

# 鑄込み成形における粒子充填過程の数値シミュレーション解析

(東京大学) ○辰巳 怜,

(一社) プロダクト・イノベーション協会) 小池 修, 山口由岐夫, (東京大学) 辻佳子

**Numerical simulation analysis of the particle packing in slip casting /**  
R. Tatsumi (UTokyo), O. Koike, Y. Yamaguchi (PIA), Y. Tsuji (UTokyo) /

The dehydration rate of slurry in slip casting is governed by the permeation resistance of the cast layer. We perform direct numerical simulations to analyze the relation between the particle packing structure of the cast layer and the dehydration rate during slip casting.  
問合せ先: E-mail: tatsumi@sogo.t.u-tokyo.ac.jp

## 1) 背景と目的

鑄込み成形では、スラリーを透水性の型に流し込み水分を除去することにより、型壁面上に粒子が堆積した着肉層として成形体を得る。この操作は濾過と原理的に同一であり、着肉層の粒子充填率が高いほど透水抵抗が大きく、脱水速度を低下させる。一方、乾燥・焼成時の欠陥抑制の観点では、高い粒子充填性が望まれる。それゆえ、効率と品質の両立には、着肉層の粒子充填構造と透水抵抗の相関を把握し、制御する必要がある。そのために、粒子と流体の連成運動を取り扱う数値シミュレーションによる解析を行う。

## 2) 数値シミュレーション手法<sup>[1-3]</sup>

粒子の並進・回転の運動方程式と、流体場の Navier-Stokes 方程式を直接数値シミュレーションにより解く。粒子は流体場に境界条件を課すると同時に、流体から力を受ける。この連成を扱うために Immersed Boundary 法を用いる。粒子間の直接的な相互作用として、DLVO 力と粘弾性接触力を考慮する。

計算領域内に粒子を通さない透水壁を設け、その垂直方向に一定圧力 (型の吸水圧力に相当) を印加して流れを発生させる。流れとともに粒子を流入させ、透水壁上での堆積・充填過程を解析する。なお、流れと垂直方向の計算領域境界面には周期境界条件を課する。

## 3) 結果

粒子 Reynolds 数  $Re = v_0 d / \nu$  ( $v_0$ : 初期流速,  $d$ : 粒径,  $\nu$ : 水の動粘度) が 0.5 となるように透水壁抵抗および印加圧力を設定する。粒子は DLVO 力により分散安定化されており、体積分率は 30 vol.% とする。

粒子が流入するに従い、透水壁近傍より粒子間接触数が大きな領域が拡大し、着肉層の成長が確認できる (Fig. 1)。一方で透過流速は急激に減少しており、着肉層による透水抵抗の増加を示している (Fig. 2)。また、流速の減少は、着肉層の成長速度の減少に反映されている。

講演では、粒子の凝集性の差異が着肉層の構造と透過流速に及ぼす影響について報告する予定である。

## ◇ 参考文献

- [1] SNAP 研究会,  
[http://nanotech.t.u-tokyo.ac.jp/index\\_snap2014.html](http://nanotech.t.u-tokyo.ac.jp/index_snap2014.html)
- [2] M. Fujita and Y. Yamaguchi, Phys. Rev. E 77, 026706 (2008).
- [3] T. Ando et al., J. Membr. Sci. 392-393, 48 (2012).

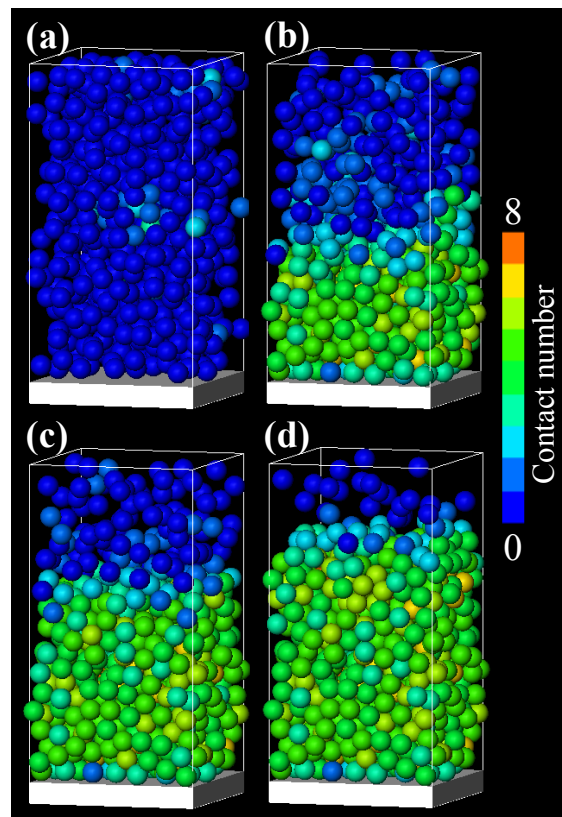


Fig. 1. Particle distributions at times of (a)  $v_0 t / d = 0$ , (b) 100, (c) 200, and (d) 500.

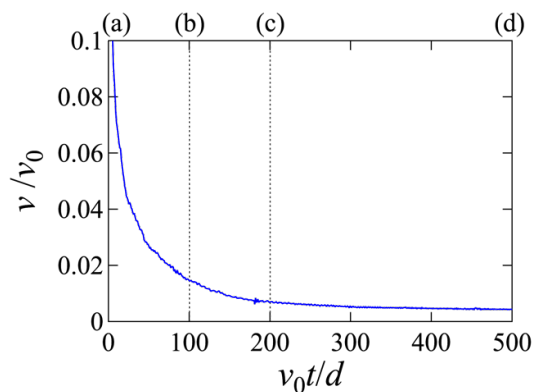


Fig. 2. Relation between flow rate  $v$  and time  $t$ .