

鋼トラス橋格点部の終局限界状態と座屈変形に関する解析的検討

早稲田大学	学生員	○中澤	飛翔	(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	遠山	直樹
早稲田大学	フェロー会員	依田	照彦	(独)	土木研究所	正会員	澤田	守
首都大学東京	フェロー会員	野上	邦栄					

1. 研究目的

現在、高度経済成長期に建設された数多くの道路橋の高齢化が進んでいる。それに伴い、近年、劣化損傷に起因する重大事故が報告されている。トラス橋の主構部材においては、一部の部材の損傷が橋全体系の安全性に与える影響が大きい。特に、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。そこで、本研究では撤去後の鋼トラス橋の格点部を対象として、載荷試験の結果と 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. 載荷試験

載荷試験は図 2.1 に示す方法で行った。図 2.2 に載荷試験により局部座屈が生じた圧縮斜材の写真を示す。図 2.2(b)に見られるように、局部座屈の生じた位置に角割れが観察された。

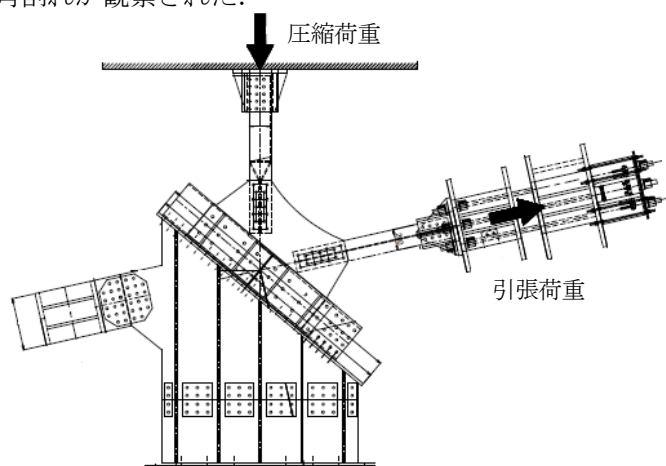


図 2.1 載荷実験の概要図

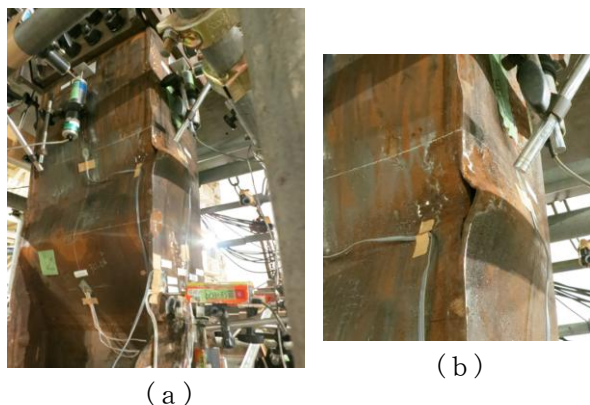


図 2.2 局部座屈が生じた斜材位置

3. 解析手法

載荷試験結果を FEM 解析により再現するために、有限要素法の汎用ソフト DIANA¹⁾を用いて解析を行った。図 3.1 に示すように、載荷試験に用いた格点部をシェル要素でモデル化した。斜材とガセットプレートとを結合するリベットには、ばね要素を用いた。このモデルを下記 3 つの条件に分けて解析を行った。斜材の腐食を考慮するため、圧縮斜材の板厚を均一に 1.0mm 減としたモデルを CASE-1 とする。CASE-1 の条件に加え、角割れを再現するために図 2.2 と同様の圧縮斜材位置に予め亀裂を入れたモデルを CASE-2 とする(図 3.1 に示した亀裂位置の節点を非共有にする)。CASE-2 の条件に加え、圧縮斜材の亀裂を入れた位置に初期不整 (4.0mm)を入れたモデルを CASE-3 とする(図 3.2)。また、ガセットプレートと斜材に用いられた鋼材はそれぞれ SM490B 相当、SS400 相当であり、その構成則を図 3.3 に示す。非線形解析における載荷方法は変位制御を用いて、圧縮斜材に段階的に載荷し、最終的に変位が 10 mm に至るまで解析を続けた。降伏条件は von Mises の降伏条件によった。

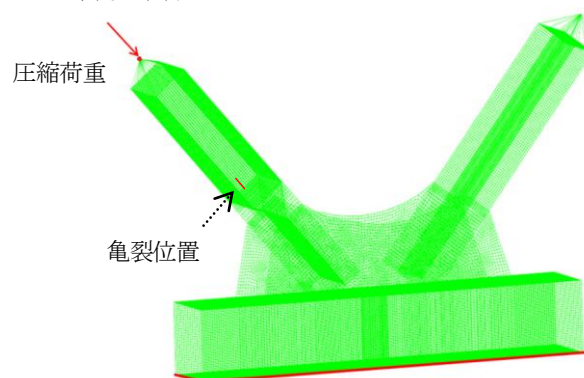


図 3.1 格点部のモデル

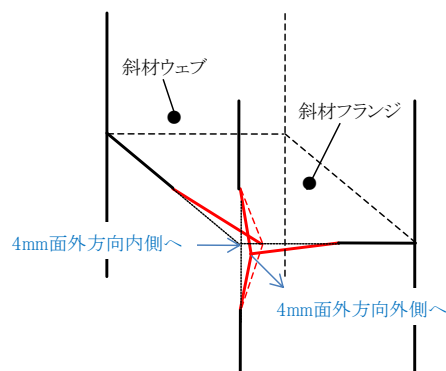


図 3.2 CASE-3 の初期不整位置

キーワード；トラス橋 格点部 耐荷力 座屈 FEM 解析

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

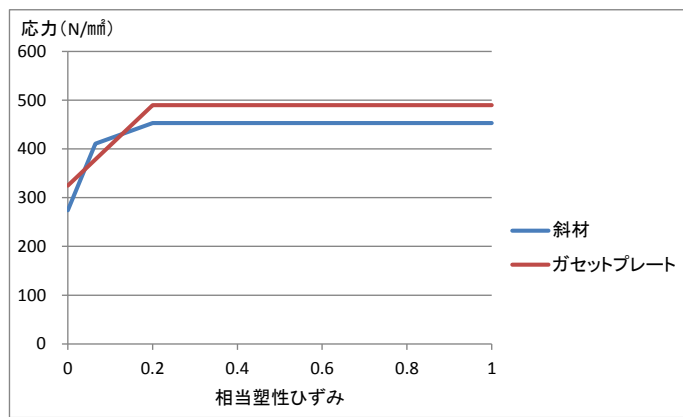


図 3.3 鋼材の応力ひずみ関係

4. 解析結果

解析により得られた荷重変位曲線と載荷試験により得られた荷重変位曲線を図 4.1 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載荷試験結果よりもやや小さい結果となった。また、最大荷重に関しては解析値の方が、すべての CASE において載荷試験結果を上回っている。表 4.1 に最大荷重の値を示す。CASE-1 と CASE-3 で局部座屈が生じた位置の斜材の変形モード図をそれぞれ図 4.2、図 4.3 に示す。なお、CASE-1 と CASE-2 は荷重変位曲線、最大荷重、変形モードすべて同一の結果となった。図 2.2 と図 4.3 を比較してみると、CASE-3 の解析では載荷試験結果に近い変形モードを再現することができた。これより、載荷試験に用いた格点部の斜材にあらかじめ亀裂や初期不整があった可能性が考えられる。

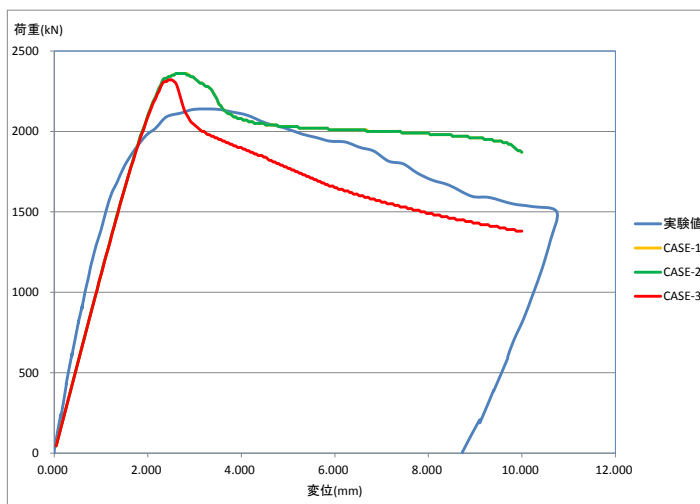


図 4.1 荷重変位曲線の比較

表 4.1 最大荷重の比較

	実験値	CASE-1,2	CASE-3
最大荷重(kN)	2138	2360	2320

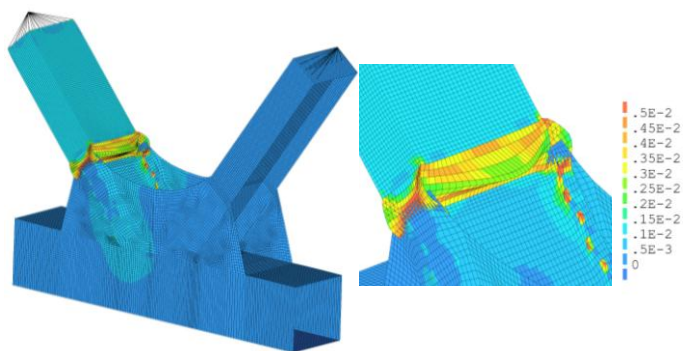


図 4.2 CASE-1 の格点部の変形図 80 倍(最大荷重時)

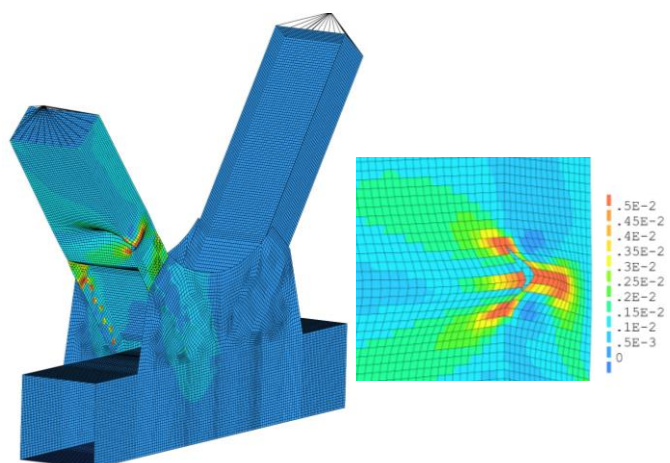


図 4.3 CASE-3 の格点部の変形図 30 倍(最大荷重時)

5. 考察

今回の解析で、CASE-3 の解析が載荷試験に近い変形モードを再現できた理由としては、載荷試験の結果に整合するようにあらかじめ亀裂を導入したことと、初期不整の量を非常に大きくしたことによるものが大きい。したがって、より正確な解析を行うために、初期不整の解析モデルへの反映の仕方を検討することが必要であると考えられる。また斜材の腐食量の入力は、均一腐食として、載荷試験で得られた初期剛性と合うように決定した。この点についても、より正確な解析を行うためには、実際の格点部の腐食量を基に、正確な値を入力することが望ましい。この他に、今後残留応力についても検討して、解析の精度を高めていく必要がある。

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.