

大阪市立大学工学部

学生員○中村裕之

大阪市立大学大学院工学研究科 正 員 山口隆司

大阪市立大学大学院工学研究科 正 員 北田俊行

大阪市立大学大学院工学研究科 正 員 松村政秀

大阪市立大学大学院工学研究科 学生員 鈴木康夫

1. 研究の目的 高力ボルト引張継手は、鋼橋における高力ボルト現場接合継手の1形式としてその適用が期待されている。図1に示すような引張継手形式を含む箱形断面部材をアーチリブなどの接合部に適用する場合、架設時や地震時などに曲げおよびねじりの組合せ断面力が継手部には作用すると考えられる。そこで本研究では、曲げおよびねじりを同時に載荷できる実験装置を開発して、接合部での離間量がねじり耐力およびボルト軸力に及ぼす影響を実験的に検討した。

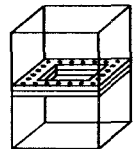
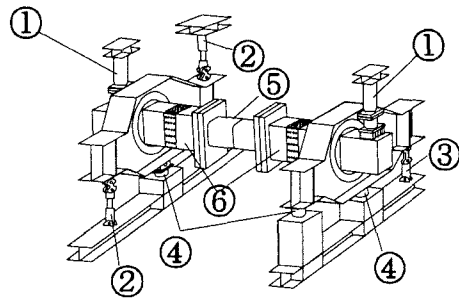


図1 引張継手の概略

2. 載荷装置 開発した載荷装置を図2に示す。本載荷装置は、曲げおよびねじりを同時に載荷することが可能であり、曲げモーメントおよびねじりモーメントともに最大で $700\text{kN}\cdot\text{m}$ の載荷能力を有している。供試体は図中の中央に設置されており、供試体と治具との接合は、エンドプレート引張継手形式により、治具と載荷フレームとは添接板を裏と表に用いた摩擦接合により接合されている。



- ①: 曲げ用圧縮油圧ジャッキ(1000kN)
- ②: ねじり用引張油圧ジャッキ(500kN)
- ③: 負反力用引張油圧ジャッキ(500kN)
- ④: 支点反力用ロードセル(2000kN)
- ⑤: 実験供試体
- ⑥: 供試体取付治具

図2 載荷装置

3. 実験概要 実験では図3に示すように、全周にボルトを1列配置した引張継手形式を持つ供試体を2体{D34-1,D34-2}を用いた。供試体の形状は、文献1)と比較するため同一とした。文献1)によると、実験供試体の引張継手部におけるボルトの降伏曲げモーメントは 99.2kNm 、および終局曲げモーメントは 207.2kNm であることから、離間量に差をつけるため、供試体{D34-1}に対しては、降伏曲げモーメントの3分の1程度(33kNm)まで曲げモーメントを載荷し、供試体{D34-2}に対しては終局曲げモーメントの4分の3程度(150kNm)まで載荷した状態で、継手部においてすべりが生じるまでそれぞれねじりモーメントを油圧ポンプにより漸増載荷した。そして、この2体の離間量の差とすべり耐力の違いを比較した。

4. 測定対象とその方法 実験では、ボルト軸力およびフランジ板間の離間量を測定した。ボルト軸力は、ボルトヘッドに貼り付けた3軸ひずみゲージにより測定した。図3に示す7ヶ所のボルトに対して軸力の測定を行い、圧縮側の中心側にあるボルトを bolt1 とし時計回りに bolt7 までとした。また、ボルトには、M12の初期導入軸力を建築基準を参考に 60kN の軸力をトルクレンチにより導入した。離間量の測定は、図3の①～⑥の計6箇所に設置したクリップゲージにより測定し、引張側の離間量は、④、⑤および⑥の3つの平均値とする。また、引張側と圧縮側に変位計を図4に示すように、ティーフランジ上に中心から 120mm の位置に4箇所ずつ計8箇所設置し、ずり変位を測定した。

5. 実験方法 曲げモーメントおよびねじりモーメントの載荷は、それぞれ別の油圧式ポンプを用いて行った。まず、図2の①の曲げ用圧縮油圧ジャッキにより曲げモーメントを漸増載荷していき、所定の荷重まで載荷する。次に、図中の③にある負反力用引張油圧ジャッキを利用して

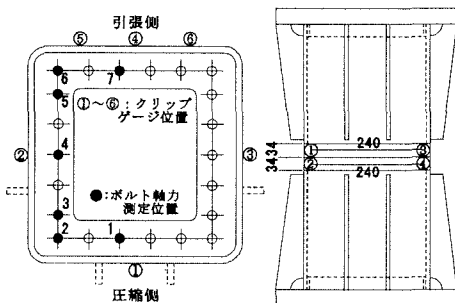


図3 継手断面の概略

図4 供試体の側面図

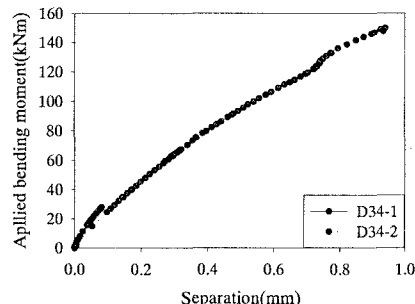


図5 曲げモーメント - 離間量曲線

Hiroyuki NAKAMURA, Toshiyuki KITADA, Takashi YAMAGUTHI, Masahide MATUMURA, Yasuo SUZUKI

反力側のねじり用载荷フレームを固定しておき、反対側にある②のねじり用引張油圧ジャッキによりねじりモーメントを漸増载荷する。そして、継手面においてすべりが生じるまで载荷した。

6. 実験結果 (1) 荷重 - 離間量関係 測定した離間量と曲げモーメントの関係を図5に示す。図5によると、2体の供試体における離間量の差は最終的に約10倍である。

(2) ずり変位 曲げモーメント 载荷終了後のずり変位とねじりモーメントとの関係を図6に示す。

Tは引張側を、Cは圧縮側を意味しており、T1とC1およびT2とC2がそれぞれ対応している。図より、いずれの供試体においても同じ荷重レベル(35kNm)ですべりが発生しているのがわかる。すなわち、継手面間の離間量の大小は、ねじり耐力に有意な影響を与えないと考えられる。

(3) ボルト軸力の変化 曲げおよびねじりモーメントを漸増载荷したときのボルト軸力の変化を図7および図8に示す。図7(a)によると、曲げモーメントによるボルト軸力の変化はほとんどないことがわかる。これは、離間量が小さいため摩擦力が有効に働いていたものと考えられる。また、図8(a)によると、継手部の離間量が大きい場合、引張側のボルト軸力に大きく変動が見られる。次に、図7(b)および図8(b)により、ねじりモーメントによるボルト軸力の変化はほとんど見られず、すべりが生じた後に変動している。これは、ボルトがボルト孔に接触したために変動したと考えられる。

7. まとめ (1) 曲げおよびねじりの組合せ断面力を载荷できる実験装置を開発し、箱形断面継手部の力学的挙動の解明に、本装置が有効であることが確認できた。

(2) 箱形断面引張継手において、離間した状態でねじりモーメントを漸増载荷しても、すべりが生じるまでは、ボルト軸力にほとんど変化は見られなかった。

(3) 箱形断面の引張継手において、曲げモーメントの大きさにより離間量を変えて、ねじりモーメントを漸増载荷した。その結果、どちらも35kN・mのあたりですべりが発生し、離間量の違いによるすべり耐力の違いは見られなかった。

参考文献 1) 山口隆司, 鈴木康夫, 北田俊行, 杉浦邦征, 秋山寿行: 高力ボルト引張継手を用いた箱形断面接合部の組合せ荷重下における力学的挙動, 構造工学論文集, Vol.47A, 土木学会, pp.103-112, 2001年3月

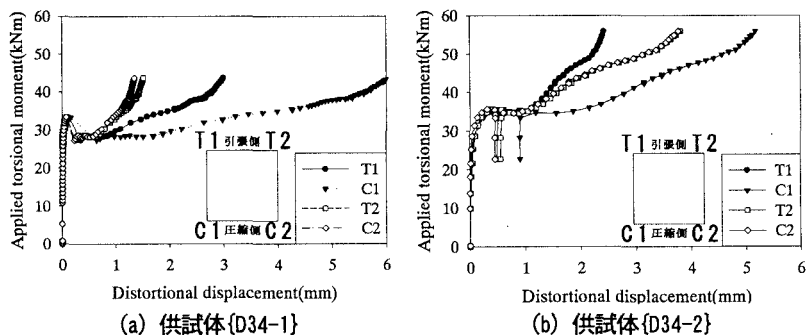


図6 ねじりモーメント-ずり変位曲線

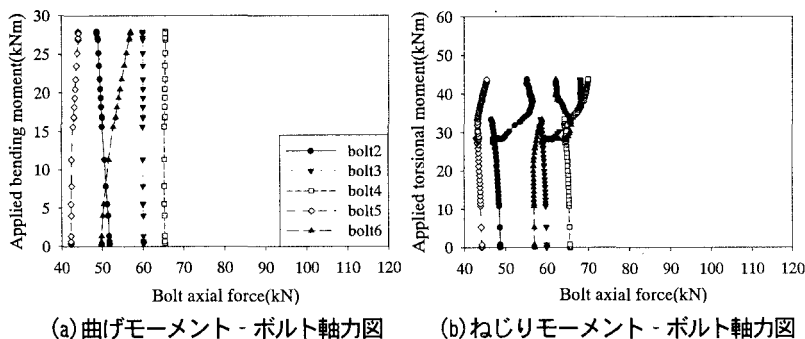


図7 曲げ・ねじりモーメントによるボルト軸力の変化(供試体 D34-1)

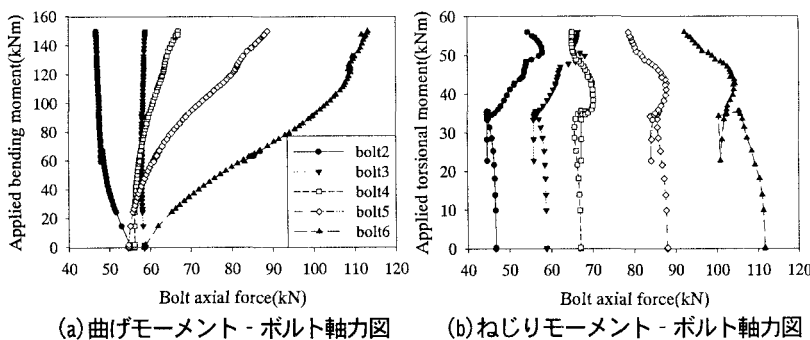


図8 曲げ・ねじりモーメントによるボルト軸力の変化(供試体 D34-2)