

## 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

伊東俊太郎<sup>1</sup>, ○小玉圭介<sup>1</sup>, 竹内朗真<sup>1</sup>, 山澤昌之<sup>2</sup>, 鈴木浩平<sup>2</sup>, 吉田幸司<sup>3</sup>  
Shuntaro Ito<sup>1</sup>, \*Keisuke Kodama<sup>1</sup>, Roma Takeuchi<sup>1</sup>, Masayuki Yamazawa<sup>2</sup>, Kohei Suzuki<sup>2</sup>, Koji Yoshida<sup>3</sup>

Abstract: The cellulosic liquefaction fuel was made from 80 wt.% of woods and 20wt.% of polypropylene by the direct co-liquefaction process. CLF was mixed with diesel fuel and the weight mixing ratio of CLF was 5 wt.%. The ignition and combustion characteristics and the engine performances were almost similar to those of diesel fuel. In the electric generation test, the diesel engine could be continuously and stably operating for three hours and the electric power and exhaust gas concentrations were not varied during the test. Therefore, CLF can be practically used as alternative fuel by mixing with diesel fuel.

### 1. まえがき

現在、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<sup>[1][2]</sup>。本研究は、セルロース系バイオマスとポリプロピレンを共液化法により試作したセルロース液化油(Cellulosic Liquefaction Fuel, 以下 CLF<sup>[3]</sup>)のディーゼル機関への応用を目的とする。実験において、CLF を 5 [wt.%] 軽油に混合し、機械式燃料噴射装置及び高圧燃料噴射装置式ディーゼル機関における圧縮着火特性と機関性能を測定した。また、ディーゼル発電機を用いた連続発電試験を行った。

### 2. 実験装置及び方法

性能試験の供試機関は、空冷 4 サイクル単気筒式ディーゼル機関、排気量 219 [cc] である。機械式燃料噴射装置の場合、圧縮比は機関仕様の 20.6、燃料噴射時期は  $17.5 \pm 0.5$  [deg. BTDC]、燃料噴射圧力は 20 [MPa] とした。高圧燃料噴射装置の場合、圧縮比は 20.6 及びシリンダヘッドとシリンダブロック間に銅板を挿入し 17.0 とした。燃料噴射圧力は 60 [MPa]、燃料噴射時期は圧縮比 20.6 の場合 19 [deg. BTDC]、17.0 の場合 20 [deg. BTDC] とした。連続発電試験の供試機関は、空冷 4 サイクル単気筒式ディーゼル機関、排気量 320 [cc] である。CLF は、木質 80 [wt.%] とポリプロピレン 20 [wt.%] を原料として、固体液比 1:4 にて溶媒である鉱油

Table 1. Fuel properties.

	Diesel fuel	CLF
Density [g/cm <sup>3</sup> ]	≤ 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

と混合し、反応温度 350-400 [°C] にて直接共液化して生成した。なお、液化生成物の内、軽油相当である分留温度範囲 220-300 [°C] を CLF とした。この CLF は、軽油とどの混合割合においても安定的に混合する。

表 1 に、軽油の JIS 規格値と CLF の燃料性状を示す。本研究の CLF は、密度、動粘度及び引火温度が JIS 規格値を満足し、低位発熱量も軽油とほぼ同等である。しかし、硫黄分が若干高い。この硫黄は、溶媒である鉱油または植物由来であると推察される。

性能試験において、機関回転数 3600 [rpm] にて、正味平均有効圧力を 0 [kPa] から最大まで 50 [kPa] 毎増加させ、筒内圧を測定した。連続発電試験において、機関回転数は 3600 [rpm] 一定、連続定格出力である 3.0 [kW] 一定の定常運転状態の下で軽油は 6 時間連続運転、CLF 混合軽油は 2 時間 45 分連続運転を行い、30 分毎に性能試験と同様の測定を行った。実験において供試燃料には、JIS2 号相当軽油と CLF の混合燃料を使用し、軽油への CLF 質量混合割合は 5 [wt.%] とした。

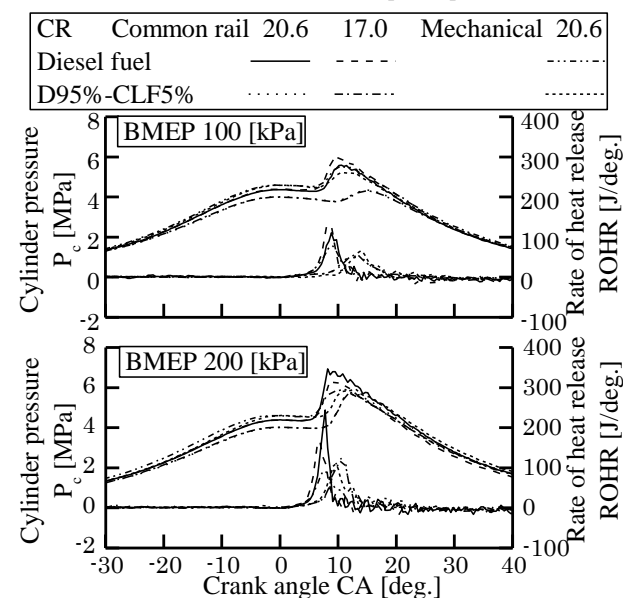


Figure.1 Indicator diagrams

3. 実験結果及び考察

図 1 に、性能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] の場合、下図が 200 [kPa] の場合である。どちらの正味平均有効圧力においても、CLF 混合軽油の指圧線図及び熱発生率は軽油と同等であり、CLF は着火燃焼特性にほとんど影響を与えない。正味平均有効圧力 200 [kPa] において、どちらの試験燃料においても圧縮比 20.6 の高圧燃料噴射装置の場合、指圧線図に激しい圧力振動が示され、急激な熱発生が確認される。これは、ガソリン機関のノックに類似した燃焼と考えられる。すなわち、高圧燃料噴射装置により燃料微粒化と空気との混合が促進され、高圧縮比によって短時間で燃焼したためと考えられる。図 2 に、性能試験における熱効率を示す。全ての負荷領域において、どの圧縮比においても、軽油及び CLF 混合軽油の熱効率はほぼ同等である。

図 3 に、連続発電試験における機関性能を示す。発電機において同一の発電量とした場合、CLF 混合軽油の電力、発電効率は軽油とほぼ同等である。図 4 に、連続発電試験における排気ガス成分を示す。CLF 混合

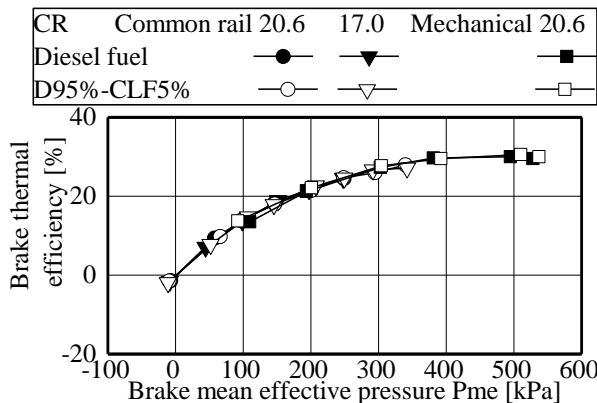


Figure.2 Brake thermal efficiency of Engine as a function of brake mean effective pressure.

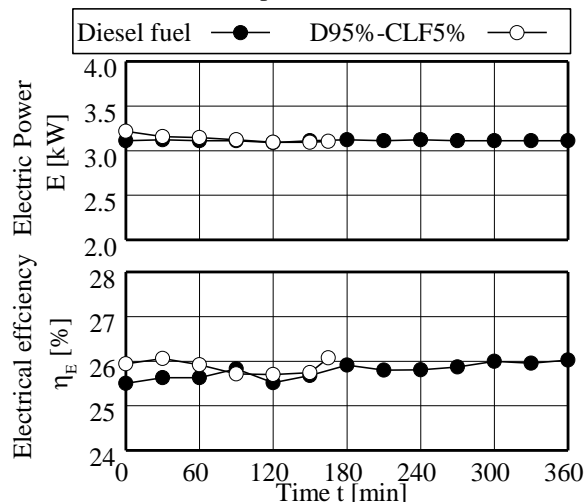


Figure.3 Generator performance as a function of running time.

軽油を用いた場合、排気ガス成分は軽油とほぼ同等である。よって、CLF 混合軽油を用いて発電した場合でも、長時間にわたり安定した発電が可能である。

4. 結論

高圧燃料噴射装置を用いた場合は、高負荷時にてガソリン機関のノックに類似した燃焼が観察された。しかし、熱効率は機械式燃料噴射装置とほぼ同等である。よって、本研究の CLF は、軽油と混合することで高圧燃料噴射装置を用いたディーゼル機関に応用することが可能である。連続発電試験において、発電効率は安定し軽油と同等であり、CLF 質量混合割合 5 [wt.%] の場合、長時間の安定した機関運転が可能である。

5. 参考文献

[1] 佐藤:「バイオマスハンドブック」, 社団法人日本エネルギー, pp116-123, 2005  
 [2] 山根他:「自技会論」, Vol.35, No.1, pp83-90, 2004  
 [3] 小澤他:「機論」, B, Vol.78, No.787, pp291-299, 2012

6. 謝辞

本研究は、独立行政法人 NEDO の支援を受けて実施した。ここに記し、謝辞といたします。

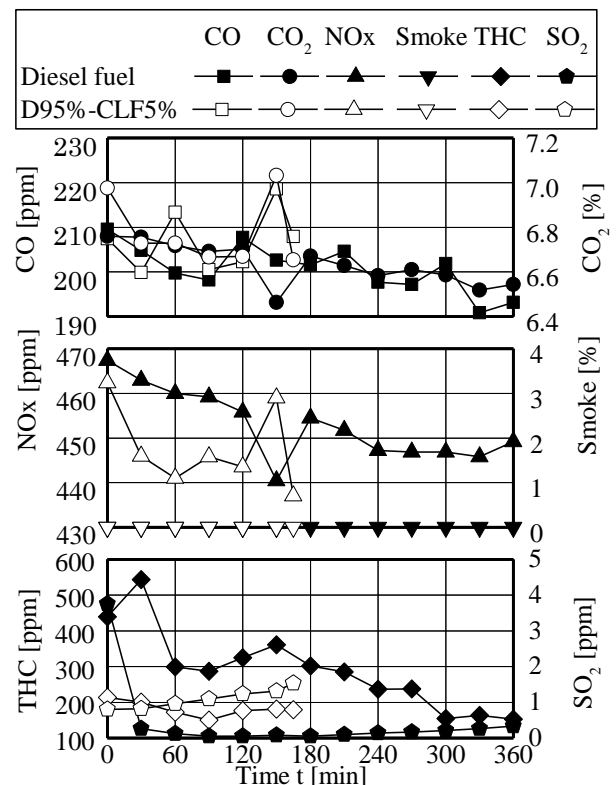


Figure.4 Exhaust gas concentration of generator as a function of running time.