

# 다차원 스펙트럼 해석법을 이용한 차량 시트 테بل 노이즈의 소음원 검출

## The Evaluation of Vehicle Seat Rattle Noise by Multi-Dimensional Spectral Analysis

\*양인형<sup>1</sup>, #오재용<sup>2</sup>, 이유업<sup>3</sup>, 서범준<sup>1</sup>, 박근동<sup>1</sup>

\*I. H. Yang<sup>1</sup>, #J. E. Oh(jeoh@hanyang.ac.kr)<sup>2</sup>, Y. Y. Lee<sup>3</sup>, B. J. Seo<sup>1</sup>, G. D. Park<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>한양대학교 기계공학과, <sup>2</sup>한양대학교 기계공학부, <sup>3</sup>호원대학교 자동차기계공학과

Key words : Vehicle Seat, Rattle Noise, Multi-Dimensional Spectral Analysis

### 1. 서론

자동차의 성능과 기술이 점차 발전함에 따라 차량의 정숙성은 소비자의 차량 선택에 있어, 중요한 영향을 미치고 있다. 차량의 정숙성을 위한 진동·소음 분야에서의 연구는 많은 발전을 이루었고, 이러한 기술적 발전은 파워트레인, 구동계 등에 의해 발생하는 소음, 공력소음 등과 같은 기존의 주 소음을 크게 개선시켰다. 이로 인해 기존에 대두되지 않았던 각 부품 간의 마찰 및 간섭 또는 품질 문제 등으로 야기되는 이음(Buzz / Squeak / Rattle) 문제에 대한 관심이 높아지고 있다. 차실 내에서의 이음은 대표적으로 계기판(Instrument Panel)이나 시트, 도어 등에서 발생하며, 특히 근래 들어 차량의 품질 보증 비용에 있어 시트의 이음으로 인한 비용이 증가하고 있다. 이음 규명을 위하여 주로 소음원 가시화를 통한 연구가 이루어지고 있으며, 소음원 가시화는 소음원을 쉽게 확인할 수 있는 장점이 있다. 소음원 가시화를 위해서는 전자식 단축 가진기를 이용한 로드 프로파일 가진이나 sine-sweep, white noise 가진이 주로 이루어지고 있다. 전자식 가진기는 작동 소음이 작아 소음원 검출에 용이한 장점이 있으나, 동시에 2축 이상을 가진하는 데에는 어려움이 많아 각 축을 독립적으로 가진하여 측정해야 하는 단점이 있다. 본 논문에서는 중형 승용 차량의 운전석 매뉴얼 시트에 대하여 유압식 6축 가진기를 이용한 가진 시의 소음원 가시화를 수행한 후, 소음원들의 근접 소음에 대하여 다차원 스펙트럼 해석법을 이용하여 운전자 귀 위치 소음에 대한 기여도 평가를 수행하였다.

### 2. Acoustic Camera를 이용한 시트의 소음원 가시화

연구 대상 시트의 진동 특성에 따른 이음의 발생 위치를 알아보기 위하여 랜덤 가진에 따른 소음원을 가시화하였다. 가진을 위하여 6축 동시 가진이 가능한 유압식 가진기를 사용하였고, 측정을 위하여 48 Channel ring type microphone array가 적용된 Acoustic Camera를 사용하였다. 소음원의 가시화는 통상적으로 래틀음의 발생 범위를 포함하는 0~2000Hz의 주파수 범위에 대하여 수행하였다. 소음원 가시화 결과, Fig. 1에 나타난 것과 같이 Slide 앞 부분, Recliner 및 H/R stay에서의 이음이 발생하는 것이 확인되었다.



Fig. 1 A Result of acoustic camera measurement

### 3. 다차원 스펙트럼 해석법을 이용한 차량 시트 테블 노이즈의 소음원 검출

앞서 소음원 가시화의 결과를 통하여 시트에서 구조 상 이음이 발생할 수 있는 위치는 Slide 전방과 Recliner 및 H/R stay임을 확인하였다. 이에 따라 시트의 이음 규명을 위하여 운전자 귀 위치에서의 소음 및 소음원에 대한 근접소음 측정을 수행하였다. 근접소음 측정 위치 중 H/R stay에서는 H/R stay와 guide 간의 유격으로 인한 이음이 발생할 수 있으며, 또한 H/R 자체의 떨림에 의한 이음 역시 발생이 가능함에 따라 H/R stay 상단 및 하단으

로 나누어 근접소음을 측정하였다. 연구 대상 시트는 운전석 시트이기 때문에 실 차 상태에서는 항상 인원이 착좌한 상태이며, 이에 따라 착좌 시의 소음 측정을 수행하였다. 근접소음 측정에 앞서 시트를 가진기에 장착하지 않았을 때의 가진기 작동 소음과 시트를 장착하였을 때의 소음을 비교하였고, 이를 Fig. 2에 나타내었다.

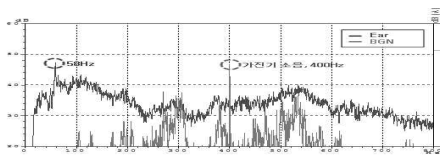


Fig. 2 A Comparison of background noise and occupied seat noise at driver's ear position

가진기에 시트를 장착하지 않았을 때에 비하여 가진기에 시트를 장착하였을 때 400Hz를 제외한 전 주파수 영역에서 높은 음압 레벨을 나타내었으며, 58Hz의 피크가 관찰되었다. 58Hz는 착좌 시 시트의 모달 테스트 결과 나타난 4차 고유진동수와 일치하며, 이에 따라 시트의 진동 특성에 따라 발생하는 이음으로 생각할 수 있다. 400Hz의 소음은 가진기의 유압 장치에 의한 소음인 것으로 확인되었다.

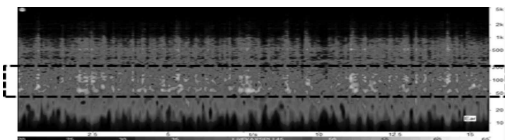


Fig. 3 A colormap of an occupied seat noise measured at driver's ear position

착좌 시 시트에서 발생하는 소음의 colormap을 확인한 결과, 10~800Hz 대역에서 충격음이 발생하는 것을 확인하였으며, 이 충격음들은 50~100Hz 대역에서 상대적으로 높은 레벨을 나타내었다. 이에 따라 0~100Hz 대역에 대하여 다차원 스펙트럼 해석법을 적용하였으며, 58Hz의 소음에 대하여 주목하여 분석하였다. 다차원 스펙트럼 해석법 적용에 앞서 입력간의 상관과 입출력 간의 상관관계를 먼저 검토하였을 때, 입력간의 상관관계는 대체적으로 높지 않음을 알 수 있었으며, 입/출력간의 상관관계를 검토하여 58Hz에 대한 Re-ordering을 수행한 후 다차원 스펙트럼 해석을 수행하였다.

입력들이 출력에 기여하는 파워의 양을 나타내는 부분 기여 출력 스펙트럼 값을 확인해 보았을 때 58Hz의 소음에 대하여 H/R stay 하단에서 발생하는 소음이 귀 위치 소음에 가장 크게 기여하는 것을 확인하였다. 또한, 다중 기여도 함수로부터 58Hz에서의 모든 소음원이 고려가 된 것을 확인하였다.

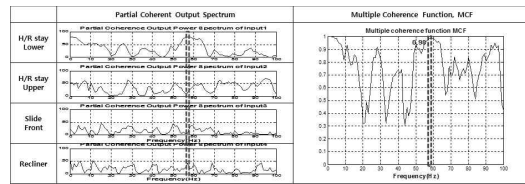


Fig. 4 Partial coherent output functions and a multiple coherence function between inputs and output

#### 4. 결론

본 연구에서는 소음원 가시화를 통하여 확인한 시트 이음의 소음원들에 대하여 다차원 스펙트럼 해석법을 적용하여 기여도를 확인하였으며, 시트의 진동 특성으로 인한 58Hz 성분의 이음이 H/R stay 와 H/R guide 간의 충격으로 인하여 발생하는 것으로 나타났다. 향후 연구를 진행함에 있어 road profile 가진을 통하여 실 주행 조건에서의 이음 발생 및 이음 발생 위치를 확인할 필요가 있을 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

1. J. E. Oh, "Application of Multi-Dimensional Spectral Analysis for Noise Identification on Mechanical Structures", Thesis of Doctor Eng. Tokyo Institute of Technology, 1983.
2. G. Cerrato, Jay, J. Gabiniewicz, J. Gatt and DJ Pickering, "Automatic Detection of Buzz, Squeak and Rattle Events", Proceedings of the 2001 Noise and Vibration Conference, SAE, 2001.
3. M. Jay, Y Gu and J. Liu, "Excitation and Measurement of BSR in Vehicle Seats", Proceedings of the 2001 Noise and Vibration Conference, SAE, 2001.
4. 김병진, 문남수, 박진성, 박현우, "차량 시트의 BSR Noise 규명을 위한 시험적 평가방법" 한국소음진동공학회 창립 20주년 기념 2010년 춘계 학술대회 논문집, pp.425~426, 2010.