

第 I 部門

添接板を薄くした場合の高力ボルト継手の終局挙動に関する実験的研究

石川工業高等専門学校 学生員○舟山 耕平
 石川工業高等専門学校 正会員 高井 俊和
 石川工業高等専門学校 正会員 三ツ木 幸子

1. 研究目的

著者らは、高力ボルト摩擦接合継手のすべり後から破断に至るまでの終局挙動を明らかにすることを目的に母板厚が 9mm[1], 19mm[2], 22mm[3, 4], 28mm[5] の継手を対象に引張載荷試験を行い、耐荷性能およびエネルギー吸収性能の視点から検討をしてきた。

本研究では、添接板をエネルギー吸収部材として用いるため、添接板厚を薄くした試験体を製作して引張試験を行った。この結果のうち終局耐力、ボルト孔変形量、エネルギー吸収量について、添接板厚を薄くした場合の影響を比較検討する。加えて、ボルトのせん断面位置の違いによる終局荷重への影響について検討を行う。

2. 試験体

試験体の主な構造諸元を表 1 に、試験ケースおよび試験体数を表 2 に、試験体形状を図 1 に示す。

試験体の母板は 22mm で、添接板は 12mm (標準) と 9mm を採用した。12mm は、添接板厚合計 24mm が母材厚 22mm より大きくなるように設定し、9mm は合計厚 18mm が 22mm より小さくなるように設定した。接触面はブラスト後、目標塗膜厚を 75 μ m として無機ジンクリッチペイントを塗布している。

3. 試験結果および考察

3.1 添接板の薄板化による破断部位の影響

添接板厚が 9mm の試験体では、添接板が破断すると予測していたが、1 本ボルトの試験体では、添接板ではなく、ボルトねじ部のせん断破断が生じた。ボルトの破断面を観察すると、写真 1 に示すように添接板厚が 12mm のケースではボルト軸で、9mm のケースではボルトのねじ部で破断が生じた。

これは、9mm のケースにおいて、母板と添接板のずれにより生じる、せん断面位置がボルトのねじ部に掛かったためである。このように設定した添接板の板厚とボルト長の組み合わせにより、ボルト破断位置がねじ部になる可能性があるため、ボルトせん断位置の違いによる終局耐力への影響について 3.4 で述べる。

3.2 試験結果

表 3 に試験結果として終局耐力、未破断側ボルト孔変形量 (添接板と母板の総和)、継手の片側分のエネルギー吸収量を示す[3, 4]。示す値は各ケースで 3 体ずつ試験を行った平均値である。添接板厚 9mm、2 本ボルトの試験体では、ほとんどがボルト破断であったが 1 体は添接板で破断が生じた。

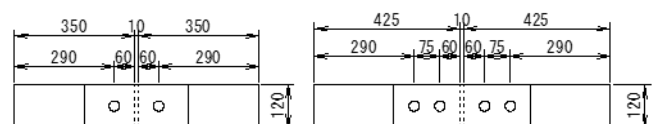
表 1 試験体の構造諸元

		添接板9mm	添接板12mm
母板	鋼種	SM400A	
	板厚 (mm)	22	
	板幅 (mm)	120	
	縁端距離 (mm)	60	
添接板	鋼種	SS400	SM400A
	板厚 (mm)	9	12
	板幅 (mm)	120	
	縁端距離 (mm)	60	70
高力ボルト	鋼種	F10T	
	呼び径 (mm)	22	
	ボルト孔径 (mm)	24.5	
	首下長さ (mm)	90	80

表 2 試験ケースおよび試験体数

添接板厚 mm	9				12			
ボルト本数 本	1		2		1		2	
ボルト軸力	F	B	F	B	F	B	F	B
試験体数 体	3	3	3	3	3	3	3	3

※ F : 軸力有, B : 軸力無



(a) 1 本ボルト

(b) 2 本ボルト

図 1 試験体形状 (単位: mm)



(a) 添接板厚 12mm



(b) 添接板厚 9mm

写真 1 ボルトの破断状況

表 3 試験結果一覧 (平均)

添接板厚 (mm)	試験体 (ForB-n)	終局耐力 P_u (kN)	ボルト孔 変形量総和 δ (mm)	エネルギー 吸収量 E (J)	破断位置
9	F-1	420	13.7	3445	ボルト
	B-1	403	12.4	2045	
	F-2	778	36.3	8748	※ボルト 添接板純断面 ボルト
	B-2	763	33.4	6110	
12	F-1	524	17.1	5550	ボルト
	B-1	515	15.8	4850	
	F-2	964	45.7	14909	母板純断面
	B-2	965	45.5	11967	

※ボルト破断：2体，添接板純断面破断：1体

表 4 添接板厚の違いによる各種比率

試験体 (ForB-n)	終局耐力比 P_{u9}/P_{u12}	ボルト孔 変形量比 δ_9/δ_{12}	エネルギー 吸収量比 E_9/E_{12}
F-1	0.80	0.80	0.62
B-1	0.78	0.79	0.42
F-2	0.81	0.80	0.59
B-2	0.79	0.73	0.51

また，添接板厚 9mm と 12mm の結果の比をとり求めた終局耐力比 (P_{u9}/P_{u12})，ボルト孔変形量比 (δ_9/δ_{12})，エネルギー吸収量比 (E_9/E_{12}) を表 4 にまとめる．添接板厚の違いによる継手の終局耐力 P_u の比較を図 2 に示す．

図 2 より純断面で破断した 2 本ボルト継手における終局耐力は添接板が 9mm のケースの方が低く，表 4 より終局耐力比 (P_{u9}/P_{u12}) は 0.8 程度であった．この比率は，母板厚 22mm と薄板化した添接板厚の合計 18mm の比 0.82 ($=18/22$) とほぼ等しい結果となった．

3.3 ボルト孔変形量とエネルギー吸収量

ボルト孔変形量およびエネルギー吸収量の結果を図 3 にまとめる．添接板厚 9mm と 12mm では，ボルト孔変形量およびエネルギー吸収量ともに，添接板厚 12mm の方が大きい結果となった．また，試験ケースごとのエネルギー吸収量比は 0.42 から 0.62 の範囲となった．

3.4 ボルトのせん断位置が及ぼす終局耐力への影響

1 本ボルトの試験体は，添接板厚が 9mm のケースはねじ部での破断，12mm はボルト軸部の一般部での破断であり，両者の比較でせん断面がねじ部に位置することによる影響を検討する．

表 3 より，添接板厚が 9mm および 12mm の F-1 と B-1 の終局耐力の平均値は 9mm で 412kN，12mm で 520kN であり，表 4 に示すように約 20%低下している．ボルト軸部のせん断面積に対するねじ部を考慮した有効断面積は約 80%であり，せん断面積に応じて終局耐力

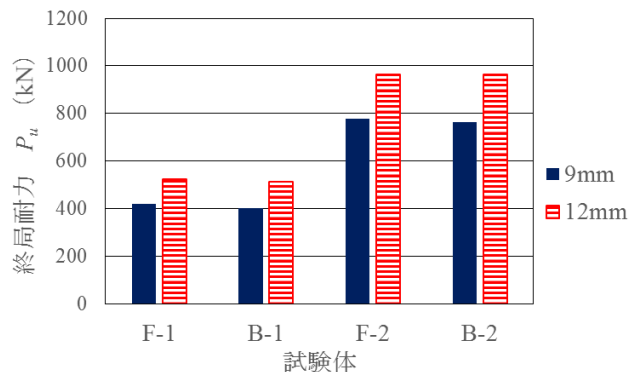


図 2 終局耐力

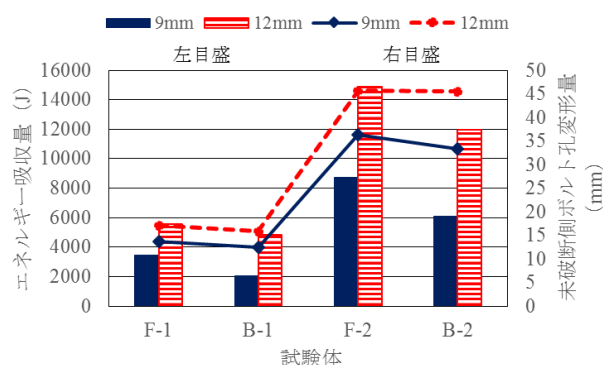


図 3 エネルギー吸収量とボルト孔変形量

が低下したと考えられる．このことより，高力ボルト摩擦接合継手において，すべり後以降の耐力向上を期待するには，高力ボルトのせん断面位置を考慮して設計する必要があると考えられる．

参考文献

- [1] 高井俊和，ほか：高力ボルト継手の終局挙動における孔変形に着目した 2, 3 の考察，構造工学論文集，Vol.60A，pp.694-702，2014.3
- [2] 大河湜典，ほか：高力ボルト継手の変形性能評価に関する研究，鋼構造年次論文報告集，第 22 巻，pp.307-314，2014.10
- [3] 山本公男，ほか：母板厚 22mm の高力ボルト継手の終局挙動に関する実験的研究，土木学会中部支部研究発表会，I-002，pp. 3-4，2016.3
- [4] 村田俊，舟山耕平，中西峻太，高井俊和，中野貴大，三ツ木幸子：添接板をエネルギー吸収部材とした高力ボルト継手の終局挙動，土木学会中部支部研究発表会，I-003，pp. 5-6，2016.3
- [5] 三ツ木幸子，ほか：板厚 28mm の高力ボルト継手の終局挙動に関する実験的研究，土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集，I-489，pp. 977-978