第Ⅰ部門　　鋼トラス橋格点部の力学的挙動に関する基礎実験

大阪市立大学工学部　学生員　○吉田　晋侑
大阪市立大学大学院工学研究科　正会員　山口　隆司
大阪市立大学大学院工学研究科　正会員　北田　俊行
大阪市立大学大学院工学研究科　正会員　松村　政秀
京都大学大学院工学研究科　正会員　橋本　国太郎

1．研究の背景および目的

近年，トラス橋の落橋事故が発生し，それをきっかけに，トラス橋が崩壊に至るまでの挙動を解析により把握する手法の検討が進んでいる．

トラス橋の解析を行う際，**図-1.1** に示すトラス橋格点部は，**図-1.2(a)**に示す剛結合，あるいは**(b)**に示すピン結合にモデル化される．しかし，これらのモデルは基本的には弾性挙動の解明を対象としており，トラス橋の崩壊に至るまでの挙動を把握するための解析モデルとしては適切ではない．したがって，本研究では，トラス橋の崩壊解析に必要な格点部の新たな数値モデルを提案するための基礎的資料の収集を目的とする．

本研究では，トラス橋格点部のモデル化に向けて，**図-1.3** に示す研究フローに従い，**図-1.4** に示すボルト接合部に着目し，ガセットプレートを含むボルト接合部の静的載荷実験を行った．

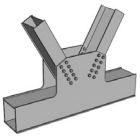


図-1.1 トラス橋格点部の例

図-1.2 一般的なトラス橋格点部モデル

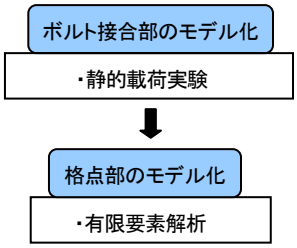


図-1.3　研究フロー

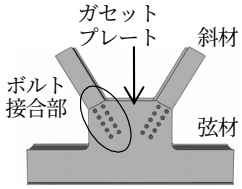


図-1.4 一般的なトラス橋の
格点部構造と研究着目部位

2．実験概要

一般にボルト接合部は，摩擦接合状態として設計されており，接合面のすべり以降の挙動が詳しく解明されているわけではない．本実験では，ボルト接合部のすべり以降の力学的挙動を解明するための基礎資料の提供を目的とする．また，合わせてボルト接合部の有限要素解析におけるベンチマークデータの入手も目的である．

本実験は，**図-2.1** に示すように，トラス橋格点部のボルト接合部を想定した供試体を作成し，引張軸力を単調漸増載荷した．載荷の様子を**図-2.2** に示す．供試体の構造諸元は，実橋梁のデータ[1)]を用いた．供試体は，格点部実構造の健全な状態を再現したもの(供試体A)と，腐食を考慮し，ガセットプレートの板厚を薄く変化させたもの(供試体B)の計2体とした．

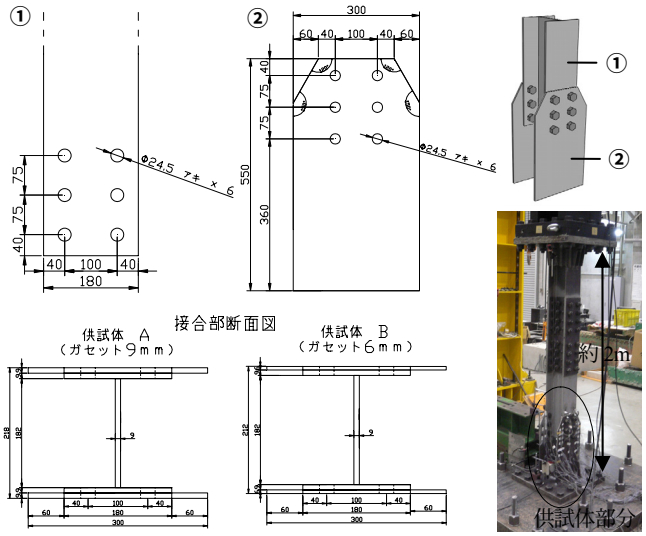


図-2.1 実験供試体

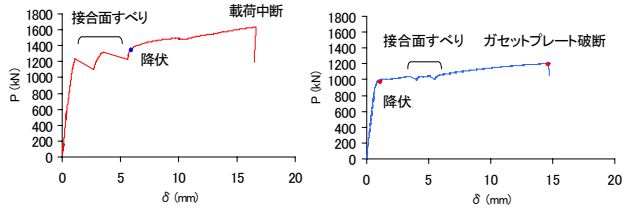
図-2.2　載荷状況

3．実験結果

実験で得られた荷重変位曲線を**図-3.1** に示す．供試体 A は弾性範囲で接合面のすべりが二度生じ，その後供試体が降伏した．一方，供試体 B は，供試体の降伏が先行し，その後，接合面のすべりが二度生じた．また，供試体 B の実験では，ガセットプレートの破断が発生した．

Shinsuke YOSHIDA,Takashi YAMAGUCHI,Toshiyuki KITADA,Masahide MATUMURA and Kunitaro HASHIMOTO

表-3.1 には実験結果のまとめを示す．格点部実構造を想定した供試体 A に対し，腐食を考慮しガセットプレートを薄くした供試体で B は，降伏耐力は約 23%，すべり耐力は約 16%，最大耐力は約 26%低下した．



(a) 供試体 A　　(a) 供試体 B

図-3.1　荷重変位曲線

表 - 3.1　供試体の耐力のまとめ

	ガセット板厚 (mm)	降伏耐力 (kN)	すべり耐力 (kN)	最大耐力 (kN)
供試体 A	9	1,274	1,243	1,635
供試体 B	6	980	1,040	1,212

1)ガセットプレートの破断挙動

ガセットプレートの破断挙動については，最大荷重時にボルト間が破断し，その後，徐々に荷重が減少しながらボルト孔から外側に破断が進展した．**図-3.2** に示すように，ガセットプレートは，縁端に対して直角方向に広がる破断が知られているが，本実験でもその傾向が見られた．また，ボルト孔より外側の破断は，荷重のピークを過ぎた後に進展しており，ガセットプレート縁端に対する破断面の角度(破断線長さ)は，ガセットプレートの最大耐力にはあまり影響がないと考えられる．

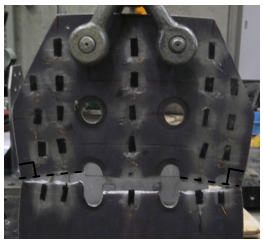


図-3.2　ガセットプレートの破断状況

2)ボルト接合面のすべり挙動

ボルト接合面にすべりが生じる際は，二度の荷重減少とともに，母材が片方ずつすべりを起こすことがわかった．また，ガセットプレートを薄くすることで，部材が降伏するとともに徐々にすべりが生じるなど，すべり挙動に変化が見られた．

4．有効幅の検討

ガセットプレートの板厚は，斜材軸力がガセットプレートの有効断面に等分布するという仮定のもとに設計される．この有効断面を構成する斜材直角方向の長さを有効幅と言っている．ここでは，この有効幅を用いて，ガセットプレートの降伏状態を評価する検討を行った．道路橋に用いられる有効幅[2)]をもとに，斜材幅をボルトゲージ間隔に置き換えたものを検討 1 とし，鉄道橋に用いられる有効幅[3)]を適用したものを検討 2，建築分野で用いられる有効幅[4)]を適用したものを検討 3 とした．建築分野では，**図-4.1** に示すように，ボルト孔の欠損断面を考慮した有効断面を用いている．ここで，摩擦接合において，有効幅を算定する際にボルト孔の欠損断面を考慮する場合は，1.1 倍まで割増した耐力を用いてよいとされている[2)]．この記述に従い，検討 3 の耐力を 1.1 倍した値を検討 4 とした．検討 1～4 の結果を**表-4.1** に示す．表より，検討 4 が最も実験結果と近い値を示しており，検討 4 の方法による有効幅により，ガセットプレートの降伏状態を評価できると考えられる．

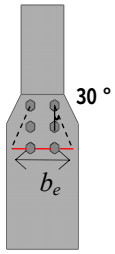


図-4.1　建築分野で用いられる有効幅

表 - 4.1　有効幅の検討結果のまとめ

	ガセット板厚 t (mm)	実験結果 P_y (kN)	P/P_y 検討 1	検討 2	検討 3	検討 4
供試体 A	9	1,274.2	0.78	0.85	0.87	0.96
供試体 B	6	980.2	0.78	0.86	0.87	0.97
算定式			$P = 2gt\times\sigma_y$	$P = b_{e2}t\times\sigma_y$	$P = b_{e3}t\times\sigma_y$	$P = 1.1\times b_{e3}t\times\sigma_y$

P：降伏耐力 (N)　g ：ボルトゲージ間隔(mm)　σ_y：降伏応力 (N/mm^2)

be_2：鉄道橋に用いられる有効幅(mm)　be_3：建築分野で用いられる有効幅(mm)

6．まとめ

実験におけるボルト接合面のすべり挙動，ガセットプレートの破断挙動を把握し，トラス橋格点部の引張力に対する力学的挙動を解明することができた．また，有効幅について検討した結果，建築分野で用いられる有効幅により，ガセットプレートの降伏状態を評価できる可能性を示すことができた．

今後は，研究目的である格点部のモデル化に向け，本実験で得た荷重変位曲線を用いたボルト接合部のモデル化を行う．

謝辞　本研究は，(社)日本鉄鋼造協会から平成 20 年度鋼構造研究助成金を受けて行いました．ここに記して，謝意を表します．

参考文献

1) 中井博，北田俊行：新編　橋梁工学，2003.11
2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅱ鋼橋編，2002
3) 国土交通省鉄道局　監修，鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説　鋼・合成構造物，2002
4) 日本建築学会：高力ボルト接合設計施工ガイドブック，1993.3