

(247) 鉄 Whisker の機械的性質について

70247

早稲田大学理工学部

○中田 栄一
木原 重光

まえがき

鉄 Whisker を塩化鉄の還元法により作製し、 $[100]$ 、 $[111]$ の成長方位をもつものについて、引張試験、および遅れ時間の測定を行った。その結果、本実験に使用した Whisker では、理想強度に近いような強さのものは観察されなかったが、Whisker の降伏挙動が Whisker の太さに依存すること、 $[111]$ Whisker では降伏後加工硬化が起らず、その応力-ひずみ線図は、Johnston が LiF 単結晶での実験を基に提案した理論式から求められる応力-ひずみ線図とよく一致を示した。次にこれらの事について、考察を行った。

実験方法

上記のような方法で作製した鉄 Whisker のうち、適当な長さ(約 10mm)以上であり、太さが均一なものを選定し、標尺間距離 3mm とし、オートグラフを使用して引張試験を行った。さらに、一定応力を加えた時の変形の遅れ時間の測定にあたっては、顕微鏡下で、変形を読み取ることが出来るような装置を作製し測定を行った。

実験結果および考察

- 1) 引張試験結果より、 $[100]$ 、 $[111]$ 方位を引張り軸にもつ鉄 Whisker の降伏強さは、いづれも Whisker の断面積の減少とともに増大する。また $[100]$ Whisker では、降伏強さは、Whisker の太さの約 $1/2$ 乗に比例していることが認められた。
- 2) 断面積の小さい Whisker では、降伏後における応力降下が顕著であった。この度合を Johnston が提案した Percent yield drop として表わし、断面積 S との関係を求めると、 $[100]$ Whisker では、Percent yield drop = $12.6 \times 10^{-4} S^{-1}$ ($10^{-4} < S < 4 \times 10^{-3}$)、 $[111]$ Whisker では、Percent yield drop = $0.049 S^{-0.73}$ ($10^{-4} < S < 4 \times 10^{-3}$)
- 3) $[111]$ Whisker においては、ほとんど加工硬化を起さず、その応力-ひずみ線図は、Johnston が提案した理論式を解いて得られる応力-ひずみ線図と類似している。
- 4) $[100]$ 、 $[111]$ Whisker とともに、バラッキが大きい、断面積の増大とともにない、伸びは増大する傾向がある。
- 5) 遅れ時間の測定結果、 $[100]$ Whisker では、作用せん断応力 6.0 kg/mm^2 を与えた時、断面積の小さいものは、曲線の立上りがゆるやかで、少ないひずみ量で、加工硬化した。 $[111]$ Whisker では、作用せん断応力 6.0 kg/mm^2 を与えた時、ほとんど加工硬化せず、断面積の小さいものは、約 20 分の潜伏期間の後、変形を開始した。

以上の結果、いづれも断面積の変化により、Whisker の応力-ひずみ挙動が変化するので、Whisker の断面積の変化によって変動すると考えられる因子について調べた。すなわち、断面積の減少による、表面積/体積の増大効果、表面酸化層への転位の堆積効果、断面積の減少による初期転位密度と転位増殖率の減少効果等について考察を行った。この結果、Whisker の降伏における Whisker の太さ依存性を Whisker 中の初期転位密度と転位増殖率によることと考へ、下記の理論式の初期転位密度 n_0 、転位増殖率を表わす定数 β 、 λ を変化させ、この式を解くと太さ依存性を説明するために好都合な結果が得られた。

$$\frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon} = B - C \left\{ (y - \frac{1}{2} \tau) / L_0 \right\}^m \left(\frac{\sigma}{\sigma_0} \right)^m$$

但し、 σ ... せん断応力、 y ... 変位、
 B, C, λ, τ_0, m は定数、 L_0 ... 標尺間距離