

Shock Absorber NVH 계측 및 이음 개선 연구

유민형¹, 김종현²

^{1,2}성균관대학교 기계공학부

kevin722yu@g.skku.edu, jonghyunkim@skku.edu

A Study on Measurement and Improvement for Shock Absorber NVH

Min-Hyung Yu¹, Jonghyun Kim²

¹Dept. of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU)

요 약

Shock Absorber 는 Suspension 부품 중 하나로 감쇠력을 통해 스프링의 수축을 제어함으로써 차량의 승차감 및 안정성을 향상시키는 장치이다[1]. 그러나, 스프링의 상하운동을 억제하기 위해 Shock Absorber 가 압축·인장 됨으로써 소음이 발생하여 탑승객을 불편하게 한다. 본 논문에서는 이에 대한 계측을 통해 원인을 파악하고 NVH 를 개선하여 승차감 향상을 도모한다.

1. 서론

Suspension 에 달린 스프링은 차량이 주행할 때 울퉁불퉁한 노면에 대한 충격을 흡수하는 역할을 수행한다. 이 스프링은 복원력과 관성에 의해 충격을 흡수한 후에도 계속 상하로 진동을 하는데, 이는 승차감을 저하시키기 때문에 이 진동을 감쇠 시키기 위한 Shock Absorber 또한 Suspension 의 필수 구성요소 중 하나이다[1]. 차량의 승차감 및 안정성을 향상시키기 위하여 Shock Absorber 의 신제품 개발이 계속되고 있다. 그러나 스프링의 상하 진동을 억제하기 위해 Shock Absorber 가 압축·인장되는 과정에서 NVH(Noise, Vibration, Harshness)가 발생하여 운전자에게 불편함을 준다[2]. 이에 본 논문에서는 이에 대한 개선 연구를 진행하고자 한다.

2. 계측 과정 및 방법

차량의 NVH 개선은 결국 탑승자를 위함이다. 계측을 하기 위해 탑승자의 입장에서 주행하며 감성 평가를 진행하였다. 여러 가지 시험로(ex. Bumps, 서울로, corrugation etc.)를 30km/h, 60km/h 로 주행하며 운전자와 보조석, 뒷자석에서 Shock Absorber 쪽으로 귀를 기울여 NVH 가 발생하는지, 압축될 때 발생하는지, 인장될 때 발생하는지, 특정 속도에서만 두드러지는지 등을 체크했다. 감성 평가로부터 문제점이 있다고 판단되면 정량 평가를 진행했다.

우선 Shock Absorber 에 의한 이음인지 확인을 위한 계측 센서 부착이 필요하다. Front/Rear Shock Absorber

Rod-top 에 가속도 센서를 붙이고(진동 계측을 위해), 차량 내부에 Microphone 을 부착(실내 소음 계측)했다. 이후 Testlab 이라는 프로그램을 이용하여 이음을 확인하였다. Shock Absorber 에 의한 이음인 것으로 판별된다면 이음 발생 Root Cause 를 분석하기 위해 몇 가지 센서를 더 부착해야 했다.

1. FRT Body, 2. FRT Coil Spring, 3. FRT 변위 계측(LVDT), 4. Stab-Bar 진동 계측, 5. Tie-Rod 진동 계측, 6. Lower-Arm 진동 계측 7. FRT Base-Shell 진동 계측

이상의 센서를 추가로 부착 후 여러 가지 시험로를 속도 구간 별로 실차 테스트를 진행하였다. 위에서 진동 계측을 위한 경우 가속도 센서를 부착하는데 이는 Stroke 가 발생한 경우 어떤 유형의 진동이 발생하는지 파악하기 위해 부착하며, LVDT 는 Linear Type 의 변위 센서로써 Stroke 가 얼마나 움직였는지, 속도가 얼마였는지를 확인하기 위한 센서이다. Figure 1 은 Shock Absorber 에 부착된 여러 센서들을 나타낸 예시 그림이다. Testlab 으로 도출된 그래프를 통해 이음 분석을 진행했다. Figure 2 는 Rod/Top 에서의 계측 결과에 대한 예시이다. 그림에서 보면 알 수 있듯 1000Hz 대역에서 소음 dB 이 가장 큰 것을 관찰할 수 있다.

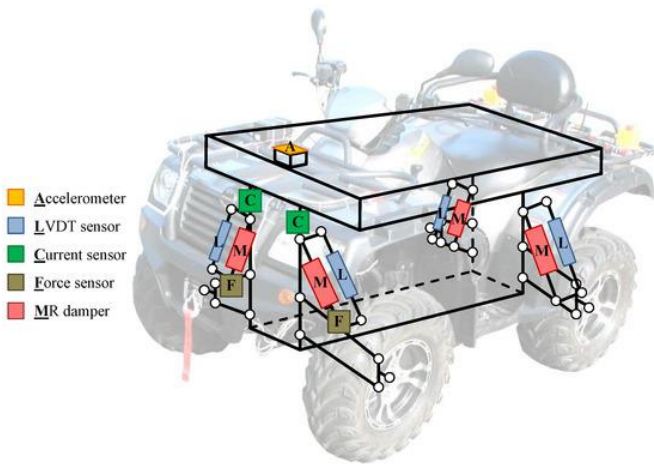


Figure 1 Various Sensors for Shock Absorber

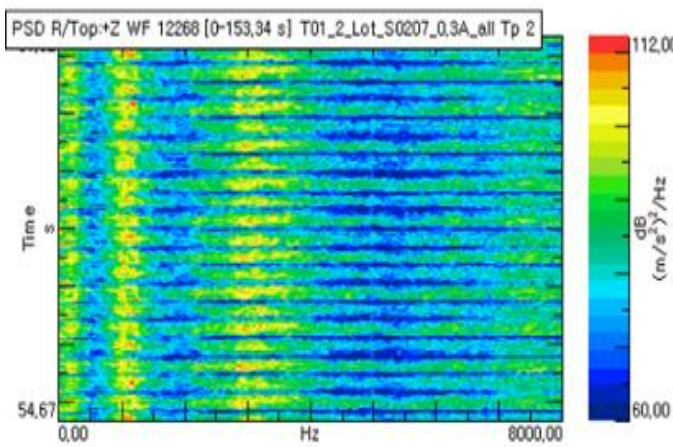


Figure 2 NVH Measurement for Testlab

3. 개선 과정&방향

소음에는 대표적으로 Buzz, Squeak, Rattle 세 종류가 존재[3]하는데, 이를 BSR 이라 칭한다. Buzz 는 진동에 의한 소음, Squeak 는 접촉면과의 마찰음, Rattle 은 물체 간 접촉을 의미한다.

각각의 소음에는 특징이 있어 들리는 소리로부터 원인을 파악할 수 있다. 소리의 종류와 Figure 2 에서 소음이 가장 크게 발생하는 dB 영역으로부터 원인을 파악할 수 있다. 본 연구에서는 대표적 소음인 BSR 에 대한 연구를 진행하였는데, 그 중 Squeak 는 주파수 250~400Hz 대역에서 “스윽”과 같은 소리를 내며, Shock Absorber 와 결합된 Dust Cover 로부터 발생하고 이 부품에 대한 개선을 진행함으로써 Squeak 에 대한 소음 발생을 줄일 수 있었다. Rattle 은 200~600Hz 대역에서 “뽁”과 같은 소리를 발생시키며 이는 S/ABS 구성요소 중 하나인 Bumper Rubber 로부터 발생하는 것임을 파악하였으며 또한 800~1200Hz 대역에서 “따라락”과 같은 소리는 R/Top 체결 너트에서 나는 소음임을 파악하였다. 따라서 다른 제품으로 교체하거나 설계 구조를 바꾸어 적용해 봄으로써 개선을 진행할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 차량 Suspension 의 부품 중 하나인 Shock Absorber 로부터 발생하는 소음, 진동, 불쾌감에 대한 계측과 분석을 진행하였다. 진행 과정은 고객사로부터 차량 내부 소음에 관한 문제의 진단을 요청받으면 Shock Absorber 로부터 나는 소음인지 확인하고, 맞다면 추가적인 센서를 부착하여 원인을 진단하였다. 감성 평가와 testlab, microphone 등을 이용한 결과로부터 원인을 파악하고 발생한 위치의 부품을 설계팀과 상의하여 교체함으로써 NVH 를 개선할 수 있다. 그러나 소음에는 여러 가지 종류가 있으므로 대표적인 BSR 말고도 다른 소음에 관한 연구가 더욱 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(교육부-산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0022098, 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업)

참고문헌

- [1] 박병하, “[자동차상식]쇼크 업소버에 대해 알아보자”, MOTOYA, 2017.08.04, <https://www.motoya.co.kr/news/articleView.html?idxno=13088>
- [2] Mohan D. Rao and Scott Gruenberg, 『Measurement of Dynamic Properties of Automotive Shock Absorbers for NVH』, Michigan Technological University
- [3] S. Deshmukh, S. Hazra, G. Mohare, "Squeak and Rattle Attenuation Technique from Front Suspension Assembly in Passenger Car," SAE International, August 31, 2021, 5 pages.