

リベット接合上路鉄桁鉄道橋の応力性状および余寿命評価

関西大学大学院 学生員 ○山口 真
JR 西日本 正会員 中山 太士

レールテック 正会員 松本 健太郎
関西大学 正会員 坂野 昌弘

1. はじめに

現在供用されている古い橋梁はほとんどがリベット構造である。これまでに、それらの疲労に関する様々な研究^{1)~4)}がなされており、リベット継手の疲労強度にはばらつきがあることがわかっている。これは、リベット継手部の応力分布が複雑であることが原因と考えられるため、リベット橋梁の余寿命を適切に評価するためには、リベット継手部の応力分布を詳細に把握する必要がある。

そこで本研究は、リベット接合上路鉄桁鉄道橋を対象として実働応力測定を行い、下フランジリベット継手部の応力を把握した上で余寿命評価を行った。

2. 対象橋梁リベット桁

図-1 に対象橋梁リベット桁の寸法と形状を示す。対象橋梁リベット桁は 1900 年に架設された支間約 9.5m、桁高約 80cm の上路リベット桁である。その下フランジは鋼板 1 枚で構成されているものと、鋼板 2 枚で構成されているものがあり、ここでは前者を「断面変化前」、後者を「断面変化後」と称す。下フランジ幅方向のリベット数は「断面変化前」で 2 本、「断面変化後」で 4 本、補剛材の接合部で 4 本である。

3. 測定方法

図-2 に対象橋梁の作用モーメントおよび抵抗モーメントを示す。実働応力測定は「断面変化前」および「断面変化後」のうち、最も作用曲げモーメントが大きい M 断面および B 断面を対象として行った。図-3 にひずみゲージ貼付位置を示す。ひずみゲージ貼付位置について、軸方向はリベット孔の応力集中の影響が少ないと考えられるリベット間中央に貼付し、幅方向は円孔周りの応力分布を考慮して決定した。また、ここで用いたひずみゲージはゲージ長 5 mm の単軸ゲージである。測定対象列車は 200 系および 221 系の計 4 本とした。

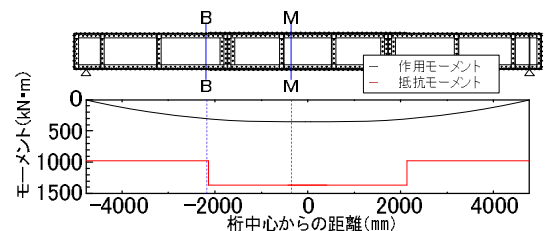


図-2 作用および抵抗モーメント図

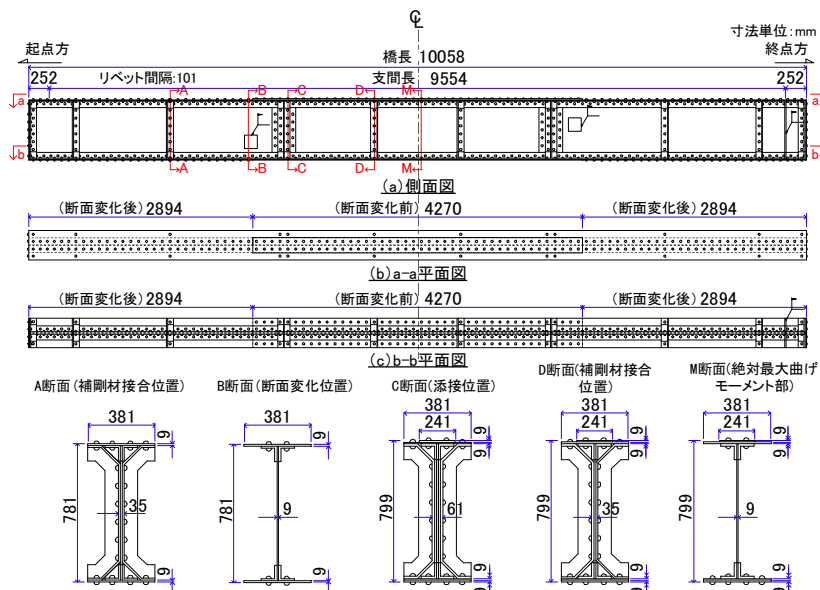


図-1 対象橋梁リベット桁の寸法と形状

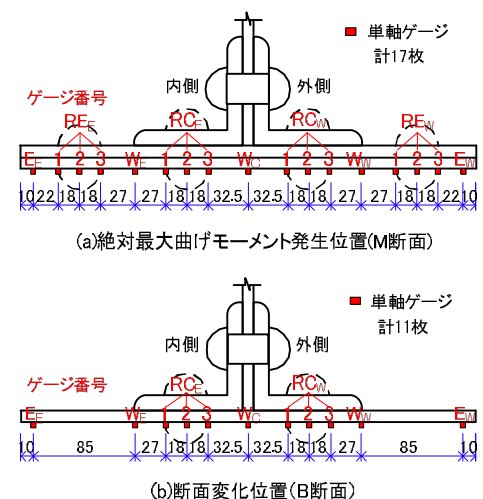


図-3 ひずみゲージ貼付位置

キーワード リベット接合 実働応力測定 余寿命評価 応力分布

連絡先 〒565-0837 大阪府吹田市 3-3-35 関西大学鋼構造デザイン研究室 TEL06-6368-1121+6506

4. 測定結果

4.1 各測定断面の実働応力波形

図-4 に M 断面と B 断面の応力波形を示す。同断面内の応力波形がほぼ同じ傾向であったことから、図中では、それらの代表として、各断面内フランジ幅方向中央の応力波形を用いた。両断面ではボギーごとにピーク応力が生じており、ほぼ同傾向となっている。

4.2 リベット継手部の応力分布

図-5 に下フランジ軸方向応力の幅方向分布を示す。併せて、下フランジ平面図とゲージ貼付位置を示す。縦軸は軸方向応力、横軸はフランジ幅中央からの距離である。ここでは最大発生応力および計算値を示している。計算値は 200 系車両重量に衝撃荷重と乗車率 50% を考慮し、輪重を 56kN として算出した。

M 断面では、下フランジ幅方向中央側のリベット列間および外側リベット列間の応力が小さく、その他の応力はほぼ一定となった。また、断面内で応力の最大値と最小値を比較すると、30MPa～24MPa と約 25% の差があった。B 断面についても同様にリベット列間で応力が小さい結果となった。また、応力の最大値と最小値を比較すると、38MPa～31MPa と約 23% の差があった。

両断面ともに下フランジのエッジ付近で最大応力が生じており、発生応力を比較すると、断面変化部の方が絶対最大曲げモーメント発生位置より 20～27% 程度大きいことがわかった。

4.3 余寿命評価

表-1 は両断面内で最も大きい桁内側縁部 (E_E) の応力範囲を用いた余寿命算出結果である。また、表には E_E の最大応力範囲 ($\Delta\sigma_{MAX}$) および E 等級の一定振幅応力での打ち切り限界 ($\Delta\sigma_{CE(E)}$) を示している。 E_E の最大応力範囲は両断面ともに E 等級の一定振幅応力での打ち切り限界を下回っており、リベット継手部の余寿命は無限大となった。

5. まとめ

本研究で得られた結論を以下に示す。

- 1) 下フランジの軸方向応力は、絶対最大曲げモーメント発生断面および断面変化部小断面ともに軸方向のリベット列間で小さく、エッジ付近で最大であった。
- 2) 対象橋梁では、断面変化位置の発生応力は絶対最大曲げモーメント発生位置に比べて最大で 20～27% 程度大きいことがわかった。
- 3) 両断面の最大応力範囲はともに E 等級の一定振幅応力での打ち切り限界を下回っており、リベット継手部の余寿命は無限大となった。

【参考文献】1) 竹名ら：経年劣化リベットプレートガーダーの疲労強度，鉄道技術研究報告，No.1339，1987。2) 三木ら：70 年間使用された鋼鉄道橋縦桁の疲れ強さ，東工大 土木工学科研究報告，No.37，1987。3) 山田ら：50 年間供用したリベット継手の疲労試験，構造工学論文集，Vol.36A，1990。4) 大塚ら：90 余年供用したリベット鉄道桁の静的載荷実験および疲労試験，構造工学論文集，Vol.37A，1991

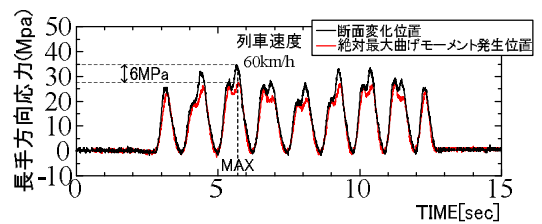
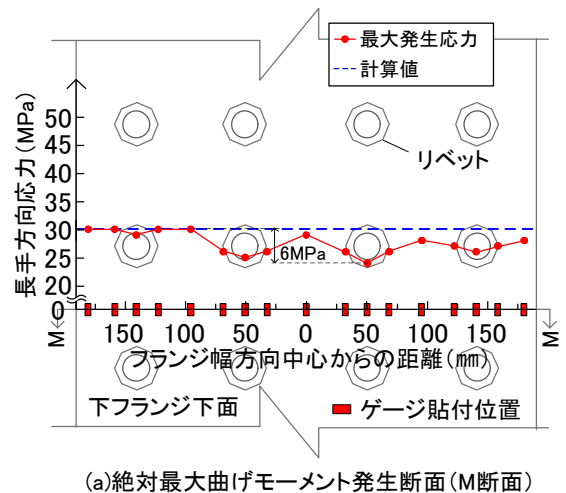
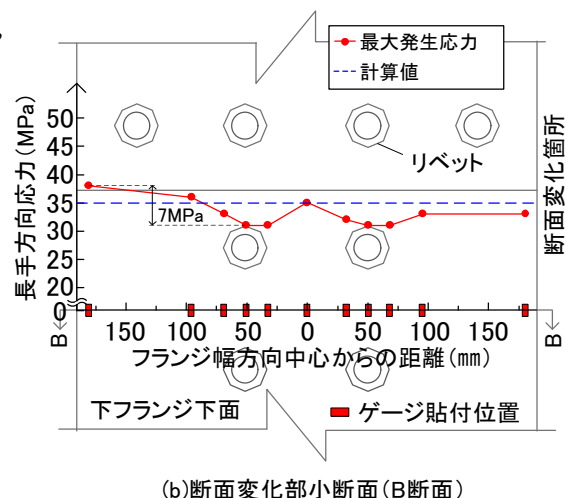


図-4 列車通過時の実働応力波形



(a)絶対最大曲げモーメント発生断面(M断面)



(b)断面変化部小断面(B断面)

図-5 下フランジ長手方向応力分布

表-1 余寿命評価結果

評価箇所	ゲージ番号	$\Delta\sigma_{MAX}$ (MPa)	$\Delta\sigma_{CE(E)}$ (MPa)	余寿命(年)
M断面	E_E	32	62	∞
B断面		40		∞