

無容器法による金属融体の拡散係数の測定

Containerless Measurement for Diffusion Coefficient
of Metallic Melts

樋口 健介¹⁾ 稲富 裕光¹⁾ 飯倉 寛²⁾
Kensuke HIGUCHI Yuko INATOMI Hiroshi IIKURA

¹⁾ISAS/JAXA ²⁾原子力機構

無容器拡散実験の手法を確立するため、磁場印加により対流を抑制した状態で In-Sn および B-Al 融液の無容器拡散を行い、試料内の濃度分布を中性子 CT により調べた。この結果、In-Sn 系では濃淡が見られなかったが、B-Al 系で対流が十分抑制されていることがわかった。

キーワード： 溶融金属， 拡散， 対流， 無容器， 中性子 CT，

1. 目的

高温金属融体の拡散係数は、溶接や鋳造の分野でプロセスの改善のために必要とされている。しかしながら、実用耐熱合金は融点も高く容器と反応してしまうため、無容器での測定が必須である。このため本研究では、無容器で拡散係数を測定する新たな手法の開発を目的とし、今回、合金試料内の濃度分布の観察に中性子 CT を用いて、無容器拡散実験の可能性の策定と中性子 CT のテスト実験を行った。

2. 方法

拡散実験では対流による拡散源の輸送を抑制することが重要である。08 年度は超伝導マグネット内に、新たに製作したガスジェット電磁浮遊炉を設置し、これにより拡散対を浮遊溶融と同時に、静磁場 6T による対流を抑制、ガスによる浮遊急冷凝固を可能とした。試料は、浮力対流を抑えるため密度差の小さく、かつ中性子 CT で濃淡が観測できる拡散対として、In-Sn および B-Al を用いた。In-Sn は従来法で高精度な値が得られているため、無容器拡散実験との比較のため重点的に測定を行った。B-Al は、中性子吸収の大きいボロン粉末をトレーサーとして球状 Al の中心部に埋め込み、静磁場による対流の抑制度を調べた。中性子 CT は、3 次元的な濃度分布を観察し、拡散係数を見積もるだけでなく対流の履歴を調べるために用いた。中性子照射枠は高精度観測に最適な 50×50mm とし、試料とのディテクターの距離も変えて撮影した。試料は 8mm 程度の球状であり、15φ のアルミ管を板で仕切り、一度に 4 個の試料の CT が撮影できる治具を用意した（図参照）。



3. 研究成果

In-Sn, B-Al 系ともに最適な温度プロファイルで無容器拡散実験が行えた。しかし、中性子透過像では、In-Sn には濃淡は観察されなかった。B-Al は浮遊凝固時に奇妙な試料変形が起こったため、拡散係数を見積もるまでには至らなかったが、中心に埋め込んだボロンはほとんど動いておらず、対流は十分に抑制されていたと推察している。浮遊凝固後の合金内部の濃度分布を中性子で高精度に観察した例は過去にないが、試料固定治具はうまく機能し、B-Al については濃淡も観察された。これにより、無容器拡散実験の最終行程である試料内部の濃度分布が中性子 CT で観測できることが明らかになった。

4. 結論・考察

今回は、新たに導入したガスジェット電磁浮遊炉による無容器拡散実験の延長として、試料内濃度分布が中性子 CT でどの程度観測できるのかのテストを行った。B-Al 系の結果からは（浮遊凝固中の試料変形の問題はあったが）対流が十分に抑制されていることがわかった。In-Sn 系についてはトレーサーとなる In の量が少なかったため、濃淡が見えなかった可能性が考えられる。21 年度は、無容器拡散実験を In-Sn に最適化すると共に、組成を再検討して中性子 CT を行う予定である。