

石粉を用いた高流動コンクリートのペーストにおける流動性の経時的変化

岩手大学 学生員 ○ 池田 大成
 岩手大学 学生員 小山田哲也
 岩手大学 正 員 帷子 國成
 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、増粘剤系などと比べ、場合によっては、フレッシュ状態における流動性の経時変化が大きいと言われている。練混ぜ後、直ちに打設できれば、問題はないものの、一般には、打設までに時間を要し、その間に、コンクリートの流動性が変化した場合には、打設時の充填性が損なわれ、硬化後のコンクリートの性質にも悪影響を及ぼす恐れがある。経時的な変化に影響を及ぼす要因としては、材料の性質や配合などの内的なものと、温度や湿度などの外的なものなどが挙げられ、流動性に経時変化のない高流動コンクリートを得るためには、これらの要因に対する細心の注意が望まれる。本研究では、コンクリートを構成する要素の中で、経時変化に最も関わるとされるペーストに着目し、水粉体比および高性能AE減水剤の種類や添加割合によるペーストの流動性における経時変化の違いを明らかにしようとした。

2. 実験概要

セメントには、普通ポルトランドセメント（比重 3.16）を用い、セメント以外の粉体としては、石灰石微粉末（比重：2.70、ブレン値：3000cm²/g）を使用した。ペーストの流動性は、フロー試験で評価する。この際、セメントと石灰石微粉末（以下、石粉）の混合割合を、容積で $V_c:V_f=60:40$ とした場合と、粉体単独で用いた場合との二通りで行う。混和剤としては、ポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を3種類（以下、減水剤A、B、C）用いた。ペーストの配合については、減水剤の種類毎に、水粉体容積比（ V_w/V_p ）を幾段階かに設定し、減水剤の添加割合を変化させた。フロー値が過大になると、材料分離の恐れが生じるので、全実験を通じて、最大でも、500mm 程度までとなるよう減水剤の量を抑えた。練混ぜは、ミキサにセメント、水および高性能AE減水剤を一度に投入し、低速→高速→低速→低速で、それぞれ 60 秒ずつ練り混ぜるという手順で行った。各練混ぜの間では、ミキサに付着したペーストをかき落としている。フロー値の測定は、練混ぜ直後、40 分後、80 分後、120 分後の合計 4 回行なった。測定時以外は、ペーストからの水分蒸発を防ぐようにしており、また試験時間中は、周りの温度を一定（約 20℃）に保っている。

3. 実験結果および考察

図-1 は、セメントと石粉を容積で 60:40 の混合割合とし、同じ減水剤Aを用いて、水粉体容積比を3水準に設定したペーストのフロー値の経時変化を示している。いずれも、減水剤の添加量をパラメータとしており、減水剤の量は、粉体に対する質量割合である。水粉体容積比にかかわらず、傾向としては同様であり、添加する減水剤の量が少ない場合には、フロー値が時間とともに低下する。フロー値の低下は、セメントの水和およびセメント粒子や石粉粒子の凝集によると推察され、減水剤の量が不十分な場合には、フロー値の

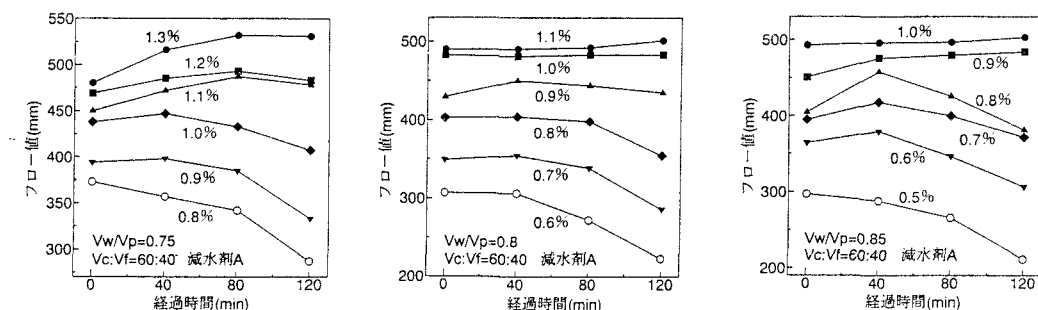


図-1 ペーストのフロー値の経時変化（減水剤A）

時間的な低下は避けられない。減水剤の量を増やせば、練混ぜ直後のフロー値が増大するとともに、フロー値の経時的な変化が少なくなる。さらに、減水剤の量を増やした場合には、練混ぜ直後より、フロー値が次第に増加する例も見られる。この例からすれば、減水剤による分散効果は、練混ぜ後、時間とともに増大すると推察される。ただし、単調に増加するのではなく、いずれは、分散効果が薄れて、フロー値が低下すると考えられる。もし、減水剤の量が十分で、分散効果が薄れた分、まだ分散にあずかっていなかった減水剤が、これを補えば、フロー値の低下を抑制できることになる。

このように、フロー値の経時的変化をもたらす要因は幾つか考えられ、低下させる要因と増加させる要因とをバランスさせれば、2時間程度の範囲内で、経時的変化のほとんどないペーストが得られると期待できる。図-1によれば、減水剤の量が重要であり、フロー値の変化がないペーストにする減水剤の量は、水粉体容積比によって異っている。

図-2は、同じくセメントと石粉とを混合したペーストについて、減水剤BおよびCを用いた場合の測定例である。いずれも、減水剤の量にかかわらず、練混ぜ直後より、次第にフロー値が増大し、極値に達したのち、低下するという経時的変化をたどっている。このような変化は、減水剤の特性によると思われる、とくに減水剤Cにおいて著しい。フロー値の経時的変化を問題にする場合は、減水剤の種類にも注意を要する。

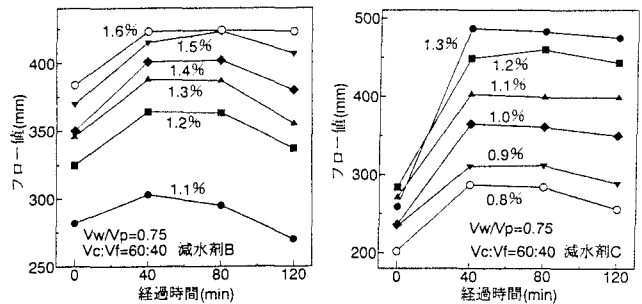


図-2 ペーストのフロー値の経時変化 (減水剤 B,C)

減水剤Cの特性をより明らかにするため、セメントと石粉とを、それぞれ単独でペーストにし、フロー値の経時変化を求めたのが、図-3である。また、これと比較するため、減水剤Aを用いた場合の結果を、図-4に示した。減水剤Cの場合は、セメント単独の経時変化が著しく、練混ぜた後に、減水剤の分散効果が急激に現れる。石粉単独のペーストについては、練混ぜ直後のフロー値が、減水剤Cの添加量によって異なり、石粉の分散をもたらす効果が認められるが、その後の経時変化は少ない。したがって、減水剤Cによるセメントおよび石粉に対する分散効果は異なることになり、その理由は定かでないものの、両者を混合した図-2に見られる練混ぜ後のフロー値の急激な変化が、主としてセメントと減水剤Cとの組み合わせによってもたらされたのは疑いない。減水剤Aについては、セメント単独および石粉単独とも、ペーストのフロー値に急激な変化はなく、両者を混合した図-1の結果とよく対応している。

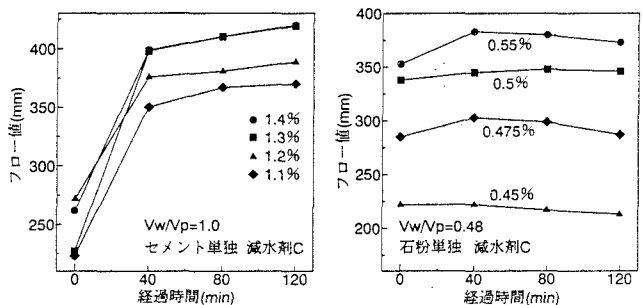


図-3 粉体を単独で用いたペーストのフロー値の経時変化 (減水剤 C)

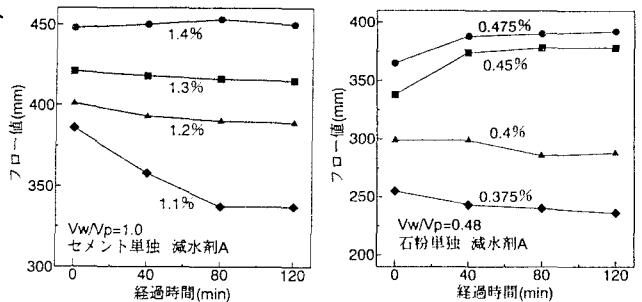


図-4 粉体を単独で用いたペーストのフロー値の経時変化 (減水剤 A)

以上のように、流動性における経時変化の少ないペーストを望むなら、とくに高性能 A 系減水剤の種類や添加量に、格段の配慮が必要であると指摘できる。