

# 계기판의 환경 시험 후 소음 양상에 관한 시험적 연구

## The Experimental Study on the Squeak & Rattle Noise Changes with Environment Test of Cluster

김병진\* · 문남수\* · 박진성\* · 박현우\* · 김문삼\*

Kim Byung-Jim\*, Moon Nam-Su, Park Jin-Sung, Park Hyun-Woo, Kim Moon-Sam

Key Words : BSR, Squeak & Rattle Noise, Durability Test(내구시험), Environment Test(환경시험)

### ABSTRACT

Recently, Most of diverse noise of vehicles has decreased competitively according to development of the automotive manufacturing technology. Especially, Passenger car manufacturers has been conducting buzz, squeak and rattle(BSR) noise test as a method of the noise evaluation tests to reduce an unpleasant sound from interior parts on the driving the car. The purpose of this paper is to confirm the change of the noise generated in the product after the reliability evaluation. Here by the BSR test procedure used the test regulation of 'G' company.

### 1. 서 론

현재 소비자들이 자동차를 선택하는 중요한 요소 중에는 소음과 진동이 차지하는 영역이 매우 크다. 하지만, 많은 소비자들이 운행 중 발생하는 자동차의 내부 소음에 불만을 느끼며, 이를 해결하기 위해 자동차회사 및 많은 부품회사들은 소음을 줄이기 위해 많은 비용과 인력을 투자하고 있다. 근래 하이브리드 자동차와 전기자동차의 개발 및 양산으로 엔진으로부터 유입되는 소음 및 진동이 거의 발생되지 않아 더욱 자동차 내부부품들의 소음 및 진동의 저감에 대한 관심이 높다.<sup>(1)</sup>

이에 완성차 및 차량 내부 부품 제조업체들은 자동차 실내 정속도에 관한 소비자들의 증가하는 요구에 맞추기 위해 종래의 정성적 평가에 머물던 품질 기준을 보다 세부적이고 정량적으로 평가하기 위한

기준을 마련하여 제품의 품질을 개선하기 위한 노력을 기울이고 있다. 시험 절차에 있어서는 실차에서 겪게 되는 환경적 요인을 부가하여 진동시험, 열 사이클 시험, 열 충격시험, 부식시험 등 시험항목을 각 제품별 특성에 맞게 조합하여, 단일 제품에 대한 하나의 시험절차로 묶어서 평가하는 경향도 보이고 있다.<sup>(2)</sup>

이러한 시험방법은 자동차 내부의 인테리어 부품 IP(Instrument Panel), Consol, Seat, Door trim, Audio, Cluster, HVAC(Heating, Ventilation and Air Conditioning), Steering 등 많은 부품들에 적용이 가능하며, 각각의 부품들의 소음은 특정한 주파수에서 공진을 동반하는 소음과 부품들 간의 이음부분에서 유발된 소음 등으로 매우 다양하게 발생되고 있다.

이 논문은 신뢰성 시험중 제품에 많은 영향을 주는 진동내구시험과 환경내구시험을 조합하여 BSR 시험을 진행하고, 시험 부품은 운전자의 위치에서 가장 많은 연관이 있는 Cluster의 소음의 변화를 확인하고자 한다.

† 교신저자; (재)전북자동차기술원  
E-mail : bjkim@jiat.re.kr  
Tel : (063)472-2388, Fax : (063)472-2398

\* (재)전북자동차기술원, 융합기술연구실

## 2. BSR 소음의 정의 및 측정방법

### 2.1 BSR 소음의 정의

BSR은 Buzz, Squeak & Rattle noise의 약어로, 각각 사전적 의미는 윙윙거리는 소리, 킁킁거리는 소리, 달가닥 거리는 소리를 의미한다. Buzz 소음은 흔히 제품에서 상대 부품과는 별개로 단독적으로 발생하는 경우가 많으며, 제품의 고유진동수와 제품 외부 가진력에 의한 가진주파수가 일치하여 일종의 공진현상에 의한 소음이 많이 발생된다. Squeak 과 Rattle 소음은 제품의 접촉면 또는 부품 간에 많이 발생되며, 이는 제품 간의 조립 공차 및 재질이 많은 영향을 주게 된다. 특히 이들의 발생 주파수 영역은 일반적으로 자동차의 주행 중 발생하는 저주파수 대역의 가진력에 기인된 구조기인 소음이다. 일반적으로 BSR에 영향을 미치는 차량의 진동은 5~150Hz 대역이며, 많은 자동차 업계에서 BSR 소음을 측정하기 위해 사용되고 있다.

### 2.1 BSR 소음의 측정방법

BSR을 측정하기 위해서는 일반적으로 자동차 주행 중 발생하는 진동을 측정한 후 이를 바탕으로 Excitation profile 을 생성하며, 가진기에서 직접적으로 부품에 가진을 하여 소음을 측정하는 방법을 사용한다. 가진을 위한 방법으로는 실시간 측정된 진동데이터를 사용하는 Time history 가진과 진동데이터를 PSD(Power spectrum density)로 변환하여 Random Profile을 사용하는 방법들이 일반적으로 사용되고 있다. 간혹 Sine sweep 시험을 진행하는 경우도 있다.

소음측정을 위해 가진기의 영향을 최소화 할 수 있는 무소음 가진기가 사용되며, 이는 약 30 dB(A) 이하의 소음이 발생되어 측정하고자 하는 제품 소음의 구분을 명확하게 해 주어야 한다. 시험을 위한 제품의 장착 조건은 실차장착조건으로 진행되며, 제품이 고정되는 Mounting 부위는 일반적으로 Ridged 조건으로 구속된다. Fig. 1은 본시험에 사용된 BSR 시험 시스템이다.

측정된 데이터의 분석방법으로 많은 업체에서는 일반적인 SPL(Sound Pressure Level)인 dB(A)을 사용하고 있으며, 일부 업체에서는 소리의 감각적인

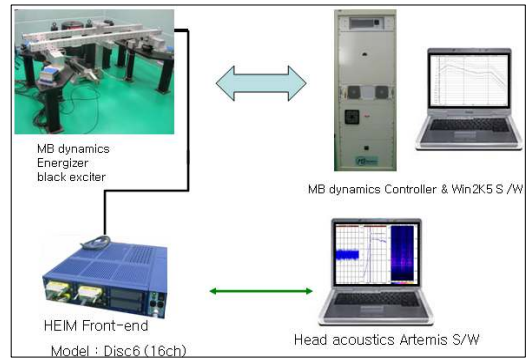


Fig. 1 The BSR test system

Table 1 The specification of the BSR test system

Equipment	Specification
BSR Test System	Min. exciter noise : 30 dB(A)
	Max payload (vertical) : 90 kg
	Max payload (horizontal) : 25 kg
	Frequency range : (0 ~ 2 000) Hz
	Max. displacement : 50 mm

세기를 나타내는 Loudness의 단위인 sone으로 사용되는 경우도 있다.

## 3. 신뢰성 시험 및 BSR 시험 평가

### 3.1 진동내구시험 및 가속화 진동내구시험

진동내구시험 방법에는 다양한 방법들이 있다. 대표적으로 정현파시험(Sinusoidal Test)과 랜덤시험(Random Test)이 있다. 정현파시험은 Sine Sweep 시험을 진행한 후 관심주파수 내에 존재하는 제품의 공진주파수를 파악 후 그 공진주파수에서 Dwell 조건으로 가진하여 진행되는 시험방법이며, 랜덤시험은 차량에서 실측값을 근거로 PSD를 만들어 가진하는 방법으로 보다 실제 차량의 주행 환경과 유사한 조건을 주어 내구성 시험을 진행하는 조건으로 제품의 내구성 평가에 활용된다. 따라서 이러한 시험방법은 시험의 목적과 제약조건에 따라 적용 가능한 시험방법을 결정하게 된다.

가속화 진동내구시험은 일반 진동내구시험의 목적과 동일하게 제품의 보장된 수명시간을 확인하기 위한 목적을 지니고 있으면서 시험시간을 단축하여 일반 내구 시험과 동일 수준의 피로도를 주어 진행할 수 있는 장점을 지니고 있으며 시험 종료 후에 제품의 파손이나 기능상의 문제점을 확인하는 시험 방법으로 활용되고 있다.



Fig. 2 The Electrical Vibration Tester

Table 2 The specification of Electrical Vibration Tester

Equipment	Specification
Electrical Vibration Tester	Sine Force Peak : 58.8 kN
	Shock Force : 196 kN
	Max. Acceleration sine peak : 1 373 m/s <sup>2</sup>
	Frequency Range : (0 ~ 2 500) Hz

일부 자동차 인테리어 파트의 경우 단순 피로 손상도 평가 및 확인하는 과정에 그치지 않고 가속화 진동내구시험 전/후로 하여 BSR 소음 측정 시험을 수행하기도 한다. 이는 보장기간 동안 피로가 누적된 제품의 소음도에 관한 품질을 확보하기 위한 방법으로 보다 강화된 품질 평가 수단으로 활용되고 있다. 본 논문에서는 시험품의 단순 내구성 평가 목적이 아닌 내구시험 전후의 BSR 소음의 변화에 대한 평가를 진행하는 것이 목적이므로 실차와 유사한 조건인 랜덤가진을 이용한 가속화 진동내구시험을 진행하였으며, 적용한 진동시험규격은 'G'사의 시험표준을 활용하였다. 내구시험은 Fig. 2의 전기식진동시험기를 사용하였다.

### 3.2 환경내구시험

차량 내부의 환경은 전장품에서 발생하는 열과 HVAC Module과 같은 공조장치에서 발생하는 열 그리고 엔진룸에서 유입되는 열과 같은 주변부품의 영향으로 인한 제품에 가해지는 온도 변화와 계절 변화와 같은 기후조건에 의한 차량 내부의 온·습도가 변화하게 된다. 이 과정에서 제품 내·외부 상의 변형이 일어나게 되면 제품 결합부 체결력 및 접촉부분의 접촉력, 접촉 면적, 설계 단계에서 반영된 간극 등이 차량 초기 상태에서 벗어나게 된다.

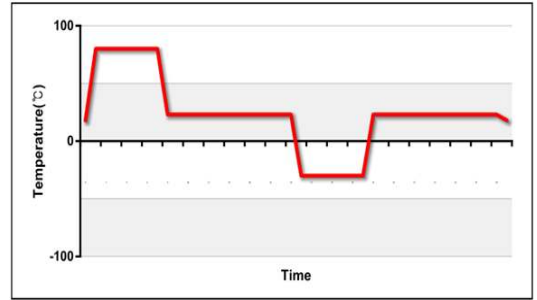


Fig. 3 The temperature cycle pattern



Fig. 4 The combined environment test system

Table 3 The specification of combined environment test system

Equipment	Specification
Temperature & Humidity Chamber	Size : 2 000(W) x 1 500(D) x 1 200(H) mm
	Temp. Range : -20 ~ 70°C
	Temp. Rate : 30~95 % R.H. at 50 °C
	Test Mode
	- Neutral Salt Spray Test - Neutral Salt Solution Dipping Test - Dry Heat & Humidity Test - Low Temperature Test

이러한 초기 상태로부터의 변화는 소음발생의 관점에서 마찰 및 간헐적 접촉에 의한 소음을 유발하게 되며, 따라서 많은 자동차업체들은 차량의 운행지역 및 운행시간 등의 데이터를 바탕으로 각각의 시험방법을 가지고 환경내구시험을 진행하게 된다. 본 논문에서는 내장부품 중 플라스틱 성형품에 적용되는 온도 변화 사이클을 'G'사의 시험표준(Fig. 3)을 바탕으로 Fig. 4의 복합환경시험기를 이용하여 시험을 진행 하였다. 그리고 시험 전/후의 제품의 변형량을

확인하기위해 제품 결합부의 간극을 환경내구시험 전/후로 하여 측정하였으며, 소음 변화 양상을 확인하기 위하여 BSR 소음 시험 또한 진행하였다.

### 3.3 신뢰성시험 전 후의 BSR 소음평가

제품에 가해지는 환경요인에 따른 소음 발생 정도의 양상을 파악하기 위하여 시험품의 분류를 Table 4와 같이 분배하였다. 시험에 대한 정확한 검증을 위해 동일 제품을 사용하였으며, 시험품의 분류는 진동시험, 환경시험, 진동-환경시험으로 구분하였다. 시험품 V.1과 V.2는 진동내구시험을 진행한 시험품이며, T.1과 T.2는 환경내구시험을 진행한 시험품이고, V-T. 1과 V-T. 2은 진동내구 및 환경내구시험을 모두 진행한 시험품으로 각 시험 항목의 전/후로 하여 BSR 소음 평가를 진행하였다. 각 항목별 내구시험결과 모든 시험품에서 파손이 발생하지 않았으나 Gap 측정 결과 Table 5와 같이 환경내구시험, 진동-환경내구시험, 진동내구시험 순으로 총 변형량이 발생한 것으로 나타났으며, 이에 대한 소음 발생량의 차이는 Table 6과 Fig.5의 결과와 같이 진동-환경내구시험, 진동내구시험, 환경내구시험 순으로 나타났다.

**Table 4** The test samples

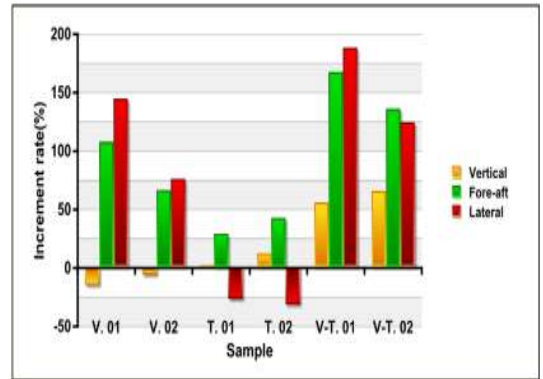
Sample name	Test name
V. 01	Vibration endurance test sample
V. 02	
T. 01	Temperature endurance test sample
T. 02	
V-T. 01	Vibration & Temperature test sample
V-T. 02	

**Table 5** The increment of Gap displacement(mm)

Sample	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4
V.01	0.01	0.00	0.02	0.05
V.02	0.05	0.01	0.01	0.09
T.01	0.06	0.01	0.01	0.01
T.02	0.06	0.12	-0.02	0.07
V-T.01	0.06	0.05	0.01	0.05
V-T.02	0.00	0.02	0.00	0.06

**Table 6** The increment of BSR noise(sones)

Sample	Vertical	Fore-aft	Lateral
V.01	-0.16	2.04	1.25
V.02	-0.07	1.66	0.54
T.01	0.02	1.56	-0.42
T.02	0.17	2.39	-0.58
V-T.01	0.56	3.18	1.63
V-T.02	0.66	3.43	0.89



**Fig. 5** The increment rate of BSR noise

### 3.4 Cluster의 BSR 소음원 규명

BSR 소음원을 분석하기 위해 Cluster의 부품을 하나씩 제거해나가면서 시험을 진행하였다. Cluster의 소음원은 크게 4가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 제품의 외부 케이스의 간극차이로 인한 Squeak & Rattle 소음이며, 두 번째는 외부 케이스 전면부 덮개와 케이스간의 Squeak & Rattle 소음, 세 번째는 버튼 및 조작스위치에서 발생하는 Rattle 소음, 네 번째는 Pointer를 구동시키는 모터의 기어부 Rattle 소음으로 확인하였다.

## 4. 결 론

진동내구, 환경내구, 진동-환경내구 시험조건 모두 내구 시험전후로 케이스의 변형량 및 소음이 증가되는 경향을 모두 보였다. 특히 Fore-aft, Lateral방향에서 높은 소음 증가도를 보였다. 이는 신뢰성 시험 후 제품에 변화가 발생하는 것을 의미한다. 하지만 제품 외부 케이스의 Gap 변형량 만으로는 뚜렷한 BSR 소음 변화 양상을 설명하기 어려우며, 따라서 추가적인 시험으로 통해 제품의 내부 부품에서 소음

이 발생하는 경우가 존재하였다. 이는 속도를 표시하는 계기판의 Pointer와 구동력을 전달하는 모터부에서 발생되었으며, 외부 계기판 전면 덮개부의 간극 또한 문제점으로 발견되었다.

간헐적으로 발생하는 Squeak & Rattle Noise 특성상 주파수분석을 통한 소음원 분류가 어려워 보다 정확한 소음원 분석을 위해서는 차후 인텐시티 또는 사운드 이미징 기법을 통해 확인 할 필요가 있다.

## 참 고 문 헌

(1) Kim, B. J., Moon, N. S., Park, J. S. and Park, H. W., 2010, Experimental Evaluation Method for Investigating BSR Noise of Vehicle Seats, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 425~426.

(2) Kim, B. J., Moon, N. S., Park, J. S., Kim, M. S. and Park, H. W., 2010, Squeak and Rattle Noise with Vibration Durability Test for a Cluster, Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference, pp. 346~347.

(3) GMW14188, "Test Procedure Noise & Vibration Squeak and Rattle Degradation (Subassembly, Subsystem and Component)Evaluation Procedure", Worldwide Engineering Standards, General Motors Corp., 2006

(4) GMW14011, "Test Procedure Noise & Vibration - Objective Subsystem/Component Squeak and Rattle Test", Worldwide Engineering Standards, General Motors Corp., 2006