

伊賀焼陶器の高強度化に関する研究

伊藤 隆*, 岡本康男*, 新島聖治*, 西川 孝**

Study on Increasing Mechanical Strength of Iga China Bodies

Takashi ITO, Yasuo OKAMOTO, Seiji NIIJMA and Takashi NISHIKAWA

1. まえがき

伊賀焼陶器は、伊賀産蛙目粘土を主体的に用いて製造されており、粗い石英粒が多く含まれ、空隙も多いが、その独自の風合いが伝統産業として受け継がれてきた。しかし、強度が低く、製品が破損しやすいという大きな欠点が存在する。

素地を高強度化するには、原料を微粒子化し、長石などを添加して焼結を進める方法があるが、この方法では伊賀焼陶器本来の持つ風合いが失われてしまう。そこで、伊賀焼陶器の粗粒子を含む多孔質な組織を残したまま高強度化する方法として、シリカゾルの含浸法が考えられる。

シリカゾルは粒子径 10~20nm 程度の微粒シリカが水に分散した状態のもので、コロイダルシリカとも呼ばれている。これは耐熱バインダー、塗料ビヒクルなどとして用いられており、水に近い低粘性であるが、乾燥により分散媒である水が少なくなると急速にゲル化する性質を持っている。

ゲル化物を乾燥すると、水に不溶なガラス状の固化物（乾燥ゲル）になり、無機接着剤として作用する。さらに、乾燥ゲルを 800℃程度で加熱処理すればシリカガラスになる¹⁾。

このようなシリカゾルの性質と伊賀焼陶器が多孔質であることを利用し、液体状のシリカゾルを製品に含浸させ、ゲル化及び乾燥固化させることで、素地中に存在する空隙の充填、素地を構成する粒子間の結合力の増加により高強度化を図る方法について検討したので報告する。

* 窯業研究室伊賀分室

** 窯業研究室

2. 実験方法

伊賀焼業界で用いられている一般的な素地土を使用して、乾式プレス成形法により曲げ強度の試験体（120×25×約 5mm）を成形した。素地土の粒度分析結果を表 1 に示す。

成形体を電気炉で昇温速度 100℃/時、焼成温度 1250℃（1 時間保持）として焼成し、試験体とした。この試験体の吸水率は 7.7%であった。

これらの試験体を市販シリカゾル中に浸漬し、真空脱泡機で所定時間減圧して含浸を行った。試験体を取り出して表面の液体を拭き取り、未乾燥での重量増加率を測定することにより含浸時間を検討した。

次に、含浸処理した試験体を所定の温度で 16 時間乾燥させるなどした後、重量増加率及び曲げ強度を測定した。

シリカゾルは、酸性中粒子径タイプ（粒子径 10~20nm, SiO₂ 20%）または酸性小粒子径タイプ（粒子径 8~11nm, SiO₂ 20%）を用いた。前者をシリカゾル A、後者をシリカゾル B と称することとする。

曲げ強度は、3 点曲げ、スパン 10cm、クロスヘッドスピード 1mm/分として測定した。各試験の試料数は 5 個とし、結果はその平均値で示した。

表 1 素地土の粒度

粒度 (μm)	Wt%
1000~2000	0.08
500~1000	0.48
250~500	8.57
125~250	9.15
63~125	7.68
63 以下	74.04

3. 結果と考察

3. 1 含浸時間の検討

シリカゾルの含浸による未乾燥での重量増加率の

測定結果を図 1 に示す。真空脱泡機での減圧時間を含浸時間とし、含浸 5 分～60 分の値をプロットした。これから、30 分の含浸で飽和状態になると考えられるが、含浸時間が 10 分以上になると、重量増加率はほとんど変わらない。

次に、含浸処理した試験体を 100℃で乾燥した後の曲げ強度測定結果を表 2 に示す。これから、曲げ強度は、含浸時間 15 分と 30 分ではほとんど同じであり、15 分の含浸でも十分であると思われる。従って、以後、含浸時間は 15 分とした。

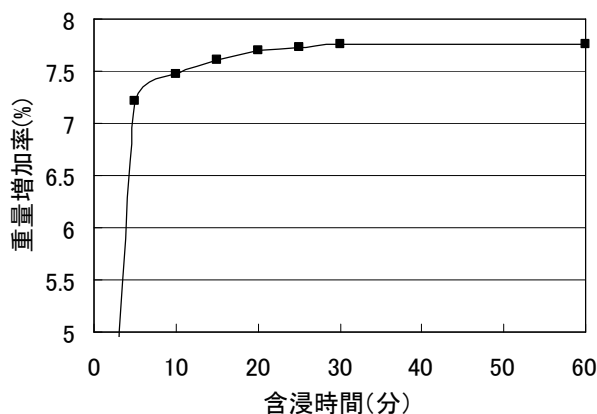


図 1 含浸時間と重量増加率

表 2 含浸時間と曲げ強度

含浸時間(分)	0	15	30
曲げ強度(MPa)	11.64	14.01	13.80

注) 含浸時間 0 分は含浸なし。

3. 2 含浸後の放置時間による影響

シリカゾル A を含浸後、常温で放置することにより、ゆっくりとゲル化が進み、乾燥固化状態も変化する可能性があるため、含浸後、所定時間常温で放置し、100℃で乾燥した。

乾燥後の曲げ強度の測定結果を表 3 に示す。これから、常温での放置により曲げ強度は若干低下する傾向が見られた。従って、含浸後、常温で放置する必要はないことが明らかになった。

表 3 常温放置時間と曲げ強度

放置時間(時間)	0	8	24	96
曲げ強度(MPa)	14.01	13.44	13.76	13.45

3. 3 乾燥温度による影響

シリカゾル A を含浸後、75℃～300℃で乾燥し、曲げ強度を測定した。その結果を図 2 に示す。この中で乾燥温度 0℃は、含浸なしの値である。

これから、75℃～300℃の範囲内では乾燥温度による曲げ強度の変化はほとんどなく、100℃での乾燥が若干曲げ強度は高い。従って、100℃での乾燥が適当と考えられる。

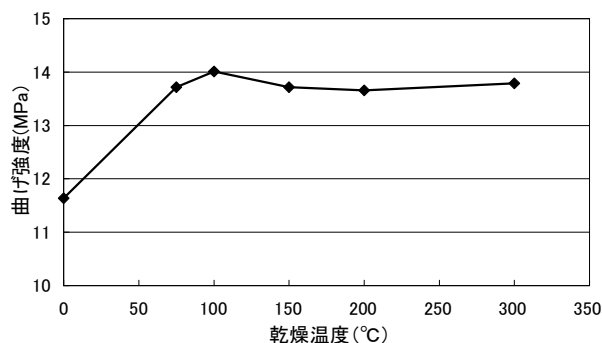


図 2 乾燥温度と曲げ強度

3. 4 含浸回数による影響

シリカゾル A の含浸と 100℃での乾燥を繰り返す行うことで曲げ強度の向上を試みた。図 3 に含浸回数と曲げ強度の増加率の関係を示す。

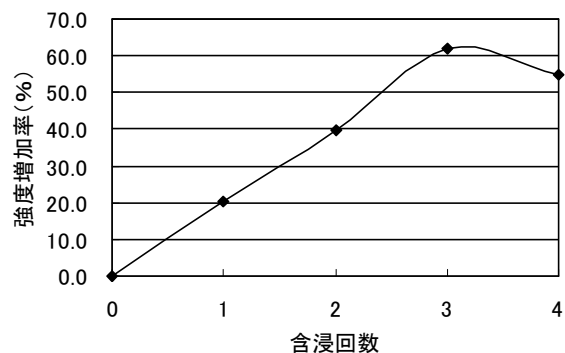


図 3 含浸回数と曲げ強度増加率

これから、含浸と乾燥の回数が 3 回までは、回数が増加するに従い、曲げ強度の増加率は直線的に上昇し、含浸、乾燥を 3 回繰り返すことで曲げ強度は約 60%増加した。しかし、4 回目になると、若干低下した。

図 4 に含浸、乾燥回数による試験体の重量増加割合を示す。これから、含浸、乾燥回数が 3 回までは、曲げ強度の増加率と同様、直線的に重量増加率が上

昇しているが、4 回目は余り上昇していない。従って、含浸、乾燥は 3 回までで十分である。

なお、含浸、乾燥 3 回目の曲げ強度は 18.83MPa であり、感覚的にも強度の増加が感じられる。しかし、伊賀焼陶器と同じく陶器質の半磁器は曲げ強度が 30~40MPa 程度であることから、さらに高強度化することが望まれる。

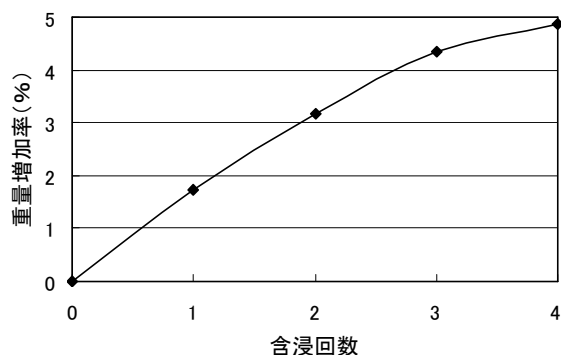


図 4 含浸回数と重量増加率

3. 5 小粒径シリカゾルの含浸

さらに狭い空隙への含浸を目的として小粒径のシリカゾル（シリカゾル B）による含浸処理を 3.4 と同様に行った。含浸回数と曲げ強度の増加率の関係を図 5 に示す。

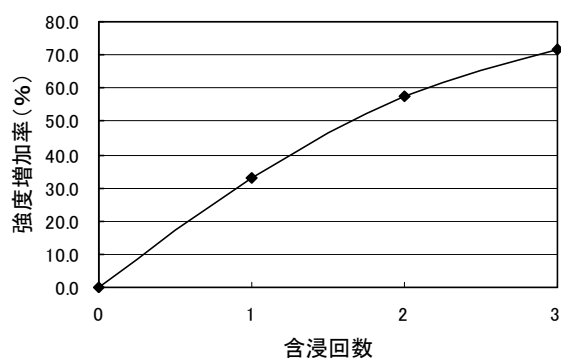


図 5 シリカゾル B の含浸回数と曲げ強度増加率

これから、シリカゾル A を用いたときと同様、含浸回数の増加に伴い、曲げ強度が増加している。3 回の含浸で約 70%の増加率となり、シリカゾル A を用いたときより若干増加率が高くなっており、小粒径のシリカゾルを用いた方が曲げ強度の増加率が少

し高くなった。

含浸回数と重量増加率との関係を図 6 に示す。これから、3.4 と同様、含浸回数の増加に伴い、重量が直線的に増加している。曲げ強度の結果と同様、小粒径のシリカゾルを用いた方が重量増加率は若干高くなった。

しかし、シリカゾルの粒径による大きな差はなく、コスト面を考慮すれば、中粒径のシリカゾルを用いても良いと思われる。

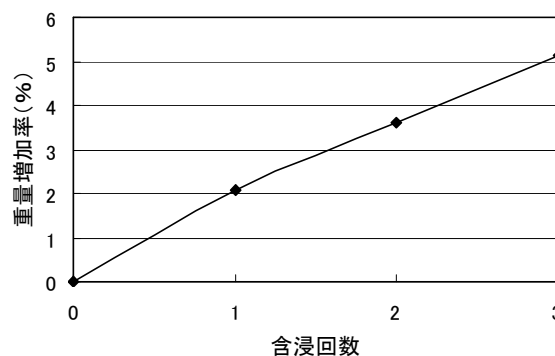


図 6 シリカゾル B 含浸回数と重量増加率

4. まとめ

伊賀焼陶器素地にシリカゾルを真空減圧により含浸させ、乾燥させることにより曲げ強度の向上を検討した結果、以下のことが明らかになった。

- (1)含浸時間は 15 分で十分であった。含浸後、常温で放置しても効果はない。
- (2)含浸後の乾燥温度は 75℃~300℃の範囲ではほとんど曲げ強度の変化はなく、100℃の乾燥で十分である。
- (3)含浸と乾燥を繰り返すことで曲げ強度は増加し、3 回の繰り返しで 60~70%向上したが、19MPa 程度であり、さらに高強度化することが望まれる。
- (4)シリカゾルの粒径による曲げ強度の増加率は、中粒径よりも小粒径を用いた方が若干高くなる。

参考文献

- 1)作花済夫：“ゾルーゲル法の科学”. アグネ承風社. p11(1988)

(本研究は法人県民税の超過課税を財源としていません)