

### 高力ボルト摩擦接合継手に用いる皿型高力ボルトの皿頭開き角度がすべり強度に与える影響

阪神高速道路(株) 正会員 藤林 美早 大阪市立大学 正会員 山口 隆司  
大阪市立大学 学生会員 郎 宇, 儀賀 大己 日鉄住金ボルトン(株) 正会員 吉見 正頼

#### 1. はじめに

皿型高力ボルトの摩擦接合継手への適用に関しては過年度に検討され,その有用性が報告されている.文献1)では摩擦接合継手に用いる皿型高力ボルトの皿頭開き角度は 90 度が提案されており,これを下回る場合ボルト軸力やすべり耐力の低下が懸念される.一方,これよりも少し大きい開き角度を有する場合,すべり耐力が改善されることが予想される.また,工場製作時には皿頭開き角度にバラツキが生じるため,設計上期待したボルトの性能を発揮するためには,ボルト製作時の皿頭開き角度に関する製作管理値を規定する必要がある.本稿では,皿頭開き角度に対する製作管理値を規定するために実施したすべり試験の結果を報告する.

#### 2. 試験概要

皿頭の開き角度が 90°, 92°, 95° のボルトを用いたすべり試験を実施した.供試体数は各 3 体ずつ,ボルト呼び径は M22 (F10T), 母板及び連結板のボルト孔径は 24.5mm とした.材質は母板連結板共に SM490, 板厚は母板 16mm, 連結板 12mm (すべり / 降伏耐力比 = 1.04) とした.皿型高力ボルトの形状を図-1 に,供試体の形状を図-2 に示す.供試体にはすべり側と固定側を設け,ボルトの締め付けはトルクレンチにて行った.締め付け軸力は固定側で 266.5kN (設計ボルト軸力の 3 割増し),すべり側で 226kN (設計ボルト軸力の 1 割増し)とした.軸力の管理はすべり側ではひずみゲージの値,固定側はトルク値にて行った.母板と連結板の接触面及び,連結板を皿型状に切削したざぐり面には,無機ジンクリッチペイントを目標膜厚 75µm で塗装した.載荷は,載荷能力 1,000kN の万能試験機を用いて行った.写真-1 にすべり試験の実施状況を示す.計測項目はボルト軸力,相対変位,引張荷重とし,すべりの定義は,最大荷重または,図-3 での 2 における相対変位が 0.2mm に到達した時の荷重のいずれか小さい方とした.

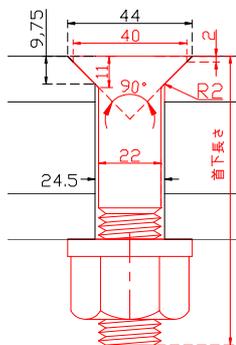


図-1 皿型高力ボルトの形状 (単位: mm)

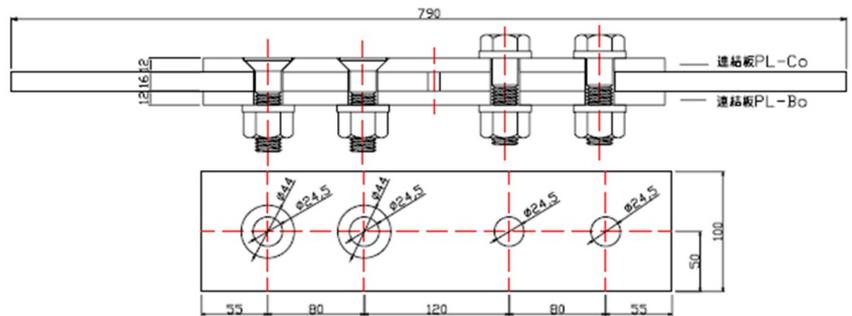


図-2 供試体の形状 (単位:mm)



写真-1 すべり試験の実施状況

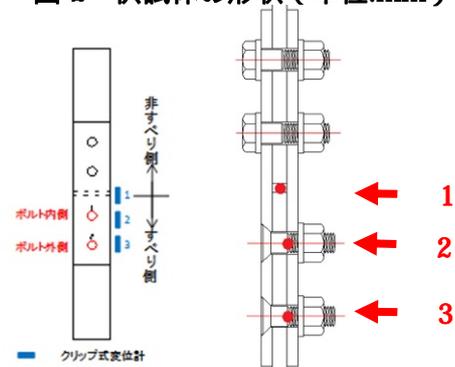


図-3 相対変位測定位置

キーワード 皿型高力ボルト, 摩擦接合, 皿頭開き角度, ボルト軸力, すべり係数

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路(株)技術部技術開発課 TEL 06-4963-5606

3. 試験結果

すべり試験により得られた荷重-相対変位の関係を図-4, 5 に示す. 相対変位は 2 より 3 の方が大きい. これは, すべり/降伏耐力比 が 1.04 と降伏先行型であるため, 引張荷重の影響を強く受ける外側ボルト位置 3 での降伏が先行した結果と考えられる. また, 最大荷重時の相対変位を比較すると, 皿頭開き角度が 90° の場合には 0.1mm~0.3mm であるのに対し 95° の場合には 0.05~0.2mm と小さく, 最大荷重の平均は 95° の方が約 20kN 大きかった.

次に, 皿頭開き角度毎の軸力計測結果及び, すべり係数の算出結果を表-1 に示す. 試験前軸力に対するすべり時軸力の比より求めた軸力低下率は 90° では 10.9%, 92° では 10.0%, 95° では 9.8% と皿頭開き角度が大きくなるにつれ小さくなった. すべり係数は試験前軸力より算出した結果, 90° では 0.57, 92° では 0.58, 95° では 0.59 であった. ここでのすべり係数は, 式(3.1)~式(3.3)による.

$$\mu_1 = \frac{P}{m * n * N_1} \quad \text{式(3.1)}$$

$$\mu_0 = \frac{P}{m * n * N_0} \quad \text{式(3.2)}$$

$$\mu_2 = \frac{P}{m * n * N_2} \quad \text{式(3.3)}$$

$\mu_1$ : すべり係数 (試験前)

$\mu_0$ : すべり係数 (設計時)

$\mu_2$ : すべり係数 (すべり時)

$N_1$ : 試験前軸力 (kN)

$N_0$ : 設計軸力(205kN)

$N_2$ : すべり時軸力 (kN)

$P$ : すべり荷重

$m$ : 接合面の数

$n$ : ボルト本数

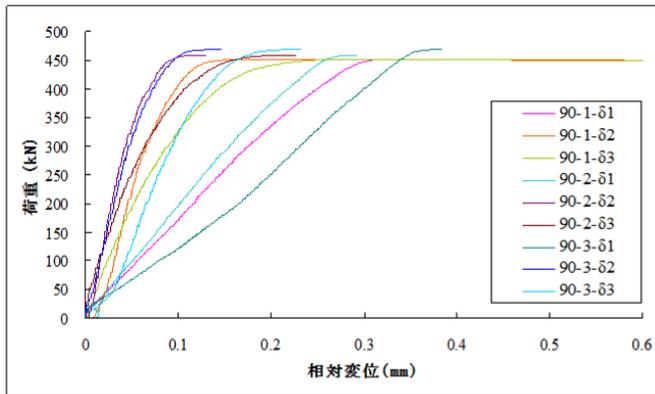


図-4 荷重-相対変位の関係 (90°)

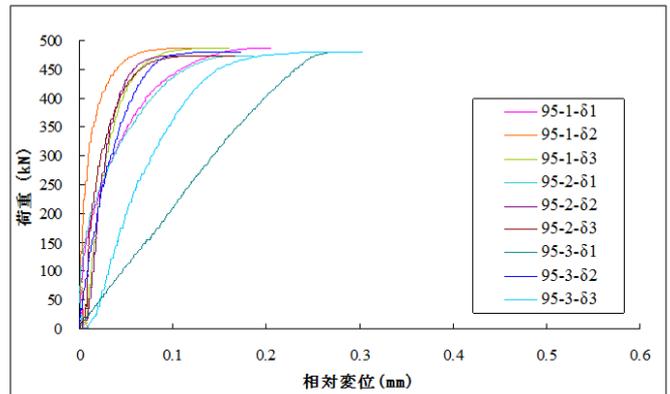


図-5 荷重-相対変位の関係 (95°)

表-1 軸力計測結果及びすべり係数の算出結果

試験体	すべり荷重	試験前軸力	すべり時軸力	すべり係数	すべり係数	すべり係数	軸力低下率	
	P	N1	N2	$\mu_1$	$\mu_0$	$\mu_2$	低下率	平均
	kN	kN	kN	平均	平均	平均		
CD-16M12M-90	450.5	201.4	178.8	0.56	0.55	0.63	11.2	10.9
	460.0	201.1	178.3	0.57	0.56	0.64	11.3	
	468.0	200.8	180.2	0.58	0.57	0.65	10.3	
CD-16M12M-92	466.0	204.2	183.5	0.57	0.57	0.63	10.1	10.0
	487.5	204.6	183.8	0.60	0.59	0.66	10.2	
	456.0	199.7	180.5	0.57	0.56	0.63	9.6	
CD-16M12M-95	486.0	202.3	182.9	0.60	0.59	0.66	9.6	9.8
	474.0	202.4	181.7	0.59	0.58	0.65	10.2	
	479.1	201.9	182.3	0.59	0.58	0.66	9.7	

4. まとめ

皿頭開き角度をパラメータとしてすべり試験を実施した. その結果, 90°よりも92°, 95°と皿頭の開き角度が大きいくほどすべり時のボルトの軸力低下率は小さく, すべり係数も大きくなる傾向にあった. 以上より, 皿頭開き角度を92°, 95°と大きくすることで, ボルト軸力低下の原因であるボルト締め付け時のざぐり孔周辺での塑性変形が緩和されていることが推察される. 今後は本結果を基に具体的な製作管理値を設定する予定である.

参考文献

1) 田畑晶子, 金治英貞, 黒野佳秀, 山口隆司: 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, 構造工学論文集, vol159A, pp808-819, 2013