

鳥取大学 正員 〇 木山 英郎

” ” 西村 新蔵

日本建築総合試験 ” 阪田 憲次

1. まえがき

本研究は、フレッシュコンクリートのワーカビリティをレオロジー的に捕えようとする研究の一環として、前報(昭和46年度、47年度および48年度(別報)年次大会講演)に引続き、細骨材の粒径・粒度の影響と混和剤の効果とフレッシュモルタルを用いたポンガム流動における粘性率と降伏値の面から考察したものである。なお、この研究の基礎となるプレーンモルタルにおける細骨材の粒径・粒度の影響に関する詳細は、昭和47年度講演要集に報告した通りである。

2. 実験概要

セメントは大阪セメント社の普通ポルトランドセメントを使用、細骨材は天然砂(N)と人工軽量骨材(L)とで、粒径の影響に関する実験においてはこれらの骨材を5段階に分級して用いた。粒度の影響については骨材Nを用い、図-1に示すように土木学会標準粒度の範囲に基づき、連続粒度5種類とそれらの粒度から途中の粒度を除いた不連続粒度15種類について実験を行った。

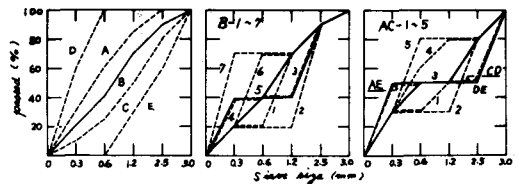


図-1

モルタルの配合は%を1/1一定にし、水セメント比は、粒径の実験に対しては5%および30~50%の範囲で4種類、粒度の実験に対しては30%と5%の2種類を採用した。なお、比較のためw/c=30~50%のペーストも実験に供した。以上のすべての配合に対して、プレーンの場合と3種類の混和剤を添加した場合とを比較検討するにとした。混和剤としてはA剤(A)、凝結遅延型減水剤(B)および高強度用減水剤(C)を用い、添加量はセメント重量に対して一定の割合(A:C×0.05%, B:C×0.25%, C:C×0.75%)とした。

測定は、JIS R-5201規定のフロー・フーンによるスランパはらうがフローテーブル15回落下のフロー値と二重円筒式回転粒度計による粘性率 $\eta'$ と降伏値 $\tau_0$ の4項目を実施した。この中、スランパやフロー値に表われる特徴はらうがとそれらと $\eta'$ 、 $\tau_0$ との関係に関する考察は、別報「配合条件と混和剤の影響」において詳しく考察したので割愛する。

3. 実験結果と考察

(1) 細骨材の粒径と粘性率・降伏値との関係

粘性率: 図-2は細骨材Nについて、混和剤別に粒径とw/cと $\eta'$ との関係を示したものである。まず全般的に見ると、w/c=40%を境に、w/cの減少ととも $\eta'$ が急増するに、ペーストの $\eta'$ がプレーンモルタルと混和剤の種類にかかわらずw/c以下、または定まる値をとるに、そして同一水セメント比においてこのペーストの $\eta'$ が最も小さく、逆に、粒径0.3mm以下、かつ0.6~0.3mmの細骨材のモルタルが最も高くはると等が観察される。

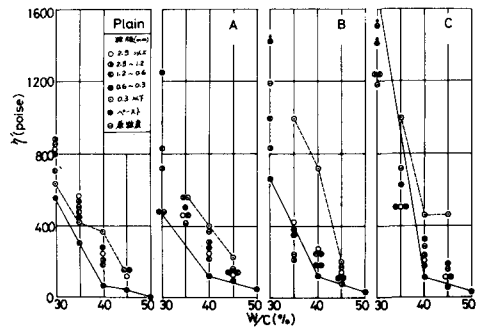


図-2

のみに混和剤の影響を見ると、いずれの混和剤も $\%$ が40%以上ではプレーンの場合に比べてほとんど $\eta'$ に変化を示さないが、 $\%$ が30%と硬線りに対して $\eta'$ を著しく増大させる。中でも混和剤Cの効果は著しく、細骨材粒径 $0.3\text{mm}$ 以下や $0.3\sim 0.6\text{mm}$ という微細粒子に対してのみならず、ペーストそのものの $\eta'$ を激増させている。

降伏値：図-3は前図に対応する $\tau_0$ 値を示す。 $\tau_0$ も $\%$ の減少とともに増加する。=でも同一 $\%$ に対して、 $0.3\text{mm}$ 以下の単一粒度モルタルの $\tau_0$ が目立って大きく、その $\%$ による変化も大きい。一方、ペーストの $\tau_0$ は必ずしも小さくはない。

ノズル、混和剤の影響を見ると、プレーンの場合に比し全体的に $\tau_0$ を大きくする。とくに $\%$ が40%以下の硬線りに対するほど、 $\tau_0$ の増加が顕著である。そして、細骨材粒径によるばらつきが大きいこと $\tau_0$ が粒径の影響を受けやすいことを示している。

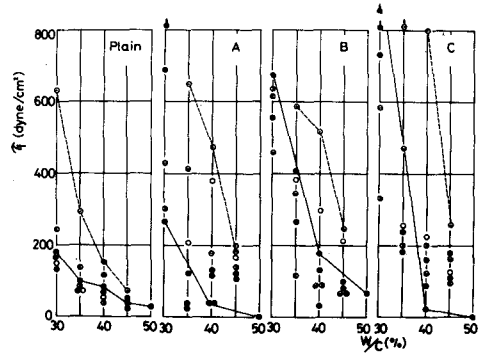


図-3

以上を纏めると、(i)粘性率は $\%$ によって強く支配され、混和剤による影響は比較的少ない。そして、ペーストの粘性率は混和剤の影響を受けず $\%$ によって定まり、細骨材(その粒径にかかわらず)を混入するこによりモルタルの粘性率はプレーンのそれよりも必ず増加する。(ii)降伏値は $\%$ による影響も少くはないが、粘性率と違って混和剤による影響を強く受ける。そして、ペーストの粘性率が $\%$ による他混和剤の種類によっても異なり、さらに混入する骨材粒径によるモルタルの降伏値はプレーンのそれよりも小さくも大きくもなり得る。(iii)また、粒径 $0.3\text{mm}$ 以下の微細粒子の混入が、 $\eta'$ 、 $\tau_0$ とも大きくし、特に混和剤を混入した場合に著しいことは注目すべき。

なお以上の結果は、細骨材として人工軽量骨材(L)を用いた場合も、 $\eta'$ と $\tau_0$ の値が全体に僅かに大きくはる以外は大差のないことが認められた。

## (2) 細骨材の粒度と粘性率・降伏値との関係

この実験に依った連続・不連続粒度は図-1に示した通りであり、土木学会標準粒度の中央値Bを基準に、標準粒度の両端A、Cと範囲の外に細粒度Dと粗粒度Eとの計5種類の連続粒度と、BにGapを入れた粒度B-1~7、標準粒度範囲A、C間でGapを入れたAC-1~5、さらにAE間、CD間およびDE間で2~3段のGapを入れたものの計15種類の不連続粒度とがそれである。また、この実験において $\%$ は、先の粒径に関する実験結果を参考に、 $\eta'$ と $\tau_0$ が急変する点を挟んで30%と35%の2水準を選定した。

粘性率：図-4は混和剤別に、粒度をFMで代表して、それと $\eta'$ との関係を示したものである。 $\eta'$ の変化は粒度の違いによるよりも、 $\%$ による差が顕著であること、同一粒度において、 $\%$ が30%の場合の $\eta'$ は、35%の場合の約2倍の値を示すこと、粒径 $0.3\text{mm}$ 以下と $0.3\sim 0.6\text{mm}$ との混合粒度Dの $\eta'$ が大きいこと(特に $\%$ が30%と硬線りの場合に)などが全般的特徴として観察される。

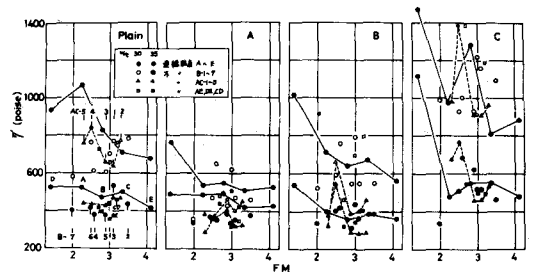


図-4

混和剤の添加による影響について、まず連続粒度の場合に見ると、 $\%$ が35%においては、プレーンモルタルの $\eta'$ に対する混和剤添加モルタルの $\eta'$ の差は僅かであって、 $\%$ が30%においては混和剤AとBは $\eta'$ をやや小さくし、混和剤Cのみが $\eta'$ を大きくしている。一方、不連続粒度の場合には、プレーンモルタルの $\eta'$ が対する

る連続粒度の $\eta'$ よりも小さいのに対し、混和剤の添加によって（特に混和剤BとCにおいて）不連続粒度の $\eta'$ が対応する連続粒度の $\eta'$ よりも大きくも小さくもなり得ることを示している。

なお、図-2、図-4より、こゝで試験した各種の連続・不連続混合粒度モルタルの示す $\eta'$ の変化範囲が、 $\omega_c$ や混和剤の種類にかかわらず、対応する単一粒径モルタルの示す $\eta'$ の範囲内にあることは $\eta'$ に果した粒径・粒度の影響範囲を示して重要である。

降伏値：図-5は図-4に対応する粒度と $\tau_0$ の関係を示す。図には省略したが、アレーンモルタルの示す $\tau_0$ は混和剤添加モルタルのそれと比べて非常に小さく、 $\omega_c = 35\%$ で0~80 ( $\text{dyne/cm}^2$ )、 $\omega_c = 30\%$ で0~300 ( $\text{dyne/cm}^2$ )であり、 $\omega_c$ の影響と粒度の影響とが重なることも明瞭ではない。混和剤の添加の影響は、混和剤の種類による差は小さく、ほとんど一様と見て著しい増加を認め、図に示すように粒度の影響は $\omega_c$ の影響も明瞭にはる。

まず、連続粒度の場合、 $\tau_0$ に対する粒度の影響は粘性率の場合に比べて明瞭で、FMが小になるにつれて（ie. 微粒子の増加によって）、 $\tau_0$ が増加し、増加の割合は $\omega_c = 35\%$ よりも30%において大きくはる。不連続粒度の場合、 $\omega_c = 35\%$ に対応する連続粒度よりも小さい $\tau_0$ を認む傾向が見られるが、 $\omega_c = 30\%$ とは逆に大きい $\tau_0$ を認む場合が多くはる、特に混和剤Cの添加による不連続粒度のほとんどが大きい $\tau_0$ を呈するに認めはる。

なお、図-3と図-5より、各種混合粒度モルタルの示す $\tau_0$ が、 $\omega_c$ と混和剤の種類等により対応する単一粒径モルタルにおける $\tau_0$ の分布範囲を越えて高くも低くもなり得ることは、 $\tau_0$ の粒径・粒度への依存性の著しいことを示して重要である。

以上を総括して、(i)  $\omega_c$ や混和剤の種類にかかわらず、連続粒度のモルタルにおいて、FMと粘性率・降伏値が一つの滑らかな線と結はれることと、連続粒度の中でも土木学会標準粒度の中央値にあるB粒度が粘性率・降伏値とも平均値を示して安定していること。(ii) 粘性率においては $\omega_c$ の影響が顕著であること、一方、混和剤の影響は添加・無添加の差よりも混和剤の種類による差の方が大きいこと、粒度の影響も、単一粒径の場合と同様微細粒子の $\eta'$ の値が大きいこと以外は連続の不連続があるいはFM値の大小等による $\eta'$ の変化に規則性が認められはること。(iii) 降伏値においては、混和剤の添加がその種類にかかわらず一様に $\tau_0$ を著しく大きくするに認めはるが、 $\omega_c$ の影響と同時に粒度の影響も顕著であること、すなわち、 $\omega_c$ が小さいほど、また、FMが小さいほど $\tau_0$ を大きくし、連続の不連続かという相違よりも混合粒度としての粒度分布状態によって $\tau_0$ が大きくも小さくもなり得ること、等の事実が明らかはる。

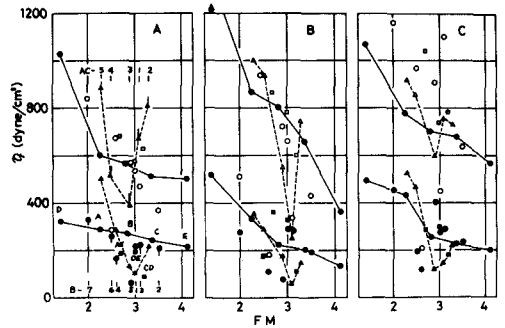


図-5