

# F114

## 攪拌型晶析槽における 結晶粒子と装置間の衝突による結晶摩耗現象の数値解析

(横国大院工)○(学)栢井康広・(正)三角隆太\*・(正)仁志和彦・(正)上ノ山周

**はじめに** 晶析操作において攪拌翼等との衝突による結晶摩耗現象が粒径のブロード化および二次核発生の一因となる。本研究ではラグランジュ粒子追跡法を用いて粒子が攪拌翼、邪魔板および槽壁と衝突する際の衝突位置、頻度および速度を解析した。これを基に結晶摩耗現象による粒径変化について定量的解析する手法について検討を行った。

**1.数値解析法** 図1に解析方法概略を示す。まず攪拌槽内の流体と粒子の運動の数値シミュレーションを行った。流体解析は乱流モデルとしてLESを用い、粒子の動きはラグランジュ的に解析した。また粒子の衝突はDEMを用いて計算した。この解析により結晶粒子と固体壁間の衝突データを取得し、衝突頻度 $f_{coll}$ および衝突速度の確率密度分布 $P(v_{coll})$ を粒径の関数として整理した。得られた $f_{coll}$ および $P(v_{coll})$ から長時間での結晶摩耗量の解析を行った。

**2.数値解析条件** 図2に解析領域概略を、表1に数値解析条件を示す。対象とする攪拌槽は4枚邪魔板付き円筒平底槽で、攪拌翼には6枚垂直パドル翼を用いた。解析領域は槽全体の領域と翼領域とに分割した。計算格子の分割数は動力をもとに決定した。DEMのパラメータであるバネ定数、反発係数、摩擦係数は粒子の反発、安息角のシミュレーションを行い、実測値と比較することで決定した。対象とする結晶はNaClとして翼回転数は $6.0s^{-1}$ とした。

**3.解析結果** 攪拌槽内の流動解析およびラグランジュ粒子解析より、結晶粒子と固体壁間との詳細な衝突データを取得した。図3に粒径 $100\mu m$ での粒子と各部位との衝突における衝突速度の頻度分布を示した。同図は攪拌翼前面において衝突速度が高い衝突が多く生じていることを示しており、翼前面との衝突が摩耗現象に支配的な影響を及ぼしていることが分かる。また図4に翼前面での衝突位置を示した。同図より、翼前面の縁の部分で衝突速度が大きい衝突が生じており、ここでの衝突が摩耗に大きく影響していることが分かる。図5,6に攪拌翼前面における衝突頻度および衝突速度の確率密度分布を粒径毎に示した。同図より、粒径が大きくなるほど衝突頻度は小さく、衝突速度の平均値は大きくなっていることが分かる。 $f_{coll}$ および $P(v_{coll})$ をそれぞれ多項式、対数正規分布で近似し、粒径ごとに整理した。これらのデータと摩耗モデル式を用いた粒子の摩耗のシミュレーション結果については会場で示す。

**むすびに** 攪拌型晶析槽における流動解析および粒子挙動のラグランジュ解析に基づき、結晶粒

子と装置間との詳細な衝突データを算出した。衝突速度の大きい衝突は翼前面の縁の部分で生じていることが分った。また摩耗現象の解析のため得られた衝突データを粒径の関数として整理し、結晶粒子と装置間の衝突による結晶摩耗現象の数値解析手法についての検討を行った。

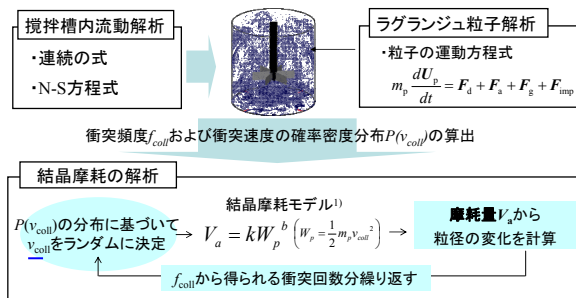


図1 数値解析手法概略

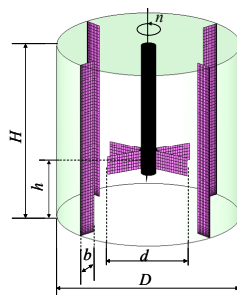


図2 解析領域概略

表1 数値解析条件

槽径D[m]	0.1
翼径d[m]	0.05
H/D	1.0
B/D	0.1
h/D	1/3
流動時間刻み	$1.0 \times 10^{-3}$
粒子挙動時間刻み	$1.0 \times 10^{-5}$
攪拌翼	6枚垂直パドル翼
翼回転数	6.0
対象結晶	NaCl
粒子濃度[wt%]	$8.33 \times 10^{-3}$

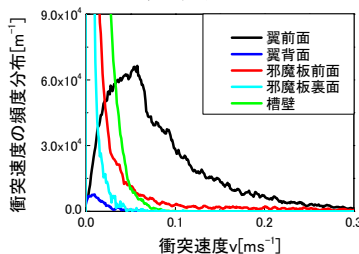


図3 衝突速度の頻度分布

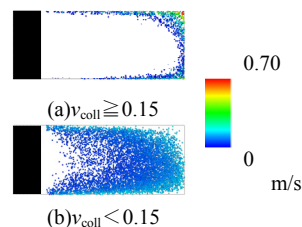


図4 翼前面における衝突位置

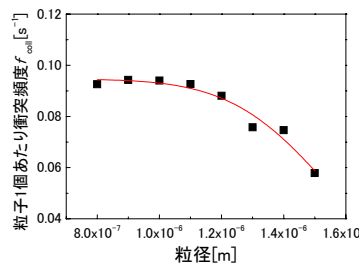


図5 衝突頻度の粒径による変化

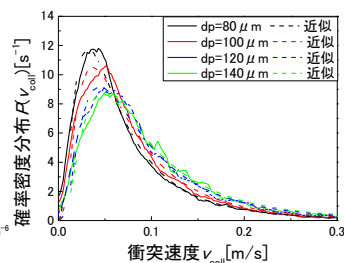


図6 衝突速度の確率密度分布

【謝辞】 本研究の一部は(財)ソルトサイエンス研究財団研究助成(Nos.0711, 0813), および文部科学省科研費(No. 19760112)の援助を受けて行われた。記して謝意を表す。

【使用記号】

$m_p$ : 粒子質量[kg],  $U_i$ : 粒子速度[m/s],  $F_d$ : 流体抗力[kgm/s<sup>2</sup>],  $F_g$ : 流体の加加速度[kgm/s<sup>2</sup>],  $F_{imp}$ : 粒子間衝突力[kgm/s<sup>2</sup>],  $F_g$ : 重力[kgm/s<sup>2</sup>],  $W_p$ : 衝突エネルギー[J],  $v_{coll}$ : 衝突速度[m/s],  $V_a$ : 摩耗体積[m<sup>3</sup>],  $k$ : パラメータ[ms/kg],  $b$ : パラメータ[-],  $D$ : 槽径[m],  $d$ : 翼径[m],  $H$ : 槽高さ[m],  $B$ : 邪魔板幅[m],  $h$ : 翼高さ[m],  $n$ : 翼回転数[s<sup>-1</sup>],  $f_{coll}$ : 粒子1個あたりの衝突頻度[s<sup>-1</sup>],  $P(v_{coll})$ : 速度の確率密度[J<sup>-1</sup>]

【参考文献】

1) B.Marrot, B.Biscans: Powder Technol. 120,141-150(2001)

\*Tel & Fax: 045-339-3995 E-mail: r-misumi@ynu.ac.jp