

1 結果と考察

1.1 せん断流下での bottom heavy 性を有する粒子の挙動

Fig.1 はシミュレーション結果を模式的に表したものである．

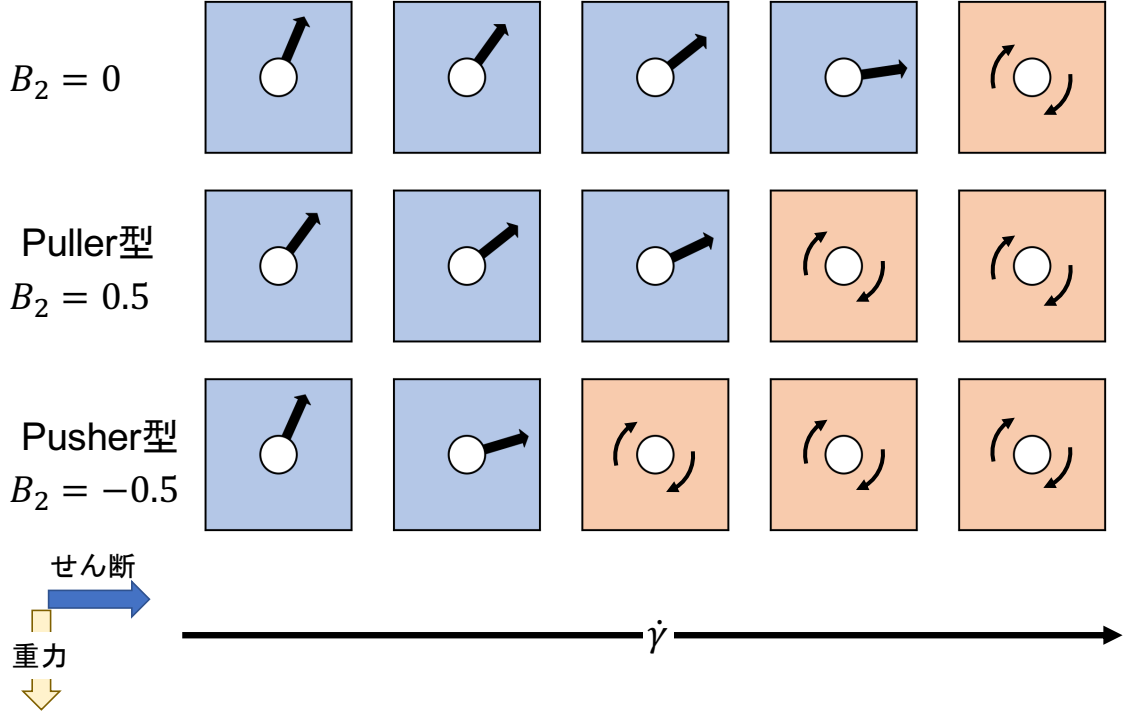


Fig. 1 シミュレーションの模式図

上段は、通常の球形粒子に bottom heavy 性を仮定したもの、中段は、 $B_2 = 0.5$ の Puller 型の squirmer、下段は、 $B_2 = -0.5$ の Pusher 型の squirmer のシミュレーション結果である．図中の直線の矢印は、定常せん断下での粒子の定常進行方向を表し、曲がった矢印は粒子が定常回転していることを表す．図の右側に行くにつれてせん断速度が大きいシミュレーションを表す．また、左下に示したように、せん断は図の右向きに、重力は図の下向きにかかっている．この図より、せん断速度が小さい場合には、粒子はある進行方向に固定され、粒子は回転せずに定常的にその方向に進むのに対し、せん断速度が大きい場合には、定常的な回転運動を始めることが分かる．これは、??で述べた予想に反しないと言える．

1.2 理論値との比較

通常の球形粒子に bottom heavy 性を仮定した場合について理論値との比較を行う．この場合、??で述べたように、粒子にかかるトルクは、式 (??) のように表される．

$$\begin{aligned} N_z &= N_z^H + N_z^{\text{b.h.}} \\ &= 4\pi\mu a^3 \dot{\gamma} - \frac{4}{3}\pi p h g \sin \theta \end{aligned} \quad (1)$$

このトルクは Fig.2 のように表される．

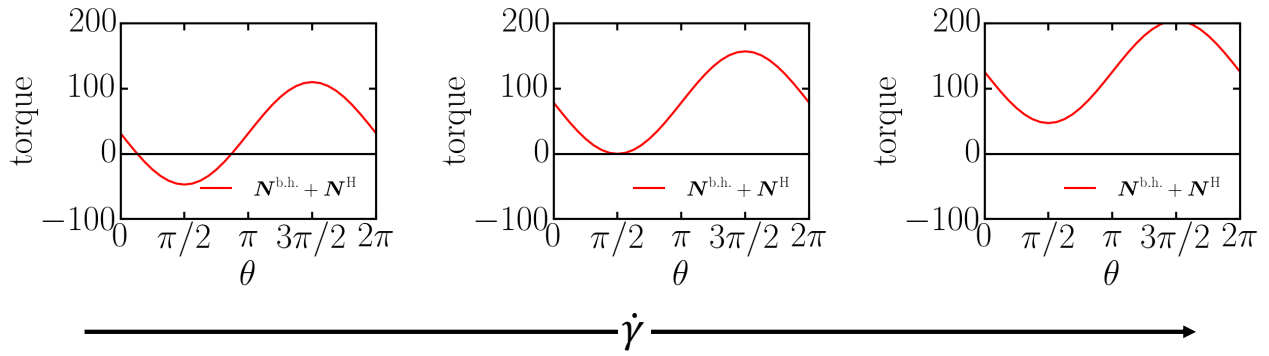


Fig. 2 流体から受けるトルクと bottom heavy 性によるトルクの和

本研究では，パラメータを表 1 のように設定した．

表 1 設定したパラメータ

μ	1.0
a	5.0Δ
ρ	1.0
h	2.5Δ
g	0.06

ここで， Δ は格子間距離であり，長さの次元として用いている．また，流体の粘度 μ と質量密度 ρ を基本単位として用いて，単位時間を $\rho\Delta^2/\mu$ としている． $\dot{\gamma} < 0.05$ の場合には粒子の進行方向は $0 < \theta < \pi/2$ のある角度に固定され， $\dot{\gamma} = 0.05$ の場合に，粒子の進行方向は $\theta = \pi/2$ に固定され， $\dot{\gamma} > 0.05$ の場合に定常的に回転すると予想される．Fig.??は，3 の上段のシミュレーション結果を抽出したものである．

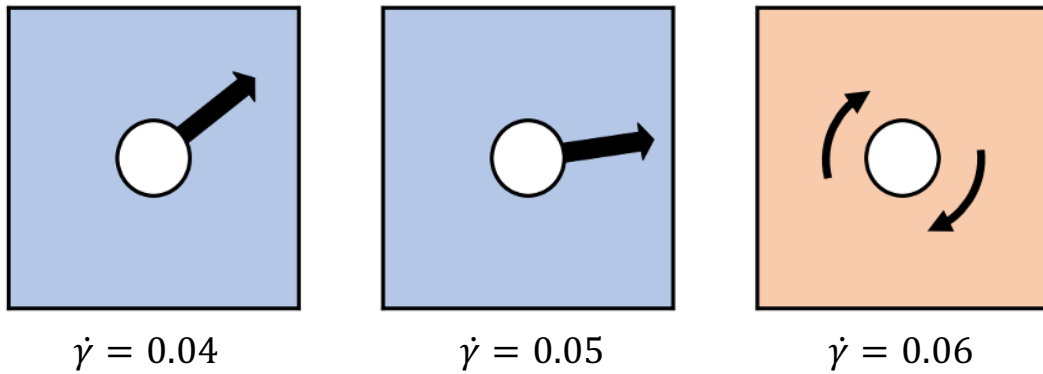


Fig. 3 $B_2 = 0$ の場合のシミュレーション模式図とそのときのせん断速度の値

この図から，シミュレーション結果は理論的な値とよく一致していることが分かる．

1.3 有効粘度の評価

Fig.4 はせん断速度と有効粘度の関係を表す．

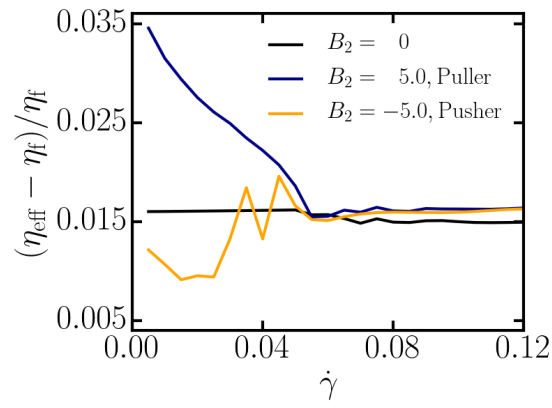


Fig. 4 セン断速度と有効粘度の関係

このグラフから，せん断速度が小さい領域では， $B_2 > 0$ の Puller 型は有効粘度を大きくする方向に， $B_2 < 0$ の Pusher 型は有効粘度を小さくする方向にはたっていることが分かる．また，せん断速度が大きい領域では squirmer の種類によらず，ほぼ等しい有効粘度を示していることが分かる．