

시트에서 발생하는 동적 커플링 현상 실험 및 분석

Experiment and analysis of dynamic coupling phenomenon in a seat

민경원 † • 김덕만* • 박현규** • 박준홍 †
Kyongwon Min, Deokman Kim, Hyunkyu Park and Junhong Park

ABSTRACT

This study was conducted to improve the understanding of factors affecting an automobile seat cushion in dynamic conditions. When there are two dummies on the seat to measure each places respectively at once, the shape of the transfer function changes because the dummies affect each other as if they are linked with some kind of a spring when under excitation. A simple two-degree-of-freedom linear model is used to define a translational stiffness of dynamic coupling phenomenon. The cushion deflection model was created to find the relation between dynamic coupling and distance. Experimental set-up was made to compare with the two-degree-of-freedom linear model. The dynamic coupling factor could be utilized to improve the dynamic comfort of automobile seats.

1. 서 론

자동차 시트의 안락감은 시트를 설계할 때 꼭 필요한 요소 중 하나이며 많은 요소들이 시트의 안락감에 영향을 준다. 예를 들면 차량이 거친 표면 위로 달리거나 엔진에서 진동이 일어날 때 시트를 통해 전달되는 진동을 줄이는 것은 고급 자동차에 해당 될수록 더욱 중요한 요소이다. 이런 동적 특성을 파악하여 시트를 설계하기 위해서는 여러 개별적인 인자들이 안락감에 어떻게 영향을 끼치고 또 어떤 인자들이 어떻게 결합되어 최종적으로 운전자나 탑승자에게 전달 되는지 등의 지식이 필요하다.

본 연구에서는 시트의 동적 특성을 파악하기 위하여 동시에 2 개의 더미를 올려놓고 측정할 때 나타나는 현상을 모델링 하고 실험으로 강성 및 커플링을 측정하여 이론 모델과 비교 및 검증한다. 또 더미의 사이 거리에 따른 각 더미의 동적 강성 및 동적 커플링의 변화 경향을 이론적으로 예측하기 위해 탄성 지지 보 이론을 적용하였다.

2. 본 론

2.1 동적 커플링 이론 모델

시트 위 2개의 단순 더미가 올라가 있는 것을 Figure 1과 같은 2-자유도 선형 시스템으로 모델링 하였다. 맨 아래에는 시트를 지지하는 프레임을 rigid base로서 가정하였다. 동적 커플링은 k_{12} 로서 가진 시 더미 사이에 나타나는 간섭 현상의 정도를 나타내는 인자이다. Figure 1 모델의 운동 방정식은 다음과 같다.

$$m\ddot{x}_1 + k_1(x_1 - x_0) + k_{12}(x_1 - x_2) = 0$$

$$m\ddot{x}_2 + k_2(x_2 - x_0) + k_{12}(x_2 - x_1) = 0$$

각 더미의 강성 k_1, k_2 와 커플링 k_{12} 를 찾기 위해

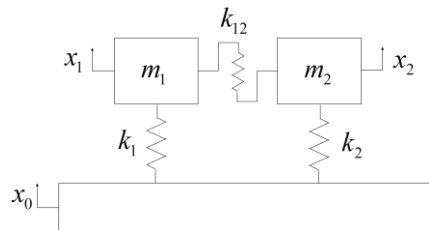


Figure 1 Simple two-degree-of-freedom linear model

† 교신저자; 정회원, 한양대학교 융합기계공학과

E-mail : parkj@hanyang.ac.kr

‡ 발표자; 한양대학교 융합기계공학과

* 한양대학교 기계공학과

** 현대기아자동차

전달함수법을 사용했다. Rigid base의 변위 x_0 와 더미 m_1 의 변위 x_1 의 비율을 TF_1 이라 하고 식으로 정리하여 나타내면 다음과 같다.

$$TF_1 = \frac{x_1}{x_0} = \frac{k_1(-\omega^2 m_2 + k_2 + k_{12}) + k_2 k_{12}}{(-\omega^2 m_1 + k_1 + k_{12})(-\omega^2 m_2 + k_2 + k_{12}) - k_{12}^2}$$

2.2 시트 쿠션 변형 모델링

두 더미의 사이 거리 d 에 따라 변하는 강성 k_1, k_2 과 커플링 k_{12} 의 변화 경향을 예측하기 위해 장력항이 추가된 탄성 지지 보 이론을 사용하였으며 지배방정식은

$$\frac{d^4 y}{dx^4} - \frac{T}{EI} \frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{k}{EI} y = 0$$

이다. 장력 T 와 폼의 상수 k 를 조절하면 변형 곡선을 시트의 특성에 알맞게 나타낼 수 있다.

2.3 실험 장치 구성

실험 장치는 가진기 위에 보를 결속하였고, 그 위에 foam을 부착하였다. 시트의 바닥 프레임으로 들어오는 진동과 시트 표면의 진동을 측정하기 위하여 가속도계를 부착하였다. 거리에 따라서 커플링 k_{12} 의 변화 경향을 알아보기 위해 두 더미의 사이 거리 d 를 변화시키며 가속도를 측정하였다. 보는 150x30x10 mm의 알루미늄 재질을 사용하였다. 더미는 15x25x20 mm의 사이즈로 한 개는 알루미늄, 다른 한 개는 steel의 재질을 사용하여 무게를 각각 59, 23 g으로 차이를 주었다.

2.4 결과

Figure 2의 실선은 거리에 따른 이론 쿠션 변형을 그린 것이다. 점선은 각 변형이 서로 겹치는 면적을 나타내고 있으며 k_{12} 와 같은 경향을 보인다. 이로서 동적 커플링 k_{12} 의 값을 예측할 수 있다. 동적 커플링 이론 모델과 실험을 통하여 측정된 m_2 의 전달함수 결과가 Figure 3와 같다. 두 더미 사이의 거리가 가까울수록 간섭이 많이 일어나 피크가 명확하게 두 개로 나타난다. 그리고 거리가 멀어질수록 간섭이 적게 일어나 단일 피크로 수렴하며 더미가 한 개만 있을 때의 전달함수 개형과 가까워진다.

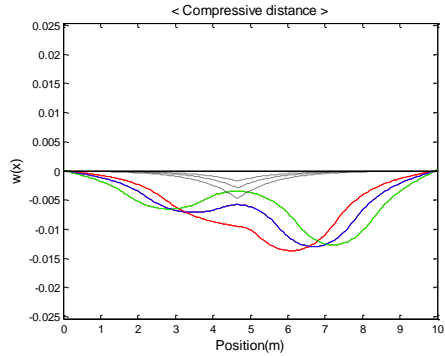


Figure 2 Deflection of the seat cushion

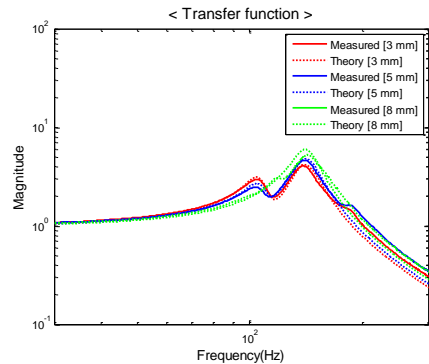


Figure 3 Measured and theoretical transfer function

측정 결과를 이론과 맞추어 보면 동적 강성과 동적 커플링의 값을 구할 수 있다. 거리에 따른 동적 물성치의 값들을 시트 쿠션 변형 모델 Figure 2의 면적으로 비교해 본 결과 두 변화율이 비슷한 개형을 따르는 것을 확인할 수 있었다.

3. 결론

본 연구에서는 두 개의 더미로 자동차 시트의 동적 강성을 측정할 때 나타나는 동적 쿠션 커플링을 발견하고 2-자유도 선형 시스템으로 모델링하였다. 그리고 실험을 통하여 실험 전달함수와 이론 전달함수가 일치하는 것을 확인하였다. 두 더미 사이의 거리에 따라 달라지는 각 더미의 동강성과 커플링의 변화 경향을 탄성 지지 보 이론을 바탕으로 설명하였다. 시트 종류 별로 구해진 장력과 폼의 강성은 시트의 특성을 수치적으로 나타내고 구분하는 데에 도움이 될 수 있다.

후 기

본 연구는 현대·기아자동차의 지원을 받아 수행되었습니다.

참 고 문 헌

(1) Junhong Park, 2005, "Transfer function method to measure dynamic mechanical properties of complex structures" *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 288, pp. 57~79.

(2) A. Bokaian, 1990, "Natural frequencies of beams under tensile axial loads" *Journal of Sound and Vibration*, Vol.142, pp. 481~498

(3) Y. Ayvaz, 2002, "Application of modified vlasov model to free vibration analysis of beams resting on elastic foundations" *Journal of Sound and Vvibration*, Vol.255, pp. 111~127

(4) J. W. Lee, B. J. Ryu, G. S. Lee and H. J. Kim 2003, "Experiments on dynamic response of an elastically restrained beam under a moving mass" *The Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, pp. 275~280