

## 塩害を受けたコンクリート橋に生じた再劣化の発生リスク低減に関する考察

(国研) 土木研究所 正会員 ○夏堀 格, 吉田 英二, 藤木 裕二, 石田 雅博

### 1. はじめに

本稿は、塩害により劣化したコンクリート橋上部工に対して補修を実施した箇所が再劣化した事例を収集し、調査、分析を行った結果より、再劣化の発生リスクを低減に関する考察を行い、その内容を報告するものである。なお、本稿における再劣化の定義としては既往の文献と同様、「補修されたコンクリート構造物に再び劣化が顕在化すること」としている。

### 2. 収集した事例からみた再劣化の状況

収集した 28 橋のデータを分析した結果、補修後 10 年未満の期間で再劣化が生じたケースが 17 橋、補修後 5 年未満の期間で再劣化が生じたケースが 11 橋であった。再劣化の種別に着目すると、断面修復に関わるものが 12 橋、表面被覆・保護塗装に関わるものが 8 橋、ひび割れ補修に関わるものが 1 橋、電気防食に関わるものが 7 橋であった。また 10 年未満の期間で生じた再劣化の事例と、5 年未満の期間で生じた再劣化の事例を比較すると、10 年未満のケースでは断面修復及び電気防食に関わるものが多く、5 年未満のケースでは表面被覆・保護塗装に関わるものが多い傾向であった。

### 3. 調査で確認した再劣化事例

#### 1) 断面修復に関わる再劣化事例

図-1(a)は北海道に架橋する橋梁で確認された断面修復箇所の再劣化の事例である。断面修復された箇所は増厚施工がされていた。現地調査時には、複数の増厚施工した箇所できが確認され、増厚した部分が剥落しているケースも確認された。うきの発生要因として、内部鉄筋の腐食膨張に伴う膨張圧の可能性が疑われたが、未補修部には変状が確認されなかったことから、設計時における施工方法の検討が不十分であったことが再劣化の要因の 1 つとして推定される。

#### 2) 表面被覆・保護塗装に関わる再劣化事例

図-1(b)は近畿地方に架橋する橋梁で確認された再劣化事例である。調査時において、歩道部直下の張出し部下面に塗膜の膨れが確認された。歩道直下の塗膜の膨れについては、歩道部の地覆付近から浸透した水の



図-1 調査分析で確認した再劣化事例

\*1) 電源装置の写真は 2012 年定期点検時のものである  
現在は装置が更新されている

\*2) 写真は 2011 年定期点検時のものである

影響と推定される。調査時に確認した舗装の状態は、歩車道共に比較的新しく橋面防水工は施工されているものと考えられるが、防水工の端部立上げ等の処理に不具合が生じ、水が浸透した可能性がある。また、2017 年の定期点検時には塗装のうきや割れが複数確認されていたが、今回実施した打音と目視による調査の範囲では新たな損傷は確認されなかった。このことは、橋面防水工を施工したことにより、水の浸透が遮断され損傷の進行が抑制されたものと考えられる。また、2013 年の塩害特定点検時に局所的な塩分調査が行われており、鋼材位置での塩化物イオン濃度は  $1.2\text{kg/mm}^3$  を下回る結果であった。その際、予防保全的に表面保護塗装を施工したこと劣化抑制につながったものと推定される。

#### 3) 電気防食に関わる再劣化事例

図-1(c)は中国地方に架橋する橋梁で確認された再

キーワード コンクリート橋, 維持管理, 再劣化, 断面修復, 表面保護塗装, 電気防食

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 土木研究所 橋梁構造研究グループ TEL029-879-6773

劣化事例である。本橋は電気防食工が実施されているが、電気防食範囲に、錆汁を伴うひび割れが確認された。主桁端部は電極の設置が難しく電気防食が十分に機能しにくいことに加え、コンクリートの含水率の変化等に起因する環境条件の変化によって、防食電流の過不足が生じる<sup>2)</sup>。調査時も橋座には滞水が生じており、伸縮装置からの漏水等で湿潤環境になりやすい桁端部では、上記のような環境的な要因によって再劣化が生じたものと推定される。また調査を実施した別の橋梁(図-1(d))においては過年度の点検結果より、植生が電源装置内部まで繁茂し故障が生じた可能性が有るという経緯を確認した。過去に通電不良が原因とされる損傷も定期点検で確認されている。

#### 4. 再劣化発生リスク低減に関する考察

収集した事例の分析と現地調査の結果から、再劣化は複数の要因から生じる可能性が高く、それらは調査、設計、施工、維持管理の各段階に潜んでいると考える。

断面修復に関わる再劣化事例の発生要因としては、設計時に施工方法の検討が不足していたことが考えられる。一方で、断面修復による補修はコンクリートに内在する塩分が確実に除去されていることが前提であるが、現実には塩分を完全に除去することは困難であることを踏まえ損傷状態に応じて抜本的な対策についても検討すべきと考えられる。

表面被覆・保護塗装や電気防食に関わる再劣化事例の発生要因としては、橋面水の漏水、止水対策を実施する前に桁の保護塗装や電気防食を施工したことが考えられる。2つの事例に共通しているのは、橋面水が劣化の原因となっている可能性が高いことであり、維持管理の段階で橋面防水工や伸縮装置の交換といった、止水対策後に、補修を実施するようマネジメントすることが対策として考えられる。また、日常点検時に可能な範囲で電気防食の電源装置付近の除草や、橋座に堆積した土砂等を清掃することで湿潤環境になりにくい状態を維持することなども重要である。

また、現地調査を実施した橋梁に共通して、施工品質の低下が再劣化発生の要因の一つと考えた。断面修復を実施する際はドライアウトが生じないよう既設コンクリートに対して十分な給水を行うことや、材料が気温の影響を受けやすい場合は適切な養生や温度管理を行うなど施工品質を向上させることが再劣化発生のリスク低減に効果が有ると考える。また、表面被覆や保護

塗装、電気防食の施工についても、施工前にコンクリートの含水率を測定し、施工に適した水分状態であるかを確認することや、素地調整や不陸調整の品質を向上させることなども対策として挙げられる。

収集した事例の中には、断面修復箇所と既設コンクリートの境界部付近でコンクリートのうきが確認された事例もあった(図-1(e))。これはマクロセル腐食によるものと推定され、断面修復部と既設コンクリート中の塩分濃度の差から引き起こされるものである。この事例については、設計前の調査時に塩分量を適切に把握できなかったことが再劣化発生の要因として考えられる。また、塩分量の調査が限定的であれば、状態に応じた補修方法の選定を見誤る可能性もある。そのため、面的な塩分量調査や径間毎で塩分量調査を実施するなど、より塩分量を詳細に把握したうえで、再度設計にフィードバックし、状態に応じて補修内容を適切に変更することで再劣化のリスクを低減できると考える。

#### 5. まとめ

塩害により劣化したコンクリート橋上部工に対して補修を実施した箇所が再劣化した事例を収集し、調査、分析を行った結果、以下のような知見が得られた。

- ・断面修復の事例から、設計で想定した前提条件が満足する施工方法についても検討を行うことが重要である。
- ・表面被覆・保護塗装の事例、橋面水の漏水・止水対策を実施してから補修を実施することが重要である。
- ・電気防食の事例から、漏水・止水対策だけでなく日常点検時に可能な範囲で除草や橋座の清掃を実施することが重要である。
- ・補修工法に共通して施工品質の低下は再劣化の発生を招く恐れがあるため、養生や温度管理などの品質確保を徹底する。
- ・補修範囲を見誤ることによる再劣化発生のリスクを低減させるために、塩分調査を実施する際は可能な限り面的に塩分量を把握することが重要である。

**謝辞：**再劣化の事例及び調査フィールドを提供いただいた道路管理者に、深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 国立研究開発法人土木研究所：コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル 2022 年版，土木研究所資料第 4433 号，2022
- 2) 公益社団法人土木学会：コンクリートライブラリー 157，電気化学的防食工法指針，pp.40，2020