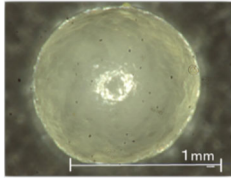


2020年度 独創的研究助成費 実績報告書

2021年 3月12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	変形能力プセルスラリーを用いた熱エネルギー輸送技術実現に関する研究					
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	
	分担者	三田 哲也	大学院情報系工学研究科システム工学専攻		実験担当	
研究実績の概要	<p>本研究は、人間の快適な生活環境の実現のために、熱輸送媒体による熱エネルギー輸送技術の開発を目的として行った。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を増大させて、効率的なエネルギー輸送を実現する技術に着目した。この熱輸送媒体への蓄熱物質の混合方法としては、これまでに蓄熱物質をマイクロ・ナノカプセル化やエマルジョン化として流動性を維持したスラリーとする研究⁽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⁾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)</p> <p>(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>本研究では、さらに血流を模擬した熱輸送媒体による熱エネルギーシステム開発に着目した。これは、スラリーの一種である生物の血流は、体内の熱の効率的な輸送を可能にするとともに、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であるためである。そのため研究代表者は、令和元年度の研究成果により、潜熱蓄熱材（ヘプタデカン）を内封してい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）の試作を行っている。</p>					
						
					<p>図1 ゼラチンカプセル</p>	

本研究では、試作された潜熱蓄熱材含有変形能力カプセルスラリーを用いた熱エネルギー輸送技術を確立するため、新たな潜熱蓄熱カプセルスラリーの熱物性等の把握を行うと共に、配管内における流動抵抗と熱伝達特性の測定を行った。

まず、潜熱蓄熱材含有変形能力カプセルスラリーの熱物性として、融点と潜熱量の測定をDSCにて行い、得られた結果を図2に示す。その結果、使用したカプセルは、融点21.8°C、潜熱量215.9 kJ/kg (図2)であり、ヘプタデカンのカプセル全体での使用割合81%にほぼ応じた潜熱量175.9 kJ/kgであることが確認された。さらに、カプセルスラリーの密度、比熱、熱伝導率に対する推定式の導出を行った。

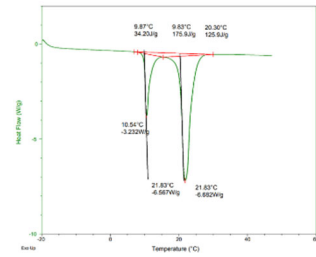
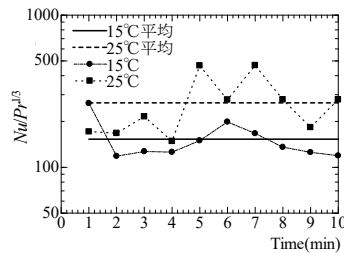


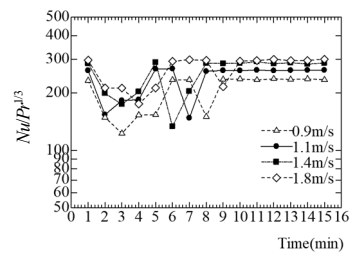
図2 DSC測定結果

図3は、等熱流束加熱をした直管試験部(管内径16 mm)におけるヘプタデカン含有ゼラチンカプセルスラリー(添加濃度3.3 mass%)の様々な温度条件における熱伝達特性の経時変化を示している。図3(a)の含有したヘプタデカンが固体(15°C)および液体(25°C)時の熱伝達の経時変化では、液体時のゼラチンカプセルが固体時よりも変形するため、熱伝達の方が高くなることが確認された。一方、スラリーの温度を20°C、試験部壁面加熱温度を約22°Cとして、潜熱蓄熱材を相変化させた場合のスラリーの熱伝達特性(図3(b))では、実験開始直後はヘプタデカンがほぼ固体状態であるにもかかわらず、スラリーの熱伝達は相変化によって液体時の値のように高い値を示している。さらに、スラリー内のカプセル分布の不均一に伴い、熱伝達が固体時と液体時の間で増減するが、最終的に全てのカプセル内のヘプタデカンが液体になるに伴い、熱伝達は液体時の値に収束している。

研究実績
の概要



(a) 固体と液体の違い



(b) 蓄熱材相変化の影響

図3 カプセルスラリーの熱伝達特性

講演アブストラクト

春木直人、三田哲也、森田慎一(北見工大)、「潜熱蓄熱ゼラチンカプセルスラリーの直管試験部における流動と熱伝達特性に関する研究」、第58回日本伝熱シンポジウム(2021年5月25日(火)~27日(木))で発表予定。

成果資料目録