

## 열차 중량에 따른 탈선/충돌 실험 비교 분석

## Comparison of Derailment/Collision Experiments according to Train Weight

장윤재\*, 배현웅\*\*, 김경주\*\*, 박종찬\*, 임남형†

Yun-Jae Chang\*, Hyun-Ung Bae\*\*, Kyoung-Ju Kim\*\*, Jong-Chan Park\*, Nam-Hyoung Lim†

**초 록** 열차 탈선/충돌사고는 빈도수는 매우 적지만 그 피해정도가 상당히 크므로 이에 대한 피해를 최소화하기 위한 대비로 방호시설을 설치할 필요가 있다. 예기치 못한 탈선사고에 대비하여 탈선 후 열차의 거동을 분석과 2차 피해 확대를 경감/최소화하기 위한 일탈방호시설을 개발하고자 한다. 이를 위해 경전선 폐선구간 일대에서 콘크리트 및 자갈궤도의 부지를 구축하고 타고오름 탈선을 유도하여 실험형 실험을 수행하였다. 기존 실험에서는 철도차량의 모듈단위로 볼 수 있는 대차 한 대를 콘크리트 궤도상 탈선 시켜 실험을 진행했다. 이에 컨테이너를 추가하는 방법으로 중량이 증가된 열차를 탈선시켜 궤장 구조물과의 충돌거동 결과를 비교하였다.

**주요어** : 탈선사고, 일탈방호시설, 열차탈선, 충돌거동

## 1. 서 론

열차의 고속화가 진행이 되면서, 세계 각국의 철도운영기관은 열차운행과 유지보수에 있어 안전성 향상에 중점을 두고 있다. 하지만, 열차탈선 사고는 기술, 환경적 요인을 포함하여 다양한 요인을 통해서 발생하게 된다. 또한 1차 사고에서 2차 사고로 이어질 경우, 피해정도가 상당히 큰 대형철도사고로 초래될 수 있다.

근본적으로 열차가 궤도에서 탈선하는 것을 방지하는 것이 가장 이상적인 해결책이지만, 사전에 예방할 수 없는 요인으로 사고가 발생할 경우 2차 피해 확산을 최소화하기 위한 일탈방호시설의 설치가 필요하다.

본 논문은 일탈방호시설을 설치하기 위한 기초연구로서, 일탈방호시설이 설치된 궤도에서 기존보다 중량이 증가된 열차의 탈선 후 열차거동을 비교 분석하기 위하여 실험형

탈선/충돌 실험을 수행 하였다.

## 2. 본 론

## 2.1 탈선/충돌 실험시설

## 2.1.1 실험부지 및 궤도구성

경전선 폐선구간 유수역 부근 약 1200m의 가속구간과, 400m의 유수역 실험장 그리고 400m의 제동/가속구간으로 구성하여 실험 부지를 구축했다. 또한 실험장의 콘크리트 궤도는 교량상 콘크리트 궤도인 Rheda2000 형식과 동일한 조건으로 200m 구성하였고 나머지 200m 부분은 자갈궤도로 구성하여 실험형 탈선/충돌 실험을 수행하였다.



Fig. 1 Satellite map of large experimental site

† 교신저자: 충남대학교 공과대학 토목공학과 (nhrim@cnu.ac.kr)

\* 충남대학교 공과대학 토목공학과

\*\* 로드키네마틱스

### 2.1.2 DCP 및 대차 제원

DCP패널 단면선정은 KTX차량의 최저형(145 mm)을 기준으로 5 mm 여유치를 감안하여 DCP 높이(140 mm)를 설정하였다. 또한 하부 충전층 15 mm를 감안하여 프리캐스트 본체의 높이를 125 mm로 Fig. 2와 같이 설정하여 실험을 진행 하였다.

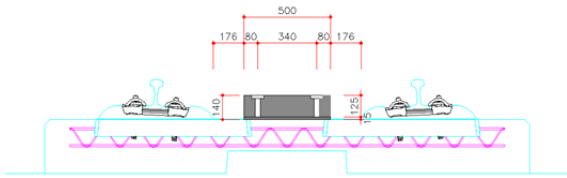


Fig. 2 DCP Installation Cross-section (500\*140 mm<sup>2</sup>)

본 연구에서 필요로 하는 충돌하중 증가에 있어서는 대차의 속도증가가 필수적이다. 그래서 고속화의 어려움이 있는 주강대차를 용접대차로 교체하였다. 용접대차의 제원은 Table 1.과 같다. 또한 Fig. 3과 같은 실험차량에 컨테이너를 결합하였다. 그리하여 실험차량의 중량을 13.38 tonf에서 17.32 tonf로 증가시켜 실험을 진행 하였다.

Table 1 Specification of Welded Bogie

	Specification
Track gage	1,435 [mm]
Rigid Wheel base	1,800 [mm]
Wheel diameter	860 [mm]
Length	3,183 [mm]
Width	807 [mm]
Weight	4.5 [tonf]

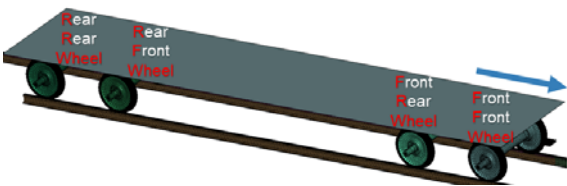


Fig. 3 Train model prior to Container coupling

## 2.2 열차중량 증가에 따른 탈선/충돌 실험 결과

### 2.2.1 열차 탈선 후 속도 비교

열차 탈선 실험을 통해 기존차량과 중량을 증가시킨 차량의 탈선 후 속도에 대한 거동이 Fig. 4 그래프와 같이 나타났다.

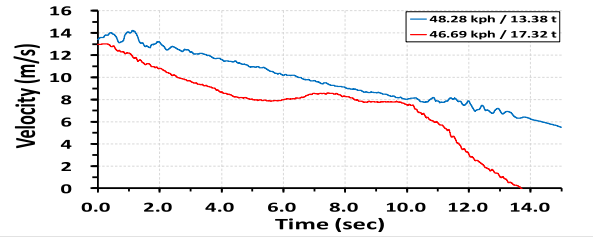


Fig. 4 Comparison of Velocity by Train Weight

기존 차량의 속도는 시간이 증가함에 따라 일정하게 감소하는 경향을 나타내고 있지만, 중량을 증가시킨 실험차량은 초반 급격히 감속하는 경향을 확인하였다.

### 2.2.2 열차 탈선 시 험프 충돌거동 비교

열차 탈선 초기에 차량이 험프와 충돌해 파괴되는 현상을 확인할 수 있다. 다음 Fig. 5는 기존차량과 중량을 증가시킨 차량의 험프 파괴 모드를 비교한 그림이다.



Fig. 5 Hump Destruction Comparison

비교결과 중량을 증가시킨 차량의 경우 운동에너지의 증가로 인해 험프와의 충돌 시 횡 변위의 감소로 더 많은 험프를 파괴한 것으로 판단이 된다. 이러한 차량의 중량증가로 인한 험프 파괴모드는 2.2.1절과 같은 차량 속도의 감소에 많은 영향을 미친 것으로 판단된다.

## 3. 결론

본 논문에서는 열차의 중량에 따른 탈선과 충돌에 대해 비교분석 하였다. 험프의 파괴 양상을 비교한 결과, 실험차량의 험프 파괴는 탈선 후 열차속도에 지대한 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 그러므로 열차의 중량이 증가함에 따라, 더 많은 양의 험프를 파괴하여 더 급격한 속도 감소가 나타난다.

## 후 기

본 연구는 국토교통부 철도기술사업의 사업인 ‘철도차량 일탈방호를 위한 시설 개발 및 성능기준 연구’ 과제(19RTRP-B122273-04)에 일환으로 이루어졌습니다. 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- [1] Hoonhee Han, Junwoo Kim, Inho Song, Hyunung Bae, Jeoungseo Koo and Namhyoung Lim, 2018, "*Study on Derailment Test of Bogie Using Fixed Derailer,*" Journal of the Korean Society for Railway, Vol. 21, No. 10, pp. 957~968.
- [2] Jong Ho Kim, Hyun Ung Bae, Jun Woo Kim, In Ho Song, Chin Ok Lee and Nam Hyoung Lim, 2018, "*Post-derailment Behavior of Casting Bogie by Full Scale Test*" Journal of the Korean Society for Railway, Vol. 21, No. 8, pp. 815~829.
- [3] Hyun-Ung Bae, Kyoung-Ju Kim, Kyung-Hwan Min, Kwang-Hee Jeong and Nam-Hyoung Lim, 2018, "*Analysis of Collision Behavior of a Train Bogie after Derailment through Full-scale Test,*" 한국철도학회 학술발표대회논문집, pp. 231~232.
- [4] Hyun-Ung Bae, Kyung-Hwan Min, Sang-Gu Park, Yun-Suk Kang and Nam-Hyoung Lim, 2017, "*Establishment of Experimental System for Train Derailment-Collision,*" 한국철도학회 학술발표대회논문집, pp. 683~686.