

端補剛材下端に隙が生じたリベット桁端部の耐荷性状評価

公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 ○井上 太郎 蒲原 浩平 中田 裕喜 小林 裕介
 株式会社TTES 正会員 勝山 真規

1. はじめに

鋼鉄道橋において、未だ多数の高経年リベット桁が供用されている。リベット桁の端補剛材下端は経年の中で摩耗し、下フランジと隙を生じている場合が多い。端補剛材は荷重を支承に伝達する部材であるため、下端に隙を生じると耐荷力は低下する可能性がある。特に線支承により支持される場合は、端補剛材と線支承の位置関係（以下、支点条件と呼ぶ）によっても耐荷力の低下程度は異なるものと考えられる。

本稿では、線支承を有するリベット桁を対象に、端補剛材下端の隙が耐荷性状に及ぼす影響について、支点条件をパラメータとして解析的に評価した結果について報告する。

2. 有限要素解析概要

解析対象は、既往の研究と同様に、達1084号（国鉄標準設計）、支間長12.9m、設計荷重KS-18²⁾をモデル化した。解析は、材料非線形および幾何学的非線形を考慮した有限要素解析である。解析コードは、Abaqus6.6を使用した。図1に示すように、シェル要素を基本に桁端部のみをモデル化した。なお、リベットのモデル化は省略した。境界条件は、図1に示すとおりである。荷重は、上フランジに設置した載荷板へ垂直に節点荷重を付与する漸増荷重とした。

解析ケースは、表1に示す全6ケースを実施した。なお、経年したリベット桁における端補剛材下端の隙量は、著者らの経験上1~2mm程度の場合が多いと考えられるが、ここでは安全側に5mmとした。

3. 耐荷性状の評価

本稿での耐荷性状は、常時における供用限界状態として座屈荷重および座屈までの過程に着目し評価する。

荷重-変位関係を図2に、腹板の座屈荷重を図3に示す。図より、いずれのケースにおいても腹板において座屈を生じた後に終局に至った。また、座屈荷重の大きさは、端補剛材下端の隙の有無により変わらない結果となった。以降は支点移動の有無に分けて、座屈に

至るまでの過程を考察する。

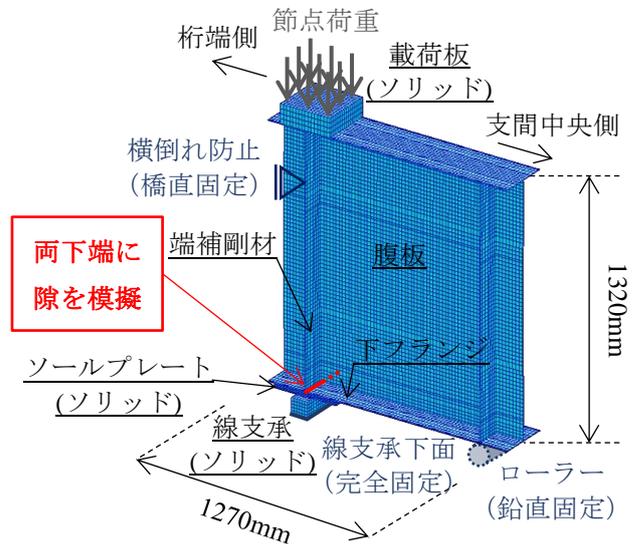


図1 解析モデル

表1 解析ケース

ケース	端補剛材 下端の隙量	支点条件	
		移動方向	移動量
1	無(0mm)	正常	0mm
2	有(5mm)		
3	無(0mm)	支間中央側	165mm
4	有(5mm)		
5	無(0mm)	桁端側	165mm
6	有(5mm)		

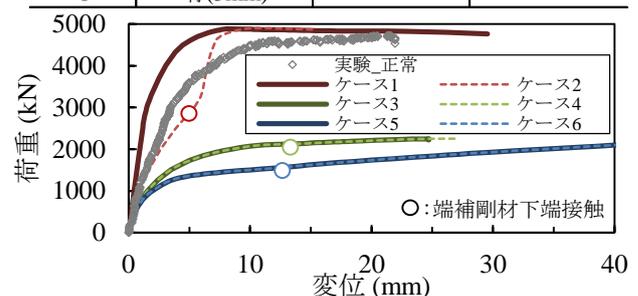


図2 荷重-変位関係

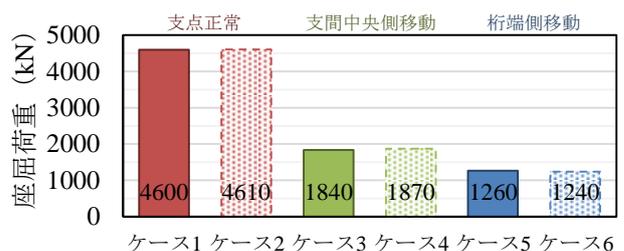


図3 腹板の座屈荷重

キーワード リベット桁、端補剛材下端の隙、支点移動、座屈荷重、有限要素解析

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 鋼・複合構造 TEL 042-573-7280

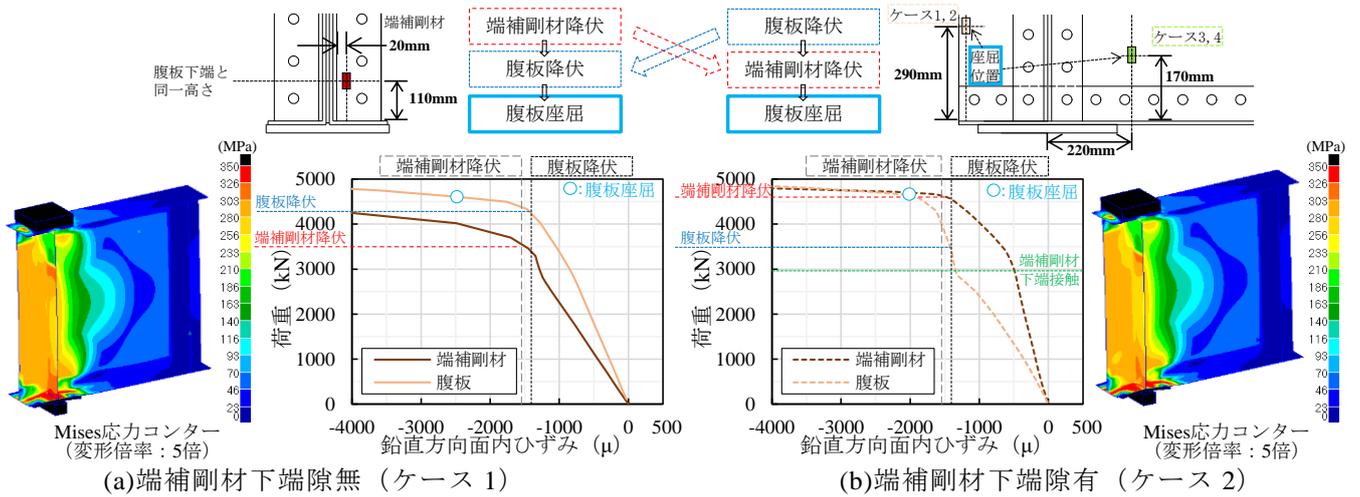


図4 荷重-ひずみ関係および Mises 応力コンター (支点正常)

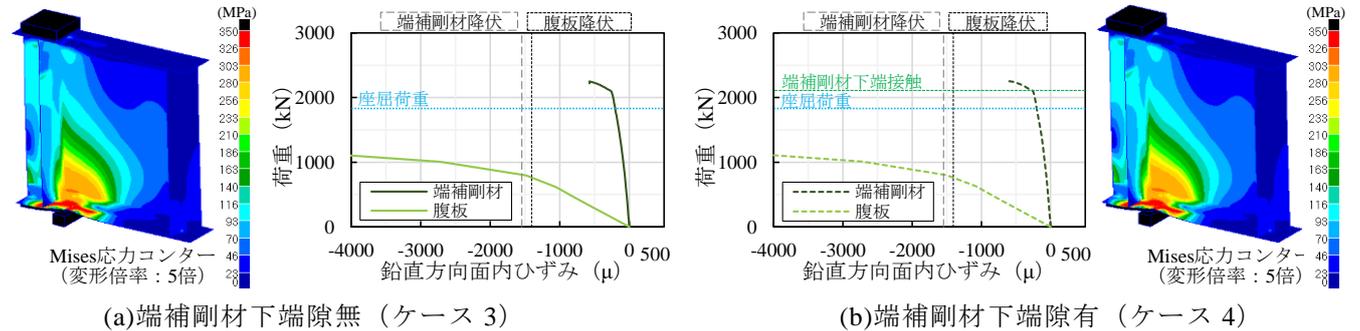


図5 荷重-ひずみ関係および Mises 応力コンター (支間中央側移動)

(1) 支点正常の場合

図4に支点位置が正常の場合における端補剛材、腹板の荷重-ひずみ関係および座屈時の Mises 応力コンターをそれぞれ示す。

端補剛材下端に隙を生じていないケース1では、端補剛材が先行降伏した。端補剛材降伏後に腹板へ応力が再配分され腹板の圧縮ひずみが増加し、腹板降伏後、腹板の圧縮ひずみが2500 μ 付近で腹板の桁端部において座屈が生じた。

一方、端補剛材下端に隙を有するケース2では、腹板の圧縮ひずみが増加し腹板が先行降伏した。しかし、端補剛材下端が下フランジと接触することで、腹板降伏後も腹板端部の圧縮ひずみが急増することではなく、荷重の増加により端補剛材が降伏した直後に腹板の桁端部において座屈が生じた。なお、座屈時の応力性状は図4に示す Mises 応力コンターから端補剛材下端の隙の有無によって大きな相違はなかった。

以上より、端補剛材下端の隙は、腹板座屈までの過程において部材降伏順序が異なる等の耐荷性状に影響を及ぼしていることがわかった。なお、本ケースでは結果として座屈荷重が同程度であったものと考えられる。

(2) 支点位置が165mm移動している場合

図5に支点位置が支間中央側へ165mm移動した場合の端補剛材、腹板の荷重-ひずみ関係および座屈時の Mises 応力コンターをそれぞれ示す。

支点位置が端補剛材から離れている場合は、端補剛材下端の隙の有無によらず、支点直上の腹板に応力が集中し、腹板が座屈した後に最大荷重をむかえた。また、その過程での腹板や端補剛材のひずみ履歴はほぼ同様であった。これは、支点位置がずれたことで端補剛材が荷重を殆ど分担しておらず、隙の有無が影響しなかったことが要因である。なお、支点が桁端側へ移動した場合も同様の傾向であった。

4. まとめ

- (1) 支点正常の場合は、初期剛性の低下や腹板座屈までの過程において部材降伏順序が変化する等、端補剛材下端の隙が耐荷性状へ及ぼす影響がある。
- (2) 支点位置が移動している場合は、支点移動により端補剛材の荷重への寄与が減少しているため、端補剛材下端の隙が耐荷性状へ及ぼす影響は小さい。

参考文献

- 1) 戸崎隆之, 吉田善紀, 中田裕喜, 小林裕介: 線支承の支持状態が変化した鋼桁端部の耐荷力評価, 構造工学論文集 Vol.64A, pp.38-50, 2018.
- 2) 日本国有鉄道: 建造物設計標準解説, 1983.