

V-251 流動化コンクリートの塑性粘度の推定について

名城大学 正会員 菊川 浩治

1 はじめに

流動化コンクリートは、コンクリートの施工性及び品質の改善を目的として、近年、盛んに用いられているが、そのレオロジー的性質を論じた研究は少ない。本研究は、流動化コンクリートのレオロジー研究の一環として、粘度式による流動化コンクリートの塑性粘度の推定方法について論じたものである。流動化コンクリートの塑性粘度の推定方法として2つの方法が考えられる。すなわち、流動化セメントペーストからモルタルを経て流動化コンクリートの塑性粘度を推定する方法と、ベースコンクリートの塑性粘度を基準にスランプ増大量を尺度として流動化コンクリートの塑性粘度を推定する方法がある。本研究は後者の方法を採用した。

本研究の実施にあたり、東京都立大学の村田二郎教授にご指導を賜り、また、本学の杉山秋博助手の助力を得た。ここに記して謝意を表します。

2 実験概要

実験に用いたセメントは、比重3.16の普通ポルトランドセメント、細骨材は、愛知県矢作川産の川砂、比重2.57、F M 2.88、粗骨材は、愛知県矢作川産の川砂利、最大寸法20mm、比重2.58、F M 6.74、流動化剤は、メラミンスルホン酸塩系複合物（NP 20

、日曹マスタービルダーズ社製）を用いた。なお、実験中の材料分離を防ぐ目的でセルローズ系保水剤（NL 1850、セメント重量の0.25%使用）を用いた。

レオロジー定数は、二重円筒型回転粘度計を用い、多点法¹⁾によって測定した。回転粘度計の諸元は、セメントペースト及びモルタル用として、内円筒半径7cm、長さ12cm、外円筒半径9cm、コンクリート用として、内円筒半径15cm、長さ20cm、外円筒半径20cmである。

流動化剤は、コンクリートの練り混ぜ後15分を経過して添加し、いわゆる後添加とした。ベースコンクリートを10cm、12cm及び15cmとし、流動化剤の添加量を調整してスランプの増大量を約3cm、6cm、9cm、12cm及び15cmとし、スランプの最大値は27cmとした。配合は表1に示した。

3 モルタル及びコンクリートの粘度式

モルタル及びコンクリートの塑性粘度の推定には次の粘度式²⁾を用いた。

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

ここに、 η_{re} ：モルタル及びコンクリートの相対粘度、 C ：骨材の実積率、 V ：骨材の体積濃度、 μ ：骨材の粗粒率、 a 、 b ：実験定数であって、モルタルの場合、 $a = -0.57$ $b = 3.40$ 、コンクリートの場合

表1 セメントペースト、モルタル及びコンクリートの配合表

項目	w/c	s/c	s/a	単位量 (kg/m ³)	単位量 (kg/m ³)	単位量 (kg/m ³)	単位量 (kg/m ³)	スランプ (cm)
				セメント	水	細骨材	粗骨材	
セメントペースト	50	-	-	1210	605	-	-	-
モルタル	50	1.49	-	708	354	1058	-	-
		1.44	-	718	359	1036	-	-
		1.39	-	728	364	1015	-	-
コンクリート	50	-	42	450	225	673	925	10
				460	230	664	913	12
				470	235	655	901	15

表2 流動化モルタルの塑性粘度の実測値と推定値
w/c=50%, s/c=1.39~1.49, NP20使用

合 計	s/c	体積 濃度	流動化剤の 添加量 (%)	セメントの 単位量 (kg/m ³)	水の 単位量 (kg/m ³)	粗骨材の 単位量 (kg/m ³)	細骨材の 単位量 (kg/m ³)	A/B
10	1.49	0.415	0	6.10	47.0	47.0	1.00	
			0.19	6.10	47.3	46.2	1.02	
			0.46	5.66	43.6	44.6	0.98	
			0.74	5.41	41.7	41.8	1.00	
			1.02	5.19	40.0	38.6	1.04	
			1.30	4.72	37.9	35.6	1.06	
12	1.44	0.406	0	6.10	47.3	47.0	1.01	
			0.28	5.99	42.5	41.2	1.03	
			0.56	5.56	39.5	39.8	0.99	
			0.84	5.33	37.8	36.2	1.06	
			1.12	5.10	36.2	34.2	1.06	
			1.40	4.82	34.2	32.4	1.06	
15	1.39	0.398	0	6.10	40.6	40.6	1.00	
			0.35	5.80	38.5	37.2	1.03	
			0.70	5.35	35.5	34.0	1.06	
			1.06	5.11	33.9	32.6	1.06	
			1.39	4.84	32.1	29.5	1.09	

注) セメント及びモルタルの実測値はそれぞれ2回測定の実測値である。

* 表1の推定値に対するベースコンクリートのスランプを示す。

** セメントに対する重量百分率。

$a = -0.91$, $b = 9.35$ である。

4 実験結果及び考察

(1) 流動化モルタルの塑性粘度の推定

表1のセメントペースト及びモルタルについて流動化剤を添加した場合の塑性粘度を実測し、その結果を表2に示した。また、表2のセメントペーストの実測値を溶媒の粘度として、式(1)を用いてモルタルの塑性粘度を算定し、モルタルの塑性粘度の実測値と対比した結果も表2に示している。その結果、流動化モルタルの実測値に対する推定値の比は、この実験の範囲内で0.98~1.09、平均1.03となり、ほぼ満足に推定できることを示している。

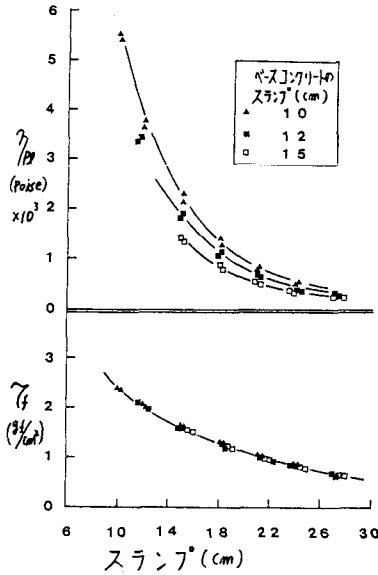


図1. 流動化コンクリートのスランブとシオロジ定数。
 $w/c = 50\%$, $s/a = 42\%$, 粗骨材最大寸法20mm.

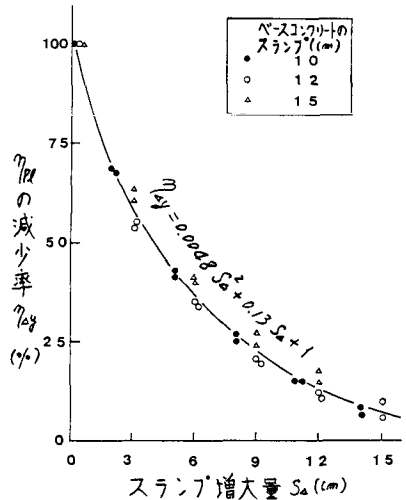


図2. スランブ増大量と塑性粘度の減少率。
 $w/c = 50\%$, $s/a = 42\%$, 粗骨材最大寸法20mm.

表3. 流動化コンクリートの塑性粘度の推定値
(スランブ増大量と η_{sp}/c の減少率との関係から求めた場合)
 $w/c = 50\%$, $s/a = 42\%$, 粗骨材最大寸法20mm

分類 (スランブ)	スランブ 増大量(cm)	流動化剤の 添加量(%)	コンクリートの η_{sp}/c の 推定値(Poise) A	コンクリートの η_{sp}/c の 実測値(Poise) B	A/B
15A-ス	0	0	1366**	1398	0.98
15-18	3	0.35	861	906	0.95
15-21	6	0.70	510	589	0.87
15-24	9	1.04	272	300	0.91
15-27	12	1.39	149	185	0.81

注 * セメントに対する重量百分率

** 粘度式によるコンクリートの塑性粘度の推定値

(2) 流動化コンクリートの塑性粘度の推定

流動化セメントペーストからモルタルを経て式(1)を用いて算定した流動化コンクリートの塑性粘度の推定値は実測値との隔たりが大きく、この方法は適用できない。そこで、流動化コンクリートの塑性粘度を推定する方法として、スランブ増大量を尺度とすることを考えた。これは図1に示すように、流動

化コンクリートの塑性粘度は降伏値のようにスランブと直接関係がないが、塑性粘度の減少率は近似的にスランブ増大量の2次関数で表わされることが明らかとなった。(図2参照)。したがって、これらの関係を利用し、流動化コンクリートの塑性粘度は、ベースコンクリートの塑性粘度を式(1)によって推定したあと、スランブ増大量を尺度として推定することができるものと思われる。この方法によって推定した流動化コンクリートの塑性粘度の推定値と実測値との関係は表3に示した。その結果、実験値に対する推定値の比は0.81~0.98となり、ほぼ満足に推定できるものと思われる。

なお、上記の実験は、いずれも流動化剤を添加した直後で、温度は20℃±2℃の場合である。流動化コンクリートは時間の経過に伴うスランブロスがあり、塑性粘度も大となるものと思われる。したがって、経過時間の影響についても検討する必要がある。

本研究は、昭和60年度および61年度の文部省科学研究費補助金（総合研究（A）60302064研究代表者、村田二郎）および名城大学学術研究助成金による成果の一部であることを付記し謝意を表します。

参考文献

- 1) 村田・菊川：土木学会論文報告集、第284号、PP117~126、1979
- 2) 菊川：セメント技術年報 Vol. 38 PP222~225、昭和59年