

アルカリ骨材反応による劣化が進行した PCT 桁橋の詳細調査及び補修設計

基礎地盤コンサルタンツ株式会社	正会員	○笠井 真吾
基礎地盤コンサルタンツ株式会社	正会員	高本 博昭
基礎地盤コンサルタンツ株式会社	正会員	佐保 亮輔
基礎地盤コンサルタンツ株式会社	正会員	杉浦 由幸

1. 目的

本橋は、1984年に沿岸部に架設されたPC単純ポストテンション方式T桁橋である(写真1)。5年前に初回点検が行われた際、アルカリ骨材反応(Alkali Silica Reaction)が原因と思われるひびわれが確認されており、進行性の有無やひびわれ内部の状況等を見極めた上で適切な維持補修が求められていた。

ここでは、本橋の損傷劣化状態を把握するための詳細調査と恒久的な利活用にむけた補修設計について報告する。

2. 損傷状況

供用開始から38年が経過しており、主桁下面是潮位の上昇に併せて岩礁部からの海水飛沫を受ける状況下にある(写真2)。

橋台目地端部の主桁側面には、方向性のない亀甲状ひびわれが見られた(写真3)。主桁下面には、プレストレスの影響を受けない橋軸方向ひびわれが見られ(写真4)、橋全体の進行は緩やかであるが、一部局所的に前回点検時より進展が見られる箇所(最大幅0.6mm→1.0mm)もあった。

建設時から橋面防水工が未施工であり、伸縮装置の止水機能低下による桁下・橋台周りへの漏水が生じていた。

3. 詳細調査結果

写真4のひびわれ直上をコア削孔し、コンクリート試料採取と併せて内部鉄筋の腐食状況を確認した。

コンクリート試料のEDS・SEM試験の結果、ASRの現象として反応リムの生成とゲルが認められた。成分は一般的なASRゲルであることが判明した。

最外縁の鉄筋には「浅い孔食等の断面欠損の軽微な腐食」が確認され、ひびわれ内部に浸透した塩分による影響が大きいと判断した。

一方、健全部でのコア採取による塩化物イオン含有量試験の結果については、鉄筋かぶり位置の塩分イオン含有量は0.3~1.2kg/m³にとどまり、「コンクリート中の塩化物イオン濃度が高いが、腐食が生じる可能性は低い段階」と評価とした。ただし、試料表面は飛来塩分の影響で1.2kg/m³を超える結果であったため、鉄筋の腐食状況も踏まえるとひびわれ内部の塩分濃度は健全部と比較して高い状況であることが推測される。

なお、中性化深さ測定において中性化の進行は認められず、「当面の間は中性化による腐食が生じる恐れはない段階」と評価した。



写真1 橋梁全景



写真2 桁下全景



写真3 主桁側面ひびわれ状況



写真4 主桁下面ひびわれ状況(最大幅1.0mm)

キーワード アルカリ骨材反応, 橋面防水工, 漏水, プレストレスコンクリート橋

連絡先 〒814-0022 福岡市早良区原2-16-7 基礎地盤コンサルタンツ株式会社九州支社 TEL092-831-2511

3. 健全度評価

早期に措置が必要となる損傷が確認されたため「早期措置段階」と診断した。構造安全性に影響がある緊急性の高い損傷はないが、ASRにより生じたひびわれ内部の鉄筋の腐食が飛来塩分の浸透により今後進行する可能性が高い状態である。また、橋面防水が未施工であるため、橋面からの塩分を含む雨水の浸透により損傷が進行する恐れがある。

ASRの収束まで補修を見合わせた場合、その期間中に塩害による鉄筋腐食が進行すると推測する。このため、本橋は橋面防水工と併せてASR・塩害抑制対策を速やかに講じることが望ましい状態と診断した。

4. 補修計画

補修設計におけるLCC対象期間（目標の耐用年数）は、「設計供用期間100年を標準」とする平成29年道路橋示方書 共通編 I に基づき以下の通りに定め、補修工法を選定した（表1）。

$$\text{LCC 対象期間} = \text{設計供用年数 (100年)} - \text{経過年数 (38年)} = \underline{62\text{年}}$$

表1 補修工法一覧

補修工法		使用材料・工法
①ひび割れ補修工	注土工	エポキシ樹脂3種+亜硝酸リチウム
	充填工	ポリマーセメントモルタル
②表面保護工		シラン系表面含浸材（上部工）
③橋面防水工，舗装打ち替え工		シート系防水
④伸縮装置取替工		鋼製伸縮装置取り換え
⑤高欄防護柵取替工		昭和61年以前の基準適用品のため更新

① ひび割れ補修工の選定

上部工には、ひびわれ内部に直接的に働きかけASR抑制と鉄筋腐食抑制が期待できる材料を選定した。

上部工：ひびわれ注入 0.2mm以上，進行あり→エポキシ樹脂3種+亜硝酸リチウム

下部工：ひびわれ注入 0.2mm以上，進行なし→エポキシ樹脂1種

ひびわれ充填 0.5mm以上，進行なし→ポリマーセメントモルタル

② 表面保護工

補修後の変状確認が容易かつ経済性に優れ、コンクリート表面に吸水防止層を形成し水分、塩化物イオン等の浸入抑制効果が期待できるシラン系含浸材を選定した。

③ 橋面防水工，舗装打ち替え工

平成14年の道路橋示方書から全橋での橋面防水の設置が規定されていることに加え、ASRに起因するひびわれが主桁周囲に発生しているため、床版上面への水分供給を防止する目的として舗装打ち替えと併せて橋面防水工（シート系防水）を設置する計画とした。

④ 伸縮装置取替工

伸縮装置の止水機能損失により桁下面への漏水・滞水が確認されたため、構造的及びライフサイクルコストに優れる鋼製の荷重支持型を選定した。

⑤ 高欄防護柵取替工

既設の高欄防護柵の設置基準は、昭和61年以前の「防護柵設置要領（昭和47年）日本道路協会」であるため、現行基準「防護柵の設置基準・同解説（令和3年）日本道路協会」のブロックアウト型たわみ性防護柵に更新する計画とした。

5. おわりに

ASR及び塩害に対する補修計画は、劣化の進行性と劣化因子の浸入状況を適切に見極めて材料選定や施工時期の決定を行うことが重要である。特に、橋梁のASR・塩害抑制対策の基本としては、長期滞留しやすい橋面雨水の効果的な防水と速やかな排水ができる対策を優先的に施工する計画が望ましいと考える。