

# Evaluation on the Sound Sensitivity Parameter for the Vehicle Interior Noise

권요섭† · 김찬목\*  
Jo-Seph KWON and Chan-Mook KIM

## 1. 서론

최근 자동차 개발 동향은 엔진 고출력에 의한 차실내 소음 저감에 대한 연구와 더불어 음질 (Sound Quality)의 차별화된 브랜드 이미지 개발을 위해 다양한 연구가 진행되고 있다. 특히 하이브리드 차량 및 전기자동차 개발에 따라 소리가 기대치보다 작을 경우 차가 힘이 없거나 성능이 떨어진다는 인상을 줄 수 있어 소비자의 주관적 평가를 대응할만한 객관적 음질평가 기법에 대한 연구가 요구된다.

승용 디젤 엔진 차량의 음질 기여인자에 대한 분석을 위하여 차량 분해를 통한 부품 비교 분석을 실시하였다. 검토 결과 차량 불용홀에 대한 플러그 적용유무, 와이어 그로멧 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 분석되었다. 체계적인 음질 평가 기술개발을 위해서 청감과 연계한 연구 필요성이 부각되고 있으며, 양산차량에 대한 고객들의 다양한 요구사항에 따른 음질 튜닝 기법에 대한 평가 프로세스에 대하여 관심이 높아지고 있다. <sup>(1) (2)</sup>

Fig.1은 승용 디젤 차량의 음질 평가 프로세스 구축을 위한 단계별 연구과정을 나타내고 있다. 인간 청각 모델을 기초로 하는 객관적인 평가 기준에 대한 연구를 수행 이후 승용 디젤 차량의 음질 인덱스를 구축하고, 소음원의 차량 실내 소음에 대한 기여도 분석을 수행한다. 또한 승용 디젤 차량에서 발생하는 이음에 대한 현상분석과 전달계 튜닝 프로세스에 대한 연구를 통하여 귀에 거슬리는 디젤 엔진 소리를 어떻게 평가할 것인가와 이들 소리의 음질을 어떻게 개선할 것인가에 대한 두 가지 문제에 명확한 방법을 제시하는 객관적 지수를 제공 가능하다.

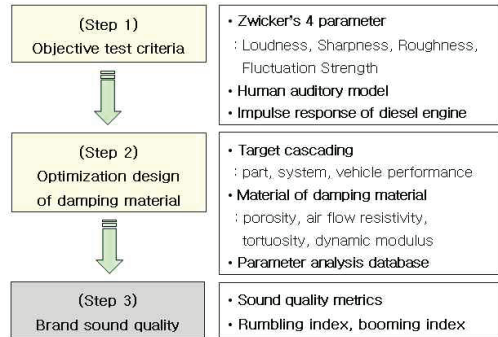


Fig. 1 음질 평가 프로세스 로드맵

본 논문은 차량 내부음을 구성하는 소음 민감 인자에 대한 평가 연구에 관한 것으로, 실내소음에 영향을 주는 주요 파라미터 인자를 선정하고, 이를 승용 디젤 차량에 대한 평가를 통하여 상관성을 분석하고자 한다.

또한 승용 디젤 양산차량의 음질 튜닝에 대한 리버스 엔지니어링 (Reverse Engineering) 사례를 통하여 고객 맞춤형 소음 튜닝 프로세스에 대한 연구 사례를 정리하였다. 음질 튜닝은 가진원인 엔진 방음, 전달계인 차체 방음 그리고 풍절음에 의한 도어 방음으로 나눌 수 있다. 승용 디젤 차량에서 발생하는 다양한 진동, 소음 및 이음 현상에 대한 분석을 통하여 도로 조건에 따른 노면 가진력 증대로 인한 소음 현상 분석, 엔진 출력 증대 따른 가진력 증대로 인한 전달계 진동절연 사례, 시스템간 공진 회피를 위한 개선사례, 이음에 대한 원인 분석 및 튜닝 경험을 바탕으로 음질 평가 프로세스를 제안하고자 한다. 본 연구에서는 고객이 신뢰할 수 있는 객관적인 시험 데이터 확보를 위하여 초기 상태와 음질 튜닝 상태에 대하여 자유로 주행조건에서의 전적과 후석의 소음 비교를 통하여 개선효과를 확인하고자 한다. 또한 효율적인 음질 평가 프로세스 구축을 위한 데이터 베이스 (DB) 구축을 하고자 하며, 향후 전산 GUI 환경 개발을 통하여 평가 공수절감 효과가 예상된다.

† 교신저자; 정회원, 국민대학교 자동차공학전문대학원  
E-mail : noisecenter@hanmail.net  
Tel : (031) 948-8535, Fax : (031) 948-8539

\* 국민대학교 자동차공학전문대학원

## 2. 평가 프로세스

### 2.1 실내소음 민감 인자

차량 주행중 실내소음은 주파수 대역에 따라 소음의 크기와 방향이 사람의 청각특성에 근거한 분석을 수행하여 측정할 수 있다. Fig.2 는 주관적인 음질 평가 방법에 대한 개념도이며, 100km/h 속도에서 dummy head 를 이용하여 양쪽 귀로 녹음한 10 개의 실내소음 데이터를 기록하며, 방음이 된 방에서 헤드폰을 이용하여 hearing 을 하게된다.

Fig.3 은 dummy head 를 이용하여 녹음한 실내소음 데이터이며, (a)와 같이 1/3 옥타브 밴드에서 음압 레벨을 보여주고, (b)와 같이 masked frequency spectrum 을 보여준다. (b)의 세로축은 masked loudness 를 나타내며, 단위는 sones 이며, loudness 의 주관적인 scale 을 나타낸다.

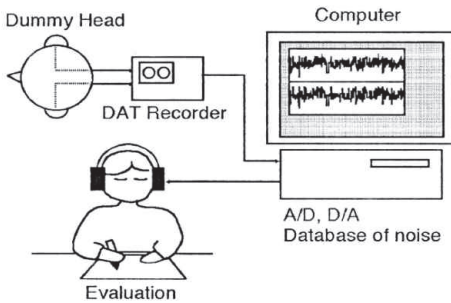


Fig. 2 주관적인 음질 평가 방법

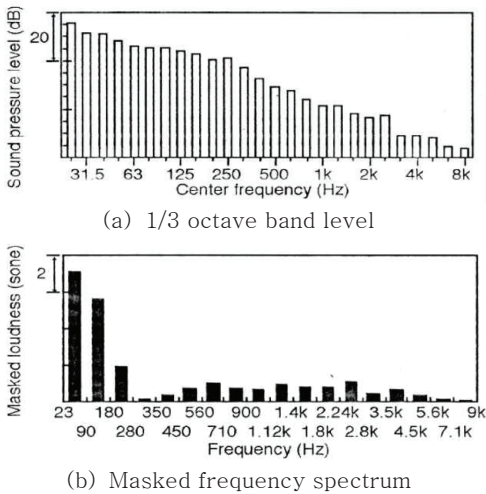


Fig. 3 고속 주행조건 실내소음 분석

분석 결과 대부분의 소음은 도어 글래스에 가까운 dummy head 왼쪽 귀에서 도달한 후에 오른쪽 귀에 도달한다. 따라서 주파수 성분의 대부분이 윈드 노

이즈로 구성되는 특징이 있다. 또한 저주파 소음이 줄어들면 고주파 소음이 더 잘 들리게 되며, 이는 여기서 masking effect 로 다른 소리에 의해 어떤 소리 성분의 크기가 줄어드는 것을 인식하는 효과를 의미한다.

### 2.2 음질 튜닝

본 연구에서는 양산차량에 대한 고객 맞춤 서비스 측면에서 음질 튜닝을 통하여 데이터 베이스를 정리하였고, 향후 상관성 분석을 통하여 음질 평가 프로세스를 구축하고자 한다. Fig.4 는 주행시 특정 주파수에서 발생하는 이음에 대하여 개선결과를 나타내고 있다.

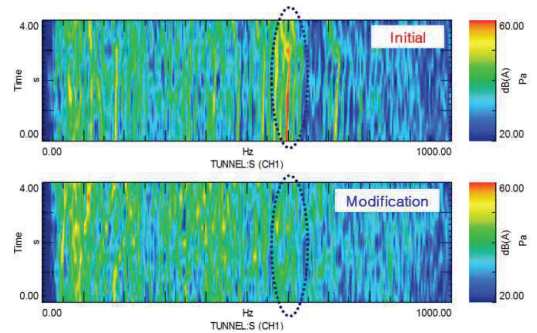


Fig. 4 고객 민감 주파수 대역 이음 개선결과

## 3. 결론

본 논문에서는 승용 디젤 승용 차량의 실내소음 민감인자에 대하여 평가를 통하여 상관성을 분석하였으며, masking effect 에 대한 연구를 통하여 음질에 영향을 미치는 인자에 대하여 지속적인 연구를 진행하고자 한다. 또한 음질 튜닝 리버스 엔지니어링 사례를 소개하였으며, 고객 맞춤형 소음 튜닝 프로세스에 대한 연구사례를 통하여 데이터 베이스 구축 및 음질 평가 프로세스를 구체화 하고자 한다.

## 참고 문헌

- (1) B. O. Jo, S. K. Lee, D. C. Park and M. S. Lee, 2006, New Development of Two-dimensional Sound Quality Index for Brand Sound in Passenger Cars, Transactions of the Korean Society of Noise and Vibration Engineering, Volume 16, Number 5, pp.457-469
- (2) J. S. KWON and C. M. KIM, 2011, Study on the Sound Quality Evaluation Method for the Vehicle Diesel Engine Noise, Transactions of the Korean Society of Noise and Vibration Engineering, Volume 21, Number 10, pp.883-889