

各地域のシラスを混和材として利用した際にセメントに与える影響について

鹿児島工業高等専門学校 正会員 ○福永 隆之

鹿児島大学大学院 学生会員 里山 永光

鹿児島大学大学院 正会員 武若耕司 山口明伸 審良善和

1. はじめに

火砕流堆積物の一種であるシラスは、噴火した時期や火砕流が堆積した環境によって粒度や性質が異なるため、堆積地の異なるシラスを用いるとコンクリートの性能が変化すると考えられる。これまで、各地域のシラスを細骨材として用いたコンクリートの物理的性質の検討は行われているが¹⁾、シラスを混和材として用いた検討は少ない。そこで本研究では、シラスを混和材として利用するために、鹿児島県各地から採取したシラスをセメントの一部に置換して作製したモルタル供試体を用いて、セメント硬化体の強度特性に及ぼすシラス混入の効果ならびに、シラスの産地の違いによるその効果の違いについて検討を行った。

2. 実験概要

2.1 本実験で使用したシラス

表-1 に本実験で使用したシラスの概要を示す。本研究で使用したシラスは、堆積地や火砕流の起源となるカルデラが異なる4種類である。表-2 に使用したシラスの化学組成を示す。表より、シラスの特徴として、 SiO_2 が多いことおよび、阿多シラスが他のシラスに比べて、 Al_2O_3 を多く含んでいることが確認できる。図-1 に各シラスのふるい分け試験の結果を示す。これより、いずれのシラスも $75\mu\text{m}$ 以下の微粒分を多く含み、中でも吉田シラスは、 $75\mu\text{m}$ 以下の微粒分のみで構成されていることがわかる。

図-2 に各シラスの粉末エックス線回折(XRD)パターンを示す。阿多シラスは、串良シラスや横川シラスよりも堆積時期が7万年ほど早いいため、斜長石類(図中 P)の風化が進行しており、カオリン鉱物の一種であるハロイサイトを含有している。吉田シラスは、火砕流が湖や河川などに直接堆積し、急冷したため、全体的に非晶質で構成されている。横川シラスと串良シラスは、火砕流の発生源は同じで、発生源からの距離が異なるが、鉱物組成はほぼ同様であることが確認できる。

2.2 使用材料および試験配合

表-3 に使用材料を示す。本実験で使用したシラスは、振動ミル機を用いて全粒径を微粉碎した。なお、すべてのシラスにおいて振動ミル機の試料のフィード量は1時間当たり4.5kgとした。実験では、粉碎した各シラスを普通ポルトランドセメント(以下、OPC)に20 mass%混和したものを結合材とした。

実験にあたっては、まず、水結合材比を0.5、細骨材結合材比を3とした配合のモルタルで $\phi 50 \times 100\text{mm}$ の円柱供試体を作製し、その圧縮試

表-1 使用したシラスの概要

採取したシラス	堆積時期	堆積地	由来となるカルデラ(火砕流名)
阿多シラス	10 万年前	陸地	阿多カルデラ(阿多火砕流)
串良シラス	3 万年前	陸地	始良カルデラ(入戸火砕流)
横川シラス		陸地	
吉田シラス	50 万年前	湖や川	始良カルデラ(不明)

表-2 各シラスの化学組成

採取したシラス	化学組成(mass%)					
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	Na_2O	K_2O
阿多シラス	64.9	20.2	3.5	5.9	0.9	3.3
串良シラス	70.2	14.3	4.5	4.4	1.2	4.2
横川シラス	64.2	11.1	9.9	3.7	0.9	6.5
吉田シラス	72.9	12.7	3.2	3.6	0.9	5.2

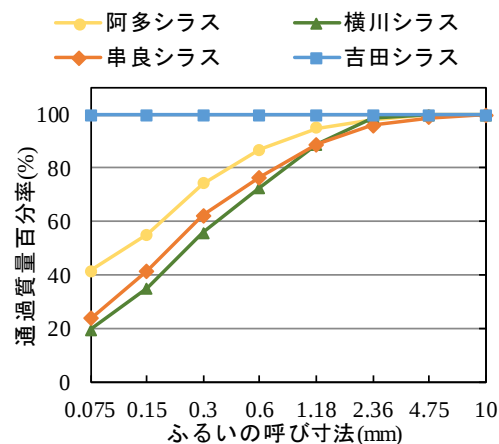


図-1 各シラスのふるい分け試験結果

キーワード シラス, 混和材, ポズラン反応

連絡先 〒899-5193 鹿児島県霧島市隼人町真孝 1460-1 TEL 0995-42-9030 FAX 0995-42-9034

表-3 実験に使用した材料

材料	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)	備考
OPC	3.15	3370	
阿多シラス	2.44	5344	・振動ミル機で全粒径を微粉砕 ・試料のフィード速度は 4.5 kg/h に固定
串良シラス	2.49	5171	
横川シラス	2.48	4486	
吉田シラス	2.37	5984	
細骨材	2.64	—	川砂, 吸水率: 1.76%

験により、シラスの産地の違いによるモルタルの強度発現性の違いを確認した。なお、供試体は打設から 24 時間後に脱型し、所定の材齢に達するまで、20℃水中養生を行い試験に使用した。また、上記のモルタル供試体中のセメントペーストと同じものを別途作製し、シラスのポズラン反応性等について、水酸化カルシウム量等の測定により定量的に評価することも試みた。

3. 実験結果・考察

図-3 に材齢と圧縮強度試験の結果を示す。この結果、材齢 28 日において、シラスを用いたモルタルの強度は、シラスの種類にかかわらずほぼ同程度であった。ただし、吉田シラスを用いた配合は、材齢 28 日から 91 日にかけて強度が大幅に増加し、材齢 1 年において OPC のみを結合材として用いた場合と同程度となった。

図-4 に各セメントペースト中の水酸化カルシウム(以下、CH と記す) 含有量の変化を示す。なお、図中の破線は、結合材中の OPC の量がシラスを併用した配合と同じとした場合の CH 含有量を表している。すなわち、シラス併用セメントペーストにおける CH 量が、この破線よりも下にある場合は、シラスによって CH が消費されたことになる。図より、材齢 182 日以降において、シラスを用いた配合は、CH を消費していることを確認した。特に吉田シラスを用いた配合は、他のシラスを用いた配合と比較して、材齢 28 日以降 CH 量が大きく減少している。これより、他のシラスを用いた配合よりポズラン反応が進み、強度が増加したと推察される。これは、吉田シラスにおける非晶質の割合が高く、また、粒径も細かいため、他のシラスより反応が早く起きたと考えられる。

4. まとめ

シラスを混和材として有効活用するために、産地の異なる数種類のシラスを用いて、それぞれのコンクリート中での反応性について各種試験により検討を行い、以下の結論を得た。

1. シラスを混和材として用いたモルタルでは、材齢 28 日までは、シラスの種類にかかわらず圧縮強度ならびにモルタル中の CH 量に大きな差はなく、材齢 28 日以降から差が生じてくることを確認した。
2. 吉田シラスを用いた配合は、材齢 28 日以降から、圧縮強度が大幅に増加する。これは、吉田シラスが非晶質で構成されており、微粒分を多く含まれていることによると考えられた。

参考文献: 1) 武若耕司, 松本進, 川俣孝治: しらすのコンクリート骨材への利用に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.9, No. 1, pp.7-12, 1987

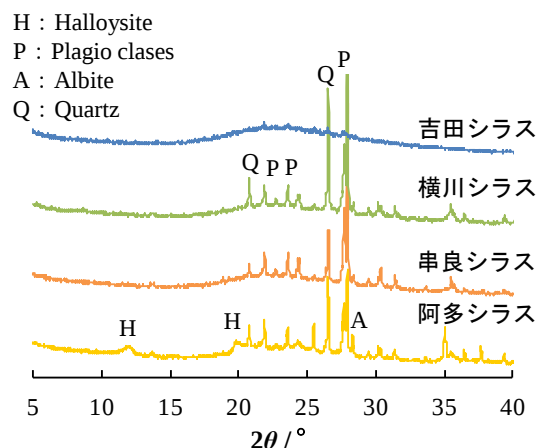


図-2 各シラスの XRD パターン

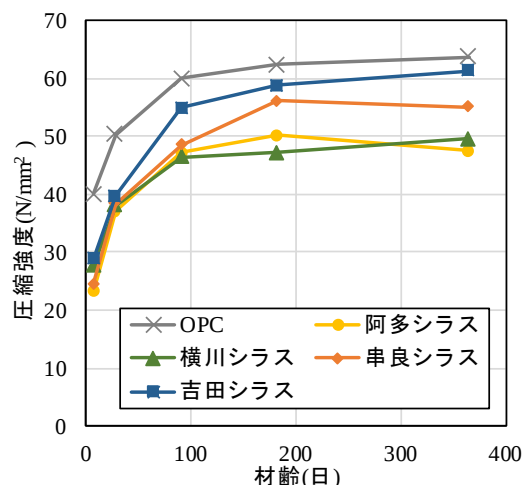


図-3 圧縮強度と材齢の関係

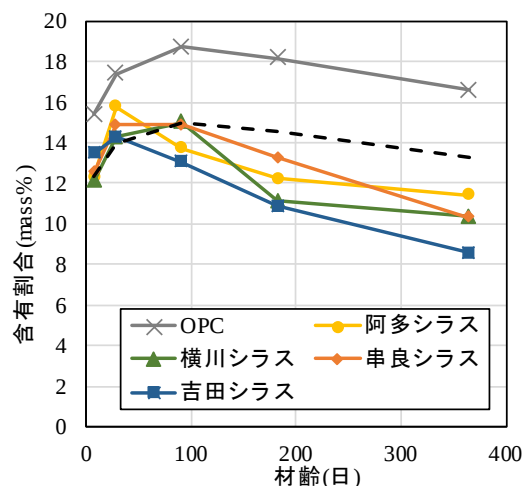


図-4 CH 量と材齢の関係