

L形接合フランジを用いた引張ボルト接合の挙動と設計法について

川鉄橋梁鉄構 正会員 ○小林 博之
JR 東日本 正会員 工藤 伸司
JR 東日本 正会員 金子 達哉
JR 東日本 正会員 山口 慎

1. はじめに

鋼箱桁の現場継手に用いられる接合方法は高力ボルトを用いた摩擦接合が一般的であるが、これをウェブに適用した場合の添接板による景観上の問題により、ウェブに引張ボルト接合を適用する計画が進められている。土木・建築分野における引張ボルト接合については、T形接合フランジを前提とした既往の研究例が多く、設計指針も既刊されている。しかしながら、ウェブへの適用を想定した場合、接合フランジの形状は図-1に示すようにL形となり、T形フランジとの挙動の違いからL形フランジを適用した設計方法は確立されていないのが現状である。

L形フランジを適用した引張ボルトの実用化に際しては、平成11年度より実験および解析を開始しており、昨年度までに静的試験および疲労試験結果について報告済みである。本論文では、現在までの試験および解析結果から提案される設計方法と、設計方法における課題と解決のための検討結果について報告する。

2. 設計手法と課題

今回の継手形式では鋼箱桁ウェブに対してのみ引張ボルト接合を適用するため、鋼箱桁フランジの継手方法は従来の高力ボルトを用いた摩擦接合となり、継手部全体としては「摩擦・引張接合混在継手」となる。平成12年度までの静的実験結果より得られた本継手の設計方法のフローを図-2に示す。

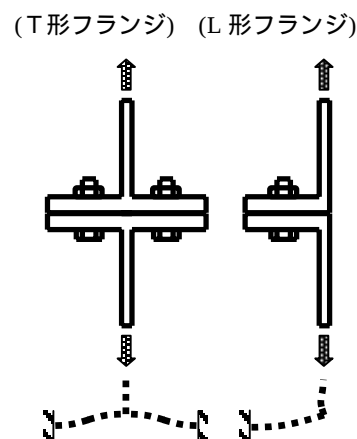


図-1 引張ボルト接合の挙動

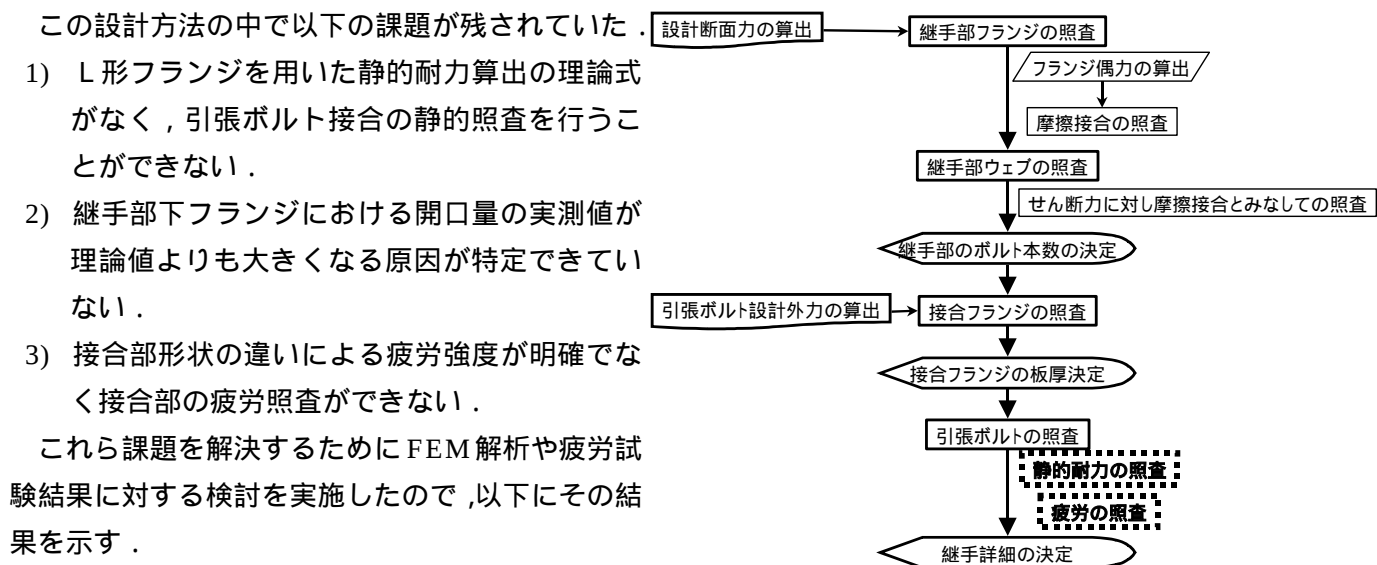


図-2 摩擦・引張混在継手の設計フロー

3. 課題に対する検討結果

3.1 静的耐力の理論値

L形接合フランジを用いた引張ボルト接合では、従来のT形接合フランジを適用した形式のように「外力～ボルト軸力」の関係が定式化できていない。そこで、てこ反力が発生する直前の「離間荷重」に着目し、図-3に示すように接合部を弾性床上の梁としてモデル化することによる離間荷重の理論解と実験値の比較を試

キーワード：引張ボルト接合、接合フランジ、離間荷重、疲労

連絡先：〒260-0835 千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄技研別館2階 TEL043-262-4162

みた．この結果，理論値と実験値はほぼ整合することを確認した．

本接合形式における離間荷重は，T形接合フランジで用いられている耐力よりは小さめの値を示すが，安全側となることや離間荷重まではボルトの軸力変動が小さいことにより「離間荷重＝接合部の耐力」と考えることができる．

3.2 継手部下端の開口量

鋼桁を用いた静的載荷試験では，たわみの実測値が理論値より大きくなり，継手部下フランジにおける開口量が理論値よりも大きくなるのが原因であることを明らかにした．今回は開口量増加の原因を明らかにするため，鋼桁供試体における上下フランジ張り出し部の添接部を省略したことに着目し，この添接部の有無による開口量の違いを明らかにするため以下のFEM解析を行った．

- ・ 橋軸方向のボルト1列をソリッドモデルにて解析し1本のバネに置換する．
- ・ 上記バネを鋼桁継手部上下フランジに適用したシェルモデルにて，フランジ張り出し部に添接部を設けないケースと設けたケースの2種類の解析結果を比較する．

上記解析結果を比較すると，フランジ張り出し部に添接部を設けないケースでのウェブ直下における開口量は実測値とよく整合しており，解析結果よりフランジ張り出し部に添接部を設けることにより開口量は4割程度に減少することが判明した．以上より開口量の増加は，フランジ張り出し部に添接部を設けないことによる添接板端部の応力集中とウェブ継手部に添接板がないことによる継手部引張側全体としての剛性低下が要因と考えられる．

3.3 疲労強度の解明

接合部における疲労強度の解明のため，図 - 1 の接合部単体モデルに対する疲労試験を実施した．試験体を使用したボルトはM22（F10T）であり，試験パラメータとして疲労強度への影響が大きい接合フランジ板厚と応力比を採用した．表 - 1 に供試体の諸元，および図 - 4 に離間荷重で無次元化した最大荷重および荷重範囲とボルトの破断回数の結果を示す．

試験結果より M22（F10T）の場合，接合フランジ板厚は25mm 以上，最大荷重を離間荷重以下とすることにより 200 万回の疲労保証が可能と思われる．

4．おわりに

今回の検討結果により，ボルト接合部の静的および疲労設計が可能となった．今後はウェブの開口量が腐食の問題とならないよう，細部構造の更なる検討が必要と考えている．

（参考文献）橋梁用高力ボルト引張接合設計指針 日本鋼構造協会（平成6年）
 工藤他 高力ボルト引張接合をウェブ継手に採用した鋼桁の載荷試験 土木学会第56回年次学術講演会（平成13年）
 山口他 鋼桁の現場高力ボルト接合部の疲労試験 土木学会第57回年次学術講演会（平成14年）

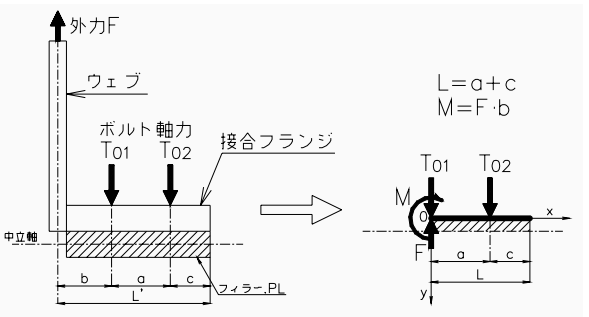


図 - 3 引張ボルト接合のモデル

表 - 1 接合部単体疲労試験体の諸元

No.	供試体名 接合Flg板厚 (mm)	応力比	外力		離間荷重の 理論値(C) (tf)	A/C	B/C
			最大荷重(A) (tf)	荷重範囲(B) (tf)			
1	22	0.25	5.8	4.4	3.7	1.6	1.2
2			5.1	3.8	3.7	1.4	1
3			4.8	3.6	3.2	1.5	1.1
4			4.1	3.1	3.7	1.1	0.8
5		0.46	6.0	3.2	3.8	1.6	0.9
6			5.6	3.0	4.0	1.4	0.8
7			5.1	2.8	4.0	1.3	0.7
8			4.7	2.5	3.7	1.3	0.7
9	25	0.25	6.0	4.5	4.1	1.5	1.1
10			5.2	3.9	4.4	1.2	0.9
11			4.8	3.6	4.4	1.1	0.8
12			4.7	3.5	4.3	1.1	0.8
13		0.46	8.5	4.6	4.0	2.2	1.2
14			6.5	3.5	3.8	1.7	0.9
15			5.6	3.0	3.9	1.4	0.8
16			4.4	2.1	4.0	1.1	0.5

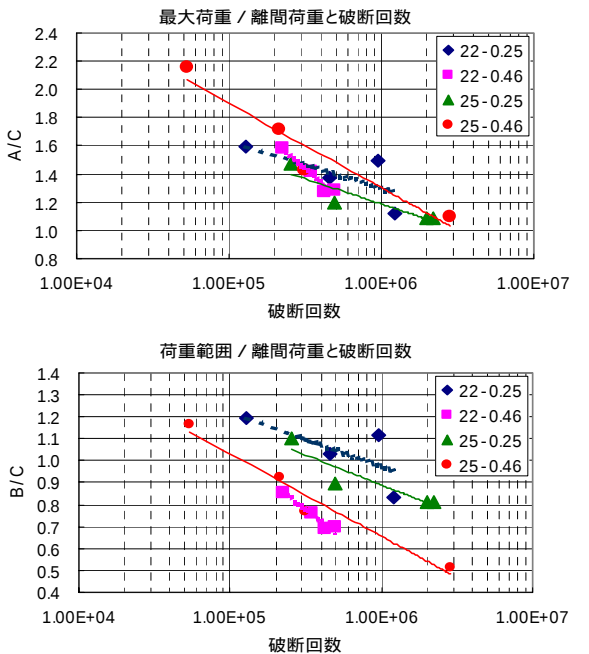


図 - 4 接合部の疲労試験結果