

제진재 중량배분 따른 위치 및 두께 선정위한 해석 프로세스 연구

Study on the Analysis Process for the Selection of Location and Thickness according to the Weight Distribution of the Damping Material

김기창† · 이상우* · 임승호* · 안지훈** · 이태현***

Ki-Chang KIM, Sang-Woo LEE, Seung-Ho LIM, Ji-Hoon AN and Tae-Hyun LEE

1. 서론

제진재는 엔진 및 노면 가진에 의해 차체 판넬이 공진할 때 진동 레벨을 저감시키고, 소음 투과율을 적게하는 역할을 하는데 사용된다.

제진재와 같은 점탄성 재료는 온도, 주파수, 재질에 따라 강성과 제진성능에 상당히 영향을 받는다. 제진 재료의 종류는 단층형(2층형)과 복층형(샌드위치형) 2가지가 있다.

단층형은 외부에서 주어진 진동 에너지가 주로 Damping층의 인장압축에 의해 흡수된다. 복층형은 진동에너지가 Damping층의 전단변형에 의해 흡수된다. 이것은 차체 플로어가 굴곡진동을 할때 판넬상의 제진재가 신축변형을 일으키고, 이때 진동에너지가 열에너지로 전환되어 진동 감쇄가 발생하는 것이다. 단층형 제진재는 경량/발포/일반 타입의 아스팔트 제진재와 아크릴(수성)/리버(유성) 타입의 로보트 분무에 의한 자동화 공정의 액상 제진재(LASD, Liquid Acoustic Spray on Deadener)가 있다. 복층형 제진재는 샌드위치 타입의 제진판넬(VDS, Vibration Damping Sheet)이 있다.

제진재의 관심 주파수 대역은 100~500Hz이며, 구조기인소음 (Structure-Borne Noise) 영역내에서 200Hz 이하 부밍 대비 200~500Hz 고주파 소음 영역에서 제진성능 효과가 우수하다.

본 논문에서는 제진재 종류별 중량 배분에 따른 최적 위치 및 두께에 대한 설계 판단이 가능하도록 제진재 해석 프로세스에 대하여 정리하였다.

2. 제진재 해석 프로세스

2.1 제진성능 해석

차체 판넬의 진동 감도 저감 및 제진재 최소 적용을 위하여 플로어 판넬의 형상, 두께에 대한 설계 판단 기준이 필요하다.

이를 위하여 BIW (Body In White, 무빙 파트를 제외한 도장 전단계 차체) 모델을 이용하여, Fig.1 (a)와 같이 파워트레인과 서스펜션이 마운팅되는 전체 입력점에서 가진하고, Fig.1 (b)와 같이 플로어 판넬에서 등가방사파워(ERP, Equivalent Radiation Power)를 분석하여 제진성능 평가 및 제진재 적용 위치를 선정하게 된다.

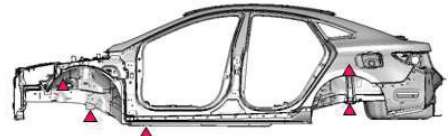
$$ERP = C \sum_{surf}^{panel} V_n^2 \Delta S$$

$$C = \alpha \times ERPRLF \times ERPRHO \times ERPC$$

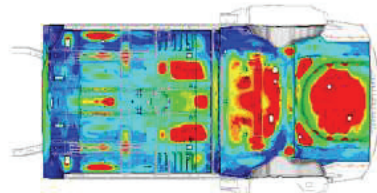
ERPRLF = Radiation Loss Factor

ERPRHO = Fluid density

ERPC = Speed of sound in fluid



(a) excitation points



(b) response area

Fig.1 Analysis Model of Damping Material

† 교신저자 ; 정회원, 현대자동차 진동소음해석팀

E-mail : 9362579@hyundai.com

Tel : (031) 368-5427, Fax : (031) 368-2733

* 현대자동차 진동소음해석팀

** 라온엑스솔루션즈

*** 헨켈테크놀러지스

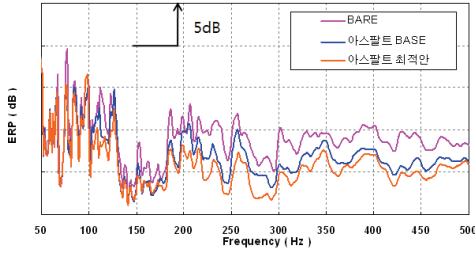


Fig.2 Analysis Result of ERP

종래 기술에서의 판넬 민감부 파악 및 제진재 위치 가이드를 위한 해석 프로세스는 주요 진동 모드에 대한 스트레인 에너지 분석, 다수의 포인트에 대한 속도 분석이 있으나 분석시간 과다 및 측정 위치에 따른 산포 문제가 있었다. 본 논문에서의 Fig.2와 같은 ERP 분석은 각 노드에서의 면에 수직인 방향으로의 속도의 제곱과 판넬 면적에 의해 방사파워가 계산된다. 이러한 방법은 음장 모델의 연성 없이도 BIW 모델에서 판넬 방사 파워를 최적화 할수 있다는 이점이 있다.

2.2 액상 제진재

액상 제진재(LASD)에 대한 해석물성을 확보하기 위하여 Fig.3 과 같이 아크릴(수성), 리버(유성) 타입에 대한 시편 제작 및 물성 측정을 하였다. 또한 Fig.4 와 같이 평판 FRF 평가 및 해석을 통하여 물성 정합성을 분석하였다.

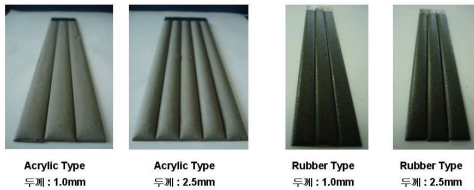


Fig.3 Specimens of LASD

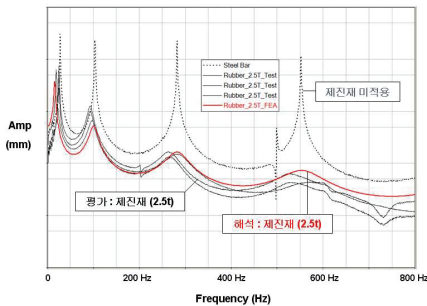


Fig.4 FRF data of LASD

2.3 제진재 중량과 제진성능 상관성

플로어 판넬의 제진재 적용위치를 선정하는 방법은 100~500Hz 영역의 제진성능 해석 결과의 진동감도 기준치 이상의 모드를 SUM하여 가이드를 한다. Fig.5에서와 같이 아스팔트 제진재와 액상 제진재의 ODS 변위의 기준치를 0.5~1.0 사이에서 변화를 주면서 제진재 중량과의 상관성을 분석하였다.

제진재 중량과 제진성능 상관성은 Fig.6과 같은 패턴을 가진다. 아스팔트 제진재 현사양이 4.8Kg인 경우 동일 성능내 2.1Kg 경량화 가능하며, 제진재 동일 중량내 ERP 성능 0.6dB 저감 가능하다.

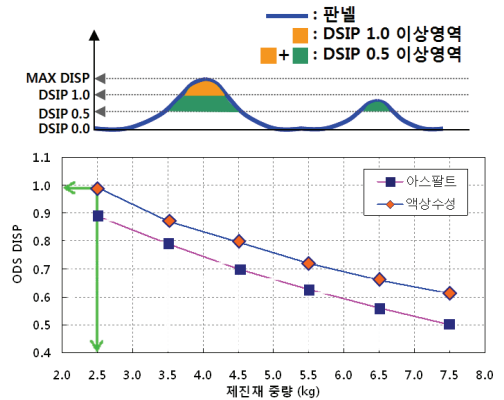


Fig.5 Relationship between Displacement of ODS and Weight of Damping Material

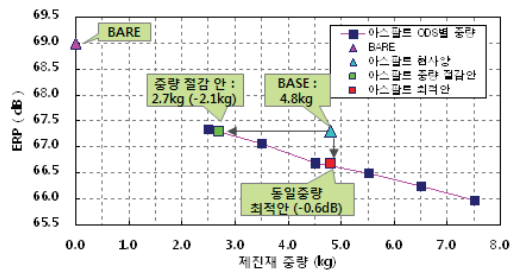


Fig.6 Relationship between ERP and Weight of Damping Material

3. 결론

본 논문에서는 제진성능 해석을 통하여 제진재 중량 저감 또는 제진성능 향상을 위한 위치 및 두께 최적안을 검토하였다. 200Hz 이하 영역은 플로어 판넬 복곡면, 비드 최적화를 통하여 강건설계 하고, 200~500Hz 영역은 제진재 두께 및 위치 최적화를 통하여 진동감도를 저감하는게 효과적이다.