

粉体混合機の最適化のための離散要素法シミュレーション

DEM simulation for optimization of a powder mixer.

*横山 莉奈子¹, 酒井 幹夫¹

¹ 東京大学

原子燃料の製造には粉体混合プロセスがあり、燃料粉末と添加剤の均一な混合が求められる。本研究では、コンテナブレンダーと呼ばれる混合機について、DEM/SDF法を用いて粉体混合シミュレーションを行った。粒子数に関する感度解析を行い、コンテナブレンダーにおける混合効率と混合メカニズムについて考察した。

キーワード：離散要素法、粉体混合、DEM/SDF、コンテナブレンダー

1. 序論

原子燃料の製造において粉体混合プロセスがあり、原子燃料と添加剤を均一に混合することが求められる。しかし、混合度の評価を実験で精度よく行うことは難しいため、粒子の情報を正確に抽出できる数値シミュレーションの応用が期待されている。そこで、本研究では、DEM/SDF法^[1]を用いてコンテナブレンダーにおける粉体混合シミュレーションを行い、粒子数が混合度に与える影響について考察した。

2. 数値解析手法

本研究では、粒子の挙動解析するため Discrete Element Method (以下、DEM と記す)を用いた。粒子と壁面の相互作用については Sign Distance Function (以下、SDF と記す)を用いてモデル化した。粒子は、粒子径 15mm のガラスビーズを用いた。Case 1、Case 2 および Case 3 において粒子数を 200,000、300,000 および 400,000 とした。混合度を評価するために Lacey's Mixing Index (以下、LMI と記す)を用い、粉体の混合メカニズムを評価するために Granular Temperature (以下、GT と記す)を用いた。

3. 結果・考察

各ケースにおける、混合開始から 4.95 秒後のスナップショットを図 1 に示す。Case 1、Case 2 および Case 3 の順で混合が早く進んだ。このことより、コンテナブレンダーの粉体混合では、粒子の充填量が少なくなると混合効率が高くなることがわかった。次に混合中の GT を比較したところ、混合効率が高かったケースほど、GT の高い部分が多かった。このことは、コンテナブレンダーの粉体混合において、粒子数が少ないと拡散効果の影響が大きくなるため、混合効率が高まったことを意味する。

4. 結論

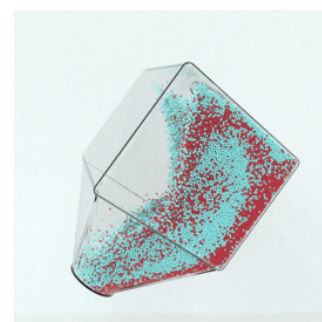
本研究では、DEM/SDF法を用いてコンテナブレンダーの粉体混合シミュレーションを実行した。その結果、粒子数が少ない体系ほど混合効率が高くなることが示された。粒子数が少ない体系ほど GT が高くなったため、粒子数が少ない体系ほど拡散混合の影響が大きくなることが示された。

参考文献

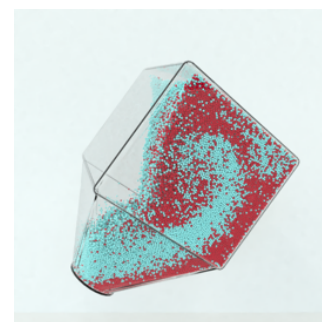
[1] Y. Shigeto and M. Sakai, Chem. Eng. J., 231, 464-476 (2013)

*Rinako Yokoyama¹ and Mikio Sakai¹

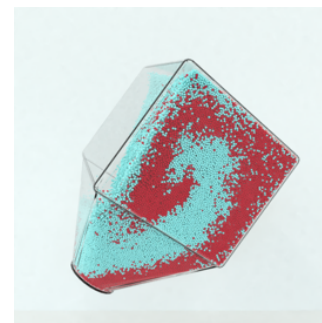
¹The University of Tokyo



(a) Case 1



(b) Case 2



(c) Case 3

図 1 各ケースのスナップショット