

高強度萩焼の商品開発支援に関する研究

松田晋幸*・野村祥子*・竹部徳真*²

Reserch on product development support of high strength “Hagi-Yaki” pottery
Nobuyuki Matsuda, Shoko Nomura, Tokuma Takebe

1. 緒言

萩焼は、特徴である貫入によって「萩の七化け」として珍重される一方で貫入がシミ・汚れの原因となり、また素地の強度も弱く割れやすいことから、レストラン等での業務用や一般家庭での日常食器としての利用が敬遠されてきた。このような状況を踏まえ、平成19年～20年度に実施された地域資源活用型研究開発事業においては従来の4倍程度の強度、吸水率3%以下を目指した高強度萩焼の技術開発が行われた。¹⁾ この技術開発により萩焼においても実用的な商品分野への進出が見込まれるようになり、実用分野での新商品の企画立案や量産を視野に入れた製品開発や製造方法の研究開発も行われてきた。²⁾

しかし、県内においては陶磁器の量産に必要な石膏型を製造可能な事業所は限られている。また石膏型の製造現場では手作りが基本であり、近年のデザイン性を重視した3次元的な製品形状・高精度な製品形状などの対応には限界がある。一方、県外に目を向けると先進的な取り組みを行っている産地においてはすでに石膏型の製造に関して、CAD/CAMを取り入れた高精度で効率的な石膏型製作の研究および実用化が開始されている。

そこで、本研究では、高強度萩焼の新商品の開発支援技術としてCAD/CAM技術を活用した石膏型の製作技術の蓄積を行ったので報告する。

2. CAD/CAMを利用した石膏型の設計

2-1. 石膏型

図1に陶磁器の石膏型製作の一般的なプロセスを示す。石膏型による陶磁器の製造においては、使用型を複製することができる「ケース型」の製作技術が重要である。しかし、製品開発段階においては図1に示す元型を製品開発用の「捨て型」として製作し、テスト成型・型修正等が行われた後にケース型が製作されるため、CAD/CAMを利用した効率的な「捨て型」製作においてもメリットが大きいことが知られている。³⁾ そこで、本研究においてもCAD/CAMを利用したテスト成型用石膏型（捨て型）の製作を行うことで、CAD/CAMを利用した石膏型製作技術の蓄積を図る事とした。

本研究では石膏型製作事例として、サンプル①装飾用陶板製品、サンプル②大人人形の外形を象ったキャンドルスタンドの2つの事例についてサンプル試作を行った。図2にそれぞれのサンプルの完成形状を示す。

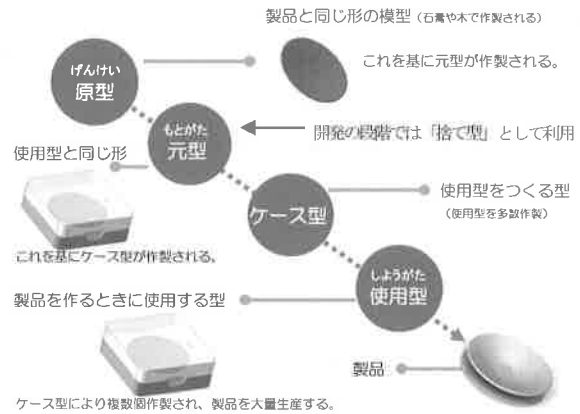


図1 石膏型製作のプロセス

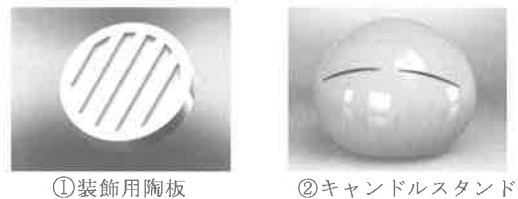


図2 サンプル形状

2-2. 3次元CADによる設計

サンプル形状およびサンプルの石膏型の設計には3D-CADを利用している。3D-CADを利用することで、乾燥・焼成での収縮率を考慮したスケールアップの処理や石膏型の構造設計が容易かつ、高精度に行うことができる。

図3に3D-CADによる石膏型設計のプロセスを示す。石膏型設計のプロセスに従い、サンプル①においては押し型(図4)を、サンプル②については排泥鑄込み型(図5)の設計を行った。

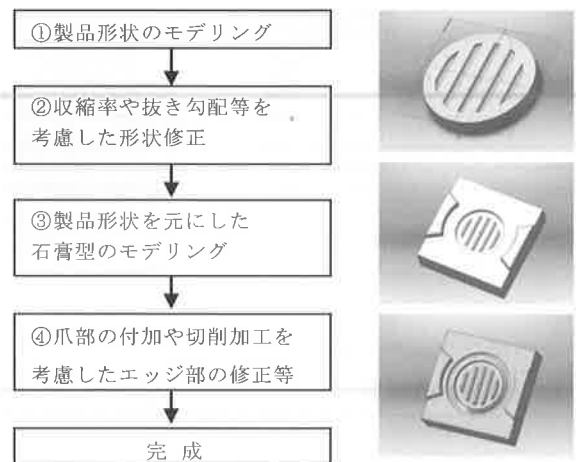


図3 3D-CADによる石膏型設計プロセス

*デザイングループ *2山口県立大学

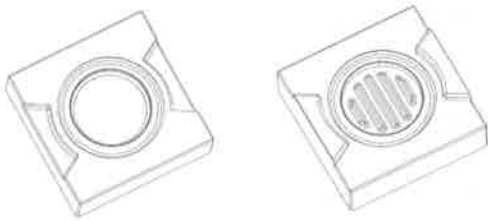


図4 サンプル①の押し型

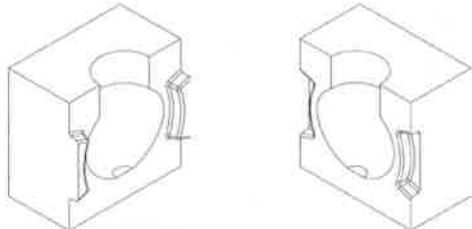


図5 サンプル②の排泥鑄込み型

2-3. 切削加工用治具の検討

石膏型は石膏ブロックを切削加工して製作するが、加工時に石膏ブロックを切削加工機に固定する必要があるため、専用の固定用治具を考案・作製した。切削加工機では石膏ブロックの上面から加工するため、治具は石膏ブロックの側面に対してネジを押しつける方法で固定する構成とした。(図6) 治具の固定方法については、治具に設けた位置決めピンを加工機本体に取り付けられたゲタ板(図7)の位置決め穴と嵌合させることで、位置決めおよび固定が可能となっている。また、治具は石膏ブロックの大きさに応じて2種類製作した。尚、治具の製作にあたっては樹脂積層式造形機(図8)を利用している。

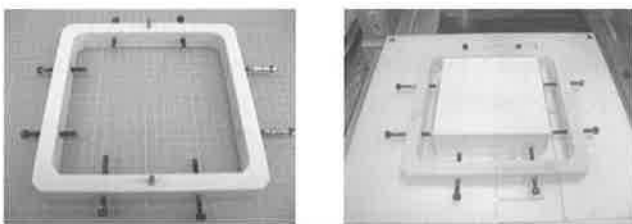


図6 石膏加工用治具

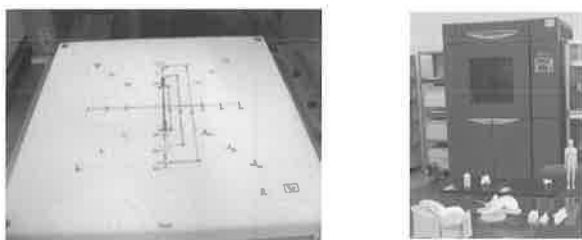


図7 切削加工機用ゲタ板

図8 樹脂積層式造形機

2-4. 石膏ブロックの製作

石膏ブロックを製作するための型枠はサンプル形状に合わせた大きさの亚克力製の型枠を準備した。(図9) 作製した石膏ブロックについては、事前に上下の面出し加工を施したものをを使用した。

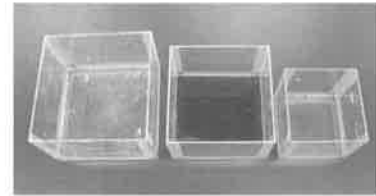


図9 アクリル製石膏用型枠

石膏型の切削加工については、石膏ブロックの含水率が低い方が切削に適していることが報告されており⁴⁾、本研究においても含水率が十分に低下した石膏ブロックを切削加工する事とした。石膏ブロックの乾燥については、石膏ブロック(二水石膏)の重量を計測し、乾燥時の理論重量と比較することで確認することができる。乾燥時の理論重量は(1)式および(2)式から算出できる。

焼き石膏(kg)=石膏ブロック容積/(0.37+W(混水率%)/100)・・・(1)

石膏ブロック重量(理論重量)=1.186×焼き石膏重量(kg)・・・(2)

12cm×12cm×8cmの石膏ブロック作製を例にとると(1)式より

焼き石膏使用量=12cm×12cm×8cm/(0.37+0.75)=1.028kg

(2)式より

二水石膏重量=1.186×1.028=1.22kg

となり、1.22kgが乾燥完了の目安となる。

3. 切削加工機による加工

石膏の加工に使用した切削加工機はローランドDG社のMDX-540SA(図10)である。本切削加工機には専用のCAMソフトウェアが添付されており、今回の加工においては専用CAMを利用して加工条件の設定、ツールパスの作成を行った。(図11)尚、刃物の回転数および送り速度、切り込み量、パス間隔の加工条件については、CAMソフトにプリセットされた石膏加工条件を適用した。表1に石膏型の加工条件および加工時間を示す。また、図12、図13に完成した石膏型を示す。

石膏の切削加工においては切削粉塵の拡散が問題となる。本研究では粉塵の拡散を抑制するため、切りくず除去兼冷却用のエアブローを使用せずに加工を行ったが、石膏型の仕上がりや加工機に与える影響ともに問題が無いことが分かった。



図10 切削加工機

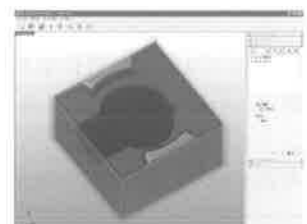


図11 CAM

表1 石膏型の加工条件および加工時間

	荒削り	仕上げ
切削速度	1260mm/min	1260mm/min
主軸回転数	12000rpm	12000rpm
切り込み量	0.6mm	0.1mm
パス間隔	0.18mm	0.1mm
サンプル1 加工時間	7時間30分 (上下2面加工)	
サンプル2 加工時間	9時間12分 (左右2面加工)	

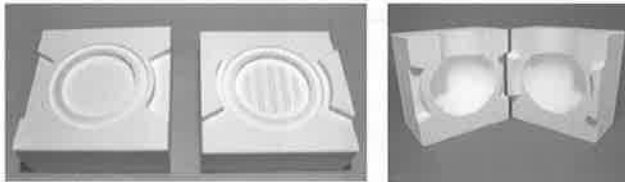


図12 サンプル①押し型



図13 サンプル②鋳込み型

4. サンプル試作

4-1. サンプル①（装飾用陶板）の試作

成形後に割面に生じたバリを手作業で取り除く必要があるが、押し型の離型性も良く、問題なく成形が出来た。

図14は押し型による成形工程の様子、図15は装飾用陶板の完成品を示す。

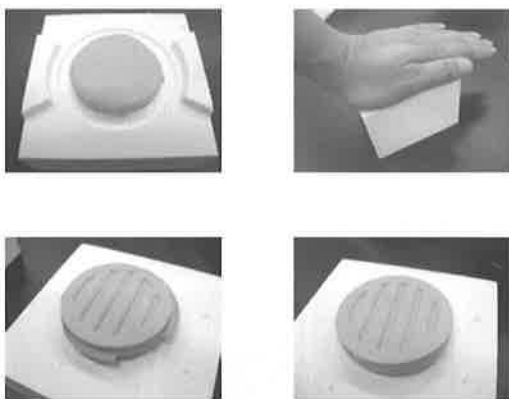


図14 押し型の成形工程

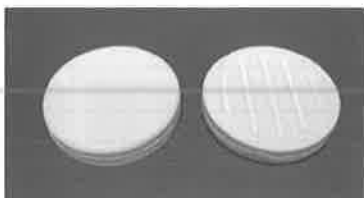


図15 装飾用陶板の完成品

4-2. サンプル②（キャンドルスタンド）の試作

成形については離型性も良く、問題なく成形できた。キャンドルスタンドの目の部分については、樹脂積層式造型機にて、治具を製作し、後加工にて処理した。図16は鋳込み型による成形工程の様子、図17はキャンドルスタンドの完成品を示す。

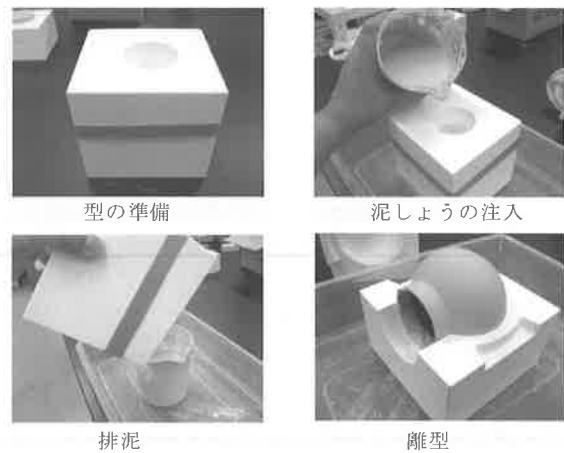
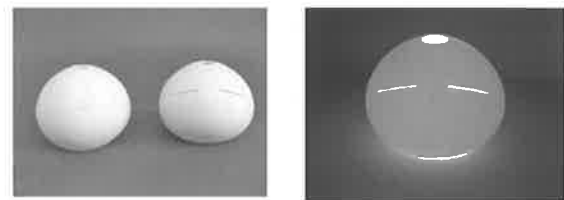


図16 鋳込み型による成型工程



点灯時の様子

図17 キャンドルスタンドの完成品

5. 結言

本研究の成果により陶磁器製品の商品開発、特に石膏型によって製造される製品については、CADによる形状設計、試作用石膏型の設計、機械加工による石膏型の製作、サンプル品の製作までの工程を一貫して実施することが可能となった。また、CAD/CAMを利用した石膏型の製作が可能となったことで、マスターモデル（原型）を必要としない石膏型製作についての基礎的な技術を習得することが出来た。これらの技術は萩焼に限らず、石膏型を利用する陶磁器製品の開発に利用が可能である。

参考文献

- 1) 平成19年度地域資源活用型研究開発事業「萩焼の風合いを活かした高強度・低吸水性陶器の開発」成果報告書(2008)
- 2) 松田晋幸, 三國彰, 中西政美: 萩焼を用いた業務用食器の開発, 平成21年度山口県産業技術センター研究報告, 21, p. 9-12(2009)
- 3) 副島 潔: CAD/CAMを利用した型製作の自動化, 平成16年度佐賀県窯業技術センター研究報告(2004)
- 4) 副島 潔: CAD/CAMを利用した型製作の自動化, 平成15年度佐賀県窯業技術センター研究報告(2003)