

V-243

高流動コンクリートおよびモルタルのコンシステンシーとレオロジー特性

西松建設㈱技術研究所 正会員 高橋 秀樹 正会員 増田 修一

1. はじめに

高流動コンクリートの流動性などのコンシステンシーは、使用材料および配合によって変化するが、モルタルのレオロジー特性によってある程度定量化できると考えられる。

そこで、高流動コンクリートのコンシステンシーの評価方法を研究する一環として、配合要因を変えて高流動コンクリートのコンシステンシーとレオロジー特性に使用材料や配合が及ぼす影響を調べた。

本文はそのうち、高流動コンクリートおよびモルタルのコンシステンシーとレオロジー特性の関係について検討した結果である。

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合

使用材料を表-1に示す。配合は、表-2に示す目標のコンシステンシーが得られる高流動コンクリートの基準配合を決め、そこから粗骨材を除いたものをモルタルの基準配合とした。基準配合と配合要因の変動を表-3に示す。

粉体1成分系(PⅠ)は、粉体として低熱ポルトランドセメントを、増粘剤系(V)は、普通ポルトランドセメントを使用した。これらの配合試験は、配合要因のセメント量、水量、細骨材率、高性能AE減水剤量、増粘剤量を各3水準ずつ変化させて行った。また、粉体2成分系(PⅡ)は、粉体構成として、普通ポルトランドセメントに、表-1に示す各混和材をセメントに対する重量比で置換した。

2.2 試験項目と方法

コンクリートの練混ぜは、強制2軸ミキサ(容量100ℓ)を用い、全材料投入後、空練り15秒、練混ぜ水投入後、90秒間練混ぜた。5分練置きした後に排出して試験を行った。モルタルは、JIS R 5201

に規定されているミキサを用い、全材料投入後連続して低速で3分間とし、練り置き3分後に試験を行った。

(1) コンシステンシーの測定

コンクリートの試験は、①スランプフロー、②V65漏斗、③空気量、④U型充填の各試験を、モルタルの試験は、①フロー、②V漏斗、③単位容積質量の各試験を行った。(コンクリート、モルタル温度20～23℃)

(2) レオロジーの測定

コンクリートのレオロジーは二重円筒型回転粘度計を、モルタルはB型粘度計を用い、回転速度の上昇過程においてせん断速度・応力を求め、見掛けの降伏値、塑性粘度を算出した。

3. 実験結果と考察

キーワード：高流動コンクリート、コンシステンシー、レオロジー、降伏値、塑性粘度

〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間2570-4 TEL:0462-75-1135 FAX:0462-75-6796

表-1 使用材料

材 料	種 類	記号	物 性 ・ 成 分
セメント	低熱ポルトランドセメント	HF	比重3.20、比表面積4,160cm ² /g
	普通ポルトランドセメント	NP	比重3.16、比表面積3,370cm ² /g
	高炉スラグ微粉末	SG	比重2.91、比表面積6,070cm ² /g
混和材	フライアッシュ	FA	比重2.31、比表面積3,220cm ² /g
	石灰石粉	LS	比重2.70、比表面積3,720cm ² /g
細骨材	陸砂：大井川水系	S	表乾比重2.59、吸水率2.15%、粗粒率2.73
粗骨材	砕石2005：青梅産	G	表乾比重2.65、吸水率0.72%、粗粒率6.63
混和剤	高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸系
	増粘剤	V	セルロース系

表-2 目標コンシステンシー

スランプフロー：60～65cm
V65漏斗流下時間：10～15秒
空気量：4.5±1.5%
充填高さ(U型充填)：30cm以上

表-3 基準配合と配合要因の変動

記 号	W/P (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)			混 和 剤	
			P(セメント+混和材)	W	S	G	(W×%) (S×%)
PⅠ	32.4	50.0	525(HF)	170	805	822	— 1.5
PⅡ	32.4	50.0	525(NP+SG, FA, LS)	170	803	819	— 1.2
V	50.0	52.3	360(NP)	180	896	835	0.2 1.7
配合要因の増減：①セメント量：40～50kg/m ³ 、②水量：5kg/m ³ ③s/a：2.5%、④SP量：P×0.2%、⑤増粘剤量：W×0.05% 混和材比率(重量)：SG=30, 50, 70%、FA=10, 30, 50%、LS=30, 50%							

3.1 実験結果

目標のコンシステンシーを得るためのSP量は、粉体2成分系がPX1.2%と一番少なく、混和材の流動性改善効果が大きかった。実験結果は、概ねスランプフロー値は55～70cm、V65漏斗流下時間10～20秒で、高流動コンクリートとしての標準的な範囲内の値であった。

3.2 コンシステンシーとレオロジー特性

既往文献^{1),2)}等から、関係が深いとされているフローと降伏値、漏斗流下時間と塑性粘度の関係を図-1～4に示す。図-1、2からスランプフロー値と降伏値の相関は高く、塑性粘度が大きくなると、V65漏斗流下時間は遅くなる傾向にあった。（骨材かみ合いによる流下時間20秒以上を除く）

また図-2、4から、粉体1成分系の塑性粘度が、増粘剤系より若干高かった。

3.3 高流動コンクリートのコンシステンシーとモルタルのレオロジー特性

図-1～4から、コンシステンシーとレオロジーの相関が高いことを把握できたので、モルタルのレオロジー定数からコンクリートのコンシステンシー評価値の関係を調べた。これを表-4に示す。スランプフロー値は、モルタルの降伏値との相関が高く、塑性粘度を考慮しても相関係数は上がらなかった。またV65漏斗流下時間は、モルタルの塑性粘度との相関は比較的高いが、降伏値とともに評価の方が精度が高かった。

4. まとめ

実験結果から、現状のコンシステンシー評価方法(値)とレオロジー特性の相関は比較的高く、モルタルのレオロジー特性から高流動コンクリートのコンシステンシーを評価できる見通しが得られた。

今後は、実施工を考慮し、骨材種類や粗粒率、温度および経時変化などが高流動コンクリートの間隙通過性や充填性等に及ぼす影響を調べ、モルタルのレオロジー特性に基づく配合設計を検討していく予定である。

最後に、本研究をご指導戴いた故眞嶋光保大阪市立大学教授に深謝するとともにご冥福をお祈りします。

【参考文献】1)日本コンクリート工学協会：超流動コンクリート委員会報告書Ⅰ(1993)，Ⅱ(1994)

2)土木学会：高流動コンクリートの技術の現状と課題，1996

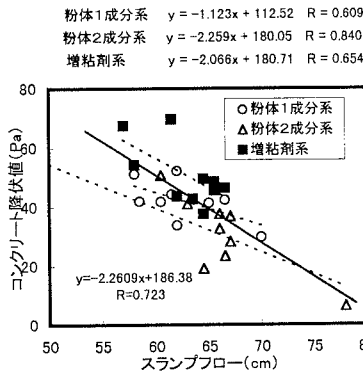


図-1 スランプフローと降伏値

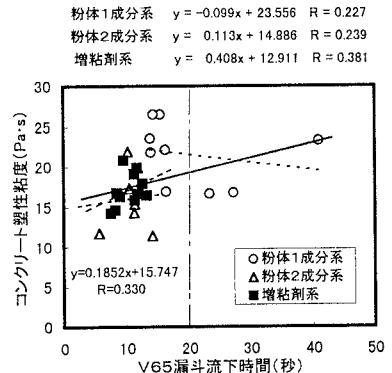


図-2 V65漏斗流下時間と塑性粘度

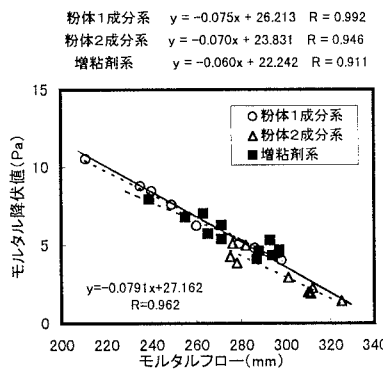


図-3 モルタルフローと降伏値

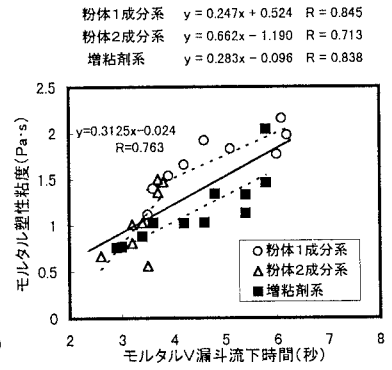


図-4 モルタルV65漏斗時間と塑性粘度

表-4 モルタルレオロジーとコンシステンシーの関係

配合	関係式	相関係数
粉体1成分系	$S\phi = -1.49 \tau + 72.6$	$R = 0.876$
	$S\phi = -7.51 \eta + 75.5$	$R = 0.619$
	$S\phi = -1.44 \tau - 0.535 \eta + 73.1$	$R = 0.876$
増粘剤系	$T(V65) = -2.30 \tau + 35.5$	$R = 0.578$
	$T(V65) = -9.08 \eta + 35.6$	$R = 0.319$
	$T(V65) = -2.66 \tau + 3.85 \eta + 31.4$	$R = 0.587$
粉体2成分系	$S\phi = -1.36 \tau + 70.8$	$R = 0.528$
	$S\phi = -3.60 \eta + 67.3$	$R = 0.421$
	$S\phi = -1.67 \tau + 1.19 \eta + 71.1$	$R = 0.532$
増粘剤系	$T(V65) = 0.607 \tau + 6.94$	$R = 0.384$
	$T(V65) = +2.93 \eta + 6.97$	$R = 0.559$
	$T(V65) = -0.621 \tau + 4.72 \eta + 8.42$	$R = 0.587$
粉体2成分系	$S\phi = -2.37 \tau + 73.4$	$R = 0.604$
	$S\phi = -8.50 \eta + 75.4$	$R = 0.599$
	$S\phi = -1.38 \tau - 4.71 \eta + 75.5$	$R = 0.641$
増粘剤系	$T(V65) = 0.909 \tau + 7.73$	$R = 0.485$
	$T(V65) = +0.681 \eta + 9.72$	$R = 0.587$
	$T(V65) = 1.81 \tau - 4.29 \eta + 9.57$	$R = 0.635$

※ $S\phi$: スランプフロー値, $T(V65)$: V65漏斗流下時間, τ : モルタル降伏値, η : モルタル塑性粘度