

축소주행시험기를 이용한 철도차량의 주행특성 연구

A Study on Running Characteristic of Railway Vehicle using a Scaled Roller Rig

*#신유정¹, 유원희², 김남포²

*Y. J. Shin(yjshin@krii.re.kr)¹, W. H. You², N. P. Kim²

¹과학기술연합대학원대학교, ²한국철도기술연구원 주행추진연구실

Key words : Running Characteristic, Railway Vehicle, Scaled Roller Rig

1. 서론

철도차량 주행시험대는 레일에 해당하는 궤조륜의 회전을 통해 주행하고 있는 차량의 상태를 재현하는 시험 장치이다. 주행시험대는 선로에서 실차 시험 시 발생할 수 있는 탈선과 같은 위험요소에 대한 부담감을 줄이면서 주행 시 차량 운동의 특성을 파악하는데 용이하다. 이미 여러 나라에서 철도차량을 개발한 후 주행안전성과 관련된 사행동을 포함한 주행 특성을 파악하는데 많이 사용되고 있다. 주행시험대 상에서의 시험이라해도 Full scale의 규모는 제작 비용 및 시간이 많이 소요되며, 철도차량의 설계변수나 주행 조건 등의 변경이 제한되거나 시험설비가 과대해 질 수 있다. 이러한 단점을 해결하기 위한 방안으로 구현하고자 하는 목적에 따라 상사기법에 맞춰 축소된 주행시험기와 시제차량을 이용한 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 그러나 기존의 축소형 철도차량 모델은 주행안전성 시험이 주목적으로 주행안전성에 가장 연관이 깊은 대차까지만 구현한 장치가 대부분이다. 축소형 대차까지만 구현한 시험 장치는 차체의 부재로 승차감과 같은 차체의 주행특성은 파악할 수가 없다. 차체를 주행시험기 상에서 구현한다면 댐퍼나 현가장치 등의 설계변수 변화와 차체의 진동 특성과의 상관관계를 알아본다거나 최근 활발히 연구되고 있는 능동형 현가장치 등을 장착하여 성능 시험하는 것과 같이 다방면으로 활용할 수 있으리라 판단된다. 이런 차체의 진동특성 분석을 목적으로 2007년 한국철도기술연구원에서 개발한 축소대차까지 구현한 주행시험기를 상사기법에 맞춰 차체까지 개선하여 구축하였다.^{1,2}

본 논문에서는 개선된 축소형 철도차량을 주행

시험기상에서의 주행 시험을 통해 철도차량의 진동특성 알아보았다.

2. 철도차량 축소 주행시험기

앞서 진술한 바와 같이 기존의 축소형 대차 주행 시험 장치는 대차의 주행안전성 시험이 목적으로 제작된 것으로 이차 현가장치 및 차체의 부재로 승차감과 관련된 차체의 진동에 대한 시험은 불가능하였다. 이를 개선하기 위하여 상사기법에 맞춰 Fig. 1과 같이 이차현가장치, 센터피봇 그리고 차체를 구현하였다.

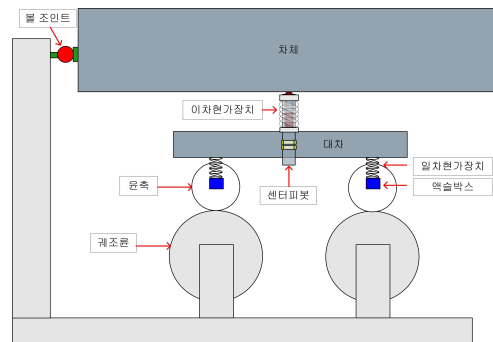


Fig. 1 Composition of scaled roller rig

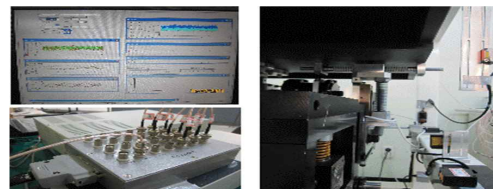


Fig. 2 Sensor and data acquisition device

Fig. 2는 구축된 주행시험기 상에서 센서 및 DAQ 장비를 나타낸 것으로, 변위센서는 궤조륜, 액슬박스, 대차, 차체의 횡방향을 계측하였고, 진동센서는 3축으로 대차와 차체의 진동을 계측하였다.

3. 주행시험 결과

본 절에서는 상사된 차량모델의 해석을 통해 임계속도를 알아보고, 축소 주행시험대 상에서의 측정결과와 비교하여 그 타당성을 확인하였다.

Fig. 3은 차량의 주행 속도에 해당하는 궤조륜의 속도변화에 따라 윤축, 대차, 차체의 횡방향 변위와 대차와 차체의 횡방향 진동가속도를 나타낸 그래프를 나타낸다. Fig. 4는 철도차량의 대차와 차체의 횡방향 진동가속도를 주파수 도메인으로 나타낸 것으로 차체는 2Hz 미만의 주파수에서, 대차는 11.5Hz의 성분이 주성분으로 나타남을 확인할 수 있었다.

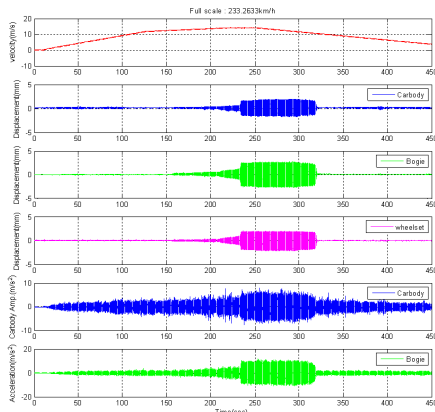


Fig. 3 Test result of railway vehicle on roller rig

그리고 Table 1은 상사기법에 의해 축소한 파라미터를 적용하여 해석한 축소모델과 Full scale 규모의 차량 모델 그리고 축소 주행시험대 상에서의 주행시험 결과를 나타낸 것이다.

Table 1 Critical speed of railway vehicle

Critical Speed	Full Scale	Small Scale	
	Analysis(m/s)	Analysis(m/s)	Test(m/s)
	76.39	15.44	12.97

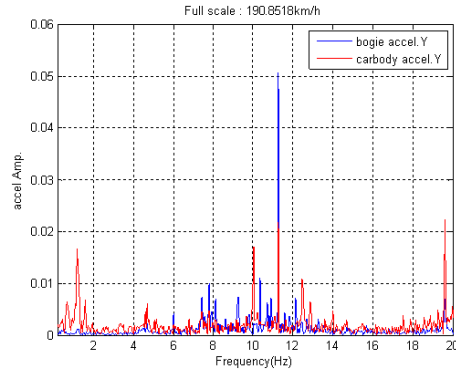


Fig. 4 Frequency of railway vehicle

수치해석 상으로는 축소모델의 임계속도를 상사기법으로 환산하여 Full scale 모델과 비교한 결과 근사한 임계속도로 나타났고, 주행시험대상에서의 시험결과는 좀 더 낮은 속도에서 임계속도가 존재함을 확인하였다. 이는 상사가 어려운 물성치에 대한 부분과 수치해석 시 고려하지 못한 비선형성에 대한 부분 때문이라고 판단되는데, 이는 차후 추가 실험과 해석을 통해 원인을 분석할 예정에 있다.

4. 결론

본 논문에서는 철도차량의 수치해석 결과와 축소형 주행시험기 상에서의 결과를 확인하였으며, 대차와 차체의 주파수 결과를 볼 때 비교적 주행특성을 잘 나타낸다고 판단된다. 향후 해석과 시험의 오차를 줄여 신뢰성을 더욱 높여 준다면 차체의 진동과 관련된 시험에 적절히 활용되리라 기대한다.

후기

본 논문은 지식경제 기술혁신사업의 철도차량용 능동현가장치 기술개발 과제비로 수행함.

참고문헌

1. You, W. H., "Development of the (semi) Active Steering Bogie System for Eco-friendly Urban Trans," Annual Report of KRRI, pp. 231-289, 2007.
2. Hur, H. M., Park, J. H., You, W. H. and Park, T. W., "A study on the wheelset behavior on the roller rig for railway bogie testing," Proceedings of the KSPE Spring Conference, pp. 841-842, 2007.