

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—

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は強度に代表される性能要求型の設計が一般的となっており、その材料は全国で統一された基準類の範囲で選択されていることがほとんどである。南九州に堆積するシラスを使った事例を通して、地域に合わせた材料指向型のコンクリートの可能性について紹介する。

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

1. コンクリートへの要求性能と材料選定の現状

構造体としてのコンクリートは、強度だけではなく施工性や経済性、耐久性などの様々な性能が要求される。これらを総合的に表わす指標として強度及びスランプがあり、最終的な要求性能としてこれが設計図書や仕様書の中で指定されることが一般的である。

JIS規格を満たす工業製品として出荷されるレディミクストコンクリートは、強度に代表される要求性能を満たす範囲であれば、製造者責任の下で調合設計が進められ、材料等の仕様も決定される。学協会等による基準類が仕様規定から性能規定へ移行しつつあり、関連分野の技術や研究開発が高度化している現状では、設計者や発注者が細かな仕様や骨材の産地を指定することは難しい。

筆者は2012年より、南九州に堆積するシラスを用いたコンクリートを構造部に用いた個人住宅に、設計者の立場で関わった後に、コンクリート工学分野の研究を進めている。本稿では、シラスを用いたRC造住宅の実践を報告し、関連土木分野の事例を紹介する。それを踏まえてコンクリートの材料選定について論じる。

2. シラスを細骨材として用いたコンクリート

(1)細骨材としてのシラスの物性と特徴

シラスとは一般に南九州に多量に存在する火砕流堆積物の総称である。図-1に示す様に南九州の4000km²に及ぶ広大な面積に分布しており、厚さ数10~200mの台地を形成し、その埋蔵量は約750億m³と推定されている¹⁾。その無尽蔵とも言われる埋蔵量から様々な工業利用の検討がなされ、コンクリート分野においても細骨材として利用するための研究が重ねられてきた。

鹿児島県では「シラスを細骨材として用いたコンクリートの設計施工マニュアル(案)」を発刊し、その普及を目指してきたが、建築物での利用実現には至っていなかった。建築基準法の定める指定建築材料としてのコンクリートは、1) JIS規格に適合する、もしくは2) 同等の技術的基準に適合するものであることについて国土交通大臣の認定を受ける必要があり、シラスがJIS規格に規定される砂の品質に適合しないためである。

表-1にJISに定められる砂の品質、表-2にそれに適合しないシラスの品質を示す。ここからシラスは、風化した微粒分を多く含む多孔質で軽い火山由来の低品質骨材と一般的には判断されてしまう。しかし、古代ローマ時代にパンテオン等に用いられた「ポツツォラーナ(火山灰)」や、廣井勇博士による小樽築港に用いられた火山灰にその成分が類似すると推測され、同じく火山起源の火砕流堆積物であるシラスを用いると、長年の研究成果から長期強度発現性や耐硫酸性が高くなることが明らかにされている。

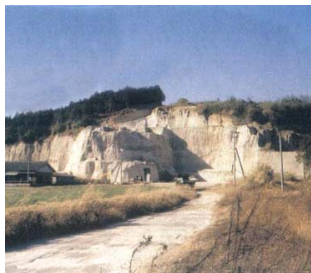


図-1 シラス分布と地山の写真¹⁾

表-1 JIS A 5308 附属書 A (規定) に定められる砂の品質

項目	規格値	項目	規格値
絶乾密度 g/cm ³	2.5 以上	微粒分量 %	3.0 以下
吸水率 %	3.5 以下	塩化物量 %	0.04 以下
粘土塊量 %	1.0 以下	安定性 %	10 以下
石炭・亜炭などで密度1.95g/cm ³ の液体に浮くもの %	0.5 以下	有機不純物	標準色液又は色見本の色より淡い

表-2 シラスの物性値¹⁾

項目	平均	項目	平均	項目	平均
絶乾密度	2.18	吸水率	4.97	微粒分量	23%



図-2 シラスコンクリート打放しの住宅

(2) シラスを用いたコンクリートの大臣認定

ある個人住宅において「コンクリートで何か挑戦的なことをして欲しい」というクライアントに恵まれ、大臣認定を取得した上でこれを採用することになった。試験室での試験練り、モックアップ実験、工場での実機練りなどの各種実験を行い、性能評価委員会での審議も含めて1年以上かけて大臣の認定を受けた。図-2に竣工後と施行中の写真を示す。

設計・施工・大学・生コン工場・シラス製造の各社が協力し、シラスを細骨材として用いるという仕様を条件として、シラスの使用を前提として配合を検討した。最終的にシラスの微粒分が多いという特性を活かして、住宅規模では稀である高流動コンクリートを採用したことで、複雑な形状及び薄い壁の中での過密配筋にも関わらず、施工不良も無く綺麗なコンクリートを打設することが可能となった。また、シラスの微粒分の影響で、通常より滑らかで白っぽい仕上げ面の打ち放しとなった。

3. 関連土木分野における事例

(1) シラスの細骨材としての利用

マニュアルを発刊している鹿児島県では、平成10年度から16年度までの22工事でモデル事業として法面被覆、橋梁などに採用している。平成20年度までには温泉環境下における橋梁の基礎部分に、その耐硫酸性能の高さを活かし約5000m³のコンクリートが打設されている。また、側溝など全てのコンクリート二次製品はシラスを細骨材として用いられた製品が指定されている。



図-3 シラス緑化基盤と平板ブロック

(2) シラスの物性を活かした技術開発

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、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。また、この技術を応用した緑化基盤は鹿児島市中心部の軌道敷に施工されており、透水性にすぐれ、周辺の温度低減効果が高いことが明らかになっている。

4. おわりに

JISなどの各種基準類に適合しない材料を用いる場合には、法律に関わらず構造物としての性能を担保するための検証が必要となり、その他の調整事項も増える。また、ある程度の経済性の中で性能が満たされることも重要であり、その材料選定において、品質や経済性が劣るにも関わらず地場産を使うべきだという理由を優先することは難しい。しかし、仕上げ材や構造材としての木材は、地域性を考慮し、それがデザインと関係する事例が増えつつある。コンクリートの材料選定においても、性能要求型 (Performance-based Design) ではない材料指向型 (Material Oriented Approach) も可能と考えられるが、複合材料であることもあり普及していない。

JIS規格外の細骨材でありながら、性能改善効果があるシラスは例外的と言えるが、3章で紹介した事例は、材料指向型のアプローチによって規格外材料でも十分に活用可能であることを示している。コンクリート工学の分野ではシラス以外にも地域固有の規格外材料や廃棄物に関する様々な研究が進められているが、産業振興・廃棄物処理などの問題意識から出発する側面が強く、ブランド化した木材の様に積極的な立場は少ない。

2章で示した様に、コンクリート工学分野と設計者を始めとした関係者が連携することで、コンクリートにおいても材料指向型の構造物は可能であり、地域状況に応じた材料選択やデザインの可能性はあると考えている。

参考文献

- 1) 鹿児島県土木部、【2005年制定】シラスを細骨材として用いるコンクリートの設計施工マニュアル (案)、鹿児島県建設技術センター、2006