

## 철도차량 바닥구조 적층방법에 따른 진동저감

The Vibration Reduction of Railway Floor Structure depending on the Stacking Method

신범식\*·이상원\*·구자춘\*·최연선†·이승일\*\*

Bum-Sik Shin, Sang-Won Lee, Ja-Choon Koo, Yeon-Sun Choi, Seung-Il Lee

### 1. 서 론

철도차량 주행 시 휠-레일, 윤축, 대차로부터 발생된 진동은 1, 2차 현가장치 및 센터피봇을 통하여 차체로 전달된다. 전달된 차체 진동은 복합적층 바닥구조를 통하여 승객에게 전달되며, 이를 저감하기 위해 구조물의 흡진설계가 필요하다. 철도차량 바닥구조물의 진동전달특성을 위해서는 차량전체의 시험을 하여야 하나, 설계단계에서 차량시험을 하는데 한계가 있다.

본 연구에서는 차량의 바닥구조물 시편을 제작하고, 이를 구성하는 단품과 구조물 시편의 동특성 시험을 통하여 바닥구조물의 진동전달특성을 확인하였다. 또한 시뮬레이션을 통한 바닥구조물의 진동특성을 계산하고, 1차량 모델을 수립하여 바닥구조물 적층방법에 따른 1차량의 진동전달특성을 확인하였다.

### 2. 바닥구조 시험해석

#### 2.1 적층시험

바닥구조물 단품시험을 하였다. 우선 알루미늄 압출재를 대상으로 Fig. 1과 같이 하단부 중앙에 가진기를 설치하고, 정현소인파(sine sweep wave)를 주어 주요 모드응답을 확인하였다. Fig. 2는 시험장치 개략도와 같이 백색가진(white noise)로 가진하고, 상하부 가속도를 측정하여 진동전달 특성을 확인하였다. Fig. 3은 각각의 위치에서 측정된 신호를 바탕으로 상·하부 1/3 옥타브(octave)별 진동전달비를 나타낸 것이며, 시험과 동일한 모델 전산해석을 통하여 비교하였다. 비교결과 시험시편과 전산해석 모델이 동일한 결과를 나타냄을 알 수 있으며, 이를 통하여 전산해석 모델의 타당성을 확인할 수 있다.

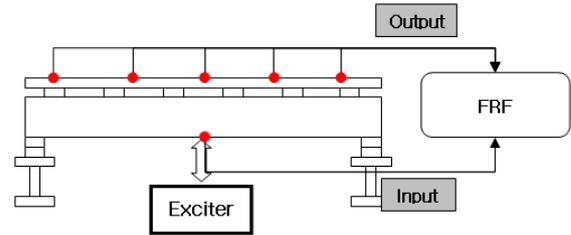


Fig. 1 Experiment setting



(a) Floor structure

(b) Wood rubber



(c) Sensing position

(d) Function generator

Fig. 2 Experiment setup

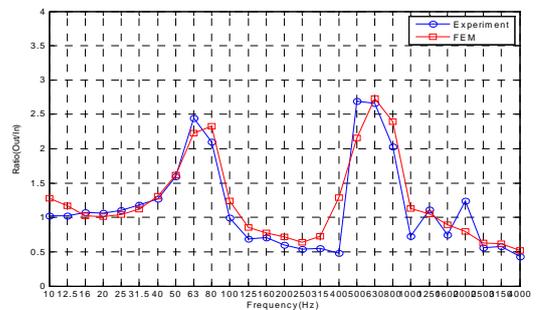


Fig. 3 Vibration transmission of floor structures

† 교신저자; 정희원, 성균관대학교 기계공학부  
E-mail : yschoi@yurim.skku.ac.kr  
Tel : (031)290-7440, Fax : (031)290-5889

\* 성균관대학교 기계공학부

\*\* 한국철도대학

### 3. 1차량 전산해석

#### 3.1 1차량 모델

검증된 시편모델을 바탕으로 Fig. 4와 같이 1차량 차체모델을 생성하였다. 모델 생성 시 차체의 모드를 반영하기 위해 바닥을 제외한 부분은 셸(shell)로 구성하여 해석하였다. 차체의 경계조건은 실차량의 2차 현가장치 연결부분에 강성요소를 반영하였으며, 가진은 2차 현가장치에 작용하는 가진력을 바탕으로 해석하였다. 해석 시 바닥적층구조는 Fig. 5와 같이 선, 점접촉 모델을 생성하였으며, 이때 Fig. 6의 합판 및 합판스킨을 고려하여 진동전달비를 해석하였다.

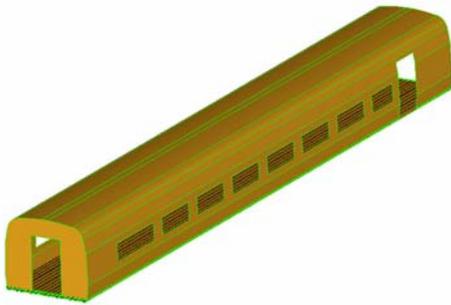


Fig. 4 FE model of Railway Floor Structure

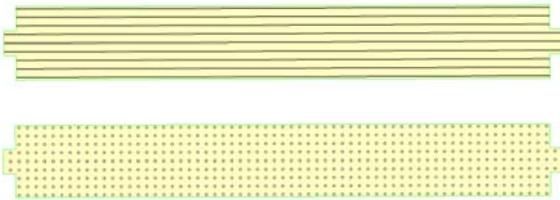


Fig. 5 Stacking Method of floor structures



Fig. 6 Plywood and skin of floor structures

#### 3.2 진동 및 승차감 저감효과

1차량 모델 바닥상구조에 대하여 진동전달해석을 하였다. Fig. 7은 적층방법 및 합판 스킨적용에 따른 진동전달비이며, 그림에서와 같이 선접촉에 비하여 점접촉을 적용한 적층바닥구조의 진동전달비가 낮아짐을 알 수 있다. 또한 이를 이용한 승차감 영향을 Fig. 8과 같이 확인하였다. 해석 결과 적층방법에 따라 승차감 향상효과가 나타남을 알 수 있다.

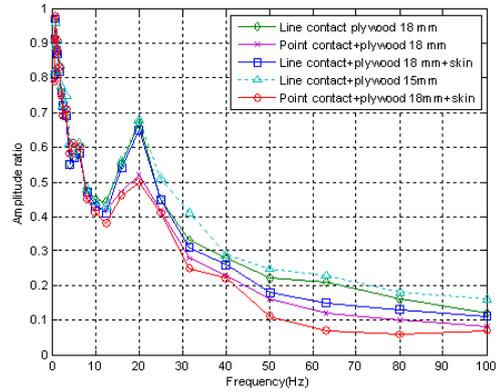


Fig. 7 Vibration transmission of Stacking Method

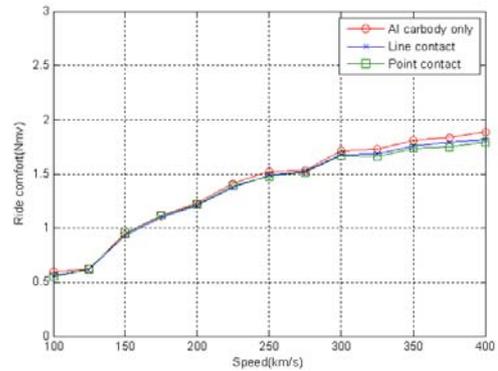


Fig. 8 Ride comfort of Stacking Method

### 4. 결 론

철도차량의 진동을 흡수하는 차량바닥구조에 대하여 시편시험과 전산해석을 통하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 합판지지부의 적층방법에 따라 10 Hz 이상의 영역에서 진동저감효과가 나타났다.
- 승차감 영향은 점접촉 상구조의 경우 선접촉에 비하여 승차감 개선효과가 나타났다.

시험과 해석을 통하여 철도차량 바닥진동을 예측하였으며, 다층바닥구조 설계검증에 이용할 수 있다.

### 후 기

본 연구는 국토해양부 미래철도기술개발사업의 연구비지원(과제번호 07차세대고속철도A01)에 의해 수행되었습니다.