Copyright © 2010 KSAE
KSAE10-B0215

플로어 판넬에 부착된 제진재의 성능 예측 및 검증

임효석·이해주·원종식·박광서[1)]·박민수[2)]
지엠대우 오토앤테크놀로지[1)]· 디비아이[2)]

Performance prediction and validation of damping material on floor panel

Hyosuk Lim · Heajoo Lee · Jongsik Won · Kwangseo Park[1)] · Minsoo Park[2)]

[1)] *GM DAEWOO Motor Company, 410-8 Wonchang-dong, Seo-gu, Incheon 403-714, Korea*
[2)] *DBI, NoJin-Ri,Jangan-Myeon, Hwaseong-city, Gyeonggi-do 445-942 ,Korea*

Abstract : Damping treatment is one of passive noise control treatments as well as insulation. Damping material can attenuate structure borne vibration that can reduce radiated sound. And it can also increase mass effect for airborne noise path that it improves transmission loss. So damping material can affect both structure borne and airborne noise. In this paper damping treatment material properties of oberst bar are predicted by reverse engineering. Then predicted damping properties is used for damping treatment modeling on floor panel. The RMS averaged vibration differences with and without damping treatment are predicted and then compared with measured data. Comparison shows that FE prediction shows good agreement with test result.

Key words : Damping material(제진재), Loss factor (손실 계수), Young's modulus(탄성 계수), Oberst beam(오베르스트 보)

1. 서 론

구속형 또는 비구속형 제진재는 흡,차음재와 같이 차량에서 주로 사용하는 수동형 소음,진동 제어 재료이다. 제진재의 손실계수와 탄성계수는 부착된 판넬 등의 구조물에 영향을 미치게 된다. 즉 제진재가 구조물의 진동 에너지를 열에너지로 변환시켜 진동을 감소시키게 되며 궁극적으로 구조기인 소음을 저감하는 영향을 미친다. 또한 제진재의 질량 부가 효과는 투과 손실을 증가시켜 공기 기인 소음의 저감에도 영향을 미치게 된다. 한편 제진재는 온도 변화에 따라 독립적인 손실계수 성능을 나타내게 되므로 제진재의 물성치를 파악하는 데에 어려움이 있다.[4)] 본 논문에서는 오베르스트 보의 시험을 통해 얻은 보와 제진재의 복합체의 고유진동수와 손실계수를 이용하여 제진재의 물성치에 해당하는 탄성 계수, 손실계수를 추정하고 각 변수에 대한 기여도를 파악하도록 한다. 또한 추정한 물성치의 사용 타당성을 확인하기 위해 플로어 판넬에 제진재를 적용한 유한 요소 모델을 만들어 주파수 응답 함수를 얻었고 이를 모달 테스트의 결과와 비교하였다.

* 임효석, E-mail: hyosuk.lim@gmdat.com

2. 제진재의 물성치 추정

다음 그림과 같이 오베르스트 보를 이용하여 주파수 응답 함수를 측정하고 Half power 방법을 이용하여 손실계수를 얻었다. 이때 보 자체의 경우와 보에 제진재를 부착한 두 경우에 대한 주파수 응답 함수를 각각 측정하였고 각각에 대한 유한 요소 모델을 구성하였다. 유한 요소 해석에 의해 얻은 주파수 응답 함수와 측정을 통해 얻은 값이 동일한 결과를 얻기 위해서는 정확한 제진재의 물성치가 필요하다. 하지만 이에 대한 정확한 자료가 없는

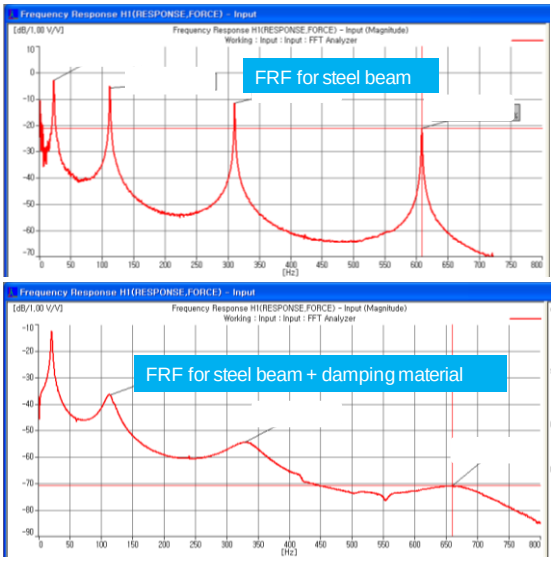

Fig. 1 Oberst Beam FRF result (Upper : Beam only, Lower : Beam + Damping material)

환경에서 역으로 실험 결과를 추정하는 물성치를 얻는 과정을 수행하였다. 즉 직교배열표를 이용한 실험계획법을 수행하여 얻은 결과를 이용하여 반응 표면 모형을 만든 후 시험 결과와의 차이를 줄이는 방향으로 최적화를 수행하여 물성치를 추정하였다. 설계 인자로는 제진재의 탄성 계수, 손실계수 및 프와송비를 선정하였다. 다음 그림과 같이 최적화를 통하여 얻은 물성치를 유한 요소 모델에 적용하여 얻은 주파수 응답 함수와 측정값을 비교하였다. 두 결과의 고유주파수와 손실계수의 차이가 5% 이하에서 잘 일치함을 확인 할 수 있었다.

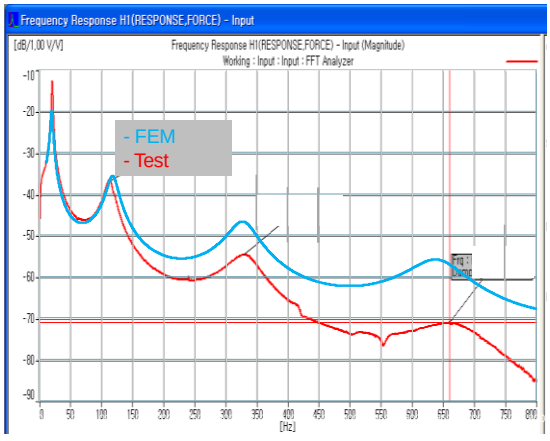

Fig. 2 FRF Comparison between test and FEM

3. 플로어 판넬의 제진재 성능 예측 및 평가

제진재의 물성치를 추정하였고 이를 차량 유한요소 모델에 적용하는 것이 타당한지를 평가하기 위해 플로어 판넬을 선정하였다. 로드 노이즈의 주요 경로인 플로어 판넬에는 많은 면적에 제진재가 사용된다. 아래 그림과 같이 플로어 판넬을 절단하고 공기 스프링으로 지지한 후 가진기를 사용하여 모달 테스트를 수행하였다. 이를 통하여 제진재의 부착 유무에 따른 진동량의 변화를 얻었고 이로 기인된 방사 소음의 변화를 확인하기 위해 음향 인텐시티를 측정하였다.

Fig. 3 Floor panel modal test

또한 시험 조건과 동일하게 플로어 판넬의 유한요소 모델을 구성하여 주파수 응답 함수를 해석하여 이를 시험 결과와 비교하였다.

4. 결 론

본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 오베르스트 빔을 이용하여 얻은 주파수 응답 함수 결과를 이용하여 유한 요소 해석에 필요한 제진재의 물성치를 추정할 수 있었다.
2) 제진재의 부착 여부에 따른 주파수 응답 함수를 플로어 판넬에 대한 모달 테스트를 통해 측정 및 비교하였고 이를 유한 요소 모델로 구성하여 해석 및 비교하였다. 측정 지점의 주파수 응답 함수의 평균값으로 해석 결과와 시험 결과를 비교한 결과 특정 주파수 구간을 제외하고 전반적으로 해석 결과가 시험 결과와 유사

함을 확인할 수 있었다.

3) 제진재 적용 유무에 대한 영향은 해석과 시험 결과가 절대치로는 차이가 있으나 상대적인 효과 측면에서 2% 이내에서 잘 일치함을 확인할 수 있었다.

References

1) Hua He, Qijin Zhang and Richard J. Fridrich, 2003, "Vehicle Panel Vibro-Acoustic Behavior Damping", 2003 SAE Noise and Vibration

2) Nikolina Samardzic and Sergiy Sergiyenko 2007, "The Impact of Damping Material Application Parameters on Damping Performance", 2007 SAE Noise and Vibration

3) Matthew D. Black and Mohan D. Rao, 2001, "Material Damping Properties: A Comparison of Laboratory Test Methods and the Relationship to In-Vehicle Preformance", 2001 SAE Noise and Vibration

4) 이장명 외, 2001, "온도 조건에 따른 제진의 손실계수 및 탄성계수 측정" 한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집, pp.1192-1196

5) 신양현 외 2005, "제진재의 물성치를 이용한 등가물성치 산출에 관한 연구", 춘계학술대회 논문집, 한국 자동차공학회. pp.1015~1020

5)박한일 외 2007, "복합재의 탄성 및 감쇠계수 측정을 위한 실험연구", 대한조선학회 논문집 Vol. 44. pp.26~31

6)이정권,김인동,이영섭, 1992,"차실내 소음 개선을 위한 차음재 및 제진재의 효과적 적용", 자동차공학회 논문집 Vol.14 No.4, pp.68~78