

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
早稲田大学
早稲田大学
首都大学東京
(独) 土木研究所

学生員
正会員
フェロー会員
フェロー会員
正会員

○李 殷在
笠野 英行
依田 照彦
野上 邦栄
村越 潤

(独) 土木研究所
(独) 土木研究所
(独) 土木研究所
(独) 土木研究所
(独) 土木研究所

正会員
正会員
正会員
正会員
正会員

遠山 直樹
澤田 守
有村 健太郎
郭 路

1. 研究目的

平成 19 年 8 月 1 日, 米国ミネソタ州ミネアポリス市において発生したミシシッピ川にかかる I-35W 橋 (鋼トラス橋) の崩落事故に代表されるように, 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.

I-35W 橋崩落事故ではガセット格点部の脆弱性が橋梁の崩落に大きく影響したと考えられており¹⁾, 格点部の力学的挙動の重要性が指摘されている. そこで, 本研究では実際の鋼トラス橋の格点部を対象にして, 力学的挙動を調べ, 既設のトラス橋の格点部の終局限界状態を調べることを目的とする.

2. 解析モデル

本研究では, 有限要素法の汎用ソフト DIANA²⁾を用いて解析を行った. 図-1 に今回対象とする格点部を示す. 今回の解析では, 健全な状態を仮定して, 設計時の格点部を対象にした. 図-2 に示すように, 鋼トラス橋の格点部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とを結合するリベットには, ばね要素を用いた. また, 圧縮斜材が部材として座屈する可能性を考え, 実構造物での力学的挙動と比較するために圧縮側の斜材の部材長を実構造物と同じものにしたモデル (図-3 に示す) も作成した.

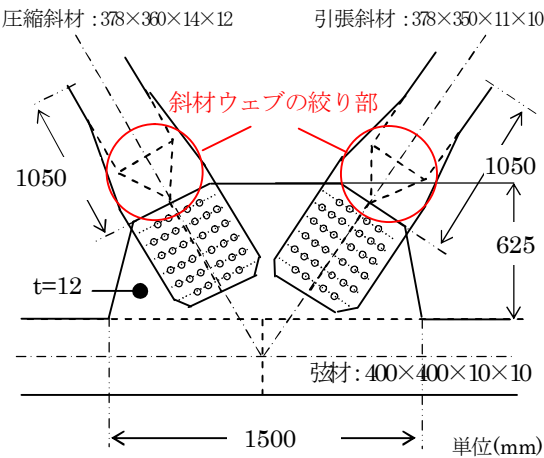


図-1 解析の対象とする格点部

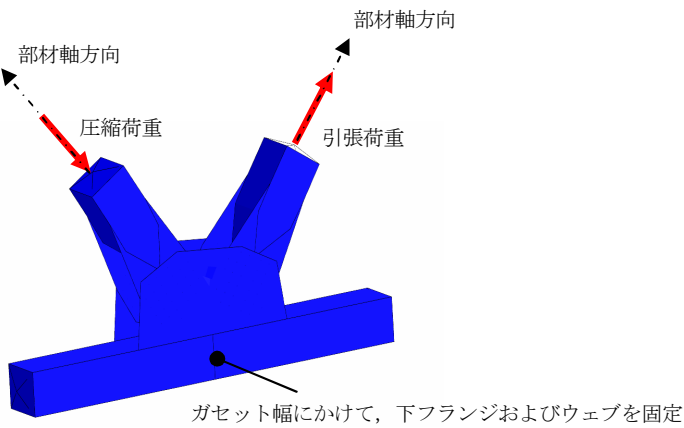


図-2 格点部のモデル

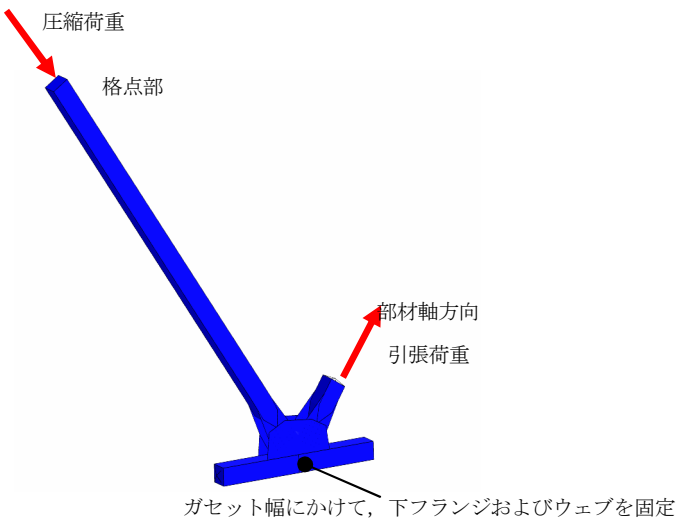


図-3 格点部のモデル (圧縮斜材を延長した場合)

3. 解析手法

図-2 に示すモデルについては, 表-1 に示す 3 つの CASE に分けて解析を行った.

表-1 荷重方法 (その 1)

CASE-1	斜材に圧縮荷重のみを載荷する.
CASE-2	斜材に引張荷重のみを載荷する.
CASE-3	斜材に圧縮荷重, 引張荷重を同時に載荷する.

また、図-3 に示すモデルについては表-2 に示す 2 つの CASE に分けて解析を行った。

表-2 荷 荷方法(その 2)

CASE-1’	斜材に圧縮力のみを荷荷する.
CASE-3’	斜材に圧縮荷重, 引張荷重を同時に荷荷する.

このとき、弦材の下フランジおよびウェブを完全に固定し、荷荷面は部材軸方向以外の変位を全て拘束した。全ての CASE について、荷重を 100kN ずつ段階的に増加させて荷荷した。100kN の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荷荷荷重を 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。

4. 解析結果

圧縮,引張を同時に荷荷した解析(CASE-3, CASE-3’)により得られた変形・相当塑性ひずみ分布図を図-4 に示し、各 CASE の終局荷重と終局限界状態を表-3 にまとめた。

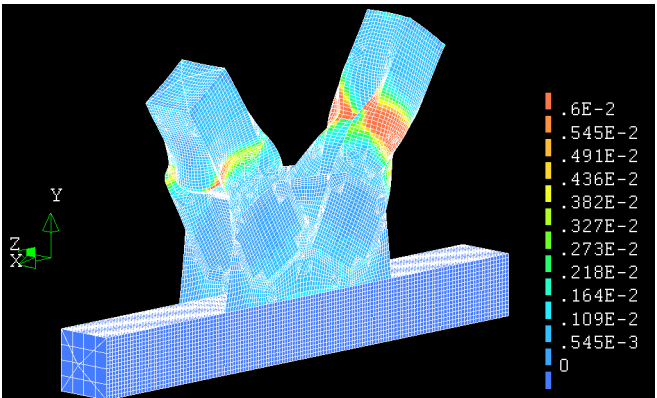
5. 考察

表-3 より、CASE-3, CASE-3’ とともに終局荷重が変わらず、圧縮斜材ウェブのしぼり部付近の局部座屈で終局に至ったことがわかる。このことにより、今回対象にした格点部の構造では圧縮斜材の部材座屈より先にしぼり部分が局部座屈することが予想される。同様に CASE-2 のように引張荷重のみをかけた場合においても引張斜材のしぼり部付近に応力が集中し、破断に至ることが予想される。今回対象とした圧縮斜材および引張斜材は、ガセットプレートに接続されるしぼり部付近が脆弱であると考えられる。よってこのしぼり部付近を含め、格点部の終局限界状態については、引き続き検討していく必要がある。

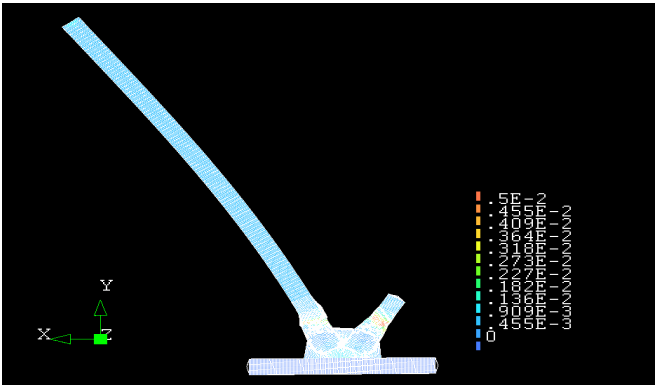
謝辞：本研究は、3者((独)土木研究所、首都大学東京、早稲田大学)による、腐食劣化の生じた橋梁部材の耐荷性能の評価手法に関する共同研究の一環として行なったものであり、建設技術研究開発助成を受けて実施されたものである。

表-3 FEM 解析から得られた終局荷重および終局限界状態

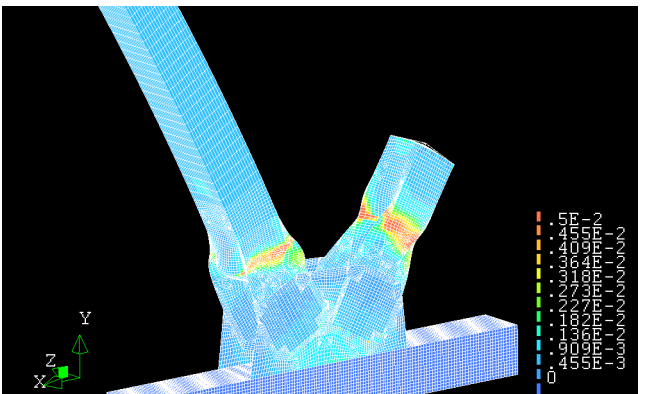
	荷 荷荷重	終局限界状態	終局荷重 (kN)
CASE-1	圧縮	圧縮斜材の局部座屈	3500
CASE-2	引張	引張斜材の破断	5680
CASE-3	圧縮+引張	圧縮斜材の局部座屈	3490
CASE-1’	圧縮	圧縮斜材の局部座屈	3480
CASE-3’	圧縮+引張	圧縮斜材の局部座屈	3420



(a) CASE-3



(b-1) CASE-3’



(b-2) CASE-3’

図-4 変形(50 倍)・相当塑性ひずみ図

参考文献

1) 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 A, 2010.
2) 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.