

PC プレテン桁の漏水を伴うひびわれ損傷に対する詳細調査と対策

四国建設コンサルタント 法人会員 ○坪井 瑠唯
四国建設コンサルタント 法人会員 松田 吉則

四国建設コンサルタント 正会員 松田 秀和
四国建設コンサルタント 法人会員 谷口 幸弘

1. はじめに

プレストレストコンクリートは、その構造特性より一般的にひびわれなどの外観変状が発生しにくい構造である。変状が顕在化した場合は、大規模な補修・補強が必要となることや、落橋の危険に至るような深刻な状態になることが想定される。

本稿では、橋梁上部工（図-1）のPCプレテンホロー桁に発生した漏水を伴うひびわれ損傷に対する詳細調査および損傷箇所の補修対策工法の検討について報告するものである。

2. 現況構造と外観変状概要

対象となる橋梁は、1990年(平成2年)に架橋された支間長13.3mのPC単純プレテンホロー桁であり、外観では桁下面の橋軸方向に漏水を伴うひびわれが確認されている（写真-1）。今回の補修設計では、このような過去に報告事例の少ない損傷に対して原因を明らかにし、損傷の原因を除去する対策工法を検討することが課題であった。

3. 損傷原因の推定

上記の外観変状や架設年度から推定すると、損傷原因として以下が考えられた。

- ①初期欠陥：打設したコンクリートが充填しにくいテーパ形状で断面変化位置に鋼材が密に配置されており、施工初期の充填不良が想定された（図-2）。
- ②ASR：アルカリ総量規制が開始されて間もない時期の製作であり反応性骨材の使用が懸念された。また、橋面防水や水切りなどの防水構造が設置されていないため、水分の供給も多いことが予想された。

損傷原因の究明と対策工法の検討に向けて、以下の調査を実施した。

4. 現地詳細調査結果

4.1 桁下面のはつり調査

主桁内部の滞水状況および主桁コンクリートの充填状況を調査するため、桁下面の削孔を行い、CCDカメラにより内部調査を行った。調査の結果、削孔完了と同時に削孔部から大量の水が流出したことから、桁中空部に常時滞水していた水がひびわれ部分から徐々に析出していたと推定された。また、削孔箇所から CCD カメラによる内部調査を実施した結果、型枠材と主桁コンクリートの間に隙間が生じており、コンクリートの充填不足やコンクリート打設時の中空型枠に変状が生じたことが想定された（写真-2）。桁上面から浸入した水は、この空隙部に滞水していたと考えられた。

4.2 桁上面からの詳細調査

桁内部に滞水している水は、主桁上面からの雨水の浸入が原因であると想定された。雨水の浸入経路の特定および補修対策工法を検討するため、アスファルト舗装を撤去し、主桁上面の変状調査を実施した（写真-3）。

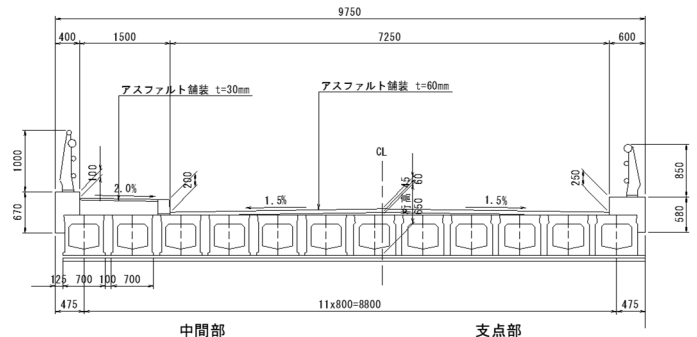


図-1 上部工断面図



写真-1 桁下面損傷状況

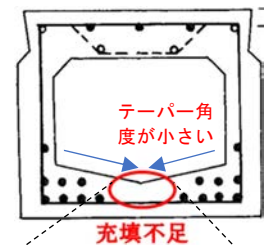


図-2 架橋当時の桁形状図



写真-2 主桁内部の空隙



写真-3 舗装撤去による調査

調査の結果、主桁上面の桁端部付近において1~2mm程度のひびわれが確認された。また、雨水の浸入経路が当該ひびわれによるものかを確認するため、ひびわれ箇所にてコア削孔を行いひびわれ深さを確認するとともに、コア採取箇所から水を供給し桁下への漏水の有無を調査し桁下面からの漏水を確認した(写真-4)。以上の調査結果より、主桁上面に発生したひびわれが雨水の浸入経路であると断定した。



写真-4 コアによる調査

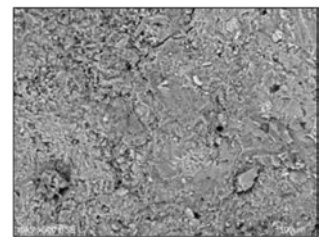


写真-5 SEMによるASR試験

4.3 ASR に対する詳細調査

ASR 調査を行うため、コンクリート殻を用いて SEM-EDS 試験を実施した。その結果、ゼリー状やロゼット状析出物となるアルカリ骨材反応による生成物は確認されなかった(写真-5)。

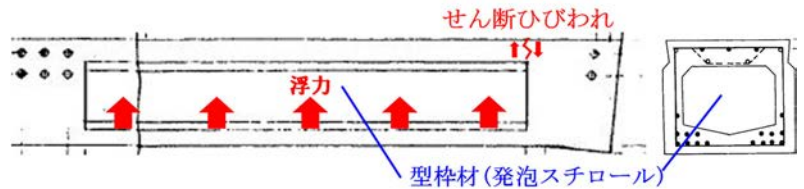


図-4 桁上面ひびわれの発生原因

5. 損傷原因に対する考察

①桁上面のひびわれ ⇒ひびわれが横桁に近く、横桁に平行であるため、養生期間中に中空部の型枠材から浮力を受けたことによるせん断破壊であると判断した(図-4)。

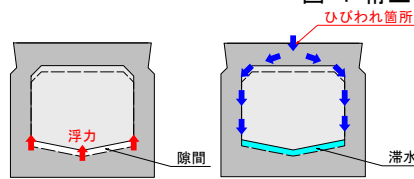


図-5 主桁内部の漏水・滞水の原因

②主桁内部への滞水 ⇒型枠材の浮力による隙間の発生、および桁上面でのひびわれの発生、防水層の未設置が要因となり、桁の内部に雨水が滞水したと判断した(図-5)。

③主桁下面のひびわれ ⇒内部調査より、下面においてコンクリートの充填不足が確認された。プレストレス(圧縮力)に伴う直角方向への引張力が作用することにより、抵抗断面の小さい下面中央部に橋軸方向のひびわれが発生したと判断した(図-6)。

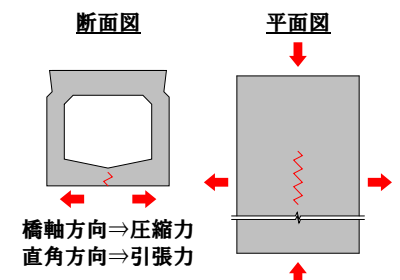


図-6 桁下面ひびわれの発生原因

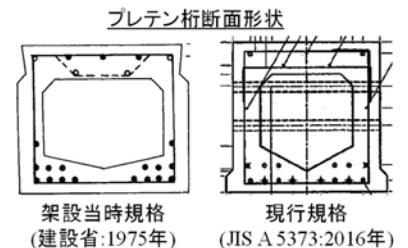


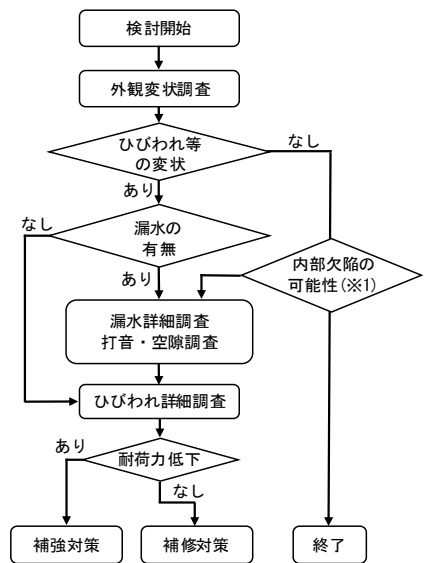
図-7 プレテンホロー桁の形状の変遷

6. 補修対策工法

主桁詳細調査結果より、主桁下面で生じた漏水は、橋面の舗装下面へ浸入した水が主桁上下面で発生したひびわれを通して生じている。本橋では、架橋当時に橋面防水が設置されていないため、橋面全体に防水層を設置する計画とした。また、桁の耐荷力について評価を実施した結果、PC 鋼材に断面減少を伴う損傷が生じていないことや応力超過に起因するひびわれが発生していないこと、主桁のキャンバーについても異常が無いことが確認されたことから、現状では耐荷力に大きな低下はないと判断した。なお、耐久性を確保するため、桁上面の防水対策を行うとともに、桁内部の未充填部についてグラウト充填工法を採用した。

7. おわりに

工場製作で比較的品质が確保されやすい PC プレテンホロー桁においても、今回のような充填不良や桁上面でのひびわれ損傷が確認された。特に S50 年~H2 年頃に採用事例が多い桁下面のテーパ角度が小さい旧タイプの桁は、その形状や当時の使用材料(スランプ値は 8cm が主流)からみて充填不良が生じやすい(図-7)。これらの損傷は外観変状から検出が困難であるため、これらの桁に対して定期点検や詳細調査を実施する際には、今回の検討内容を前例として図-8 に示す検討フローに基づいた対応を行うことを提案する。- 以上 -



(※1) 特定の架設年代でテーパ角が小さい桁形状

図-8 PC ホロー桁の検討フロー