

(188) α 鉄の機械的性質に及ぼす AlN 析出の効果

富士製鉄中央研究所

工博 市山正 小泉真人

○渡辺國男 西海征二

比較的純度の高いC量の異なる二系列のFe-Al-N系材料を用いて、析出条件を変えたときAlNの析出挙動とそれに対応する α 鉄の機械的性質の変化を調べ、AlNの効果明らかにすることを目的とした。

1] 実験方法 0.01及び0.002% Cの二系列のFe-Al合金を真空溶解し、1mm厚の基準材

とし、これを10% NH_3/H_2 ガス中において加熱窒化して約0.015% Nを含む窒化材を作った。析出処理は1350°Cで15分の溶体化処理後、直ちに600~1000°Cに30分間恒温保持して、油中に急冷した。AlNの析出量を化学分析により、形状・分布と電顕抽出レプリカ法で、又固溶窒素量の変化と内部摩擦測定により調べた。引張試験はインストロン型引張試験機を用いて行った。

2] 実験結果

a) AlNの析出挙動 図1に各窒化材の各温度で析出したAlNの化学分析値を示す(図中の記号ABCは上表のAlの組成の異なる材料に対応する)。一般に同一Al量、温度ではCの多い材料の方が析出量が多くなる。又析出形態はAlNに典型的な棒状のもの以外に正方形、六角形、三角形のものが見られ、C、Alの高い試料程棒状析出物が多く、C、Alが減るに従って他の形状のものに移る傾向がある。一方、C量の異なる0.03% Al-0.01% Nの試料について固溶Nの変化を内部摩擦で測定した結果を図1に鎖線で示した。ここで、600°Cにおいて700°Cよりも固溶窒素量が減っていることは、更に詳細な測定結果と考へ合わせると、650°Cを境にそれ以下の温度では内部摩擦にも化学分析にもかゝらないNが増えていることを示している。

b) 機械的性質の変化 α 鉄の降伏点、加工硬化、引張強さはAlNの析出状態の変化によって大きな影響を受ける。一例として、析出温度600~800°Cの範囲での、0.002% C系列の試料の降伏点の変化を図2に示した。又Al量に対して窒化材の降伏点を図3に表わした。これで見るとAl量、即ちAlN析出量の多いこと、降伏点の高いことが対応しない。これを解釈するため、結晶粒径 d 、固溶C、N濃度 $[C+N]$ 、電顕観察より求めた析出粒子間の平均距離 λ をとって計算式

$$\sigma_y = \alpha [C+N] + \frac{\mu b}{\lambda} + k_y d^{-1/2}$$

を用いて降伏点を計算すると実験値との間にかなり良い一致が得られた。

	C	Si	Mn	P	S	O	sol Al	insol Al	sol N	insol N
0.01% C A	0.014	0.005	<0.001	0.003	0.007	0.009	0.10	0.002	0.0014	<0.001
B	0.007	0.003	<0.001	0.003	0.007	0.003	0.029	0.002	0.0012	<0.001
C	0.012	0.002	<0.001	0.003	0.007	0.004	0.008	0.002	0.0017	<0.001
0.002% C A	<0.001	0.005	<0.001	0.003	0.003	0.004	0.092	0.003	0.0013	<0.001
B	0.0014	0.006	<0.001	0.003	0.007	0.003	0.027	0.004	<0.001	<0.001
C	0.0019	0.006	<0.001	0.002	0.005	0.004	0.010	0.004	0.0013	<0.001

表 基準材の化学組成

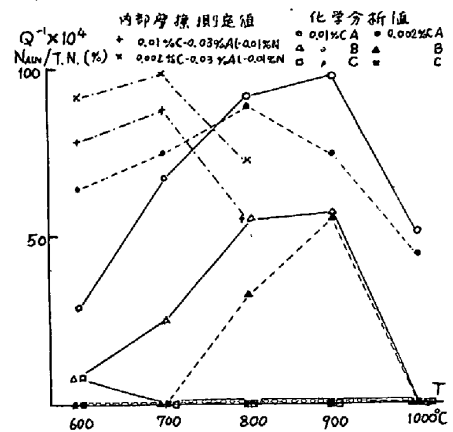


図1. AlN化学分析値と内部摩擦測定値

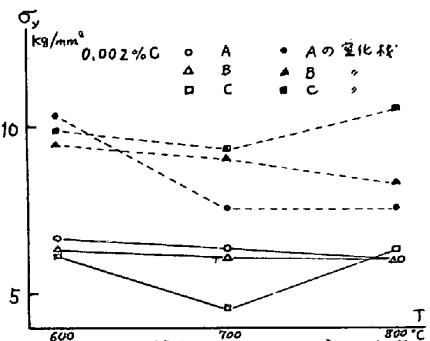


図2. 降伏点と析出温度の関係

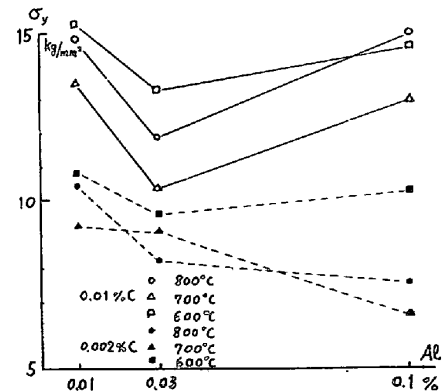


図3. 降伏点とAl量の関係