

에어혼을 사용한 디젤 엔진 배기소음의 위상 능동제어를 통한 소음저감기술 개발

Development of active phase control for diesel engine exhaust noise reduction using air horn

김덕만* · 민동기* · 박준홍†

Deokman Kim, Dongki Min and Junhong Park

1. 서 론

디젤 엔진의 배기 소음기는 고온, 부식한 환경을 가지고 있기 때문에 능동 소음제어를 위한 제어 음원 발생 장치로 스피커를 사용하기에는 어려움이 있다. 배기 소음을 줄이기 위하여 흡음형 소음기와 흡음재를 이용한 수동형 소음 제어를 주로 이용하고 있지만, 주로 고주파 소음에 대해서 좋은 효과를 보이나 500Hz 이하의 저주파 소음에 효율성이 떨어진다. 능동 소음 제어는 저주파수 대역에서 소음 저감 효과가 좋아 수동 소음 제어 방법에 대한 새로운 대체 및 병행 기술로 각광을 받고 있다.

본 연구에서는 고온, 부식환경에 강건한 음원 발생 장치인 에어혼에 대한 메커니즘을 분석하고, 에어혼을 이용한 능동 소음 제어 방법을 연구하였다.

2. 에어혼을 이용한 능동 소음 제어

2.1 에어혼의 메커니즘

음원 발생 장치로 에어혼을 사용하기 위해 먼저 에어혼의 메커니즘을 분석하였다. 에어혼은 본체, 진동판, 공기주입관, 진동판 고정 틀, 공기출입관 등으로 구성되어 있다. Fig. 1과 같이 에어컴프레서에서 발생된 공기가 공기 주입관을 통해 들어오면, 공기 주입관의 내부 압력이 높아져 진동판이 열리게 되고, 공기가 빠져나가면 압력이 낮아지면서 탄성복원력에 의해 진동판이 진동하여 소리가 발생한다. 에어혼의 피크 주파수는 압력, 진동판의 직경, 진동판의 두께, 공기 주입관의 직경, 진동판 고정 틀의 체결력 등의 영향을 받는다.

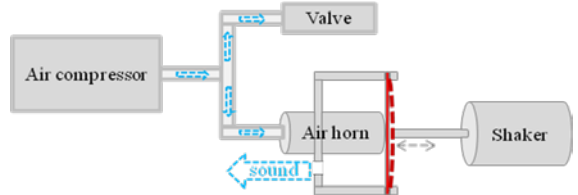


Fig. 1 Schematic of air horn

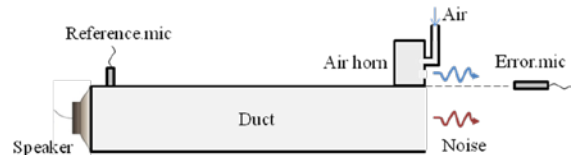


Fig. 2 Experimental schematic for active noise control

2.2 실험 장치 및 결과

분석한 메커니즘을 바탕으로 에어혼을 제작하였고 본체의 직경은 14 cm, 길이는 3cm이고 공기 주입관의 직경이 1.5 cm 로 하였다. 진동판의 두께는 0.4 mm 이고 알루미늄 재질을 사용하여 원하는 주파수 대역의 소리를 발생시켰고 에어컴프레서와 에어혼을 연결하는 호스에 밸브를 달아 가진 압력을 조절하였다.

실험장치는 Fig. 2와 같이 구성하였고 덕트의 길이는 2.2 m 이다. 레퍼런스 마이크는 스피커로부터 10 cm 떨어진 곳에 위치하였고, 에러 마이크는 덕트의 끝 단에서 30 cm 떨어진 지점에 오도록 하였다. 덕트의 출구와 에어혼이 쌍극 음원 구조가 되도록 배치하고 위상 제어를 위해 FxLMS 알고리즘 사용하였다. 셰이커로 에어혼의 진동판의 뒷부분을 가진하여 위상을 제어하도록 구성하였다. 소음원은 136 Hz의 단일 주파수를 사용하였다.

† 교신저자; 정희원, 한양대학교 기계공학부

E-mail : parkj@hanyang.ac.kr

Tel : 02)2220-0424 , Fax : 02)2298-4634

* 한양대학교 기계공학과

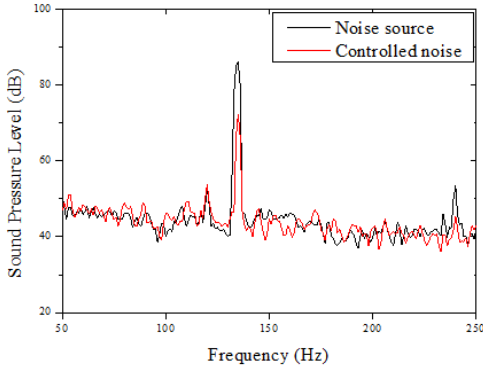


Fig. 3 Frequency response of measured pressure

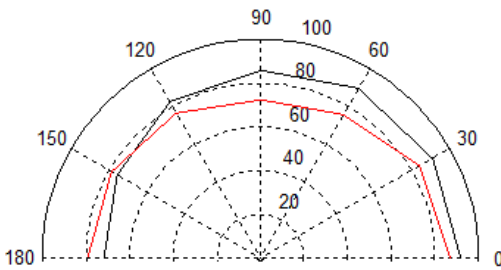


Fig. 4 measured sound pressure field

실험 결과 Fig. 3 에서 주요 소음 주파수인 136 Hz의 음압 레벨이 14 dB 정도 감소하는 것을 확인할 수 있다. 덕트와 에어혼이 만나는 점을 기준으로 덕트 하단을 0°로 하여 30° 간격으로 30 cm 떨어진 지점에서의 음압 레벨을 측정하여 음장을 확인하였다. 에어 마이크가 있는 부분에서 가장 큰 소음 저감 효과가 나타나는 것을 Fig. 4에서 확인할 수 있다.

3. 결 론

본 연구에서는 능동 소음 제어에서 일반적으로 사용되는 음원 발생 장치인 스피커를 대체하여 고온, 부식 환경에서도 사용할 수 있는 에어혼을 개발하였고 단일 주파수 소음원을 발생시켜 쌍극 음원 구조로 적용하여 소음을 저감시키는 방법을 연구하였다.

에어혼의 메커니즘을 분석하였고 주파수 특징에 영향을 주는 요소를 확인하였다. 에어혼의 위상 제어는 FxLMS 알고리즘을 이용하여 웨이커로 진동판을 가진하였다. 사각 덕트에서 136 Hz의 단일 주파수 소음이 발생시키고 능동소음제어를 하여 원하

는 방향의 소음을 저감시켰다. 디젤 엔진의 주요 소음원인 단일 주파수를 확인하여 에어혼을 사용하면 배기 소음이 저감될 것이다.

4. 참 고 문 헌

1. Y. Xiang, "Vibration of circular Mindlin plates with concentric elastic ring supports", International Journal of Mechanical Sciences, 2003.
2. C. J. Chapman and A. G. Glendinning, "A Theoretical Analysis of A Compressed Air Loudspeaker", Journal of Sound and Vibration, 1990.