교량 프로젝트의 BIM기반 구조설계를 위한 프로세스 연구

A study on BIM based structural design process for bridge project

이 헌 민* • 이 진 경** • 유 재 명*** • 신 현 목****

Lee, Heon-Min • Lee, Jin-Kyoung • Yoo, Jae-Myoung • Shin, Hyun-Mock

요 약

현재 국내의 건설 산업은 BIM(Building Information Modeling)이라는 새로운 패러다임으로의 변화를 모색하고 있다. 이미 국내 건축업계에서는 적극적으로 BIM개념이 도입되고 있으며 주로 국가 기반시설의 건설업무를 분담하고 있는 토목업계에서는 현재 BIM개념을 도입하기 위한 준비과정에 있는 단계이다. 이 연구에서는 대표적인 토목구조물인 교량을 대상으로 BIM개념 도입의 필요성과 교량을 건설하기위한 여러 단계 중에서도 그 출발점이라 할 수 있는 구조설계 단계에 있어서 BIM개념의 도입 방법과 기존의 구조설계 프로세스를 BIM기반의 구조설계 프로세스로 변화하기 위하여 필요한 작업들에 대한 분석을 수행하였으며 결과적으로 교량 프로젝트에 대하여 BIM기반의 구조설계를 위한 최적의 프로세스를 구축하기 위한 연구를 수행하였다.

keywords : BIM(Building Information Modeling), 구조설계, 교량, 구조설계 프로세스

1. 서 론

BIM(Building information modeling)의 의미는 여러 가지로 해석될 수 있다. 기존의 기하학적인 2차원 및 3차원 도면의 객체들이 가지고 있는 정보가 단순한 그래픽 요소들인 점, 선, 면, 솔리드를 표현하기 위한 수량 정보만을 가지고 있었다면 3차원 정보모델은 표현되는 그래픽 요소 자체에 재료 물성치, 비용, 공기 등의 건설 산업 전반에 쓰일 수 있는 정보들을 가진다. BIM은 이러한 3차원 정보모델 자체를 의미하기도 하며 3차원 정보모델을 활용하여 건설 업무를 수행하는 업무 패러다임 자체를 의미하기도 한다. 이러한 BIM도입의 필요성은 많은 연구를 통해서 이미 확인된 바 있으며 이를 요약하자면 업무의 생산성과 효율성 측면에서의 혁신적인 개선이다. 이 연구에서는 BIM을 도입하여 교량에 대한 구조설계를 수행하고자 할 때 필요한 업무와 그 업무들의 프로세스에 대한 연구를 수행하였다. BIM기반 구조설계 업무의 핵심과제는 다음 두 가지로 정리될 수 있다. 첫 번째는 3차원 정보모델기반 설계의 성립에 대한 방법의 모색과 두 번째는 정보의 적극적인 활용을 통한 구조설계 업무의 자동화 구축으로 인한 업무의 단순화이다.

2. 구조설계업무의 BIM개념 도입 방법

* 학생회원 성균관대학교 토목공학과 박사과정 pantene@skku.edu
** 학생회원 성균관대학교 토목공학과 석사과정 forgood11@skku.edu
*** 학생회원 성균관대학교 토목공학과 석사과정 best0723@naver.com
**** 정회원 성균관대학교 토목공학과 교수 hmshin@skku.edu

BIM기반의 건설 업무에서 도면 산출이나 물량 산출 및 시공 시뮬레이션 등의 분야에서는 3차원 캐드 툴로 이미 최종 완성된 3차원 정보모델을 활용하여 업무를 수행하게 된다. 이것은 각 분야의 업무가 3차원 모델링 작업에 영향을 주지 않는다는 것을 의미하고 있다. 그러나 구조설계 업무분야는 구조물의 콘크리트 구체와 같은 기본형상과 텐던 및 철근 배치 등의 실제적인 내부형상을 결정하는 작업이기 때문에 객체의 형상을 작성하는 3차원 모델링 작업의 근간이 되는 작업이다. 따라서 3차원 모델의 정보들이 구조적인 의미를 갖기 위해서는 3차원 모델링 작업이 구조설계업무를 통하여 결정되는 정보들을 활용하여 이루어질 수 있도록 하는 구조설계 프로세스를 마련해야 한다.

3. 교량 프로젝트의 BIM기반 구조설계 프로세스

구조설계 업무를 통하여 결정되는 정보들은 대상구조물에 맞는 현행구조설계기준에 근거한 정보들로 구성되어야 한다. 또한 전술한 바와 같이 설계 작업을 통하여 생성된 정보들의 적극적인 연동이 가능하도록 하여 설계업무의 자동화를 통한 업무의 단순화가 또 하나의 BIM기반 구조설계의 당면과제이다. 이를 가능하게 하기 위하여 필요한 정보를 참조하고 생성해 낼 수 있는 여러 가지 라이브러리 및 모듈이 필요하다. 이러한 내용을 바탕으로 이 연구에서는 교량의 BIM기반 구조설계를 위하여 그림 1과 같은 프로세스를 구축하였다.

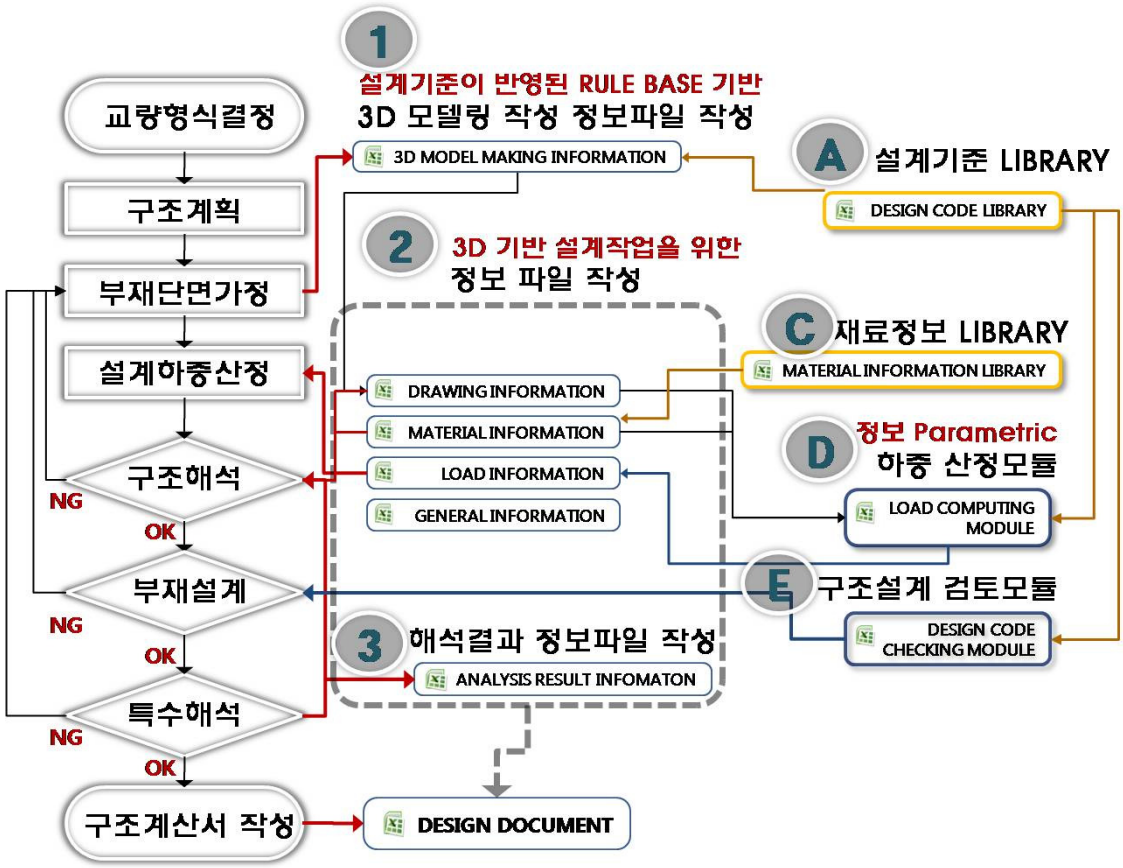

그림 1. 교량 프로젝트의 BIM기반 구조설계 프로세스

3.1. 3차원 정보모델 작성을 위한 참조파일의 구축

전술한 바와 같이 구조설계업무와 같이 진행되어져야 하는 3차원 정보모델의 모델링 작업은 또 하나의 구조설계 업무라고 할 수 있다. 구조설계 업무를 통하여 1차적으로 구성되는 3차원 정보모델의 정보들은 구조설계 작업동안 활용되는 정보와 연동이 가능하도록 구성되어져야 하며 이를 위해서는 일종의 인터페이스가 필요하다. 그 인터페이스의 형식을 모델링 작업을 위한 정보를 담을 수 있는 참조파일의 형태(3D modeling 참조 파일, 그림 1)로 구축한다. 참조 파일이 가지고 있어야 하는 정보는 임의의 데이터가 아닌 대상 구조물의 종류와 형식에 맞는 구조설계기준을 내포하는 특정한 범위내의 데이터 또는 수식으로 정해지는 데이터이어야 한다. 때문에 참조파일의 구축 방법은 대상 교량의 형식이나 부재의 종류에 따라 구성이 다르기 때문에 교량 형식별, 부재별의 데이터 베이스의 형태로 구축해야 한다.

3.2. 구조설계 업무의 활용정보 분류

구조설계 업무에서 활용되는 정보는 길이, 수량, 재료물성치, 하중 등의 다양한 정보들은 하중계산이나 철근량 산정 및 구조 해석 등의 다양한 구조설계 작업 동안 혼재되어 사용된다. 이러한 정보들을 용도와 성질에 맞게 분류하여 정리 함 으로서 대상교량의 형식별, 부재별 활용정보의 데이터 베이스 구축이 성립될 수 있기 때문에 구조설계 업무의 활용정보를 다음과 같이 분류하였으며 수없이 많은 정보들 중 가장 대표적인 내용들로 예시를 작성하였다.

표 1 구조설계 업무의 활용정보

정보의 종류	설명	예시
도면정보 (drawing information)	대상 부재를 표현할 때 사용되어지는 모든 길이 및 수량을 나타내는 정보	거더의 폭 및 길이, 교각의 길이, 철근 및 텐던의 배근 형태 등
재료정보 (material information)	대상 부재에 사용되어지는 재료의 종류 및 특성 값을 나타내는 정보	철근 및 텐던의 종류, 탄성계수, 압축강도, 인장강도, 항복강도 등
설계 조절 정보 (control information)	도면 정보 및 재료정보 중에서도 설계 작업 시 구조설계 기준의 만족여부와 관련된 엔지니어가 결정하는 정보	철근 종류, 배근 수, 사용철근 단면적 등
하중정보 (loading information)	구조해석에 활용되는 구조물에 가해지는 계산된 하중을 나타내는 정보	교량의 상부 및 하부구조에 가해지는 모든 고정하중 및 활하중 케이스
단면정보 (material information)	구조해석에 활용되는 부재의 단면 특성치를 나타내는 정보로서 3차원 모델러에서 획득할 수 있다.	단면 2차모멘트, 단면계수 등
일반정보 (material information)	계산서 작성 시 기술되는 교량의 형식 및 시공방법 또는 설계자가 기술해야하는 내용의 텍스트 정보를 의미한다.	강합성 상자형 교량, 1등급(DB-24 및 DL-24 적용), 극한강도 설계법, 허용응력 설계법 등

3.3. 프로세스 구동을 위한 라이브러리 및 모듈

교량프로젝트의 BIM기반 구조설계 프로세스를 구동하기 위해서는 그림 1에서와 같은 설계기준 라이브러리, 재료정보 라이브러리 및 하중 산정모듈, 설계기준 검토 모듈이 구축되어야 한다. 이러한 라이브러리 및 모듈들은 앞 절의 활용정보와 마찬가지로 교량의 형식 및 부재의 항목별 데이터 베이스로 구축한다.

3.3.1 구조설계기준 라이브러리

대상 교량의 형식과 부재의 종류에 따라 적용되는 현행설계기준은 구조설계작업 여러 단계에서 활용된다. 그림 1에서와 같이 구조설계기준 라이브러리의 구축을 통하여 적합한 설계기준 정보들을 3차원 작성 참조 파일 및 하중산정, 설계기준검토 모듈들에 연동하여 설계 작업을 원활히 진행시킬 수 있다.

3.3.2 재료정보 라이브러리

교량의 건설에 사용되는 재료의 특성값 및 기타정보를 연동하여 사용할 수 있는 라이브러리를 구축하여 설계 작업 동안 재료정보가 필요할 때 연계하여 활용할 수 있도록 한다.

3.3.3 하중 산정 모듈

현행 교량의 설계 작업에서 상하부구조에 사용되는 하중케이스들을 교량의 형식 및 공법별로 모두 정리하여 구조해석 및 구조계산서 작성 시 활용할 수 있도록 구성한다. 구조설계기준 라이브러리의 정보들을 활용한다.

3.3.4 설계기준 검토 모듈

교량의 구조계산서에서 설계기준의 만족여부를 결정짓는 항목을 종합하여 단순한 확인 작업이 가능하도록 구축한다. 하중산정 모듈과 마찬가지로 구조설계기준 라이브러리의 정보들이 활용된다.

4. 결론

건설 산업의 BIM개념 도입의 목표가 생산성과 작업의 효율성의 획기적인 제고에 있으며 이를 구조설계업무에도 도입하기 위하여 이 연구를 수행하였으며 교량구조물을 대상으로 BIM기반의 구조설계를 위한 프로세스를 구축하였다. 구축한 프로세스의 원활한 구동을 위해서는 전술한 라이브러리 및 모듈들의 체계적인 데이터 베이스 구축 작업이 수반되어야 한다.

감사의 글

본 연구는 건설기술혁신사업 (과제 번호: 06첨단융합E01)의 2011년도 연구비 지원에 의하여 이루어졌음을 밝히며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

도로교 설계기준 해설, 대한토목학회 교량설계핵심기술연구단 2008

Howard, R., Bjork, B.C. (2007), "Building information modelling" - Experts' views on standardisation and industry deployment, Advanced Engineering Informatics, pp.271～280

Seebohm, T., Wallace, W. (1998), "Rule-based representation of design in architectural practice", Automation in Construction 8, pp.73～85

Zhenqun Guan, Xiaofeng Sui., (2001) A CAD-based Parameterization Method of Finite Element Modeling for Structual Shape Optimization, WCSMO-4, pp.418-419