

攪拌槽内における固液混相流の数値シミュレーション

Numerical simulation of solid-liquid flows in a stirred vessel

*田村 耕太郎¹, 酒井 幹夫¹

¹ 東京大学大学院工学系研究科

高粘性懸濁液の固液分離において、分離効率の向上のために数値シミュレーションの導入が求められている。本研究では、固液分離に関する基礎研究として、攪拌槽内の固液混相流に対して数値解析を行い、集約された固体粒子の振る舞いを評価した。

キーワード：DEM-CFD、固液混相流、固液分離

1. 序論

高粘性懸濁液の固液分離は、化学工学分野における重要なプロセスであり、効率の良い分離手法の開発が進められている。原子力分野、例えば燃料デブリの取り出しにおいても、懸濁液中の粉体の分離は極めて重要である。近年、攪拌槽内で固液分離を行う、新たな物理的手法が提案された（Wang et al., 2014）。しかし、攪拌系における固液混相流、特に固液分離に対するメカニズムはほとんど明らかになっていなかった。本研究では、攪拌槽内における固液混相流の数値解析を行い、攪拌系における固液分離を試みた。

2. 数値解析手法

本研究では、DEM（Discrete Element Method）と CFD（Computational Fluid Dynamics）を連成させた DEM-CFD 法を用いた。固相の支配方程式には並進及び回転の運動方程式を、液相の支配方程式には連続の式と Navier-Stokes 方程式を用いて計算した。

3. 数値解析結果

固体粒子を攪拌槽内に一様に分散させ、パドルを回転させたところ、攪拌系における固液分離が確認された。計算結果を Fig.1 に示す。攪拌後すぐに粒子の集約が始まり、2 分後には大半の粒子がパドル周辺に存在する孤立混合領域へと移動した。また、粒子の軌道追跡を行ったところ、集約された粒子は孤立混合領域内のみを移動していた。よって、大部分がカオス混合領域である攪拌槽において、閉じた不良混合領域である孤立混合領域に粒子が集約し、集約後も孤立混合領域に留まり続ける様子が確認された。粒子の集約軌道は、攪拌槽内における孤立混合領域の形状（Hashimoto et al., 2009）とよく一致しており、攪拌系における固液分離メカニズムを模擬していることが示された。

4. 結論

数値解析結果より、攪拌系における固液分離を数値シミュレーションによって計算できることが示された。攪拌系における粒子の振る舞いを理解する上で、数値シミュレーションが有効であることが示唆された。

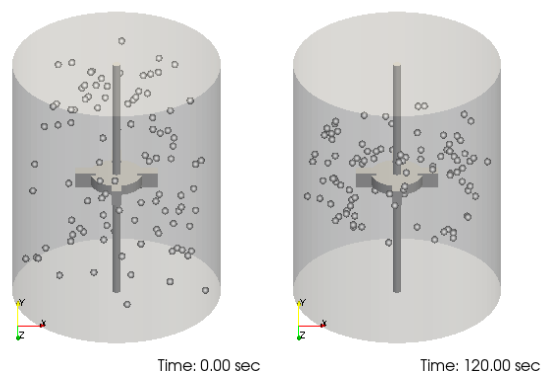


Fig. 1 攪拌系における固液分離シミュレーション

*Kotaro Tamura¹, Mikio Sakai¹

¹The University of Tokyo