



Title	高濃度気系流動層に離散粒子型数値シミュレーション
Author(s)	川口, 寿裕
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44578
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	川口 寿 裕
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 18067 号
学位授与年月日	平成 15 年 7 月 18 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	高濃度気系流動層の離散粒子型数値シミュレーション
論文審査委員	(主査) 教授 辻 裕 (副査) 教授 稲葉 武彦 教授 森 教安

論文内容の要旨

本論文は、高濃度気系流動層に対する数値シミュレーションを行ったものである。特に流動層内の流動現象に大きな影響を与える気泡やスラグなどのメソスケール構造の流動を捉えることに重点を置き、個々の粒子を離散的に追跡する粒子運動計算と局所相平均化された基礎式に対する流体運動計算をカップリングさせた新しい数値解析手法を開発している。計算はまず 2 次元で行われ、準 3 次元、完全な 3 次元へと拡張されている。また、対応する実験との比較により、本計算手法の妥当性が確認されている。本論文は全 8 章から構成されており、各章の内容は以下のように要約できる。

第 1 章では、本研究の背景と関連する従来の研究について概観し、本研究の目的および概要を述べている。

第 2 章では、本研究における流体運動の基礎式を示し、その数値解析手法について述べている。

第 3 章では、本研究における粒子運動のモデル化について述べている。

第 4 章では、不計算手法を 2 次元流動層に適用した結果を示し、対応する実験結果との比較を行っている。その結果、気流速度的増加に伴う流動パターンの変化や気泡の発生周期に関して、計算と実験が定量的に一致することが示されている。

第 5 章では、本計算に用いるモデルパラメータの設定方法について示している。

第 6 章では、本計算手法を円筒容器内噴流層の準 3 次元計算に適用した結果を示している。その結果、本計算で得られた層内粒子速度分布は過去の実験で計測されたものと定性的に一致することが示されている。

第 7 章では、本計算手法を 3 次元計算に拡張した結果を示し、対応する実験結果との比較を行っている。その結果、各気流速度における粒子流動パターンが計算と実験でよく一致することが示されている。

第 8 章では、本研究で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

高濃度気系流動層は粒子の安定供給や排出、乾燥、造粒、コーティング、触媒反応、燃焼など様々な分野で工業的に広く用いられている固気接触装置である。その流動は非常に複雑であり、また固体粒子が高濃度に存在するために内部の現象は不可視である。そのため、層内の流動現象に関して得られている知見は乏しく、層内の流動現象を普遍

的に予測できる数値解析手法の開発が望まれている。本論文は、高濃度気系流動層内のメソスケール構造の流動現象を予測するために、個々の粒子運動を離散的に追跡する手法と計算流体力学的手法をカップリングさせた新しい数値解析手法の開発を行ったものである。その成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 2次元流動層内の流動現象に対して数値シミュレーションおよび実験を行い、気流速度の増加に伴う流動パターンの変化や気泡発生周期に関して、定量的な一致が得られることを示している。
- (2) 円筒容器内噴流層に対して準3次元的な数値シミュレーションを行い、層内の粒子速度分布に関して過去の実験結果と定性的な一致が得られることを示している。
- (3) 矩形容器内3次元流動層の流動現象に対して数値シミュレーションおよび実験を行い、各気流速度における粒子流動パターンがよく一致することを示している。
- (4) 各種モデルパラメータの設定方法を示し、各パラメータを変化させたときに結果におよぼす影響について明らかにしている。

以上のように、本論文は高濃度気系流動層内のメソスケール構造の流動現象を予測するための数値解析手法を開発し、対応する実験結果との比較によりその有用性を明らかにしている。これらの成果は流体力学に寄与するところが大きい。さらに本解析手法は、個々の粒子レベルでの運動を計算しているため、粒子径、密度などの物性を個々の粒子ごとに容易に与えることができ、また、物理的素過程に基づいたモデルを導入しさえすれば、熱や静電気などの影響についても容易に付加することが可能である。このことは、本解析手法の拡張性の豊かさを示し、工業上実用的な流動予測モデルとして今後のさらなる発展が期待できることを意味している。以上のことから、本論文で提案された数値解析手法は、現段階で高濃度気系流動層内流動予測モデルとして非常に有用であるばかりでなく、その拡張性の容易さから将来のさらなる発展が期待されるものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。