

(395) 高Cr-高Niオーステナイト鋼におけるCr₂Nの溶解度

東京工業大学 大学院^o 脇田 三郎

工学部 菊池 実 田中 良平

1. 緒言

高Cr-高Ni オーステナイト鋼に窒素を添加して高温強度と高める試みが筆者らの一人(田中)によつて行なわれてきた。添加した窒素は、いわゆる固溶強化としてばかりではなく、析出強化としても有効に働く。過飽和に添加された窒素は、この種の鋼ではおもにCr₂Nとして析出する。そこで上記いずれの強化法と利用するにあつても、Cr₂Nのオーステナイト鋼中での溶解度の知見と必要とする。Cr-Niオーステナイト鋼中のCr₂Nの溶解度に関する系統的実験は行なわれておらず、そのため熱力学的にCr₂Nの溶解度を推定する試みが最近なされている¹⁾。本報告は25%Cr-28%Niオーステナイト鋼におけるCr₂NおよびCrNの溶解度を計算し、高濃度窒素を添加した上記組成の鋼におけるCr₂Nの析出過程を検討したものである。

2. Cr₂Nの溶解度

析出するCr₂Nは純粋なフロム窒化物であるとする。ただしCr₂Nが組成範囲を有することは考慮し、このことを明確に示す必要のあるときは、以下ではCr₂N_{2x}と表わす。γ中のCr₂N_{2x}の溶解度限X_{Cr}^γ, X_N^γ(モル分率)はγ中およびCr₂N_{2x}中のCrおよびNの化学ポテンシャルがそれぞれ等しいという条件から求められる。この関係は適当な近似とすると次式で表わされる。

$$\frac{-\Delta G_{Cr}^{Cr_2N_{2x}}}{RT} = \frac{\Delta G_{Cr}^{bcc \rightarrow fcc}}{RT} + \ln X_{Cr}^{\gamma} + \frac{A_{FeCr}^{\gamma}}{RT} (1 - X_{Cr}^{\gamma})^2 \dots (1)$$

$$\frac{-\Delta G_N^{Cr_2N_{2x}}}{RT} = \ln \gamma_N^{\gamma} + \ln X_N^{\gamma} + \epsilon_N^{Cr} X_{Cr}^{\gamma} + \epsilon_N^{Ni} \frac{1 - X_{Cr}^{\gamma}}{1 + \gamma} \dots (2)$$

ここで $\Delta G_{Cr}^{Cr_2N_{2x}}$, $\Delta G_N^{Cr_2N_{2x}}$ はそれぞれCr₂N_{2x}中のCrおよびNの化学ポテンシャル, A_{FeCr}^γ はγ中のFeとCrの相互作用パラメータ, ε_N^{Cr}, ε_N^{Ni} はそれぞれγ中のNとCrおよびNiの相互作用母係数, γはγ中のFeとNiのモル比である。

3. 結果および考察

Cr₂N_{2x} について $\Delta G_{Cr}^{Cr_2N_{2x}}$, $\Delta G_N^{Cr_2N_{2x}}$ の値はMillsのデータ²⁾を用い、950°, 1200°Cにおける溶解度曲線と計算した結果を図1に示す。筆者らの一人の18%Cr-7%Ni鋼で示唆した³⁾ように、Cr濃度が増加するとNの溶解度は増大することがわかる。またγ中のCrNのCr₂Nよりも安定な窒化物として析出する可能性がある。図2は25%Cr-28%Ni-2%Mo-0.31%N鋼に析出するCr₂Nの格子定数から求めたCr原子と八面体空孔位置との距離d_{Cr-Oct}が時効条件によつてどのように変化するかを示したものである。時効温度が低いほどd_{Cr-Oct}の大きさはCr₂Nの初期析出し、時間とともにこの値が小さくなる。これはCr₂Nに組成範囲があるため、析出相Cr₂Nとこれに近接するγ相との間に局所的な平衡が成立し、徐々に窒素の化学ポテンシャルがCr₂N中에서도γ中と同じになるところまであるという仮定が成立するものとすれば、図1を用いて図2の現象を説明することができる。

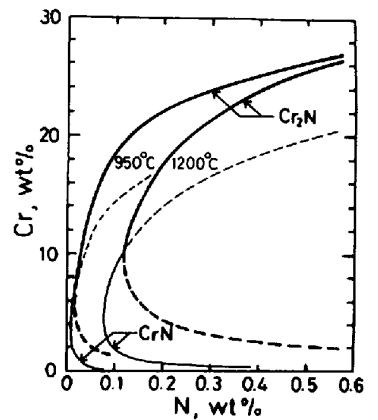


図1 Cr-Niオーステナイト鋼におけるCr₂Nの溶解度

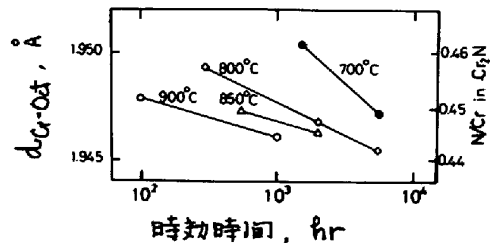


図2 25%Cr-28%Ni-2%Mo-0.31%N鋼に析出するCr₂Nの時効によるd_{Cr-Oct}の変化

1) G. Grützner; Arch. Eisenhüttenwes., 44, 189 (1973)
2) T. Mills; J. Less-Common Metals, 26, 223 (1972)
3) 田中; 考振面熱金属, 材料委員会報告, 3 No.1 (1962)