

# 벡터합성법을 이용한 차량 시트 래틀 노이즈의 개선안 도출

## A Suggestion of an Improvement Scheme of Vehicle Seat Rattle Noise Using Vector Synthesis Method

서범준\*·윤지현\*·양인형\*·정운창\*·오재응†

Bum-June Seo, Ji-Hyun Yoon, In-Hyung Yang, Un-Chang Jeong and Jae-Eung Oh

### 1. 서 론

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 문제로 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 해석법

을 이용하여 소음원들 간의 상관관계를 제거하여 소음원들의 순수한 출력 스펙트럼을 얻었다. 이렇게 얻은 각 소음원들의 순수한 출력 스펙트럼에 벡터합성법을 적용하여 각 소음원들의 변화에 따른 운전자 귀 위치의 소음을 예측하고, 시트 이음의 개선 방안을 제시하였다.

### 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, Slide 앞 부분, Recliner 및 H/R stay에서의 이음이 발생하는 것이 확인되었다.

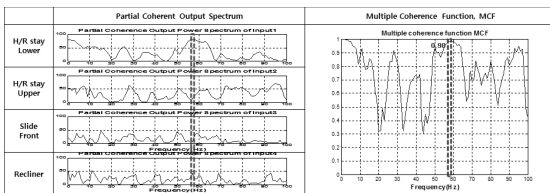
### 3. 다차원 스펙트럼 해석법을 이용한 차량 시트 래틀 노이즈의 소음원 검출

앞서 소음원 가시화의 결과를 통하여 시트에서 구조 상 이음이 발생할 수 있는 위치는 Slide 전방과 Recliner 및 H/R stay 임을 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 하단으로

† 교신저자; 정회원, 한양대학교 기계공학부  
E-mail : jeoh@hanyang.ac.kr  
Tel : 02-2294-8294, Fax : 02-2299-3153

\* 한양대학교 기계공학부

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 비교한 결과, 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. 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 수행하였으며, 그 결과를 Fig.1에 나타내었다.



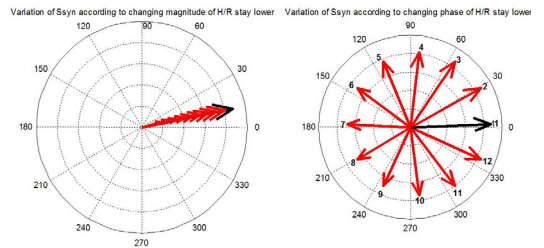
**Fig. 1** Partial coherent output spectrums and a multiple coherence function between inputs and output

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 58Hz에서

의 모든 소음원이 고려가 된 것을 확인하였다.

#### 4. 벡터합성법을 이용한 운전자 귀 위치 소음 예측 시뮬레이션

다차원 스펙트럼 해석법을 통하여 얻은 각 소음원들의 상관관계가 제거된 스펙트럼인 부분 기여 출력 스펙트럼을 이용하여 58Hz에 대한 벡터합성법을 수행하였다. 각 소음원의 운전자 귀 위치 소음에 대한 58Hz 성분의 영향도는 H/R stay 하단과 Slide 전방이 각각 0.88과 0.12로 나타났고, H/R stay 상단과 Recliner에 의한 소음은 운전자 귀 위치 소음에 영향이 거의 없는 것으로 나타났다. 가장 높은 영향도를 나타낸 H/R stay 하단의 소음에 대하여 크기와 위상을 변화시켜 가며 시뮬레이션 하였으며, 그 결과를 Fig.2에 나타내었다. 귀 위치 소음은 H/R stay 소음의 크기 및 위상과 유사하게 나타났으며, 이에 따라 H/R stay 소음의 크기 및 위상 변경이 귀 위치 소음 변화에 지배적인 영향을 미치는 것을 확인하였다.



**Fig. 2** A result of vector synthesis method (a) changing magnitude of H/R stay lower, (b) Slide front

#### 5. 결 론

본 연구에서는 소음원 가시화를 통하여 확인한 소음원들에 대하여 다차원 스펙트럼 해석법을 적용하여 소음원들 간의 상관관계를 제거하였으며, 각 상관관계가 제거된 소음원들에 대하여 벡터합성법을 적용하였다. 시트의 진동 특성으로 인한 58Hz 성분의 이음 성분은 크기 및 위상에 있어 H/R upper의 영향을 지배적으로 받으며, 이음의 저감을 위하여 H/R stay의 진동을 저감시켜야 할 것이다.