

(520) 低温焼入れ材の残留応力に及ぼす機械加工と負荷応力繰返しの影響 (低温焼入れによる車軸圧入部疲れ強さ向上 - 5)

鉄道技術研究所

○高橋良治 吉村照男

1. 結論

前報⁽¹⁾²⁾³⁾⁴⁾までの実験において、低温焼入れ材の疲れ強さ向上要因として表面圧縮残留応力がかかり影響を与えていることをのべ、最適焼入れ温度を推定した。また、低温焼入れ材に対し鉄道車両用車軸の平均応力を繰返し負荷した場合の残留応力の検討結果についても一部のべた。本報では、低温焼入れ材が外径旋削加工によって生ずる直径の減少と残留応力分布との関係、また、圧入部の応力集中を加味した負荷応力繰返しと残留応力分布との関係について実験検討した。

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650°C低温焼入れ200°C時効処理を施した。試験片としてはφ12mm小野式平滑回転曲げ試験片、およびφ50mm試験片を用い、また、残留応力分布の測定はSachs法、およびX線法により行った。

3. 実験結果

(1) 低温焼入れを施したφ50×100mm試験片の外径を旋削加工し、φ40, 30, 20mmとしたときの残留応力分布を測定した結果、軸方向の残留応力は直径の減少とともに表面圧縮残留応力、中心部引張残留応力とも次第に減少する。しかし、初めのφ50mmでの圧縮残留応力層(約10mm)を旋削除去しても、新たに表面にかなりの深さの圧縮残留応力層が再形成され、表面圧縮残留応力値が0となる旋削深さは約20mmで半径の約80%に相当することがわかった。

(2) φ12mm小野式平滑回転曲げ疲れ試験片に対し、圧入部の応力集中係数を1.95とし、鉄道車両用車軸での平均応力 $\sigma_1 = 5 \times 1.95 = 9.75 \text{ kg/mm}^2$ 、変動応力最大 $\sigma_2 = 10 \times 1.95 = 19.5 \text{ kg/mm}^2$ として繰返数 $N = 10 \sim 4.0 \times 10^7$ 回のときの残留応力分布を測定した。その結果 $\sigma_1 = 9.75 \text{ kg/mm}^2$ では表面からの微小深さ(約0.2mm)までの圧縮残留応力値が約30%程度減少する傾向を示すが、内部ではほとんど変化が認められないことなどがわかった。

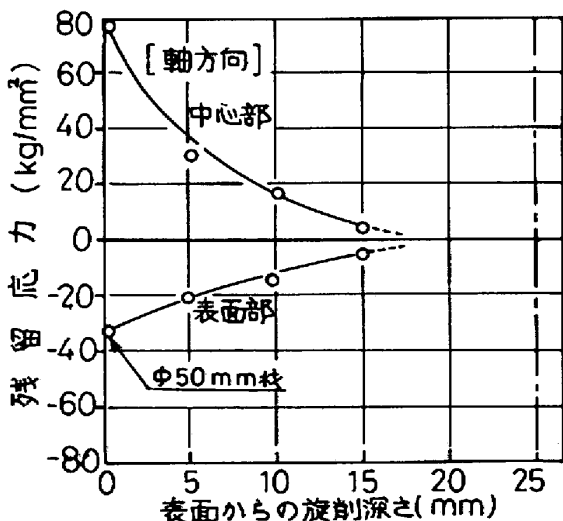


図1. 表面からの旋削加工深さと試験片中心部、および表面の残留応力値との関係(Sachs法)

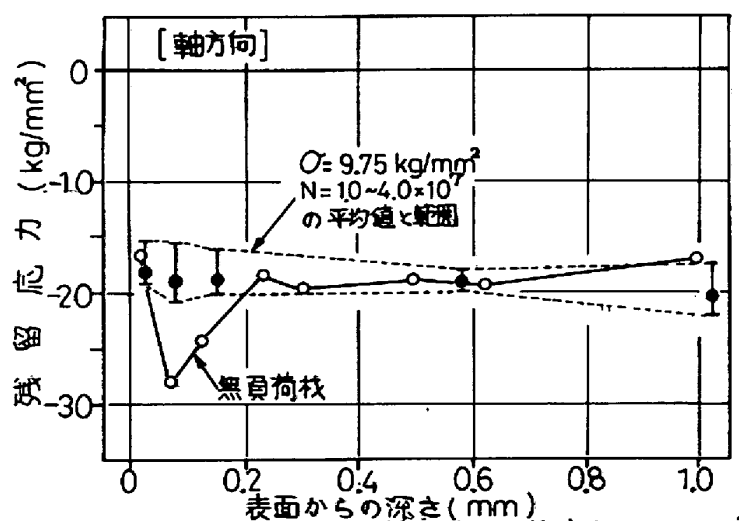


図2. 低温焼入れφ12mm平滑試験片の負荷応力9.75kg/mm²繰返しによる残留応力分布 (X線法)

注: 1)2)3) 高橋佐藤 吉村飯島: 鉄と鋼, 63(1977)8p.84., 64(1978), 9p.94., 66(1980)12p.87. (日本鉄鋼協会)

4) 高橋吉村 佐藤: 鉄と鋼, 66(1980)4, s.449. (日本鉄鋼協会)