

3 径間連続上路鈑桁の主桁腹板に生じた亀裂について

JR 東日本 正会員 ○石川 智博
 JR 東日本 正会員 高見 満
 JR 東日本 正会員 大島 博之

1. はじめに

平成 29 年 1 月、随時検査にて、3 径間連続上路鈑桁の主桁腹板に亀裂を確認した。き裂が進展すると腹板を破断させ主桁の耐荷力を急激に低下させる恐れがあるため、同日に応急対策を実施した。その後、当該橋りょうの実応力測定を行い、変状原因について考察した後、同年 3 月に当板補強による恒久対策を実施した。

本稿では、当該橋りょうで発生したき裂の原因の考察および対策工について報告する。

2. 橋りょう諸元

図-1 に示す通り、当該橋りょうは、経年 28 年の 3 径間連続上路鈑桁（全長：131.73m、支間：42.86m-44.20m-43.87m）であり、上下線別に架設されている。製作会社は上下線で異なり、軌道形式は鋼直結軌道、桁の断面形状は箱型となっている。主桁には、曲げモーメントが負または正負交番に作用する範囲において、下方に水平補剛材、フランジ付の横リブを有するダイヤフラムが設置されている。ここで、起点方側径間の水平補剛材端部（支間中央付近）では、垂直補剛材位置でフランジ付の横リブが左右の主桁腹板に溶接されている（以下、「当該部分」と記す。）（写真-1）。

3. 変状概要

上下線それぞれの桁の当該部分において、図-2 の通り垂直方向のき裂を確認した。き裂は、横リブのフランジを主桁腹板に溶接した面外ガセット継手のすみ肉溶接の止端から発生しており、下り線桁の当該部分では左側主桁で、上り線では左右の主桁で確認された。ここで上り線左側主桁の亀裂は外側へ貫通していた。なお、主桁が添接板で接続されている部分（以下、「類似部分」と記す。）において、水平補剛材は不連続となり、これらも面外ガセット継手の形状となるが、き裂は発生していなかった（写真-2）。

当該部分のき裂は、疲労等級の低い溶接継手「すみ肉溶接を用いた面外ガセット継手」（疲労限公称応力 32MPa）を用いたこと、曲げモーメントの正負交番の変動応力が大きいこと、鋼直結軌道と近隣のレール継目により列車通過時の衝撃が大きいことによる疲労が原因と想定し、それらを検証し対策工を進めることとした。

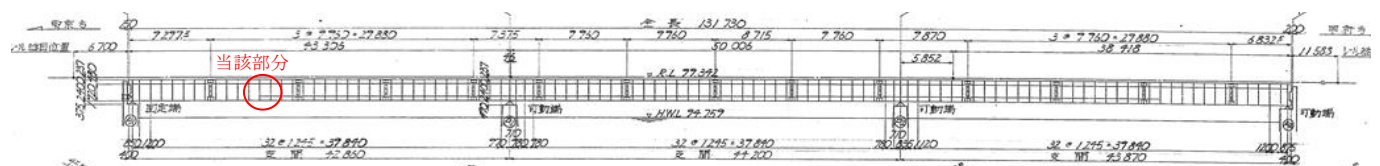


図-1 当該橋りょう 一般図

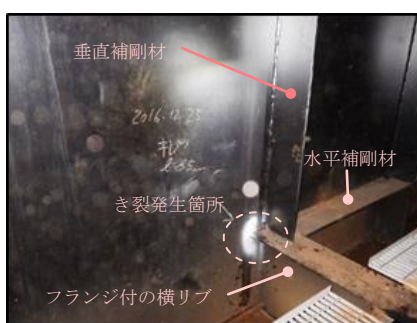


写真-1 当該部分

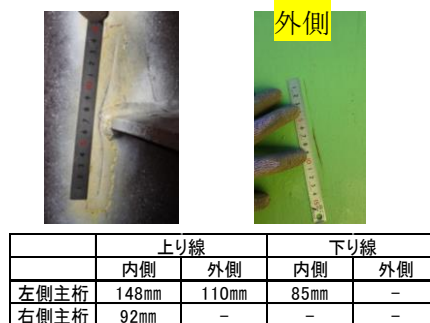


図-2 当該部分のき裂発生状況



写真-2 類似部分

キーワード 上路プレートガーダー、水平補剛材、公称応力、疲労き裂、当板補強

連絡先 〒192-8502 東京都八王子市旭町 1 番 8 号 八王子土木技術センター TEL042-621-1291

4. 応急対策の実施

き裂を確認した当時は冬期で、また鋼直結軌道のため部材振動を生じやすいことより、き裂の急速な進展が大いに懸念されたため、同日にストップホール工法による応急対策を実施した。ここで、磁粉探傷により確認したき裂の先端に対してφ24.5mmの削孔、高力ボルト（M22）の締付けを実施している。

5. 恒久対策

5. 1 実応力測定と原因の考察

恒久対策は、当該部分に対して、当板補強より対策することを基本としていたが、類似部分の対策の必要性について検討する必要があった。そこで、き裂の発生していない当該部分（下り線）図-3に示す箇所で列車通過時に作用する実応力を測定した。応力は当該部分と類似部分にて、腹板に発生する局部応力と、上フランジ・下フランジに発生する公称応力を測定した。

測定の結果を図-4に示す。当該、類似部分ともにEH200貨物列車が通過した時の公称応力の範囲は30MPa程度であった。また、局部応力は当該部分で51MPa（内側）、18MPa（外側）、類似部分で26MPa（内側）であった。

類似部分の局部応力は、当該部分の1/2程度であった。これは、添接板の断面剛性が寄与して腹板の振動成分が抑えられたためだと考えられる。疲労損傷度は応力の3乗に比例することから、類似部分では、発生応力が1/2のため疲労寿命は8倍となる。当該部分のき裂が経年28年で発生していることから、類似部分のき裂の発生は224年後と想定される。そのため、類似部分の当板補強は不要と判断した。

なお、公称応力は、今回測定した下り線右側では、疲労限応力を超過していなかったため、き裂の発生には至らなかったと考えられる。しかし、設計時の条件で検算したところ56MPaとなり疲労限応力を超過しており、当該部分の局部応力は内外の差および振幅が大きく、主桁腹板の振動も作用し、下り線右側以外の3か所では疲労き裂が発生したと考えられる。

5. 2 当板補強

以上の結果を踏まえ、全4か所の当該部分に当板補強をおこない耐力向上を図った（写真-3）。ここで、当板は腹板の内外に設置し、可能な限りストップホール工法で削孔した孔を利用した。また、類似部分は耐力があるものの将来的にき裂の発生する恐れがあるため、定期検査等の着眼点として橋りょうカルテに明記し、継続監視していくこととした。

6. まとめ

本稿では、3径間連続上路鈑桁の腹板に生じた亀裂について報告した。本事象に鑑み、他の同種構造の橋りょうに対しても検査し対策を進めている。土木構造物の経年の増加に伴い、まだ顕在化していない損傷が発生する恐れがある。損傷の兆候を未然に捉え予防保全を行いながら、鉄道の安全安定輸送に寄与したい所存である。

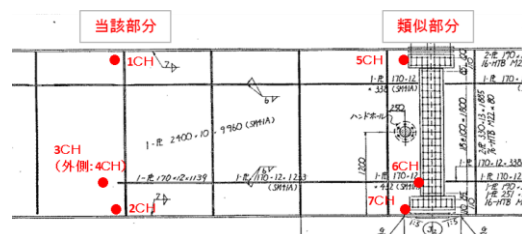


図-3 実応力測定位置

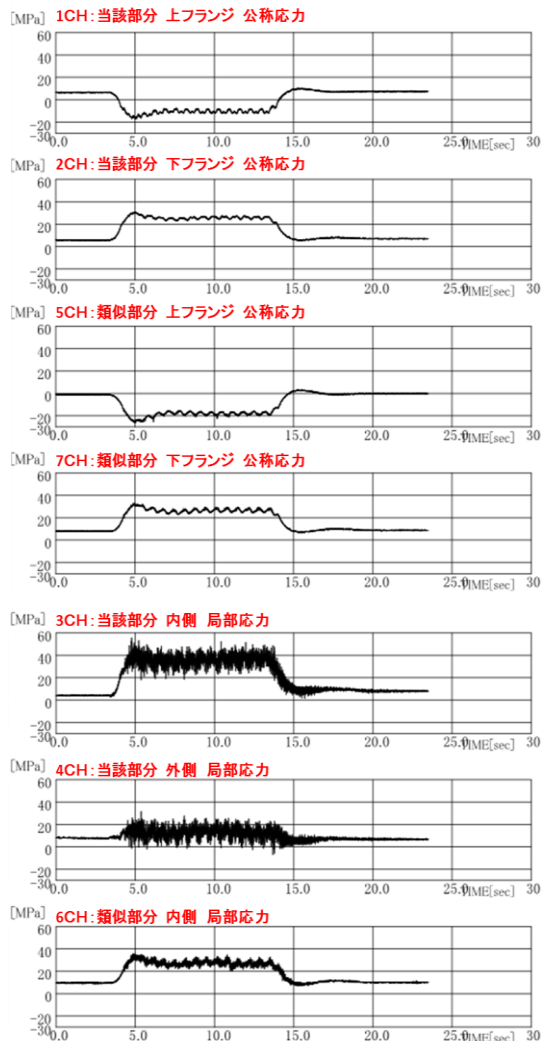


図-4 実応力測定結果



写真-3 当板補強（1層目塗布後）