

摩擦接合面処理の違いによるすべり耐力確認試験について

日本橋梁（株）正会員　○川村　弘昌

日本橋梁（株）正会員　竹内　正一

西日本高速道路（株）非会員　鮫島　力

1. はじめに

道路橋示方書Ⅱ鋼橋編（以下、道示Ⅱ）における高力ボルト摩擦接合は、摩擦接合面の違いによりすべり係数 μ が規定されている。道示Ⅱにおける摩擦接合面の組み合わせは、①接触面を塗装しない場合（ブラスト処理面）と②接触面に無機ジンクリッチペイントを塗装する場合の2パターンが規定されており、それ以外の組み合わせによる摩擦接合については防錆仕様がすべり耐力に与える影響を実験で明らかにした上で、すべり係数を適切に設定するとともに、施工管理方法などについて慎重に検討を行う必要があると記述されている。

本検討では、摩擦接合面処理の違いが高力ボルトの締付軸力、リラクセーションおよびすべり耐力にどのような影響を及ぼすのか確認したものである。

2. すべり耐力試験の試験体

すべり耐力試験に用いる標準試験片は、「アルミニウム・マグネシウム合金溶射設計施工要領<新設橋・溶射ボルト編> 平成24年9月版 西日本高速道路株式会社」4-5-2に準拠して表-1 および図-1の形状・寸法とした。

表-1 標準試験片の寸法および仕様

ボルトの等級	呼び径	孔径d (mm)	鋼種	降伏点 Σy (N/mm ²)	母材厚t1 (mm)	連結板厚t2 (mm)	板幅W (mm)	純断面積(w-d)t1 mm	設計ボルト軸力(kN)	すべり耐力比 $\mu=0.4$	縁端距離e (mm)	ピッチp (mm)
F10T	M22	24.5	SM490Y	355	19	12	100	1435	205	0.644	55	80

試験体の形状・寸法は、継手のすべりに対して母材の降伏が先に生じるとポアソン効果によって母材の板厚がやせてボルト軸力が減少する。これを避けるために、すべり係数を0.4としたときに、すべり／降伏耐力比が0.65程度となるように定めたものである。また、ボルト長が短い方が、軸力により接触面が局部的につぶされることによって生じるリラクセーションによる軸力低下が大きいと考えられるため、今回の試験ではSM490Yの試験体を使用した。

試験体の種類および摩擦接合面の表面処理は、表-2に示すA～Fの6種類とした。また、締付する高力ボルトは、①全溶射高力ボルトおよび②黒皮高力六角ボルトの2種類とした。

試験体A、Bのブラスト処理は、ISO Sa2-1/2とし、表面粗さは80 μ m Rz-JIS程度以下とした。無機ジンクリッチペイントは道示Ⅱ18.5.3接合面処理に基づき、標準膜厚75 μ mを塗布した。試験体C～FにはAl-Mg金属溶射を施工し、溶射施工前のブラスト処理はISO Sa3とし表面粗さはRa8 μ m以上、Rz50 μ m以上とした。接触面は1次封孔処理のみ、非接触面は2次封孔処理まで施工した。

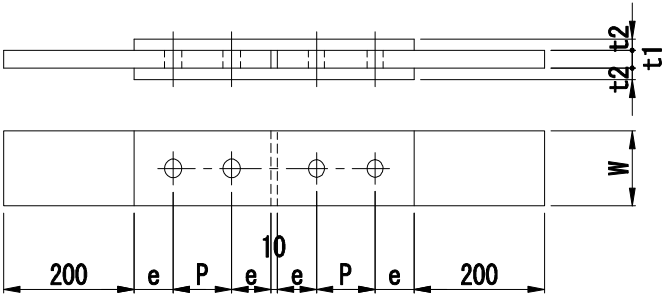


図-1 標準試験片の形状（単位：mm）

表-2 試験体の種類

	母材側	添接板側
A	ブラストのみ	無機ジンクリッチペイント
B	ブラストのみ	溶射(ガスフレイム溶射)
C	溶射(ガスフレイム溶射)	溶射(ガスフレイム溶射)
D	溶射(ガスフレイム溶射)	溶射(アーク溶射)
E	溶射(プラズマアーク溶射)	溶射(ガスフレイム溶射)
F	溶射(プラズマアーク溶射)	溶射(プラズマアーク溶射)

キーワード 高力ボルト、摩擦接合、すべり耐力、ブラスト処理、無機ジンクリッチペイント、金属溶射
連絡先 〒675-0164 兵庫県加古郡播磨町東新島3番地 日本橋梁株式会社 TEL:078-941-3750, FAX:078-949-2119

3. 試験結果と分析

試験結果について、ボルトの種類別で表-3 および表-4 に示す。

(1) 高力ボルトの初期導入軸力

試験におけるボルト軸力は、ボルトのひずみ計測に校正係数を乗じて求めた。校正係数は、高力ボルトの締め付け前に実施する校正試験の結果を用いた。

初期導入軸力は、設計軸力 (205kN)・標準軸力 (225kN) と比較して 20%程度大きい軸力が導入されていた。

(2) リラクセーション試験結果

72 時間経過後のリラクセーションによる軸力の低下は、無機ジンクリッチペイントを塗布した試験体 A が大きい、金属溶射を施工した試験体 B~F は低下の割合が小さく金属溶射の施工方法による差異はなかった。

(3) すべり耐力試験結果

全てのケースですべり係数 0.4 以上を満足しており、設計すべり荷重 328kN に対し十分大きなすべり耐力を有していた。

試験体 A および B が比較的高いすべり耐力を有している結果となった。この試験体は、片面がブラスト面のタイプであり、試験体 C~F は溶射面同士の接合で D>F>E>C の順ですべり耐力が大きく、図-2 に示す溶射後の十点平均粗さ (RzJIS) の傾向と一致していた。

試験体 C-5 が他の試験体と比較してすべり耐力が小さい結果となっているが、この試験体は組立時に添接板の裏表が逆になっていた。この結果より、封孔処理剤の塗布量が多いとすべり係数が低下することが確認できた。

4. まとめ

本検討におけるすべり耐力試験の結果、すべての組み合わせで継手のすべり耐力が要求性能(すべり係数 0.4)を満足する結果であった。

片面ブラストの場合 (A, B) と両面溶射の場合 (C~F) を比較して前者のほうが高いすべり耐力を有していることについて、封孔処理剤の塗布がすべり耐力に影響を与えることが知見として明らかになった。

表-3 すべり試験結果 (全溶射高力ボルト)

タイプ	締付軸力平均値		減少率 平均 (%)	すべり荷重 P (kN)	すべり係数			
	初期値 N1 (kN)	試験前 N2 (kN)			$\mu 1$	平均	$\mu 2$	平均
A-1	285	265	7.0%	511	0.448	0.476	0.482	0.511
A-2	266	247	7.1%	534	0.502		0.540	
A-3	286	268	6.3%	546	0.477		0.509	
B-1	267	258	3.4%	653	0.611	0.607	0.633	0.629
B-2	269	260	3.3%	657	0.611		0.632	
B-3	284	273	3.9%	680	0.599		0.623	
C-1	266	257	3.4%	530	0.498	0.491	0.516	0.506
C-2	266	257	3.4%	494	0.464		0.481	
C-3	268	262	2.2%	546	0.509		0.521	
D-1	270	259	4.1%	560	0.519	0.520	0.541	0.539
D-2	273	263	3.7%	567	0.519		0.539	
D-3	279	271	2.9%	582	0.522		0.537	
E-1	262	251	4.2%	512	0.489	0.490	0.510	0.511
E-2	259	247	4.6%	531	0.513		0.537	
E-3	269	260	3.3%	506	0.470		0.487	
F-1	264	253	4.2%	530	0.502	0.499	0.524	0.519
F-2	260	250	3.8%	512	0.492		0.512	
F-3	264	255	3.4%	532	0.504		0.522	

表-4 すべり試験結果 (高力六角ボルト)

タイプ	締付軸力平均値		減少率 平均 (%)	すべり荷重 P (kN)	すべり係数			
	初期値 N1 (kN)	試験前 N2 (kN)			$\mu 1$	平均	$\mu 2$	平均
A-4	296	282	4.7%	628	0.530	0.544	0.557	0.575
A-5	282	264	6.4%	619	0.549		0.586	
A-6	287	272	5.2%	633	0.551		0.582	
B-4	294	287	2.4%	651	0.554	0.544	0.567	0.564
B-5	282	271	3.9%	625	0.554		0.577	
B-6	295	282	4.4%	618	0.524		0.548	
C-4	293	285	2.7%	517	0.441	0.425	0.454	0.438
C-5	281	271	3.6%	438	0.390		0.404	
C-6	282	273	3.2%	500	0.443		0.458	
D-4	285	276	3.2%	620	0.544	0.517	0.562	0.530
D-5	296	290	2.0%	588	0.497		0.507	
D-6	293	287	2.0%	600	0.512		0.523	
E-4	286	276	3.5%	578	0.505	0.494	0.524	0.510
E-5	286	279	2.4%	558	0.488		0.500	
E-6	287	278	3.1%	563	0.490		0.506	
F-4	290	280	3.4%	571	0.492	0.496	0.510	0.515
F-5	289	281	2.8%	580	0.502		0.516	
F-6	286	272	4.9%	566	0.495		0.520	

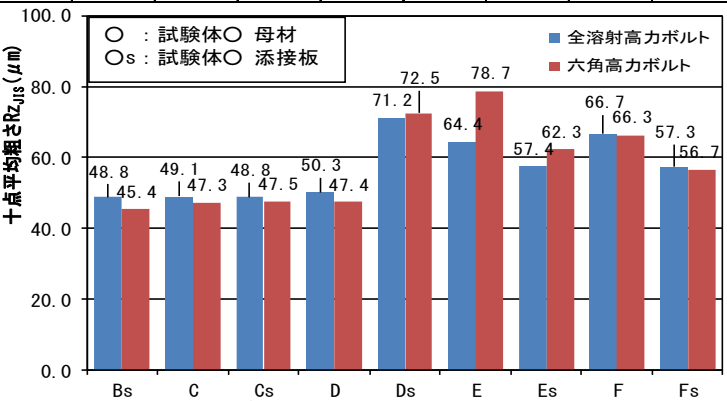


図-2 溶射後の十点平均粗さ (RzJIS)