

ガラス溶融炉における固体粒子堆積時の流下シミュレーション

Numerical study on discharged flow of the accumulated solid particles from a glass melter

*高畑 和弥¹, 酒井 幹夫¹

¹ 東京大学大学院工学系研究科

ガラス溶融炉において、高レベル放射性廃液に含まれる白金族粒子が炉底部に堆積することによって流下性能が低下することが知られているが、まだ現象は解明されていなかった。本研究では Lagrange-Lagrange 的手法である DEM-MPS 法[1]を用いて、流下における粘性の影響を評価するために数値シミュレーションを実行する。

キーワード：ガラス溶融炉、DEM-MPS 法、高粘性流れ、固液混相流

1. 緒言

ガラス溶融炉において、白金族粒子の堆積によって流下性能が低下することが知られているが、現象は解明されていなかった。本研究では、数値シミュレーションにより流体の粘性がガラス溶融炉の流下性能に及ぼす影響を評価する。

2. 数理的手法

液相の支配方程式は局所体積平均法を用いた連続の式および Navier-Stokes 方程式であり、固相の支配方程式は並進及び回転の式である。液相および固相を、それぞれ、MPS 法および DEM でモデル化した。本研究では、高粘性の固液混相流を効率的に計算するため固液間相互作用力に陰的モデルを新たに導入した。

3. 数値解析・実験

現行のガラス溶融炉を想定して炉底斜度が 45 度の溶融炉内部に、ガラスビーズ（粒子径 1mm）とシリコンオイルを注入した体系およびガラスビーズ（粒子径 1mm）と水を注入した体系を選定し、これらの固液混相流を炉底部より排出した。Fig.1 は、ガラスビーズ約 60% 排出時のスナップショットである。溶媒の粘度が高いと固相が壁面側に分布しながら排出され、その一方で溶媒の粘度が低いと固相表面が水平を保ちながら排出されることがわかった。溶媒の粘度が高いと固体粒子の排出時間が長くなることも示された。また、これらの数値シミュレーション結果は実験結果と定性的に一致することも確認した。これらの結果より、溶媒の粘度が高くなると、固体粒子が残留しやすくなることが示された。

4. 結論

ガラス溶融炉における流下を安定的に行うには、溶融ガラスの粘性の管理が重要であることが見出された。

謝辞

本研究は、経済産業省資源エネルギー庁「平成 28 年度次世代再処理ガラス固化技術基盤研究事業」の成果の一部である。

参考文献

[1] M. Sakai *et al.*, Chem. Eng. J. 2012

*Kazuya Takabatake¹, Mikio Sakai¹

The University of Tokyo¹

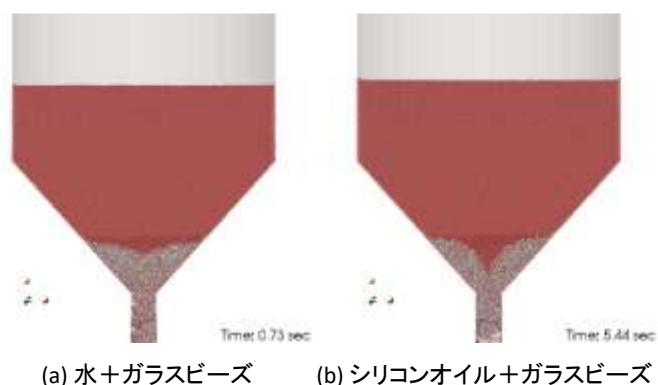


Fig. 1 固体粒子60%排出時における固体粒子堆積状況