

PC グラウトのブリーディングと体積変化に関する基礎的研究

細野 宏巳*1・岩永 豊司*2・呉 承寧*3・辻 幸和*4

We studied PC grout bleeding ratio and volume change evaluation test methods for measuring PC grout volume change using the Vessel method prescribed in JSCE, improved Vessel method which utilizes the laser displacement meter measurement instrument and also prescribed by JSCE, the Incline tube method and the Vertical tube method both prescribed in ISO 14824 and EN, and the JH method which is an improved Vertical tube method. The results of both volume change ratio evaluation test using both the Incline tube method and the Vertical tube method include the JH method showed strong correlation. We showed the characteristics of the volume change measurements using the Vessel methods, the Incline tube method and the Vertical tube method.

Key words : PC grout, bleeding ratio, volume change ratio, vertical tube test, incline tube test

1. はじめに

PC グラウトのブリーディング率と体積変化率の測定方法としては、これまで主に土木学会のポリエチレン袋方法 (JSCE-F 532) が用いられていたが、2002 年制定のコンクリート標準示方書において、膨張率試験は、膨張性タイプについてのみ試験を実施し、非膨張性タイプについては試験を省略すること¹⁾となっていた。たとえば、上記試験に準じて非膨張タイプの収縮 (膨張) 率を測定する場合、2012 年制定のコンクリート標準示方書に規定されている鉛直管試験 (JH 法、現: JSCE-F 535) による体積変化率の規格値である -0.5%~0.5%の精度²⁾で判断するためには、1 000 ml メスシリンダーで 1 目盛り 10 ml の 1/5 である 2 ml の精度で読み取ることが必要となる。そのため、測定誤差が大きくなることが懸念され、非膨張タイプの体積変化率の測定ができない状況が続いている。また、コンクリート標準示方書では、容器方法 (JSCE-F 533) におけるブリーディング率と膨張率の測定方法を定めているが、これらの規定値は示されていない。

本研究では、現在、土木学会規準に制定されている鉛直管試験を PC グラウトの品質管理試験に導入するにあたり、PC グラウトのブリーディング率と体積変化率の試験方法の確立、PC グラウトのブリーディング率と体積変化率の規定値を定めるための基礎資料の収集、および基準試験方法としての適用性を検討することを目的とした試験結果を報告する。すなわち、ブリーディング率および体積変化率に関する傾斜管と鉛直管による試験結果、ならびに容器方法による体積変化率に関する試験結果³⁾を報告する。

そして、PC グラウトの合理的な品質管理システムを構築することを目指して、各 PC グラウトを用いた、これら

試験方法の適用性を検討した結果を報告する。

2. 試験の概要

2.1 使用材料および配合

使用材料を表 - 1 に、配合を表 - 2 に示す。PC グラウトの粘性としては、JP 漏斗による流下時間の範囲が 3.5 ~ 6.0 秒である超低粘性、6.0 ~ 14 秒である低粘性、および 14 秒以上である高粘性の 3 種類⁴⁾である。

またタイプとしては、水、セメントおよび PC グラウト混和剤を練り混ぜるもので、セメントに対する添加量が 1 ~ 2 % の混和剤を添加して粘性を調整する混和剤タイプと、水と結合材 (粉体) のみを練り混ぜるプレミックスタイプの 2 種類であり、合計 8 種類の PC グラウトについて実施した。また、混和剤タイプの PC グラウトにおいて、

表 - 1 使用材料

配合	粘性	タイプ	使用セメント	主成分
A-1	低	混和剤	普通ポルトランドセメント	メラミンスルホン酸系化合物 水溶性高分子エーテル系化合物
A-2	高	混和剤	普通ポルトランドセメント	メラミンスルホン酸系化合物 水溶性高分子エーテル系化合物
B-1	低	プレミックス	普通ポルトランドセメント	メラミン系高性能減水剤 セルロース系増粘剤 遅延剤 石灰系微粉末
C-1	超低	プレミックス	低熱ポルトランドセメント	シリカ質無機混和材 ポリカルボン酸系高性能減水剤 特殊混和剤
D-1	低~高	プレミックス	高炉セメント B 種	ポリカルボン酸系高性能減水剤 セルロース系増粘剤
D-2	高	プレミックス	高炉セメント B 種	アルコール消泡剤 石膏系収縮低減材
E-1	高	混和剤	普通ポルトランドセメント	メラミン系高性能減水剤 増粘剤
E-2			高炉セメント B 種	

*1 Hiromi HOSONO : 三井住友建設 (株) 土木技術部

*2 Toyoshi IWANAGA : BASF ジャパン (株) 建設化学品事業部 市場開発室

*3 Chengning WU : 愛知工業大学 工学部

*4 Yukikazu TSUJI : 群馬大学・前橋工科大学 名誉教授

表 - 2 配 合

配合	水結合材比 (%)	セメント (kg)	水 (kg)	プレミックス材 (kg)	混和剤 (kg)	備考
A-1	45.0	78	35.1	-	0.78	混和剤添加率 = C × 1.0 %
A-2	42.0	78	32.8	-	0.78	混和剤添加率 = C × 1.0 %
B-1	40.0	-	30.0	75	-	-
C-1	30.0	-	28.5	95	-	-
D-1	30.5	-	30.5	100	-	-
D-2	25.0	-	30.0	120	-	-
E-1	42.0	78	32.8	-	1.56	混和剤添加率 = C × 2.0 %
E-2	42.0	78	32.8	-	1.56	混和剤添加率 = C × 2.0 %

A-1, A-2 および E-1 では普通ポルトランドセメント (N) を、E-2 では高炉セメント B 種 (BB) を使用した。プレミックスタイプは、3 種類の粘性に分類される一般に市販されているものを使用した。また、混和剤タイプに使用するセメントは、実際に現場で使用されるセメントの製造会社が特定できないことから、代表的なセメント製造会社 3 社の製品をそれぞれ等分混合して用いた。

2.2 PC グラウトの練混ぜ方法

PC グラウトの練混ぜは、PC グラウト用練混ぜミキサ (MG-100 型：容器 100l) を用いて、各 PC グラウト材料の製造者が推奨する練混ぜ方法で実施した。その練混ぜ方法を表 - 3 に示す。

表 - 3 PC グラウトの練混ぜ手順

配合	練混ぜ手順
A-1	W + 低粘性 N → セメント → 3 分間練混ぜ
A-2	W + 高粘性 N → セメント → 3 分間練混ぜ
B-1	W + プレミックス → 3 分間練混ぜ
C-1	W + プレミックス → 3 分間練混ぜ
D-1	W + プレミックス → 3 分間練混ぜ
D-2	W + プレミックス → 3 分間練混ぜ
E-1	W + 高粘性 N → セメント → 3 分間練混ぜ
E-2	W + 高粘性 N → セメント → 3 分間練混ぜ

2.3 試験方法の概要

試験方法の概要を表 - 4 に示す。

ブリーディング率および体積変化率は、ISO 14824 や欧州規格の EN 445 で規格化されている傾斜管試験、および

その鉛直管試験をわが国で改良した方法の JH 法を用いて実施した。また体積変化率に関しては、上記の 2 方法に加えて、土木学会規準の容器方法についても併せて実施した。

流動性試験では、土木学会規準に規定されている JP 漏斗による流下時間の測定と、日本建築学会規準 (JASS 15M-103) に準拠した内径 50 mm、高さ 51 mm (JASS 15M-103) を修正した内径 50 mm、高さ 100 mm (以後、修正 JASS コーンと称する。) によるフロー試験を実施した。

ここで、流動性試験を並行して実施した目的は、次に示す。

- 練り混ぜられた PC グラウトが製造会社が規定した粘性の範囲内であること、つまり、流動性に関する品質試験の規格値を満足していることを確認すること。
 - レオロジー特性の指標となる JP 漏斗の流下時間および修正 JASS コーンによるフロー値、ならびに材料分離抵抗性を判断するブリーディング率および体積変化率との間の関連性を確認すること。
- なお、試験はいずれも 20 °C の恒温室で実施した。

2.4 試験方法

(1) 傾斜管試験

傾斜管試験の姿図を図 - 1 に、試験状況を写真 - 1 に示す。傾斜管試験は、内径が 79 mm、長さが 5.0 m の透明管の中に、φ 15.2 mm の PC 鋼より線 7 本よりを 12 本を結束線により束ねて配置し、管を 30° の角度で固定する。PC グラウトは、最下部から空気が混入しないよう、PC グラウトポンプを用い傾斜管に沿って 4 750 mm 程度まで注入し、その後、ブリーディング率、体積変化率、およびブリーディングと気泡などの移動状況を観察した。注入後 3 時間までは 30 分間隔で、24 時間までは 60 分間隔で PC グラウトの状態変化がなくなるまで、そして 24 時間後の最終観察と 1 mm 単位での計測を行った。試験は 3 体とし、それらの平均を求めた。

ブリーディング率および体積変化率は、次式により算出した。

$$\text{ブリーディング率 (\%)} = L_w / L_g \times 100 \quad (1)$$

$$\text{体積変化率 (\%)} = \Delta L_g / L_g \times 100 \text{ (収縮: -)} \quad (2)$$

ここに、

L_g : PC グラウトの注入長

L_w : 傾斜管に沿ったブリーディング水の高さ

ΔL_g : 傾斜管に沿ったグラウト表面高さの変化量

表 - 4 試験の概要

評価項目		試験項目	仕様	PC グラウト	備考	
品質管理 試験項目 の検討	ブリーディング率 体積変化率	①	傾斜管試験	超低粘性：1 材料 低粘性：3 材料 高粘性：4 材料 合計：8 材料	• ブリーディング率および体積変化率との関係を検討	
		②	鉛直管試験			
	体積変化率	③	容器方法		JSCE-F533	• 収縮に関する基礎データ
		④	漏斗試験		JP 漏斗, JSCE-F531	
		⑤	フロー試験		内径：50 mm, 高さ：100 mm	

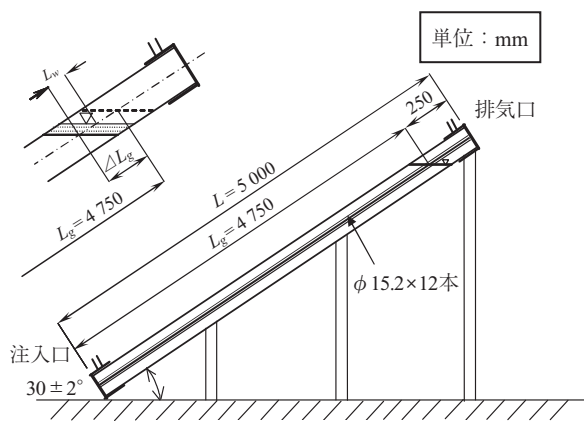


図 - 1 傾斜管試験

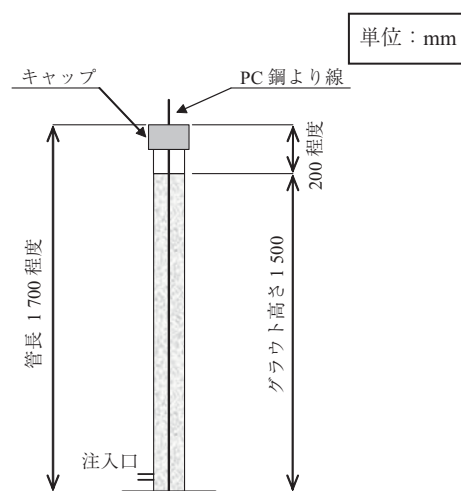


図 - 2 鉛直管試験

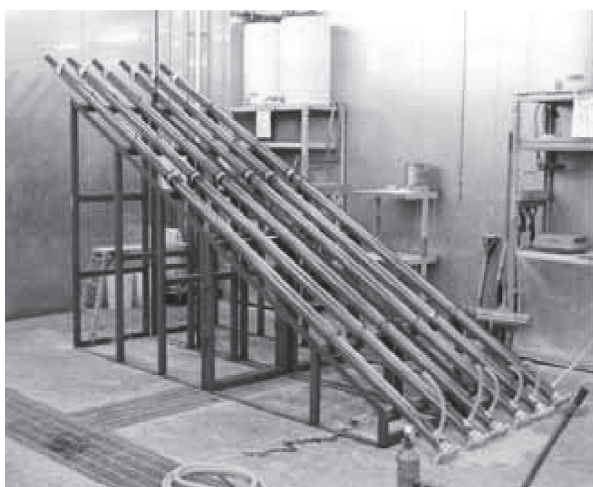


写真 - 1 傾斜管試験状況



写真 - 2 鉛直管試験状況

(2) 鉛直管試験

鉛直管試験では、JH法を用いた。JH法による鉛直管試験の姿を図-2に、試験状況を写真-2に示す。

JH法の試験方法は、内径が79mm、長さが1.6mの透明管のなかに、φ15.2mmのPC鋼より線を鉛直管中心に1本配置する。PCグラウトは空気が混入しないように、下部の注入口からグラウトポンプを用いて手で流量を調整しながら、高さが1.5m程度になるまで注入した。ただし、上部に配置した蓋の中心に設けた孔とPC鋼より線の隙間は密閉しなかった。

PCグラウトの注入後、PCグラウトの注入開始より1、2、3、5および24時間後のPCグラウトの高さを1mm単位で測定し、ブリーディング率および体積変化率を算出した。

試験は3体とし、それらの平均を求めた。なお、ブリーディング率および体積変化率は、次式により算出した。

$$\text{ブリーディング率 (\%)} = h_w/h_g \times 100 \quad (3)$$

$$\text{体積変化率 (\%)} = \Delta h_g/h_g \times 100 \text{ (収縮: -)} \quad (4)$$

ここに、

h_g : PCグラウトの高さ

h_w : ブリーディング水の高さ

Δh_g : グラウト高さの変化量

(3) 容器方法による体積変化率試験

容器方法による体積変化率は、土木学会規準 (JSCE-F533) に準拠した (以下、土木学会法と称する)。土木学会法の試験装置を図-3に示す。

PCグラウトを、内径が50mm、高さが100mmの鋼製型枠内に、型枠天端から数mm下げて中央を少し盛り上げて打ち込む。PCグラウトの体積変化率を測定するため、PCグラウトの天端に直径が40mmの亚克力板を載せたあとに、静かに亚克力板の上に埋金物を載せ、型枠天端に接触するまで押え付けた。その後埋金物を取り外し、亚克力板の上面と測定用ブリッジ上面までの上・下方向の変位量をダイヤルゲージを用いて測定した。測定は、練上りから1時間、2時間、5時間、その後の経過期間が1日、7日、14日および28日とした。測定には、測定用ブリッジの上面に孔けた4点の測定用孔を用いて行い、その平均値を供試体1個の体積変化率とした。そして3個の平均値を求めた。なお、PCグラウトの乾燥を防ぐため、型枠上端をガラス板とグリスにより密閉した。

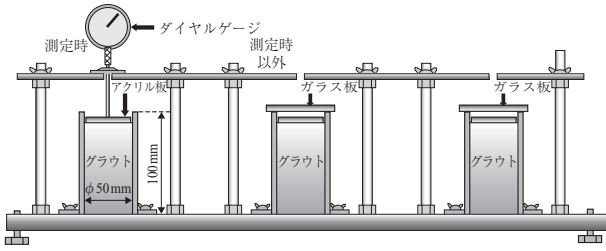


図 - 3 容器方法 (土木学会法)

(4) 流動性試験 (漏斗試験とフロー試験)

漏斗は、土木学会規準 (JSCE-F 531) に準拠した JP 漏斗を使用した。

コーンは、修正 JASS コーンを用い、試験は日本建築学会規準 (JASS 15M-103) に準拠した。

3. ブリーディング率

3.1 傾斜管試験および鉛直管試験によるブリーディング率

傾斜管試験と鉛直管試験によるブリーディング率の試験結果を、表 - 5 および図 - 4 に示す。なお本試験で採用したすべての PC グラウトは、ポリエチレン袋方法 (JSCE-F 532) ではブリーディングが認められないものである。

傾斜管試験と鉛直管試験は、PC 鋼より線を管中に配置しており、実際のダクトに PC 鋼材を配置している状況を模擬しており、実構造物を再現できる試験方法であるとともに、PC 鋼より線の素線間の空隙を利用した毛細管現象を用いて、ブリーディングを強制的に排出させる試験方法であると考えている。

これらの試験結果では、傾斜管試験により求まる値が、鉛直管試験により求まる値よりも大きく、ブリーディング率の値に差があることがわかる。しかし、ブリーディング発生の有無については、同様に検出できることが確認できる。両試験方法においては、ブリーディングが生じない PC グラウトはいずれの試験方法でも観測されず、ブリーディングが生じた PC グラウトは、いずれの試験方法でも観測された。したがって、ブリーディング発生の有無については、両試験方法とも同等の判定ができるといえる。

傾斜管試験における PC グラウトのブリーディング水の発生によるフレッシュ性状変化と硬化に至る性状の変化の大きい PC グラウトの例を、写真 - 3 と写真 - 4 に示す。またブリーディングが生じなかった PC グラウトの例を、写真 - 5 に示す。

A-1 と B-1 の PC グラウトにおいては、PC グラウトの注入後、数分～1 時間以内に傾斜管上面部分の長さ方向全面にわたってブリーディング水が発生し、傾斜管上部に移動する様子が確認できる。なお、A-2、C-1、D-1、D-2、E-1 および E-2 の PC グラウトにおいては、PC グラウト注入後から硬化に至るまで、特別大きな性状の変化は認められなかった。ただし D-1 と D-2 の PC グラウトは、他のものに比べ多少気泡の発生が認められた。また C-1、D-2 および E-1 の PC グラウトは、傾斜管上面部に部分的または局

表 - 5 ブリーディング率と目視観察結果

配合	傾斜管試験		鉛直管試験
	ブリーディング率 (%)	目視観察	ブリーディング率 (%)
A-1	1.9	上面部分にブリーディング水が発生	0.2
A-2	0.0	-	0.0
B-1	5.6	上面部分にブリーディング水が発生	0.1
C-1	0.0	局所的に白っぽい変色部分	0.0
D-1	0.0	多少気泡の発生	0.0
D-2	0.0	多少気泡の発生 局所的に白っぽい変色部分	0.0
E-1	0.0	局所的に白っぽい変色部分	0.0
E-2	0.0	外観変化なし	0.0

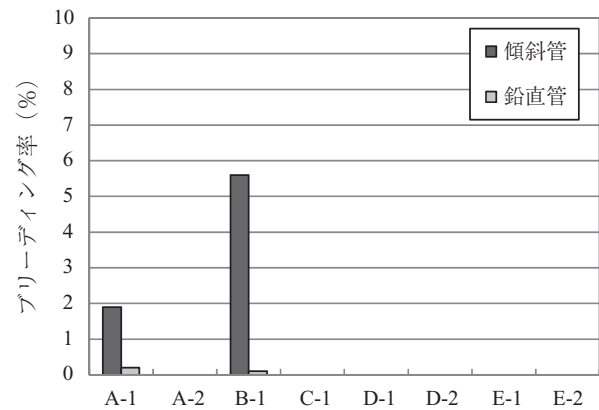


図 - 4 各 PC グラウトのブリーディング率

所的にブリーディングと思われる白っぽく変色した部分が数箇所確認された。なお、E-2 の PC グラウトは、写真 - 5 に示すように、目視観察による特徴的な外観変化は認められなかった。また、A-2 の PC グラウトは、小さい気泡が数個発生した程度の外観変化はほとんどないといえた。

鉛直管試験によるブリーディングの発生の例を、写真 - 6 と写真 - 7 に示す。またブリーディングが生じなかった PC グラウトの例を、写真 - 8 に示す。

写真 - 3 から写真 - 8 を比較することにより、傾斜管

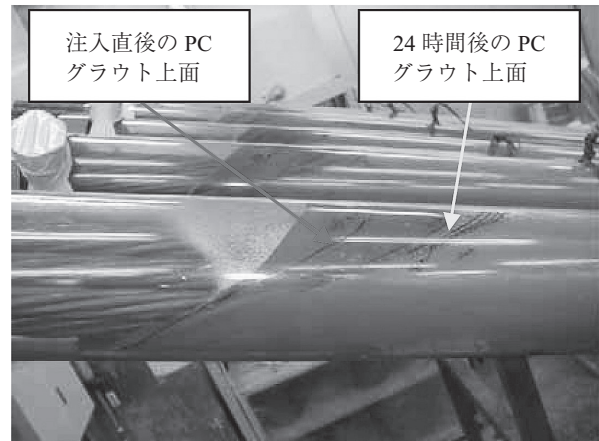


写真 - 3 傾斜管試験におけるフレッシュ性状 (A-1)

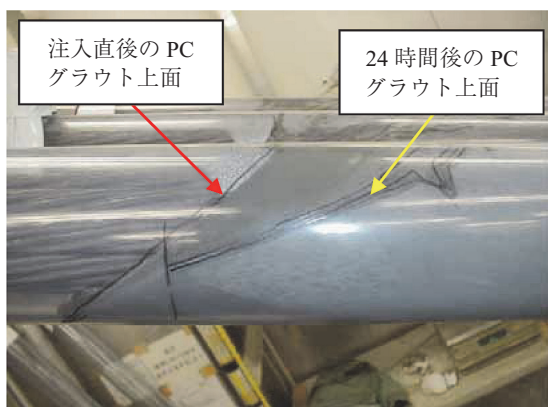


写真 - 4 傾斜管試験におけるフレッシュ性状 (B-1)

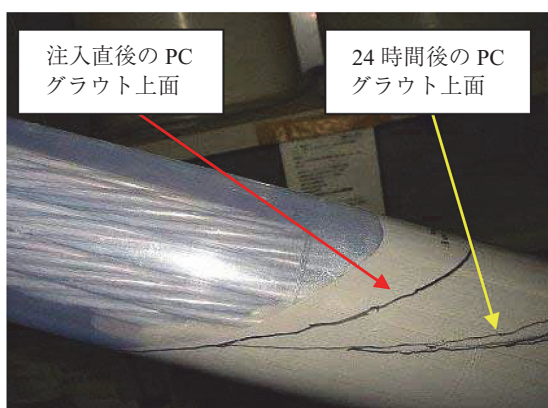


写真 - 5 傾斜管試験におけるフレッシュ性状 (E-2)



写真 - 6 鉛直管試験におけるフレッシュ性状 (A-1)



写真 - 7 鉛直管試験におけるフレッシュ性状 (B-1)



写真 - 8 鉛直管試験におけるフレッシュ性状 (E-2)

試験は鉛直管試験と同径の管内に PC 鋼より線が 12 本配置され、かつ管が傾斜して配置されていることにより、鉛直管試験と比較して、ブリーディング率を測定するにあたり、以下に述べる問題があると考えている。

- 各 PC 鋼より線間に残存する PC グラウト上面形状が凹形状になり、かつ隣接する PC 鋼より線位置での PC グラウト上面高さがそれぞれ異なることから、各 PC 鋼より線間に残存するブリーディング水の高さを正確に測定できないこと。
- 管の傾斜により、PC グラウト面が管の内面に付着した PC グラウト跡が、体積変化後の PC グラウト上面のかなりの範囲を目視できなくするために、残存するブリーディング水の確認が困難になること。

上述した問題は、PC グラウトの粘性に関係なく生じている問題である。そのため、傾斜管試験は、鉛直管試験と比較して、残存するブリーディング水を正確に測定するのが難しい試験方法であると判定できる。その結果、ブリーディング率の算定については、個人誤差が大きくなる方法である。

3.2 ブリーディング率と流動性

鉛直管試験におけるブリーディング率と JP 漏斗による流下時間および修正 JASS コーンによるフロー値とのそれぞれの関係を、図 - 5 および図 - 6 に示す。

各種漏斗による流下時間およびコーンの形状寸法の相違と、フロー値の流動性の関係については、それぞれ高い相関関係があることはすでに報告されている^{5,6)}。しかしながら、図 - 5 および図 - 6 からは、流動性の指標を示す JP 漏斗による流下時間および修正 JASS コーンによるフロー値と、材料分離抵抗性の指標を示すブリーディング率との間には相関は認められないといえる。

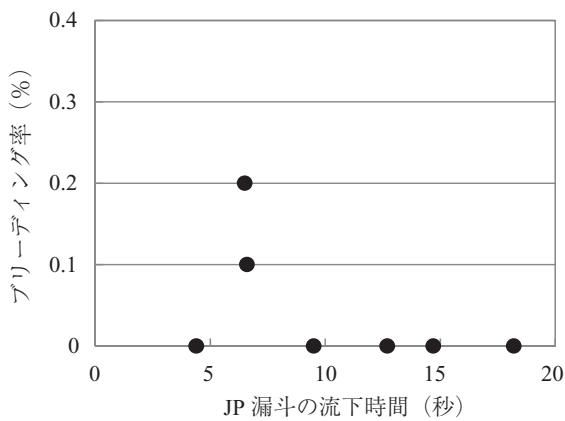


図 - 5 JP 漏斗による流下時間とブリーディング率

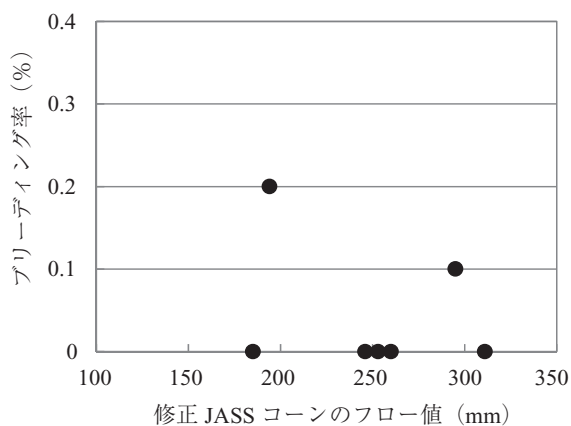


図 - 6 修正 JASS コーンによるフロー値とブリーディング率

4. 体積変化率

4.1 傾斜管試験, 鉛直管試験および容器方法による体積変化率

体積変化率の試験結果を表 - 6 および図 - 7 に示す。

体積変化率は、傾斜管試験で (-2.6 ~ -10.6) %, 鉛直管試験で (-0.3 ~ -0.5) %, 容器方法で (-1.63 ~ -2.41) % となり、試験方法によって PC グラウトの相違による差が大きい結果となっている。また、傾斜管試験では、体積変化率の絶対値がいずれの PC グラウトについても、鉛直管試験より大きい値が得られた。

先に示した写真 - 3 から写真 - 8 の比較によると、傾斜管試験は、鉛直管試験と同内径の管内に PC 鋼より線が 12 本配置され、かつ管が傾斜して配置されていることにより、鉛直管試験と比較して、体積変化率を測定するにあたって、ブリーディング率の測定と同様に、以下に示す問題があると考えられる。

- 各 PC 鋼より線間に残存する PC グラウト上面形状が凹形状になり、かつ隣接する PC 鋼より線位置での PC グラウト上面高さがそれぞれ異なることから、各 PC 鋼より線間での体積変化量を正確に測定できないこと。
- 管の傾斜により、PC グラウト面が管の内面に付着した

PC グラウト跡が、体積変化後の PC グラウト上面のかなりの範囲を目視することが困難になること。

上述した問題は、PC グラウトの粘性に関係なく、生じている問題である。そのため、傾斜管試験は、鉛直管試験と比較して、ブリーディング率と同様に、体積変化率の絶対値そのものは大きく測定できるものの、体積変化率を正確に測定するのが難しい試験方法であると判定できる。

表 - 6 体積変化率

配合	傾斜管試験		目視観察	鉛直管試験	容器方法
	ブリーディング率 (%)	体積変化率 (%)		体積変化率	体積変化率
A-1	1.9	-5.2	上面部分にブリーディング水が発生	0.5	-1.63
A-2	0.0	-	-	-	-1.82
B-1	5.6	-10.6	上面部分にブリーディング水が発生	-0.5	-2.03
C-1	0.0	-2.6	局所的に白っぽい変色部分	-0.3	-2.33
D-1	0.0	-3.1	多少気泡の発生	-0.5	-2.41
D-2	0.0	-3.1	多少気泡の発生 局所的に白っぽい変色部分	-0.3	-2.04
E-1	0.0	-4.3	局所的に白っぽい変色部分	-0.3	-2.40
E-2	0.0	-3.5	外観変化なし	-0.3	-

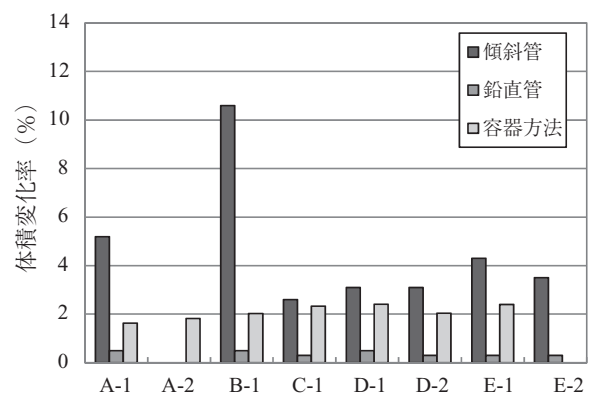


図 - 7 各 PC グラウトの体積変化率

(注: 図の表示では体積変化率は絶対値)

容器方法による体積変化率の絶対値は、傾斜管試験による値よりは小さいものの、鉛直管試験による値より大きいことも認められる。試験方法による体積変化率の相違は、供試体の形状寸法および PC グラウト内への PC 鋼より線の配置の有無と配置本数による影響を受けることが理由であると考えられるが、これらの及ぼす程度を個別に判定するまでには至っていない。これについては、今後の課題とする。

4.2 体積変化率と流動性

JP 漏斗による流下時間および修正 JASS コーンによるフロー値と鉛直管試験における体積変化率の関係を、それぞれ図 - 8 および図 - 9 に示す。これらの図より、JP 漏斗による流下時間および修正 JASS コーンによるフロー値と体積変化率の間には、ブリーディング率と同様に、相関は認められないといえる。

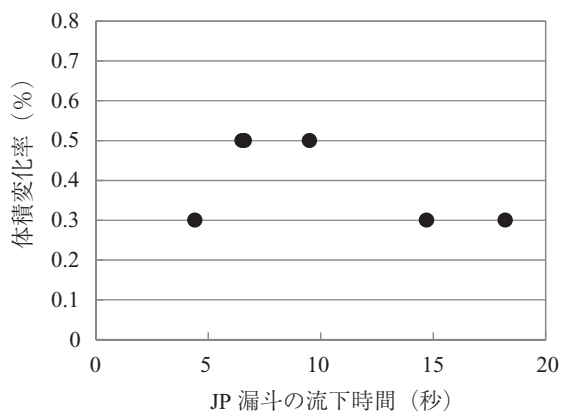


図 - 8 JP 漏斗による流下時間と体積変化率

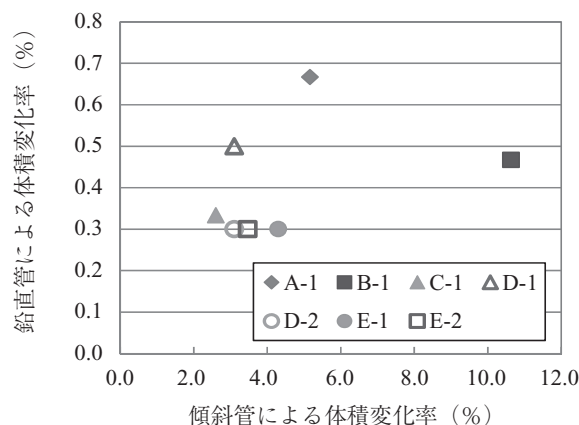


図 - 11 鉛直管試験と傾斜管試験による体積変化率

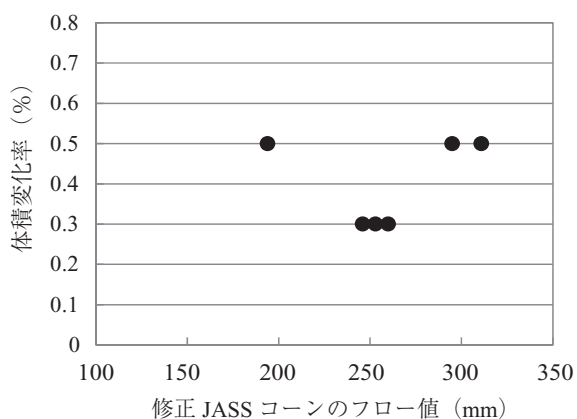


図 - 9 修正 JASS コーンによるフロー値と体積変化率

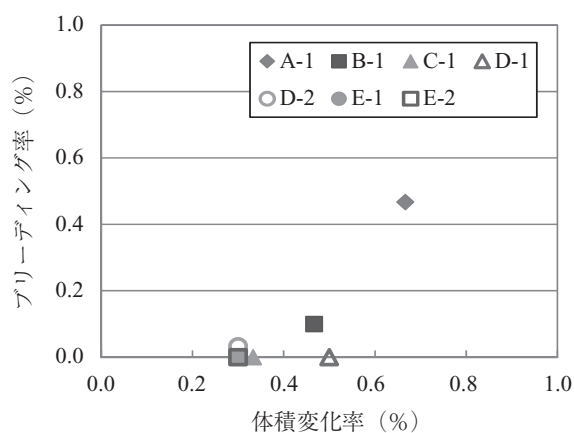


図 - 12 鉛直管試験によるブリーディング率と体積変化率の関係

5. ブリーディング率と体積変化率

鉛直管試験と傾斜管試験により求められるブリーディング率を図 - 10 に、体積変化率を図 - 11 に示す。また、鉛直管試験によるブリーディング率と体積変化率の関係を図 - 12 に、傾斜管試験によるブリーディング率と体積変化率の関係を図 - 13 にそれぞれ示す。

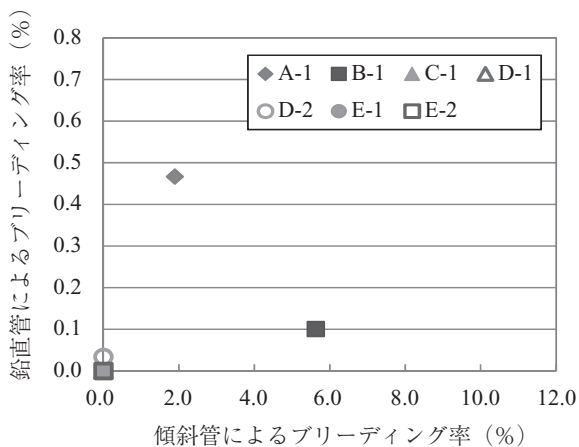


図 - 10 鉛直管試験と傾斜管試験によるブリーディング率

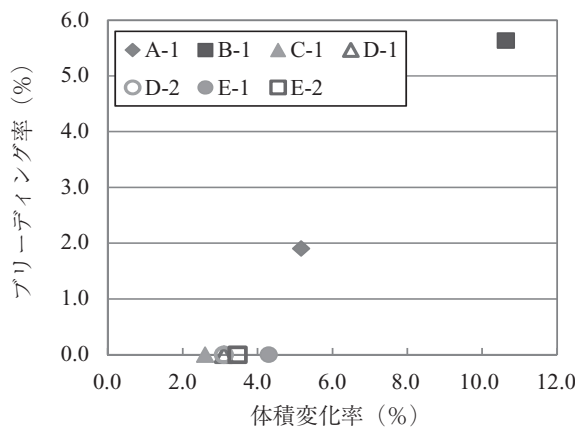


図 - 13 傾斜管試験によるブリーディング率と体積変化率の関係

図 - 10 より、ブリーディング率の大きな値を示した A-1 と B-1 の PC グラウトを除いては、鉛直管試験と傾斜管試験の両方の試験結果ともブリーディングはほとんど計測されていないことが認められる。また、図 - 12 と図 - 13 より、ブリーディングが発生している PC グラウトについては、ブリーディングが発生していない PC グラウト

よりも体積変化率が一般に大きくなることも認められる。そしてブリーディング率と同様に、体積変化率の大きな値を示したA-1とB-1を除いては、体積変化率は、図-11より、鉛直管試験の結果が傾斜管試験の結果と比べて1/10程度の値になっている。

ここで、A-1とB-1の試験結果がその他のPCグラウトの試験結果と大きくかい離する理由として、両者の試験結果はともに鉛直管試験の規格値（ブリーディング率の規格値は3個の試験の平均値が計測終了時点で0.0%であること、体積変化率の規格値は3個の試験の平均値が-0.5%～0.5%であること）を大きく超過した値となっていることがあげられる。つまり、こういった規格値を大きく超過するPCグラウトについては、両試験を実施することにより、規格値を満足しないという判定は可能であるものの、試験値の大小関係までは整合されないものと推測される。

6. ま と め

PCグラウトのブリーディング率および体積変化率の特性を把握するために、セメント系材料の種類、混和剤の種類および水粉体比を変化させた8種類のPCグラウトについて、測定方法の異なるブリーディング率および体積変化率の試験を実施した結果を報告した。そして、PCグラウトの合理的な品質管理システムを構築することを目指して、それら試験方法の適用性を検討した。本研究により、以下の知見が得られた。

- (1) ブリーディング率を測定する試験方法として、ISO 14824とEN 445で規定されている傾斜管試験およびJH法の鉛直管試験を実施した結果、傾斜管試験と鉛直管試験の間に、ブリーディング率の発生を判定することを含め、相関があることが観察された。
- (2) 流動性を評価する流下時間およびフロー値、ならびにブリーディング率および体積変化率との間には、それぞ

れ相関が認められなかった。

- (3) 体積変化率は、傾斜管試験、鉛直管試験、および容器方法の各試験方法によって測定される値に大きな相違があった。傾斜管試験による体積変化率の絶対値が一番大きく、容器方法、鉛直管試験による値の順番に小さくなった。

謝辞：本論文は、プレストレストコンクリート技術協会PCグラウトの設計・施工規準作成委員会 品質試験WGの平成16年度の活動成果の一部を報告したものである。WG幹事を当時務められた野島昭二氏（中日本高速道路(株)名古屋支社 四日市工事事務所）および濱田 譲氏（ジェイアール西日本コンサルタンツ(株)）のご助言に対し、厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書〔施工編〕，pp.222-223，2002年制定
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書〔施工編〕，pp.337-338，2012年制定
- 3) 岩永豊司，濱田譲，野島昭二，辻幸和：PCグラウトのブリーディング率および体積変化率の統一試験，第13回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp.171-174，2004.10
- 4) (公社)プレストレストコンクリート工学会：PCグラウトの設計施工指針 -改訂版-，2012.12
- 5) 山口光俊，細野宏巳，野島昭二，辻幸和：PCグラウトの塑性粘度と降伏値に関する一考察，第14回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp.73-76，2005.10
- 6) 細野宏巳，山口光俊，野島昭二，山口隆裕，辻幸和：PCグラウトの流動性評価と品質管理方法に関する研究，土木学会論文集E2（材料・コンクリート構造）Vol. 71，No. 1，pp.72-85，2015.1

【2015年12月1日受付】



刊行物案内

PC グラウトの設計施工指針 —改訂版—

平成24年12月

定 価 3,600 円／送料 300 円
会員特価 3,000 円／送料 300 円

公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会