

## 4) 陶磁器の変形予測技術の研究

副島 潔

CAD/CAM 技術と CAE 技術を組み合わせることで、焼成変形を予測した型制作の高度化と製作ロス軽減、商品開発時間の短縮、更なる高精度化を図ることを目的としている。

本年度は、CAD/CAM 技術による商品化を通じて、焼成変形に対応したデータ修正作業を研究し、目的とする製品の最終形状を得る手法について成果が得られた。

### 1. はじめに

陶磁器は焼成される過程で、収縮とともに変形を起こす。現状では経験に基づいて予測しているが、正確な予測は困難で、実際には焼成後に型を修正する必要がある。他の業界では CAD/CAM/CAE 技術が設計～製造過程に導入され、開発期間の短縮化、高精度化など様々な成果を出している。本研究は、これらの技術を陶磁器に応用し、焼成変形を予測する技術を研究するもので、試作時のロス軽減・商品開発時間の短縮・商品の高精度化が期待される。

本年度は、焼成変形に対応したデータ修正技術について研究し、目的とする最終形状を得る手法について成果が得られたので、紹介する。

### 2. 研究方法

CAD/CAM 技術によらない現在の方法でも、試作品の焼成後、焼成時の変形で望ましい形状が得られなかった場合、型や原型を変形量に応じて修正し、再度焼成して望ましい形状に近づける方法が取られている。しかし勘に頼る部分が多く、望ましい形状が得られるまで幾度も修正を余儀なくされる事も多い。

今回研究した方法は、

1. 目的の形状データをそのまま収縮率分拡大して NC 切削で型製作する
2. この型から成形・焼成を行った試作品を 3 次元デジタル計測する
3. 計測データと目的とする形状との差分から、元形状のキーカーブを逆側に修正し、型を再製作する

というものである。

原理的には旧来の手法を踏襲したものであるが、正確な計測に基づいて正確な修正を行うことで、少ない回数で望ましい形状を得る事ができる。

#### 2-1. 基本の形状データから型製作

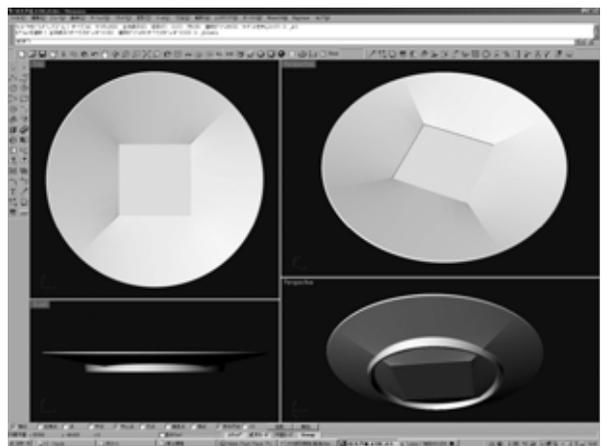


図1 目的の形状データ

有田有志グループと著名デザイナーとのコラボレーションによる「HOUEN」プロジェクトの数種の商品で成果を検証したので、これを一例に紹介する。

図1が目的とする形状で、高台部分から内部・周辺部とも形状と重量バランスが均等ではないため、焼成変形が予想される。

図1は川上デザインルームから提供された IGES データを基にソフトウェア (Rhino) 上でモデリングを行ったものである。このデータを元に型データを制作し、NC 切削で試作用の型を制作し、試作品を焼成した。使用した陶土は EX 陶土 (渕野陶土製) である。

## 2-2. 焼成変計量の測定

試作品が図2である。かなりの焼成変形が認められた。目的とする形状は縁部がフラットなのだが、試作結果は図3のように周辺部の垂れが大きかった。フラットな形状を得るためには変形量分を逆側に反らせる必要がある。

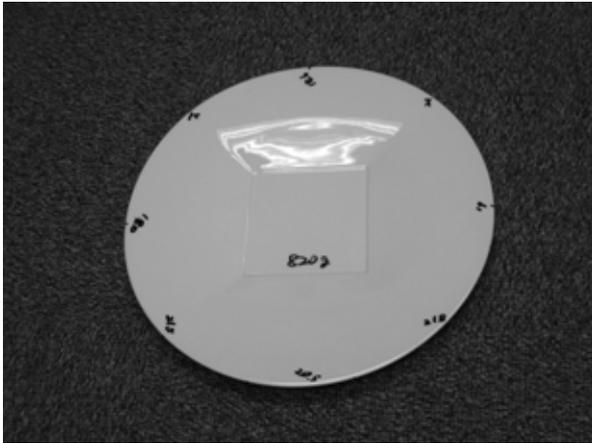


図2 1次試作品



図3 縁部分の垂れ

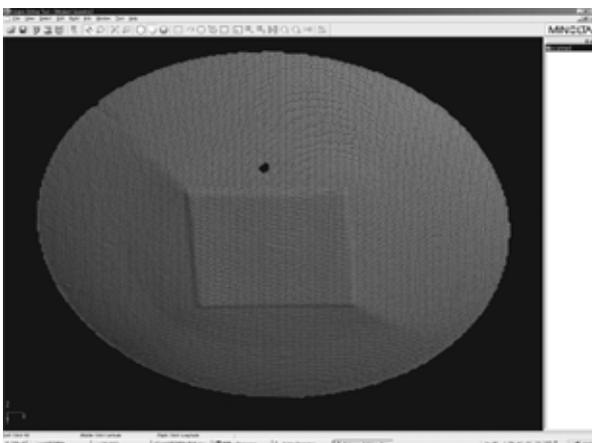


図4 デジタイザでスキャンしたデータ  
変形量を正確に測定するため、試作品を3次元

非接触デジタイザ（Minolta VIVID 910）で測定したものが図4である。上面のみ測定している。測定データは点群で得られるが、STL形式に変換してモデリングソフトウェアに持ち込む。

## 2-3. 計測データからの修正

計測データをモデリングソフトウェアに持ち込み、キーカーブと一致するよう、45度ごとに断面を抽出した様子が図5である。

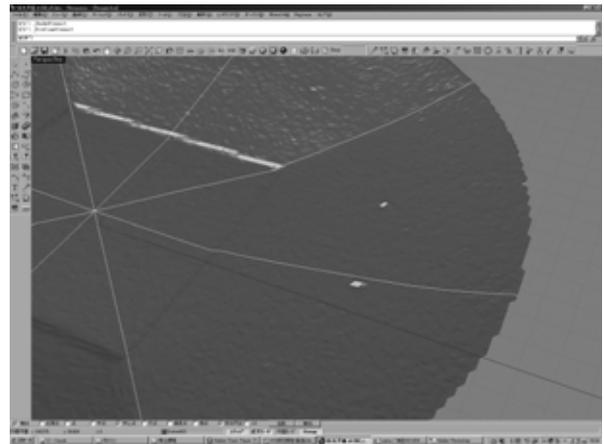


図5 対応したキーカーブの抽出

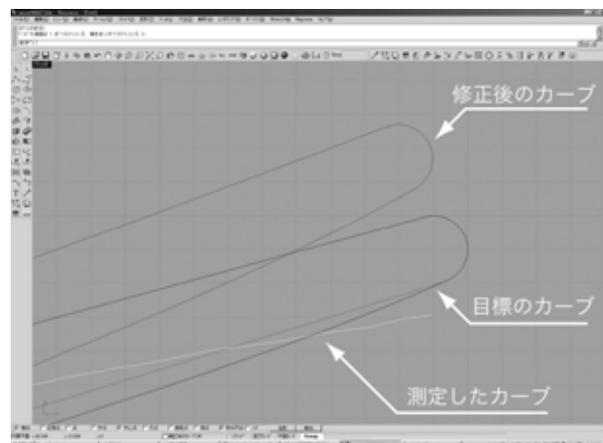


図6 変形に対応したカーブの変更

図6のように計測データから抽出した断面カーブと元データのカーブを対比させ、目標となる形状が得られるよう、元データのキーカーブを修正する。キーカーブごとに同様の作業を行い、元データの面を全て修正した。

修正を行った形状データから型製作を行い、再度試作することで、従来型の手作業より、はるかに目的の形状に近づいたものが得られた。

さらに目的の形状に近づけるため、以上のプロセスを3回繰り返し、図7の最終製品となった。

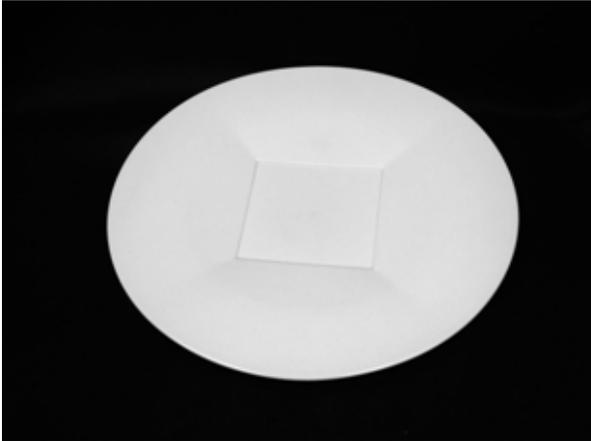


図7 最終製品

### 3.まとめ

今回紹介した事例は、以前に従来型の手作業で試作が重ねられたが、満足できる結果が得られなかったものであり、一連の研究成果により商品化へつなげる事ができた。

焼成変形の予測技術については別途研究中であるが、変形後の形状から目的とする形状を得るためには、このようなデータ修正技術が必要で、実際の商品化を通じて非常に有効な成果が得られた。

今後も研究を重ねることで、更に高効率・高精度化を図る余地がある。

協力機関

川上デザインルーム

有田 HOUEN プロジェクト