

鋼鉄道橋における横振れによる影響の検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○水島 健太郎 東日本旅客鉄道(株) 志賀 学
 (株)BMC 正会員 小芝 明弘 (株)BMC 正会員 石井 秀和
 (財)鉄道総研 正会員 池田 学

1. はじめに

現在、保守管理している曲弦下路トラス形式の鉄道橋において横振れが発生している。現時点では軌道の保守および列車の走行安定性に対して問題がないことが確認されている。しかしながら、橋りょうの維持管理を考えた場合、横振れによる部材および桁本体への影響について把握する必要がある。

そこで、横振れに起因する変状と、将来的に変状が発生する可能性について、目視検査および実橋測定を実施し、健全度評価を行ったうえで、今後の維持管理について検討した。なお、横振れの桁本体への影響度は、横振れが大きく影響すると考えられる着目箇所に応力について疲労照査を行うことにより確認した。

2. 検討方法

2. 1 目視検査

表-1 に当橋の諸元を示す。目視検査の重点着目箇所は、横振れによって損傷が発生すると想定される、支点部、縦桁と横桁の連結部、横桁と主構の連結部、橋門構、主構ラテラル、支材および縦桁ラテラルとした。検査は、足場を設置し、現在発生している変状と列車通過時の挙動を近接目視によって確認した。

表-1 橋りょうの諸元

構造形式	曲弦下路トラス(リベット構造)
支間長	77.5m
主構中心間隔	5.0m
主構高	8.0~12.5m
桁重量	235.51t
架設年月	1940年7月

2. 2 応力測定

応力測定は、桁の横振れによる影響度を把握することを目的として、着目箇所にひずみゲージを貼付し列車通過時の応力挙動を動的に計測した。着目箇所は、横振れが特に影響すると考えられる縦桁と横桁の連結部、横桁と主構の連結部およびラテラルとした。ひずみゲージ貼付の一例を写真-1 に示す。

2. 3 疲労照査

部材への負荷の繰返し作用について、列車走行時の応力測定結果を基に疲労の検討を行った。疲労照査の条件については、当橋がリベット構造であり、また架設から60年以上が経過し一部に腐食が確認されていることから、継手等級をC継手(125MPa)とし、打ち切り限界は用いないこととした。

3. 検討結果

3. 1 目視検査の結果

表-2 に目視検査の結果を示す。横振れの影響によると考えられる変状は、縦桁とラテラルの連結部リベットおよびラテラルガセット取付リベットの弛みであった。縦桁とラテラルの連結部におけるリベットの弛みを写真-2 に示す。その他に、横振れの影響ではなく経年による損傷と思われる損傷として、沓座モルタルの破損、縦桁と横桁の連結部リベットの弛みが1箇所確認された。

列車通過時の挙動として、固定沓の沓座モルタル破損による沓



写真-1 ひずみゲージ貼付の一例

表-2 目視検査で確認した変状

沓座モルタルの破損	1箇所
縦桁とラテラルの連結部リベットの弛み	3箇所
縦桁と横桁連結部リベットの弛み	1箇所
ラテラルガセット取付リベットの弛み	1箇所
縦桁伸縮部のボルト弛み	2箇所

キーワード 鋼鉄道橋、横振れ、目視検査、応力測定、疲労照査

連絡先 〒330-9555 埼玉県さいたま市大宮区錦町 434-4 TEL 048-642-7406

の上下動、可動沓は横振れの影響で若干回転方向の動きが確認された。

目視検査から、変状の程度は軽微であり、桁の横振れが直接的に悪影響を及ぼしている変状は認められなかった。

3. 2 応力測定の結果

表-3 に着目箇所への応力測定結果を示す。図-1 に主構と端横桁の連結部における応力測定結果を示す。図より、横振れの影響が顕著に見られた主構と端横桁の連結部の発生応力度は最大 13.0MPa(引張応力)であった。

また、横振れの影響がみられ、最も列車走行時の応力が大きかった縦桁と横桁の連結部においては、発生応力度は最大 41.0MPa(圧縮応力)であった。測定波形を図-2 に示す。



写真-2 縦桁とラテラル連結部リベットの弛み

3. 3 疲労照査

応力波形を用いて、将来的にき裂等の変状が発生する可能性について疲労損傷度により検討した結果、横振れの影響が顕著に見られた主構と端横桁の連結部で1列車当りの疲労損傷度は 0.018×10^{-6} 、横振れの影響がみられ、最も列車走行時の応力度が大きかった縦桁と横桁の連結部においては、1列車当りの疲労損傷度は 0.082×10^{-6} となった。縦桁と横桁の連結部における応力測定波形の頻度解析結果を図-3 に示す。

疲労が及ぼす桁本体への影響については、実測応力から疲労損傷度を算定した結果、最も疲労損傷度が大きかった縦桁と横桁の連結部において継手の 200 万回強度に達する許容列車本数は 1,216 万本となった。これは、1日の列車本数を 160 本とした場合でも疲労き裂が発生するのは架設から約 200 年以上となる値であり、疲労が問題になることはないと考えられる。

4. 今後の維持管理について

(1) 早期に必要な補修

目視検査により確認された変状に対して、補修または改良を行う必要がある。早期に行うべき対策は、縦桁とラテラルの連結部における吊り構造の改良、破損している沓座モルタルの打替え、弛みが生じている縦桁と横桁の連結部リベットおよびラテラルガセット取付リベットの高力ボルトへの交換である。

(2) 検査時の重点箇所

2年に一度実施している全般検査において、支点部の沈下および可動不良、主構ラテラルおよび縦桁ラテラルのリベットの弛み、縦桁と横桁の連結部および横桁と主構の連結部リベットの弛みを重点的に検査する。また、当面は年に一度程度の頻度で横振れの変位測定を実施し、横振れ量および固有振動数の分析を行って経年変化を監視する。

(3) 長期的な対策

今後、上記(1)、(2)の結果により、桁の補強等の対策を具体的に検討していく必要がある。

表-3 応力測定結果および疲労損傷度（一部）

測定箇所	測定部位	測定値 (MPa)	疲労損傷度 ($\times 10^{-6}$)
主構・端横桁連結部	アングル材	13.0	0.018
縦桁・横桁連結部	アングル材	-41.0	0.082
200年以上となる疲労損傷度 (列車本数 160/日)			0.086

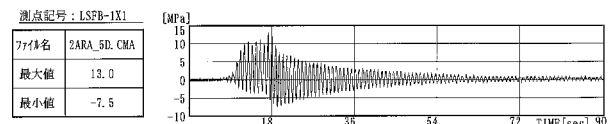


図-1 主構・端横桁連結部の応力測定波形

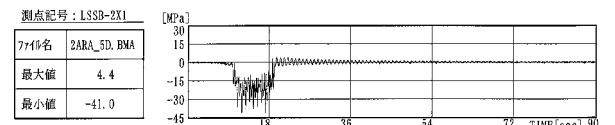


図-2 縦桁・横桁連結部の応力測定波形

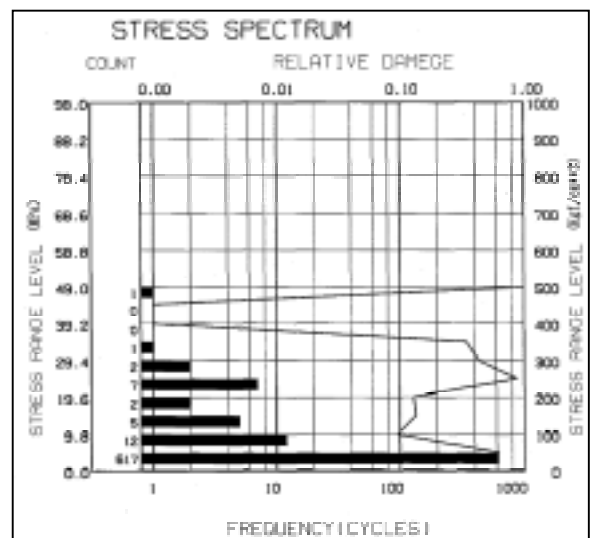


図-3 応力測定波形（図-2）の頻度解析結果