

BDF・炭化水素/水エマルジョンの相分離に関する研究

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 幸

1 まえがき

近年、エネルギー源として化石燃料が大量に消費されており、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。それらの対策として再生可能エネルギーの一つであるバイオディーゼル燃料(BDF)を従来型炭化水素燃料に混合させた燃料が普及しつつあり、今後も使用範囲の拡大が見込まれている¹⁾。植物油をエステル化させた BDF の主成分は脂肪酸メチルエステル(FAME)であり発熱量が比較的高く、カーボンニュートラルの特性から 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。

こうした点から環境対策として期待される一方で、燃焼効率向上の一案として FAME に水を混入させエマルジョンとした場合の検討は多くは行われていない。特にメチルエステルの分子構造は親油基、親水基を有しており乳化構造に影響を与え、かつエマルジョン生成のために混合した乳化剤の曇点によって生ずる燃料液滴中の油相及び水相の分離、凝集も燃焼効率に大きく影響すると考えられるが、それらについての知見は十分には得られていない。

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とそれ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。本稿ではその準備段階として、n-Hexadecane/水エマルジョンの相分離及び発砲過程についてエタノール添加の影響を検討したのでその結果について報告する。

2 実験方法および測定方法

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、クランプにて固定することで取り付け、加熱媒体にはシリコンオイル(KF-96L-500Cs)を用いた。中央のガラス管内には線径50 μ mのK型熱電対を設置し、温度上昇過程を安定観察するためにシリコンオイル(KF-96L-1.50Cs)を封入した。加熱媒体の温度を測定するために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、撮影系は、デジタルカメラにマクロレンズを取り付け、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。

加熱系には温度制御されたオイルバスを用い、加熱媒体の中に細管を浸漬して細管内部に封入した試料の加熱を行い、相分離および蒸気泡発生を観察した。また、オイルバス内の温度を均一に保つために攪拌機を用いた。オイルバスの温度は443K一定とし、その温度変動は ± 1 K以内であった。

本実験では、ベース燃料としてn-Hexadecane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で一定とした。エタノールの体積割合 C_E を0, 0.03, 0.05, 0.08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、マグネチックスターワで攪拌したのち、減圧容器に30分間保持し脱気を行った後、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

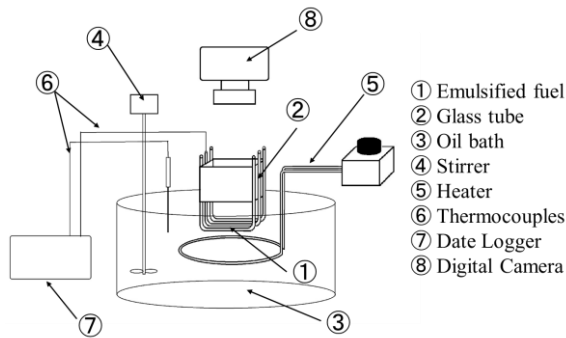


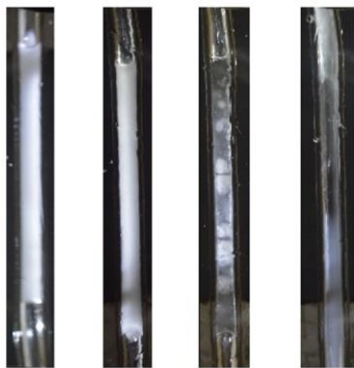
図1. 実験装置

4 実験結果および検討

図2にn-Hexadecane/水エマルジョンにおける相分離過程の時間変化を示す。図には供試燃料の加熱開始から相分離開始，相分離経過中，蒸気泡発生までの過程が示されている。

図3にn-Hexadecane /水エマルジョン燃料を細管内にて加熱した場合の温度履歴を示す。図にはエタノール添加の影響が示されている。図からエタノールを添加していないエマルジョン燃料の温度上昇過程に比べ， $C_E=0.03$ 及び $C_E=0.05$ とした場合には温度上昇過程は緩やかになる傾向が見られた。またいずれの場合においても360Kを超えた領域で温度変動が大きくなる一方で $C_E=0.08$ としたエマルジョンでは加熱初期より温度上昇過程に差異が見られた。

図4にn-Hexadecane /水エマルジョン燃料を細管内で加熱した場合の相分離開始温度に対するエタノール含有率の影響を示す。図よりエタノールをn-Hexadecane /水エマルジョン燃料に添加することで相分離開始温度が約15K上昇していることがわかる。一方でエタノール添加率を変化させても相分離開始温度は大きく変化せず，相分離の温度領域は $C_E=0.03$ ，0.05と大きな差がないことがわかる。



0s 3.6s 7.8s 12.8s
図2. n-Hexadecane/水エマルジョンの相分離過程

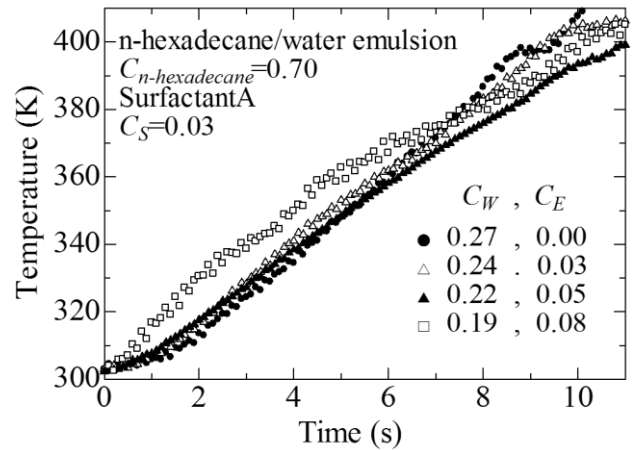


図3. n-Hexadecane/水エマルジョンの細管加熱における温度履歴

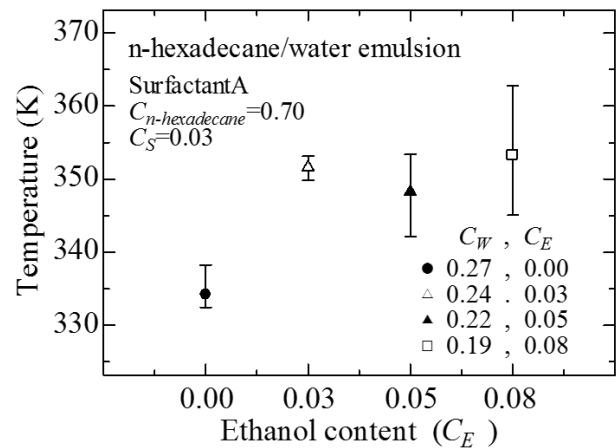


図4. n-Hexadecane/水エマルジョンにおけるエタノール添加における相分離温度の変化

5 まとめ

n-Hexadecane /水エマルジョン燃料における相分離過程を検討した。細管内に封入した供試燃料の加熱実験を行った結果，以下の知見を得られた。

- 1) n-Hexadecane /水エマルジョン燃料にエタノールを添加することにより相分離温度が15K 上昇する。
- 2) n-Hexadecane /水エマルジョン燃料を細管内で加熱した場合の初期の温度上昇過程はエタノール添加割合が 0.05 以下では大きく変化しない。

【引用文献】 1)Mwangi, J. K. et al, Energy saving and pollution reduction by using green, fuel blends in diesel engines, Applied Energy 159 (2015), pp.214–236