

－ 経常研究 －

鑄込み成形による磁器パイプ製造技術の開発

－ 製品開発 －

陶磁器科 久田松学・小林孝幸
山口英次・山下行男**要 約**

本研究は、磁器パイプの製造技術を確立するとともに磁器パイプを利用した製品開発を支援し、「食器以外の新たな製品分野の拡大」を図ることを目的として行った。長さ1m、口径30mm～100mmの丸形や角形の歪みのない磁器パイプを目標として成形方法や乾燥方法、焼成方法などの製造技術や補強、飛散防止方法などの製品化技術について検討した。製造技術では、圧力を利用した排泥鑄込成形、アングルを利用した2点支持による乾燥及び吊し焼成によって、歪みや反りを抑えた磁器パイプの製造が可能となった。また、補強、飛散防止方法としてパイプ中心部に金属棒をセットし、モルタルを充填することで特に飛散防止について効果を得た。この磁器パイプを活用して、歩行補助用手摺りや照明具、パーティションスタンド、コートハンガー、などインテリア用品の試作開発を行った。

キーワード：磁器パイプ、鑄込み成形、2点支持乾燥、吊し焼成、飛散防止

1. はじめに

本県陶磁器産業の活性化を図るキーワードとしてこれまでにない「新たな製品分野の拡大」が挙げられる。当産地においては、食器類の生産が主であり最近では、家電製品に対応した食器や新たな機能を付加した食器等の開発が見られる。一方、食器以外の製品では、花器類や装飾品など従来のアイテムから大きく変化していない。

本研究では、陶磁器業界の既存設備や技術により製品展開可能な磁器パイプの製造技術を確立するとともにインテリア用品などの製品開発を支援し、「食器以外の新たな製品分野の拡大」を図ることを目的として、磁器パイプの製造技術を検討した。磁器によるパイプは成形や焼成による変形が生じやすく、また材質の強度や破損に対する不安から、これまで殆ど開発されていない。このため、鑄込み成形を前提として成形方法や乾燥方法、焼成方法などについて比較検討を行った。さらに、上記に基づいて磁器パイプを活用した歩行補助用手摺りや照明具、パーティションスタンド、コートハンガーなどのインテリア製品の試作を行った。

2. 実験方法

本研究では、長さ1m、外径35mm、60mm、100mm、の丸型、及び35mm角、60mm角の角型の磁器パイプ製作において、歪みの無い均質な製品を得るために、成形や乾燥、焼成など製造技術について、本焼成品の変形や反りを比較検討し、各工程を評価した。また、磁器パイプを活用した製品化のために補強や飛散防止の方法について検討した。

2.1 成形方法

鑄込み成形では、特に粘土粒子の並び（配向性）による変形が考えられる。このため、型の上部から泥漿を鑄込む従来の排泥鑄込み成形と圧力を利用して型の下部から泥漿を鑄込み、着肉後型の下部から真空引きで排泥する2種類の成形方法について比較した。成形には、天草陶土（選中）の泥漿を水分30%、分散剤として珪酸ソーダを添加して使用した。

2.2 乾燥方法

成成品は脱型時の変形や不均一な乾燥のため収縮速度の違いによって割れや変形、反り等が生じる。

そこで、成形品を脱型、乾燥する際に石膏ハマを用いた1点支持による乾燥と、アングルを利用した2点支持による乾燥を比較した（図1）。

2.3 焼成方法

焼成は、平置きと吊しによる方法を比較した。平置き焼成は、棚板にパイプを水平に置いて焼成し、吊し焼成では、さやを製品の高さまで積み上げ、パイプの鑄込み口部に開けた吊し穴に炭化ケイ素の棒を通してさやに吊した。なお、直火による変形を避けるためさや内部に吊して焼成した（図2）。焼成は、均熱容積0.5m³のガス焼成炉によりSK10番で還元雰囲気で行った。その結果に基づいて、さらに以下の焼成方法についても検討をした。

吊し穴部分の均一な収縮を図るため、磁器パイプに使用した泥漿を使って成形した筒を本体の吊し穴に通し、筒の中に吊し棒を通して磁器パイプの変形を調べた。さらに、2点で吊すことに起因する不均一な収縮による変形を抑えるため、1点で吊すための治具を作り検討した。1点吊し用の治具は、成形後に鑄込み口外側に泥漿で接着する方法と、作業性や乾燥の均一性を考慮し、素焼き後に鑄込み口の勾配を利用して製品内部から装着する方法の2種類について、それぞれ治具の形状や厚みを検討し、焼成による変形を調べた。

2.4 磁器パイプの補強・飛散防止方法

材質の強度や破損に対する不安を考慮して補強や飛散防止方法など製品化のための技術を検討した。磁器パイプ空洞部に芯材として直径5mmのステンレス棒を長さ方向にセットし、モルタルを充填することで芯材を固定した。また、多様な製品展開を意図してパイプ長さ方向に貫通する空洞部分を残すための補強・飛散防止方法として、金属メッシュとモルタルやエポキシ系樹脂による方法を検討した（図3）。

3. 結果及び考察

3.1 空気圧を利用した排泥鑄込み成形

成形は、型の高さが1,300mmあるため、口径が小さいパイプの場合、従来の排泥鑄込み方法では注入した泥漿が型面に直接接触することにより、粒子の並びが不均一となり乾燥段階で変形が生じた。また、高さがあるため注入した泥漿が落下点から飛び散

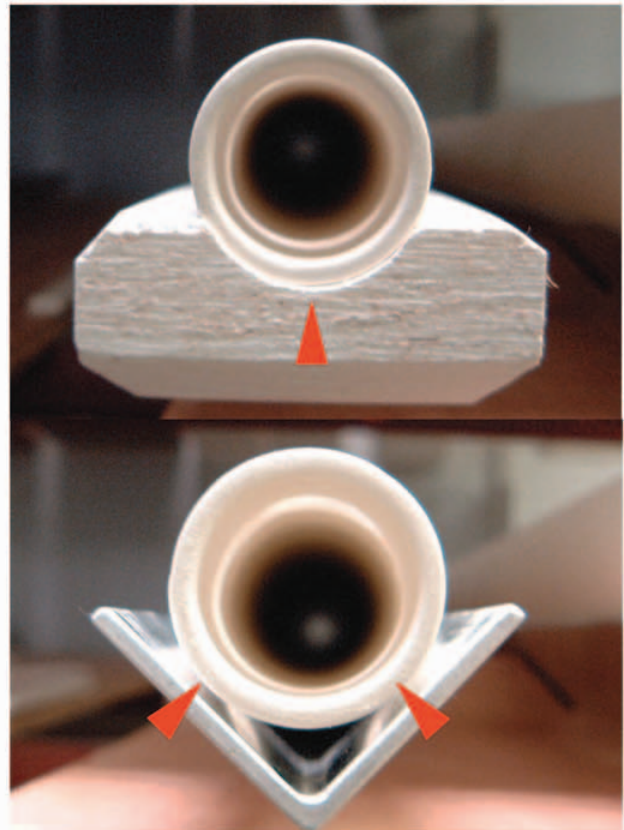


図1 1点支持乾燥（上）、2点支持乾燥（下）



図2 吊し焼成

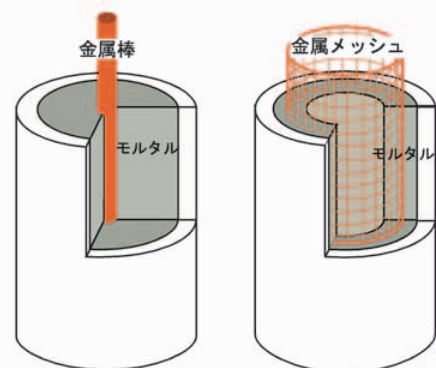


図3 補強・飛散防止方法

り、型に付着することによって焼成後、表面に細かい凹凸となって現れる等、均質な成形体を得られなかった。一方、空気圧を利用した排泥鑄込み成形では、型の下部から上部まで均一な速度で泥漿が充填され、着肉後真空によって均一な速度で排泥を行うため、均質な成形体を得ることができた。しかし、泥漿の粘性が高い場合、排泥時にパイプ内面にタレ跡が残るため流動性の良い泥漿調整が必要である。

3.2 2点支持による乾燥

1点支持と2点支持による乾燥では、1点支持による乾燥が長さ方向の反りが大きかった。

磁器パイプは、パイプ内面に比べ外面の乾燥が速く、さらに1点支持による乾燥では、ハマは成形品を面で受けるためハマに接する面とそうでない面の乾燥が不均一になる。また、収縮に伴って成形品と石膏ハマに隙間ができ、成形品の可動範囲が広がることによって、長さ方向の反りが生じやすくなったと考えられる。一方、2点支持による乾燥では、アングルを使用することにより成形品は、面ではなく2本の線で支持される。そのため成形品の下部にも空間が生まれ、横にした成形品の上下が比較的均一に乾燥し、収縮が進んでも常に2点（線）で支持さ

れるため反りが出にくいことが分かった。また、成形品の半径を考慮してアングルのサイズを選定することで、成形品を变形させることなく容易に脱型することが可能となるため、生地段階での変形を抑えることができた。

3.3 磁器パイプの焼成方法

3.3.1 2点吊しによる焼成

焼成方法では、平置き焼成に比べ吊し焼成の方が自重による下方への引っ張りがあり、反りが少ない焼成品が得られた。図4は焼成品の变形や反りを比較したものである。従来の鑄込成形で石膏ハマを使った1点支持による乾燥では、乾燥段階での反りが見られ、焼成後の測定では吊し焼成したものに比べ平置き焼成したものは大きく反った。圧力を利用した鑄込成形と、吊し焼成を併用した場合、1点支持による乾燥を行っても反りは少なくなった。さらに、圧力を利用した鑄込成形品をアングルを使った2点支持で乾燥し、吊し焼成したものが最も反りが少ないことが分かった。

しかし、パイプ鑄込み口部分に穴を開けて吊し棒を通したため、2点で吊し棒に接する状態となり吊し穴を開けた鑄込み口部分が楕円に変形し、これに

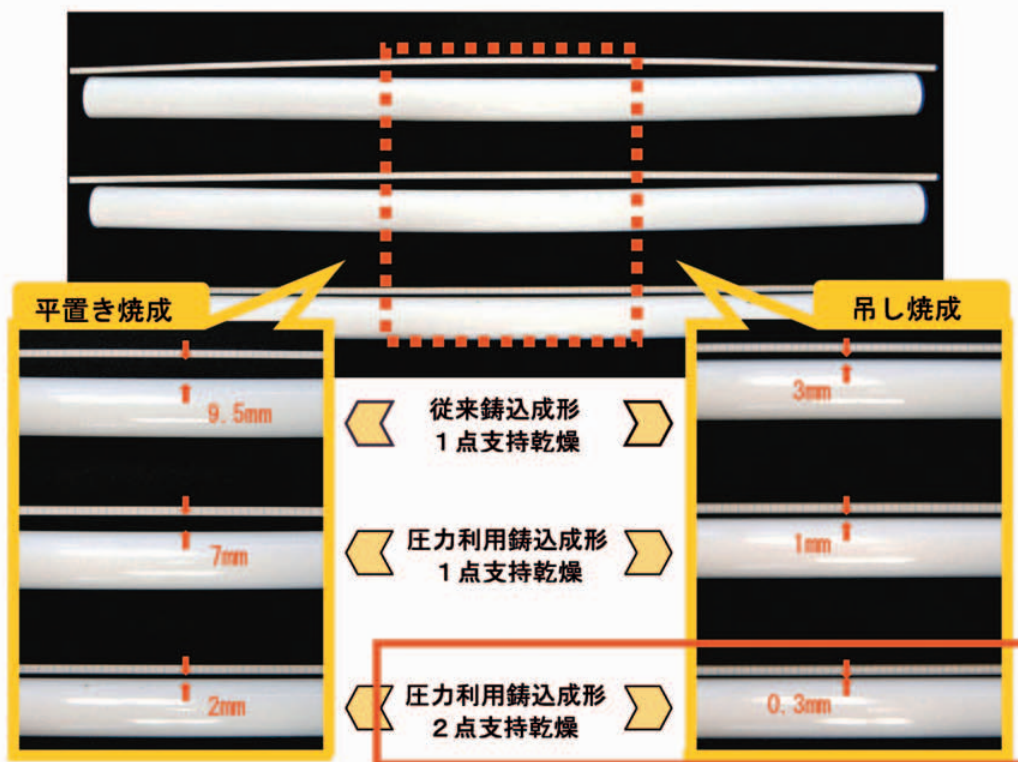


図4 成形、乾燥、焼成の違いによる磁器パイプの反り



図5 吊し焼成による吊し穴部分の変形

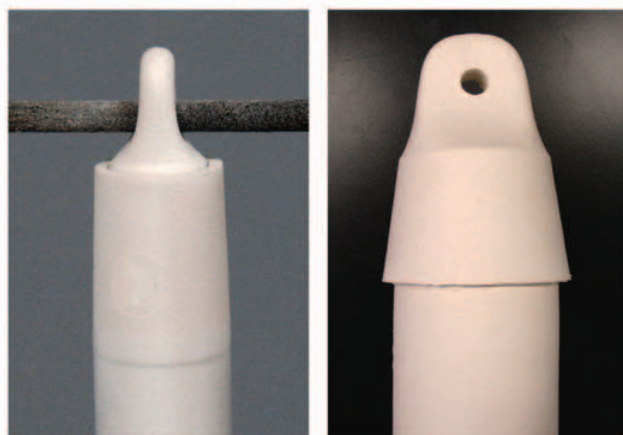


図7 1点吊し焼成（左／素焼き装着、右／生接着）

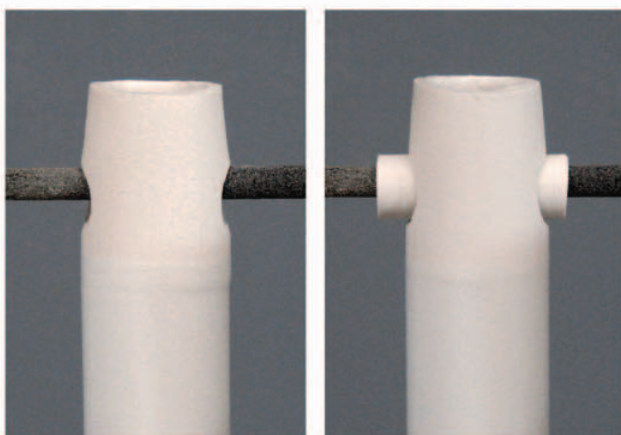


図6 2点吊し焼成

よってパイプ本体に変形が生じた（図5）。外径が大きく、重量の重いパイプほど変形は大きくなった。これは、吊し棒（炭化ケイ素棒）に接した吊し穴部分が自重により下方に引っ張られるため、吊し棒に接する2点間の収縮が抑制されたためと考えられる。

そこで、吊し穴の2点間の均一な収縮を図るため共生地で作製した筒を使った焼成を行ったところ、パイプ径の小さいものでは変形は生じなかったが、径が大きく自重が重くなる程、変形は大きくなることが分かった（図6）。

3.3.2 1点吊しによる焼成

2点で吊す方法では自重による吊し穴部分の変形が避けられないため、1点で吊す方法を検討した（図7）。吊し用治具は、重量が一点に集中し焼成中の切れが発生しないよう、吊し穴から上・左右の外形までの距離を十分に採り、吊し部分の素地を厚くしたものを使用した。成形品鑄込み口の勾配を利用して素焼き後にパイプ内部から1点吊し用治具を装

着する方法では、焼成中に素地が軟化するため自重によりパイプが抜け落ちた。一方、1点吊し用治具を成形後に生接着する方法では、パイプの脱落や変形もなく一点吊し焼成が可能となった。これらの結果を基に磁器パイプによるインテリア製品の試作を行った（図8）。

4. ま と め

(1)陶磁器産業における「食器以外の新たな製品分野の拡大」を目的として、磁器パイプ製造技術について検討し、手摺りや照明具、パーティションスタンド、コートハンガー等の試作開発を行った。

(2)製造技術では、圧力を利用した鑄込み成形後、1点吊し用治具を生接着し、2点支持乾燥した成形品を吊し焼成することで反りが少ない焼成品を製造することができた。

(3)試作開発では、補強・飛散防止の処置はもちろんのこと、異素材との組合せは製品の移動等を十分に考慮し接合方法を吟味する必要がある。

(4)磁器パイプを利用した開発品はこれまでの市場に無いものであり、新たな製品分野の拡大が図られるものとするが、市場に向けた販路の開拓が重要になるものと思われる。

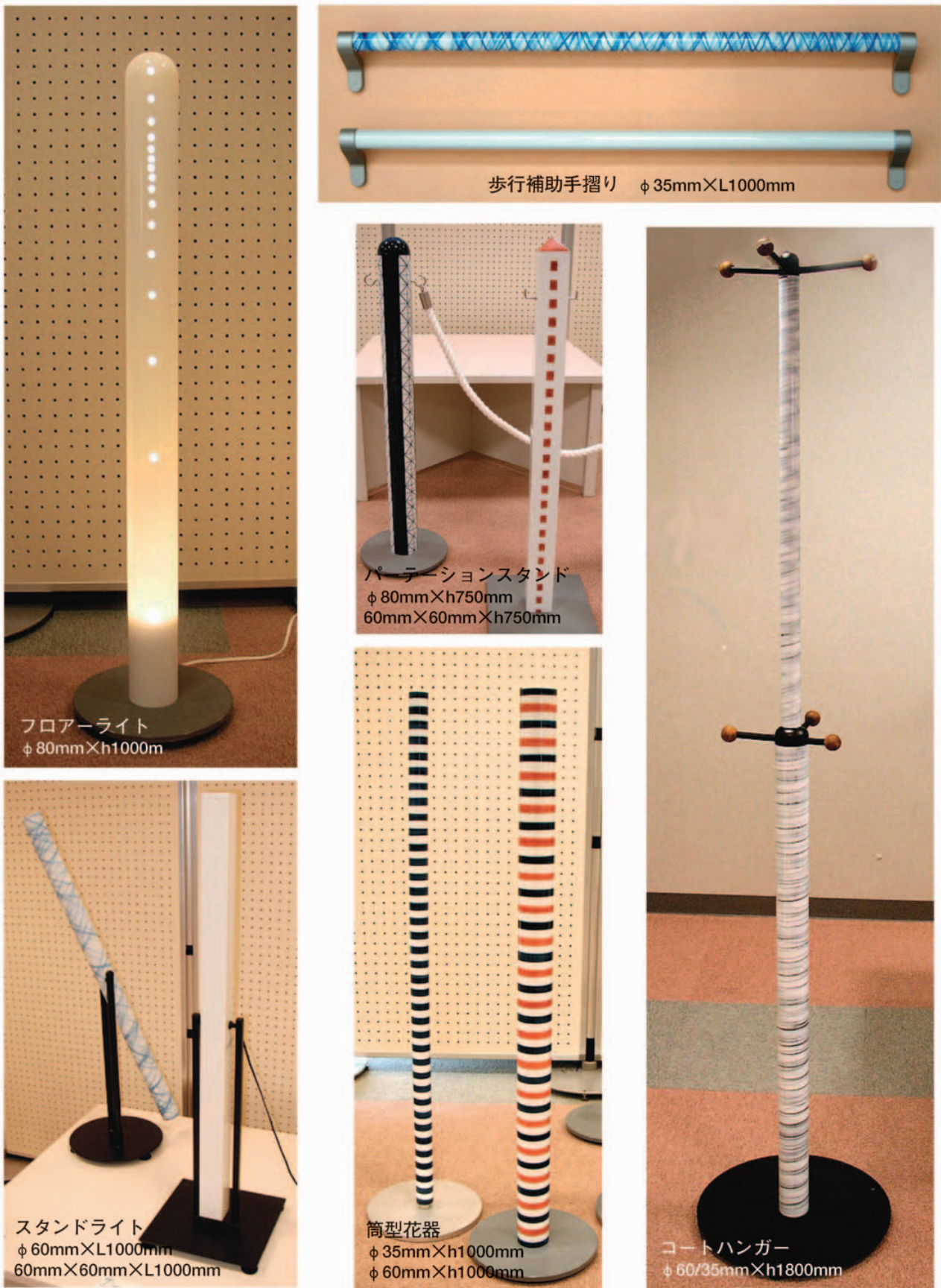


図8 磁器パイプによるインテリア製品の試作開発