

高性能減水剤の効果に及ぼす粉体の物理的性質の影響

福島工業高等専門学校 学生員○渡邊 亜紀子
 福島工業高等専門学校 学生員 堀内 啓行
 福島工業高等専門学校 正 員 緑川 猛彦

1. はじめに

コンクリートのフレッシュ性状は用いる粉体の種類により異なり、フライアッシュのような球形粉体を使用した場合、同じフレッシュ性状とするためには水粉体比や減水剤添加量を低くすることができる。この現象は一般的に、粉体粒子のボールベアリング作用により、粉体同士あるいは骨材の移動が容易になるためと考えられている。一方、高流動コンクリートの充填性は、粉体の形状に関わらず多量の高性能減水剤を添加することにより得ることができるため、充填性に及ぼす粒子形状や高性能減水剤の効果を分離して考察することは非常に困難である。

これらのことから本研究は、粉体の粒子形状や平均粒径などの物理的性質に着目し、これらの違いが高性能減水剤の効果に及ぼす影響を検討することとした。

2. 実験概要

実験に使用した粉体の物理的性質を表-1に示す。使用した粉体は粉体の種類に関わらずその物理的性質に着目する観点から、通常使用される混和材の他に下水汚泥溶融灰を使用した。比重、平均粒径とも粉体ごとにさまざまに異なるものである。

これらの粉体を用いて粒子形状の定量化を行った¹⁾。まず、走査型電子顕微鏡（SEM）により粉体粒子を観察し写真を撮影する。次にこの写真から粒子の輪郭をトレースし、画像入力装置によりパソコン内にデータを読み込む。このデータを二値化することで境界画素の長さおよび粒子部分の画素の面積を計測し各測定値を求めた。標本個数は1粉体につき50個とし、写真倍率は1000倍15枚、3000倍20枚、5000倍

表-1 使用粉体の物理的性質

粉体種類	記号	比重	比表面積 (cm ² /g)	平均粒径 (μm)	長短比
普通ポルトランドセメント	OPC	3.16	3350	17.4	1.325
フライアッシュ	FA	2.28	3290	24.2	1.109
高炉スラグ微粉末	BS	2.89	4220	8.5	1.378
石灰石微粉末	LS	2.70	5480	10.1	1.437
下水汚泥 溶融スラグ	MS-1	2.90	2170	6.9	1.369
	MS-2	2.90	3740	11.2	1.347
	MS-3	2.97	2770	15.3	1.129
	MS-4	2.90	2800	16.3	1.070
	MS-5	2.94	3330	16.5	1.129
	MS-6	2.95	3240	14.3	1.421
	MS-7	2.98	-	-	1.027
	MS-8	2.90	1300	58.7	1.454
	MS-9	2.90	1000	81.0	1.523
	MS-10	-	-	-	1.427
下水汚泥焼却灰	MF-1	2.63	2046	10.8	1.025
	MF-2	2.53	2140	11.1	1.037
	MF-3	2.65	3250	17.8	1.069
	MF-4	2.95	1330	18.5	1.035
	MF-5	2.62	1440	21.0	1.044
下水汚泥 溶融パウダー	MP-1	2.16	-	5.6	1.332
	MP-2	2.16	-	7.4	1.358
	MP-3	2.45	-	7.4	1.318
	MP-4	2.36	-	15.6	1.301
	MP-5	2.49	-	34.7	1.100
	MP-6	2.49	-	120.6	1.070
	MP-7	2.43	-	20.6	1.167
	MP-8	2.38	-	21.9	1.044

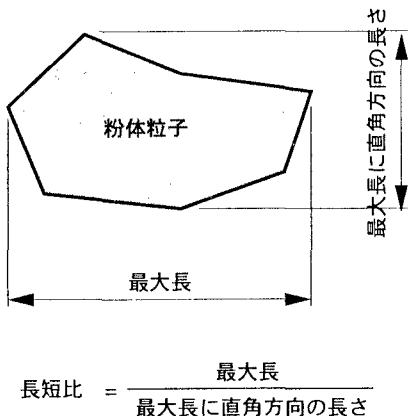


図-1 粒子形状の定量化方法

15枚とした。測定項目は粒子断面の最大長および最大長に直角方向の長さとし、粒子形状は図-1に示す長短比で定量化した。

ゼータ電位の測定は、粉体と分散媒との比を1:100にした溶液(攪拌5分間)を作製し、これをゼータ電位測定装置で観察することにより行った。高性能減水剤はナフタリンスルホン酸系高性能減水剤の10倍希釈溶液を使用した。

3. 結果および考察

表-1に各粉体の長短比を示す。長短比はその定義から、粒子形状が正方形または円である時最小値1.0を示し、扁平になるほど大きくなるものである。各粉体とも特徴的な値を示しているが、特にフライアッシュや下水汚泥球形灰などは粒子がほぼ球形であることがわかる。高炉スラグ微粉末や石灰石微粉末および下水汚泥溶解スラグは粉碎により作製された粉体であるため、粒子形状が不規則になっているものと考えられる。

図-2に平均粒径とゼータ電位との関係を示す。平均粒径とゼータ電位との関係は純水および減水剤添加系において相関は見られず、ほぼ一定値となった。一方粒子の質量は粒径^{3乗}に比例するため、粒子が小さいほど質量は軽くなる。粒径に関わらず表面電位が一定であるとすれば、相対的に粒子の質量が軽い方が大きな反発力を受けると考えられるため、減水剤の分散効果は粒径が小さいほど大きくなるものとする。

図-3に長短比とゼータ電位の関係を示す。長短比の分布は1.05付近と1.40付近に分かれているが、純水および減水剤添加系において長短比とゼータ電位との相関は見られなかった。よって、粉体の粒子形状は高性能減水剤の効果に影響を及ぼさないと考えられる。

高流動コンクリートのフレッシュ性状は、高性能減水剤を添加することでさまざまに変化する。粉体粒子の表面電位に及ぼす形状の影響が無視できるとすれば、高流動コンクリート製造時に高性能減水剤添加量に差が生じた場合の要因から、粒子形状の因子を差し引いて考えることができるものと考えられる。

4. まとめ

粉体の平均粒径や粒子形状が表面電位に及ぼす影響を、ゼータ電位の測定から検討した。本研究範囲内で得られた知見を以下に示す。

- (1) 高性能減水剤によるゼータ電位の増加は平均粒径に関わらずほぼ一定である。したがって平均粒径が小さい場合、粒子の質量が小さくなるため相対的に大きな反発力を受けることとなり、分散効果が大きくなると考えられる。
- (2) 高性能減水剤によるゼータ電位の増加は粒子形状に関わらずほぼ等しい。

参考文献

- 1) 緑川猛彦, 丸山久一: 保水能力に関する各種粉体の粒子形状や粒度分布の評価, 土木学会論文集, No.544/V-32, pp.121-130, 1996.

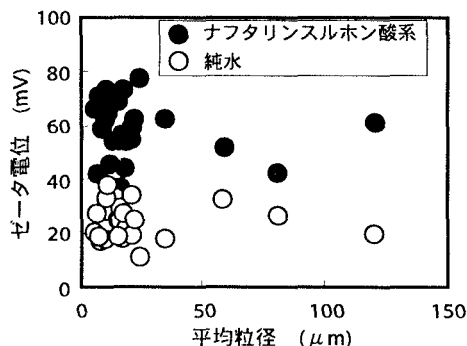


図-2 平均粒径とゼータ電位との関係

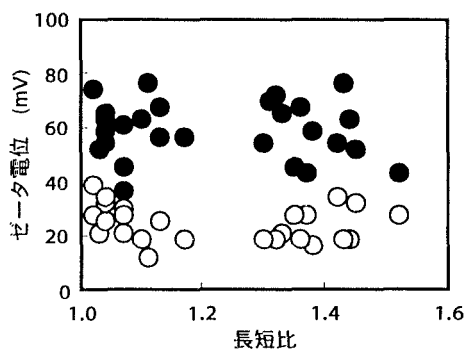


図-3 長短比とゼータ電位との関係