

■ はじめに

マイクロチャンネル熱交換器は従来の多管式、二重管式熱交換器より、重量やサイズが大幅に減少することで、近年注目されている。本研究室では、拡散接合技術を用い、高温、高圧条件でも使用可能なマイクロチャンネル熱交換器(Fig. 1)を製作した。従来型の熱交換器と比べ、体積は1/100にもかかわらず、Fig. 2に示すように、冷却水量の増加に伴い、同等以上の熱交換性能を有することが確認された⁽¹⁾。しかし本熱交換器がこのような高い伝熱特性を有する理由は明らかになっていない。そのため、マイクロチャンネル内における詳細な伝熱流動特性に関する知見が不可欠である。

本研究では提案する熱交換器の一つのチャンネルを模擬した可視化計測が可能なガラス微細管を用い、水蒸気凝縮や水沸騰相変化挙動を観測した。また、計測及び画像処理結果より、流動パターンや伝熱特性に関する検討を行った。

■ 水蒸気の凝縮挙動の検討

ボイラーにより蒸気を生成し、微細管内に流入させる。また微細管の周囲には貯水部を設け、低温水で満たすことにより、凝縮挙動を発生させる。実験には水力直径240 μm と500 μm 円形管及び矩形管を使用した。実験条件は入口蒸気圧力を110~170 kPaとし、水槽内温度を 25 ± 1 $^{\circ}\text{C}$ として行った。

Fig. 3に500 μm 円形微細管内の蒸気凝縮挙動を示す。環状流から噴出流を経て気泡流へと流動が遷移している様子が確認された。計測の結果より、熱通過率を計算した。低蒸気Re数では、蒸気が急激に凝縮されることで、熱通過率が高くなった。また蒸気Re数の増加に伴い、熱通過率が一定となることが確認された。

■ 水の沸騰挙動の検討

微細管内に低温水を流入させ、水槽部内高温水との熱交換により、低温水を沸騰させた。実験には、内径500 μm の円形微細管を用いた。実験条件は微細管内低温水流量64 ml/h、温度 55°C とし、水槽内温度 120°C 、圧力300 kPaとして行った。

Fig. 4に500 μm 円形微細管内の沸騰挙動を示す。水単相流、気泡流、スラグ流、環状流へ遷移の様子が確認された。可視化計測結果を用い、気泡直径及びスラグ長さを算出し、スラグの体積変化から熱交換において支配的と

考えられる沸騰による熱交換量を算出した。スラグ長さの計測から、非線形的にスラグ長さが增大することが分かった。また、スラグ体積変化から見積った熱交換量も非線形的に増大することが確認された。

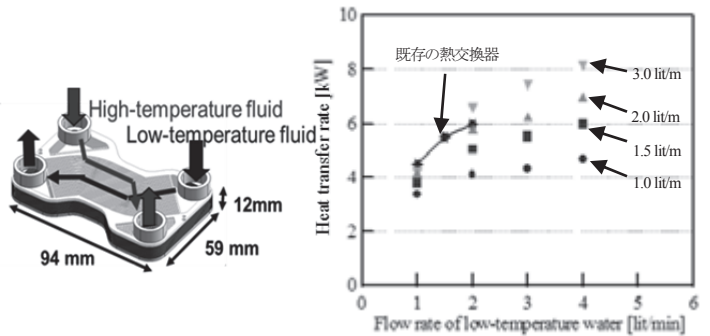


Fig. 1 マイクロチャンネル熱交換器⁽¹⁾

Fig. 2 熱交換量の対比⁽¹⁾

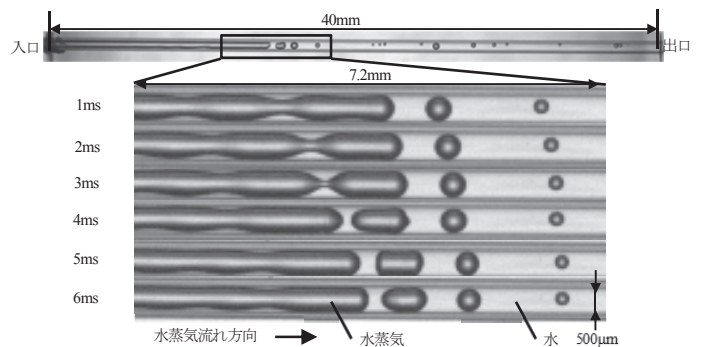


Fig. 3 凝縮時の詳細挙動

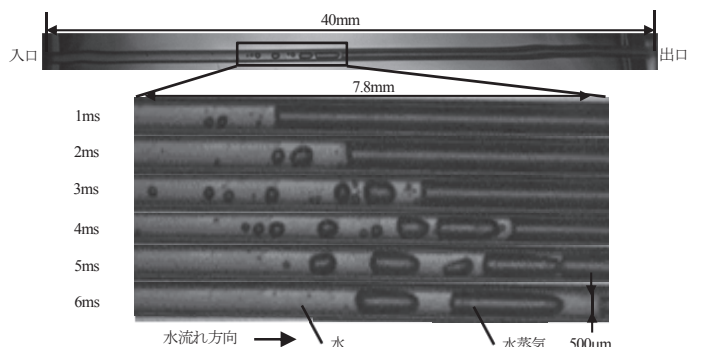


Fig. 4 沸騰時の詳細挙動

■ 参考文献

- (1) 阿部ら 日本機械学会 2011 年度年次大会講演論文集 J054063

代表発表者 阿部 豊(あべ ゆたか)
 所属 筑波大学 システム情報工学研究科
 構造エネルギー工学専攻
 問合せ先 〒305-8573 つくば市天王台 1-1-1
 筑波大 第三エリア F棟 3F323室
 TEL:029-853-5266 FAX:029-853-5266
 abe@kz.tsukuba.ac.jp

■キーワード: (1) マイクロチャンネル熱交換器
 (2) 微細管
 (3) 凝縮、沸騰