

ペーストの流動性および粘性に対する粉体粒子特性の影響評価

興建産業(株) 正会員 丸山 未来

東京都立大学大学院工学研究科 正会員 上野 敦、フェロー 國府 勝郎

1. はじめに

粉体系高流動コンクリートに代表されるように、近年のコンクリートには様々な粉体を使用されている。これらの粉体粒子は、コンクリート中で最も表面積の大きな材料であり、粉体の物性がコンクリートの性能に及ぼす影響は非常に大きい¹⁾。本研究は、粉体系高流動コンクリートのペースト部分を対象に、高性能減水剤を添加した条件下で、使用する鉱物微粉末の種類および粉末度と置換率を変化させることによる粉体の粒度分布が、ペーストの流動性および粘性について検討した。

2. 実験概要

2-1 使用材料と配合

セメントは、研究用普通ポルトランドセメント(密度:3.15g/cm³,比表面積:3160cm²/g)を使用し、ペーストの水粉体体積比は、0.75、0.85および1.00の3水準とした。各水粉体体積比において、ペーストの練混ぜ量から粉体の体積を決定し、この粉体体積を一定として、セメント粒子を表-1に示す鉱物微粉末で体積置換した。鉱物微粉末は表-1のとおり、高炉スラグ微粉末(記号:B)、フライアッシュ(記号:F)および石灰石微粉末(記号:L)で粉末度が4000cm²/g程度および6000~8000cm²/g程度のものを使用した。置換率は、高炉スラグ微粉末20、40および60vol.%、フライアッシュは10、20および30vol.%、石灰石微粉末は10および20vol.%とした。なお、全配合に関して、空気連行性のない高性能減水剤を粉体体積に対して一定量(4.2%)添加した。

2-2 流動性および粘性試験

ペーストの流動性は、JIS R 5201に規定のフローコーンを用いた打撃なしのフロー試験によって試験した。ペーストの粘性は、B型粘度計を用いて試験した。本研究では、ペーストをピンガム体と考え、降伏値の指標としては自重による変形量であるフローを、塑性粘度はB型粘度計で測定し、鉱物微粉末置換によるペーストの流動特性の変化について検討することとした。

3. 結果および考察

3-1 流動性および粘性

高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを用いたペーストの水粉体体積比とフローの関係を図-1に示す。本実験の範囲では、置換粉体の種類に関わらず、水粉体体積比が0.75程度と小さな領域、すなわち粒子間に十分な水が存在しない範囲では、鉱物微粉末置換によるペーストのフロー増大効果が顕著となっており、水量の少ない状態では、ペーストの流動性は粉体の種類および粒度分布に顕著に影響されることがわかる。逆に、水粉体体積比の大きな領域、すなわち粒子間に十分な水が存在している範囲では、鉱物微粉末置換によるペーストのフロー増大効果は顕著でなく、絶対的な水量がペーストの流動性に対して支配的となっていると考えられる。

一定水粉体体積比における粉体の粒度分布による粘度の変化を検討するため、図-2に示すとおり、ペースト1リットル中の粉体の表面積と粘度の関係で整理した。水粉体体積比が0.85および1.00の場合、すなわち、粒子間に十分な水が存在する範囲では、ペーストの粘度は水粉体体積比に対してほぼ一定となることがわかる。一方、水粉体体積比が0.75の場合、すなわち、粒子間に十分な水が存在しない範囲では、鉱物微粉末の種類がペーストの粘度に顕著に影響することがわかる。

キーワード：鉱物微粉末、粒度分布、ペースト、流動性、粘性

〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1 tel.0426-77-1111、fax.0426-77-2772

表-1 使用鉱物微粉末

微粉末種類	記号	粉末度 (cm ² /g)	置換率 (vol.%)
BFS	B4	4160	20, 40, 60
	B8	8410	
FA	F4	4000	10, 20, 30
	F6	6000	
LS	L4	4400	10, 20
	L8	7500	

3-2 ペーストの流動性に対する各鉱物微粉末の影響評価

既往の検討により、ペーストの流動性に対する高炉スラグ微粉末の流動効果は、粉体の単位表面積あたりの水の体積に着目して整理することにより、定量的に評価できる可能性があることが示されている²⁾。本研究においても、各配合における粉体の表面積を、レーザ回折式粒度分布測定装置で測定した粒度分布および配合から計算し、各配合における液体の体積を粉体の表面積で除して、粉体の単位表面積あたりの液体の体積を算出した。高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを用いた場合の、粉体の単位表面積あたりの液体の体積とペーストのフローの関係を図-3に示す。高炉スラグ微粉末およびフライアッシュの置換率の増大に伴い、同一の流動性となる単位表面積あたりの必要水量が減少することがわかる。この必要水量の減少の程度が、鉱物微粉末の種類および粉末度によって異なることがわかる。このような流動性の変化を式(1)を用いて評価し、係数を用いて、ペーストの流動性に対する各微粉末の効果を評価することとした。係数は、各鉱物微粉末の必要水量に関する指標であり、微粉末の種類および粉末度による必要水量の変化を表面積の大きさの変化で表現するものである。各鉱物微粉末の係数は、表-2に示すとおりであり、各鉱物微粉末のペーストの流動性に対する流動効果が定量的に示された。

4. まとめ

- (1) ペーストの流動性は、粒子間に十分な水が存在する範囲では、水量にほぼ支配され、逆に、水量の少ない範囲では、置換する鉱物微粉末の種類および粒度分布に顕著に影響される。
- (2) ペーストの粘性は、水量の多い範囲では、水粉体体積比に支配され、水量の少ない範囲では、置換する鉱物微粉末の種類による影響を顕著に受けている。
- (3) ペーストの流動性に対する各鉱物微粉末の流動効果は、粉体の単位表面積あたりの水の体積に着目した整理によって、各鉱物微粉末の種類および粉末度ごとに定量的に評価された。

参考文献

- 1) 枝松良展、下川浩児、岡村 甫、粉体の特性とペーストのフロー値との関係、土木学会論文集、No.544/V-32、pp.65-75、1996.8
- 2) 上野 敦、江口 崇、国府勝郎、大賀宏行、ペーストの流動性に対する粉体表面積の影響評価、土木学会第54回年次学術講演会講演概要集、第5部、pp.198-199、1999.9

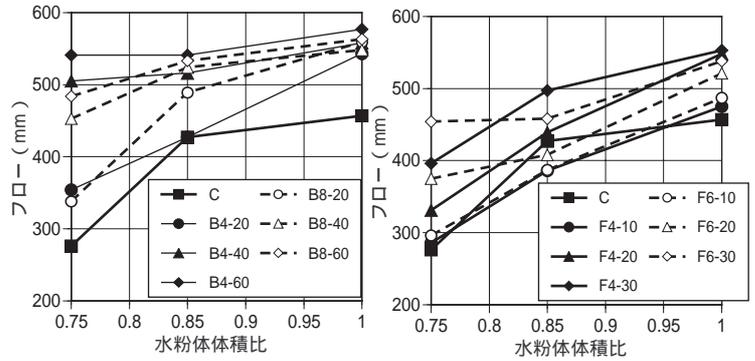


図-1 水粉体体積比とフローの関係

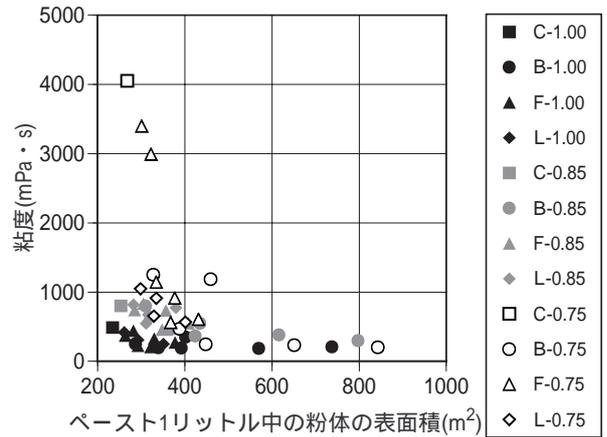


図-2 粉体の表面積と粘度の関係

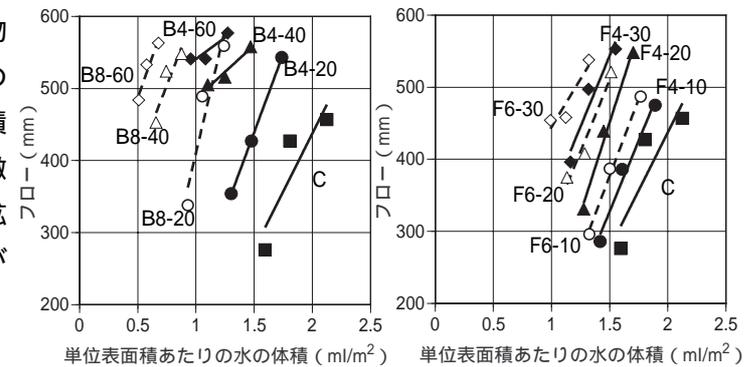


図-3 単位表面積あたりの水量とフローの関係

$$fl = a \cdot \frac{V_w}{S_c + \beta \cdot S_p} + b \quad (1)$$

ここに、 fl : フロー (mm)、 a : 図-3におけるセメント100%のときの直線の傾き、 V_w : 水の体積 (ml)、 S_c : セメントの表面積 (m²)、 S_p : 置換微粉末の表面積のセメント換算係数、 β : 置換微粉末の表面積 (m²)、 b : 図-3におけるセメント100%のときのy切片

表-2 の結果

微粉末種類	
B4	0.27
B8	0.12
F4	0.33
F6	0.23
L4	0.20
L8	0.09