

## 既設橋架替え用プレファブ鋼床版桁橋の構造特性に関する研究

千葉工業大学大学院 学生会員 ○呉 紅軍 千葉工業大学大学院 教授 正会員 佐藤政勝  
 ショーボンド建設株式会社 正会員 辻本和敬

## 1. まえがき

近年、現地施工の省力化・迅速化に対応出来る架替え橋として鋼床版橋が注目されている。但し、従来の鋼床版床組ではデッキプレートが格子状にかつ、同一平面に配置された縦リブと横リブによって補強されており、工場製作において手溶接による隅肉溶接が多く、製作工数も多く係り製作コストも増大する。そこで、小径間橋の架替え用として、平面交差を不要にした森ら<sup>1)</sup>のCT形鋼鋼床版の床組構造を取り込み、さらに鋼材費、工場製作工数の削減と現地施工の省力化を図ったプレファブ鋼床版桁橋を提案する(図-1参照)。即ち、主桁にはH形鋼を、縦リブにはCT形鋼や山形鋼を、横桁には溝形鋼を用いることにより、鋼材調達費の低減化を図り、工場製作においては、デッキプレートとH形鋼フランジ縁端およびCT形鋼ウェブの隅肉溶接により製作工数の削減を達成し、工場でプレファブ化した鋼床版桁を架設現場に搬入後は、隣接する縦リブ山形鋼同士を高力ボルトで接合することにより、車線間継手のデッキプレートの突合せ溶接や高力ボルト摩擦接合を排除し、施工の省力化を図ると共に工期を短縮したものである。

本論文では、提案したプレファブ鋼床版桁橋の部分模型について曲げ載荷実験を行い、同時にFEM解析を実施し、それらの結果の比較から、本鋼床版桁橋の力学的特性を解明したうえで、道路橋としての構造性能を確認した。

## 2. 実験概要

支間15m程までの既設橋架替えを想定し、鋼床版桁橋の部分模型(供試体)の形状とその寸法を選定した。

供試体Iは図-2に示す形状寸法で、供試体IIは、供試体Iの静的載荷実験後に、その供試体のデッキプレート中央部に橋軸方向にガス切断し、それぞれのブロック側縁端に位置する山形鋼ウェブを高力ボルト(M22, F10T)で接合したものである(図-3参照)。

設計荷重レベルでの構造性能確認を狙い、自動車の輪荷重を想定し、底面500×200mmの載荷受具を用いた。供試体Iと供試体II共に供試体中心部に200kNまで載荷した。

## 3. FEM解析

実験結果を評価する手段として、MSC/Nastran for windows<sup>2)</sup>を用いてFEM解析を実行した。鋼部材には四角形板要素を用いた。供試体Iは供試体形状と載荷位置の対称性を利用して全体の1/4をモデル化し、供試体IIは中心部に車線間継手を有しているため全体の1/2をモデル化した。供試体IIに適用した解析用モデルを図-4に示す。

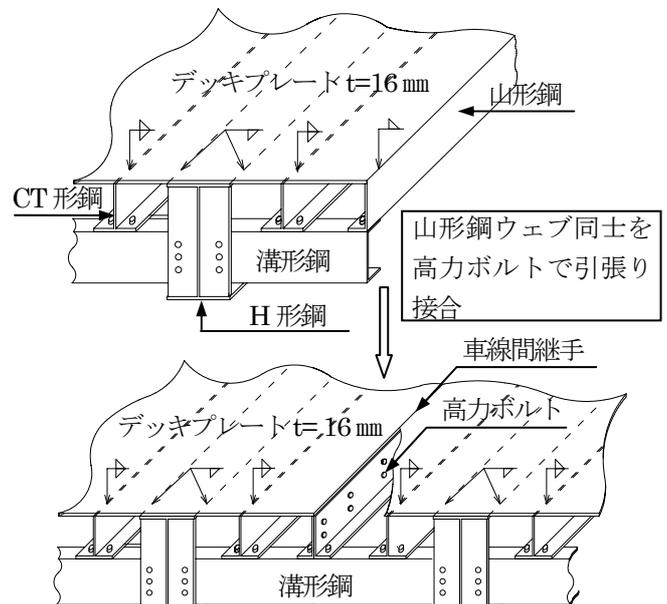


図-1 プレファブ鋼床版桁橋の鳥瞰図

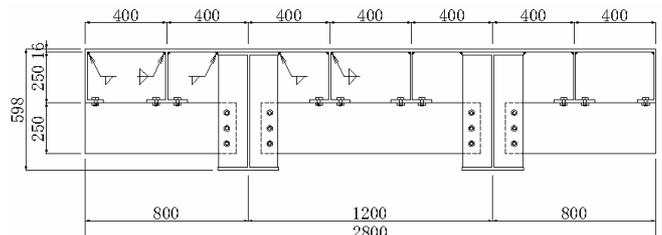


図-2 供試体I支承部の断面図

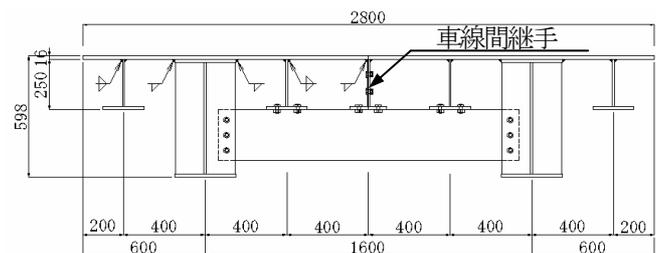


図-3 供試体II支承部の断面図

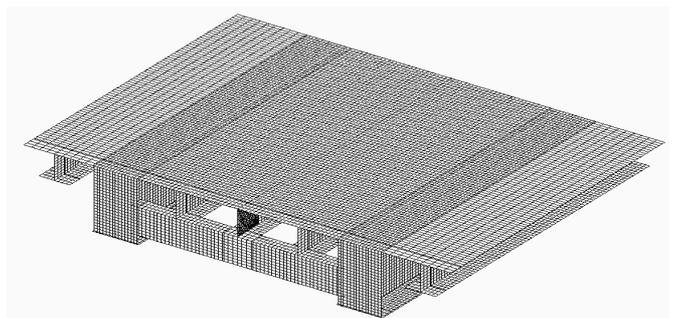


図-4 供試体IIの解析モデル

キーワード：鋼床版桁橋、曲げ載荷試験、FEM解析

連絡先：千葉工業大学大学院 土木工学専攻（〒275-8588 千葉県習志野市津田沼2-17-1, TEL 047-478-0473）

#### 4. 実験および解析の結果と考察

図-5 と図-6 に、供試体 I と II における中央荷重  $P=140\text{kN}$  時支間中央断面の主桁、縦リブとデッキプレート下面における橋軸方向の曲げ応力:  $\sigma_x$  (以下、 $\sigma_x$  と記す) を示す。ここで、数値と括弧内数値は FEM モデルから得られた値 (以下、解析値と記す) と実験でひずみ計測から求めた曲げ応力 (以下、実験値と記す) であり、ウェブ位置の実線はウェブ中心面での  $\sigma_x$  分布の解析値である。

実橋では T-荷重:  $100\text{kN}$  に衝撃荷重として  $40\text{kN}$  割り増した  $140\text{kN}$  に対し、縦リブの安全性を検討した。供試体 I, II とも、解析値と実験値はほぼ等しいことが確認される。 $\sigma_x$  の最大は荷重下縦リブの下フランジに生じるが、供試体 I, II とも実験値は  $49.9\text{ N/mm}^2$  と  $68.6\text{ N/mm}^2$  で、曲げ許容応力度  $140\text{ N/mm}^2$  の 5 割以下であり、縦リブの安全性が確認された。

図-7 は供試体 II 全体の 1/2 FEM モデルの変形図を示す。これらの支間中央断面の解析値と実験値に加えてデッキプレートの解析値を実線で表示したものが図-8 (供試体 I), 図-9 (供試体 II) である。供試体 I, II とも縦リブと主桁フランジにおけるたわみの解析値は実験値とほぼ等しい。

供試体 I, II とも主桁外側のデッキプレートと縦リブは主桁より浮き上がっている。外側に横桁のない供試体 II ではデッキプレートが直線的に変形し、主桁から  $0.6\text{m}$  離れた縁端の浮きあがり量は  $1.2\text{mm}$  であるに対し、横桁のある供試体 I では縦リブ鋼まで直線的に浮き上がるがその外側位置においては若干減少し、主桁から  $0.8\text{m}$  離れた縁端縦リブの浮きあがり量は  $0.43\text{mm}$  で、供試体 II の 35% 程であり、縦リブの変形に及ぼす横桁の効果が確認された。

最大たわみは主桁間中央で生じている。図-8, 9 に示すように供試体 I と II における隣接縦リブ位置からのデッキプレートの相対たわみはそれぞれ  $0.17\text{mm}$  と  $0.30\text{mm}$  である。道示 II.8.4.5 の規定では舗装に悪影響を及ぼさないようデッキプレートの輪荷重 (衝撃を含む) によるたわみを縦リブ間隔の  $1/300$  以下に制限し、縦リブ最大間隔を規定している。実験値の  $0.17\text{mm}$  と  $0.30\text{mm}$  はそれぞれの制限たわみ量の 13% と 23% であり、縦リブの曲げ剛性についても安全性が検証された。

以上より、提案した既設橋架替え用プレファブ鋼床版桁橋について実用化の目処を付けることができたが、デッキプレート下方における縦リブの高力ボルト接合は新しい継手形式であり、設計荷重レベル下での疲労耐久性や縦リブフランジ降伏後の継手部開き等の解明が不可欠であり、今後の課題として実験・解析研究を予定している。

#### 参考文献

- 1) 森, 中村, 能勢, 長井: 横桁上垂直補剛材を省略した CT 形鋼鋼床版に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.43A, pp.1131-1140, 1997.3.
- 2) 岸, 岩崎: MSC/Nastran for Windows すぐれものマニュアル, 日本エムエシー株式会社, 1998.6.

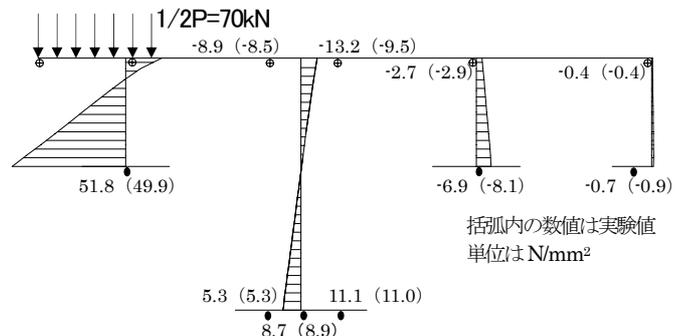


図-5 供試体 I 中央荷重時中央断面における  $\sigma_x$

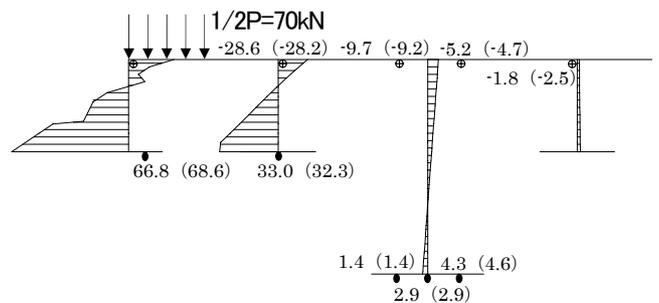


図-6 供試体 I 中央荷重時中央断面における  $\sigma_x$

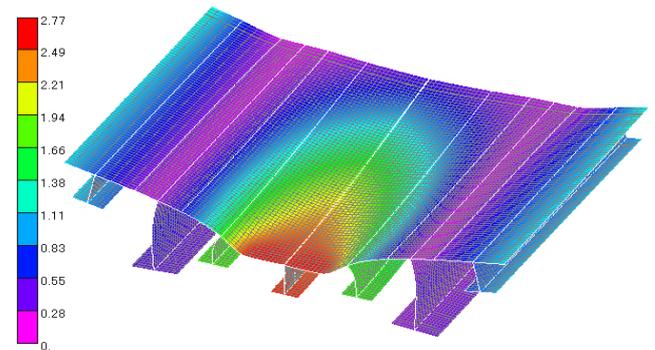


図-7 供試体 II の CC 荷重時全体 1/2 の変形図

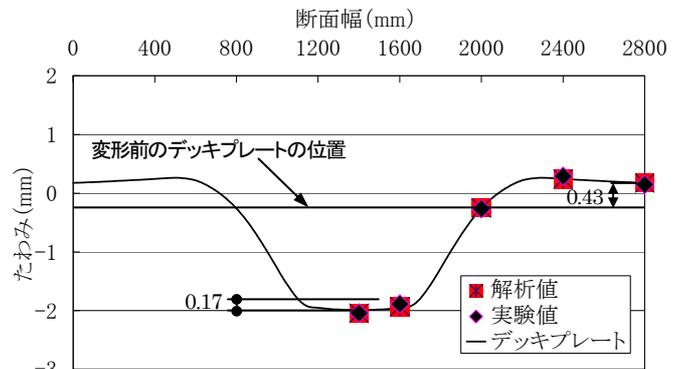


図-8 供試体 I 中央荷重時支間中央のたわみ

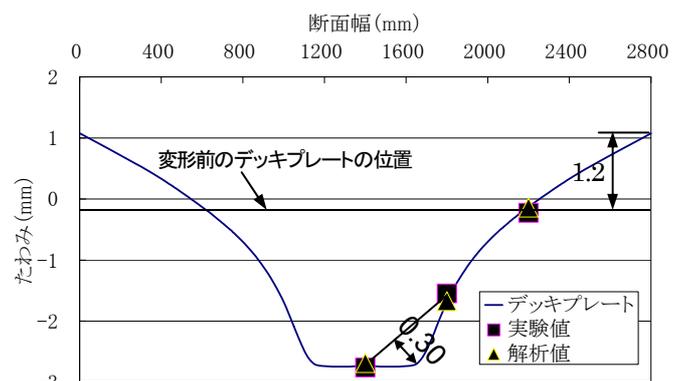


図-9 供試体 II 中央荷重時支間中央のたわみ