

# シラスのコンクリート用材料としてのJIS化の経緯と今後の展開

研究主幹 ○袖山研一  
 東京大学 友寄 篤, 野口貴文  
 株式会社プリンシプル 東 和朗

## 1. はじめに

筆者らは、乾式比重選別技術を用いてシラス台地を形成する入戸火砕流堆積物から主成分の火山ガラス質のほか軽石質、結晶質、粘土質の4成分に分離することに成功した。火山ガラス質を粉砕した粉は、混和材のJIS A 6209「コンクリート用火山ガラス微粉末 (Volcanic Glass Powder)」として2020年3月に登録され、2024年3月には生コンのJIS A 5308「レディーミクストコンクリート」の混和材として採用された。本稿では、シラスの生コンJIS化に至るまでの経緯と今後の展開について述べる。

## 2. 開発の経緯

### 2.1 乾式比重選別と粉砕・分級による火山ガラス微粉末の製造

鹿屋市串良町産のシラスの鉱物組成を図1に示す。図2に示すように5mm以下に篩ったシラスをエアテーブルと呼ばれる乾式比重選別装置により、火山ガラス質46%、軽石質19%、結晶質33%、粘土質2%に分離する。火山ガラスからなる軽石質と火山ガラス質を合わせた65%をローラミルで全粉砕し、火山ガラス微粉末（以下、VGP）とする。VGPをさらにサイクロンなどの気流分級装置に通して微粉と粗粉に分離・回収して粉末度の異なる3種類のVGPを製造する技術を2017年に開発した。結晶質は、JIS A 5308附属書Aの細骨材の規定に適合することから海砂代替のJIS砂として用いる。粘土質は釉薬など陶器原料に用いる。

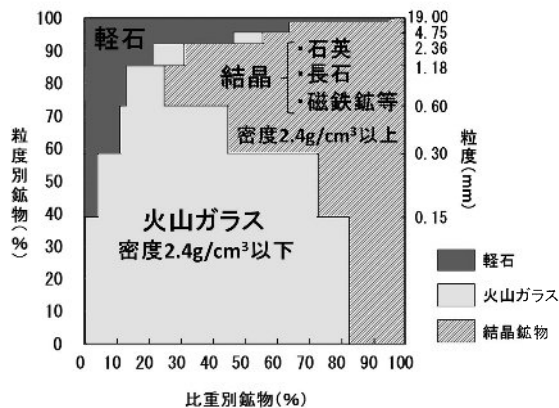


図1 シラスの鉱物組成

### 2.2 VGPの混和材としての検証と規格化

VGPのシリカフェーム級の強度発現を確認した後、2017年に経産省の新市場創造型標準化制度に採択された。2年間に及ぶ産学官によるJIS原案作成委員会での混和材としての検証試験の結果、VGPの粉末度（比表面積）と混和材特性の相関が明らかになり、JIS A 6209「コンクリート用火山ガラス微粉末」が2020年3月に制定された。JIS A 6209:2020の表1と解説表1を転載した図3に示すとおりVGP

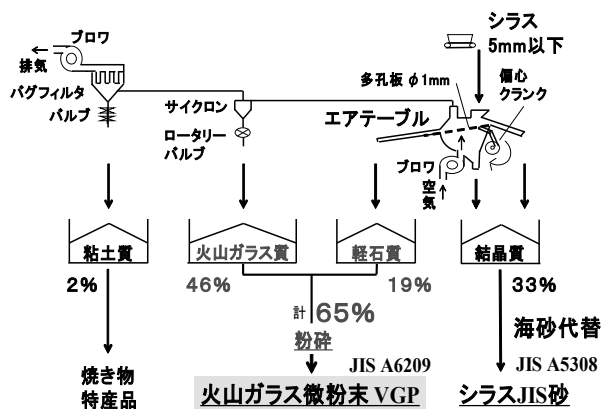


図2 乾式比重選別技術とVGPの製造方法

の3種類全てにおいてアルカリシリカ反応の抑制効果と塩化物イオンの浸透抑制効果が期待できる。特に、比表面積80000cm<sup>2</sup>/g以上のVGP I種は、低水結合材比のコンクリートでポルトランドセメントの一部に置換することで流動性改善効果と超高強度化が期待できる。比表面積40000~80000cm<sup>2</sup>/gのVGP II種では超高強度化が、比表面積10000~40000cm<sup>2</sup>/gのVGP III種では長期強度の向上が期待できる。

項目	火山ガラス微粉末 Ⅰ種	火山ガラス微粉末 Ⅱ種	火山ガラス微粉末 Ⅲ種
二酸化けい素 %	70.0 以上		
酸化アルミニウム %	15.0 以下		
酸化マグネシウム %	5.0 以下		
三酸化硫黄 %	3.0 以下		
遊離酸化カルシウム %	1.0 以下		
塩化物イオン %	0.10 以下		
強熱減量 %	4.0 以下		
湿分 %	3.0 以下		
比表面積 (BET法) cm <sup>2</sup> /g	80000 以上	40000 以上	10000 以上
活性度指数 %	材齢7日	95 以上	90 以上
	材齢28日	105 以上	95 以上
密度 g/cm <sup>3</sup>	2.25 以上 2.40 以下		

混和材	置換率	使用目的					
		流動性の改善	超強度化	長期強度の向上	アルカリシリカ反応の抑制	塩化物イオンの浸透抑制	
火山ガラス微粉末 (VGP)	Ⅰ種	10%	○	◎	-	◎	◎
	Ⅱ種	20%	-	○	-	◎	◎
	Ⅲ種	20%	-	-	○	◎	◎
シリカフェーム (SF)	10%	○	◎	-	◎	◎	
フライアッシュ (FA)	15%	◎	-	○	◎	◎	
高炉スラグ微粉末	45%	-	-	-	◎	◎	

※ 使用目的への適合性 ◎:非常によい, ○:よい, -:関係なし

図3 JIS A 6209:2020 の「表1-火山ガラス微粉末の品質」「解説表1-コンクリート用混和材の使用目的」から転載

日本コンクリート工学会では、2019年から3年間「火山性堆積物のコンクリート用混和材としての高度利用に関する研究委員会」においてVGPを含む混和材の利用研究を行い、2022年3月に報告書と論文集を刊行した。2022年11月の日本建築学会の「建築工事標準仕様書JASS 5 鉄筋コンクリート工事」の改定においては、混和材料としてJIS A 6209「コンクリート用火山ガラス微粉末」が採用された。

筆者らのVGPに関する一連の共著論文に対しては、論文賞（日本材料学会2019年、セメント協会2020年）と技術賞（日本コンクリート工学会2021年）が授与された。

JIS A 5308:2024「レディーミクストコンクリート」の2024年3月の改正において以下のように規定された。【 8.4 混和材料 a)「フライアッシュ、膨張材、化学混和剤、防せい剤、高炉スラグ微粉末、シリカフェーム、火山ガラス微粉末及び収縮低減剤は、それぞれ次の規格に適合するものを用いる。～中略～ 7) JIS A 6209 (コンクリート用火山ガラス微粉末) 】

【 附属書JB (アルカリシリカ反応抑制対策の方法) JB.4 ASR抑制効果のある混合セメントなどを使用する抑制対策の方法 b)高炉スラグ微粉末、フライアッシュ又は火山ガラス微粉末を混和材として使用する場合は、併用するポルトランドセメントとの組合せにおいて、アルカリシリカ反応抑制効果があると確認された単位量で用いる。 】

### 3. おわりに

VGPの製造時のCO<sub>2</sub>排出量を試算した結果、ポルトランドセメントの10分の1以下となった。鹿児島県ではCO<sub>2</sub>排出量削減、シラスの資源化、および産業振興を図るため、2024年度から図4に示すインフラ・建設GXプロジェクトを開始した。コンクリートのセメントの一部をVGPで置換



図4 鹿児島県のインフラ・建設GXプロジェクト

し、火山ガラス質の乾式比重選別時に副産する結晶質のシラスJIS砂を用いた環境にやさしい「低炭素型コンクリート」の試験施工、実証試験の実施、VGPの用途拡大に向けた研究開発等を目指す。