

低火度磁器素地の成形性の向上 — 鑄込み成形に適した泥漿調合の検討 —

新島聖治*, 伊藤 隆*

Improvement in Formability of Low-Temperature Sintering Porcelain Body — Study of Slurry Composition Suitable for Slip Casting —

Seiji NIJIMA and Takashi ITO

1. はじめに

陶磁器産業界は、閉塞した市場状況が継続し、生産量の減少が続く中で、安価な海外製品の流入や近年の原油価格の高騰による生産コストの増大により大きな痛手を被っているため、コスト削減のための技術開発が求められている。また、環境負荷低減が求められる中、陶磁器製造過程における二酸化炭素排出量の抑制も重要な課題である。

我々はこれまでに、一般の磁器より 200℃程度低い 1100℃で磁器化する素地（以後、低火度磁器素地と称す）の開発を行ってきた^{1,2)}。この素地は、高火度で焼成する従来の磁器と同程度の白色度、透光性、曲げ強度及び 75℃程度の広い焼成温度幅を有している。また、従来の磁器と異なり、酸化雰囲気焼成するというのも特徴のひとつである。この素材を実用化できれば、燃料費の低減及び二酸化炭素排出量を抑制し、環境に優しい陶磁器製品が得られることが期待できる。

低火度磁器素地の組成は、インド長石—ネフェリンサイアナイト—ペタライト—粘土成分系であり、粘土成分として、鉄などの不純物が極めて少ないニュージーランドカオリン（以後、NZ カオリンと称す）を使用している。その結果、酸化焼

成にもかかわらず磁器並の白色度が得られるが、蛙目粘土や木節粘土などの他の粘土と比較して、NZ カオリンは可塑性が低く、素地としての成形性がやや劣ることが問題である。更に、NZ カオリンは原料精製過程において強力な凝集剤が添加されているため、鑄込み成形用の泥漿を調製する際、解膠剤として通常用いられる水ガラス（珪酸ソーダ）では十分に解膠せず、泥漿が凝集しやすいといった課題がある。

本研究では、鑄込み成形に適した泥漿の調合を確立することを目的として、解膠剤の種類と添加量、水分量について検討したので、その結果を報告する。

2. 実験方法

表 1 に、本研究で用いた低火度磁器素地の原料組成を示す。それぞれの原料をトロンメルにより

表 1 低火度磁器素地の原料組成 (wt%)

インド長石	20
ネフェリンサイアナイト	20
ペタライト	20
NZ カオリン	40
合計	100

* 窯業研究室伊賀分室

24 時間湿式粉碎混合した後、ふるいを通し、フィルタープレス処理を経て、ケーキを得た。そのケーキを乾燥させ、素地粉末とした。

解膠剤の種類と添加量及び水分量が泥漿性状に及ぼす影響を調べるために、解膠剤に A (ポリアクリル酸塩系)、B 及び C (ポリカルボン酸塩系) をそれぞれ用いて泥漿の調製条件について検討した。なお、B と C は製造メーカーが異なるポリカルボン酸塩系解膠剤である。泥漿の調製は、乾燥素地粉末と蒸留水 (内割で 20~30 wt%)、解膠剤 0.1~0.5 wt% (粉末に対する量) をプラスチック製ポットに入れ、直径 10 mm のアルミナボールを用いて 3 時間湿式混合することにより行った。その後、B 型粘度計を用いて、25°C における泥漿の見かけ粘度を測定した。粘度測定の結果から、十分に解膠したと考えられる泥漿に対して、鑄込み圧力を 1.4 kg/cm² で圧力鑄込み成形による成形試験を行った。

3. 結果と考察

前述したように、NZ カオリンは原料精製過程で凝集剤が添加されているため、水ガラスでは、泥漿は十分に解膠せず、その調製は困難である。また、仮に泥漿が調製できても、圧力鑄込み装置内の配管が詰まることや、暫く保管した場合、再凝集して沈降するなどの作業面での問題があった。

図 1 に、水分量を 20 wt%、解膠剤の添加量を 0.3 wt% と一定にし、各々の解膠剤を用いて調製した泥漿の見かけ粘度を示す。見かけ粘度は、A, B, C の順に低下した。このことから、解膠剤に C を用いたときが最も解膠効果が高いことがわかる。以後、解膠剤 C を用いて試験を行った。

水分量を 25 wt% と一定にし、解膠剤 C の添加量を変化させたときの剪断速度 21 s⁻¹ における見かけ粘度を図 2 に示す。解膠剤の添加量が増加するに従って見かけ粘度は低下し、0.3 wt% で最も低い値を示した後、再び上昇した。次に、解膠剤 C の添加量を 0.3 wt% と一定にし、水分量を変化させたときの剪断速度 21 s⁻¹ における見かけ粘度を図 3 に示す。水分量が多くなるほど見かけ粘度は低下し、流動性の良い泥漿が得られた。しかし、水分量が多くなると、着肉量が少なくなり、また離型性も悪くなる。一般的に、鑄込み成形には高濃度・高分散の泥漿が必要であり、その粘度は

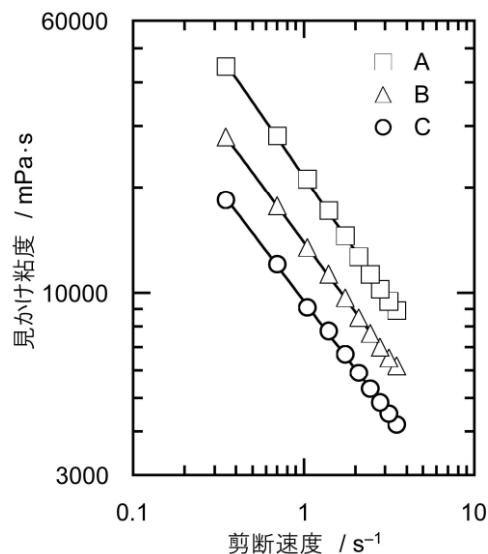


図 1 解膠剤の種類による見かけ粘度の変化

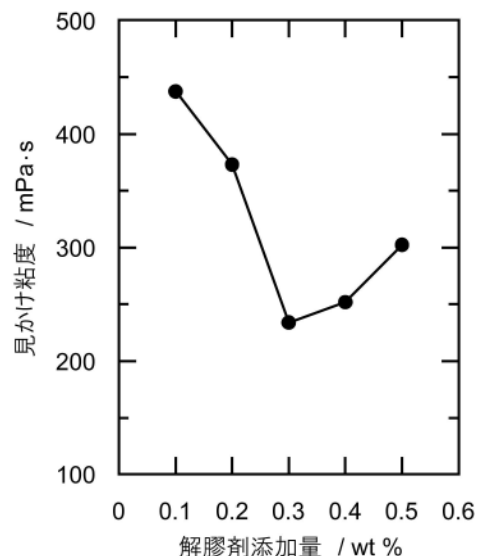


図 2 解膠剤 C の添加量による見かけ粘度の変化 (剪断速度 : 21 s⁻¹)

1000 mPa·s 程度であるとされている。このことから、最適な水分量は 20~21 wt% であると考えられる。これは、通常の磁器製品や半磁器製品の鑄込み成形用の泥漿と比較して少ない水分量である。そのため、鑄込み時間の短縮が期待できる。また実際の製造過程において、解膠剤は、最小の粘度となる添加量よりも若干多く添加することが一般的である。これは、泥漿調製時の温度の影響や泥漿を長時間保管する場合に解膠剤が分解する可能性があるためである。以上のことから、水分量を約 21 wt%、解膠剤 C の添加量を 0.4 wt% として泥漿を調製し、圧力鑄込み成形を行った。鑄

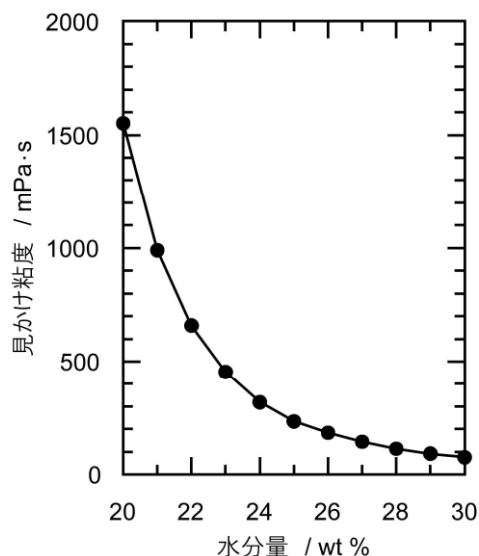


図 3 水分量による見かけ粘度の変化(剪断速度 : 21 s^{-1})

込み圧力 1.4 kg/cm^2 、鋳込み時間 30 分で、脱型が良好でキレも発生しない成形が可能であった。また、圧力鋳込み装置内の配管が詰まることもなかった。さらに、翌日まで保管していた泥漿についても再凝集することなく、圧力鋳込み成形が可能であった。これらの成形体を乾燥させた後、素焼き (750°C) を行い、施釉した後、電気炉で酸化焼成した。焼成は、 1100°C で 1 時間保持した。なお、乾燥、素焼き、本焼成による素地の切れや変形等の欠点の発生は見られなかった。図 4 に得られた試作品を示す。

4. まとめ

鋳込み成形に適した泥漿の調合を確立すること



図 4 鋳込み成形による試作品

を目的として、解膠剤の種類と添加量、水分量について検討した。その結果、ポリカルボン酸塩系の解膠剤 C を使用し、その添加量を $0.4 \text{ wt}\%$ 、水分量を $20\sim 21 \text{ wt}\%$ とすることにより、鋳込み成形に適した泥漿を調製することができた。今後は、ろくろ成形等他の陶磁器成形方法に適応する素地の開発を目指し、成形性(可塑性)の向上を図る予定である。

参考文献

- 1) 伊藤隆ほか：“低温焼成磁器用組成物および低温焼成磁器の製造方法”。特願 2008-061443
- 2) 伊藤隆ほか：“低温焼結性陶磁器素地の開発”。平成 19 年度三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告, No. 32, p36-41 (2008)

(本研究は法人県民税の超過課税を財源としています)