

V-278

結合材の性質がペーストのレオロジー定数に及ぼす影響

鳥取大学工学部 正会員 吉野 公  
 鳥取大学工学部 正会員 西林新蔵  
 大阪セメント 正会員 黒田 保

1. まえがき

本研究は、結合材の物理的性質がフレッシュペーストの流動性に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。すなわち、粉末度の異なる2種類の高炉スラグを用い、これらをそれぞれ3水準の置換率で普通セメントに混合した場合の結合材の比表面積あるいは充填性の変化が、フレッシュペーストをビンガム流体と仮定した場合のレオロジー定数のうち、特に塑性粘度に及ぼす影響を実験的に検討した。

2. 実験概要

本研究で使用した粉体は普通ポルトランドセメント(C)、粉末度 4320cm<sup>2</sup>/g(S4)および粉末度 6020cm<sup>2</sup>/g(S6)の高炉スラグ微粉末、さらに粒径0.02~0.15mmが全体の90%を占める砕石微粉(F)である。結合材としては、粉末度の異なる2種類の高炉スラグをそれぞれ重量比で0, 30, 50, 70%置換したものの7種類と砕石微粉を用い、重量比でC:S6:Fを4:4:2としたもの(C-S-F)の合計8種類を用いた。これらの物理的性質を表-1に示す。なお、表中の実積率の測定は、ブレン空気通過装置のセルとブランジャーを用い、以下の方法で測定した。まず、セルの底面にろ紙を敷き、結合材を上面まで入れブランジャーを圧力15kgf/cm<sup>2</sup>で押し込む。つぎに、ブランジャーを引き抜き、生じた空間に上面まで結合材を入れ、再びブランジャーを押し込む。以上の操作の後、ブランジャーの挿入深さから結合材の容積を求めるとともに、結合材の重量を測定して単位体積重量を求め、さらに実積率を計算した。

ペーストの配合は結合材の容積割合を0.477(水結合材比約0.40)と一定とし、変性リグニン、アルキルスルホン酸塩系の高性能AE減水剤の添加量を変えることにより、フローコーンを上げた直後のフロー値(FL<sub>0</sub>)を200, 240および280とした。また、フレッシュペーストのレオロジー定数の測定には球引上げ式粘度計を用いた。

3. 結果と考察

所定のフロー値を得るのに要した高性能AE減水剤の添加量とスラグ置換率との関係を図-1に示す。図より、スラグS4およびS6とも、スラグ置換率の増加とともに高性能AE減水剤の添加量は減少した。一般に、アニオン系の減水剤中のセメント分散成分である陰イオンはセメント成分中のC<sub>3</sub>AやC<sub>4</sub>AFあるいはそれらの初期水和物に優先的にしかも多量に吸着するといわれている。スラグ置換率の増加に伴う高性能AE減水剤の添加量の減少は、スラグ置換により結合材中のC<sub>3</sub>AやC<sub>4</sub>AFの量が減少したことによるものと考えられる。また、S4とS6では粉末度の小さいS4の方がスラグ置換率の増加に伴う添加量の減少が顕著であった。これは、S6で置換した場合S4に比べ、結合材の表面積すなわち高性能AE減水剤が吸着する面積が増加したためと考えられる。

表-1 結合材の性質

結合材	比重	粉末度 (cm <sup>2</sup> /g)	実積率 (%)	水膜厚 (μm)
C	3.15	3330	52.4	0.313
S4-30	3.08	3630	54.2	0.351
S4-50	3.03	3830	53.5	0.317
S4-70	2.98	4020	53.0	0.293
S6-30	3.07	4140	52.8	0.270
S6-50	3.02	4680	52.3	0.230
S6-70	2.97	5210	50.8	0.174
C-S-F	2.94	4110	55.8	0.368

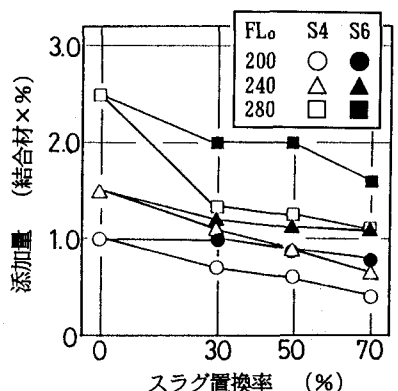


図-1 高性能AEの添加量とスラグ置換率の関係

図-2は結合材の粉末度とペーストのレオロジ一定数との関係を示したものである。レオロジ一定数のうち降伏値は、粉末度が変化しても、すなわち結合材の種類が異なってもフロー値ごとにほぼ一定であった。一方、塑性粘度は、各フロー値ごとに、概ね粉末度が大きくなるほど塑性粘度が大きくなる傾向を示しているが、結合材CおよびC-S-Fを用いたペーストの塑性粘度の値が例外的なプロットとなっており、結合材の表面積以外にペーストの塑性粘度に影響を及ぼす要因があるものと思われる。

図-3は結合材の実積率とペーストの塑性粘度との関係を示したものである。スラグ置換を行った場合、表-1からわかるようにS4、S6ともスラグ置換率30%においてS4、S6それぞれのスラグ置換での最大値を示している。また、8種類の結合材のうち最も大きな値を示したものは3種類の粉体を混合したC-S-Fであった。

図-3より、結合材Cを除いて各フロー値ごとに結合材の実積率が増加するとペーストの塑性粘度は減少することがわかる。したがって、結合材の充填性もペーストの塑性粘度に影響を及ぼす要因と考えられる。

以上の結果より、結合材容積割合および降伏値が一定のとき、結合材の表面積が大きいほど、また、実積率が小さいほどペーストの塑性粘度が大きくなるといえる。そこで、コンクリートあるいはモルタルの場合における余剰ペースト膜厚<sup>1)</sup>と同様に、結合材の総表面積と余剰水量を考え、余剰水量を総表面積で除して得られる水膜厚を結合材の表面積と実積率を総合した指標として、ペーストの塑性粘度との関係を検討した。なお、水膜厚(μm)は次式で得られる。

$$\text{水膜厚} = (1 - V_c / G_c) / (W_c \times \rho \times F \times 10^2)$$

ここで、 $V_c$ は結合材容積割合、 $G_c$ は実積率、 $\rho$ は結合材の密度(g/cm<sup>3</sup>)、 $F$ は粉末度(cm<sup>2</sup>/g)である。

表-1に水膜厚の計算結果を示している。また、図-4は水膜厚とペーストの塑性粘度との関係を示したものである。図より、本研究の範囲内では、各フロー値ごとに水膜厚と塑性粘度はほぼ直線関係にあり、水膜厚の増加とともに塑性粘度は減少した。したがって、結合材容積割合および降伏値が一定の場合には、結合材の表面積と実積率をともに考慮した水膜厚によってペーストの塑性粘度の違いを評価できるとと思われる。

<参考文献>

1) 松下、近田：セメント・コンクリート論文集，No. 43，pp. 84～89，1989

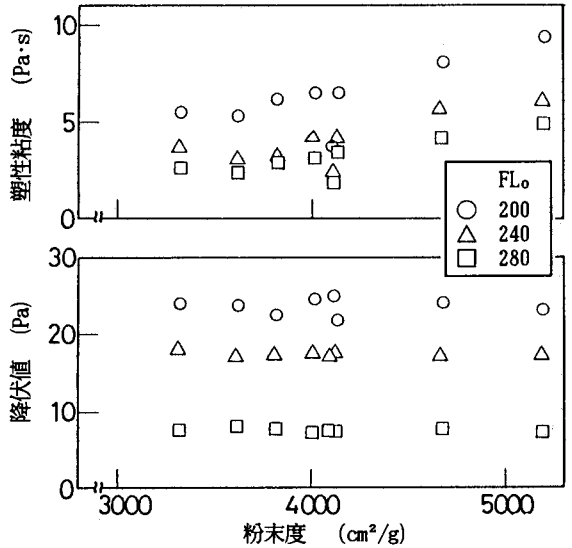


図-2 粉末度とレオロジ一定数の関係

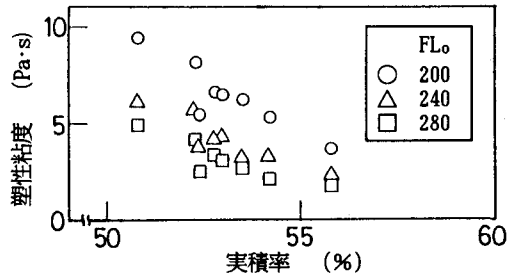


図-3 実積率と塑性粘度の関係

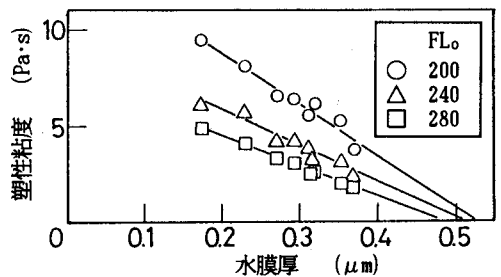


図-4 水膜厚と塑性粘度の関係