

구조안전진단 감상

Description of Structural Security Examination

FEATURE

李昌男 / 센구조건축사사무소

by Lee, Chang - Nam

구조 안전진단 업무는 구조물의 설계, 시공과 아울러 재료와 구조역학 등 여러분야에 익숙하여야 수행할 수 있으며, 진단 결과 보강, 보완할 필요가 있을 때는 더구나 종합적인 지식과 경험을 갖추어야 할 것임을 강조하고 싶다. 거기에 덧붙여 각종 진단 장비를 마련하여 그 장비들의 적절한 사용방법과 측정결과와 분석 능력이 필수적이다. 그러나 수많은 첨단 장비로 무분별하게 많은 검사를 한다고 해서 정확한 진단이 내려지는 것도 아니다. 이제 시중에서 흔히 자행되는 구조 안전진단 사례를 보면서 느낀 점을 중심으로 설명함으로써 70여명의 안전진단 기술자를 비롯한 독자들의 이해를 돕고자 한다.

유명 대학병원에서의 오진률(誤診率)이 30%를 넘는다고 들었다.

나의 사랑하는 어머니는 고혈압 치료가 지나쳐서 저혈압으로의 부작용 때문에 고생하셨고 아내는 암환자 등록증까지 발급받고 수술했으나 그게 아니었다는 판정이 내려졌다.

불과 100kg도 안되는 사람 몸, 한아름에 안아 올릴 수 있는 조그만 몸뚱아리에 생기는 병을 진단하고 고치는데 얼마나 많은 의사들이 둘러붙어 연구를 하는가? 그래도 사람은 쿡쿡 쑤실때 아프다는 말도 하고 얼굴색이 달라지기도 한다. 그래서 유능한 의사는 환자의 표정만 보고도 웬만한 병명을 알아 맞추는가 보다.

구조설계 계산 업무를 천직으로 삼아 세월을 보내다 보니 별 희한한 일들이 많기도 하다. 이른바 “구조 안전진단”이라는 새로운 업종이 필요하게 된 것이다. 태어날때부터 문제점을 안고 나오는 어린아이처럼 준공도 되기 전에 제구실 못하는 건물이 있는가 하면 이제 명이 다하여 헐어버려야 할 것 같은 꼬부랑 할머니격의 구조물을 재생하여야 하는 경우도 있다. 멀쩡한 남의 집 옆구리를 건드려서 피해를 입히는 때도 있고 한두 층 더 증축하기

위하여 안전진단이 필요한 건물도 있다. 어쨌든 말 못하는 구조물, 그나마 설계도와 구조계산서라도 보관되어 있는 것은 좀 수월하나, 그것마저 없을 때는 장님이 코끼리 만지는 것보다 더 어려운 작업이 “구조 안전진단”이다.

세상 인심이 눈 감으면 코 베가는 지경으로 살벌해졌는데 이제는 자기 땅에 집 짓는데도 옆집으로부터 죄인 취급받아 법정 고소 당하는 것을 각오해야 한다. 마치 자기 집이 옆집 짓는 과정에서 오히려 많은 피해를 입기를 바라는 것 같은 인상을 받게 된다. 원래부터 있던 금(Crack)도 당신네 집 때문에 생긴 것이라고 억지를 부리기도 한다. 가해자가 재벌 기업체면 더 심하다. 이 기회에 팔자를 고치려는 태도이다. 말 많은 아파트 동네 옆에 땅 가진 사람은 특별한 각오를 해야 하는데 심한 경우는 야간작업하는 불빛 때문에 잠 못 이루는 피해 보상비로 1억 2천만원을 내라고 덤벼드는 것도 보았다. 공사 현장과 아파트와의 거리는 200m 정도였다. 대한건축학회에서는 오래전부터 이러한 구조 안전진단 용역 업무를 하여 회관 짓는데도 보탬이 되었고 대한건축사협회에서는 몇몇 사람이 안전진단 업무를 하는가 했더니 근간에 와서는 나한테 부탁해 온 것도 내가 해서는 안된다는 것이다. 무려 70명이나 되는 건축사들이 제각기 구조 안전진단 업무를 하겠다고 신청을 했기 때문에 순번제로 일감이 돌아간다는 설명이다. 건축사들 중에 구조를 짚 췌는 인사가 70명이나 된다니 한편 놀라운 일이다. Schmidt Hammer로 몇군데 두드려 보고는 콘크리트 강도가 어떻다고 판결을 내리며 그것을 근거로 하여 구조물의 안전, 불안전을 판가름하는 모습을 보면서 구조 안전진단 업무의 내용을 대략 설명해 둘 필요가 있다고 느끼게 되었다. 구조 안전진단 업무는 구조물의 설계, 시공과 아울러 재료와 구조역학 등 여러분야에 익숙하여야 수행할 수 있으며, 진단 결과 보강, 보완할 필요가 있을 때는 더구나 종합적인 지식과 경험을 갖추어야 할 것임을 강조하고 싶다. 거기에 덧붙여 각종 진단 장비를 마련하여 그 장비들의 적절한 사용방법과 측정결과와 분석 능력이 필수적이다. 죽을 병에 걸렸다고 생각해서

중합병원에 입원했는데 고통을 호소하는 환자를 이리 저리 끌고 다니며 각종 검사를 하다 병세를 더 악화시키는 것을 흔히 본다. 따라서 그 같이 수많은 첨단 장비로 무분별하게 많은 검사를 한다고 해서 정확한 진단이 내려지는 것도 아니다. 이제 시중에서 흔히 자행되는 구조 안전진단 사례를 보면서 느낀 점을 중심으로 설명함으로써 70여명의 안전진단 기술자를 비롯한 독자들의 이해를 돕고자 한다.

1. 예비 조사와 잠정판정

병원에서의 문진(問診)에 해당되는 행위이다. 소아과 의사가 일반 내과 의사보다 어려운 점은 어린아이가 자기의 병세를 설명하지 못한다는 데 있다. 건축 구조물 안전진단은 항상 소아과 의사와 같은 조건이다. 그래서 눈치가 빨라야 한다. 얻을 수 있는 모든 자료를 챙겨야 하는데 그 질문 또는 조사 사항들을 Check List로 작성하면 편하다. 시공 당시의 상황과 건물의 사용 이력도 중요한 조사 내용이지만 진단 의뢰목적에 시공자나 건축주 또는 설계자와의 사이에 이해 관계가 내재되어 있을 때는 증언자들의 설명에 거짓이 있음도 감안하여야 한다. 어쩌면 판사가 변호사와 검사의 상반된 이야기를 들어서 공정한 판결을 해야 하는 것파도 같은 일이기 때문이다.

많은 경우 이 과정에서 하자의 원인과 증상이 발견되며 그 예상이 빗나가지 않았을 경우 무리없는 안전진단이 이루어지게 된다. 이 예비조사를 위해서 그 이전에 도면이나 구조계산서 등 자료를 개략적이거나 검토해 두면 한결 수월한 진단이 이루어진다.

2. 도면, 구조계산서 및 공사 기록의 정밀 조사

현장 조사에 임하기 전 확보된 자료를 정밀 조사해 볼 필요가 있다. 설계나 구조계산상의 잘못은 물론 시공자의 실수도 대부분 이 과정에서 발견된다. 그러나 그 같은 자료가 없을 때는 다음에 설명되는 현장 조사에 의하는 방법이 있을 뿐이다. 대부분의 경우 자료가 있을 때는 현장 조사가 예견했던 내용을 확인하는 일에 그치게 되는데 그 과정은 이 업무를 수행하는자만 느낄 수 있는 “재미”이다. 미안한 얘기지만 마치 보물찾기와도 같은 흥미 진진한 일이며 그 맛에 추위와 더위, 먼지와 위험을 자초하면서 이 일에 임하는 것이다.

여기에서 발견되는 내용을 보면 우리나라의 구조계산, 설계, 시공 수준이 너무나 형편 없음에 놀라게 되며 세칭 일류급에 속하는 업체라해도 예외가 아님이 한편으로는 걱정스럽다. 이런 추세로 가다가는 앞으로 하자보수 업무만도 할 일이 많을 것으로 예상된다.

3. 안전진단 장비의 활용

청진기만 갖고도 병명을 척척 알아 맞추는 명의가 있는가 하면 단층촬영 등 별의별 첨단 의료기기로 검사하고서도 엉뚱한 곳을 짚는 엉터리 의사도 있다. 한때 컴퓨터 사용 계약서를 첨부해서 구조계산 실력을 인정 받으려 하던 기술자가 있었듯이 구조 안전진단 장비를 갖고 있으면 누구나 그 일을 해낼 수 있는 것처럼 생각하는 분이

70여명의 구조 안전진단 신청자들 중에는 한 사람도 없기를 바란다. 최근에 생긴 감리규정 때문에 콘크리트 비파괴시험기나 철근탐사기 등 몇 개를 사놓고 본전 생각이 나서 그렇기는 하겠지만 잠깐 아래 얘기를 음미해 보기 바란다.

Schmidt Hammer : 10여년 전 대규모 아파트 단지의 콘크리트 비파괴강도시험을 위하여 필자가 갖고 있던 Schmidt Hammer와 서울의 모대학 비품 및 레미콘 회사의 것 3개를 동시에 갖고 다니면서 시험하는 과정에서 그 3개의 시험치가 너무나 다르다는 것을 발견하게 되었다. 우리집에 새로 저울을 하나 사다 놓고 체중을 달아보곤 한다. 목욕탕에서 재보고 온 지 5분도 안되었는데 3kg이 더 나간다. 둘 중 하나 또는 둘 다 맞지 않는 것이 분명한데 아직 확인해 보지 못했다. 혹자는 목욕탕이나 골프장 저울이 손님들로 하여금 기분 좋게 느끼도록 하기 위하여 일부러 적게 나가게 조정해 놓았기 때문에 새로 산 “경인” 제품이 맞다고도 하는데 글썽 그 말이 옳은지 확인할 길이 없다. 시계가 안 맞으면 TV를 켜보아 맞출 수 있는데 저울은 어디에다 맞추는지 모를 일이다. 고민 끝에 알아낸 것이 Schmidt Hammer의 Calibration을 Testing Anvil이란 것으로 확인하여 조정하도록 되어 있다. 그럼에도 불구하고 Schmidt Hammer를 소지하고 있는 수많은 기술자들이 Calibration을 하지 않는 상태에서 사용하기 때문에 다시 말하면 맞지도 않는 저울로 장사하는 격이 되고 마는 것이다. 얼마전 신도시 아파트의 레미콘 사건을 다루는 과정에서 콘크리트 강도를 아파트 한 동의 몇 개소씩 때려 보고 “된다”, “안된다”를 판정하는 것을 보았다. 우리끼리 얘기지만 장님 코끼리 만지는 식보다 더 엉성한 조사 방법이다.

Schmidt Hammer는 콘크리트의 표면 강도를 알아내는 약식 장비이며 초음파탐사기는 의사들이 쓰는 단층촬영기에 해당하는 것으로 주로 단면 내부 결함을 찾는데 활용된다. 조금더 확실한 장비라고 하면 Windsor Probe인데 화약의 힘을 이용하여 충알(Bolt)을 콘크리트에 박아보아 들어가는 깊이로 강도를 추정하는 것이다. 필자는 이들 모두를 가지고 구조 안전진단을 하고 있으나 그들 상호간의 관계를 면밀히 비교 검토하여야 강도 판정을 내릴 수 있다. 그러나 이같은 간접 방법은 역시 Core를 채취하여 직접 깨보는 것 보다는 신빙성이 떨어지게 마련인데 그것은 병원에서 수술하는 것에 해당하므로 아무데서나 적용하기가 어려운 단점이 있다. 또한 그것도 표본으로 채취한 바로 그곳의 강도에 불과하므로 그 위치의 콘크리트 품질이 전 구조물의 콘크리트질을 대표하지 못할 때 의미가 반감되는 것임을 부인할 수 없다. Core Sampling에도 문제가 있다. 철근이 잔뜩 들어 있는 보나 기둥 등 주요 구조부재는 뚫어낼 수도 없고 기껏 별로 중요하지 않은 슬래브나 벽 같은데를 택하게 되는데 그것들은 불행히도 두께가 너무 얇아서 표준 Size Core를 채취할 수가 없다.

Profometer : 철근의 위치와 굵기 및 피복 두께를 찾아내는 장비로 최근에 많이 도입되었다. 그러나 철근이 복근으로 배근되었거나 집중적으로 뺨뺨하게 배열된 것 및 피복 두께가 너무 두꺼운 때는 측정이 불가능하다. 기초철근은

거의 측정할 수가 없다. 따라서 이것도 역시 안전진단을 위한 보조장비에 불과하다.

Crack Scale과 Deformometer : 철근콘크리트 구조물에서 균열의 발생 원인은 여러가지가 있으나 그 허용 범위에는 논란이 많다. 어쨌든 하자 발생을 피부로 느끼는 것은 균열인데 일반인들은 매우 민감한 반응을 하는 반면 기술자들은 오히려 너무나 등한시하는 경향이 있다. 균열쪽의 허용치가 0.3mm나 하면서 절대치를 가지고 따질 일이 아님을 현장 경험자들은 잘 알 것이다. 철근의 피복 두께가 필요이상 두꺼울 때는 균열폭이 커도 소정 피복 두께 위치에서는 이른바 머리카락 두께(Hair Crack)에 불과할 수도 있는 것이다. 균열이 발생하면 Epoxy Grouting을 만병통치약으로

사용하는 경향이 있다. 벌어진 틈을 강력 접착제로 채우는 것은 부식이나 콘크리트 중성화 등의 노화 방지 대책으로는 나무랄데 없는 방식이지만 구조물 내력이 부족하여 파괴되는 과정에서 균열이라면 그 같은 간단한 처방만으로 방심했다가는 오히려 큰 화를 부를 수 있으므로 주의하여야 한다. 어디에서 유래한 것인지 알 수 없으나 균열이 발생한 부분에 창호지나 미농지를 붙여 놓고 날짜까지 기록해둔 것을 흔히 보게 되는데 아마도 그 붙여 놓은 종이도 또다시 찢어지면 균열폭이 늘어났음을 뜻한다는 생각때문으로 이해한다. 그러나 창호지나 미농지는 습도에 따라 심한팽창, 수축을 하는 재료이므로 적합하지 않다. 그런 목적이라면 얇은 유리조각(현미경의 Eye Piece가 적당함)을 강력 접착제로 부착하면 확실한 균열의 진전을 파악할 수 있다. 구조물의 변형과 관계가 있는 균열의 진전은 구조 안전진단에 큰 도움이 되는데 이는 경과시간과 관계가 있으므로 원칙적으로는 1회의 측정으로 판정하기는 어렵다.

즉, 균열쪽에 진전이 있는 구조물은 Deformometer를 사용하여 진행 상황을 측정하거나 균열폭 진행이 완결될 때까지 기다려야 하나 기온 변화를 비롯한 다른 요인이 복합 작용하므로 판단을 어렵게 하는 단점이 있다. 균열은 부재 변형의 증상에 불과하므로 그 원인을 찾아내는 것이 구조 안전진단의 첩경이 된다.

수직, 수평도 측정 : 구조 안전진단에서 가장 요긴하게 사용하는 것이 수직, 수평도 측정치이다. 구조물이 파손 또는 붕괴되는 현상은 변형을 수반하기 때문이다. 그러나 이것 역시 변형이 진행되는 구조물일 경우 시간을 두고 여러번 조사하여야 하는데 변형 진행이 정지될 때까지 기다리거나 사전에 그 원인을 제거시키는 보강 공사가 이루어져야 한다. 변형치를 한번의 측정으로 알아내는 것은 쉬운 일이 아니다. 구조물을 처음 지을 때부터 그렇게 비뚤어졌을 수도 있기 때문이다. 그러므로 균열과 수직 수평도 측정을 병행하여야 이를 판정하는 자료구실을 하게 되는 것이다. 구조 안전진단을 할 필요가 있을지한 구조물이면 될수록 일찍 의뢰하는 것이 필요하다. 멀쩡한 건물을 무슨 이유로 조사하겠는가 하고, 미루는 것은 어리석은 생각이다. 주변에서 내 건물에 피해를 줄 가능성이 있는 작업을 하려는 눈치가 있을 때 자기 구조물의 수직,

수평도를 사전 측정하여 상대방에게 제시하고 균열 개소와 폭 등도 명확히 측정, 상호 확인해 두면 후에 서로간의 분쟁 소지가 줄어들게 되기 때문이다. 가해자측도 자기의 잘못으로 인해서 상대방에게 피해를 준 것을 정당하게 인정하고 피해 보상을 해주는 뜻뜻함이 있어서 좋다. 수평도 측정에서 잊지 말아야 할 주요 사항으로 조사대상 건축물에서 떨어진 위치에 Level 변형이 없는 곳을 택한 기준점을 마련하는 일이다. 덩빙덩빙하다가 그 기회를 놓치면 후에 구조물 전체의 수직 절대변위 확인이 불가능하기 때문이다.

수직, 수평도 조사를 위하여 사용되는 장비로는 재래식 Level이나 Transit, 물호스, 추 등이 사용될 수 있다. 그러나 이들은 사용이 번거롭고 부정확하여 짧은 시간내에 여러 곳을 조사하는데 어려움이 있다. 그런 점에서 Laser Plane(레이저 광선을 이용하는 측량기기)은 매우 편리한 장비이다.

또한, X-Y 양방향 수직도 측정을 동시에 가능하게 하는 장비를 고안 제작하여 사용하면 한결 수월한 조사를 할 수 있다. 수직도 측정에서도 수평 변위가 없는 기준점을 설정하여 구조물의 절대변위 확인에 이용하여야 한다. 안전진단을 위한 조사는 어쩌면 잘못 설계 시공된 부위를 파헤쳐내는 작업이므로 설계자나 시공자의 부끄러움을 노출시키는 일일 수 있는데 그것이 그들로부터 정직한 증언 협조를 받기 어려운 이유이다.

하중시험 : 특별히 필요한 경우에는 하중시험으로 구조물의 안전 여부를 확인할 수 있다. 그러나 이는 비용과 시간이 많이 드는 번거로운 일이므로 신중하게 검토 결정하여야 한다. 하중 적재도 일시적이거나 상용하중치를 초과시켜야 하는 하중시험 규준을 감안하면 조사대상 구조물을 마치 시험용 몰모트로 취급하는 것과 같을 것이다. 그러므로 하중시험에 임할 때는 건축주로부터 만약의 경우 시험 도중 구조물이 붕괴되거나 사용 불가능하게 된다고 해도 이의를 제기하지 않겠다는 각서를 받아 두어야 함을 상식적으로 알아두어야 한다. 하중시험에 사용하는 “하중”을 포대시멘트나 모래, 벽돌 등으로 쓰는 것을 흔히 보게 되는데 필자의 경험으로는 “물”을 이용하는 것이 가장 정확하고 손쉬운 것이다.

하중 적재할 위치에 비닐이나 Tent로 가설 Pool을 만들어 놓고 필요한 물을 펌프로 담고, 뽑는 방식이다. 안전진단과 하중시험 장비를 마련함에 있어 시중에 그 장비 자체를 실제 이용하기 위한 적당한 보조제들이 거의 없는 형편이므로 현재로는 각자가 고안하여 제작 사용하는 도리밖에 없다. 생전 낚시 한번 해보지 못한 필자가 최근에 릴 낚시장비를 구입한 것도 구조 안전진단을 위해서이며 변압기에서 그라인다까지를 마련하기 위해서 공구상을 기웃거리야 하는 새로운 분야임에 틀림없다.

안전제일 : 구조 안전진단을 위해서는 안전모, 안전화를 비롯한 신변 안전용품과 Head Lamp, 안전 사다리 등 잡다한 비품이 필요하다. 창고속을 들여다보면 마치 청계천 철물상과도 같다. 몇달 전 이화여대 자연사 박물관 안전진단 과정에서 대학측의 사다리를 이용하다 추락사고를 일으켰던 경험을 비추어 볼 때 안전 사고 방지를 최우선으로 하여야 함을 강조하는 바이다.