

鋼桁の支点受け替え時に生じるウェブのせん断応力変化に関する解析的検討

名城大学 学生会員 ○田中啓太
 名城大学 正会員 渡辺孝一
 名城大学 学生会員 川上峻幸

1 研究の背景と目的

橋梁の支承部は上部構造の様々な荷重を下部構造に伝え、構造物の安全性を確保する上で重要な役割を担っている。支承部は構造物に作用する全ての荷重、衝撃を支えているが、メンテナンスが困難であり経年劣化が起りやすい箇所である。また、地震時は下部工の揺れに伴い、支承から上部工へ衝撃が与えられ、支承部の損傷へ繋がる。平成 28 年に発生した熊本地震では落橋した橋はなかったものの、損傷により 4 割の橋梁が走行規制された^[1]。損傷した橋梁に対する早期対応は被災した地域の復旧・復興のために重要な課題である。また、二次被害を防ぐためにも橋梁の支承部付近を仮受けする必要がある。本研究では、実橋梁を想定した I 桁を無補剛位置でジャッキアップする際にウェブに生じるせん断応力の変化を解析的に把握することを目的とする。

2 解析概要

図 1 に検討対象の解析モデルを示す。支間長は 1,600mm の単純支持とし、支点直上および支間中央部、中央部から両支点側に縦リブを設けた。実験桁は設計断面寸法より、ウェブ高 $H=750\text{mm}$ 、ウェブ厚 $t_w=4.5\text{mm}$ 、フランジ厚 $t_f=9\text{mm}$ 、フランジ幅 $B=150\text{mm}$ 、水平補剛材厚 $t_h=4.5\text{mm}$ 、垂直補剛材厚 $t_v=6.0\text{mm}$ とした。ソールプレートのみソリッド要素(要素タイプ C3D8R)、その他はシェル要素(要素タイプ S4R)で構成し初期たわみや残留応力は考慮しない。鋼桁に適用する材料定数を表 1 に示す。材料構成則は二次勾配 $E/100$ のバイリニア型とした。荷重は段階的に行い、ステップ 1 でジャッキ A により支間中央に死荷重を想定しての上乗荷重 $P=$ 約 206.8kN を与え、図 2 に示すようにステップ 2 でジャッキ B により支点から 250mm 位置に載荷板を介して強制変位を与えた。ジャッキアップに用いる載荷板のサイズはフランジ幅と同等と仮定し、1 辺長 150mm の正方形とした。同図にせん断応力を抽出する範囲を示す。載荷板の中央部と中央部から 150mm 間隔でウェブ高さ方向に渡りせん断応力を抽出する。左側支点は完全固定条件を与えた剛体を定義し、桁と剛体間に接触の条件を与えた^[2]。ウェブのメッシュサイズを 25mm から最大 175mm までのモデルを作成し、せん断応力の値から推定される支点反力の精度とメッシュサイズの関係を検討する。本報告では荷重ステップ 1 完了時からの応力をせん断応力増分に着目して検討を行う。解析に使用する FEM プログラムは Abaqus/CAE6.17 を使用した。

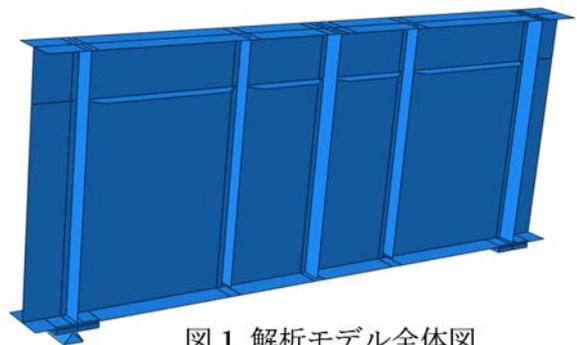


図 1 解析モデル全体図

表 1 材料定数

適用箇所	降伏点 (N/mm^2)	ヤング率 (GPa)	ポアソン比
ウェブ	305.2	204.6	0.281
補剛材	345.0	200.0	0.300
上下フランジ	304.6	195.2	0.284

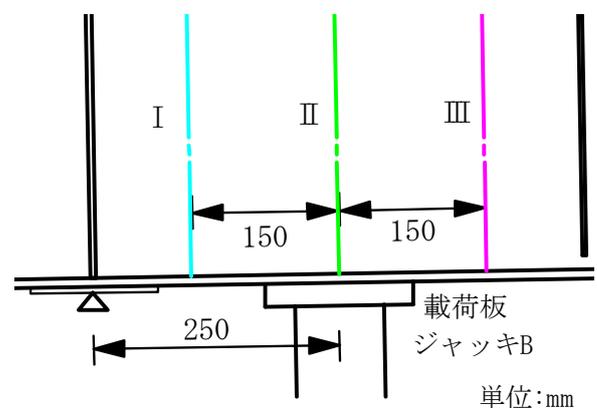


図 2 せん断応力抽出範囲

キーワード せん断応力, ジャッキアップ, 水平補剛材, 推定精度

連絡先 〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学 TEL052-832-1151

3 水平補剛材が与えるせん断応力への影響

図3に抽出位置 III に対して、ステップ 1 完了時のウェブせん断応力分布を例示する。縦軸はウェブ高さで除して無次元表示している。

ウェブに設けた水平補剛材取り付け箇所は局所的に応力が小さく、その要素のみを除外すれば、ほぼ中立軸で上下対象となるせん断応力分布が得られることが分かる。

4 ジャッキアップ箇所付近のせん断応力分布の違い

図4にジャッキアップ荷重 $P_j=26.5\text{kN}$ 時のせん断応力増分分布を示す。載荷位置 I, III の場合、載荷位置に近いほど増分が大きくなる傾向がみられた。これはジャッキアップによる局所的な荷重が作用することが影響している。

表2にメッシュサイズごとのせん断応力の値から算出した推定支点反力の精度を示す。反力の算定は、関連論文^[3]の短冊法によって算定した結果である。また、ウェブメッシュサイズの影響を確認するため、3つのサイズで算定した結果を比較してまとめている。本報告で定義した抽出位置の違いによらず、ジャッキアップ荷重が作用するウェブの下フランジ部にせん断応力が変化する傾向が読み取れる。これらの分布情報から、短冊法によって算定した支点反力は、位置 I が最も精度が高い結果が得られた。また、ジャッキ直上の断面、位置 II から得られる反力は用いることができないことが示された。また、メッシュサイズの違いについて本研究対象の桁の場合、高さ方向に20分割(50mm)程度とすれば、十分な精度が得られることが確認された。

5 まとめ

本検討では無補剛断面位置でジャッキアップした際のウェブに生じるせん断応力の変化について検討した。ジャッキアップ時に荷重が増分する断面と比較し、荷重が減少する断面でせん断応力を抽出する推定方法が、比較的推定される支点反力の精度が高いことが確認された。今後、ジャッキアップ載荷板による局所的な影響について、さらに検討を行い、ジャッキアップによる鋼桁に支点受け替え時に生じる、鋼桁部材断面への影響を定量的に評価する予定である。

参考文献

- [1] 日本橋梁建設協会：「熊本地震橋梁被害調査報告書」，2016.10.
- [2] DASSAULT SYSTEMS-Abaqus6.13-1 Analysis User's Guide, Vol. V, 2013.
- [3] 川上峻幸, 渡辺孝一：鋼桁ジャッキアップ時のひずみ変化による支点反力推定手法の検討，土木学会全国大会第76回年次学術講演会，2021.9.

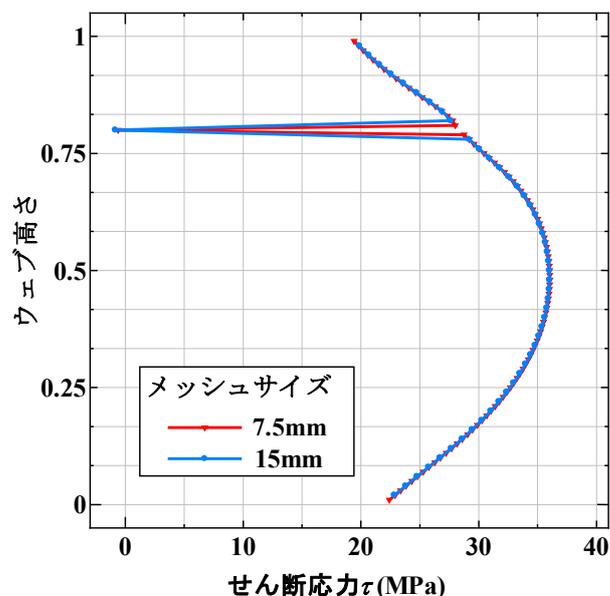


図3 水平補剛材設置付近のせん断応力分布

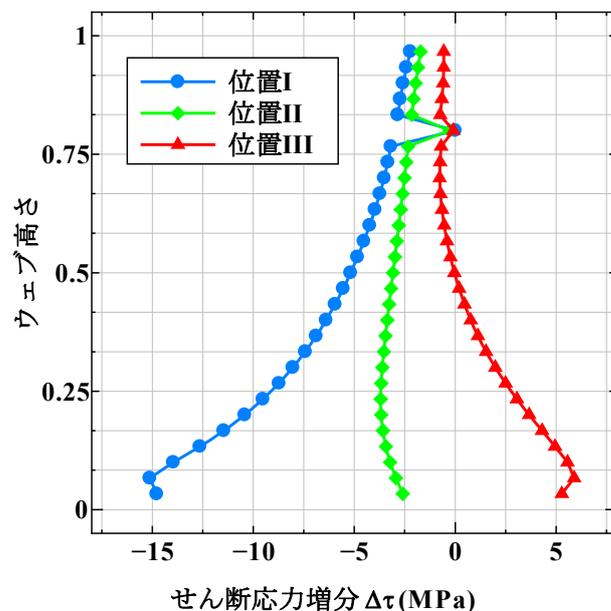


図4 ジャッキアップ時のせん断応力増分分布

表2 支点反力の推定精度

メッシュサイズ	I	II	III
25mm	99.34%	43.09%	95.12%
50mm	99.17%	43.77%	95.28%
175mm	96.56%	43.41%	85.99%