

V-451

微粒珪砂を用いた高流動コンクリートの物性に関する研究

名古屋工業大学 学生員 佐藤 貢
 名古屋工業大学 正会員 上原 匠
 矢作建設工業(株) 正会員 桐山 和也
 名古屋工業大学 正会員 梅原 秀哲

1. はじめに

現在、愛知県瀬戸地区では年間約 20 万トンもの微粒珪砂が珪砂副産物として排出され、一部が再利用されているものの、その約 80%は埋戻し処分されており、資源としての有効利用が重要な課題となっている。

そこで、産業副産物である微粒珪砂を粉体系高流動コンクリートに有効利用することを目的に、微粒珪砂を混入したコンクリートのフレッシュおよび硬化後の性状について実験より検討を行った。

2. 使用材料

表-1 に使用材料を示す。微粒珪砂は比重が 2.65、主成分は SiO_2 (93.2%)、Ig-Loss は 0.26%、平均粒径は 70 μm 程度の常温では不活性な材料である^[1]。また、粉末度が 1000 cm^2/g と高炉スラグ、石灰石微粉末、フライアッシュ等よりも低い粉体である。ところで、珪砂製品が湿式方式で生産されることから、副産物も湿潤状態で排出される。混和材料として用いるには、取り扱いの容易さや品質管理の上で気乾または絶乾状態が望ましいが、経済性や環境への配慮から、排出された状態のままで用いることとした。今回用いた微粒珪砂の含水率は 14% 程度である。

表-1 使用材料

使用材料	種類	記号	物性または成分
セメント	普通ポルトランドセメント	C	比重:3.15, 比表面積:3340 cm^2/g
細骨材	山砂(豊田産)	S	比重:2.56, 吸水率:1.65%, 粗粒率:2.77
粗骨材	砕石(春日井産)	G	比重:2.69, 吸水率:0.79%, 粗粒率:6.78, 最大寸法:20mm
混和材	微粒珪砂	K	比重:2.65, 比表面積:1000 cm^2/g
混和剤	高性能AE減水剤	SP	主成分:ポリカルボン酸系
	AE剤(AE助剤)	AE	主成分:樹脂塩酸系陰イオン界面活性剤

3. 配合および試験項目

表-2 に配合を示す。今回目標強度は設定せず、水セメント比を 50%とし、単位水量、単位粗骨材量を一定として、微粒珪砂は細骨材と置換して用いた。置換率は容積で 0、10、20、30%である。目標とするスランプフローは 600mm とした。予備実験より微粒珪砂に含まれる水が、練混ぜに関与しないことが確認されたことから、単位水量に対する微粒珪砂の含水量の補正は行わないこととした^[2]。配合表での単位微粒珪砂量は湿潤状態での値を示す。SP 添加率は、微粒珪砂の置換率 10% に対する予備実験から、セメント質量に対して 1.0、1.1、1.3、1.5%とし、目標空気量は 4.0%として AE 助剤を適宜使用した。練混ぜは強制練りミキサを使用し、練混ぜ時間は 3 分とした。微粒珪砂は砂と同様に取り扱った。

試験項目は、スランプフロー試験、空気量試験、および圧縮強度試験である。

表-2 配合表

シリーズ*	W/C (%)	微粒珪砂置換率(%)	SP添加率 Cx(%)	単位量 (kg/m^3)				
				W	C	S	G	K
0-0.7	50	0	0.70	170	340	941	846	0
10-1.00		10	1.00	170	340	812	846	108
10-1.10			1.10					
10-1.30			1.30					
10-1.50			1.50					
20-1.00		20	1.00	170	340	693	846	208
20-1.10			1.10					
20-1.30			1.30					
20-1.50			1.50					
30-1.00		30	1.00	170	340	583	846	301
30-1.10			1.10					
30-1.30			1.30					
30-1.50			1.50					

*シリーズ名は珪砂置換率・SP添加率で表示

4. 実験結果および考察

表-3 に実験結果を示す。微粒珪砂の置換率が 0% の場合、SP 添加率が 0.7% のときに材料分離が見られず最大スランプ値 16cm が得られた。表から、微粒珪砂で置換することにより、スランプフローが大きくなり、流動性が改善されていることがわかる。なお、材料分離の傾向はスランプフローの状態の目視より判断した。

キーワード 産業副産物、微粒珪砂、高流動コンクリート、高性能 AE 減水剤

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学社会開発工学科 Tel 052-735-5502 Fax 052-735-5503

SP 添加率の増加に伴い、スランプフローは大きくなるが、しだいに材料分離の傾向が見られ、空気量も極端に減少することがわかった。これは、モルタルの粘性が低くなり空気の連行能力がおちたためと考えられる。SP 添加率が 1.5% の場合では明らかな材料分離が生じたため、圧縮強度試験を除外した。

図-1 に置換率とスランプフローの関係を示す。置換率が同じ場合、SP 添加率が 1.3% のスランプフローの値と添加率が 1.1% の値とを比べると、150mm 以上の差が生じていることがわかる。また、SP 添加率の違いにより、微粒珪砂の置換率の増加に伴うスランプフローの現れ方が大きく異なることがわかる。すなわち、SP 添加率が低い領域では、微粒珪砂の置換率が大きくなるにしたがい、スランプフローが小さくなる傾向を示し、逆に SP 添加率が大きい領域では、微粒珪砂の置換率が大きくなるにしたがって、スランプフローが大きくなり、かつ、材料分離の傾向が現れる。これより、水セメント比 50% で単位水量 170kg/m³ の場合に安定して得られるスランプフローは 500mm 程度であり、その時の微粒珪砂の置換率と SP 添加率は、それぞれ 20% と 1.1% 程度との結果が得られた。したがって、微粒珪砂の置換率と混和剤の添加率を調整することで、微粒珪砂の粉体系高流動コンクリートへの適用が可能であると言えよう。

図-2 に置換率と圧縮強度の関係を示す。微粒珪砂無混入の場合の圧縮強度が 45.3N/mm² であるのに対して、微粒珪砂を混入したコンクリートは約 33.0N/mm² と 3 割程度低い値を示した。強度低下の原因としては微粒珪砂を湿潤状態で用いたことが考えられる。置換率の違いに着目すると、置換率の増加に伴い強度が若干低下する傾向が見られる。SP 添加率の違いに着目すると、添加率が 1.1% のときいずれの配合でも強度が最大となることから、フレッシュ時の状態を含め、微粒珪砂がコンクリートの充填性に効果的に作用する適切な SP 添加率があると考えられる。

5. まとめ

微粒珪砂を粉体として使用することにより、流動性が改善されることから、微粒珪砂の粉体系高流動コンクリートへの適用が可能であると言えよう。なお、水セメント比 50%、単位水量 170kg/m³ の場合に安定して得られるスランプフローは 500mm 程度で、この場合、最適となった微粒珪砂の置換率および SP 添加率は、20% および 1.1% である。また、圧縮強度については微粒珪砂無混入の場合と比べ 3 割程度低い値を示すことがわかった。

参考文献 [1] 森野奎二：産業廃棄物のオートクレープ処理、愛知工業大学研究報告 No8、1973 年

[2] 上原匠：微粒珪砂を混入したコンクリートのフレッシュ性状に関する研究、土木学会中部支部研究発表会講演概要集、1999 年

表-3 実験結果

シリーズ	スランプ (cm)	スランプフロー (mm×mm)	空気量 (%)	状態	28日強度 (N/mm ²)
0-0.7	16.0	310×300	3.5	良好	45.3
10-1.00	23.0	505×500	5.1	良好	34.4
10-1.10	23.5	480×450	5.3	良好	35.6
10-1.30	25.0	670×660	6.5	やや分離	34.1
10-1.50	23.5	690×675	2.1	分離	—
20-1.00	22.5	465×445	3.9	良好	31.6
20-1.10	23.5	490×515	4.8	良好	36.5
20-1.30	24.5	705×645	5.0	やや分離	33.9
20-1.50	23.0	760×675	2.2	分離	—
30-1.00	21.0	390×390	4.3	良好	30.1
30-1.10	21.5	385×365	3.4	良好	33.3
30-1.30	25.5	705×690	5.6	やや分離	28.7
30-1.50	23.0	705×710	1.8	分離	—

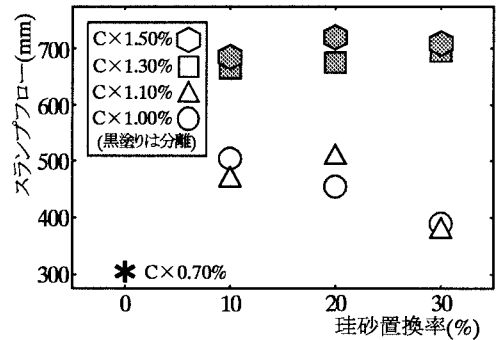


図-1 珪砂置換率とスランプフローの関係

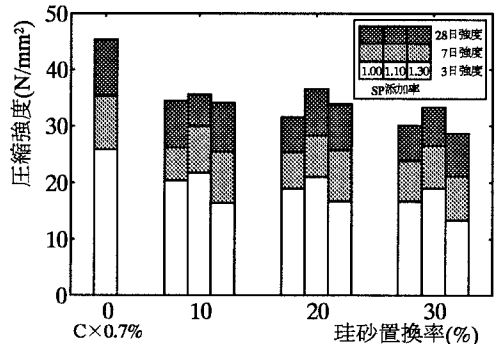


図-2 珪砂置換率と圧縮強度の関係