

GIS 및 BIM 기반의 건설 관리

강 상 혁 | 한국건설산업연구원 연구위원
shkang@cerik.re.kr

서론

엔지니어들은 오랜 시간 동안 2D 도면을 다뤄왔다. 2D 도면은 그동안 설계만을 위해서는 충분한 기능을 하였던 것으로 보인다. 그러나 최근에는 건설사업 전반의 환경이 복잡화/다양화됨과 동시에, 설계·시공 및 유지관리 단계를 아우르는 전(全) 생애주기의 통합적 관리라는 개념이 등

장하면서 2D 도면은 더 이상 시대적 요구를 충족시킬 수 없게 되었다. 이러한 현상의 극복 대안으로 객체 중심의 3D 도면이 등장하게 되었다.

본고에서는 위와 같은 현대 시설물 설계 및 건설관리 추세를 반영하는 객체 중심의 설계 모델과 관련된 두 가지 사례를 소개하면서 현재 설계 기술의 수준이 어느 정도까지 발

전하였고, 그것이 시공 단계에는 어떤 영향을 미치는지 등을 살펴보고자 한다.

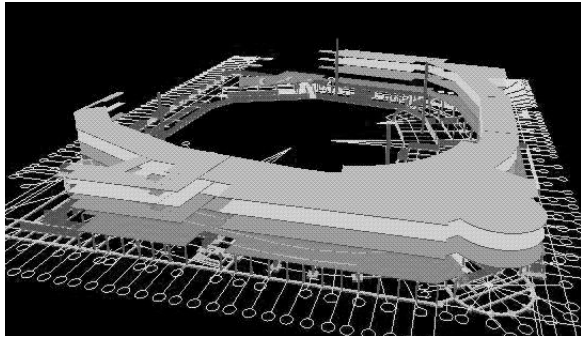
사례 1 : GIS를 이용한 야구장 시공 관리

첫 번째 사례는 미국 워싱턴주 시애틀에 있는 4억 달러 규모의 New Pacific Northwest 야구장으로 1997

두 사례의 제반 정보

구분	GIS를 이용한 야구장 건설	BIM을 이용한 교량 건설
발주처	Seattle Public Facilities District	California Department of Transportation
참여 기업	(시공) Hunt-Kiewit Construction Company Engineers(a joint venture)	(설계) Parsons Brinckerhoff, T.Y. Lin/Moffat Nichol Engineers(a joint venture) (시공) American Bridge/Fluor(a joint venture)
사업비	4.15억 달러	63억 달러
기간	1997년 3월 ~1999년 7월	2002년~현재 (경기 불황으로 지연)
위치	미국 워싱턴주 시애틀	미국 캘리포니아주 샌프란시스코~오클랜드
특이점	<ul style="list-style-type: none"> - 대규모 야구장 건설에 GIS를 적용한 도전적인 프로젝트임. - 2D 설계 도면을 다소의 수정을 거쳐 GIS 환경으로 전환한 후 시공 단계에 사용하였음. - 시공도처럼 상세한 도면을 생성할 수는 없음. - 시공관리 단계를 중심으로 사용되었음. - 3D 설계 요소에 기반한 비용과 일정의 통합 관리가 가능함 	<ul style="list-style-type: none"> - 대규모 공공공사 프로그램에서 BIM을 적용했다는 측면에서 차별화됨. - 설계 단계에서 생성된 3D 도면이 시공 단계에서 그대로 사용되었음. - 시공 상세도 자동 생성을 지원하는 모델 - 시공, 유지관리 단계를 아우르는 전 생애주기에 걸쳐 사용될 수 있는 모델을 지원 - 3D 설계 요소에 기반한 비용과 일정의 통합 관리가 가능함.

연구 노트



New Pacific Northwest 야구장 조감도(좌) 및 3D View(우).

년 3월 착수되었다. 촉박한 일정과 비용으로 시작부터 난관이 예상된 이 프로젝트는 효과적인 시공 관리를 위해 GIS를 도입하였다. 설계 단계에서 생성된 2D 도면은 다소의 수정을 거쳐 GIS 포맷으로 전환되었고, 전환된 도면의 객체화된 설계 요소를 바탕으로 일정 관리, 정보 요청(Requests for Information, RFI) 관리, 자재 배치(logistics) 관리, 비용(costing) 관리 등의 다양한 분야의 효과적인 통합 관리가 이루어졌다.

이 야구장은 설계 단계에서 생성된 CAD 도면을 바탕으로 위치와 영역에 따라 아홉 개의 섹터와 층에 따라 일곱 개의 레벨로 구분되어 관리되었다. 이어 각 레벨의 상이한 설계 요소들이 타입별로 그룹핑되고, 최소 공종 단위까지 세분화된 객체에는 Activity ID가 할당되었다. 그리고 각 설계 요소(공간 데이터)는 그와 관련

된 일정, 비용, 자재, 문서 등의 제반 데이터(속성 데이터)와 연계되었다. Activity ID가 할당된 객체는 일정과 관련된 속성 정보(기간, 선·후행 작업, 날짜 등)가 연계되어 공정 진행 상황의 수시 점검이 가능할 수 있다.

일단 공사가 진행되면 다양한 공사 참여자로부터 많은 RFI가 발생하게 된다. 이 요청은 문서화되어 설계자에게 보내지고, 시공자는 설계자의 응답이 있을 때까지 시공을 유보해야 한다. 질의가 요청되고부터 응답을 받기까지의 시간은 일정 지체 및 그로 인한 잠재적 비용 증가의 문제가 수반되기 때문에 일정 관리에 있어 매우 중요한 사안이다.

본 사업에서는 RFI 문서 관리를 위해 프리마베라(Primavera) 소프트웨어가 사용되었으며, 입력된 RFI는 맵상에 고유 ID를 가진 포인트에 링크되어 해당 설계 요소의 x, y 위치에 표시되었다. 이렇게 함으로써 시공자

와 설계자의 원활한 의사소통을 지원하여 공정의 진행을 가속화할 수 있었다.

본 시스템은 자재 관리 및 시공 계획을 위해서도 매우 유용하게 활용되었다. 사업 관리자는 구조 철근의 반입 시기 정보가 담겨 있는 주제도(theme layer)를 생성한 후 일정 주제도와의 중첩 분석을 통해 공정 진행에 있어 간섭과 같은 문제가 발생할 수 있는 영역을 색출해내고, 자재의 적절한 보관 위치를 선정할 수 있었다. 또한 현장 타설 위치 및 자재 이동 경로에 관한 계획이나, 타워크레인의 운용 계획과 같은 주요 의사 결정에 효과적으로 활용되었다. 아울러 각 설계 요소의 시공에 소요된 현장 비용 데이터는 물량 데이터와 연계되고, 해당 설계 요소와 동일한 Activity ID가 부여되었다. 이렇게 함으로써 비용을 일정뿐만 아니라 RFI 데이터베이스에도 연결할 수 있다.

연구 노트

이렇게 구축된 자료를 바탕으로 일정 맵상에 비용 분석을 도식화할 수 있었다.

사례 2 : BIM을 이용한 교량 건설

최근 미국 샌프란시스코와 오클랜드 베이 지역을 잇는 중요한 교통 역할을 하는 베이브리지 건설사업(동쪽 스패)에 BIM(Building Information Modeling)이 적용되었다. 이는 다소 도전적이기도 한 시도로 대규모 공공 공사에 BIM이 적용되었다는 측면에서 매우 차별화된 사례로 평가된다.

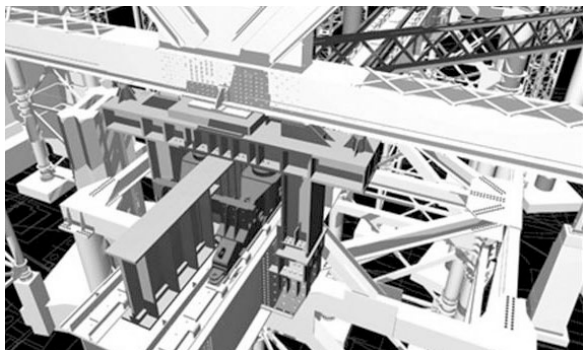
베이브리지는 캘리포니아주 샌프란시스코와 오클랜드를 잇는 교량으로, 매일 약 30만 대의 차들이 통과하는 미국에서 가장 바쁜 교량 중 하나이다. 이 건설사업은 지진에 대한 안정성이 결여된 기존 교량을 대체하기 위한 것으로 신규 교량이 개통된 이후 기존 교량은 철거될 예정이다. 공사는 2002년 착수되었으나 물가 폭

등과 같은 경제 불황 속에 애초의 목표였던 2007년 개통을 2013년으로 연기해야만 했다.

구조 시스템 설계를 맡은 T.Y. Lin/Moffat Nichol Engineers는 설계 단계에서 BIM 개념을 적용하여 완전한 상세 구조 모델을 작성하였다. 이것의 애초 목적은 시공 절차의 검증과 평가를 위한 가상 시뮬레이션을 위해서였고, 두 번째 목적은 BIM 구조 모델을 이용해 구조 철근 등의 조립 및 설치를 위한 시공 상세도를 자동으로 생성하기 위함이었다. 설계사는 상세히 개발된 BIM 모델의 성공적인 사용으로 시공 과정을 효과적으로 시뮬레이션할 수 있었고, 다양한 구조체 및 장비들의 시공 단계별 이동 경로를 사전에 검증할 수 있었다. 또한 BIM 모델로부터 시공 상세도를 자동 생성함으로써 구조체의 조립 및 설치 일정을 가속화시킬 수 있었다. 아울러 시공 전(前) 가상 시물

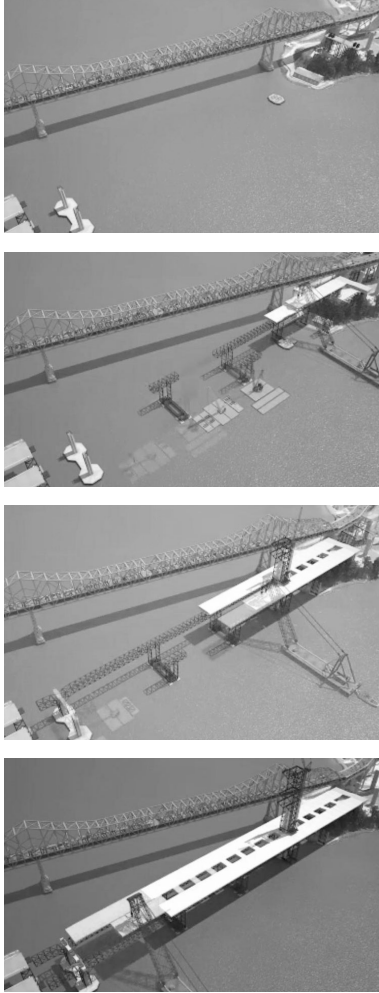
레이션을 통해 일정을 지연시킬 수 있는 잠재적인 요소들을 제거하거나 최소화할 수 있었다.

프로젝트 3D 시각화를 담당하게 된 파슨스 브링커호프(Parsons Brinckerhoff)는 완성된 설계를 반영하여 전체 교량의 개선된 3D 디지털 설계 모델을 작성하였다. 이때 오토데스크 3ds MAX 소프트웨어가 사용되었고, 기존 교량, 임시 구조물과 미래의 새로운 교량 렌더링을 포함하는 정확한 3D 디지털 모델이 작성되었다. 이후 3D 모델의 컴포넌트들은 프리마베라(Primavera) 기반의 계약 공정표에서 해당되는 시공 작업들과 연결되었다. 모델은 여러 개의 계약에 포함된 3,000개 이상의 시공 작업들과 연결되었으며, 모델 자체는 8억 개 이상의 폴리곤을 갖게 되었다. 완성된 전체 프로젝트의 3D 시뮬레이션에서는 시간에 따른 공정 진행과 장비 이동을 포함한 시공 작업들



베이브리지 전경(좌) 및 트러스 잭킹 3D 구조 상세도(우).

시공 과정 애니메이션



을 효과적이고 사실적으로 보여주었다. 이를 통해 도로 폐쇄 계획과 우회 교통 계획을 효과적으로 전달하기 위한 매체 홍보를 지원할 수 있었고, 시민들의 이해도를 극대화시

킴으로써 다양한 오해의 소지를 사전에 차단할 수 있었다.

맺음말

위의 두 사례는 모두 착수 당시 도전적인 시도로서 업계의 많은 관심을 끌었다. 결론적으로 두 사례 모두 성공적이었다. 이 사례들은 데이터 중심의 설계 요소에 기반한 설계를 추구했고, 다음과 같은 장점을 제공하였다.

- 계획된 시공 계획에 대하여 사업 참여자들(설계, 시공, 발주처 등)에게 보다 정확히 정보를 전달할 수 있다.
- 주요 마일스톤 사이에 예상치 못한 작업들이 발생하는 경우 의사결정자들의 상호 의사소통을 지원할 수 있다.
- 프로젝트 협력사들과 이해 관계자들끼리의 공동 작업을 발전시켜 준다.
- 시공 과정 이후 프로젝트가 어떤 결과물을 산출하게 될지 대중들에게 명확히 보여줄 수 있다.
- 비용과 일정의 통합 관리가 현실적으로 실현될 수 있는 환경을 제공한다.

현재 건설 분야의 설계는 점점 데이터 중심의 3D 도면으로 개편되고 있으며, 설계와 시공과 같은 건설사업의 각 단계 구분이 무의미해지고 있다. 1960년대 CAD의 등장으로 종이 도면으로부터 디지털화된 도면으로의 변혁이 있었다면 현대에는 디지털화된 도면의 스마트화가 진행되고 있다고 할 수 있다. 스마트한 설계 요소는 본문에서 살펴본 바와 같이 시공 단계에 직접 활용될 수 있는 정보를 효과적으로 전달한다. 본고에서 소개한 사례들은 이것을 방증하고 있으며, 향후 이러한 추세는 계속될 것으로 판단된다. CERIK

〈참고 문헌〉

- 브래드 하딘 (2012) BIM과 건설관리, pp. 185-193, 도서출판 대가, 서울.
- Abbas, A. H., Abbas S., and Maroney, B. (2011) "San Francisco-Oakland Bay Bridge benefits from bridge information modeling." <<http://www.gostructural.com>>
- California Department of Transportation (2012) "The San Francisco-Oakland Bay Bridge Seismic Safety Projects." <<http://baybridgeinfo.org>>
- Moore, J. P. (1998) "Building a Baseball Stadium Using GIS." Proceedings of 1998 ESRI User Conference.