

## 철도 차량용 공기스프링 변위 측정 방법 연구

### Displacement measurement method of Air spring for railway vehicle.

이봉주<sup>†</sup>, 민영정\*, 오형식\*

Bong Ju Lee<sup>†</sup>, Young Jung Min\*, Hyeung Sik Oh\*

**초 록** 철도 차량의 2차 현수 장치에 적용되는 공기스프링은 차체를 지지하는 동시에 대차와 차체의 변위를 허용하는 역할을 한다. 때문에 공기스프링은 선로에서 가진된 고 주파수의 진동뿐만 아니라, 곡선 및 차체 변위에 의해 발생한 차체-대차간 상대 변위를 견디도록 설계 된다. 공기스프링의 내구 성능은 차체-대차간 상대 변위와 이의 빈도에 의해 주요하게 결정된다. 그러나 공기스프링의 형상에 의해 공기스프링의 변위를 정확하게 측정할 수 있는 상용화된 방안은 없다. 본 논문은 공기스프링의 내구 성능을 결정하는 상대 변위를 차체-대차간에 측정된 변위의 후처리 방법을 통해 변환하는 방법을 제안한다. 이를 통해 대차-차체간 상대 거동을 확인하고 이를 관련 부품의 설계 기준으로 활용하고자 한다.

**주요어** : 공기스프링(Air spring), 대차(Bogie), DMU, 변위(Displacement)

## 1. 서 론

승객 운송을 목적으로 하는 대부분의 철도 차량의 2차 현수장치에는 공기스프링이 사용되고 있다. 그러나 공기스프링의 내구 성능에 가장 큰 영향을 미치는 상대 변위를 차량에서 정확하게 측정하는 상용화된 방안은 없다. 본 논문에서는 차체와 대차 사이의 변위를 측정하여 공기스프링의 상대 변위를 추정할 수 있는 방안과 또 이를 통해 측정된 시험 결과를 소개하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 측정 개념

공기스프링은 차체 측에 고정되는 부분과 대차측에 고정되는 부분 또 상대 변위가 발생하는 고무 벨로우즈(Bellows)로 크게 구성

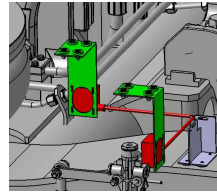
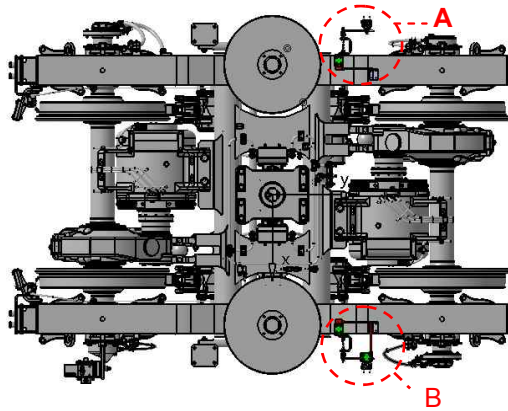
된다. 벨로우즈 내부는 고압의 밀폐된 상태로 운영되므로, 공기스프링 내부에 변위계를 부착하여 직접 변위를 측정하는 것은 어렵다. 따라서 본 논문에서는 공기 스프링의 상대 변위를 직접 측정 방식이 아닌 간접 측정 방식을 이용하였다. 즉 측정을 위해, 대차-차체 상대 변위를 측정하여 차량 또는 대차의 거동을 기록하고 이를 공기 스프링 위치의 변위로 환산한다. 사용된 변위계는 와이어 타입의 변위센서를 사용하였다. 대차-차체 각 절대 위치간의 변위를 측정하기 위함이며, 방향성이 고정된 레이저 타입의 변위 측정 센서는 본 측정 개념에 적합하지 않다. 또한 본 논문에서는 수직 방향의 변위를 제외하고, 2차원 평면의 거동만을 고려한다. 필요시 수직 변위를 추가하여 이를 3차원으로 확장하는 것은 기술적 어려움이 없는 것으로 판단된다.

#### 2.1.1 대차-차체 상대 변위 측정 방법

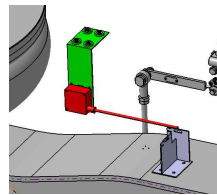
2차원 평면에서 대차-차체 상대 거동은 3자유도로 표현되며, 실제 차량에서도 그림 1과 같이 전후 방향 변위2개와 좌우 방향 1개로 표현할 수 있다.

<sup>†</sup> 현대로템 (leebj@hyundai-rottem.co.kr)

\* 현대로템



A:좌측 전후 & 좌우 변위



B:우측 전후 변위

Fig. 1 변위 센서 설치

해당 위치에서 측정된 변위는 각각 해당 위치에서의 대차-차체 상대 변위로서, 이를 Catia v5의 DMU를 이용하여 두 시스템의 상대 거동으로 표현하였다. 즉 CAD 시스템에서 상대 변위로 표현된 거동은 시스템내의 어느 위치든지 이의 상대 변위를 표현할 수 있게 되므로, 공기 스프링의 상대변위를 측정할 수 있다.

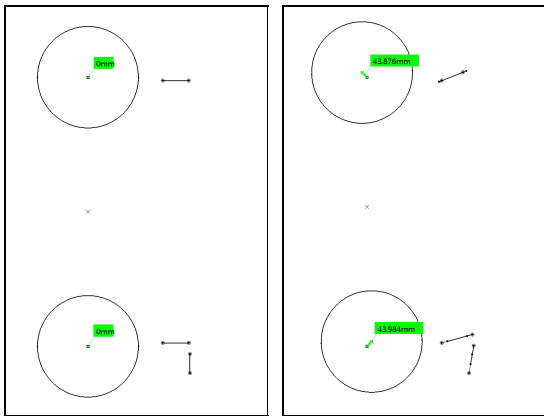


Fig. 2 CATIA V5 DMU Kinematics

그림 2는 사용된 CAD 시스템인 CATIA V5의 DMU 기능을 이용하여 거동을 모사하고 공기 스프링의 상대 변위를 측정할 예시를 보여준다. DMU에서 각 점의 위치는 차량 시험 시 설치한 변위 센서의 양끝지점을 정확히 입력해야 하며, 이에 따라 차량 거동의 정밀도가 결정된다.

### 2.1.2 공기 스프링의 상대 변위

DMU를 통해 결정된 차량의 거동을 통해

결정된 공기 스프링의 변위는 그림 3과 같다. 그림3은 측정된 차체-대차 상대 변위와, 이를 통해 변환된 공기스프링의 변위를 같이 나타내었다.

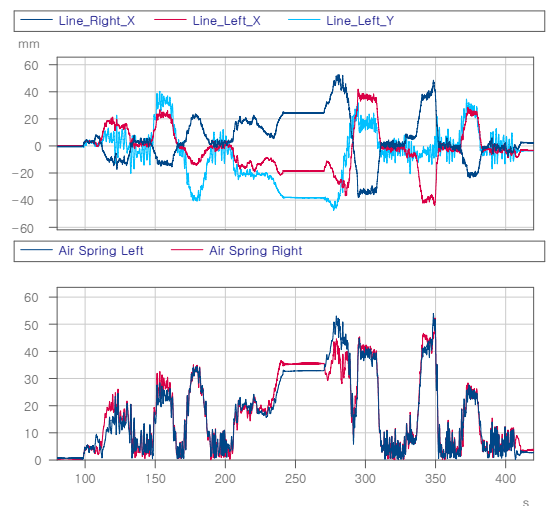


Fig. 3 Air spring 변위

## 3. 결론

공기 스프링의 수평 변위 측정을 위해 간접 측정 방식으로 변위를 측정 하였다. 향후 본 데이터를 토대로 내구 성능 비교 위한 데이터로 활용할 예정이다.