

자갈궤도 구현을 위한 SPH 적용기법 연구

박종찬*, 한정진**, 장정우*, 황진**, 임남형*†

*충남대학교 공과대학 토목공학과

**충남대학교 철도연구소

†교신저자: nhrim@cnu.ac.kr

Study of SPH method for realization of ballast track

Jong-Chan Park*, Jeong-Jin Han**, Joung-Woo Jang*, Jin Hwang**, Nam-Hyoung Lim*†

*Dept. of Civil Engineering, Chungnam National University

**Chungnam National University Rail Research Institute

요약

많은 연구에서 자갈궤도 상에서 열차의 거동을 분석하기 위해 유한요소해석으로 궤도를 구현하고 있다. 하지만 육면체의 요소로 자갈층을 구현하는 것은 한계가 있으며, DEM(Discrete Element Method) 기법으로 자갈층을 구현하는 연구들이 수행 중이지만 해석시간이 오래 걸리는 한계가 있다. 본 연구에서는 자갈층을 실제와 유사하게 구현하면서 해석시간을 줄이고자 SPH 기법을 활용하여 자갈층을 구현하여 자갈층에 대해 낙하실험 및 해석을 수행하여 SPH 기법이 자갈층을 구현하는데 적절한지 분석하였다.

In many studies, tracks are implemented by finite element analysis to analyze the behavior of trains on ballast tracks. However, there is a limit to realizing the ballast layer with a hexahedral element. Although some studies to implement the ballast layer using the DEM(Discrete Element Method) method are being used, there is a limitation in that it takes a long time to analyze. In this study, to reduce the analysis time while realizing the ballast layer similarly to the real one, the SPH method was used to implement the ballast layer. Also drop test and analysis were performed on the ballast layer to analyze whether the SPH method was appropriate for realizing the ballast layer.

1. 중량체 낙하실험

자갈층에 중량체 낙하실험은 아래의 [그림 1]과 같이 실험장비를 설치하여 실험을 수행하였으며, 중량체의 가속도를 확인하며 낙하높이 0.5, 1m에 대해 실험을 실시하였다. 자갈층의 폭, 너비, 두께는 1,000 × 1,300 × 600mm로 제작하였다.



[그림 1] Equipment of Drop Test

2. FEA Model

Pre-post는 HyperMesh를 이용하여 중량체 낙하실험

결과 동일한 조건으로 중량체 및 자갈층을 모델링 하였으며, Solver는 LS-DYNA를 사용하였다. 자갈궤도는 SPH 기법을 적용하였다.

SPH기법은 기존의 격자방식의 요소가 아니라 입자형식의 요소로서, 각각의 입자 요소에 중량 및 물성을 정의하여 해석을 수행하는 기법으로 기존의 격자형식보다 해석시간을 줄일 수 있는 장점이 있다.

3. 결론

중량체의 낙하 실험과 SPH기법을 적용한 해석기법의 비교는 시간에 따른 중량체의 가속도, 속도, 변위에 대해 결과 값을 필터링 후 비교하였다.

실험 데이터와 해석 결과를 비교해 볼 때, 실험에서는 일부 구간에서 중량체의 거동에 차이가 있었지만, 최대감가속도와 가속도가 '0'이 되는 지점은 유사하게 나타났으며, 가속도/속도/변위에 대해 전반적으로 유사하게 확인되어 SPH기법이 자갈층을 구현하는 방법으로 적절하다고 판단된다.