

906 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(応用熱工学II)

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

(出版者 / Publisher)

日本機械学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

山梨講演会講演論文集 / 山梨講演会講演論文集

(開始ページ / Start Page)

253

(終了ページ / End Page)

254

(発行年 / Year)

2007-10-19

906 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 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. 結論

近年、化石燃料の枯渇問題や CO_2 排出が懸念されており、ディーゼル機関から排出される NO_x や PM の同時低減に加えて、 CO_2 排出量の削減と燃料消費率の改善が望まれている。本研究では、 CO_2 排出量の削減効果が期待でき、再生可能なエネルギー資源である植物油を用いた。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と燃焼生成物に及ぼす植物油混合割合の影響について検討を行なった。さらに、植物油を含有する水エマルジョンディーゼル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室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¹⁾、燃焼改善効果についても考察を行なった。

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 $\text{CH}_2(\text{OCOR}_1)\text{CH}(\text{OCOR}_2)\text{CH}_2(\text{OCOR}_3)$ $\text{R}_1\sim\text{R}_3$: 高級脂肪族炭化水素]} を 0~20vol% の体積割合で混合する。また、ココナツオイルの凝固点を考慮して、軽油のみ常温、ココナ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 β 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

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、 NO_x は化学発光法(ケミルミネセンス式)、CO と CO_2 は非分散型赤外線吸収法(NDIR)、 O_2 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

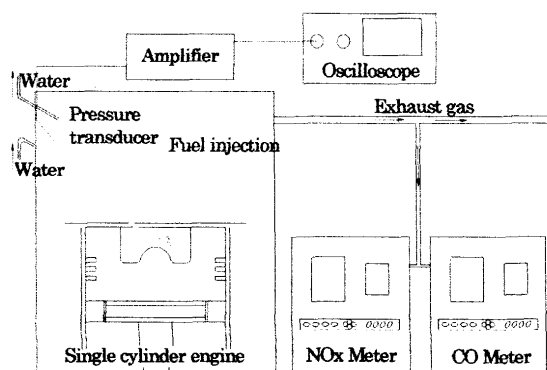


Fig.1 Experimental device

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²⁾、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 NO_x 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、 NO_x 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。また、燃料にココナツオイルを添加することによって、火炎温度が増加したと考えられる。このことから、ココナツオイルの含有量を増加させることによる、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 Blend10 エマルジョン燃料は、軽油に比べて、低回転領域以外で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。そのため、機関回転数が高くなると、エマルジョン燃料は高温雰囲気中で熱を受ける時間が短くなるために、微小爆発が促進せず、最高燃焼圧力は低下したと思われる。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り、燃焼が促進されたと考えられる。特に、Blend20 の最高燃焼圧力は、軽油を用いた場合に比べて、低回転領域 (1500-2000rpm) で著しく高い値を示した。

Fig. 5 にエマルジョン燃料を用いた無負荷条件での機関回転数に対する NOx 排出割合を示す。どのエマルジョン燃料も軽油に比べて、NOx 排出が低減した。また、Blend 燃料は、低回転領域で特に NOx 排出の低減が観察された。Fig. 3 で得られた結果より、ココナツオイルを添加することによって NOx は増加したが、小型ディーゼル機関に水エマルジョン燃料を用いることで NOx を低減させることが可能である。

Fig. 6 に無負荷条件でのクランク角に対する 3200rpm での熱発生率を、燃料性状をパラメータとして示す。熱発生率の立ち上がりは、どの燃料も大きな変化が見られないが、エマルジョン燃料の熱発生率ピークは、軽油に比べて遅延した。また、熱発生期間もエマルジョン燃料は、増大している。今後、水エマルジョン燃料を用いた場合の熱発生率に及ぼす機関回転数の影響についても検討を行う予定である。

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) Blend20 (β 20%) の最高燃焼圧力は、軽油を用いた場合に比べて、低回転領域 (1500-2000rpm) で著しく増大する。
- (3) 水エマルジョン燃料を用いることにより、小型ディーゼル機関の NOx 排出は減少する。

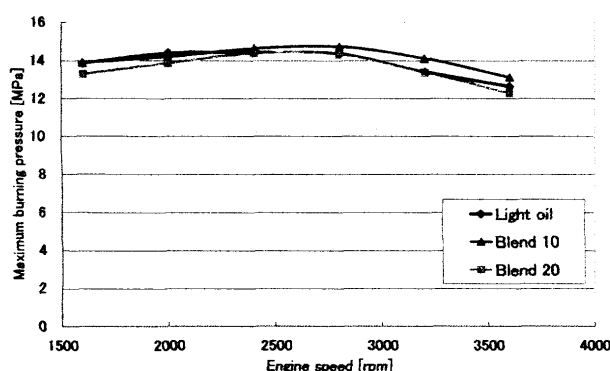


Fig.2 Maximum burning pressure

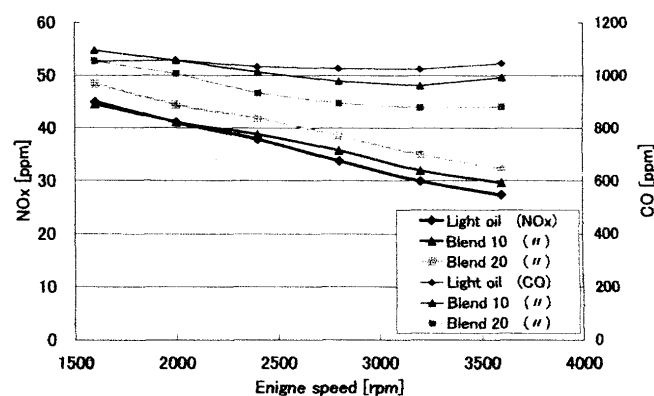


Fig.3 NOx and CO emissions

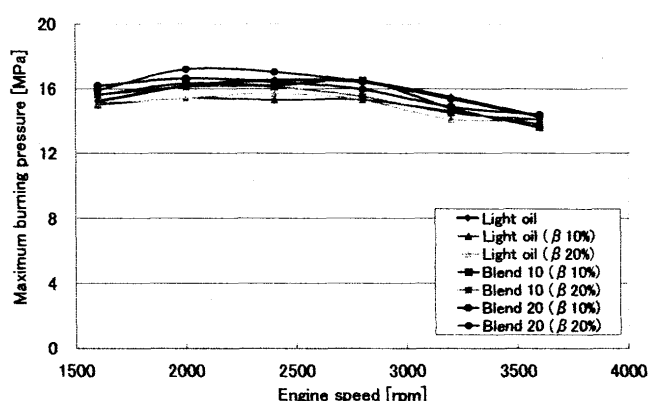


Fig.4 Maximum burning pressure

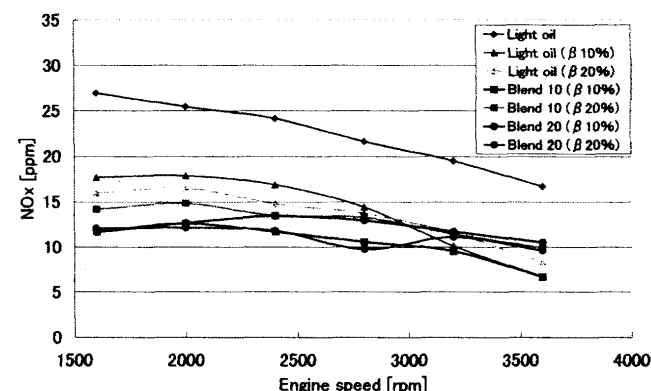


Fig.5 NOx emissions

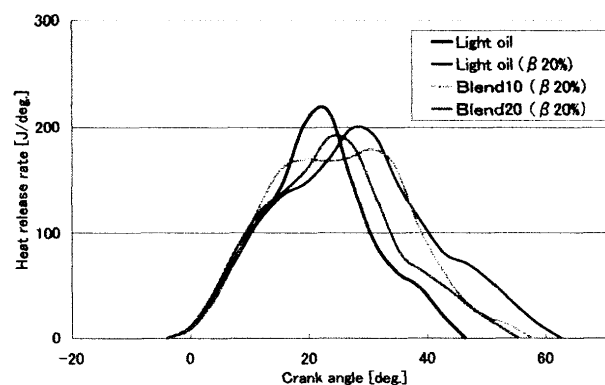


Fig.6 Heat release rate

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