

(266) 鋼の軟窒化によって生じるε相中の炭素の挙動について

関西大学工学部
大学院

工博 高瀬孝夫 中村康彦
牧野正保

1 緒言 鋼の軟窒化法として、青酸塩浴によるアフトライド法とRXガス+NH₃ガス混合によるガス軟窒化法が、わが国で広く利用されている。両者はいずれも、570°Cで処理を行っており、処理のさい、それぞれの熱分解によるNおよびCが供給される窒化浸炭法で、最表面に生じるε相はNを主体とし、これにCを固溶した炭窒化物である。したがってNH₃ガスのみによる従来の窒化法とは異なる。

Fe-C-N三元系状態図によれば、ε相(Fe₃Nベース)には相当量のCを固溶し、たとえば550°Cで5.0%N(最低)、3.8%C(最高の)固溶量を示す。しかしγ相(Fe₃N)にはCをほとんど固溶しない。

軟窒化によって生じる最表面の化合物は主としてε相で、内部の拡散層には、570°C処理後急冷することによりαFeにNが過飽和に固着した炭地よりも硬い層が形成される。ε相は耐摩耗性を、拡散層は疲労強度の向上に大きい役割を果し、ε相中のC含有量が耐摩耗性に影響を与える。

570°CでαFeに対するNの固溶限はCのそれと比べてきわめて大きい。αFe中での拡散係数はCのほうが大きい。軟窒化では、Cは直ちにαFeに飽和してSubmicroscopicのFe₃Cを形成し、これが核となってNの拡散を促進する⁴⁾。このさい、CはFe₃Cの形成に消費しつくされるが、Nのポテンシャルはきわめて大きいので、αFe中にNが拡散しε相を形成、この中にCが固溶して炭窒化物ができる。

そこで著者は、塩浴とガス軟窒化法の相違によりε相中のCが処理時間とともに、どのように変化するかを知る目的で極低炭素鋼(0.02%)を用いて、それぞれ処理を施し、顕微鏡組織よりε相の厚みを測定し、試料のC量を分析し、計算式によりε相中の平均C量を求め、その挙動を明らかにした。

2 実験方法および結果 570°Cで0.5~300 min処理を施し、組織変化よりε相の厚みを測定し、試料の平均C量を分析し、次式によりε相中のC量を求めた。また

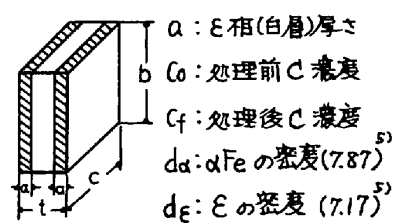
EPMAによる炭素濃度分布と比較した。

- (1)計算式(図1)
- (2)試料の処理時間によるC量の変化
- (3)塩浴とガス軟窒化の処理時間によるε相中の平均C量の変化の比較
- (4)EPMAによるε相中のC量の変化

3. まとめ 図2でわかるように、アフトライド法の場合は、処理の初期において急速にCが増加するが、ガス法の場合は徐々にC量が増加し、いずれも時間の増加とともに平均均一化する。この点が両者の相違するところで、Cが存在するとFe-C-N系で示すようにε相を生成しやすいことから、短時間処理の場合は、塩浴のほうが窒化物層εを生じやすいことが推定される。ガス軟窒化の場合の炉内ガスはCO、N₂、H₂、NH₃などが含まれ塩浴の場合のKCN₂O→CO+Nよりも反応が複雑なものと推定される。

文献

- 1) F.K.Naumann and G.Langenscheid: Arch. Eisenhüttenw., 36 (1965), P.677
- 2) J.D.Fast and W.B.Verrip: JISI, 180 (1954), P.24
- 3) G.R.Booker: JISI, 183 (1957), P.205
- 4) 大和:工業調査会“興公管熱処理技術”(1973) 177
- 5) K.Keller: Vergleichsuntersuchungen an gas-, daz- und ionitrierten Maschinenteilen.



$$C(\%) = \frac{C_f \{ (t-2a)da + 2ade \} - C_0 t da}{2ade}$$

図1 計算式

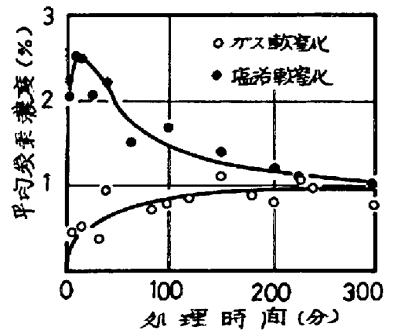


図2 ε相中の平均炭素濃度と処理時間