

(469) Fe-Ni-Nb-C系合金の強度および熱膨張係数に及ぼすNb, Cの影響

大同特殊鋼(株) 中央研究所 ○矢萩慎一郎 草加勝司
加藤哲男

1. 目 的

低熱膨張で高強度特性を有する材料の要求がある⁽¹⁾⁽²⁾。Fe-Ni二元合金にNb、Cを添加したFe-Ni-Nb-C系について諸特性に及ぼす固溶Nb、固溶C、NbCの影響を調べたので、結果を報告する。

2. 実験方法

供試材の化学成分を表1に示す。真空誘導炉溶解したインゴットを1200℃鍛造後、熱間圧延し、950℃、1hr加熱後急冷した後室温にて種々の加工度に伸線した。(加工歪みは最高 $\epsilon = \ln(S_0/S) = 4.0$; S_0 , S は各々加工前後の断面積) 10% HCl アルコール液, 20mA/cm² で抽出残渣を得た。

表1 供試材の化学成分 (wt%)

C	Si	Mn	Ni	Nb	Al	N	S
0.005	tr.	tr.	40.14	tr.	tr.	0.0007	0.002
0.33	0.15	0.22	40.72	3.78	0.04	0.0047	0.007

3. 実験結果

オーステナイト鉄中へのNbCの溶解度積に関する式⁽³⁾を用いて解析した。 $(\log \{[\%Nb]_r \cdot [\%C]_r\} = -7900/T + 3.42)$

(1) 溶解度積から計算されたNbC量と抽出残渣量に直線関係が認められた。(図1)

(2) 溶解度積から固溶C量、固溶Nb量、NbC量を求めた。これらの値およびNi量が諸特性に及ぼす影響を解析した。固溶Nb、固溶Cは引張り強さ(加工歪み $\epsilon = 2.77$)を増加させる(図2)。線型回帰分析によりNbCの効果も含め解析した結果(1)式が得られた。

$$\sigma_{UTS} (\text{kg/mm}^2) = 84.0 + 180[\%C]_r + 8.6[\%Nb]_r + 5.8[\%NbC] \dots (1)$$

固溶Nbは飽和磁化 σ_s (室温)を低下させる(図3)。飽和磁化と成分との間に回帰式(2)が得られた。

$$\sigma_s (\text{emu/g}) = 157.2 + 0.6[\%C]_r - 5.5[\%Nb]_r - 0.17[\%Ni] \dots (2)$$

200~300℃間の平均熱膨張係数(950℃急冷状態)と固溶Nb、固溶Cの間に図4の関係が認められた。回帰分析により(3)式が得られた。

$$\alpha_{200 \sim 300} (\times 10^{-6}/^\circ\text{C}) = -47.7 + 2.6[\%C]_r + 1.0[\%Nb]_r + 1.25[\%Ni] \dots (3)$$

固溶Nbの増加により熱膨張係数は大きくなる。これはキュリー点の低下に対応していると考えられる。また熱膨張係数は冷間加工により低下する。

(1) 加藤, 草加, 矢萩: 日本金属学会S. 54秋季講演大会概要集P389 (2) 矢萩, 草加, 加藤: 電気製鋼, 51(1980), 80

(3) 成田, 小山: 鉄と鋼, 52(1966), 789

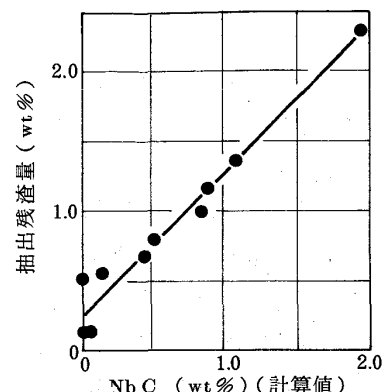


図1. 抽出残渣量と計算値との比較

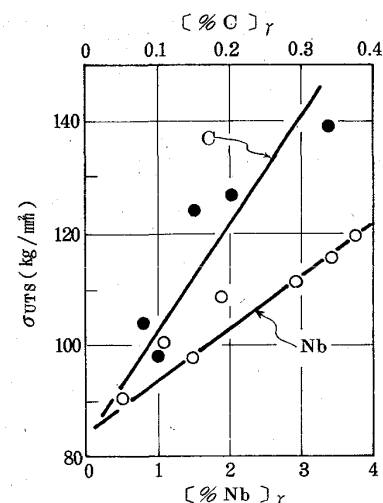


図2. 引張り強さに及ぼす固溶Nb, C量

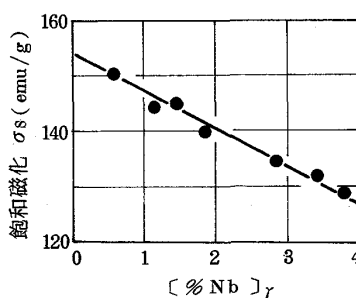


図3. 飽和磁化に及ぼす固溶Nb量

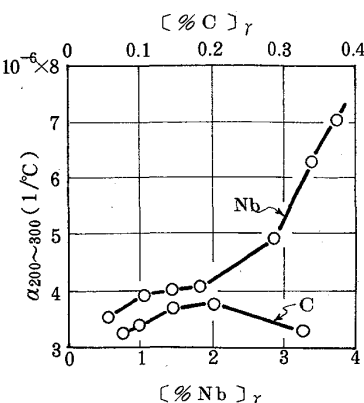


図4. 熱膨張係数に及ぼす固溶Nb, C量