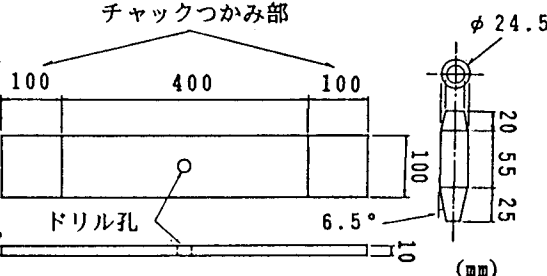


NTT 正員 ○西村豊雄、宇都宮大学 正員 阿部英彦
トビー工業 新井純夫、西園広之

1. はじめに

橋梁等を組立てる場合、ボルト孔にドリフトピン(以下「ピン」という)を打ち込んで継手を合わせるが、その際、孔周縁に塑性変形を与え、残留応力を生じさせる可能性がある。また、ある程度以上の引張り力を加えられた履歴を持つ場合、円孔形状による応力集中が原因で圧縮残留応力が発生し得るが、両者が兼ね合っ



て部材の疲れ強さに影響を与えることが考えられる。拡孔はある程度までは圧縮残留応力により疲れ強さを向上させる効果があると考えられるが、過度になると孔縁に微小亀裂を生じさせて疲れ強さを低下させる可能性も考えられる。本研究は、上記の条件が疲労強度に及ぼす影響を最も基本的な試験体を用いた実験により検討した。

2. 実験概要

本実験では、図1に示す円孔試験体および架設現場で実際に使用されているピンを使用した。試験体の側面はガス切断の影響を除去するため機械仕上げを行い、円孔は所定の径にドリルであけた後、孔縁に生じた「まくれ」を取り除くために面どりを行った。鋼材の機械的性質をミルシートにしたがって表1に示す。残留応力は鋼板を細かく切り刻んでひずみを解放することにより測定した。また試験体の孔周辺部にひずみゲージを貼り、繰返しに伴うひずみの変化を観察した。

表1 試験体の機械的性質

降伏点	引張り強さ	伸び
kgf/mm ²		%
28	43	31

表2 試験体の種類

タイプ	円孔径 (mm)	ドリフトピン (φ24.5mm)
1	24.0	押し込まない
2	24.0	押し込み引き抜く
3	23.5	押し込み引き抜く
4	23.0	押し込み引き抜く

ピンの径は一定(φ24.5mm)とし、孔径は表2に示すように3種類に変えてピンを押し込み貫通して抜き取った試験体(以下「ピン押し込み試験体」とよぶ)と、孔をあけたままでピンを押し込まない試験体(タイプ1)に対し試験した。試験機は、電気油圧式サーボ型試験機(容量30tf)を使用し、応力波形は正弦波、繰返し速度は毎分600~720回で引張り片振り(下限荷重は約1.52tf)とした。

3. 実験結果と考察

(1) 残留応力の実測値

図2,3および4は各タイプについてピンを押し込んで、引き抜いた状態の残留応力(●-●印)およびこれを19.0tfで引張った後に、0に除荷した状態の残留応力(○-○印)を示す。前者につい

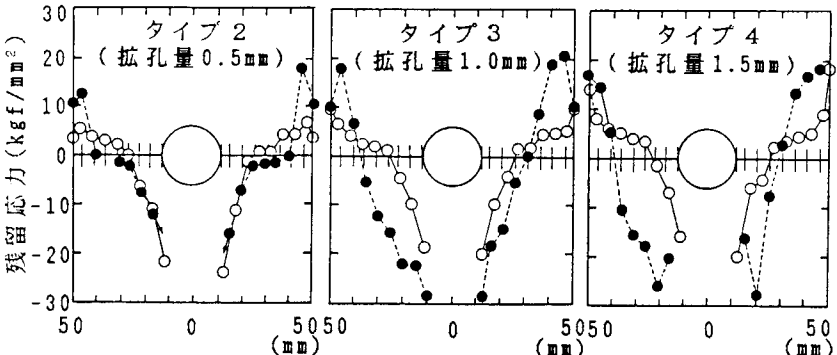


図2 残留応力図 図3 残留応力図 図4 残留応力図

ては、押し拡げ量が大きくなるほど圧縮残留応力の合計は大きくなる傾向があるが、孔周縁ではほとんど降伏点に達していると思われる。一方、後者については周縁の残留応力はすべてのタイプでほぼ同じ値を示した。このことから、ピン押し込みによって生じた圧縮残留応力は高い引張り荷重が作用することで消失してしまったと考えられる。

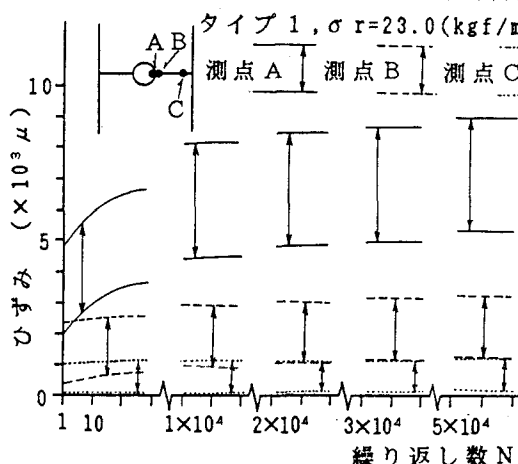


図5 繰返し数に伴うひずみの変化
(2)繰返し数と平均応力の変化

図5および6は孔周辺部に貼ったひずみゲージの値が、繰返し数の増加に伴い変化の様子をタイプ1および3を例にとって示す。即ち、ピンを押し込まないものはひずみの繰返し変動の位置が初期に急速に高くなるが、ピンを押し込んだものはこれが余り変わらないことがわかる。これは、ピンを押し込んだことによる最初のひずみの有無の差が原因であると考えられる。

(3)押し抜け量が疲れ寿命に及ぼす影響

図7に全試験体のS-N線図を示す。ピン押し込みタイプはすべて、押し込まないタイプよりも疲れ寿命が延びており、しかもピン押し込みによる抜け量が大きくなるにしたがって、長寿命に移る傾向が認められる。しかしタイプ3とタイプ4のS-N線が接近していることから、ある程度以上押し抜け量を大きくしても余り効果が無いものと推測される。3-(1)で述べたように、押し抜け量を大きくしても引張り外力を加えた後の孔周辺の残留応力は、余り増加しないことがその理由であると考えられる。

4. おわりに

- (1)ドリフトピンを孔あき鋼板に押し込み引き抜くことで、疲れ寿命は延びることが確認された。しかし、孔押し抜け量をある程度以上にしても、その効果は余り認められなかった。
- (2)塑性を考慮にいたった2次元有限要素解析も試みたが、ピンの押し抜け量が増すにつれて孔縁近辺には板厚の増大が明瞭に認められ、このような3次元的现象を2次元FEMで解析することは不適当と思われる。
- (3)応力やひずみの影響のみでなく、ピンで拡孔、貫通したことにより表面形状が滑らかになったことや、孔縁が金属組織的に変化したことなども、疲れ強さに影響すると考えられる。

《参考文献》

- 1) J.M.Potter : The Effect of Load Interaction and Sequence on the Fatigue Behavior of Notched Coupons, ASTM STP 519, pp.109~132, 1973.
- 2) 川嶋・中山・大塚・池田 : 繰返し引張りを受ける円孔を有する帯板の弾塑性変形, 日本機械学会論文集(A), 51巻470号, pp.2334~2340
- 3) 西村・阿部・新井・西園 : 孔あき鋼板の疲れ強さに及ぼすドリフトピン打ち込みの影響, 第15回関東支部講演概要集(1988)

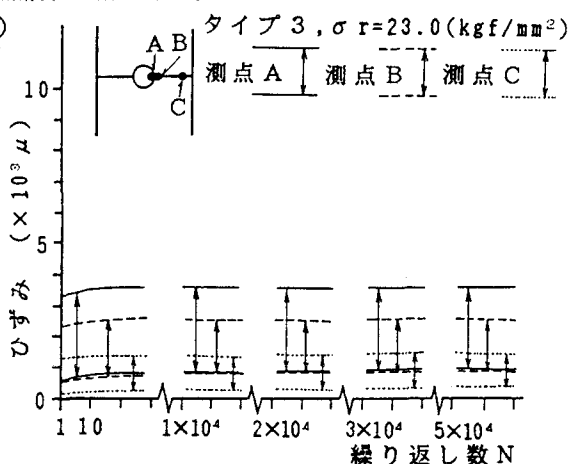


図6 繰返し数に伴うひずみの変化

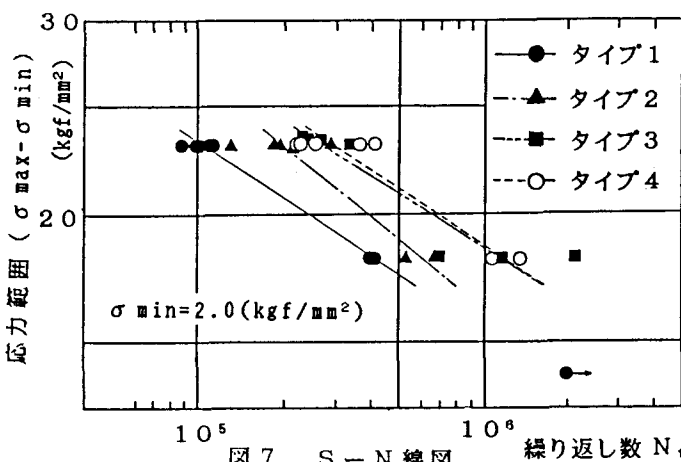


図7 S-N線図