

拡大孔を有する皿型高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力に関する研究

大阪市立大学大学院 学生員 〇黒野 佳秀
 阪神高速道路(株) 正会員 田畑 晶子
 阪神高速道路(株) 正会員 金治 英貞

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司
 大阪市立大学大学院 正会員 松村 政秀

1. 研究背景および目的

鋼部材同士の接合には一般的に高力ボルトによる摩擦接合が用いられているが、ボルトヘッドの突出は腐食に対して弱点部になりやすく、また鋼床版の接合部では舗装かぶり厚の減少に伴う舗装の劣化問題が懸念される。そこで、過去の研究では図-1のような皿型高力ボルトを用いた摩擦接合継手に関する実験とFEM解析を実施し¹⁾、接触圧分布やすべり耐力について検討してきた。一方、皿型高力ボルトを使用した場合、ボルトヘッドが連結板のざぐり孔に固定され、ボルト位置が決まるため、一般の高力ボルトより標準ボルト孔径では架設時誤差などの吸収がより困難になる可能性がある。そのため、拡大孔の採用が望ましい。本研究では、皿型高力ボルト摩擦接合継手に拡大孔を適用した場合のすべり挙動のすべり挙動を引張試験によって明らかにしている。

2. 試験体

本試験で使用したざぐり加工部を図-2に、皿型高力ボルト及び連結板のざぐり加工部の形状を図-3に、供試体の寸法および側面図を図-4に示す。皿頭部の形状は、既往の研究結果から皿頭部の角度を90°とした。供試体の内訳を表-1に示す。使用ボルトは呼び径M22、F10Tを使用した。試験パラメータはすべり/降伏耐力比 β およびボルト孔径(標準孔24.5mm, 拡大孔26.5mm, 28.5mm)として、すべり耐力の影響を確認する。母板と連結板の接触面には目標膜厚を75 μ mとし、無機ジンクリッチペイントで塗装した。また、皿形状に切削したざぐり面にも同種の塗装を施した。



図-1 皿型高力ボルト

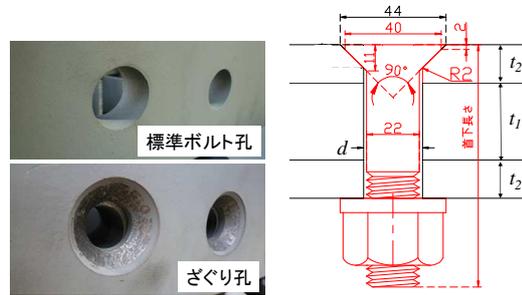


図-2 ざぐり加工部 図-3 ボルトおよび加工部の寸法

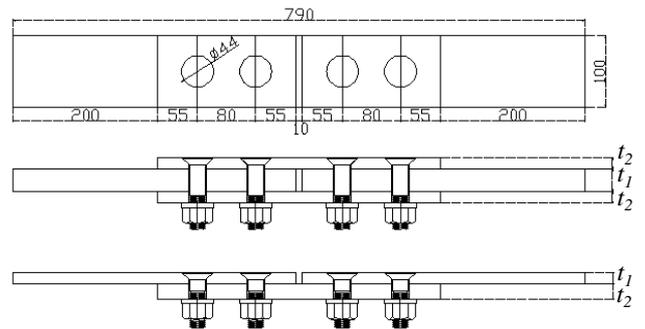


図-4 供試体寸法および側面図

表-1 試験ケースの内訳

供試体名	孔径(mm)	板厚(mm)		連結板 枚	すべり耐力比 β	連結板母板 降伏耐力比 γ	試験体数
	d	母板 t_1	連結板 t_2				
D-16	24.5	16	12	2	1.04	1.42	3
D-16-O1	26.5				1.07	1.43	3
D-16-O2	28.5				1.10	1.45	3
D-12-O1	26.5	12	12		1.43	1.91	3
D-12-O2	28.5				1.47	1.93	3
D-32-O1	26.5				32	16	0.54
D-32-O2	28.5	0.55	0.97	3			
S-12-O1	26.5	12	16	0.80			1.40
S-12-O2	28.5			0.83	1.42	3	
S-16-O1	26.5			16	22	0.58	1.43
S-16-O2	28.5	0.60	1.44			3	

供試体名

例: D-16-O1

└─ 拡大孔(O1:孔径26.5, O2:孔径28.5)
 └─ 母板厚(mm)
 └─ 接合面数(D:2面, S:1面)

3. 試験方法

高力ボルトの締め付けは、トルクレンチを用いて人力で行った。供試体すべり側は軸部の2箇所に対称に貼り付けたひずみゲージの値で軸力を管理し、設計ボルト軸力の1割増しである226kNを目標として導入した。供試体固定側は、トルク値で軸力を管理し、設計ボルト軸

キーワード 皿型高力ボルト, 摩擦接合, 拡大孔, すべり係数

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院 工学研究科 都市系専攻 橋梁工学分野 TEL&FAX 06-6605-2765

力の2割増しを目標として導入した。

すべり試験は、荷重能力 1000kN 万能試験を用いて供試体すべり側にすべりが生じるまで荷重を行った。なお、すべりの定義は建築学会の定義に従った。ボルト軸力のリラクセーションを考慮し、締付け完了から 24 時間後に試験を行った。

4. 試験結果と考察

図-5 には D-16 シリーズの荷重と相対変位の関係を、図-6 には軸力低下率と荷重の関係を示す。

図-7 にはすべり係数の分布を、図-8 にはすべり係数を基準すべり係数 (D-16, $\mu=0.55$) で除したものを示す。すべり係数の算出には式(1)を用いて、ボルト軸力には試験前軸力を用いて算出した。

$$\mu = \frac{P}{m \cdot n \cdot N} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、

- μ : すべり係数
- P : すべり荷重
- m : 接合面の数 (= 2)
- n : ボルト本数 (= 2)
- N : ボルト軸力

図-5 より、初期勾配において $\delta 3$ は $\delta 2$ より相対変位が大きくなっている。また図-6 より、外側ボルトのほうが内側ボルトより軸力低下率が大きいことがわかる。これらは連結板母板降伏耐力比 γ が 1 以上であり、母板の降伏が先行するためと考えられる。これは孔径の大きさに関わらず、同様の傾向を示した。

図-7 より、降伏先行型 ($\beta > 1$) である D-12 シリーズ以外では2面継手と1面継手とも拡大孔によるすべり係数の低下はみられない。しかし、D-12 シリーズでは D-12-O2 (孔径 28.5) は D-12-O1 (孔径 26.5) より、すべり係数が 4% 程度低下した。これは、孔径が大きくなることで純断面積が小さくなり、降伏耐力が低下したためと考えられる。

図-8 より、2面継手では降伏先行型 ($\beta < 1$) である D-12 シリーズはすべり係数/基準すべり係数 (以下、無次元化すべり係数と言う) が 1 以下となるが、すべり先行型 ($\beta < 1$) である D-36 シリーズのそれは 1 以上となった。また、1面継手では S-12 シリーズは偏心による曲げの影響により無次元化すべり係数が 1 以下となるが、無次元化すべり係数が 1 以上となった。これは、母板および連結板の板厚が S-12 シリーズより大きく曲げ剛性が高くなり、曲げの影響が小さくなったためと考えられる。今後は、すべり係数の変化の定量的な原因解明に取り組んでいきたいと考えている。

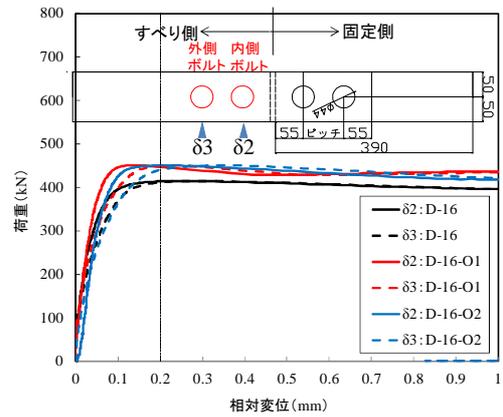


図-5 荷重と相対変位の関係

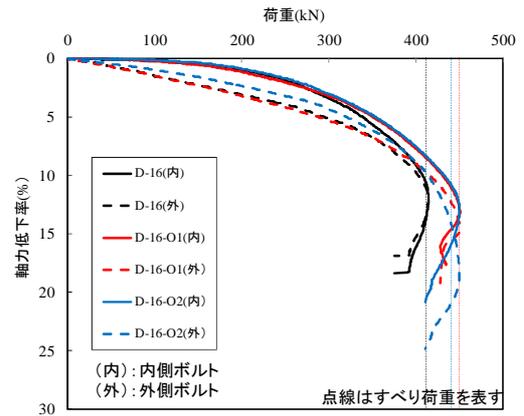


図-6 軸力低下率と荷重の関係

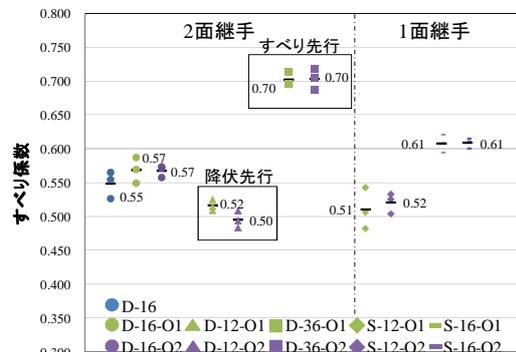


図-7 すべり係数の分布

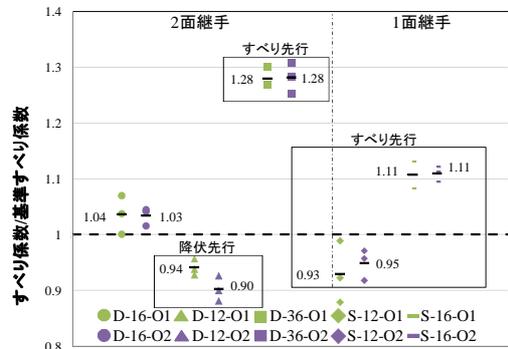


図-8 すべり係数/基準すべり係数の分布

参考文献

1) 田畑, 金治, 黒野, 山口: 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 vol59A, 2013