

ブリーディング増大要因に関する実験的検討

土木研究所 正会員 ○古賀 裕久

土木研究所 正会員 山田 宏

土木研究所 正会員 渡辺 博志

1. はじめに

従来、一般的な土木構造物ではスランプ 8cm のコンクリートが用いられてきたが、施工条件に応じて打込み時点での最小スランプを柔軟に設定することが近年提案されている。しかし、スランプを増大させると、ブリーディング量がやや多くなると考えられている。

一方で、ブリーディングに影響を与える要因は、スランプ以外にも、水セメント比 (W/C) や AE 剤の使用、セメントの種類、細骨材の粒度、コンクリートの温度、締固め、打込み速度、打込み高さなどがあり¹⁾、相互に影響する要因もある。しかし、現状では、これらの影響程度について定量的に紹介された資料は必ずしも十分ではない。そこで、基礎的な検討として、単位水量や水セメント比、締固め方法、温度がブリーディングに与える影響程度について検討した。

2. 実験方法

コンクリートの配合を表1に示す。単位水量、混和剤の種類、W/C などを変更した 17 配合とした。一方、セメントの種類や使用骨材、細骨材率は一定とした。各配合のスランプ、空気量、圧縮強度の試験結果を表1に示した。

ブリーディングの測定は、JIS A 1123 により行った。一部の配合では、これに加えて試料の締固めを振動締固めに変更した測定や、比較的低温な環境での測定も行った (表2)。

3. ブリーディング試験結果

(1) 各配合のブリーディング性状

JIS A 1123 による測定結果を図1に示す。ブリーディング率 (以下、Br) は多くの配合で 10%以下であるが、いくつか顕著に大きい場合もあった。Br が特に大きい配合は、練混ぜ直後から水の分離が顕著であったもので、図2に示すように早期に多量のブリーディング水が生じていた。

上記のように、特に Br が大きい (15%以上の) 場合を除き、単位水量ごとに整理して図3に示す。図から、単位水量が多いほど Br が大きくなる傾向が認められた。例えば、配合 1~3 では、単位水量 15kg/m³ の変動

表 1 配合とスランプ、空気量、圧縮強度試験結果

配合	W/C (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤(% vs C)			Sl (cm)	Air (%)	σ ₂₈ (MPa)	
		W	C	S	G	WR	SP	AE				
1	55	175	318	803	979	—	—	0.006	12.5	4.8	39.3	
2		190	345	775	945			0.01	18.5	5.4	37.1	
3		160	291	831	1013			0.008	7.5	4.8	35.5	
4		175	318	803	979			0.25	0.001	20.5	3.7	42.2
5		190	345	775	945				0.002	22.0	3.3	34.0
6		160	291	831	1013				0.004	10.5	5.8	37.5
7		150	273	849	1036				0.003	4.0	4.3	40.7
8		175	318	803	979			—	1.0	0.004	22.5	5.4
9	160	291	831	1013	0.002	21.0	5.7			39.1		
10	150	273	849	1036	0.002	11.0	6.0			40.7		
11	150	273	849	1036	4.0	0.005	18.5		2.3	27.4		
12	65	175	269	821		1001	—		0.006	11.5	4.5	26.3
13		190	292	795	969	0.006		20.0	4.0	28.3		
14	45	175	389	776	947	—	—	0.008	8.0	5.5	45.4	
15		190	422	746	910			0.008	13.5	5.8	46.0	
16		175	389	776	947		1.0	0.002	25.5	5.5	49.5	
17		190	422	746	910			0.002	25.5	3.0	44.6	

※セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。細骨材は、掛川産陸砂 (表乾密度 2.56g/cm³, 吸水率 2.2%), 粗骨材は、笠間産碎石 (表乾密度 2.67g/cm³, 吸水率 0.46%) を使用した。混和剤として、リグニンスルホン酸系の AE 減水剤 (WR)、ポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤 (SP)、AE 剤 (AE) を使用した。
※目標空気量 4.5% として配合設計した。空気量を測定した結果、高性能 AE 減水剤を多量に使用し材料分離が顕著であった配合 11 以外は、4.5 ± 1.5% の範囲にあった。
※配合 16 及び 17 は、スランプフローでは、配合 16 が 580×630mm、配合 17 が 700×740mm であった。

表 2 ブリーディングの測定条件

測定条件	備考
JIS	JIS A 1123 の規定による。
振動 締固め	ASTM C232 を参考にコンクリートを 2 層で打込み、VC 試験機を用いて締固めた。締固め時間は各層 3 秒とし、その後、必要な場合は上面にペーストが出るまで追加的に振動を加えた。
低温	冬季に、温度管理のされていない室内で測定した。コンクリートの練り上がり時の温度が 16~17℃で、ブリーディング測定中の室温は、8~11℃であった。

キーワード フレッシュコンクリート、ブリーディング、スランプ、振動締固め、単位水量

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所 基礎材料チーム TEL 029-879-6761

によって、Br が 1.0 ～ 1.3 % 程度変化していた。

また、単位水量が同一の場合、AE 減水剤を使用した配合で Br がやや大きくなった。ただし、同程度のスランプを得るのに必要な単位水量が低下するので、これに応じて水量を減じれば、ブリーディングを適切に抑制できると考えられる。一方、高性能 AE 減水剤を使用した場合、Br の変化は AE 減水剤ほどではなかった。高性能 AE 減水剤を使用したコンクリートは粘性がやや高いことが影響している可能性がある。

W/C の違いに着目すると、W/C が大きい配合ほど Br が大きくなる傾向があった。

(2) 測定条件の影響

振動締固めを行った場合について比較して図 4 に示す。今回の条件の範囲では、振動締固めを行っても、JIS の場合と同程度のブリーディング量・率であった。

気温が約 10℃ と 20℃ より低い室内で測定した場合、ブリーディングは長時間にわたって継続し、ブリーディング量・率が約 1.5 倍になった(図 5)。

4. まとめ

ブリーディング量・率は、混和剤の使用量または単位水量を過剰に大きくし、練混ぜ直後から水の分離が顕著な配合で極端に大きくなった。そのような場合を除くと、本研究の範囲では、ブリーディング率は単位水量に比例するように増減しており、また水セメント比が大きいほど大きかった。気温約 10℃ の環境で測定した場合、20℃ の場合と比較してブリーディング量・率が約 1.5 倍になった。一方、減水剤の影響については、その種類や配合により異なっており予測が難しかった。

参考文献

1) 日本コンクリート工学会：平成 22 年度コンクリート技士研究テキスト，pp.50-51

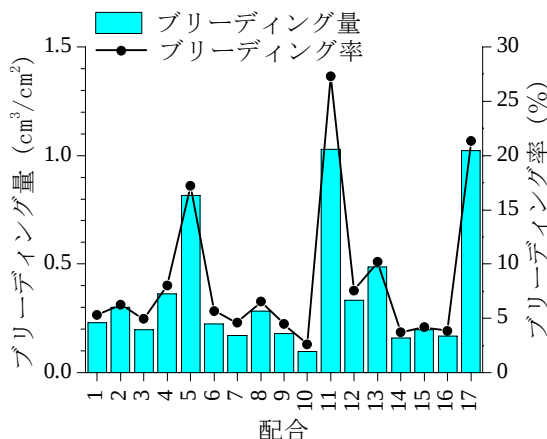


図 1 ブリーディング試験結果 (JIS)

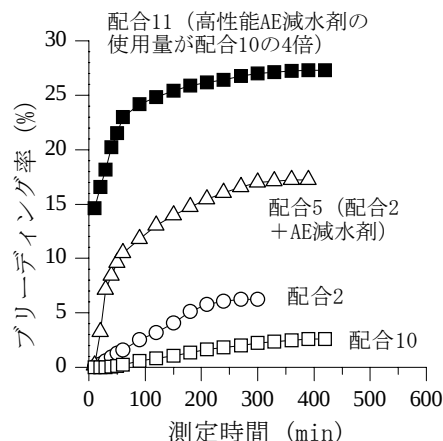


図 2 ブリーディング測定結果の例

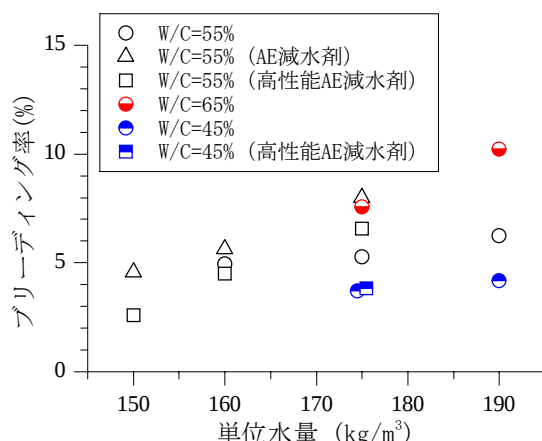


図 3 単位水量とブリーディング率の関係

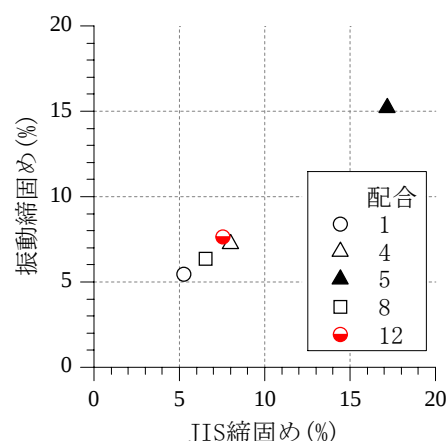


図 4 締固め条件の影響

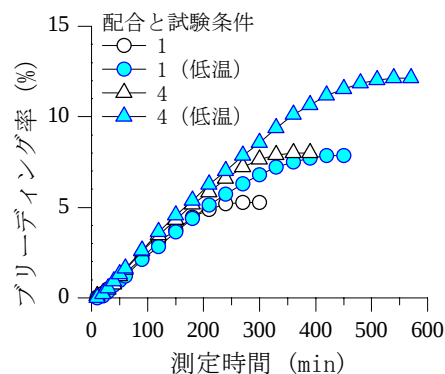


図 5 試験時の気温の影響