

シラスを使用した高流動コンクリートの配合設計に関する基礎的研究

鹿児島大学工学部 学生員 ○緒方 直
鹿児島大学大学院 学生員 奥地栄祐
鹿児島大学工学部 正会員 山口明伸
アジア工科大学院 正会員 武若耕司

1. 研究の背景

シラスは、微粒分を多く含む発泡状の火山性堆積物である。このシラスは、南九州に広くかつ多量に存在するものの未だ十分に活用されていない状況にある。既に著者らは、シラス中に多量に含まれる 74 μ m以下の微粒分を高流動コンクリートにおける粉体の一部として考え、この微粒分を含むシラスを細骨材として活用することが可能であることを明らかにした。そこで本研究では、粒度分布や比重の違う 2 種類のシラスを用いて自己充填性を比較し、シラスを細骨材として用いた高流動コンクリートの配合設計の一助とするための検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

今回の実験における使用材料の主な概要を表-1に示す。なお、シラスとしては 74 μ m以下の微粒分を約 40%含む「シラス 40」と、約 17.5%含む「シラス 17.5」の 2 種類を用いた。但し、これらのみでは 3~5mm の粒径の骨材が不足するため、細骨材としてはシラスと 3~5 mm 砕砂を容積比 4 : 1 で混合したものを使用した。今回使用したシラスの粒度分布を図-1に示す。

表-1 使用材料

材 料	仕 様
結合材	普通ポルトランドセメント 比重3.16
細骨材	垂水産シラス40 最大寸法3mm 比重2.11
	垂水産シラス17.5 最大寸法3mm 比重2.13
	始良産3~5mm砕砂 比重2.54
粗骨材	始良産砕石 最大寸法20mm 比重2.55
混和剤	ポリカルボン酸系高性能AE減水剤

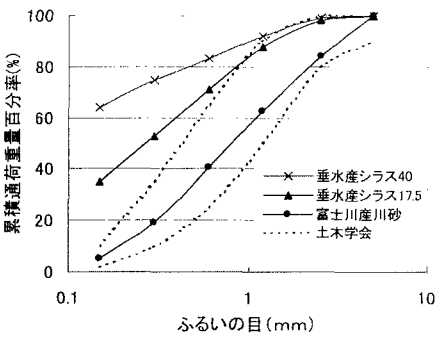


図-1 粒度分布

表-2 コンクリートの配合

使用 シラス	W/C %	シラス 容積比	単位粗骨材 絶対容積	W/P %	単位量 (kg/m ³)				
					水	セメ ント	シラス		粗骨材
							~74 μ m	74 μ m~	
シラス 17.5	35	0.245	0.330	29.7	180	514	92	432	842
	35	0.237	0.340	29.9	180	514	89	418	867
	35	0.229	0.350	30	180	514	86	404	893
シラス40	40	0.254	0.340	27.1	180	450	214	322	867

※P:セメント+シラスの74 μ m以下

シラスは、川砂に比べて通常の状態での表面水率が高いため、表面水率の変動幅が大きく、これによってフレッシュコンクリートの性状が変動する可能性が高い。今回の実験ではシラスの表面水率がおよそ 2.5 $\pm$ 0.5%となるようにあらかじめ調整したものを使用した。表-2に本実験で使用した配合を示す。

2.2 試験項目

表-3 試験の目標値 (ランク 2)

スランプフロー試験	スランプフロー 600~700mm
	500 ^{ミリ} 到達時間 3~15 秒
U 型容器を使用した 間隙通過性試験	自己充填高さ 300mm 以上

フレッシュコンクリートの性能試験として、スランプフロー試験、U 型容器を使用した間隙通過性試験を高流動コンクリート施工指針に準拠して行った。試験の目標値は、一般的な構造物を想定したものである高流動コンクリート施工指針のランク 2 を設定した。指針で定めるランク 2 の目標値を表-3に示す。また、硬化コンクリート試験用として、高流動コンクリート施工指針に従って供試体を作成した。なお、容器や型枠に詰める際、突き固めは一切行わなかった。

3. 実験の結果および考察

3.1 スランブフロー試験結果

図-2に「シラス 17.5」を用いた高流動コンクリートのスランブフローと高性能 AE 減水剤添加量の関係を示す。シラス容積比が増加するに伴い、同一のフローを得るための高性能 AE 減水剤添加量を増やす必要があった。また、500mm フロー到達時間に関しても、シラスの容積比が増加するに伴い、同一の 500mm フロー到達時間を得るための高性能 AE 減水剤添加量が増加した。なお、粒度分布が異なる「シラス 40」を用いた場合においても、同一流動性を得るための高性能 AE 減水剤量（粉体比）に大きな違いは認められなかった。

3.2 U型容器を使用した間隙通過性試験結果

図-3に「シラス 17.5」を用いた高流動コンクリートの自己充填高さとの関係を示す。自己充填高さとの関係は、材料分離を起こさない範囲ではほぼ線形的な関係を示し、材料分離が起きてしまうとモルタルが骨材を運搬できなくなるため自己充填高さが極端に下がることを確認した。また、シラスを細骨材として用いた場合、十分な自己充填性を得るためには、単位粗骨材絶対容積を指針で定める値(0.30~0.33)よりも大きくする必要があることも確認できた。

3.3 異なるシラスにおける自己充填性

図-4に、「シラス 17.5」と「シラス 40」2種類のシラスを用いたもののうち、単位粗骨材絶対容積が等しい場合の自己充填高さとの関係を示す。今回使用した粒度が違う2種類のシラスの場合、各配合における自己充填高さが最も高くなる時の高性能 AE 減水剤添加量は、いずれのシラスの場合も粉体比で 2.5%程度であった。また今回の実験の範囲では粒度の違うシラスを用いた場合でも、74 μ m以下の微粒分を粉体と考え、水粉体比(W/P)を28%程度に調整することで十分な自己充填性を得ることができると言える。

3.4 圧縮強度試験結果

図-5に自己充填高さが300mm以上となったW/C35%の材齢(水中養生)と圧縮強度の関係の一例を示す。圧縮強度は時間の経過とともに順調に発現している。材齢28日では、強度が60N/mm²程度となっており、シラスを使用した場合でも十分な強度が発現している。

4. まとめ

- ・シラスを用いる場合、十分な自己充填性を得るためには単位粗骨材絶対容積を施工指針で定める値よりも0.01~0.02程度大きくする必要がある。
- ・今回の実験では、粒度の違うシラスを用いた場合でもW/P28%程度で、十分な自己充填高さを得ることができた。

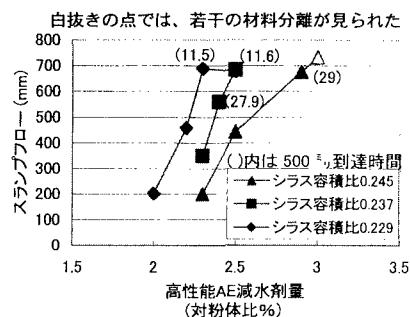


図-2 スランブフローと高性能 AE 減水剤添加量の関係 (シラス 17.5)

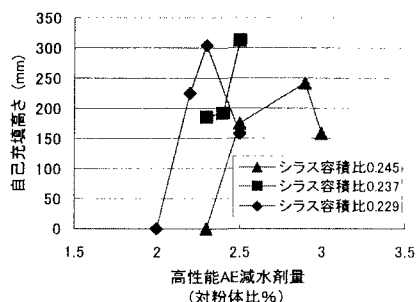


図-3 自己充填高さとの関係 (シラス 17.5)

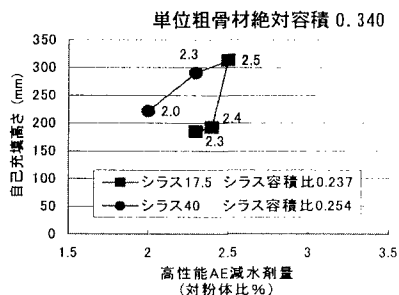


図-4 粒度分布の異なるシラスにおける自己充填高さとの関係

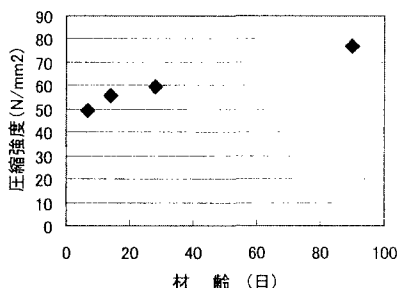


図-5 材齢と圧縮強度の関係 (シラス 17.5)