

PVA繊維を用いたセメントペースト及びモルタルのレオロジー研究

名城大学大学院 学生会員 ○岸添 拓
 名城大学理工学部 フェロー会員 菊川浩治

1. まえがき

近年、鋼やガラスといったさまざまな繊維がコンクリートの補強材として使用され始めている。しかし、これらの繊維を用いたコンクリートの施工にかかわるレオロジーの研究はあまり行われていない。

本研究では繊維の種類の一つであるビニール繊維に着目し、それをセメントペースト及びモルタルに混入する事によりレオロジーの定数の変動を調べる。またこれにより粘度の定式化を図ろうと考えたものである。実験の着目点としてはビニール繊維を用いたセメントペースト及びモルタルにおいて、様々な水セメント比を用い繊維の使用量を変化させ、また時間変化についても対応できるようにしたものである。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

本研究で使用した材料として、セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16）を使用した。繊維はビニール繊維の一種である PVA 繊維（ポリ・ビニール・アルコール繊維）で REC100L のものを使用した（密度 1.3）。またモルタル用の細骨材には川砂（密度 2.58、粗粒率 2.78）を使用した。

2. 2 実験方法

(1) 配合設計

配合は、水セメント比を 55、60%とした。また、モルタルに使用する砂セメント比は 1.2 とした。そして PVA 繊維をセメントペースト及びモルタルの全体積の 0.5、0.75、1%をそれぞれ混入した。

(2) 使用器具

本研究において、セメントペースト及びモルタル練りの混ぜにはホバート型モルタルミキサーを使用した。またトルク値を測定するための器具として二

重円筒型回転粘度計を使用した。使用した二重円筒型回転粘度計は内円筒および外円筒の半径はそれぞれ 7cm、12cm であり、その高さはそれぞれ 9cm、15cm のものを使用した。

(3) 実験手順

使用する試料を混入しセメントペースト及びモルタルを 3 分間練り混ぜた。そして練り混ぜ後から 0、30、60、90 分にそれぞれ二重円筒型回転粘度計を使用してトルク値を読み取る。読み取るトルク値においては回転数が 10 から 80rpm の間で、5 または 10rpm の間隔でトルクの値を読み取った。また練り混ぜ後に J ロート試験を行い流下時間、エアメーターを使用して空気量を測定した。

2. 3 実験結果

実験値よりレオロジー定数を求めた。トルク値よりせん断応力を求め、試料表面に散布した浮子の回転数を算出し速度勾配を求めた。これによりコンシステンシー曲線が描かれ、この曲線の直線区間の測点を対象として最小二乗法を適用してコンシステンシー直線を求め、傾きの逆数を取ることでセメントペースト及びモルタルにおける塑性粘度の値が求まる。この値を実測値とした。

3. 粘度の推定

3. 1 相対粘度の定式化¹⁾

次に粘度の定式化について考える。粘度式において、Einstein の粒度式に適用した Roscoe の粒度式を次に示す。

$$\eta_{re} = \left\{ 1 - \frac{V}{C} \right\}^{-K} \quad [1]$$

キーワード レオロジー、塑性粘度

連絡先 住所：名古屋市名東区高間町 384 インテリジェント高間台 1-203

電話番号：09099417398 FAX：052-702-3929

ここに η_{re} : 相対粘度

C : 溶質の実積率

V : 溶質の体積濃度

K : 溶質の形状係数

この Roscoe の粒度式を基本としてセメントペーストの塑性粘度式に適応した次式を用いた。

$$\eta_{re} = \left\{ 1 - \frac{V_1 + V_2}{C_1} \right\}^{-K}$$

[2]

ここに C_1 : セメントの実積率

V_1 : セメントの体積濃度

V_2 : 繊維の体積濃度

また相対粘度において、

$$\eta_{re} = \frac{\eta_{pl}}{\eta_0}$$

[3]

ここに、 η_0 : 水の塑性粘度 (Pa・s)

η_{pl} : セメントペーストの塑性粘度
(Pa・s)

が成り立つ。ここでセメントペーストの実測値を式 [3] に代入し、それを式 [2] に代入することにより、形状係数 K の値が既知となり相対粘度の定式化が可能となる。また、K の値は繊維量の変化においてその値はほとんど変化することがないため、一定の水セメント比においては繊維量が変わっても K の値は等値であると推定する。

同様の方法でモルタルの塑性粘度式に適応した式を導いた。

$$\eta_{re} = \left\{ 1 - \frac{V}{C} \right\}^{- (k_1 F + k_2)}$$

[4]

ここに C : 細骨材の実積率

V : 細骨材の体積濃度

F : 繊維の体積濃度

k_1 、 k_2 : 形状係数

3. 2 経過時間の補正

練り混ぜ後の経過時間に伴い塑性粘度が増大するため、この増加量について検討した。実験により 0 分から 90 分までの 30 分毎の値の増加量から定式化することを試みた。その結果、セメントペーストの増加量の式は次式によって表されることがわかった。

$$\Delta \eta_{re} = a \cdot \exp(b \cdot t) - c$$

[5]

ここに $\Delta \eta_{re}$: 時間に伴う塑性粘度増大量

a、b、c : 実験定数

t : 経過時間 (分)

また、モルタルに関しても同様に定式化することができた。以上より相対粘度の定式化により、セメントペースト及びモルタルの塑性粘度の定式化が可能となる。この式より得られる値を推定値とする。

4. まとめ

塑性粘度の推定式の適合性を見るため、実測値と推定値との比較を行う。一例としてセメントペースト水セメント比 55%、繊維量 0.5% 時の値を表 1 に示す。

表 1 塑性粘度の実測値と推定値及びその比較

経過時間 (分)	塑性粘度 (Pa・s)		A/B
	実測値 A	推定値 B	
0	0.339	0.335	1.01
30	0.356	0.365	0.98
60	0.368	0.397	0.93
90	0.446	0.432	1.03

全実験においてセメントペーストの実測値と推定値の比は平均 0.97、変動係数 4.68% であった。モルタルは平均 1.01、変動係数 1.65% であった。以上より塑性粘度の実測値と推定値はよく一致しており、算出された推定式は、PVA 繊維を用いた塑性粘度の変化を満足に推定することができると考えられる。

【参考文献】

- 1) 菊川浩治、フレッシュコンクリートの粘度式とその適用に関する研究、東京都立大学博士論文、pp. 60 - 74、(1987)