

各種粉体を用いたペーストの流動性とその時間的变化

岩手大学 学生員○小山田哲也

岩手大学 高橋 亮

岩手大学 正 員 藤原 忠司

1. まえがき

粉体系の高流動コンクリートは、用いる粉体によりフレッシュコンクリートの性質が異なることが考えられる。本研究は、高流動コンクリートに用いられる粉体が流動性とその時間的变化にどのように影響を与えるのかをペーストに着目して、実験的に検討した。

2. 実験概要

実験に使用した粉体の性質を表-1 に示す。セメント以外の粉体には、粉体系高流動コンクリートによく用いられる 3 つを用意した（以下、図表中では表中の記号を使用）。配合条件を表-2 に示す。粉体の性質を明確にするため、すべての測定において粉体以外の条件が揃うように、水粉体容積比、セメントと粉体の割合、高性能 AE 減水剤の量を固定した。また、比較のためセメント単独の場合についても検討している。混和剤は、ポリカルボン酸系で、メーカーの異なる高性能 AE 減水剤を 3 種類（以下、減水剤 A,B,C。図中では減水剤を SP と略記）用いた。ペーストの流動性は、フロー値で評価する。測定は、練混ぜ直後、40 分後、80 分後、120 分後の合計 4 回行った。測定時以外は、ペーストからの水分蒸発を防ぐ状態で静置しており、また、試験時間中は、周りの温度を一定（約 20℃）に保っている。低水粉体比のペーストの流動性には、高性能 AE 減水剤（以下、減水剤）が関与すると推察される。本研究では、ペーストの流動性に変化する要因を探るため、溶液中の減水剤の溶存量を測定することとした。測定は、ペーストを遠心分離し、上澄みを所定の濃度に希釈し、減水剤の構成成分である有機炭素を計測して行った。

表-1 使用材料

使用粉体	比重	ブレン値 (cm^3/g)	記号
普通ポルトランドセメント	3.16	3280	OPC
フライアッシュ	2.14	4010	FA
高炉スラグ微粉末	2.89	3960	SG
石灰石微粉末	2.70	2760	LS

表-2 配合条件

水粉体容積比 (V_w/V_p)	0.75	
セメント/粉体(容積比)	50/50	100/0
使用粉体	FA,SG,LS	OPC
高性能AE減水剤	17.1g(ペースト1 $\frac{1}{2}$ に対し、内割)	

3. 実験結果および考察

表-3 は、減水剤の添加の有無により、ペーストの拘束水比 (β_p) および変形係数 (E_p) が、どのように異なるかを示している。また、表中には、減水剤を添加した際、各値の変化の割合を“減水剤効果”として示している。なお、減水剤には、減水剤 A を用い、添加量は、各水粉体容積比の場合のセメント単独におけるセメントの質量の 1.0% とした。減水剤を添加しないペーストの拘束水比は、石灰石微粉末の場合を除けば、ほぼ同等であり、変形係数にも大きな差はない。減水剤を添加すれば、いずれの粉体であっても、減水剤の効果が現れ、拘束する水は減るが、粉体の種類により減水剤効果が異なる。また、普通ポルトランドセメントと比較すると、粉体を添加することで、減水剤の効果が大きくなっていることが分かる。特筆すべきは、

表-3 ペーストの拘束水比と変形係数

		SP無	SP A 添加	減水剤 効果
OPC	β_p	0.9842	0.8109	1.214
	E_p	0.0985	0.0237	4.149
FA	β_p	0.9924	0.6005	1.653
	E_p	0.0916	0.0184	4.972
SG	β_p	0.9841	0.6793	1.449
	E_p	0.1190	0.0075	15.797
LS	β_p	0.9440	0.5941	1.589
	E_p	0.0848	0.0058	14.638

高炉スラグや石灰石微粉末を用いた場合の変形係数の低下の割合がセメントと比べ大きくなっていることである。変形係数が低くなることは、水粉体比をさほど変化させなくても、減水剤の量を調整することにより、任意のフロー値が得やすいことになり、この点からすれば、高炉スラグ、石灰石微粉末は、優れているといえる。しかし、減水剤の測定誤差などの配合条件に対してコンクリートの状態が敏感になることも考えられ、注意を要する。

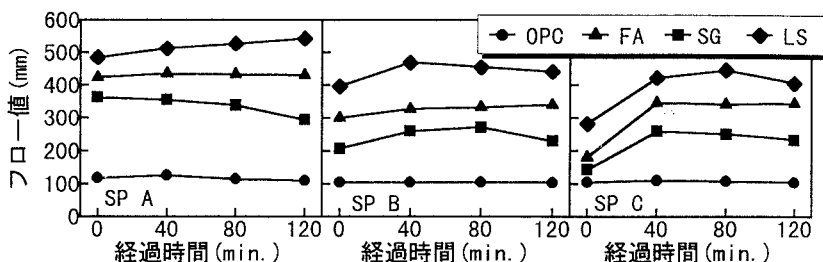


図-1 フロー値の時間的变化

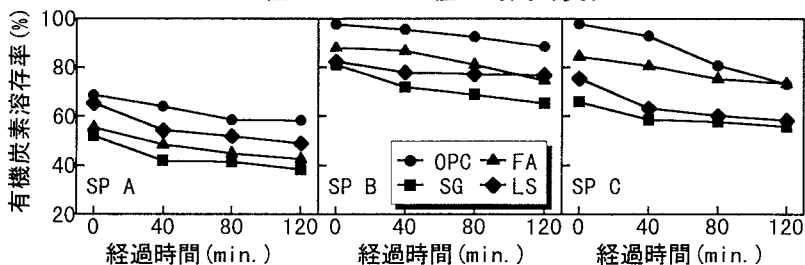


図-2 ペースト中の有機炭素溶存量の変化

各粉体を用いたペーストのフロー値とその時間的な変化を図-1 に示す。各減水剤において、練りあがり直後は、セメント単独の場合、ほとんどフローしていないのに対し、粉体を混合することで流動性が大幅に改善されていることがわかる。また、表-3 の結果と併せて考えると、減水剤を用いたペーストの拘束水比が小さな粉体ほど、フロー値は大きくなっている。この結果から判断すると、減水剤を添加する高流動コンクリートの性質を予測するためには、減水剤の添加を加味した拘束水比を測定する必要があるといえる。

図-2 は、ペースト中の有機炭素溶存量の測定結果を示している。減水剤の種類により、同じ質量中に含まれる有機炭素の量が相違するため、グラフには、混練する前の水に含まれる有機炭素量を 100 とした場合の溶存率を示してある。従って、グラフの値が小さいほど、減水剤が粉体に吸着、もしくは水和物に取り込まれたことになる（以下、吸着と述べる）。練混ぜ直後は、いずれの減水剤であっても、セメント単独では、粉体を混合した場合と比べ、減水剤の溶存量は多く、特に、減水剤 B,C では、ほとんど吸着していない。粉体を混合することにより、吸着量が増えるということは、粉体粒子に減水剤が選択的に吸着していることになり、これが、図-1 に示されるような、初期のフロー値を高める要因になっているものと考えられる。また、混和材に高炉スラグを用いた場合の減水剤の吸着量が他の粉体と比べ最も多く、この配合のフロー値は、いずれの減水剤を添加した場合でも、120 分後のフロー値は、低下している。このフロー値の低下の原因は、ペースト中の減水剤の量が時間とともに減少し、流動性を与えるために必要な量を下回ったことによると考えられる。また、減水剤 B,C の石灰石微粉末に着目すると、減水剤の吸着量が変化しなくなると流動性が低下する現象が見られる。これは、減水剤の吸着が行われなければ、フロー値の低下が避けられないことを意味していると考ええる。また、減水剤個々について比較すると、減水剤 A を添加した場合に、練混ぜ直後の減水剤の吸着量が、粉体の種類に関わらず多くなっている。この場合、フロー値はほとんど変化はないが、この配合に細骨材が入ると、細骨材の微粒分に減水剤が吸着し、フロー値が時間とともに低下する可能性がある。この点に関しては、今後検討を進めていく予定である。

4. まとめ

高流動コンクリートの流動性とその時間的な変化には、粉体や減水剤の種類が大きく関わっており、このメカニズムをつきとめ、因果関係を整理することができれば、有益な資料になると期待される。