

論文 モルタルの静置，振動下におけるレオロジー特性に関する基礎的研究

東海大学 学生会員 ○齋藤 拓弥

株式会社フジタ 技術センター 正会員 藤倉 裕介

福岡大学 正会員 橋本 紳一郎

東海大学 正会員 伊達 重之

1. はじめに

コンクリートの基本的なワーカビリティを図る方法としてスランプ試験やタンピング試験などがあり多くの場面で行われているが，同じスランプのコンクリートであっても実際の施工性能，特に振動締固めなどの加振環境下において異なる材料条件や配合条件で練られたコンクリートは異なる施工性能を示すことが報告されている¹⁾²⁾。

本研究では，フレッシュコンクリートを粗骨材とフレッシュモルタルの二相材料と考え，マトリックスであるフレッシュモルタルの静置状態および加振環境下での施工性能を，羽根沈入式塑性粘度計³⁾とテーブルバイブレーターを用いてレオロジーの観点から定量的に評価した。

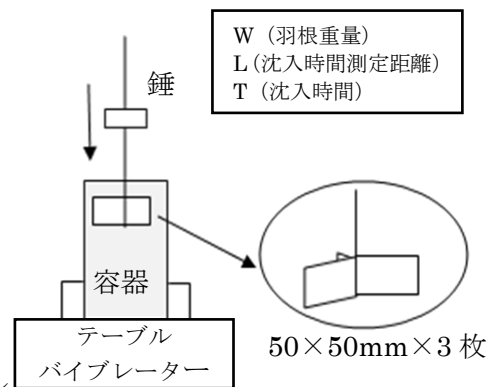


図-1 粘性試験装置

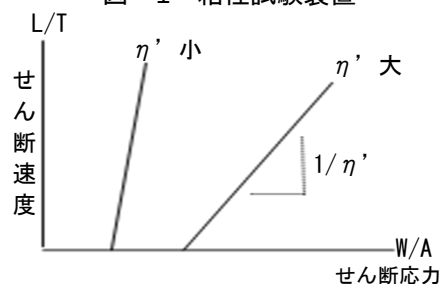


図-2 試験結果の例

2. 実験概要

2. 1 試験機の概要

本試験器は，図-1に示すような3枚の羽根を有する器具をモルタルに自重で沈入させてみかけの塑性粘度 η' を測定するものである。実験結果の例を図-2に示す。試料について数種類の沈入羽根の重量 W_f （以下，記号については図-1を参照）を用いて試験を行うことにより，せん断速度 $v_t (=L/T)$ とせん断応力 $\tau (=W_f/A)$ の関係が得られる。せん断速度をモルタルのせん断領域の幅 h で割った値がせん断ひずみ速度 $\dot{\gamma}$ となる。図-2に示すようにモルタルをビンガム流体と考えせん断速度とせん断応力 τ の関係からみかけの塑性粘度 η' と降伏値 τ_0 を求めた。そして，塑性粘度が既知の流体（塑性粘度が $10\sim 300\text{Pa}\cdot\text{s}$ のシリコンオイル）を用いた実験により求めたみかけの塑性粘度と塑性粘度の関係から，モルタルの塑性粘度を算出した。なお，本試験では沈入時に作用する浮力およびせん断面積が一定となるように羽根がモルタルに完全に埋まった状態から沈入させ，測定を開始した。加振時の測定においては，本試験器を据え付けたテーブルバイブレーター（加速度： 42.0m/s^2 ，周波数： 70Hz ）を稼働させた状況で測定を行った。振動締固めによる試料の物性変化を極力避けるために，羽根を沈入させる時以外は加振を行わず，加振時間の合計も可能な限り短くした。

2. 2 使用材料および配合

今回の実験に使用した材料を表-1に，モルタルの配合条件を表-2に示す。配合は単位水量を $264, 279, 294\text{kg/m}^3$ の3段階を設定し， $W/C=50\%$ 配合において4種類のセメント，細骨材には山砂を使用した。

表-1 使用材料

材料	記号	種類、産地	密度 (g/cm^3)
セメント	N	普通ポルトランドセメント	3.15
	BB	高炉セメント	3.04
	L	低熱ポルトランドセメント	3.14
	H	早強ポルトランドセメント	3.22
細骨材	Sy	山砂（千葉県君津産）	2.61
	Ss	砕砂（東京都青梅産）	2.60
湿和剤	Ad	高性能AE減水剤	—

表-2 モルタルの配合条件

セメントの 種類	W/C	W (kg/m ³)	細骨材	Ad
N BB L H	50	264	山砂	C× 0～2.0 (%)
		279		
		294		
N	40	264		
		279		
		294		
	50	264	砕砂	
		279		
		294		

キーワード フレッシュモルタル，振動締固め，レオロジー特性，フロー，ビンガム流体

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学 TEL. 0463-58-1211

Nセメントを使用した配合では砕砂を使用したケース、また、W/Cを40%にして山砂を使用したケースを実施した。混和剤にはポリカルボン酸系高性能AE減水剤を用いて各配合に3段階の添加量を設定し、フローを150から250mmの範囲で3種類のフローを有するモルタルを作製した。フロー試験はJIS R 5201に従って行った。

3. 実験結果および考察

図-3に粘度試験を行った際の加振前後におけるせん断応力とせん断ひずみ速度の関係を示す。凡例はモルタルの配合と測定時の状況を表す。例えば50N264y1.5静置ならば左から、W/C=50%, Nセメント, 単位水量 264kg/m³, 山砂 (Sy), 混和剤添加量 C×1.5(%), 静置時の測定となる。図-3に示すように静置から加振状態に変わるとモルタルの塑性粘度が上昇し、降伏応力が減少していることがわかる。図-4に静置状態での塑性粘度と降伏応力の関係を示す。塑性粘度の高いモルタルは降伏応力も高くなる傾向があり、正の相関があることがわかる。図-5には加振状態における塑性粘度と降伏応力の関係を示す。図-4と比べるとほぼすべてのデータに塑性粘度の上昇と降伏応力の減少があることがわかる。特に降伏応力の変化は塑性粘度の変化に比べて顕著であった。図-6には加振前後の塑性粘度と降伏応力の変化量の関係を示す。塑性粘度の変化量が大きいものは降伏応力の変化量も大きくなる傾向がある。また、同じW/C=50%の配合であっても砕砂を使用したモルタルでは山砂を使用したものに比べて降伏応力の変化量が大きい傾向があった。その他のセメントを使用した場合およびNセメントでもW/Cが40%のケースなどは比較的变化量が小さくなる結果であった。

4. まとめ

モルタルの静置及び加振環境下でのレオロジー特性の測定試験を行った結果を以下に示す。

- 1) モルタルは振動を付与することによって静置状態に比べて塑性粘度は上昇し、降伏応力は減少することがわかった。
- 2) 塑性粘度と降伏応力の関係、塑性粘度と降伏応力の変化量の関係では、互いに正の相関関係の傾向があった。
- 3) 砕砂を使用したモルタルは山砂の配合よりも降伏応力の変化が大きくなる傾向を示した。

4. 参考文献

- 1) 土木学会：2012年制定コンクリート標準示方書【施工編】，2012
- 2) 伊達重之ほか：モルタルの振動下のフレッシュ性状に及ぼす分割練混ぜの効果，コンクリート工学年次論文集，Vol. 28, No. 1, pp. 1091-1096, 2006. 7
- 3) 室賀陽一郎ほか：モルタルの粘性評価試験装置の開発，土木学会年次学術講演概要集，vol. 55, 部門 5, v, 406, 2000

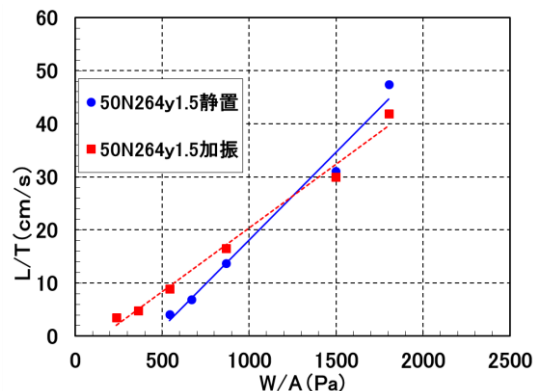


図-3 実際の測定結果の例

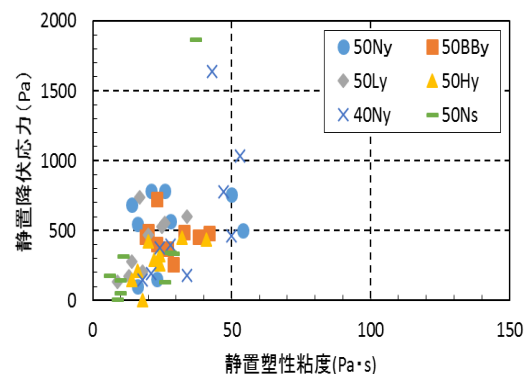


図-4 静置での塑性粘度と降伏応力の関係

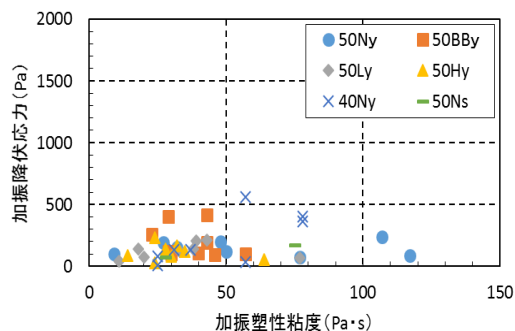


図-5 加振での塑性粘度と降伏応力の関係

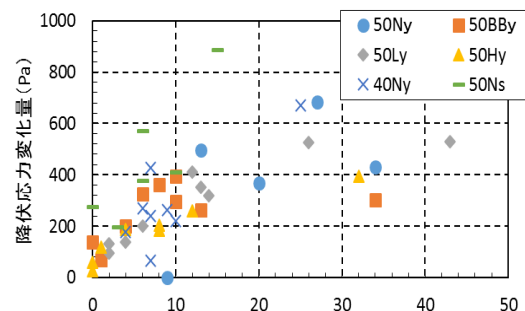


図-6 塑性粘度と降伏応力の変化量の関係