

マイクロチャンネル熱交換器を模擬した 微細管内相変化挙動

資源・エネルギー

SATテクノロジー・ショーケース2020

■ はじめに

現在、燃料電池や CO₂ 冷媒ヒートポンプなどで代表されるエネルギー機器の小型化により、熱交換器の小型化及び高効率化が求められているが、従来型の熱交換器はスペースに制約のある場所で使用することが困難であった。近年ではスペースに制約のある場所でも使用できるように、小型かつ高性能な熱交換器が開発されてきた。そこで、拡散接合技術を用いて、マイクロチャンネル積層型熱交換器を製作した。これより既存の熱交換器の 1/100 程度のサイズにもかかわらず、同程度以上の熱交換量を達成していることが確認された。しかし本熱交換器がなぜこのような高い伝熱特性を有するのかは明らかになっていない。そのため、マイクロチャンネルにおける詳細な伝熱流動特性に関する知見が必要であることに着眼した。

本研究の目的は、本研究室で開発したマイクロチャンネル積層型熱交換器の伝熱メカニズムを解明することである。そのため、熱交換器内の流路一本を模擬した微細な流路を作製し、高速度ビデオカメラによる可視化観測と温度計測による熱交換量の算出によって、微細管内の相変化による伝熱流動特性を解明する。

■ 装置概要及び実験条件

Fig.1 に微細管内凝縮挙動可視化計測の実験装置の概略図を示す。水をボイラーで蒸気に変換しテスト部に流入させる。管内を流れる蒸気を銅板と熱交換させることで凝縮させる装置となっている。装置テスト部は、上下のポリカーボネート樹脂と左右の銅板によって、幅 0.5 mm、全長 40 mm の試験流路を形成している。凝縮実験条件は、入口蒸気圧力 105~140 kPa、銅板温度 15~25 °C とした。沸騰実験条件は、低温水流入量 0.1[g/s]、銅板温度 100±5[°C]である。

■ 管内相変化挙動の観察及び伝熱性能評価

Fig.2, Fig.3 に微細管内の蒸気凝縮挙動と伝熱特性を示す。凝縮実験において水平微細管内のフローパターンは環状流が管の中央部で分裂し、噴射流を経て気泡流へと遷移する様子が観測された。微細管における蒸気の凝縮挙動の可視化観測の結果、気泡は完全に消失していないことから、ボイラーに投入する水に溶存していた不凝縮性ガスであることが考えられる。このことから、微細管内における伝熱において、支配的な部分は環状流部であることが示唆された。

Fig.4, Fig.5に微細管内の低温水沸騰挙動と伝熱特性を示す。沸騰実験では液体単相中に気泡が生成されたことを確認した。生成された気泡は流出方向へ体積が膨張し、そのまま流出したことを確認した。

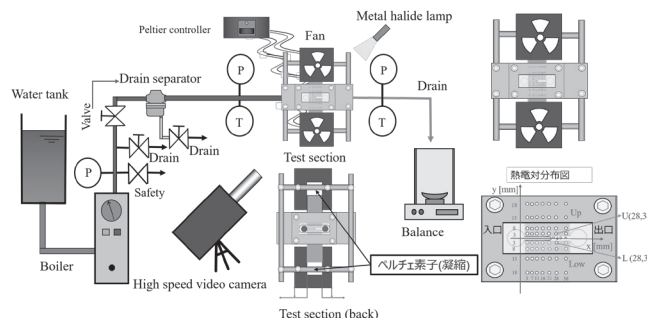


Fig.1 微細管内凝縮挙動可視化計測の実験装置の概略図

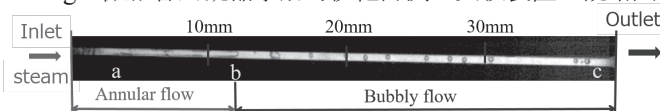


Fig.2 微細管内の蒸気凝縮挙動

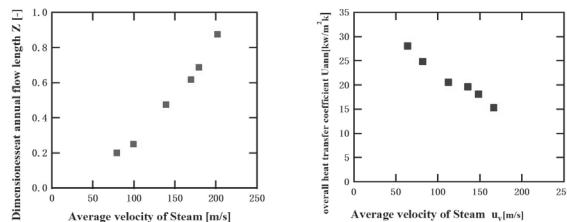


Fig.3 微細管内の蒸気凝縮伝熱特性

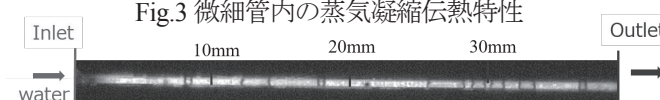


Fig.4 微細管内の低温水沸騰挙動

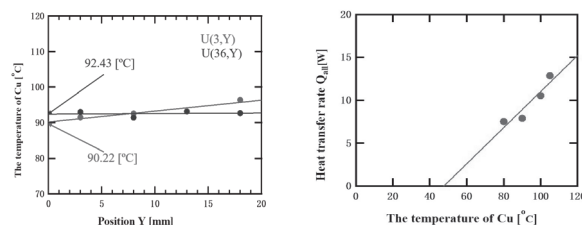


Fig.5 微細管内の蒸気凝縮伝熱特性

代表発表者 **金子 暁子(カネコ アキコ)**
所 属 **筑波大学 システム情報工学系
構造エネルギー工学域**
問合せ先 **〒305-8573 つくば市天王台 1-1-1
TEL: 029-853-5113 FAX: 029-853-5487
kaneko@kz.tsukuba.ac.jp**

■キーワード: (1) 熱交換器
(2) 微細管
(3) 凝縮
(4) 沸騰

■共同研究者: LU RONG (筑波大学)
弗田 昭博 (筑波大学)
阿部 豊 (筑波大学)
鈴木 裕 (WELCON Inc.)