

원전 지하 Box Culvert의 효율적 관리를 위한 자동화 설계시스템 개발

송영철, 조명석, 방기성, 이상균*

전력연구원
대전광역시 유성구 문지동 103-16

요 약

최근 도시의 기능이 날로 다양화되고 복잡해짐에 따라 지하공간에 대한 활용도가 대단히 높아지고 있으며, 한국전력공사에서도 원자력 발전소에 많은 전력구조물을 지하에 건설하고 있다. 이러한 지하구조물을 보다 효율적이고 신속하게 유지관리하기 위해서는 지하 구조물의 구조설계 및 도면제작을 자동으로 수행할 수 있는 시스템의 개발이 필수적이다. 이에 따라 한국전력공사 전력연구원에서는 기존의 설계도면 및 정보에 쉽게 접근할 수 있으며, 구조설계에서 부터 도면제작에 이르는 과정을 일괄 처리할 수 있는 “Box 구조물 자동화 설계 시스템”을 개발하여 실무에 적용하고 있다. 본 시스템의 개발은 지하구조물의 계획, 설계, 시공조건 등의 변경에 신속하게 대처할 수 있으므로 설계업무의 효율성을 극대화함은 물론 생산성의 향상, 품질의 고급화 및 설계자료 유지관리의 선진화에 크게 기여할 것으로 사료된다.

1. 서 론

최근 컴퓨터 하드웨어의 급속한 발전과 기억용량이 증대된 개인용 컴퓨터의 대량보급으로 인하여 CAD 시스템을 이용한 구조물 자동화 설계 시스템의 개발이 보편화되고 있는 실정이며, 한국전력공사 전력연구원에서도 전력구 본선, 맨홀 및 원전 지하 Box culvert에 대한 자동화 설계 시스템 (BOXCAD Ver. 2.0)을 개발하여 실무에 적용하고 있다.

자동화 설계 시스템을 이용한 전력구 및 맨홀의 구조설계와 자동도면제작은 생산성의 향상, 품질의 고급화 및 설계자료의 유지관리에 효율성을 제고시킬 수 있으므로 그 활용도가 증대되고 있다. 이러한 CAD시스템은 그 자체가 data base 기능을 가지고 있기 때문에 대상 구조물의 설계, 시공 및 유지 관리에 필요한 각종 정보의 추출, 분류 및 부분적 수정이 가능하므로 총괄적인 업무수행능력을 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 1970년대 중반이후 해외건설, 중화학공업분야 등에서 국부적으로 사용되어 오던 CAD시스템이 1980년대 들어오면서 설계의 정확도와 효율성 제고를 위하여 여러 분야에서 기술의 도입과 개발이 촉진되기 시작했다. 이에 발맞추어 본 연구에서는 그 간의 축적된 자료와 경험을 토대로 FORTRAN 언어를 이용한 전력구 및 맨홀 구조물의 구조제원 및 소요재료량을 신속·정확하게 설계하고, 다음 단계에서 AutoLISP(LISP은 List Processor의 약어)을 이용한 배치작업으로 그 표현효과를 극대화시키고, 사용자의 편의를 위하여 C++ 언어를 이용한 GUI 시스템을 활용하여 BOX 구조물의 자동화 설계 시스템을 개발하였다(BOXCAD Ver. 2.00). 따라서 축적된 기술잠재력에 의하여 기타 구조물의 자동화 설계시스템 개발에도 크게 기여할 것으로 기대된다.

고도로 밀집화된 복잡한 도면을 통과하는 송·배 전선의 취급원칙은 첫째로 각종 안전사고에 대한 대책, 둘째로 도시미관에 미치는 영향, 셋째로 유효공간의 적극적 활용에 대한 충분한 고려가 필요하다. 이와 같은 관점에서 지하 구조물은 상기의 조건을 충분히 만족시키는 구조물로 평가된다. BOX 구조물의 크기는 지반조건 및 기능에 따라 다양하며, 구조물에 작용하는 하중도 구조물의 자중, 활하중, 상재하중, 토압, 지하수위에 의한 수압 등이 있다. 따라서, BOX 구조물의 설계는 유사한 반복계산이 많기 때문에 전 설계과정(구조해석, 단면설계, 구조상세설계, 제도, 재료량 산출 등)을 일괄처리 할 수 있는 자동화 설계시스템을 개발함으로써 BOX 구조물의 계획, 설계, 시공조건 변경에 따른 신속한 대처 등 설계업무의 효율성을 극대화함은 물론 설계의 고품질화 및 선진화를 이룰 수 있다는 장점이 있다.

2. 자동화 설계 시스템의 구성 및 Hardware 요구조건

2.1 자동화 설계 시스템의 구성

BOXCAD Ver. 2.00은 효율성 및 사용성 확보를 위하여 그림 2.1에 나타낸 바와 같이 입력자료의 단순화 처리를 위한 C++의 GUI 시스템으로 구성된 「**입력과정**」, 입력된 자료를 근거로 구조계산 및 단면설계를 실시하고 AutoCAD내에서 도면을 작성할 수 있는 「**구조계산 및 설계과정**」, FORTRAN으로 작성된 파일의 실행결과를 AutoLisp의 입력자료로 하여 도면을 자동 생성하는 「**도면출력과정**」으로 구성되어 있다.

특히 「**입력과정**」은 사용자의 편의를 도모하기 위하여 Window, Icon, Button 등을 사용한 GUI(Graphic User Interface) 기법을 적용하여 MS-Windows 프로그램을 사용하는 것과 비슷한 효과를 주었으며, 작업의 효율성 확보와 향후 수정 또는 Up-version시 용이하도록 Class 함수를 사용하여 객체(Object)를 형성하였으며, 사용언어도 대표적인 OOP(Object Oriented Program; 객체지향 프로그램)인 C++를 사용하여 작성하였다. 또한 한글을 프로그램 내부에 저장하여 사용하는 컴퓨터의 한글카드 有無 및 종류(완성형, 조합형, 행망형 등)에 관계없이 프로그램이 수행되면 한글이 표시되도록 하여 사용자와의 친근감을 부가하였다.

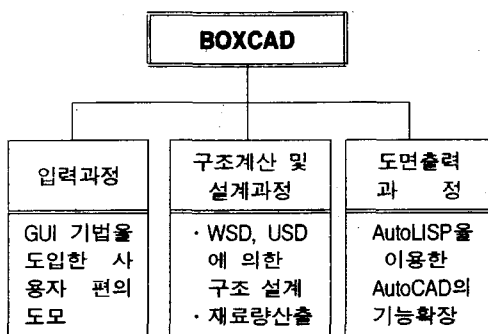


그림 2.1 자동화 설계 시스템의 구성

표 2.1 Software 요구 조건

내용	요 구 조 건
AutoCAD	Release 12 이상
AutoLISP	Version 2.6 이상
DOS	MS-DOS 3.3 이상의 Version

2.2 작업 환경(System Requirement)

BOXCAD Ver. 2.00을 사용하기 위해서는 표 2.1과 같은 software가 필요하며, BOXCAD Ver 2.00 사용을 위한 시스템구성 요구조건은 표 2.2와 같다.

표 2.2 시스템 주변장비

장 비 명	요 구 조 건
본 체	IBM PC 호환 386이상
그래픽 보드	VGA
모니터	VGA/SVGA 모니터
메모리	640KB/4MB 이상
디스크 드라이버	하드디스크 : 40MB이상
입력장치	키보드/마우스(필수)
출력장치	레이저 프린터 펜 플로터

3. 자동화 설계 시스템에 의한 설계과정

3.1 자동화 설계 시스템의 운영

BOXCAD Ver 2.00의 운영은 지중의 BOX 구조물이 표준트럭하중(DB-24, DB-18), 자중, 상재하중, 토압 및 수압 등의 조합으로 발생하는 다양한 종류의 하중을 받을 경우, 설계의 복잡한 입력자료 작성을 피하고, 단순화된 입력처리절차를 통하여 강도설계법으로 구조물의 단면제원 및 배근계획을 수립하고, 기 개발된 LISP 프로그램을 이용하여 AutoCAD로 도면을 작성하도록 되어 있다.

3.2 자동화 설계 시스템의 적용범위

BOXCAD Ver 2.00은 처짐각법을 이용하여 구조해석을 실시하였으므로 구조물의 크기에 관계없이 부재력 및 설계단면력을 산출하여 각 철근의 적절한 직경, 배근간격 및 길이를 선정하도록 되어 있다. 적용 가능한 전력구의 형태는 1연 및 2연 BOX 구조물이며, 맨홀의 경우 5-TYPE의 구조물에 적용이 가능하다(그림 3.1 참조).

4. BOX 구조물의 자동화 설계 예

4.1 전력구의 설계

BOXCAD Ver. 2.00은 BOXCAD 디렉토리에서 "BOXCAD"라고 입력하면 시작할 수 있으며, 반드시 마우스 드라이버가 구동되어 있어야 한다. 프로그램의 실행과 동시에 그림 4.1과 같은 주 메뉴가 화면에 나타나며 선택항목을 묻게 된다. 이 상태에서 마우스를 이용하여 전력구 또는 맨홀을 선택할 수 있다.

4.2 운영모드

화일명을 입력하면 그림 4.2와 같은 운영모드 선택화면이 나타난다.

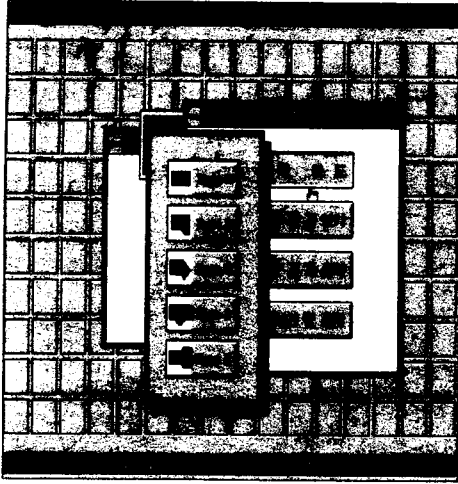


그림 3.1 맨홀의 종류

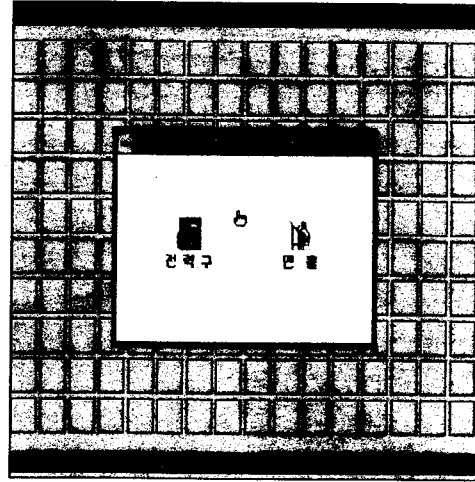


그림 4.1 BOXCAD Ver. 2.00의 주메뉴

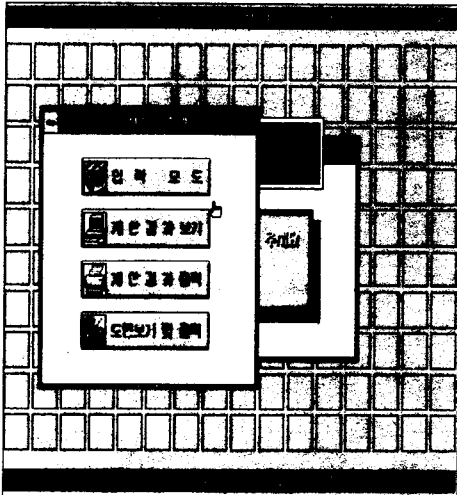


그림 4.2 운영모드 선택

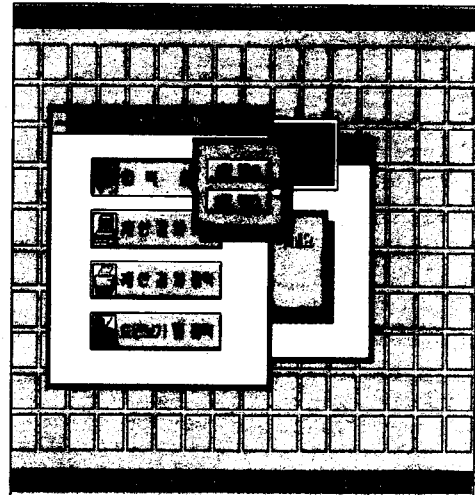


그림 4.3 박스형식의 선택

4.3 입력모드

BOXCAD Ver. 2.00의 「**입력모드**」는 설계할 구조물의 종류에 따라 달리 작성하여 사용성을 확보하였다. 즉, 다른 상용프로그램과는 달리 입력형식이 간편하여 컴퓨터를 잘 알지 못하는 일반 사용자도 쉽게 다룰 수 있도록 하였다.

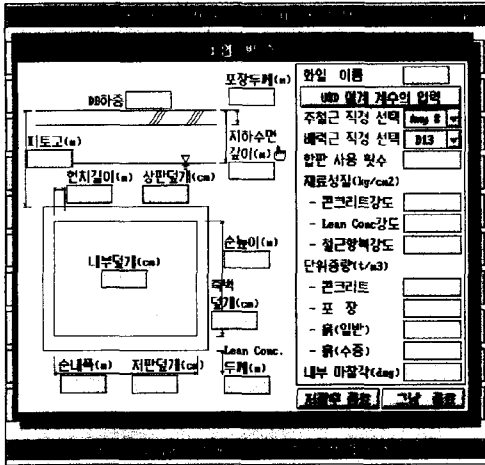


그림 4.4 1연 박스 선택 화면

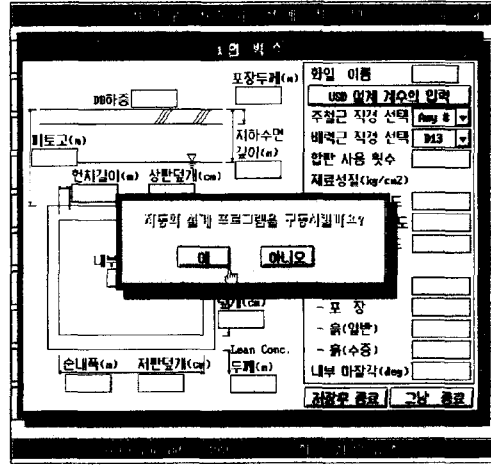


그림 4.5 자동화 설계 프로그램 구동화면

4.4 프로그램 수행모드

BOXCAD Ver. 2.00 내의 프로그램 수행 모드는 입력된 자료를 FORTRAN PROGRAM으로 읽어 들여 구조계산 및 설계를 하는 단계와 생성된 도면정보를 각각의 LISP PROGRAM으로 읽어 들여 도면을 생성하는 단계로 대별된다.

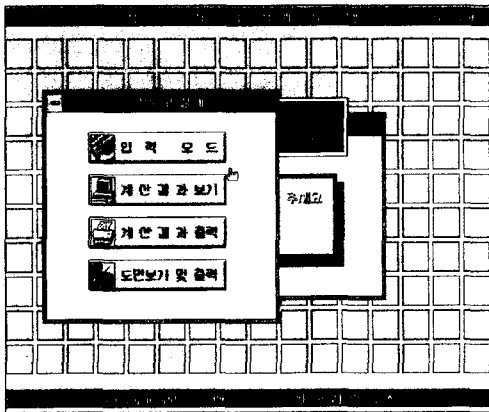


그림 4.6 선택모드 화면

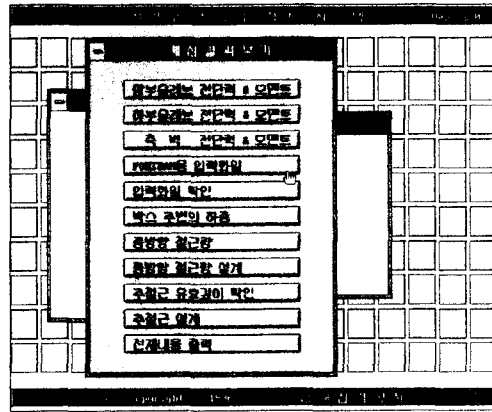


그림 4.7 계산결과 선택 모드 화면

4.5 계산결과 보기 및 출력모드

BOXCAD Ver. 2.00 으로 수행한 구조해석 및 설계결과를 출력할 수 있는 모드는 그림 4.6과 같으며, 그림 4.7의 모드에서 선택하여 프린터로 출력할 수 있다.

4.6 도면보기 및 출력모드

프로그램의 운영메뉴 상에 구조계산 결과인 LISP 프로그램의 실행결과를 AutoCAD 상에서 그림 4.6의 「도면보기 및 출력」 메뉴를 통하여 화면으로 보거나 출력할 수 있다.

4.7 계산결과

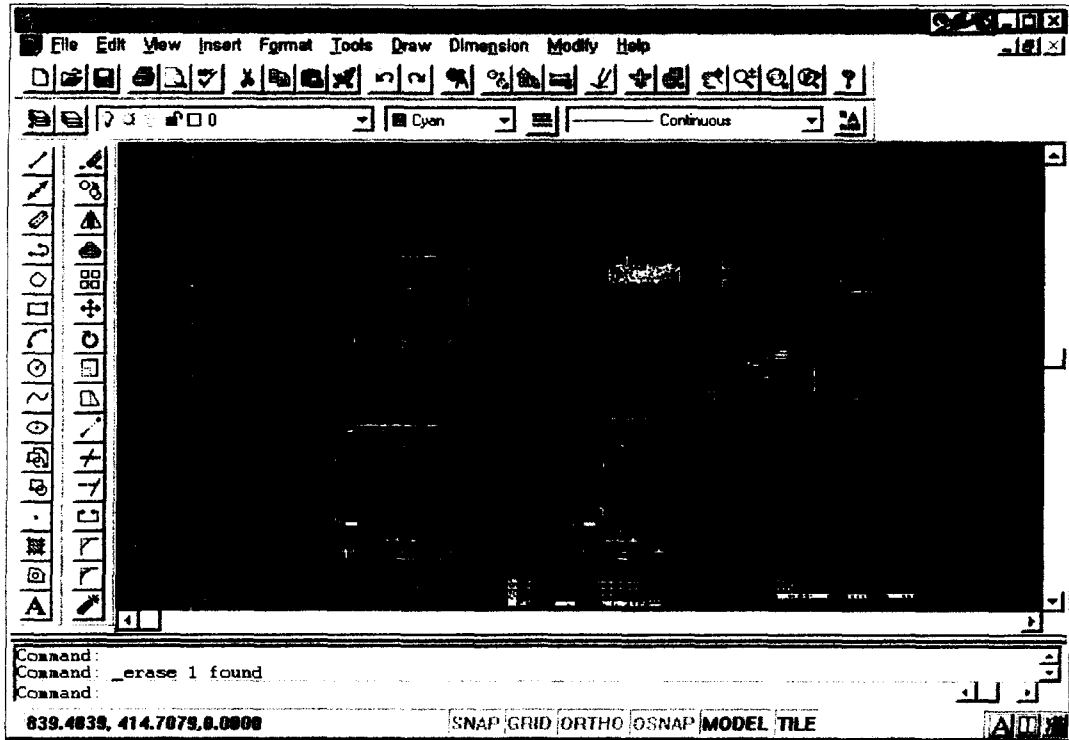


그림 4.8 계산결과 출력 화면

5. 결론

BOXCAD Ver. 2.00의 개발을 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- 1) 다양한 설계조건 즉 설계차량하중, 토피, 지하수위, 사용재료의 강도 등의 변화에도 쉽게 자동화 설계가 가능하도록 설계시스템이 개발되었다.
- 2) 개발된 설계시스템은 도로교 표준시방서와 콘크리트 시방서의 하중계수에 의한 방법을 모두 포함하고 있으며, 설계시방서에 따른 변화에도 신속하고 용이하게 대처할 수 있도록 개발되었다.
- 3) 개발된 본 설계시스템에 국부적인 기하조건, 설계하중, 구조세목만 보완하면 전력구외에도 발전소의 배수 BOX 구조, 도로 및 철도 횡단용 BOX 구조, 지하차도 및 보도, 하수 및 배수 BOX 구조, 분류하수관거, 지하철 BOX 구조 등의 자동화설계에도 적용할 수 있도록 시스템이 구축되었다.
- 4) 본 연구에서 개발된 자동설계시스템은 단면의 산정, 설계도면의 제작기능은 물론 설계정보의 데이터베이스 기능이 있으므로, 실무에서 활용할 경우 설계도면 재료량 산출 및 설계정보의 효율적인 관리가 가능할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 구조물 기초설계기준, 건설부, 1986.
2. 김용성, 서재철, AutoLISP 메뉴얼, 영진출판사, 1988.11.
3. 원송희, AutoCAD 트레이닝 메뉴얼, 진출판사, 1988, pp.26-147.
4. 전력구 설계기준, 한국전력공사 지중선 사업처, 1989, pp.5-46.
5. 철근콘크리트설계편람(II), 건설부, 1990, pp. 503-544.
6. 도로교 표준시방서, 건설부, 1992.
7. 콘크리트 표준시방서, 건설부, 1993.