

(512) 多結晶 Fe および Fe-Ni 合金の脆性破壊発生挙動

住友金属工業(株) 中央技術研究所 °大森靖也, 日野谷重晴
寺崎富久長

1. 緒言

合金元素としての Ni は経験的に低温靱性を改善することが知られているがその効果は結晶粒径など組織の微細化とフェライトの性質自身を変化させるものに大別される。また、実用鋼は通常 0.05%以上の C を含有するため粒界セメンタイトやパーライト・コロニーなどの脆い第 2 相を含み、そのわれがフェライト粒に伝播するかどうかを支配する。今回は Ni によるフェライトの性質変化と脆い第 2 相が存在しないときの脆性破壊発生挙動に関し純 Fe および Fe-Ni 2 元合金を用いて検討することとした。

2. 実験方法

20kg の真空高周波炉で溶解した純 Fe, Fe-0.94%Ni および Fe-2.83%Ni 合金を 4mm 厚の板状に圧延し 900~1250°C の種々の温度に加熱したのち徐冷してフェライト結晶粒径を変化させた。これより平行部厚さ 2mm, 幅 4.8mm, 長さ 25mm の引張試験片を圧延方向に平行に採取し低温引張試験に供した。また、低温で種々の変形量を与えた試験片から薄膜を作成し透過電子顕微鏡で転位を観察した。

3. 実験結果

(1) 本実験に使用した Fe および Fe-Ni 合金は引張温度が低下するとすべりあるいは双晶変形によって結晶粒界が開口し、これが Griffith き裂となって加工硬化した粒内に劈開破壊として伝播する。

(2) Ni を増加すると低温変形で転位が増殖し易く同時にセル形成傾向も強まり変形双晶の発生が抑制される (Fig. 1)。この原因は交叉すべりが容易になることにあると考えられる。

(3) したがって主として転位を増殖と運動によって変形が進行する温度域の加工硬化率は Ni 添加によって増大する。また、更に低温域では降伏点が双晶発生によって低下するためその後の加工硬化率は高くなるが、その温度域は Ni の増量によって著しく低下する (Fig. 2)。

(4) 僅かな塑性変形ののちに脆性破壊する温度は Ni によって低下するが、その破壊応力はほぼ結晶粒径できまり細粒化によって上昇する (Fig. 3)。この原因は粒界の開口を支配するランダム粒界の結合力が 0~3% の範囲では Ni 量の影響を強く受けにくいことにあると考えられる。

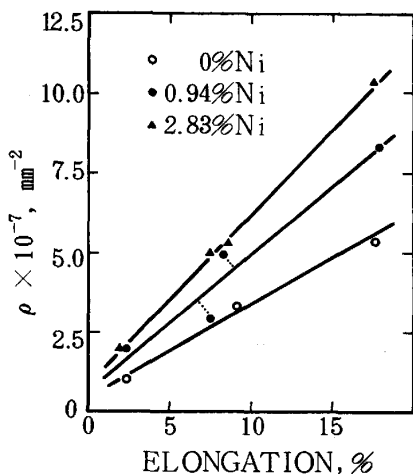


Fig. 1 Effect of elongation on dislocation density
-100°C, $\dot{\epsilon} = 3.3 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

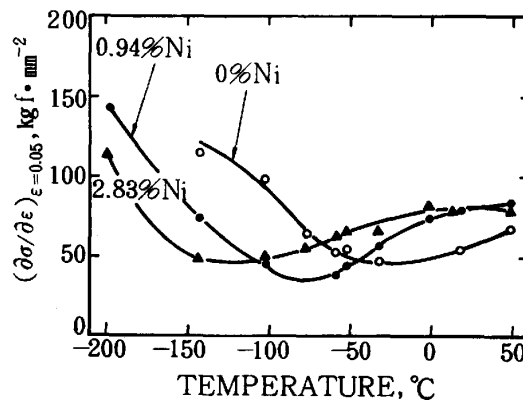


Fig. 2 Temperature dependence of $(\partial\sigma/\partial\epsilon)_{\epsilon=0.05}$
 $\dot{\epsilon} = 3.3 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$

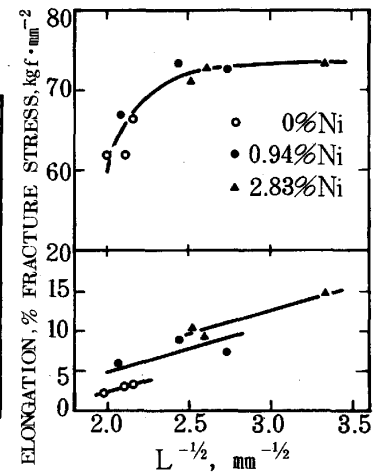


Fig. 3 Relationship between $L^{-1/2}$ and fracture stress at -196°C, $\dot{\epsilon} = 3.3 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$