

서브프레임 부시의 온도 변화에 기인한 차체 진동응답의 변동성 해석

Variability Analysis of Vibrational Response in a Car Body Structure Due to Temperature Variation of Subframe Bush

권중현* · 이두호†

Jonghyun Kwon and Dooho Lee

1. 서 론

서브프레임 부시는 엔진과 노면에서 차체 메인 프레임에 전달되는 진동을 감쇠시켜주는 역할을 한다. 일반적으로 진동을 감쇠시키는 방법으로 손실계수가 큰 점탄성 물질을 이용하며, 대표적인 물질로 고무를 예로 들 수 있다. 고무는 제조과정과 사용환경 등에 따라 각각의 다른 동특성을 나타낸다. 이 점탄성 물질의 동특성은 주파수, 온도, 부식, 외부충격 등의 환경적 요인으로 영향을 받으며, 특히 주파수와 온도에 의한 영향을 많이 받는다. 본 연구에서는 서브프레임 부시를 주변온도의 변화로 동특성 변화가 생겼을 때 차체의 진동응답의 변동성을 정량화하고자 한다.

2. 부시 적용 차체의 응답변동성 해석

2.1 부시의 유한요소 해석 모델

본 연구에서 해석적용모델로 한 부시는 합성고무의 일종인 SBR (Styrene Butadien Rubber)로 만들어 졌다고 가정한다. 승용차 서브프레임에 사용되는 부시를 고무 부분만을 Fig 1과 같이 모델링 하였으며, 노드수는 7,021개 이고 요소수는 5,280개이다. 온도 및 재료의 변동성은 선행연구의 결과를 사용하였다.⁽¹⁾ 부시 동특성의 변동성을 추정하기 위해

외기온도와 분수차 미분모델의 물성계수를 무작위로 샘플링 한 후 생성되는 복소계수를 주파수 합수로 유한요소 모델에 입력하고 단위 힘에 대한 주파수 응답을 구하였다. Fig. 2는 합성고무의 저장계수, Fig. 3은 서브프레임 부시의 저장계수의 변동성을 보이고 있다.

2.2 차체의 유한요소 해석 모델

차체모델은 엔진을 받치고 있는 서브프레임과 변동성을 추정할 응답이 위치한 차체로 Fig. 4와 같이 구성하였다. 서브프레임과 차체는 부시요소로 연결을 하였고, 차체는 보 요소로 10cm간격으로 나누었으며, z 축의 가속도 응답에 대한 변동성을 추정하였다. 몬테카를로 해석에 의해 무작위적으로 생성된 SBR의 저장계수와 손실계수를 유한요소 해석모델 부시에 적용하여 차체 모델에 입력한 후 그 동특성 변화에 기인한 차체에 응답변동성을 살펴 보았다. 해석시간을 고려하지 않을 수 없으므로 이 연구에서는 몬테카를로 해석의 시행 횟수를 500회로 한정하여 변동성을 살펴보았으며 약 100시간이 소요되었다. Fig. 5는 온도에 의해 동특성 변화에 기인한 차체의 z축 방향의 응답변동성을 나타낸 것이다. 각 주파수의 응답이 큰 변동성을 지니는 것을 확인할 수가 있다.

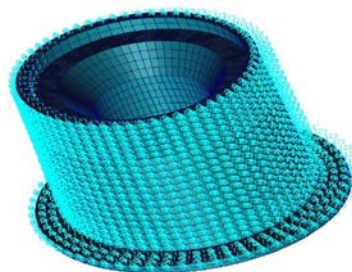


Fig. 1 Finite elements model of bush

† Corresponding Author, Member, Dong-eui University

E-mail : dooho@deu.ac.kr

Tel : +82-51-890-1658

Fax : +82-51-890-2232

* Mechanical Engineering, Dong-eui University

Fig. 6은 두번째 공진 주파수에서의 진동응답을 히스토그램을 나타낸 것이다. 히스토그램에는 진동응답에 대한 95% 신뢰구간 나타내었으며 큰 변동성을 확인 할 수 있다.

3. 결 론

주변온도의 변화와 물성의 불확실성으로 인한 고무의 저장계수와 손실계수의 변동성을 몬테카를로 해석법을 통해 추정하였고, 이 변동성을 이용하여 서브프레임 부시의 유한요소모델에 적용하였으며, 계산된 서브프레임 부시의 변동성을 차체의 진동응답해석에 적용하여 응답변동성을 추정하였다. 몬테카를로 해석법으로 추정된 차체/서브프레임의 응답변화는 고주파로 갈수록 그 변동성이 커졌다. 제안한 방법은 부시가 차체모델에 적용 될 경우 온도 및 부시물성의 불확실성에 기인한 동특성의 변화를 예측할 수 있다는 것을 보여주며 이를 설계에 고려하면 보다 안정된 진동성능을 확보할 수 있을 것이다.

후 기

이 논문은 2010년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(과제번호 2010-0023464)

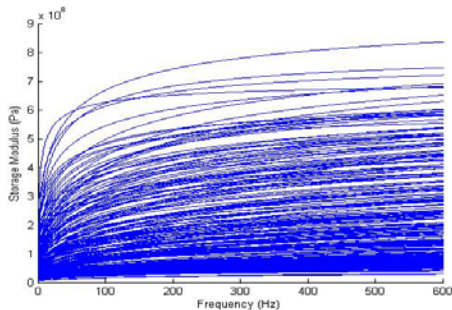


Fig. 2 Variability of the storage modulus for SBR

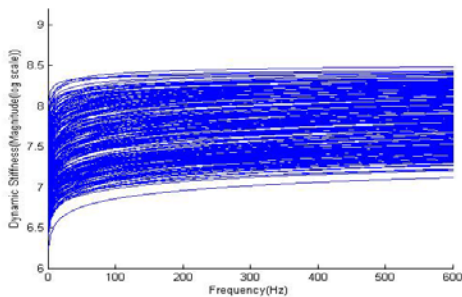


Fig. 3 Variability of the dynamics stiffness for SBR bush

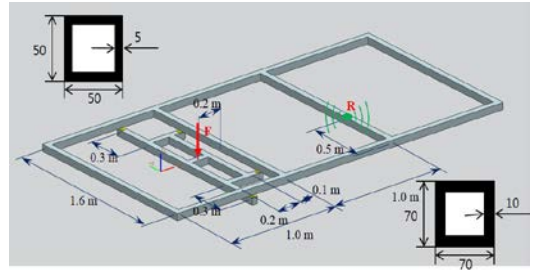


Fig 4 A car body/subframe model

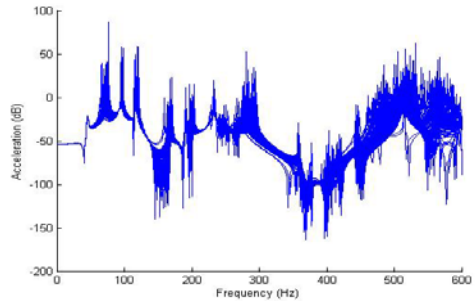


Fig. 5 Variability of vibrational response the car body/subframe model

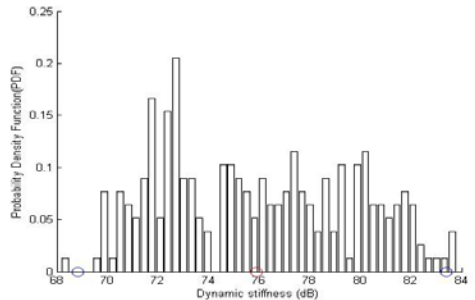


Fig. 6 Dynamic stiffness of the SBR Bush at 76Hz

참 고 문 헌

1. Lee, D. and Hwang, I.-S., 2011, "Analysis on the Dynamic Characteristics of a Rubber Mount Considering Temperature and Material Uncertainties", *The Transactions of Computational Structural Engineering Institute of Korea*, Vol. 24, No. 4, pp.383-389.