차체 재질에 따른 주행중 차량 진동 특성 비교 평가

Vibration Characteristics of Railway vehicle in according to the Carbody Materials

박길배*†, 성재호*

Kil-Bae Park*†, Jae-Ho Seung*

Abstract The vibration of the carbody is depend on the track quality and the suspension characteristics. The configuration of the vehicle also has effect on the vibration of the carbody and the ride performance of the passenger. The long carbody and the structure of carbody also can have the effect on the vibration characteristics of the vehicle. The stiffness of the carbody depends on the structure of the carbody and the materials of the carbody. As known the Aluminum has lower stiffness than the Stainless steel, the vibration characteristic of the carbody depends on the raw material of the carbody structure. In this report the comparison of the vibration characteristics has been done for the vehicle applying the different material carbody structures.

주요어 : vibration, ride comfort, carbody materials, rolling stock

1. 서 론

일반적으로 철도 차량의 진동 특성은 운행 선로의 불규칙도와 현가장치 특성등에 따라 좌우되지만, 또한 승객의 승차감이 차체의 재질에 따라서도 미묘한 차이가 느껴지는 경우도 있다. 따라서 본 연구에서는 철도차량의 대부분을 이루고 있는 Stainless 차체 차량과 Aluminum 차체 차량에 대한 진동특성을 시험데이타를 분석하여 이러한 차체 재질에 따른 진동 특성을 비교 검토하였다.

2. 본 론

2.1 차량의 진동 특성 분석

Stainless steel 차체 차량과 Aluminum 차체 차량에 대한 주행중 차체 실내에서의 진동을 측정하여 유사한 운행조건에서의 시험 데이타를 비교 분석하였다.

† 교신저자: 현대로템 주식회사 응용기술연구팀(gbpark@hyundai-rotem.co.kr)
* 현대로템 주식회사 응용기술연구팀

2.1.1 차량의 진동 측정

시험 대상 차량의 주행중 진동을 그림 1에서 나타난 바와 같이 차량에서 실내의 3위치 - 전후 대차 상부 바닥 및 차체 길이방향 중앙 위치 - 에서 상하/좌우/진행방향 진동 가속도를 동시에 측정하였다.

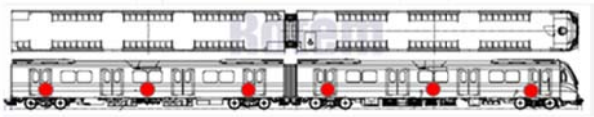


Fig. 1 The measurement positions on the car

2.1.2 진동 승차감 분석

각 차량별로 측정된 진동데이타로부터 측정 위치에 따른 진동 특성 및 차량간의 진동특성을 승객의 승차감 지수 측면에서 비교하기 위하여 유사한 주행조건에서의 데이터를 추출하여 EN12299에 정의되어있는 Continuous comfort 값을 구하였으며, 또한 진동가속도의 주파수

특성에 대한 비교하였다. EN12299에 정의되어 있는 Continuous comfort승차감 지수는 아래 식과 같다.

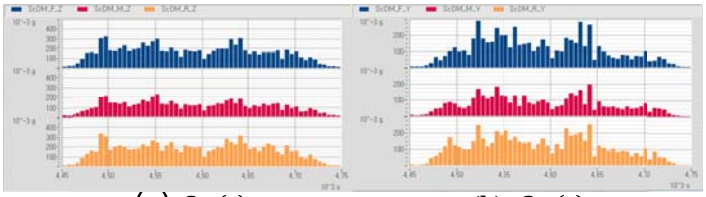
$$C_{Cx}(t) = a_{XP}^{Wd}(t)$$
$$C_{Cy}(t) = a_{YP}^{Wd}(t)$$
$$C_{Cz}(t) = a_{ZP}^{Wb}(t)$$

여기서, 첫번째 첨자 x, y, z 는 진행방향, 좌우방향, 상하방향 진동가속도, 두번째 첨자 P 는 진동측정위치, 세번째 첨자 Wd, Wb 는 각 방향별 진동에 대한 가중함수를 의미함

2.1.3 Continuous Comfort 지수 비교

그림 2는 Stainless steel 차체 차량의 진동가속도에 대한 Continuous Comfort를 나타내고 있다. 그림 2의 (a)는 상하방향 진동에 대한 값을 나타낸 것으로 위에서부터 선두 대차 상부 바닥(F_Z), 차량 중앙 바닥(M_Z), 후위 대차 상부 바닥(R_Z)에서 측정한 값을 나타낸 것이며, (b)는 동일 위치에서 측정한 좌우방향 진동에 대한 값을 나타낸 것이다. 또한 그림3은 Aluminum 차체 차량에 대한 승차감 지수를 나타내고 있다.

이상의 데이터를 비교해보면 Stainless steel 차체의 경우 대차 상부의 진동수준이 차량의 중앙 위치 보다 다소 높은 것을 보이고 있으며, 이는 휠/레일 접촉력이 대차를 통하여 차체에 전달되므로 대차상부의 진동이 크게 나타나는 것임을 알수있다. 그러나 Aluminum 차체의 경우 차량 중앙에서의 상하 진동수준이 대차 상부에서의 진동수준보다 높은 것을 보이고 있으며 이에 대한 상세분석을 위하여 동일 진동 데이터에 대한 주파수 특성 분석을 실시하였다.



(a) $C_{cz}(t)$ (b) $C_{cy}(t)$

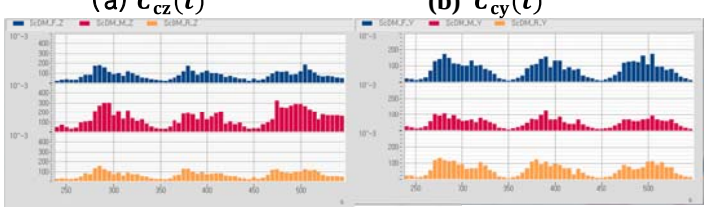


Fig. 2 Continuous comfort for Stainless steel Carbody

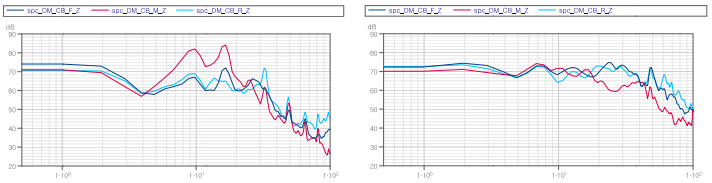
(a) $C_{cz}(t)$ (b) $C_{cy}(t)$

Fig. 3 Continuous comfort for Aluminum Carbody

2.1.4 주파수 특성

이상의 차량별 진동 특성에 대하여 상세 분석을 위하여 그림 4에서 보이는 바와 같이 각 측정위치별 상하진동 데이터에 대한 FFT(Fast Fourier Transform)을 이용하여 각 위치별 진동의 주파수 특성을 분석하였다.

(a)에서 보이는 바와 같이 AL차체 차량의 경우 차량 중앙위치에서 10Hz와 16Hz 성분의 진동이 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이러한 진동 성분이 Stainless steel차량의 경우는 차량의 위치에 따른 진동 특성이 크게 차이 나지 않으며 차량 중앙에서의 진동수준이 다소 낮은 것을 알 수 있다.



(a)Aluminum carbody (b) Stainless steel carbody

Fig. 4 FFT of vertical acceleration of the carbody

3. 결 론

AL차체 차량과 SUS차체 차량의 주행중 진동특성을 비교해 보았으며, AL차체 차량의 경우 중앙 부위에서의 진동이 대차 상부 위치보다 다소 높게 나타나는 경향을 보이며. 이는 Stainless steel차체와는 다소 상이한 현상으로 이러한 차이를 일으키는 원인에 대한 추가적인 검토가 필요한 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] BS EN12299, 2009. Railway applications – Ride comfort for passengers – Measurement and evaluation, British