

新日鐵化学株 正会員 前田悦孝  
 新日鐵化学株 正会員 近田孝夫  
 九州共立大学 正会員 松下博通

1. はじめに

フレッシュコンクリートを骨材とセメントペーストからなる2相材料として流動性を考えるとき、セメントペーストの流動性を定量的に評価することが極めて重要と考えられる。本実験は、混和剤、水/固体容積比、高炉スラグ微粉末の置換率ならびに粉末度を変化させた場合について音叉型振動式粘度計を用いて流動曲線の測定を行ないセメントペーストの基礎的な流動性状について検討したものである。

2. 使用材料および試験方法

セメントは普通ポルトランドセメント(比重 3.14, 比表面積 3270cm<sup>2</sup>/g)を、高炉スラグ微粉末は比表面積が 4000 (S4), 6170 (S6), 7250 (S7) cm<sup>2</sup>/gの3種類(比重 2.90~2.91)を使用した。減水剤はリグニンスルホン酸塩系のもを、高性能減水剤はナフタリンスルホン酸塩系のもを使用し、添加量は、各々、結合材×0.25%, 1.0%とした。セメントペーストは、ホバートミキサーを使用して4分間練り混ぜ、直ちに音叉型振動式粘度計を用いて流動曲線の測定を開始した。ずり応力の上昇・降下勾配は6.34Pa/min、最大ずり応力は19.1Paとした。

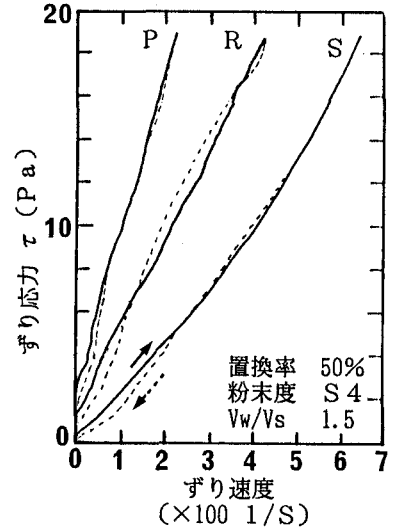


図-1 混和剤の影響

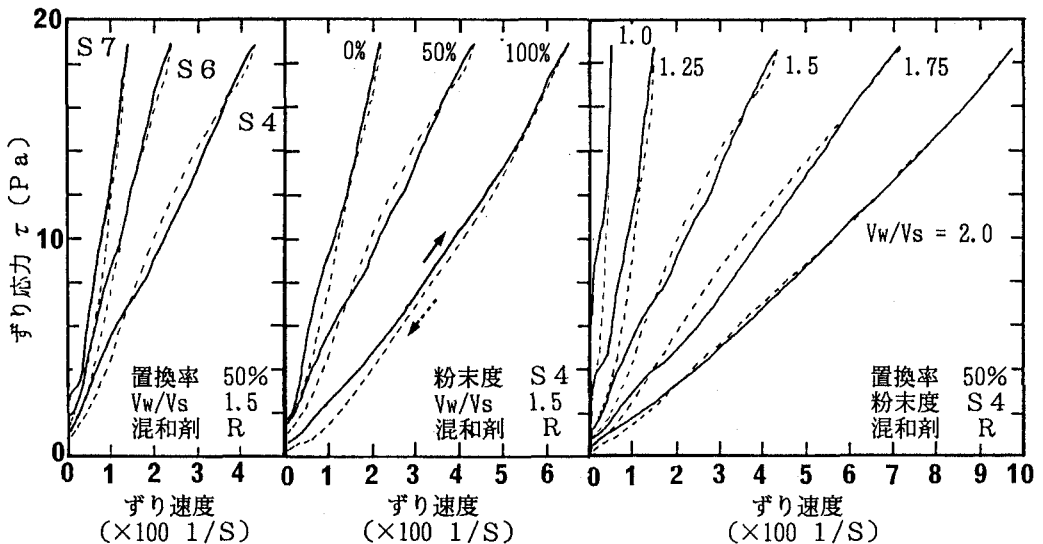


図-2 スラグ粉末度の影響

図-3 スラグ置換率の影響

図-4 水量の影響

3. 試験結果

混和剤の種類、スラグ粉末度、スラグ置換率、水/固体容積比(以下、 $V_w/V_s$ と称す)を変化させた場合の流動曲線の測定結果をそれぞれ図-1、図-2、図-3、図-4に示す。これらの結果は、いずれの場合もビンガム流体に類似した流動曲線を示している。上昇流動曲線(実線)の降伏値は、 $V_w/V_s=1.0$ の場合(4.4Pa)を除いて0~2.0 Pa、塑性粘度は約30~140 $mPa \cdot S$ であり、降伏値が大きいほど塑性粘度も大きくなる傾向が認められる。また、大きなチクソトロピー性を示すものは認められないが、いずれの曲線もずり応力の小さい範囲ではチクソトロピー性が認められ、その性質は流動曲線の傾きが大きいものほど強いようである。一方、流動曲線の傾きが小さいものはややダイラタント性を示すようである。

図-1より、無添加(P)に比較して減水剤(R)、高性能減水剤(S)を添加した場合は、流動曲線の傾きと降伏値はともに小さくなるが、その効果は高性能減水剤の方が大きい。図-2、図-3、図-4より、スラグ粉末度が小さいほど、スラグ置換率が大きいほど、 $V_w/V_s$ が大きいほど、流動曲線の傾きと降伏値はともに小さくなる。

図-5、図-6、図-7は、それぞれ、スラグ微粉末の平均粒径、スラグ置換率、 $V_w/V_s$ を横軸にとり、上昇流動曲線のずり応力=5.0Pa(以下  $\eta_u$ )、ずり応力=19.1Pa(以下  $\eta_a$ )、および下降流動曲線のずり応力=5.0Paにおける見掛粘度(以下  $\eta_d$ )を示したものである。

図-5より、スラグ微粉末の平均粒径が小さくなるほどいずれの見掛粘度も大きくなるが、 $\eta_u$ はほぼ直線的に増加するのに対し、 $\eta_a$ 、 $\eta_d$ は平均粒径10 $\mu m \sim 6\mu m$ の増加割合より6 $\mu m$ 以下の増加割合が大きくなっている。また、いずれの平均粒径においても $\eta_u$ より $\eta_d$ は小さいが、平均粒径が6 $\mu m$ 以下ではその差が大きく、チクソトロピー性が大きくなっている。

図-6より、いずれの見掛粘度もスラグ置換率の増加にほぼ比例して小さくなるが、その低下割合は $\eta_a$ と $\eta_d$ より $\eta_u$ の方が大きい。また、スラグ置換率の増加にしたがって $\eta_u$ 、 $\eta_d$ の差は小さくなりチクソトロピー性は小さくなっている。

図-7より、いずれの見掛粘度も $V_w/V_s$ の低下にしたがって双曲線的に増大し、また、 $\eta_u$ と $\eta_d$ の差も $V_w/V_s$ の低下にしたがって大きくなりチクソトロピー性が増大している。

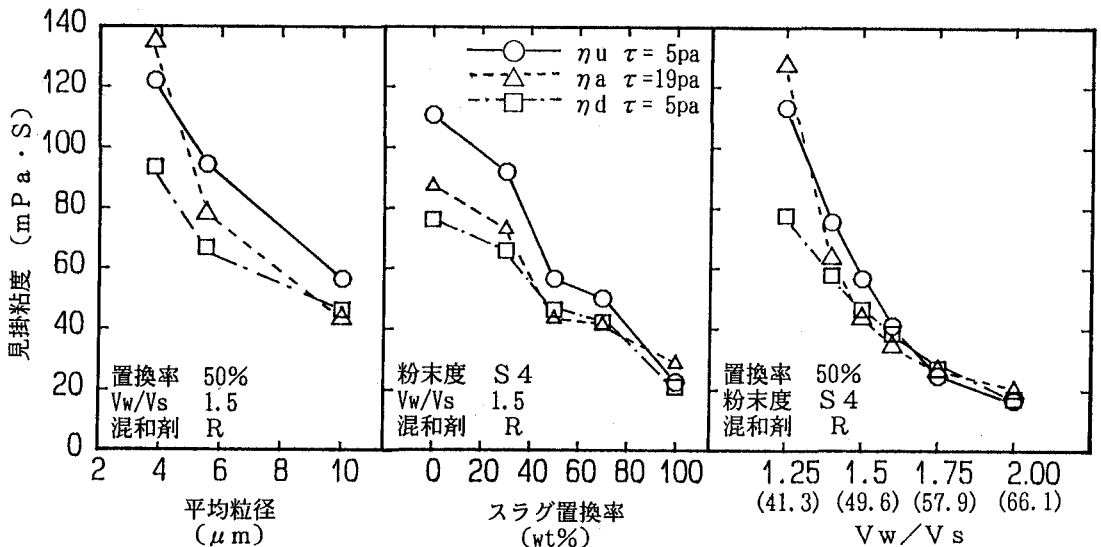


図-5 スラグ微粉末の平均粒径と見掛粘度の関係

図-6 スラグ置換率と見掛粘度の関係

図-7  $V_w/V_s$ と見掛粘度の関係 ( )は W/C %