

第 I 部門

ボルト接合部を含めたガセットプレートの圧縮強度に関する実験的研究

神戸大学工学部 学生員 ○中西 遼磨

神戸大学院工学研究科 正会員 橋本 国太郎

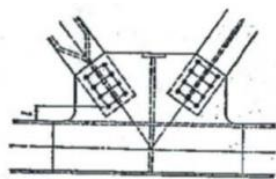
1. 研究背景及び目的

図 1 に示すように、平成 29 年度の道路橋示方書の改訂により、ガセットプレートの局部座屈を防ぐため、弦材と腹材の連結ボルトとの離れ量の規定¹⁾が加えられた。この離れ量の規定は通常の設計荷重では座屈が生じないように設計されているものの、L2 地震動などの大きな外力が作用した場合はどのような挙動となるかは明らかにされていない。本研究では、摩擦結合したガセットプレートに対して圧縮力を作用させる実験を行い、道路橋示方書の規定などを考慮し、ガセットプレートの終局挙動に関する実験的な検討を行った。

2. 実験方法

本実験では、文献²⁾に示される格点部実構造の形状寸法を参考に、離れ量が 265mm の供試体 A、140mm の供試体 B、70mm の供試体 C の計 3 体を用意した。用意した供試体の離れ量は全て道路橋示方書の規定を満たしている。写真 1 に示すように、使用した高力ボルトは F10TM22 (ボルト孔 $\phi 24.5\text{mm}$) とし、2 行 3 列配置とした。接合形式は H 断面鋼材をガセットプレートではさみこむ片側 1 面摩擦結合の 2 面添接形式である。

まず、使用するボルトの軸力をひずみ量で換算するため、ボルト頭部中心に 2 軸ひずみゲージを張り付け、キャリブレーション用治具を用いてボルトが降伏しない程度に引張力を与えるキャリブレーション試験を行った。ボルト締め付け時には、ボルト頭部に張り付けている 2 軸ひずみゲージをデータロガーに繋げ、ボルト頭部のひずみを計測しながらボルトの締付を行い、その際、キャリブレーション試験により求めたボルト軸力とボルト頭部ひずみの関係から、導入されている軸力を確認できるようにする。本実験では、F10TM22 高力六角ボルトの設計ボルト軸力である 205kN の 10% 増しとなる 226kN を締付ボルト軸力として導入した。载荷には、島津製作所製万能試験機 (容量: 2000kN) を使用して圧縮力を単調漸増载荷するものとした。

図-15.3.2 弦材とボルトとの離れ l 表-15.3.1 弦材とボルトとの離れ l

ガセットの鋼種	SS400 SM400 SMA400W	SM490	SM490Y SM520 SMA490W	SBHS400 SBHS400W	SM570 SMA570W	SBHS500 SBHS500W
l	$\leq 26t$	$\leq 22t$	$\leq 21t$	$\leq 20t$	$\leq 19t$	$\leq 18t$

ここに、 t : ガセットの板厚 (mm)図 1 平成 29 年度版道路橋示方書による離れ量の規定¹⁾

写真 1 実験供試体のセットアップ状況

3. 実験結果

载荷開始前にボルト軸力を確認すると、ほとんどのボルトで設計ボルト軸力 205kN まで軸力が抜けていることが確認できた。供試体 A の最大荷重は 1267kN を示し、その後 593kN まで荷重が急激に低下し、以降は増加せずに緩やかに荷重が低下していった。荷重—垂直変位関係からはすべりが発生したような挙動は見られなかった。また、ボルト最下列

部のひずみが両面ともに降伏ひずみに達することなく最大荷重を迎えたことから、供試体 A は局部座屈が生じたと考えられる。供試体 B の最大荷重は 1386kN となり、その後荷重は増加することなく緩やかに低下していった。荷重—垂直変位関係からはすべりが発生したような挙動は見られなかった。片面のボルト最下列部のひずみが最大荷重を迎える前に降伏ひずみに達したことから、供試体 B は降伏が起こったのちに座屈が生じたと考えられる。供試体 C は、1416kN まで荷重が線形的に増加していき、1416kN に到達した時、急激に低下した。その後、増減を繰り返しながら 954kN まで低下し、最大荷重 1842kN に達した後は、緩やかに荷重が低下していった。また、ボルト最下列部のひずみが最大荷重を迎える前に降伏ひずみに達したことから、供試体 C は降伏が起こったのちに座屈が生じたと考えられる。

表 1 に実験結果をまとめる。なお、すべり荷重は、測定した相対変位が 0.2mm とした場合の荷重としている。滑り荷重の計算値と実験値の比較を行うと、すべり荷重は供試体 A、C では実験値と計算値に大きな差は現れなかったが、供試体 B では実験値が計算値よりも約 200kN 大きくなった。これはすべり係数および軸力が他の供試体よりも高いためであると推察できる。載荷直前のボルト軸力平均を確認すると、供試体 A が 204.8kN、B が 211.7kN、C が 206.5kN であり、供試体 B の軸力は他の試験体よりも大きかった。算出したすべり係数も供試体 A、C よりも約 0.07 高くなった。これは、供試体 B の製作ロットが供試体 A、C と異なったためである。圧縮耐荷力は文献³⁾により適用性が検討された式により算出を行ったが、ガセットプレートの圧縮耐荷力の計算結果と実験での最大荷重で約 30%~40%の誤差が生じた。これは、算定に用いた圧縮耐荷力評価式が安全側の式であることやボルト接合したガセットプレートではなくリベット接合したガセットプレートを対象とした式であり、板のみで抵抗するリベット接合と比べ、高力ボルト摩擦結合では板と摩擦力が抵抗力として作用するため、実験値が大きくなったと考えられる。

表 1 設計すべり耐力とガセットプレートの圧縮耐荷力の計算結果および実験結果

供試体名	実験値			計算値	
	すべり荷重* (kN)	降伏荷重 (kN)	最大荷重 (kN)	すべり荷重 (kN)	圧縮耐荷力 (kN)
A	1101	—	1267	1107	973
B	1329	1225	1386		988
C	1128	1252,1107	1842		973

*相対変位 0.2mm の時の荷重値

4.今後の課題

本実験で用意した供試体は平成 29 年度版道路橋示方書¹⁾にてガセットの局部座屈発生を防ぐために規定された離れ量を満たしたものであるが、すべりや降伏荷重は離れ量の影響は受けないものの、離れ量が大きくなるにつれ、最大荷重が小さくなる結果となった。今後は解析的な検討を実施し、より実物に近い境界条件での挙動を把握する。

また、ガセットプレートの圧縮耐荷力の計算結果と実験での最大荷重との間に約 30%~40%の誤差が生じた。これは、圧縮耐荷力評価式が、安全側の評価式であることや、ボルト接合したガセットプレートではなくリベット接合したガセットプレートを対象とした式であるためと考えられるため、今後は、高力ボルト摩擦接合されたガセットプレートのより精度の高い圧縮耐荷力評価方法を検討する予定である。

参考文献

- 1) 社団法人 日本道路協会：道路橋示方書，Ⅱ鋼橋・鋼部材編，pp201，2017
- 2) 山口 隆司，吉田 晋佑，橋本 国太郎，杉浦 邦征：高力ボルト摩擦接合された 2 面添接形式鋼トラス橋格点部の力学的挙動とその有効幅算定法に関する 2，3 の考察，鋼構造論文集，18 巻 71 号，pp.27-42，2011
- 3) 川口 徹朗，笠野英行，依田照彦，平山雄大，野上邦栄，岸祐介：鋼トラス橋格点部におけるガセットプレートの圧縮耐荷力評価式の適用性の検討に関する解析的研究，鋼構造論文集，22 巻 87 号，pp.23-32，2015