

無塗装の多列厚板高力ボルト摩擦接合継手のすべり挙動に関する実験的検討

国立研究開発法人 土木研究所
国土交通省 中部地方整備局 沼津河川国道事務所
大阪市立大学大学院工学研究科

正会員 ○石原 大作 正会員 村越 潤
正会員 澤田 守
正会員 山口 隆司

1. はじめに

筆者ら¹⁾はこれまでに、接触面に無機ジンクリッチペイント(以下、無機ジンク)を塗布した厚板・多列の高力ボルト摩擦接合継手のすべり挙動について検討してきた。本報文中では、接触面を無塗装とした場合の、8列以上の多列化によるすべり係数に与える影響を検討するために実施した、すべり耐力試験結果を報告する。

2. 試験体寸法と試験パラメータ

本試験で用いた試験体の諸元を表-1に示す。母板厚を50mm, 75mmとし、ボルト列数を3, 8, 12列とし、それらを組み合わせたものを試験対象とした。表中のすべり/降伏耐力比 β は式(1)により求められる。ここに、 β :すべり/降伏耐力比、 μ :設計すべり係数(=0.4)、 m :接合面の数(=2)、 N :設計ボルト軸力(kN)(=205kN)、 W :母板の板幅(mm)、 d :ボルト孔径(mm)、(=24.5mm)、 t :母板の板厚(mm)、 σ_Y :母板の降伏点の公称値(N/mm²)である。

$$\beta = \frac{\mu \cdot m \cdot n \cdot N}{(W - d) \cdot t \cdot \sigma_Y} \quad (1)$$

試験体の接触面にはISO Sa 2.5を目標としてブラスト処理(スチールグリッド:JIS G 5903の粒度G50)を行った。文献²⁾では、JIS B 0601で規定されている算術平均粗さ Ra は10 μ m以上の場合、すべり係数0.45を推奨しているが、接合面処理後の表面粗さを計測した結果、本試験体の Ra は全て10 μ m以上であった。

3. すべり耐力試験結果

表-2に各試験体のすべり耐力及びすべり係数を示す。表中のすべり係数 μ_0 、 μ_2 は式(2)、式(3)より算出している。

$$\mu_0 = \frac{P}{n \cdot m \cdot N_0} \quad (2)$$

$$\mu_2 = \frac{P}{n \cdot m \cdot N_2} \quad (3)$$

表-1 試験体諸元及び試験結果

試験体 No.	ボルト列数	母板厚 (mm)	連結板厚 (mm)	母板幅 (mm)	すべり/降伏耐力比 β
1-A,B,C	3	50	26	120	0.32
2-A,B,C	8			190	0.49
3-A,B,C	12			270	0.46
4-A,B,C	3	75	38	120	0.22
5-A,B,C	8			130	0.51
6-A,B,C	12			190	0.45

表-2 すべり耐力及びすべり係数

試験体 No.	ボルト軸力		試験結果				変動係数	
	締付軸力 (kN)	試験前軸力 (kN)	すべり耐力 (kN)	μ_0		μ_2		
				各値	平均	各値		平均
1-A	207.4	205.9	552	0.45	0.45	0.45	0.02	
1-B	207.5	202.3	560	0.46				
1-C	205.9	204.5	539	0.44				
2-A	206.0	195.2	1,537	0.47	0.48	0.49	0.03	
2-B	209.4	203.0	1,526	0.47				
2-C	207.2	201.7	1,612	0.49				
3-A	209.4	208.1	2,268	0.46	0.47	0.47	0.03	
3-B	207.2	200.9	2,259	0.46				
3-C	205.6	204.7	2,401	0.49				
4-A	205.7	203.5	552	0.45	0.44	0.44	0.03	
4-B	207.8	209.6	532	0.43				
4-C	206.0	208.4	548	0.45				
5-A	206.0	201.2	1,532	0.47	0.48	0.49	0.04	
5-B	205.6	203.3	1,667	0.51				
5-C	205.5	204.8	1,540	0.47				
6-A	205.7	202.5	2,261	0.46	0.46	0.47	0.01	
6-B	205.4	203.1	2,314	0.47				

ここに、 P :すべり耐力(kN)、 n :ボルト本数、 m :接合面数(=2)、 N_0 :設計軸力(=205kN)、 N_2 :試験前軸力(計測値)(kN)である。なお、試験体No.6-Cはセットアップ時の不具合より、低いすべり係数となったため、以下の分析・考察では除外した。

(1) 荷重と母板間の相対変位の関係

図-1に同一諸元の各試験体のうち、1体を抽出し、荷重と母板間の相対変位の関係を示す。いずれの試験体においても、初期は線形関係にあるが、徐々に相対変位が増加し勾配がゆるやかになり、ピーク荷重を迎えた後、荷重の低下と相対変位の急激な増加がみられる。ここでは、荷重が増加しなくなり変位が急激に増加する状態をすべりが生じた状態とし、この時の荷重値(図中の曲線上の○印)をすべり耐力と定義する。

(2) 母板-連結板間の相対変位

図-2に母板厚50mmの場合の、すべり耐力時の母板-連結板間の相対変位について、試験体毎に平均値を整理した結果を示す。図中には、図-3に示す計測箇所計測した母板-連結板間の内側、中央、外側の相対変位を示す。ボルト列数に対して相対変位を比較すると、3列の試験体では内側、中央、外側において差はほとんどみられないが、8列、12列と多列になるに伴い、中央と端部(内側、外側)の差が大きくなっている。この傾向は母板厚75mmの場合も同様であった。また、著者ら¹⁾が別途実施した、厚板多列の無機ジンク仕様の場合のすべり耐力試験においても、類似の挙動を示していた。

Key Words: 高力ボルト摩擦接合継手, すべり係数, 無塗装, 厚板化, 多列化

〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 国立研究開発法人 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター Tel : 029-879-6773 Fax : 029-879-6739

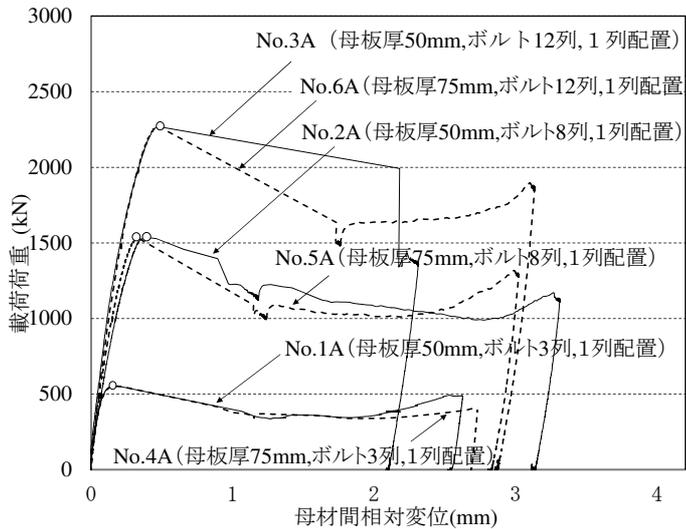


図-1 荷重と母板間の相対変位の関係

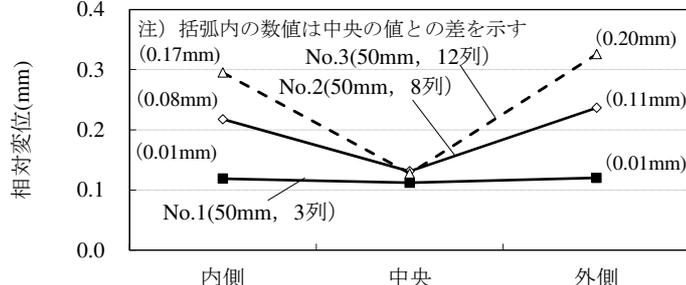


図-2 すべり耐力時の中央と端部の母板-連結板間の相対変位 (母板厚 50mm)

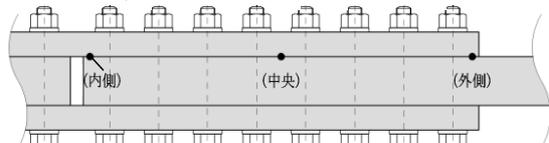


図-3 相対変位の計測箇所 (ボルト列数 8 列の場合)

(3) 母板厚の影響

図-4 に母板厚とボルト締付け時から 7 日後のボルト軸力残存率の関係を示す。母板厚 75mm の方がボルト軸力残存率が大きい傾向が確認できる。これは、締付け長さが一定であるのに対して、ボルト軸力減少に影響するねじ部の長さや、接合面のつぶれの厚さの割合が小さくなることによるものと考えられる。

図-5 に母板厚とすべり係数 μ_2 の関係を示す。すべり係数 μ_2 は母板厚によらずほぼ一定であり、母板厚 50mm と 75mm との間では、板厚による違いは明確にはみられない。

(4) ボルト列数の影響

図-6 にボルト列数とすべり耐力比の関係を示す。図中には道路橋示方書 II 鋼橋編³⁾(以下、道示 II) 解説中のボルト列数 12 列に対する低減係数(無機ジンクリッチペイント仕様)の 0.92 より求めたすべり耐力比を示す。ここで、すべり耐力比とは、各試験体のすべり係数 μ_2 の 8 列試験体のすべり係数 μ_2 (平均値)に対する比を表す。ボルト列数 8 列に対して 12 列では、すべり耐力は母板厚 50mm, 75mm と

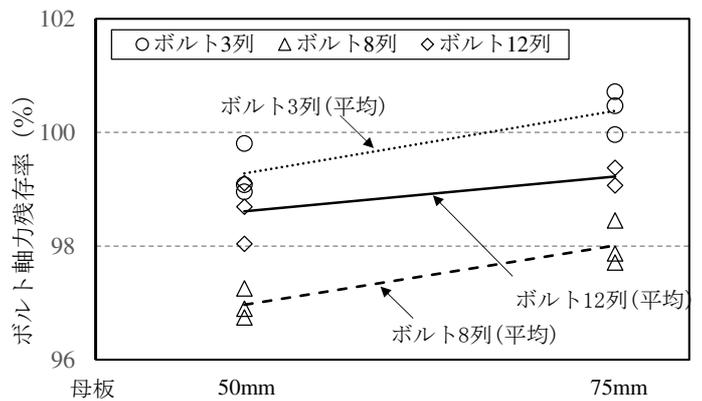


図-4 母板厚とボルト軸力残存率(試験前)の関係

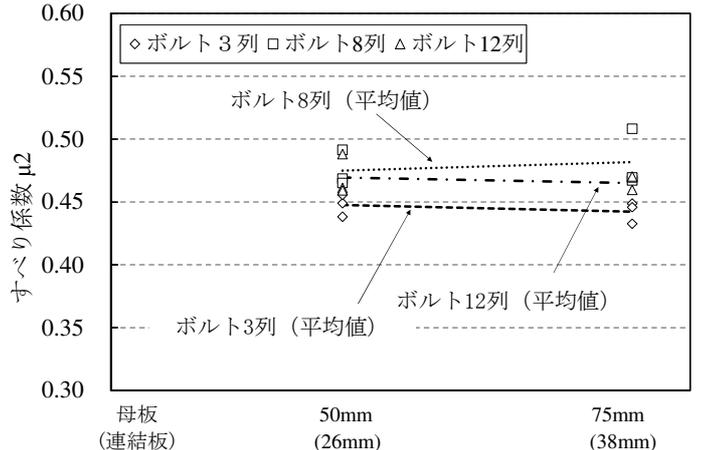


図-5 母板厚とすべり係数 μ_2 の関係

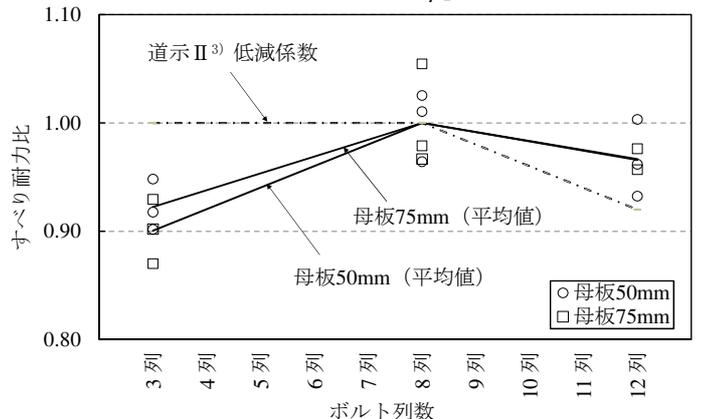


図-6 ボルト列数とすべり耐力比の関係

もに約 3% 低下している。このような多列化に対する、すべり係数の低下の傾向は、無機ジンク仕様の場合と同様であった。

4. まとめ

厚板・多列化に対して、すべり係数の低下の傾向、すべり耐力時における継手内の相対変位の不均一さ等のすべり挙動は、著者ら¹⁾が同一試験体を用いて別途実施した、厚板多列の無機ジンク仕様の試験結果と概ね同様であった。

参考文献

- 1) 村越潤, 澤田守, 山口隆司, 彭雪, 大嶽敦郎: 接合面に無機ジンクリッチペイントを塗装した厚板・多列の高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力試験, 土木学会論文集A 1, Vol. 70, No. 1, pp. 94-104, 2014.
- 2) 土木学会: 高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針(案), 2006.
- 3) 社団法人 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編, 2012.