

代替燃料를 使用할 경우의 디젤機關의 性能向上에 관한 研究

高 長 權*

Improvement of Diesel Engine Performance for Alternative Fuel Oil

J.K. Koh

Abstract

Rape-seed oil has high viscosity and high rubber content like other vegetable oils. When crude rape-seed oil obtained by a general oil extraction process is used in a diesel engine, automatization condition during injection is not good and a large amount of combustion product is deposited in a combustion chamber. The improvement of a diesel engine is required to use rape-seed oil as a diesel engine fuel.

In this study, the physical and chemical properties and combustion characteristics of rape-seed oil were investigated. The auxiliary aid was developed to improve automatization condition and the effect of the auxiliary injection aid on the performance of a diesel engine was determined

The results are as follows.

- 1) Oil content of rape-seed is 45%. The extraction rate is 33%. The results show higher values compared to those of other vegetable oils.
- 2) the viscosity of rape-seed oil is 50.8 cSt and nearly 14 times of diesel oil viscosity.
- 3) The heating value and flash point of rape-seed oil are 9720kcal/Kg and 318°C, respectively.
- 4) In case rape-seed oil is used as fuel, brake horse power, specific fuel consumption and brake thermal efficiency are compared to those of diesel oil. The results of rape-seed oil show 3.6%, 12.7% and 3.1% higher values.
- 5) Particle size of injection fuel with the auxiliary injection aids is 100 μ m smaller than that of injection fuel without the aid.
- 6) Brake horse power and brake thermal efficiency with the auxiliary injection aid increase 5.07% and 6.07%, respectively. However, specific fuel consumption decreases 3.85% with the auxiliary injection aid.

* 제주대학교

I. 緒 論

1973年 石油波動 以來 全世界的으로 에너지 問題가 深刻한 課題로 등장하고 있으며 2000年 代에는 需要가 供給을 앞지르게 될 것으로 展望되고 있다. 따라서 石油만으로는 에너지 需要를 충족시키지 못할 것임은 周知의 事實이다. 특히 우리나라와 같이 石油埋藏量이 전혀 없는 경우에는 더욱더 에너지 問題가 深刻할 것임은 明白하다. 이러한 問題점에 대처하기 위하여 先進諸國은 物論 石油資源이 없는 開發途上國에서도 石油에 代身할 수 있는 代替에너지 開發과 에너지 節約에 渾身の 努力을 傾注하고 있다.

現在의 추세로 보아 궁극적인 대체에너지로서는 原子核 融合에너지와 太陽에너지 등과 같은 1차에너지 및 이로 부터 얻는 水素에너지와 같은 2차에너지가 指目되고 있으나 이들 에너지가 普遍化 또는 實用化되기까지는 많은 時日이 소요될 것이 예상 되므로 그 때까지의 中間교량 역할을 할 수 있는 代替에너지의 開發이 시급하다. 壓縮點火機關의 代替燃料로서는 各種 菜油가 研究되어 왔으며^{1,5,6,7)} 특히 世界2次大戰中 大豆油^{3,4,8,14,26)}, 油菜油^{2,9,10,11,12,15,16,17,18)} 등의 利用 可能性이 일본과 독일을 중심으로 檢討된 바 있다.

1973年 이후 이에 관한 많은 研究가 美國과 日本을 中心으로 수행되어 왔으나 採油의 輕油에 대한 相對的인 價格의 열세로 최근에는 그 研究가 저조한 形편이다. 그러나 이러한 대체 燃料 問題는 단순한 價格 比較面에서 판단될 性質을 가진 것은 아니며 石油資源 고갈이나 非常時의 對備를 위한 觀點에서 다루어 져야 할 것이다.

本 研究에서 디젤機關의 代替燃料로서 특히 油菜油를 선택한 동기는 다음과 같다.

1) 월동작물인 油菜는 2모작 재배가 가능하다 이런 點에서 제주도는 우리나라에서 油菜栽培面에서 가장 적합한 지역이라 할 수 있다.

2) 濟州道の 여건으로 보아서 生産性을 높일 수 있는 可能性이 크고 油菜油의 榨油率이

資源으로서, 蜜源植物로서, 기름을 짜고 남은 32~35% 정도로서 大豆의 18%에 比하여 매우 높기 때문에 기름의 生産이 效率的이다.

3) 油菜栽培로 油菜油外 副次的 效用이 매우 크다. 즉 세주는 특수관광지이기 때문에 觀光 찌꺼기(粕)는 堆肥의 原料로 利用 可能하고 畚畝에 유채 질을 갈아주면 토양유실 방지와 地力增進에 큰 效果를 거둘 수 있다.

4) 油菜油는 燃料로서의 特性은 輕油에 比하여 떨어지나 發熱量은 重油와 가깝고 引火點이 높아 취급상 안전하다.

5) 油菜油는 現在 디젤機關의 改造없이도 代替燃料로서 輕油에 對等한 性能을 발휘할 수 있음이 究明된 바 있다.

II. 材料 및 方法

本 研究에 使用한 燃料는 순수 油菜油와 輕油와 油菜油를 混合한 混合油를 디젤機關의 試驗油로 使用하였으며 이들 燃料의 物理的, 化學的 特性을 調查分析하였고, 混合油는 輕油와 油菜油를 10%비율로 混合하였다. 디젤機關의 性能向上을 위하여 燃料噴射 補助裝置를 開發하였다.

1. 混合油의 測定裝置 및 測定法

1) 比重

燃料油의 比重 測定은 API比重計를 使用하였다. 測定法은 JIS K2249 規定을 따랐고 比重測定時 燃料의 溫度는 20°C를 유지하였다.

2) 引火點

試驗油의 引火點測定을 위해 PENSKEY 引火點 測定器를 使用하였다. 測定方法은 JIS K2253의 規定에 따랐다.

3) 發熱量

試驗油의 發熱量測定은 燃燒式 斷熱熱量計를 使用하였다. 測定方法을 JIS K2271의 規定에 따랐다.

4) 粘度

試驗油의 粘度測定은 Redwood 粘度計를 使

用하였다. 測定方法은 JIS K2283 規定 및 ASTMD-445 規定에 따랐고 計測時의 연료온도는 30°C로 하였다.

2. 噴射補助裝置(Y形)

디젤機關의 熱效率 및 제반 性能을 향상시키는 한 方法으로서 燃料 온도를 높여주고 연료를 고속 마찰, 와류 유동을 시키 연료의 침도 저하 기포 발생 및 균질성을 부여 하므로서 무화상태를 改善시키고자 噴射補助 장치를 開發하고 이 장치를 분사칼프를 지나 분사노즐 입구에 장착하였다. 이 장치로서 분무상태 개선 을 위한 概括的 理論을 定立하고 調査分析 하므로서 디젤機關 제반性能을 향상시킬 수 있을 것인지를 究明코져 한다.

1) 基礎理論

噴射系는 Fig. 2.1과 같이 보수형 油壓컴프와 단공 噴射노즐로 構成되어 있기 때문에 強制噴射로서 流速은 噴射中에 一定한 것으로 가정하고 燃料의 霧化狀態를 改善하기 위한 噴射補助裝置의 開發에 관한 基本的 原理는 다음과 같은 點에 근거 하였다.

- (1) 噴射補助裝置로 因한 마찰저항 및 펌핑 壓力增加에 따라 燃料溫度가 상승할 것이므로 燃料의 粘度는 低下할 것이다.
- (2) 噴射補助裝置의 흡에 의한 高速마찰 및 渦流에 의한 연료의 均質性 向上 및 微粒化.
- (3) 噴射補助裝置를 通過하는 高速流動에 의한 空洞現狀을 利用한 燃料氣泡發生.
- (4) 機關低速時의 振動噴射(異常噴射) 現象

을 방지하고 噴射率을 安定시킨다.

- ① 噴射補助裝置로 因한 壓力變化
燃料噴射補助裝置를 부착하였을 경우의 損失 水頭(ΔP_A)는 다음과 같다.

$$\Delta P_A = \xi \frac{V_2^2}{2g} + \lambda \frac{l}{d_0 - 1} \frac{V_2^2}{2g} \quad (2.1)$$

- ξ : 噴射補助裝置 入口 및 出口部의 損失 係數
- λ : 噴射補助裝置 마찰손실 係數
- V_2 : 噴射補助裝置 通過 平均流速
- d_1 : 噴射補助裝置 로드 平均徑
- d_0 : 噴射補助裝置 케이싱 平均徑
- g : 動力加速度

- ② 噴射補助裝置의 出口部의 油量

油體의 體積彈性係數를 무시하면 噴射補助裝置 出口部의 流量(Q_P)는 컴프의 플런저 상승 速度에 의한 一定流速에 따르므로 總流量(Q)는 式(2.3)과 같다.

$$Q_P = A_P V_P \quad (2.2)$$

$$Q = \int_0^{t_1} A_P V_P dt = A_P V_P t_1 = A_P l_P \quad (2.3)$$

- A_P : 플런저 단면적
- V_P : 플런저 속도
- t_1 : 펌핑시작에서 끝나는데 까지 걸리는 時間
- l_P : 플런저 행정

- ③ 噴射밸브의 열림과 噴射管内 壓力
噴射밸브의 運動方程式은 다음과 같다.

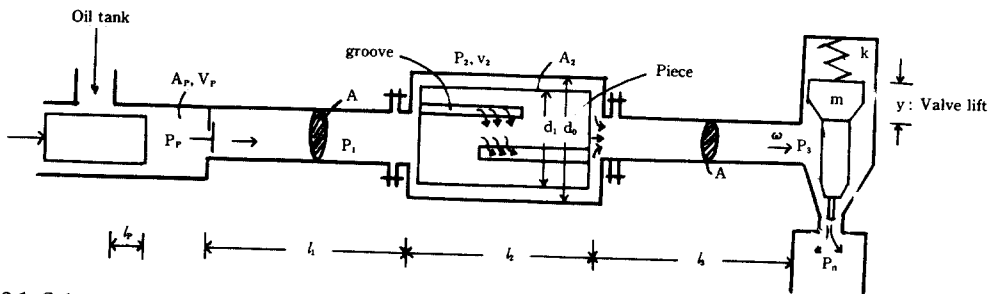


Fig. 2.1 Schematic diagram of the fuel injection system on which an auxiliary injection aid is implemented in front of the injection nozzle.

$$m\ddot{y} + \theta \dot{y} + ky + K = P_3 f_1 + P_n f_2 \quad (2.4)$$

- y : 밸브 리프트
- P_3 : 분사관내 압력
- P_n : 연소실내 압력
- f_1 : P_3 를 받는 밸브 축방향 투영면적
- f_2 : P_n 를 받는 밸브 축방향 투영면적
- m : 질량
- θ : 감쇠계수
- K : 밸브에 가한 초기힘
- k : 스프링 상수

慣性力과 感衰力은 밸브에 加해지는 初期力과 스프링力에 比해 무시할 수 있을 정도로 작으므로

$$ky + K = P_3 f_1 + P_n f_2 \quad (2.5)$$

$$y = \frac{1}{k} (P_3 f_1 + P_n f_2 - K)$$

또한 밸브가 y 만큼 열렸을 때 $P_3 > P_n$ 이면

$$P_3 = \frac{\rho Q_p^2}{2(\mu_v f_v)^2} + P_n, \quad f_v = k_v y \text{ 이므로}$$

$$P_3 = \frac{\rho Q_p^2}{2(\mu_v k_v y)^2} + P_n \quad (2.6)$$

- ρ : 밀도
- μ_v : 밸브의 유량계수
- f_v : 밸브유량 통과면적
- k_v : 밸브계수

로 되어 噴射노즐의 特性에 의하여 결정 된다.

그러므로 幫浦壓力(P_p)는

$$P_p = P_3 + \Delta P_A + \Delta P_t \quad (2.7)$$

$$\Delta P_t = \lambda \frac{l_1 + l_2}{d} \cdot \frac{(Q_p/A)^2}{2g}$$

ΔP_t : 噴射管内 損失水頭
式(2.1)을 변형하면 다음과 같이 된다.

$$\Delta P_A = \xi_A \frac{(Q_p/A)^2}{2g} = \frac{\xi_A Q_p^2}{2A^2 g} \quad (2.8)$$

- A : 분사관의 단면적
- ξ_A : 분사보조장치에 의한 손실계수

그러므로 噴射補助裝置가 있을 때는 없을 경우에 比하여

$$\Delta P_p = \frac{\xi_A Q_p^2}{2A^2 g} - \lambda \frac{Q_p^2 l_2}{2A^2 g d} \quad (2.9)$$

만큼의 壓力 상승이 생기므로 幫浦內의 燃料溫度가 上昇하게 된다.

2) 噴射補助裝置의 製作

理論的 解析에서 밝힌바와 같이 噴射된 燃料의 微粒化 霧化促進은 噴射補助裝置의 形態에 따라서 變할 것으로 思料되지만 嚴密하게 噴射補助裝置의 제반 仕様을 計算해 낼 수 없기 때문에 本 研究에서는 實驗的 檢討를 위해 Fig. 2.2와 같은 噴射補助裝置를 製作하여 噴射補助裝置에 의한 燃料의 霧化效果를 알아보고자 하였다. 噴射補助裝置는 Fig. 2.2와 같이 內徑

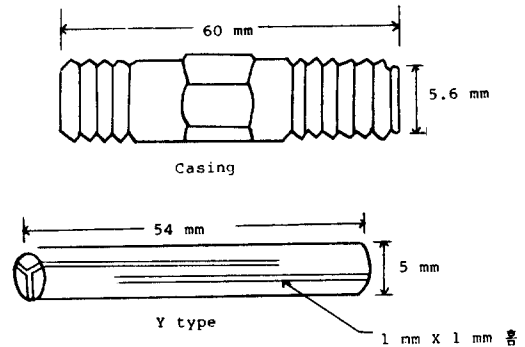


Fig. 2.2 Schematic diagram of Y type of auxiliary injection aid and the casing to install developed in this study.

5.6mm, 길이 60mm의 炭素綱으로 製作된 케이싱과 外徑 5mm, 길이 60mm의 로드로 構成하였다. 實際, 機關에 組立될때는 로드를 케이싱內 넣고 噴射밸브의 入口에 나사로 結合되도록 제작 하였다. 로드는 燃料가 高速摩擦 攪拌되도록 兩側斷面에는 “Y”形態로 圓周 軸方向으로 길이 54mm, 幅 1mm, 길이 1mm의 홈을 精密 加工 하였다.

3) 噴射實驗方法

本 實驗을 위하여 使用된 裝置는 Fig. 2.3과

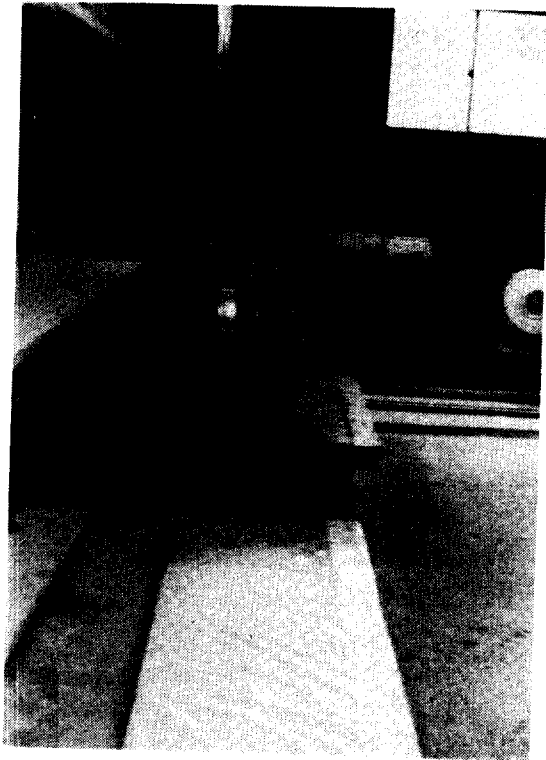


Fig. 2.3 Injection test equipment used for developing the auxiliary injection aid.

같고 사용된 機關은 大同重工業이 제작한 5마력(ND 50)機關을 사용했으며 作動噴射壓力는 輕油의 경우 135kg/cm²이었다. 噴射補助裝置와 原形噴射裝置를 附着하고 噴射노즐은 機關에서 떼어내어 地上 70cm의 위치에 水平으로 固定하여 두고 採集板을 만들어 地上에 평탄하게 固定시켰다. 噴射노즐로부터 분사된 噴霧粒이 떨어져 採集板에 附着된 분무립 分布를 調査하기 위하여 採集板 가장 자리에 座標눈금을 부착하였다.

噴射노즐 入口의 좌표점을 (0, 0)으로 취하여 噴霧粒 到達距離 및 幅의 좌표 길이는 2m 및 1m로 하였고 단위 눈금을 1mm로 하였다.

機關을 回轉하기 위하여 使用된 모터는 동기 속도 1,760rpm, 효율 70%, 용량 2.2Kw, 4極 定格電壓 110/220V, 정격전류 36/98A, 60Hz 인 것을 사용하였다. 모터와 機關은 V벨트로 연결하고 速度比는 1:1로 하였다. 1회의 분사

량만을 조사하기 위하여 분사 차단막을 설치하고 機關의 回轉速度가 安定된 後 1 行程사이에 차단막을 제거하여 噴霧粒이 자연낙하 하도록 하였다. 1회 분사된 분무립이 採集板에 낙하하여 부착된 상태에서 부착된 분무립이 完全 건조된 후 분무립 부착 입경의 크기를 측정 하였다. 분무립의 分布狀態와 분무粒徑의 크기를 조사하는 방법으로 좌표점 (0, 0)을 기준하며 5 cm간격으로 가로, 세로 1cm의 面積을 採取하여 各 採取된 샘플(sample)의 좌표를 기록하고 샘플 면적내 分布된 噴霧粒徑의 크기를 현 미경으로 測定하였다.

噴射實驗時 室內溫度는 平均 26°C였고 大氣 壓은 751.2mmHg, 水蒸氣壓은 18.4mmHg였다. 또한 분무입자의 낙하상태에 영향을 주지 않도록 室內을 密閉하였다. 數回反復 實驗하여 噴射粒分布가 定常적인 것만 3회 採取하여 測定 分析하였고 使用 燃料는 輕油만 사용하였다.

4) 運轉試驗

(1) 供試機關

本 實驗에 使用한 機關은 機關綜合性能試驗 裝置(Ricardo E6 Engine)로서 全体構成은 Fig. 2.4와 Fig. 2.5에 나타낸 것과 같다. 이 機關은 可變壓縮形機關이며 單動 4사이클 水冷式 디젤 機關이며 諸元은 Table 2.1과 같다.

(2) 供試燃料

供試燃料는 輕油(Diesel No. 2), 油菜油와 輕油를 容積比 50:50의 比率로 混合한 混合油를 使用하였다.

(3) 實驗方法

機關綜合性能試驗裝置의 實驗規定에 따라 噴射補助裝置가 없는 경우(원형)와 噴射補助裝置 Y형을 부착한 경우에 대하여 燃料別, 噴射補助裝置 形態別로 P-θ선도, 制動馬力, 燃料消費率, 制動熱效率 등을 測定 分析하였고 또한 長期運轉에 의한 機關해드部の 炭素堆積 狀態도 分析하였다. 各 測定值의 信賴度를 높이기 위하여 機關始動 後 機關回轉數 및 부하가 안정되고 機關 온도가 일정 상태로 유지될시 에 機關性能에 관계 되는 여러 항목을 測定하였

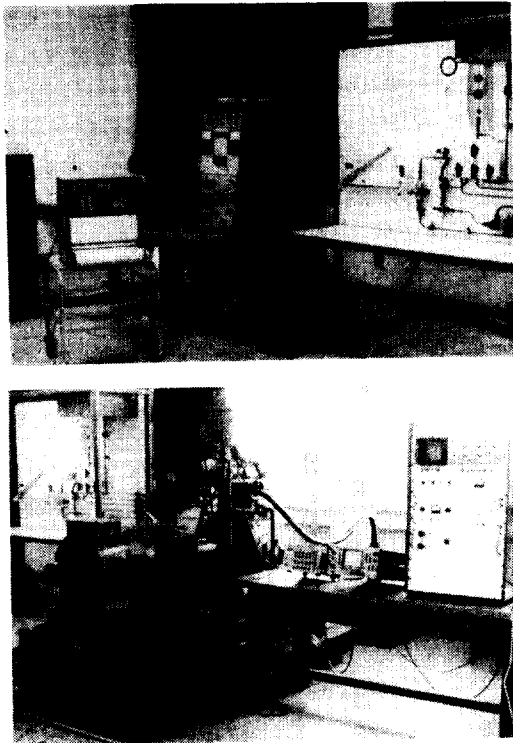


Fig. 2.4 Engine test bed used for this study.

Table 2.1 Specification of the engine test bed.

Item	Specification
Max. engine speed	300rpm
Max. power	9.5Kw
Cylinder dia.	76mm
Stroke	111mm
Stroke volume	503.5cm ³
Compression ratio	21: 1
Injection timing	18°BTDC
Valve timing	
Inlet open	9°BTDC
Inlet close	33°ATDC
Exhaust open	45°ATDC
Exhaust close	10°ATDC

다. 또한 $P-\theta$ 곡선은 오실로스코프에 나타난 것을 카메라로 촬영하였다.

各種測定值로 부터 分析項目別 計算式은 다음과 같다.

$$N_b = \frac{2\pi \times W \times n}{60 \times 75} \quad (2.10)$$

$$B_e = \frac{3600 \times S \times V}{t \times N_b} \quad (2.11)$$

$$\eta = \frac{632.5 \times 10^5}{B_e \times H_i} \quad (2.12)$$

N_b : 制動馬力 (PS)

W : 制動일 (kg-m)

n : 機關回轉數 (rpm)

B_e : 燃料消費率 (g/psh)

V : 燃料消費量 (cc)

t : 燃料消費量 測定時間 (sec)

η : 制動熱效率 (%)

H_i : 低位發熱量 (cal/g)

g : 燃料比重 (g/cm³)

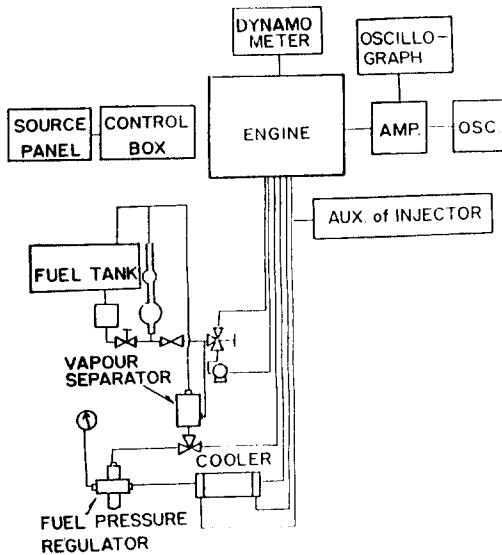


Fig. 2.5 Block diagram of engine test bed used for this study.

III. 結果 및 考察

1. 混合油의 特性

燃料의 粘度가 높으면 燃料의 移送이 어려워질 뿐만 아니라 펌핑壓力이 증가하고 噴射할때 粒子가 커져서 分散性이 나빠지고 着火遲延과 不完全燃燒를 일으켜 燃料消費量이 증가하게

Table 3.1 Specific gravity, heating value, flash point and viscosity of the blended oil of diesel fuel and rape seed oil with various blending ratio investigated in this study.

Blended ratio		Specific gravity at 20°C value (Kcal/kg)	Lower heating (°C)	Flash point at 30°C (cst)	Viscosity
Diesel fuel (%)	Rape seed Oil (%)				
100	0	0.8350	10,600	61	3.53
90	10	0.8416	10,480	62	4.20
80	20	0.8430	10,390	63	5.42
70	30	0.8480	10,310	71	7.91
60	40	0.8576	10,220	80	11.21
50	50	0.8657	10,130	92	15.73
40	60	0.8770	10,060	126	23.43
30	70	0.8867	9,970	177	29.42
20	80	0.8931	9,890	282	36.23
10	90	0.9036	9,790	298	43.72
0	100	0.9190	9,720	318	50.81

된다.

油菜油는 高粘度이므로 디젤機關에 使用하기 위해서는 粘度를 낮추어야 한다. 粘度를 낮추는 方法은 加熱法, 微粒化法, 에스테르化法, 揮發性 低粘度 燃料과의 稀釋法등이 있는데 여기서는 外部에 에너지 投入과 特殊裝置가 必要없는 稀釋法에 의하여 油菜油의 粘度를 낮추고자 하였다. Table 3.1은 輕油에 油菜油를 부피比 10%간격으로 稀釋하여 比重, 發熱量, 引火點 및 粘性을 測定한 結果를 나타낸 것이다.

比重은 순수 輕油일때 0.835g/cm³에서 油菜油 混合比率를 增加시키에 따라 增加되어 순수 油菜油일때 0.919g/cm³으로 나타났다.

發熱量은 순수 輕油일때 10600kcal/kg에서 油菜油 混合比率를 增加시키에 따라 감소되어 순수 油菜油일때 9720kcal/kg으로 나타나 油菜油의 發熱量은 輕油의 92%程度였다. 引火點은 순수輕油일때 61°C였으나 油菜油의 混合比率가 增加됨에 따라 상승하여 순수油菜油일때 318°C로 나타나 油菜의 引火點은 輕油보다 257°C나 높게 나타났다.

油菜油의 物理的, 化學的 特性을 볼때 輕油에 比하여 燃料로서의 特性이 떨어진다고 판단되었다. 그러나 油菜油의 特性으로 볼때 디젤機關의 燃料로서 使用 可能하며 단지 粘度를 낮추고 噴射粒子의 微粒化를 꾀할 수 있는 方法을 講究한다면 보다 效果의인 것으로 思料되

었다.

2. 噴射의 舉動

Fig. 3.1은 噴射試驗을 실시하여 噴霧粒 採集板에 자연 낙하된 噴霧粒의 分布를 촬영한 것이다. 사진에서 圓形 噴射裝置에 의한 噴霧粒徑의 分布는 좁고 길이 方向으로 分布되어 있고 噴霧粒徑은 比較的 큰편이다. Y形에 있어서는 比較的 噴霧粒徑이 微細하며 均一하고 噴霧幅(분사각)도 넓게 分布되어 있음을 나타내었다.

또한 燃料의 微粒化는 單位燃料消費量에 대한 機關의 效率을 增大시키므로 噴射補助裝置를 設置하므로써 噴霧粒徑의 分布狀態가 현저하게 다르게 나타났고 高速摩擦 攪拌作用을 일으켜 噴霧粒을 微細化시키는 것으로 나타났다.

小沼¹⁹⁻²³⁾에 의하면 噴霧粒이 너무 微細化되면 微細粒은 到達거리가 짧고 高熱에 의한 증발속도가 보다 빠르게 되어 분사노즐 入口에서 大量的 연료증기가 발생하고 공기와의 난류혼합이 어려워 着火遲延이 일어날 염려가 있고 完全연소가 어렵다고 하였다. 따라서 噴霧粒徑이 큰것부터 微細한 것까지 골고루 混合되어서 연소실내 모든곳에서 공기와 연료가 잘 混合되어 연소 상태가 양호하게 되도록 해야 할 것으로 생각된다.

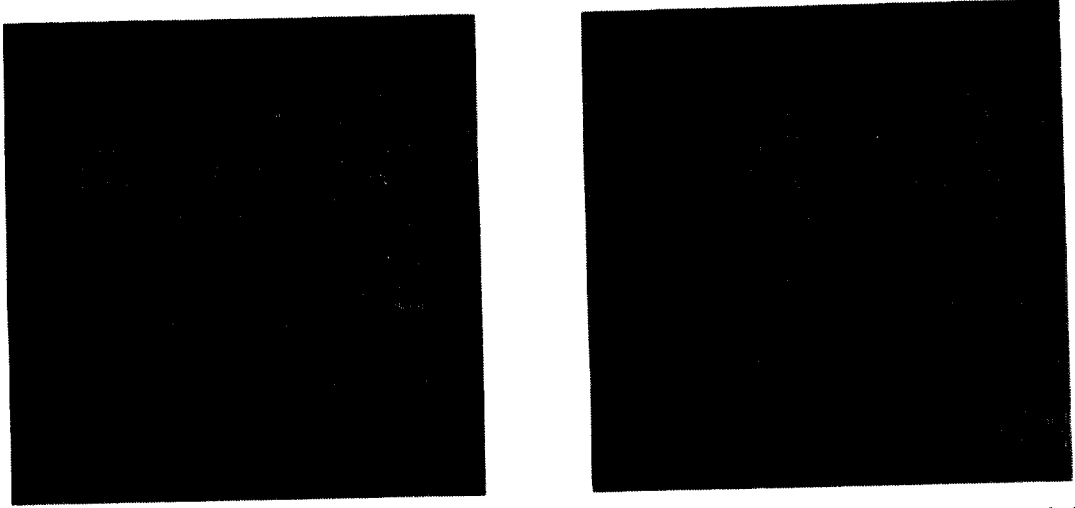


Fig. 3.1 An example of the particle size and its distribution when injected by a ordinary nozzle and the modified injection system with auxiliary injection aid at the engine speed of 350rpm.

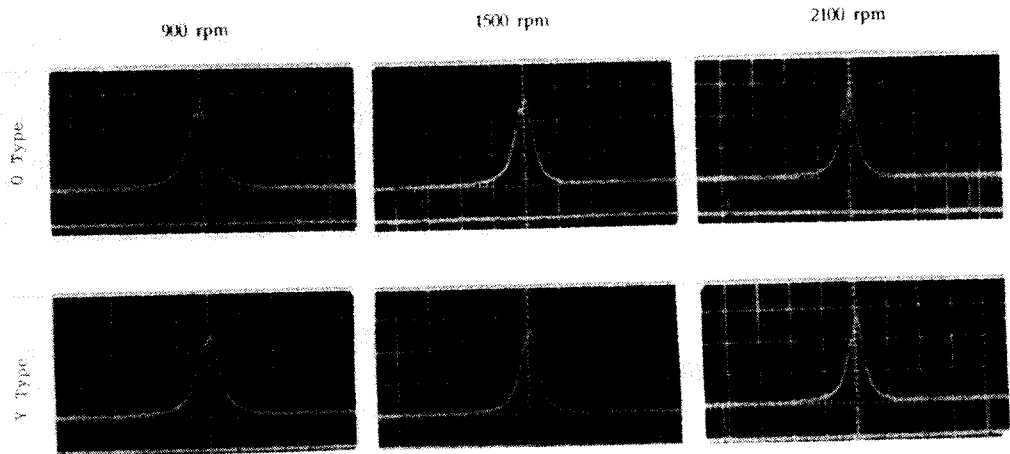


Fig. 3.2 P- θ diagram when the test engine implemented with the ordinary and the modified injection system was operated at three levels of engine speed by using diesel oil only.

3. 運轉特性

1) P- θ 曲線

Fig. 3.2~Fig. 3.4는 피에조 壓力센서에 의한 실린더內 壓力變化 P 와 크랭크각도 θ 와의 관계를 나타낸 것이다.

그림에서 보는 바와 같이 연료와 분사장치에 관계없이 機關回轉數가 증가함에 따라 일량은

증가되는데 噴射補助裝置(Y형)를 부착할 경우 高回轉으로 運轉할수록 일량이 증가 되어지며 또 油柴油 함유량이 증가 될수록 噴射補助裝置에 의한 效果가 크게 나타났다. 실린더內 最大 壓力은 最大定格運轉으로 갈수록 噴射補助裝置의 效果가 높아지는 것으로 나타나고 燃燒期間은 보조장치를 부착 하므로써 대체로 길어지는

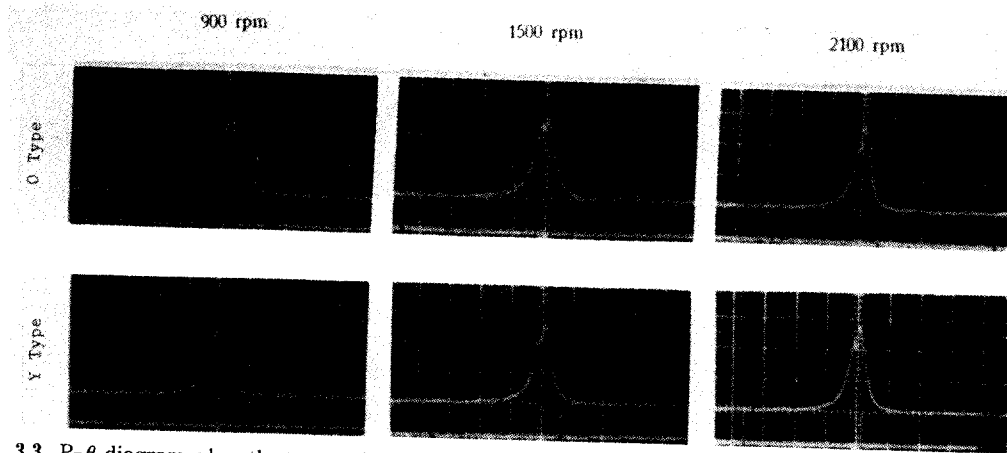


Fig. 3.3 P-θ diagram when the test engine implemented with the ordinary and the modified injection system was operated at three levels of engine speed by the using the blended oil for which diesel oil and rapeseed oil were mixed together in the equivalent rate.

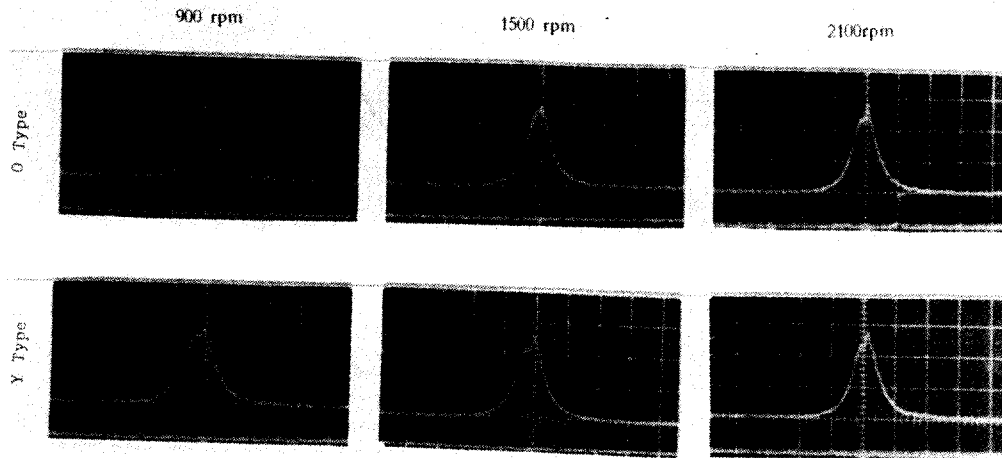


Fig. 3.4 P-θ diagram when the test engine implemented with the ordinary and the modified injection system was operated at three levels of engine speed by using rapeseed oil only.

것으로 나타났다. 이 現象은 粘度 및 분사의 微粒化와 均質性에 의하여 연소기간이 길어지는 것으로 사료된다. 이는 飯本¹³⁾ 등의 實驗에서 油菜油가 輕油보다 착화지연이 짧고 小沼가 言及한 微細粒의 난류 混合이 곤란하며 후기연소기간이 길어진다고 한 것과 일치한다. 以上の 結果에서 全般的으로 油菜油의 正味熱效率은

輕油보다 높고 噴射補助裝置는 油菜油 含有率 이 높을수록, 高速 重負荷일수록 正味熱效率이 증가함을 나타내었다.

2) 輕油, 油菜有, 混合有에 따른 機關性能
Fig. 3.5~Fig. 3.7은 噴射補助裝置를 附着하지 않는 상태에서 油菜油, 混合油(油菜油 50% + 輕油 50%), 輕油로 區分하여 機關回轉數

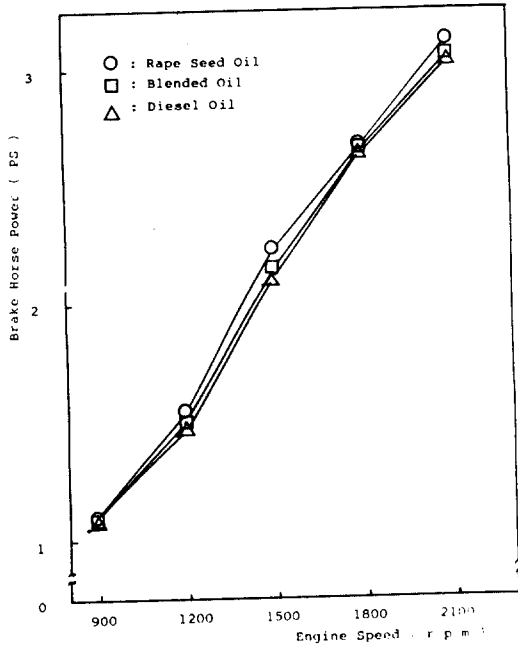


Fig. 3.5 Relationship between brake horse power and engine speed when the test engine with the ordinary injection system was operated by using three kinds of fuel.

變化에 따른 制動馬力, 燃料消費率 및 制動熱效率의 變化로 나타내었다.

制動馬力은 모든 熱料에 대하여 回轉數의 증가와 더불어 증가하며 熱料別로는 輕油때 보다 混合油 및 油菜油때가 各各 1%, 3.6% 증가 하였다. 이 結果는 $P-\theta$ 線圖 分析과 같은 結果를 보이고 있고 飯本¹³⁾, Peterson²⁴⁾의 實驗結果와 거의 一致하였다. 熱料消費率은 機關回轉數 900rpm에서 最大 값을 보이고 回轉數가 증가함에 따라 減少하다가 機關回轉數 1500 rpm에서 最小로 되었으며 1500rpm 이후부터는 서서히 증가하였다.

全般的으로 輕油에 比하여 混合油 및 油菜油 때 燃料소비율이 各各 10.18%, 12.7% 정도 증가하는 것으로 나타났다.

이는 油菜油의 發熱量이 輕油에 比하여 작기 때문인 것으로 생각되며 大部分의 植物油와 같은 樣相을 보이고 있고^{8,25,29,30)} 飯本¹³⁾, 竹田²⁷⁾

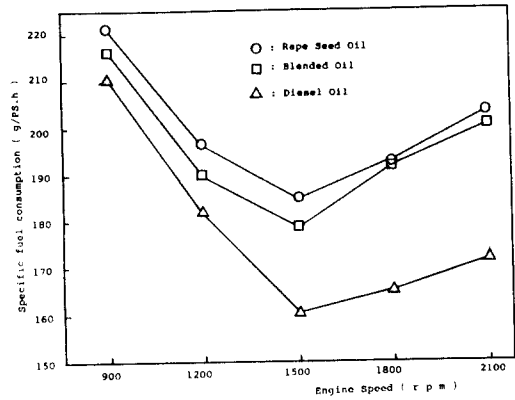


Fig. 3.6 Variation of specific fuel consumption of the test engine with an ordinary injection system in accordance with the engine speed when three kinds of fuel were used.

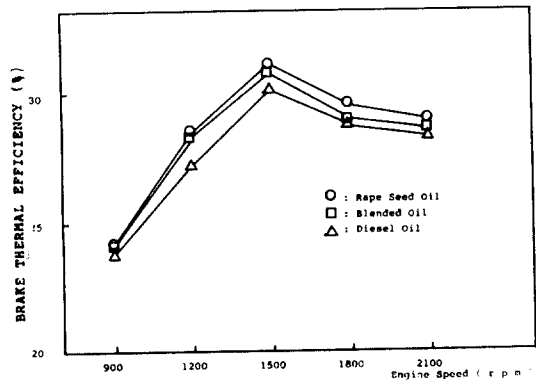


Fig. 3.7 Variation of brake thermal efficiency of the test engine with an ordinary injection system in accordance with the engine speed when three kinds of fuel were used.

에 의하면 油菜油 消費率이 輕油보다 10~16% 정도 많다고 한 事實과 거의 一致하였다.

制動熱效率은 1500rpm에서 가장 큰 값을 나타내며 이때 燃料別로는 輕油, 混合油 油菜油에 대하여 各各 30.2%, 30.8%, 31.2%로 나타났다. 全般的으로 輕油에 比하여 混合油 및 油菜油가 制動熱效率이 各各 1.82%, 3.1% 정도 증가하였다. 이는 竹田²⁸⁾의 實驗値와 거의 一致하였다.

以上の 結果에서 油菜油는 機關改造 없이도 大 噴射機關의 燃料로 使用할 수 있을 것으로 思 料된다.

3) 噴射補助裝置 附着에 따른 機關性能

噴射補助裝置(Y形)를 附着한 경우 機關回轉 數 變化에 따른 制動馬力의 變化 關係를 輕油, 混合油 및 油菜油로 나누어 分析한 結果는 Fig. 3.8~Fig. 3.10과 같이 나타났다. 輕油 사용시 制動馬力은 低回轉時 噴射補助裝置別로 큰 差는 없으나 高回轉으로 갈수록 큰 差를 나타내었다. 2100rpm에서 원형, Y형의 분사보조장치 사용에 따른 制動馬力은 各各 3.04, 3.25PS로 향상 되었다.

또한 분사보조장치 利用에 따른 使用燃料別 燃料消費率의 變化를 調査해 본 結果는 Fig. 3.11~Fig. 3.13과 같이 나타났다.

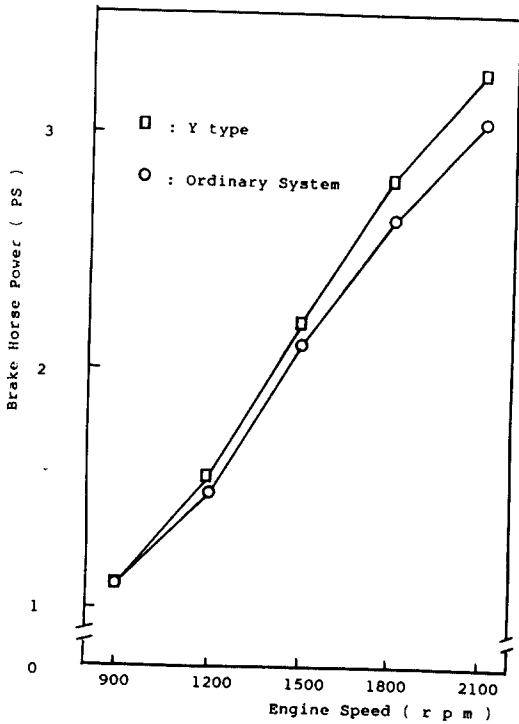


Fig. 3.8 Relationship between brake horse power and engine speed when the test engine with the ordinary and modified injection system was operated by using diesel oil.

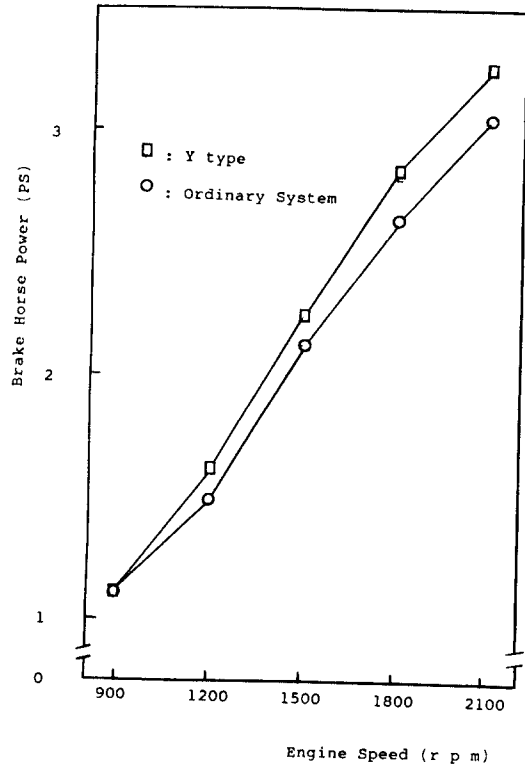


Fig. 3.9 Relationship between brak horse power and the engine speed when the test engine with the ordinary and the modified injection system was operated by using the blended oil.

燃料消費率의 變化 樣相은 低回轉일때 높게 나타났고 高回轉일수록 낮게 나타내고 있다. 燃料種類나 噴射補助裝置에 관계없이 最低燃料消費率은 1500rpm 일때로 나타내며 이 以上の 機關回轉數에서는 燃料消費率이 증가하였다.

따라서 使用燃料에 關係없이 噴射補助裝置를 부착하지 않는 원형(O형)보다 분사보조장치를 부착한 경우가 燃料소비율이 적게 나타났다.

또한 噴射補助裝置 利用에 따른 使用燃料別 制動熱效率 變化는 Fig. 3.14~Fig. 3.16와 같이 나타났다. 全般的으로 制動熱效率은 機關回轉數 1500rpm에서 最大로 되며 高出力으로 갈수록 큰 差를 나타내고 있다. 使用燃料에 關係없이 噴射補助裝置에 噴한 熱效率 向上量은 거의 一定하며 原形(O形)에 比하여 噴射補助

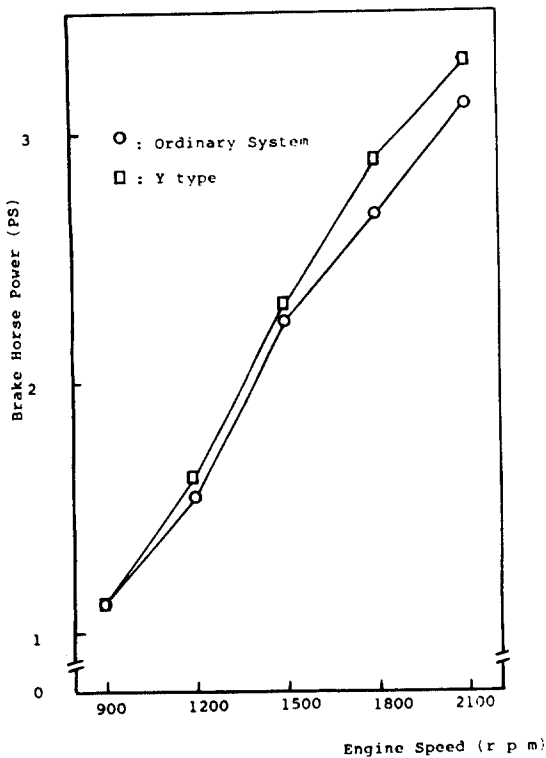


Fig. 3.10 Relationship between brake horse power and engine speed when the test engine with the ordinary and the modified injection system was operated by the using rapeseed oil.

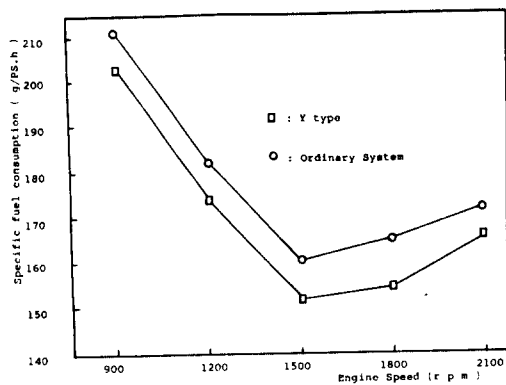


Fig. 3.11 Variation of specific fuel consumption of the test engine with different injection system in accordance with the engine speed when diesel oil was used.

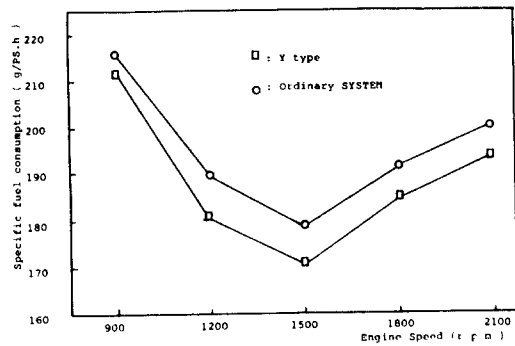


Fig. 3.12 Variation of specific fuel consumption of the test engine with different injection system in accordance with the engine speed when the blended oil was used.

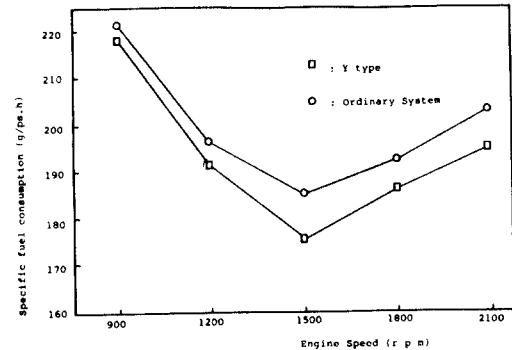


Fig. 3.13 Variation of specific fuel consumption of the test engine with different injection system in accordance with the engine speed when rapeseed oil was used.

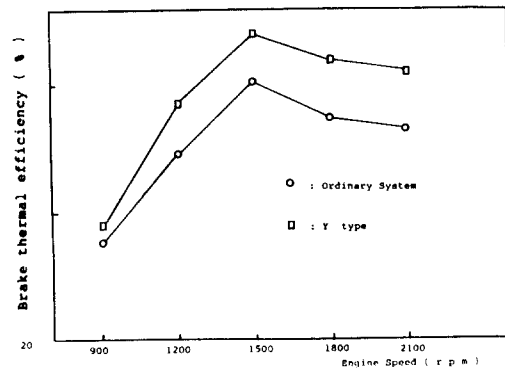


Fig. 3.14 Variation of the brake thermal efficiency of the test engine with different injection system in accordance with the engine speed when diesel oil was used.

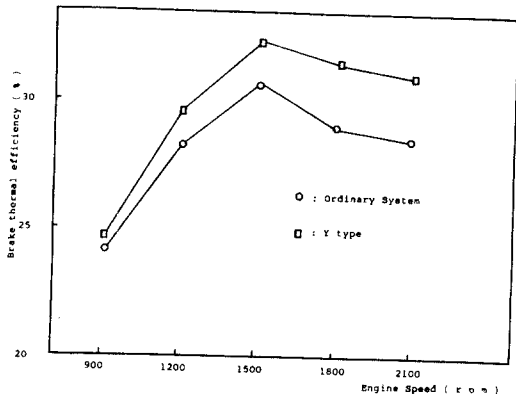


Fig. 3.15 Variation of the brake thermal efficiency of the test engine with different injection system in accordance with the engine speed when the blended oil was used.

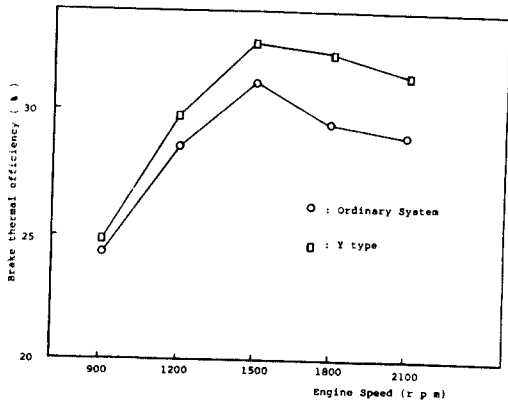


Fig. 3.16 Variation of the brake thermal efficiency of the test engine with different injection system in accordance with the engine speed when rapeseed oil was used.

裝置에 의한 平均 熱效率 증가량은 6.03% 정도가 되었다.

IV. 結 論

油菜油는 餘他 植物油와 같이 粘度가 높고 고무質 含量이 높은 편이다.

一般의인 搾油 課程을 통해 얻은 油菜原油를 디젤機關에 곧 바로 使用할 경우는 噴射時 霧

化狀態가 나쁘며 燃燒時 燃料室內에 많은量의 燃燒生成物이 堆積하게 되는 등 改善되어야 할 點이 많은 것으로 나타났다.

본 研究에서는 油菜油의 物理的, 化學的 燃料特性을 調査分析하고 粘度가 높은 油菜油의 噴射狀態를 改善하기 위하여 噴射補助裝置를 開發하고 이 裝置가 디젤機關性能에 미치는 영향을 究明하였던 바 다음과 같은 結論을 얻었다.

(1) 油菜씨의 油脂肪 含有率은 45%였으며 搾油率은 33%였는바 다른 植物油에 比하여 油脂肪 含有率과 搾油率이 높음을 알 수 있었다.

(2) 油菜油의 粘度는 50.8cSt였는바 이는 輕油粘度보다 14倍 程度 큰값이다.

(3) 油菜油의 發熱量은 9720kcal/kg이고 引火點은 318℃였는 바 輕油에 比하여 8.4% 정도 낮은 水準인 반면 引火點은 높은 값이었다.

(4) 油菜油를 燃料로 使用하였을 경우에는 輕油를 使用하였을 경우에 比하여 制動馬力, 燃料消費率, 制動熱效率이 各各 3.6%, 12.7% 및 3.1% 정도 증가하였다.

(5) 噴射補助裝置를 設置한 경우의 噴霧粒徑은 設置하지 않는 경우 粒徑보다 平均 100 μ m 程度 작았다.

(6) 噴射補助裝置를 設置한 경우는 設置하지 않는 경우에 比하여 制動馬力は 5.07%, 制動熱效率은 6.07% 증가 하였으며 反面에 燃料消費率은 3.85% 정도 감소하였다.

以上の 結果에서 燃料噴射補助裝置는 機關의 諸般 性能 向上에 큰 效果를 발휘하는 것으로 思料된다.

參考文獻

- 1) A.J. Akor, W.J. Chancellor and N. Raubach., "The potential of plam oil as a motor fuel", Trans. ASAE 26(1): 23-28, 1983.
- 2) W. Batel, et al., "Pflanzenöle für die kraftstofffund Energieversoraung", Grundl. Landtechik 30(20): 40-51, 1980.
- 3) D.E. Braun, and K.Q. Stephenson. "Alternativ-

- e fuel blends and diesel engine tests”, In: Vegetable oil fuels, ASAE, Michigan. 294-302, 1982.
- 4) B.J. Cochran., J.D.C. Baldwin and L.R. Daniel, Jr. Diesel, “An alternativ fuel for compression ignition engines”, In: Agricultural energy, ASAE, Michigan. 319-396, 1981.
 - 5) J.J. Faletti., S.C. Sorenson and C.E. Goering, “Energe release rates from hybrid fuels”, Trans. ASAE 27(2): 322-325, 1984.
 - 6) S.M. Geyer., MJ. Jacobus and S.S. Lestz. “Comparison of diesel engine performance and emissions and emissions from neat and trans esterified vegetable oils”, Trans. ASAE 27(2): 375-381, 1984.
 - 7) J. W. Goodrum, “Fuel properties of peanut oil blends, Trans, ASAE 27(5): 1257-1262, 1984.
 - 8) 濱部源次郎, 長尾不二夫, “大豆油を熱料としたディーゼル機関の性能”, 日機誌, 42(267): 391-392, 1938.
 - 9) 飯本光雄, “植物油脂燃料による農用小型ディーゼル機関の運轉特性”, 日農機誌, 42(3): 455, 1980.
 - 10) 飯本光雄, “ナタネ油を燃料とした農用小型ディーゼル機関の運轉-燃焼壓力測定など”, 日農機誌, 41(3): 363-368, 1979.
 - 11) 飯本光雄, “ナタネ油を燃料とした農用小型ディーゼル機関の運轉-連續運轉および潤滑油分析など”, 日農機誌, 40(1): 5-9, 1978.
 - 12) 飯本光雄, “ナタネ油を燃料とした農用小型ディーゼル機関の運轉, 負荷能試験について”, 日農機誌, 38(4): 483-487, 1977.
 - 13) 飯本光雄, 松尾昌樹, “ナタネ油を熱料としたディーゼル機関の熱燒室溫度および熱發生率”, 日農機誌, 48(1): 7-13, 1980.
 - 14) Y. Ishii and R. Takeuchi, “Vegetable oils and their effect on farm engine performance”. Trans. ASAE, 30(1): 2-6, 1987.
 - 15) E. Johansson and D. Nordstrom. “Swedish tests on rapeseed oil as an lternative to diesel fuel”, In: Vegetable oil fuels ASAE. 1982.
 - 16) 高長權, “混合燃料를 使用한 소형디젤기관의 성능에 관한 研究”, 韓漁技誌, 20(2): 127-132, 1984.
 - 17) 高長權, 全孝重, “小型船用 디젤機關用 代替燃料로서의 菜種油에 관한 研究”, 韓舶機誌, 5(2): 56-61.
 - 18) 高長權, 許鍾哲, “混合燃料를 使用한 小型디젤機關의 성능에 관한 研究(II)”, 세주대학 논문집 18: 147-151., 1984.
 - 19) 小沼義昭, “噴霧燃料(5)”, 內燃機關, 21(5): 59-64, 1982.
 - 20) 小沼義昭, “噴霧燃料(4)”, 內燃機關, 21(4): 59-64, 1982.
 - 21) 小沼義昭, “噴霧燃料(3)”, 內燃機關, 21(3): 57-61, 1982.
 - 22) 小沼義昭, “噴霧燃料(2)”, 內燃機關, 21(2): 55-59, 1982.
 - 23) 小沼義昭, “噴霧燃料(1)”, 內燃機關, 21(1): 73-77, 1982.
 - 24) C.L. Peterson, G. L. Wanger and D.L. Auld, “Vegetable oil substitutes for diesel fuel”, Trans, ASAE, 26(2): 322-327, 332, 1983.
 - 25) R.W. Pryor, et al., “ Soybean oil fuel in a small diesel engine”, Trans. ASAE, 26(2): 333-337, 1983.
 - 26) S. Romano, “Vegetable oils - A new alternative”, In: Vegetable oil fuels, ASAE, Michigan. 106-116, 1982.
 - 27) 竹田第三, “農用機關における代替燃料の開發”, 內燃機關, 18(19): 9-14, 1979.
 - 28) 竹田第三, “ユーカリ油の火花點火機關への應用(I)(II)”, 日農機關西支報, 50: 6-10, 1981.
 - 29) 田村豊, “大豆油を燃料としたディーゼル機関の運轉”, 日農機誌, 1(1): 3-6, 1937.
 - 30) M. Ziegewski and K.R. Kaufman, “Laboratory endurance test of a sunflower oil blend in a diesel engine”, In: Vegetable oil fuels, ASAE, MICHIGAN, 354-363, 1982.