

PC 上部工の補修工法選定について

(株) ネクスコ・エンジニアリング北海道 正会員 新井田 一毅
 (株) ネクスコ・エンジニアリング北海道 正会員 阿部 真也
 (株) ネクスコ・エンジニアリング北海道 正会員 ○佐藤 智江

1. はじめに

東日本高速道路株式会社（以下、NEXCO）北海道支社が管理する PC 橋の上部工において、凍結防止剤を含む漏水に起因して塩害劣化が発生しており、早期の補修が必要な状況である。PC 橋の補修にあたっては、はつりによる耐荷性能低下の懸念があり、はつり範囲の設定に注意する必要がある。このため NEXCO では、PC 橋の補修工法として、電気防食工法や電気化学的脱塩工法（以下、脱塩工法）を行うこと標準としている¹⁾。各工法の利点とリスクを表-1 に示す。

表-1 各工法の利点とリスク

工法	利点	リスク
断面修復	劣化部や内在塩分をはつりにより物理的に除去できる	緊張力の損失
脱塩工法	かぶり内の内在塩分を非破壊で除去できる	ASRの促進
電気防食工法	鉄筋腐食の進行を抑制できる	供用期間にわたり管理が必要

適切な工法選定には、供用状況や周辺環境等の調査、詳細調査等により劣化の発生原因・範囲等を把握し検討していくことが重要である。なお、電気防食工法は供用期間にわたり設備の管理が必要となるため、採用されるケースは稀である。

本報文は、定期点検で塩害劣化が確認された PC 橋上部工を詳細調査し、補修工法について NEXCO 設計要領¹⁾と（以下、設計要領）照合・整理を行い、塩害劣化の状況に応じた PC 橋の補修工法選定フローを提案するものである。

2. 工法選定フロー案の作成

工法選定フローの作成にあたり、PC 橋のはつり可能範囲について考える。PC 構造物の補修の手引き（案）²⁾には、「鉄筋のかぶり程度であれば部材の耐荷性能に及ぼす影響は小さく、これを無視できると考えてよい」との記載がある。また、PC 定着具背面には緊張力は導入されていないと考えられる。これらのことから、下図-1 に示す範囲ははつりが可能と考えられる。

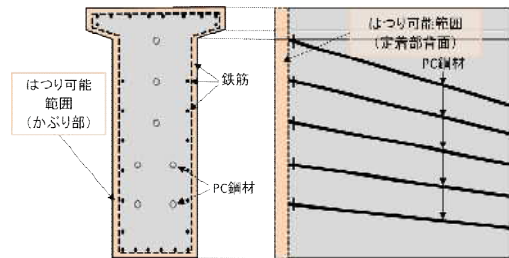


図-1 PC 橋のはつり可能範囲

以上を基に工法選定フローを図-2 に整理した。

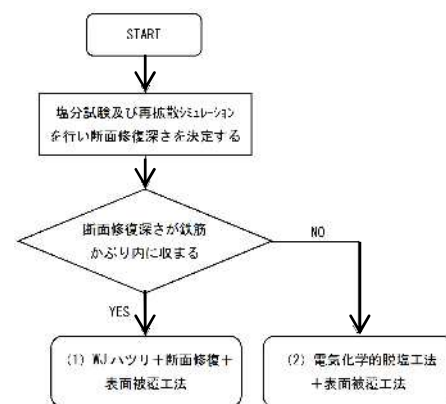


図-2 PC 橋上部工塩害対策工法選定フロー

断面修復深さは、塩分試験結果による再拡散シミュレーションを基に算出し、断面修復深さが鉄筋かぶり内に収まるか否かで工法を決定することとした。なお、面的な補修範囲については自然電位測定の結果を参考として決定する。

3. フローの適用例

工法選定フロー（図-2）の適用例を断面修復と脱塩工法の 2 通りで以下に示す。いずれの橋梁も端支点部近傍で伸縮装置からの漏水、はく離、はく落及び鉄筋の露出・腐食と言った変状が確認されており、塩害劣化が変状の発生原因と推察された橋梁である。

(1) 断面修復工の選定事例

A 橋は PC 単純合成桁（RC 床版）である。主桁側面の純かぶりは 32.5mm、主筋芯かぶりは 55.0mm、発錆限界塩化物イオン濃度は 1.72kg/m³ となる。また、横締め PC 鋼材定着位置は 50mm である。

キーワード PC 橋, 橋梁補修, 塩害

連絡先 〒003-0005 北海道札幌市白石区東札幌 5 条 4 丁目 3-20 (株) ネクスコ・エンジニアリング北海道 TEL011-842-3496

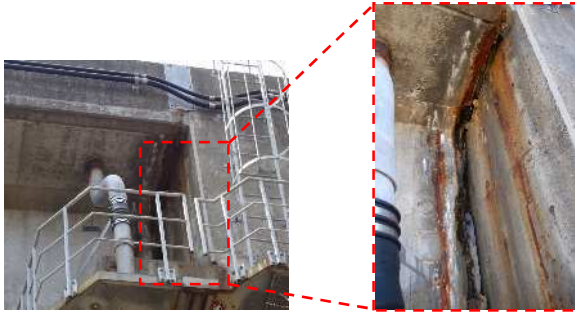


写真-1 A橋変状状況

表-2 に塩分試験結果及び再拡散シミュレーションによる断面修復深さの計算結果、図-3 に自然電位測定結果を示す。

表-2 A橋上部工 塩分試験結果

A橋上部工 塩分試験結果				
削孔深さ [mm]	塩化物イオン濃度[kg/m ³]			
	(1)	(2)	(3)	(4)
0-20	7.51	0.38	0.15	0.08
20-40	4.72	0.00	0.00	0.00
40-60	1.89	0.00	0.00	0.00
鉄筋純かぶり	32.5mm	主筋芯かぶり		55.0mm
断面修復深さ	50mm	0mm	0mm	0mm

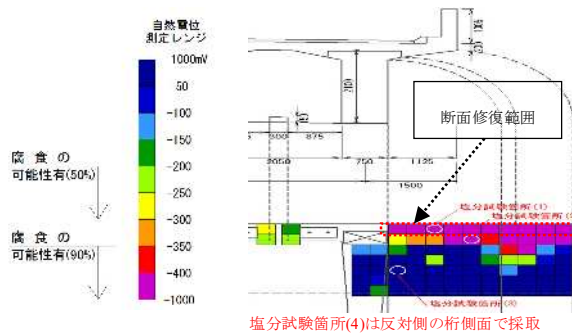


図-3 A橋自然電位測定結果

塩分試験(1)の採取箇所では、鉄筋位置で発錆限界塩化物イオン濃度を超過しており、必要な断面修復深さは50mmである。ここで、工法選定フロー(図-2)に基づき補修工法を選定する。断面修復深さは純かぶりを超過している。しかし、補修範囲は桁端部から30cmと狭く、緊張力への影響が小さいこと、また主筋芯かぶり内には収まっているため、WJハツリ+断面修復+表面被覆工法を選定した。

(2) 脱塩工法の選定事例

B橋はPCT型ラーメン箱桁である。箱桁側面の純かぶりは39.5mm、主筋芯かぶりは65.0mm、発錆限界塩化物イオン濃度は1.60kg/m³である。



写真-2 B橋変状状況

表-3 に塩分試験結果及び再拡散シミュレーションによる断面修復深さの計算結果を、図-4 に自然電位測定結果を示す。

表-3 B橋上部工 塩分試験結果

B橋上部工 塩分試験結果				
削孔深さ [mm]	塩化物イオン濃度[kg/m ³]			
	(1)	(2)	(3)	(4)
0-20	7.88	3.83	6.03	0.70
20-40	6.84	2.32	4.40	0.23
40-60	4.17	1.85	2.09	0.12
鉄筋かぶり	39.5mm	主筋芯かぶり		65.0mm
断面修復深さ	90mm	40mm	60mm	0mm

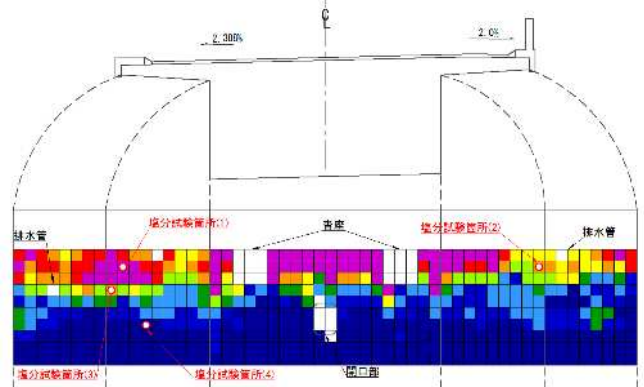


図-4 B橋自然電位測定結果

塩分試験(1)~(3)の採取箇所では鉄筋位置付近で発錆限界塩化物イオン濃度を超過しており、(1)の採取箇所では断面修復深さは90mmであった。ここで、工法選定フロー(図-2)に基づき補修工法を選定する。断面修復深さは鉄筋かぶり内に収まっておらず、断面修復を行うと緊張力低下の懸念がある。このため、脱塩工法+表面被覆工法を選定する。

4. まとめ

塩害劣化したPC橋上部工の補修計画にあたり、詳細調査を基に補修工法選定フローを提案した。フローでは、塩分試験及び再拡散シミュレーションによる断面修復深さを算出し、結果が鉄筋かぶり内で収まれば断面修復、収まらなければ脱塩工法とした。また、実際に脱塩工法を選定する場合には、脱塩によるASR促進リスクがあるため、ASRに着目した調査を実施することが望ましい。

5. 終わりに

今回提案した補修工法フロー案は、詳細調査を行ったPC橋2橋を設計要領に則って考案したものである。今後は、工事実績を踏まえて改善を目指したい。

- 1) 設計要領第二集橋梁保全編(R2.7) P4-39.7-4 対策工の選定
- 2) プレストレストコンクリート構造物の補修の手引き(案)(H21.9) P8: 社団法人PC建協発行