

PCグラウトのフレッシュ性状確認に関する統一試験 (室内試験 1)

川田建設(株)	正会員	○吉松 秀和
極東鋼弦コンクリート振興(株)	正会員	博(工) 山口 隆裕
(株)高速道路総合技術研究所	正会員	野島 昭二
愛知工業大学	正会員	博(工) 呉 承寧

1. はじめに

プレストレストコンクリート工学会(旧：技術協会)より「PCグラウトの設計施工指針」が平成17年に発刊され7年が経過し、その間にPCグラウト材料の開発が進められ発刊当時とは異なるフレッシュ性状を示すPCグラウトが開発され使用される状況となっている。そこで、現行指針において規定されている試験方法や試験頻度などについて、既存のPCグラウト材料に加え新たに開発されたPCグラウト材料を対象にPCグラウトのフレッシュ性状の確認試験を実施した。また、PCグラウト材料の計量誤差による水セメント比のバラツキがPCグラウトのフレッシュ性状に影響を与えたと考えられたため、プレミックス材および袋詰めセメントに対し計量を行った。

PCグラウトは、セメントとグラウト混和剤を工場で混合するプレミックス材タイプと、グラウト混和剤を現場で添加し混合するグラウト混和剤タイプの2種類がある。本稿は、プレミックス材タイプおよびグラウト混和剤タイプのPCグラウトのフレッシュ性状(レオロジー特性・単位容積質量・ブリーディング率・体積変化率)とプレミックス材や袋詰めセメントの表示内容量と実内容量とのバラツキに着目し、各試験を実施した結果を報告するものである。

2. 試験概要

2.1 試験方法

各試験方法を表-1に示す。レオロジー試験は、土木学会に規定されているJP漏斗と、海外で規格化されているMarshコーンの他に、フロー試験およびFKKシステムによる流下体積時間試験¹⁾を併せて実施した。単位容積質量測定試験は、比重カップおよび簡易型枠を使用し質量法により実施した。ブリーディング率試験および体積変化率試験は、NEXCO試験法に規定されている鉛直管試験により実施した。使用したプレミックス材と袋詰めセメントの温度は20℃、練混ぜ水は18℃とし試験を行った。

また、プレミックス材および袋詰めセメント1袋ごとの質量のバラツキを確認するため計量を行った。

(1) レオロジー試験

JP漏斗は土木学会規準に、またMarshコーンはEU規格に、フロー試験は建築学会規準に準拠した。

(2) 単位容積質量試験

単位容積質量試験は、JIS A 1116の質量方法に準拠した。

(3) ブリーディング率試験および体積変化率試験

鉛直管試験は、NEXCO試験法420に準拠した。

(4) 計量

プレミックス材および袋詰めセメントの1袋あたりの計量を行った。はかりは、ひょう量32100gで、

表-1 試験方法

試験項目	試験方法	
レオロジー試験	JP漏斗	JSCE-F 531
	Marshコーン	EN445 : 1997
	FKKシステム	
	円筒容器	JASS15M-103
単位容積質量測定試験	比重カップ 簡易型枠	JIS A 1116
ブリーディング率試験	鉛直管試験	NEXCO試験法420
体積変化率試験	鉛直管試験	NEXCO試験法420
計量		1袋ごとの質量

最小表示が0.1gのものを使用した。

2.2 使用材料およびPCグラウトの配合

PCグラウトの配合を表-2に示す。PCグラウトの流動性タイプは、JP漏斗試験の流下時間から高粘性タイプ(14秒以上)、低粘性タイプ(6~14秒)、超低粘性タイプ(3.5~6秒)の3種類に区分される。本試験では、プレミックス材タイプが、超低粘性型(Pre-ULV)、高粘性~低粘性型(Pre-HLV)の2種類、グラウト混和剤タイプが、低粘性型(LV)、高粘性型(HV)の2種類の計4種類とし、それぞれの材料に対し水結合材比を3種類として試験を実施した。

グラウト混和剤タイプに使用したセメントは、普通ポルトランドセメントを使用しメーカーの違いによる影響を排除するため3社のものを混合したものとした。水は上水道水を使用した。

2.3 練混ぜ方法

PCグラウトの練混ぜは、練混ぜ量50リットルの抑止版を設置した円形ミキサを使用した。

3. 試験結果および考察

レオロジー試験および単位容積質量試験結果(練混ぜ直後)を表-3に示す。

3.1 レオロジー試験

JP漏斗試験とMarshコーン試験の流下時間測定、FKKシステムの流下体積時間試験およびフロー試験は、練混ぜ直後と30分後さらに練混ぜ1時間後にハンドミキサにより再攪拌を行い試験を実施した。JP漏斗とMarshコーンの流下時間の関係を図-1に、JP漏斗の流下時間とFKKシステムの流下体積時間の関係を図-2に、JP漏斗の流下時間とフロー値の関係を図-3に示す。JP漏斗試験とMarshコーン試験の流下時間、FKKシステムの流下体積時間には、相関関係が認められた。JP漏斗の流下時間とフロー値の間には、相関関係が認められなかった。

表-2 PCグラウトの配合

PCグラウト種別	W/P[W/C](%)	備考	粘性	配合の目安(%)	
Pre-ULV-1	34.5	プレミックスタイプ	超低粘性型	33.0~38.0	
Pre-ULV-2	36.0				
Pre-ULV-3	37.5				
Pre-HLV-1	29.0		高粘性~低粘性型		29.0~33.0
Pre-HLV-2	30.5				
Pre-HLV-3	32.0				
LV-1	43.0	混和剤タイプ	低粘性型	39.0~45.0	
LV-2	44.0				
LV-3	45.0				
HV-1	40.5		高粘性型		39.0~45.0
HV-2	41.5				
HV-3	42.5				

プレミックス材タイプ

Pre-ULV : Premix Ultra Low Viscosity

Pre-HLV : Premix High~Low Viscosity

グラウト混和剤タイプ

LV : Low Viscosity

HV : High Viscosity

表-3 レオロジー試験および単位容積質量試験結果

PCグラウト種別	PCグラウト温度(°C)	レオロジー試験				単位容積質量試験		記号
		JP漏斗(秒)	FKK流下体積時間(秒)	Marshコーン(秒)	JASSフロー(mm)	W/P[W/C]		
						φ50*100(%)	φ100*200(%)	
Pre-ULV-1	29.5	4.8	4.7	23.5	187	33.7	32.2	◆
Pre-ULV-2	29.5	3.9	3.6	17.5	186	35.1	33.7	
Pre-ULV-3	29.0	3.8	3.5	15.3	189	36.5	35.1	
Pre-HLV-1	23.5	21.0	20.9	133	223	28.7	28.4	■
Pre-HLV-2	24.0	13.5	13.7	87.1	236	30.0	30.3	
Pre-HLV-3	23.5	9.9	9.8	60.2	241	31.8	30.0	
LV-1	26.0	19.3	19.4	150.5	124	43.1	41.8	▲
LV-2	25.0	10.9	10.8	73.6	144	44.3	42.4	
LV-3	26.0	8.9	8.9	49.8	145	44.6	43.1	
HV-1	25.0	20.0	20.2	128.3	147	41.5	39.4	●
HV-2	25.5	17.2	17.6	104.2	145	42.0	40.3	
HV-3	—	14.2	14.4	80.6	143	43.0	43.1	

3.2 単位容積質量試験

比重カップ(φ50×100)を使用した場合では、配合水粉対比(水セメント比)との差で-1.0%~+1.0%、簡易型枠(φ100×200)を使用した場合では、配合水粉対比(水セメント比)との差で-0.6%~+2.4%であった。

プレミックス材タイプでは、実内容量より求めた補正水粉対比と推定水粉対比との差は、比重カップで-0.4%~+0.1%、簡易型枠で-0.4%~+1.5%であった。簡易型枠を使用したものは、表面の処理状況により比重カップに比べ誤差が大きくなると考えられる。

3.3 ブリーディング率試験および体積変化率試験

ブリーディング率試験および体積変化率試験では、練混ぜ直後より5時間程度まで30分間隔で計測を行い、24時間後に計測を行った。ブリーディング率試験・体積変化率試験(5時間経過後まで)の結果を図-4に示す。

(1) ブリーディング率試験

PCグラウト種別Pre-ULVでは、Pre-ULV-3のみブリーディング水が確認されたが、練混ぜ後4時間でなくなった。PCグラウト種別Pre-HLVでは、Pre-HLV-2、Pre-HLV-3で練混ぜ5時間後もブリーディング水が確認されたが、24時間後にはなくなった。

PCグラウト種別LVでは、すべての配合でブリーディング水が確認された。練混ぜ5時間後も若干ブリーディング水が確認されたが24時間後にはなくなった。PCグラウト種別HVでは、練混ぜ直後から24時間後までブリーディング水は確認されなかった。

(2) 体積変化率試験

PCグラウト種別Pre-ULVでは、練混ぜ3時間で体積変化は収束した。PCグラウト種別Pre-HLVでは、

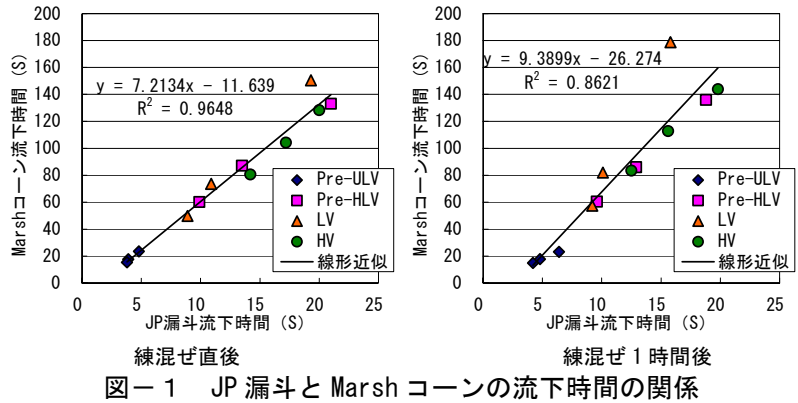


図-1 JP漏斗と Marsh コーンの流下時間の関係

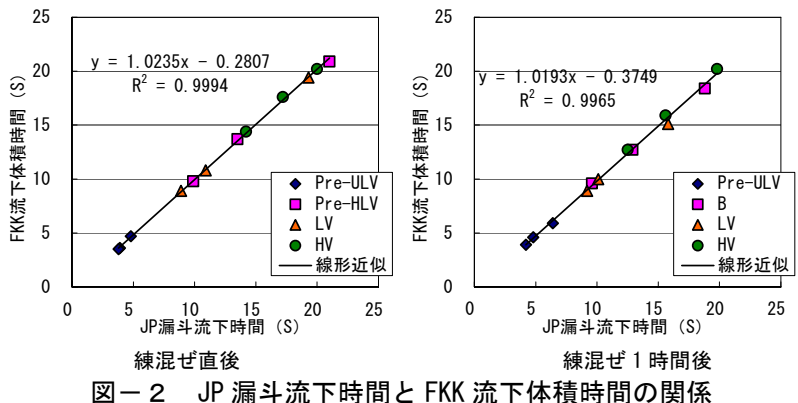


図-2 JP漏斗流下時間と FKK 流下体積時間の関係

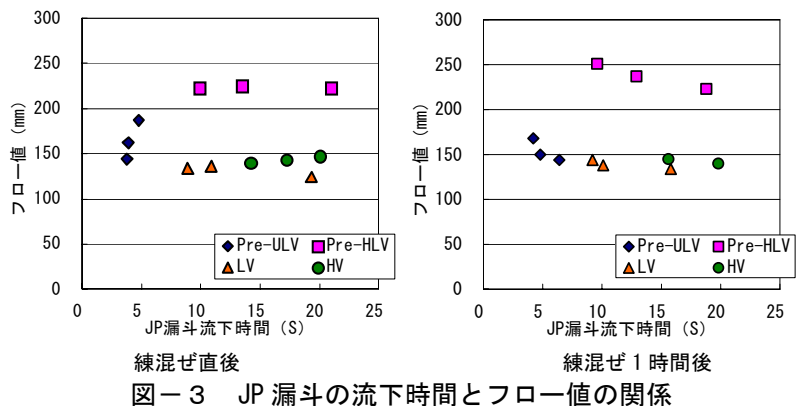


図-3 JP漏斗の流下時間とフロー値の関係

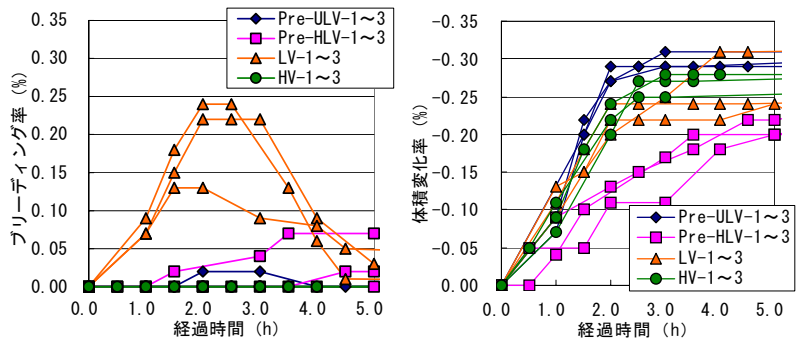


図-4 ブリーディング率・体積変化率試験結果

Pre-HLV-1は練混ぜ5時間で体積変化は収束したが、Pre-HLV-2, Pre-HLV-3は5時間以降24時間後において体積変化は進行していた。PCグラウト種別LV, HVでは、練混ぜ4~5時間経過で体積変化は収束した。

3.4 計量

プレミックス材は2種類について9袋ずつ、袋詰めセメントはメーカー3社のものについて6袋ずつの計量を行った。プレミックス材および袋詰めセメントの内容量の計量結果を図-5, 6に示す。

プレミックス材の平均質量は、
 (a)25.593kg [表記質量：25kg]
 (b)20.388kg [表記質量：20kg]であり、9袋の内容量は平均質量に対し±1.0%以内であった。

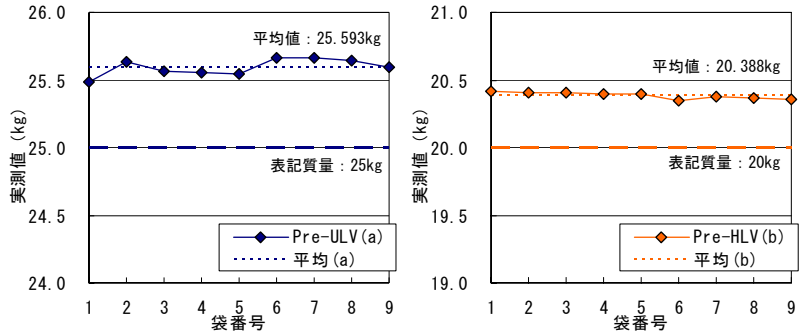


図-5 プレミックス材計量結果

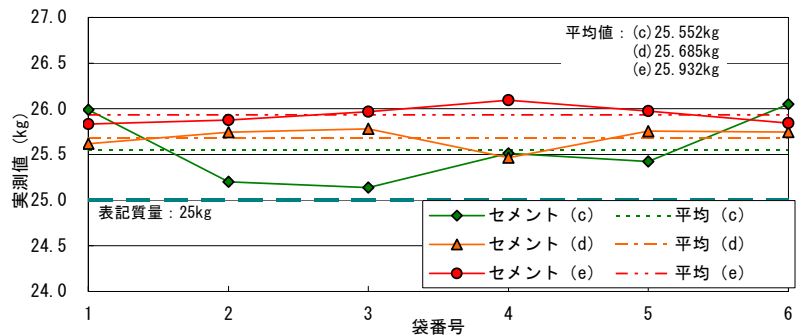


図-6 袋詰めセメント計量結果

袋詰めセメントの平均質量は、(c)25.552 kg (d)25.685 kg (e)25.932 kgであり、6袋の内容量は平均質量に対し±2.0%以内であった。[セメント表記質量：25kg]プレミックス材および袋詰めセメントともに、表記質量を下回るものはなかった。

4. まとめ

各種PCグラウトのフレッシュ性状、プレミックス材・袋詰めセメントの質量のバラツキを確認した結果以下のことが明らかになった。

- (1) JP漏斗とMarshコーンの流下時間およびFKKシステムの流下体積時間の間には、各計測時期において強い相関関係が認められた。
- (2) JP漏斗の流下時間とフロー値の間には、明確な相関関係が認められなかった。
- (3) 単位容積質量試験により求められる水結合材比(水セメント比)は比重カップに比べ簡易型枠を使用した場合、誤差が大きくなる傾向が認められた。
- (4) ブリーディング率試験、体積変化率試験において、規格値であるブリーディングが0、体積変化率が±0.5%となる状態が2時間程度続いた場合、計測を終了しても24時間後の試験結果に変化がないことが確認できた。鉛直管試験の最終の測定時間を早めることができることが認められた。
- (5) プレミックス材の内容量は、精度よいことが確認できた。袋詰めセメントの内容量は、若干バラツキが大きいものもあるが、表記質量を下回るものがないことが確認できた。

本稿は、公益社団法人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委員会検査WG(委員長池田尚治横浜国立大学名誉教授)の平成23年度の活動成果の一部を報告したものである。

参考文献

- 1) 山口, 広瀬, 笹子, 島根: PCグラウトの流動性に関する試験システムの開発研究, プレストレストコンクリート Vol.44, No5, pp77-81, Sep, 2002