

磁器素地の強度及び白色度の向上

荒木次夫 倉地辰幸 安井克幸 田中正洋

Improvement on Strength and Whiteness of Porcelain Bodies

Tsugio ARAKI, Tatsuyuki KURACHI, Katsuyuki YASUI and Masahiro TANAKA

磁器素地の高強度化を始めとする機械的特性等の改善について、平成6年度は素地の微粉碎化によって強度向上を図り、平成7年度は市販素地を用いて実証試験を行うとともに、微粉碎化に伴う鑄込み特性とその焼成性状について検討した。本年度は成形時に使用する硬化剤の石膏型への影響と原料調製による白色度及び強度向上を検討した。

素地を微粉碎すると乾燥強度の低下が起こって成形体が脆くなり、取り扱いに困難である。このため、有機硬化剤を使用することにより強度向上を図ったが、これによる石膏型への影響を調べるため、鑄込み型を用いて70回の実証試験を行い、鑄込性に影響がないことが判明した。微粉碎化に伴って、成形体の焼結温度低下から焼成時に変形が起こり易く、製品は強度が低下する。磁器の材質感を損なわず改善するためには、アルミナを10%添加するのが最も良い方法であった。

磁器原料である長石、珪砂、カオリン、粘土の内、長石より珪砂を多くすることで曲げ強さや白色度が向上し、粘土とカオリンでは1300℃焼成において、カオリンを用いた方が効果的であった。

1. 緒言

業務用、家庭用自動食器洗浄器の普及や高級化、高品質化志向が進み、飲食器等の強度に対する消費者ニーズが厳しくなっている。最近、陶磁器素地の高強度化を始めとする機械的特性及び鑄込み特性や白色度の向上が求められており、磁器素地の高強度化を図るため、原料粉碎、分級操作等によって素地の機械的強度を改善すると同時に、微粉碎に伴う鑄込み特性、焼成性状、使用する有機硬化剤の石膏型への影響、原料の違いによる白色度への影響等について調べた。

2. 実験方法

2.1 硬化剤添加による石膏型への影響

前年度の鑄込み試験で、坯土を微粉碎することによって乾燥強度が減少することが判明し、泥漿中に有機硬化剤(ヤマカ陶料製 C-3)を0.3%用いて強度向上を図った¹⁾。硬化剤添加の影響を調べるため、図1に示すような高さ60mm、上底28mm、下底50mmの階段状の鑄込み型に、硬化剤添加の泥漿と無添加の泥漿を、それぞれ10分間満たし、排泥後、20分間で脱型を行い、鑄込み回数70回の脱型試験を行って、着肉厚さ、脱型性等を調べた。

2.2 原料分析と白色度

採取した坯土の原料分析値と白色度との関係を調べるため、50×50×8mmの板状の試験体を鑄込成形し、無釉素地を1300℃で還元焼成したものを供試体として、三次元分光式変角色彩計(日本電色製 GC-Σ90)により測定を行っ

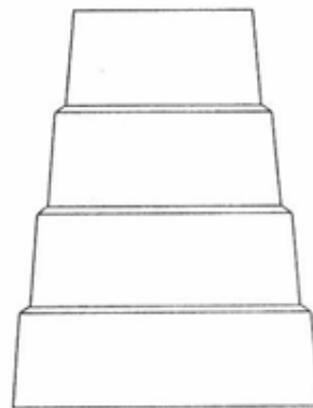


図1 鑄込み型の形状

た。

2.3 原料調製による焼成性状

原料の微粉碎化に伴って、焼成温度による曲げ強度の低下が起こる²⁾ため、微粉碎坯土に珪石を外割りで10、15、20%添加したもの、同じくカオリンを、10、15、20%添加したもの、カオリンと珪石を5、7.5、10%づつ添加したものと及びアルミナを10%添加した泥漿を調整し、長さ約75mm、直径約10mmの棒状の鑄込み試験体を成形した。曲げ強さは焼成温度1250、1275、1300、1325℃で酸化焼成したものを供試体として、スパン50mm、クロスヘッド速度0.5mm/minの条件で測定した。

表1 硬化剤添加による脱型試験

(単位: mm)

試料名 \ 鋳込回数	1回	10回	20回	30回	40回	50回	60回	70回
泥漿A (無添加)	2.53	2.47	2.36	2.44	2.49	2.57	2.53	2.69
泥漿B (0.3%添加)	2.52	2.43	2.35	2.51	2.58	2.63	2.52	2.63

*水分 38%

*水ガラス0.3%

表2 坏土の原料分析と白色度

(単位: wt%)

試料名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Ig・loss	白色度
坏土A	66.0	21.5	0.52	0.21	1.00	0.14	1.23	3.05	5.77	62.83
坏土B	67.5	21.5	0.47	0.26	0.31	0.59	0.72	2.81	5.33	67.96
坏土C	70.3	18.5	0.43	0.17	0.44	0.28	1.06	3.81	4.58	72.51
坏土D	69.6	18.7	0.41	0.15	0.70	0.09	1.72	3.72	4.43	71.06
坏土E	69.3	19.4	0.48	0.24	0.39	0.14	0.02	2.93	5.61	63.63
坏土F	33.0	57.0	0.37	0.18	0.18	0.08	0.84	2.95	4.94	71.55
白磁	71.7	17.4	0.15	0.06	0.40	0.12	1.30	3.70	4.63	81.18
天草立	72.0	17.6	0.35	0.09	0.23	0.40	0.80	3.03	5.04	77.74

表3 原料調製素地

(単位: g)

原料名 \ 試料名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
坏土	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
珪石	50	75	100				25	37.5	50	
ニュージーランド カオリン				50	75	100	25	37.5	50	
アルミナ (A-16)										50

*水分 37%

*水ガラス0.3%

2.4 原料置換による白色度と曲げ強さ

磁器素地の強度と白色度向上のため、磁器原料である長石、珪砂、粘土、カオリンの4種類の調合原料の内、長石と珪砂、粘土とカオリンの内、一部を置換した調合物で鋳込み試験体を成形し、焼成温度1250、1275、1300、1325℃で還元焼成、酸化焼成したものを供試体として、白色度と曲げ強さに与える影響を調べた。

3. 実験結果及び考察

3.1 脱型試験

表1に泥漿中に有機硬化剤(ヤマカ陶料製C-3)を0.3%添加したものと、無添加のものとの鋳込み試験の結果を示す。脱型回数、着肉厚さに変化はなく、石膏型への鋳込性に及ぼす影響がないことが判明した。

3.2 原料分析と白色度

表2に採取した坏土の原料分析値と白色度を測定したものを示す。測定結果から原料中の鉄、チタン成分の含有量が比較的少ない、白磁が最も白く、次に天草立てであった。

3.3 原料調製による曲げ強さの変化

表3、表4に原料調製による調合素地と焼成温度による

表4 焼成温度による曲げ強さの変化

測定項目 \ 試料名	曲げ強さ (MPa)			
	1250℃	1275℃	1300℃	1325℃
0	96.0	99.9	85.9	62.7
J	126.5	128.2	94.0	69.0
1	128.2	127.8	97.8	71.7
2	131.2	129.2	102.4	76.7
3	132.1	126.3	98.4	83.8
4	132.5	127.7	115.5	86.2
5	134.8	132.8	114.9	105.8
6	135.0	132.6	115.6	112.1
7	114.6	128.1	118.3	106.7
8	116.5	130.0	119.0	108.2
9	119.1	132.8	120.4	106.3
10	154.0	150.1	140.9	124.4

*0 粉碎前

*J 粉碎後

曲げ強さの結果を示す。ジェット粉碎した坏土は1275℃焼成で128MPaと最高の強度を示すが、一般的に使用されている1300℃焼成では素地の焼結温度が高過ぎるため94MPaと強度の低下が起こる。このため、磁器素地の透光性や焼

表5 原料置換による調合表

(単位: %)

調合原料 \ 試料名	No.1 1	No.1 2	No.1 3	No.1 4	No.1 5
インド長石	30	25	35	30	30
サラワク珪石	30	35	25	30	30
蛙目粘土	20	20	20	15	30
ニュージーランドカオリン	20	20	20	25	10

表6 原料置換による白色度と曲げ強さの変化

試料名 \ 測定項目	曲げ強さ (MPa)				白色度
	1250℃	1275℃	1300℃	1325℃	
No.1 1	112.2	121.3	112.5	106.5	68.33
No.1 2	122.8	119.4	110.4	105.5	68.23
No.1 3	111.1	115.4	107.6	103.4	67.77
No.1 4	115.4	122.2	123.1	110.6	70.03
No.1 5	117.9	122.3	110.6	105.0	64.80

* 白色度は1300℃焼成による測定値

表7 置換原料の化学分析

(単位: wt%)

試料名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	lg・loss
インド長石	66.6	18.4	0.09	0.02	0.23	0.01	2.85	11.0	0.29
サラワク珪砂	99.0	tr	0.02	0.05	tr	tr	0.02	0.02	0.32
蛙目粘土	48.9	33.9	1.19	0.57	0.19	0.28	0.11	1.36	12.90
ニュージーランドカオリン	49.5	35.8	0.25	0.06	0.07	0.10	0.09	tr	14.24

込性に影響を与えず強度向上を図ることを検討した結果、アルミナを10%添加するのが最も効果的であった。

3.4 原料置換による白色度と曲げ強さの変化

原料の一部を置換することによって、白色度と曲げ強さにどのような変化を及ぼすかを調べるため、長石30、珪砂30、粘土20、カオリン20%の調合割合の内、一部を部分的に置換した調合表を表5に、焼成した試験体の白色度と曲げ強さについての結果を表6に示す。また、使用原料の化学分析値を表7に示す。No.12 とNo.13 はインド長石とサラワク珪砂を置換した場合の結果であるが、若干、珪砂の多いほうが曲げ強さも白色度も向上する。No.14 とNo.15は蛙目粘土とニュージーランドカオリンを置換した場合の結果であるが、1300℃焼成における曲げ強さと白色度に関してはカオリンを用いた方が良好であった。これは、使用原料による分析値の結果、強度に関しては、蛙目粘土に比べてカオリンにシリカとアルミナ成分が多く、アルカリ成分が少ないのが影響していると思われる。また、白色度に関しても、蛙目粘土に比べて鉄、チタン成分が少ないのが要因ではないかと思われる。

また、原料を20μm以下100%、10μm以下80%に調製することで曲げ強さの向上と薄状泥漿での成形が可能となり、複雑な形状での脱型性や鑄込性の向上を図ることができる。しかし、微粉砕することにより成形体の乾燥強度が低下するが、硬化剤を添加することで粉砕前の素地強度と同等以上の乾燥強度を得ることができた。また、微粉砕素地は焼結が低い温度域から進行するため、これを高温域に

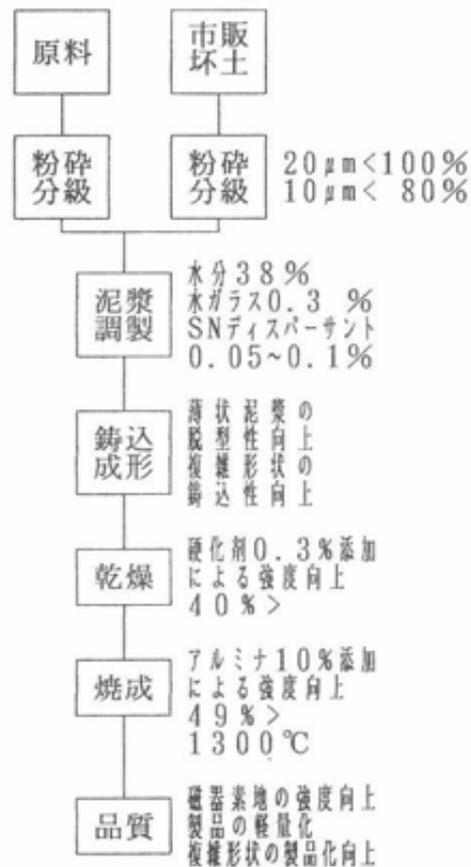


図2 鑄込製造管理工程

移行させるにはアルミナを添加するのが最良である。これらの製造工程を管理すること（図2）で高強度・高品質磁器製品の製造が可能となる。

4. 結 論

使用する硬化剤の石膏型への影響と原料調製による強度向上を検討した結果、次のことが判明した。

- (1) 乾燥強度を向上させるため、有機硬化剤を0.3%使用したが、鋳込み回数70回の脱型試験の結果、石膏型への鋳込性に及ぼす影響がないことが判明した。
- (2) 1275℃で焼成した場合の曲げ強さ128MPaと同等以上の曲げ強さを1300℃焼成で出すには、アルミナを10%添加

することで可能となった。

- (3) 原料置換では、インド長石よりサラワク珪砂を多くすることで曲げ強さや白色度が向上する。

蛙目粘土とニュージーランドカオリンを一部置換した場合、1300℃焼成においてはカオリンを用いた方が良好であった。

文 献

- 1) 荒木次夫, 倉地辰幸, 田中正洋, 愛知県瀬戸窯業技術センター報告, 25, 1-5 (1996)
- 2) 水野 修, 荒木次夫, 久野 徹, 愛知県瀬戸窯業技術センター報告, 24, 15-19 (1995)