

上部工形式が異なる場合の取替鋼床版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, 溝口 淳史(研究当時)

1. はじめに

近年、交通量の増大などによる鉄筋コンクリート (RC) 床版のひび割れや剥離などといった損傷に対応するため、床版の取替え工事が各所で進められている。取替え後の床版には、RC 床版、PC 床版、鋼床版などが用いられている。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、急速施工や分割施工が可能であるため、橋梁の安全性、工期短縮、交通規制軽減等の面から、取替え用床版として優れた性能を有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)と死荷重(地覆, 防護柵, 舗装), 温度差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、実橋を詳細にモデル化した FEM 解析を行い、1 接合部あたりのボルト本数は桁端部で最大 8 本程度、それ以外は 4 本程度が必要であるという結果を示した²⁾。一方、通常の橋梁設計で実施される格子解析モデルでも必要ボルト本数の算出を試みたが、FEM 解析と比べて桁端部近傍での必要ボルト本数は少なくなる傾向にあった。本研究では、鋼床版に取替える際の接合部の必要ボルト本数を格子解析で求める方法について検討する。ここでは、単純桁に加えて連続桁も検討対象とした。

2. 単純合成桁

単純合成桁橋を対象に、文献2)で示した FEM 解析(実橋解析)とビーム要素でモデル化した格子解析を MSC/MD Nastran2014.1 で実施した。要素の剛性に床版有効幅の有無と鋼床版横リブ剛性の有無を考慮した4つの格子解析モデルに活荷重(L 荷重 10 種類)と死荷重(地覆, 防護柵, 舗装), 温度差を載荷し、支点反力, 水平せん断力の発生傾向を調べた。高力ボルト 1 本当たりの許容せん断耐力は 48.2kN とした。既往の研究²⁾では、実橋解析では接合部のそれぞれのボルト群の中の最大せん断力で整理したため、格子解析結果と比べて必要ボルト本数が多くなった。ここでは、接合部(ボルト群)でせん断力に抵抗すると考え、ボルト群の平均せん断力で必要ボルト本数を試算した。その結果を図2に示す。平均せん断力から求めた必要ボルト本数は、格子解析から求めたボルト本数とほぼ同じとなっている。ボルト 1 本ずつに作用するせん断力を考える場合には、桁端部近傍において格子解析より得られるボルト本数を割り増すことが考えられる。なお、図2からは 1.5 倍程度の割り増しが必要と考えられる。

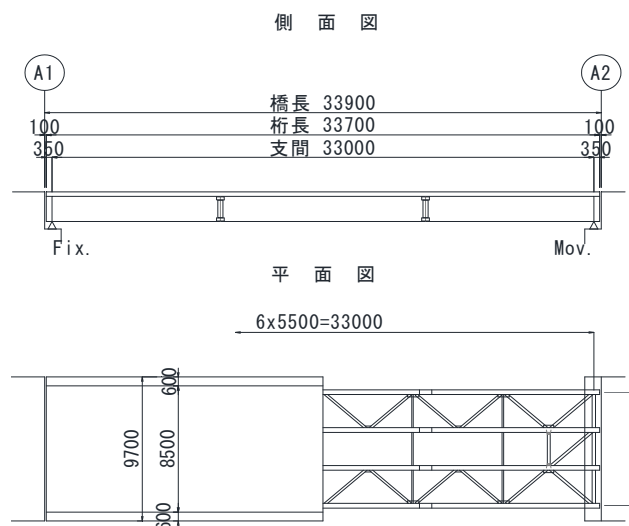


図1 単純合成桁橋

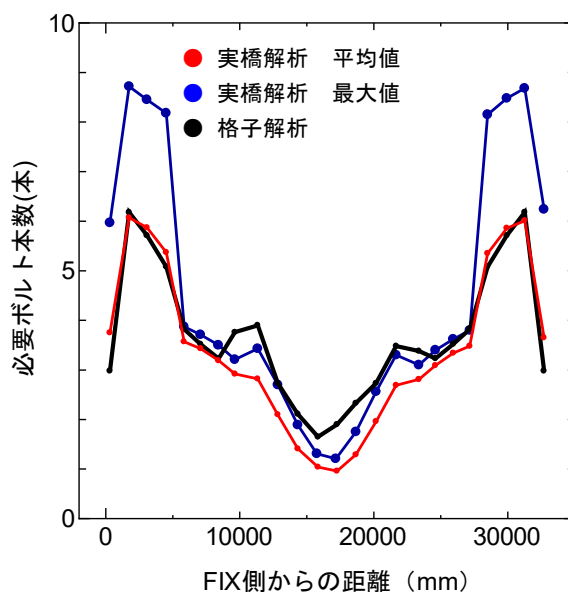


図2 単純合成桁の必要ボルト本数

キーワード 鋼床版, 取替え床版, 鈑桁, 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

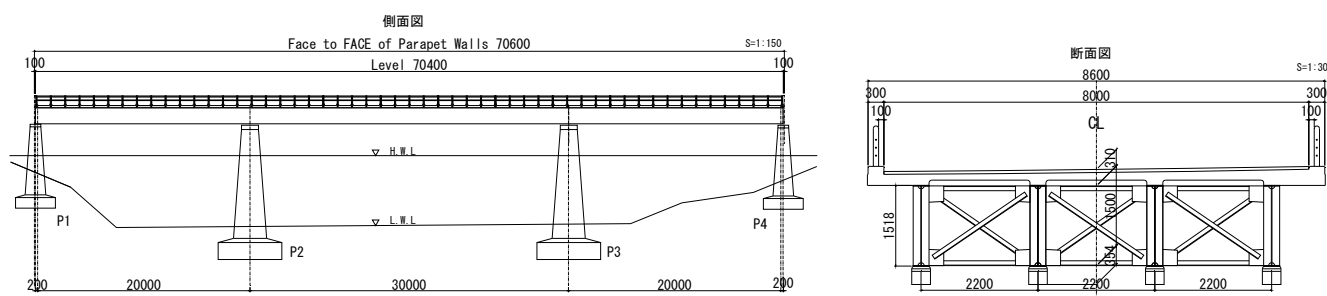


図3 3径間連続非合成桁(K橋)

3. 連続非合成桁

検討対象は図3に示すK橋である。この橋は昭和32年に供用開始された橋長70.4m、総幅員8.6mの3径間(20m+30m+20m)連続非合成桁である。FEM解析に用いた要素分割図を図4に示す。

本橋のRC床版を鋼床版に取り替えることを考え、実橋解析(FEM)、格子解析を行い必要ボルト本数を検討した。

実橋解析モデルの妥当性については、床版取替え前のモデルの解析を行い、設計計算書と比較することにより確認している。

K橋は設計上分配横桁が配置されていないため、格子解析モデルでは対傾構の換算曲げ剛性を持つ横方向部材でモデル化した。鋼床版形式は比較のために単純合成桁のケースと同様の構造とし、縦リブは平鋼リブとした。必要ボルト本数の検討に用いた荷重は、単純合成桁と同様であり、活荷重(L荷重28種類)、死荷重(地覆、防護柵、舗装)、温度差である。そして、既設主桁上フランジと鋼床版横リブとの接合部(各ボルト)に発生する水平せん断力から必要ボルト本数を算出した。結果を図5に示す。なお、平均せん断力による必要ボルト本数の検討は行っていない。実橋解析、格子解析とも、単純合成桁と同様に、必要ボルト本数(水平せん断力)は支点付近で多くなる(大きくなる)傾向を示している。横リブ剛性を考慮した格子解析結果より求めた必要ボルト本数は、実橋解析より求めた本数とほぼ一致している。K橋のように分配横桁のない橋梁については、鋼床版に取り替えた後の格子解析における荷重分配効果については、今後さらに検討が必要と考えている。

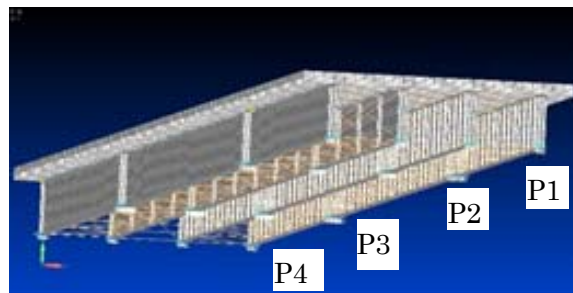


図4 K橋の実橋解析モデル

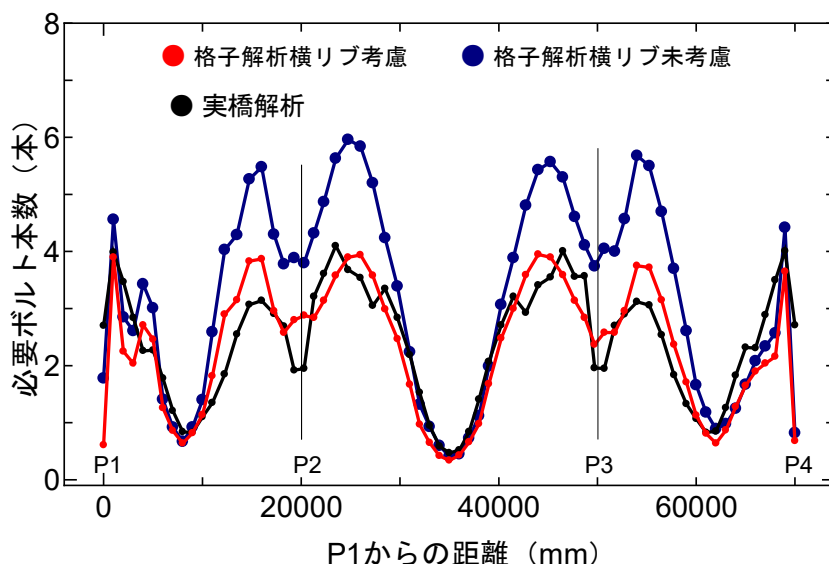


図5 3径間連続非合成桁の必要ボルト本数

4. まとめ

合成単純桁と3径間連続非合成桁のFEM解析と格子解析を行った。単純合成桁を対象としたFEM解析結果では既設主桁上フランジと横リブ接合部のボルト群の平均せん断力でボルト本数を算出すれば、格子解析と同程度の必要ボルト本数となった。連続非合成桁を対象としたFEM解析から求めた必要ボルト本数は、対傾構による横分配を考慮した格子解析から求めた本数と同程度となった。

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，井口，小笠原，内田，森，中山：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，土木学会第74回年次学術講演会概要集，I-349，2019.9.