

BDF・炭化水素/水エマルジョン燃料の相分離過程に関する研究

日大生産工(院)○山田将汰

日大生産工 山崎博司, 秋濱一弘, 今村宰

[1] 緒言

近年, エネルギー源として化石燃料が大量消費されており, 今後も化石燃料の消費量は増加し続けると予想されている. そのため, 化石燃料の枯渇や二酸化炭素などの排出物が地球温暖化などの気候変動を引き起こす要因として問題視されている. そこで再生可能エネルギーの一つであり, 従来型炭化水素燃料に混合させて使用できるバイオディーゼル燃料(BDF)が普及しつつある¹⁾. 植物油をエステル化させた脂肪酸メチルエステル(FAME)はBDFの主成分であり, 発熱量が比較的高く, FAMEの燃焼によって排出される二酸化炭素は地球温暖化に寄与しないカーボンニュートラルとされる. FAMEの利用については基礎的燃焼²⁾から実機³⁾まで多くの研究成果が報告されている. しかしながら, FAMEに水を混入させたエマルジョンについての研究は行われている⁴⁾ものの十分な情報は得られていない. メチルエステルの分子構造には, 親油基, 親水基を有しており, 乳化構造に影響を与えると同時に, 乳化剤の曇点によって生ずる油相, 水相の分離, 凝集に影響すると考えられるものの, それらについての知見は得られていない. 本研究は多成分燃料としてエマルジョン燃料を想定し, かつBDF/水エマルジョンの液滴を燃焼過程における二次微粒化に先立ち発生する相分離過程の検討を目的としたものである. 特にここでは, 炭化水素/水エマルジョンにBDFを混入させた場合の乳化特性および乳化剤の曇点にどのような影響を及ぼし, 加熱過程での相分離への影響を明らかにするため, BDF・*n*-hexadecane/水エマルジョンについて実験するとともに, 乳化過程に影響の大きいエタノールを添加した場合の影響を調べた.

[2] 実験装置

実験装置の概略をFig. 1に示す. 実験装置は測定部および加熱部より構成される. 測定部はパイレックスガラス管3本及びベークライト板とガラス板を用いて作成した観察窓をクランプにて固定し取り付けした. 加熱媒体には信越シリコン製KF-96L-500Csを用いた, 中央のガラス管内には線径50 μ mのK型熱電対を挿入し, 温度上昇過程を安定的に観察するために信越シリコン製KF-96L-1.50Csを封入した. 加熱媒体の温度を測定するために坂口電機製T-35型 シース熱電対を用い, データロガー(GRAPHTEC製GL220)を用いて温度データの取得を行った. また, データロガーとの接続は線径0.5mmの補償導線を用いた. 撮影系は, デジタルカメラにズームレンズを取り付け, LED光源を用いて行った. デジタルカメラは, Nikon1V2を用いビデオ録画モードとした. デジタルカメラおよびLED光源はガラス管に対して上面に設置し, ガラス管内部へ封入した試料の相分離および蒸気泡発生を観察記録した. 加熱系にはFine製投げ込みヒーターを用いてオイルバスを加熱し, 加熱媒体の中に細管に浸漬して, 細管内部に封入した試料の加熱を行い, 相分離, 蒸気泡発生を観察した. オイルバス内の温度を均一に保つためにマグネチックスタラーを用いた. 本実験では, ベース燃料として*n*-ヘキサデカン及びオレイン酸メチルを用いた. 乳化剤である界面活性剤には, ポリオキシエチレンアルキルエーテル(エマルゲンLS-110, 花王(株), HLB=13.4, 以後Surfactant A)を使用した. ベース燃料の体積割合を0.7, 界面活性剤の含有率(体積割合) C_s は0.03と一定とし, エタノールの体積割合 C_e を0, 0.10と変化させ, それに伴い含水率 C_w を変えて供試燃料を調製した. これらを所定の体積割合で混合し, マグネチックスタラーで攪拌したのち, ダイアフラム式ドライ真空ポンプ(アルバック機工株式会社製)を用いて約30分間の脱気を行った後, 実験に供した.

Study on Phase Separation Process of BDF・Hydrocarbon /Water Emulsified Fuel
Shota YAMADA, Hiroshi YAMASAKI, Hirokazu AKIHAMA and Osamu
IMAMURA

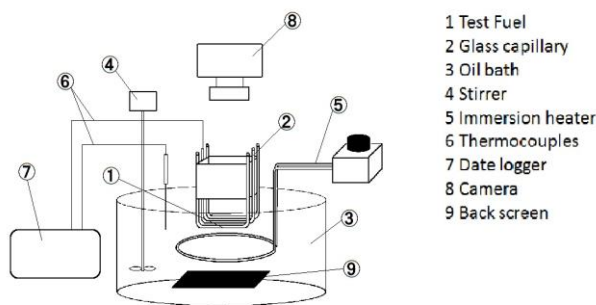


Fig.1 Schematics of experimental apparatus.

[3] 実験結果及び考察

Fig.2 に、OME・n-hexadecane/水エマルジョン燃料における相分離開始温度の測定結果を示す。縦軸は供試燃料における相分離開始温度であり、上横軸が OME 添加率、下横軸は n-hexadecane 添加率である。図の打点は平均値であり、実験値のばらつきが併せて記載されている。Fig.1 の結果から、ベース燃料成分の割合を変化させても、相分離開始温度は大きく変化しておらず、おおむね一定である。また OME 割合が減少すると、相分離温度のばらつきは大きくなる傾向があることがわかる。Fig.3 に、添加水分の一部を体積割合 0.1 のエタノールに置き換え、含水率 0.17 とした場合の供試燃料の相分離開始温度を示す。図の結果より、OME の体積割合 0.5 の場合で相分離開始温度が約 15K 低下していることがわかる。これはエタノールが界面活性剤の効果を阻害することによって相分離が低い温度で開始されたことによるものである。またそのばらつきは小さくなる傾向にある。一方で OME の割合が少ない場合にはその影響が小さくなっている。併せて OME の体積割合が小さい場合にはデータのばらつきも大きい傾向は同様である。これは OME の分子構造において、親水基と疎水基を併せ持つことにより界面活性剤に近い働きをするため、OME 含有量が増加することでエマルジョン燃料における乳化構造での曇点が変わったため、相分離温度が変化したためと考えられる。

[4] 結言

OME/ n-hexadecane /水エマルジョン燃料を細管内に封入し、高温油槽に浸漬、加熱し、相分

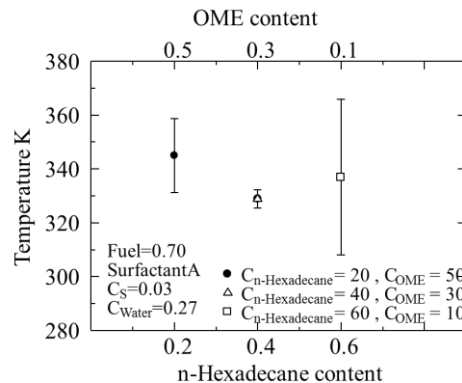


Fig.2 Start temperature of phase separation of n-hexadecane/OME/water emulsion

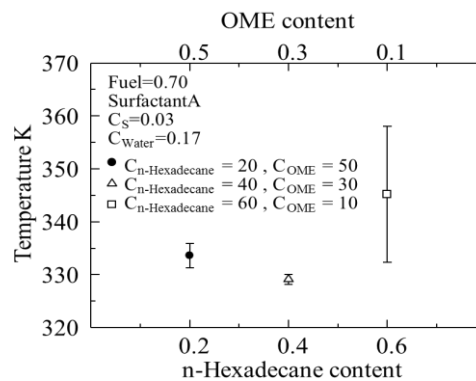


Fig.3 Effect of ethanol additives on start temperature of phase separation of n-hexadecane/OME/water emulsion

離開始温度を検討した。特にここではベース燃料成分の割合の影響を調べるとともに、添加水分の一部をエタノールに置き換えた供試燃料について検討した結果、以下の知見を得た。

- 1) OME/n-hexadecane /水エマルジョン燃料においては、相分離開始温度に対する燃料成分の影響は大きくない。
- 2) エタノール添加 OME/n-hexadecane /水エマルジョン燃料では、OME 割合が大きい場合相分離開始温度に低下する。

【参考文献】

- 1) Mwangi, J. K. et al, Applied Energy 159 (2015), pp.214-236.
- 2) Avulapati, M. M. et al, Fuel 166 (2016), pp.59-66.
- 3) Napolitano, P. et al, Fuel 166 (2016), pp.719-732.
- 4) Sánchez-Cantú, M. et al, Fuel 189 (2017), pp.436-439.