

清水建設技術研究所 正会員 河井 徹
 清水建設技術研究所 正会員 橋田 浩
 東京工業大学工学部 正会員 長滝重義

1. はじめに

筆者らは、これまでに高流動コンクリートのレオロジー定数を測定する研究を行ってきた^{たとえは[1]}。しかし、レオロジー定数の測定には比較的大型な装置を使用し、複雑な手間を要する。そこで、高流動コンクリートのレオロジー定数を簡易に測定する方法に関して各種の実験を行った。なお、増粘剤系と粉体系の高流動コンクリートを用いて、それらのレオロジー特性の差異についても併せて検討した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料と配合

実験に使用した配合を表-1に示す。基本的な配合Aのほか増粘剤系配合V1とV2および粉体系配合P1とP2を用いた。また、塑性粘度 η_{pi} を通常使用されている高流動コンクリートより広い範囲にとる目的で粉体系配合に増粘剤を添加したB1の配合も併せて試験した。セメントは3成分系低発熱形セメント（C:SL:F=35:45:20）、骨材は陸砂Sと最大寸法20mmの石灰石碎石Gを使用した。高性能AE減水剤はナフタリン系のもので使用し、添加率を変化させることによりスランプフローを50~70cmの範囲で変化させた。空気量はAE剤の添加により5%を目標とした。増粘剤Vaはアクリル系のもので使用した。

2. 2 実験方法

コンクリートの練混ぜは、100ℓのパン型強制練りミキサを用いて、固体材料投入後10秒間空練りし、液体材料投入後2分間練り混ぜた。コンクリートの練上がり温度と室内温度は 20 ± 2 ℃にした。スランプフローは土木学会標準、コンクリートのレオロジー定数である降伏値 τ_y と塑性粘度 η_{pi} は、図-1に示す回転翼型粘度計（以下、「Two-Point 試験」と称する。）により、既報の方法¹⁾にて測定した。また、図-2に示すSロートにてコンクリートの流下時間を測定した。

表-1 配合表

No	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)				増粘剤 Va/W (%)
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	
A							0
V1	4.5	5.5	16.5	3.67	9.30	7.94	1
V2							3
P1	38.4	53.3		4.30	8.71		0
P2	34.4	51.8		4.85	8.20		
B1	33.3	52.0		4.80	8.24		2

3. 実験結果と考察

3. 1 降伏値 τ_y

図-3に、スランプフローの逆数とTwo-Point試験で求めた降伏値 τ_y との関係を示す。図-4には、図-3のうちA配合を除く、すなわちワーカブルな範囲の配合に関して両軸の関係を示す回帰式およびそれらの回帰式から求めたスランプフローと降伏値 τ_y との関係を示す。この図から、コンクリートがワーカブルな範囲では両者は良好な関係を示すことが分かる。また、コンクリートの塑性粘度 η_{pi} が大きい方が同一スランプフローの場合に降伏値 τ_y が大きいことが分かる。

3. 2 塑性粘度 η_{pi}

図-5にSロートの流下時間と塑性粘度 η_{pi} との関係を示す。増粘剤系と粉体系では同一のレオロジー定数であってもSロートの流下時間

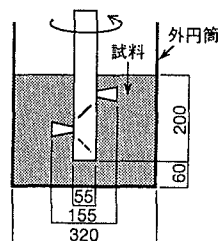


図-1 回転翼型粘度計

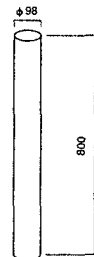
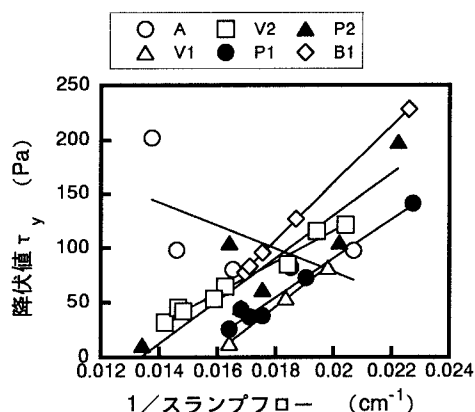
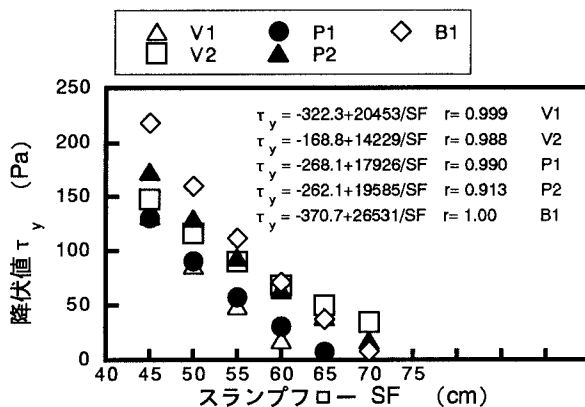


図-2 Sロートの形状

図-3 スランプフローの逆数と降伏値 τ_y 図-4 スランプフローと降伏値 τ_y

が相違している。ここで、S ロート内部のコンクリートの流動モードを式(1)のように想定する。

$$Q_s = Q_1 + Q_2 \text{ -----(1)}$$

Q_s : S ロート内部のコンクリートの流量

Q_1 : Buckingham-Reiner 式のせん断層流による流量

Q_2 : 内壁面とのすべりによる流量

Q_1 は、Two-Point 試験で求めたレオロジー定数、S ロートの管径等から算出し、 Q_1 と実測の流下時間から算出した Q_s との差がコンクリートと内壁面とのすべり（すべり速度 $V = 1/(\alpha \eta_{pl} + \beta \tau_y)$ ）による流量 Q_2 と仮定して、粉体系と増粘剤系別にすべり定数 α と β を算出した。図-6 に、求めた α と β およびそれらを考慮した式(1)にて算出した流量 Q_s と実測の流量 Q_R との比率 Q_s / Q_R を塑性粘度 η_{pl} 別に示す。それらの比率はほぼ 1.0 を示しており、式(1)で S ロートの流動状況を無理なく表せることになる。ここで、 $\alpha > \beta$ であり、式(1)を考慮すると、S ロートの流下時間は主として塑性粘度 η_{pl} 、従として降伏値 τ_y を表すことが分かる。また、同一のレオロジー定数において、増粘剤系の方が粉体系に比較してすべり速度が小さいことがわかる。

4. まとめ

本実験の範囲で以下の結論が導かれる。

(1) ワカブルな高流動コンクリートでは、スランプフローは主として降伏値 τ_y 、従として塑性粘度 η_{pl} に支配される。また、S ロートの流下時間は主として塑性粘度 η_{pl} 、従として降伏値 τ_y に支配される。すなわち、スランプフローと S ロートの流下時間で高流動コンクリートのレオロジー定数を評価できる。

(2) 粉体系と増粘剤系とは、コンクリートのレオロジー定数が同一であっても S ロートの流下時間は相違する。その理由は、コンクリートと内壁面とのすべり速度が粉体系と増粘剤系で相違するからである。

<参考文献> (1) 河井 徹・橋田 浩：高流動コンクリートのレオロジー特性に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 16、No. 1、1994

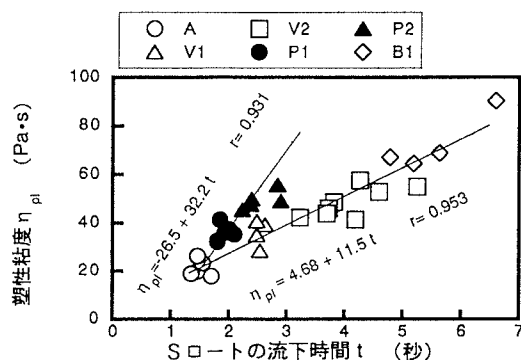
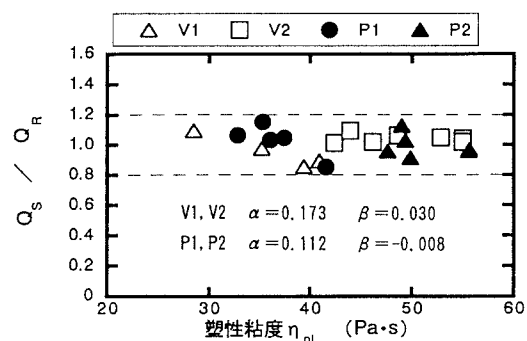


図-5 S ロートの流下時間

図-6 塑性粘度 η_{pl} と流量比率