

(421) 低温焼入れの残留応力に及ぼす諸要因の影響

(低温焼入れによる車軸圧入部疲れ強さ向上-4)

鉄道技術研究所

○ 高橋良治 吉村照男
佐藤初吉

1. 結 言

前報^{1) 2) 3)}では、低温焼入れが切欠枝の疲れ強度を著しく向上し、また、疲れ破壊限度以下の応力では疲れき裂が入っても進展しないで停留する特徴を有することなどを明らかにした。本報では残留応力分布に及ぼす低温焼入れ温度、低温焼入れ枝直径の影響、ならびに低温焼入れ枝の残留応力と回転曲げ応力繰返数との関係などについて実験を行った。

2. 供試材料と実験方法

0.35~0.45% C 炭素鋼を用い、焼ならし後に低温焼入れを施した。試験片としては $\phi 12\text{mm}$ 平滑および切欠付試験片、ならびに $\phi 50\text{mm}$ 試験片を用い、また、残留応力分布の測定は Sachs 法(内割法) および X 線法 (Si^2P 法) により行った。

3. 実験結果

(1) $\phi 12\text{mm}$ および $\phi 50\text{mm}$ 枝を用いて、低温焼入れ温度 ($500\sim 700^\circ\text{C}$) と残留応力分布との関係について調査した結果、軸方向表面圧縮残留応力は 500°C において約 24 kg/mm^2 であるが、低温焼入れ温度の上昇とともに次第に増大し、 650°C において約 35 kg/mm^2 と最大値を示し、 700°C において約 30 kg/mm^2 とやや減少する傾向を示すことがわかった。(図 1)

(2) $\phi 12\text{mm}$ 切欠付試験片の疲れ破壊限度と表面残留応力との関係を検討した結果、ほぼ直線的な関係を示し、疲れ破壊限度の向上に残留応力がかかなり大きな要因となっていることがわかった。

(3) 低温焼入れによって得られる表面圧縮残留応力層の深さは、焼入れ温度に関係なく一定の深さが得られること。また、圧縮残留応力層深さに対する軸半径比は約 0.4 と一定値を示すことがわかった。

(4) $\phi 12\text{mm}$ 平滑試験片を用いて、実動負荷応力 ($\sigma = 5\text{ kg/mm}^2$) で回転曲げ繰返数 ($N = 10^5 \sim 4 \times 10^7$) による残留応力の変化を調査した結果、約 10^6 回付近で表面から微小 (0.2mm) 深さの残留応力値が約 30% 減少するが、それ以上の繰返数ではほとんど変化が認められず、また、内部の残留応力分布も変化のないことなどから、低温焼入れは疲れき裂の進展防止に有効な方法と考えられる。

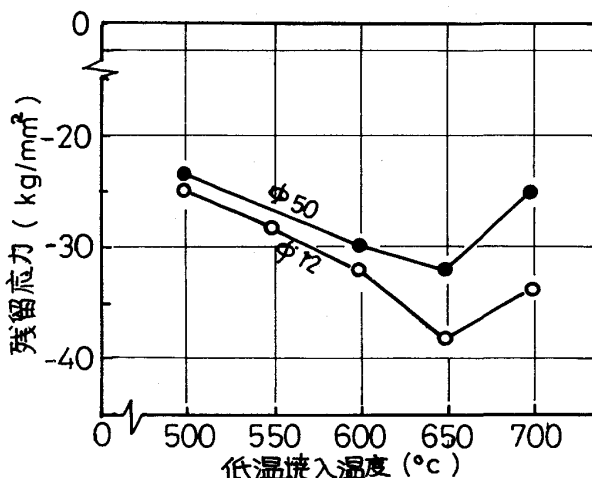
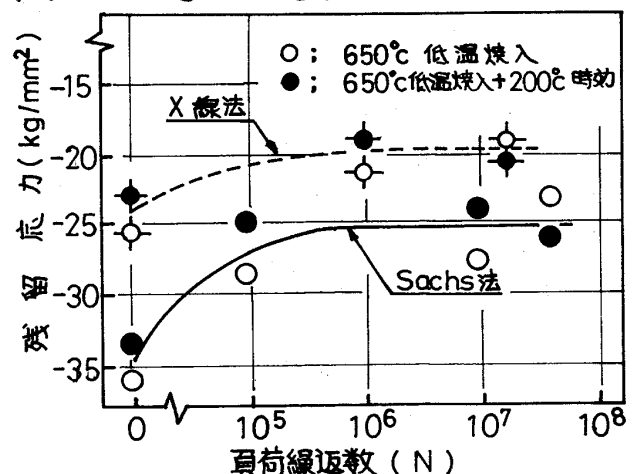


図1 低温焼入れ温度と表面残留応力との関係

図2 負荷 ($\sigma = 5\text{ kg/mm}^2$) 繰返数と表面残留応力との関係

文献 1), 2) 高橋, 佐藤, 吉村, 飯島: 鉄と鋼, 63 (1977) 8, p. 84, 64 (1978) 9, p. 84 (日本鉄鋼協会)

文献 3) 高橋, 佐藤, 吉村, 飯島: 鉄と鋼, 64 (1978) 4, p. 54 (日本鉄鋼協会)