

## JR東日本管内の鋼桁に関する現状の健全度定量評価（その2）

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○小林 亜沙子

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 吉倉 智 宏

## 1. 概要

JR東日本管内の在来線の鋼桁は全部で約12,000連あり、図-1のように80年以上のものが半数である。鋼桁の代表的な変状の1つとしてき裂がある。き裂は進展すると列車の運行を脅かす重大な変状となりうる可能性が高い。鋼桁の中でも特に溶接桁はき裂が発生すると急激に進展し、列車の正常運行を脅かす可能性が高い。

既設溶接桁が将来、列車の正常運行を脅かすき裂の発生の恐れがないか評価することを目的とし、在来線の8割程度の既設溶接桁について構造部位別に分析することや、実応力測定を実施することで、き裂が生じやすい注意すべき桁の抽出方法を検討したため報告をする。

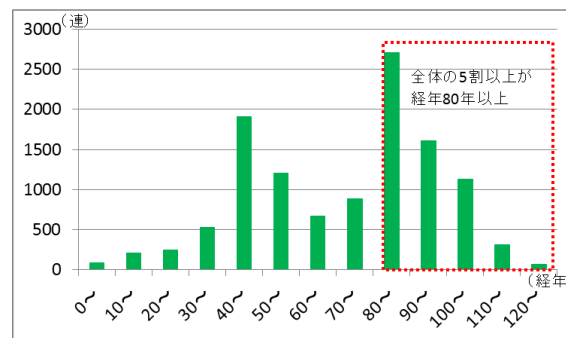


図-1 鋼橋の経年と連数

## 2. 現状の課題

き裂変状は、鉄道構造物維持管理標準・同解説(鋼・合成構造物)に基づき、健全度判定ランクをつけて管理をしている。健全度は、安全を脅かす影響度に合わせてAAランク～Sランクの区分がされている<sup>1)</sup>。

疲労き裂変状の特徴として、継手からき裂が発生することが多い。継手は種類により強度等級が設けてあり、疲労損傷度による評価が可能である。しかし全ての溶接桁について応力測定による健全度評価は、時間と労力を要するため現実的ではない。一方、継手の中でも強度等級が設けられてい

ない部位も存在しており、疲労損傷度による評価ができない継手があるため健全度評価方法に苦慮している。よって、既設桁の継手について特徴を捉えることに加え、過去に発生した損傷事例も併せて健全度の評価を検討することが有効である。

表-1 溶接桁の13タイプの継手

|     | 疲労損傷度による評価が可能な継手 |   |   |   |   |   | 疲労損傷度による評価が難しい継手 |   |   |   |   |   |   |
|-----|------------------|---|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|
| 概要図 |                  |   |   |   |   |   |                  |   |   |   |   |   |   |
| タイプ | ①                | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦                | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ | ⑫ | ⑬ |

## 3. 評価方法

表-1はき裂が生じるとAAランクに判定される13タイプの継手であり、疲労損傷度による評価が可能な継手(①～⑥)、疲労損傷度による評価が難しい継手(⑦～⑬)と分類をしている。疲労損傷度による評価が可能な継手については、変動応力が大きいと想定される高張力鋼の桁、低桁高の桁、そして過去に疲労損傷を有した桁について実橋の応力測定にて検証を行い、設計値と乖離していないかを確認する。疲労損傷度による評価が難しい継手については、損傷発生の傾向をつかむことを目的とし、き裂が生じやすい桁の抽出方法を検討した。

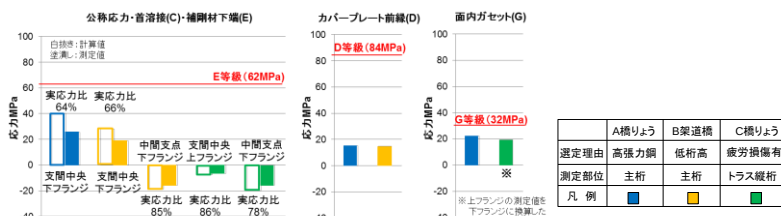


図-2 実橋の応力測定結果

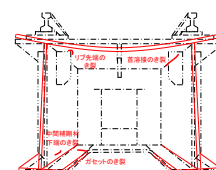


図-3 損傷を受けた桁イメージ

キーワード：き裂、継手、溶接桁

連絡先：〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 新宿ビル 4F 構造技術センター Tel：03-6276-1251

## 4. 評価結果

### 4.1 疲労損傷度による評価が可能な継手について

図-2は、高張力鋼の桁、低桁高の桁、そして過去に疲労損傷を有した桁について、各継手別に設計値および列車通過時の応力測定値を示したものである。測定値は全て設計値以下であることがわかる。また測定値は各継手強度以下であることがわかった。図-3のように過去に疲労損傷を有した桁については、設計値および継手強度以下にも関わらず損傷が発生している。原因として考えられるのは、設計時に想定していない異常な変形や振動が作用したものと考えられる。

### 4.2 疲労損傷度による評価が難しい継手について

表-1の疲労損傷度による評価が難しい継手のタイプ（⑦～⑬）の中で、同じディテールを多く有し、且つ損傷事例がタイプで変状の傾向を確認したところ、⑦の主桁腹板切欠き、⑨の横桁腹板切欠きであった。⑦の主桁腹板切欠きについては、図-4のように5つの形状に分類でき、き裂が生じた形状は、写真-1のような架違い構造の曲げフランジタイプ（差込みフランジ無し）であった。き裂が発生した要因として考えられるのは、図-5に示すように、き裂が生じやすいディテールと回転が拘束されやすい支点構造であることが考えられる。

⑨の横桁腹板切欠きについては、き裂発生傾向がある2つの溶接形状に分かれていることがわかった。写真-2、図-6のような（フランジ上の廻し溶接タイプ（Type1）と写真-3、図-7のような腹板コバ部の廻し溶接タイプ（Type2）の2種類に分類できた。Type1、Type2について、横桁高さと損傷の相関として示したものが図-8である。比較的腹板高が低くスレンダーな横桁の腹板切欠き部にき裂が発生している傾向にあるといえる。

## 5. まとめと今後の課題

### 5.1 疲労損傷度による評価が可能な継手について

変動応力が大きいとされる高張力鋼を用いた桁、桁高が低い桁、および疲労損傷が生じた桁の測定値は全て設計値以下であり、それぞれの継手の疲労限応力を超過していないことを確認した。また、過去に疲労損傷を有した桁については、作用応力が疲労限応力以下であっても設計で考慮していない変形が生じている恐れのある桁に疲労損傷が発生していた。

### 5.2 疲労損傷度による評価が難しい継手について

列車の運行を脅かすような変状AAランクについて発生の有無を整理し、対象箇所が多い継手は構造を分類できたことからき裂が生じやすい注意すべき桁の抽出方法を提案することができた。

今後は設計値以下でも桁の異常振動等により、設計で考慮していない変形が生じている恐れのある桁の抽出方法を検討することや、監視する継手と改良が望ましい継手を分類し、監視方法や効果的な改良方法を検討していく。

#### 参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）鋼・合成構造物，丸善，2007.1

| 名 称   | 掛違い構造                                                                              |                                                                                     |                                                                                     | 載せ掛構造                                                                               |                                                                                     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 形 状   |  |  |  |  |  |
|       | 曲(げ)フランジ                                                                           | 曲(げ)フランジ<br>差込フランジ                                                                  | 差込フランジ                                                                              | 曲(げ)フランジ                                                                            | 差込フランジ                                                                              |
| 連 数   | 13                                                                                 | 1                                                                                   | 4                                                                                   | 51                                                                                  | 50                                                                                  |
| ディテール | 不良                                                                                 | → 良                                                                                 |                                                                                     | 不良                                                                                  | → 良                                                                                 |
| 支点構造  | 回転拘束されやすい                                                                          |                                                                                     |                                                                                     | 回転拘束されにくい                                                                           |                                                                                     |

図-4 主桁腹板切欠き部の構造の分類



写真-1 主桁腹板切欠き部損傷

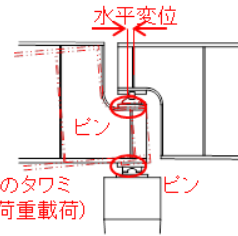


図-5 損傷イメージ



写真-2 横桁腹板切欠き部損傷



写真-3 横桁腹板切欠き部損傷

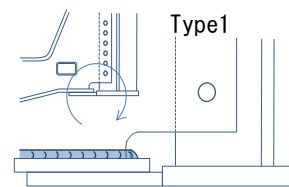


図-6 フランジ上の廻し溶接

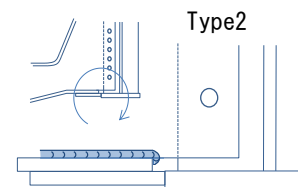


図-7 腹板コバ面の廻し溶接

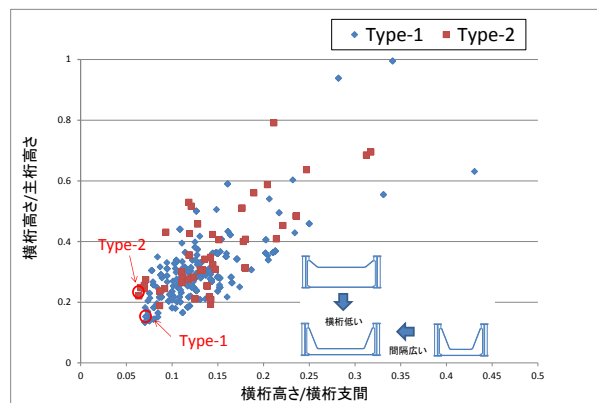


図-8 横桁高さとき裂変状の相関