

### 173 汎用小型ディーゼル機関を用いた燃焼特性に及ぼす燃料性状の影響について(熱工学II)

杉山, 洋昭 / KAWAKAMI, Tadashige / SUGIYAMA, Hiroaki / 川上, 忠重

---

(出版者 / Publisher)

日本機械学会東北支部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

日本機械学会東北支部総会・講演会講演論文集 / 日本機械学会東北支部総会・講演会講演論文集

(巻 / Volume)

2007

(号 / Number)

42

(開始ページ / Start Page)

145

(終了ページ / End Page)

146

(発行年 / Year)

2007-03-13

# 汎用小型ディーゼル機関を用いた燃焼特性に及ぼす燃料性状の影響について

## The influence of the fuel properties on combustion characteristics for standard type small diesel engine

○学 杉山 洋昭 (法大院) 正 川上 忠重 (法政大)

Hiroaki SUGIYAMA, Faculty of Engineering Hosei University, 3-7-2 Kajino-cho, Koganei, Tokyo

Tadashige KAWAKAMI, Faculty of Engineering Hosei University, 3-7-2 Kajino-cho, Koganei, Tokyo

*Key Words*: Diesel engine, Alternative fuel, Coconut oil

### 1. 緒論

近年、化石燃料の枯渇問題に対する代替燃料の研究が行われており、その一つとして再生可能な循環型エネルギー資源である植物油の利用が注目されている。本研究に用いた植物油は、東南アジアで大量生産が望めるココナッツオイルを燃料として採用した。しかし、植物油を用いた機関運転においては、機関出力の低下やすす等の増加も指摘されている。そこで本研究では、汎用小型ディーゼル機関を用いて、ブレンド燃料(軽油+植物油)を用いた場合の燃焼特性に及ぼす混合割合の影響について検討し、さらに燃焼生成物低減に関する考察を行った。

さらに、本研究では植物油を含有する水エマルジョンディーゼル代替燃料化を行なうことにより、燃料粒子に含まれる水粒子が燃焼器内の高温雰囲気中で微小爆発することによる微粒化促進を利用し<sup>1)</sup>、燃焼改善効果についても考察を行った。

### 2. 実験装置及び方法

本研究に用いられる供試機関は、ヤンマー製 L40A 縦型空冷 4 サイクル単気筒ディーゼルエンジンである。排気ガスの測定には、島津製作所製 NOA-7000、CGT-7000 を使用した。Table 1 に本供試機関の諸元表、実験装置を Fig. 1 にそれぞれ示す。機関回転数を 1600~3600rpm として、吸排気系、潤滑系、噴射時期(14degBTDC)などは標準仕様から変更していない。

#### ① ブレンド燃料

軽油中に、ココナッツオイル {発熱量 3.8MJ/kg [化学式  $\text{CH}_2(\text{OCOR}_1)\text{CH}(\text{OCOR}_2)\text{CH}_2(\text{OCOR}_3)$   $R_1\sim R_3$ : 高級脂肪酸炭化水素]} を 0~20vol% の体積割合で混合する。また、ココナッツオイルの凝固点を考慮して、軽油のみ常温、ココナッツオイルをブレンドした燃料は液温 30℃ 一定とした。ブレンド燃料は、5, 10, 15, 20vol% の 4 種を使用し、Blend 5, Blend 10, Blend 15, Blend 20 と表記する。

#### ② 水エマルジョン燃料

ベース燃料は、軽油、Blend 5~20 を用いる。乳化剤は、阪本薬品工業製 S フェイス (H.L.B.5.5) を用いた。水の添加率  $\beta$  は以下のように定義する。

$$\beta(\%) = \frac{\text{Mass of water}}{\text{Mass of base fuel}} \times 100(\%)$$

まず、ベース燃料に乳化剤を 1wt% 添加し、マグネチックスターラー(攪拌機)を 800rpm で回転・攪拌しているところに添加率分の水を徐々に混合させ、30 分間攪拌を行った。先と同様に、ベース燃料が Blend 燃料のものは、液温を 30℃ 一定とした。

#### ③ 燃焼圧力

圧力センサはキスラー社製の水冷式ピエゾ型圧力変換器を使用した。実験に際してまず、機関を十分暖気運転した後、無負荷状態において機関回転数を所定の回転数に固定する。つぎにオシロスコープのトリガースイッチを投入すること

により、燃焼圧力及び燃焼時間を計測する。

#### ④ 排ガス測定

機関を十分暖気運転した後、無負荷状態において機関回転数を所定の回転数に固定し、排気管から排出された排気ガスの一部を測定装置に導入し、NOx は化学発光法(ケミルミネセンス式)、CO と CO<sub>2</sub> は非分散型赤外線吸収法(NDIR)、O<sub>2</sub> はジルコニア法を用いて計測する。

Table 1 Engine specifications

Engine type	L40A 4stroke cycle diesel engine
Combustion system	Direct injection
Cooling system	Air-cooling
Number of cylinder	1
Bore*Stroke	68.0mm*55mm
Displacement	199cc
Valve system	OHV
Injection pressure	19.6MPa
Compression ratio	20.0
Maximum output	3.1kw/3600rpm

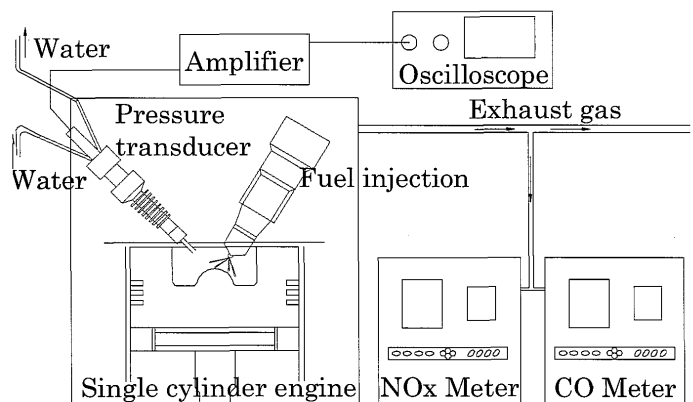


Fig.1 Experimental device

### 3. 実験結果及び考察

Fig. 2 に最高燃焼圧力に及ぼす無負荷条件でのココナッツオイル添加の影響を把握するため、機関回転数に対する最高燃焼圧力を、燃料性状をパラメータとして示す。この図から明らかなように、軽油と Blend 燃料は、同等もしくは高い最高燃焼圧力が確認できる。また、グラフに示していない Blend 5, 15 においても同様な値を確認した。これは、植物油の含有酸素の働きによって<sup>2)</sup>、空気と燃料の混合が促進され、良好な燃焼になったと考えられる。また、植物油は、発熱量が軽油に比べて低いために、Blend 20 の最高燃焼圧力は低下したと考えられる。

Fig. 3 に無負荷条件での機関回転数に対する NOx 及び CO

排出割合を示す。この図から明らかなように、どの燃料においても機関回転数の増加に伴い、NOx 排出量は低減している。一方、CO について比較すると、機関回転数の増加とココナッツオイルの混合割合の増加に伴って、CO の排出量の低減が確認できる。これは、含有酸素の働きにより、燃焼時の酸素不足が解消され、完全燃焼しやすくなったと考えられる。このことから、ココナッツオイルの含有量を増やすことによる、燃焼制御が可能であることが示唆される。

Fig.4 に無負荷条件での機関回転数に対する排気ガス中の O<sub>2</sub> 及び CO<sub>2</sub> 割合を示す。この図から、機関回転数の増加に伴い、O<sub>2</sub> 濃度は低減し、CO<sub>2</sub> 濃度が単調に増加している。また、ココナッツオイルの含有量による、それらの排出量に及ぼす影響は観察されなかった。今後、より希薄領域での Blend 燃料の燃焼改善効果についても検討を行う予定である。

Fig.5 に最高燃焼圧力に及ぼす無負荷条件での水エマルジョン燃料の影響を把握するため、機関回転数に対する最高燃焼圧力を、燃料性状をパラメータとして示す。この図から明らかなように、軽油エマルジョン燃料と Blend 10 エマルジョン燃料は、軽油に比べ、どの領域においても最高燃焼圧力の低下が確認された。これは、植物油の発熱量が軽油に比べて低く、水を添加することにより火炎温度が低下したためと考えられる。また、Blend 20 においては、軽油及び他の Blend 燃料よりも高い値が確認された。これは、エマルジョン化された燃料が安定化されることにより、エマルジョン燃料特有の微小爆発が起これ、燃焼が促進されたと考えられる。

Fig.6 に無負荷条件での機関回転数に対する平均圧力上昇率を、燃料性状をパラメータとして示す。ここで、平均圧力上昇率とは、最高燃焼圧力を全燃焼時間で除したものと定義した。この図から明らかなように、どの燃料性状においても機関回転数の増加に伴い、平均圧力上昇率も増加しており、極めて良好な燃焼が発生していると考えられる。また、Fig.5、Fig.6 より最高燃焼圧力、平均圧力上昇率ともに一番高い Blend 20 の水添加率 20%が軽油と比較して、特に低回転領域で高く、今回比較検討した燃料の中で最適な割合であると考えられる。

#### 4. 結論

汎用小型ディーゼル機関の燃焼特性に及ぼす植物油系混合燃料と水エマルジョン燃料による燃料性状の影響について検討を行なった。以下に結果を示す。

- (1) 植物油系混合燃料と水エマルジョン燃料による小型ディーゼル機関の燃焼制御は可能である。
- (2) 小型ディーゼル機関において、低回転領域における燃焼制御には、Blend 20 で水添加率 20%のエマルジョン燃料が極めて有効である。

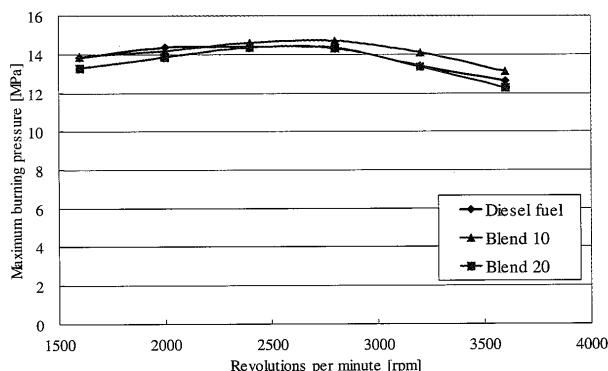


Fig.2 Maximum burning pressure

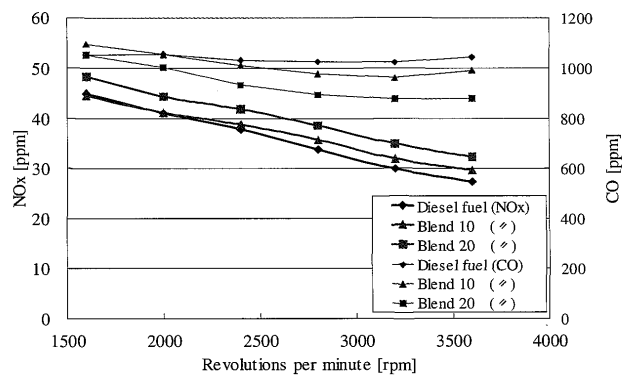


Fig.3 NOx and CO emissions

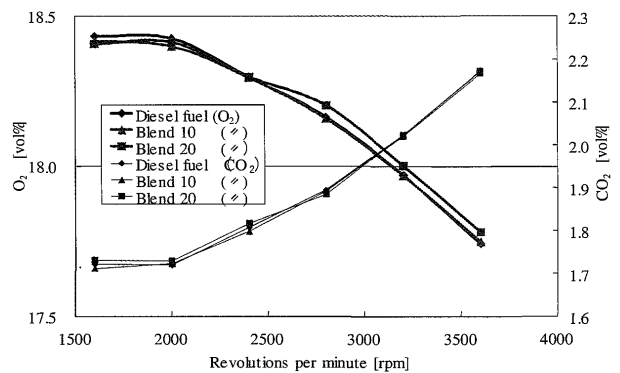


Fig.4 O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> emissions

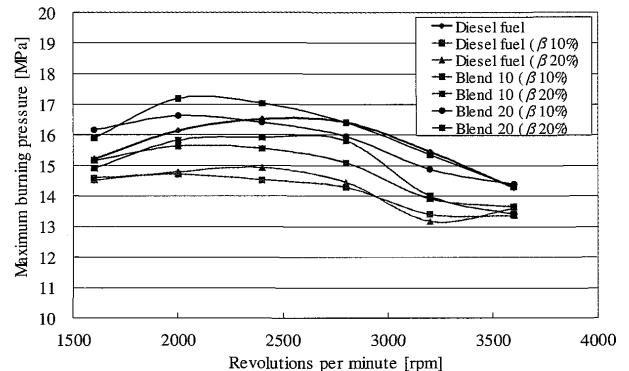


Fig.5 Maximum burning pressure

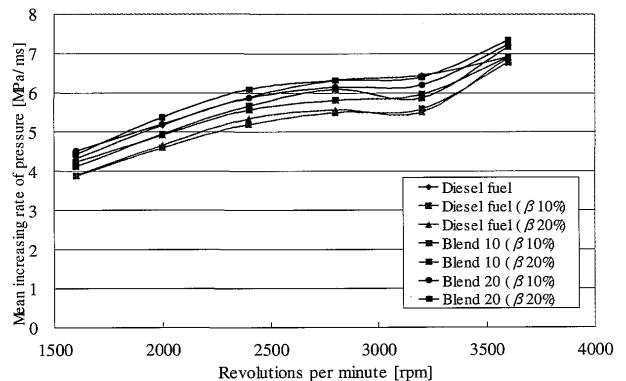


Fig.6 Mean increasing rate of pressure

#### 参考文献

- 1) 石田博樹, 燃焼炉におけるエマルジョン燃料の技術
- 2) 松村正利ら, バイオディーゼル最前線, (2006)、8-34、工業調査会