

CIM 기반을 위한 수문설계 시스템 개발에 관한 연구
A Study on Development of the Water-gate Design System
for CIM Basement

김일수*, 박창언*, 송창재**

I. S. Kim*, C. E. Park*, C. J. Song**

* 목포대학교 기계선박해양공학부

** 목포대학교 기계공학과 대학원

Abstract

Today, manufacturing market is highly competitive due to more complex and variable products, shorter delivery lead times, intensified product development rate, customers's increasing concern about quality, durability, maintainability, safety and environmental performance. To survive this environment, development of the automated design system is needed using AutoCAD.

This paper represents a computer aided design system for watergate by using AutoCAD R2000 system and its Visual LISP computer language. The developed system ultimately generates the design for water gate through AutoCAD.

1. 서론

현재 국내에서는 수문사양 결정을 전적으로 일본에서 개발한 이론에 의존하고 있으며, 이것은 일본의 지형특성이 우리나라와 비슷한 것에 기인한 것도 있지만, 근본적으로 국내에서 현재까지 체계적인 이론 및 기법이 개발되지 못했기 때문이다. 가지야마의 홍수량공식, 기무라의 저류함수법, 스가와라의 탱크모형, 나카야사의 단위도 등은 아직까지도 실무에 많이 사용되고 있다. 19세기 후반부터 외국의 경우 강우-유출모형을 개발하기 시작하였으며, 19세기말과 20세기초에는 주로 경험공식과 합리식을 이용하였다¹⁾. 1930년대에는 대규모 유역에 적용하기 위해 등유하시간선(isochrone)의 개념을 도입하여 합리식을 개선하

는 등 실제 현상에 보다 가까운 결과를 얻기 위한 노력이 계속되었다²⁾. 1932년 Shrerman은 단위유효우량에 의한 유출을 해석하는 단위우량도 이론을 소개하였다. 1950년대에는 시스템공학이론에 근거한 비약적인 발전이 있었으며, 이 시기에 개념모형이 처음 소개되어 불완전한 실측자료에 의한 단위도의 결정에 많은 어려움이 있음을 인식하고 단순화된 미분방정식의 해를 이용하여 단위도를 유도하였다. 1960년대부터는 새로운 접근방식이 시도되었는데, 이는 수문 순환의 각 성분과정을 각각 개념적으로 모형화 하였다³⁻⁶⁾. 현재는 유역의 공간적인 수문량의 변화뿐만 아니라 유출수에 의해 이동되는 유사 및 화학물질의 양도 파악할 수 있는 분포형 유출모형(Distributed Model)에 대한 연구가 만히 수행되고 있다. 이러한 연구는 지리정보시스템(GIS), 위성에 의한 원격탐사 방법으로 기초자료의 구축이 용이하고 컴퓨터의 발달로 더욱 활기를 띠고 있다⁷⁻¹⁰⁾. 분포형 유출모형과 관련된 최근의 연구동향을 살펴보면 소규모의 시험유역이나 실험실 규모에서 개발되어 적용성을 평가받는 많은 모형들이 있다. SHE모형은 그 구조가 아주 복잡하지만 각 수문과이 모듈화 되어 있고 상업용으로 상품화되어 있다. 그리고 AGNPS모형과 ANSWERS모형은 소규모 유역에 농업에 의한 비점원의 대책수립에 많이 적용되고 있는 모형이다. 또한 DBMS모형과 TOPMODEL 모형은 유역의 지형에 의한 토양 내에서의 물의 이동을 모의하는 새로운 개념의 모형으로 DBSIM모형은 홍수예보에 이용하도록 시스템화 연구를 수행하였다¹¹⁻¹²⁾. 이와 같이 이미 서구 선진국에서는 첨단 컴퓨터 장비 및 소프트웨어를 개발하여 수문의 설계 및 분석을 위한 연구가 활발한데 비하여 국내 수문 관련 연구

상황은 극히 부진한 상태이다. 또한 선행 연구자들에 의해 개발된 수문이나 개발식의 경우 기존에 설치되어있던 제품들의 모형을 일부 개조하거나 일본에서 고액의 로열티를 지불하고 입수한 설계식을 변조한 것에 불과하며 컴퓨터를 이용한 수문설계 시 변경된 설계변수에 의해 변화된 수문의 모형 및 치수 등의 도면작업은 여전히 수작업으로 설계하는 관계로 실제현장에서 적용할 수 있는 시스템은 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 컴퓨터를 이용한 수문설계 프로그램을 개발하여 수문의 설계와 도면작성을 자동화하고 수문 설계에 경험이 없는 초보자라도 숙련자와 같이 수문설계를 수행할 수 있는 전자동 수문설계 시스템을 개발하고자 한다. 본 연구에서 개발된 프로그램은 범용 도면 작성 프로그램인 AutoCAD 환경에서 지원하는 Visual LISP 언어를 이용하였으며, 추가로 Visual Basic, Visual C++언어의 응용으로 프로그램의 보안성을 확보하였다. 또한 본 프로그램의 진행방식은 대화식이므로 사용자가 수문 설계변수의 초기값을 단순히 직접 입력하여 수문을 설계할 수 있도록 하였으며, 수문에 대한 전문적인 지식이 없는 사용자라도 쉽게 컴퓨터 화면에 제시되는 초기치를 사용하여 원하는 수문을 설계할 수 있도록 하였다.

2. 수문 설계 시스템 개발

2-1 설계절차

- 절차1) 수문이 설치될 수로의 폭과 넓이인 통수폭을 정한다.
- 절차2) 수문이 사용될 용도에 따라 3방지수 또는 4방지수를 택한다.
- 절차3) 제작할 수문의 재질(STS304 or 일반 SS41)을 정한다.
- 절차4) 설치될 수로의 최고 및 최저 수위(4방지수의 경우 수압의 영향을 받음)를 정한다.
- 절차5) 기존의 설계식을 이용하여 설계계산을 한다.
- 절차6) Skin Plate 두께를 결정하여 문틀 폭을 정한다.
- 절차7) 설계식에 의해 계산된 Beam의 규격, 간

격 및 개수를 결정한다.

- 절차8) 권양기의 사용 시 단동식 또는 연동식인지를 결정한다.
- 절차9) 지수용 고무 와 고정용 평철의 길이를 결정한다.
- 절차10) 기타 규격화된 부속품들을 결정한다.
- 절차11) 락크바의 종류를 선정한다.

2-2 설계 규칙

- 규칙 1) 필수 주문내용은 다음과 같이 미리 정하여 둔다. 이 값은 초기 입력값에 해당한다.
- 규칙 2) 통수단면은 100×100(mm)에서 2000×2000(mm)사이의 값을 택하는데, 폭과 높이의 크기가 반드시 일치할 필요는 없다.
- 규칙 3) 최고수위는 일반적인 경우 거의 3M이상을 넘는 경우는 없다.
- 규칙 4) 형식(용도) : 3방지수 또는 4방지수 두가지 경우가 있다.
- 규칙 5) 사용되는 재질은 일반형 SS400 과 스텐형 STS303이 있는데, 주로 Skin plate 용으로 쓰이는 재질을 말한다.
- 규칙 6) 단위는 mm를 사용한다.
- 규칙 7) 이미 표준화된 Table을 기초로 빔간격 및 개수 결정하는데, 규격화 되지 않은 형식의 수문제작 시 설계식에 의해 결정된다.
- 규칙 8) 도면에 사용되는 선의 형식을 설정하여 다음과 같이 표준화시킨다.
 - 1 : 흰색 Continuous
 - 2 : 연두색 Continuous
 - 3 : 적색 Center
 - 4 : 하늘색 Hidden
 - 5 : 보라색 Phantom2
- 규칙 9) Skin plate는 재질에 따라 두께와 크기가 결정되는데, 재질이 STS303일 경우 높이는 통수높이에서 50mm 증가시키고, 길이는 통수폭에서 100mm 증가시키며, 두께는 설계식에 의해서 60mm 추가시키며 용접을 위해 추가로 사방 10mm씩 증가시킨다.

- 규칙 10) Beam 결정은 재질에 따라 구분되며, STS303의 경우 150×75(mm)의 빔을 사용한다.
- 규칙 11) Beam 간격은 Vertical Beam인 경우 표준화된 치수표에 의해 작성되고, Horizontal Beam은 제작 시 용접의 편이를 위해 10mm 감소시킨다.
- 규칙 12) 고무 고정용 평철의 결정은 맨바닥에서 15mm 감소시키는데, 두께는 P형일 경우 50mm형을 사용하며, J형일 경우 40mm형을 사용한다.
- 규칙 13) 지수용 고무의 규격 및 설치방법은 이미 표준화 되어있으며 좌우는 35mm 간격으로 설계하고, 하부 15mm 간격으로 설계한다.
- 규칙 14) 문틀 상·하부 Beam의 결정은 상부는 통수높이에서 200mm 증가시키며, 하부는 통수높이에서 150mm 증가시킨다.
- 규칙 15) 기타 규격화된 부품 목록은 Bracket, Wedge(상, 하부), Roller, Rack Bar(길이는 현장여건에 의해 변경), Support Plate, Upper Seal 등이 있다.

2-3 프로그램의 구성

본 프로그램에 구축에 사용된 장비는 펜티엄 500 MHz, RAM 128M인 PC를 사용하였으며, 수문 설계절차 및 규칙에 관련된 자료제공은 (주)태영기업의 협조의뢰 하에 실시한 결과 상당부분 정밀성을 인정받았다. 또한 사용된 소프트웨어로는 AutoCAD 2000과 DCL(Dialog Control Language), VisualLISP을 사용하였다. DCL은 설계에 관한 초보자도 쉽게 사용할 수 있도록 GUI(Graphic User Interface)를 지원하도록 하였으며, VisualLISP은 기존의 AutoLISP 프로그래밍 방법을 비주얼화된 대화식 개발환경(IDE)을 통하여 구현할 수 있도록 하여 보다 향상된 LISP 프로그램의 제작방법을 제공함으로써 향후 새로운 응용 프로그램 형태인 VLX로 이전의 ARX를 통해 구현되던 기능을 대체할 수 있도록 하였다. Fig. 1은 CAD/CAM 시스템을 개발하기 위해 사용된 환경을 보여주고 있다.

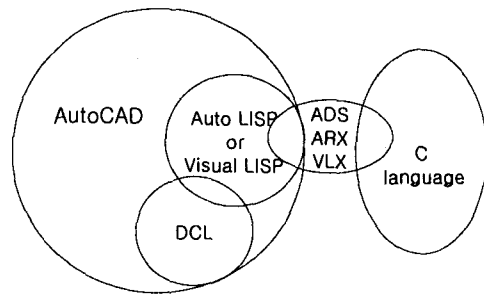


Fig. 1 A schematic diagram for the system development

본 프로그램 전체적인 흐름을 나타내는 Flow chart는 Fig. 2와 같이 나타낸다.

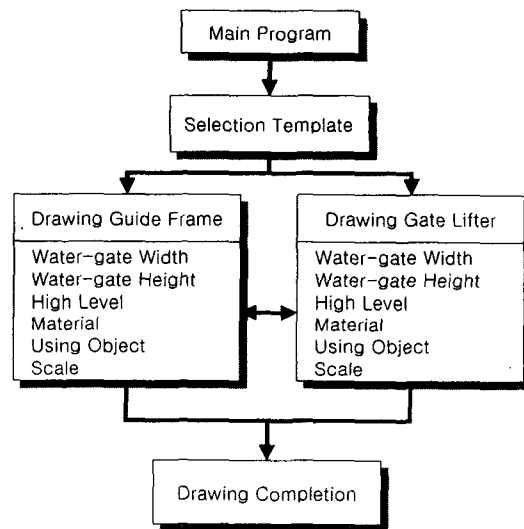


Fig. 2 Flow chart of the water-gate design system

3. 프로그램 실행 결과 및 고찰

본 설계 프로그램의 개발은 도면의 정확성뿐만 아니라 시스템 구축의 용이성 및 사용자의 편리성에 주안점을 두었으며, 기존 AutoCAD의 주요 매뉴얼 기능들에는 거의 변화가 없이 단순히 새로운 메뉴바의 추가로 구성하였다. Fig. 3은 기존 메뉴바 우측상단에 새로운 메뉴바를 생성시킨 그림을 나타낸다.

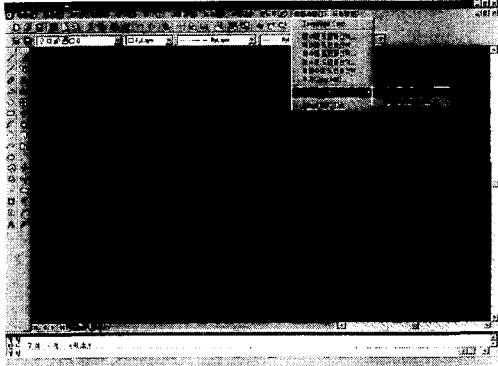


Fig. 3 Topdown Menu

주로 사용되는 도면틀(Templates)을 표준화하여 설계자가 필요로 하는 틀을 쉽게 선택할 수 있게 하였으며, 매크로 기능을 이용하여 공사명, 도면명 및 작성자의 이름을 대화상자를 통하여 직접 입력할 수 있도록 하였다. Fig. 4는 도면틀 선정 대화상자이고, Fig. 5는 선택된 도면틀에 필요한 입력문자를 기입할 수 있는 기입창을 나타낸다.

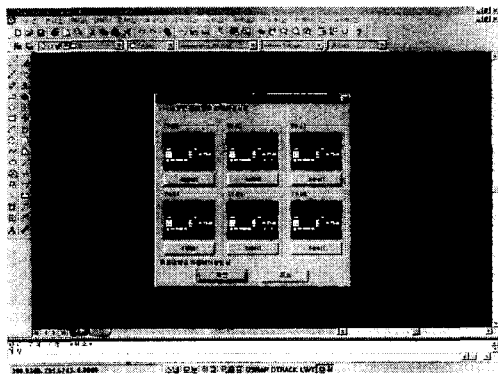


Fig. 4 Dialog-box for selection template

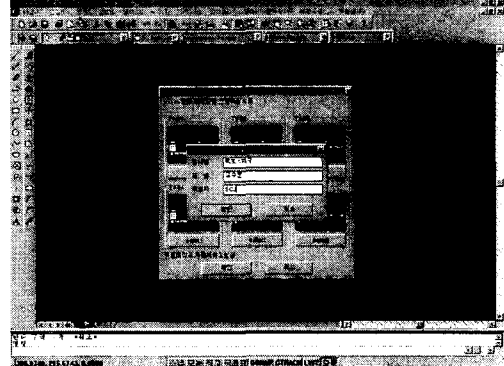


Fig. 5 Dialog-box for insertion text in template

Fig. 6은 선택된 도면틀에 기입창을 이용하여 문자를 입력한 후 생성된 틀의 모습이다.

중형수문의 일반적 구조는 문틀(guide-frame)와 문비(gate-lifter)로 구성되는데 Fig. 7은 문틀의 설계 계산식을 내장한 대화상자의 모습으로 초기 입력값으로는 통수단면(수문폭, 수문높이), 중요입력 사항으로 최고수위 및 수문 제작 시 사용되는 skin plate의 재질, 마지막으로 추가항목인 사용목적 및 용도와 스케일로 배열되어 있다.

마지막으로 Fig. 8은 최종적으로 생성된 중형수문 문틀의 모습을 나타낸다.

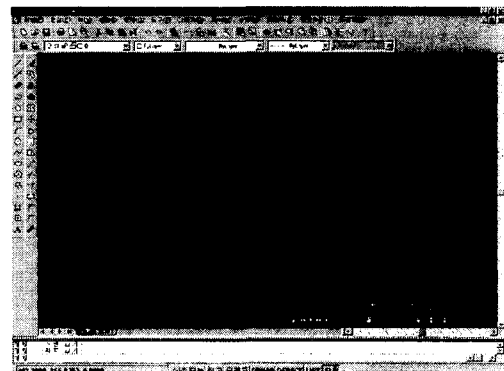


Fig. 6 Results of template drawing

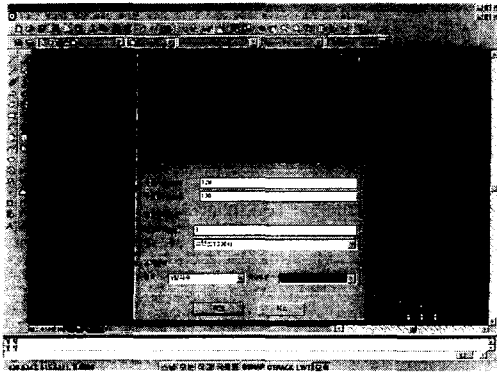


Fig. 7 Dialog-box for guide-frame

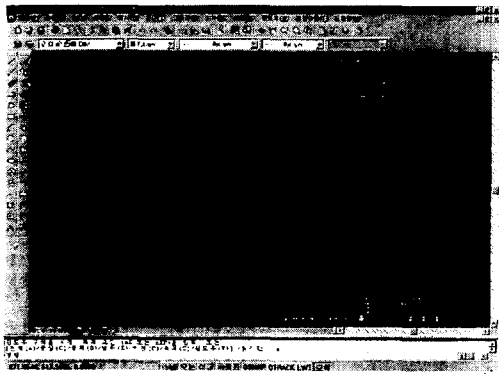


Fig. 8 Results of guide-frame drawing

4. 결론

본 논문은 AutoCAD상에서 수문설계를 통합적으로 관리하는 전체적인 설계 시스템을 개발하는데 있으며, 이 중 첫 번째 단계로 중형수문 설계에 대한 것이다. 이 프로그램은 VisualLISP 언어를 사용하여 AutoCAD 메인 모듈에서 쉽게 사용할 수 있도록 구성하였다. 우선 표준화된 도면틀을 이용하여 작업명, 도면명 및 작업자의 이름을 삽입하고 작성된 도면틀에 설계하고자 하는 제품의 수문을 작성한다. 수문제작시 초기값으로는 수문의 폭과 높이인 통수단면, 수로의 최고수위, 수문의 사용목적, 사용되는 재질의 종류 및 사용 용도로 정리하였으며, 이 초기값을 입력하면 각각의 입력값을 넣을 수 있는 대화상자가 생성된

다. 상용 설계프로그램인 AutoCAD상에 새로운 대화상자를 추가한 것이므로 누구나 손쉽게 사용할 수 있는 특징을 가지고 있다. 앞으로 현재 개발된 설계 시스템에 추가적으로 도면 안정성평가를 위한 시뮬레이터를 개발하며, 작성된 도면을 근거로 견적서를 출력할 수 있는 통합 시스템(CAD/CAM)을 구축할 예정이다.

참고 문헌

1. Foundyler, C. M., "CAD/CAM, CAE" , Daratech, Vol. 1, pp. 3.1 - 3.20, 1984.
2. Besant, C. B., "Computer Aided Design and Manufacture", Ellic Horwood Limited, 1983.
3. Eric, T., "CAD/CAM Hand Book", Graphic System, Inc, pp. 87-96, 1984.
4. King, C. H. and Rong, N. C., "Polyhedron Reconstruction Using Three View Analysis", Pattern Recognition, Vol. 22, No. 3 pp. 231-246, 1989.
5. John, K. Y., "Advances in Computer Generated Imagery for Flight simulation", IEEE Computer Graphics and Applications, pp. 47-51, 1985.
6. Michael, J. Z. and Robert B. M., "flight Simulation for under \$10000", IEEE Computer Graphics and Applications, pp. 19-27, 1986.
7. Donald, H. and Baker, M. P., "Computer Graphics", New Jersey, Prentice-Hall, Inc, 1986.
8. Sutherland, I. E., "SKETCHPAD : Machine Graphical Communication System", Spring Joint Computer Conf, Spartan, Baltimore, Md, 1963.
9. Requicha, A. A. G., and Voelcker, H. B., "Solid Modeling: A Historical Summary and Contemporary Assessment", IEEE Computer Graphics and Applic., Vol. 2, No. 2, March 1982.
10. Requicha, A. A. G. and Voelcker, H. B., "Solid Modeling: Current Status and

Research Directions", IEEE Computer Graphics and Applic, Vol. 3, No. 7, October 1983.

11. Zaid, I., "Understanding Turnkey CAD/CAM System Capabilities Overview of the Computervision CDS 4000", J. Engng Computing and Applic, Vol. 1, No. 2, Winter 1987.
12. Zeid, I. and Bardasz, T., "The Role of Turnkey CAD/CAM Systems in the 1 of the Graphysis Concept", Engineering Conf and Exhibit, Boston, Mass, 1985.