

橋梁下部工詳細調査結果に基づく補修対策工法の提案

(株)ネクスコ・エンジニアリング北海道 正会員 ○ 福田 幸士郎
東日本高速道路(株) 北海道支社 非会員 原 遼 平

1. はじめに

北海道では冬期に路面凍結対策として凍結防止剤を散布しているが、この中に含まれる塩化物イオンにより橋梁下部工では塩害による変状が多く報告されている。

これらの塩害は、伸縮装置の非排水機能低下のため桁遊間部からの漏水が見られる掛け違い橋脚や橋台で多く見られており、これまで外観詳細調査や自然電位測定、塩化物イオン濃度測定等による詳細調査に基づき補修対策工法の検討を行ってきた。本報文では、検討により得られた補修対策工法について報告するものである。

2. 塩害対策工の流れ

設計要領[橋梁保全編]¹⁾では、塩害対策の流れを(1)調査・設計段階と(2)工事段階に分けて考えている。(1)調査・設計段階では、足場が不要な範囲において詳細調査を行うと示されている。これに従い、自然電位測定および塩分採取は人の手が届く範囲、すなわち高さ方向については地盤面から上方 3m まで、水平方向については全表面を対象とした。

3. 詳細調査方法

(1) 外観詳細調査

外観詳細調査は 5 年毎に行われる省令点検を基に、ひび割れ、浮き・はく離等変状の発生状況を打音調査等により、新たな変状の発生や進展の有無を確認する。なお、浮き等の変状は、漏水に含まれる塩化物イオンの浸透・蓄積により漏水範囲で起きやすいことから、漏水痕についても把握することが重要となる。

(2) 自然電位測定

塩害による内部鉄筋の腐食状況を把握し補修範囲を定めるため、「JSCE E601 2018 コンクリート構造物における自然電位測定方法(案)」に基づく自然電位測定を行う。

4. 補修範囲の設定方法

(1) 基本方針

補修範囲の設定は、自然電位測定により得られた腐食電位 E を ASTM C876 の腐食範囲基準に従い、鉄筋腐食の可能性を大($E \leq -350\text{mV}$)・中($-350\text{mV} < E \leq -200\text{mV}$)・小($E > -200\text{mV}$)の 3 パターンに区分けし、外観目視調査から得られた浮き・はく離等の劣化状況を含め総合的に判断することで行う。留意事項を以下に述べる。

1) 自然電位未測定範囲について

高さ方向の自然電位測定範囲は地盤面から上方 3m までとなるが、これより高い範囲の補修設定については、塩害による変状が漏水痕で示されるように上方から下方に向かって進展・拡大していくことを踏まえ、下方の測定結果を上方に反映させることで補修範囲の推定を行うこととした。

2) 局所的な浮き・はく離発生箇所について

局所的な浮き・はく離発生箇所の補修範囲は、変状箇所端部の確実な脆弱部除去と除去後のコンクリート断面との良好な接着等の品質確保を目的に、変状箇所に +10cm 加算した範囲とした。

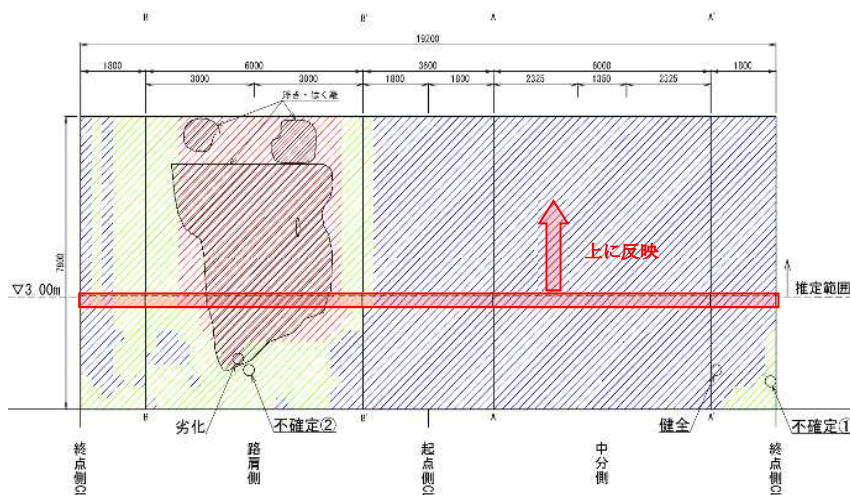


図-1 腐食電位による補修範囲設定図

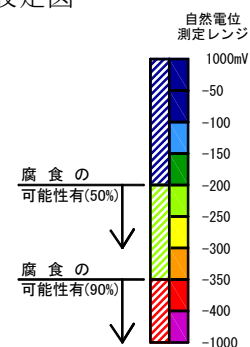


図-2 腐食電位凡例

キーワード 塩害、自然電位、硬化コンクリート中の塩化物イオン、拡散予測、補修対策工法

連絡先 〒003-0005 札幌市白石区東札幌 5 条 4-3-20 道路事業部 道路技術部 調査設計課

(2) 塩化物イオン濃度測定箇所

塩化物イオン濃度の測定は、鉄筋腐食の可能性大(以下、劣化部)及び小(以下、健全部)で各1箇所、可能性中(以下、不確定部)で2箇所、合計4箇所から行うことを基本とした。なお、塩化物イオン濃度の測定はドリル法(JSCE G573-2018)により試料を採取し(2cm/断面×6断面=12cm)、塩化物イオン濃度迅速測定法により行う。

(3) 補修深さの設定

補修深さは、劣化部・健全部・不確定部から得た塩化物イオン濃度の測定結果を使用し、再拡散シミュレーションにより設定する。なお、再拡散シミュレーションとは断面補修後の塩化物イオンの除去不足による再劣化を防止するため、コンクリート標準示方書[設計編]式(3.1.12)に基づく拡散予測により、補修深さを設定するものである。

この時、帯鉄筋背面(主鉄筋前面)を超えるはつりについては、耐荷力が一時的に低下するなど構造物の安全性に注意を要することから、表面はつりを無検討で実施できる深さは帯鉄筋背面(主鉄筋前面)としている。なお、局所的な浮き・はく離発生箇所は、鉄筋の腐食膨張により発生したと推測できることから「主鉄筋背面+1cm はつり」とした。

5. 補修対策工法の選定

補修対策工法の選定は設計要領[橋梁保全編]¹⁾「図 4-7-4 塩害対策工選定の流れ(一例)」に基づき行う。表面はつりは図 4-7-4 に従い、帯鉄筋背面(主鉄筋前面)までを基本とし、その深さまではつりでも残留塩化物イオンによる再劣化が想定できる場合、亜硝酸リチウム塗布による防錆雰囲気確保(防錆剤入りPCM)の工法検討を行うとした。表-1に図 4-7-4 から整理した補修対策工法選定表を示す。この選定表から再拡散シミュレーションにより塩化物イオンの拡散予測に応じた補修対策工法を選定する。

6. おわりに

腐食電位の推定も含め足場が不要な範囲の詳細調査結果に基づき行う補修対策工法について報告した。なお、腐食電位の推定は、高さ10m程度の単一断面の下部工であれば精度に問題ないことを測定事例より確認している。

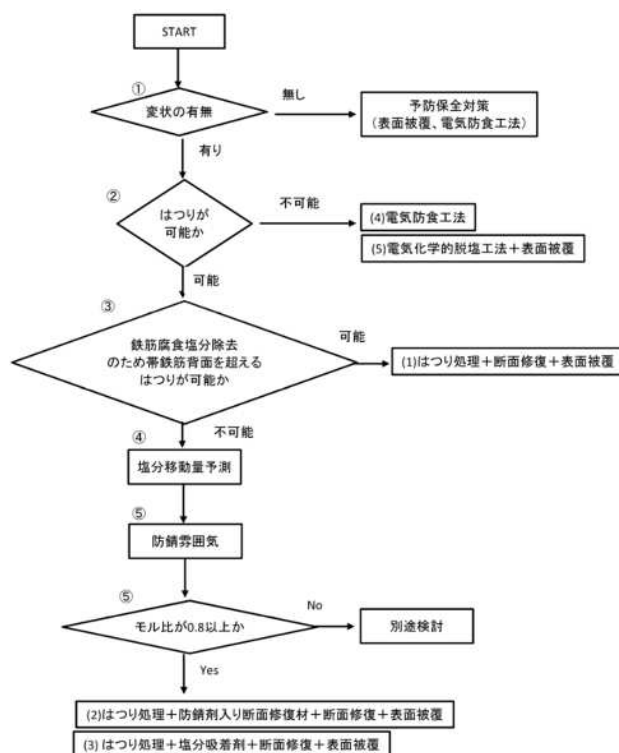


図 4-7-4 塩害対策工選定の流れ(一例)

対策工法	塩害対策選定によるもの			局所的なコンクリートの 浮き・剥離が発生している場合
	(1) 表面被覆工法	(2) 表面除去工法 + 断面修復工法 + 表面被覆工法	(3) 表面除去工法 + 防錆剤入りPCM + 断面修復工法 + 表面被覆工法	
断面補修 詳細図				
留意点		① 表面除去工法の深さは、最大厚で帯鉄筋背面までとし、最小厚は施工性を考慮し30mmを標準とする。 ※はつり深さは最深で帯鉄筋背面までとする	① 表面除去工法の深さは、最大厚で帯鉄筋背面までとし、最小厚は施工性を考慮し30mmを標準とする。 ② 防錆剤入りPCMは亜硝酸リチウム55kg/m ² を標準とし、対策後3年以内のモル比0.8を確保する。 ③ 防錆剤入りPCMの層厚は、モル比予測により選定する。	① はつり後に構造物の安全性を確保できる範囲とする。 ② 金状部等の鉄筋位置の塩化物イオン量により亜硝酸リチウム等の使用量を別途検討する。 ③ 鉄筋の防錆処理を適切に実施する。 ④ 補修範囲の端部はファザージャックにならないように処理する。

表-1 補修対策工法選定表

参考文献

1) 東日本高速道路会社: 設計要領第二集 橋梁保全編(令和元年7月)