

赤外線サーモグラフィを用いた相変化材料の融解過程で生じる自然対流熱伝達の時空間計測



おかべ たかひろ
岡部 孝裕

弘前大学大学院理工学研究所
准教授

研究の目的、背景

相変化材料は融解／凝固時の潜熱を有効利用し、熱を繰り返し吸収／放出できるエコな素材である。最近では衣服や建材用途における温度調整剤として期待されている。ただし、その熱性能は相変化材料の融解により生じる液相内の自然対流現象に大きく影響される。融解／凝固による液相厚さの変化により、熱流動状態が大きく変動する複雑な現象であるため、熱電対等の点計測に基づく既存技術では詳細な評価が困難であった。

そこで、本研究では赤外線サーモグラフィを用いた熱伝達現象の時空間計測手法の開発と、相変化材料の融解に伴い生じる複雑な自然対流の熱伝達特性の定量的評価を目的とした。

研究成果

図1は実験装置の概略図である。実験では図のように矩形容器内に充填された相変化材料を金属箔ヒーターに乗せ、下面より加熱した。その時の融解挙動をデジタルカメラで側面

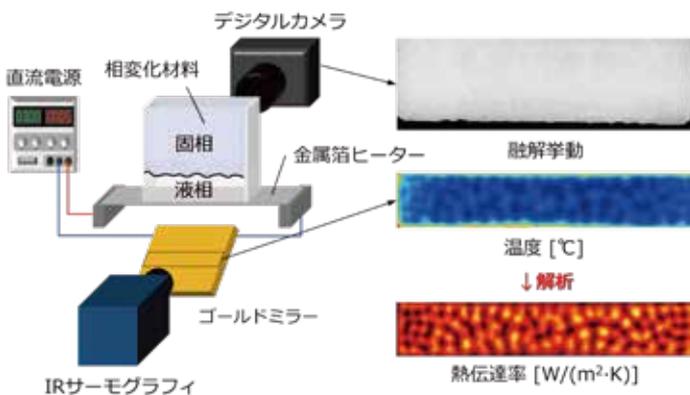


図1.実験装置の概略図

から撮影し、ヒーター表面温度を赤外線サーモグラフィで下面よりゴールドミラーを介して撮影した。得られた温度分布の時系列データを解析し、加熱面熱伝達率の時空間分布を算出した。

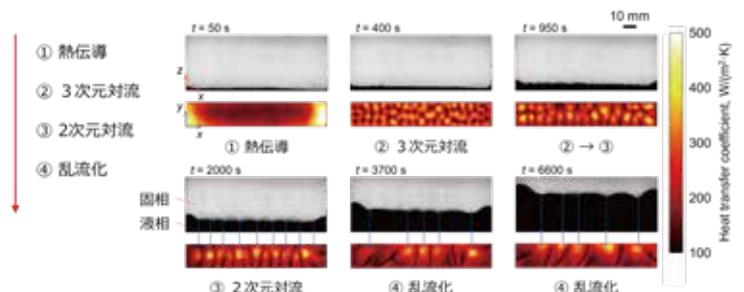
図2は開発した計測システムを用いて得た相変化材料の融解挙動および加熱面熱伝達率の時空間分布を表す。連続的な固相の融解に応じて変化する熱伝達率分布の詳細な可視化に成功した。融解初期では液相高さが小さいため対流は生じず、熱伝導によって熱が輸送された。融解が進むにつれ、液相内で対流が生じ、その様相は融解段階に依存して大きく遷移した。さらに、異なる加熱条件や筐体傾斜角では、対流構造や融解挙動、流体温度が大きく変化し、加熱面熱伝達特性に影響を与えることを明らかにした。これら実験結果は、相変化材料内で生じる複雑な現象の理解を深めるとともに、当該研究分野における数値解析の妥当性検証に有益である。

今後の展望

今後は加熱面の熱伝達特性の時空間計測に加え、融解で生じる液相の温度場と流れ場の可視化も同時に行い、より詳細な現象解明および相変化材料の熱性能向上を目指す。

主な研究資金(直接経費)

JSPS 科研費 JP20K14658/2020年度～2022年度
/3,200,000円



これら特性は加熱量、材料の種類や形状、傾斜角により大きく変化する。

図2.相変化材料の融解挙動および加熱面熱伝達率の時空間分布