

日曹マスタービルダーズ(株) 正会員 ○坂部勝芳
 東京大学 正会員 樋口芳朗
 東京大学 学生員 天野正徳

1. はじめに

コンクリートのポンプ施工が非常に普及してきた現在、配合からポンプ圧送性を判定できるような規準を見つけて出すことが強く望まれている。ポンプ圧送における閉塞の大部分は、パイプの曲がり目などにおいて、カーブの内側と外側とで生じる圧力差のために、コンクリート中の水が抜け出してしまうことに起因している。

さて、コンクリートの大気圧下でのブリージング機構としては、

(コンクリート表面で観測されるブリージング水)

$$= (\text{モルタル分で発生するブリージング水}) - (\text{粗骨材が移動を阻止する水}) \quad \text{----- (1)}$$

と考える事ができる。ここで、既往の研究により¹⁾、

(モルタル内部で発生するブリージング水)

$$= (\text{モルタル中の水}) - (\text{セメントペーストの保持する水}) - (\text{細骨材の保持する水}) \quad \text{----- (2)}$$

と表わされる。ところで、ポンプ圧送時のような、加圧下での脱水性状は、大気圧下でのブリージングと当然異なるはずである。

表-1 実験結果

本実験では、配合と圧送性の関係を調べるため、各種配合のコンクリートのブリージング試験及び、加圧ブリージング試験を行った。なお、既往の研究²⁾から、加圧ブリージング試験の結果は実際のコンクリートの圧送性を良く表わすことがわがっている。

2. 使用材料

セメントは普通ポルトランド(比重3.15)、骨材は大井川産川砂(比重2.61、粗粒率2.96)・川砂利(最大寸法25mm、比重2.64、単位容積重量1.72kg/l)、混和剤は高性能減水剤を使用した。

3. 実験概要

ブリージング率が約1%、3%、6%となる様なモルタルの配合を決め、それぞれのモルタルに対して加える粗骨材量を4種類づつ替えた。計24種類の配合のコンクリートについて、通常のブリージング試験と加圧ブリージング試験を行った。

加圧ブリージング試験は、35kg/cm²の圧力下で5分間の脱水量を測定した。なお、試験結果から圧送性を判定する規準としては、田沢³⁾の規準を用いた。すなわち、脱水量が図-1に示すB線とC線の間の範囲に入っていること、および、

モルタルのブリージング率(%)	W/C(%)	S/C	練り混ぜ方法	S/A(%)	単位粗骨材容積	スランピング(cm)	ブリージング率(%)	加圧ブリージング試験			
								B線	C線	最終脱水量(cc)	
1	3.5	1.5	SECC工法	37	0.663	4.5	1.69			×	64
				41	0.602	8.0	0.51			78	
				45	0.544	11.0	0.61			86	
				49	0.490	14.5	0.72			93	
				37	0.663	6.5	1.26			73	
			通常練り混ぜ	41	0.602	7.0	1.06			80	
				45	0.544	10.5	1.41			80	
				49	0.490	11.0	1.26			98	
				47			1.87				
				41	0.647	3.5	0.69			64	
1	3.8	2.0	SECC工法	45	0.587	5.5	1.02			77	
				49	0.531	6.5	0.85			74	
				53	0.477	8.5	0.95			81	
				47	0.647	3.0	1.22			65	
				45	0.587	5.5	1.28			80	
			通常練り混ぜ	49	0.531	7.0	1.53			82	
				53	0.477	8.0	1.62			96	
				47			1.80				
				49	0.562	1.5	0.73			5.2	
				53	0.506	1.0	0.64			4.8	
1	4.0	2.5	SECC工法	57	0.453	4.5	1.13			7.9	
				61	0.403	6.0	1.17			8.8	
				49	0.562	2.5	1.39			6.6	
				53	0.506	3.0	1.59			6.7	
				57	0.453	4.5	2.07			7.9	
			通常練り混ぜ	61	0.403	4.5	1.66			8.8	
				37	0.798	4.0	1.00			4.5	
				35	0.730	7.0	1.21			6.5	
				39	0.665	11.0	1.34			6.9	
				43	0.605	14.5	1.65			9.9	
3	4.3	2.0	SECC工法	37	0.798	3.0	1.79			5.9	
				35	0.730	6.0	1.46			7.7	
				39	0.665	10.5	3.03			8.5	
				43	0.605	15.0	3.34			10.4	
				37	0.798	3.0	1.79			5.9	
			通常練り混ぜ	35	0.730	6.0	1.46			7.7	
				39	0.665	10.5	3.03			8.5	
				43	0.605	15.0	3.34			10.4	
				37	0.729	3.5	0.95			7.7	
				41	0.666	6.5	1.45			9.0	
3	4.6	2.5	SECC工法	45	0.606	9.0	1.35			8.3	
				49	0.549	12.5	1.65			8.3	
				37	0.729	4.0	2.25			5.1	
				41	0.666	8.0	2.98			7.1	
				45	0.606	11.0	3.64			8.3	
			通常練り混ぜ	49	0.549	15.0	4.10			8.7	
				37	0.729	3.5	0.95			7.6	
				41	0.666	9.0	2.33			7.6	
				45	0.606	12.5	2.74			9.9	
				45	0.594	19.0	4.21			10.2	
6	5.2	2.5	SECC工法	33	0.783	5.5	2.18			7.6	
				37	0.716	9.0	2.33			7.6	
				41	0.653	12.5	2.74			9.9	
				45	0.594	19.0	4.21			10.2	
				33	0.783	6.5	3.06			6.6	
			通常練り混ぜ	37	0.716	17.0	4.97			10.2	
				41	0.653	17.5	5.57			9.4	
				45	0.594	21.0	6.24			10.6	

最終脱水量
 $\frac{\text{試料中の全水量}}{\text{最終脱水量}} \geq 0.25$ (表-1中のD規準)の2つである。

練り混ぜ方法としては、通常の方法の他に、ブリージングが少なくなるといわれているS.E.C.工法を採用した。

4. 実験結果

表-1に実験結果を示す。加圧ブリージング試験において、X印はB線-C線、D規準の範囲を越えるものである。B線を越えるものは加圧2分以内において判断できる。C線、D規準については最終脱水量より判断できた。

図-1、2はベースモルタルのブリージング率6%、1%のコンクリートについての脱水量-時間曲線である。ブリージング率が多いと、急激に脱水してB線の範囲を越えている。細骨材率(単位水量)が小さい程、最終脱水量も少ない。故に、ブリージング率の小さい、しかもモルタル分をやや増した配合は圧送性が良いであろう。

式(1)、(2)と同様を考え、加圧ブリージング試験の脱水量について考えると、次の様になる。

$$(\text{脱水量}) = W - k_1 \times C - k_2 \times S - k_3 \times G \quad \text{----- (3)}$$

W, C, S, G : 加圧ブリージング容器(1.8l)内の水量、セメント量、細骨材量、粗骨材量

k1, k2, k3 : セメント、細骨材、粗骨材に関係する係数

実験結果の最終脱水量から、最小2乗法を用いてk1, k2, k3を求めたものが図-3の中の表である。図-3に示す通りよく適合している。しかし、初期の脱水量においては、この関係は求められなかった。

さて、S.E.C.工法を用いると、表-1に示すごとく大気圧下のブリージング率は約1/2になる。加圧ブリージング試験では、図-4に示す様に初期の急激な脱水を抑えている。B線の範囲を越したものは、通常練り混ぜでは5配合であったが、S.E.C.工法を用いると1配合である。故に、ブリージング率の大きな、初期に急激に脱水するコンクリートであっても、S.E.C.工法を用いると圧送性は改善されるであろう。

また、最終脱水量においては練り混ぜによる差はない。これは、「S.E.C.工法によるコンクリートでは、砂粒子の周りを水セメント比の小さいキャピラリーペーストが囲み、水セメント比の大きいスラリーペーストはキャピラリーペーストによって閉じ込められた状態であり、コンクリート中の水は弱い拘束を受けている。」という考え方をすれば説明できる。

参考文献

- 1) 辻和、辻正哲、伊藤靖郎：ブリージング基準によるモルタルの配合方法、学振建設材料第76委員会第226回資料、昭和57年3月
- 2) 田沢栄一、松岡康訓、坂本全市：特殊コンクリートの圧送性と品質に関する研究、大成建設技術研究所報、第12号、1980年12月

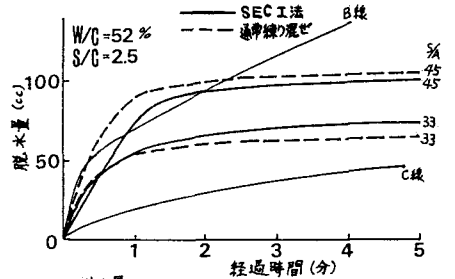


図-1 脱水量-時間曲線(ベースモルタルのブリージング率6%)

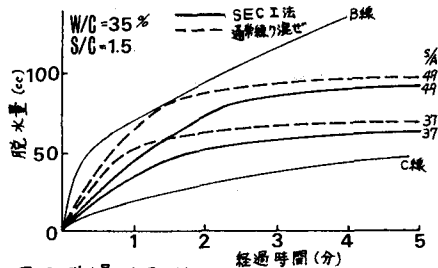


図-2 脱水量-時間曲線(ベースモルタルのブリージング率1%)

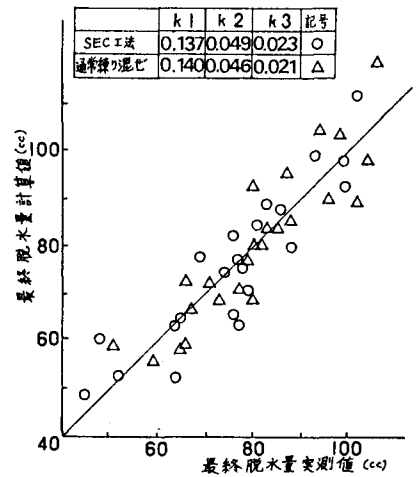


図-3 最終脱水量と式(3)より求めた計算値との比較

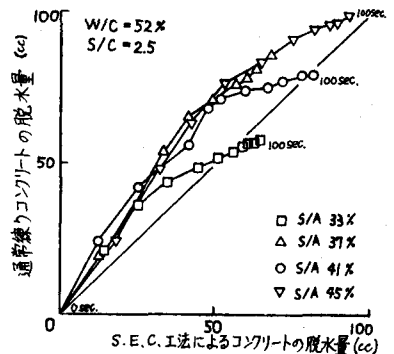


図-4 練り混ぜ方法の相異による脱水量の比較