

徳島大学 正員 ○水口裕え
日本興業 入山佳治
徳島大学 正員 荒木謙一

1. はじめに

本報告は、フレッシュコンクリートの性質を調べる研究の一環として、フレッシュコンクリートの主要成分であるフレッシュモルタルの性質について調べたものである。フレッシュモルタルをビンガム物体(図-1参照)と仮定し、そのレオロジー定数に及ぼすセメント量および細骨材量の影響について調べ、主としてフレッシュモルタルのレオロジー構成式を検討するための基礎的資料を得ようとしたものである。

2. 実験の概要

(i) 配合要因 配合要因はすべて体積割合とし、セメント体積濃度 $\nu_c (= \frac{c}{w+c})$ 、以下 ν_c と書く)および細骨材体積濃度 $\nu_a (= \frac{a}{w+c+a})$ 、以下 ν_a と書く)を採用した。測定範囲は、本実験で使用した平行板プラストメータで測定できる図-3に示す $\nu_c = 0.300 \sim 0.575$ で $\nu_a = 0.00$ (ペースト)～0.60の53種とした。

(ii) 使用材料および練りませ 比重3.16、ブレン値3,100 μg の普通ポルトランドセメントを用い、細骨材としては、比重2.62で土木学会の標準粒度範囲にほぼはいる F.H.274の連続粒度の川砂を使用した。

各モルタル試料12人、容量50 l の強制練りミキサーを用い3分間で練りませた。試料温度は練りませ水の温度を変え20 $\pm 2^\circ\text{C}$ になるようにした。

(iii) レオロジー定数およびスランプ値の測定 レオロジー定数の測定には、図-2に示す平行板プラストメータを用いた。平行板プラストメータの理論式¹⁾は、円板形試料の半径を r 、高さを h 、作用している荷重を F とし、 $\dot{\gamma} = -\frac{9}{2} \frac{F}{\pi r^3} h$ 、 $\tau = \frac{3F}{\pi r^3} F$ とあくと、 $\dot{\gamma} = \frac{1}{\eta_{re}} (\tau - \tau_y)$

となる。したがって、試料に定荷重を載荷しその時の試料高さの時間的变化を測定し、上式で $\dot{\gamma}$ および τ を計算してプロットすると図-1のようになるので、その直線部分の勾配の逆数から塑性粘度 η_{re} 、 τ 軸との切片から降伏値 τ_y を求めた。試料の寸法は、直径30cmおよび載荷開始時の高さを約3cmとした。試料高さは、ロード上端に取り付けた変位計の読みをデジタルボルトメータおよびプリンタで記録して測定した。また、一般によく用いられているスランプ試験に準じた1/2スケールのスランプコーン(高さ15cm)を使用した1/2スケールスランプ値 $S_{1/2}$ を測定した。

なお、測定は各配合とも2回行い、その平均を測定値とした。

3. 実験結果および考察

フレッシュコンクリートの性質は、注水後の経過時間、温度、載荷履歴などによって変化すると考えられるが、試料温度はほとんどのものが20 $\pm 1^\circ\text{C}$ の範囲にあり、測定手順も一定にしたので、これらの影響を考察においては無視する。

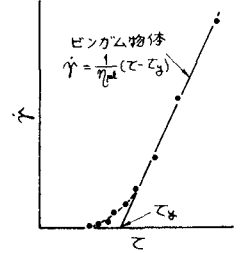


図-1 平行板プラストメータによる測定例

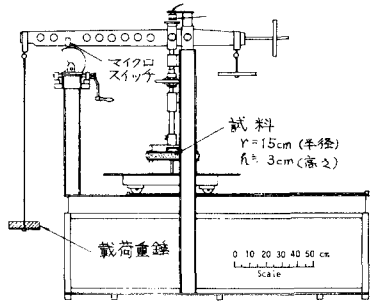


図-2 平行板プラストメータ

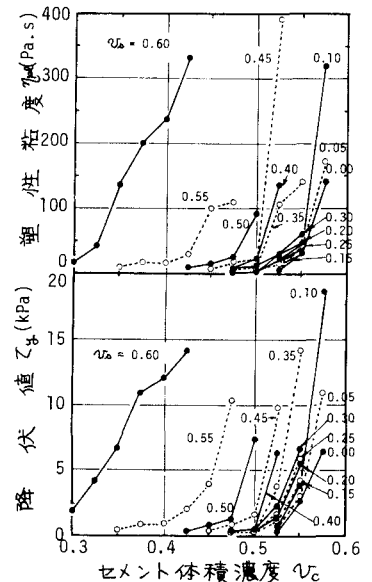


図-3 セメント体積濃度 ν_c とレオロジー定数との関係

(i) セメント体積濃度 V_c とレオロジー定数との関係 セメントペースト量(1- V_b)を一定にして、セメント濃度すなわち V_c を変化させると、図-3に示されているように η_{pl} , Z_y ともに増加しており、その傾向もほぼ同様である。 V_c および V_b のレオロジー定数に及ぼす影響に大きな差は示されていないが、 V_c の大きい部分では若干違いがある結果となっている。また、増加割合が変化する V_c の値は、ペースト量によって異なっており、配合要因とレオロジー定数との関係式では、 V_c , V_b ともに考慮しなければならないと思われる。

(ii) 細骨材体積濃度 V_b とレオロジー定数との関係 セメントペーストの性質(V_c)を一定にして、細骨材量すなわち V_b を変えると、図-4に示されているように V_b の増加とともに η_{pl} , Z_y ともに大きくなっており、その傾向はよく似ている。また、増加傾向は(i)の場合と同様に V_b の大きさによって異なっている。さらに図-3および4に見られるように、 V_c あるいは V_b のレオロジー定数に及ぼす影響は、これらの値が大きい方が大きくなっており、増加割合の変化する V_c あるいは V_b は、固定した V_c あるいは V_b が小さいほど大きくなっていく。

(iii) 固体体積濃度とレオロジー定数との関係 (i)および(ii)の結果を合わせ考えると、配合要因とレオロジー定数との関係でのパラメータとして、セメントと細骨材の両者を合計した固体体積濃度が考えられる。図-5は、固体体積濃度($\frac{C+A}{W+C+A}$)とレオロジー定数との関係を示したもので、 η_{pl} , Z_y ともに同じような傾向を示しており、 $V_c=0.525$ を境にして異なった領域に分けられると思われる。 V_b をパラメータとした結果も同様になり、 $V_b=0.45 \sim 0.50$ が境界になると思われる。したがって、セメントあるいは細骨材のどちらか一方の相の濃度がある値以上になれば、モルタルの内部メカニズムが異なっていることが示唆されているように思われる。

(iv) スランプ値と降伏値 Z_y との関係 スランプ試験のレオロジー的意味づけの一つの試みとして、スランプ値は Z_y と密接な関係があると考えられる²⁾。試料の量を節約するための $1/2$ スケールのスランプ試験装置によるスランプ値 $Sl_{1/2}$ と Z_y との関係は、図-6のようになり、よい相関が得られている。

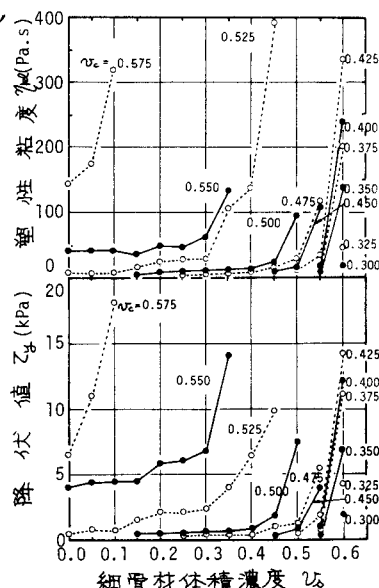


図-4 細骨材体積濃度 V_b とレオロジー定数との関係

4. おわりに

本実験の範囲では、モルタルはペーストあるいは細骨材のどちらかの相の濃度が約 $1/2$ を越えれば、それ以下とは異なった挙動を示すようである。しかし、今回の実験では、細骨材としては一種類の連続粒度的場合のみであり、他の骨材要因についての検討が今後の課題と考えられる。

<参考文献> 1) 図; 材料, Vol. 12, pp. 314-316 (1963).
2) 水口, 他; 第29回土木学会秋季大会, 第5部, pp. 75-76 (1974).

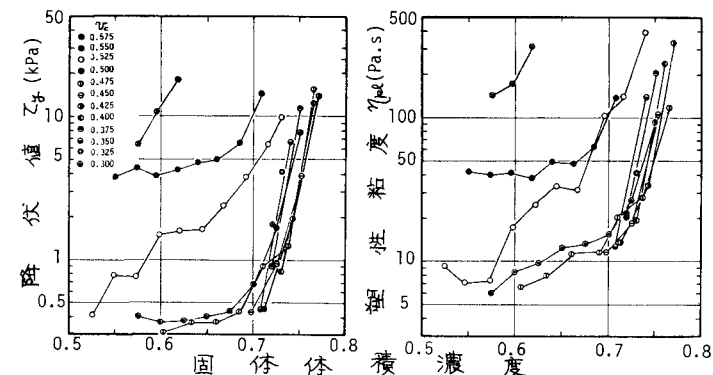


図-5 固体体積濃度とレオロジー定数との関係

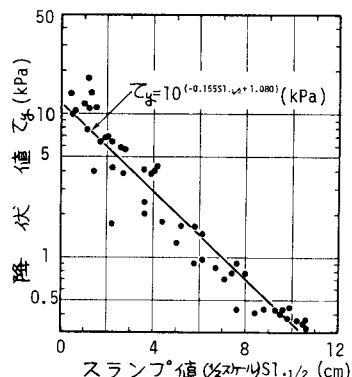


図-6 スランプ値と降伏値との関係