

中火度透光性素地の開発

松下福三^{*1}、尾崎健一^{*2}、生浦京子^{*1}

Study on Transparent Body possible to be fired at Intermediate Temperature

Fukuzo MATSUSHITA, Kenichi OZAKI and Kyoko IKUURA

Tokoname Ceramic Research Center, AITEC^{*1*2}

中火度で焼成可能な透光性素地の開発を目的に、原料の種類と配合割合を検討した。最高温度 1180℃ で大気焼成した微粉碎インド長石 54%・熔融シリカパウダー 16%・ニュージーランドカオリン 30% 配合素地は、焼成軟化変形 5.5 mm、視感透過率 4.3%、全収縮率 13%、煮沸吸水率 0.0% であった。その視感透過率は高火度で還元焼成された高透光性磁器素地のそれに匹敵した。試作の結果、支持材との融着等もなく実用可能な鋳込成形用の中火度透光性素地が得られた。

1. はじめに

中部国際空港の開港と愛知万博の開幕を控え、産業・観光交流の活発化やそれに伴う観光客の増加が期待されている。常滑窯業界は、このような状況を常滑焼製品の販売拡大の好機と捉え、中部国際空港関連の新製品開発を要望している。そこで、土産品など陶磁器製品の素地アイテムの一つとして、白色の透光性素地を選んだ。その理由は、陶磁器分野の長期に及ぶ土物ブームも行き渡った感があり、土物の持つ素朴な味わいは尊重されつつも、一方で明るく軽やかな素材を市場は求めるようになっているためである。また、還元焼成によって得られる一般磁器素地の青味の白さとは微妙に異なる、大気焼成特有の白さをもつ透光性素地が、常滑焼・朱泥素地と対極的な色調を有する新しい素地アイテムとして期待できると考えた。さらに透光性という特長から、製品バリエーションの拡がりも期待される。

一般的な透光性磁器素地¹⁾は長石・珪石・カオリンを原料とし、焼成温度 1250℃ 以上の高火度で還元焼成される。しかし、常滑焼は伝統的に中火度・大気焼成の産地であることから、一般的な透光性磁器素地の配合素地をそのまま焼成しても透光性素地が得られない。そこで本研究では、原料の種類と配合割合を検討し、常滑焼産地に適した中火度透光性素地の開発を試みた。

2. 実験方法

2.1 素地原料

原料の微粉化とともに素地の焼結温度は低温化する傾向にある。また、不純物として原料に含まれる Fe などの遷移金属はその物性上光を多く吸収し、素地の透過率は

低下する傾向にある。以上を考慮し、微粉原料として乾式ジェット粉碎を行った微粉碎インド長石(以下、Fインド長石とする)を、鉄分を多く含まない高純度原料としてニュージーランドカオリン(以下、NZカオリンとする)と熔融シリカパウダー(以下、FSPとする。福島窯業製)を選んだ。素地の配合を長石質原料・珪酸質原料・粘土質原料系を基本とし、選定した原料を以下に示す。

長石質原料

インド長石(メッシュ径 14μm)

Fインド長石(メッシュ径 5μm)

珪酸質原料

福島珪石(メッシュ径 28μm)

FSP(メッシュ径 35μm)

粘土質原料

NZカオリン

素地の配合は、インド長石・福島珪石・NZカオリン、インド長石・FSP・NZカオリン、Fインド長石・福島珪石・NZカオリン、Fインド長石・FSP・NZカオリンの4種類を選び、実験を行った。

2.2 泥漿の調製と試験片の作製

長石質原料 40~70%・珪酸質原料 30~0%・粘土質原料 30%の範囲で風乾状態の各原料を配合した。所定量秤量した配合物に水と珪酸ソーダを加え、遊星回転ポットミルにて湿式粉碎し泥漿を作製した。試験片は石膏型を使った鋳込成形で作製し、750℃で素焼した後、幅 25 mm×長さ 120 mm×厚さ 5.00 mmに研削加工した。

2.3 焼成条件

常滑焼産地に適した中火度として、最高温度 1200℃(R熱電対指示)と最高温度 1180℃(同)を選び、試験片を

^{*1} 常滑窯業技術センター 応用技術室 ^{*2} 常滑窯業技術センター 開発技術室

電気炉で大気焼成した。最高温度の保持時間は1時間とした。焼成温度(熱履歴)はそれぞれ1220 (リード・ルマージュ・ジャパン製リグ・STH)と1200 (同)である。

2.4 素地の評価

2.4.1 焼成軟化変形

試験片をスパン 75 mmにて支持し、板状の試験片の焼き下がり量をベンド値として、DIGIMATIC INDICATOR (Mitutoyo 製 IDF-1050)で測定し、素地の焼成軟化変形を評価した。

2.4.2 透光性

紫外可視分光光度計(日本分光製 V-570)にて、透過による物体色の三刺激値(XYZ)を測定(波長 380~780nm)し、そのY値:視感透過率により素地の透光性を評価した。試験片の厚さは4.2~4.3 mmの範囲内である。

3 . 実験結果

3.1 最高温度 1200 焼成

3.1.1 インド長石-福島珪石-NZカオリン配合

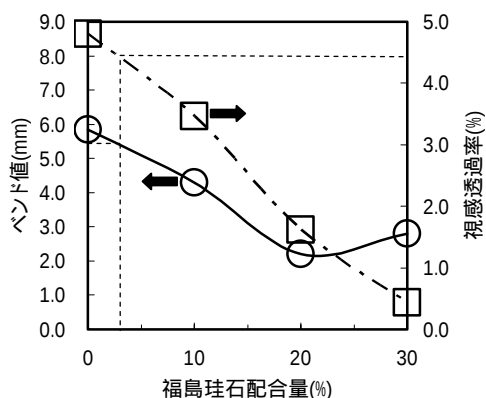


図1 インド長石-福島珪石-NZカオリン配合素地のベンド値と視感透過率

福島珪石配合量に対するベンド値と視感透過率の関係を図1に示す。ベンド値は、福島珪石配合量 0~20%の範囲で5.8mmから2.2mmまで直線的に減少するものの、配合量 20~30%の範囲では、2.2mmから2.8mmとほぼ一定となった。視感透過率は、配合量 0~30%の範囲で4.8%から0.4%まで直線的に低下した。

3.1.2 インド長石-FSP-NZカオリン配合

FSP配合量に対するベンド値と視感透過率の関係を図2に示す。ベンド値は、FSP配合量 0~10%の範囲で5.8mmから4.7mmまで減少するものの、配合量 10~20%の範囲で4.7mmから4.9mmと一定となり、配合量 20~30%の範囲では4.9mmから3.8mmまで減少した。視感透過率は、配合量 0~30%の範囲で4.8%から1.7%まで直線的に低下した。

3.2 最高温度 1180 焼成

3.2.1 Fインド長石-福島珪石-NZカオリン配合

福島珪石配合量に対するベンド値と視感透過率の関係を図3に示す。ベンド値は、福島珪石配合量 0~30%

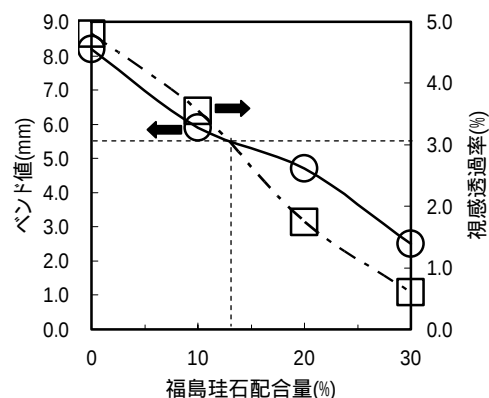


図3 Fインド長石-福島珪石-NZカオリン配合素地のベンド値と視感透過率

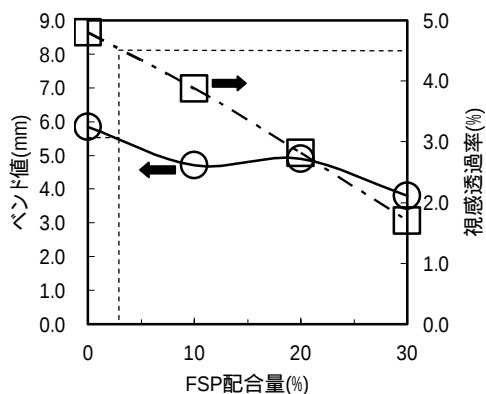


図2 インド長石-FSP-NZカオリン配合素地のベンド値と視感透過率

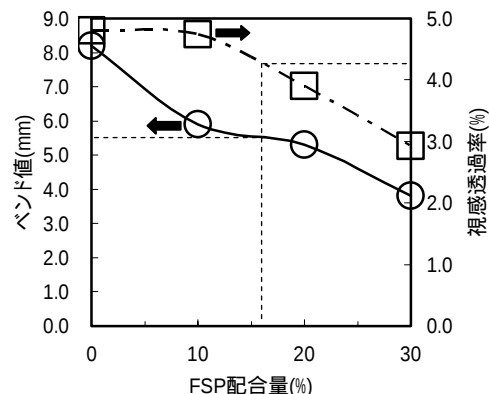


図4 Fインド長石-FSP-NZカオリン配合素地のベンド値と視感透過率

の範囲で 8.2mm から 2.5mm までほぼ直線的に減少した。視感透過率は、配合量 0～30%の範囲で 4.8%から 0.6%まで直線的に低下した。

3.2.2 F インド長石 - F S P - N Z カオリン配合

F S P 配合量に対するベンド値と視感透過率の関係を図 4 に示す。ベンド値は、F S P 配合量 0～10%の範囲で 8.2mm から 5.9mm まで減少するものの、配合量 10～20%の範囲では 5.9mm から 5.3mm と減少の傾きが鈍化する。配合量 20～30%の範囲では 5.3mm から 3.8mm まで減少した。視感透過率は、配合量 0～10%の範囲で 4.8%から 4.7% とほぼ一定値で推移し、配合量 10～30%では 4.7%から 2.9%まで直線的に低下した。

4 . 考察

実用面から、焼成軟化変形の試験時に支持材と試験片の融着の有無を観察したところ、ベンド値約 6mm の配合素地で融着が認められ、ベンド値 5mm 以下の配合素地では融着は認められなかった。この結果から、実用可能なベンド値の上限を 6mm と 5mm の中間値 5.5mm とし、各配合を比較することにした。

図 1 と図 2 から、インド長石 - 福島珪石 - N Z カオリンとインド長石 - F S P - N Z カオリン配合素地のベンド値 5.5mm における視感透過率を比較すると、視感透過率は両配合素地に顕著な差はなく、ともに約 4.5% であった。この焼成温度における透光性素地としての優劣はない。ただし、経済的な面からみれば福島珪石を配合した透光性素地のほうが優れている。なお、視感透過率約 4.5% は高火度焼成の高透光性磁器素地²⁾ (最高温度 1250～126

0 ・還元焼成) のそれに匹敵した。

図 3 と図 4 から、F インド長石 - 福島珪石 - N Z カオリンと F インド長石 - F S P - N Z カオリン配合素地のベンド値 5.5mm における視感透過率を比較すると、両配合素地に顕著な差があり、福島珪石を配合した素地の視感透過率は低く約 3.1% であり、F S P を配合した素地の視感透過率は高く約 4.3% であった。この焼成温度における透光性素地としては、特性的に F S P を配合した透光性素地のほうが優れている。

図 5 に、最高温度 1180 で焼成した試験片 A : F インド長石 60%・福島珪石 10%・N Z カオリン 30%、試験片 B : F インド長石 70%・N Z カオリン 30%、試験片 C : F インド長石 60%・F S P 10%・N Z カオリン 30%の素地の X 線回折パターンを示す。いずれの素地も 20～30deg. 付近のブロードなピークからガラスおよびムライトが認められ、クリストバライト、未反応粘土、未反応長石は認められなかった。

試験片 A と試験片 B の構造はガラス - ムライト - α -石英系の 3 相に対し、試験片 C の構造はガラス - ムライト系の 2 相であった。ムライトは N Z カオリンを源¹⁾としており、いずれも N Z カオリン 30% と同じであることから、ほぼ同量のムライトが析出したと考えられる。試験片 B に対して試験片 A のベンド値と視感透過率はともに低下した。X 線回折パターンの結果から、両者で α -石英の量が異なり、 α -石英が骨材として作用してベンド値を抑制かつ入射光を散乱して透過光を減少させたと考えられる。また、試験片 A と試験片 C はともに珪酸質原料 10% かつベンド値約 6mm と同じであるが、それぞれの

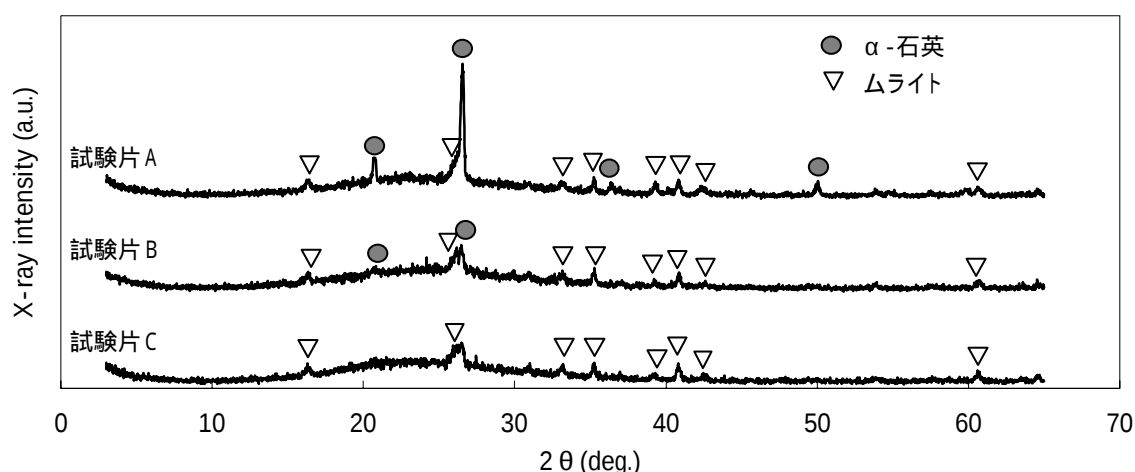


図 5 素地の X 線回折パターン

試験片 A : F インド長石 60%・福島珪石 10%・N Z カオリン 30%

試験片 B : F インド長石 70%・N Z カオリン 30%

試験片 C : F インド長石 60%・F S P 10%・N Z カオリン 30%

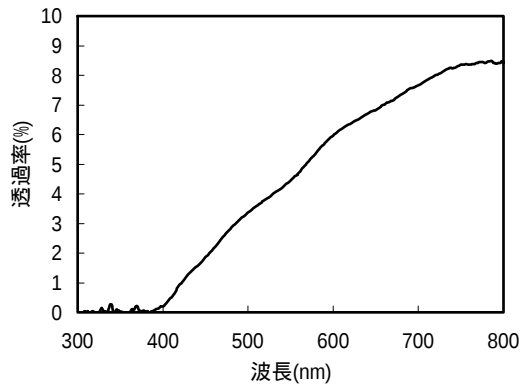


図6 素地の可視光域透過率

F インド長石 60%・F S P 10%・N Z カオリン 30%

視感透過率は試験片Cの方が1%以上高い。X線回折パターンの結果から、両者で α -石英の量が異なり、先と同様に α -石英が視感透過率に影響していると示唆される。

以上より、素地の低温焼結性および透過性から、最も優れた配合素地は最高温度 1180 焼成のF インド長石 - F S P - N Z カオリン系である。

図6に、厚さ4mmの試験片C：F インド長石 60%・F S P 10%・N Z カオリン 30%の可視光域透過率を示す。透過率が赤色の長波長側から青色の短波長側にかけて約8%から約2%へ緩やかに低下した。また、紫外線の透過率はほぼ0%であり、素地の透過率に波長依存性があることが分かった。

5 . 試作

図4からベンド値5.5mmとなるF インド長石54%・F S P 16%・N Z カオリン30%配合素地について実際に試作実験を行った。その結果、成形体の仕上げ加工、乾燥、焼成など各工程において実用上の問題は生じなかった。なお、素地の全収縮率は13%であり、煮沸吸水率は0.0%である。以上により、ベンド値5.5mmかつ視感透過率4.3%の特性を持つ中火度透光性素地が得られた。図7に、その中火度透光性素地で作製した試作品（最高温度1180 焼成）の写真を示す。

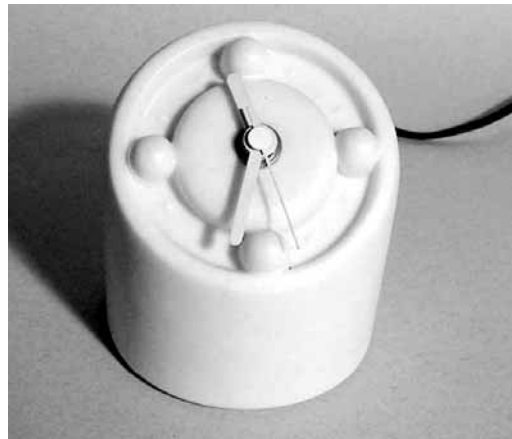


図7 中火度透光性素地で作製した試作品

F インド長石 54%・F S P 16%・N Z カオリン 30%

焼成軟化変形 5.5 mm、視感透過率 4.3%、全収縮率 13%、煮沸吸水率 0.0%

6 . 結び

原料の種類と配合割合を検討し、常滑焼産地に適した中火度透光性素地の開発を試みた。その結果、F インド長石 - F S P - N Z カオリン系配合素地が最も優れ、中火度・最高温度1180 で大気焼成したF インド長石 54%・F S P 16%・N Z カオリン30%配合素地は、焼成軟化変形5.5mm、視感透過率4.3%、全収縮率13%、煮沸吸水率0.0%であり、その視感透過率は高火度で還元焼成された高透光性磁器素地に匹敵した。試作の結果、支持材との融着等も認められず、実用可能な鑄込成形用の中火度透光性素地が得られた。

文献

- 1)高嶋廣夫：実践陶磁器の科学，P42 - 52(1996)，内田老鶴園
- 2)今井寛治，浅見 薫：京都市工業試験場研究報告，№19，P68 - 75(1991)