

I-241

軸力を50％に低減した場合の高力ボルト継手の静的载荷試験と疲労試験

地域経営研究所 正会員 ○三ッ木幸子
川崎製鉄 正会員 永津 省吾
名古屋大学 正会員 山田健太郎

1. まえがき：高力ボルトは高いせん断強度をもつが、摩擦接合ではすべり荷重を耐荷力としているため、この強度を十分に使うことができない。

そこで、高力ボルト継手に摩擦と支圧による荷重の伝達を期待した支圧接合方法について検討するため、軸力を摩擦接合で用いられている値の50％にして、高力ボルト継手の力学的特性を静的载荷試験と疲労試験により把握した。

2. 試験体： 応力方向のボルト本数、製作誤差、および、ボルトの締め付け時のボルトの支圧状態をパラメーターとして、一つの試験体で静的载荷試験および疲労試験を継続して行なった。用いた試験体の数は合計22体である。試験体は図-1に示す荷重作用方向に2本のボルトが並ぶL系3タイプ（LS, LI, LO）および荷重方向に垂直に2本のボルトが並ぶTタイプで、使用したボルトはF10T(M22)である。L系では、主板と添接板のボルト孔が一致している標準タイプLSに対して、添接板に2mmの製作誤差を入れ、LIでは内側のボルトが、

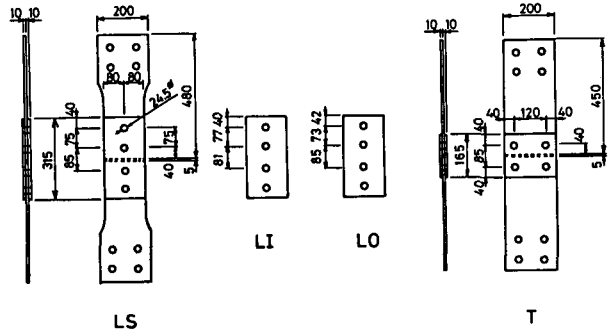


図-1 試験体図

LOでは外側が先に接触するようになっている。板厚は全て10mmで、材質はSM50YAである。表面はショットブラストで仕上げ、孔径は24.5mmφで、NCボール盤で開けた。したがって、クリアランスは2.5mmである。縁端距離は40mmとし、試験体の切断はすべて機械加工で行なった。製作精度などは、現在、橋梁の製作で一般に用いられている条件に従った。ボルトの締め付けは、トルクレンチを用いて、道路橋示方書の摩擦接合の50％となるよう目標初期軸力110kNで行なった。

3. 静的载荷試験： 静的载荷試験（以下、静的試験と略す）では、疲労試験時の上限荷重まで引張载荷を行ない、荷重-変位関係およびすべり荷重を測定した。変位δは添接板の第一ボルトと主板の間（ゲージ長145mm）の相対変位である。

また、ボルトを締め付ける時のボルトの支圧状態によって、以下に述べるA～Cの3種類のテストプロセスを設定した。A：ボルトを支圧状態にせず静的試験を行う。B：ボルトを支圧状態にして静的試験を行う。C：第1回静的試験（C1）まではBと全く同様に行ない、その後、ボルトを弛め、Aのようにボルトを浮かして、再度、ボルトを締め付けて第2回静的試験（C2）

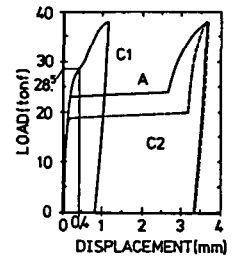


図-2 荷重-変位曲線図

表-1 すべり係数

TEST PROCESS	SPECIMEN TYPE	COEFFICIENT OF SLIP μ
A	LS	0.2
	LI	0.2
	LO	0.2
	T	0.2
C2	LS	0.2
	LI	0.2
	LO	0.2

を行なう。

AとCに対する標準タイプ(LS)についての荷重変形曲線を図-2に示す。破線はCの2回目の試験(C2)に対するものである。BについてはC1と同じ試験であるので省略した。この荷重変形曲線において、AおよびC2では明確なすべりが観察され、これに従ったすべり係数を表-1に示す。Cのすべり係数の平均値は0.33で、Aの平均値0.47の約70%に下がっている。また、図-2に示すように、C1(B)の純断面応力が許容応力度になる28.5tonfの時の変位は約0.4mmとなる。

4. 疲労試験： 上限荷重を原則として、L系については38tonf、Tタイプについては42tonfに一定に保ち、応力比を0.1~0.5の間で変化させ、破断までの繰返し数を求めた。破断しない時は原則として約300万回を越えたら試験を中断した。繰返し速さは4.5Hzである。

標準タイプの結果を純断面応力および総断面応力によって表わし、図-3にそれぞれシンボル△および▲でプロットし、国鉄の支圧接合(実線)および摩擦接合(破線)の規定と比較する。Rは応力比を表わし、肩に添えたA~Cは、テストプロセスを示す。純断面応力で表わした結果は支圧接合の基準線に対しかなり長寿命側にあり、この基準を守れば安全側の設計となる。総断面応力で表わした場合、寿命は摩擦接合の基準線をかろうじて上回っている。図-4の(a)~(c)に純断面応力で、LI、L0およびTタイプの結果をそれぞれ標準タイプLSの結果と比較するためS-N線図上にプロットし、さらに、国鉄の支圧接合の疲労基準と比較した。各シンボルはそれぞれ△：標準タイプ、○：LI、○：L0、□：Tを表わす。また、図-4(b)のL0タイプでは、一体のみ上限荷重を40tonfにしたので、このデータについては括弧を付けた。図-4の(b)および(c)を見ると、L0とTタイプの応力範囲が小さい部分では、支圧接合の基準に近い寿命で、標準タイプよりかなり寿命が短く、注意を要する。図-4の(a)に示すように、LIタイプでは、応力範囲が大きい部分では標準タイプより寿命が短くなるものの、応力範囲が小さい部分では、標準タイプと同様に約300万回になってき裂が生じていない。

5. まとめ： 従来の摩擦接合で標準的に用いられている縁端距離4crおよびクリアランス2.5mmを用いて、軸力を摩擦接合で用いられる値の50%にした場合のせん断型の高力ボルト継手を用いて静的試験および疲労試験を行なった結果、ボルト2本が応力方向に並びかつ製作誤差を入れない標準タイプでは以下の結果が得られた。(a)静的載荷試験の結果、荷重変形曲線において、純断面応力が許容応力度になるとき変位は0.4mmであった。(b)疲労試験の結果、破断寿命はかなり国鉄の支圧接合の基準より長寿命となり、摩擦接合の基準についても余裕はないものの満足している。

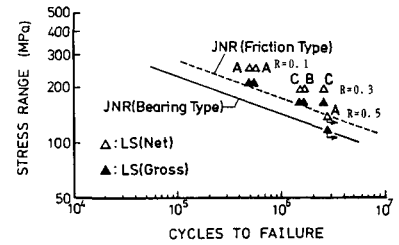
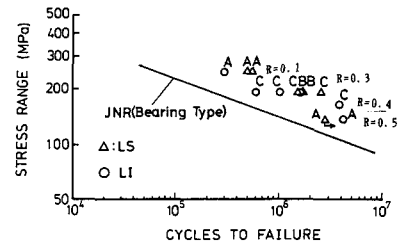
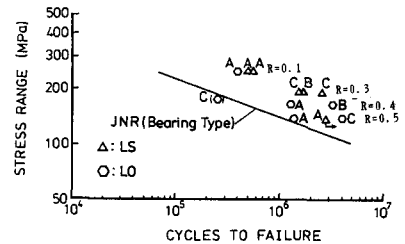


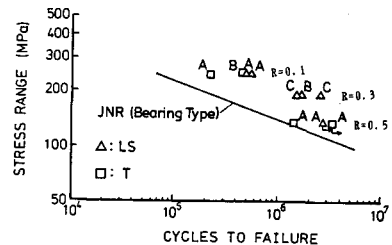
図-3 標準タイプLSのS-N線図 (net と gross)



(a) LI と LS



(b) L0 と LS



(c) T と LS

図-4 S-N線図 (net)