

PC T桁橋の亜硝酸リチウム水溶液を用いたグラウト再注入—真広橋—

(株)ピーエス三菱 正会員 ○佐藤 裕也
 (株)ピーエス三菱 正会員 桐川 潔

キーワード：グラウト再注入 亜硝酸リチウム水溶液 リパッシブ工法

1. はじめに

真広橋は、兵庫県相生市に位置する県道5号線の一部で矢野川に架かるポストテンション方式PC単純T桁橋である。県道5号線は姫路市と上郡町を結ぶ主要県道であることから、その一部である真広橋は長寿命化修繕計画により対策が実施されることとなった。外観目視調査からポストテンション方式PC鋼材に沿ってひび割れが発生していることが確認されたため、非破壊および微破壊調査を行ったところ、グラウトの未充填部が確認された。さらに未充填部のPC鋼材周辺に塩化物イオンの存在が確認されたため、グラウトの再注入のみでは再劣化が予測された。そこで、PC鋼材表面を再不動態化させることができる、亜硝酸リチウム水溶液を用いたリパッシブ工法にてグラウト再注入を行った。

2. 橋梁概要

本工事の概要を下記に、主桁断面図を図-1に示す。

4主桁（1979年竣工：旧桁部）に2主桁（2010年竣工：拡幅部）を拡幅した橋梁であり、今回のグラウト再注入工事は4主桁（旧桁部）が対象である。

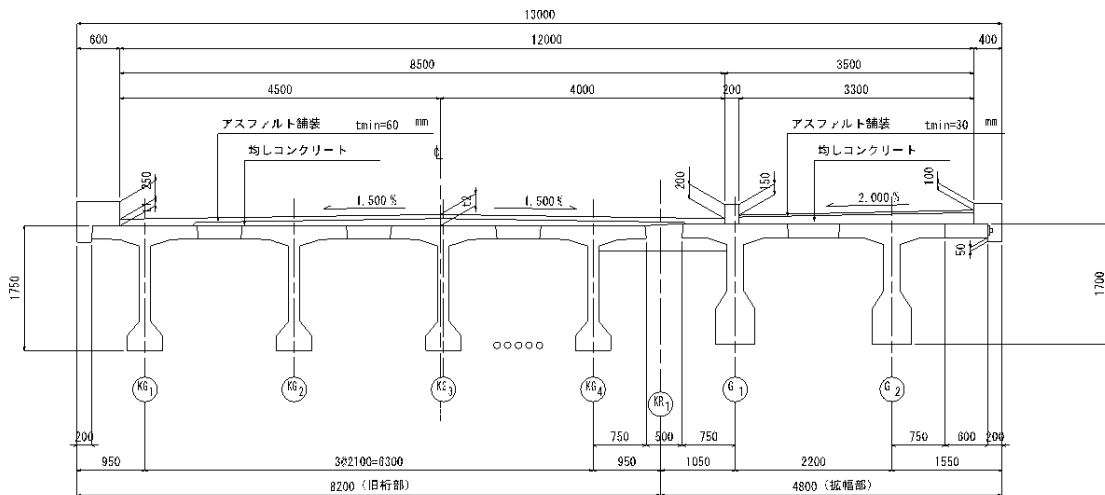


図-1 主桁断面図

- ・ 工事名：(主) 姫路上郡線 橋梁補修 真広橋橋梁補修工事
- ・ 発注者：兵庫県 西播磨県民局 光都土木事務所
- ・ 工期：平成27年9月29日から平成28年3月25日まで
- ・ 構造形式：ポストテンション方式単純PCT桁橋
- ・ 橋長：31.4m ・ 支間：31.3m ・ 幅員：13.0m ・ 斜角：80° 8' 30"
- ・ 使用材料：主桁コンクリート $f'_{ck}=40\text{N/mm}^2$ 間詰コンクリート $f'_{ck}=30\text{N/mm}^2$
 PC鋼材 主桁内ケーブル SWPR1 12-φ7 (旧桁部), SWPR7BL 12S12.7 (拡幅部)

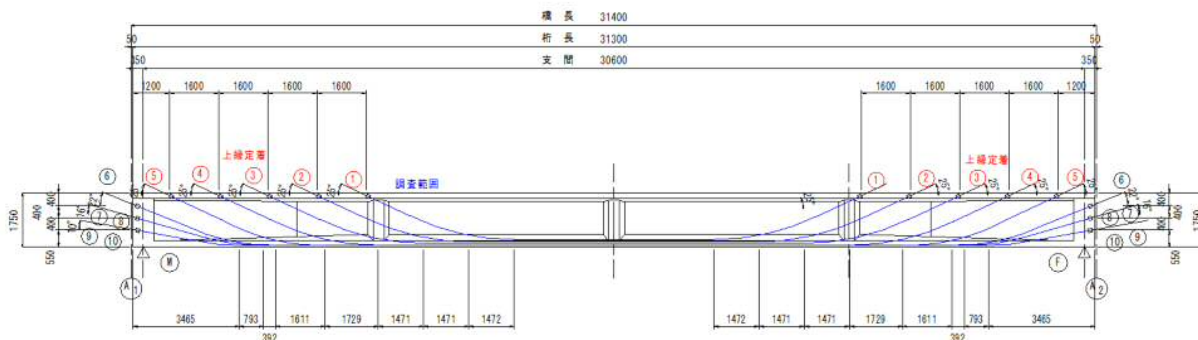


図-2 ケーブル配置図

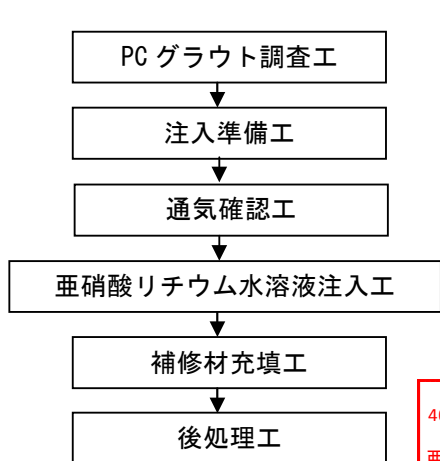


図-3 施工フロー

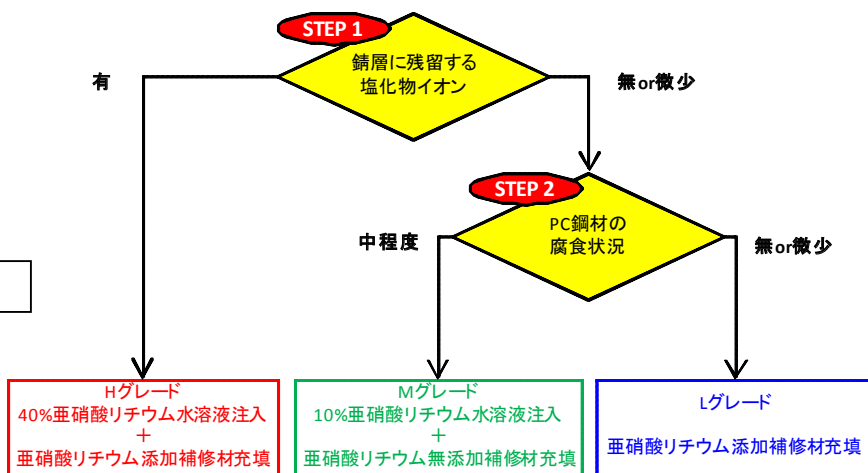


図-4 グレード選定フロー

旧桁部のケーブル配置図を図-2に示す。配置された10本のケーブルの内5本が上縁定着，残りの5本が端部定着である。

3. リパッシブ工法の施工手順

リパッシブ工法の施工フローを図-3に示す。図-2に示すように，グラウトの充填調査については上縁定着ケーブルを対象とした片側2箇所計80箇所（5ケーブル×2箇所×4主桁×両側）行った。

3. 1 PCグラウト調査工（グレードの選択）

リパッシブ工法では，グラウトの未充填部のPC鋼材劣化状況に応じて3つのグレード分けを行い補修方法を選定する。グレードの選択フローを図-4，各グレードの説明を表-1に示す。

表-1 グレードについて

グレード	対象
Lグレード	塩化物イオンが無もしくは軽微であり，鋼材の再劣化が懸念されない場合に実施する。グラウト未充填部の充填が主目的であり，亜硝酸リチウム水溶液の注入および補修材への添加を行わない。
Mグレード	塩化物イオンが無もしくは微量であるが，鋼材が中程度腐食している場合に実施する。PC鋼材の再動態化の補助を目的として，亜硝酸リチウム水溶液の注入を行うが，補修材への添加は行わない。
Hグレード	錆層に塩化物イオンが存在し，そのままグラウトの再充填を行っても，PC鋼材の再劣化が懸念される場合に実施する。PC鋼材の動態化を確認するため，亜硝酸リチウム水溶液注入時の電位変化のリアルタイムモニタリング，PC鋼材表面の亜硝酸リチウムの逸散を防ぐため，補修材への添加を行う。



写真-1 塩化物イオン確認状況

選択においての指標は、錆層に残留する塩化物イオン量とPC鋼材の腐食状況であり、これらを基にグレードを選択する。塩化物イオン量の確認状況を写真-1に示す。塩化物イオンを測定する検水は、精製水で浸した綿棒で、腐食したPC鋼材の表面を綿棒で拭き取り、精製水に溶出させて製作する。本工事では、塩化物イオン量判定試薬を使用して判定した。塩化物イオン有無の判定として、試薬の白化領域上端の目盛りがゼロより上昇していた場合を有りとして判定した。

3. 2 通気確認工および注入準備工

亜硝酸リチウム水溶液や補修材の漏出を防ぎ、定着部背面の通気性を確認することを目的として通気確認を行う。真空ポンプを使用し、シース内の真空度を維持できない場合は、漏気箇所があると判断し、漏気発生箇所を調査する。漏気箇所にはシーリングを行い、再度、真空ポンプで真空度を確認する。漏気部は主に主ケーブルに沿ったひび割れ部などであり、真空ポンプ作動時の漏気音により確認できる。また、注入準備工として、亜硝酸リチウム水溶液や補修材の充填を行うために必要な、極細径排気チューブの挿入や注入用キャップの設置を行う。

3. 3 亜硝酸リチウム水溶液注入工 (Hグレード)

亜硝酸リチウム水溶液をシース内に注入することで、PC鋼材表面を再不動態化し、腐食の進行を抑制するための工種である。塩化物イオンが確認されず、腐食の軽微なLグレードでは実施しない。

シース内に挿入した排気チューブから水溶液が排出されるまで自然流下式の注入を継続する。自然流下式の水溶液注入概要図を図-5、水溶液注入状況を写真-3, 4に示す。

Hグレードの場合、電位差計によりPC鋼材の電位をリアルタイムでモニタリングを行い、電極が安定することを確認し、水溶液の排出を行う。モニタリング状況を写真-5に示す。

排気チューブ先端よりも上部にあるPC鋼材の錆層内にも水溶液を侵入させ、またシース内での水溶液の循環によりPC鋼材の除錆や洗浄などの副次的な効果、さらには、PC鋼材束内へより多くの亜硝酸イオンを侵入させる効果を得るために、



写真-3 水溶液注入状況(削孔箇所)



写真-4 水溶液注入状況(自然流下)



写真-5 電位モニタリング状況

エアリフト式によって水溶液の注入を行う。
エアリフト式の水溶液注入概要図を図-6に示す。

3. 4 補修材充填工

シース内に専用の補修材を充填し、PC鋼材とコンクリート主桁の付着の改善を図るとともに、耐久性を確保するための工種である。HグレードはPC鋼材表面の亜硝酸リチウム水溶液の逸散を防ぐため、補修材に亜硝酸リチウム水溶液を添加する、Lグレードについては亜硝酸リチウム水溶液の注入を行っていないことから添加しない。

補修材の注入方法としては、低速低圧で注入が可能な自然流下方式により補修材を充填する。補修材の充填概要を図-7に示す。

3. 5 後処理工

注入キャップを撤去し、チューブを切断した後、断面修復材を行い、後処理を行う。

4. おわりに

今回のグラウト再注入の実施によりPC構造物でもっとも重要なPC鋼材の耐久性回復が図れたことから、長寿命化修繕計画の目的である、本橋梁の延命化を達成できた考える。

謝辞：本工事は、平成28年3月に無事竣工を迎えることができた。該当工事の施工にあたり、ご助言、ご協力頂いた各関係各位に厚く感謝の意を表すとともに、本報告が、今後の同種工事の参考となれば幸いである。

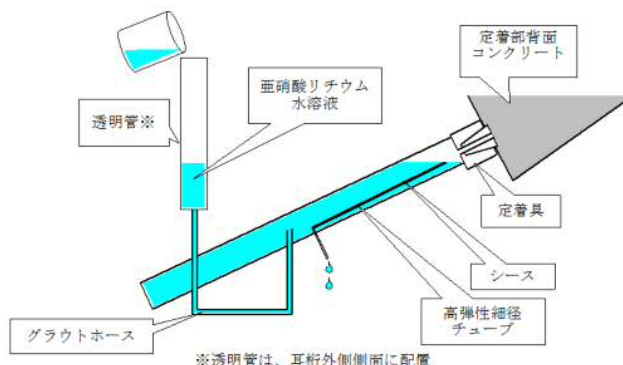


図-5 自然流下式の水溶液注入概要

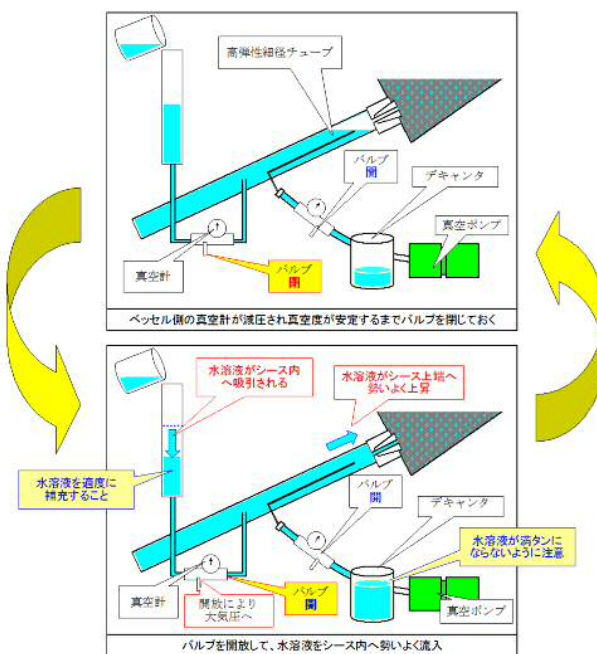


図-6 エアリフト式の水溶液注入概要

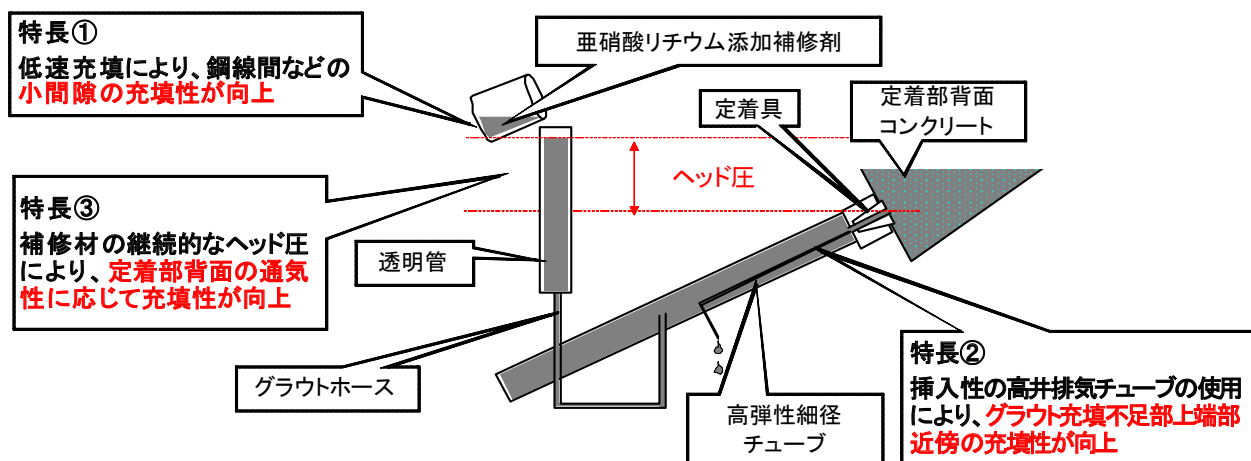


図-8 補修材充填概要