

接合面を湿潤状態とした高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力

東日本旅客鉄道（株）正会員 ○網谷 岳夫 正会員 平野 雄大
法政大学 正会員 内田 大介
法政大学大学院 学生会員 豊原 匡織

1. はじめに

高力ボルトの施工は、降雨時には締付け作業を中止する等、施工途中における水濡れ防止対策を行い、万一冠水したボルトは破棄して使用しないことが一般的である。一方、鉄道鋼構造物の架設工事は、季節や天候によらず終電から初電の夜間短時間で行うことがほとんどであり、線路を破線しての鉄道橋架設工事など作業着手後の中断が困難な工事が多い。そのような工事の高力ボルト施工で降雨が予想される場合には、予め作業を中止するか、高力ボルトを仮ボルトとして扱い、後日新しいボルトに置き換える²⁾ことにより対応している。しかしながら、作業中止に伴う工程遅延や後日のボルト交換による工事費の増大につながるため課題となっている。降雨時にも高力ボルトの施工を進めることができれば、工程短縮や工事費低減などの効果が期待できる。これを可能にするためには、接合面に残存した水分が継手の耐荷性や耐久性に与える影響等の把握が必要である。

本稿では、水に濡れても締付け可能であることを確かめた導入軸力を弾性域に抑えるナット回転法²⁾を採用し、接合面を湿潤状態として組立てた試験体を用いてすべり試験を実施したのでその結果を報告する。

2. 試験体と試験方法

試験体の形状寸法を図-1に示す。接合面には無機ジンクリッチペイント（以下、無機ジンク）を塗膜厚 $75\pm 15\mu\text{m}$ で塗布した。無機ジンクには塗料メーカー5社（A・B・C・D・E）のものを採用した。使用鋼材はSM570材、ボルト種別はF10TM22とした。試験体数は各3体である。試験体一覧を表-1に示す。試験パラメーターは塗料メーカー、水濡れの有無である。水濡れの方法は、鋼板およびボルトセットを図-2に示すように約1時間程度水道水に浸漬させた。その後、鋼板およびボルトの表面に水分が残らない程度までウェスで水分を拭き取り試験体を組立てた。試験体の組立てにおけるボルトの締付け方法には、導入軸力を弾性域に抑えるナット回転

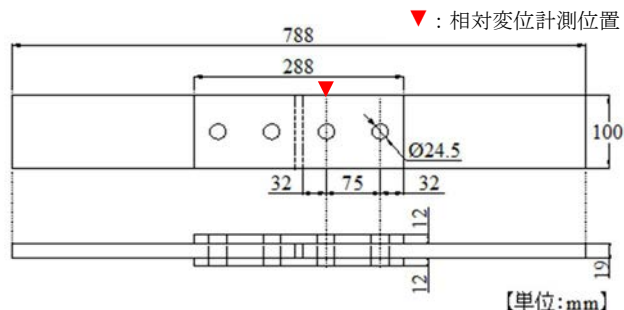


図-1 試験体の形状寸法

表-1 試験体と結果一覧

無機 ジソク	試験体 名称	試験体 No.	水濡れ	試験前 軸力N ₀ (kN)	すべり 荷重 P (kN)	すべり 係数μ	平均	すべり音 の有無	
A	A	-1	—	240.8	565.5	0.590	0.565	有	
		238.7		244.7				546.9	0.554
		-2		249.1	533.5	0.552			
		-3		243.7				239.9	
	AWD	-1	○	249.5	408.3	0.412	0.401	無	
		245.5		247.8				422.7	0.427
		-2		246.9	252.2	382.8			
		-3		273.8					
		B		B	-1	—		239.4	566.9
245.2	241.5		584.3		0.610		有		
-2	237.5						243.8	590.8	0.605
-3	244.8								
BWD	-1		○	260.6	518.9	—	0.535	有	
	ゲージ損傷			255.3				245.5	543.4
	-2			254.4	247.6	530.4		0.528	
	-3								
	C			C	-1	—		234.8	592.1
232.9		236.9	567.2		0.601		無		
-2		234.9					236.4	615.5	0.649
-3		237.9							
CWD		-1	○	250.4	643.7	0.656	0.667	無	
		240.3		232.3				653.2	0.694
		-2		238.3	249.1	646.2			
		-3		247.6					
		D		D	-1	—		242.0	571.5
241.4	239.5		616.1		0.642		有		
-2	240.7						242.5	633.0	0.651
-3	243.7								
DWD	-1		○	257.0	505.0	0.445	0.504	有	
	310.8			223.1				513.7	0.567
	-2			229.9	250.4	503.5			
	-3			253.1					
	E			E	-1	—		238.4	497.7
238.6		235.5	525.4		0.553		有		
-2		239.3					239.5	529.0	0.550
-3		241.0							
EWD		-1	○	231.0	460.9	0.498	0.473	有	
		232.2		258.3				464.2	0.436
		-2		274.5	241.8	483.9			
		-3		255.4					

キーワード 高力ボルト摩擦接合継手, すべり耐力, 湿潤状態

連絡先 〒150-0002 東京都渋谷区渋谷 3-13-11 TK ビル 5 階 東日本旅客鉄道株式会社 E-mail : amitani@jreast.co.jp

法²⁾を適用し、設計ボルト軸力に対して 15%増しの軸力を導入した。試験体組立てから 25 日間のリラクセーション試験を行った後、すべり試験を実施した。すべり試験は 2,000kN の万能試験機で行った。载荷速度は 2kN/s とした。試験中は、荷重、第一ボルトの母板と添接板の相対変位、すべり側のボルト軸力を計測した。すべり荷重は、荷重と相対変位の関係より、荷重が低下した直前の荷重または母板と添接板の相対変位が 0.1mm に達したときの荷重³⁾のいずれか小さい方とした。

3. 試験結果

試験結果のうち、試験前軸力、すべり荷重、すべり係数、すべり音の有無を表-1 に示す。ボルト締付けから 25 日経過した後の試験前軸力は、締付け軸力に対して最も低下したもので 87%程度であり、設計ボルト軸力を満足していた。

各試験体のすべり係数を整理した結果を図-3 に示す。すべり係数は、試験前軸力を用いて算出した。水濡れの無い試験体のすべり係数は 0.522~0.651 であった。平均値を用いて塗料メーカーごとに比較すると、すべり係数は C>D>B>A>E の順であり、塗料メーカーで差が出る結果となった。水濡れの無い試験体は、C 社を除きすべり発生時にすべり音が発生した。一方、水濡れ有りの試験体のすべり係数は 0.364~0.694 であった。平均値を用いて塗料メーカーごとに比較すると、すべり係数は、C>B>D>E>A の順であった。水濡れ無しの結果と比較すると、C 社の試験体を除いて水濡れの履歴によってすべり係数が低下する結果となった。すべり音については、A 社と C 社（1 体除く）の試験体ですべり音が発生しなかった。すべり音のない試験体については、相対変位が徐々に大きくなっていく傾向にあった。

すべり試験後のすべり面の状態の一例を図-4 に示す。すべり音があった水濡れの無い試験体 A のすべり面は、損傷範囲が広範囲であり塗料も削り取られているが、すべり音が無かった水濡れ履歴のある試験体 AWD については、損傷範囲は狭く塗料も残存している状態であった。この傾向は、水濡れ履歴がある試験体ではいづれも同様であった。なお、試験体を解体した際、ボルト孔内にはボルト締付け時に染み出したと考えられる水分がわずかに残存していたが、接合面は乾燥している状態であった。すべり係数の低下の要因としては、水濡れによって、無機ジンクのせん断強度に差が出た可能性が推察される。

4. おわりに

接合面を湿潤状態とした高力ボルト摩擦接合継手の試験体を用いてすべり試験を実施した。試験の結果、水濡れ後に拭き取りして組立ててから 25 日間経過した試験体のすべり係数は、一部の塗料メーカーを除き、水濡れの無い試験体のすべり係数よりも低下した。また、塗料メーカーによってすべり係数に差が生じた。

参考文献

- 1). 山口ら：接触面に水分が付着した添接部のすべり耐力試験，鋼構造年次論文報告集，第 24 巻，pp.1-4，2016。
- 2). 網谷ら：F10T M30 高力ボルトに適用するナット回転法および降雨時締付けに関する基礎的検討，構造工学論文集 Vol. 69A，2023。
- 3). 南ら：高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力試験におけるすべり発生時の変位量について，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.75，No.2，pp.249-256，2019。



図-2 鋼板とボルトの浸漬状況

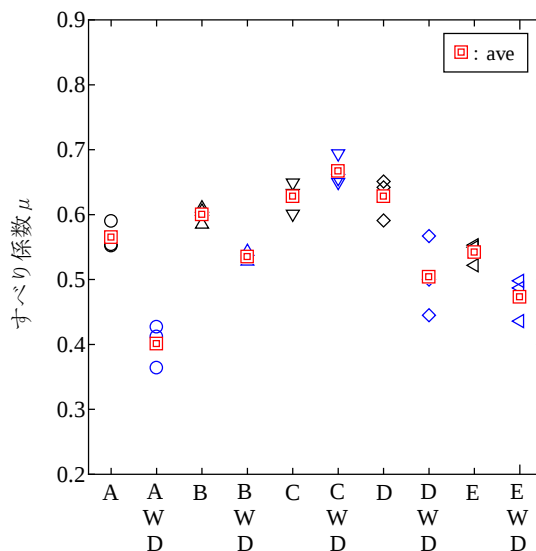
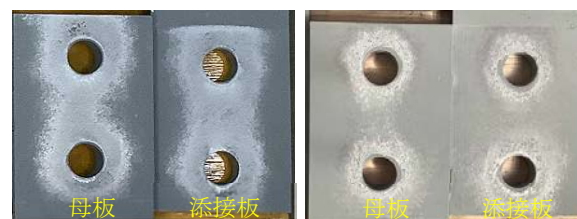


図-3 各試験体のすべり係数



(a) 試験体 A-2 (b) 試験体 AWD-2

図-4 すべり面の状態