

固液混相流における固体粒子群挙動評価のための DEM 粗視化モデルの開発

Development of a coarse graining DEM for a simulation of solid particle behavior in a gas-liquid flow

*森 勇稀¹, 宇留賀 和義², 塚田 毅志², 山口 彰¹, 酒井 幹夫¹

¹ 東京大学, ² 電力中央研究所

本研究では、高レベル放射性廃液を処理するガラス溶融炉の安定運転に資する数値シミュレーション手法を開発する。伝熱を伴う固液混相流の大規模数値シミュレーションを行うためのスケーリング則モデルを新たに開発し、シンプルな体系において妥当性検証を行った。

キーワード : DEM-CFD 法、固液混相流、DEM 粗視化モデル、自然対流

1. 序論

ガラス溶融炉の安定運転のために炉内部の白金族粒子の挙動を把握することが非常に重要であるが、過酷環境のため実験による現象把握が困難であり、数値解析の応用が期待されている。本研究では、伝熱を伴う固体-流体連成シミュレーションのための DEM 粗視化モデルを新たに開発する。実粒子体系と DEM 粗視化粒子体系の数値解析結果が一致することを示すことにより、本研究で開発した数値解析手法が妥当であることを示す。

2. 数値解析手法

固液混相流の数値シミュレーションに広く用いられている DEM-CFD 法のスケーリング則モデルとして DEM 粗視化モデル (Sakai and Koshizuka, 2009) がある。本研究では、伝熱モデルを導入した DEM 粗視化モデルを新たに開発し、その妥当性検証を行う。

3. 計算条件

本研究では、一辺 10 cm の立方体液層内における粒子の自然対流現象を用いて妥当性検証を行った。オリジナル体系における固相粒子の直径および密度はそれぞれ 50 μm および 1050 kg/m^3 であり、粒子数は 270,000 とした。液相の密度および粘度はそれぞれ 1,000 kg/m^3 および $1.0 \times 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ である。本研究で開発した DEM 粗視化モデルを使用した体系では粗視化率を 3 とした。

4. 結果・考察

Figure 1 に粒子速度をプロットした数値解析結果のスナップショットを示す。本研究で開発した DEM 粗視化モデルおよび実粒子体系の数値解析結果では粒子の対流状態や速度分布がよく一致した。このことから、本研究で開発した DEM 粗視化モデルが実粒子体系を模擬できることが示された。

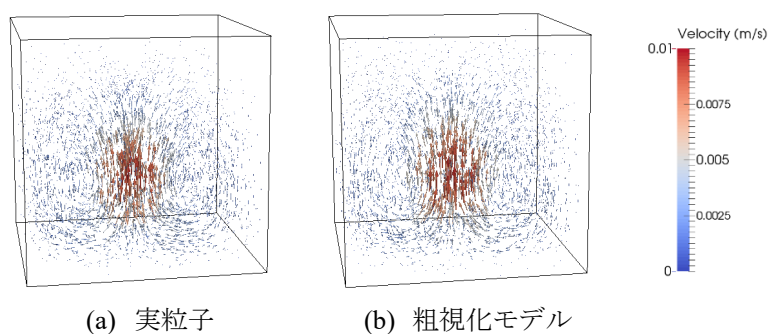


Figure 1. 数値解析結果

5. 結論

本研究では、固液混相流の大規模シミュレーションを行うために伝熱モデルを導入した DEM 粗視化モデルを新たに開発し、その妥当性を検証した。

*Yuki Mori¹, Kazuyoshi Uruga², Takeshi Tsukada², Akira Yamaguchi¹, and Mikio Sakai¹

¹Univ. of Tokyo, ²CRIEPI