

細骨材中の微粒分(採石粉)を変化させたモルタルの流動性と強度

山口大学工学部 学生会員 岩本千佳 学生会員 白石雅明
山口大学大学院 正会員 高海克彦

1. はじめに

近年、天然骨材資源の枯渇が問題となっており、代替材料として碎石・砕砂の利用が増加している。それに伴い産出される碎石粉も年々増加しており、その産出量は年間100万t程度に及んでいる。しかし、碎石粉の有効的な利用法は未だ確立されておらず、碎石工場内に埋め戻したり最終処分されているのが現状であり、その処理に多くの手間とコストを要している。

本研究では、実際に碎石現場から産する碎石粉について物理的性状を調べ、碎石粉のモルタルに対する影響を調べることを目的とし、碎石粉を多量に含むコンクリートの実用化に向けての一資料としたい。

2. 実験概要

2.1 使用材料

試験で用いた碎石粉は硬質砂岩を原石とした乾燥状碎石粉である。また、モルタル試験ではセメントに普通ポルトランドセメントを、細骨材として碎石粉と同様の場所で採れた湿式砕砂(WCS)、乾式砕砂(DCS)、未処理砕砂(UCS)、および標準砂(STS)の4種類を用いた。ここで、未処理砕砂とはクラッシャーで破碎直後の微粒分調整を行っていない砕砂とする。使用細骨材の物性値を表-1に示す。

2.2 試験項目と概要

(1) 碎石粉の物性試験

JIS R 5201に準じ、密度および比表面積を求めた。また、レーザー回折式粒度分布測定装置および粒度・形状分布測定器を用いて、粒度分布および粒形を求めた。

(2) モルタル試験

セメントの物理試験方法(JIS R 5201)に準じ、モルタルを練りモルタルフロー試験および強度試験を行なった。なお、強度試験における試験材齢は材齢7日、材齢28日とした。基準モルタルの配合はW/C=50%(JIS R 5201)およびW/C=55%の2種類とし、表-2に示す。モルタルの容積880cm³を一定とする。表-2をもとに、本研究では碎石粉を細骨材の容積に対して内割りで置換し、置換率を5%単位で増加させた。

モルタルフロー値より、基準モルタルに対するフロー値比、各細骨材で置換率0%を基準としたフロー値比を求めた。

また、曲げ強度および圧縮強度より、基準モルタルに対する曲げ強度比および圧縮強度比、各細骨材で置換率0%を基準とした

表-1 細骨材の物理的性質

細骨材の種類	WCS	DCS	UCS	STS
絶乾密度 (g/cm ³)	2.51	2.68	2.64	2.63
表乾密度 (g/cm ³)	2.58	2.68	2.66	2.64
吸水率 (%)	2.88	0.10	0.71	0.42
単位容積質量 (kg/l)	1.46	1.47	1.45	1.76
粒形判定実積率 (%)	58.4	54.9	57.8	66.7
微粒分量 (%)	5.7	5.7	11.1	0.1
粗粒率	3.12	3.00	2.80	2.70

表-2 基準モルタルの配合

W/C (%)	水 (W)	セメント (C)	標準砂 (S)
50	225	450	1350
55	248	450	1290

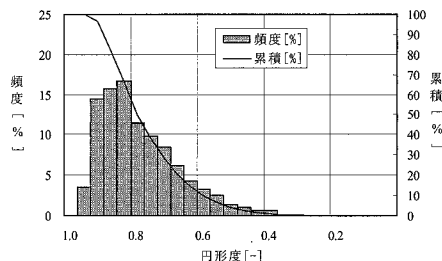


図-1 円形度の測定結果

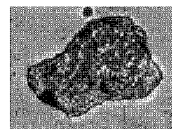


写真-1 碎石粉粒子画像

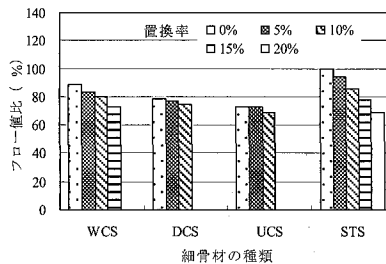


図-2 フロー値比 (W/C=50%)

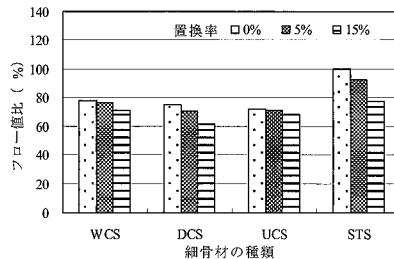


図-3 フロー値比 (W/C=55%)

曲げ強度比および圧縮強度比を求めた。

3. 実験結果

3.1 砕石粉の物性試験

密度および比表面積：砕石粉の密度は含水状態の調整を行っていない状態の砕石粉で 2.71g/cm^3 となった。絶乾密度は 2.70g/cm^3 となった。これは、細骨材の密度に比べてやや大きいという程度である。また、比表面積は空気透過法によって $1726\text{cm}^2/\text{g}$ であり、普通ポルトランドセメントの約半分である。

粒度分布：レーザー回折式粒度分布測定装置を用いて測定した結果、際立った特徴はない。

円形度：円形度の測定結果を図-1に示す。円形度とは粒子の投影面積と同じ面積の円の周囲長を粒子投影像の周囲長で除した比率であり、円形度が1とは真円を表す。写真-1は観測粒子中で円形度が最小の砕石粉の粒子画像である。したがって、砕石粉の粒子は尖りが少なく丸みを帯びていることがわかる。

3.2 モルタル試験

基準モルタルに対するフロー値比を図-2、図-3に示す。モルタルフロー試験結果より $W/C=50\%$ に対して $W/C=55\%$ の方が水量が多いためフロー値は大きくなる。しかしながら置換率によるフロー値比の低下率はほぼ同程度である。また、細骨材の種類によるフロー値の違いは細骨材中に含まれる微粒分量に関係すると考えられる。

曲げ強度試験結果より、材齢28日における基準モルタルに対する曲げ強度比を図-4、図-5に示す。試験モルタルはモルタルミキサーでの均一な練混ぜが可能な置換率を上限としているため、細骨材の種類によりデータ数が異なるが、置換率15%までは曲げ強度低下の傾向はない。

圧縮強度試験結果より、材齢28日における基準モルタルに対する圧縮強度比を図-6、図-7に示す。図-6より、 $W/C=50\%$ の場合、置換率10%までは強度増加が期待できる。STSにおいては置換率15%まで強度が増加し、置換率20%で強度が低下傾向にある。図-7より、 $W/C=55\%$ の場合、WCSを除いて置換率15%まで増加している。

また、 $W/C=50\%$ に対して $W/C=55\%$ で細骨材の種類および置換率が同一の試験体を比較すると、水量の割合が高い分強度もやや低下傾向にあるが、STSにおいては、曲げおよび圧縮強度ともにやや増加傾向にある。

4. 結論

- 1) 練混ぜ可能な範囲において、砕石粉混入率の5%増加に対してモルタルフロー値は5%前後の割合で低下する。
- 2) 細骨材中の微粒分がない状態に対しては、置換率15%まで曲げ強度および圧縮強度は増加傾向にある。
- 3) 砕石粉混入率を増加し続けると、結果的に強度は低下するが $W/C=50\%$ および 55% において置換率15%まではモルタル強度に対する悪影響はないと考えられる。

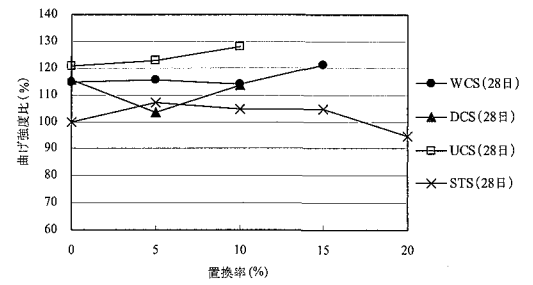


図-4 曲げ強度比 (W/C=50%)

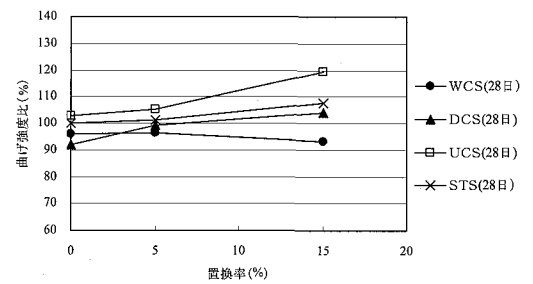


図-5 曲げ強度比 (W/C=55%)

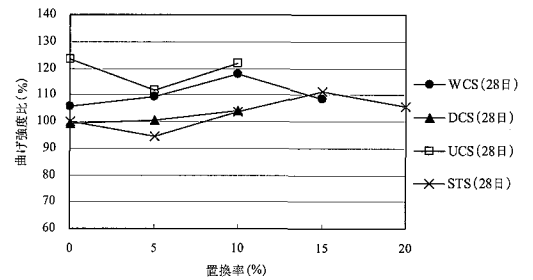


図-6 圧縮強度比 (W/C=50%)

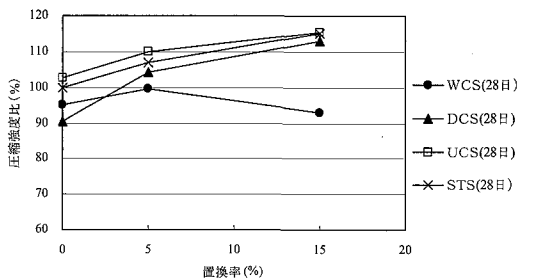


図-7 圧縮強度比 (W/C=55%)