

鈑桁橋の桁下部補強工法の検討

東北大学工学部	○学生員	大淵 晴紀
東北大学大学院工学研究科	正員	山田 真幸
東北大学大学院工学研究科	正員	斉木 功
東北大学大学院工学研究科	正員	岩熊 哲夫

1. はじめに

鋼鈑桁橋の横構と対傾構は、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。したがって、二次部材による剛性を考慮することは、構造解析等により橋梁の実際の剛性を正しく評価する上で重要である。また、非合成桁橋梁で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知られている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、横構および対傾構に着目し、桁下部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。

2. 対象橋梁と解析モデル

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。図-1 に示すように主部材である 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。主桁のウェブとフランジ、壁高欄等は板要素、対傾構と横構は梁要素を用いた。また、フランジの橋軸方向位置による断面変化はフランジ幅を一定とし、フランジ厚を変化させることで近似した。モデル全体で要素数は約 77,000 要素である。主桁を壁高欄側から G-4、G-3、G-2、G-1 と称する。また横構は G-1、G-2 間、および G-3、G-4 間に設置されており、G-2、G-3 間では省略されている。

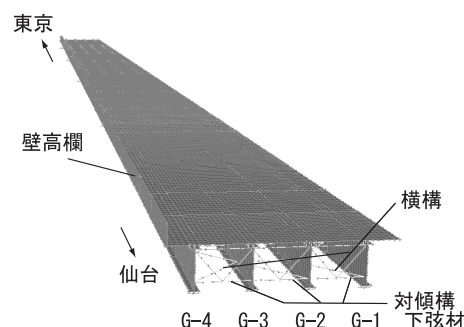


図-1 解析モデル

RC 床版は主鉄筋方向と配筋方向で剛性が異なるため、直交異方性の板要素を用いることで、それぞれの方向の剛性に近似している。またその際に、床版の板厚方向位置でも配筋間隔が異なるため、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いる²⁾。道路橋示方書³⁾より、鋼のヤング率を $2.0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ 、ポアソン比を 0.3 とした。また、弾性係数比を $n = 7$ とし、コンクリートのヤング率を $2.86 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ 、ポアソン比を 0.2 とした。

非合成桁橋は、床版と上フランジ間の付着やスラブアンカーにより、設計時には考慮されていない合成作用を示す。そのため、非合成桁橋を合成桁橋としてモデル化することで、実橋の挙動を正しく評価できることが報告されている¹⁾。よってここでは、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。

3. 二次部材が橋梁の剛性に与える影響の検討

G-1、G-2 間、および G-3、G-4 間の対傾構下弦材と下横構に着目する。それぞれの部材は T 型鋼であり、断面積を変化させた場合の活荷重に対する応答から、桁構造の下部に位置する二次部材が橋梁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。トレーラ 1 台の輪加重を図-2 に、橋梁に対する載荷位置を図-3 に示す。径間中央を着目断面として、載荷による下フランジ鉛直変位を求めることで、橋梁の剛性を評価する。解析は汎用有限要素解析ソフト NX Nastran を用い、静的線形解析で行った。

Key Words: 鈑桁橋, 補強, 横構

〒 980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 構造強度学研究室

(1) 下横構による剛性の変化

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。増加の場合は対象橋梁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倍になるように断面積を変化させた。

(2) 対傾構下弦材による剛性の変化

対傾構下弦材に関する検討は3.(1)との比較のため、下横構の断面積を変化させた場合と橋梁全体で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。

4. 結果とまとめ

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-4、図-5に示す。図中の実橋モデルの結果は文献¹⁾中の载荷試験をそのままモデル化した場合の結果であり、実験結果と解析結果を比較して、対象橋梁を正しくモデル化できていることを確認している。

図-4より、G-1、G-4間の傾きが、下横構の断面積増加により 2.29×10^{-4} rad減少し、断面積減少により 2.12×10^{-4} rad増加したことがわかる。このことから、下横構により橋梁全体のねじれ剛性が向上しているといえる。また図-5では、対傾構下弦材の断面積を増加させたことによるG-1、G-4間の傾きの減少は 1.50×10^{-5} radであり、下横構の断面積を増加させた場合と比べてねじれ剛性の向上が小さかった。

以上より、橋軸直角方向の部材である対傾構下弦材と比べて、橋軸直角方向に対して角度のある下横構の方が、橋梁のねじれ剛性に対する影響が大きいといえる。

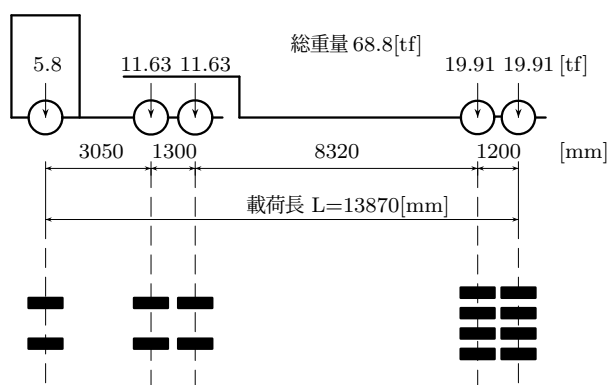


図-2 トレーラによる輪荷重載荷位置

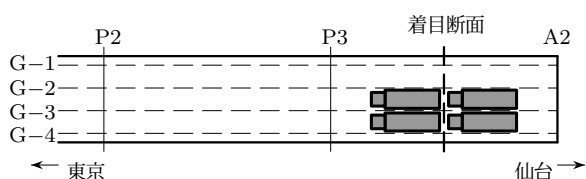


図-3 トレーラ載荷位置

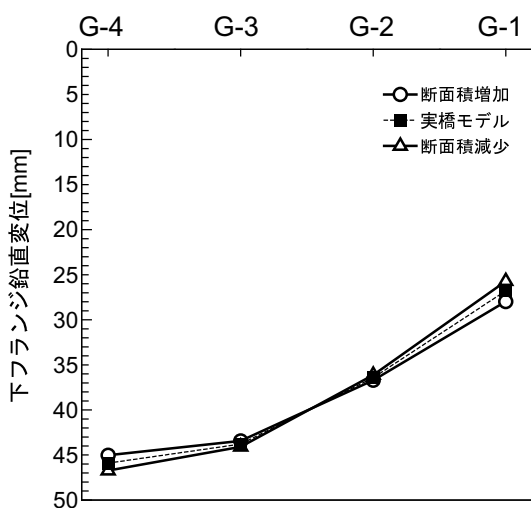


図-4 下横構の断面積による影響

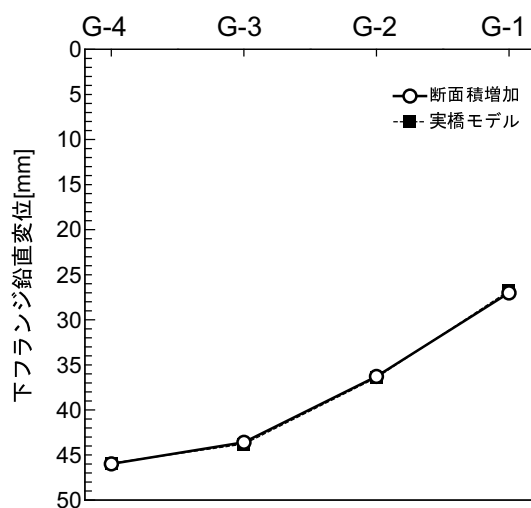


図-5 対傾構下弦材の断面積による影響

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.
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説I 共通編II 鋼橋編, 2002.3.