

シリカフュームで置換したセメントペーストの 粘性に関する基礎的研究

九州工業大学 ○学生会員 多久和 佳楠子 正会員 出光 隆
正会員 山崎 竹博 学生会員 岳尾 浩一

1. まえがき

IC産業の副産物であるシリカフューム(SFと略す)の混和材としての使用は、そのマイクロファイラ効果による増粘作用や高密度充填性、活性ボゾラン反応等により、コンクリートの性能改善に有効であるとされる。普通ポルトランドセメントは、その平均粒径が $30\sim 40\mu\text{m}$ であるが、SFのそれは平均 $0.15\mu\text{m}$ と小さい。そのため、均一に練り混ぜるには界面活性剤の分散効果を利用しなければならない。しかし、多量の水を用いて練り混ぜる場合、減水剤を用いてもなお均一な分散が得られないこともある。本研究では、このようなSFをコンクリートの流動性改善に用いるため、まず、SF置換セメントペーストの配合と粘度および降伏値との関係を実験より求めた。また、その流動性から、効果的なペーストの練混ぜ方法についても検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合 SF置換セメントペーストの流動性はB型粘度計の粘度および降伏値から評価した。使用したSFは粉末タイプで、平均粒径 $0.15\mu\text{m}$ 、真比重2.2、比表面積 $20\text{万cm}^2/\text{g}$ である。

高性能減水剤には、成分による分散効果の相違をみるために、ポリ

カルボン酸エーテル系(SP-8HS)、ナフタリンスルホン酸塩系(M-150)およびリグニンスルホン酸化合物・ポリオール複合体(P-No.70)を使用した。ペーストの配合は、セメントのSF置換率(SF/P)を5、10、15%、水結合材比(W/P)を25、30、35、40%、高性能減水剤量(SP-8HS)を結合材の1、2、3%に変化させ、それぞれ $3\times 4\times 3=36$ パターンの組合せとした。

2.2 練混ぜ方法 水量が多く、粘性の低いペーストではSF置換率が高くなるにつれて、練り混ぜ後、フロック状態のSFが認められるようになる。そのため、低いW/Pで一次練混ぜ後、所定の水を追加し、二次練混ぜを行った。その際、一次練混ぜは予備実験からW/P=30%とした。実験ペーストの配合はSF/P=15%、W/P=40%、SP-8HS=2%である。図1に各種の練混ぜ方法を示す。

2.3 粘度および降伏値の算定 セメントペーストの流動性は、一般に、非ニュートン流体とビンガム流体の中間性状を示す。しかし、ずり速度が大きくなるにつれて、せん断面の材料分離や不連続面が生じ、測定が困難となる。本実験では、ずり速度とせん断応力との関係が図2に示されるような直線となる範囲の配合について、それらの直線の傾きおよび座標軸切片の値から粘度および降伏値を求めた。

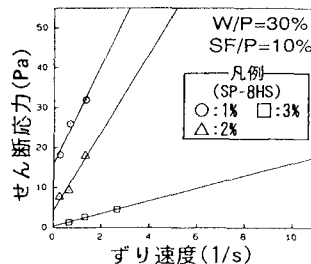


図2 ずり速度-せん断応力

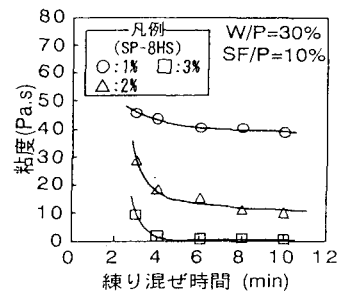


図3 粘度の経時変化

3. 実験結果

3.1 配合とペーストの流動性

3.1.1 練混ぜ時間と流動性

SF置換ペーストは微粒子を含むため一定の分散状態に達するまでに十分な練混ぜを要する。その時間を求める目的で、JIS R 5201に示すモルタルミキサーを用いて練り始めからの粘度の経時変化を測定した。図3にその結果を示す。図から安定した粘度に達するには、4分を要することが判った。本実験では流動性を表す粘度、降伏値を練混ぜ後4分の値として測定した。

3.1.2 高性能減水剤の効果

SF置換ペーストは置換率の増大に伴い高い粘性を示す。コンクリートに用いるためには、分散効果の他、粘度を下げる目的で高性能減水剤を使用しなければならない。今、W/Pの異なる

ペーストの粘性に及ぼす減水剤の効果を調べた。図4、5に高性能減水剤添加量と粘度および降伏値の関係を示す。その結果からW/Pが小さいペーストほど高性能減水剤による粘度の低減効果大きいことが判った。しかし、降伏値については、ある減水剤量で最大値を示す結果が得られた。その原因はピーク点以下の減水剤量では、ローターと試料との肌離れが生じるためと考えられる。

3.2 減水剤の種類と流動性状

3種類の異なるタイプの減水剤を用いて粘度および降伏値を測定した。実験結果を図6、7に示す。減水剤量2%では、いずれのタイプでもSF/Pに対してほぼ比例的に粘度、降伏値の上昇を示す。しかしM-150の降伏値については、10Pa程度で頭打ちとなる傾向が得られた。

3.3 練混ぜ方法とその効果

図1に示す各練混ぜ方法による練混ぜ時間と粘度の関係を図8に示す。セメントを一度に多量の水と攪拌する従来法よりも、分割練混ぜした後、所定の水量とするT法、H法の粘度が低く、かつ分散状態も比較的よいことが判った。この時、一次練混ぜ時間の長い方が良好な傾向を示す。

4. 結論

①SF置換セメントペーストは一定の流動性を得るまでに十分な練混ぜを必要とする。②W/Pの大きいペーストでは、分割練混ぜが効果的であった。③SF/Pの増加に伴いペーストの粘度、降伏値は著しく増大する。④減水剤のSF分散効果はW/Pが小さいほど顕著であった。⑤減水剤の種類によってはSF/Pが大きい場合、降伏値に差が生じることがあるので、注意する必要がある。

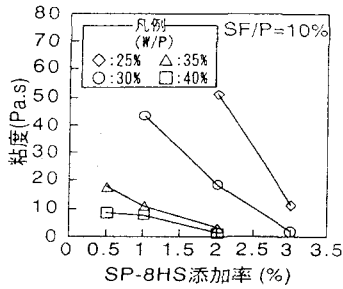


図4 粘度-減水剤添加量

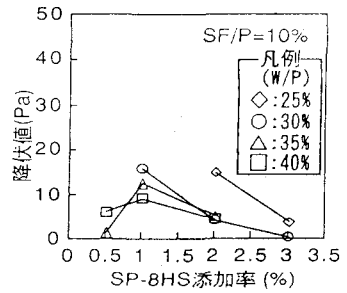


図5 降伏値-減水剤添加量

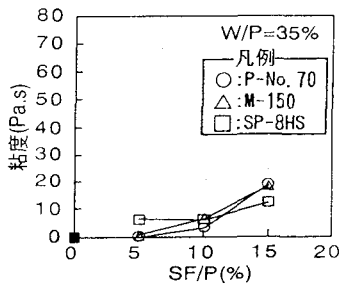


図6 粘度-SF置換率

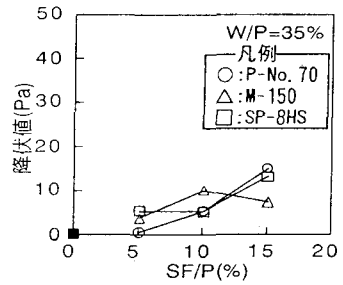


図7 降伏値-SF置換率

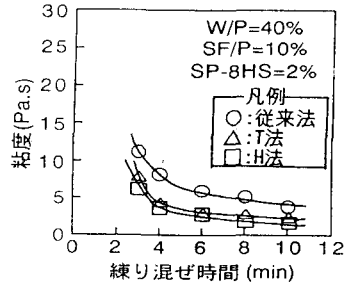


図8 粘度-練混ぜ時間