

角形鋼管橋の実橋に対する適用性

Application to real bridge of carbon steel square-pipe bridge

北海道開発土木研究所 ○ 國松 博一
 北海道開発土木研究所 石川 博之
 北海道開発土木研究所 三田村 浩
 (株)日本製鋼所 佐藤 聖嗣
 (株)日本製鋼所 寺田 寿

1. まえがき

近年、鋼橋の設計の合理化や製作および施工工程の省力化が進められている。著者らは従来の鋼床版に対し軽量かつ建設コストの縮減を目標に、角形鋼管を用いた主桁とデッキプレートからなる新構造形式の鋼床版を考案した。これまでに縮小模型を用いた載荷実験やFEM解析により、提案構造の実橋への適用性を確認し、単径間単純桁橋に対する標準設計は完了している。また、連続桁への適用性について、中間支点部における応力やフランジ有効幅について模型載荷実験およびFEM解析により確認してきた。本研究では、本構造形式のモックアップを製作し、鋼床版に対する載荷実験を実施し輪荷重によるたわみ性能の確認を行ったので、ここに報告する。

2. 本構造形式橋梁の特長

一般に支間長が30m～40m程度の橋梁としては単純非合成鈹桁やP C中空床版橋が広く採用されている。しかし、単純非合成鈹桁橋では、溶接構造が主体であるため工場および現場での溶接作業が多く、コスト高の要因となっている。また、P C中空床版橋はコンクリート橋であるため、架設現場におけるコンクリート工事が主体となり、施工時期や作業エリアの考慮が必要である他に上部工重量が大きいという問題点が挙げられる。

これらに対して本構造形式の場合は以下に示す特長

が挙げられ他の構造形式の橋梁よりも有利であると考えている。本構造形式の基本構造図を図-1に示す。

- 1) 既製品である形鋼(角形鋼管、H形鋼)を用いることと、各部材を大型化することにより溶接作業が減少するため工場内での施工性が良く、製作工数を少なく抑えることができる。
- 2) 現場継手部の接合方法として高力ボルトを採用するため、架設現場での施工性の向上が図られる。
- 3) 工場での製作および現場施工を含めた全体の工期が短縮されるため、早期の交通開放が可能となる。
- 4) 桁高が1mと一定なため、従来の形式と比較して桁下余裕が厳しい場合にも適用が可能である。
- 5) 上部工重量が大きく減少するため、軟弱地盤での杭基礎等に有利である。

3. モックアップの製造

図-2に示す本構造形式のモックアップを製作し本構造形式橋梁の製造に関して、実際の工場製作での問題点がないか、製作できない箇所がないかの確認を行った。写真-1にモックアップの完成写真を添付する。

また、各部材に使用した材料は実橋に使用するサイズとし、そのサイズと材質を表-1にまとめる。

さらに、このモックアップを用いて鋼床版に対する載荷実験を行い、その挙動について確認することを試みることにした。

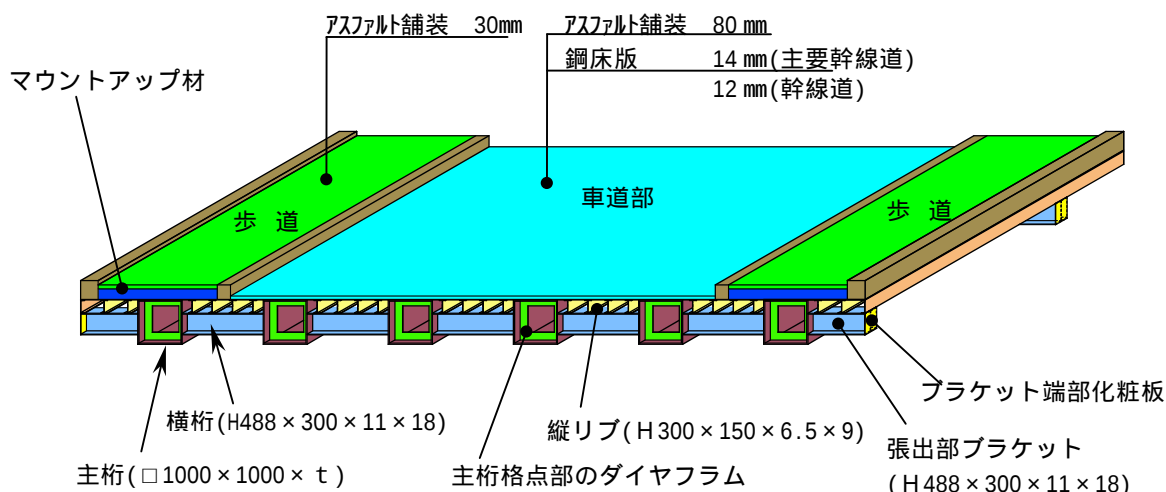


図-1 基本構造図

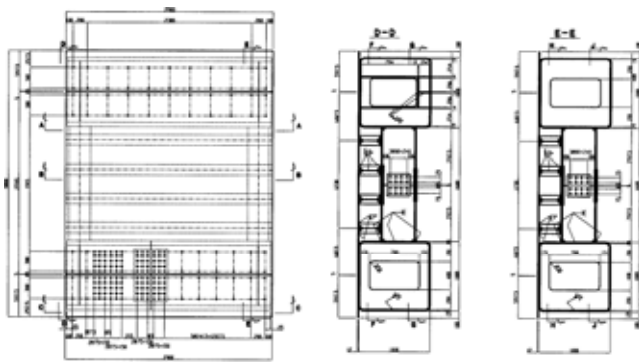


図-2 モックアップ製作図



写真-1 モックアップ完成写真

表-1 モックアップ材料表

№	部材名称	サイズ	材質
1	主桁	□ 1000 × 1000 × 19	SM400A
2	横桁	H488 × 300 × 11 × 18	SS400
3	鋼床版	t = 12	SM490A
4	縦リブ	H300 × 150 × 6.5 × 9	SS400
5	高力ボルト	M22	S10T

このモックアップの製作を通して、部材の組立溶接およびボルトの締付が可能であることが確認できた。

また、モックアップの製作の工数を算出することが出来た。しかし、モックアップの製作数量が少ないことから今回の工数は、割高であることは明確である。実橋の製作時における単位工数の算出には、実橋を製作しその工数から策定しなければならないと考える。

4. 実験概要

4.1 実験目的

試作した角形鋼管橋のモックアップを用いて、輪荷重

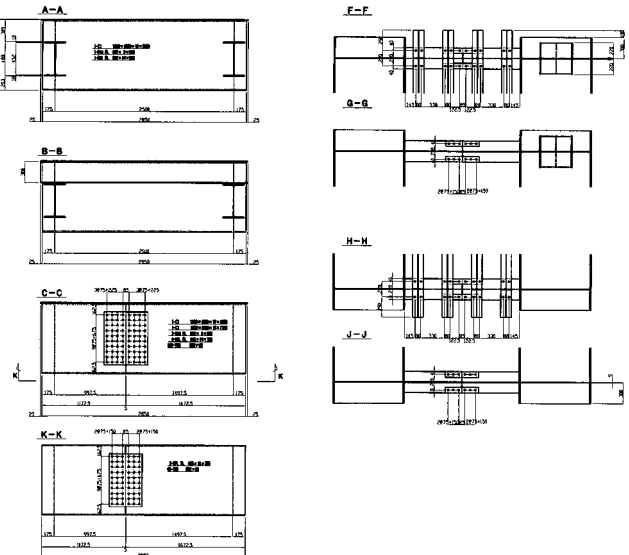


図-3 荷重パターン



写真-2 荷重状況

を模擬した静的荷重実験を実施、FEM解析結果ととの比較を実施し、本形式橋梁のアスファルト舗装の割れに繋がる鋼床版のわたり性能の確認を行う。

4.2 実験方法

モックアップを床に設置した状態で、荷重版を介して鋼床版に荷重を行う。荷重はトラックの輪荷重を想定し、500 × 200 mmの荷重面積に100kN相当の分布荷重とした。図-3に荷重パターンを示す。また、実験状況を写真-2に示す。

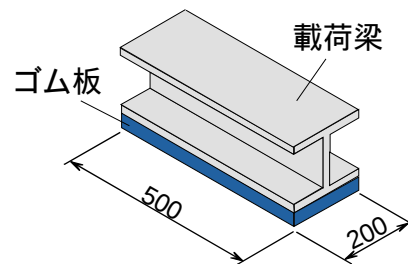
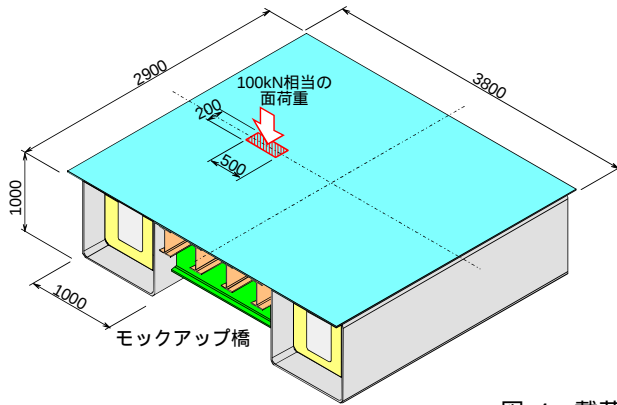


図-4 載荷方法イメージ図

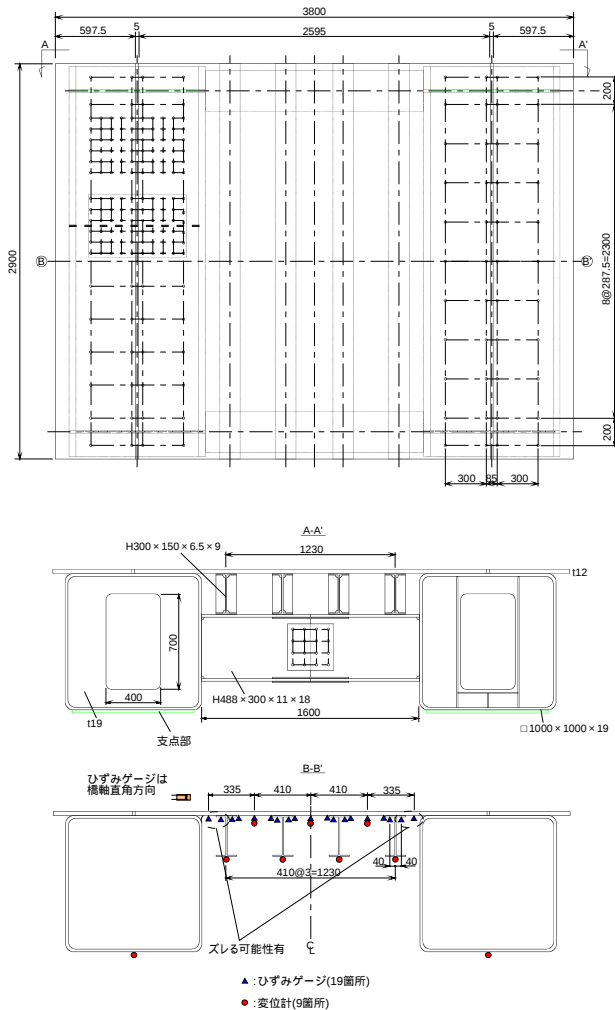
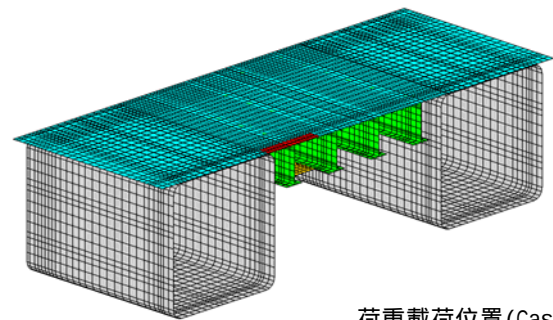


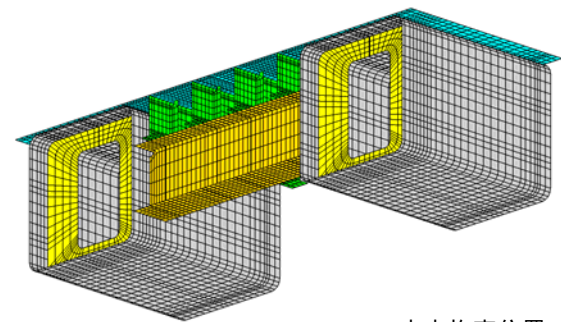
図-5 計測位置図

さらに、図-4 に載荷方法のイメージを示す。
載荷実験でのデータとして、以下の項目を計測することとした。変位計とひずみゲージについては図-5 の計測位置図に従い設置した。

載荷荷重(ロードセル)
ひずみ (ひずみゲージ)
変位 (変位計)



荷重載荷位置 (Case1)



支点拘束位置

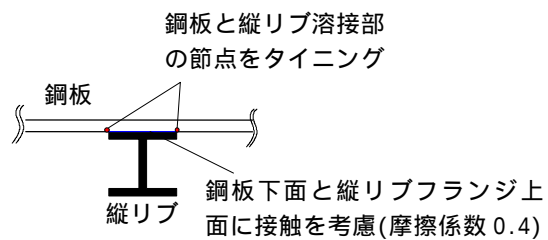


図-6 解析モデル

5. 解析

モックアップの鋼床版に対する載荷実験を実施する前に、載荷による鋼床版の挙動を予め把握することと、実験値の妥当性を確認するために、製作したモックアップについて図-6 に示す解析モデルを作成し F E M 解析を実施した。

解析は、載荷方法を分布荷重載荷と載荷梁を強制変位させる 2 ケースについて実験方法に示した載荷パターン (Case1 ~ Case4) について実施した。

分布荷重載荷は実験と同様の 500 × 200 mm の載荷面積

に 100kN 相当の分布荷重とした。強制変位については、支点反力が 100kN 相当荷重時と同じになるように載荷梁部分を強制変位させた。

解析結果については、実験結果との比較の際に示すこととする。

6. 実験結果と解析結果の比較

図-7 に鋼床版および縦リブ下フランジ面のたわみ(変位)とひずみの分布について、実験値と解析値を比較した。

6.1 変位 (たわみ)

変位 (たわみ) については、床版の変位と縦リブ下フランジに分割して表示する。

解析結果は、分布荷重載荷と強制変位では図に示すように各 Case で、床版の変位が載荷位置付近で大きな差が生じているが、縦リブ下フランジでは、Case1 を除きある程度一致している。

実験結果について、床版の変位では分布荷重載荷による解析結果に近い挙動を示しているが、Case2 では約 2 mm の差が発生している。縦リブ下フランジの変位は解析結果とほぼ一致している。

6.2 ひずみ

ひずみについては、鋼床版の下下面橋軸直角方向についての結果を示している。

解析結果について、分布荷重載荷では Case1 を除き載荷直下にひずみのピークが発生しているが、強制変位による場合は、載荷梁の縁近傍となる個所にピークが発生するような分布を示している。

実験結果については、Case2 を除き分布荷重載荷による解析結果に近い分布を示すが、ピークの発生位置に若干のずれが生じている。Case2 では、ピークの発生が認められなかった。Case2 の載荷直下のひずみゲージの不具合が考えられるが、他の Case でこの位置の結果が解析値に近い値を示しているため問題ないと思われる。

7. まとめ

今回の実験で、鋼床版の変位は Case2 を除き分布荷重載荷による解析結果とほぼ同一の挙動を示したが、変位

量はピーク位置で 0.4~1.8 mm の差がある。すべて、実験値が解析値(分布荷重載荷)よりも下回っている。

縦リブ下フランジの変位はすべての Case で解析値と一致している。

ひずみに関しては、前記したように Case2 を除いて解析値(分布荷重載荷)に近い分布を示しているが、完全一致してはいない。

今回の分布荷重載荷と強制変位による解析では、載荷梁のたわみ、鋼床版との接触面の定義等を実験との不一致があるのではと考えられる。また、ひずみの実験値と解析値(等分布荷重載荷)のピーク位置のずれについては、載荷実験の荷重載荷位置の微妙なずれや載荷梁のたわみが影響し、ひずみ値の差については、載荷直下にひずみゲージを設置したためと考えられる。

しかし、今回の実験で実際に鋼床版への輪荷重を模擬した載荷実験を通し、解析値に近い結果を得ることができた。また、縦リブに U リブを使用した場合の鋼床版の挙動について F E M 解析を実施し、縦リブに U リブと H 形鋼では特に差がなかった。これらのことから、本形式構造の鋼床版でも実交通での安全性が確認できるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 佐藤、別所、三田村：角形鋼管を用いた省力化鋼上部構造の提案、第 56 回年次学術講演会概要集、論文番号 -A002.
- 2) 奥野、三田村、小枝、村田：角形鋼管を用いた省力化鋼床版のボルト配置の検討、第 56 回年次学術講演会概要集、論文番号 -A003.
- 3) 佐藤、寺田、池田、皆川：角形鋼管を用いた省力化鋼床版桁橋の標準設計、第 57 回年次学術講演会概要集、論文番号 -644.
- 4) 奥野、佐藤、池田、：角形鋼管を用いた省力化鋼床版桁橋のダイヤフラムの板厚検討、第 57 回年次学術講演会概要集、論文番号 -644.
- 5) 日本道路協会、道路橋示方書・同解説 鋼橋編、2003.3

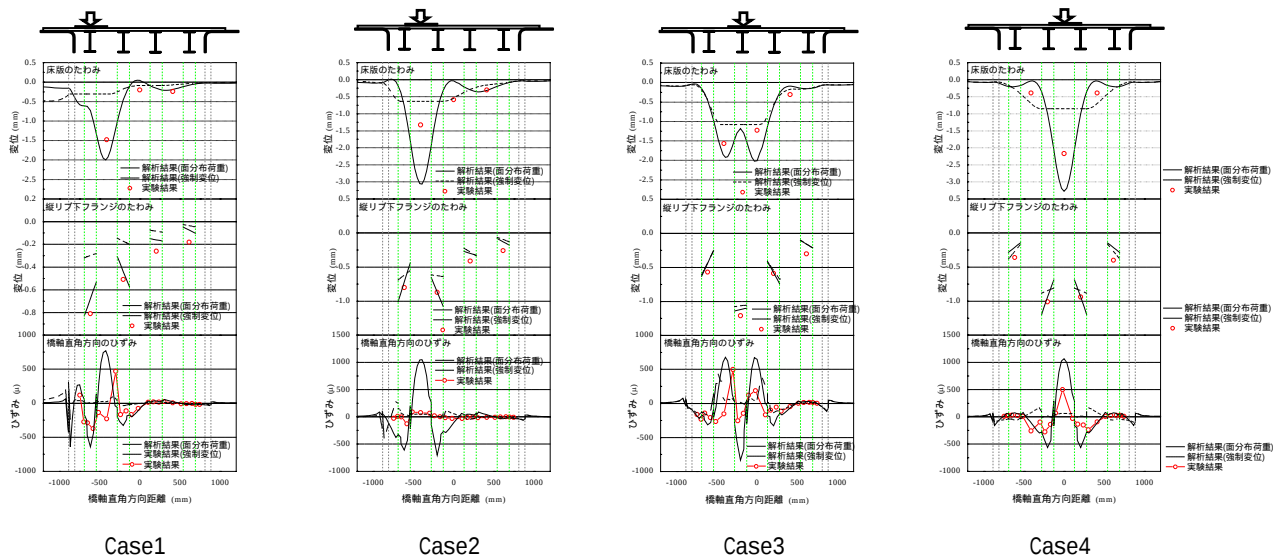


図-7 変位とひずみ分布の比較(荷重 100kN 時)