

# 3Dデータを活用した精密な陶磁器製品製造技術の開発

環境・機能材料科 永石雅基

戦略・デザイン科 依田慎二

## 要 約

陶磁器材料を3Dデータどおりに直接切削加工する新しい陶磁器製造技術を確立できれば、型を利用した既存の製造技術では難しい装飾品やホビー製品など精密で複雑な形状の製品を加工することができるとともに、オーダーメイド製品の効率的な製造にも対応可能である。このような目的を達成するため、本研究では、市販の天草撰上陶土を使用した陶磁器素材の検討と最適な切削条件を設定した加工試験を行い、ヒビや欠けなど大きな欠点が発生せず加工ができた。また、加工後の取扱いにおいても適切な強度を得る素材であることを確認できた。

キーワード：3Dデータ、モデリング、精密陶磁器、切削加工素材

## 1. はじめに

陶磁器製食器の市場は減少しており、今後も社会環境などの要因から市場は厳しい状況である。このことから、県内の陶磁器産業は高付加価値製品の開発による新規市場開拓が重要となる。高付加価値製品の創出には、伝統的資源の活用や既存製造技術に加えて、新しい発想や製造技術に注目した製品開発が必要である。

本県の陶磁器業界では3D技術を活用した新しい製品開発に取り組んでいる企業が多くなってきており、デザイナーからも3Dデータで製品化の依頼も増加するなど、3Dデータを扱うことのできる産地としての認知度が向上している。しかし、製品の製造は既存の型を利用した陶磁器製造技術に依存することから、緻密すぎて形状の再現ができないものや割り型が複雑で作製できない形状など3Dデータによる製品化の要望には対応することができないものもある。より多くの製品化の要望に対応するためには、3Dデータどおりに直接素材を加工して再現できる新しい陶磁器製造技術の確立が必要である。現在、多くの産業で採用されているNC加工機で直接材料を切削加工する技術は、型の製作が難しい製品やオーダーメイド、小ロットの

製造に対して有効であり、製品精度においても優れている。本県の陶磁器産地の持っている伝統的な資源である陶土を基本原料としてNC加工機で切削可能な素材を開発して、精度よく加工することができるよう技術開発を行うことで、新たな製造技術による高付加価値製品の開発が可能になる。

したがって、本研究では、3Dデータどおりに陶磁器材料を直接切削加工する新しい陶磁器素材と切削加工技術について検討を行った。

## 2. 実験方法

### 2-1 天草陶土を原料とした切削素材の検討

切削素材の開発にあたり、原料は焼成後に磁器となることを前提に天草陶土(香田陶土撰上)を用い、切削時のヒビや欠けを防止するために樹脂の添加を試みた。添加する樹脂としては、ジャパンコーティングレジジン製 リカボンド(SA-203, SA-204)とユケン工業製 セランダーYB-80W-2を用いた。まず、陶土乾粉に対し各樹脂を固形分として3%、6%、9%添加し、水を陶土に対して30%添加して、混練性と発泡状態等の泥漿調整具合を検討した。その後、最適と思われる

樹脂種類と添加率を定めて泥漿の調整後、石膏型に鋳込み切削加工用ワークを成形・乾燥させた。

## 2-2 樹脂添加天草陶土素材による切削加工条件の検討

切削加工試験に用いる形状は、幅1mm、2mm、3mm、4mm、5mm、高さ5mmの壁、大きさ6mm、深さ1mmの文字レリーフの凹と凸、直径4の半球を54mm×54mmの平面上に配置した3Dデータを作成した。(画像1)

切削による欠けやヒビなどの欠点が発生しないことを考慮して、回転数、送り速度、切削ピッチを、硬質樹脂切削に対応した加工条件の数値を基準に設定した。

## 3. 結果及び考察

### 3-1 天草陶土を原料とした切削素材

天草陶土に各種樹脂を添加して泥漿を作製した結果を表1に示す。この図から、セランダーとリカボンドSA-204は、天草陶土に添加すると粘性が高くなりすぎて今回の樹脂添加範囲では鋳込み成形に使用できる泥漿ができないことが分かった。また、リカボンドSA-203でも樹脂添加率が6%以上となると泥漿粘性が高くなりすぎるが、3%添加では鋳込み成形に使用できる程度の粘性の泥漿が得られることが分かった。

表1 天草陶土に各種樹脂を添加した場合における泥漿調整状態

樹脂種類 \ 樹脂添加率	3%	6%	9%
セランダー	× 粘性高すぎ、泥漿とならず	× 粘性高すぎ、泥漿とならず	× 粘性高すぎ、泥漿とならず
リカボンドSA-203	○ 粘性は高いが、泥漿はOK	△ 粘性高く、気泡多数発生	× 粘性高すぎ、泥漿とならず
リカボンドSA-204	△ 粘性高く、気泡多数発生	× 粘性高すぎ、泥漿とならず	× 粘性高すぎ、泥漿とならず

これらの結果を踏まえて、リカボンドSA-203を3%添加した泥漿を石膏型に鋳込み成形した後に乾燥したブロックで仮加工を行った結果、少し硬すぎて逆に欠けが起り易いという意見であった。このため、実際の切削加工試験に使用する天草陶土のワークは、樹脂添加量1%の泥漿を調整し、石膏型に鋳込み成形したブロックを80℃の乾燥機で1週間乾燥させたワークを作製し、切削加工を試みた。

### 3-2 樹脂添加天草陶土素材による切削加工試験

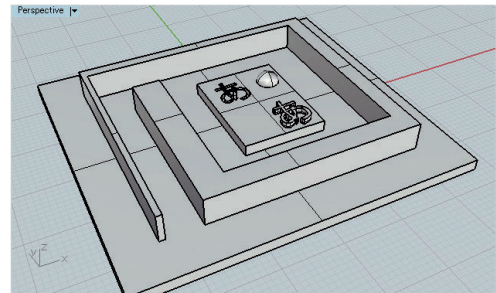
切削加工試験は、CAMソフトにC&Gシステムズ製 Craft MILL、加工機は佛岩間工業所製モデリングマシンMM1000を使用した。

ワークのサイズは約60mm×60mm高さ10mmで、切削加工は①直径4mmのフラットエンドミルを使用した荒削り加工、②直径1mmのボールエンドミルを使用した平面上の等高線仕上げ加工、③直径3mmのフラットエンドミルを使用した等高線仕上げ加工の3行程で行い、合計加工時間は42分を必要とした。

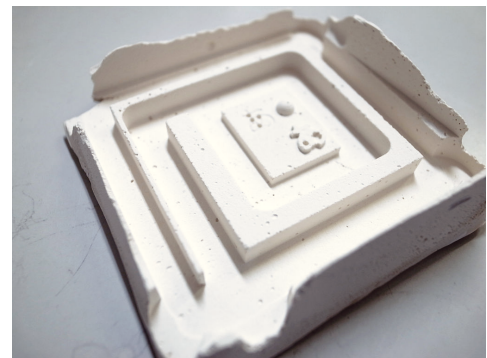
それぞれの加工条件は以下のとおりである。

- ①仕上げ代0.5mm、刃物回転数9000rpm、送り速度1200mm/min、平面方向ピッチ1.6mm、垂直方向ピッチ1mm
- ②刃物回転数10000rpm、送り速度600mm/min、平面方向ピッチ0.12mm、垂直方向ピッチ0.14mm
- ③刃物回転数9500rpm、送り速度1200mm/min、平面方向ピッチ0.25mm、垂直方向ピッチ0.6mm

加工試験の結果、欠けやヒビなどの欠点も無く3Dデータどおりに試作品を作製することができた。また、加工後の取扱いについても繊細な形状が壊れることなく扱える強度を持つことを確認できた。(画像2)



(画像1) 切削加工試験に用いた3D形状データ



(画像2) 加工試験をした試作品

## 4. まとめ

天草陶土を用いた切削素材の検討と最適な切削条件を設定した加工試験を行った結果をまとめると次のとおりである。

- (1) NC加工機の精密な切削加工に適合する強度を得るため、市販の天草撰上陶土を原料に3種類の樹脂とその添加率を変えた試験の結果、リカボ

ンドSA-203を1%添加した泥漿が鋳込成形に適していることが分かった。また、この条件で鋳込成形・乾燥した樹脂添加陶磁器素材を切削加工試験用ワークとして作製することができた。

- (2) 作製した樹脂添加陶磁器素材のワークに対して、ヒビや欠けなど大きな欠点の発生が無い最適な切削条件で切削加工することができた。また、加工後の取扱いにおいても適切な強度を得る素材であることを確認できた。