

接合面数の違いが皿型高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力に及ぼす影響

大阪公立大学大学院
大阪公立大学大学院
宮地エンジニアリング

正会員
正会員
正会員

○林 厳
山口 隆司
田中 伸尚

大阪公立大学大学院
JFE エンジニアリング
宮地エンジニアリング
NEXCO 西日本コンサルタンツ

学生員
正会員
正会員
正会員

小西 美里
熊野 拓志
郎 宇
加藤 大樹

1. はじめに

鋼床版を接合する際、デッキプレート上面へのボルト頭部の突出を防ぐために、皿型高力ボルト 2 面摩擦接合継手が提案された¹⁾。しかしながら、この場合でも連結板においてアスファルト舗装厚さが連結板厚さ分だけ薄くなることとなる。そのため、筆者らは、上連結板を省略した皿型高力ボルト 1 面摩擦接合継手の検討を行い²⁾、耐久性に優れる接合部の開発を目指している。

本研究では、接合面数の違いが皿型高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力に及ぼす影響を検討するため、皿型高力ボルト（以下、皿型ボルト）を用いた 1 面／2 面摩擦接合継手（以下、1 面／2 面継手）に対してすべり試験を実施した。

2. すべり試験概要

図-1 は 1 面／2 面継手試験体の寸法、図-2 はボルト孔径の違いによる皿型加工深さ、表-1 は試験体の名称および寸法をそれぞれ示す。

基本ケースの板厚は、実際に供用されている鋼床版のデッキプレートを想定し、母板の板厚 t_m は 16mm とし、連結板の板厚 t_{spl} は、1 面継手では 22mm、2 面継手では 12mm とした。試験体の鋼種は SM490 材、ボルトは、高力六角ボルト（以下、六角ボルト）と皿型ボルトは 10T 材を用いて、M22 のボルトを使用した。また、皿型ボルトの頭部開き角度 θ_{spl} は 92° 、皿型加工面の開き角度 θ は 90° とし、皿型加工深さは標準孔時に 9.7mm となるように皿型加工を行った。

接合面処理は、ブラスト処理後に無機ジンクリッチペイントを塗布した。ボルト軸力は、ボルト軸部に貼付けたひずみゲージを用いて、事前に実施したキャリブレーション試験より算出した校正係数を、ボルト締付時のひずみ値に乗ずることで算定した。締付ボルト軸力は、設計ボルト軸力 205kN の 1.1 倍である標準ボルト軸力 225kN とした。載荷試験は、載荷中のリラクセーションによる影響を避けるため、締付完了から 48 時間後以降とした。固定側の六角ボルトは、試験前に増締めを行った。

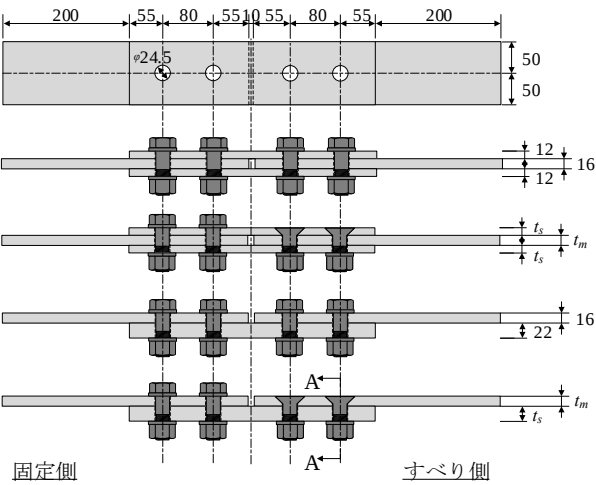


図-1 すべり試験体の概要 (単位：mm)

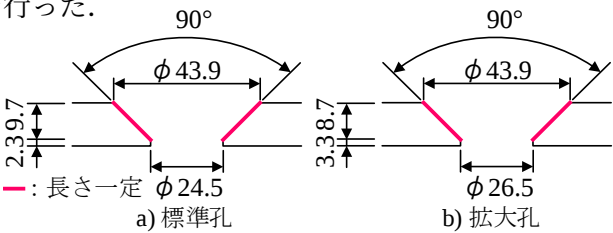


図-2 ボルト孔径の違いによる皿型加工深さ (単位：mm)

表-1 試験体寸法

試験ケース	試験 体数	すべり 側ボルト	すべり側孔径			皿型加工深さ	連結板 板厚	母材 板厚
			頭部 連結板 d_{sj} (mm)	母材 d_m (mm)	ナット 連結板 d_{sj} (mm)	t_{spld} (mm)	t_s (mm)	t_m (mm)
HI-16S-22S	5	HTB	—	—	24.5	—	22	16
CI-16S-22O	5	皿型	—	24.5	26.5	9.7		
CI-16O-22O	5		—	—	26.5	9.7		
HI-12S-16S-12S	5	HTB	24.5			—	12	
CI-12S-16O-12O	3	皿型	24.5	26.5	26.5	9.2		
	2					9.7		
CI-12S-16S-12S	3			24.5	24.5	9.2		
	2					9.7		

Key Words: 皿型高力ボルト, 1 面摩擦接合継手, 鋼床版デッキプレート, フルフラット化, すべり耐力
〒 558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪公立大学大学院 工学研究科 都市系専攻 TELFAX 06-6605-2765

表-2 すべり試験結果

試験体名	No.	すべり荷重 P_{slip} (kN)	試験前軸力による すべり係数 μ_1	試験体名	No.	すべり荷重 P_{slip} (kN)	試験前軸力による すべり係数 μ_1
HI-16S-22S	1	211.4	0.505	HI-12S-16S-12S	1	472.2	0.576
	2	222.9	0.529		2	471.2	0.577
	3	226.9	0.540		3	466.8	0.584
	4	216.0	0.515		4	488.6	0.592
	5	221.0	0.537		5	478.0	0.578
CI-16S-22O	1	213.2	0.536	CI-12S-16O-12O	1	467.1	0.573
	2	209.9	0.527		2	467.2	0.573
	3	215.6	0.534		3	470.8	0.579
	4	228.1	0.550		4	432.0	0.551
	5	219.9	0.545		5	436.6	0.557
CI-16O-22O	1	237.2	0.573	CI-12S-16S-12S	1	482.3	0.596
	2	224.3	0.563		2	472.2	0.577
	3	233.5	0.578		3	476.1	0.583
	4	231.5	0.569		4	431.1	0.533
	5	229.6	0.562		5	434.8	0.548

3. 試験結果と考察

試験結果を表-2に、すべり係数を図-3に、1面／2面継手の六角ボルトと皿型ボルトの荷重伝達のイメージ図を図-4にそれぞれ示す。

すべり係数は、すべてのケースで道路橋示方書³⁾に示される設計すべり係数の0.45(以下、設計すべり係数)を上回っており、十分なすべり係数であることが認められる。2面継手では、皿型加工深さを9.2mmとすればボルト種類にかかわらず同程度となるが、1面継手では、六角ボルトより皿型ボルトの方が、約2.5%～約7.7%高くなった。これは、図-4に示すように、六角ボルトでは荷重に対して軸力による生じる摩擦力のみで抵抗するが、皿型ボルトでは母材内にボルト頭部を有するため、皿型頭部も支圧抵抗して、すべり耐力が向上し、すべり係数も大きくなったと考える。また、1面継手では、荷重を受ける母材に直接皿型加工するため、その影響が大きくなったと考えられる。母材を拡大孔にした場合は、2面継手ではその影響が小さいが、1面継手では約6%高くなることがわかる。これは、皿型加工の際に、図-2の斜辺部の長さが一定になるように加工されるために、拡大孔の方が残存する板厚が厚くなるため、荷重を直接受けている1面継手の方が大きくなったと考えられる。

1面継手のすべり耐力は、2面継手に対して、六角ボルトでは1/2以下となっているが、皿型ボルト（皿型加工深さ9.7mm）の場合、標準孔では50%程度、拡大孔では54%程度になっており、拡大孔の方がややすべり耐力が大きくなることが認められる。

4. 結論

本研究では、接合面数の違いが皿型ボルト摩擦接合継手のすべり耐力に及ぼす影響を検討するためすべり試験を行った。その結果、2面継手の場合には、ボルトおよびボルト孔径の影響は小さいが、1面継手の場合には、直接荷重を受ける母材にボルト頭部が位置するため支圧抵抗して、すべり耐力が向上する可能性があることがわかった。今後は、数値解析を用いてより詳細にメカニズムの検討を行う予定である。

参考文献

1) 田畑ら：皿型高力ボルトを用いた摩擦接合の継手特性に関する研究，土木学会構造工学論文集 A，No.59A，pp.808-819，2013。
2) 小西ら：母材を皿型加工した皿型高力ボルト 1 面摩擦接合継手の板厚構成がすべり耐力に及ぼす影響，令和 4 年土木学会第 77 回年次学術講演会梗概集，2022。
3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋・鋼部材編，2017。

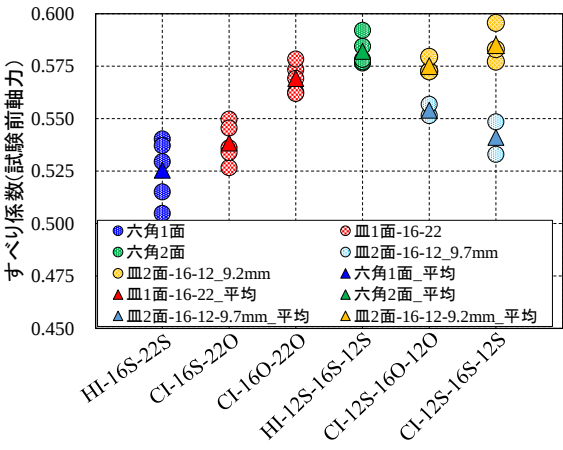


図-3 すべり係数

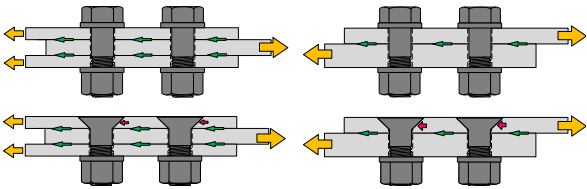


図-4 荷重伝達のイメージ図