

Virtual Modeling Data와 비선형 해석 프로그램의 Interface 설계

Interface Design of Virtual Modeling Data and Nonlinear Analysis Program

박재근* · 이현민** · 조성훈*** · 이광명**** · 신현목*****

Park, Jae Guen · Lee, Heon Min · Jo, Sung Hoon · Lee, Kwang Myong · Shin, Hyun Mock

ABSTRACT

Recently Development of construction system that subjective operators share and control information efficiently based on the three-dimensional space and design information throughout life cycle of construction project is progressing dynamically. In case of civil structures which are infrastructure, Demand for structure of complex system which has multi-functions such as super and smart bridges and express rails is increasing and system development which computerizes and integrates process of structure design is in need. For that, research about link way between three dimensional modeling data and structure analysis programs should be preceded. In this research, therefore, research about interface design between three dimensional virtual modeling data to automate efficient civil-structure-design and nonlinear finite element analysis program which is made up of reinforced concrete material model that express material's character clearly.

Keywords: interface, 3D virtual modeling data, Nonlinear finite element analysis

1. 서론

최근 3차원 공간 및 설계 정보를 기반으로 건설 프로젝트의 생애주기에 걸쳐 참여주체들이 효과적으로 정보를 공유하고 관리할 수 있도록 하는 건설시스템의 개발이 활발히 진행되고 있다. 이미 기계 및 선박 등 타 분야에서는 생산 프로젝트의 협업 환경을 기반으로 한 시스템이 활발히 사용되고 있으며 사회기반시설인 토목 구조물의 경우에도 초장대 교량 및 고속철도 등과 같이 다기능의 복합시스템화 구조물에 대한 수요가 늘고 있어 토목건설분야에 적절한 협업환경을 조성하여 효과적인 정보공유를 통한 효율적인 건설시스템의 개발이 시급한 실정이다. 이러한 협업환경 내에서 하나의 참여주체로서 토목 구조물에 대한 3차원 프로젝트 모델을 기반으로 구조설계 프로세스를 통합 자동화 하는 시스템의 개발이 이루어져야 하며 이를 위해서는 3차원 모델링 데이터와 구조해석 프로그램과의 연계방안에 대한 연구가 선행되어야 한다. 따라서 이 연구에서는 효율적인 토목구조설계 자동화를 위한 3 차원 모델 데이터와 구조물을 이루고 있는 재료들의 특성을 정

* 정회원 · 성균관대학교 건설환경시스템공학과 BK post-doc., 공학박사 Email: parkjg@skku.edu

** 성균관대학교 건설환경시스템공학과 박사과정 Email: leeheonmin@hanmail.net

*** 성균관대학교 건설환경시스템공학과 석사과정 Email: consemfid@naver.com

**** 정회원 · 성균관대학교 건설환경시스템공학과 교수, 공학박사 Email: leekm79@skku.edu

***** 정회원 · 성균관대학교 건설환경시스템공학과 교수, 공학박사 Email: hmshin@skku.edu

확하고 신뢰성 있게 표현할 수 있는 재료모델이 구축된 비선형 유한요소 해석 프로그램(RCAHEST)과의 interface 설계에 대한 연구를 수행하였다. 건설 프로젝트의 생애주기 협업 환경인파 이 연구와의 관계를 나타낸 조직도를 그림 1에 나타내었다.

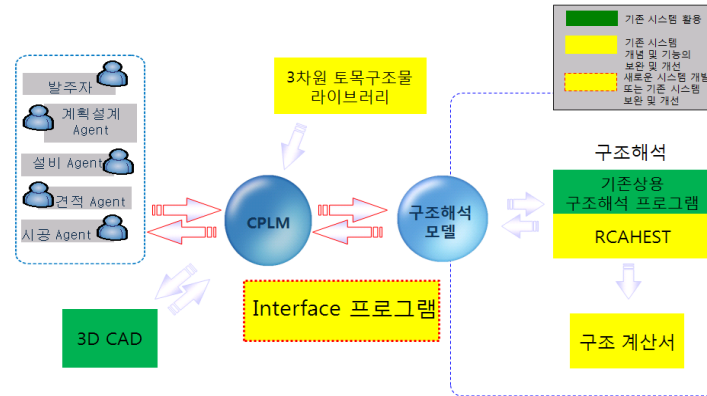


그림 1 3차원 모델 정보와 구조해석 프로그램 연계 시스템

2. 철근콘크리트 구조물 3D virtual data 와 비선형 해석을 위한 파라미터

2.1. 구조해석을 위한 파라미터

철근콘크리트 구조물의 비선형 해석을 위해서는 프로그램 사용자가 구조물의 정보에 대한 데이터를 입력해야 한다. 3차원 모델링 데이터와 비선형 해석 프로그램과의 연계를 위해서는 비선형 해석 프로그램에서 필요로 하는 정보들을 명확히 정의하는 작업이 선행되어야 한다. 해석 프로그램이 필요로 하는 입력 데이터는 크게 구조물 형상정보에 해당하는 절점데이터, 공간정보에 해당하는 요소데이터, 재료특성정보에 해당하는 재료데이터, 단면적, 단면이차모멘트, 두께 등의 형상정보, 하중정보에 해당하는 하중데이터 및 구조물의 구속 점에서의 경계조건 데이터 등이 있으며 이를 표 1에 정리하였다.

표 1 구조해석을 위한 파라미터

형상 정보	각각의 절점, 절점의 좌표, 단면도심, 절점과 절점사이의 plane 및 line의 정보
Elementary 구성	절점으로 연결된 공간정보 ex) full or empty
재료 구성(물성)	탄성재료 : 포아송비, 단면적, 단면2차 모멘트, 자중, 단위중량, 탄성계수, 절점의 구속도수
	비선형재료 : 콘크리트의 압축강도, 인장강도, 전단강도, 철근의 항복·인장강도, 철근 면적, 철근비, 철근의 종류(원형, 이형), 텐던(와이어, 강봉)의 항복·극한강도
하중 정보	직접하중, 변위하중, 지진하중, 온도하중, 건조수축 및 크리프
경계 조건	Roller, Hinge, Fixed or contact
해석 후 형상변화의 유·무	처짐, 응력 및 변형률분포, 단면력 표시 기능
시공 단계 고려	각 객체의 시공 및 타설 시간 입력 기능

이 연구에서는 일반적인 해석 프로그램에서 필요로 하는 파라미터를 기반으로 형상정보 와 재료구성 및 하중정보에 초점을 두어 Virtual Model 정보에서 일반적인 파라미터들을 수용하여 연계시스템 내에 구축되어 있는 DB화 되어 있는 단면형상과 같은 형상정보, 철근종류와 같은 재료구성 또는 지진하중과 같은 하중정보를 불러올 수 있는 기능을 구현하여 좀 더 효율적인 해석과 설계가 가능한 연계 방안을 설계하여 정확한 정보 수용 및 정보전달이 가능한 인터페이스 프로그램의 구성을 목표로 연구를 수행하였다.

2.2. Virtual modeling data와 비선형 구조해석에 필요한 파라메타 관계

Virtual Modeling Data에서 구조해석용 모델링 데이터로의 변환을 위해서는 여러 가지 3차원 모델러들에 의하여 작성된 기존의 Virtual Model들이 가지고 있던 형상정보 외에 재료정보 와 하중정보 및 경계조건 정보 등의 데이터가 필요하다. 이러한 데이터는 객체모델이 포함여부에 따라 인퍼테이스 설계는 차이가 난다. 이 연구에서는 이러한 데이터가 포함할 수 있어 사용자 편의적 확장성을 갖춘 CATIA 등과 같은 3D 모델러를 고려하여 연구를 수행하였다.

3. 비선형 구조해석프로그램

이 연구에서 사용되는 해석 프로그램 RCAHEST((Reinforced Concrete Analysis in Higher Evaluation System Technology)는 구조물을 이루고 있는 재료의 특성을 적절히 반영하여 그 거동을 정확히 예측할 수 있는 재료모델을 적용한 비선형 유한요소 해석 프로그램으로서 토목 건설재료로서 큰 비중을 차지하고 있는 철근 콘크리트의 재료적 비선형성을 비교적 정확히 반영한 해석모델을 탑재하고 있다. 이 프로그램은 미국 버클리 대학의 Taylor가 개발한 범용 유한요소해석 프로그램인 FEAP에 저자 등이 개발한 여러 요소들을 이식하여 모듈화된 비선형 유한요소해석 프로그램인 RCAHEST를 사용하였다. 이 프로그램은 사용자가 개발한 요소를 추가할 수 있는 모듈화되어 있으며 이미 개발된 또는 앞으로 개발될 다른 종류의 요소와 조합이 가능하다. 따라서 이 연구에서는 저자 등이 그 동안 개발된 철근콘크리트 평면응력요소, 철근콘크리트 쉘요소, 경계면요소 및 유연도법에 근거한 보-기둥요소 등을 이용하여 연구를 수행하였다.

4. 철근콘크리트 교각의 인터페이스 설계

이 연구에서는 일반적인 토목 구조물의 3D 모델과 구조해석간의 인터페이스의 설계에 앞서 우선 철근콘크리트 교각의 3D 모델과 구조해석간의 인터페이스 설계를 대상으로 적용성을 검토하였다. Virtual Model 데이터에 내재되어 있는 정보는 이 연구에서 개발되는 인터페이스 프로그램에 의해 변환되는 파라미터 데이터와 상호 연동하여 해석 후 설계 변경이 용이하도록 설계하였으며 Virtual Model 데이터에 내재된 정보가 비선형 유한요소 해석시 필요로 하는 파라미터를 모두 생성하지 못할 경우를 대비하여 인터페이스 프로그램에서 데이터베이스화 되어 있는 단면정보와 재료정보 및 지진하중과 같은 하중정보를 활용하거나 사용자가 직접 입력할 수 있도록 설계하였다. 일반적인 토목구조물인 철근 콘크리트 교각에 대하여 Virtual Modeling 데이터를 활용하여 해석을 수행하는 설계안을 그림 2에 나타내었다. Virtual Modeling Data 생성시 단순 점, 선 그리고 면을 이용하여 객체를 생성하는것이 아니고 각 객체를 구성하는 속성정보를 이용하여 객체의 형태를 구성할 수 있도록 하였다. 이러한 속성정보는 데이터의 상호 연관시 매우 효율적인 관리가 가능한 장점이 있다. 속성정보를 통하여 구조물의 형태를 유추할수 있으며 속성정보의 변경을 통하여 손쉽게 객체의 형태를 수정할 수 있다. 이러한 객체 속성정보를 통한 모델링은 객체의 재활용성 및 구조해석 같은 타분야에서 매우 손쉽게 데이터를 획득 및 수정이 가능하다.

RC 교각에 대한 Virtual Modeling Data

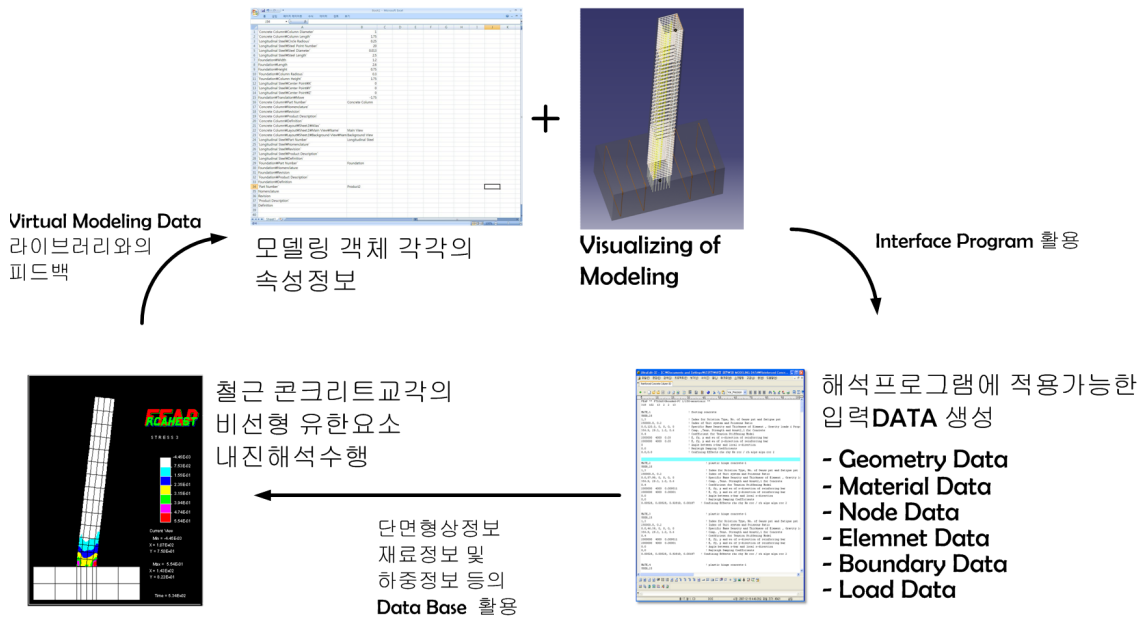


그림 2 Virtual Modeling Data 와 비선형 해석프로그램의 연계 방안 설계

5. 결론

이 연구는 토목건설분야에서 새롭게 대두되고 있는 건설 프로젝트의 생애주기에 걸쳐 참여주체들이 효과적으로 정보를 공유하고 관리할 수 있도록 하는 건설시스템인 CPLM(Construction Product Lifecycle Management)의 개발과 구축에 포함되는 Virtual Modeling 데이터와 비선형 유한요소 해석프로그램인 RCAHEST 프로그램간의 인터페이스를 설계하였다. Interface 프로그램 설계시 단순 주어진 조건만을 이용한 설계가 아닌 상호 연동을 위한 전략적 개념을 기초로 하여 설계하였으며 이러한 설계는 interface 프로그램 개발에 기초 자료로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 건설기술혁신사업 (과제 번호: 06첨단융합E01)의 지원으로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능케 한 건설교통부 및 한국건설교통기술평가원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Zhenqun Guan, Xiaofeng Sui., (2001) A CAD-based Parameterization Method of Finite Element Modeling for Structural Shape Optimization, WCSMO-4, pp.418-419
2. Kim, T. H., and Shin, H. M., (2001) Analytical approach to evaluate the inelastic behaviors of reinforced concrete structures under seismic loads, *Journal of the Earthquake Engineering Society of Korea*, EESK, 5(2), pp.113-124.
3. 이성우 (1989) 구조설계의 CAD화를 위한 설계지향 유한요소 프로그램의 개발에 관한 연구, 한국전산구조공학회 학술발표회 논문집 pp.1~6.