

가솔린 연료를 사용하는 압축착화기관의 성능 향상

Performance Improvement of a Compression Ignition Engine Using Gasoline Fuel

*이관성¹, #최윤환²

*J. S. Lee D¹, #Y. J. Choi(nakhwa7@hanmail.net)²

¹ 경기대학교 기계시스템공학과, ²(주)청한ETN

Key words : Bulk Combustion, Compression Ignition

1. 서론

세계적으로 환경오염문제의 심각성과 점차 강화되는 배기가스 규제에 의하여 초 저배기 배출 및 연료경제성을 가진 저연비 자동차가 출현에 대한 사회적인 요구가 점차 강해지고 있다. 특히 배기가스 배출물 저감 및 기관 성능 향상 측면에서 새로운 점화방식에 의한 여러 가지 시도로 배기 성능 향상을 이루고자 많은 연구가 진행되고 있다.^{1,2}

가솔린기관의 배기 배출물 저감과 초저연비 실현을 위하여 스파크 점화방식 대신에 bulk combustion 개념의 압축점화 연소 방식에 대한 연구들이 진행되고 있다.³⁻⁸

본 연구는 기존의 스파크 점화방식이나 압축착화방식이 아닌 bulk combustion 방식을 도입하여, 별도의 점화 장치 없이 상용 단기통 디젤기관에 유입되는 흡입공기를 가열 및 제어하여 흡기 포트에 분사되는 가솔린 연료의 압축 착화성을 향상시킴으로써 기관 작동을 가능하게 하였다. 또한, rpm, 공기연료비, 흡기 가열온도 등의 변화에 따른 압축착화기관의 성능 향상을 검증하였다.

2. 실험장치 및 실험 방법

2.1 실험장치

실험장치는 실험기관, 흡/배기장치, 흡입공기 가열 및 제어장치, 전기동력계, 연료 공급장치, 냉각장치, 연소 해석장치, 연료 분사 제어장치로 구성되며 각 부분의 압력과 온도를 측정할 수 있도록 하였다.

본 실험에 사용된 기관은 4사이클 수평형 단기통 수냉식 직접 분사 디젤기관(대동엔진, ND-80)에 흡기가열장치 및 인젝터를 설치하여 가솔린 압축착화 기관으로 개조한 것이며 Fig. 1은 실험장치의 개략도를 나타낸 것이다. 또한 Table 1에 기관의 제원을 나타내었다.

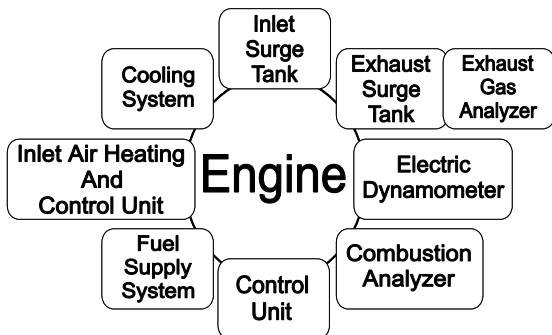


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus

기관에 공급되는 공기량은 흡입유도관에 오리피스 유량계를 설치하여 오리피스 전후의 압력차로서 측정하였으며, 가솔린은 포트 분사식으로 로터리 엔코더의 각도 신호를 기준으로 매 사이클마다 일정한 크랭크 각도에서 분사가 시작되도록 하였으며 분사시작 크랭크 각도로부터 0.1 ms 간격으로 지정된 기간 동안 연료가 분사되도록 하여 연료량을 조절하였다. 또한 흡기포트 가열에 따른 연료 인젝터의 과열을 방지하기 위해 얇은 구리관

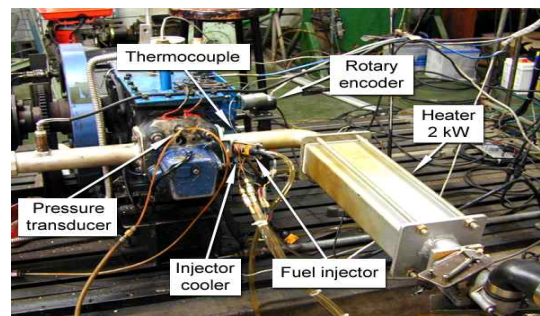
을 이용한 수냉식으로 인젝터를 냉각시켰다. 그리고 공기 연료비는 오리피스 유량계를 사용해 측정된 공기와 메스실린더로 측정된 연료의 중량비로서 산출하였다.

Table 1 Specification of test engine

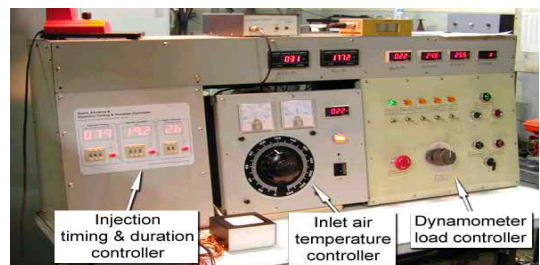
Number of cylinder	1
Bore × Stroke	92 × 95 mm
Displacement volume	631mm ³
Cooling system	Water cooling
Combustion chamber	Toroidal type
Compression ratio	18
Injection timing	60° BTDC
Fuel	Gasoline
Fuel injection	Inlet port
Fuel pressure	3 kgf/cm ²

흡입공기 가열 및 제어장치는 1kW 용량의 니크롬선을 세라믹 보빈(bobbin)에 감아 2개를 병렬로 설치한 흡기 가열장치, 2kW 용 전압조절기, 온도를 검출하는 열전대(K-type), 가열온도를 실시간으로 표시하는 디스플레이로 구성하였으며, 1℃ 단위로 조절 가능하도록 하였다. 이와 같이 구성한 흡기 가열장치의 기초실험을 수행한 결과 혼합기 온도를 1800 rpm에서 250℃ 까지 높일 수 있음을 확인하였다.

본 실험에 사용한 압력센서는 Piezo-electric(Kistler C6 Type 601A)압력센서를 사용하였으며, 전압을 증폭시키기 위해서 증폭기(Kistler Co. Type 5011)를 사용하였다. 이렇게 얻은 압력신호는 연소해석장치(Ono Sokki Co. Type CB-366)를 사용하여 해석하였으며 본 연구에 사용한 실험기관 및 실험기관 제어장치를 Fig. 2에 나타내었다.



(a) Test engine



(b) Test engine controller

Fig. 2 Test engine and controller

2.2 실험장비

실험은 냉각수 출구온도 $75 \pm 5^\circ\text{C}$ 로 유지하면서 공기연료비를 노킹발생 전 부터 기관회전수 정상 작동 범위까지 변화시키며 수행하였다.

3. 기관출력 성능

Fig. 3에서와 같이 제동평균유효압력은 공기-연료비가 희박할수록 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 제동평균유효압력의 변동폭은 본 실험범위 내에서 흡입공기 가열온도 변화가 크게 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

Fig. 4는 공기-연료비에 대한 제동연료소비율을 나타낸 것으로 공기-연료비가 희박할수록 증가하는 경향을 보이며, 특히 45 이상의 경우 이 공기-연료비 범위에서는 흡입공기 가열 온도가 상승할수록 크게 감소하고 있다.

Fig. 5는 열발생을 선도와 질량연소율 선도를 나타낸 것으로 그림에서 알 수 있는 바와 같이 공기-연료비가 감소할수록 열발생을 최고값으로 증가하고 있으며, 열발생율은 최고값의 발생시기도 진각되고 있음을 알 수 있다.

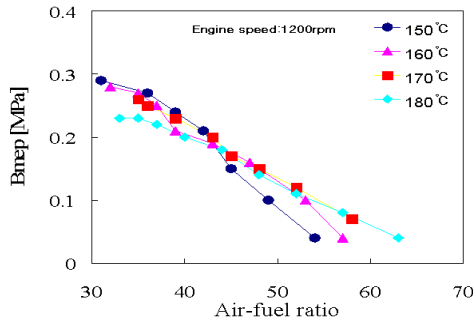


Fig. 3 Brake mean effective pressure at the engine speed of 1200 rpm

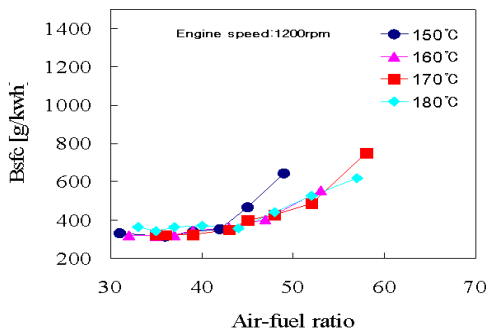
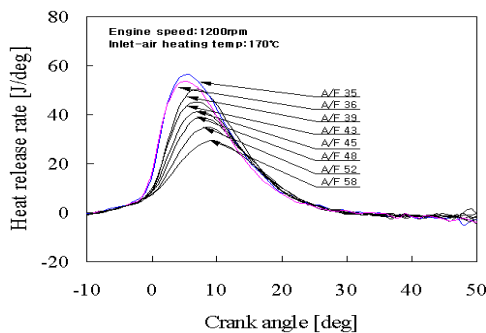
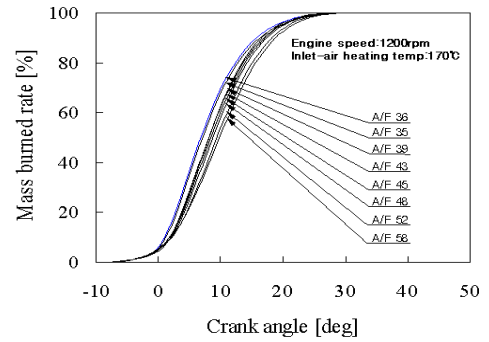


Fig. 4 Brake specific fuel consumption at the engine speed of 1200 rpm



(a) Heat release rate



(b) Mass burned rate

Fig. 5 Heat release rate and Mass burned rate at 1200 rpm

4. 결 론

상용 단기통 디젤기관에 별도의 점화장치 없이 기관에 유입되는 흡입공기를 가열 및 제어할 수 있는 시스템을 설치하고, 흡기포트에 분사되는 가솔린 연료의 압축착화성을 향상시켜 압축점화 가솔린기관의 성능 특성을 규명하였다.

참고문헌

1. Koji, Y., and Hideo, S., Hidenori, T., 1998, "Study on Combustion and Exhaust Gas Emission Characteristics of Lean Gasoline - Air Mixture Ignited by Diesel Fuel Direct Injection", SAE No. 982482, pp. 69~80
2. Nakamura, N., et al., 1985, "Multipoint spark ignition for lean combustion", SAE No. 852092
3. Taro, A., Yoshiaki, H., and Junichi, M., Yasuo, S., 1996, "An Experimental Study on Premixed-Charge Compression Ignition Gasoline Engine", SAE No. 960081, pp. 1~7
4. Onishi, S., et al., 1979, "Active Thermo-Atmosphere Combustion (ATAC)-A new combustion process for internal combustion engine", SAE No. 790501
5. Inoue, T., et al., 1993, "Toyota lean combustion system - The third generation system", SAE No. 930873
6. Najt, P. M., and Foster, D. E., 1983, "Compression-Ignited Homogeneous Charge Combustion", SAE No. 830264
7. Thring, R. H., 1989, "Homogeneous-charge compression-ignition (HCCI) engines", SAE No. 892068
8. Magnus, C., and Bengt, J., Per A., and Fabian, M., 1998, "Supercharged Homogeneous Charge Compression Ignition," SAE No. 980787, pp. 129~1144