

振動下におけるフレッシュペーストとモルタルの挙動に関する一考察

鳥取大学 ○吉野 公, 前田 健文, 酒井 博士

1. まえがき 本研究は、フレッシュコンクリートに振動を与えた場合の挙動を解析することによって、コンクリートの材料分離や流動のメカニズムを解明し、併せてワーカビリティを正しく評価するための基礎資料を得ることを目的として計画した。一般に、フレッシュコンクリートが外力を受けると、その流動はビンガム物体としての変形を呈するものと仮定されている。ここでは、外力として種々の条件の振動を与えた場合の変形と変形速度を測定してビンガム流動におけるレオロジー量、塑性粘性性及降伏値を求め、これらのレオロジー特性値とコンクリート（本研究においては、セメントペースト及びモルタル）の配合条件との間にどのような関係を有するかを検討することによって、フレッシュコンクリートの流動のメカニズムの一端を探うとするものである。

2. 実験概要 使用材料は、普通ポルトランドセメントおよび比重：2.60，F.M.：2.72の細骨材で、ペースト・モルタルの練混ぜは機械練りによって行なった。試料の配合条件は、ペーストにおいては $\%$ を35～45%（2%刻み水準）に、モルタルにおいては $\%$ を38～50%（2～3%刻み水準）および砂率10～50%（10%刻み）に選んだ。試験方法は、まず容器に試料を満し、その容器中央部に鋼球をセットする。無振動状態での試験では、糸を介して鋼球を引張り上げ、鋼球が容器の底部から5cmの位置より10cmまで移動するのに要する時間をストップウォッチで測定する。振動状態での試験では、振動機を作動させてから上と同様の方法で、鋼球が一定距離を移動するのに要する時間を測定する。なお、振動条件は、周波数一定（120 Hz）で加速度変化（0～8g，2g刻み水準）の組合せと、加速度一定（4g）で周波数変化（0～240 Hz，80 Hz刻み水準）の組合せの組合せの組合せを選んだ。図-1は、試験装置の概略を示したものである。

3. 実験結果及び考察 本実験で得られた鋼球の平均移動速度（ V ）、球の引き上げ力（ F ）をそれぞれひずみ速度 $\dot{\gamma}$ （ $=3V/2r$ ）、せん断力 τ （ $=F/4\pi r^2$ ）（但し r ：球の半径）に換算して τ - $\dot{\gamma}$ 図（ $\dot{\gamma} = (\tau - \tau_f)/\eta_p$ ）を描き、その直線の勾配の逆数から塑性粘性 η_p 、 τ 軸の切片から降伏値 τ_f を求めレオロジー特性値とした。考察は、これらの特性値が種々の振動条件下（無振動状態も含む）でどのような変化を示すかについて行なった。なお、無振動状態で得られたレオロジー量と、以前に回転粘度計で得られた特性値とを比較すると、粘性はよく一致し、降伏値は本実験で得られた値の方がやや大きい値となり、試験方法の妥当性が確認された。

(a) 振動加速度の影響 ペーストにおける振動加速度と粘性との関係を図-2に、降伏値との関係を図-3に示す。粘性については、無振動状態よりも振動状態における粘性の方が大きく、水セメント比の大きいものは粘性は小さく、さらに加速度が4～6gで粘性のピークが現われるなどの傾向が見られる。降伏値については、加速度が大きくなるほど降伏値が小さくなり、 τ_f の減少は加速度の大きさを変数とした指

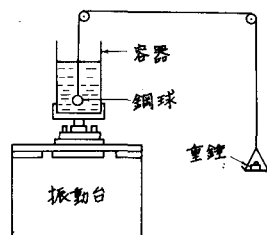


図1 実験装置

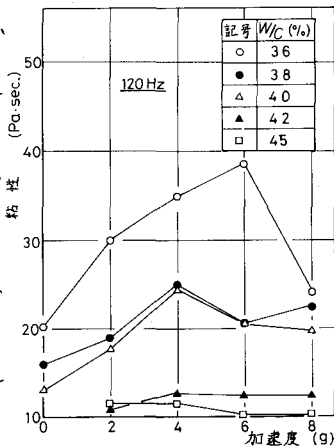


図2 ペーストにおける加速度と粘性の関係

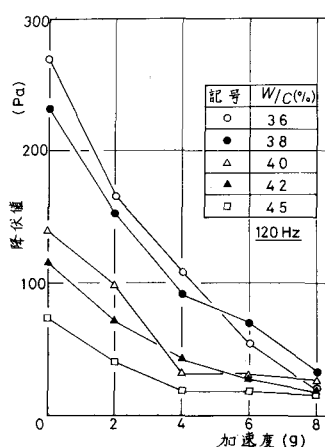


図3 ペーストにおける加速度と降伏値の関係

数関係で表わされると考えられる。

(b) 振動数の影響 ペーストにおける振動数と粘性、降伏値との関係を、それぞれ図-4、図-5に示す。粘性は、100～120 Hzで最大値とれる。それ以上の振動数ではゆるやかに低下する。降伏値は、無振動状態から振動を与えると一緒に急速に低下した後、80 Hz以上の振動数でやや大きく付る傾向が見られる。

(c) 水セメント比の影響 ペーストにおける水セメント比と粘性、降伏値との関係を、振動加速度をパラメーターとして表わすと、それぞれ図-6、図-7のようになる。全般的な傾向として、水セメント比が大きくなるにつれて粘性、降伏値とも減少することが認められる。粘性においては、振動加速度の大きさに関係なく、水セメント比が42%程度以上に与ると一定値(約10 Pa.sec)に収束する傾向が見られる。一方、降伏値においては、水セメント比が40%以上で加速度が6g以上の場合、降伏値はほとんど一定になる。

(d) モルタルにおける砂量の影響 モルタルの場合の砂量と粘性との関係を図-8に、降伏値との関係を図-9に示す。なお、これらの図においては、振動数一定(120 Hz)、水セメント比と加速度とをパラメーターに採りて表わしてある。粘性については、先ずペーストよりもモルタルの方が粘性が大きくなり、砂量が大きくなるにつれて粘性が大きくなること、とくに振動状態においては、水セメント比が小さいものほど砂量の増加に伴う粘性の増加率が大となる傾向が認められる。降伏値については、砂量が多くなるにつれて、また水セメント比が小さいものほど、降伏値は大きくなる。砂量が0～20%の範囲では、無振動状態を除くと降伏値の変化は小さいが、砂量が20～30%になると降伏値は急激に増加する。また、振動加速度が増加するにつれて、砂量の降伏値に及ぼす影響は小さくなるようである。

なお、(a)～(c)の影響については、モルタルについても検討を加え、同様の傾向を有することを確かめている。また、化学混和剤、とくに流動剤を用いた場合のレオロジー特性についても上述の手法で検討中である。

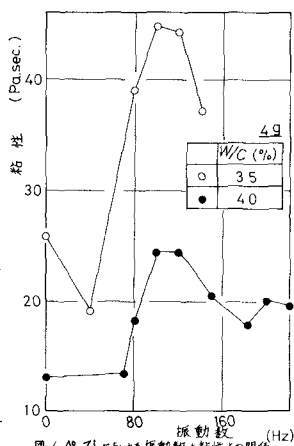


図4 ペーストにおける振動数と粘性との関係

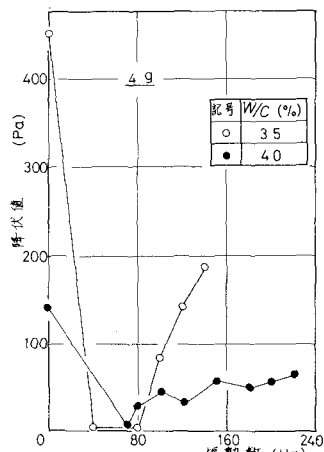


図5 ペーストにおける振動数と降伏値との関係

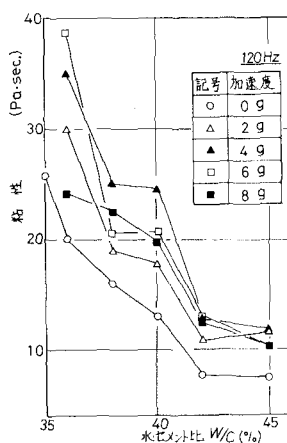


図6 ペーストにおける水セメント比と粘性との関係

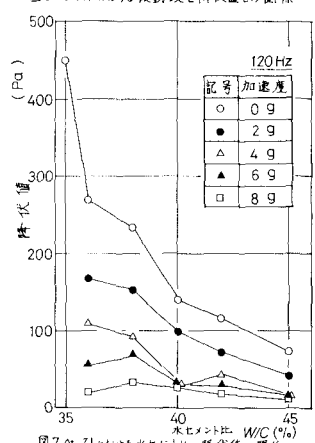


図7 ペーストにおける水セメント比と降伏値との関係

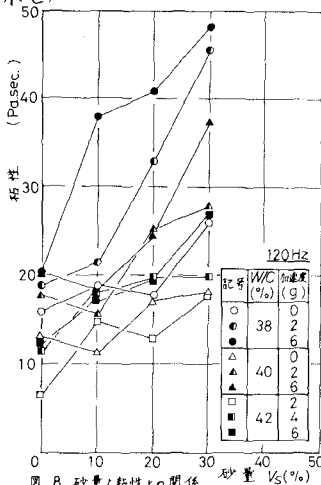


図8 砂量と粘性との関係

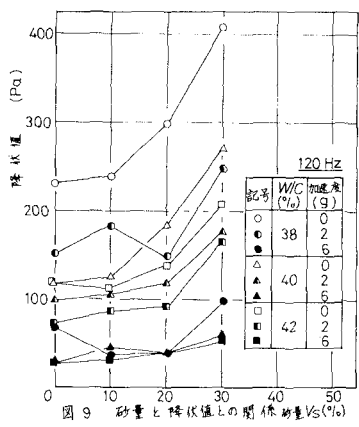


図9 砂量と降伏値との関係(砂量Vs%)