

東大 井形直弘

原研 近藤達男, 渡辺勝利

1.序：現在核融合炉第1壁材料候補合金として改良ステンレス鋼が考えられているが、316鋼の重照射効果において最も大きな問題はスエリングと延性劣化である。本研究ではJ M T R試用期照射データを用い、照射による延性劣化の現象を理解するため、現象論的に整理することを目的として行ったものである。

2.実験方法ならびに試料<sup>(1)</sup>：用いられた試料は各社から提供された溶体化処理316鋼材である。照射はJ M T Rにおいて室温照射が行なわれ線量は $(0.86 \sim 7.9) \times 10^{20} \text{ n/cm}^2$  ( $E > 1 \text{ MeV}$ )であった。引張試験は室温ならびに $400 \sim 700 \text{ }^\circ\text{C}$ の間で行なわれ、 $1.1 \times 10^{-4} / \text{sec}$ の歪速度で行なわれた。試験片の平行部寸法は丸棒の場合は $3 \phi \times 30$ 又は $3 \phi \times 25$ であり、板の場合は $(2 \sim 4) \times 6 \times 30 \text{ mm}^3$ であった。

3.現象論的解釈：Fig.1は本研究における照射後の降伏強度の線量依存性及びH. R. Higgyらの結果を示す。結果は図中に示されるように実験誤差、あるいは試料条件、照射条件、試験条件のばらつきを考えればこれまでのH. R. Higgyら結果と一致している。いま流動応力を $\sigma$ 、歪を $\epsilon$ 、加工硬化指数を $n$ 、摩擦応力を $\sigma_i$ 、転位密度を $\rho$ 、剛性率を $\mu$ 、バーガースペクトルの大きさを $b$ とした場合、次の関係が得られる。<sup>(3)</sup>

$$\sigma = \alpha \epsilon^n \tag{1}$$

$$\sigma = \sigma_i + \alpha \mu b \rho (\epsilon)^{1/2} \tag{2}$$

$$n = \frac{d \log \sigma}{d \log \rho} \cdot \frac{d \log \rho}{d \log \epsilon} = \frac{1/2 \alpha \mu b \rho^{1/2}}{\sigma_i + \alpha \mu b \rho^{1/2}} \cdot \frac{d \log \rho}{d \log \epsilon} \tag{3}$$

(3)式でもし $d \log \rho / d \log \epsilon$ がある範囲の値をとるとき $n$ 値は $\sigma_i$ が大きくなるにつれて小さくなる。いま $\sigma_i \approx \sigma_y$ を仮定した場合の $n - \sigma_i$ の関係をFig.2に示す。またFig.3は $n = \epsilon_u$ が照射前及び照射後共に成立することを示している。これらより照射による室温での延性劣化は殆んど硬化によって生じていることが明らかとなった。

室温照射後 $400 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $500 \text{ }^\circ\text{C}$ で引張試験を行なった場合には室温とほぼ近い結果を示すが、 $600 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $700 \text{ }^\circ\text{C}$ で行なった場合には $n$ 値が減少すると共に $n > \epsilon_u$ の関係が成立し、延性劣化は室温と比べて著しい。これは粒界にマイクロボイドもしくはマイクロ気泡が形成され、それが応力によって拡大されるためであると考えられる。

引用文献：

- (1) JAERI M-5595
- (2) H. R. Higgy, et. al., J. Nucl. Mat. 55 (1975) 177
- (3) N. Igata and K. Watanabe, Trans. ISIJ. 23 (1983) 450

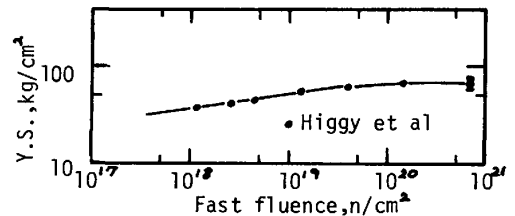


Fig.1 Yield stress versus neutron dose

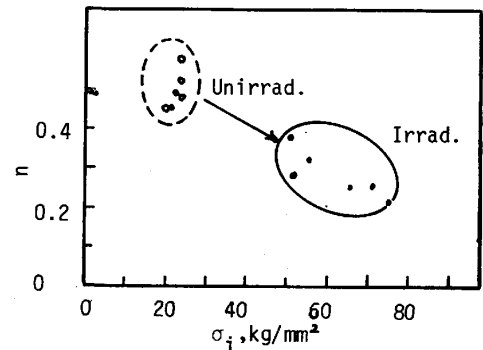


Fig.2 Work hardening exponent versus frictional stress

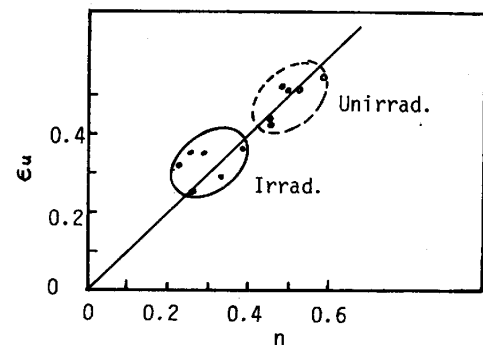


Fig.3 Uniform strain versus work hardening exponent