

V-3 平行板アラストメーターによるフレッシュコンクリートのレオロジー定数の測定

徳島大学 正員 ○水口 裕 也

徳島大学 学生員 藤 崎 茂

不動産建設

土 居 育 雄

1. はじめに

合理的な施工を行ない品質の良いコンクリートを得るためには、フレッシュコンクリートの性質を知る必要がある。現在フレッシュコンクリートの性質は、ワーカビリティという用語で総称しているが、その概念や定義はあいまいであり、適確な定量的指標や測定方法はないように考えられる。そこで、フレッシュコンクリートの性質を適確に理解し、定量化するための一つの方法としてフレッシュコンクリートを図-1に示すようなビンガム物体と仮定し、そのレオロジー定数すなわち塑性粘度 η_{pl} および降伏値 τ_y を用いることが考えられる。これらの定数を測定する方法として回転粘度計が採用されているが、種種の問題点があるようである。本報告では、材料分離の影響が小さくまた硬い試料のレオロジー定数の測定に適すると考えられる平行板アラストメーターを試作し、フレッシュコンクリートの η_{pl} および τ_y を測定した結果について述べ、スランプ値SLと τ_y との関係を考察した。

2. 平行板アラストメーターの理論および概要

平行板アラストメーターの理論は、i) 試料が非圧縮性で円板、ii) 流動はきわめて遅い、iii) 試料と平行板との間にすべりはない、iv) 試料の高さ h と直径 d の比が $1/10$ 以下であるとの条件での(1)式で示される図の理論を用いた。

$$\dot{\gamma} = \frac{1}{\eta_{pl}} (\tau - \tau_y), \quad \dot{\gamma} = -\frac{9}{2} \frac{r}{R^2} \frac{dh}{dt}, \quad \tau = \frac{3AF}{\pi R^2} \dots (1) \quad \text{ここで、} r: \text{平行円板の半径, } R: \text{平行円板間の距離, } F: \text{作用させる定荷重の大きさ, } t: \text{時間}$$

したがって、平行円板間に試料をセットし、一定荷重をかけその試料の高さ h と経過時間 t を測定すれば、(1)式の $\dot{\gamma}$ および τ が計算でき図上にプロットすることによって図から η_{pl} および τ_y を求めることができる(図-3参照)。

図-2に示す試作した平行板アラストメーターは、骨材の最大寸法を15mmとしたため平行円板間の距離すなわち試料高さ h を6cm前後とし、直径60cmの円板を用い、荷重は70Nで載荷することとし、 R は1/100mm読みのダイヤルゲージで測定できるようにした。

3. 実験の概要

配合要因としては、水セメント比 W/C 、セメント砂比 C/S および全試料中の粗骨材の容積率 V_g を採用し、予備実験の結果から、測定した配合は図-4あるいは図-5に示すものとした。

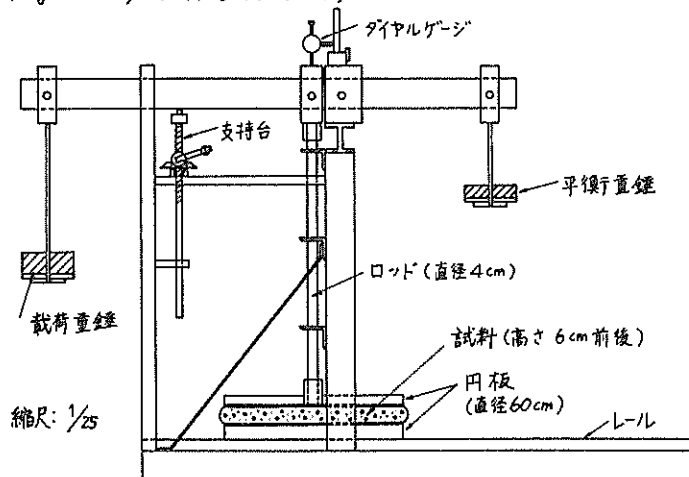


図-2 平行板アラストメーターの概略図

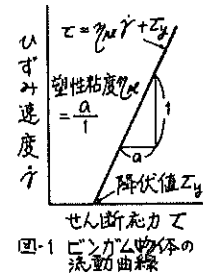


図-1 ビンガム物体の流動曲線

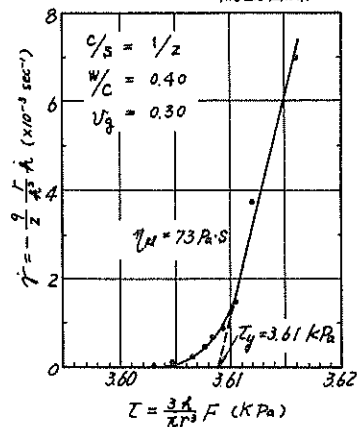


図-3 平行板アラストメーターによるフレッシュコンクリートの流動曲線例

比量3.15, プレーン値3,150^{cm}の普通ポルトランドセメント, 粗粒率2.79の川砂および最大寸法15mmの砂岩砕石を使用した。容量50ℓの強制練りミキサーで試料25ℓと全材料投入後3分間練り混ぜた。コンクリート温度は, 練り混ぜ水の温度をかえて20℃±1degになるように管理した。

練り混ぜ後すぐにスランプ試験を行ない, その後よく練り返して平行板プラストメーターに試料をセットし, 測定開始時の η_{rel} が6cm程度になるような一定荷重をかけ, 注水後約8分に測定を開始し, 1分までは5秒, 2分までは10秒ごとに η_{rel} を測定した。各試験値はこの平均とした。

4. 実験結果および考察

フレッシュコンクリートの温度は, ほとんどのものが20℃±1degにあり, ±2degの範囲にあるので, 温度のレオロジー定数への影響は無視する。

平行板プラストメーターによって求められた流動曲線の一部を図-3に示す。他の配合も同様の曲線が得られ, 試作した平行板プラストメーターで, フレッシュコンクリートの η_{rel} および τ_y が求められると考えられる。

図-4および図-5に配合を変えた場合の結果を示したが, w/c と c/s が同じときは η_{rel} が大きくなると η_{rel} , τ_y とも増加している。 c/s と η_{rel} が同じときには w/c の小さい方が, η_{rel} , τ_y ともに大きく, スランプ値やフロー値などと感覚で感じている傾向と一致している。しかし, 得られた曲線はスムーズでなく, 測定精度には問題点があると思われる。

また, 村田の回転粘度計による同じような配合の測定結果とは, オーダ以上異なっており, 原因については今後検討したいと考えている。

さらに, ビンガム物体の降伏値以下の性質に着目し, スランプした後のコンクリートが静止していると仮定し, その内部の最大せん断応力が τ_y であると考えて解析した結果と, 本実験で求められたSLと τ_y との関係は, 図-6のようになり, SLが5~20cmの間では比較的近い値となっている。

5. まとめ

フレッシュコンクリートのレオロジー定数は, 平行板プラストメーターで測定することによって, τ_y とSLとは相関があるように考えられる。

(注) SI単位

1Pa = 1N/m² = 0.0102kg/cm²

1Pa·s = 1N·s/m² = 10 poises

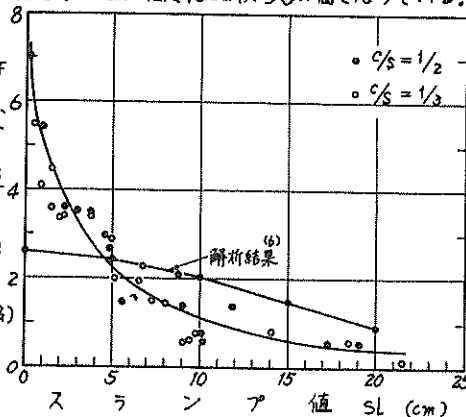


図-6 フレッシュコンクリートのスランプ値と降伏値との関係

参考文献

- 1) 藤川; 土木学会第27回年次学術講演会講演概要集第5部, pp.5~8, 1972-10.
- 2) 村田; 土木学会第28回年次学術講演会講演概要集第5部, pp.146~148, 1973-10.
- 3) 岡; 材料, Vol.12, pp.314~316, 1963-5.
- 4) 水口, 安永; セメント技術年報, 27巻, pp.106~191, 1973-12.
- 5) 村田; コンクリートジャーナル, Vol.12, No.12, pp.1~10, 1972-12.
- 6) 水口, 藤川, 海辺; 未発表.

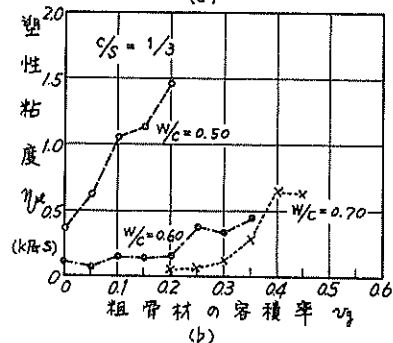
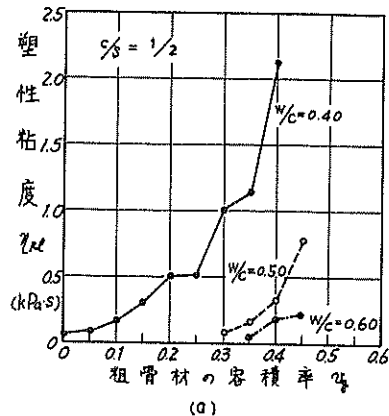


図-4 粗骨材の容積率と相対粘度との関係

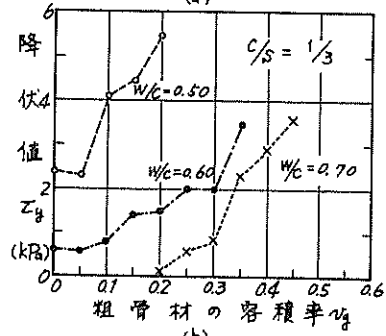
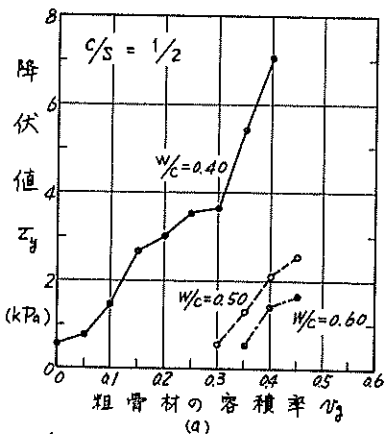


図-5 粗骨材の容積率と降伏値との関係