

各種微粉末の物理的性質と高流動コンクリートの流動性との関係について

大阪市立大学大学院 正会員 ○福山 知広

大阪市立大学大学院 正会員 麓 隆行

大阪市立大学大学院 正会員 山田 優

1.はじめに

粉体系高流動コンクリートで材料分離抵抗性を確保するために微粉末を使用する。それには、多くの副産物の利用が望まれている。このため、微粉末の品質と高流動コンクリートの性状との関係を明確にし、適用の際の影響を把握する必要がある。そこで、本研究では、微粉末の物理的性質とそれを用いたモルタルおよびコンクリートの流動性との関係を調べた。

2.実験概要

まず、フロー値や塑性粘度を一定とした2成分ペーストを作製し、川砂と混合したモルタルの空気量(圧力法)とフロー値を調べ、微粉末の物理的性質との関係を検討した。次に、そのモルタルに一定量の粗骨材を混合した高流動コンクリートを作製し、空気量とスランプフローを調べた。微粉末には、表-1に示す石灰石微粉末(LS)、フライアッシュ(FA)および砕石粉(CS)を用いた。物理的性質として、配合に従い混合した粉体のブレン値を測定した。他に、普通ポルトランドセメント、ポリカルボン酸系高性能AE減水剤、そして、骨材には川砂(表乾密度 2.59g/cm^3 、吸水率 1.62%、F.M2.60)および砕石(表乾密度 2.69g/cm^3 、吸水率 0.791%、F.M7.01)を用いた。2成分ペーストの配合を、W/C=45%で、フロー値 $220\pm 1\text{mm}$ または塑性粘度 $0.77\pm 0.01\text{Pa}\cdot\text{s}$ となるよう調整し、表-2に示すとおりに決定した。水、セメントおよび微粉末を45秒練混ぜて作製したペーストと細骨材とを90秒練混ぜて、モルタルを作製した。モルタル中のペーストの体積割合を表-3に示す。次に、塑性粘度が等しいペーストを用いたモルタルと砕石を体積比

1:0.47で混合し、高流動コンクリートを作製した。練混ぜは、先と同様に作製したペーストに、細骨材および粗骨材を投入後、90秒間とした。また、練混ぜ直後に5mmふるいでウェットスクリーニングしたWSモルタルのフロー値も調べた。

3.実験結果

3.1 モルタルの流動性

フロー値を一定としたペーストを用いた場合の結果を図-1に示す。モル

タルフローとモルタル中のペーストの体積割合との間に相関があるが、微粉末の種類により、その関係は異なる。

表-1 実験で用いた微粉末

微粉末の種類	記号	真密度 ^{*1} (g/cm^3)	ブレン値 ^{*1} (m^2/g)	ブレン値 ^{*1} (m^2/cm^3)
石灰石微粉末	LS	2.72	0.576	1.57
フライアッシュ	FA	2.38	0.529	1.26
砕石粉	CS	2.72	0.516	1.40

*1:JIS R 5201による

表-2 モルタル実験に用いたペーストの配合

微粉末の種類	W/C (%)	w/p	W/P (%)	f/p (%)	高性能AE減水剤 ($\text{P}\times\%$) ^{*1}	備考
LS	45	0.80	27	44	1.17	フロー値を一定
FA		0.90	31	37	1.36	
CS		0.98	32	29	1.68	
LS		0.75	25	47	1.14	塑性粘度 ^{*2} を一定
FA		0.85	30	40	1.33	
CS		0.95	32	33	1.68	

*1:高性能AE減水剤の添加量は、セメント質量に対する1.61%に微粉末に対して見かけの飽和吸着量を加えた量とした。

*2:B型回転粘度計で測定

表-3 モルタル中のペーストの体積割合

種類	フロー値一定	塑性粘度一定
LS	0.490	0.513
	0.513	0.524
	0.535	0.535
FA	0.464	0.502
	0.490	0.513
	0.513	0.524
CS	0.490	0.502
	0.513	0.524
	0.535	0.535

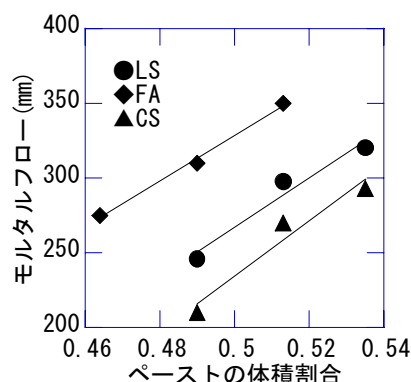


図-1 フロー値が等しいペーストを用いたモルタルのペースト体積割合とモルタルフロー値との関係

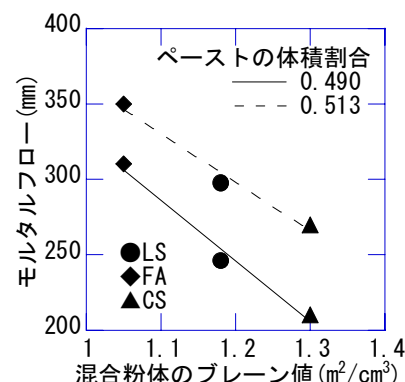


図-2 フロー値が等しいペーストを用いたモルタルの混合粉体のブレン値とモルタルフロー値との関係

キーワード：高流動コンクリート、モルタル、微粉末、流動性、ブレン値
 連絡先：大阪市住吉区杉本 3-3-138 TEL：06-6605-2780 FAX：06-6690-4520

また、図-2 のとおり、ペーストの体積割合が同じ場合、混合した後に測定した単位体積あたりのブレン値とモルタルフローとは、直線関係になった。これは、微粉末の粒子形状や粒度の影響と考えられる。次に、ペーストの塑性粘度を一定とした場合の結果を図-3 に示す。この場合も、モルタルフローとペーストの体積割合とは比例し、その関係は微粉末の種類により異なった。以上の結果より、モルタルフローを目的変数、混合粉体のブレン値、ペーストのフロー値およびペーストの体積割合を説明変数として重回帰分析を行った。その結果、表-4 のとおり、高い重相関係数が得られた。モルタルの流動性には、混合粉体のブレン値、すなわち微粉末の粒子形状や粒度などの影響が考えられる。

3.2 高流動コンクリートの流動性

スランプフロー試験結果を図-4 および図-5 に示す。スランプフローは、モルタルフローと直線関係にあり、さらに、WS モルタルでは、微粉末に関係なく同一直線となった。WS モルタルと同配合のモルタルとで、その性状が異なる要因として、粗骨材へのペーストの付着による配合の変化以外に、空気量の変化も考えられる。そこで、高流動コンクリート中のモルタル部分の空気量とモルタルの空気量との差を求めた。ばらついているが、図-6 のとおり、ペーストの塑性粘度は同じでも、空気量の差は、微粉末の種類により異なる傾向を示すと考えられる。その空気量の差とモルタルフローとを説明変数とし、スランプフローについて重回帰分析を行った結果、表-5 のとおり、空気量の差の影響が見られた。

以上より、高流動コンクリートの流動性では、モルタルフローだけでなく、モルタル部分の空気量の変化も影響しており、今後、空気量の変化に対する微粉末の物理的性質等の影響を検討する必要がある。

4.結論

- (1)川砂を用いたモルタルのフロー値には、モルタル中のペーストの体積割合、ペーストのフロー値の他に、混合粉体のブレン値の影響がある。
- (2)川砂、碎石を用いた高流動コンクリートのスランプフローは、同じ微粉末を用いた場合、同配合のモルタルのフロー値と直線関係にある。しかし、微粉末の種類によりこの関係が異なる。これは、微粉末の品質により、コンクリート中のモルタルと同配合のモルタルの空気量が異なったためと考えられる。

参考文献

1)福山知広,麓隆行,石野梨紗,山田優:碎石粉の高流動コンクリート用混和材としての利用に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.1, pp.977-982, 2003.

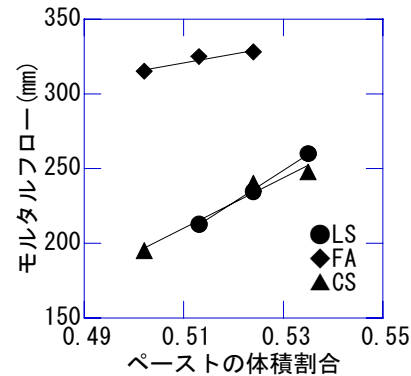


図-3 塑性粘度が等しいペーストを用いたモルタルのペーストの体積割合とモルタルフロー値との関係

表-4 モルタルフローについての重回帰分析の結果

説明変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	偏相関係数	単相関係数	重相関係数
混合粉体のブレン値	-339	-0.830	-0.965	-0.574	0.980
ペーストのフロー値	2.23	0.567	0.929	0.373	
ペーストの体積割合	1.67	0.920	0.967	0.296	
定数項	-647	-	-	-	

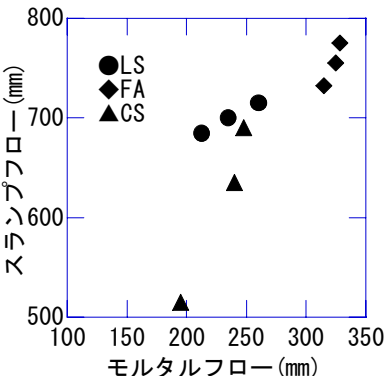


図-4 モルタルフローとスランプフローとの関係

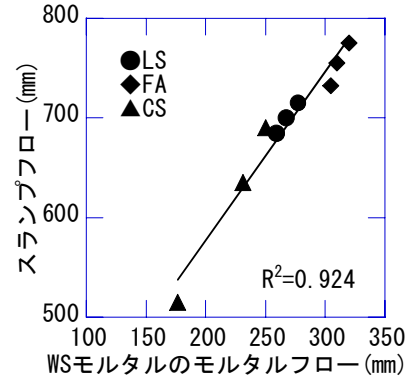


図-5 WS モルタルのモルタルフローとスランプフローとの関係

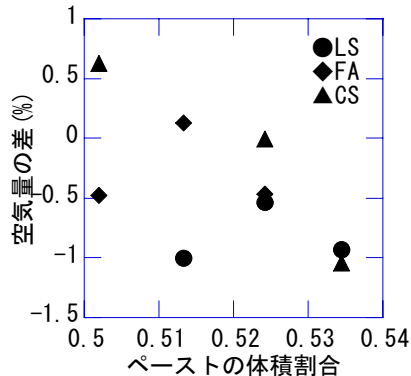


図-6 ペーストの体積割合と空気量の差との関係

表-5 スランプフローについての重回帰分析の結果

説明変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	偏相関係数	単相関係数	重相関係数
モルタルフロー	1.24	0.794	0.940	0.814	0.958
空気量の差	-68.6	-0.505	-0.869	-0.537	
定数項	335	-	-	-	