

高力ワンサイドボルト一面摩擦接合継手のすべり試験

明星大学

正会員 鈴木 博之

(株)ロプテックスファスニングシステム

川邊 裕一

(株)ロプテックスファスニングシステム

藤井 克紀

(株)ロプテックスファスニングシステム

正会員 ○中島 一浩

1. はじめに

高力ワンサイドボルト(以下, ワンサイドボルト)二面摩擦接合継手のすべり係数は既に各種試験¹⁾により検証されているが, 一面摩擦接合継手については十分に検証されていないのが現状である。

本研究では, ワンサイドボルト一面摩擦接合継手の摩擦面の状態を変えたすべり試験を行い, 摩擦面の状態が一面摩擦接合継手のすべり係数に及ぼす影響を検討する。

2. 試験方法

試験体を図-1に示す。母材の材質はSM400, 厚さは14mm, 添接板の材質はSS400, 厚さは12mmとした。ワンサイドボルトはMUTF20を使用し, ボルト孔径は21.5mmとした。ワンサイドボルトの導入張力 N_i は145kNとした。図中のAおよびBの表裏にひずみゲージ(S-1~S-4)を貼付した。また, CおよびDの開口変位(CI-1, CI-2), Eにおける試験体の間の面外変形(CI-3)をクリップゲージを用いて測定した。摩擦面の粗面状態は触針式表面粗さ測定器を用いて, 中心線平均粗さ(Ra)を3箇所所で計測した。Raを指示せずにブラスト処理して製作した試験体をLシリーズ, Raが10 μ m以上になるように製作した試験体をHシリーズとし, それぞれ4体ずつ試験を行った。試験体はボルト締め付け後7日間以上経過させてからすべり試験を行った。すべり荷重 P_s はすべり音が発生した時の荷重とした。摩擦面の数をa, ボルト本数をnとするとすべり係数 μ は, 次式より得られる。

$$P_s = \mu \cdot n \cdot a \cdot N_i$$

図-1 試験体と治具及びゲージ貼り付け位置

3. 試験結果及び考察

摩擦面の中心線平均粗さを測定した結果を表-1に示す。LシリーズのRaは5.5 μ m~8.8 μ mで, 平均7.1 μ mであった。HシリーズのRaは17 μ m~21 μ mで, 平均19.3 μ mであった。次に例としてL-1とH-2のすべり試験におけるCおよびDの開口変位と荷重の関係を図-2に示す。L-1の荷重-変位曲線より, 231kNのときに荷重が急激に低下し, 開口変位が増加していることから, 一回目のすべりが生じたことが分かる。同様にL-2は201kN, L-3は196kN, L-4は215kNで一回目のすべりが生じた。H-2においても336kNのときに荷重が急激に低下し, 開口変位が増加していることから, 一回目のすべりが生じている。同様にH-1は300kN, H-3は325kN, H-4は315kNで一回目のすべりが生じていた。

荷重-変位曲線から求めたすべり荷重より, すべり係数を算出した。結果を表-2に示す。Lシリーズのすべり係数は0.34~0.40の範囲にあり, 平均は0.36となった。したがって, Lシリーズはすべり係数0.40を満足していない。Hシリーズのすべり係数は0.52~0.58で, 平均は0.55となった。したがって, Hシリーズはすべり係数0.40を満足している。表-3に土木学会で推奨されている接合面に応じたすべり係数²⁾を示す。

キーワード ワンサイドボルト, 一面摩擦接合継手, すべり試験, 表面粗さ

連絡先 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1-5-11 (株)ロプテックスファスニングシステム TEL 03-5847-4100

L シリーズの R_a は平均 $7.1\mu\text{m}$ であるが、この表からすべり係数 0.40 を得ることができなかった。H シリーズの R_a は平均 $19.3\mu\text{m}$ であり、すべり係数 0.45 以上を得られることが分かる。よって、ワンサイドボルト一面摩擦接合継手のすべり係数は、他の高力ボルトと同様に接合面の表面粗さが、すべり係数に依存することが分かる。

図-3に L-1 と H-2 の S-1～S-4 のひずみゲージから得られた荷重－ひずみ曲線を示す。S-1, S-4 には引張力、S-2, S-3 には圧縮力が生じていることが分かる。S-1, S-3 は試験体を固定した治具近くのワンサイドボルトに貼付したため、S-1 には引張力、S-3 には圧縮力が生じた。S-2, S-4 は試験体中央付近のワンサイドボルトに貼付したため、S-2 には圧縮力が、S-4 には引張力が生じた。試験終了後、試験体を解体し、ワンサイドボルトのワッシャーと添接板の摩擦面を観察すると、ワンサイドボルトのワッシャーが添接板にめり込んでいることが確認された。このワッシャーのめり込みが、すべり係数に寄与している可能性がある。

図-4に E で測定した試験体の面外変形量を示す。荷重が増加するにつれて試験体の中央にモーメントが生じ、試験体が変形した。変位量は最大で 6.84mm の変位が確認された。これは、今後予定している疲労試験の参考にしたいと考えている。

表-1 表面粗さ測定結果

	L-1	L-2	L-3	平均
R_a (μm)	5.5	8.8	7.1	7.1
	H-1	H-2	H-3	平均
R_a (μm)	20	17	21	19.3

表-2 すべり試験結果

	L-1	L-2	L-3	L-4	平均
μ	0.40	0.35	0.34	0.37	0.36
	H-1	H-2	H-3	H-4	平均
μ	0.52	0.56	0.56	0.54	0.55

表-3 接合面処理に応じたすべり係数の推奨値

	すべり係数	表面粗さ
表面状態	0.35	表面粗さの指定なし
	0.40	$10\mu\text{m} > R_a \geq 5\mu\text{m}$
	0.45	$R_a \geq 10\mu\text{m}$

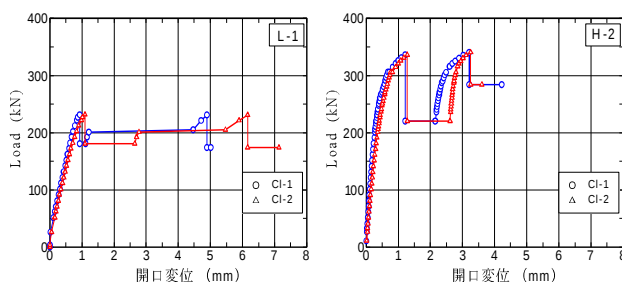


図-2 荷重－変位曲線

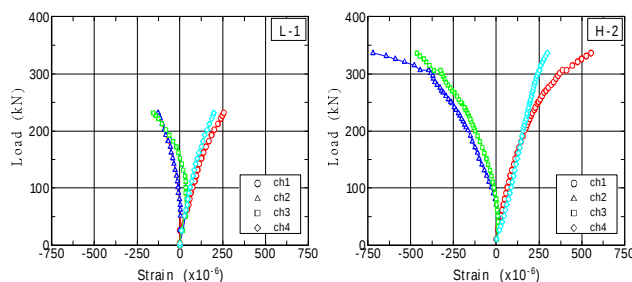


図-3 荷重－ひずみ曲線

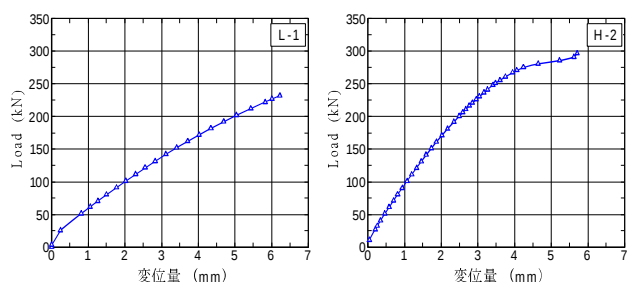


図-4 面外変形量

4. まとめ

本研究では、ワンサイドボルト一面摩擦接合継手のすべり試験を、摩擦面の状態を変えて行った。その結果、表面粗さを指定して製作した試験体のすべり係数は平均 0.55 であった。このことから、摩擦面の処理を適切に行うことにより、二面摩擦接合継手と同等の性能を確保可能であることが分かった。

参考文献

- 1) 鈴木ら：高力ワンサイドボルト摩擦接合継手の基礎的特性，鋼構造年次論文報告集第 15 巻，2007 年 11 月
- 2) 土木学会：鋼構造シリーズ 15 高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針（案）