

実腐食形状を有する高力ボルト摩擦接合添接板のすべり耐力特性

宮地エンジニアリング(株) 正会員 ○山下 修平

琉球大学 正会員 下里 哲弘, 田井 政行, 有住 康則, 矢吹哲哉

1. はじめに

高力ボルト摩擦接合継手部は、鋼橋における重要な構造部位である。その一方で、腐食が進行しやすい部位でもある。高力ボルト摩擦接合継手部が腐食した場合、添接板が減厚することですべり耐力が低下することが考えられる¹⁾。しかし、実環境下での添接板表面は、継手を構成する母板やボルト、座金の影響により一様には減厚せず、実腐食した添接板の表面形状がすべり耐力へ及ぼす影響については明らかにされていない。

そこで本研究では、実腐食した高力ボルト摩擦接合添接板がすべり耐力へ及ぼす影響を明らかにすることを目的に、実鋼橋から腐食した摩擦接合継手部を採取し、添接板表面形状に着目した継ぎ手の引張試験を実施した。

2. 実腐食した添接板の表面形状

2. 1 腐食した添接板表面形状の分類

添接板の腐食状態は、外観目視により写真1に示す3タイプに分類した。腐食タイプⅠは腐食減厚がほとんど無い状態、腐食タイプⅡは座金周辺だけが著しくドーナツ状に腐食減肉している状態、そして腐食タイプⅢは腐食状態が最も激しく、座金周辺の減肉に加え添接板の表面全体が減肉し凹凸がある状態である。

2. 2 腐食した添接板表面形状の計測

添接板の表面形状を定量的にとらえるため、添接板表面のレーザー計測を実施した。レーザー計測は、CCDレーザー式変位計を用い2mmピッチで計測した。計測はボルト孔回り毎に行い平均減厚量を求めた。表1に計測した添接板の一覧を示す。



[TYPE I] [TYPE II] [TYPE III]

写真1 添接板の表面形状分類

3. 実腐食した摩擦接合添接板のすべり耐力特性

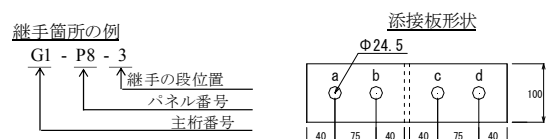
3. 1 試験体

(1)試験体の種類

表2に引張試験に用いた試験体の種類、図1に試験体形状を示す。試験体は、母板の降伏前にすべりが先行するすべり先行型、すべりが生じる前に母板が降伏する母板降伏型、そして、すべり先行型と母板降伏型の遷移領域の3シリーズとした¹⁾。各シリーズでは、表1に示した実腐食添接板と新材の母板からなる腐食試験体と、添接板、母材板ともに新材を用いた新材試験

表1 腐食添接板一覧

No.	継手箇所	添接板箇所	減肉状況	ボルト孔位置			
				a	b	c	d
1	GI-P8-3	桁内側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<III> 0.93	<III> 0.57	<III> 1.11	<III> 1.71
		桁外側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<II> 0.56	<II> 0.58	<II> 0.22	<II> 1.64
2	GI-P8-4	桁内側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<III> 1.26	<III> 1.40	<III> 1.65	<III> 1.23
		桁外側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<II> 0.14	<II> 0.16	<II> 0.01	<II> 0.37
3	GI-P8-7	桁内側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<III> 1.95	<III> 1.76	<III> 0.90	<III> 1.07
		桁外側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<II> 0.02	<II> 0.09	<II> 0.02	<II> 0.25
4	GI-P17-4	桁内側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<III> 1.81	<III> 0.57	<III> 0.42	<III> 1.05
		桁外側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<II> 0.06	<II> 0.06	<II> 0.40	<II> 0.06
5	GI-P17-5	桁内側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<III> 0.21	<III> 0.07	<III> 0.17	<III> 0.33
		桁外側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<II> 0.00	<II> 0.16	<II> 0.18	<II> 0.00
6	GI-P17-6	桁内側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<III> 0.26	<III> 0.31	<III> 0.50	<III> 0.81
		桁外側	<TYPE> 平均値	<I> 0.00	<I> 0.00	<I> 0.00	<I> 0.00
7	GI-P17-7	桁内側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<III> 1.65	<III> 0.94	<III> 1.61	<III> 1.13
		桁外側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<II> 0.04	<II> 0.02	<II> 0.00	<II> 0.02
8	GI-P17-8	桁内側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<III> 0.51	<III> 0.27	<III> 0.42	<III> 0.41
		桁外側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<II> 0.00	<II> 0.00	<II> 0.00	<II> 0.00
9	GI-P17-9	桁内側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<III> 0.29	<III> 0.09	<III> 0.21	<III> 0.17
		桁外側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<II> 0.02	<II> 0.00	<II> 0.07	<II> 0.04
10	GI-P17-10	桁内側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<III> 0.17	<III> 0.02	<III> 0.20	<III> 0.40
		桁外側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<II> 0.05	<II> 0.00	<II> 0.32	<II> 1.08
11	G3-P8-5	桁内側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<III> 3.64	<III> 2.79	<III> 2.29	<III> 3.09
		桁外側	<TYPE> 平均減厚量(mm)	<II> 0.03	<II> 0.02	<II> 0.26	<II> 0.08



キーワード 摩擦接合継手、添接板、実腐食形状、すべり耐力特性

連絡先 〒290-8580 千葉県市原市八幡海岸通3番地 宮地エンジニアリング(株) E-MAIL:yamashita.shuhei@miyaji-eng.co.jp

表2 試験体一覧

シリーズ	試験体名	試験体番号	添接板		母板		パラメータ	
			厚さ(mm)	材質	厚さ(mm)	材質	β	γ
すべり先行型	新材試験体	A-1~A-6	10	SM400	28	SM400A	0.332	0.745
	腐食試験体	B-1~B-11	10	SMA50A	28	SM400A	—	—
母材降伏型	新材試験体	C-1~C-6	10	SM490Y	9	SM490Y	1.33	2.22
	腐食試験体	D-1~D-6	10	SMA50A	9	SM490Y	—	—
遷移型	新材試験体	E-1~E-6	10	SM490Y	14	SM490Y	0.86	1.43
	腐食試験体	F-1~F-3	10	SMA50A	14	SM490Y	—	—

ここで、 β ：すべり強度／母材降伏強度比、 γ ：添接板降伏強度／母材降伏強度比

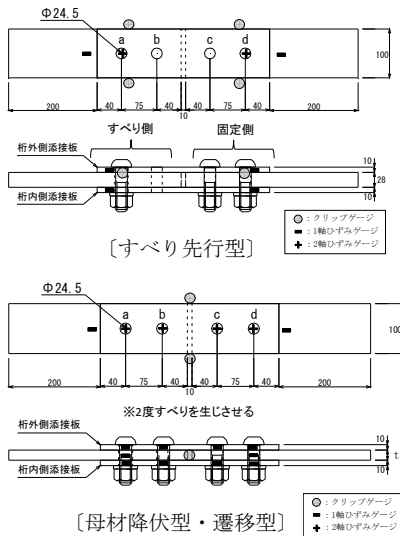


図1 試験体形状図



写真2 試験状況

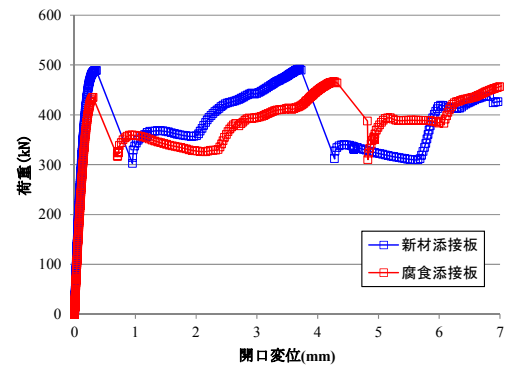


図2 荷重と開口変位例（遷移型）

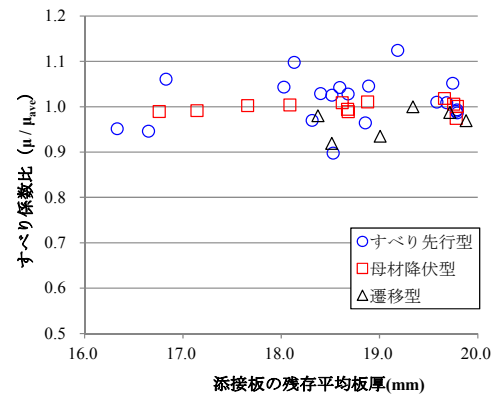


図3 すべり係数比と残存平均板厚

体の引張試験を行った。

(2) 摩擦面の処理

各試験体の摩擦面は、グリッドブラスト処理とした。ブラストの投射時間、圧力等の条件は各試験体で同一とし、ブラスト後は除錆度と孔回りの表面粗さ計測により摩擦面の状態を確認した。

(3) 試験体の組立

使用した高力ボルトはトルシア型の高力ボルト(M22)で、専用のシャーレンチにより締め付けを行った。ボルトの締め付け前には、キャリブレーション試験を実施し、所定の軸力が導入されることを確認した。

3. 2 試験方法

ボルトのリラクセーションを考慮し、各継ぎ手試験体を作製してから24時間以上経過後に引張試験を行った。すべり荷重は、すべり先行型では母板と添接板の相対変位、母材降伏型と遷移型では開口変位を計測し求めた。

3. 3 試験結果

図2に引張試験の荷重と変位曲線の例（遷移型）を示す。各シリーズとも、新材試験体と腐食試験体でのすべりの挙動に違いは確認されなかった。図3には、各シリーズにおける腐食試験体のすべり係数比と添接板表面の残存平均板厚との関係を示す。すべり係数比

とは、各シリーズにおける腐食試験体のすべり係数を新材試験体のすべり係数の平均値で除した値である。

すべり先行型及び母材降伏型においては、すべり係数比と添接板の残存平均板厚に相関は確認されなかった。一方で、遷移型では残存平均板厚が薄くなるにつれて、すべり係数比も低くなる傾向が伺える。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- 1) 実腐食した高力ボルト摩擦接合添接板の表面形状は、座金周りの腐食減肉が激しく一様減肉は生じない。
- 2) すべり先行型と母材降伏型では、添接板の腐食減厚がすべり係数に及ぼす影響は確認されなかった。
- 3) 遷移型の継手においては、残存平均板厚が薄くなるにつれて、すべり係数が低下する傾向がある。

今後は、FEM解析により実腐食した添接板の表面形状がすべり耐力へ及ぼす影響の要因について検証する。

【参考文献】

- 1) 山口隆司, 森猛, 橋本国太郎: 高力ボルト摩擦接合継手のすべり強度/降伏強度比とすべり係数に関する検討, 構造工学論文集, vol.51A, pp1737-1748, 2005.3