

三径間連続鋼箱桁内部に発生した亀裂に対する当て板修繕の有効性

東日本旅客鉄道株式会社 八王子土木技術センター 正会員 ○横井 太一
東日本旅客鉄道株式会社 八王子土木技術センター 非会員 小西 魁

1. はじめに

弊社の鋼鉄道橋は年数を経た構造物が多く、疲労亀裂が多数発生しており、効果的な補修・補強の実施が課題となっている。本研究では、3径間連続鋼箱桁の垂直補剛材スカラップ部で発生した亀裂に着目し、修繕効果を確認するための応力測定を実施した。

2. 橋りょうおよび変状の概要

本橋は1967年に製作された3径間連続鋼箱型上路桁で、軌道構造は橋マクラギ式、支間長116.0m(第1径間から35.0m, 46.0m, 35.0m)、活荷重KS-18、支承形式はBP支承である。2018年2月に実施した検査の際に多数の亀裂が確認された。亀裂はいずれも箱桁内部で発生し、図-1に示すように、垂直補剛材スカラップ部(5箇所)、縦リブ横リブ交差部(12箇所)、横リブ板継部(7箇所)などの計26箇所で、確認された¹⁾。3径間連続桁であるため、図-1に示すように

列車通過時の荷重に対して負曲げ区間と正曲げ区間が発生し、支点部(橋脚)周辺は負曲げ区間となる。そのため、図-2に示すように、負曲げ区間と正曲げ区間で橋りょう断面が異なる。垂直補剛材スカラップ部(以下、スカラップ部とする)の亀裂は、主に負曲げ区間で発生しており、図-3に示すように、スカラップ部の回し溶接部から腹板に向かって水平方向に亀裂が進展している。疲労亀裂発生の原因としては、①橋マクラギ式で上フランジの首振りの影響を受けやすい構造であること¹⁾、②垂直補剛材上端と上フランジはメタルタッチであるため、密着不良により首振りが大きくなったこと、が挙げられる。

3. 修繕方法

上述のように、亀裂発生の原因が上フランジの首振りによるものと考えられるため、図-4に示すように、当て板による首振り対策を実施した。

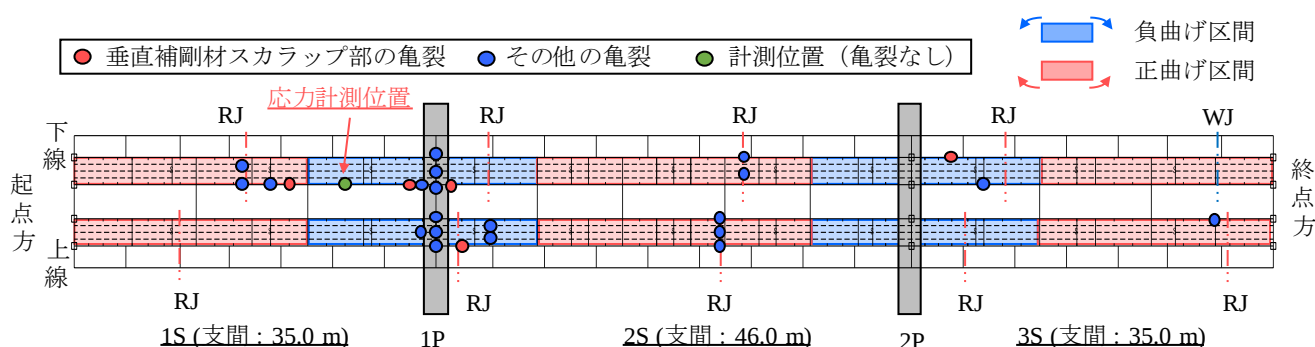


図-1 橋りょう概要図

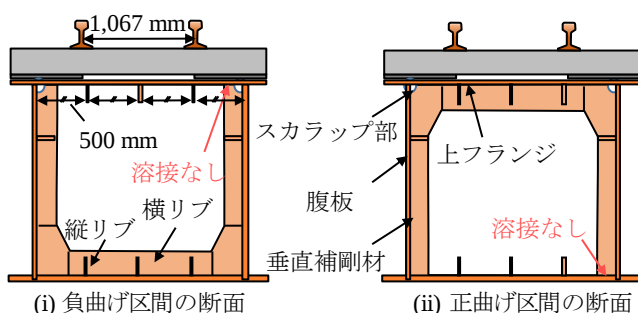


図-2 箱桁断面図

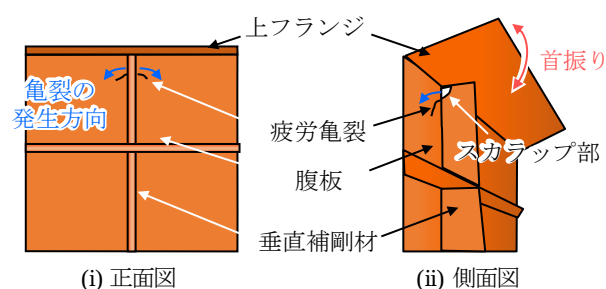


図-3 亀裂発生箇所および発生原因

キーワード 鋼鉄道橋, 箱桁, 連続桁, 疲労亀裂, 当て板修繕

連絡先 〒192-8502 東京都八王子市旭町 1-8 八王子総合事務所 7F TEL : 042-621-1291 E-mail : ta-yokoi@jreast.co.jp

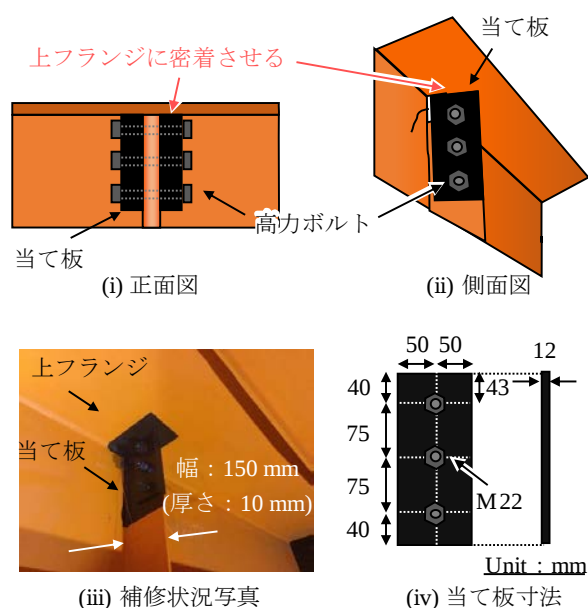


図-4 修繕方法概要図

当て板(W:100 mm, H:233 mm, D:12 mm)は、垂直補剛材(W:150 mm, D:10 mm)の両面にあて、上フランジに密着するように、高力ボルト(M22)で固定した。

4. 当て板修繕の有効性

当て板修繕の有効性を確認するため、図-1 に示す負曲げ区間において、当て板修繕前と修繕後で応力測定を実施した。上フランジと補剛材の密着不良が発生しやすいのは負曲げ区間であること、さらに亀裂が発生した箇所周辺では応力が解放されており、修繕による応力低減効果を適切に評価することが困難であること、から負曲げ区間で疲労亀裂が発生していない当該箇所を計測箇所とした。

図-5 に計測位置および計測状況を示す。上述のように、上フランジの首振りによってスカラップ部の回し溶接部から水平方向に亀裂が進展することが予想される。そのため、スカラップ部近傍の腹板に鉛直方向に発生する応力をひずみゲージによって測定した。計測間隔は 0.005 s である。応力測定の対象列車は、修繕前は特急列車(12 両編成, 列車速度 105.1 km/h), 修繕後は同形式の特急列車(9 両編成, 列車速度 97.3 km/h)である。列車速度は計測データの波形より算定した。また、車両長さは 1 両 20.0m(先頭, 最後尾は 21.0 m)であり、支間長は約 6 両程度に相当する。そのため、修繕前後で車両編成数は異なるが、桁全体に作用する荷重条件は修繕前後で大きな差は

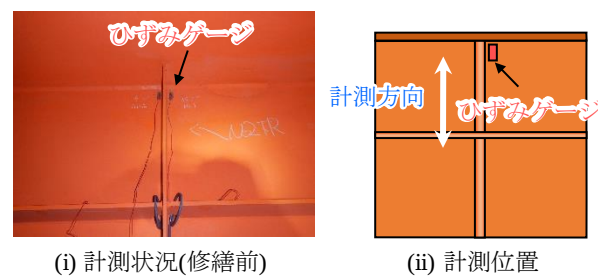


図-5 計測位置および計測状況

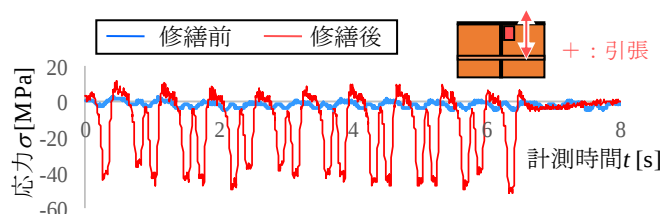


図-6 列車通過時に腹板に発生する応力

表-1 応力測定結果

	最大応力値 [MPa]	最小応力値 [MPa]	応力幅[MPa]
修繕前	12.2 ($t = 0.21$ s)	-51.2 ($t = 6.345$ s)	63
修繕後	2.9 ($t = 0.39$ s)	-4.8 ($t = 6.18$ s)	7

ないと考えられる。

図-6 に修繕前と修繕後において列車通過時に腹板に発生した応力の時刻歴を示す。表-1 に応力の最大値, 最小値および応力幅を整理したもの示す。図-6 から、当て板修繕によって腹板に発生する応力が大きく低減されている。また、表-1 から応力幅において約 90 %程度低減されていることが分かった。

以上より、当て板修繕によって列車通過時における上フランジの首振りが抑制され、スカラップ部周辺の腹板に発生する疲労亀裂を抑制することができるといえる。

5. まとめ

本研究では、3 径間連続箱型上路桁の内部に発生した垂直補剛材スカラップ部の疲労亀裂に対する当て板修繕の有効性について検討した。当て板修繕によって疲労亀裂の原因であった上フランジの首振りが抑制され、疲労亀裂の発生を抑制する効果があることを確認した。

参考文献

- 1) 鉄道構造物の検査・修繕の手引き, 鉄道総合技術研究所, 共-29-32, 2017.