

중형상용디젤엔진(MDDE) 기어 래틀 소음 최적화

Gear Rattle Noise Optimization of Medium Duty Diesel Engine

소강영† · 최성배* · 강구태**

Soh, Kang Young, Choi, Sung Bae, Kang, Koo Tae

1. 서론

최근 승용차 뿐만 아니라 상용차의 실내소음 및 실외소음에 대해서도 정숙성을 요구하는 강도가 점점 세지고 있다. 특히 디젤엔진을 장착한 중형트럭의 경우에는 주 운전 도로가 좁은길 이나 시내도로인 경우가 많고 아이들 운전시간이 많아 운전자 및 보행자에게 까지 엔진음색이 영향을 미치게 된다. HMC 에 개발한 Family 엔진인 In-line 4 기통 F 엔진과 In-line 6 기통 G 엔진을 비교할 때 4 기통 엔진이 아이들 운전조건에서 외부의 엔진음색이 불리하다는 것을 알았다. 이 소음을 저감시키기 위하여 우선 소음의 특성을 분석하고 연소음 인지 기계음인지를 구분한 결과 기계음으로 판명되어 여러 기인하는 인자에 대해 조사하였다. 조사 결과 캠샤프트 기어의 래틀성 소음으로 판명되었고 이 기어의 래틀소음을 저감시키기 위하여 백래쉬를 zero 로 만들어주는 Zero-clearance 기어, 혹은 Scissors 기어 또는 Anti-backlash 기어를 개발하였다. 이 논문에서는 이 래틀 소음을 저감시키는 시저스 기어의 최적화 과정에 대해서 서술한다.

이 주파수 대역은 두 강한 바디사이의 충격에 의해 유발된다. 이런 종류의 충격성소음은 보통 다음 세가지로부터 유발될 수 있다. 밸브트레인 충격소음, 피스톤과 밸브의 충격소음 그리고 기어트레인의 래틀소음 등이다.

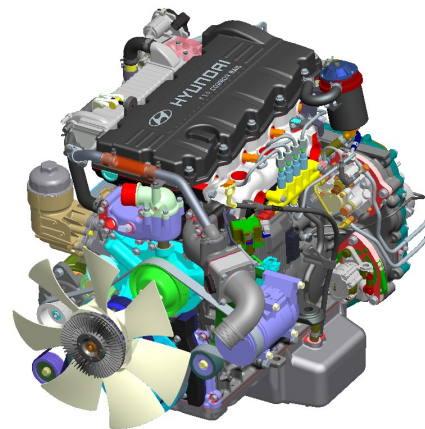


Fig.1 In-Line 4 cylinder F-ENG

2. 본론

2.1 Noise Characteristics

아이들 상태에서 엔진으로부터 방사되는 충격성소음은 주기적으로 발생 되고 있다. 이 소음은 높지는 않으나 그 주기성으로 인해 운전자 및 주위사람으로 하여금 불쾌감을 유발한다. 그림 2 은 시간-주파수 모듈레이션 분석으로 알 수 있었다. 모듈레이션 오더는 엔진회전수의 곱으로 나타나는데 보통 2 차 오더가 현저하나 이 충격성 소음은 4 차 오더가 현저했다. 이 소음은 넓은 범위의 주파수 밴드를 가지며 1kHz 이상 8 kHz 주파수 성분이다.

Table 1 Specifications of test engine

Type	Intercooler direct injection diesel engine
Number of cylinders	4 cylinders in-line
Displacement	3.933 liters
Bore & stroke	103 × 118 mm
Maximum Power	160 ps
Maximum Torque	59 kg.m

주기적인 소음의 소스를 상세히 조사하기 위하여 실린더헤드 근접 블록에서 진동을 측정하였다. 연소 폭발순서 1-3-4-2 를 고려하여 두개의 가속도계를 실린더 1 번과 3 번에 Fig.3 처럼 부착하여 진동과

† 소강영; 현대자동차
E-mail : sohky@hyundai-motor.com
Tel : (031) 368-5075
* 계양정밀㈜
** 현대자동차

소음을 TDC 신호와 같이 비교하였다.

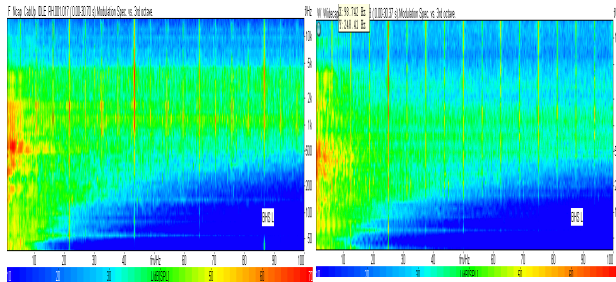


Fig.2 Modulation at Low idle

2.2 Experimental Approaches

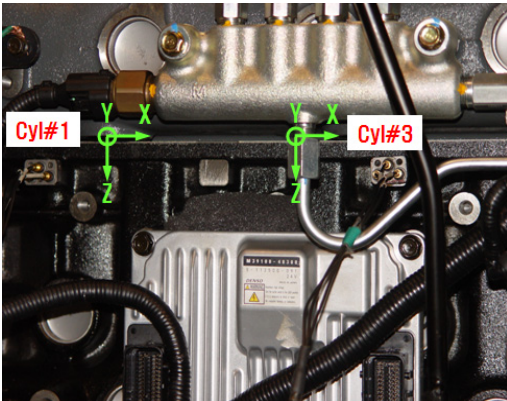


Fig.3 Vibrations on cylinder block

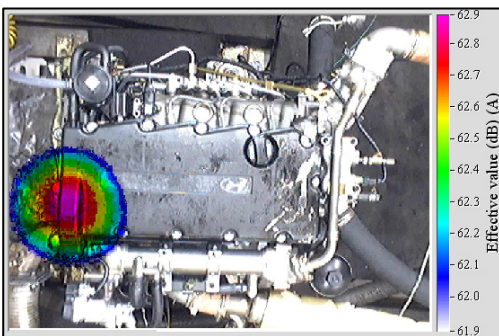


Fig.4 Acoustic Camera of Impact Noise

Fig.4 는 Acoustic Camera 를 이용하여 충격성소음의 소스를 알아보았다. 그림에서 알 수 있듯이 이소음은 주로 Cam Shaft Gear 부분에서 심하다는 것을 알 수 있다. Fig.5 는 Cam shaft 기어의 백래쉬를 조절하여 충격소음의 개선여부를 알아 보았다. 따라서 idle 음색을 헤치는 충격성 소음은 4 기통 엔진의 캠샤프트 기어의 구동토크가 과대하여 발생하는 기어 래틀 소음으로 최종 판정하였다. 이 기어래틀소

음을 저감시키기 위해서 기어 백래쉬를 Zero 로 만들어 주는 Scissors Gear 를 개발하였다. Fig 6 은 시저스기어 구성 부품도를 보여준다.

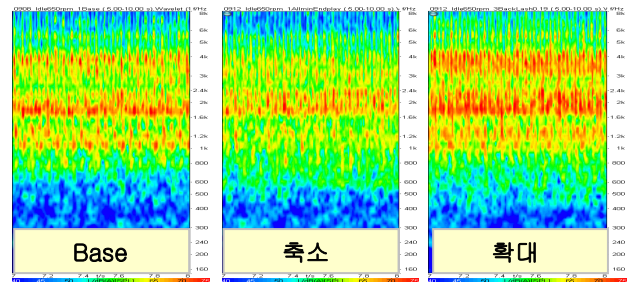


Fig.5 Gear Backlash 에 따른 래틀소음 개선



Fig.6 Scissors Gear

3. 결론

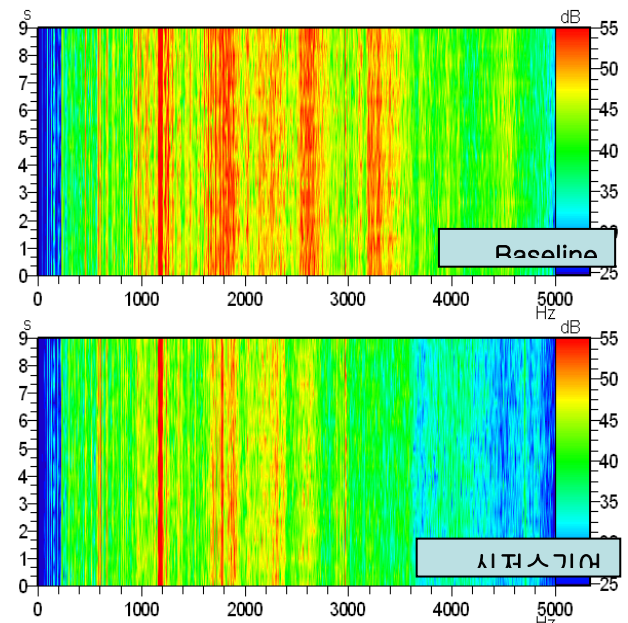


Fig.7 시저스 기어 적용후의 idle 소음

시저스 스프링의 장력 최적화 등 시저스 기어를 개발하여 최종 idle 음색을 평가한 결과 Fig.7 에서 볼 수 있듯이 초기 대비 대폭적인 고주파 대역 개선을 달성하여 고출력엔진 이면서 정숙한 세계적인 경쟁력있는 엔진을 개발하였다.