

# DFSS 를 이용한 Door Inside Handle 작동음 저감에 대한 고찰

## The Experimental Study to Improve Door Inside Handle Snap Back Sound By DFSS

황태진† · 황인선\* · 이근수\* · 김인동\*

Taejin Hwang, Inseon Hwang, Keunsoo Lee and Indong Kim

**Key Words** : Door Inside Handle(도어 인사이드 핸들), Design for Six Sigma(6 시그마 설계), Robust Design(강건설계), Component Test(단품 시험), Impact Noise(충격 소음)

### ABSTRACT

In these days, the passenger vehicles usually have equipped various comfort & security systems to appeal to customers. And then, the importance of emotional quality gives added weight to the noise performance of those system devices. Door inside handle system is one of the most popular devices for passenger. This paper shows developing process about the operating sound of door inside handle. We used DFSS process to develop the door inside handle snap back sound and confirmed the improvement

## 1. 서 론

오늘날 승용차 시장에서 자동차 산업의 발전은 탑승자의 편안함과 편리함을 추구하는 방향으로 진보하고 있다. 이러한 발전은 여러 가지 편의 장치의 개발을 가져왔고 고급차종에서 경차에 이르기까지 편의장치의 탑재가 확대되고 있는 실정이다. 이러한 편의 장치들은 작동을 함에 있어서 불필요한 소음을 만들어내게 되어있다. 이렇게 만들어진 소음들은 차량의 감성품질을 떨어뜨리는 요소가 될 수 있으므로 개발이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 가장 보편적인 필수장치 중 하나

인 door inside handle 작동소음을 개선하기 위한 실험적 방법을 제시하고자 한다. 여러 가지 개선 방법을 제시하고자 한다. 여러 가지 개선 방법들 중 본 연구에서는 DFSS 기법을 활용하여 작동소음을 최적화하고 실제 차량에 적용하여 그 효과를 확인하였다.

DFSS 를 간단히 정의해보면 연구개발단계에서 고객요구를 반영하여 제품의 품질, 신뢰성, 가공성 등의 측면에서 과학적인 방법을 통하여 짧은 기간 내에 6 sigma 제품을 생산하기 위한 제반 process 를 의미한다고 할 수 있다.

본 연구에서는 DFSS 의 5 단계 절차에 따라 시험 및 분석을 진행하였다. DFSS 5 단계는 Identify, Define, Develop, Optimize, Verify 로 나누어져 있으며 본문에서 각 단계별로 기술하고자 한다.

† 교신저자, 황태진, 한국 지엠

E-mail : taejin.hwang@gm.com

Tel :032-590-6376, Fax :032-590-6002

\* 한국 지엠

## 2. Identify

문제점을 파악하고 이를 개선했을 때 얻을 수 있는 이익을 평가하는 단계이다.

본 연구에서는 기술적 요구사항으로 소비자가 만족할 수준의 door inside handle snap back sound quality를 개발하는 것이다. Door inside handle 작동음의 개선방향을 결정하기 위해 차량 소음 전문가들이 실제 차량을 평가하여 ‘작동음의 크기를 줄여야 한다’는 목표를 정의 하였다.

## 3. Define

고객의 요구를 확인하고 이를 공학적인 기준으로 수치화 하는 단계이다. 본 연구에서는 고객의 요구사항을 수치화 하는데 있어서 차량 소음개발 전문가의 판단을 통해 실내에서 인지되는 door inside handle 작동음의 loudness를 감소시키는 방향으로 진행하였다. 차량에서 door inside handle이 작동할 때의 실내 소음을 측정해 보면 handle이 return될 때 작동음이 발생된다. 본 연구에서는 작동음을 loudness로 분석하였으며 일반적으로 그림 1과 같이 1회의 impact성 noise로 표현된다.

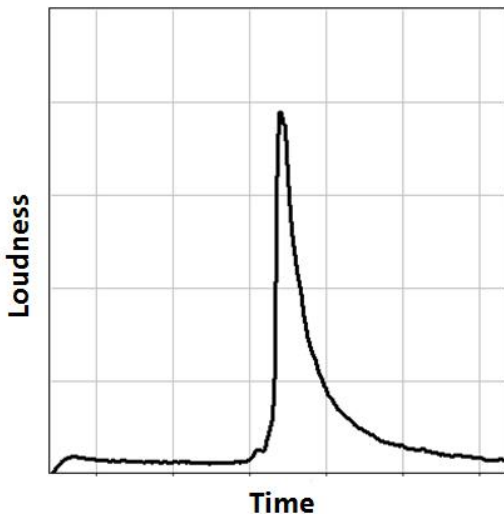


Fig. 1 Loudness vs. Time of actuator operating noise in vehicle level

## 4. Development

Develop 단계에서는 고객 불만족 사항에 대한 개선 방안을 만들어 낸다. 본 연구에서는 사용된 door inside handle은 다음 그림 2와 같은 내부 구조를 가지고 있다. 이 내부 구조를 토대로 브레인 스토밍을 통해 프로젝트 기간과 설계 변경비용등을 감안해 door inside handle 작동음의 개선을 위한 제어 인자를 다음의 표1과 같이 선정하였다.

## 5. Optimize

강건설계를 이용해 설계 최적화를 수행하는 단계로 최종 목표를 signal-to-noise ratio를 이용하여 강건설계를 하는 것이다.

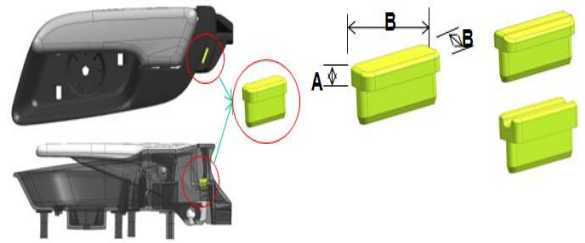


Fig. 2 door inside handle

Table 1. Control factors

Control Factor		1-Level(base)	2-Level	3-Level
A	Rubber Thickness	2mm	3mm	4mm
B	Rubber Size	9.2x4.2mm	7x4mm	13.2x5.2mm
C	Rubber Material Hardness	EPDM 80	EPDM 60	EPDM 40
D	Rubber Shape	Rectangular	Concave	Convex

Table 2. Noise factors

Noise factor	Unit	Low(N1)	Mid(N2)	High(N3)
대기 온도	°C	-10	28	40

### 5.1 Noise factor

본 연구에서는 관리가 가능한 noise 인자를 다음 표 2와 같이 선정하였다.

### 5.2 Parameter Diagram

본 연구에서는 위의 4절에서 선정한 제어인자와 인자 별 수준을 바탕으로 다음 표3과 같이 L9의 직교표를 작성하였고 실험을 수행하였다.

### 5.3 Component test

표3의 직교표를 바탕으로 Door inside handle을 제작하여 단품 실험을 실시하였다. 단품 실험에서 작동음의 측정을 위해 단품을 고정할 수 있도록 제작된 Zig에 설치 후 수동으로 작동하였으며 단품으로부터 30cm거리에서 Mic를 통해 측정하였다. 각각의 단품마다 총 3회의 반복측정을 하였으며 측정된 data들은 산술 평균하여 각 단품의 대표 값으로 사용하였다.

Table 3. Orthogonal array table

No	Control factor			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

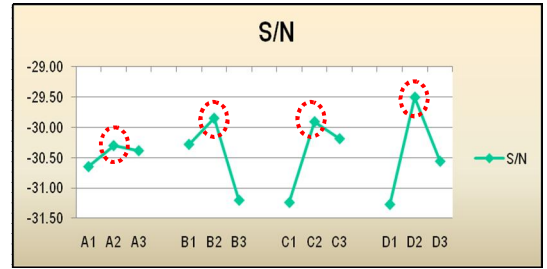


Fig. 3 Main Effects Plot (data means) for SN ratios

### 5.4 Signal- to- Noise ratio

위의 단품 실험을 통해 다음 그림 3과 같은 망소 특성의 S/N ratio를 구할 수 있었다. 이 때, 작동음 측면만을 고려한 최적 사양은 각 제어인자 별로 S/N ratio가 가장 큰 값을 가지는 수준으로 결정하는 것이 바람직하다. 최종 optimized sample은 그림3의 표시된 인자 별 수준을 갖는 사양으로 결정되었다.

## 6. Verify

### 6.1 Component Level Verify

단품 상에서의 검증은 Taguchi 방법을 통해 S/N ratio와 loudness 평균값을 예측하고, 이 예측 값과 실제 샘플을 제작하여 단품 실험과 같은 방식으로 실험 값과 비교하여 검증하였다. 표 4는 예측 값과 비교결과이며 여기서 기존 사양 대비 최적화 사양이 평균 소음 성능이 우수한 것을 확인 할 수 있었다. 이 결과를 통해 실제 차량에 적용하기 전 단품의 소음 성능을 확보 할 수 있었다.

Table 4. Improvement in component level

	S/N	Mean
Current	-32.31	39.49
Prediction	-28.23	24.98
Optimized	-28.05	24.46
개선율%	39%	

## 6.2 Vehicle Level Verify

본 연구에서는 앞서의 단품 검증과 함께 실제 차량에 적용하여 초기 목적에 부합하는지 검증하여 보았다. 실차에서의 Door inside handle snap back noise 검증은 DFSS 활동의 목적으로 삼았던 작동음 크기를 줄이는 것을 확인하는 것이다. 차량에서의 검증을 위해 실제 차량의 운전자의 수음 위치에 microphone 을 설치하고 소비자의 작동조건으로 시험을 진행 하였다.

### 6.2.1 Loudness 분석

측정된 data 를 Loudness 로 분석하면 그림 4 와 같은 그래프를 얻을 수 있다. 그림 4 에서 볼 수 있듯이 DFSS 를 통해 최적화한 inside handled 은 기존 사양 대비 적은 소음을 발생시킨다.

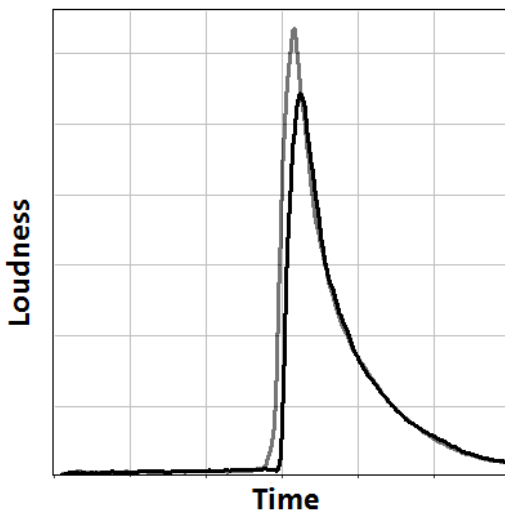


Fig. 4 Loudness vs. Time of actuator operating noise in vehicle level

## 7. 결 론

본 연구에서는 DFSS 를 활용하여 차량 단품의 작동소음을 개선하고자 하였으며 개선된 단품을 차량에 적용하여 개선결과를 확인하였다. 실험 결과를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

- 1) DFSS 는 소음 성능 개발 시 적절한 시험 방법을 제시해 준다.
- 2) 단품 상에서 DFSS 를 통해 최적화된 제품을 실제 차량에 적용하였을 때 그 효과를 확인할 수 있었다

## 참 고 문 헌

- 1) Sang Yoon Shin, " Vehicle Information and Comfort & Security Systems for Intelligent Vehicle," Auto Journal, KSAE, Vol. 27, No. 6, pp. 23~29, 2005.
- 2) Craig Jensen, Jim Quinlan and Brad Feiler, " Robust Engineering & DFSS: How to Maximize User Delight and Function and Minimize Cost," SAE Technical Paper Series, 2008-01-0361, SAE International.
- 3) Madhav S. Phadke, " Quality Engineering Using Robust Design," Prentice Hall PTR.
- 4) Richard J. Fridrich, " Percentile Frequency Method for Evaluating Impulsive Sounds," SAE Technical Paper Series, 1999-01-1851, SAE International.