

승용차 디젤 소음에 대한 흡차음재 메뉴 가이드 연구

Study on the Menu Guide of the Sound Package for the Vehicle Diesel Noise

권요섭† · 김찬묵*

Jo-Seph KWON and Chan-Mook KIM

1. 서론

최근 자동차 개발 동향은 유럽 시장을 중심으로 승용 디젤차 수요가 급증하면서, 고주파 영역의 소음 저감을 통한 목직한 음색의 디젤차 특유의 음색 개발을 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 특히 현지 고속도로 진입시 3 단 급가속에 의한 운전모드와 정속주행시 노면 가진에 의한 로드 노이즈에 대한 동급 비교차종 시승결과 전석 및 후석에서의 실내소음 차이가 크게 발생하고 있다. 차량 분해에 의한 부품 비교 분석 결과 차량 불용홀에 대한 플러그 적용유무, 와이어 그로벳 홀 축소 등과 같은 쉘링 구조에 의한 소음 차이가 있었으며, 엔진룸, 플로워, 언더커버와 같은 흡차음재의 재질 및 두께 차이에 따라 승용 디젤 차량의 특유음 개발에 기여도가 큰 것으로 판단된다. 차량 상품 기획시 흡차음재에 대한 목표 중량 및 원가가 정해져 있으나, 차량 개발 단계에 엔진 및 노면 가진에 의한 차체 및 샤시 전달계에 대한 개선이 마무리 된 이후에는 실내소음 저감을 위하여 흡차음재에 대한 과도한 중량 및 원가 상승 요인이 발생하고 있는게 현실이다.

종래 기술에서는 가진된 측면에서 승용 디젤 차량의 연소음 개발을 위해 배기가스와 연비를 고려한 DOE 최적화와 TRANSIENT 다이노를 활용한 차량 상사기법에 대한 연구가 있었다. 전달계 측면에서 차체 입력점 강성 증대 및 샤시 부시 동특성 변화에 따른 실내소음 변화에 대한 연구가 진행되고 있다. 또한 2000 년도 이후 통계적 에너지 해석법 (SEA : Statistical Energy Analysis)을 이용한 중고주파수 대역의 완성차 공기기인소음 해석 모델 구축을 통하여 흡차음재 물성치 검증, 해석모델 신뢰성 평가를 통하여 대시 및 센터플로워의 흡차음재 경량화를 위한 연구가 지속적으로 이루어 지고 있다.⁽¹⁾

본 연구에서는 승용 디젤 차량의 음질 평가 프로세스 구축을 위하여 흡차음재 메뉴 가이드에 대한 기초 연구를 수행하고자 한다. 흡차음재 개발 과정에서 개인적인 경험치나 비교차종 분석을 통하여 사양을 결정하고, 실차 제작 이후 NVH 성능 평가를 통하여 최적안을 찾아가는 과정으로 인해 개발기간 단축이 어려운 현실이다. 따라서 특정 성능 개선을 위하여 흡차음재 사양 변경이 필요할 때 설계 판단 근거가 필요하다. 1 차적으로 차급별 흡차음재 적용 현황 파악을 통하여 적절한 사양 안배가 필요하며, 2 차적으로 부품별 소재 및 두께 변경시 주파수 변화에 따른 성능 기여도 분석이 필요하다.

이후 승용 디젤 차량의 음질 인덱스를 구축하고, 소음원의 차량 실내 소음에 대한 기여도를 파악하기 위한 소음 전달 경로 분석법 (Noise Path Analysis) 또는 전달계 기여도 분석 (Transfer Path Analysis)을 수행할 예정이며, 흡차음재 최적화를 통한 실차 평가 검증 과정에 대해 지속적으로 연구를 진행하고자 한다. 본 연구의 효과로 귀에 거슬리는 디젤 엔진 소리를 어떻게 평가할 것인가와 이들 소리의 음질을 어떻게 개선할 것인가에 대한 두 가지 문제에 명확한 방법을 제시하는 객관적 지수를 제공 가능하며, 흡차음재에 대한 메뉴 가이드를 통하여 디젤 음질 개선 프로세스에 기여할 것으로 예상된다.

2. 본론

2.1 디젤 소음의 음향 특성

디젤 엔진의 가속소음 수준은 가솔린 엔진 대비 저속 및 중속 범위에서 3~6 dB 정도 불리한 수준으로 분석된다. 이는 디젤의 충격 연소 소음이 디젤 엔진의 압축-점화 연소 시스템의 연소 압력의 높은 증가율에 기인한다.

소리에 대한 느낌을 객관적으로 표현하기 위한 많은 음질 인자들이 개발되었으며, 대표적인 4 가지는 라우드니스(Loudness), 샤프니스(Sharpness), 러프니스(Roughness), 변동강도(Fluctuation Strength)를 들 수 있다.

† 교신저자; 정희원, 국민대학교 자동차공학전문대학원
E-mail : noisecenter@hanmail.net

Tel : (031) 948-8535, Fax : (031) 948-8539

* 국민대학교 자동차공학전문대학원

2.2 흡차음재 재료 특성

자동차 실내 소음 저감을 위하여 적용되는 흡차음재는 대시 인너 패드, 대시 아웃터 인슐레이터, 플로워 카펫트, 루프 헤드라이닝, 엔진 언더 커버 및 도어 트림 등이 있다. 본 연구에서는 10 개의 제조사에 대한 자동차용 내외장재 샘플을 수거하여 다양한 재료 유형 및 두께에 따라 128 개로 CASE 를 조합하여 기초 연구를 수행하고자 한다.

Fig.1 은 자동차 내외장재 시편의 대표사례를 나타내고 있다. 본 연구에서의 스크림(Scrim)은 유한 유동 저항을 갖는 섬유층을 나타내며, 다공질의 스크림을 갖는 다공성 재료는 대부분의 소리를 공기 전달과로 변환시킨다.

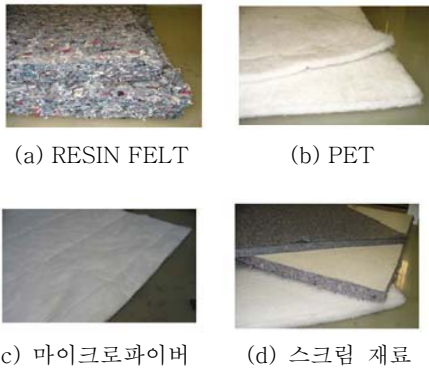


Fig.1 자동차 내외장재 시편

자동차 흡음재 부품들의 소재로는 천연섬유, PET, 글라스 울 등의 섬유질 재료와 폴리우레탄과 같은 발포 소재로 구별할 수 있다. 흡음용 소재는 고체부인 프레임 부분과 유체부인 공극으로 구성되어 있는 다공성 소재이며, 입사된 음파의 거동을 열로 변환시켜 효과적으로 흡음 효과를 나타낸다.⁽²⁾

흡음재는 Fiber Type 과 Foam Type 으로 구분되며, Fiber TYPE 의 물성치는 Density, Flow Resistivity, Porosity, Tortuosity, 점성특성길이 등이 포함되며, Foam Type 의 물성치는 Fiber Type 물성치에 영계수, 감쇠계수, 포와송비 등을 추가로 필요로 한다.

차음재로 적용되는 EVA sheet 와 같은 Heavy Layer, Plastic Trim 으로 사용되는 소재들에 대하여 Dynamic Test 를 적용하여 영계수, 손실계수 등을 측정하게 된다.

본 연구에서는 흡차음재 128 개 시편에 대한 평가를 통하여 밀도 및 두께 변화에 따른 NVH 성능 상관 관계를 분석하여 부품 단위별로 최적값을 선별하고, 승용 디젤 차량의 성능 조건에 따라 선별 적용하도록 흡차음재 메뉴 가이드를 작성하고자 한다.

Table 1 재료의 밀도 및 두께 관련 우수한 조합

소재	유동저항(mks, rayls/mm)	두께(mm)	표면밀도(g/m ²)	Scrim/Film	Average Alpha
A1	7.0	9.0	458	NO	0.413
A5	6.6	9.0	473	NO	0.419
E1	21.9	7.0	597	NO	0.420
G3	10.7	9.0	259	NO	0.451
A9	3.9	16.0	450	NO	0.475
A3	34.6	8.0	1049	NO	0.482
G1	38.6	8.0	317	NO	0.484
JC	13.5	7.0	204	NO	0.486
G9	5.2	12.0	255	NO	0.494
A19	2.0	24.0	455	NO	0.499

Table 2 재료의 밀도 및 두께 관련 취약한 조합

소재	유동저항(mks, rayls/mm)	두께(mm)	표면밀도(g/m ²)	Scrim/Film	Average Alpha
D8	68.6	24.0	670	Scrim	0.939
B10a	33.3	32.0	666	Scrim	0.925
H7	33.5	31.0	667	Scrim	0.919
B6a	80.0	19.0	538	Scrim	0.909
D10	21.1	25.0	1455	Scrim	0.898
C17	35.0	27.0	1879	No	0.897
H6	35.3	25.0	510	Scrim	0.891
D12	61.9	27.0	2428	Scrim	0.886
B9a	38.3	20.0	508	No	0.873

Table1 과 Table2 에서와 같이 흡차음재 우수한 조합과 취약한 조합에 대하여 상위 10 개, 하위 10 개를 선별하였으며, 공기흐름저항, 두께 및 밀도를 나타내고 있다. 다공성의 스크림을 갖는 재료에 있어서 흐름저항은 매우 중요한 요소이며, 상세 시편 평가 결과는 본 논문에서는 생략하기로 한다.

3. 결론

소비자의 감성품질 요구에 맞추어 승용 디젤 소음을 제어하고 음질을 개선하여 최종적으로 소음을 브랜드 사운드화 하는 추세는 지속적으로 진행될 것이다. 본 논문에서는 흡차음재 메뉴 가이드에 대한 기초 연구를 수행하였다. 시편에 대한 밀도 및 두께 변화에 따른 최적의 조합을 구성하기 위한 소재별 조직의 특성인자에 관하여 분석 제한하였으며, 실차 성능을 고려한 흡차음재 사양결정에 활용하고자 한다.

참고 문헌

- (1) Arnaud Charpentier, Prasanth Sreedhar, Julio Cordioli and Kazuki Fukui, 2008, Modeling Process and Validation of Hybrid FE-SEA Method to Structure-borne Noise Paths in a Trimmed Automotive Vehicle, SAE, 2008-36-0574
- (2) J. M. Choi, I. K. Jun, S. C. Lee, J. Y. Maeng, J. S. Kim, H. J. Youn, 2004, Development of database for the relation between Boot's parameters and acoustic performance based on RSM, Proceedings of the KSAE 2004 Spring Annual Conference, pp.1218~1224