

2022年度 独創的研究助成費 実績報告書

2023年 3月24日

報告者	学科名	人間情報工学科	職名	教授	氏名	春木 直人
研究課題	熱エネルギー輸送媒体としてのゼラチンカプセルスラリーの特性解明に関する研究					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	春木 直人	人間情報工学科・教授	伝熱工学	実験、データ解析	
研究実績の概要	<p>本研究の目的は、人間の快適な生活環境の実現のための熱輸送媒体による熱エネルギー輸送技術の開発である。特に、熱輸送媒体（水、ブライン等）に蓄熱物質を混合して単位体積当たりの熱輸送量の増大技術に着目している。効率的に蓄熱物質を熱輸送媒体に混合させる技術として、従来は蓄熱物質をマイクロ・ナノカプセル化や分散剤とともにエマルジョン化として流動性を維持した研究⁽¹⁾や、蓄熱物質として環境に無害な氷を混合した氷水スラリーの流動と熱伝達特性に関する研究⁽²⁾等が行われている。</p> <p>(1) H. Inaba, Y. Zhang, A. Horibe, N. Haruki, Heat and Mass Transfer, Vol. 43, pp. 459-470 (2007) (2) N. Haruki, A. Horibe, Flow and Heat Transfer Characteristics of Ice Slurries in a Helically-Coiled Pipe, International Journal of Refrigeration, Vol. 36, Issue 4, pp. 1285~1293 (2013)</p> <p>これまでの研究では、スラリーの一種である生物の血液の特徴（体内の熱の効率的な輸送を可能にし、さらに、赤血球等の持つ変形能によって、毛細血管のような本来は流動できないような細管内でも流動可能）をカプセルスラリーへの付与を目指した熱エネルギーシステム開発を行っている。その結果、研究代表者は、令和元年度からの研究成果により、潜熱蓄熱材（ヘプタデカン、融点22℃）を内封するカプセル材にゼラチンを用いることで、血球のような柔軟性を付加することで変形能を有した新たなカプセル（図1、直径約1.35 mm）の試作を行った。さらに令和3年度までに、ゼラチンカプセルの耐久性を向上させるため、硬化剤の使用割合を様々に調整したカプセルを試作して耐久性を確認し、最終的に従来のカプセルよりも耐久性が高いゼラチンカプセルの作製を行うことができた。</p> <p>しかしながら、実用化という点に対しては、改良ゼラチンカプセルスラリーの流動抵抗と熱伝達特性（特に相変化時）の測定が十分ではなく、改良ゼラチンカプセルスラリーに含まれる潜熱蓄熱材の相の違いが、流動抵抗と熱伝達特性に及ぼす影響が不明であった。そのため本研究では、高耐久性として新規製作した潜熱蓄熱含有ゼラチンカプセルを混合させたスラリーに対して、潜熱蓄熱材が固相、または液相とした状態での流動抵抗と熱伝達特性の追試を行った。なお、追試実験には既に作製済みの流動抵抗・熱伝達測定装置での熱電対の一部を再設置して、測定精度を向上させた試験部を用いて、この2つの条件での流動・熱伝達流動実験を行った。</p>					

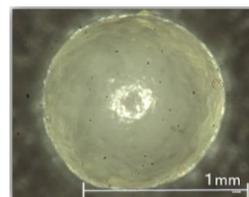


図1 ゼラチンカプセル

研究実績
の概要

図3は、潜熱蓄熱材が固相（15℃）、または液相（25℃）の状態としたゼラチンカプセルスラリー（濃度3.0%）の流動抵抗と平均熱伝達特性を示している。図3(a)より、潜熱蓄熱材がいずれの相においても、それぞれの流動抵抗の値は水の流動抵抗値と同じであった。これに対して、図3(b)に示した平均熱伝達の測定値では、水の熱伝達値よりも固相、固相より液相の方が高い値を示している。これは、ゼラチンカプセルの混合によって、加熱壁周辺の温度境界層が破壊されたためであり、さらに液相の潜熱蓄熱材ではゼラチンカプセル自身の変形によって、温度境界層に与える影響が強くなり、熱伝達値が増加したものと考えられる。

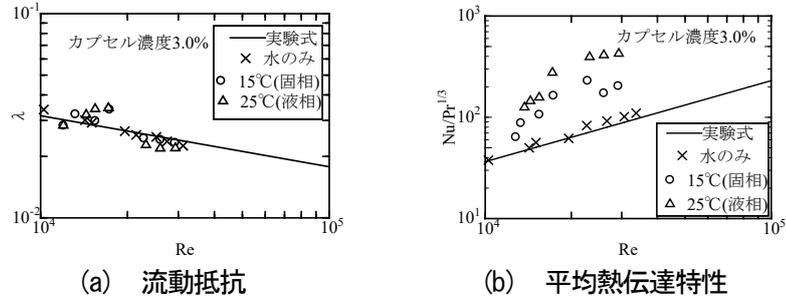


図3 ゼラチンカプセルスラリー（濃度3%）の流動および熱伝達実験

成果資料目録