

氏 名	古 田 武 よる た だけし
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 1040 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 1 月 23 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	MASS TRANSFER ON ROTATING PARTICLE AND BEHAVIOUR OF PARTICLES IN SOLID-LIQUID FLOW (固液二相流中における回転粒子の物質移動と粒子群の挙動)
論文調査委員	(主査) 教 授 桐 栄 良 三 教 授 水 科 篤 郎 教 授 吉 岡 直 哉

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は管内固液二相流中を回転浮遊して流れる固体粒子群と周囲流体との間の物質移動機構を解明するための基礎を得ることを目的とした研究で、7章から成っている。

第1章(緒論)においては、固液および固気二相流に関する過去の研究を概観し、固体粒子群と周囲流体間の物質移動機構の解明のためには、流れ場における回転球の物質移動の研究と、管内における粒子群の挙動の把握が重要であることを指摘している。

第2章では、一様流中の流れ方向と平行な回転軸を持つ回転球の物質移動について述べている。電気化学的方法により、回転球の局所および平均物質移動係数を、種々の流体速度および回転数につき測定した。また回転球周りの軸対称層流境界層方程式を解いて局所物質移動係数を算出し、15個の孤立電極を用いた実測値と比較して、前方分岐点から剝離点近傍まで両者は良好な一致を示すことを明らかにした。更に平均物質移動係数に関する実験式を提示し、その相関が良好であることを示した。

第3章では、実際の固液二相流では粒子の回転軸と流体の平均流れ方向のなす角度が種々の値を取ることに着目して、この角度が 45° 、 90° の場合について、回転球の局所および平均物質移動係数を第2章と同様な方法で測定し、物質移動係数に与える流速、回転数および角度の影響を考察した。本章の場合には回転球のまわりの流れが軸対称とならないため、局所物質移動係数の測定に際しては、孤立電極の位置の同定および電極からの電流信号の処理法に種々の工夫をこらしている。局所物質移動係数は球の回転数の増加に従い複雑な変化を呈するが、大別して流れ支配域と回転支配域に分けられる。一方平均物質移動係数に関しては、任意の流速、回転数および角度に対する推算が可能な実験式を提示した。

第4章は、第2章および第3章で用いた電気化学的方法による局所物質移動係数の測定の際問題となる孤立電極周囲の絶縁部の測定値に与える影響について検討したものである。濃度境界層内の流体速度分布を直線近似した理論解析をおこない、別に二次元ダクトを用いて、絶縁部が存在する場合の見掛け物質移動係数の値と、真のそれとの比を測定し両者を比較したところ、孤立電極の面積占有率が50%以

上の範囲で良好な一致を示した。この結果を基に孤立電極の絶縁部が局所物質移動係数に与える影響の補正法を確立し、その結果を第2章、第3章へ応用した。

第5章では、流れレイノルズ数および粒子レイノルズ数が比較的大きい場合について、固液二相流中の浮遊粒子の分布状態を、円管内垂直上昇流および下降流について測定し、種々の条件下で得られた分布形の実験結果を、流れレイノルズ数および粒子レイノルズ数によって一括分類した図表を提示した。この図表から、流れレイノルズ数が約50000以下で、上昇流中と下降流中における分布形が全く対称的となること、並びに粒子レイノルズ数が50~150を境にして上昇流中と下降流中のそれぞれにおいて分布形が逆転するという事を見出した。

第6章は、固液二相流による固体粒子の輸送上重要である粒子流量の測定法として、圧電素子への粒子の衝突数を計数する新しい手法を考案し、これを垂直円管内固液二相流中の粒子流量分布の測定に応用してその測定上の諸問題について検討したものである。本測定法は、例えば垂直下降流中のように粒子の検出部への衝突効率が問題とならない場合には、実用的に十分な精度で使用できるものである。

第7章は、第2章から第6章の各章の内容のまとめと、将来への展望と問題点について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、管内固液二相流中を回転浮遊して流れる固体粒子群と周囲流体間の物質移動に関する基礎研究として、一様流中における回転球の物質移動と、二相流中の粒子の挙動に関する研究をまとめたもので、得られた成果は以下の通りである。

1. 一様流中の回転球の局所物質移動係数を電気化学的方法により初めて測定し、理論との検討を行った。すなわち、流体の流れ方向と球の回転軸のなす角度が 0° 、 45° 、 90° の場合につき、局所物質移動係数を測定し、その値の信頼性について検討した。次いで、角度が 0° の場合について層流境界層方程式を解いて実験結果との比較をおこない、剝離点までの両者の一致が良好であることを示した。角度が 45° および 90° の場合には、理論解析までに至っていないが、この実験結果は今後理論解析を進める上での指針を与えるものである。また実用上重要な平均物質移動係数に関しては、流速、回転数および角度の広範な条件で使用できる実験式を提示した。

2. 電気化学的方法による局所物質移動係数の測定に際して、孤立電極周囲の絶縁部分が測定値に与える影響については従来考慮が払われていなかった。著者は濃度境界層内の流体速度分布を直線近似した理論解析をおこない、別途おこなった実験結果と比較して理論の妥当性を検証すると共に、絶縁部の存在による見掛け物質移動係数の補正法を示し、これを前述した1.の研究に適用してその有用性を確認した。

3. 円管内固液二相流中の半径方向の粒子濃度分布については、従来系統的な研究がおこなわれていない。著者は統一的な見地に立って実験をおこない、垂直上昇流と下降流とで粒子濃度分布の形が対称的であること、および各流れにおいて粒子レイノルズ数のある値を境にして分布形が逆転するなどの重要な事を見出し、種々の条件下における分布形を一括して表現できる図表を提示した。本実験結果は粒子の運動に及ぼす各種因子を見出し、解析を進める上での重要な手掛りを与えるものである。

4. 固液二相流中の粒子流量の新しい測定法として圧電素子を用いた直接的な測定法を考案し、これを垂直上昇流および下降流に応用して、その有用性を実証した。本測定法は工業装置にも使用できるものである。

以上要するに本論文は、一様流中における回転球の物質移動と固液二相流中の粒子の挙動について理論的、実験的検討を加え、固液二相流中における粒子—流体間の物質移動機構の解明に有用な知見を与えるものであって、学術上、工業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。