

(242) 3%珪素鋼単結晶の歪硬化による析出炭化物の影響

川崎製鉄 技術研究所 清水 洋  
 大阪大学 基礎工学部 理博藤田 英一

1. 緒言 軟鋼+珪素鋼に含まれる析出炭化物は析出形態や分散形態の違いにより、変形応力に著しい変化を生ずる。加工後の微細組織にも変化を生じたりすることが知られている。これは炭化物が転位の移動に対する障害物として、あるいは転位の増殖源として作用するに基きと考えられる。本実験では炭化物のこのような性質を明らかにするために、浸炭した珪素鋼単結晶に種々の析出処理を行ない、変形初期の硬化率にどのような影響を及ぼすかを調べた。

2. 実験方法 真空溶解した3%珪素鋼を素材として(110)面が板面に平行な単結晶を歪硬化法により作った。浸炭は $CH_4+H_2$ 雰囲気で行ない、C含有量が0.016%のもを用いた。〈001〉と〈112〉方向に引張軸とする試験片を切り出し、850°Cで固溶処理した後氷水中に急冷した。これに100~500°Cの温度範囲で析出処理し、 $1.7 \times 10^{-4}/sec$ の歪速度で引張変形を生ずる。変形後の転位構造を電子顕微鏡により観察した。

3. 実験結果と考察

2%歪を生ずるまでの硬化率と析出処理温度(各温度で15分保持)に対して図1に、150°Cの時効時間に対して図2に示した。析出炭化物の効果は変形温度によって異なり、室温では析出の進行とともに硬化率が減少するのに対し、低温ではむしろ逆に硬化率が增大するのが見られた。この傾向はε-炭化物を含む300°C以下よりFe<sub>3</sub>C<sub>2</sub>の析出する400°C以上で顕著であり、引張軸が〈001〉の場合主として〈112〉〈111〉をベリ系が作用し、引張軸が〈112〉では〈110〉〈111〉をベリ系が主に作用していたが、多重ベリが観察される前者の方が硬化率は大きく、炭化物による寄与が顕著であった。2%歪形後の電子顕微鏡観察の結果、いずれも炭化物の周辺で転位密度が高く、転位のひらみ合いが見られた。炭化物の周辺以外の領域の転位分布は低温変形では比較的均一であり、そのに対し、室温変形では不均一分布を行なう。転位密度は低温変形の場合より幾分低かった。これは炭化物が析出すると室温では不均一変形がはたし易くなることを意味しており、低温変形の場合と硬化機構が異なることを考えられる。低温変形で観察される転位はらせん転位が圧倒的に多く、らせん転位の移動が変形を伴速しているように思われる。低温変形における降伏後の歪形応力の増加高は樹林転位密度の1/2乗に比例し、 $\tau - \tau_0 = \mu b \rho N^{1/2}$ の形で表わすことが出来る。ここに $\tau_0$ :降伏応力  $N$ :樹林転位密度、 $\mu$ :剛性率、 $b$ :バーガー-ズベクトル  $\alpha$ :定数、多重ベリを行なう〈001〉変形では反隣相互作用ももたらせる転位同志の交切により、 $N$ が増加し、大きな硬化率を示すと説明されているが、本実験にみられるように析出炭化物が硬化率を増大させていることから、炭化物も転位の増殖源として $N$ の増加に寄与していると考え、その機構を考察した。

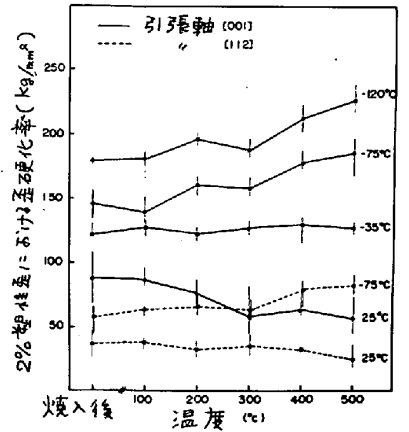


図1 析出処理温度に対する硬化率の変化(各温度で15分保持)

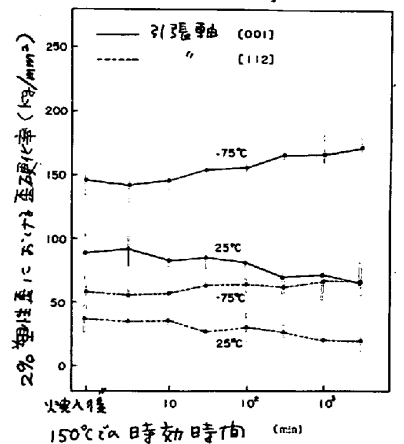


図2 時効時間に対する硬化率の変化

(1) T. Takeuchi : J. Phys. Soc. Japan 27(1969) 436