

コロイド分散系シミュレーターKAPSEL を用いたペーストの流れの記憶の数値実験

(日本大学理工) ○石川諒馬, 高橋秀典, 松尾洋介, 村松旦典, 中原明生

【はじめに】

干上がった沼地などでは等方的でランダムな乾燥亀裂パターンを観測できる。一方、実験では乾燥前に高濃度の固液混合液(ペースト)に与える外力を御制することで亀裂パターンを自在にコントロールできる^[1]。これは、ペーストが塑性という性質を有することに起因する。炭酸水酸化マグネシウムと純水から成るペーストの場合、乾燥前に1分のみ水平加振をしておくだけで、加振中につくられた流れの方向を記憶し、流線に平行に亀裂が走る(流れの記憶)。しかし、ペーストが流れを記憶できるメカニズムは解明されていない。そこで我々は、異方的な亀裂の種となるのは粒子配置の疎密構造であろうと仮説を立て、シミュレーションで液体と相互作用する粉粒子の動きを追跡することで、メカニズム解明を試みた。はじめに、粒子の体積比率、ポテンシャルエネルギー、剪断速度を変数として、粒子の構造形成を観察し、形態相図を作成することで、粒子が構造を作りやすい領域を確認した。次に、特徴的な構造を見やすくするために、水平方向(x方向)にだけシステムサイズを拡張し、得られた結果の速度分布や密度分布を調べた。最後に、加えていた剪断を途中で停止させ、その場合にも特徴的な構造は残されているのかを確かめた。なお、本シミュレーションには、KAPSELというコロイド・微粒子分散系の動的現象を計算するために開発されたものを利用した^[2-3]。

【結果と考察】

シミュレーションにより以下の結果を得た。
①適度な粒子体積比率、剪断速度、ポテンシャルエネルギーにより剪断方向に引き伸ばされたクラスターが作られる。
②剪断速度が大きいと対向流による縞模様が作られ、流れのspan方向(x方向)にシステムを広げることで縞の組数も増える(Fig.1)。
③作られた対向流(y方向)による異方的な粒子の空間密度分布は剪断を途中で止めても残される(Fig.2)。この結果を実験結果^[1]と比較すると自然な結果が得られたと考えられる。

【参考文献】

- (1) 中原明生, 松尾洋介, 大信田丈志, 「ペーストの記憶効果と破壊の制御への応用」日本物理学会誌 第70巻 (2015年) 第3号 179-187.
- (2) <http://www-tph.cheme.kyoto-u.ac.jp/kapsel/>
- (3) Y. Nakayama, R. Yamamoto, Phys. Rev. E **71**, 036707 (2005).

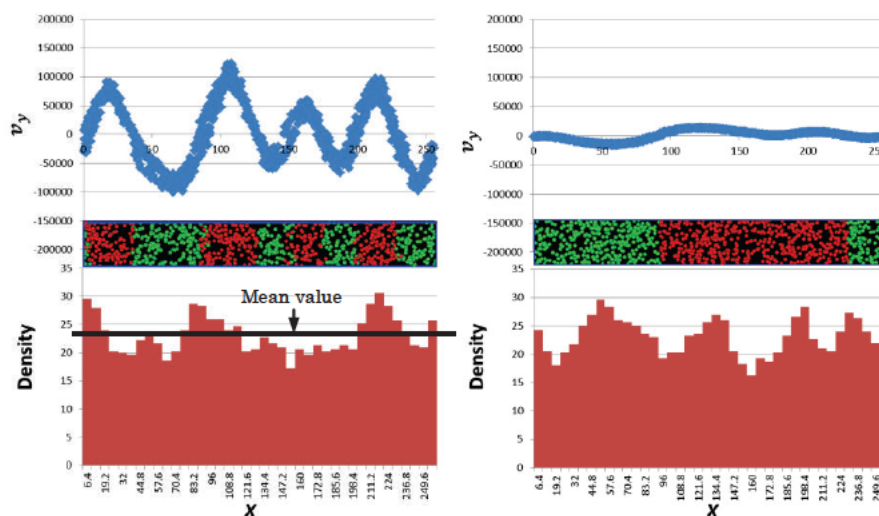


Fig.1 Snapshot of particle configuration under shear taken as a top view and spatial distributions of velocity of particles and density at $t = 0.1$. Red particles are moving to the negative direction of the y-axis. In contrast, green particles are moving to the positive direction of the y-axis.

Fig.2 Snapshot of particle configuration at $t = 0.25$ after the shear motion is stopped at $t = 0.1$. The figure is taken as a top view and spatial distributions of velocity of particles and density. Red particles are moving to the negative direction of the y-axis. In contrast, green particles are moving to the positive direction of the y-axis.