

粉体の粒度特性とそれを用いたペーストの流動性との関係

岩手大学大学院 学生員 〇 江 東
 岩手大学工学部 正会員 帷子 國成
 岩手大学工学部 正会員 藤原 忠司

1. はじめに

粉体系高流動コンクリートの流動性には、用いる粉体の性質が大きく関連すると推察される。この関係を求める前段として、本研究では、ペーストの流動性に及ぼす粉体の粒度特性の影響を調べることにした。

2. 実験方法

使用した粉体を表-1に示す。高流動コンクリート用として一般的な石灰石粉のほかに、ガラス瓶および瓦屑を粉碎した粉体も用いた。粒度特性の影響を把握しやすくするため、粉体を単粒度で用いることにし、石灰石粉およびガラス粉については、乾式でふるい分け、細かさを2あるいは3段階に区分した。瓦屑粉の場合は、湿式のふるい分けで、4段階に区分している。乾式ふるいの場合、単粒度とは言え、その粒度範囲より細かい粒子が含まれてしまう。これに対し、湿式の場合は、その懸念がより少ない。表には、細かさの指標であるブレン値を示しているが、同じ粒度範囲でも、瓦屑粉のブレン値が小さく、⑦および⑧では、測定不能であった。

表-1 使用粉体

No	粉 体 種 類	比 重	ブレン値 (cm^2/g)
1	普通セメント	3.16	3820
2	石灰石粉(0.15~0.075mm)	2.72	2840
3	石灰石粉(0.075mm以下)	2.72	3740
④	ガラス粉(0.3~0.15mm)	2.47	1970
⑤	ガラス粉(0.15~0.075mm)	2.47	2380
6	ガラス粉(0.075mm以下)	2.47	3700
⑦	瓦屑(0.6~0.3mm)	2.58	—
8	瓦屑(0.3~0.15mm)	2.58	—
9	瓦屑(0.15~0.075mm)	2.58	790
10	瓦屑(0.075mm以下)	2.58	2540

ペーストとしては、粉体を単独で用いた場合 ($V_c:V_f=0:100$ 、普通セメントを単独で用いた場合もこれに含める) と、普通セメントと混合した場合との2通りについて検討した。後者の場合、普通セメントと粉体の混合割合を容積で $V_c:V_f=60:40$ とした。加える水の量は、それぞれのペーストが適当に流動する範囲で、基本的に4水準とし、水量とフロー値の関係から、200mmのフロー値を得るための水量を算出した。また、相対フロー面積比と水粉体容積比の関係から、粉体の拘束水比も求めている。

3. 実験結果および考察

粉体を単独で用いた場合 ($V_c:V_f=0:100$) および粉体を普通セメントと混合させた場合 ($V_c:V_f=60:40$) の単位水量とペーストフロー値との関係を図-1に示す。粉体単独でペーストにした場合 (a)、フロー値は、単位水量にほぼ比例している。しかし、同一のフロー値を得るために必要な単位水量は、粉体の種類によって大きく異なり、また同じ種類の粉体でも、粒度による差が比較的著しく、粒子が細かいほど、同じフロー値を得るための単位水量が大きい。

なお、瓦屑粉については、これを単独で用いた場合、加える水を増やしても、容易に流動せず、ある一定

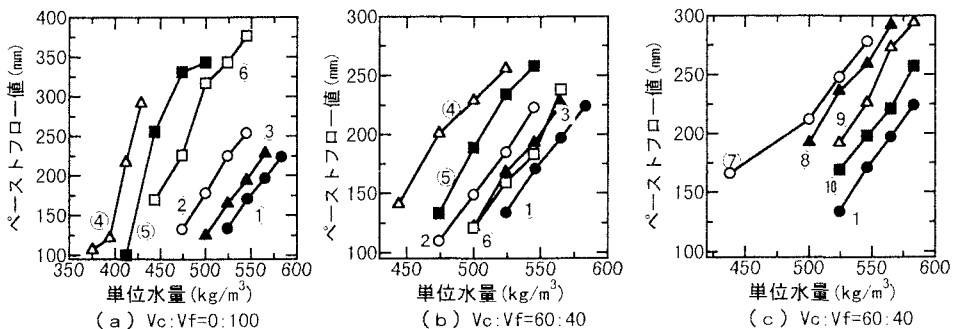


図-1 単位水量とペーストフロー値との関係

の水量を過ぎると、大きくフローして、しかも水が分離した。そのため、この条件では、測定値が得られていない。ただし、普通セメントに瓦屑粉を混合した場合には、適当に流動するペーストが得られた。

セメントに混合した場合 (b, c) も、フロー値が単位水量にほぼ比例する傾向や、粉体の種類・粒度によって、同一のフロー値を得るための単位水量が異なる傾向にあるのは変わらない。セメントを単独で用いたペーストと比較すれば、これに、いずれの粉体を混合しても、同一のフロー値を得るための単位水量を減じることができる。換言すれば、同じ単位水量では、粉体を混合することにより、フロー値は増大しており、ここで用いた粉体は、いずれも流動性の向上に寄与できると評価される。ガラス粉や瓦屑粉は、いわば廃棄物であり、これを高流動コンクリート用の粉体として利用できれば、意義は大きい。ただし、粉体に望まれるのは、流動性のみならず、材料分離抵抗性や硬化後のコンクリートの諸性質などの向上に貢献することであり、有効利用を図るのであれば、検討すべき課題が数多く残されている。

図-1の結果より、200mm のフロー値を得るための単位水量を算出し、それを粉体のブレン値と関連づけたのが、図-2である。粉体を単独で用いた場合 (a)、同じ種類であれば、ブレン値の大きいほど、すなわち粒子が細かいほど、200mm のフロー値を得るための水量が大きい。しかし、粉体の種類が異なれば、同じブレン値でも、水量には大きな差が見られ、ガラス粉の場合は、200mm のフロー値を得るための水量が格段に少なく済む。セメントと混合 (b) しても、傾向は同様であり、瓦屑粉の場合は、比較的多量の水を要する側に位置している。もし、同じフロー値を得るのに、単位水量の少ない方が好ましいとすれば、ガラス粉のような性質を有し、しかも粒度の粗い粉体が望ましいということになる。

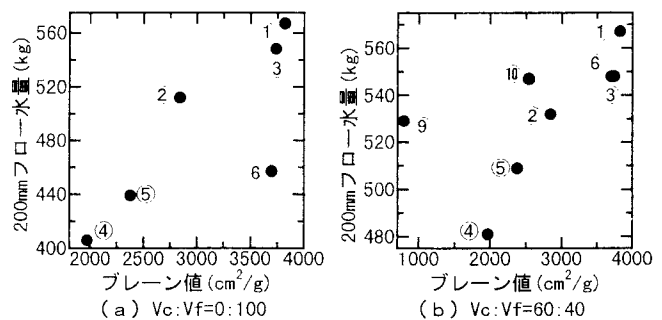


図-2 ブレン値と200mmフロー水量との関係

図-3は、相対フロー面積比と水粉体容積比との関係を示している。いずれの場合も、両者はほぼ線形の関係にあり、直線の切片が粉体の拘束水比に、勾配が変形係数に相当する。

この図から求まる拘束水比を、ブレン値との関係で捉えたのが、図-4である。同一種類では、粒子が細かいほど、拘束水比の大きい傾向にあるが、種類が異なれば、同じブレン値であっても、拘束水比には、大きな開きがある。この図の傾向は、図-2とほとんど同様であり、換言すれば、200mm のフロー値を得るために必要な単位水量は、拘束水比にほぼ比例的に対応していることになる。すなわち、粒度の細かいほど、流動を開始させるための水量 (拘束水比) を多く必要とし、それがため、ある一定のフロー値 (ここでは 200mm フロー値) を得るための水量が必然的に大きくなるという因果関係が成立する。

このように、ペーストの流動性には、粉体の粒度特性が大きく関わるのは明らかであるが、それと同等以上に、粉体の種類の影響も大きく、粉体の形状、吸水性、親水性・疎水などと流動性との関係を解明するのが、今後の課題である。

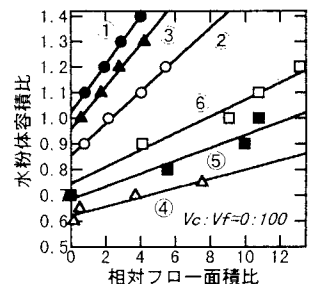


図-3 拘束水比の決定

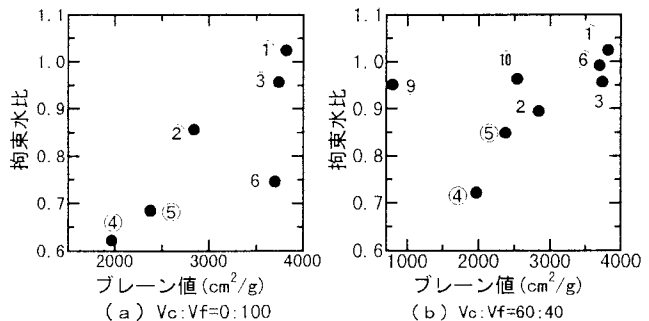


図-4 ブレン値と拘束水比の関係