

共振が生じる鉄道橋(ボックスガーダー)の現況評価

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○佐藤 浩二, 植村 潤, 増田 勝三

1. はじめに

鉄道橋は道路橋等と比べ、活荷重により発生する応力度が大きく、繰り返し载荷による疲労の影響を受けやすい。

このため東海道新幹線では、ほぼ全数の実橋で応力測定を行い、主桁の腹板とフランジとの縦ビード等、主要な溶接継手の疲労評価を行ってきた。

一方、車両性能の向上によって通過する列車速度は大きく変遷しており、その影響を受け、近年、一部橋梁では桁の共振が生じるようになった。

そこで、本研究では共振時の発生応力と非共振時の発生応力を実橋で測定し、共振の影響を検討するとともに、主要な溶接継手に対して疲労の再評価を行った。

2. 橋梁の概要

共振が確認された橋梁の概要を図-1 に示す。

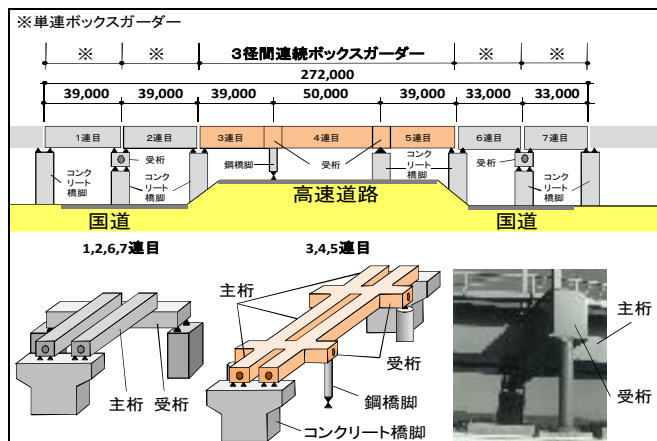


図-1 橋梁の概要

当該橋梁は3～5連目が、3径間連続ボックスガーダーであり、主桁と受桁が同一平面で一体化された構造である。これ以外の桁は全て単連のボックスガーダーである。

なお、支間が同じ1連目と2連目、3連目と5連目、6連目と7連目がそれぞれ同じ構造である。

3. 共振桁の特定

共振桁を特定するため、4、5、6連目(上り線)に対して、支間中央部の図-2のAに示す位置でそれぞれ応力測定を行った(図-3)。

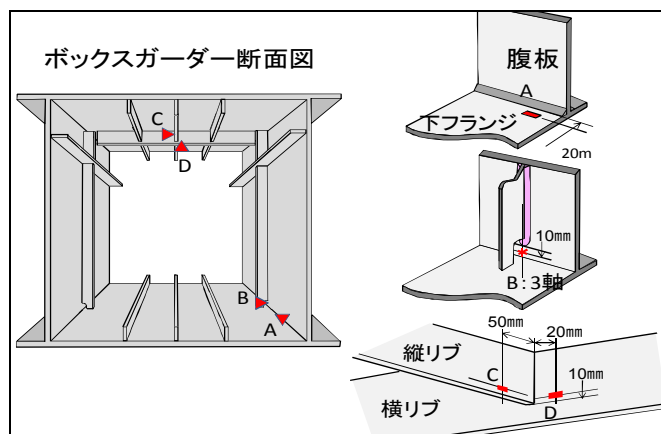


図-2 応力測定箇所

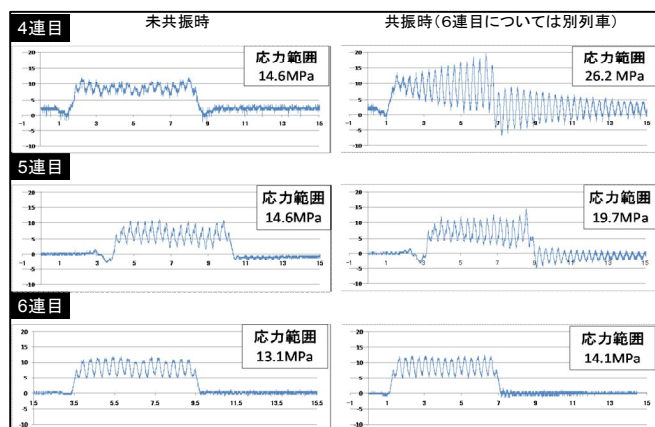


図-3 測点Aの応力測定結果

測定結果より、4連目、5連目において列車通過後、自由振動が長時間にわたって継続する状態が確認できた。なお、6連目については、同様な波形は確認できなかった。この結果より、4連目が特に共振の影響を大きく受けることがわかった。

4. 支間中央の下フランジ公称応力に与える影響

前項で特定された共振の影響を大きく受ける4連目について、同測定位置で長時間測定を行った。この際、発生した応力範囲のヒストグラムを図-4に示す。

キーワード：東海道新幹線，ボックスガーダー橋，共振，応力測定

〒533-0031 大阪府大阪市東淀川区西淡路 1-2-56 東海旅客鉄道株式会社大阪新幹線構造物検査センター tel.06-6307-0512

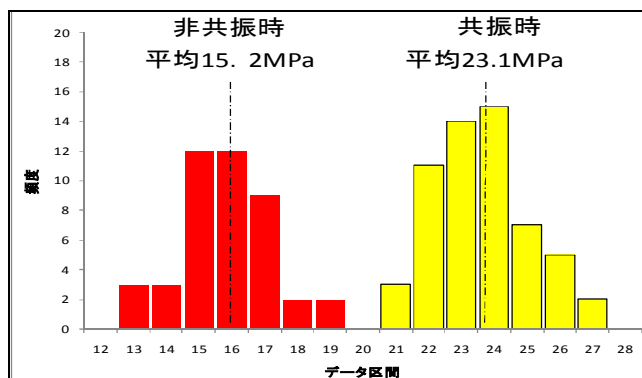


図-4 測点 A の長時間応力測定結果のヒストグラム

図-4 の結果より、非共振時と共振時で、データの分布が大きく二分されることが分かる。

なお、非共振時と共振時の応力範囲の平均値で比べると、共振時は非共振時の約 1.5 倍の応力が発生することが分かる。

今回、長時間の応力測定でも最大値 26.7MPa の応力範囲を確認している。発生応力そのものが小さいことから、主桁の腹板とフランジとの縦ビード D 等級(縦方向溶接継手:すみ肉溶接継手をもつ母材)¹⁾及び、下フランジに溶接された面内ガセット F 等級(フィレットを有するガセットを開先溶接した継手 $1/10 \leq r/d < 1/5$)¹⁾に対して疲労限以下に収まることが確認でき、主要な溶接継手の疲労強度に対しては安全であることを確認した。

5. 補剛材下端溶接部の評価

当該橋梁では、従来より補剛材下端溶接部(図-2 の B)と、縦リブ横リブの交点(図-2 の C, D)で変状が確認されている。これらの変状は進展した場合、母材に至る可能性が高いため、応力測定を行った。

図-5 に図-2 の B で測定した結果を示す。

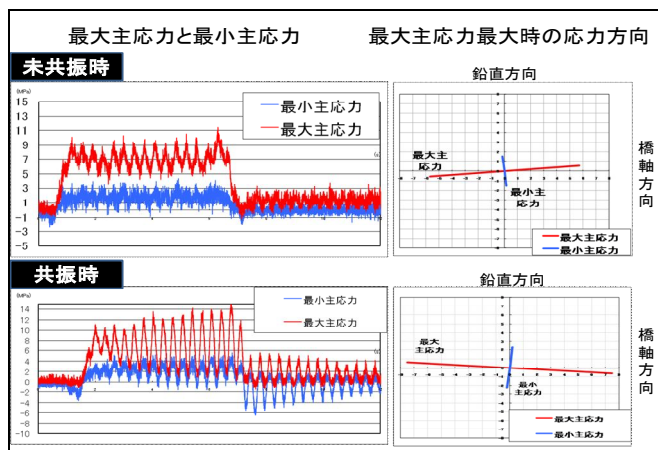


図-5 測点 B の最大・最小主応力と応力方向

最大主応力の最大値は非共振時で 11.4MPa、共振時で 15.0MPa と、共振時の応力が大きくなることが確認できる。なお、応力方向は、全ての波形のピークで橋軸方向を示しており、従来より指摘されている、腹板の面外曲げによる局部応力(鉛直方向)が大きくなる傾向は見られなかった。

これらの結果より、当該橋梁の補剛材下端部では、腹板の公称応力は共振の影響を受けるがその値は小さく継手強度に対して安全であることを確認した。

また、面外曲げに特異な影響を与えるものではないことが確認できた。

6. 縦リブ横リブ交点の評価

図-6 に図-2 の C 及び D で測定した結果を示す。

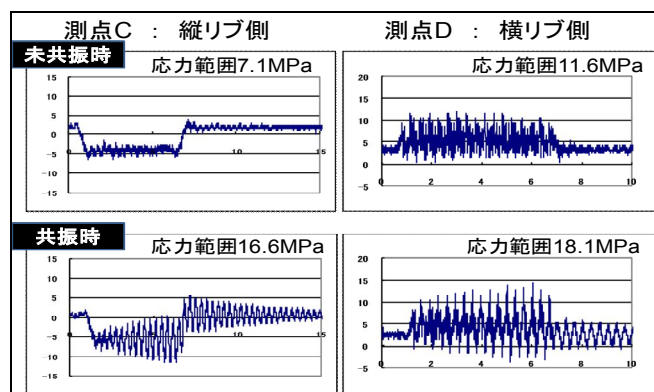


図-6 測点 C、D の応力測定結果

縦リブ側の測点 C 及び横リブ側の測点 D のいずれにおいても、共振時に応力範囲が大きくなることが確認でき、共振の影響を受けていることが分かる。

しかし、共振時の応力範囲は小さく、F 等級(十字溶接継手荷重非伝達型:止端破壊非仕上げ)¹⁾及び G 等級(十字溶接継手荷重伝達型:ルート破壊)¹⁾に対して疲労限を超えないことを確認した。

7. まとめ

当該橋梁では、共振時に下フランジと腹板の縦ビード及び、補剛材下端溶接部、縦リブと横リブの交点において応力が大きくなることが確認できたが、その値は、いずれも継手の疲労強度に対して小さく、安全であることを確認した。

参考文献：

- 1)[社]日本鋼構造協会 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 1993