

토목공사의 설계단계 BIM적용에 대한 연구

BIM Application in Design Phase for Civil Engineering Project

강인석· 김슬기** 문진석*** 안재규****
Kang, Leen-Seok · Kim, Seol-Gi · Moon, Jin-Seok · Ann, Jae-Gyu

요약

최근 BIM은 국외의 적용 성공 사례를 통해 비용, 공기의 절감의 효과가 입증되어 건설업계에서 최대 이슈로 부각되고 있다. 본 논문에서는 기존 토목공사 설계단계의 업무와 정보관리 체계의 문제점을 파악한 후 설계단계시 BIM기반의 토목공사 정보관리 모델을 제안한다. 논문에서 제시된 BIM기반 정보관리 모델은 교량공사를 대상으로 적용성을 검토하고 있으며, 이러한 설계단계의 지능화, 자동화된 통합정보관리는 참여자간의 효율적인 정보관리가 가능하도록 한다.

키워드: BIM, 설계단계, 통합정보관리

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

BIM(Building Information Modeling)은 최근 전세계적으로 건설업계에서 최대 이슈로 부각되고 있다. 유럽, 미국 등 국외에서 BIM적용 성공 사례를 통해 기술 혁신과 시간 낭비, 불필요한 업무의 절감 등 효과가 입증되었기 때문이다. BIM이란 건설 전 생애주기 동안 발생하는 설계, 구조, 비용, 일정, 계약, 조달, 시공, 유지관리에 관련된 다양한 정보가 파라메트릭 기반, 3D 객체기반으로 관리되는 체계이다.

기존의 BIM의 적용과 연구는 대부분 건축공사를 중심으로 이루어졌다. 이것은 민간 부문에서 필요성을 인식하고 노력한 결과이며, 투자대비 효과를 확인하고 경험을 쌓기 위함일 것이다. 그러나 토목 공사의 경우 건축공사와 달리

작업체계가 비반복적이고 수평적이며 프로젝트 범위가 넓고 발생하는 정보의 양도 방대하다. 이로 인해 국내 토목공사에서는 아직까지 정량적인 적용효과가 확인된 바 없고 초기 투자비용의 부담과 2D도면위주의 설계도서 납품 등으로 인한 현재 프로세스에 따라 BIM의 도입 의지가 낮았던 것이 사실이다. 그러나 최근 조달청이 대통령실 경호처의 의뢰를 받아 발주한 약 1,400억 규모의 경호교육원 터키 공사과 용인시민체육공원의 BIM 의무적용이 전해지면서 그 성과에 따라 공공 프로젝트에도 확대 적용될 것으로 예상된다.

따라서 본 연구에서는 기존 토목공사 정보관리 체계의 문제점을 파악한 후 설계단계시 BIM기반의 토목공사 정보관리 체계 구성을 위한 모델을 제안한다.

1.2 연구 동향

최근 건설산업 전반에 걸쳐 여러 전문가들에 의해 필요성이 제기되고, 소개되면서 국내외에서 BIM에 관한 다양한 연구가 진행되고 있다.

국내의 한성훈(2006)은 'BIM기반의 설계-건설-공정 통합정보관리체계 및 운영방안'에서 기존 설계, 견적, 진도 관리에서 정보연계가 자동화되지 않아 효율적인 의사소통이 이루어지지 않음을 나타내었다. 또한 3D CAD모델을 매개체로 작업분류체계와 내역분류체계를 연계한 통합 정보분류체계를 연동시켜 부위별 치수, 형상, 공간, 위치정보, 물량, 공정 정보의 활용이 가능

* 정회원, 경상대학교 토목공학과 교수, Lskang@gnu.ac.kr
** 정회원, 경상대학교 토목공학과 석사과정, tjfrlrlal@nate.com
*** 정회원, 경상대학교 토목공학과 석사과정, amplfiel@hotmail.com
**** 정회원, 경상대학교 토목공학과 석사과정, oh900cc@empal.com

본 연구의 일부는 건설교통부 첨단융합건설기술개발사업(가상 건설시스템 개발)의 연구비 지원에 의해 수행되었음. 과제번호: 06 첨단융합E01

하도록 하여 기존 정보 프로세스와의 차별화를 제시하였다. 이 진희(2007)는 "BIM기반 통합설계프로세스의 국내 적용 가능성에 대한 연구"에서 국내 건축공사의 설계프로세스와 미국건축가협회 AIA California Council보고서의 통합 설계프로세스를 IDEF0로 비교분석하였다. 이를 통해 기존설계프로세스에서는 각 단계마다 정보가 상호교환이 이루어지지 않아 유사한 작업이 반복되지만 BIM을 기반으로 하는 통합 설계프로세스는 단일의 3차원 BIM모델을 구축하여 설계정보를 재활용, 수정함으로써 설계업무를 효율화함을 제시하였다. 권오철(2008)은 2D전자도면 표준현황을 조사한 후 BIM환경에서 모델요소와 설명요소의 입력을 자동화하고 2D도면을 간소화하기 위해 도면유형과 세부적인 도면요소간의 관계가 규명의 명확화를 제안하였다. 또한 도면요소의 상세분류에 대한 표준분류체계의 필요성을 강조하고 2D 도면을 활용한 BIM객체 표준화를 위해 한국형 BIM의 표준 규격의 개발, 2D와 3차원 BIM데이터와의 역할관계 정립, 분류체계 개발에 BIM에 대한 요소를 반영할 것을 제시하였다. 그러나 기존 연구는 건축공사를 대상으로 한 연구가 대부분이다. 또한 설계 틀이 2D에서 3D로 발전하는 과정에서 BIM을 새로운 설계프로세스로 인식하고 BIM도입시 설계 프로세스의 변화에 대해 나타냈으며, 정보의 호환성을 위한 도면 표준화에 관한 연구에 집중되어 있다.

2 BIM의 정의

BIM이란 Building Information Modeling의 약자로 건설생애주기 동안 발생하는 다양한 형태의 정보가 3D 객체, 파라메트릭 등의 기술을 통해 통합 관리되는 체계이다. 3D 객체는 프로젝트에 따라 정보의 확장이 가능하고 기존의 단계별로 재생산과 소멸이 반복되는 정보와 달리 발주자, 설계자, 시공자, 유지관리자를 위한 연속적이고 지속적인 활용이 가능한 정보를 포함할 수 있다.

BIM은 중국의 올림픽수영장, 영국의 Roche 본사, 미국의 GM 엔진 플랜트 등의 사례를 통해 전세계적으로 공기 및 공사비의 절감이라는 효과를 인정받고 있다. 이에 따라 국내에서도 호남고속철도, 행정복합도시건설청, 용인시민체육공원 등에서 적용을 시도하고 있다.

3. 토목공사의 정보관리 체계

3.1 토목공사 설계단계 정보관리

토목공사의 설계단계는 그림1과 같이 기본설계와 실시설계로 나뉘는데 기본설계단계에서는 교통수요를 예측하고 재검증, 보완한다. 관계기관과 노선을 합의한 최적 노선을 선정하고 주요 구조물의 위치 및 형식을 결정한다. 이에 따라 개략 공사비를 산정하고 공정 계획을 수립한다. 일정 및 공정 계획 수립을 위한 일정 관리 틀이 이용되며, 개략적인 설계 보고와 개략 설계 내역 및 설계 도면을 도출한다. 실시설계단계에서는 시설물의 상세설계와 정확한 공사비 산

출, 공사 시방서의 작성, 설계보고를 수행한다. 또한 지질 및 지반조사 보고와 상세한 구조 및 수리 계산서와 설계예산서, 시방서를 작성하고 2D 상세설계도면을 도출한다.

이러한 토목공사의 정보관리 체계에서는 정보의 중복 생성 및 누락이 발생하여 불필요한 작업을 야기함으로써 프로젝트의 공기와 비용을 증가시킨다. 설계단계 업무에서 발생하는 다양하고 방대한 양의 정보는 주체가 되는 설계자 뿐 아니라 발주자, 시공자의 의사결정에 중대한 영향을 미친다. 또한 문서와 전자적으로 이용 가능한 파일의 형태로 구성된다. 현재 국내에서는 토목공사의 정보관리의 중요성을 인식하고 토석정보 및 입찰 등의 건설정보의 전자화, 지자체에서 운영하는 건설정보 홈페이지, 건설산업 지식정보 시스템(KISCON)등 통해 다양한 정보를 공유하고 관리하는 추세이다.

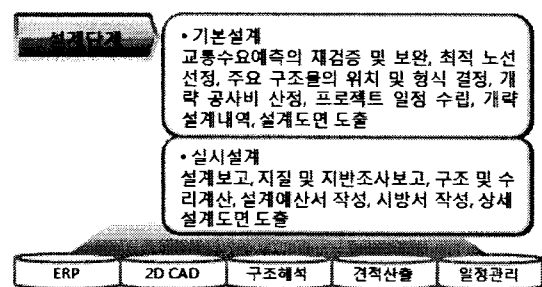


그림 1. 토목공사의 설계단계 업무

3.2 토목공사 정보관리의 문제점

최근에는 사회적으로 목적을 위한 단순한 시설물이 아닌 창조적이고 심미적인 요소를 고려한 주변경관에 맞는 시설물을 요구한다. 이를 위해서는 다양한 설계표현이 필요하지만 2D CAD는 비정형 시설물에 있어 제한적이고 표현에 대한 인식 오류의 가능성이 존재한다. 또한 2D 도면에서 레이어 개념의 정보 생성을 통해 공사 생애주기 동안 지속적으로 활용가능한 정보로서의 역할에 한계가 있다. 이에 따라 공사 정보 관리시 불필요하고 반복적인 작업이 발생한다.

엔지니어의 수작업을 통해 이루어지는 설계 후 도면 검증, 설계 변경시 발생하는 도면의 변경 작업은 비용과 시간이 많이 소요되고 정보의 누락이 발생했을 때 시공단계에서 리스크의 요인이 된다. 이러한 작업은 지능화된 요소기술의 발전이 필수적이라고 할 수 있다.

현재 국내에는 필요한 목적에 따라 다양한 어플리케이션이 존재한다. 전사적 사업관리를 위한 ERP, 설계를 위한 CAD, 구조해석을 위한 범용 해석 소프트웨어 그리고 적산, 일정, 공정, 유지관리를 위한 많은 시스템이 있다. 이것은 대부분 각각의 다른 포맷 지원을 지원한다. 이로 인한 낮은 정보의 상호 호환성은 정보 관리의 효율화와 공사 참여자간의 의사소통에 방해 요인으로 작용한다. 또한 프로그래밍 언어의 발전에 따라 새로운 버전의 어플리케이션에서 이전에 사용하던 정보를 이용할 수 없는 경우가 발생하기도 한다. 따라서 건설 생애주기에서 발생하는 상호호환성이 높은

정보의 통합관리가 필요하다.

4. BIM기반의 설계단계 모델 구성

4.1 설계단계에서의 BIM기반 모델

토목공사에서의 설계단계 BIM기반 모델은 통합설계정보 관리를 지향하며 자동화, 기능화된 체계로 그림 2와 같다.

첫 번째 단계, 현장분석에서는 공사에 적용되는 법규와 현장 조사, 기획단계에서의 환경영향평가 자료를 바탕으로 기본계획을 수립한다. 기본계획은 교량 공사의 경우 교량의 연장, 지간분할, 지지 지반의 선정, 가설 공법 등을 말한다. 이에 따라 현장 수치지도가 생성된다.

두 번째 단계에서는 발주자의 요구사항, 유사 프로젝트 수행사례의 설계데이터를 바탕으로 설계자는 안전성 검토를 위한 내진설계, 내풍설계를 포함한 구조해석을 통해 3D 설계를 실시한다. 또한 설계 시 공사 조건에 맞는 주요 공법의 결정과 자재선정, 공사 장비 조달 및 계획, 프로젝트의 일정 수립이 이루어진다. 맵핑과 렌더링 기술을 이용하여 3D 객체가 생성되고 3D 객체는 파라메트릭기반의 특성을 가지고 있다. 파라메트릭 모델링 방법은 처음 모델링 할 때는 구속 조건과 치수 등을 설정하여 설계 의도를 반영 하여야하지만 설계 변경 시 간단하게 치수 수정만으로 쉽게 모델을 변경할 수 있다. 객체는 객체의 속성, 관계, 구조해석 정보를 포함한다.

세 번째 단계에서는 3D 설계로부터 2D 도면을 도출한다. 2D 도면은 의사 결정시 세밀한 단면 정보를 제공한다. 3D 객체는 WBS코드가 부여되고 공구별 상위레벨에서 하위레벨로 프로젝트 체계를 한눈에 알아볼 수 있다.

네 번째 단계에서, 공정계획 수립을 위해 WBS 분류와

선·후행 연계공정에 관련된 일정을 고려하여 마일스톤과 주요 공정별 공기분석을 통해 주공정을 생성한다.

다섯 번째 단계에서 3D 객체는 자재 및 물량 정보를 포함하고 공사비 분할체계에 따라 정확한 공사비를 도출한다. 이를 통해 가상공간에서 시설물의 BIM Model이 생성된다.

여섯 번째 단계에서 BIM Model에서 설계분석 및 검토를 위해 설계오류를 수정하고 시방서를 도출한다. 3D 객체와 일정의 연계를 통한 4D CAD를 생성한다. 4D CAD를 이용한 공정 시뮬레이션은 간섭체크 및 설계오류 파악에 용이하다. 시공 단계 이전에 리스크의 위험을 줄인다.

이와 같은 과정을 통해 완성된 BIM 모델은 교량공사의 교각의 경우 간단한 조작으로 교각의 구체적인 2D 설계도면과 3D 모델, 시점에 따른 뷰(View), 교각과 연결된 상판과 기초의 구조정보, 거푸집 제작과 콘크리트 타설 일정 데이터 등의 정보를 확인할 수 있다.

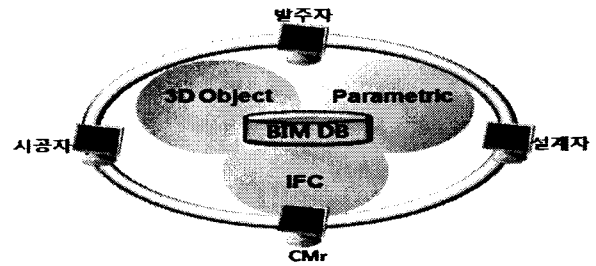


그림 3. BIM기반 통합정보관리

모든 정보는 그림3에서와 같이 기존의 복잡하고 중복된 정보교환에서 벗어난 BIM DB를 중심으로 한 통합 정보관리 환경을 제공한다. BIM DB를 통해 발주자, 설계자, 시공자, 하청업체는 즉각적인 정보 교환이 가능하고 효율적으로 협력할 수 있도록 통합된 환경을 제공한다. 이러한 환경에서 CMr의 중요한 역할은 정보의 호환성 검토와 빠르게 변

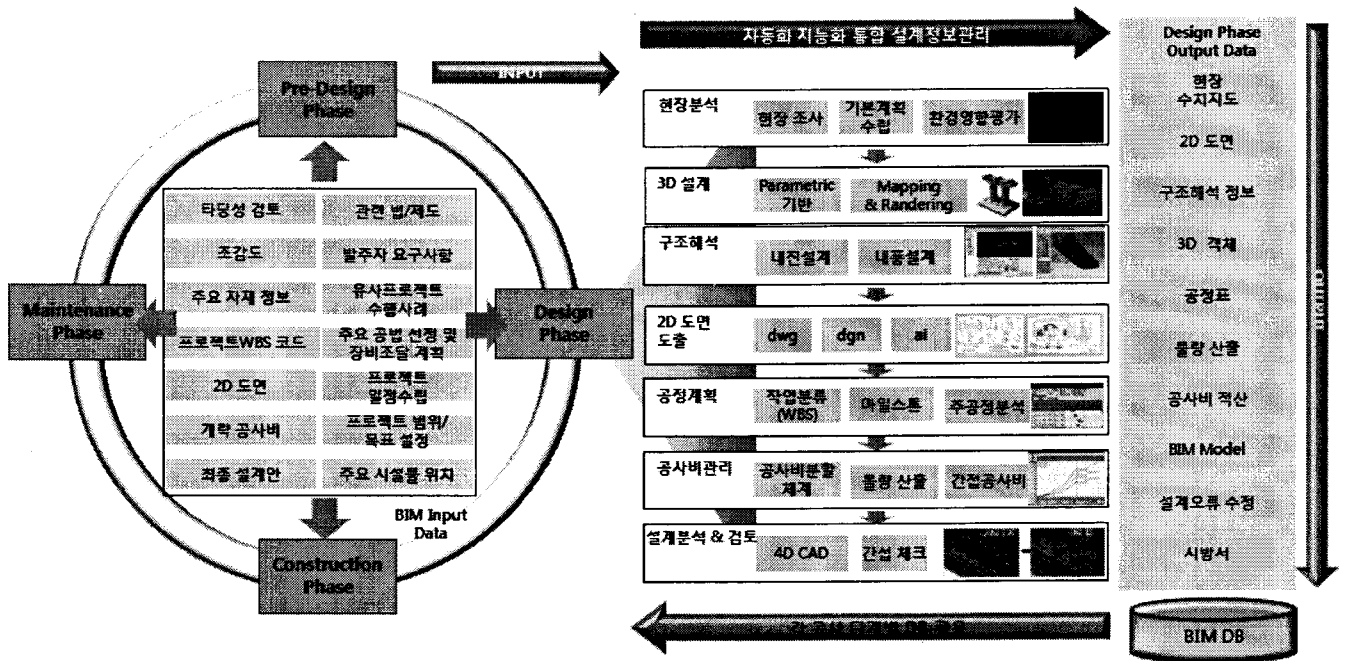


그림 2. 토목공사 설계단계 BIM기반 모델

하는 BIM Model의 정보 관리 및 협력된 BIM Model의 지원이다. 이는 적시에 정확한 의사결정을 위한 수단으로 작용하며 공기의 단축과 비용의 절감이라는 효과를 가져올 수 있다.

4.2 교량공사의 설계단계 BIM기반 모델

본 장에서는 4.1절에서 제시한 설계단계에서의 BIM기반 모델에 따라 교량 공사에 적용한다. 그림 4는 교량 공사의 교각 및 교량 받침의 2D 도면과 3D 설계를 나타낸다. 설계자는 3D 설계를 모델링하여 3D Model을 현장분석을 통해 도출된 현장수치 지도상에 표현한다. 가상의 공간상에 실제와 같은 시설물의 표현으로 설계자는 발주자에게 효율적인 설계 분석을 위해 주위 전경을 고려한 조망과 정확한 설계 현황 파악이 가능하도록 한다. 또한 시설물의 레이어 정보의 한계에서 객체 정보 생성으로 건설생애주기 동안 발생하는 방대한 양의 정보를 추가 관리할 수 있다. 3D 모델과 일정정보의 연계를 통해 교량 상부 폼트래블러 설치 공정을 4D로 확인하고 설계시 발생한 오류를 확인할 수 있다. 3D 객체의 자재 정보는 복잡한 물량산출의 작업을 자동화하고 유사프로젝트의 수행시 객체 자재 및 물량정보의 활용이 가능하다. 이러한 설계정보는 BIM DB를 통해 공사참여자 간의 설계정보관리의 통합된 환경을 제공한다.

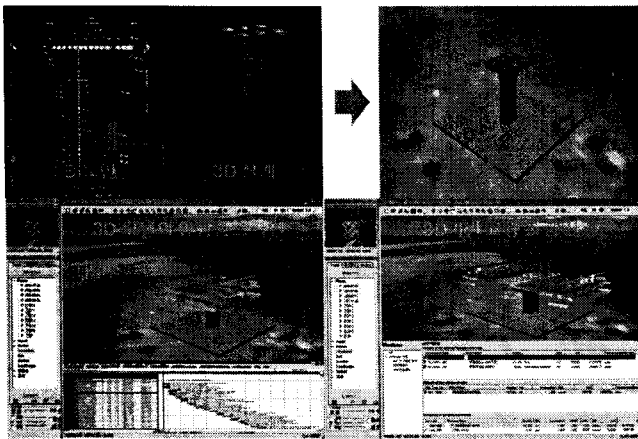


그림 4. 교량 공사의 3D Model 생성

4.3 설계단계에서의 BIM적용시 기대효과

설계단계에서는 빠르고 정확하게 설계를 시각화하고 BIM DB를 이용한 3D모델은 다양한 2D 도면보다 정확하게 표현하여 공사 참여자간의 인식 오류의 위험을 줄인다. 또한 설계변경시 파라메트릭에 의해 WBS의 하위레벨부터 3D 객체가 자동적으로 변화하여 비용 및 공기를 단축한다. 이에 따라 불필요한 작업을 최소화하고 설계오류와 정보누락을 방지한다. 번거로운 문서 교환으로 인한 시간 낭비의 절감은 빨리 정보를 교환하고 시각화하고 프로젝트 비용을 산출할 수 있다. 3D 객체 기반의 견적 산출은 투명하고 정확한 공사를 가능하게 하며 시설물 에너지 분석 결과의 연계는 설계단계에서 시설물 이용을 평가함으로써 설계의 질을 향상시킬 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 기존의 건축공사 위주의 BIM연구에서 벗어나 토목공사의 설계단계에서의 업무 및 정보관리 체계를 분석한 후 문제점을 파악하였다. 이에 따라 설계단계에서의 BIM적용을 위한 통합정보관리 모델을 제안하고 토목공사 중 교량공사에 BIM기반 모델을 적용하고 기대효과를 나타내었다. 이러한 BIM기반 모델의 적용은 향후 정보호환성의 문제와 공사 정보 시각화 관련 기술의 발달 및 기술 인력 확충이 필수적이며 정부주도의 프로세스 체계 마련이 필요하다. 이를 통한 토목공사에서의 BIM의 적용은 국내 건설산업의 위기를 극복하고 질적 성장을 실현하기 위한 해결책이 될 것이다.

참고문헌

1. 한성훈, "BIM기반의 설계·건축·공정 통합정보관리체계 및 운영방안", 성균관대 대학원 학위논문, 2007
2. 이진희, "BIM기반 통합설계프로세스의 국내 적용 가능성에 관한 연구", 한국실내디자인학회 논문집, 한국실내디자인학회, 제16권 제6호, 2007, pp. 19-27
3. 권오철, "BIM도입을 고려한 2D 전자도면 표준 발전방향에 관한 연구", 대학건축학회 논문집, 대한건축학회, 제24권 제5호, 2008, pp. 49-57

Abstract

Recently, the application of building information model (BIM) is evaluated as one of important issues in construction market through the analyzed results in successful case studies. This study suggests an integrated information management model based on BIM through the problem analysis in existing information model for design phase. The application of suggested model is verified by a case study of bridge project. Those automatic and integrated information models for design phase can be used for an effective information management model through project life cycle.

Keywords : BIM, Design phase, Integrated information management