

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、寺崎 信

前年度開発した泉山陶土を主原料とした配合陶土¹⁾を用い、鑄込み成形用泥漿の調製条件を解膠剤の種類、解膠剤の添加量および水分添加量について泥漿粘度を測定して最適な泥漿調製条件を検討した。その結果、良好な泥漿を調製するための解膠剤の種類、解膠剤の添加量及び水分添加量を決定することができた。また、圧力鑄込み成形方法により碗および皿を成形して成形性を検証した結果、通常通りに成形できることを確認した。

1. はじめに

泉山陶石を原料として使用した陶土において、鑄込み成形時に調製する泥漿は、泉山陶石に含有されている硫化鉄等の影響で天草陶土と同じ調製条件では良好に調製することができないことが知られている。

そこで本研究では、前年度開発した配合陶土を用い、鑄込み成形に用いる泥漿の調製条件を解膠剤の種類、解膠剤の添加量および水分添加量を泥漿粘度を測定して最適な泥漿調製条件の検討を目的として行った。また、得られた最適泥漿条件により泥漿調製を行い、圧力鑄込み成形法で碗(小型と大型)および皿(小型と大型)の成形を試み成形性を検証した。

2. 実験方法

2.1 試験泥漿の調製

試験泥漿は、泉山配合陶土に解膠剤としてケイ酸ナトリウム(和光純薬(株)製)、ディーフ(太平窯業薬品(株)製)およびA-6012(アロン化成(株)製)を1種または2種を混合して所定の量添加し、それに水を所定量加えてミキサーにより混合後、静置・脱泡させて調製した。

2.2 泥漿粘度の測定

調製した泥漿を24時間静置した後、攪拌機により5分間攪拌し、ただちにB型粘度計(東機産業(株)社製DVH-BII型)により粘度の測定を行って測定開始から3分後の粘度を泥漿粘度とした。

2.3 解膠剤添加量の検討

泥漿調製時に解膠剤としてケイ酸ナトリウム、ディーフお

よびA-6012を1種または2種を混合して所定の量添加し、含水率26 mass%に調製した泥漿の粘度を測定して最も解膠状態が良好である添加量を検討した。

2.4 泥漿安定性の検討

調製した泥漿を1日、2日、3日、1週間、2週間、3週間および4週間毎に泥漿の粘度を測定して、その粘度変化により泥漿安定性を検討した。

2.5 泥漿含水率の検討

2.4で得られた結果から最適な解膠剤を適量添加し、泥漿含水量を変化させて調製した泥漿の粘度を測定して泥漿含水量の検討を行った。

2.6 圧力鑄込み成形方法における検証

圧力鑄込み成形方法における検証は、得られた最適な鑄込み泥漿調製条件で調製した泥漿を用い、圧力鑄込み成形機によって鑄込み圧力2kg/cm²の鑄込み成形圧力で行った。試験成形体は、図1から図4に示した碗(小型と大型)および皿(小型と大型)とした。

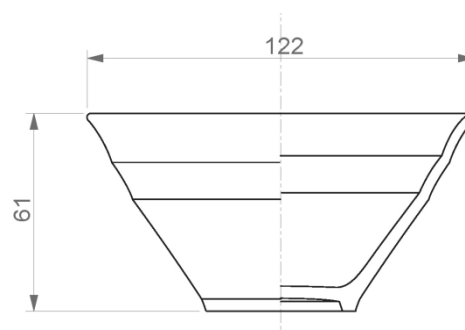


図1 試験体(碗(小))の形状および寸法。

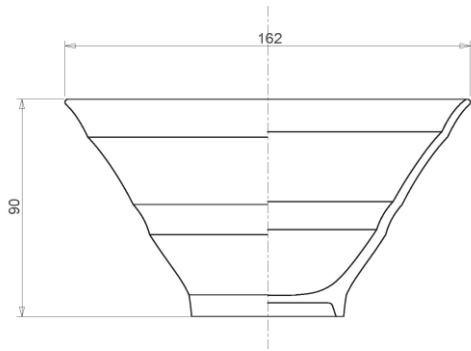


図2 試験体(碗(大))の形状および寸法

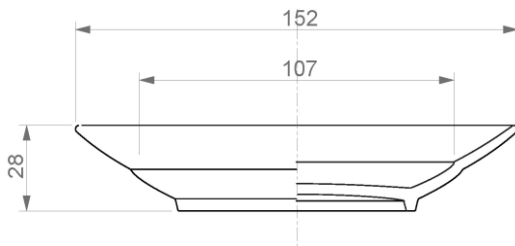


図3 試験体(皿(小))の形状および寸法

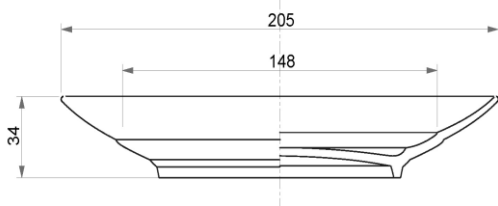


図4 試験体(皿(大))の形状および寸法

3. 結果と考察

3.1 解膠剤の種類と添加量

泉山配合陶土に解膠剤としてケイ酸ナトリウム、ディーフおよび A-6012 を 1 種または 2 種を混合して所定の量添加し、含水率を 26 mass% に調製した泥漿の粘度曲線を 図 5 から 図 8 に示した。

3.1.1 ケイ酸ナトリウムの最適添加量

図 5 からケイ酸ナトリウムを解膠剤として添加した泥漿の粘度は、添加量が 0.175 mass% では 149 Pa・s の値を示したが 0.20 mass% 添加時には 6.18 Pa・s まで急激に低下した。その後、0.25 mass% まで徐々に粘度は低下しそれ以上の添加量では粘度は約 1 Pa・s の値でほぼ一定の値を示した。この結果から、ケイ酸ナトリウムの添加量は 0.20 mass% から 0.25 mass% が最適であると考えられる。

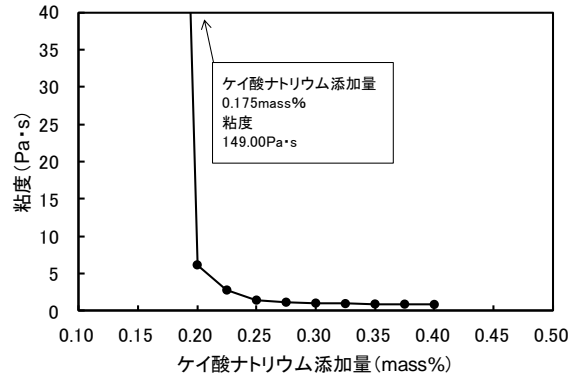


図5 ケイ酸ナトリウム添加量が泥漿粘度に及ぼす影響

3.1.2 ディーフの最適添加量

図 6 からディーフを解膠剤として添加した泥漿の粘度は、添加量が 0.125 mass% では 179 Pa・s の値を示したが 0.15 mass% 添加時には 3.83 Pa・s まで急激に低下した。その後、0.20 mass% まで徐々に粘度は低下しそれ以上の添加量では粘度は約 1 Pa・s の値でほぼ一定の値を示した。この結果から、ディーフの添加量は 0.15 mass% から 0.20 mass% が最適であると考えられる。

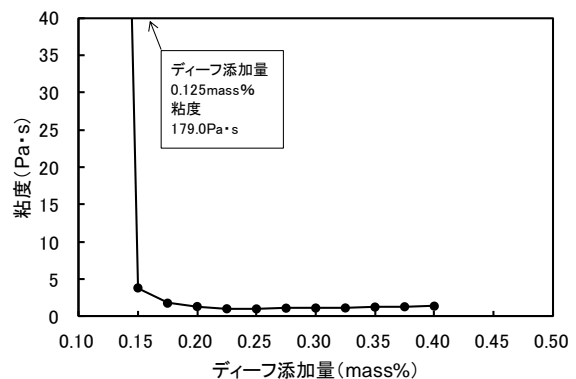


図6 ディーフ添加量が泥漿粘度に及ぼす影響

3.1.3 A-6012 の最適添加量

図 7 から A-6012 を解膠剤として添加した泥漿の粘度は、添加量が 0.225 mass% では 167 Pa・s の値を示したが 0.25 mass% 添加時には 3.97 Pa・s まで急激に低下した。その後、0.30 mass% まで徐々に粘度は低下しそれ以上の添加量では粘度は約 1 Pa・s の値でほぼ一定の値を示した。この結果から、A-6012 の添加量は 0.25 mass% から 0.30 mass% が最適であると考えられる。

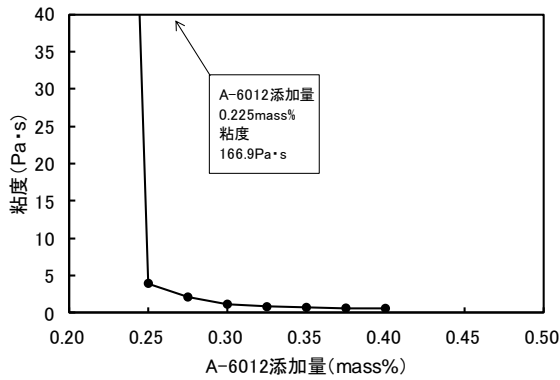


図7 A-6012 添加量が泥漿粘度に及ぼす影響.

3.1.4 ディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系

図8からディーフ:ケイ酸ナトリウム混合系を解膠剤として添加した泥漿の粘度は、添加量がディーフとケイ酸ナトリウム含量で0.15 mass%では6Pa·sの値を示したが0.25 mass%添加時には1 Pa·sまで徐々に低下した。その後、0.25 mass%以上の添加量では粘度は約1 Pa·sの値でほぼ一定の値を示した。この結果から、ディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系の添加量は0.15 mass%から0.25 mass%が最適であると考えられる。

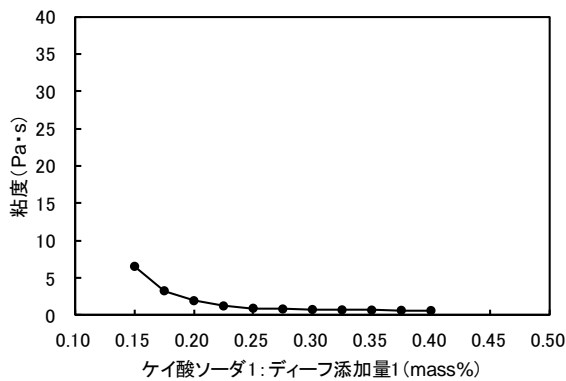


図8 ケイ酸ナトリウム1:ディーフ1混合系添加量が泥漿粘度に及ぼす影響.

3.2 鋳込み泥漿の安定性

3.1の結果で得られた各解膠剤の最適添加量で含水率を26mass%に調製した泥漿の経時における粘度の変化を図9から図12に示した。

3.2.1 ケイ酸ナトリウムで調製した泥漿の粘度の経時変化

図9に解膠剤としてケイ酸ナトリウムを添加し調製した泥漿の粘度の経時変化を示した。この図から、解膠剤としてケイ酸ナトリウム添加し調製した泥漿は、1日間経時すると泥漿粘度が7Pa·sから80Pa·sに上昇し、その後も徐々に増粘していくことが明らかとなった。これは、陶土中に含有されている硫化鉄等が泥漿中に溶解し硫酸イオン等が発生して陶土粒子が再凝集を起こしたためと考えられる。このことから、ケイ酸ナトリウムを解膠剤として泉山配合陶土に添加して調製した泥漿は、泥漿状態の経時的な安定性が不良と推察される。

漿の粘度の経時変化を示した。この図から、解膠剤としてケイ酸ナトリウム添加し調製した泥漿は、1日間経時すると泥漿粘度が7Pa·sから80Pa·sに上昇し、その後も徐々に増粘していくことが明らかとなった。これは、陶土中に含有されている硫化鉄等が泥漿中に溶解し硫酸イオン等が発生して陶土粒子が再凝集を起こしたためと考えられる。このことから、ケイ酸ナトリウムを解膠剤として泉山配合陶土に添加して調製した泥漿は、泥漿状態の経時的な安定性が不良と推察される。

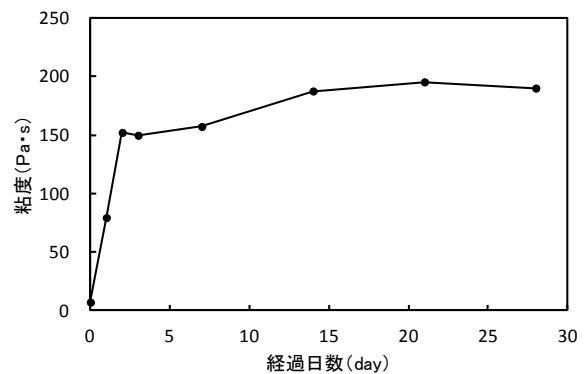


図9 ケイ酸ナトリウムを解膠剤として使用した泥漿の粘度の経時変化

3.2.2 ディーフで調製した泥漿の粘度の経時変化

図10に解膠剤としてディーフを添加し調製した泥漿の粘度の経時変化を示した。この図から、解膠剤としてディーフを添加して調製した泥漿は、泥漿調製時から4週間後まで粘度が1Pa·sから2Pa·s程度でほぼ一定の値を示した。このことから、ディーフを解膠剤として泉山配合陶土に添加して調製した泥漿は、泥漿状態が経時的に安定であると推察される。

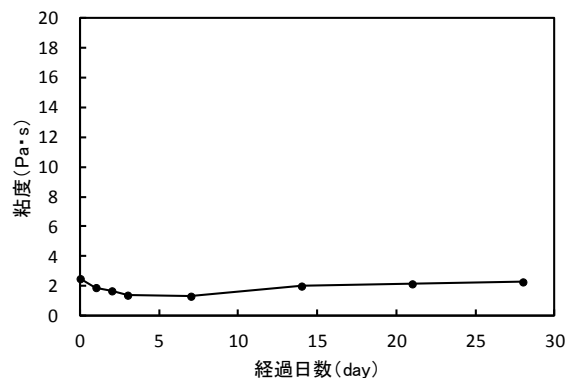


図10 ディーフを解膠剤として使用した泥漿の粘度の経時変化

3.2.3 A-6012 で調製した泥漿の粘度の経時変化

図 11 に解膠剤として A-6012 を添加し調製した泥漿の粘度の経時変化を示した。この図から、解膠剤として A-6012 を添加して調製した泥漿は、泥漿調製時から 4 週間後まで粘度が 3Pa・s から 4Pa・s 程度ではほぼ一定の値を維持した。このことから、ディーフを解膠剤として泉山配合陶土に添加して調製した泥漿は、泥漿状態が経時的に安定であると推察される。

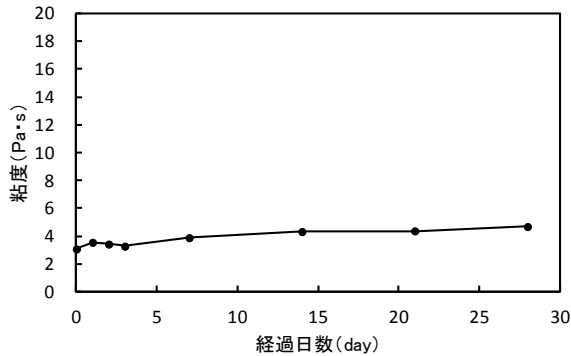


図 11 A-6012 解膠剤として使用した泥漿の粘度の経時変化。

3.2.4 ディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系で調製した泥漿の粘度の経時変化

図 12 に解膠剤としてディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系を添加し調製した泥漿の粘度の経時変化を示した。この図から、解膠剤としてディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系を添加して調製した泥漿は、泥漿調製時から 4 週間後まで粘度が 3Pa・s から 4Pa・s 程度ではほぼ一定の値を維持した。このことから、ディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系を解膠剤として泉山配合陶土に添加して調製した泥漿は、泥漿状態が経時的に安定であると推察される。

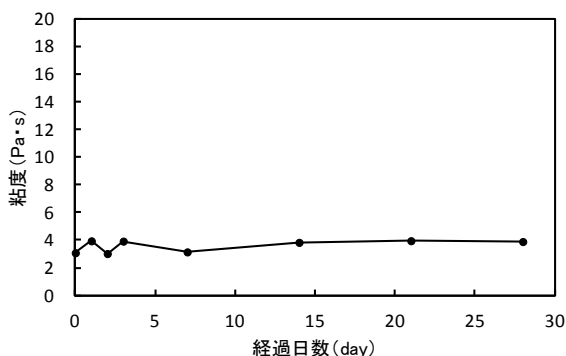


図 12 ディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系を解膠剤として使用した泥漿の粘度の経時変化。

3.3 鑄込み泥漿の含水率

図 13 から図 15 に解膠剤としてディーフ、A-6012 および ディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系を添加し含水率変化させ調製した泥漿の粘度の変化を示した。これらの図から、天草陶土泥漿の圧力鑄込み成形に用いられる一般的な泥漿粘度である 70Pa・s と同程度の泥漿にするためにはディーフおよび A-6012 では、含水率を 23mass% であることが明らかとなった。また、ディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系では、含水率を 22mass% であることが明らかとなった。これらの結果から、圧力鑄込み成形法において、成形体の歪みを小さくするために泥漿含水率は小さくすることが望まれることから、解膠剤としてディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系を添加し含水率を 22mass% として泥漿を調製することが最適であると推察される。

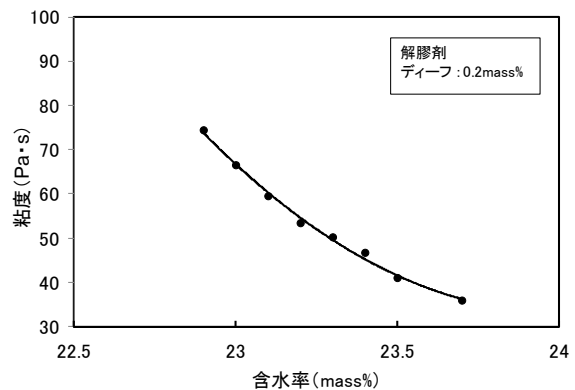


図 13 ディーフ解膠剤として使用した泥漿の含水率が粘度に及ぼす影響。

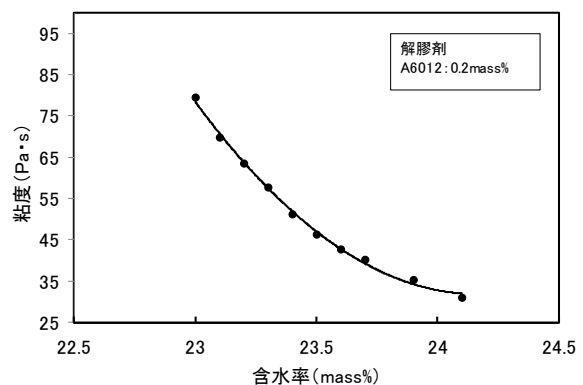


図 14 A-6012 ディーフ解膠剤として使用した泥漿の含水率が粘度に及ぼす影響。

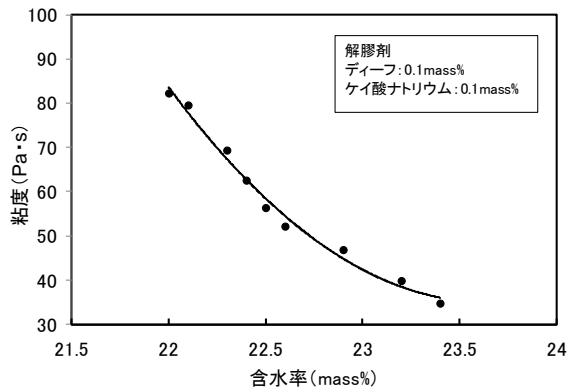


図 15 ケイ酸ナトリウムを解膠剤として使用した泥漿の含水率が粘度に及ぼす影響。



図 17 本焼き焼成した試験体の写真。

3.4 圧力鑄込み成形法による検証

解膠剤としてディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系を添加し含水率を 22mass%として調製した泥漿で圧力鑄込み法で成形を行い、素焼した成形体の写真を図 16 に示した。また、図 17 に素焼した成形体に施釉し本焼き焼成した試験体の写真を示した。図 16 に示したように、4 アイテム合計 120 個の成形体の成形を試みた結果、全て成形体が成形できた。また、図 17 に示したように、素焼試験体に施釉した後、本焼き焼成した試験品も良好であった。これらのことから、泉山配合陶土は、解膠剤としてディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系を添加し含水率を 22mass%として調製した泥漿を用いることで圧力鑄込み法による成形が可能であることが明らかとなった。



図 16 圧力鑄込み法で成形した試験体素焼の写真。

4. まとめ

泉山配合陶土で鑄込み泥漿を調製する際に、解膠剤として天草陶土で一般的に使用されているケイ酸ナトリウムのみを添加すると、泥漿の経時変化における泥漿安定性は不良となる。しかし、ディーフ、A-6012 およびディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系の解膠剤を使用すると泥漿の経時変化における泥漿安定性が良好となる。また、これら 3 種の解膠剤の中で圧力鑄込み成形用泥漿の含水率を最も小さくできる解膠剤は、ディーフ:ケイ酸ナトリウム(1:1)混合系の解膠剤であることが明らかとなった。

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).