

広幅員のプレテンション方式PCT桁橋の横締め鋼棒へのグラウト再注入

(株)ピーエス三菱
東播建設(株)
(株)国際建設技術研究所
国土交通省

正会員 工博 ○鴨谷 知繁
非会員 上田 大樹
非会員 藤原 規雄
非会員 岩本 明久

キーワード：グラウト再注入，PC鋼棒，横締め，カップラー

1. はじめに

上下線合計で4車線を有する広幅員のプレテンション方式単純PCT桁橋の中間横桁で確認されたグラウト充填不足に対し、亜硝酸リチウム水溶液先行注入型補修材充填工法によるグラウト再注入を実施した。施工対象は幅員中央部にカップラーを有するPC鋼棒であり、狭隘な充填不足空間、カップラー部などの閉塞、主桁-横桁間打継部の密閉不足など、施工難度の高い条件での施工であったが、良好に施工を完了したので、報告する。



図-1 施工対象の一例

2. 施工対象の概要

対象は、図-1に示す1970年に供用開始されたT高架橋の内、プレテンション方式単純PCT桁橋の中間横桁において、2014年度の定期点検でPC定着部の異常やグラウト充填不足が確認され、「橋梁構造の安全性の観点から、速やかに補修等を行う必要がある判定区分C2」と判定された横締めPC鋼棒である。T高架橋は、上下線合計で4車線を有する全幅員16.5mの広幅員橋梁であり、各横締め鋼棒には幅員中央部にカップラーが配置されている。

横締めPC鋼棒では、図-2(a)に示す主桁-横桁間のシース接続部にノロが侵入することによる閉塞や、図-2(b)に示すカップラー部における緊張後の閉塞などが考えられるため、本工事では非破壊調査に加え、全主桁間の横桁部を対象に、RCレーダーによる鋼材探査、コンクリートドリルによる削孔、シース除去およびCCDカメラ撮影からなるグラウト充填調査(以下、事前調査)を実施し、さらに各削孔間の通気の有無を確認した。なお、グラウト充填状況は、表-1に示すように充填、充填不足(空隙小)、充填不足(空隙大)、未充填の4段階で評価した。

事前調査結果を図-3に示す。中間横桁No.1については、C1-UでG22側が充填不足(空隙小)、G1側が充填不足(空隙大)、C1-LでG22側が未充填、G1側が充填不足(空隙大)である。中間横桁No.2については、C2-UでG12より下方が充填不足(空隙大)または未充填、G11より上方が充填、C2-LでG9より下方が未充填、上方が充填である。中間横桁No.3については、C3-U、C3-LともにG15より下方は充填不足(空隙小)と充填不足(空

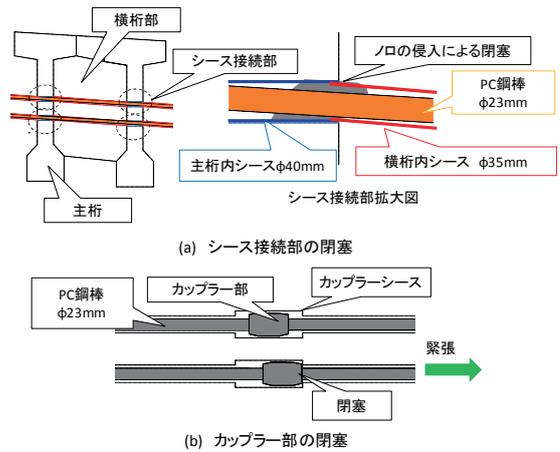


図-2 横締め PC 鋼棒の閉塞要因

表-1 グラウト充填評価基準

判定	記号	写真	判定	記号	写真
充填	●		充填不足(空隙大)	▲	
充填不足(空隙小)	▲		未充填	■	

隙大)が混在し、上方は未充填である。以上をまとめると、下記のような特徴に整理できる。

- 1)T高架橋の建設当時は、現在と異なり下勾配方向にグラウトされている場合がある。
- 2)各横締め鋼棒のグラウト充填不足状況は一律ではなく、ばらつく。
- 3)カップラーが存在する場合にはその前後でグラウト状況に顕著な差が生じやすい。

通気については、中間横桁No.1とNo.2については充填不足全長にわたり通気が確認されたが、No.3については、C3-UはG14近傍を境に、C3-LはG14近傍およびG16近傍を境に通気区間が非連続となった。これは、図-2に示すようにシース接続部やカップラー部の閉塞によるものと考えられる。なお、PC鋼棒には表-1の写真に示すように全面錆が生じている箇所が存在したが、錆層内の塩化物イオンの有無を拭き取り法により確認したところ、凍結防止剤などに由来する塩化物イオンの侵入は確認されなかった。

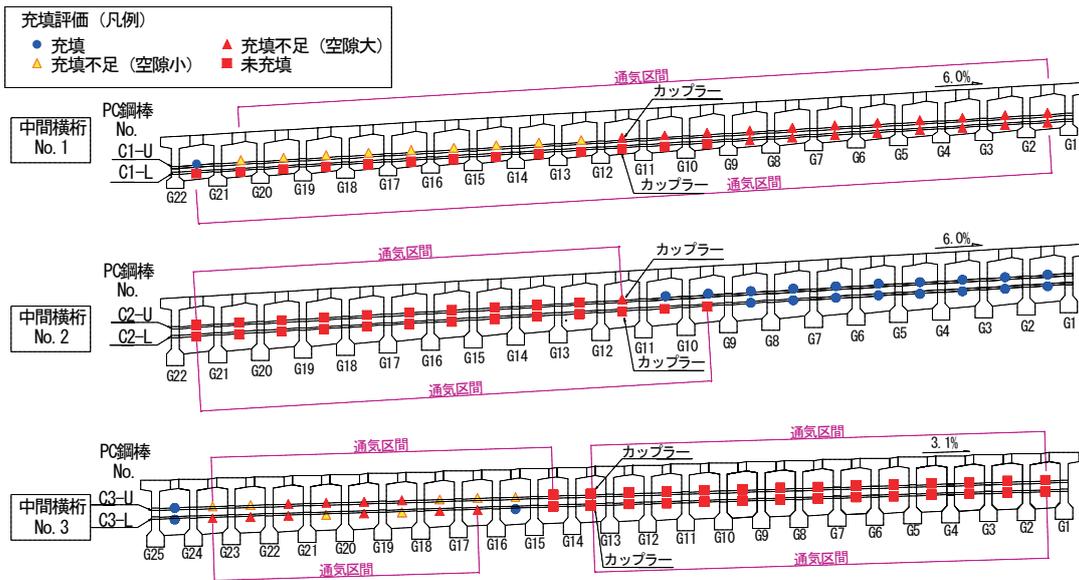


図-3 事前調査結果

3. 補修概要

3.1 補修フロー

図-4に補修工のフローを示す。通気準備・確認工，注入準備工，亜硝酸リチウム水溶液(以下、水溶液)注入工，補修材充填工，後処理工の順に施工した。

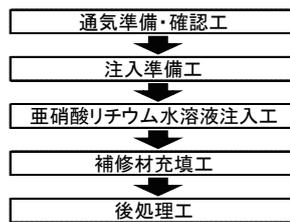


図-4 補修工フロー

3.2 通気準備工・確認工

既設PCT桁橋の中間横桁 - 主桁間の打継部は気密性が低いことが想定されたため、通気準備として、図-5に示すように打継部のシーリング処理を行った。通気確認工では、図-6に示すようにφ80mmのコア削孔と外径2.5mmの高弾性チューブ挿入による充填不足長の測定を行った後、各削孔部を専用キャップで密閉し、図-7(a)に示すシース内部の真空度確認と図-7(b)に示すような水溶液注入時に漏水箇所となる漏気部の探査を行った。

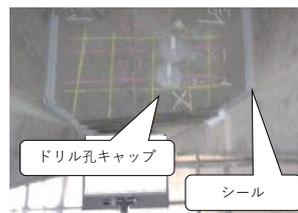


図-5 通気準備



図-6 高弾性チューブの挿入 (充填不足長さ測定)



(a) シース内部の真空度確認



(b) 漏気部の探査

図-7 通気確認

3.3 亜硝酸リチウム水溶液注入工

水溶液注入工は、シース内に水溶液を注入することで、グラウト片などを除去するとともに、シース内部のPC鋼棒表面に生じた錆層内部に亜硝酸イオンを供給することで腐食を抑制するための工種である。水溶液注入工の概要を図-8に示す。勾配下側の耳桁外側に設置した注入ベッセルより自然流下方式で注入し、高弾性チューブからの排出により充填不足端部まで供給した。その後、勾配上側に接続した真空ポンプを用いてシース内部の水溶液に乱流を発生させ、自然流下方式ではエア溜まりが生じる領域にも確実に水溶液を供給できるよう減圧注入方式による注入を実施した。

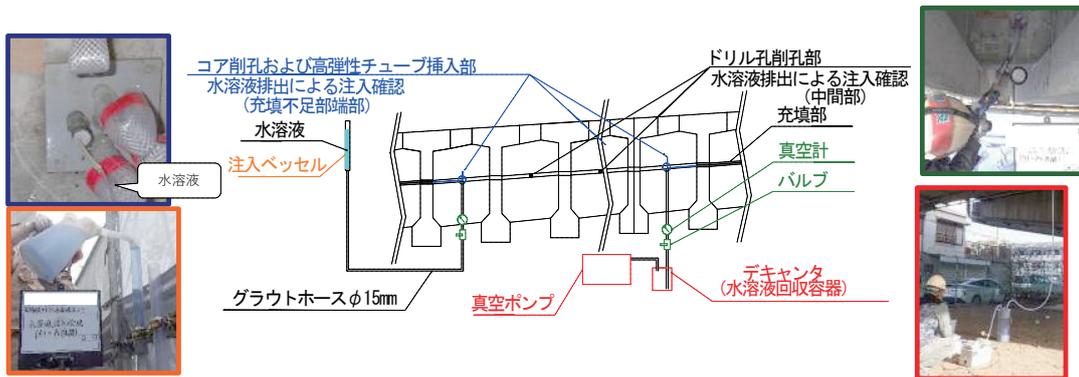


図-8 水溶液注入工

3.4 補修材充填工

補修材充填工の施工概要を図-9に示す。補修材の充填には、透明密閉容器内の補修材天端高さの変化量から補修材充填量を把握し、加圧後も補修材天端高さの変化がなくなった時点を閉塞発生として検知する途中閉塞対策型の低圧ポンプシステム²⁾を用いた。勾配下側のコア削孔部から充填し、充填不足部上端および下端へ挿入した高弾性チューブからの補修材の排出を目視確認することにより充填不足端部まで補修材が充填したことを確認した。その後、さらなる充填性の向上として効果的な継続的な再加圧を行うため、上側コア削孔部にグラウトホースを接続し、補修材が硬化するまで同ホース内の補修材天端高さをグラウト充填不足部上端より上方となるように保持した。

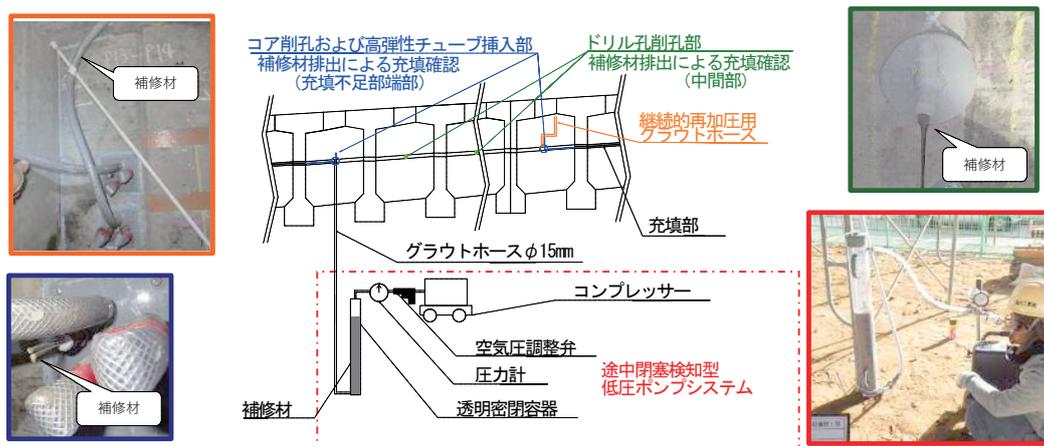


図-9 補修材充填工

3.5 分割施工性状

水溶液注入工および補修材充填工の分割性状を図-10に示す。本工事では、施工対象の構造特性や注入実験結果²⁾を考慮して、水溶液注入工における真空度の確保や補修材充填圧の低減を目的に、カップラー位置

を境とした分割施工による計画とした。ただし、C1-UのG22側、C3-UのG25側、C3-LのG25側については、通気確認工における通気調査や高弾性チューブによる充填不足長調査により、水溶液、もしくは水溶液と補修材の両方が通過しない区間が確認されたため、その区間に隣接した位置にコア孔削孔と閉塞部方向への高弾性チューブの挿入を追加して対応した。本橋のようにグラウト充填状況が一様でない場合でも、分割施工を行うことで、信頼性の高いグラウト再充填が可能になった。

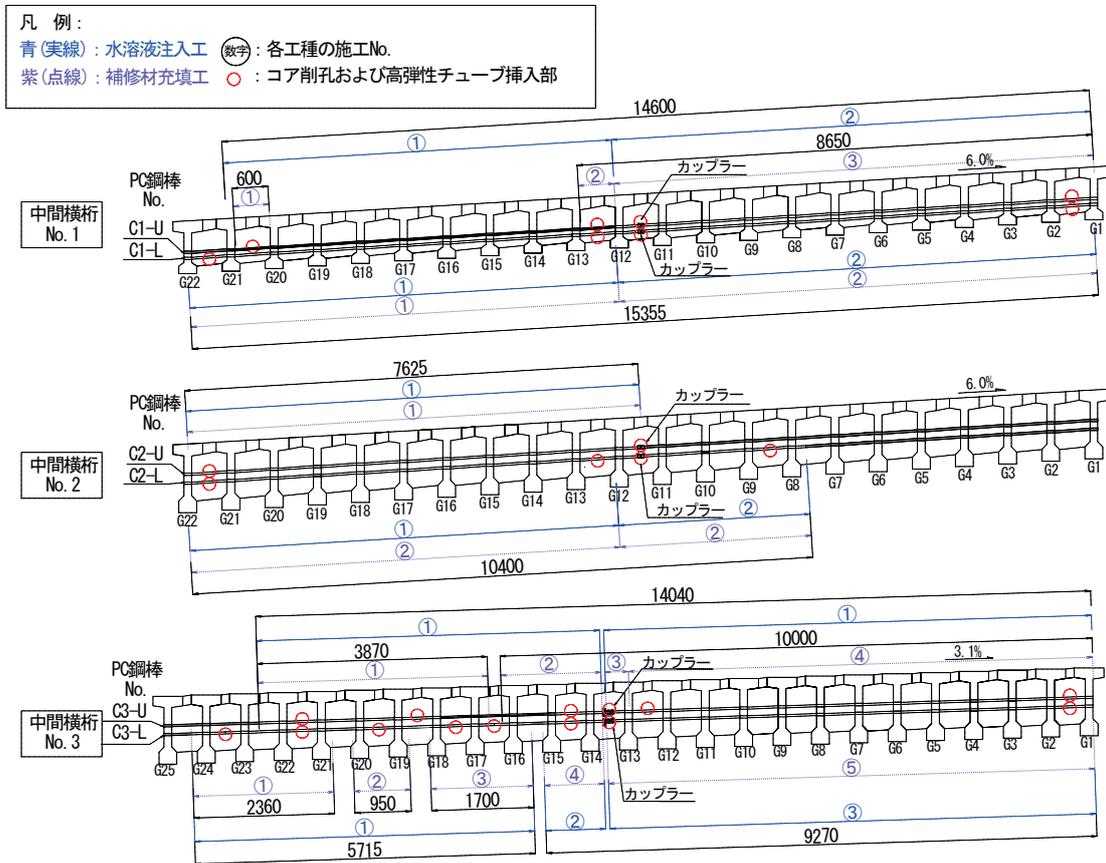


図-10 水溶液注入工および補修材充填工の分割施工状況

4. まとめ

上下線合計で4車線を有する広幅員のプレテンション方式単純PCT桁橋の中間横桁で確認されたグラウト充填不足に対し、亜硝酸リチウム水溶液先行注入型補修材充填工法によるグラウト再注入を実施した。施工対象は幅員中央部にカプラーを有するPC鋼棒であり、狭隘な充填不足空間、カプラー部の閉塞、主桁-横桁間打継部の密閉不足など、施工難度の高い条件での施工であったが、充填不良状況に応じた分割施工を行うことで、良好な施工を実施することができた。本稿が同種工事の参考となれば幸いである。

謝辞：本稿で報告した調査および補修については、橋梁ドクターである大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻鎌田敏郎教授に多数のご助言をいただいた。ここに感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 本荘 清司, 藤原 規雄, 田中 寛規, 鴨谷 知繁: グラウト再注入工法の横桁内PC鋼材への適用に関する一考察, プレストレストコンクリート工学会 第24回シンポジウム論文集, pp.455-458, 2015.10
- 2) 鴨谷 知繁, 深川 直利, 池田 政司, 石井 浩司: LiNO₂水溶液先行注入型補修材再注入工法のPC箱桁橋への適用実験, プレストレストコンクリート工学会 第27回シンポジウム論文集, pp.83-86, 2018.11