添架管が支障となる PCT 桁主ケーブルへの リパッシブ工法の適用－桐原橋（きりはらばし）－

(株)ニューテック康和　事業本部工事部　遠藤利洋
(株)ニューテック康和　事業本部工事部　今野昌也
(株)ニューテック康和　技術部　鴨谷知繁

概要：滋賀県東近江土木事務所発注の桐原橋補修工事の内，添架管により近接できない PCT 桁端部定着主ケーブル曲上げ部を対象としたグラウト充填調査と亜硝酸リチウム水溶液先行注入型 PC グラウト再注入工について報告する．従来，当該主ケーブルの調査・再注入には，添架管移設が不可避であり発注者の負担であった．本工事では，添架管の無い側のウェブ側面から，奥側となる当該主ケーブルの位置とかぶり厚さを非破壊計測し，手前側主ケーブルや鋼材との干渉を避けた斜めドリル削孔を行う方法を採用した．これにより，添架管の移設を回避しながら，当該主ケーブル全数の調査と充填不足時の再注入を良好に実施でき，発注者の負担低減と本橋の長寿命化に寄与できた．

Key Words：リパッシブ工法，グラウト再注入，添架管，斜め削孔

１．はじめに

本稿は滋賀県東近江土木事務所発注の県道 48 号近江八幡守山線桐原橋（以下，本橋）の補修工事（本工事）の内，PCT 桁の主ケーブルを対象としたグラウト充填調査（以下，充填調査）と亜硝酸リチウム水溶液先行注入型 PC グラウト再注入工法（以下，本工法）によるグラウト再注入（以下，再注入）に関する報告である．

本橋の全景を**写真-1**，2 に示す．本橋は 1965 年に供用開始された橋長 163.2m，有効幅員 6～7m の 6 径間ポストテンション方式単純 T 桁橋である．本橋の主ケーブル配置を**図-1** に示す．桁高 1150mm，下フランジ幅 400mm の主桁には，1 主桁あたり 7 本の上縁定着主ケーブル（C1～C7）と 6 本の端部定着主ケーブル（C8～C13）があり，桁端部手前において C10～C13 の 4 本が 2 段×2 列の並列配置となっている．主ケーブルは，12φ5mm でシース径は 35mm である．

写真-1 施工対象の例

写真-2 施工対象の例

遠藤利洋
今野昌也
鴨谷知繁

過年度の修繕設計業務でグラウト充填不足が確認されており，2023 年の修繕設計業務で実施された充填調査に基づき，**写真-3** に示すような主ケーブルに沿ったひび割れおよびエフロレッセンスが確認された主桁のみを対象に主ケーブルグラウト再注入を実施した．充填調査・再注入対象桁および添架管配置概要図を**図-2** に，添架管設置状況を**写真-4** に示す．添架管は G3～G4 間，G4～G5 間に設置されており，補修対象の G5 桁の添架管側の端部定着主ケーブル（以下，当該主ケーブル）曲上げ部近傍のウェブ側面には近接できない状況であった．従来の調査・再注入[例えば 1)]では，添架管の設置されていない手前側側面から，RC レーダによる鋼材探査，ドリル削孔による充填調査，通気確認～後処理に至る本工法の一連の作業を行う．よって，当該主ケーブルの充填調査・再注入を行うためには，事前に添架管の移設を行う必要があった．しかしながら添架管の移設は，添架管所有者との協議や事前事後の工事が必要となり，橋梁管理者にとって大きな負担となる．本工事では添架管の移設が実施されていなかったため，当該主ケーブルは調査対象外となり，仮に充填不足や鋼材腐食が生じていた場合には，未補修箇所として残置され，橋梁の耐久性を十分に確保できないという課題があった．

そこで本工事では，添架管の設置されていない側のウェブ側面から，奥側となる当該主ケーブルの位置とかぶり厚さを RC レーダによる鋼材探査により計測し，手前側主ケーブルや鋼材との干渉を避けた斜めドリル削孔を行う方法を採用した．これにより，添架管の移設を回避しながら，当該主ケーブル全数の充填調査と充填不足時の再注入を従来の施工方法の場合と遜色なく良好に実施でき，発注者の負担低減と本橋の長寿命化に寄与できたので，報告する．

2．充填調査

充填調査の手順を示す．**写真-5** に示すように主桁下面および当該主ケーブルの反対側ウェブ側面から RC レーダを用いた鉄筋探査を行い，主ケーブルと鉄筋の位置およびかぶりを測定しマーキングした．**図-3** に示すように，端部定着主ケ

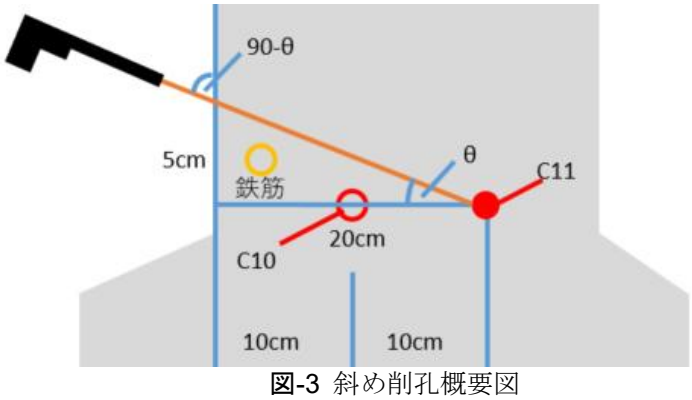

図-3 斜め削孔概要図

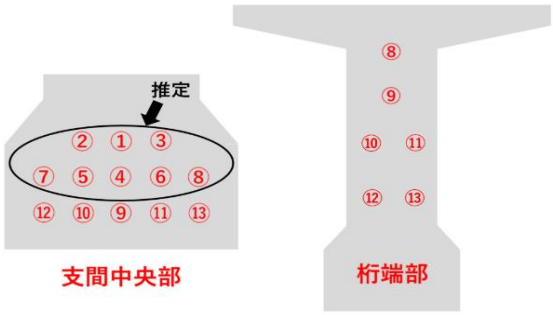

図-1 本橋のケーブル配置

写真-3 主ケーブルに沿ったひび割れおよびエフロレッセンス

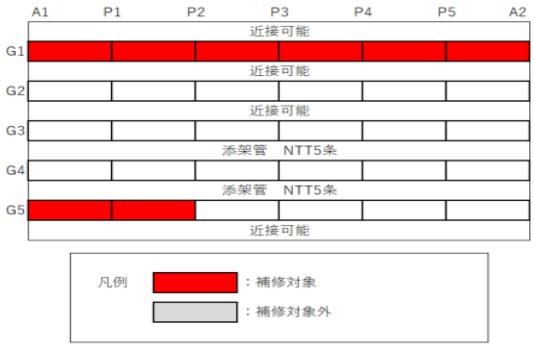

図-2 充填調査・再注入対象桁および添架管配置概要図

写真-4 桁間添架管設置状況（下面）

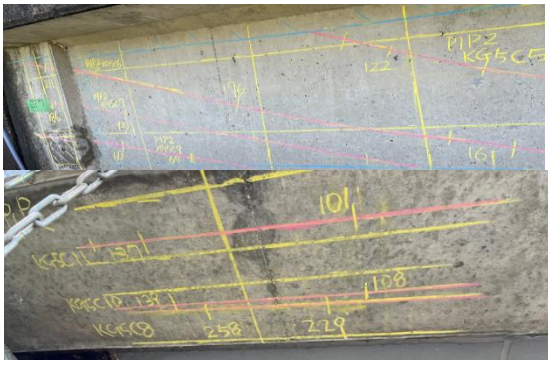

写真-5 鋼材探査状況

ーブルが並列となっている場合には，一般に設置高さが同じであることから，当該主ケーブルの位置は，反対側ウェブ側面と主桁底面を基準に幾何学的に推定できる．そこで，手前側の主ケーブルや鉄筋と干渉しない位置から水平方向に対して角度 θ となるように斜め削孔すれば，ドリル削孔による当該主ケーブルのグラウト調査が可能となる．**写真-6** に斜め削孔状況を示す．本工事では，角度計を使用して削孔を行った結果，当該主ケーブル全てで充填調査を実施できた．

写真-6 充填調査用斜め削孔状況

３．本工法による再注入

本工法では，空隙長の確認，端部までの確実なグラウト充填のため，φ2.5mm の高弾性細径チューブ（以下，チューブ）をグラウト充填不足部端部まで挿入する．従来の施工方法では，チューブ挿入兼注入孔の形成はチューブの曲げ半径や挿入性を考慮してφ80mm コア削孔により行うことを標準としているが，奥側となる当該主ケーブルでは，削孔手前側主ケーブルや鉄筋と干渉するため，同様のコア削孔は実施できない．そこで，**図-4** に示すようにチューブ挿入が可能なように，水平方向に対しても，主ケーブル方向に対しても斜めにφ25mm のドリル削孔を行った．**写真-7** に削孔状況を示す．手前側鉄筋との位置関係から，注入孔とチューブ挿入孔の入口が別々となる 3 孔式と，同じとなる 1 孔式を使い分けたが，いずれもグラウト充填不足部の上端および下端までチューブを挿入することができた．**写真-8** に 3 孔式のチューブ挿入完了状況を示す．

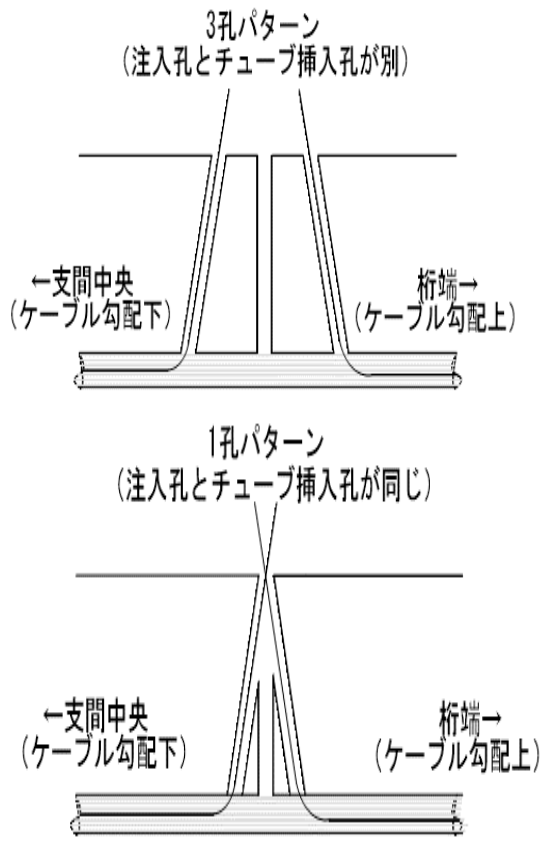

図-4 削孔およびチューブ挿入概要図

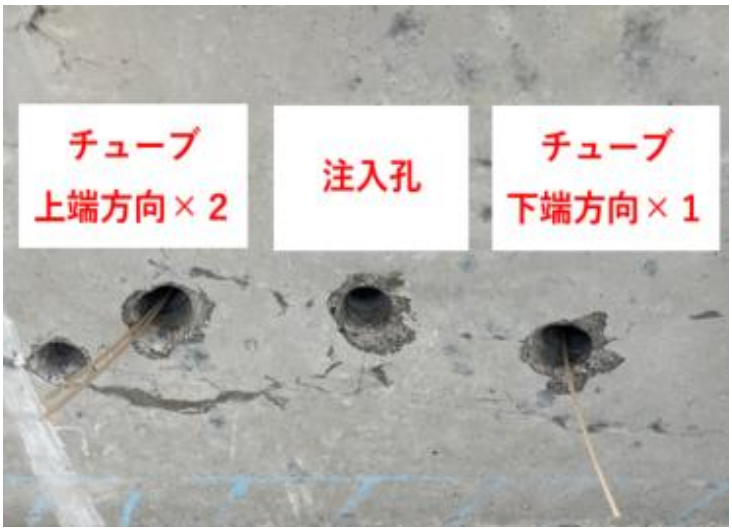

写真-8 チューブ挿入完了（3 孔式の例）

写真-7 チューブ挿入用斜め削孔状況

また，本工法で，ウェブ曲上げ部を対象に施工する場合，従来方法ではφ80mm コア 1 孔に対し，**写真-9** に示すように，①注入用，②上端方向チューブ用，③下端方向チューブ用，④電位測定および中間排出用の 4 つのホースジョイントが設置可能な特注キャップを使用している．本工事においては，**写真-10** に示すように，φ25mm ドリル孔用のドリルキャップを削孔部に固定し，二股ホースジョイントを組み合わせることで，

従来と同様に 4 つのホースジョイントを設置し，施工を行った．それ以降の施工手順は，従来工法と同様となる．

亜硝酸リチウム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 鋼材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．高弾性チューブからの排出により，充填不足端部まで亜硝酸水溶液が供給されたことを確認した後，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．**写真-11** に施工状況を示す．

補修材充填工は，シース内部のグラウト充填不足および，鋼材に塩化物イオンが確認されたため，亜硝酸リチウム添加補修材を充填し補修を行った．自然流下方式によって亜硝酸リチウム添加補修材を充填し，上向き・下向きの排気チューブからそれぞれ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されたことを確認した．**写真-12** に施工状況を示す．

以上，本工法の施工は，従来の施工方法と遜色なく良好に実施できた．

写真-9 φ80 注入キャップの概要図

写真-10 ドリルキャップの概要図

写真-11 水溶液注入工施工状況

写真-12 補修材充填工施工状況

4．まとめ

添架管により近接できない PCT 桁端部定着主ケーブル曲上げ部を対象としたグラウト充填調査と亜硝酸リチウム水溶液先行注入型 PC グラウト再注入工について報告した．本工事では，添架管の無い側のウェブ側面から，奥側となる当該主ケーブルの位置とかぶり厚さを RC レーダによる鋼材探査により計測し，手前側主ケーブルや鋼材との干渉を避けた斜めドリル削孔を行う方法を採用した．これにより，添架管の移設を回避しながら，当該主ケーブル全数の調査と充填不足時の再注入を従来の施工方法と遜色なく良好に実施でき，発注者の負担低減と本橋の長寿命化に寄与できた．本稿が同種工事の参考となれば幸いである．

参考文献

1）鴨谷知繁，岡林秀勝，飯塚崇史：グラウト充てん不足を有する PC 橋の長寿命化 ： 亜硝酸リチウム水溶液を用いた新技術の適用，プレストレストコンクリート，vol. 56，No. 1，pp. 17-22， 2014
2）鴨谷知繁，深川直利，池田政司，白水祐一：PC 箱桁橋下床版ハンチ内部の主鋼棒へのチューブ挿入兼補修材注入孔の形成，PC 工学会第 29 回シンポジウム論文集， pp. 355-358， 2020