

バイオ燃料が低圧縮比ディーゼル機関に与える影響 An Effect of Bio Diesel Fuel on Low Compression Ratio Diesel Engine

露木銀河¹,長谷川裕紀¹,○比留間祐太¹,山田光²,吉田幸司³Ginga Tsuyuki¹, Hiroki Hasegawa¹, *Yuta Hiruma¹, Hikaru Yamada², Koji Yoshida³

Abstract: This study investigated an effect of the bio diesel fuels (Coconut-oil Methyl Ester: CME, Vegetable-oil Methyl Ester: VME) on low compression ratio diesel engine performance. The engine performance of diesel fuel, CME and VME was measured using diesel engine under the steady state condition. The ignition timings of CME and VME were advanced as compared to diesel fuel in case of low compression ratio. The brake thermal efficiency of diesel fuel was always higher than BDF, however NOx concentration of CME was lower than diesel fuel, because rate of heat release of diesel fuel increased by an ignition delay.

1. まえがき

バイオマス燃料をディーゼル機関の軽油代替燃料に活用する研究が行われている。⁽¹⁾本研究は、ココナツ油脂とサラダ油から生成したココナツオイルメチルエステルとサラダ油メチルエステル(Coconut-oil Methyl Ester 以下 CME, Vegetable-oil Methyl Ester 以下 VME) が高圧縮比及び低圧縮比の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。

2. 実験装置及び方法

表 1 に供試機関の諸元を示す。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る。圧縮比は機関仕様の 21.2 及びシリンダヘッドとシリンダブロック間に真鍮板を差し込み、すきま容積を変えることで 17.3 とした。燃料噴射時期は、15.5 [deg.BTDC] である。燃料には JIS2 号相当軽油と CME 及び VME を使用した。回転数 3600 [rpm] の定常運転状態にて正味平均有効圧力(Brake Mean Effective Pressure 以下 BMEP) を 100 [kPa] から最大まで 100 [kPa] 毎増加した。

表 2 に、供試燃料の燃料性状を示す。VME は、大豆油 60 [wt.%], 菜種油 40 [wt.%] 混合物と仮定した。CME 及び VME の密度は軽油よりも若干高く、低位発熱量

は軽油と比較して CME は 83 [%], VME は 86 [%] 程度である。また、CME は酸素を約 14.7 [wt.%] 程度、VME は約 10.7 [wt.%] 程度含有する含酸素燃料である。

3. 実験結果及び考察

図 1 に、圧縮比 17.3 及び 21.2 における BMEP 100 及び 500 [kPa] の場合の指圧線図及び熱発生率を示す。どちらの BMEP でも圧縮比 21.2 の場合、最高燃焼圧力が高いため着火時期が進角するものの、燃料による差異はない。圧縮比 17.3 では CME と VME 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、BMEP 100 [kPa] の場合、CME の最大熱発生率は軽油より高く、BMEP 500 [kPa] では軽油より低くなる。

図 2 に、圧縮比 17.3 及び 21.2 における着火燃焼特性を BMEP に対して示す。燃焼開始時期は、どの BMEP においても圧縮比 21.2 の場合、圧縮比 17.3 の場合より早期である。どちらの圧縮比でも BMEP に関わらず、燃焼開始時期は CME, VME, 軽油の順で早期であり、CME と VME の着火特性は軽油よりも優れる。最大筒内圧力及び図示平均有効圧力変動率は、BMEP 200

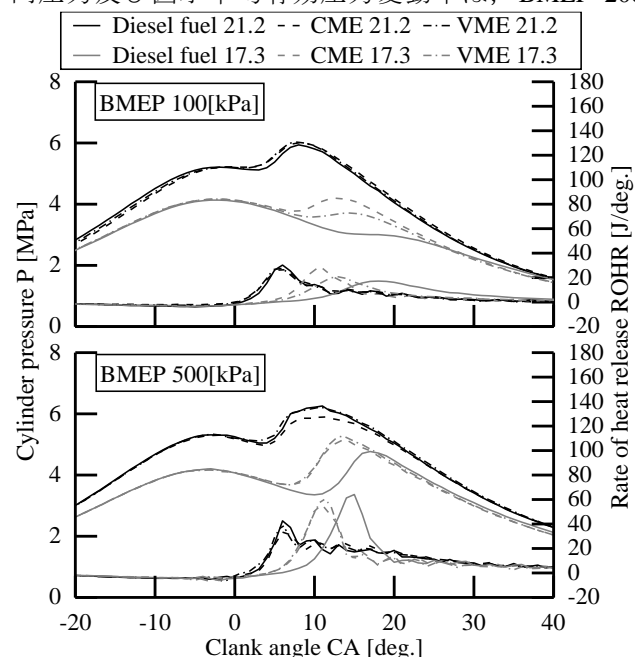


Figure 1. Indicator diagrams.

Table 1 Specifications of test engine

Type	4 cycle, Single cylinder
Bore×Stroke	86×75 [mm]
Displacement volume	435 [cc]
Rated engine speed	3600 [rpm]
Cooling system	Air cooling
Combustion chamber	Re-entrant type
Compression ratio	21.2, 17.3
Injection timing	15.5 [deg. BTDC]
Injection type	Mechanical injector

Table 2 Fuel properties

	Diesel fuel	CME	VME
Density [kg/m ³]	0.829	0.873	0.888
Carbon [wt.%]	86	73.1	77.4
Hydrogen [wt.%]	13.5	12.2	11.9
Oxygen [wt.%]	-	14.7	10.7
Sulfur [wt.%]	0.8	-	-
LCV [kJ/kg]	42580	35220	36522

1 : 日大理工・学部・機械 2 : 日大理工・院 (前)・機械 3 : 日大理工・教員・機械

[kPa]以上では、すべての燃料でどちらの圧縮比とも、ほぼ一定な低い値が示される。これは、BMEP 200 [kPa]以下の低負荷時は燃焼が不安定なためと考えられる。

図 3 に、圧縮比 17.3 及び 21.2 における BMEP に対する機関性能を示す。正味熱効率は、BMEP の増加に伴い増加し、軽油の正味熱効率は CME と VME より若干高い。THC 濃度は、BMEP の低下に伴い増加し、低圧縮比の場合に不完全燃焼が発生するため高い。圧縮比 17.3 において BMEP に関わらず、THC 濃度は軽油、VME、CME の順で高い。これは、CME と VME が含酸素燃料であり、低圧縮比時に燃料の酸化が促進され、また CME は VME よりも酸素含有量が多いため、CME の THC 濃度が最も低くなると考えられる。CO 濃度は、BMEP の増加に伴い低下し、400 [kPa]からは増加する。これは、BMEP が低い場合、燃焼室内温度が低いために不完全燃焼が発生し、BMEP 400 [kPa]以上では燃料噴射量が過大なためと考えられる。また、すべての燃料において、圧縮比 17.3 の場合に不完全燃焼のため CO 濃度が高く、軽油、VME、CME の順で高い。これも、CME と VME が含酸素燃料であるためと考えられる。CO₂ 濃度は、BMEP の上昇に伴い増加し、燃料による大きな差異はない。これは、CME と VME の炭素水素比が軽油と大差ないためと考えられる。また、すべての燃料で、圧縮比 17.3 の場合の CO₂ 濃度は圧縮比 21.2 よりも高い。これは、低圧縮比の場合、正味熱効率が低いためである。NO_x 濃度は、どの燃料においても BMEP の増加に伴って増加し、高負荷時において軽油の NO_x 濃度は CME より若干高い。これは、軽油の着火時期が CME よりも遅れ、最大熱発生率が上昇する

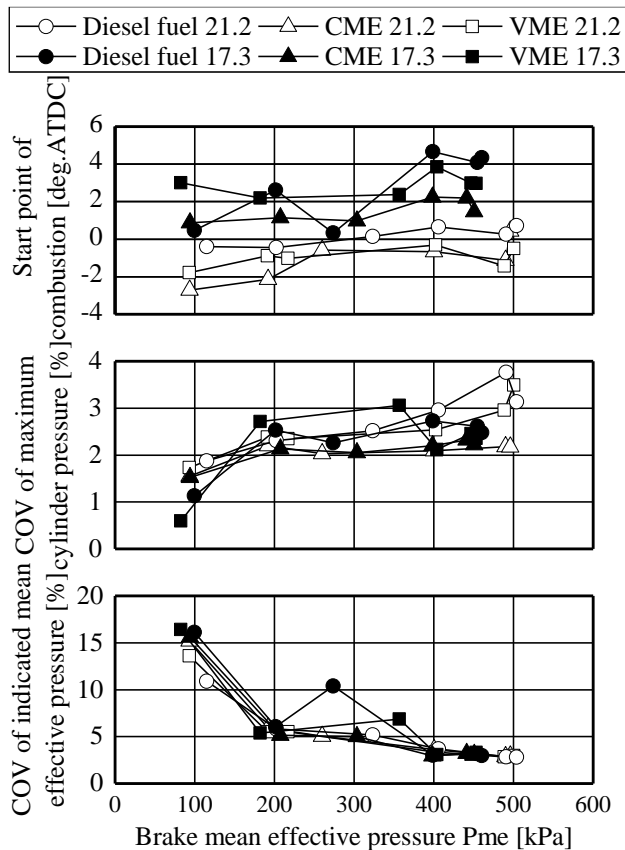


Figure 2. Ignition and combustion characteristics.

ためと考えられる。スモーク濃度はどの燃料においても高負荷時に急激に増加する。これは、BMEP の増加に伴い燃料噴射量が増加するためと考えられる。

4. 結論

低圧縮比にて CME と VME の着火時期は軽油と比較して進角し、着火遅れが改善されるものの、軽油の正味熱効率は CME と VME より若干高い。低圧縮比において、どの燃料も不完全燃焼により CO 濃度と THC 濃度が増加するものの、CME と VME は含酸素燃料であるため軽油と比較して低い。また、CME の NO_x 濃度は軽油及び VME よりも低い。よって、CME は低圧縮比ディーゼル機関の代替燃料として好ましい。

5. 参考文献

(1) 山根他：自技会論，Vol.35，No.1，pp83-90(2004)

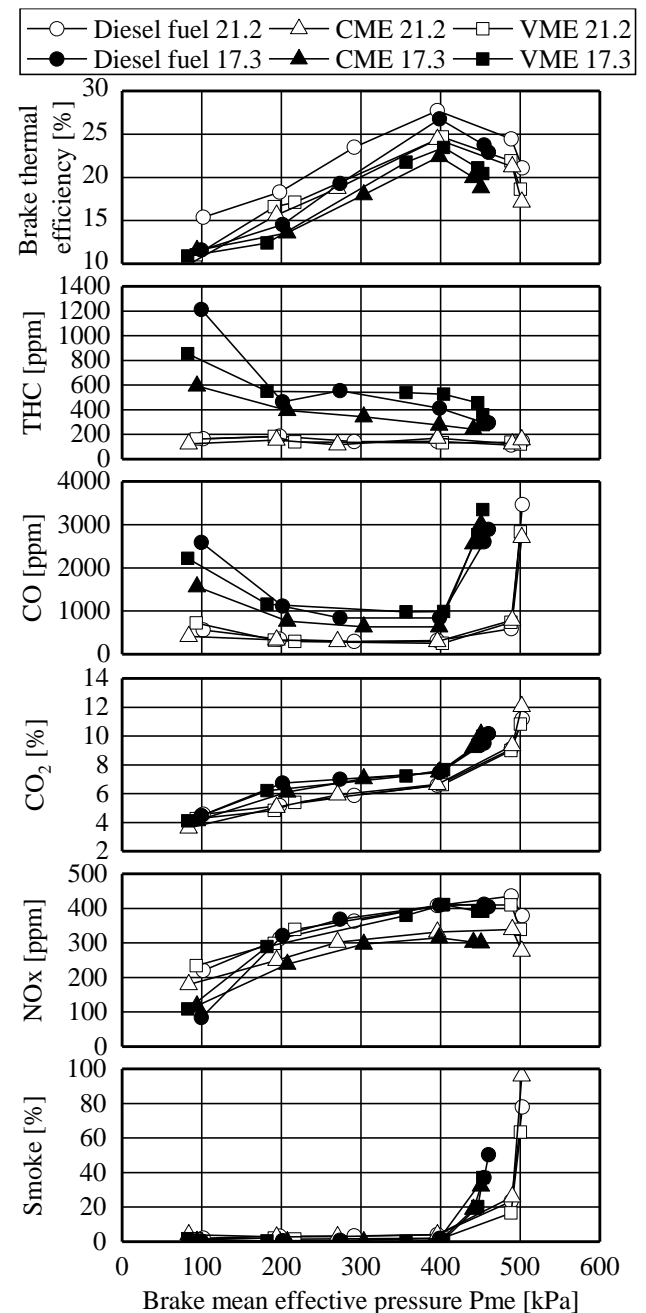


Figure 3. Engine performance.