

住友金属工業(株)中央技術研究所 平川賢爾 ○外山和男

1. 緒言

イオン窒化法の原理は古くから知られていたが、実用に供されるようになったのは比較的最近¹⁾になってからであり、特に最近省エネルギー、無公害技術として注目を集めている。しかしタフトライドの豊富な実績にくらべて基礎的なデータに乏しく、実際に工業化するには多くの問題が残されている。本研究はイオン窒化がS 3 8 Cの疲労強度におよぼす効果を残留応力とひずみ時効の点から検討したものである。

2. 試験方法

供試材はS 3 8 C焼ならし材で、その化学成分を表1に示す。試験は全て室温大気中で小野式回転曲げ疲労試験機(回転数1700, 3400rpm)により行った。試験片は平滑材(10mm^φ)および切欠材(切欠底径10mm^φ, 60°V形, 深さ2.5mm, 0.3mm^R)を用い、イオン窒化の効果を残留応力とひずみ時効の点から明らかにするため、表2に示す5条件のものを用意した。この時のイオン窒化条件を表3に示す。残留応力の測定にはX線応力測定法とSachs法を採用した。さらに硬度分布を測定するとともに析出物形態を抽出レプリカ法により観察した。

表1 化学成分(%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni
0.37	0.24	0.60	0.011	0.013	0.30	0.15	0.06

表2 処理条件

表3 イオン窒化条件

A	B	C	D	E	温度	時間	圧力	使用ガス
機械加工のまま	イオン窒化→炉冷	イオン窒化→炉冷→切欠加工	イオン窒化→530℃×1hr→水冷	イオン窒化→530℃×1hr→水冷→250℃×20hr	530℃	6hr	3Torr	N ₂ 25ℓ/h H ₂ 25ℓ/h

3. 試験結果

(1)窒化層：イオン窒化された試験片表面には厚さ8μの化合物層と約260μの針状窒化物を含む拡散層が形成された。Hv硬度は母材で約170、化合物層直下の拡散層で約350であった。これより窒化層の性質はタフトライドの場合とほぼ同じであることがわかる。²⁾

(2)疲労強度：疲労試験結果を図1に示す。イオン窒化材(B材)の疲労限度は平滑材で39.0kg/mm²、切欠材で21.5kg/mm²である。これは母材(A材)の疲労限度に比べると平滑材で1.40倍、切欠材で1.54倍向上している。しかしこの向上率はタフトライドの場合に比べると低い。この理由は処理後の冷却速度の差によるものである。³⁾

(3)窒化の効果：窒化の効果を残留応力とひずみ時効の点から検討するため、窒化後切欠加工をしたC材、窒化後再加熱し水冷したD材、さらにそれを過時効したE材について疲労試験をした。これよりC材とE材の疲労強度の差(10kg/mm²)が残留応力による寄与分、E材とD材の差(4kg/mm²)がひずみ時効による寄与分に相当すると考えられる。ただし表面残留応力はB材で-25.3kg/mm²、D材で-28.6kg/mm²、E材で-29.6kg/mm²である。

参考文献：1) B.Edenhofer, HTM. 29(1974), 2) 西岡, 小松, 機械学会論文集 36(1970) 1805, 3) 喜多他, 金属学会誌 38(1974) 852

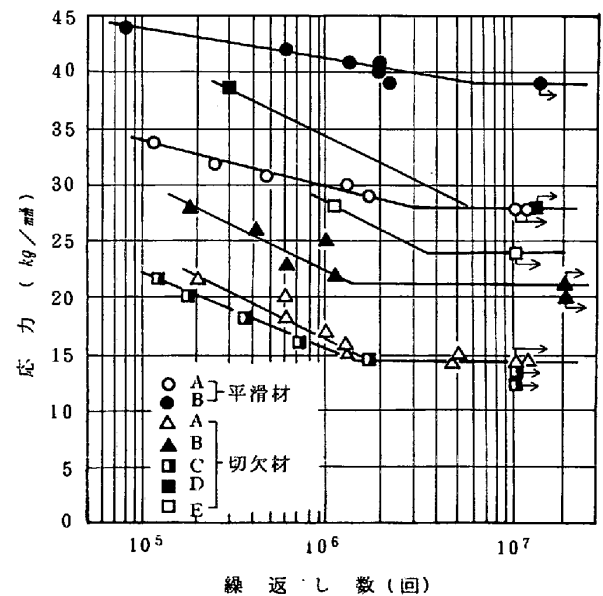


図1 疲労試験結果