

異種接合面を有する高力ボルト摩擦接合継手における無機ジンク塗膜厚の影響

(株)巴コーポレーション 正会員 ○酒井 武志
京都大学大学院 正会員 北根 安雄
(株)巴コーポレーション 正会員 中嶋 浩之
iエンジニアリング(株) 正会員 三ツ木幸子

1. 目的

著者らはこれまで鋼橋の補修補強における品質確保と生産性向上を目的に、既設部材の接合面の鋼材粗面は動力工具処理、新設部材となる補強材の接合面は無機ジンクリッチペイント塗装（以下、無機ジンク）を施した異種接合面を有する高力ボルト摩擦接合継手について検討を行ってきた¹⁾。高力ボルト摩擦接合継手の接合面処理として無機ジンクを使用する場合には、合計塗膜厚とすべり係数の実験結果を基に、接合面の合計塗膜厚の条件が道路橋示方書（以下、道示）に規定されている。異種接合面の高力ボルト継手を摩擦接合継手として用いる場合も合計塗膜厚がすべり係数に影響することが考えられる。

そこで本研究では、母板は既設橋に多く用いられているエッチングプライマー（以下、エッチング）処理した原板をディスクグラインダー（以下、グラインダー）によって素地調整し、連結板は無機ジンクとし、その塗膜厚をパラメータとした異種接合面を有する高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力試験を実施した。

2. 試験方法

試験体形状を図1に、接合部の処理区分を図2に、使用材料の機械的性質等を表1に示す。試験体の一覧表を表2に示す。連結板接合面の無機ジンクの目標塗膜厚は、道示の規定の一つである合計乾燥塗膜厚の条件(100～200μm)の中央値 150μm を中心として、0μm（ブラストまま）～300μm とした。母板の動力工具処理は、原板に塗布されたエッチング（目標塗膜厚 15μm）をディスクサンダー#16（以下、サンダー）で除去後、グラインダー#24 を用いて素地調整を行った。素地調整の程度は、目視によりブラストのアンカーパターンにエッチングを残存させないレベル（以下、完全除去）とした。動力工具処理による研削条痕の方向はこれまでの研究¹⁾においてすべり係数が小さくなった荷重方向となるように処理した。

すべり耐力試験は、万能試験機(静的載荷能力 1000 kN)を使用し、高力ボルトの締付けから 1 ヶ月後に、試験体を立てた状態で上下方向

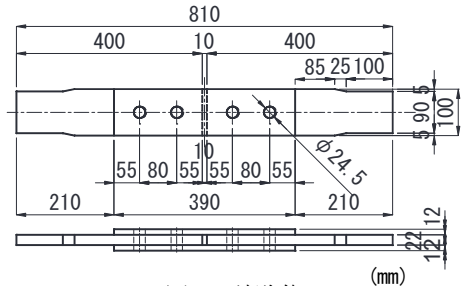


図1 試験体

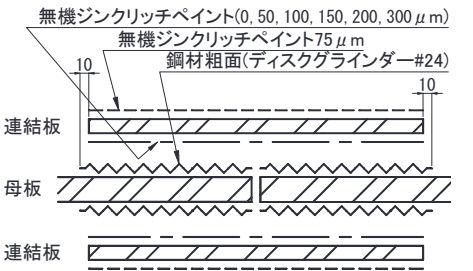


図2 接合部の処理区分

表1 試験体の条件

	母板	連結板	高力ボルト
材質	SM490Y	SM490Y	F10T
板厚(mm)／サイズ	22	12	M22
降伏点／耐力(N/mm ²)	413	473	1022
引張強度(N/mm ²)	522	559	1082
すべり強度／降伏強度比β	0.526	-	-
ボルト孔径(mm)	φ24.5	φ24.5	-

表2 試験体一覧表

試験体名	表面処理方法			試験 体数
	母板	連結板 [処理方法, 塗膜厚(μm)]		
G1m0	サンダー#16 後 グラインダー#24	ブラスト Sa2 1/2 ＋無機ジンク	0 (ブラストまま)	3
G1m50			50	3
G1m100			100	3
G1m150			150	3
G1m200			200	3
G1m300			300	3

キーワード すべり係数，無機ジンクリッチペイント，動力工具，ディスクグラインダー

連絡先 〒104-0052 東京都中央区月島 4-16-13 TEL 03-3533-0685

に単調引張載荷(載荷速度:約 1kN/sec)で行った. 各ケースの試験体 No.1 は上下のボルトでそれぞれすべりが確認されるまで, 試験体 No.2 は最初のすべりが確認されるまで, 試験体 No.3 は上下のボルトがすべり, 支圧状態となるまで載荷を行った.

3. 試験結果

試験結果を表 3 に, 各ケースのすべり係数の平均値を図 3 に示す. すべり係数は, 各々のすべり直前の最大荷重から目標導入軸力 (225.5kN) を用いて算出した.

すべり係数を図 3 で比べると塗膜厚によって 0 μ m の 0.37 から徐々に大きくなり, 150 μ m の 0.48 がピークとなり, 300 μ m で 0.45 と若干低下する結果となった.

G1m0 のケースは, すべり係数が最大で 0.46 となったが, 変動係数は 0.149 と大きく, すべり係数の平均値は 0.37 となった. G1m50 のケースは, すべり係数の平均値は 3 体の各試験体の塗膜厚が各々30 μ m, 50 μ m, 75 μ m 程度となっているため, 塗膜厚の影響によりすべり係数の標準偏差 σ が大きくなっていると考えられ, 塗膜厚 100 μ m 以上のケースでの σ は小さい結果となった.

試験体組立前に計測した連結板接合面の無機ジंकの膜厚とすべり係数の関係を試験体毎にプロットしたグラフを図 4 に示す.

無機ジंकが塗布されている試験体では, 塗膜厚が 30 μ m 程度ではすべり係数が 0.31 であったが 100 μ m 程度までは徐々にすべり係数が大きくなり 0.45~0.50 程度となり, それ以上塗膜厚が大きくなってもすべり係数は大きくならなかった. 図 3 において確認された連結板の塗膜厚とすべり係数の関係は試験体毎にプロットした図 4 においても確認され, この傾向は参考文献 ²⁾にある両面無機ジंकの合計塗膜厚に対する同様の結果となった.

母板を動力工具処理し, 連結板をブラスト処理とした G1m0 は鋼材粗面同士の接合と考えれば, 道示に示されているすべり係数 0.4 以上が期待されるケースであったが, 平均値で 0.4 以下となった. この理由として, エッチングの残存や, 母板と連結板で処理方法が異なることによる表面性状の違いなどが考えられる.

4. まとめ

母材を荷重方向に研削条痕がつくように, かつ, 目視でプライマーの残存が確認できない程度にグラインダーで処理した場合も, これまでの研究 ¹⁾において素地調整程度 2 種の母板との接合で得られた結果と同様に, 連結板の無機ジंक塗膜厚が 100 μ m 以下では, 膜厚が大きくなるとすべり係数が大きくなる傾向となった. また, 塗膜厚 100 μ m 以上ではすべり係数は 0.4 以上となった.

参考文献

1) 酒井武志, 北根安雄, 中嶋浩之, 三ツ木幸子: エッチングプライマー処理鋼板を動力工具により素地調整した接合面と無機ジंकリッチペイント面の異種接合面を有する高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力試験, 構造工学論文集, Vol.68A, 土木学会, pp.603-615, 2022.3
2) 篠原洋司, 西川和廣, 田中良樹: 無機ジंकリッチペイントを塗布した高力ボルト摩擦接合継手すべり耐力実験と塗装仕様案, 土木技術資料, Vol.29, No.1, pp.37-42, 1987.1

表 3 試験結果

試験ケース	試験体番号	塗膜厚 (μ m)	すべり回数	すべり荷重(kN)	すべり係数 μ	μ の平均値 (変動係数)
G1m0	G1m0-1-1	0.0	1	300.0	0.33	0.37 (0.149)
	G1m0-1-2	0.0	2	350.0	0.39	
	G1m0-2	0.0	1	295.0	0.33	
	G1m0-3-1	0.0	1	289.5	0.32	
	G1m0-3-2	0.0	2	419.0	0.46	
G1m50	G1m50-1-1	34.4	1	282.5	0.31	0.39 (0.157)
	G1m50-1-2	33.9	2	290.5	0.32	
	G1m50-2	52.9	1	359.0	0.40	
	G1m50-3-1	72.4	1	382.0	0.42	
	G1m50-3-2	76.4	2	426.0	0.47	
G1m100	G1m100-1-1	99.0	1	412.5	0.46	0.47 (0.045)
	G1m100-1-2	113.3	2	419.5	0.47	
	G1m100-2	111.5	1	444.5	0.49	
	G1m100-3-1	118.5	1	399.5	0.44	
	G1m100-3-2	128.4	2	449.0	0.50	
G1m150	G1m150-1-1	131.6	1	455.5	0.50	0.48 (0.035)
	G1m150-1-2	146.9	2	426.5	0.47	
	G1m150-2	147.9	1	422.5	0.47	
	G1m150-3-1	179.6	1	410.0	0.45	
	G1m150-3-2	165.1	2	430.0	0.48	
G1m200	G1m200-1-1	209.6	1	464.0	0.51	0.47 (0.065)
	G1m200-1-2	195.6	2	434.5	0.48	
	G1m200-2	229.9	1	422.0	0.47	
	G1m200-3-1	251.5	1	379.5	0.42	
	G1m200-3-2	273.4	2	416.5	0.46	
G1m300	G1m200-1-1	349.3	1	405.0	0.45	0.45 (0.012)
	G1m200-1-2	298.8	2	406.5	0.45	
	G1m200-2	371.9	1	415.5	0.46	
	G1m200-3-1	376.6	1	400.5	0.44	
	G1m200-3-2	416.5	2	405.5	0.45	

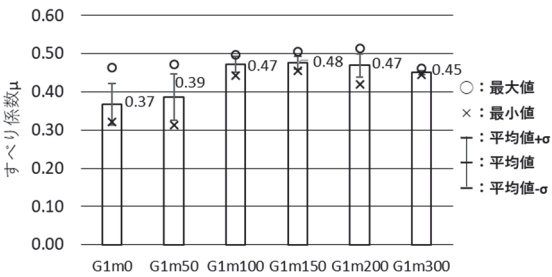


図 3 試験ケースとすべり係数 μ_1

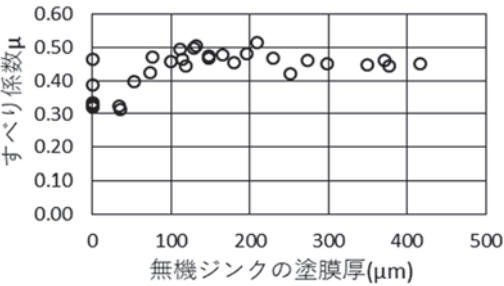


図 4 すべり係数と無機ジंकの試験前塗膜厚