

ラチスガーダーの構造力学特性に関する考察

JR 西日本 正会員 ○吉田 雅彦 JR 西日本 正会員 坂田 鷹起
 JR 西日本 正会員 丹羽雄一郎 JR 西日本 正会員 中山 太士

1. はじめに

ラチスガーダーは、大正4年から7年頃までの間に製作された、山形鋼を格子状に組み合わせて腹板の代用とした上路鉸桁である。このような構造とした背景には、第一次世界大戦の影響により大型鋼板の輸入による入手が困難であったこと、当時の日本では大型の鋼製品が造れなかったこと、戦時中のため鋼材の使用量に制限があったことなどがある。腹板の構造上、中間対傾構が取付けられない為、支間の短いタイプのものにも下横構を設けねじり剛性を高めている。格子山形鋼は、45°に傾斜し互いに直交しており、リベットで結合されている。国有鉄道線の橋りょうに多数架設されたが、順次取替が実施され、現在、鉄道橋のラチスガーダーは、日本国内において3橋りょうのみが在存している(いずれも当社管内)。その中の一つ、山口線の徳佐川橋りょう(写真-1)は山口県の近代遺産にも指定されており、歴史的鋼橋として認知されている。今回、本橋りょうの実働応力測定によりラチスガーダーの設計思想について考察し、構造の妥当性、健全性について検証したので報告する。



写真-1 徳佐川橋りょう

表-1 徳佐川橋りょうの主要諸元

| | |
|-------|----------------|
| 線区・駅間 | JR 山口線 徳佐・船山 |
| 供用開始 | 1922年8月(大正11年) |
| 支間 | 16.0m |
| 桁形式 | 上路鋼格桁(ラチスガーダー) |
| 形式番号 | 大正7年 達第1301号 |

2. 調査方法

応力測定箇所は、作業環境の都合上、桁端近傍、上フランジ近傍を中心に選定し、図-1に示す箇所に単軸ひずみゲージを貼付した。格子山形鋼のひずみゲージ貼付位置は、山形鋼コーナー部背面の軸方向とした。なお、紙面の都合上、本稿に關係するゲージNo.のみ表記している。

ラチスガーダーの格子山形鋼は、ダブルワーレントラスの斜材のように働いていると想定される。すなわち、桁に作用するせん断力が格子山形鋼に軸力として作用し、その値は支点到近いほど大きく、また圧縮材(図-1 中青着色)、引張材(同赤着色)としての挙動が明確になると想定される。この確認のため、支点近傍、支間1/4点近傍、支間中央近傍において、互いに直行する格子山形鋼の軸方向応力度を測定した。なお、この軸力の大きさは、理論上、同一の格子山形鋼において軸方向の変化はないが、この確認のため、支点近傍の格子山形鋼において、軸方向に上端、中央、下端の軸方向応力度を測定した。また、格子山形鋼の軸力の断面内分布傾向を調べるため、支点近傍の格子山形鋼において、図-2に示す箇所の軸方向応力度を測定した。

また、ラチスガーダーは、当時の標準上路鉸桁である達第680号と桁高さ、支間長、桁全長が等しく、設計強度は同等とされているが、詳細な記録は残

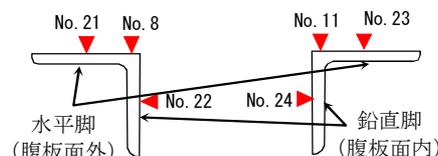


図-2 山形鋼断面内軸力分布傾向把握のためのひずみゲージ貼付位置

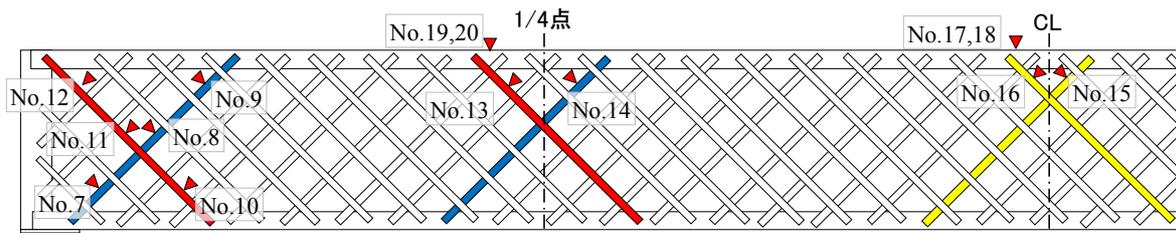


図-1 測定位置図

キーワード 鋼鉄道橋, ラチスガーダー, 歴史的鋼橋

連絡先 〒754-0002 山口市小郡下郷 1357 JR 西日本 小郡土木技術センター TEL 083-973-6312

されていない。この確認のため、支間中央上フランジの応力度を測定し、達第680号(50ft)の設計計算値と比較した。ひずみゲージ貼付状況を写真-2に示す。

3. 測定結果

図-2(a)~(e)に測定結果を示す。測定列車は、(a)(b)(c)(e)はキハ187系2両、(d)はキハ47系2両である。

(a)(b)より、格子山形鋼はダブルワーレントラスの斜材のように、圧縮材、引張材として機能していることがわかる。また、格子山形鋼の軸力は支点に近いほど大きくなり、支間中央においては、正負交番していることがわかる。これより、格子山形鋼は桁に作用するせん断力を受け持つ部材として機能していることが確認できた。

(c)より、格子山形鋼の軸力の軸方向変化について、圧縮材においては明確な変化は認められないが、引張材においては上端の軸力が中央、下端の軸力に比べ2~3割程度小さいことがわかる。

(d)より、格子山形鋼の軸力の山形鋼断面内分布について、腹板面内方向には圧縮材、引張材ともに明確な変化はないが、腹板面外に張出した山形鋼水平脚の応力度(測定No.21,23)については、腹板面内の応力度に比べ、圧縮材において6割程度、引張材において7割程度小さいことがわかる。

(e)より、支間中央上フランジの応力度は、左右主桁で若干の差は認められるものの、ほぼ同等の20.0N/mm²前後である。図-3に示す達第680号(50ft)の計算値は25.7N/mm²であり、この値に比べ、今回のラチスガーダーの実測値は2~3割程度小さい。一般に、鋼鉄道橋の実測応力度は、計算で考慮していないレール剛性や二次部材の影響により、計算値よりも小さくなる傾向にあることを考慮すると、ラチスガーダーは達第680号とほぼ同等の耐荷性能を有していると考えられる。

4. まとめ

今回の調査により、ラチスガーダーの力学特性、設計思想について、以下のことがわかった。

- (1) 格子山形鋼は、桁に作用するせん断力を受け持つ部材、すなわち腹板の代用として、トラス斜材のごとく機能している。
- (2) 格子山形鋼断面内の軸力分布は、腹板面内方向には一様であるが、腹板面外方向には減少している。
- (3) ラチスガーダーの設計強度(断面性能)は、設計当時の標準上路鉸桁である達第680号と同等である。
- (4) 今回測定したいずれの部材も、現在の設計の考え方から想定される応力性状を示し、応力度も耐荷性能上問題のない値であることから、ラチスガーダーの構造の妥当性が確認された。

本橋りょうは経年90年余りが経過するが、これまでのところ、疲労き裂や著しい腐食の発生はなく、適切に維持管理してゆくことで、今後も健全に供用し続けることが可能である。

参考文献

1) 久保田敬一, 本邦鐵道橋梁ノ沿革ニ就テ, pp40, 業務研究資料, 第22巻第2号, 鐵道大臣官房研究所, 1934.1
 2) 成瀬輝男編, 鉄の橋百選, pp104-105, 東京堂出版, 1994.9

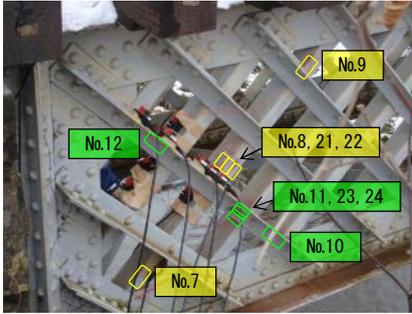


写真-2 ゲージ貼付状況例

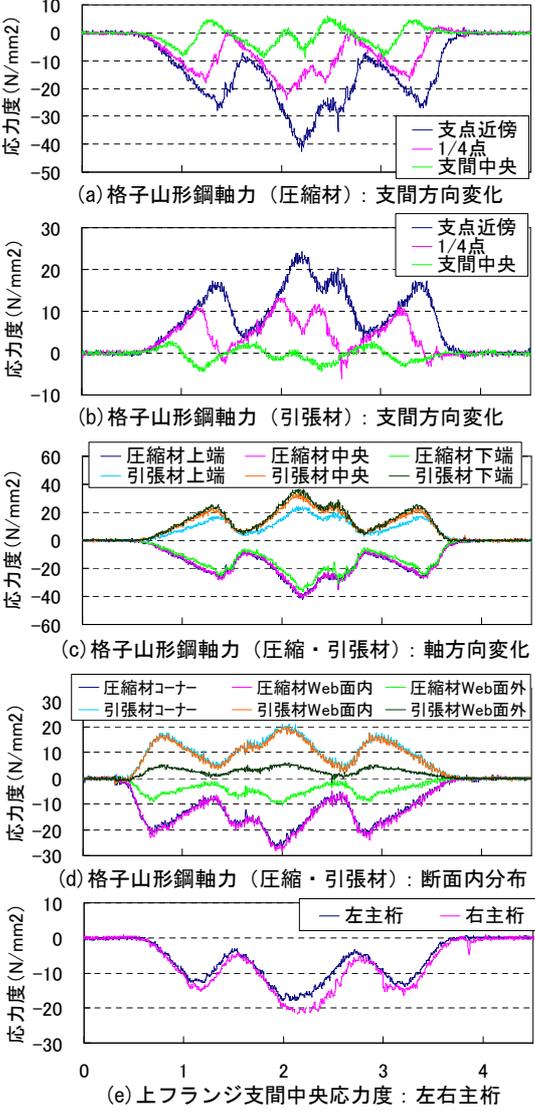


図-2 応力測定結果

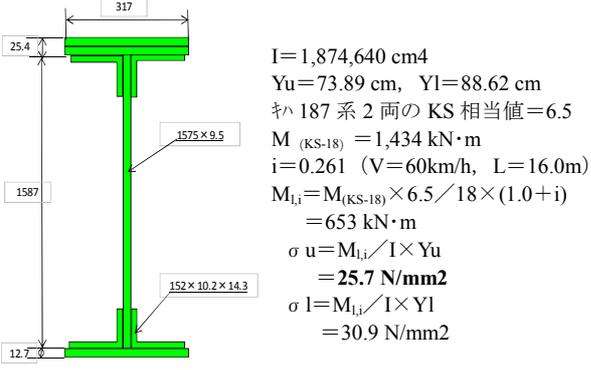


図-3 達第680号計算応力度(キハ187系2両)