

## 予すべりを受けた高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力

法政大学大学院 学生会員 ○藤野 大地 横河ブリッジホールディングス 正会員 一宮 充  
 法政大学 正会員 森 猛 川田工業 正会員 田坂 康介

### 1. はじめに

近年、鋼橋の分野においては、主桁に大断面を有する I 桁を用いて鋼部材の加工工数の低減を図り、高耐久性能を有する床版を組み合わせた少数主桁橋の採用が増えている。少数主桁橋にボルト接合を用いると、連結板の大型化や孔引きに伴うフランジ断面の増加といった問題が生じる。そのため、全断面を高力ボルト摩擦接合とするのは必ずしも合理的とはいえない。そこで、これらの問題を補う方法として、フランジに溶接接合、ウェブに高力ボルト摩擦接合を用いた併用継手の採用が考えられている。道路橋示方書では、溶接後にボルトの本締めを行うことを原則としているが、連結板によってウェブを仮締めして桁断面を合わせた状態で溶接を行い、その後連結板を本締めすれば、作業の合理化が図れると考えられる。しかし、この施工手順においては、溶接收縮によって部分的にすべりが生じた継手のすべり耐力が懸念される。

本研究では、設計ボルト軸力の 6 割となるようにボルトを締め付けた状態ですべり（以下、予すべりと呼ぶ）が生じた高力ボルト摩擦接合継手のボルトを設計ボルト軸力まで締め付けた場合のすべり耐力を実験的に明らかにすることを目的とする。これまで同様な目的で試験が行われているが、その数は未だ十分ではなく、さらなる検討が必要と考えられる。

### 2. 試験方法

高力ボルト摩擦接合継手試験体の形状と寸法を図 1 に示す。母板は 120mm×405mm×16mm、連結板は 120mm×315mm×9mm の SM490Y 鋼材である。直径 26.5mm（ボルトの呼び径 22mm+4.5mm）のボルト孔が母板に 2 つ、連結板に 4 つ設けられている。これらの鋼板には、ブラスト処理を施した後、無機ジンクリッチペイントを目標膜厚 75μm で塗布している。継手の組み立てに用いたボルトはトルシアボルト S10T-M22 である。

これまでに行われた、予すべりを受けた継手のすべり耐力に関する研究<sup>1),2)</sup>では、予すべりを与える条件として、塗膜厚、仮締めボルト本数、予すべり後の解体、予すべり量、予すべり方向、リラクセーション、降雨等の影響をパラメータとしている。本研究では試験体を与える予すべりの方向、量、そして予すべり後にボルトを締め付ける条件を変えて、7 ケースの条件で継手の引張試験を行った。それらの条件を表 1 に示す。N-0 は、予すべりを与えない通常の高力ボルト摩擦接合継手試験体であり、基準となるすべり係数を求めるための実験ケースである。その他の試験体は、片側を設計ボルト軸力（205kN）の 6 割の軸力となるように仮締めし、その反対側は設計ボルト軸力までボルトを締め付けている。その状態で、圧縮と引張の予すべりを与えている。目標とした予すべり量は、それぞれ 1mm と 2mm である。予すべりを与えた後、継手試験体を装置からはずし、予すべりが生じた側のボルトをピンテールが破断するまで締め付けた。予すべり量の管理は、2 枚

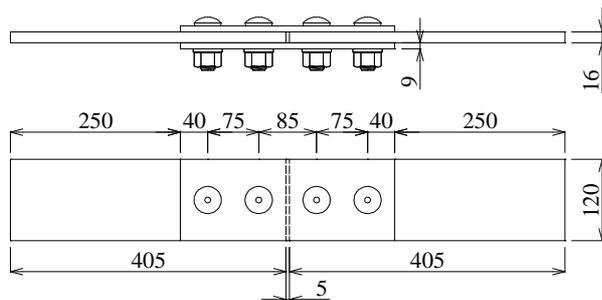


図 1 試験体の形状と寸法

CASE	数	試験条件
N-0	10	基準試験体
N-1	5	圧縮予すべり1mm
N-2	5	圧縮予すべり2mm
U-2	5	圧縮予すべり2mm(本締め時荷重作用)
N+1	5	引張予すべり1mm
N+2	5	引張予すべり2mm
U+2	5	引張予すべり2mm(本締め時荷重作用)

表 1 試験条件

これまでに行われた、予すべりを受けた継手のすべり耐力に関する研究<sup>1),2)</sup>では、予すべりを与える条件として、塗膜厚、仮締めボルト本数、予すべり後の解体、予すべり量、予すべり方向、リラクセーション、降雨等の影響をパラメータとしている。本研究では試験体を与える予すべりの方向、量、そして予すべり後にボルトを締め付ける条件を変えて、7 ケースの条件で継手の引張試験を行った。それらの条件を表 1 に示す。N-0 は、予すべりを与えない通常の高力ボルト摩擦接合継手試験体であり、基準となるすべり係数を求めるための実験ケースである。その他の試験体は、片側を設計ボルト軸力（205kN）の 6 割の軸力となるように仮締めし、その反対側は設計ボルト軸力までボルトを締め付けている。その状態で、圧縮と引張の予すべりを与えている。目標とした予すべり量は、それぞれ 1mm と 2mm である。予すべりを与えた後、継手試験体を装置からはずし、予すべりが生じた側のボルトをピンテールが破断するまで締め付けた。予すべり量の管理は、2 枚

キーワード：併用継手、高力ボルト摩擦接合、予すべり、すべり係数

連絡先：〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学大学院デザイン工学研究科 TEL：03-5228-1429

の母板間の変位をクリップゲージで測定することによって行った。測定例を図2に示す。これは、2mmの引張と圧縮の予すべりを与えたときの例を示しているが、ほぼ所定の予すべり量を与えることができている。継手試験体数は、各ケースで5体であり、基準試験体のみ10体としている。

継手試験体の引張試験は、載荷能力2000kNの万能試験機を用いて行った。その様子を写真1に示す。継手部のすべりによる大きな音の発生と荷重の急激な減少、または荷重の急激な減少と開口変位の増大のどちらかが生じたときに、継手がすべったとみなした。図3は、荷重と母板間の開口変位の関係の例を示している。A点で予すべり側の母板がすべり、B点でもう一方の母板がすべっている。

3. 試験結果

引張試験によって得られた予すべり側のすべり荷重からすべり係数〔(すべり荷重) / (設計ボルト軸力×ボルト本数×摩擦面の数)]を算出した。すべり係数と予すべり量の関係を図4に示す。図中の菱形のマークは、各試験条件でのすべり係数の平均値を示している。基準継手試験体のすべり係数は、0.53~0.62の範囲にあり、その平均値は0.57である。このように、同じ条件で作成した継手試験体においてもすべり係数のばらつきは小さくない。これに比べて、各試験条件での予すべりを与えた継手試験のすべり係数の平均値は4~21%低下している。この図から判断すると、予すべり量がすべり係数に与える影響は小さい、引張の予すべりを与えた場合よりも圧縮の予すべりを与えた場合の方がすべり係数が高い、ボルトを締め直すときの荷重レベルはすべり係数に顕著な影響を及ぼすことはないと考えられる。既往の研究<sup>1),2)</sup>では、予すべり後に試験体の解体などを行わない限り、すべり係数の低下はほとんど見られなかった。予すべりを与えた継手のすべり係数に差が生じた原因は、鋼材表面に塗布された無機ジンクリッチペイントの亜鉛含有量などの成分の違いによって塗膜硬度に差が生じたことが考えられる。

道路橋示方書では、高力ボルト摩擦接合継手に対して、すべり係数0.4を確保するように規定されているが、本研究でのすべり係数の低下量の範囲であれば、これを満たしている。この考え方にしたがえば、6割締めしたウェブの連結板で桁を固定した状態で、フランジの溶接を行い、ウェブが多少すべったとしても問題はないとも考えられる。

参考文献:1) 小笠原照夫, 田坂康介, 森猛, 長崎英二, 鎌形吉伸: 摩擦接合面にすべりが生じたUリブHTB継手のすべり試験, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, I-536, pp.1071-1072, 2009.9., 2) 小笠原照夫, 田坂康介, 森猛, 一宮 充, 長崎英二: 摩擦接合面にすべりが生じたHTB継手のすべり試験, 土木学会第65回年次学術講演会講演概要集, I-469, pp.937-938, 2010.9.

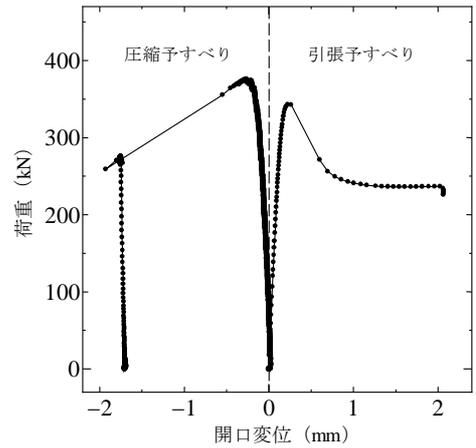


図2 予すべり時の荷重と開口変位の関係



写真1 引張試験の状況

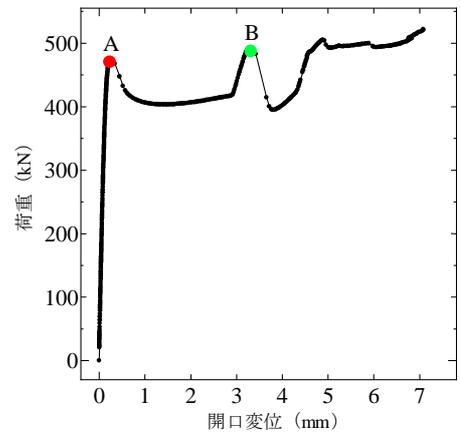


図3 引張試験時の荷重と開口変位の関係

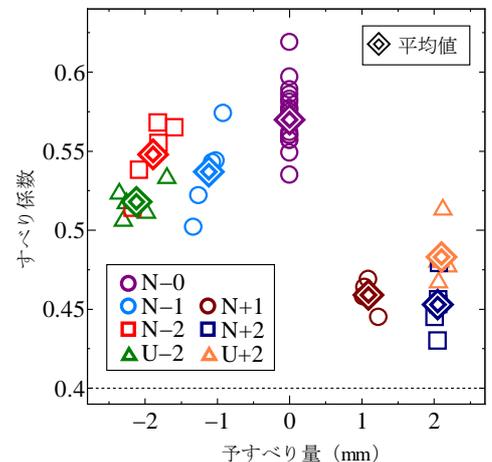


図4 すべり係数と予すべり量の関係