

微粉砕シラスの高度利用

— 火山ガラスの粉砕，分級について —

窯業部 ○中重 朗，神野 好孝，袖山 研一

1. はじめに

南九州に広く分布しているシラスは、地質年代の第3紀から第4紀にかけて湾奥部の始良火山、湾口部の阿多火山等から噴出した火砕流を起因としている。このシラスの化学組織は比較的均質で、鉱物的には火山ガラスを主成分とし長石、石英、輝石類等の結晶質を含んでいる。

シラスの利用に関しては各方面で研究され、シラスバルーン、研磨材、SPG、ゼオライト、軽量骨材、ガラス繊維等多くの物が開発されているが、更なるシラスの新しい用途開発が望まれている。

これまでの研究から、シラスを微粉砕することで、無機質フィラーや窯業原料、高分子複合材等への用途が期待されることがわかってきた。今回は、シラス微粉砕技術、分級技術についての基礎的研究成果を発表する。

2. 実験方法と考察

2. 1 粉砕原料

粉砕原料として鹿児島郡吉田町産の火山ガラス質堆積物（通称吉田白土）を用い、その粒度構成を表1に示す。

表1 吉田白土の粒度構成

粒径区分(μm)	重量比(%)	火山ガラス(%)	結晶鉱物(%)
+600	0.1	33.8	66.2
600-300	0.2	34.0	66.0
300-150	0.3	69.6	30.4
150-75	0.6	89.6	10.4
75-38	17.9	98.3	1.7
38-22	46.8	97.2	2.8
-22	34.1	91.4	8.5

2. 2 粉砕

火山ガラスを数ミクロンオーダーに粉砕する手段として、ジェットミル気流式粉砕装置（ジェットミル）と振動式ボールミル（振動ミル）を用いた。

2. 2. 1 ジェットミル粉砕

ジェットミルは、気流を発生させる超音速ノズルに原料粉体を連続的に供給し、超音速ノズル内での気流攪乱による粒子相互間の粉砕を促進させると同時に、ノズル前方に設置した衝突板（酸化アルミニウム）に固気混合流を強制的に衝突させて粉砕を行うものである。粉砕された粒子は、DS型気流分級機により微粉、製品、粗粉に分級され、微粉は中央部から排気と共にバッグフィルターに回収され、粗粉は再度粉砕される。

ジェットミル粉砕における、微粉砕に適正な原料供給量を把握するため、供給量を5.6、12.5、19.0、25.9kg/hと変え粉砕し、粉砕物の粒度測定を行った。原料の50%粒子径39 μm に対して、粉砕物は供給量に関係なく何れも50%粒径で7 μm 前後まで粉砕されるが、供給量が19kg/h以上になると30 μm 程度の粗粒子が僅かに混入してくる傾向にある。また、ジェットミルで粉砕した物は、粒度分布幅の狭い粉砕物が得られることが特徴である。

2. 2. 2 振動ミル粉砕

振動ミルは、上下2個の円筒（上筒アルミナライニング、下筒ゴムライニング）に粉砕媒体のアルミナボールを挿入した不釣合重量付きスプリングで支えた容器を強制的に振動させることにより、粒子と媒体間の衝突摩砕を利用して粉砕する装置である。

振動ミルは、連続粉砕とバッチ式が可能であるが、バッチ式粉砕における粉砕時間と粒子径の関係をj知るための試験を行った。

粉砕の方法として、アルミナライニングの上筒10 ℓ に粉砕媒体のアルミナボール ϕ 15mmを10kgと吉田白土3kgを投入し、粉砕時間30、60、90、120、150、180分で粉砕し各々の粒度を測定した。その結果原料の50%粒子径39 μm のものが30分粉砕で17.4 μm 、60分で7.86 μm 、120分で4.29 μm 180分で2.91 μm と微粉砕されている。しかし振動ミルの性質上20 μm 以上の粗粒の混入が認められる。このため、振動ミル粉砕物を22 μm の篩で分級し、X線回折測定を行った。その結果、22 μm 以上の粒度では長石や石英等の結晶質のピークが検出され、22 μm 以下の粒度では結晶質のピークは検出されず火山ガラス特有のプロートな回折パターンを示した。しかし、粉砕時間が2時間以上と長くなるに従い22 μm 以下にも僅かに結晶質の混入が認められた。

2.3 分級

火山ガラスで高付加価値製品を開発するには、粒径の揃った幅の狭い粒度分布を持った原料や、結晶質の少ない火山ガラスだけの原料が必要になってくる。そこで遠心分級型のYACA-132 HL型風力分級機を用いて、振動ミル粉碎物の分級を行った。

遠心分級機に分級機構は、半径方向内側向きの気流速度と外側向きの粒子速度のつり合う点が平衡点であり、それより大きな粒子は粗粒子として外側へ移動し、小さな粒子は細粒子として内側に入り分級される機構で、本機には分級点を変えるためのガイド弁が装備されているので、ガイド弁の開度と微粉回収率、分離粒子径、分級効率についての関係を調べた。なお分級効率については次式に示すNewtonの分級効率を用いた。

結果を表2に示す。

分級効率 η_n = 有用成分回収率 - 不用成分残留率

$$= \frac{a}{a+b} + \frac{d}{c+d} - 1$$

a : 粗粉中の真の粗粒子量 (kg), b : 細粉中の真の粗粒子量 (kg)

c : 粗粉中の真の細粒子量 (kg), d : 細粉中の真の粗粒子量 (kg)

表2 ガイド弁の開度と微粉回収率、分級効率、分離粒子径の関係

ガイド弁開度	微粉回収率 (%)	分級効率 (%)	分離粒子径 (μm)
15	21.5	21.1	2.1~2.5
25	36.9	41.0	3.6~4.2
35	49.1	43.8	5.0~6.0
40	60.5	49.2	7.2~8.6

ガイド弁を調節することによって、半径方向分速度と円周方向分速度のバランスが変わり、ガイド弁を開くに従い分離粒子径 (Cut Size)、微粉回収率、分級効率共に大きくなる傾向が認められた。

3. おわりに

シラスの特徴を生かした、高付加価値製品を開発することを目的として、粉碎、分級の基礎実験を行い、微粉碎シラスの製品に関する知見を得た。

今後は、塗料やプラスチックの微粒無機質フィラー、高強度コンクリート製品等各種複合材への展開を図る。