

塩害補修工事の施工・管理手法

—小余綾高架橋—

東京土木支店 PC 工事事部 本間 元
 東京土木支店 開発営業部 藤本晋矢
 東京土木支店 PC 工事事部 伊藤智之

1. はじめに

本工事は、昭和40年に完成した一般国道1号西湘バイパスにかかる多径間PCT桁橋の補修工事である。本橋は写真-1のように海岸線からの距離が短く、海からの飛来塩分の影響を受け、建設後十数年で塩害劣化が見受けられるようになり、過去に断面修復工法や表面被覆工法などの補修工事を実施している。しかしながら補修後には、コンクリート中の内在塩分による未補修部からの塩害劣化が再び発生したため、本工事では内在塩分の除去を目的とした根本的な補修である断面修復工、電気化学的脱塩工、表面被覆工を施工した。

本稿では、主に初期調査、損傷部取壊し、脱塩管理手法、表面被覆の管理について報告する。



写真-1 全体写真

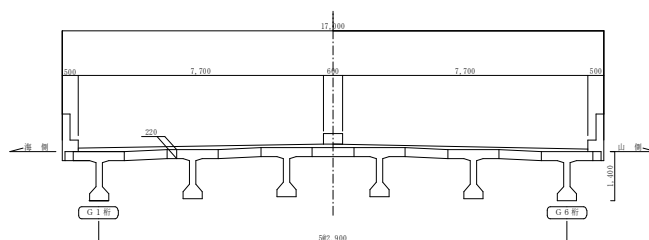


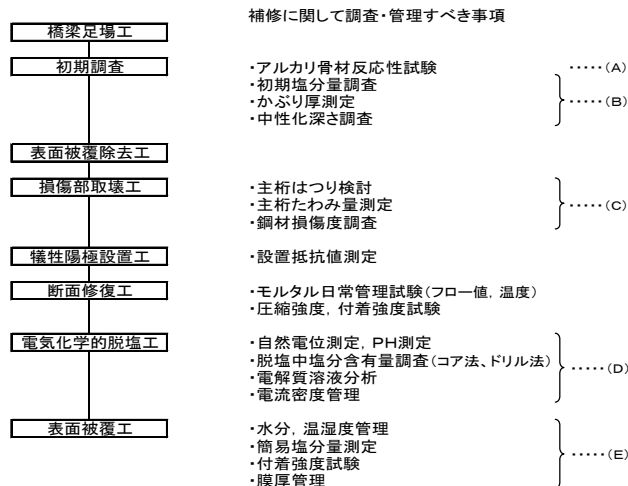
図-1 断面図

2. 橋梁概要と過去の補修履歴

概要・補修履歴を以下に、主桁断面図を図-1に示す。

橋梁名	小余綾高架橋（こゆるぎこうかきょう）		
所轄	国土交通省 関東地方整備局 横浜国道事務所		
工事位置	神奈川県中郡大磯町大磯地内～東小磯地内		
構造形式	単純ポストテンション方式 PCT 桁橋		
完成年度	1965 年		
橋長	1099m（50 径間）		
支間長	20.0m		
施工区間	第 48 径間，第 49 径間		
工期	平成 17 年 3 月 2 日～平成 18 年 6 月 30 日		
工種	断面修復工	144.5m ²	
	電気化学的脱塩工	1,117m ²	
	表面被覆工	1,528m ²	
補修履歴	1984 年	断面修復，表面被覆工法	
	1994 年	断面修復，表面被覆工法	

3. 施工工種と工事概要



A～Eの5項目について詳細を以下に示す。

4. 調査・管理項目

(A) アルカリ骨材反応性試験

電気化学的脱塩で発生する水酸化物イオンの反応により、骨材自体に膨張性がないかを確認するため、事前にアルカリ骨材反応性試験（急速法＝カナダ法）を実施した。判定基準は14日で膨張率を0.1%以下とし、結果は0.03%程度とアルカリ骨材反応の有害性は見られなかった。

(B) 初期塩分量調査・かぶり厚測定，中性化深さ調査

電気化学的脱塩の事前調査としてコンクリート内にどの程度の塩分が含まれているかを把握するため、コンクリートコアによる分析方法（JCI-SC4 電位差滴定法）を実施した。また、損傷部の外観調査、たたき点検を実施した後、損傷面積の多かった場所打ち床版部にてかぶり厚測定，中性化深さ測定，含有塩分量調査を行った。その結果、一部で高い塩分濃度が検出されたため、当初は主桁，横桁が脱塩範囲であったが、新たに場所打ち床版部も脱塩範囲に加えて施工を行った。

(C) 主桁はつり検討, たわみ量測定, 鋼材損傷度調査

劣化損傷部位は広範囲に渡り, また集中している箇所も多々見受けられた。そのため損傷部取壊し前に復元設計を行い, 主桁の曲げ・せん断応力度, たわみ量の算定をして, 構造的に問題とならないはつり深さ(70mm)およびたわみ量(0~5mm そり方向)を算出し, たわみ量測定の基準とした。また, 床版部も同様に検討(60mm)を行い施工した。

鋼材損傷度調査では, 1 径間 2 箇所鋼材をはつり出しシーす内のグラウト充填状態や腐食状況を確認した。結果は, いずれの場所でも損傷は見受けられなかった。

(D) 自然電位測定, pH 測定, 脱塩中塩分量測定, 電解質溶液分析, 電流密度管理

脱塩を開始するにあたり主桁と横桁で露出している金具(セパレーター等)が, 通電上で障害となるため, 撤去および絶縁処理を行った。さらに, 配線設備を取り付ける前に鋼材導通確認をしてから施工を行った。自然電位の測定は, 断面修復を行っていない箇所(健全部)の鋼材腐食度合を判断するために実施し, 健全部では鋼材の腐食度が低いことを確認した。また pH 測定は脱塩の前後でアルカリ性の回復を確認するため実施した。脱塩施工前には鉄筋位置で pH11.4 程度のものが, 脱塩を完了してからは pH13.6 以上となった。

脱塩は主に写真-2 に示すファイバー方式で行い, 脱塩中の含有塩分量測定は, 1 桁あたり 3 箇所をドリル法で試料採取したものを 2 週間毎に分析した。脱塩効果としては, 当初 2 径間平均 8kg/m^3 あったコンクリート中の含有塩分量も 12 週間後は図-2 に示すとおり, 約 1kg/m^3 と, 85% 程度塩分量が減少し, 通電期間内に目標値 (2.5kg/m^3 以下かつ脱塩率 70% 以上) を達成できた。また, 別の管理手法として一部パネル枠を設置(パネル方式)し, 電解質溶液に溶け出した塩素イオンの濃度をドリル法と同時に測定している。この方法は, 可溶性塩分のみ測定となるが, 定点分析であり電気化学的脱塩により, 塩分が抜け出していく様子を簡易測定法にてモニタリングすることが可能であり, 約 5kg/m^3 程度の可溶性塩分が, 確実にコンクリート中から抜けているのを確認した。



写真-2 脱塩施工状況 (ファイバー式)

電流密度管理は, 直流電源装置や各脱塩回路を予定している電流値 (1.5A/m^2) が流れているかを確認するために毎週, 確認した。一般的に, 約 1.0A/m^2 を 8 週間連続して行われる

が, PC 構造物の場合, 通電により PC 鋼材の水素脆化が懸念される。そのため, 連続 5 日間/週の通電を行い, 2 日間は通電を休止する間欠通電を述べ 12 週間実施した。電流値については, 最近の脱塩結果報告により 1.0A/m^2 の通電にて 18 週程度通電が必要になった結果を応用して, 1.5A/m^2 の間欠通電の計画, 施工を行った。これにより, 12 週間の間欠通電で目標の脱塩結果を得る事が出来た。

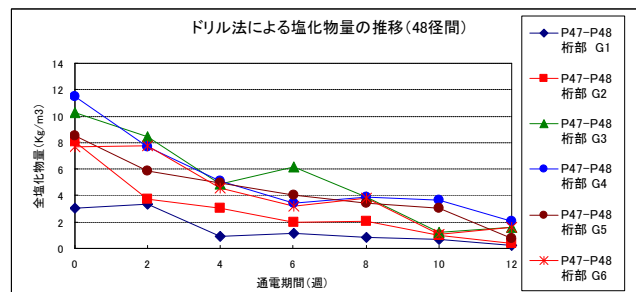


図-2 脱塩期間中の塩分分析結果 (第48径間)

(E) 温湿度管理, 簡易塩分測定, 付着試験, 膜厚管理

脱塩後のコンクリート内は, 電気化学的脱塩で使用された電解質溶液が浸透していることが考えられた。水分の温度差による体積膨張により表面被覆塗装のふくれやはがれが懸念されたため, 表面被覆の施工を行う前に換気・保温養生を実施した。50mm 削孔し, 各深度(10mm 毎)で塗装表面水分率の基準値(8%)以下になるまで, 換気・保温を継続した。他に模擬試験体を作成し同条件にて通電施工の実施, 促進養生, 様々な塗装材を用いて状態の観察を行った。表面被覆時には, 簡易的に飛来塩分をガーゼ法にて測定し, コンクリート表面に塩分付着が無いことを確認した。また, 日々の確認として温湿度管理を実施した。外気温度 5°C 以下及び湿度 85% 以上の時, 雨の日の施工は行わないこととした。付着強度確認は, 各層毎, コンクリート版供試体に塗装を行い, 建研式の付着強度試験機を用いて付着性能を確認した。

出来形管理として, 施工中は, ウェットゲージを用いて膜厚管理をした。施工後はアルミ板接着し, 中・上塗り各層毎に膜厚計を用いて塗装厚さの確認をした。

5. おわりに

PC 構造物のメンテナンス分野は, 計測技術や新工法, 新材料など常に進歩している。これらを取り入れながら耐久性, 経済性を含めた施工・管理方法を決定しメンテナンス分野の向上を目指していきたい。

Key Words: 電気化学的脱塩, 脱塩のモニタリング, ファイバー方式, パネル方式, 表面被覆



本間 元

藤本晋矢

伊藤智之