

氏 名	鈴木 道隆 すずき みち たか
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第 678 号
学位授与の日付	昭和 55 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科・専攻	工学研究科 化学工学専攻
学位論文題目	粉粒体層の静的崩壊現象に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 井伊谷鋼一 教授 上田 顯 教授 吉岡直哉

論文内容の要旨

本論文は粉粒体層の静的崩壊現象に対する実用的な粉粒体崩壊モデルの提出とそれに関連した基本的な問題点等について、実験的ならびに理論的に検討し、その結果を7章にまとめたものである。

第1章は従来の研究の展望と本研究の目的および本論文の概要を述べている。

第2章では粉体崩壊曲線と圧密崩壊曲線について巨視的考察を行ない、両者は応力平面（垂直応力・剪断応力平面）上で互いに滑らかに接続すべきこと、後者は前者の最終点と予圧密圧を表わす垂直応力軸上の一点を両端とし、その形状が最大崩壊応力円と一致することが妥当であること、および粉体崩壊曲線は引張り強度を表わす垂直応力軸上の1点で軸に垂直に交差するのが妥当であること等を明らかにした。

第3章では粉粒体層の粒子の幾何学的配列を集中化粒子配列モデルにより、また粒子間相互作用を Lennard-Jones 型統計的保存エネルギー分布関数により、近似した粉粒体層崩壊モデルを提案した。そして、第2章で明らかにした粉体崩壊曲線と圧密崩壊曲線との接続ならびにそれぞれの形状条件と最も矛盾しないのが定移動距離崩壊条件であることを示した。次に従来の代表的な実験データについて、ある空間率での引張りならびに圧密特性のデータに対して本粉粒体層崩壊モデルを適用することにより、任意の空間率での粉体崩壊曲線と圧密崩壊曲線とを良好に推定できることを明らかにした。

第4章では第3章で提案した定移動距離崩壊条件を炭酸カルシウムを供試粉体として実験的に検討した。その結果、崩壊には引張り・剪断的崩壊と圧密的崩壊の2種類があり、かつ両者は互いに連続的に接続していること、および定移動距離崩壊条件が空間率のかかなりの領域にわたって成立していること等を明らかにした。また本章での定移動距離崩壊条件の測定値を用い、第3章で提案した粉粒体層崩壊モデルより求めた粉体崩壊曲線と圧密崩壊曲線がリング・セル型剪断試験装置による実測結果とほぼ一致することも示した。

第5章では第3章で提案した統計的粒子配列空間における着目粒子に影響の大きい第1層粒子存在確率密度分布について、粒子落下法および電算機シミュレーションで作成した2次元ならびに3次元ランダム配列粒子層によって実験的に検討した。そして、その結果を本章で提案した第1層粒子存在確率密度分布

のモデル式と比較し、両者が良好に一致することを示した。

第6章では粉粒体層の微視的な特性と巨視的なそれとを結びつける際に重要な配位数すなわち粒子1個あたりの接触点数について検討している。すなわち第5章で述べた第1層粒子存在確率密度分布のモデル式を基礎とし、最密充填状態での空間率と配位数を境界条件として平均配位数の推定式を解析的に求めた。そして本推定式が電算機シミュレーションによる実測値ならびに従来の信頼しうる実測値と良好に一致することを明らかにした。

第7章は本論文全体に対する結論および今後検討を要する課題を述べている。

論文審査の結果の要旨

粉粒体プロセス、特に粉粒体の貯槽、輸送、集塵等においては閉塞とか堆積粉塵の払い落とし等のように、粉粒体層の崩壊が工学的に重要な現象となっている場合が多い。しかしながら、現在まで粉粒体層の崩壊曲線の推定は理論的にも測定技術的にも必ずしも充分確立されているとは言えない。

本研究は粉粒体層の崩壊現象について基礎的に考察し、そのうちで比較的測定しやすい引張り特性と圧密特性から、測定によれば多くの労力と時間を必要とする任意の空間率における粉体崩壊曲線と圧密崩壊曲線を推定できる実用的な粉粒体層崩壊モデルを提出検討し、さらにその基礎となる概念等について実験的ならびに理論的に検討を加えたものであり、得られた主な結果は次の通りである。

1) 粉粒体層の崩壊時の応力状態を表わす粉体崩壊曲線ならびに圧密崩壊曲線は応力平面（垂直応力・剪断応力平面）上で連続し、かつ両者の接続点における接線が一致すること、前者は引張り側垂直応力軸に対して垂直に交わるべきこと、および後者は最大崩壊応力円の一部と一致するのが最も妥当であること等を見出している。

2) 集中化粒子配列モデルおよび Lennard-Jones 型統計的保存エネルギー分布関数による粒子間相互作用力の近似、ならびに定移動距離崩壊条件よりなる粉粒体層崩壊モデルが1)で述べた条件と矛盾しないことを基礎的に示している。また本モデルによって圧密特性と引張り特性の測定値から、任意の空間率での粉体崩壊曲線と圧密崩壊曲線を良好に推定できることを従来の代表的なデータによって明らかにしている。

3) 定移動距離崩壊条件の妥当性を2種類の炭酸カルシウム粉体に対して実験的に示したこと、粉体崩壊曲線と圧密崩壊曲線とがそれぞれ存在し、かつ両者が連続的に接続することを実測により明らかにしたこと、および実測した定移動距離崩壊条件を用いて推定した粉体崩壊曲線と圧密崩壊曲線が実測値と良好に一致すること等を見出している。

4) 粉粒体層崩壊モデルにおいて着目粒子に対して特に影響の大きい第1層粒子存在確率密度分布の簡単なモデル式を提出し、それが実測値と良好に一致することを示している。

5) 構成粒子の特性と粉粒体層全体のそれとを結びつける際に重要な配位数の推定式を前述の第1層粒子存在確率密度分布のモデル式より求め、広範な空間率にわたって有効であることを示している。

以上要するに、本論文は粉粒体層の崩壊現象を統計的手法を用いて巧妙にモデル化し、その有効性を独創的な考察と実験によって確認すると共に、第1層粒子存在確率密度分布ならびに配位数の簡便な推定式

を与えている。これらの成果は統計的手法の導入により、粉粒体層の引張りおよび圧密特性から任意の空間率での崩壊曲線を求めるという新しい推定手法を確立すると同時に、基礎的にも重要な新しい知見を与えたもので、学術上はもとより、実用上にも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。