

アルコール添加炭化水素/水エマルジョンの伝熱特性

日大生産工 (院) ○ 小池 亮 日大生産工 山崎 博司
日大生産工 野村 浩司 日大生産工 氏家 康成

1 まえがき

近年, 地球温暖化問題から化石燃料への偏重からの転換が図られている。そこでは再生可能エネルギーであるバイオマスから生産された脂肪酸エステルやアルコールの利用が試みられており, その一手法として化石燃料への混入利用が模索されている。エマルジョン燃料は炭化水素系燃料に水を混入させ, 界面活性剤で安定化させた燃料であり, その NO_x , PM の低減化に効果が期待できる。

本研究は, エマルジョン燃料に新たにエタノールまたはメタノールを混入させた場合の燃料利用について検討すること, および伝熱媒体としての利用を目的としたものである。本研究では, 特に, 燃料操作, および燃焼過程解明に必要な基礎データとして, その伝熱特性を実験的に検討することを目的としたものである。

2 実験方法および装置

図1 に実験装置の概要を示す。実験装置は, 実験容器, 温度制御システム, 電流・電圧計測システム, 直流安定化電源及びコントローラで構成されている。実験容器の上部は, 上蓋によって密閉されている。

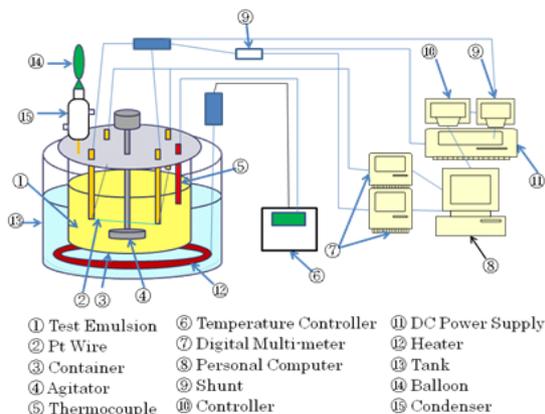


Fig.1. Schematics of Experimental Apparatus

上蓋には, 攪拌機, 電極, 熱電対および凝縮器を取り付けている。熱電対により密閉容器内の液相の温度を測定する。攪拌機は, エマルジョンの水相および油相の相分離をふせぎ, 温度を均一化するために用いた。実験容器を恒温水槽に浸漬し, 実験時のエマルジョンの雰囲気温度を制御した。伝熱面には,

直径が0.2 mm の白金細線を用い, 長さは80 mm とした。凝縮器により実験容器内の試料濃度および圧力を一定に保持した。本実験の電力供給系及び計測系は, 一台のパーソナルコンピュータにGP-IB 接続され, プログラムにより集中制御されている。実験は密閉容器内の温度を一定にした後, 定電流条件で電流値を階段状に変化させることにより行った。電流は 0.2 A から7 A まで0.2 A 間隔で増加させ, 10 秒間隔で60 秒間行った。

実験に用いた試料は, ベース燃料成分として, n-ヘキサデカン, n-ドデカンとし, エタノールまたはメタノール, 純水および界面活性剤で構成されている。界面活性剤には, ソルビタンモノオレエート (レオドールSP-O10 V, 花王 (株), HLB=4.3) を使用した。

3 実験結果および考察

図2 にn-ヘキサデカンをベース燃料としたエマルジョン試料における伝熱特性の結果を示す。図2 は, 縦軸 q_w は熱流束, 横軸 ΔT_w は, 伝熱面と試料との温度差を示している。攪拌数は200 rpm, 雰囲気温度が313 K および353 K の場合のn-ヘキサデカンと含水率 $C_w=0.27$ の油中水滴型n-ヘキサデカンエマルジョンのグラフである。図2 より, 雰囲気温度が313K, 353 K のn-ヘキサデカンと $C_w=0.27$, 雰囲気温度が313 K でのn-ヘキサデカンエマルジョンには伝熱特性に大きな違いは見られない。しかし, 雰囲気温度が353 K, $C_w=0.27$ のエマルジョン試料の場合, 熱流束の上昇がみられた。また, n-ドデカンをベース燃料とした場合にも同様の傾向が見られた。

図3 は, 攪拌数が200rpm, 雰囲気温度が333K, ベース燃料にn-ヘキサデカンをを用いた場合のメタノール添加率 C_m を変化させた際のn-ヘキサデカンエマルジョンの伝熱特性を示したグラフである。図3 は, 攪拌数が200rpm, 雰囲気温度が353 K で一定, ベース燃料にn-ヘキサデカンをを用いており, メタノール添加率 C_m はそれぞれ0.05, 0.08, 0.10 および0.15 となっている。 $C_m=0.05, 0.08, 0.10$ のn-ヘキサデカンエマルジョンでは, 熱流束変化に大きな違いがみられなかった。しかし, $C_m=0.15$ では熱流束が著しく減少していることがわかる。また, $C_m=0.15$ のみ伝熱面と試料との温度差が50 K 付近で急激な熱流束の上昇がみられた。この現象は, エマルジョン

Heat Transfer Characteristic of Hydrocarbon/water Emulsion with Alcohol Additive

Ryo KOIKE, Hiroshi YAMASAKI, Hiroshi NOMURA and Yasushige UJIIE

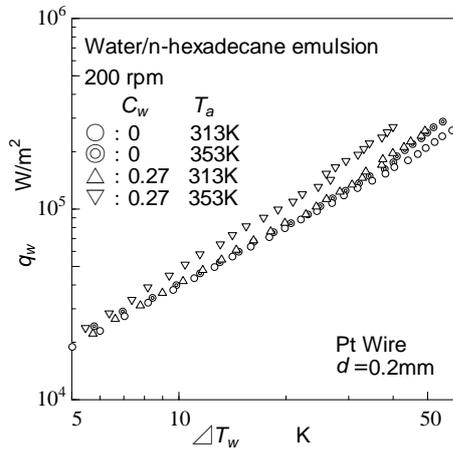


Fig.2 Heat transfer characteristics of n-hexadecane and Water/n-hexadecane emulsion with water content of 0.27

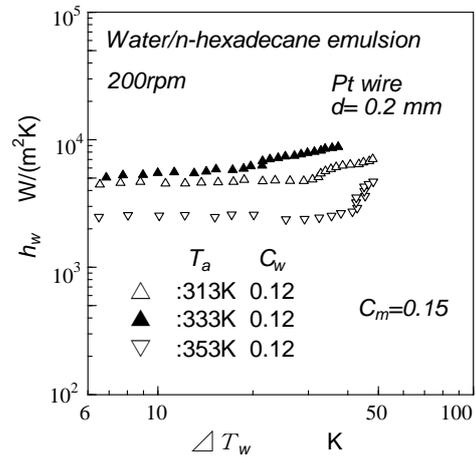


Fig. 4 Effect of ambient temperature on heat transfer coefficient in ethanol/water/n-hexadecane emulsion

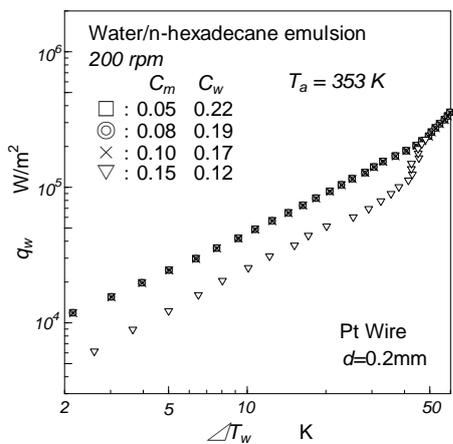


Fig. 3 Effect of methanol contents on heat transfer characteristics in Water/n-hexadecane emulsion with methanol additives

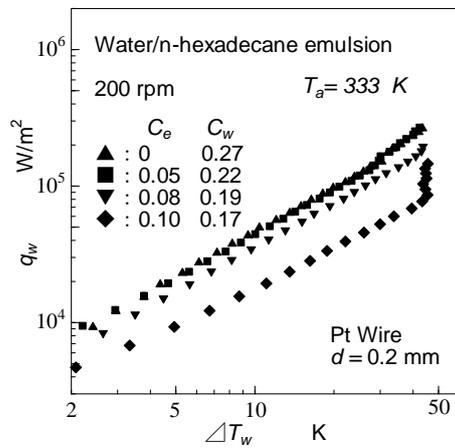


Fig. 5 Effect of ethanol contents on heat transfer characteristics in water/n-hexadecane emulsion with ethanol additives

内の水滴が沸騰して起こったものだと思う⁽¹⁾。また雰囲気温度による影響を調べるために雰囲気温度を変更し、実験を行った。その結果を図4に示す。図4は、 $C_m=0.15$ のn-ヘキサデカンエマルジョンの伝熱特性を示している。また、雰囲気温度を313K, 333K, 353Kと変化させ伝熱実験を行った。縦軸 h_w は熱伝達率を、横軸 ΔT_w は白金細線と試料との温度差を示している。図4より、雰囲気温度が353Kの時に熱伝達率が急激に上昇するという現象を確認することが出来た。このことより、メタノール含有率 $C_m=0.15$ の場合には、雰囲気温度が353K以上で熱流束が急上昇する現象が起きることがわかる。また、雰囲気温度が313Kおよび333Kの場合には、353Kの場合と比べ、熱伝達率が高くなった。次にアルコールをエタノールに変えた際にも熱流束の減少する同様の現象が起きるのかを調べるために、加えるアルコールをエタノールに変えて同様の伝熱実験を行った。その結果を図5に示す。

図5は、攪拌数が200rpm、雰囲気温度が333K、ベース燃料にn-ヘキサデカンを用いた場合のエタノール添加率 C_e を変化させた際のn-ヘキサデカンエマルジョンの伝熱特性を示したグラフである。 C_e はそれぞれ0, 0.05, 0.08および0.10となっている。図5より、 $C_e=0.05$ のn-ヘキサデカンエマルジョンと、エタノールを加えていない $C_e=0$ のn-ヘキサデカン

エマルジョンでは、熱流束変化に大きな違いがみられなかった。しかし、 $C_e=0.08$ では熱流束の減少がみられ、 $C_e=0.10$ では、熱流束が著しく減少していることがわかる。また、加えた時のアルコールがメタノールの時と同様に伝熱面と試料との温度差が50K付近で急激な熱流束の上昇がみられた。

4 まとめ

炭化水素成分に水を混入させたエマルジョン燃料について、アルコールを添加した場合の伝熱特性の変化を実験的に検討した結果、以下の知見を得た。

- 1) 油中水滴型n-ヘキサデカンエマルジョンにメタノールを添加した場合、メタノール含有率の増加とともに熱流束が減少する。この傾向はエタノール混入時でも同様である。
- 2) n-ヘキサデカンエマルジョンにメタノールを体積比率で0.15加えた場合、エマルジョンの雰囲気温度が353Kの時、温度差が50K周辺で熱伝達率が急激に上昇する。

「参考文献」

- 1) L. Royon, G. Guiffant, "Heat Transfer in paraffin oil/water emulsion involving supercooling phenomenon", Energy Conversion and Management, 42(2001), 2155-2161