

소형 디젤엔진의 부품편차 및 운전조건에 따른 성능영향성 평가 연구

우동욱*·한광섭·김윤영

쌍용자동차 디젤엔진시험개발팀

A Study on Effect of Engine Hardware Deviation and Operating Conditions on Small Diesel Engine Performance

Donguk Woo* ·Kwangseob Han ·Yunyoung Kim

Diesel Engine Test Development Team, Ssangyong Motor Company, 455-12, Dongsak-ro, Pyeongtaek-si, Gyeonggi-do, Korea

Abstract : The internal combustion engine is composed of a number of components is controlled by parts deviation or environmental changes, and cause changes in the control factors affect the engine performance and emissions.

In this paper, we selected a controllable and environmental factors founded on the deviation of production parts and reproducible environmental changes parameters, and evaluated and analyzed the effectiveness on the validation about engine performance and emission

Key words : Diesel Engine(디젤엔진), Injector(인젝터), Injection timing(연료분사시기), Rail Pressure(커먼레일 압력), Injector nozzle tip protrusion(인젝터 노즐 돌출 길이), Air mass flow(흡입공기량)

Nomenclature

Subscripts

COP : Conformity Of Production

CRA sensor : Crank Angle Position Sensor

MT : Injection(Main) timing

NTP : Nozzle tip protrusion

OBD : On-Board Diagnostic

변화를 근거로 인자를 선정하고 인자별 영향성을 평가 분석하여 성능 및 배기가스 수준의 편차를 파악하고자 한다.

1. 서론

수많은 부품으로 구성되어 있는 내연기관은 부품의 편차 또는 대기압, 기온, 습도 등 환경적인 요인에 의해 제어, 환경 인자의 변화를 야기할 수 있다. 따라서 인자의 변화에도 목표성능 및 배출가스 규제를 만족하고 자가인증종합성평가, OBD, COP 등 사후관리에도 만족하도록 개발과정에서부터 고려되어야 한다. 본 논문에서는 당사에서 개발한 1.6L급 디젤엔진의 부품편차 및 재연 가능한 환경

2. 본론

1) 실험장치는 원동기와 계측장치로 분류할 수 있다. 원동기 1.6L급 디젤엔진으로 2000bar 커먼레일, 슬레노이드 직접분사 인젝터, 전자식 터보차저 및 수냉 전자식 EGR시스템 적용으로 배기가스규제 EU6를 만족한다. 계측장치는 연소압력 측정장치(AVL, MICRO IFEM)와 매연측정장치(AVL, 415S), 배기가스분석장치(Horiba, HEXA-710DEGR)가 사용되었고, 동력 측정을 위한 원동기 동력계(AVL, Alpha250)는 Driveshaft로 엔진과 연결되어 기관회전수 및 부하조건을 제어한다. 실차량 흡기계통, 전자제어식 배기플랩을 설치하여 실차 압력조건을 모사하였고, 수냉식 온도조절장치를 사용하여 인터쿨러 온도조건을 제어하였다.

2) 엔진개발 당시 제어, 환경인자 중 동적성능 및

* 우동욱, E-mail: donguk.woo@smotor.com

배출가스 수준에 기인한 인자 선정하여 영향성을 검증하였다. 선정된 인자는 연료분사시기, 인젝터, 인젝터 노즐 돌출길이, 커먼레일 압력, 공기량이다.

3. 결 론

1) 연료분사시기

전자제어식 디젤엔진에서 크랭크축의 위상각을 측정하는 CRA Sensor의 부품 편차($\pm 1.5^\circ$)는 연료분사시기 편차를 야기하고 동적성능 및 배출가스 수준에 영향을 미치는 것을 확인하였다.

분사시기 지각으로 전 부하영역에서는 동일 연료량 대비 토크가 상대적으로 감소하는 경향을 나타내고, 부분 부하영역에서는 스모크 배출량은 증가되는 반면 NOx 배출량은 감소하며 Trade-off 관계에 있음을 알 수 있다.

2) 인젝터 편차

인젝터는 연료량 제어의 핵심부품으로 인젝터 편차에 의한 전 부하성능은 최대 4%까지 증감되었고, 이는 목표성능을 초과 할 수 있는 수치이다.

연료량 증가는 스모크 배출량을 증가시키며, 연소 지연에 따른 배기가스온도 상승으로 NOx도 증가하여 OBD, COP와 같은 사후관리규제에 비관적 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

3) 커먼레일 압력

커먼레일 압력센서의 부품 편차($\pm 30\text{bar}$)로 압력 증가는 연료분사시간 감소로 연소효율이 좋아져 토크는 소폭 증가되지만, 순간적인 연소활동으로 연소압 증가 및 노이즈가 발생하여 적절한 커먼레일 압력이 유지되어야 한다.

부분 부하영역에서는 연료입자 미립화로 스모크는 감소하지만, 연소온도 증가로 NOx도 증가함을 알 수 있다

4) 인젝터 노즐 돌출길이

인젝터 노즐 돌출길이(NTP)는 실린더헤드에 안착된 인젝터가 실린더헤드 좌면을 기준으로 돌출된 길이를 말하며, 돌출길이 감소에 따라 스모크 배출량은 증가한다.

인젝터 노즐 돌출길이는 엔진운전 중 발생하는 문제적 요소로는 미비하지만, 실린더헤드 가공이나 엔진 조립 시 Cupper shim의 사양에 따른 영향성은 크다고 할 수 있고, 가공 또는 조립지침에 주의가 필요하겠다.

5) 공기량

공기량 센서는 유입되는 공기를 정밀하게 측정하는 만큼 편차($\pm 3\%$)에 의한 동적성능 및 배기가스 배출량에 크게 영향을 미치고 있다. 실제 유입되는 공기량보다 과다하게 측정되면 연소효율 증대로 연료량을 감소시켜 토크는 감소하지만, 실제 유입되는 공기량 대비 낮은 연료량으로 인해 스모크 배출량은 감소하는 결과를 볼 수 있다.

배기가스 재순환율이 감소하여 NOx 배출이 증가되고, Soot 배출량은 감소함을 알 수 있다.

References

- 1) D. A. Kouremenos, D. T. Hountalas, K. B. Binder, A. Raab, M. H. Schnabel, "Using Advanced Injection Timing and EGR to Improve DI Diesel Engine Efficiency at Acceptable NO and Soot Levels", SAE 2001-01-0199
- 2) Nader Raeie, Sajjad Emami, Omid Karimi Sadaghiyani, "Effects of injection timing, before and after top dead center on the propulsion and power in a diesel engine", Propulsion and Power Research 2014, Vol.3, NO.2, pp.59-67
- 3) Prabhakar, B., Boehman A., "Effect of Common Rail Pressure on the Relationship between Efficiency and Particulate Matter Emissions at NOx Parity", SAE 2012-01-0430
- 4) Youngjin Cho, Gangyung Lee, Cha-Lee Myung, Simsoo Park, Si Hun Lee, Bong Hun Han, Woo Tai Kim, "The Effect of Intake System Geometry on the Sensitivity of Hot Film Type Air Flow Meter", SAE 2003-01-1802
- 5) 장진석, 정재훈, 조청훈, "DoE를 이용한 인젝터 유량 편차에 의한 배출가스 편차에 대한 강건 엔진 매핑 가능성의 검토", 한국 자동차공학회논문집, Vol. 16, No. 1, pp.134-143