

氏名	か せ の 加 瀬 野 さ と る 悟
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 2416 号
学位授与の日付	平 成 2 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	遠心力場の流動層に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 岡崎守男 教授 荻野文丸 教授 増田弘昭

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は遠心力場の気固系流動層として遠心流動層および攪拌流動層を取り上げ、その流動諸特性について検討した結果をまとめたもので、2編7章から成っている。

まず、序論においては流動層操作を遠心力場で行う遠心流動層、並びに流動層操作に機械的攪拌を付加した攪拌流動層に関する既往の研究の概要と本研究の目的および意義について述べている。

第1編においては遠心流動層についての検討結果を述べている。遠心流動層とは、円筒型容器に中心部に空間を残して粒子を部分充填し、回転によって遠心力で外側に押し付けられた粒子層に、気体分散板の役目を兼ねる容器外周壁全面より均一に気体を中心部に向かって吹き込んで形成される流動層をいう。

第1章では気固系流動層操作に大きな影響を及ぼす気泡の挙動について検討している。最初に遠心力場の気泡の最も単純なモデルとして粒子層に置き換えた場合の気液系単一気泡について考察している。すなわち回転円筒型容器の外周壁近傍に設けたノズルより発生させた単一気泡の生成気泡径、形状、軌跡を種々の実験条件下で測定し、理論および重力場の結果と比較検討して、遠心力場における気泡の挙動の基本的特徴を明らかにしている。続いて横型遠心流動層装置を使用して、遠心流動層における気泡形状、最小気泡径、最大気泡径、流動層内の移動に伴う気泡の大きさの変化を測定している。これらの結果と重力場の結果を比較し、両者の相違を明らかにしている。

第2章では横型遠心流動層装置における最小流動化速度と圧力損失を理論的に考察し、本研究で得られた実験結果と比較検討している。これらの検討結果から遠心流動層の操作範囲を明らかにしている。また遠心流動層特有の表面流動化開始速度を実験的に求め、理論値との比較を行っている。

第3章では遠心流動層の層膨張に及ぼす諸因子の影響を実験的に考察し、それらの結果を実験式にまとめている。また遠心流動層における層高の均一性に対するガス速度、回転数、粒子径の影響を検討している。

第4章では遠心流動層の層内の粒子混合について検討し、回転軸方向の粒子混合が重力場と同様の一次元的拡散モデルで表わせることを明らかにしている。さらにそれらの実験結果から粒子混合係数に関する

実験式を求め、重力場との比較検討を行っている。

第5章では遠心流動層特有の現象である固定層と流動層が混在する半径方向の部分流動化現象を考察している。可視化実験により部分流動化を確認し、固定層と流動層の層界面位置が理論と一致することを明らかにしている。また2成分系粒子の流動化について検討し、偏析状態と圧力損失の関係を考察している。

第2編においては攪拌流動層についての検討結果を述べている。

第6章では攪拌流動層の攪拌所要動力と圧力損失を検討している。実験には垂直攪拌翼を有す直径の異なる2種類の攪拌流動層装置を使用し、攪拌トルクに及ぼすガス速度、攪拌翼寸法、粒子物性、回転数、粒子充填量などの諸因子の影響について系統的に実験条件を変化させて測定し、攪拌所要動力に関する実験式を得ている。また圧力損失について回転数による相違を明らかにしている。さらに流動層装置のスケールアップに伴う影響を検討している。

第7章では流動ガス湿度の粒子流動化に及ぼす影響を攪拌トルクを測定することにより検討している。粒子物性により流動化に及ぼす流動ガスの影響は異なり、粒子によっては最も良好に流動化する最適ガス湿度の存在することを明らかにしている。また層中に挿入した回転円筒のトルクの測定から、流動化粒子の付着力および静電気力と流動化ガス湿度の関係を明らかにしている。

結論では本研究で得られた成果をまとめ、これらの工学的有用性について述べている。

論文審査の結果の要旨

流動層全体を回転させ、遠心力場で粒子層の流動層操作を行う遠心流動層は、装置径、回転数により粒子に働く遠心力を自由に変えることができるため、重力が働く通常の流動層では安定操作の困難な微粒子流動化が可能となるなど、操作範囲が広く、すでに一部の分野でその工業的利用が試みられている。しかし、その基礎的研究は極めて少なく、装置設計上不可欠の基本的な流動特性についても不明な点が多い現状にある。本論文は、気固系遠心流動層を主に、さらにこれと同様に回転場での粒子群運動が関与する攪拌流動層に関する研究結果をまとめたもので、主な成果は次のとおりである。

1. 気固系流動層では気体分散板直上で生成する気泡群は会合、分裂をくり返しながら層内を移動し、層内で起きる粒子-気体間熱、物質移動速度は一般にこれらの気泡の挙動に支配されることより、横型遠心流動層装置を用いて気泡形状、最小並びに最大気泡径、層内移動に伴う気泡径変化を実測し、それらと操作条件との相関関係を明らかにしている。
2. 遠心流動層の最小流動化速度、圧力損失、並びに層膨張に及ぼす気体速度、回転数、粒子径の影響について解析、考察し、遠心流動層の操作可能範囲を定量的に示している。
3. 遠心流動層内回転軸方向の粒子混合が重力場の場合と同様、一次元的拡散モデルで表せることを明らかにし、混合係数を操作変数の関数として表現している。
4. 攪拌流動層の攪拌所要動力、圧力損失に対する諸因子の影響について実験結果を解析し、それらの推算を可能としている。

以上、本論文は遠心流動層並びに攪拌流動層装置の設計上必要となる流動特性、流動化操作条件等に関する装置工学的諸知見を与えたものであって、学術上、實際上、寄与するところが少なくない。よって本

論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成2年10月24日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。