

鋼板桁での連続応力測定結果について

東海旅客鉄道(株) 正会員 ○齋藤 拓也
東海旅客鉄道(株) 喜田紗知子

1. はじめに

東海道新幹線では約8年周期で鉄けたの細部まで検査を行う「鉄けた特別検査」を実施しており、変状を早期に発見し対処できる体制となっている。また必要により疲労損傷を把握するための応力測定を実施している。

応力測定の結果は、列車速度や車両種別等の影響により変動することから、東海道新幹線ではこれまで変動係数1.3を乗じて最大応力振幅を推定してきた。

この変動係数は過去の測定結果から決定された係数で、現在の軌道状態、高性能車両の下では、列車毎の変動は少なくなっていると考えられる。安全側として現在も変動係数1.3を用いているが、本稿では現在の車両種別でどの程度の応力変動が発生するか、24時間連続測定を実施し検証することとした。

2. 測定概要

測定対象としたのは、全列車がほぼ最高速度で走行している直線区間(ランカーブ上 268km/h)にある橋りょう(上路プレートガーダー)とした(写真-1)。単純径間、無道床で支間長25mの2主桁橋りょうで上下線連結工有する構造である。測定方法は防水型単軸ひずみゲージを上り線の主桁中央下フランジ(腹板から20mm、添接板から20mmの離れ)に貼付け(図-1)、記録は動ひずみ計NR-600(写真-2)を使用した。動ひずみ計を上下線間に設置し、24時間連続測定できる機器構成となるようバッテリーにより電源を供給するシステムとした。また、機器全体を防水用ビニールで覆い、列車風を考慮した飛散防止も行った。測定は時刻及びひずみゲージのデータを連続記録することとし、サンプリングは200Hzとし、列車通過時間を10秒以内と想定してサンプル数を2000に設定した。なお、反対線通過時の応力と当該線通過時の応力の分類は、事前に測定した反対線通過時の応力以下を閾値とし、これ以下の値を不採用とする方法によった。

キーワード 応力測定、動ひずみ、列車荷重、連続測定

連絡先 〒222-0026 横浜市港北区篠原町 3219-1 東海旅客鉄道(株) 東京新幹線構造物検査センター TEL045-474-0167

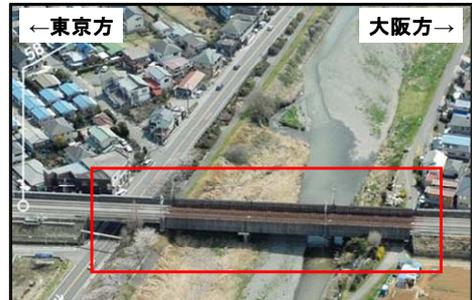


写真-1 測定橋りょう



写真-2 使用機器 (NR-600)

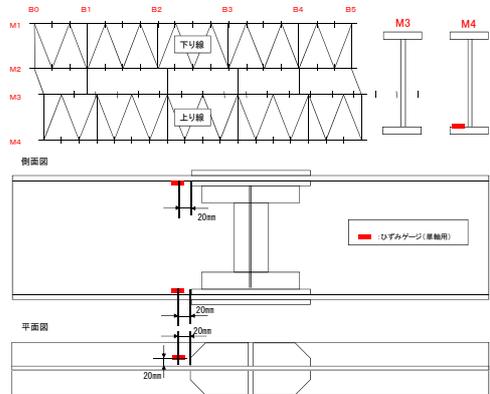


図-1 単軸ひずみゲージ設置位置

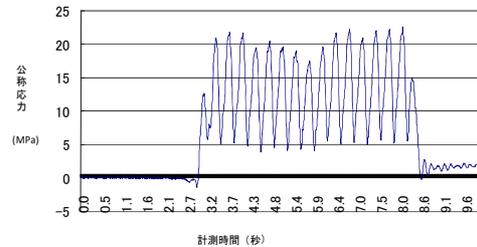


図-2 応力測定結果(700系)

3. 測定結果

測定の結果、24 時間で 122 本の記録が得られた。代表的な応力測定結果（時刻歴波形）を図-2 に示す。なお、取得された全波形はいずれも同様の波形を示した。また、単純径間スパン中央における列車荷重（700 系車両の軸重と軸間距離を模擬）による影響線を図-3 に示す。図-2、図-3 から測定波形と影響線はよく一致しており、列車荷重以外の影響は少ないといえる。

全データの最大応力範囲を図-4 に示す。最小値は 20.5MPa、最大値は 25.2MPa で、両者の差は最大 23%（=（最大値－最小値）／最小値）であり、車両別では 300 系車両のばらつきが大きいことが分かった。なお最大応力範囲の頻度分布を図-5 に示すが、標準偏差は 0.92MPa であった。

次に通常の実橋測定では 5 列車以上の連続測定を行い、その中の最大値を採用する。そのため、連続 5 列車分の最大値によりデータ分析を行った（図-6）。図-6 より連続 5 列車の最小値は 22.7MPa、最大値は 25.2MPa となり、両者の差は 11% となった。

4. 考察

列車速度で整理したグラフを図-7 に示す。図-7 から列車速度と最大応力範囲の相関を見ると 700 系・N700 系では速度と最大応力範囲に相関は認められない。300 系車両ではばらつきが大きいものの速度が速い列車の一部で最大応力範囲が大きい様子が分かる。

5. 今後の予定

今回の測定で列車による応力のばらつきが明らかになったので、今後は当該線列車と反対線列車が同時に載荷する場合の発生応力について検討していきたい。そのため、列車ダイヤ等により上下線の同時載荷が恒常的に発生する橋りょうにおいて測定を実施する予定である。

6. まとめ

単純径間のスパン中央で 24 時間連続測定を実施した。1 列車の応力範囲では最大値 25.2MPa、最小値 20.5MPa と 23% の差があったが、任意の連続 5 列車測定の最大値を採用した場合、最大値 25.2MPa、最小値 22.7MPa と 11% の差となり、変動係数 1.3 より安全側であることが確認された。また、今回測定した箇所、速度域では列車速度と発生応力に明確な相関は認められなかった。以上より、連続 5 列車程度を測定すれば、桁の最大発生応力が推定できるものとする。今回は 24 時間連続測定であるが、今後は、測定データ数を増やし、現状に合わせた変動係数を算出していきたい。



図-3 影響線波形

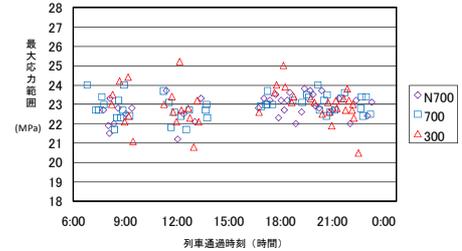


図-4 載荷時刻と最大応力範囲

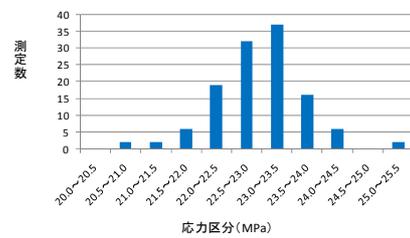


図-5 最大応力範囲の頻度分布

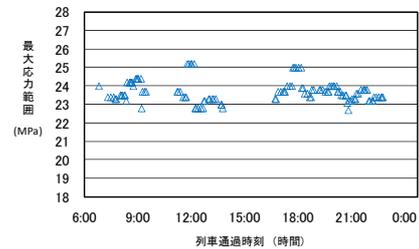


図-6 連続 5 列車の最大応力範囲

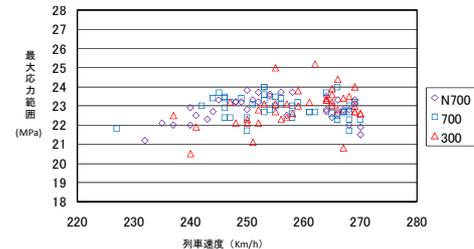


図-7 列車速度と最大振幅波形