

4차 산업혁명 대응 스마트 건설관리를 위한 Ex-BIM 도입 현황 및 계획



진 정 한 | 한국도로공사 건설처 차장

왕 명 훈 | 한국도로공사 건설처 대리

심 창 수 | 중앙대학교 사회기반시스템공학부 교수

1. 서론

2017년 작년 우리나라는 경부선을 비롯한 35개 노선 4,438km의 고속도로가 있으며, 2016년 1년 동안 약 15.5억 대의 차량이 이용하였다. 육상교통의 대동맥 역할을 하고 있는 고속도로는 1968년 경인선 개통을 시작으로 40년이 지나면서 노후화로 인한 대규모 보수와 함께 자율주행차나 드론 등 새로운 교통수단의 등장으로 인해 지금까지와 전혀 다른 새로운 형태의 인프라를 필요로 하고 있다. 더불어 건설 기술자의 세대교체와 첨단 기술의 개발로 인해 이미 경험하고 구축한 기술의 퇴보를 함께 경험하고 있는 중요한 전환기에 놓여 있다.

최근에 교통 분야의 핵심적인 기술혁신은 자율주행 차량이고, 도로 위 공간에서는 드론과 같은 저고도 비행체에 대한 가상도로 구축이라고 할 수 있다. 자율주행차량을 위한 3차원 디지털지도 구축의 경우 한국도로공사와 국토지리정보원이 상호협력 양해각서

(MOU)를 작년 9월 7일에 맺기도 했다. 정밀 도로지도는 차선, 규제선, 표지정보, 노면표시 등 도로와 주변 시설을 25cm 단위 정확도로 표현한 3차원 디지털 지도로 자율주행 지원과 도로·교통 관리 고도화의 기본 인프라다. 디지털 고속도로는 전국적으로 다양한 영역에서 수행되고 실시간으로 연동될 필요가 있으며, 새로운 형태의 디지털 기술 기반의 업무체계가 요구되고 있다. 이에 한국도로공사는 디지털 고속도로의 기반을 구축하고 혁신적인 정보통신기술의 도입을 위해서 3차원 정보모델 기반의 사업 및 운영/유지관리 체계를 구축하기 위해 Ex-BIM(Expressway Building Information Modeling) 사업을 추진하고 있다. 이 기사에서는 관련 현황과 함께 한국도로공사가 진행하고 있는 BIM관련 추진 현황 및 계획을 다루고자 한다.

2. 해외 도로분야 디지털 기술 도입 현황

선진국의 경우에도 인프라의 노후화와 새로운 인

프라 건설을 위해서 다양한 형태의 디지털 기술을 도입하고 있고 국가적인 차원에서 이를 지원하고 있다.

미국이 2012년부터 MAP-21(Moving Ahead for Progress in the 21st Century Act) 법안을 통해 교통 인프라의 유지관리에 막대한 예산을 사용할 수 있도록 하고 있다. 이 프로그램의 일환으로 3차원 모델 기반의 건설기술로 BrIM(Bridge Information Modeling)이나 E-Construction이 개발되고 주별로 도입하도록 권장되고 있다. E-Construction은 'Paperless'가 핵심적인 목표로 모바일 기기를 활용하여 정보전달이나 의사소통의 혁신을 추구하고 있다. 건설 분야의 수직적인 의사소통을 수평적으로 전환하여 사업기간을 단축하고 개방적이며 협력적인 환경 구축을 시도하고 있다.

영국은 오랜 기간 동안 대규모 인프라 건설이 없었고 이로 인해 관련된 기술 경험이 약화되어 신규 건설 프로젝트의 수행에 어려움이 나타났다. 이를 극복하기 위해 국가적으로 'Digital Built Britain' 전략을 수립하였고 이를 표준과 제도 측면에서 지원하고 있다. BIM 기술이 핵심적인 토대이고 기술 성숙도와 기술 생태계 구축의 현황을 반영하기 위해 현재는 Level-2 BIM을 적용하고 향후 완전하게 3차원 정보모델 기반의 프로젝트 진행이 확보되는 단계에서는 Level-3 BIM을 목표로 하고 있다. 국가가 발주하는 프로젝트에서는 사업참여 시 제한 조건을 두어 기업의 기술도입을 촉진하고 있다.

싱가포르는 도시국가이고 노령인구의 증가, 물/에너지/교통 문제의 심화, 기술 인력의 부족 등이 주요한 국가적 과제로 당면하게 되어 이를 극복하기 위해 선도적으로 BIM 기술을 도입하여 적용하고 있다. 기업체의 기술 도입을 권장하기 위해서 BIM Fund 등의 인센티브를 지원하고 BCA를 통해서 각종 교육 프로그램을 제공하고 있다. 기업체와의 협의를 통한 전자납품체계 개발·실현으로 건설 분야 정보화에 핵심적인 역할을 수행하도록 하고 있다. 이는 국가차원의 디지털 인프라 구축에 중요한 축을 형성할 수 있다. 국내 기업들도 싱가포르에서 건설 프로젝트를 수행

하면서 이러한 사업체계를 경험하고 있다.

일본은 CIM(Civil Information Modeling)을 추진하고 이후 'i-Construction'을 추진하고 있다. 드론, 로봇, 영상기술 등 새롭게 대두되는 기술들을 적극적으로 디지털 건설기술 확보를 위해 도입하고 있다. 일본에서도 인프라 건설이 감소한 시기에 기술력의 핵심을 이루는 전문 기술자의 감소는 국가적인 문제로 대두되었고 후쿠시마 복구와 올림픽 특수로 인해 국내 건설이 증가하면서 적극적으로 새로운 기술을 도입하고 국가적인 지원을 확대하고 있다. 일본이 SIP(Strategic Innovation Promotion Program)에서 인프라의 유지관리, 재생 및 관리에 대한 새로운 기술 도입을 추진하는 것은 일본이 이 문제를 얼마나 중요하고 국가적인 아젠다(Agenda)로 평가하는지를 보여주는 대표사례이고 우리가 선제적으로 대응을 하는데 참고가 될 수 있다.

3. Ex-BIM 시범사업 현황

3.1 추진 현황

한국도로공사에서는 2011년~2014년에 실시단계 단계에 BIM 시범사업을 대구~순환 5공구 등 2개공구에 대해서 수행하고 고속도로 분야의 적용 가능성을 검토하였다. 물량 산정의 적정성 위주로 수행하였고 시범사업 경험을 토대로 「Ex-BIM 설계 표준모델 구축 연구」를 시행하고 Ex-BIM 로드맵과 가이드라인을 마련하였다. 이 과정에서 활용 효율이 높을 것으로 기대되는 3차원 전자표준도를 개발하기도 했다. 이 가이드라인에 기반하여 성남~구리 고속도로 5개 공구에 대해서 설계·시공·유지관리단계에 시범적용하였다. 납품된 성과물을 검토하고 시공단계부터의 적용성을 검토하기 위해 올해 「Ex-BIM 시공단계 표준모델 구축 연구」를 수행중에 있으며, 공구별 BIM 성과물을 활용하여 표준 포맷 및 편람을 작성하고 각 사업의 참여 주체들간 협력을 통해 시공단계 BIM 활

용 방안을 수립할 예정에 있다.

Ex-BIM의 핵심은 정보교환 및 의사소통 방식의 혁신이다. 3차원 모델은 2차원 도면이나 문서에 비해 이해도를 높일 수 있고 비전문가를 포함해서 개방적이고 수평적인 정보교환을 할 수 있다. 현재의 수직적인 의사소통 체계로는 최근 복잡해진 건설 환경과 미래 기술변화에 대응할 수 없다. 국내뿐 아니라 해외진출을 시도하고 있는 국내 발주자의 입장에서는 이러한 혁신은 반드시 필요하고 고속도로 사업이 하드웨어 위주에서 서비스 위주로 전환하기 위한 첫 단계라고 볼 수 있다. 사업 가치는 '설계<시공>운영 및 유지관리<자산가치'의 순서로 높아지기 때문에 BIM의 활용도 이러한 측면을 고려해야 한다.

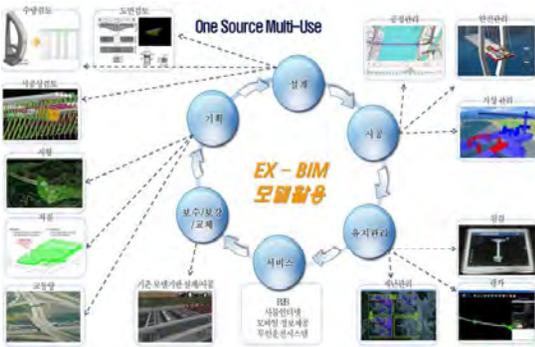


그림 1. EX-BIM 활용 방안

3.2 계획 및 설계 단계의 Ex-BIM

발주자가 가질 수 있는 BIM 기술을 통한 가치는 사업의 기획 및 타당성 조사의 신뢰성, 설계 품질,

사업 관리의 수월성, 유지관리 비용 절감으로 크게 구분할 수 있다. 일반적으로 타당성 조사와 운영비용 측면에서 가장 큰 효과를 보이는 것으로 평가된다. 건설 프로젝트에서 지나치게 세분화된 업무 구분과 참여 회사 및 기술진의 분업화는 원활한 의사소통을 저해하고 상호 고려해야 하는 인터페이스를 제대로 판단할 수 없는 상황들을 종종 발생시킨다. BIM 기반의 설계는 이러한 부분을 혁신할 수 있다. 2차원 설계가 완료된 이후 모델링을 하는 전환설계가 아닌 설계자가 모델링과 동시에 진행하는 Level-



그림 2. 설계단계 업무 활용



그림 3. 사전시공과 대안 검토 활용

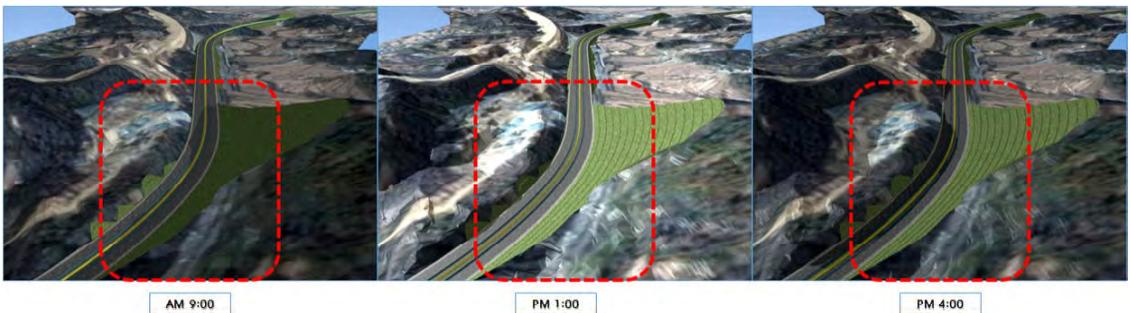


그림 4. 일조피해 및 결빙 시뮬레이션

2 수준의 BIM은 설계오류를 즉시 확인하고 실제 현장을 고려한 설계를 동시에 수행할 수 있다.

사업 초기단계에서는 비전문가들과의 의사소통이 필요하다. 환경 및 민원 문제, 유관기관 협의 등이 점점 더 중요해지고 있다. 2차원 도면 기반에서는 설계 단계에서 검토하기 힘들었던 일조 피해, 도로 결빙 분석, 기존 지장물과의 간섭 문제, 교통 처리 계획 등 BIM을 통해 검토가 가능하게 된다. 도면의 적정성과 수량 산출의 적정성은 설계의 품질을 높이고 관련 참여주체들 간의 신뢰성을 확보하는데 매우 중요하며 BIM은 이런 측면에서 유용하다. 사업 기간의 연장을 초래하는 문제들을 사전에 검토할 수 있으며, 이로 인한 위험을 예방할 수 있고 이는 싱가포르에서도 많이 활용되고 있다.



그림 5. 경관 검토 시뮬레이션

3.3 시공 단계의 Ex-BIM

대형 건설공사 착공 이후 부터는 시공단계 BIM 모델이 필요하게 된다. 이 단계에서는 공사, 공무, 안전관리, 품질 등 건설 프로젝트의 핵심 업무가 반영된 모델 구축이 반드시 필요하다. 실제 고속도로 공사 참여주체들의 활용 계획에 기반하여 도출된 주요 활용 방안은 다음과 같다. 현황 모델링, 가상 목

업, 3차원 간섭 검토 및 조정, 3차원 통합모델, 설계 검토, 공정계획, 수량과 도면의 적정성 검토 설계변경 이력관리, 안전관리 계획과 교육 교통처리계획, 검측, Automated Machine Guidance(AMG), 증강현실이 제시되었다. 가상의 현상이 현재 상태에서부터 완공 시까지 모두 3차원으로 존재하게 되면 기술자들이 할 수 있는 검토가 다양해지고 문제점 예방 및 원가 절감이 가능한 방안 도출이 수월해진다.



그림 6. 구조물 가상현장 구현

번호	검토 대상	검토내용 및 관련 이미지		도면번호	비고
1	Slip Road A2&G	2D 도면	3D 모델링	DER391RR-CG A/1031	
<p>검토내용 Refer to the drawing (Slip Road A2, A1, G), DER391RR-CGA/1031.dwg The road level is 116.37m at the crossing existing Road. And the level of the AP1 foundation is 107.825m at top.</p>					

그림 7. 도면 오류 검토

시공 초기에 드론을 이용한 현황모델링 구축은 유관기관 협의, 협력업체와의 업무 협의 등에서도 효과적으로 사용될 수 있다. 사업 관리 측면에서는 전체 프로젝트의 진행상황을 파악하기 용이하고 가상의 사전시공을 통해 발생할 수 있는 위험을 최소화할 수 있게 된다.

특히, 단면중심의 2D 자료에서는 찾기 힘든 구조물간 간섭, 지하시설물 사전 검토 등 관련 숙련자 및 관련업체 간 실시간 협의를 통해서만 사전 확인이 가능한 부분도 쉽게 가능해진다. 이와 함께 3D 자료를 통한 작업 교육, 안전 관리 등을 통해 외국인 인력, 미숙련 작업자의 안전과 작업 효율성을 크게 향상시킬 수 있다.

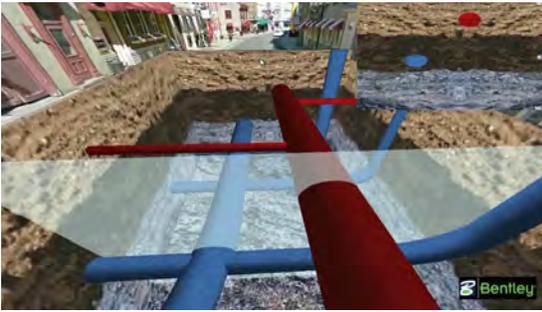


그림 8. 지하시설물 3D 모델링

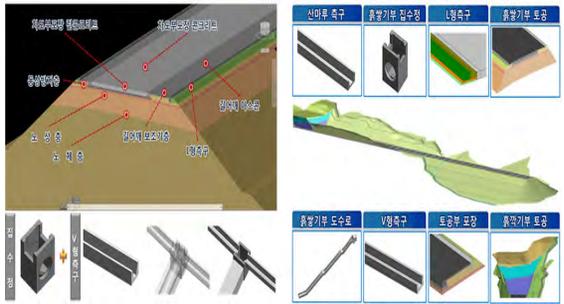


그림 10. 도로시설물 모델링

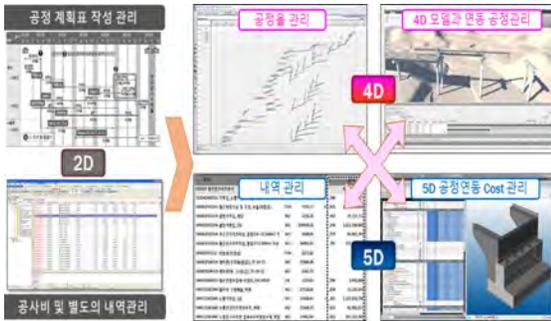


그림 9. 공정관리



그림 11. 3차원 점검 활용

3.4 유지관리를 위한 Ex-BIM

고속도로 시설물의 노후화는 시급한 현안사항이며 네트워크 혹은 국가단위의 유지관리 체계의 구축과 이를 기반으로 한 자산관리시스템(Asset Information Management)의 수립 또한 필요하다. 한국도로공사와 같이 전국적인 교통 네트워크의 운영 주체는 매일 이루어지는 유지관리 업무의 효율화와 실시간 정보화를 통한 빅데이터 등의 새로운 기술 활용이 필요하다. 한꺼번에 막대한 규모의 인프라를 디지털화하기 위해서는 분명 큰 비용이 소요된다.

따라서 현재 추진중인 Ex-BIM 사업을 통해서 효과적인 디지털 인프라 구축 방안을 도출할 수 있는 기회를 만들어야 할 것이다. 이런 필요성을 바탕으로 BIM을 활용한 점검, 보수이력 3차원 시각화 및 모바일 공유 기술개발, 설계·시공·유지관리 분야별 무형 자산 데이터화 등 다양한 분야의 활용이 가능해진다. Ex-BIM은 이러한 디지털 인프라 정보 플랫폼으로의 역할을 수행할 수 있을 것이다.

4. Ex-BIM 향후 계획

한국도로공사에서는 이번에 Ex-BIM 시범사업을 진행하고 있고, 이 사업에 참여하고 있는 건설사업단, 시공사, 설계사 등 주체들의 피드백을 통해 적용 효과가 높고 당면한 문제들을 혁신적으로 해결해나갈 수 있는 방안으로 자리잡을 것으로 기대된다. 그리고 고속도로 건설공사 시공 시 Ex-BIM 활용방안을 마련하며, 신기술 활성화를 위해 적용 후 효과에 대하여 지속적으로 관리할 계획이다.

BIM이라는 신기술로 인해 관련 전문기술자들이 양성되고 기존의 2차원 도면 기반의 절차나 업무가 3차원 정보모델 기반의 종이를 쓰지 않는(paperless) 절차로 혁신적 개선이 되면 건설노동생산성 향상, 국가적 예산 절감 유도가 가능해질 것이다. 국제적으로 건설 분야 기술경쟁력의 새로운 패러다임으로 자리잡고 있는 BIM 기술을 도입하여 도로분야 해외시장 진출에 유리한 기술을 확보할 수 있게 될 것이다.