

骨材の配合による高機能性磁器素地の開発

伊藤賢次^{*1} 浅井徹^{*2} 山田義和^{*1}

Development of Lightweight Reinforced Porcelain Body by Addition of Ceramics hollow Filler

Kenji ITO, Tohru ASAI and Yoshikazu YAMADA

Seto Ceramic Research Center, AITEC^{*1}

Technical Consulting Division, AITEC^{*2}

磁器素地中に形状、大きさの異なるシリカ、アルミナ骨材粒子を配合し、磁器の軽量化の効果について把握するとともに、混合、成形プロセスに関して検討した結果、磁器素地内に中空シリカ、アルミナを配合することにより、かさ密度の小さい軽量磁器素地を得ることができた。

また、微細な中空シリカを配合した磁器素地は、軽量化、高強度化に効果が顕著であったが、骨材の溶融温度が低く、ブローティングが生じやすく、強度の低下が生じた。

1. はじめに

学校給食用食器として広く普及しているポリカーボネート（PC）製食器からビスフェノールAが溶出することが指摘されている。ビスフェノールAは内分泌かく乱物質（環境ホルモン）の一種であり、人体への影響が懸念されていることから、陶磁器製食器が見直されつつある。^{1) - 2)}

しかし、陶磁器製学校給食用食器として使用されるアルミナ強化磁器は、機械的性質が優れているもののPC製食器と比較して、重い、熱が伝わりやすく熱い食物を入れた食器を持つ手が熱いといった欠点がある。

従来、陶磁器の軽量化に関して、シラスバールン、フライアッシュバールン等の無機中空体の配合、加熱分解する有機物の配合による研究が行われたものの、^{3) - 6)} 軽量化すると強度が低下することから、学校給食用食器への実用化はなされていない。

本研究では、磁器素地中に中空の球状骨材粒子あるいは異方性骨材粒子を配合することにより、軽量化で低熱伝導、高強度な陶磁器の開発を試みた。

2. 実験方法

2.1 基礎調査

基礎磁器素地は粘土-長石-珪石系の三成分磁器素地とした。粘土質原料は水簾木山蛭目粘土を使用し、長石及び珪石質原料は、それぞれインド長石、サラワク珪砂を使用した。

長石及び珪砂は、それぞれジルコニア質ボットミル、ボールにより湿式24時間粉砕後、目開き45 μ mの網ふるいを通して

粗粒を除いたものを使用した。調査は、粘土、長石、珪砂の配合重量比が、それぞれ40、30、30部となるように計量した。図1に使用原料の粒度分布を示す。

2.2 骨材の配合

骨材は、微粒中空シリカ2種（シラックスウ製、シラスバールンSFB-101、SFB-302）、中空アルミナ（太平洋ランダム製、BL）、微粒アルミナ（昭和電工製、AL-160SG-3）、硫酸アルミニウムを出発原料として乾式加熱合成した板状アルミ

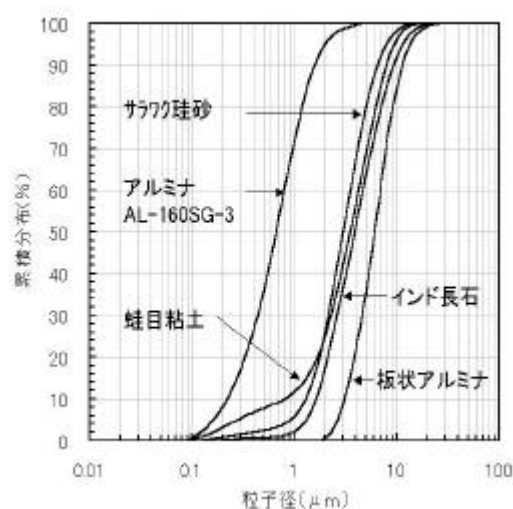


図1 使用原料の粒度分布

ナを使用した。中空アルミナのCCD顕微鏡像を写真1、写真2に、微粒アルミナおよび板状アルミナのSEM観察像をそれぞれ

^{*1} 瀬戸窯業技術センター開発技術室 ^{*2} 技術支援部機械電子室

れ写真3、写真4 に示す。また、表1 にそれぞれの特性を示す。中空アルミナは中空シリカ粒子と比較して粒子径が大きく、写真2 のような殻ご空孔を持った粒子や異形粒子を含んでいた。一方、合成した板状アルミナ粒子は、微粒アルミナ粒子と比較して粗大であるが、整った六角板状の形状をしていた。

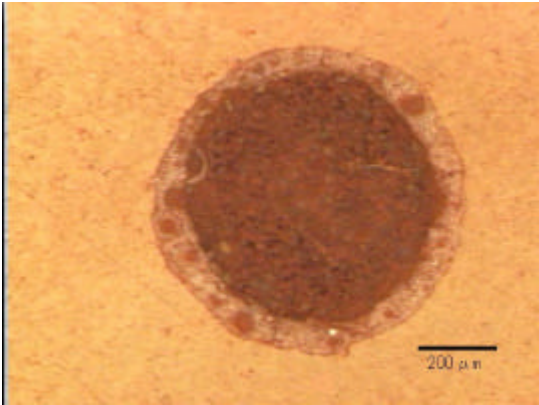


写真1 中空アルミナ (BL、球状断面)

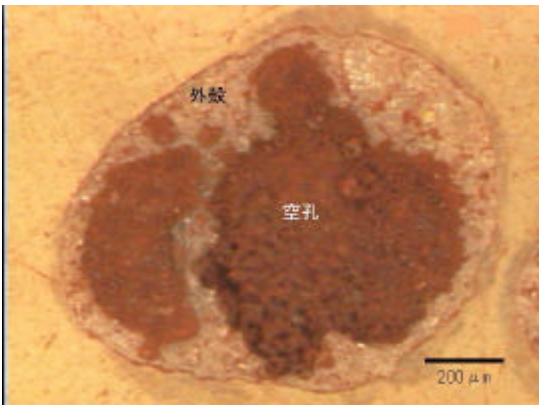


写真2 中空アルミナ (BL、異形断面)

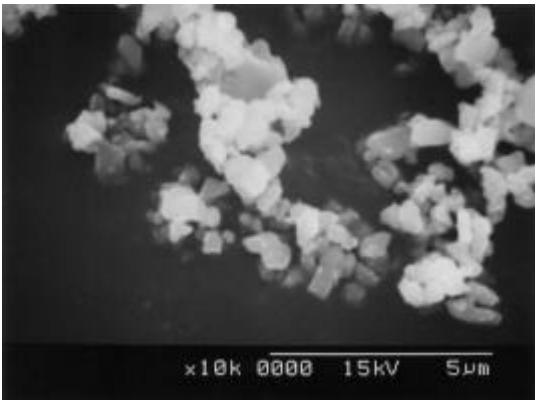


写真3 微粒アルミナ (AL-160SG-3)

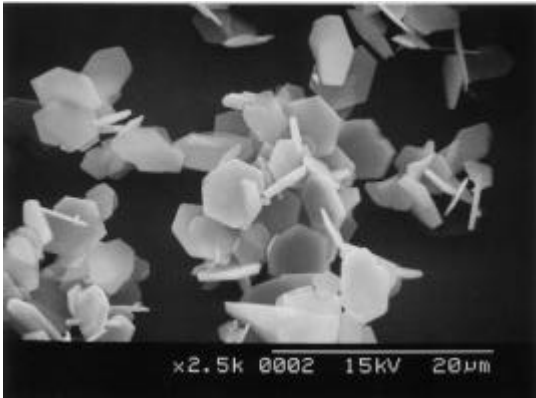


写真4 板状アルミナ (合成物)

表1 使用骨材の特性

試料名	外観	粒子密度 (g/cm ³)	平均粒径 (μm)	軟化開始 温度 (°C)
AL-160SG-3	白色	3.92	0.6	1700 以上
板状アルミナ	白色	3.9	6.2	1700 以上
BL	白色	1.5	300	1700 以上
SFB-101	淡黄色	0.6~0.8	10	900~1000
SFB-302	淡黄色	0.6~0.8	37	900~1000

表2 調合

調合	粘土質 原料	長石質 原料	珪石質 原料	アルミナ
F	蛙目粘土 /40	インド 長石/30	サラワク 珪砂/30	AL-160SG-3 /25
AP	蛙目粘土 /40	インド 長石/30	サラワク 珪砂/30	板状アルミ ナ/25
AB	蛙目粘土 /40	インド 長石/30	サラワク 珪砂/30	BL /25
SB1	蛙目粘土 /40	インド 長石/30	SFB-302 /30	AL-160SG-3 /25
SB2	蛙目粘土 /40	インド 長石/30	SFB-101 /30	AL-160SG-3 /25

原料名/重量比 (アルミナの重量比は粘土、長石、珪石質原料の合計量に対して)

中空シリカにおいては、基礎磁器調合中の珪砂を中空シリカに置換し、粘土、長石、シリカの合計重量 75 部に対して微粒アルミナを 25 部加えて、ホモジナイザーで 15 分攪拌、混合した。また、中空アルミナ、板状アルミナにおいては、粘土、長石、珪石の合計重量 75 部に対して、それぞれ中空アルミナ 25 部、板状アルミナ 25 部を加えて、ホモジナイザー中で 15 分攪拌して混合した。表2 に調合を示す。また、調合物重量 100 部に対して、水 21 部、水ガラス固形分 0.3 部を加えて、スラリー調製を行った。

2.3 焼込成形

磁器素地スラリーを JCRS 203 (食器用強化磁器の曲げ強さ試験方法) に規定する石膏型に流し込み、10.1×5.4×82.4mm

の矩形状試験片を作製した。

2.4 焼成

試験片を100℃で乾燥後、電気炉を使用して、大気雰囲気中、200℃/hの昇温速度で所定温度まで加熱して、所定温度で30分保持した後、自然降温して焼成試験片を得た。

2.5 評価

焼成試験片の長さ及び焼成後の試験片の長さから焼成

収縮率を算出し、JIS R 2205（耐火れんがの見掛け気孔率・吸水率・比重の測定方法）により、かさ密度を測定した。

また、焼成試験片の曲げ強さを、JCRS 203（食器用強化磁器の曲げ強さ試験方法）により求めた。なお、試験片はすべて5個として、平均値を算出した。焼成試験片の焼成収縮率を図2、かさ密度を図3、曲げ強さを図4に示す。

3. 結果と考察

3.1 アルミナ調合試験片

焼成試験片の色調は、微粒アルミナ調合及び板状アルミナ調合試験片が白色、中空アルミナ調合試験片は灰色を呈した。

中空アルミナ調合試験片ABには、写真5に見られるように多くの亀裂状の空孔が観察され、表面は溶化していた。このことは、中空アルミナが粗大であり、ガラス相との反応性が低く、相対的にガラス相が高アルカリ組成となっているため、過焼成となり、ブローティングによる空孔が生じていることが、焼成収縮率の測定結果が小さいことから推測される。しかし、アルミナ中空粒子は難反応性であるため、1250℃焼成時においても、粒子形状の変形は認められなかった。

一方、板状アルミナ配合試験片では、1250℃焼成試験片で、かさ密度2.47g/cm³、曲げ強さ162MPaであった。微粒アルミナ調合試験片より高強度を示したのは、板状アルミナの配向効果のためと考えられる。

3.2 シリカ調合試験片

焼成試験片の色調は、シリカバレーンが鉄分を含むことから、灰色を呈した。1100℃まで中空シリカ配合試験片SB1、SB2では、焼成収縮率が大きく、1150℃以上ではブローティングにより膨張が生じた。試料SB1、1100℃焼成試験片では、写真6に見られるように、無定形シリカの溶融により、中空球の収縮が生じている。焼成温度が1250℃では、写真7に示すように、溶融シリカのブローティングにより、かさ密度の小さい素地が得られるが、曲げ強さは小さい値を示した。

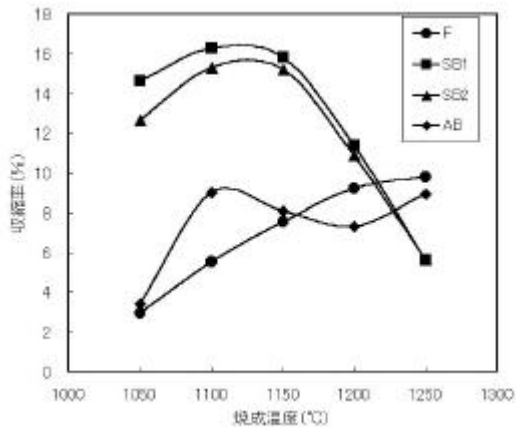


図2 焼成収縮率

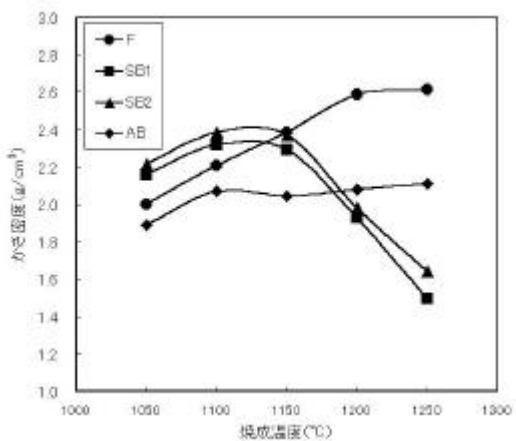


図3 かさ密度

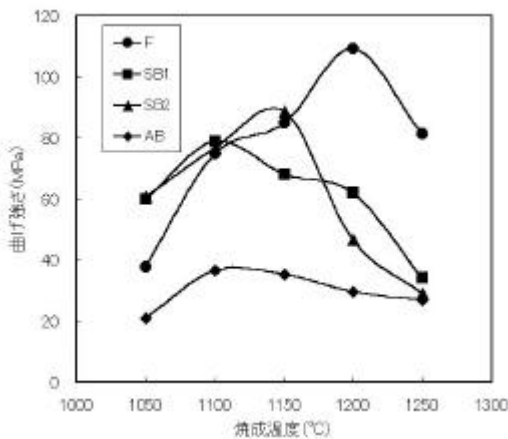


図4 曲げ強さ

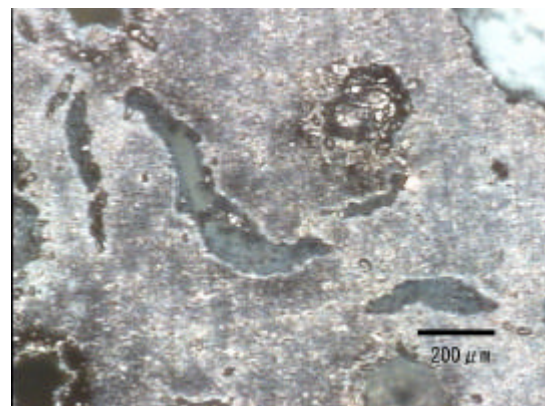


写真5 中空アルミナ調合試験片の微構造 (AB, 1250℃)

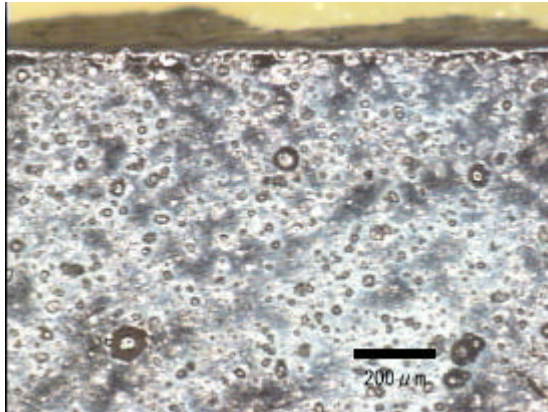


写真6 中空シリカ調合試験片の微構造 (SB1、1100°C)

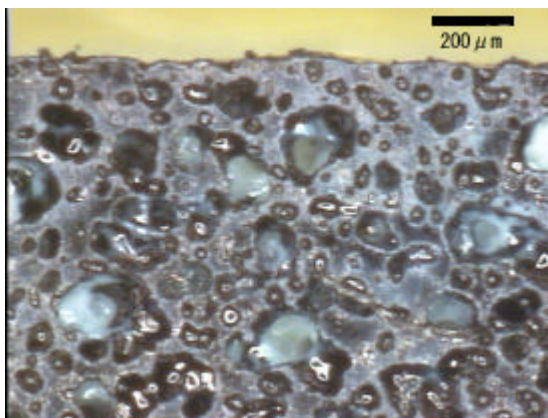


写真7 中空シリカ調合試験片の微構造 (SB1、1250°C)

4. 結 論

- (1) 磁器素地内に中空アルミナを配合することにより、かさ密度の小さい軽量磁器素地を得ることができた。しかし、実験に使用した中空アルミナは、粗大であり微粒中空シリカと比較して、高強度化の効果は小さい。
- (2) 板状アルミナの配合は、シリカバルーンと比較して軽量化の効果はないものの、高強度化に効果が現れた。
- (3) より微細な中空シリカを配合することによって、軽量化、高強度化が可能であるが、シラスバルーンであるため溶融温度が低く、ブローティングが生じやすい。

文 献

- 1) 寺本明子, 白鳥憲行, 食品衛生研究, 50 [12], 43-50 (2000) .
- 2) “学校給食におけるポリカーボネート製食器の使用状況について”, 文部省ニュース (1999) .
- 3) 袖山研一, 目義雄, 神野好孝, 浜石和人, 日本セラミックス協会論文誌, 106 [3], 333-38 (1998) .
- 4) 宮代雅夫, 黄瀬栄蔵, 川口雄司, 横井川正美, 滋賀県工業技術センター 信楽窯業技術試験場 業務報告, 9-25 (1996) .
- 5) 小林雄一, 加藤悦朗, 日本セラミックス協会論文誌, 106 [9], 938-41 (1998) .
- 6) 川澄一司, 滋賀県工業技術センター 信楽窯業技術試験場 業務報告, 17-29 (1995) .