

# I-189 拡孔した鋼板の疲労強度に関する研究

トピー工業 正員 ○大江浩一  
宇都宮大学 正員 阿部英彦  
トピー工業 米花邦彦

## 1. はじめに

鋼橋梁の組立てにおいては、部材継手部のボルト孔に、ドリフトピン(以下「ピン」と呼ぶ)を打ち込むことによって継手を合わせる。ピンを押し込むことは、疲労寿命に悪影響を及ぼす可能性があるとして予想されたが、昨年度行った1.5mmまでの拡孔試験では、逆に疲労寿命が延びることが確認された。その原因として、拡孔によって生じる圧縮残留応力の効果と、孔内縁の平滑化の効果とが考えられた。そこで、本研究では、焼鈍により残留応力を除去して疲労試験を行い、それらの影響について検討した。

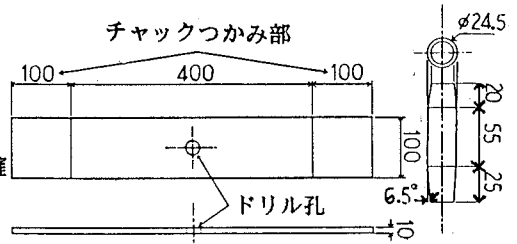


図1 鋼板とドリフトピンの形状

表1 試験体の種類

| 試験体<br>TYPE | 円孔直径<br>(mm) | ピン<br>打ち込み | 拡孔量<br>(mm) |
|-------------|--------------|------------|-------------|
| 1           | 24.0         | —          | 0           |
| 2           | 24.0         | ○          | 0.5         |
| 3           | 23.5         | ○          | 1.0         |
| 4           | 23.0         | ○          | 1.5         |

表2 鋼材の機械的性質

| 材料   | 降伏応力<br>kgf/mm <sup>2</sup> | 引張強さ<br>kgf/mm <sup>2</sup> | 伸び<br>% |
|------|-----------------------------|-----------------------------|---------|
| 非熱処理 | 28                          | 44                          | 3.0     |
| 熱処理  | 26.4                        | 39.8                        | 4.7     |

## 2. 実験概要

鋼板の形状は、図1に示すとおりで、側面部は、ガス切断の影響を除くため、10mm機械切削した後、中心に、ドリルで孔をあけた。表1に示すとおり、孔径は3種類で、同径(φ24.5mm)のピンを押し込み、引き抜いた。そして、熱処理と非熱処理のそれぞれについて、疲労試験および残留応力の測定を行った。表2に、鋼材の機械的性質を示す。

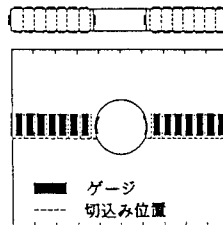


図2 ゲージ及び切込み位置

焼鈍は、ピン押し込み引き抜き後、温度685℃で8時間保持して行った。残留応力測定は、図2に示す円孔周辺の3点にゲージを貼り付け、切込み法でひずみを解放することによって行った。

また、疲労試験は、トピー工業鹿沼製造所において、電気油圧式サーボ型疲労試験機(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、繰返し引張片振り試験(下限荷重は約1.52tf、公称応力で2.0kgf/mm<sup>2</sup>)とした。

## 3. 実験結果と考察

### (1) 残留応力測定

図3(a)及び(b)に残留応力の分布を示す。図には、まず横方向に切断した後の値と、その後ゲージの間に切り刻みを入れた後の値とをプロットした。両者の値は、各試験体とも非常に近似しているが、後者は、孔周辺部で急激な変化を示しているものがある。これはゲージ間の切り刻みの際の刃当りの影響によることを考えて、以下、横方向切断後の値で判断することにした。非熱処理試験体については、ピンを押し込まないタイプ1も、孔周辺部以外は、他のピン押し込みタイプと分布が似ており、やはり残留応力の存在が認められた。これは、機械仕上げにもかかわらず、ガス切断による影響が残ったものと考えられる。また、残留ひずみの分布(図4)の比較において、拡孔したものの中では、余り差が認められない。

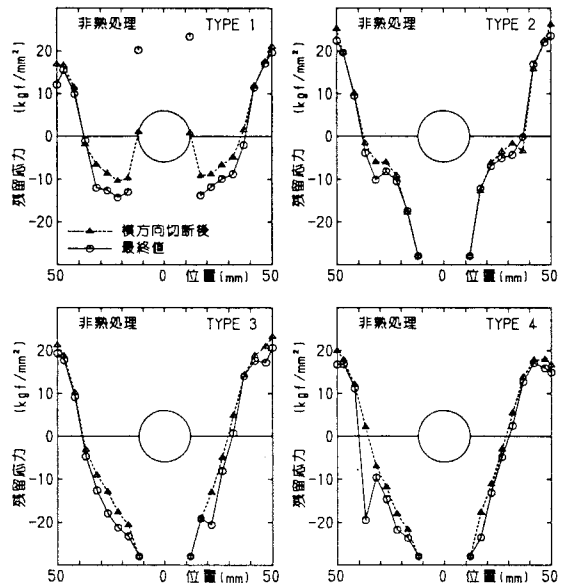


図3(a) 残留応力の分布(非熱処理)

熱処理試験体については、各タイプとも、残留ひずみ(図4)がほとんど認められないことから、残留応力がほぼ完全に除去されていると判断される。

## (2) 疲労試験

S-N線図(応力範囲と破断までの繰返し数との関係)を図5に示す。昨年度のデータも共にプロットしたが、ピン押し込みタイプでは、今回のデータは、各タイプとも昨年度のデータのばらつきの範囲内に入っている。そして、非熱処理試験体については、昨年と同様、ピン押し込みタイプは、いずれも孔あけのまま(タイプ1)よりも疲労寿命が延びており、かつ最初の0.5mm拡孔でそれが顕著である。

熱処理試験体について、 $\sigma_r$ (応力範囲)=23kgf/mm<sup>2</sup>では、全タイプ、 $N_f=7 \times 10^4$ 周辺にまとまっており、 $\sigma_r=20$ kgf/mm<sup>2</sup>では、少しばらつきが増したが、試験体による明瞭な差異は認められない。これらのことから、ピンの押し込み引き抜きによって疲労寿命が延びる原因は、表面形状の平滑化の影響ではなく、塑性変形の効果、すなわち残留応力あるいは残留ひずみの影響であると判断される。

## 4. 結論

本実験の範囲では、次のことが明らかとなった。  
(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、疲労寿命が延びる。焼鈍処理のものではこれが延びないことから、これは、孔周辺の平滑化の効果ではなく、圧縮残留応力あるいはひずみの効果であると思われる。

(2) 切込み法による残留応力の測定では、ゲージ間に切込みを入れなくても、横方向の切断のみで、十分正確な値が得られる。

(3) 機械切削を10mm施したにもかかわらず、非熱処理試験体で孔をあけたままの試験体でも、残留応力が認められた。試験体作製時のガス切断の影響について、今後の検討が残されている。

## 《参考文献》

- 1) 米谷茂：残留応力の発生と対策
- 2) 日本熱処理技術協会：熱処理の基礎(I)
- 3) 西村・阿部・新井・西園：ドリフトピン打ち込み鋼板の疲労強度，第34回年次学術講演会講演概要集・I-134(1988)

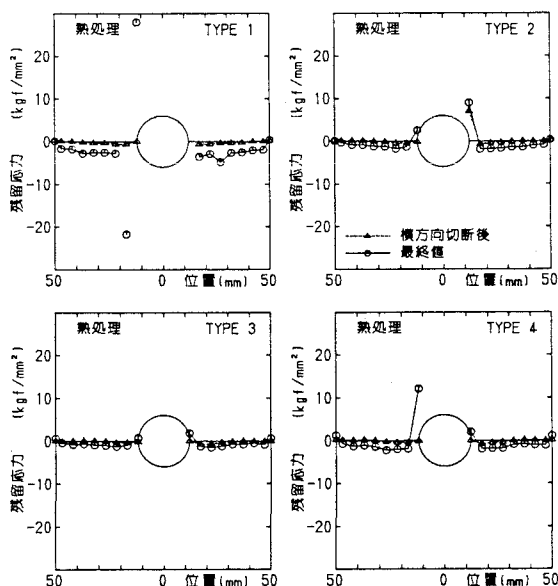


図3(b) 残留応力の分布(熱処理)

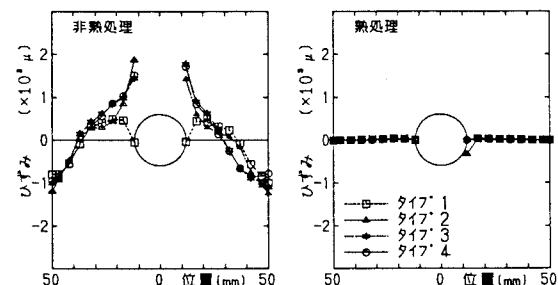


図4 残留ひずみ分布

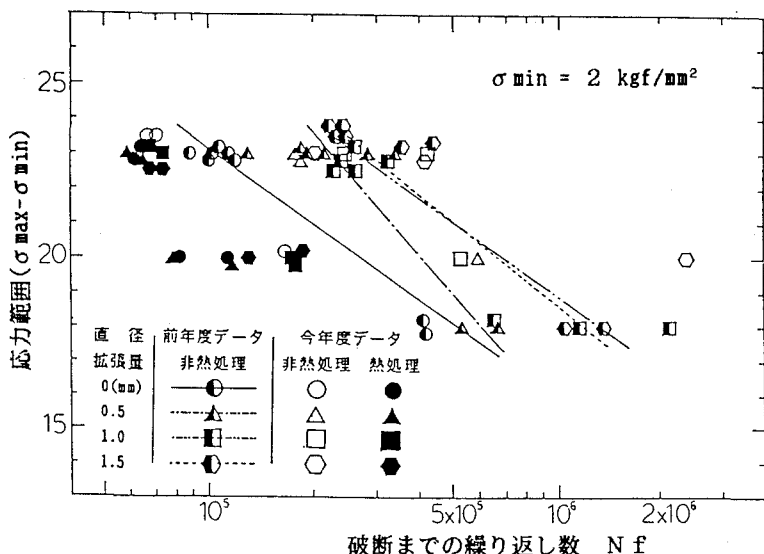


図5 S-N線図