

2004年 1月8日

機械・構造システム工学専攻	学籍番号	009101
申請者氏名	梅田 学	

指導教官氏名	森 謙一郎 教授
	牧 誠二郎 助教授

論 文 要 旨 (博士)

論文題目	陶磁器製品の成形および焼結に関する研究
------	---------------------

(要旨 1,200字程度)

本論文では、陶磁器製品の加工プロセスとして、タイルの圧粉成形及び焼結と大型陶磁器の鋳込み成形に関する研究を行った。

2層タイルの圧粉及び焼結の有限要素シミュレーションで必要な材料特性を得るため、定荷重単純圧縮試験により、高温下で変形抵抗を測定する方法を提案し、焼結中の温度とひずみ速度依存性を考慮した変形抵抗式を決定することができた。また、焼結3点曲げ試験を行い、限界体積ひずみ差を測定することを提案し、3点曲げ試験において作用させる荷重を制御することによって割れが発生する限界値を求めることができた。

得られた材料特性を用いて、2層タイルの圧粉及び焼結の粘塑性有限要素シミュレーションを行った。圧粉成形のシミュレーションで計算された密度分布は、実験で作製した圧粉体の密度分布と定性的に一致した。焼結シミュレーションでは、予測された焼結割れの発生の有無および割れの位置はほぼ一致した。本研究で行ったシミュレーションは材料特性の履歴を考慮したため、従来のシミュレーションと比較して、精度の向上を図ることができた。

焼結割れの原因となる圧粉成形における密度の不均一を抑制するためにゴムポンチを用いた圧粉成形を行い、その有効性を有限要素シミュレーションによる解析と実験で調べた。ゴムポンチによる圧粉成形は、金属ポンチによる成形よりも比較的均一な密度分布をもつ圧粉体を成形できるため、焼結において割れが発生しなく、その有効性を定量的に確認することができた。

簡易的な焼結の有限要素シミュレーションとして、弾性有限要素法を用いて焼結中はフックの法則により変形が進むという仮定を行った。焼結3点曲げ試験の重力変形をもとに縦弾性係数を決定し、焼結収縮と共に設定することにより、簡易的に焼結後の変形形状を予測した。この方法を用いて、洗面器モデル形状での精度検証を行い、焼結変形の比較的小さい製品では、精度良く焼結後の形状を予測できた。

大型陶磁器の鋳込み成形における乾燥割れの発生を防止するため、ウェルドラインの発生メカニズムを明らかにした。鋳込み中の泥漿流動挙動の観察により、内側石膏型に接触して含水率が低下した泥漿表面が合流することによって、ウェルドラインが形成されることが判明した。このことは、成形体の含水率測定、ラップフィルムを貼り付けた鋳込み成形より実証された。

ウェルドラインの発生の防止法として、石膏型振動鋳込み成形法、振動子埋込み石膏型を用いた鋳込み成形法を考案した。これらの鋳込み方法は成形時の泥漿の含水率低下を防止することができ、乾燥割れ発生の防止法として有効であることがわかった。