

既設耐候性鋼橋に用いる添接板に無機ジンクリッチペイントを塗布した場合の
高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数の向上方法

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員○秋山慎一郎 正会員 平野雄大 正会員 小林裕介
東日本旅客鉄道(株) 正会員 網谷岳夫
(一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 田中俊介 正会員 小野秀一

1. はじめに

既設耐候性鋼橋のさびを利用した高力ボルト摩擦接合継手において、さびが生成した既設耐候性鋼材(母材)と塗膜厚 $75\mu\text{m}$ 程度の無機ジンクリッチペイント(以下、無機ジンク)を塗布した添接板を組み合わせた場合のすべり係数は、 $0.3\sim 0.4$ 程度である¹⁾。一方で、無機ジンクを塗布した鋼材と金属溶射した鋼材を組み合わせた場合のすべり係数は、無機ジンクの塗膜厚を厚くすると増加する傾向や金属溶射面の表面粗さが大きすぎると高い値を得られない可能性があることが報告されている²⁾。これより、既設耐候性鋼橋のさびを利用した高力ボルト摩擦接合継手においても、無機ジンクの塗膜厚やさびの表面粗さを適切にコントロールすることでより高いすべり係数を確保できる可能性がある。そこで、本検討では、既設耐候性鋼橋のさびを利用した高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数の向上を目的として、無機ジンクの塗膜厚を文献 1) よりも厚くする方法(方法①)、無機ジンクの塗膜厚は文献 1)と同程度とし、素地調整によりさびの表面粗さを変える方法(方法②)を用いて、高力ボルト摩擦接合継手のすべり試験を実施した。

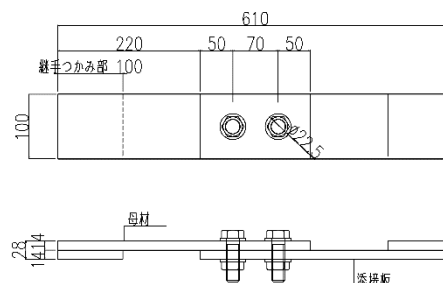


図1 継手試験体

表1 試験体の種類

試験体名	試験体数	母材	添接板	備考
		素地調整方法	表面処理	
WZ1 ¹⁾	3	カップブラシ	無機ジンク $75\mu\text{m}$	文献1)
WZ2 ¹⁾	3			
WZ3 ¹⁾	3			
WZ4	3	カップ→グラインダ	無機ジンク $150\mu\text{m}$	方法①
WZ5	3		無機ジンク $75\mu\text{m}$	方法②

表2 試験結果

試験体名	母材		添接板	すべり耐力 (kN)	試験前ボルト軸力 (kN)	すべり係数
	さびの厚さ (μm)	算術平均粗さ (μm)	ジンク塗膜厚 (μm)			
WZ1-1 ¹⁾	45.3	22.1	66.5	124.2	179.6	0.35
WZ1-2 ¹⁾	47.5	15.5	74.0	127.3	204.6	0.31
WZ1-3 ¹⁾	48.9	20.0	87.5	182.8	125.4	0.61
WZ2-1 ¹⁾	76.9	20.6	64.5	119.7	176.1	0.34
WZ2-2 ¹⁾	75.5	27.4	72.0	129.2	177.3	0.36
WZ2-3 ¹⁾	78.1	24.0	64.0	129.0	175.1	0.37
WZ3-1 ¹⁾	94.7	24.7	64.0	144.5	177.1	0.41
WZ3-2 ¹⁾	100.2	30.8	62.5	115.8	174.8	0.33
WZ3-3 ¹⁾	92.5	28.1	64.5	123.9	185.6	0.33
WZ4-1	63.0	21.4	155.0	155.2	170.0	0.46
WZ4-2	64.9	21.4	158.8	159.9	170.4	0.47
WZ4-3	53.4	24.8	157.3	158.5	168.6	0.47
WZ5-1	75.9→31.7	33.0→15.6	75.1	151.4	163.1	0.46
WZ5-2	84.6→31.0	32.4→11.3	77.7	145.2	173.5	0.42
WZ5-3	75.9→40.9	32.1→16.7	75.8	147.0	168.6	0.44

2. 試験概要

すべり試験は、さびが生成した既設耐候性鋼材(母材)と無機ジンクを塗布した新規鋼材(添接板)を組み合わせた継手試験体(図1)を用いて実施した。既設耐候性鋼材は、兵庫県(離岸距離 10km 程度)で 30 年程度暴露された試験桁から切り出した試験片にカップブラシ(カップ)による素地調整を施し、表層のさびを除去した状態とした。さびの表面粗さを変える場合は、さらにディスクグラインダ(グラインダ)による素地調整を加えた。新規鋼材には、プラスト処理(Sa2.5 以上)後に無機ジンクを塗布した。なお、継手試験体は、想定したすべり係数 $\mu=0.5$ に対してすべり/降伏耐力比 $\beta=0.65$ となるよう設計した。試験体の種類を表1に示す。試験体の組立では、ボルト軸部に貼付けたひずみゲージの出力値を確認しながら、設計ボルト軸力の 10%増しのボルト軸力(F10T・M20: 182kN)を導入した。すべり試験は、ボルト軸力のリラクセーションを考慮し、ボルト締付け完了から概ね 24 時間後に実施した。

キーワード：耐候性鋼橋，耐候性鋼材，高力ボルト摩擦接合継手，すべり係数，無機ジンクリッチペイント

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL042-573-7280

3. すべり係数の変化

試験結果を表 2 に示す。すべり係数は、文献 1) に準じて判断したすべり荷重と試験直前のボルト軸力から算出した値である。なお、表 2 には、試験前に測定した、母材のさび厚、さびの算術平均粗さ、添接板の無機ジンの塗膜厚も示している。次に、本検討で試行したすべり係数の向上方法によるすべり係数の変化を確認するためにすべり係数を無機ジンの塗膜厚、素地調整方法で整理した関係を図 2 および図 3 に示す。図より、無機ジンの塗膜厚を厚くする方法（方法①）、または、ディスクグラインダによる素地調整でさびの表面粗さを変える方法（方法②）により、文献 1) では 0.3~0.4 程度であったすべり係数が 0.4~0.5 程度に向上したことがわかる。これより、本検討で用いた 2 種類の方法は、すべり係数の向上に寄与した可能性がある。

4. すべり試験後の添接板の接合面の状態

本検討でのすべり試験後の添接板の接合面の状態を図 4 に示す。方法①および方法②の場合ともにボルト孔付近の一部で無機ジンの塗膜が大きく損傷していた。ここで、試験前に測定したさびの凹凸形状を図 5(a) に示す。また、このさびの凹凸形状と無機ジンの塗膜厚から推測される継手接合面の状態を図 5(b) に示す。本検討の 2 種類の方法を用いた場合の継手接合面は、さびの凹凸が無機ジンの塗膜層に食い込む量が大きくなり、その結果、すべり時に無機ジンの塗膜を大きく損傷させ、このことがすべり係数を向上させた一要因となっているのではないかと考えられる。

5. まとめ

既設耐候性鋼橋のさびを利用した高力ボルト摩擦接合継手において、①無機ジンの塗膜厚を厚くする方法、②素地調整によりさびの表面粗さを変える方法を用いることですべり係数が向上する可能性がある。この要因の一つとして、本検討で用いた方法により、さびの凹凸が無機ジンの塗膜層に食い込む量が大きくなり、その結果、すべり時に無機ジンの塗膜を大きく損傷させたことが考えられる。

参考文献

- 1) 網谷岳夫, 森猛, 小林裕介: 既設耐候性鋼橋に用いる高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力, 構造工学論文集 Vol.64A, 2018.3.
- 2) 黒野佳秀, 小坂崇, 山口隆司: 片面に金属溶射を用いた高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数とすべりメカニズムに関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.61A, 2015.3.

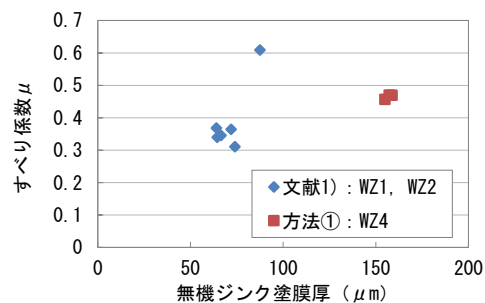


図 2 すべり係数と無機ジンク塗膜厚の関係

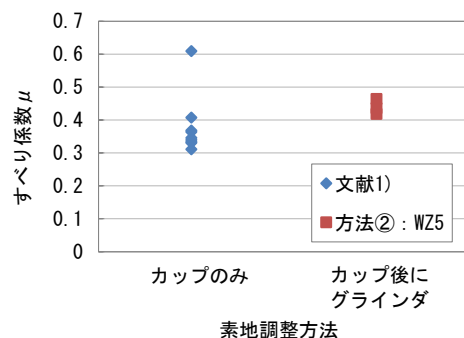


図 3 すべり係数と素地調整方法の関係

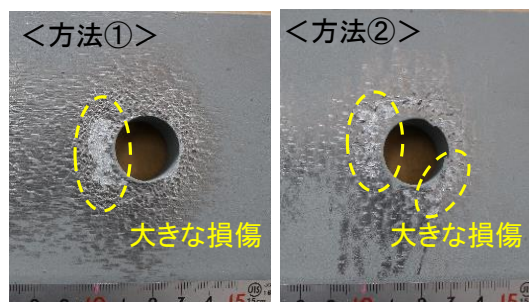
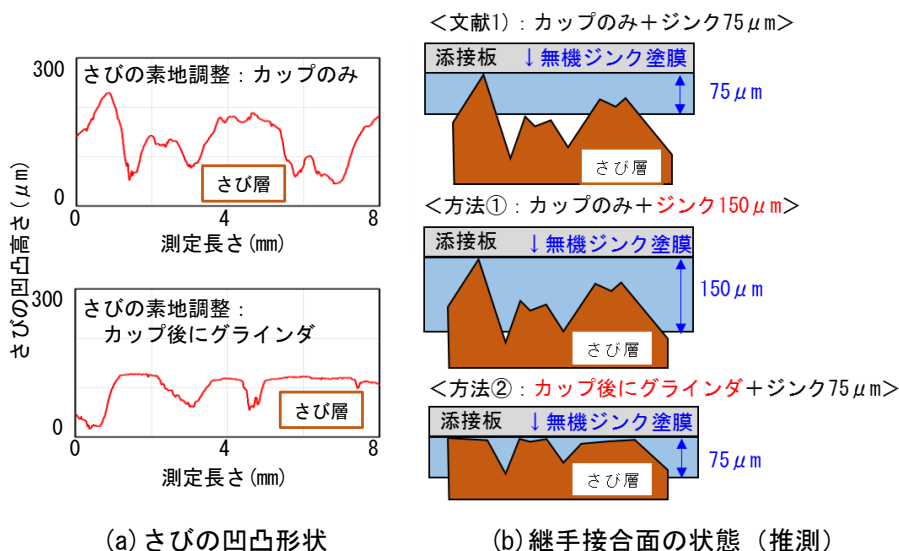


図 4 すべり試験後の添接板の状態



(a) さびの凹凸形状

(b) 継手接合面の状態 (推測)

図 5 さびの凹凸形状と継手接合面の状態