

디젤엔진 실린더압력 기반 연소소음 비교 및 연소인자 영향성 평가

박철민¹⁾·김윤영^{*2)}·민병두^{*3)}

쌍용자동차 기술연구소¹⁾²⁾³⁾

An EXPERIMENTAL STUDY on CYLINDER PRESSURE BASED COMBUSTION NOISE and COMBUSTION PARAMETER INFLUENCE

Cheolmin Park¹⁾ · Yunyoung Kim ^{*2)} · Byeongdu Min ^{*3)}

¹⁾²⁾³⁾ Diesel Engine Test & Development Team, Ssangyong Automotive Company, 150-3 Chilgoe-dong, Pyeongtaek-si 459-711, Korea

Abstract : During the combustion process, the in-cylinder pressure fluctuation cause the noise. In order to measure the combustion noise there are two way, one is the direct measurement of the engine emitted noise by microphone and the other is using a conversion formula between noise and cylinder pressure fluctuation. Method of using the conversion formula is generally used for improving the combustion noise because it is not influenced by environmental noise and also can measure the noise in real-time. However the combustion noise which is processed by the standard conversion model can have a gap between theory and practice. In this paper, the correlation between in-cylinder pressure based noise and microphone noise was investigated. Then noise reduction method which is controlled by combustion parameter was researched by in-cylinder pressure based noise.

Key words : Combustion Noise (연소소음), Combustion Pressure (연소압력), Structure Attenuation (구조감쇠), Mic. Noise (마이크측정 소음), In-cylinder Pressure based noise (연소압력기반 소음),

1. 서 론

엔진에서 방사되는 소음은 무향실 조건에서 마이크로를 이용하여 측정되나, 엔진 하드웨어 개발 초기 및 연소개발 각 단계에서 무향실을 이용한 측정을 하기에는 어려움이 따른다. 이에 연소 과정시 발생하는 실린더 내부의 압력변동을 측정하여 소음으로 나타내는 실린더 압력기반 연소소음 계산 방법이 개발초기부터 양산시까지 유용하게 사용된다.

본 연구에서는 연소압 기반 연소음 측정기법을 설명하고, 계산과정을 거쳐 표시된 소음이 실제 마이크로 측정된 결과와 어느 정도의 차이가 발생

하는지 확인하여 계산된 연소소음의 유효성을 확인하고, 엔진방사 소음 중 연소기반 소음이 큰 영역에서 EMS 인자를 사용하여 소음을 저감하는 방안을 찾아보고자 한다.

2. 본 론

1) 시험 장비 구성

본 연구에서 사용된 실험장비는 동력계, 흡배기 시스템, 연소압 측정 및 소음 측정장비로 구성된다. 연소압력 및 연소압기반 소음 측정을 위해 AVL Indimeter를 사용하였고, 엔진방사 소음 측정을 위해 엔진으로부터 1m 거리에 마이크를 설치하였다.

엔진은 배기량은 2157cc, 압축비 15.5 의 직렬 4 기통 엔진을 사용하였다.

2) 연소압 기반 연소소음 구성요소

엔진 연소과정중 실린더 내부의 급격한 압력변동에 의해 소음이 발생하고, 엔진블록에 의해 구조적 감쇠되에 인간의 가청 주파수 이내의 음압만이 소리로 인지되는 전달과정을 거친다. 그러므로 연소소음은 In-Cylinder Pressure, Structure Attenuation, Human Ear Sensitivity 성분으로 구성된다

3) 압력기반 소음과 마이크 결과비교

Structure Attenuation 은 엔진별 블록 형상 및 재질에 따라 차이가 발생하나, 실린더 기반 연소소음 계산시에는 대표값을 사용한다. 따라서 연소압 기반 소음 결과에는 오차가 포함되므로 마이크 소음측정을 이용하여 엔진 운전 전영역에서 연소압기반 소음수준을 비교하였다. 결과 마이크 소음과의 차이는 최대 4%의 차이가 발생하였고 85dB 이하에서는 2% 이내에서 두 측정방식간 상관성이 높은 결과를 보였다.

4) 연소기인 소음 기여도 평가

엔진 발생소음 중 연소기인 부분을 확인하기 위해 마이크를 사용하여 전부하조건과 Motoring 조건의 소음을 측정 결과 기계적 소음은 엔진 회전수에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 전부하 결과와 비교시 엔진회전수가 낮은 영역에서 연소기인 소음 영향이 높은 것을 알 수 있다.

5) 엔진운전 전영역 연소소음 인자

엔진 운전 전영역에서 연소압 기반 소음측정 데이터를 사용하여 압력변동 유발인자와 소음간의 관련성 분석결과 연료 분사압력 및 분사시기가 높은 상관성이 있음을 확인하였다.

연료분사시기 지각 및 낮은 연료 분사압력 조건에서는 소음수준이 낮아지는 것은 착화지연으로 인한 실린더 내부의 압력변동을 감소 원인으로 예상되며, 분사압력에 대한 실린더내부 압력 변동을 측정하여 이를 확인하였다.

6) 단일영역 연소소음 인자별 영향성

엔진 주요 운전영역중 연소 기인 소음이 큰 영역인 1805rpm / 108Nm 에서 소음관련 인자에 대한 Single Parameter Sweep 결과 Rail Pressure 감소시 소음수준이 3.5dB 감소함 있음을 확인하였다. 이외의 인자에 대한 영향성은 1dB 이내였

다. 그러나, 연소소음 개선시 연료소모량과의 Trade off 발생함에 따라 소음과 연비의 중요도에 따른 최적화가 필요 할 것으로 보인다.

3. 결 론

실린더 압력기반 소음측정 및 소음 주요인자시험 결과를 토대로 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 실린더 압력기반 연소소음과 마이크 소음 측정결과 비교시 70~100dB 영역에서 최대편차 4% 이내의 높은 상관성을 보였으며, 엔진 연소개발과정에서 연소압 기반 소음 측정방식이 유용함을 알 수 있다.
- 2) 엔진회전수에 비례하여 기계적 소음은 증가하는 경향을 보인다. 연소 기인 소음은 낮은 엔진회전수에서 높은 기여도를 보이며, Motoring 결과 대비 7dB 의 소음이 증가하는 결과가 발생했다.
- 3) 엔진 운전 전영역의 소음에 대한 주요인자는 연료분사압력과 연소분사시기이며, 소음저감을 위해서는 두 인자에 대한 최적화가 필요하다.
- 4) 단일 운전영역의 소음개선을 위한 주요 인자 Single Parameter Sweep 결과 낮은 분사압력에서 소음수준이 낮아졌으나, 연료소모율과의 Trade off 발생하였다.

References

- 1) Dongchul Lee "The optimization of injection parameters for developing diesel engine combustion noise of EURO5 passenger vehicle" KSAE10-B0038
- 2) M F RUSSEL & C D Young "Measurement of Diesel Combustion Noise" AUTOTECH CONGRESS Nov. 1985
- 3) M F RUSSEL, BSc, MSc, D C PALMER and C D YOUNG, BTech "Measuring diesel noise at source with a view to its control" IMechE 1984
- 4) DAVID A.BIES & COLIN H.HANSEN "Engineering Noise Control" Forth Edition. 103~105