

斜角の小さいPC中空床版橋の損傷原因の推定と対策

（株）建設技術研究所 正会員 ○藤本 圭太郎
 長崎県 壱岐地方局 非会員 山内 英樹
 （株）建設技術研究所 正会員 嶋田 紀昭

長崎県 壱岐地方局 非会員 片山 豊大
 （株）建設技術研究所 正会員 松永 昭吾
 （株）建設技術研究所 正会員 桂 兼吾

1. はじめに

本報告は、昭和54年に竣工した斜角の小さいPC単純中空床版橋の主版下面全面に発生したひびわれについて劣化損傷要因を推定し、長寿命化のための対策工法を選定したものである。



写真-1 全景写真（下流より撮影）

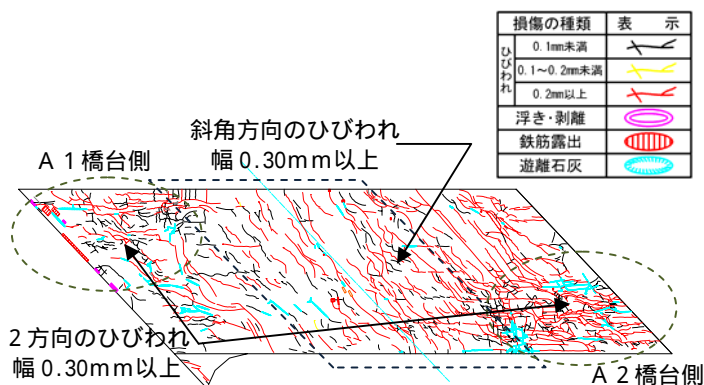


図-1 主版下面のひびわれスケッチ

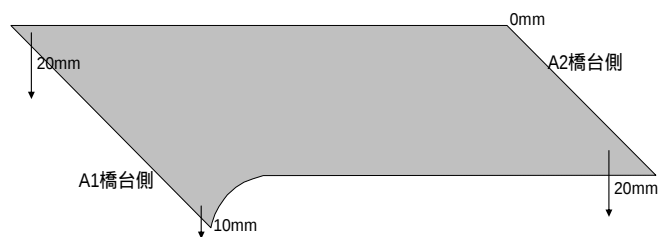


図-2 上部構造の鉛直変位

表-1 対象橋梁の諸元

橋梁種別	PCポストテンション中空床版橋
橋 長	28,300mm
全 幅 員	11,000mm
架 設 年	1979 年（昭和 54 年）
適用示方書	・ 昭和 43 年プレストレストコンクリート道路橋示方書 ・ 昭和 47 年道路橋示方書 共通編
斜 角	43°00'00"

2. 劣化損傷調査

現橋調査の結果を以下に示す。

（1）外観目視調査

外観目視調査による主版下面のひびわれスケッチを図-1に示す。

- 主版下面の支間中央部は斜角方向、主版下面の両端部の鋭角側に2方向のひびわれが発生している。また、橋軸方向のひびわれも発生している。
- 主版に回転および隅角部の沈下が生じている（図-2）。

（2）その他の調査および試験

主版の鉄筋腐食状況を確認することを目的に、はつり調査を行った。調査の結果、主鉄筋および配力筋ともにごく表面的な腐食で鉄筋断面の大きな減少は確認されなかった。

また、主版下面に生じている損傷が塩害による影響であるかを確認することを目的に、塩化物イオン量測定試験を行った。試験の結果、鉄筋位置で 2.028kg/m^3 の塩化物イオン量が確認されたが、塩害に起因する顕著な腐食は確認されなかった。

（3）劣化損傷要因の分析

調査の結果、本橋梁の主版は全面的に幅0.30mm以上のひびわれが発生していることが確認された。また、塩化物イオン量はやや高いものの、鉄筋についてはほとんど腐食が生じておらず、現在発生しているひびわれの方向性等を総じて考えると塩害が本損傷の主要因である可能性は低い。

本橋梁は昭和54年に架設された斜角が厳しい橋梁であり、斜角を考慮した鉄筋の配置となっているものの斜め構造細目が規定された「道路橋示方書・同解説 コンクリート橋編（昭和53年1月）」²⁾の発行前に設計されている。このため、設計後に発行された昭和53年版道路橋示方書の規

定とは異なる配筋となっている。具体的には、橋軸直角方向の鉄筋を主版両端まで通した配置となっており、端部の斜角方向に配置すべき鉄筋の範囲も小さい構造となっている。

したがって、橋軸直角方向の鉄筋不足という構造的要因で主版下面にひびわれが生じたものと考えられる。

3. 3次元FEM解析を用いた劣化要因の検証

本橋梁の主版全面に発生したひびわれが構造的要因により発生していることを検証するため、完成時の設計図をもとにFEM解析モデルを構築し、3次元FEM解析³⁾を行い応力状態の確認を行った。

3次元FEM解析の結果、主版下面のほぼ全面に橋軸直角方向の引張応力が発生し(図-3)、支間中央部およびA2橋台側端部に橋軸方向の引張応力が発生していること(図-4)が確認された。

次に、3次元FEM解析結果による引張応力を合成させた結果、合成引張応力方向に対して直角方向と現状のひびわれ方向とその発生位置がほぼ一致した(図-5)。このため、前項での分析通り、橋軸直角方向の鉄筋が不足しているという構造的要因によりひびわれが発生している可能性が高いことが確認された。

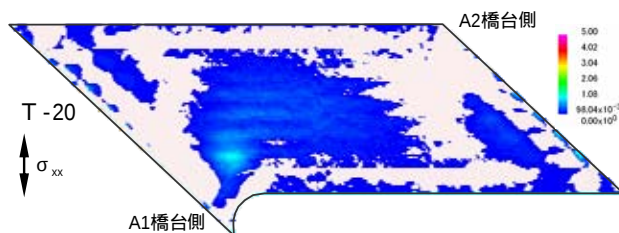


図-3 橋軸直角方向の引張応力分布状況



図-4 橋軸方向の引張応力分布状況

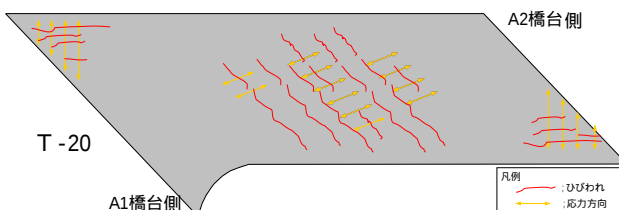


図-5 合成引張応力と主なひびわれ概念図

4. 長寿命化のための対策工法

本橋梁の長寿命化を図るにあたり、発生している劣化損傷形態別に以下の工法を選定した。

なお、塩化物イオン量はやや高い値を示したものの、現状で塩害が主要因による変状は確認されないことから、塩害に特化した対策工は選定せず、橋面からの水分供給を防止することのみとした。

(1) 主版全面に発生したひびわれ

- ・ 不足している橋軸直角方向の鉄筋を補うため炭素繊維シート接着工⁴⁾による補強(図-6)
- ・ ひびわれ注入工(ひびわれ幅0.02mm以上)

(2) ひびわれに伴う漏水および遊離石灰

- ・ 橋面からの水の浸透を止めることを目的とした橋面防水工
- ・ 既に円筒型枠に溜まっている水を除去することを目的とした円筒型枠水抜き工

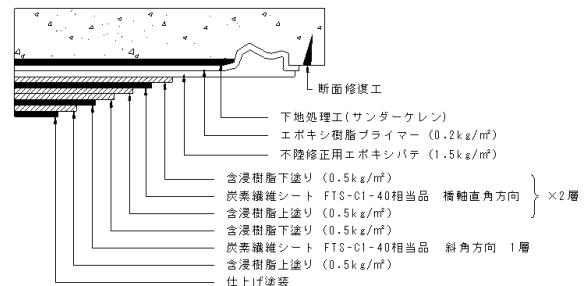


図-6 炭素繊維シート施工断面図

5. おわりに

本報告では、斜角43度と極めて斜角が小さいPC単純中空床版橋の主版全面に生じた斜角方向のひびわれの発生要因について、3次元FEM解析を用いて確認した。解析結果から、小さな斜角を有するPC床版橋の複雑な応力状態に対して十分な引張鉄筋が配置されていない構造的な要因が、ひびわれ発生の主たる要因であることが確認できた。

また、本橋梁を長寿命化させることを目的に、現状の損傷状況を踏まえた補修工法を選定したが、対策工事実施後の経年的な性状をモニタリングし、本工法の選定の妥当性を確認することにより今後の補修工法の選定、補修工法の耐久性の参考としたい。

なお、本橋のように旧基準で設計・施工されたものには実際の構造条件、環境条件に適応していないものも多く、特に構造的要因で耐久性が著しく低下しているものも多いため、簡便、かつ、適切な数値モデル化により損傷要因を推定できるよう検討を続けたい。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書 維持管理編，2008.3
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 コンクリート橋編，1978.3
- 3) G+D Computing:Stand7 ユーザーガイド，1997.5
- 4) 日鐵コンポジット(株) <http://www.nick.co.jp/>