

氏 名	THAN TUN NAING		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	工 学		
学位授与番号	博甲第	5 7 3 4	号
学位授与の日付	平成30年 3月23日		
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	Study on Development of Latent Heat Storage at Various Middle High Temperature Range (種々の中高温度域における潜熱蓄熱の開発に関する研究)		
論文審査委員	教授 堀部 明彦	教授 富田 栄二	教授 柳瀬眞一郎
学位論文内容の要旨			
<p>The purpose of this research is to develop the latent heat storage technology and to effectively utilize unused wasted energy. To recover the waste heat energy in the temperature range (100°C~400 °C) discarded from the factories, determine the new heat storage material mixtures according to their melting temperature range, and construct the latent heat storage system for research purpose.</p> <p>In Chapter 1 and Chapter 2 include an introduction, literature studies and the past researches of the latent heat thermal energy storage system.</p> <p>In Chapter 3, measurements of melting temperature of heat storage material mixtures for the melting temperature range of 300°C~400°C. The mixture of NaCl: KCl: LiCl was used for this temperature range. Corrosiveness test of construction materials with mixture was made by using some anti-corrosive spray, paint and argon gas. For this mixture, most of the construction materials cannot be used because of corrosiveness problem and high melting temperature. It was found that some difficulties to construct the experiment devise for this temperature range.</p> <p>In Chapter 4, the mixture of NaOH: LiOH was used for this melting temperature range of 200°C~300°C. After making the corrosiveness test, construct the experimental device. This device contains the test-section, heating system, and cooling system as separately. In this system, indirect heat exchange system is used between latent heat storage material mixture and heat transfer oil. By using this device, the behaviors of this latent heat storage material mixture during the melting and solidification processes were investigated.</p> <p>In Chapter 5, the mixture of mannitol and erythritol was used for the melting temperature range of 100°C~200°C in the direct contact heat exchange system. There was the flow out problem of PCM from the test-section with the heat transfer oil at the high flow rate of oil. Attempt to control the solidified height of the PCM mixture during the solidification process, a perforated partition plate was installed in the PCM region in the heat storage vessel. The solidification and melting processes were repeated using metal fiber. While using the perforated partition plate and metal fiber, the amount of heat release slightly less than the without of that. To increase this amount of heat release during the solidification process, the effects of metal fiber diameter, the proportion of fibers, and the position of the fibers within the PCM region were investigated. And the perforated plate and mesh are also used to solve this problem. Numerical analysis is performed to predict the PCM temperature and compare with experimental results.</p> <p>Chapter 6 contains the conclusion and the future work.</p>			

論文審査結果の要旨

熱の利用では、時間的や空間的に供給と需要にアンバランスが生じる場合が多く、一時的にエネルギーを蓄える蓄熱システムが必要である。潜熱蓄熱は蓄熱密度が大きく有望であり、低温用や60℃程度以下においては氷蓄熱やパラフィン材料の利用など研究が進められている。一方で、工場排熱などの中高温度域（100℃から400℃程度）の潜熱蓄熱技術は確立しておらず、蓄熱材料の選定など基礎的研究を進める必要がある。本研究では、400℃～300℃、300℃～200℃、200℃～100℃の温度域それぞれにおける蓄熱技術の発展を目的とした研究を行った。

400℃～300℃温度域に関しては、種々の蓄熱材混合物の融点の測定を行った結果、NaCl : KCl : LiClの混合物を蓄熱材料候補として、この温度域で特に問題となる腐食性の検討を行った。金属材料の種類による違い、さらに塗料やアルゴンガス雰囲気の効果について明らかにした。結果として、金属材料では、腐食性の問題に対処することが困難であり、非金属材料（セラミック等）の使用が望まれることが判明した。

300℃～200℃の温度域では、腐食試験や融点測定の結果、NaOH : LiOHの混合物を候補として検討を行った。ステンレス鋼を装置部材としアルゴン雰囲気とすることで腐食が低減されることを明らかにし、蓄熱槽実機を模擬した小型実験装置を作製して、融解凝固挙動を観察するとともに熱移動特性を検討した。実験の結果、凝固時には、大きな過冷却挙動が生じず、また複数回の凝固融解の繰り返しでも大きな変化はなく、潜熱蓄熱材として用いることができる可能性を明らかにした。

200℃から100℃の温度域では、これまでに、潜熱蓄熱材として糖アルコール類であるマンニトールとエリスリトールの混合物を用いた直接接触熱交換システムが検討されているが、熱媒体の油と潜熱蓄熱材の熱伝達向上と熱媒体が流出しないための蓄熱材凝固高さ抑制の課題があった。本研究では、蓄熱槽内への有孔仕切板や金属繊維を挿入して凝固および融解挙動を観察し、凝固高さや熱移動に関する評価を行った。特に金属繊維の効果に関しては繊維径、繊維の割合、および繊維設置位置の影響を詳細に検討し、蓄熱材上部に金属繊維を設置することが有効との知見を得た。

以上のように、熱エネルギーの有効利用を目的として、明確な技術が確立されていない100℃から400℃の中高温度域において、各温度域における技術を発展させるための多くの知見を得ており、工学的な有用性が非常に大きく、学位論文として評価できる。