

明石工業高等専門学校 正員 角田 忍

立命館大学

正員 明石外世樹

1. まえがき

フレッシュコンクリートの物性をレオロジー的に解析するために必要な資料を得るに、現在のところ様々な測定方法が開発されているが、特にコンクリートを流動させ定常流として取扱う場合が多い。この様な方法はコンクリートと測定装置壁面との境界におけるすべりをどのように解決するかによって各装置の分かれるところである。本研究は、振動式回転粘度計によりフレッシュコンクリートを正弦振動させることにより、諸物性を測定することを目的としており、今回の報告はその基礎的資料を得るためにベーンせん断試験機および振動式回転粘度計を用いて粘弾性的性質が振幅によってどのような影響を受けるのかを、ペースト、モルタルについて振動特性を調べた。

2. 実験概要

(2.1) 使用材料; セメントは普通ポルトランドセメント, 細骨材は豊浦産の標準砂, 粗骨材は比重2.56の川砂利を5~20mmにフルイ分けたものを表乾状態で使用した。

(2.2) 配合; ペーストは、水セメント比30, 35, 40, 45, 50% モルタルは、セメント砂比1:0.5, 1:1.0, 1:1.5, 1:2.0 水セメント比は30, 35, 40, 45, 50% にした。コンクリートは水セメント比35, 40, 45, 50%, セメント:細骨材:粗骨材を1:1:1, 1:1:2のものをベーンせん断試験機にのみ用いた。

(2.3) 実験装置; 実験に用いた振動式回転粘度計は図-1に示す。図中の R_1, R_2 は各々38.5, 53.0mm, ピアノ線の直径は2.3~5mm, 長さは、67~69cmの範囲で用いた。外円筒の振幅は偏心カムを換えることにより変り、振動数は可変モーターの回転数を変えることにより変化させた。ベーンせん断試験機は土質実験に用いられているものを微小荷重が測定できトルクを自記記録するよう多少の改造したものを使用した。資料容器は直径20cm, 高さ50cmのアラスチック製で、ベーンの翼は幅5cm, 高さ10cmの十字翼を使用した。

(2.4) 解析方法; 振動式回転粘度計により図-2のようなリサージュ図形を画き Marcovitz の式¹⁾によって G', G'' 等を求めた。 $\omega < 10 \text{ sec}^{-1}$ の場合

$$G' = \eta' \omega = \frac{(A_1 \omega^2 - C_1) \eta}{x^2 + y^2}, \quad G'' = \eta'' \omega = \frac{(A_1 \omega^2 - C_1) x}{x^2 + y^2} \quad (1) \quad A_1, C_1 \text{ は形状係数}$$

$x = \sin \phi / p, y = 1 - \cos \phi / p$

および $\sin \phi$ は図-2より求める。ベーンせん断試験によるせん断応力ではベーンの回転によって生じるトルクMから次式によって

求めた。(D: せん断円筒の高さ, H: せん断円筒の半径)

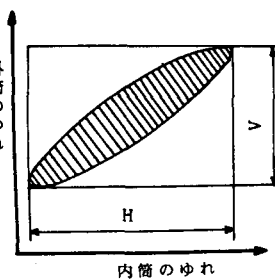
$$\tau = M / \pi D^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{D}{8} \right) \quad (2)$$


図-2 リサージュ図形

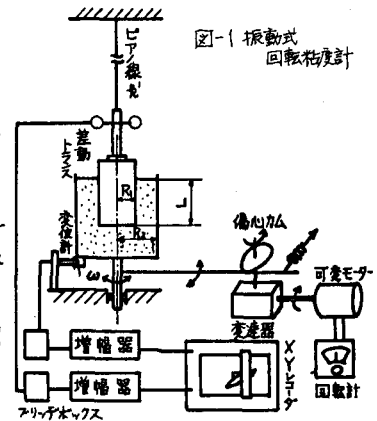
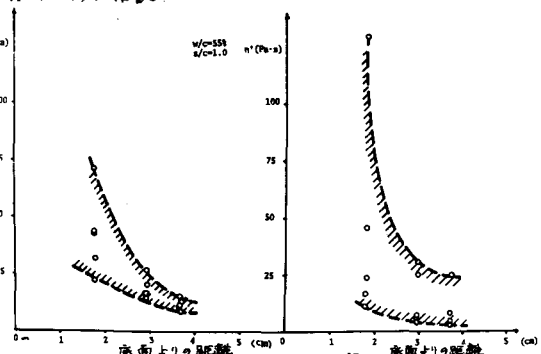
図-1 振動式
回転粘度計

図-3 レオロジー定数と底面よりの距離の影響

3. 結果および考察

回転粘度計を用いる場合底面の影響を考察する必要がある。図-3はモルタル実験の結果であるが図より底面から3.5cm以上離しておく必要があることが解る。また図-2のようなヒステリシス曲線によって解析する場合、粘弾性的特質が線型である必要がある。そのためには資料の応力ひずみ関係を調べる必要があり、本研究ではベーンせん断試験によってある程度の傾向を求めた。図-4, 5は木セメント比35, 45%のせん断応力-回転角の関係を示したものである。図から配合によって多少の差はあるが

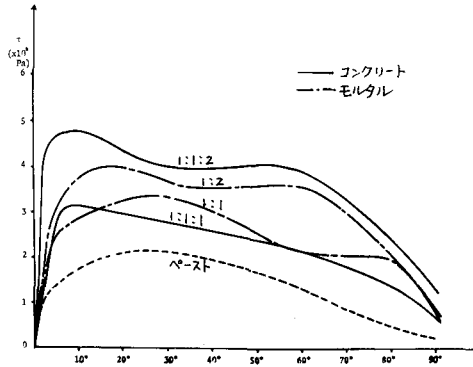


図-4 せん断応力とベーンの回転角の関係 (W/C=40%)

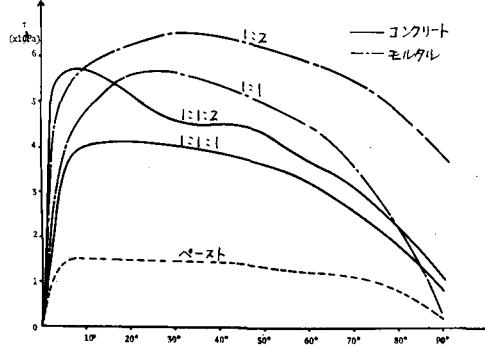


図-5 せん断応力とベーンの回転角の関係 (W/C=35%)

回転角が3°以内であればほぼ線型として扱えることが解った。回転粘度計によって

求めたヒステリシス曲線は4°程度までは図-2のようなだ円形になった。図-6, 7はペースト試験の結果である。動的弾性率 G' , 動的損失 G'' は、振幅が $\gamma = 0.0566 \text{ rad}$ (3.25°) のときは、木セメント比が大きくなれば

減少することを示している。しかし振幅が大きくなると (4°以上) 非線型領域に入るためにこの傾向は見られなくなる。図-8はモルタル試験の結果である。 G' , η' も周波数に依存することが解る。図-9はペーストおよびモルタルの経時変化を示している。 G' が経時的に増加することから解る。しかし η' が減少していることから今後

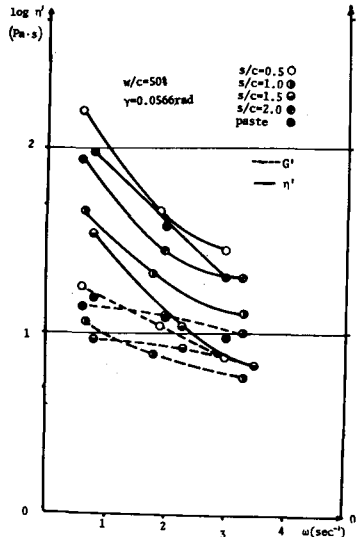


図-8 動的粘性率と周波数との関係

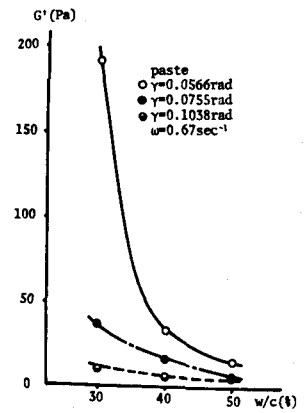


図-6 動的弾性率と振幅との関係 (ペースト)

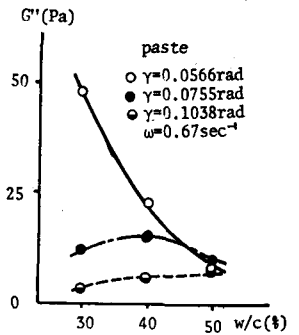


図-7 動的損失と振幅との関係 (ペースト)

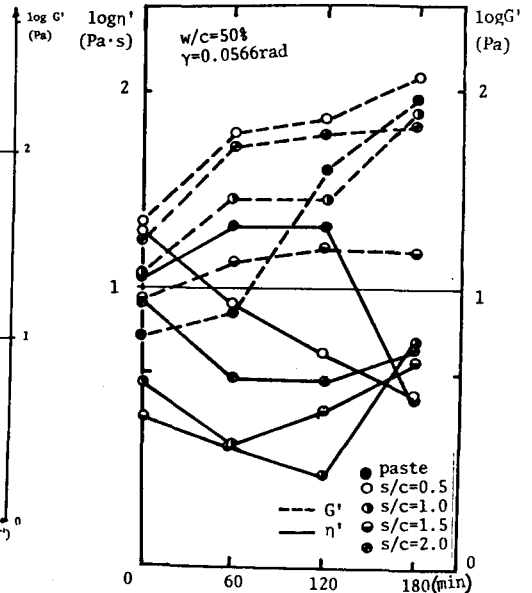


図-9 レオロジー定数の経時変化 (3時間まで)

更にデータを多く取って行く必要がある。参考文献 角田ほか、新築建築材料、34巻、1991年