

斜角を有する鋼鉄道橋箱桁の応力調査

西日本旅客鉄道(株)

正会員 ○幸田 真也

正会員 坂田 鷹起

1. はじめに

当社管内の鋼箱桁内部において、図-1 に示す垂直水平補剛材交差部及び縦リブ横リブ交差部に疲労き裂が発見されている¹⁾²⁾。そこで、疲労き裂が発見された鋼箱桁と同形式の橋梁を対象に、箱桁内部の垂直水平補剛材交差部及び縦リブ横リブ交差部に着目した応力測定を行い、今後のき裂発生に関する評価を行った。

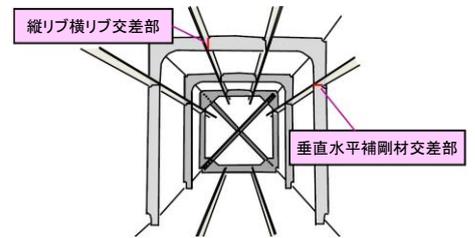


図-1 箱桁内面の疲労き裂例

2. 橋梁概要

表-1 及び図-2 に概要を示す。箱桁内部の構造として、横リブ（板厚 9mm）が約 1.7m 間隔で配置されており、横リブと同じ高さの縦リブ（板厚 12mm）が配置されている。また、横リブについてはフランジが無く、当社管内で同形式の箱桁は建設年代が最も古いもので 1963 年に製作され、1976 年を最後に現在まで製作されていない。

表-1 橋梁概要

橋梁種別	鋼箱桁斜橋（直線・橋まくらぎ方式）
支間	41.0m（上下線各6連）
経年	52年（1967年架設）
斜角度	52度

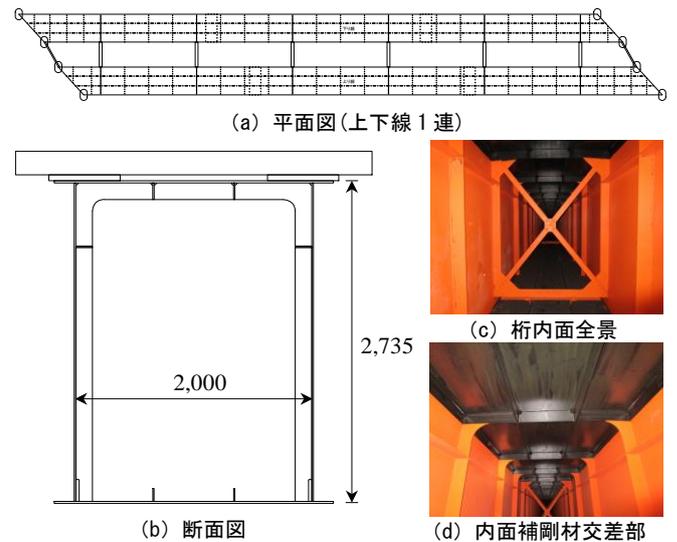


図-2 構造概要

3. 実橋計測

3.1 たわみ測定

斜角桁の場合、列車が通過する際には左右主桁でたわみ差が生じる。本橋梁において、同一列車通過時の箱桁左右の最大たわみを測定し、たわみ差がどの程度生じているかを調査した。測定箇所は図-3 に示すとおり、下フランジ左右端部を 6 断面測定した。

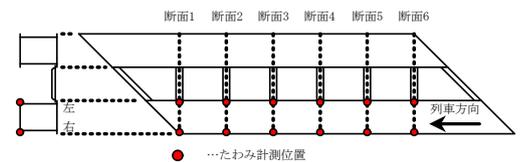


図-3 たわみ測定位置（平面）

3.2 応力測定

実橋の列車通過時における発生応力を測定し、累積疲労損傷度により疲労余寿命を算出した。断面内の測定位置は図-4 及び図-5 に示すとおり、垂直水平補剛材交差部端部の左右（測点①・④）、縦リブ横リブ交差部下端の左右（測点②・③）の 4 箇所である。橋軸方向における測定断面は図-6 に示すとおり、支間中央の一般部、レール継目部、支承部の 3 断面である。

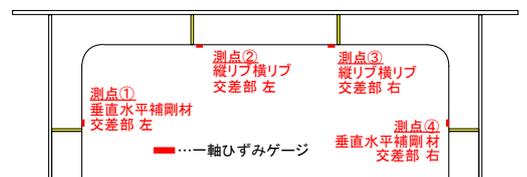


図-4 応力測定位置（断面）

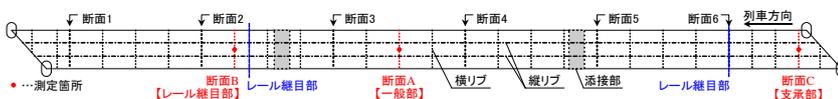


図-6 応力測定の断面位置（平面）

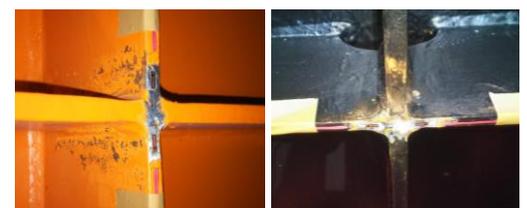


図-5 測定位置全景

キーワード：疲労き裂、鋼箱桁、斜角桁、縦リブ、横リブ

連絡先：〒620-8504 京都府福知山市駅前町 415 番地 西日本旅客鉄道(株) 福知山支社 福知山土木技術センター Tel; 0773-23-8670

4. 計測結果及び考察

4.1 たわみ測定結果と考察

図-7 に同一列車における測定断面ごとの最大たわみを示す。同図より左右主桁のたわみ差は-0.5~1mm 程度である。たわみ差の正負が橋軸方向に正負交番していることから、桁が列車の通過に合わせてねじれるように挙動していることが分かる。

4.2 応力測定結果と考察

図-8 に垂直水平補剛材交差部、縦リブ横リブ交差部の測定結果を示す。同図の測定列車の車両数は 4 両である。垂直水平補剛材交差部は圧縮側、縦リブ横リブ交差部は引張側の発生応力であるため、列車通過時に橋まくらぎが押され、上フランジが下方へ湾曲変形していると推定される¹⁾。図-9 に最大応力範囲と疲労余寿命を示す。なお、ここでは疲労等級は E 等級と仮定し、電車・内燃動車荷重による変動振幅応力の打ち切り限界を用い評価した。

垂直水平補剛材交差部について、一般部とレール継目部の比較を図-9 (a) に示す。列車の衝撃荷重が最も大きくなる部位とされる継目部は、一般部と比較して 2 倍程度の応力が作用している。図-9 (b) には一般部と支承部の比較を示す。支承部における発生応力は、一般部と同様に打ち切り限界以下であった。

縦リブ横リブ交差部について、実橋では疲労き裂は生じていなかったが、疲労評価の結果から今後き裂が発生する可能性は高いと判断できる。特に図-9 (a) に示すレール継目部では、衝撃荷重の影響により、一般部と比較し最大で約 1.8 倍応力範囲が大きい。また、図-9 (b) に示す支承部では、左右主桁たわみ差によるねじれ挙動の影響で、測点②と③で最大応力範囲は約 2.1 倍と顕著な差が確認できる。なお、鈍角支承部側となる縦リブ横リブ交差部左において、早期に疲労き裂発生のおそれがある。

5. まとめ

斜角を有する鋼箱桁における実橋計測の結果を以下に示す。

①レール継目部では衝撃荷重に起因し、一般部及び支承部と比較して発生応力が大きく、垂直水平補剛材交差部、縦リブ横リブ交差部で打ち切り限界以上となり疲労き裂発生が懸念される。

②支承部付近では左右主桁たわみ差から生じるねじれ挙動により、鈍角支承部側の縦リブ横リブ交差部において発生応力が一般部より大きくなる。

今後は、主に継目部や支承部付近のような縦リブ横リブ交差部の発生応力が大きくなる箇所を検査の着眼点とし、き裂発生時には適切な補修を実施するとともに、き裂が多発するような場合が認められれば、必要に応じて予防保全対策についても検討したい。

【参考文献】

- 1) 池頭賢、丹羽雄一郎、竹内傑、松本健太郎、七村和明：鋼箱桁内部の変状調査と効果的な対策工法の検討、土木学会第 73 回年次学術講演会、2018.8、I-434、pp.867
- 2) 大久保成将、池上達也、池頭賢、石川敏之：鋼鉄道橋りょうにおける ICR 処理の適用に関する一考察、土木学会第 73 回年次学術講演会、2018.8、I-442、pp.883

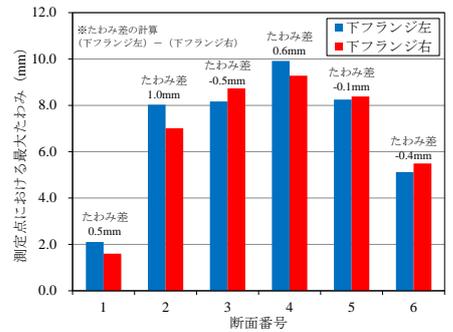
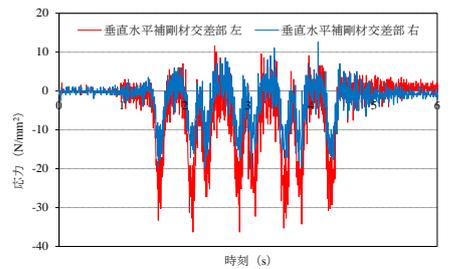
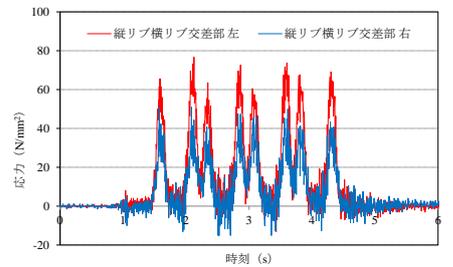


図-7 各断面の最大たわみ

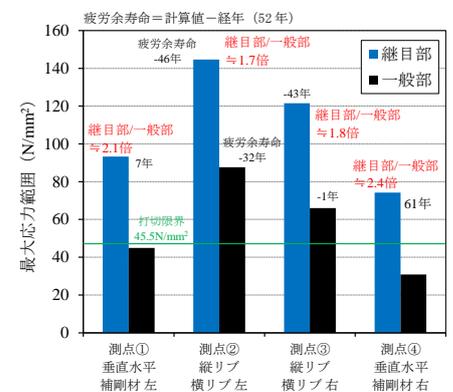


(a) 垂直水平補剛材交差部 (一般部)

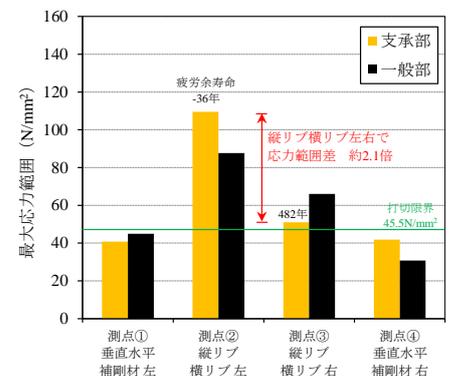


(b) 縦リブ横リブ交差部 (一般部)

図-8 補剛材交差部の測定波形



(a) 一般部と継目部の比較



(b) 一般部と支承部の比較

図-9 最大応力範囲と疲労余寿命