

80년대 전산화의 추세와 구조설계용 CAE/CADD의 발전

조 호 남*

1. 서 론

80년대로 넘어오면서 우리나라의 컴퓨터산업도 정부의 전자, 반도체 산업의 중흥시책에 따라 급격하게 발전해왔고, 이제는 H/W와 S/W업계 공히 준선진국 수준으로 성장하였다. 특히, 지난 수년사이에 PC와 EWS(Engineering Workstation)의 보편화로 인하여, 이제는 웬만한 기업, 기관, 학교 등의 사무실과 연구실에 PC가 없는 곳이 없을 정도로 변하여 컴퓨터의 조기교육 붐과 더불어 컴퓨터 시대에 살고 있음을 실감나게 하고 있다. 60년대까지만 해도 구조설계 과정에서 컴퓨터의 이용은 구조해석에 국한되었다. 즉, 그 당시에는 개념적인 구조설계 단계인 기본설계나 계획설계 단계에서는 컴퓨터를 활용하지 못하였고, 70년대로 넘어오면서 비로소 구조물의 단면설계, 상세설계 또는 최적설계용 S/W가 개발되어 해석용 S/W에 추가되었다. 그러나, 70년대의 제3세대 컴퓨터시대까지만 해도 구조설계를 위한 컴퓨터의 활용이 Main-Frame 컴퓨터를 이용한 일괄처리 방식과 Stand-Alone 형식의 전산화 해석/설계 시스템에만 의존해 왔다. 그 이유는 인간-기계간의 통신과 자료 및 정보의 처리, 저장, 전달, 검색 등을 효율적으로 수행할 수 없는 H/W와 S/W의 근본적인 한계 때문이었고, 그 결과 구조설계 과정에서 개념/해석/설계의사결

정/재설계와 같은 반복 설계 사이클이 효율적으로 이루어질 수 있는 CAE/CADD시스템의 발전이 늦어지게 되었다. 그러나 제4세대 컴퓨터를 사용하고 있는 오늘날은 반도체 기술과 산업의 급격한 변화 발전에 따른 H/W의 혁신과 이에 따른 UNIX와 같은 고도의 시스템 S/W의 발전으로 CAE/CADD의 완벽한 실현을 위한 여건이 조성되어 있다.

특히 가장 중요하고 괄목할 만한 것 중에는 32 bit 마이크로 프로세서와 슈퍼 컴퓨터의 병렬 처리 기법을 도입한 슈퍼 PC의 출현, 정보의 흐름과 전달을 위한 LAN(Local-Area Networking) 기법, 그리고 고성능의 통합 대화식 컴퓨터 화상(Integrated Interactive Computer Graphic) I/O 기기들로 갖추어진 EWS의 발전이다. 또한, 현재의 PC는 구조설계나 공학적인 제반 문제의 CAE/CADD를 이용한 해결을 위한 요구조건을 충족시키기에는 아직도 미흡하지만, 곧 CPU 용량이 1 Mega byte가 넘는 32bit 슈퍼 마이크로 프로세서로 내장된 PC가 보편화 되면 웬만한 구조설계의 PC에 의한 CAE/CADD가 가능하게 될 것이다. 종래의 CAE/CADD시스템의 운용 경향을 보면 소규모 작업은 Local로 통신 기능을 갖춘 EWS에서 수행하고 대규모 작업은 Main Frame을 이용해서 처리하는 분산 처리형 시스템이 보편적으로 사용되어 왔다. 그러나 최근에 와서는 Multi CPU의 개념에 기초를 둔 Supercomputer의 기술을 개인용 컴퓨터와

*정회원, 부회장, 한양대학교수, 工博

EWS에 도입하여 PRISM(Parallel Reduced Instruction Set Multiplication) 구조를 가진 고도의 성능을 가진 슈퍼 EWS가 보급되기 시작하고 있다.

2. 전산화의 발전 추세

오늘날 이미 개발된 고도의 병렬처리 방식 Multi CPU 개념과 앞으로 전문가 시스템(Expert System), 인공 지능(Artificial Intelligence)등과 같은 고도의 H/W와 S/W의 기술의 발전은 조만간에 구조기술자로 하여금 종래와는 다른 놀랄만큼 높은 수준의 위력있는 CAE/CADD 시스템의 실용화를 가능하게 할 것으로 본다. 따라서 가까운 장래에 고도의 병렬처리 방식의 H/W인 슈퍼 컴퓨터 또는 슈퍼 미니 컴퓨터 Main Frame 에 슈퍼 EWS를 갖춘 CAEWS(Computer Aided Engineering Work Station)이 보급되므로써 건설 프로젝트의 계획단계에서 설계 시공관리에 이르기까지 모든 행정, 관리 및 기술 업무의 완벽한 통합 전산화를 위한 고도의 CAE/CADD 시스템의 운용이 가능하게 될 것임은 두말할 나위 없다. 이와같은 시스템은 전문가 시스템으로서 설계기준이나 구조형식, 배치 등에 관한 의사결정을 자동적으로 처리할 뿐만아니라 건물이나 교량의 설계도 자동적으로 최적화된 설계를 결정해 줄 것이다. 수년내로는 완벽한 전문가 시스템보다는 파라메터화한 의사결정 방법에 기초한 의사 전문가 시스템(Pseudo Expert System)이 운용될 것으로 전망된다.

여기서, 앞으로의 CAEWS가 갖추어야 할 H/W와 S/W 기능은 다음과 같이 요약할 수 있다.

하드 웨어

- 최소한 1-2 MIPS 이상의 병렬 처리 능력을 갖춘 32bit 슈퍼 마이크로 컴퓨터.
- 256 KB나 1MB RAM(Random Access Memory) 집적회로: 보통의 워크스테이션은 최소한 4MB의 주기억 장치에 16MB까지 확장 가능.
- 고성능 5.25" 및 8" Winchester나 Optical 디스크: Winchester 디스크는 100-500 MB 정도의

용량을 갖게 될 것이며, Optical 디스크는 1기가 byte의 용량을 갖게 되고 주로 기록보존이나 백업용으로 사용될 것이다.

- 고성능 도형 처리기 및 디스플레이 장치(Graphics Processors and Display Units): 이들 그래픽 장치는 최소한 1280선×1024선×24 영상 평면깊이를 갖는 고해상도를 갖추게 될 것이다. 이 장치들은 3-D 및 고체모형의 동적회전을 가능하게 하고 2-D 및 3-D 디스플레이목록 모두에 대한 처리기능을 갖추는 것이다. 또한 이들 장치는 동시에 16×10⁶의 칼리터를 동시에 나타내는 진짜 칼리표시 장치가 될 것이며, 따라서 비디오와 디스플레이 기억을 위하여 최소한 4MB의 RAM을 갖추고 16MB까지 확장 가능하게 될 것이다.
- 음성 I/O: 사용자가 워크 스테이션과 통신하는 수단의 하나로 음성 I/O 접속 장치를 갖게 될 것이다. 물론 전화통화도 워크 스테이션과 응용 S/W에 접속 가능하게 될 것이다.
- LAN(Local Area Network)과 GAN(Global Area Network)와의 고속 및 저속 통신: 원격 다이얼 호출 기능도 포함되고, 음성입력과 병행하여 원거리에 위치한 워크 스테이션의 상대방과 단순 음성 명령이나 지시에 의한 설계나 문서의 전달이 가능하게 될 것이다.

소프트 웨어

- 가상 기억 장치 능력을 갖춘 UNIX와 같은 표준 운영 시스템: 이를 사용하면 매우 방대한 지식 베이스 응용 S/W 시스템을 쉽게 취급 가능
- 영어권이나 비영어권의 이용자들이 쉽게 사용하고 이해할 수 있는 표준화된 목적 베이스 사용자 접속 장치(Object Oriented User Interface): 이 사용자 접속 장치는 간혹 사용하는 사용자에게도 편리하고, 전문가들도 지리하지 않게 작업 목적을 성취할 수 있도록 되어야 함.
- 다중 기능을 갖춘 관계 데이터 베이스(Relational Data Base): 이 데이터 베이스는 쉽게 자료를 저장하고 행정 관리 자료, 기술 자료, 지식 베이스 자료와 전반적인 프로젝트 관리 자료의

유지가 가능함.

- 보통 수준의 기술자들이 이용 가능한 사무 자동화 S/W: 여기에는 워드 프로세서, Spreadsheet, 전자우편, 전자 계산기, 재정 분석(Financial Forecasting), 시간 및 월력 관리, 기술 보고서, Spelling Checker, 사전 등등을 포함해야 함.
- 특정 분야의 지식 베이스 전문 응용 S/W : 전문 기술인 사용자들은 플랜트 설계, 건물 설계, 도로 설계, 교량 설계 등의 특정 분야의 계획 또는 설계 업무를 주로 취급한다. 이러한 각 전문 분야의 계획 설계를 자동화할 수 있는 응용 S/W들은 실무의 수계산 설계 과정을 그대로 따를 수 있게 프로그램된 것이라야 한다. 고로 모든 설계 업무를 자동화하기 위해서는 분야별로 별도의 설계 S/W가 준비되어야 한다.

요약하면, 오늘날 개발되었거나 현재 개발 단계에 있는 모든 H/W 및 S/W 기술과 함께 통합된 지식 베이스 응용 S/W가 앞으로는 엔지니어링 생산성을 제고하는 CAE/CADD에서 가장 중요한 역할을 할 것이다. 즉 현재의 CAEWS를 위한 32-bit 슈퍼 마이크로 컴퓨터와 위에서 언급한 다른 고도의 주변기기 및 S/W들은 구조 기술자들로 하여금 모든 구조 시스템의 계획, 설계, 시공 관리를 완벽하게 CAE/CADD 시스템에 의해 수행할 수 있도록 해줄 것이다.

3. 구조 설계용 CAE/CADD의 발전

전술한 바와 같이 80년대로 들어와 컴퓨터 H/W와 S/W 기술의 급격한 발전은, 특히 네트워킹 기능의 고도화와 이에 따른 분산 DBMS(Data Base Management System) 및 자료 통신 기능의 발전은 CPU 성능과 그래픽 기능의 고도화와 더불어 고도의 EWS의 출현이 가능하게 되었다. 이와 병행하여 70년대 이래 구조 공학의 급격한 발전으로 인하여 각종 구조시스템의 선형, 비선형 또는 정적, 동적 구조 거동 해석과 단면 및 구조 시스템의 최적화가 가능한 복잡한 응용 프로그램들이 개발됨으로서, CAEWS를 이용한 구조 설계용 CAE/CADD는 기본 또는 예비 설계 단

계로부터 설계 도서의 최종 출력에 이르기까지 전 설계 영역의 전산화를 가능하게 하고 있다. 구조 설계자들은 EWS에서 통상 예비 또는 기본 설계를 위한 정보를 CAE/CADD 시스템에 입력시킴으로써 설계를 시작한다. 이러한 화상 또는 비화상 정보는 전체 구조 설계 프로젝트의 중심점 또는 "모델"이 되어 베이스에 저장된다. 예비 설계 또는 본 설계가 진행됨에 따라 설계 정보는 구체화되고 변화하거나 추가 및 향상되게 되며, 그 결과 데이터 베이스는 update된다. 이러한 CAE/CADD 형식은 두가지 면에서 장점을 갖고 있는데, 먼저 모든 최종 설계 데이터가 최종 설계 도서에 확실하게 포함될 수 있게 해주고, 다른 한편 변화된 정보나 자료는 다른 기술자들에 의해 즉각 쉽게 활용 또는 참조될 수 있도록 해준다. 이와 같은 CAE/CADD 시스템은 이러한 데이터베이스로부터 최종 설계 도서의 출력, 시방이나 그래픽 출력 등을 가능하게 해준다. 이와 같은 "모델-베이스"(Model-based) 설계 작업의 흐름은 복수의 CPU와 EWS 사이에 대규모의 분산 데이터 베이스의 관리능력을 보유해야 한다. 또한 이와 같은 형식의 설계 작업의 흐름은 설계자가 사용하는 EWS의 고성능 국소 처리 능력을 요구한다. 분산 데이터 베이스를 관리하기 위해서는 CAE/CADD를 갖춘 EWS는 복잡한 네트워킹 기능과 고도의 파일 관리 S/W를 갖추어야 한다.

경우에 따라서는 몇 개의 부서 또는 설계회사가 동일한 프로젝트의 설계를 나누어서 하는 경우도 있을 수 있기 때문에 CAE/CADD 시스템 사이의 통신 능력은 프로젝트의 조기완수에 결정적인 역할을 한다. 대개의 경우 Main Frame은 초대형 복잡한 구조물의 해석에 필요하고, 반면에 개인용 워크 스테이션은 소규모 구조해석과 단면의 최적 설계나 비 기술적인 업무의 처리를 위하여 필요하다. 최근에 우리나라의 컴퓨터 H/W 메이커나 공급업체에서도 비교적 단순 작업을 위한 저성능의 로우 엔드 워크스테이션으로부터 슈퍼 컴퓨터의 Multi-CPU 개념을 도입한 PRISM 구조로 설계된 주기억 용량이 8MB에서 128MB 까지 확장 가능한 고도의 복잡한 엔지니어링 해석 및 설계를 위한 하이 엔드 워크스테이션에

이르기까지 다양하게 컴퓨터 시장에 내놓고 있다.

“모델-베이스” 작업 흐름

구조 설계와 같은 전형적인 엔지니어링 작업의 흐름은 해석 및 설계의 반복 시행에 의한 점진적인 수정과 개선의 연속 과정이다. 그림1은 설계 과정에서 설계/해석 작업의 요소들 사이에 데이터를 주고 받는 “모델-베이스”작업의 흐름을 개념적으로 나타내고 있다. 종래의 CAE/CADD 시스템은 각 설계/해석 작업의 요소들 사이에 데이터의 전달이 원활하게 이루어지지 않게 되어 있었다.

즉, 설계 S/W에 의한 설계 변화는 해석 프로그램에 설계자가 손으로 입력하도록 되어있었다. 이와같은 데이터의 흐름과 작업 흐름이 CAE/CADD 시스템에서 자동적으로 이루어질 수 있다면, 훨씬 적은 수의 엔지니어, 설계자, 제도사로서도 보다 경제적이면서도 훨씬 더 높은 수준의 설계가 가능하게 된다. 어느 엔지니어링 분야보다도 구조 해석 및 설계는 방대하고 복잡한 데이터를 취급하기 때문에 “모델-베이스” 엔지니어링 작업의 흐름을 특히 필요로 한다. 구조 기술자를 위한 CAE/CADD시스템은 성능이 우수한 EWS와 함께 최소한 미니 컴퓨터 정도의 Main Frame이 필요하다. 그리고, “모델-베이스” 작업의 흐름을

가진 CAE/CADD시스템은 다음과 같은 H/W 기능을 갖추어야 한다.

- 여러개의 단말기로부터 공유 데이터 베이스에 액세스 가능한 LAN
- 분산 데이터 베이스에 액세스 가능한 전화망을 통한 원격 통신
- 복수의 공급업체로부터 구입한 CAD 시스템을 뒷받침하기위한 IGES 표준을 통한 데이터 통신.
- 응답 시간을 줄이기 위한 특수한 가속 프로세서
- 광범위한 화상, 비화상 및 검사용 단말장치
- “모델-베이스” 작업의 흐름이 요구하는 데이터 베이스를 위한 많은 수의 디스크 작동기 또한, 모델-베이스 엔지니어링 작업의 흐름을 직렬하게 수행하기 위해서는 작업의 흐름 과정에서 상이한 작업 요소들 사이에 정보의 전달과 설계/해석 요소 내에서의 정보의 전달을 원활하게 하기위하여 필요한 S/W는 다음과 같은 기능을 갖추어야 한다.
- 2-D, 3-D 그래픽 가능
- 화상 및 비화상 데이터 사이의 직접 링크
- 제3자의 S/W도 접속 가능한 표준 O/S
- 화상 데이터를 이용한 비화상 데이터의 도출
- 데이터의 위치를 사용자가 알지 않고서도 네트워크 내의 어느 위치에서도 데이터 검색 가능

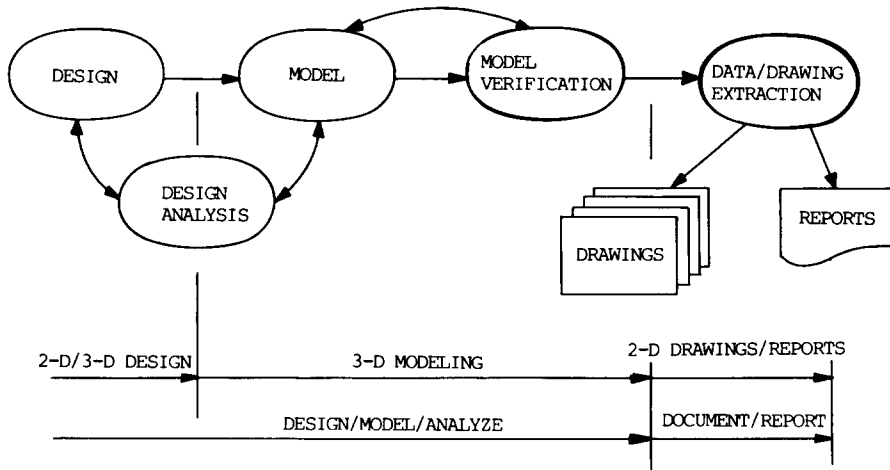


그림1. “모델-베이스” 작업의 흐름

능

- 화상 및 비화상 데이터 베이스를 위한 프로그램 래밍 접속기

모델-베이스 시스템

머지않아 “모델-베이스” 작업의 흐름을 비교적 저렴한 가격으로 가능하게 하는데 필요한 H/W 및 S/W가 보편화 될 것이다. 데이터 베이스 자체를 제어하는데 필요한 정도의 성능과 위력을 가진 미니컴퓨터도 이젠 보편화되어 있다. 컴퓨터 사이의 네트워킹 능력도 이젠 웬만한 컴퓨터는 갖추고 있고, 점점 더 사용이 쉬워지고 있다. 현재 일반적으로 사용하고 있는 두가지의 네트워킹 기법 중에는 Ethernet로 대표되는 버스 형식(Bus-Type) 구조와 토큰 링(Token Ring) 구조가 있다. Ethernet 구조는 표준형 네트워킹 프로토콜(protocol)인 반면에 토큰 링 네트워킹은 통상 컴퓨터 메이커별로 다르게 되어 있다. 전형적인 구성도는 그림2와 같이 나타낼 수 있다. 미니 컴퓨터와 설계 워크스테이션 사이의 정

보의 흐름을 제어하는 S/W는 ISO(International Standards Organization)에서 규정한 오픈 시스템 구조에 의해 잘 정의되어 있다. Ethernet나 토큰 링 구조를 사용하는 이들 프로토콜은 미니 컴퓨터와 EWS 사이에 정보를 교환한다.

“모델-베이스” 작업의 흐름은 LAN내에 있는 여러 개소의 EWS와 미니 컴퓨터들에 분산된 대규모의 데이터 베이스를 만들어 낸다. 미니 컴퓨터와 워크스테이션에는 이 분산 데이터 베이스를 뒷받침하기 위한 파일 관리 S/W가 있게 된다. 사용자는 EWS에 앉아서 특정한 설계나 비화상 데이터를 요구하면 되게 되어 있다. 파일 관리 S/W는 LAN 내의 어디에 그 데이터가 저장되어 있던 간에 쉽게 검색해 낼 것이다. 또한, 파일 관리 S/W는 제도 수정 작업도 처리하며, 설계 변경의 승인이나, 설계 데이터의 위치 그리고 검토나 update를 위하여 잠시 사용하는 데이터를 추적해 준다. 당연한 사실이지만 “모델-베이스” 작업의 흐름을 뒷받침하기 위하여 가장 중요한 품목은 엔지니어의 책상위에 놓일 EWS

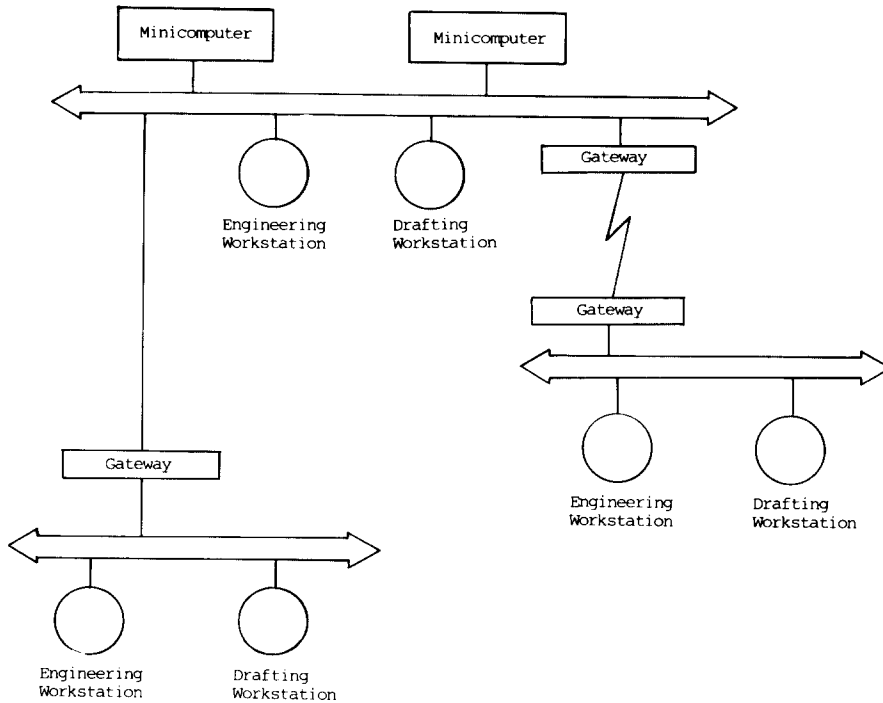


그림2. “모델-베이스” 작업 흐름을 위한 전형적인 H/W 구성도

이다. 최근에 와서 전술한 바와 같이 CPU 성능과 그래픽, 네트워킹 기능이 뛰어난 고성능 워크스테이션이 많이 나와 있다. 앞에서 언급한 슈퍼 EWS는 웬만한 대규모의 구조 해석을 쉽게 수행할 수 있는 만큼 고도의 연산기능을 갖고 있다. “모델-베이스” 시스템의 또 하나의 특징은 제 3자나 사용자가 만든 프로그램을 사용하여 “모델-베이스”로 된 작업 흐름 내의 화상이나 비화상 데이터 베이스에 쉽게 액세스할 수 있고, 이에 따라 기술자들의 데이터 취급이 최소화될 수 있다. 특히, “모델-베이스” 시스템에서는 설계나 해석용 S/W가 완전히 통합되어, 엔지니어가 원하는대로 해석과 설계 프로그램 사이에 데이터를 직접 주고 받을 수 있게 되어 있는 점

이 중요하다.

끝으로 요약하자면 “모델-베이스” 작업 흐름을 갖는 CAE/CADD시스템을 설치하는 경우, 구조설계자들은 완전히 통합된 화상 및 비화상 데이터 베이스를 가지게 되고, 이러한 시스템을 설치하는데 있어 가장 중요한 것은 데이터 공유를 위한 표준 네트워킹 프로토콜의 사용과 엔지니어를 위한 고성능 EWS의 설치이다. 앞으로 우리나라의 기업의 설계 부서나 설계 회사에서 이와 같은 고성능 CAEWS에 모델-베이스 작업 흐름 형태를 갖는 CAE/CADD시스템을 도입 운용하면 전산화 구조 설계의 품질의 보장은 물론 설계 시간, 설계 비용 등을 크게 절감할 수 있다고 본다.