

鋼トラス橋の格点部の耐荷力に関する解析的研究

早稲田大学 学生会員 平山 雄大

首都大学東京 フェロー 野上 邦栄

早稲田大学 学生会員 川口 徹朗

(独) 土木研究所 正会員 村越 潤

早稲田大学 正会員 笠野 英行

(独) 土木研究所 正会員 榎本 忠夫

早稲田大学 フェロー 依田 照彦

(独) 土木研究所 正会員 田代 大樹

1. はじめに

高度経済成長期に建設された多くの道路橋は、今後高齢化が進み、これらの道路橋では維持管理が必要不可欠である。米国ミネソタ州ミネアポリス市の鋼トラス橋 (I-35W 橋) の崩落事故に代表されるように、国内外で鋼トラス橋の部材の損傷・崩落事例が報告されている。I-35W 橋の崩落事故は格点部におけるガセットプレートの脆弱性が原因であると考えられている¹⁾。鋼トラス橋の高齢化は国内においても進んでおり、腐食などによるガセットプレートの板厚減少が確認されている。腐食・劣化の生じたガセットプレートは、設計時の強度は見込めないため、その安全性を検証する必要がある。本研究では、実在した鋼トラス橋の腐食・劣化の生じた格点部の終局時の力学的挙動を FEM 解析により調べることを目的とする。

2. 対象格点部

対象とした橋梁は実際に使用されていた旧銚子大橋であり、載荷実験を行ったのは上弦材側の格点部 P3d である (図 1)。供用から 50 年近く経過した旧銚子大橋は塩害等による腐食損傷が著しく、2009 年に現在の銚子大橋が完成された後撤去された。なお、設計時の格点部 P3d のガセットプレートの板厚は 12mm であった。

3. FEM 解析モデル

格点部 P3d をもとに作成した FEM 解析モデルは、主に曲面シェル要素を用い、リベットにはばね要素を用いて再現した。FEM 解析には、汎用ソフト Diana を使用し、非線形解析を行った。載荷方法としては変位制御法を用い、圧縮斜材端部の載荷点が、圧縮斜材軸方向に一定量変位するように設定した。また、拘束条件として弦材の一面を完全固定として解析を行った (図 2)。本研究ではガセットプレートの腐食状況と耐荷力の関係を調べることを目的であるため、ガセットプレートの板厚を均一に減少させて解析を行い、終局時の変形モードおよび耐荷力について調べた。



図 1. 対象格点部 (P3d)

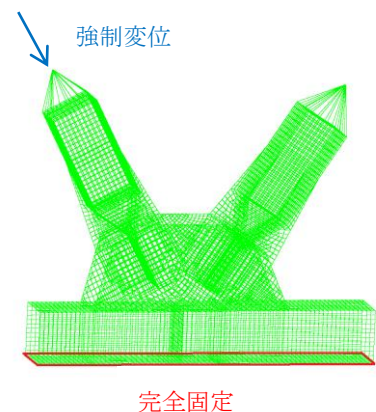


図 2. モデル化概要

キーワード：鋼トラス橋格点部，腐食，耐荷力，FEM 解析

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学創造理工学部社会環境工学科 依田研究室

4. 解析条件および解析結果

①2枚のガセットプレートが同じ量腐食していると仮定した場合

2枚のガセットプレートが同じ量腐食していると仮定した場合の変形モードおよび耐荷力について調べた。ガセットプレートの板厚と耐荷力の関係を示す荷重-変位曲線は図3の通りである。また、一例として、ガセットプレートの板厚が共に8mmのモデルの変形図およびミーゼス応力図を図4に示した。

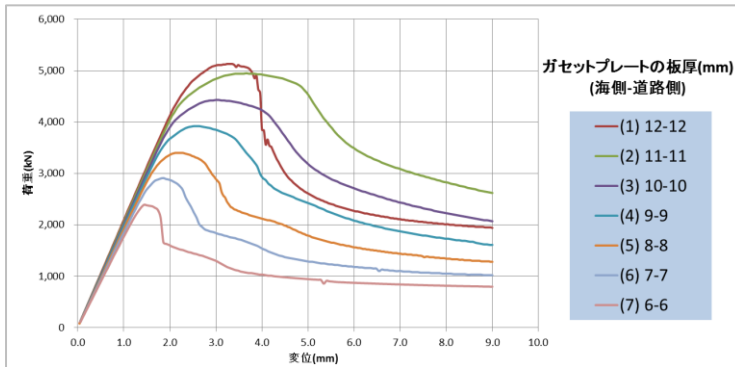


図3. 荷重-変位曲線①

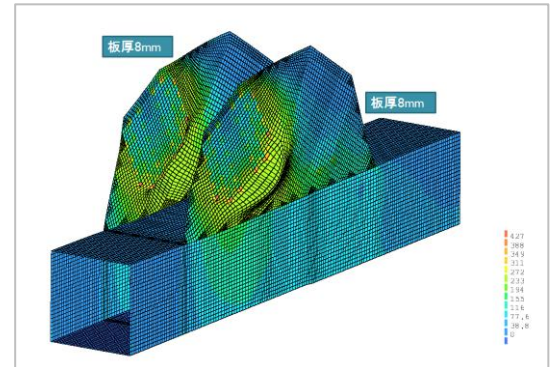


図4. 変形図・ミーゼス応力図①

(最大荷重 3400kN 載荷時, 変形 50 倍)

②2枚のガセットプレートの腐食量が異なると仮定した場合

2枚のガセットプレートのうち、一方のガセットプレートの板厚の減少量が、他方より1mm大きいと仮定した場合の変形モードおよび耐荷力について調べた。ガセットプレートの板厚と耐荷力の関係を示す荷重-変位曲線は図5の通りである。また、一例として、ガセットプレートの板厚の一方が9mm、他方が8mmのモデルの変形図およびミーゼス応力図を図6に示した。

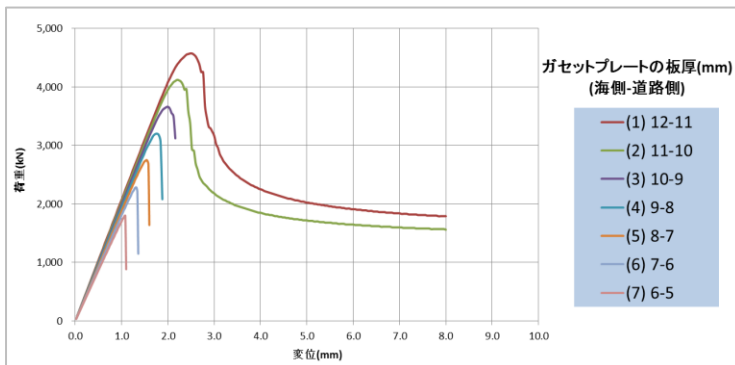


図5. 荷重-変位曲線②

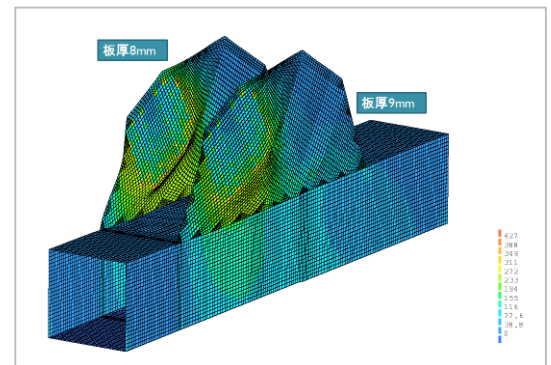


図6. 変形図・ミーゼス応力図②

(最大荷重 3200kN 載荷時, 変形 50 倍)

5. 考察

鋼トラス橋の格点部において、ガセットプレートの腐食量は耐荷力に大きく関係している。また、一方のガセットプレートの板厚の減少量が、他方より1mm大きいとした場合、腐食量の非対称性により、板厚の小さいガセットプレートの座屈変形量が加速的に大きくなるため、耐荷力が著しく低下することが解析結果より確認できた。さらに本解析を通して、圧縮力を受ける格点部の終局限界状態ではガセットプレート自由端部の湾曲、ガセット斜材先端部の局部座屈が生じることを確認した。

参考文献

- 笠野英行・依田照彦：米国ミネアポリス I-35W 橋の崩壊メカニズムと格点部の損傷評価，土木学会論文集，Vol.66，No.2，pp.312-323，2010 年