

PC를 이용한 대형 구조물의 해석

이 동 근*

1. 머리말

쉽게 접근할 수 있고 사용하기 간편하며 경제적인 부담이 적은 PC가 구조공학 분야에서 널리 활용되고 있다. 최근에 보급되고 있는 PC는 기억용량, 계산 속도 및 응용 소프트웨어 등에 있어서 구조공학 분야의 실무와 연구에 큰 지장이 없을 정도로 발전하였고 대형 컴퓨터와 연결해서 사용할 수도 있으므로 앞으로 PC가 구조공학 분야에서 차지하는 비중이 날로 증가할 것으로 보인다. 그러나 PC를 사용하여 대형 구조물을 해석할 경우에는 기억용량이나 계산 속도 등의 한계성으로 인하여 약간의 문제점이 발생하기도 하는데 이러한 문제를 해결하기 위해 어떠한 해결 방안이 있는지를 소개하고자 한다. 여기서 대형구조물이라 함은 구조물의 규모가 크다는 의미보다는 구성하고 있는 부재의 수가 많거나 형상이 복잡한 경우와 세밀한 해석 모델을 작성해야 하는 경우 등과 같이 PC가 기억하여야 할 입력자료가 많고 해석과정에 많은 계산이 요구되어 PC의 기억 용량과 계산 속도가 문제가 되는 경우를 의미한다.

2. 계산 속도의 문제

구조해석을 위하여 주로 사용되는 처짐각법이나 유한요소법 등은 구성된 연립 방정식을 푸는 과정을 거치게 되는데 이를 위한 계산량은

일반적으로 미지수의 세제곱에 비례하는 것으로 알려져 있다. 따라서 구조물이 대형화할수록 계산에 필요한 시간은 급격히 늘어나게 된다. 계산 속도를 높이는 방법을 대략 다음의 몇 가지로 나누어 생각할 수 있다.

(1) 계산속도가 빠른 기종의 사용 : 일반적으로 PC는 XT, AT 및 32bit의 세가지로 구분하여 생각할 수 있으며 가장 속도가 빠른 32bit 기종을 사용하면 계산시간을 단축할 수 있다. 그러나 계산 속도가 빠를수록 PC의 가격이 높아지게 되는 문제가 있다.

(2) Co-Processor의 이용 : 수학계산을 빨리 수행할 수 있는 8086, 80286, 80386 등의 Co-Processor를 PC에추가하면 큰 경제적 부담없이 계산 속도를 높일 수 있다. 예를 들면 AT에 80286 Co-Processor를 장착하면 32bit 기종에 못지 않는 계산 속도를 얻게 된다. 물론 32bit기종에 80386 Co-Processor를 장착하면 PC로서는 가장 빠른 계산 속도를 얻게 된다.

(3) 빠른 보조 기억장치의 이용 : 구조해석을위한 입출력에 보조장치를 활용할 때에 floppy disk를 사용하기 보다는 hard disk를 사용하는 것이 계산시간의 단축에 크게 도움이 된다. 가장 빠른 보조기억장치는 RAM의 일부를 virtual disk로 사용하는 방법인데 이를 위하여 RAM을 충분히 늘려 줄 필요가 있다.

(4) 보조 기억장치 사용의 최소화 : 주 기억장치에 비해 보조 기억장치의 입출력 속도가 대단히 느리다는 점을 감안하여 가능한 범위 내에서 보조기억장치의 사용을 억제하는 것이 바람직

* 정희원, 총무이사, 한국과학기술원 조교수, 공박

차다. 보조 기억장치를 사용하더라도 입출력이 빠른 sequential access 방법을 사용하면 direct access 방법을 사용하는 것보다 훨씬 빠른 계산을 끝낼 수 있다.

(5) 미지수의 최소화 : 해석에 필요한 미지수의 수가 늘어나면 계산시간이 길어질 뿐만 아니라 큰 기억 용량을 요구하게 된다. 따라서 해석모형을 작성할 때에 미지수의 수가 최소가 되도록 하는 것이 바람직하다. 그러나 대형 구조물의 경우에는 불가피하게 미지수의 수가 많아지게 된다. 이러한 경우에는 계산량이 증가하게 되므로 계산시간이 길어질 뿐만 아니라 기억용량이 부족하여 보조 기억장치를 사용함으로써 계산속도가 대단히 늦어지게 된다.

(6) 효율적인 해석 방법의 선택 : 해석하고자 하는 구조물의 특성에 따라 효율적인 해석 방법을 선택함으로써 계산 시간을 크게 단축할 수 있다. 구조물과 하중의 대칭성을 이용하여 구조물의 일부분만의 해석 모형을 작성하거나 효율적인 유한요소를 사용하는 방법도 생각해 볼 수 있다.

3. 기억용량의 문제

구조물의 해석에 관계되는 PC의 기억장치는 RAM, hard disk 및 floppy disk로 나누어 생각할 수 있다. 보조 기억장치 중에서 hard disk는 기억용량이 크고 입출력이 빠른 장점이 있으나 PC에 내장되어 있어서 휴대할 수가 없는 단점이 있고 floppy disk는 기억 용량이 작고 입출력이 늦지만 휴대할 수가 있고 필요한 양만큼 추가로 구입하여 사용할 수 있는 장점도 있다. 최근에는 hard disk와 같이 용량이 크고 입출력이 빠르며 floppy disk와 같이 휴대할 수 있는 cartridge 형 disk가 보급되어 대단히 편리한 보조 기억장치로 활용되고 있으나 아직은 가격이 비싼 경향이 있다. 가장 중요한 기억 장치는 RAM인데 대개의 PC에는 기본적으로 640KB의 RAM이 설치되어 있으며 필요에 따라 1.6 MB, 4MB, 8MB 등과 같이 증설할 수 있다. 그러나 현재 PC에서 사용되는 OS중에서 DOS

를 사용하면 활용할 수 있는 소프트웨어의 크기가 640KB로 제한되므로 RAM의 증설에 따른 잇점을 크게 살리지 못하게 된다(이 문제는 가까운 시일 내에 해결이 될 것으로 기대됨). 따라서 640KB를 초과하는 소프트웨어를 사용하기 위해서는 OS로 XENIX를 채택하여야 한다. 그러나 현재 구조공학 분야에서 주로 사용되는 OS는 DOS이므로 XENIX를 사용하여 이 문제를 해결하기 보다는 DOS를 사용하고 640KB의 한계안에서 대형 구조물을 해석하는 방법을 모색해 보기로 한다.

(1) 소프트웨어의 모듈화 : 크기가 640KB를 초과하는 대형 소프트웨어는 몇 개의 모듈로 나누어 단계적으로 계산을 수행함으로써 큰 어려움이 없이 PC에서 활용될 수 있다. 현재 PC에서 사용되는 SAP 등의 대형 소프트웨어는 대부분 이러한 방법을 활용하고 있다.

(2) 미지수의 소거 : PC를 사용할 경우에 소프트웨어의 크기에는 사용되는 array의 크기도 포함이 된다. 따라서 array의 크기를 조절하여 소프트웨어의 크기를 640KB이내로 조정할 수 있다. 그러나 array의 크기를 줄이는 문제는 해석할 수 있는 구조물의 크기를 제한하는 결과를 초래하게 된다. 따라서 제한된 크기의 array를 사용하여 대형 구조물을 해석할 경우에는 matrix condensation(static 또는 dynamic condensation) 기법을 사용하여 일부의 미지수를 소거함으로써 직접 해석에 사용되는 미지수의 수를 최소화할 필요가 있다. 이 방법은 건물이나 교량, 평판, 격자 구조물 등의 해석에 크게 활용되며 특히 내진설계를 위한 동적해석시에 가장 유리한 방법으로 인정받고 있다.

(3) Substructure의 활용 : PC를 이용하여 대형구조물을 해석하기 위해서 구조물을 몇 개의 substructure로 나누어 해석하는 방법이 있다. 여기에는 구조물의 일부분만을 substructure로 처리하는 방법도 포함된다. 예를 들면 개구부가 있는 전단벽을 여러개의 요소를 사용하여 모형화하고 이를 condensation하여 하나의 요소로 만든 후 전체 구조물을 해석해서 얻은 결과를 전단벽 모델에 적용하는 방법을 활용하면

대형 구조물의 해석을 위해 필요한 기억 용량을 크게 줄일 수 있다.

(4) Dynamic Array의 사용 : 해석에 필요한 array를 각각의 해석 구조물에 알맞게 조절함으로써 PC의 기억 용량을 최대한 활용하기 위하여 dynamic array(variable array)를 사용한다. 이 때 같은 기억 장소를 필요에 따라서 중복 사용하는 방법도 이용된다.

(5) Integer Array의 분할 : 해석에 사용되는 정수를 기억하기 위한 integer array를 2byte로 지정하면 ± 32767 까지 표시할 수 있으므로 구조 해석에는 충분하며 효율적이다. 또 2byte 정수를 분할하여 사용하면 더욱 효율적이다. 예를 들면 $I_X(1,1)$ 과 $I_X(1,2)$ 가 13과 42인 경우 이것을 $I_X(1)$ 이 1342가 되게 함으로써 일반적인 integer array 사용법에 비해 기억 장소를

절반 또는 4분의 1로 줄일 수 있다.

4. 맺는말

구조공학 분야에서 PC를 사용하는 경우에 여러가지 편리한 점이 많으나 대형 구조물의 해석을 할 경우에는 앞에서 언급한 몇 가지 문제점들이 있다. 그러나 이러한 문제점들을 적절히 해결함으로써 앞으로 머지 않아 구조공학분야의 연구 및 실무가 대부분 PC에 의해 수행되게 될 것이다. 앞에서 제시한 방법 이외에도 PC를 효율적으로 사용하는 방법은 여러가지가 있을 것이며 이를 토론하고 발표할 수 있는 기회(예를 들면 구조공학 분야의 PC User 모임 등)를 가질 필요가 있다고 생각된다.