

1. はじめに

鋼橋の製作において、仮組み時に規定を満たさないボルト孔はリーマによる整孔作業を必要とする。しかし、整孔すると過大孔になることがあり、これはこれで孔埋め、明け直しという手直しが要求される。本研究では、新規の構造物の製作を想定し、荷重が作用していない状態でボルト孔を溶接により埋め戻し、再孔明けした部材の静的引張挙動を実験的に検討する。また、既存橋梁の補修・補強を想定し、引張荷重作用下でボルト孔を溶接により埋め戻し、再孔明けした部材の静的引張挙動についても検討する。

2. 実験条件

試験片に使用した鋼材は板厚12mmのSM490Aである。最初に、所定の形状に切り出した鋼板に荷重が作用していない状態で24.5φのボルト孔を明ける。次に、荷重が作用していない状態(WN1)あるいは純断面の応力が $\sigma_{\text{許容}}=140\text{N/mm}^2$ となる荷重が作用した状態(WN2)で、ボルト孔を溶接により埋め戻す。ここに、カッコ内は試験片記号である。さらに、ボルト孔を埋め戻した試験片に荷重が作用していない状態で24.5φのボルト孔を明け直す(WA1, WA2)。このボルト孔は溶接で埋め戻されたボルト孔と10mmずれた位置に明ける。このようにボルト孔を再孔明けした試験片に、当て板を高力ボルトで取り付けた試験片(WA1B-T, WA2B-T, WA2B-TR)も作製した。比較のため素材(PN)、素材の孔明き材(PA)、素材の孔明き材に付加板をボルト締めしたもの(PAB-T)についても実験を行った。また、ボルト孔を再孔明けした試験片について、ボルト孔間を切断し、添接板を高力ボルトで取り付けた継手試験片(WA1B-K, WA2B-K)も作製した。母板と当て板、添接板の接触面にはブラスト処理を施し、高力ボルトは荷重が作用していない状態で締め付けた。ボルトはF10T, M22を使用し、軸力はボルトの軸部に貼付したひずみゲージにより管理した。導入軸力は設計ボルト軸力201Nの10%増しの221Nである。引張試験には容量100tの万能試験機を使用した。ゲージ長は200mmである。

3. 実験結果および考察

図1はPN, WN1およびWN2の応力-ひずみ曲線である。WN1, WN2の一樣伸びはPNより2.5～5%程度小さいが、引張強さはPNにほぼ等しくなっている。したがって、純断面の応力が $\sigma_{\text{許容}}=140\text{N/mm}^2$ 以下となる引張荷重作用下でボルト孔を溶接で埋め戻された部材の引張強度は、荷重が作用していない状態でボルト孔を溶接で埋め戻された部材の引張強度と差がなく、溶接部が健全であれば、素材の引張強度とほとんど変わらないといえる。

図2はPA, WA1ならびにWA2の応力-ひずみ曲線である。縦軸は純断面における公称応力である。WA1とWA2はほぼ同じ曲線を示しており、PAと変わらない応力-ひずみ曲線となっている。

図3はPAとWN2Rの応力-ひずみ曲線である。WN2Rは、荷重作用下でボルト孔を埋め戻したが、溶接部が必ずしも健全でなかったものである。PAの応力は純断面における公称応力である。PAの引張強さ、一樣伸びは、それぞれWN2Rの約1.5, 2倍の値を示しており、溶接部が必ずしも健全でない場合は溶接を行わない場合より強度、変形能ともに低下することがわかる。これは、円孔を溶接埋め戻した時に未溶着部が生じ、この未溶着部の先端半径は元の円孔の半径よりも小さく、したがって、切欠きというよりも亀裂状の欠陥となったために、強度、変形能が低下したものである。以上より、実橋において、もし溶接埋め戻し部の品質が確保されないならば、溶接埋め戻しをしてはならないと言える。

図4はPAB-TとWA2B-TRの応力-ひずみ曲線である。縦軸は純断面における公称応力である。WA2B-TRの方がPAB-Tより引張強さがわずかに大きく、一樣伸びが若干小さいように思われるが、これらは有為な差異とは

Hiroyuki SUZUKI, Katsuhiko NAKAZAKI

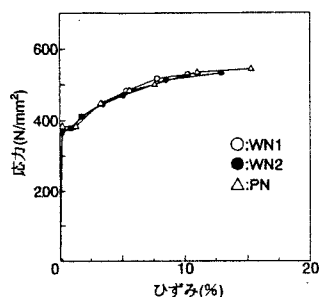


図1 PN, WN1, WN2の
応力-ひずみ曲線

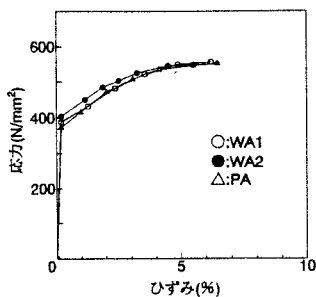


図2 PA, WA1, WA2の
応力-ひずみ曲線

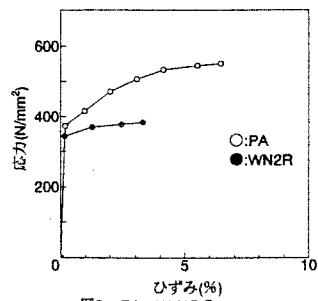


図3 PA, WN2Rの
応力-ひずみ曲線

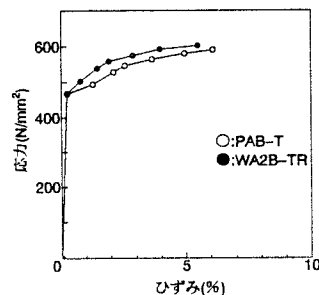


図4 PAB-T, WA2B-TRの
応力-ひずみ曲線

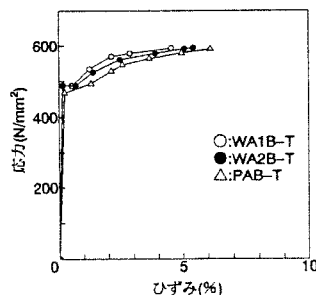


図5 PAB-T, WA1B-T, WA2B-Tの
応力-ひずみ曲線

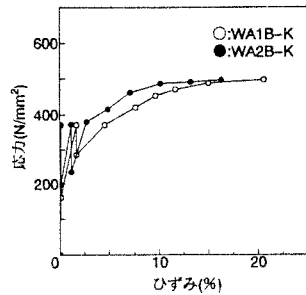


図6 WA1B-K, WA2B-Kの
応力-ひずみ曲線

認められず、ほぼ同一の曲線とみなし得る。この図より、純断面の応力が $\sigma_{\text{max}} \leq 140 \text{ N/mm}^2$ である引張荷重作用下でボルト孔を溶接により埋め戻したときに、溶接部が必ずしも健全でなかった部材においては、埋め戻されたボルト孔の近傍にボルト孔を再孔明けし、当て板を高力ボルトで取り付けることによって、素材に当て板を高力ボルトで取り付けた部材と同程度の強度が得られることがわかる。この結果は、当然、溶接部の不具合の程度に依存する。

図5はPAB-T, WA1B-T, WA2B-Tの応力-ひずみ曲線である。縦軸は純断面における公称応力である。PAB-TとWA1B-Tのひずみに若干の差異があるが、ボルト孔を溶接によって埋め戻し、埋め戻されたボルト孔の近傍に新たな部材を高力ボルトで取り付ける場合、純断面の応力が $\sigma_{\text{max}} \leq 140 \text{ N/mm}^2$ の荷重作用下であれば、作業後の部材の引張強度の点からは、作業中、作用荷重を低減する必要はないと言える。ただし、作業中の安全性が確保されなければならない。

図6は、WA1B-KとWA2B-Kのすべり試験の結果である。縦軸は、純断面における公称応力である。WA1B-KとWA2B-Kの挙動に有意差は認められない。いずれの試験片もすべりは221Nで生じた。この結果から、すべり係数を求めると、 $\mu = 0.45$ となり、これは道路橋示方書で規定されている設計上のすべり係数($\mu = 0.4$)を満足している。

4. まとめ

本研究の結果は以下の通りである。

- (1) 純断面の引張応力が $\sigma_{\text{max}} \leq 140 \text{ N/mm}^2$ 以下である荷重作用下でボルト孔を溶接で埋め戻された部材の引張強度は、溶接部が健全であれば、素材の引張強度とほとんど変わらなかった。
- (2) 溶接埋め戻し部の品質が確保されない場合には、溶接埋め戻しをしてはならない。
- (3) ボルト孔を溶接によって埋め戻し、再孔明けした部材のすべり試験では、道路橋示方書で規定されている設計上のすべり係数を満足していた。

【参考文献】

- 1) 日本鋼構造協会；鋼構造物における孔加工法の現状と各種関連規定類の見直しについて、昭和62年1月。
- 2) 日本道路協会；道路橋示方書・同解説、平成6年2月。