

鈹桁橋の桁下部補強工法の検討

Numerical Simulation of Reinforcement for Lower Side of Plate Girder Bridges

大淵晴紀*

Haruki OBUCHI

* 構造強度学研究室 (指導教員: 山田真幸 助教)

鋼鈹桁橋の横構や対傾構は、風や地震による水平力に対して抵抗するなどの機能を持つ二次部材として設置される。しかし、橋梁が立体的な構造であることを考えた場合、これらの部材は主部材と共同して上載荷重に抵抗し、橋梁全体の剛性を向上させる。そこで本研究では、有限要素解析により二次部材が橋梁の剛性に与えている影響を評価し、これらの部材による補強工法を検討する。

Key Words : plate girder bridge, reinforcement, lateral, lower flange

1. はじめに

鋼鈹桁橋の横構や対傾構は、上載荷重に対してではなく風や地震による水平力に対して抵抗する機能を持つ二次部材として設置される。しかし、橋梁が立体的な構造であることを考えた場合、これらの部材は主部材と共同して上載荷重に抵抗し、橋梁全体の剛性を向上させている。

また非合成桁橋梁においても、上載荷重に対して床版と主桁とが一体となって挙動することにより、中立軸が設計時よりも上フランジに近い位置になることが報告されている¹⁾。そのため、中立軸から距離がある桁構造の下部には比較的大きい応力が発生していると考えられ、その付近の部材を補強することにより橋梁全体の剛性を効率的に向上させることが期待できる。

そこで本研究では、桁構造の下部に位置する二次部材である下横構、対傾構下弦材に着目し、これらの部材が橋梁全体の剛性に与える影響を有限要素解析により検討する。またその検討結果を考慮して、橋梁の補強工法を提案する。

2. 解析対象橋梁とその有限要素モデル

文献¹⁾を参考に、東北自動車道箒川橋上り線を解析対象橋梁とした。箒川橋は橋長 191.7m、幅員 10.0m の 4 径間連続非合成桁橋である。主部材である RC 床版および鋼主桁に加えて、二次部材である壁高欄、地覆、対傾構、横構まで詳細に有限要素モデル化した。モデル全体で要素数は約 77,000 要素である。解析には汎用有限要素解析ソフト NX Nastran を用いた。

RC 床版は板厚方向位置により配筋が異なるため、上下 2 層構造とみなし、それぞれの層の鉄筋量を考慮した剛性を持つ積層要素を用いてモデル化した²⁾。その際に主鉄筋方向と配力筋方向で剛性が異なるため、直交異方

性板としている。またここでは、RC 床版と上フランジを梁要素で結合させることで合成桁橋としている。

対象橋梁では 1997 年に設計荷重レベルの載荷実験を行っているが、作製した有限要素モデルは、その載荷実験時の挙動を良く表すことを実測されたたわみ及び応力と比較して確認している。

3. 既設の下横構と対傾構下弦材とが橋梁の剛性に与える影響の検討

二次部材として下横構と対傾構下弦材に着目する。断面積を変化させた場合の活荷重に対する応答から、これらの部材が橋梁全体の剛性に与える影響を検討する。活荷重として 68.8t のトレーラ 4 台分の輪荷重を載荷する。対象橋梁に対するトレーラ載荷位置を図-1 に示す。ここでは P3-A2 径間中央部を着目断面とし、載荷による下フランジ鉛直変位を求めることで、対象橋梁の剛性を評価する。

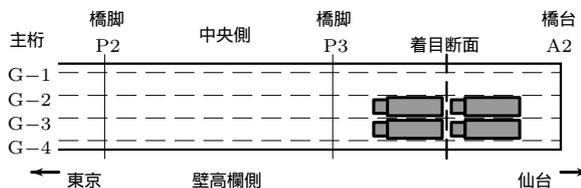


図-1 箒川橋上り線とトレーラ載荷位置

下横構に関する検討は、下横構の断面積増加、減少の 2 パターンで行った。増加の場合は既設の下横構と比べて断面積が 2 倍になるように、減少の場合は 0.5 倍になるように部材の断面形状を変化させた。

対傾構下弦材に関する検討は比較のため、下横構の断面積を 2 倍とした場合と同量の鋼重になるように行った。ここでは断面積減少の場合の検討は行っていない。

下横構と対傾構下弦材に関する検討による着目断面下フランジ鉛直変位の解析結果をそれぞれ図-2、図-3に示す。図中の実橋モデルの結果は文献¹⁾中の載荷試験をそのままモデル化した場合の結果である。

図-2より、主桁間の傾きが下横構の断面積増加により減少していることがわかる。また図-3より、対傾構下弦材の断面積増加による橋梁の剛性への影響はほとんどないことがわかる。

以上のことから、橋軸直角方向に対して斜めに設置される下横構は橋梁全体のねじれ剛性を向上させているが、対傾構下弦材は橋梁の剛性にはほとんど影響していないことがわかった。

4. 中間主桁間の下横構が剛性に与える影響

4主桁以上の橋梁では、中間主桁間の横構は省略されている。しかし、前述のように下横構が橋梁のねじれ剛性に影響を与えていることから、この設置により剛性の向上が期待できる。そこで中間主桁間の下横構の有無が橋梁の剛性に与える影響を検討する。ここでは3.の検討で対象橋梁に与えたのと同量の鋼重の下横構をG-2、G-3間に新たに設置し、その影響を見る。有限要素モデルに与える荷重は3.と同じものである。

中間主桁間の下横構に関する検討による着目断面下フランジ鉛直変位の解析結果を図-4に示す。図-4より、橋梁のねじれ剛性ととも、曲げ剛性が向上していることがわかる。

5. 補強工法の提案とまとめ

3.と4.での解析結果を考慮し、補強部材により下フランジ間を結合する補強工法を提案する。補強を行ったモデルを図-5に示す。

この補強工法は、橋軸直角方向に対して斜めに部材を設置することによるねじれ剛性の向上と、中間主桁間に部材を設置することによる曲げ剛性の向上を目的としている。付加される鋼重に対して補強効果が大きいことを確認した。

本研究により、二次部材もその配置を工夫することにより、橋梁全体の剛性への寄与を最適化できる可能性を示した。この種の検討は既設橋への補強として行うだけでなく、新設橋に応用することで、剛性の向上や施工コストの削減ができると考えられる。

参考文献

- 1) 三木千壽, 山田真幸, 長江進, 西浩嗣: 既設非合成連続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, pp.281-294, 2000.4.
- 2) 落合悠貴, 山田真幸: 橋梁RC床版の有限要素モデルの一提案, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, I-367, 2009.9.

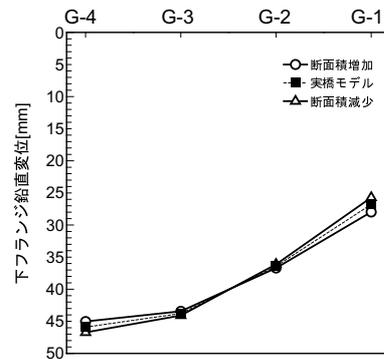


図-2 下横構の断面積による影響

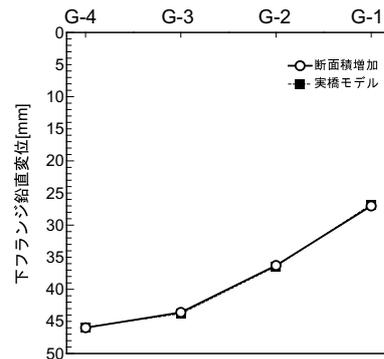


図-3 対傾構下弦材の断面積による影響

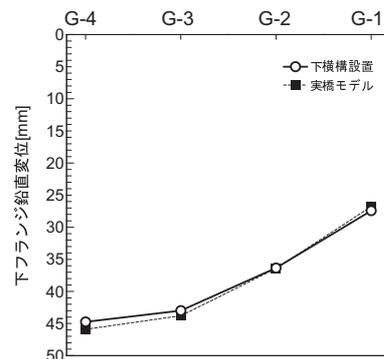


図-4 中間主桁間の下横構による影響

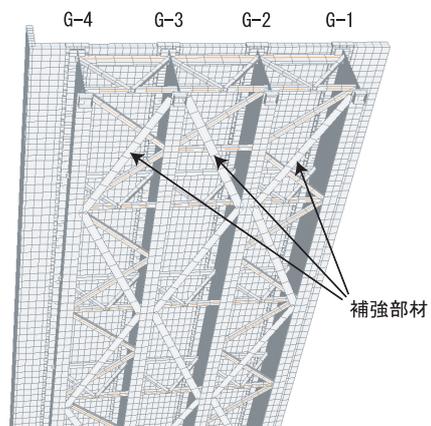


図-5 提案する補強工法を行った橋梁のモデル