

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

山澤昌之¹, ○李欣潼¹, 李騰¹, 劉凡剛¹, 鈴木浩平² 吉田幸司³
Masayuki Yamasawa¹, *Kintou Ri¹, Tou Ri¹, Hankou Ryu¹, Kohei Suzuki², Koji Yoshida³

The cellulosic liquefaction fuel was made from woods and plastic by the direct liquefaction process and CLF could be stably blended with diesel fuel in any mixing ratio. When the weight mixing ratio of CLF was less than 20 wt.%, the compression ignition and combustion characteristics were almost similar to those of diesel fuel and the engine performances such as brake thermal efficiency were not influenced by mixing ratio of CLF. THC was decreased as the weight mixing ratio of CLF increased, because CLF included oxygen atoms in its molecule. Therefore, CLF can be practically used as alternative fuel for 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⁽¹⁾。本研究は、セルロース系バイオマスを直接液化法により試作したセルロース液化油(Cellulosic Liquefaction Fuel, 以下 CLF)のディーゼル機関への応用を目的とする。過去の研究⁽²⁾において作成した木酢タールを溶媒とした CLF は圧縮着火せず、常温にて軽油しなかった。本研究では、CLF と軽油の混合性を向上するために、鉱油(分留温度 400 [°C] 以上)を溶媒とし、木質とポリプロピレンを同時に液化した CLF を新たに作成し、軽油への CLF 混合率が機関性能に及ぼす影響を定常運転試験から明らかにした。

2. 実験装置及び方法

供試機関は、空冷 4 サイクル単気筒直噴式ディーゼル排気量 219 [cc], 圧縮比 20.6:1 である。なお、燃料噴射時期は 17.5±0.5 [deg. BTDC] 固定、燃料噴射圧力は 20 [MPa] 固定である。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と混合し、反応温度 350-400 [°C] にて直接液化して生成した。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、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。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, 10, 15, 20 [wt.%] とした。表 1 に、軽油、過去の研究の CLF⁽²⁾ 及び本研究の CLF の燃料性状を示す。本研究で作成した CLF は、密度及び動粘度が過去の CLF と比較して低下し、引火温度も JIS 規格値を満足する。また燃料発熱量も向上し、軽油とほぼ同等となった。

定常運転試験において、機関回転数 3600 [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、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、各 CLF 質量混合割合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 500 [kPa] の場合である。正味平均有効圧

Table 1. Fuel properties.

	Diesel fuel	CLF (past)	CLF (present)
Density [g/cm ³]	≤ 0.86	1.003	0.8054
Kinetic viscosity [cSt]	2.5 ≤	13.4	2.721
Pour point [°C]	≤ -7.5	≤ 40	-20
Flash point [°C]	50 ≤	106	99
CFPP [°C]	≤ -5	5	-27
Water [wt.%]	-	-	0.04
Ash [wt.%]	-	-	0.004
Sulfur [wt.%]	≤ 0.001	0.0051	0.041
Higher calorific value [kJ/kg]	-	31010	45120

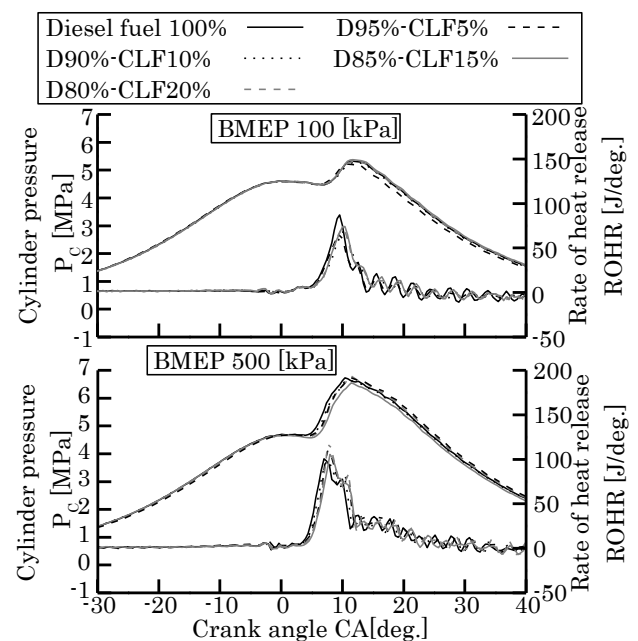


Figure 1. Indicator diagrams.

力 100 [kPa]において、CLF 質量混合割合は指圧線図及び熱発生率にほとんど影響を与えず、軽油とほぼ同等である。よって、CLF は低負荷時において軽油と同等の燃焼特性を示す。正味平均有効圧力 500 [kPa]においても、CLF 質量混合割合は指圧線図及び熱発生率にほとんど影響を与えない。従って、CLF を大量に噴射しても、圧縮着火及び燃焼特性に影響を及ぼさない。

図 2 に、指圧線図から解析した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対して示す。着火時クランク角度は、若干のばらつきが示されるものの、CLF 質量混合割合の影響をほとんど受けず、最高燃焼圧力も CLF 質量混合割合ほとんど受けない。従って、CLF を 20 [wt.%]程度軽油と混合しても、燃焼特性にはほとんど影響を与えない。

図 3 に、定常運転性能試験結果を示す。CLF は、どのような質量混合割合においても、正味熱効率、燃焼室内壁面温度及び排気ガス温度にほとんど影響を与えず、軽油と同等である。しかし、THC は CLF 質量混合割合の増加に従って顕著に減少する。これは、CLF が含酸素燃料であるためである。CO 及びスモークも高負荷時において CLF 質量混合割合が大きいと若干減少する。しかし、NO_x は CLF 質量混合割合の影響をほとんど受けない。また、CLF には硫黄が含まれるために CLF 質量混合割合の増加及び負荷の増加に従って、燃料噴射量が増加するために、SO₂ 濃度が増加する。従って、木質とポリプロピレンの供液化によって得られた CLF は、質量混合割合 20 [wt.%]程度までは、軽油と同等の燃焼特性を示し、正味熱効率等の機関性能にほとんど影響を与えず、排気ガス中の THC を減少することから、軽油に混合し軽油代替燃料として実用的に使用できる。

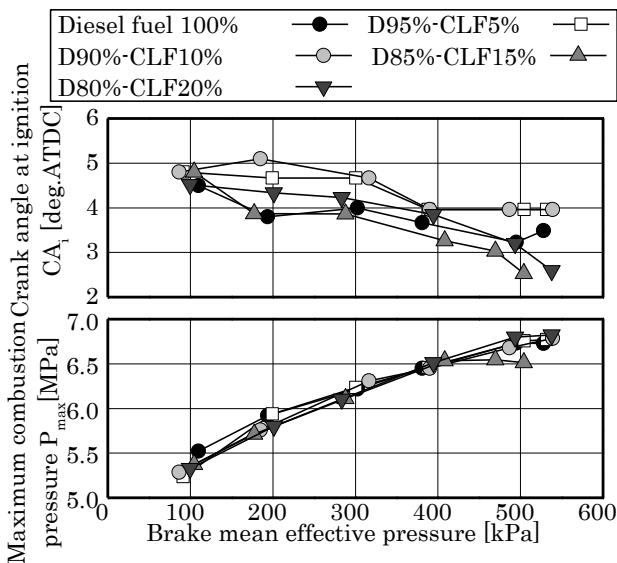


Figure 2. Combustion characteristics.

4. 結論

鉱油を溶媒としてポリプロピレンと木質を供液化した CLF は、軽油とどのような混合割合でも安定的に混合することができる。CLF 質量混合割合 20 [wt.%]程度までは、圧縮着火特性及び燃焼特性は軽油とほぼ同等であり、機関性能にほとんど影響を与えない。また、THC は CLF 質量混合割合の増加に従って減少する。従って、CLF は軽油代替燃料として実用的に使用できる。

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

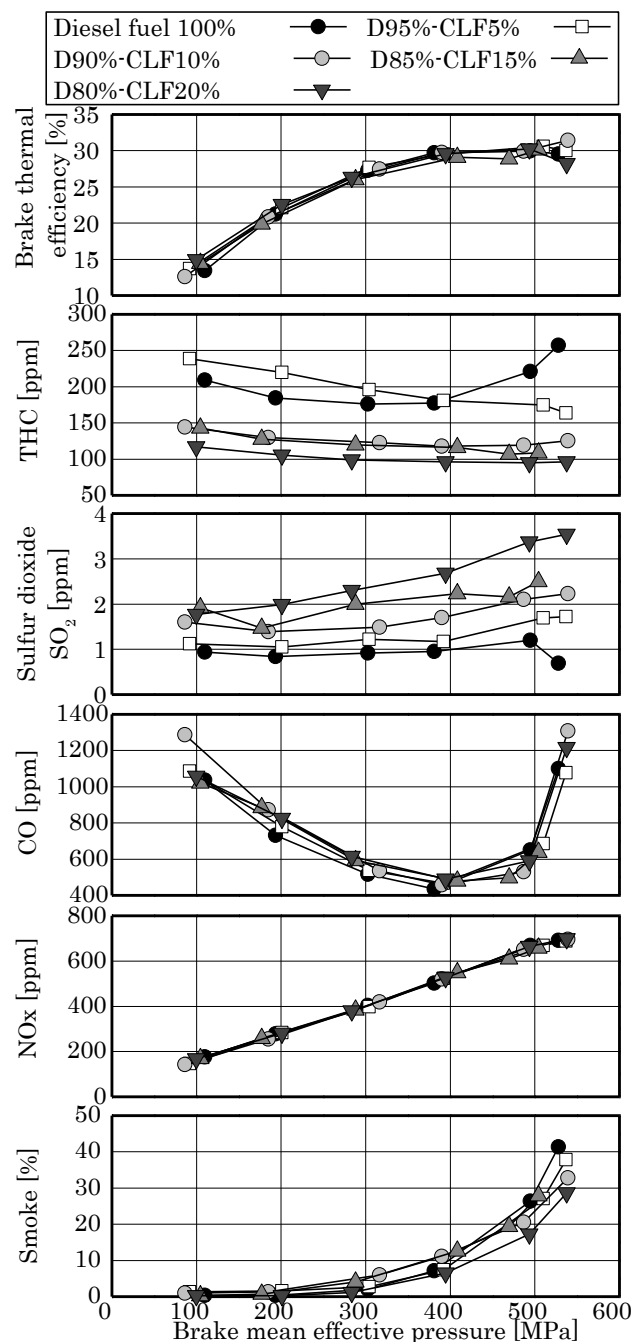


Figure 3. Engine performances.