

## 炭素繊維シートによる補助工法を用いた鉄道RCボックス桁のひび割れ対策

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○萩谷 俊吾  
東海旅客鉄道株式会社 上西 寿康

## 1. はじめに

塩化物イオンによる鉄筋腐食を起因とするひび割れが発生した鉄道RCボックス桁に対し、平成25年2月、塩分吸着材を用いた全断面修復工を実施<sup>1)</sup>したが、施工から約2年後の平成27年6月、列車運行や構造物自体の安全性には問題ないものの、ひび割れの再発を発見した。本稿では、再発したひび割れの原因と対策工について報告する。

## 2. ひび割れの概要

ひび割れが発生した鉄道RCボックス桁は、桁長17.0m、支間長16.2m、主桁高1.5mで、昭和49年11月に竣工した（主鉄筋：D32、鉄筋の規格：SD345）。再発したひび割れの発生状況を図1に示す。桁側面は下端から100mm付近において橋軸方向の広い範囲で開口幅1.0mm～3.5mm程度のひび割れが両側面で発生しており、ひび割れの発生位置（下端からの距離100mm付近）は全断面修復部と既設躯体部の境界面と概ね一致していた。また、桁下面は橋軸直角方向に開口幅0.05mm～0.1mm程度のひび割れが20本程度であった。桁下空間は駐車場として第三者利用されており、ひび割れが進行した場合にコンクリート片剥落の恐れがあった。そこでひび割れの発生原因について詳細な調査を行った上で、対策工の検討及び施工を実施した。

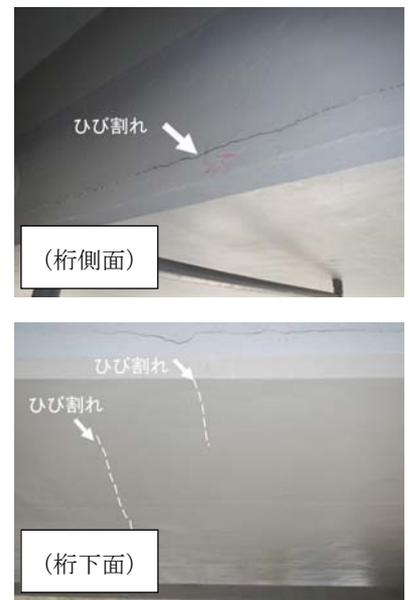


図1 ひび割れ発生状況

## 3. 再度ひび割れが発生した原因

今回発生した桁下面及び桁側面のひび割れについて、近接目視及び超音波測定により発生範囲の詳細調査を実施した。図2にひび割れ展開図を示す。なお、対策が完了するまでの期間はクラックセンサを取付けて進行性を監視した。

## (1) 桁側面に発生したひび割れ

平成25年に全断面修復工で腐食鉄筋の裏までコンクリートをはつり取り、鉄筋には塩分吸着系の防錆材を塗布したことから、既設躯体部に残留した塩化物イオンの拡散を考慮しても、鉄筋が約2年間で再腐食し、ひび割れが生じたとは考え難い。そこで、当時施工した全断面修復工に着目すると、施工面では、施工中の繰返し列車振動により、ひび割れが生じている箇所付近において断面修復材と既設躯体部の一体化が不十分となった可能性が考えられた。これにより施工後約2年間で徐々に施工境界部が破断し、これが拡大してひび割れとして顕在化したと思われる。なお、品質面では、施工後の打音検査では浮きはなく、強度試験（接着、曲げ、圧縮）の結果も適正であった。以上より、桁側面に発生したひび割れは全断面修復工施工中の列車振動への配慮不足による初期ひび割れが原因と推定した。

## (2) 桁下面に発生したひび割れ

桁下面に発生したヘアークラック

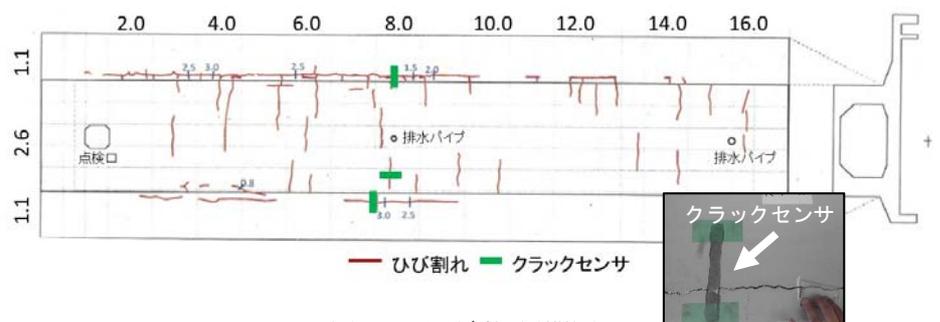


図2 ひび割れ展開図

キーワード：高架橋、コンクリート、ひび割れ対策、炭素繊維シート  
連絡先：〒453-0872 愛知県名古屋市中村区平池町四丁目1番地

は、全断面修復工から約1年経過後に再発している。全断面修復工では、施工期間中の断面耐力確保のため、範囲を分割して段階的に施工したことからその施工範囲を跨いで連続的に収縮ひび割れが発生したとは考えにくい。このことから、桁下面に発生したひび割れは、構造的な曲げが原因と推定した。なお、過去に実施したたわみ測定の結果から安全性に問題がないことを確認している。

#### 4. 対策工の検討及び施工

##### (1) 対策工の選定

対策工は、桁側面および桁下面ひび割れ部の一体化を図ることを目的としたひび割れ注入工と、コンクリートの保護を目的とした表面保護工を基本とした。桁側面のひび割れは、断面修復材と既設躯体部の境界面で生じており、ひび割れ注入圧によって不安定化する懸念があった。また、クラックセンサの監視結果よりひび割れに明らかな進行性はないが、ひび割れ注入時及びその後も作用する列車振動を考慮すべきと判断した。そこでひび割れ注入の補助工法を検討することとした。桁下面のひび割れについては、構造的な曲げにより表面保護工に塗膜割れが生じ、コンクリート保護効果が低下する可能性がある。これを踏まえ、ひび割れ追従性の高い表面保護工法を採用した。

##### (2) 桁側面のひび割れ注入に対する補助工法の検討

補助工法は定着力向上を目的に、図3のとおり桁側面のひび割れ部（断面修復材と既設躯体部の境界面）を跨ぐ橋軸直角方向へ断続的にシート貼付するものを採用した。使用材料は耐震補強等で実績がある、軽量で施工が容易な炭素繊維シートとした。なお、施工は列車間合いで実施し、炭素繊維シートの材料諸元は引張強度：3400N/mm<sup>2</sup>、目付量：200g/m<sup>2</sup>、厚み0.011mmである。

##### (3) ひび割れ注入工と表面保護工

注入材は、内在する塩化物イオンとマクロセル腐食を勘案して無機系材料とし、注入量は超音波測定によるひび割れ深さから決定した。炭素繊維シートによる拘束力により、注入圧に起因する不安定化を防止した上で、桁側面は低圧注入で施工し、桁下面は高圧注入で施工した。ひび割れ注入状況を図4に示す。ひび割れ注入完了後、弾性型ポリマーセメント系材料と弾性塗料の複合被膜で構成された、ひび割れ追従性の高い表面保護工を実施した。

以上の施工を平成29年11月に完了し、現在施工後約1年半経過したがひび割れ等は発生していない。施工完了後の状況は図5の通りである。

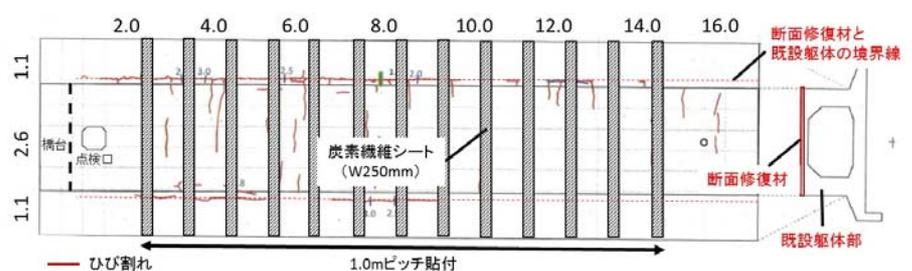


図3 炭素繊維シート貼付展開図



図4 ひび割れ注入状況



図5 全対策完了後の状況

#### 5. まとめ

RCボックス桁において、全断面修復時に作用した列車繰返し荷重によって生じたひび割れに対し、炭素繊維シートによる補助工法を用いたひび割れ注入工を実施した。今後は施工後の状態について定期的に検査を行い対策の有効性を検証していく所存である。

参考文献 1) 上西寿康ほか：コンクリート高架橋の変状診断と対策工、土木学会第68回年次学術講演概要集、2013年9月。