

拡大孔明きフィラーを有する一面摩擦接合部の継手性能

川鉄橋梁鉄構(株) 正会員 ○神田恭太郎 日本ファスター工業(株)

影山 和文

川鉄橋梁鉄構(株) 正会員 上村 明弘 川鉄橋梁鉄構(株)

正会員 高須賀丈広

1. はじめに

床鋼板を有する橋梁部材の高力ボルト摩擦接合継手は、一面摩擦形式の場合も現場施工において部材下面に作業足場が必要となる。あらかじめボルトを鋼板下面から挿入して上面側で仮止めする治具等を適用する場合においても、ボルト締付け時の共回り等の対処のため、足場の設置は回避困難である。

図-1に示す継手構造は、こうした課題に対応して現場施工を足場を用いないで鋼板上面側のみとするものであり、ボルトの仮止めには特殊な加工を施した仮ナットおよびこれが添接板と干渉しない厚さと拡大孔を有するフィラーを用いる。ここで、通常の二面摩擦接合継手を対象としたフィラーおよび拡大孔の適用性に関する各種の研究成果^{1)～4)}は、当該継手にそのまま適用することが困難であり、当該継手におけるフィラーはその拡大孔による摩擦面の減少、ボルト締付けに伴う添接板の面外変形に起因するボルト軸力の低下、さらにフィラー厚による母材と添接板厚さ中心の偏心量増大をもたらす要因となるため、これらの継手性能への影響を明らかにする必要がある。

本報は、図-1の継手構造について、通常の二面摩擦接合と一面摩擦接合および拡大孔明きフィラーを有する二面摩擦接合との継手性能の相対比較を目的として実施したすべり試験ならびに拡大孔明きフィラーを用いたボルトのリラクセーション試験の結果を概説するものである。

2. 試験の概要

試験体の鋼板材質はSS400とし、その寸法・形状は純引張力に対してすべり先行型となるよう図-2に示すものとした。ボルトはM22(F10T)の高力六角ボルトを片側各2本とし、仮ナットは本試験結果への影響はないと考え、普通ナットを切削加工したものを用いた。また、試験体は摩擦面を含む全体をブラスト処理（目標粗さ=80 μ m）した後、発錆促進剤により赤錆を発生させた。比較に用いた通常の二面摩擦接合、一面摩擦接合およびフィラーを有する二面摩擦接合の試験体の鋼板とボルト類の仕様は、すべて上記と同じものとした。試験体種類と数量は表-1に示す通りである。

ボルト締付けは、すべり側のボルト軸力を設計軸力の10%増しに対して $\pm 5\%$ 以内となるようボルト軸部に貼付したひずみゲージの値により管理した。固定側はさらにナット回転角で60°の増し締めを行なった。

すべり試験は、万能試験機（容量2000kN）による荷重制御の引張荷重で行い、その際に試験体種類毎1体について、変位計による添接板・母材間のすべり量および試験体コバ面のひずみを計測した。

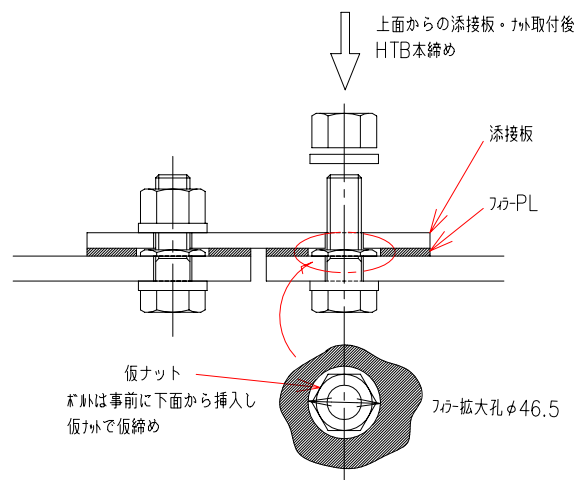


図-1 仮ナットと拡大孔明きフィラーを用いた一面摩擦接合継手

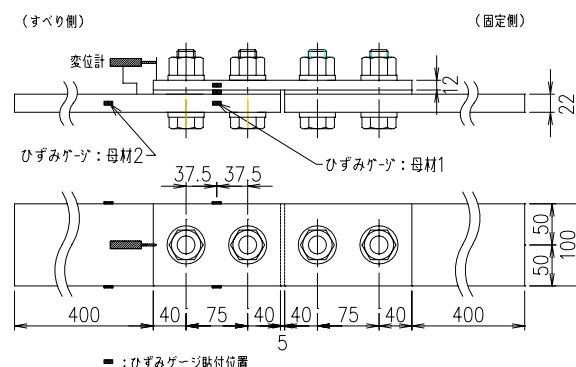


図-2 試験体寸法・形状

表-1 試験体種類と数量

試験種類	試験体名	継手形式	フィラー有無	試験数
すべり試験	J1-F-1～3	一面摩擦	あり	3
	J1-N-1～3	一面摩擦	なし	3
	J2-F-1～3	二面摩擦	あり	3
	J2-N-1～3	二面摩擦	なし	3
リラクセーション試験 &すべり試験	J1-F-4～6	一面摩擦	あり	3

注) 試験体の板厚はすべて同一とし、以下とする。
母材 $t=22$ mm、添接板 $t=12$ mm、フィラー $t=4.5$ mm

キーワード：高力ボルト一面摩擦接合、片面施工、フィラープレート、拡大孔、すべり係数、リラクセーション
連絡先：川鉄橋梁鉄構(株) 橋梁事業本部 技術部

〒111-0051 東京都台東区蔵前2丁目17番4号 TEL：03-5825-1757, FAX：03-5825-1697

3. 試験結果

(1) すべり係数

試験結果は表-2に示す通りで、すべり係数はすべり音の発生、引張試験機の指針停止もしくは降下、または試験体罫書線のずれの何れかが生じた時のすべり荷重を、ボルト本数、摩擦面数およびボルト初期平均軸力で除した値としており、すべて道路橋示方書に規定される値(0.4)を上回った。継手種類毎に比較すると、従来の二面摩擦接合に対してフィラーを有する二面摩擦接合のすべり係数は従来の知見通りやや低い程度であることから、フィラー拡大孔の影響は小さいと考えられる。また、従来の二面摩擦接合に対して一面摩擦接合の値もやや低い程度となるが、フィラーが存在する場合には値に有意な差異が生じる。これは偏心の影響で継手部に板曲げが生じたことに伴い、摩擦面における材片の接触度が低下したことによるもので、フィラーの存在によりその影響が助長されたと考えられる。なお、本試験では試験体長さが短い上に、その両端部の回転変形が固定されており、実際の構造物に対する載荷状態とは必ずしも同等ではないことを付記する。

(2) 引張荷重とひずみの関係

フィラーを有する一面摩擦接合継手について、すべり側ボルト2本の中間部における母材、フィラーおよび添接板の両コバ面で計測したひずみの平均値と荷重の関係は図-3に示す通りであり、すべりが発生する手前におけるフィラーのひずみ性状には他と明らかな差異が見られる。この事象は宮地ら³⁾の考察と同様の傾向であり、まずフィラー・母材間およびフィラー・添接板間の摩擦面において微小な部分すべりが発生し、それ以降は母材から添接板に引張荷重を伝達する過程でフィラーに圧縮作用が働いたと考えられる。なお、図-3のひずみには、偏心による板曲げの影響も含まれていると想定される。

(3) リラクセーション

本締め直後から33日間実施したリラクセーションの計測結果は図-4に示す通りであり、4日～7日後に一旦軸力減少率が収束しかけたものの、その後も減少が続き、33日後の軸力残存率は95.7%となった。この値は過去に実施した通常の二面摩擦接合継手に対する計測結果(97.6%)と比較して低い値であるが、その要因には摩擦面増加の影響も含まれるため、フィラー拡大孔としての影響はさほど大きくないと考えられる。また、33日後に実施した同試験体によるすべり試験では、先に実施した試験結果と同等のすべり係数が得られていることを勘案すると、当該継手におけるフィラーの拡大孔は、継手性能への影響は大きくなく、設計上の問題にはならないと想定される。

4. まとめ

- (1) 拡大孔明きフィラーを有する一面摩擦接合継手のすべり係数は、ボルトのリラクセーションを考慮しても道路橋示方書に規定される値(0.4)以上である。
- (2) フィラー拡大孔による摩擦面積減少のすべり係数に及ぼす影響は微小であり、一面摩擦接合継手においてすべり係数が低い値となる要因は、偏心曲げが作用した場合における材片間の接触度の低下であると考えられる。

参考文献

- 1) 西村 他：高力ボルト摩擦接合継手に関する最近の研究動向，土木学会論文集，No. 675/I-55，pp. 1-14，2001. 4
- 2) 西川 他：フィラーを用いた高力ボルト摩擦接合継手に関する検討，日本道路会議論文集，No. 817，pp. 804-805，1997. 12
- 3) 宮地 他：フィラーを有する高力ボルト摩擦接合継手のすべり挙動について，構造工学論文集，Vol. 44A，pp. 55-60，1998. 3
- 4) 鋼橋技術研究会：拡大孔を用いた摩擦接合継手のすべり耐力と降伏耐力に関する研究，施工部会報告書Ⅱ，2002. 9

表-2 すべり試験結果

試験体名	導入軸力 平均値(kN)	すべり荷重 (kN)	すべり係数 (μ m)	すべり位置
J 1-F-1	224.1	243	0.54	Spl~Filler
J 1-F-2	227.0	255	0.56	Filler~母
J 1-F-3	233.6	248	0.53	Filler~母
平均			0.54	
J 1-F-4	230.7	250	0.54	Filler~母
J 1-F-5	222.4	241	0.54	Filler~母
J 1-F-6	229.5	249	0.54	Filler~母
平均			0.54	
J 1-N-1	222.9	284	0.64	—
J 1-N-2	235.0	288	0.61	—
J 1-N-3	227.3	277	0.61	—
平均			0.62	
J 2-F-1	199.6	492	0.62	Spl~Filler
J 2-F-2	222.4	588	0.66	Filler~母
J 2-F-3	216.4	534	0.62	Filler~母
平均			0.63	
J 2-N-1	224.9	624	0.69	—
J 2-N-2	220.0	586	0.67	—
J 2-N-3	230.2	600	0.65	—
平均			0.67	

注1) J 2-F-1は導入軸力の間違えにより、軸力およびすべり荷重が小さい。

注2) J 2-F-2は固定側ですべりが発生。

注3) J 1-F-4～6を除く試験体ボルト軸力は締付け直後(荷重載荷直前)の値。

注4) J 1-F-4～6のボルト軸力は締付け後33日経過後の値。

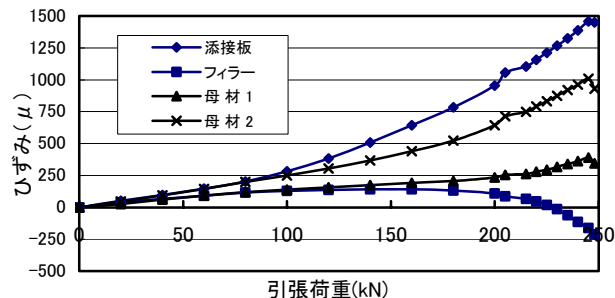


図-3 荷重-ひずみの関係(J1-F-3)

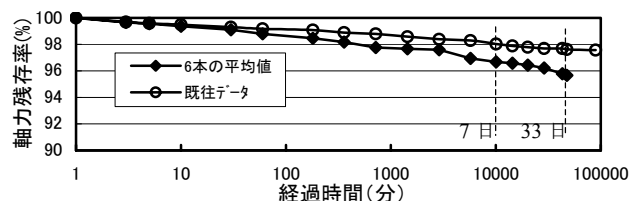


図-4 リラクセーション結果