

ブリーディングに及ぼす各種要因の影響に関する検討

DB-12125 木村 洋一

1. 研究の背景と目的

近年、コンクリートの種類やそれをういた製品の多様化に伴い、構成する材料や使用する型枠など多岐にわたってきている。ブリーディングはコンクリート中の水が部材上部に浮き上がってくる現象である。レイタンスの発生や仕上げなどコンクリートの施工性や硬化後の性能を左右する要因の一つである。このため現在、日本建築学会標準仕様書 JASS5 やコンクリート関連の指針などではブリーディング量の規定値が提案されている。しかし現在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は少ない。本研究では、これまで、それに関する実験を行ってきており、水セメント比、スランプおよび混和剤、運搬時間、容器寸法の影響を把握した。今回は各種要因としてブリーディング容器の材質と取水箇所について取り上げることとする。

2. 実験概要

容器材質の種類と今回使用する材料の特徴などを表1に示す。4種類の材料で構成された容器壁面の水の移動性を評価する指標として接触角の測定を行い、それぞれの材質で作製した容器でブリーディング試験を行い、その結果と比較する。また、取水箇所の実験では、一般にブリーディングは容器壁面に沿って多く浮き上がるため、内側(中央部)より外側(外縁部)の方が多いとされている。打込み後、取水用円筒を図2のように設置し、その内側と外側で別々に取水することによって取水箇所によるブリーディングへの影響の程度を把握するものとする。

3. 接触角の測定

3.1 測定方法および条件

測定するにあたり表1と同一の材料、表面仕上げを行った3cm角のサンプルを製作した。室温20℃、湿度40%、外気圧1001hPa下において測定を行う。液滴法を採用し、図1に示す装置を用い測定する。測定方法は、蒸留水1μLを注射針によって滴下し、カメラで撮影した画像からθ/2法により、接触角の算出を行う。図1に算定式

表1 容器に使用する材料

記号	種類	概要
Fe	鋼製ブリーディング容器 (JIS A 1123に準ずる)	炭素鋼(普通鋼)、密度7.8g/cm ³ 、表面機械仕上げ、
PTFE	ポリテトラフルオロエチレン (テフロン)	(C ₂ F ₄) _n 、密度2.20g/cm ³ 摩擦係数が最も小さい。
PPw	塗装合板	コンクリート型枠用合板、表面にポリウレタン塗装が施してあるもの
PVC	ポリ塩化ビニル	硬質塩化ビニル管、密度1.4g/cm ³ 、安価に製造できる。

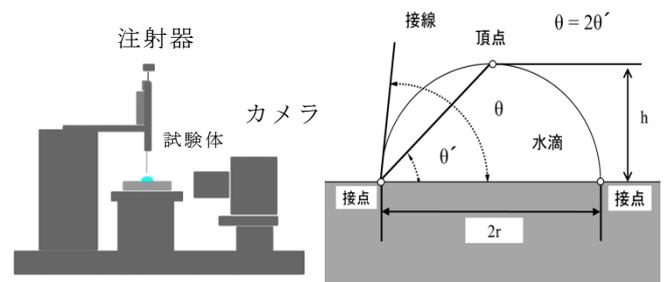


図1 液滴法計測装置(左)、θ/2法考え方(右)

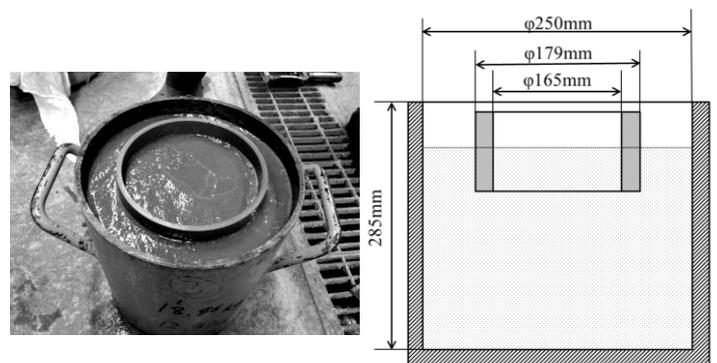


図2 ブリーディング試験(左)概略図(右)

名称	接触角(°)				
	1	2	3	4	ave
PPw	68.4	65.8	70.6	69.1	68.5
PVC	86.7	82.6	82.6	81.1	83.3
Fe	85.5	87.2	86.2	87.9	86.7
PTFE	103.6	105.6	105.8	104.8	105.0

表2 接触角測定結果

の考え方を示す。また、6回以上滴下を行い、取得したデータに対し、上下2つ以上のデータを切り捨て4つの平均値をブリーディング量と比較するデータとする。

3.2 測定結果

結果を表2、測定画像とグラフにまとめたものを図3に示す。その結果、もっとも撥水性の高いものはPTFEとなり、親水性が高いものはPPwとなり、最低値と比べ36.5°の差がある。

4. ブリーディングに関する試験

4.1 使用材料および調合

使用材料を表3に示す。セメント、細骨材および粗骨材はいずれも一般的に使用されているものを使用した。また、計画調合表を表5に示す。今回は水セメント比55%、単位水量200kg/m³のプレーンコンクリートを使用する。

4.2 練り混ぜおよび試験方法

コンクリートの練り混ぜは水平パン型ミキサ(100L)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。1回の練り量は、70Lとし、これを3回行った。コンクリート試験項目と試験方法を表4に示す。

4.3 ブリーディングの試験器具

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なっている。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手をつけるのが良いとされている。そのため、本実験で使用する材料は表面状態が比較的滑らかなものを採用している。そのうち、PTFEとPPwについては曲げ加工および、それを行うため、フライス盤にて薄肉処理をし、上記の円筒状容器の内面に貼り付け、水密なものにするため、突合せ部分と容器の底の隙間を埋めるため、シリコンシーラントにてシーリングする。また、PVCについては、昨年度使用した型枠と同じ型のものを使用した。それぞれの容器でブリーディング試験を行う前に、ノギスにて容器の内径を直角方向に2回測定し、ブリーディング量を算出するときに使用する。

また、取水箇所を分けるための円筒には硬質塩化ビニル製の内径150mm厚さ7mmの配管キャップを旋盤にて、高さ50mmに切断し、差し入れる方の部分にテーパ加工を施した。

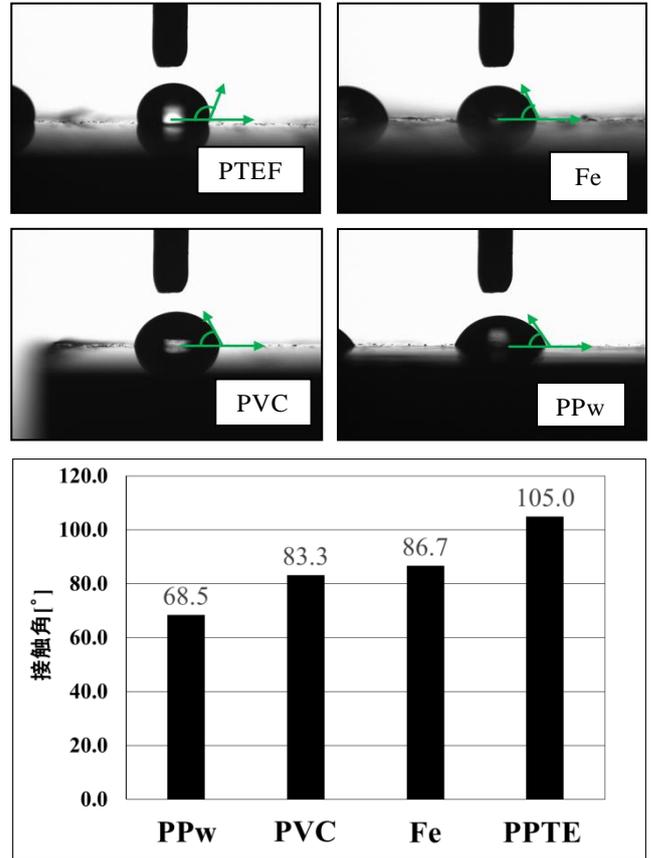


図3 液滴法による接触角試験（上）と結果（下）

表3 使用材料

材料	種類または産地	物性
セメント	普通ポルトランドセメント	密度:3.16g/cm ³
細骨材	大井川水系陸砂	表乾密度:2.56g/cm ³ 実積率68.0% 粗粒率:2.62
粗骨材	青梅産硬質砂岩 碎石 2013と1305等量 混合	表乾密度:2.65g/cm ³ 実積率62.3% 粗粒率:6.74
練り混ぜ水	上水道水	

表4 試験方法

試験項目	方法
接触角測定	液滴法、θ/2法
スランプ試験	JIS A 1101
空気量試験	JIS A 1128
練上がり温度の測定	JIS A 1156
フレッシュコンクリートの単位容積試験	JIS A 1104
ブリーディング試験	JIS A 1123
圧縮強度試験	JIS A 1108

表5 計画調合

No.	W/C (%)	目標スランプ (cm)	目標空気量 (%)	細骨材率 (%)	単位水量 (kg/m ³)	単位粗骨材かさ容積 (m ³ /m ³)	質量 (kg/m ³)		
							セメント	細骨材	粗骨材
1.0	55.0	18.0	1.0	44.6	200	0.6	363.6	779.9	990.6

表6 現場調査とフレッシュ性状

No.	W/C (%)	目標スランブ(cm)	目標空気量 (%)	質量(kg)					フレッシュ性状				
				水	セメント	細骨材	粗骨材(大)	粗骨材(小)	スランブ(cm)	空気量(%)	単位容積質量(kg/L)	練上がり温度(°C)	空気量(質量法)(%)
1	55	18.0	1.0	14.0	25.5	54.6	34.7	34.7	19.0	0.80	2.36	19.5	-1.3
2	55	18.0	1.0	14.0	25.5	54.6	34.7	34.7	19.0	0.40	2.38	16.0	-1.8
3	55	18.0	1.0	14.0	25.5	54.6	34.7	34.7	19.0	1.60	2.37	19.0	-1.5

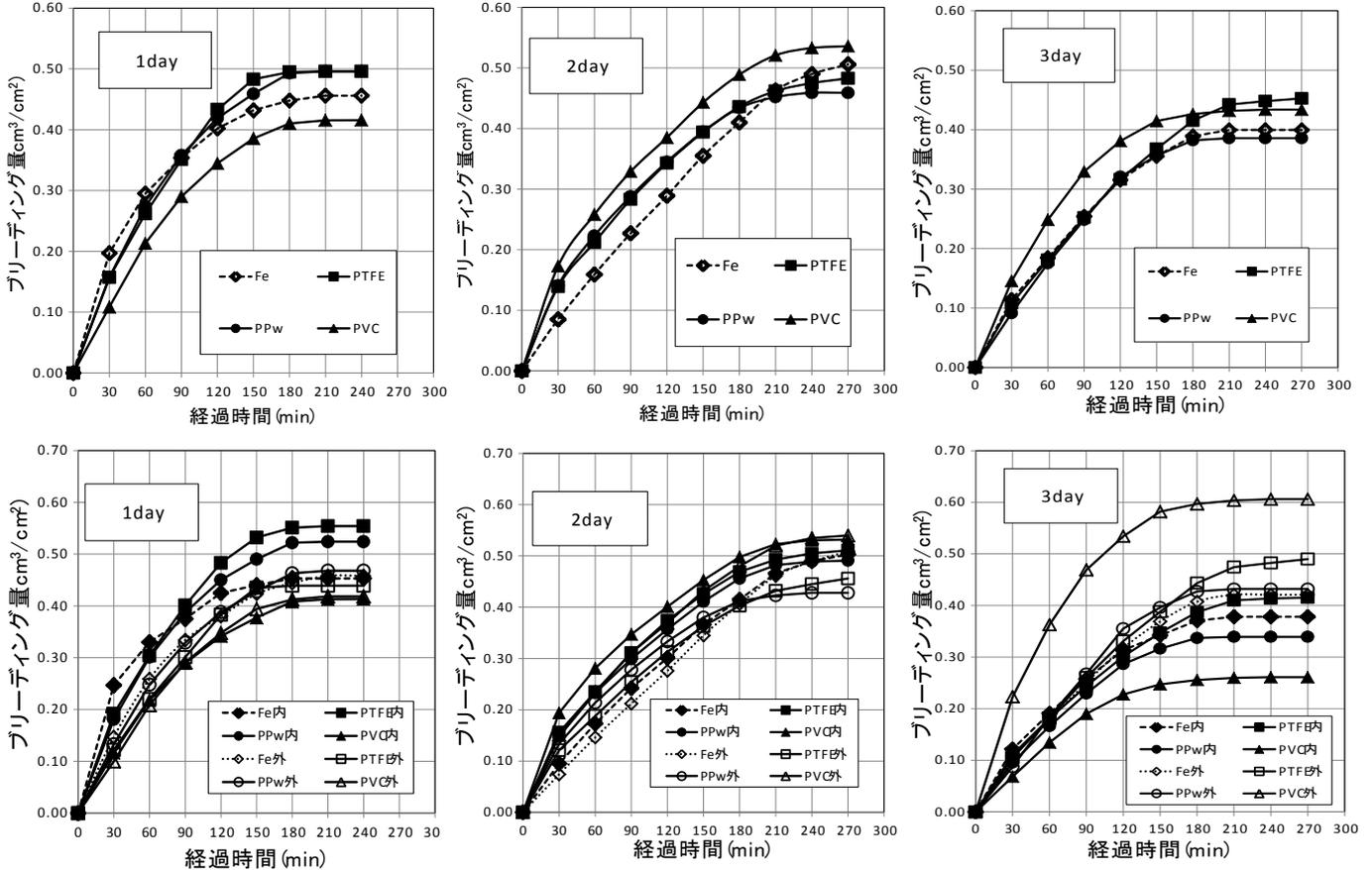


図4 ブリーディングと経時変化の関係

4.4 試験方法

表4に示す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°C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、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、最小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後、取水用円筒を中心に配置し、30mm ほど押し込み、その後、打設面を小さいこてで再びならし、その直後、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、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5cm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、吸い取った水は内側と外側、別々に容器に

表7 ブリーディング試験結果

	ブリーディング量(cm³/cm²)							
	Fe		PTFE		PPw		PVC	
	内	外	内	外	内	外	内	外
1day	0.453	0.458	0.554	0.439	0.524	0.468	0.413	0.418
2day	0.503	0.509	0.511	0.456	0.491	0.428	0.532	0.540
3day	0.378	0.421	0.415	0.490	0.339	0.432	0.261	0.606
ave.	0.445	0.463	0.493	0.462	0.451	0.443	0.402	0.521

- 移し、そのときまでにたまった水の累計を 0.1 mL 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量った。

4.5 試験結果

ブリーディング試験に使用したコンクリートのフレッシュ性状を表6に示す。また、表7にブリーディング試験の結果を示し、図4にブリーディング量の経時変化の関係を示す。一部、ばらつきが大きく見られるものも確

認できるものの、いずれも一般的なコンクリートのブリーディング曲線を示している。

4.6 容器材質の影響

接触角とブリーディング量の関係を比較したものを図5に示す。コンクリートと容器の境界における容器表面の撥水性能、つまり、接触角の大小は壁面を沿って水が上昇する現象に大きく作用し、ブリーディング量が変化すると予想された、しかし今回の実験で得られた結果から、これまで行ってきた既往の実験結果のばらつきの範囲内に収まるため、容器の材質がブリーディング量に及ぼす影響は少ないと推察される。

4.7 取水箇所による影響

取水箇所とブリーディングの関係を図6に示す。実験の結果より、中央部の方が外縁部に比べブリーディング量が大きくなる場合も認められ、容器壁面に沿って水が上昇する作用がブリーディングに及ぼす影響は比較的少ないと推察される。

5 まとめ

ブリーディング試験は比較的ばらつきが大きい試験である。今回の実験では3回の試験結果によるデータのため十分とは言いがたいが、ブリーディング試験に使用する容器材質がブリーディングに及ぼす影響は比較的少ない傾向が見られた、そのため、JIS A 1123に規定されている容器材質および内面の表面仕上げの方法について、緩和も含め今後検討を継続していく必要があると考えられる。

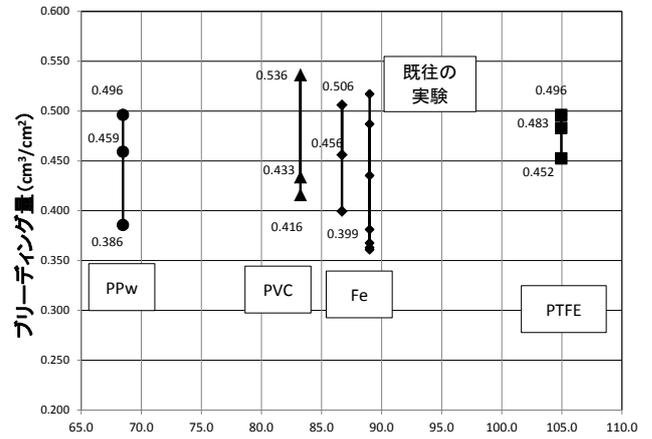


図5 接触角とブリーディングの関係

謝辞

実験に際し、阿部研究室各位の協力を得ました。また、工学院大学電気応用システム研究室より接触角の計測について、夢づくり工房の沼本先生に容器製作に際し、アドバイスを頂きました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 石橋涼、阿部道彦：ブリーディングに及ぼす各種要因の影響に関する検討、日本建築学会関東支部研究報告集 I、pp.【29】 - 【32】、2015.3
- 2) 仲摩諭、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

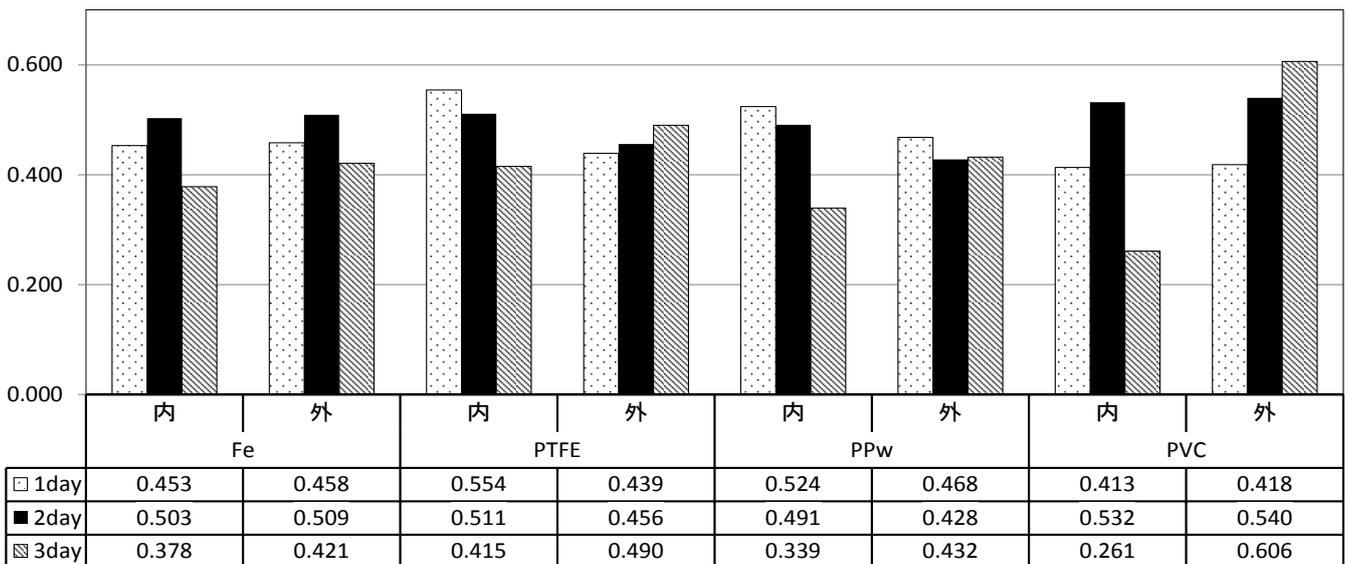


図6 取水箇所とブリーディングの関係