

超高力ボルトの橋梁分野への適用に関する研究

国土技術政策総合研究所 正会員 ○石尾 真理
 国土技術政策総合研究所 正会員 玉越 隆史
 新日本技研株式会社 氏本 敦

1. はじめに

鋼道路橋の摩擦接合継手部に用いることのできる高力ボルトの引張強さは、過去に引張強さ $1,200\text{N/mm}^2$ 以上のF11T及びF13Tを使用した橋梁で遅れ破壊による破断が生じたことをうけ、設計基準である道路橋示方書においてF10T、S10Tまでとされている。

一方、より高強度のボルトの採用は、新設橋に対しては継手部の小型化や施工数量の削減などによるコスト縮減が期待できる。また、既設橋の補修補強では、施工スペース上施工可能なボルト本数が制約される場合があり、高強度ボルトの実用化が期待されている。

本研究では、建築材料として既に実用化されている超高力ボルト¹⁾を対象に、道路橋における応力状態や環境などの使用条件に対する適用可能性を明らかにする目的で、すべり性能に影響を及ぼす各種要因についてパラメトリックに設定した標準すべり試験を行った。

2. 試験概要

標準すべり試験は土木学会で提案されている標準すべり試験法²⁾に準じて、摩擦接合力に影響を及ぼすと考えられる要因①ボルト等級 (S14T、S10T) と径 (M22、M24) 及び接合面の処理 (粗面、無機ゾンクッパイント、有機ゾンクッパイント)、②母材の材質 (SS400、SM490、SM490Y、SM520C-H、SM570)、③母材の板厚 (25、28、32、36、40、45、50、75mm)、④母材の板厚差 (S14T (M22) について 50mm-25mm-50%、75mm-15mm-20%、75mm-25mm-33%、75mm-37mm-49%) をパラメトリックに設定し試験を実施した。

試験供試体の概要と計測項目を図-1に示す。ボルト列数は2列であり、供試体数はばらつきを考慮して5体ずつとした。母材の降伏に先行してすべりが発生する設計 (板幅の設定) とした。計測項目は、供試体の可動側ボルトにボルトゲージを設置してボルト軸力の変化を、母材にひずみゲージを設置して応力状態 (降伏の有無など) を、固定側と可動側の母材間にパイ型変位計を設置して母材同士の変位量を、固定側にクリップ型変位計を設置して固定側部材にすべりが発生していないことを確認することを目的とした。

3. 試験結果

パラメータ毎の試験結果を図-2から図-5に示す。なお、グラフ中のすべり係数 μ は、試験により計測されたすべり荷重を設計軸力で除した値である。なお、道路橋示方書で規定されているすべり係数は0.45 (平成24年の改訂以前は、0.4) である。

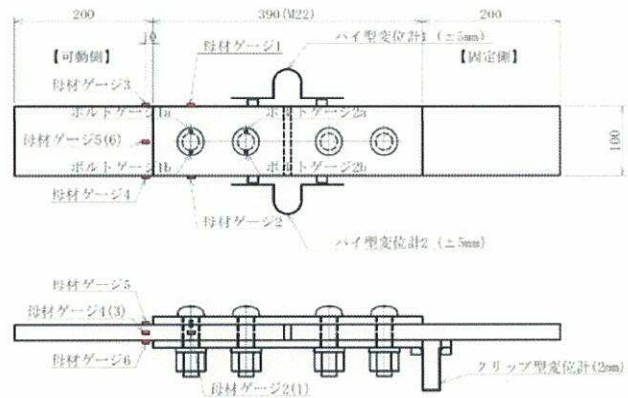


図-1 標準すべり試験供試体での計測項目

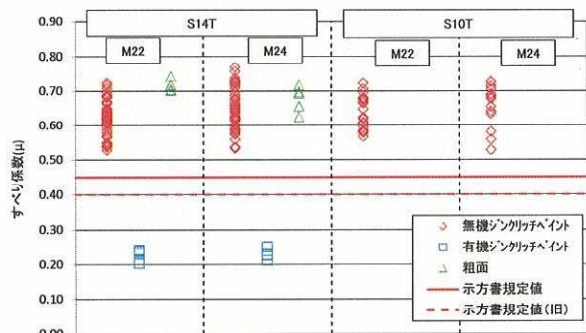


図-2 ボルト等級とボルト径とすべり係数

(1) ボルト等級と径及び接合面の処理の影響

図-2 に試験結果を示す。ここで、接合面の処理は、道路橋示方書で規定されており一般的に用いられている「無機ゾンクリッチェ[®] イント」及び「粗面」とした。なお、道路橋示方書では規定されていないものの、作業性に優れる「有機ゾンクリッチェ[®] イント」を、参考までに加えた。無機ゾンクリッチェ[®] イント及び有機ゾンクリッチェ[®] イントの塗装厚は 65 μm 以上、粗面はブラスト処理を行い、5 μm < 塗装厚 < 10 μm とした。

標準すべり試験結果を、図-4 に示す。横軸はボルト等級とボルト径、縦軸はすべり係数 μ_1 であり、接合面の種類でプロットを区分している。

ボルト等級とボルト径の違いを比較すると全てのケースで同等のすべり係数を示しており、ボルト等級及びボルト径によるすべり係数への影響はみられなかった。

塗装面に無機ゾンクリッチェ[®] イントを使用した場合、ボルト等級及びボルト径のいずれにおいても、すべり係数は 0.5 以上を示している。また、接合面に塗装を施さない粗面においても、同様の結果が得られた。一方、接合面に有機ゾンクリッチェ[®] イントを使用した場合、M22 及び M24 のいずれも道路橋示方書の値を下回ることが確認された。以下、全ての供試体における接合面の処理は無機ゾンクリッチェ[®] イントとした。

(2) 母材の材質の影響

試験結果を図-3 に示す。いずれの材質においても、すべり係数への影響はみられなかった。ただし、S14T においては、材質 SM520C-H 及び SM570 においては、S14T-M24 が、S14TM22 ボルトよりもすべり係数が高い傾向がみられた。

(3) 母材の板厚の影響

標準すべり試験結果を図-4 に示す。母材の板厚が厚い場合、ボルト軸力による添接部材の締付け効果に影響が生じる可能性があると考えたものの、いずれの厚さについてもすべり係数への影響はみられなかった。

(4) 母材の板厚差の影響

標準すべり試験の結果を、図-5 に示す。道路橋示方書では、最大変化率は 50% と規定されており、超高力ボルトにおいても変化率 50% 以下においては、道路橋示方書の値以上のすべり係数が確保されていることが確認された。

4. 結論

ボルト等級と径及び接合面の処理、母材の材質、母材の板厚、母材の板厚差に着目し、標準すべり試験を実施した結果、有機ゾンクリッチェ[®] イントを用いた場合以外は、すべり係数 0.45 以上の値を示した。

今後はボルト配置や孔径など道路橋部材に用いた場合の応力状態と継手性能の関係についても、検討を行っていく。また、S14T の耐遅れ破壊特性についても、引き続き検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) MBLT-9038、国土交通大臣認定、平成14年5月
- 2) 高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針（案）、公益社団法人 土木学会、平成18年12月

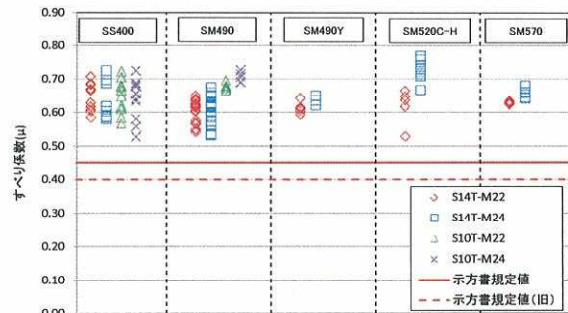


図-3 母材の材質とすべり係数

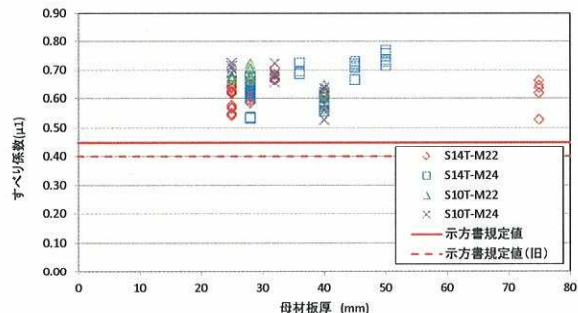


図-4 母材の板厚とすべり係数

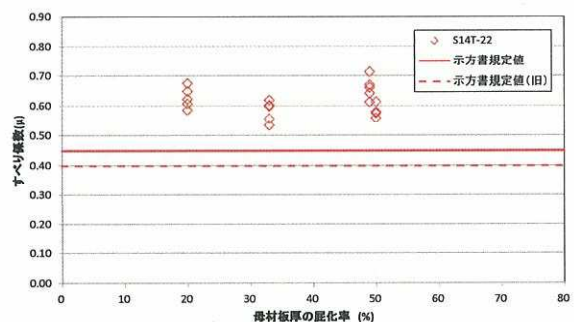


図-5 母材の板厚差とすべり係数