

다음 세대의 구조해석

이 동 근*

요즈음과 같이 과학문명이 급속하게 발전하는 가운데 미래의 구조공학이 어떠한 양상으로 발전할 것인가를 예측하는 것은 대단히 어렵고 어쩌면 무모한 일인지도 모른다. 그러나 앞으로 10년 또는 20년 후의 구조공학이 어떻게 발전한 모습을 가질 것인가를 상상해 보는 것은 구조공학도에게는 대단히 즐거운 일이며 필요한 일이라 할 수 있다. 십수년이 지난 후에 그때를 상상해 본 이번 “전산 구조 공학”의 특집을 다시 읽어 보게 되면 무척 흥미로울 것이라는 생각으로 감히 미래의 구조해석 분야에 관해 상상을 해보기로 한다.

1. 전자 계산기의 발전

구조해석 분야에 획기적인 전기를 마련한 유한요소법은 전자계산기의 실용화에 때맞추어 등장하였으며 앞으로도 상당히 오랜 기간 동안 구조해석 기술은 전자 계산기의 발전에 의지하게 될 것이다. 지금으로부터 약 20년전에 서울대학교 공과대학에 처음 설치되었던 IBM 1130에 비해 기억용량은 약 20배, 계산 속도는 약 10배가 향상되었으나 가격면에서는 비교도 안될 정도로 저렴해진 개인용 전자계산기가 구조공학자들의 책상위에 놓이게 되었다. 이러한 추세가 계속되어 전자계산기 분야의 발전은 앞으로 더욱 눈부실 것으로 예상할 수 있으며 언젠가는 슈퍼 컴퓨터 Cray 2의 성능을 가진 휴대용 계산기가 등

장하게 될지도 모를일이어서 전자계산기 분야의 대단한 발전을 전제로 하고 미래의 구조공학을 상상해 보기로 한다.

2. 해석 모델의 입력 및 해석 결과의 출력

현재 구조해석을 위해 작성되는 해석 모델은 전자계산기의 용량이나 계산속도 등을 고려하여 상당히 단순화되는 경향이 있다. 대부분의 경우에는 입력데이터를 작성하여 구조기술자가 결정한 해석 모델을 입력하고 해석 결과를 프린트하거나 그래픽으로 출력하고 있다. 앞으로 전자계산기와 주변기기가 더욱 개선되면 구조기술자들도면이나 모형을 직접 Scanner에 입력시킴으로써 매우 간편하게 해석 모델을 입력할 수 있게 될 것이며 그러한 기술이 개발될 때까지, 가까운 미래에는 Mouse를 사용하여 Graphic Terminal에 해석 모델을 그림으로 입력시키는 방법이 개발되어 구조기술자의 작업이 한층 단순화되고 편리하게 될 것이다. 최근에는 초보 단계이지만 구조기술자가 입력한 해석 모델을 mesh regeneration 등의 기법을 이용하여 자동으로 개선하는 기법이 개발되고 있으며 머지않아 구조기술자가 단순화된 해석 모델을 입력하면 구조물의 형태와 하중조건에 따라 자동으로 해석 모델을 개선하여 응력집중, 비탄성거동, 균열발생 등의 상당히 복잡한 현상을 효과적으로 예측할 수 있는 소프트웨어가 개발되어 실용화될 것이다. 구조기술자가 입력한 해석 모델이 절점의 추가 및 요소의 세분화 등의 과정을 통해 더욱 복잡하고 효과적

* 정회원, 총무이사, 한국과학기술원 조교수, 공학박사

인 해석 모델로 개선이 되면, 해석 결과의 출력 방법도 현재의 방식에서 더욱 발전되어 레이저 광선을 이용한 삼차원 칼라이미지의 방식 등 더욱 효과적인 방법으로 바뀌게 될 것이다. 따라서 해석 결과의 판독이 프린트된 변위 또는 응력을 찾아 읽는 방법에서 삼차원 실험 결과를 직접 눈으로 확인하는 효과가 있는 방법으로 발전되어 구조공학 분야의 연구와 실무에서 더욱 편리하고도 효과적으로 수행될 것이다.

3. 해석 방법의 발전

전자계산기가 등장한 후에 유한요소법이라는 획기적인 구조해석 방법이 도입된 후로 유한요소법은 구조해석뿐만 아니라 다른 여러가지의 공학분야에도 널리 응용되는 혁신적인 도구가 되고 있으며 근래에는 경계요소법이 소개되어 유한요소법의 결점을 대폭 보완하게 되었다. 그러나 앞으로 전자계산기의 획기적인 변화가 없이는 당분간 유한요소법보다 더욱 발전된 해석 방법이 등장하는 것을 기대하기는 어려우며 유한요소법의 개선 및 활용과 경계요소법 등과의 연계 사용을 통한 방법의 개선이 두드러질 것으로 보인다. 현재 실무에서는 소변형 이론에 근거한 선형 탄성해석법이 주로 사용되고 있으나 앞으로는 대변형 이론을 도입하여 구조물의 진동 및 좌굴 등에 대한 더욱 정확한 해석이 실용화 될 것이며 전자계산기의 기억용량 및 계산속도의 대폭 향상에 힘입어 비선형 동적해석 및 피로해석 등이 실무에서도 널리 활용될 것으로 보인다.

4. 설계하중의 개선

구조물의 설계를 위한 구조해석 과정에서 가장 불확실한 부분은 설계하중의 설정이다. 구조재료의 성질과 구조물의 역학적 성질이 상당히 정확하게 파악이 되었다고 가정하더라도 설계하중이 정확하지 않으면 해석 결과를 충분히 신뢰할 수 없을 것이다. 그러나 설계하중은 구조물의 사용기간에 발생할 여러가지의 하중 상태를 정

확히 예측하기 어렵기 때문에, 현재는 주로 전문가들의 경험에 의한 설계하중을 사용하여 구조해석을 수행하고 있다. 앞으로는 구조물이 저항하여야 하는 하중상태를 더욱 정확하게 예측하기 위한 기술이 크게 발전하여야 하며 또 발전될 것으로 생각된다. 바람이나 지진과 같이 구조물에 크게 영향을 미치는 자연현상에 대한 연구가 많이 수행되어 하중의 발생 원인을 더욱 정확히 파악할 수 있을 것이며 확률이론이 적극적으로 도입되어 신뢰성에 근거한 더욱 합리적인 설계 하중의 설정이 가능해질 것이다. 머지않은 장래에 인간의 생활 공간이 육지에서 해양 또는 해저로까지 확대될 것이며 심지어는 가까운 달이나 화성, 금성 등의 혹성에도 구조물을 건설하게 될 것이므로 심해의 고압에 견딜 수 있는 구조설계 기술과 진공 상태 또는 무중력 상태에서 사용될 특수 구조물의 설계를 위한 새로운 기법이 개발될 것이다. 이러한 구조물들에 불의의 사고가 발생할 때 예상되는 피해를 방지하기 위하여 강도와 내구성이 월등한 재료가 개발되고 이러한 재료의 효과적인 사용 방법이 개발되어 현재보다는 월등히 가늘고 얇은 구조재를 사용하여 극한 조건을 견딜 수 있는 특수 구조물들의 설계가 가능하게 될 것이다.

5. 구조 설계 기술의 발전

요즈음 구조 설계를 위하여 전자계산기가 많이 사용되고 있으나 대부분의 경우에는 구조해석이나 단면설계 및 도면화 정도의 기능을 가진 소프트웨어가 사용될 뿐이다. 그러나 최근에 등장한 전문가 시스템이 많은 발전을 함으로서 구조물의 구조계획, 구조방식의 결정 등 현재 구조기술자들의 경험에 의해서만 이루어질 수 있는 근본적인 과정들이 전자계산기의 힘을 빌어 효율적으로 수행되는 날이 머지않을 것이다.

따라서 구조기술자는 구조물의 기본 형태와 하중의 적용 방법만 간단히 입력한 후 최고 수준의 전문가들의 판단 방법이 내장된 소프트웨어의 도움으로 미적이고도 안전하면서 경제적인 구조 계획에 의한 효율적이고 합리적인 구조 방

식을 가진 구조물의 설계를 아무런 어려움이 없이 손쉽게 수행할 수 있게 될 것이다.

6. 맺는말

구조공학의 현실도 제대로 파악하고 있지 못하는 주제에 구조공학의 미래를 예상해 보는 어

리석음을 범한 느낌이 들어 송구스러움을 금할 수 없다. 미래의 구조공학을 예상했다기 보다는 훗날의 구조공학이 어떻게 될 것인가를 생각해봄으로써 구조공학의 현실과 앞으로 나아갈 길을 다시 한번 생각해 볼 수 있는 계기가 되었으면 하는 마음으로 미숙한 글을 마무리 하고자 한다.