

ABAQUS를 이용한 타이어 차량 연계 과도응답해석에 관한연구

A Study on the Transient Response Analysis of Tire Model Considering Vehicle Suspension

이동원† · 김찬중* · 권성진* · 배철용* · 이봉현*

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

1. 서 론

타이어는 차량의 현가계와 함께 차량을 노면에 접촉시키는 차량의 부품으로써 지면에서 전달되는 각종 가진 요소와 진동을 차단하여 승객에게 전달되는 진동을 최소화하며, 차량의 하중을 지탱하여 승객과 차량의 안전에 기여하는 부품이다. 차량의 타이어와 현가계는 두 시스템이 함께 노면에 의해 발생하는 진동을 감소시키는 역할을 하지만 대부분의 타이어 제조업체에서는 현가계의 특성을 적용시키기 어려운 관계로 개발 단계에서 타이어 단품만을 가지고 실험과 해석을 진행함으로써 실제 차량에 장착되었을 때와는 다른 특성을 보이는 경우가 발생하게 된다. 이에 본 연구에서는 기본적으로 타이어 업체에서 수행되던 타이어 과도응답해석모델에 대해 차량의 현가계를 추가시킴으로써 타이어만을 이용한 과도응답해석과 현가계를 포함한 과도응답 해석에 대한 차이를 보고자 하였다.

2. 본 론

2.1 해석 모델 구성

(1) 단품 특성 시험

본 연구에서는 과도응답 해석용 1/4차량 모델을 구성하기 위하여 비선형 특성을 가지는 스프링, 댐퍼, 부쉬류에 대한 단품 특성 시험을 Fig. 1과 같이 진행하여 각 단품의 비선형 특성값을 도출 하였다. 스프링의 강성 측정 시험은 유압 액츄에이터를 이용하여 입력 하중과 스프링 변위의 관계로부터 강성을 도출하였으며, 차량의 되튐운동(Rebound motion)을 막아주는 댐퍼는 입력 속도에 따른 하중 변화를 측정하였다. 또한 부쉬의 특성 시험은 부쉬 전용 다축 진동 시험 장비를 이용하여 부쉬의 동특성을 측정하여 각 부쉬류의 비선형 특성 값을 확보 하였다. 이와 같은 단품 특성 실험

힘을 통하여 얻어진 각각의 비선형 특성치를 해석 모델에 적용함으로써 해석의 신뢰성을 높이도록 하였다.

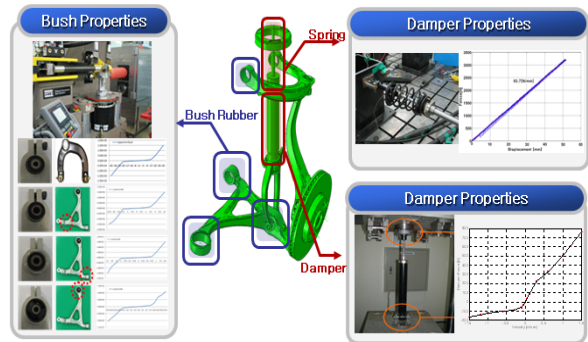


Fig. 1 Characteristic identification of vehicle components

(2) 해석 모델 구성

본 연구에서는 1/4차량에 대한 과도응답 해석을 진행하기 위하여 Fig. 3과 같이 1/4차량과 타이어에 대한 유한요소모델을 생성하였다. 또한 타이어 모델은 타이어의 동특성을 표현할 수 있는 최소한의 모델링을 통하여 해석 모델을 구성하였으며, 타이어 모델의 단품 검증은 Fig. 2와 같이 실험적 이론적 모드해석을 통하여 해석 모델의 신뢰성을 확보 하였다.



Fig. 2 Verification of tire model

돌기를 포함하고 있는 노면은 드럼 형상을 가지는 강제 모델로 구성하였으며, 돌기는 높이15mm, 폭10mm의 형상으로 노면 모델을 구성하였다. 생성된 각 단품의 유한요소 모델에 대하여 단품간의 연결 관계를 정의하기 위하여, 단품간의 기구학적인 연결 조건에 따라 Fig. 3과 같이 ABAQUS의 Connector요소를 사용하여 단품 상호간의 경

† 교신저자; 자동차부품연구원 소음진동연구팀
E-mail : leedw@katech.re.kr
Tel : (041) 559-3338, Fax : (041) 559-3070

* 자동차부품연구원 소음진동연구팀

계 조건을 부여 하였다. 또한 스프링, 댐퍼, 부쉬를 정의한 Connector 요소에 대해서는 앞서 실험적으로 획득된 스프링, 부쉬, 댐퍼 특성치를 각각 적용하였으며, 노면과 타이어는 Contact요소를 사용하여 경계조건을 부여하였다. 본 해석 모델에 대한 과도응답 해석을 수행하기 위해 타이어 공기압 32psi, 수직하중은 차량의 450kgf, 주행 속도는 40km/h, 타이어와 드럼의 마찰계수는 0.8을 적용하였다.

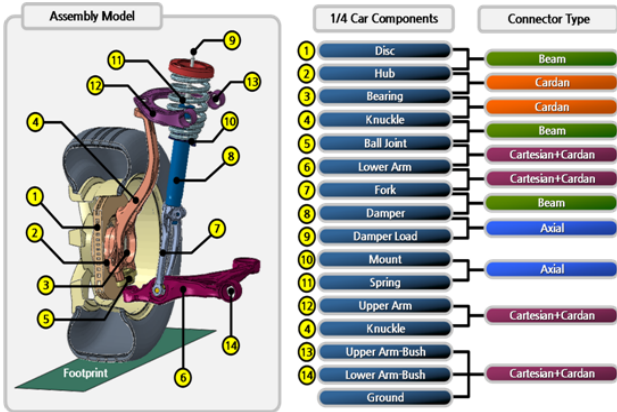


Fig. 3 Construction of analytic system model

3.1 과도응답 해석

(1)과도응답 해석결과

본 연구에서는 앞서 구성된 해석 모델을 이용하여 타이어와 현가계 노면을 연계한 과도응답해석과, 타이어와 노면만을 연계한 과도응답해석에 대한 결과를 비교하였다. 타이어와 노면만을 연계한 과도응답해석은 노면과 타이어의 특성치는 동일하나 연결 부품인 현가계가 제거되었으며, 타이어를 지탱하기 위한 휠 센터를 고정하였다. Fig. 4는 1/4차량을 포함한 과도응답 해석에 대한 결과로써 휠 중심의 변위를 측정한 결과로써 휠 중심의 초기 변위의 변화는 타이어와 노면의 돌기가 접촉되는 순간에 휠 중심의 위치가 돌기에 의해 변화 하였으며, 돌기를 지난 후 현가계에 의해 휠 중심이 감쇠진동을 하는 것을 알 수 있다.

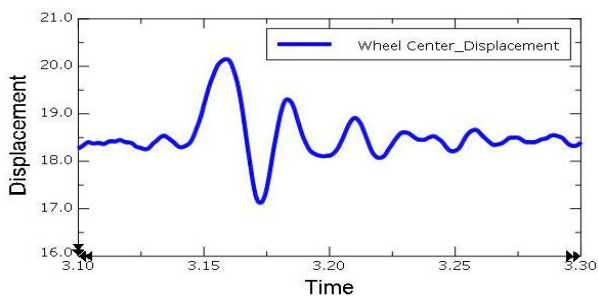


Fig. 4 Displacement of quarter-car at wheel center

타이어만을 이용한 과도응답 해석에서는 휠센터의 주행 회전방향만을 뿐 5자유도를 모두 구속하였기 때문에 휠 중심의 상하방향 속도, 가속도, 변위값이 발생하지 않았다.

주행방향에 대한 휠 중심 반력은 Fig. 6과 같이 타이어 단품의 경우 현가계의 특성이 고려되지 않아 과도하게 힘이 작용하였으며, 힘이 감쇠가 이루어지지 않았으나, 현가계를 포함 시킨 경우에는 Fig. 7과 같이 타이어의 경우에는 주행 방향의 반력이 현가계에 의해 빠르게 감소되는 것을 알 수 있다.

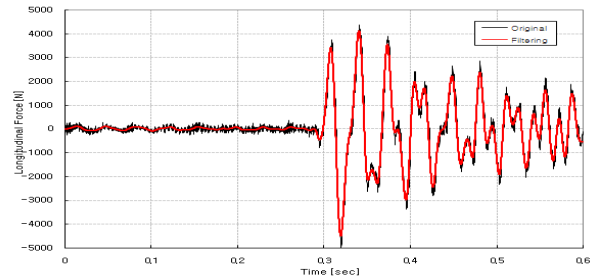


Fig. 5 Reaction force of tire model at wheel center

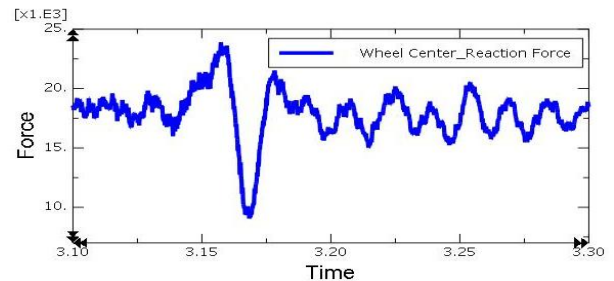


Fig. 6 Reaction force of quarter-car at wheel center

4. 결 론

타이어 단품을 이용하여 해석을 진행할 경우 실제 주행 조건과 상이한 경계 조건에서 해석이 진행된다. 이러한 실차상태를 고려하지 않은 해석 결과는 실제 차량에서 발생하는 동적 특성을 정확하게 반영할 수 없으며, 타이어를 제외한 1/4 차량부품이 타이어에 영향을 줄 수 있는 동특성이 전혀 고려되지 않는다. 본 연구에서는 타이어 단품 모델을 통해 타이어 설계 인자를 결정하거나 혹은 NVH 관련 예측을 해석 적으로 수행하는 데 한계가 있음을 증명 하였으며, 전차량 모델로 확대하였을 경우 타이어와 차량 전체의 상관 관계를 규명하거나 혹은 타이어 특성 인자를 규명하는데 보다 정확하고 신뢰성 있는 예측 결과를 제공할 것으로 판단 된다.

4. 후 기

본 논문은 한국산업기술진흥원에서 주관하는 부품소재전 문기업기술지원사업(차량 롤오버 성능 해석을 통한 타이어 설계 기술 지원)의 성과물로서 관계자 여러분께 감사드립니다.