試料の採取時期がブリーディングおよび凝結特性に及ぼす影響

大林組技術研究所　正会員　○近松　竜一

１．はじめに

近年においては，良質な骨材が枯渇しており，単位セメント量が小さいコンクリートではブリーディング量が増加する傾向にある。また，耐震補強により鉄筋が高密度に配置され，打込み箇所の制約を受ける事例も多く，打込み時に自由落下高さや流動距離が大きくなり，コンクリートの材料分離が生じやすい傾向にある。さらに，急速施工の観点から大量のコンクリートを一度に施工する場合も多く，層間の一体性を確保するために打重ね時間間隔を長く設定することが必要な場合もある。

ブリーディングや凝結は，これらコンクリートの施工性能に関わる基本的な品質である。コンクリートを所定の箇所に均質に，かつ密実に充填するには，打込み，締固めから仕上げにおいて，過大なブリーディングの発生やコールドジョイントを防止する必要があり，施工上の制約を勘案しつつ，これらの品質を適切に制御することが重要である。

レディーミクストコンクリートを用いる場合，練混ぜから打込みまでに最大で 2 時間程度を必要とする。そこで，試料の採取時期を変化させ，練混ぜから打込みまでの時間の相違がブリーディングや凝結特性に及ぼす影響について実験により検証した。

２．実験概要

配合条件として，水セメント比は 50%および 55%の 2 水準とした。目標スランプは 18cm とし，減水剤の種類や遅延剤の使用量を変化させた 5 種類のコンクリートを使用した。これらの配合を**表－１**に示す。

セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3, ブレーン値 3340cm^2/g）を用いた。細骨材は陸砂（密度 2.61g/cm^3, 粗粒率 2.60），粗骨材は砕石 2005（密度 2.64g/cm^3, 粗粒率 6.7）を使用した。混和剤は，AE 減水剤（WR）（リグニンスルホン酸塩）または高性能 AE 減水剤（SP）（ポリカルボン酸系）を用い，一部の配合では遅延剤（R）（ポリヒドロキシカルボン酸複合体）を用いた。

練混ぜは二軸強制練りミキサ（公称容量 60L）を用い，１バッチの練混ぜ量は 50 L とした。練混ぜ時間は，骨材および粉体を投入し 10 秒空練りした後，予め混和剤を溶解させた練混ぜ水を投入し 60 秒練り混ぜた。なお，遅延剤を用いる場合は，練上がり 30 分後に試料を採取する直前に添加し，30 秒練り混ぜた。

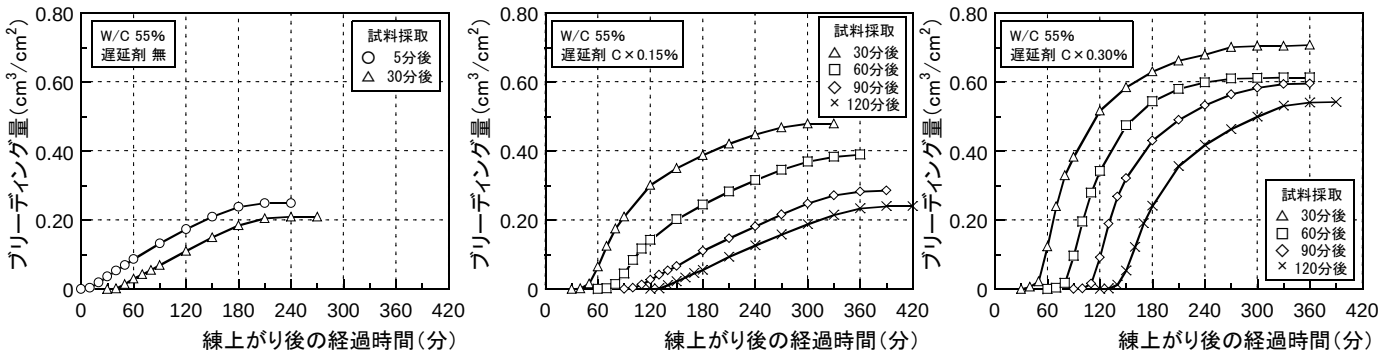
ブリーディングおよび凝結時間はそれぞれの JIS に準じて測定した。また，試験試料の採取時期は練上がり 5 分後から 120 分後までの 5 水準とし，採取の直前に切り返しを行った。

表－１　コンクリートの試験配合および各種品質試験結果

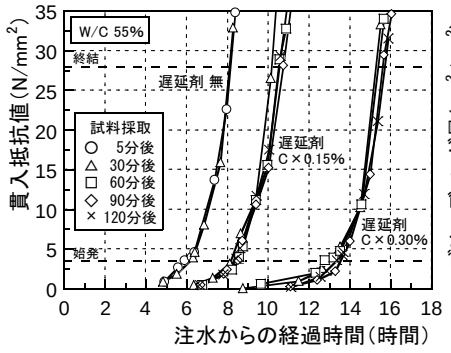
配合	W/C	s/a	単位量 (kg/m^3)				混和剤量 (C×%)			試料の採取時期	スランプ	空気量	温度	ブリーディング量	ブリーディング率	凝結時間 (h-m)		圧縮強度 (N/mm^2)	
NO.	(%)	(%)	W	C	S	G	WR	SP	R		(cm)	(%)	(℃)	(cm^3/cm^2)	(%)	始発	終結	7日	28日
1	50.0	46.3	165	330	829	972	－	0.60	－	5分後	17.5	4.7	21	0.11	2.7	6-50	9-05	30.2	39.8
										30分後	15.5	4.5	20	0.10	2.5	6-45	9-00	30.8	41.9
										60分後	13.0	3.9	20	0.10	2.4	6-50	9-10	29.3	41.2
2	50.0	45.0	175	350	786	972	0.25	－	－	5分後	17.0	4.9	21	0.17	4.0	6-30	8-30	29.6	39.8
										30分後	15.5	4.3	21	0.15	3.5	6-15	8-10	31.0	40.8
										60分後	12.0	3.8	20	0.13	3.2	6-20	8-10	31.9	41.1
3	55.0	44.0	175	318	780	1008	0.25	－	0	5分後	18.0	4.4	21	0.25	5.7	6-05	8-05	－	－
										30分後	17.5	4.1	20	0.21	4.9	6-05	8-10	28.5	38.0
4	55.0	44.0	175	318	780	1008	0.25	－	0.15	30分後	19.0	4.0	20	0.48	10.9	8-15	10-10	30.7	41.2
										60分後	19.0	3.1	20	0.39	8.8	8-30	10-30	－	－
										90分後	16.0	3.0	20	0.29	6.4	8-25	10-35	－	－
										120分後	14.0	3.0	20	0.24	5.4	8-25	10-30	－	－
5	55.0	44.0	175	318	780	1008	0.25	－	0.30	30分後	20.0	4.3	20	0.71	16.1	13-25	15-35	30.3	38.0
										60分後	20.0	3.9	20	0.61	14.0	13-35	15-40	－	－
										90分後	19.0	3.2	20	0.60	13.5	13-20	15-55	－	－
										120分後	18.0	3.0	20	0.54	12.2	13-10	15-40	－	－

キーワード　ブリーディング，凝結時間，試料採取，経過時間，遅延剤

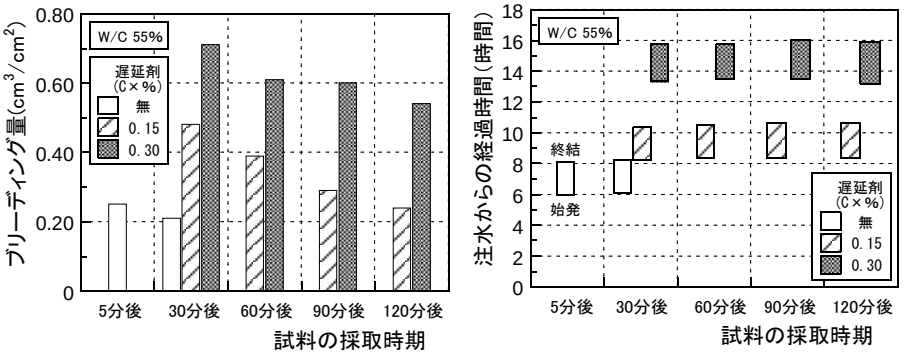
連絡先　〒204-8558　東京都清瀬市下清戸 4-640　大林組技術研究所　Tel 0424-95-1012



図－1 練上がり後の時間経過に伴うブリーディング量の変化



図－2 貫入抵抗値の経時変化



図－3 試料の採取時期によるブリーディング量および凝結時間の相違

3．実験結果および考察

試料の採取時期を変化させた場合のブリーディングおよび凝結の試験結果一覧を**表－1**に示す。また，これらの結果のうち，水セメント比 55%の場合について練上がり後の時間経過に伴うブリーディング量，貫入抵抗値の変化を**図－1**，**図－2**に，試料の採取時期によるこれらの相違を**図－3**にそれぞれ示す。

ブリーディング量は，水セメント比が大きいほど，単位水量が多いほど，遅延剤量が多い場合ほど多量に発生している。ペーストの粘性や流動性の経時変化によってフレッシュコンクリートの保水性が相違し，打込み後の水の静的な分離を表すブリーディング量に反映されているものといえる。

また，同一の配合で比較すると，ブリーディング量は試験試料の採取時期によっても相違し，いずれの配合もコンクリートの練上がりから時間が経過した後に試料を採取した場合ほどブリーディング量が少ない結果となっている。フレッシュコンクリートの保水性が経時的に変化し，徐々に高くなっていることを示すものといえる。

図－1を参照すると，ブリーディング量が 0.5cm³/cm² 以下の範囲では，練上がり後の時間毎のブリーディングの発生量は，同一配合で試料の採取時期を変えてもほぼ同等である。また，試料の採取時期を遅らせた場合のブリーディング量の減少分は試料を採取するまでの時間内に発生した量と概ね一致する傾向にある。

ブリーディング量は，容器の表面積や高さによって発生量が異なるが，採取時期の影響は過大なブリーディング量が発生する場合を除き，練上がり後の時間毎の発生量の差分を考慮することで評価できると考えられる。

一方，凝結時間に関しては，始発が 6～13.5 時間，終結が 8～16 時間と配合の種類により水準が大きく相違している。しかし，いずれの配合も試料の採取時期の違いによる凝結時間の差は小さい。練上がりから 2 時間以内で試料を採取する範囲においては，凝結時間はほぼ同じであると判断される。コンクリートの凝結はセメントの水和による固体粒子間の結合状態を貫入抵抗で評価するため，練混ぜ直後から数時間以内の保水性や流動性の変化についてはほとんど影響しないものと考えられる。

4．まとめ

本実験の範囲内で得られた知見を以下に示す。

（1）同一配合のコンクリートにおいて，練混ぜから時間が経過した時点で試料を採取した場合ほど，ブリーディングの発生量は小さくなる。

（2）コンクリートの凝結時間は，試料の採取時期によらず，加水からの経過時間によって評価できる。