

구조해석 프로그램의 허와 실



진언식
벽산건설 기술팀 이사

序

요즈음은 사회 어느 분야에서도 컴퓨터와 떨어져서 생활이 안되게 되었고 거의 모든 작업을 컴퓨터를 이용하여 작업을 하고 있다. 또한 컴퓨터에 대해 전혀 모르는 사람이라 할지라도 그것이 대단히 편리한 도구라고 생각하고 인정하고 있는 실정이다.

앞으로 사회가 더욱더 발전하면 할수록 여러 분야에서의 컴퓨터 활용이 많아지고 다양화될 것이다. 이렇듯 컴퓨터를 활용해서 편리해지는 것도 많지만, 그에 따라 인간의 두뇌활동은 점점 더 컴퓨터에 의존하게 되고 있는 것이 사실이다.

이렇듯 편리한 컴퓨터가 없던 시절은 어떠했을까?

건축구조분야에 초점을 맞추어 이야기해 보자.

1970년도에는 컴퓨터에 상응하는 계산척이라는 도구가 활용되었다. 당시 공대를 다니던 학생들은 이런 계산척을 이용하여 다양한 공학적 계산을 수행했으며, 건설사에서 근무하는 엔지니어들은 항상 계산척을 근처에 두고 애인처럼 항상 같이 생활하며 활동하였다.

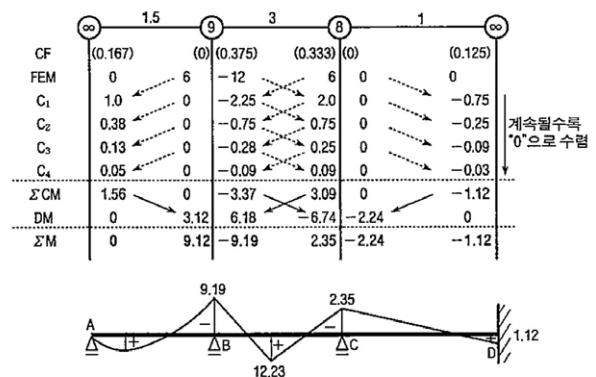
이런 시절 계산척을 이용하여 모멘트 분배법으로 구조해석을 하기 위해서는 큰 종이를 놓고 개략적인 구조 프레임 형태를 그려놓고 그 밑에 작은 글씨로 반복적인 모멘트의 분배를 통하여 부재력을 산출하였으며, 이런 산출된 값을 기준으로 개략적인 모멘트 곡선을 그려 이를 토대로 부재설계를 진행하였다. 이런 단순 반복적인 행위는 구조 해석을 하는데 많은 시간과 공을 필요하게 되었다. 구조 설계하는 대

부분의 시간을 여기에 투입될 정도였다.

이런 해석시간 상의 문제로 다 강간 프레임이 주어질 경우 계산하는 시간과 인력이 매우 많이 소요되므로 이를 보정할 수 있는 다양한 기법들이 나왔다. 이러한 기법들의 근간은 재료역학과 구조역학에 근간을 두고 만들어 지고 발전된 것이다

이런 일련의 과정을 지속적으로 하게 되면 엔지니어 자신도 모르는 사이에 구조역학에 대한 직관력이 저절로 몸에 스며들게 된다. 그래서 만일의 설계과정에서 그 구조물의 거동이 초기에 예상된 거동에서 벗어날 경우 노련한 설계자는 과거의 경험을 바탕으로 무엇을 파악해야 하며 어떻게 대처해야 하는지에 대한 방법을 이미 알고 있는 것이다.

최근에는 구조해석 분야에서 컴퓨터의 활용도가 매우 높아져서 과거에 시행하던 모멘트 분배법등의 단순 반복적인 작업에 투입되는 시



[모멘트 분배법을 이용한 해석]

간과 인력을 컴퓨터에게 일임을 하고 있다. 이에 따라 구조해석에 소요되는 시간적인 여유를 기술자는 조금 더 창의적인 일에 몰두할 수 있는 여유를 가지게 된 것이다.

實

구조해석이란, 즉 “분석”하는 단계이다.

설계단계에서 구조물의 다양한 형태, 여러 구조재료, 저항시스템 설계를 했는데 과연 이것이 안전하고 사용하는데 문제가 없는지, 외력이 구조물에 작용 시 구조물이 어떠한 거동하는가 등을 분석하는 단계이다.

이 과정은 설계상태의 구조물이 실제 건설되었을 때 설계자가 초기 가정했던 하중이 구조물에 작용할 때 가장 불리한 상태에서도 안전한가를 검증하는 단계이다.

컴퓨터는 이런 단순하고 반복적인 계산을 짧은 시간 내에 많은 양의 자료를 매우 신속하게 처리할 수 있어 컴퓨터 이전 시절에는 시도조차 하지 못한 구조물의 해석도 충분히 도전하여 수행할 수 있으며, 거의 정확한 도출해 낼 수 있게 되었다.

초기 구조해석 프로그램은 Text형태의 숫자를 일정한 Format속에 넣어 이를 컴퓨터가 인식하도록 하였다. 이런 입력방식은 한번의 키보드 실수가 매우 심각한 결과를 낳을 수 있어 엔지니어는 반드시 이에 대한 결과를 확인하고 검증을 해야 했다.

최근에는 이런 모든 입력작업이 Visual화된 인터페이스로 더욱더 직관적으로 Input Data를 넣을 수 있어 엔지니어에게 이로운 점을 주고 있다. 이런 구조프로그램의 활용으로 1990년대 후반에는 말레이시아 페트로나스 타워와 최근 두이에 건설되는 초고층 건축물들은 더욱더 정교하고 세밀하게 구조해석적인 접근이 가능하게 되었다.

과거에는 구조해석에 집중적인 시간과 노력을 기울여 왔지만 이런 것은 구조해석 프로그램에게 맡기고, 설계자는 구조물의 형태 및 전체적인 균형 등 종합적인 요소에 신경을 쓸 수 있는 시간적 여유를 가지게 된 것이다.

虛

구조해석 시에 몇 가지 고려해야 할 중요한 사항이 있다. 첫째 사용자가 쉽게 접근할 수 있는 프로그램이어야 한다. 둘째 계산방법이 틀리거나 해석상의 오류를 최소화하기 위해 모델의 합리적인 단순화가 필요하다. 셋째 해석과정이 구조설계자가 구조물의 전체적인 거동을 이해하는데 도움이 되어야 한다는 것이다.

최근 실무자들과 일을 접해보면 이러한 기본적인 사항을 잘못 숙지하고 있는 것 같은 생각이 든다.

컴퓨터 산업의 빠른 발전으로 최근 구조해석 프로그램이 일관프로그램 형태로 발전하는 경향을 많이 보인다. 구조해석 프로그램의 빠른 발전에 따라 종래의 계산적을 사용하던 방식이 대형 컴퓨터를 거쳐 이제는 개인용 컴퓨터를 이용한 구조해석 프로그램으로 바뀐에 따라 보다 쉽고 편리하게 정밀한 설계가 가능해 졌으나, 반면 구조기술자들은 상대적으로 설계에 대한 직관력을 잃어버리고 점점 구조해석 프로그램에 매달리고 구조해석 프로그램에 의존하는 오퍼레이터로 전락하고 있는 실정이다.

구조해석 프로그램의 사용법은 능숙하게 사용하게 되었으나, 실제 그 활용방법은 조금 잘못되게 사용되고 있는 것으로 생각된다. 이는 누구나 사용법만 배우면 누구든지 할 수 있는 것으로 오해를 가져올 수 있기 때문이다.

구조물의 설계방법이 요리책에 쓰인 순서와 비슷하다고 하여 요리책에 있는 순서대로 설계하면 안전한 건축물이 될 것으로 오해하고 있는 것 같다. 실제로는 요리순서를 잘못 이해하였거나, 잘못 적용하면 부정확한 답을 출력하게 되기 때문이다.

컴퓨터의 가장 큰 장점은 단순 반복계산의 능력이 뛰어나고 정확한 답을 이끌어 주는데 있다. 이로 인하여 많은 양의 계산을 매우 신속하게 처리할 수 있어 이전에는 상상하지도 못한 구조해석을 할 수 있다. 그러나 이것은 정확한 입력자료를 넣는다는 가정에서 출발한다. 컴퓨터는 복잡한 구조해석은 매우 잘한다. 하지만 스스로는 아무것도 할 수가 없는 기계이다.

만약 어떤 결함을 내포하고 있는 모델링을 그대로 입력하고 기계적으로 해석하면 그 결과는 설계자가 원하지 않은 황당한 결과를 가져온다. 게다가 설계자가 구조물에 대한 기본적인 감각이 없는 상태라면 컴퓨터가 내놓은 결과를 제대로 검토하지 못하고 이해를 못한 상태에서의 결과는 정말 엄청난 결과를 가져올 수 있다.

즉, 쓰레기를 넣으면 반드시 쓰레기가 나온다는 결과다.

그러면 이런 쓰레기를 넣지 않기 위해서는 어떻게 하여야 할까?

첫째, 사용하는 도구에 대한 충분한 사용방법 및 활용방안의 능력을 키우는 것이다.

사람들은 보통 칼이라고 하면 무조건 날카롭고 강하면 좋다고 생각한다. 하지만 칼도 여러 종류가 있다. 과일을 깎는 칼의 경우는 너무 날카로우면 과일을 깎을 때 손을 다칠 우려가 있다. 즉 적당한 정도의 날카로움만 있으면 되는 것이다. 하지만 생선의 살을 얇게 뜨는 칼은 다른 어떠한 요소보다 칼의 날카로움이 우선시 되어야 한다. 이처럼 모든 것에는 사용하는 사람이나 목적에 맞는 용도의 도구가 필

요하다.

최근의 구조해석 프로그램은 너무나도 다양한 옵션과 기능을 가지고 있다. 아마도 날카로움만으로 보면 사시미와 같아 보인다. 이런 날카로운 칼을 초심자에게 맡겨두려면 반드시 칼의 사용용도와 주의 사항을 반드시 숙지시켜야 한다.

둘째, 프로그램의 검증에 관한 문제이다.

외국의 경우도 프로그램에 대한 검증제도가 없다. 그것은 프로그램들이 지속적인 발전과 빠른 속도로 변화하는데 이러한 관료적인 방법으로는 개발의 속도에 맞추어서 검증할 수 없기 때문이다. 요즘도 Window의 지속적인 업데이트가 이루어 지고 있으며, 이에 대한 검증은 사실 불가능하다.

대부분의 구조해석 프로그램은 검증에 대해서는 다음과 같은 방식으로 사용자에게 검증을 요구하고 있다. “방대한 양의 이론과 설계식이 집적되는 구조해석 및 설계프로그램의 특성상 00 프로그램을 사용함으로써 발생가능한 어떠한 이익과 손실에 대해서는 프로그램개발자와 검증기관 에게는 권리와 책임이 없습니다”라고 하면서 프로그램의 해석결과에 대한 책임을 사용자에게 책임을 넘기고 있다.

이것은 프로그램을 개발하고 유지 관리하는 프로그램 개발자와 그 전문분야에 속해있는 설계자가 지속적인 관심을 가지고 설계자 스스로 확인할 경우에만 그 진가가 발휘될 수 있다는 것이다. 설계자가 관여되지 않는 프로그램은 정말 뜻하지 않는 위험한 결과를 초래할 수 있다.

소프트웨어는 만능이 아니며, 노련하지 못한 설계자가 사용시 정말 무서운 결과를 가져올 수 있다. 노련한 설계자는 프로그램에 반드시 오류가 있을 수 있다는 편견 아닌 선입견을 가지고 구조설계에 임하고 반드시 설계결과를 재확인하고 검증하는 절차를 가져야 한다.

후자는 주로 구조역학적인 기본사고를 잘 갖추고 이를 밑거름으로 새로운 프로젝트가 주어졌을 경우 창의적인 사고를 통하여 그 도구를 아주 잘 활용하는 사람이다.

셋째, 설계자의 경험적인 직관력을 키우는 것이다.

직관력은 논리적인 근거 없이 인간의 사고가 즉각적으로 이해하는 것이다. 또한 우리의 사고가 무한한 여러 가능성 중에서 선택과 배제를 시작하는 과정이다. 설계계획단계에서의 직관력은 가장 중요한 역할을 수행한다.

반면 컴퓨터 공학자들은 앞으로 미래에는 컴퓨터가 점점 더 정교해지고 발전하면서 컴퓨터 모델링이 우리의 직관력과 대등하거나 그 이상의 것을 가져다 줄 수 있으며 좀더 인간을 편안하게 만들어 줄 것이라고 주장한다.

하지만, 먼 미래에는 이러한 것이 어떻게 바뀔지는 모르지만, 현재의 상황을 비추어 보면 아직까지는 이러한 단계가 아님을 확신한다.

아직까지도 컴퓨터는 인간의 활동범위 안에서 움직이고 있는 것이다. 기술자가 정확한 정보를 줄 경우 우리들이 원하는 결과를 받을 수 있는 것이다 이것도 결국 기술자의 몫인 것이다.

최근에는 최적화 설계라는 용어가 자주 들린다. 이것은 구조해석 프로그램을 이용하여 기존의 방식으로는 할 수 없었던 해석의 최적화를 이루는 것이다. 결과적으로 부재단면의 최대 응력 대 부재의 내력비를 최소화 시키는 과정이다. 이 결과에 따라 최소한의 물량으로 구조물의 최적화를 이끌어 내는 것이다. 어찌 보면 당연한 것이 아닐까? 우리들이 학교에서 배운 내용 중에 구조설계의 정의는 다음과 같다.

“ 건축물의 구조에 관련된 부분의 설계. 안정성·기능성·경제성을 고려하며, 주로 역학적인 것을 계산하여 작성한다. “

당연히 경제성을 살려서 설계하는 것이 당연하지 않을까?

하지만 이러한 기법은 전술에서 말한 것 같이 정확한 구조물의 정확한 이해와 직관력 그리고 구조해석 도구가 서로 잘 조화를 이루어져야만 완성이 가능한 것이다.

조금이라도 처음의 가정이 잘못되었거나 프로그램의 버그가 있다든가, 설계자의 판단의 실수가 있다면 여지없이 구조물의 안전성에 문제를 야기시킬 수 있기 때문이다. 항상 경제성과 안전성은 상관관계에 놓여있다. 우리는 이러한 관계를 잘 파악하고 구조설계에 접근하는 방법을 배워야 할 것이다.

結

최근은 숲을 보지 못하고 나무만 볼 줄 아는 구조기술자 들이 만연한 것 같다. 구조체의 전체 거동을 인지하고 개개의 구조 부재가 전체 구조물에 어떤 식으로 기여를 하는지에 대한 능력을 키워야 할 것이다. 획일적인 구조해석 프로그램에 따른 계산결과에만 의존하는 것은 전체 구조물의 안전성이나 경제성, 사용성 등을 등한시 하는 것이다. 단순히 구조해석을 통하여 계산결과만을 맹신하는 좁은 안목의 구조설계자가 아닌 구조물의 전체적인 거동과 안전성을 신중하게 검토하고 자신이 습득한 구조의 지식이 사회전체에 기여하는 윤리관을 심어주어야 할 것이다. 추가적으로 너무 해석적인 면만 중요시 할 것 아니라, 구조기술자로서의 기본 자세는 구조설계를 위한 올바른 Code의 이해와 실제 업무에 합리적으로 적용 시킬 수 있는 능력의 배양이 중요하다. 물론 구조해석을 통한 정량적인 Data도 중요하지만 이를 구체적으로 이끌어 갈수 있는 능력이 더 중요하다고 사료됨.