

フレッシュコンクリートの流動と変形をレオロジー的に考察することは、これらの挙動の実態を説明し、コンクリート施工の合理化に寄与するものと考えられる。

1. 自重による変形

型枠内におけるコンクリートの行われりや鉄筋の反撥は、自重によるコンクリートの流動に起因し、部材の安全性に重要な関係をもつ。

スランプ値は、自重による変形量であって、そのレオロジー的解析はこの種の問題を扱う基礎となる。スランプ値は自重によって各水平断面に働く最大せん断応力が変形の進行とともに次第に減少し、降伏応力に達した時に静止あると考えることができる。(図1)

$$\text{スランプ値 } S_L = H - (h_0 + h'_1) \quad \cdots \cdots (1)$$

ここに、 H : 変形前のコンの高さ

h_0 : $\tau \leq \tau_y$ (降伏応力) で、流動しない区間、式(2)であらわされる。

h'_1 : $\tau > \tau_y$ の区間の変形後の高さ。

式(3)であらわされる。

$$\tau_y = \frac{\rho \{ (H + h_0)^3 - H^3 \}}{6(H + h_0)^2} \quad \cdots \cdots (2)$$

$$h'_1 = 1.5 \int_{h_0}^H \frac{\tau_z}{\tau_y} dz = \frac{3\tau_y}{\rho} \log \frac{3H^2}{(H + h_0)^3 - H^3} \quad \cdots \cdots (3)$$

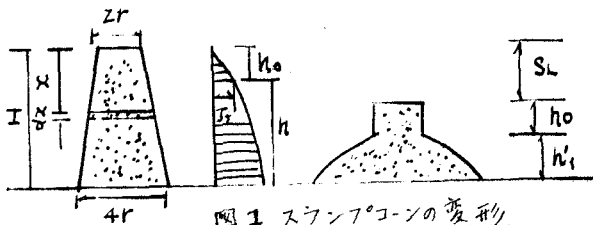


図1 スランプコンの変形

$$\text{又、底面の拡がり径 } R_f \text{ は、} R_f = \sqrt{\frac{\tau_H}{2\tau_y}} R \quad \cdots \cdots (4)$$

ここに、 τ_H : 底面に働く最大せん断応力、 R : 変形前の底面の半径

多数のモルタル、コンクリートについて行なったスランプ試験結果と式(1)および式(4)による計算値と比較すると、15~20cmのスランプのコンクリートの場合は、両者がよく一致するが、それ以下のコンシステンシーのコンクリートの場合は一致しない。(図2・3) この理由は、コンクリートを完全にビンガム流体と仮定したことによるのであって、粉体効果を考慮する必要がある。円板要素の変形を図4の様に考え、面の傾斜角を内部摩擦角 ϕ と等しいと仮定すれば、

$$\frac{\tan \phi}{3} r_1^3 + \Delta x r_1^2 - \left(\frac{\tan \phi}{3} r_2^3 + \right.$$

(土木学会第30回年次学術講演会講演要集参照)

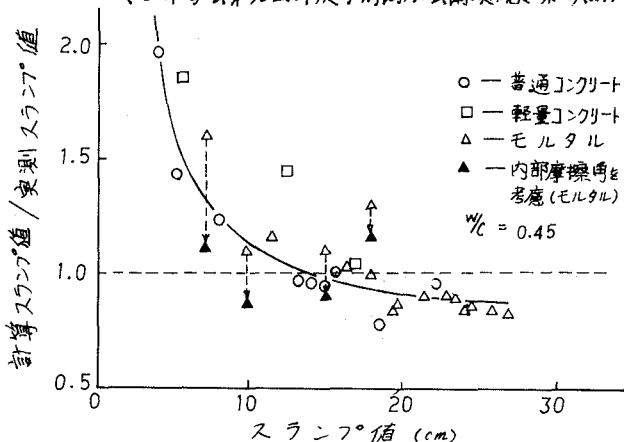


図2 スランプ値の実測値と計算値との関係

$$r^2 \Delta X' = 0 \dots\dots (5)$$

$$\therefore K \cdot r' = \sqrt{\frac{\gamma}{2\gamma_s}} r, \Delta X' = \frac{r^2}{r'^2} \Delta X$$

$$R'_i = \sum \Delta X_i = \sum [\Delta X + (r'_i - r) \tan \phi] \dots\dots (6)$$

式(6)および式(5)を用いれば、スランプ15~20cm以下のコンクリートにおいても、計算値と実測値がかなりよく一致し、(図2.3)通常のコンステンターのコンクリートはビンガム流体と粉体の中間の挙動を示すことを示している。なお、コンクリートの内部摩擦角は三軸圧縮試験から求める。

つぎに、スランプコーンを振動盤上におき、振動を与えれば、スランプ値は増加し、一定値に収れんする。(図5)これは振動により、 γ_s が次第に減少し一定値に収れんするにめと考えられ、最終の γ_s が実験で決定できれば、振動時のコンクリートの変形を推定できる。

2. 傾斜管内の流動

コンクリートのポンプ輸送は、駆動力を与えたビンガム体の管内流動と考えられるが、駆動力が相当に大きいので、ビンガム流動としての特徴があらわれにくい。そこで傾斜管内のコンクリートの自然流下について検討した。この場合の力合式は、(図6)

$$2\pi r \Delta X \gamma = 2\pi r^2 (P_1 - P_2) + mg \sin \alpha \dots\dots (7)$$

この系のレオロジー方程式

$$\gamma = \tau_w \sin \alpha = \tau_{pl} \dot{\gamma} + \gamma_s \dots\dots (8)$$

$$\text{流速 } v = \frac{1}{\tau_{pl}} \left[\frac{R w \sin \alpha}{2} (R^2 - r^2) - \gamma_s (R - r) \right] \dots\dots (9)$$

栓流部の流速 v_{max} は、式(9)に $r = r_n = \frac{\gamma_s}{w \sin \alpha}$ を代入して求められる。

$$v_{max} = \frac{1}{2\tau_{pl} w \sin \alpha} (R w \sin \alpha - \gamma_s)^2 \dots\dots (10)$$

以上の様にフレッシュコンクリートの最終変形は降伏応力と、内部摩擦角に關係し、連続的に流れにおける流速や流量は、塑性粘度、降伏応力等に關係する。

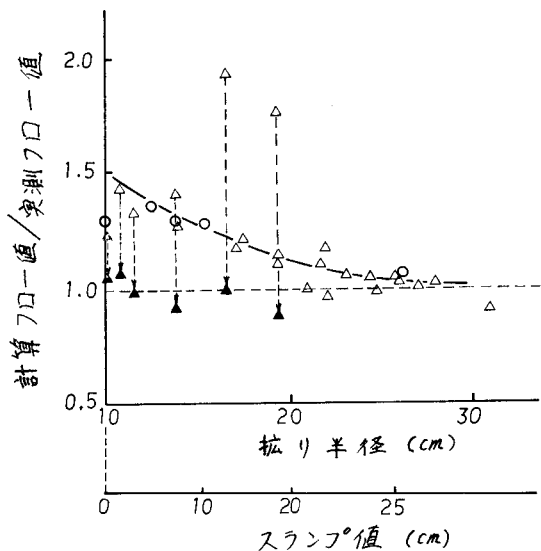


図3 スランプ底面の広がり半径の実測値と計算値との関係

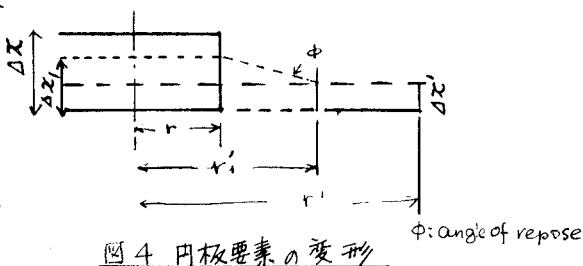


図4 円板要素の変形

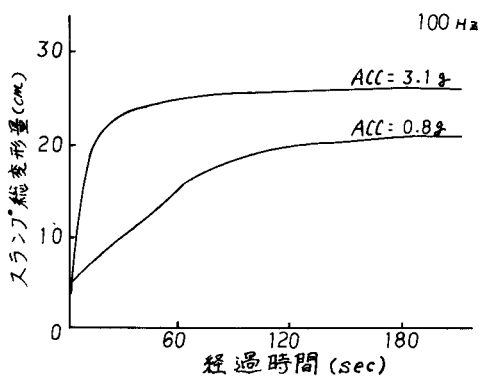


図5 振動の影響

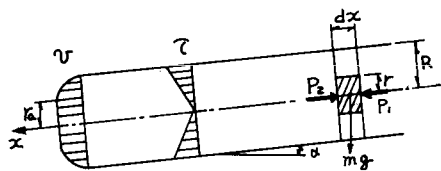


図6 傾斜管内の流れ