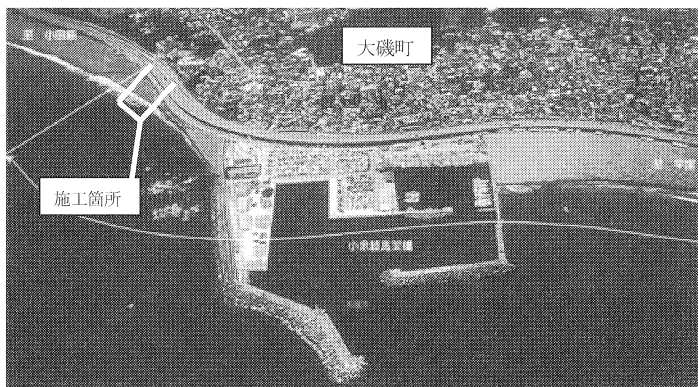


小余綾高架橋塩害補修工事の施工報告

株式会社	ピーエス三菱	PC工事部	正会員	○本間	元
					澤 健男
株式会社	ピーエス三菱	開発営業部	正会員	藤本	晋矢
株式会社	ピーエス三菱	PC工事部	正会員	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のPCT桁橋の補修工事である。本橋は海岸線から数十メートルしかなく(写真-1)、海からの飛来塩分の影響により、建設後数十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として、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、各調査項目及び電気化学的手法を用いることによる、判定基準をある程度明確化するため、本工事で提案した脱塩範囲の変更、脱塩管理手法、表面被覆の管理について報告する。



2. 橋梁概要と補修履歴

概要・補修履歴および主桁断面図を示す。

写真-1 全体写真

橋 梁 名 : 小余綾高架橋

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 : 1,099m (50径間)

支 間 長 : 20.0m

施工区間 : 第48径間, 第49径間

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

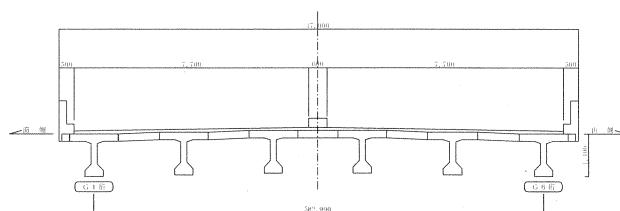


図-1 一般断面図

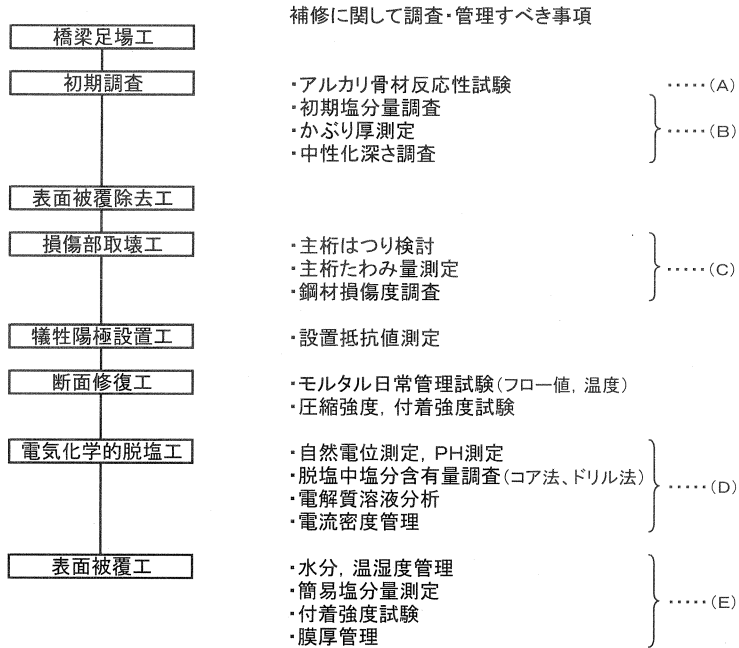


写真-2 施工前写真

3. 施工手順と工事概要

3. 1 施工手順

本工事の施工手順を以下に示す。



A～Eの5項目について詳細を以下に示す。

3. 2. 1 初期調査

(A) : アルカリ骨材反応性試験

使用骨材と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、骨材自体に膨張がないかを確認するため、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0.1%以下とし、コンクリートコア膨張性を確認した。結果は0.029, 0.024%であった(表-1)。

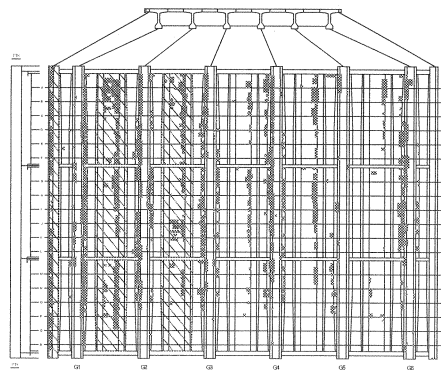
表-1 アルカリ骨材反応性結果

カナダ法促進膨張試験結果

名称	膨張率(%)							
	開始	1日	3日	7日	14日	21日	28日	
№1 P47~P48	0.000	0.003	0.005	0.009	0.029	0.064	0.098	
№2 P48~P49	0.000	0.005	0.006	0.012	0.024	0.054	0.092	

(B) 初期塩分含有量調査・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コアによる分析方法(JCI-SC4 電位差滴定法)によりサンプルを採取, 分析した。また損傷部の外観調査, たたき点検を実施した後, 比較的損傷面積の多かった場所打ち床版部にてかぶり厚さ測定, 中性化深さ測定, 含有塩分量調査を行った結果, 一部で高い塩分濃度(鉄筋近傍で5kg/m³程度)が検出されたため, 当初は主桁, 横桁のみが脱塩範囲であったが, 新たに床版部も脱塩範囲に加えて施工を行った(図-2)。



ハッチ: 脱塩追加範囲 塗: 損傷部位

図-2 損傷展開図 (第49 径間)

3. 2. 2 損傷部取壊工

(C) 主桁はつり検討, たわみ量測定, 鋼材損傷度調査

本構造物は、損傷部位が全体に点在し、箇所によっては損傷範囲が複雑かつ広範囲になっており、集中している箇所も多々見受けられた。今回、損傷部取壊しを行う前に復元設計を行い、主桁の曲げ応力度、せん

断応力度、たわみ量の算定をして、施工時に問題とならないはつり深さ (t=70mm) およびたわみ量 (0~5mm そり方向) を算出した。また床版部も同様にはつり深さの検討 (t=60mm) を行い施工した (表-2)。

鋼材損傷度調査では、1 径間 2 箇所の鋼材位置を出してシース内のグラウト充填状態やPC 鋼線の腐食具合を確認した。結果としていずれの場所でも不具合は見受けられなかった。

表-2 たわみ量測定結果 (第 49 径間)

施工日	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目	10日目	備考
G 1	0mm	0.3	0.1	0.2	0.3	0.4	0.2	0.6	0.8	0.6	0.6mm上方そり
G 2	0mm	0.1	0.1	0.4	0.6	0.4	0.7	0.8	0.7	1.0	1.0mm上方そり
G 3	0mm	0.4	0.6	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.5	0.8	0.8mm上方そり
G 4	0mm	0.3	0.4	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	0.9	1.1	1.1mm上方そり
G 5	0mm	0.2	0.4	0.3	0.4	0.6	0.7	0.6	0.9	1.2	1.2mm上方そり
G 6	0mm	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.5	0.8	0.8mm上方そり

3. 2. 3 電気化学的脱塩工

(D) 自然電位測定, PH 測定, 脱塩中塩含有量測定, 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 (ウエブ, 下床版) と横桁で露出している金具 (セパレーター等) が、通電する上で障害となるため、撤去や絶縁処理を行った。また配線設備を取り付ける前に鉄筋がつながっているかを確認 (導通) 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) の鋼材腐食度合いを判断する為に実施し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。結果、脱塩施工前には鉄筋位置でPH=11.4程度のもので、脱塩を完了してからはPH=13.6以上となった。

脱塩は、ファイバー方式で行い、脱塩中の含有塩分量測定は、通電期間 12 週の内、1 桁あたり 3 箇所をドリル法で試料採取したものを 2 週おきに分析した。脱塩効果としては、当初 2 径間平均で 8kg/m³ あったコンクリート中の含有塩分量も 12 週で 2 径間平均 1.0 kg/m³ と、85%程度塩分量が減少し、目標であった 2.5kg/m³ かつ施工前の 70%以上の脱塩率の条件を通電期間内に完了することが出来た (図-3)。

また、別の管理手法として一部パネル枠を設置し、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、約 5kg/m³ 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。

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 (平均 1.5A/m²) が流れているかを毎週、クランプメーターを使用して確認した (写真-3, 4)。

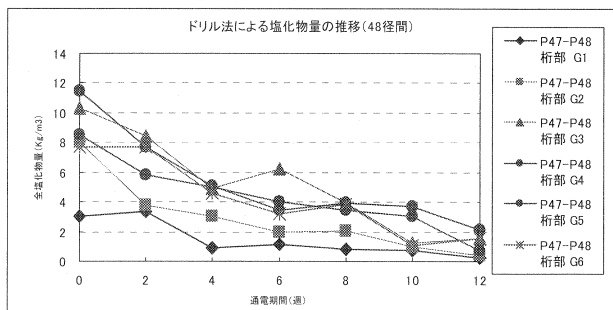


図-3 脱塩期間中の塩分分析結果 (第 48 径間)

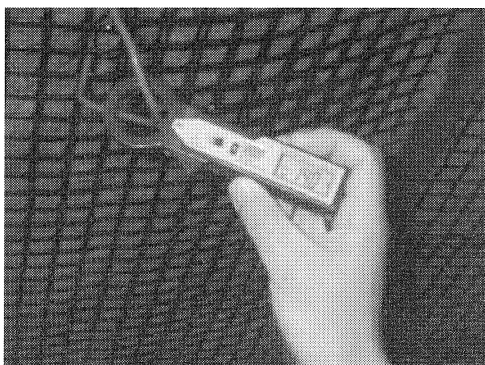


写真-3 電流値管理 (回路内)

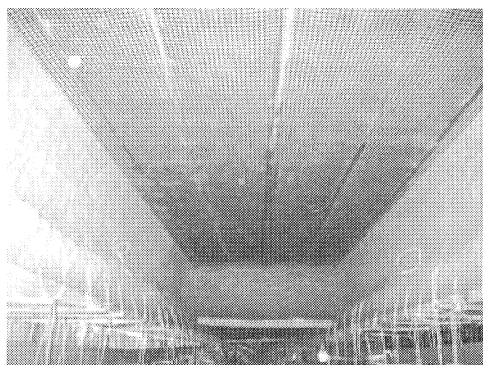


写真-4 脱塩施工状況

3. 2. 4 表面被覆工

(E) 水分、温湿度管理、簡易塩分量測定、付着強度試験、膜厚管理

電気化学的脱塩終了後に解体およびコンクリート面の高圧洗浄を実施した。脱塩後のコンクリート内には、12週間以上に渡りファイバーで覆われたコンクリート内に電解質溶液が浸透している事が考えられるため、表面被覆の施工を行う前に換気・保温養生を実施した。養生は、水分率の基準値(8%)以下になるまで、換気・保温を継続した(表-4、図-4、写真-5)。

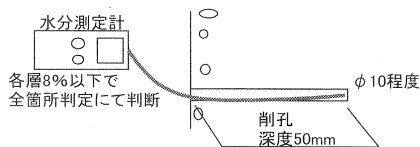


図-4 水分率測定概要図

表-4 コンクリート内部水分率測定表 (第 48 径間)

径間:P47-P48		2/18(土)		2/22(水)		2/24(金)		3/1(水)		3/3(金)		3/8(水)		3/11(土)		3/15(水)	
深度	日付	G1	G4	G2	G5	G3	G6	G1	G4	G2	G5	G3	G6	G1	G4	G2	G5
0		4.0	3.0	3.5	3.4	4.5	4.9	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	2.0
0~10		5.0	6.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	5.0	5.0	5.0	6.0
10~20		10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.0	5.0	6.0	6.0
20~30		10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.0	6.0	10.0	10.0	6.0	6.0	5.0	5.0
30~40		10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	8.0	8.0	6.0	7.0	7.0	10.0	4.0	6.0	3.0	5.0
40~50		7.0	7.0	10.0	6.0	10.0	10.0	7.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	4.0	5.0

■は8%以上のため乾燥条件を満たしていない。10%表示は10%以上により測定不能である。

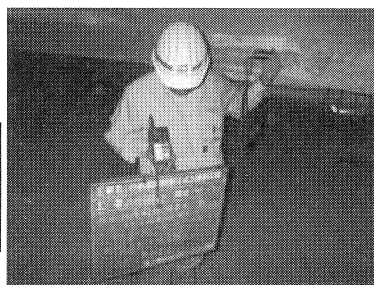
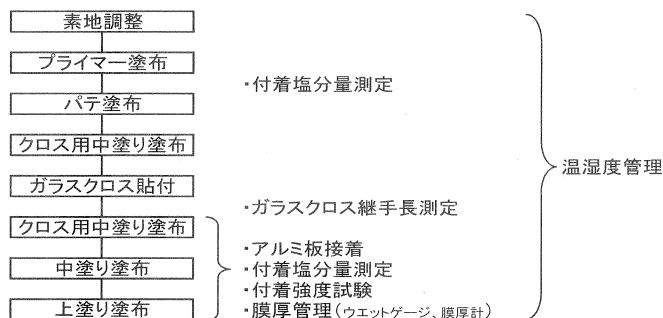


写真-5 水分率測定

表面被覆工のフローチャート



表面被覆工は、コンクリート面の乾燥状態を確認した後、開始した。

表面被覆開始時には、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が付着していないことを確認した。また日々の施工前確認として温湿度管理を実施した。冬季施工であったため、外気温度5℃以下及び湿度 85%以上の条件と雨の日の施工は行わない様に管理した。各層、日毎にコンクリート版供試体に塗装を行い、付着強度を建研式の付着強度試験機を用いて、付着性能を確認した。

出来形管理は、膜厚管理を行い、施工中は、ウエットゲージを用いて管理した。施工後は、1径間 764m²に対し、1.5ロット、38点の位置を定めて(通常1ロット 500m²: 25点管理)アルミ板接着し、中塗り、上塗り各層毎の非磁性体用膜厚計を用いて確認した。

4. おわりに

塩害環境下にあるPC構造物のメンテナンスは、耐久性、経済性を含め、発注段階での工事内容と工事開始後の調査・評価による設計や材料、工法の選定、施工・管理方法を決定することが重要である。今後もコンクリート計測技術や新材料、新工法の技術の進歩を、現場の施工管理技術者も常に吸収して、メンテナンス分野の施工技術の向上を目指して行きたい。

本橋補修工事が、無事故無災害で完成出来たのも、国土交通省関東地方整備局横浜国道事務所、小田原出張所の皆様のご指導や貴重なアドバイスのおかげであり、関係各位に深く感謝致します。