塩害環境下でのポストテンション PCT 桁の補強対策および補修対策

日本サミコン ㈱
補修事業部　大　嶋　雅　光

1. は じ め に

本橋は，昭和 52 年に竣工した橋長 132.10 m の 4 径間ポストテンション方式 PC 単純 T 桁橋（図 - 1）である。

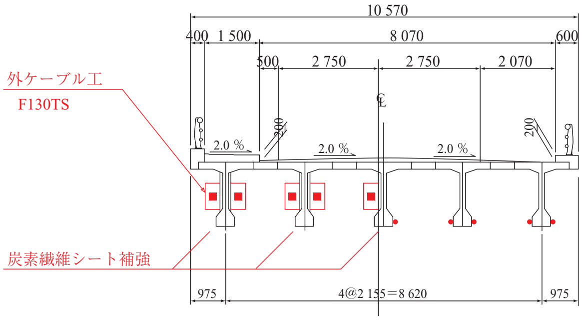

図 - 1　横　断　図

架橋位置は日本海の沿岸部に位置し，過酷な塩害環境にあるため，経年とともに塩害特有の変状が認められるようになり，これまでに上下部工の断面修復，表面保護塗装などの補修が過去 20 年間，繰り返し行われてきた。

本稿では，架設環境が厳しい橋梁における，橋梁本体の延命のための外ケーブル補強ならびに塩害劣化進行抑制のための工事を，着工から完成まで約 1 年間の期間を筆者が携わったので，そこでの代表的な補強対策および補修対策を紹介する。

2. 橋梁諸元と橋梁損傷状況

2.1　橋 梁 諸 元

竣　　　工：昭和 52 年（設計：昭和 49 年）
適用示方書：昭和 43 年 PC 道路橋示方書
形　　　式：4 径間ポストテンション PC 単純 T 桁橋
橋　　　長：132.1 m（支間：4 @ 32.2 m）

2.2　橋梁損傷状況

外観目視調査の結果，上部工では主桁に塩害特有の錆汁を伴う橋軸方向のひび割れを確認した。

錆汁を確認した箇所は鋼材腐食が著しいと判断し，はつり調査を行った。調査の結果，鉄筋の腐食および PC 鋼材破断の状況（写真 - 1）を確認した。

塩化物イオン含有量測定調査を行った結果，発錆限界である 1.2 kg/m³ を超える塩化物イオン濃度は表面から約 4.5 cm まで達しており，PC ケーブルシースのかぶりが 4 cm であることを考えると，飛来塩分の付着により塩害が進行し，PC 鋼材腐食に影響していることは明らかであった。

写真 - 1　鉄筋の腐食および PC 鋼材破断状況

中性化深さ試験を行った結果，中性化深さは 1.1 cm 程度であり，鉄筋のかぶり深さ以下であることを考慮すると，中性化による影響はないと考えられた。

3. 補 強 対 策

3.1　炭素繊維シートによる主桁耐荷力回復

主桁端部のウェブ断面には，外ケーブル定着体背面に作用する荷重模式図（図 - 2）に示すとおり，① 外ケーブルによる引張力が作用し，② 残存内ケーブルによる圧縮力とウェブに配置されている既設軸方向鉄筋の引張り抵抗が外ケーブルによる引張力より小さいため，炭素繊維シートによる主桁ウェブ補強を行い，外ケーブルの緊張を行った。

なお，外ケーブルの設置前には，主桁ウェブ補強区間以外では，主桁下面に炭素繊維シートによる補強を実施し，外ケーブルの緊張を行った。

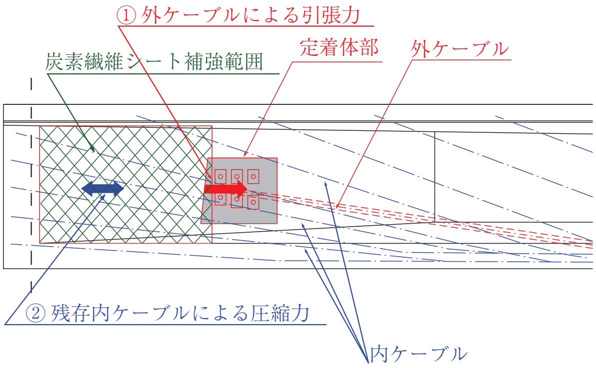

図 - 2　定着体背面に作用する荷重模式図

3.2　外ケーブルによる主桁耐荷力の回復

耐荷力を回復させるためには，PC 鋼材の腐食および破断した内部のケーブルが健全であったときの機能と同等の機能を確保する必要があった。

本工事では，主桁の外側に緊張材を配置し，プレストレスを与えることにより主桁の耐荷力を回復させる外ケーブル工法（写真 - 2）を採用した。

写真 - 2　外ケーブル工法

写真 - 4　塩分吸着剤配合防錆ペーストの塗布

4. 補 修 対 策

4.1　犠牲陽極材を設置した断面修復

橋梁補修履歴を確認すると，断面修復の再劣化により数年おきに断面修復を行っていた。

断面修復では，劣化因子である塩化物イオンを含むコンクリート部分を完全に除去することができないため，マクロセルによる鉄筋の腐食を抑制する必要があった。

本橋は塩害の進行が著しく，塩害のランクは潜伏期，進展期を過ぎ，加速期に入っている状況であった。そこで，更新を視野にいれた延命策として，犠牲陽極材を設置（写真 - 3）した断面修復を行った。

写真 - 3　犠牲陽極材の設置

犠牲陽極材は，亜鉛と鉄のイオン化傾向の違いを利用し，鉄筋を防食し，10 年程度の効果が期待できる工法である。

さらに，鉄筋の防錆効果を高めるために，塩分吸着作用のある鉄筋防錆ペーストを鋼材全面に塗布（写真 - 4）した。

使用した鉄筋防錆ペーストは，鉄筋・鋼材を腐食させる塩化物イオンを吸着して無害化し，防錆効果を有する亜硝酸イオンを放出するため，きわめて効率的に防錆環境を提供する材料である。

この塩分吸着材には，塩化物イオンだけでなく，硫酸イオンや炭酸イオンなどの負のイオンとも交換する作用があり，さまざまな効果が期待できる。

4.2　含浸材塗布工法

本橋は，過去に飛来塩分が浸透しないよう，塩害保護塗装を実施していた。しかし，塗装によりコンクリート表面を被覆する工法であることから，初期のひび割れの発生を確認できず，錆汁が発生するまで損傷に気づくことができない状況であった。そこで，本工事では塩害保護塗装を行わず，含浸材塗布工法を行った。

使用した含浸材は鉄筋腐食を抑制し，コンクリートに塗布することにより塩化物イオンの浸透を防ぐ効果がある。また，無色透明な材料であることから，塗布後もコンクリートの外観が変化しないため，ひび割れ発生など初期変状を外観目視で確認することが可能となる。

5. お わ り に

筆者が携わった工事で，塩害を受けたプレストレストコンクリート橋の代表的な補強・補修事例を紹介した。

劣化の原因は，塩害以外にも ASR，中性化などさまざまであり，かつ複合的にからみあっている場合が多いが，本稿が塩害を受けた橋梁の補強および補修に参考となれば幸いである。

【2015 年 8 月 5 日受付】

刊行物案内

PE シースを用いた PC 橋の設計施工指針（案）

平成 27 年 8 月

定　　価　4,800 円／送料 300 円
会員特価　4,000 円／送料 300 円
公益社団法人　プレストレストコンクリート工学会