

# 철도차량 대차 현가계 구조에 따른 상하진동 특성 분석 Analysis on the vertical vibration for the bogie suspension structure of rolling-stock

\*#허현무<sup>1</sup>, 박준혁<sup>1</sup>

<sup>\*\*</sup>H. M. Hur(hmhur@krii.re.kr)<sup>1</sup>, J. H. Park<sup>1</sup>

Key words : Rolling-stock, Vertical vibration, Suspension structure

## 1. 서론

철도차량의 현가계 구조는 윤축, 대차, 차체로 연결되는 1차, 2차 현가계 구조로 구성되어 있다. 1차현가계는 윤축과 대차를 구속하고 2차현가계는 대차와 차체를 구속한다. 1, 2차현가계는 하중 지지 역할과 더불어 주행 중 궤도로부터 전달되는 진동을 윤축으로부터 차체까지 감쇠시키는 역할을 수행한다. 따라서 현가계를 구성하는 스프링과 댐퍼와 같은 구성요소에 따라 현가계 구조는 매우 다양하고 그 특성도 상이하다고 할 수 있다.

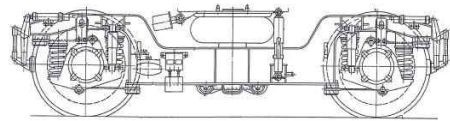
본 논문에서는 대차 현가계 구조에 따른 상하방향 진동 특성을 분석하고자 대차 구조가 상이한 철도차량을 대상으로 실선로에서 주행시험을 수행하였다. 분석결과 1, 2차 현가계 구성요소의 특성이 실차시험 결과에서도 나타나고 있음을 알 수 있었으며 그 결과에 대하여 기술하고자 한다.

## 2. 현가계 구조

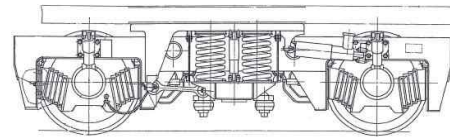
본 논문에서 대상으로 하는 대차 현가계 구조는 Fig. 1과 같다. bogie-A형 대차의 현가계는 코일스프링과 수직댐퍼로 구성된 1차현가계와 공기스프링, 수직댐퍼, 횡댐퍼로 구성된 2차현가계로 구성되어 있다. 반면 bogie-B형 대차의 1차현가계는 세브론 고무스프링과 경사댐퍼로 구성되어 있으며 2차현가계는 코일스프링과 수직댐퍼, 횡댐퍼로 구성되어 있다.

일반적으로 대차의 동적특성은 현가계를 구성하는 스프링의 형식 및 재질특성에 따라 좌우된다. 따라서 스틸 재질로 제작된 코일스프링과 고무 재질의 세브론고무스프링의 진동 감쇠 특성이 상이하고 마찬가지로 고무 재질로 제작된 공기스프링과 스틸 재질로 구성된 2차 코일스프링의 감쇠특성이 서로 상이함으로 이들 요소로 조합된 대차의

진동 특성도 상이할 것으로 예측된다.



(a) A type bogie(bogie-A)



(b) B type bogie(bogie-B)

Fig. 1 Suspension structures of bogie

## 3. 주행시험 및 진동특성 분석

bogie-A형 대차가 장착된 시험차량과 bogie-B형 대차가 장착된 시험차량을 Fig. 2와 같이 시험열차로 편성하였다. 그리고 차량의 진동특성을 분석하고자 대차와 차체에 진동가속도 센서를 부착하였으며 시험 중 주행속도를 측정하기 위하여 차륜에 속도센서를 설치하였다. 시험구간은 경부선 부산~동대구 간 기존선로 구간으로 하였으며 시운전 중 측정되는 신호를 DAQ(data acquisition system)에 저장하였다.

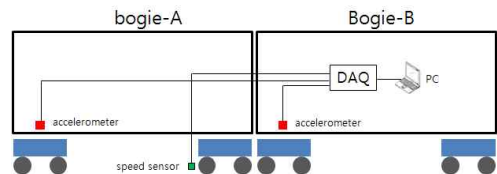


Fig. 2 Test train

진동특성 분석은 철도차량 동적거동 분석에 통상적으로 준용되어온 진동과 승차감을 기준으로

분석하였다. 진동특성 분석은 한국산업규격 KS R 9160 철도차량의 진동특성 측정방법과 철도차량의 진동 측정방법에 의거하여 분석하였다. 승차감은 KS R 9216 철도차량-승차감 측정 및 평가방법에 의거하여 분석하였다.

Fig. 3과 Fig. 4는 대차와 차체 진동을 분석한 결과이다. 대차 진동은 bogie-B 대차가 bogie-A형 대차에 비하여 양호한 진동 특성을 보이고 있다. 이는 코일스프링을 적용한 bogie-A형 대차에 비하여 bogie-B형 대차의 1차현가스프링은 진동감쇠 특성이 양호한 세브론 고무스프링을 적용함에 기인한 결과로 볼 수 있다. 차체 진동은 두 차량 모두 등가의 유사한 특성을 보이고 있다. 또한 Fig. 5의 상하방향 승차감 분석결과를 보면 차체 진동과 마찬가지로 매우 유사한 수준을 보이고 있다.

이는 Fig. 6, Fig 7과 같이 주파수특성 분석결과에서 보듯이 bogie-A형 차량이 대차 진동은 취약하지만 차체 진동은 bogie-B형 차량과 유사한 수준이다. 이는 bogie-A형 차량이 2차현가스프링으로 진동감쇠가 우수한 공기스프링을 적용함에 기인한 것이라 할 수 있다. 대차/차체 간 진동 감쇠 실효값을 비교하면 bogie-A형 차량이  $2.95m/s^2$ 에 비하여 bogie-B형 차량은  $2.48m/s^2$ 로서 bogie-A형 차량이 우수하다.

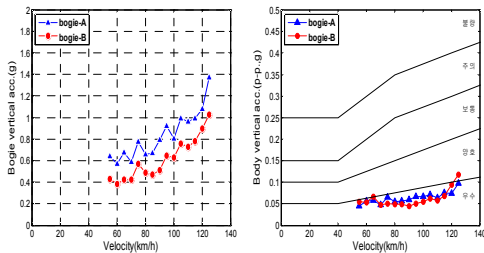


Fig. 3 Result of the bogie vibration analysis Fig. 4 Result of the body vibration analysis

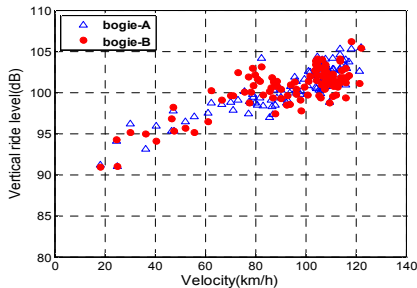


Fig. 5 Vertical ride level of the body

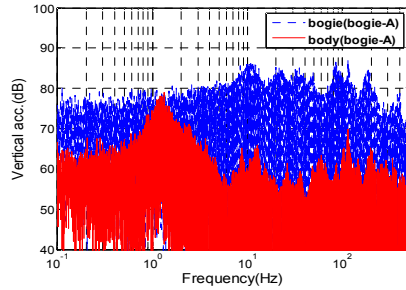


Fig. 6 Frequency characteristics of the bogie-A test vehicle

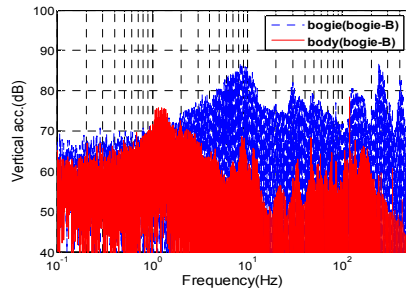


Fig. 7 Frequency characteristics of the bogie-B test vehicle

#### 4. 결론

철도차량 대차 현가계 구조에 따른 상하방향 진동 특성을 분석하고자 현가구조가 상이한 철도차량을 대상으로 실선로에서 주행시험을 수행하였다.

분석결과 1, 2차 현가 구성요소의 형식 및 재질특성에 따라 대차 및 차체의 진동, 승차감에 영향을 미침을 확인할 수 있었다. 특히 고무요소를 적용함에 따른 영향이 크음을 알 수 있었다. 따라서 양호한 진동특성 및 승차감 확보를 위해서는 진동감쇠 특성과 유지보수성이 양호한 현가요소에 대한 연구 개발이 필요할 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

1. “철도차량의 진동 측정방법”, 철도청 철도기술연구보, Vol.23, No.1, 1989
2. 허현무, 박준혁, 함영삼, "승차감 평가방법에 따른 철도차량 승차감 분석", 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, 2012.