

# 低摩擦性釉薬の開発

岡本 康男<sup>\*</sup> , 伊藤 隆<sup>\*\*</sup>

## Development of the Glaze with Low Friction Surface Properties

Yasuo OKAMOTO<sup>\*</sup> and Takashi ITO<sup>\*\*</sup>

### 1. はじめに

陶磁器釉薬の表面には、使用用途により食品、化学薬品、油類など様々な物質が接触する。このとき、釉表面の摩擦抵抗を低減できれば、釉表面に接触している物質の剥離性、脱着性、すべり性などが向上し、様々な分野での利用が期待できる。

一方、陶磁器釉薬の研究については、抗菌性付加、高硬度化、表面平滑性の向上など、様々な取組が行われているものの、釉表面の凹凸状態を制御し、摩擦抵抗を低減する方法の研究は見当たらない。

そこで、本報では従来の陶磁器に表面の低摩擦性という新たな特性を付与することによる付加価値向上を目的として、釉表面に滑らかな微細突起を形成することにより動摩擦係数を低減する方法について検討したので報告する。

### 2. 実験方法

試験体として、素地は四日市萬古焼で用いられている半磁器土を用い、プレス成形により、12cm×12cm×約1cmの成形体を作製した。成形体を約800℃で素焼し、以前開発した半磁器用光沢釉<sup>1)</sup>を掛けて電気炉により1200℃で焼成した。

釉表面にフリット粒を塗布するため、ボールミルで湿式粉碎するなどしたフリット(品番12-3614)を0.5wt%キサンタンガム溶液に0.05~0.5wt%添加して攪拌・分散し、これを光沢釉面にディップコートをした。100℃で乾燥した後、昇温速度200℃/h、焼成温度800~950℃(30分保持)で焼成した。これで得られた釉の表面をレーザー顕微鏡で観察

し、平均表面粗さを測定するとともに、5mmのポリプロピレン球による動摩擦係数の測定を荷重1,000gf、移動速度1,000mm/min.、移動距離30mmの条件で行った。また、比較のために、透明(光沢)釉、マット釉等の表面状態の異なる釉についても同様に表面の観察と測定を行った。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 様々な釉の表面状態

表1に各種釉の平均表面粗さ(Ra)と動摩擦係数の測定値を示す。また図1に平均表面粗さと動摩擦係数の関係を示す。透明(光沢)釉は平均表面粗さがかなり小さく、非常になだらかな表面であった。乳濁釉は表面に微細な結晶が存在するものの、透明釉に似た表面状態であった。これに対してイラボ釉やマット釉は表面に結晶とガラス相が混在しており、結晶相の部分はエッジの強い状態であった。

釉の平均表面粗さが小さくなるに伴い、動摩擦係数も小さくなり、表面粗さが最も小さい光沢釉で摩擦係数が約0.15となった。

表1 各種釉の表面粗さと動摩擦係数

	Ra(μm)	動摩擦係数
透明釉	4.22	0.152
乳濁釉	6.89	0.199
イラボ釉	21.06	0.240
マット釉1	27.21	0.292
マット釉2	32.74	0.299

\* 窯業研究室伊賀分室

\*\* 窯業研究室

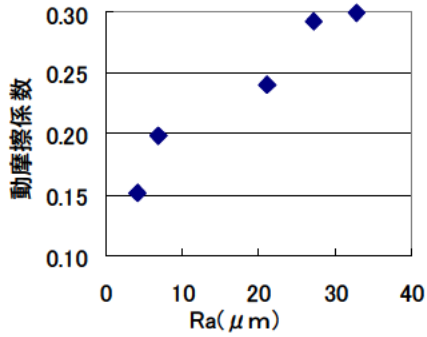


図1 釉の平均表面粗さと動摩擦係数

### 3. 2 フリット粒によるドット形成と動摩擦係数

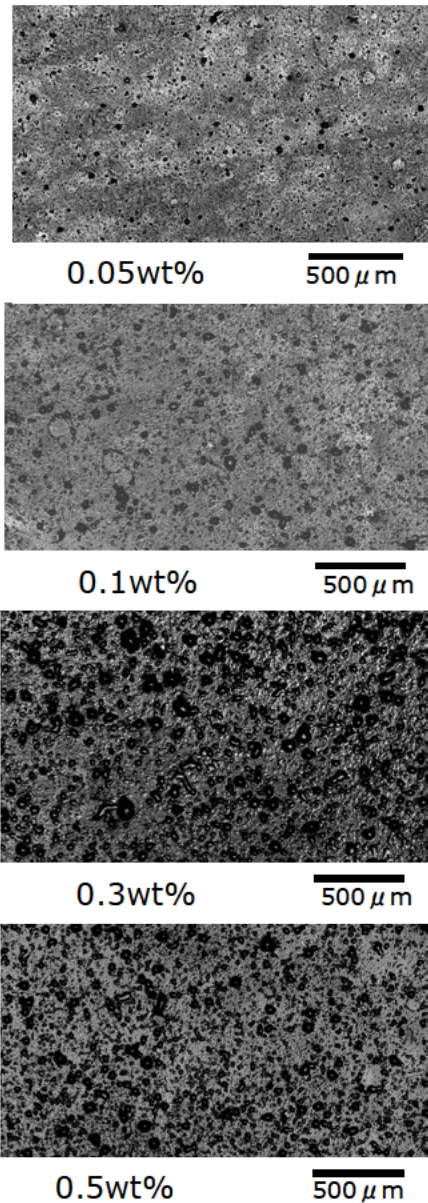


図2 フリットコートした釉の表面  
(各値は塗布したフリットの濃度)

ボールミルで粉砕したフリット（平均粒子径 7.79 $\mu\text{m}$ ）を 0.05~0.5wt%添加したキサンタンガムスラリーを塗布して 850 $^{\circ}\text{C}$ で焼成した後、釉表面を面に垂直な方向から観察すると、図2に示すようにフリット粒で形成された半球状のドットが見られた。

本報ではこのドットの量を表すため、釉表面の単位面積に占めるドット面積の割合を「ドット面積率」と呼ぶことにする。表2にドット面積率と動摩擦係数との関係を示す。フリットの添加量が多くなるに伴いドットの面積率が大きくなる。しかしながら、いずれも基準面（フリットを塗布していない釉表面）よりも動摩擦係数が大きく、目的とした動摩擦係数の低減には寄与しないと考えられる。

表2 ドット面積率と動摩擦係数

添加量 (wt%)	ドット面積率 (%)	動摩擦係数
基準面	0	0.131
0.05	5.40	0.176
0.1	9.70	0.197
0.3	25.95	0.171
0.5	34.92	0.155

次に、未粉砕フリット（平均粒子径 45.87 $\mu\text{m}$ ）を 0.3~2.0wt%、微粉砕フリット（平均粒子径 1.55 $\mu\text{m}$ ）を 0.01~0.05wt%各々添加したキサンタンガム溶液を塗布し 850 $^{\circ}\text{C}$ で焼成した試料について調べたところ、同様に添加量が多くなるにつれドットの面積率が大きくなり、ドットの大きさもフリットの粒子径により様々なものが得られた。この中で粉砕状況が異なるフリットを塗布した試料のうち、ドット面積率が10%程度だった時のドット粒径と動摩擦係数の関係を表3に示す。いずれも基準面よりも動摩擦係数が大きく、目的とした動摩擦係数の低減には寄与しないと考えられる。

表3 ドット粒径と動摩擦係数

	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	動摩擦係数
基準面	0	0.13
微粉砕フリット 0.05wt%添加	1.54	0.19
粉砕フリット 0.1wt%添加	28.34	0.20
未粉砕フリット 0.3wt%添加	39.44	0.23

### 3.3 焼成温度と動摩擦係数

粉碎フリット（平均粒子径 7.79 $\mu\text{m}$ ）を 0.3wt% 添加したキタンサンガム溶液を塗布した試料の焼成温度による動摩擦係数への影響を図 3 に示す。これから、焼成温度が 900 のときに最も動摩擦係数が最も小さいことがわかった。

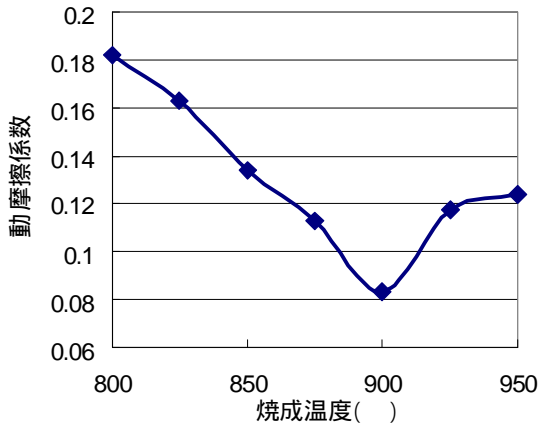


図 3 焼成温度と動摩擦係数

次に、塗布したフリット粒で焼成後に形成されたドットと釉面との角度と動摩擦係数との関係を図 4 に示す。なお、角度はドットのエッジ部分から中心までの幅と中心部の高さから求めた。

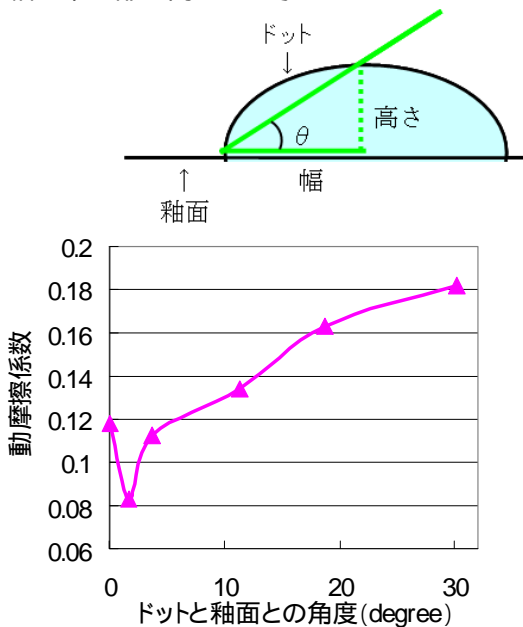


図 4 ドットと釉面との角度と動摩擦係数

これらから、表面に塗布したフリット粒は焼成温度を高くするにつれ溶融が進むため、そのドットの角度が小さくなり、最終的には平滑な面となっていく。900 焼成で傾斜角度が約 2° になり、最も動摩擦係数が小さく、基準面の約 2 / 3 であることがわかった。

### 4. まとめ

各種釉について、平均表面粗さと動摩擦係数との関係を測定した結果、平均表面粗さが小さいほど動摩擦係数が小さくなり、透明（光沢）釉が最も動摩擦係数が小さいことを明らかにした。

また、釉表面に滑らかな微細突起を形成することによる動摩擦係数低減を狙い、フリット粒を添加したキタンサンガム溶液スラリーを光沢釉表面に塗布・焼成して半球状のドットを形成した結果、フリット添加量によりドット面積率を制御することはできたものの、ドットの量や大きさには動摩擦係数の低減には寄与しなかった。一方、塗布したフリット粒の焼成温度には最適値が存在し、焼成温度が 900 でドットと釉面との角度が 2° の時に動摩擦係数が小さくなり、光沢釉の約 2 / 3 に動摩擦係数を低減できることを明らかにした。

### 謝辞

表面性測定器による動摩擦係数の測定についてはオキツモ株式会社、レーザー顕微鏡による釉表面の観察については財団法人三重県産業支援センター（高度部材イノベーションセンター）のご協力を賜りました。関係各位に深く感謝いたします。

### 参考文献

- 1) 林茂雄ほか：“耐酸性を向上した萬古焼釉薬の開発”。三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告，p42-45(2008)