

플로어 진동 해석을 활용한 차량의 제진재 최적화 연구

Optimization Study of the Vehicle Damping Material using Floor Vibration Analysis

황 미 경† · 김 기 창* · 서 성 훈* · 이 영 우* · 홍 석 길*

Mi-Kyong HWANG, Ki-Chang KIM, Seong-Hoon SEO, Young-Woo LEE and Seok-Gil HONG

1. 서 론

최근 자동차 개발 동향은 고출력 엔진과 차량 경량화를 통한 지속적인 연비 향상으로 구조 전달에 의한 차 실내 소음, 특히 50~300 Hz 영역에서의 부밍 소음을 증가시키는 원인이 되고 있다. 이러한 문제 해결을 위하여 제진재 적용 추세이나 중량 증가 및 원가 상승으로 인해 차량 선행 단계에 최적화 기술 개발이 요구된다.

제진재란 차체 판넬이 공진할 때 진동 레벨을 저감시키고, 소음 투과율을 적게하는 역할을 하는데 사용된다. 제진재로 사용하는 재료는 Asphalt Sheet 인 고분자 점탄성 물질로 외부로부터 응력이 가해졌다가 제거되면 완화 현상에 의해 원래 위치로 돌아갈때까지 분자간의 마찰에 의해 진동 에너지가 열에너지로 소실한다.

종래 기술에서는 제진재 경량화를 위한 판넬 복곡면(Curved Surface)에 대한 연구, 플로워 판넬의 주파수 응답 해석을 통하여 판넬 민감부를 주파수 영역에 따라 분류하는 연구가 수행되었으나, 완성차 NVH 성능 및 제진재 경량화 설계를 고려한 설계 초기 단계 해석 및 시험 검토는 미흡하였다.⁽¹⁾

본 연구에서는 차량 주행 소음 대비 판넬 기여도가 큰 플로어 판넬에 대한 진동 감도 해석을 활용하여 제진재 최적화 기법을 제안하고자 한다. 이를 위하여 BIW(Body In White)상태에서 서스펜션 마운팅부 가진에 의한 속도 분석 기법에 대한 시험/해석 상관성을 분석하였고, 검증된 차체 모델을 이용하여 해석적으로 제진재 최적안을 검토하였다. 또한 실차 평가를 통해 본 연구의 타당성을 검증하였다.

본 연구의 효과로 설계 초기 단계 시스템 단위 해석 검토를 통하여 제진재 최적위치에 대한 설계 판단이 가능하다.

2. 제진재 최적화 연구

2.1 플로어 진동 시험

기존의 연구에서는 플로어 판넬의 강성 취약부를 판단하기 위하여 다수의 부위를 임팩트 해머로 가진하여 가진점에 대한 응답을 가속도로 구하고, 강성 수준 및 민감 주파수 대역을 분석하였다. 이러한 방법은 서스펜션 마운팅부로 입력되는 하중 대비 차체 진동 특성을 정확하게 판단하기 어렵다.⁽²⁾

본 연구에서는 입력 하중 가진에 따른 속도 분석 기법을 통하여 완성차 상태에서의 성능 확보가 가능한 제진재 최적화 기법을 검토하고자 한다.

이를 위하여 Fig.1 과 같이 BIW 하부에 사각 빔으로 지그를 구성하고, 플로워 하단은 Air Ride 로 4 점을 고정하였다. 가진 방법은 서브프레임 마운팅 리어부에서 Shaker 로 상하 가진하였고, 응답점으로는 센터 플로워 144 포인트, 리어 플로워 40 포인트를 100mm X 100mm 간격으로 은박지 모양의 레이저 반사판을 부착하였다. Laser Scanning Vibrometer 이용하여 미러에 반사된 플로어 판넬의 속도를 측정하였다. 사용된 장비는 폴리텍 PSV 400 으로 다수의 응답 부위를 빠른 시간에 DATA 처리가 가능한 특징이 있다.

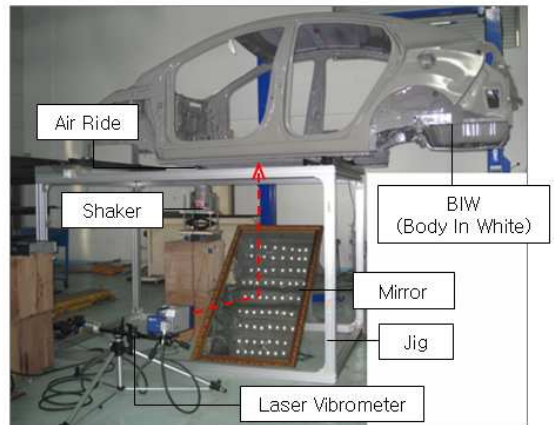


Fig. 1 BIW 진동 평가를 위한 가진 및 응답 조건

† 교신저자; 정희원, 현대자동차 해석기술팀

E-mail : hwangmk@hyundai.com

Tel : (031) 368-2457, Fax : (031) 368-5818

* 현대자동차 해석기술팀

평가 차량으로는 제진재 미적용(BARE), 현사양(BASE) 및 전부위(FULL) 적용한 3 가지 CASE 을 선정하여 시험을 실시하였고, Fig.2 와 같이 100 Hz 단위로 제진재 적용따른 속도 분석을 통하여 플로어 진동 특성을 관찰하였다.

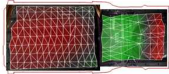
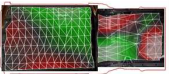
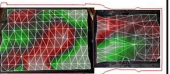
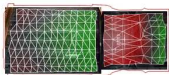
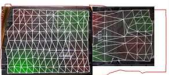
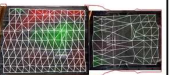
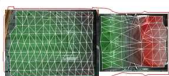
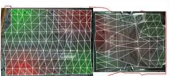
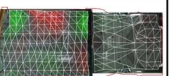
구분	1~100 Hz	100~200 Hz	200~300 Hz
BARE	 61 Hz	 121 Hz	 266 Hz
BASE	 54 Hz	 190 Hz	 236 Hz
FULL	 52 Hz	 187 Hz	 293 Hz

Fig. 2 주파수 대역에 따른 속도 분석 결과

2.2 해석 최적안 검토

Fig.3 은 BIW 해석 모델의 가진 및 응답 조건을 나타내고 있다. 서브프레임 마운팅 리어부와 리어 스프링 시트 마운팅부의 좌우측의 4 군데에서 상하 방향 단위가진을 하였고, 플로워 판넬에서 속도 응답을 구하였다. Fig.4 는 모드 분석 결과 판넬 민감부에 대한 전반적인 경향이 유사하여 시험/해석 상관성측면에서 신뢰성을 확보 하였음을 보여준다.

이와 같이 신뢰성이 확보된 해석 모델을 이용하여 제진재 최적위치 선정을 위한 해석검토를 진행하였다. Fig.5 와 같이 모드 분석을 통한 스트레인 에너지 분석 결과와 서스펜션 마운팅부 가진에 의한 속도 분석 결과를 조합하여 최적안을 도출하였다. 제진재 위치를 재선정하여 10% 정도 경량화안을 제시하였다.

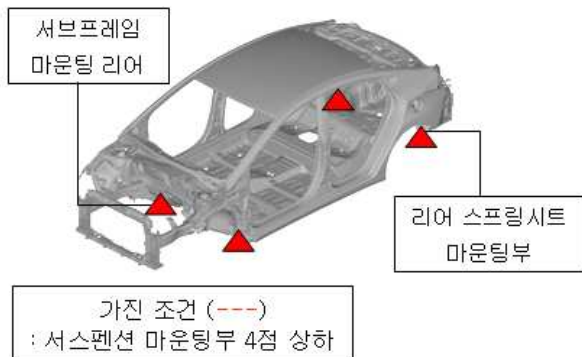


Fig.3 해석 모델 가진 조건

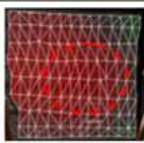
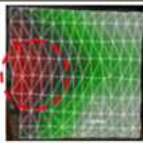
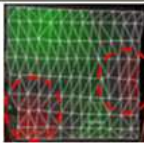
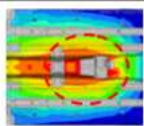
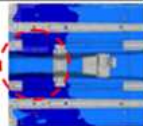
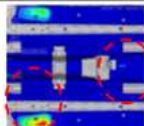
구분	60 Hz	80 Hz	180 Hz
시험			
해석			

Fig. 4 주요 PEAK 에 대한 모드 분석 결과

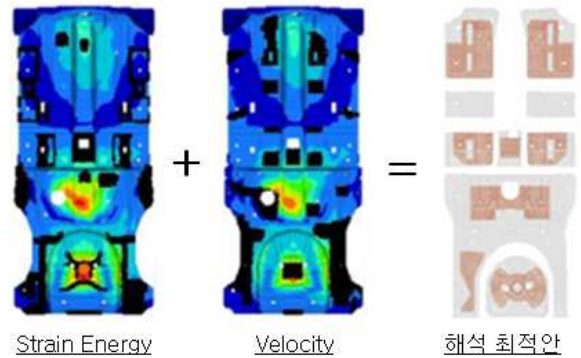


Fig. 5 해석 경량화안 도출 과정

실차 검증을 통하여 제진재 위치 최적화 기법을 활용하여 도출한 경량화안이 현사양에 대비하여 60KPH 정속 주행에서 동등 수준임을 확인하였다.

3 결론

본 논문에서는 플로어 진동해석을 활용하여 차량의 제진재 최적위치 선정 기법에 대하여 소개하였으며, 입력하중 가진따른 속도 분석기법에 대한 시험/해석 상관성 분석을 통하여 해석 신뢰성을 확보하였다. 설계 초기 단계 제진재 적용 판단근거를 마련하였고, 설계 변경에 따른 성능 예측이 가능하여 신속한 의사 결정 및 업무 효율성 증대 효과가 예상된다.

참고 문헌

- (1) S. Subramanian, R. Surampudi, K. R. Thomson and S. Vallurupalli, 2003. " Optimization of Damping Treatment for Structure Borne Noise Reduction" , SAE 2003-01-1592
- (2) Kichang Kim Chanmook Kim, 2007. " The Process of Designing Body Structures for the Reduction of Rear Seat Noise in Passenger Car" , International Journal of Automotive Technology, February, Volume 8, Number 1, pp.67-73