

フレッシュコンクリートのレオロジー層を測定するためには、適切な粘度計を必要とする。粘度計には、同軸二重円筒型回転粘度計と細管型粘度計とがあるが、モルタル、コンクリートには、一般に前者が適するといわれている。

1. 試作コンクリート用回転粘度計

写真1は、筆者の設計したコンクリート用回転粘度計である。これは、内円筒回転型(Searle型)であり、その諸元は次の通りである。

内円筒半径・ $R_i = 10 \text{ cm}$, 高さ・ $h = 24 \text{ cm}$, 外円筒半径・ $R_o = 18 \text{ cm}$

これは、回転粘度計によるコンクリートのコンシステンシー曲線が一般に図1のようになるので、

$$M_s \gg M_0 \text{ の条件から } \frac{2\pi R_i^2 h \tau_s}{2\pi R_o^2 h \tau_f} = \left(\frac{R_i}{R_o}\right)^2 \cdot \frac{\tau_s}{\tau_f} \gg 1 \text{ ----- (1)}$$

およそ $t = R_o - R_i \geq 3\beta$ ----- (2)

- ミニに M_s : 全試料流動開始トルク
- M_0 : 分離点トルク
- β : 粗骨材の最大寸法

式(1), (2)において、一般のコンクリートで $\tau_s/\tau_f = 3 \sim 4$, と考えてよいこと、およそ $\beta = 25 \text{ mm}$ として、 R_i, R_o を決定したのである。

ロータ長さは、理論上、無限長であることを要するが、ロータ底面の吸収トルクは、ロータ底面と容器底面の間に硬練りモルタルを挿入することによって解決し、実用的なコンクリート試料の量と下る

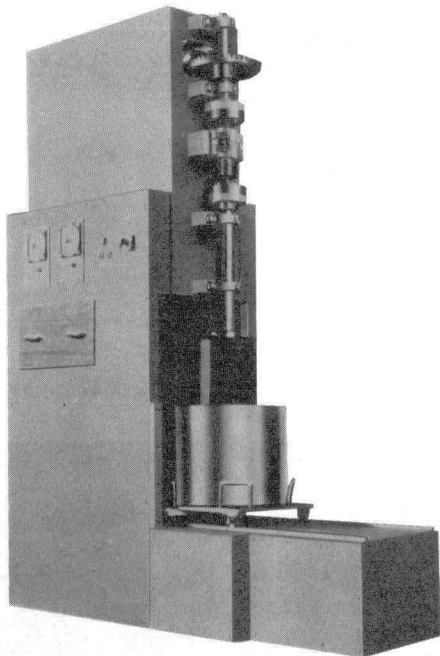


写真 1

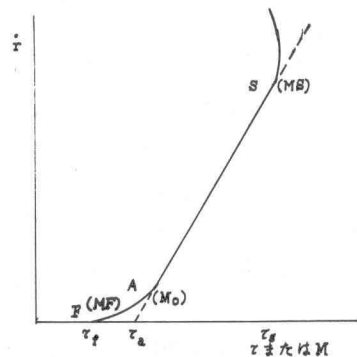


図 1 コンシステンシー曲線の特異点

よるために、なおトルメーター、回転計などの計測装置は、X-Y、Y-Tレコーダーに組込み、自動記録式にしている。

2.性能の検討

コンクリート用回転粘度計の必要条件は、つぎの通りである。

- (1) 試験誤差が小さいこと
- (2) コンクリートの流れの速度勾配が理論値に近似すること

(1) 試験誤差

表1は、上記の回転粘度計を用い、コンクリートの降伏値・ J_f 、および塑性粘度 η_{pl} の変動を求めた結果である。表1において、 η_{pl} の変動係数は、 n にくらべて小さく、試験値として信頼度が高い。 J_f の変動係数は、一般に20%以上となるようである。

表1 レオロジーの変動

W/C (%)	h/a (%)	スパン (cm)	変質量 (%)	降伏値 J_f (g/cm ²)	塑性粘度 η_{pl} (Poise)
40	39	7.5	1.0	1.47	203
		7.0	1.0	1.62	202
		7.9	1.3	0.99	192
		8.0	1.3	0.83	208
		7.1	1.9	1.24	200
60	42	17.2	1.0	0.77	71
		18.0	1.1	0.77	60
		18.0	1.2	0.46	86
		18.2	1.0	0.75	77

(2) コンクリートの速度勾配

内外円筒間のコンクリート流の速度勾配は、Searle型粘度計の場合、次式で与えられる。

$$\dot{\theta} = \left[\frac{M}{4\pi h} \left(\frac{1}{r_0^2} - \frac{1}{R_0^2} \right) + \eta_{pl} \ln \frac{r_0}{R_0} \right] / \eta_{pl} \quad (3)$$

ここに $\dot{\theta}$: 半径 r の位置のコンクリートの角速度 (rad/sec)
 速度勾配の1例は図2のようになって、これは $R_i = 7.0$ cm
 $R_o = 11.5$ cm, モルタルの $\eta_{pl} = 117$ poise, $J_f = 0.88$ g/cm² で
 $M = 30$ kg·cm。

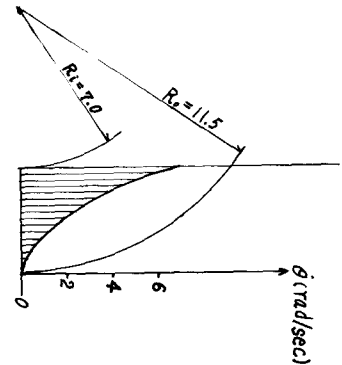


図2 速度勾配

(i) 小型粘度計による実験

$R_i = 7.0$ cm, $R_o = 11.5$ cm, $h = 24$ cm (ロータ側面: 滑面) の小型回転粘度計を用い、モルタル (W/C = 0.4, S/C = 1.75, フロー = 272 mm) の流動試験を行なった。モルタル層厚の1/2点 ($r = 9.25$ cm) におけるモルタル流の角速度と理論流速とを比較した。実験の結果は図3のようになり、実測値は理論値にくらべて著しく小さい。これはロータと試料間のスリップ、比較的粒子径の大きいガスベンジョンの粘性流動では、ミクロ的特性が顕著にあらわれマクロ的取扱いが難かれないことに起因すると考えられる。

(ii) 粗面ロータの使用

$R_i = 10$ cm, $R_o = 18$ cm, $h = 24$ cm の回転粘度計を用い、ロータ側面を滑面と1下場合と粗面とした場合につき、試料各点の流速を測定し理論値と比較した。粗面ロータは、ロック 2 mm, 高さ 0.5 mm のローレット仕上りとした。試料モルタルの配合は、W/C = 0.4, S/C = 1.5 である。実験の結果は、表2のようになって、粗面ロータの使用により、試料各部の角速度は2倍以上に上がるが、なお理論値にくらべて可成り小さい。

以上の実験の範囲内では、コンクリートの粘性流動の測定に回転型の粘度計を用いることの可否について根本的な疑問を投げかけることも、いえるが、試料コンクリート各部の流速測定技術の問題、ロータ側面の

粗面形状，試料層厚の問題，ほとんが残されており．また図4に示す．Powers および Pickett の考案による回転粘度計（外円筒回転粘度型，Couette-Katschek型）による，良好な結果が得られていることから，コンクリート用の理想粘度計につき，更に検討を進めている．

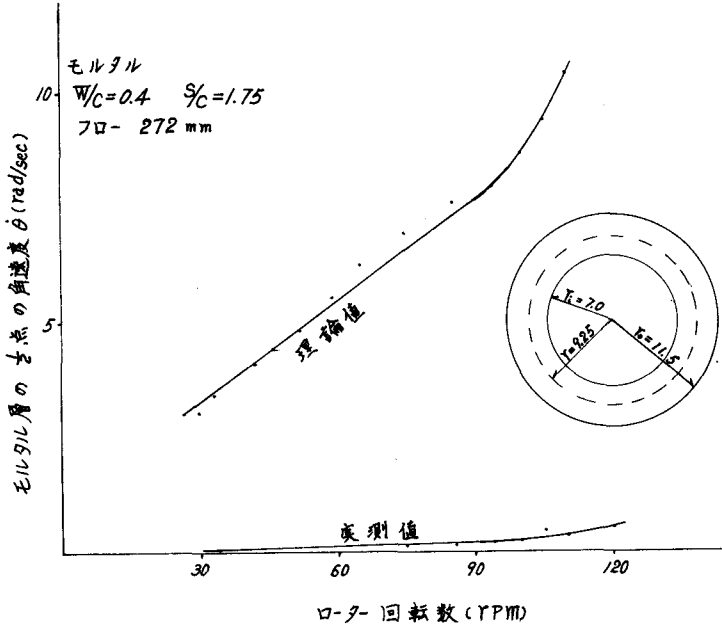


図.3 モルタル流の角速度の理論値と実測値との比較

表.2 滑面ロ-9-と粗面ロ-9-の比較

ロ-9- 回転数 (RPM)	滑面ロ-9- 使用				粗面ロ-9-使用 $\frac{W}{C}=0.4$ $\frac{S}{C}=1.5$	
	1/3点($r=12.7cm$)の角速度 (rad/sec)		1/3点($r=15.3cm$)の角速度 (rad/sec)		1/3点($r=12.7cm$)の角速度 (rad/sec)	
	理論値	実験値	理論値	実験値	理論値	実験値
20	0.596	0.013				
40	1.296	0.021				
60	1.786	0.035	0.095	0.028	0.390	0.071
80	2.068	0.041	0.180	0.038	0.972	0.086
備考	$\eta_{pe} = 70 \text{ poise}$		$J_f = 0.60 \text{ g/cm}^2$			

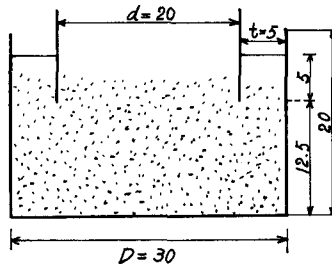


図.4 Powers & Pickett の
回転粘度計