

大阪産業大学 710-会員 山路 文夫

大阪産業大学 正会員 高見 新一

大阪産業大学 学生会員 ○田中 秀治

1. はじめに

近年、施工の多様化にともない多種多様の新しいコンクリートが開発・使用される機会が増えてきた。しかし、これらコンクリートのコンシステンシーを評価する試験方法は多数提案されているが、試験方法によって測定値に差異があり定量的な評価を欠くことが指摘され、いまだ確立された試験方法はない。¹⁾

本研究は市販のB8U型回転粘度計(以降、回転粘度計と記す)を用い普通のコンクリート配合を参考にして、コンクリートの流動特性に大きく影響すると考えられるモルタル部分についてレオロジー特性(塑性粘度・降伏値)の試験を行い、その特性とレオロジー量について検討をした。

2. 実験概要

試験に用いた材料・示方配合は表-1・表-2に示した。試験は室温 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $80 \pm 5\%$ の室内で行った。1シリーズの測定は注水後5[練混ぜ直後]、45.85分の3点とし、1点の測定所用時間は5分以内として、4回同じ手順で試験(レオロジー特性の測定と同時にJIS70-試験)を行った。モルタルの練混ぜはJIS R 5201に準じて行い、1バッチの練混ぜ量は1.5リットルとし、0.5リットルをレオロジー特性の測定試料、1.0リットルをフロー試験の測定試料とした。測定終了後は、モルタルを練り鉢に戻した。次の測定開始時間直前に1分間練直した。レオロジー特性の測定に用いた回転粘度計を図-1、ロータを図-2に示した。回転粘度計のロータ回転数は5、10、20[r.p.m]とし、粘度指示値：指度(θ)の読みは2秒間隔で20秒まで測定を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 回転粘度計の指度(θ)と測定時間の関係

図-3は、標準粘度検定液(JS2000)とモルタル(W/C=45%,注水後85分)を測定した時の指度と測定時間の関係を示した。検定液の指度は測定開始後2~3秒で一定値となるが、モルタルは4秒付近に回転粘度計の始動トルクによる指度の最大値が示され、約12秒以降で指度の変動が小さくなる。この傾向は配合、注水経過時間、ロータの回転数が異なった場合でも同様で、指度と測定時間の関係は3次曲線

表-1 使用材料

水 [w]	水道水
セメント[c]	普通ポルトランドセメント 比重 3.16 比表面積 $3260 \text{ cm}^2/\text{g}$
細骨材 [s] (乾燥状態)	木津川産川砂 粗粒率 2.78 表乾比重 2.54 吸水率 1.9%

表-2 モルタルの示方配合

配合	W/C (%)	単位量 (Kg/m^3)		
		水	セメント	砂
I	45.0	289	643	1286
II	52.5	322	613	1227
III	60.0	351	586	1173

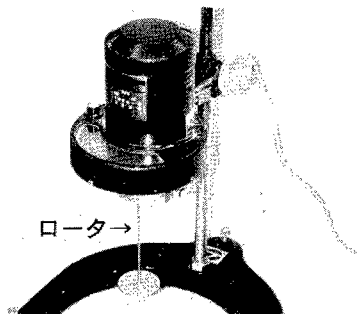


図-1 B8U型回転粘度計

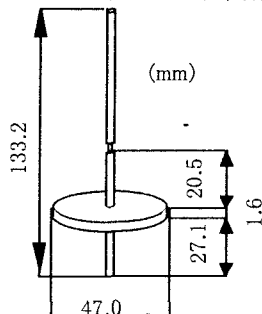


図-2 ロータ (No. 2)

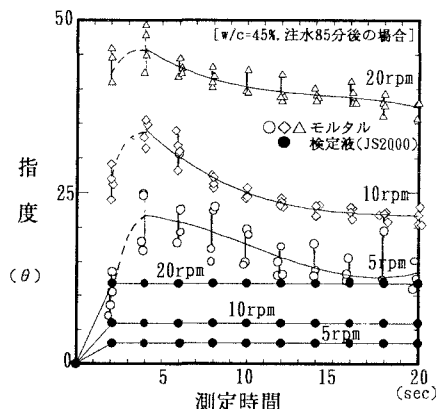


図-3 指度と測定時間との関係

に近い相関性が得られた。これらの結果から、ズリ応力を求める指度は測定変動が小さい12～20秒間の指度平均値を用い(1)式からズリ応力、(2)式からズリ速度を求めた。²⁾

$$\text{ズリ応力(Pa)} = K_1 \times \text{指度}(\theta) \cdots \cdots (1)$$

$$\text{ズリ速度(s}^{-1}\text{)} = K_2 \times \text{回転数(r.p.m)} \cdots \cdots (2)$$

ここに、 K_1 はロータNo2のズリ応力常数：0.952

K_2 はロータNo2のズリ速度常数：0.270

表-3は試験結果の一覧を示した。

3.2 塑性粘度と水セメント比の関係

図-4はモルタルの塑性粘度と水セメント比の関係を示した。塑性粘度はW/Cが大きくなると減少して反比例の関係がみられた。また、塑性粘度は時間経過にともない大きくなり、セメントの水和が進行して流動性が減少する(フロー値が小さくなる)性状を示している。

3.3 降伏値と水セメント比の関係

図-5はモルタルの降伏値と水セメント比の関係を示した。今回の実験で降伏値はW/C=52.5%で最小値を示し、時間経過(85分間)にともなう降伏値の増加は小さく得られた。W/C=60%の降伏値が他の配合より大きいのは、単位水量が多く細骨材がペーストから分離してロータの上面に沈降することで回転抵抗トルクが増加したものと考えられる。

特にW/C=60%のモルタルは練混ぜ直後(5分)の分離傾向が顕著で降伏値は大きく示された。分離傾向のあるモルタルのレオロジー特性を測定する場合、ロータの形状が影響するため留意する必要がある。

4. ま と め

本試験より回転粘度計を用いたモルタルのレオロジー測定について以下の通り要約する。

- (1) 指度(θ)の測定値は試験開始直後に最大値を示し測定値の変動が大きい。したがって、指度は測定値の小さい12～20秒間の平均値が適切と判断した。
- (2) 塑性粘度はW/Cに反比例し、注水経過時間とともに増大し、モルタルの流動特性を定量的に表すことができる。
- (3) 降伏値はW/Cに反比例するが、材料分離の傾向を示すとき増大する。
- (4) 分離傾向のあるモルタルのレオロジー測定は、ロータの形状に留意が必要である。

謝辞：卒業研究生の尾崎啓善君と神谷恵美さんの協力を得ました。ここに感謝の意を表します。

《参考文献》

- 1) フレッシュコンクリートの力学モデル研究会報告書1996年4月：(社)日本コンクリート工学協会
- 2) 回転粘度計による粘性測定の実験 NEW FOOD INDUSTRY Vol.22 No4～6(1980)別刷：東機産業株式会社

表-3 B8U型回転粘度計による測定結果

(①～④はシリーズ測定回数)

配合	W/C (%)	時間 (分)*1	平均値 *2	塑性粘度 η_{pl} (Pa·s)						降伏値 τ_f (Pa)					
				①	②	③	④	$\bar{x}$	$\sigma(\%)$	①	②	③	④	$\bar{x}$	$\sigma(\%)$
I	45.0	5	269	4.89	5.52	4.98	4.37	4.94	9.5	3.17	3.47	3.57	5.30	4.01	28.2
		45	260	5.43	5.41	5.58	5.60	5.51	1.8	4.74	4.68	4.55	3.00	4.24	19.6
		85	257	6.03	5.08	6.66	5.75	5.88	11.1	4.67	3.97	3.11	5.29	4.36	25.8
II	52.5	5	292	3.13	3.00	2.89	3.09	3.02	3.5	2.99	3.56	3.94	3.36	3.46	11.4
		45	286	3.78	3.26	3.54	3.58	3.54	6.0	2.60	3.82	3.73	3.47	3.41	16.4
		85	281	4.19	3.67	4.01	3.87	3.93	5.6	2.71	3.56	3.37	4.34	3.50	19.2
III	60.0	5	310	1.43	1.34	1.13	1.32	1.30	9.7	5.07	5.38	5.84	5.42	5.43	5.8
		45	300	1.78	1.94	1.81	1.67	1.80	6.2	5.01	4.69	4.83	5.10	4.91	3.7
		85	296	2.09	1.84	2.22	1.74	1.97	11.2	4.48	5.53	4.22	5.41	4.91	13.4

*1 時間経過は注水経過時間を示す。

*2 JISフローテーブル直径400mmのものを使用

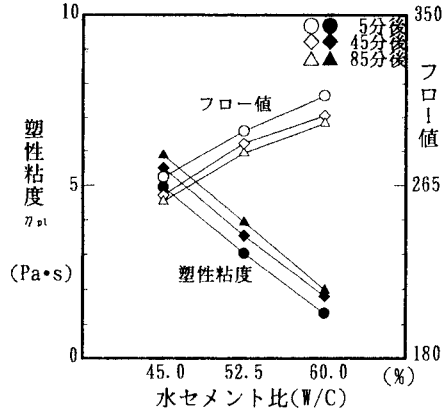


図-4 塑性粘度と水セメント比の関係

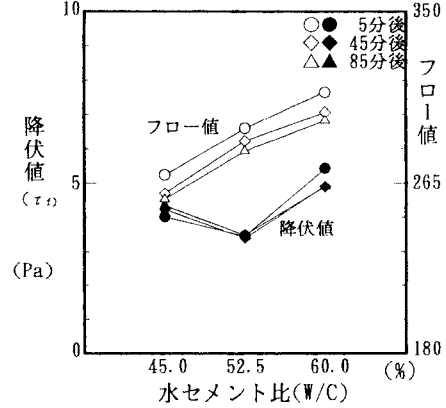


図-5 降伏値と水セメント比の関係