

K2-33

低圧縮比ディーゼル機関における FAME の圧縮着火特性に関する研究

A Study on Compression Ignition Characteristics of FAME for Low Compression Ratio Diesel Engine

○芦田光¹, 小出哲史¹, 小林陽介¹, 信田高大¹, 鈴木浩平¹, 阿部裕也², 吉田幸司³

*Hikaru Ashida¹, Satoshi Koide¹, Yosuke Kobayashi¹, Takahiro Shida¹, Kouhei Suzuki¹, Yuya Abe², Koji Yoshida³

Abstract: The purpose of this study is to clarify compression ignition characteristics and engine performance of coconuts-oil methyl ester (CME) in the low compression 4-stroke air cooled diesel engine. In engine starting test, the ignition timing of CME was earlier than that of diesel fuel. Therefore, CME had a good ignitability in the low compression ratio because CME consisted of saturated FAMES. In ordinary condition, as the compression ratio became low, THC, CO and smoke emissions were increased due to incomplete combustion. NOx of diesel fuel was slightly higher than that of CME because of ignition delay.

1. まえがき

本研究では、軽油より圧縮着火特性の優れるココナツメチルエステル(coconuts-oil methyl ester, 以下 CME)^[1]を用いて低圧縮比ディーゼル機関の機関性能及び着火特性の改善を試みた。実験において、空冷 4 サイクル単気筒直噴式ディーゼル機関の圧縮比を変更し、低圧縮比時の CME の機関性能と圧縮着火特性を軽油と比較することを目的とした。

2. 実験装置及び方法

供試機関は、空冷 4 サイクル単気筒直噴式ディーゼル機関であり、排気量 219 [cc], 圧縮比 20.6:1, 燃料噴射時期 17.5±0.5 [deg. BTDC]である。燃料には、軽油及び CME を使用した。圧縮比は、シリンダーヘッドとシリンダーブロック間に銅板を差し込み、すきま容積を変更して、機関仕様の 20.6 から CME において着

火が確認された 15 まで 1 毎変化させた。機関始動試験では、機関冷間状態にて回転数 3600 [min.⁻¹]でモータリングを行い、全負荷相当の燃料を噴射し、機関が定常運転に達するまで排気ガス温度、燃焼室内壁面温度及び指圧線図を測定した。定常運転試験は、機関回転数 3600 [min.⁻¹]にて、正味平均有効圧力を 100 [kPa]から最大負荷まで 100 [kPa]毎変化させ、機関性能を測定した。

3. 実験結果及び考察

図 1 に、機関始動試験における燃料噴射直後及び燃料噴射開始から 20 [s]経過後の指圧線図及び熱発生率を示す。圧縮比の低下に従って着火時期は遅角するものの、燃料噴射開始 20 [s]経過後では燃料噴射開始直後と比較して、全ての圧縮比において着火時期が進角する。これは、燃焼室内温度の上昇により、着火遅れが改善したためと考えられる。燃料噴射開始直後の CME

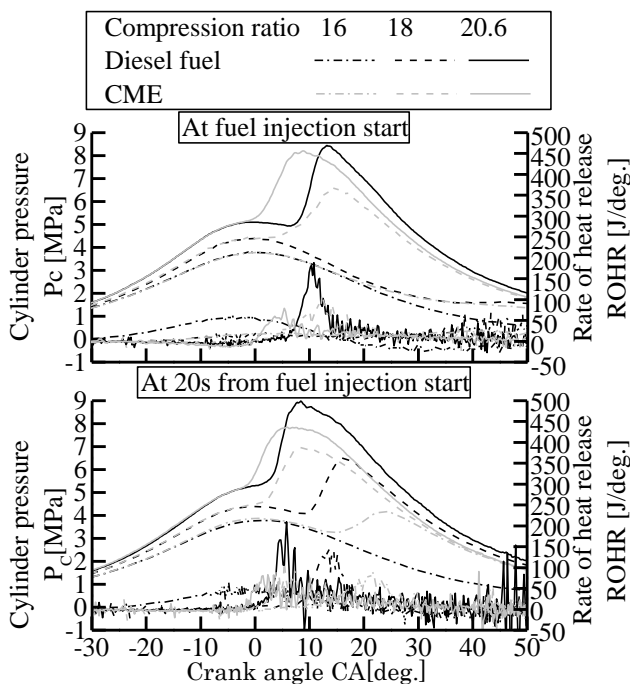


Figure 1. Indicator diagrams in transient condition.

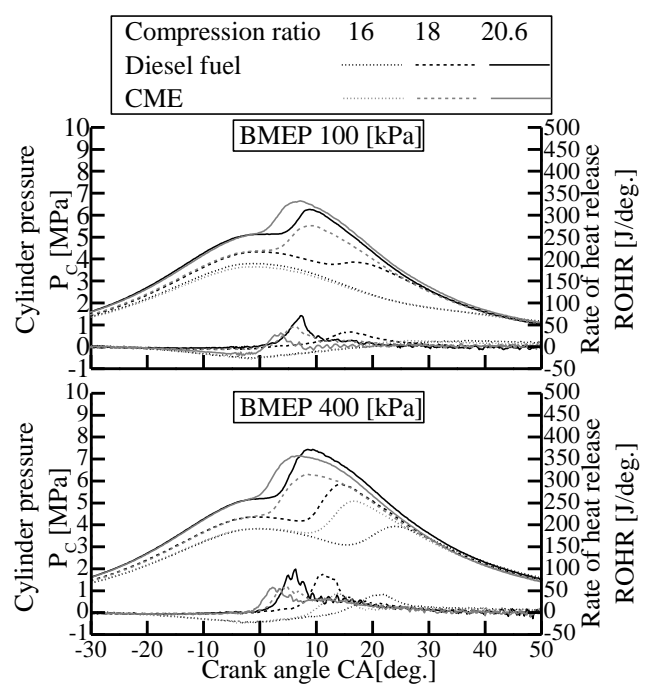


Figure 2. Indicator diagrams in steady running condition.

の着火時期は、軽油と比較して早期である。よって、CME は中鎖飽和脂肪酸メチルエステルで構成され、冷間時の着火特性が軽油と比較して優れると考えられる。

図 2 に、定常運転試験における正味平均有効圧力 100 及び 400[kPa]の指圧線図及び熱発生率を示す。定常運転時においても、圧縮比の低下に従って着火時期は遅角する。軽油の最大熱発生率は、着火遅れにより急峻な燃焼が発生するため CME と比較して高い。

図 3 に、正味平均有効圧力に対する着火時クランク角度及び図示平均有効圧力変動率を示す。CME の着火時期は、全負荷領域において軽油と比較して早期であり、圧縮比が低下するほど、軽油との差異が顕著となる。図示平均有効圧力変動率は、高負荷域では圧縮比による差異はほとんど示されないものの、低負荷時において圧縮比の低下により増加し運転が不安定となる。しかし、CME の図示平均有効圧力変動率は、軽油と比較して小さく、安定した機関運転が可能である。

図 4 に、圧縮比に対する機関性能を示す。正味熱効率は圧縮比の低下に従って低下し、燃料による差異はほとんどない。THC 及び CO 濃度は、圧縮比の低下に従って増加する。これは、燃焼室内温度が低下するために、不完全燃焼が発生したためと考えられる。NO_x 濃度は圧縮比の低下に従って減少し、スモーク濃度は増加する。CME のスモーク濃度は、どの圧縮比においても軽油と比較して低い。これは、CME が含酸素燃料でありスモークの発生が抑制されたためと考えられる。また、高負荷時において軽油の NO_x は CME と比較して、どの圧縮比においても高い。これは、着火遅れによる急峻な熱発生によるものと考えられる。

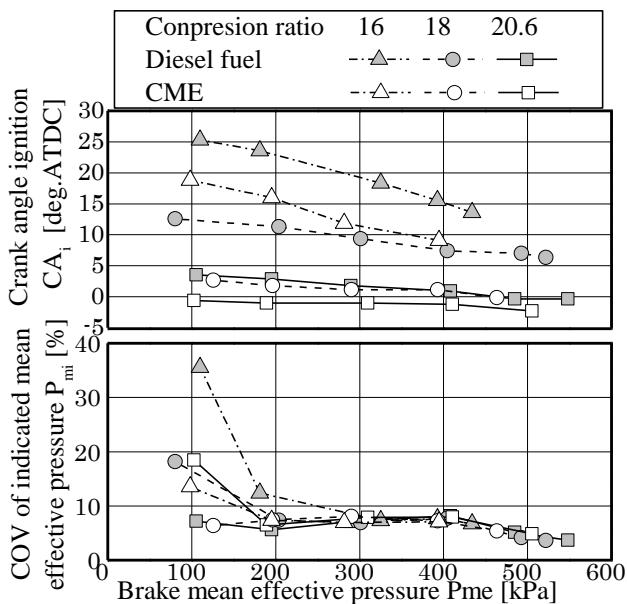


Figure 3. The ignition characteristics as a function of brake mean effective pressure.

3. 結論

機関始動時において、中鎖飽和脂肪酸メチルエステルで構成される CME は、圧縮比が低下しても軽油と比較して良好な圧縮着火特性を示す。定常運転試験において、低圧縮比時に CME は軽油と比較して安定した運転が可能であるものの、両燃料とも不完全燃焼の発生により THC, CO 及びスモーク濃度は増加する。しかし、低圧縮比化によって NO_x 濃度は減少し、CME を用いると着火遅れが改善され、軽油と比較して NO_x 濃度及びスモーク濃度が低くなる。

4. 参考文献

- [1] 中島他, 自技会論, Vol.40, No.3, 705-710, 2009

謝辞

本研究は、財団法人 JKA の支援を受け実施した。

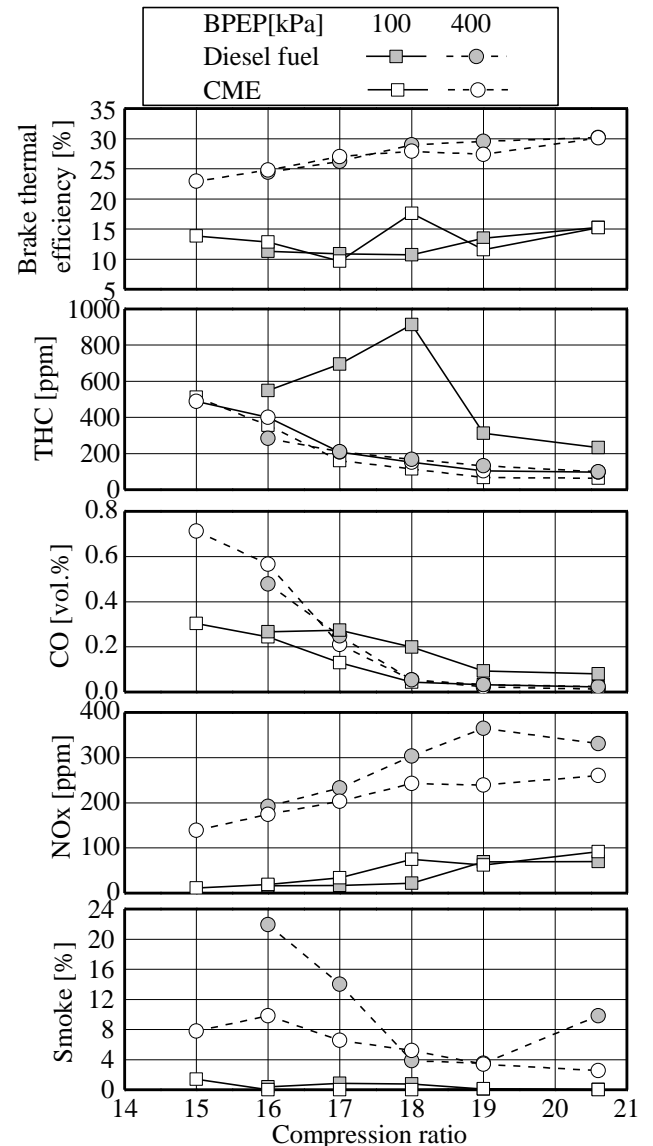


Figure 4. Engine performance and exhaust gas emission as a function of compression ratio.