

# 微粒シラスバルーンを用いた高級軽量セラミック製品の製造技術

デザイン・工芸部 ○桑原田聡，寺尾剛

素材開発部 袖山研一

国分電機(株) 吉田亮一

## 1. はじめに

南九州に広く分布するガラス質火山砕屑物はシラスまたは白土と呼ばれ、これらを急速加熱することで発泡し、シラスバルーン(SB)と呼ばれる中空体となる。当センターでは、これら SB の合成および微細化の製造技術について研究を行い平均粒径  $20 \mu\text{m}$  以下、かさ密度  $0.5(10^3\text{kg/m}^3)$  以下の微粒シラスバルーン(FSB)の開発に成功している<sup>1)</sup>。SB は、断熱性、耐火性、防音性に優れた建築資材、ろ過助剤、塗料、紙粘土等へ利用されているが、微細化することにより高強度化が可能となり付加価値の高い新用途への展開が期待できる。そこで、今回は微粒シラスバルーンを気孔形成材とした軽量陶磁器の作製を行い、焼成体について気孔率、強度等の検討を行ったので報告する。

## 2. 実験方法

### 2.1 試料

陶磁器原料と FSB (陶磁器原料に対し 20, 30mass %) に 35 ~ 40mass%の水と解膠剤として 0.3mass%の水ガラスを加え、石膏型を用いたスリップキャスト法により成形体を作製し陶磁器素地とした。成形体は  $110^\circ\text{C}$  で乾燥し、超高速昇温電気炉 (アドバンテック製 KSH-2) を用いて、 $1.5^\circ\text{C}/\text{min}$  で昇温し  $1100 \sim 1300^\circ\text{C}$  で 50min 保持した後自然冷却した。また市販の SB (平均粒径  $37.5 \mu\text{m}$ ) を陶磁器原料に対し 20mass%加えて、同様に陶磁器素地を作製した。陶磁器原料としては、市販の福島釉薬製上仁清粘土を室温乾燥後、らいかい機で解砕し 100 メッシュのふるいを通した粉体 (平均粒径  $5.23 \mu\text{m}$ ) を用いた。FSB は微粉碎シラスを  $1000^\circ\text{C}$  の焼成温度で急速加熱発泡させて合成した。FSB の平均粒径は  $9.90 \mu\text{m}$  であった。表 1 に FSB, SB, 陶磁器原料の化学組成を示す。

### 2.2 収縮率および見掛気孔率

成形体の熱膨張収縮はリガク製, thermo plus システムを用いて、室温から  $1250^\circ\text{C}$  まで  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  の昇温速度で測定を行った。また焼成体の見掛気孔率は、JIS R2205 に準じて測定を行った。

### 2.3 曲げ強度

焼成体を  $3 \times 4 \times 50\text{mm}$  の直方体に研削し、荷重面を # 600 で研磨し、3点曲げ法により強度の測定を行った。装置は島津製作所製オートグラフ AG-10TA を用いて、スパン間 30mm, 加圧速度  $0.5\text{mm}/\text{min}$  の条件で行った。

表 1. 陶磁器原料およびシラスバルーンの化学組成

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Ig.loss
陶磁器原料	56.8	28.0	1.4	0.7	0.3	0.5	0.5	1.5	8.8
FSB	72.8	13.3	1.7	0.3	1.8	0.5	3.0	2.6	2.0
SB	72.4	13.0	1.8	0.3	1.5	0.4	3.4	2.9	2.1

## 2. 4 熱伝導率

焼成体をφ 10 × 3mm に研削後、# 180 の SiC 研磨紙で研磨し熱伝導率測定試料とした。測定には真空理工製、全自動レーザーフラッシュ法熱定数測定装置 TC-700 型を用い大気中、室温で測定した。また熱膨張率λは次式より算出した。

$$\lambda = \alpha \cdot C \cdot \rho$$

α：熱拡散率， C：比熱容量， ρ：密度

## 3. 結果と考察

### 3. 1 収縮率および気孔率

図 1 に成型体の収縮率を示す。陶磁器素地のみでは次の 3 段階の収縮を示す。1) 500 ～ 600 °C でカオリン鉱物の構造水の脱離， 2) 950 °C 付近でのメタカオリン格子の崩壊による Al-Si スピネル生成と SiO<sub>2</sub> の遊離， 3) 1100 °C 付近からのムライトの生成である<sup>2)</sup>。また FSB を添加した素地では，約 900 °C 付近からの収縮が非常に大きくなっていることから FSB が軟化し始めることによる収縮と考えられる<sup>3)</sup>。

次に焼成体の見掛気孔率を図 2 に示す。FSB の軟化温度が約 900 °C 前後であることから，焼成温度が高くなるにしたがって FSB に起因する気孔が減少している。この傾向は 1150 °C 以上でより顕著となり約 1200 °C 以降では添加していない試料より見掛気孔率が低くなり素地の焼結が促進されている。

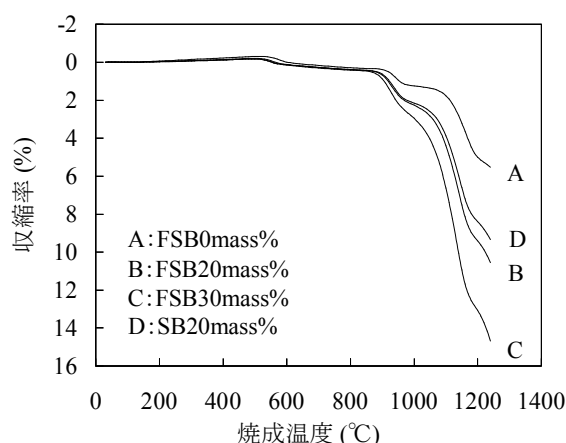


図1. 成型体の収縮率

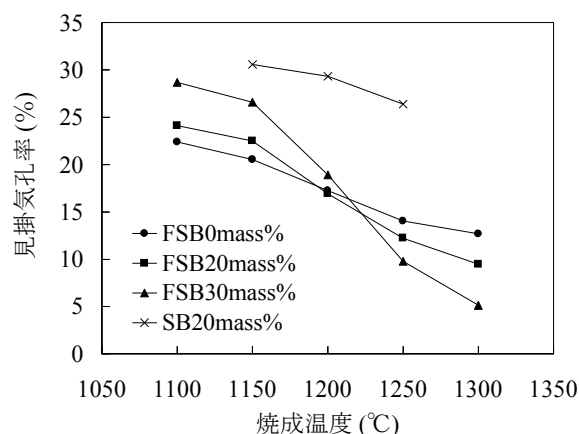


図2. 焼成温度と見掛気孔率

### 3. 2 曲げ強度

焼成体の曲げ強度測定結果を図 3 に示す。FSB の添加量による強度への大きな影響はみられなかったが，粒径の大きな SB では，約 50% の強度の低下がみられた。また FSB を添加した試料では 1200 °C 以下の焼成温度において，気孔率が高いにもかかわらず強度も高いことが分かった。この理由として，陶磁器素地のみでは，1100 °C 付近から焼結が始まるのに対し FSB を添加した素地は，FSB が 900 °C 付近から軟化することによって，低い温度で焼結が促進されることが考えられる。

### 3. 3 熱伝導率

図 4 に熱伝導率の測定結果を示す。このときの結果から熱伝導率は素地の気孔率に影響される。FSB，SB を添加した気孔率の高い試料が低熱伝導率性を示し，焼成温度が高くなると気孔率が減少することから熱伝導率は高くなった。また FSB20mass% と 30mass% では，熱伝導率に大きな差はみられなかった。

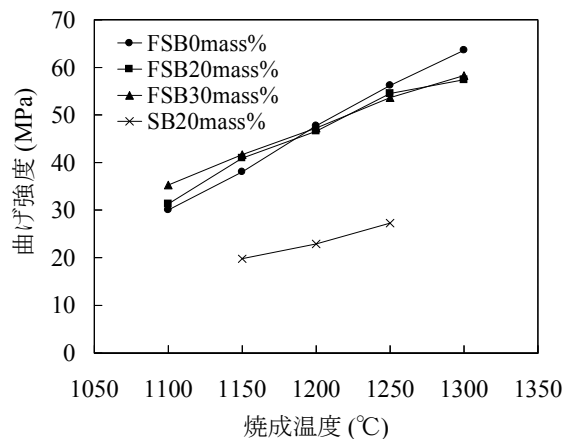


図3. 焼成温度と曲げ強度

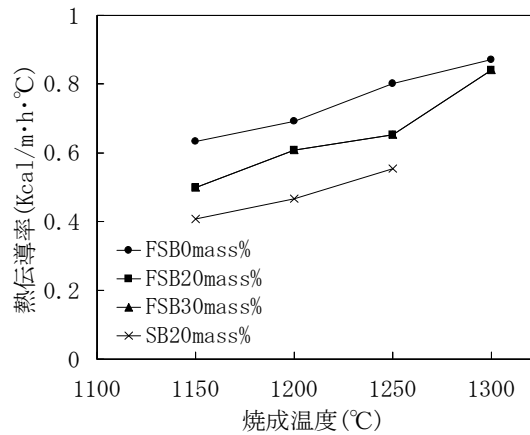


図4. 焼成温度と熱伝導率

#### 4. おわりに

FSB, SB を気孔形成材とした軽量陶磁器の作製を行い、微粒シラスバルーンの添加量と焼成温度について検討を行った。陶磁器原料に FSB を 20 ~ 30mass%加えることで、強度を低下させることなく高気孔率化が可能となった。このことにより陶磁器素地の軽量化、低熱伝導率化が図れた。また、以上の最適条件を基に照明器具（ダウンライト）への応用を計り通常のアルミ製品より断熱効果の高い結果を得た。

#### 参考文献

- 1) 袖山研一，他：粉体および粉末冶金，42, 1128-35(1995)
- 2) 日本粘土学会編，粘土ハンドブック 第二版，技報堂出版(1987) pp.844-46
- 3) 袖山研一，他：J. Ceram. Soc. Japan, 106, 333-338(1998)