

第 部門 テーパーを有する高力ボルト摩擦接合継手のすべり強度に関する実験的研究

大阪市立大学工学部 学生員 阪口 悠樹
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 山口 隆司
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 松村 政秀
 京都大学大学院工学研究科 正会員 橋本 国太郎

1. 研究背景と目的

現在、鋼製橋梁の分野では、コスト縮減を目的として様々な合理化構造が提案されており、軸方向にテーパを有する LP (Longitudinally Profiled) 鋼板を用いることも有効な手段とされている。実際に鋼 I 桁のフランジや腹板にこれを適用すると、曲げモーメントの増大に対応して抵抗モーメントを連続的に変化させることが可能となる。また、フィラープレートの削減、現場溶接の突き合わせ部の等厚化が可能となる。一方、幅方向にテーパを有する TP (Transversely Profiled) 鋼板 (図-1) を鋼 I 桁の腹板等に適用することも実験と解析の両面から検討されており、腹板に凹型 TP 鋼板した場合には、曲げ耐荷力が向上し、腹板に凸型 TP 鋼板を使用した場合にはせん断座屈強度が向上することが解明されている。このような TP 鋼板を実構造物に用いる場合、その継手部が問題となる。

そこで、本研究では、継手部に着目し、幅方向にテーパを有する高力ボルト摩擦接合継手部を対象にすべり試験を行いその力学的挙動を解明することを目的としている。

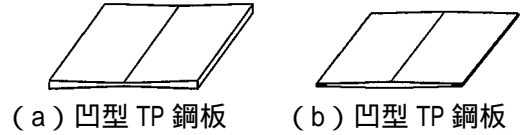


図-1 TP 鋼板

2. 供試体の概要

供試体は、SGD400 と SS400 の 2 種類の鋼材を使用したものを準備した。その内訳は、テーパなしのものを 1 種類、母材と座金にテーパのあるものを 2 種類、母材と連結板にテーパがあるものを 2 種類の計 5 種類とし、合計 30 体の供試体を製作した。接合面はすべり係数が 0.4 以上となるようにショットブラスト処理としている。表-1 に供試体の内訳を示す。

表-1 供試体の内訳

供試体No.	材質		摩擦面処理
	SGD400	SS400	
TPR-0-0 (テーパなし)	3体	3体	ショットブラスト
TPR-4.5-0 (母材と座金にテーパあり)	3体	3体	
TPR-4.5-2 (母材と連結板にテーパあり)	3体	3体	
TPR-18-0 (母材と座金にテーパあり)	3体	3体	
TPR-18-9 (母材と連結板にテーパあり)	3体	3体	
合計	15体	15体	

3. 実験方法

供試体の設置状況を写真-1 に示す。測定項目はすべり側のボルト軸力、ボルト位置の左右における母材-連結板間の相対変位 (clip1 ~ clip8 で測定)、万能試験機での変位および荷重である。なお、すべり試験を行う前に摩擦面の表面粗さを測定する。あらさパラメータとしては算術平均粗さ Ra、最大高さ Rz とし、実験結果で得たすべり係数との関係を調べる。すべり係数 μ は、(式-1) を用いて算出する。すべり荷重は相対変位が急激に増大し、主すべりが発生した時、もしくは、ボルト位置での相対変位が 0.2mm に到達した時の荷重としている。

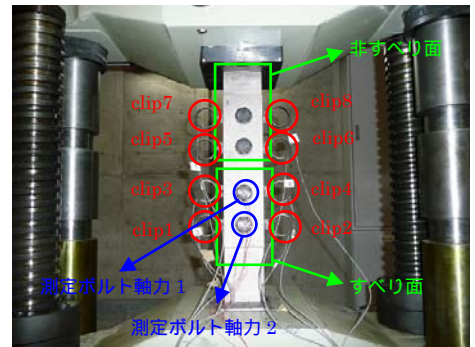


写真-1 供試体の設置状況

$$\mu = \frac{P}{m \cdot n \cdot N} \dots \dots \dots (式-1)$$

P : すべり荷重 m : 接合面の数
 n : ボルト本数 N : 試験前ボルト軸力

4. 実験結果と考察

実験結果に基づき, 1) 鋼種, 2) あらさ, 3) テーパー率, 4) 連結板にテーパ鋼板を用いた場合と座金にテーパ鋼板を用いた場合の4項目に着目して, すべり荷重, すなわちすべり係数がどのような影響を受けるかについて調べた

図-3, 4 に実験から得られた荷重-相対変位の一例を示す. SS400 はすべり時に大きな音を発し荷重が急激に下がったのに対し, SGD400 に関しては明瞭なすべりが確認できなかった. そこで clip1 ~ 4 の変位が 0.2 mmに達した所をすべりと判定した.

図-5 より, 粗さとすべり係数の関係については, SGD400 の供試体に比べてSS400 の供試体はRa 値が大きく, すべり係数も大きく, その値も目標値である 0.4 を十分に満たしている.

また, テーパーの有無や座金にテーパをつける場合と連結板にテーパをつける場合とですべり係数の差はほとんど見られない.

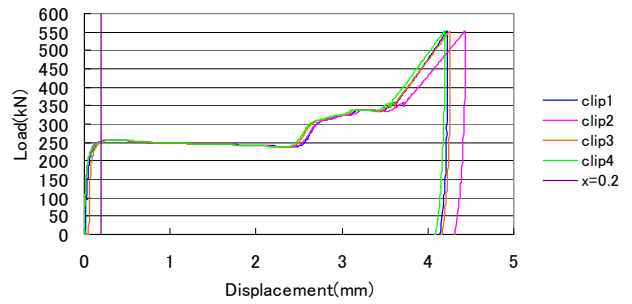


図-3 TPR-4.5 (SGD400) 荷重-相対変位曲線

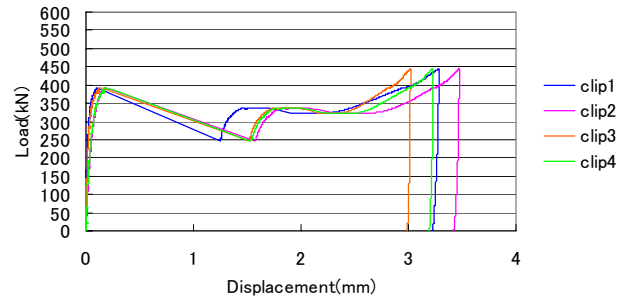


図-4 TPR-4.5 (SS400) 荷重-相対変位曲線

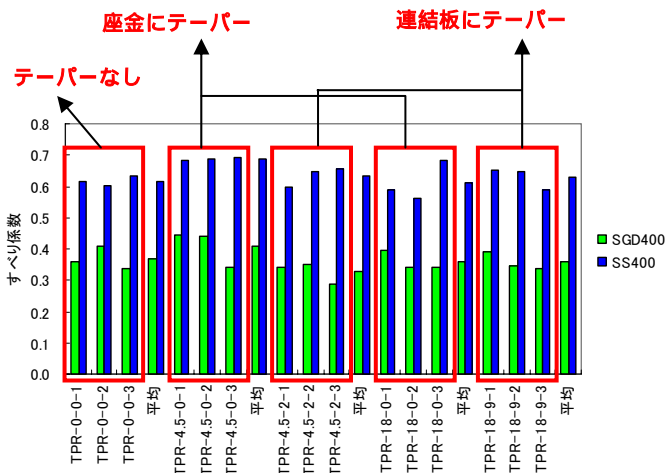
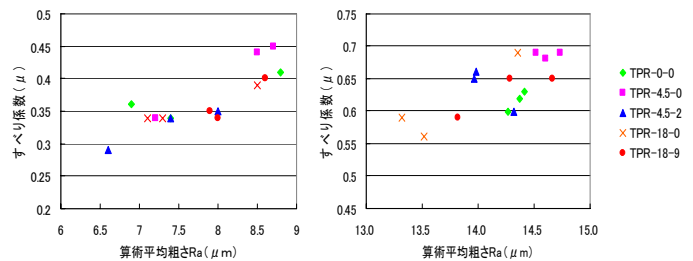


図-5 すべり係数比較図



() SGD400 () SS400

図-6 算術平均粗さ Ra とすべり係数の関係

5. 結論

本実験の結果から, すべり係数と Ra 値との間に相関があり, Ra 値で 14 以上においてすべり係数が 0.60 程度となること, テーパーの有無や座金にテーパをつける場合と連結板にテーパをつける場合との間に有為な差異は認められなかった. 今後は, 実用化に向けて, 疲労に対する性能の違いについて検討する必要がある.

参考文献

- 1) 亀井義典・中村貴史・秋山寿行・高木優任・西村宣男: 等厚部を省略した LP 鋼板の高力ボルト摩擦接合継手のすべり強度試験, 構造工学論文集, Vol. 46A, 2000. 3
- 2) 橋本国太郎・山口隆司・大塚浩介・杉浦邦征・鈴木康夫・熊野拓志: 幅方向テーパ鋼板を腹板に用いた鋼 I 桁の曲げおよびせん断挙動, 構造工学論文集, Vol. 55A, 2009. 3