

氏名 塔 娜

授与した学位 博 士

専攻分野の名称 学 術

学位授与番号 博甲第2569号

学位授与の日付 平成15年 3月25日

学位授与の要件 自然科学研究科資源管理科学専攻
(学位規則第4条第1項該当)

学位論文の題目 鉛直管内穀粒の流動化に関する研究

論文審査委員 教授 毛利建太郎 教授 足立 忠司 教授 佐藤 豊信

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

穀粒を移送する過程で穀粒を流動化させて移送することがある。空気流を使って移送するためには、穀粒の流動状態を知る必要がある。しかし穀粒のような粒体の流動化は機構が複雑で計測が困難であるために流動状態を定量化し表現する方法が見出されていない。そこで、本研究では鉛直管内における穀粒の流動化について調べた。穀粒の流動特性を測定し、観察できる実験装置を試作し、同時に穀粒の運動に強く影響を及ぼす穀粒の物理的特性値(真密度、かさ密度など)を測定した。物理的特性値と流動化開始風速との関係から穀粒の流動化開始風速を計算する方法を明らかにした。また、静圧変動の周波数分析により穀粒の流動状態を説明できるようにした。これらのことは、穀粒を移送する場合の基礎データを提供するものである。

第1章では、本論文の背景知識となる流動化技術の発展について述べ、本研究の目的について説明した。

第2章では、実験装置の試作について説明し、本研究に用いた測定機器および測定方法と流動化の実験方法について説明した。

第3章では、穀粒の流動化に重要な影響を及ぼす穀粒の物理的特性値の測定を行った。また、静圧降下を求めるためにピトー管の共用性について検討した。

第4章では、鉛直管内における穀粒の流動状態を調べ、穀粒の基本的流動特性を明らかにするために玄米、大豆、もみ、大麦、BB弾(0.12g)、BB弾(0.2g)を空気流によって流動化させ、流動化開始風速と終端速度を求めた。流動化開始風速と穀粒の物理的特性値の関係を導き、流動化開始風速の推定方法を求めた。そして、流動化の各過程を説明した。

第5章では、穀粒の流動状態について検討し、固定層、流動層及び輸送層の静圧変動を測定して、静圧変動と流動状態との関係を求めた。

第6章では、鉛直管内穀粒流動化に関する研究について、それぞれの実験結果のまとめと考察を加えて、本論文の結論とした。

論文審査結果の要旨

穀物は収穫後に乾燥、調製加工、貯蔵など各種の操作が行われる。これら操作の過程では機械装置の間を穀物は移送される。現在はパイプ、コンベアなどを利用した移送が行われ、そのときに発生する騒音、塵埃など環境に与える影響が問題になっている。そこで、穀粒を移送するとき、穀粒の層内に空気を送り穀粒を流動化させて移送することにより問題解決の糸口があると考え、穀粒流動化の基礎研究を行った。

本研究では、まず鉛直管で穀粒の流動化を試みた。穀粒の流動状態を観察でき、流動特性を測定できる実験装置を製作し、同時に穀粒の運動に影響を及ぼす穀粒の基礎的物理特性(かさ密度、真密度)を求めて、それらの関係について検討した。

玄米、もみ、大豆及びプラスチック球(BB弾2種)を空気流速度(風速)を変化させて穀粒層に送り、穀粒層における静圧降下を調べて、流動化開始風速、流動層の状態、均一流動を開始するときの風速(終端速度)などを明らかにし、供試した穀粒及びBB弾における流動化開始風速を求めた。さらに実験による理論式から基礎的物理特性値をもとに供試材料の流動化開始風速が計算できることを明らかにした。

流動化開始風速から終端速度までの範囲(流動層)は、穀粒及びBB弾1粒の質量と粒径によって変化し、質量と粒径が大きくなるほど流動層の状態が長く続くことが確認され、終端速度が大きくなることがわかった。これにより、流動化させる材料によって終端速度が決まり、均一流動を生じさせる風速が決められる。

さらに、鉛直管内の静圧変動を調べ、もみ、玄米のようなだ円体の形状のものと球形に近い形状のものとは静圧変動が異なる。球形に近いものは流動化すると空気流による回転運動が加わり、ある周波数のところで静圧変動が見られたが、玄米、もみでは見られなかった。

以上により、鉛直管内における穀粒流動化の条件を求めるとともに、流動化開始及び均一流動開始風速を求める方法を明らかにしたことは、今後穀物を流動化させて移送する場での応用と活用が期待できる。よって、本論文は博士(学術)の学位に値するものと判定する。