

レーザー孔を用いた高力ボルト摩擦継手のすべり耐力

長岡技術科学大学 正会員 岩崎英治 長岡技術科学大学 吉田直広
 法政大学 正会員 森 猛 (株) サクラダ 正会員 南 邦明
 (株) バコーポレーション 鈴木信貴 瀧上工業 (株) 安藤佳毅

1. まえがき

道路橋示方書¹⁾では、主要部材の切断、切削は原則として自動ガス切断により行い、品質が確保される場合にレーザー切断法などを用いて良いことになっている。また、孔あけを行う場合には、ドリル又はドリルとリーマ通しの併用により行うこととなっている。一方で、最近、板厚が20mmを越える切断能力を持ったレーザー切断機が開発され、レーザー切断機を導入する橋梁会社が多くなっている。レーザー切断は、加工精度が良く、歪みも少なく輪郭切断のほかに、孔あけ加工も可能である。しかし、レーザーによる局所的な入熱により孔周りに硬化が生じることや、溶損ノッチが入るため、これらが継手性能に与える影響を明らかにする必要がある。そこで、本報告ではすべり耐力に着目して、レーザー加工の高力ボルト摩擦継手への適用について検討を行う。

2. レーザ切断による孔あけの概要

レーザー切断による孔あけは、初め、中央に貫通孔を通した後に所定の径になるように切断するため、写真-1(a)のような切断状況になる。また、切断の最後に孔内の鋼材が多少ずれることがあり、写真-1(b)のような溶損ノッチが残ることがある。本報告ではこのような比較的大きなノッチのある試験体も省くことなく試験を行っている。

3. 試験体

本報告で用いた鋼材は、SM400B、SM490YB、SM570TMCの3種類であり、高力ボルトにはM22F10Tを用いる。孔明けには、レーザー加工の他に比較としてドリル加工を用いる。鋼表面はブラスト処理を行いドリル加工については、バリ取りも行っている。試験体の形状を図-1、種類を表-1に示す。

試験体の板厚には、母板が19mm、添接板が12mmを用い、この他の試験体形状は、すべり耐力 P_s と降伏耐力 P_y の比から定義されるすべり降伏耐力比 $\beta(=P_s/P_y)$ が0.9前後になるように決めている。なお、すべり耐力 P_s を算出する際には、すべり係数として0.4を用いている。



(a) 切断状況



(b) 溶損ノッチ

写真-1 レーザ切断の状況

表-1 試験体の種類

材質 (すべり/降伏耐力比)	孔あけ	試験体記号
SM400B ($\beta=0.910$)	レーザー孔	1R-1, 1R-2, 1R-3
	ドリル孔	1D-1, 1D-2, 1D-3
SM490YB ($\beta=0.874$)	レーザー孔	2R-1, 2R-2, 2R-3
	ドリル孔	2D-1, 2D-2, 2D-3
SM570TMC ($\beta=0.877$)	レーザー孔	3R-1, 3R-2, 3R-3
	ドリル孔	3D-1, 3D-2, 3D-3

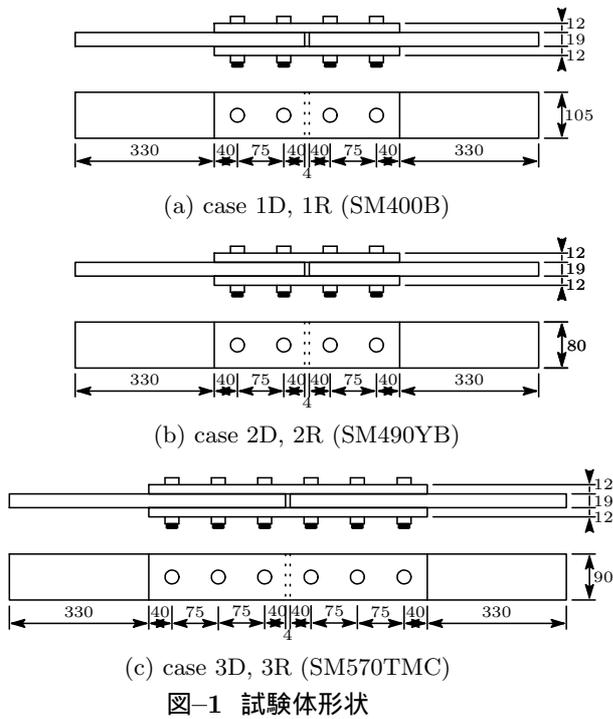
4. 実験結果

すべり耐力試験は、ボルト締め付け作業後、12時間から18時間程度経過した後に実施した。すべりは、継手部が滑ったときに発生する大きな音、または開口変位の急激な増加と共に荷重が減り始めたことで判断している。

試験は万能試験機を用いて行い、計測データは弾性域では5tf毎に記録し、降伏耐力またはすべり耐力に近づくと2tf毎に記録を行っている。ただし、滑

キーワード：レーザー加工、高力ボルト摩擦継手、すべり耐力

〒940-2188 新潟県長岡市富岡町1603-1 TEL 0258-47-9617 FAX 0258-47-9600



る瞬間の計測データを探ることはむづかしいことから、滑った瞬間の荷重は、万能試験機のピーク値を用いる。

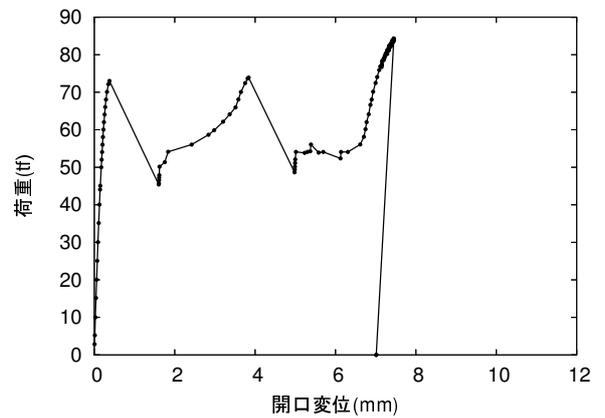
図-2 に一例として、SM570TMC 材にレーザ加工を施したボルト連結部のすべり試験結果 (3R-1) を示す。この試験体は 74.00tf で下側にすべりが発生した。その後、45tf まで荷重が減った後、初めのすべり耐力とほぼ同じ 74.65tf で上側が滑っている。この試験は母材のひずみが 10000 μ を越えたところで載荷を打ち切っている。

表-2 に各試験体のすべり耐力、すべり係数と、平均すべり係数を示している。継手部のすべりは、上側の母板または下側の母板がすべりその後、もう一方の母板、あるいは引き続き同じ側の母板が滑る。表中の上側、下側のすべり耐力は、その側の初めに滑ったすべり耐力を示している。また、表中の*印は、先に滑ったときの耐力より、後の耐力が小さかったことを表している。

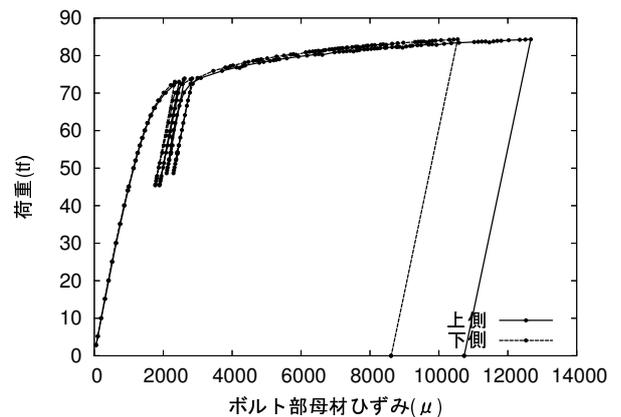
表より 3 種類の鋼種共に、レーザ加工によるすべり係数 (平均) はドリル加工による値を下回るものではなく、ほぼ同様の値を得ていることから、ドリル加工と同程度の機能を有していることが分かる。

5. あとがき

本報告では、摩擦接合にレーザ孔を用いた場合の検討を行い、すべり係数に関してドリル加工によるものと遜色ない値が得られた。すべり係数には、レーザ加工特有の溶損ノッチによる影響は見られなかったが、大きな溶損ノッチが生じることがある点に留意



(a) 荷重と開口変位の関係



(b) 荷重とひずみの関係

図-2 すべり耐力試験結果 (3R-1)

表-2 すべり耐力試験結果

試験体	すべり耐力		すべり係数		
	上側	下側	上側	下側	平均
1R-1	47.80	45.35	0.573	0.543	0.546
1R-2	47.00	*45.35	0.563	0.543	
1R-3	48.75	*39.05	0.584	0.468	
1D-1	44.10	47.35	0.528	0.567	0.540
1D-2	43.55	44.75	0.522	0.536	
1D-3	46.00	44.65	0.551	0.535	
2R-1	48.60	49.40	0.582	0.592	0.588
2R-2	46.70	51.40	0.559	0.616	
2R-3	51.60	46.82	0.618	0.561	
2D-1	43.80	*40.50	0.525	0.485	0.548
2D-2	45.40	47.05	0.544	0.564	
2D-3	49.65	48.00	0.595	0.575	
3R-1	74.65	74.00	0.596	0.591	0.589
3R-2	74.00	77.30	0.591	0.617	
3R-3	*69.70	73.15	0.557	0.584	
3D-1	71.35	*67.05	0.570	0.535	0.563
3D-2	74.75	70.40	0.597	0.562	
3D-3	66.95	72.60	0.535	0.580	

する必要がある。なお、本研究は鋼橋技術研究会施工部会の活動の一環として行ったものである。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 (鋼橋編), 2002.3.