

供用後 100 年経過した鋼鉄道橋を用いた静的載荷試験

東日本旅客鉄道株式会社	正会員	○加藤 格
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	後藤 貴士
東日本旅客鉄道株式会社	フェロー会員	小林 薫
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	平林 雅也

1. はじめに

鋼鉄道橋の架替えは、維持管理標準¹⁾の健全度指標判定事例を参考に実施されている。一般的には、亀裂や腐食、保守困難箇所などが判定の対象となっているが、目視での判定が主体であり、腐食した部材の応力性状等については不明な点も多い。今回、架替えのために撤去した経年 100 年を越えるリベット桁について、基礎的な機能確認試験を実施した。本稿では、桁の腐食状況の調査と、静的載荷試験による腹板パネルのひずみ測定結果について報告する。

2. 現状調査

調査対象とした橋りょうは、橋マクラギ式の上路プレートガーダーであり、支間 6.7m、桁高 0.8m、主桁間隔 1.2m、設計荷重クーバーE-33、製作年は 1913 年（経年 102 年）である。調査の前に、錆及び塗膜をブラストにより除去した。主な変状は部材の腐食、欠食である。当該橋りょうは、線路に対して山と川に挟まれた環境であったが、山側の主桁の方が腹板下部より下フランジにかけての腐食が進行しており、一部孔食も見られた(写真-1)。これは、山側からの塵埃等の付着、堆積が原因として考えられる。

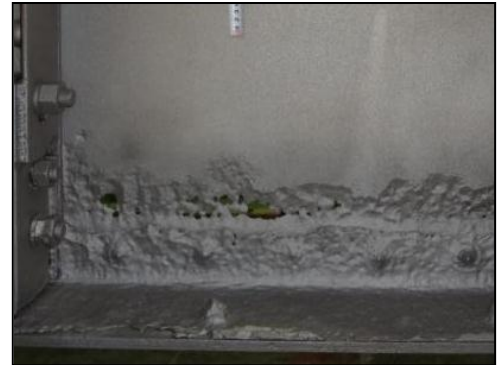


写真-1 腐食状況（腹板下部）



写真-2 載荷状況

3. 試験概要

3-1. 衝撃振動試験

衝撃振動試験により桁の固有振動数を実測し、計算値との比較を行った。測定箇所は腐食が進行している山側のスパン中央とし、1 次モードの測定を実施した。

3-2. 静的載荷試験

静的載荷試験を実施し、腹板のひずみ分布を測定した(写真-2)。載荷方法は 1 主桁当たり 2 点載荷、4 点曲げとした。載荷位置は、川側の健全部と山側の腐食部が等曲げモーメント区間及びせん断スパンに配置されるように設定した。測定箇所は図-1 に示す 4 パネルを対象とし、パネルの中立軸及び主応力につい

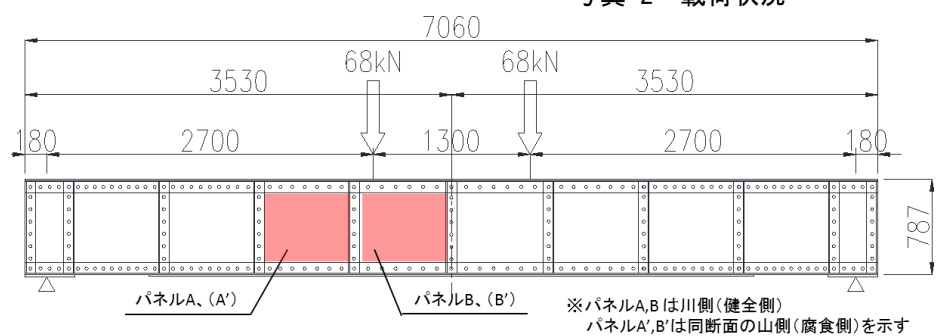


図-1 試験体



写真-3 A' パネル



写真-4 B' パネル

キーワード：鋼鉄道橋, 腐食, 静的載荷, 応力分布, 固有振動数

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所 TEL048-651-2552

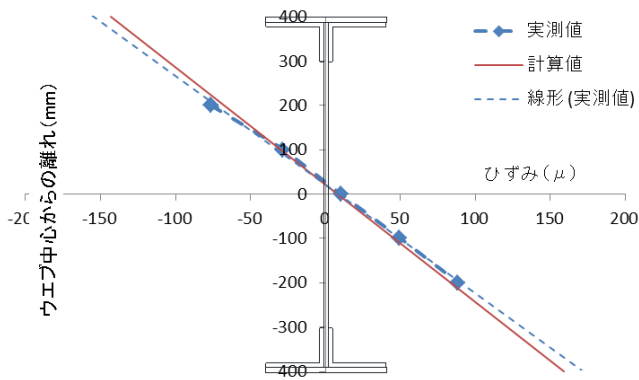


図-2 B パネル中立軸

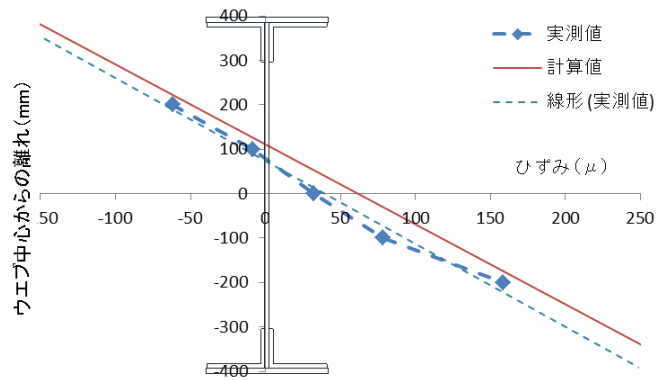


図-3 B' パネル中立軸

て着目した。載荷荷重は、あらかじめ 40km/h での実列車走行のたわみ量を実測し、実測最大のたわみ量と同様となる 270kN (1 載荷点あたり 68kN) とした。写真-3、写真-4 に A' 及び B' パネルを示す。

4. 実験結果

4-1. 固有振動数の実測値と計算値の比較

衝撃振動試験の結果、列車非載荷時の桁の固有振動数は 31Hz であった。また、静的載荷試験により判明した荷重とたわみの関係より桁の実剛性を算出し、設計標準²⁾ に示される剛性規計算式より求められる固有振動数を算出した。その結果、計算値は 36Hz となり実測値と近い値となった。

4-2. 腹板の応力分布の比較

等曲げモーメント区間 B 及び B' パネルのひずみ分布及び計算値を図-2、図-3 に示す。B パネルでは、実測値と計算値の中立軸が概ね一致している。B' パネルでは、計算値の中立軸が実測値より 40mm 程度上側となった。これは、腐食した下フランジのアンクル材を非考慮として計算したが、実際には腐食部材も一部剛性に寄与しているためと想定される。

せん断スパン A 及び A' パネルのひずみ分布については、健全側より腐食側のほうがやや大きな値となり、一部孔食周りの応力集中が見られたものの大きな違いはなかった。図-4 に A' パネルの応力分布状況を示す。また、維持管理標準に示される保守限応力度 165N/mm² (昭和 3 年以前の鋼材) と各側点の主応力度の比を応力度比として表-1 に示す。最も値が大きかった箇所は、孔食部近傍の No. 22 であった。

5. まとめ

経年 100 年を越えるリベット桁の腐食状況及び静的載荷試験による応力性状を報告した。発生応力については、孔食による応力集中箇所でも保守限応力度の 48%程度であった。今後載荷荷重を増加させた実験を行うと共に、疲労試験による劣化の進展を調査していく。

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, 2007. 1
- 2) 鉄道総合技術研究所(編)：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物, 2009. 7

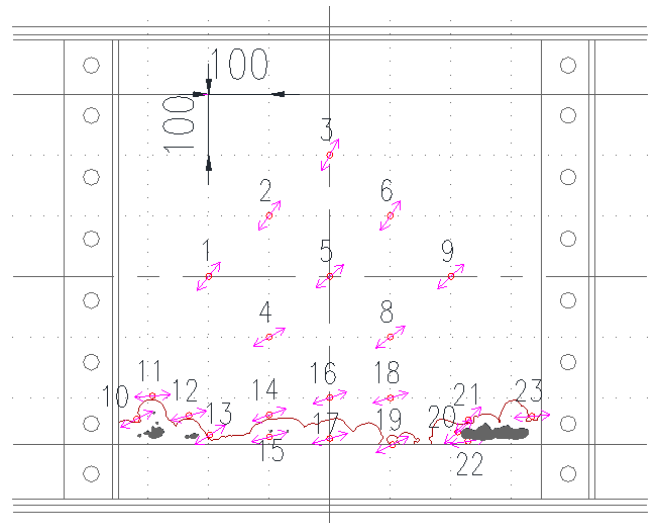


図-4 A' パネルひずみ分布

表-1 応力度比

ゲージ番号	最大主応力 (N/mm ²)	主応力方向 (°)	応力度比
1	14.33	39.3	0.087
2	9.66	36.6	0.059
3	5.27	28.9	0.032
4	20.72	59.6	0.126
5	14.00	50.0	0.085
6	8.56	34.4	0.052
7	24.53	70.9	0.149
8	17.84	53.0	0.108
9	11.59	47.2	0.070
10	6.78	63.4	0.041
11	34.21	85.8	0.207
12	14.53	74.6	0.088
13	27.20	57.0	0.165
14	41.76	69.6	0.253
15	30.51	74.8	0.185
16	28.13	74.2	0.170
17	28.88	73.7	0.175
18	24.70	64.0	0.150
19	25.73	67.1	0.156
20	14.24	49.7	0.086
21	79.23	45.4	0.480
22	9.32	81.0	0.056
23	0.82	84.8	0.005