

高浜西運河橋りょうの変状と対策

東海旅客鉄道（株） 正会員 ○喜田 紗知子  
東海旅客鉄道（株） 正会員 海保 大樹  
東海旅客鉄道（株） 瀬戸 勝  
東海旅客鉄道（株） 正会員 畑中 達彦

1. はじめに

東海道新幹線の鋼橋は、保守管理箇所（保線所）が定期検査である「全般検査」を、鋼橋疲労に関する専門部署（新幹線構造物検査センター）が「鉄けた特別検査」を実施しており、適切な維持管理に努めている。今回紹介する「高浜西運河橋りょう（以下、高浜西運河 B とよぶ）」は、新幹線車両を大井車両基地に引込む大井回送線（低速区間）の運河上に架設された合成桁（ボックス断面）であり、電柱支持腕材が腹板に直接取り付けられた鋼橋である。本稿では、当橋りょうの電柱支持腕材の水平補剛材端腹板部における変状の原因究明、類似箇所を含めた応力等調査の実施、対策の要否の検討までの取組みについて紹介する。

2. 変状概要と対策

高浜西運河 B の全般検査（平成 20 年 1 月）において、桁内面に「塗膜割れ」が発見された。その部位は、2 連目・上り線の電柱支持腕材の水平補剛材端の腹板部（図-1）であり、磁粉探傷試験の結果 123mm の亀裂が確認された（写真-1）。なお、鉄けた特別検査時（平成 18 年）は塗膜割れや変状は発生していなかった。当該箇所の対応として桁外面の同箇所を緊急点検した結果、亀裂は腹板外面まで貫通していなかった。列車荷重を直接受ける部材ではないことから、列車運行には影響のないことが確認できた。

桁内面のみの亀裂であるため、亀裂先端及び水平補剛材の応力状態を確認するため応力測定を実施し、応力測定後に応急対策として亀裂先端にストップホールを施工した。その後、亀裂発生原因を究明し、恒久対策として、腹板の面外振動の制御という考えのもと「あて板補強」を実施した。

また、上記対応と並行しつつ、電柱支持腕材が直接取り付けられた桁（以下、類似箇所とよぶ）の有無について全線調査したところ、大井回送線のに 25 箇所存在することが判明した。類似箇所の塗膜を除去し、必要により磁粉探傷試験を行って確認した結果、高浜西運河 B の 3 連目・上り線に、2 連目と同様の部位で 64mm の亀裂が発見された（写真-2）。

3. 原因推定の考え方

亀裂発生箇所の構造的特徴として、①1m 通路側（電柱支持腕材が長い方）で発生②亀裂発生箇所の電柱にはステイ終端が引き留されている（昭和 47 年に設置、写真-3）③腹板高が低く、板厚が薄い（亀裂発生箇所の腹板高は 2.0m 以下、他は 2.1m 以上）の 3 点が挙げられる。これら共通項を念頭に調査計画を策定し、応力・振動測定と併せ亀裂発生点等を確認するための亀裂部破面詳細検査を実施することとした。なお、類似箇所の選定にあたっては上述した構造的特徴を勘案し、腹板高の高い「高浜西運河 B・1 連目」とステイが設置されていない「品川ふ頭第 1 架道橋（以下品川ふ頭第 1Bv とよぶ）・2 連目」の 2 箇所を選定した（表-1）。

4. 調査結果

(1) 応力測定結果

亀裂の進行性を確認するため、高浜西運河 B の 2・3 連目の亀裂先端に単軸ゲージを貼り付け、測定を実施した。通常、亀裂が進展する場合の先端応力は 100MPa 以上と高い値を示すことが多いが、2 連目の結果値は亀裂上端が 21.7MPa、下端が 19.2MPa

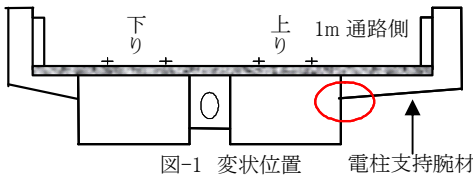


写真-1 2 連目亀裂

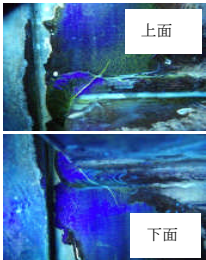


写真-2 3 連目亀裂

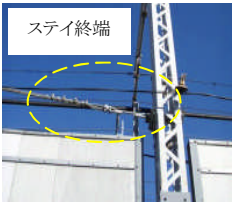
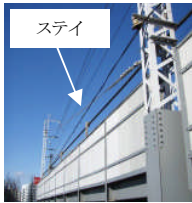


写真-3 ステイ終端

表-1 測定箇所

| 測定箇所       | 1      | 2      | 3      | 4        |
|------------|--------|--------|--------|----------|
| 橋梁名        | 高浜西運河B | 高浜西運河B | 高浜西運河B | 品川ふ頭第1Bv |
| 連          | 2連目    | 3連目    | 1連目    | 2連目      |
| 構造条件       |        |        |        |          |
| ①1m通路側     | ○      | ○      | ○      | ○        |
| ②ステイあり     | ○      | ○      | ○      | —        |
| ③腹板高2.0m以下 | ○      | ○      | —      | ○        |
| 亀裂あり       | ○      | ○      | —      | —        |

○:該当する —:該当しない

と小さく、亀裂が進行する可能性は低いと推測される。3 連目の結果値も亀裂上端が 11.6MPa、下端が 13.6MPa と小さく、亀裂は急激に進行しないと考えられる。

続いて、電柱支持腕材取付部の応力状態を把握するため、部材端を 3 軸ゲージにより測定した。変状箇所と類似箇所を比較するため、亀裂が発生した高浜西運河 B の 2・3 連目と、3 章で挙げた類似箇所 2 箇所測定した。高浜西運河 B・2 連目の局部応力を測定した結果、「電柱支持腕材の水平補剛材端の腹板」には最大主応力が最大時で 27.7MPa と、測定した点の中で最も大きな応力が発生していた。

同じく亀裂が発生した高浜西運河 B・3 連目は、同 2 連目で応力が最大となった「電柱支持腕材の水平補剛材端の腹板」を測定した結果、2 連目と同程度の応力が発生していた。類似箇所とした 2 橋りょうでも同箇所の主応力が最大となったが、亀裂発生箇所では約 25MPa 前後であったのに対し、類似箇所では約 15MPa と低い値であったことから、腹板高が低い桁の方が高い桁より大きな応力が発生していることが確認できた。

## (2) 振動測定結果

ステイが亀裂部にどのような影響を与えているかを確認するため、水平補剛材端・腹板および腹板中央に加速度計を設置し腹板振動を、また高浜西運河 B の各連に設置されている電柱支持腕材に速度計を設置し電柱振動を測定した。高浜西運河 B の電柱支持腕材と水平補剛材端・腹板の測定データを周波数分析し比較した結果、2 連目の振動は 105Hz 付近で卓越していることが確認できた(図-2)。1・3 連目も同様に電柱支持腕材と水平補剛材端・腹板の振動の周波数の卓越が一致しており、この結果からステイが設置されている箇所は電柱支持腕材の影響を受け、腹板の振動は電柱支持腕材とほぼ同じ周波数で卓越することが確認できた。

さらに、高浜西運河 B の応力波形を周波数分析した結果、腹板振動や電柱支持腕材の振動と同程度の周波数が卓越していることから、応力にも電柱支持腕材の振動が影響を与えていることが確認できた。

## (3) 亀裂部破面詳細検査

亀裂発生点を確認するため、水平補剛材を中心としたコアを採取し、破面詳細検査を実施した結果、亀裂破面の拡大写真に現れた傷(ストライエーション)から、亀裂は水平補剛材の下端から発生し、母材表面から内部に向かう「趾端亀裂」であり、応力が水平補剛材下端に集中していたことが確認できた(図-3)。

## 5. 類似箇所の対策の要否の見極め

実橋測定・亀裂部破面詳細調査より、①亀裂先端は応力が低く進展のおそれがないと考えられる②電柱にステイがあり腹板高が低い(亀裂発生)箇所は局部応力が高い③電柱支持腕材の振動は局部応力に影響を与えていると考えられる④亀裂は水平補剛材下端を起点とした趾端亀裂で応力集中による、という結果が得られた。つまり、亀裂発生の原因は、電柱支持腕材自体の振動に加え、ステイから伝播される振動による局部応力を長期に亘り受けたことによるものである。

以上のことから、今回の亀裂はステイがあり、腹板高の低い、「高浜西運河 B2・3 連目」に特化したものであり、類似箇所は局部応力が小さいため早急な対策は不要であることが分かった。

## 6. まとめ

高浜西運河 B・3 連目の亀裂(写真-2)にも、平成 21 年 3 月にストップホールとあて板補強を実施したことで、発見された 2 箇所の亀裂の対処が完了した。その状況を 2 連目の桁内面のあて板補強の対策の状況とともに写真-4 に示す。今後、亀裂発生箇所を検査着目点として保線所の全般検査に併せ監視を継続し、亀裂が発生した場合はストップホール・あて板補強による対処を実施していく。

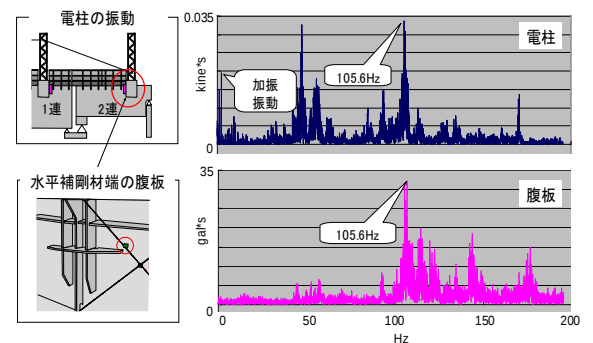


図-2 振動測定結果

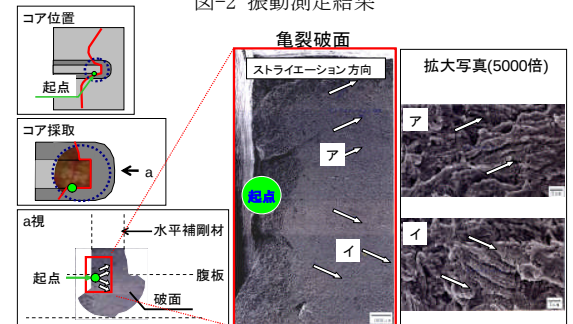


図-3 亀裂発生箇所



写真-4 対策後(左:2連目桁内面、右:3連目桁外面)

## 参考文献

- 1) 喜田紗知子：高浜西運河橋りょうの変状と対策 日本鉄道施設協会誌 2009.2