

スズ・ビスマス合金溶融プールにおける 固体スズの共融現象に液相流動が与える影響

Influence of liquid phase flow on eutectic melting of solid Sn in Sn-Bi molten pool

*植田 翔多¹, 稲垣 健太¹, 近藤 雅裕², 岡本 孝司³

¹電中研、²産総研、³東大

共融速度を時系列として計測する技術を開発し、実機材料の模擬物質としてスズ・ビスマス (Sn-Bi) 共晶系を用いて、レイノルズ (Re) 数が固相-液相界面における共融現象に与える影響を検討した。

キーワード：共融，スズ・ビスマス二元系，液相流動，固液界面

1. 緒言 軽水炉の過酷事故早期には、異なる物質の界面において本来の融点より低い温度で液化が開始する共融現象が生じることが知られている。共融の進展を幅広い条件下でより精緻に予測できるモデルを開発するには、共融速度に影響を与える要素を把握することが重要である。本報では、Sn-Bi 共晶系において液相の流況が固相-液相界面の共融進展に与える影響について報告する。

2. 実験 実験では、内径φ78 mm の坩堝に高さ H70 mm まで満たされた Sn-Bi 共晶組成の融液中に円柱状 (φ30 × H10/φ50 × H5) の固体 Sn を含浸した。融液プールの中で試験体に加わる浮力の時間変化を音叉式センサによって計測する手法[1]によって溶解量を時系列で取得した。試験部温度は約170℃として、試験部の回転数を制御することでRe数が $Re = 8.7 \times 10^2 \sim 1.7 \times 10^4$ の範囲について実験した。

3. 結果と考察 図1は得られた共融速度から計算した物質移動係数 k_m をRe数に対してプロットした結果である。 k_m は境界膜理論[2]によって理論値を求めることができる。回転ディスク体系における境界膜理論から求めた値をオーバープロットした。低Re数 ($Re < 3.5 \times 10^3$) では境界膜理論によって整理できるが、それ以上のRe数では理論値よりも共融速度が大きくなる方向へ逸走していくことが分かる。

図2は試験体断面における側面部と上面部のBSE (組成像とTOPO像) 像である。TOPO像ではスズの粒界を観察でき、溶融が粒界に沿って選択的に進展しているわけではないことが分かる。また、その傾向は試験体の上面部と側面部では違いがないことが分かる。

4. 結論 共融速度を時系列として計測する技術を開発し、模擬物質としてスズ・ビスマス共晶系を用いて、レイノルズ数が共融現象に与える影響を検討した。

参考文献 [1] Ueda, S. et al., 71st Annual Meeting of the APS DFD, 63 (2018). [2] E. L. Cussler, *Diffusion: mass transfer in fluid systems*, 3rd ed.(2009).

*Shota Ueda¹, Kenta Inagaki¹, Masahiro Kondo², Koji Okamoto³

¹CRIEPI, ²AIST, ³UT

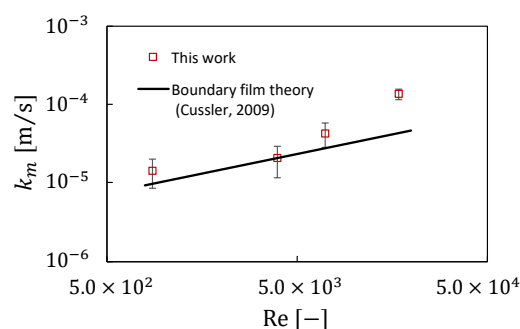


図1 Re数と物質移行係数の関係

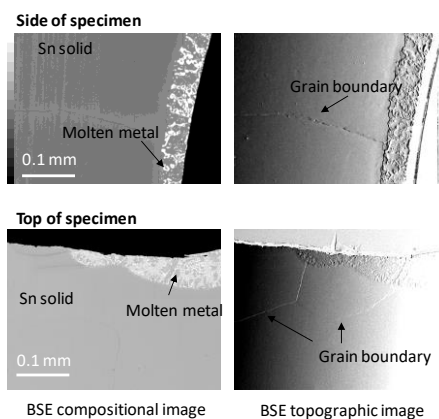


図2 試験体断面のBSE