



Title	圧縮造粒における粒子の力学的挙動
Author(s)	小田木, 克明
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43452
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	小 田 木 克 明
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 7 0 1 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 14 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科機械物理工学専攻
学 位 論 文 名	圧縮造粒における粒子の力学的挙動
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 辻 裕 (副査) 教 授 中村喜代次 教 授 香月 正司 助教授 田中 敏嗣

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、圧縮造粒における粒子の力学的挙動を離散粒子モデルを用いた数値解析により粒子レベルの視点から調べるとともに、圧縮造粒過程に影響をおよぼす諸因子についての基礎的検討を行うために、代表的な圧縮造粒過程である円筒容器およびロール圧縮式造粒機内における粒子群の圧縮を数値解析したものである。本論文は、全 6 章から構成されており、内容は以下のように要約できる。

第 1 章では、本研究の背景と関連する従来の研究について概観し、本研究の目的および概要について述べた。

第 2 章では、粒子運動の計算方法として用いている離散要素法について、基本的な運動モデルと計算方法の概要を述べた。

第 3 章では、円筒容器内の粒子群の圧縮過程に対し 3 次元離散要素法を適用し、粒子表面粗さが圧縮特性におよぼす影響を調べた。表面粗さを考慮しないモデル、および原子間力顕微鏡による粒子表面の観察結果に基づく粒子表面粗さを考慮したモデルを用いた計算を行い、対応する実験と比較した。その結果、本研究の範囲では、粒子表面粗さを考慮することにより実際の圧縮特性を定量的により正確に再現できることを示した。さらに、計算結果から壁面が粒子群の構造に影響をおよぼす範囲を明らかにした。

第 4 章では、第 5 章において取り扱う付着力を伴う圧縮過程のための基礎として、付着力の導入に関する検討を行った。検討の対象としては、粉粒体層の静力学に対する付着力の影響が顕著な安息角に着目し、粉粒体の堆積過程の 2 次元および 3 次元の数値解析を行い、実験と比較した。その結果、計算で安息角を定義可能な堆積物を得るために必要な粒子数は付着力の導入により増大すること、付着力の増加とともに安息角も増大し、付着力の大きな領域では 3 次元の計算結果は実験と定量的に一致することが示された。

第 5 章では、第 4 章で検討した付着力モデルをロール圧縮式造粒機内における粒子群の圧縮過程の 2 次元数値解析に適用し、付着力およびロール回転速度が圧縮流動特性におよぼす影響を調べた。付着力がない場合、粒子の流出特性、粒子層内の圧力分布およびかさ密度に対するロール回転数の影響、あるいは粒子への圧縮効果は、付着力がある場合に比べて非常に小さいことを示した。付着力がある場合、粒子流出量はロール回転数にほぼ比例した変化を示し、既存の実験結果と定性的な一致を得た。また、付着力がある場合には、ロール表面上の圧力分布は既存の実験と定性的に一致するが、そのピーク値とロール回転数の関係、および分布の広がりにおいては実験との一致は十分ではなく、本研究で考慮されていない他の因子の影響を考慮する必要があることを示した。

論文審査の結果の要旨

圧縮造粒は粉粒体の造粒操作のひとつであり、粉末冶金、セラミック、製薬、食品などのさまざまな工業分野において応用されている。造粒物の品質制御をする上で重要な圧縮中の内部応力分布や密度分布を調べる方法として、粒子の運動を直接求める手法である離散要素法の応用が期待されているが、その基礎的な研究は十分されているとはいえないのが現状である。本論文は、圧縮過程に関わる離散要素法の基礎研究および圧縮造粒操作に対する応用研究の両視点から、粒子レベルの因子が圧縮特性におよぼす影響を調べたものである。その成果を要約すると以下の通りである。

- (1)円筒容器内の粒子群の圧縮過程に対し、粒子の表面粗さを考慮した3次元離散要素法による数値解析および実験を行い、弾性理論を用いて粒子群の圧縮特性を再現する際に、粒子の表面粗さが重要な因子となる場合があることを明らかにしている。
- (2)粒子群の堆積間隙に対し付着力を考慮した2次元および3次元離散要素法による数値解析を行い、付着力が粉粒体の力学的特性（安息角）におよぼす影響を定性的に再現できること、さらに付着力が大きな場合には3次元計算により定量的にも再現できることを示している。
- (3)ロール圧縮式造粒機内の粒子群の圧縮過程に付着力を考慮した2次元離散要素法を適用し、付着力が圧縮流動特性におよぼす影響を明らかにしている。計算結果と既存の実験の比較においては、ロール表面上ピーク圧力とロール回転数の関係において定性的な不一致があるが、粒子の流出特性やロール表面上の圧力分布などの定性的な傾向は再現されており、付着力が圧縮流動特性におよぼす影響が解析可能であることを示している。

以上のように、本論文は、粒子層の圧縮造粒過程を離散要素法を用いた数値解析により取り扱う際に重要な粒子レベルの因子について、有用な知見を得ている。これらの成果は粉体工学や機械工学に寄与するところが多い。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。