

錆促進剤を塗布した高力ボルト摩擦接合継手における長期屋外曝露後のすべり試験

(株)駒井ハルテック
 正会員
 ○吉岡
 夏樹
 大阪市立大学大学院
 学生員
 本多
 克行

大阪市立大学大学院
 正会員
 山口
 隆司
 (株)駒井ハルテック
 正会員
 橘
 肇

(株)イチネンケミカルズ
 正会員
 落合
 哲也

1. 研究背景および目的

鋼橋の補強工事において、高力ボルト摩擦接合により既設部材に新設部材を取り付ける。その際、新設部材の摩擦接合面には取付けまでの防錆等を考慮し、無機ジंकリッチペイントを塗装する。一方で既設部材の摩擦接合面はディスクグラインダ等を用いて塗装を除去する。その場合、摩擦接合面を平滑に仕上げるため、設計で求められるすべり係数を確保することが困難な場合が想定される。この問題を解決するため、既設部材の接合面処理方法として、接合面に錆促進剤を塗布し、赤錆を発生させる接合面処理方法がある。

筆者らは文献 1)にて、錆促進剤塗布後 12～48 時間曝露し、母板接触面を発錆させた試験体によるすべり試験から、0.50 以上のすべり係数を得た。本稿では、錆促進剤塗布後 48 時間で組み立てた後に屋外に約 1 年間曝露した試験体のリラクセーション試験およびすべり試験結果から、錆促進剤による接合面内の発錆状態がすべり係数に与える影響を考察する。

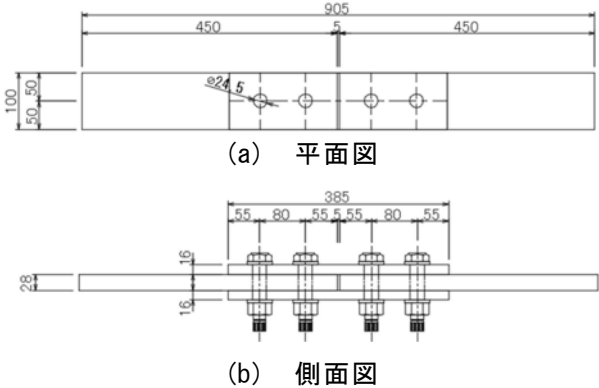


図-1 すべり試験体の形状および寸法（単位：mm）

表-1 すべり試験のパラメータ

試験ケース	接合面処理		塗布後 曝露期間	組み立て後リラク セーション期間
	母板	連結板		
RZ48Y	ケレン (Ra≦5μm)→ 錆促進剤塗布 (100g/m ² ×2)	無機ジंकリッチ ペイント75μm	48時間	約1年
RZ48				72時間

2. すべり試験体および試験パラメータ

試験体の母板および連結板の材質は SM490Y、ボルトは M22(F10T)を用いた。形状および寸法を図-1、すべり試験のパラメータを表-1 に示す。錆促進剤は文献 1)と同様の材料を 100g/m²ずつ 2 回に分けて合計 200g/m² を試験体に塗布した。試験体のすべり/降伏耐力比は 0.44 とし、すべり先行に設定した。試験体は組立後 2 週間を屋内にて、その後約 1 年間に屋外にて曝露した。すべり荷重は鋼構造接合部設計指針²⁾を参考に、縁端距離 10mm での相対変位が 0.2mm に達するまでに最大荷重が生じた場合はその最大荷重、明瞭な主すべりが生じた場合はその主すべり荷重、明瞭な主すべりが生じない場合は相対変位 0.2mm に対応する荷重と定義した。

すべり係数は高力ボルト摩擦接合の設計・施工・維持管理指針（案）³⁾より式(1)を用いて算出した。

$$\mu = \frac{P}{m \cdot n \cdot N} \tag{1}$$

ここに、 μ ：すべり係数 P ：すべり荷重(kN)
 m ：接合面の数(=2) n ：ボルト本数(=2)
 N ：ボルト軸力(kN)

3. 試験結果および考察

3.1 リラクセーション試験

リラクセーション試験結果を図-2 に示す。図-2 の本試験データには試験体ごとの時間変化を考慮していない。また、文献 4)による回帰式(接合面処理：無機ジंकリッチペイント、赤錆)を合わせて示す。本試験データから推定される回帰式は文献 4)の接合面処理：無機ジंकリッチペイントに近く、リラクセーションによるボルト軸力残存率は無機ジंकリッチペイントによる影響が大きいと考えられる。10,000 時間(約 417 日)経過時の推定ボルト軸力残存率は 89.7%となった。組立後 60 日(1,440 時間)経過以降はひずみゲージ結線部の劣化により、データのばらつきが大きくなり、相関係数は 0.355 であった。

キーワード 高力ボルト摩擦接合継手、錆促進剤、赤錆、すべり係数、長期曝露
 連絡先 〒110-8547 東京都台東区上野 1-19-10 株式会社駒井ハルテック TEL 03-3836-2321

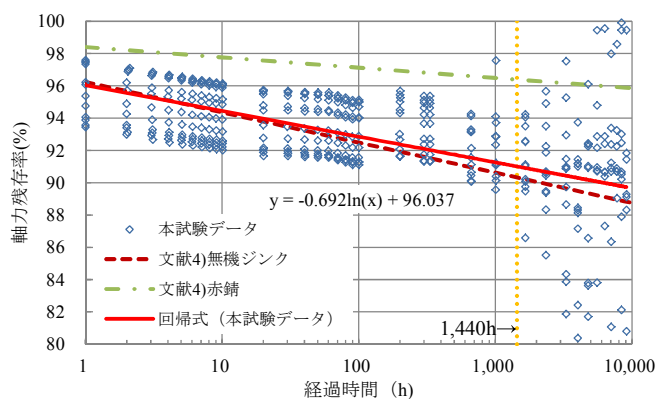


図-2 リラクゼーション試験結果

表-2 すべり試験結果

			導入 ボルト 軸力	平均 ボルト 軸力※	すべり 荷重		すべり係数							
			kN	kN	kN	平均	μ1	平均	標準 偏差	変動 係数	μ2	平均	標準 偏差	変動 係数
RZ48Y	1	内側	231.5	200.2	435.6	447.8	0.54	0.57	0.018	0.032	0.53	0.55	0.012	0.023
		外側	215.5											
	2	内側	216.3	198.5	447.6	0.56								
		外側	226.8				0.59							
	3	内側	218.8	195.5	460.3	0.59								
		外側	217.5											
RZ48	1	内側	223.1	208.1	441.2	431.3	0.53	0.52	0.012	0.024	0.54	0.53	0.011	0.020
		外側	223.2											
	2	内側	220.8	203.7	432.4	0.53								
		外側	217.8				0.50							
	3	内側	221.3	208.3	420.2	0.50								
		外側	226.0											

3.2 すべり係数

すべり係数を表-2に示す。表-2には比較ケースとして、文献1)よりRZ48を合わせて示す。表内※印部の平均ボルト軸力はRZ48Y: 10,000時間(約417日)経過時の回帰式による推定値、RZ48: 試験直前の計測値を示す。またすべり係数μ1は平均ボルト軸力から、μ2は設計ボルト軸力(205kN)から算出した。RZ48Yのμ1およびμ2はそれぞれ最小で0.54, 0.53となり、全て0.4以上となった。

RZ48YおよびRZ48の縁端距離10mm位置での荷重-相対変位関係を図-3に示す。RZ48YはRZ48と比較して、すべり挙動に明確な差異は確認できなかった。またすべり荷重は同等となり、両ケースとも相対変位が0.2mmとなる前に主すべりが生じた。

3.3 接合面の状況

RZ48Yの試験体組立前における母板接触面の発錆状況を図-4に示す。RZ48Yは塗布後48時間において、一様な赤錆面を形成することを確認できた。

RZ48Yのすべり試験後における接合面状況を図-5に示す。連結板の無機ジंकリッチペイントが母板に付着していることを確認でき、無機ジंकリッチペイントの凝集破壊によってすべりが発生したと考えられる。

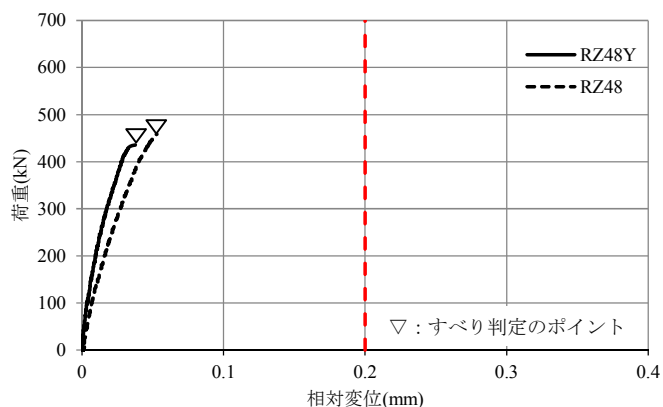


図-3 荷重-相対変位関係

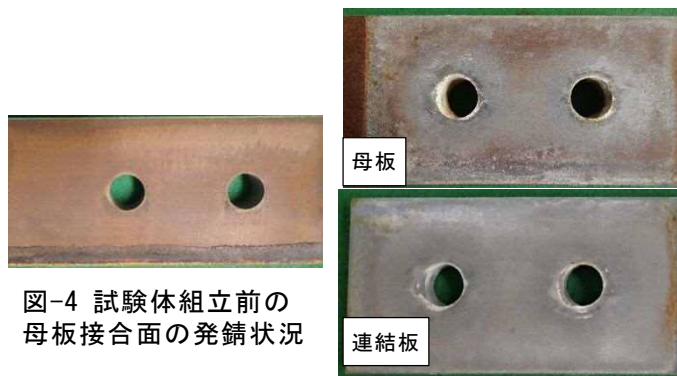


図-4 試験体組立前の母板接合面の発錆状況

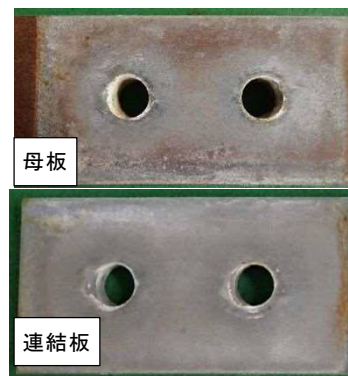


図-5 すべり試験後の接合面状況

4. 結論

本研究では母板接触面を錆促進剤塗布後48時間曝露・発錆させ、組立後約1年間屋外曝露させた試験体(連結板接触面: 無機ジंकリッチペイント)のリラクゼーション試験およびすべり試験を行い、以下の結果を得た。

- 1) 接触面を赤錆と無機ジंकリッチペイントとしたボルト軸力残存率の回帰式は、既往論文の接合面が無機ジंकリッチペイントに近い傾向となった。リラクゼーションによるボルト軸力残存率は赤錆よりも無機ジंकリッチペイントによる影響が大きいと考えられる。
- 2) すべり係数μ1は最小で0.54, μ2は最小で0.53となり、全て0.40を満足した。
- 3) 組立後約1年間屋外曝露させた試験体と組立後3日間屋内曝露させた試験体に明確なすべり挙動の差異はなく、すべり係数およびすべり耐力も同等となった。

<参考文献>

- 1) 吉岡ら: 錆促進剤塗布後の曝露期間に着目した摩擦接合継手のすべり試験, 土木学会第73回年次学術講演会, I-180, 2018.8.
- 2) 社団法人日本建築学会: 鋼構造接合部設計指針, 2006.
- 3) 社団法人土木学会: 高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指標(案), 2006.
- 4) 南ら: 厚膜型無機ジंकリッチペイントを施した摩擦面で15%増し締めした高力ボルト継手試験, 土木学会論文集A1(構造・地震工学), Vol.73, No.1, 32-39, 2017.