

下路トラス鉄道橋縦桁上フランジの疲労損傷原因究明に関する静的載荷試験

レールテック 正会員○松本 健太郎 西日本旅客鉄道 正会員 中山 太士
西日本旅客鉄道 正会員 丹羽 雄一郎 関西大学 正会員 坂野 昌弘

1. はじめに

本研究で対象とする下路トラス鉄道橋縦桁において、上フランジ山形鋼コーナ部に疲労き裂が多箇所で見出されている。中でも、この種のき裂は縦桁径間部よりも縦桁端部に多く生じ、さらにラテラル取付部を有する箇所にも多く見られる¹⁾。これらから、このき裂発生原因には縦桁各部の位置や二次部材取付の影響があると考えられる。

そこで本研究は、当該橋梁から採取した端縦桁を試験体として載荷実験を行い、上フランジのき裂発生原因を究明する。ここでは、静的載荷実験により縦桁各箇所での上フランジの応力状態の違いと、ラテラルの応力状態について検討する。

2. 試験体

図-1 に、試験体の寸法と形状を示す。試験体には当該橋梁から撤去した端縦桁 1 セットを用いた。試験体縦桁スパンは、載荷試験機の制約からの実部材よりも 50cm 程度短い 5.8m で、縦桁中心間隔は実橋と同様に 1.52m である。試験体の横桁は新しく製作し縦桁端部両側に高力ボルトで取付けた。二次部材取付けについては、上フランジとの接合部分は実部材のままで、それ以外の箇所は新規部材を溶接で取付け復元している。また、撤去縦桁の上フランジには写真-1 で示した様なき裂は見当たらなかった。ただし、カバープレートにはき裂が各マクラギ設置箇所で生じていた。図中の赤線はカバープレートのき裂状況を示す。

3 実験方法

静的載荷試験では、図-1 (b) に示す CASE1~3 にマクラギ等の載荷治具を載せて上フランジ桁内側へ荷重を載荷させ、それら載荷下の縦桁各箇所での上フランジとラテラルの応力を測定した。載荷方法は両端支持の一点載荷とし、

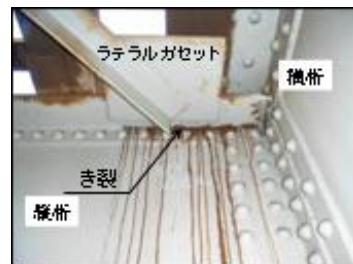


写真-1 実橋のき裂状況



写真-2 載荷状況 (CASE3)

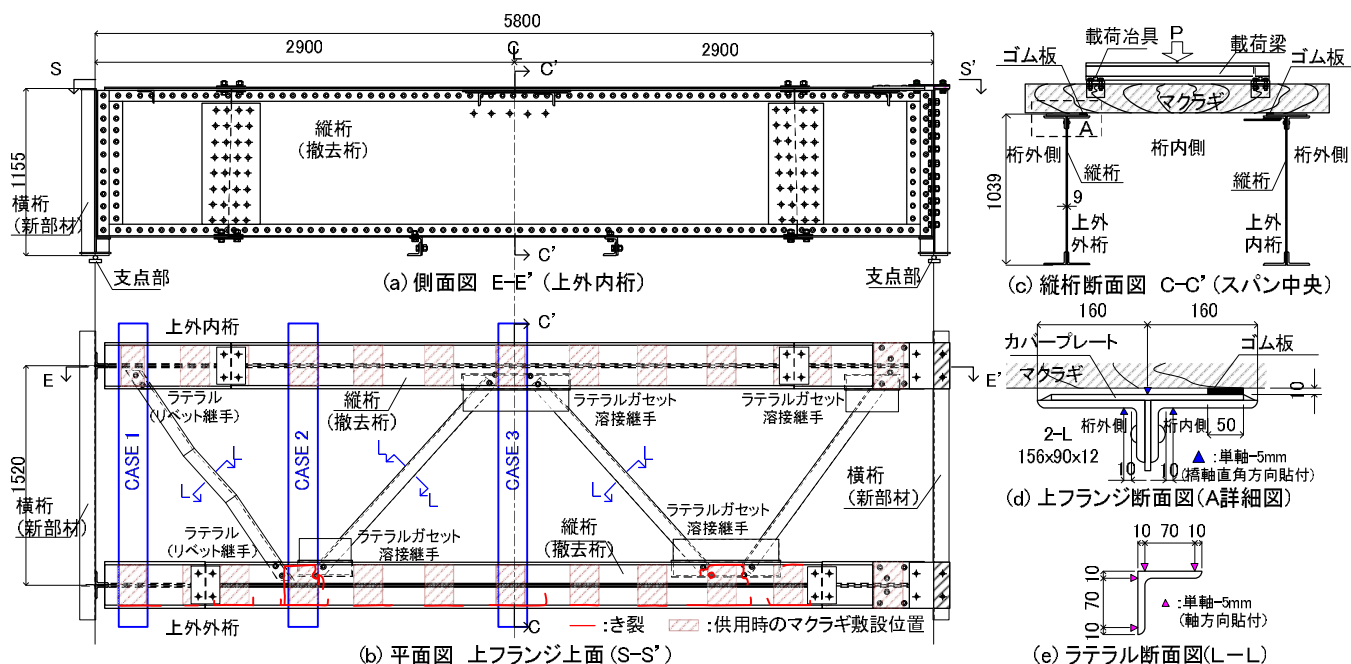


図-1 縦桁試験体の寸法と形状、ひずみゲージ貼付位置

キーワード 鉄道橋下路トラス、縦桁上フランジ、疲労き裂、二次部材、載荷実験

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5 丁目 4 番 20 号中央ビル 5F TEL 06-6889-2902

載荷荷重は両縦桁それぞれに $P=25\text{kN}$ である。応力測定では、想定しているき裂発生位置は上フランジ上面であるものの、そこはひずみゲージが貼付できないため、各載荷位置の上フランジ中央の山形鋼コーナ部端から 10mm 位置と、カバープレート中央に 1 軸ひずみゲージ (ゲージ長 5mm) を橋軸直角方向に貼付している。また、ラテラルにも、その軸力も把握するため 1 軸ひずみゲージを貼付している。

4. 実験結果

4. 1 縦桁各箇所での上フランジの応力状態の違い

図-2 に各載荷ケース時の載荷直下の上フランジの応力分布を示す。

縦桁上フランジ内側端部に荷重を載荷した場合、各試験部ともに、カバープレートでは引張応力が生じ、上フランジ下面では圧縮応力が生じている。

図-2(a)と(c)の上外外桁の二次部材取付け無しの場合を比べると、縦桁端部の方が縦桁径間部よりも、上フランジ下面山形鋼コーナ部の橋軸直角方向応力が 1.6 倍程度 (-125MPa と -205MPa) 大きい。これは、他の箇所も傾向は同じである。また、各載荷ケースにおいて、上フランジに二次部材取付け部がある方が何も取付けのない一般部に比べて、上フランジ下面山形鋼コーナ部の橋軸直角方向応力は、二次部材取付け部のほう 4 割～9 割程度小さい。

4. 2 ラテラルの応力状態

図-3 に、載荷 CASE3 の場合の上フランジおよびラテラルの応力分布を示す。

載荷荷重直下の上ラテラルには、水平脚で $-11\sim -15\text{MPa}$ 、垂直脚下端部で $27\text{MPa}\sim 30\text{MPa}$ の曲げ応力が生じている。これは、上フランジの面外に曲げられることで上フランジ端部が下へ変形し、それに追従してラテラルに曲げが生じたと考えられる。このラテラルの曲げにより、上フランジ上面の橋軸直角方向応力が高まり、き裂発生が助長されると推定される。

5. おわりに

縦桁試験体を用いた静的載荷試験を行い、以下の結論がえられた。

- (1) 上フランジ下面山形鋼コーナ部の橋軸直角方向応力は、縦桁径間部上フランジよりも縦桁端部上フランジのほうが大きい。
- (2) 上フランジに二次部材取付け部がある方が何も取付けのない一般部に比べて、上フランジ下面山形鋼コーナ部の橋軸直角方向応力が 4 割～9 割程度低い。
- (3) ラテラルに曲げ生じることで、上フランジ上面の橋軸直角方向応力が高まり、き裂発生が助長されると推定される。

【参考文献】(1) 大都, 松本, 丹羽, 中山, 坂野: 下路トラス鉄道橋縦桁におけるマクラギ直下上フランジの面外曲げ挙動, 鋼構造年次論文集, vol.16, pp.703-710, 2008. (2) 松本, 林, 丹羽, 大都, 坂野: 下路トラス鉄道橋縦桁端部の面外曲げについて, 土木学会第 64 回年次学術講演会, I-171, 2009.

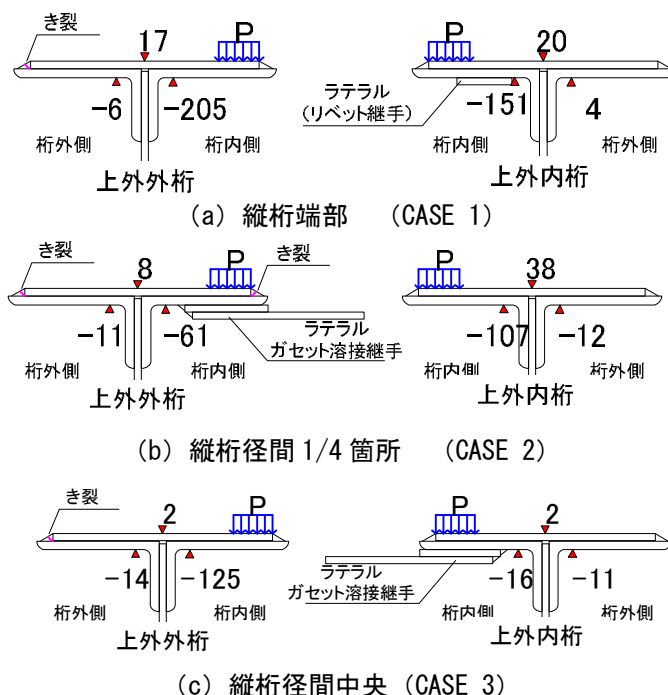


図-2 上フランジ (断面図) の応力分布

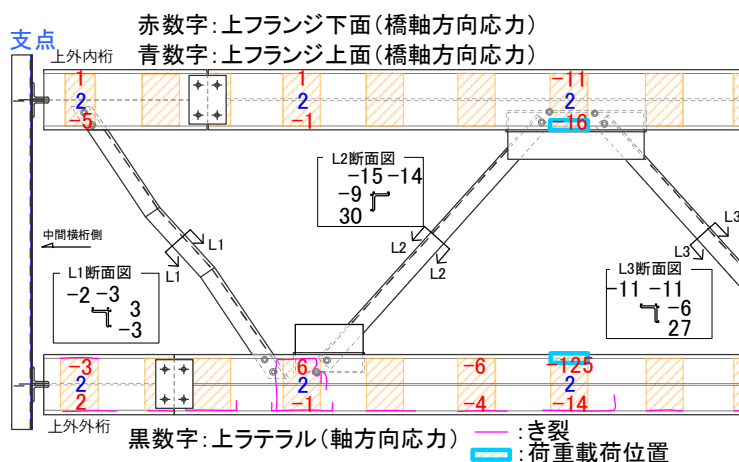


図-3 載荷 CASE3 の上フランジおよびラテラルの応力分布