

鋼トラス橋格点を模擬したガセットの面外曲げ挙動に関する実験的検討

名城大学 学生会員 ○佐藤 大介, 天野 貴敏, 篠田 将旭
名城大学 正会員 渡辺 孝一

1. はじめに

近年, トラス橋のガセット格点部を起点として, 橋が崩落する事例が報告されるなど, トラス橋主構造を連結する格点部の設計について, その設計照査基準を厳密に見直す必要性が指摘されている^{1),2)}. 本研究は, これまでに報告した研究事例³⁾を踏まえて, トラス格点部のガセット接合部に着目し, 特に, その面外方向の曲げに対する変形挙動を実験的に検討するものである. 実験では, ガセットサイズをパラメータとして変化させ, トラス斜材を模擬した載荷梁を介して面外方向への強制変位を与え崩壊までの変形挙動を実験的に明らかにした. なお, 本実験では紙面の都合から3種類のガセット板厚のうち, 最も薄い板厚について実験結果を報告する.

2. 実験概要

2.1 実験供試体

本実験は写真-1 に示すように, トラス格点を部分的に模擬したもので, ガセットと, 斜材一部からなる部分模型実験である. 着目部のガセットは図-1 に示すように, 斜材を45°方向で支持することを想定した形状としており, 同一形状の2枚のガセットで斜材を挟みこむ形式である. 斜材との接合には, ガセット片側あたり, サイズ M20, 強度等級 F10T の高力ボルト6本で摩擦接合した. ガセットの表面はブラスト処理によって粗面加工し, 摩擦係数 0.4 を確保するように配慮した. 斜材を模擬した載荷梁は, サイズ 210×244 の H 形断面を有しており, フランジ, ウェブともに板厚 22mm の溶接組み立て構造である. 載荷によって生じる梁の弾性変形は無視できる剛性を確保した. ガセットの形状を図-1 に示し, その断面諸元を表-1 に示す. 載荷フレームの面外荷重作用位置からガセットボルト接合部位までのアーム長は 790mm と固定し, ガセットサイズ L をパラメータとして3種類に変化させることで図-1 の破線で示したボルト接合領域からの斜材接合部の自由突出長が変化する. ガセットに適用した鋼材は SS400 である. この材料試験結果を表-2 に示す.

2.2 実験方法

実験装置は写真-1 に示すように名城大学に設置されている大型構造実験フレームに 1000kN 油圧アクチュエータ (ストローク±250mm, 位置決め精度 1/100mm) を組み込んだシステムを用いた. 実験は油圧ジャッキにより載荷フレームを介してガセットに面外曲げモーメントを作用させ, 面外変位を観察しながら, 崩壊と見なせる段階まで変位制御によって実施した. 弾性範囲で予備載荷を実施した後, 崩壊まで単調増大させた. なお, 今回の実験は斜材の軸力は考慮せず面外曲げモーメントのみでガセットの破壊実験を実施した.

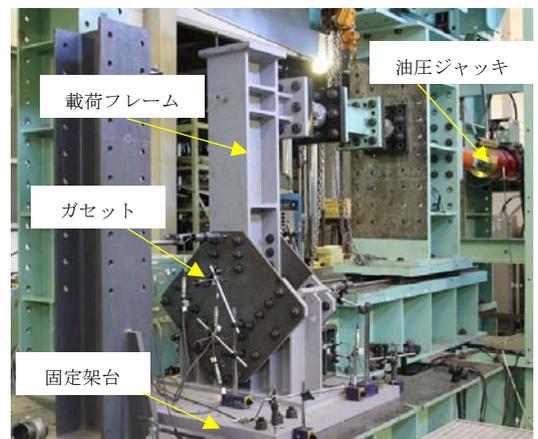


写真-1 模型実験の状況

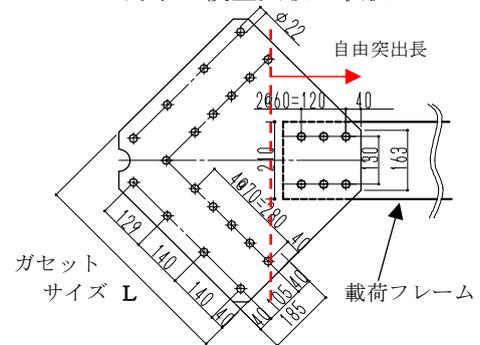


図-1 ガセットの詳細

表-1 供試体諸元

供試体名	板厚 T_g (mm)	L(mm)
ガセットL574	9	574
ガセットL504	9	504
ガセットL469	9	469

表-2 材料試験結果

Test plate	σ_y (MPa)	σ_u (MPa)	E (GPa)	ϵ_y	ν	Δl (%)
9mm	306.59	437.33	197.81	0.00155	0.28	29.5

3. 実験結果

図-2 に実験結果の一例を示す。図は、荷重フレームの水平荷重でガセットに作用させた曲げモーメントと、ガセットの面外回転変形をまとめたものである。曲げモーメント M は、荷重フレームのアーム長 (=790mm) と水平荷重の積であり、面外回転変形は、ガセットの変形に伴う、斜材(荷重フレーム)の倒れ角 θ である。図中に示した ${}_gM_y$ は例えば、荷重フレームフランジ幅 (=210mm) を、ガセットが曲げに対して抵抗する有効な断面として仮定した場合に計算される断面の弱軸まわりの降伏曲げモーメントである。

自由突出部が最も大きい L-574 のガセットは、荷重初期段階の曲げ剛性が他より小さく、曲げモーメント 60kNm 付近から非線形挙動に移行した。一方、前掲図-1 の破線部よりもガセット主構造側に斜材接合部が 10mm 程度わずかに入り込む L-469 と L-504 では、曲げモーメント 90kNm 付近から面外変形挙動が線形から非線形挙動に移行しているが、どちらも、類似した変形挙動が確認された。しかし、いずれの供試体も ${}_gM_y$ に達することなく、非線形挙動へと移行することが実験で明かとなった。最大曲げモーメント作用時の L-574 の変形状況をガセットの断面方向から撮影した結果を写真-3 に示す。曲げを受けるガセットが面外方向へ屈曲して破壊に至っている様子が確認できる。L-504, L-469 は判読が困難であるが、破壊箇所が局所的となっており、ガセットと斜材の接合位置により、終局的な変形挙動が変化することを確認した。

4. まとめと今後の課題

斜材を支持するガセットが面外曲げモーメントを受けるとき、ガセットの面外変形性能は自由突出長により大きく変化することを実験的に確認した。例えば、斜材との接合断面幅によって簡易的に算定した降伏面外曲げモーメント ${}_gM_y$ と比較すると、それを 40% 下回る変形性能となることから、これらを適切に評価することが必要である。今後、斜材の軸力を考慮し、数値解析的な検証と平行して検討を進める予定である。

5. 謝辞

本研究の一部は、平成 24 年度に私立大学戦略的基盤研究形成支援事業として採択され設置された「名城大学 自然災害リスク軽減研究センター (代表者: 小高 猛司)」の助成を受けて実施されたものである。

参考文献

- 1) 笠野英行, 高橋諒, 依田照彦, 野上邦栄, 村越潤, 遠山直樹, 有村健太郎, 澤田守: 鋼トラス橋の格点部におけるガセットプレートのブロックせん断破壊に対する耐力評価式の適用性の検討, 土木学会構造工学論文集 Vol.57A, pp.104-113, 2011.3
- 2) Minmao Liao, Taichiro Okazaki: A Computational Study of the I-35W Bridge Collapse, pp.1-12, 2009.
- 3) 渡辺孝一, 山口亮太, 吉川瑛人: 繰り返し軸力を受ける高機能座屈拘束ブレースとガセットの面外剛性に関する実験的検討, 土木学会構造工学論文集 Vol.56A, pp.511-521, 2010.3.

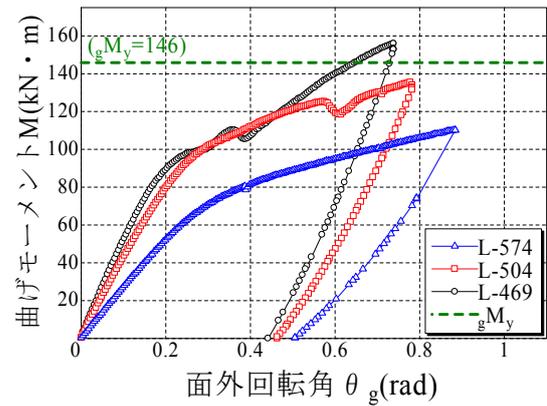


図-2 M - θ_g 関係

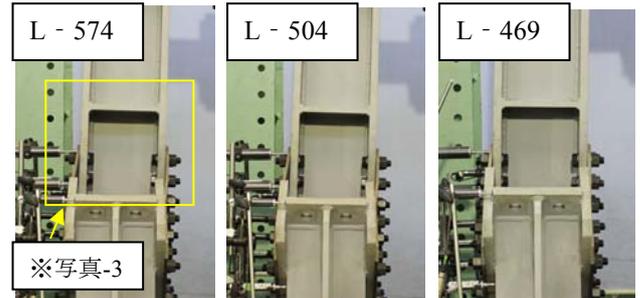


写真-2 ガセットの面外変形状況 (最大荷重作用時)



写真-3 L-574 の面外変形状況 (実験終了後)