

フレッシュモルタルの性質の経時変化に関する実験

徳島大学工学部 正員 〇水口 裕之
岡 山 市 正員 星島厚夫

1. まえがき

本実験は、フレッシュモルタルのレオロジー的性質をミクロ的に解明する基礎的なデータを得るために、従来のレオメーターによる測定とは異なり試料に大きな外乱を与えないRaised Cosine Pulse (以下R.C.P.と書く)法を用いて、フレッシュモルタルのレオロジー的性質の周波数依存性、経時変化を配合を変えて測定し、若干の考察を加えたものである。

2. 実験の概要

(1) 使用材料および練りませ 普通ポルトランドセメントおよびF.M.2.20の川砂を用い、40ℓの試料を強制練りミキサを用いて3分間で練りませた。

(2) レオペキシーアナライザーによる測定 R.C.P.法による測定に用いた装置は、図-1に示す岩本製作所製のレオペキシーアナライザーA-1型で、基本的には、二重円筒型回転粘度計と同じ構成である。異なっている点は、図-2に示すようなR.C.P.という1パルスの微小回転変位を外筒に与え、内筒に作用する応答トルクを測定し、フーリエ解析によって、測定に用いた周波数よりも3オーダー下位までの周波数に対する試料の貯蔵弾性率、損失弾性率および動的粘性率を求められることである。本実験では、外円筒内半径20cm、内円筒外半径17.5cm、円筒間距離2.5cm、有効浸液長さ17cmとし、周波数0.1Hz、外円筒振幅角0.66度のR.C.P.を使用して測定した。応答トルクは、X-Tレコーダーで図-2に示すように記録し、解析には、図上から読み取ったR.C.P.は50個、応答トルクは60個のデータを用いた。

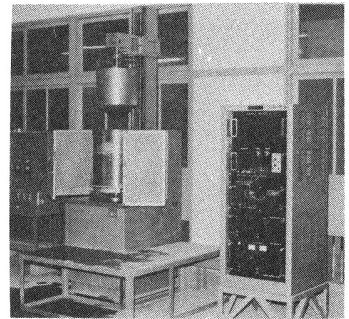


図-1 レオペキシーアナライザー

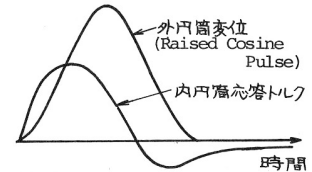


図-2 レオペキシーアナライザーによる測定例

(3) 配合および測定時間 配合要因は、セメントペースト中のセメントの体積濃度($v_c = \frac{c}{w+c}$)およびモルタル中の細骨材の体積濃度($v_s = \frac{\Delta}{w+\Delta+c}$)で表わし、図-6に示す6種の配合について測定した。測定時間は、試料をセットし終った注水後15分を0分とし、図-6に示す経過時間とした。また、試料温度は $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、室温は $18 \sim 20^\circ\text{C}$ となるようにした。

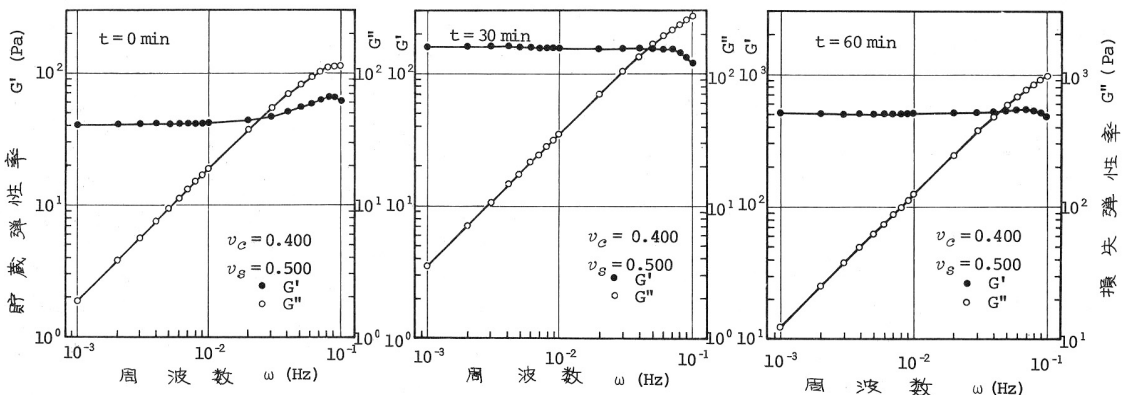


図-3 フレッシュモルタルの貯蔵弾性率および損失弾性率の周波数依存性および経時変化

3. 実験結果およびその考察

(1) 周波数依存性 フロー値197であるモルタルの周波数(以下 ω と書く)と貯蔵弾性率(以下 G' と書く)および損失弾性率(以下 G'' と書く)との関係は、図-3のようになり、低周波領域では、 G' はほぼ一定で、経過時間が長いほどその領域は広がっている。一方、 G'' は、本実験の全領域において周波数依存性が示されている。 G' は、振動している物質の単位体積中に貯えられる最大弾性エネルギーに比例する量であり、通常の弾性率と同様の意味である。また、 G'' は、1サイクルごとに失われる弾性エネルギーに比例する量であり、動的粘性率(以下 η' と書く)とは、 $G'' = \omega \eta'$ なる関係がある。すなわち、 G' は弾性、 G'' は粘性の大小を示すものである。一方、 η' は、図-4に示すように低周波領域では ω に比例なく図-3と $\eta' = \frac{G''}{\omega}$ とから推測されるように一定であり、 ω が高くなると小さくなっており、構造破壊が生じていることが示されている。また、経過時間とともに η' は大きくなっていく。

(2) 配合と経過時間との関係 配合の違いによる影響は、図-5および図-6に示されているように、経過時間の短い方が大きく、時間が長くなるとその影響は徐々に小さくなる興味ある結果となっている。また、図-6に示されているように、 η' の方が G' よりも影響は大きいようである。

(3) フレッシュモルタルの内部挙動 以上述べた結果より、 ω が高くなれば、粘性的挙動から弾性的挙動とする機構が多くなり、粒子間には粘性挙動をする物質が存在することが考えられ、フレッシュモルタルは、セメントペースト中に細骨材粒子が浮んでいると考えられる。

4. あとがき

以上述べた結果は、今回測定した条件下のものであって、条件が異なれば違う結果が得られることも考えられるが、このR.C.T.法は、フレッシュモルタルのミクロレオロジーを検討する有力な方法であると考えられる。また、本実験結果の範囲においては、緩和現象などを考慮してあらず、これらのことも含め今後更に検討して行く予定である。

参考文献 1) 磯田, 大坪, 安江, 梅屋; 日本レオロジー学会誌, Vol. 4, No. 3 (1976) pp. 133~136.

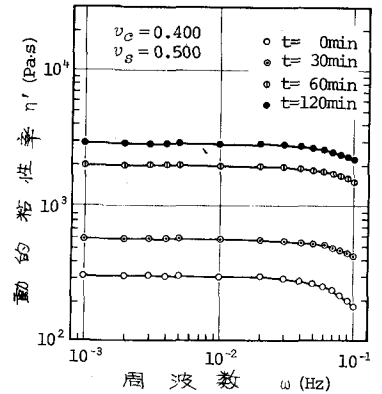


図-4 周波数と動的粘性率との関係

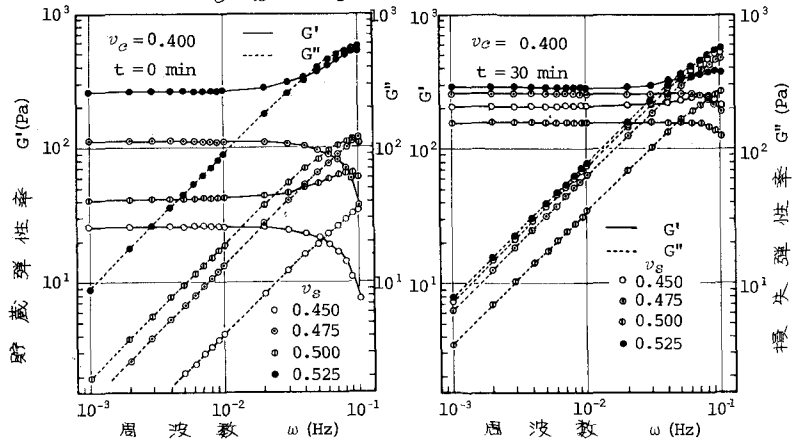


図-5 周波数と貯蔵弾性率および損失弾性率との関係

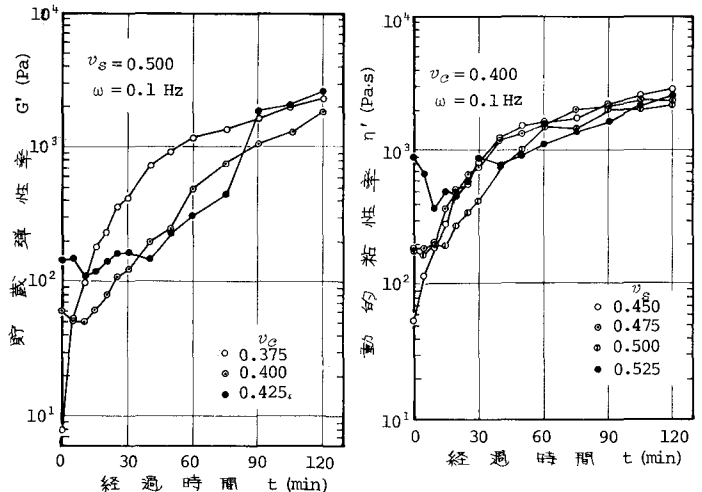


図-6 経過時間と貯蔵弾性率および動的粘性率との関係