

디젤기관에 있어서 에멀전 연료가 연소특성에 미치는 영향

임재근+, 조상곤++, 황상진++, 유동훈++, 서장원+++

Effects on the Characteristics of Combustion by using Emulsion Fuel in Diesel Engine

J. K. Lim+, S. G. Cho++, S. J. Hwang++, D. H. Yoo++ · J. W. Seo+++

Abstract : A study on the combustion characteristics by using Emulsion Fuel in Diesel Engine is performed experimentally. In this paper, the experiments are performed at engine speed 1800rpm, emulsion fuel ratio is 0%, 10%, 20%, and main measured items are specific fuel consumption, pressure, ratio of pressure rise, rate of heat release etc.

The obtained conclusions are as follows.

- 1) Specific fuel consumption increase maximum 19.8% at low load, but is not effected at full load.
- 2) Ratio of pressure rise and rate of heat release are about the same in the case of 10% and 20% of emulsion fuel ratio.
- 3) Cylinder Pressure increase 11.7%, ratio of pressure rise increase 60.4% in case of emulsion fuel ratio 20% at full load.
- 4) Rate of heat release increase 76.9% in case of emulsion fuel ratio 20% at full load.

Key words : Specific Fuel Consumption(SFC)(연료소비율) Ratio of pressure rise(압력상승율), Rate of heat release(열발생율)

1. 서론

세계 각국에서는 환경오염의 심각성을 인식하고 오염을 줄이기 위하여 부단히 노력하고 있는데, 환경오염 중에서 심각한 부분이 대기오염이며, 그것은 자동차, 선박 및 공장에서 배출되는 연소가스가 주범이다. 디젤기관은 가솔린기관에 비하여 열효율이 높고 큰 출력을 발생시킬 수 있으며, 연료유 값이 싸므로 많이 이용되고 있는데, 하지만 여러 가지 해로운 배기배출물이 환경을 오염시키고 있다.

지금까지 연구되고 있는 NOx의 저감법은 연소계의 개선, 배기재순환, 물첨가 및 부실식 연소 등이 있는데, 이 중에서 물첨가법으로 물 전용노즐을 사용하여 실린더내에 물을 분사시키는 방법과, 물과 연료를 섞은 에멀전 연료를 사용하여 NOx를 저감시키는 방법 등이 있다.

따라서 본 연구에서는 직접분사식 4행정 디젤기관에 있어서 에멀전 연료가 연소특성 특성에 미치는 영향을 분석·고찰하고자 한다.

2. 에멀전 연료의 특성

2.1 에멀전 유형

Fig. 1과 같이 에멀전에는 유중수적형(Water in Oil type)과 수중유적형(Oil in Water type)이 있는데, 그 중 유중수적형은 기름속에 물이 있는 것을 말한다. 유중수적형 에멀전 연료는 미세폭발로 인한 질소산화물의 생성 억제 등의 효과가 높아 내연기관에 사용된다. 이 에멀전연료는 유중수형의 구조로써 연소 시에 연료중 물이 먼저 증발하기 때문에 연소실 내의 온도를 낮출 수 있게 되고, 이에 따라서 NOx의 생성을 상대적으로 저감시키며, 엔진의 금속표면과 접촉하지 않으므로 부식의 우려도 거의 없다.

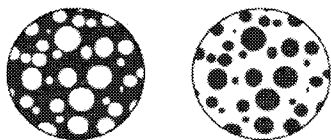


Fig. 1 Water in Oil Type, Oil in Water Type

3. 실험장치 및 방법

3.1 실험장치

본 실험에 사용된 실험장치의 구성도는 Fig.2와 같으며, 실험기관은 선박용 디젤기관으로 주요 제원은 Table 1과 같다.

기관의 출력은 와류형 전기동력계를 사용하여 측정하였고, 연소실의 압력측정을 위하여 첫 번째 실린더에 압전식(Piezo-electric type) 압력변환기를 설치하였다. 연료소비율은 용적식 유량계를 사용하였고, 흡입공기량의 계측은 오리피스식 공기 유량계를 사용하였다. 그리고 기관의 흡기측에 서지탱크(Surge tank)를 설치하여 흡기의 흐름이 균일하여 지도록 하였다. 또한 배기배출물은 배기분석기(Signal EMIRAK RAG4873)와 보쉬(Bosch)형 매연측정기를 사용하였다.

에멀전 연료의 제조장치로는 Fig.3과 같이 기계적 유화 분산장치로써 교반기와 고압분출장치 등으로 구성되어 있다.

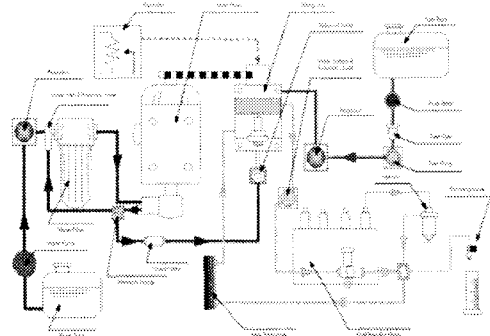


Fig. 2 Schematic diagram of experimental apparatus

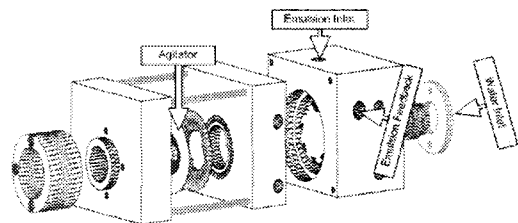


Fig. 3 Emulsion manufacturing equipments

+ 임재근(군산대학교 동력기계시스템공학전공), E-mail: jklim@kunsan.ac.kr, Tel: 063)469-1845

++ 조상곤, 황상진, 유동훈(군산대학교 대학원)

+++ 서장원(군산대학교 산업대학원)

3.2 실험방법

본 연구에서는 기관회전속도 1800rpm의 경우에 기관부하를 0%에서 100%까지 25% 간격으로, 에멀전 연료 비율을 0%, 10%, 20%로 변화시키면서, 기관회전속도, 기관부하와 함께 3개 파라미터중 2개를 고정한 상태에서 하나만을 변화시키면서 실험을 하였다.

본 실험에서 기관회전수의 변동율은 $\pm 0.5\%$ 이며, 기관부하의 변동율은 $\pm 1.5\%$ 이하 이다.

Table 1 Specification of test engine

Item	Specification
Cylinder number	4
Cooling type	Water-cooled
Cycle	4
Injection type	Direct injection
Bore×Stroke (mm)	102 × 100
Piston displacement (cc)	3,268
Max. output	43 PS / 1800 rpm (31.63 kW / 1800 rpm)
Compression ratio	17 : 1
Fuel injection timing	BTDC 18°
Fire order	1 - 3 - 4 - 2

4. 실험결과 및 고찰

4.1. 연료소비율

에멀전연료 함수율에 따른 연료소비율의 값을 Fig.4에 나타냈다.

본 실험의 결과를 고찰해 보면, 1800rpm에서는 저부하시는 연료소비율(최대19.8%)이 증가하였으나, 고부하 영역으로 가면서는 소비율(최대0.2%)이 거의 변하지 않았다.

이것은 저 부하에서는 물 첨가로 인하여 연소온도가 낮으므로 수분의 미세 폭발 효과가 크게 떨어지게 되면서 나타나는 현상이다. 즉, 기관부하가 증가하고 기관속도가 증가하면 충분한 연소 온도를 유지하기 때문에 물 증발에 의한 온도감소를 극복하고 미세 폭발 효과에 의한 연소 활성화로 효율이 향상된다.

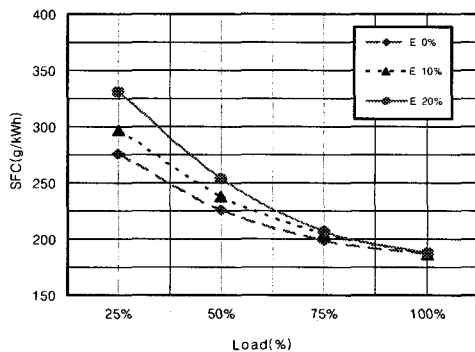


Fig. 4 Comparison of Specific fuel consumption at 1800rpm

4.2. 연소실 압력상승율

Fig. 5에서 실린더내의 연소실 압력이 물을 첨가함으로 증가하였고, 압력상승율도 증가하였다. 전부하 1800rpm에서 실린더 최고압력은 11.7% 상승되었고, 압력상승율은 60.4% 상승되었다. 즉 에멀전연료가 사용되면 발화시기가 늦어짐을 알 수 있으며, 이는 분사된 연료가 증발하여 착화에 필요한 농도의 혼합기를 형성함과 동시에 착화온도까지 가열되는 물리적 지연과 화학적 지연으로 이루어지며 이는 분사시 연소실 내의 상태, 연료의

세탄가, 압축비, 분사시기, 회전속도, 온도, 압력에 관련성이 있다. 또한 확산연소의 활성화로 연소실 압력의 급격한 상승을 보여준다. 그 이유는 유액적 중에 함유되어 있는 물 액적이 급격하게 증발하여 가스화 되므로 체적이 급격히 팽창하고 액적은 비산하게 된다. 이 때문에 산소와 접촉하기 쉬운 상태로 되고, 따라서 확산연소기간이 짧아짐을 알 수 있다.

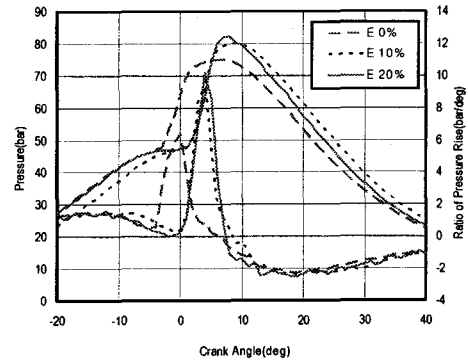


Fig. 5 Ratio of pressure rise at 1800rpm

4.3. 열발생율

Fig. 6에서 열발생율은 에멀전연료 함수율0%에서 최대값이 39.4bar이고, 에멀전연료 함수율이 20%에서는 76.9%가 증가하였다. 그 이유는 에멀전 연료의 사용에 따라 화염과 액적 표면 사이의 열전달에 의하여 과농한 연료 중심부의 수증기 농도가 증가하고 급기야 미세폭발 현상이 발생하게 되고 이에 따라 2차 미립화가 진행되어 연료와 공기의 혼합이 촉진되어 완전연소가 일어나기 때문인 것으로 보인다.

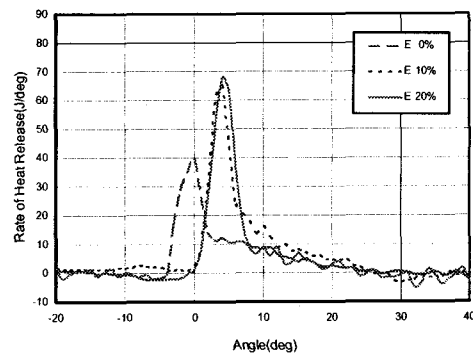


Fig. 6 Rate of heat release at 1800rpm

5. 결 론

직접분사식 4행정 디젤기관에 있어서 기관회전속도를 일정히 유지하고 부하와 에멀전연료 함수율이 연소특성에 미치는 영향을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 에멀전연료 함수율을 증가시켰을 때, 연료소비율은 저 부하 영역에서는 최대 19.8% 증가되었고, 고부하 영역에서는 거의 변함이 없었다.
2. 연소실 압력상승율과 열발생율은 에멀전연료 함수율이 10%와 20%의 경우 거의 비슷하였다.
3. 전부하 영역의 에멀전연료 함수율이 20%인 경우 실린더 최고압력은 11.7% 상승되고, 압력상승율은 최대 60.4% 증가되었다.
4. 열발생율은 전 부하 영역의 에멀전연료 함수율이 20%의 경우 최대 76.9%가 증가되었다.