.

불법설계를 주로 감행하는 기술자들의 한결같은 해명은 최신 극한강 외국규준(ACI 등)으로 설계했다고 한다. 미국에서 다층 아파트설계에 경험이 많은 교포 후배에게 문의한 바로는 자기도 40층 아파트를 철근콘크리트 벽식으로 설계해 보았으나 최하층 벽 두께가 일부 60cm였고 내력벽은 군데군데 띠기둥 방식으로 보강 배근하여 해결했다고 한다. 그러면 벽 두께 15cm로 설계한 25층 정도의 아파트에 대해서 어떻게 생각하는가 라고 물은즉 적어도 벽 두께가 25cm는 되어야 할 것이라는 것이었다.

건축구조계산 규준을 어찌다 조금씩 위배하거나 준공 후 사용자가 조금씩 무리한 하중을 가하는 일은 흔히 있는 일이다. 그러나 설계 당시부터 근본적으로 위법을 시도하는 것은 언제 일어날지 모르는 재해를 누워서 맞이들이겠다는 위험한 생각이라고 경고하는 바이다. 필자도 물론 분당 어느 아파트가 어느날 무너져서 세계 토픽감이 되는 것을 원하지 않는다. 나의 경고가 쓸데없는 노파심의 결과이기를 바라는 바이다.

필자는 정부의 정책같은 거창한 내용에 관한 Idea가 없다. 그러나 분양단을 묶어 놓고 질 좋은 아파트를 기대하는 것은 무리라고 생각하며 채권입찰에 의한 Go-Stop식의 눈치작전을 조장하는 것은 국민윤리에도 문제가 없지 않다고 생각한다. 좀 가난해도 제대로 하는 사람이 마음 놓고 살 수 있는 세상이 아쉽다.

사회 전반에 걸친 부조리에 자녀를 노출시키는 것이 두려워 정든 고향을 떠나는 친지들을 볼잡지 못하는 자신의 심정을 실어 보낸다. 또 한차례 돌팔매 맞을 두려움을 간직한 채...