

コンクリートのブリーディング性状に及ぼす粉体および骨材の影響

(株)エヌエムビー 正会員 本田 亮
 東京都立大学大学院 正会員 上野 敦
 フェロー 国府勝郎

表-1 使用材料

材料	種類	略号	密度 (g/cm ³)
セメント	普通ポルトランドセメント	C	3.16
混和材	高炉スラグ微粉末 (粉末度4000cm ² /g)	B4	2.91
	高炉スラグ微粉末 (粉末度6000cm ² /g)	B6	2.91
	フライアッシュ (粉末度4000cm ² /g)	F4	2.22
	フライアッシュ (粉末度6000cm ² /g)	F6	2.41
細骨材	奥多摩産砕砂	S1	2.69
	富津産山砂	S2	2.61
粗骨材	奥多摩産砕石	G	2.71
混和剤	減水剤, 空気量調整剤		

1.はじめに

一般に、コンクリートのブリーディング現象は過度に生じると、水みちの形成や粗大空隙の形成により、硬化後に気体および液体の透過性が増大し、所要の品質の確保が困難となる。したがって、コンクリートのブリーディング性状はコンクリートの施工性、品質および耐久性に大きな関わりをもつものである。本研究は、粉体の保水性および骨材の拘束水量がコンクリートのブリーディング性状に及ぼす影響を検討したものである。

2.実験概要

(1) 使用材料

表-1 に使用材料を示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。鉱物微粉末は高炉スラグ微粉末およびフライアッシュの2種類とし、それぞれ粉末度 4000 および 6000cm²/g 程度のものを使用した。置換率は、高炉スラグ微粉末の場合、結合材質量の 20、40 および 60%、フライアッシュの場合、10、20 および 30%とした。

(2) 粉体の保水性の評価

粉体種類ごとの保水性の定量的評価を目的とし、JIS A 1802 に規定の遠心脱水機を用いたペーストの脱水試験を行った。コンクリートのブリーディング現象に関して、機械脱水によりペースト部の保水性を評価するためには、ペーストに与える加速度を、実際にブリーディングが生じる重力場と同等なものにする必要があると考え、回転数は 100rpm (約 10m/s²) で試験した。また、脱水時間はセメントの凝結を考慮して、60 分までとした。ペーストの配合では、各鉱物微粉末を単体で用い、水粉体質量比を 0.55、減水剤を粉体質量に対して一定量 (0.25%) 使用した。

(3) 細骨材の拘束水量の評価

細骨材の拘束水量を検討するため、表-2 に示すコンクリートのモルタル部分を対象として、回転数 100rpm、脱水時間 60 分の条件で、ペーストの場合と同様の遠心脱水試験を行った。

(4) コンクリートのブリーディング

表-2 に示す各コンクリートのブリーディング性状を JIS A 1123 によって試験した。

3. 結果および考察

(1) 粉体の保水性の定量化

遠心脱水後のペースト中の水の質量を粉体の保水量とし、脱水時間とペースト 1L 当たりの粉体の保水量の

表-2 コンクリートの配合

配合NO.	置換率	W/B	SL	s/a	単位量 (kg/m ³)							
					空気量	W	C	混和材	S1	S2	G	減水剤
C	0	0.65	18	0.43	5	184	283	0	621	155	1045	B×0.3%
B4-20	20	0.65	18	0.43	5	182	224	56	623	156	1047	B×0.3%
B4-40	40	0.65	18	0.43	5	179	165	110	625	156	1052	B×0.3%
B4-60	60	0.65	18	0.43	5	176	108	162	628	157	1056	B×0.3%
B6-20	20	0.65	18	0.43	5	180	222	55	625	156	1052	B×0.3%
B6-40	40	0.65	18	0.43	5	179	165	110	625	156	1052	B×0.3%
B6-60	60	0.65	18	0.43	5	178	110	164	625	156	1052	B×0.3%
F4-10	10	0.65	18	0.43	5	180	249	28	623	156	1048	B×0.3%
F4-20	20	0.65	18	0.43	5	178	219	55	623	156	1047	B×0.3%
F4-30	30	0.65	18	0.43	5	174	187	80	625	156	1051	B×0.3%
F6-10	10	0.65	18	0.43	5	180	249	28	624	156	1050	B×0.3%
F6-20	20	0.65	18	0.43	5	177	218	54	626	156	1053	B×0.3%
F6-30	30	0.65	18	0.43	5	174	187	80	628	157	1056	B×0.3%

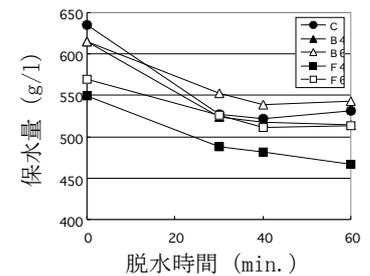


図-1 脱水時間とペースト 1L 当たりの保水量の関係

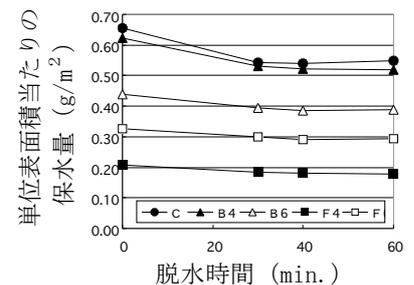


図-2 脱水時間と単位粉体表面積当たりの保水量の関係

キーワード：鉱物微粉末、表面積、保水性、ブリーディング

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市1-1、Tel0426-77-1111、Fax0426-77-2222

関係を整理すると図-1 のとおりとなる。粉体はその表面でのみ水分を拘束すると考え、窒素吸着法によって求めた粉体の表面積で各ペーストの保水量を除いて、単位粉体表面積当たりの保水量を算出した。脱水時間と単位粉体表面積当たりの保水量の関係を図-2 に示す。単位粉体表面積当たりの保水量が粉体ごとに一定の値に収束していくことがわかる。したがって、各粉体の保水性を単位粉体表面積当たりの保水量によって、定量的に評価することとした。各粉体の単位表面積当たりの保水量は表-3 のとおりとなった。

(2) 細骨材の拘束水量の定量化

モルタルの遠心脱水試験結果であるモルタル 1L 当たりの保水量は、ペーストの場合と同様に、一定の値に収束した。遠心脱水後のモルタル中の水の質量から前述の粉体の保水量を差し引いて、細骨材の拘束水量を計算した。細骨材についても、粒子表面にのみに水分を拘束すると仮定し、粒度分布から粒子形状を球として計算した細骨材の表面積と、各モルタルにおける細骨材の拘束水量から、単位細骨材表面積当たりの拘束水量を算出した。本検討では、脱水時間 60 分後の拘束水量 5.65~9.07g/m²を平均し、この平均値 7.23 g/m²を細骨材の単位表面積当たりの拘束水量とした。

(3) 粉体の保水性および細骨材の拘束水量とブリーディング水量の整理

コンクリートの使用材料の中で粉体と細骨材が水を拘束すると考え、粉体の保水量、細骨材の拘束水量および単位水量からブリーディング水量を計算し、実測値と比較すると図-3 のとおりになる。計算値と実測値の関係は粉体の種類および置換率に関わらず、同一の直線的な関係となっており、粉体の表面が有する保水性の違いが単位粉体表面積当たりの保水量によって定量的に評価できていると考えられる。

図-3 における計算値と実測値の差違が粗骨材によって拘束される水量と考えられる。粗骨材粒子は、粒子体積に対して表面積が小さいことから、粒子の2次元投影面積がブリーディング水の上昇をブロックすると想定し、ブリーディング水量の計算値と実測値の差の水量を画像解析から求めた粗骨材の投影面積で除して、単位粗骨材投影面積当たりのブロック水量を算出した。この結果、単位粗骨材投影面積当たりのブロック水量は 107.4~168.2 g/m²となり、平均値は 141.8 g/m²となった。以上の結果から、本検討で試験した各配合について各材料が拘束する水量をまとめると表-4 のとおりになる。コンクリートの使用材料中、骨材が拘束する水量に比べて、粉体が保有する水量が著しく大きいことがわかる。

4.まとめ

- (1) 遠心脱水試験によって、重力加速度下における各粉体材料の保水性を定量的に表すことができる。
- (2) 各配合において、ブリーディング水量の計算値と実測値の関係は、鉱物微粉末の置換に関わらず、同一の直線的な関係になったことから、粉体の保水性が定量的に評価できたと考えられる。
- (3) コンクリート中で粉体および細骨材が粒子表面でのみ水を拘束すると仮定すると、ブリーディング水量の計算値と実測値の差が、コンクリート内部で粗骨材が拘束する水量であると考えられる。
- (4) コンクリート中の各材料粒子が保水、拘束、ブロックする水量を考慮すると、粉体材料がコンクリートのブリーディングに及ぼす影響が最も大きいことが定量的にあらわされた。

表-3 粉体の単位表面積
当たりの保水量

	表面積 (m ² /g)	単位粉体 表面積当たりの 保水量 (g/m ²)
C	0.840	0.55
B4	0.885	0.52
B6	1.249	0.39
F4	2.640	0.18
F6	1.693	0.29

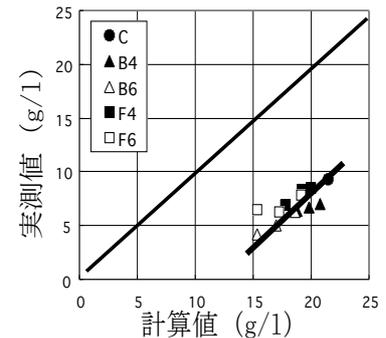


図-3 ブリーディング水量の
計算値と実測値の関係

表-4 各材料の拘束水量

配合NO.	単位水量 (kg/m ³)	粉体保有水量(kg/m ³)			細骨材拘束水 量(kg/m ³)	粗骨材ブロック 水量(kg/m ³)
		セメント	鉱物微粉末	粉体全体		
C	184	130.2	0.0	130.2	32.3	12.1
B4-20	182	103.1	25.7	128.8	32.4	13.8
B4-40	179	76.0	50.6	126.6	32.5	13.1
B4-60	176	49.8	74.7	124.5	32.7	12.5
B6-20	180	101.9	26.9	128.8	32.5	12.4
B6-40	179	76.0	53.5	129.5	32.5	12.0
B6-60	178	50.4	79.8	130.2	32.5	11.1
F4-10	180	114.7	12.9	127.6	32.4	11.5
F4-20	178	100.8	25.6	126.4	32.4	10.9
F4-30	174	86.2	37.5	123.7	32.5	10.8
F6-10	180	114.7	13.7	128.4	32.5	11.3
F6-20	177	100.2	27.0	127.2	32.6	10.9
F6-30	174	86.2	39.8	126.0	32.7	8.9

図-3 における計算値と実測値の差違が粗骨材によって拘束される水量と考えられる。粗骨材粒子は、粒子体積に対して表面積が小さいことから、粒子の2次元投影面積がブリーディング水の上昇をブロックすると想定し、ブリーディング水量の計算値と実測値の差の水量を画像解析から求めた粗骨材の投影面積で除して、単位粗骨材投影面積当たりのブロック水量を算出した。この結果、単位粗骨材投影面積当たりのブロック水量は 107.4~168.2 g/m²となり、平均値は 141.8 g/m²となった。以上の結果から、本検討で試験した各配合について各材料が拘束する水量をまとめると表-4 のとおりになる。コンクリートの使用材料中、骨材が拘束する水量に比べて、粉体が保有する水量が著しく大きいことがわかる。