

材料指向型-Material Oriented Approach- の研究開発とデザイン

友寄 篤¹・野口 貴文²

¹非会員 修士（工） 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻
（〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1, E-mail:tomoyose@bme.arch.t.u-tokyo.ac.jp）

²正会員 博士（工） 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻
（〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1, E-mail:noguchi@bme.arch.t.u-tokyo.ac.jp）

複合材料であるコンクリートの材料は、全国で統一された規格に適合する範囲で選択されていることがほとんどである。資源の有効活用や環境対策の観点から、規格外の様々な材料がコンクリート分野に使えないか研究されているが、シラスの研究開発事例を紹介し、既存のコンクリートの枠組みに囚われない材料志向型の研究開発の可能性と、そこにデザインが介在する可能性を示す。

キーワード: *Material Oriented, Performance-based*, コンクリート, 材料

1. はじめに

JIS規格が定められ工業製品として扱われるコンクリートは、全国で統一された基準類を満たす水やセメント、細骨材、粗骨材が練り混ぜられた複合材料であり、要求性能を満たす配（調）合設計がなされる。フレッシュコンクリートの流動性確保の観点から、構成材料を粒子の集合体として捉え、その細密充填化に焦点を当てたハイパフォーマンスコンクリートにおいては、細骨材や粗骨材といった区分は便宜的なものであり、連続した粒子群として捉えなおされている。粒子の反応性ととも整理した概要を図-1に示す。

既報¹⁾では、南九州に堆積する未利用資源であるシラスを細骨材として用いたコンクリート構造物の事例を紹介し、仕様規定から性能規定に移行している現状においても、JIS規格外の材料を用いることが可能であり、地域に応じた材料志向型 (*Material Oriented Approach*) の構造物やデザインの可能性があることを指摘した。

本稿ではコンクリートやJIS規格といった既存材料の枠組みに囚われず *Material Oriented Approach* に基づいたシラスを中心とした建設材料に関する研究を紹介し材料工学とデザインについて論じる。

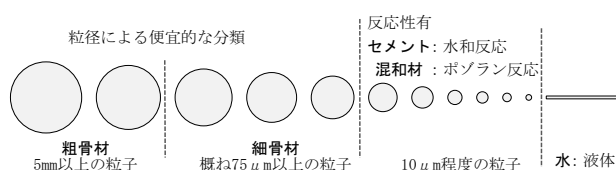


図-1 レディミクストコンクリートの調（配）合設計

2. Material Oriented Approachによる材料開発

平均的なシラスの物性を図-2に示す。軽石と火山ガラスと結晶質が混在し、粒度分布も重なっているために篩い分けでは選別ができず、一般的には工業資源化が難しいと指摘されている。シラスに含まれるガラス質シリカはポゾラン反応性を持つことが知られており、粒子の大きさと合わせるとシラスは細骨材と混和材の両方の物性を持った材料であると言えるが、低密度・高吸水率・微粒分の多さという物性が細骨材としては低品質規格外としてに区分され、混和材として利用するには不純物が多い。コンクリート材料として使えることは示したものの、生コン工場での製造設備やコスト面を考慮すると、普及に至るには課題も多い。

本章では、廃棄物処理や産業振興などの問題意識から出発する既存材料に利用する様な対症療法型の技術ではなく、シラスの材料特性に適した活用から地域特性にも見合った材料志向型の研究開発を紹介する。

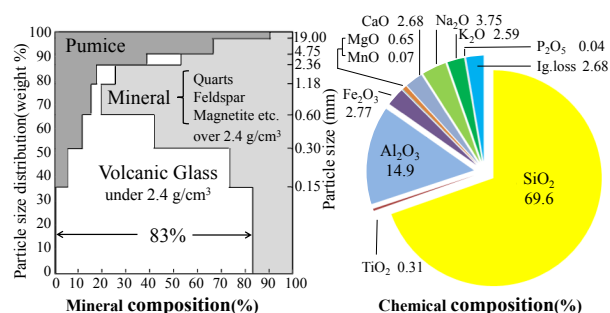


図-2 シラスの粒度別鉱物組成と化学組成



図-3 シラス瓦による改修事例



図-4 シラス瓦による事例



図-4 シラス平板ブロック舗装と緑化基盤

(1) 低密度を活かした軽量大判断熟瓦

コンクリート用の細骨材では欠点とされる軽さを長所となる分野にセメント瓦分野がある。微粒分が多く原料モルタルの流動性が低いため加圧脱水工法により成形されたシラス瓦は、一般の砕砂を用いる場合に比べ、20%の軽量化、熱伝導率が半減、長期強度の増進などが達成されている。原料も安く、従来品の2倍の面積への大判化にも成功し施工コストの削減にも繋がっている。耐荷重に問題のある古い家屋の改修工事や、県営住宅などこれまでに3万 m^2 ほど施工されている。(図-3, 4)

(2) 高吸水率を活かしたブロック

細骨材としては弱点とも言える多孔質で吸水率が高い物性を活かし、図-1の区分としては、骨材+混和材+水としてシラスを扱い、水を加えずに高含水状態のシラスとセメント混合物を加圧することで、シラスから滲み出る水を利用して固まる平板ブロックが開発されている。地域の岩石を表層に混ぜ合わせたブロックや、この技術に応用した緑化基盤は屋上緑化を含む県内各所に施工されている。特に鹿児島市中心部の軌道敷に施工された緑化ブロックは、シラスの特性から透水性・保水性にすぐれ、水やりなどメンテナンスの低減、周辺の温度低減効果が高いことが明らかになっている。(図-5)

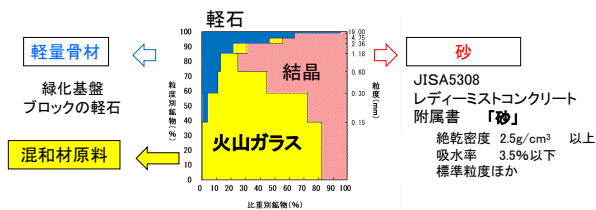


図-5 乾式比重選別によるラスの全量活用の概念

(3) 乾式比重選別による全量活用

筆者らは2015年から簡易な動力による乾式比重選別により、シラスを各成分に分離し、それぞれの物性に合わせた適材適所の高度利用を図る研究開発を進めている²⁾。図-1に全体概要を示す。工業資源化が難しいとされていたシラスから細骨材としてJIS規格を満たす結晶質を選別し、軽石は緑化基盤やブロックの原材料に、火山ガラスは粉碎して混和材としてそれぞれ利用可能となる。特に粉碎した火山ガラス微粉末は、全量を輸入に頼る高性能混和材と同等性能を持つことが実証されつつあり、耐塩害性能などの効果が期待されている。

3. おわりに

前章3節で紹介した事例は筆者による研究事例であり、製品化に向けた実用化研究が継続される段階であるが、その他の事例については、鹿児島における長年の研究成果であり既に商品化もなされ、公共工事・民間工事を含めてある程度の採用実績もある。鹿児島県に限らず各地には公設試験所や地域の大学があり、地元の企業も含めて、場合によっては産官学で連携した地域の実情に応じた様々な研究開発が進められていることもある。

それらの研究開発の中には、コストが高い、品質が悪いなど、「余っているから何とか使えないか」という対症療法的に近いものが存在する可能性はある一方で、性能や品質に問題がないものもある。また、産業振興の側面が強い場合などに、デザインの観点が欠落している開発があることも否定できない。開発された製品自体のPRという側面が十分でないことで、デザインの分野に情報が届かないことも考えられる。

構造物を支える材料工学とデザイン分野が連携することでより豊かな空間が創造されることを期待する。

参考文献

- 1) 友寄篤, 野口貴文: コンクリートの材料選定によるデザイン論-シラスを用いた事例からの考察, 土木学会 景観・デザイン研究講演集, No. 12, pp. 102-103, 2016
- 2) 袖山研一, 友寄篤, 野口貴文, 東和朗: 乾式比重選別と粉碎によるシラスの建設材料への全量活用, 日本材料学会「材料」, Vol.66, pp.574-581, No.8, 2017