

# 차량 실내 이음의 평가 방법 구현과 그 활용

## Squeak&Rattle assessment of car interior using a standard and its application

이태용† · 최성욱\* · 장기호\*\*

Tae Woong LEE, Sung Uk CHOI, and Ki Ho JANG

### 1. 서 론

NVH(Noise, Vibration, and Harshness) 소음의 저감 기술 발달로 차량의 이음 (Buzz, Squeak, and Rattle, BSR)은 최근 들어 하나의 해결 과제로 이슈가 되고 있다<sup>(1)</sup>.

차량의 이음은 마찰 혹은 충격 등의 이유로 발생하는 소음<sup>(2)</sup>으로, 빔형성 방법을 사용한 음향 카메라 등으로 소음의 발생 위치를 가시화 할 수 있다<sup>(3)</sup>. 가시화된 소음의 평가는 라우드니스와 같은 대표적인 음질 인자와 숙련된 전문 평가자의 청각을 사용하여 이루어진다. 그 중 ISO 및 DIN에 등록된 라우드니스 및 A가중 음압 레벨(A-weighted sound pressure level, SPL(A))은 소리의 크기를 표현하는 인자로 이러한 평가에 널리 쓰이고 있다.

본 논문에서는 라우드니스 및 A가중 음압 레벨을 사용하여 차량의 실내 이음을 평가하는 방법을 소개한다.

### 2. 차량 실내 이음의 정량 평가

#### 2.1 시간 변화 라우드니스

ISO 532B<sup>(4)</sup>에 등록되어 있는 라우드니스는 정상 신호(stationary signal)에 대한 크기를 정량화하는 인자이다. 그러나 차량 이음은 과도 신호(transient signal)의 특성을 가지는 경우가 많으므로, 정상 신호의 라우드니스는 이런 종류의 소음에 대해서는 적합하지 않다.

과도 신호의 경우 시간 변화에 대해서 라우드니스값이 계속 계산될 필요가 있으므로, 본 논문에서

는 DIN 45631/A1<sup>(5)</sup>에서 규정하고 있는, 시변 라우드니스 (time varying loudness)를 다룬다.

#### 2.1.1 기존 규격 예: GMW 14011<sup>(6)</sup>

차량의 각 부품별 이음(이 규격에서는 Squeak & Rattle에 한정)에 대해 측정 위치 및 방법을 기록하고 있는 규격으로, 시변 라우드니스를 계산하는 방법도 자세히 다루고 있다. 300 Hz의 고역 통과 필터(high pass filter)도 적용하고 있는데, 부품별 이음이 주로 고주파수 성분의 소음이므로 이와 같은 고역 통과 필터를 적용하고 있다고 해석할 수 있다.

이 규격에서는 2 ms 마다 시변 라우드니스를 계산하므로 시간의 함수로 표현되고, 그 중 N10(top 10<sup>th</sup> percentile value)을 대표값으로 사용한다.

#### 2.2 A가중 음압 레벨

A가중 음압 레벨은 사람의 청각 특성을 보정한 음압 레벨로, 계산 방법이 간단하여 사람이 느끼는 소리의 크기를 나타낼 때 널리 쓰이는 값이다.

라우드니스와 A가중 음압 레벨의 경우 크게 두 가지 차이점을 가지고 있다. 첫 번째는 음압 레벨에 대하여 종속 여부, 두 번째는 마스크 효과(masking effect)의 적용 여부이다. A가중 음압 레벨은 등청감곡선(equal loudness curve)의 40 phon 선과 유사하고 소음의 크기와는 무관하지만, 라우드니스는 소음의 크기를 반영한다. 마스크 효과는 라우드니스에만 적용된다.

#### 2.2.1 제안 평가 방법

완성 차량에서는 실험자가 각 부분에 대해 순차적으로 정치실험을 진행하며 평가를 한다. 이 경우에는 단일 이음이 발생하므로, 마스크 효과를 고려하지 않더라도 이음의 크기 평가가 가능하다.

차량 실내 이음은 2k Hz 이상의 고주파수에서 주로 발생한다. 이 대역에서는 등청감곡선이 소리의 크기에 대해 비슷한 분포를 가지고 있다.

즉, 완성차에서 차량 실내 이음을 평가하는 경우에는 두 인자간의 차이가 크게 나타나지 않는다. 그

† 교신저자; (주) 에스엠인스트루먼트

E-mail : twlee@smins.co.kr

Tel : (042) 861-7004, Fax : (042) 861-7008

\* 현대자동차

\*\* (주) 에스엠인스트루먼트

리므로 A가중 음압 레벨을 차량 실내 이음을 평가하는 데에 활용이 가능하다. 본 제안 평가 방법에서도 2 ms 간격으로 A가중 음압 레벨을 계산하고, N10 값을 대표값으로 한다.

### 2.3 활용

#### (1) 실험

차량의 실내 이음을 측정하여, 약 2 ms 간격으로 시변 라우드니스 및 A가중 음압 레벨을 계산하였다. 샘플링 주파수는 48k Hz, 총 6초의 신호를 측정하고, 300 Hz의 고역 통과 필터를 적용하였다.

#### (2) 활용

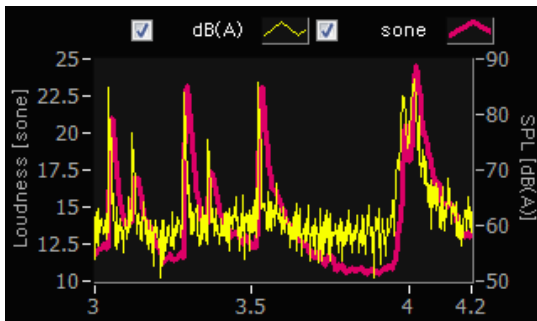
Figure 1 (a)와 같이 규격의 기준에 맞도록 두 평가 방법을 모두 계산할 수 있는 프로그램을 자체 제작하였다.

#### (3) 고찰

Figure 1 (b)와 같이 두 평가 방법 간의 결과를 비교하여 보았다. 시변 라우드니스와 A가중 음압 레벨 간의 유사성을 확인할 수 있다.



(a)



(b)

Figure 1 Developed Program

(a) main

(b) comparison between two methods

### 3. 결 론

시변 라우드니스를 사용하여 차량의 실내 이음을 평가하는 방법과 본 연구에서 제안하는 A가중 음압 레벨을 사용하여 차량의 실내 이음을 평가하는 방법에 대하여 소개하였다.

완성 차량의 실내 이음 평가는 순차적으로 정치 실험을 하기 때문에 정량 평가시 마스킹 효과를 고려하지 않아도 가능하다. 그리고 차량의 실내 이음은 상대적으로 작은 소음이고, 고주파수 성분이 주로 분포되어 있으므로 A가중 음압 레벨으로도 평가가 가능하다.

차량의 실내 이음에 대해 실험을 진행하여, 두 평가 방법 간의 유사성을 확인하였다. 향후 이 방법을 사용하여 차량의 실내 이음을 평가한다면, 실험자들 간의 의견 교환 등에 유용하게 적용될 수 있을 것이다.

1. Sungho Ji *et al.* (2008). "Study of Door trim's Buzz, Squeak and Rattle (BSR) Evaluation of Subsystems or Components," in *KSAE Annual*, pp. 1289-1295.
2. Farokh Kavarana, and Rediers, B. (1999). "Squeak and Rattle - State of the art and beyond," in *SAE International* (Society of Automotive Engineering).
3. Sangryul Kim *et al.* (2008). "Measurement of aerodynamic noise of maglev vehicle models using sound camera," in *KSNVE Annual spring*.
4. ISO 532 (1975). "Method for calculating loudness level."
5. DIN 45631/A1 (2008). "Berechnung des Lautstärkepegels und der Lautheit aus dem Geräuschspektrum - Verfahren nach E. Zwicker."
6. GMW 14011 (2010). "Objective subsystem/component Squeak and Rattle test."