

Acoustic Transfer Function 을 이용한 Vehicle Noise Reduction 측정

고성규¹⁾·김증한²⁾·조환철³⁾
지엠대우오토앤티크놀로지¹⁾.

Vehicle Noise Reduction Measurement using Acoustic Transfer Function

Sunggyoo Koh*¹⁾ · Jeunghan Kim¹⁾ Whanchul Cho¹⁾ ·

¹⁾ GM Daewoo Auto&Technology Co.,410-8, Wonchang-Dong,Seo-Gu, Incheon 404-210, Korea

Abstract : This Paper present Vehicle Noise Reduction measurement using ATF(Acoustic Transfer Function). Unlike Conventional NR(Noise Reduction) which is defined as the SPL dB difference between the source microphones and the receiver microphones. This NR(Noise Reduction) is reliable and independent of source characteristic. So this measurement is useful in qualifying the effectiveness Air-borne Noise Path.

Key words : Noise Reduction(소음 저감), Acoustic Transfer Function(음향 전달 함수), Acoustic Reciprocity (음향 상반 원리)

1. 서 론

자동차 회사들과 이와 관련된 업체들은 일반적으로 사용되는 NR(Noise Reduction) 측정을 통해 음향성능(Acoustic Performance)을 평가하고 Acoustic Package 에 대한 Noise Target 을 설정한다. 일반적으로 사용되는 NR 은 가진원(Source)의마이크로폰과 응답점(Receiver) 에서의 마이크로폰의 차이로 정의된다. 그러나 이렇게 측정되는 NR은 가진원의 특성 및 마이크로폰의 위치 그리고 주변 환경에 따라 달라지는 단점이 있다. 이 논문에서는 Omnidirectional Source를 이용하여 가진점의 Volume acceleration 과 응답점에서 Pressure 에 대한 ATF(Acoustic Transfer function)를

이용하여 NR 측정을 하였다. 이는 일반적인 NR의 단점을 보완하고,더 나아가 음향 경로(Acoustic Path) 의 성능을 규명할 수 있다

2. 관련이론

ATF를 이용한 NR은 다음과 같이 구할 수 있다. System 에서 공기-기인 소음경로특성(Airborne noise path characteristic)을 규명하는 음향전달함수는 응답점에서의 Pressure 와 가진점에서의 Volume acceleration(m^3/s^2) 의 비로 나타낼 수 있다.

$$ATF = \frac{P}{Q} (pa / m^3 / s^2) \quad (1)$$

또한 음향파워(Sound Power) 는 Omnidirectional Source 의 Volume acceleration 으로 표현된다.

$$Power = \rho Q_o * Q_o / (4\pi) \quad (2)$$

Omnidirectional Source 를 이용한 NR 은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$Power / P \quad NR = 10 \log_{10} [(Q_o / P) \cdot (Q_o / P)]^* + (3) \\ 10 \log_{10} [100\rho / (\pi)] = -20 \log_{10} |(P / Q_o)| - 9.5$$

여기서 $|(P / Q_o)|$ 는 측정된 ATF 크기이다.

3. Vehicle Noise Reduction 측정

실차에서 ATF 를 이용한 NR 은 다양한 가진 소스 (Engine, Tire , Exhaust 등)와 차실내에서의 응답관계를 통해 구할 수 있다. 즉, 가진점에서 omnidirectional source 를 통해 소음원을 가진하여 응답점에서의 음원값의 전달함수로 주요 전달경로의 NR을 구할 수 있다. 본 시험에서는 차량에서의 주요 소음원인 Engine Room과 차실내 운적석에서의 NR을 측정하였고 이를 통해 음향경로(Acoustic Path) 의 성능을 정량적으로 규명하였다.



Fig. 1 Vehicle Noise Reduction Test Set-up

NR 측정시, 공간의 제한이나 구조적 복잡성으로 인해 음향가진이 어려운 경우 및 시험의 편리성을 위해 음향상반원리(Acoustic Reciprocity)

city)를 이용해 음향 전달함수를 구하였다.

$$P_{OUT} / Q_{IN} = P_{IN} / Q_{OUT}$$

범용적으로 상용화된 LMS 사의 교정된 Mid High Frequency Omnidirectional Source 를 이용하여, 실내에서 250hz 에서 10000 hz 까지 Random 으로 충분히 음향 파워를 가진되게 하였으며, Engine Room 에서는 마이크로폰을 Random 하게 배치해 Spatial Average 법으로 음압을 측정하였다. 이렇게 측정한 전달함수에 식(3)을 이용하여 NR 을 구하였다.

하기 Fig 2. 는 Acoustic Package 가 다른 경차와 소형차의 Engine Room 과 실내 운적석에서의 NR을 보여준다. 이렇게 측정된 NR 은 가진원, 즉 Engine 성능에 상관없이 Engine Room 과 실내 운적석에 관계된 Acoustic Package 의 음향성능을 정량적으로 평가할 수 있다.

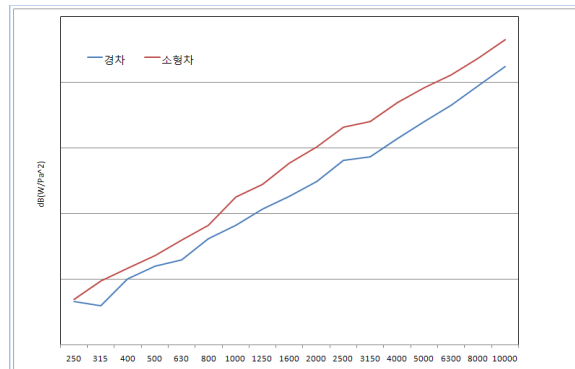


Fig. 2 Vehicle Reduction Comparison Engine Room to Passenger Compartment.

4. 결 론

본 논문에서는 다음과 같은 결론을 정리 할 수 있다.

- 1) ATF(Acoustic Transfer Function)을 이용해 Vehicle Noise Reduction 을 구하는 방법을 소개하였으며 측정을 통해 실험적으로 정립하였다
- 2) Vehicle Noise Reduction 을 정량적으로 측정하여 음향경로(Acoustic Path), 즉 Acoustic Package 의 차이를 규명하였다. 이는 더

나아가 향후 차량 개발시 Acoustic Package Design 개발에 중요한 잣대로 이용될 수 있다.

References

- 1) Dries Berckmans, Paul Sas and Wim Desmet ,2007, “Development of a Fast Procedure for Vehicle Noise Source Quantification”
- 2) ISO 3745 Acoustics -Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure - Precision Method for anechoic and hemi-anechoic Room.
- 3) Nis Moller, J. HaldThe and Svend Gade,2004 , “Use of Volume Velocity Source in Transfer Measurement”
- 4) 고강호, 이장무 ,1999, ” 구조 가진과 음향 가진의 결합에 의한 차량의 구조-음향 전달 함수 측정” 한국자동차공학회 논문집 (국문) 12월 7권 9호 pp158 - 164