

各種微粉末がセメントペーストのフレッシュ性状に及ぼす影響

大阪市立大学大学院 学生員 石野 梨紗
 大阪市立大学大学院 学生員 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用混和材として、砕石粉などの未利用微粉末の使用が考えられる。しかし、微粉末がコンクリートのフレッシュ性状に及ぼす影響が明確ではないため、未利用微粉末の利用は進んでいない。本研究では、各種微粉末を添加したセメントペーストのフレッシュ性状について試験して、微粉末の添加による影響を明らかにし、未利用微粉末の適用する際に必要な性質について考察した。

2.実験概要

用いた微粉末の種類とその物理的性質を表1に示す。普通ポルトランドセメント、ブレン値の異なる2~3種類の石灰石微粉末、フライアッシュおよび砕石粉を用意した。砕石粉は、高槻産硬質砂岩の破碎時にバグフィルタで回収し、さらにボールミルによる破碎処理により2種類を作製した。物理的性質として、JIS R 5201に準じた真密度、ブレン値および多点BET吸着法によるBET比表面積を測定した。

ペーストは、その作製時間を7分とし、ASTMミキサーを用いて、セメント、微粉末、水およびポリカルボン酸系高性能AE減水剤（以下、SPとする）を、低速および高速で60秒間、低速で120秒間攪拌して作製した。ペースト作製から10分および20分後に、内径4cm、高さ7cmの円筒形容器によるフロー値、容量を500mlとしたP漏斗流下時間およびB型回転粘度計によりレオロジー定数を測定した。実験では、まず、微粉末のみを用いたペーストにおいて、数種の水粉体容積比でSP添加量を変化させ、そのフレッシュ性状の変化点から、SP添加量を決定した。その後、微粉末ペーストならびにセメントと微粉末の体積比を63.8:36.2としたペーストのフレッシュ性状について検討した。

3.実験結果

図1に、石灰石微粉末ペーストの場合のSP添加率によるフロー値の変化を示す。同一の水粉体容積比では、従来の研究¹⁾のとおりSP添加率の増加によるフロー値の増加率は、ある添加率を境に急激に変化した。その添加率は水粉体容積比の影響を受けなかった。ここには示していないが、他の微粉末ペーストでも同様の結果となった。これは、微粉末の表面性状により微粉末の分散に必要なSPの吸着量が異なるためであり、この変化点でのSPの添加量を見かけの飽和吸着量として算出した。その結果を表2に示す。

次に、見かけの飽和吸着量のSPを添加した微粉末ペーストの相対フロー面積比と水粉体容積比との関係を調べた。その結果、図2のとおり直線関係が得られた。この直線のy軸の切片を見かけの飽和吸着量のSPを添加した場合

表1 微粉末の物理的性質

微粉末の種類	記号	真密度 (g/cm ³)	ブレン値 (m ² /g)	BET比表面積 (m ² /g)
セメント	C	3.16	0.357	0.870
石灰石微粉末	Ls6	2.72	0.576	1.636
	Ls9	2.69	0.931	2.300
フライアッシュ	Fa3	2.13	0.335	2.486
	Fa5	2.38	0.529	3.028
砕石粉	Cs5	2.72	0.516	6.517
	Cs8	2.71	0.826	7.048
	Cs11	2.71	1.107	9.418

記号の数字はブレン値に由来する

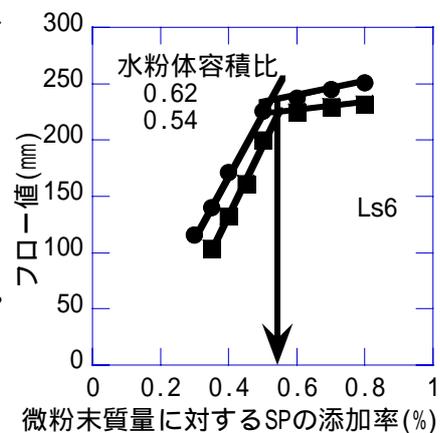


図1 SP添加率によるフロー値の変化 (Ls6)

表2 SPの見かけの飽和吸着量

微粉末の種類	記号	飽和吸着量 (g/cm ³)
石灰石微粉末	Ls6	1.43×10^{-2}
	Ls9	2.37×10^{-2}
フライアッシュ	Fa3	1.14×10^{-2}
	Fa5	1.31×10^{-2}
砕石粉	Cs5	5.06×10^{-2}
	Cs8	5.85×10^{-2}
	Cs11	6.34×10^{-2}

キーワード 高流動コンクリート, セメントペースト, 見かけの飽和吸着量, 拘束水比, レオロジー定数
 連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学工学部 TEL 06-6605-2780

の拘束水比とした。この拘束水比は、図3のとおり微粉末の BET 比表面積とブレン値との比と相関が高かった。これは、BET 比表面積とブレン値との比が大きいほど、微粉末の粒子表面が粗いためと考えられる。

次に、微粉末を添加したセメントペーストのフレッシュ性状を調べた。SP 添加量はセメント質量の 0.5% に、微粉末の見かけの飽和吸着量を加えた量とした。その結果を、図4～図7に示す。相対フロー面積比と水粉体容積比との関係が、直線になった。そこで、先と同様に拘束水比を算出し、セメントと微粉末を体積比で重み付け平均して求めた混合微粉末の BET 比表面積とブレン値との比との関係を調べた。その結果、

微粉末の種類ごとに高い相関関係が得られた。また、フロー値と P 漏斗流下時間との関係では、フロー値が 140mm 以上の場合、他の微粉末に比べて碎石粉を添加した場合の P 漏斗流下時間は短かった。P 漏斗流下時間は 20 秒以下であれば塑性粘度と相関が高く、粘性との関係が深い。すなわち、微粉末の表面が粗く、拘束水比が大きい場合、同じフロー値を得るために必要な水量が多くなり、粘性、すなわち材料分離抵抗性が低下すると考えられる。

4. 結論

- 1) 見かけの飽和吸着量の SP を添加した微粉末ペーストの拘束水比は、微粉末の BET 比表面積とブレン値との比と相関が高い。
- 2) 微粉末を添加したセメントペーストの拘束水比は、混合体積比に基づき計算した混合微粉末の BET 比表面積とブレン値との比と相関が高い。
- 3) 微粉末を添加したセメントペーストのフロー値が同じでも、拘束水比が大きい微粉末を添加するほど P 漏斗流下時間は短くなる。

以上より、粒子形状よりも表面が滑らかな微粉末ほど、高流動コンクリート用混和材として適していると考えられる。

参考文献

- 1) 太田 晃 他：微粉末粒子に対するポリカルボン酸分散剤の分散効果に関する検討，コンクリート工学論文集，Vol.10，No.2，pp131-140，1999。

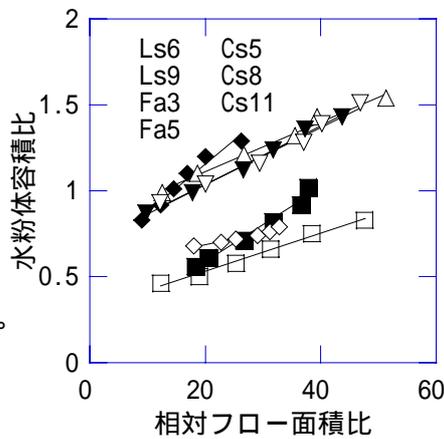


図2 見かけの飽和吸着量の SP を添加した微粉末ペーストの相対フロー面積比と水粉体容積比との関係

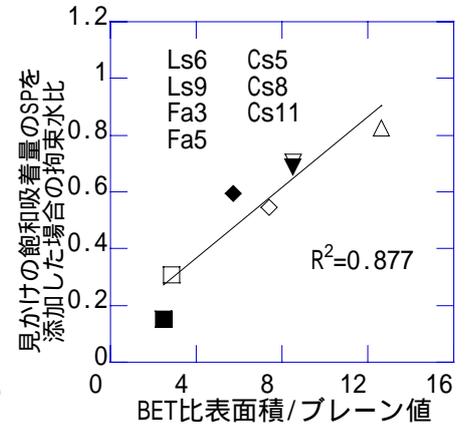


図3 微粉末の物理的性質と見かけの飽和吸着量の SP を添加した微粉末ペーストの拘束水比との関係

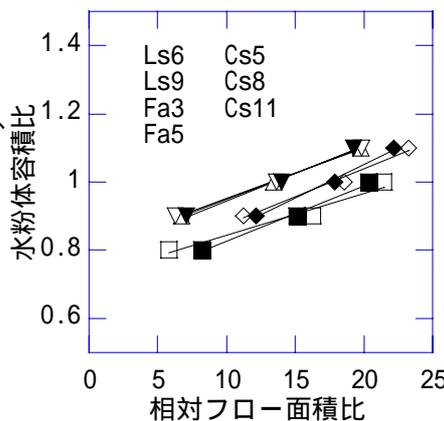


図4 微粉末を添加したセメントペーストの相対フロー面積比と水粉体容積比との関係

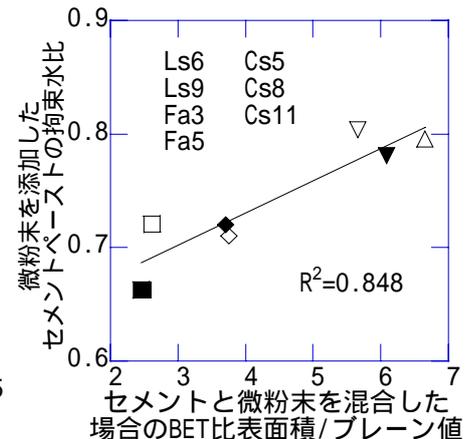


図5 セメントと微粉末を混合した場合の BET 比表面積 / ブレン値とそれを用いたペーストの拘束水比との関係

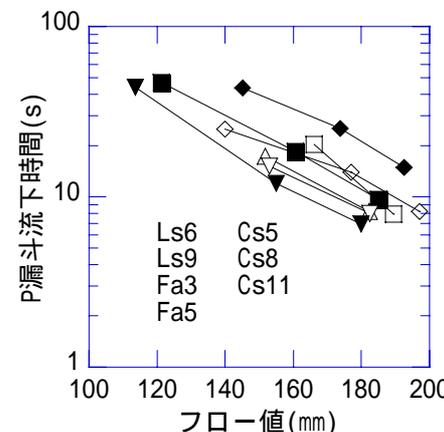


図6 微粉末を添加したセメントペーストのフロー値と P 漏斗流下時間との関係

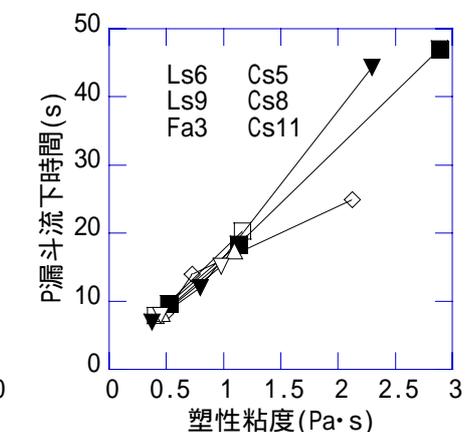


図7 微粉末を添加したセメントペーストの塑性粘度と P 漏斗流下時間との関係