

高力ボルト摩擦接合継手の添接板をエネルギー吸収部材とする場合の終局挙動に関する研究

石川工業高等専門学校 学生会員○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 中野 貴大

石川工業高等専門学校 正会員 三ツ木 幸子
石川工業高等専門学校 学生会員 村田 俊
石川工業高等専門学校 山本 公男

1. はじめに

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、引張載荷試験を行ってきた。これまでに、継手の破断に至るまでの塑性変形によるエネルギー吸収量を評価し、その算出方法についても検討を行ってきた[1-4]。

継手の破断が添接板であれば、母板で破断するよりも補修が容易になると考え、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、添接板で破断が生じるよう、添接板の合計厚を母材厚より薄くした継手の引張載荷試験を行い、終局挙動について検討を行った。

2. 試験体

試験体の構造諸元を表 1 に、試験ケースおよび試験体数を表 2 に示す。試験体の母板厚は全て 22mm であり、添接板厚は 12mm と 9mm を設定した。また、添接板厚 9mm では、ボルトのねじ部におけるせん断破断の回避と拘束効果を検討するため、板座金有の試験も行った。試験体形状の例らを図 1 に示す。接触面は、ブラスト処理後、無機ジンクリッチペイントを目標塗膜厚 75μm で塗布した。

3. 添接板の薄板化による終局耐力への影響

添接板厚が 12mm と 9mm (いずれも座金無) で 2 本ボルトの終局耐力の比較を図 1 に示す。添接板厚 9mm、軸力有は、破断部位が異なったため、破断部位ごとに値を示している。

添接板厚が 12mm の終局耐力に対し 9mm で純断面破断したケースの終局耐力は、0.81 倍であり、添接板厚 9mm の合計である 18mm と母板厚 22mm の板厚比 (0.82) に近い値となった。このことから、添接板を薄くしたとき、添接板の純断面で引張破断する場合、その終局耐力は、母板との板厚比でおおよそ予測することができることを確認した。

表 1 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)	ボルト本数 (本)	ボルト軸力 -	板座金 -	試験体数 (体)
12	1	F	無	3
		B		3
	2	F		3
		B		3
9	1	F	無	3
		B		3
	2	F		3
		B		3
9	1	F	有	3
		B		3
	2	F		3
		B		3

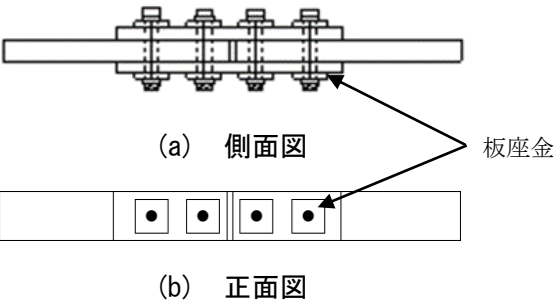


図 1 試験体形状 (板座金有)

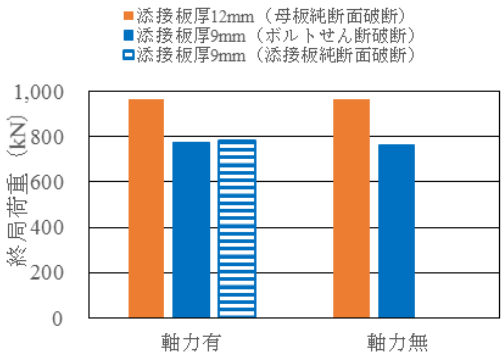


図 2 終局耐力 (平均)

表 3 添接板厚 9mm の結果一覧

軸力	ボルト 本数 (本)	板座金	終局耐力 (kN)	破断部位
F	1	無	420	ボルト
		有	548	添接板
B	1	無	403	ボルト
		有	504	添接板
F	2	無(※)	776	ボルト
			783	添接板
		有	810	添接板
			810	添接板
B	2	無	763	ボルト
		有	793	添接板

※ボルト破断1体, 添接板破断2体

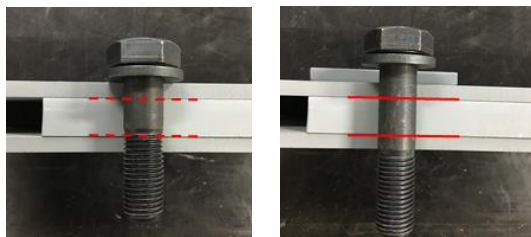


写真 1 セン断面位置 (赤線)

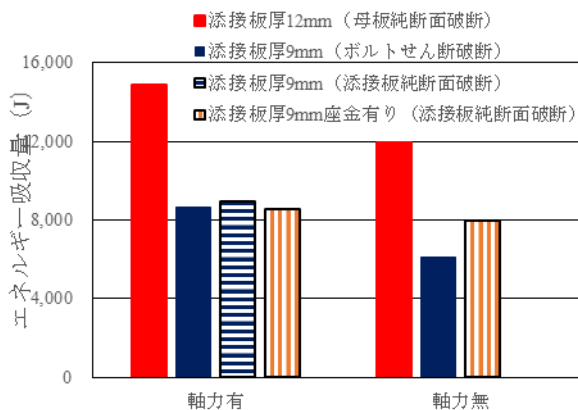
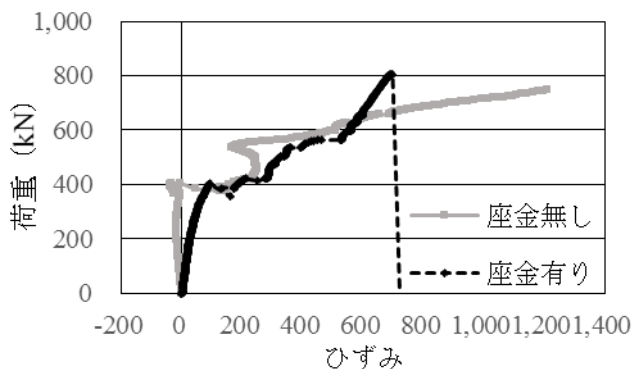


図 3 エネルギー吸収量比較

図 4 母材縁端側ボルト頭部 荷重-ひずみ曲線
添接板厚 9mm, 軸力有り

4. 終局耐力に及ぼす板座金の効果

板座金の有無の違いによる終局耐力 (平均値) と破断部位の比較を表 3 に示す。板座金無では、1 体を除いてすべてボルトの破断で終局に至ったが、板座金有では、全ての試験体が添接板の破断で終局に至った。これは、前者は添接板を 9mm と薄くすることにより、せん断面の片側がねじ部にかかったためと考えられ (写真 1 (a)), 後者は板座金を入れることにより、せん断面とねじ部の位置関係が変わり (写真 1 (b)), 添接板の破断となったと考えられる。なお、終局耐力は、座金有の方が 1 本ボルトで約 25%, 2 本ボルトで約 3%程度高くなった。

5. エネルギー吸収量の検討

2 本ボルトの試験結果のエネルギー吸収量を図 3 に示す。エネルギー吸収量は、添接板厚によらず、軸力無より有の方が高くなる傾向が見られた。また、添接板厚で比較すると 12mm のエネルギー吸収量に対して、9mm のエネルギー吸収量は、およそ 40% から 60% の範囲となった。

添接板厚 9mm, 座金有と無のエネルギー吸収量は、軸力有りでは、ほぼ同程度であったが、軸力無では、座金有の方が無に比べて、約 30% 増加する結果となった。

6. 拘束効果に及ぼす板座金の効果

試験で得られた母材縁端側ボルトのボルト頭部の荷重-ひずみ関係を図 4 に示す。終局時におけるひずみの低下量すなわちボルト軸力の低下は、板座金有は板座金無の約半分程度となり、板座金による拘束結果が確認された。

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] 大河滉典, 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, ほか: 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