

微粒子混合による溶融塩の熱伝導率変化

Change in Thermal Conductivity of Molten Salt by Mixing Fine Particles

*植木 祥高¹, 藤田 尚之¹, 芝原 正彦¹

¹大阪大学大学院機械工学専攻

溶融塩は核融合ブランケットの冷却材の候補として見込まれているが、熱エネルギー取り出しの効率化には伝熱促進技術が不可欠である。溶融塩にナノスケールの微粒子を混合することにより熱伝導率の変化を実験的に調査し、熱物性改善による伝熱促進の実現可能性を検討した。

キーワード：溶融塩，熱伝導率，微粒子

1. 緒言 溶融塩は高温環境にて使用可能であるといった利点を有するものの、高プラントル数流体である点が熱媒体として使用するに主たる障害となる。このような背景のもと、球充填管を用いた流動攪拌による既存の手法とは大きく異なる伝熱促進手法として、ナノスケールの微粒子を溶融塩に混合することにより熱伝導率といった物性を改善することを検討した。

2. 計測手法 熱伝導率測定にはアルミナの電気絶縁被膜を施した金属細線を用いる非定常細線法を使用した[1]。本研究のように異なる長さの2本の白金細線を用いる場合、ホイートストンブリッジ回路を内部構造に含む測定回路を用いた。これにより白金細線の抵抗値の時間変化をホイートストンブリッジ回路の非平衡電位差の時間変化として検出した。本研究において用いた白金細線の長さは0.06 mと0.03 mであり、直径は共に50 μm である。試料セルには試料温度の均一性を確認するために、高さの異なる複数点に熱電対を挿入して熱伝導率測定時の温度を計測した。溶融塩にナノ粒子を混合することにより有効熱伝導率が上昇するか実証を行うことを目的に、ナノ粒子を懸濁する溶融塩試料にはフッ化物溶融塩の代替流体として HTS (Heat Transfer Salt: 40 wt% NaNO_2 , 7 wt% NaNO_3 , and 53 wt% KNO_3) をベース流体として使用した。ナノ粒子には腐食耐性に優れ、ベース流体と比較して熱伝導率が良好なシリコンカーバイド(SiC)の公称粒径は100 nm未満のものを用い、粒子体積密度を0.72%とした。各試料における熱伝導率の温度依存性を調査した(図1)。測定試料が非均一化する融点近傍領域を除く200-250°Cの試料温度領域にてナノ粒子を混合した場合にはベース流体と比べ約1.5倍の熱伝導率の上昇を得ることが明らかとなった。また、200-250°Cの試料温度領域にて温度上昇に伴うナノ粒子混合試料の熱伝導率の変化率は概ねベース流体のものと同等の傾向を示した。本結果はナノ粒子が輸送する熱エネルギーは、試料温度が変化しても概ね変化しないことを示していると考えられる。

3. 結論 本研究では、溶融塩に熱伝導率が良好なナノ粒子を混合することにより有効熱伝導率を向上させることが可能であることを実証した。上記の結果を踏まえて、材料共存性が良好な SiC ナノ粒子をフッ化物溶融塩に混合することにより同様に熱伝導率の上昇を見込まれると考えられる。

参考文献

[1] Y. Ueki, et al., "Thermal Conductivity of Molten Salt-Based Nanofluid", AIP Advances, 7(5) 055117 (2017).

*Yoshitaka Ueki¹, Naoyuki Fujita¹ and Masahiko Shibahara¹

¹Osaka Univ.

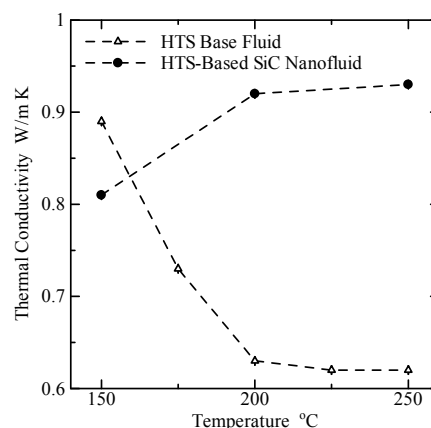


図1 熱伝導率測定結果。