

微粒珪砂を混入した高流動コンクリートの耐久性に関する検討

日本コンクリート(株) ○ 植松理絵 矢作建設工業(株) 正会員 桐山和也
竹本油脂(株) 正会員 山口昇三 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

愛知県瀬戸地区では、ガラス用製品珪砂の製造工程で年間約 20 万トンもの廃珪砂（微粒珪砂）が取り除かれ廃棄処分されている。この微粒珪砂は、資源材料として有効利用するための研究¹⁾²⁾が行われ、微粒珪砂を用いることにより良好なフレッシュ性状を持つ粉体系高流動コンクリートが製造可能であることが明らかにされている。本研究では、微粒珪砂を混入した高流動コンクリートのフレッシュ性状に加え、耐久性能を含めた硬化後の物性について実験により検討を行った。

2. 使用材料

使用材料を表-1に示す。
使用した微粒珪砂の主成分はSiO₂(93.2%)、平均粒径は約80μmである。

3. 配合および試験項目

配合を表-2に示す。シリーズ1は自己充填性の確認を主目的とし、水セメント比50%一定、単位セメント量380kg/m³一定、単位粗骨材絶対容積0.314m³/m³一定とし、単位微粒珪砂量を100、150、200kg/m³の3水準とした。シリーズ2は耐久性能の

確認を目的とし、水セメント比50%一定とし、単位セメント量380、400kg/m³の2水準、単位微粒珪砂量106、193kg/m³の2水準を組み合わせた3配合について試験を行った。練混ぜは二軸強制練りミキサを用い、練混ぜ時間は4分とした。目標スランブフローを680±50mm、目標空気量を4.5±

1.5%、材齢28日における圧縮強度の目標値を40N/mm²とした。試験項目および試験方法を表-3に示す。

4. 実験結果および考察

実験結果一覧を表-4に示す。単位微粒珪砂量

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:3.15g/cm ³ , 比表面積:3290cm ² /g
細骨材	山砂(木曾川水系)	S	密度:2.58g/cm ³ , 吸水率:1.80%, 粗粒率:2.85
粗骨材	碎石(外ノ原産) <最大寸法:20mm>	G1	密度:2.68g/cm ³ , 吸水率:0.61%, 粗粒率:6.80
		G2	密度:2.70g/cm ³ , 吸水率:0.50%, 粗粒率:6.80
混和材	微粒珪砂(瀬戸産)	K	密度:2.65g/cm ³ , 平均粒径:80μm
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

※記号 G1 はシリーズ1で使用、記号 G2 はシリーズ2で使用

表-2 高流動コンクリートの配合

シリーズ	配合 No	W/C (%)	s/a (%)	W/Vk+Vc	単位量 (kg/m ³)					
					W	C	K	S	G	SP (C×%)
1	1	50.0	48.2	1.20	190	380	100	755	841	6.46 (1.70)
	2		46.6	1.07			150	706		6.84 (1.80)
	3		44.8	0.97			200	658		7.79 (2.05)
2	1	50.0	48.0	1.18	190	380	106	748	848	4.94 (1.30)
	2		45.0	0.98			193	663		6.27 (1.65)
	3		45.7	1.00	200	400	193	655	814	6.60 (1.65)

表-3 試験項目および試験方法

※○は実施

試験項目	試験方法	シリーズ 1	シリーズ 2
スランブフロー試験	土木学会規準に準拠	○	○
空気量試験	JIS A 1128	○	○
U形充填試験	土木学会規準に準拠(障害 R2)	○	
圧縮強度試験	JIS A 1108(標準養生)	○	○
静弾性係数試験	JSCE-G502		○
凍結融解試験	JSCE-G501		○
乾燥収縮試験	JIS A 1129		○
促進中性化試験	日本建築学会高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針に準拠		○

表-4 実験結果一覧

*1 種別	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)		静弾性係数*2 (N/mm ²)
	(mm×mm)	500mm 到達 (s)	停止 (s)	充てん高さ (mm)	充てん時間 (s)		1 週	4 週	
1-1	635×630	4.6	42.0	304	46.0	5.3	41.2	45.1	欠側
1-2	650×650	4.6	43.0	319	49.0	4.3	38.2	47.4	欠側
1-3	660×635	4.7	56.0	334	50.0	5.6	39.6	48.3	欠側
2-1	640×640	3.5	24.0	欠側	欠側	4.8	41.2	49.9	3.44×10 ⁴
2-2	655×630	6.7	49.6	欠側	欠側	4.4	38.9	45.2	3.44×10 ⁴
2-3	735×720	3.6	56.1	欠側	欠側	4.5	34.9	48.8	3.50×10 ⁴

*1: 種別はシリーズ-配合 No で表示 *2: 材齢 28 日での値

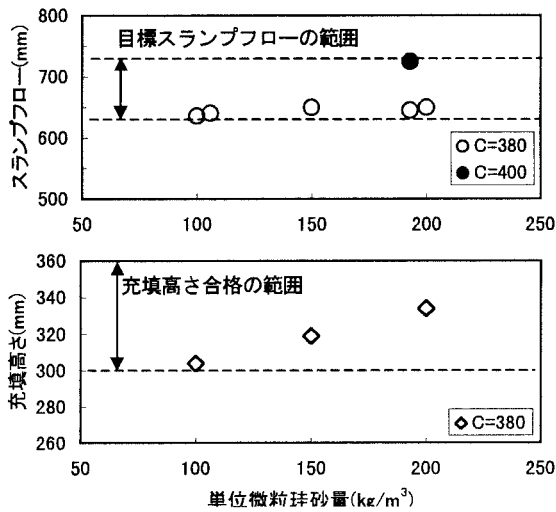


図-1 単位微粒珪砂量と充填高さ・スランプフローの関係

と充填高さ・スランプフローの関係を図-1に示す。図より何れの配合も目標値 $680 \pm 50\text{mm}$ を満たす良好なスランプフローが得られ、単位微粒珪砂 $100 \sim 200\text{kg/m}^3$ の範囲において良好な自己充填性が得られた。空気量に関しては、表-4より $4.5 \pm 1.5\%$ の範囲となった。

単位微粒珪砂量と圧縮強度の関係を図-2に示す。図より圧縮強度は、目標値を満たす結果となった。また、微粒珪砂の混入量の相違による傾向はみられない。

凍結融解サイクルと相対動弾性係数の関係を図-3に示す。300 サイクル終了時の相対動弾性係数は No.1 で 97%、No.2 で 100%、No.3 で 94% となり、優れた耐凍害性を有している。

乾燥材齢と乾燥収縮ひずみの関係を図-4に示す。乾燥材齢 26 週における乾燥収縮ひずみは、No.1 で 545×10^{-6} 、No.2 で 611×10^{-6} 、No.3 で 611×10^{-6} となり、一般的な高流動コンクリートの値 $3) 600 \sim 800 \times 10^{-6}$ と比較してもそんな値を示した。

中性化促進材齢と中性化深さの関係を図-5に示す。促進材齢 26 週における中性化深さは、No.1 で 9.6mm、No.2 で 10.2mm、No.3 で 6.6mm となった。促進中性化係数は、No.1 で 1.9、No.2 で 2.0、No.3 で 1.3 となり、良好な結果が得られた。

5. まとめ

水セメント比 50%、単位セメント量 380kg/m^3 の場合、単位微粒珪砂量 $100 \sim 200\text{kg/m}^3$ で選定すればスランプフロー 650mm 程度となる自己充填性を有する高流動コンクリートが製造可能となる。また、この高流動コンクリートは、凍結融解抵抗性、収縮性、中性化に係わる防食性に良好な性状を示し、実用上問題を生じないことが確認された。

【参考文献】 1) 平原英樹・上原匠・佐藤貢・梅原秀哲: 微粒珪砂の含水率がコンクリートの物性に及ぼす影響に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.2, 2000 2) 桐山和也・山口昇三・森嶋和博・梅原秀哲: 微粒珪砂副産物の高流動コンクリートへの活用に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.2, 2000 3) 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

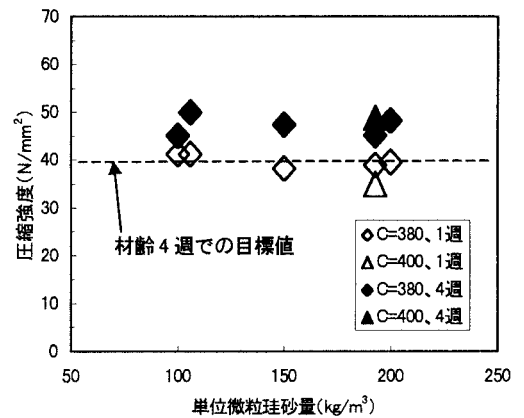


図-2 単位微粒珪砂量と圧縮強度の関係

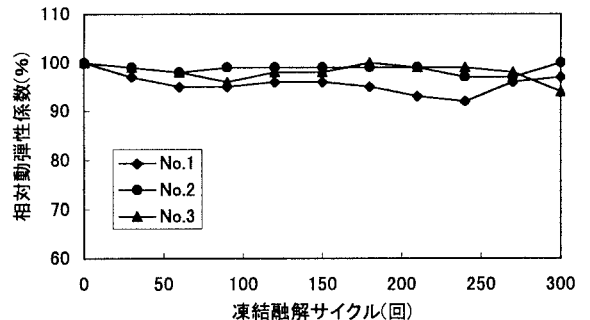


図-3 凍結融解サイクルと相対動弾性係数の関係

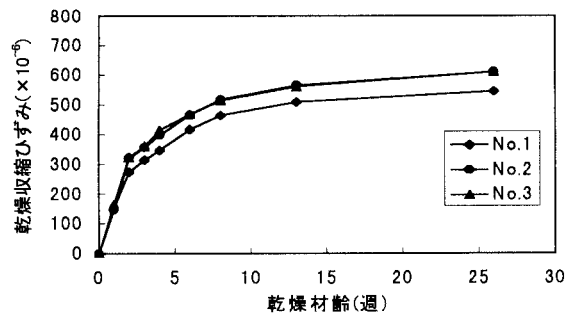


図-4 乾燥材齢と乾燥収縮ひずみの関係

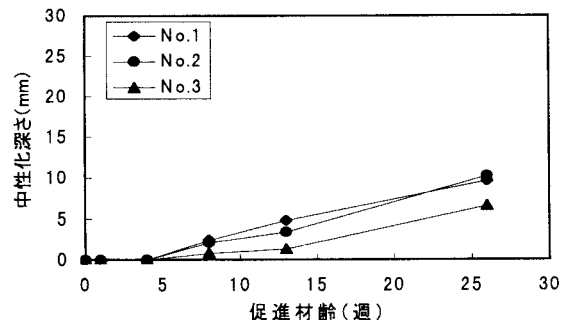


図-5 促進材齢と中性化深さの関係