

해석을 이용한 승용디젤엔진 연소계 주요 인자 영향도 연구

이수홍^{*1)} · 허동한¹⁾ · 박성훈¹⁾ · 권혁모¹⁾ · 이준규¹⁾

현대 자동차¹⁾

CAE Study of design parameter effect in HSDI diesel engine combustion system

Soohong Lee^{*1)} · Donghan Hur¹⁾ · Sunghoon Park¹⁾ · Hyuckmo Kwon¹⁾ · Joonkyu Lee¹⁾

Hyundai Motor Company¹⁾

Key words : Passenger Diesel Engine(승용디젤엔진), Combustion System(연소계), Cylinder Port(실린더포트), Compression Ratio(압축비), Combustion Bowl Shape(연소실형상), Injector Spray Angle(인젝터 분사각도), Valve(밸브), Fuel Consumption(연료 소모율), Emission(배기매연), Computer Simulation(해석)

* Corresponding Author, E-mail: hmclsh@hyundai.com

1. 서 론

승용 디젤엔진의 개발 방향은 고출력, 배기규제 대응 및 연비향상(CO2규제)을 위한 연소계 및 후처리계의 최적화 포함, 엔진 개발기간 및 비용을 최소화 하는 것이다. 이를 위하여 과거에는 주로 시험에 의존하였던 연소계 개발에 대하여, 최근에는 컴퓨터 시뮬레이션을 활용하고 있다. 해석은 시험결과와의 타당성 파악 및 원인 규명을 위한 이론적 근거 제공, 설계사양 변경 시 결과 변화 예측 등의 역할을 담당 함으로써, 양산 엔진 개발 과정에 적극 활용되고 있으며, 배기저감 및 연비향상을 위한 설계 개선안 도출 최적화 기법과 연계한 최적 운전 조건 도출 등 그 역할이 증대되고 있다. ¹⁾⁻⁴⁾ 최근, 승용 디젤엔진 연소계 개발의 목표이면서 동시에 해결과제인 출력/연비 향상 및 배기매연 저감을 위하여, 연소계 시스템의 주요 H/W에 다양한 신기술이 제안되고 있으며, 실제 엔진에서의 적용 효과를 사전 파악하기 위하여 해석을 통한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 움직임은 특히 신규 개발 엔진에서의 더욱 중요하게 부각되고 있으며 시작 물건 없이 디지털 성능 점검을 사전에 할 수 있는 장점 덕에 해석에 대한 활용 및 의존도가 매우 높아지고 있다. 이에, 본 연구에서는 신규 엔진의 연소계 개발을 위한 해석 프로세스 구축 및 실린더포트, 압축비, 연소실, 인젝터, 밸브 전략 등 연소계 주요 H/W의 사전 검토를 통하여 효과 및 개선 방향을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 실린더 포트 배열과 형상

실린더 포트는 크게 두 가지 포트로 구성되어 있으며 흡기 포트와 배기 포트로 구성되어 있다. 흡기 포트는 연소에 필요한 공기가 흡입되는 통로이며, 배기 포트는 연소 후 배기가스가 엔진 밖으로 배출되는 통로이다. 포트의 배열과 그 형상에 따라 연소 성능에 지대한 영향을 미치므로 되도록 굴곡이 없고 유체 이동 시 효율 저하가 없도록 주의하여 설계하여야 한다. 본 연구에서는 흡기 포트의 배열 및 형상에 따른 유동의 특성 분석에 중점을 두었다.

2.2 압축비와 연소실 형상

연비 및 동력성능의 주요한 H/W중 하나인 압축비와 연소실은 내연기관에 연료와 공기의 혼합기가 주로 연소하는 공간이고 형상에 따른 성능 차이가 많이 나기 때문에 그 중요성은 나날이 증가 하고 있다. 상기의 이유로 본 연구에서는 연비 개선과 NOx, Soot저감에 효과가 있는 압축비 및 연소실 선정을 해석으로 진행하였다. 설계의 방향은 기존 연소실 형상을 Base로, Deep, Wide, 그리고 중간 형상인 Middle이다. 해석 운전 조건은 전부하 3점, 부분부하 5점, 총 8점을 검토 하였다.

2.3 인젝터 분사 각도

분사 장치는 연비 및 배기매연에 많은 영향을 주는 H/W이다. 특히 연소의 반응 특성과 관계가 깊으며 운전 조건에 알맞은 분사 압력, 분사 각도, 분사량 등이 주요 인자이다. 주요 인자에 의하여 분포 및 무화 등에 많은 영향을 미친다. 본 연구에서는 연소실 형상과의 매칭에 많은 연관이 있는 분사 각도에 대해서 연구하였다. 해석 운전 조건은 연소실과 마찬가지로 전부하 3점, 부분부하 5점, 총 8점을 검토 하였다.

2.4 흡/배기 밸브 직경 및 운영 전략

밸브의 직경은 전 부하 동력 성능과 밀접한 관계를 가지고 있다. 밸브 직경 선정은 실린더 헤드 설계에 직접적인 영향을 미치므로 신 엔진 검토 시 신속하게 결정해야 하는 중요한 설계 변수 중 하나이다. 본 연구에서는 해석을 활용하여 밸브의 직경 선정을 하였다. 아울러 최근 환경과 연비 규제가 강화되면서 가변 밸브 검토가 활발하게 진행되고 있다. 엔진 각 운전점에서 최적의 밸브리프트 프로파일 및 밸브시기를 선정하여 기존 SCV(스윙 제어 밸브)제어 대비 펌핑 손실의 저감으로 기인한 연비개선 효과를 기대 할 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 SCV대비 가변 밸브 효과를 사전 검토하여 그 특징에 대하여 연구하였다.

3. 결 론

강화되는 배기규제 대응 및 경쟁력 있는 신규 승용 디젤 엔진 개발 시 연소계 해석 프로세스를 새로이 구축하고 해석을 수행 함으로써 주요 연소계 H/W 효과의 사전 검토 및 개발 방향을 제시 하였으며 시작 물건 없이도 신뢰성 있는 디지털 성능 점검을 통하여 개발의 시행착오 절감 등 유/무형의 효과 도출이 가능 하였다.

참고문헌

- 1.J.K.Lee, J.H.Lee, K.G.Yeo. M.S.Kim, "Application of Optimization Analysis for Developing the Multiple Injection Strategy in a HSDI Diesel Engine" , KSAE 2004 Spring Conference Proceeding, Vol.1., pp.417-422 (2004)
- 2.J.H.Lee, J.K.Lee, "Development of the Optimization Analysis Technology for the Combustion System of a HSDI Diesel Engine" , Transaction of KSAE, Vol. 14, No.1, pp.153-158 (2006)
- 3.J.K.Lee, J.H.Lee, " Combustion Process Analysis in a HSDI Diesel Engine Through the Analysis of the Common Rail Injection System" , KSAE 2003 Fall Conference Proceeding, Vol.1., pp.372-377 (2003)
- 4.H.M.Kwon, J.K.Lee, J.I.Park, "Selection of Compression Ratio and Combustion Bowl Shape in a Commercial Diesel Engine using Auto-Design Tool and Combustion Analysis" , KSAE 2008 Fall Conference Proceeding, Vol.8., pp.193-198 (2008)