

エンドプレート継手の曲げ挙動に与えるシール材の影響に関する実験的研究

宇都宮大学大学院 正会員 ○鈴木康夫
大阪市立大学大学院 正会員 山口隆司

宇都宮大学大学院 正会員 中島章典
大豊建設 正会員 野沢 恵

1. はじめに

一般に、短締め引張ボルト接合継手では、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。これに対し、著者らは、ティーフランジプレートやエンドプレートの厚板化あるいは補剛を行うことなく、容易にてこ反力を抑制し、継手の高強度化を実現する方法として、ゴム材とボルト軸力伝達のための鋼製リングとで構成されるフィラープレート（以下、シール材と記す）を継手面間に挿入する方法を提案している。そして、引張ボルト継手の最小構成単位であるスプリットティー継手と呼ばれる部分モデル供試体を対象とした引張力載荷実験により、高強度化の効果を確認している¹⁾。

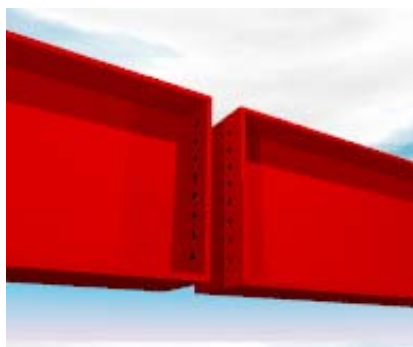
本研究では、既往の研究成果を踏まえ、提案する継手構造の実構造物へ適用性を検討することを目的とし、これまで取り扱われてきた継手部分モデルから継手全体モデルに対象を広げ、より実際に近い荷重作用下における力学的挙動を実験的に検討した。ここでは、エンドプレート継手で接合された I 形断面梁部材接合部を対象とし、継手面間のシール材の有無による接合部の曲げ挙動に与える影響について実験的に検討した。

2. 実験供試体および実験方法

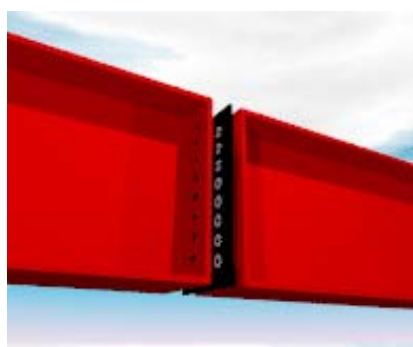
(1) **実験供試体の概要** 本研究では、H 形鋼(400×200)を用いて製作した梁部材接合部の実験供試体を用いた。実験供試体の接合部は、エンドプレート接合継手を基本形式とし、継手形式、エンドプレート厚、および継手面間のシール材の有無をパラメータとして、5 種類とした。継手形式は、図-1 に示すように、エンドプレート継手形式（以下、EP シリーズと記す）のほかに、H 形鋼のフランジおよびウェブを付き合わせ、ウェブに溶接したリブを介してボルト接合した継手形式（以下、リブプレート継手または RP シリーズと記す）とした。

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^{1), 2)}を比較参照できるように、実験供試体の寸法を決定した。また、シール材には Hs 硬度 60 のクロロプレンゴムを用い、ボルト軸力伝達のための鋼製リングの材質は SS400 とし、寸法は M12 高力ボルト用の座金と同一とした。エンドプレート厚は 19mm を基本とし、比較検討のため 12mm の実験供試体も用意した。なお、実験供試体名の最初の英字群は継手形式（EP：エンドプレート継手、RP：リブプレート継手）を表し、続く数字はエンドプレートあるいはリブプレート厚を、ハイフンに続く英字はシール材の有無（O：シール材なし、S：シール材あり）を表す。

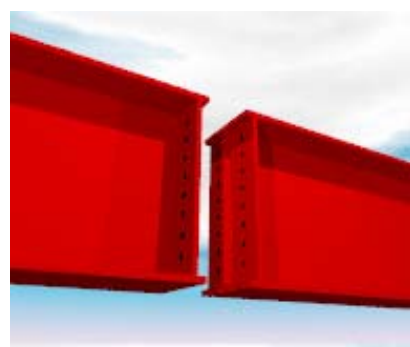
(2) **実験方法** 本実験では、図-2 に示す載荷装置を用い、ボルトが破断に至るまで曲げモーメントを単調漸増載荷した。計測項目は、載荷荷重、ボルト軸力、継手部の平均曲率および継手面間の離間量とした。初期ボルト軸力は、ボルトヘッドに貼り付けた 2 軸ひずみゲージから出力されるひずみ値を確認しながらレンチにより規定の軸力まで導入した。なお、M12 ボルトの導入軸力の規定が土木構造物の設計基準には存在しないため、建築構造物の設



(a) EP-O シリーズ



(b) EP-S シリーズ



(c) RP シリーズ

図-1 実験供試体の継手形式

キーワード：エンドプレート継手、フィラープレート、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 宇都宮大学大学院工学研究科 TEL&FAX：028-689-6210

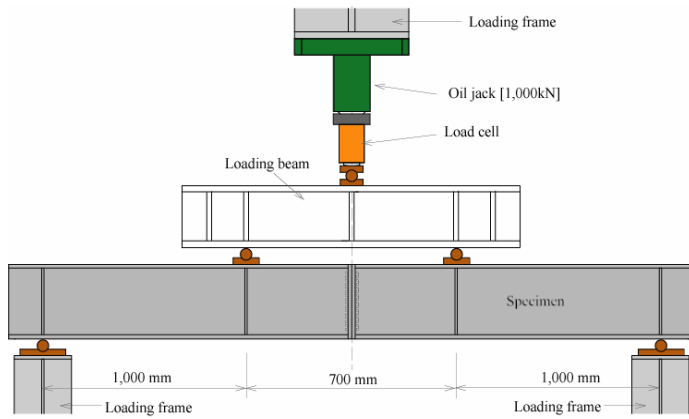


図-2 载荷装置

計基準である高力ボルト接合設計施工指針⁴⁾をもとに、その標準導入軸力(61.3kN)を準用した。

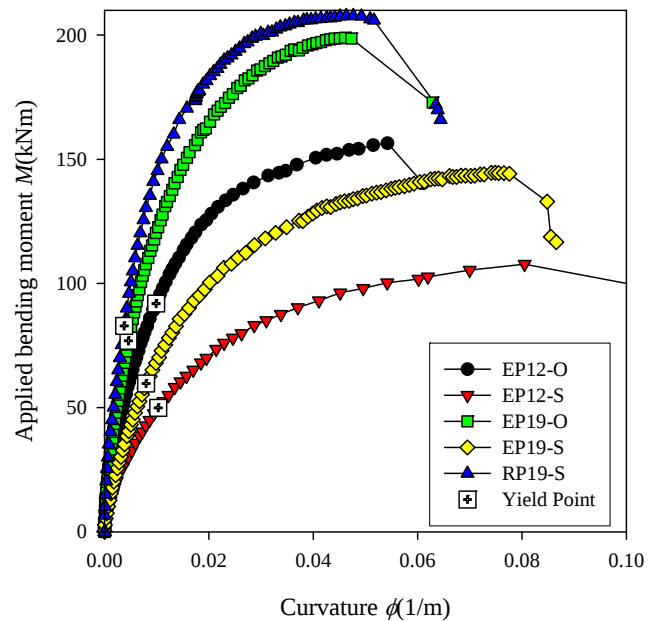


図-3 曲げモーメントー平均曲率関係

3. 実験結果および考察

全ての実験供試体は、最大曲げモーメント時に引張側最下縁のボルトが破断し、終局状態に至った。

実験結果の一例として、曲げモーメントと接合部の平均曲率関係を図-3に示す。図中には、参考のために、いずれかのボルトが最初に降伏軸力に至った点（Yield Point）も示している。

図より、エンドプレート厚の違いに着目すると、EP12-SおよびEP19-Sの最大曲げモーメントは、EP12-OおよびEP19-Oのそれらと比較して、それぞれ25%および35%程度上昇しており、エンドプレートの厚板により最大強度が上昇していることが確認できる。特に、継手面間にシール材を挿入した場合の方が、シール材を挿入しない場合よりも厚板化による効果が高いことがわかる。また、シール材の有無による影響に着目すると、EP12-SおよびEP19-Sの最大曲げモーメントは、EP12-OおよびEP19-Oのそれらと比較して、それぞれ69%および73%程度になっており、シール材を挿入することで曲げ強度が低下していることがわかる。これは、継手面間にシール材を挿入することで、継手断面の引張領域における反力が低減される一方で、圧縮領域における応力伝達に有効な断面積が減少したためと考えられる。さらに、継手形式の違いに着目すると、RP19-SはEP19-Sと比較して、最大曲げモーメントが44%程度上昇しており、EP19-Oと比較しても4%程度上昇していることがわかる。これは、RP19-Sの場合、継手断面の圧縮領域において、H形鋼の上フランジおよびウェブにより圧縮応力が伝達されるためと考えられる。

4. まとめ

本研究では、高力ボルト引張継手を用いたI形断面梁の接合部を対象に、エンドプレート厚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と今後の課題を以下にまとめる。

- (1) エンドプレート厚の違いが継手強度に影響を与えることを確認した。エンドプレート厚19mmの最大曲げモーメントは、12mmの場合と比較して、約25～35%高く、その増加率はシール材を入れた方が高い。
- (2) 従来のゴム材とボルト軸力伝達部材からなるシール材を挿入した場合、ゴム材の剛性が低いため、圧縮応力の伝達面積が小さくなり、継手部の断面二次モーメントおよび継手強度が低下する結果となった。
- (3) 今後は、曲げモーメント作用下において、圧縮応力を適切に伝達できるシール材形状を検討する必要がある。

参考文献

- 1) Yasuo SUZUKI, Takahiro SHIMIZU, Akinori NAKAJIMA and Takashi YAMAGUCHI : Experimental Study on Mechanical Behaviour of High Strength Bolted Tensile Joints with Sealant, Proceedings of the 7th German-Japanese Bridge Symposium, Osaka, Japan, 2007. 7.
- 2) 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.
- 3) (社) 日本建築学会: 高力ボルト接合設計施工指針, 丸善, 2004.8.