

PC グラウトのフレッシュ性状に関する統一試験（フィールド試験 2）

三井住友建設(株)	正会員	工修	○西村	一博
BASF ジャパン(株)			矢口	稔
三井住友建設(株)	正会員		細野	宏巳
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）から「PC グラウトの設計施工指針」が発刊されて7年が経過し、その間に PC グラウト材料自体の商品開発が進められ、発刊当時とは PC グラウトのフレッシュ性状が異なる製品が開発されている。また、袋詰めセメント等の内容量表示質量誤差に伴う水セメント比（水粉体比）のバラツキがフレッシュ性状に影響を与えることが示唆されている。この現状を捉え、各種グラウト混和剤を対象とした PC グラウトのフレッシュ性状の把握と袋詰めセメントの計量を行った。

本稿では実際の現場に入荷された PC グラウト材料を対象に実施した試験のうち、セメントと練混ぜ水にグラウト混和剤を添加するタイプの高粘性型 PC グラウトについての結果を報告するものである。なお、実際の現場にて実施したプレミックスタイプの超低粘性型 PC グラウトの報告は別稿¹⁾にて報告する。

2. 試験概要

2. 1 試験対象橋梁および試験日

試験を実施した B 橋梁は、神奈川県海老名市で施工中の PRC7 径間連続箱桁橋である。下床版に配置された主鋼材（図-1 参照、鋼材種類：12S12.7、鋼材長：24m～37m、ポリエチレンシース）に注入する PC グラウトを対象に、注入側（練混ぜ直後）と排出側において試料を採取し、フレッシュ性状試験（2. 3 参照）を実施した。先に試験を実施した低温環境下でのプレミックスタイプの超低粘性型 PC グラウト試験¹⁾では、排出側の PC グラウトの温度が注入側（練混ぜ直後：品質試験時）より低下すると、流動性が低下する傾向を確認したことから、試験にはできるだけ寒い時期にあたる平成 24 年 2 月 23 日、24 日の 2 日間で実施した。

2. 2 PC グラウトの配合および練混ぜ

試験に用いた PC グラウトの配合と試験時の外気温、練混ぜ水およびセメントの温度測定結果を表-1 に示す。練混ぜ水は、事前の試験練りで確認された PC グラウトの JP 漏斗の流下時間を得られるように給熱機を設置して温めて使用した。試験に用いたグラウト混和剤は、PC グラウトの設計施工指針の PC グラウト流動性区分で高粘性型に分類される（JP 漏斗の流下時間：14 秒以上）ものである。

グラウト作業は、橋面に設置した作業台、水槽、グラウトミキサおよびグラウトポンプからなるグラウトプラントを設置して行った。練混ぜは、100 リットル練り用の角型グラウトミキサ（MG-100 型）を用いて、55 リットルの PC グラウトを製造した。なお、1 バッチ当りセメントは、セメント質量のバラツキが PC グラ

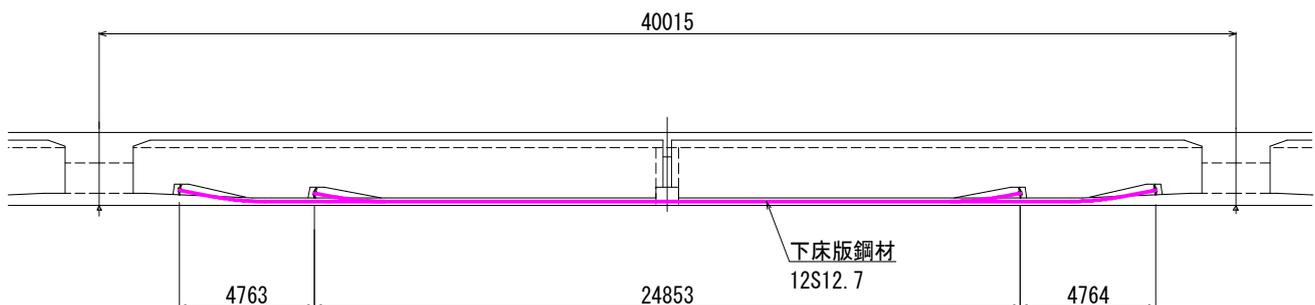


図-1 試験対象橋梁の PC 鋼材配置

表-1 PC グラウトの配合および温度

配合(1バッチ)					温度		
セメント種類	W/C(%)	W(kg)	C(kg)	Ad(kg)	外気温(°C)	水(°C)	セメント(°C)
普通ポルトランドセメント	41.5	31.13	75	0.75	11~16	21~23	11~14

ウトのフレッシュ性状に与える影響を把握するために、1バッチあたりのセメント量である75kgに調整しない3袋をそのまま使用した。

2. 3 試験項目

(1) 計量

PC グラウトを練り混ぜる前に、袋詰めセメント (25kg) : 119 袋とグラウト混和剤 (750g) : 32 袋の質量を事前計量して、袋ごとに番号を記入しておき、各バッチに使用された材料の質量が結果的に判るようにしておいた。

(2) フレッシュ性状試験

下記に示すフレッシュ性状試験を練混ぜ直後(注入側)で 30 バッチ、内ケーブル 12 本分の排出側を対象に実施した。試験状況写真を写真-1に示す。

- ・ PC グラウト温度の測定 (JIS A 1156 に準拠)
- ・ JP 漏斗の流下時間の測定 (JSCE-F531 に準拠)
- ・ 単位容積質量試験の測定 (JIS A 116 に準拠 内径 50mm×高さ 100mm の簡易型枠使用)
- ・ フロー試験 (JASS 15M-103 に準拠 内径 50mm×高さ 51mm の円筒容器使用)



写真-1 試験状況写真

3. 試験結果および考察

3. 1 計量

セメント質量およびグラウト混和剤質量の測定結果を図-2および図-3に示す。

(1) セメント計量結果

セメント質量は内容量表示質量 25kg に対して、最大 25.597kg から最小 24.577kg(平均 25.038kg)までで、-1.7%~+2.4%の誤差があり、さらに測定した袋詰めセメントの約半数が 25kg を下回る結果であった。この結果より、セメント質量のバラツキがフレッシュ性状に与える影響は大きいと考えられる。

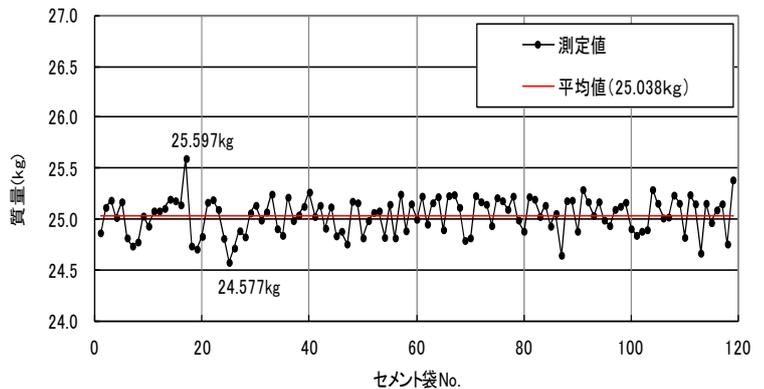


図-2 セメント質量測定結果

(2) グラウト混和剤計量結果

混和剤は内容量表示質量 750g に対して、最大 760g から最小 755g までで、+0.7%~+1.3%の誤差であった。グラウト混和剤は質量のバラツキが小さく、かつ 750g を下回る袋はなかった。この結果より、グラウト混和剤の質量のバラツキがフレッシュ性状に与える影響は極めて小さいと考える。

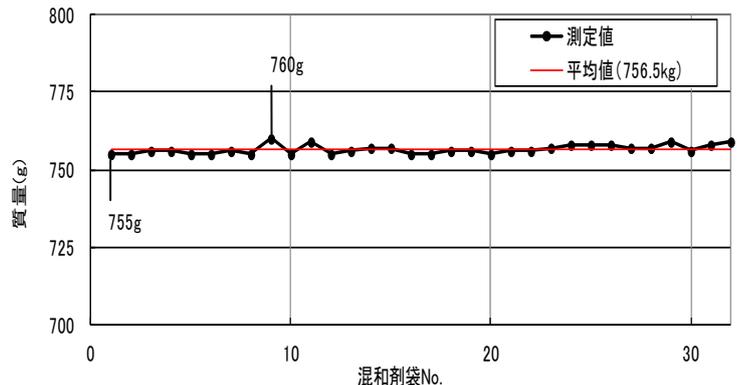


図-3 グラウト混和剤質量測定結果

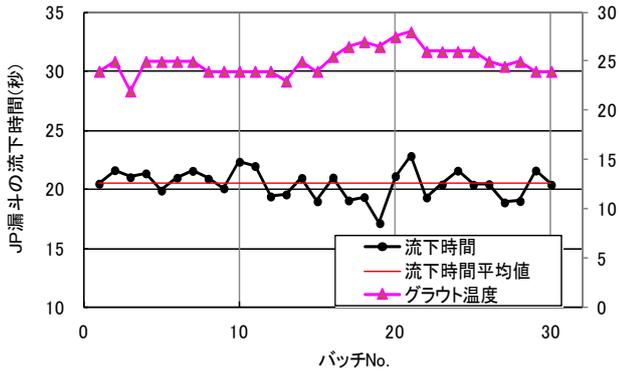


図-4 JP 漏斗の流下時間と温度の関係 (注入側)

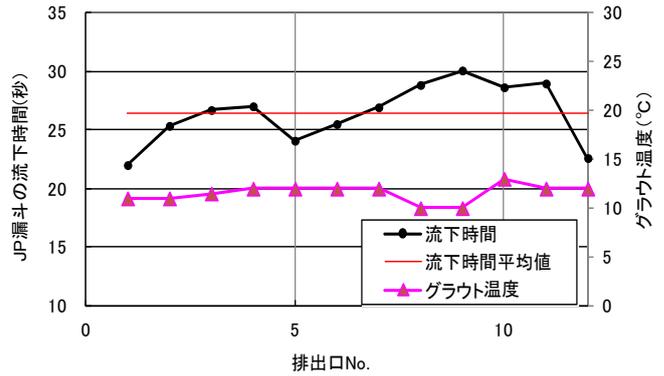


図-5 JP 漏斗の流下時間と温度の関係 (排出側)

3.2 JP 漏斗による流下時間測定

注入側 (練混ぜ直後) および排出側の JP 漏斗の流下時間と温度の測定結果を図-4および図-5に示す。注入・排出側とも PC グラウト温度の上昇・降下に伴い、JP 漏斗の流下時間も変動する傾向にあることが確認された。また、流出側においては、注入側 (練混ぜ直後) の PC グラウトが注入作業により冷却され、PC グラウト温度が 10℃程度下がり、かつ流下時間も 5 秒程度遅くなっていることが確認された。

これらの結果から、PC グラウトの温度をできるだけ一定に保つことにより、JP 漏斗の流下時間を安定させることができると考える。

3.3 フロー試験

注入側および排出側のフロー試験結果を図-6および図-7に示す。注入側におけるフロー値の平均値は 146mm であったが、排出側では 158mm と若干大きくなった。既往の実験²⁾においては、JP 漏斗の流下時間の増加に伴いフロー値も低下する傾向にあるとしているが、今回の試験においては逆の傾向が認められた。

3.4 単位容積質量試験

(1) 単位容積質量

単位容積質量の試験結果を図-8および図-9に示す。実測した単位容積質量は、セメント実質量計算値に対して最大でも 1%程度の誤差であり、実測値の変動に対してセメント実質量からもとめた計算値も追従した値を示している。図-8に示すセメント実質量計算値とは、事前に測定したセメント質量を用いて練混ぜバッチごとの単位容積質量を計算した値である。

注入側と排出側での単位容積質量の変化を比較すると、排出側のほうが大きくなっている。これは、PC グラウトが注入側から排出側まで移動する際に、ポリ

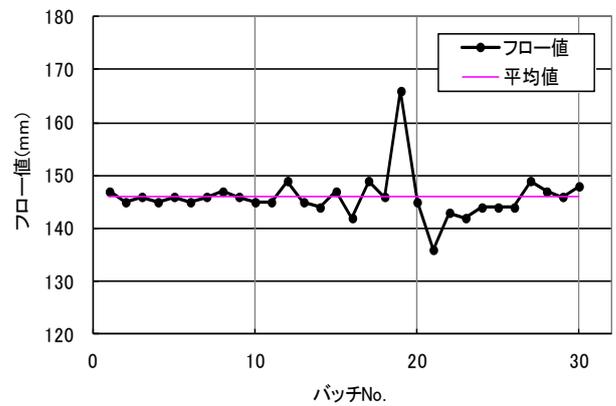


図-6 フロー試験結果 (注入側)

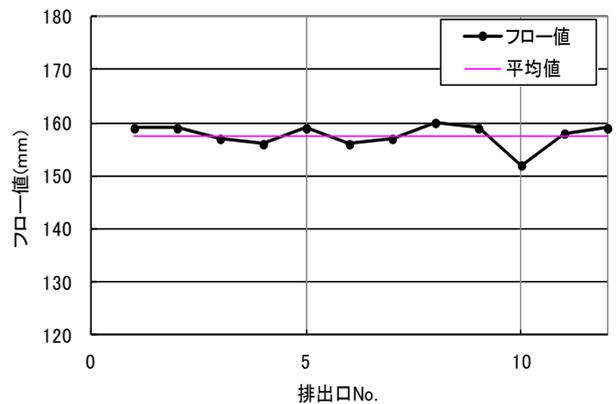


図-7 フロー試験結果 (排出側)

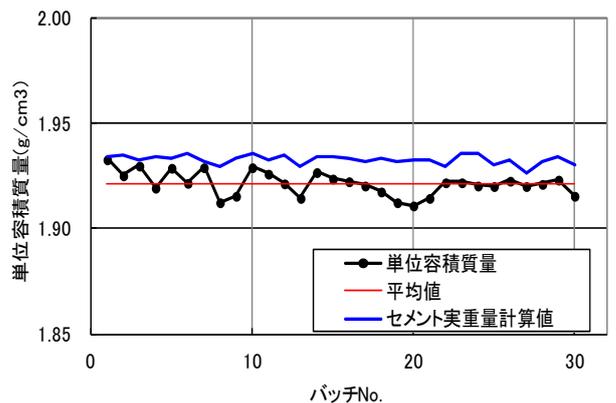


図-8 単位容積質量試験結果 (注入側)

エチレンシースおよび PC 鋼材に水分が吸水された影響や PC グラウト中に混在する空気が抜けたものと考えている。

(2) 水セメント比

単位容積質量試験から推定した水セメント比と実水セメント比を図-10に示す。図-10の実水セメント比とは、事前に測定したセメント質量を用いて練混ぜバッチごとに水セメント比を計算した値である。

単位容積質量試験から推定した水セメント比は、実水セメント比と比べて若干大きめの誤差 (1%程度) を示しているが、非常に小さくかつ安定している。単位容積質量試験から推定した水セメント比が実水セメント比に比べ若干大きくなるのは、セメント1袋を25kgとして計算していること、高粘性型 PC グラウトであることから投入時に空気を巻き込んだためであると考えられる。この結果より、単位容積質量試験は、練り上がった PC グラウトの僅かな水セメント比の変動に対しても追従して水セメント比の推定が可能で、品質管理における有効な手法の一つであると考えている。

4. まとめ

- (1)セメント質量は、内容量表示質量の 25kg に対して +2.4%~-1.7%の大きな誤差であり、さらに 25kg を下回るものが約半数あった。
- (2)グラウト混和剤質量は、内容量表示質量の 750g に対して+0.7%~+1.3%の小さな誤差であった。
- (3)低温環境下での PC グラウトのフレッシュ性状は、排出側では注入側と比べ注入作業により冷却され、PC グラウト温度が低下するため JP 漏斗の流下時間が遅くなる。ただし、排出側のフロー値は、既往の実験²⁾とは逆に大きくなる傾向が認められた。
- (4)グラウト温度を一定に保つことにより、PCグラウトのフレッシュ性状 (JP漏斗の流下時間、フロー値) を安定させることができる。
- (5)単位容積質量試験は、練混ぜられた PC グラウトの水セメント比を推定する有効な手法の一つである。

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定委員会検査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。

謝辞

本試験は、三井住友建設㈱から材料および試験場所を提供して頂いた。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

1)國富,武部,中田,呉：近年の PC グラウトに関するフレッシュ性状確認統一試験 (フィールド試験 1)
 ; PC 技術協会第 21 回シンポジウム論文集,2012

2)山口,細野,野島,辻：PC グラウトの塑性粘土と降伏値に関する一考察
 ; PC 技術協会第 14 回シンポジウム論文集,2005

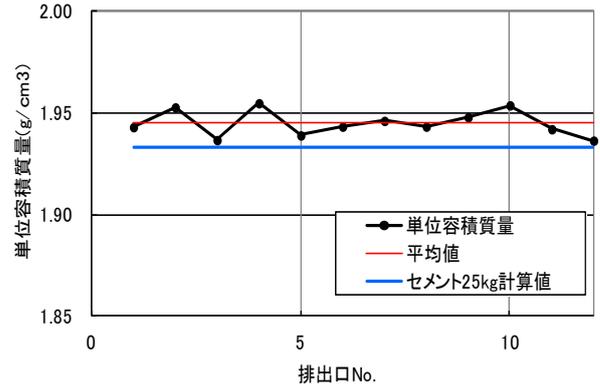


図-9 単位容積質量試験結果 (排出側)

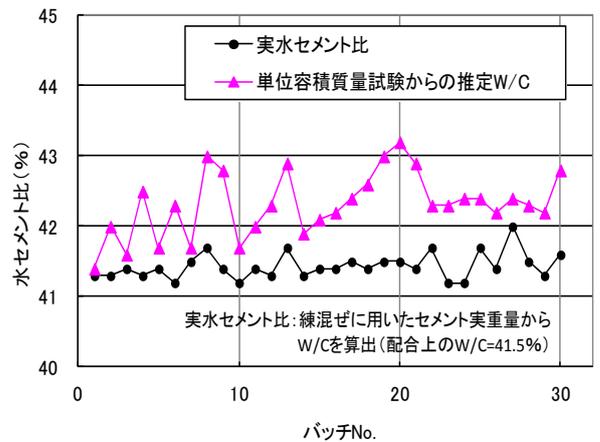


図-10 水セメントと実水セメント比の関係 (注入側)