

増粘剤系高流動モルタルの粘度推定法

名城大学学生会員 ○服部克久
名城大学学生会員 浅野功嗣
名城大学学生会員 服部伸吾
名城大学学生会員 浅井 崇
名城大学フェロー 菊川浩治

1. まえがき

近年、コンクリート施工の合理化を図る目的から高流動コンクリートが多く使用されるようになった。一般に高流動コンクリートは水結合材比が小さく、そのためフレッシュ時の粘度が大きく、またスランプ試験は適用が困難である。フレッシュ状態での変形抵抗性の評価にはレオロジーの導入が良いと言われているが、一般にレオロジー定数の測定はどの測定方法を用いても複雑で困難を伴う。

本研究では、増粘剤系フレッシュコンクリートの塑性粘度を推定するための粘度式を提案することを目的とし、コンクリートの母材であるモルタルを対象とし、その塑性粘度の推定方法を提示したものである。

2. 使用材料

セメントはT社製の普通ポルトランドセメントを使用した。その物性値を表1に示した。高性能AE減水剤はN社製のもので、その主成分は、ポリカルボン酸・エーテル系の複合体である。AE調節剤は同様に変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤を用いた。増粘剤はS社製のものを使用し、主成分は、水溶性セルロースエーテルである。水は本学校内の井戸水を使用した。モルタルの配合の例を表2に示した。

表 1 セメントの物性値

密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)	酸化マグネ シウム %	三酸化 硫黄 %	強熱 減量 %
3.15	3245	1.6	2.2	1.2

3. 実験方法

資料の練混ぜにはホバート型モルタルミキサを用いた。低速（157rpm）で1分間練混ぜ30秒間休止しその間にパドルおよび側壁に付着した試料をかき落とし、最後に高速（396rpm）で2分間練混ぜ、合計3分間とした。試験はフロー値を求め、同時に内円筒型二重円筒回転粘度計によってレオロジー定数を測定した。試料の温度設定は10、20、30℃とし、練混ぜ後の経過時間は0、30、60 および90分とした。高性能AE減水剤の使用量は4000、6000および8000ml/mm³とし、空気量が6～8%になるようにAE調節剤を用いた。増粘剤は単位水量の0.25%使用した。

表2 モルタルの配合

W/C	S/C	単位量(kg/m ³)			Z (g)
		C	W	S	
50%	1.0	5.81	2.90	5.81	7.25
	1.2	5.45	2.73	6.54	6.83
	1.4	5.14	2.57	7.20	6.43
	1.6	4.86	2.43	7.78	6.08
55%	1.0	5.57	3.07	5.57	7.68
	1.2	5.25	2.89	6.30	7.23
	1.4	4.96	2.73	6.94	6.83
	1.6	4.70	2.59	7.52	6.48

細骨材の密度＝2.57 Z: 増粘剤

4. 粘度式

増粘剤系高流動セメントペーストの粘度式は既に発表済みである¹⁾。プレーンモルタルの粘度式も既に発表済みである²⁾。したがって本研究では、増粘剤系高流動モルタルの塑性粘度を推定するのにモルタルの溶媒である増粘剤系高流動セメントペーストの粘度を基本とし、従来のモルタルの粘度式はRoscoeの粘度式³⁾を基本とし、それを変形した次式を提案している²⁾。

$$\eta_{re} = \left(1 - \frac{1}{C} \cdot V\right)^{- (a\mu + b)} \quad (1)$$

ここに、 η_{re} ：モルタルの相対粘度、 C ：細骨材の実積率、 V ：細骨材の体積濃度、 μ ：細骨材の粗粒率、 a, b ：実験定数で $a = -0.57, b = 3.40$

なお、増粘剤系高流動セメントペーストの粘度式を次に示す。

$$\eta_{re} = \left[1 - \frac{V}{C} (1 - \zeta \cdot p^n)\right]^{- (k_1 \phi + k_2)} \quad (2)$$

ここに、 η_{re} ：増粘剤系高流動セメントペーストの相対粘度、 V ：セメントペーストの体積濃度、 C ：セメントの実積率、 p ：高流動AE減水剤の添加量（固形分換算量）、 $k_2 = k_3 V^j$ 、 k_1, k_3, j, ζ, n ：実験定数、 ϕ ：セメントの比表面積（ cm^2/g ）

（ $k_1 = 2.92 \times 10^{-5}$ 、 $k_3 = 0.397$ 、 $j = -1.78$ 、 $\zeta = 59.77$ 、 $n = 1.489$ ）

表3 増粘剤系高流動モルタルの塑性粘度の実測値と推定値

5. 実験結果およびまとめ

式（2）を用いて算出した増粘剤系高流動セメントペーストの塑性粘度を増粘剤系高流動モルタルの溶媒粘度とし、式（1）を適用して算出したモルタルの塑性粘度の推定値と実測値との整合性を検討した。その結果、表3に示すように両者は良く一致した。

したがって、増粘剤系高流動モルタルの塑性粘度は粘度式（1）を用いてほぼ満足に推定できると思われる。

W/C	S/C	高性能AE 減水剤 (g/m^3)	塑性粘度 実測値 A ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	塑性粘度 推定値 B ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	A/B
55%	1.0	680	2.19	2.03	1.08
		1020	1.97	1.95	1.01
		1360	1.95	1.89	1.03
	1.2	680	4.50	4.80	0.94
		1020	4.23	4.61	0.92
		1360	3.95	4.43	0.89
	1.4	680	7.39	7.56	0.98
		1020	7.26	7.46	0.97
		1360	6.93	7.32	0.95
	1.6	680	8.42	9.19	0.92
		1020	8.32	9.06	0.92
		1360	8.04	8.92	0.90

高性能AE減水剤は固形分量

参考文献

- 1) 菊川浩治、山下武：増粘剤系高流動セメントペーストの粘度式、平成11年度研究発表会講演概要集、土木学会中部支部、平成12年3月
- 2) 菊川浩治：モルタルおよびコンクリートの粘度式に関する研究、土木学会論文集、第414号/V=12、1990年2月
- 3) Roscoe R: The Viscosity of Suspension of Rigid Sphers, British J. of Applied Physics, Vol.3 pp.267 ~269 1952