

人工知能の深層学習による円形微細流路内水平流の沸騰熱伝達の予測*

Prediction for Flow Boiling Heat Transfer in Small Diameter Tube Using Deep Learning

榎 木 光 治** 清 雄 一** 大 川 富 雄** 齋 藤 潔***
ENOKI Koji SEI Yuichi OKAWA Tomio SAITO Kiyoshi

Abstract The applications of Artificial Intelligence ie AI show diversity in any fields. On the other hand, research of the predicting heat transfer regardless of single-phase or two-phase flow is still untouched. Therefore, we have confirmed usefulness using AI's deep learning function on horizontal flow boiling heat transfer in flowing mini-channel that is actively researched. The effect of the surface tension in the mini-channel is large compared with conventional large tubes, and then the heat transfer mechanism is very complicated. For this reason, the numerical correlations of many existing researchers the prediction result is not good. However, the mechanistic correlation based on the visualization experiment, which the authors' research group published several years ago has very high precision. Therefore, in this research paper, we confirmed the effectiveness of using deep learning for predicting of the boiling heat transfer in mini-channel while comparing our correlation.

Keywords: AI, Deep learning, Two-phase flow, Flow boiling, Heat transfer, Mini-channel

1. 緒 言

近年、内径が 1 - 4 mm 程度の微細流路を用いた相変化熱交換技術は、冷凍空調分野や、ラジエータ、電子機器等のヒートパイプ、宇宙空間における熱放射、人工心肺装置、核融合ダイバータなど、発熱密度を問わず、採用もしくは採用の検討がなされている。特に冷凍空調分野において、微細流路特有の熱伝達現象と伝熱面高密度化による伝熱性能の向上は、熱交換器のコンパクト化だけでなく、環境負荷の大きな冷媒の充填量を大幅に削減することが可能となるため、他分野よりも微細流路の熱伝達研究が活発に行われているように見受けられる。ここで、微細流路特有の熱伝達現象とは、伝熱管を微細化することで、従来径管と同様の強制対流蒸発と核沸騰に加え、低流量・低クオリティの主としてスラグ流が観察され

る領域で、表面張力の効果が大きくなり熱抵抗となる気体プラグ周囲の液膜が薄くなることで熱伝導による蒸発熱伝達（以下、液膜熱伝導蒸発と記述）が促進されることである [1-4]。液膜熱伝導蒸発は、第一著者を含む研究グループによって、熱流束が小さくても良好な熱伝達が達成されることが、可視化実験を含めた実験的研究で明らかにされている [5]。Fig. 1 に微細流路 [5]と大径管 [6]のスラグ流の流動様相の比較写真を示す。微細流路に形成される気体プラグ周囲の液膜は大径管に比べ一様で滑らかで薄いことがわかる。液膜熱伝導蒸発とは、この薄い液膜を介した熱伝導蒸発の寄与が大きくなることで、大径管では熱伝達が低くなる条件である、低流量・低クオリティでかつ熱流束が低くても、微細流路の熱伝達は非常に良好となる。しかし、流量やクオリティの変動

* 2017.6.5 受付

** 電気通信大学大学院情報理工学研究科機械知能システム学専攻

〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1 TEL: (042)443-5337 FAX: (042)443-5337 E-mail: enoki.koji@uec.ac.jp

*** 電気通信大学大学院情報理工学研究科情報学専攻

**** 早稲田大学 理工学術院