

## PC グラウトの再注入工法に関する基礎的実験

(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 正会員 ○ 蛭名 貴之  
 (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 正会員 王 肇明  
 日本道路公団 試験研究所 橋梁研究室 正会員 野島 昭二  
 関東学院大学 工学部 土木工学科 正会員 出雲 淳一

### 1. はじめに

PC 構造物における PC グラウトは、PC 鋼材を保護し、構造物本体と一体化させることにより、PC 構造物の安全性、耐荷力、長期耐久性を確保する重要な要素であり、従来から確実な施工が要求されている。しかしながら、PC グラウトに関しては、施工方法、ケーブル形状や環境条件などにバラツキがあり、結果として、充填不足となっている場合があった。このような場合でも PC 鋼材が健全であれば、PC グラウトを再注入することにより PC 構造物の耐久性を確保することは可能と考えられる。

既設の PC 構造物におけるグラウトの再注入作業は、構造物表面から削孔し、新たに注入口および排出口を設けて行う。この場合、新設構造物とは異なり、グラウトの充填が不足する区間の端部からグラウトを注入および排出することは困難であり、通常のグラウト注入方法では空隙が残存する可能性が高い。

そこで、PC グラウト再注入時の、グラウトの充填性を定量的に確認するとともに、より確実な充填が得られる施工方法の確立のため、実物大試験体を製作し実験を行った。本実験結果からは、グラウト再注入による完全な充填は困難であったが、真空ポンプを併用した注入方法を用いることにより、高い充填率が得られることが明らかとなった。

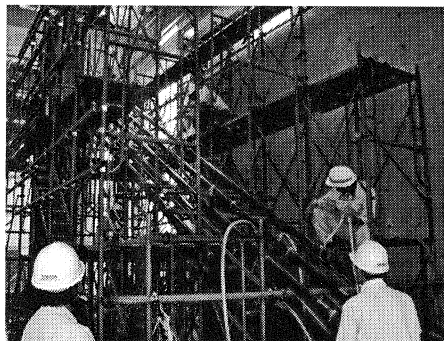
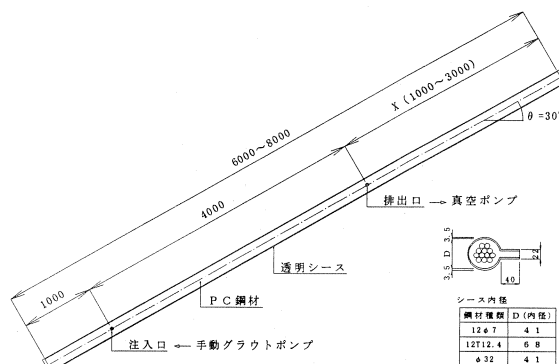


写真-1 実験状況全景

### 2. 実験概要

写真-1 に実験状況全景を示す。

試験体は図-1 に示すように注入口と排出口を設けた 2 穴式、および図-2 に示すように注入口のみを設けた 1 穴式の 2 種類で、既設構造物に対するグラウトの再注入作業を想定して注入口および排出口は端部より離れた位置とした。シース内には代表的な PC 鋼材として、PC 鋼線 (12φ7)、PC 鋼より線 (12S12.4) および PC 鋼棒 (φ32 : 同様径の鋼管で代用) を配置し、再注入前のグラウトは無しとした。また、微小部分でのグラウトの充填性を確認するため、微小な空隙を有する閉塞区間を設けた中間閉塞試験体もあわせて製作した (後述)。シースはグラウトの充填状況を目視で確認する



(1) 2 穴式

記号	鋼材種類	グラウト種類	X (m)
1-1-a	12φ7	高粘性	1.0
1-1-b			2.0
1-1-c			3.0
1-2-a	12T12.4	高粘性	1.0
1-2-b			2.0
1-2-c			3.0
1-3-a	φ32	高粘性	1.0
1-3-b			2.0
1-3-c			3.0

記号	鋼材種類	グラウト種類	X (m)
1-4-a	12φ7	超低吸粘性	1.0
1-4-b			2.0
1-4-c			3.0
1-5-a	12T12.4	超低吸粘性	1.0
1-5-b			2.0
1-5-c			3.0
1-6-a	φ32	超低吸粘性	1.0
1-6-b			2.0
1-6-c			3.0

図-1 2 穴式試験体概要図

ため透明とした。なお、ブリーディングおよび残存空気量の確認を容易にするため、試験体は30度の角度に設置し、PC鋼材に緊張力は与えていない。

グラウト材料は、粘性の違いによる充填性状を確認するため、高粘性タイプおよび超低粘性タイプの2種類を選定した。配合を表-1、フレッシュ性状を表-2に示す。<sup>1)</sup>

グラウトの注入は手動グラウトポンプを用いることとし、真空ポンプを用いて排出口からシース内を減圧し、所定の真空度が得られたのち、注入作業を行った。真空度は-0.094MPaを目標とした。2穴式の注入作業は下方からとし、グラウトの充填が排出口を超えた時点で真空ポンプを停止し、排出口を閉じたのちに所定の注入圧力まで加圧を行い、注入口を閉じてグラウト硬化まで静置した。グラウト硬化後に、試験体端部を解体し、上縁端部に生じた空隙部に水を注水し、注水した水量を計測したものを残存空気量とした。

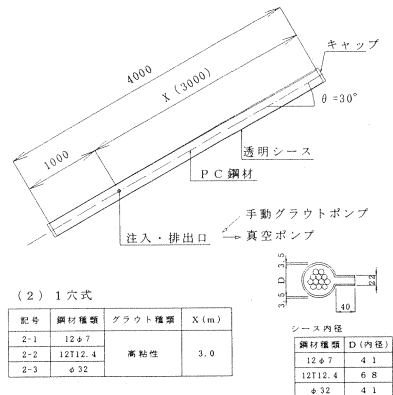


図-2 1穴式試験体概要図

表-1 使用グラウトの配合

グラウト種類	水セメント比 W/C (%)	水粉体比 W/P (%)	混和剤 (kg)	水 (kg)	セメント (kg)
高粘性	43~45	---	1.0	43.0~45.0	100
超低粘性	---	30~31	(プレミックス)		

表-2 使用グラウトフレッシュ性状

グラウト種類	流下時間 (JPロート) (秒)
高粘性	14.1 ~ 20.5
超低粘性	2.9 ~ 3.9

### 3. 実験結果と考察

#### (1) 再注入の状況

写真-2~7に鋼材種類別に注入完了時の写真を示す。

注入は手動グラウトポンプで行ったが、高粘性タイプグラウトは、超低粘性タイプグラウトより注入時に大きな圧力を必要とし、注入時圧力を同じとした場合は、超低粘性タイプグラウトの方が、注入速度は速いことが分かった。しかし、その差はわずかで、グラウトの粘性により作業性に大きな差はないと考えられる。

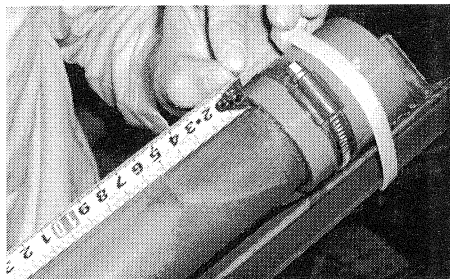


写真-2 12φ7 (高粘性タイプ)

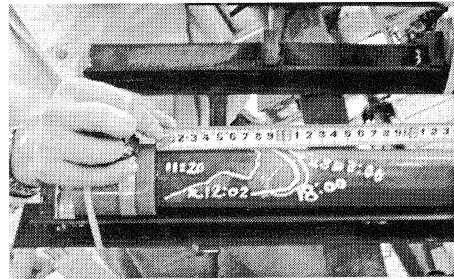


写真-3 12φ7 (超低粘性タイプ)

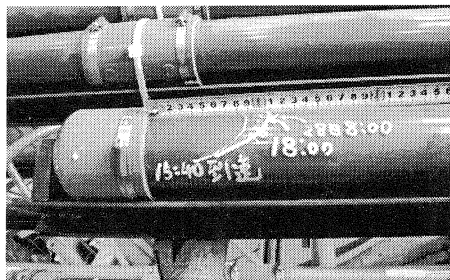


写真-4 12S12.4 (高粘性タイプ)

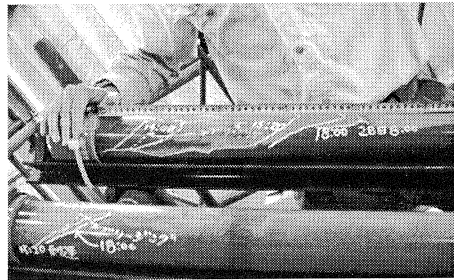


写真-5 12S12.4 (超低粘性タイプ)

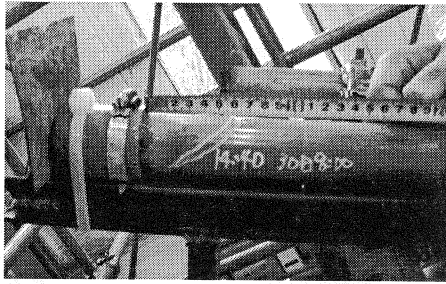


写真-6 φ32 (高粘性タイプ)

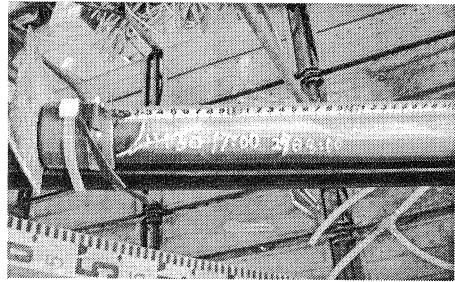


写真-7 φ32 (超低粘性タイプ)

真空ポンプを用いて、シース内を十分に減圧するときは、試験体の密閉度を保つことが重要になる。実施工時において、十分な真空度が得られているかを確認するひとつの指標として、グラウトホースのつぶれ具合を確認することで、必要な真空度が得られていると判断できることがわかった。

### (2) 残存空気量

図-3~5にグラウト注入作業終了時の注入圧力とシース内の残存空気量との関係図を示す。

残存空気量 (%) は、グラウト注入前の排出口から上縁端部までの全空隙量とグラウト注入終了後の最終空隙量との割合を示している。注入圧力は、注入口と上縁端部との高低差を考慮して、グラウト材重量による注入圧力の減少量を補正した。図中の実曲線は真空度と補正した注入圧力から算出したグラウト充填率の計算値である。

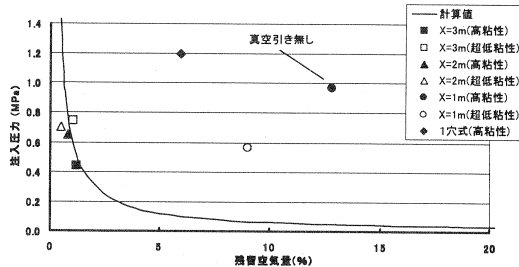


図-3 注入圧力と空気量の関係(12φ7)

各 PC 鋼材を配置した試験体で、基本的に計算値に近い値が得られていることから、真空ポンプを併用してグラウトを注入することで、排出口から閉塞部間に残留する空隙量を減らすことができることが確認できた。

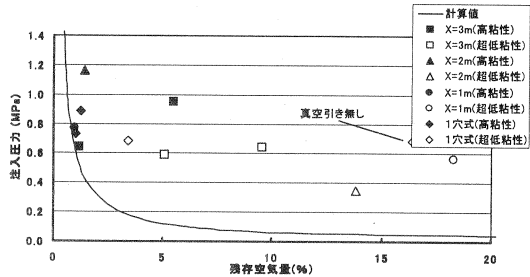


図-4 注入圧力と空気量の関係(12S12.4)

### (3) エアの封入

図-3のPC鋼線(12φ7)および、図-4のPC鋼より線(12S12.4)を用いた試験体では、計算値から大きくはずれる値を示すものがある。これはグラウトが注入されていく過程で、PC鋼材間に出来た隙間にエアが封入された状態でPC鋼材とシース間にグラウト材が注入されていき、その封入されたエアが注入作業終了後に上昇して、上縁端部に溜まったものと考えられる。この傾向は、特にPC鋼より線(12S12.4)を用いた試験体で顕著に見られた。

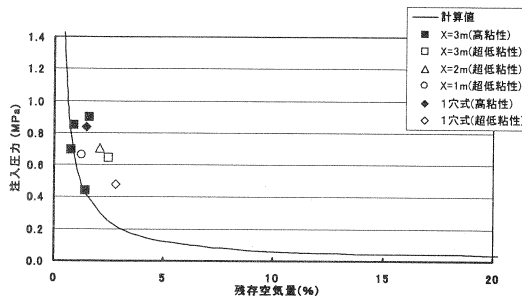


図-5 注入圧力と空気量の関係(φ32)

(4) プリーディング

PC 鋼より線 (12S12.4) を用いた試験体でグラウト材に超低粘性タイプを用いた試験体の多くに、グラウト注入作業終了直後から、上縁端部に加圧プリーディングによると思われる滞水が見られた。図-2 および図-3 中で超低粘性タイプのグラウト材を用いた試験体で、残留空気量が計算値と大きく違う値を示しているものは、このプリーディングによる空隙を合わせて計測したためである。

また、高粘性タイプのグラウト材を使用した試験体でも、一部プリーディングの発生が確認されたが、これは、グラウトの練り混ぜにハンドミキサーを使用したものに見られ、練り混ぜ時間の不足と、ハンドミキサーの羽形状の影響により、練り混ぜが十分に行われていないことによるものと思われる。その後グラウトミキサーで練り混ぜた試験体では、プリーディングの発生は確認されなかった。

写真-8 にプリーディングによる滞水状況を示す。

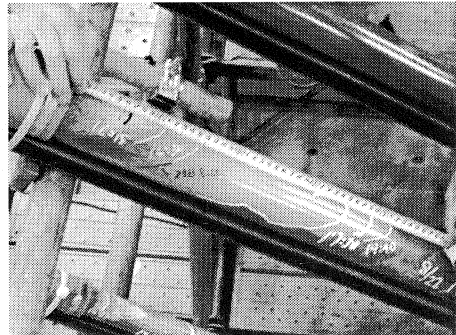


写真-8 プリーディングによる滞水  
(12S12.4 超低粘性タイプ)

(5) 中間閉塞実験体

図-6 に示すように、注入口と排出口の間に、細径ホース (内径 0.5mm, 1.0mm, 2.0mm, 4.0mm) を用いて閉塞区間を設けた試験体では、内径 4.0mm のホースを用いたもの以外では、実質閉塞部のグラウトの通過は困難であった。同一の試験体を用いて事前に行ったエア通し試験では、排出される空気量に差はあるものの、どの試験体でも目視ではエアが通っていることが確認出来た。実際の再注入作業時ではエア通し時の状況で、十分なエアの排出が確認されない限りグラウトの通過は困難であると判断できる。

写真-9 に中間閉塞試験体を示す。

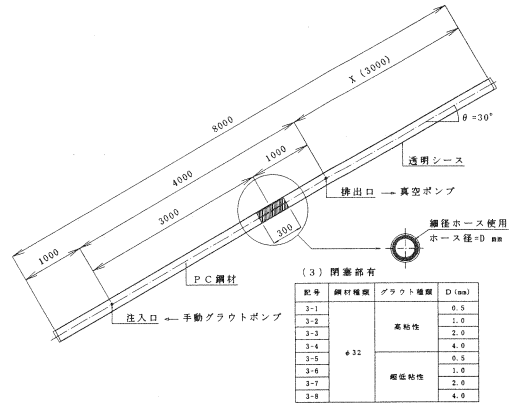


図-6 中間閉塞部試験体概要図

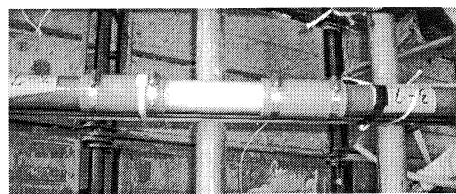


写真-9 中間閉塞部

4. まとめ

今回の実験で以下のことが確認できた。

- 1) 真空ポンプを併用して注入作業を行うことで、残留する空隙量を低減することができる。また、その空隙量は計算値に近い値となる。
- 2) グラウト注入前のシース内へのエア通しによる通気確認は、通気が十分な場合のみグラウトをも通過出来ると判断すべきである。
- 3) 再注入時の真空度の確認は、真空ポンプの圧力ゲージのほか、グラウトホースのつぶれ具合によっても判断できる。

参考文献

- 1) PC グラウト&プレグラウト PC 鋼材施工マニュアル (改訂版), (社) プレストレスト・コンクリート建設業協会, 2002.