

減圧された空間内における熱流体の特性

工学部 バイオ・応用化学科 高橋直也, 松村裕司 (平野・押谷研究室4年生)

工学部 バイオ・応用化学科 平野博之, 押谷 潤

工学部 機械システム工学科 桑木賢也

Keywords: 減圧, 熱流体, 数値シミュレーション, OpenFOAM

1. 研究目的

気体や液体などの流体中で、重力に直角な面内において密度差があると、これが浮力差となつて、軽い部分は上昇し、重い部分は下降し、流れが生じる。この流れは自然対流とよばれ、密度の不均一を無くすように持続する。流体の密度は、一般に流体の温度あるいは濃度と関係しており、たとえば海水であれば、冷たく、濃度が高ければ密度は大きくなって下降する。

流れが生じると、流れが無いときにくらべて、熱や物質の移動が促進されるため、工業的には、たとえば伝熱促進などにおいて流れが利用される。一方で、蓄熱装置などにおいては、伝熱をいかに抑えるかが重要となる。このように工業的には、伝熱の促進と抑制はいずれも重要である。

本研究では、流体として空気を用い、高温部と低温部を設けて温度差を課すことで生じる自然対流の伝熱抑制を取り上げる。具体的には、空気を減圧することで流動様相や伝熱特性がどのように変化するかについて、実験的かつ数値解析的に検討する。

2. 研究内容

本研究において対象とした領域を Fig.1 に示した。一辺が 50 mm の立方体を用い、鉛直対向する 2 面を加熱冷却することで生じる自然対流を取り上げる。容器内部に空気を満たし、これを減圧することで内部の圧力を変化させる。容器内部の流動様相については、トレーサー粒子としてタバコの煙を満たし、シート光を用いて実験的に可視化した。さらに、実験に対応した数値計算も行った。計算にあたっては、現在、汎用オープンソースコードとして数値流体力学の計算などにおいて広く用いられている OpenFOAM (Open source Field Operation And Manipulation) を用いた。

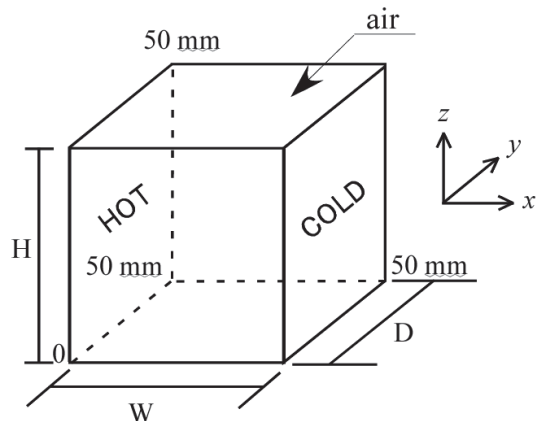


Fig. 1 研究対象モデル図

実験および数値解析の結果、容器内を減圧すると、伝熱および対流は抑制されること、伝熱に関しては伝導状態に漸近していくこと、容器内部にはトーラス構造が存在することを確認できた。

3. 応用の可能性

本研究は、工業的には蓄熱装置など、対流伝熱を抑制する必要がある問題や、恒温流体輸送問題などに適用可能である。さらに、減圧された気体の熱流動特性ということからすると、半導体製造工程における室内の環境問題などとも関連している。

謝 辞 本研究は文部科学省 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (平成 24-28 年度)「QOL 向上を目指す支援技術のイノベーション研究拠点形成」の研究助成を受けて行われた。ここに記して謝意を表す。