

すべり/降伏耐力比が高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力に及ぼす影響

法政大学 学生会員 杉谷 隆夫
法政大学 正会員 森 猛

1. はじめに

道路橋示方書では、高力ボルト摩擦接合継手の限界状態を継手部のすべりと母板有効断面の降伏としている。この2つの限界状態について独立に照査し、継手の耐力が決定される。しかし、すべりと降伏は独立したものではない。2つの限界状態の関係を表すパラメーターとして、すべり/降伏耐力比 β が一般に用いられている。すべり/降伏耐力比 β が1.0より小さければ、母板の降伏よりすべりが先に生じ（すべり先行型）、 β が1.0より大きければ、すべりより母板の降伏が先に生じる（降伏先行型）。降伏先行型の継手は母板の降伏により板厚が減少し、ボルトの軸力抜けが進むため、すべり耐力は低下する。また、 >0.7 のすべり先行型継手においても母板変形の影響によりすべり耐力が低下するという報告もある。本研究では、すべり/降伏耐力比 β がすべり先行型継手のすべり耐力に及ぼす影響を明らかにする目的で、高力ボルト摩擦接合継手の引張試験を行うとともに、すべり耐力に関する既往の実験データを収集・整理した。

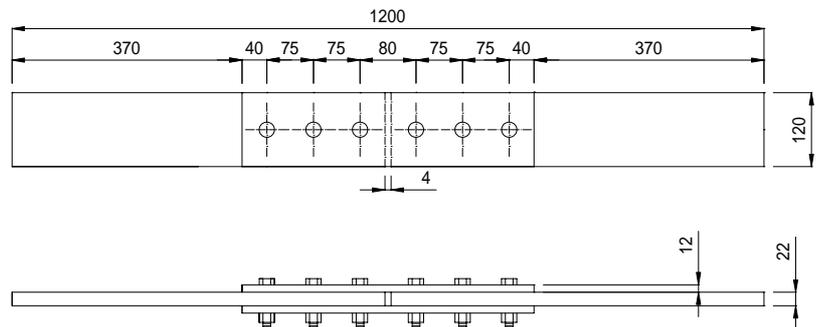


図1 試験体の形状と寸法

2. 引張試験

試験体は図1に示す両面添接の突合せ継手である。使用鋼材はSM490Y、ボルトはF10T M22を用いた。ボルト孔径はボルトの呼び径に2.5mmを加えた24.5mmとした。母板・添接板表面はショットブラストにより黒皮を除去した粗面状態とした。表面粗さ（平均値）は算術平均粗さ（Ra）21.7 μ m、最大高さ（Ry）96.1 μ m、十点平均粗さ（Rz）87.8 μ mである。板幅は80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 mmの7種類とし、引張試験は各種類3体ずつ計21体行った。各試験体の設計値から求めた β 値と試験結果を表1に示す。継手のすべり耐力は、すべり係数（すべり荷重を設計ボルト軸力、ボルト本数と摩擦面数の数で除した数値）で表すこととした。板幅80mmの試験体は β 値が1.135で降伏先行型の継手であり、その他の試験体はいずれも β 値が1.0より小さくすべり先行型の継手である。

3. すべり/降伏耐力比がすべり耐力に及ぼす影響

図2に本実験より得られたすべり係数とすべり/降伏耐力比 β の関係を示す。降伏先行型の継手である板幅

表1 各試験体の β 値と試験結果

板幅 (mm)	番号	設計降伏耐力 (kN)	設計すべり耐力 (kN)	すべり/降伏耐力比	すべり耐力 実験値 (kN)	すべり係数
80	1	433.5	492.0	1.135	479.7	0.390
	2				446.4	0.363
	3				504.2	0.410
90	1	511.6	492.0	0.962	506.2	0.412
	2				509.1	0.414
	3				523.9	0.426
100	1	589.7	492.0	0.834	535.6	0.435
	2				601.4	0.489
	3				619.0	0.503
110	1	667.8	492.0	0.737	505.2	0.411
	2				523.9	0.426
	3				546.4	0.444
120	1	745.9	492.0	0.660	532.7	0.433
	2				537.6	0.437
	3				510.1	0.415
130	1	824.0	492.0	0.597	540.5	0.439
	2				627.8	0.510
	3				589.6	0.479
140	1	902.1	492.0	0.545	543.5	0.442
	2				581.7	0.473
	3				608.2	0.494

キーワード 高力ボルト摩擦接合継手 すべり係数 すべり/降伏耐力比 摩擦面

連絡先 住所 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部 電話番号 042-387-6287

80mm の試験体のすべり係数は、すべり先行型である他の試験体よりも明らかに低くなっている。図中の実線は、すべり先行型の継手を対象として最小 2 乗法により求めた β 値に対するすべり係数の回帰直線である。回帰直線によれば、 β 値が大きくなるにしたがって、すべり係数は低くなっている。しかし、同じ種類の試験体でもすべり係数のばらつきが大きく、すべり係数と β 値の相関係数も 0.39 と低い値となっている。特に、 $0.7 < \beta < 1.0$ の範囲においては、 β 値によるすべり係数の低下は認められない。

すべり係数は摩擦面の処理状態にも影響を受けることを考慮して、ブラスト処理により黒皮を除去した粗面状態（以下、ブラスト処理）
 ブラスト処理により黒皮を除去し赤錆を発生させた状態（以下、赤錆面）
 無機ジンクリッチペイント塗装（以下、無機 Zinc）
 有機ジンクリッチ

ペイント塗装（以下、有機 Zinc）の 4 つの摩擦面処理状態に分けて既往の実験データを含めて整理した。各摩擦面処理を施した継手のすべり係数と β 値の関係を図 3～図 6 に示す。なお、ブラスト処理については降伏先行型を含めた図も示した。降伏先行型も含めた図 3（a）では、 β が大きくなるにしたがってすべり係数が低下しており、相関係数は 0.65 となっている。しかし、図 3（b）のようにすべり先行型のみで整理すると、 β が大きくなるにしたがってすべり係数が低くなる傾向がみられるものの、すべり係数にばらつきが大きく相関係数も 0.34 と低い値となっている。その他 3 種類の摩擦面処理を施した継手では、回帰直線の傾きも小さく、相関係数も 0.03～0.20 と低い。以上のことから、いずれの摩擦面処理状態においても、すべり先行型継手のすべり係数は β 値に依存しないと判断するのが妥当と考える。

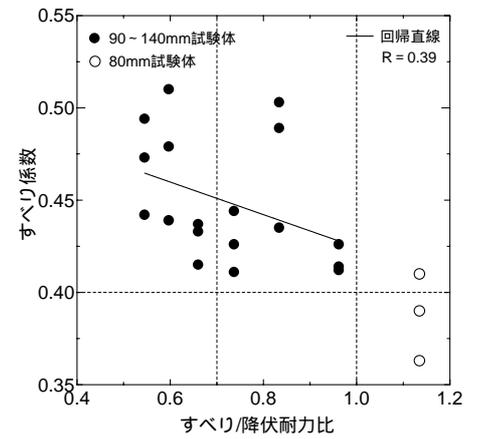
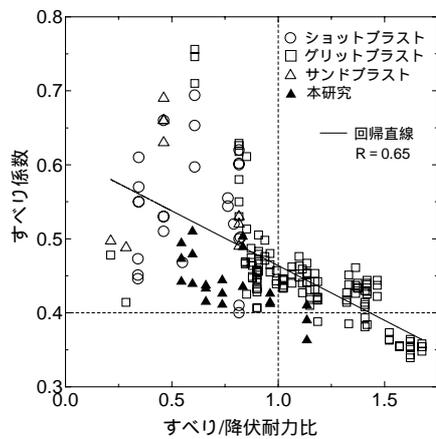
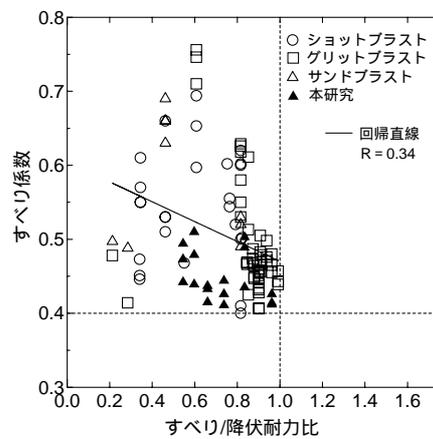


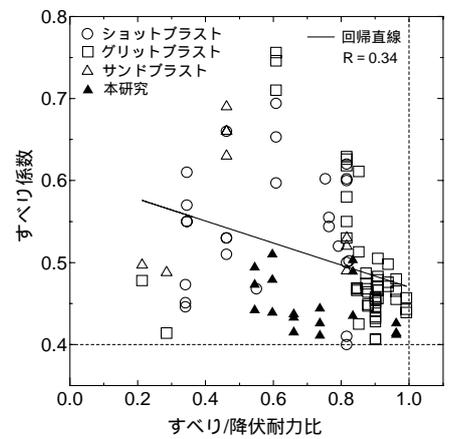
図2 すべり係数 関係(本実験)



(a) 全データ



(b) すべり先行のみ



(c) すべり先行のみ(拡大図)

図3 すべり係数 関係(ブラスト処理)

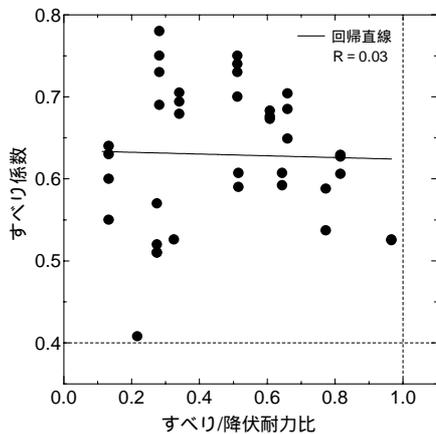


図4 すべり係数 関係(赤錆面)

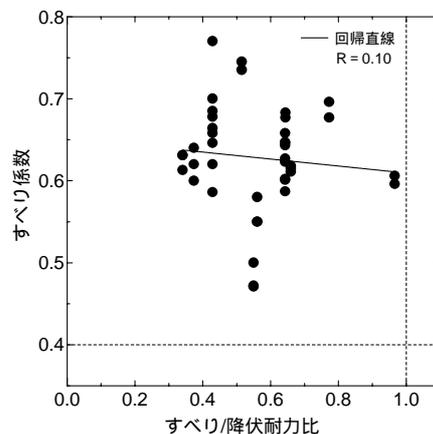


図5 すべり係数 関係(無機 Zinc)

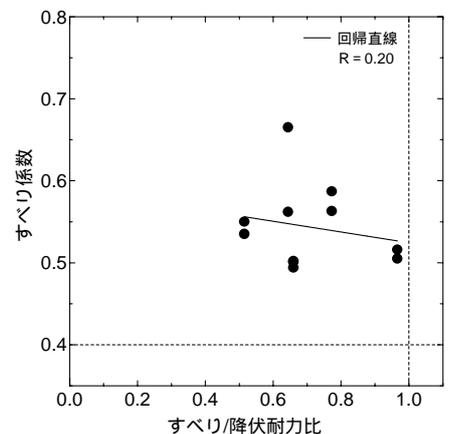


図6 すべり係数 関係(有機 Zinc)