

「コンクリート構造診断士」とは、プレストレストコンクリート工学会により認定される技術者資格です。コンクリート構造診断士に期待される役割は、既設の鉄筋コンクリート構造物やプレストレストコンクリート構造物に対して、力学的・構造的な診断や評価を実施し、当該構造物の適切な補修・補強、あるいは維持管理の手法を提示することです。

このコーナーでは、こうしたコンクリート構造診断士の活動を紹介するため、資格登録更新時に提出される研修報告書のなかから、とくに一般の読者にも有益な情報を与えるとして選出された事例を掲載します。

## 既設 PCT 桁橋の主ケーブルに沿って 生じたひび割れの原因調査と 補修方法の立案



(株) ピーエス三菱 技術本部  
技術部メンテナンス技術グループ  
鴨谷 知 繁

### 1. はじめに

近年、高度成長期に建設された既設 PC 橋においてさまざまな劣化が確認されている。本稿では、東北地方に建設された既設 PCT 桁橋において、主ケーブルに沿って生じたひび割れの発生原因に関する詳細調査と調査後の補修対策の立案を行ったので報告する。

### 2. 対象橋梁の劣化状況

対象橋梁は、1970 年代に東北地方に建設された 3 径間のポストテンション方式の単純 PCT 桁橋であり、図 - 1 に示すように中央径間の G1 桁において橋軸方向のひび割れとエフロレッセンスが生じていた。図面調査より、1 桁

あたり 10 本の主ケーブル (12φ7mm) が配置されており、内 5 本が上縁定着ケーブルであることを確認した。遠方目視の結果、上述のひび割れとエフロレッセンスは、ウェブ側面については No.2 ケーブルに沿って、下フランジ下面については No.4 ケーブルに沿って生じているものと推察された。

### 3. 詳細調査

上縁定着ケーブル 5 本 (No.1 ケーブル～ No.5 ケーブル) について、上床版ハンチ部近傍で放射線透過試験を行いグラウト充填状況を調査した。グラウト充填不足が確認された No.2 ケーブル起点側、No.2 ケーブル終点側および No.3 ケーブル終点側では、ウェブ側面からドリル削孔を行い、目視および CCD カメラによりシース内部の状況を確認した。No.2 ケーブル終点側は、PC 鋼材の腐食が確認されなかったのに対し、写真 - 1 に例を示すように No.2 ケーブル起点側および No.3 ケーブル終点側は、PC 鋼材全体に著しい腐食が生じていた。そこで、シース内のグラウト片を採取し、JIS A 1154:2003 (硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法) に基づいてグラウト中の Cl<sup>-</sup> 濃度を測定した。表 - 1 に示すように、腐食が生じていた箇所では、腐食が確認されなかった箇所と比較して 10 倍の Cl<sup>-</sup> 濃度となっていた。対象橋梁は寒冷地に位置することから、主ケーブルの腐食は、凍結防止剤を含む水分がシース内に浸入したことで生じたものと考えられた。

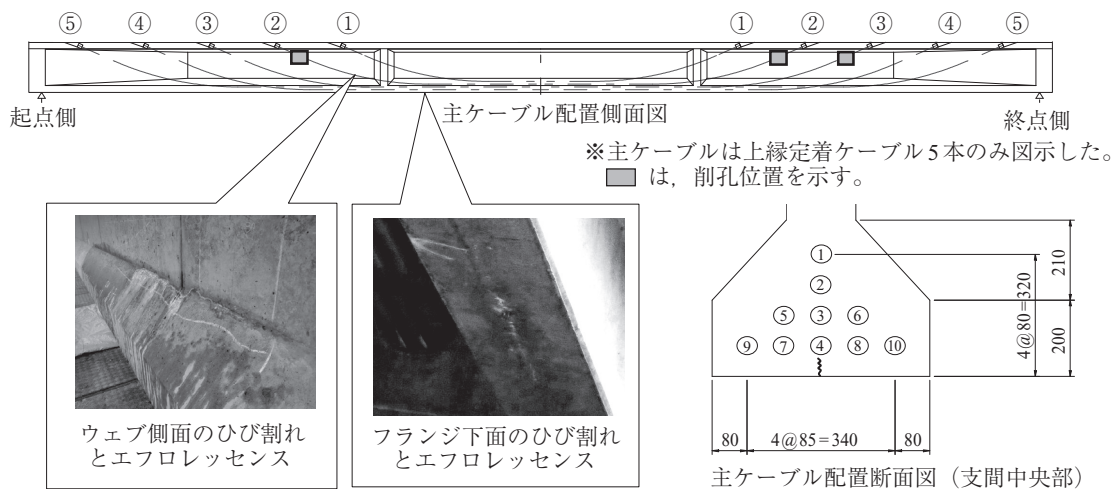


図 - 1 対象橋梁の劣化状況



写真 - 1 対象橋梁のグラウト充填不足部における PC 鋼材の腐食状況例 (No.3 ケーブル終点側)



ウェブにおいてグラウト充填不足が確認されなかった No.4 ケーブルについては、下フランジ下面のひび割れ発生直上部を削孔し、シース内部を確認したが、グラウトが完全に充填された状態であった。

#### 4. 補修方法の立案

PC グラウト充填不足に対する補修としては、グラウトの再注入<sup>1,2)</sup>が一般的である。しかしながら、対象橋梁においては PC 鋼材表面に Cl<sup>-</sup> を含む錆層が生じており、通常のグラウト再注入では補修後に腐食が進行し再劣化を生じる可能性が考えられた。そこで、防錆剤である亜硝酸リチウム水溶液をシース内部に注入した後、亜硝酸リチウム添加補修材をシース内に再充填する補修工法を提案し、採用された。

#### 5. 補修時に得られた知見

ウェブ側面にひび割れとエフロレッセンスが生じていた No.2 ケーブル起点側については、亜硝酸リチウム水溶液の注入に先立ち、ドリル孔に真空ポンプを接続しシース内部を減圧することで写真 - 2 に示すように内部の通気状況を調査した。シースに沿ったひび割れから漏気音が生じたため、グラウト充填不足部とウェブ側面のひび割れが連通していることが確認された。調査結果から総合的に考察すると、路面排水がシース内部のグラウト充填不足部へと浸入することで、シース内滞水の凍結膨張、局所的な水分供給による ASR 膨張、グラウト充填・充填不足境界部における PC 鋼材の腐食膨張などが、単独もしくは複合的に生じたため、ウェブ側面にひび割れとエフロレッセンスが発生したものと推察された。

一方、下フランジ下面に生じたひび割れについては、No.2 ケーブル起点側に亜硝酸リチウム添加補修材を充填した際に、事前に注入した亜硝酸リチウム水溶液の一部が漏出していることが確認された。これより、下フランジ下面のひび割れとエフロレッセンスは、必ずしもその直上にあるケーブルに起因したものではなく、上縁定着ケーブルのグラウト充填不足と連通し、路面排水がそこへ浸入することで生じる可能性があるという新たな知見が得られた。

表 - 1 グラウト内 Cl<sup>-</sup> 濃度測定結果

試料採取場所	鋼材の腐食状況	グラウト中の Cl <sup>-</sup> 濃度 (%)	
		(%)	(kg/m <sup>3</sup> ) ※
終点側 No.2	腐食なし	0.01	0.19
終点側 No.3	腐食あり	0.10	1.90

※グラウトの単位重量を 1.9 t/m<sup>3</sup> と仮定して求めた



写真 - 2 ひび割れから生じた漏気音の確認状況 (No.3 ケーブル起点側)

#### 6. おわりに

平成 28 年 9 月に「既設ポストテンション橋の PC 鋼材調査および補修・補強指針」が発行された。今後、既設 PC 橋のグラウト充填不足部に対する調査・補修技術の社会的重要度がさらに高まると考えられる。本稿の報告内容が、凍結防止剤散布環境にある PC 橋の長寿命化において参考となれば幸いである。

#### 参考文献

- 1) 日本道路公団試験研究所、プレストレストコンクリート建設業協会：PC 橋の耐久性性能工場技術に関する研究、共同研究報告書、2003
- 2) 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

【2016 年 9 月 27 日受付】