

住環境に即した製品開発に係る肉薄製品における意匠創製技術の研究

九州地域戦略産業イノベーション創出事業

関戸 正信

数値制御による磁器素材の焼結前切削技術が確立すると、陶磁器デザインの多様化と高精度化が可能になることから、透光性素地を活用した陶磁器製品の建築資材としての活路が見出せ、陶磁器産業の活性化を図ることができる。本研究は、これに資する工具および加工機の適応性について検証を行った。

1. はじめに

有田焼をはじめとする磁器の素材は、光を透過するという特徴を備えており、プラスチックやガラスとは違った柔らかな表情を見せ、経年劣化の影響を受けないことから、屋外での需要も期待できる素材である。しかしながら意匠加工は、手彫り、手書きに頼っており、製造プロセスにおいては、効率化、高精度化が望まれていた。

透過する素地は、厚さ4mm程度でその機能を発揮するが、可塑性に乏しく表面の意匠が生成しにくいなどの理由から、これまで多様化するニーズに十分にこたえられないのが現状であった。

また、近年では、加工機などの低価格化、デジタル化が進み、CAD/CAMを容易に活用できる環境が整っており、これら数値制御による加工技術を導入・活用することにより、効率化、高精度化が実現できる。

しかし、磁器素地への意匠創製のためには、適正な工具の選定と加工条件を導き出す必要があるが、市販の工具は、金属やプラスチックを対象としており、磁器素材は加工事例が少ないのが現状である。

そこで、本研究では、多様化するデザインニーズに対応すべく、その意匠創製に必要な工具材の必要条件とその加工技術の確立を目的とした。

ただし、切削に係るランニングコストが高くなならないよう工具選定においてはできるだけ安価に入手できる鋼材を入手するよう努めた。

2. 実験方法

2.1. 被切削材について：磁器透光性素地

磁器の特徴である透光性に優れた素地は、焼結前は図1のように不透明であるが、図2のように焼結後は光を透過する性質を示す。しかし、成形直後にレリーフ背面は、図3のように窪み、製品化に支障をきたしていた。



図1. レリーフ入り素地



図2. 焼結後素地



図3. 成形後の様子

2.2. 加工方法

彫刻に使用する装置を表 1 及び図 4 に示すが、市販の彫刻機を使用し、被切削物の溝加工により、工具の切削テストを行う。

表 1 実験機器の仕様

ワークテーブルサイズ	305(幅)×230(奥行き)mm
XYZ 動作ストローク	305(X)×230(Y)×40(Z)mm
動作速度	XY 軸：0.1～60mm/sec Z 軸：0.1～30mm/sec
ソフトウェア分解能	0.01mm/step
機械的分解能	XY 軸：0.0025mm/sec Z 軸：0.00125mm/sec
スピンドル回転速度	5,000～20,000rpm



図 4. ローランドディー.ジー.社製 EGX-350

3. 特徴

3.1. 被切削物

被切削物に乾燥後の素材「生地(きじ)」、900度で焼成した素材「素地(そじ)」の磁器素材を使用した。陶磁器の製造プロセスは、鑄込み 乾燥 仕上げ 素焼き(約 900) 下絵付け 施釉 本焼き(約 1300) 上絵付け(約 800)という作業工程からなり、曲げ強度の結果(図 5、図 6)から、素地にレリーフや彫を施すことができるのは、1000 以下の素材が適当と考えられる。

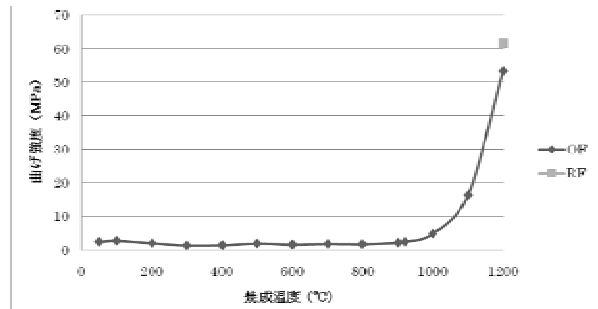


図 5. 被切削物の強度の変化(室温-1200)

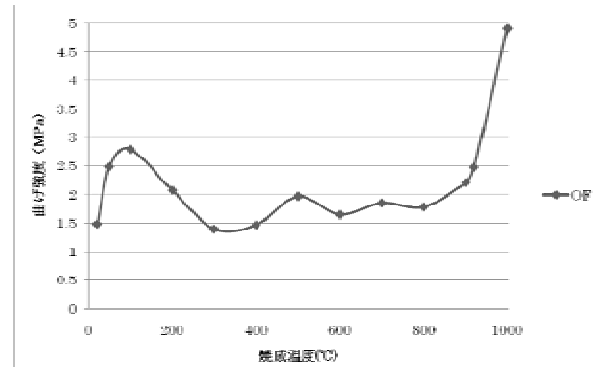


図 6. 被切削物の強度の変化(室温-1000)

3.2. 工具摩耗試験

素材は、石英や長石などのセラミック粒子が大半を占めており、工具の寿命に大きくかかわってくる。加工条件を決定するあたり予備試験を行い、生地・素地が工具に与える影響及び切削条件(図 7)について検証を行った。



図 7. 切削条件

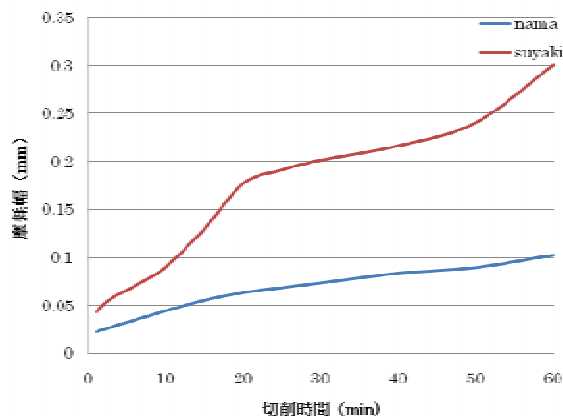


図8. 工具摩耗の変化

3.3. 加工の結果

超微粒子合金のエンドミルを使用し、被素材2種を切削したところ、素焼き素材の方が著しい摩耗を示したのに対し、生地は良好な結果を示した(図8)。特に、生地の場合は摩耗幅が0.1mm以内であれば図9のように0.5mmピッチの溝加工も可能にした。



図9. エンドミルによる溝加工(刃径3mm)

4. 考察

素焼き素材は工具摩耗により、被切削物のセラミック粒子間の結合が高まっただけではなく、焼結プロセスにおける物性の変化により耐研磨性を持つ物質に変化していると考えられる。しかし、焼固しているため、耐水性が向上しており、摩擦を抑制する潤滑剤を利用することにより摩耗量は低減できると考えられる。一方、生地は、粒子の結合力が低いことや水に浸すことで陶土(粘土)に戻るため取扱いには留意する必要があるが、素材強度は十分な乾燥をおこなうことで素焼き以上の強度を保つことが確認できた。

また、図10のように、超硬素材切削刀の中には耐摩耗性に強いものもあり、陶磁器の焼結前切削においては、長時間の切削も期待される。

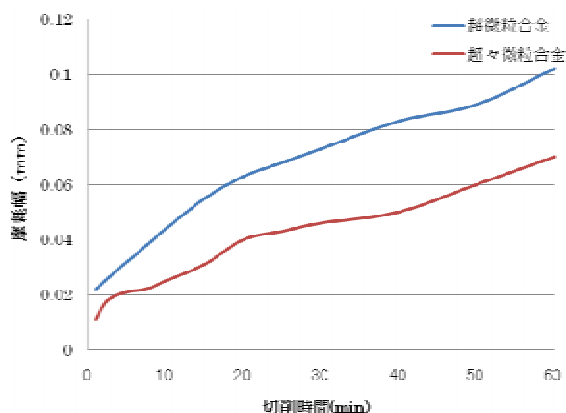


図10. 外周刃の摩耗幅

5. まとめ

超硬合金の硬度によっては、摩耗に強いものもあり、材種の違いによっては十分に使用することが確認できた。通常の陶磁器製品開発において、高精度の加工技術が安価に付加できると新たな市場の開拓と高度な加工技術により、伝統産業がこれまで培ってきた意匠性や品質に加え、開発コストの低減や開発スピードが向上することから、サービス、品質において高い付加価値を与えられるようになり、磁器製品の分野・新製品開発に大きく寄与、陶磁器業界の活性化につながると期待される。(図11は、エンドミルにより裏彫りされた製品/協力:岩尾磁器工業株式会社)



図11. 透光性素地を利用した門札「白磁のあかり」
製造:岩尾磁器工業株式会社