

### 鋼トラス橋格点部の局部座屈に対する耐荷力評価式に関する一検討

(独) 土木研究所 正会員 ○村越 潤 首都大学東京 フェロー会員 野上 邦栄  
 (独) 土木研究所 正会員 田代 大樹 早稲田大学 フェロー会員 依田 照彦  
 (独) 土木研究所 正会員 榎本 忠夫 早稲田大学 正会員 笠野 英行

#### 1. はじめに

鋼トラス・アーチ橋では、主構部材の破断が落橋等の致命的な損傷に繋がる恐れがあり、これら主構部材の損傷が橋全体系に与える影響や、損傷を有する橋梁の耐荷性能を適切に評価するための調査・診断技術の開発が求められている。土木研究所では、これまで鋼トラス橋の格点部を対象として、実橋における腐食状況を考慮した残存耐荷力の評価手法について検討してきている<sup>1)</sup>。本稿では、ガセットの局部座屈を対象とした耐荷力評価式の検討を行った。

#### 2. 格点部の破壊性状と既往の耐荷力評価式の検討例

鋼トラス橋格点部の断面もしくは部位に想定される破壊性状には、図-1 に示す①～⑥の限界状態が考えられる。この場合、格点部の耐荷力は、これらの各限界状態により得られる耐荷力の最小値として与えられる。本稿では、トラス格点部を起点とした過去の崩落、損傷事例<sup>2)</sup>や腐食が懸念される箇所を考慮し、⑤の圧縮斜材端部におけるガセットの局部座屈を対象に耐荷力評価式を検討した。

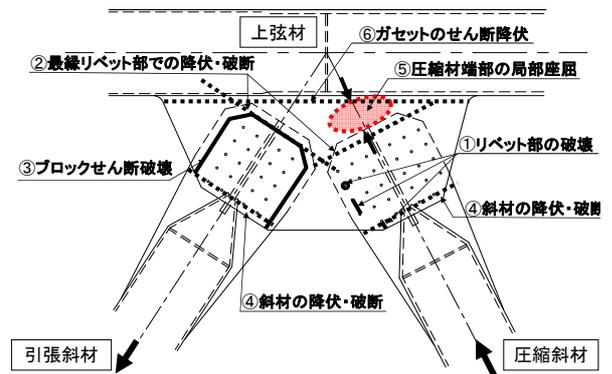


図-1 格点部において想定される破壊性状

格点部の圧縮耐荷力に関しては、文献 3)において圧縮斜材端部の圧縮力を受けるガセット領域(図-1 中の赤丸箇所)を、圧縮力を受ける柱に置き換えた評価式が提案されている。具体的には、圧縮斜材端部の最縁リベット部と弦材の間のガセット領域について、Whitmore の有効幅を有する圧縮柱と見立てて、AASHTO 橋梁設計示方書で規定される圧縮柱の基準耐荷力曲線から耐荷力を算出している。なお、部材長はWhitmore 幅における中心長さとし、ガセットの面外方向を拘束した有効座屈長係数( $\beta$ )として0.5が推奨されている。

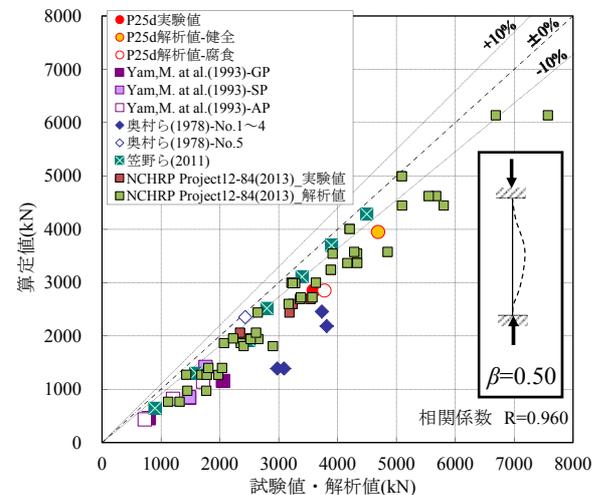


図-2 試験・解析結果と耐荷力算定値の関係 (文献 3) による算出結果

図-2 に、著者らによる腐食格点部を対象とした載荷試験の結果(試験体 P25d<sup>4)</sup>)及びシェル要素を用いた弾塑性 FEM 解析結果に加えて、ガセット部圧縮耐荷力に着目した既往の国内外の試験・解析結果(腐食なしの健全体)について、文献 3)中の提案式(抵抗係数は1.0と仮定)を参考に求めた降伏耐荷力の算出結果を示す。なお、腐食格点部試験体 P25d の解析値及び算定値は、腐食計測結果を踏まえガセット(板厚 12mm)で 2.8mm の均一腐食を考慮している。算定値と試験値・解析値との相関係数は 0.96 と高いが、試験値及び解析値が若干安全側の評価となっている。また、個別のデータについては試験値との差が 50%以上となり、圧縮斜材端部を柱とした耐荷機構の考慮だけでは適切に評価できない可能性が考えられる。

#### 3. 耐荷力評価式の検討

著者らが実施した耐荷力試験における破壊後の変形状況や FEM 解析結果によれば、圧縮斜材端部の局部座屈

キーワード 鋼トラス橋, 格点部, 腐食欠損, 耐荷力評価式, 座屈  
 連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

屈に加えて、図-3 に示す圧縮斜材端部の両側の 2 つのガセット自由辺部にも変形が生じており、斜材の圧縮力に抵抗していると考えられることから、これらの自由端部の影響を評価式に考慮することとした。すなわち、本検討では、式(1)に示すような 3 領域の耐荷力の総和をガセットの圧縮耐荷力とした。

$$P_{gcr} = P_{gcr1} + P_{gsy1} + P_{gsy2} \quad \dots (1)$$

ここで、 $P_{gcr1}$  は有効幅を斜材幅として圧縮柱に見立てた台形箇所を圧縮耐荷力とし、部材長 ( $L$ ) を平均値  $((L_1 + L_2 + L_3)/3)$ 、有効座屈長係数 ( $\beta$ ) をガセットの面外方向を拘束したときの道路橋示方書の推奨値である 0.65、基準耐荷力を初期不整等の影響が含まれないオイラー曲線として算出した。また、 $P_{gsy1}$  および  $P_{gsy2}$  の自由端部については破線部を抵抗断面として、この抵抗断面の降伏耐力とした。

以上の結果から、式(1)を用いて算出した耐荷力と既往の試験・解析結果の関係を図-4 に示す。図-2 と比べて両者の相関係数は 0.98 と高く、推定誤差も小さくなっており、構造諸元の違いによる耐荷力の変化を概ね捉えていると考えられる。

評価式(1)中の圧縮斜材端部の耐力項 ( $P_{gcr1}$ ) と試験値・実験値の関係について、 $P_{gcr}$  で無次元化したものを図-5 に示す。横軸から、構造諸元により  $P_{gcr1}$  の占める割合は異なるが、自由端部の抵抗も寄与していることが伺われる。また、縦軸より、式(1)による算定値と試験・実験値には、両者の違いが最大 40% 程度と大きい結果も見られており、ばらつきの要因分析と同評価式の適用範囲について、さらに検討が必要である。

4. まとめ

本稿では、圧縮力を受けるガセットの耐荷力に着目して、実際の破壊性状に即した評価式の検討を行った。今後は、図-1 に示す他の破壊性状についても検討していく予定である。なお、本研究は土木研究所、首都大学東京、早稲田大学の 3 者による共同研究「腐食劣化の生じた橋梁部材の耐荷性能評価手法に関する研究」の一環として実施したものである。

**参考文献**：1) 有村ら：圧縮力を受ける鋼トラス橋格点部の耐荷力評価に関する一検討,土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集,I-089,pp177-178,2012.9. 2) NTSB：Highway Accident Report - Collapse of I-35W Highway Bridge 2007.8 ,2008.11. 3) Justin M.Ocel: NCHRP Web-Only Document 197, Guidelines for the Load and Resistance Factor Design and Rating of Riveted and Bolted Gussset-Plate Connections for Steel Bridges, 2013.2. 4) 村越ら：腐食劣化の生じた鋼トラス橋格点部の圧縮耐荷力に着目した荷重試験,構造工学論文集 Vol.59A,pp156-168,2013.3.

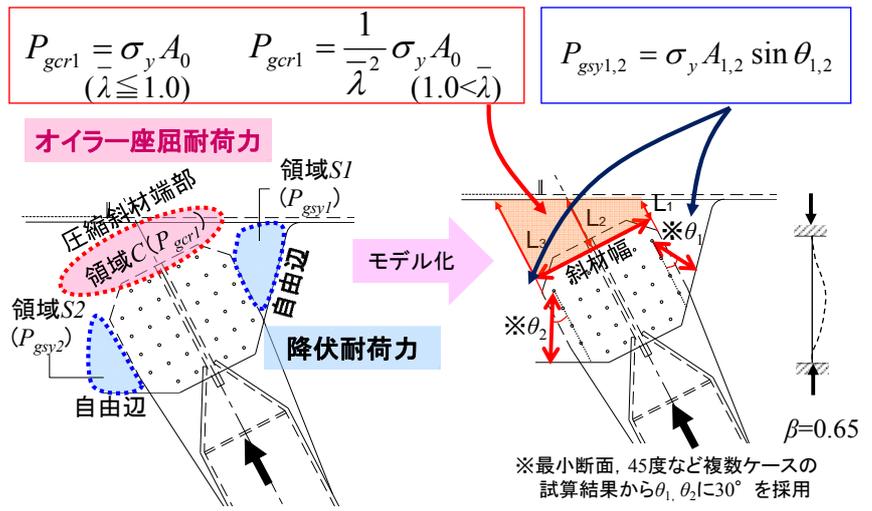


図-3 ガセットの3つの領域と耐荷力評価式

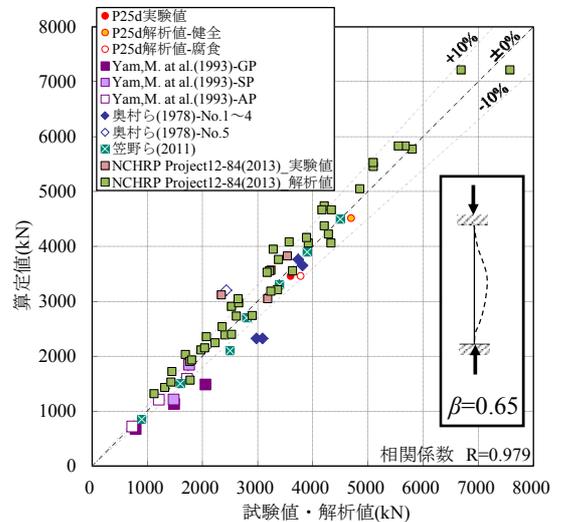


図-4 試験・解析結果と耐荷力算定値の関係

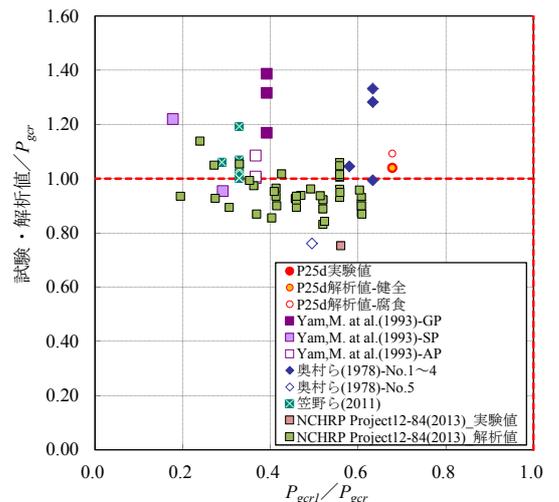


図-5 抵抗領域の耐荷力比率