

フレッシュコンクリートのブリーディング試験とその判定

佐々 弥人*, 小野 博宣**, 深見 信規*

Measuring Methods of Concrete Bleeding

Yahito SASSA*, Hironobu ONO** and Akinori FUKAMI*

(Received June 15, 1999)

There are several authorized bleeding tests and the purpose of this study is to clarify the difference of bleeding tests. A water rich behaviour of fresh concrete by using some bleeding methods as follows :1)JIS A 1123 method, 2)Pressured evaporate method :JSCE-F502, 3)Vacuum evaporate method .In this test program ,eleven kinds of mixing proportion(mortar and concrete) were prepared by using water reducing agent and high water reducing agent with comparing non-admixture mortar. It examined what effects the different ways of the bleeding examined would have on the material separation of fresh concrete. According to the test results, there appeared effective measures to clarify the differences of mixing proportion , Bleeding of forced methods are more sensitive than that of gravity method.

Keywords: Fresh concrete, Fresh mortar, Bleeding,

1. 研究目的と意義

フレッシュコンクリートのブリーディング性状は、材料分離現象のひとつであり、硬化後のコンクリートの品質に大きく影響することが指摘されている。そして、セメントマトリックスと骨材、鉄筋とコンクリートのボンド力低下の要因、コンクリート構造物の打継ぎ部における接合不良、仕上げ材の接着不良等の問題と密接な関係にある。フレッシュコンクリートのブリーディング性状を把握するための従来の試験方法(JIS A1123)は、最近の各種混和剤を利

用した多種多様のコンクリートに対する品質の判定試験として必ずしも機能しているとはいえない。筆者らは、フレッシュコンクリートの材料分離性状である分離水（ブリーディング）の定量的把握を図る目的で、現在まで二、三の測定評価方法の提案と検討を行ってきた。本報告は、加圧法、減圧法などのブリーディング試験方法により AE 剤、AE 減水剤、高性能 AE 減水剤等の各種混和剤を利用したコンクリートについて判定を行ったものである。これらの方法を各種コンクリートに適用し、比較検討することは、硬化後のコンクリートの品質を早期に判定する上で有効であり、意義深いと思われる。

*建築学科(Department of Architecture)

**建設工学専攻大学院生 (Graduate Student, Construction Engineering)

2. 実験概要

2. 1 使用材料及び調査表

表1に使用材料を示す。また、表2にモルタル調査、表3にコンクリート調査を示す。

表1 使用材料

項目	記号	摘要
セメント	C	普通ポルトランドセメント (比重 3.15)
混練水	W	水道水
細骨材	S	木曽川産川砂 (比重 2.56)
粗骨材	G	木曽川産川砂利 (比重 2.6)
AE 剤	AE.	アニオン系界面活性剤 (配合: II-1)
AE 減水剤	AE.WR(I-1,2)	オキシカルボン酸塩系 (配合: I-4,5) <I-1:標準形, I-2:遅延形>
AE 減水剤	AE.WR(II)	ヒドロキシ系複合体, リグニン誘導体 (配合: II-2,3)
高性能 AE 減水剤	H.AE.WR(I)	芳香族アミノスルホン酸系 (配合: I-6)
高性能 AE 減水剤	H.AE.WR(II)	ポリカルボン酸系 (配合: II-4,5)
増粘剤	Bp(II)	バイオポリサッカライド (配合: II-4,5)

表2 モルタル調査

No.	Flow (mm)	Air (%)	W/C (%)	Unit Weight (kg/m ³)			Ad.
				C	W	S	
I-1	270	1	60	595	357	1131	—
I-2	250	1	55	614	338	1166	—
I-3	230	1	50	634	317	1204	—
I-4	250	3	41	658	271	1249	AE.WR(I-1)
I-5	250	3	41	658	271	1249	AE.WR(I-2)
I-6	250	3	29	716	209	1361	H.AE.WR(I)

I-4,5のW/C=41% : W/C=55%の減水量25%に相当

I-6のW/C=29% : W/C=55%の減水量47%に相当

使用量: I-4,5,6においてC×2.0%

表3 コンクリート調査

No.	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	Unit Weight (kg/m ³)				Ad
					C	W	S	G	
II-1	18	4.5	50	42.6	380	190	708	962	0.069
II-2	18	4.5	50	44.3	356	178	758	962	0.841
II-3	8	4.5	35	30.9	514	180	487	1100	1.238
II-4	18	4.5	35	38.4	514	180	606	980	3.53
II-5	Flow65	3	28	47.6	607	170	746	827	8.334

No. II-1 : AE.(0.02%)

No. II-2 : AE.(0.01%),AE.WR(II)(0.25%)

No. II-3 : AE.(0.015%),AE.WR(II)(0.25%)

No. II-4 : Bp(II)(0.005%),H.AE.WR(II)(0.75%)

No. II-5 : Bp(II)(0.01%),H.AE.WR(II)(1.5%)

※ II-1~5の混和剤添加率は、セメントに対しての割合。

2. 3 試験方法

(1) JIS A 1123 プリーディング試験方法 (以下、JIS法) : 金属製円筒容器 (φ 25.0cm, h=28.5cm) に試料を詰め、分離湧出したプリーディング水を、同一箇所よりスポイトで吸引採取した。

(2) 加圧プリーディング試験方法 (以下、加圧法) : JSCE-F 502-1990土木学会規定の方法に基づいて行った。加圧プリーディング試験容器 (φ 12.5cm, h=20.0cm) <図1参照>の上部3cm下まで試料を打ち込み、万能圧縮試験機に設置し、内側押し下げピストンを載せ、加圧脱水を行った。

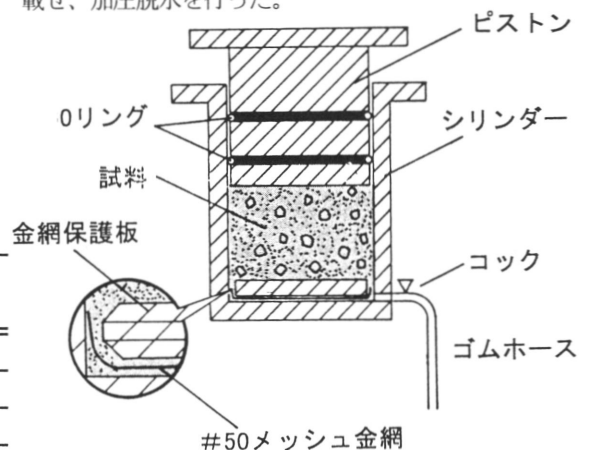


図1 加圧プリーディング試験容器概略図

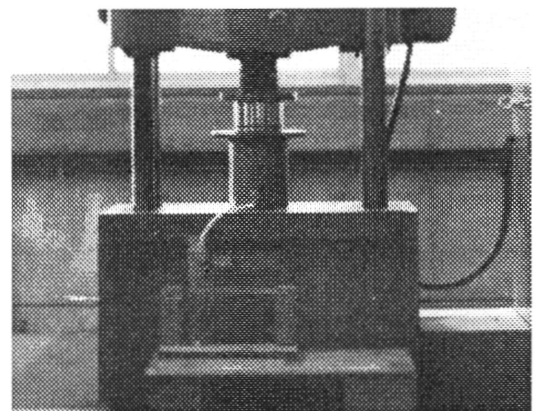


Photo.1 加圧プリーディング試験の実験配置

容器内試料上面の圧縮荷重が 3.5N/mm^2 (43kN)に到達するまで連続的に加圧する。10分間加圧保持し、容器側壁下部の脱水コックを開け、メスシリンダーで抽出水分量を計測した。〈Photo. 1参照〉また、規定超過荷重 8.15N/mm^2 (100kN)の条件でも行った。

(3) 減圧脱水試験方法 (以下、減圧法) : 電極付き木製型枠 (電極SUS-304, $\phi=3.0\text{mm}$ を計8本) 〈図2参照〉内に試料を詰め、真空ポンプで圧力タンク ($\phi 33.0\text{cm}$, $h=76.0\text{cm}$)内を減圧し、型枠底部より過脱水した。吸引した水分は圧力タンク内の貯水瓶に抽出される。また、圧力タンク内は常に 40cmHg 一定圧力に保ち、連続的に吸引し、同時に電気抵抗測定も行い、試料中の水分移動の分布性状を調べた。〈図3参照〉

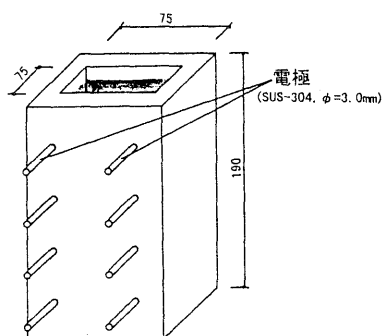


図2 減圧脱水試験用型枠図

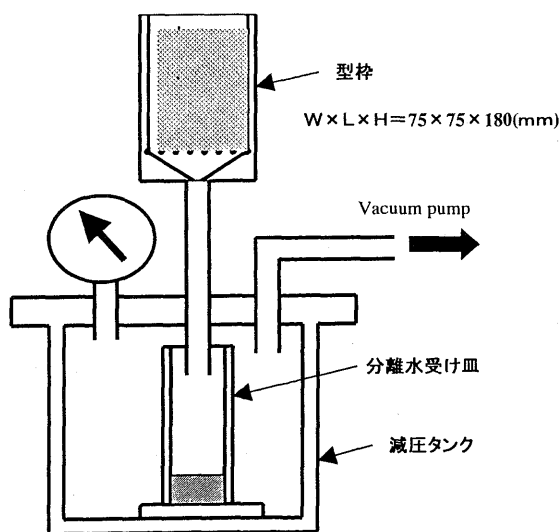


図3 減圧脱水試験装置概略図

3. 実験結果及び考察

3. 1 各調合の加圧ブリーディング試験による判定

図4は、各種混和剤を使用したコンクリートの調合No. をJIS A1123に準じた方法で測定したものである。グラフは測定時間とブリーディング率 (抽出水分量/試料中混練水量) をあらわしており、[No. II-1, 2, 3, 4, 5]=[3.05, 1.76, 1.55, 0.35, 0.0]となった。調合No. II-4, 5に関しては、ほとんどブリーディング水を採取することはできなかった。そのため、フレッシュコンクリート時のブリーディング判定は不可能であった。しかし、フレッシュ時に適量の滞留水分が必要であると考えた場合、全く分離水の出ないものが良質なコンクリートであると安易に決めることはできない。そのため、JIS法で採取することのできない試料中の滞留水分量を把握することが望まれる。

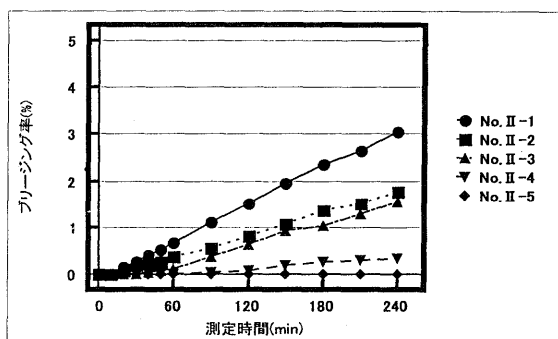


図4 JIS法におけるコンクリートのブリーディング

図5は、同様に各種混和剤を使用したコンクリートの調合No. I-1, 4, 5で、加圧ブリーディング試験をおこなったものである。ブリーディング率は、[No. I-1, 4, 5]=[34.5, 27.6, 5.71]となった。図4のJIS法では抽出水分量が稀少であったことから、不鮮明なものや判定できなかったコンクリートにおいて、調合差が明確にあらわれていることがわかる。これにより、従来のブリーディング試験では、判定できない低水セメント比の高流動コンクリートの評価が可能であることがわかった。また、脱水抽出することにより、単位水量・混和剤の添加量について微量の変化、種類とその物性等の確認および品質評価の判定として大いに期待できると考えられる。

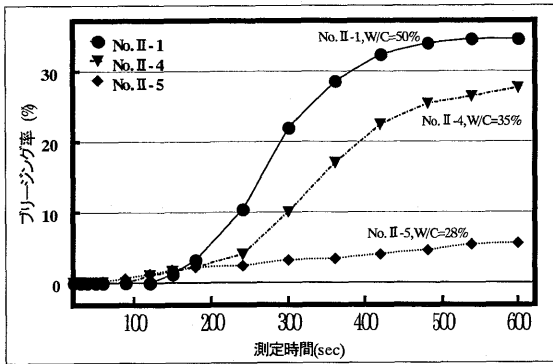


図5 加圧法におけるコンクリートのブリーディング

図6は各種混和剤を添加したコンクリートの調合で試料中の単位水量換算値とブリーディング率をあらわしている。グラフはJIS法、加圧法を比較したもので、図4, 5の最終測定値をとり、比較したものである。単位水量の少ないものほど脱水率は低い。そして、傾斜角度は加圧法の方が大きいことから、小さな調合の違いでも明確にあらわれることが予想される。また、JIS法では採取できなかった調合において、加圧法では抽出することができることより、単位水量の少ないフレッシュコンクリートの品質判定に有効であると考えられる。

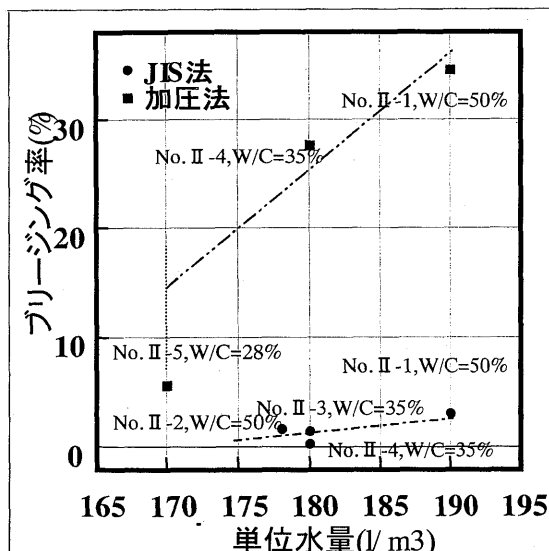


図6 JIS法、加圧法のブリーディング比較

図7は、加圧ブリーディング試験において、調合ごとにブリーディング率を示したものである。モル

タル調合No. 1, 2, 3, 4で、JSCEで規定された 3.5N/mm^2 で測定したものと、規定超過荷重 8.15N/mm^2 で行ったものを比較した。 8.15N/mm^2 で加圧した場合、[No. I-1, 2, 3, 4]=[54.1, 52.4, 52.03, 45.98]となり、 3.5N/mm^2 で加圧した場合、[No. I-1, 2, 3, 4]=[51.82, 48.35,

43.87, 34.58]となった。規定荷重の二倍以上で加圧したにも関わらず、平均1.1倍程度の差しかみられなかった。また、プレーンモルタルNo. I-1, 2, 3において 8.15N/mm^2 で脱水した場合、調合の違いが測定値の差によってあらわれない傾向にあった。一方、 3.5N/mm^2 で脱水したものは、調合差がよくあらわれており、分離しやすい順に高い値をしめした。また、今回の実験より、荷重の大きい方が目詰まりしやすく、水分が上部に滞留する傾向にあった。特に、混和剤を使用した低水セメント比のフレッシュコンクリートにおいて、この性状が顕著にあらわれた。これは、下部より試料中の混練水が排出され、試料下部が密実なケーキ層を形成し、水分の移動を遮るためだと考えられる。従って、載荷荷重が大きいほどケーキ層は固く緻密になるため、圧縮荷重と抽出水分量は比例の関係にならなかったことが説明できる。

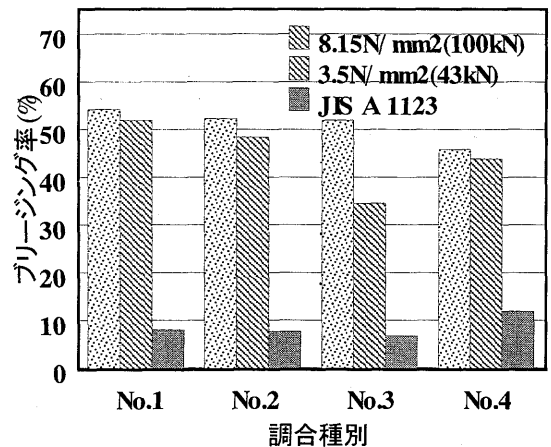


図7 載荷荷重の変化とブリーディングの関係

図8は、モルタルの調合とコンクリートの調合でJIS法と加圧法を比較したものである。グラフは調合上の単位水量とブリーディング率の関係をあらわしている。その結果、単位水量の多いモルタルの方が多い割合で脱水されることを推測していたが、平均的に大きな差はみられなかった。また、単位水量 200l/m^3 前後周辺で脱水率が顕著に下がる傾向にあった。これは、低水セメント比の調合であるとともに、

混和剤の影響で高い保水性を有し、ブリーディングが抑制されたためと考えられる。

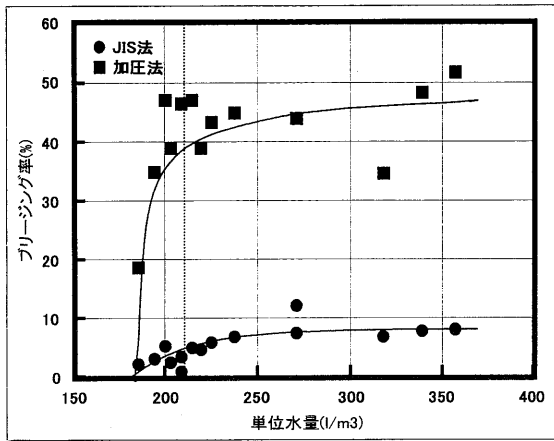


図8 モルタル、コンクリートと単位水量の関係

3. 2 各種試験方法とブリーディング評価

図9は、調合No. 1-1, 3, 4モルタルで各種試験方法と比較したものである。グラフは測定時間とブリーディング（抽出水分）率の関係を示している。加圧法は短時間（10分間）で試料中混練水の30～50%抽出されており、240分かかるJIS法は10%程度である。また、減圧法（45分間）は20～30%抽出されている。加圧法と比較して、試験機器等の取り扱いやすさ、計測速さ、結果の整合性の点より、減圧法の有効性について期待できるとともに、今後更に実験方法等の確立が望まれる。

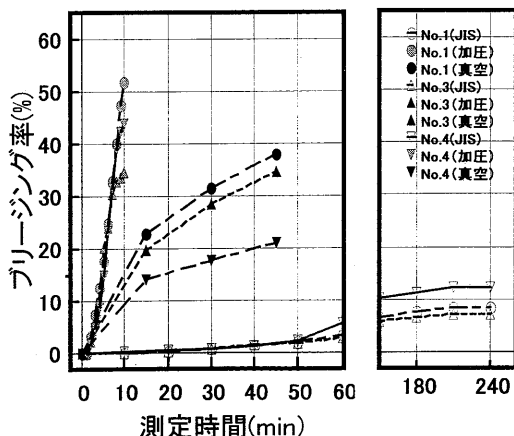


図9 各種試験方法とブリーディングの関係

図10は、試料体積あたりの抽出水分量（抽出水分量／型枠試料体積）とモルタル調合における単位水量の関係を示したものである。そして、グラフより各種試験方法の結果とその差異を検討した。同配合において、強制的な負荷圧力が高いほど一次直線の傾斜角度は大きくなった。それにより、調合種類の違いは的確に捉えることができる。また、今回の実験において、JIS法、加圧ブリーディング試験においては単位水量と抽出水量の関数に則していないことがわかる。これは、混和剤の影響から分離しやすい傾向が顕著にあらわれたことと、分離抽出した水分中にセメントペーストと混和剤が多く含有していたためと考えられる。

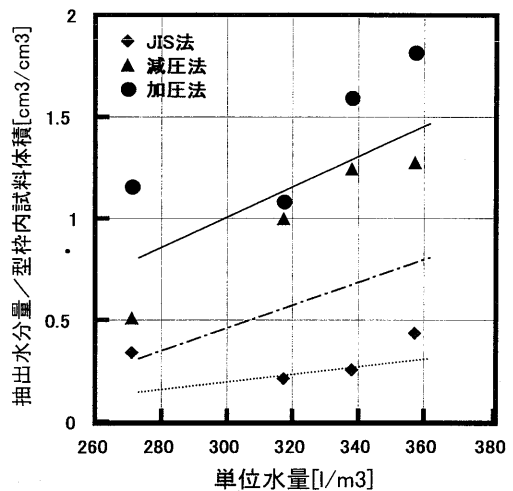


図10 各種試験方法と試料体積あたりの抽出水分率

図11は、減圧脱水試験における調合No. 2, W/C=55%モルタルの水分の移動分布性状について、電気抵抗測定より考察を行ったものである。減圧脱水型枠電極最上部[Time0, 15, 30, 45min]=[216, 225, 316, 942]となり、最下部[Time0, 15, 30, 45min]=[224, 488, 611, 639]となった。存置型枠電極最上部[Time0, 15, 30, 45]=[152, 139, 137, 134]、最下部[Time0, 15, 30, 45min]=[156, 156, 156, 155]となった。水分が多く滞留する箇所の比抵抗値が低くなることより、右図のように水分移動していることが推測できる。測定開始より、試料下部から脱水、次に上部の水分が下に移動。最終的には上部より下部の方が含水量は多くなる傾向が把握できた。また、これにより加圧ブリーディング試験における水分の移動分布性状とは大きく異なる

ことがわかった。圧縮された水分移動を遮断するケーキ層が加圧されたものより密ではないため、総合的にこの試験方法を判定した場合、効率良く脱水できることがわかる。

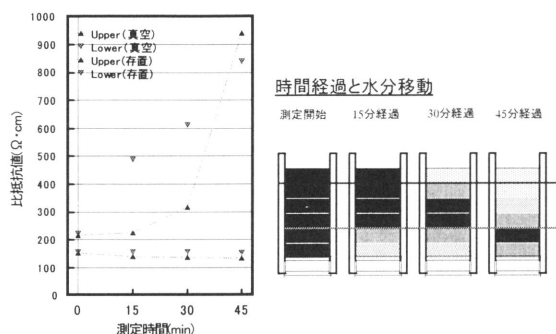


図 11 電気抵抗特性と水分移動分布性状

4. まとめ

- 1) JIS法, 加圧法, 減圧法のブリーディング試験方法により、分離水抽出量と終了時間に差異が認められた。
- 2) 各試験方法を組み合わせることにより、各種混和剤や配合条件によるコンクリートの特質を把握するのに有効であると考えられる。
- 3) ブリーディング試験方法の違いにより、抽出水分量と内部に含有する水分の移動分布・分離性状は異なるため、それぞれの性質を把握することが望まれる。

- 4) 負荷圧力を利用して脱水する方法より、早期にフレッシュコンクリートの判定ができるとともに、単位水量の少ない高流動・高強度コンクリートの判定、応用に期待できる。

5. 謝 辞

本研究をすすめるにあたり、中部大学大学院生深見信規君、平成10年度小野研究室卒業研究生の長縄諭敬、雑賀俊行君、小西隆二君、加納理恵さん、浅岡万浪さん、中部大先端技術研究センターより支援を受けました。記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 小野博宣, 伊藤和幸:「フレッシュモルタルのブリーディング特性」, セメントコンクリート論文集, No. 51, pp. 424~429, 1997
- 2) 辻正哲, 坂井秀紀:「ブリーディング発生機構に関する基礎的研究」セメント技術年報37, pp229~232, 1983
- 3) 田代忠一, 田沢栄一:「セメント・コンクリート中の水の挙動」セメント・コンクリート研究会水委員会
- 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, PP1191~1192, 1993
- 5) 土木学会編:「コンクリートのポンプ施工指針(案)」, 1986. 11
- 6) 辻正哲, 伊藤幸宏, 蟹谷慎也:「ポンパピリチーの簡易試験方法」第16回セメント・コンクリート研究討論会研究報告集, pp. 25~30, 1989