

粗骨材とモルタルの密度差に着目した粉体系高流動コンクリートの配合特性に関する研究

八戸工業大学 正会員 ○阿波 稔
 正会員 庄谷 征美
 敦賀セメント（株） 正会員 徳橋 一樹

1. まえがき

近年、コンクリートの施工性の改善を主目的とした自己充てん型の高流動コンクリートが開発され、すでに実構造物に使用されている。しかし、多種多様な材料を用いて製造され、その組み合わせも複雑である粉体系高流動コンクリートの配合設計法は、必ずしも合理的な手法が確立されているとは言えない現状と思われる。

これまで本研究室では、高流動コンクリートの配合設計を行う上で、その自己充てん性は粗骨材とモルタルの物理的特性の相違と密接に関連していることに着目し、粗骨材とモルタルの密度差が粉体系高流動コンクリートの配合特性に及ぼす影響について、一部実験結果を報告してきた。そこで本報では、目標スランプフローや微粉末の比表面積、細骨材の密度などの配合パラメータを変化させた高流動コンクリートを作成し、上記粗骨材とモルタルの密度差がコンクリートの自己充てん性能に及ぼす影響について考察した。

2. 実験の概要

セメントは、普通ポルトランドセメントを用いた。本研究では、モルタルの密度を変化させることを目的に、密度の異なる 3 種類の細骨材を使用した。それらは、密度 2.69g/cm^3 、吸水率 0.91% 、F.M.2.55 の石灰岩砕砂、密度 2.97g/cm^3 、吸水率 1.96% 、F.M.2.50 のフェロニッケルスラグ細骨材（FNS破砕）および密度 3.51g/cm^3 、吸水率 0.64% 、F.M.2.66 の銅スラグ細骨材である。なお、これらのスラグ細骨材は、コンクリートの細骨材絶対容積に対して 0% 、 50% および 100% の割合で混合した。粗骨材は、密度 2.71g/cm^3 、吸水率 0.49% 、最大寸法 20mm の石灰岩砕石を使用した。微粉末材料は、プレーン比表面積を $6,000\text{cm}^2/\text{g}$ 、 $10,000\text{cm}^2/\text{g}$ と変化させた 2 種類の石灰石微粉末を用いた。また、ポリカルボン酸系の高性能AE減水剤および天然樹脂酸塩を主成分としたAE剤を使用した。

フレッシュコンクリートのスランプフローは $600 \pm 50\text{mm}$ および $700 \pm 50\text{mm}$ の 2 ケースとした。また、コンクリートの自己充てん性能は、充てん装置を用いた間げき通過性試験により、障害 R1 を通過することとした。表-1 および表-2 に、自己充てん性（ランク 1）を満足した高流動コンクリートの示方配合を示す。

表-1 目標スランプフロー $600 \pm 50\text{mm}$

配合表	W/P (%)	W/C (%)	単位 粗骨材 絶対容積 (m ³ /m ³)	単位量(kg/m ³)									凡 例
				水 W	セメント C	石灰石 微粉末 LS	細骨材			粗骨材 G	混和剤		
							砕砂	FNS	CUS		高性能 AE減水剤	AE剤 (g/m ³)	
Control-LS60	88	55	0.273	165	300	250	899	-	-	741	3.30	220	○
FNS(破砕)-50-LS60	88		0.283	161	293	244	447	494	-	768	3.49	210	
FNS(破砕)-100-LS60	88		0.290	155	282	233	-	1010	-	785	3.35	210	□
CUS-50-LS60	89		0.276	167	304	243	444	-	580	756	3.12	440	×
CUS-100-LS60	92		0.279	170	309	232	-	-	1145	756	3.52	540	+
Control-LS100	88		0.276	165	300	250	891	-	-	749	3.03	0	
FNS(破砕)-100-LS100	90		0.286	160	291	233	-	997	-	775	2.98	0	*

表-2 目標スランプフロー $700 \pm 50\text{mm}$

配合表	W/P (%)	W/C (%)	単位 粗骨材 絶対容積 (m ³ /m ³)	単位量(kg/m ³)									凡 例
				水 W	セメント C	石灰石 微粉末 LS	細骨材			粗骨材 G	混和剤		
							砕砂	FNS	CUS		高性能 AE減水剤	AE剤 (g/m ³)	
Control-LS60	82	55	0.267	165	300	286	879	-	-	725	4.10	590	●
FNS(破砕)-50-LS60	84		0.269	163	296	269	450	497	-	728	3.39	850	
FNS(破砕)-100-LS60	85		0.274	158	287	256	-	1016	-	743	3.53	540	■
CUS-100-LS60	90		0.270	170	309	247	-	-	1199	730	6.39	250	+
Control-LS100	86		0.264	167	304	264	896	-	-	696	5.00	170	▲
FNS(破砕)-100-LS100	86		0.264	160	291	253	-	1061	-	713	5.44	163	*

キーワード：高流動コンクリート、微粉末材料

連絡先：八戸市大字妙字大開 8 8 - 1（電話番号 0178-25-3111 FAX 0178-25-0722）

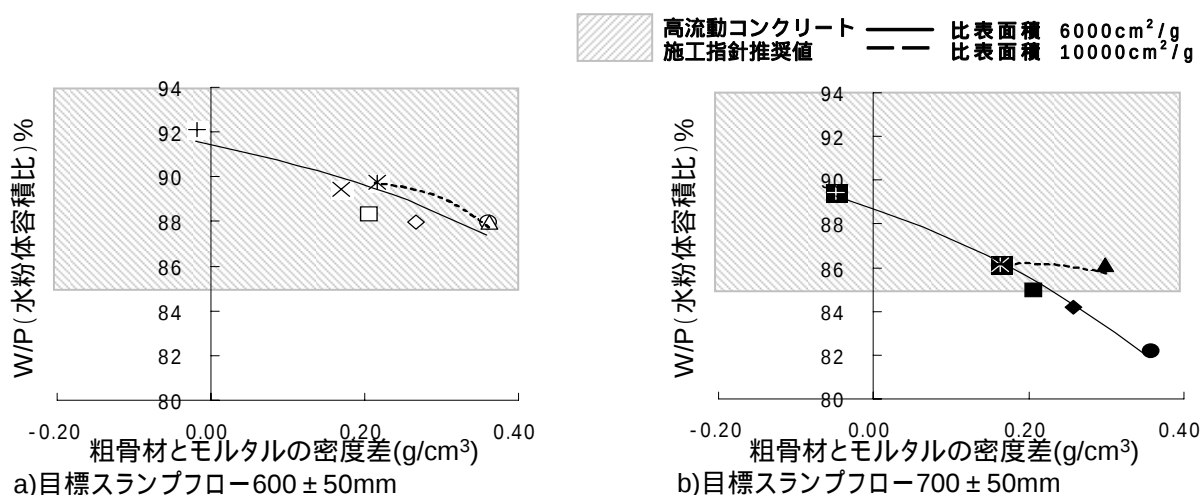
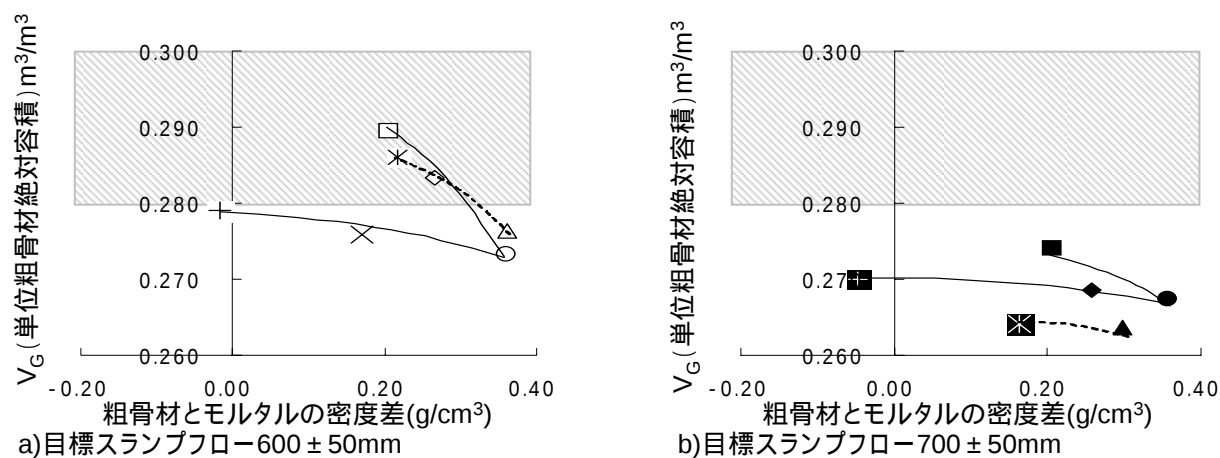


図-1 粗骨材とモルタルの密度差とW/Pとの関係 (+側:粗骨材の密度大)

図-2 粗骨材とモルタルの密度差と V_G との関係 (+側:粗骨材の密度大)

3. 実験結果および考察

図-1は、粗骨材とモルタルの密度差と水粉体容積比(W/P)との関係を示したものである。この図に見られるように、目標スランプフローが大きく、使用する微粉末の比表面積が小さなコンクリートほど、粗骨材とモルタルの密度差による影響を大きく受け、密度差の増加に伴い要求される水粉体容積比が低下する傾向が確認された。これは、粗骨材とモルタルの密度差が増加すると、間げき通過性試験において鉄筋間での粗骨材のかみ合いが生じ易くなり、それを回避するためにペーストの粘性を増大させる必要があるためと考えられる。

図-2は、粗骨材とモルタルの密度差と単位粗骨材絶対容積との関係を示したものである。この図より、粗骨材とモルタルの密度差が大きくなるに従い、単位粗骨材絶対容積は減少する傾向が見られた。また、スランプフローが700mmと大きなコンクリートは、間げき通過性試験において粗骨材同士の閉塞作用を回避するために、使用する粗骨材量を減少させる必要があるものと考えられる。さらに、密度が著しく大きい銅スラグ細骨材を用いたコンクリートの場合、モルタル自身に材料分離が生じやすくなると考えられ、単位粗骨材絶対容積を著しく低下させる必要があると考えられる。

以上の結果より、目標スランプフローが700 ± 50mmと大きなコンクリートは、土木学会高流動コンクリート施工指針に示されている、自己充填性ランク1を得るための推奨値を満足できないケースが存在することが分かった。

4. まとめ

粗骨材とモルタルの密度差は、粉体系高流動コンクリートの配合特性と密接に関わりを持っていることが分かった。特に、目標スランプフローが大きく、使用する微粉末の比表面積が小さなコンクリートほど、密度差の影響を大きく受けることを確認した。