

호남고속철도 시설물의 3차원 정보모델의 연동성

Interoperability of 3D Information Models for HoNam High-speed Railway Infrastructures

김덕원* 심창수** 이광명*** 한석희**** 김용한*****
Kim, Deok-Won Shim, Chang-Su Lee, Kwang-Myong Han, Shooky Kim Yong-Han,

국문요약

3차원 정보모델에 기반한 건설프로세서의 혁신이 새로운 추세가 되고 있고 고속철도와 같이 시스템 엔지니어링에 해당하는 경우에는 가장 좋은 활용 사례가 될 수 있다. 정보모델은 3차원 형상에 기반하고 다양한 구성요소가 가진 기본정보와 설계와 유지관리에 이르는 생애주기 정보를 저장하고 재활용할 수 있도록 한다. 이 논문에서는 호남고속철도의 한 구간을 대상으로 이미 제안된 철도시설물정보모델의 개념에 근거하여 3차원 정보모델을 구성하였다. 구성된 정보모델에 기반하여 2차원도면, 해석, 견적, 시뮬레이션 등의 각 솔루션으로의 연동성 확보를 위한 시범사업의 결과를 정리하였다. 콘크리트 박스 교량을 대상으로 하는 시범사업을 통해서 생산성 향상 및 3차원 모델의 재활용성을 확보하였다.

1. 서 론

현재 AECO(Architecture, Engineering, Construction and Operations) 내에서는 BIM(Building Information Modeling)이 급속도로 확산되며 사업의 한 영역으로 자리를 잡아가고 있고 3차원 설계가 새로운 변화를 주도하고 있다. 토목 분야에서도 BrIM(Bridge information Modeling), RIIM(Railway Infrastructure Information Model)과 같이 생애주기 건설정보의 축적 및 관리를 위해 철도시설물정보모델의 개념을 바탕으로 3차원 정보모델을 활용하여 설계에서부터 상세 설계가 나오기까지의 절차를 고려하였다. 이 논문에서 다루는 3차원 정보모델 기반의 새로운 프로세서는 시스템 엔지니어링의 대표적인 분야인 고속철도 및 일반철도 시설물에 대한 기술 혁신 및 축적, 재활용의 극대화를 이룰 수 있어

국내 철도 건설 기술의 경쟁력을 높이는데 기여할 수 있다. 특히, 설계, 시공 단계를 거쳐서 축적된 정보 모델을 활용하여 유지관리 시스템을 구축할 경우에 상당한 효율성을 갖는 체계를 선도할 수 있을 것이다. 이 논문에서는 호남고속철도의 한 구간을 대상으로 3차원 정보모델을 구성하였으며 벤틀리사의 Microstation을 기반으로 한 물량 산출과 4D 시뮬레이션의 연동성을 적용하여 분석하고 개선사항 및 효과를 제시하였다.

2. 본 론

2.1 3차원 정보모델 형성

* 비회원, 중앙대학교, 토목환경공학과, 석사과정
** 정회원, 중앙대학교, 토목공학과, 교수
*** 비회원, 성균관대학교, 건설환경공학과, 교수
**** 비회원, (주)에스알파트너스, 연구개발부, 이사
***** 비회원, (주)IDM, 대표이사

RIIM(Railway Infrastructure Information Model)은 철도시설물에 대해 구축할 경우에 아래 그림1과 같이 크게 4개의 Part로 구분할 수 있다. 이 구성을 바탕으로 연동될 모델을 시뮬레이션과 물량 산출에 맞는 체계를 구성하여 대상물인 호남고속철도의 3차원 정보모델을 2차원 설계 도면을 활용하여 그림 2와 같이 지형을 포함하여 구축하게 된다.

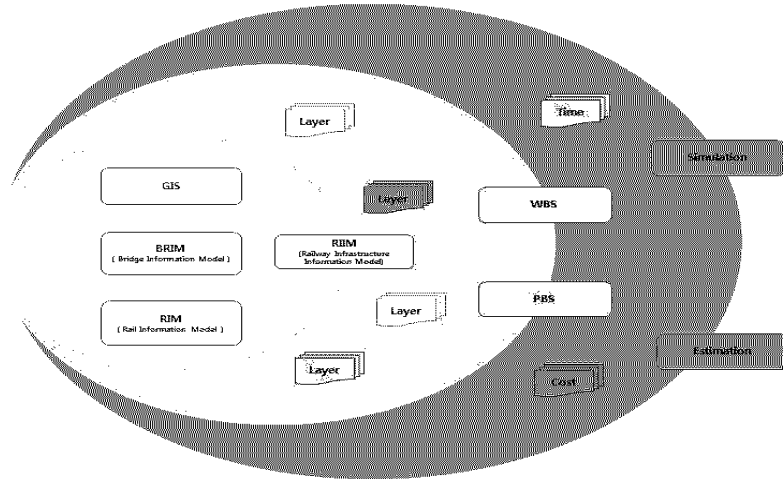


그림 1. 3차원 모델의 구성 체계 및 활용 프로세스 개요

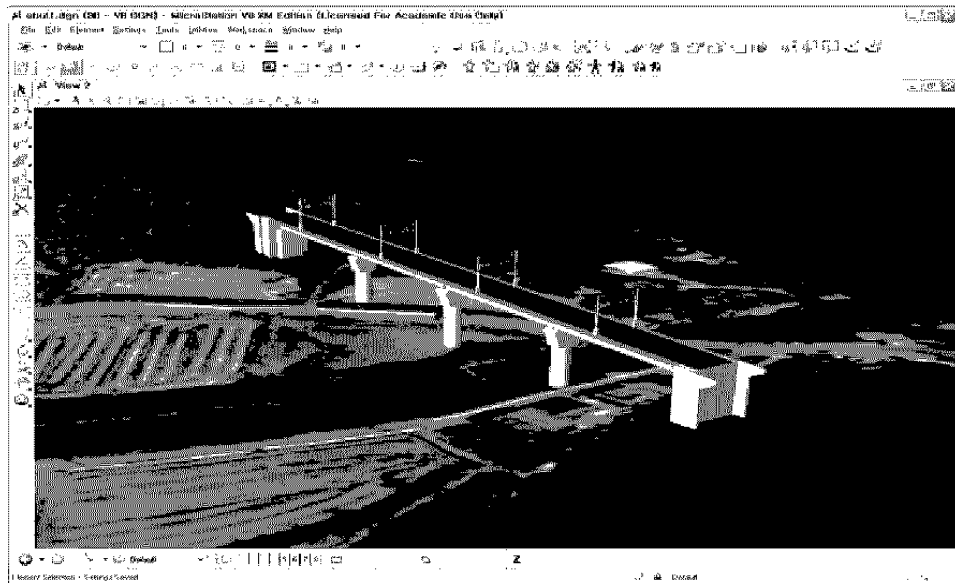


그림 2. 호남고속철도 3차원 정보모델

2.2 WBS에 따른 3차원 모델 분류체계

모델을 구축하기 전에 견적과 시뮬레이션 같은 경우 3차원 형상모델과 관련된 객체의 정보와 연동성을 고려해야 한다. 견적에서 필요한 데이터 요소 즉, 콘크리트 요소와 철근의 요소가 필요하며 시뮬레이션 같은 경우는 전체적인 공정의 흐름을 파악하기 위한 것으로 스케줄에 따른 연동성을 고려하여야 한다. 이러한 흐름에 맞는 WBS(Workflow Breakdown Structure)를 작성하여 정보모델 객체를 구성하게 된다. 현재 국내에 각 코드에 맞는 3차원 설계의 가이드 라인이나 지침이 없어 통합건설정보분류체계를 기반으로 WBS에 따른 통합 분류체계 구성에 따라 시설물(F), 공간(S), 부위(E), 부위_1(E), 공종(W)으로 분류하여 나타내었다. 3차원 설계의 적용 초기에 적절한 설계 가이드라인의 제시가 반드시 필요한 이

유는 합의된 분류체계와 정보 모델 체계가 존재해야 많은 노력에 의해 작성된 3차원 정보모델이 재활용 되고 다른 프로세서에서 계속 연결하여 사용할 수 있기 때문이다. 기존의 단순한 그래픽 처리를 위한 3차원 모델과는 근본적으로 다른 엔지니어링 요소가 포함된 정보모델의 효용성을 담보하는 필수 요건이다. 참여주체의 캐드 엔진의 다양성과 다루는 솔루션에 따른 캐드 모델과 메타 데이터의 연결 방식의 차이는 연동성 확보의 필요성과 어려움을 동시에 제시하고 있다. 이 논문에서 구성한 3차원 모델은 데이터의 호환성과 연동성을 고려하여 견적과 시뮬레이션을 다루는 업체들과의 사전 협의에 따른 시범적 적용 사례를 다룬다.

그림 3과 같이 WBS 분류체계와 RIIM 레이어와 맞는 지형, 교대, 교각, 교좌 받침, 강선, 철근, 노반 등 요소를 체계적인 분류로 맞추어 작업을 수행하였다. 각 분류체계는 대상으로 하는 견적 및 시뮬레이션의 요구사항을 사전에 반영하여 작성된 모델을 활용하여 개별 프로세서의 생산성을 극대화할 수 있도록 하였다.

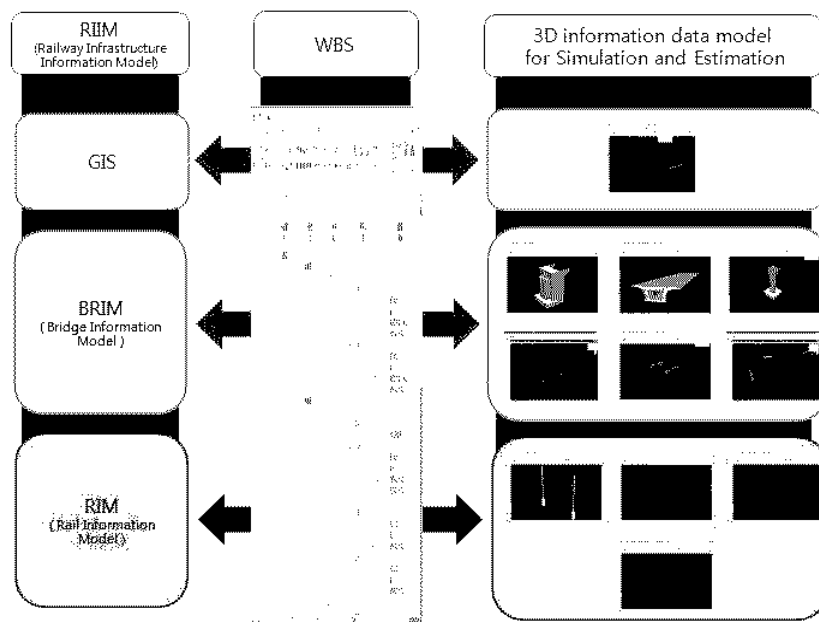


그림 3. WBS 체계 따른 객체 모델 요소

2.3 물량 산출 및 견적 프로세서

분류 코드에 맞추어 나누어진 객체는 각 고유의 정보를 가지고 있다. 견적과 관련된 연동성 및 그 활용성을 검증하였다. 캐드 엔진은 벤틀리사의 마이크로스테이션을 기본으로 하였다. 형상 모델의 캐드 엔진 사이의 연동성은 어느 정도 실현되고 있지만 분류체계와 메타데이터의 연결 방식의 차이는 현재까지 극복되지 못하고 있다. 단지 콘크리트와 철근에 관련된 물량 산출을 원한다면 분류 코드에 맞추어 나누지 않고 3차원 형상모델을 구성해도 되지만 분류 코드에 따라 작업이 이루어지지 않았다면 다른 프로세서의 활용을 위해 새로운 작업을 하게 된다. 이러한 재활용성을 확보하기 위해서는 3차원 정보모델을 초기에 구축하는 모델러가 물량 산출에 관련된 사항과 시뮬레이션, 구조해석 등에 관련된 일고자 하는 데이터 형식 및 내용을 고려하여 모델 구성 체계 및 해당 정보를 정의해야 한다. 3D 객체를 활용하여 물량 산출을 하게 되면 이와 연관된 직접비 및 간접비 항목으로 구성된 견적 시스템에 직접 입력할 수 있게 되어 잦은 설계 변경에 능동적으로 대응할 수 있게 된다. 또한, 실적 공사비의 축적 및 활용이 용이해지고 4D 시뮬레이션과 연동할 경우 5D 시뮬레이션을 실현할 수 있다. 이 논문에서는 그림 4와 같이 정의된 정보모델에서 추출된 물량 정보를 견적 솔루션의 입력 데이터로 전송하여 해당 구간의 견적을 산출하는 절차를 시범적으로 적용하였다.

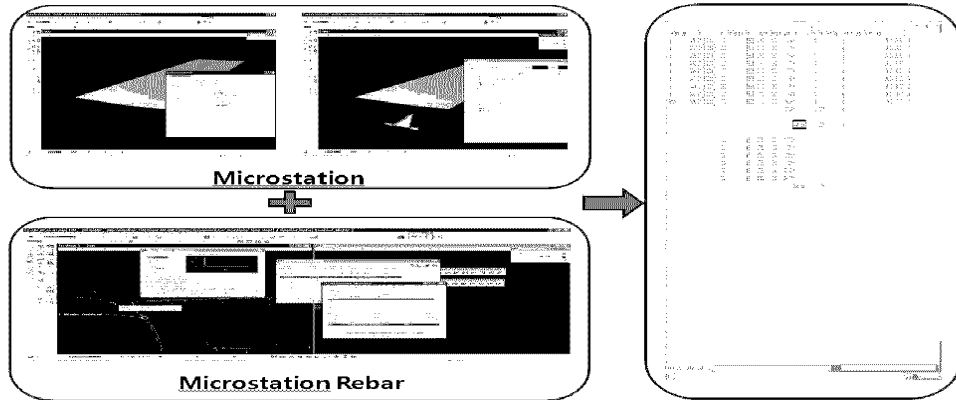


그림 4. 물량 산출 및 견적 연동성

견적서에는 분류체계에 따라 작업할 경우에 각 정보모델 요소들을 분류하기 위해 많은 하위 그룹을 형성하게 되는데 상부 부분을 예로 들면 상부공> 주형보> 상부> 콘크리트, 철근, 매끈한 마감 거푸집, 보통마감 거푸집이다. 그러나 해당 프로그램 상에서는 이와 같은 분류체계에 따라 더 많은 하위 그룹이 생기게 되면 코드분류를 제한적인 범위 안에서 해결을 해야 하는 어려움을 가질 수 있다.

2.4 4D 시뮬레이션 연동성 및 구현

4D 시뮬레이션은 시간이 부여된 공사 진행 단계를 건설 관리자와 설계 도면을 보고 이해하려는 타 분야 전문가들에게 시각화를 통해서 확실히 이해시킬 수 있는 도구이며 서로의 의사 결정과 전달에 큰 영향을 미친다. 물량 산출과 달리 WBS에 시간의 요소가 추가적으로 더해지게 된다. 그림 5와 같이 물량 산출처럼 각 정보모델 객체 데이터는 공정에 관련된 스케줄 데이터에 따라 연결을 하여 상호 연동을 시키게 된다.

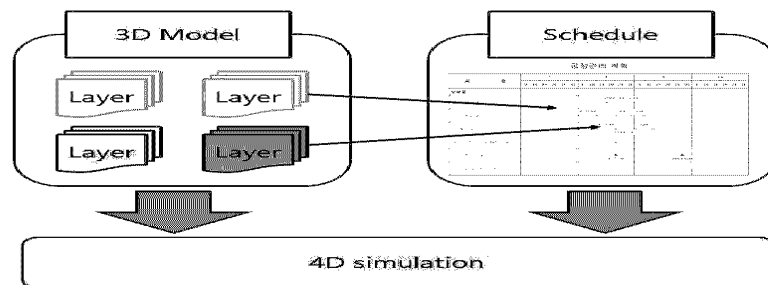


그림 5. 3D 모델의 시뮬레이션 연동

3차원 정보모델의 핵심은 캐드 모델 자체의 연동성과 형상 객체가 갖고 있는 정보가 손상 없이 다른 솔루션에 전달되는 것이다. 직선이나 사각형 등과 같이 선형적인 모델에 관련해서는 연동함에 있어 정보의 손상이 심각하지 않지만, 곡선이나 원과 같은 모델을 연동함에 있어 다른 캐드엔진과의 상호 연동에 손상이 있었다. 분류체계에 맞추어 분류되어 구축된 콘크리트 교량 정보모델에 관련 솔루션에서 요구하는 정보를 저장할 수 있도록 하였다. 이 정보모델을 이용하여 그림 6과 같이 시뮬레이션 프로그램을 사용하여 4D 시뮬레이션을 구축하였다. 이러한 정보 모델 데이터 활용으로 공정에 관련된 흐름을 보다 잘 이해할 수 있을 것이며 건설 및 유지관리 단계에서 시간과 비용을 절감할 수 있을 것이라고 판단된다. 3차원 정보모델에 연관된 솔루션을 다수 연동할 경우에 해당 프로세서 뿐 아니라 건설 프로세서 전반에 걸쳐 생산성 및 재활용성을 획기적으로 개선할 수 있었고 적용 범위 확대 가능성이 높은 것으로 판단된다.

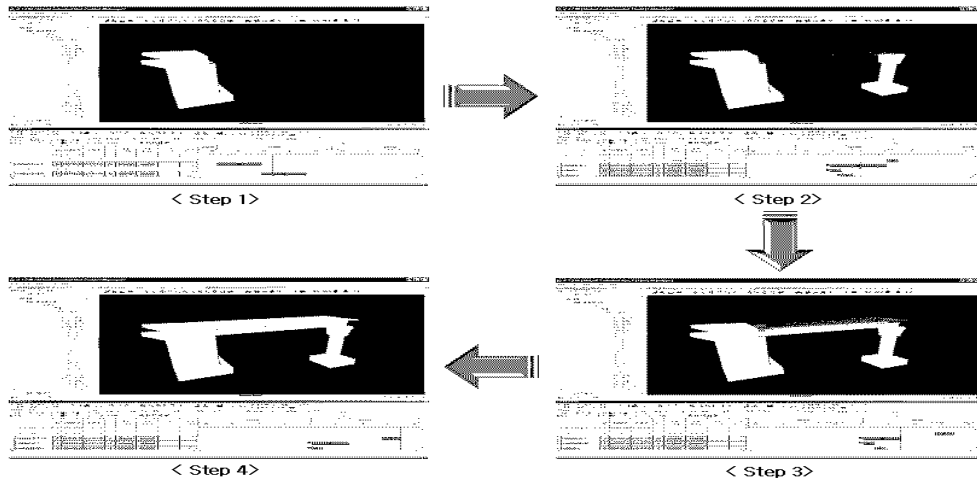


그림 6. 4D 시뮬레이션 구현

3. 결론

이 논문에서는 호남고속철도의 한 구간을 대상으로 시범적으로 표준분류체계를 근거로 분류체계와 명칭을 통일하고 형상객체 정보 활용으로 물량 산출과 4D 시뮬레이션에 적용하였다. 3차원 모델정보를 형성하기 위해 건축 분야처럼 국제적으로는 AIA(America Institute of Architecture), AEC 산업에서 표준 데이터 포맷인 IFCs(Industrial Foundation Classes)를 적용하기에는 토목 시설물의 선형 의존적 형상 구성, 캐드 엔진간의 상호 정보 연동성 부재 등의 문제점을 안고 있다. 그러나 단일 건설 프로젝트이고 시스템 산업인 고속철도와 같은 경우에는 사전에 합의된 표준분류체계의 데이터 포맷과 명칭에 근거하여 3차원 정보모델을 구성하면 이러한 제약점을 상당 부분 극복할 수 있다. 또한, 연관된 설계, 견적, 시뮬레이션, 현장 관리 등의 프로세서에서 이를 활용하여 생산성을 높이고 정보 재활용성을 극대화할 수 있다. 이 논문에서는 새롭게 대두되는 3차원 설계의 토목분야 적용의 방향성을 제시하고 시범 체계를 고속철도에 대해서 구축함으로써 초기 적용의 시행착오를 줄이고 국내 철도 산업의 경쟁력을 높일 수 있는 가이드라인을 제시하였다. 국내의 정보통신 기술과 3차원 기반 기술의 결합을 통해서 시공과정 및 이후에 발생가능한 문제점을 파악하여 사전에 개선할 수 있어 설계의 품질 개선과 미래 발생 비용을 현저하게 감소시킬 수 있을 것이라 판단된다.

감사의 글

이 논문은 첨단융합건설기술개발사업 (과제 번호: 06첨단융합E01)의 지원으로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능케 한 국토해양부 및 한국건설교통기술평가원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Jae-Woo Moon, Chang-Su Shim, Kwang-Myong Lee, Yong-Han Kim, WoonSang Son (2008), "Development of Railway Infrastructure Information Models based on Object-based 3D Models", 8th World Congress on Railway Research, Seoul, Korea, pp. I.3.4.1.2.
2. Shim CS, Lee KM, Son WS, Moon JW (2008), "Collaborative Design of High-speed Railway Lines using 3D information models", Proc. of IABSE Conference on Information and Communication Technology for Bridges, Buildings and Construction Practice, C33.
3. 심창수, 이광명, 전승민 (2007) "콘크리트 교량 설계시 3차원 설계모델의 활용", 한국콘크리트학회 학술발표회 논문집, Vol.19 No. 1, pp.203-206.
4. 김용한, 손운상, 심창수, 문제우 (2007) "철도정보모델에 기반한 고속철도 시설물의 3차원 모델 구

- 축”, 대한토목학회 정기학술대회, pp.3444-3447.
5. 심창수, 김용한, 전승민, 곽태영 (2007), “구조물의 3차원 설계 패러다임을 위한 지침에 대한 고찰”, 한국전산구조공학회 학술발표회 논문집, Vol.20 No.1, pp 301-306.
 6. LEE Y.B., LEE K.M., PARK Y.H., PARK M.S., YOON M.G., SHIN H.Y. and PARK K.L. (2006), "Application of Digital Mock-Up Technology to Design and Construction of Concrete Bridges", 2nd ACF International Conference, CME5, pp. 43-49.