

(267) 鉄合金及び Nb の中性子照射にもとづく延性ロスについて

東大工 井 形 直 弘
東大工 佐 東 信 司

原研 渡 辺 勝 利
東北大 茅 野 秀 夫

§ 1. 序 中性子照射による硬化はこれまで広く検討されてきているが、延性ロスすなわち延性がなくなることについてはあまり検討されていない。しかし、安全性の立場から延性についても充分論議しなけねばならない。ここでは鉄合金及び Nb をとりあげ照射による延性ロスの機構を考えることを目的として行った。

§ 2. 実験方法 α Fe (70 ppm N or 35 ppm C), Fe-0.2Cu (70 ppm N), Fe-0.5Mo (70 ppm N), Fe-0.25V (100 ppm N or 100 ppm C) の鉄二元合金の他に Nb (180 ppm O, 37 ppm N and 6.8 ppm H) を用いた鉄二元合金は JRR-2 で 3.5×10^{19} nvt 65°C の照射を行った。Nb については JMTR で 3.5×10^{18} nvt の照射を行った。これをインストロン引張試験機にて引張試験を行い真応力真歪線図より降伏応力、引張強度ならびに次の関係を示さける加工硬化指数を求めた。

$$\sigma = \alpha \epsilon^n, \quad n = \frac{d \log \sigma}{d \log \epsilon} \quad (1)$$

一方これから試験片につき応力歪線図に基いて種々の段階の歪を与えたものから電顕観察用試験片を切出し、電顕直接観察より転位密度を求めた。

§ 3. 実験結果及び討論 (1) で示さける n の値と荷重最大点での真歪すなわち抗張伸び (ultimate tensile strain) の関係をプロットしたものを図 1 に示す。照射により n および ϵ_u の夫々は減少を示すが、照射後焼なましではこれらの回復がみとめられた。次に転位密度の真歪による変化を図 2 及び図 3 に示す。図 2 は α Fe の非照射材、図 3 は Nb の非照射材及び照射後の結果を示している。これからより明らかのように転位 (ρ) の増殖は次の式で表わさける。

$$\rho = \rho_0 \epsilon^m, \quad m = \frac{d \log \rho}{d \log \epsilon} \quad (2)$$

この場合加工硬化係数 n は次のように表わさける。

$$n = \frac{d \log \sigma}{d \log \epsilon} \approx \frac{d \log \sigma}{d \log \rho} \cdot \frac{d \log \rho}{d \log \epsilon} \quad (3)$$

夫々の試料についての結果を表 1 に示す。この表の例では $n \approx \epsilon_u$ であるが、鉄二元合金において $n > \epsilon_u$ となっておりこれからについても検討する。 3.5×10^{18} nvt 照射材について n 及び ϵ_u の減少は $\frac{d \log \sigma}{d \log \rho}$ の減少が有効な factor となる。表 1. α Fe 及び Nb の n ならびに ϵ_u 値。これは obstacle hardening (3式参照) によるものである。図 1 に示さけるように $n > \epsilon_u$ の関係が存在するのは延性に対し臨界転位密度が存在することによって説明され得る。

	$\frac{d \log \sigma}{d \log \rho}$	$\frac{d \log \rho}{d \log \epsilon}$	n	ϵ_u
α Fe unirrad.	~0.5	0.6	~0.3	0.3
Nb unirrad.	~0.5	0.48	~0.24	0.21
Nb irr.	~0.15	0.48	0.07	0.06

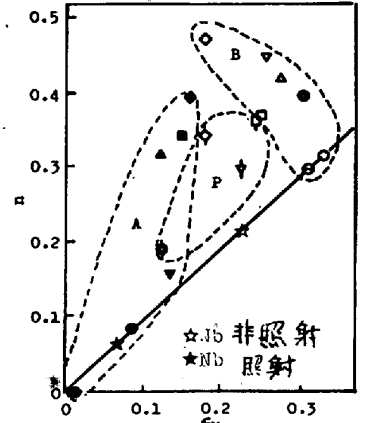


図 1. 純鉄及び鉄合金の照射前、照射後及び照射一焼なまし後の n と ϵ_u

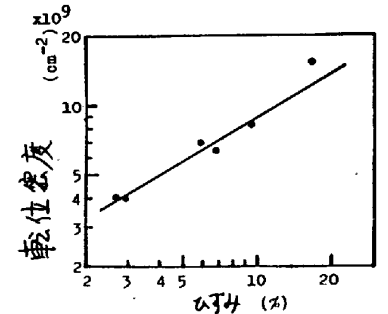


図 2. 純鉄における転位密度と真歪の関係

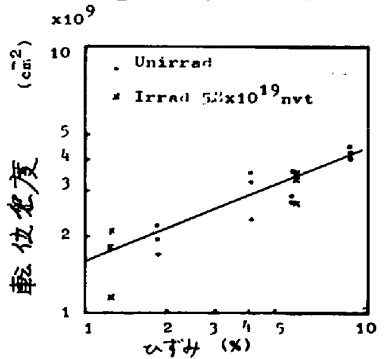


図 3. Nb における転位密度と真歪の関係