

床版と鋼桁のずれ止めに関する F E M解析検討（第二東名高速道路 藁科川橋）

日本道路公団 静岡建設局 正会員 本間 淳史 ○正会員 長谷 俊彦
 宮地・瀧上 藁科川橋東（鋼上部工）工事共同企業体 正会員 河西 龍彦 正会員 林 暢彦 正会員 松村 寿男

1. はじめに

第二東名高速道路 藁科川橋は長支間場所打ち P C床版を有する鋼 2 主桁橋である。本橋においては、従来の R C床版より耐久性の高い P C床版を使用することで床版の構造部材としての信頼性が飛躍的に高まったこともあって、合成桁としての挙動に配慮した設計を行っている¹⁾。

床版コンクリートと鋼桁のずれ止めにはスタッドを使用しているが、本稿ではスタッドに着目して行った横方向の F E M解析検討結果を紹介する。

2. 付着を考慮したモデル化

これまでの橋梁の設計は、合成桁の場合であっても床版コンクリートと鋼桁との付着を無視して行われてきた。しかし近年の三木らの研究^{2)・3)}によれば、スラブアンカーを用いた非合成桁の場合であっても、少なくとも設計上考慮している活荷重の載荷レベルまでは床版コンクリートから鋼桁への橋軸方向水平せん断力を付着が伝達しているという知見も得られている。そこで、本 F E M解析検討においては床版コンクリートと鋼桁との付着を考慮したスタッド部のモデル化を行うこととした。

F E M解析に使用したモデルは、藁科川橋の床版の設計曲げモーメントを算出するのに用いた 5 パネルモデル⁴⁾と、全幅の床版 (Shell 要素) × 3 径間分の主桁 (Shell 要素) をモデル化した 3 径間モデルである。これらのモデルにプレストレスや地震荷重などを載荷した後で、境界条件を合わせてスタッド部を含むズームアップを行った。

ズームアップモデルでは、床版部分を Solid 要素、鋼桁部分を Shell 要素、スタッドをはり要素でモデル化した。床版コンクリートと鋼桁との付着のモデル化にはダミー要素 (バネ値 = 1.0×10^8) を用いた。これはスタッドに床版、鋼桁から伝わる引抜き力やせん断力を発生させるように配慮したものである。(図-1)

3. F E M解析の妥当性の検証

今回のモデル化を含む F E M解析の妥当性を検証するため、藁科川橋の実物大試験⁵⁾におけるプレストレス導入時の計測結果から、スタッドの軸方向応力 (ボルトゲージでひずみ計測) に着目して今回の F E M解析値との比較を行った。図-2 に比較結果を示すが、桁内側のスタッドで計測された大きな軸方向引張応力をほぼ再現できている。

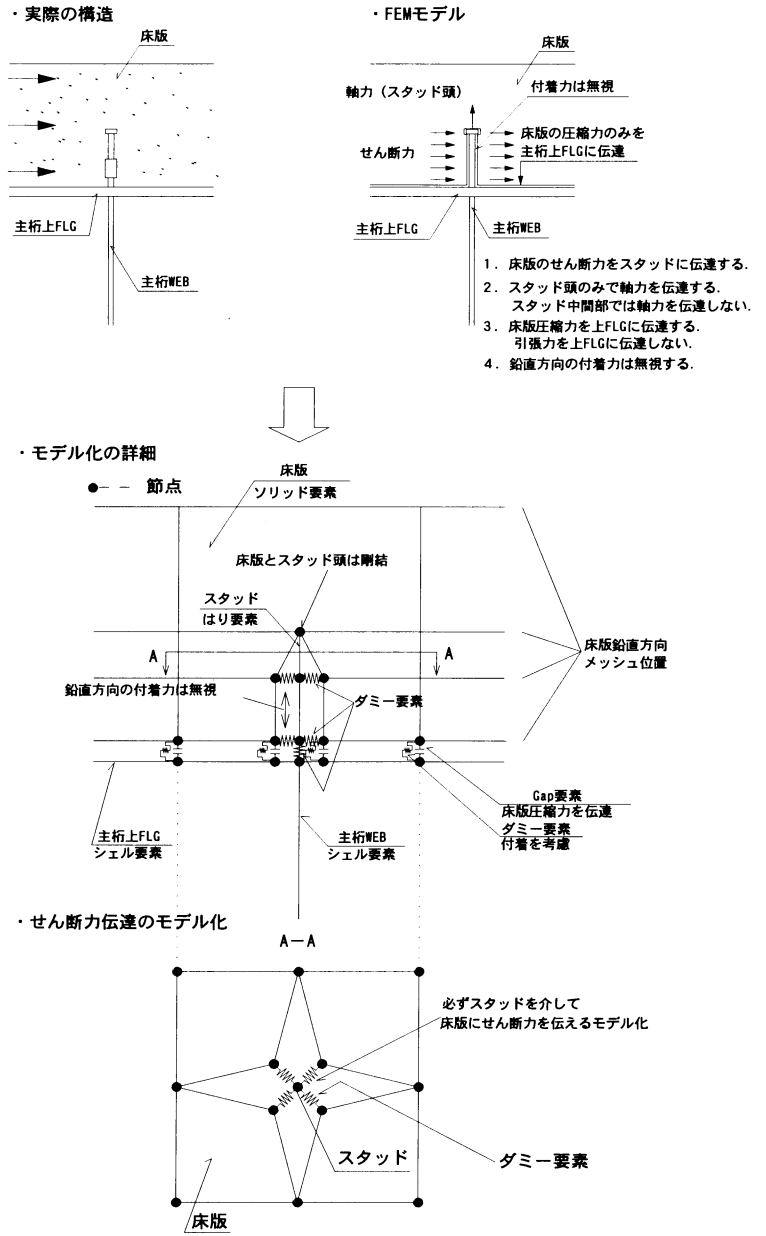


図-1 付着を考慮したスタッド部のモデル化

キーワード：藁科川橋, P C床版, スタッド, 付着, F E M解析

連絡先：〒420-0857 静岡市御幸町 11-30 エクセルワード静岡ビル, TEL;054-272-4913, FAX;054-272-4890

4. 橋軸直角方向の水平せん断力に関する検討

道路橋示方書では合成桁のずれ止めは橋軸方向の水平せん断力に対して照査するように規定されており、橋軸直角方向の水平せん断力に対するずれ止めの照査規定はない。しかし、藁科川橋は我が国では初めての10mを超える長支間場所打ちPC床版を有する鋼2主桁橋であり、風荷重や地震荷重といった橋軸直角方向の水平力の伝達経路を把握しておく必要があると考え、3径間モデル+スタッド部のズームアップモデルを用いた立体FEM解析を実施した。

FEM解析の結果、橋軸直角方向水平力はそのほとんどを床版で受け持っていることがわかった。地震荷重（保耐時）における主桁1本あたりの橋軸直角方向水平せん断力の分布を図-3に示す。橋軸方向の水平せん断力が中間支点部に集中する範囲は2.5mであった。この2.5mの範囲内の水平せん断力を積分し、これを鋼桁上フランジ幅（850mm）と分布長さで除した水平せん断応力度は0.71N/mm²で、前述のスラブアンカーを用いた実験結果から求めた付着限界応力（約0.8 N/mm²）³⁾を下回っていた。

5. スタッドに作用する軸方向引張応力に対する疲労照査

次にスタッドに作用する軸方向引張応力に対する疲労照査を行った。

対象とした荷重は風荷重で、FEM解析は大型遮音壁を考慮した3径間モデル+スタッド部のズームアップモデルを用いた。中間横桁部のスタッドに着目した軸方向応力度に関するFEM解析結果を図-4に示す。

ここで、JSSC疲労設計指針⁶⁾に示される継手の疲労強度等級分類を参考にしてスタッド溶植部の疲労等級をE等級（疲労強度=80MPa=80N/mm²）とし、安全側に考えてFEM解析結果より得られたスタッドの最大軸方向引張応力度（10.4 N/mm²）を完全両振りの応力振幅として照査すると、

$$\Delta\sigma = 2 \times 10.4 = 20.8 \text{ N/mm}^2 < 80 \text{ N/mm}^2$$

となり、疲労は特に問題にならないと判断できる。

6. まとめ

これらの検討結果を踏まえ、藁科川橋のスタッドの設計においては、橋軸直角方向の水平せん断力やスタッドに作用する軸方向引張応力度に対する照査は必要ないと判断し、現行の道路橋示方書の規定に従ってスタッドを設計することとした。また今回のFEM解析検討で得られた知見により中間支点部は一般部より密にスタッドを配置することとし、実物大実験で見えられた横桁位置のひび割れを防止する目的で横桁取付位置の垂直補剛材直上へのスタッド配置を避けることとした。

なお今回のFEM解析では図-2に示すように主桁ウェブ直上と桁外側のスタッドの軸方向応力を再現できていないので、この点についてはモデル化等を含めた今後の検討課題と考えている。

最後に、本検討に際し東京工業大学・三木教授に貴重なご意見を賜りましたので、ここに厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 猪熊・本間・河西・生駒：第二東名高速道路 藁科川橋における連続合成桁としてのPC床版の設計，土木学会第55回年次学術講演会概要集，CS-277，2000.9
- 2) 三木・山田・長江・西：既設非合成桁橋の活荷重応答の実態とその評価，土木学会論文集，No.647/I-51，2000.4
- 3) 山田・三木・市川他：非合成桁橋梁のRC床版と上フランジの付着によるせん断強度の研究，土木学会第54回年次学術講演会講演概要集，I-A143，1999.9
- 4) 猪熊・本間・河西・松井：支間11mの場所打ちPC床版（藁科川橋）の設計，土木学会第54回年次学術講演会概要集，CS-143，1999.9
- 5) 本間・丸山・能登・河西：長支間場所打ちPC床版（藁科川橋）の実物大試験結果，土木学会第55回年次学術講演会概要集，CS-279，2000.9
- 6) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993.4

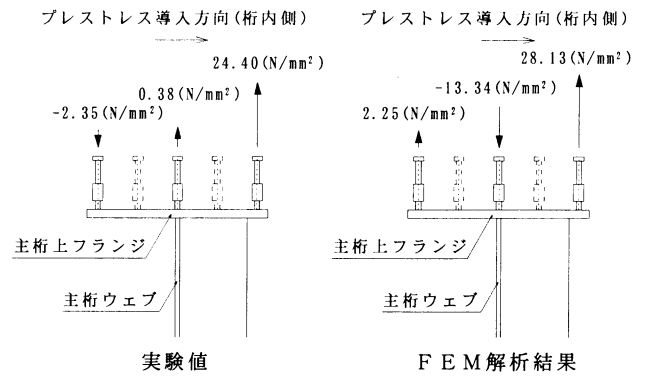


図-2 実物大試験における計測値との比較

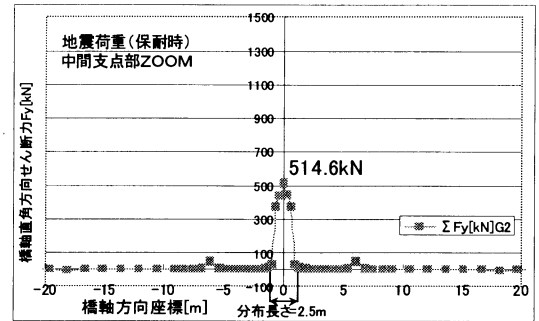


図-3 橋軸直角方向水平せん断力の分布

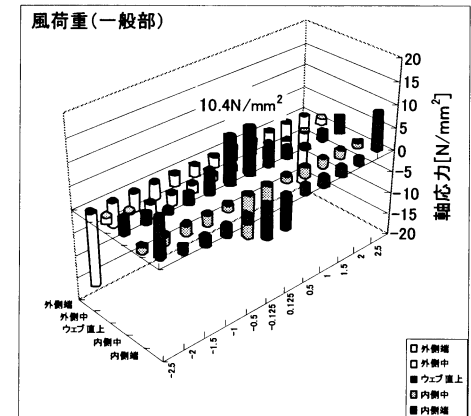


図-4 スタッドの軸方向引張応力