Numerical analysis of liquid phase penetration into fine powder bed

O. Koike*, R. Tatsumi[†], Y. Yamaguchi^{*} * PIA, † UTokyo

微粉体層への液相浸透挙動の数値解析 小池修*・辰巳怜[†]・山口由岐夫*



湿潤粉体の混合状態



液相浸透と関連分野



h?

固液の性状

- ·粉体層構造(充填率)
- ・粒子固定/可動
- ・表面張力・接触角;粘度
- → 応答
 - ・浸透広さ/深さ
 - ·浸透速度

関連分野

- ・混練・造粒・乾燥;
- ・inkjetプリンタ・電池電極

→ 現象

既往のモデル計算① 液液界面の浸透;エネルギー最小状態の探索で



3.0 2.5 番型型 2.0 $\theta_{\rm p} = 0^{\circ}$ n° 45° ***** 1.5 90° 1.0 0.5 $\theta_{\rm p} = 90^{\circ}$ 0.0 0.4 0.2 0.0 0.8 0.6 $\varphi_{\rm p}$ 充填率 E. J. Garcia et. al.,

Colloids and Surfaces A, 496 (2016) 28.









*表面張力と固体の濡れ性から、自由表面-流体運動-粒子運動を連成

Immersed free surface model (自由表面埋め込み法)

M. Fujita, O. Koike, Y. Yamaguchi, Applied Physics Express, **6** (2013) 036501. Journal of Computational Physics, **281** (2015) 421.



・微粉体層への液相浸透の数値計算を行う



・ SNAP-LF (Immersed Free Surface model)を採用





 $m\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \mathbf{F}^{\rm co} + \mathbf{F}^{\rm D} + \mathbf{F}^{\rm h}$

 $I\frac{d\omega}{dt} = T^{\rm co} + T^{\rm h}$







流体運動(+自由表面なし) Navier-Stokes方程式 熱揺動 粒子↔流体 $\rho_{\rm f} \frac{D v}{D t} = -\nabla p + \eta \nabla^2 v + \nabla \cdot S + \rho_{\rm f} \Phi \alpha$ 運動方程式 (F) メソスケール混相流で必要な付加項 混相流体 固体 $\Phi = 1$ $\phi = 1$ 流体 粒子↔流体項から $\Phi = 0$ $\Phi = 0$ 粒子に働く流体力を計算











[計算格子幅] = d_p/15





浸透過程(1)

 $\varphi_{\rm p} = 0.3 \qquad \theta_{\rm p} = 10^{\circ}$





浸透過程2

$\varphi_{\rm p} = 0.3$ $\theta_{\rm p} = 45^{\circ}$





考察

- ・設定に応じた浸透量、表面平衡形状を導出可能だろう
- ・ 接触角 充填率平面で浸透の状態図

→ '小' 接触角・'高' 充填率で浸透量は多い.

浸透量は充填率に敏感だろう.

浸透に影響しそうな付随現象

- 液滴の濡れ広がり(液-粒子層接触面積の増加)
- 液滴の切れ (液の供給停止)
- 粒子移動による粒子配置ネットワークの変化