

## 4) 強化磁器製給食食器の高度化に関する研究

—最終報—

蒲地 伸明

強化磁器の経年劣化を確認するために2種の釉薬を施した多数の曲げ強さ試験片を作成した後、焼成から時間を空けて試験を行うことによって強化磁器の時間による劣化の有無について確認した。結果、焼成後6ヶ月まではいずれの試料においても曲げ強さの有意な変化は認められなかった。

また本研究をとおして、新しい強化磁器の開発を行い施釉曲げ強さで300MPaの特性を持つ強化磁器の開発に成功し、企業化へ向けて技術支援を行った。

### 1. はじめに

強化磁器製給食食器の需要は大きく、多くの給食センターで導入が検討されている。強化磁器食器の導入にあたり消費者が大きく関心を寄せるのが食器の破損率であり、製品の選定の際には製品の衝撃強さと素材の曲げ強さのデータの提出を求められることが多い。一方で強化磁器製品が製造後時間の経過により強度が低下するといううわさを耳にすることがある。これが事実であるとすれば納入時に提出された強度データが、使用時の実際の強度を異なることになり、製品の品質管理等の面から重大な問題となる。一般に強化磁器製品には素地よりも熱膨張の小さい釉薬を用いることで釉薬表面に圧縮応力を発生させ製品強度を強くすることが行われる。釉面の圧縮応力が時間によって開放されることがあれば、製品強度の時間による低下の可能性も否定できない。

そこで本年度は曲げ試験片を多数作成し焼成から測定までの時間を変化させて曲げ試験を行うことで強化磁器の時間による劣化の有無について確認を行った。

また本稿は本研究の最終報告となるため本研究を通して開発した強化磁器の特性についても報告する。

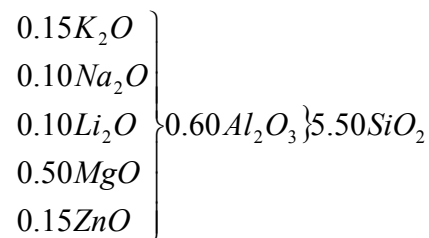
### 2. 実験方法

センター調合の強化磁器陶土から鋳込み成形によってJCRS203試験片形状(焼成後寸法8×4×80mm)の曲げ試験用試料を成形した。

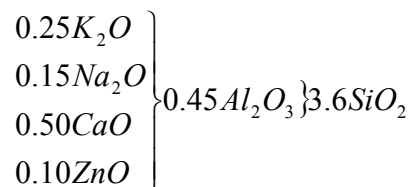
成形体を仕上げ後、900℃の素焼を行った。得ら

れた素焼き試料を乱数表をもとに3グループに分け、2グループに関してはそれぞれタルク釉、石灰釉の片面施釉を行った。使用した釉薬のゼーゲル式を以下に示す

タルク釉



石灰釉



乾燥後、無釉試料と共にガス炉にて1300℃(SK10完倒)12時間の、還元雰囲気中で焼成することによって曲げ試験用試料を作成した。

得られた無釉試料、タルク釉施釉試料、石灰釉施釉試料の3種から焼成後1,3,7,14,28(1ヶ月目),56(2ヶ月目),168(6ヶ月目)日目に、それぞれランダムに抜き出した10点の試料を用いJCRS203による曲げ試験を行い曲げ強さの変化の有無を確認した。以後、無釉試料を"NG"、タルク釉施釉試料を"TG"、石灰釉施釉試料を"LG"とそれぞれ記載する。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 強化磁器経時試験

強化磁器素地およびタルク釉、石灰釉の熱膨張曲線を図1に示す。700℃における平均線熱膨張係数はそれぞれ6.0、3.8、7.1(×10<sup>-6</sup>/K)であり、試料TGにおいては釉面に強い圧縮応力、試料LGにおいては釉面に引っ張り応力が働いていると推測された。素地と釉薬の熱膨張差は大きい、いずれの試料においてもシバリング、貫入等の応力を原因とする欠点は認められなかった。

図2に試料NG、TG、LGの曲げ強さの時間による推移を示す。各プロット上下のひげは曲げ強さ平均値の95%信頼限界を示している。焼成後1日目での曲げ強さは無釉試料のNGが約202MPaに対し、釉面に圧縮応力のかかっている試料TGが243MPaと20%増加、逆に釉面に引っ張り応力のかかった試料LGが168MPaと15%の減少となった。無釉試料NGは時間と経過による曲げ強さの変化は殆ど認められなかった。釉面応力が時間と共に変化するとすれば、釉面に圧縮応力のある試料TGは曲げ強さが低下し、逆に釉面に引っ張り応力のある試料LGは曲げ強さが増加し、それぞれ無釉試料NGの曲げ強さに近づいていくことが予想される。しかしながらTG、LG、のいずれの試料においても焼成後3,7,14,28,56,168日経過後の曲げ強さに殆ど変化はなく、若干の上下のぶれはバラツキの範囲内に収まっている。時間による釉面応力の緩和が実際に進行すると仮定すれば焼成終了直後の応力の高い段階で最も応力の緩和が進むと推測されるが、焼成後6ヶ月の168日経過までは曲げ強さの変化は認められない。この事実から推測すると今後も大きな曲げ強さの変化はないものと考えられる。今後焼成後1年をめぐりに曲げ強さ試験を続ける予定ではあるが今回試験に用いた強化磁器陶土及びタルク釉、石灰釉の組み合わせでは経年劣化は発生しないものと推測される。

#### 3.1 新型強化磁器の特性

図3に平成15年度業務報告書<sup>1)</sup>で紹介した従来

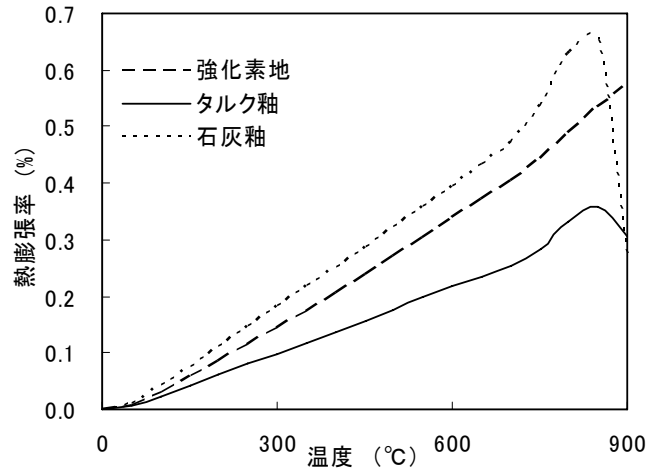


図1 素地と釉薬の熱膨張曲線

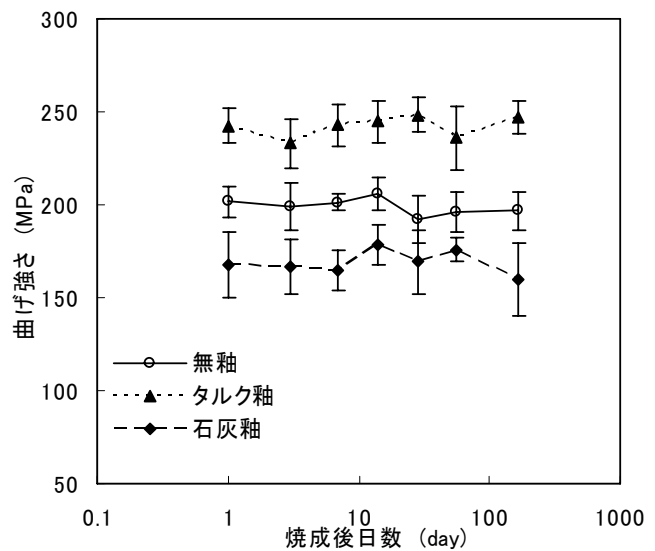


図2 焼成後経過時間と曲げ強さの関係

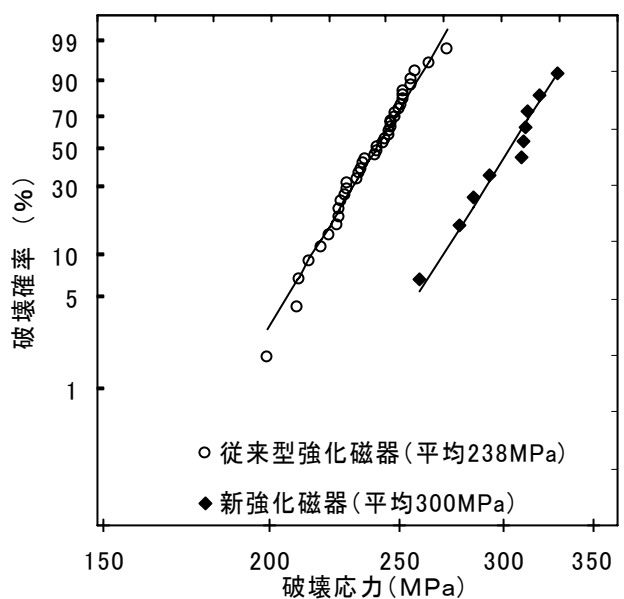


図3 曲げ強さのワイブルプロット

型の強化磁器と、更に研究を進めて開発した新強化磁器のワイブルプロットを示す。いずれの試料も1300℃還元焼成の施釉試料である。従来型の強化磁器の曲げ強さの平均値が238MPaに対し新強化磁器は300MPaと大幅な強度向上を実現した。

図4に新強化磁器の28wt%含水泥漿の解膠曲線を示す。解膠剤として珪酸ナトリウムを用いた。図から明らかなように新強化磁器陶土は解膠が容易であり、0.3wt%の珪酸ソーダの添加で粘度はほぼ最低となった。この解膠曲線から解膠剤添加量は0.15%～0.25%が適当と考えられる。

ローラーマシンを用い量産試験を行ったが、特に問題はなく従来の強化磁器と同等の量産性を持つことが明らかになった。

以下に開発した強化磁器の諸特性を記す。

新強化磁器の諸特性 (1300℃還元焼成時)

曲げ強さ 300MPa (施釉体)  
密度 2.90g/cm<sup>3</sup>  
吸水率 0.05%以下  
熱膨張係数 6.00(×10<sup>-6</sup>/K)

焼成体結晶相

コランダム  
ムライト

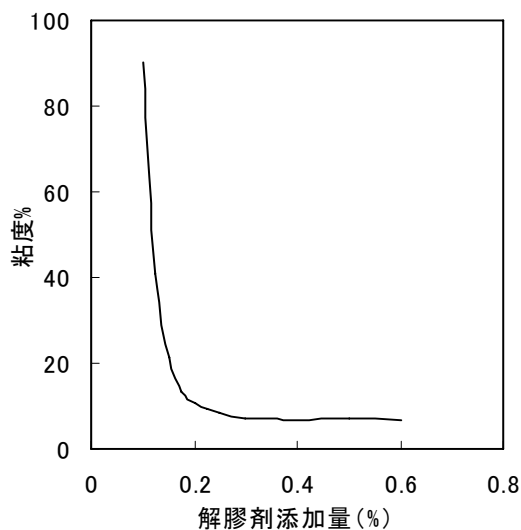


図4 新強化磁器の解膠曲線

#### 4. まとめ

本年度は強化磁器の経年劣化の有無について確認を行った。無釉とタルク釉施釉、石灰釉施釉の3種の試料で試験を行った結果、強化磁器の曲げ強さが時間の経過と共に自然に変化することはないと確認された。

また、強化磁器坏土の開発を進めた結果曲げ強さ300MPaの特性を持つ強化磁器の開発に成功した。今後企業化へ向けた技術支援を行っていく予定である。

#### 参考文献

- 1) 蒲地伸明、佐賀県窯業技術センター平成15年度業務報告書、51～55 (2004)