

面内曲げを受けるトラス格点部のボルト滑り耐力

名城大学	学生会員	○篠田	将旭
名城大学	学生会員	横地	功圭
名城大学	正会員	渡辺	孝一

1. 初めに

近年、トラス橋格点部のガセットプレート起点として、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)}。本研究では、これまでに報告した研究事例³⁾を踏まえて、高機能座屈拘束ブレースを保持するトラス構造格点部のガセットプレートに着目し、面内方向の曲げに対する変形挙動を実験的に検討する。通常、トラス構造の設計では、曲げモーメント(二次応力)による影響は小さく考慮されないが、斜材に座屈拘束ブレースを適用した場合、ガセットプレートには通常以上の圧縮軸力が作用すると予想できる。よって二次応力が無視できないレベルとなり、ブレースとガセットプレートとの摩擦接合部にて滑りが発生し、支圧状態へと移行すると考えられる。本研究は、図-1の様に载荷梁を介してガセットプレートに面内方向への強制変位を与え、滑りにより $M-\theta$ 関係が線形から非線形挙動へ変化することを確認し、理論値と照らし合わせた。なお、この報告は座屈拘束ブレースを想定した载荷梁に軸力を導入する前に、面内曲げモーメントのみを与えた基礎的な载荷実験である。

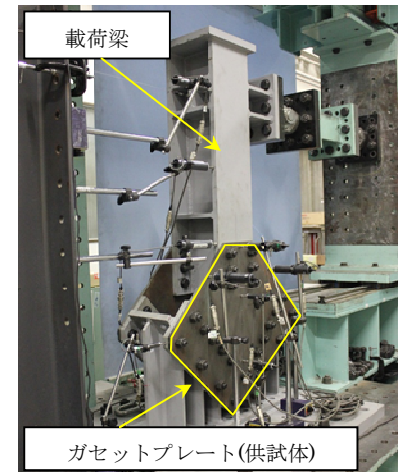


図-1 実験状況

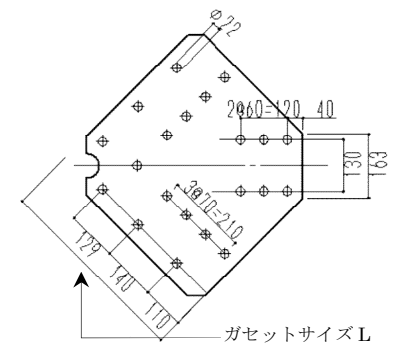


図-2 ガセットの詳細

2. 実験概要

2.1 実験供試体

本実験の概要は、図-1に示す様なトラス構造格点部を部分的に模擬したものである。着目部のガセットプレートは、斜材である座屈拘束ブレースを同一形状の2枚のガセットプレートで、45°方向に二面添接接合することを想定した形状である。载荷梁は、サイズ 210×244×22×22 の H 形断面を有しており、アーム長(面内荷重作用位置からガセットボルト接合部位までの高さ)は、 $h=790\text{mm}$ に固定した。ガセットプレートの詳細を図-2に示す。パラメータとして、対辺の長さ L を変化させ $L=469, 504, 574(\text{mm})$ の3サイズを用意し、板厚は $t=16\text{mm}$ に統一した。適用した鋼材は SS400 である。ガセットプレートと H 断面梁の接合部には、道路橋示方書で基準とするすべり係数 0.4 以上を満足させるようショットブラスト処理を施した。供試体を組み立てる際、ボルト軸力はトルク値で管理し軸力を導入した。

2.2 実験方法

実験は、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 $\pm 250\text{mm}$, 位置決め精度 1/100mm)を組み込んだシステムを用いた。载荷パターンは単調载荷とし、载荷梁とガセットプレートの接合部で滑りが確認されるまで载荷を行った。

3. 実験結果

図-3に3サイズのガセットプレートを用いた単調载荷実験結果の $M-\theta$ 関係を示す。図は载荷梁に作用させた曲

キーワード ブレース, ガセット, 面内曲げ挙動, ボルト接合耐力

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学 TEL 052-838-2357

げモーメントと、面内回転角をまとめたものである。曲げモーメントは載荷梁のアーム長 ($h=790\text{mm}$) と水平荷重の積より求め、面内回転角はボルト接合部のすべり発生に伴う載荷梁の倒れ角 θ である。回転中心は、ガセットと載荷梁との接合ボルト 6 本の中心を基準に定義した。

最もサイズの小さい L469 は、曲げモーメント $M=60(\text{kN}\cdot\text{m})$ 付近から非線形挙動に移行し、他の 2 種類と比べ、約 $10(\text{kN}\cdot\text{m})$ ほど低い値で非線形挙動へと移行した。L574, L504 では、曲げモーメント $M=70(\text{kN}\cdot\text{m})$ 付近から非線形挙動へと移行し、同様の変形挙動が確認された。面内変形挙動が線形から非線形挙動に移行したことを確認し、実験終了とした。実験終了後、いずれの供試体においても、ガセットプレートのねじれや面外への変形は見られず、健全な状態であった。これより、ボルト接合部の滑り発生が起因となり非線形挙動へと移行したと推察する。図中に示した初期剛性は、面内曲げモーメントによる載荷梁の弾性たわみである。また、 ${}_H M_B=58(\text{kN}\cdot\text{m})$ は、曲げモーメントを作用させた載荷梁とガセットプレートとの接合部のボルトすべり耐力の算定値である。 ${}_H M_B$ は式(1),(2)より算出し、回転中心から距離 l のボルト群に曲げモーメント M によるせん断力が同時に作用するとみなした。面内曲げモーメントを受ける摩擦接合面は、ガセットサイズによらず一定であるため、滑りモーメント ${}_H M_B$ は一意に決まる。

この ${}_H M_B$ と実験値を比較すると、L504,574 の滑り発生荷重をおおよそ推定出来ていることが分かる。L469 については、危険側に評価する結果となっているが、L469 の初期剛性と 2 次勾配は他の 2 サイズと同様であった。この理由としては、供試体数が少なく断定できないが、締付けボルト軸力のバラつきによるものと推測する。

4. まとめ・今後の課題

本実験結果における面内挙動の荷重の低下要因は、載荷梁に作用させた曲げモーメントが、ガセットプレートと接合ボルトとのすべり耐力 ${}_H M_B$ を上回り、滑りが発生したことで荷重が低下したと考えられる。供試体数が少ないが、実験結果よりガセットプレートがもつ本来の面内剛性を確認するとともに、面内曲げモーメントを受けるガセット格点部のすべり耐力は、接合に用いるボルト本数とその幾何学的な配列から推定可能であることを確認した。

本報告では、供試体に軸力は導入せず、曲げモーメントのみで単調載荷実験を行った。次段階では圧縮軸力を導入した条件下で載荷実験を行うとともに、数値解析的な検討を平行して行う予定である。

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.

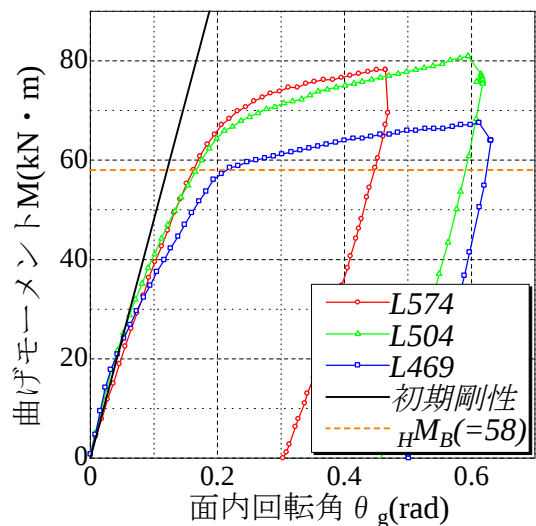


図-3 実験載荷実験結果(M- θ 関係)

$${}_H M_B = q_{by} \times l \times n \cdots \cdots (1)$$

$$q_{by} = m \times \mu \times N_0 \cdots \cdots (2)$$

${}_H M_B$	: 滑りモーメント
q_{by}	: 各高力ボルト継手のすべり耐力
l	: 回転中心軸からボルト位置までの距離
n	: 回転中心軸に隣接するボルト本数
m	: 摩擦面数
μ	: すべり係数(=0.45)
N_0	: 設計ボルト張力