

セラミック粉体を細骨材代替としたモルタルの最適配合に関する基礎的研究

九州産業大学 学生会員 ○光田隼人
九州産業大学 正会員 松尾栄治
九州産業大学 正会員 永松武則

1. はじめに

セラミック製品の製造においては研磨作業の工程が必要であり、その際にセラミック微粉（以下 CR と略）が汚泥状の排水として発生する。現状においては、その排水を天日により乾燥させ、セメントを添加して固化させた状態で産廃処理しており、有効活用が望まれている。

微粉系の産廃は数多く存在し、循環型社会の構築に向けた有効利用に関する研究も多岐にわたって活発に行われているが、活性を有さない粉体の場合は舗装材料のフィラーとして利用する程度の有効活用にとどまっている。CR 粉体に関する研究に着目すると、坂上ら¹⁾はセメントの一部を CR に置換することで高スランプコンクリートにおける材料分離抑制材としての適用性を明らかにしている。強度が低下する点については、セメント置換ではなく、骨材置換することを提案している。本研究では、CR を細骨材代替として有効活用することを検討した。すなわち、セメントの強さ試験の配合をベースに、JIS 標準砂の一部を CR に体積置換した場合の最大置換率について、ワーカビリティと強度の観点から実験的に明らかにした。

2. フレッシュ性状

(1) 使用材料および配合

CR は炉乾燥により絶乾状態にし、粒径を揃えるために 0.15mm ふるいを通過するものを使用した。CR 粉体の成分分析結果を表-1 に示すが、アルミニウム (Al) が最も多いことがわかった。

表-2 にモルタルの配合を示す。セメントには普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm³）、細骨材には JIS 標準砂（密度：2.64g/cm³、吸水率：0.42%）、CR 粉体（粒形：非球形）を使用した。単位水量と単位セメント量は一定にし、「JIS R 5201 セメントの強さ試験」に準じて練混ぜをおこなった。

(2) フロー試験

図-1 に CR 置換率とフロー試験の関係を示す。置換率が増加するに伴いフロー値が低下することがわかる。特に置換率が 15%を超えるとワーカビリティが著しく低下し、実用性が低いと判断できた。ワーカビリティ低下の要因として、JIS 標準砂と比較して CR は極めて粒度が小さく、比表面積が大きいいため、吸着水が増加したものと考えられる。

以上より、混和剤によるワーカビリティの改善を目的に、置換率 0%におけるフロー値（＝180mm）となるための高性能 AE 減水剤（以下 SP 剤と略）添加率を求めた。すなわち、図-2 のように添加率とフロー値の関係図から逆算した。なお、SP 剤を使用し

表-1 CR 粉体の X 線回析結果

絶乾密度 (g/cm ³)	成分割合 (%)				
	Na	Mg	Al	Si	K
3.71	0.2	1.0	89.2	6.6	0.4
	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu
1.1	0.3	0.2	0.4	0.5	0.2

表-2 モルタルの配合

配合名	W/C (%)	CR粉体容積置換率 (%)	単位量(kg/m ³)			
			水	セメント	細骨材	CR粉体
N	50	0	225	143	511	0
S5	50	5	225	143	485	26
S10	50	10	225	143	460	51
S15	50	15	225	143	434	77
S20	50	20	225	143	409	102
S25	50	25	225	143	383	128

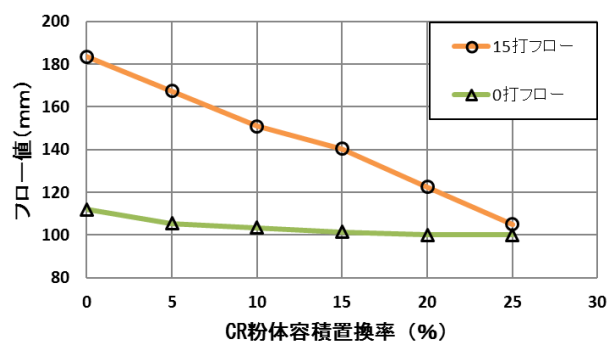


図-1 CR 置換率とフロー値の関係

た場合にはフロー値の経時変化がみられた。予備実験の結果では、概ね練混ぜ開始から約 20 分後にフロー値が最大値を示したので、その時間を基準とした。CR 置換率と SP 剤添加率の結果を図-3 に示す。両者には図中に示す回帰式および回帰曲線（赤の破線）が得られた。

3. 強度性状

モルタル配合は表-2 と同様で、供試体寸法は、40×40×160mm の角柱とし、試験材齢は、3, 7, 28, 91 日とした。角柱圧縮強度試験の結果を図-4 に示す。材齢 3 日では、CR 置換率 15%までは大きな強度低下はみられなかったが、CR 置換率 20%以降で著しく強度が低下した。材齢 7 日以降になると、CR 粉体の置換率にかかわらず、未混入状態とほぼ同等の強度発現が確認できた。曲げ強度試験の結果を図-5 に示す。角柱圧縮強度と同様に、材齢 3 日では高置換率の場合に強度発現が低く、材齢 7 日以降になるといづれの置換率においても材齢に伴う強度発現が確認できた。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) CR 置換率が高い場合には初期強度発現に課題がある。
- (2) 材齢 7 日以降は、CR 置換率 25%までは強度低下はみられない。
- (3) 減水剤などを用いない場合、ワーカビリティの観点も総合すると、CR 置換率は 15%が最適配合だと考えられる。

今後は、耐久性の検証や付加価値の観取など、実用化に向けた更なる研究が必要である。

謝辞：本研究の実施において、九州産業大学工学部の高橋純氏、吉田勇貴氏、天野雄貴氏の協力に敬意を表すとともに、深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 坂上純一, 岡部洋介, 藤原忠司：コンクリート用混和剤としての廃棄物汚泥の適用性, 土木学会第 58 回年次学術講演会 V-164, pp.327-328, 2003.9

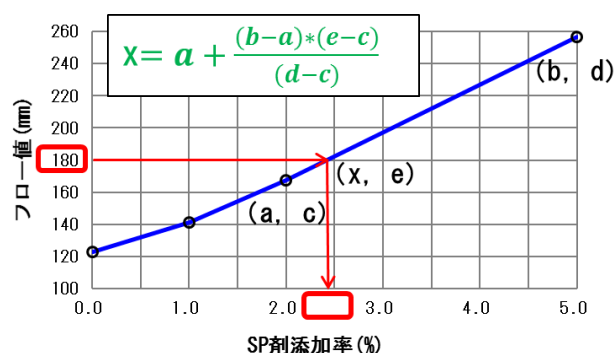


図-2 SP 剤添加率測定モデル

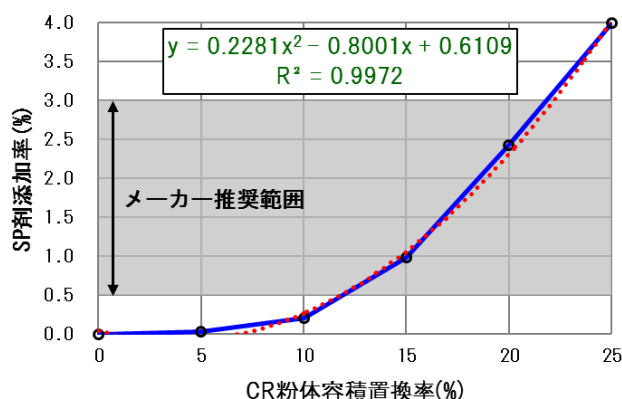


図-3 CR置換率とSP剤添加率の関係

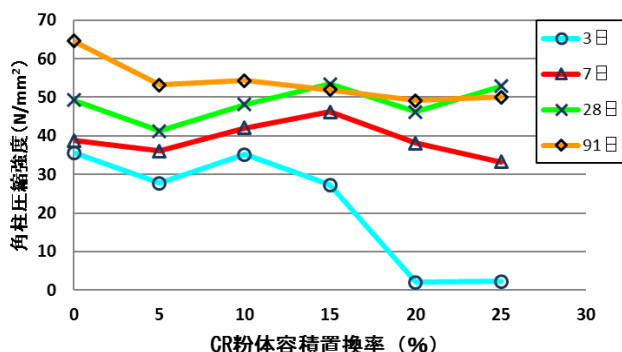


図-4 CR置換率と角柱圧縮強度の関係

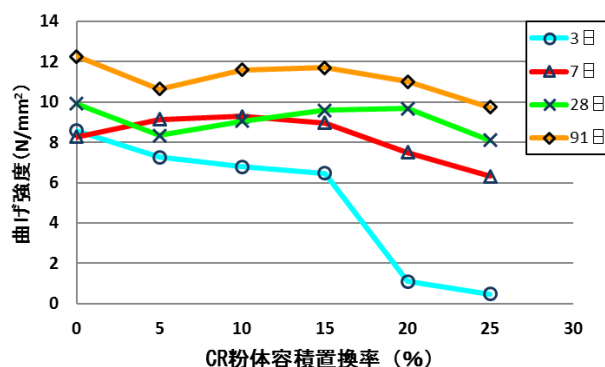


図-5 CR置換率と曲げ強度の関係