

제 2 장 시스템의 구성

2.1 구조설계과정의 운영

설계과정은 초기의 개념적인 데이터로부터 관련된 조건의 불충족을 피하면서, 이 조건을 만족하는 상태를 찾아볼 수 있는 단계로 나뉘어 있다. 이러한 설계과정은 인력의 탐색과정으로 불리기도 하며, 대량구조물인 경우에는 방대한 해석결과용지에서도 관련 데이터를 추출하여 정리하기란 여간 힘든 일이 아니다. 본 연구에서는 해석의 결과를 체계적으로 저장할 수 있게 한다.

(1) 예비설계(Preliminary Design)단계 : 건축가에게 의뢰된 설계에 대한 개략적인 정보(초기설계조건)가 제시되면, 구조설계를 위한 데이터(용도, 규모, 층수, 층고, 부재종류, 단면형상 등)를 추출하여 구조시스템의 예비형상을 구성한다. 이때 초기조건에 따라 구조해석 및 부재설계(구조해석 및 부재설계)를 실시한다. 이 때 얻어진 데이터에 기초하여 구조설계조건을 정하고, 다음 단계에서 구조해석 및 부재설계를 실시한다. 이 때 얻어진 데이터에 기초하여 구조설계조건을 정하고, 다음 단계에서 구조해석 및 부재설계를 실시한다. 이 때 얻어진 데이터에 기초하여 구조설계조건을 정하고, 다음 단계에서 구조해석 및 부재설계를 실시한다.

(2) 세부설계(Detailed Design)단계 : 예비설계에서 얻어진 구조해석결과를 바탕으로 구조설계조건을 정하고, 다음 단계에서 구조해석 및 부재설계를 실시한다. 이 때 얻어진 데이터에 기초하여 구조설계조건을 정하고, 다음 단계에서 구조해석 및 부재설계를 실시한다. 이 때 얻어진 데이터에 기초하여 구조설계조건을 정하고, 다음 단계에서 구조해석 및 부재설계를 실시한다.

첫째, 구조해석의 모델을 작성하기 위해서는 사용자는 초기에 수작업에 의한 여러 작업들, 즉,

- 도면으로부터 구조적성질을 추출하고,
- 도면에 구조형상을 설정한 다음,
- 절점(node)번호 및 요소번호를 부여하고,
- 절점에 대해서는 좌표값과 경계조건을,
- 각 요소의 연결상태(connectivity), 재료,
- 단면, 하중등을 입력하는 작업등

에 많은 시간을 소비하게 된다. 기존의 전처리기를 사용하면 이러한 노력을 절감할 수 있으나, 전체적인 작업을 자동화하는 것은 한계가 있다. 예를 들면, 자동화생기기를 이용하여 기하학적 데이터를 처리하는 것은 한계가 있다. 본 연구에서는 기존의 유한요소모델링개념인 Bottom-up 방식에서 새로운 접근방법인 Top-down개념으로 모델을 준비한다.

둘째, 유한요소해석을 위하여 입력파일을 작성하는 데 많은 시간을 요하는 것이 사용자에 의한 데이터의 완전성(Completeness)을 확보하는 과정이다. 최근에는 그래픽과 컴퓨터의 결합을 통하여 데이터의 완전성을 확보하는 데 많은 노력을 기울이고 있다. 본 연구에서는 그래픽과 컴퓨터의 결합을 통하여 데이터의 완전성을 확보하는 데 많은 노력을 기울이고 있다.

에서는 사용될 프로그램의 지침서에 의한 입력파일의 작성합수를 이용함으로써 언제든지 합당한 파일을 작성할 수 있게 한다.

셋째, 해석결과로부터 법규에 따른 해석결과외 검토(Post-Processing) 및 부재설계용 데이터의 추출은 아직까지도 대부분이 수작업에 의존하고 있는 실정이다. 특히, 대형구조물인 경우에는 방대한 해석결과용지에서도 관련 데이터를 추출하여 정리하기란 여간 힘든 일이 아니다. 본 연구에서는 해석의 결과를 체계적으로 저장할 수 있게 한다.

(3) 평가(Evaluation) : 설계조건에 현재의 대안이 최적의 상태인지를 여러가지 기준으로 평가하여 개선된 대안을 제시한다. 설계조건이 만족되면 예비 및 세부설계에서 얻은 데이터를 정리한다. 그렇지 않으면 부재설계나 구조물의 형상을 변경하여 세부설계를 다시 행한다.

2.2 시스템의 구성

본 연구에서는 구조설계의 전과정을 하나의 시스템으로 통합하기 위하여, 그림 1과 같이 데이터베이스, 알고리즘, 전문가시스템, 그리고 사용자 인터페이스의 네 모듈로 분류하고, Sun Microsystems Workstation에 구현하였다.

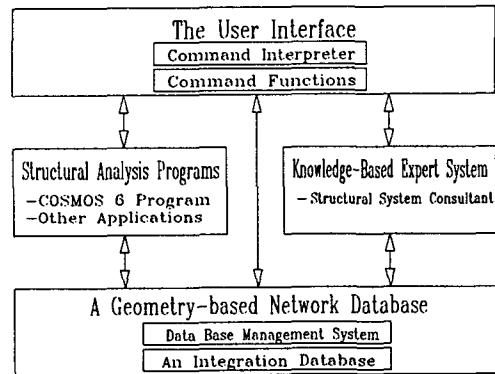


그림 1 통합시스템의 구성

첫째, 데이터베이스는 시스템의 하부구조로서 데이터 저장 및 교환을 위한 중심체역할로 하며, 둘째, 알고리즘은 주로 Routine Design부분을 담당하며, 이들은 데이터베이스로부터 데이터를 전달받고, 사용자가 원할시에는 그 결과를 다시 데이터베이스로 저장한다.

셋째, 전문가시스템은 창조적(Creative)인 또는 판단에 의존하는 설계단계에서 자문역할을 수행한다. 전문가시스템으로 구조시스템을 선정하는 시스템이 개발되었다. 넷째, 사용자 인터페이스는 대화형을 기본적으로 하며 사용자가 원하면 배치양식으로 진행할 수 있다. 이는 Building Modeler, 알고리즘 및 전문가시스템의 제어, 컴퓨터그래픽스 표현, 기타의 데이터베이스의 탐색등의 기능을 수행한다.

제 3 장 데이터베이스의 응용

3.1 Top-Down 설계방법

통합시스템을 구축하기 위해서는 데이터의 관리 및 정보교환의 효율을 기하기 위하여 데이터베이스의 접근이 요구된다. 데이터베이스는 설계요소의 입력 하고(Insert), 불러오기(Retrieve), 변경하는(Update) 작업을 가능케하고, 설계의 각 단계에서 사용되는 응용

구조적인 부분으로 선택(Activated)하거나, 현재의 구조설계에 필요한 부분을 선택(Selected)하기 위하여 각 위상요소에 대해서는 신호(Flag)가 사용되었다.

(2) 요소차원의 모델링 : 계획단계 및 예비설계와 같은 개념설계단계에서는 앞에서 언급한 건물 전체의 Overall Sizes and Topology)를 표현하는 요소차원 인으로 충분하지만, 세부설계의 단계에서는 각 요소에 대한 구체적인 사항들이 추가되어야 한다. 이러한 사항으로는 점요소, 선요소, 면요소, 그리고 2-D Zone)에 대해서는 재료 및 단면 특성, 하중, 해, 표면적, 부재력 등이다. 또한 하중조합, 이차원 요소차원 인터페이스(명령어)에 의하여 각 위상요소에 대한 사용자 지정된 성질 사용자를 정의할 수 있다. 이 위상요소에 대한 사용자 지정된 성질은 1차원 위상요소에 대한 위상요소의 단면성질에 대해서는 건물차원의 Planar Surface Modeling and Geometric Zoning의 개념을 확대하여 적용함으로써 요소의 Solid Model 표현이 가능케 된다. 각각의 요소 위상요소는 길이 및 국부 좌표계 등 부가할 경우 그의 경계면(Boundary Surface)을 포함할 수 있다. 이러한 요소 경계면에 대하여 건물차원 인터페이스로부터 기하요소의 처리과정과 같은 처리가 이루어진다. 요소의 3차원 표현이 가능케 된다. 본 연구에서는 사각형 단면과 Wide-Flange형 단면에 대하여 3차원 표현이 가능케 하였다[22].

3.2 기하바탕의 망구조 데이터베이스

망구조 데이터베이스는 레코드(Record)와 셀(Set)의 집합체로 구성된다[23]. 객체(Object) 레코드는 정보의 기본 단위로서 그 자신내에 속성(Attributes)과 데이터구조를 형성하는 포인터(Pointer)로 구성된다. 앞 에서 언급한 기하요소 및 위상요소는 객체레코드가 되므로, 각 레코드간의 관계는 셀에 의하여 표현되며, 실제로는 객체레코드의 포인터로 구현된다. 이 표현은 객체를 배치하고, 찾는 실마리를 제공하여 설계자로부터 컴퓨터를 설계요소를 정의하고, 제거하는 등 조립할 수 있다. 이는 곧바로 기하요소들과 그들의 관계를 망구조형으로 표현할 수 있게 한다.

(1) 데이터베이스 운영시스템(Data Base Management System) : 컴퓨터의 운영 시스템상에서 데이터베이스 파일로의 입, 출력을 다루기 위한 데이터베이스 운영 시스템을 구축하기 위하여 본 연구에서는 CAD/CAM분야에 시용되고 있는 TORNADO를 모델로 하였다[20, 21]. 본 연구를 위하여 가장 기본이 되는 함수들, 즉 레코드와 Set의 개념으로 데이터를 다루는 약 50개의 기본 함수들이 C언어를 이용하여 개발되었다. 표 1은 그 일부를 보이고 있다.

표 1 DBMS용 기본함수들

함수명	실행내용	함수명	실행내용
dbopen()	데이터베이스 파일의 open	dbinit()	파일의 초기화
dbread()	읽어옴	dbwrit()	데이터베이스 파일에 저장
dbclos()	파일을 close함	cretab()	테이블을 만든다
addlin()	하나의 라인을 추가	deline()	하나의 라인을 삭제
getlin()	하나의 라인을 불러옴	putlin()	한 라인을 저장(수정후)
obcret()	레코드를 만듦	getobjd()	레코드의 데이터를 가져옴
putobjd()	레코드 저장	finfst()	Set상에서 처음 레코드를 찾음
finpri()	현재 레코드 이전을 찾음	finext()	다음 레코드를 찾음
finlst()	마지막 레코드를 찾음	finown()	Owner Record를 찾음
confst()	Set상의 처음으로 연결함	conlst()	마지막에 연결
conext()	현재의 Member다음에 연결	conobj()	실제 연결 함수
disobj()	두개의 레코드의 관계를 끊음	dumpobj()	레코드의 데이터를 출력함

(2) 데이터 구조 : 본 연구에서는 앞에서 언급한 사항들을 바탕으로 건물구조를 세분화하여, Box는 객체레코드를 나타내며, 화살표는 연결된 레코드사이의 일대다의 관계를 나타내기 위한 매개(Link) 객체를 나타내는데 이는 포인터와 연결된 객체를 효율적으로 배치하기 위한 데이터항목들을 객체로 표현되며, 모델링 요소와 위상요소, 구조성질, 하중, 재료, 단면적, 그들의 관계는 셀으로 표현된다. 그림 4는 평면과 요소의 다대다관계를 나타내는 예를 보이고 있다. 기서 평면 및 선요소를 나타내는 객체는 매개(Link) 또는 Dummy 객체의 관계에서 오너(Owner)가 되며, 매개 객체는 두 객체의 관계에서 구성원(Member)이 된다. 이 구조로 평면은 자신에 속하는 모든 점요소를 가질 수 있고, 각 객체에 대한 개략적인 표현내용은 다음과 같다.

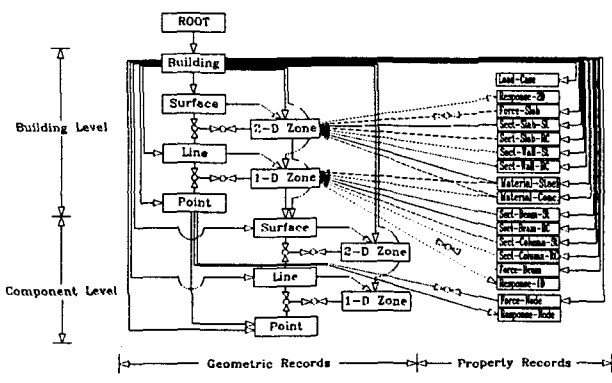


그림 3 건물구조의 데이터구조

즉, ROOT Record는 현재의 건물에 관한 일반적인 정보와 다음의 작업시 재개될 현재의 그래픽상태에 관한 정보를, Building Record는 구조시스템의 개괄적인 내용을, Surface Record는 건물차원에서는 프레임에 관한 내용을, 요소차원에서는 각부재의 경계표면에 관한 정보를 각각 담고 있다. Line Record는 시/중점과 국부 좌표계 등(그 선상의 1-D zones에 전달되어 하중이나 단면성질을 정의하기 위해 이용된다), Point Record는 좌표값, 경계조건, 절점하중(Force-Node)과 절점반응(Response-Node)레코드와 연결상태등을 가진다. 특히, 건물차원의 점레코드는 요소차원의 점레코드를 그루핑한다. 요소레코드(1-D Zone과 2-D Zone Records)는 상위레벨로부터 전달받은 국부 좌표계 설정을 위하여 요구되는 단면 크기, 해석결과 검토를 위한 허용치점 및 허용응력등을 저장한다. 두 레코드는 단면성질, 재료성질, 하중등의 구조적성질요소와 연결되며, 해석결과와 처장을 위하여 반응(Response) 레코드와도 연결된다.

예비설계를 수행하기 위한 초기 데이터는 건물의 용도, 구조재료(종류, 탄성계수, 단위하중, 설계강도등), 기하(폭, 길이, 높이, 각 방향의, 그리드수, 보어위치등), 하중(개략적인 크기의 수직 및 수평하중), 적용할 설계규준등이며 이는 시스템의 수행이 요구될 때 데이터베이스의 Root Record를 Working Memory로 덤핑함으로써 제공된다. 시스템의 수행결과로는 사용가능한 구조시스템의 종류와 그들의 평가결과등(참고문헌 32참조)이며, 이들은 구조시스템의 각 후보별로 Building Record에 저장되며, 각 프레임에 관한 정보는 하위레코드인 Surface Record에 개별적으로 보관된다.

제 6 장 사용자 인터페이스(User Interface)

사용자레벨의 Data Manipulation Language(데이터조절어)로 이루어지는 인터페이스는 대화식과 배치형식으로 실행할 수 있다. 사용자 인터페이스에 의하여 사용자는 건물의 모델링, 구조해석과 전문가시스템의 실행, 그래픽표현등을 조절한다. 사용자 인터페이스는 명령어문서기(Command Interpreter)와 명령어함수(Command Functions)들로 구성된다.

- (1) Command Interpreter : 명령어를 읽어들이 분석하고, 해당되는 함수를 실행한다. 사용자는 4문자까지 분석한 단어들을, 으로 연결하여 입력할 수 있으며, 현재 100여개의 명령어가 등록되어 있다.
- (2) Command Functions : 건물의 모델링에 대한 내용, 위상요소에 관한 내용, 구조적성질(재료상수관련, 단면을 위상관련, 하중데이터, 하중조합관련등)의 매뉴얼을 위한 내용, 구조해석 프로그램의 제어부분, 전문가시스템의 제어부분, 기타 제어내용등으로 구성된다.

제 7 장 결 론

건축물의 구조계획, 예비설계, 구조해석, 부재설계, 평면화, 도면화 과정을 하나의 시스템으로 통합하는 구조설계용 통합시스템은 데이터의 처리(복사, 전달)에 관련된 작업을 포함시키고, 본 연구는 건축물에 대한 설계한 통합설계시스템을 구축하기 위하여 기존의 알고리즘(프로그램)과 전문가시스템을 데이터베이스상에서 합하는 새로운 접근방법을 제시하였다. 망구조형 데이터베이스는 설계과정에서 발생하는 모든 데이터를 체계적으로 관리할 수 있게 설계되었으며, 다른 시스템과의 정보교환장소를 제공한다. 기존의 프로그램은 구조해석과 같은 주로 Routine Design과정을 자동화하며, 전문가시스템은 예비설계와 같은 Creative Design 부분에서의 결정과정을 지원하게 된다. 사용자인터페이스를 통하여 설계자는 대화식/배치형식으로 설계과정에 따라 정보를 관리하고, 타 시스템을 자동시계정된다. 본 연구에서 제시된 개념은 건축물의 자동화기 위한 통합시스템의 새로운 모델이 될 수 있다.

참고문헌

1. 건설부, 건축물의 구조기준등에 관한 규칙, 1988
2. 김 현산, 건축구조계획, 문운당, 1988
3. W.Schueller, High-rise Building Structures, JohnWiley and Sons, 1977
4. C.A. Brebbia, Finite Element Systems A Handbook, Compu.Mecha. Centre, U.K., 1982
5. D.Sriram, DESTINY : A Model for Integrated Structural Design, Artificial Intelligence, Vol.1, No.2, pp.109-116, 1986
6. C.K.Choi;E.D.Kim A Preliminary Model of I-BUILD : An Intelligent Building Design System, Proc.of 2nd Inter.Conf.on App. of AI in Engrg., Comput.Mecha.Pub., Boston, USA, pp.331-343, 1987
7. ASCE Expert Systems in Civil Engineering Edited by C.N.Kostem and M.L.Maher, Proc. of Sympo. of ASCE, Washington, 1986
8. M.L.Maher;S.J.Fenves, HI-RISE: A Knowledge-Based Expert System for the Preliminary Structural

- Design of High Rise Building, 1985
9. B.Kumar, P.W.H.Chung and B.H.V. Topping, Approaches to FORTRAN-PROLOG Interfacing for an Expert System, Proc.Civil Comp., pp.15-20, 1987
10. P.Hajela;N.Sangameshwaran, A Coupled Algorithmic and Heuristic Approach for Optimal Structural Topology Generation, Comput. Struc., Vol.36, No.5, pp.971-977, 1990
11. P.P.Lin;A.J.Yang, Data Communication Between an Expert System and a Conventional Algorithmic Program with Application to Cam Motion Specification, Eng. Comput.6, pp.113-119, 1990
12. H.N.An-Nashif;G.H.Powell, A Strategy for Automated Modeling of Frame Structures, Eng. Comput.5, pp.1-12, 1989
13. T.SreeKantaMurthy;J.S.Arora, Data Base Design Methodology for Structural Analysis and Design Optimization, Eng. Comput.1, pp.149-160, 1986
14. K.H.Law;T.Barsalou;G.Wiederhold, Management of Complex Structural Engineering Objects in a Relational Framework, Eng. Comput.6, pp.81-92, 1990
15. R.Sause;G.H.Powell, A Design Process Model for Computer Integrated Structural Engrg, Eng. Comput.6, pp.129-143, 1990
16. COSMOS Users Group, COSMOS6 Users Manual, Structural Research and Analysis Corporation, California, USA, 1983
17. Joseph C. Giarrantano, CLIPS User's Guide, 1987
18. Zamanian, M.K.;Fenves, S.J.;Thewalt, C.R.;Finger, S., A Feature-Based Approach to Structural Design, Eng. Comput. 7, pp.1-9, 1991
19. Finnigan, P.M.;Kela, A.;Davis, J.E., Geometry as a Basis for Finite Element Automation, Eng. Comput. 5, 147-160, 1989
20. Cuilenborg, F.V., Autokon System Description Autokon CIM, 1987
21. Ulfby, S.;Meen, S.;Oian, J., TORNADO: A DBMS for CAD/CAM Systems, Computer Aided Design, Vol.13, No.4, 193-197, 1981
22. 김이두, 전문가시스템을 이용한 건물구조의 자동화된 설계, 박사학위준비논문, 한국과학기술원, 1993
23. Date, C.J., An Introduction to Database Systems, Addison Wesley Pub., Calif., 1986
24. 대한건축학회, 철근콘크리트 구조계산기준, 1975
25. 대한건축학회, 강구조계산기준, 1977
26. Choi, C.K.;Lee, H.W., Optimal Design of Steel Structures, Report No. SEMR88-03, Dept. of Civil Engrg., KAIST, Seoul, Korea, 1988
27. Choi, C.K.;Kwak, H.G., Integrated Building Design System(Part 2): Optimal Design of R/C Structures, Report No. SEMR89-02, Dept. of Civil Engrg., KAIST, Seoul, Korea, 1989
28. M.L. Maher and S.J. Fenves, HI-RISE : A Knowledge-Based Expert System for the Preliminary Structural Design of High Rise Building, 1985
29. W.Schueller, High-rise Building Structures, John Wiley and Sons, 1977
30. T.Y. Lin and S.D. Stotesbury, Structural Concepts and Systems for Architects and Engineers, John Wiley and Sons, 1981
31. 한국과학기술원, 인공지능을 이용한 고도의 구조해석/설계용 전문가 시스템의 개발(III), 과학기술처, 1990
32. 최창근, 김이두, "건축구조물의 예비설계용 전문가 시스템의 개발모델", 전산구조공학회지, 제3권, 제2호, pp.97-108, 1990년 6월
33. 최창근, 김이두, "건축구조설계의 통합시스템을 위한 데이터베이스의 구축", 전산구조공학회 춘계학술대회, pp.50-55, 1991년 4월