

フィラープレートを用いたスプリットティー継手の高強度化に関する実験的研究

宇都宮大学 正会員 ○鈴木康夫 宇都宮大学 正会員 中島章典
 大阪市立大学大学院 正会員 山口隆司 宇都宮市 正会員 清水崇寛

1. はじめに

一般に、スプリットティー継手では、てこ反力と呼ばれるボルト付加軸力が発生するため、ボルト一本あたりが伝達できる荷重はボルト自身の強度と比較して小さくなることもある。そのため、スプリットティー継手を橋梁構造物、特に一次部材の接合法として適用する場合には、てこ反力の発生を抑える必要がある。本研究では、ティーフランジ板の厚板化や補剛材の取り付けをすることなくてこ反力を抑制する継手形式として提案されているティーウェブ突合せ型継手^{1), 2)}および継手面間にヤング率の低いゴム材などから構成されるフィラープレートを用いた継手³⁾を対象として、継手形状および継手面間のフィラープレートの有無が継手強度・離間特性に与える影響を実験的に検討した。

2. 実験供試体および実験方法

(1) **実験供試体の概要** 本研究で使用した実験供試体の形状を図-1に示す。本研究では、継手形状およびフィラープレート（ゴム材）の有無をパラメータとして、5種類の実験供試体を製作した。その継手形状は、図-1(a)に示すスプリットティー継手（以下、T型タイプと呼ぶ）および図-1(b)に示すティーウェブ突合せ型継手（以下、F型タイプと呼ぶ）を基本形状とし、それらの継手面間にてこ反力低減のためのフィラープレート（ゴム材）を挿入した継手（図-1(c)および図-1(d)）、および図-1(c)のフィラープレートにボルト軸力伝達用の鋼製リングを挿入した継手（図-1(e)）である。

実験供試体の設計にあたっては、縮尺率を実構造物の1/2として行われた載荷実験の実験結果⁴⁾を参照・比較できるように、実験供試体の寸法を決定した。すなわち、ティーフランジ板厚およびボルトの呼び径は、それぞれ19mmおよび12mmである。なお、首下長さの長い高力ボルトセット(M12)の入手が困難であったため、普通六角ボルト(強度区分:10.9)に高力ボルト用ナットをセットして代用した。また、F型タイプの突合せ部長さは、継手が終局状態に至るまでティーフランジ直下以外でティーフランジ板同士が接触することのないようスプリットティー継手の解析結果³⁾を参考に決定した。すなわち、継手面間の最大離間量(3.15mm)より十分に大きい6mmとしている。フィラープレート厚はF型タイプの突合せ部長さと同じとし、フィラープレートの材質はHs 硬度 60のクロロプレンゴムとした。

(2) **実験方法** 本実験では、1MNの万能試験機を用いて、ボルトが破断に至るまで引張荷重を単調漸増载荷した。計測項目は、引張荷重、ボルト軸力、および継手面間の離間量とした。初期ボルト軸力は、ボルトヘッドに貼り付けた3軸ひずみゲージから出力されるひずみ値を確認しながらレンチにより規定の軸力まで導入した。なお、M12

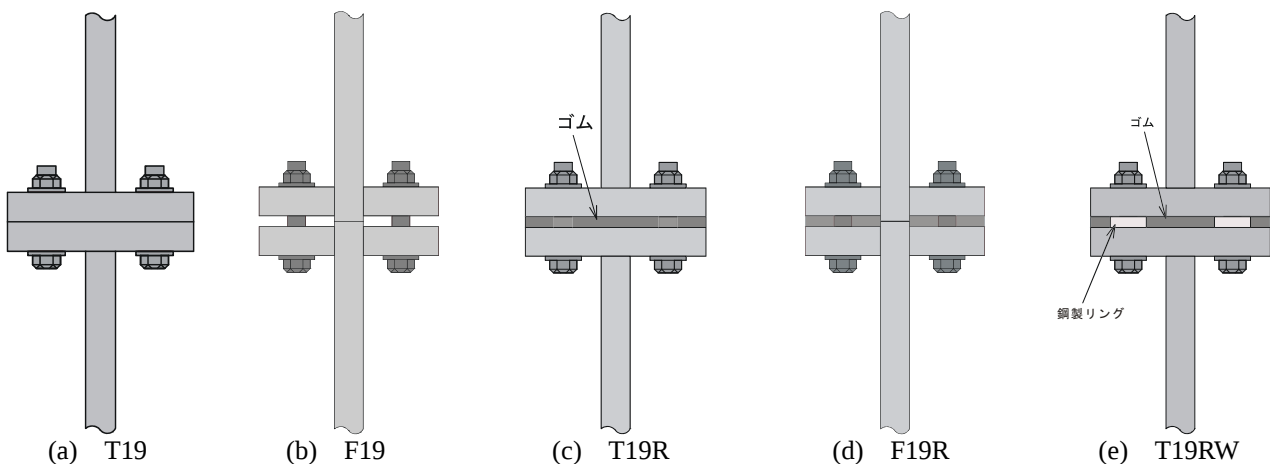


図-1 実験供試体形状

キーワード：スプリットティー継手，フィラー，てこ反力，シール材，ゴム

連絡先：〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部 TEL&FAX：028-689-6210

ボルトの導入軸力の規定が土木構造物の設計基準には存在しないため、建築構造物の設計基準である高力ボルト接合設計施工指針⁵⁾をもとに、その標準導入軸力(61.3kN)を準用した。

3. 実験結果および考察

実験結果の一例として、荷重-ボルト軸力関係を図-2に示す。図の縦軸はボルト一本当たりの載荷荷重を表しており、ティーウェブに作用する引張力の1/2をプロットしている。図中には、参考のために、ティーフランジが剛体であると仮定した場合、すなわち、てこ反力が発生しない場合の荷重とボルト軸力との関係を実線でプロットしている。さらに、ボルト降伏軸力も破線でプロットしている。

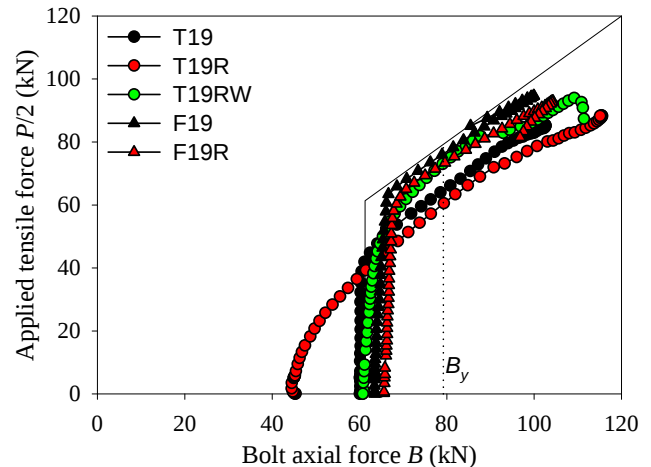


図-2 荷重-ボルト軸力関係

図より、T型タイプ(T19)のボルト降伏時および最大荷重時の載荷荷重は、ティーフランジを剛体と仮定した場合のそれらを下回っており、てこ反力の発生が確認できる。T型タイプにゴムを挿入したT19Rは、初期ボルト軸力導入時にゴムの圧縮量が多く、所定の軸力を導入できなかった。また、硬化したゴムによってT19と同等のてこ反力を受けていることが確認できる。一方、F型タイプ(F19)の場合、ボルト降伏時および最大荷重時の載荷荷重はそれぞれ75.9kNおよび94.6kNであり、荷重-ボルト軸力曲線はティーフランジを剛体と仮定した場合のそれとほぼ一致し、継手が破断に至るまで、てこ反力はほとんど発生していない。これはティーウェブ突合せ部の長さを6mmと十分に長く設定したためであり、荷重が増加し、ティーフランジ板に曲げが発生しても、ティーウェブ直下以外では継手面同士の接触が発生しなかったためである。また、F型タイプにゴムを挿入したF19Rでは、ゴムを挿入しなかったF19の場合と比較すると、荷重-軸力曲線はやや下を推移しているものの、T19と比較するとてこ反力が抑制されていることがわかる。しかし一方で、F型タイプは、T型タイプと比較して、溶接箇所が増加する、ボルトへの初期軸力導入時に偏りが生じ易いなど、製作および施工面での問題も有している。

一方、T19Rに所定の初期ボルト軸力を導入する方法として、ゴム中に鋼製リングを挿入したT19RWの場合、初期ボルト軸力値(61.3kN)付近までは、リング端部に発生したと思われるてこ反力を受けているものの、その後てこ反力が減少し、F19Rとほぼ同等の挙動を示していることがわかる。

4. まとめ

本研究では、T型タイプおよびF型タイプ高力ボルト引張継手を対象に、継手の形状およびシール材の有無が継手強度および離間剛性に与える影響について実験的に検討した。本研究で得られた主な成果を以下にまとめる。

- (1) 高力ボルト引張継手において、ティーウェブ板同士を突合せ、ティーウェブ直下以外の継手面で接触させない形状とした場合、てこ反力の発生は抑制され、継手強度および離間剛性が上昇することを実験的に確認した。
- (2) F型タイプの継手強度、離間剛性などの力学的挙動はT型タイプと比較して優れているが、溶接箇所が多い点や、初期ボルト軸力導入時の軸力に偏りが生じ易い点など、製作および施工性の面で問題がある。
- (3) ゴム材と鋼製リングからなるフィラープレートを挿入したT19RWでは、初期ボルト軸力値(61.3kN)付近までは、リング端部に発生したと思われるてこ反力を受けているものの、その後の挙動はF19Rと同等の挙動を示しており、てこ反力による強度の低減を抑制できることを確認した。

参考文献

- 1) L. P. Bouwman : Fatigue of bolted connections and bolts loaded in tension, Report 6-79-9, TU Delft, 1979.7.
- 2) G. Lacher : Dauerschwingversuche an axialbeanspruchten Schrauben 10.9 in T-Verbindungen, STAHLBAU, pp.257-266, 1987.9.
- 3) 鈴木康夫, 山口隆司, 北田俊行 : 継手面間にシール材を挿入した高力ボルト引張継手の力学的挙動, 鋼構造年次論文報告集, 第12巻, 日本鋼構造協会, pp.453-458, 2004.12.
- 4) 渡邊英一, 杉浦邦征, 山口隆司, 諸岡伸, 齊藤浩 : 多列配置高力ボルト配置高力ボルト引張継手の力学的挙動, 構造工学論文集, Vol.45A, 土木学会, pp.51-60, 1998.3.
- 5) (社) 日本建築学会 : 高力ボルト接合設計施工指針, 丸善, 2004.8.