

専攻		学籍番号		指導教官氏名	
申請者氏名	前田 安 郭				

論 文 要 旨

論文題目	粉粒体吹き込み造型プロセスの最適化に関する研究
------	-------------------------

近年、粉粒体を用いたニアネットシェイプ成形が注目されるようになり、最終目的製品を得る合理的な手段として多方面で実用化されようとしている。なかでも、圧縮空気を用いて湿潤粉粒体である造型砂をキャピティ内へ吹き込み造型するプロセス、すなわちブローイング造型法は、短時間プロセスであり、また自動化が容易であるなどの特徴を有していることから、鑄造工程における造型システムに広く応用されている。しかしながら、造型条件の決定などは、従来の経験的データをもとに行われており、最適化できていない。

そこで、本論文では、圧縮空気利用による粉粒体の吹き込み造型プロセスの一つである、ブローイング造型法を取り上げ、最適化をはかるために必要と考えられる、実験解析、数値シミュレーション、制御方式の適用を行い、最適化のための知見を得ることを目的とする。このように粉粒体の造型プロセスに対して、一連の充てん、つき固め過程、双方を数値解析により把握し、制御しようとした研究の例はなく、本研究が与える知見は大きいと考えられる。

まず、第1章では、緒論として粉粒体の吹き込み造型とブローイング造型の概要について述べるとともに、従来の研究を概観し、本研究の目的について述べた。

第2章では、本研究において実験で使用した粉粒体と、実験方法について述べた。

第3章では、ブローイング造型時の型砂の充てん状態、最終鑄型性状である鑄型硬度、粉体に働く応力である粉体圧ベクトルについて調査し、粉体圧ベクトルが鑄型硬度に及ぼす影響について考察した。その結果、型砂の充てん時において流れが分流する位置には、造型上問題となる不連続硬度分布、境界線が生成することがあり、この発生には、型砂の流動や粉体圧ベクトルが密接に関係している

ことを明らかにした。また、各測定点における最大粉体圧ベクトルは、型砂の充てんパターンおよび最終鑄型性状に大きな影響を与えるとともに、その最大値、ノルムは、造型条件には関係なく、鑄型硬度と相関関係をもつことを明らかにした。さらに、これら知見をもとに、ブローイングプロセスモデルを構築した。

第4章では、ブローイング中の型砂の流動挙動について、内部に箱型の障害物および邪魔板を有するキャビティを対象に実験、数値シミュレーションの両面から考察した。特に、数値解析では、均質混合モデルを提案し、型砂-空気の混相流である、未充てんキャビティ内の型砂流れ挙動をシミュレートした。

第5章では、充てん砂層内の流れ解析、粉体圧を型砂のつき固めの外力として使用するつき固め解析手法を提案、さらに、これらと第4章での流れ解析を用いて、第3章で構築したプロセスモデルに従い、内部に箱型の障害物および邪魔板を有するキャビティを対象に数値解析を行った。その結果、これら解析手法により、造型時における型砂の充てん挙動と流れの特性を把握、また型砂充てん終了後の鑄型性状である鑄型硬度の定性的な予測が可能であることがわかった。

第6章では、最適な鑄型を得るための制御手法について、邪魔板を有するキャビティを対象に調査を行い、鑄型硬度の制御には、線形モデル式によるフィードフォワード制御、および学習制御方式が有効であることを示した。

第7章では、本研究で提案した、流線解析手法、造型性状の予測手法、学習制御方式を、実プロセスに適用する際の方法について考察した。

第8章は、結論として、以上の結果、考察をまとめた。

これら一連の研究により、従来、経験的要素が多かったブローイング造型システムの最適化に関する基礎的知見が得られた。