

名城大学. 正員 菊川 浩治.

1. まえがき

フレッシュコンクリートの性質をレオロジー量を用いて定量的に評価し、実際のコンクリート工事に於ける施工の合理化に役立てようとする研究は国の内外を問わず活発である。レオロジー量を求める手段は種々の方法が提案されており、その中でも、回転粘度計による方法が一般的であるが、従来行われてきた回転粘度計によって得られるレオロジー量は物理量として活かされていない。

本研究は、レオロジー量を物理量として活かせるようにするため、容器内の試量の流動を全断面について明確に測定するための測定方法の確立と二重円筒型内円筒回転粘度計におけるローター壁面での試料のスリップ問題をふれ、新しく、回転粘度計によるレオロジー量の測定方法について述べ、さらに、二・三の実験例を記したものである。

なお、この研究を行なうに際し、東京都立大学・村田二郎教授の御指導を頂き、また、実験および電算解析については、本学の杉山秋博助手の御協力を得たことを付記し謝意を表します。

2. 容器内試料の流速測定法.

8ミリカメラを用いて容器内における試料の流動状態を撮影し、これを解析用メモーション測定装置にて再現させて、試料の流速分布を測定するものである。

3. レオロジー定数決定法.

図-1あるいは図-2のようなコンシステンシー曲線から塑性粘度 η_p および降伏応力 τ_0 を求めるのであるが、これらの図の測点は次のようにして求める。

A. 速度勾配について.

ローター壁面での試料のスリップを考慮し、ローターの角速度の代りに、ローター壁面近傍（この実験では0.2 cm）の試料の角速度を用いる。

B. セン断応力について.

一般に回転粘度計を用いる場合、せん断応力は、

$$\tau_a = M / 2\pi h R_i^2 \quad \text{----- ①}$$

にて計算されるが、この場合の R_i はローターの半径ではなく、測定すべき試料地点までの半径を用いる。

図-1 軟練りモルタルのコンシステンシー曲線.

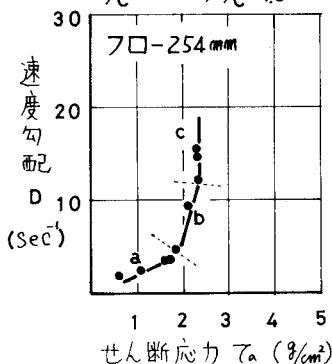
 $W/C = 50\%, S/C = 1.3$


図-2 硬練りモルタルのコンシステンシー曲線.

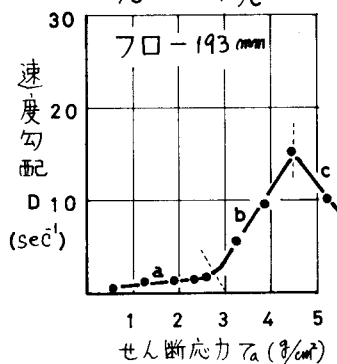
 $W/C = 50\%, S/C = 2.0$


表-1 フレッシュモルタルの諸実験値と、そのバラッキ

水セメント比 W/C	砂セメント比 S/C	コンシステンシーのバラッキ			粘度のバラッキ			降伏値のバラッキ		
		フロー(mm)	標準偏差	変動係数	η_p (Poise)	標準偏差	変動係数	τ_0 (g/cm²)	標準偏差	変動係数
50	1.3	252			35.5			1.24		
		242	6.44	2.59	52.8	9.37	2028	1.02	0.11	4.49
		254			50.4			1.10		
	2.0	182			238.7			1.25		
		195	7.00	3.68	246.8	29.41	11.49	1.46	0.15	3.43
		193			192.3			1.18		

このようにして、図-1および図-2が得られるが、これらの
コンシステンシー曲線は、従来と同様な方法で利用できる。

4. 実験結果と考察

A. コンシステンシー曲線

試料が比較的軟らかい場合と硬い場合について、図-1および図-2に示した。レオロジ-量を求めるには、いづれも、コンシステンシー曲線のB区内の直線を利用する。

B. 測定値の信頼性

本研究の測定方法によってレオロジ-量を求めてみても、測定値に信頼性がなければ、物理として活用することはできない。

従って、まず、モルタルについて、軟練りおよび硬練りの場合について、表-1の範囲で測定値のバラツキを調べてみた。変動係数としては、塑性粘度 η_p が10~20%、降伏応力 τ_0 が3.5~4.5%程度である。

C. 実測流動と理論流動との相関性

二重円筒型回転粘度計における試料の理論流速は、

$$\dot{\theta} = \left[\frac{M}{4\pi h} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_0} \right) + \tau_0 \ln \frac{r}{R_0} \right] / \eta_p \quad \text{--- ②}$$

によって求められるが、この式の τ_0 および η_p は、図-1および図-2などのコンシステンシー曲線から得られた値を代入するものである。このようにして、容器内全断面についての理論角速度が求まる。これと、8ミリカメラによる実測角速度との相関を調べて図-3に示した。

D. ローター壁面における試料のスリップ

従来、二重円筒型回転粘度計によって、フレッシュコンクリートのレオロジ-量の決定にあいて、ローター壁面あるいは外円筒内壁面での試料のスリップの存在は推察されていたが、その測定方法が確立されていなかった。本研究の方法によれば、そのスリップの存在を明確に把握することができる。図-4にその一例を示した。

モルタルの理論流動と実測流動との相関

図-3. A: ($W/C=50\%$, $S/C=1.5$, フロー=270 mm)
B: ($W/C=50\%$, $S/C=2.0$, フロー=182 mm)

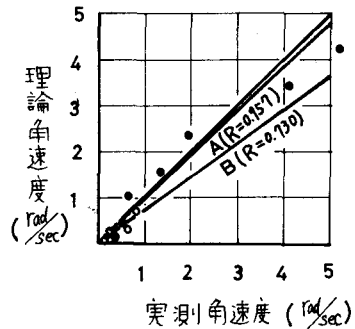
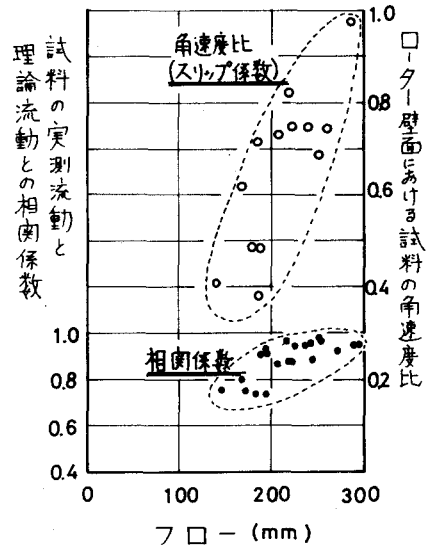


図-4 試料のスリップおよび試料流動の相関係数とコンシステンシーの関係。
 $W/C=35-55\%$ $S/C=1.0-2.0$



以上の実験の結果、次のことが云える。① 理論流動と実測流動との相関性は、試料のコンシステンシーに左右される。図-3に示すように、フロー値182 mmで相関係数 $R=0.730$ となり、実用性に乏しい。さらに、図-4は多数の実験値をプロットして、コンシステンシーと、この相関係数との関係を示した。これらの結果から、レオロジ-量の測定にはモルタルの軟らかさとして、フロー200 mm以上が必要であると思われる。② ローター壁面における試料のスリップについては、図-4に角速度比として、スリップ係数を示した。この結果からも、フロー200 mm以下になると、スリップ係数が小さくなり、理論流動と実際の流動とは可成り異なることが理解される。この結果からも、フロー値200 mm以下は、この種の回転粘度計用の試料としては不向きであると判断される。

コンクリートについての測定範囲などについては、引き続き研究中である。