

アルコール添加炭化水素・BDF混合燃料の伝熱特性

日大生産工 (院) ○加藤 祐太 日大生産工 今村 幸
日大生産工 古川 茂樹 日大生産工 山崎 博司

1 緒言

開発途上国の急速な経済発展に伴うエネルギー消費の大幅な増加は様々な問題を提起している。そのひとつは化石燃料の枯渇問題であり、併せて二酸化炭素排出量は増大による地球温暖化という気候変動がある。これらの問題の解決には化石燃料消費の減少を促進させることが求められることは明らかであり、その手法の一つとして燃料の代替化がある。しかしながら質、量ともに化石燃料に匹敵する代替燃料は見出されていないのが現状である。石油代替燃料の実用化に至るまでの手段として、燃料の多様化による化石燃料消費の軽減がある。すなわち従来の化石燃料に、カーボンニュートラルであるバイオ起源燃料を混入させて燃焼させることにより、相対的に化石燃料の消費を減少させるとともに、二酸化炭素排出量を抑制しようとするものである。燃料に様々な混入成分を添加して燃焼を制御することは従来からも行われてきた技術である。その混入成分としてはバイオマスから合成されるディーゼル用燃料としての高級脂肪酸エステル（以下、BDF）と低級アルコールであるエタノールが注目されている。しかしながら、これらを炭化水素に混入する場合、非極性液体と極性液体として安定した混合物が得られにくい。同様な燃料混合技術としてエマルジョン技術がある。エマルジョンは極性液体である水と炭化水素を混合し安定化させた燃料であり、エマルジョンを介してBDFとエタノールを安定的に混合した燃料を実現できる可能性があると考えられる。

本研究は、炭化水素およびBDFをベースとしてエマルジョン燃料にエタノールを混入させた場合の諸相について検討をしようとするものである。特にエマルジョンの伝熱特性については沸騰特性を含め一部実験的に検討⁽¹⁾がなされているものの、BDFの主成分である脂肪酸メチルエステルおよびエタノールが混入されたエマルジョンの伝熱特性について検討されているものは見当たらない。そこで本研究では炭化水素の混合物をベースとした油中水滴型エマルジョン燃料にエタノール添加した場合の伝熱特性を実験的に明らかにしようとするものである。

2 実験方法および測定方法

伝熱面は、直径 0.2 mm、長さ 110 mm の白金細線であり、直接電気加熱法により伝熱実験を行った。Fig.1 に実験装置の概要を示す。実験装置は大きく分けて 4 つに分類され実験液槽、温度制御系、計測・電力供給系から構成されている。実験液槽の上蓋には電極、電圧測定端子、凝縮器および攪拌機が取り付けられて、温度制御系はヒーター、温度制御装置及び熱電対によって構成されている。電力供給系は PC で制御された定電流電源であり、プログラマブルに電流をステップ的に変化させ実験を行った。計測系は 2 台のマルチメータとシャントで構成し、細線両端の電圧値、およびシャントでの電流値を測定した。これらから、細線における発熱量、抵抗変化を測定し、熱流束および伝熱面温度を決定した。実験では、電流値は 0.2 A から 7.2 A まで 0.2 A 間隔で増加させ 10s 間隔で行った。

実験試料は、植物油より合成した脂肪酸メチルエステル（以後 FAME_p）に雰囲気温度 313K、333K、353K と変化させ伝熱実験を行った。またベース燃料を FAME_p および n-ヘキサデカンとし純水を混入させ、界面活性剤で安定化させたエマルジョン燃料を用いて伝熱実験を行い、水混入の影響を検討した。また添加成分として、エタノール、ベース燃料を n-ヘキサデカンと、FAME_p とした場合について用い実験を行い FAME_p 混入の影響を調べた。

界面活性剤はソルビタンモノオレート（レオドール SP-010V、花王（株）、HLB=4.3）とポリオ

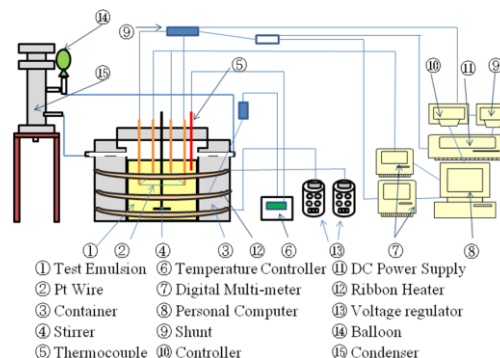


Fig.1 Schematics of Experimental Apparatus

Heat Transfer Characteristics Hydrocarbon and BDF Mixture with Alcohol Additives

Yuta Kato, Osamu Imamura, Shigeki Furukawa and Hiroshi Yamasaki

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）を混合したものを使用し，その混合割合は，体積比率で8：2とした。

本実験で用いる FAME_p は以下により作成した。植物油に，水酸化ナトリウムを所定量溶解させたメタノール溶液を混合し，攪拌しながら湯煎した。ここで湯煎温度は 333K，湯煎時間は 30 分とした。その後，氷冷，ろ過の上，静置分離させ，中和処理を行ったうえで分相し，その油層の回収を行った。回収した油層について無水硫酸ナトリウムを用いて脱水し，再びろ過したものを，試料 FAME_p として用いた。

3 実験結果および検討

Fig.2 は，FAME_p の伝熱特性を表したグラフである。攪拌機の回転数は 200rpm であり，縦軸 h_w は熱伝達率，横軸 ΔT_w は伝熱面と試料温度 T_a との温度差である。図から雰囲気温度が 313K，333K，353K と変化させたことによる熱伝達率の影響はないことがわかる。

Fig3 は，FAME_p を 70% とした水/FAME_p エマルジョンの伝熱特性である。縦軸，横軸および他の実験条件は前図と同様である。図から雰囲気温度が 313K の場合に比べ，333K，353K では熱伝達率が増加し，333K の時が最も熱伝達率が高いことがわかる。

Fig.4 は，ベース燃料を n-ヘキサデカンと FAME_p の混合物とした水/エタノール/ベース燃料の伝熱特性である。図から ΔT_w が低い領域において熱伝達率はほぼ一定で推移し， ΔT_w が高い領域においては増加していることがわかる。また雰囲気温度が 313K，333K の場合に熱伝達率は低く，一定部分に大きな差異はない。一方，353K は熱伝達率が大いことがわかる。供試エマルジョンは油中水滴型であり，ベース成分である n-ヘキサデカン，FAME_p の混合油のなかに，分散成分として，水およびエタノールが小液滴として分散した構造となっている。図の熱伝達の増加は，いずれもエタノール，水の沸点よりも高く，これらの低沸点の分散小液滴が伝熱面に接触し，沸騰することによる伝熱促進効果によって熱伝達率が増加したものと考えられる。

4 結言

1. ベース燃料を FAME_p とした場合のエマルジョン燃料では 333K の場合 313K，353K の時と比べ熱伝達率が大い。
2. ベース燃料をヘキサデカンとし成分に FAME_p を混入させたエマルジョン燃料にエタノールを混入させると雰囲気温度 353K の時は雰囲気温度 313K，333K の時と比べ熱流束は増加している。

5. 参考文献

- 1) . Lazarenko.BR, ほか二名, Int. J. Heat Mass Transfer, 18 (1975), 589.

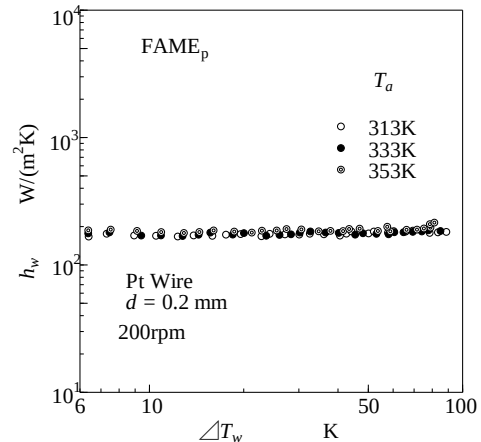


Fig.2 Heat transfer coefficient in FAME_p.

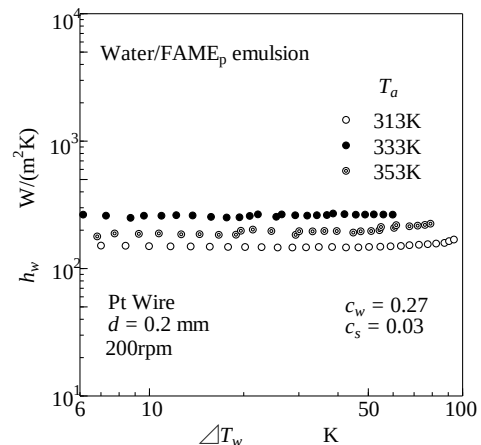


Fig.3 Heat transfer coefficient in water/FAME_p emulsions.

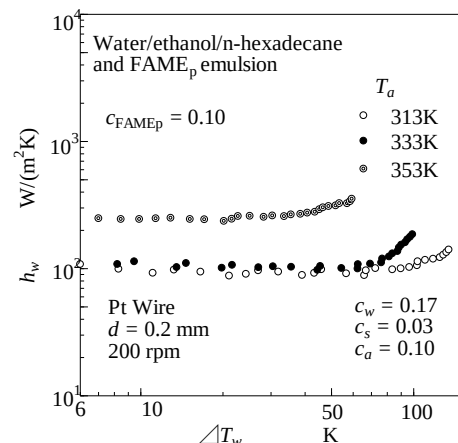


Fig.4 Effect of ethanol addition on heat transfer coefficient in water/n-hexadecane and FAME_p emulsions.