

熔融塩炉のフリーズバルブ高性能化のための実験

Experimental Study to Improve Freeze Valve Performance in the Molten Salt Reactor

*徳島 達也¹, Indarta Kuncoro Aji¹, 榎木 光治¹, 木下 幹康^{1,2}, 大川 富雄¹

¹電気通信大学大学院, ²熔融塩技研

熔融塩炉の安全装置フリーズバルブ (FV) の開時間を正確に予測する上で、金属壁を経由する熱移動が重要である。本研究では、金属壁の影響を含めた FV 開時間の数値的予測のため、検証用データを取得した。

キーワード: 熔融塩炉, フリーズバルブ, 安全装置, 作動時間

1. 緒言

熔融塩炉では、緊急時に燃料の温度が上昇すると、フリーズバルブ (FV) が開いて液体燃料がダンプタンクに排出され、核反応が受動的に停止する。したがって、熔融塩炉の安全性を担保する上で、FV の作動時間は極めて重要である[1]。ここで、固体塩が配置される金属配管は、塩よりも高い熱伝導率を有する。このため、FV の作動時間を予測する上で、金属壁を経由する熱移動の影響を無視できない可能性がある。

2. 実験方法

金属壁が FV の作動時間に与える影響を考察するとともに、数値計算結果の検証データを取得するため、Fig. 1 に示す装置を用いて実験を実施した。ガラス容器内の固体塩に張力を加えた金属棒を配置し、上部から高温の熔融塩を注いだ。熔融塩の熱は、固液接触面または金属棒を経由して固体塩に伝わり、金属棒周囲の固体塩がすべて溶けると、張力によって棒が引き抜かれる。塩は HTS (Heat Transfer Salt)、金属棒の材質は、銅、黄銅、アルミニウムとした。固体塩の初期温度は 130°C、熔融塩の初期温度はパラメータとし、ビデオカメラを用いた可視化観察により、金属棒の引き抜き時間を計測した。

3. 実験結果及び考察

棒材質が黄銅の場合について、熔融塩初期温度と引き抜き時間の関係を Fig. 2 に示す。本図より、熔融塩温度の上昇とともに引き抜き時間が短くなることがわかる。本図には、VOF 法による計算結果も示した。実験値よりも計算値が短いのは、実験装置の放熱の影響があると推察される。金属棒の熱伝導率の影響を Fig. 3 に示す。熱伝導率の増加とともに引き抜き時間が急速に低下していることから、固体塩の熔融に金属内熱移動が大きく関与しており、熔融塩炉の FV でも金属壁を経由する熱移動の影響が大きいことが強く示唆される。銅の結果で、実験値が短いのは、熔融塩供給直後の対流伝熱の影響と推察される。

参考文献

[1] Q. Li, et al., Proc. 12th NRC/ASME Symposium on Valves, Pumps, and Inservice Testing, pp. 325-341 (2014).

*Tatsuya Tokushima¹, Indarta Kuncoro Aji¹, Koji Enoki¹, Motoyasu Kinoshita^{1,2} and Tomio Okawa¹,

¹The University of Electro Communications., ²Molten Salt Laboratory Inc.

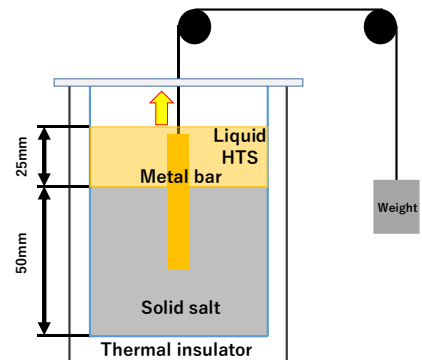


Fig. 1 Experimental apparatus

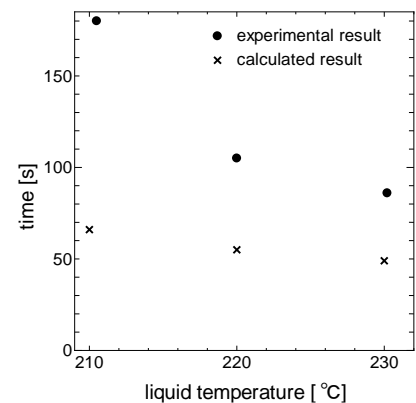


Fig. 2 Pull-out time (brass bar)

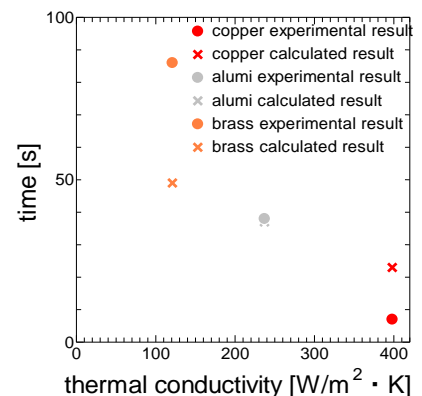


Fig. 3 Effect of thermal conductivity of metal bar