

철도차량 능동이차현가장치의 동적 성능 해석 Dynamic Performance Analysis of an Active Secondary Suspension for a Railway Vehicle

박준혁† · 신유정* · 허현무** · 유원희**
Joon-Hyuk Park, Yu-Jeong Shin, Hun-Moo Hur and Won-Hee You

Key Words : Active Secondary Suspension(능동이차현가장치), Railway Vehicle(철도차량), Ride Comfort(승차감)

ABSTRACT

Active suspension technology of railway vehicles has received attention as the way to replace the current passive suspension. This paper deals with the dynamic performance of an active suspension system for a railway vehicle. To verify performance of an active suspension, the dynamic performance of the railway vehicle with active suspension system analyzed and compared with conventional suspension system by using the VI-rail program.

1. 서 론

세계적으로 철도차량은 환경친화적인 녹색수송교통시스템으로서 현재 고속화 추세와 더불어 그 수요가 매우 증가되고 있는 추세이다. 그에 따라 승객의 요구는 점차 고급화되어 양질의 승차감에 대한 요구는 필연적이라 할 수 있다. 철도차량의 능동제어기술 중에서 횡방향 승차감 향상을 위한 능동형 현가장치 기술은 기존의 공압식 혹은 유압식 액추에이터를 이용하여 철도차량의 진동을 효과적으로 저감시키에는 성능의 한계가 있어 이를 극복하기 위한 것으로 승차감을 혁신적으로 개선시키기 위한 기술이다^{(1),(2)}. 본 논문에서는 능동현가장치가 장착된 중고속 철도차량에 대하여 VI-Rail 을 통해 모델을 수립하고, 간단한 제어 알고리즘을 이용하여 능동현가시스템을 구동시켜 능동현가시스템의 구동범위, 주파수 대역, 진동저감 성능을 분석하였다.

2. 철도차량 동특성 해석

2.1 해석 모델

철도차량 해석모델은 180~200km/h의 속도로 주행하는 중고속 차량으로 2대차 1차체로 이루어진 모델이다. 이차현가장치 부분은 기존의 횡방향 댐퍼를 유지하되 별도로 능동현가시스템을 추가하여 해석을 수행하였다. 철도차량 모델링은 Fig.1에서 보는 바와 같이 VI-Rail 소프트웨어를 이용하여 수립하였으며, 중고속 차량용 능동현가시스템의 성능해석을 위해서 사용된 궤도의 불규칙은 Vampire의 200km/h급 궤도의 불규칙을 사용하였다.

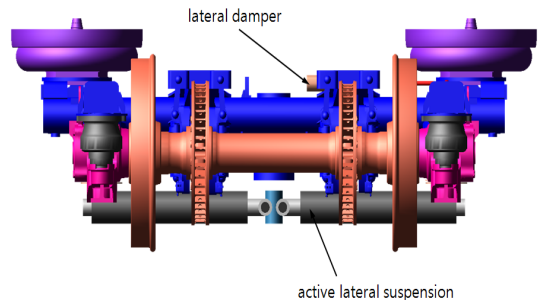


Fig. 1 Design concept of the applied active suspension bogie

† 교신저자; 정회원, 한국철도기술연구원

E-mail : jhpark74@krii.re.kr

Tel : 031)460-5276, Fax : 031)460-5299

* 과학기술연합대학원대학교 미래첨단교통시스템공학

** 한국철도기술연구원

Table 1 Specifications of the railway vehicle for simulation

Parameters		Value(units)
Wheelset mass		1.4(ton)
Wheelset moment of inertia		0.965(I_{wx}), 0.134(I_{wy})($\text{ton}\cdot\text{m}^2$)
Bogie mass		3.8(ton)
Bogie moment of inertia		3.8($\text{ton}\cdot\text{m}^2$)
Car body mass		28(ton)
Car body moment of inertia		900($\text{ton}\cdot\text{m}^2$)
Longitudinal stiffness of secondary suspension		0.167(MN/m)
Lateral stiffness of secondary suspension		0.167(MN·s/m)
Lateral damping of secondary	For passive	0.096(MN·s/m)
	For active	0.025(MN·s/m)

철도차량 해석에 사용된 설계변수는 Table 1과 같고 이 모델은 능동현가시스템 외에 수동형 횡방향 댐퍼가 장착된 것으로 횡방향 댐핑계수는 기존의 댐퍼보다 낮은 감쇠계수를 갖도록 설계되었다.

2.2 해석 결과

중고속 차량을 위한 전산해석은 궤도 불규칙이 가미된 직선선로를 50m/s(180km/h)의 일정한 속도로 주행하는 경우로 가정하여 해석하였다.

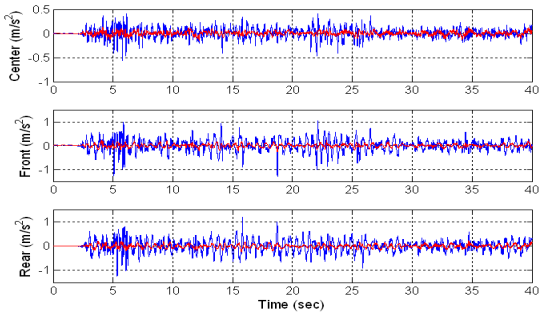


Fig. 2 Lateral acceleration of carbody

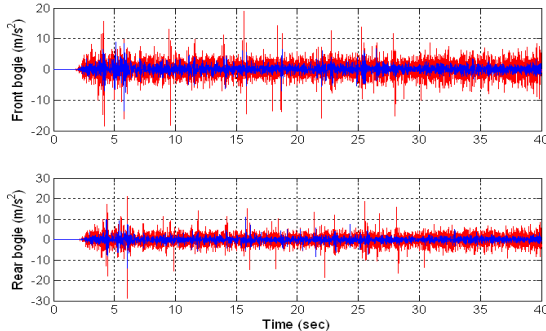


Fig. 3 Lateral acceleration of bogie

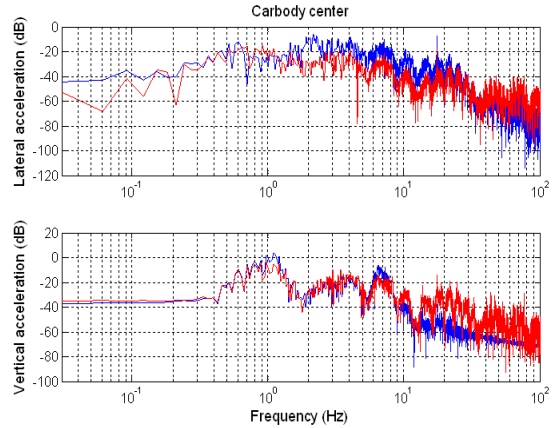


Fig. 4 lateral acceleration of carbody in the frequency domain

Fig. 2 ~ Fig. 3은 차체의 횡방향 진동가속도와 대차의 횡방향 진동가속도를 나타낸 것이다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 해석 결과 기존 차량과 같은 공진점(1.5Hz)에서의 피크값을 비교할 때 진동저감 효과는 약 9.3dB정도로 확인되었다.

3. 결 론

철도차량에 능동현가장치를 장착하여 해석한 결과 차체의 진동가속도는 기존차량보다 진동저감이 월등히 향상되는 것을 확인할 수 있다. 그러나 차체와 대차 사이에 장착되는 능동현가시스템은 차체의 진동이 감소하여 승차감이 향상된다 하더라도 대차에 추가되는 진동이 대차의 주행안정성에 영향을 미치게 되므로 보다 면밀한 분석이 필요할 것으로 판단된다.

후 기

본 논문은 지식경제기술혁신사업의 철도차량용 능동현가장치 기술개발 과제비로 수행함.

참 고 문 헌

- (1) You, W. H., The Development of the Active suspension system for railway vehicles, Annual Report of KRRI, 2010
- (2) Dukkipati, R.V., Dynamics of Railway Vehicle Systems, Academic Press, pp. 225-262, 1984