

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）

| | | | | |
|-------------|-----|------|-----|----|
| (株)安部日鋼工業 | 正会員 | 博(工) | ○國富 | 康志 |
| ドーピー建設工業(株) | 正会員 | | 武部 | 行男 |
| 太平洋マテリアル(株) | | 工修 | 中田 | 学 |
| 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、この間にPCグラウト混和剤の製品開発が進むとともに、製造を終了した商品もある。また、施工現場に運搬される袋詰め材料内容量のバラつきが、フレッシュ性状（水粉体比）に与える影響を示唆されている。材料以外で、施工面においても、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る。これらの現状を捉え、現行提供されているPCグラウト混和剤（現場添加の混和剤タイプと、工場混合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ている。

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冬季に行い、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、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は別稿¹⁾にて報告する。

2. 試験概要

2. 1 試験現場条件

試験を実施したA橋梁は静岡県牧ノ原市で施工中のPC3径間連続中空床版橋である。試験は平成23年11月23日、24日に実施した。試験時は外気温11℃程度、風速2～4m/s程度（気象庁HPデータより）の試験環境であった。試験試料の採取は練り混ぜ直後と排出口から排出されたものの両方を対象とし、試験は1箇所ですべて行った。

橋梁に配置される主鋼材は12S12.7で、鋼材長が28.6m程度、曲げ角度は7～11°である。シースは鋼製シースを使用しており、配置形状を図-1に示す。

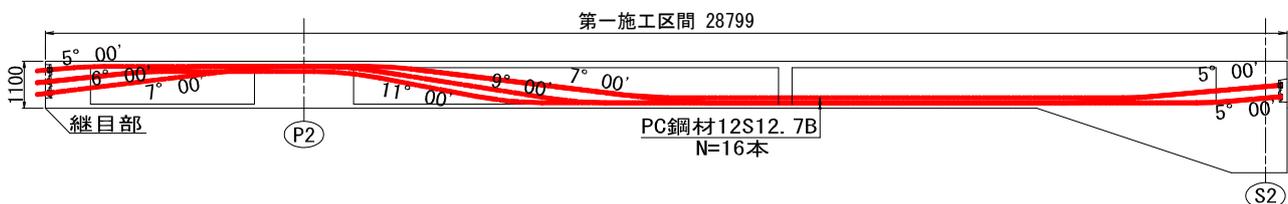


図-1 試験を実施した橋梁のPC鋼材配置

2. 2 練り混ぜと配合

グラウト作業には、支保工下の施工ヤード内に設置したミニプラント（自動計量給水装置、グラウトミキサ2台、グラウトポンプ）を使用して練り混ぜを行い、練り混ぜプラントから注入位置までの距離を考慮し、30m程度のグラウトホースを介してPCグラウトの注入を行った。練り混ぜは、公称容量100リットル練り混ぜ用の円筒型グラウトミキサ（MG-100型）を用いて、1バッチで50リットルのPCグラウトを製造した。

施工時の配合および各種材料温度、PCグラウト練上がり温度を表-1に示す。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。使用したPCグラウト材料はプレミックス材タイプであり、「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に分類される (JP漏斗による流下時間：3.5~6秒) ものである。

表-1 PC グラウトの配合および各種材料温度

| 配合 (1 バッチ) | | | 温度 | | | |
|------------|----------|-----------------|----------|--------|--------------|--------------|
| W/P (%) | 水 W (kg) | プレミックス材料 P (kg) | 外気温 (°C) | 水 (°C) | プレミックス材 (°C) | 練り上がり温度 (°C) |
| 36 | 27 | 75 | 11~12 | 15 | 12 | 22 |

2. 3 試験内容

(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を計量した。計量した材料は25kg入り、71袋である。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、袋ごとに番号をつけるなどの管理は実施していない。

(2)フレッシュ性状確認

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 質量計量

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25.47kg、最小25.11kg、平均25.314kgと、表示質量に対して0.4~1.9%程度のバラつきであった。また、平均値に対しては-0.8~0.6%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。

本計量結果より、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小さいと考えられる。

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、図-4に示す。排出側の結果は、採取方法の影響もあ

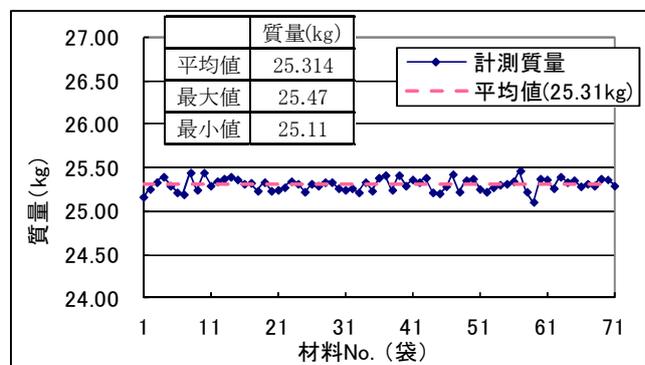


図-2 質量計量結果

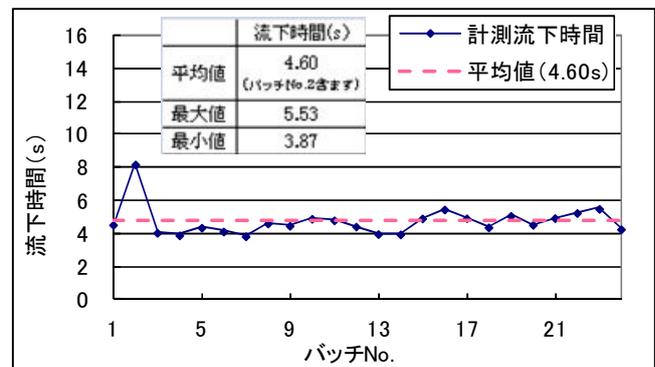


図-3 JP 漏斗流下時間(練り混ぜ直後)

り参考値ではあるが、練り混ぜ直後の流下時間に比べて、排出側の流下時間は長くなる結果であり、練り混ぜ直後の最大流下時間 (5.53s) より排出側の最小流下時間 (7.30s) の方が長い結果となった。

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いが、明らかにPCグラウト温度が低下していたことが分かった。PCグラウトの流動性にはPCグラウト温度が大きく影響を与え

るため、排出側でPCグラウトのフレッシュ性状試験を実施する際には、PCグラウト温度の計測も実施する必要がある。

3.3 フロー試験

練り混ぜ直後と排出側の測定結果を図-5、図-6に示す。流下時間と同様に、排出側のフロー値は練り混ぜ直後の最小フロー値(136.0mm)より小さくなっている。この結果より、既往の実験²⁾と同様にJP漏斗の流下時間が長くなるにつれ、フロー値が小さくなる結果となった。

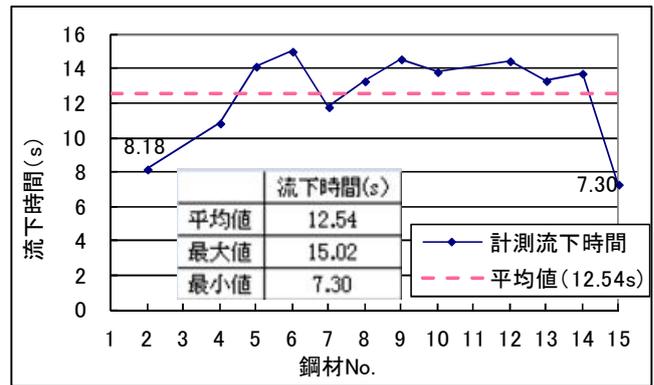


図-4 JP漏斗流下時間(排出側)

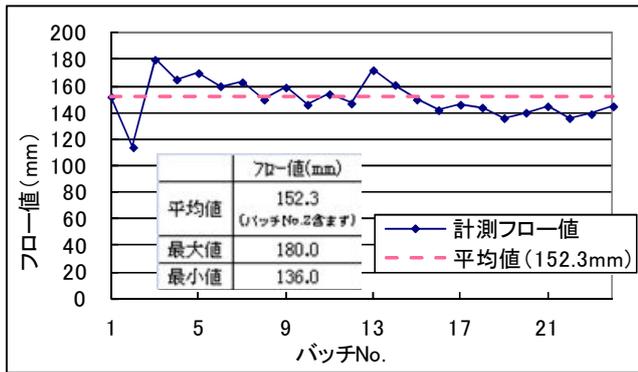


図-5 フロー試験結果(練り混ぜ直後)

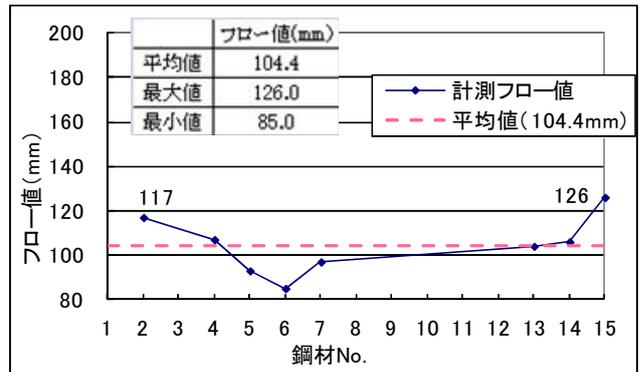


図-6 フロー試験結果(排出側)

注入したPCグラウトがシースやPC鋼材によって冷やされたことで流動性が低下した一考察として、実施工時の前夜は例年の平均最低気温10℃程度に対して5℃程度と、例年に比べて冷え込んだ環境であった。そのため、計画時に想定した外気温(20℃)での水粉体比(36%)では、注入箇所の周辺温度(シースやPC鋼材の温度)に適していなかった可能性がある。そのため、平均気温が10℃程度となる冬季施工においては実構造物の温度に則した配合調整を行うことが望ましく、流動性の観点から水粉体比を少し高めに設定することも効果的である。

本結果を踏まえ、別の室内試験において20℃環境下で練り混ぜたPCグラウトを5℃環境下に置いた場合の、フレッシュ性状経時変化を確認しており、その結果は別稿³⁾にて報告する。

3.4 単位容積質量試験

(1) 単位容積質量

練り混ぜ直後の計量結果を図-7に示す。流下時間測定やフロー試験と異なり、2バッチ目の値が特異となっていない。ここで、測定作業の都合

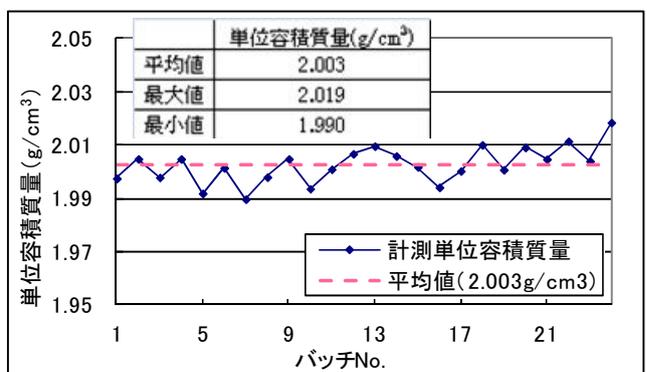


図-7 単位容積質量試験結果(練り混ぜ直後)

により2バッチ目のみ試料採取後すぐに計測を行うことができなかつたため、試料の静置による流動性低下が流下試験やフロー試験に影響を与えたと推定するが、単位容積質量試験には影響を与えない結

果であった。

PCグラウト材料の内容量が25kg/袋 である場合、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25.314kg/袋を用いて計算した場合1.993g/cm³である。単位容積質量試験の計量結果では平均値2.003g/cm³であり、実質量に近い結果を示しており、比較的精度よく水粉体比の測定が行えると考えられる。

表-2 単位容積質量試験結果(排出側)

| 単位重量(g/cm ³) | | | |
|--------------------------|--------|--------|-------|
| 鋼材No.2 | 鋼材No.4 | 鋼材No.5 | 平均値 |
| 2.033 | 2.028 | 2.032 | 2.031 |

排出側の計量結果を表-2に示す。練り混ぜ直後と排出側の比較では、排出後の単位容積質量が大きくなっている。これは、PCグラウト注入時に僅かに水分がPC鋼材などに吸収されたこと、また本材料は強度発現の早い材料であることから、水和反応によって水分が使用されたと推察する。

(2)水粉体比 (W/P)

練り混ぜ直後の単位容積質量試験結果から算出した水粉体比を図-8に示す。その結果、実際に練り混ぜられたPCグラウトの、水粉体比の平均値は34.7%となった。その一方、3.1に示すプレミックス材料の質量計量結果から推定した水粉体比は、35.6% (計量時の平均値) であり、試験結果が予測値より、1.0%程度小さい値となった。これは、水の計量や単位容積質量試験における計量誤差の影響も含まれると考えられる。また、本材料は超低粘性型であり流動性が高く、水に近い性状を示すため、測定時の試料上面が表面張力によって盛り上がり、実体積が増えたと想定される。この結果より、単位容積質量試験は予測値に近い結果を得ており、水粉体比を管理する有効な手法の一つであると考えられる。

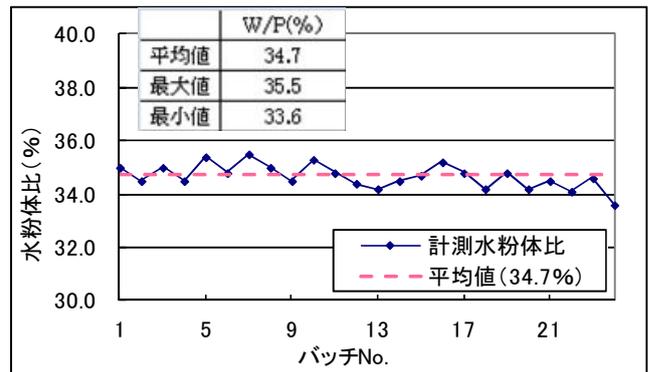


図-8 水粉体比(練り混ぜ直後)

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、袋詰め材料質量のバラつきの確認と、冬季施工での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のバラつきは25.47~25.11kgと、表示質量25kgに対して下回ることなく、平均値に対しては-0.8~0.6%と±1.0%以内のバラつきであり、比較的計量精度は良いことが確認できた。
- (2) 冬季施工において注入したPCグラウトがシース内で冷やされると、練り混ぜ直後より排出側の方がJP漏斗による流下時間は長くなり、フロー値は小さくなることが確認できた。
- (3) 単位容積質量試験は、練り混ぜられた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。

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年度活動成果の一部を報告したものである。

謝辞

ドーピー建設工業(株)のご協力により、本フィールド試験を実施できたこと、深く感謝の意を表します。

参考文献

1) 西村, 矢口, 細野, 呉 : PC グラウトのフレッシュ性状確認に関する統一試験 (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
 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
 3) 鈴木, 野島, 堀, 呉 : 低温環境下における各種 PC グラウトの材料特性 (室内試験 2) ; PC 技術協会第 21 回シンポジウム論文集, 2012