

ブリーディングに及ぼす各種要因の影響に関する検討

D1-08424 石橋 涼

1. はじめに

ブリーディングとは、コンクリート中の水が部材の上部に浮き上がってくる現象で、この量が多いとコンクリートの品質に悪影響を及ぼすとされている。このため、日本建築学会建築工事仕様書 JASS5 では、一般のコンクリートについては規定がないが、凍結融解作用を受けるコンクリート、水密コンクリートなどの特別な仕様のコンクリートについてはブリーディング量の規定が設けられている。しかしながら、ブリーディングに及ぼす各種要因の影響を定量的に評価する試みが少なく、具体的に規定値を満足するための方法は提示されていない。このため、本研究ではブリーディングに及ぼす各種要因の影響に関する実験を行ってきており、昨年度は水セメント比、スランプおよび混和剤の影響を把握した¹⁾。今回は各種要因として運搬時間および容器の寸法(内径、高さ)を取り上げることとした。

2. 実験計画

2.1 検討の範囲

ブリーディングに関する既往の研究を調べて、ブリーディングに及ぼす各種要因とその影響の程度を予想したものを表 1 に示す。このうち、調合の単位水量、水セメント比および混和剤の影響については昨年度、行った実験があり、その影響の程度がおおよそ把握されている。このため、本実験では運搬時間と試験方法における容器の内径と高さの影響を検討することにした。運搬時間については、実際に工事で用いられるコンクリートは練混ぜから時間が経過しており、練混ぜ直後に比べてブリーディング量が減少すると予想されたためである。

容器の寸法のうち、内径については現在の試験方法では容器+コンクリート試料の質量が 50kg 近くになり重く、試験方法の簡略化(軽量化)を図りたかったためである。容器の内径は 60mm, 100mm, 150mm, 251.8mm(シリーズ 1)とし、さらに 251.8mm, 390.6mm(シリーズ 2)を行う。

表 1 要因と検討範囲

要因	影響の程度 (予想)	検討範囲		備考
		今回	昨年	
使用材料	セメント	△		粉末度が大きく、凝結の速いセメントほどブリーディングが少ない
	細骨材	◎		粒子の保水性の影響が大きい
	粗骨材	△		影響が少ないと推測される
	混和材	○		使用量が多くなると、ブリーディングは増大すると推測される
	混和剤	○	○	混和剤を使用すると単位水量が減少。1)
	水	△		影響が少ないと推測される
調合	単位水量	◎	○	影響が大きい。1)
	水セメント比	◎	○	影響が大きい。1)
	単位粗骨材かさ	△		影響が少ないと推測される
	容積 空気量	△		不明
環境条件	温度	○		温度が低くなると凝結が遅れて、ブリーディング量は増大する
	湿度	△		不明
試験方法	容器の内径	○	○	不明
	容器の高さ	○	○	高いほどブリーディングは多くなるが、高さに比例して増大はしない
	容器の材質	○		不明
	取水間隔	△		影響が少ないと推測される
運搬時間	◎	○		運搬時間が長くなると、ブリーディングは減少

3. 運搬時間の影響に関する実験

3.1 実験方法

使用したレディーミクストコンクリートは普通 30 18 20 N で、生コン工場と現場の 2 ヶ所でブリーディングを計測した。生コン工場で試料を採取してから現場で採取するまでの時間(運搬時間)を 30 分とした。試験は、JIS A 1123 に準じて 9 月 26 日と 9 月 29 日に行った。計測場所は試料の入った容器が水平かつ日影の場所とした。日の当たる場所でブリーディング試験を行うと、コンクリートの温度が高くなって凝結が速くなり、ブリーディングが少なくなるおそれがあるためである。

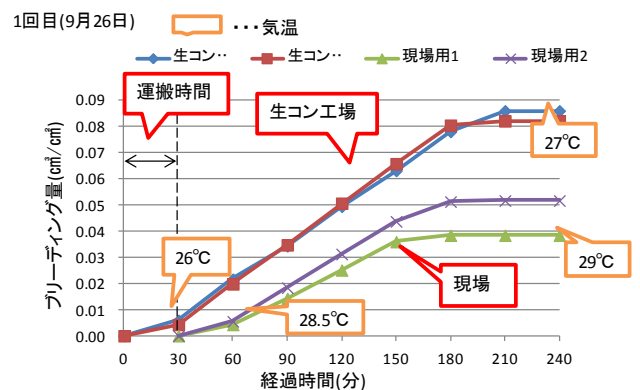


図 1 経過時間とブリーディング量の関係

2回目(9月29日)

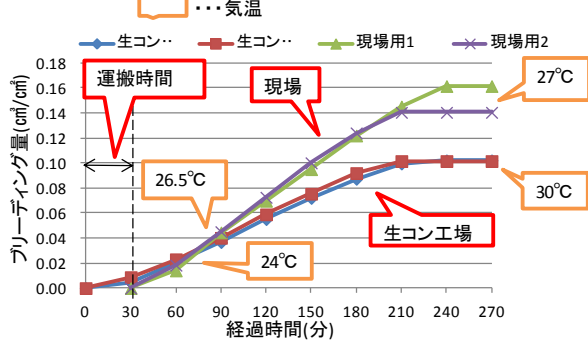


図 2 経過時間とブリーディング量の関係

3.2 実験結果

生コン工場から現場まで運搬したことによりブリーディング量が 1 バッチ目は減っているという結果が確認された。2 バッチ目は 1 バッチ目と同様に日影に置いていたにもかかわらず日陰の程度の違いから生コン工場で取水したブリーディング量が現場で取水したブリーディング量より小さくなるという計測結果となった。

既往の実験と本実験の結果を比較したものを図 14 に示す 2)

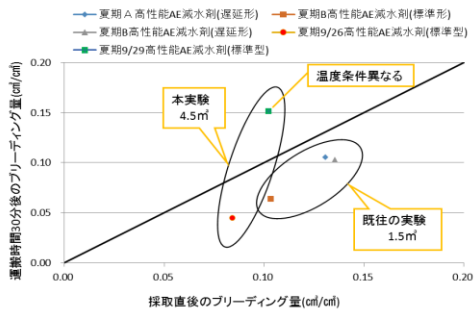


図 3 採取直後と運搬 30 分後のブリーディング量の比較

既往の実験における 1.5 m³ という少ない量で運搬されたレディーミクストコンクリートと、今回実施した 4.5 m³ という多い量で運搬されたレディーミクストコンクリートのブリーディング量には、温度条件の異なった本実験の結果を除けば類似した傾向が認められた。

4. 容器の内径に関する実験

4.1 使用材料と調査

セメント、細骨材、粗骨材および混和剤は表 2 に示すように一般的に使われている品質のものを使用した。

表 2 使用材料

材料	種類または産地	物性等
セメント	普通ポルトランドセメント	密度: 3.16g/cm³
細骨材	大井川水系陸砂	表乾密度: 2.59g/cm³; 実積率 66%; 粗粒率: 2.77
粗骨材	青梅産硬質砂岩砕石 2013 と 1305 等量混合	表乾密度: 2.65g/cm³; 実積率 62.3%; 粗粒率: 6.74
練混ぜ水	上水道水	
混和剤	AE 剤	アニオン系界面活性剤
	AE 減水剤: 標準形	リグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体

調査は、後述する表 4 と表 5 に示すように、水セメント比 65%, 55%, 45% とし、目標スランプは 18cm とした。

4.2 練混ぜ方法

コンクリートの練混ぜはパン型ミキサを用いて行い、細骨材とセメントを入れて 30 秒、水を入れて 60 秒、粗骨材を入れて 90 秒練り混ぜた。コンクリートの練混ぜ量は、シリーズ 1 では 50L、シリーズ 2 では 100L とした。

4.3 ブリーディングの試験用器具

a) 容器は、JIS A 1123-2011 では内面を機械仕上げした金属製の円筒状のものとし、水密で十分強固なものとされている。また容器の寸法は、内径 250mm、内高 285mm で、取扱いに便利のため、取っ手をつけておくのがよいとされている。本実験ではこのほかに次の内径 (高さは全て 285mm) のものも使用することにし、容器の高さ (内径は 254.2mm) に関しては以下のものとする。

容器の内径は、60mm、100mm、150mm、251.8mm (以下、250mm と表示) (シリーズ 1)、251.8mm、390.6mm (以下、400mm と表示) (シリーズ 2) で容器の高さは 50cm、100cm、200cm のものを使用する。

b) はかりは、取水した水と単位容積質量には、秤量 21kg、目量 0.1g、ブリーディング試料には秤量 60kg、目量 10g のものを使用した。

c) 取水には、スポイトを用いて取水した水を入れる容器は、プラスチック製の容器 (500mL デスポカップ) とした。

d) 突き棒は、その先端を半円状とした直径 16mm、長さ 500mm の金属製丸棒を使用した。

4.4 試料

試料は JIS A 1138 によって作り、ブリーディング試験用に 2 回分の試料を採取した。コンクリートの温度は、アルコール温度計を用いて測定し、目標練上がり温度は 20±2℃ とした。

4.5 試験方法

試験方法を表 3 に示す。以下、ブリーディング試験について詳述する。

a) 試験中は、室温を 20±3℃ とした。
b) コンクリートは、JIS A 1116 の 5.1 によって容器に打ち込み、試料を 3 層に分けて入れるが、突き回数は 10c m³ 当たり 1 回ではなく、直径 10cm に対して 1 回とした。コンクリートの表面が容器のふちから 30±3 mm 低くなるようにならし、コンクリートの表面は、最初の作業で平滑な面となるように、こてでならした。

- c)試料の表面をこてでならした直後、時刻の記録を始めた。次に、試料と容器を水平なコンクリートの床の上に置き、ラッピングフィルムで蓋をした。
- d)ブリーディングが認められなくなるまで、30 分ごと(規定では 10 分ごと)に水を吸い取った。取水を容易にするため、その 2 分前に厚さ約 5 cm の木片を容器の底部片側に挟んで容器を傾け、水を吸い取った後静かに水平の位置に戻し、吸い取った水はプラスチック製の容器(デスポカップ)に移し、そのときまでにたまった水の累計を 0.1g まで測定して記録した。
- e)ブリーディングが認められなくなったら、直ちに容器と試料の質量を測った。

表 3 試験方法

項目	試験方法
スランプ試験	JIS A 1101
空気量試験	JIS A 1128
練り上がり温度の測定	アルコール温度計
フレッシュコンクリートの単位容積質量試験	JIS A 1116
ブリーディング試験	JIS A 1123など
圧縮強度試験	JIS A 1108 (標準養生材齢4週)

4.6. 実験結果

4.6.1 内径 60mm～250mm(シリーズ 1)の結果

JIS A 1123 の大きさの容器でブリーディング試験を行うのではなく、それよりも内径が狭いもので同様のブリーディング試験結果を得る可能性を検討する実験である。表 4 にブリーディング試験結果を示し、図 4 にブリーディング量の経時変化を示す。

表 4 内径 60mm～250mm(シリーズ 1) 調合表

計画調合(1m ³)=1000ℓ					フレッシュコンクリートの試験								
調査 No.	水セメント 比(%)	目標	目標	単位	単位 粗骨材 かさ容積 (m ³ /m ³)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位容積 質量 (kg/L)	練上 り 温度(℃)	ブリーディング量(ml/cm ²)			
		スランプ (cm)	空気量 (%)	水量(kg/m ³)						内径 6cm	内径 10cm	内径 15cm	内径 25cm
1	55	18	1.0	202	0.60	21.5	0.1	2.38	18.5	0.13	0.23	0.28	0.34

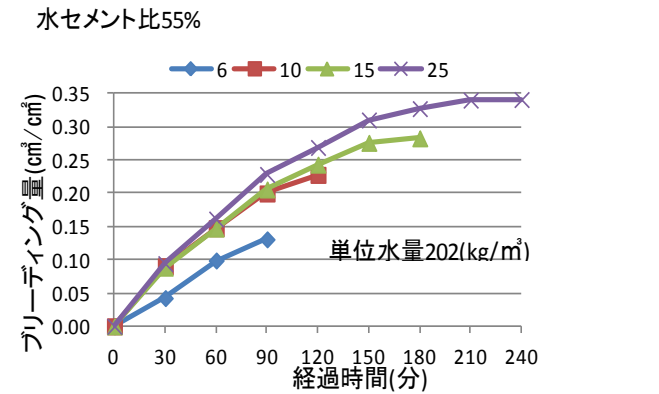


図 4 内径 60～250mm のブリーディング量の経時変化

これによると、いずれの水セメント比においても、容

器の内径が小さくなるとブリーディング量は小さくなる傾向が認められた。これは、容器の内径が小さくなると、容器の側面とコンクリートの接触によりコンクリートの沈降が拘束される影響が、壁面に沿って水が上昇する影響を上回ったためと推測される。また、ブリーディングの終了時間は内径が大きくなるほど遅れる傾向が認められた。このため、当初意図していた内径を 250mm より小さくすることは困難であることがわかった。

4.6.2 内径 250mm, 400mm(シリーズ 2)の結果

表 5 にブリーディング試験結果を示し、図 5 にブリーディング量の経時変化を示す。4.6.1 より内径を大きくしてブリーディングを比較検討する実験である。これによるといずれの水セメント比においても容器の内径による違いはあまり認められなかった。

表 5 内径 250mm, 400mm(シリーズ 2) 調合表

計画調合(1m ³)=1000ℓ						フレッシュコンクリートの試験							
調査 No.	水セメント 比(%)	目標 スランプ (cm)	目標 空気量 (%)	単位 水量(kg/ m ³)	単位 粗骨材 かさ容積 (m ³ /m ³)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位容 積質量 (kg/L)	練上り 温度(℃)	ブリーディング量(ml/cm ²)			
										内径 25cm	内径 25cm	内径 40cm	内径 40cm
1	55	18	1.0	202	0.60	19.9	0.8	2.35	20.0	0.37	0.40	0.41	0.38

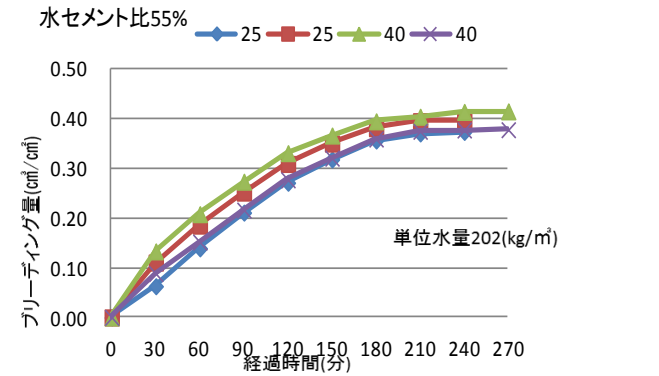


図 5 内径 250～400mm のブリーディング量の経時変化

図 6、図 7 にシリーズ 1 と 2 の結果についてまとめて示す。シリーズにより、水セメント比 55%と 65%で差があったが、水セメント比 45%と 55%では内径 250mm と 400mm にはほとんど差は認められなかった。水セメント比 65%では 400mm の方がやや大きくなる結果となった。これらの結果を総合すると、現行の内径は妥当な値であると判断される。

ブリーディング終了時間も容器の内径の増加とともに遅くなる傾向が認められたが、内径 250mm 以上では、その遅れは少なかった。

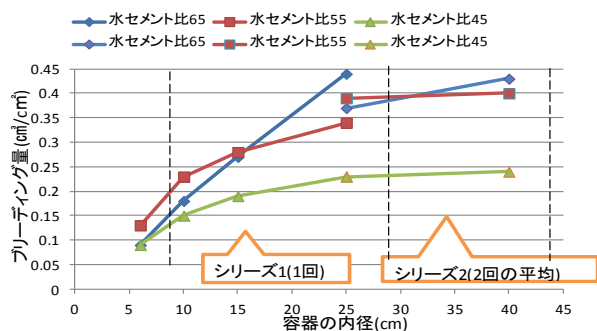


図 6 容器の内径とブリーディング量の関係

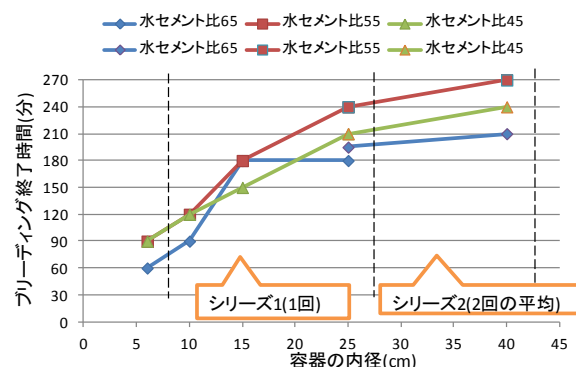


図 7 容器の内径とブリーディング終了時間の関係

5. 容器の高さに関する実験

使用したレディーミクストコンクリートは、普通 30 18 20 N のものを使用した。高さの型枠では JIS A 1116 の 5.1 によって容器に打ち込み、試料を 3 層に分けて入れるが、型枠ごとに入れ方を変えて入れた。試料を容器に入れるにあたって高さ 200cm の容器にはバケツで少しずつ入れていった。最下層に試料を入れるとき、自作のビニールホースを取り付けて、材料分離しないように容器に入れた。

表 6 高さ 12.5cm～200cm 調査表

計画調査(1m) ¹ =10000						フレッシュコンクリートの試験									
調査 No.	水セメン ト比(%)	目標 スランプ (cm)	目標 空気量 (%)	単位 水量(kg /m ³)	単位 粗骨材 かさ容積 (m ³ /m ³)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位容 積質量 (kg/L)	練上 がり 温度(°C)	ブリーディング量(cm ³ /cm ²)					
										高さ 12.5cm	高さ 25cm	高さ 50cm	高さ 1m	高さ 2m	
1	52.1	18	1.0	205		20.5	4.6	2.29	11.0	0.12	0.14	0.16	0.17	0.14	

図 8, 図 9 に高さに関する実験結果を示す。

高さ 200cm は高さ 100cm よりブリーディング量が大きいと思われたが、今回の実験では高さ 200cm は上部からの水は出ていたが、下部からの水は上部まで行かず途中で止まってしまったため水があまり出なかったと考えられる。

コンクリート量は高さに比例するが、ブリーディング量はコンクリート量に比例しないことがわかった。

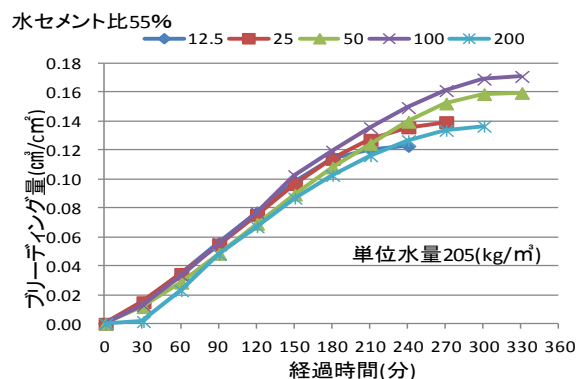


図 8 高さ 12.5～200cm のブリーディング量の経時変化

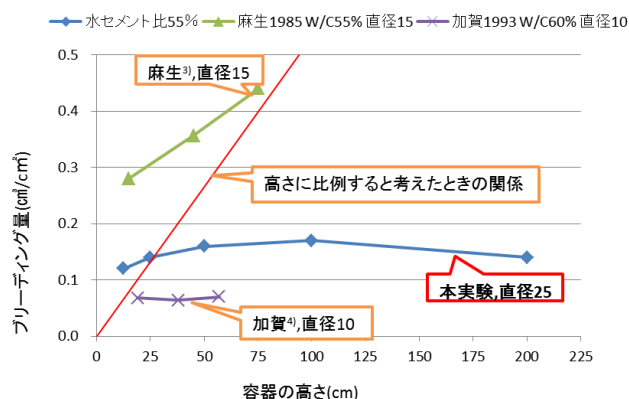


図 9 容器の高さとブリーディング量の関係

6. まとめ

本研究の結果は以下のようにまとめられる。

- (1) 生コン工場から現場までの運搬時間 30 分の場合、生コン工場よりも現場でのブリーディング量の方が少なくなることが確認されたが、測定場所の温度条件により逆転することもある。
- (2) 内径が 250mm までは内径が大きくなるとブリーディングは大きくなる傾向があったが、250mm 以上ではほぼ一定となった。このため、現行の内径は妥当であると判断される。
- (3) 容器の高さが 25cm より高くなっても、ブリーディング量はあまり増加しなかった。

参考文献

- 1) 仲摩論, 石橋涼他: コンクリートのブリーディングに及ぼす各種要因の影響に関する実験, 日本建築学会関東支部研究報告集 I, pp.41-44, 2014.2
- 2) 末金義夫他: 練混ぜ後のコンクリートの品質変動に関する基礎的研究, 生コン技術大会研究発表論文集, pp.71-76, 2009
- 3) 麻生実他: モルタル・コンクリートのブリーディングに関する一考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.517-518, 1985.10
- 4) 加賀秀治: フレッシュコンクリートのブリーディング機構に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1191-1192, 1993.9