

研究ノート

圧力鋳込成形における泥漿のシミュレーション技術に関する研究

寺井 剛*1

Study on Analysis of Fluid Slurry by Pressure Casting Method

Takeshi TERAI*1

Seto Ceramic Research Center*1

圧力鋳込成形による複雑形状製品をマイクロフォーカス X 線 CT システムにより測定し、得られた透過データを観察した結果、ウェルド及びこれを原因としたボイドは見られなかった。また、透過データをコンピュータで処理して得られた 3 次元形状データを使用して、流体の振る舞いをシミュレーションした。その結果、CG と汎用流動解析によるシミュレーションは同様な挙動を示したが、一方の樹脂流動解析によるシミュレーションは異なる挙動が見られた。

1. はじめに

瀬戸地域の得意とする窯業製造技術に、圧力鋳込成形があげられる。この様な得意技術とデザインがバランスよく融合した窯業製品こそ「瀬戸焼」ブランドに相応しいと考えた。圧力鋳込成形の窯業製品は、原理的にプラスチック成形と同じ成形法が使用されている。この成形法は射出成形と呼ばれ、成形前段階でのシミュレーションが一般的に実施されている。しかしながら、窯業製品の開発工程にシミュレーション技術を応用した実施例は少なく、ノウハウの蓄積などは今後の課題である。そこで、複雑形状製品の圧力鋳込成形時における泥漿の流れを把握し、新製品のデザイン開発や窯業製品の品質向上を目的に、流体解析によるシミュレーション技術について調査した。

2. 実験方法

2.1 X 線 CT による複雑形状製品の観察と 3 次元形状データの作成

瀬戸市内で製造されている圧力鋳込成形による複雑形状製品の試料を図 1 に示す。この製品をマイクロフォーカス X 線 CT システム(島津製作所製、inspeXio SMX-225CT)により測定し、得られた透過データからウェルドやボイドを観察した。また、透過データをコンピュータで処理し、図 2 に示す 3 次元形状データ(STL)を得た。

2.2 複雑形状製品の泥漿流動性の評価方法

測定から得られた 3 次元形状データを使用して、表 1 に示すコンピュータ・グラフィックス(以下、CG と云う)

ソフトウェア、樹脂流動解析ソフトウェア及び汎用流体解析ソフトウェアにより、流体の振る舞いをシミュレーションした。流体のパラメータなどは、それぞれのソフトウェアで異なるため、参考までに、設定した項目と内容を表 2 に示す。流体は本来であれば、泥漿を模したものであるべきだが、表 2 に示すとおり水と ABS により代用した。流体の流入境界は図 3 に示すとおり、3 ミミ



図 1 複雑形状製品の試料

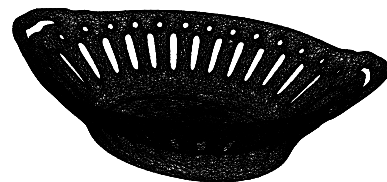


図 2 3 次元形状データ

表 1 流体解析に使用したソフトウェア

分類	ソフトウェア
CG	Blender2.69
樹脂流動解析	SimpoExpress2013R1.0
汎用流動解析	Phoenics2012

*1 瀬戸窯業技術センター 製品開発室

表2 流体のパラメータ(-は、設定項目なし)

ソフトウェア	流体	流体温度	型温度	初期条件
Blender2.69	水	-	-	-
SimpoeXpress 2013R1.0	ABS	230℃	50℃	-
Phoenics2012	水	20℃	-	空気 20℃ 1気圧



図3 流入境界

シミュレーション共に試料裏面側の鋳込口とした。

3. 実験結果及び考察

マイクロフォーカス X 線 CT システムから得られた透過データを観察したところ、ウェルドやそれを原因とするボイドは見られなかった。透過データをコンピュータで処理して得られた 3 次元形状データを使用して、図 4 ~ 6 に示すシミュレーションを実施した。汎用流動解析は解析コストの問題から、試料が左右対称であると仮定して半面のみ、かつ流入時間 10 秒までの結果を計算した。実際には、20~30 秒で試料の半分を流体が満たすと予想された。図 4 に示す CG によるシミュレーションは、①の流入境界から流入した流体が最短下部型面に到着後②で合流し、その後下部周囲を流入境界の反対方向に流れ③で更に合流し、その後④の上面未充填部分を補充した。同様に図 6 の汎用流動解析によるシミュレーションも、①の流入境界から流入した流体が最短下部型面に到着後②で合流し、その後下部周囲を流入境界の反対方向に流れた。これに対して、図 5 に示す樹脂流動解析によるシミュレーションは、①の流入境界から流入した流体



図4 CGによるシミュレーション

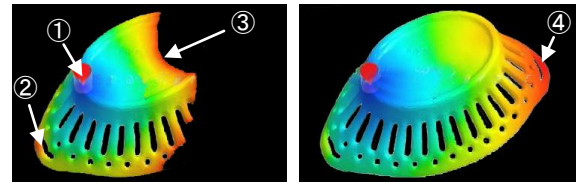


図5 樹脂流動解析によるシミュレーション

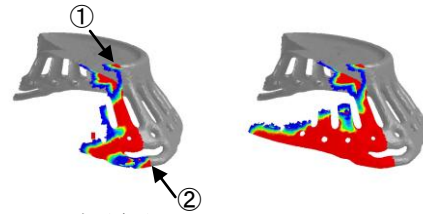


図6 汎用流動解析によるシミュレーション

が最短下部型面に到着後②で合流するところまでは CG や汎用流動解析によるシミュレーションと同様だが、その時点で③の上面部分への充填もかなり進行しており、上面③を完全に充填後、最後に④部分で合流して充填を終了した。このことは、3 シミュレーションで、樹脂流動解析のみが樹脂の射出成形に特化し、材料や金型条件が限定されていることが、その他と大きく異なるためと考えられた。今後の課題は、圧力鋳込成形の諸条件をシミュレーションに適切に反映させることである。

4. 結び

本研究の結果をまとめると、以下のとおりである。

- (1) マイクロフォーカス X 線 CT システムにより、複雑形状製品を観察した結果、透過画像からは、ウェルド及びこれを原因としたボイドなどの不良は見られなかった。
- (2) マイクロフォーカス X 線 CT システムにより得られた 3 次元形状データを使用して、CG ソフトウェア、樹脂流動解析ソフトウェア及び汎用流動解析ソフトウェアによる泥漿流れのシミュレーションを検討した。その結果、CG と汎用流動解析によるシミュレーションは同様な挙動を示したが、樹脂流動解析によるシミュレーションは異なる挙動を示した。
- (3) 泥漿の流れを解析する CG によるシミュレーションは、アート性を主目的に開発されているため、当該目的に使用するシミュレーションソフトウェアとして適切な選択であるか不明であった。

謝辞

本研究において 3 次元汎用熱流体ソフトウェア「Phoenics2012」による流体解析にご協力いただきました CHAM-Japan に深く感謝いたします。