

突起付き形鋼を用いた開断面箱桁複合ラーメン橋剛結部の解析的検討

川鉄橋梁鉄構(株) 正会員 ○小林博之 正会員 上村明弘
前田建設工業(株) 正会員 伊藤 始 正会員 原 夏生
JIP テクナイン(株) 正会員 川口和広 正会員 見原理一

1. はじめに

突起付き形鋼を使用した開断面箱桁複合ラーメン橋は、構造高さを低く抑えることが可能なことから施工延長の短縮ができるという特長があり、図-1 に示すような都市内の立体交差事業等での適用が期待されている。本構造における剛結部は新しい構造となるが、耐荷力は十分に安全であることが検証実験¹⁾により明らかとされている。

本文は、同構造を対象として、その性能検証にあたり解析的手法の適用性を検討することを目的として実施した構造解析の内容および実験との整合を中心とした解析結果について概説するものである。

2. 構造解析の概要

解析モデルは図-2 のとおりであり、正負交番載荷実験を実施した実験供試体を 1/2 対称モデルとしたうえで構造詳細を忠実に再現した。また、解析モデルにおいて使用した要素は表-1 に示すとおりであり、このうち本構造の特徴となる突起付き形鋼とコンクリート界面のモデル化にあたっては、引抜き耐力について安全側の評価を与えるクーロン摩擦モデルを採用することとした。その要素特性は表-2 に示すとおりであり、これらの値はコンクリートに埋設された突起付き H 形鋼の引抜き耐力に関して解析値と実験値を一致させるためのパラメータ解析によって求めたものである²⁾。

なお、材料の構成則は図-3 に示すとおりとし、解析コードは DIANA(Ver.8.1)を使用のうえプッシュオーバー解析により実施した。



図-1 開断面箱桁複合ラーメン橋の概念図

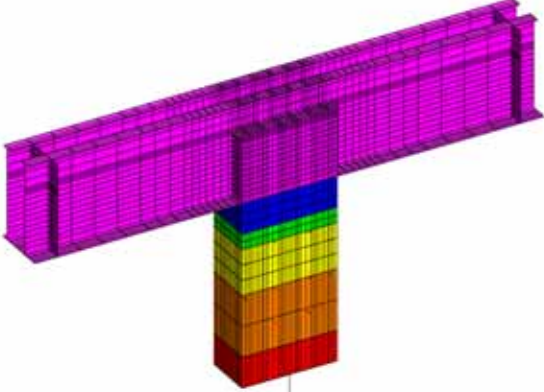


図-2 解析モデル

表-1 使用要素

部位	使用要素
充填コンクリート	8 節点ソリッド要素
突起付き H 形鋼	4 節点シェル要素
主桁、横梁、端横桁、水平補剛材	4 節点シェル要素
主桁鉛直補剛材	2 節点はり要素
H 形鋼 - コンクリート界面	インターフェイス要素
鋼桁スタッドジベル	埋込鉄筋要素
鋼桁せん断補強筋	埋込鉄筋要素
橋脚部帯鉄筋	埋込鉄筋要素
接統治具	(平面保持)
載荷治具	橋脚下端から載荷点まで剛梁要素

表-2 クーロン摩擦モデルの要素特性

部位	モデル	初期剛性 (N/mm ² /mm)	粘着力C (N/mm ²)	内部摩擦角 φ (摩擦係数 tan φ)	タイルタンジ 角 ψ (tan ψ)
突起部	クーロン摩擦	1.0 × 10 ³	1.1327	43.62度 (0.9528)	45.79度 (1.0281)
その他	クーロン摩擦	1.0 × 10 ⁵	0.01	21.80度 (0.40)	0.00度 (0.00)

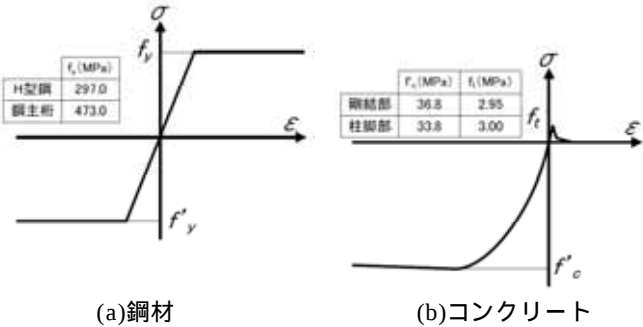


図-3 材料の構成則

キーワード：突起付き形鋼，複合ラーメン橋，剛結構造，構造解析，性能検証
連絡先：川鉄橋梁鉄構株式会社 橋梁事業本部 技術部 開発技術室
〒111-0051 東京都台東区蔵前2丁目17番4号 03-5825-1757 Fax03-5825-1697

3. 解析結果

3.1 荷重と水平変位の関係

図-4 は、荷重と水平変位の関係における実験値と解析値を示したものである。実験においては $8\delta_y$ (ここに、 δ_y は突起付き形鋼が降伏状態になった時の水平変位) において 477kN の最大荷重を示し、 $15\delta_y$ まで載荷を繰返した。解析値は実験値の包絡線を比較的よく近似しており、水平変位については若干危険側を示すものの最大荷重については安全側の評価を与える結果を得た。引抜き耐力試験から求めた要素特性を隅角部の解析に適用した場合においても、概ねその挙動を把握できることが検証できた。

3.2 突起付き形鋼のひずみ分布

図-5 は実験供試体の剛結部におけるひずみの測点を示したものである。これに対し、ひずみ分布の一例として SH-3 の測点を示したのが図-6(a)(b)である。4 δ_y 時のひずみ分布を比較した場合、解析の降伏領域が実験との比において若干広いものの、その傾向は比較的良く近似している結果を得た。その他の測点や主桁および横桁のひずみ分布も概ね同様な傾向にあり、解析により応力分布性状を把握できることが判明した。

4. まとめ

突起付き形鋼を使用した開断面箱桁複合ラーメン橋の隅角部における性能検証にあたり解析的手法の適用性を検討することを目的として実施した構造解析について報告した。突起付き形鋼とコンクリート界面のモデル化が大きな影響を与える中、簡易な実験により算出した要素特性を用いて概ね精度よく挙動をシミュレートできることが判明した。今後、形状寸法や材料の強度特性が異なる場合等、本構造の適用を拡大するうえにおいて解析的手法による性能検証の妥当性を検討する予定である。

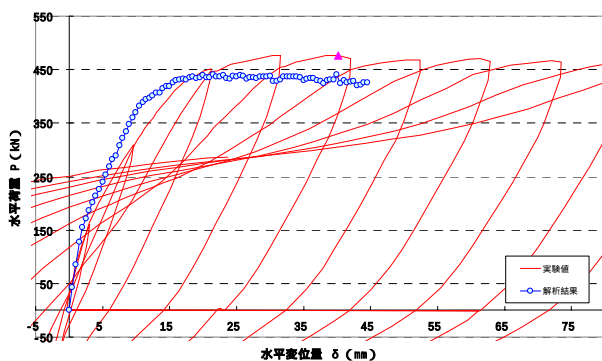


図-4 荷重 - 水平変位の関係

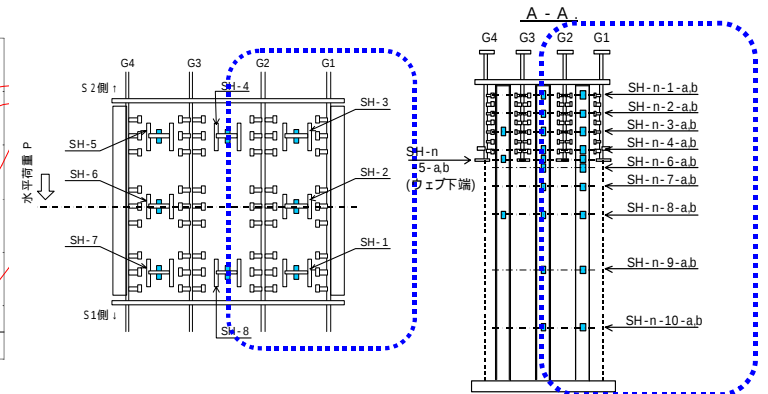
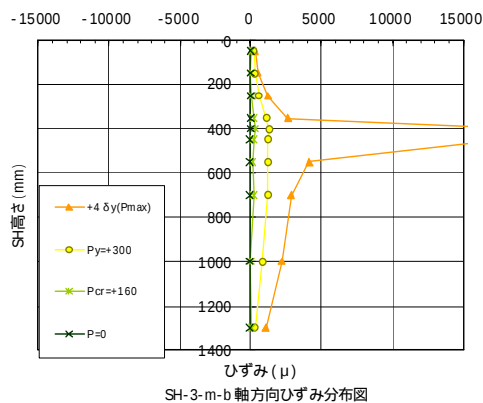
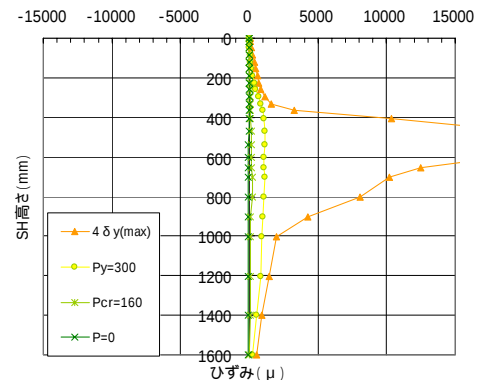


図-5 供試体のひずみ測点



(a)実験値



(b)解析結果

図-6 突起付き形鋼のひずみ分布

参考文献

- 1)上村, 熊野, 赤坂, 原: 突起付き形鋼を用いた開断面箱桁複合ラーメン橋の剛結部の正負交番載荷実験, 年次学術講演会概要集, 土木学会, Vol.61, CS02-040, 2006年9月
- 2)神田, 熊野, 原, 松林: コンクリートに埋設された突起付き H 形鋼の引抜き耐力に関する解析モデルの検討, 年次学術講演会概要集, 土木学会, Vol.61, CS02-041, 2006年9月