

鋼鉄道下路トラス橋における縦桁端部上フランジの面外曲げについて

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

1 はじめに

鉄道下路トラス橋縦桁上フランジにき裂が確認されて以来、継続的に追跡調査を実施し対策を行ってきた^{1~3)}。上フランジのき裂については、マクラギによる上フランジの面外曲げが原因と考えられているものの、どのような条件の場合に面外曲げが厳しくなるのか明らかではない。

そこで本研究は、FEM 解析を用いて実橋の鋼鉄道下路トラス橋縦桁上フランジの面外曲げに影響する条件を検証する。

2 FEM 解析

実橋の条件から上フランジの面外曲げに影響する項目としては、①マクラギ設置面、②フックボルトの締結力、③ラテラルの有無の3種類を考えた。

2. 1 解析モデルと解析条件

既報⁴⁾と同様の解析モデルと解析条件を図-1に示す。実橋の鋼下路トラス橋の床組み構造一部を再現し、端横桁から縦桁3径間(縦桁1径間:6320mm)をモデル化した。荷重条件は、着目部位が最も厳しい条件となるよう着目部位直上のレール上に軸重80kNを設定した。なお、枕木設置面と上フランジ上面については、鉛直方向の接触を考慮している。支承部の境界条件は、橋軸方向の回転の移動を自由とし、中間横桁と弦材の取付部は、中間横桁端部すべて剛体要素とし6自由度拘束とした。

2. 2 解析パラメータ

表-1に解析パラメータ一覧表を示す。基本モデルを基準とし、各検討項目をそれぞれ変化させて5種類(a)~(e)を考えた。

3 FEM 解析結果

3. 1 基本モデルの相当応力と主応力分布

図-2に、基本モデルの変形挙動と相当応力を示す。図中には、縦桁端部上フランジの変形と上面のミーゼス応力分布を示している。縦桁端部上フランジの相当応力は、ラテラルガセット端部と縦桁端部上フランジ首部の間で最大値が発生している。

図-3に、縦桁端部上フランジの解析パラメータ設定箇所における上フランジ上面の主応力分布を示す。図

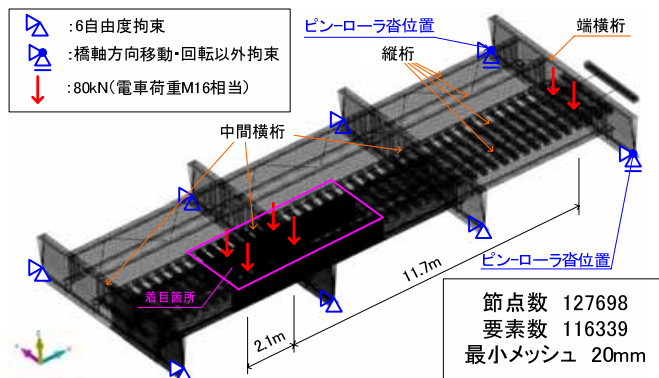


図-1 解析モデルと解析条件

表-1 解析パラメータ一覧表

解析モデル (モデル名)	ラテラル (ガセット)		フックボルト		マクラギと上フランジ 上面接触条件		
	有	無	有	無	全面	内側 のみ	外側 のみ
(a) 基本	○		○		○		
(b) 内側接触	○		○			○	
(c) 外側接触	○		○				○
(d) フックボルトなし	○			○	○		
(e) ラテラル無し		○	○		○		

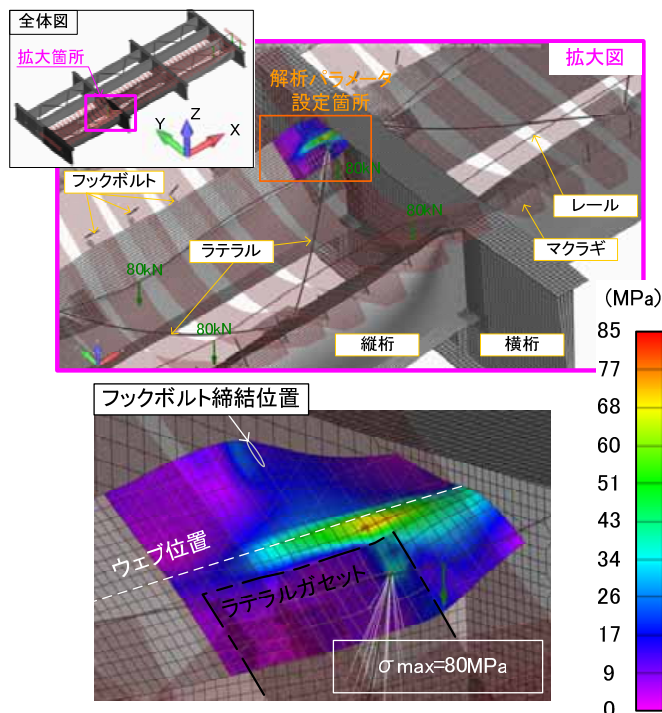


図-2 変形状態と相当応力(基本モデル)

キーワード 縦桁上フランジ、き裂、面外曲げ、FEM 解析、マクラギ

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 株式会社レールテック TEL06-6889-2902

-3 より、縦桁端部上フランジ上面の主応力分布は、ラテラルガセット端部と縦桁端部上フランジ首部の間では橋軸直角方向に、引張りの最大主応力最大値 118MPa が発生している。また、実橋のき裂進展方向は橋軸方向であり¹⁾、最大主応力方向はそれと直交している。

3. 2 マクラギと上フランジの接触状態による影響

図-2 の縦桁端部上フランジとマクラギ下面全面が接触する場合と図-4(b) マクラギ内側のみ接触する場合とでは、最大応力の発生位置と大きさがほぼ等しい。一方、図-4(c) のマクラギ外側のみが接触する場合、最大応力は約 1/3 (36%) になり、最大応力発生位置が隣のマクラギと縦桁上フランジの接触部に移動する。

3. 3 フックボルト有無の影響

図-2 と図-4(d) のフックボルトによる締結有無の最大応力が同じであることから、全面接触の場合には縦桁端部上フランジの最大応力に対して、フックボルト有無による違いはみられない。

3. 4 ラテラルガセット取付部の有無の影響

図-2 の縦桁端部上フランジにラテラルガセット取付部がある場合では、図-4(e) ラテラルガセットが無い場合と比べて、上フランジ首部に発生する最大応力が 1 割程度大きくなっている。

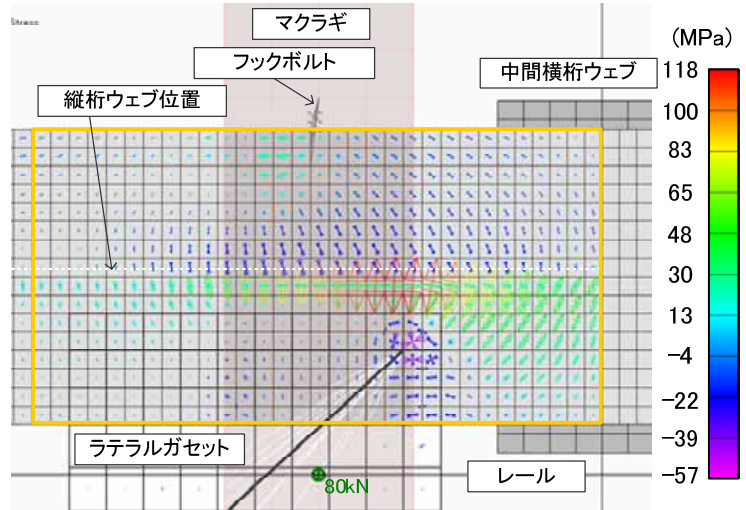


図-3 縦桁端部上フランジ上面の主応力分布（基本モデル）

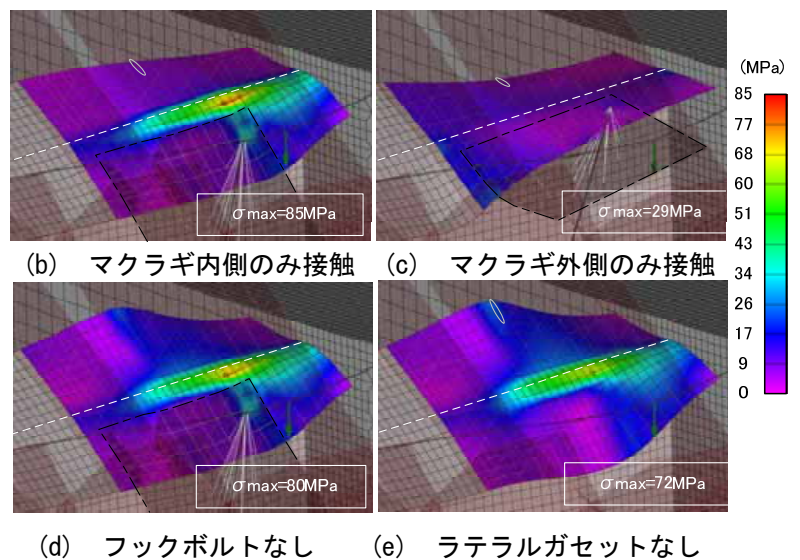


図-4 各モデルの変形状態と相当応力

4 結論

実橋の鋼鉄道下路トラス橋縦桁上フランジの面外曲げに対して FEM 解析を行い、以下の結果が得られた。

- (1) 縦桁端部上フランジの最大応力は、ラテラルガセット端部と上フランジ首部の間で発生し、橋軸直角方向に引張りの最大主応力が発生する。なお、最大主応力方向は実橋のき裂進展方向と直交している。
- (2) 縦桁端部上フランジの最大応力に対して、上フランジとマクラギの接触条件による違いが大きい。
- (3) 全面接触の場合、縦桁端部上フランジにラテラルガセット取付部がある場合では、ラテラルガセットが無い場合と比べて、上フランジ首部に発生する最大応力が 1 割程度大きくなる。
- (4) 全面接触の場合、縦桁端部上フランジの最大応力に対して、フックボルトの有無による違いはほとんど無い。

本論文は、鋼鉄道橋の維持管理に関する調査・検討委員会の取組みの一環として行われた成果であり、有益なコメントをいただいた委員各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 徳永直他：経年 100 年を越えた鉄道下路トラス桁の疲労き裂に関する一考察，土木学会第 58 回年次学術講演会，I-420,2003.9.
- 2) 近藤拓也他：鉄道下路トラス橋縦桁補修方法の対策効果に関する一考察，土木学会第 62 回年次学術講演会，I-266,2007.9.
- 3) 財団法人鉄道総合技術研究所：鋼構造物補修・補強・改造の手引き，1992.7
- 4) 松本,坂野他：鋼鉄道下路トラス橋縦桁端部上フランジのき裂発生に対する原因究明，平成20 年度土木学会関西支部年次学術講演会，第I部門，2008.5