

福井工業大学 正 員 鈴木博之
同 学生員 ○中崎勝裕
同 吉川 浩

1. はじめに

土木の鋼構造物では、一般に現場接合に高力ボルト摩擦接合が用いられている。1964年にJISに制定されたF13T高力ボルトは1964～1966年にかけて、使用されたすべての橋梁において破壊が発生した。1979年に改訂されたJISにおいては、F8T, F10T, F11Tが制定されているが、F11Tには「なるべく使用しない」との注記があり、橋梁の示方書でもF8T, F10Tに限られている。

1974年に竣工した福井県内の構造物に使用されていたF11T高力ボルトに、竣工後18年経過した1992年に遅れ破壊が生じていることが発見された。本研究では、この構造物に使用されていたながら遅れ破壊が生じていなかったF11Tを用いてねじの形状測定、ビッカース硬さ試験を行い、遅れ破壊について検討する。

2. 実験方法

実験には、F11T, M24, $\ell=100\text{mm}$ の高力ボルトと $\ell=70\text{mm}$ の高力ボルトを使用する。高力ボルトのねじ部を拡大投影機により20倍に拡大し、ねじ底の半径(以後 r と呼ぶ)と、ねじ谷の角度(以後 θ と呼ぶ)を測定する。ビッカース硬さ試験は、圧子荷重200g, 圧子時間15秒とする。 r と θ の測定および硬さの測定は不完全ねじ部と完全ねじ部2谷について行う。また、ビッカース硬さ試験は軸部についても行う。測定面はボルトを軸方向に2等分した切断面である。

3. 実験結果および考察

(1) r , θ の測定結果 不完全ねじ部と完全ねじ部の r の分布を図1, 2に示す。ねじ底の r の基本寸法は、旧JIS(JIS B 0205-1959)においては $r=0.325\text{mm}$ と規定されている。図1, 2より、不完全ねじ部の r の値は $0.25\sim 0.95\text{mm}$ までばらついており、基本寸法よりかなり大きいものが多くみられるが、完全ねじ部の r の値は $0.25\sim 0.35\text{mm}$ とばらつきがきわめて少ない。完全ねじ部に比べて不完全ねじ部の r の値は明らかに大きくなっているが、不完全ねじ部は断面急変部であるので、応力、ひずみの集中は完全ねじ部より著しいものと考えられる。次に、ねじ谷の角度 θ について考える。ねじ谷の θ の基本寸法は旧JISにおいては 60° と規定されていた。完全ねじ部の θ の平均値は $59^\circ 58'$ であり、基本寸法に近い値となっており、ばらつきは少なかった。不完全ねじ部の θ の平均値は旧JISに近い $60^\circ 14'$ であったが、 $\pm 3^\circ$ ほどのばらつきがみられた。また、不完全ねじ部では $52^\circ 20'$ という小さい箇所もあった。

(2) ビッカース硬さ試験の測定結果 ボルト軸部、不完全ねじ部および完全ねじ部についてビッカース硬さ試験を行った。 $\ell=70\text{mm}$ のボルトの結果を図3, 4, 5に示す。

図3のボルト軸部の硬さ分布を見てみると、軸部表面より 0.05mm 入った箇所のビッカース硬さ値 H_v の平均値は $H_v\approx 270$ であるのに対し、図4, 5の不完全ねじ部と完全ねじ部ボルト軸方向の硬さ試験結果においては、ねじ底より 0.05mm 入った箇所のビッカース硬さ値 H_v は、第4の谷を除いて $H_v=300$ 近くを示している。同様に、 $\ell=100\text{mm}$ のボルトにおいても軸部の平均値は $H_v\approx 300$ であったのに対して、不完全ねじ部、完全ねじ部のねじ底では $H_v=330$ 近くを示していた。ところで、図5における $y=0.0\text{mm}$ と $y=0.2\text{mm}$ の硬さ値は $H_v=200$ を下回っている。また、図3に示すように応力集中のない軸部でも $H_v=200$ を下回る箇所や $H_v=200$ に近い硬さ値を示すものがある。このように局部的に低い硬さ値はボルトの表面付近だけではなく、図3に示すように軸部表面より 0.65mm の測定箇所にも認められることから、ボルトの表面に何らかの処理を施したために生じたものでは

なく、これは材質の不均一性を示すものであると言える。ボルトの材質が不均一であると腐食され易く、ボルトにピットが形成され、高応力作用下にあるボルトにピットが形成されるとそのピットを起点として遅れ破壊が発生するものと考えられる。この過程の進行において、ねじ部の r 、 θ が小さいことによる応力集中の寄与も大きいものと思われる。

4. まとめ

F11Tの遅れ破壊は、材質に起因するといわれている。本研究のビッカース硬さ試験結果からもF11Tボルトの材質の不均一が確認された。また、ねじ底の半径が新JISの規定に比べて小さいことによる応力集中もF11Tの遅れ破壊の原因の一つであると推察された。なお、既存の構造物においてはF11T高力ボルトを使用中のものもあるので、今後定期的な点検が必要であることは言うまでもない。

参考文献 松山晋作；遅れ破壊，日本工業新聞社，1989年

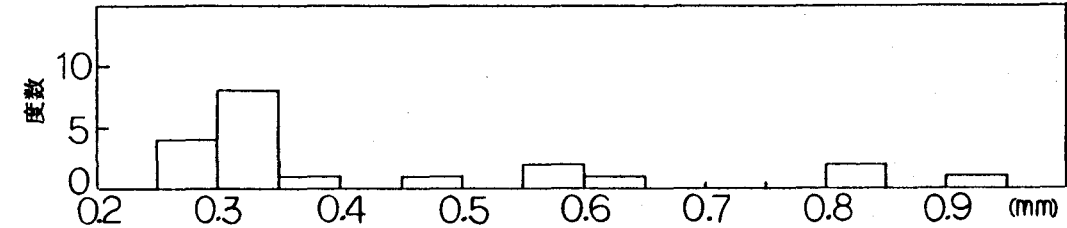


図1 不完全ねじ部のねじ底の半径(r)の分布

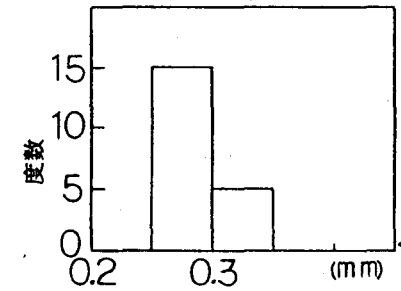


図2 完全ねじ部のねじ底の半径(r)の分布

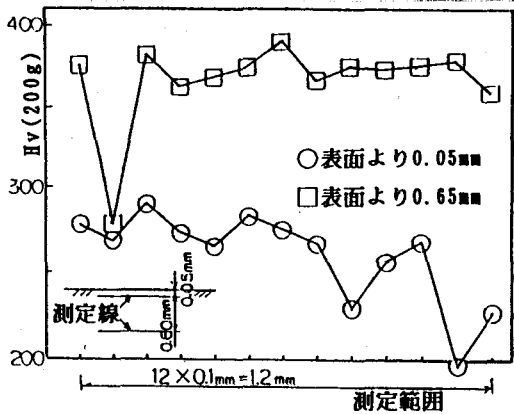


図3 ボルト軸部の硬さの分布

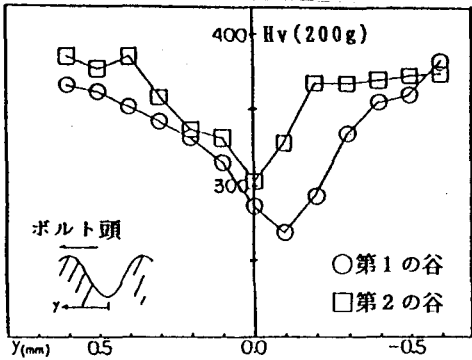


図4 不完全ねじ部ボルト軸方向の硬さの分布

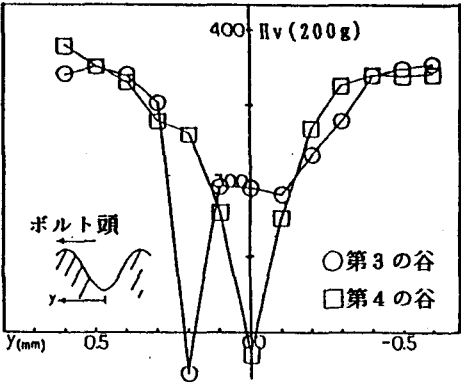


図5 完全ねじ部ボルト軸方向の硬さの分布