

열차의 탈선 후 거동 예측을 위한 단순화 차량 모델 연구

A Study on Simplified Model to Predict Post-Derailment Behavior

송인호*, 김용태* 구정서*†

Inho Song*, Yong Tae Kim**†, Jeong Seo Koo**†

초 록 국내 철도시설의 기술기준에서는 탈선에 의한 피해를 최소화하기 위해 급곡선부 등 탈선 위험개소에 가드레일 또는 방호벽을 설치하여 탈선 및 일탈방지시설을 설치하도록 하고 있다. 방호시설의 시공위치나 설계하중 등에 대한 연구는 부족한 실정이며 이를 연구하기 위해서는 열차의 탈선 거동을 파악하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 열차의 탈선 후 거동 예측을 위한 단순화 모델을 연구하였으며 실험용 탈선실험을 실시하여 동일 조건의 탈선 시뮬레이션을 실시하여 비교하였다. 탈선 실험결과를 시뮬레이션 결과와 비교하였으며 단순화 모델이 열차의 탈선 후 거동의 경향을 예측할 수 있음을 확인하였다.

주요어 : Derailment, DCP, Simplified vehicle model, 탈선실험, 일탈방지시설, 탈선 후 거동

1. 서 론

고속철도는 철도설계지침 및 편람(KRC-02060)에 따라 교량에 방호벽을 설치하고 있으며 열차의 이탈을 방지하도록 하고 있다. 그러나 이는 2004년 고속철도 도입 당시 유럽관행에 따라 설치되는 것으로 방호시설에 대한 시공위치나 설계하중 등에 대한 연구는 부족하다.[1]

방호시설의 시공위치나 설계하중을 결정하기 위해서는 열차의 탈선 후 거동을 파악하는 것이 중요하며 이는 실제 열차탈선실험을 통해 확인하는 것이 가장 이상적이지만 실험장 구축, 실험차량 구입 등 현실적인 어려움이 있기 때문에 시뮬레이션을 통해 탈선 후 거동을 파악하는 것이 가장 경제적이다.

본 연구에서는 열차의 탈선 후 거동을 예측하며 탈선 경향을 파악할 수 있는 단순화 차량 모델링하여 실제 탈선 실험과 비교하였다.

2. 본 론

2.1 단순화 모델링

2.1.1 단순화 차량 모델링

본 연구에서는 상용소프트웨어인 Ls-dyna를 사용하여 탈선 시뮬레이션을 진행하였다.

단순화 모델은 CONSTRAINED NODAL RIGID BODY INERTIA 기능을 사용하여 1D 강체요소 에 질량과 회전관성모멘트를 적용하여 모델링 한 것으로 형상을 가진 3D 유한요소 모델과 동일한 특성을 가지도록 모델링하였다.



Fig. 1 Experiment vehicle for derailment test

† 교신저자: 서울과학기술대학교 철도안전공학과 (koojs@seoultech.ac.kr)

* 서울과학기술대학교 철도안전공학과

Fig.1 은 탈선실험을 위해 제작한 실험 열차이며 Fig.2는 실험열차의 질량과 회전관성모멘트를 대입한 단순화차량 모델이다.

1D 강체 요소는 시뮬레이션 결과 확인 시 거동확인에 불편함이 있기 때문에 이를 보완하기 위해 Null요소 Fig.2의 오른쪽 사진처럼 컨테이너와 화물열차 프레임에 추가하였다.

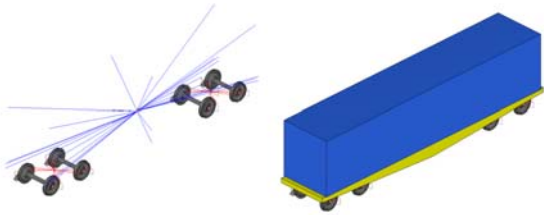


Fig. 2 Simplified vehicle model

용접대차의 현가스프링 특성은 Table1와 같으며 [2] 컨테이너와 차체프레임을 포함한 질량과 회전관성모멘트는 Table2와 같다.

Table 1 Properties of bogie suspension.

Properties of Bogie Spring		
	outer	Inner
Spring Coefficient	42.35kg/mm	76.38kg/mm
Solid height	155mm	138mm
Free length	270.1mm	228mm

Table 2 Properties of vehicle body.

Properties of Vehicle		
Bogie Frame	Mass (kg)	1960.5
	Ixx (kg · m ²)	1562.7
	Iyy (kg · m ²)	1113.7
	Izz (kg · m ²)	2573.5
Body Frame (Container + Frame)	Mass (kg)	8500
	Ixx (kg · m ²)	10347
	Iyy (kg · m ²)	114775
	Izz (kg · m ²)	116007

2.1 실대형 탈선 실험

2.1.1 탈선실험과 시뮬레이션 비교

탈선실험은 50km/h로 실시되었으며 일탈방호시설인 DCP가 설치된 상태로 실험을 실시하였다. Fig.3 은 실험 후 궤도 파손부를 시뮬레이션과 비교하여 나타낸 사진이다.

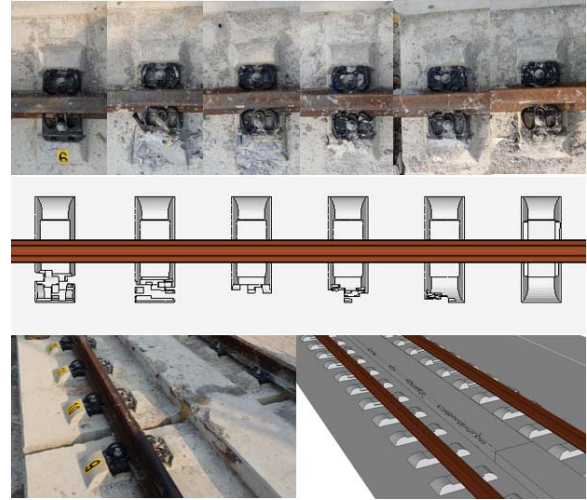


Fig. 3 Comparison of broken track

3. 결론

실제 탈선실험과 시뮬레이션을 비교한 결과 유사한 위치에서 궤도와 방호시설의 파손이 발생하였다. 단순화 차량모델을 사용하여 열차의 탈선 후 경향을 파악할 수 있을 것으로 판단되며 열차의 탈선 후 거동의 경향을 예측하여 방호시설 설계에 도움이 될 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(19RTRP-B122273-04)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 배현웅(2017). “철도차량 일탈방호를 위한 시설 개발 및 성능기준 연구단 소개”, 대한토목학회 65(8), pp. 14-19.
- [2] 유원희 (2001).“대차 메카니즘 설계 최적화 분야”, 철도시스템 기반기술연구, KRRRI연구 01-51, 한국철도기술연구원.