

狭隘箇所を設置可能な落橋防止機能を有する制震装置の開発 (その3：FEM解析による桁取付け部の評価)

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○斉藤雅充 豊岡亮洋 土井達也 名波健吾 和田一範
西日本旅客鉄道(株) 正会員 福本守

1. はじめに

ロッキング橋脚を有する橋梁に対し、耐震対策が急務となっている¹⁾。耐震対策を進める際、施工スペースの問題から円滑に実施できない場合も多い。著者らは、狭隘箇所施工可能な落橋防止機能を有する制震装置を提案し、要素実験により提案装置の非線形特性を評価した²⁾。さらに、提案装置による制震効果(応答変位の低減効果)を定量的に評価した³⁾。本研究では、この提案装置の桁への取付け部の構造を定めるため、非線形FEM解析により、桁取付け部の耐力、損傷状況を評価し、桁の補強方法を提案した。

2. 解析概要

提案した制震装置²⁾は鋼棒とその取付け部からなる。制震装置の取付け位置は、支承周辺に狭い箇所が多いため、端横桁と橋台パラペットの間の位置とした(図1(a))。下部構造への取付けは、あと施工アンカーを用いることとした(図1(b))。桁への取付けは、集成枠を介して端横桁に取付けることとした。

制震装置から受ける力に対して、取付け部と端横桁が破壊せずに主桁や縦桁などの周辺の部材に力を伝達できるかFEM解析により確認し、その上で必要な補強を提案することとした。取付け部の要件は、提案装置の降伏前に取付け部や端横桁が降伏しないこと、落橋防止装置としての設計最大荷重として桁の死荷重相当以上の力を伝達できることの2点とした。解析モデルは図2に示す端横桁の主桁～縦桁間とし、シェル要素により端横桁、集成枠をモデル化した。鋼棒には図3赤線に示す弾塑性特性を与え、他の部材には400N/mm²材相当の弾塑性特性を与えた。解析コードには汎用有限要素解析ソフトADINAを用い、鋼棒の基部の節点に強制変位を与えた(図2)。

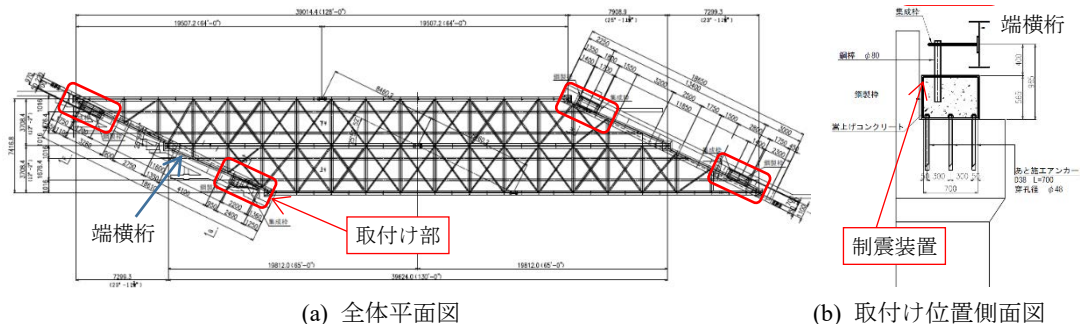


図1 対象橋梁・モデル化範囲

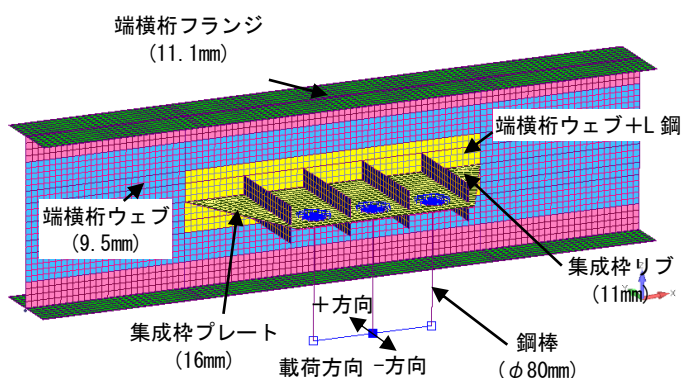


図2 桁取付け部の有限要素モデル(補強なし)

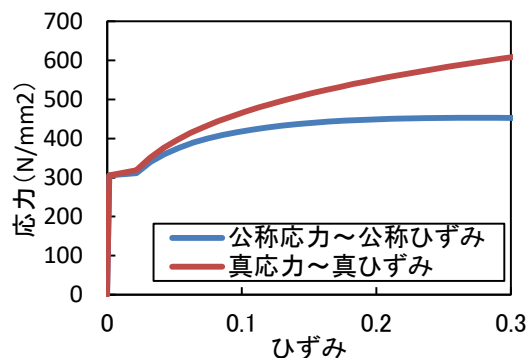


図3 鋼材の応力ひずみ関係(鋼棒)

キーワード ロッキング橋脚, 制震機能, 落橋防止, 狭隘施工, 取付け部

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 TEL:042-573-7336

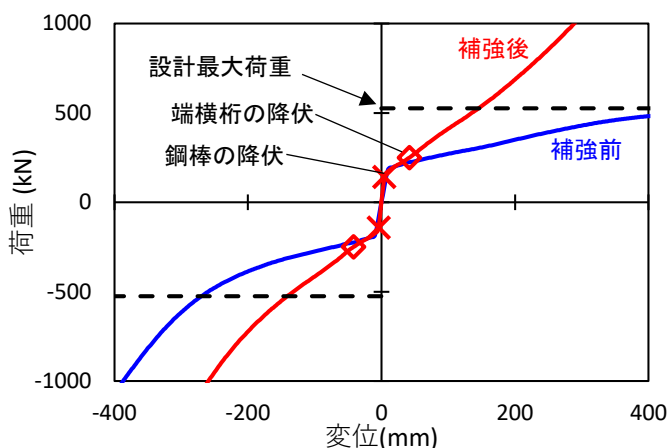


図4 荷重変位関係

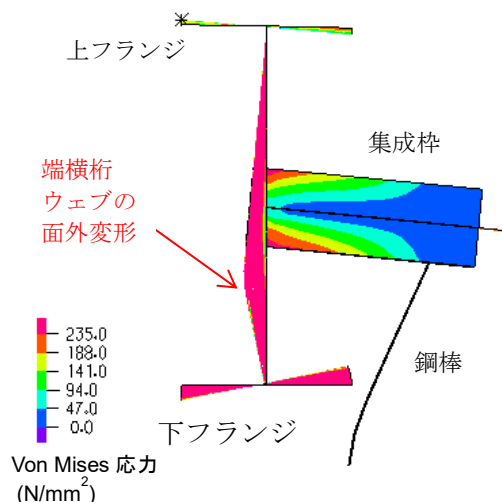


図5 変形・応力図（補強前）

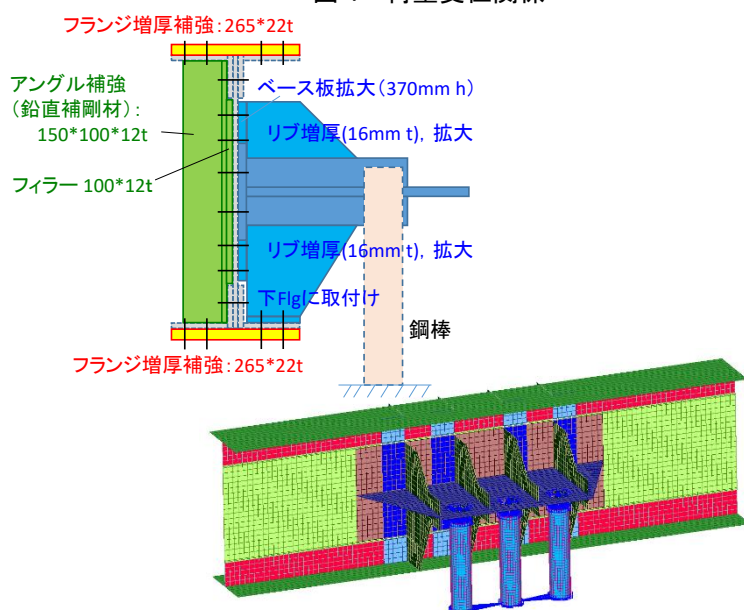


図6 補強方法と解析モデル（補強後）

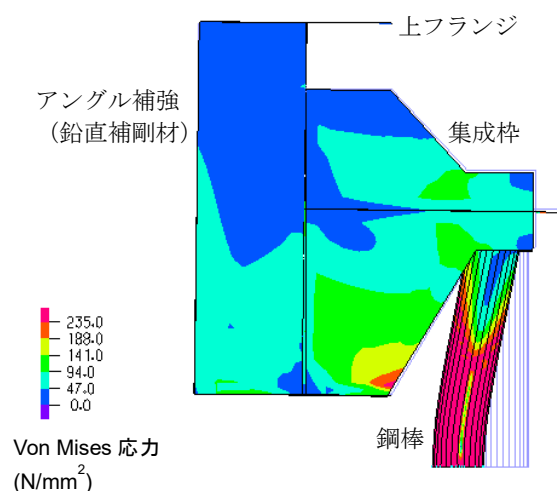


図7 変形・応力図（補強後）

3. 解析結果と補強の提案

解析結果として、鋼棒基部の載荷点における荷重変位関係を図4青線に示す。補強前のモデルでは、変位＋方向（端横桁に近づく方向）において、載荷途中から荷重が増加しなくなり、落橋防止装置としての設計最大荷重（破線）に満たないまま減少を始めた。これは、図5に示すように、端横桁ウェブの面外変形や、集成材を含めた全体のねじりによって取付け部全体が座屈した状態となったためである。

これを踏まえ、端横桁の横剛性、ねじり剛性、ウェブの面外剛性を高めるため、図6に示す補強を提案した。再び解析した結果、図4赤線に示すように、途中で荷重が減少することなく、設計最大荷重以上の耐力を有することを確認した。これは、図7に示すように、補強によって端横桁の横曲げ変形、ねじり変形、ウェブの面外変形などが抑えられた結果である。途中、端横桁の降伏がみられるが、提案装置の鋼棒の降伏に先行することではなく、また降伏後も座屈や破壊に至ることはなかった。

4. おわりに

本稿では、制震装置を既設鋼橋の端横桁への取付け方法として、端横桁をねじりやウェブ面外変形に対して補強しながら設置する方法を提案し、目標荷重に対して十分な耐力を有することを確認した。

参考文献

- 1) 国土交通省鉄道局：特定鉄道等施設に係る耐震補強に関する省令・告示・指針，2018。
- 2) 和田一範，土井達也，豊岡亮洋，名波健吾，斉藤雅充，福本守：狭隘箇所を設置可能な落橋防止機能を有する制震装置の開発（その1：装置概要と要素実験による非線形特性評価）（投稿中），第76回土木学会年次学術講演会論文集，2021。
- 3) 名波健吾，和田一範，豊岡亮洋，土井達也，斉藤雅充，福本守：狭隘箇所を設置可能な落橋防止機能を有する制震装置の開発（その2：動的解析による制震効果の検証）（投稿中），第76回土木学会年次学術講演会論文集，2021。