

FEA を用いた鋼桁橋の応答照査法に関する検討（第2報）

阪神高速道路(株) 正会員 ○青木 康素

(一財)阪神高速道路技術センター 正会員 赤松 伸祐 正会員 杉山 直也

1. はじめに

有限要素解析（Finite Element Analysis：以下、FEA）を用いた設計及び耐荷力照査法の提案に向けて、鋼I桁多主桁橋を対象とした格子解析と FEA を実施し、応答抽出に関する基礎的な検討を行っている¹⁾。橋梁部材の新設設計もしくは補強設計において、構造計算に基づき耐荷性能の照査を行う場合に、その照査の流れを整理すると図-1 のとおりとなる。これは、初等梁理論に基づく格子解析であっても FEA であっても同様であり、部材のモデル化と荷重作用のモデル化が必要であり、また、解析結果の評価では、その応答の取り出し方と取り出した応答値と比較する抵抗値が必要となる。本検討ではこの抵抗値として、道路橋示方書で与えられる許容値（制限値）を採用することを念頭に、これまで設計で一般に用いられてきた公称応力に着目し、それに相当する FEA での応答値の抽出法について検討している。その検討事項の一つとして、板組や荷重集中点等での応力集中部についてどのように評価するのか整理を進めている。本稿では、既報¹⁾に続き、鋼桁で水平補剛材有無の影響評価と、支点上で応力評価する場合の留意点について検討した。

2. 検討方法と対象橋梁

対象とする橋梁は、図-2に示す既報¹⁾と同じものとし、土木研究所で FE モデル化手法の検討に用いた橋梁とした²⁾。解析ソルバーは、Femap with NX NASTRAN ver12.0.1 を用い、検討に使用する FE モデルの要素種類や分割数等は、文献 2)で提案されている主桁設計を対象としたモデル化手法を参考とした。本検討では、付加材がある場合の部材断面の応力分布への影響に着目した例として、桁に水平補剛材がある場合の応力分布への影響について、また、荷重集中点での評価例として、支点上桁ウェブでの応力分布について検討した。

水平補剛材はウェブと節点結合させ、幅方向に4分割して鋼桁の FE モデルに導入した。支点部は図-2のとおり、ソールプレート範囲において剛体梁要素にてピラミッド型で集約支持している。変位について、鉛直方向と橋軸直角方向を拘束し、橋軸方向は固定沓では拘束し可動沓では自由としている。回転については、橋軸回り、橋軸直角軸回り、鉛直軸回り共に自由としている。

3. 応答値の分析

水平補剛材有無の違いについて、支間中央付近（横桁位置から 1m 離れた位置）の直応力を例として節点で応力を取り出し図-3に示すが、明確な差は認められない結果となった。図-4に応力コンターを示すが、水平補剛材に応力が流れ、幅方向に自由端にかけて応答が小さくなっていることから、適切にモデル化ができていると考えられる。

キーワード 鋼桁橋, FEA, 応答照査法, 応答抽出, 応力集中部

連絡先 〒530-0005 大阪市北区中之島 3-2-4 阪神高速道路株式会社 技術部 TEL 06-6232-6543

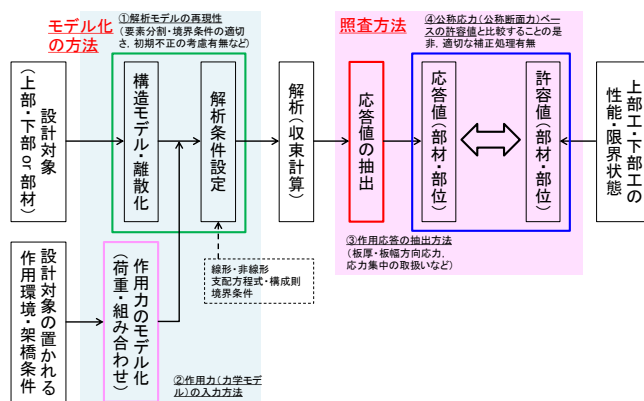


図-1 耐荷性能の確保における部材照査の流れ

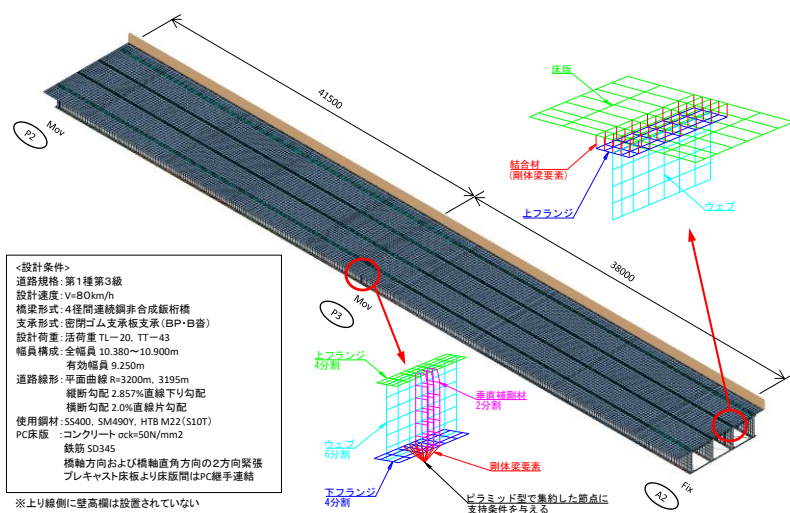
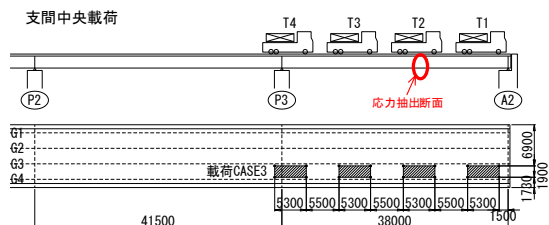
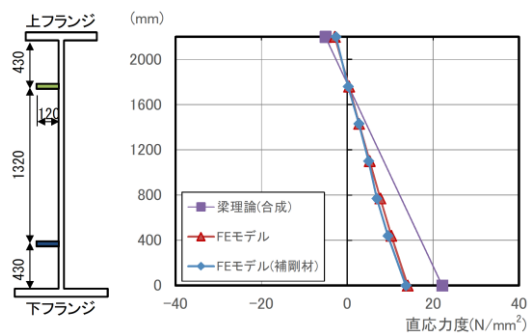


図-2 検討対象橋梁のFEモデル¹⁾

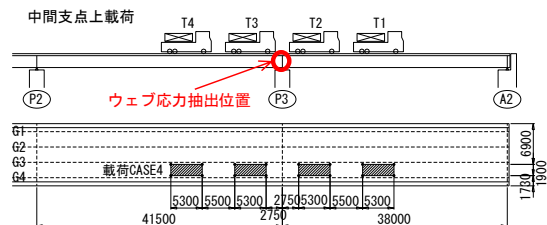


(a) 荷重状態と応答抽出位置

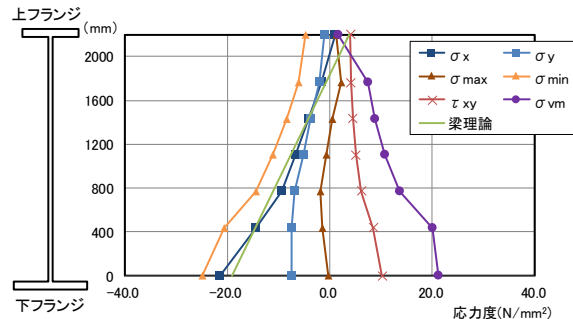


(b) G4 桁ウェブの直方力の分布

図-3 水平補剛材有無によるウェブの直応力



(a) 荷重状態と応答抽出位置



(b) G4 桁ウェブの応力分布

図-5 支点上での各種応力

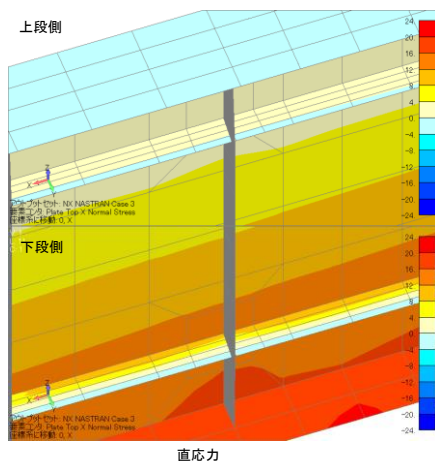


図-4 水平補剛材周辺の応力コンター（直応力）

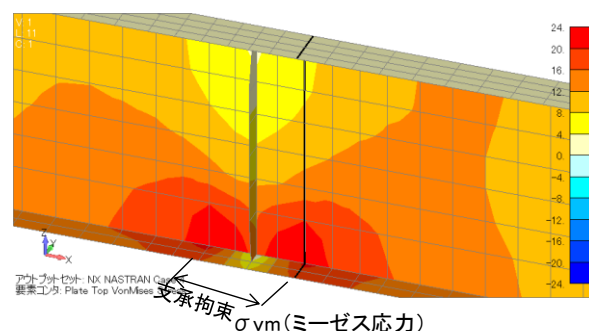


図-6 支点上での応力コンター（ミーゼス応力）

また、溶接部はモデル化していないこと、水平補剛材との取り付け部のウェブのメッシュサイズは幅 250mm×高さ 350mm と比較的ラフにモデル化しており、応力集中は生じていない結果となった。詳細な応力集中の把握を必要としない場合の桁のモデル化では、水平補剛材の影響は考慮せずにウェブの応答を取り出してよいと考えられる。

連続桁中間支点上のウェブについて、図-5 に節点での直応力、せん断応力、最大最小主応力、ミーゼス応力、初等梁理論で合成桁仮定での計算値を示す。図-6 にミーゼス応力を例として応力コンターを示す。応力分布は、コンクリート床版との合成断面での中立軸位置になる上フランジ付近を頂点として三角形形状となっている。ミーゼス応力の最大値 (21.3N/mm²) は、梁理論計算値 (19.0N/mm²) より 10%程度大きい結果であった。図-5 での応力分布は、図-6 での応力コンターを確認し、応答が最大となる支点拘束端の断面で取り出しており、支点直上には垂直補剛材が設けられる場合が多いことを考慮すると、支点上など荷重集中点では、補剛材位置をかわして断面の応答を取り出す等の抽出位置の選定に留意が必要である。

4. まとめ

主桁に関する断面設計において、照査応力を取り出す場合には、水平補剛材の影響は考慮しなくてもよい結果であった。また、支点直上に補剛材が配置されている場合には、応力状態を応力コンターから確認したうえで、照査応力を評価する断面を決定した方がよいことが確認できた。

参考文献 1) 赤松, 青木: FEA を用いた鋼桁橋の応答照査法に関する検討, 土木学会, 第 74 回年次学術講演会講演概要集, 2019.9 2) 土木研究所資料: 鋼桁橋の設計への FEM 解析の適用に関する研究, 土木研究所資料第 4047 号, 2007.4