

화차용 대차 동특성 확인을 통한 주행성능 향상 연구

A Study on the Dynamic Characteristics of Freight train bogie

한은광*, 김원경**, 박기준**, 박종섭*, 지종구*

Eun kwang Han*, Won kyoung Kim*, Ki joon Park**, Jong seub Park*, Jong gu Ji*

Abstract In the study, the dynamic performance of the high-speed car model, such as running stability and derailment safety, was predicted through the dynamic interpretation of the vehicle, and from the viewpoint of dynamic safety, Vi-rail, which is a multi-body dynamics analysis program, was used as a step for proper design verification of the vehicle. The analysis model consisted of two major elements and progressed as an empty car and a full car. In this study, the developed high-speed vehicle is a modified version of the existing Y25 bogie, which checks the critical speed of the bogie to check the stability of the vehicle and evaluates the stability of the bogie in straight and curved lines. The evaluation criteria are performed based on the UIC 518, and the acceleration and displacement of the bogie are measured and evaluated. As a result of analysis, the maximum operating speed was interpreted as about 260km/h for empty cars and 280km/h for full cars. For curved roads, the derailment coefficient of the vehicle was less than the regulatory standard of 0.8 and the reduction rate of the wheel was less than 60% of the regulatory standard.

Keywords : freight train, Y25, Dynamic, Vi-rail, UIC518

초 록 본 연구에서는 현재 개발 중인 고속 화차대차의 주행안정성, 탈선 안전도 등의 동역학적 성능을 차량 동특성 해석을 통하여 예측하고, 동적 안전성 관점에서 차량의 적절한 설계 검증을 하는 단계로써 다물체 동역학 해석프로그램인 Vi-rail을 이용하여 해석을 진행하였다. 해석모델은 크게 두가지로 구성하였으며, 공차와 만차 모델로 진행하였다. 본 연구에서 개발 중인 고속 화차대차는 기존 Y25 대차를 개량한 모델로써 대차의 임계속도를 확인하여 차량의 안정성을 확인하고 직선, 곡선에서의 주행안정성을 평가한다. 평가기준은 UIC 518을 바탕으로 진행되며 대차의 가속도와 변위를 측정하여 평가하였다. 해석 결과, 최대운행가능 속도는 공차일 때 약 260km/h, 만차일 때 280km/h로 해석되었고, 곡선주행의 경우 차량의 탈선계수는 규정기준 0.8미만 윤중감소율은 규정기준 60%미만으로 안정적인 결과가 도출되었다.

주요어 : 화차, Y25, 동특성, Vi-rail, UIC518

1. 서론

국내 화차 대차는 해외에서 수입하여 사용하고 있거나, 또는 해외에서 개발된 모델을 기본으로 두고 약간씩 수정하여 국내 제작 운영함으로써 국내 철도 노선 특성에 적합하

지않고, 유지보수가 복잡하여 운용에 많은 문제점이 발생하고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 해결하고 기존선의 선로 용량을 확충하기 위해 화차의 속도향상이 불가피하여 이를 위해 고속으로 주행이 가능한 국산 화차의 대차개발의 필요성에 의해 본 연구를 진행하였다.

* (주)성신RST 기술사업화연구소

** KRRRI 한국철도기술연구원

2. 본 론

coefficient

2.1 Vi-rail을 이용한 철도 차량 동역학 모델

2.1.1 고속화차 모델링

Fig. 1와 같이 1량 편성으로 모델을 구성하였다. 대차에 대한 질량과 관성 정보는 CAD 프로그램을 이용하여 얻었으며, 차체의 경우 현재 운행 중인 화차 차량의 제원을 참고하여 모델링하였다.

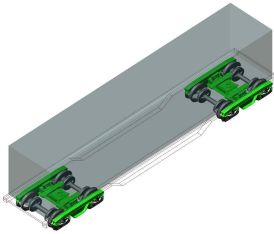


Fig. 1 Freight wagon analysis model

2.1.2 현가장치 모델링

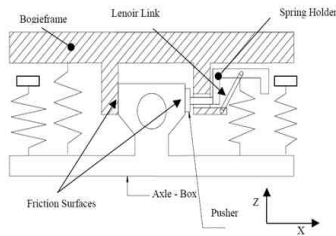


Fig. 2 Axle box Detailed model

Lenoir damper의 힘의 평형상태로 표현하면 Vertical force에 대한 Longitudinal force의 증가힘은 식(1)[1]과 같이 표현된다.

$$F_x = F_z \tan \theta \quad (1)$$

$$F_f = F_x \times \text{step}(v_r, \mu_d) \quad (2)$$

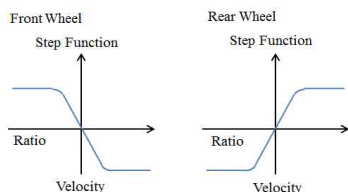


Fig. 3 Relationship between Relative speed and Friction

Fig. 2을 보듯이 Bogie frame과 Axle box 사이에서의 접촉 힘은 Lenoir damper와 마찬가지로 접촉에 의한 마찰력을 계산한 damper가 적용되었고, 식(2)에서 보는거와 같이 은 두 접촉관계의 상대속도를 나타내며 는 마찰 계수이고, 상대속도와 마찰계수의 관계는 Fig. 3과 같이 step 함수를 이용하여 정의하였다. 마찰 모델은 Coulomb을 이용하였다.

2.2 해석조건

고속화차 대차의 곡선 주행에서의 차량의 안정성과 곡선에서의 주행 안전성을 평가한다. 열차운전시행세칙 [별표 16] 곡선속도 [제16조 관련]을 준하여 평가하였다.

곡선 별 주행레일에 캔트계산식인 식 (3)을 이용하여 캔트값을 설정하였다.

$$C = 11.8 \times \frac{V^2}{R} - C' \quad (3)$$

2.2 해석결과

각 곡선부 최대운행속도로 해석을 진행한 결과 탈선계수 0.8미만, 운중감소율 0.8미만의 결과를 도출하였다.

3. 결 론

Vi-rail 해석모델을 이용하여 성능검증을 수행함으로써 화차용 대차 주행성능 향상에 기여할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Michele Buonsanti (2012) Dynamic modeling of a Freight Wagon with Modified Bogies, *European Journal of Scientific Research*, 86, pp. 274-282.