

多数の途中閉塞を有する PCT 桁 横締めケーブルに対するグラウト再注入

(株)ニューテック康和 事業本部工事事部 宮尾秀一
(株)ニューテック康和 事業本部工事事部 藤井拓未

概要： 本報告はポストテンション方式 3 径間単純 PCT 桁橋の横桁と床版に配置された横締めケーブルの PC グラウト充填不足に対して、打継部に多数の閉塞を有するグラウト再注入の施工報告である。本工事の事前調査として、ケーブル両端部から真空ポンプにより両外側間の連通状況や打継部の漏気に関する通気確認を行った結果、充填不足を有する全ての横締めケーブルにおいて連通が無く、間詰部や横桁部のいずれかの打継部で閉塞が生じているものと推察されたため、代表ケーブルにおいて、分割施工によりグラウト再注入を行った。閉塞位置の事前確認に基づく分割施工の採用により、充填中の途中閉塞を未然に防ぐことができ、良好かつ円滑なグラウト再注入が実施できたことを報告する。

Key Words： グラウト再注入, 横締め, 閉塞, 亜硝酸リチウム

1. はじめに

PCT 桁橋の横桁と床版に配置された横締めケーブル（以下、横締め）のグラウト充填不足に対して、亜硝酸リチウム水溶液先行注入型補修材充填工法¹⁾（以下、本工法）を適用したグラウト再注入を実施した。本橋では、コンクリート打継部となり、異径シースが接続される間詰部や横桁部（以下、打継部）の閉塞や密閉不足による漏気が確認されたため、代表ケーブルにおいて充填状況を把握し、それらの状況に応じて途中閉塞検知型低圧ポンプシステム²⁾を用いた分割施工を実施した結果を報告する。

2. 施工対象の概要

施工対象は、写真-1 に示す 1979 年に供用開始された橋長 83m のポストテンション方式 3 径間単純 PCT 桁橋であり、間詰床版や横桁で広範囲な剥離、鉄筋の露出および主桁接合部からの漏水や遊離石灰が発生していた。さらに一部の間詰床版コンクリートの抜け落ちや横締めの破断が確認され、過年度の詳細調査では横締めのグラウト充填不足が確認されたため、2023 年度に本橋のグラウト再注入工事（以下、本工事）が実施された。



写真-1 施工対象の一例



宮尾 秀一



藤井 拓未

3. 事前調査

横締め両端部近傍を対象に高性能のRCレーダーを用いて鉄筋・シース位置の探査・マーキング後に、 $\Phi 25\text{mm}$ ドリル削孔によりグラウト充填不足の有無を把握した。次に、グラウト充填不足箇所の調査孔を $\Phi 80\text{mm}$ コア削孔により拡幅し、専用キャップを取り付け、**図-1**に示すように真空ポンプや真空計を接続し、両外桁間の連通状況や打継部の漏気に関する通気確認を行った。打継部からの漏気が多数あり、連通状況が把握不能であったため、**写真-2**に示すようにシール材を用いて打継部の密閉処理を行った。密閉処理後も、充填不足を有する全ての横締めにおいて、両外桁間の連通が無く、いずれかの打継部で閉塞が生じているものと推察された。そこで、代表3本の横締めを対象に、閉塞位置の調査を行った。



図-1 通気（両外桁間連通および漏気）確認方法

写真-2 漏気止めシール

図-2に示すように、 $\Phi 80\text{mm}$ コア削孔部（**図中**、G1外側）から、**写真-3**に示すように、 $\Phi 2.5\text{mm}$ 高弾性チューブを挿入し、その挿入長から閉塞位置（**図中**、G1-G2間打継部）を特定し、それに近傍する主桁（**図中**、G2）にドリル孔を行う手順で調査を行った結果、代表全てにおいて、いずれかの打継部で閉塞が確認された。同様な手順で閉塞位置の調査を行った。調査結果の閉塞位置の一例をバツ印として**図-3**に示す。

以上の結果から、全ての横締めにおいて、各打継部で閉塞が生じている可能性が高いと判断されたため、分割施工によりグラウト再充填を行う計画とし、代表ケーブルにおいて施工を行った。



図-2 閉塞位置調査の概要

写真-3 高弾性チューブ

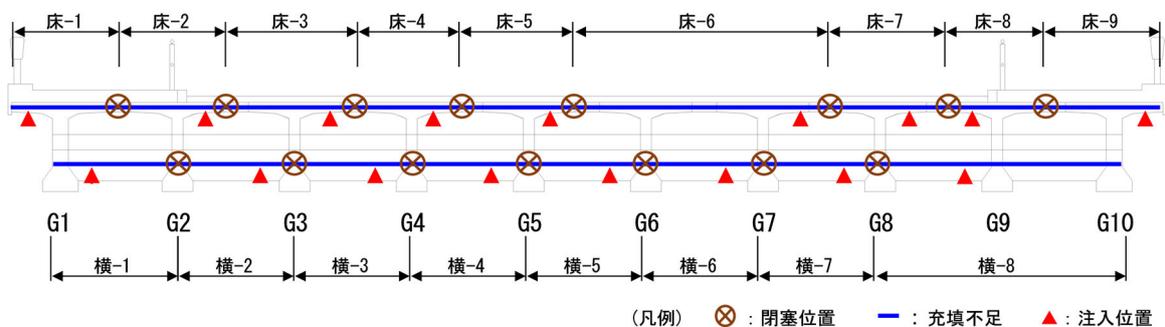


図-3 分割施工状況の一例

4. 補修概要

4.1 補修フロー

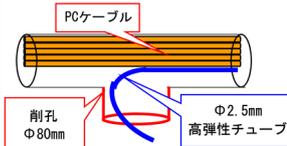
注入準備工，亜硝酸リチウム水溶液（以下，水溶液）注入工，補修材充填工，後処理工の順に施工した。水

溶液注入工および補修材充填工の分割施工状況の一例を図-3 に示す。勾配下側の G10 側より順次施工し、分割範囲毎にチューブからの排出を目視確認することにより、充填不足端部まで充填されたことを確認することとした。

4.2 注入準備工

本工法は、表-1に示すように排気用および充填確認用チューブをグラウト充填不足部端部まで挿入し、確実に補修する工法であり、挿入兼注入孔の形成は、鉄道総研方式³⁾に準じて、シース方向に対し90°にΦ80mmのコア削孔により行うこととした。補修材充填時にシース上部の空気を確実に排出させるため、シース上部より高い位置までΦ15mmドリル削孔を行い、パイプを挿入することで対応した。

表-1 注入孔概要

項目	本工事の方法	
排気チューブの挿入	Φ2.5mm高弾性チューブ	
削孔機械	Φ80コア削孔+ハツリ	
削孔角度	シース方向 に対して	90°
	鉛直方向 に対して	90°
概略図		

4.3 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、グラウト片等を除去するとともに、シース内部の横締め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。図-4に示すように目盛り付き透明密閉容器、コンプレッサーなどから構成される途中閉塞検知型低圧ポンプシステムを使用して自然流下方式を再現して水溶液を注入した。その際、過圧による水溶液の漏出を低減するため、グラウト充填不足上部と透明容器内の液面との高低差および水溶液の密度から必要な圧力を算出し、写真-4に示すように圧力が必要最小限となるように留意した。充填不足端部まで供給したことを写真-5に示すようにチューブからの排出で確認した。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、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減圧注入方式による注入を実施した。水溶液の注入量管理は、これまでチューブ挿入長から容積を算出する方法や水溶液の重量を注入前後で計量し、シース内に注入された重量を水溶液の比重1.25で割り戻すことで容積を算出する方法であったが、本工事では、写真-6に示すように目盛り付きの透明容器を用い、注入前後の読み値から注入量を管理した。

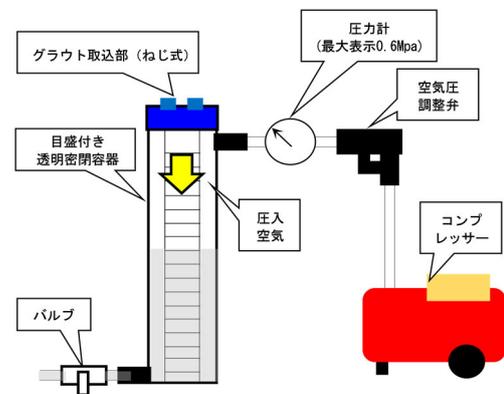


図-4 途中閉塞検知型低圧ポンプシステム



写真-4 圧力管理



写真-5 排出状況



写真-6 注入管理

4.4 補修材充填工

補修材充填工は、写真-7に示す水溶液注入工と同様に途中閉塞検知型低圧ポンプシステムを使用して、補修材を充填し、チューブからの排出を目視確認することにより、各分割区間の充填不足端部まで補修材が充填されたことを確認した。その後、さらなる充填性を向上させるために継続的な再加圧を実施した。事前に圧力-伸びの関係性を把握した樹脂製ジャバラを有する写真-8に示す再加圧測定ペローズ⁴⁾を用いて、低圧ポンプシステム撤去後もホース余長を折り曲げることで圧力を付与した状態を補修材が硬化するまで保持した。

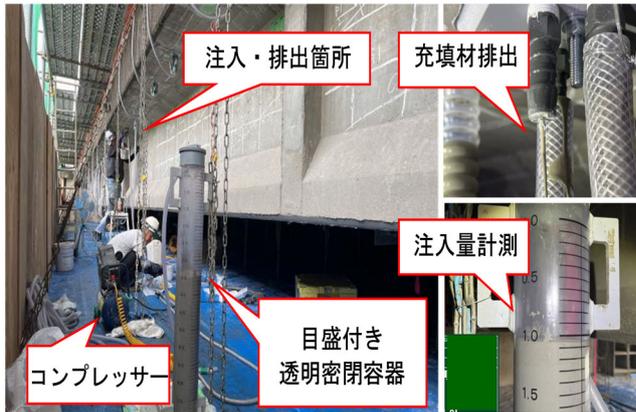


写真-7 補修材充填状況

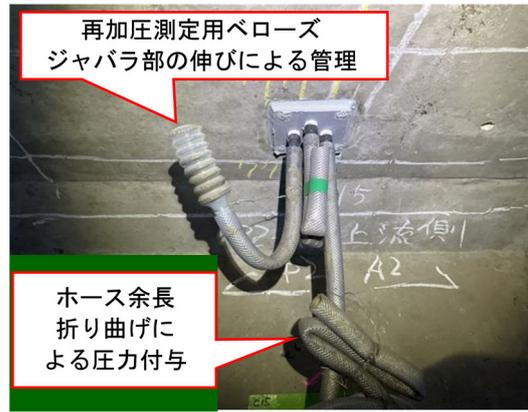


写真-8 再加圧管理

5. まとめ

本橋のように、多数の打継部で閉塞が生じている場合、閉塞位置の事前確認に基づく分割施工計画の採用により、充填中の途中閉塞を未然に防ぐことができ、良好かつ円滑なグラウト再注入を実施できることを確認した。しかし、分割施工は確実な施工が可能な一方、準備工や注入工が数量増となるためコスト・工程の縮減が求められる。そこで、床版および横桁は部材厚が薄く、シースカぶりが比較的小さいことを考慮して、表-2に一例を示すようなドリル削孔によるチューブ挿入兼注入孔の適用や複数箇所の同時施工等、さらなる改良の余地があり検討を行う予定である。

表-2 ドリル削孔によるチューブ挿入兼注入孔

項目	施工方法	
排気チューブの挿入	Φ2.5mm高弾性チューブ	
削孔機械	Φ25mm程度 コンクリートドリル	
削孔角度	シーす方向 に対して	45°程度
	鉛直方向 に対して	45°～90°
概略図		

参考文献

- 1) 鴨谷, 深川, 池田, 石井: 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, pp83-86, 2018
- 2) 鴨谷, 上田, 藤原, 岩本: 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, プレストレストコンクリート工学会第 28 回シンポジウム論文集, pp569-572, 2019
- 3) 鉄道総合技術研究所: PC グラウトの再注入等補修マニュアル(案), 2002
- 4) 小原, 鴨谷, 河本, 樽崎: PC 合成桁橋横桁横締め鋼棒のグラウト再注入-PC 箱桁橋を想定した施工-, プレストレストコンクリート工学会第 29 回シンポジウム論文集, pp359-362, 2020