

Study of Acoustic Leakage of Dash Panel & Pass Through(HVAC) with SEA

조환철† · 김증한* · 박광서* · 김영호*

Whanchul Cho, Jeunghan Kim, Kwangseo Park, Youngho Kim

1. 서 론

신차량 개발에 있어서 개발 시간단축 및 비용절감에 대한 요구가 극대화 되고 있으며 차량 소음 분야에서 여러가지 해석 기법과 검증을 통해 지속적으로 논의되고 있다. 소음 분야 중에서도 400Hz 이상의 고주파수 대역의 공기 기인 소음 해석이 진행되고 있는데 특히 엔진 소음에 많은 영향을 미치는 대쉬 판넬에 대한 통계적 에너지 해석(Statistical Energy Analysis, SEA) 방법이 사용된다. Lyon 교수의 연구로부터 시작된 통계적 에너지 해석 방법(SEA)은 연성된 두 시스템의 유입된 파워는 소산되는 파워와 인접한 다른 시스템으로 전달되는 파워의 합이라는 파워 평행 방정식을 기본으로 이용한다. 특히, 이중 대쉬 판넬에 적용한 흡,차음재는 엔진 작동시 투과, 유입되는 소음을 차단 및 흡수하여 엔진 투과음을 저감하며 이에 대한 통계적 에너지 해석도 가능하다. 또한 실차량에서 흡,차음재를 이용한 소음원의 제어 외에 패스-쓰루를 통한 노이즈 영향도 중요하며 대쉬 판넬의 흡,차음재 성능이 아무리 향상되어도 대쉬 판넬을 통과하는 패스-쓰루인 각종 Wire 와 Cable 류에 사용되는 Grommet 들이 제대로 개발되지 않으면, 소음 저감 효과를 극대화 할 수 없다. 본 연구에서는 대쉬 판넬의 흡,차음재와 패스-쓰루를 통계적 에너지 해석(SEA)을 통한 음향투과손실을 예측하고 실제 대쉬 판넬 조건에 흡,차음재를 장착 후 주요 패스-쓰루인 HVAC 모듈을 장착하여 해석기법에 대한 예측을 면적가중치를 적용한 음향투과손실 기법을 이용한 시험을 통해 검증하였다.

2. 본 론

2.1 대쉬 판넬 모델의 해석 및 음향투과손실 측정

대쉬 판넬은 엔진의 연소 및 변속기, 모터의 작동으

로 기인한 방사 소음의 주요한 경로이며 엔진에서 방사된 소음을 저감하기 위해 대쉬 판넬에 흡,차음재를 적용하게 된다.

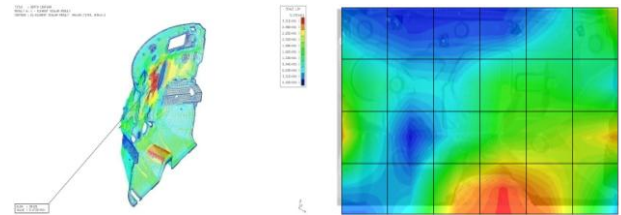


Fig.1 Dash Insulation SEA Model,thickness map and Intensity map of insulation material

Fig.1 은 SEA 방법을 이용하여 차량의 대쉬 판넬의 차음 성능을 해석하기 위한 모델 예이다. 실제의 대쉬 판넬의 흡,차음재의 형상 및 재료의 두께 정보를 적용하여 투과손실 및 흡음률을 예측하게 되며 대쉬 판넬을 24 개의 부분으로 분할하여 인텐시티를 각각 측정하여 이 결과를 이용하여 Fig.1 같이 각 옥타브 밴드 주파수에 따른 인텐시티 지도를 만들 수 있다.

예측한 투과손실이 신뢰할 수 있는 수준인지를 확인하기 위해 추가적인 Buck Test 를 수행하였다. 무향실-잔향실 사이에 대쉬 판넬 Buck 을 설치하고 인슐레이션을 장착후 잔향실에서 스피커로 가진한 후 무향실에서 인텐시티 장비를 통해 투과 손실을 측정하였다.

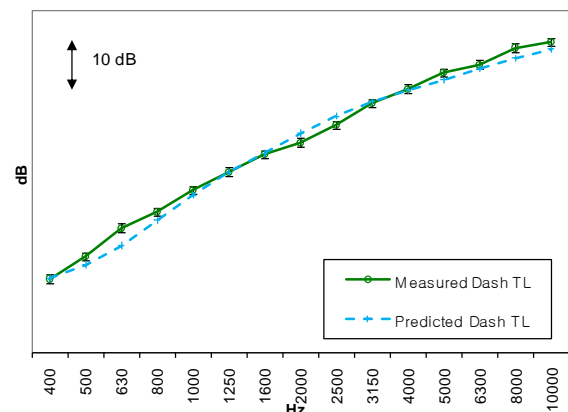


Fig.2 Dash insulation transmission loss of test and prediction

Fig.2 은 대쉬 인슐레이션에 대하여 SEA 기법을 통한 결과와 Buck 시험 결과를 통한 음향투과손실을 비교하여 3dB 오차 범위에 내에 있음을 보였다.

† 교신저자; 지엠대우오토엔테크놀로지

E-mail : Whanchul.Cho@gmdat.com

Tel : (032) 590-6310, Fax : (032) 590-6002

* 지엠대우오토엔테크놀로지

2.2 패스-쓰루(HVAC)의 음향 투과 손실 측정

패스-쓰루의 음향투과손실을 측정하기 위하여 잔향실과 무향실 사이에 시험 판넬을 설치한다.

Homogeneous 판넬과 Composite 판넬은 Fig.3과 같이 알루미늄으로 제작된 프레임으로 500 X 500 mm 사이즈의 시편으로 설치될 수 있도록 제작한다. 특히 Composite 판넬은 실차에 설치된 조건으로 판넬의 구멍을 뚫어 패스-쓰루를 설치한다. 이때 경계조건과 여러 패스-쓰루에 대한 정량적 데이터를 얻기 위해서는 면적 가중치법을 통한 계산이 필요하다. 이를 적용한 측정 절차를 통해 패스-쓰루(HVAC)의 음향투과손실 측정을 하였으며, 아래 Fig.3과 같이 패스-쓰루만의 시험 결과를 얻을 수 있었다.

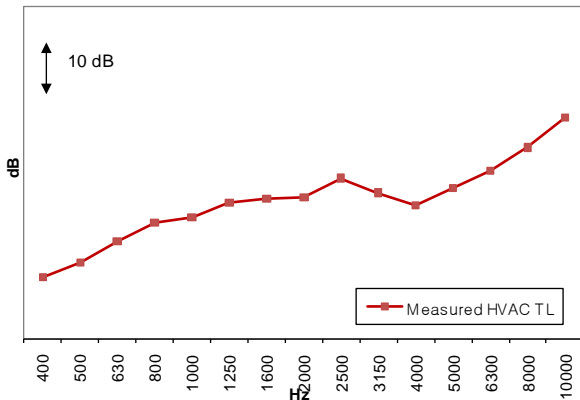


Fig. 3 Pass-through Sound Transmission Loss

3. 시험 검증

3.1 패스-쓰루(HVAC)를 장착한 대쉬 판넬의 음향투과손실 측정

대쉬판넬 Buck 을 잔향실과 무향실 사이에 설치하고 판넬과 경계부위 씰링을 한 후 실제 차량의 대쉬 인슐레이션과 패스-쓰루(HVAC)부위만을 장착하여 음향투과손실을 측정하였다.

이 측정 결과와 단순 대쉬 판넬의 인슐레이션 SEA 모델링한 결과와 패스-쓰루 단품상태의 음향투과손실을 Simulation 한 결과를 반영한 해석결과를 비교하게 되었다. 대쉬 Buck 상태의 Intergrated 실측치와 각각 측정치의 합을 비교한 결과 초기에는 일치하지 않음을 보였다. 이는 실제 패스-쓰루를 포함한 인슐레이션의 Buck 조건에서는 연결부위의 Leakage 손실이 발생하게 되는데 이에 대한 보정 후 각각의 측정치는 실측치와 일치함을 아래 Fig.4 에서 볼 수 있었다.

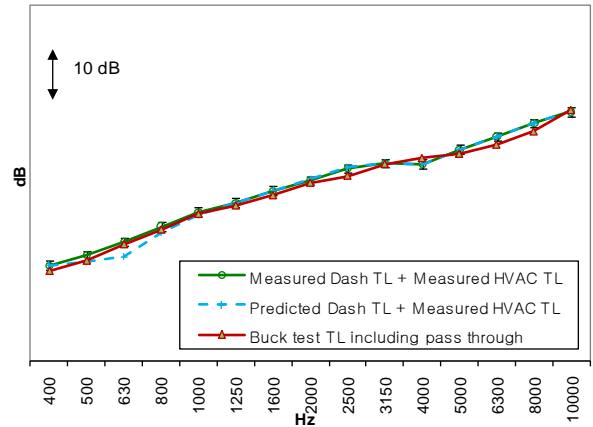


Fig.4 Compare Sound Transmission Loss (Each Measured vs Buck condition)

4. 결론

본 논문은 SEA 방법을 이용하여 대쉬 인슐레이션과 패스-쓰루 해석을 수행하였고 해석한 값의 타당성을 시험과 비교하였다. 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 측정된 HVAC 패스-쓰루의 음향투과손실 값을 대쉬의 인슐레이션의 SEA 결과와 함께 예측하였고 실제 Buck Bcuk 시험으로 충분히 신뢰 가능함을 확인하였다.

2. 각각의 패스-쓰루의 음향투과손실을 이용하는 경우 실제측정치와의 차이를 줄이기 위해서는 흡, 차음재와 패스-쓰루사이에 존재할 수 있는 Leakage 공간을 고려하여 일정한 보정치가 필요함을 확인하였다.

3. 다양한 패스-쓰루에 대한 음향투과손실 데이터를 확보하여 이를 SEA 해석 기법을 통한 대쉬 인슐레이션 음향투과손실에 적용하여 실제 차량의 음향투과성능 예측이 신뢰 가능함을 확인하였고 이 기법을 토대로 차량개발 시간도 단축할 수 있음을 보였다.

Reference

- 1) Alan Parrett, Qijun Zhang, C.Wang. and H.He, "SEA in Vehicle Development Part I: Balancing of Path Contribution for Multiple Operating Conditions", SAE ,2003
- 2) M.J. Crocker, P.K. Raju, and B. Forssen,1981, Measurement of transmission loss of panels by the direct determination of transmitted acoustic intensity." Noise Control Engineering, 17,1,pp. 6-11.