

立体混合技術に関する研究

東京大学 生産技術研究所 機械・生体系部門 土屋研究室

研究背景 立体混合技術

- 用途** 粉体や流体の混合技術 (液体、ゲル状物、練状物、粉体、スラリー)
- 現状** 実用化に向けて検討
- 課題** 混合状態の維持
- 特徴** 当研究室では粉体の供給および混合を連続プロセスで行う技術を開発してきた。一般の混合は左図に示したように攪拌棒でかきまぜるものがあるが、立体混合は上下左右に粉体を並べることで混ぜ合わせるものである(図1)。開発した装置を用いて単純な攪拌や混練では混ぜられない粉体同士を均一に混合すること、時間や位置によって連続的に成分比率の異なる混合物を作ることを目指して立体混合という手法を考えた。
- 問題点** 混合結果の評価方法



図1 立体混合の概念図

研究目的

攪拌なしで混合を行う手法を確立すること。これにより、単純な攪拌や混練では混ぜられない粉体同士を均一に混合することができる。時間や位置によって連続的に成分比率の異なる混合物を作る手法を確立することである。そのために、立体混合システムを作成し、制御と混合装置を作る。

開発1 定量供給システム装置

前年度に開発した定量供給システムを写真1に示す。その主な構成はホッパー、フィーダー、流量計、検定秤、初期に開発した分割器及び混合器である。このシステムはホッパーから流れてくる粉体を流量計の傾斜板で受け、その横方向の変位を測り、粉体の流量を計測する。その流量計の値をPCで設定値と比較しながらインバーターモーターの回転をコントロールする。また、流量計の値が正しいかをチェックするために検定秤を設けている。これは通常、引っ込めておき、使用時に引き出して使用する。この検定秤は粉体の積算量の値から流量を求める。流量計の値と異なればPCで修正する。写真2は2種類の粉体の流量を制御するための立体混合制御システムである。写真3に制御している様子を示す。



写真1 立体混合システム装置



写真2 2つの制御盤



写真3 制御画面

開発2 立体混合装置

新たに開発した立体混合装置を図2、写真4に示す。全体の構成は分割流路I、分割流路II、混合、集約流路等からなる。この装置の混合装置の機能は2つの分割流路から異なる種類の粉体の流れ、その下部にある混合部で混ぜる。その後、集約流路を通り、混合された粉体が下部に排出される。

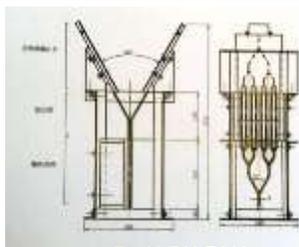


図2 立体混合装置概観



写真4 立体混合装置



写真5 制御システムにセットした立体混合装置

実験 分割流路の実験



写真6 流砂、傾斜角60°

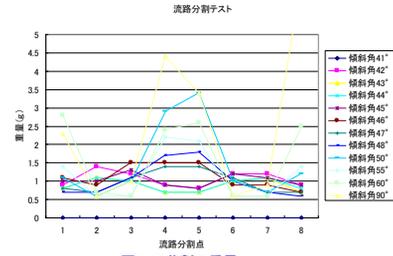


図3 分割の重量

写真6は単体の分割流路のテストの様子を示す。実験条件は使用した粉が珪砂(粒径100 μ m)、分割流路の傾きを60°で行った。その結果を見ると、8分割の両端と、中央部に多くの流量が流れていることがわかる。このことから傾斜角を変えた実験を行う必要がある。図3はその結果を示す。横軸に流路の分割点、縦軸に各分割点の重量を示す。これらから、適当な傾斜角が必要であることがわかる。また、粉体の種類によっても異なることも考えられる。

テスト1 単体での分割流路の流れ

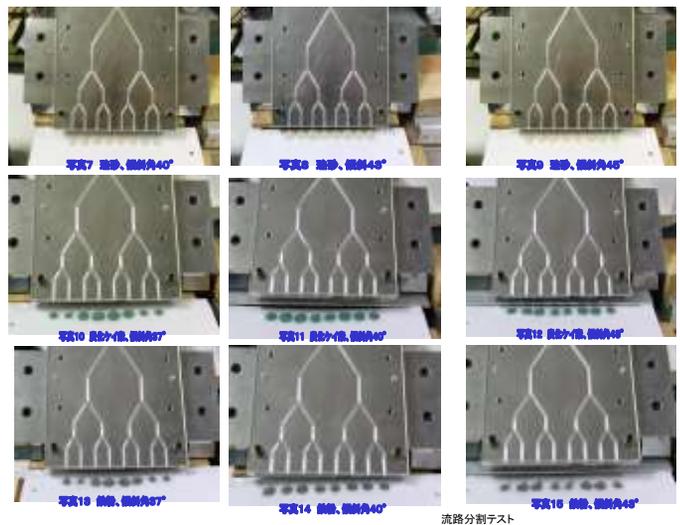


写真7から16までは珪砂(比重2.7)、炭化ケイ素(3)、鉄粉(6)、粒径は何れも100 μ m、の適宜な傾斜角を求めるテストを行った。その結果、珪砂は43°、炭化ケイ素と鉄粉は40°であり、粉体比重に影響することがわかった。図4は珪砂、傾斜角43°の場合の再現性の実験を行った。その結果、毎回同じ割合で変化していることがわかった。

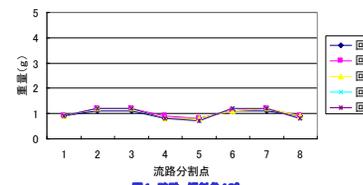


図4 流砂、傾斜角43°

テスト2 長い分割流路のテスト

写真16は長い分割流路を示す。直線部分を長くすることにより、粉体が落下しながら均等にバラツクと考えたからである。テスト1では直線部分を20mmであったが、今回は100mmで行った。

図5は流路の直線部を長した場合の分割点での重量分布と再現性の実験を行った。珪砂、粒径100 μ m、分割流路の傾斜角90°で行った。その結果、中央部が多くなることわかった。図6は分割流路の傾斜角を60°で行った場合である。両端が高いが、他の部分は同じ値を示していることがわかる。

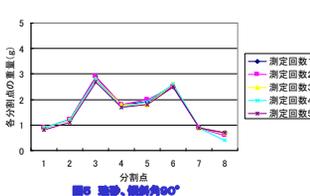


図5 流砂、傾斜角90°



写真16 長い分割流路

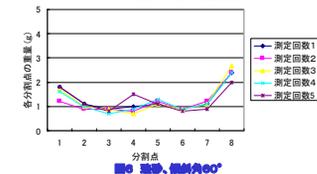


図6 流砂、傾斜角60°

結論

- ・粉体制御システムを完成させた。
- ・立体混合の分割流路システム装置を作成した。
- ・分割流路の基本的特性を捉えた。
- ・粉体が流路の中を流れるメカニズムを捉えた。
- ・個々の分割流路を組み合わせることで、多種多様な複雑な立体混合の可能性を見出した。
- ・粉体の特性を捉えることの難しさがわかった。