

PC-Rev 工法によるグラウト再注入工事の施工報告

オリエンタル白石(株) 正会員 ○一ノ瀬 寛幸
 大分県 非会員 田中 淳智
 佐藤土木(株) 非会員 平島 武士
 (株)ジュントス 正会員 坂下 善和

1. はじめに

旧来の PC グラウトに関しては材料、施工方法、品質管理や検査方法に関する技術の限界もあり、写真-1 に示すような充填不足となる場合があった。この充填不足をグラウト再注入することにより、PC 構造物の耐力と耐久性を確保する。

PC-Rev 工法は、小径削孔による構造物への負担軽減、シース内の空洞量推定方法の高精度化、グラウト充填性の向上を目的に新たな PC グラウト再注入工法として開発された。本工法によるグラウト再注入工事を行った扇田橋（大分県豊後大野土木事務所管内）の施工事例を報告する。



写真-1 グラウト充填不足

2. 橋梁概要

本橋は大分県南部に位置する豊後大野市に架橋され、図-1 の断面図に示す旧橋部（昭和 45 年）、側道橋部（昭和 53 年）、拡幅部（平成元年）と 3 回にかけて架設された橋長 30.0m、標準幅員 17.85m のポストテンション方式単純 PCT 桁橋である。

本工事では、旧橋部（主桁 4 本）に配置されている PC 鋼材 12φ7mm に対して、グラウト再注入を行った。

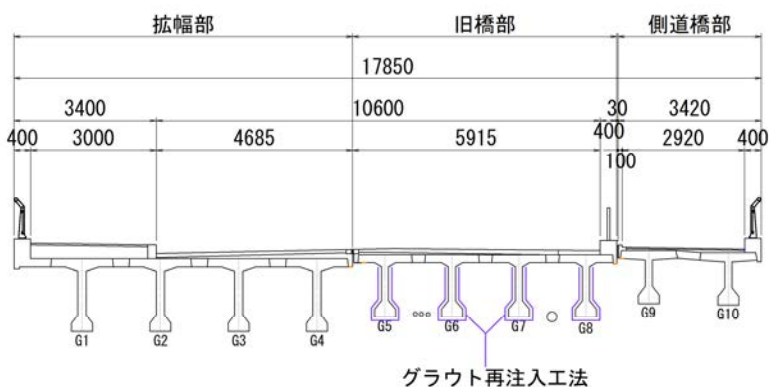


図-1 標準断面

3. PC-Rev 工法概要

PC-Rev 工法は、「小径削孔」「シース内の空洞量推定」「グラウト再注入」の技術要素で構成される。グラウト再注入の一般的な施工フローと適用範囲を図-2 に示す。

4. 小径削孔

従来方法ではφ50~80mm の孔で作業を行っていたが、構造物への影響を極力低減するため削孔径をφ15.5mm とした。さらに、電流および金属を検知する 2 つのセンサ（写真-2）を使用し、シース接触時に超低振動ドリル（ロングビットドリル）を自動停止させるシステムを設けた。電流検知センサは、ドリルがシースに接触した際の急激な電流増加による過電流を検出する。一方、金属センサは、シース等に接触した時に切削された鉄粉を水循環装置により吸引し、センサが鉄粉を感知する。

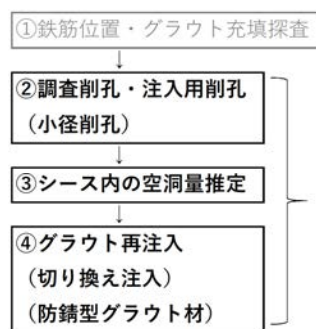


図-2 本工法の適用範囲



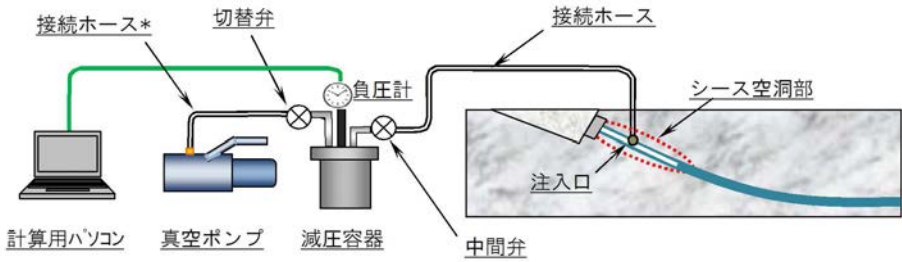
写真-2 電流・金属検知センサ

キーワード グラウト再注入, PC-Rev 工法, 小径削孔, 空洞量推定, 切り換え注入, 防錆型グラウト材
 連絡先 〒810-0001 福岡県福岡市中央区天神四丁目 2 番 3 1 号 第 2 サンプル TEL 092-761-6934

このドリルを用いて調査削孔（微破壊検査）を行った．全 64 箇所（4 主桁×8 本×2（両端））を削孔して、充填 21 箇所、未充填 43 箇所を確認した．また、この調査孔はそのまま注入孔として使用した．

5. シース内の空洞量推定

図－3 に空洞量を推定するための機材接続経路を示す．真空近くに減圧した減圧容器をシースと連結し、減圧容器に設置した中間弁を開放し、減圧容器の圧力変化を計測する．



図－3 空洞量推定での機材接続経路図

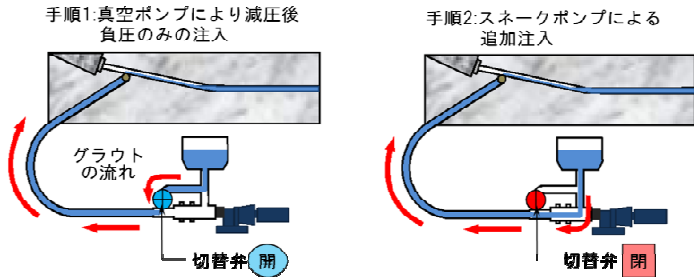
この圧力の状態に理想気体の状態方程式を適用して、シース内の空洞量を推定する．

$$P1 \cdot V1 \text{ (減圧容器)} + P2 \cdot V2 \text{ (シース内)} = P3(V1+V2) \text{ (中間弁解放後の状態)}$$

ここで、V1（減圧容器の体積）、P2（大気圧）は既知（測定済み）であるため、P1（中間弁開放前の容器圧）、P3（開放後の容器圧）を計測することで V2（シース内の空洞量）を推定することができる．

6. 切り換え注入

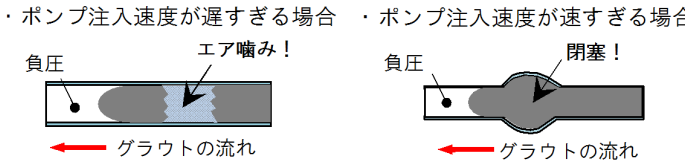
グラウト再注入は、真空グラウトにより注入後、バイパス（切換弁）を閉じて、脈動の少ないスネークポンプによる加圧注入に切り換える、切り換え注入方式で行う（図－4）．これにより、図－5 に示すようなグラウト材のエア噛みや閉塞のリスクが低減される．



図－4 切り換え式グラウト注入

7. 防錆型グラウト材

グラウト材料は再注入用に開発した材料（レブグラウト）を使用した．超低粘性（JP 漏斗流加時間 2.5～5.0 秒）で細部への充填性が優れている．また、カルシウムアルミネート（CA2）を添加することで、可溶性の塩化物イオンを固定化し鋼材腐食を抑制する材料である．



図－5 脈動の多いポンプを使用した場合の事例

8. 推定空洞量と注入量の比較

全 43 箇所において、推定した空洞量とグラウト注入量の比較を表－1 に示す．推定空洞量に対して注入量は 91.3% となり、従来技術に比べて高精度で推定することができた．この推定法により、注入量管理の精度が向上し、グラウト材の練り混ぜ量のロスが減少し施工性も向上した．

	単位	数量
推定した空洞量	(cc)	50,077
グラウト注入量	(cc)	45,729
推定精度		91.3%

表－1 推定空洞量と注入量の比較

9. まとめ

- (1)小径削孔（φ 15.5mm）により構造物への影響が小さくなり、負荷電流および金属シース粉を検知するセンサにより鋼材が損傷しない削孔ができた．
- (2)シース内の空洞量を精度よく確認できるため、注入量を的確に把握することができた．
- (3)注入方法の切り換えにより、ポンプ圧送時のエア噛みや閉塞などのリスクが低減され、グラウト充填性の向上ができた．
- (4)グラウト材料は、超低粘性による細部への充填性の向上と、CA2 を添加することによる防錆効果の向上を図った．