

BIM 기반의 PSC 박스 교량 설계 자동화 및 도면 관리 툴 개발

Development of BIM based Programs for Design and Drawing of PSC Box Girder Bridges

황 규 환* · 안 도 환** · 석 현 수*** · 심 창 수****
Hwang, Kyu-Hwan · Ahn, Do-Hwan · Seok, Hyun-Su · Shim, Chang-Su

요 약

3차원 정보모델에 기반한 설계 자동화 프로그램의 개발은 좀 더 완성도가 높은 설계안을 도출할 수 있는 방안을 제시할 수 있다. 콘크리트 교량의 설계 과정에서 정형화된 구조 검토 단계 부분을 자동화하고 설계자로 하여금 좀 더 창의적인 설계가 가능하도록 지원하는 시스템을 개발하였다. 특히, 3차원 Building Information Modeling 기반의 프리스트레스트 콘크리트 박스 거더교에 대한 설계 자동화 시스템을 개발하였다. 이를 위하여 3차원 렌더링 알고리즘을 사용하여, 사용자가 원하는 단면 위치 및 분류 체계에 따라 설계를 자동으로 수행할 수 있도록 적용하였다. 또한 생성된 도면은 데이터 호환이 가능함으로써, 사용자의 편의성이 향상될 것으로 판단된다. 이는 설계자동화 분야에서 강교에 국한되었던 점을 콘크리트교를 포함한 주요 교량으로 확대하고 설계 성과품으로 3차원 모델을 도출할 뿐 아니라 2차원 도면을 연계하도록 구성하여 토목 엔지니어의 기술력을 향상시킬 것으로 기대된다.

keywords : 3차원 정보모델, Building Information Modeling, 프리스트레스트 콘크리트 박스거더교, 설계 자동화, 3차원 렌더링, 알고리즘

1. 서 론

Building Information Modeling (이하 BIM)은 초기에는 형상 모델로서의 의미와 효용성에 주목했지만 이를 활용한 다양한 엔지니어링이 이루어지면서 대상으로서의 의미보다는 행위로서의 의미로 진보되었다. 건설 산업의 다양한 영역에서 이를 활용한 기술 개발과 프로세서의 혁신이 이루어지고 있다. 미국 General Service Administration에서는 2006년부터 시범 프로젝트에 대해 설계안 제출 시 BIM을 제출토록 요구하고 있다. 미국의 CIFE는 핀란드의 TEKES에서 지원받아 IFC(Industry Foundation Classes)를 응용한 건설의 각 분야별 어플리케이션을 통합하는 PM4D 프로젝트 수행하고 있다. 프로그램 개발업체들이 개발한 여러 응용 프로그램의 상호호환성을 극대화하기 위해 International Alliances for Interoperability에서는 IFC(Industry Foundation Classes)라는 표준모델을 지정하여 각 분야 간 데이터 호환과 공유를 원활히 하고자 노력하고 있다.(Eastman 등, 2008) 이는 건설 산업의 각 분야가 고유의 전문용어, 기술, 그리고 정보를 전달하고 표현하는 방법과 더불어 독자적으로 발전되어, 다른 분야들 간 정보공유가 어렵기 때문에 이를 해소

* 정회원 · (주)한길아이티 대표 james@aroad.co.kr
** 정회원 · (주)한길아이티 개발부 부장 ahn@aroad.co.kr
*** 정회원 · (주)한길아이티 기술부 대리 hyunsu@aroad.co.kr
**** 정회원 · 중앙대학교 건설환경공학과 부교수 csshim@cau.ac.kr

하기 위한 것이다. 1994년 영국의 Latham 보고서에 의하면 정보부재 및 혼란으로 인해 발생하는 중복작업, 제작업, 반복 작업 등을 방지함으로써 약 30% 정도의 비용 절감이 가능하다는 평가가 있었고(Latham, 1994) 미국의 표준기술연구소(NIST)가 발표한 자료에 따르면 프로세스 간 정보호환성의 문제로 발생하는 손실액이 미국 건설산업 수입의 약 1~2%(15조 8천억원)에 달한다고 한다.(Gallaher 등, 2004)

3차원 형상모델과 이 모델들의 속성을 활용한 통합된 정보모델의 활용은 제조업 분야에서 활발하게 사용되고 있지만 건설 분야에서는 대상 시설물의 복잡성과 유일성으로 인해 도입 초기에 있다. 주로 시공 엔지니어링을 위해 3차원 형상모델을 활용한 시공성 검토에 적용되고 있다.(Shim 등, 2008; Duxbury 등, 2008) 철도 혹은 도로의 노선설계에 3차원 지형정보모델이 활용되고 있고 공정 검토를 위한 시공 시뮬레이션에는 상대적으로 활발하게 적용되고 있지만 3차원 모델 기반의 재활용성이 고려되고 있지 못한 실정이다. 서로 다른 캐드 엔진 및 응용 프로그램에서의 3차원 모델의 연동성 확보를 위한 모델 개발이 일부 진행되어 국제 표준화를 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다.(Yabuki와 Shitani, 2003) 국내에서는 가상건설 기술 개발을 위한 체계적인 연구가 시작되어 계획에서 유지관리에 이르는 전생애주기적인 모델 기반 프로세서 및 응용 프로그램 개발이 진행되고 있다.

이 논문에서는 프리스트레스트 콘크리트 박스 거더 교량에 대한 설계 자동화 프로그램을 BIM 기반으로 개발하고 이를 통해 도출된 3차원 모델에서 2차원 도면을 생성하고 연동하여 관리할 수 있는 프로그램에 대해서 다룬다. 특히, 건설 프로젝트의 생애주기 관리를 위해 도입된 개념인 Construction Project Lifecycle Management (CPLM) 시스템과의 연동이 가능하도록 구성한 시범 적용 사례를 제시하였다.

2. CPLM 시스템과의 연동 체계

건설 프로젝트의 협업을 지원하고 프로젝트 수행기간 동안 발생하는 성과물을 축적하고 패키징하는 솔루션으로 CPLM을 활용한다. 개발된 두 가지 솔루션을 그림 1에서 보는 바와 같이 각 부분의 프로세서에서 설계 모델 및 이에 따른 도면을 활용하도록 연동 체계를 구축하였다.

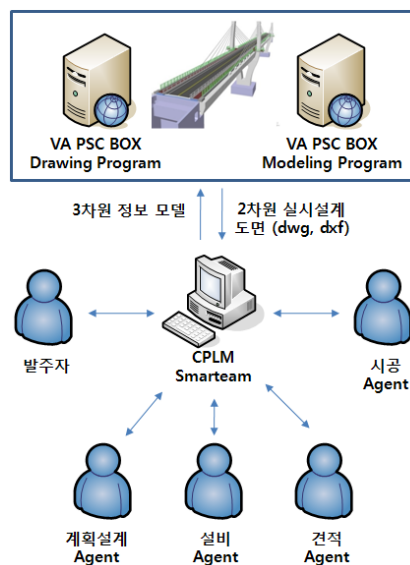


그림 1. BIM 기반의 콘크리트 박스 교량 설계자동화 프로그램의 운영체계

3. 콘크리트 박스교량의 설계 자동화 프로그램

현재의 설계 기준에 근거하여 설계 과정을 자동화하고 이로부터 콘크리트 박스 교량의 단면과 철근 및 긴장재 배치 등의 주요 형상 및 재료 정보가 도출되도록 하였다. 이렇게 도출된 변수값을 통해서 3차원 교량모델을 생성하고 그림 2의 모델의 최적화 과정을 통해서 상대적으로 정보 용량이 가벼운 모델로 변환하고 계층구조를 가지는 WBS(work breakdown structure)를 생성한다. 이 과정을 통해서 그림 3과 같은 박스 단면과 WBS에 따른 도면 정보 등을 생성하게 된다.

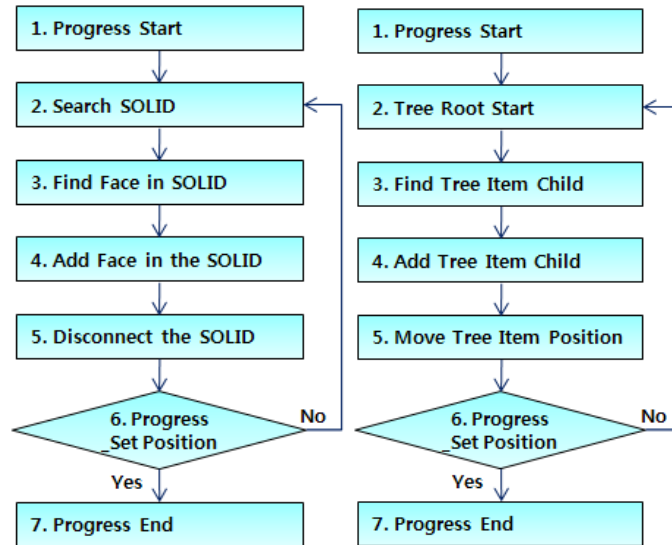


그림 2. 모델의 최적화와 WBS 산정 프로세서

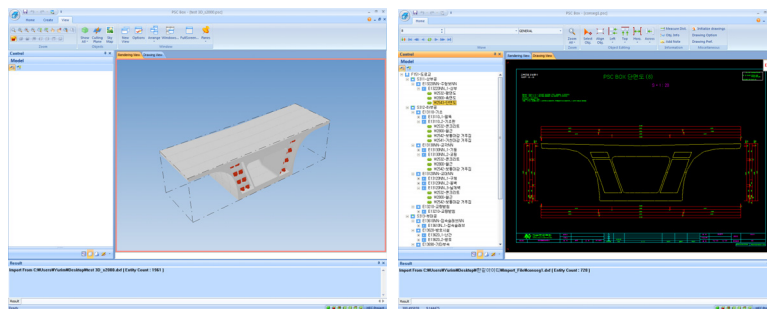


그림 3. 콘크리트 박스 교량의 단면 및 WBS 생성

4. 콘크리트 박스교량의 도면 연동 프로그램

콘크리트 박스 교량의 3차원 모델과 2차원 도면 성과품의 연동에서 가장 특징적인 것은 3차원 도면의 임의의 위치에서 2차원 도면에 포함되는 객체를 선택하고 여기에 치수선을 표시하게 되고 이러한 도면 생성에 대한 정보를 저장할 수 있다는 것이다. WBS 트리 구조에 따라 저장된 도면은 설계 변경 등에 따라 3차원 도면이 바뀌거나 유사한 공간이 반복적으로 위치될 때 저장된 도면 추출 정보를 활용하여 도면의 템플릿 및 포함되는 객체, 치수선 등을 그대로 생성할 수 있기 때문에 신속한 성과품을 추출할 수 있다. 설계 또는 시공 단계에서 설계 변경에 따른 도면 생성이 상당한 시간적 제약이 될 경우가 많았는데 이러한 부분을 개선

할 수 있을 것으로 기대된다.

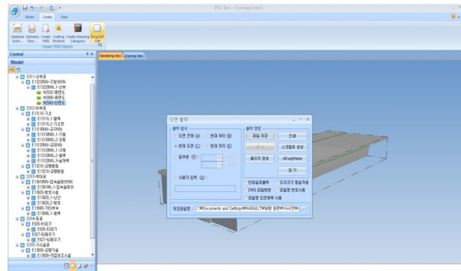


그림 4. 2차원 도면 생성 및 정보 저장

5. 결론

3차원 정보 모델을 생성할 수 있는 콘크리트 박스 교량 설계 자동화 프로그램을 개발하였고 주요한 성과물 중의 하나인 2차원 도면 생성을 용이하게 할 수 있는 도면 연동 솔루션을 개발하여 제시하였다.

감사의 글

이 연구는 국토해양부 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 첨단융합건설기술개발사업 (과제번호:06첨단융합C03)의 지원으로 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Duxbury J. and Nader, M.** (2008), Use of Integrated Shop Drawings for the San Francisco Oakland Bay Bridge, *IABSE Conference on Information and Communication Technology for Bridges, Buildings and Construction Practice*, Helsinki, Finland, Keynotes.
- Eastman, C.M., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K.** (2008), BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owner, Managers, Architects, Engineers, Contractors, and Fabricators, *John Wiley and Sons*, Hoboken, NJ.
- Gallaher, M.P., O'Connor, A.C., Dettbarn, J.L., Gilday, L.T.** (2004), Cost Analysis of Inadequate Inoperability in the Capital Facilities Industry, *National Institute of Standards and Technology (NIST) Technical Report*, NIST GCR-04-867.
- Latham, M.** (1994), Constructing the Team, Final Report of the joint Government/Industry Review of Procurement and Contractual Arrangements in the UK Construction Industry, HMSO.
- Lee, Y.B., Lee, K.M., Park, K.L., Yang, H.Y** (2008), Application of Digital Mock-Up Technology to Design and Construction of Precast Segmental Bridge, *IABSE conference, Information and Communication Technology (ICT) for Bridges, Buildings and Construction Practice*.
- Shim, C.S., Lee, K.M., Son, W.S., Moon, J.W.** (2008), Collaborative design of high-speed railway lines using 3D information models, *IABSE Conference on Information and Communication Technology for Bridges, Buildings and Construction Practice*, Helsinki, Finland, C33.
- Yabuki, N., Shitani, T.** (2003), An IFC-Based Product Model for RC or PC Slab Bridges, *Proceedings of the CIB W78's 20th International Conference on Information Technology for Construction*, Waiheke Island, New Zealand, 463-470.