

ASR 対策規制後に生じた PC 中空床板橋のひび割れ調査、診断事例

国土交通省 佐賀国道事務所

中山福德 山崎好宏

株式会社エイト日本技術開発

正会員 ○藤村 彰 三浦秀貴 堀田郁男

1. 背景および目的

我が国におけるアルカリ骨材反応(以下 ASR と示す)対策は、1986(平成元)年以降「アルカリ総量規制」「抑制効果を有するセメントの使用」「安全が確認された骨材の使用」のいずれかの対応をとることとされている。一方で、上記の規制以降に施工されたコンクリート構造物であっても ASR が生じた事例が報告¹⁾されている。

本論文では、規制後に竣工した供用年 20 年程度の PC 中空床版橋に生じたひび割れに対する調査、診断および発生原因究明を行った結果を報告する。

2. 机上での診断および要因推定

(1) 橋梁の諸元とひび割れ発生状況

対象橋梁の諸元を表-1 に示す。本橋は平成 7 年に竣工した佐賀県内の国道を跨ぐ単純 PC 中空床版橋であり、過去の定期点検において上部工(桁端部側面・床板)に進行性ひび割れ($t_{max}=1mm$)が確認されている。ひび割れの発生状況を図-1 に示すが、遊離石灰や錆汁の析出はみられなかった。

表-1 橋梁諸元等

橋 長	27.900m
上部工形式	単純 PC 中空床版橋
コンクリートの配合	不明
竣 工 年	1995(平成 7)年 ※ASR 規制以降
架橋位置	海岸から 15km 以上の内陸部
点検履歴	平成 13 年,20 年,25 年に定期点検

(2) 既存資料、事例との対比

1) 構造ひび割れの可能性

本橋の上部工に生じたひび割れは、PC 鋼材に沿ったひび割れではなく、一般的なせん断ひび割れの発生位置とも異なる。また、ひび割れは桁端部側面と張出床版のみに生じており桁下面には生じていない。このことから、何らかの構造的要因(プレストレスや部材の剛性差等の影響)で発生した可能性が考えられる。

2) 構造ひび割れ以外の可能性

1)と同様にひび割れ発生状況等から、構造的な要因以外の原因で発生したひび割れの可能性について推定を行った。表-2 に推定結果を示す。

表-2 構造ひび割れ以外の要因推定

要因	評価・推定	該当の可能性
乾燥収縮	一般に、橋梁全体または鉄筋による拘束程度が異なる位置等に部分的に生じると思われるが、主桁の桁端部のみに発生している。	低
ASR	桁端部または床板上面からの水分供給により発生した可能性は否定できない。	有
鋼材腐食	本橋の PC 鋼材は端部定着であるが、桁端部の水分供給より定着部からの水分侵入の可能性はあるものの、PC 鋼材に沿うひび割れはみられない。	低
塩害	架橋位置より、飛来塩分の影響は小さいと考えられる。凍結防止剤散布実績はあるが、鋼材腐食の兆候(錆汁)はみられない。	低
凍結融解	寒冷地ではなく凍結融解の可能性は低い。凍害の典型症状であるスケーリングやポップアウトはみられない。	低

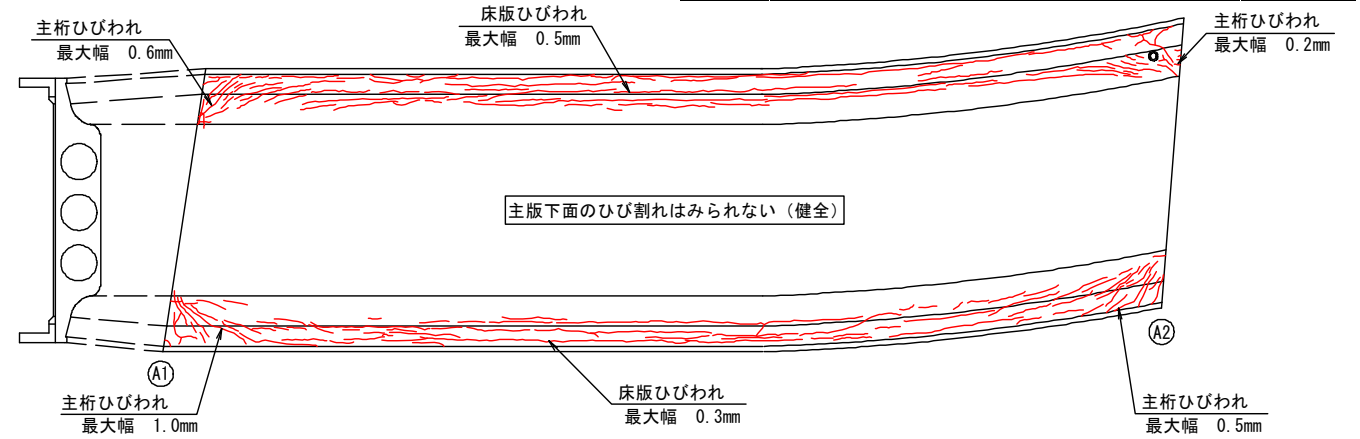


図-1 ひび割れ発生状況(損傷図)

キーワード：アルカリ骨材反応、PC 中空床板、ひび割れ診断、SEM 観察、現地踏査
連絡先：〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 1-16-14 (株)エイト日本技術開発九州支社 TEL:092-441-4344

3. 現地踏査、詳細調査による診断および要因推定

(1) 気象条件の異なる複数回の現地踏査

ひび割れ発生位置が水分の接触頻度が高い桁端部や張出床版に集中していたため、雨天時、晴天時といった気象条件を考慮した複数回にわたる現地踏査を実施し、水分との接触状況(桁端部からの漏水や張出床版の水切りが効いているか等)を確認した。

踏査の結果、ひび割れが生じている主桁端部側面および張出床版は、天候の如何によらず水浸みが確認でき、晴天時の踏査では張出床版表面に白色の析出物と思われる模様が確認された(写真-1)。これらのことより、ASR の発生を疑った。



写真-1 現地踏査状況(破線:ひび割れ+水浸み位置)

(2) 設計施工の確実な実施の確認

施工状況を確認するため、コンクリートの簡易強度確認、鉄筋探査を行った。

強度低下や竣工図と異なる配筋状況はみられず、設計の意図と実際の構造に相違はないと判断した。

(3) 載荷試験

通行車両の荷重による影響や、耐荷力の低下による緊急対応の要否を把握することを目的とした静的載荷試験を行った。橋梁上に重量既知の車両を載荷し、ひびわれ発生部におけるひびわれ幅の変動を計測した(写真-2)。

その結果、ひび割れ幅の変動はみられなかったため、荷重の影響によって発生したひび割れの可能性は低いと考えられ、緊急対応の必要性もないと判断した。



写真-2 静的載荷試験

(4) ASR 試験 (SEM 観察, EDS 分析, 残存膨張量)

SEM 観察において、骨材周囲に反応リムおよびゼリー状ゲルの生成が確認された(図-2 左)。また、EDS 分析の結果、ゲルはシリカを主成分とした典型的な ASR ゲルであることがわかった。

この結果より、本橋に生じたひび割れの発生要因として ASR の発生が影響を及ぼしていると考えられる。また残存膨張量試験の結果、有害な膨張が生じており、膨張は今後も継続する可能性が高いことがわかった(図-2 右)。よって、水分遮断対策を行ったうえで経過観察を行い、抜本対策は次回点検結果を踏まえ検討することが妥当であると判断した。

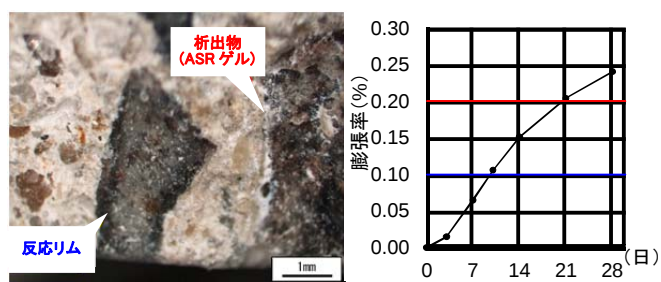


図-2 ASR 試験結果(左: SEM, 右: 残存膨張量)

4. 結論

- (1) PC 中空床版橋の桁端部と張出床版に生じたひび割れに対する発生要因の絞り込みを行った。
絞り込みの結果、構造的要因および ASR によるひび割れ発生の可能性が抽出された。
- (2) 現地踏査で水分供給状況と損傷状況を確認した。
ASR 規制後に施工されているが、現地状況を踏まえると ASR の発生が疑われた。
- (3) 詳細調査の結果、対策の緊急性は低いと判断したが、コンクリートは ASR を生じており、残存膨張量試験の結果から今後も膨張を継続する可能性が高いことがわかった。
- (4) 今後、橋面の水分遮断対策(橋面防水、伸縮装置改修)を実施した上で経過観察を行い、構造的要因の検証を含め対応を検討する予定である。

謝辞

本論文作成にあたり、国土交通省佐賀国道事務所より資料提供等の多大なるご協力を頂いた。ここに深謝の意を表す。

参考文献

- 1) 林, 山田, 河野, 大庭: プレストレストコンクリート橋で生じた ASR の劣化診断, 土木学会第 64 回年次学術講演会論文集, 平成 21 年 9 月, pp. 195-196