

取替え鋼床版と既設主桁の接合部の高力ボルト本数に関する検討

(一社)日本橋梁建設協会 正会員 ○林 暢彦, 井口 進, 小笠原 照夫
法政大学 正会員 内田 大介, フェロー 森 猛, 中山 汰一(研究当時)

1. はじめに

近年, 交通量の増大などにより鉄筋コンクリート (RC) 床版にひび割れや剥離などの損傷事例が顕著となっており, 床版の取替え工事が増加している. 取替えに採用する床版には, RC 床版, PC 床版, 合成床版, 鋼床版など採用されている. その中でも鋼床版は, 他の形式の床版に比べて軽量であり, 主構造や下部構造の補強を軽減でき, さらに急速施工や分割施工が可能である. そのため, 橋梁の安全性, 現場工期短縮, 交通規制軽減等から, 鋼床版は取替え用床版として最も適していると考えられる.

著者らの一部は, 日本橋梁建設協会発行の「合成桁の設計例と解説」¹⁾の単純合成桁橋 (図 1) を対象に, 活荷重 (L 荷重) を載荷して鋼床版と主桁上フランジの高力ボルト接合部に必要となるボルト本数について検討を行い, 1 接合部あたりのボルト本数は 4 本程度で良い可能性を確認した²⁾. 本検討では, 取替え鋼床版実橋モデルの既設主桁と高力ボルト接合部に着目し, 活荷重

(L 荷重), 死荷重 (後死荷重), 温度差 (20 度) を考慮した有限要素応力解析 (FEM) と一般的な橋梁の設計に用いられる格子解析を実施し, 既設主桁と取替え鋼床版接合部の高力ボルトの合理的な必要本数を検討する.

2. 解析対象と解析方法

解析対象は支間長 33m の 2 車線 4 本主桁の道路橋である. この橋梁の断面を図 2 に示す. 主桁上フランジは 310×22mm, ウェブは 1700×9mm, 下フランジは 550×32mm である. 取り替えるべき RC 床版の厚さは 220mm であった. 鋼床版は縦リブに平リブを用いた開断面形状のものである. 鋼床版の厚さは 12mm である. 平リブの高さは 200mm, 厚さは 10mm

である. また, 平リブの設置間隔は 324mm である. 横リブは主桁の連結板や対傾構等の干渉を考え 1250~1700mm 間隔で設置している. 横リブの下フランジの厚さと幅は 12mm と 210mm であり, ウェブの厚さと高さは 13mm と 350mm である. この鋼床版の下フランジを主桁の上フランジにボルト接合する. ボルトは 1 接合部当たり 4 本と仮定しモデル化している. 活荷重 (L 荷重) の載荷は, 橋軸直角方向に対して主桁 G1 側 (端部) と主桁 G2, G3 側 (中央) に分けて考えて, 橋軸方向に対して荷重 p_1 を移動させ載荷した. 活荷重載荷パターンは 10 ケース (図

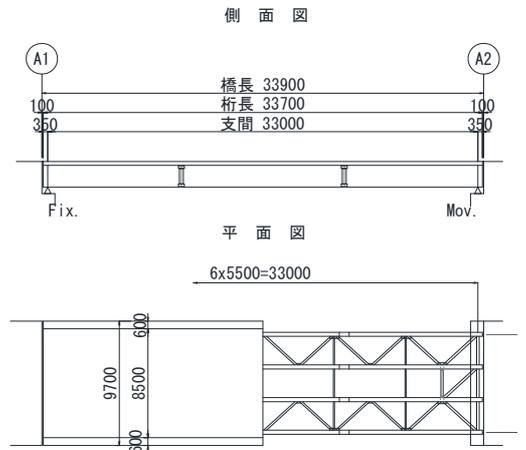


図 1 単純合成桁橋

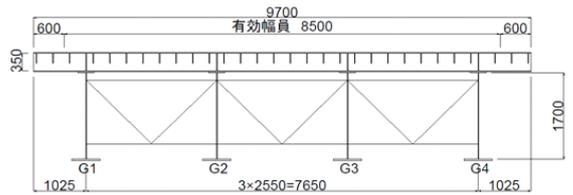


図 2 断面図

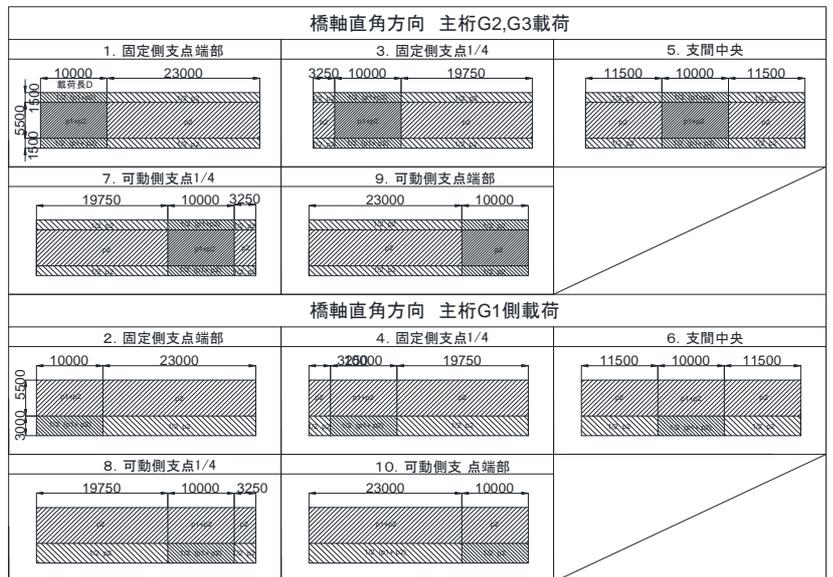


図 3 L 荷重載荷ケース一覧

キーワード 鋼床版, 取替え床版, 鉸桁, 接合

連絡先 〒105-0003 東京都港区西新橋 1 丁目 6-11 西新橋光和ビル 9 階 (一社)日本橋梁建設協会 TEL 03-3507-5225

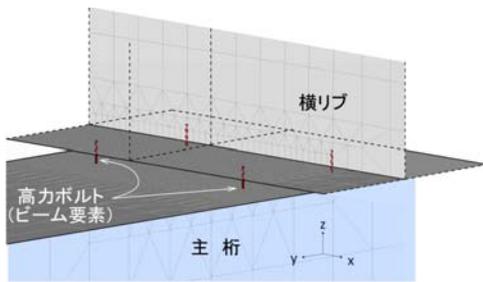


図4 接合部の高力ボルト(ビーム要素)を模擬したモデル図

3)とした。後死荷重は地覆，防護柵，舗装，床版の自重，そして床版と主桁部分の温度差を考慮した解析を実施した。FEMモデルの対傾構と横構，ボルトはビーム要素(図4)，その他はシェル要素でモデル化した。格子解析モデルはビーム要素のみで構築し，主桁の剛性に鋼床版の有効幅を考慮し，横リブをモデル化している。ヤング率は $2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ ，ポアソン比は0.3，線膨張係数は $1.2 \times 10^5 / ^\circ\text{C}$ 。解析に用いたソルバーはMSC Nastran2014.1である。

3. 解析結果

解析結果を図5,6に示す。結果は活荷重，死荷重，温度差を考慮した解析を実施し，主桁G1(外桁)の発生せん断力から必要高力ボルト本数を算出し，整理したものである。図の縦軸は必要高力ボルト本数，横軸は主桁方向の可動側支点からの距離である。必要高力ボルト本数は，接合部ごとに全荷重ケース最大のせん断力を用いて算出しており，高力ボルトの許容せん断力(48.2kN)に対して必要本数を整理している。主桁と取替え鋼床版との1接合部当たりのボルト本数が4本の場合(図5)の鋼床版実橋モデルのFEMの解析結果では，主桁端部において発生せん断力が高力ボルト許容せん断力を超える箇所すなわち高力ボルトが4本では満足できない接合部がある。支間中央部付近(1000mm~1300mm, 2200mm~2500mm)の必要高力ボルト本数の変化は，主桁断面変化と活荷重(L荷重)の載荷位置により生じている。FEMと同様な荷重条件で実施した格子解析での高力ボルト本数の変化は，概ねFEMと同じ傾向で変化している。FEMと同様に主桁端部から3パネル程度の領域において，必要高力ボルト本数が4本では満足できない結果となっている。桁端部におけるFEMと格子解析の高力ボルト本数の差は，FEMではモデル化したボルトのせん断力から，格子解析では主桁をモデル化したビーム要素のせん断力より水平せん断力からボルト本数を導いているため，主桁と横リブの接合条件が異なるものとする。FEMの解析モデル(主桁端部から取替え鋼床版の3パネル分の1接合部当たりのボルト本数を4本から8本)を変えて解析した。その結果を図6に示す。ボルト本数を3パネル分変更したことにより必要ボルト本数を満足し，ボルトに発生するせん断力が許容せん断力より低い値になった。そしてボルト本数を8本とモデル変更すると，隣接部の必要高力ボルト本数は若干小さくなる傾向が確認できる。

4. まとめ

主桁と取替え鋼床版を高力ボルト接合する場合の1交差部の必要本数は，端部から3パネルは8本，それ以外は4本で良い。課題として，格子解析から合理的な必要高力ボルト本数の算出手法を検討する必要がある。

参考文献 1) 日本橋梁建設協会：合成桁の設計例と解説，2005.1. 2) 林，内田，井口，小笠原，森，村田：取替え鋼床版と既設主桁の接合部に関する一検討，土木学会第73回年次学術講演会概要集，I-372，2018.8.

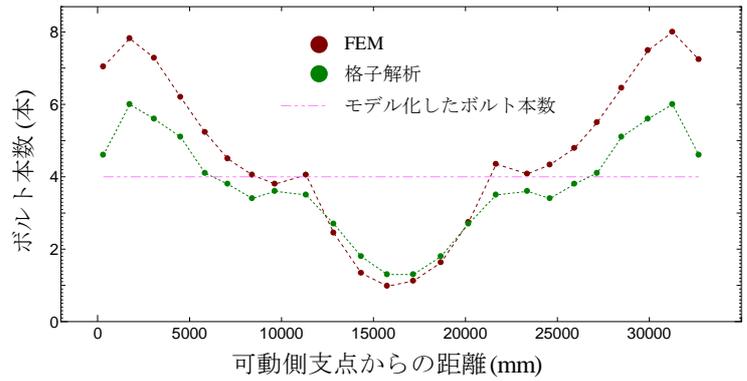


図5 高力ボルト4本の解析結果

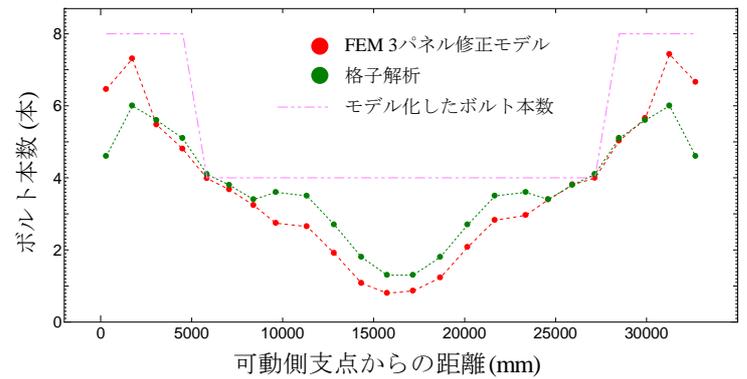


図6 3パネル分ボルト8本の解析結果