

十勝川橋における地覆部補修方法の検討について

NEXCO東日本 帯広管理事務所 改良I 及川沙也伽

1. はじめに

今回紹介する十勝川橋は、道東自動車道の十勝清水IC～芽室IC間にある橋長367.9mの連続箱桁PC橋である。十勝川橋下り線の鋼製高欄地覆部において、塩害・凍結融解等が原因と推察されるコンクリートの土砂化が発生した。十勝川橋の横断勾配は上り線から下り線へ低くなっておりこの勾配が原因で下り線の腐食環境が厳しく、地覆部においてコンクリートの土砂化が生じたと推察される。

十勝川橋は、暫定2車線区間であるので夜間通行止め内の限られた時間及び日数での施工が求められる。これらの条件及び交通開放中の安全性から鉄筋近傍のコンクリートに浸透拡散型亜硝酸リチウム40%水溶液を内部圧入することで、鉄筋腐食を防ぐ亜硝酸リチウム内部圧入工法¹⁾の検討した²⁾。本報告では、損傷状況の調査から工法検討及び令和3年度に実施した補修工事に関して報告する。

2. 損傷状況について

過年度の日常点検等で、鋼製高欄の地覆部において図-1に示したようにコンクリートのはく離、鉄筋露出等の損傷が進行しており、コンクリート中の塩分量測定の結果、塩分含有量も発錆限界を超えていることが確認された。(表-1)

塩分量の測定箇所は図-2に示すように各径間の地覆部の前面部と背面部で測定し、ドリル法により試料



図-1 十勝川橋下り線地覆状況

を採取し塩分量の測定と併せて鉄筋の腐食状況及び地覆部の耐荷力の確認として鉄筋径の測定を行った。鉄筋径については、鉄筋露出延長が大きい箇所を測定した。

表-1 地覆部における塩分含有量

塩化物イオン濃度	前面部				背面部				概要
	E132.44	E132.49	E132.64	E132.73	E132.44	E132.49	E132.64	E132.73	
0 ～ 20 mm	1.39	2.32	2.09	2.43	3.36	5.33	4.87	5.68	
20 ～ 40 mm	1.39	2.09	1.62	1.97	0.70	1.74	2.09	2.67	※2
40 ～ 60 mm	1.39	1.85	1.39	1.39	0.46	0.58	1.39	1.39	
60 ～ 80 mm	1.39	2.20	1.04	1.28	0.35	0.35	0.46	0.58	

● 塩分量調査 ■ 鉄筋径調査

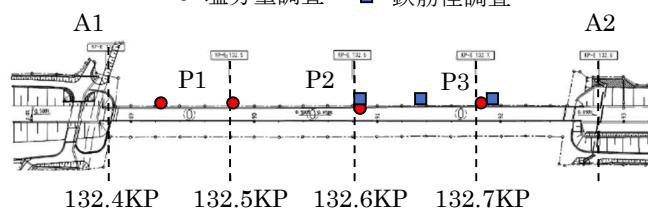


図-2 調査箇所

3. 補修工法の検討について

NEXCO 東日本の設計要領では、塩害対策として次の5つが一般的であるとしている。

- (1) はつり処理+断面修復+表面被覆
- (2) はつり処理+防錆剤入り断面修復材+断面修復+表面被覆
- (3) はつり処理+塩分吸着剤+断面修復+表面被覆
- (4) 電気防食工法
- (5) 電気化学的脱塩工法+表面被覆³⁾
- (6) 亜硝酸リチウムを用いた内部圧入⁴⁾

上記工法の内、(1)～(3)は検討の結果、断面修範囲が鋼製高欄の基部に及び、防護柵として衝突荷重に耐えられない。仮設防護柵を設置して車線シフトを考慮した場合でもいくつかの問題点が発生することから除外した。

次に、(4)に関しては、鉄筋腐食の程度にばらつきがある場合、抑制効果を確保するための供給電力の調整が難しく、電気設備を長期にわたって維持する必要があるため除外した。

また、(5)に関してはコンクリート表面から第一鉄筋までの塩分除去を主に対象としていることから、鉄筋より内側の塩分を除去することは困難であるため除外した。

上記のことから、今回は(6)亜硝酸リチウムを用い

た内部圧入を採用した。

4. 施工方法について

亜硝酸リチウム内部圧入工法とは、既設鉄筋の損傷を防ぐために鉄筋探査を行い、コンクリート構造物に小径の圧入孔を削孔し、そこから浸透拡散型亜硝酸リチウム 40% 水溶液を内部圧入し、既設鉄筋周辺に浸透させ、不動態被膜を再生させることにより鉄筋の腐食を抑制させる工法である。本橋梁では、図-3 の示す通り地覆部の鉄筋ピッチが 250mm であるので圧入孔との干渉を避けることと亜硝酸リチウムを十分に拡散させるために圧入孔の間隔を 500mm とし地覆部の背面部についても鉄筋位置で発錆限界塩分量を超えるため千鳥配置とし地覆部天端に削孔し圧入した。圧入孔長は、鉄筋のかぶりが 40mm 程度であるので 100mm とした。⁵⁾

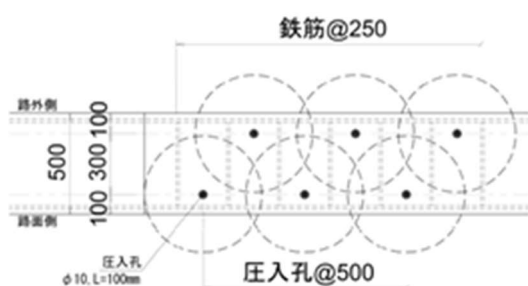


図-3 天端から見た圧入孔間隔及び配置



図-4 施工時の写真

5. 施工結果について

施工結果の検証として本件では亜硝酸リチウム内部圧入工法の施工前後で自然電位測定を行い効果の検証を行った。施工結果として、自然電位測定結果を図-5 に示す。1 段目が発注前 (2019) の測定データ、2 段目が施工前 (2021.5/12)、3 段目が施工後 (2021.10/27)、4 段目が施工から 1 年後 (2022.8/8) の測定データである。進行が進んでいる順に紫、赤、オレンジ、黄、緑で表している。今回施工した箇所において、施工後すぐに測定した結果と 1 年後の結果を比較すると、ばらつきはある

が全体的に改善の傾向が見られる。

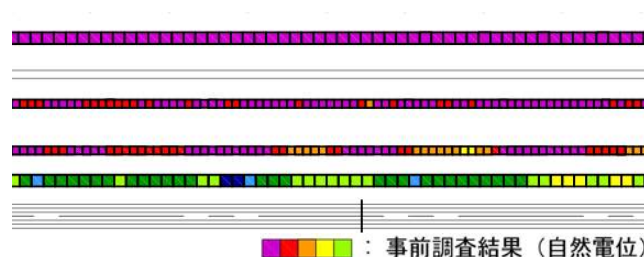


図-5 自然電位測定結果（一部抜粋）

6. まとめ

本稿では、十勝川橋下り線の地覆部の塩分量や鉄筋径の調査結果及び暫定 2 車線区間で夜間通行止め内での限られた時間や日数等の条件のもと補修方法を検討した。P2-A2 径間については、鉄筋位置や更に深い箇所が発錆限界塩分量を超える塩分量が測定されたことや鉄筋径についても断面欠損が確認されたことから将来的に鉄筋に腐食が生じる腐食環境下にあることが示唆された。塩分移動量予測により断面修復範囲を検討し、P2-A2 径間については、変状部分の断面修復に加えて予防保全対策も兼ねて試験的に亜硝酸リチウム内部圧入工法による施工を行った。亜硝酸リチウムが拡散し内部に浸透、不動態被膜を再生させるまでに時間を要するため施工後すぐの測定結果ではあまり効果が得られず 1 年後の測定結果で改善がみられた結果になったと推察される。今後は自然電位測定等での測定を継続して行い、亜硝酸リチウム内部圧入工法についての効果について支社担当課などを含め調整し検証していく予定である。

参考文献

- 1) NETIS(新技術情報提供システム)HP, NETIS 登録番号 CG-120005-VR
- 2) 高井成幸, 亀井元大, 神宮裕作, 令和 2 年度北海道支社グループ業務報告会, 「橋梁地覆部の補修検討」
- 3) 設計要領第二集 橋梁保全編 7. 塩害対策
- 4) 一般社団法人コンクリートメンテナンス協会, HP 技術資料
- 5) 一般社団法人コンクリートメンテナンス協会, 「亜硝酸リチウム内部圧入による塩害・中性化・ASR 補修技術亜硝酸リチウム内部圧入工法設計・施工マニュアル(案)」, H27.4