

微粒珪砂を混入した高流動コンクリートの配合に関する検討

竹本油脂(株) 正会員 ○ 山口昇三 矢作建設工業(株) 正会員 服部啓二
日本コンクリート(株) 井上勝利 名古屋工業大学工学部 正会員 上原 匠
名古屋工業大学大学院 正会員 梅原秀哲

1. はじめに

微粒珪砂は、ガラスの原料となる製品珪砂の製造を行っている愛知県瀬戸地区の珪砂産業で発生する産業副産物である。その排出量は、年間約 20 万トンであり資源材料として有効活用すること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設計基準強度が 30N/mm²である工場製品の粉体系高流動コンクリートに有効活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及び硬化後の性状について実験により検討を行った。

2. 使用材料

表-1 に使用材料を示す。セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は山砂、粗骨材は最大寸法 20mm の碎石を用いた。微粒珪砂の主成分は SiO₂ (93.2%)、平均粒径 70μm 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	密度:3.15, 比表面積:3290cm ² /s
細骨材	山砂(木曽川水系)	S	密度:2.58, 吸水率:1.8%, 粗粒率:2.85
粗骨材	碎石(外ノ原産)	G	密度:2.70, 吸水率:0.5%, 粗粒率:6.80
混和材	微粒珪砂(瀬戸産)	K	密度:2.65, 比表面積:1000cm ² /s
混和剤	高性能 AE 減水剤	SP	主成分:ポリカルボン酸系

3. 練混ぜ及び養生方法

練混ぜは、二軸強制練りミキサ(容量 0.1m³)を使用し、練混ぜ量は 0.05m³とした。骨材、セメント、微粒珪砂を投入し 30 秒空練りした後、予め混和剤を溶解させた練混ぜ水を加え、150 秒練り混ぜた。ところで、工場製品の場合、製造効率を上げるため型枠の脱型を早くする必要がある。そのため、常圧の蒸気養生を行い、脱型材齢 1 日の圧縮強度を検討した。なお、蒸気養生の最高温度は 65℃である。

4. 配合及び試験項目

本検討では、目標スランプフローを 650±50mm、圧縮強度の目標を材齢 1 日で 12N/mm²、材齢 14 日で 36N/mm²とし、これを満たす単位微粒珪砂量の範囲を得ることを目的とした。配合を表-2 に示す。

表-2 配合

シ リ ー ズ	No	W/C (%)	s/a (%)	W/V _c +V _k	単位量(kg/m ³)					
					W	C	K	S	G	SP(C×%)
1	1	50.0	49.0	1.27	185	370	73	822	895	7.03(1.90)
	2		48.0	1.17			106	789		8.14(2.20)
	3		46.8	1.07			145	752		9.99(2.70)
2	4	50.0	49.0	1.28	190	380	73	812	884	6.46(1.70)
	5		48.0	1.18			106	779		7.60(2.00)
	6		46.7	1.08			145	741		8.55(2.25)
	7		45.1	0.98			193	694		9.31(2.45)

シリーズ 1 は、水セメント比 50%一定、単位セメント量 370kg/m³一定、単位粗骨材量 895kg/m³一定とし、微粒珪砂量を 73、106、145kg/m³と 3 水準変化させた。シリーズ 2 は、水セメント比 50%一定、単位セメント量 380kg/m³一定、単位粗骨材量 884kg/m³一定とし、微粒珪砂量を 73、106、145、193kg/m³と 4 水準変化させた。高性能 AE 減水剤の添加量は、目標スランプフローが得られる範囲内で適宜決定した。

試験項目は、スランプフロー試験、空気量試験、材齢 1 日及び 14 日における圧縮強度試験である。なお、シリーズ 2 に関しては、U 形充てん装置による間げき通過性試験（障害 R2）¹⁾を行った。

5. 試験結果及び考察

フレッシュ及び硬化コンクリートの試験結果一覧を表-3 に示す。単位微粒珪砂量とスランプフローの関係を図-1 に示す。図より単位セメント量に着目すると 370kg/m³であるシリーズ 1 と 380kg/m³であるシリーズ

表-3 試験結果

シリーズ	No	スランブフロー			間げき通過性試験		空気量 (%)	圧縮強度(N/mm ²)		目視による 状態の判定
		(mm×mm)	500mm 到達 時間(s)	停止時間 (s)	充てん 高さ(mm)	充てん 時間(s)		1 日	14 日	
1	1	615×580	8.2	40.2	—	—	1.2	18.2	43.8	やや分離
	2	615×590	9.3	49.3	—	—	0.9	20.9	46.0	良好
	3	690×660	8.1	70.4	—	—	0.8	13.9	44.3	分離
2	4	655×640	6.4	45.4	210	46.0	0.7	15.3	45.2	やや分離
	5	700×680	6.7	51.7	325	78.1	0.9	22.4	53.1	良好
	6	670×685	7.4	57.2	200	100.4	0.5	17.0	43.2	良好
	7	680×730	6.7	79.3	320	121.0	1.8	20.8	47.3	良好

2では、SP 添加率が低いシリーズ2のスランブフローが大きく現れた。単位微粒珪砂量に着目すると、シリーズ1では単位微粒珪砂量が73kg/m³の時スランブフロー600mm程度で材料分離の性状を呈したが、単位微粒珪砂量 106kg/m³で材料分離せずスランブフロー 600mm 程度が得られた。シリーズ2では単位微粒珪砂量73kg/m³の時スランブフロー 650mm 程度で材料分離の傾向が見られたが、単位微粒珪砂量の増加に伴い SP 添加率を増加しても材料分離を生じずスランブフローが大きく現れた。このことより、微粒珪砂を用いることにより材料分離抵抗性が増し、流動性が改善されることがわかる。

U 形充てん装置による試験結果を図-2 に示す。図より単位微粒珪砂量 106kg/m³及び 193kg/m³で充てん高さが 300mm 以上、スランブフロー 700mm 程度となり、自己充てん性を有しているものと判定される。また、単位微粒珪砂量 145kg/m³では、充てん高さ 300mm を下回り不合格となっているが、SP 添加率の調整により自己充てん性を得ることができると考えられる。よって、自己充てん性を有する高流動コンクリートを得る単位微粒珪砂量の範囲は、水セメント比 50%、単位セメント量 380kg/m³の時、106～193kg/m³程度であると考えられる。

単位微粒珪砂量と圧縮強度の関係を図-3 に示す。図より材齢 1 日及び 14 日における圧縮強度は、目標とする値を満たしたが、材料分離の性状を呈したものが若干低い値を示す結果となった。

6. まとめ

産業副産物である微粒珪砂を有効活用するため、工場製品の粉体系高流動コンクリートへの適用を検討した結果、本研究の範囲で以下に示す結論が得られた。

- (1)微粒珪砂を粉体として用いることにより、材料分離抵抗性が増し、流動性が改善される。
- (2)自己充てん性を有する高流動コンクリートを得る単位微粒珪砂量の範囲は、水セメント比 50%、単位セメント量 380kg/m³の時、106～193kg/m³である。

『参考文献』 1)土木学会：コンクリートライブラリー 93 高流動コンクリート施工指針、1998

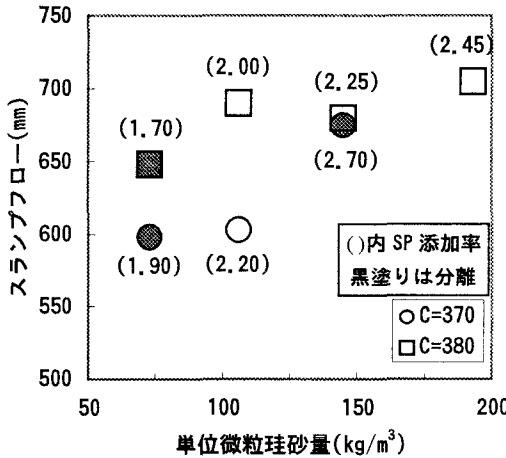


図-1 単位微粒珪砂量とスランブフローの関係

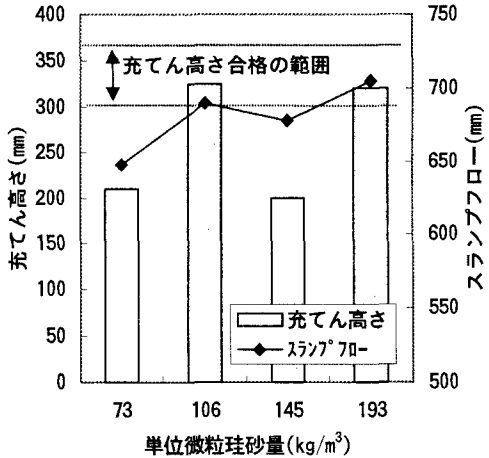


図-2 単位微粒珪砂量と充てん高さ・スランブフローの関係

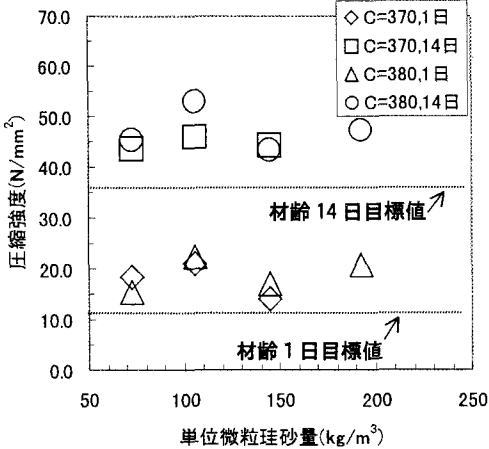


図-3 単位微粒珪砂量と圧縮強度の関係