

東京都立大学 正会員 村田二郎

〃 〃 〃 鈴木一雄

1. まえがき; コンクリートに流動化剤を添加するとコンクリート中のセメントペーストが液状化するの、セメントペーストの分離はある程度まで避けられない。本研究は、まず、流動化モルタルガウのセメントペーストの分離について解明的に検討し、これを基に流動化コンクリートにおける流動化剤の添加量およびスランプ増大量の適正値の予知方法を提案したものである。

2. 流動化モルタルからのセメントペーストの分離; モルタル中の細骨材間隙で形成される仮想鉛直毛细管群の平均径はモルタル中の細骨材の容積率50%の場合、細骨材の平均径に等しいと仮定すれば、 $D_m = 0.5 d_m / v_s$ (1)

ここに、 D_m : 仮想細管群の平均径(mm), d_m : 細骨材の平均径(mm), v_s : モルタル中の細骨材容積率、平均粒径は式5から計算できる。

$$d_m = \frac{\sum_{i=1}^n n_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (2)$$

ここに、 d_i : 相隣れるふり寸法の平均値(mm), n_i : 相隣れるふり間の粒を直径 d_i の球と仮定して計算した粒子数

細管内を上昇するセメントペーストの栓流径は $r_f = 2L_f / \Delta p$ (3)

ここに、 r_f : 栓流半径(cm), Δp : 圧力勾配(%)
圧力勾配は式4に示すようである。

$$\Delta p = (p_m - p_p) g h / h = (p_m - p_p) g \quad (4)$$

ここに、 p_m, p_p : それぞれモルタルおよびセメントペーストの密度(g/cm^3), h : モルタル試料の高さ(cm)。

式4より栓流半径は式5となる。

$$r_f = 2L_f / (p_m - p_p) g \quad (5)$$

るは D_m の場合、セメントペーストは理論上細管内を流れるので分離は起らないと考えられる。従って、 r_f/D_m は分離の程度を示す重要な尺度となる。これを確かめる目的で以下の実験を行った。実験に用いたモルタルの配合は表1に示すようである。研石および軽骨材コンクリートの配合からモルタルを取り出したものである。実験は容量20ℓのホバート型ミキサを用いて、モルタルを練り混ぜた後、これを容量1ℓのナスシリンダーに30cmの高さに打設し、15, 30, 45および60分間静置し、モルタル上面に分離上昇したセメントペースト量の測定を行った。実験結果の一例を表2、図1および図2に示す。表2において、コンクリートの配合を4%増加しても分離ペースト量の測定値には大差が認められず、図1にも示したようにセメントペーストの分離に対する配合の影響は比較的小さく、流動化剤の添加量が支配的となっている。図2は分離ペー

表1. モルタルの配合

コンクリートの種類	コンクリートの配合										モルタルの配合			
	スランプ	空気量	水	セメント	細骨材	粗骨材	単位量	単位量	単位量	単位量	単位量	単位量	単位量	単位量
	(mm)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)
標準モルタル	2.0		34.8	152	287	882	1206	312	588	1275	0	0	0	0
流動化モルタル	8.0	5.3	36.6	155	282	880	1157	307	579	1233	0	0	0	0
			38.6	158	286	894	1119	303	571	1196	0	0	0	0
			40.6	161	303	725	1070	299	564	1149	0	0	0	0
軽骨材コンクリート	8.0		38.0	159	300	482	938	308	583	938	0	0	0	0
流動化モルタル	8.0	8.0	40.0	162	306	504	984	305	576	949	0	0	0	0
			41.0	165	311	481	957	301	568	959	0	0	0	0
			42.0	168	317	546	957	298	562	995	0	0	0	0

表2. 分離実験結果 (静置時間: 60分)

試料	配合材	コンクリート配合率 (%)	流動化剤添加率 (%)	セメントの割合 (%)	栓流半径 (mm)	細骨材の割合 (%)	モルタルの割合 (%)	分離上昇したセメントペースト量 (g)	分離上昇したセメントペースト量 (g)	2r/Dm
川砂モルタル	3.14	45.0	0	12.0	57.1	105.0	0.5	0.5	0.5	0.91
			0.25	0.67	4.23	53.0	9.34	0.5	0.5	0.91
			0.25	0.62	4.34	53.3	9.23	0.5	0.5	0.93
			0.30	0.39	2.02	55.1	8.80	0.5	0.5	1.23
			0.50	0.12	0.60	55.0	8.80	0.5	0.5	0.91
			0.30	0.39	2.02	55.1	8.80	0.5	0.5	1.23
軽骨材モルタル	2.74	40.0	0.23	0.69	1.00	55.0	8.80	0.5	0.5	0.91
			0.30	0.39	2.02	55.1	8.80	0.5	0.5	1.23
			0.50	0.12	0.60	55.0	8.80	0.5	0.5	0.91
			0.30	0.39	2.02	55.1	8.80	0.5	0.5	1.23
			0.50	0.12	0.60	55.0	8.80	0.5	0.5	0.91
			0.30	0.39	2.02	55.1	8.80	0.5	0.5	1.23

① N: 流動化剤 NP 2.0, P: 流動化剤 バリックスFL

[静置時間: 60分]

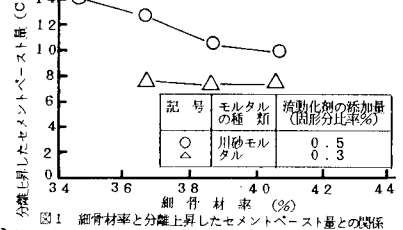


図1 細骨材率と分離上昇したセメントペースト量との関係

[静置時間: 60分]

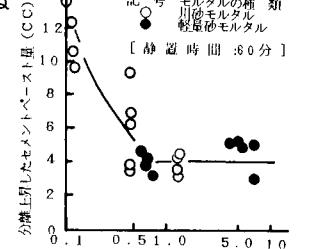


図2 2r/Dmと分離上昇したセメントペースト量との関係

スランプと $2rf/D_m$ との関係を示したものであって、 $2rf/D_m$ の値が小さい程分離ペースト量が大きくなっており $2rf/D_m$ の値が分離に対する重要な尺度であることを示している。すなわち、 $2rf/D_m$ が0.6程度以上の場合、分離ペースト量は約4ccであるのに対し $2rf/D_m$ が0.1程度以下の場合10cc以上となっている。従って、 $2rf/D_m$ が0.6程度以上であればモルタルの種類にかかわらず分離は実用上少ないと考えてよい。

3. 流動化コンクリートにおけるスランプ増大量の予知；流動化コンクリートにおける流動化剤の添加量なうびにスランプ増大量の適正値を予知する方法について検討するために流動化コンクリートの分離実験を行った。実験は表3に示す配合の碎石および軽量骨材コンクリートを容量50Lの強制練りミキサーにより練り混ぜた後、直径30cm、高さ30cmの塩化ビニール製の円筒容器に充填し、静置時間60分で試料上面に分離上昇したセメントペースト量を測定した。測定結果の一例を表4および図3に示す。表4にはコンクリート中のモルタル試料の D_m 、セメントペーストの $2rf/D_m$ および分離ペースト量を示した。表4において、分離ペースト量はモルタル同様、流動化剤の添加量が多い程大となって流動化剤の添加量が分離に対して支配的因子であることを示している。図3はモルタルの $2rf/D_m$ とコンクリート上面に分離したペースト量との関係を示したもので、両者はコンクリートの種類にかかわらず同一曲線で示され、 $2rf/D_m$ の値が小さい程、分離ペースト量は著しく大きく、モルタル同様 $2rf/D_m$ の値を0.6程度以上とすれば実用上分離が少なくなるので、 $2rf/D_m$ を0.6を分離限界と考えてよい。

表3 コンクリートの配合

コンクリートの種類	スランプ (cm) ベース 流動化	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量 (Kg/m ³)					
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 (1/m ³)	
砕石コンクリート	2	18	4.5	53	146	275	1015	2.75	2.02	8.8
	8	"			157	297	1022	2.87	2.87	8.31
	10	"			157	297	994	2.86	2.36	5.55
	12	"			160	302	887	2.86	2.42	4.83
軽骨コンクリート	8	15	6.0	53	162	306	504	5.84	—	2.78
	15	21			176	332	488	5.65	—	3.98

0.6を分離限界と考えてよい。

表4 コンクリートの分離実験結果

コンクリートの種類	スランプ (cm) ベース 流動化	流動化剤の添加量 (g)	モルタル中のセメントの割合 (%)	モルタル中の砂の割合 (%)	仮想細骨材の平均粒径 D_m (mm)	セメントの降伏値 $2rf$ (g/cm ²)	検流半径 r (mm)	$2rf/D_m$	分離上昇したペースト量 (cc)	分離限界と異なる割合 (%)	分離ペースト量の総増加 (%)
砕石コンクリート	2	5.0	8.0	9.0	7.6	0.05	0.27	0.072	5.06	0.42	0.26
	8	6.0	5.5	9.9	7.7	0.16	0.32	0.212	3.62	0.43	0.27
	10	6.0	4.0	9.9	7.7	0.26	0.36	0.312	1.76	0.43	0.28
	12	6.0	3.5	9.9	8.1	0.38	0.38	0.458	0.58	0.40	0.28
軽骨コンクリート	8	2.2	0.23	51.3	8.28	0.69	1.84	4.44	125	0.09	0.62
	15	3.9	0.42	"	"	0.14	2.28	0.87	161	"	"

③ 細骨材の平均粒径 d_m は川砂の場合0.091mm、軽量砂の場合0.085mm、 D_m はコンクリート中のモルタルの仮想細骨材の平均粒径を示す。

図4に $\alpha=53\%$ のセメントペーストについて測定した降伏値と流動化剤の添加量との関係を示した。この関係は式6で表される。

$$\tau_f = \alpha / (229 + 286\alpha)$$

ここに、 α ：流動化剤の添加量(固形分比率%)

また、図4は流動化剤の添加量とコンクリートのスランプ増大量との関係を示したものである。従って、これを利用すれば流動化コンクリートにおけるセメントペーストの分離を考慮した流動化剤の添加量なうびにスランプ増大量の適正値を求めることができる。すなわち、 $2rf/D_m=0.6$ において式5よりセメントペーストの $2rf$ を求め、式6より分離限界となる流動化剤の添加量 α を算定する。更に、 α を用い図4からスランプ増大量が得られる。分離限界となる流動化剤の添加量は表4に併記したように、碎石コンクリートの場合約0.2%、軽量コンクリートの場合約0.6%であって、これに対応するスランプ増大量は碎石コンクリートの場合約5cm、軽量コンクリートの場合約15cmであった。これは、セメントペーストの分離に注目したもので強度変化等についても検討する必要がある。

参考文献 ① 村田 辰希、流動化コンクリートの研究、日本学生産学研究所報告、p.17-21、1984年

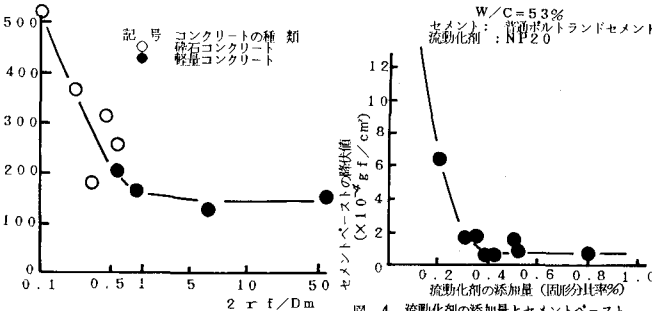


図3 コンクリート中のモルタルの $2rf/D_m$ と分離上昇したセメントペースト量との関係

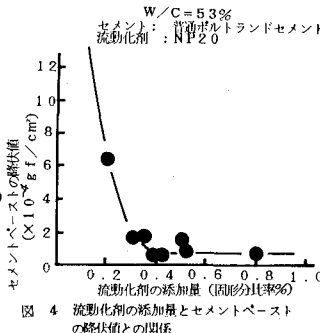


図4 流動化剤の添加量とセメントペーストの降伏値との関係

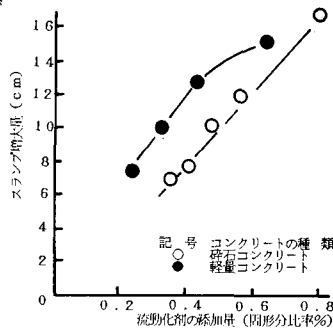


図5 流動化剤の添加量とスランプ増大量との関係