

# 디젤기관에 있어서 에멀전 연료가 배기배출물 특성에 미치는 영향

임재근+, 조상곤++, 황상진++, 유동훈++

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

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

Abstract : A study on the combustion and exhaust emissions 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%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, and main measured items are specific fuel consumption, NOx and Soot emissions 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) NOx emissions decrease 30% in case of emulsion fuel ratio 25% at full load.
- 3) Soot emission decrease 58.9% in case of emulsion fuel ratio 25% at full load.

Key words : Exhaust Emission(배기배출물), Specific Fuel Consumption(SFC)(연료소비율), NOx(질소산화물)

## 1. 서론

과학의 발달과 산업의 발전은 인간에게 편리한 삶을 주었으나, 자연환경의 훼손을 낳았고, 지구의 온난화 현상과 이상기후 등 여러가지 나쁜 영향을 주고 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 배기배출물 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.

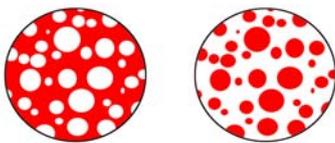


Fig. 1 Water in Oil Type, Oil in Water Type

## 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. 연료소비율

은 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 구성되어있다.

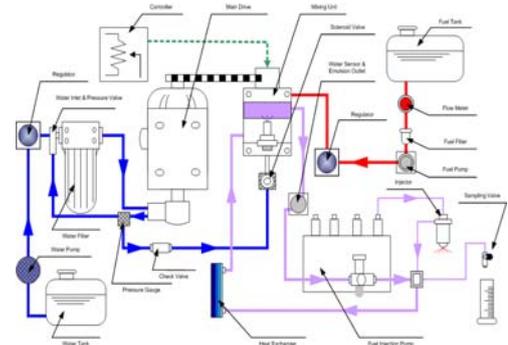


Fig. 2 Schematic diagram of experimental apparatus

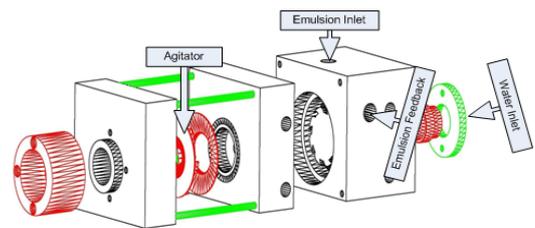


Fig. 3 Emulsion manufacturing equipments

### 3.2 실험방법

본 연구에서는 기관회전속도 1800rpm의 경우에 기관부하를 0%에서 100%까지 25% 간격으로, 에멀전 연료 비율을 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%로 변화시키면서, 기관회전속도, 기관부하와 함께 3개 파라미터중 2개를 고정한 상태에서 하나만을 변화시키면서 실험을 하였다.

본 실험에서 기관회전수의 변동율은 ±0.5% 이며, 기관부하의

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

++ 조상곤, 황상진, 유동훈(군산대학교 대학원)

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

에멀전 연료 비율에 따른 연료소비율의 값을 Fig.4에 나타냈다.

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

이것은 저 부하에서는 물첨가로 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.

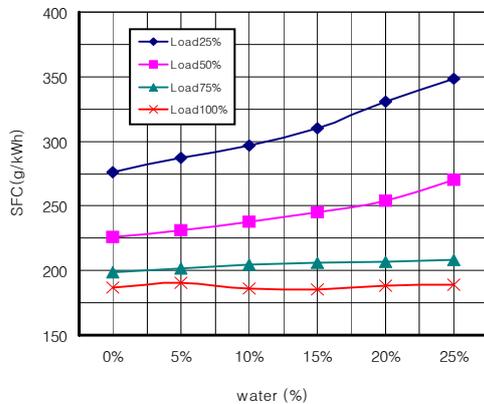


Fig. 4 Comparison of Specific fuel consumption at 1800rpm

### 4.2. 질소산화물(NOx) 배출물

Fig. 5에서 NOx는 부하가 증가할수록 고 부하 영역에서 증가되었다. 또한 에멀전 연료 비율이 5%씩 증가할수록 감소하는 경향이 나타났으며, 전 부하 상태에서 에멀전 연료 비율 25%의 경우 NOx 감소량은 333ppm으로 30%정도 이었다.

발화시기 지연, 연소실 압력상승에도 불구하고 NOx가 저감되는 것은, 물 첨가에 의해 연소실 내 열 흡수와 불활성 가스로서의 수증기 역할에 의하여 연소실내의 온도 저감과 동시에 미세 폭발 및 공기 유동의 활성화에 의한 국부적 온도상승의 억제에 의한 것으로 판단된다.

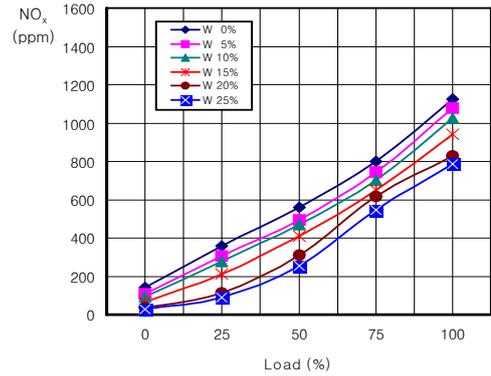


Fig. 5 NOx emission characteristics at 1800rpm

### 4.3. 매연(Soot) 배출물

Fig. 6에서 매연배출물은 부하가 증가할수록 고 부하 영역에서 증가되었고, 에멀전 연료 비율이 증가되면 감소하는 경향을 나타내었다. 저 부하에서는 연소온도가 낮아서 수분의 미세폭발 효과가 활발하지 못했기 때문에 영향이 크지 않지만, 부하가 높아질수록 감소량이 현저하게 증가하며, 1800rpm에서는 58.9%가 감소되었다. 그 이유는 에멀전연료의 사용에 따라 화염과 액적표면 사이의 열전달에 의하여 과농한 연료 중심부의 수증기 농도가 증가하고 급기야 미세폭발 현상이 발생하며 이에 따라 2차미립화가 진행됨으로서 연료와 공기의 혼합이 촉진되어 완전연소가 일어나기 때문이다.

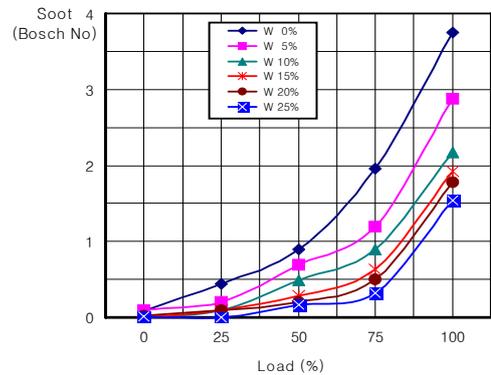


Fig. 6 Soot emission characteristics at 1800rpm

## 5. 결 론

직접분사식 4행정 디젤기관에 있어서 기관회전속도를 일정히 유지하고 부하와 에멀전 연료 비율이 배기배출물 특성에 미치는 영향을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 에멀전 연료비율을 증가시켰을 때, 연료소비율은 저 부하 영역에서는 최대 19.8%증가하였고, 고부하 영역에서는 거의 변함이 없었다.
2. 질소산화물(NOx) 배출물은 전 부하 영역의 에멀전 연료 25%에서 최대 333ppm(약30%)이 감소되었다.
3. 매연(Soot) 배출물은 전 부하 영역의 에멀전 연료 25%의 경우 최대 58.9%가 감소되었다.