

F302

流動場における微粒子分散挙動に関する数値計算

(神戸大院) ○ (学) 増田 興司

(神戸大院工) (正) 鈴木 洋* · (神戸大院工) (正) 菰田 悦之

1. 緒言 微粒子分散系は化学工業において広く用いられている素材であり、その特性を知ることは機能性薄膜の製造プロセスや食品加工などでも必須である。特に微粒子が形成する凝集体のサイズ、サイズの分布および構造は、最終製品に大きく影響を与えるため、凝集体挙動、特に局所特性を知ることは非常に大切である。Hasegawa¹⁾らは、せん断下における微粒子凝集体分布を予測するモデルを提案したが、せん断が一様ではない流動場における微粒子凝集体の局所分布を予測するためには、流れ場における対流・拡散挙動に関するモデルが必要である。本研究では、Hasegawaらのモデルを基に、局所的な凝集挙動を解析する手法を検討した。

2. 計算手法 Fig. 1のような平行平板間流れ ($H=0.05$ m, $L=2.0$ m) を対象に解析を行った。凝集挙動についてはHasegawaらのモデルを基に、凝集体の対流・拡散を考慮にいたした輸送方程式を用いた。局所の凝集体分布から局所の粘度を求め、流れの運動方程式に代入して流れ場を解析した。一方凝集挙動に関してはせん断の影響を受けるため、運動方程式および凝集体輸送方程式を繰り返し計算によって陰的に解いた。圧力場および質量保存則についてはSIMPLE法を用いて解いた。分散媒粘度を基準としてレイノルズ数を0.0296~0.325まで変化させた。分散媒はHasegawaらが対象としたエチレンメチルメタアクリレート共重合体(EMMA)とし、微粒子には粒子の結合エネルギーが既知である $2.5\ \mu\text{m}$ の球形シリカ粒子とした。固体体積分率は0.25とした。なお、今回は十分に発達した結果を得るために、計算領域上流・下流において繰り返し境界条件を設定した。

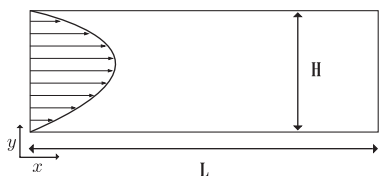


Fig. 1 計算領域

3. 結果と考察 位置 $x=L/2$ における粘度の分布をFig. 2に示す。レイノルズ数が低い場合は流路中央付近でゆるやかなピークが確認できるものの、レイノルズ数(Re)が大きい場合は中央では粘度が低下し、壁面付近で上昇している様子が確認された。凝集体構成粒子数の分布をFig. 3に示す。レイノルズ数が大きくなり、せん断速度増加するに伴い、凝集体の大きさが小さくなる様子が確認された。また、流路の中央付近でゆるやかなピークが確認され、凝集体が形成されている様子が確認された。流路中央部で凝集体が形成されているにもかかわらず、レイノルズ数が大きい場合には中央部の粘度が低下している。ここで、Fig. 4に局所の固体体積分率の分布を示す。レイノルズ数が大きい場合に、壁面付近で固体体積分率が増加しており、抵抗が小さい部分に粒子が移動してい

る様子が確認された。このことより、中央付近で凝集体が形成されているにもかかわらず、局所の固体体積分率が壁面付近で増加するため、レイノルズ数が大きい場合には、壁面付近での粘度が増加していると考えられる。

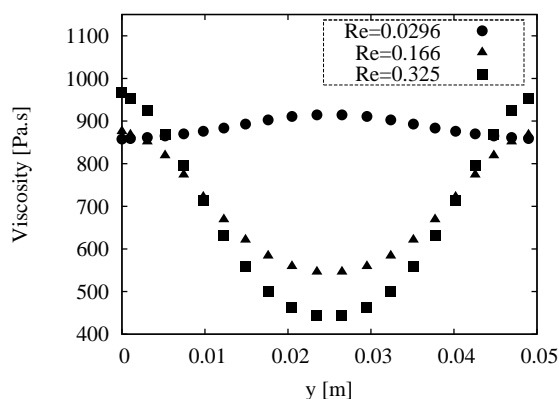


Fig. 2 粘度分布

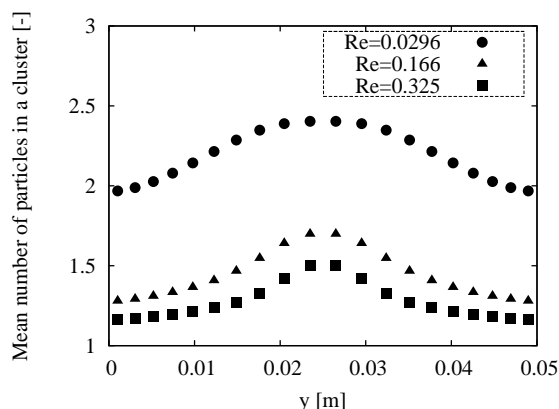


Fig. 3 凝集体構成粒子数

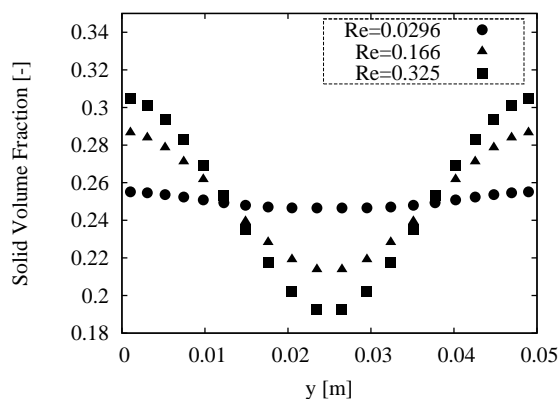


Fig. 4 固体体積分率

【参考文献】

1) Hasegawa, *et al*, *Reoroji Gakkaishi*, (2009) to appear.

*Tel&Fax 078-803-6490, Email:hero@kobe-u.ac.jp