

複合トラス橋の格点部の応力伝達機構に関する研究

(株)富士ピー・エス 正会員 ○左東 有次 九州大学大学院 フェロー 日野 伸一
九州大学大学院 正会員 山口 浩平 (株)長 大 正会員 太刀掛正俊

1. はじめに

複合トラス橋は鋼製斜材とコンクリート床版を組合せた複合橋である。鋼製斜材とコンクリート床版の結合部である格点部は、複合トラス橋において重要な構造である。また、この格点部はその構造が施工性や経済性に与える影響が大きく、これまで各種の構造形式が提案され、模型実験や数値解析等によりその耐力や疲労耐久性が検証されている。本研究は、この格点部において構造が比較的シンプルで、耐力の評価式が比較的明らかな孔あき鋼板ジベルを用いた新しい格点構造を提案し、その格点部の応力伝達機構を解明するため、格点部供試体を用いた載荷試験¹⁾と FEM 解析、パラメータ解析を行い検討した。

2. 試験概要

格点部を模した供試体と載荷試験要領を図-1、格点部の詳細を図-2、供試体の種類を表-1 に示す¹⁾。コンクリート床版は圧縮強度 25N/mm² の RC 構造とし、斜材には STK490 の鋼管をその他の部材には SM400 を使用した。TYPE1 は TYPE2 よりずれ止め孔の数が少なく、また、ガセットと鋼管斜材の溶接範囲を鋼管の軸線上に限定し、鋼管溶接部の曲げ剛性（鋼管溶接部剛度）を TYPE2 より小さくしている。

3. 試験結果

荷重 500kN 時のガセットのひずみ分布を図-3 に示す。また、3 次元弾塑性 FEM 解析により求めたガセットの主ひずみ分布を併記する。解析モデルは対称性を考慮して奥行方向に 1/2 とし、RC 床版内の鉄筋は 2 節点トラス要素、それ以外の部材は 8 節点ソリッド要素でモデル化した。鋼-コンクリート界面は事前解析により比較した結果、“付着なし”として解析を行った。図中の着色部はコンクリート埋設部である。鋼管溶接部剛度を大きくした

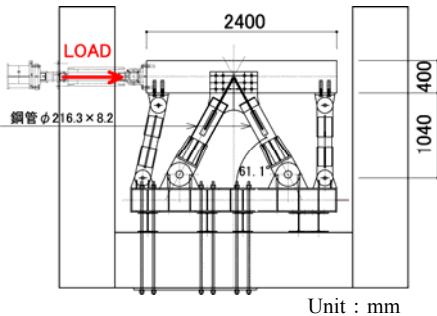


図-1 載荷試験要領

TYPE2 はガセット露出部にひずみが集中しているが、剛度の小さい TYPE1 はガセット全面に比較的均等なひずみ分布となっている。FEM 解析でも実験結果とほぼ同様のひずみ分布が確認できた。供試

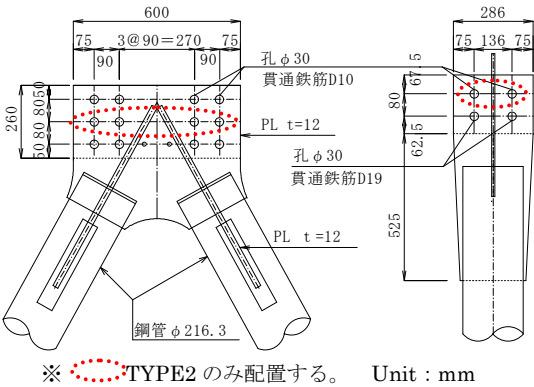
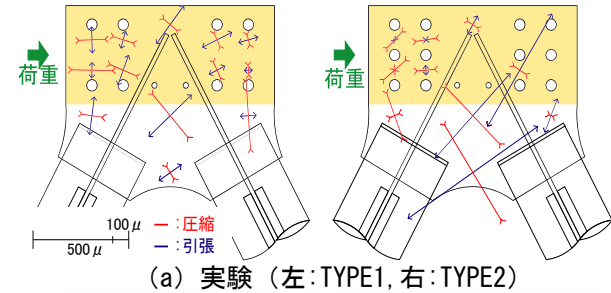
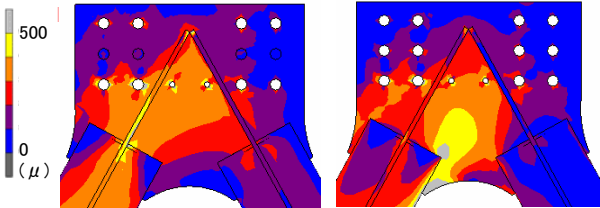


図-2 格点部詳細図



(a) 実験 (左:TYPE1, 右:TYPE2)



(b) FEM 解析 (左:TYPE1, 右:TYPE2)

図-3 ガセット部の主ひずみ分布 (500kN 時)

表-1 供試体の種類

供試体名	TYPE1	TYPE2
PBLの詳細	孔径φ30, 12ヶ所	孔径φ30, 20ヶ所
溶接部位 (赤線)		
鋼管溶接部剛度	小	大

キーワード 複合トラス、格点部、ガセット、孔あき鋼板ジベル

連絡先 〒810-0073 福岡県福岡市中央区舞鶴 2-2-11 (株)富士ピー・エス 九州支店土木技術部 TEL 092-721-3484

体は試験装置の最大能力荷重においていずれも破壊しなかったが、ガセットにはリューダース帯が発生しており、露出したガセットは降伏していることが確認できた。このことより、本格点構造では斜材の軸力に対して床版とガセットが複合的に抵抗しており、床版とガセットに作用する力の荷重分担率を求めることは格点部の設計を行う上で重要である。そこで、荷重分担率を評価するため、TYPE1 供試体を基本モデルとするパラメータ解析を実施した。

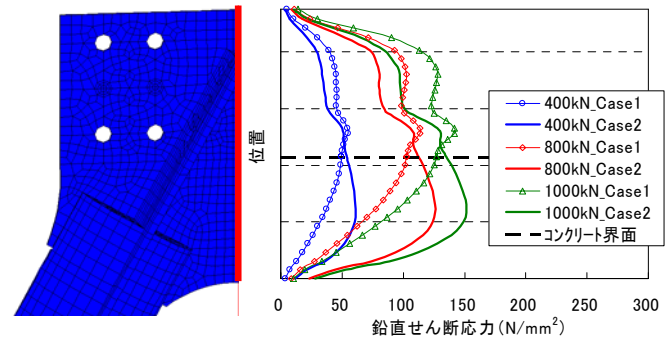
4. パラメータ解析による格点部の荷重分担率の検討

解析パラメータを表-2に、ガセット剛度のモデル化を図-4に示す。スリットを設けたガセット剛度小は、ガセット露出部が荷重伝達に寄与しない場合を簡易的に模擬している。解析パラメータは(1)ガセット剛度の大小、(2)鋼管溶接部剛度の大小の計2項目とし、合計4ケースの解析を実施した。

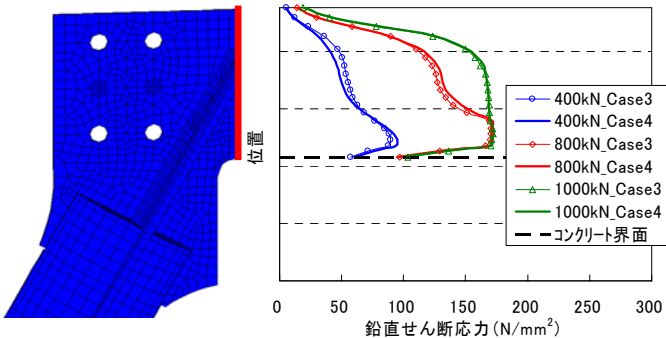
図-5に中央断面での鉛直せん断応力の分布図を示す。スリットなしでは溶接部剛度の大きいCase2の方が溶接部剛度の小さいCase1に比べ、露出部における荷重伝達が大きくなっているが、スリット有りの場合ではほとんど差がないことがわかった。図-6に各部位の荷重分担率を示す。荷重分担率は斜材の軸力により発生する格点部中央断面の鉛直せん断力から求めた。床版の分担せん断力は、鋼材のみの格点モデル(床版なしモデル)を別途計算し、中央断面における「床版なしモデルでの全せん断力」から「通常モデルでのガセットの全せん断力」を差分することで床版に発生するせん断力を算出した。鋼管溶接部剛度の大きいCase2では、全せん断力の半分近くを露出部で伝達するが、溶接部剛度の小さいCase1では床版やガセット埋込部の分担率が高い。また、スリットを入れた場合には、溶接部剛度による差はなく、床版とガセット埋込部の荷重分担率は3:7と一定であった。以上より、格点部の鉛直せん断力に対する設計では、ガセット露出部をなくし、床版とガセット埋込部で鉛直せん断力を照査する設計が合理的であると考えられる。なお、格点部の水平せん断力に対する設計では、孔あき鋼板ジベルのずれ耐力とガセットのせん断耐力を照査する必要があると考えられる。

5. まとめ

鋼管とガセットの溶接を鋼管図心上に限定し、溶接部剛度を小さくすると、鋼管やガセットに付加曲げモーメントが発生しないため、ガセットの応力分布が比較的均一になる。また、ガセットにスリットを設け、ガセットの曲げ剛度を小さくすると、鋼管の溶接部剛度が床版とガセット埋込部の荷重分担率に与える影響はほとんどなくなる。



(a) ガセット剛度大(スリットなし)【Case1, Case2】



(b) ガセット剛度小(スリット有り)【Case3, Case4】

図-5 鉛直せん断応力の分布図

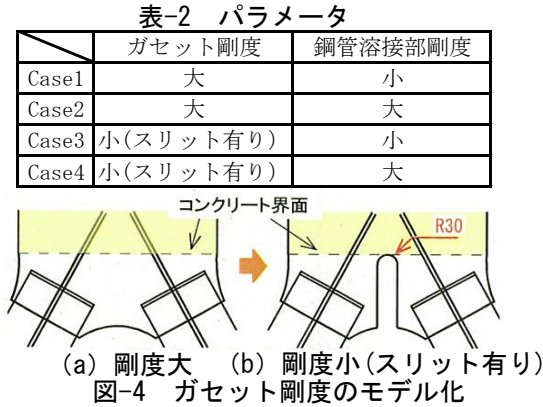


図-4 ガセット剛度のモデル化

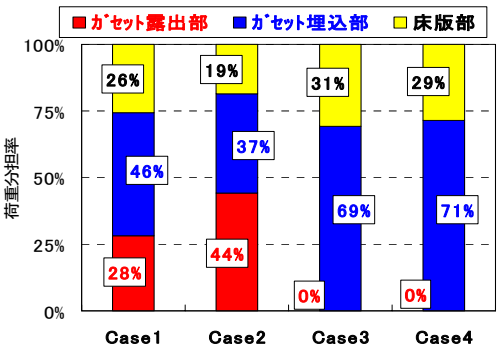


図-6 各部位の荷重分担率

参考文献

1) 左東有次他：複合トラス橋の格点構造の応力伝達機構に関する研究，構造工学論文集 Vol.54A(印刷中)，2008