

○武蔵工業大学 西脇威夫 武蔵工業大学 増田陳紀
武蔵工業大学 皆川 勝 桜田機械工業(株) 鈴木康弘

1. まえがき

高力ボルトに軸力を導入し、それを接手として利用するいわゆる高力ボルト引張接合は、道路橋示方書では、ボルトの許容応力度、締め付け力、接手部の剛性、応力状態を明らかにするならば使用することは差し支えがないとしている。一方、道路橋示方書の規定に準じながら設計を進める長大橋の場合で、吊橋や斜張橋の主塔基部あるいは鋼製橋脚基部では、ここに述べる接手の考え方を準用して差し支えがないと思われる引張ボルトが用いられることが極めて多い。

本論で述べる高力ボルトによる長締め形式は、摩擦接合がボルト軸力によって生ずる摩擦力を利用するのに対し、ボルト軸力そのものを接合に用いることから、高力ボルトの性能を充分に発揮できることに加え、摩擦係数は1より大きくなり得ないことから、効率よく高力ボルトを活用しているといえる。さらに、吊橋や斜張橋の主塔にこれを採用すると、塔の外面を全く平坦にすることが可能で、美観上優れている主塔を建設することができる。また、美観を求めることを目的として、現在主塔の架設に現場溶接を採用することもあるが、開先精度、現場溶接のための仮設備に加えて一断面の全周溶接を行うのにかなりの日時が必要となる。このような箇所に高力ボルト引張接合・長締め形式を採用すれば、現場作業は設備も含めて極めて簡易であり、工期は工事規模にもよるが現場溶接と比べてかなり短縮することが可能である。また品質管理の点からは、ボルトの張力の管理のみで管理に必要な手間や経費を節約することができる。

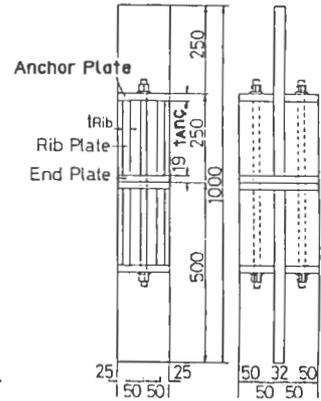


図-1 試験体の寸法・形状

2. 試験体および載荷形式

2-1 試験体 試験体はSS41を用いて製作し、両端にネジ部を持つ高力ボルト(ロッド)で締め付けた。形状寸法を図-1²⁾および表-1³⁾に示す。ボルトの締め付け力は、現在摩擦接合で用いるボルト軸力を特に改める理由は見あたらないのでその数値を用いた。ボルトは丸鋼を用い、ナット・座金はF8TM20に対応するものを用いた。

試験体	接触面加工前			接触面加工後			
	t _{Anc} (mm)	t _{Rib} (mm)	Bolt初張力 B ₀ (ton)	試験体	t _{Anc} (mm)	t _{Rib} (mm)	Bolt初張力 B ₀ (ton)
A-1	10	10	14.2	B-1	10	25	14.3
A-2			7.4				
C-1	25	10	14.4	C-1'	25	10	14.6
			C-2				
D-1	25	25	14.2	D-1'	25	25	14.6
D-2			17.4	D-2'			17.4

表-1 試験体の分類

2-2 載荷形式 載荷形式は図-2³⁾に

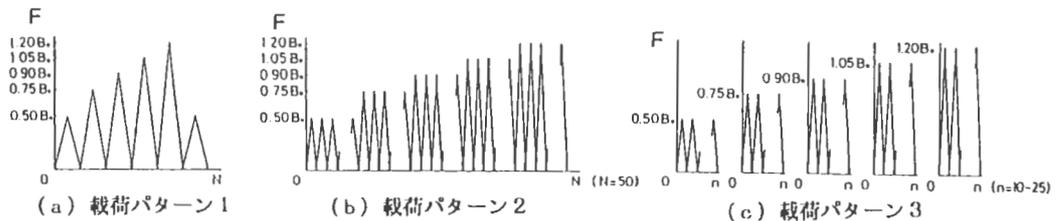


図-2 載荷形式

示す3パターンに加えて荷重の上限を初期軸力
和の90%、下限を10%とする 200万回片振り引
張載荷とした。

3. ボルト軸力

3-1 ボルトの付加軸力 ボルトに生ず
る付加軸力は、接手各部の剛性と接手の接触面
の状態によって変化する。実験によって得られ
た値を図-3²⁾に示す。

3-2 ボルト軸力減少と軸力幅 ボルト
軸力減少は、荷重がボルト初期軸力の90%以下
であれば、その値は極めて小さく、図-4⁴⁾は
200万回載荷による軸力減少の一例である。

3-3 モデルによる数値計算 数値計算用モデルとし
て、図-5が示されている。¹⁾これは極めて簡明なモデルで
あり、剛性の評価を適切に行えばかなりよい推定を行うこと
ができる。しかし、実測に用いた形状寸法の接手に用いるに
当たっては若干の疑義がないわけではない。

4. 載荷による各部の応力

載荷された荷重は、ボルト締め付けによる母材およびリブ
内の圧縮力などと釣り合う。図-6⁴⁾はリブの上端と下端の
単位幅当りの軸力の荷重載荷に伴う変化を、ひずみ分布測定値(端面仕上
げ後)から計算した結果である。上端では母材の荷重負担が大きいが、下
端ではほぼ軸力の変化は一樣になっている。図中の一点鎖線は、荷重載荷
によって生じた応力が母材・リブの全断面積に一樣に分布した場合、リブ
内に生ずる単位幅当りの軸力を示している。これより、接手の全断面積が
荷重に対して有効に働いていると判断できる。また、接手はボルト軸力の
変化(図-3)とも考えあわせて、引張荷重と圧縮荷重のど
ちらに対してもほぼ同等な性状を持つことがわかる。

5. むすび

道路橋示方書で、使用に際して明かとしなければならない
と述べている問題点に関し、主として実験的に得られた結果
の一部について述べた。数値解析結果とも合わせてこれらの
研究結果より、既に一部では実用に供されている引張ボルト
長締め形式は、それを一般的に用いる基本方針を確立しうる
ものと思われる。

参考文献

- 1) 高力ボルトの引張接合について、JSSC、Vol.3、No.24、1967.12
- 2) 堀江・西脇他：高力ボルト引張接合・長締め形式に関する研究、土
木学会第39回年講集 I-155、pp.309-310、1984.10
- 3) 堀江・西脇他：高力ボルト引張接合・長締め形式に関する研究(そ
の2)、土木学会第40回年講集、I-465、pp.929-930、1985.9
- 4) 西脇・増田他：高力ボルト引張接合・長締め形式に関する研究(そ
の3)、土木学会第41回年講集、I-282、pp.563-564、1986.11
- 5) 西脇・増田他：高力ボルト引張接合・長締め形式に関する研究(そ
の4)、土木学会第42回年講集、発表予定

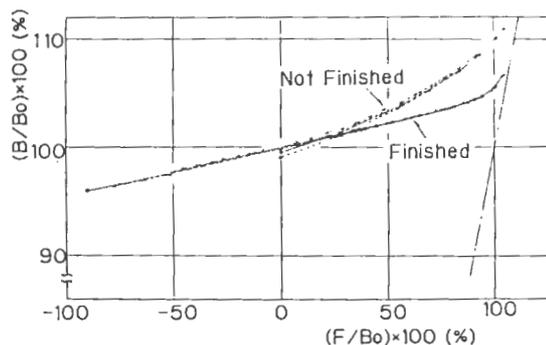


図-3 荷重-ボルト軸力関係

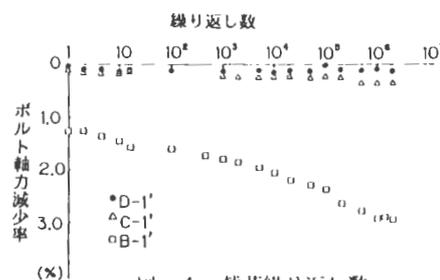


図-4 載荷繰り返し数
-ボルト軸力減少率関係

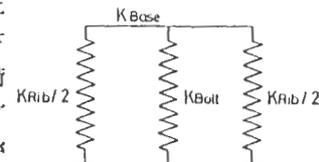


図-5 接手のバネ置換モデル

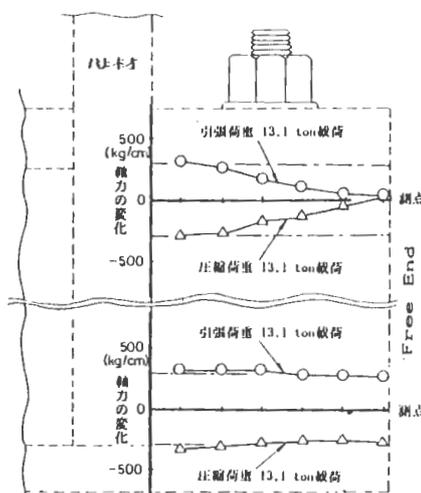


図-6 荷重載荷によるリブ内の軸力の変化