

北海道大学工学部大学院  
北海道大学工学部

○石岡 信雄  
高橋平七郎  
工博 竹山 太郎

1. 緒言 変形応力におよぼす主たる因子として、格子摩擦、不純物原子、あるいは結晶粒界などが考えられる。炭素、窒素などの侵入型不純物原子を含有する鉄を室温以上で変形すると、青熱脆性温度領域で変形応力は著しい増加を示す。この変形応力の温度依存性は転位密度や転位分布などが寄与する素地の強化の温度依存性によって支配されていることを報告してきた<sup>1)</sup>。本研究ではできるだけ不純物原子の少ない純鉄を使用し、青熱脆性温度領域における変形応力と転位密度の関係から変形応力におよぼす変形温度の影響について検討する。

2. 実験方法 試料は再電解鉄を真空溶解して作製した炭素0.006 wt%, および窒素0.0013 wt% 含有する純鉄を更に800℃で6日間水素焼鈍した。炭素濃度は0.003 wt%, 窒素濃度は0.0007 wt%である。冷間圧延により厚さ0.5 mmとし、放電加工によって中4 mm, ゲージ長さ20 mmの引張り試験片を作製した。試料は石英管に真空封入し、700℃で45分間溶体化処理した。その後0℃の水水中へ破管急冷した。試料の平均粒径は約50 μmである。変形温度は室温から350℃, 歪速度は $4.2 \times 10^4 \text{ sec}^{-1}$ , 歪量は2~8%である。変形試料は透過電子顕微鏡で観察した。

3. 実験結果 変形応力は150~250℃の温度で特に高い値を示した。転位密度と同様に150~250℃での変形で高く、歪量の増加とともにタンゲルした転位分布を示したが、セルの形成はあまり顕著ではなかった。転位密度はいずれの変形温度の場合とも歪量の増加とともにほぼ直線的に増加し、次の関係がある。

$N = N_0 + \beta \epsilon$  (1)  $N$ : 転位密度,  $\epsilon$ : 塑性歪量。  
 $\beta$ : 比例定数である。 $\beta = \frac{dN}{d\epsilon}$  は図-1 にみられるように青熱脆性温度領域で高い値を示す。すなわち転位の増殖がとくにこの変形温度領域で大きいことがわかる。また転位密度の変形応力におよぼす効果は各変形温度と次の関係によって示される。

$\sigma_f = \sigma_0 + \alpha \mu b \sqrt{N}$  (2)  $\sigma_f$ : 変形応力,  $\mu$ : 剛性率,  $b$ : バーガース・ベクトル,  $\alpha$ : 比例定数である。(2)式から求められた $\alpha$ の値を変形温度との関係で示したのが図-2である。 $\alpha$ の値は変形温度によって変化し、とくに青熱脆性温度域で極大値を示す。 $\alpha$ の値は転位と侵入型不純物原子の相互作用が温度によって大きく影響を受けることを示している。同様な傾向はD. J. Dingley<sup>2)</sup>の報告にも認められる。このように変形応力の温度による変化は係数 $\alpha$ ,  $\beta$ の温度による変化とよく類似していることから、これら係数は転位密度とともに変形応力の重要な支配因子となっていると考えられる。

文献 1) T. Takeyama and H. Takahashi. Trans. ISIT in print

2) D. J. Dingley Acta Met. Vol 15. May 1967. 885

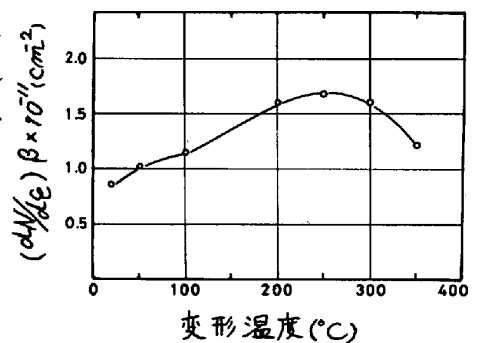


図-1 変形温度と転位増殖係数  $\beta$  との関係

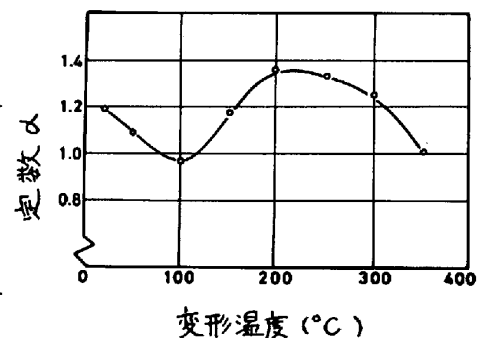


図-2 変形温度と定数  $\alpha$  との関係