

V-96

混和材料および細骨材の性質がモルタルの塑性粘度に及ぼす影響

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

鳥取大学工学部 正会員 黒田 保

1. はじめに

本研究は、モルタルを連続相（ペースト）と分散相（細骨材）からなる高濃度サスペンションと考え、連続相の塑性粘度、分散相の濃度および性質がモルタルの塑性粘度に及ぼす影響を検討した。さらに、実験結果に基づいて、配合および細骨材の性質からモルタルの塑性粘度を予測する手法に関して検討を行った。

2. 実験概要

本研究で用いた結合材は、普通セメントに2種類の高炉スラグ（粉末度4320、6020 cm^2/g ）をそれぞれ0、30、50、70%置換したものの7種類である。表-1にこれらの物理的性質を示す。なお、表中の記号はCが普通セメント、S4あるいはS6が用いた高炉スラグの粉末度を表し、その後の数字が置換率を表す。また、細骨材には、表-2に示す性質の異なる2種類を用いた。

混和剤は、A E減水剤(WR)、2種類の高性能A E減水剤(HAE1、2)および流動化剤(SP)を用いたが、A E減水剤は流動化剤で流動化する場合のベース用の混和剤として用いた。各混和剤の主成分を表-3に示す。

結合材容積割合は、0.476、0.447、0.413（それぞれ水結合材比約0.35、0.40、0.45に相当）とし、流動化剤あるいは2種類の高性能A E減水剤の添加量を変えることによってフローコーンを引き上げた直後のペーストのフロー値が280となるようにした。これらのペーストに対して、2種類の細骨材をそれぞれ4水準の細骨材容積割合で混入し、モルタル試料を作成した。

ペーストおよびモルタルのレオロジー定数の測定には球引上げ粘度計を用い、試料の温度は $20 \pm 1^\circ\text{C}$ の範囲に保った。

3. 結果および考察

図-1、2にペーストのレオロジー定数の一例を示す。

ペーストの条件をフロー値280と一定にしたことによって、

各ペーストの降伏値はほぼ一定となっている。これに対して塑性粘度は、用いる結合材の種類（図-1）および結合材容積割合（図-2）によって異なった値を示している。結合材の性質および容積割合がペーストの塑性粘度に及ぼす影響に関しては、結合材の粉末度、実積率および結合材容積割合、さらに混和剤の種類、添加量が塑性粘度に影響を及ぼすことが明らかになっている¹⁾。

図-3は同一ペーストに2種類の細骨材をそれぞれ4水準の細骨材容積割合で混入した場合のモルタルの塑性粘度の一例を示したものである。図より、細骨材

表-1 結合材の物理的性質

結合材	比重	粉末度 (cm^2/g)	実積率 (%)
C	3.15	3330	52.4
S4-30	3.08	3630	54.2
S4-50	3.03	3830	53.5
S4-70	2.98	4020	53.0
S6-30	3.07	4140	52.8
S6-50	3.02	4680	52.3
S6-70	2.97	5210	50.8

表-2 細骨材の物理的性質

骨 材	種 類	比重	F.M.	実積率 (%)	比表面積 (cm^2/cm^3)
A	砕砂+陸砂	2.65	2.81	67.5	341
B	川砂+陸砂	2.58	2.81	65.5	291

表-3 混和剤の主成分

記号	種 類	主 成 分
WR	A E減水剤	リグニンスルホン酸塩、ポリオール複合体
HAE1	高性能 A E減水剤	変性リグニナルキラルスルホン酸塩 および活性持続ポリマーの複合体
HAE2	高性能 A E減水剤	ポリカルボン酸系オレフィンマレイン酸塩 共重合体
SP	流動化剤	ナフタリンスルホン酸カルシウム系化合物

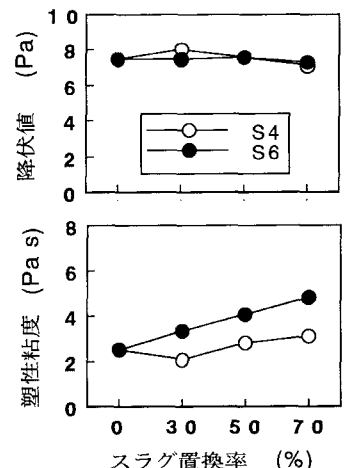


図-1 スラグ置換率とペーストの塑性粘度との関係

容積割合が増加するにしたがって塑性粘度は増加するが、同じ細骨材容積割合であっても細骨材AとBでは塑性粘度が異なる。この違いは細骨材の性質の違いによるものと考えられる。ここで、細骨材の性質として実積率と表面積を採り上げ、さらに細骨材容積割合によって塑性粘度が影響を受けることから、細骨材の実積率、表面積および細骨材容積割合から計算される余剰ペースト膜厚とモルタルの塑性粘度との関係を検討した。結果の一例を図-4に示す。なお、余剰ペースト膜厚は次式で計算される。

$$F_p = (S_s \times V_s \times 100) / (1 - V_s / S_{vs} \times 100) \quad (1)$$

ここで、 F_p は余剰ペースト膜厚（ μm ）、 S_s は細骨材の比表面積（ cm^2/cm^3 ）、 V_s は細骨材容積割合、 S_{vs} は細骨材の実積率（%）である。

図-4より、ペーストが同じであれば、余剰ペースト膜厚とモルタルの塑性粘度との関係はひとつの関係式で表されることがわかる。また、用いる結合材によって、同じ余剰ペースト膜厚であってもモルタルの塑性粘度が異なるが、これはペーストの塑性粘度の違いが影響した結果であると考えられる。すなわち、ペーストの塑性粘度が大きいほど同じ余剰ペースト膜厚においてモルタルの塑性粘度は高くなる。そこで、モルタルの粘度を相対粘度で表すことを試みた。相対粘度とはサスペンション（モルタル）の塑性粘度を連続相（ペースト）の塑性粘度で除したものである。

図-5は全試料に対して相対粘度と余剰ペースト膜厚との関係をプロットしたものである。図より、相対粘度と余剰ペースト膜厚との関係はほぼひとつの近似式で表され、最小自乗法によって対数式を求めると次式が得られた。

$$\log(\eta_r) = -2.36 \times 10^{-2} F_p + 1.05 \quad (2)$$

ここで、 η_r は相対粘度、 F_p は余剰ペースト膜厚（ μm ）である。また、この式の相関係数は0.957であり、この式を用いて計算したモルタルの塑性粘度の推定値と実測値との比の変動係数は12.9%であった。

4. まとめ

ペーストの塑性粘度および細骨材の実積率、表面積および細骨材容積割合がわかれば、モルタルの塑性粘度が推定できる。

<参考文献>

- 1) 吉野, 西林, 河野: 土木学会第48回年次学術講演会概要集, 第5部, pp.938~939, 1993.

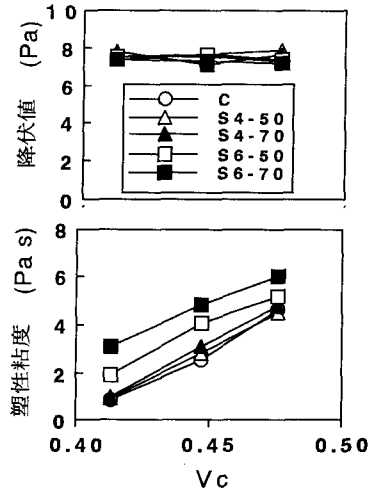


図-2 結合材容積割合とペーストの塑性粘度との関係

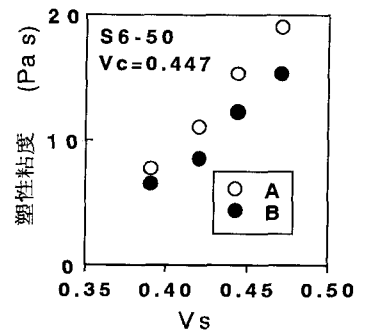


図-3 細骨材容積割合とモルタルの塑性粘度との関係

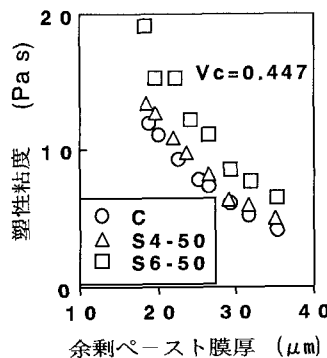


図-4 余剰ペースト膜厚とモルタルの塑性粘度との関係

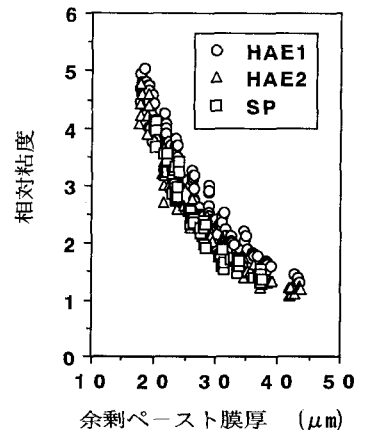


図-5 余剰ペースト膜厚と相対粘度との関係