

電子・情報 工学専攻	学籍番号	065203	指導 教員	寺嶋一彦
申請者 氏名	田 崎 良 佑			三好孝典

論 文 要 旨 (博士)

論文題目	プレスキャストのモデリングと制御に関する研究
------	------------------------

(要旨 1,200字程度)

鋳鉄鋳物の成形プロセスでは、多品種・少量生産化や薄肉・高品質化の要求にともない、吸引鋳造法や遠心力鋳造法に代表される加圧プロセスへの展開が進められている。これら近年に開発された成形プロセスにおいては、加圧効果による製品品質の向上が見込まれるものの、遠心ローラーや吸引ポンプなどの新たな特殊設備が必要なことが大きな欠点となり、現状での実用例は多くない。本グループでは、薄肉鋳物を高品質・高歩留りで成形する新たな砂型鋳造プロセスの提案として、プレスキャスト法の開発を進めている。はじめに下砂型に溶湯を注ぎこみ、その後上砂型を下砂型まで下降させてキャビティ内を充填する成形プロセスである。従来の成形ラインについては、上型を把持して昇降動作させるためのプレス装置を据え付けることで容易な設備導入ができる。また、プレスキャスト成形の試作テストにより、95%以上の高歩留り（従来では60~70%程度）成形が確認され、さらにプレス速度を調節することで内部組織の改善を見込める結果を得ている。

しかしながら、サイクルタイム向上を目的としてプレス速度を高速に設定すると、下鋳型内に注湯された溶湯が上鋳型プレスによって溢流してしまう恐れがある。また、溢流および流動の乱れを招かない程度の速度を実験的に推測して用いた場合に、鋳型内容湯の圧力過多により溶湯が砂粒子間へ流入し、そのまま凝固する差込み欠陥が鋳肌面に確認された。従来の重力鋳造法や近年の砂型加圧プロセスにおいても同様の差込み現象は問題となっており、欠陥抑制のために溶湯-鋳型の界面現象に関する様々な研究が行われている。特に、溶湯圧力と鋳肌面の状態に起因する物理的差込み現象については、溶湯圧力を既知とした場合に物理モデリングによる現象解析と抑制方法が報告されている。しかしながら、これらの実用においては、溶湯圧力を検知する必要がある。高温溶湯（1400℃程度）に対し、接触式の圧力センサを用いて実測することは困難であり、溶湯圧力を非接触で計測する合理的なアプローチによる解決が期待されている。これより、圧力情報に基づいた制御システムを構築し、製品品質を向上することが望まれる。

本研究では、溶湯充填プロセスのモデリングによって鋳型内圧力を推定することを考える。これより、充填中の圧力挙動に応じてプレス速度を調整することで溶湯流動を制御し、過剰圧力の発生を抑制する方法を提案している。プレス中の強制流動に対して流体力学に基づいた圧力モデルを導出し、さらに温度依存性の粘性変化を考慮することで、プレス毎の初期温度・製品形状・鋳砂特性に応じた圧力挙動が数理モデルにより推

定される。プレス動作に応じた圧力変化を見積もることができることから、逆問題として、差込み欠陥抑制のために最大溶湯圧力を制約条件以下に抑えるプレス速度の最適設計手法を提案した。シンプルな数理モデルを用いる本提案制御手法は、瞬時に上述の計算過程を終了でき、多品種・少量生産での製品毎の最適成形技術として期待できる。

また、プレスキャストでは上型の下降でキャビティ空間が逐次変化し、溶湯流動が複雑化する特徴がある。この条件下で、溶湯圧力の推定技術、及び、鋳型内圧力を考慮したプレス速度制御による品質向上を確認することは、他の実用加圧プロセスへの適用についても示唆するものである。