



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 管内固気二相流の数値シミュレーション                                                                                                                              |
| Author(s)    | 沈, 能耀                                                                                                                                           |
| Citation     | 大阪大学, 1989, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/36412">https://hdl.handle.net/11094/36412</a>                                                             |
| 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・（本籍） | しん<br>沈                           | のう<br>能   | よう<br>耀   |
| 学位の種類   | 工                                 | 学         | 博 士       |
| 学位記番号   | 第                                 | 8 6 7 4   | 号         |
| 学位授与の日付 | 平成元年 3 月 24 日                     |           |           |
| 学位授与の要件 | 工学研究科産業機械工学専攻<br>学位規則第 5 条第 1 項該当 |           |           |
| 学位論文題目  | 管内固気二相流の数値シミュレーション                |           |           |
| 論文審査委員  | (主査)<br>数 授 三宅 裕                  |           |           |
|         | 教 授 世古口言彦                         | 教 授 高城 敏美 | 教 授 水谷 幸夫 |

## 論文内容の要旨

本研究は粗大粒子を含んだ管内固気二相流の数値シミュレーションに着目し、輸送実験からの情報を必要とせず、しかも広範囲にわたって適用できる計算方法の確立を試みることで、数値シミュレーションを利用して粒子の運動およびその影響因子について調べることを目的として行われたものである。

第 1 章において、実験と数値シミュレーションの側面から管内固気二相流に関する従来の研究と問題点を概説し、本研究の目的とその意義を明確にしている。

第 2 章では、本研究で新しく考案した粒子-壁面の衝突モデルと粒子ソース項モデルを用いて、水平 2 次元チャンネル内固気二相流の数値シミュレーションを行い、輸送条件、物性値による流れ現象の変化を調べている。その結果、気流速度、粒径のほかに、反発係数、動摩擦係数ならびに粒子の形状が現象に大きな影響を与えることを明らかにしている。

第 3 章では、傾斜板実験のシミュレーションを行い、粒子の非球形形状に起因する衝突後粒子速度のばらつきおよび粒子速度から求められる反発係数、動摩擦係数のばらつきなどを調べている。それによって、かなり真球に近い粒子の場合でも、傾斜板実験における粒子速度、反発係数、動摩擦係数の測定値のばらつきに対して粒子形状の影響が大きいことを明らかにしている。

第 4 章では、粒子間衝突を考慮するモデルを作成し、それを用いて粒子群を対象とする粒子間の相互衝突を考慮した数値シミュレーションを試み、流れパターン変化の原因、粒子間衝突の流れに及ぼす影響などを検討している。

第 5 章では、工業界においてもっとも多く見られる水平円管内固気二相流を対象として、粒子と気流の運動を 3 次元的に解析し、流れにおける各種の特性量を求めている。その結果を実測値と比較することに

よって計算方法の妥当性を検討している。

第6章は本論文の総括である。

なお、付録では、数値計算のモデリングに基礎情報を提供するために、鉛直管内流における単粒子の運動、とくに、管断面内での運動に対する影響因子を実験的に調べている。その結果、鉛直管内流においても、粒子と管壁の衝突に比べ、気流乱れと気流速度勾配が粒子運動に及ぼす影響は小さく、支配因子にならないことが明らかにされ、さらに、管断面内での粒子運動が粒子―管壁間の反発係数および粒子の形状に大きく影響されることも確認している。

## 論文の審査結果の要旨

固体粒子を気流によって搬送する空気輸送技術は広く利用されているが、これまで実測データに基づく経験則によってその現象が整理されてきた。しかし粒子の種類や輸送条件が年々多様になってきたため実測データに依存する方法が限界となり、計算機による数値シミュレーションに大きな期待が寄せられている。本論文はそのようなシミュレーションに関する研究成果をまとめたもので、主な成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 比較的大きな粒子の輸送においては粒子の非球形性に原因する不規則反発が管内の流動現象に大きな影響を与えることを指摘し、任意形状の粒子と壁面の衝突および粒子同士の衝突に関し新しい衝突計算モデルを考察している。
- (2) 粒子と流体の相互干渉を流体の運動方程式を用いて計算する方法に関し、従来のものに比べ、計算時間および記憶容量を縮小する新しい数値計算法を提案している。
- (3) 以上の衝突モデルおよび計算法を用いて二次元チャンネルや円管内における流れの計算を行い、実際の現象にきわめて近い結果が得られることを確認し、固気二相流の微視的現象の解明を進めている。
- (4) 管内における個々の粒子運動を実験的に観察し、反発現象が粒子濃度分布に大きな影響を与えることを明らかにしている。

以上のように、本論文は管内固気二相流の数値シミュレーションにおいて新しいモデルと計算法を考案し、満足な結果が得られることを示したものであり、流体工学ならびに空気輸送技術に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。