

다물체 차량동역학 기반 준중형 및 중대형 승용차량의 현가계 진동특성 분석

Vibration Characteristic Analysis for Suspension Systems of Passenger Cars Based on the Multi-body Vehicle Dynamics

김현중* · 이동원* · 배철용* · 권성진† · 이봉현*

Hyoun-Jung Kim, Dong-Won Lee, Chul-Yong Bae, Seong-Jin Kwon and Bong-Hyun Lee

1. 서 론

차량의 승차감(ride comfort) 및 주행 안정성(driving stability)에 영향을 미치는 대표적인 차량 부품은 타이어(tire)이며, 이는 차량이 도로노면과 접촉하는 유일한 자동차 부품이다. 또한 타이어에서 발생한 힘이 차체의 운동을 발생시키며, 타이어에서 발생한 진동이 현가계(suspension system)을 통해 운전자에게 전달되어 승차감이 결정된다.

이에 본 연구에서는 차량-도로노면-타이어를 연계한 다물체 차량동역학(multi-body vehicle dynamics) 기반 현가계 진동특성(vibration characteristics) 해석을 수행하고자 하였다. 특히 차량 모델은 현가계 형식이 다른 준중형 차량과 중대형 차량을 대상으로 각각 모델을 구성하였으며, 도로노면은 실제 측정 데이터 기반 3차원 OpenCRG(Curved Regular Grid) 모델을 구성하였다. 또한 타이어 모델은 반실 험적 타이어 모델인 MF(Magic Formular)-Swift 모델로 구성하였다. 이를 통하여 준중형 및 중대형 승용차량의 현가계 및 타이어 특성에 따른 승차감 해석을 수행하고자 하였다.

2. 다물체 차량동역학 모델 구성

본 연구에서 구성한 차량동역학 모델은 Figure 1과 같이 준중형 및 중대형 승용차량을 대상으로 하

였다. 준중형 차량 모델은 맥퍼슨 스트럿(mcpherson strut) 형식의 전륜 현가계, 토션빔 액슬(torsion beam axle) 형식의 후륜 현가계 및 1,600cc급 구동계 등으로 구성하였으며, 중대형 차량 모델은 더블 위시본(double wishbone) 형식의 전륜 현가계, 멀티링크(multi-link) 형식의 후륜 현가계 및 2,700cc급 구동계 등으로 구성하였다. 타이어 모델은 준중형 및 중대형 승용차량 모두 205/55 R16으로 구성하였으며, 도로노면 모델은 자동차부품연구원 주행시험장의 특수로(단차로, 균일 장파형로, 비균일 장파형로)를 대상으로 구성하였다.



Figure 1. Multi-body vehicle dynamic model

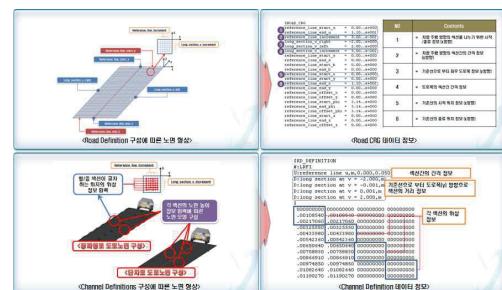


Figure 2. Road profile model (OpenCRG)

† 교신저자; 정회원, 자동차부품연구원 대구경북지역본부
지능형시스템지역연구센터

E-mail :sjkwon@katech.re.kr

Tel : 053-592-9211, Fax :053-592-3169

* 자동차부품연구원

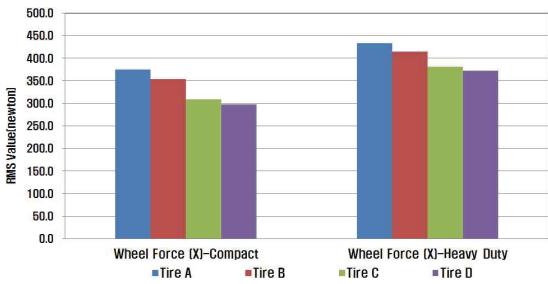


Figure 3. Wheel force (tire parameter, X)

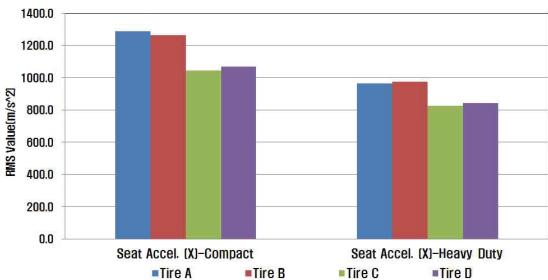


Figure 4. Seat rail acceleration (tire parameter, X)

3. 진동특성 해석 결과 비교

본 연구에서는 준중형 및 중대형 승용차량의 현가계 특성변화(양산형, 스프링 교체형, 스프링-댐퍼 교체형) 및 타이어 특성변화(트레드 강성 및 사이드월 강성 조합)에 따른 진동특성 해석 및 승차감 해석을 수행하였다. 이를 위하여 대상 도로노면(단차로, 균일장파형로, 비균일 장파형로)에서 차량 주행속도는 10, 20, 40, 60km/hr로 설정하였다.

타이어 특성변화에 따른 준중형 및 중대형 승용차량의 단차로 20km/hr 주행 시, 휠하중, 너클 가속도, 시트레일 가속도 해석 결과는 Figure 3, Figure 4와 같다. 이를 통하여 사이드월 강성이 낮은 A, B 타이어가 사이드월 강성이 높은 C, D 타이어에 비하여 상대적으로 휠하중, 너클 가속도, 시트레일 가속도가 높게 분석되었다. 또한 전반적으로 시트레일 가속도는 준중형 차량 대비 중대형 차량이 상대적으로 낮게 분석되었다.

현가계 특성변화에 따른 준중형 및 중대형 승용차량의 단차로 20km/hr 주행 시, 휠하중, 너클 가속도, 시트레일 가속도 해석 결과는 Figure 5, Figure 6과 같다. 이를 통하여 현가계 스프링 강성 증가에 따라 준중형 및 중대형 승용차량의 휠하중은 독립적으로

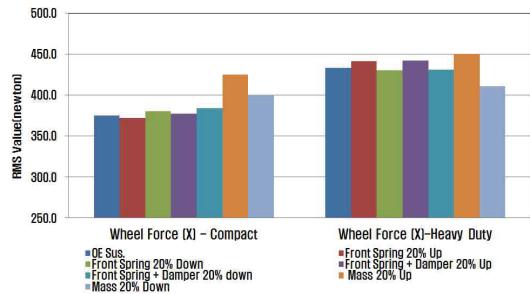


Figure 5. Wheel force (suspension parameter, X)

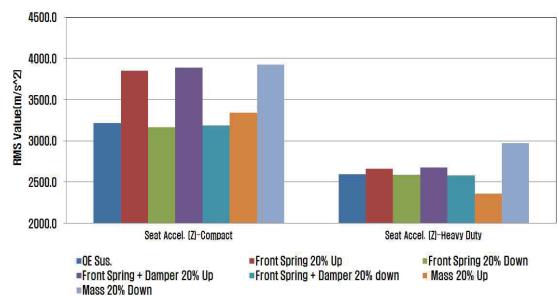


Figure 6. Seat rail acceleration (suspension parameter, Z)

변화하며, 너클 가속도는 상대적으로 감소하고 시트레일 가속도는 상대적으로 증가하는 것으로 분석되었다. 또한 전반적으로 시트레일 가속도는 준중형 차량 대비 중대형 차량이 상대적으로 낮게 분석되었으며, 이는 현가계 구조특성 및 설계특성으로 분석된다.

4. 결 론

본 연구에서는 차량-도로노면-타이어 연계 다물체 차량동역학 기반 준중형 및 중대형 승용차량의 현가계 진동특성 해석 및 승차감 해석을 수행하였다. 이를 통하여 현가계 특성인자와 타이어 특성인자에 따른 단차로 주행 시 진동특성을 분석하고, 특성인자 영향도 분석을 수행할 수 있었다. 향후 다양한 도로노면으로 연구범위를 확대한 차량 NVH 특성 분석이 가능할 것으로 기대된다.

후 기

본 논문은 지식경제부가 주관하는 산업기술연구기반구축사업(전기차용 경량/강성 사시부품 연구기반구축)의 성과물로 관계자 여러분께 감사드립니다.