# エマルジョン伝熱媒体による冷却制御

日大生産工(院)	大橋 篤	日大生産工	山﨑 博司
日大生産工	野村 浩司	日大生産工	氏家 康成

### 1. 緒言

乳化とは、相互には溶け合うことのない油と水のよう な
融を
混合・
均一化し、
分離している
2 つの
流体を
界 面刮掛手を用いてエマルジョン化させる技術である. エマルジョンには,乳化形式や滴直径分布などの内部構 造が存在するため、その性質は極めて鬱結は様相を呈す る.この内部構造は,流体力学的性質や熱的性質に大き く影響し,また界面活時的性質や温度によっても変化 するため , それらを詰結†パラメータとして取り扱うこと で、より高機能な伝表媒体の開発に寄与できると考えら れる、エマルジョンについては、その沸鬱特性に着目し、 光学的観察によりその特性を明らかにした研究<sup>11</sup>や伝熱 特性2,発泡特性3などについての検討がなされてきた. しかしながら内部構造の複雑性ゆえに,十分な基礎が知 見が得られているとは言い難いのが現状である.本研究 は,液体の物性や種類によらず,様々な組合せを実現で きるエマルジョンの特徴を利用することで,これまでに 水中油商型エマルジョンにおける伝熱特性物や、油中水滴 型エマルジョンの伝熱特性に対する雰囲気温度の影響の 研究<sup>5)</sup>などを検討してきた.ここでは,油中水商型エマル ジョンにおける含水率の影響について伝熱実験を行った ので,その結果について報告する.

#### 2. 実験装置および方法

伝熱実験は,密閉型容器内に浸漬された水平細線につ いて行った 実験装置の概略を図1 に示す 実験装置は, 電極を取付けた密閉型実験容器,電剤共給系,計測系お よび温度制御係から構成される.密閉型実験容器はステ ンレス製であり,上部フランジ部に電極,攪拌器および 標準温度けが取り付けられている。容器側面には凝縮器 と導管があり,容器内で発生する蒸気を凝縮し,容器下 部へと還流させる. 凝縮器上部にはバルーンを付加して あり,これによって容器内は大気圧に保たれている.伝 熱面にはR細線を用いる.R細線は定電和回路により直 接電気加熱される . プライコントローラからなり ,PC に よって GP-IB 制御される. 電源装置には, シャントユニ ットおよびシャントを付加し補償するとともに,それら のリードバック値を計測することで電流値を求めた. Pt 細線の温度は,抵抗値変化から決定し,その抵抗値は Pt 細線間の電流・電圧値から求めた.計測系はデジタルマ ルチメータ・スキャンユニットおよび PC からなり,両 者電剤共給系とともに GP-IB 制御されている.温度制御



Test Emulsion
Container
Condenser
Cooling Tube
Heater
Transformer
Digital Multi-meter
Shunt
DC Power Supply

Pt Wire Stirrer Balloon Thermocouple Temperature Controller Programmable Scanner Personal Computer Controller

Fig.1 Schematics of experimental apparatus.

系はヒータ,温度制御裝置および変圧器からなる.実験 は,容器内温度が所定の温度となったことを確認後,電 流値を変化させて行った.電圧測定は10s間隔で60s間 について行った.実験範囲は,熱流束 $q_{w}=10^{3}$  W/m<sup>2</sup> ~ $10^{6}$ W/m<sup>2</sup> の範囲とし,雰囲気温度を変化させて伝熱面と雰 囲気温度 $T_{a}$ との温度差 $T_{w}$ と熱流束 $q_{w}$ を測定した.

乳化充体は,純水,シリコンオイルおよび界面活性剤で構成した.(烘式シリコンオイルにはジメチルシリコンオイル(比重0.852,動粘度1.5×10<sup>5</sup> m<sup>2</sup>/s)を使用した. 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-010V,HLB=4.3)を使用した.(烘式エマルジョンは所定の体積比率で混合し,スクリュー型間料器を用いて混合・安定化させた.実験は,界面活性剤の体積割合を0.03,含水率 $c_w$ を0.3 として伝練実験を行った.

#### 3. 実験結果および考察

図2 に $T_a$ =353 K としたときの低費 判当における 伝熱特性を示す 横軸は 雰囲気 温度  $T_a$  と伝熱面との 温度差  $T_w$ ,

Cooling Control Method Using Heat Transfer of Emulsions Atsushi OHASHI, Hiroshi YAMASAKI, Hiroshi NOMURA and Yasushige UJIIE



Fig.2 Heat transfer characteristics in water/silicon oil emulsion.



Fig.3 Effect of ambient temperature on heat transfer coefficient in water/silicon oil emulsion.

縦軸は熱流束<sub>qw</sub>である.図より, T<sub>w</sub>=40~50K 近傍を 境に熱流束の増大が確認できる.これは,エマルジョン 中の低沸点成分の沸点に起因するものであり、既報<sup>の</sup>での 油中水商型エマルジョンによる検討と同様の実験結果を 得られた.

図3 に雰囲気温度  $T_a$ を変化させた場合の熱気室率変化を示す.横軸は雰囲気温度  $T_a$ との温度差 $T_w$ ,縦軸は熱気室率 $h_w$ である.図より, $T_a$ の違いによって $h_w$ の立ち上がる温度差領域に違いがあることが確認できる.

図4 にT<sub>a</sub>=333 Kのときの熱気室率変化に与える攪拌の 影響について示す、図より、高潤、抑制において qwが増大 しているのが確認できる、これは、潤料により発生した 槽内の流症ができ物促進に寄与したものと考えられる、

図5 に T<sub>a</sub>=353 K としたときの含水率の違いによる熱 伝達率変化を示す.図より, c<sub>w</sub>=0.2 の油中水滴型エマル ジョンの場合, c<sub>w</sub>=0.3 に比べて, h<sub>w</sub>は減少している.こ れは,粘度上昇に伴う流動性の変化によって,熱が移動 が抑制されたためと考えられる.また,低沸点成分の沸 点に起因すると思われる T<sub>w</sub>の変化に違いが確認できる これは,水の持つ潜熱だけ辣輸送が抑制されたためと考



Fig.4 Effect of stiring condition on heat transfer coefficient in water/silicon oil emulsion.



Fig.5 Effect of volumetric water content on heat transfer coefficient in water/silicon oil emulsion.

えられる.

## 4. 結言

油中水滴型エマルジョンの伝熱特性について伝熱実験 を行った結果,以下の結論を得た.

1) 分散相に低沸点成分を用いた場合,その沸点に起因 する伝熱促進が存在する.

2) 含水率によって、その伝熱モードの形に大きな違い は見られなかったが、熱輸送量の変化が確認できた。

#### 参考文献

1) Mori, Y., ほか2 名, Int. J. Multiphase Flow, 6(1980), 255.

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

3) Avedisian, C. T., Andres, R. P., J. Colloid Interface Sci., 64 (1978), 438.

 4) 山崎まか2名,第44回伝熱シンポジウム,(2007), A231

5) 大橋,熱工学コンファレンス2007,(2007),259-260.