

S 578

(246) 20~230°Cにおける鉄ひげ結晶の塑性

(鉄Whiskerの生産に関する研究 IV)

70246

東大生研 ○金子 恭二郎

工博 大蔵 明光

最近、ひげ結晶の機械的性質に関する研究は静的なものから動的な実験に移り行なわれている。しかしそれらは、Cuを中心とした面心立方金属あるいは室温にかざられた結果であり、金属の塑性研究に対して副次的な役割しかはたしていないと思われる。われわれは鉄ひげ結晶を室温~230°Cの温度範囲で引張り試験を行い、高純度鉄単結晶の塑性に関してなんらかの手掛りになると思われる興味ある結果を得たのでここに報告する。

実験 鉄ひげ結晶を塩化オ-鉄の水素還元によって得た。生成した試料中の不純物は、分光分析によれば、Cu:13.0ppm, Cr:2.0, Sn:0.5, Ti:0.1であった。引張り試験機はインストロン型を用い、接着剤でひげ結晶を固定した。実験に供された全ての試料は<100>の成長方向および4つの{100}面をもち、直径(断面積の平方根)は0.9~77.4μであった。昇温時の実験のための加熱方法は接着剤からくる制限によって局部加熱としアルゴン気流中で70~230°Cの間を調節した。

結果 室温時における応力-ひずみ曲線は高い上部降伏応力を示した後、塑性変形領域に入り直径約10μを境として、それ以下ではセレーションを起し、以上では応力は静かだが加工硬化を示すことなく15~25%まで伸びて破断した。一方、75, 120, 170および230°Cの応力-ひずみ曲線は高温になるに従って顕著にセレーションをあらわすようになった。しかし、室温のときと同様に直径が大きくなるとセレーションはなくなる傾向を示した。各温度の直径20μの場合を見ると、75°Cではセレーションはあらわれないが、120°C以上になると小さきみな波で漸増し周期的に急激に落下する応力の型のセレーションがあらわれ、その傾向は高温ほど顕著であった。変形後の試料を顕微鏡観察すると写真のようなはっきりしたすべり変形の跡が見られた。200°Cアルゴン気流中で破断したひげ結晶の先端である。同試料の四面の観察の結果、すべり方向が<111>、巨視的に見たすべり面が{112}であって、120~230°Cにおいて観察された巨視的なすべり面は全て{112}であった。また、昇温時試料の変形を破断前に止め、そのときの応力-ひずみ曲線とすべり線を対応させた。その結果応力-ひずみ曲線の応力の急激な落下が試料の大きなすべり変形と対応し、すべり幅の小さなすべり線が得られた曲線の急激な応力変化とは一致しなかった。全ての応力-ひずみ曲線によって、ひげ結晶特有の上部降伏応力および降伏直後の塑性変形の開始する下部降伏応力を、温度および試料の直径に関して求めた。これらが直径の逆数に関してよい直線となることから、最小自乗法によって直径の逆一次関数関係を求め、実験に供した試料全体の直径の平均が約20μであったことから、上の式から計算した20μの値を縦軸に応力の対数、横軸に絶対温度の逆数をとってプロットしたら下図の関係が得られた。上部降伏応力は直線に、下部降伏応力はセレーションのあらわれる120°Cを境点に二本の直線となっている。



写真 200°C 破断後のひげ結晶

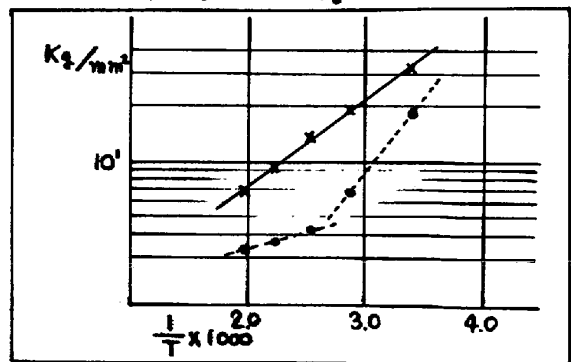


図1 応力と温度の関係