

砕石粉の物理的性質が微粉末ペーストの分散性に及ぼす影響

大阪市立大学工学部 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では、材料分離抵抗性の確保のために微粉末を使用する。微粉末には、砕石・砕砂を製造する際に発生する砕石粉の利用も期待されている。しかし、既報¹⁾のとおり砕石粉を使用すると流動性が著しく低下し、現状では高流動コンクリートへの適用が難しい。流動性の低下は微粉末の分散性に関係すると考えられる。そこで、本研究では、微粉末ペーストを用いた実験により、分散に必要な水や高性能 AE 減水剤の量と微粉末の物理的性質との関係を調べ、砕石粉を高流動コンクリートに適用する際の基礎資料を得ることとした。

2 実験概要

本実験で使用した微粉末の種類とそれらの物理的性質を表 1 に、試験方法を表 2 に示す。従来の微粉末として石灰石微粉末および高炉スラグ微粉末のブレン値が異なる各 3 試料を用意した。砕石粉には産地の異なる 3 試料とそのうち 1 試料(Cs1)を攪拌ミルおよび遊星ミルにより粉碎した 2 試料(Cs2,Cs3)の計 5 試料および下水汚泥焼却灰とそれを熔融し、球形化処理した 2 試料を用意した。また、減水剤としてポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を使用した。実験では、微粉末の分散性評価方法として拘束水比および飽和吸着量を測定した。次に、それらの結果をもとに、飽和吸着量の混和剤を添加し、拘束水比の 0.8 倍の水粉体容積比とした微粉末ペーストを作製し、内径 4cm、高さ 7cm の円筒形容器を用いてペーストフローを測定した。なお、微粉末ペーストは、一次水、微粉末および混和剤を入れ、低速で 60 秒、高速で 60 秒攪拌し、二次水を加えた後、低速で 120 秒攪拌して作製した。微粉末の拘束水比を JIS R 5201 に規定しているフローコーンを用いてペーストフローを測定し、ペーストフロー面積比と水粉体容積比との関係より算出した²⁾。また、拘束水比の約 0.8 倍の微粉末ペーストに混和剤を添加し、内径 4cm、高さ 7cm の円筒形容器を用いてペーストフローを測定し、図 1 のとおりフローの増加量が急に变化する添加量を飽和吸着量とした³⁾。

3 実験結果および考察

各種微粉末の物理的性質と微粉末ペーストの拘束水比および飽和吸着量との関係を図 2～5 に示す。なお、BET 比表面積は単位体積あたりで表現

表 1 微粉末の種類と物理的性質

微粉末の種類	記号	ブレン値 (m ² /g)	平均粒子 径(μm)	BET 比表面 積(m ² /g)	充填率 (%)
石灰石 微粉末	Ls1	0.502	13.0	0.777	59.4
	Ls2	0.530	7.5	1.096	52.8
	Ls3	0.852	8.0	1.220	50.3
高炉スラ グ微粉末	Bs1	0.452	14.5	0.514	50.1
	Bs2	0.639	8.5	0.875	38.1
	Bs3	0.864	5.3	1.142	37.2
砕石粉	Cs1	0.443	21.7	7.807	50.3
	Cs2	-	13.1	7.727	44.5
	Cs3	-	7.4	11.7	36.1
	Cs4	0.154	51.5	6.310	56.0
	Cs5	0.329	38.5	3.874	55.6
下水汚泥 焼却灰	Bf1	0.199	54.6	6.071	34.4
	Bf2	0.332	67.3	0.929	56.2

表 2 微粉末の物理的性質の試験方法

試験項目	試験方法
真密度・ブレン値	JIS R 5201
粒度分布	吸光度法
BET 比表面積	多点 BET 吸着法
見かけ密度	JIS K 5101
充填率	見かけ密度/真密度

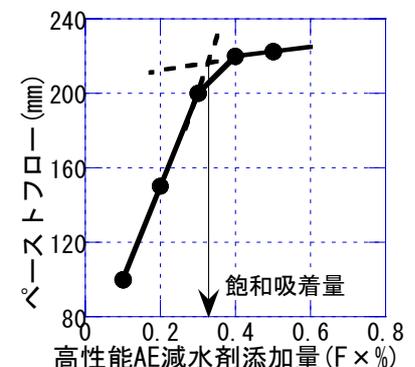


図 1 飽和吸着量の測定概念図

した。拘束水比は充填率と相関が高い結果となった。充填率は粒子間の付着力が大きいかほど小さくなり、粒子の物性や粒子間の接点の数に関係しており⁴⁾、粒子径および粒子形状の影響が大きい。また、微粉末への混和剤の飽和吸着量は BET 比表面積と相関性が高い。BET 比表面積は、表面の微細な凹凸まで含めた比表面積を表すことから、混和剤の飽和吸着量には、微細な凹凸を含めた表面性状が影響を及ぼしていると考えられる。

砕石粉を従来の微粉末と比較すると、充填率は従来の微粉末と同程度であるが、砕石粉の BET 比表面積は従来の微粉末と比較して高い。すなわち、練混ぜに必要な水量は従来の微粉末とほぼ同程度であるが、混和剤添加量を増やす必要がある。また、破碎処理により砕石粉の充填率が低下、BET 比表面積は同程度か増加する傾向にある。このため、拘束水比および混和剤吸着量はともに増加した。

次に、一部の微粉末を用いて、混和剤を飽和吸着量まで添加し、水粉体容積比を拘束水比の 8 割としたペーストのフロー試験結果が図 6 である。水量および混和剤を適量加えることにより、攪拌ミルおよび遊星ミルにより粉碎した砕石粉では、石灰石微粉末と同程度のペーストフローが得られた。しかし、最も粒度が粗い石灰石微粉末や処理前の砕石粉ではペーストフローが小さくなる結果となった。これらの微粉末は他の微粉末に比べ、粒度分布が粗く、その影響が考えられるが、本研究からは明確にできなかった。

4 結論

- 1) 微粉末の拘束水比は充填率と相関が高く、微粉末への混和剤の飽和吸着量は BET 比表面積と相関が高い。
- 2) 砕石粉は従来の微粉末と比べて、拘束水比は同程度であるが BET 比表面積が大きいため、高性能 AE 減水剤飽和吸着量大きい。
- 3) 高性能 AE 減水剤を飽和状態まで添加しても、粒子径の粗い砕石粉は分散性があまり向上しないが、粉碎し細かくすることにより、従来の微粉末と同程度の分散性が得られる。

参考文献

- 1) 麓 隆行・松本保明・山田 優:各種微粉末の高流動モルタルのフレッシュ性状に及ぼす効果について,第 56 回年次学術講演会講演概要集 V-140,p280-281,2001.10
- 2) 枝松良展・山口省三・岡村 甫:モルタルの変形性を表す細骨材の材料特性の定量化,土木学会論文集, No.538, Vol.31, pp37-46, 1996.5
- 3) 太田 晃・魚本健人:微粉末粒子に対するポリカルボン酸系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, p131-139, 1999.5
- 4) 林 恒美編:粉体技術ポケットブック, (株)工業調査会, p 207-213, 1996.11

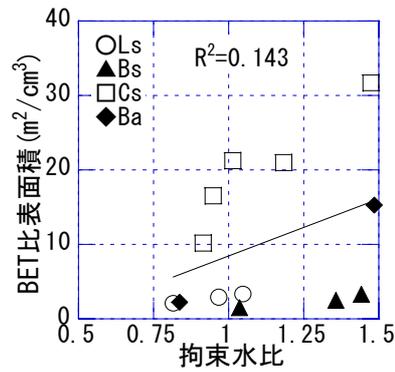


図 2 拘束水比と BET 比表面積との関係

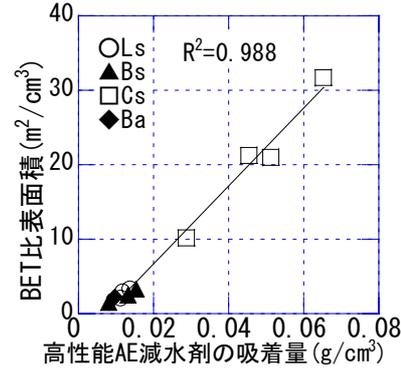


図 4 高性能 AE 減水剤の吸着量と BET 比表面積との関係

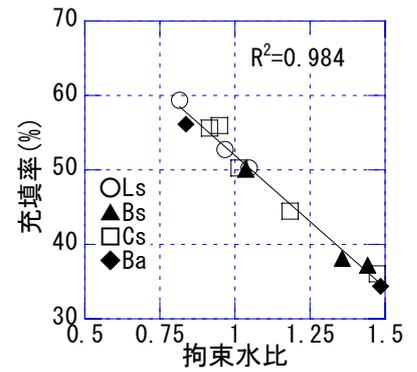


図 3 拘束水比と充填率との関係

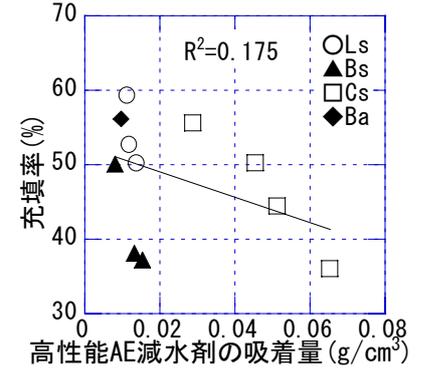


図 5 高性能 AE 減水剤の吸着量と充填率との関係

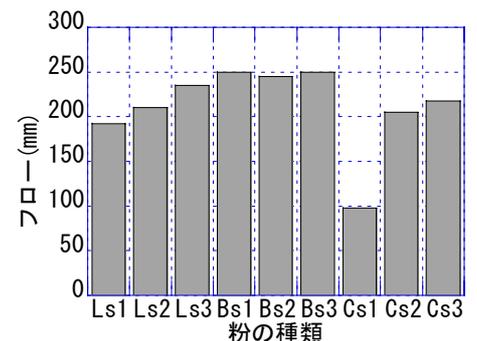


図 6 拘束水比の 8 割の水粉体容積比での各種微粉末のフロー