

鋼トラス橋の端横桁での仮支持による支承取替え復旧作業 2

北武コンサルタント (株)

正会員 ○阿部 淳一 坂本 智明 細川 真利
北海道室蘭建設管理部 非会員 國塚 信武

1. 目的

2018年の北海道胆振東部地震により被災した上厚真大橋の復旧工事において、端横桁の中間部で仮支持により支承を取り替えることとした。しかし、本橋はトラス橋であり、その構造上、部材中間部で荷重を作用させることは、トラス構造の前提条件から逸脱し、桁全体に与える影響も不明である。そのため、復旧作業を安全にかつ適切におこなうために、事前に有限要素解析を実施し、横桁中間部での仮支持が桁全体への影響について検討することとした。さらに仮支持により応力が過大となる部位の部分モデルにより応力状態や破壊形態の検討を行った。

2. 解析モデル

本検討は、まず端横桁中間部の仮支持による、トラス橋全体への影響を検討するため、図-1に示す橋梁全体の1/2モデルで検討を行った。また、全体モデルの検討より、応力が大きくなった端横桁に着目し、図-2に示す部分モデルを構築し、破壊形態の検討を行った。モデルは鋼材をプレート要素、コンクリートスラブをソリッド要素とした。各要素は全体モデルでは500mm程度で要素分割し、端横桁の部分モデルでは50mm程度の要素分割とした。材料は既設計算書より設定し、鋼材がSM400、コンクリート床版は $f'_{ck}=24\text{N/mm}^2$ とした。材料構成則は、鋼材は完全弾塑性型で、降伏基準はVon-Mises型とした。コンクリート床版は弾性とした。荷重条件は自重とし、盤上荷重および添架物は平均化してスラブに作用させた。境界条件は、全体モデルでは既設および仮受けの支点条件に合わせた。端横桁の部分モデルでは、格点部のガセットの径間側を固定とした。

3. 解析結果

図-3に既設支承位置を支点とした(以降、CASE1とする)、Von-Misesコンターを、図-4に仮受け位置を支点とした(以降、CASE2とする)コンターを示す。なお、CASE2では仮受け位置で、予め設計した垂

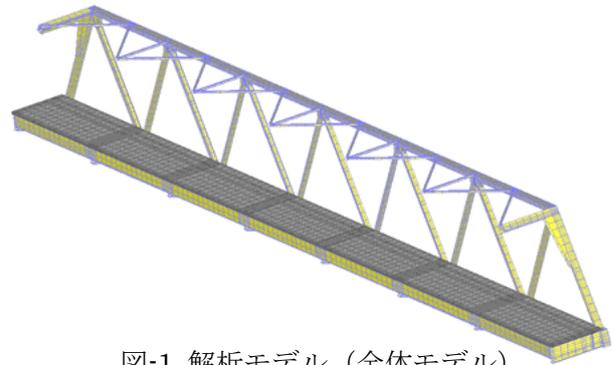


図-1 解析モデル (全体モデル)

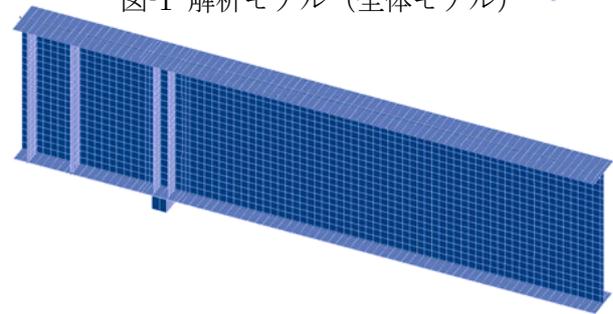


図-2 解析モデル (部分モデル)

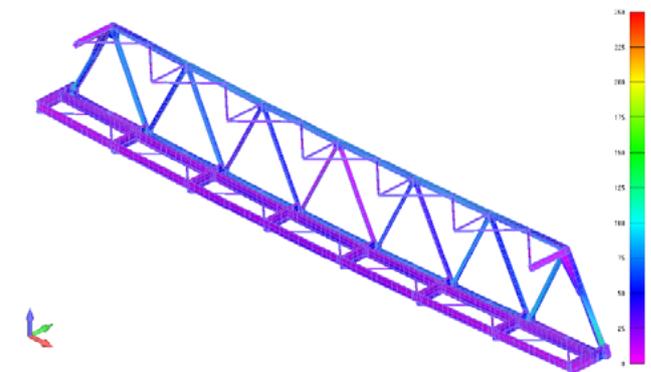


図-3 Von-Mises コンター図(CASE1)

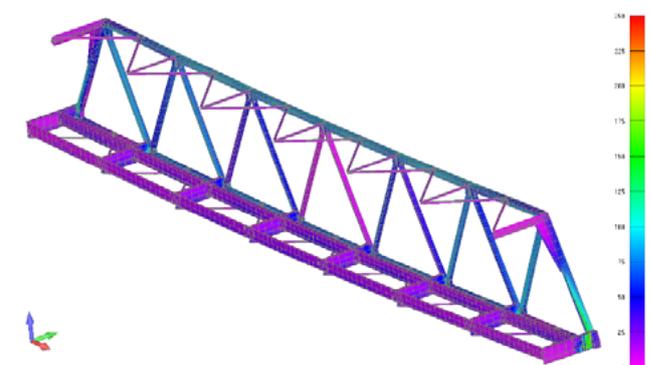


図-4 Von-Mises コンター図(CASE2)

キーワード 鋼トラス橋, 有限要素解析, せん断座査,

連絡先 〒062-0020 札幌市豊平区月寒中央通7丁目北武第2ビル TEL011-851-3181

直補剛材をウェブに取り付けている。支点反力を比較すると、CASE1, CASE2 とともに 907kN 程度で、設計想定反力と同程度となった。CASE1 の場合、最大応力 175N/mm² でトラス部材格点部の応力が高くなった。一方、CASE2 では端横桁のウェブ位置で応力が最大となり、188N/mm² となった。図-5 に図-4 の端横桁の拡大図を示す。図のように、支点位置を変更したことにより、仮受位置から端横桁ウェブを通してトラス格点部に圧縮ストラットが形成された。一方、主桁やトラス主部材に過大な応力は発生しなかったため、端横桁に着目し詳細に検討を行うこととした。

端横桁の部分モデルを用いて、非線形解析により破壊形態の検討を試みた。解析は、仮受け位置より変位制御により荷重を鉛直方向に漸増载荷した。図-6 に端横桁の仮受け位置における鉛直力-鉛直変位関係を示す。また図-7 に各解析ステップにおける変形および Von-Mises コンターを示す。

応力状態を確認すると、横桁ウェブと補剛材の隅角部の応力が高く、鉛直荷重 700kN 程度でウェブが局所的に材料降伏に達した。なお、全体解析においては支承反力が 900kN 程度でもウェブは降伏に至っていない。これは、部分モデルが仮受け部とトラス格点部間の応力伝達に着目しているためで、本来、縦桁を介して分散される応力も、この部位に作用するためである。

荷重を増加すると、ウェブの隅角部から中央部に材料降伏が進展し、ウェブ全体が材料降伏すると、ウェブがせん断座屈と考えられる変形が生じ、徐々に軟化が生じ始めた。最大荷重は 1127kN となった。

4. まとめ

復旧作業においては、ジャッキアップのバランスや非構造部材のかみ合わせなどにより、設計支承反力以上の反力がジャッキにより生じることが考えられる。そのため、本解析結果より、復旧作業において 1000kN 程度でも桁の受け替えが出来なければ、ジャッキアップを一時中断することとした。またウェブ中央付近で降伏ひずみを越えるひずみが生じると、部材として軟化が生じ始めるため、ウェブ中央のひずみゲージが降伏ひずみに達する前にも、ジャッキアップを一時中断することとし、復旧作業に挑むこととした。実際の復旧作業においては、設計支承反力以上の荷重がジャッキにより作用されたが、解析により想定していた最大反力程度で、かつウェブ高さの 1/4 点で降伏ひずみを越えるひずみは生じず、無事ジャッキアップを完了した。

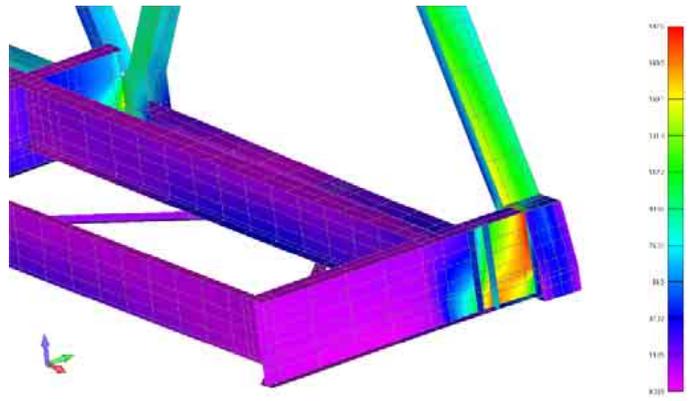


図-5 Von-Mises コンター図(拡大図)

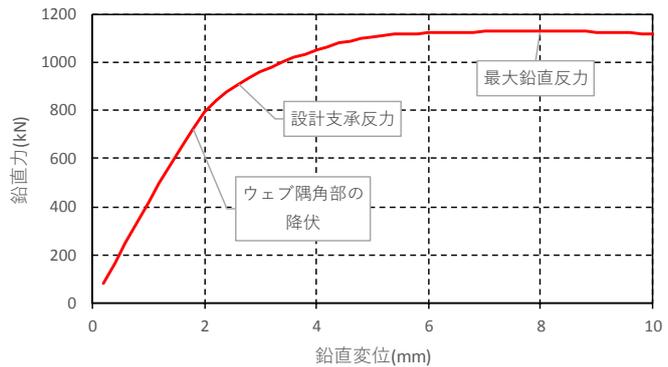


図-6 鉛直力-鉛直変位関係

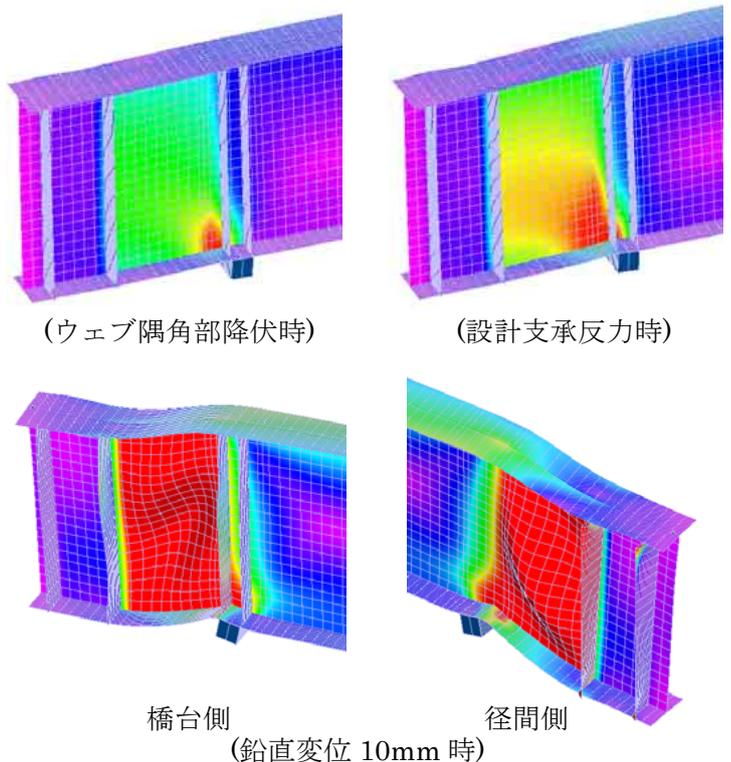


図-7 Von-Mises コンター図