

# 철도시설 선형공정 시물레이션을 위한 3D 모델 분개기법 연구

## 3D Model Segmentation Method for Linear Schedule Simulation of Railway Construction Project

이재희\*, 황재영\*, 강효정\*, 윤형석\*, 강인석\*†

Jaehee Lee\*, Jaeyoung Hwang\*, Hyojeong Kang\*, Hyeongseok Yoon\*, Leenseok Kang\*†

**초 록** 철도시설공사에 BIM적용이 확대되면서 시공단계 4D CAD시스템의 적용도 증대되고 있다. 시공단계 4D시물레이션 적용을 위해서는 철도시설공사의 특성을 고려한 선형공정표기반의 시물레이션이 필요하고, 또한 설계단계에 작성된 3D모델의 공정단위 분개 과정이 요구된다. 본 연구에서는 기존 CAD도구들의 3D모델 분개과정을 검토한 후 합리적인 3D모델의 분개 방법론을 구성하여 철도교량시설을 대상으로 적용성을 검증한다.

**주요어** : 철도시설공사, 4D CAD시스템, 3D모델 분개, 선형공정표

### 1. 서론

철도시설공사의 시공단계 4D CAD적용을 위해서는 토공, 교량, 터널 등의 수평적 작업공간에서 진행되는 공정 특성을 반영한 선형공정표 기반의 4D 시물레이션 시스템 구성이 필요하다. 이러한 공정 시물레이션 체계를 구축하기 위해서는 우선적으로 공사일정과 공정의 위치정보 표현이 가능한 선형공정표 구성이 필요하고, 다음으로 선형공정표 기반의 시물레이션 기능이 요구된다. 특히 시공단계의 공정 시물레이션을 위해서는 설계단계에 생성된 3D모델의 공정단위 분개 작업이 필요하다. 본 연구에서는 설계단계에 공정 단위의 구분이 없이 제작되는 3D모델을 시공 공정 단위로 분개하는 방법론에 대하여 기존 3D CAD 도구의 관련 기능을 분석하고 적합한 분개 모듈을 개발하여 적용성을 검증한다.

### 2. 선형공정표기반 4D시물레이션 시스템

† 교신저자: 경상국립대학교 공과대학 토목공학과 교수 (lskang@gnu.ac.kr)

\* 경상국립대학교 토목공학과

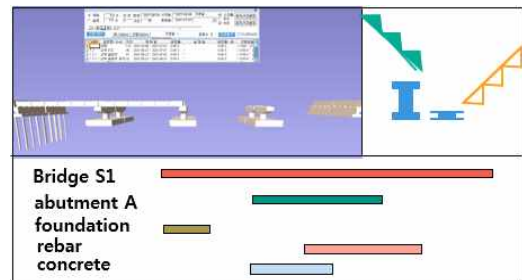


Fig. 1 4D simulation system using linear chart

선형공정표란 공정의 일정정보와 위치정보를 동시에 표현하는 공정표를 의미하고, 연구에서 구성하는 선형공정표기반의 4D시물레이션 시스템 체계는 Fig. 1과 같다.

### 3. 3D 모델 분개 방법론

Bentley 사의 Synchro Modeler는 설계 모델을 시공 가능한 모델로 바꾸어 물량산출(Quantity Take-Off, QTO)을 위한 프로그램으로 부재별로 비용코드를 지정하여 3D모델을 연결해 물량산출을 수행할 수 있다. Fig. 2는 Synchro Modeler에서 single 방식으로 특정 모델을 분할한 모습이며, 좌측과 같이 slice 거리값을 입력하면

slice 영역이 표시되고, 해당 값으로 slice를 실행하면 우측과 같이 모델이 분할된 것을 확인할 수 있다.

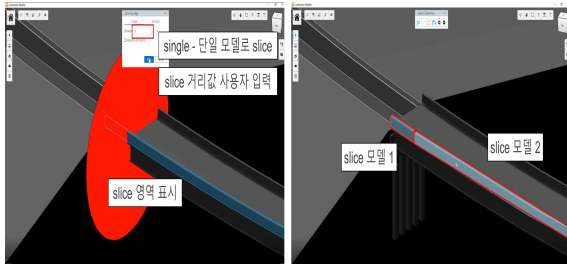


Fig. 2 Segmentation of 3D model by Synchro Modeler

Bentley 사의 Synchro Pro에서는 Subdivide 이라는 기능을 활용하여 사용자가 선택한 모델을 분개할 수 있다. Synchro Pro에서 3D모델을 import 한 뒤 사용자가 분할하고자 하는 모델객체를 선택한 후 3D 메뉴에 있는 subdivide 기능을 활성화하면 3D Subdivision 창이 활성화된다. Revit에서는 Bounding Box를 이용하여 Min point와 Max point를 사용하여 생성할 수 있으며, 3차원 공간의 원점에서 존재하는 단위길이가 1인 Bounding Box의 경우 Fig. 3과 같이 Min point는 (0,0,0), Max point는 (1,1,1)로 나타낼 수 있다.

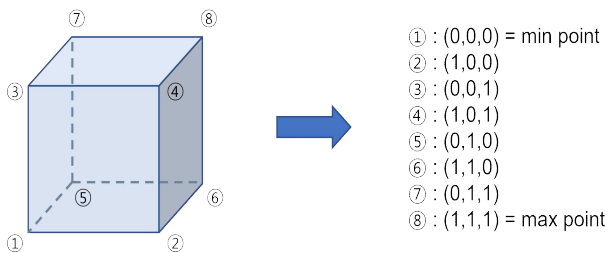


Fig. 3 Segmentation of 3D model by Revit

#### 4. 3D모델 적용성 검증

앞서 기술한 3D모델 분개 방법론을 교량모델에 적용한다면 Fig. 4와 같이 교량모델을 구성하고 있는 각 부재들을 파악한 후, 부재별로 수직공정인지, 수평공정인지 분류한 후 수직공정에 대해서는 Z축으로 분할을 하고, 수평공정에 대해서는 진행방향(X축, Y축)으로 분할할 수 있다. 위 방법론을 적용하기 위해 Revit으로 작성된 교량 모델에 3D객체 분할 Revit Dynamo 코드

를 Fig. 4와 같이 구성하여 분개의 적정성을 검증 하였다.

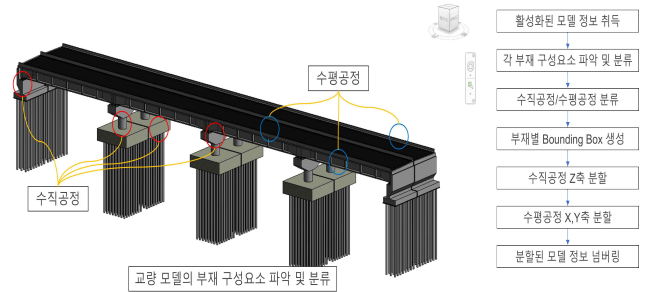


Fig. 4 Verification of 3D model segmentation using case study

#### 5. 결론

설계단계에 작성된 3D모델은 시공단계 공정을 고려하지 않으므로 공정단위로 분개하여 사용해야 한다. 이러한 분개과정은 많은 시간과 노력을 소요하므로 연구에서는 선형공정표기반의 4D시물레이션시스템에 활용하기 위한 3D모델의 분개 방법론을 제시하고 실제 철도 교량에 적용하여 적용성 검증하였다. 설계단계 3D모델의 분개는 bounding box 개념을 적용하였을 때 실제 공정단위와 가장 유사하게 분개됨을 확인하였으며, 4D시물레이션시에 공정과 연계과정에 사용성을 확인하였다.

#### 감사의 글

본 연구는 2021년 국토교통과학기술진흥원 철도연구비 지원사업(21RBIM-B158185-02)으로 이루어졌음

#### 참고문헌

- [1] 철도인프라 BIM 연구단 (2022), 2차년도 보고서, 국토교통과학기술진흥원
- [2] 한선주, 김현승, 박상미, 강인석 (2018). “수평작업공간을 갖는 건설프로젝트의 위치정보 연동에 의한 선형공정표 적용방안” 대한토목학회 논문집, 대한토목학회, 38(4), pp. 601-610.