

TVF ガラス溶融炉における仮焼層のシミュレーションモデル開発

Development of Simulation Model for Cold-cap of TVF Glass Melter

*朝日 良光¹, 小高 亮¹

¹JAEA

ガラス溶融炉の仮焼層について、ファイバーガラス製原料カートリッジと溶融ガラスの固液混相流で模擬したシミュレーションモデルを開発した。本開発では、ガラス温度の推移を実測値と一致させるため、仮焼層の領域で流速が緩慢な層を定常的に形成できるように仮焼層のモデルの改善を図った。

キーワード：ガラス固化技術開発施設，ガラス溶融炉，熱流動解析，仮焼層，ファイバーガラス製原料カートリッジ

1. 緒言

JAEA のガラス固化技術開発施設（TVF）では、高放射性廃液を含浸したファイバーガラス製原料カートリッジ（以下、カートリッジ）を溶融しガラス固化体を製造しており、溶融途中のカートリッジが浮遊して形成される仮焼層（図 1）は、溶融ガラスの流動や保温性へ影響を与える。JAEA が溶融炉の内部状態把握のため開発している熱流動計算コード[1-2]では、これまで仮焼層を一流体として扱ってきたが、対流によって液面付近の温度が安定せず保温性が低いという課題があった。温度推移を精度良く再現するためには、液面付近の保温性を模擬できる仮焼層モデルを開発する必要がある。

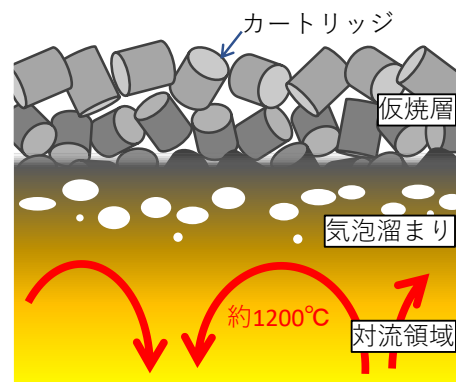


図 1 仮焼層の想像図

2. 仮焼層モデル

仮焼層はカートリッジと溶融ガラスの固液混相流として Discrete Parcel Method でモデル化し、粒子・流体間の相互作用を考慮したうえで、粒子同士の接触を模擬するため、ある粒子濃度以上の領域にはあらたに粒子が進入できないとした[3]。カートリッジの供給と溶融が平衡状態にあることを模擬するため、仮焼層中の粒子数は一定とした。また、カートリッジの浮遊に伴うジュール加熱電流や熱伝導率の低下と見掛け粘性の上昇[4]を模擬するため、固相粒子の濃度に応じた関数を流体の物性値へ導入した。

熱伝導率が小さな仮焼層領域に不均一な温度分布が生じた場合、ジュール加熱電流は導電率が高い温度の高い場所を流れるため、より強く加熱される性質がある。それによる温度不均一の拡大を抑制する機構として、温度が高い場所ほど溶融が活発で吸熱量が多くなるようアレニウスの式を導入した。アレニウス式の活性化エネルギー、仮焼層の厚さや熱伝導率を調整パラメータとして、温度が実測値に合うよう調整した。

3. 結果

仮焼層の領域で流速が緩慢な層を定常的に形成できた（図 2）。これにより、仮焼層表面での熱伝達と輻射が低減され、液面付近の温度分布が安定し、仮焼層下部のガラス温度の変化は実測値と相応に一致した。

参考文献

- [1] 朝日, *et al.* JAEA-Technology 2021-026 (2021)
- [2] 朝日, *et al.* 日本原子力学会 2016 年春の年会 1G13 (2016).
- [3] 朝日, *et al.* 日本原子力学会 2015 年秋の大会 E27 (2015).
- [4] M.Mooney, *J. Colloid. Sci., Symp.*, Vol.6, p.162 (1951).

* Yoshimitsu Asahi¹ and Akira Kodaka¹

¹JAEA

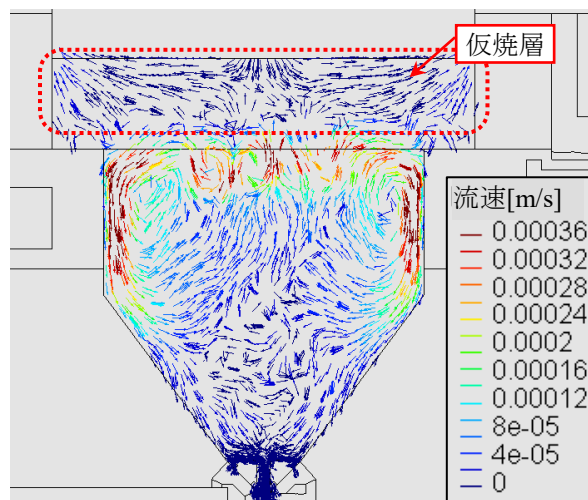


図 2 流速場の計算結果