

鋼トラス橋の格点部の終局限界状態に関する解析的検討

早稲田大学	学生員	○李	殷在	(独)	土木研究所	正会員	遠山	直樹
早稲田大学	正会員	笠野	英行	(独)	土木研究所	正会員	澤田	守
早稲田大学	フェロー会員	依田	照彦	(独)	土木研究所	正会員	有村	健太郎
首都大学東京	フェロー会員	野上	邦栄	(独)	土木研究所		郭	路
(独) 土木研究所	正会員	村越	潤					

1. 研究目的

近年、鋼トラス橋における重大損傷（主部材の腐食など）の事例が数多く見受けられる。静定構造を基本とするトラス橋はリダンダンシーに乏しいとされており、特にトラス主構部材を結びつける格点部が損傷した場合、重大な事故につながる恐れがある。腐食劣化の生じたガセットプレートは、設計計算通りの十分な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。そこで、本研究では腐食した既設鋼トラス橋の格点部を対象として、耐荷力試験の結果と、FEM 解析の結果を比較することにより、格点部の終局限界状態を調べることを目的とする。

2. 解析手法

荷重実験は図-1 に示す方法で行った。実験結果と FEM 解析結果を比較するために、有限要素法の汎用ソフト DIANA¹⁾ を用いて解析を行った。図-2 が今回対象とする格点部である。図-3 に示すように、鋼トラス橋の格点部および架台をシェル要素を用いてモデル化した。斜材とガセットプレートを接合するリベットには、ばね要素を用いた。ガセットプレートの板厚は、事前に計測した腐食量のコンター図を基に、目測で各区域の平均値を読み取り、図-4 に示すように設定した。斜材の腐食に関しては、圧縮斜材のフランジの腐食量を均一に 3.0mm とし、ウェブの腐食量を均一に 2.0mm とした。非線形解析は荷重を段階的に増加させて載荷し、荷重増分段階では解析計算が収束しなくなった場合には、弧長増分法に切り替え、より小さな荷重増分で解析計算を続けた。解析計算が収束する最後の段階での載荷荷重を FEM による終局荷重とみなした。降伏は von Mises の降伏条件によった。

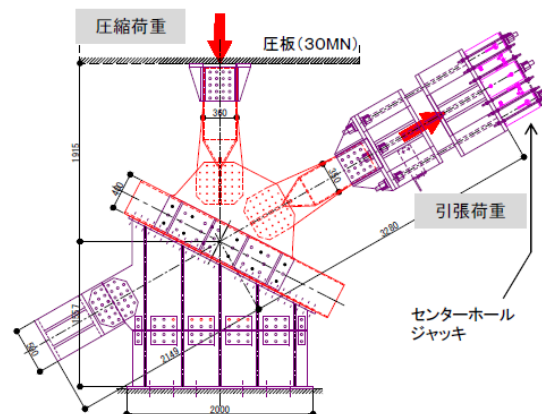


図-1 載荷実験の概要図

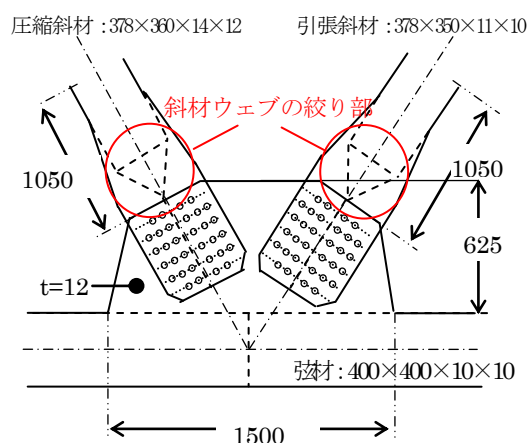


図-2 解析の対象とする格点部単位(mm)

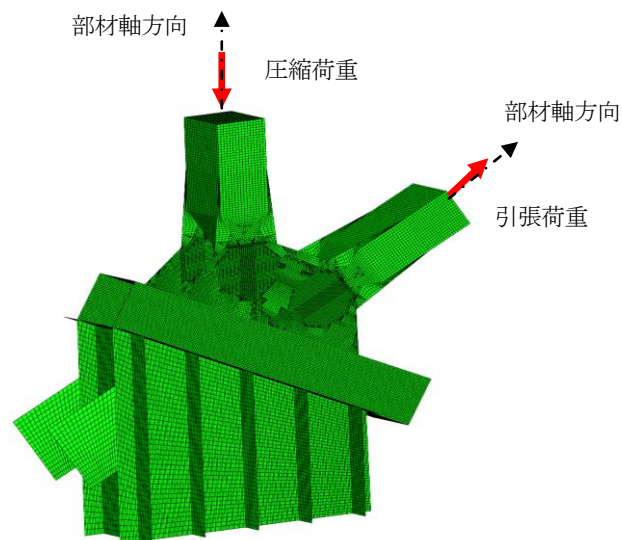


図-3 格点部のモデル

キーワード；ガセットプレート 格点部 FEM 解析 鋼トラス橋

連絡先；〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学社会環境工学科 依田研究室

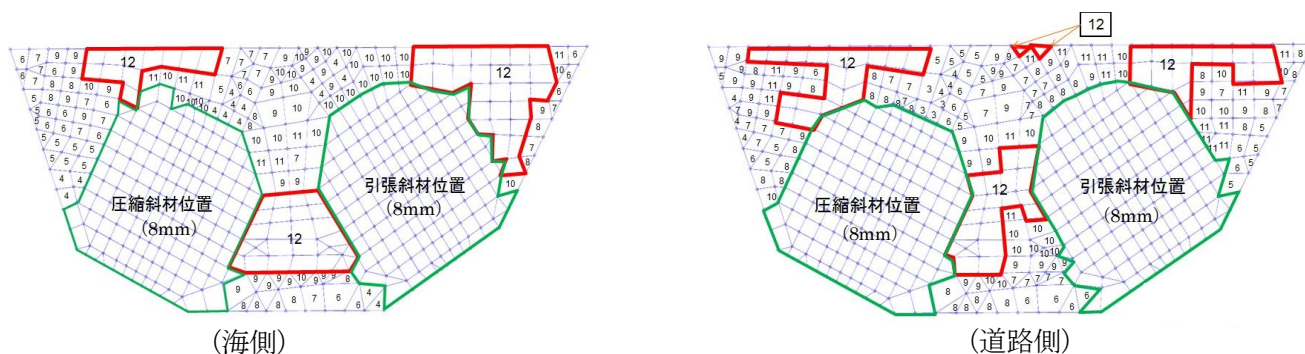


図-4 腐食量の入力(図中の数字は残存板厚(mm))

3. 解析結果

解析により得られた荷重変位曲線と載荷実験より得られた荷重変位曲線を図-5に示す。解析から得られたグラフの傾きは初期の時点から実験結果よりもやや大きい結果となった。また、FEM解析によって得られた終局荷重は実験値の1.05倍となり、概ね等しい値となった。表-1に最大荷重の値を示す。

図-6に局部座屈が生じた位置のガセットプレートの面外変形モード図を示す。解析により、比較的に実験結果に近い非対称の変形モードを再現することができた。これは、海側と道路側のガセットプレート

の腐食量の違いによるものであると考えられる。また、格点部全体の変形図を図-7に示す。斜材端部のガセットプレートに局部座屈が生じ、ガセットプレートの自由辺は海側および道路側ともに道路側へ座屈している。これも実験結果を再現している。

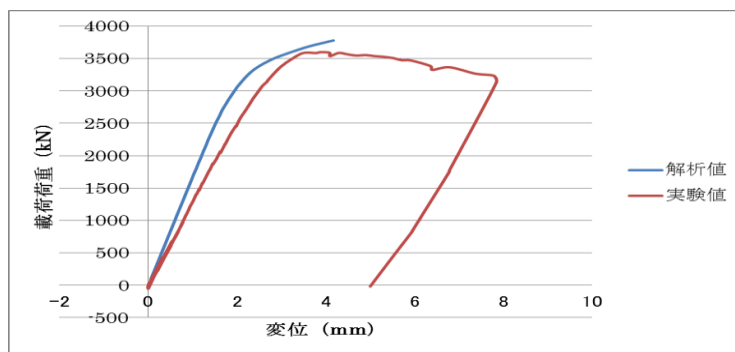


図-5 荷重変位曲線の比較

表-1 最大荷重の比較

	載荷実験	解析
最大荷重(kN)	3598	3780

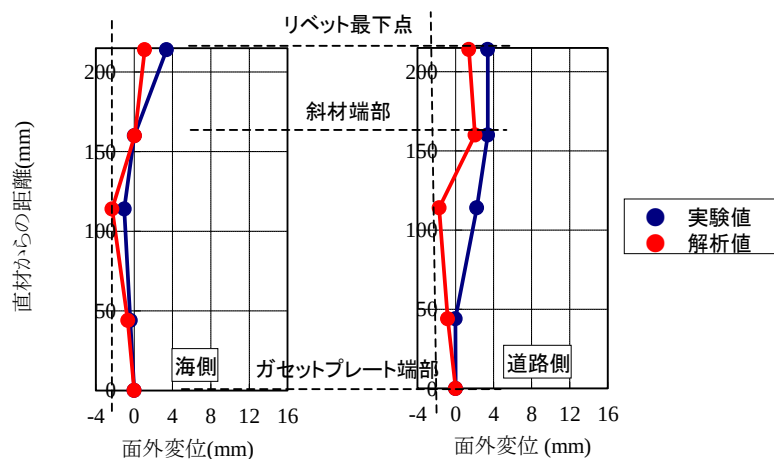


図-6 面外変形モード

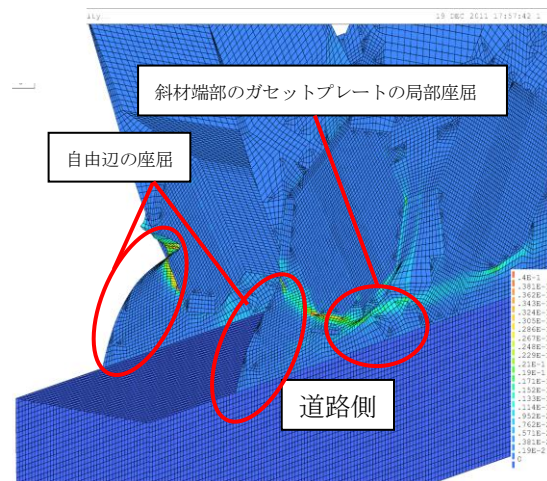


図-7 格点部の変形・相当塑性ひずみ図 20倍(最終step)

4. 考察

腐食量の入力は、腐食量コンター図を基に、発表者の主観による目測で各小区域の板厚を決定した。したがって、より正確な解析を行うために、客観的な板厚の決定方法を検討することが必要であると考えられる。また実験における最大荷重と解析により得られた終局荷重の誤差は5%あり、概ね一致する結果が得られた。また今回の解析で、非対称の変形モードが再現できた理由としては、海側と道路側のガセットプレートの腐食量の違いおよび腐食分布の違いを、解析モデルに反映できたためであると考えられる。

謝辞：本研究は、3者(独)土木研究所、首都大学東京、早稲田大学)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なったものであり、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) JIP テクノサイエンス:DIANA9 ユーザーマニュアル日本語参考資料(解析手法), 2005.