

(360)

疲れ破壊限度および疲れきず入り限度におよぼす残留応力の影響  
(低温焼入れによる車軸圧入部の疲れ強さ向上 - 1)

鉄道技術研究所

○高橋良治 佐藤初吉  
吉村照男 飯島一昭

1. 結言

鋼のA<sub>1</sub>変態点直下から急冷する低温焼入れ処理は、表面圧縮残留応力の形成、あるいはフェライト相の強化などにより低炭素鋼の疲れ強さ向上に有用であることが知られている。著者らは、低温焼入れを車軸圧入部に適用する目的で、まず基礎実験として小野式回転曲げ疲れ試験により熱処理条件を検討し、つぎに50φ圧入軸回転曲げ疲れ試験により焼ならし材と低温焼入れ材との比較実験を行ない、またこれに関連して残留応力分布、硬さ特性などについても検討したので、その結果を報告する。

2. 供試材料および実験方法

供試材料は小野式回転曲げ疲れ試験片に対してはS38Cを、50φ圧入軸に対してはS40Cを用い850°C焼ならしの後、700°Cに再加熱してこの温度から急冷し、その後100~600°Cの温度範囲で時効処理を行なった。試験片の形状は、小野式回転曲げ疲れ試験片は平滑材(12φ)および切欠材(切欠径12φ、45°V形、深さ1.5mm、0.25R)を用いた。50φ圧入軸回転曲げ疲れ試験片は図1に示すが圧入しるを(1/1000×d)としプレスはめを行なった。なお疲れ試験時の回転数は前者で1800rpm 後者で800rpmとした。

3. 実験結果

(1) 小野式回転曲げ疲れ試験(平滑材)では、焼ならし材に比べて低温焼入れのままで1.07倍、100°C時効のもの1.09倍となり最大値を示す(図2)。(2) 小野式回転曲げ疲れ試験(切欠材)では、低温焼入れのままで焼ならし材の2.64倍、100°C時効のものはさらに向上し2.73倍で最大値を示す(図2)。(3) 50φ圧入軸回転曲げ疲れ試験では、疲れ破壊限度( $\sigma_{w2}$ )は、低温焼入れのものが焼ならし材の2.17倍に向上して最大値を示し時効処理を行なうと次第に低下し600°Cで焼ならし材とほぼ同一になる(図2)。さらに疲れきず入り限度( $\sigma_{w1}$ , micro)で約12 kg/mm<sup>2</sup>と推定され、ほぼ同一鋼種の焼ならし材の文献値約5 kg/mm<sup>2</sup>と比較し約2.4倍すくれている(図3)。(4) 50φ低温焼入れ材の残留応力はSachs法により軸方向で約10mm深さまで20~30 kg/mm<sup>2</sup>の圧縮残留応力が分布している。したがって低温焼入れが軸圧入部の疲れ強さを向上する原因は、急冷による表面圧縮残留応力の形成と、表面における時効硬化との交互作用によるものと考えられる。

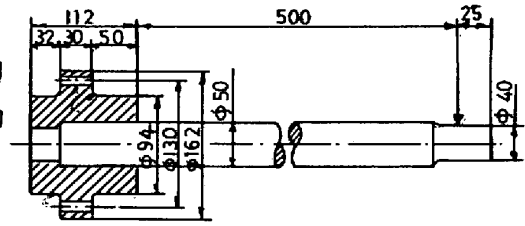


図1. 50φ圧入軸回転曲げ疲れ試験片

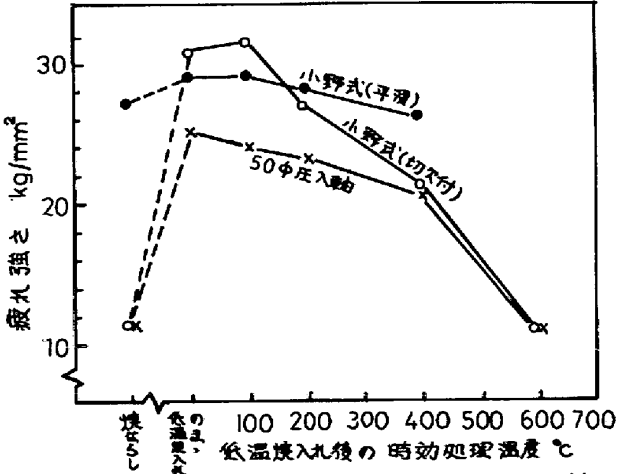


図2 小野式(平滑,切欠付)および50φ圧入軸疲れ試験結果

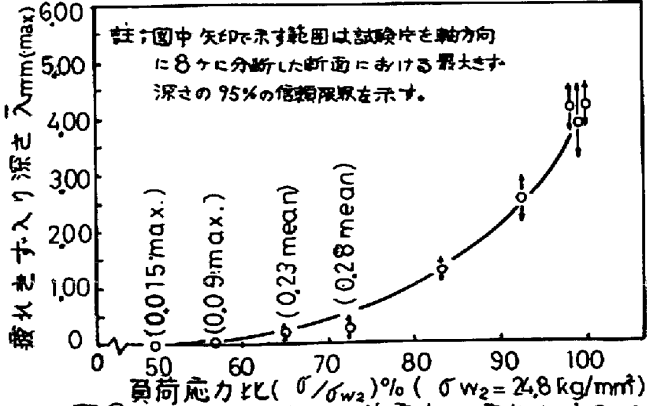


図3 低温焼入れ材の荷重応力と疲れきず入り深さ(残留)との関係(N=206~209×10<sup>7</sup>後)