

# 3次元切削加工による機能性珪藻土製品の開発

九谷焼技術センター ○佐々木直哉 化学食品部 竹田大樹 高橋宏

## 1. 目 的

近年、能登珪藻土の機能性（消臭性，調湿性，断熱性）を活かした製品が市販され注目を集めている。既存製品は切り出し成形や型への流し込み成形で製造されているが，薄肉形状や寸法精度が高い複雑な形状の加工は困難である。これらの加工が可能になれば能登珪藻土の用途拡大が期待できることから，本研究では3Dデータを活用した複雑な形状の加工と，能登珪藻土の機能性をすべて活かすことを目指し，切出し珪藻土ブロックや珪藻土タイルを直接加工する3次元切削加工機を用いた製品の試作開発を行った。

## 2. 内 容

### 2.1 3次元切削加工技術

3次元切削加工機（図1：MDX-500，Roland DG CO.）を使用し，切出し珪藻土に対する加工条件を検討した。まず切出し珪藻土に対する加工限界である直径2mmのピン形状の加工条件と加工精度を見出した（表1）。切出し珪藻土の加工ではドリルの摩耗が課題であったため，一般的な材質である高速度鋼（ハイス）と，耐摩耗性を有する材質である超硬とで切削長に対する摩耗量を比較した。その結果，超硬がハイスよりドリルの摩耗量が約1/20であることから以後の切削ドリルは超硬を使用することとした（図2）。また，焼成温度の異なる切出し珪藻土でドリルの摩耗量を比較した結果，摩耗量は $700^{\circ}\text{C} < 800^{\circ}\text{C} < 1000^{\circ}\text{C} < 900^{\circ}\text{C}$ の順に多くなることが明らかになった（図3）。

図4に3次元切削加工機で加工した試作品を示す。①のフィルタ部材は，切出し珪藻土を加工対象物として直径79mm，厚さ2mmの薄肉形状に加工できた。②のスマートフォンスピーカも切出し珪藻土を加工し，スピーカとしての効果が確認できた。③の既存製品の珪藻土タイルでは，ロゴや微細な幾何学模様の加工が可能であった。

### 2.2 表面硬化処理技術

焼成した切出し珪藻土は，表面の粉立ちという課題がある。この課題を解決するた



図1 3次元切削加工機の概要写真

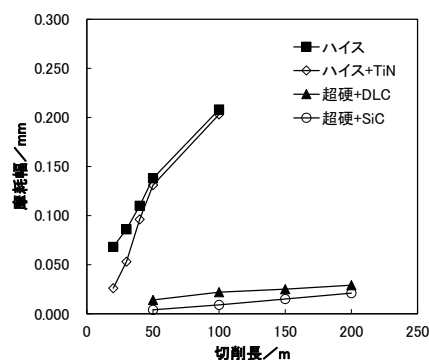


図2 材質の異なるドリルの摩耗性

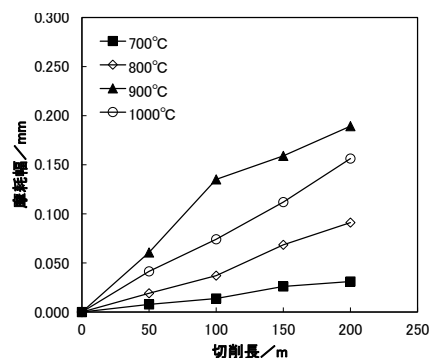


図3 焼成温度別のドリルの摩耗性

表1 切出し珪藻土に対する加工条件と加工精度

| 項目 | 切込深さ     | 一刃送り            | 切削速度       | 加工精度     |
|----|----------|-----------------|------------|----------|
| 条件 | 0.4 mm以下 | 0.05 mm/tooth以下 | 50 m/min以下 | 0.013 mm |

め、切出し珪藻土にウレタン、水ガラスなど数種類の表面硬化処理剤をそれぞれ含侵させ、珪藻土の機能性が維持されているか評価した。その結果、水ガラスが切出し珪藻土の粉立ちを抑え、吸放湿性、吸水性、消臭性の機能性維持に最適な表面硬化処理剤であることが明らかになった。しかしながら、耐熱性においては加熱温度の上昇に伴い、亀裂の発生が顕著になるため今後の課題である。

## 2.3 機能性評価

吸放湿性は、各温度で焼成した粉末珪藻土を 1g 秤量瓶に入れ異なる相対湿度での重量変化から測定を行った。図 5 に焼成温度別の吸放湿性を示す。珪藻土の吸放湿性は、800℃で急激に減少し、焼成温度の上昇とともに減少傾向を示した。次に消臭性は、珪藻土を円盤状にプレス成形し、各温度で焼成した体積約 25cm<sup>3</sup> のテストピースと初発濃度 100ppm のアンモニアを 3L のテトラバッグに入れ、ガス検知管法により測定を行った。図 6 に焼成温度別のアンモニアの消臭性を示す。いずれの試料でも開始 10 分後には 80%以上のアンモニアが吸着され、60 分後には 95～100%とほぼすべてのアンモニアが吸着されることが明らかになった。その他のガスでは、アセトアルデヒドに対する消臭性は高い（120 分後に 80%以上吸着）が、硫化水素に対する消臭性は低い（120 分後に 10～25%吸着）ことが明らかになった。

## 3. 結 果

加工対象物として切出し珪藻土、既存製品である珪藻土タイルの 3 次元切削加工技術を確立し、厚さ 2mm のフィルタ部材、スマートフォンスピーカ、ロゴや幾何学模様を加工した珪藻土タイルを試作した。超硬ドリルは加工時の摩耗量が少ないこと、また、水ガラスは切出し珪藻土の粉立ちを抑え、珪藻土の機能性維持に最適な表面硬化処理剤であることが明らかになった。また珪藻土の機能性について 700℃まで吸放湿性が維持することと、焼成温度を変えてもアンモニアの消臭性に変化がないことが明らかになった。今後は、珪藻土関連企業と連携し、3 次元切削加工技術を活かした製品開発を進めていく。

## 謝 辞

本研究を実施するにあたり、切出し珪藻土をご提供頂いた能登燃焼器工業(株)の船場様および、珪藻土タイルをご提供頂いた日本ダイヤコム工業(株)の山本様に感謝いたします。

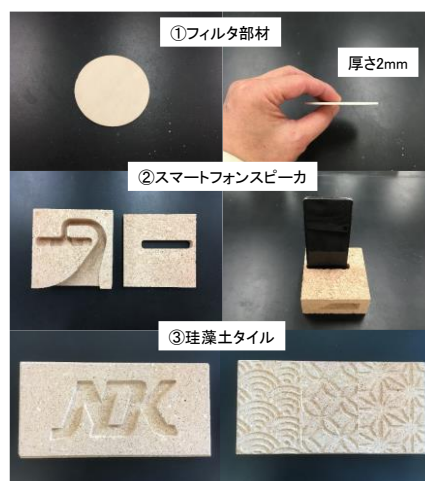


図 4 3次元切削加工機で加工した試作品

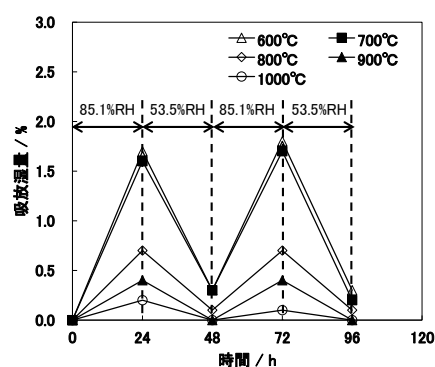


図 5 焼成温度別の吸放湿性

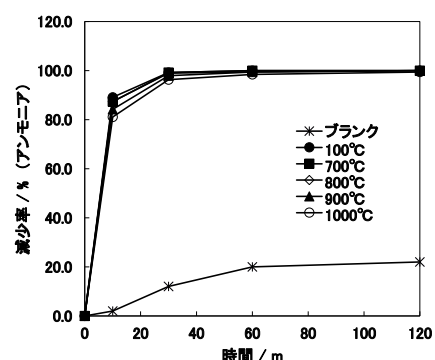


図 6 焼成温度別のアンモニアの消臭性