

ざぐり部の表面処理方法に着目した皿型高力ボルト摩擦接合継手のすべり試験

大阪市立大学大学院 正会員 ○林 徹
 大阪市立大学大学院 学生会員 郎 宇
 JFE エンジニアリング (株) 正会員 熊野 拓志

西日本高速道路 (株) 非会員 澤村 良弘
 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司
 川田工業 (株) 正会員 吉田 賢二
 宮地エンジニアリング (株) 正会員 田中 伸尚

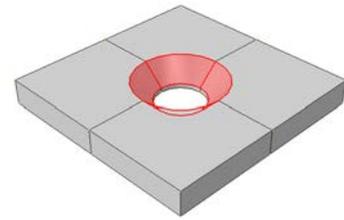
1. 研究背景および研究目的

皿型ボルト継手の連結板ざぐり部の表面処理は、連結板の工場製作を想定して無機ジンクリッチペイントを基本としている。一方、現場でざぐり加工が可能となれば、パイロットホールのある母材と接合する仮連結板も不要となり、現場施工時間の短縮に大きく貢献できる。これを実現するためには、ざぐり加工後の連結板に対して無機ジンクリッチペイントと同等のすべり耐力を確保できる、ざぐり部の表面処理が必要であり、可能であればブラスト作業が省略できる無塗装、現場施工が可能な有機ジンクリッチペイントといった表面処理が望ましい。そのため、これらの表面処理がすべり耐力に与える影響を定量的に明らかにする必要がある。

本研究では、皿型ボルト継手のざぐり部の表面処理の違いによるすべり耐力への影響を検討するために、図1に示すように、連結板のざぐり部に対して、無機ジンク、無塗装、有機ジンク、の3種類の表面処理を施した皿型高力ボルト摩擦接合継手試験体のすべり試験を実施した。

2. 試験体

本試験では、すべり側のボルトの種類、ざぐり部表面処理仕様、ざぐり部切削深さ、母板・連結板孔径をパラメータとした。試験体の形状および寸法を図2に、試験ケースとその構造詳細を表1にそれぞれ示す。ざぐり部の現場切削誤差は、最も大きい場合で0.5mm程度生じることがわかっており、ざぐり深さが9.75mm(許容範囲の上限値)、9.25mm(切削誤差の下限値)となるように設定した。なお、実際にざぐり加工後の試験体の切削深さを計測したところ、9.7mm、9.2mmであった。板厚は、鋼床版デッキプレートの継手を想定し、母板の板厚 t_m は16mm、連結板の板厚 t_{spl} は12mmとした。ボルトには、M22 (F10T) を用いた。すべての試験体の母板・連結板間の接合面はブラスト処理後、無機ジンクリッチペイント 75 μ m を目標に塗布した。ざぐり面の塗装は、ざぐり面塗膜厚の基準がないため、当該箇所に必要な防錆仕様を考慮し、無機・有機ジンクリッチペイントともに 30 μ m を目標に塗布した。締付け軸力はすべり側では設計軸力の1割増しである226kNとし、固定側では設計軸力の1.2

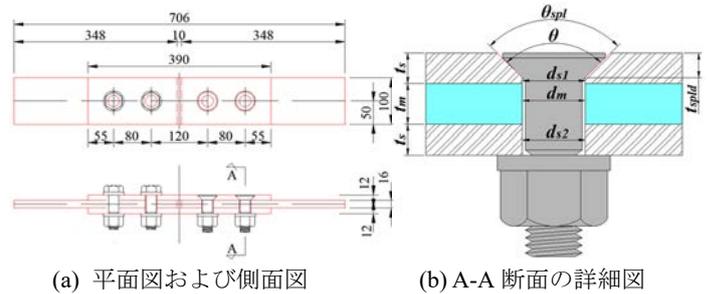


(a) 着目箇所



(b) 無機ジンク (b) 無塗装 (c) 有機ジンク

図1 連結板ざぐり部の表面処理仕様

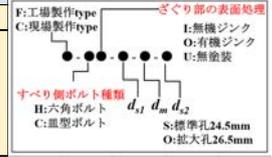


(a) 平面図および側面図 (b) A-A 断面の詳細図

図2 試験体の形状および寸法 (単位:mm)

表1 ケースおよび構造詳細

試験ケース	試験体番号 No.	すべり側ボルト種類	孔径		母板・連結板間表面処理	ざぐり部切削深さ t_{spl} (mm)	連結板板厚 t_s (mm)	母板板厚 t_m (mm)	摩擦面数 n	頭部開き角度 θ_{spl} (°)	ざぐり部開き角度 θ_{pl} (°)
			すべり側 d_{s1}	固定側 d_{s2}							
F-HI-12S-16S-12S	1	HTB M22 F10T	24.5	無機ジンク	無機ジンク	9.7	12	16	2	92	90
	2										
	3										
	4										
	5										
C-CU-12S-16S-12S	1		24.5	無塗装	無機ジンク	9.2	12	16	2	92	90
	2										
	3										
	4										
	5										
C-CO-12S-16S-12S	1		24.5	有機ジンク	無機ジンク	9.2	12	16	2	92	90
	2										
	3										
	4										
	5										
C-CI-12S-16S-12S	1	皿型 M22 F10T	24.5	無機ジンク	無機ジンク	9.2	12	16	2	92	90
	2										
	3										
	4										
	5										
F-CU-12O-16O-12O	1		26.5	無塗装	無機ジンク	9.7	12	16	2	92	90
	2										
	3										
	4										
	5										
F-CI-12O-16O-12O	1		26.5	無機ジンク	無機ジンク	9.7	12	16	2	92	90
	2										
	3										
	4										
	5										



キーワード：高力ボルト，すべり試験，すべり係数，皿型ボルト，ざぐり部，表面処理
 連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138 TEL&FAX 06-6605- 2765

倍とした。試験はリラクセーションによる軸力低下を考慮して、締付け完了から48時間以上とした。

3. 試験結果

すべり係数の分布を図3に示す。図より、ざぐり部の切削深さが9.7mmから0.5mm程度浅くなると、ざぐり部の表面処理によらず、C-CI-12S-16S-12S、C-CO-12S-16S-12S、C-CU-12S-16S-12Sのすべり係数は、それぞれ8%(0.541→0.585)、12%(0.531→0.595)、5%(0.555→0.582)上昇した。切削深さが小さくなるにつれて、ざぐり下端の円筒部の板厚が増加し、締付けによるざぐり部の塑性化が抑えられる。その結果、これによる皿型ボルト軸力の低下が抑えられ、すべり耐力が向上したと考えられる。また、全ての接合面に無機ジンクリッチペイントを塗布したC-CI-12S-16S-12S(ざぐり深さ:9.2mm)のすべり係数は、F-HI-12S-16S-12Sのそれと比較して約1%(0.585←0.582)の差異であり、高力ボルトのすべり係数と同等以上であった。

ざぐり部深さが9.2mmの場合、ざぐり部に有機ジンを塗布したC-CO-12S-16S-12S、無塗装のC-CU-12S-16S-12Sのすべり係数は、無機ジンを塗布したC-CI-12S-16S-12Sのそれと比較してそれぞれ約1.6%、0.5%の差異であり、同程度と判断できる。また、ざぐり部深さが9.7mmの場合についても、C-CO-12S-16S-12S、C-CU-12S-16S-12Sのすべり係数は、C-CI-12S-16S-12Sのそれと比較してそれぞれ約1.8%低下、2.5%上昇したものの、明瞭な違いが認められなかった。このように、ざぐり部の表面処理の違いによるすべり耐力への影響は小さいことがわかる。これは、ボルト頭部とざぐり部の角度が異なると、ボルト頭部とざぐり部にクリアランスが存在するため、ボルト頭部とざぐり部の接触面積が小さくなり、ざぐり部の表面処理がすべり耐力に及ぼす影響が小さくなったと考えられる。一方、皿型ボルトの本締付け時にはボルト頭部が変形し、線接触から面接触へ移行するが、試験後のざぐり塗装面の破壊性状を観察すると、表面処理方法によらず、ざぐり面の2/3程度は塗装の破壊は生じておらず健全状態にあるため、締付け後もクリアランスが存在することがわかる。なお、図5に示すように、表面処理を変えても、締付け時にボルト頭部とざぐり部の共回りは発生しない。

標準孔に対して+2mmの拡大孔を有する場合、F-CI-120-160-120のすべり係数は、C-CI-12S-16S-12Sのそれと比較して約2%上昇する結果となり(0.541→0.554)、拡大孔による影響はほぼない。F-CU-120-160-120のすべり係数は、C-CU-12S-16S-12Sのそれとほぼ同じ値(0.559→0.555)を示した。

4. まとめ

1) 皿型ボルト継手のすべり係数は、ざぐり部の切削深さが許容範囲の上限値9.7mm程度であれば、高力六角ボルト継手

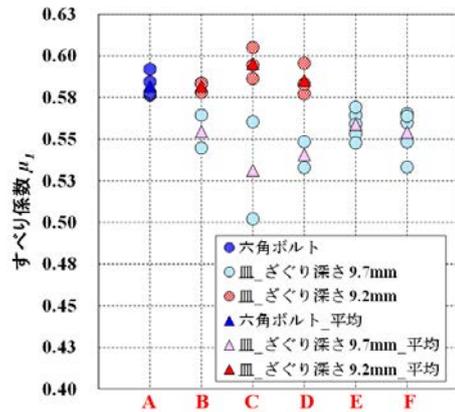
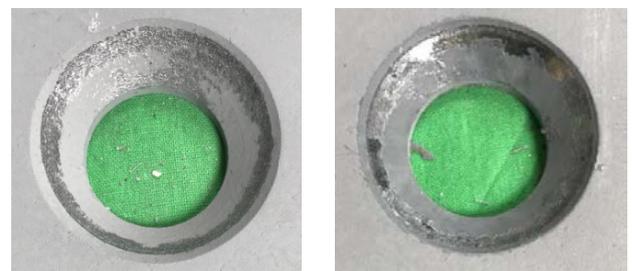


図3 すべり係数分布
A: F-HI-12S-16S-12S B: C-CU-12S-16S-12S C: C-CO-12S-16S-12S
D: C-CI-12S-16S-12S E: F-CU-120-160-120 F: F-CI-120-160-120

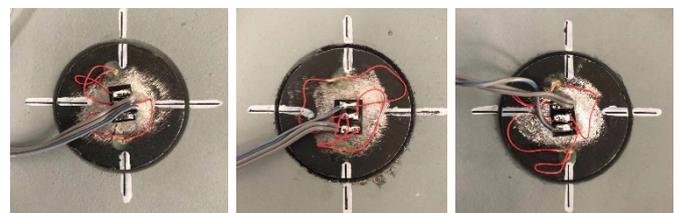
図3 すべり係数分布



(a) 無機ジンク

(a) 有機ジンク

図4 ざぐり部塗膜の破壊状況(試験後)



(b) 無機ジンク

(b) 無塗装

(c) 有機ジンク

図5 締付けの様子

のそれより7%程度低下した。切削深さが小さくなればすべり耐力が改善され、それが9.2mm程度になると高力ボルトのすべり係数と同等であった。

- 標準孔に対して+2mm程度の拡大孔がすべり耐力に与える影響は小さい。また、拡大孔を有する場合においてもざぐり部の表面処理の違いによるすべり耐力への影響も小さい。
- 連結板のざぐり部の表面処理が異なっても、締付け時にボルト頭部とざぐり部の共回りは認められなかった。
- 以上のことから、本試験で設定した範囲では、ざぐり部の表面処理がすべり耐力に及ぼす影響は小さいと判断される。

参考文献

- 1) 田畑晶子ら：皿型ボルトを用いた摩擦接合の継手特性に関する研究，構造工学論文集，Vol.59A, pp.808-819, 2013.