

Sn-Bi 二元系の共晶溶融に流動が及ぼす影響の実験的検討

Experimental Investigation of Hydrodynamic Effect on Eutectic Melting of Sn-Bi Binary System

*植田 翔多¹, 稲垣 健太², 近藤 雅裕³, 岡本 孝司¹

¹ 東京大学大学院, ² 電力中央研究所, ³ 産業技術総合研究所

福島第一原子力発電所の事故を受けて、事故進展解析などの観点から共晶溶融は注目されている。本研究では、融液内の流動が共晶溶融進展に与える影響を調査している。本稿では、流動が比較的低速な条件における共晶溶融の進展について報告する。

キーワード： 共晶溶融, 過酷事故, 多成分流体, 流体力学的影響

1. 緒言

過酷事故の初期に生じるとされている共晶溶融は、その重要性から欧米を中心に研究が行われてきた。従来研究では、金属組織学的側面が広く研究されてきたが、融液の流体力学的な挙動が共晶溶融進展に与える影響は調査されてこなかった。本研究では、融液内の流動が共晶溶融進展に与える影響を調査する。本稿では、流動が比較的低速な条件における共晶溶融の進展について報告する。

2. 実験方法

Fig. 1 は開発した実験装置の概略図である。るつぼ内を共晶融液 (Bi:Sn=43:57 [at%]) で満たし、先端をスズ円柱とした試験体を融液内に挿入する。実験では、固液界面から固体のスズ円柱が共晶溶融によって融けていく。融け残ったスズに働く浮力と重力の和の変化を電子天秤によって時間発展データとして取得する。実験中に任意の試験体回転数を与えることで融液内の流れを制御し、そのときの溶融進展速度を評価する。温度はフィードバック制御によって170℃程度にコントロールした。

3. 結果と考察

Fig. 2 は、時間経過によるスズ円柱の重量変化をプロットしたものである。150 rpm 未満の回転数では回転数の増加に伴う顕著な溶融速度の変化は見られない。本研究における低回転数領域ではリチャードソン数 Ri が $Ri \gg 1$ であり自然対流が支配的となる。そのため、るつぼ内の流れに大きな差が出なかったためと考えられる。150 rpm では他の試験よりも溶融速度が著しく増加した。150 rpm では $Ri < 1$ となり強制対流が支配的になりはじめるため、融液の攪拌とせん断応力増大の影響が顕著に見られたと考えられる。

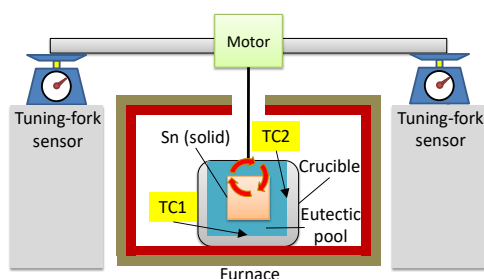


Fig. 1 実験装置の概略図

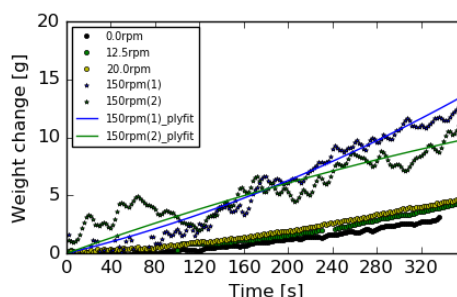


Fig. 2 共晶溶融による試験体重量の時間変化

参考文献

[1] 植田翔多ほか, 日本原子力学会 2017 年秋の大会, 3E14.

*Shota Ueda¹, Kenta Inagaki², Masahiro Kondo³, Koji Okamoto¹

¹The University of Tokyo, ²Central Research Institute of Electric Power Industry, ³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.