

改良した錆促進剤の高力ボルト摩擦接合継手接合面への適用に関する検討-すべり試験

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) IHI インフラ建設 正会員 中村 定明 (株) 駒井ハルテック 正会員 橘 肇
 (株) IHI インフラシステム 正会員 齊藤 史朗 神鋼ボルト(株) 正会員 佐々木 研

1. 研究背景および目的

鋼橋の補修・補強工事において、高力ボルト摩擦接合を用いる際、一般にディスクグラインダ等を用いて既設部材の塗装を除去する。その場合、摩擦接合面を平滑に仕上げるため、すべり係数を確保することが困難な場合が想定される。そのため既設部材の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の採用が考えられる。しかし、この接合面処理方法は既に建築分野においては使用されているが、工程上のやむを得ない事情により、自然発錆が期待できない場合に限られている。また、土木分野での既設構造物への使用例はなく、錆促進剤を塗布した接合面処理方法を適用する場合を想定した性能評価が必要である。

本研究では曝露試験、すべり試験および試験後の試験体断面の観察を実施した。本稿では、曝露試験結果より選定した接合面処理方法を用いて赤錆を発生させ、すべり試験を行った。その結果から、錆促進剤による発錆状態がすべり係数に与える影響を考察する。

2. すべり試験体および試験パラメータ

すべり試験体の母板および連結板の鋼種は SM490Y、ボルトは M22(S10T)である。試験体の形状および寸法を図-1、すべり試験のケースおよびパラメータを表-1にそれぞれ示す。錆促進剤は 100g/m²ずつ 2 回に分けて合計 200g/m²塗布し、均一かつ十分な赤錆を得るため、3 週間以上曝露した。試験体のすべり/降伏耐力比はすべり先行となるよう 0.44 に設定した。すべり荷重は、鋼構造接合部設計指針¹⁾を参考に、縁端距離 10mm 位置での相対変位が 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。

3. すべり試験結果および考察

3.1 すべり係数

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)²⁾より式(1)を用いて算出した。各ケースのすべり係数を図-2に示す。

$$\mu = \frac{P}{m \cdot n \cdot N} \quad (1)$$

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 : 試験前ボルト軸力(kN)

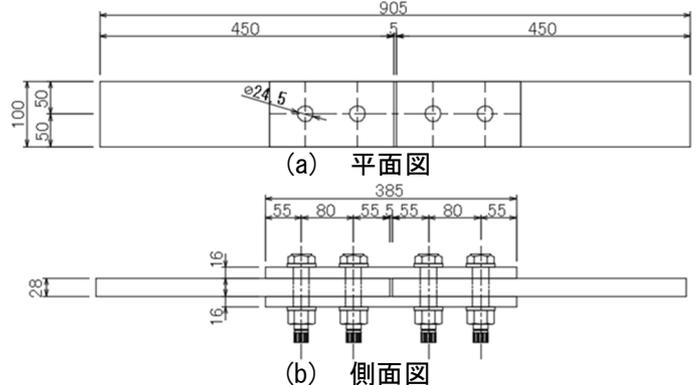


図-1 すべり試験体の形状および寸法 (単位: mm)

表-1 すべり試験ケースおよび試験パラメータ

試験ケース	母板の接合面処理方法	ケレン範囲	母板の孔あけ順序	導入軸力	連結板の接合面処理方法	
IZ0	無機ジンクリッチペイント75 μ m	-	-	226kN	無機ジンクリッチペイント75 μ m	
RU1	ケレン (Ra \leq 5 μ m) →錆促進剤塗布	全面	ボルト孔あけ →ケレン			
RU2	ケレン (Ra>5 μ m) →錆促進剤塗布			ボルト孔周り (Φ 80)	ケレン →ボルト孔あけ	252kN
RU3	ケレン (Ra \leq 5 μ m) →錆促進剤塗布	全面	ボルト孔あけ →ケレン			
RU4				ケレン (Ra \leq 5 μ m) →錆促進剤塗布	プラスト →錆促進剤塗布	
RU5					ケレン (Ra \leq 5 μ m) →錆促進剤塗布	
RU6					ケレン (Ra \leq 5 μ m) →錆促進剤塗布	
RU7						
RU8						

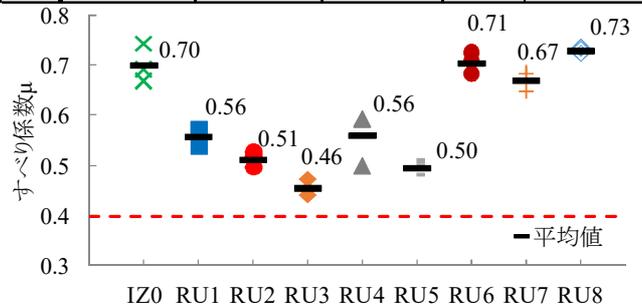


図-2 すべり係数 (図中の数値は各ケースの平均値)

キーワード 補修・補強, 高力ボルト摩擦接合継手, 錆促進剤, 赤錆, すべり試験
 連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院 工学研究科 都市系専攻 橋梁工学分野
 TEL&FAX 06-6605-2765

全ケースにおいてすべり係数 0.40 を満足した。本試験での標準的なケースである、母板の接合面に錆促進剤を塗布し赤錆を発生させ、連結板の接合面を無機ジンクリッチペイント（以下、無機ジンクという）とした RU1 のすべり係数は 0.56 となった。一方で、母板、連結板ともに発錆させた RU6~8 のすべり係数はそれぞれ 0.71, 0.67, 0.73 となり、高いすべり係数を得た。母板の Ra および錆厚とすべり係数との関係を図-3 に示す。Ra および錆厚とすべり係数との相関関係は、接合面処理方法の違いにより確認できなかった。

3.2 荷重と相対変位の関係および軸力残存率

各ケースの縁端距離 10mm 位置での荷重-相対変位関係を図-4、載荷中の内側ボルト軸力残存率を図-5 にそれぞれ示す。連結板の接合面を無機ジンクとした RU1~4 は相対変位が 0.2mm となる前に最大荷重が生じた後、急激な変位の増加に伴い荷重が低下した。母板および連結板の接合面を発錆させた RU6~8 は相対変位が 0.2mm を超えた後も徐々に荷重が増加し、最大荷重到達後、荷重が低下した。また、すべり発生時の軸力残存率は、RU1 が 94.3%，RU6 が 87.8% となり、接合面が赤錆同士のケースの方が小さくなった。

3.3 すべり試験後の接合面状況

試験後における接合面の状況を図-6 に示す。連結板の接合面を無機ジンクとした RU1~4 は、無機ジンクが母板の赤錆面に付着していることから、無機ジンクの凝集破壊によりすべりが発生することを確認した。一方、母板および連結板の接合面を赤錆とした試験体は赤錆が剥離しており、赤錆層内、もしくは鋼材と赤錆の付着部分での赤錆の剥離によりすべりが発生することを確認した。

4. 結論

本研究では接合面に錆促進剤を塗布した摩擦接合継手のすべり試験を行い、以下の結果が得られた。

- 1) 母板の接合面に錆促進剤を塗布し赤錆を発生させ、連結板の接合面を無機ジンクとしたケースのすべり係数は 0.56 となった。
- 2) 母板、連結板ともに Ra ≤ 5μm となるまでケレンした後に錆促進剤を塗布し、接合面を赤錆としたケースのすべり係数は 0.73 となった。
- 3) 以上の結果より、錆促進剤を接合面に塗布後 3 週間曝露し、赤錆を発生させた高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数は 0.40 を満足し、土木構造物への錆促進剤

適用の可能性を示すことができた。今後、曝露期間をパラメータとしたすべり試験を実施し、実施工で想定される 1~2 日間の曝露後にすべり係数 0.40 を満足できるか検討する。

<参考文献>

- 1) 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。
- 2) 社団法人日本建築学会：鋼構造接合部設計指針，2006。

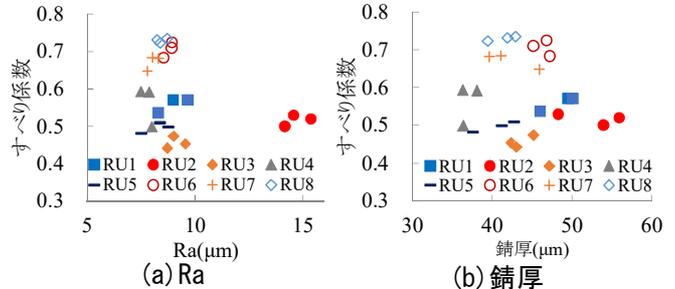


図-3 母板の Ra および錆厚とすべり係数との関係

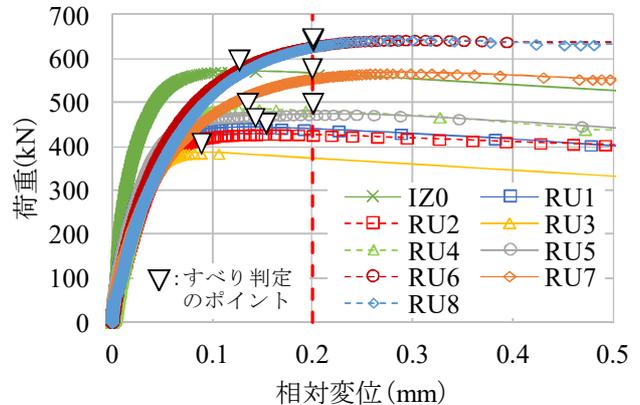


図-4 荷重-相対変位関係

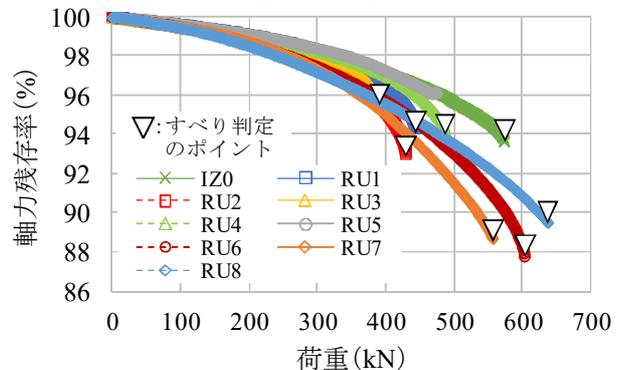


図-5 載荷中の内側ボルト軸力残存率

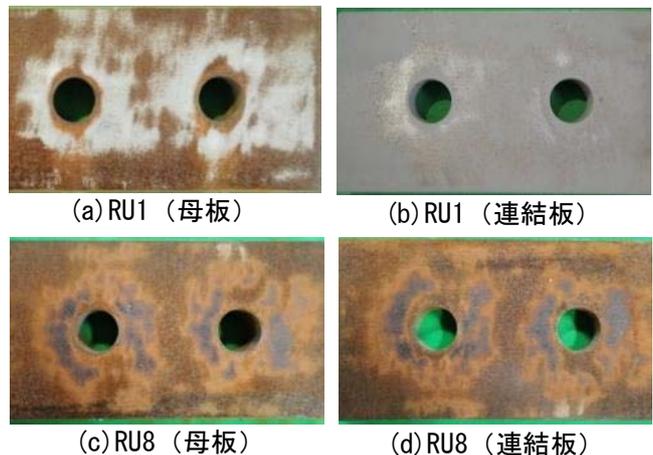


図-6 すべり試験後の接合面状況