

バイオ燃料のディーゼル機関への応用に関する研究

An Application of Bio Fuel for Diesel Engine

奥平寿樹¹, 後藤彰大¹, 佐久間亮¹, ○山田光¹, 吉田幸司²Toshiki Okudaira¹, Akihiro Goto¹, Ryo Sakuma¹, *Hikaru Yamada¹, Koji Yoshida²

Abstract: The purpose of this study is to explore an application of the coconut oil methyl ester (CME) for low compression ratio diesel engine. The engine performance and exhaust gas emission of CME was measured using diesel engine with a common rail fuel injection system and were compared to those of diesel fuel. The ignition timing of CME was advanced as compared to diesel fuel in case of low compression ratio. The brake thermal efficiencies of both diesel fuel and CME were almost the same for compression ratios of 20.6 and 16. THC and CO concentrations of CME was lower than those of diesel fuel.

1. まえがき

バイオマス燃料をディーゼル機関の代替燃料に活用する研究が数多く行われている。(1)-(3)本研究は、軽油代替燃料であるココナツ油脂から生成したココナツオイルメチルエステル(Coconut-oil Methyl Ester 以下 CME)がディーゼル機関性能に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。高圧燃料噴射装置式圧縮着火機関を用い、高圧縮比及び低圧縮比にて CME の機関性能及び排気ガス成分を軽油と比較した。

2. 実験装置及び方法

表 1 に供試機関の諸元表を示す。試供機関は、空冷 4 サイクル単気筒直噴式ディーゼルエンジン、排気量は 219[cc]である。圧縮比は機関仕様の 20.6 及び 16.0 とし、シリンダヘッドとシリンダブロック間に銅板を差し込み、すきま容積を変えることで変更した。高圧燃料噴射装置の燃料噴射時期は 20[deg.BTDC]一定、燃

料噴射圧力は 60[MPa]一定とした。試供燃料には JIS 2 号相当軽油と CME を使用した。実験は定常運転試験とし、機関回転数 3500[rpm]にて正味平均有効圧力を 100[kPa]から最大まで 100[kPa]毎増加させ、指圧線図、機関性能及び排気ガス成分を測定した。表 2 に軽油及び CME の燃料性状を示す。CME の低位発熱量は軽油の約 2/3 であり、14.7 [wt.%]の酸素を含む。

3. 実験結果及び考察

図 1 に定常運転試験における指圧線図及び熱発生率を示す。正味平均有効圧力 100[kPa]の場合、圧縮比 20.6 及び 16.0 において CME の着火時期は軽油より早期であり、最高燃焼圧力も高い。また、CME の最大熱発生率も軽油と比較して高くなる。最大正味平均有効圧力の場合、最大燃焼圧力が高いために着火時期は進角し、CME の着火時期は軽油と比較して若干早い。

図 2 に定常運転試験における正味平均有効圧力に対する着火時クランク角度及び最大燃焼圧力を示す。着火時期は、正味平均有効圧力が高いほど進角する。圧縮比 20.6 の場合に軽油及び CME の着火時期は圧縮比

Table 1. Specifications of test engine.

Type	4 cycle, Single cylinder
Bore×Stroke	70×57[mm]
Displacement volume	219[cc]
Rated engine speed	3500[rpm]
Cooling system	Air cooling
Combustion chamber	Re-entrant type
Compression ratio	20.6, 16.0:1
Injection pressure	60[MPa]
Injection timing	20[deg. BTDC]
Injection type	Common rail

Table 2. Fuel properties.

	Diesel fuel	CME
Density[kg/m ³]	0.829	0.873
Carbon[wt.%]	86	73.1
Hydrogen[wt.%]	13.5	12.2
Oxygen[wt.%]	-	14.7
Sulfur[wt.%]	0.8	-
LCV [kJ/kg]	42580	35220

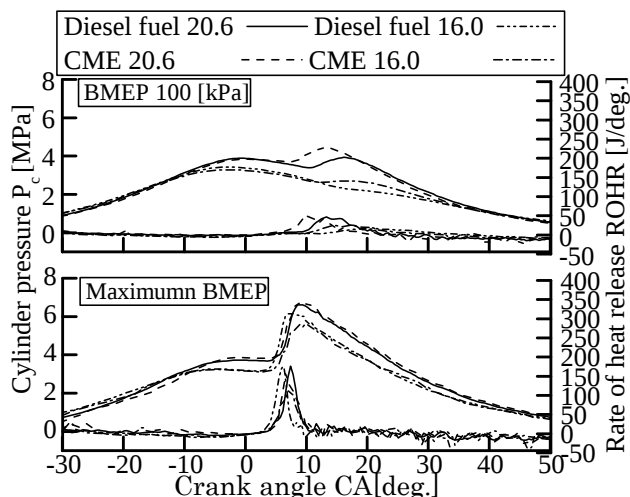


Figure 1. Indicator diagrams.

16 の場合と比較して早期である。これは正味平均有効圧力及び圧縮比の増加に伴い、燃焼室内温度が増加したためと考えられる。どちらの圧縮比においても CME の着火時期は軽油よりも早期であり、軽油と比較して CME の着火特性は優れると考えられる。最大燃焼圧力は、どちらの圧縮比においても CME の最大燃焼圧力は軽油と比較して高い。これは CME が軽油と比較して早期に着火するためと考えられる。

図 3 に正味平均有効圧力に対する機関性能及び排気ガス成分を示す。正味熱効率は軽油及び CME とともに正味平均有効圧力の増加に伴い増加する。また、軽油と CME の正味熱効率に大きな差異は示されない。排気ガス温度は、低圧縮比の場合に高い。これは着火遅れによって起こる後燃えによるものと考えられる。軽油と CME の排気ガス温度に大きな差異は示されない。

THC 濃度及び CO 濃度は、CME 及び軽油とも正味平均有効圧力の低下に伴って増加する。これは燃焼室内温度が低いために不完全燃焼が発生したためと考えられる。また、どちらの燃料においても、低圧縮比の場合、THC 濃度及び CO 濃度が非常に高い。CME の THC 濃度及び CO 濃度は、どちらの圧縮比においても軽油と比較して若干低い。これは CME が含酸素燃料であるためと考えられる。CO₂ 濃度は、CME 及び軽油ともどちらの圧縮比においてもほぼ同等である。これは CME の炭素水素比が軽油と大差ないためと考えられる。NO_x 濃度は、軽油及び CME とともに低圧縮比において低い。これは低圧縮比において燃焼室内温度が低下し、NO_x の生成が抑制されたためと考えられる。軽油及び CME のスモーク濃度は、非常に低い値が示されている。これは高圧力燃料噴射によって燃料の微粒化が促進されたためと考えられる。

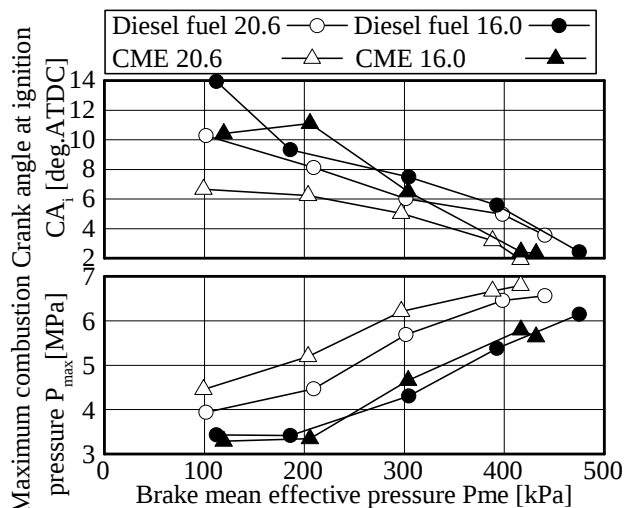


Figure 2. Ignition and combustion characteristics as a function of brake mean effective pressure.

4. 結論

CME の場合、低圧縮比時の着火遅れが改善される。CME は含酸素燃料であるため THC 濃度及び CO 濃度は、どちらの圧縮比においても軽油と比較して低い。よって、CME は低圧縮比圧縮着火機関に適している燃料であると考えられる。

5. 参考文献

- (1) 山根他：自技会論，Vol.35， No.1 (2004) 83-90
- (2) 小澤他：機論，B，Vol.78， No.787 (2012) 291-299
- (3) Koji Yoshida, SAE International Journal of Fuels and Lubricants, Vol. 3, Issue. 2, 2010-32-0080, 2010

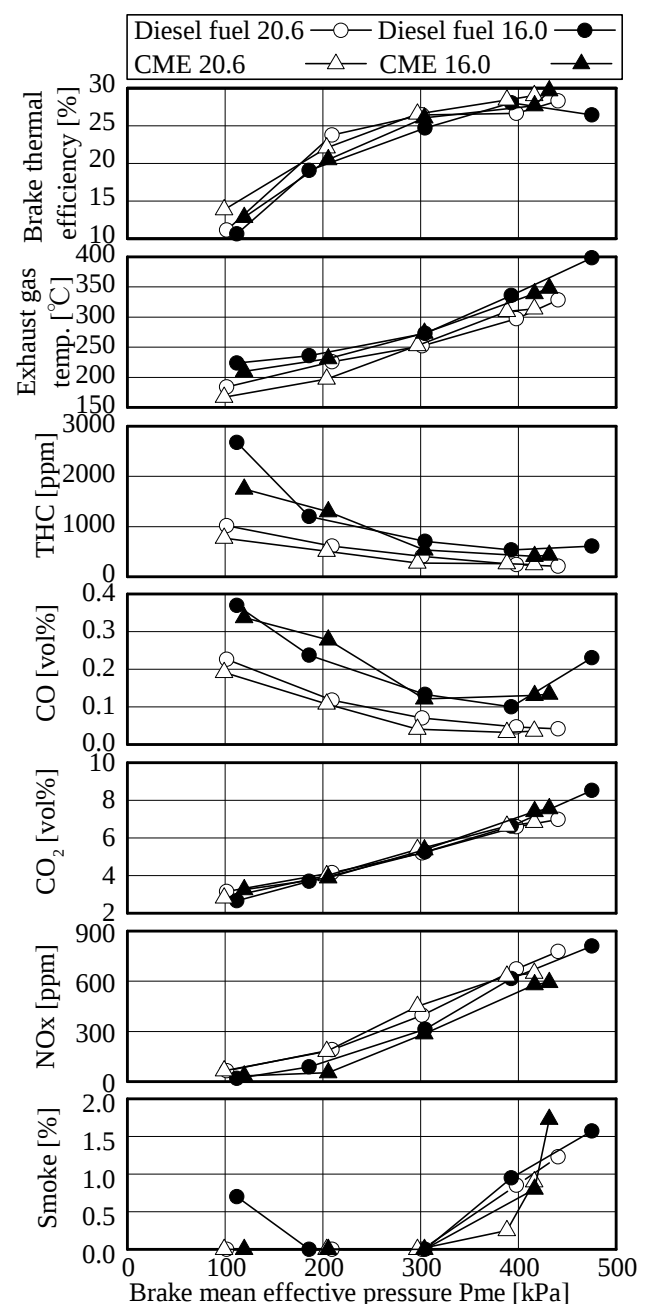


Figure 3. Engine performance as a function of brake mean effective pressure.