

粉体系高流動モルタルのレオロジー的研究

名城大学 学生会員○服部克久

名城大学 学生会員 浅井 崇

名城大学 学生会員 兵藤勝義

名城大学 フェロー 菊川浩治

1. まえがき

近年、高流動コンクリートの研究開発が進展しているが、塑性流動の解明までにいたっていない。本研究は高流動コンクリートの基礎研究として、粉体系高流動モルタルの粘度式の適用性を検証する事を目的としたものである。研究の結果、粉体系高流動モルタルの塑性粘度の推定式がかなりの精度であることが実証されたので、ここに提示した。

2. 使用材料

セメント…普通ポルトランドセメント

化学混和剤…AE 剤（変性ロジン酸化合物）

高性能 AE 減水剤（ポリカルボン酸エーテル）

混和材…高炉スラグ微粉末

細骨材…天然産川砂

水…本学校内の井戸水

モルタルの配合は表-1 に示した。

表-1 モルタルの配合表

W/C	S/C	単位重量(kg/m ³)			
		C	W	S	E
0.50	1.0	830	415	830	581
	1.2	779	389	934	545
	1.4	734	367	1028	514
	1.6	694	347	1111	486
0.55	1.0	796	438	796	557
	1.2	750	413	900	525
	1.4	709	390	992	496
	1.6	671	369	1074	470
0.6	1.0	766	459	766	536
	1.2	723	434	867	506
	1.4	684	411	958	479
	1.6	650	390	1040	455

C:セメント W:水 S:砂 E:高炉スラグ微粉末

3. 実験方法

モルタルの練り混ぜにはホバート型ミキサーを用い、全試料投入後3分間練り混ぜた後、試験に供した。試験は、フロー値を求めると同時にレオロジー定数を求めた。レオロジー定数の測定には内円筒型二重円筒回転粘度計を用い、試料の温度設定は、10、20、30℃とし、練り混ぜ後を0、30、60、90分とした。高炉スラグ微粉末の使用量はC×0.7とした。AE剤の使用量は空気量が5～7%となるようにした。総バッチ数は、温度変化10℃、20℃、30℃を含めて合計432バッチで試験を行った。

4. 粉体系高流動モルタルの粘度式

粉体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³⁾。プレーンモルタルの粘度式も既に発表済みである¹⁾。したがって本研究では、粉体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粉体系高流動セメントペーストの粘度を基準とし、Roscoeの粘度式を基本にして従来の粘度式を変形した次式を用いた¹⁾。

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

ここに、 η_{re} ：モルタルの相対粘度、V：砂の体積濃度、C：砂の実績率、 μ ：砂の粗粒率、

a,b：実験定数で a=-0.57, b=3.40

なお、粉体系高流動セメントペーストの塑性粘度推定式として次式を用いた³⁾。

$$\eta_{re} = \left[1 - \frac{V}{C} (1 - V \cdot P^n) \right]^{-(K_1 f + K_2)} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (2)$$

ここに、 η_{re} ：粉体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：セメントの実績率、P：高性能AE減水剤の添加量（C×wt.%）（固形分換算）、 K_1, K_2 ：実験定数、但し $K_2 = K_3(C/W)^j$ 、($K_1 = 2.92 \times 10^{-5}$, $K_3 = 0.397$, $V = 59.77$, $n = 1.489$, $j = -1.78$)
 ϕ ：セメントの比表面積（cm²/g）、（C/W）：セメント水比

しかし、式（2）は練混ぜ直後の試料温度 20℃に適用される式であり、それらに対する補正が必要である。そこで、補正式として次式を用いた。

①試料温度に対する補正式

$$\Delta \eta_t = a \cdot (W/C)^b \quad (3) \quad \text{ここに、} \Delta \eta_t \text{：単位温度あたりの塑性粘度の増加量、}$$

W/C：水セメント比 a,b:実験定数 a=0.0016, b=-3.90

②練混ぜ後の経過時間に対する補正式

$$\Delta \eta_{ct} = a_2 \cdot t + b_2 \quad (4) \quad \text{ここに、} \Delta \eta_{ct} \text{：単位時間あたりの}$$

塑性粘度の増大量、t:試料温度、 a_2, b_2 ：実験定数（表-2）

表-2 実験定数 a_2, b_2

W/C	0.50	0.55	0.60
a_2	0.002	0.0015	0.001
b_2	0.302	0.231	0.168

5. 実験結果及びまとめ

提案された、塑性粘度推定式（1）よりモルタルの塑性粘度の推定値を求め、実験により得られる実測値との比較を行った。その結果を表-3 及び図-1 に示す。ここに示すように推定値と実測値との比は 1 に近づいていることが確認できた。試料数 432 で推定値と実測値との比は 0.89～1.23、平均 1.04 となり変動係数 9.51%であった。したがって、提案した塑性粘度推定式を用いて塑性粘度をほぼ満足に推定できると思われる。

表3 塑性粘度の推定値と実測値の一例

W/C	S/C	高性能AE減水剤 (kg/m ³)	塑性粘度 推定値 A (Pa・s)	塑性粘度 実測値 B (Pa・s)	A/B
0.60	1.0	0.068	5.76	5.72	1.01
		0.102	5.65	5.10	1.11
		0.136	5.52	4.72	1.17
	1.2	0.068	7.79	7.79	1.00
		0.102	7.62	7.63	1.00
		0.136	7.44	6.69	1.11
	1.4	0.068	10.78	10.73	1.00
		0.102	10.53	10.12	1.04
		0.136	10.27	9.62	1.07
	1.6	0.068	15.10	15.05	1.00
		0.102	14.73	14.55	1.01
		0.136	14.34	14.11	1.02

試料温度20℃、練混ぜ後の経過時間0分)

*高性能AE減水剤の使用量は固形分換算量で示す

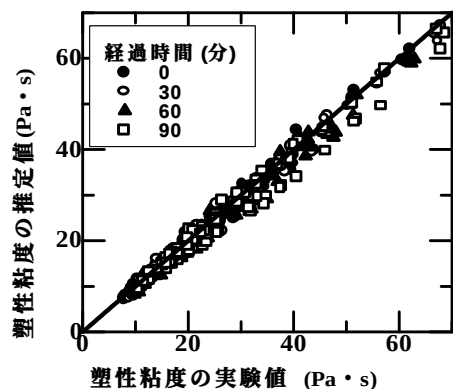


図1 塑性粘度の推定値と実測値の関係

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 東京都立大学学位論文 昭和 62 年 11 月
- 2)西山 玄器：化学混和剤を用いたモルタルの塑性粘度推定式について 名城大学修士論文 平成 9 年 3 月
- 3)浅井 崇 他：粉体系高流動セメントペーストの粘度式に関する研究 名城大学学士論文 平成 11 年 3 月