

소형 장애물 제거기의 충돌 영향도 분석

The Analysis for Collision Effect of Small Obstacle Deflector

by Using Crash Simulation

이배화*, 정지호*, 김승택*, 이장욱*

Baehwa Lee*, Jiho Jung*, Seungtech Kim*, Jangwook Lee*

초 록 간선형 철도차량은 주로 지역간 이동을 하기 위한 목적이므로 다양한 운영노선과 장거리로 운영됨에 따라 노선 상에 건널목 등이 위치하여, 그 선로가 일반 차량과 동물과 같은 외부 장애물에 노출되는 구간이 있어 충돌로 인해 탈선이 발생할 수 있는 상황이 존재한다. 이 때문에 철도차량 기술기준[1]과 유럽의 충돌사양 인 EN15227[2]은 간선형 및 고속철도차량에 장애물 제거기를 설치하도록 요구하고 있으며, 이에 대한 검증방법으로서 강도기준과 에너지 흡수량이 명시되어 있다. 이는 장애물 제거기의 강도평가의 판단에 어려움이 없지만, 그 하중인가조건이 실제 차량을 운영할 때 발생하는 충돌조건으로서 가늠하기 힘들다. 이에 본 연구는 EN15227[2]의 강도요구사항에 해당하는 장애물 제거기의 충돌시나리오를 제안한다.

주요어 : 소형 장애물 제거기, EN15227, 충돌 시나리오, 간선형 전동차

1. 본 론

최근 강화된 철도차량의 충돌안전검증은 다양한 평가항목들이 기술되어 있으며, 운영노선을 고려해 따라 평가항목이 추가되거나 기준을 높이도록 요구하고 있다. 이에 간선형 및 고속철도차량과 같이 운영노선 내 건널목이 존재하여 소형 장애물과의 충돌이 예상되는 차량은 충돌 시 탈선을 방지하고자 선두 차량의 전두부에 장애물 제거기가 설치된다. 이 장애물 제거기의 충돌안전에 대한 평가방법 및 항목은 철도차량 기술기준[1]에 의거해 EN15227[2]을 통해 평가되며, 차량의 최대 운영속도에 비례한 정적강도와 에너지 흡수량이 판단기준이 된다. 이러한 평가기준은 충돌조건으로 환산하기 힘들고, 충돌 시 그 거동을 예측할 수 없는 상황이다. 이 때문에 차량의 운영사는 사고발생 직전의 예방조치에 한계가 있고, 차량의 제작서로선 차량 설계 시 위험도 분석에 어려움이 따른다. 이에

본 논문은 EN15227[2]의 강도조건을 충족하는 장애물 제거기를 대상으로 하였고, 해당 요구조건을 동적 충돌 시나리오로 환산할 때의 충돌조건과 충돌속도를 제안한다.

2. 본 론

2.1 소형 장애물 제거기

2.1.1 장애물 제거기 성능

장애물 제거기의 요구성능은 Fig. 1과 같이 중앙부와 사이드부에 Table 1에 명시된 하중을 인가하였을 때 변형이 발생하지 않아야 하며, 중앙부를 120mm 변위 시킬 때는 Table 2에 명시된 에너지 흡수성능을 만족하여야 한다. 본 논문에서 사용한 장애물 제거기는 관련 규정에 의해 연구를 마친 상황이며 [3], 요구성능에 대해 시험으로 입증된 구조물이다.

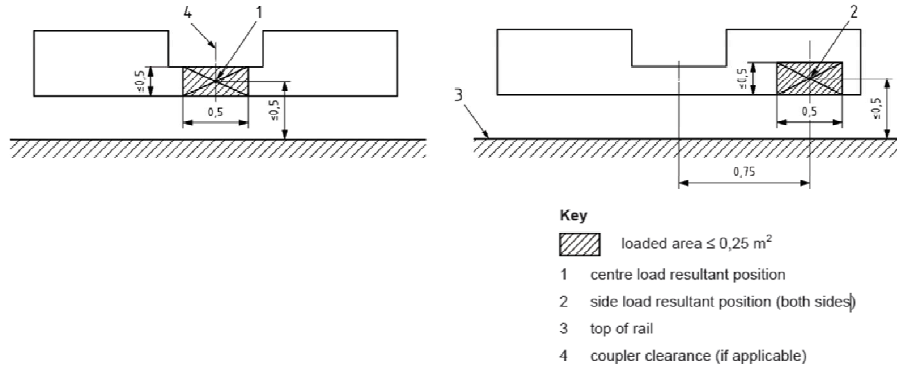


Fig. 1 Obstacle deflector load application damage locations

2.1.2 해석모델

충돌요구사항을 충족한 장애물 제거기의 실제 충돌조건을 검토하고자, Fig. 2와 같이 철도차량의 전두부의 끝단에 부착하여 충돌 해석을 수행하였다. 충돌해석은 범용 충돌 해석 프로그램인 LS-dyna[4]를 이용하였고, 장애물 제거기의 강도평가에 사용한 해석 모델을 충돌모델로 변환시켜 활용하였다.

2.1.3 충돌조건 검토인자

충돌요구사항을 충족한 장애물 제거기의 실제 충돌조건을 찾기 위해 충돌 에너지의 대표

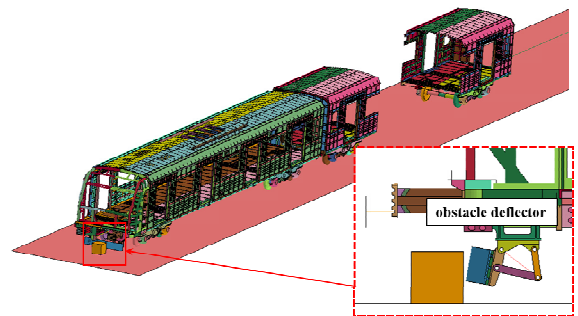


Fig. 2 The FE model of obstacle deflector and vehicle 인자인 무게와 속도를 고려하였다. 장애물의 중량과 충돌속도를 다양하게 적용하여 충돌 영향성을 파악하였고, 제거기가 가지는 에너지 흡수성능과 동등한 충돌 시나리오를 선정하였다.

Table 1 Performance requirements of obstacle deflector

Operational speed [km/h]	≥ 160	140	120	100	≤ 80
Static load of 1 [kN]	300	240	180	120	60
Static load of 2 [kN]	250	200	150	100	50

Table 2 Energy absorbing requirements of obstacle deflector

Operational speed [km/h]	≥ 160	140	120	100	≤ 80
Central static load [kN]	300	240	180	120	60
Absorbing energy [kJ]	36.0	28.8	21.6	14.4	7.2

3. 결론

본 논문에서는 장애물 제거기의 충돌해석을 통해 준정적 평가방식인 에너지 흡수성능 평가를 충돌 시나리오로서 확인하는 연구를 진행하였다. 이를 통해 장애물 제거기가 실제 충돌상황에서 제거기로서 역할을 할 수 있는

참고문헌

- [1] 철도차량기술기준 Part 51. 도시철도차량 (전동차) 기술기준
- [2] BRITISH STANDARD BS EN 15227:2008+ A1:2010, "Railway applications – Crashworthiness requirements for railway vehicle bodies"
- [3] H. Kim, J. Kim, T. Kwon and H. Jung (2017) Study on obstacle deflector of a railway vehicle

using tension-type energy, Absorbers, *Journal of the Korean society for railway*, Vol. 20, No. 2, pp. 173-181.

[4] 'LS-DYNA Applications v971' Livermore Software Technology Corporation.