

Velocityによる比較(1)

条件

- pestleの落下速度による比較
- 100・200・300 [mm/s]の3パターン
- Grid size = 1[mm] (粒子直径の4倍) (=> 後に変更になる)

結果・考察

DEMonly

- 最終的な層の状態に差がない

CFD

- die内部の壁面周りに隙間できる(pestleの落下途中)
 - 粒子は中心部分で多く流入してくるため
- 最終的な層の状態に差がある
 - 100[mm/s]では、層が大きく崩れる
=> 壁面周りにできる隙間に下層粒子が流れこんだため
 - 200・300[mm/s]では、そこまで層が崩れない
=> 同じように隙間はできる。しかし上層の粒子が引っ張られて落ちてくる
=> 吸引力（鉛直下向き）が強いため

その他

- DEMonlyとCFDの結果に差がある
=> 気相からの影響が重要と考えられる

まとめ

pestleの落下時、粉体粒子群はdieへの流入面の中央部から流れ込む。そのため、粉体粒子群とdie内部壁面の間に隙間が生じる。

その隙間を下層の粒子が埋めようとして流れ込み、die内部では層が崩れる。

しかし、pestleの落下速度(suction velocity)が十分なときには、下側からの吸引力が強く、上層の粒子が引っ張られて落ちてくる。そのため、die内部でも層が保たれている。

Grid sizeによる比較

条件

- CFDのGrid sizeによる比較（グリッドは立方体）
- 0.5・1.0・2.0[mm]の3パターン
- (粒子直径は0.250[mm])

結果・考察

0.5[mm]

- 自然な挙動
- 一番綺麗な流れだった

1.0[mm]

- 自然な挙動
- 空隙のでき方に差があるが、0.5[mm]のケースと似た挙動をとった

2.0[mm]

- 不自然な挙動（左右非対称とか）をとる
- 他2パターンと異なる

まとめ

- 2.0[mm]では計算がうまくいっていない
- これ以後は Grid size = 0.5[mm]に

Velocityによる比較(2)

条件

- pestleの落下速度による比較
- 100・200・300[mm/s]の3パターン
- Grid size = 0.5[mm] (粒子直径の2倍)

結果・考察

100[mm/s]

- die内部で層が混ざっている、特に最下層とその一つ上がぐちゃぐちゃに

200[mm/s]

- die内部において、それなりに層を保っている

300[mm/s]

- 200[mm/s]と同様に、die内部でもそれなりに層を保っている

- 200[mm/s]と比較すると、発生する気泡領域が大きい
 - それに伴うスプラッシュの変化により、上部の層形状が変わってくる

die内部の粒子数比較

- 速度が大きくなるほど、dieに入っている粒子数が増加している
 - => 大きな圧力勾配が生じ、鉛直下向きへの吸引力が強くなるため
- 200・300[mm/s]を比較すると、そこまでdieに入っている粒子数に差がない
 - => dieに入る粒子数はある程度で頭打ちになる

die内部の粒子割合比較(層別割合比較)

- 基本的に上層粒子の割合が高い
- 速度が大きくなるほど下層粒子の割合が増加し、均等な割合に近づく
 - => 吸引力の影響で上層粒子が引っ張られてくる
- 200・300[mm/s]を比較すると、割合に差がある(粒子数の比較ではあまり差がなかった)
 - => 速度を大きくすれば吸引力が強まれば、下層粒子の割合をさらに増やし、割合を均等に近づけられる?

まとめ

die内部に入る粒子数は速度が大きくなるほど増加している。しかし、速度に伴い、その粒子数は収束していく。

die内部に入る粒子の割合は速度が大きくなるほど均等に近づく。300[mm/s]より大きくした場合については確認していない。

Stationary Pestleとの比較

条件

- stationary pestle（最初からpestleが落下後の状態）とmoving pestle の比較
- stationaryと200・300[mm/s]の3パターン
 - 200・300[mm/s]は"Velocityによる比較(2)"の結果を用いている

結果考察

- stationaryは、気層の流れ込みが多い。それに伴いスプラッシュも大きい
 - 下層粒子がdie上部に流れ混んでいる（100[mm/s]と似た挙動）
 - stationaryを200[mm/s]と比較すると、
 - die内部の粒子数がほぼ同じ
 - die内部の粒子割は異なる（stationaryは上層粒子の割合が高く、均等でない）
- => Suction効果による吸引力は層別割合を均等にする効果あり

まとめ

Suction効果による吸引力が、下層粒子をしっかりdieに引き込む。

それにより、die内部においても、層が保たれる。

粒子密度が一様でないケース

条件

- 異なる密の粒子度が存在している状態の比較
- 2種類の密度（1500・3000[kg/m³]）の粒子がある
- それぞれの密度の粒子が層をなし、重なっているパターン2つ
case1. 3000が下、1500が上
case2. 1500が下、3000が上
- ランダムに混ざっているパターン1つ
case3. ランダム
- 上記の合計3パターンを比較する

結果・考察

- case1・2ともに、die内部は、初期状態で上層になっている粒子の数が多い
=> Die直上の粒子が落下したあとは傾斜によるなだれ込みがおきるため
- case1のみ、気泡が粒子層上部に抜けていく
=> 粒子の密度と気泡の浮力のバランスで、気泡の抜け方がきまる
=> ある程度の密度の物質が上部にあれば、スプラッシュを抑制できる
- case3では、die内部のどこをみても、同じ粒子の割になっている（若干3000[kg/m³]の方が多い）
=> 密度差による乖離がほぼ起きていない

まとめ

密度が違う粒子を初期状態で層別に重ねるときには、その密度差よりも重ね方がdie内部にはいる粒子数に影響を及ぼす。

初期状態で混ざっているものは、ほとんど乖離することなく、そのままの割合で落下する。