

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

(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) I H I インフラシステム
 正会員
 齊藤 史朗

(株) イチネンケミカルズ
 正会員
 森本 洸
 神鋼ボルト (株)
 非会員
 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、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。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、土木分野での既設構造物への使用は例が無い。建築分野では、出荷前に屋外にて錆促進剤を塗布するため、雨風により発錆が促進されるが、既設橋梁では床版が屋根代わりとなり、十分な発錆状態が得られない可能性がある。よって、錆促進剤を塗布した接合面処理方法を土木分野で適用する場合を想定した性能評価が必要である。

筆者らは文献 1)にて、錆促進剤塗布後 3 週間以上曝露し、接合面を発錆させた試験体によるすべり試験から、0.56 のすべり係数を得た。本稿では、実際の施工現場での適用を想定し、曝露期間を錆促進剤塗布後 12～48 時間としたすべり試験結果から、改良した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材質は SM490Y、ボルトは M22(F10T)を用いる。試験体の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 100g/m² ずつ 2 回に分けて合計 200g/m² を試験体に塗布した。錆促進剤は別途

実施した曝露試験結果から、成分比を改良し、用いた。試験体のすべり/降伏耐力比は 0.44 とし、すべり先行となるように設定した。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。

3. すべり試験結果および考察

3.1 すべり係数と錆厚

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 : 試験前ボルト軸力(kN)

母板接合面における錆厚の計測結果を表-2 に示す。錆厚は錆促進剤塗布後 24 時間までに大きく増加し、24 時間経過後以降には錆厚はほとんど増加しなかった。なお、文献 1)より 3 週間曝露した試験体の錆厚は約 40 μ m であり、24 時間経過時点では約 1/3 の錆厚となった。

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 曝露時間 (h)
	母板	連結板	
ZZ0	無機ジンクリッチ ペイント75μm	無機ジンクリッチ ペイント75μm	
NZ48	ケレン (Ra≦5μm)		48
RZ12	ケレン (Ra≦5μm) → 錆促進剤塗布 (100g/m ² ×2)		12
RZ24			24
RZ36			36
RZ48		48	
RR12		ケレン (Ra≦5μm) → 錆促進剤塗布 (100g/m ² ×2)	12
RR24			24
RR36	36		
RR48	48		

表-2 錆厚の計測結果 (母板)

時間	曝露前	12時間後	24時間後	36時間後	48時間後
平均(μ m)	0.0	10.0	13.5	14.8	15.0
標準偏差	0.000	2.801	3.016	3.601	4.308
変動係数		0.279	0.224	0.244	0.287
増加率(%)			25.5	8.7	1.7

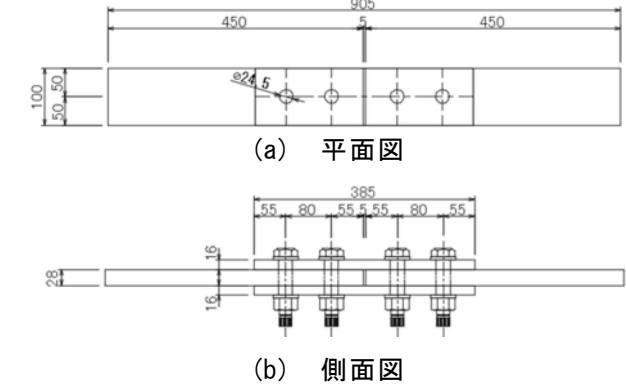


図-1 すべり試験体の形状および寸法 (単位 : mm)

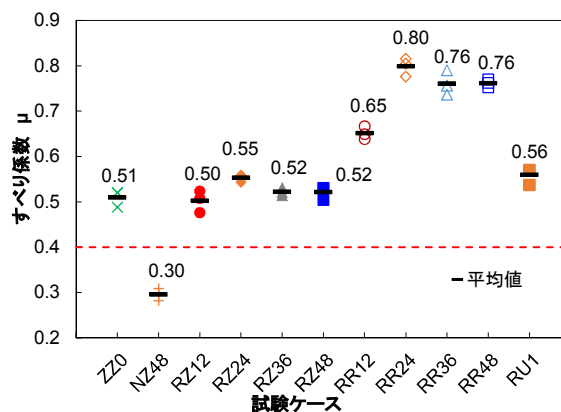
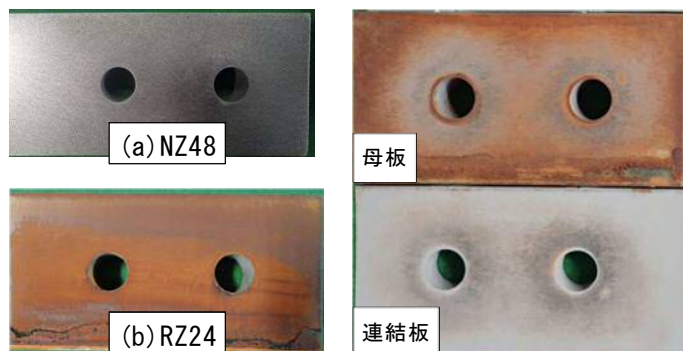


図-2 すべり係数(図中の数字は各ケースの平均値)

図-4 試験体組立前の母板 図-5 すべり試験後の
接合面の発錆状況 接合面状況：RZ24

各ケースのすべり係数を図-2に示す。錆促進剤を塗布しない NZ48 以外の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接合面を赤錆、連結板接合面を無機ジンクリッチペイント 75 μ m (以下、無機ジンク) とした RZ シリーズのすべり係数は最小で 0.48 (RZ12) となった。また、錆促進剤塗布後 24 時間以上曝露することで、文献 1) の RU1 (塗布後 3 週間曝露) と同等のすべり係数を得た。一方で、母板および連結板を発錆させた RR シリーズのすべり係数は最小で 0.64 (RR12) となり、母板、連結板ともに接合面を発錆させることで、RZ シリーズより高いすべり係数を得ることができた。また、錆促進剤塗布後の曝露時間に着目すると RZ および RR シリーズのどちらも、塗布後 24 時間ですべり係数は最大値となった。塗布後 12 時間と 24 時間を比べると、RZ で約 1.1 倍、RR で約 1.2 倍に上昇した。また、塗布後 36 および 48 時間のすべり係数は 24 時間より若干減少した。

3.2 荷重と相対変位の関係

ZZ0, NZ48, RZ24 および文献 1) の RU1 における縁端距離 10mm 位置での荷重-相対変位関係を図-3に示す。連結板の接合面を無機ジンクとした RZ24 は相対変位が 0.2mm となる前に主すべりが生じた。

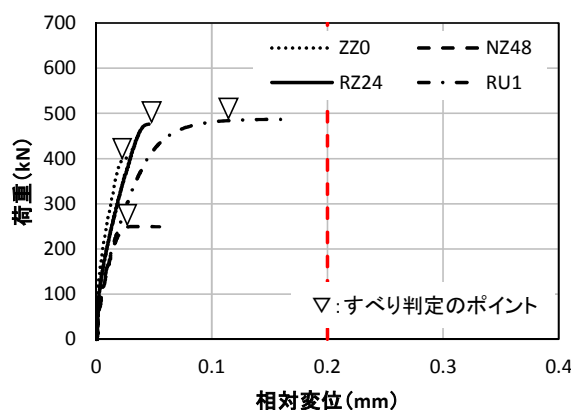


図-3 荷重-相対変位関係

この挙動は他の試験体でも同様の傾向であった。錆促進剤塗布後の曝露期間が異なる RZ24 と RU1 のすべり発生時における変位差は 0.05mm と微小である。

3.3 接合面の状況

NZ48およびRZ24の試験体組立前における母板接合面の発錆状況を図-4に示す。RZ24は塗布後24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。また、錆促進剤を塗布していないNZ48は発錆を確認できなかった。

RZ24 のすべり試験後における接合面状況を図-5に示す。連結板の無機ジンクが母板に付着していることを確認でき、無機ジンクの凝集破壊によってすべりが発生したと考えられる。

4. 結論

本研究では以下の結果が得られた。

- 1) 母板接合面を錆促進剤塗布後 24 時間曝露し、発錆させた試験体 (連結板接合面：無機ジンク) のすべり係数は 0.55 となり、0.40 を満足した。
- 2) 錆促進剤塗布後 24 時間曝露した試験体において、高いすべり係数を得た。また、24 時間以上曝露した場合においても、すべり係数の低下は小さかった。
- 3) 母板の接合面を錆促進剤塗布後 24 時間曝露し、発錆させた試験体 (連結板接合面：無機ジンク) と 3 週間曝露した試験体に明確なすべり挙動の差異はなく、すべり係数も同等となった。
- 4) 錆厚は錆促進剤塗布後 24 時間で安定し、24 時間経過後以降の増加はほとんどない。また、24 時間後には一様に赤錆面を形成した。

<参考文献>

- 1) 本多ら：既設構造物の高力ボルト摩擦接合継手接合面への改良した錆促進剤の適用に関する検討，構造工学論文集vol.64A，2018.4。
- 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。