

K2-5

圧縮着火機関の冷寒時における着火特性に関する研究  
 ～軽油・ココナッツメチルエステル・大豆油メチルエステルの比較～  
 A Study on Ignition Characteristics of Diesel Engine in Cold Condition  
 - Comparison of Diesel fuel, Coconuts oil Methyl Ester and Soy been Methyl Ester -

○阿部裕也<sup>2</sup>, 桜井直也<sup>1</sup>, 堤信也<sup>1</sup>, 難波秀一<sup>2</sup>, 吉田幸司<sup>3</sup>

\*Yuya Abe<sup>2</sup>, Naoya Sakurai<sup>1</sup>, Shinya Tsutsumi<sup>1</sup>, Syuichi Nanba<sup>2</sup>, Koji Yoshida<sup>3</sup>

Abstract: The compression ratio reduction of diesel engine has been recently studied to reduce NOx emission, however the ignition in cold condition would be deteriorated. In this study, the engine was forced cooled by the injecting water mist to the engine cooling fin to investigate the ignitability and engine performance at the cold condition experimentally. Diesel fuel, coconut oil methyl ester (CME) and soybean oil methyl ester (SME) were tested. In case of cold condition, the ignitability of SME was worsen because SME contained unsaturated FAMES. CME which had saturated FAMES showed almost the same ignition characteristics as diesel fuel.

1. まえがき

ディーゼル機関の NOx 排出低減のため、低圧縮比に関して研究されている<sup>(1)</sup>。しかし、低圧縮比では低温時の着火特性が劣る。本研究の目的は、機関に水を噴霧することで冷却し、冷寒時の着火特性及び機関特性を実験的に明らかにすることである。なお、供試燃料として、軽油、ココナッツオイルメチルエステル(以下、CME)及び大豆油メチルエステル(以下、SME)を用いた。

2. 実験装置及び方法

図 1 に実験装置の概略図を示す。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り、排気量 219 [cc]、圧縮比 20.6:1、燃料噴射時期 17.5±0.5 [deg. BTDC]、燃料噴射圧力約 20 [MPa]である。強制冷却では、霧状の水をブロー風で機関冷却用フィンに吹きつけた。なお、ブロー風量 9.2 [m3/min]、風圧 24.0 [kPa]、水流量 1.8[L/min]一定とした。実験では、機関回転数 3600 [rpm]にて定常運転をし、正味平均有効圧力を 100 [kPa]から最大負荷まで 100 [kPa]毎に変化させた。

3. 実験結果および考察

図 2 に、通常及び強制冷却時の指圧線図及び熱発生

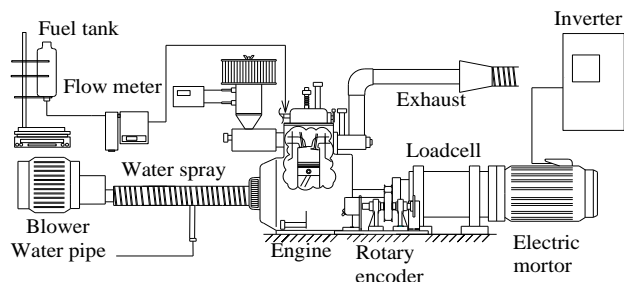


Fig.1 Experiment device

率を示す。上図は正味平均有効圧力 100 [kPa]、下図は 500 [kPa]である。正味平均有効圧力 100 [kPa]の場合、強制冷却を与えると、軽油及び CME では通常空冷時より最高燃焼圧力及び最高熱発生率は増加する。これは、着火遅れによる予混合燃焼分の増加によると考えられる。しかし SME の場合、著しい着火遅れにより最高燃焼圧力及び最高熱発生率は通常空冷時よりも低下する。正味平均有効圧力 500 [kPa]では、強制冷却時の軽油及び CME の最高燃焼圧力は、通常空冷時よりも著しく増加する。これは、強制冷却による冷却損失を補い、同一正味平均有効圧力を得るために供給燃料量を増加したためと考えられる。また高負荷時では、SME

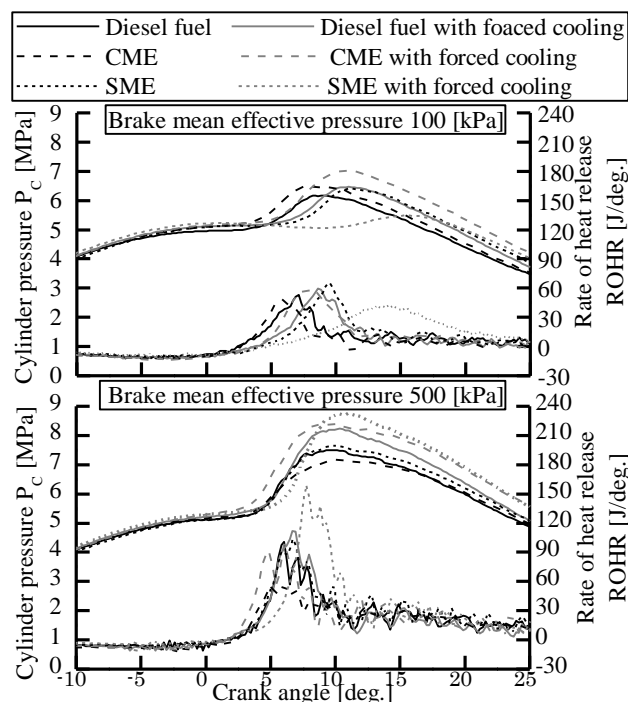


Fig.2 Indicator diagrams

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

は非常に高い熱発生率が示される。

図 3 に正味平均有効圧力に対する着火時及び最高燃焼圧力時のクランク角度を示す。着火時クランク角度は、中及び高負荷域において、軽油及び CME では強制冷却時と通常冷運転時において、さほど相違は示されない。しかし、SME の場合、全負荷域で強制冷却によって着火時期は顕著に遅角する。また、SME の最高燃焼圧力時期は全負荷域において通常冷却時より遅角する。従って、不飽和脂肪酸メチルエステルを多く含む SME は冷間時の着火特性が劣り、飽和脂肪酸メチルエステルで構成される CME は、強制冷却時においても軽油と同等の着火特性を有すると考えられる<sup>(2)</sup>。

図 4 に正味平均有効圧力に対する機関性能を示す。強制冷却によって、どの供試燃料でも通常冷却時よりも高負荷運転が可能となる。これは、強制冷却によって燃焼室内壁面温度が低下し、充填効率が向上するためと考えられる。正味熱効率は、どの供試燃料においても通常冷却運転時と比べて強制冷却時では若干減少し、特に高負荷域では顕著に減少する。これは、冷却損失増加によると考えられる。FAME の HC 濃度は、通常冷却時及び強制冷却時とも全負荷域で軽油より低い。強制冷却によってどの供試燃料も HC 濃度が増加し、特に高負荷域では不完全燃焼によって著しく増加するものの、FAME は軽油と比較して強制冷却による HC 濃度の増加が少ない。強制冷却時のスモーク濃度は、高負荷域では不完全燃焼の発生によって急激に増加する。NOx 濃度は、CME では強制冷却によって全負荷域において若干低下する。これは、着火性の良い CME では最大熱発生率が低いとためと考えられる。

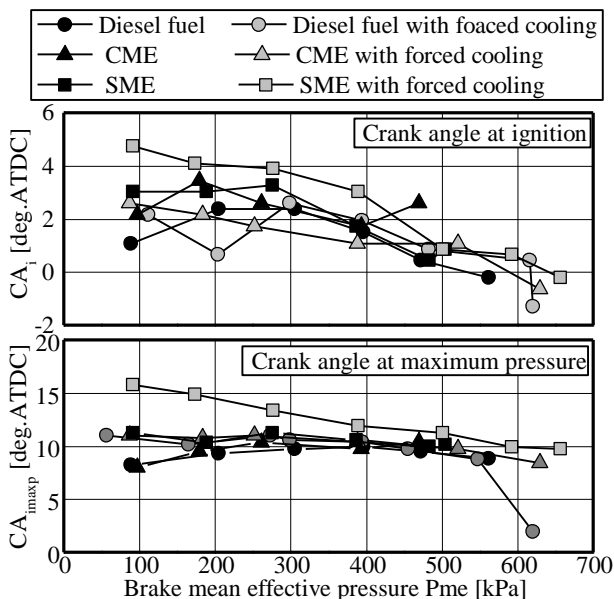


Fig.3 Crank angles at ignition and maximum pressure as a function of brake mean effective pressure.

4. 結論

- (1) 強制冷却により高負荷運転が可能となるものの、冷却損失により熱効率は低下し、高負荷域において不完全燃焼が発生する。
- (2) 強制冷却により、どの供試燃料においても最高燃焼圧力は増加し、また SME の場合、全負荷域において着火時期は遅角し、最大熱発生率は著しく増加する。
- (3) 冷間時における着火特性は、不飽和脂肪酸メチルエステルを多く含む SME は劣り、飽和脂肪酸メチルエステルで構成される CME は軽油とほぼ同等である。

5. 参考文献

- (1) L. Starck et al., SAE Paper 2010-01-1506, 2010
- (2) 中島他, 自技会論, Vol.40, No.3, 705-710, 2009

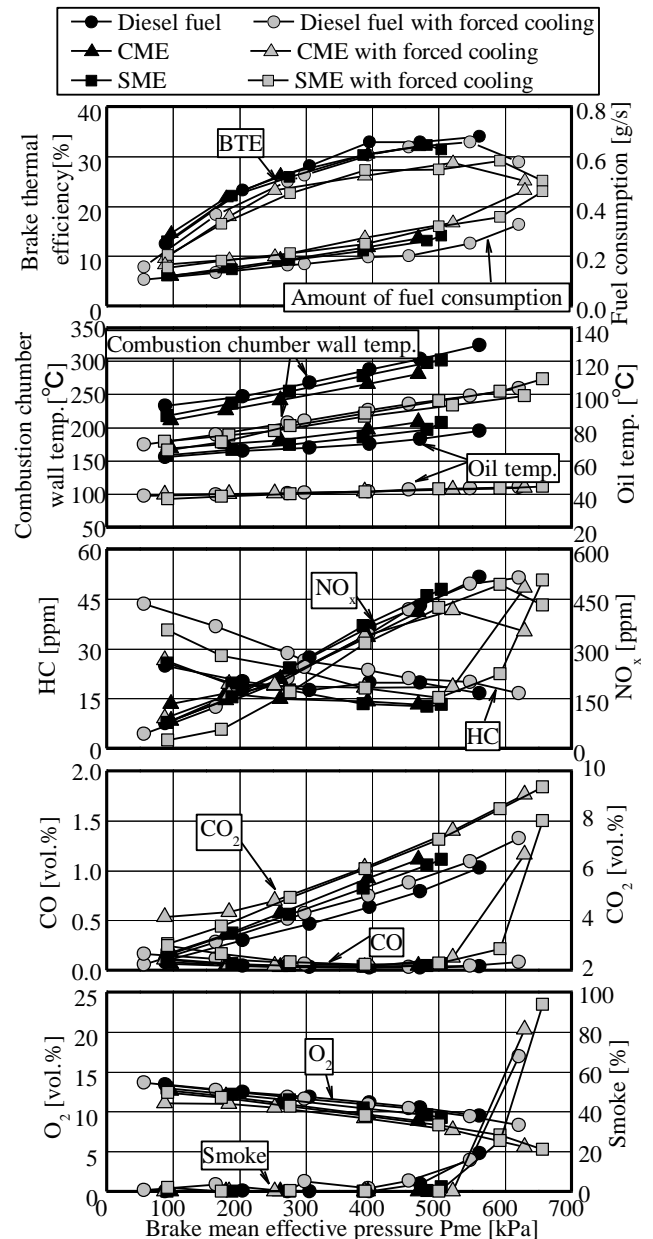


Fig.4 Engine performance as a function of brake mean effective pressure.