

宇都宮大学工学部 学生員 ○西村豊雄

宇都宮大学工学部 正 員 阿部英彦

トピー工業

新井純夫、西園広之

1. はじめに

繰返し荷重を受ける鋼構造物においては、疲労破壊は代表的な破壊形態の一つである。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、円孔の形状による応力集中が原因となって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、以上の影響を基本的な試験体を用いて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。試験体の側面は機械仕上げを行い、円孔は所定の径にドリルであけた後、円孔縁に生じた“まくれ”を取り除くための面どりをを行った。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。ピン打込みによって生じる残留応力は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。表2に示すようにピンの径を一定（ $\phi 24.5$ mm）とし、孔径を24.0（タイプ2）、23.5（タイプ3）および23.0 mm（タイプ4）とし、ピンを打込み、抜取った試験体（以下「ピン打込み試験体」とよぶ）と、ピンを打込まない試験体（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30 tf）を使用し、応力波形は正弦波、繰返し速度、毎分600～720回の引張り片振り（下限荷重は約1.5 tf）とした。また、試験体の円孔周辺部にひずみゲージを貼り、繰返し数に伴うひずみの変化を観察した。

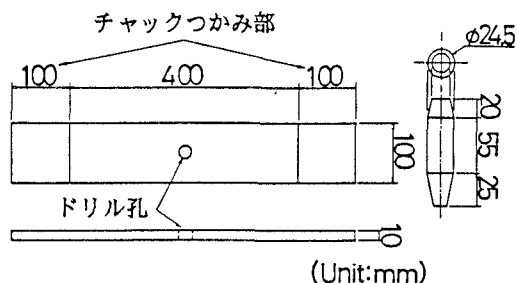


図1 試験体とドリフトピンの形状

表1 試験体の機械的性質

降伏点	引張り強さ	伸び
k g f / m m 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
1	24.0	打ち込まない
2	24.0	打ち込む
3	23.5	打ち込む
4	23.0	打ち込む

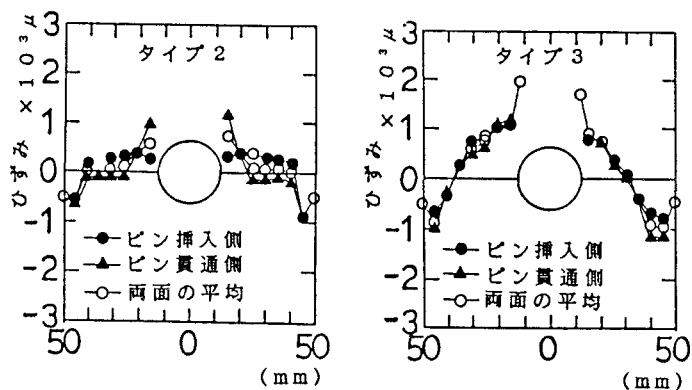
ドリフトピン径： $\phi 24.5$ mm

図2 残留ひずみ分布

3. 実験結果と考察

(1) 残留ひずみ分布

図2にピン打込み試験体の残留ひずみ分布の例を示す。押広げ量が多くなるほど残留ひずみが大きくなる傾向にあり、また、円孔周辺部には大きな圧縮残留応力が存在していることがわかる。

(2) 押広げ量と疲れ寿命

図3に全試験体のS-N線図を示す。ピン打込みタイプはすべて、打込まないタイプよりも疲れ寿命が延びており、しかも、ピン打込みによる押広げ量が多くなるにしたがって、長寿命に移る傾向が認められる。これは、ピン打込みによって円孔周辺部に発生する圧縮残留応力の差によるものと考えられる。

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、押広げ量を大きくしても余り効果が無いものと推測される。測定が示すように、押広げ量を多くしても円孔周辺の残留応力はそれほど大きくならないこと、および、無理な押広げによって円孔周辺部に微小亀裂が発生した可能性があることなどが、押広げ量を大きくした割には、疲れ寿命が延びなかった理由と推定される。

(3) 繰返し数に伴うひずみ変化

図4は試験体の円孔周辺部に貼ったひずみゲージの、繰返し数増加に伴う変化の一例(タイプ3)を示す。この図によれば、測点Aのひずみは応力の繰返しに伴って変化する。つまり、円孔周辺部に存在していた圧縮残留応力は繰返し数が増すことによって次第に減少すると考えられる。しかし測点B、Cになるにつれてひずみ変化はほとんどなくなることがわかる。

4. おわりに

今回の試験の結果から、ドリフトピンをボルト孔に打込むことによって生じる孔周辺部の圧縮残留応力は疲れ強さを増加させる効果を持つこと、残留応力が引張り力の繰返しにつれて、次第に減少する傾向があることなどが明らかになった。今後、プレインプレートによる基本的な疲労データに基き、今回の様な条件の部材の疲れ強さを解析により類推する方法を開発する計画である。

《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) 川嶋絃一郎・中山善敬・大塚晋・池田真夫 : 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

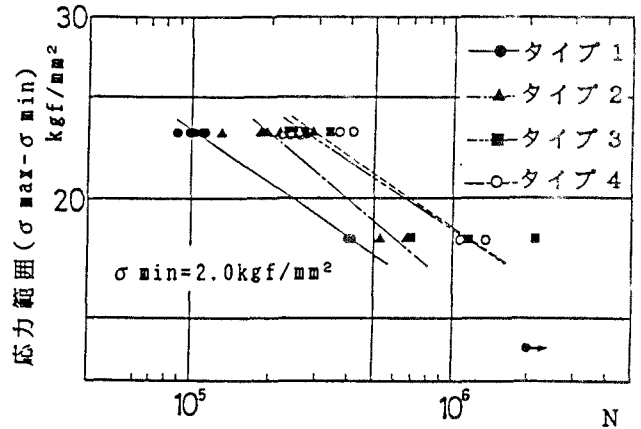


図3 S - N 線図

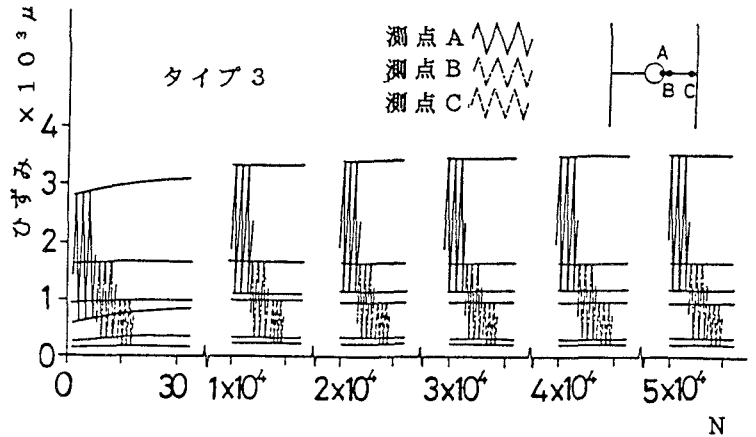


図4 繰返し数に伴うひずみの変化