

# I-A 423

## 東海道新幹線の鋼橋主部材における発生応力のばらつき評価と疲労健全度評価への活用について

東海旅客鉄道(株) 正会員 佐藤武紀  
同 上 正会員 内藤 繁  
同 上 正会員 瀬戸 勝

### 1. はじめに

東海道新幹線の約1500連の鋼橋の維持管理では特に疲労劣化対策に重点を置いており、過去からの疲労の蓄積状況や将来的な変状発生の可能性を早急に把握することが重要課題となっている。そのためには評価に直接使用するデータ以外にも、調査内容の最適化を行ったり過去未来を推定するためのバックデータが必要となり、モニタリング調査等によりさまざまなデータの収集・分析を行っている。

本研究では、下路トラス橋の各縦桁間における発生応力のばらつきについて調査検討し、疲労健全度評価への活用を行っている例を報告する。

### 2. 下路トラスの縦桁の発生応力のばらつき

東海道新幹線の開床式下路トラス橋は標準設計を採用し、一部の例外を除いて支間長60m、横桁間隔10mの複線桁であり、3径間連続あるいは単径間橋梁として使用されている。図1に一般図を示す。主部材のうち列車を直接支える縦桁は影響線長が10mと短く、縦方向溶接継手や面内ガセット溶接継手、枕木受け溶接継手等疲労を考える上で重要な継手を有していること等から、最も疲労による性能劣化が懸念される。そこで、全線のトラス橋の縦桁における平均的な発生応力や最大値を推定するため、いくつかの橋梁中の全縦桁において支間中央下フランジ公称応力を測定し、各縦桁間および各橋梁間における発生応力のばらつきについて検討を行った。

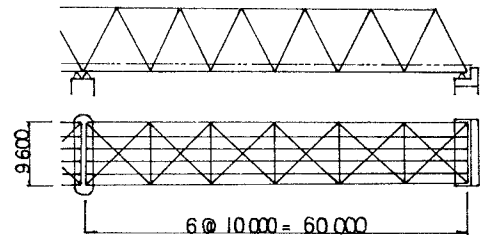


図1 下路トラス一般図

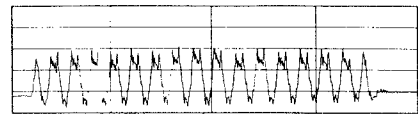


図2 応力波形

#### 2.1 測定方法

測定橋梁は計6連（径間）で、上り線と下り線とを分けて考えた。片線あたり12本（ただし、うち2連は14本）の縦桁の載荷条件を同じにするため、個々の橋梁では同列車同時測定とし、測定列車本数は0・100系車両列車（ひかり、こだま型）を7～8本程度、300系車両列車（のぞみ型）を2～3本程度とした。測定はウェブ直下の下フランジ下面において橋軸方向に単軸ひずみゲージを貼り付け、BMCシステム（(株)BMC製）を用いた。図2に応力波形例を示す。

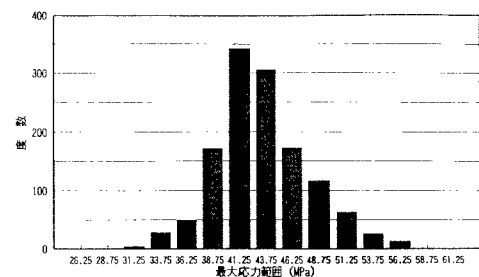


図3 測定応力頻度分布（最大応力範囲）

#### 2.2 検討結果

測定結果は基本的に応力範囲で整理した。図3に調査橋梁の全縦桁における測定応力頻度分布（300系データを除く）、図4に各調査橋梁における各縦桁の応力のばらつきの範囲を示す。各橋梁間の発生応力は測定日時が異なるため直接的な比較はできないが、全線においても橋梁間のばらつきはほぼ正規分布で近似できると推定される。各縦桁間の発生応力のばらつきは平均値に対し±20%以内に収まっており、最大値側で

は15%程度である。また、縦桁の位置の違いによる発生応力の大きさは、個々の橋梁中では大きさの順位に列車ごとのばらつきはほとんど見られないが、各橋梁間では共通点は特に認められなかった。以上の結果から、サンプリングデータから疲労健全度評価に必要な最大応力範囲等をどの橋梁についても高い精度で推定することが可能であることがわかった。

### 3. 疲労健全度評価への活用

東海道新幹線の鋼橋において採用している健全度評価手法<sup>1)</sup>によると、ある継手について対象橋梁における全縦桁で発生しうる最大応力範囲の値 $\Delta\sigma_{max}$ が疲労限より小さければ、その橋梁の縦桁では対象とした継手からの疲労損傷発生の心配はないといえる。そこで、任意の数本の縦桁で測定したデータから $\Delta\sigma_{max}$ を推定することを考える。

縦桁全本数を $n$ 本、任意に抽出する縦桁を $m$ 本とし $m$ 本分の最大応力範囲の平均値を $\Delta\sigma_{smax}$ とした場合 $\Delta\sigma_{max}$ との比を $\beta$ とすると、次のように表せる。

$$\Delta\sigma_{max} = \Delta\sigma_{smax} \cdot \beta$$

$\beta$ が最も大きくなるのは発生応力の小さい方から $m$ 番目までの縦桁を選んだ場合となる。ばらつきの実測調査結果から全線における下路トラス橋の縦桁に適用する $\beta$ を算出した結果を表1に示す。表1では任意に抽出する本数を必要最小限と考えられる3本としており、各橋梁ごとに算出した $\beta$ の分布が正規分布で近似できることを確認している。全トラス橋に適用する $\beta$ は非超過確率97.7%の値としたが、測定時に各橋梁で発生応力の小さい方から3番目までの縦桁を抽出する確率は $1/12 \cdot C_3 = 1/220$ にすぎないため、かなり安全側の値とも考えられる。

### 4. おわりに

下路トラス橋の各縦桁間のばらつきについて調査検討を行った結果、サンプリングデータから個々の橋梁の縦桁で発生する最大値等を推定できることがわかり健全度評価にも活用されている。しかし、過去からの疲労の累積や将来予測をする場合、 $\Delta\sigma_{max}$ の推定にはさらに活荷重履歴や活荷重の長時間の頻度分布を考慮する必要がある。そのため別途1日および1年間の輪重の頻度分布（図5）や応力頻度分布（図6）を測定し検討を行っている。今後も様々なデータを収集し疲労の評価だけでなく設計等にも役立てていく所存である。

参考文献 1) 阿部, 内藤他: 鋼鉄道橋の維持管理における疲労の評価, 鉄道総研報告, Vol. 6, No. 4, 1992. 4

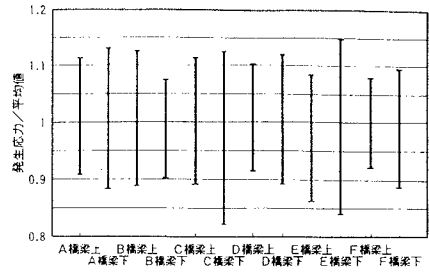


図4 各縦桁応力のばらつき

表1  $\beta$ の算出

|                       | 縦桁全数での評価<br>(除300系7-9) | 平均値が最低となる3本<br>での評価(除300系7-9) |
|-----------------------|------------------------|-------------------------------|
| A橋上り線                 | 1.113                  | 1.199                         |
| A橋下り線                 | 1.117                  | 1.229                         |
| B橋上り線                 | 1.128                  | 1.243                         |
| B橋下り線                 | 1.071                  | 1.138                         |
| C橋上り線                 | 1.111                  | 1.196                         |
| C橋下り線                 | 1.127                  | 1.237                         |
| D橋上り線                 | 1.101                  | 1.172                         |
| D橋下り線                 | 1.116                  | 1.196                         |
| E橋上り線                 | 1.085                  | 1.183                         |
| E橋下り線                 | 1.105                  | 1.191                         |
| F橋上り線                 | 1.080                  | 1.138                         |
| F橋下り線                 | 1.095                  | 1.185                         |
| $\mu$                 | 1.104                  | 1.192                         |
| $\sigma$              | 0.018                  | 0.034                         |
| $\beta (\mu+2\sigma)$ | 1.140                  | 1.260                         |

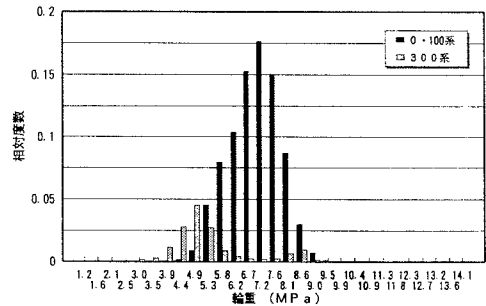


図5 輪重長期頻度分布（1年間）

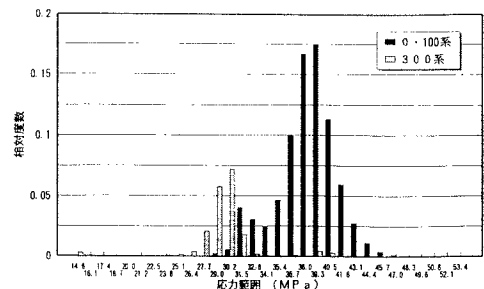


図6 応力頻度分布（1年間）