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

(独)土木研究所	正会員	○有村	健太郎	(独)土木研究所		郭路	各
(独)土木研究所	正会員	村越	潤	早稻田大学	フェロー	依田	照彦
(独)土木研究所	正会員	遠山	直樹	早稻田大学	正会員	笠野	英行
(独)土木研究所	正会員	澤田	守	首都大学東京	フェロー	野上	邦栄

1. はじめに

長期間供用された鋼トラス橋の格点部(以下,格点部)において断面欠損を伴う腐食事例が報告されている. 格点部の耐荷力喪失は橋全体系の安全性に多大な影響を与える場合があることから,腐食欠損の生じた格点部の耐 荷力の評価は重要な課題の一つであり,想定される限界状態を明確にした上で実用的な耐荷力評価手法を検討して いく必要がある.本文では,格点部の腐食欠損が耐荷力に与える影響の検討に先立ち,これまで検討事例の少ない, 斜材からの圧縮軸力を受ける格点部の腐食欠損のない状態における耐荷力評価式について検討を行った.

2. 格点部の破壊性状

図-1 に示す上弦材格点部を例に,格点部の限界状態を整理する.想定される限界状態としては,少なくとも,① リベット部の破断,②最縁リベット部におけるガセットプレート(以下,ガセット)の降伏・破断,③ガセットの ブロックせん断破壊,④斜材の降伏・破断,⑤圧縮斜材端部におけるガセットの局部座屈,⑥弦材との境界部にお けるガセットのせん断降伏が挙げられる¹⁾.図-2 に米国連邦道路庁の格点部の耐荷力評価のガイダンス²⁾を参考に して,既設鋼トラス橋の格点部の耐荷力の試算例(抵抗係数は 1.0 と仮定)を示す.図では,横軸に斜材断面とガ セットの板厚が均一に腐食した場合を想定した板厚減少量を,縦軸に設計軸力(死+活荷重(TL-20))に対する②~ ⑥の残存耐荷力の比率を示している.なお,①については一般的に腐食の影響は考えにくいため,ここでは対象と

していない.また,格点部には斜材からの軸方向力のみ作用するものと仮定し,斜材接合部に作用する二次応力は考慮していない.

それぞれの耐荷力評価式については今後検討が必要であるが,一 定の安全率を確保しようとした場合(例えば,図中の安全率1.7), 相対的に⑤が厳しい状況になっており,構造諸元や腐食状況によっ て異なると考えられるが,圧縮力に対するガセットの耐荷力につい ては重要な破壊性状の一つとなる可能性がある.

3. 既往の実験・解析結果との比較による耐荷力評価式の検討

文献 2)での格点部の圧縮耐荷力は、圧縮斜材端部のガセットを 圧縮柱の全体座屈に置換えた評価式で算出するものである. すなわ ち、圧縮斜材端部のガセットについて、最縁リベット部から弦材間 のガセットを Whitmore¹⁾の有効幅を有する圧縮柱と見たてて、 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 ら耐荷力を算出する.

図-3 に,格点部に着目した既往の国内外の実験結果³及び著者ら による実橋格点部を対象とした解析結果^{4),5)}について,Whitmore の有効幅を仮定して求めた降伏耐荷力で除した無次元化耐荷力と, 同様の有効幅を用いて算出した細長比パラメータ^えで整理した結 果を示す.いずれのケースにおいても耐荷力曲線は安全側の評価と

<u>上弦材</u> <u>⑥ガセットのせん断確</u> <u>⑦ 最繰リベット部での降伏・破断</u> <u>③ 日本約 増都の局部座周</u> <u>③ ガロックせん断破壊</u> <u>③ 射材の降伏・破断</u> <u>③ 射材の降伏・破断</u> <u>③ 射材の降伏・破断</u> <u>③ 割</u>積約材 <u>図</u>-1 格点部において想定される破壊性状



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

なっており,実験値・解析値と耐荷力曲線との相関性は明確ではない.著者らが実施した耐荷力実験^{3),4)}における 破壊後の変形状況や FEM 解析結果^{4),5)}によれば,圧縮斜材端部の局部座屈に加え,図-4 に示す斜材接合部の両側 の2つのガセット自由端(以下,自由端)にも変形が生じている.また,文献6)においても圧縮斜端部及び両側の 自由端の3つの領域が抵抗する性状が示されており,これらの自由端の影響を考慮するのが適切と考えられる.

表-1 に耐荷力の算定ケースを示す.3 つの領域(圧縮斜材端部と自由端)の耐荷力の算定方法を変えて既往の実 験値³⁾・解析値^{4),5)}との比較を行った.CASE1 は前述した文献 2)による耐荷力評価式であり,CASE2 は CASE1 と 同様の有効幅を考慮した場合の降伏耐荷力である(図-5a)).CASE3 は,圧縮斜材幅を有効幅として,初期不整等 の影響が含まれないオイラー曲線を用いて座屈耐荷力を算出し,ガセットの自由端のせん断降伏耐荷力を加算した もので,3つの領域を考慮した耐荷力評価式である(図-5b)).なお,自由端の抵抗断面は,試算による感度分析を 踏まえ,最外縁のボルト中心からガセットの縁端に向かって斜材軸方向に対して 30°の角度を有する断面と仮定し た.図-6 に耐荷力の算定値と実験値・解析値を比較した結果を示す.CASE1 では実験値・解析値と評価式による算 定値の乖離が見られ,CASE2 では乖離は小さくなるものの依然としてばらつきが見られる.一方,自由端の影響を 考慮した CASE3 では,両者が比較的良く一致する傾向が見られる.

4. まとめ

今後,想定した限界状態や提案した耐荷力評価式の妥当性について引き 続き実験及び解析により検証していく予定である.

本研究は、(独)土木研究所、早稲田大学、首都大学東京の3者による、腐 食劣化の生じた橋梁部材の耐荷性能の評価手法に関する共同研究の一環と して行っており、建設技術研究開発助成を受けて実施されたものである.

参考文献: 1)(独)土木研究所,首都大学東京,早稲田大学: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共同研究報告書,共同研究報告書第429号,2012.2)FHWA: Load Rating Guidance and Examples For Bolted and Riveted Gusset Plates In Truss Bridges, 2009.3) Murakoshi,J. et al.: Compressive Loading Test of Corroded Gusset Plate Connection in Steel Truss Bridge, Proceedings of 27th U.S. - Japan Bridge Engineering Workshop, Technical Report of PWRI, No.4218, 2011. 4)澤田ら:腐食した鋼トラス橋格点部の圧縮残存耐荷力に関する研究,第67回年次学術講演会,2012.5)笠野ら: 圧縮力を受けるガセットプレートのブロックせん断破壊に関する研究,第66回年次学術講演会講演概要集,2011.6)松久ら:トラス格点部の耐荷力実験(Ⅱ),第33回年次学術講演会講演概要集,1978.



耐荷力曲線の関係



図-6 格点部の耐荷力算定値と既往の実験・解析結果の関係