

アルカリ骨材反応が生じたPC橋の調査、診断と対応事例

1. はじめに

アルカリ骨材反応（以下「ASR」という。）はコンクリート構造物の劣化現象の1つで、コンクリート中のアルカリ成分と特定の骨材が水の介在により化学反応を起こし、骨材の周囲に膨張性の物質が生成される現象です。この現象によりコンクリートは膨張し、ひび割れの発生や鉄筋が破断した事例も報告されています。このようなひび割れや鉄筋の破断は、構造物の安全性や耐久性に関わることから、適切な対応が求められます。

本稿では、ASRによりPC桁に沿って橋軸方向のひび割れが生じたPC中空床版橋への対応事例を紹介します。

2. 明橋の概要

対象の明（あきら）橋は、茨城県常総市にあるそれぞれ長さが16.5mのプレテンPC中空床版が2連からなる橋長33mの橋で、昭和58年に竣功しました（図-1）。なお、竣功から今まで床版防水は行われていませんでした。

平成21年の橋梁点検時に、PC桁側面および下面全面、舗装面の一部に橋軸方向のひび割れが確認されました。舗装面のひび割れについて、その後の開削調査によりPC桁上面のひび割れが起点となり、同じ位置で舗装が全厚ひび割れているも

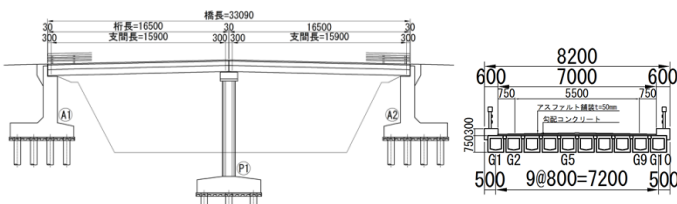


図-1 明橋の橋梁一般図



写真-1 PC桁側面のひび割れ状況

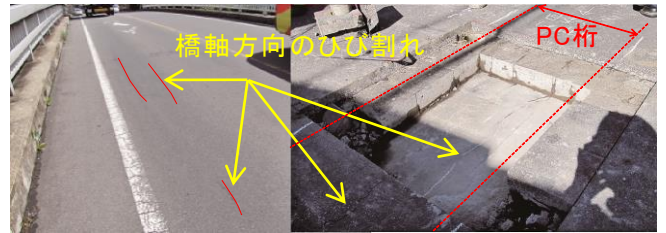


写真-2 舗装面とPC桁上面のひび割れ状況

のもあり、また、PC桁上面のみに生じているひび割れもあることが分かりました。また、PC桁側面のひび割れは、幅が2.0mm以上のものもあり、目視でひび割れを挟んだコンクリート表面の目違いが確認されたことから、通常の曲げやせん断、収縮等に伴うひび割れではなく、ASRに起因した膨張によるひび割れが疑われました。（写真-1, 写真-2）。

3. ひび割れの原因推定と診断

ひび割れの原因究明と構造物の健全性を確認するため、以下の検討を行いました。

3.1 原因究明のための調査

採取したコンクリートコアを観察したところ、骨材の輪郭部にASRの特徴である白色の滲出物を確認しました（写真-3）。また、弾性係数を調べたところ、健全な場合に比べ約6割まで低下しており、同じくASRの特徴である弾性係数の低下が生じていたことから、ひび割れの原因はASRによるものと推定されました。参考までに白色の滲出物の元素分析や顕微鏡観察など詳細な調査を行った結果、白色の滲出物はゼリー状であることが確認され、成分分析の結果、Si(ケイ素)を主成分としたゲルを含んでいたことから、ひび割れの原因はASRと判断しました。



写真-3 コア断面の観察

3.2 健全性確認のための調査

ひび割れの進展や弾性係数の低下により、部材断面の一体性損失やたわみ増大による安全性と使用性の低下が懸念されたことから、荷重車両

現場に学ぶメンテナンス



写真-4 荷重車両による静的载荷試験

(20t×2台) を使用して静的载荷試験を行いました(写真-4)。

PC桁側面のひび割れが顕著に表れていた第2径間(P1-A2)のG1桁支間中央部に载荷した結果、本载荷試験の荷重レベル範囲内での最大たわみ量と面的なたわみ分布は、いずれもひび割れが生じておらず弾性係数も低下していないと仮定した計算値の半分程度で、設計で想定する剛性が概ね失われていないことが分かりました。なお、ひび割れ深さは、最大でもせん断補強鉄筋付近に留まっています(写真-5)。



写真-5 コアによるひび割れ深さ

3.3 診断

载荷試験による面的なたわみ分布や桁側面のひずみ分布から、载荷に伴い線形挙動を逸脱する動きはなかったこと、複数個所でひび割れの開きやずれはなかったことが分かりました。既に路線として8tに重量規制されており、8t車が橋梁上に満載の場合でも本载荷試験より安全側の载荷条件となることから、今のところ現行の重量規制を継続することとしました。

4. 対策工

4.1 対策方針と措置

ASRは、水の介在により反応が促進されることから、遮水が重要です。ただし、コンクリートの内在水分を封じ込めると新たな水分の供給がなくても反応が続く恐れがあることに注意する必要があります。上記を踏まえ本橋では、以下の対策を実施しました(図-1)。

- 1) 雨水の供給遮断を目的として床版防水、伸縮装置取替による止水機能の回復、ひび割れ補修、コンクリート表面保護を実施
- 2) 万一、コンクリート内に雨水が供給された際の速やかな排水を目的として、床版上面と中

空床版内に水抜き孔を設置

なお、桁側面及び桁下面のコンクリート表面保護は、遮水効果と内在水分低減のため通気性を有する含浸材を塗布しました。

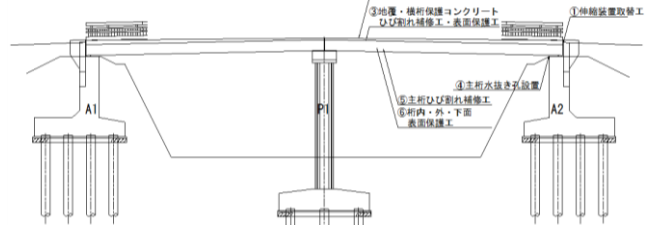


図-2 ASRの対策図

4.2 追跡調査計画

ASRはその進行がいつまで続くのか、それによる変状がどの程度まで拡大するのかを正確に予測することは困難であるため、本橋の場合にも経過観察が必要と判断されました。

ひび割れの進展により安全性や供用性、耐久性の低下が懸念されることから、桁側面に、ひび割れの開きを観察するためのひずみ計測機器を設置し、定期的に追跡調査を行うこととしました。

5. 教訓

PC部材でもASRによる変状があることはこれまでも知られていましたが、一般に品質に優れると考えられている工場製作のプレテンPC部材でもASRによる顕著な変状が生じることはあまり報告されてきませんでした。PC橋の点検や診断にあたっては、PC部材としての種類や製作方法に関係なくASRが生じている可能性も念頭において慎重に状態の評価をすることが必要です。

载荷試験では、従来の载荷試験同様、設計や解析結果に対して、著しく小さなたわみしか計測されませんでした。ひび割れ深さやひずみ分布、たわみ分布などの総合的な情報をもとに、安全性や使用性を判断する必要があります。

本件は、茨城県常総市、関東地方整備局と協力して対応しました。この場を借りて、関係各位に感謝の意を表します。

国土交通省国土技術政策総合研究所
 道路研究部道路構造物管理研究室長 玉越隆史
 茨城県常総市
 都市建設部道路課長 柴田 稔
 独立行政法人土木研究所構造物メンテナンス研究センター
 橋梁構造研究グループ 上席研究員 木村嘉富
 同 主任研究員 和田圭仙