

セルロース液化燃料の圧縮着火機関に関する研究

セルロース液化燃料混合率が機関性能に与える影響

A Study on Cellulosic Liquefaction Fuel for Diesel Engine

Influence of Mixing Ratio of Cellulosic Liquefaction Fuel on Engine Performance

○奈良橋大輔¹, 岩井雅利², 難波秀一², 吉田幸司³

*Daisuke Narahashi¹, Masatoshi Iwai², Syuichi Nanba², Koji Yoshida³

Abstract: The cellulosic liquefaction fuel (CLF) is made from woods by the direct liquefaction process and coconuts-oil methyl ester (CME) was used to mix CLF and diesel fuel. The purpose of this study is to analyze the ignition characteristics and performance of CLF-CME-diesel fuel blends. When CLF was mixed, the crank angle at ignition was delayed in low load condition. However, the ignition delay was improved as a load increased. CLF hardly influenced the engine performance even if the mixing ratio was increased up to 20 [wt.%]. However, NOx emission increased slightly but smoke decreased, when mixing ratio of CLF increased.

1. まえがき

本研究では、木材を直接液化法により液化したセルロース液化燃料⁽¹⁾(Cellulosic Liquefaction Fuel, 以下 CLF)を分留温度範囲 200-250 [°C](CLF1), 250-300 [°C](CLF2)に分留し、圧縮着火機関用燃料に適した CLF 留分及び軽油との混合割合を明らかにすることを目的とした。各 CLF 留分は単体では圧縮自着火せず、常温において軽油と完全に混合しないため、ココナツオイルメチルエステル (coconuts-oil methyl ester, 以下 CME)⁽²⁾を用いて軽油-CME-CLF 混合燃料として圧縮着火機関に供給した。⁽³⁾

2. 実験装置及び方法

実験には、水冷 4 サイクル単気筒直噴式ディーゼル機関、排気量 309 [cc], 圧縮比 18.4:1, 燃料噴射時期 16±1 [deg. BTDC]を用いた。供試燃料は軽油-CME-CLF 混合燃料であり、混合燃料中の CLF, CME 質量混合割合をそれぞれ 0-20 [wt.%]まで 5 [wt.%]毎変化させた。表 1 及び表 2 に、軽油, CME 及び各 CLF 留分の燃料性状を示す。実験は機関回転数 2600 [rpm]の定常運転の下で行い、正味平均有効圧力 100 及び 700 [kPa]にて機関性能を測定した。

Table 1 Fuel properties

Properties	Diesel Fuel	CME	CLF1	CLF2
Higher heating value [MJ/kg]	45.38	37.98	29.47	30.89
Density [kg/m ³]	838	872	1056	1062
Carbon [wt.%]	86.1	72.8	67.71	69.44
Hydrogen [wt.%]	13.7	11.7	7.77	7.93
Oxygen [wt.%]	<0.1	15.3	24.53	22.64

Table 2 Main components

	Main components
CME	Lauric acid, Myristic acid, Palmitic acid
CLF1	p-methylguaiacol, p-ethylguaiacol, 2,6-dimethylnaphthalene
CLF2	p-methylguaiacol, guaiacol, p-ethylguaiacol

3. 実験結果及び考察

図 1 に、正味平均有効圧力 100 及び 700 [kPa]の指圧線図及び熱発生率を示す。但し、CME は 5 [wt.%]混合した。低負荷時では、CLF 混合燃料は軽油と比較して着火及び最大熱発生時期が遅く、CLF 混合割合が多いほど着火時期は遅角する。これは表 2 に示すように、CLF が着火性の悪いリグニン由来の芳香族系化合物を含有するためと考えられる。しかし、高負荷時では CLF 混合燃料の着火時期は改善する。これは、高負荷において燃焼室内温度の上昇により着火が改善されたためと考えられる。また高負荷時では、CLF 混合燃料の最大熱発生率は軽油と比較して高い。これは、着火は改善するものの、CLF による着火遅れによって圧力が急上昇したためと考えられる。

図 2 に、正味平均有効圧力 100 及び 700 [kPa]における着火時クランク角度及び最高燃焼圧力を CLF 混合割合に対して示す。ここで、CLF 混合割合 0 [wt.%]は軽油の場合である。低負荷時では、CLF 混合割合が増加すると着火は遅角し、最高燃焼圧力は減少する。しかし高負荷時では、CLF 混合割合の増加に従って着火は若干遅角し、CLF を多量に混合すると最高燃焼圧力は若干上昇する。

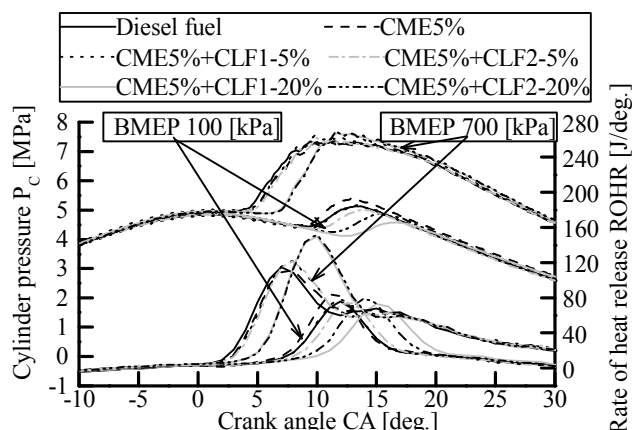


Fig. 1 Indicator diagrams

また低負荷時では、CLF2 混合燃料の着火時期は CLF1 混合燃料と比較して遅角する。これは分留温度範囲の高い CLF2 は CLF1 に比べ気化しにくく、着火性が劣るためと考えられる。高負荷時では低負荷時に比べ CLF 混合燃料の着火時期は改善され、CLF1 及び CLF2 混合燃料の最高燃焼圧力に差異はほとんど示されない。これは、高負荷において着火が改善されたためと考えられる。

図 3 に、正味平均有効圧力 700 [kPa]における機関性能を CLF 混合割合に対して示す。正味熱効率、CLF を混合することで若干向上する。HC 濃度は、CLF を混合すると軽油と比較し若干高くなる。これは、着火遅れによって未燃燃料が排出されたためと考えられる。NO_x 濃度は、CLF 混合割合が増加するに従って若干高くなる。これは、着火遅れにより最大熱発生率が増加し、燃焼ガス温度が上昇したためと考えられる。CO 濃度は、CLF2 混合燃料の場合、CLF1 混合燃料と比較して若干増加する。スモーク濃度は、いずれの CLF 混合燃料も CLF 混合割合を増加するにつれて、軽油と比較して減少する。これは、CLF 及び CME が含酸素燃料であるためと考えられる。しかし、軽油-CME-CLF 混合燃料は、機関性能へほとんど影響を与えず、安定した運転可能である。よって、CLF 混合割合は 20 [wt.%]までは運転可能であるものの、

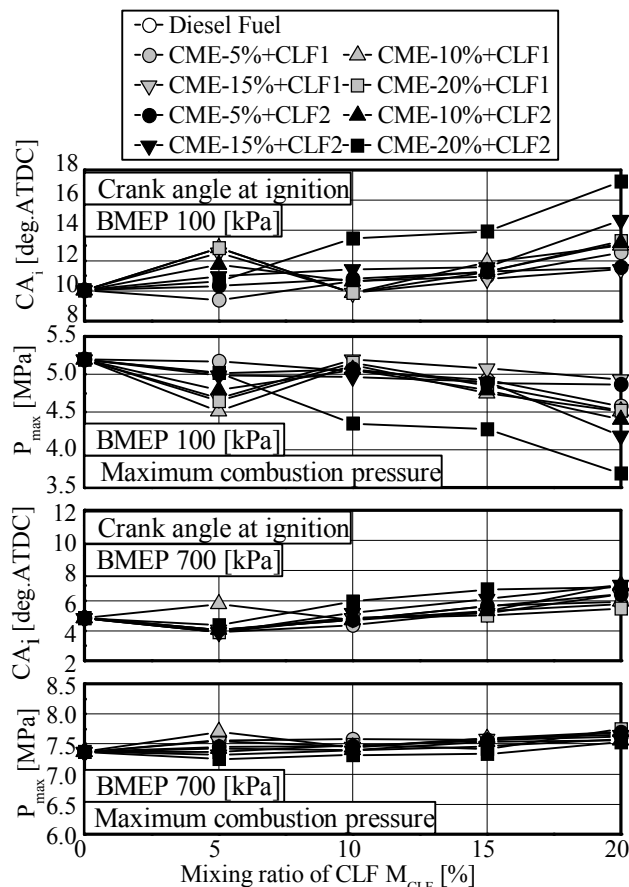


Fig.2 Maximum combustion pressure and crank angle at ignition as a function of mixing ratio of CLF.

軽油と比較して着火遅れの少ない CLF 混合割合 5 [wt.%]が望ましい。CLF2 に比べ CLF1 の方が気化しやすく、着火性に優れていることから、CLF1 が圧縮着火機関に対して好ましい留分であると考えられる。

4. 結論

- (1) CLF 混合燃料は、低負荷では軽油と比較して着火が遅れ、最高燃焼圧力は低い。高負荷では着火性は改善されるものの、最大熱発生率は若干高い。
- (2) 分留温度範囲の低い CLF1 は CLF2 と比較して、どの CLF 混合割合においても、着火性が良い。
- (3) 軽油-CME-CLF 混合燃料において、CLF 混合割合 20 [wt.%]まで安定した運転が可能であるが、5 [wt.%]の場合、機関性能にほとんど影響を与えない。

5. 参考文献

- [1] 任他：自技会論文集, Vol.40, No.3, pp78-786, 2009
- [2] 木下他：機論, B,72-715, pp286-291, 2006
- [3] 山根他：自技会論文集, Vol.35, No.1, pp83-90, 2004

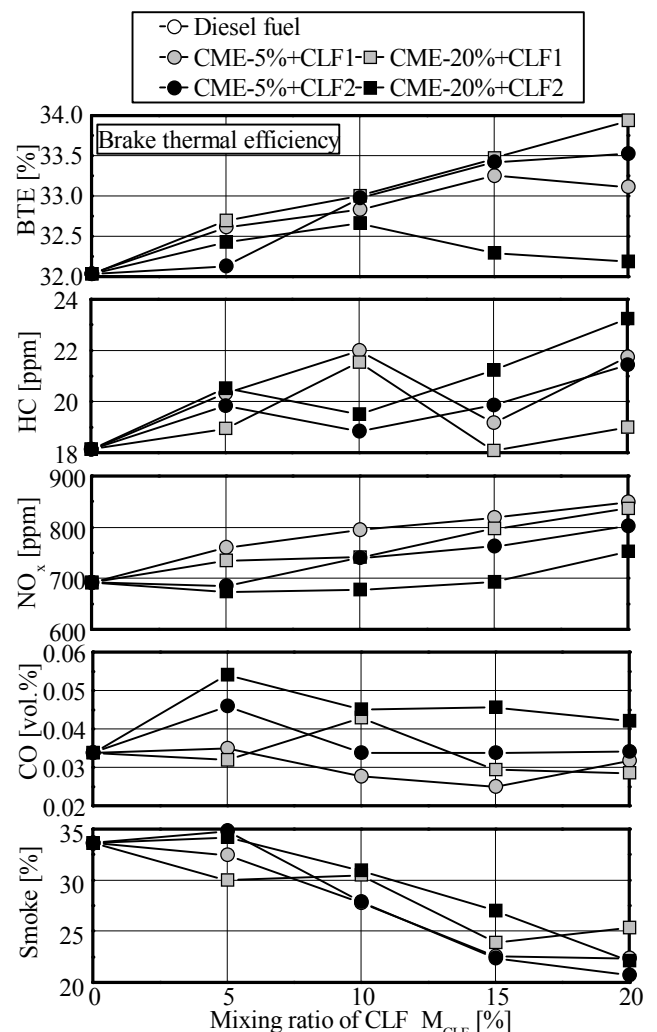


Fig.3 Engine performance as a function of mixing ratio of CLF at 700 kPa of brake mean effective pressure.