

セルロース液化燃料のディーゼル機関への応用 An Application of Cellulosic Liquefaction Fuel for Diesel Engine

○駒場隆三¹, 善方淳¹, 中村麻周¹, 我孫子大祐¹, 山澤昌之², 吉田幸司³*Ryuzo Komaba¹, Jun Zenpou¹, Mashu Nakamura¹, Daisuke Wabiko¹, Masayuki Yamazawa², Koji Yoshida³

Abstract: 80wt.% of wood and 20 wt.% of polypropylene were liquefied by using the mineral oil as a solvent. The liquefied material was distilled, and distillation fraction of temperature from 493 to 573 K was recognized as diesel fraction CLF (Cellulose Liquefaction Fuel) and that from 378 to 493 K was recognized as naphtha fraction CLF. CLFs were mixed with diesel fuel at 40wt.%. For diesel fraction CLF mixed fuel, the ignition was advanced and a high smoke concentration was detected in high load. For naphtha fraction CLF mixed fuel, THC concentration was higher than that of diesel fuel.

1. まえがき

エネルギー有効利用のため、未利用バイオマスの産業用エネルギー変換に関する研究が行われている^[1]。本研究は、セルロース系バイオマス 80[wt.%]にポリプロピレン 20[wt.%]に混合し、蒸留点 400[°C]以上の鉱油を溶媒として共液化法により試作したセルロース液化燃料(Cellulosic Liquefaction Fuel 以下 CLF)のディーゼル機関への応用を目的とする。燃料原料と鉱油混合物は、二軸押出混練機を用いた共液化反応によって液化し、液化された液化生成物を分留し、分留温度範囲 220-350[°C]を軽油留分 CLF、125-220[°C]をナフサ留分 CLF とし、それぞれ 40[wt.%]を軽油に混合し、圧縮着火特性と機関性能を軽油と比較した。

2. 実験装置及び方法

供試機関は、空冷 4 サイクル単気筒式ディーゼル機関、排気量 219[cc]、圧縮比 20.6:1 である。機械駆動式インジェクタを用い、燃料噴射時期は 17.5±1[deg. BTDC]固定、燃料噴射圧力は 20[MPa]固定である。本研究の CLF は、セルロース系バイオマスとして日本スギ 80[wt.%]とポリプロピレン 20[wt.%]を原料とし、予め 0.1[mm]程度に粉碎し混合した。体液比 1:4 にて溶媒の鉱油と混合し、反応温度 350-400[°C]にて直接共液化して生成した。液化生成物の内、分留温度範囲

Table 1. Fuel properties.

	Diesel fuel	CLF
Density [g/cm ³]	≤ 0.86	0.8054
Kinetic viscosity [cSt]	2.5 ≤	2.721
Pour point [°C]	≤ -7.5	-20
Flash point [°C]	50 ≤	99
CFPP [°C]	≤ -5	-27
Water [wt.%]	-	0.04
Ash [wt.%]	-	0.004
Sulfur [wt.%]	≤ 0.001	0.041
Lower calorific value [kJ/kg]	-	45120

220-350[°C]を軽油留分 CLF とし 125-220[°C]をナフサ留分 CLF とした。表 2 に軽油留分 CLF の燃料性状を示す。軽油留分 CLF は軽油と比較して引火点が高く、流動点は低い。軽油留分 CLF は、常温にて軽油とどのような混合割合においても安定的に混合する。しかし、ナフサ留分 CLF は混合しない成分が含まれるため、軽油と安定的に混合した成分のみで試験燃料を作成した。

実験において、供試燃料には JIS2 号相当軽油と各 CLF の混合燃料を使用し、軽油への各 CLF 質量混合割合は 40[wt.%]とした。実験において、定常運転試験にて機関回転数 3500[rpm]とし、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。

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。上図が正味平均有効圧力 100[kPa]、下図が

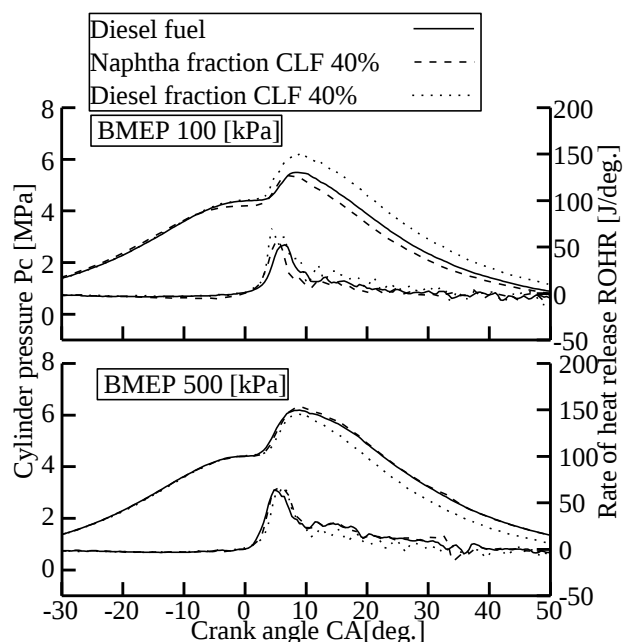


Figure 1. Indicator diagrams.

500[kPa]である。正味平均有効圧力 100[kPa]において、軽油留分 CLF 混合軽油は、熱発生率及び最高燃焼圧力は軽油と比較して高く、着火時期は早期であり燃焼期間が長い。ナフサ留分 CLF 混合軽油の着火燃焼特性は、軽油とほぼ同等である。正味平均有効圧力 500[kPa]で、ナフサ留分及び軽油留分 CLF 混合軽油は、最大熱発生率及び最大熱発生時期は軽油と同等である。従って、どちらの CLF も高負荷時に CLF を大量に噴射しても、圧縮着火特性及び燃焼特性にはほぼ影響を与えない。

図 2 に、着火時クランク角度及び最高燃焼圧力を正味平均有効圧力に示す。ナフサ留分 CLF 混合軽油の着火時クランク角度及び最高燃焼圧力は、全負荷において軽油と同等である。軽油留分 CLF 混合軽油は正味平均有効圧力 300[kPa]以下で最高燃焼圧力が高い。

図 3 に、定常運転性能試験結果を示す。ナフサ留分及び軽油留分 CLF 混合軽油の正味熱効率は、全負荷領域において軽油とほぼ同等であり、排気ガス温度も軽油と同等である。ナフサ留分 CLF 混合軽油の THC 濃度は、高負荷領域では軽油とほぼ同等であるが、低負荷領域では軽油よりも高い。従って、ナフサ留分 CLF は難燃性成分を含むと考えられる。軽油留分 CLF 混合軽油の SO_2 濃度は、負荷の増加に比例して増加し、軽油よりも高い。従って、軽油留分 CLF は硫黄分を多く含むと考えられる。ナフサ留分及び軽油留分 CLF 混合軽油の NO_x 濃度は、負荷の増加に従って一様に増加し、軽油とほぼ同等である。また、ナフサ留分及び軽油留分 CLF 混合軽油の CO 濃度も、全負荷領域では軽油とほぼ同等である。軽油留分 CLF 混合軽油のスモーク濃度は、軽油よりも高い。これは、軽油留分 CLF に植物

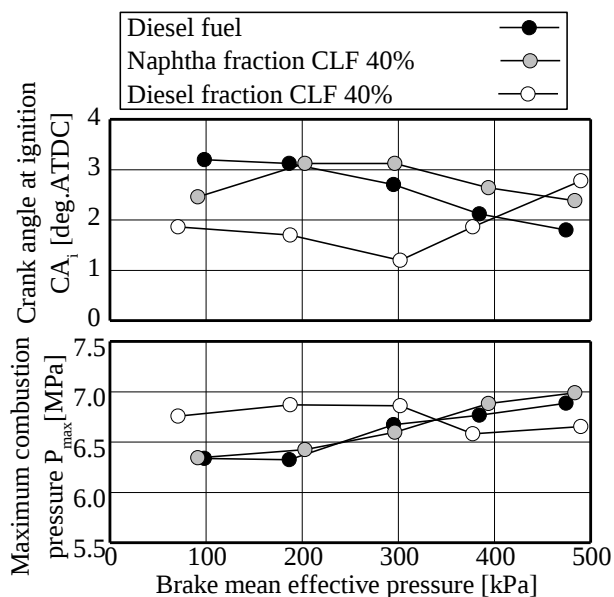


Figure 2. Ignition and combustion characteristics as a function of brake mean effective pressure.

由来のススの前駆物質が含まれるためと考えられる。

4. 結論

軽油留分 CLF 混合軽油は、低負荷時に最高燃焼圧力及び熱発生率が高く、高負荷領域ではナフサ留分及び軽油留分 CLF 混合軽油の着火時期は軽油と同等となる。ナフサ留分及び軽油留分 CLF 混合軽油の正味熱効率は全負荷領域において軽油と同等である。ナフサ留分及び軽油留分 CLF 混合軽油の NO_x 濃度は軽油とほぼ同等であるが、ナフサ留分 CLF 混合軽油の THC 濃度は低負荷領域では高く、軽油留分 CLF 混合軽油のスモーク濃度は軽油よりも高い。しかし、本研究の CLF は軽油と混合することで代替燃料として使用できる。

5. 参考文献

- [1] 山根他：「自技会論」，Vol.35，No.1，pp83-90，2004

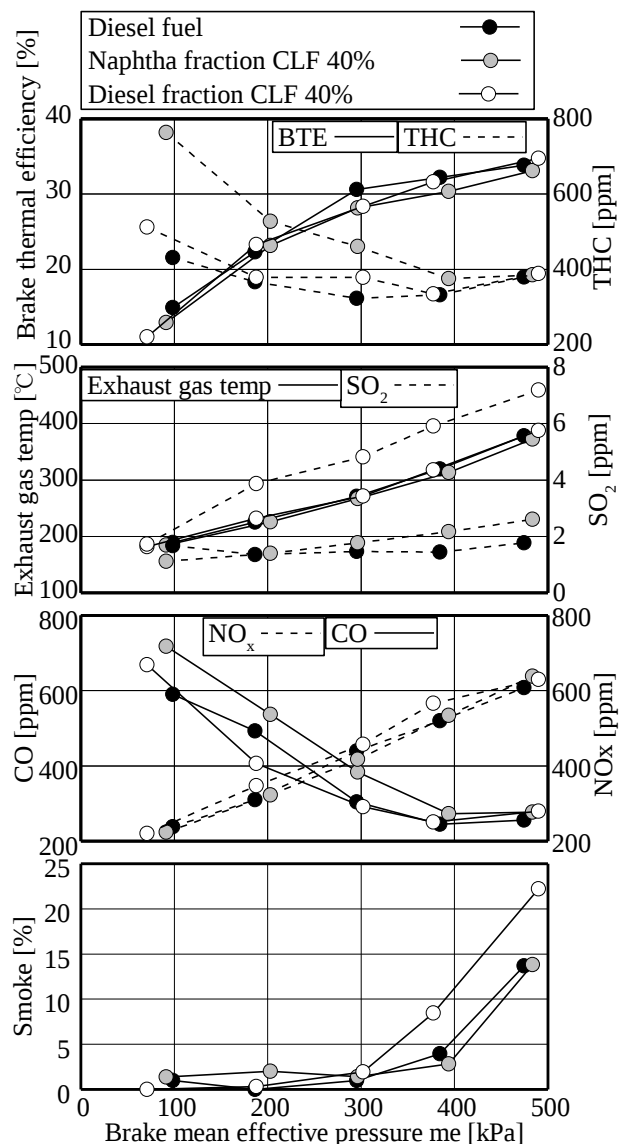


Figure 3. Exhaust gas concentration of generator as a function of running time.