

FEA を用いた鋼桁橋の応答照査法に関する検討

(一財)阪神高速道路技術センター 正会員 ○赤松 伸祐
阪神高速道路(株) 正会員 青木 康素

1. はじめに

近年、コンピュータの進歩に伴い、有限要素解析 (Finite Element Analysis : 以下, FEA) が普及しており、鋼桁橋の設計にも FEA の導入が可能となっている。しかし、FEA から算出された応答値は、評価手法に明確な定めがない上に、格子解析による公称応力評価との関連性についても不明瞭である。そこで本検討では、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た。

2. 検討方法と対象橋梁

鋼 I 桁橋の耐荷性能の照査では、公称応力と道路橋示方書などで規定される許容値 (制限値) を比較することが多い。FEA を適用して公称応力による評価を行う場合は、構築したモデルからの応力の取り出し方や取り出した応力値の取り扱い方法などを、予め定めておく必要がある。例えば、応力の取り出し方については、節点応力と要素応力の応答誤差の可能性を考慮する。また、抽出した作用応答値については、板厚・板幅方向に応力勾配や応力集中がある場合の取り扱いに注意が必要である。ここでは設定した対象構造物の格子モデルと FE モデルを構築し、これらのモデルから応答を抽出して、必要と考えられる検証事項を分析した。

対象とする構造物は、図-1 に示すように、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¹⁾。検討に使用する FE モデルの要素種類や分割数等は、文献 1) 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。

対象とする構造物は、図-1 に示すように、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¹⁾。検討に使用する FE モデルの要素種類や分割数等は、文献 1) 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。

3. 応答値の分析

3. 1 節点応力と要素応力の分析

応答の取り出し方の違いによる影響を確認するために、支間中央載荷時における主桁ウェブの直応力に着目し、節点応力と要素応力を抽出・比較した(図-2 (a) (b))。

ウェブの直応力は、節点応力と要素応力で違いは見られず、文献 1) で提案された主桁設計用の FE モデルから応答を抽出する場合は、取り扱いが容易な節点応力を抽出して差し支えないと考えられる。

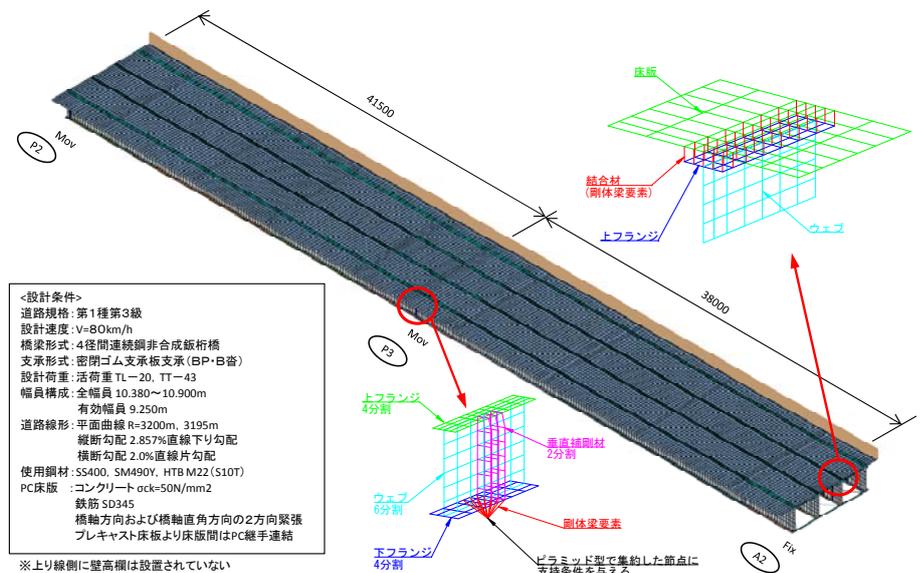
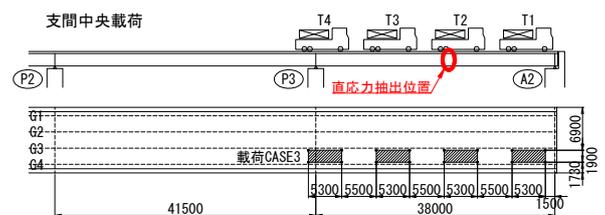
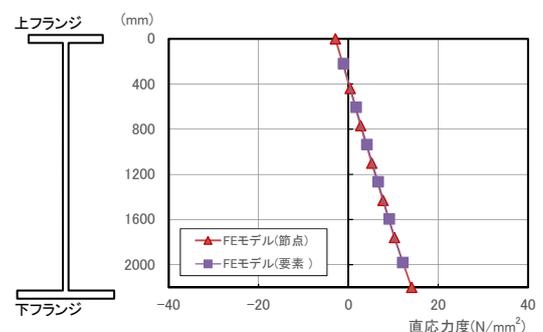


図-1 検討対象橋梁のFEモデル¹⁾



(a) 載荷状態と応答抽出位置



(b) G4 桁のウェブの直応力分布
図-2 節点応力と要素応力の比較

キーワード 鋼桁橋, FEA, 格子解析, 設計法

連絡先 〒541-0054 大阪市中央区南本町 4-5-7 東垂ビル内 (一財)阪神高速道路技術センター TEL 06-6244-6038

3. 2 主桁フランジ応力の分析

主桁フランジの応答を分析するために、格子モデルおよびFEモデルから応答を抽出した。応答抽出時の荷重状態および抽出断面は、図-3(a)に示すように、一般的に鋼桁設計で断面決定ケースとなる中間支点上荷重時の支点上上フランジとした。抽出する応答は、図-3(b)に示すように、格子モデルではフランジの縁応力とし、FEモデルではフランジを構成する節点の直応力とその平均値に加え、主応力、ミーゼス応力とした。

一般的に断面設計で用いている直応力は、FEモデルの方が格子モデルより小さな値となっている。また、フランジ幅方向の直応力分布は、ウェブ直上で大きくなる傾向が見られたが、主応力、ミーゼス応力と一致していないため、せん断遅れ現象ではなく、支点上横桁に応力が流れた影響を捉えていると考えられる。このような応力の乱れを公称応力として評価するかについては検討の必要があるが、評価する場合は、直応力を抽出すると危険側となるため、ミーゼス応力を評価応力とするなど評価応力については注意が必要と言える。

3. 3 部材取付け部の主桁応力の分析

部材取付け部の応力の乱れの影響範囲を確認するために、図-4(a)に示すように、支間中央荷重時の横桁(C15)取付け部と取付け位置から500mm程度離れた主桁断面に着目し、フランジおよびウェブの直応力を抽出した(図-4(b)(c))。

フランジおよびウェブ共に横桁取付け断面では直応力に乱れが見られるものの、500mm程度離れた断面ではそれを確認できなかった。さらに影響範囲を分析するために取付け断面から200mm離れた断面の直応力を抽出したが、乱れは確認できなかった。このことから、横桁取付け位置では、横桁に応力が流れることによって、主桁断面の直応力に乱れが見られるが、その範囲は200mm以下と限定的であると考えられる。このようにFEモデルから応答を抽出する場合には、部材との取り合いを考慮した評価断面を設定する必要があると言える。

4. まとめ

既に提案されたFEモデル¹⁾を用いて、取り組みやすい項目に着目して基礎的な検討を実施した結果、抽出する応力の種類や位置に議論の余地があることが明らかとなった。今後は、応答の抽出方法の検討に加え、抵抗側に必要な安全余裕を分析し、鋼桁の設計及び耐荷力照査法の提案に結び付けたい。

参考文献

1) 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

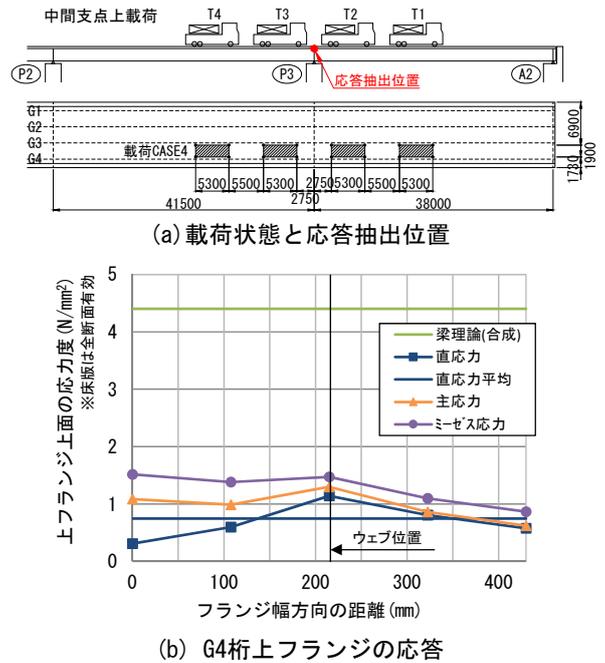


図-3 中間支点上荷重時の上フランジ応力の抽出

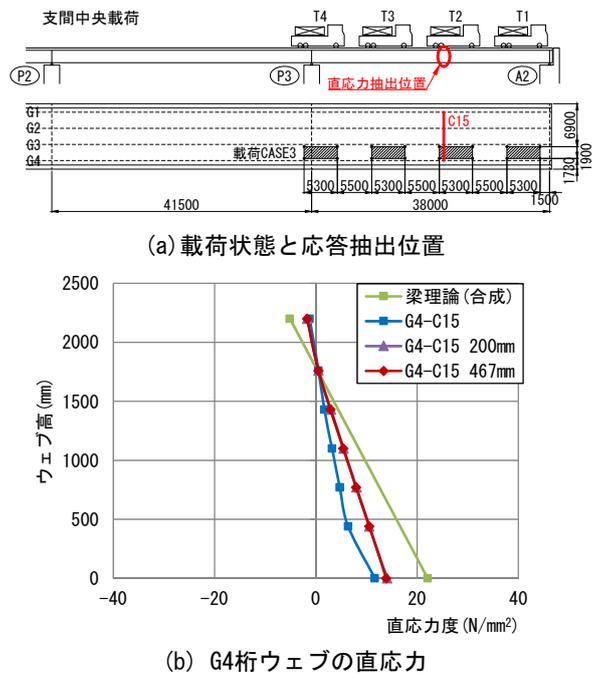


図-4 横方向部材付近の主桁の直応力