

エマルジョン燃料の乳化構造と伝熱特性に対する アルコール添加の影響

日大生産工 (院) ○小池 亮 日大生産工 今村 幸
日大生産工 山崎 博司 日大生産工 氏家 康成

1 諸言

近年、アジアにおけるエネルギー消費の大幅な増加に伴い、化石燃料が大量に消費されており、燃焼過程で生成されるすす、窒素酸化物、硫黄酸化物などの微量な有害物質による環境汚染や温室効果ガスによる地球温暖化などの環境問題を引き起こすことが、懸念視されている。これより、内燃機関などによる化石燃料の燃焼の環境適合を考えると深刻なものであり、現在使用している内燃機関の環境負荷をいかにして低減させるかが急務であるといえる。そこで、本研究は環境適合技術の一つであるエマルジョン燃料に着目し、その沸騰現象について調べる。

本研究は、エマルジョン燃料にエタノールを混入させた場合の燃料利用について検討、および伝熱媒体としての利用を目的としたものである。特に本事項においては、燃料の温度変化に対する伝熱特性⁽¹⁾を伝熱媒体の観点から検討しようとするものである。また、保存特性を実験的に検討した。

2 実験方法および方法

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、直流安定化電源およ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。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。密閉容器内の液相温度は熱電対を用いて測定した。攪拌機は、エマルジョンの水相および油相の相分離を防ぎ、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

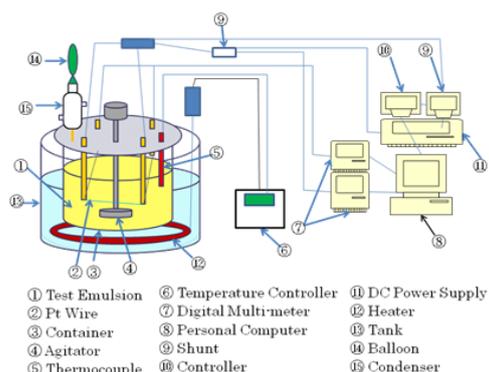


Fig1. Schematics of Experimental Apparatus

とした。凝縮器を取り付け、発生蒸気を還流することにより、実験容器内の試料濃度および圧力を一定に保持した。電力供給系および計測系は、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 9 A まで0.2 A 間隔で増加させ、それぞれ10s 間隔60s で行った。

実験に用いた試料は、ベース燃料成分を、n-ヘキサデカンとし、エタノール、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-O10V, 花王 (株), HLB=4.3) およびソルビタンモノオレエートと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) を混合したものを使用した。レオドールとエマルゲンの混合割合は、8:2 とした。ベース燃料の割合は体積比率で0.7, 界面活性剤は0.03 で一定とし、残りは純水とエタノールの割合を変化させ実験に供した。

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、伝熱面と雰囲気温度との温度差を示している。攪拌数は 200 rpm、雰囲気温度が 333K で一定となっている。実験に用いた試料には、n-ヘキサデカンエマルジョンにエタノールを加えたものを用いた。エタノール含有率 (以後 C_e) はそれぞれ体積比率で、0, 0.05, 0.08, 0.10 となっている。図2 より、 $C_e=0.05$ 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いのに対し、 $C_e=0.08$ では熱流束の減少傾向がみられ、 $C_e=0.10$ では、熱流束が著しく減少していることがわかる。また、 $\Delta T_w = 50K$ 付近で急激な熱流束の上昇がみられた。熱流束の急激な上昇は水の沸点にはほぼ一致しており、この現象はエマルジョン内の水滴が沸騰したものだと思われる。また $C_e=0.08, 0.10$ は、 $C_e=0, 0.05$ より、熱流束に減少がみられた。

界面活性剤を変えたことによる熱流束への影響を調べるために実験を行った。その結果を図3 に示す。図3 は界面活性剤にレオドールとエマルゲンを混合させたものを用いており、界面活性剤を変化させたことによる熱流束への影響を調べた際の結果を示

Effect of alcohol additions on emulsion structure and heat transfer characteristics of emulsified fuel

Ryo KOIKE, Osamu IMAMURA, Hiroshi YAMASAKI and Yasushige UJIIE

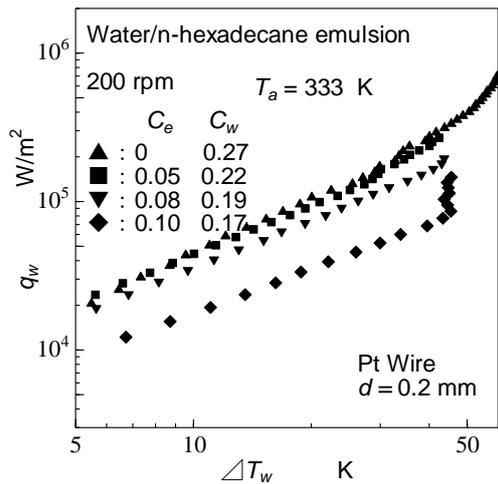


Fig.2 Effect of ethanol contents on heat transfer characteristics in water/n-hexadecane emulsion with ethanol additives

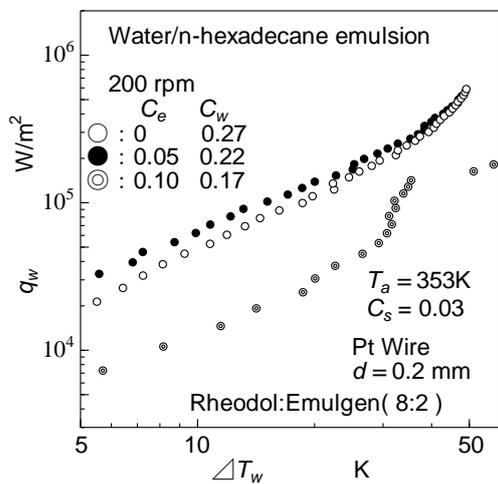


Fig.3 Effect of surfactant on heat transfer characteristics in water/n-hexadecane emulsion with ethanol additives

す。雰囲気温度は、353K である。界面活性剤をレオドールのみとした場合と同様に $C_e=0, 0.05$ ではエタノールを加えたことによる熱流束への影響はなかったものに対し、 $C_e=0.10$ では、熱流束が著しく減少している。このことより、エマルジョンにエタノールを加えると熱流束が減少する可能性がある。

熱流束の低下を調べるために粘度の測定を行った。その結果を図4 に示す。図4 は、 $C_e=0.10$ の n-ヘキサデカンエマルジョンの粘度を測定した際の結果である。界面活性剤にはレオドールを使用した。横軸が温度、縦軸が粘度である。 $C_e=0$ では、温度とともに粘度が減少しているのがわかる。一方、 $C_e=0.10$ では 323K で粘度が大きく増加しており、353K まで漸増する傾向が見られた。この現象を調べるために、顕微鏡写真を撮った。図5 に n-ヘキサデカンエマルジョンの顕微鏡写真を示す。図5 (a) は n-ヘキサデカンエマルジョンの顕微鏡写真であり、図5 (b) は $C_e=0.10$ の n-ヘキサデカンエマルジョンの顕微鏡写真である。温度を上げていくと粘度が上昇する現象は、図5 (b) のような 3 相エマルジョンが増加したものに起因するものと考えられる。また伝熱実験開始時と終了後に試料を顕微鏡で確認したところ、3 相エマルジョンが確認できた。このため、 $C_e=0.10$ では温度が上昇するに従って 3 相エマルジョンの部分が増加し

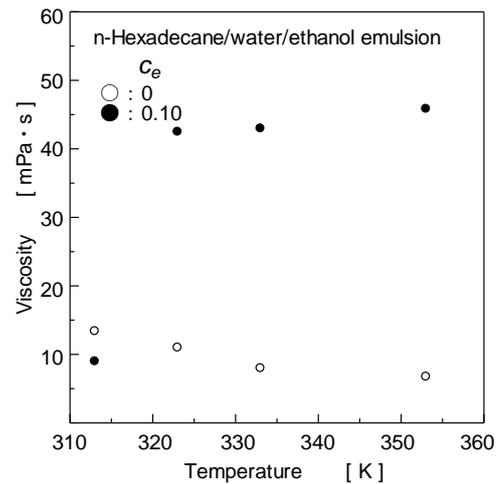


Fig.4 Relating between emulsion viscosity and temperature

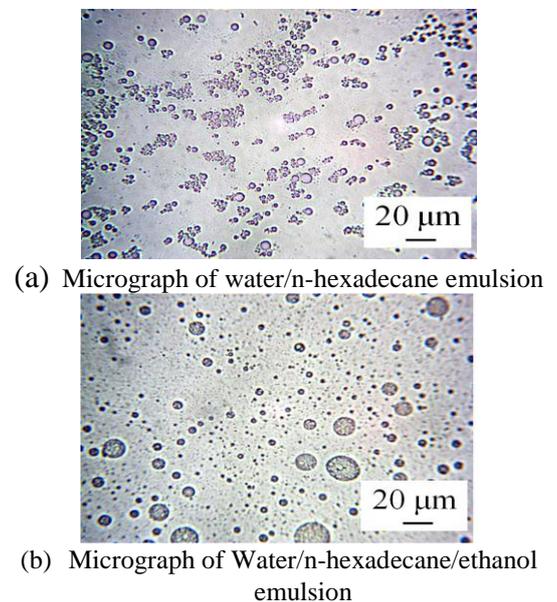


Fig.5 Micrograph of test emulsions

ていき、低温になると減少していくものと思われる。

4 結言

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エタノールを添加した場合、エタノール含有率の増加とともに熱流束が減少する。しかし、少量の場合にはほとんど影響はない。
- 2) n-ヘキサデカンエマルジョンにエタノールを体積比率で 0.10 加えた場合、界面活性剤の種類によらず、粘度の上昇がみられる。
- 3) 油中水滴型 n-ヘキサデカンエマルジョンにエタノールを添加すると、3 相エマルジョンの転相が確認された。

「参考文献」

- 1) Lazarenko, B.R., ほか 2 名, Int.J.Heat Mass Transfer, 18(1975), 589