

第 I 部門

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

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疲労き裂が確認されて以来，継続的に追跡調査が実施されてきた^{1,2)}．縦桁上フランジのき裂について，マクラギの偏圧による上フランジの首振りが原因と考え対策をしているものの^{2,3)}，マクラギの接触条件，フックボルトによる締結の有無およびラテラルガセットの有無など，どのような条件が上フランジの首振りに対して最も厳しいか明らかではない．よって，当該橋のように適用している従来の対策方法の有効性を把握するには，まずき裂発生原因である上フランジの首振りに対して何が最も厳しい条件なのか明らかにする必要がある．

本研究は，実橋の鋼鉄道下路トラス橋の床組の一部分を再現し，FEM 解析により縦桁上フランジのき裂発生原因である首振りに対して厳しい条件を明らかとする．

2. き裂発生状況

既報¹⁾にて，縦桁上フランジのき裂は，縦桁スパン中央付近よりも縦桁端部付近に比較的多く発生していることが報告されている．また，実橋の条件から上フランジの首振り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種類が考えられる．

3. FEM 解析

縦桁端部付近の上フランジに発生するき裂に着目し，上フランジの首振りに対して影響があると考えられる3種類の項目について，弾性有限要素解析にて変形挙動と応力分布を把握する．

3.1 解析モデルと解析条件

図-1, 2に，解析モデルと解析条件および着目箇所詳細図を示す．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．

3.2 解析パラメータ

表-1に解析パラメータ一覧表を示す．解析パラメータは，図-2に示す縦桁端部上フランジ片側のみ設定とした．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．

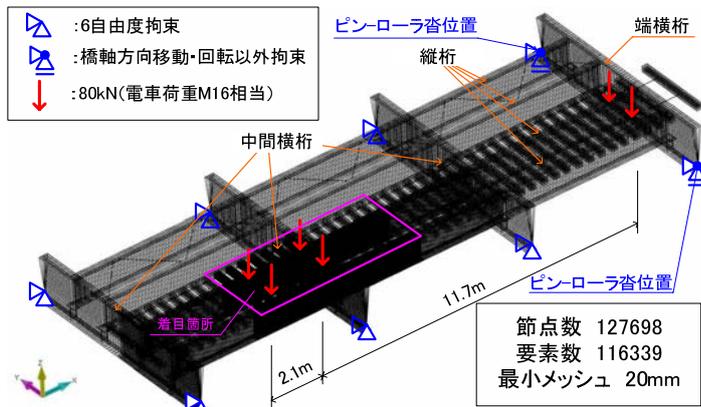


図-1 解析モデルと解析条件

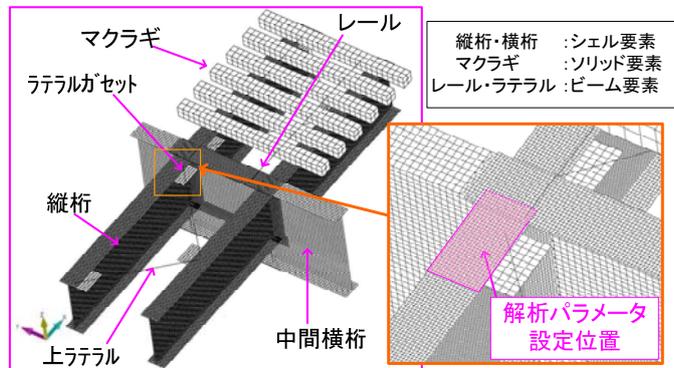


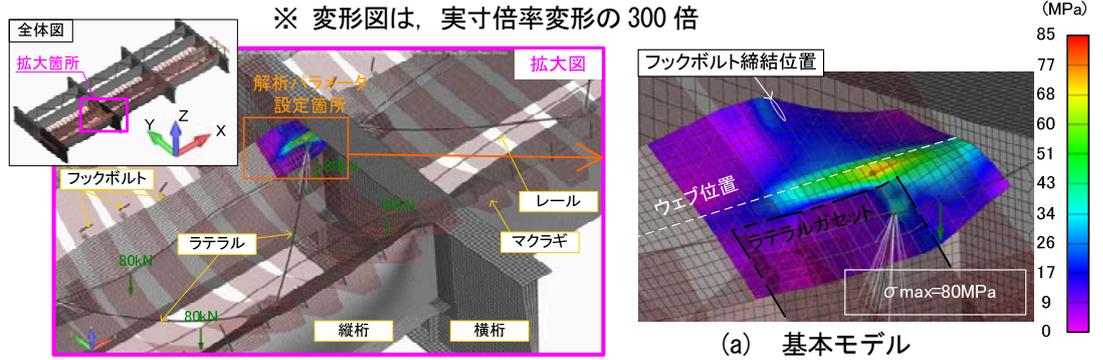
図-2 着目箇所詳細図

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		○	○		○		

4. FEM 解析結果

図-3 に、各解析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。



4.1 基本モデルの変形挙動と相当応力

図-3(a) では、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。

4.2 マクラギと上フランジの接触状態による影響

図-3(a) 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 (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-3(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。

4.3 フックボルト有り無しの影響

図-3(a) と (d) のフックボルトによる締結有無の場合の最大応力が同じであることから、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ない。

4.4 ラテラルガセット取付部の有り無しによる影響

図-3(a) 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、(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 割程度大きくなる。

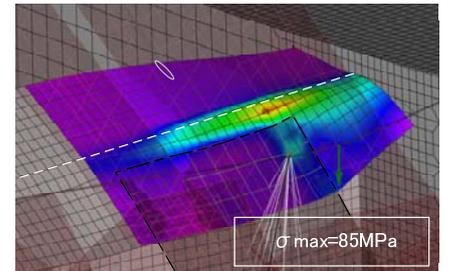
5. 結論

鋼鉄道下路トラス橋縦桁端部上フランジのき裂発生原因である首振りに対して、FEM 解析により以下の結果が得られた。

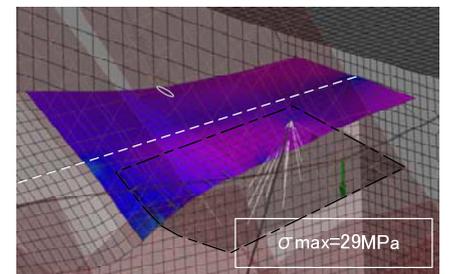
- (1) 縦桁端部上フランジの最大応力は、ラテラルガセット端部と上フランジ首部の間で発生している。
- (2) 縦桁端部上フランジの最大応力に対して、上フランジとマクラギの接触条件による違いが大きい。
- (3) 全面接触の場合、縦桁端部上フランジにラテラルガセット取付部がある場合では、ラテラルガセットが無い場合と比べて、上フランジ首部に発生する最大応力が 1 割程度大きくなる。
- (4) 全面接触の場合、縦桁端部上フランジの最大応力に対して、フックボルトの有無による違いはほとんど無い。

【参考文献】

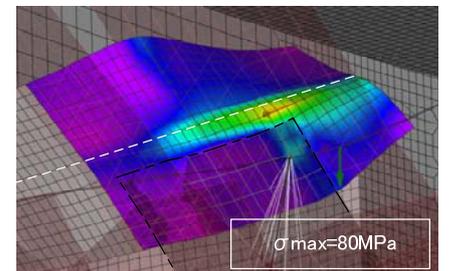
- 1) 徳永直他：経年 100 年を越えた鉄道下路トラス桁の疲労き裂に関する一考察，土木学会第 58 回年次学術講演会，I-420,2003.9.
- 2) 近藤拓也他：鉄道下路トラス橋縦桁補修方法の対策効果に関する一考察，土木学会第 62 回年次学術講演会，I-266,2007.9.
- 3) 財団法人鉄道総合技術研究所：鋼構造物補修・補強・改造の手引き，1992.7



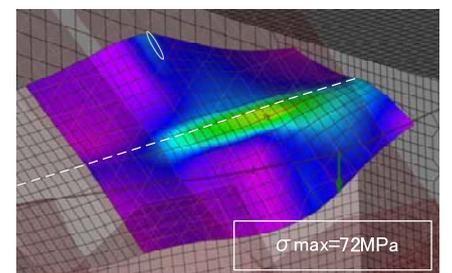
(b) マクラギ内側のみ接触



(c) マクラギ外側のみ接触



(d) フックボルトなし



(e) ラテラルガセットなし

図-3 変形状態と相当応力