

フレーム解析を用いた 78 年供用 2 主鋼桁橋の静的挙動特性の検討

岩手大学大学院 学生員 ○ルウン ミー ゲット

岩手大学工学部 正会員 岩崎 正二 大西 弘志 出戸 秀明

東邦技術株式会社 正会員 山村 浩一 岩手大学工学部 佐々木 遥加

1. はじめに

老朽化した既設合成桁のひずみやたわみの実測結果を構造解析モデルに反映させることにより、対象橋梁の実態に合った健全度評価や補修・補強設計が可能になる。本論文は、橋梁設計の実務で一般的に使用されているフレーム解析モデルを用いて、既設合成桁の実橋載荷試験時のひずみ、たわみ挙動を再現するための具体的な方法について検討したものである。平成 24 年度に、岩手県北上市に架設されている九年橋（9 径間 2 主鈑桁橋+8 径間 4 主鈑桁橋）において、20tf トラック 1 台または 2 台を用いた静的載荷試験を実施した。本論文では、2 主鈑桁橋に着目し、ひずみやたわみの実測結果から桁の腐食や RC 床版の損傷・劣化などが桁の静的挙動特性にどのような影響を与えるかフレーム解析モデルを用いて検討する。

2. 静的載荷試験の概要

対象橋梁である岩手県北上市の九年橋は、橋長 334.00 m の 17 径間単純鋼鈑桁橋である。平成 24 年度の計測では、第 8 径間（2 主鈑桁部）と第 11 径間（4 主鈑桁部）に着目して静的載荷試験を実施している。本論文では、第 8 径間（2 主鈑桁部）の実測結果についてのみ検討する。図-1 に 2 主鈑桁橋の断面図を示す。載荷パターンは、20t トラック 1 台と 2 台を計測径間の支間の 1/4, 1/2, 3/4 の点に幅員方向には中央部や主桁寄りに載荷する場合を組み合わせた。静ひずみ測定では図-2 に示すように主桁下フランジの両支点及び支間の 1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, 7/8 の点に、上フランジ、ウェブは両支点及び支間 1/4, 1/2, 3/4 の点に、ひずみゲージを橋軸方向に貼付し計測した。静変位測定は主桁、縦桁の下フランジ、床版下面及び橋脚上部にリング式変位計を設置し計測を行った。図-3 に主桁 G₂ の断面図を示す。図中の赤色で示している部分が、腐食により板厚減少を起こしている場所である。

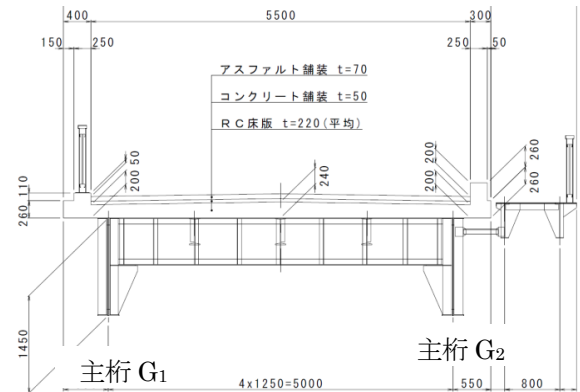


図-1 九年橋 2 主鈑桁橋の断面図(単位: mm)

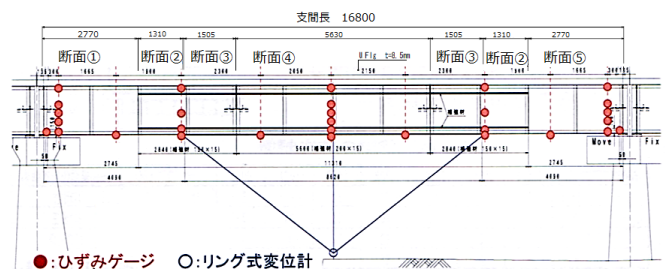


図-2 計測計配置図(単位：mm)

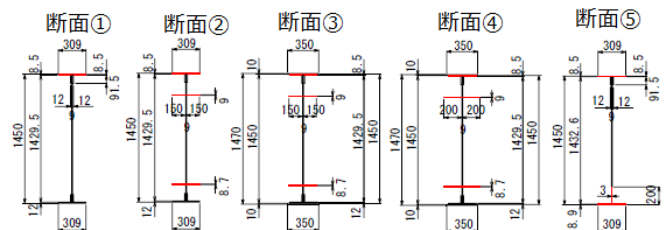


図-3 主桁 G₂の腐食断面図(単位: mm)

3. 解析方法

フレーム解析モデルによる静的載荷試験の再現には汎用プログラム「UC-Win/FRAME (3D)」を用いる。解析モデルは図-4 に示すように節点数 166、部材数 207 要素の 3 次元フレームモデルを用いる。2 主鈎桁橋の P_7 、 P_8 橋脚を含む 7 径間から 9 径間の 3 径間フレームモデルを作成し静的解析を行い、解析値と実測値の比較検討を行った。

4. 解析結果と考察

フレーム解析では、20tfトラックを2台載荷した場合について、載荷点に節点を設けて前輪タイヤ(2.7tf)、後輪タイヤ(3.6tf)を集中荷重として、1台につき6点に載せて静的解析を行い、実測値と比較検討する。図-5、6は20tfトラック2台を橋面中央縦列載荷した場合の、 G_2 桁の下フランジ橋軸方向ひずみ分布とたわみ分布の解析値と実測値を比較した例である。図中で解析値とは、設計値であるヤング係数(鋼桁 $E_s=2.0 \times 10^5 [N/mm^2]$ 、コンクリート $E_c=2.8 \times 10^4 [N/mm^2]$)を用いて計算した結果である。また、解析値(曲げ剛性10%減)とは、作成した全体モデルの上部工の曲げ剛性 $E_s I_v$ を10%一律減少させて計算した結果である。図-5に示すようにひずみ分布の場合は曲げ剛性を20~30%減少させると、一部の範囲で若干差が見られたが実測値とほぼ近似する結果となった。図-6に示すたわみ分布の場合は、曲げ剛性を30%減少させたときに実測値にほぼ近似した。本研究では目視点検(腐食による板厚減少の調査)やRC床版のコア抜き取り試験をもとに、鋼桁の断面(I_s)と床版コンクリートのヤング係数(E_c)を減少させて①~⑤までの各断面の曲げ剛性を求めてみた。しかし、主桁 G_2 の曲げ剛性の低下は約8%にしかならず、剛性が一律20~30%低下して計算している図-5、6の結果とは異なる結果となった。図-7は劣化項目にさらに床版厚を下げたときの主桁 G_2 の断面①、③、⑤の曲げ剛性の減少比を示す。曲げ剛性を20~30%まで下げるには、断面①、③では床版厚を設計床版厚の31~55%、断面⑤では67%程度にする必要があることがわかった。

5. まとめ

平成24年度に実施した九年橋の静的載荷試験と本解析により、以下の結果が得られた。

- ・九年橋の2主桁部をフレームモデルで解析する際、下部工を含めた3径間にモデル化することで静的載荷試験の全体的な挙動が再現できることがわかった。
- ・九年橋2主桁部の上部工の剛性は、たわみとひずみに関する解析値と実測値の比較より、20~30%低下している可能性がある。
- ・上部工剛性低下の原因としては、鋼桁では腐食による板厚減少、床版では経年劣化によるヤング率の減少が考えられるが、その他に床版の土砂化による厚さの減少などさまざまな要素が影響している可能性がある。

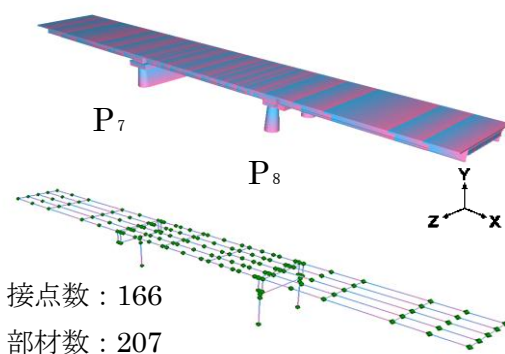


図-4 九年橋の3次元フレームモデル

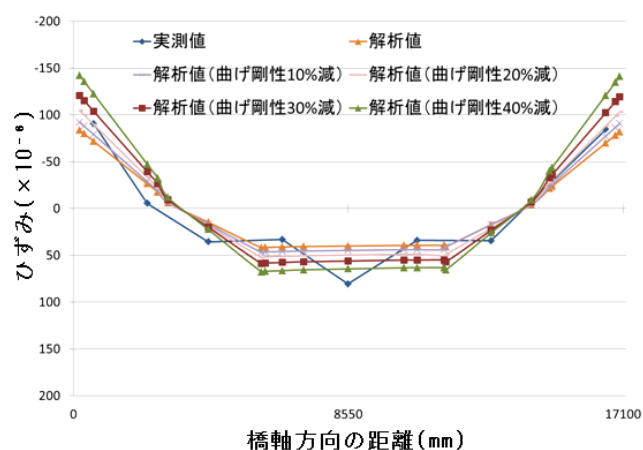


図-5 橋面中央に2台載荷時の主桁 G_2 の実測値と解析値の静ひずみ分布

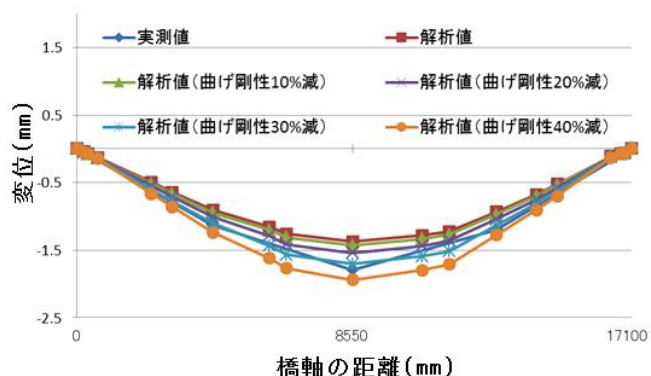


図-6 橋面中央に2台載荷時の主桁 G_2 の実測値と解析値の静たわみ分布

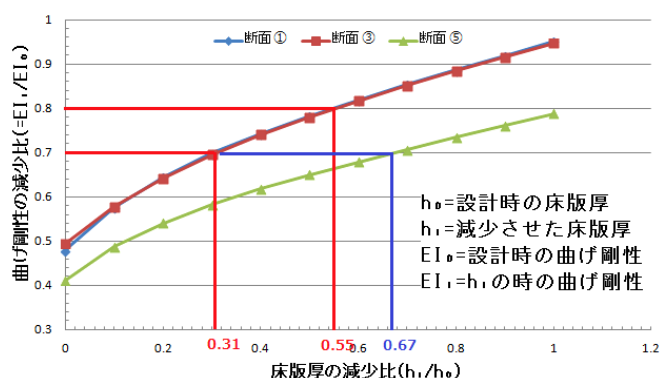


図-7 床版厚を変化させた時の曲げ剛性の減少比