

차량 시트의 BSR Noise에 대한 시험적 고찰 및 개선

전 준 식^{*1)} · 김 병 훈²⁾ · 방 병 주³⁾ · 장 의 근⁴⁾ · 지 성 호⁵⁾

NVH KOREA(주)¹⁾ · NVH KOREA(주)²⁾ · NVH KOREA(주)³⁾ · 한일이화(주)⁴⁾ · 한일이화(주)⁵⁾

An Experimental Approach and Improvement of Buzz, Squeak and Rattle Noise from a Seat

Junsig Jeon^{*1)} · Byunghoon Kim²⁾ · Byungju Bang³⁾ · Ikguen Jang⁴⁾ · Sungho Ji⁵⁾

^{*1), 2), 3)} NVH Test & Research Team, NVH KOREA INC., 665-11, Sukpo-ri, Jangan-myun, Hwasung-si, Kyungki-do 445-941, Korea

^{4), 5)} Design Support Team HANIL E-HWA CO., LTD, 398-1, Namsung-ri, Shinchang-myun, Asan-si, Chungchongnam-do, 336-880, Korea

Abstract : Today, the interior noise perceived by the occupants is an important factor in the design of automotive interior assemblies. Buzz, Squeak and Rattle Noises in a Seats are one of the major concerns mentioned above. In this study, the terms "Buzz, squeak and rattle" were defined as the noise originating from structural vibrations in an assembly. And, the BSR noise of vehicle seat was investigated and the improvement of BSR noise level was confirmed through the structural treatment based on the structural analysis results from the modal and sound intensity of seat.

Key words : Buzz(버즈), Squeak(스큅), Rattle(래틀), Sound Intensity(음향 인텐시티), Near field Noise(근접소음)

1. 서 론

자동차에서 발생하는 여러 가지 문제점들 중에서 가장 고객들에게 민감하게 영향을 미치고 있는 중요한 문제가 차량의 정숙성이다. 이러한 정숙성을 대변하는 지표 중의 하나가 차량에서 발생하는 진동소음의 수준이다. 차량의 진동소음 수준은 이러한 정숙성의 문제뿐만 아니라 승용차를 개발하는 기술력의 종합적인 평가 지표로서도 매우 중요한 분야이다. 따라서 이러한 진동 소음 문제를 해결하기 위해서 각 자동차 관련 연구소에서는 많은 노력)

과 시간을 투자하여 이 분야의 비약적인 발전을 이룬 것이 사실이다.

하지만 이러한 차량의 진동 소음에 관한 저감 기술은 엔진의 소음, 구동계에 의한 소리 및 거친 노면에 의해 발생하는 소음, 풍절음 등에 중점 되어 오면서 기존에 문제되지 않던 부품에 대한 마찰이나 간섭에 의한 품질 문제들이 대두되고 있다. 최근 증가하고 있는 이러한 품질 문제로 인한 BSR을 평가 및 개선하기 위한 시험 방법이 개발되어왔다. 하지만 이러한 대부분의 시험을 위해서는 도로노면 데이터 (Road Profile Data)가 필요하고, 이런 데이터를 이용하여 BSR noise 수준을 파악하여 품질 합, 부를 판단하는 것이 일반적이다. 따라서 본 연구에서는 시, 공간상 제약을 최소화 할 수 있도록 BSR 가진기를 사

* 전 준 식, E-mail: jsjcon@nvhkorea.co.kr

용하여 정현파의 신호로서 대상이 되는 시트에 가진을 수행하고, 시트의 구조적인 진동 특성을 모달 시험 및 인텐시티를 측정하여 BSR 소음의 원인 및 개선안을 분석하고자 한다.

2. BSR NOISE

2.1 BSR이란?

BSR noise는 사용자의 귀에 거슬리는 원하지 않는 소음, 낮은 품질로 인식되는 소음, 차량의 주행중에 발생하는 소음, 차량의 부품을 작동하는 중에 발생하는 소음을 포함한다. BSR은 S&R이라고 부르며, 이는 버즈(Buzz), 스크(Squeak)과 래틀(Rattle)을 의미한다. 간략하게 정리하자면, 버즈(Buzz)는 부품의 패널 등이 자체적으로 북처럼 떨어져 나는 소리, 스크(Squeak)은 마찰에 의해 발생하는 소음(밀착, 미끄러짐), 래틀(Rattle)은 부딪힘(impact)에 의해 발생하는 소음으로 분류할 수 있다.

2.2 BSR 시험방법 동향

대부분의 선진업체들은 2001년부터 본격적으로 자체 공정에서 뿐만 아니라 관련 부품업체에 대하여 BSR noise에 대한 검증을 계속적으로 요구하고 있으며, 구성품의 하위 시스템 또는 차량 전체에 대하여 BSR 가진기를 이용한 시험을 수행하고 있고, 관련 자체 시험 표준절차를 만들어 품질 문제에 있어서 관련업체와 동시에 문제점을 해결해 나가고 있다. 일반적으로 BSR noise는 벨지안 도로와 같은 시험용 도로를 이용하여 실차에서 진동을 측정하며, 로드 프로파일(Road profile)을 이용하여 시험을 수행한다.

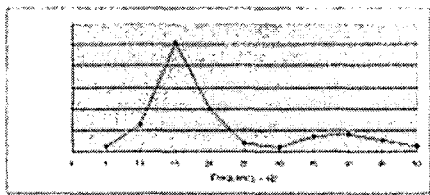


Fig. 1 For example BSR road profile

또한 Acoustic Camera등을 이용하여 문제 부위들

을 파악하기도 한다.

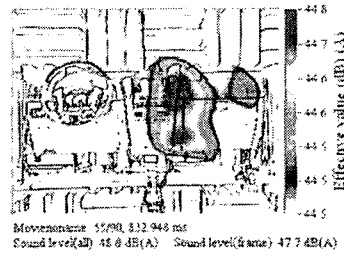


Fig. 2 For example acoustic camera measurement

이 방법은 품질 관리에서 측정 결과를 지수화 하여 관리수준 즉, 품질 스펙을 결정하거나, 제품의 불량 여부를 결정하기 위한 기준으로 삼기 위함이다.

하지만 PSD 랜덤 신호를 이용하는 경우에는, 시공간상 제약이 많으며, Sound Quality를 이용한 품질에 관련된 BSR noise 발생만을 규명하는 것이 대부분이다. 따라서 시험 여건에 따라 로드 프로 파일을 사용할 수 없는 경우, 정현파 신호를 이용한 BSR 측정용 가진기를 사용하여 문제 부위에 대한 검토를 수행해야 한다.

3. 시트의 BSR 측정과 분석

본 연구에서의 시트에 대한 가진 시험은 정현파 (Sine sweep)를 이용하였다. 다음 Fig. 2는 BSR noise 측정의 시험 절차를 나타내고 있고, Fig. 3는 본 연구에서 사용한 시험용 시트와 BSR 가진기를 나타내고 있다.

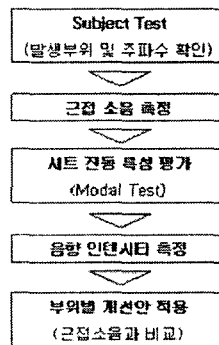


Fig. 3 The seat test process of the BSR noise

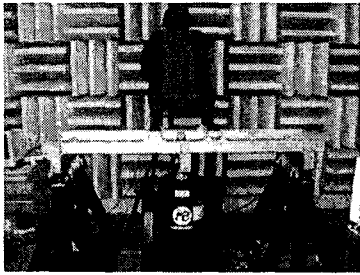


Fig. 4 The BSR exciter

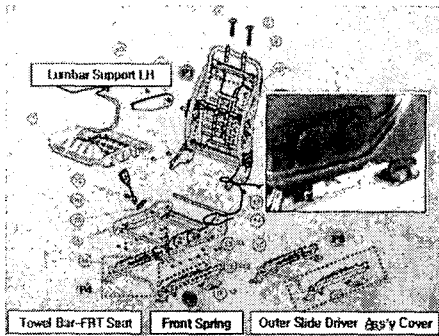


Fig. 5 Parts name of seat

3.1 시트의 시험절차 분석 및 응용

3.1.1 BSR Noise 발생부위 확인

문제부위를 확인하기 위한 처음 단계로 정현파 가진시 발생하는 BSR noise에 대한 청음평가를 실시하여 Table. 1과 같이 가진 주파수별 소음발생 부위를 파악하였다. 단, 이 주파수는 발생소음의 주파수가 아니라 가진기에서 입력되는 주파수이다. Table.1의 결과로부터 발생 부위에 대한 다양한 소음측정과 개선 방안에 대한 시험을 진행하였다.

Table 1 The excitation frequency and parts of problem

N0.	BSR Noise 발생부위	주파수 (Hz)	종류
1	Lumbar Support LH	47	Rattle
2	Towel Bar FRT Lumbar Support LH	51	Buzz/ Rattle
3	FRT Spring & Tube	73	Squick / Rattle
4	Outer Slide Driver Ass'y Cover	88	Rattle

3.1.2 시트의 진동특성 평가

청음평가를 바탕으로 주파수별 소음발생 부위에 대한 구조적 공진모드와의 연관성을 파악하기 위해 모달 테스트를 실시하였다.

각각의 모달시험 결과에 따라 47, 51, 73 그리고 88Hz 부근에서 발생된 BSR noise가 각각의 구조적인 공진모드와 연관성이 있는 것을 확인할 수 있었으며, 시트의 모드분석 결과는 Table.2 와 같다.

Table 2 Mode frequency of modal test

N0.	Mode	주파수 (Hz)
1	Back Frame Ass'y Torsion	48.1
2	Towel bar FRT LH & RH Local	53.6
3	Global Fore/after Mode	74.6
4	Outer Slide Driver Ass'y Panel Local	90.8

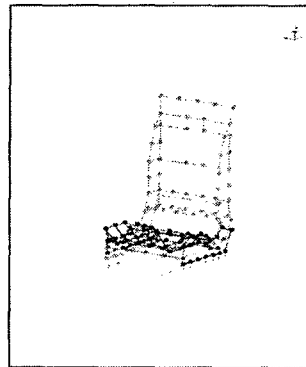


Fig. 6 Seat Modal geometry

3.1.3 근접소음측정을 이용한 분석

근접소음은 각 가진 주파수에서 발생하는 BSR noise의 문제 원인 주파수를 파악하기 위하여 소음이 발생하였을 때와 소음이 발생하지 않도록 임의로 개선하여 조치하였을 때의 소음을 측정하여 비교해 보았다. 그 결과 47Hz 가진시 이음소음은 277, 689, 1287, 1743Hz 이음이, 51Hz 가진시 720, 1100, 1450, 1540Hz이음이, 73Hz 가진시 400에서 1500Hz 사이의 Harmonic소음 성분이, 88Hz 가진시 400에서 1600Hz사이의 Harmonic소음 성분이 가장 두드러지

는 결과를 얻었다. BSR noise 발생 소음 재연을 위해서는 Time data를 Audio Replay 시켜 소리를 재연하고, Band Pass Filter 작업을 통해 문제 부위 소음을 추출할 수 있다. 다음 Fig. 7은 51Hz 가진시 근접소음을 측정된 스펙트럼(spectrum) 결과 그래프이다.

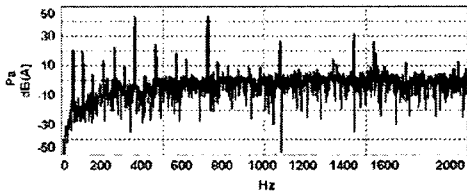


Fig. 7 A spectrum result of the 51Hz excitation

3.1.4 음향 인텐시티 측정을 이용한 분석

전체적인 주파수별 소음분포를 확인하기 위하여 문제가 발생하는 각 가진 주파수에서 음향 인텐시티(Sound intensity)를 측정하였다. 실차 진동신호를 이용한 랜덤 신호에서는 시트 전체에 대한 음향 인텐시티를 측정할 수 있지만, 정현파 신호 이용시에는 문제 주파수에 따른 부위별 인텐시티가 가능하다. 다음의 Fig. 8은 47Hz 가진시 시트에 대한 음향 인텐시티 측정 포인트 및 문제부위 소음 분포도를 나타내고 있다. 그 결과로 보면 근접소음측정에서 얻은 가진 주파수 47Hz에 대해서 가장 두드러지는 소음 주파수들에서 Fig. 8의 ①, ②, ③부위의 BSR noise로 인한 소음레벨이 높은 것을 확인할 수 있다.

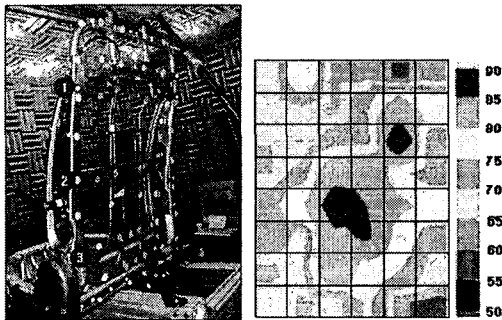


Fig. 8 A result of sound intensity test (1287Hz)

3.1.5 BSR Noise 저감을 위한 개선안 적용

근접소음, 모달, 인텐시티를 통해서 나타난 BSR noise에 대한 개선안을 적용하고 근접소음을 통해 개선 정도를 확인하였다. 44Hz에서 Back Frame Ass'y의

경우, Panel-supt, UPR & LWR와 Lumbar Support가 결합되는 4point에는 재진재를, Reinforce BRKT-CTR와 Lumbar Support가 닿는 부분에는 고무재질 절연재를 사용하여 래틀소음을 저감하였다. 51Hz에서 Towel Bar-FRT Seat의 경우, Bar Side부와의 결합 강성이 약해 래틀현상이 있지만 주요 문제는 Towel Bar 자체 진동으로 인한 버즈와 같은 현상이 생기므로 Towel Bar 중앙에 90g Mass Damper를 장착하여 소음을 저감하였다. 73Hz에서 FRT Spring의 경우, Hard한 Rubber가 Spring진동으로 인한 마찰 및 부딪침으로 이음이 발생하므로, 기존 Cover에 Foam을 붙여 스킵 및 래틀이 발생하지 않도록 하였다. 88Hz에서 Outer Slide Ass'y Cover의 경우, Outer Slide Ass'y와 마찰 및 부딪침에 의해 소음이 발생하므로, Soft Rubber 및 Foam을 부위별로 Cover에 붙여 래틀 및 스킵을 저감하였다.

Fig. 9은 문제부위의 개선후의 적용 사항을, Fig.10은 가진 주파수 73Hz 경우의 한 가지 예로 개선 전후의 color map의 결과이다. color map의 경우를 보면 소음성분이 저감되었음을 알 수 있다.

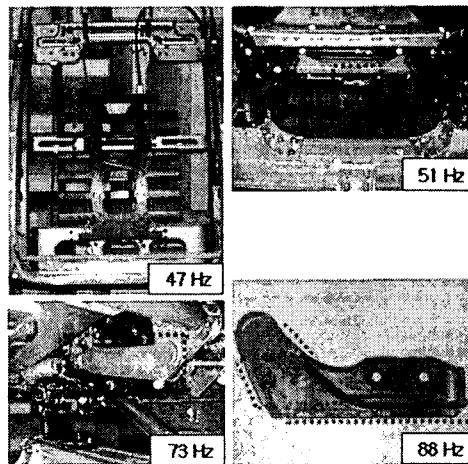


Fig. 9 A improvements for the BSR noise reduction

3.1.6 최종 개선안 확인 시험 및 비교

개선전의 상태 대비 최종 개선 상태의 소음레벨을 각 문제 주파수 별로 확인하면, 아래 Fig. 11과 같다.

Fig. 10 A colormap of the 73Hz excitation

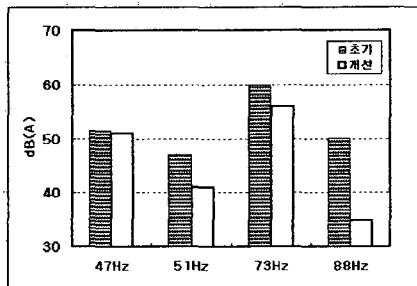
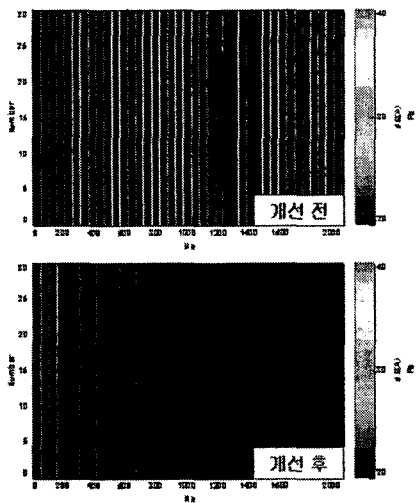


Fig. 11 Final improvement results

Fig. 10과 같이 Color map 결과, 400Hz 이상에 존재하는 BSR noise 성분이 각 문제 주파수별로 저감된 것을 볼 수 있으며, Fig. 11와 같이 각 문제 주파수 별로 작게는 0.5dB(A)에서 15dB(A) 정도의 BSR noise 저감을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 연구는 시트에 있어 BSR noise 문제가 발생할 수 있는 구성품에 대하여 개선의 가능성을 확인하였다. 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 로드 프로파일(Road Profile)없이 정현파 가진을 수행하여 BSR noise 문제가 발생할 수 있는 구성품에 대한 시험 절차를 정립하였으며, BSR noise 발생의 객관적 자료를 제시함으로써 보다 분명한 소음저감 목표를 제시할 수 있었다.

- 2) 실차 데이터가 없을 시, Lab에서 빠르게 BSR noise 발생 부위 및 원인을 찾을 수 있으며, 그에 대한 개선안을 도출이 가능하다. 로드 프로파일을 이용하여 시험하기 전 부품에 대한 문제점을 미리 파악할 수 있다. 또한 그 결과는 실차 결과와 같음을 알 수 있었다.
- 3) 일반적으로 OEM에서 요구하는 품질 스펙만을 위한 시험이 아닌 부품 및 시스템의 개선을 위해서는 본 연구에서 기술한 여러 가지 시험 단계가 필요함을 알 수 있다.
- 4) 각 주파수 문제 부위별 개선안을 도출하였으며, 현 사양에서 중량 및 원가 등을 고려한 개선안을 적용하였다.

추후 연구 과제에서는 실제 로드 프로파일(Road Profile)을 측정하고, 실제 랜덤 가진 및 정현파 가진에 있어서의 BSR noise 발생 경향을 분석하여, 두 가진 방법에 따른 장점들을 통한 기존의 많은 Spec.을 보완할 수 있는 프로세스를 정립하고자 한다.

References

- 1) Dongshik choi, "Experimental Study on the Squeak Noise Characterized by the Plastic Parts Material in Automobile, KSAE, pp.1986~1991, 2005.
- 2) Byunghoon Kim, "A Study on Buzz, Squeak and Rattle in a Cockpit Assembly", SAE paper 2005-01-2544, SAE International, 2005.
- 3) DJ Pickering and J.Gabiniewicz, J. Gatt, "Automotive Detection of Buzz, Squeak and Rattle Events", SAE paper 01NVC-43, SAE International, 2001.