

# BIM기반 철도 통합운영시스템 개발 현황 및 추진 방향



**박영곤**  
한국철도기술연구원  
책임연구원



**김병규**  
한국철도기술연구원  
선임연구원

## 1. 서론

철도인프라 BIM 연구의 최종목표는 2015년부터 2018년까지 수행된 “BIM 기반의 철도인프라 관리 표준기술개발” 과제를 통해 확보된 원천기술을 기초로, 2020년도부터 향후 5년간 철도인프라 BIM 기반의 전 생애주기(발주·계획·설계·시공-운영-유지관리) 관리를 위한 통합운영시스템을 구축하고 현장 실증하는데 있다.

본 연구의 배경으로는 기술경쟁력 향상 및 체계적인 기술발전을 유도하기 위해 ‘철도 BIM 2030 로드맵(2018)’이 마련되었고, 이를 통하여 철도인프라 분야의 설계, 시공 등 단계별 기술 개발 확보와 보급이 이루어지게 되었다. 또한 국내외 BIM 분야의 기술 생태계 변화와 발전을 고려할 때 실제 철도사업에 기반한 융합연구(4차 산업혁명관련 기술 접목) 개발이 시급하였고, 이를 위해서 철도 시범사업을 통해 BIM 발주에서 유지관리 단계까지 BIM으로 작성된 성과품의 체계적인 검증과 BIM 기술 개발 검증이 이루어질 예정이다.

따라서 철도인프라 BIM기반 통합운영시스템을 개발 및 구축을 위한 연구단 과제는 2020년 4월부터 국토교통과학기술진흥원 사업으로 5년동안 수행되고 있다.

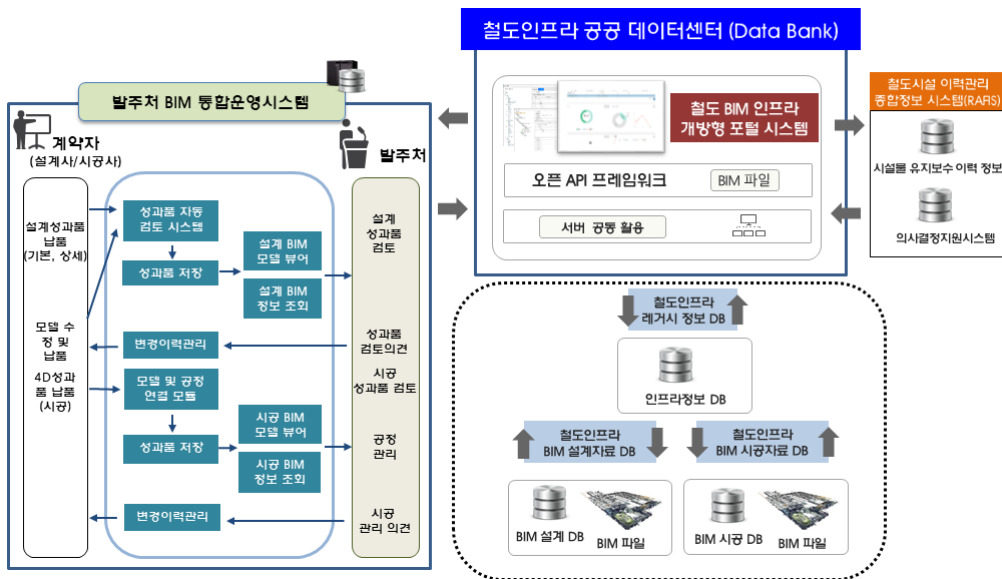
본 과제는 3가지 연구 분야 즉, 철도인프라 BIM 발주체계 확립과 철도인프라 생애주기 통합운영 시스템의 실용화를 위한 시범구축 및 운영기술 연구, 철도인프라 BIM 설계 데이터 고도화를 위한 생산·품질관리·납품 시스템과 철도인프라 BIM 데이터센터 구축 및 운영 기술 연구, 그리고 AR/VR 등 IT 기술을 접목한 지능형 안전 시공 및 준공 기술과 수요처 유지관리 시스템과의 연계기술 연구로 나뉘어 시범사업 적용을 목표로 진행 중에 있다.

본 고에서는 각각의 연구 분야를 간략히 소개하고, 현재까지의 연구와 향후 계획 등을 소개하고자 한다.

## 2. BIM 기반 철도 통합운영시스템

### 2.1 시스템 구성

발주기관과 설계사, 시공사에서 활용하기 위한 철도인프라 BIM 통합관리시스템은 그림 1과 같다. 여기서 발주기관의 관리자는 프로젝트 관리를 통해 신규 프로젝트를 생성할 수 있으며, 생성된 프로젝트별로 설계사, 시공사에서 접속하여 해당 패키지를 등록하여 해당 공구를 관리한다. 발주기관에서는 모든 프로젝트에 대한 정보를 대쉬보드를 이용해 전체 모니터링이 가능할 수 있도록 사업관리코드를 이용하여 프로젝트의 연결이 될 수 있도록 하였다. 그림에서 계약자는 BIM 설계가 완료된 시점과 관계없이 발주기관의 요구 또는 단계별로 BIM 성과품을 제출할 수 있도록 하였는데, 발주기관은 설계 진행 현황을 납품된 성과품을 통해 확인할 수 있으며 통합뷰어를 이용하여 별도의 설계 프로그램이 설치되지 않았더라도 등록된 BIM 성과품을 확인할 수 있다.



〈그림 1〉 BIM기반 통합플랫폼 구성(안)

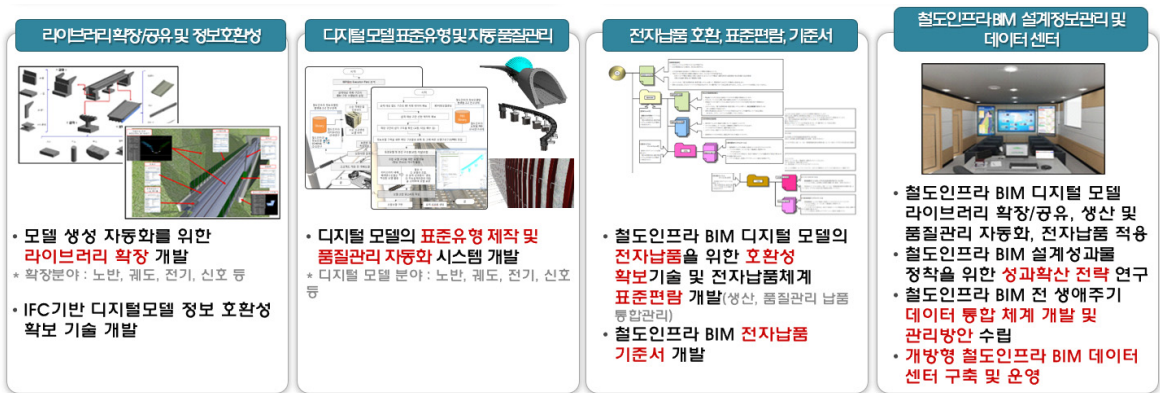
### 2.2 시스템 적용 및 검증

철도인프라 BIM 통합관리시스템의 적합성을 확인하기 위하여 철도시험선 '철도종합 시험선로 건설공사'를 대상으로 다양한 공종의 BIM 설계 성과품을 활용하여 1차적으로 시범 적용하였다. 그러나 실제 철도 현장에의 적용 및 검증이 부족하여 발주기관에서 도입하여 사용하는데 한계가 있고, 그림 1의 철도인프라 공공 데이터센터와 같이 설계사, 시공사가 발주기관의 정보를 원활히 공유하여 사용하기에는 어려운 점이 있어 이에 대한 BIM 비즈니스 모델을 추가적으로 개발하고 활용하기 위해 추가적인 시스템 적용 및 검증이 이루어질 예정이다.

### 3. 철도인프라 BIM 설계 기술 개발

철도 인프라 BIM 설계 모델은 크기와 형상이 유사하여 반복적인 작업이 이루어지고, 정형화되기 어려운 토목구조물의 특성상 표준도의 활용성이 높지 않은 문제가 있다. 이는 지금까지 철도 인프라 설계 분야에 BIM 도입이 늦어진 주요 요인이라 할 수 있다. 철도는 공간적으로 수 km에서 수백 km까지의 광범위한 선형 시설물로 이루어지며, 계획단계에서부터 지형, 지질, 지리학적 전산 정보의 생성, 전달 및 활용 측면에서 건축 등 타 분야의 BIM보다 더욱 원활한 정보의 운용이 요구된다.

철도 인프라 BIM 설계기술 개발 분야는 BIM 설계 데이터 고도화를 목표로 고품질의 디지털 모델을 생성하고, 공유함으로써 설계효율을 향상시키기 위한 다양한 기술개발을 진행하고 있다. 디지털 모델 생성 및 품질관리 자동화 기술, 전자 납품체계와 디지털 모델 공유를 위한 설계정보관리시스템, 개방형 철도 인프라 BIM 데이터센터 구축 및 운영 기술 등을 개발하고 있다. 그림 2는 철도 인프라 BIM 설계기술 개발 분야의 주요 연구개발 내용이다.



〈그림 2〉 철도 인프라 BIM 설계분야 주요 연구개발 내용

- ① 철도 인프라 BIM 디지털 모델 생성 자동화 기술개발 : 본 연구에서는 BIM을 구성하는 라이브러리(Library) 모델링과 파라메트릭(Parametric) 모델링, 비주얼 프로그램을 활용한 Add-On 제작 도구 등을 개발하여 사용자가 쉽고 편리하게 3차원 모델링과 설계가 가능하도록 지원할 예정이다. 또한 파라메트릭 모델을 통하여 사전에 정의된 변수의 간단한 수정만으로 사용자가 원하는 형상으로 모델 변경이 가능하도록 함으로써 모델링 작업에 소요되는 시간을 획기적으로 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위하여 BIM 라이브러리 확장 및 명세서 구축, 라이브러리 활용 통합 디지털 모델 생성 기술, 라이브러리와 파라메트릭 모델을 활용한 디지털 모델 생성 기술을 개발하고, 시범사업을 통하여 검증과 보완이 이루어질 예정이다.
- ② 철도 인프라 BIM 디지털 모델의 품질관리 자동화 기술개발 : BIM의 신뢰성을 확보하고 전 생애주기적 단계에서 디지털 모델의 활용성을 제고하기 위해서는 BIM 통합플랫폼과 연계한 품질관리 자동화 시스템을 구축하고, 이를 통하여 설계, 성과품 제작, 납품 등 각 설계단계에서 디지털 모델의 품질을 확보해야 한다. 이를 위하여 BIM 디지털모델

표준유형 제작방안, BIM LOD/LOI 기준, 디지털 모델의 품질관리 자동화시스템을 개발하고, 시범사업을 통하여 검증 및 보완이 이루어질 예정이다.

- ③ 디지털 모델 전자납품체계 기술개발 : 최근 공공 발주사업에서 BIM이 도입되고 있으나 BIM 성과물 납품체계가 마련되지 않아 이에 대한 요구가 증가하고 있다. 특히 철도인프라는 국가 기반시설로서 전 생애주기 단계에서 생성되는 데이터를 통합적으로 공유·관리할 수 있는 BIM 성과물 납품체계의 마련이 시급하다. 이를 위하여 철도 인프라 BIM 디지털 모델의 전자 납품 기준서, BIM 디지털 모델의 전자 납품/호환 모듈을 개발하고, 시범사업을 통하여 성능 검증 및 개선이 진행될 예정이다.
- ④ 철도 인프라 BIM 설계정보 관리시스템 및 개방형 BIM 데이터센터 시스템 구축 및 운영 : BIM 설계단계에서 생성된 데이터는 설계정보 관리시스템을 통하여 공유 및 관리되며, 개방형 BIM 데이터센터는 설계, 시공, 운영 및 유지관리 등 전 생애주기 단계에서 생성되는 BIM 데이터 등 다양한 정보들을 토대로 다양한 목적에 부합하는 데이터를 제공하는 것을 목적으로 한다. 이를 위하여 BIM 설계정보관리시스템 개발, BIM 데이터 통합 관리 체계 연구, 개방형 BIM 데이터 센터 구축 및 연계모듈 개발, 개방형 BIM 데이터센터 수집, 관리 기능 시범운영, 개방형 BIM 데이터센터 포털 서비스 검증 및 기능 개선 등이 이루어질 예정이다.

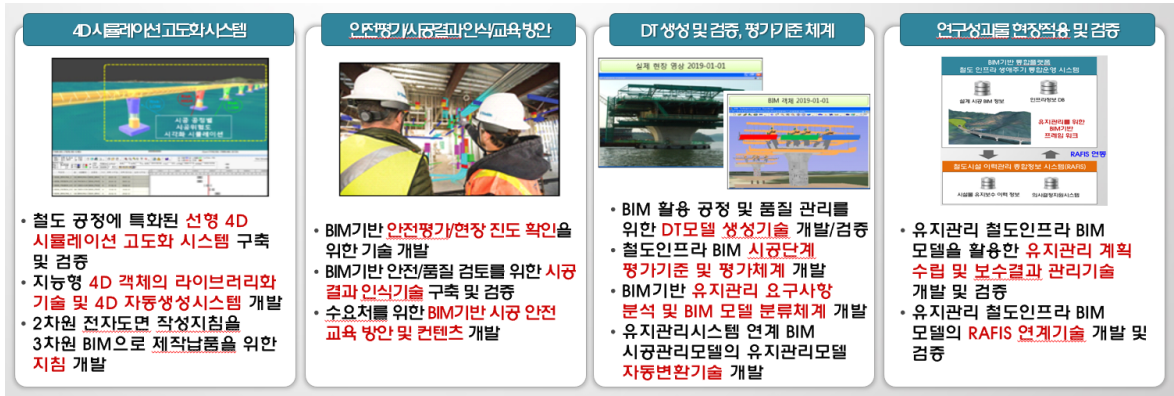
현행 평면(2D) 설계기법은 후면에러의 발생 가능성이 높아 설계 오류의 최소화를 위하여 설계단계에서부터 BIM 도입을 적극적으로 검토할 필요가 있다. 본 연구에서는 BIM 라이브러리의 개발 및 보급을 통하여 모델 작성에 소요되는 시간 및 인력소모를 최소화하고, 중복투자로 인한 비용을 절감하고자 한다. 또한 철도 인프라 BIM 설계 디지털 정보의 고품질화 및 전자납품체계를 마련함으로써 시공, 준공 및 유지관리 등 전 생애주기 단계에서의 확장성과 활용성의 제고할 수 있다. 또한 개방형 데이터 센터 구축을 통하여 철도 인프라 정보의 다양한 활용과 응용을 유도함으로써 뉴 노멀시대에 부합하는 국내 철도 인프라의 도입과 활용이 이루어지기를 기대한다.

#### 4. BIM기반 시공 및 준공, 유지관리 연계기술 개발

국내·외 인프라 시설 프로젝트에 BIM 기술 도입이 증가하는 추세에 있으며, 특히 주요 선진국의 철도 시공 분야 BIM 도입 사례들이 증대되고 있다. 그러나 기존 연구들이 설계단계 사용성 및 시제품 개발에 집중되었으며, 시공 단계에 대해서는 실용화 수준에 도달하지 못하고 있는 실정이다.

기존의 철도 1단계 시공 부문 연구의 경우, BIM 기반 분류체계 및 철도 선형 공정 관리를 위한 특화된 시스템 개발에 성공하였으나, 시작품 수준에 머물렀으며 시범사업 검증을 통한 실용화 단계까지는 진행되지 못하였기 때문에 본 연구에서는 1단계 성과물의 기능 고도화를 통한 지능형 4D 시스템 등 철도 선형공정에 특화된 실용화 수준의 시공 BIM 시스템을 구축하고, 4차 산업 기술을 접목시켜 안전/진도 평가, 시공/준공 검측 작업을 자동화하며 BIM에 탑재된 시공 정보를 유지관리 단계에 연계시키는 핵심 기술 구축에 집중하며, 이의 성과물을 발주처 및 관련 기업들이 적극 활용하는 실용화 위주의 연구를 목적으로 하였다.

주요 연구개발 내용으로는 그림 3과 같다.



〈그림 3〉 BIM기반 시공 및 준공, 유지관리 분야 주요 연구개발 내용

- ① 철도인프라 시공관리를 위한 지능형 BIM 모델 자동생성 및 시물레이션 기술 개발 : 1단계 연구에서 구축한 4D 시스템의 실무 활용 장애요인이 되고 있는 설계단계 3D 객체의 시공단계 재활용을 위한 3D 객체 자동 분개 시스템 등을 구성하여 철도 선형공정에 특화된 실용화 수준의 4D 시물레이션 기술을 개발하고, 일정과 3D 객체가 사전에 연계된 4D 라이브러리 활용 모듈과 철도 선형 객체의 비례적 자동생성 모듈 등을 구축하여 4D 객체 생성과정을 대폭 간소화함으로써 시공관리 실무업무에 BIM 활용도를 대폭 개선할 수 있는 실용화 기술을 개발할 예정이다.
- ② VR/AR 기술을 활용한 철도인프라 시공단계 작업 안전 및 시공성 확보 기술 개발 : 가상현실 및 증강현실 기술과 BIM 기술의 접목을 통해 현장에서 실물과 가상 모델을 중첩시켜 사전적 부재 간 정합성 검토 및 안전진단을 수행하고 사후적 검증 기술과 접목하여 시공 결과에 대한 BIM 기반 비교 분석하는 실용화 기술을 개발하고, 철도 현장에서 발생하는 주된 안전사고 평가를 토대로 가상현실 기반 체험형 VR/AR 콘텐츠를 개발할 예정이다.
- ③ 철도인프라 BIM을 활용한 시공·준공 관리 평가시스템 개발 : 4차 산업 주요 검측 기술인 드론, 라이다 또는 특수 검측 카메라를 기반으로 시공 및 준공 결과를 디지털화하여 시공 결과에 대한 자동 정합성 검토 기술을 구축하고, BIM 기반으로 시공단계 및 운영 시 시공사와 발주자 간 작업흐름 및 업무 역할을 규정하여 시공 검측 결과를 토대로 검측 승인 작업을 정립하고, 궁극적으로 축적된 As-Built BIM 모델을 디지털 트윈 형태로 유지관리에 이관하는 기술을 구축할 예정이다.
- ④ 유지관리를 위한 BIM 분류체계 및 철도시설이력관리 종합정보시스템(RAFIS) 연계기술 개발 : 철도 시설의 유지관리를 위해 시공 및 준공 BIM 모델로부터 필요한 기하 및 비기하 정보 요구사항 분석을 수행하고 이를 통해 유지관리에 전용 BIM 모델 구축하고, 철도시설이력관리 시스템(RAFIS)의 요구 정보 분석 통해 3차원 기하 정보 및 비기하 정보를 구분하고 분류체계 수립 및 정보 교환 기술 개발하여 준공 BIM 모델과 RAFIS 간 자동 정보 연계 기술을 구축할 예정이다.

본 연구를 통해 BIM 실무 적용 시 장애요인이었던 4D 객체 생성과정의 자동화 기술과 설계단계 3D 객체의 시공단계 재활용 기술 개발을 통하여 실제 시공 현장의 BIM 기반 운용이 크게 개선될 것으로 기대되며, 현장 안전 시공 및 용이한

품질평가, 그리고 시설물 시공부터 관리이력까지 제반 정보를 보다 쉽고 정확하게 얻을 수 있어 철도시설물의 유지보수 시기 및 하자 등을 효율적으로 관리함으로써 유지보수 비용 절감 및 업무효율 향상이 기대된다.

## 5. 맺음말

국토교통부 스마트 건설계획에 따르면 철도인프라 사업에 BIM 설계 모델을 관리하는 것뿐만이 아니라 발주부터 시공, 유지보수 단계까지 모든 단계에 BIM을 적용한 철도인프라 전생애주기를 관리할 수 있는 통합플랫폼 개발이 요구됨에 따라 철도 시범사업을 통해 각 단계별 필요기술의 체계적인 개발이 요구된다. 따라서 향후 철도인프라 BIM 통합관리 시스템을 발주기관의 사업관리시스템과 연계함으로써 BIM 성과품의 검증 및 납품 관리, 시공단계 BIM 정보와의 연계를 통한 공사 진척 현황 및 오류 발견 등을 통해 공사 기간 단축과 비용 절감이 예상되며, 유지관리 단계에서는 기존의 철도 시설물 이력관리시스템과도 연계함으로써 시설물의 안전관리 및 유지관리에도 크게 기여할 것으로 예상된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통과학기술진흥원 2022년도 철도인프라 생애주기 관리를 위한 BIM기반 통합플랫폼 개발사업(22RB IM-C158185-03)으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 국토해양부/국토교통과학기술진흥원(2013), “철도인프라 생애주기 관리를 위한 차세대 표준기술 및 운영체계 개발 기획” 연구보고서.
2. 박영근, 신민호, 김우현(2020), “철도인프라 생애주기 관리를 위한 BIM기반 통합운영시스템 개발 및 구축”, 2020 대한토목학회 정기학술대회 스마트 건설과 인프라 BIM 전문연구세션.
3. 박정준, 신민호, 이강, 유민택, 이근일(2018), “철도 인프라 발주처 관점에서의 BIM 도입 전략 연구”, 한국철도학회논문집 제21권 제8호, pp.786-799.
4. 신민호, 김성훈(2018), “BIM 기반 철도인프라 관리 표준 기술 개발”, 철도저널, 21(6), 92-98.
5. 신민호, 백종현(2020), “철도인프라 BIM 설계 성과품의 체계적인 관리를 위한 통합관리시스템 설계 및 구축 연구”, 한국철도학회논문집 제23권 제9호, pp.886-894.

[본 기사는 저자 개인의 의견이며 한국터널지하공간학회의 공식입장과는 무관합니다.]