

토목인프라 산업의 BIM적용 사례연구.

BIM application case study of civil infrastructure Industry

김민지*, 이경희*, 권석현*†, 박성일**, 이상철**

Min Ji Kim*, Kyoung Hee Lee*, Suk Hyun Kwon*†, Seong Il Park**, Sang Cheol Lee**

Abstract Korea's application of infrastructure industries BIM such as railways·roads·bridges·ports·city water has been insignificant comparing to other countries including Japan, but as recent industry insiders' interests are increasing, there are active infrastructure BIM related study and business applications. However, BIM application of public sector has wider target range comparing to construction sector, and as its dependence on a sector, standard library construction and application is not easy so that it remains as a limitation up to today. Because of this reason, while BIM application of Korea now has a limitation that it needs to be visualized from 2D model to 3D model through process data to focus on hardware aspect which connects to 4D process data, connection of 4D process data through accurate 3D modeling is essential. This study contributes to BIM case application Data base accumulation of railway facilities with a very basic but essential approach of BIM application through 4D simulation and M EP implementation of railway facilities.

Keywords : Railway facility, BIM, 4D Simulation

초 록 국내는 일본 등 해외와 비교해 철도·도로·교량·항만·수도 등 인프라 산업분야의 BIM적용이 미미한 실정이었으나, 최근 업계 관계자들의 관심이 높아짐에 따라 인프라 BIM관련 연구 및 사업적용이 활발해지고 있다. 그러나 토목분야의 BIM활용은 건축분야에 비해 대상 범위가 넓고 선형에 대한 의존도가 큼에 따라 표준 라이브러리 구축 및 활용이 힘든 것이 현재까지도 한계점으로 남아있다. 이 때문에 현재 국내의 BIM 적용은 공정데이터를 통한 2D 모델을 3D 모델로 가시화하여 4D 공정데이터를 연계하는 하드웨어적 측면에 집중하는 한계점을 갖고 있지만, 정확한 3D 모델링을 통한 4D 공정데이터의 연계는 필수라고 할 수 있다. 본 연구에서는 철도시설물의 4D 시뮬레이션 및 MEP 구현을 통해 BIM 적용의 가장 기본적이나 필수적인 방법의 접근으로 철도시설물의 BIM사례적용 Data base 축적에 기여하였다.

주요어 : 철도시설물, BIM, 4D 시뮬레이션

1. 서 론

국내는 해외와 비교해 철도·도로·교량·항만·수도 등 토목 인프라 산업분야의 BIM 적용이 미미한 실정이었으나, 최근 업계 관계자들의 관심이 높아짐에 따라 인프라 BIM 관련연

† 교신저자: (주)도명이엔씨 기술연구소 대표 (ksh6407@chol.com)

* (주)도명이엔씨 기술연구소

** (주)한라 토목사업본부

구 및 사업 적용이 활발해 지고 있다. 토목 인프라 산업은 전문분야 사이의 원활한 협업을 지원하여 불필요한 손실을 줄이고 생산성을 높이기 위한 다양한 노력이 지속적으로 수행되어 왔으며, BIM은 이와 같은 노력의 일환으로 활용성이 확대되어야 할 통합관리 도구이다. 특히 원전사고와 함께 전세계 건설시장의 핫이슈로 떠오른 철도건설사업에 BIM 기술 도입 및 접목이 시급한 실정이며, 광범위한 지역에서 펼쳐지는 대형사업인 만큼 단계적이고 체계적으로 BIM기술이 적용되어야 할 것이다. 철도시설 BIM의 정확한 데이터 축적과 모델링 시스템이 갖춰진다면 시설의 안정적인 유지관리는 물론, 해외 건설시장에서도 차별화 된 경쟁력을 이끌어 낼 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 국내 철도시설 건설공사에 BIM을 적용하여 건설현장의 가상현장 구축과 구조물의 3D 모델링 및 MEP를 구현하고, 4D 공정데이터를 연계·분석하였다. 그 결과, 정확한 모델링을 통해 2D 기반의 설계도면 오류를 검토하여 도면을 수정·보완 하였으며, MEP 구현을 통한 설비 간섭체크 및 공정데이터 연계를 통한 단계별 시공의 효용성을 높였다.

2. 이론적 고찰

2.1 BIM 추진현황

2.1.1 국내 BIM 적용 현황

BIM 활성화 방안으로 민간 발주보다는 공공 발주기관별로 지침을 개발하여 보급하고 있다. 조달청은 중소형 공사의 BIM 확산 적용을 위해 2012년부터 500억 원 이상의 토탈서비스 사업에 BIM을 의무적으로 적용하도록 하고 있으며, 시설사업을 위한 BIM 적용 지침서 v1.0을 발표하였다.

조달청 시설사업의 설계 공모 및 기획단계부터 실시설계까지 BIM 기술을 적용하여 최소한의 요건을 정의하고, 시공단계 및 유지관리까지 BIM 데이터를 적용하여 리스크를 최소한으로 줄이기 위한 BIM 업무에 대한 기준을 제공하기 위하여 2013년에는 조달청 시설사업 BIM 적용 기본지침 v1.0에서 v1.2로 업데이트 되었다.

Table 1 Short and long-term plans of PPS [1]

구분	단기('10~' 12)	중기('13~' 15)	장기('16~)
목표	BIM 적용 확대를 통한 설계품질 향상	4D(Cost) 설계관리 시스템 구축을 통한 예산 절감	시설사업 전체로 BIM 적용을 확대하여 업무혁신
대상	Total Service 대상 건축공사 중 총공사비 500 억원 이상의 턴키 또는 설계공무로 발주하는 공사	Total Service 대상 총공사비 500 억원 이상 건축공사	모든 건축공사
방법	· 적극적 마케팅을 통해 BIM 발주자를 촉진 · 연차별로 BIM 발주지침을 개발 · BIM 적용시 인센티브 제공	· BIM 발주 사업을 전문적으로 관리 할 전담팀 구성 · 3D 모델 데이터를 활용한 사업관리 시스템 구축	· 공사관리 업무에 BIM 모델 데이터 활용 · 공사계약 업무에 BIM 모델 데이터 활용 · 총사업비 검토 업무에 BIM 모델

			데이터 활용
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> · 3D 설계를 적용하여 수요기관 만족도 향상 · 민간부문의 BIM 인프라 조성을 촉진 · 설계단계에서의 다양한 검토로 설계품질 향상 	<ul style="list-style-type: none"> · Total Service 원가관리 및 일정 관리가 향상 · 시공단계의 설계변경을 최소화하여 예산낭비 요인을 제거 	<ul style="list-style-type: none"> · 시설사업 혁신 및 재정집행관리 강화

국토교통부에서는 2010년 1월에 중앙행정기관(4개), 광역시도(16개) 및 공공기관단체에 건축분야 BIM 적용 가이드를 배포하였다. 건축분야 BIM 적용가이드는 국내 건축분야에서 개방형 BIM을 도입 및 적용하는데 필요한 공통적 요건을 정의하여 제공하고, 국내 및 국제적 관련 표준과의 일관성을 확보함으로써 국내 건축산업에서의 BIM 도입 및 적용 효율 증대를 목적으로 작성되었다.

2.2 국외 BIM 적용 현황[2]

2.2.1 싱가포르

싱가폴 건설업체인 Swee Hong은 LTA(Land Transport Authority)에서 발주한 지하철 발주공사에 BIM을 적용하여 정확한 물량산출을 통해 입찰금액을 산정하였으며, 공법검토, 교통시물레이션, 각종 지장물(전기, 가스, 상하수도 관거)등에 대한 간접검토를 수행한 바 있다. 모델링 수준은 시공 상세도 수준의 철근모델링, 완성된 모델링에서는 나타나지 않는 가시설물 모델링, 콘크리트와 철근은 100% 물량 산출을 위한 수준으로 모델링을 진행하여 입찰에 활용하였다.

2.2.2 네팔

네팔의 카트만두 서쪽에 위치한 Middle Marsyangdi 발전소 프로젝트는 댐, 지하통로, 6km 길이의 도수로, 여러 서비스 건물 등 다양한 구조물들이 지상과 지하에 놓이는 형태로 시공 단계별로 각 구조물의 정확한 접속이 요구되는 공사이다. 이를 위해 DYWDAG International에서는 프로젝트 계획단계에서 BIM을 적용하여 복잡한 구조물들을 3차원으로 모델링하고 간접 체크 및 시설물 위치 등 시공성 검토와 토공, 콘크리트, 철근의 수량 등을 산출한 바 있다.

2.2.3 독일

독일에서는 복잡한 형상의 아치교 설계 및 시공에 BIM을 적용하여 기존의 설계로는 정확하게 표현할 수 없는 구조 형상과 철근에 대한 정보를 BIM 모델로 시각화하고 시공에 활용하였다. 이 프로젝트에서는 지표면의 모델링 및 지형분석을 통해 말뚝의 공법 등을 결정하고 2D 도면의 오류 검증 및 콘크리트 물량 산출과 교량 말뚝, 지형과 하부의 말뚝기초도 같이 모델링 하여 시공 중 발생할 수 있는 간섭 등의 문제를 미리 검토하였다.

3. 토목 인프라 산업의 BIM 적용 및 분석

3.1 BIM 적용 대상

본 연구에서는 토목인프라 산업 중 철도시설 건설공사 현장 내에 BIM 을 적용하여 철도시설물의 사전 시공성을 검토하고 단계별 시뮬레이션을 통해 철도분야에서의 성과물을 피드백 함으로써 BIM 의 효용성과 향후 이용방안을 높이고자 하였다. 아래 표는 본 연구에서 적용한 철도공사의 개요를 정리한 것이다.

Table 1 Subject of case study

구분	내용	비고
총 연장	L=3km695.60	복선
노반	터널	본선 : 3.533 km
	정거장	지하 2 개소(103, 104) : 180.0m
	환기구	개착 4, 터널 1 : 5 개소
건축	103,104 역사 및 부대시설 정거장 및 본선 내 기능실의 제반 건축공사	

본 연구에서 사례 적용한 철도건설공사는 총 노선연장 약 23.82km 중 일부 구간으로 주요시설물은 본선 약 3.7km, 터널 3.533km, 정거장 지하 2 개소, 개착구와 터널에서 환기구 5 개소이며, 총 공사비는 약 1,386 억 원 규모이다.

3.2 BIM을 이용한 시공성 검토

3.2.1 구조 BIM의 활용

BIM 의 가장 기본적이며 필수적인 3D 모델링을 통해 실제와 가까운 구조물의 시각화가 가능하며, 충돌과 간섭체크를 보다 효율적으로 할 수 있고 각 설계 대안들의 장·단점을 정확히 판단할 수 있었다[3].

현재 토목분야에서는 BIM 라이브러리가 잘 구축되어 있지 못하기 때문에 2 차원 도면을 3 차원 신규 모델로 구축하는 경우가 대부분이며, 본 사업에서도 2D 설계도면을 기준으로 건축, 설비 분야의 모델링을 위하여 Autodesk 사의 Revit 2013 을 사용하였다. 이에 본 장에서는 구조물 및 배관의 BIM 모델링을 통해 정거장(건축)의 내·외부 설계오류를 검토하고, 덕트 및 배관(설비)의 간섭을 체크할 수 있었다.

아래 Fig. 1 은 사례 프로젝트의 철도시설물 중 정거장과 배관을 3 차원 모델링 하여 설계검토 한 것으로, 정거장의 경우 모델링 과정을 통해 정면도 및 횡·단면도상에 비상통로 계단의 위치작성이 상이했으며, 정거장 내 이동계단은 단면도상의 계단높이와 디테일에 의한 계단 높이가 불일치하였다. 이 문제로 인해 본 연구에서는 계단 패밀리를 직접 구축하여 모델링에 적용하였으며, BIM 라이브러리 구축의 미흡함을 다시 한번 인지할 수 있었다. 이

외에 MEP 를 통해 덕트 및 배관 설비간에 간섭을 체크하여 신속히 도면수정이 이루어졌으면, 구조물의 정확한 3D 모델링을 통해 타분야와 간섭검토 및 접합부에 대한 정밀 검토를 통하여 설계 오류를 감소시키고 시공성을 향상시키는데 기여하였다.

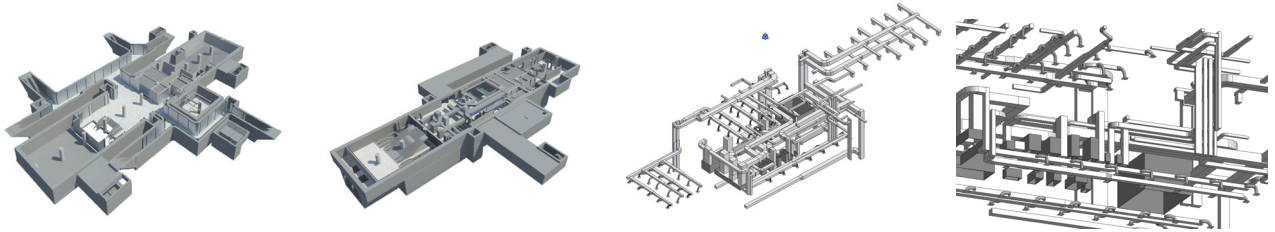


Fig. 1 3D Clash Detection of Structures

3.2.2 4D 시뮬레이션

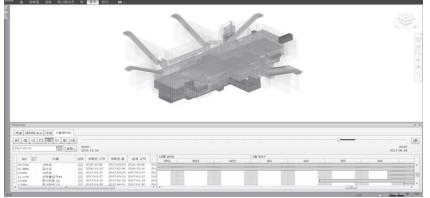
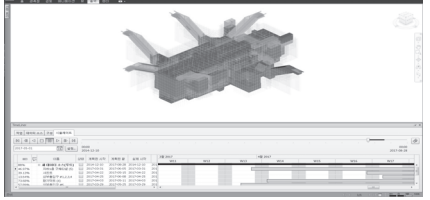
BIM을 이용한 공정시뮬레이션(4D 시뮬레이션)은 공정프로그램을 통한 3차원 모델과의 연계로 시간에 따른 각 Activity를 가상현장의 공간에 시각적으로 표현되며, 계획공정 대비 지연공정을 확인함으로써 공기만회대책을 수립하는 자료가 된다[4].

본 장에서는 Autodesk사의 Navisworks 프로그램을 이용하여 지연공정 체크뿐만 아니라, 공정율에 따른 사전 시공 가능성을 가시적으로 검토함으로써 공사 이해도를 높였다. 아래 Table 1은 Navisworks를 통한 사전 시공성 검토 및 단계별 공정관리를 보여주고 있다.

또한 3.2.1장에서 가시적 판단에 의한 간섭 충돌을 검토했었다면, 본 장에서는 Navisworks 시뮬레이션을 통해 간섭 충돌의 정밀한 검토가 진행되었으며, 공사기간별 공정률에 따라 시공성 확보방안 등을 모색하였다.

Table 1 OO Railway 4D Simulation

구분	4D 시뮬레이션	관련공종
2016-08-01		<ul style="list-style-type: none"> · 지하 3층 구체타설(1) · 지하 3층 구체타설(2)
2016-11-01		<ul style="list-style-type: none"> · 지하 2층 구체타설(1), (2) · 지하 3층 구체타설(3), (4), (5) · 기계실 · 샤프트 · 2차 복공 · 건축, 기계, 전기공사

2017-02-01		<ul style="list-style-type: none"> · 지하 1 층 구체타설(1),(2), (3) · 지하 2 층 구체타설(4),(5) · 샤프트 · 집수조 · 외부출입구 연결통로 · 외부출입구 #5 · 환기덕트 · 건축, 기계, 전기공사
2017-05-01		<ul style="list-style-type: none"> · 지하 1 층 구체타설(5) · 샤프트 · 외부출입구 #1,2,3,4,6 · 환기덕트 · 건축, 기계, 전기공사

3. 결론

본 연구에서는 국내 철도공사현장에 BIM 을 적용하여 3 차원으로 구축된 가상현장 및 철도시설물을 중심으로 공정이나 시공성, 안전성 검토를 실시하였다. 가상현장과 구조물의 정확한 3D 모델링과 4D 공정데이터의 연계를 통해 현장의 시공 담당자와 협력업체 기술자간 원활한 의사소통 및 협업능력의 향상을 도모하였으며, 타분야와 간섭검토 및 접합부에 대한 정밀 검토를 하여 설계 오류를 감소시키고 시공성을 향상시켰다.

또한 BIM 적용 과정 중 도면의 디테일 불일치로 인해 페밀리를 직접 구축하여 모델에 적용하였으며, 이를 통해 BIM 라이브러리 구축의 미흡함을 재확인 할 수 있었다. 향후 국내의 BIM 의 활성화를 위해서는 BIM 시장형성 및 확장을 유도해내기 위한 공공부문의 지속적인 BIM 발주가 필요할 것이며, 안정적 물량을 수주할 수 있다는 점을 업계에 인식시켜 BIM 인프라 확보를 위한 투자 등을 유도할 필요가 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] K.B.Joo (2013) BIM movement in Civil Engineering, *Construction Brief, KICT*, pp.4-5
- [2]HOUD (2011) The Evolution of Technology, BIM : Conditions, Applications and Issue, HOUDREPORT n.26, pp.48-49
- [3] M.W.Chang (2011) The Utilization and current situation of Structure BIM, HOUDREPORT n.26, p.13
- [4] H.Cho, Y.R.Cho, H.S.Kim (2011) Application of Construction Management Integrated System based on BIM in Civil Engineering Project, *KSCE Journal of Civil Engineering*, 59(2), pp. 36-42.