渋目陸橋補強後における構造特性

（株）サクラダ　　正会員　○大口　真司
（株）サクラダ　　生出　典幸
（株）サクラダ　　桂　　千代

１．はじめに

渋目陸橋は，東京都渋谷区松濤の山手通りに位置している．昭和 40 年に竣工し，平成 17 年に耐久性・耐荷性の向上を目的として補強工事を実施することとなった．

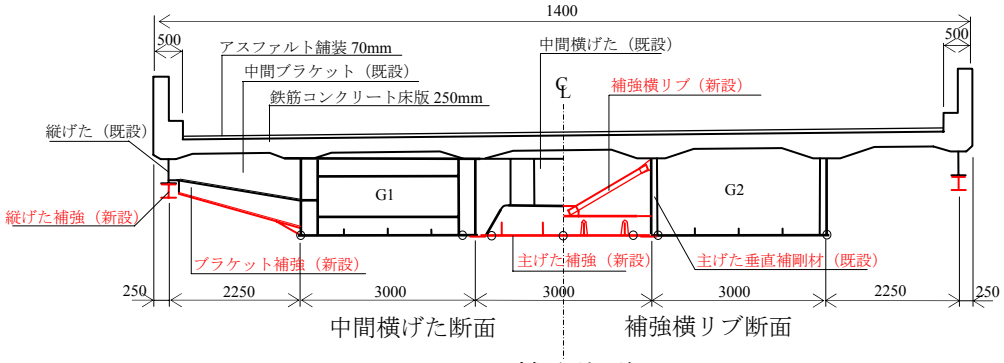
近年，桁補強には外ケーブルを利用したもの[1)]などがあるが，本工事では曲線げたであることから，鋼 2 主箱げたの主げた下フランジ同士を 1 枚の鋼板で連結することで，1 セルの箱げたを構築して応力の低減を図ることとした．そこで，補強前・後でFEM（有限要素法）解析を実施し，さらに補強後に大型車両による載荷試験を実施して，補強後における 1 セル箱げた化による応力・変形性状について考察していく．

２．橋梁諸元と工事概要

陸橋は昭和 40 年に竣工し，鋼 3 径間連続非合成 2 主箱げた橋（A1～P3 間：支間長 28.0m+35.0m+28.0m），鋼単純合成 2 主箱げた橋（P3～P4 間：支間長 26.0m），鋼単純 2 主合成げた橋（P4～A2 間：支間長 26.0m）から構成されている．補強工事は P3～A2 間を行っている．

補強効果を確認した対象橋梁は，P4～A2 間，支間 26.0m の鋼単純 2 主合成げた橋を対象としている．補強方法の基本的な考え方は，既設の主げた下フランジ間を鋼板で連結し，1 セル箱げたを構築して応力の低減を図るものである．さらに，取り付けた下フランジの応力伝達を促すための横リブについても，既設の中間横げたをかわした上で適宜配置した．各補強方法を以下に述べるとともに，補強前・後を示す断面図を**図－1**に示す．

① 主げた補強（下フランジ，桁端部ウェブ，端ダイヤフラム）
※ 端部のウェブと端ダイヤフラムは鋼板ボルト締結による増厚。
② 横リブ補強
③ 縦リブ補強
④ 縦げた補強
⑤ ブラケット補強



図－1　補強前･後の断面

※着色部（赤）が新規設置部材を示し，○が歪ゲージ取り付け位置を示す。

３．計測要領

計測は補修後に行っており，歪ゲージを下フランジに取付け，大型車両を片側車線の支間中央に載荷させた際の応力を測定する．歪ゲージの取付け位置は，支間 1/2 点と 1/4 点の下フランジとし，橋軸方向の応力を計測した．**図－１**に歪ゲージ取付け位置を示し，**図－2**に荷重載荷状態を示す．

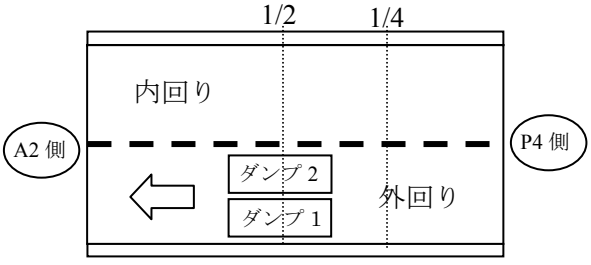


図-２　荷重載荷状態

キーワード　1 セル箱げた化，補強，渋目陸橋
連絡先　　〒272-000　千葉県市川市二俣新町 21 番地　　（株）サクラダ　設計部　　TEL : 047-328-3157

４．計測結果と FEM 解析による検討

解析は, 有限要素法を用いた線形静解析（以下 FEM 解析）を行った．解析ソフトは，汎用有限要素プログラム MSC･NASTRAN for Windows 2004 を使用し，床版は 8 節点ソリッド要素，鋼げたは 4 節点シェル要素でモデル化している．ソリッド要素とシェル要素は剛結している．さらに，計測結果と FEM 解析結果の比較をすることで計測結果の妥当性を検証し，補強前の解析モデルと比較することにより，その補強効果についても考察した．

表－1に解析に用いた材料特性を示す．また，**図－3**に解析モデルのメッシュと境界条件を示す．補強前モデルは，要素数 6690，節点数 7716，補強後モデルは，要素数 8204，節点数 9275 となっている．載荷荷重は積載荷重を含む約 20t のトラック二台を並列にして支間中央に停車させるものとした．また，死荷重がすでに載荷されている状態で計測を行ったため，活荷重のみで比較・検討を行った．

支間中央とL/4 における下フランジの曲げ応力分布を**図－４**に示す．――は補強後モデルにおけるFEM解析値, - - - - は補強前モデルにおけるFEM解析値を示し，▲が車両を支間中央に停車させたときの計測値である．また，縦軸が曲げ応力(N/mm^2)，横軸がG2 桁ウェブの外側からとった距離(mm)を示している．いずれの計測位置においても，補強後モデルの解析値と実測値が定性的に一致しており，解析モデルの妥当性が確認できる．これらのことより，結果を評価すると活荷重において，補強前に対して補強後が，約 50%応力が低減されている．さらに，補強後モデルにおける曲げ応力分布について，計測値および解析値とも，補強下フランジ部も既設主げた下フランジ同様に応力が作用しており, 1 セルの箱げたとして作用していることが確認できた．

したがって，本報のように既設横げたを，補強下フランジに生かすことも，ダイヤフラムも設置できない状況において，新たに主げた下フランジ間を鋼板で連結し補強横リブを設置することで, 1 セルの箱げたとして作用させることができ，十分に主げたの補強として効果を発揮していることを確認できた．

表－１　材料特性

	鋼材	コンクリート
ヤング係数	$E_x=E_y=E_z$ $=2.0\times10^5$ (N/mm^2)	$E_x=E_y=E_z$ $=2.5\times10^4$ (N/mm^2)
せん断弾性係数	$G_x=G_y=G_z$ $=7.7\times10^4$ (N/mm^2)	$G_x=G_y=G_z$ $=10.4\times10^3$ (N/mm^2)
ポアソン比	$\nu_x=\nu_y=\nu_z$ $=0.3$	$\nu_x=\nu_y=\nu_z$ $=0.2$

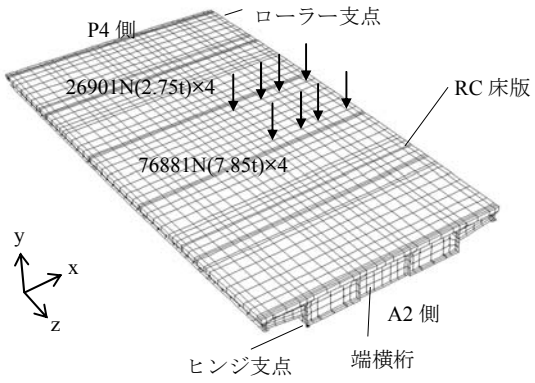


図-３　解析モデルメッシュ

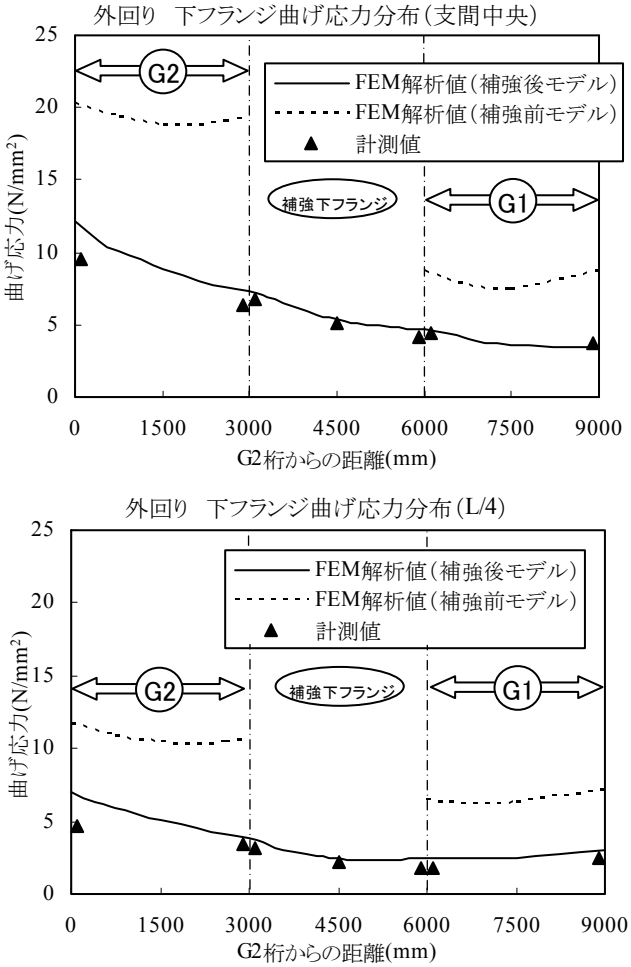


図-４　計測値と FEM 解析結果の比較

参考文献

1) 松井繁之　編著：外ケーブルによる鋼橋の補強　－設計と施工の手引き－，森北出版
2) 道路橋補修・補強編集委員会：道路橋補修・補強事例集，山海堂