

5) 泉山陶石を活用した陶磁器製品製造プロセスの開発

吉田秀治、蒲地伸明

泉山陶石から調製された陶土(泉山陶土)を主原料とし、粘土原料および珪石原料を配合して大型製品や生素地において変形などを加える製品のためのロクロ成形細工用陶土の開発を試みた。そのロクロ成形細工用陶土について焼成性状や成形性などの物性を検討した。その結果、大型製品や生素地において変形などを加える製品の成形が可能で天草陶土と同等な焼成性状などの物性を有する陶土を開発することができた。

1. はじめに

平成 23 年度に開発したロクロ成形用泉山配合陶土¹⁾をロクロ成形評価のために 13 名のロクロ士へ供給し成形性の評価を求めた。その結果、通常の製品は問題なく成形できるが直径が 30cm 以上ある大物製品の成形やロクロ成形後に生素地に変形を加える変形製品において素地の乾燥中や生素地の変形中に素地に亀裂が入ることがあるとの問題点が指摘された。

したがって、本研究では指摘された問題点を解決するために、ロクロ成形用泉山配合陶土を改良し大物製品や変形製品の成形が可能となるロクロ成形細工用陶土の開発を目的とした。

2. 実験方法

2.1 使用原料

原料は、主原料として市販の泉山陶土、粘土原料として特級木節水簸粘土、枝下木節水簸粘土、天草撰中細工陶土、及び珪石粗粉砕物をアルミナボールミルで 10 時間粉砕した珪石粉砕物を使用した。これらの原料の化学組成を表 1 に示した。

表 1 使用原料の化学組成(mass%)

| | 泉山陶土 | 天草撰中 | 枝下木節 | 特級木節 | 珪石粉砕物 |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Ig-loss | 3.40 | 4.50 | 16.20 | 14.60 | 0.09 |
| SiO ₂ | 77.04 | 72.98 | 46.00 | 46.85 | 98.62 |
| Al ₂ O ₃ | 14.57 | 17.96 | 33.60 | 35.47 | 0.72 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.65 | 0.61 | 1.95 | 1.18 | 0.02 |
| TiO ₂ | 0.05 | 0.04 | 0.95 | 0.85 | tr. |
| CaO | 0.05 | 0.09 | 0.20 | 0.14 | 0.01 |
| MgO | 0.08 | 0.07 | 0.42 | 0.21 | 0.01 |
| Na ₂ O | 0.34 | 0.22 | 0.07 | 0.10 | 0.03 |
| K ₂ O | 3.78 | 3.11 | 0.57 | 0.52 | 0.12 |
| SO ₃ | 0.28 | - | - | - | - |
| total | 100.24 | 99.58 | 99.96 | 99.92 | 99.62 |

2.2 試験陶土の調製

試験陶土は、表 2 に示した配合組成になるように配合した。配合は各原料を泥漿状にし、混合・攪拌して調製した。

表 2 試験陶土の配合組成 (mass%)

| | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 |
|----------|------|------|------|------|
| 泉山陶土 | 55 | 50 | 55 | 50 |
| 特級木節水簸粘土 | 20 | 15 | — | — |
| 枝下木節水簸粘土 | — | — | 20 | 15 |
| 珪石粉砕物 | 25 | 20 | 25 | 20 |
| 天草撰中細工陶土 | — | 15 | — | 15 |

2.3 試験陶土のロクロ成形、細工の評価

ロクロ成形、細工の評価は、No.1 から No.4 の試験陶土を用い大型製品および変形製品をロクロ成形伝統工芸士による試験成形を実施し、乾燥後素地の割れやひびの有無等欠陥の発生について行った。

2.4 焼成体の物性測定

焼曲試験は、20×7×120(mm)の板状成形体をスパン 100mmの架台上に置き、焼成後に架台上で焼き下がった量を測定し検討した。

焼成体の嵩密度および吸水率は、アルキメデス法で測定し焼結度を検討した。

焼成体の曲げ強度は、約 17×5×100(mm)の板状試験体を(株)島津製作所製オートグラフ AG-X10kN によりスパン 60(mm)、クロスヘッドスピード 0.5(mm/min.)、n=10 とし 3 点曲げ試験法で測定した。

焼成体の熱膨張率は、約 5×5×17(mm) の試験体をブルカー・AXS 製 TMA4000SA により昇温速度 10deg./min.、サンプリング 3sec.の条件で測定し、30°Cから 700°C範囲の熱膨張係数を算出し検討した。

焼成体の結晶相は、PANalitical 製 X'PertPRO により粉末 X 線回折法で同定した。

2.5 上絵適合試験

上絵適合試験には、試験陶土をロクロ成形により 12cm φ の皿を作製し、900°Cで素焼した後柞灰釉を施釉した後、ガス炉によって 1300°Cで還元焼成した試験体を用いた。試験体に 4 色の無鉛上絵具を塗布し、電気炉により 800°Cで焼成して上絵に貫入やひび割れ等の欠陥の有・無を目視で確認し検討を行った。

3. 結果と考察

3.1 試験陶土のロクロ成形、細工

試験陶土のロクロ成形、細工について各試験陶土について評価を行った結果、No.2およびNo.4の試験陶土は、大型製品を成形した際に成形体の自重によって成形体が若干変形する傾向がみられた。さらに、成形体に変形などの細工を加えた場合には素地にキレが生じた。

また、No.1 の試験陶土は、大型製品を成形した際の自重による変形は生じなかった。しかし、成形体に変形などの細工を加えた場合には素地にキレが生じる傾向がみられた。

一方、No.3 の試験陶土は、大型製品の成形や成形体の変形細工などの際にキレなどの欠陥は生じなかった。

これらの結果から、No.3 の試験陶土は、大型製品の成形や素地に変形を施す成形に適していることが明らかとなった。

3.2 試験陶土 No.3 焼成体の物性

試験陶土 No.3 焼成体の物性を表 3 に示した。また、試験陶土 No.3 焼成体の熱膨張曲線を図 1 に示した。表 3 から、本焼焼成による焼曲は 7mmであり、焼曲量は、天草陶土の焼曲量と同程度であることが明らかとなった。

曲げ強度は、85MPaを示し磁器の強度として十分であることが明らかとなった。

吸水率は 0.1%未満、嵩密度は 2.32g/cm³を示し、試験陶土は 1300°C焼成で磁器化すると推察された。

焼成体の熱膨張係数は、天草陶土焼成体と同程度である 7.23×10⁻⁶/°Cを示した。また、焼成体の熱膨張曲線は、異常膨張がないスムーズな曲線を示した。この結果から、試験陶土の焼成体は、上絵で安定して加飾することが可能であると推察された。

これらの焼成体物性の結果から総合的に判断し、配合 No.3 の試験陶土が現行の陶磁器製造プロセスにおいて磁器製品の製造が可能であると推察された。

表 3 試験陶土焼成体の物性

| | No.3 |
|--------------------------|-------------------------|
| 焼曲量 (mm) | 7 |
| 曲げ強度 (MPa) | 85 |
| 吸水率 (%) | 0.02 |
| 嵩密度 (g/cm ³) | 2.32 |
| 熱膨張係数 (1/°C) | 7.23 × 10 ⁻⁶ |

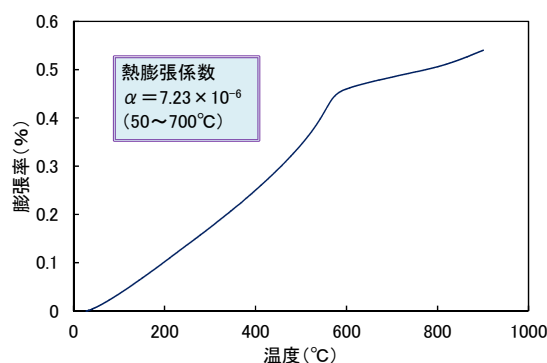


図 1 配合 No.3 試験陶土焼成体の熱膨張曲線

配合 No.3 試験陶土焼成体の X 線回折パターンを図 2 に示した。この図から、配合 No.3 試験陶土焼成体の結晶相は α-石英とムライトおよび微量の α-クリストバライトから構成されていることが明らかとなった。この結果から、焼成体結晶相の構成は微量の α-クリストバライトを含有するものの、図 1 に示した焼成体の熱膨張曲線に現れるような異常膨張を示す量ではなく、通常の磁器とほぼ同じ結晶相の構成になっていることが明らかとなった。

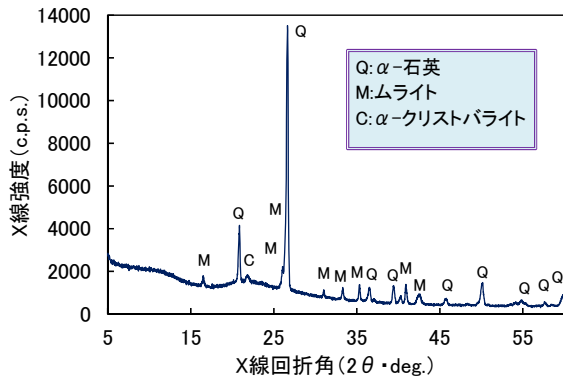


図2 配合 No.3 試験陶土焼成体の X 線回折パターン。



図4-a 配合 No.3 試験陶土を使用し試作した壺(錦付)。

3.3 上絵適合試験

配合 No.3 試験陶土を本焼成した素地に有田焼の代表的な 4 色の無鉛上絵具を絵付けし、上絵焼成した試験体の写真を図 4 に示した。この写真から、配合 No.3 試験陶土を本焼成した素地に対し、無鉛上絵具は天草陶土から作製した磁器と同様な発色を呈し、貫入等の欠陥も生じないことが明らかとなった。



図4-b 配合 No.3 試験陶土を使用し試作した鉢(染付)。

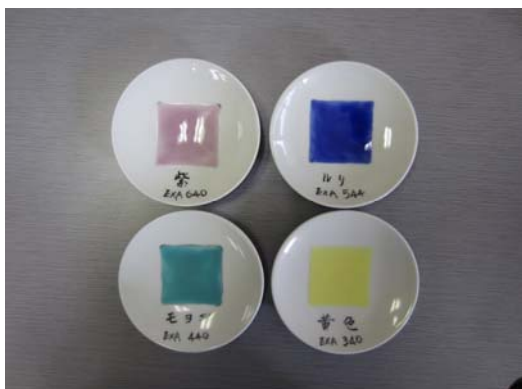


図3 配合 No.3 試験陶土における上絵適合試験

3.4 試作品の作製

図 4-a および図 4-b に配合 No.3 試験陶土を使用し、通常の有田焼製造方法で作製した 22.0cm (h) × 12.0cm (φ) の大きさの上絵付け(錦付)した壺と 8.8cm (h) × 27.5cm (φ) の大きさの下絵絵付け(染付)した鉢の試作品を示した。この図から、試作した壺および鉢は素地に変形を加えても、通常の有田焼製造方法で作製できることが明らかとなった。

4. まとめ

泉山陶土 55mass%、枝下木節水簾粘土 20mass%及び珪石粉砕物 25mass%配合した No.3 ロクロ成形細工用配合陶土は、ロクロ成形後成形体に変形を加えた細工素地においても乾燥時における割れ等の欠点は発生しないことが明らかになった。また、現行の有田焼製造プロセスで製造が可能で、曲げ強度、熱膨張係数及び磁器の構成結晶相等の物性も天草陶土から作製された磁器と同様であることが明らかとなった。さらに、上絵も通常の上絵製造方法で問題なく加飾できることが明らかとなった。

泉山陶石から調整された泉山陶土を主原料とし、粘土原料および珪石原料を配合することで、現行の有田焼磁器製品製造プロセスで製造することができるロクロ成形細工用陶土を開発することができた。

参考文献

- 1) 吉田秀治, 蒲地伸明, 寺崎信, 佐賀県窯業技術センター平成 23 年度研究報告書, 24-26 (2012)