# 鋼桁で補強した合成桁の載荷実験

日本橋梁建設協会 正会員 〇前田 諭志 正会員 春日井 俊博 正会員 川東 龍則

### 1. はじめに

腐食や疲労き裂などの損傷が生じた鋼橋に対する補修・補強は、当て板や部材取替えにより部材断面を修 復・増強する方法が一般的であるが、橋全体の耐荷力を大きく向上させる必要がある場合には、構造変更など の方法が合理的であると考えられる.そこで、損傷した既設橋に新設の桁を追加し、構造全体の耐荷力向上を 図る工法を考案した.この工法では、既設部材の一部降伏を許容しても新設部材と協働することで構造全体の 安全性を確保する構造の実現が期待できる.降伏した部材と弾性範囲にある部材が協働する構造の挙動を制 御できるかが課題であり、耐荷特性の確認とその評価方法の確立が必要である.本稿では、載荷中の合成桁(以 下、既設合成桁という)に新設の補強用鋼桁(以下、新設主桁という)を連結し、その後さらに荷重を漸増さ せる実験と、それを再現する有限要素解析について報告する.

#### 2. 試験体と実験方法

試験体概要を図1に,鋼部材の断面寸法を表1に示す.既設合成桁は支間4.8m,桁高450mm,床版厚160mm であり,支間中央の床版上に200<sup>L</sup>×500<sup>W</sup>mmの範囲に荷重を作用させるものとした.新設主桁(二本)は支間 4.8m,桁高450mmのI桁であり,新設横桁のボルト接合によって両側から既設合成桁と連結した.連結は, 既設合成桁に500kNの荷重(=0.8P<sub>Y</sub>)を作用させた時点で行った.連結後さらに荷重を増加させると,既設合 成桁が先行して降伏するため耐荷機能が新設主桁へ移行していくと考えられ,これを確認するため6箇所全 ての支点の鉛直支点反力を計測しながら載荷を行った.



キーワード 合成桁,耐荷力実験,弾塑性有限変位解析,補強工法,限界状態設計法
連絡先 〒261-0002 千葉県千葉市美浜区新港 88 (株)横河ブリッジホールディングス TEL043-247-8411

-523-

# -262

## 3. 有限要素解析

上述の試験体を用いた載荷実験を再現する有限要素解析を行った.解析には,汎用有限要素解析ソフト MSC.Marc を用いた.解析モデルを図2に示す.試験体の鋼部材を4節点シェル要素で,床版を8節点ソリッ ド要素でモデル化した.床版と主桁は上フランジ上で節点を共有させ,合成挙動を再現した.また,既設合成 桁のウェブと新設横桁の添接板は剛結とした.支承条件は単純支持とし,ソールプレートと概ね同範囲内の節 点の自由度を集約した参照点に境界条件を設定することで与えた.最大要素サイズは 50mm 程度とした.鋼 材およびコンクリートには材料非線形性を考慮し,図3に示す応力ひずみ関係を用いた.また,幾何学的非線 形性を考慮した.部材の接合は,新設主桁と新設横桁の要素を初期状態で無効化しておき,既設合成桁に 500kNの荷重を作用させた時点で有効化することによって再現した.

#### 4. 実験と解析の結果

性能曲線として、着目する桁の分担荷重とたわみの関係を図4に示す.縦軸の分担荷重は、着目する桁の支 点反力の合計値とし、新設主桁については桁二本分の合計値とした.また、新設主桁のプロットは部材連結時 を原点とした.解析結果は実験結果をある程度再現しており、解析手法の妥当性を確認できた.ただし、既設 合成桁の降伏手前から誤差が大きくなっており、コンクリートの非線形性のモデル化が原因と考えられる.既 設合成桁は、分担荷重 500kN までは線形挙動を示したが、896kN で下フランジが降伏した後荷重を一定に保 ったままたわみが増加した.一方新設主桁は、連結後線形挙動を示し、分担荷重 627kN で下フランジが降伏 した後やや傾きが低下した.荷重増分分担率の推移を図5に示す.縦軸の荷重増分分担率は、載荷荷重増分に 対する各桁の分担荷重増分の比率である.載荷荷重 500kN で新設主桁を連結した直後は既設合成桁の分担率 が高いが、既設合成桁の鋼断面降伏後は載荷荷重が増加するにつれ既設合成桁の分担率が低下し、新設主桁の 分担率が増加していった.構造全体の終局状態としては、新設主桁の降伏とともに既設合成桁の床版の圧壊が 進行し、徐々に荷重が低下するものであった.以上の結果から、既設合成桁の降伏後は新設主桁に耐荷機能が 移行していき、構造全体として安定した耐荷性能を発揮することを確認した.



#### 5. おわりに

既設合成桁を新設主桁で補強する構造の載荷実験および有限要素解析を行い,考案した補強構造では既設 部材が一部降伏しても新設部材と協働することで構造全体の安定性が保たれることが確認できた.そのため, 既設部材と新設部材に対して異なる限界状態および部分係数を適切に設定することで,合理的な補強設計が 可能であると考えられる.新しい設計法の提案に当たり,荷重分担率や既設床版の合成程度が耐荷特性に与え る影響の調査,および想定した耐荷特性を得るために必要な構造詳細の設定が今後の課題である.なお,本研 究は「道路政策の質の向上に質する技術研究開発」において「鋼橋の現位置改良工法の開発」として行ってい る国土交通省国土技術政策総合研究所からの受託研究の一部であり,ここに記して関係各位に謝意を表する.

## 参考文献

1)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 I 共通編 II 鋼橋・鋼部材編, 2017.11

-524-