

BIM기반 아치교량에 대한 구조해석 및 설계 연구

Analysis and Design of Arch Bridge based on BIM

이 헌 민* · 오 석 진** · 천 주 현*** · 신 현 목****

Lee, Heon-Min · Oh, Seock-Jin · Chen, Ju-Hyun · Shin, Hyun-Mock

요 약

현재 국내에서는 상품 생산을 위한 각 공정의 업무를 통합관리 해 줄 수 있는 PLM(Product Life-cycle Management)시스템을 건설업에 도입하려는 움직임이 있으며 실제 건설 구조물에 대한 통합환경 시스템인 CPLM(Construction Product Lifecycle Management) 관련 연구를 진행 중에 있다. 통합 시스템 내에서 건설 구조물 생산을 위한 각 업무분야에서는 시스템이 추구하는 업무진행의 흐름에 맞추어 작업을 수행 할 수 있도록 하는 각자의 프로세스를 개발해야 한다. 이 연구에서는 토목구조물을 대상으로 협업환경 내에서 활용 가능한 3D 정보모델인 BIM기반의 해석 및 설계 프로세스를 구축하고 국내외 토목건설산업 분야에서 차세대 설계프로세스로 유력한 BIM기반의 구조해석 및 설계 프로세스의 실용화를 위한 기초자료를 제공 함을 목적으로 하며 해석 및 설계 대상 구조물로 아치교량을 선정하여 연구를 진행하였다.

keywords : CPLM, BIM, 아치교량,

1. 서 론

현재 국내외 건설산업 전반의 동향은 생산 프로세스의 낙후성 탈피를 위한 건설 업무 전반에 걸친 협업을 위한 통합이며 그러한 통합 환경 내에서의 3D 정보모델로서 BIM을 도입하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내외 토목 구조물의 전통적인 현행 설계 프로세스에 대한 고찰과 함께 통합 환경 내에서 실용 가능한 해석 및 설계 프로세스의 구축을 위한 연구를 진행하였다. 우선 BIM기반의 3D정보모델의 제반조건에 대한 분석과 함께 전통적인 2D 설계 프로세스에서 요구되는 정보의 체계적인 정리를 통하여 BIM도입의 적용성을 마련하고 통합 환경에서 적용할 해석 및 설계 프로세스를 구축하였다. BIM기반 해석 및 설계 프로세스의 구축을 위하여 전통적인 설계 프로세스의 구조적인 문제를 알아보고 이를 개선함과 동시에 3D 정보모델을 사용함으로써 얻을 수 있는 설계 프로세스의 자동화 과정을 적극적으로 도입하기 위한 여러 가지 모듈 및 라이브러리들을 구축하는 방향으로 연구를 진행하였다.

2. BIM기반 3D 정보모델

PLM 솔루션 내에서 정보관리의 대상이 되는 BIM개념의 모체인 3D 정보모델의 기능 중 하나로서 도면 정보 및 해석 및 설계를 위한 재료정보, 견적 및 유지관리정보 등 방대한 데이터의 저장기능은 필수 불가결한 요소이다. 이러한 정보들은 3D 정보모델의 해당 요소에 속성 정보로서 할당되어야 한다. 특히 구조물의

* 정회원 · 성균관대학교 건설환경시스템공학과 박사과정 leeheonmin@hanmail.net

** 학생회원 · 성균관대학교 건설환경시스템공학과 석사과정 @skku.edu

*** 정회원 · 성균관대학교 건설환경시스템공학과 석사과정 chenju2000@skku.edu

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

해석 및 설계를 위한 속성정보로는 3차원 모델이 가지고 있는 기초적인 도면정보에서부터 구조물에 사용되는 건설재료의 특성정보 및 설계를 위한 구조계산서 출력 시에 활용되는 설계기준정보 외에도 해석 시에 활용되는 경계조건 정보 또는 구조물의 양식이나 건설되는 장소의 위치정보 등의 일반정보 등으로 다양하며 이를 3차원 정보모델기반의 해석 및 설계 시스템 내에서 효율적으로 관리하는 것이 중요하다.

표. 1 Information of 3D-model for analysis and design

		information	list
Analysis BIM	3D CAD MODEL	drawing information	3D 모델 작성 시 사용되는 모델의 모든 치수 데이터
		drawing information	자중 산정 및 시 단면 특성 값 결정시 사용될 수 있는 모델의 추가적인 세부 치수 데이터
		material information	콘크리트의 압축강도, 건조수축계수, 크리프계수, 재료의 탄성계수, 항복강도, 전단강도 et al
		load information	차량하중, 도보하중, 풍하중, 온도하중, 지진하중 및 모든 활하중과 사하중, 긴장재의 긴장력 손실에 관한정보,경계조건 정보, et al
		Finite element model	해석시 사용되는유한요소 모델
		Analysis result information	구조해석의 결과로 발생하는 모든 해석결과 데이터(numerical data, graphic data)
Design BIM		drawing information	구조계산서(design table) 작성시 추가적으로 도입되는 치수 데이터
		material information	구조계산서(design table) 작성시 추가적으로 도입되는 재료 물성치 데이터
		general information	교량의 등급, 교량의 형식, 적용설계기준 등의 대상구조물에 대한 설계방법 및 형식에 대한 설명 등의 텍스트 데이터
		design code information	ACI code, EURO code 및 도로교 설계기준, 철도교 설계기준 등의 대상 구조물의 적용되는 설계 기준 자료

3. 3차원 정보모델기반의 해석 및 설계 시스템

현행 2D기반의 전통적인 설계 프로세스의 기본골격은 기획업무단계(Pre-design)로 시작하여 계획설계(Schematic Design), 중간(기본)설계(Design Development), 실시설계(Construction Documents), 사후설계관리업무의 구조로 형성되어있다. 각 설계단계에서의 업무 내용들에 대하여 실제 사례를 통하여 조사해보면 시공과정 중에서도 설계단계에서의 내용이 보완되거나 변경되는 경우를 찾아 볼 수 있다. 이는 2D기반의

전통적인 설계 프로세스에서는 설계단계에서 완벽한 설계 결과물이 나오기 어려운 국내실정을 반영하고 있다. 또한 건축주나 시공자의 설계참여 제한과 같은 한계를 가지고 있어 이러한 한계가 원인이 되어 결국 각 참여주체별 정보 교환을 방해하는 결과를 도출할 가능성이 크다. 이는 또한 중복된 업무의 진행을 초래하여 비효율적인 업무추진으로 이어져 건설 산업 전반의 경제적인 손실을 낳을 수 있다. CURT WP 1202에서는 코디네이션 오류와 자재낭비, 노동력의 비능률, 기존의 공사방법문제 등으로 인하여 현장에서 낭비되는 비용이 건설비의 30%에 이르는 것으로 분석한다. 기존의 토목구조물의 설계 및 해석은 해당 업무자가 도면을 확인하여 재료정보와 하중정보를 바탕으로 해석을 위한 유한요소 모델을 작성하여 해석을 수행하고 해석 결과 값과 설계기준정보를 바탕으로 구조계산서를 작성하여 구조설계를 하는 방식으로 이루어진다. 이 연구에서는 위에서 언급한 다양한 정보들이 시스템 내에서 직접 연계되어 해석 및 설계가 진행되는 프로세스를 마련하여 기존의 시스템에 가지는 단점을 보완하였다. 이러한 시스템의 구축을 위하여 각각의 정보들을 연계해주고 통합해 줄 수 있는 모듈들이 필요하며 각 모듈들을 활용한 정보의 흐름을 원만하게 해주는 어플리케이션이 필요하며 이 연구에서는 다음과 같은 설계 프로세스를 구축하였다.

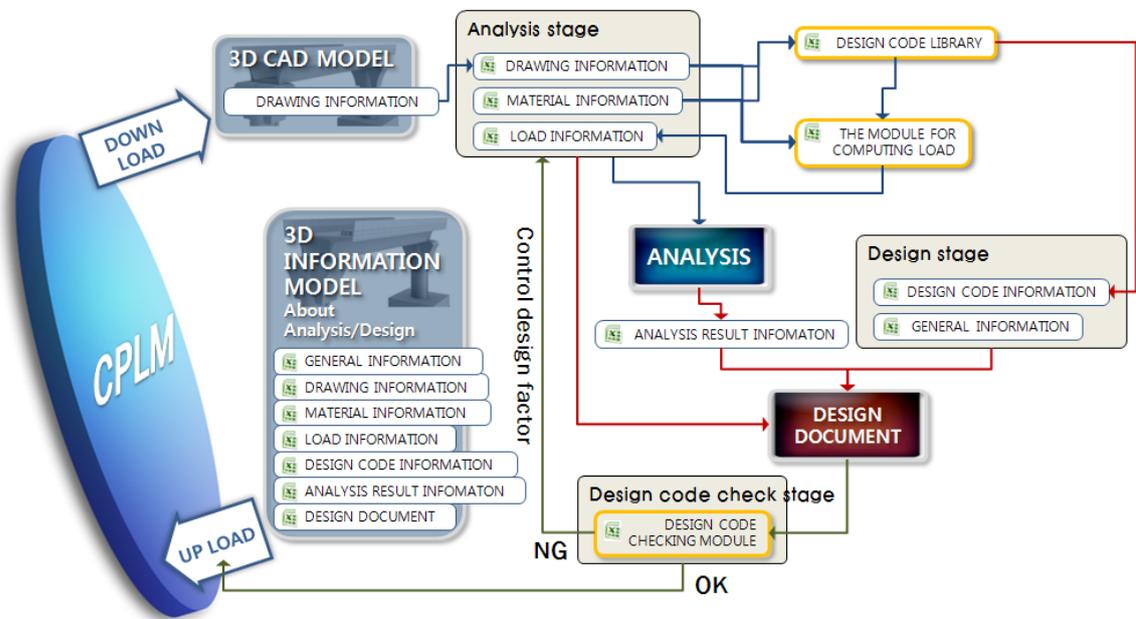
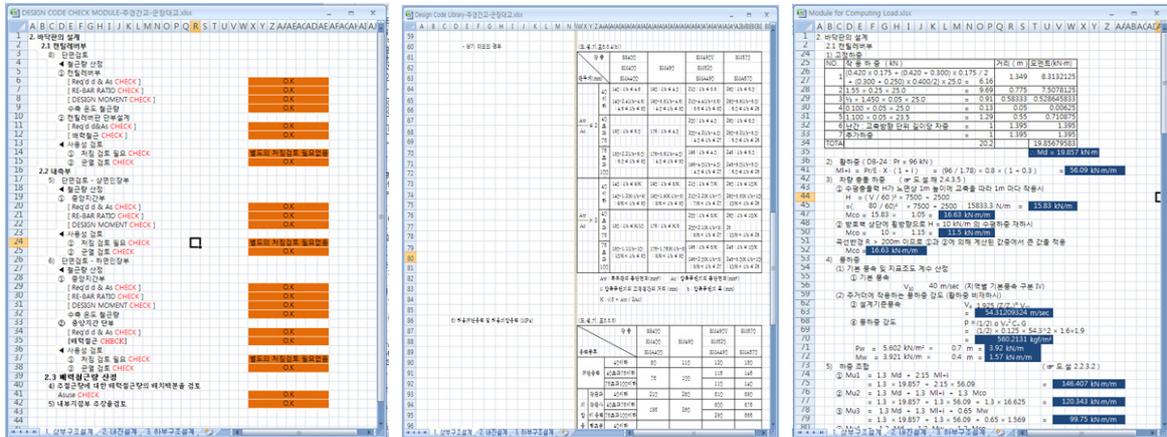


그림. 1 The process for analysis and design based on BIM

4. BIM기반 해석 및 설계를 위한 모듈 및 라이브러리

구조물의 해석을 위하여 구조계산서의 작성 시에 주로 고려되는 대상 구조물에 가해질 수 있는 하중을 산정하고 해석 프로그램의 하중기입란에 해당하는 수치 값을 할당해 주는 모듈이 필요하다. 앞서 언급했던 도면정보와 재료정보로부터 고정하중을 계산하고, 설계기준정보로부터 계산서 작성시 고려해야할 각종 활하중을 결정하여 하중 케이스별 하중정보를 생성할 수 있도록 해야 할 뿐 아니라 이러한 정보가 해석 프로그램과 연계되어 원하는 시점, 원하는 위치에 하중이 가해지도록 할 수 있는 하중산정모듈을 구축한다. 또한 구조물의 구조계산서 작성 시 자주 사용되는 설계 기준을 라이브러리로 구축하고 이를 구조계산서 작성 시에 활용할 수 있도록 하여 더욱 효율적인 설계업무가 가능하도록 한다. 또한 구조계산서 내에 산재되어 있는 여러 가지 설계기준과의 비교를 통한 설계검토 부분을 하나로 모아 설계기준정보와의 연계를 통한 모듈

로서 구축하여 손쉽게 설계기준검토결과를 확인할 수 있도록 한다.



(a) 설계기준검토모듈 (b) 설계기준라이브러리 (c) 하중산정모듈

그림. 2 BIM기반 해석 및 설계를 위한 모듈 및 라이브러리

4. 결론

본 연구에서는 토목구조물에 대한 3차원 정보모델 기반의 해석 및 설계 시스템의 구축을 위하여 닐센 아치교 상부구조를 대상으로 3차원 정보모델을 작성하고 데이터를 분석하여 BIM기반의 해석 및 설계 시스템을 구축할 수 있는 방안을 연구하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 이 연구에서 제안한 해석 및 설계 시스템은 기존의 해석 및 설계 방법의 단점을 보완하여 3차원 정보모델의 적용이 가능한 해석 및 설계절차를 마련하였다.
2. 제안된 시스템을 기반으로 한 시스템 내의 모듈 및 데이터베이스의 확장으로 인한 제안된 시스템의 적용성 확장을 기대할 수 있다.
3. 이 연구개발의 결과는 3차원 기반의 구조설계 프로세스 통합 자동화 시스템 개발의 기초자료를 제공한다.

감사의 글

이 연구는 건설교통기술연구개발과제인 신에너지 바이모달 수송시스템 개발사업의 2009년도 연구비 지원에 의하여 이루어졌음을 밝히며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

Eastman, C. (2004) "New Methods of Architecture and Building", ACADIA 2004 Conference, pp.1~11

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

박재근, 김민희, 이광명, 최정호, 신현목 (2008) "3D 객체 모델과 구조해석 프로그램의 인터페이스 설계", 한국전산구조공학회 논문집 제21권 제2호, pp.247~252