

## 微粒珪砂の粒度分布の違いがコンクリートへ及ぼす影響

名古屋工業大学工学部 正会員 上原 匠  
 名古屋工業大学工学部 正会員 平原 英樹  
 名古屋工業大学大学院 正会員 梅原 秀哲  
 名古屋工業大学大学院 正会員 Nasir Shahid

### 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。微粒珪砂は、表-1 に示すとおり、各精製工場での設備の相違により粒度分布が異なり、その平均粒径は 80~210 μm 程度と差が見られる。そこで、本研究では、粒度分布が異なる 3 種類の微粒珪砂を対象に実験を行い、粒度分布の違いがフレッシュ性状およびコンクリート強度へ及ぼす影響について検討した。

表 - 1 微粒珪砂

	微粒珪砂 A	微粒珪砂 J	微粒珪砂 K
排出形態 <sup>*1</sup>	分別	分別	分別
月間排出量 (t)	1000~2000	500~1000	1000~2000
脱水方法	真空	自然放置	遠心
保管方法	屋内	屋外	屋内
含水率(%) <sup>*2</sup>	24~26	30~33	12~15
強熱減量	0.26	0.33	0.39
比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)	940	770	390
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.65	2.61	2.65
平均粒径 (μm)	80	120	210

\*1 分別：微粒珪砂と低級水ひ粘土に分けて排出

\*2 排出直後の湿潤状態

### 2. 使用材料

本実験では、普通ポルトランドセメントを使用した。また、細骨材は豊田産の山砂を、粗骨材は春日井産の砕石を、混和剤は広く一般に使用されているポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤を使用した。微粒珪砂は粒度分布の異なる A、J、K の 3 種類を使用した。主成分は SiO<sub>2</sub> で 91.7~93.2%、強熱減量は 1.77~0.26%、常温では不活性な材料である<sup>[1]</sup>。平均粒径は 80、120、210 μm、粉末度は 940、770、390cm<sup>2</sup>/g であり、微粒珪砂 A、J は粉体、微粒珪砂 K は細骨材としての性能を有すると推測されるが<sup>[2]</sup>、実験では何れも粉体として取り扱った。

### 3. 配合および試験項目

表 - 2 配合表

表-2に配合を示す。実験1では目標スランプフローを設定せず、水セメント比 50%、単位粗骨材量一定、単位水量を 3 水準設定した。材料分離抵抗性の付与と施工性を考慮して、微粒珪砂は粒度分布の違いに関わらず、置換率を細骨材に対し絶対乾燥状態の微粒珪砂の容積比で 20%と設定した。高性能AE減水剤の添加率は、平均粒径が大きい微粒珪砂Kで、

配合名 <sup>*1</sup>	W/C (%)	微粒珪砂置換率 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					
				W	C	S	G	微粒珪砂	混和剤 Cx (%)
175-A	50	20	48.3	175	350	753	807	196	1.5
175-J								193	
175-K								196	
180-A	50	20	47.7	180	360	736	807	191	
180-J								188	
180-K								191	
185-A	50	20	47.1	185	370	719	807	187	
185-J								184	
185-K								187	

\*1: 配合名の数字は、単位水量を、英字は、微粒珪砂の種類を表す。

単位水量が185の時に材料分離が生じない1.5%を試し練りより設定した。実験1では他の配合でも1.5%一定として、微粒珪砂の粒度分布による影響を検討した。実験2では、実験1の時と同じ配合でスランプフローが普通および中流動コンクリートの範囲となった微粒珪砂Aに着目し、目標スランプフローを600~700mmと設定し、高流動コンクリートへの適用性を検討した。高性能AE減水剤の添加率を試し練りの結果を基に175-Aで2.4%、180-Aで2.0%、185-Aで1.6%とした。目標空気量は、実験1、2ともに4.5%とした。練混ぜはパン型

キーワード：微粒珪砂、産業副産物、高流動コンクリート、スランプフロー

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 TEL 052-735-5493 FAX 052-735-5503

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、スランプおよびスランプフロー試験、空気量試験、圧縮強度試験である。

表 - 3 実験結果

配合名 <sup>*1</sup>	スランプ (cm)	スランプフロー (mm×mm)	空気量 (%)	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	
				7日	28日
175-A	17.5	290×275	5.5	28.5	35.1
175-J	23.5	400×390	4.3	29.1	36.6
175-K	26.0	580×550	6.0	26.7	31.2
180-A	22.0	350×390	8.0	26.2	33.5
180-J	24.5	460×470	4.4	29.1	36.3
180-K	26.0	640×600	4.6	26.8	33.5
185-A	26.0	555×540	7.8	26.5	32.4
185-J	26.5	590×570	4.1	28.6	35.3
185-K	26.5	655×650	3.5	28.3	34.5
175-A-2.4	27.5	700×670	3.4	31.1	39.2
180-A-2.0	26.5	660×635	4.2	31.3	39.1
185-A-1.6	27.5	675×695	3.6	29.7	37.1

\*1: 配合名の左側の数字は単位水量、英字は微粒珪砂の種類、右側の数字はSP添加率(%)を示す。

#### 4. 実験結果および考察

表-3に実験結果を、図-1にスランプフローおよび圧縮強度の関係を示す。実験1では、185-Kの配合が適切となるように高性能AE減水剤の添加率を設定したため、微粒珪砂AおよびJのスランプフローは、普通および中流動コンクリートとなった。また、微粒珪砂Kについては、平均粒径が大きいことから材料分離抵抗性の付与能力が低く、置換率20%ではスランプフロー700mm程度の高流動コンクリートへの適用は困難と考えられる。スランプフローは、単位水量が増加するにしたがいすべての微粒珪砂で増加しており、粒度分布が小さいほど増加量大きい。空気量は目標とする値よりややばらつきが見られたが、高性能AE減水剤とAE助剤を調整して用いることによって調整が可能であり、問題はないと判断した。また圧縮強度は、空気量による差は見られるが、微粒珪砂の粒度分布の違いによる強度の差は特に見られず、7日強度で26～29N/mm<sup>2</sup>、28日強度で31～36N/mm<sup>2</sup>程度の安定した強度が得られた。

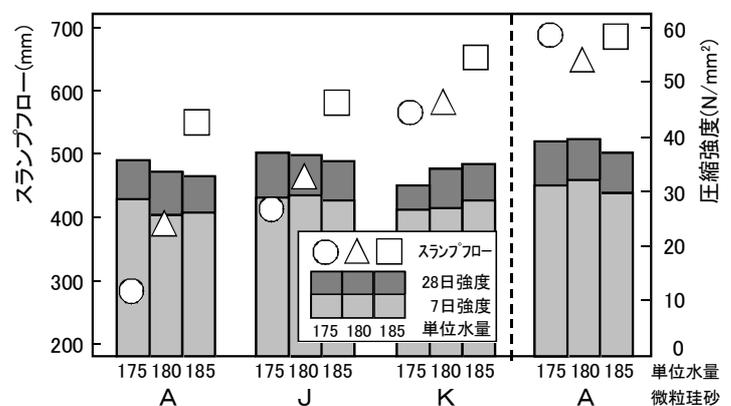


図 - 1 スランプフローと圧縮強度

実験2では、実験1で普通および中流動コンクリート程度のスランプフローとなった微粒珪砂Aの高流動コンクリートへの適用を考えて、高性能AE減水剤の添加率を調整して実験を行った。SP添加率は単位水量175kg/m<sup>3</sup>の場合で2.4%、180kg/m<sup>3</sup>の場合で2.0%、185kg/m<sup>3</sup>の場合で1.6%と設定することで高流動コンクリートといえる600～700mm程度のスランプフローが得られた。したがって、微粒珪砂の粒度分布により高性能AE減水剤の添加率を調整することでスランプフローの制御が可能であることが明らかとなった。圧縮強度は、7日強度で29～31N/mm<sup>2</sup>、28日強度で37～39N/mm<sup>2</sup>程度と実験1の結果と比べやや大きな値となったが、安定した強度が得られた。

#### 5. まとめ

今回の実験結果から、微粒珪砂の粒度分布に対応して、単位水量、および高性能AE減水剤の添加率を調整することでフレッシュ性状の制御は可能である。微粒珪砂の種類と置換率等を考慮して配合設計を行うことで種々のコンクリートへの適用が可能と言えよう。圧縮強度は、微粒珪砂の粒度分布の違いによる影響は見られず、水セメント比50%、単位水量175～185kg/mm<sup>3</sup>の配合で、圧縮強度35N/mm<sup>2</sup>程度のコンクリートの製造が可能である。

参考文献 [1] 森野奎二：産業廃棄物のオートクレーブ養生製品への活用化について、応用地学の進歩

(岩波潤教授記念論文集)、pp.179～195、1974

[2] 松枝良展他：モルタルフローにおける粉体と細骨材の役割の境界、土木学会論文集

No.571、V-36、pp.131～195、1997