

碩士學位論文

混合燃料를 사용한 디젤 機關의
性能에 關한 研究

— 油菜油 30%, 디젤油 70% —



康 希 亮

1993年 12月

混合燃料을 사용한 디젤機關의 性能에 關한 研究


— 油菜油 30%, 디젤油 70% —

指導教授 權 麒 麟

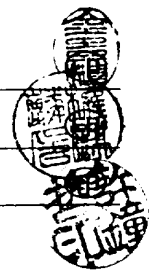
康 希 亮

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

1993年 12月

 제주대학교 중앙도서관
康希亮의 工學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長	김	기	석
委 員	권	기	린
委 員	許	鐘	哲



濟州大學校 大學院

1993年 12月

**A study on the performance of
Diesel engine using mixture fuel oil**

— Rape seed oil 30% and Diesel oil 70% —

Hee - Ryang Kang

(Supervised by professor Ki-rin Kwon)

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL
FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING**

**DEPARTMENT OF ENGINE TECHNOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHE JU NATIONAL UNIVERSITY**

1993. 12.

目 次

SUMMARY	ii
I. 序 論.....	1
1. 研究 背景.....	1
2. 研究 目的.....	2
II. 實 驗 裝 置 及 實 驗 方 法	5
1. 試 驗 燃 料.....	5
1) 比 重(Specific gravity)	5
2) 引 火 點(Flash point)	5
3) 發 熱 量(Lower calorific value)	5
4) 粘 度(Viscosity)	5
2. 試 驗 機 關 及 實 驗 裝 置	6
3. 實 驗 方 法.....	10
III. 結 果 及 考 察	11
1. 混 合 油 的 特 性.....	11
2. 始 動 性 及 運 轉 特 性.....	13
IV. 結 論.....	25
V. 參 考 文 獻	26
感 謝 的 詞	29

SUMMARY

Performance tests of variable compression engine (Ricardo E. 6 engine) were carried out, using the mixture fuel oil (diesel oil 70% + rape-seed oil 30%) as a diesel fuel.

The results obtained are summarized as follows.

1. The brake horse power of mixture fuel oil showed average 7. 2% higher than that of diesel oil.
2. The brake thermal efficiency showed high between 1, 300 rpm and 1, 700 rpm in using mixture fuel oil whereas the brake thermal efficiency showed high at 1, 100 rpm in using diesel oil.
3. The specific fuel consumption of mixture fuel oil showed average 2. 3% larger than that of diesel oil.
4. The torque and noise were 0. 8% and 0. 1% lower respectively in using the mixture fuel oil than those of diesel oil.
5. The maximum pressure of mixture fuel oil and diesel oil were almost equal.
6. The exhaust gas temperature of mixture fuel oil was average 9. 8℃ higher than that of diesel oil.

I. 序 論

1. 研究 背景

'70年代의 두 차례에 걸친 石油과동으로 世界는 代替에너지 開發에 주력하고 있으나 앞으로 産業과 文明의 발달로 要求되는 에너지에 대하여 原油만으로는 需給이 미치지 못하며, 2000년에는 石油 生産量이 需要를 따르지 못해 인류가 또 다시 에너지 危機를 맞을 것은 물론 앞으로 約 40년내에 石油資源이 枯渴될 것으로 에너지 專門家들은 指摘하고 있다.

따라서 제3의 오일쇼크를 憂慮하는 소리가 높아가고 있고, 당장은 石油波動이 오지 않는다해도 高油價는 必然的이며, 供給物量의 價格의 不安이 常存하는 石油를 代身할 에너지의 開發을 長期的인 眼目에서 서둘러야 할 때라고 思料된다.

新-再生 에너지로 불리는 代替에너지는 無公害의 未來 에너지源으로 世界 각국이 開發에 心血을 쏟고 있으며, 구미나 일본 등의 先進國들은 상당한 技術을 蓄積, 實用化 段階에 이른것도 많다(鄭, 1989 : 高, 1981 : 李, 1989 a : 李, 1989 b).

代替에너지로는 太陽 에너지(太陽熱, 太陽光), 風力, 小水力, 바이오매스, 都市廢棄物, 海洋 에너지(潮力, 波力, 해저溫度差) 등을 들 수 있는데 현재의 趨勢로 보아 窮極的인 代替에너지로는 原子核融合 에너지와 太陽 에너지 등과 같은 1차에너지 및 이로부터 얻는 水素에너지와 같은 2차에너지가 指目되고 있으나 이들 에너지가 普遍化, 實用化되는 시기는 빨라도 20~30년 後가 될 것으로 思料되므로 그때 까지의 中間 橋梁役割을 할 수 있는 代替에너지 開發은 必然的이고도 切實하다고 報告하고있다(高와 全, 1981 : 高, 1984).

한편 왕복동 내연기관의 궁극적인 代替燃料로서는 水素가 指目되고 있으나 水素를 얻기 위해서는 어떤 方法을 이용 하더라도 많은 에너지를 消費하므로 현재로서는 그의 經濟性 및 取扱上의 問題로 이용이 어려운 실정이므로 가솔린 기관의 代替燃料로서 가장 注目を 받고 있는 것은 알코올이다. 브라질 등에서는 사탕수수로부터 多量의 알코올을 生産하여 自動車用 燃料로 이용하고 있으며, 미국에서는 穀物, 감자, 타피오카, 옥수수, 사탕수수 등에서 生産된 無水 醱酵 알코올을 稀釋 燃料인 가솔린에 10%정도 混合하여 “가소홀”의 名稱으로 이용하고 있으며 一部 洲의 全體 자동차 燃料중 30%의 比重을 차지할 만큼 常用化 되었다(高, 1982 : 高와 許, 1984).

또한 디젤기관용 代替燃料로서는 많은 種類의 動·植物性油脂가 舉論되어 왔다. 디젤기관을 發明한 R.DIESEL도 낙화생유를 薦舉하였다는 記錄이 있으며, 미국에서는 낙화생유로 トラック을 運轉하고 있다고 한다. 또한 남 아프리카에서는 大規模 해바라기油를 生産하여 トラック에 이용하고 있다고 報告하고 있으며, 이외에도 야자유, 팜유 등을 이용하는 연구도 활발히 추진중이다(Akor et al., 1983 : 村山 等, 1986 : 高, 1984 : 居坦 等, 1982).

世界 第2次 大戰中 日本은 디젤기관 代替燃料로서 大豆油(濱部源와 長尾, 1939 : 田村, 1937), 油菜油(飯本, 1980 : 高, 1992), 松根油(長尾, 1948), 고래油(藤田, 1938), 정어리油(岡村, 1940 : 藤田, 1938) 등에 關한 研究도 報告되고 있다.

2. 研究 目的

디젤기관의 代替燃料로서 각종 菜種油를 사용한 경우에 關하여 연구되어 왔

으나 (村山 等, 1986 : Braun and Stephenson, 1982 : Johannson and Nordstorm, 1982 : Ziegewski and Kaufman, 1982 : Forgiel and Varde, 1981 : Pryor et al., 1983) 菜種油의 디젤油에 대한 상대적인 價格의 劣勢로 최근에는 그 연구가 低調한 形편이다. 그런데 이러한 代替燃料 問題는 단순한 價格의 比較面에서만 判斷 될 性질을 가진 것은 아니며, 石油資源 枯渴이나 非常時의 對備를 위한 觀點에서 다루어져야 할 것으로 생각한다.

따라서 본 연구에서는 디젤기관 代替燃料로서 油菜油를 선정하여 디젤油와의 混合特性을 검토하고 이 혼합연료에 의한 디젤기관 운전시의 특성도 조사 검토하고자 하며, 연료유로서 유채유를 선정한 이유는 다음과 같다.

(1) 油菜는 不純한 氣候나 乾燥에 대하여 低抗性이 있고, 肥沃하지 않은 土地에서도 栽培될 수 있으며, 國內의 濟州道를 포함한 南部地方의 未開墾土地를 活用할 수 있을뿐더러 田畝의 二毛作으로도 재배가 가능하다.

(2) 油菜 栽培側面에서 가장 適合한 與件을 갖고 있는 제주도는 油菜油의 生産性을 높일 수 있는 可能性이 크고, 油菜油의 脂肪分 含有率이 45%, 搾油率이 32~33% 정도로서 大豆의 18%에 比하여 매우 높기 때문에 기름의 生産性이 效率的이다 (高와 全, 1981 : 高와 許, 1984 : 高, 1992).

(3) 해마다 減少一路에 있는 油菜 栽培面積과 收穫을 擴大 할 수 있도록 農民 意識을 鼓吹·促進하며, 유채유는 農家 스스로 生産 供給이 可能하므로 小型 農業用 內燃機關의 燃料로서 利用할 수 있다면, 自給自足할 수 있기 때문에 農村經濟에 도움이 되고, 유채가 經濟的 作物로 脚光을 받게 될 것이다.

(4) 油菜 栽培로 유채유外 副次的 效用이 매우 크다. 즉, 제주도는 特殊 觀光地이기 때문에 觀光資源으로서, 密源植物로서, 기름을 짜고 남은 찌꺼기(油

粕)는 堆肥의 原料로 利用效果가 크므로 감귤원 등에 뿌려주면 土壤流失 防止와 地力增進에 큰 效果를 거둘 수 있다.

(5) 油菜油의 燃料로서의 特性은 디젤油에 比하여 떨어지나 發熱量은 重油와 가깝고 引火點이 높아 取扱上 安全하다.

(6) 純粹 유채유는 점도가 높아 噴射 상태나 분사 條件이 劣惡하므로 디젤기관의 연료로서의 사용에는 限界가 있다.

이상과 같은 點들을 考慮할 때 本 研究는 油菜油를 디젤油와 混合하여 使用할시 燃料로서의 物理的·化學的 特性을 究明하여 기관의 연료로서의 적합성을 판단하고, 혼합연료사용시의 機關의 始動性, 運轉特性 등을 조사하며, 特히 토오크, 制動馬力, 燃料 消費率, 排氣가스온도, 騒音, 정미 熱效率 등을 계측 분석하여 혼합유가 기관성능에 미치는 影響을 究明하고자 한다.



II. 實驗 裝置 및 實驗 方法

1. 試驗 燃料

本 研究에 사용한 연료유는 디젤油(용적비로 70%)와 유채유(용적비로 30%)를 혼합한 混合油를 試驗油로 사용하였으며, 이 연료의 物理的·化學的 特性을 다음과 같이 調査·分析하였다.

1) 比 重(Specific gravity)

연료유의 비중 측정은 API 比重計를 사용하였다. 測定 方法은 JIS K2249 規定을 따랐고 비중 측정시 연료의 온도는 20°C를 유지 하였다.

2) 引 火 點(Flash point)

시험유의 인화점 측정을 위해 PENSKEY 引火點 測定器를 사용하였다. 측정 방법은 JIS K2253의 규정에 따랐다.

3) 發 熱 量(Lower calorific value)

시험유의 발열량 측정은 燃燒式 斷熱 熱量計를 사용하였다. 측정 방법은 JIS K2271의 규정에 따랐다.

4) 粘 度(Viscosity)

시험유의 점도측정은 Redwood 粘度計를 사용하였다. 측정방법은 JIS K2283 규정 및 ASTM D-445의 규정에 따랐고 計測時의 연료온도는 30°C로 하였다.

2. 試驗 機關 및 實驗 裝置

본 연구에 사용한 시험장치와 전체 구성은 Fig. 1과 Fig. 2에 나타낸 바와 같다.

이 機關은 可變壓縮比 機關(Ricardo E. 6 engine)으로서 單汽筒 4 Cycle 水冷式 디젤 기관이며 主要 엔진 諸源은 Table 1과 같다. 또한 실험에 사용된 試驗機關外의 실험장치 및 기구는 Fig. 3과 Fig. 4 및 Fig. 5에 나타낸 바와 같이 燃料 消費量 計測裝置, 電子式 디지털 아날로그 共用 게이지, 騒音器 (RION, NA-24, TOKYO JAPAN, 측정범위 35~130 dB), 오실로스코프, 混合油 測定裝置 등으로 構成되어 있다.

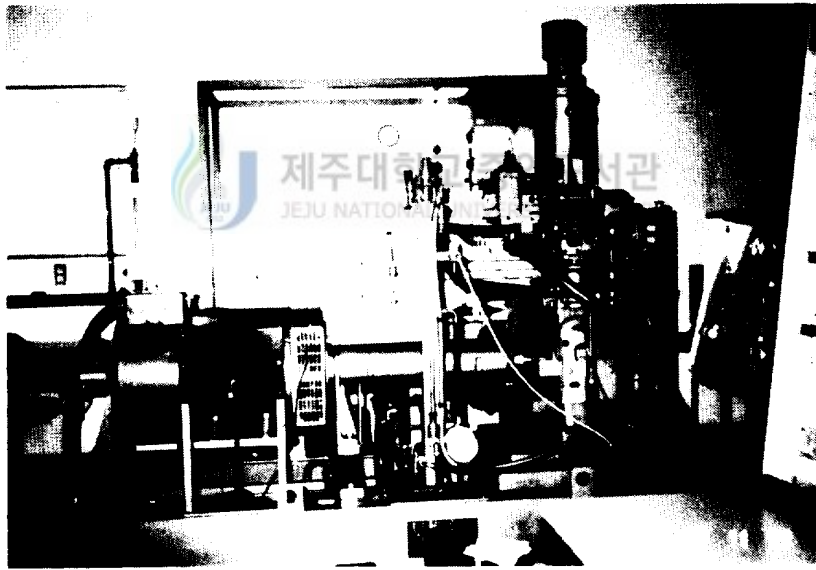


Fig. 1. Engine test bed .

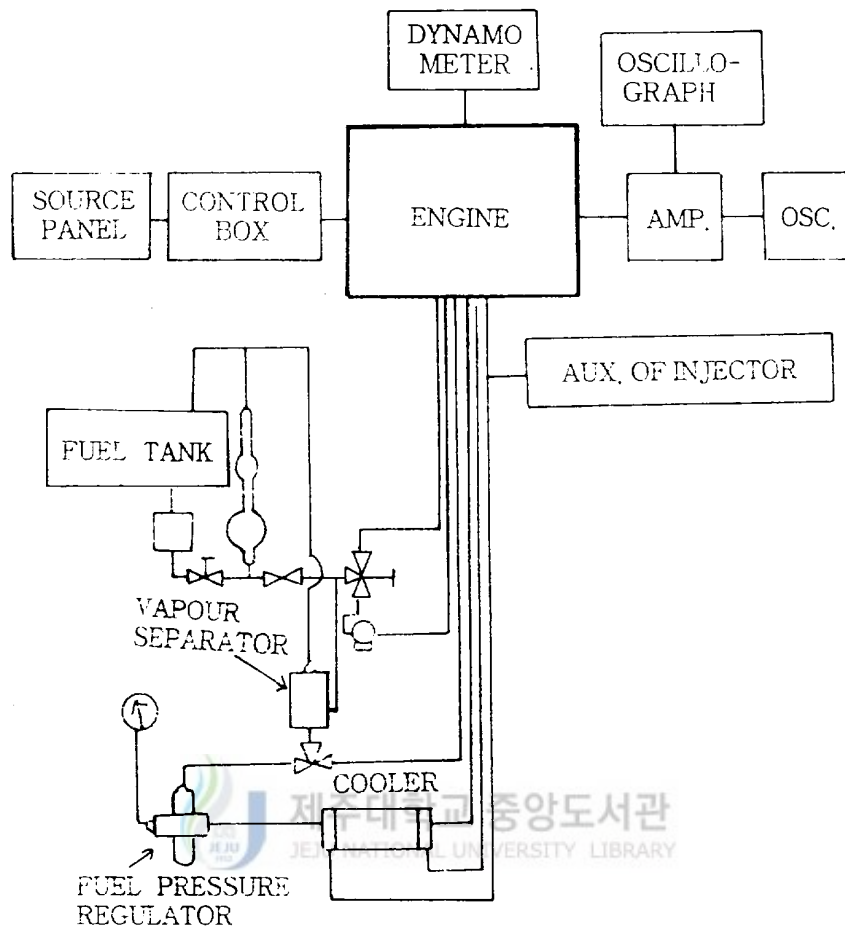


Fig. 2. Block diagram of engine test bed.

Table 1. Specification of the experimental engine

Item	Specification
Engine type	4 stroke cycle water cooled diesel engine.
Combustion chamber type	Pre-combustion system
Max. power	9.5 kw
Max. engine speed	3000 rpm
Cylinder dia.	76 mm
Stroke	111 mm
Stroke volume	503.5 cm ³
Compression ratio	21
Injection timing	18° BTDC
Valve timing	
Inlet open	9° BTDC
Inlet close	33° ATDC
Exhaust open	45° ATDC
Exhaust close	10° ATDC



Fig. 3. Photo of fuel testing apparatus.

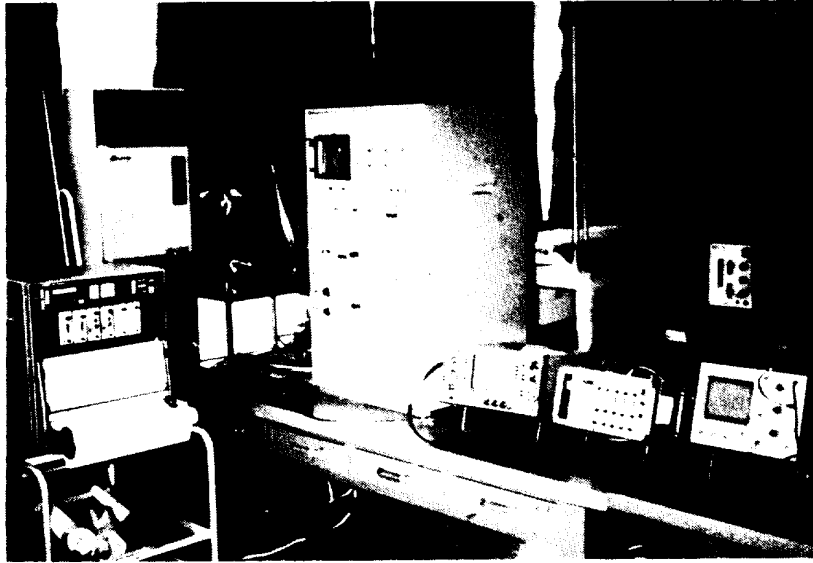


Fig. 4. Photo of data analysis system .

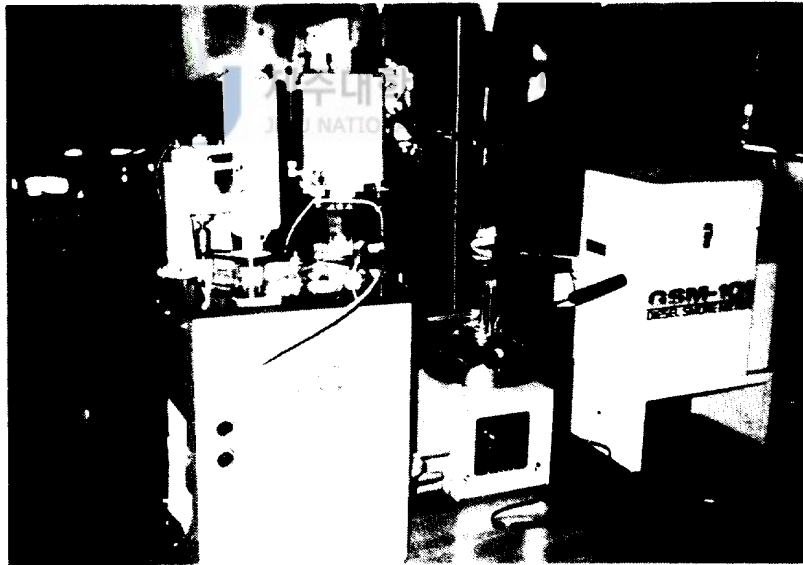


Fig. 5. Photo of bomb calorimeter and viscometer .

3. 實驗 方法

混合油(용적비로 디젤油 70% + 油菜油 30%)에 대한 燃料油로서의 물리적·화학적특성 즉, 比重, 引火點, 低位發熱量, 粘度 등에 관하여 試料試驗을 실시하였다.

機關運轉 試驗은 無負荷상태에서 回轉數를 900rpm부터 시작하여 200rpm 간격으로 운전을 施行하고 이때 디젤油와 混合油에 대한 기관성능을 조사하였다. 각 測定值의 信賴度를 높이기 위하여 機關始動後 機關回轉數 및 負荷가 安定되고 기관온도가 일정상태로 유지될 때에 기관성능에 관계되는 여러 項目을 측정하고 토오크, 制動馬力, 燃料 消費率, 排氣溫度, 騒音, 熱效率 등에 관하여 究明하였다.

연료 소비량은 50ml 용량의 메스 실린더와 스톱워치를 이용하여 計測하였고, 排氣溫度, 토오크, 制動馬力 등은 전자식 디지털 아나로그 공용 게이지로 測定하였다. 소음측정은 소음기(RION NA-24, 측정 범위 35~130dB)를 이용하였는데 이 때 소음기의 位置는 시험기관으로 부터 10m 떨어졌고 높이는 1.5 m 정도로 하여 측정하였다.

각종 측정치로부터 分析 항목별 計算式은 다음과 같다.

$$B = \frac{3600 \times b}{1000 \times t} = 3.6 \times \frac{b}{t}$$

$$be = \frac{1000 \times B \times r}{Pe}$$

$$\eta_e = \frac{632 \times Pe}{B \times r \times H\ell} = \frac{632}{be \times H\ell} \times 1000$$

$$Pe = \frac{2\pi \times T \times n}{60 \times 75}$$

단, B : 연료소비량 (ℓ/h),	b : 측정시간내의 연료소비량 (cm ³)
t : 측정에 요한시간 (Sec),	be : 정미 연료소비율 (g/ps · h)
Pe : 제동마력 (ps),	r : 연료의 비중량 (g/cm ³)
η_e Hℓ : 저위 발열량 (cal/g),	T : 토오크 (kg-m)
η_e n : 기관 회전수 (rpm)	η_e : 열효율

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 混合油의 特性

混合油의 연료로서의 特性과 관계되는 物理的·化學的 特性을 調査·分析 하기 위하여 디젤油에 油菜油를 容積比 10% 間격으로 稀釋하여 이들 混合油의 比重, 發熱量, 引火點 및 粘度를 측정한 結果를 Table 2에 나타내었다.

比重은 순수 디젤油일 때 0.835 g/cm^3 에서 유채유 혼합비율을 증가 시킴에 따라 增加되어 30% 유채유 混合燃料에서 0.848 g/cm^3 , 순수 유채유 일때 0.919 g/cm^3 으로 나타났다.

發熱量은 순수 디젤油일 때 $10,600 \text{ kcal/kg}$ 에서 유채유 혼합비율을 증가 시킴에 따라 減少되어 30% 유채유 혼합연료에서 $10,310 \text{ kcal/kg}$, 순수 유채유일 때 $9,720 \text{ kcal/kg}$ 으로 나타나, 혼합유와 유채유의 발열량은 디젤油에 대하여 97%와 92% 정도였다.

引火點은 순수 디젤油일때 61°C 였으나 유채유의 혼합 비율이 증가됨에 따라 上昇하여 30% 유채유 혼합연료일때 71°C , 순수 유채유일때 318°C 로 나타나 혼합유와 유채유의 인화점은 디젤油보다 各各 10°C 및 257°C 나 높게 나타났다.

유채유 30%를 혼합한 혼합유의 物理的·化學的 特性을 볼 때 디젤油에 비하여 연료로서의 特性은 다소 떨어진다고 判斷 되었으나 디젤기관의 연료로서 충분히 사용이 可能하다는 점을 발견할 수가 있었다. 다만, 기관을 長期間 運轉

할 경우 燃燒室에 燃燒生成物인 카아본 堆積 등으로 改善되어야할 點들이 약간 있는 것으로 思料되어지나 이러한 문제는 粘度를 낮추고 噴射粒子의 微粒化를 促할 수 있는 방법 즉, 壓縮比를 높이거나 혼합유를 豫熱한다든지 또는 噴射促進을 위한 噴射 補助 裝置 등을 研究 開發하여 부착 使用함으로써 어렵지 않게 解決될 것으로 確信한다.

Table 2. The properties of the mixture fuel oil with various blended ratio

Blended Ratio		Specific Gravity at 20°C (g/cm ³)	Lower Calorific value (Kcal/kg)	Flash Point at 30°C (°C)	Viscosity (cSt)
Diesel Oil (%)	Rape Seed Oil (%)				
100	0	0.8350	10600	61	3.53
90	10	0.8416	10480	62	4.20
80	20	0.8430	10390	63	5.42
70	30	0.8480	10310	71	7.91
60	40	0.8576	10220	80	11.21
50	50	0.8657	10130	92	15.73
40	60	0.8770	10060	126	23.43
30	70	0.8867	9970	177	29.42
20	80	0.8931	9890	282	36.23
10	90	0.9036	9790	298	43.72
0	100	0.9190	9720	318	50.81

2. 始動性和 運轉 特性

기관 始動性和 運轉 特性을 확인하기 위해 처음에는 디젤油로서 始動 및 運轉 特性을 調査한 후 기관이 완전히 冷却된 狀態에서 混合油를 사용하여 시동하였다. 이 結果 디젤油때와 같이 始動狀態와 運轉安定性은 매우 良好하였다. 디젤油와 混合油에 의한 운전 狀態에서 Piezo 壓力 센서에 의한 실린더내 壓力 변화 p 와 크랭크 각도 θ 와의 關係를 淸취한 $p-\theta$ 線圖가 Fig. 6(a), (b), (c), (d)에 나타내었다.

Fig. 6(a), (b), (c), (d)에 의하면 最高爆發壓力은 혼합유쪽이 900rpm에서 2kg/cm^2 , 1,300 rpm에서 1kg/cm^2 , 1,500 rpm에서 1kg/cm^2 , 1,900 rpm에서 2kg/cm^2 정도로 다소 높게 나타나고 있지만 큰 差가 없음을 보이고 있어 이것은 혼합유가 연료유로서의 운전 特性은 良好함을 나타낸 것이며, 柴油가 디젤油보다 着火 遲延이 짧고 後燃廢期間이 길어진다고 하는 報告(飯本, 1980) 내용과 거의 비슷한 結果를 보이고 있다.

한편 운전특성에 대하여서는 각 회전수에 따른 토크, 制動馬力, 燃料 消費率, 排氣가스 溫度, 騒音, 熱效率 등에 대하여 Fig. 7 ~ Fig. 12에 나타내었다.

Fig. 7에서 토크는 기관회전수 전반에 걸쳐 平均 0.8% 정도로 낮게 나타났는데 이것은 혼합유의 粘性이 높아 噴射時 霧化狀態가 나쁘게 된 結果로 壓縮比를 높이거나 豫熱을 한다든지 또는 噴射補助裝置를 설치함으로써 좋은 結果를 얻으리라 思料된다. 기관회전수의 증가에 따라 토크가 감소하는 것은 토크가 軸마력과 기관회전수의 函數關係이기 때문이다.

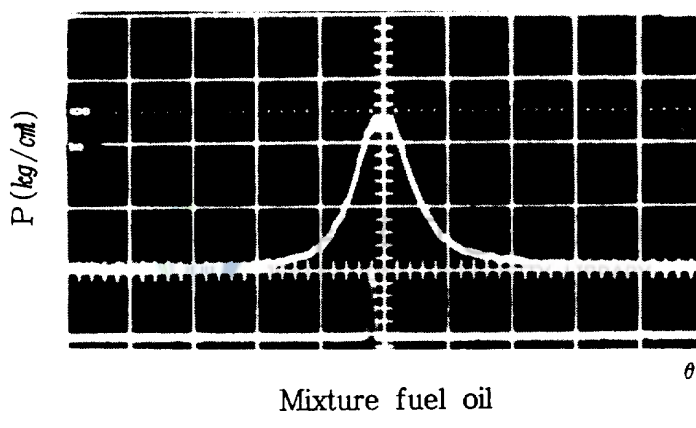
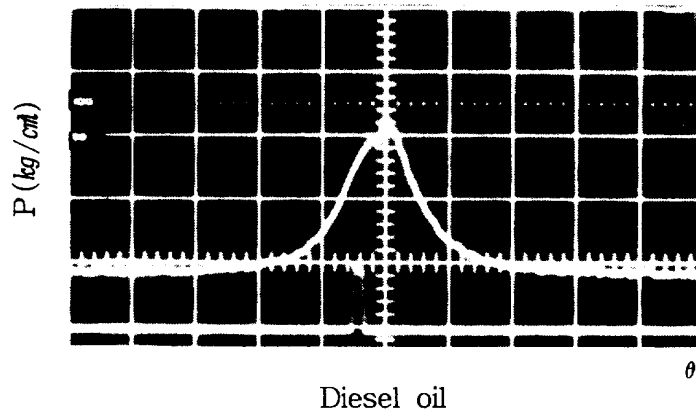
Fig. 8에서 制動馬力은 디젤油와 混合油 모두에 대하여 회전수의 증가와 더불어 增加 하였으나 디젤油때보다는 혼합유쪽이 기관회전수 전반에 걸쳐 平均 7.2% 정도로 약간 높게 나타났다.

Fig. 9에서 燃料 消費率은 混合油가 디젤油보다 平均 2.3% 정도 높았다. 기관회전수 900rpm에서 최대값을 보였고 회전수가 增加함에 따라 減少하였으며 1,700rpm 근처에서 최소값을 보이다가 다시 서서히 增加하였다. 混合유의 연료 소비율이 높은 이유로는 混合유의 發熱量이 디젤油에 비하여 작기 때문인 것으로 思料되며 대부분의 植物油는 이와 비슷한 樣相을 보인 것으로 報告(田村, 1937 : 居坦 等, 1982 a : 居坦 等, 1982 b : Pryor et al., 1983) 되고 있다.

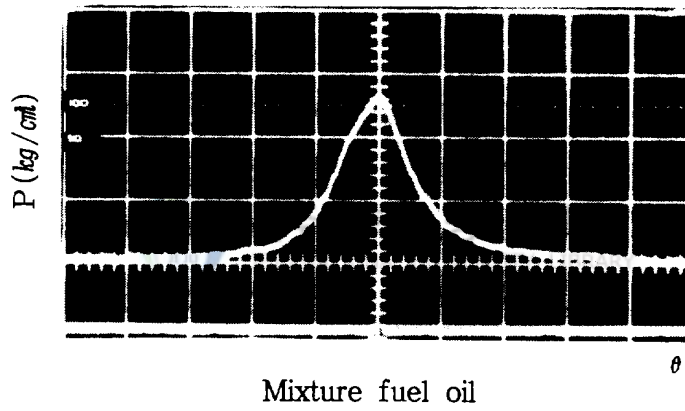
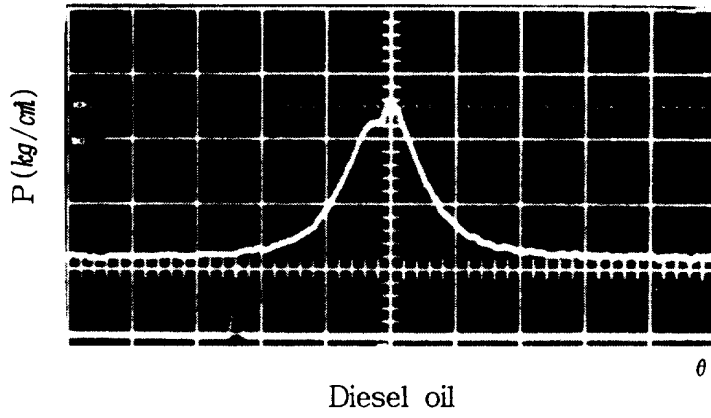
Fig. 10에서 排氣溫度는 디젤油, 混合유 모두가 기관 회전수의 增加에 따라 增加하는 傾向을 보였으며 混合유의 排氣온도가 平均 9.8℃ 정도로 높게 나타났다. 이는 混合유가 最高爆發壓力 증가와 관련하여 高速回轉, 高負荷 領域에서 연소 상태가 良好하고 열효율이 증가한다고 思料되며, 야자유와 디젤油를 혼합한 混合유로 실험한 結果(居坦 等, 1982)와 거의 一致하였다.

Fig. 11에서 騒音은 어느 회전수에서나 별다른 차이는 없으나 오히려 混合유 쪽이 平均 0.1% 정도 낮아 디젤油를 사용할 때와 같이 始動狀態나 運轉安定性은 良好한 편이었다.

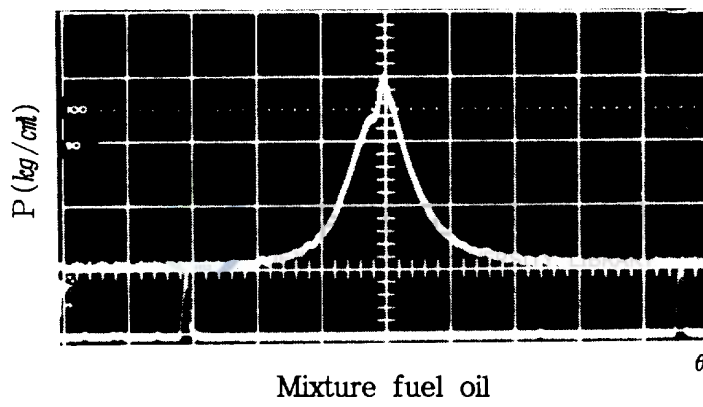
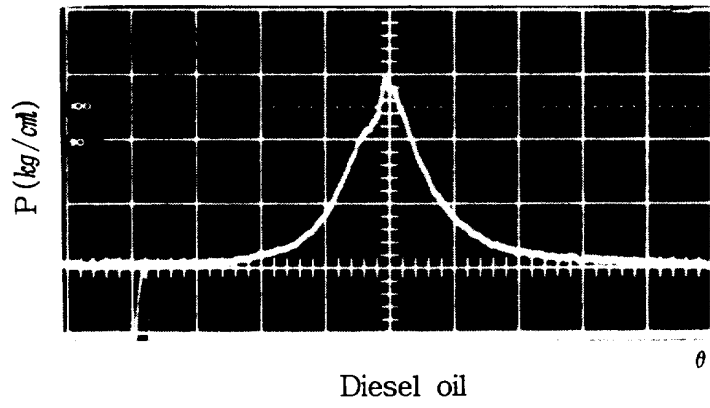
Fig. 12에서 制動 熱效率은 1,100rpm 부근에서 디젤油가 다소 높게 나타났고, 1,300 rpm 부터 1,700 rpm 사이에서는 混合유가 높은 값을 보였다. 특히 1,700 rpm 부근에서 디젤油, 混合유의 制動 熱效率이 各各 23.5%, 23.7%로 가장 큰 값을 나타내고는 이후 다시 減少하는 傾向을 보였다.



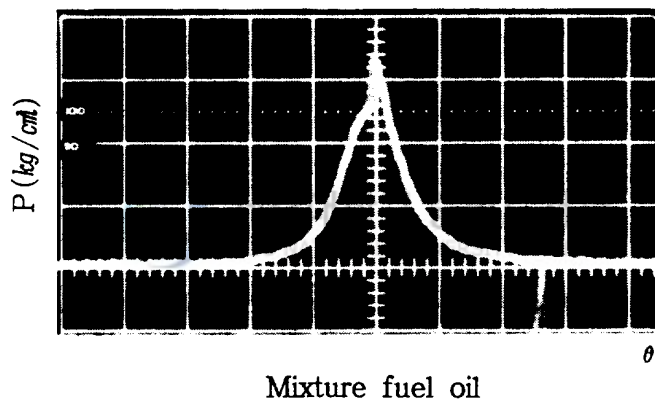
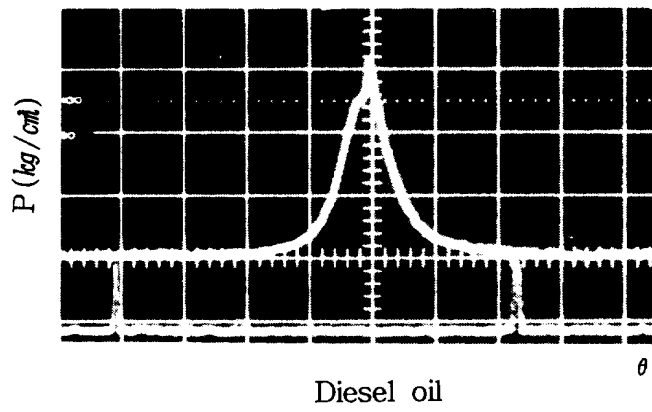
(a) 900 rpm



(b) 1,300 rpm



(c) 1,500 rpm



(d) 1,900 rpm

Fig. 6. P - θ diagram by diesel oil and mixture fuel oil.

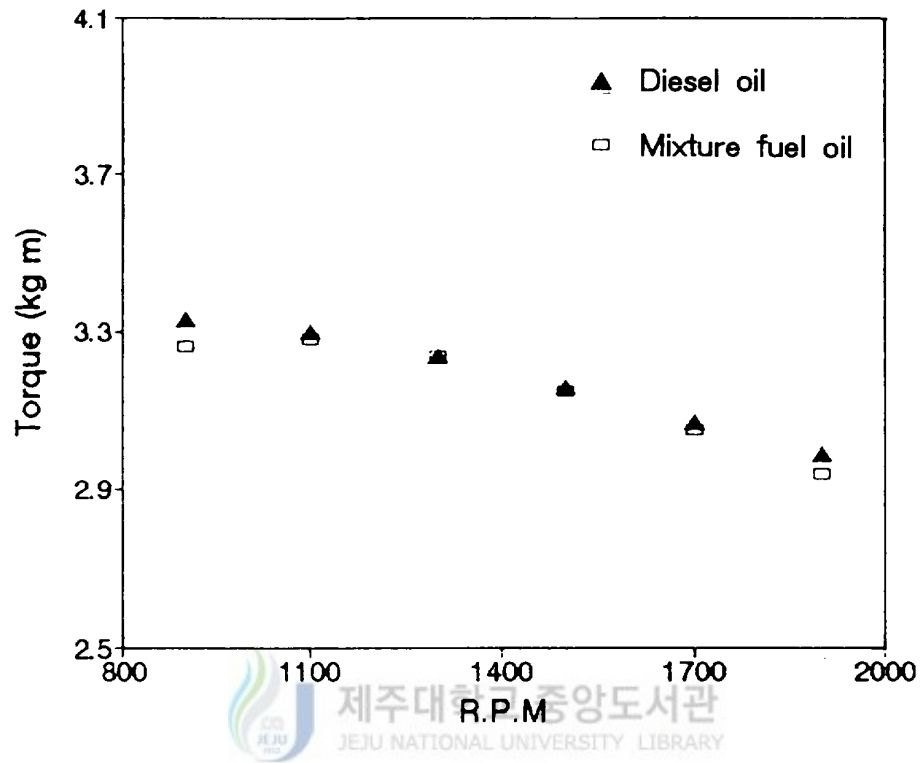


Fig. 7. Relationship between rpm and torque.

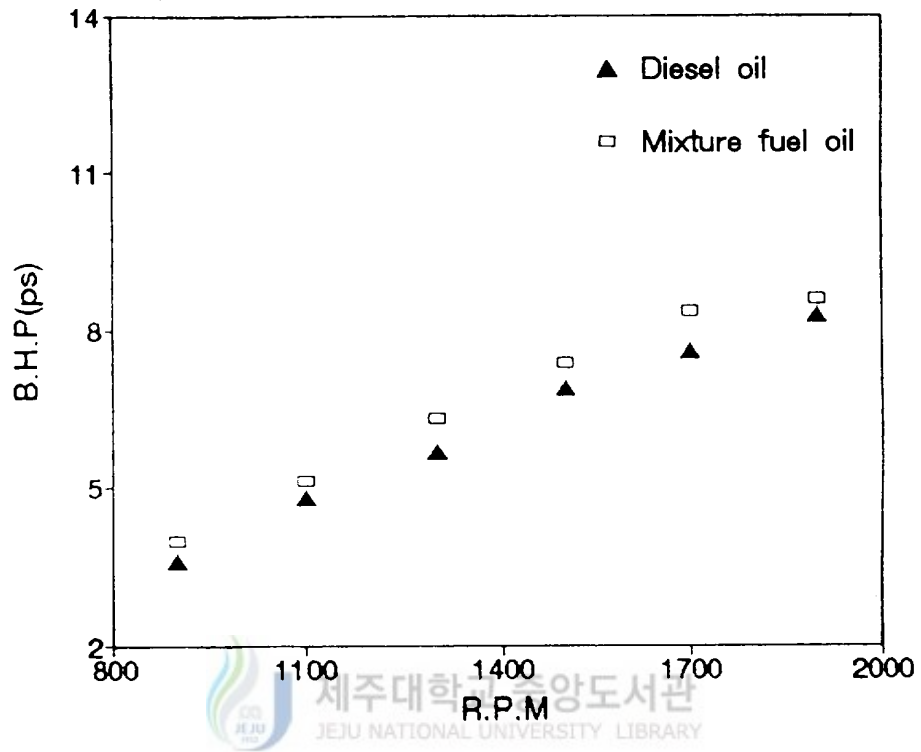


Fig. 8. Relationship between rpm and bhp.

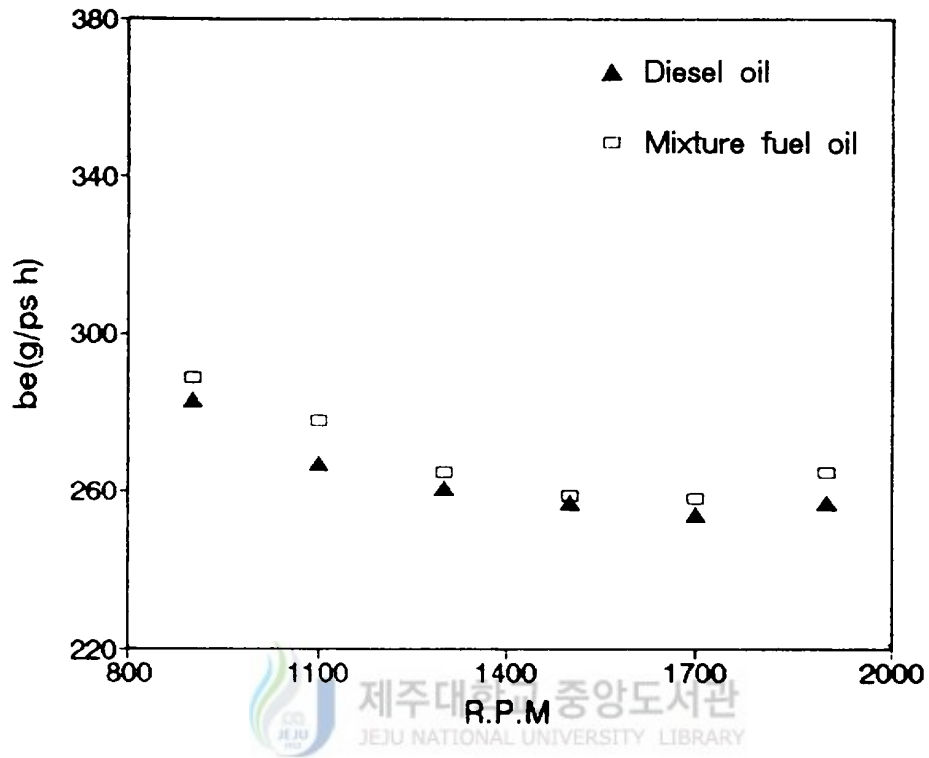


Fig. 9. Relationship between rpm and specific fuel consumption .

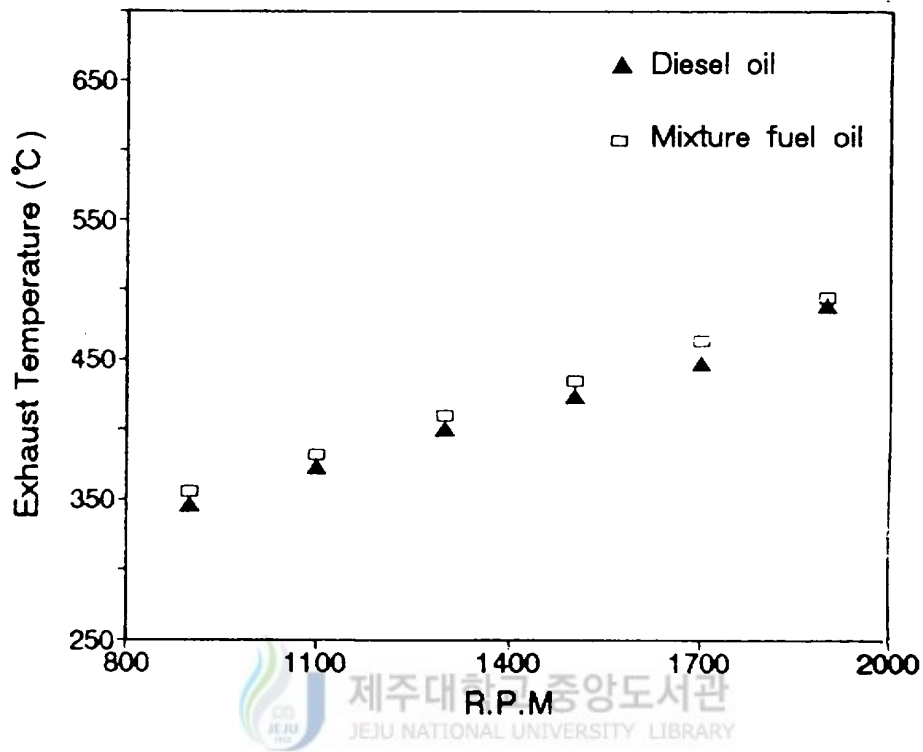


Fig. 10. Relationship between rpm and exhaust gas temperature .

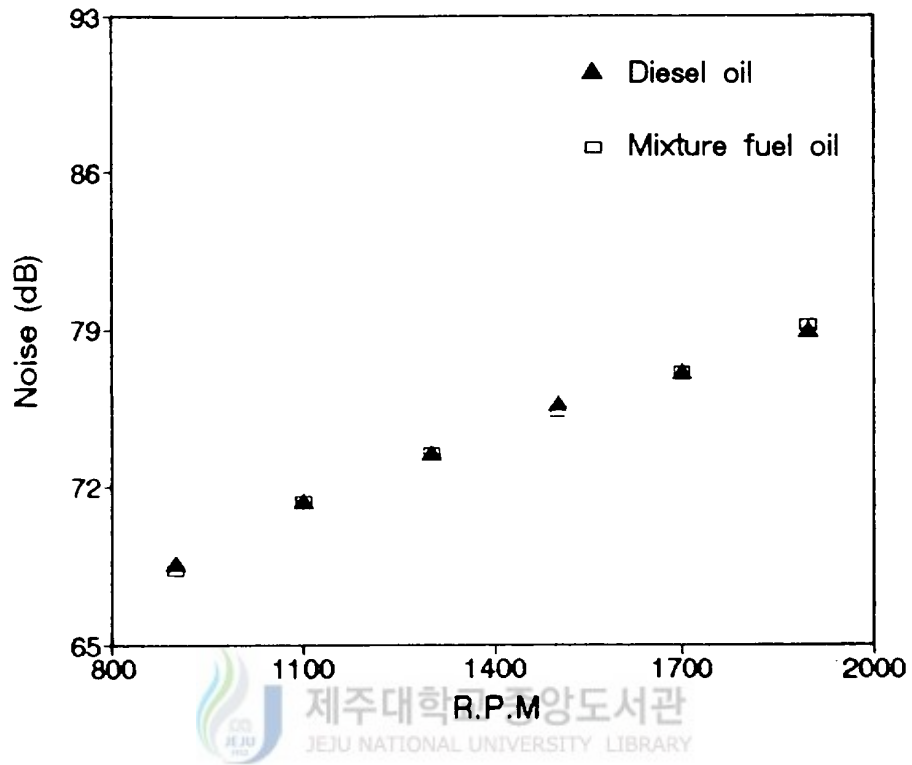


Fig. 11. Relationship between rpm and noise .

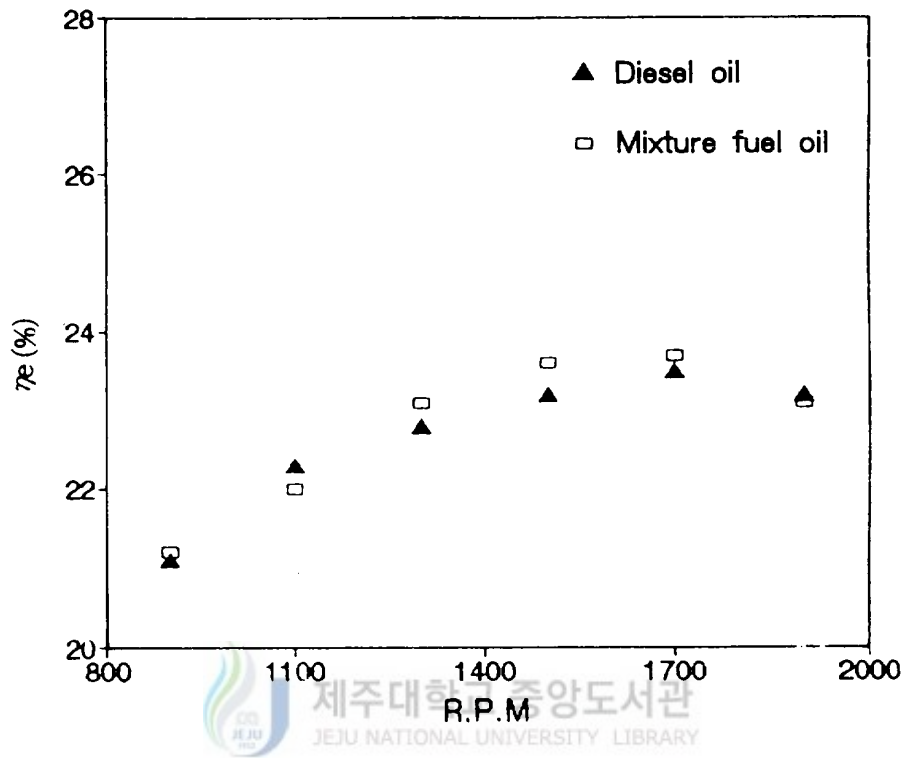


Fig. 12. Relationship between rpm and thermal efficiency .

IV. 結 論

디젤 기관의 代替燃料로서 油菜油를 디젤油와 혼합한 混合油(디젤油 70% V + 유채유 30% V)의 燃料로서의 物理的·化學的 燃料 特性 및 기관의 시동성과 運轉 特性 등을 調査·검토한 結果, 다음과 같이 要約할 수 있다.

1) 混合油에서의 比重은 0.8480 g/cm^3 , 引火點 71°C , 粘度 7.91 cSt 로 디젤油에 비하여 各各 0.0130 g/cm^3 , 10°C , 3.4 cSt 정도 높고, 發熱量은 $10,310 \text{ kcal/kg}$ 으로 290 kcal/kg 정도 낮다. 따라서 디젤기관의 燃料로서의 特性은 양호하다.

2) 混合油를 사용하였을 경우에는 디젤油를 사용하였을 경우에 비하여 기관 회전수 전반에 걸쳐 制動馬力은 平均 7.2% 정도 燃料 消費率은 平均 2.3% 정도 增加하였고, 排氣가스 溫度는 平均 9.8°C 정도 높았으며, 토오크는 0.8% 정도 낮았다.



3) 騒音은 혼합유쪽이 平均 0.1% 정도 낮아 기관 운전의 정숙함을 알 수 있었고, 最高 爆發壓力은 디젤油를 사용했을 때와 별 차이가 없어 運轉 性能이 良好함을 알 수 있었다.

4) 熱效率은 $1,100 \text{ rpm}$ 부근에서 디젤油쪽이 약간 높게 나타났고, $1,300 \text{ rpm}$ 부터 $1,700 \text{ rpm}$ 사이에서는 혼합유쪽이 높다가 이후 다시 낮아지는 것을 알 수 있었다.

V. 参 考 文 献

- Akor, A.J., W.J Chancellor and N.Raubach. 1983. "The potential of plant oils as a motor fuel" Trans, ASAE 26(1) : 23-28.
- 濱部源 次郎, 長尾 不二夫. 1939. "大豆油を 燃料とした Diesel 機関の 性能" 日本機械學會誌, 42(267) : 391-392.
- 飯本 光雄. 1980. "植物油脂 燃料に よる 農用 小型 Diesel 機関の 運轉 特性" 日本農業機械學會誌, 42(3) : 455-458.
- 田村 豊. 1937. "大豆油を 燃料とした Diesel 機関の 運轉" 日本機械學會誌, 1(1) : 3-6.
- 長尾 不二夫. 1948. "Diesel 燃料 として の 松根油" 日本機械學會誌, 51(354).
- 진호근, 이창식, 서정일. 1982. "연료 분사 특성에 관한 연구" 대한기계학회논문집, 제6권 제3호 : 256-260.
- 村山 正, 吳永澤, 高木 伸和, 宮本 登, 近久 武美, 伊藤 光郎. 1986. "Diesel 機関における 植物油の 利用に 關する 研究" 内燃 機関, 25(314) : 9-15.
- 全孝重. 1987. "船用 内燃機関 講義" 한국海洋大學, 해사도서출판부 : 72-90.
- 정동수. 1989. "자동차용 원동기의 대체 에너지별 특성 및 전망" 대한기계학회지, 29(6) : 627-635.
- 藤田 駿. 1938. "植物油, 漁油に よる 高速 Diesel 機関の 運轉" 内燃 機関, 2(3).
- Braun, D.E. and K.Q Stephenson. 1982. "Alternative fuel blends and diesel engine tests" In : Vegetable oil fuels, ASAE, Michigan : 294-302.

- Johannson, E. and D.Nordstorm. 1982. "Swedish tests on rape seed oil as alternative to Diesel fuel" In : Vegetable oil fuels, ASAE.
- 岡村 建二. 1940. "高速 Diesel 機關 に 於ける 代用 燃料" 燃料 協會誌, 19 (215).
- 高長權. 1981. "小型 船用 디젤기관용 代替燃料로서의 菜種油에 관한 研究" 제주대학 논문집 제13집 : 115 - 123.
- 高長權, 全孝重. 1981. "小型 船用 디젤기관용 代替燃料로서의 菜種유에 관한 研究". 한국박용기계학회지 5(2) : 56 - 61.
- 高長權. 1982. "小型 박용 디젤기관용 대체 연료로서의 菜種유에 관한 연구" 연구보고서(공학계) 4 : 115 - 123.
- 居坦 千壽, 山本 博昭, 掘尾 尚志, 毛利 裕也. 1982. "農業用 機關에 대한 代替 燃料의 利用(LPG의 境遇)" 農業機械學會關西支部報, 52.
- 居坦 千壽, 山本 博昭, 掘尾 尚志, 村上 洋三. 1982. "農業用 機關에 대한 代替 燃料의 利用(椰子油의 境遇)" 農業機械學會關西支部報, 52.
- 高長權, 許鍾哲. 1984. "混合 燃料로 사용한 農用 小型 디젤기관의 性能에 관한 研究(Ⅱ)" 제주대학 논문집 제18집 : 147 - 151.
- 高長權. 1984. "混合 燃料를 使用한 小型 디젤기관의 性能에 관한 研究(Ⅲ)" 어업 기술 학회지, 20(2) : 127 - 132.
- 高長權. 1992. "代替燃料를 사용할 경우의 디젤기관의 性能 向上에 관한 研究" 한국 박용기관 학회지, 16(5) : 409 - 422.
- 이성열. 1989. a. "대체 에너지 이용 열원동기의 연구 개발 동향" 대한기계학회지, 29(6) : 618 - 626.
- 이철형. 1989. b. "대체 에너지를 이용한 동력 발생장치의 개발 현황" 대한기계학회지, 제29권 제6호 : 636 - 641.

- Ziegewski, M. and K.R Kaufman. 1982. "Laboratory endurance test of a sunflower oil blend in a diesel engine" In : Vegetable oil fuels, ASAE, Michigan : 354 - 363.
- Robert Forgiel and K.S Varde. 1981. "Experimental investigation of Vegetable oils utilization in a direct injection diesel engine", ASAE, 503.
- Pryor, R.W. et al.. 1983. "Soybean oil fuel in a small diesel engine" Trans, ASAE, 26(2) : 333 - 337.

