

超微粒シラスバルーンの製造

窯業部 ○袖山 研一・神野 好孝

1. はじめに

無機質中空フィラーは図1のように、シラス、真珠岩、黒曜岩等の天然原料、あるいはホウケイ酸ソーダ、アルミナ等の人工原料から製造される。

これらの中空フィラーは、軽量性のみならず断熱性、耐熱性、吸音性に優れており、チクソトロピー性（塗料などのタレ防止）やマシナブル性（釘打ち、切削加工性）、耐衝撃性付与にも優れ、機能性フィラーとして付加価値の高い素材である²⁾。

シラスバルーンとは、南九州地方で“シラス”と呼ばれている火山ガラス質堆積物（北海道、東北、南九州地方に大量に賦存し、その量は約2千億トンと推定されている）を約1000℃で加熱し発泡させたものである。

シラスバルーンの大きさは約20～600 μm で低価格（kg当たり100円台前半）、不燃性低かさ密度、高融点、低熱伝導率、低誘電率、無害、有毒ガスの発生が無いなどの特徴を持つ³⁾。

最近では、600～3000 μm の粗粒のシラスバルーンも生産されるようになった。用途には、コンクリート建材、塗料、樹脂系建材、自動車用部材、紙粘土、爆薬等がある。

シラスバルーンは、国内7企業で生産され、各社で粒度の異なる多種類のシラスバルーンが販売され、年々増産傾向にある。その総生産量は約2万トン/年と言われ、JISで規定されているパーライトの生産量の約1/10に達していることから（図2参照）、現在、シラスバルーンについて新規なJIS規格の制定が検討されている。

そこで、鹿児島県工業技術センターでは、シラスバルーンの高付加価値化による新規需要開拓を図るため、産官学共同研究体制で地域技術おこし研究開発事業（平成3～4年度国補事業）に取り組み、シラスバルーンの超微粒化について検討した⁴⁾⁵⁾。

2. 超微粒シラスバルーンの開発

図3に示されるように、市販のシラスバルーンにおいては、平均粒径20 μm 以下で、且つ固めかさ密度0.45 g/cm³以下のものは販売されていない。

また、ガラスバルーン業界でもその範囲のバルーンは販売されていないことから、超微粒シラスバルーンの開発目標を平均粒径20 μm 以下で、且つ固めかさ密度0.45 g/cm³以下とした。

2.1 バルーンの物性評価

バルーンの物性評価としては、固めかさ密度、平均粒径、白色度、水浮揚率の測定と電子顕微鏡

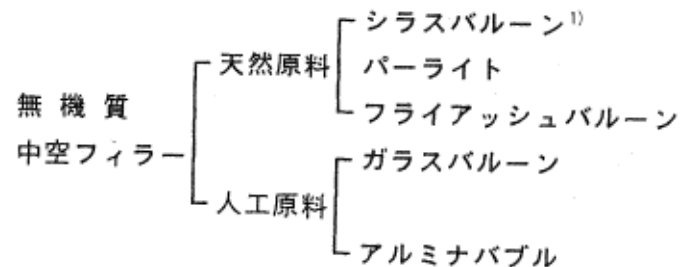


図1 無機質中空フィラーの分類

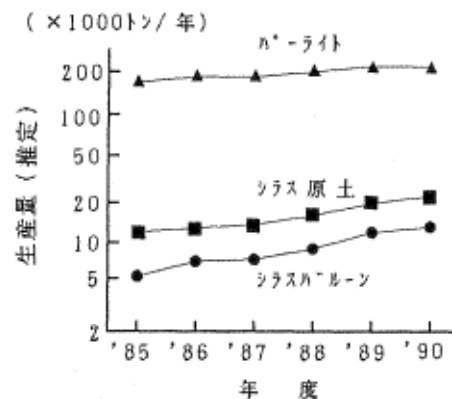


図2 シラスバルーン生産量の推移⁶⁾

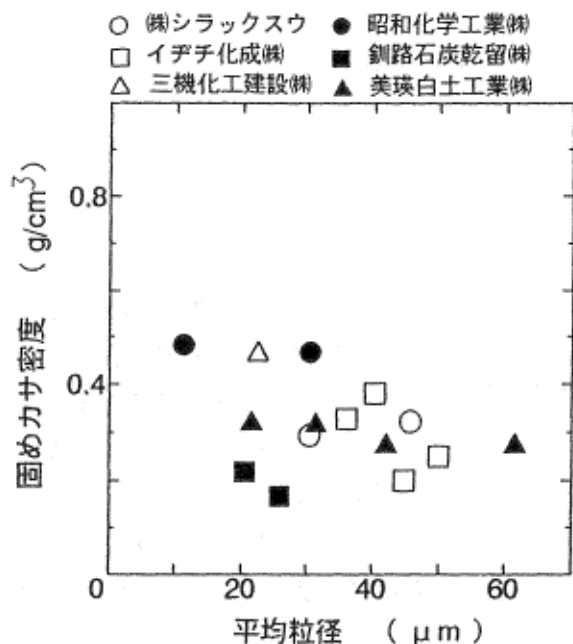


図3 市販シラスバルーン平均粒径と固めかさ密度



図4 シラスバルーン原料の分布と出荷業者

観察を行った。

2. 2 シラスバルーン原料の産状

図4に、シラスバルーン原料である火山ガラス質堆積物の分布と出荷業者を示す。

粒度は、企業から提供された原鉱を測定した結果、美瑛白土が平均粒径 $10\mu\text{m}$ 以下、福島白土と吉田シラスが 20 数 μm 、加久藤シラスが $100\mu\text{m}$ 以上であった。

2. 3 超微粒シラスバルーン原料の調整

各シラスバルーン原料は、賦存量、ガラス質含有量、粒度、地質年代、凝集性、表土層、地理的条件などが異なり、工業的にシラスバルーン原料として使用する場合には、それぞれ異なる処理法が必要となる⁷⁾⁸⁾。

超微粒シラスバルーンの原料製造においては、バルーン化の障害になる粉碎物の粒子相互の凝集や装置への付着等を避けるために、全て乾式で処理を行った。

装置は、中央化工機(株)製2筒式連続振動ミルBMC-15型および日本ニューマチック工業(株)製ジェット気流粉碎分級装置IDS-2型(以下ジェットミルと呼ぶ)、安川商事(株)製遠心風力式気流分級装置YM-マイクロカットYACA-132HL型を用いた。

原料に応じて処理法を変え、粉碎・分級処理と共に、必要に応じてフルイ分け、選鉱を行い、平均粒径 $15\mu\text{m}$ 以下の超微粒シラスバルーン原料を製造した。

ここで、福島白土は丸中白土(株)で販売されているシルトF、シルトFS-Uを用い、美瑛白土は原鉱を乾燥後、ジェットミル粉碎したものをを用いた。

2. 4 焼成温度

超微粒シラスバルーンの製造実験には、北開試式小型熱媒体流動炉を用いた。流動炉は、通常の加熱焼成方法と異なり、高温の熱媒体層中を短時間に通過させる焼成炉である。このため流動層の温度がバルーンの収率や物性に最も影響を及ぼすので、焼成温度の影響を調べた。

焼成温度は原料の性状に応じて最高温度 960°C ~ 1150°C まで変化させた。吉田シラス、加久藤シラス、新城シラスにおける焼成温度と固めかさ密度、平均粒径の関係を図5、図6に示す。

固めカサ密度は、吉田シラスの場合は、1000℃付近で0.26 g/cm³、加久藤シラスは1070℃付近で0.44 g/cm³と最も小さくなり、平均粒径もその温度付近で最大になることから、焼成温度は、吉田シラスが1000℃付近、加久藤シラスは1070℃付近が適当とわかった。新城シラスにおいては、1000℃から1100℃まで変化させた結果、焼成温度が上昇するほど固めカサ密度が小さくなり、1100℃付近で0.70 g/cm³まで減少した。

図7、8に、吉田シラス超微粒シラスバルーン（水浮揚物、水沈降物）の電子顕微鏡写真を示す。また、福島白土と美瑛白土については、それぞれ最高温度1005~1020℃、1010~1020℃で焼成した結果、両者とも焼成温度1010℃で、最も固めカサ密度が小さくなった。その固めカサ密度と平均粒径は、それぞれ福島白土が0.37 g/cm³と15.5μm、美瑛白土が0.39 g/cm³と6.3μmであった。

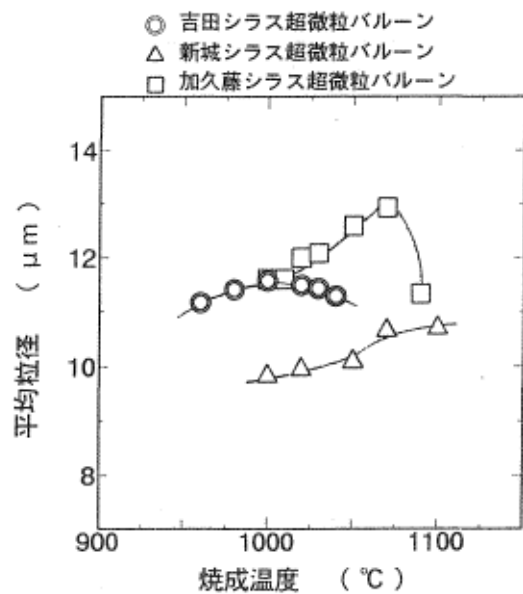


図5 超微粒バルーンの焼成温度と固めカサ密度

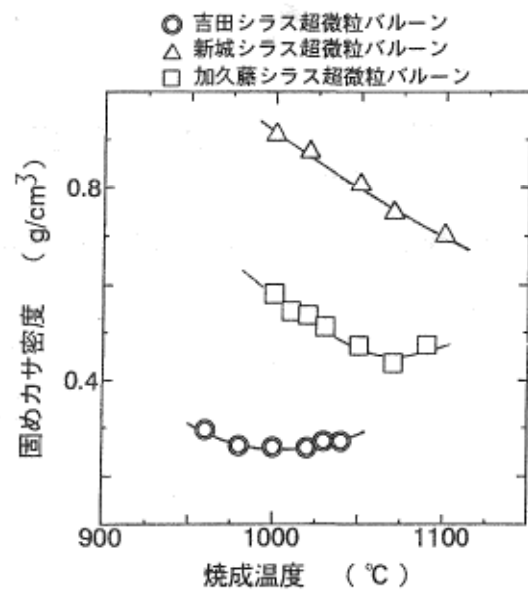


図6 超微粒バルーンの焼成温度と平均粒径

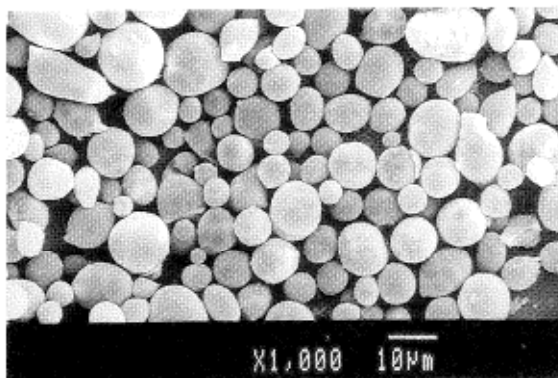


図7 吉田シラス超微粒バルーン（水浮揚物）

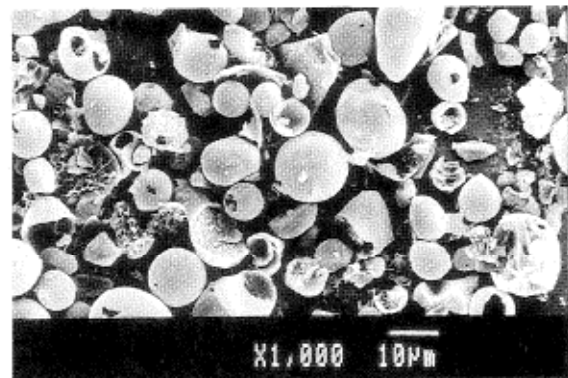


図8 吉田シラス超微粒バルーン（水沈降物）

2. 5 超微粒シラスバルーンの製造結果

超微粒シラスバルーンの産地別の実験結果を表1に示す。図9は、超微粒シラスバルーンのデータに市販シラスバルーン、市販ガラスバルーンのデータを追加したものである。

本研究により、市販のバルーンで達成されていない、平均粒径20μm以下で、且つ固めカサ密度0.45 g/cm³以下の超微粒シラスバルーンの製造に成功したことがわかる。

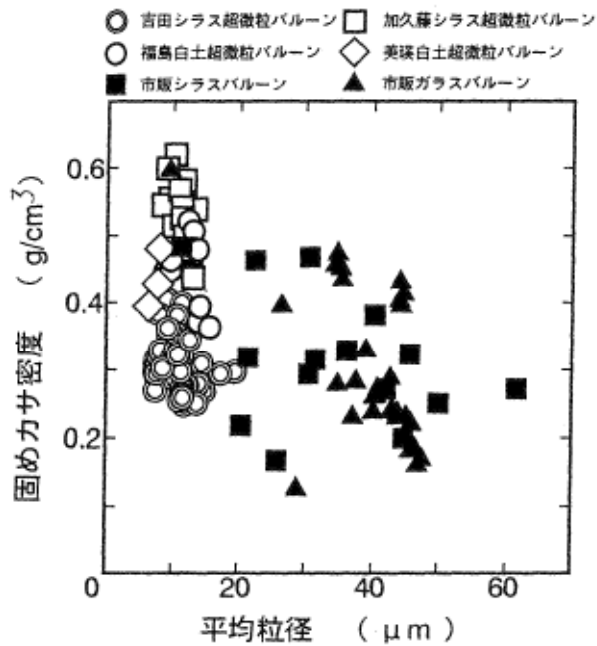


図9 超微粒バルーンの平均粒径と固めかさ密度

表1 超微粒シラスバルーンの物性

	原鉱の 火山ガラス量	超微粒シラスバルーン		
		平均粒径 (μm)	固めかさ 密度 (g/cm^3)	水浮揚率 (wt%)
吉田シラス	90%以上	11.6	0.26	13.5
加久藤シラス	90%以上	12.9	0.44	8.2
新城シラス	60%程度	10.7	0.70	3.0
福島白土	95%以上	15.5	0.37	7.9
美瑛白土	95%以上	6.3	0.39	8.6

3. おわりに

吉田シラス、加久藤シラス、福島白土、美瑛白土を用いて、乾式粉碎装置と熱媒体流動炉により、平均粒径 $20\mu\text{m}$ 以下で、且つ固めかさ密度 $0.045\text{g}/\text{cm}^3$ 以下の超微粒シラスバルーンの製造に成功した。

今後は、本研究により得られた超微粒シラスバルーンの新たな用途開発が重要な検討課題である。

謝辞 本研究において、柏原景治氏、清新産業(株)、丸中白土(株)、美瑛白土工業(株)にはシラスバルーン原料を提供していただき、(株)シラックスウには熱媒体流動炉による焼成実験を行っていただきました。これらの方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 化学工業協会編、「特殊粉体技術」(1975) 111-133
- 2) フィラー研究会編、「機能性フィラーの最新技術」(株)シーエムシー (1990) 218-252
- 3) 材料技術研究協会編集委員会編、「複合材料と界面」(株)総合技術出版 (1986) 186-196
- 4) 袖山研一、神野好孝、有田国際ファインセラミックス・シンポジウム 1992年講演録、202-203 (1992)
- 5) 鹿児島県工業技術センター、「地域技術おこし事業研究成果報告書」(1993) 45-138
- 6) 玉井孝生、VSI (火山珪酸塩工業) 研究会ニュース、6 [4] 1 (1991)
- 7) 神野好孝、袖山研一、中重朗、田畑一郎、鹿児島県工業技術センター研究成果報告書、6、25-33 (1992)
- 8) 袖山研一、平成5年度VSI (火山珪酸塩工業) 研究講演会要旨 (1994. 1. 21)