

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 3）

三井住友建設(株)	正会員	○細野 宏巳
(株)富士ピー・エス	正会員	大城 敦
(株)高速道路総合研究所	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から「PCグラウトの設計施工指針—改訂版—」が昨年発刊された。

初版の発刊後7年を経過したことから、この改訂に関して、材料面においては、PCグラウト混和剤の製品開発が進んだこと、施工現場に運搬される袋詰め材料の容量にバラつきがあり、フレッシュ性状（水粉体比）に与える影響等が示唆されていた。施工面においては、品質確認および管理を行うための試験方法や時期、試験頻度に関する見直しも求められていた。これらの状況を捉え、現存しているPCグラウト混和剤（現場添加型の混和剤タイプと工場混合型のプレミックス材タイプ）を対象に、施工環境や配合など各種条件を変え、PCグラウトのフレッシュ性状や圧縮強度発現の確認試験を実施した。

本報告では、上記確認試験のうちプレミックス材タイプの超低粘性型PCグラウト材料を対象に、実際に現場に入荷され注入されたPCグラウトを用いてフレッシュ性状確認試験を暑中に行い、そ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確認試験のうち、低温環境下でのプレミックスタイプの超低粘性型PCグラウト材料を対象とした報告¹⁾と混和剤タイプの高粘性型PCグラウト材料を対象とした報告²⁾は昨年度のシンポジウムにおいて報告済みである。

2. 試験概要

2. 1 試験対象橋梁および試験日

試験を実施した橋梁は、沖縄県豊見城市で施工中の PC3 径間連続箱桁橋である。配置鋼材（鋼材種類：12S12.7、鋼材長：24m 程度、ポリエチレンシース、 参照）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報告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、流動性がかなり低下する傾向を確認したことから、今回の試験は、暑中グラウト工となる時期にあたる平成 24 年 9 月 26 日、27 日の 2 日間で行った。

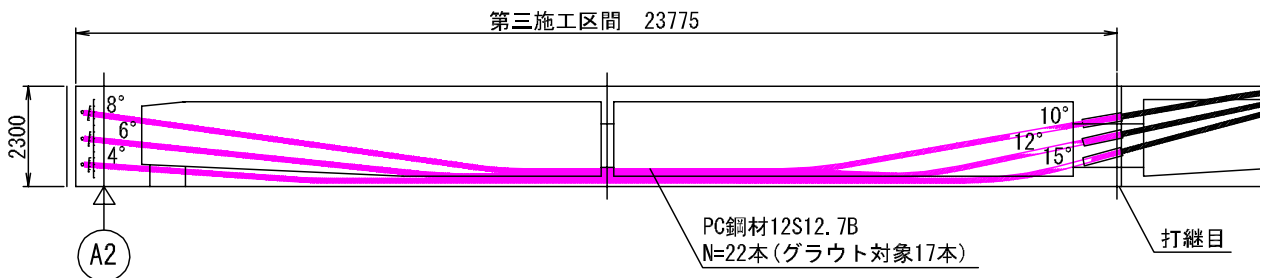


図-1 試験対象橋梁の PC 鋼材配置

2. 2 PC グラウトの配合および練混ぜ

グラウト作業は、橋面に設置した作業台、水温コントロールユニット、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、67 リットルの PC グラウトを製造した。なお、1 バッチあたりの水量は、袋詰め材料が 1 袋あたり 25kg であるとして計算した。

試験に用いた PC グラウトの配合と試験時の外気温、練混ぜ水およびプレミックス材の温度測定結果を表-1に示す。練混ぜ水は、暑中グラウト工の注入時の温度 35℃以下を満足するように水温コントロールユニットを使用して 5℃に保持した(写真-1 参照)。試験に用いたプレミックス材料は、PC グラウトの設計施工指針の PC グラウト流動性区分で超低粘性型に分類される (JP 漏斗の流下時間 : 3.5~6 秒以上) ものである。



写真-1 水温コントロールユニット

表-1 PC グラウトの配合および温度

配合(1 バッチ)			温度		
W/C(%)	W(kg)	P(kg)	外気温 (°C)	水 (°C)	セメント (°C)
36.0	36	100	28.3~30.1	5	28.5

※水温コントロールユニットにより水を5℃に冷やして使用した。水温誤差は 5±2℃程度 (カタログより)

※9/27 気温 平均 27.4℃、最高 29.8℃、最低 25.9℃ (気象庁<沖縄県那覇>データより)

2. 3 試験項目

(1) 質量計量

グラウト作業の前日に、袋詰めプレミック材料の質量(85袋)を計量した。詳細は後述するが、計量した質量のバラつきが小さかったため、袋ごとに番号を付けるなどの管理は実施していない。

(2) フレッシュ性状試験

フレッシュ性状確認は、レオロジー特性の確認としてJP漏斗による流下時間とフロー値を測定し、水粉体比の確認として単位容積質量の計量を行った。単位容積質量試験とフロー試験は、現場内に設置されたユニットハウス内で実施し、測定時の風の影響を排除した。

- ・JP漏斗による流下時間測定 (JSCE-F531に準拠)
- ・フロー試験 (JASS 15M-103に準拠 内径50mm×高さ51mmの円筒容器使用)
- ・単位容積質量試験 (JIS A 116に準拠 内径50mm×高さ100mmの簡易型枠使用)

3. 試験結果および考察

3. 1 計量

袋詰めプレミック材料の計量結果を図-2に示す。内容量表示質量25kgに対し、最大25.515kg、最小25.100kg、平均25.267kgと、表示質量に対して0.4~2.1%程度のバラつきであった。また、平均値に対しては-0.7~1.0%と計量誤差の小さい均一的な内容量であった。

計量した水量が一定であるとの条件下で、内容量のバラつきが水粉体比 (36%) に与える影響は-0.7%~-0.2% (平均値を基準とした場合は-0.3~0.2% となり、表示質量に対しては±1.0%以内に収まる結果であった。これらの結果については、低温環境下での報告¹⁾における結果と同様な傾向であった。

本計量結果を含め、使用したプレミック材タイプの超低粘性型PCグラウト材料は、質量のバラつきが水粉体比に与える影響は非常に小さいと考えられる。

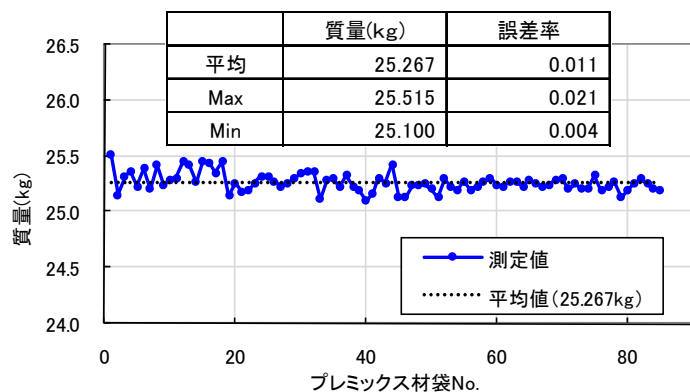


図-2 質量計量結果

3. 2 JP漏斗による流下時間測定

練り混ぜ直後と排出側の測定結果を図-3および図-4に示す。

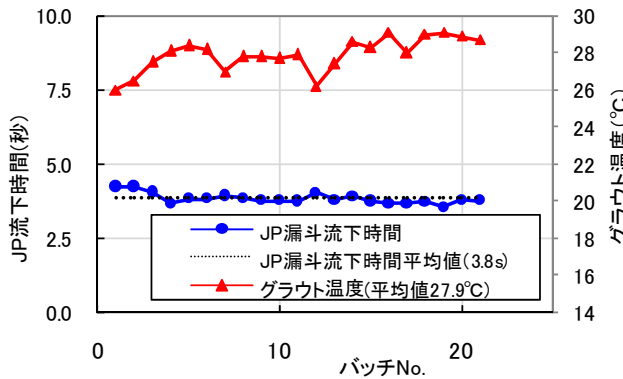


図-3 JP 漏斗流下時間(練り混ぜ直後)

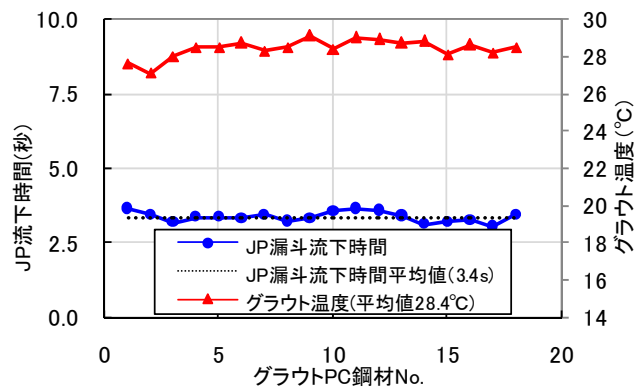


図-4 JP 漏斗流下時間(排出側)

排出側の結果は、採取方法の影響もあり参考値ではあるが、グラウトの温度変化がほとんどないために、練り混ぜ直後と排出側の流下時間は安定してほぼ同じ結果となった。

低温環境下での報告¹⁾では、PCグラウトの温度に関して、排出側の温度計測は実施していなかったものの、明らかにPCグラウト温度が低下していたことが分かっており、PCグラウトの流動性にはPCグラウトの温度変化が大きく影響することが改めて確認できた。

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-5および図-6に示す。注入側におけるフロー値の平均値は195mm、排出側は191mmと安定してほとんど変化がなかった。これは、3.2で示した、JP漏斗の流下時間でも変化がなかったことと同じ傾向が認められ、この結果からも、PCグラウトの流動性にはPCグラウトの温度変化が大きく影響することが改めて確認できた。

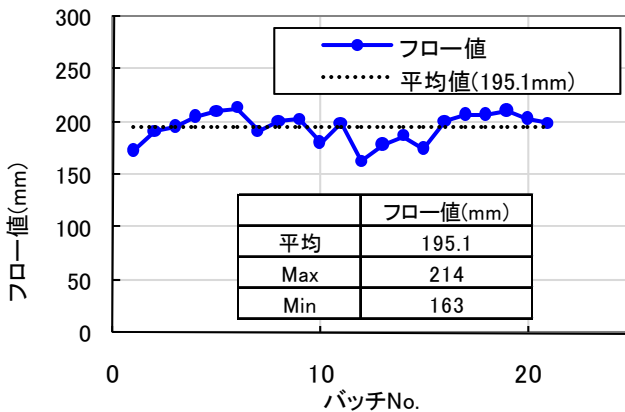


図-5 フロー試験結果(練り混ぜ直後)

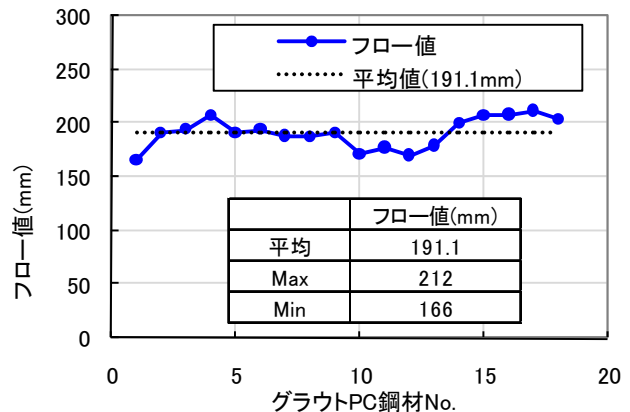


図-6 フロー試験結果(排出側)

3. 4 単位容積質量試験

注入側および排出側の単位容積質量の試験結果を図-7および図-8に示す。

排出側の単位容積質量測定結果には、若干のばらつきが見受けられるが、注入側の測定結果とほぼ同じ値となった。

PCグラウト材料の内容量が25kg/袋である場合の単位容積質量は1.986g/cm³となる。PCグラウト材料の計量結果の平均値25.267kg/袋を用いて計算した場合1.995g/cm³である。単位容積質量試験の計量結果では平均値1.997g/cm³であり、実質量とほぼ同じ結果を示しており、かなり精度よく水粉体比の測定が行えることが改めて確認できた。

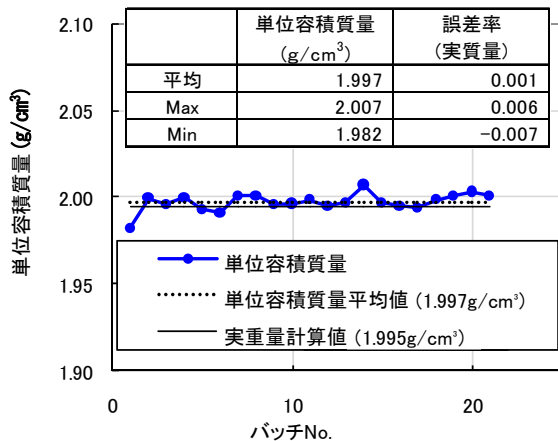


図-7 単位容積質量試験結果 (注入側)

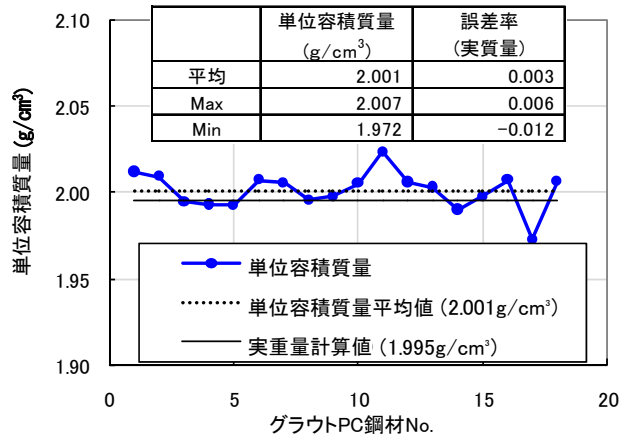


図-8 単位容積質量試験結果 (排出側)

4. まとめ

プレミックス材タイプの超低粘性型PCグラウトを対象に、袋詰め材料質量のばらつき確認と、暑中におけるフレッシュ性状確認を実施した結果、以下のことが分かった。

- (1) プレミックス材料の質量は表示質量25kgに対して下回ることはなく、かつそのばらつきは25.515～25.100kg (平均値に対して-0.7～1.0%) であり、計量精度が良いことが改めて確認できた。
- (2) グラウト温度が変化しないことにより、PCグラウトのフレッシュ性状が安定して変化しないことが確認できた。低温環境下での報告¹⁾では、注入したPCグラウトがシース内で冷やされて、練り混ぜ直後より排出側のPCグラウトのフレッシュ性状が大きく変化することが確認されていることから、PCグラウトの温度変化がPCグラウトのフレッシュ性状に大きく影響を与えることが改めて確認できた。
- (3) 単位容積質量試験は、練混ぜられたPCグラウトの水粉体比を推定する有効な手法の一つである。

5. 設計施工指針—改訂版—への反映

PCグラウトの品質検査においては、PCグラウトのフレッシュ性状の温度を測定することを義務付けた。

特に日常管理試験においては、練混ぜを開始した最初の連続した3バッチについて、レオロジー試験と温度測定の両方を実施し、その3バッチの試験結果が規格値を満足し、安定した以降のバッチ (4バッチ以降) については、温度のみを継続的に確認すればよいこととした。

通常、PCグラウトの温度を一定にするため、使用材料はできるだけ恒温となるような措置が施されており、PCグラウトの施工日の最初に設計で設定した流動性を満足するために、配合の調整と練り上がり温度を確認している。したがって、同一日内においては、PCグラウトの温度が大きく変化することは考えられず、練り上がり温度が5℃以上変化する場合には、材料の恒温状態が維持できていない等、何らかの状況の変化が発生したと想定されるため、その時点で流動性の再チェックを行うことも義務付けた。

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定委員会(委員長:池田尚治横浜国立大学名誉教授) 検査WG(WG長:呉承寧愛知工業大学教授)における平成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) 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)
- 2) 西村, 矢口, 細野, 呉: 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)

; PC技術協会第21回シンポジウム論文集, 2012