

微粒珪砂の含水率の違いがコンクリートの物性に及ぼす影響

名古屋工業大学 ○ 学生員 佐藤 貢 正会員 平原英樹

名古屋工業大学 正会員 上原 匠 正会員 梅原秀哲

矢作建設工業(株) 正会員 桐山和也

1. はじめに

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、資源としての有効利用が重要な課題となっている。本研究室では、微粒珪砂の粉体系高流動コンクリート用材料への利用を目的に現在研究を進めている^[1]。ところで、微粒珪砂は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ており、省エネルギーの観点から排出された状態での幅広い活用を促す上で、含水状態の違いがフレッシュおよび硬化後のコンクリートの物性に及ぼす影響について把握する必要がある。そこで本研究では、含水率の違いがフレッシュおよび硬化後のコンクリートの物性に及ぼす影響について検討を行った。

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 SiO₂(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^[2]。また、粉末度が 1000cm²/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。

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:3340cm ² /g
細骨材	山砂(豊田産)	S	比重:2.55, 吸水率:1.32%, 粗粒率:2.82
粗骨材	碎石(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(瀬戸産)	K	比重:2.65, 比表面積:1000cm ² /g
混和剤	高性能AE減水剤	SP	主成分:ポリカルボン酸系, 空気連行型

3. 配合および試験項目

湿潤状態の違いによる影響を実験より把握することから、実際に排出されている状態での含水率が 10~30%程度であることを考慮した。そこで、微粒珪砂の含水率は 0、10、20、30%の 4 水準設定し、練混ぜ時の投入水量と含水量の和が単位水量

表-2 配合表

配合 No.	W/C (%)	微粒珪砂 含水率(%)	SP添加率 Cx(%)	単位量 (kg/m ³)				
				W ^{※1}	C	S	G	K ^{※2}
No.0	50	0	2.00	185 (185)	370	719	807	187 (187)
No.1		10		164 (185)				208 (187)
No.2		20		138 (185)				234 (187)
No.3		30		105 (185)				267 (187)

※1:()内は微粒珪砂に含む水分を考慮した値 ※2:()内は微粒珪砂に含む水分を差し引いた値

となる、水セメント比、および単位量一定の同一配合を対象に実験を行った。表-2 に配合表を示す。今回目標強度は設定せず、微粒珪砂は細骨材と置換して用いた。置換率は絶乾の微粒珪砂の容積で 20%と設定した。高性能 AE 減水剤(以下 SP と略す)については、空気連行型のものを使用し、SP 添加率は目標スランプフローを 700mm として、微粒珪砂の置換率 20%に対する予備実験から、セメント質量に対して 2.0%とした。目標空気量は 4.5%とした。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。試験項目は、スランプフロー試験、空気量試験、SI 試験および圧縮強度試験である。なお、SI 試験とは、5mm のふるいによる粗骨材とモルタルとの分離抵抗性評価試験であり、SI 値はバイブレータによって 30 秒間振動を与えた場合の(落下したモルタル質量)/(全モルタル質量)の百分率で表す。

4. 実験結果および考察

表-3 に示す実験結果から、スランプフローの値は、各配合とも目標とする 700mm を満たしていることがわかる。配合 No.3 でのスランプフローの値は 770mm となったが、フローの端部まで粗骨材が達しており、また、ミキサーから排出された後の切り返しの状態においても、骨材の沈下が見られなかったことから、

材料分離は生じていないと判定した。

目視によるスランプフロー試験結果の状態は、何れの配合でも良好であり、材料分離は生じていないと判定した。空気量は、何れの配合とも目標値を下回る結果となったが、これまでの実験結果^[1]から、高性能 AE

減水剤の使用量を減らし、AE 助剤の添加量を増やすことで、同程度のコンシステンシーを維持し、所定の空気量を得ることは可能であると考えられる。

図-1 に示す含水率とスランプフローの関係から、微粒珪砂の含水率が 20%まではスランプフローが低減していることがわかる。このことから、微粒珪砂による水の拘束早さは、練混ぜ時間を考慮すると、絶乾での微粒珪砂の単位量 187kg/m^3 では 3 分以上必要であると考えられる。したがって、練混ぜ時間には含水率の違いを考慮する必要もあると言えよう。また、30%では逆に増大していることから、微粒珪砂の最大拘束水量は含水率表示で約 30%程度であると推測される。

図-2 に示す SI 試験結果から、スランプフロー750mm 程度の材料分離が生じていないコンクリートの SI 値は、77%程度であるとの結果が得られた。また、SI 値のばらつきについても、含水率 0%の値と比較して他の値は $\pm 3\%$ 程度との結果が得られ、目視による材料分離抵抗性の判定結果と同様に、含水率の違いが SI 値へ及ぼす影響は、特に確認されなかった。

図-3 に示す含水率と圧縮強度の関係から、含水率の違いによる圧縮強度の差は生じないことがわかる。なお、圧縮強度の値は供試体 3 本の平均値であるが、各供試体ごとのばらつきもほとんど見られなかった。材齢 3 日目での圧縮強度が 32N/mm^2 程度、7 日目では 45N/mm^2 程度確保されていることから、微粒珪砂を用いることで、結合材であるセメントの使用量を少なくした配合においても、スランプフロー750mm で、材料分離が生じない高流動コンクリートの製造が可能であることが明らかとなった。

表-3 実験結果

配合 No.	スランプ (cm)	スランプフロー (mm×mm)	空気量 (%)	単位体積質量 (t/m^3)	SI 値 (%)	状態	圧縮強度 (N/mm^2)	
							3日	7日
No.0	27.5	765×730	1.9	2.34	77.6	良好	32.6	45.2
No.1	27.5	750×720	2.0	2.33	80.5	良好	32.2	43.9
No.2	27.5	725×715	1.0	2.36	74.4	良好	33.0	46.4
No.3	28.0	775×760	1.7	2.34	76.2	良好	31.8	44.4

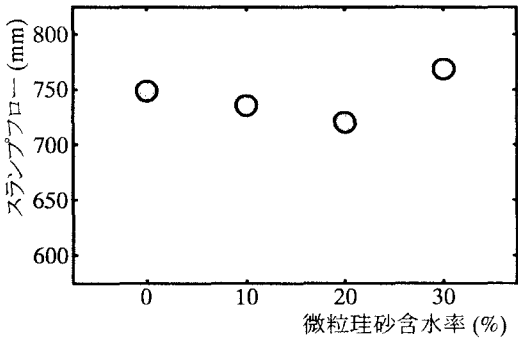


図-1 含水率とスランプフローの関係

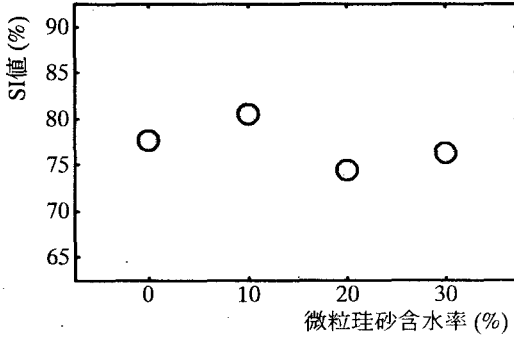


図-2 SI 試験結果

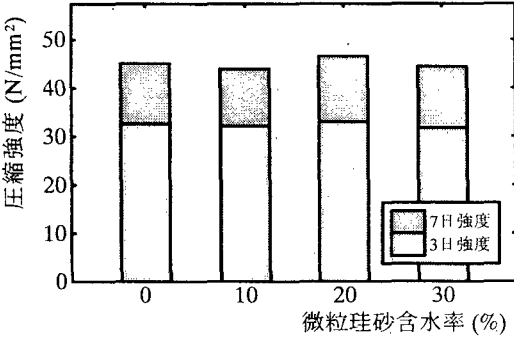


図-3 含水率と圧縮強度の関係

5. まとめ

今回の実験結果から、スランプフロー750mm、水セメント比 50%、および単位水量 185kg/m^3 の配合において、微粒珪砂を湿潤状態で使用する場合、その含水率の違いが高流動コンクリートのフレッシュおよび硬化後の性状に及ぼす影響は、特に確認されなかった。したがって、微粒珪砂を混入した粉体系高流動コンクリートの配合設計を行う際に、その含水量を単位水量に含めて考慮することで、コンクリートのフレッシュおよび硬化後の性状が均一なコンクリートの製造が可能であると考えられる。

参考文献 [1] 上原匠他：微粒珪砂を混入した高流動コンクリートの物性に関する研究、日本コンクリート工学協会コンクリート工学年次論文報告集 Vol.21, No.2 (1999)

[2] 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 No.8 (1973)