

PC 箱桁橋の下床版ハンチ内部の PC 鋼棒に適用可能な
排気チューブ挿入兼補修材再注入孔の形成実験

(株)ピーエス三菱 正会員 ○鴨谷 知繁 深川 直利 池田 政司 白水 祐一

1. はじめに

既設 PCT 桁橋を中心に、亜硝酸リチウム水溶液先行注入型補修材充填工法(以下、本工法)によるグラウト充填不足部の補修が行われており、近年は、高速道路の特定更新事業等において、図-1 に一例を示すような PC 鋼棒を有する PC 箱桁橋への適用が検討されている。同橋では支間中央部近傍において構造上重要性の高い正曲げ用の PC 鋼棒が多く配置されるため、下床版ハンチ部内部では図-2 に一例を示すように多列多段配置となりやすい。その場合、図-2 において赤塗りで示した下床版ハンチ内部または奥側に配置される PC 鋼棒については注入孔削孔の困難さから適用対象外とせざるを得ないという課題があった。そこで本検討では、このような PC 鋼棒についても、本工法を確実に施工するための排気チューブ挿入兼補修材注入孔(以下、挿入兼注入孔)を形成する方法の確立を目的に、実際の PC 箱桁橋の下床版ハンチ部を再現した実物大試験体を製作し、削孔試験により検討を行った。

2. 本工法における注入孔の要求性能と試験体の概要

本工法では、グラウト充填不足部端部まで確実に補修することを目的に、表-1(左)に示すように $\phi 2.5\text{mm}$ の排気用および充填確認用高弾性チューブ(以下、チューブ)を端部まで挿入するため、鉄道総研方式¹⁾に準じ $\phi 80\text{mm}$ の削孔を行うことを標準としている。本方法を適用することで、PC 箱桁橋の主鋼棒をモデルとした注入実験²⁾や、実際の PCT 桁橋横締め PC 鋼棒での施工³⁾を通じて、PC 鋼線束等と比較して内空隙の少ない PC 鋼棒に対しても本工法の適用が可能であることを確認している。ただし、図-2 に示す下床版ハンチ部において本方法が適用できる範囲は白抜きで示した手前側の PC 鋼棒の一部に限定されるという課題があった。そこで本検討では、表-1(右)に示すように、シースの空きより細径のコンクリートドリルを用い、シース方向および鉛直方向に対して角度を有する削孔(以下、斜め削孔)により挿入兼注入孔を形成することとした。

試験体は、最も施工難度が高い断面の一つを想定し、図-1 に示す PC 箱桁橋中央径間の下床版ハンチ部を横断勾配以外忠実に再現したものとした。

3. 挿入兼注入孔の形成試験方法

試験フローを図-3 に示す。1)RC レーダーを用いて PC 鋼材や鉄筋の位置をチョーキングする。2) シース方向に対して 45° または 60° 、鉛直方向に対して $45^\circ\sim 90^\circ$ の4段階の角度を有する鋼製ガイドプレートを、原寸等から位置



図-1 PC 鋼棒を有する PC 箱桁橋の一例

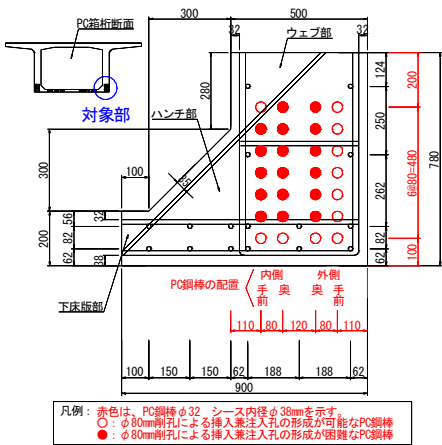


図-2 下床版ハンチ部の PC 鋼棒配置例

表-1 本工法の挿入兼注入孔の概要

項目		標準方法(従来)	本検討の方法
排気チューブの挿入	削孔機械	有リ $\phi 2.5\text{mm}$ 高弾性チューブ	有リ $\phi 2.5\text{mm}$ 高弾性チューブ
	削孔機械	$\phi 80\text{mm}$ コア削孔+ハツリ	$\phi 15\sim\phi 25\text{mm}$ 程度 コンクリートドリル
削孔角度	シース方向に対して	90°	45° または 60°
	鉛直方向に対して	90°	$45^\circ\ 60^\circ\ 75^\circ\ 90^\circ$ の4段階
模式図			

キーワード PC 橋, PC 鋼棒, グラウト再注入, 大規模修繕, 補修, 箱桁

連絡先 〒530-6027 大阪市北区天満橋 1-8-30 株式会社ピーエス三菱大阪支店 TEL 06-6881-1172

決めしコンクリートビスで固定する。3)事前に対象シース内部にPC鋼棒を挿入し、4)斜め削孔開始時の先端の逃止めを目的とした t20mm 程度の座堀を行った後、5)ドリル方向のぶれが無くなる深さ 100mm 程度まで削孔を行い、6)ガイドプレート of 取外し後、7)シースに接するまで削孔を継続する。そして、8)ドリル孔最奥部に露出したシースをチューブ挿入可能となるように開削し、9)チューブを試験体端部まで挿入できるかどうかを確認した。

4. 試験結果と課題の整理

試験状況を図-4 に示す。試験の結果、図-5 に示すように下 2 段については床版下面から、その他はウェブ側面から、ガイドプレートの角度を変更することで、全ての PC 鋼棒に対して表-1 (右) に示す挿入兼注入孔を形成することができ、シース方向の角度が 60°以下であれば、チューブの挿入が可能であることがわかった。下記に、本検討を通じて確認された留意点や今後の課題について列挙する。

1)鋼材探査では、PC 鋼棒の密集により鋼材位置が判別しづらいため、全 PC 鋼棒の位置推定には、施工時に PC 鋼棒の相対位置のばらつきが小さいブロック目地近傍を削孔位置とするとともに、明確に探査可能な PC 鋼材の位置を基準に図面から推定する必要がある。2) 注入孔の形成に際し、複数の削孔が必要になる場合もある。実施工では、初回の誤差の要因分析を次回にフィードバックすることで、精度向上に努める必要がある。3)一部の奥側の PC 鋼棒へドリル削孔を行う際、非構造筋の切断が必要になる場合がある。4)奥側 PC 鋼棒への削孔では、ドリルが手前側 PC 鋼棒のシースに接触し、シースの一部に損傷を与える可能性がある。よって、手前側 PC 鋼棒の補修材充填完了後、奥側 PC 鋼棒への削孔を行う手順により、複数の PC 鋼棒へ同時に水溶液や補修材が注入されることによる不具合を回避する必要がある。5)シース開削については、PC 鋼棒とシースとの空隙が小さいため、一般的なマイナスドライバー等による打撃では鋼棒側にシースがめり込みチューブの挿入を妨げる傾向があった。本検討では、CCD カメラ等でドリル孔最奥部におけるシースの露出状況を正確に把握した後、図-6 に一例を示すように、孔内の最外縁の一部だけを打撃する工具を考案し適用することで、比較的容易にチューブを挿入可能な状態でシース開削が可能となったが、施工性の改善の余地があり、これについては今後の課題としたい。

5. まとめ

本検討により、シース方向および鉛直方向に対して角度を有するドリル斜め削孔を行うことで、PC 箱桁橋の下床版ハンチ部にある PC 鋼棒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より確実に補修を行うためのチューブ挿入兼補修材注入孔が形成可能であることを確認した。本方法をさらにブラッシュアップして実施工に望む考えである。

参考文献：

- 1)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.
- 2)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，pp.83-86，2018.
- 3)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，pp.569-572，2019.



図-3 挿入兼注入孔形成手順

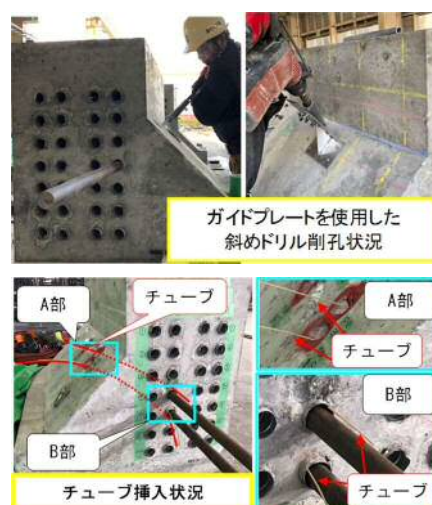


図-4 試験状況

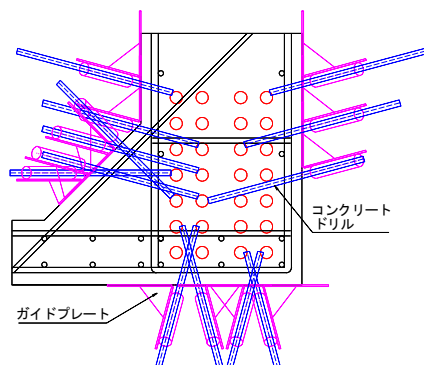


図-5 ドリル削孔方向例(断面図)



図-6 シース開削工具の一例