

(602) ハステロイXのHe脆性に関する試論

日本原子力研究所 渡辺勝利 近藤達男
東大工学部 井形直弘

§1序 ハステロイXは多目的原子炉材料ばかりでなく将来の核融合炉材料としても可能性が示されている。しかし最も大きな問題は照射脆化である。含有Bによる $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ の反応の他, $^{58}\text{Ni}(n,\gamma)^{59}\text{Ni}$, $^{59}\text{Ni}(n,\alpha)^{56}\text{Fe}$ の反応によりHe原子を発生させるため著しく脆化する。本研究はその機構を明らかにしようとするものである。

§2 実験方法及び実験結果*

2.1. 方法 試料としては3.8ppmBを含有するハステロイXを用い、溶体化処理の後JMTKもしくはJRR2を用い $2.0 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ まで照射を行なった。照射温度は室温又は 940°C であった。引張試験は3中×30mmの丸棒試片を用い 900°C を中心として試験を行なった。歪速度は0.17%/min~33.3%/minである。

2.2. 実験結果 第1図に照射したハステロイXの全伸び ϵ と照射量を回教として示している。 $4.3 \times 10^{20} \text{ n/cm}^2$ 照射の場合のHe生成量は 5×10^{-6} であり他はほぼ照射量に比例している。また照射後引張で破断した場合の母一変形部組織を写真1に示す。これらの結果より①照射にもとづく延性劣化はHe生成量に依存している。(変形応力は照射後変化していない。)②破断は粒界におけるバブルが応力下で成長しバブルが連結してゆくことによる進捗と考えられる。

§3 試論 900°C ではHe原子は殆んど粒界バブルの形で粒界に集まるものと仮定する。バブルの単位体積中の密度を N_b と示すとき粒径Dの粒の粒界面における密度を N_{sB} とすると $N_b \approx N_{sB} \frac{D}{\alpha}$ ($\alpha \sim 2$)、単位体積中のガス原子数を n_g とするとバブル半径を r 、バブル内圧を p 、表面エネルギー γ とすると $p = \frac{n_g kT}{N_b \frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{2\gamma}{r}$ (1)

この状態を引張応力が働くと $p + \frac{\sigma}{2}$ (σ : 引張応力) が働くと臨界値 $\frac{2\gamma}{r} = \frac{\sigma}{2}$ をこえる場合にはバブルは加速的に成長しバブルが連結するに至る。 $4.0 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ では $N_b (2\pi)^2 \sim 1$ となり直ちに破断がする。Heが少く場合の歪は次のように考えられる $\epsilon_f \approx \frac{N_b \times 0.7}{D}$ 、 N_b が n_g の n 乗に比例すると考える(n は1~2)と実験に一致する。

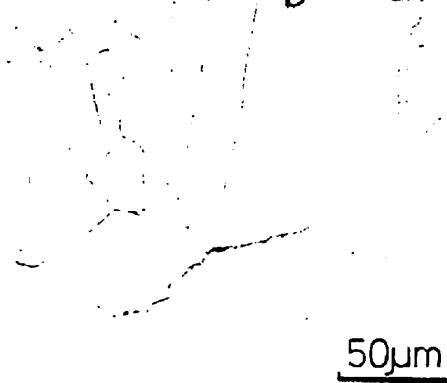
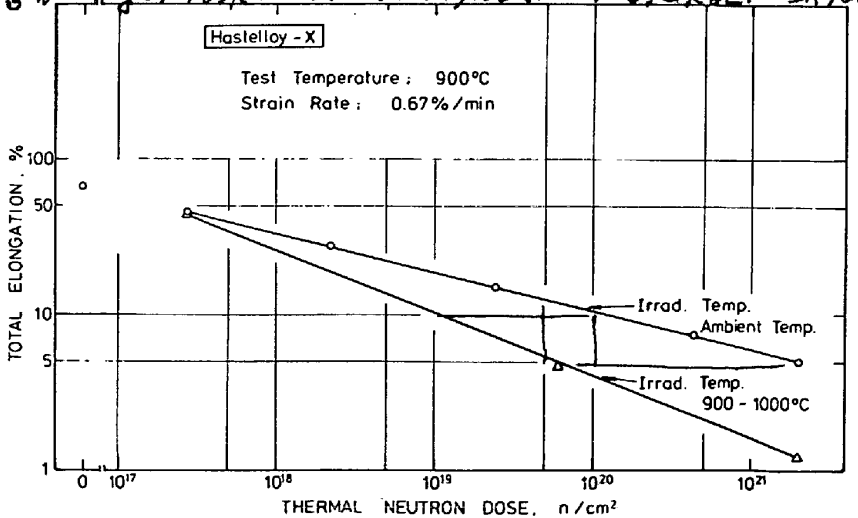


写真1 ハステロイXを 940°C で照射し引張破断した場合の母一変形部組織
*文献 JAERI-M 8807(1980)



第1図 照射したハステロイXの照射後の全伸び ϵ の照射量依存性。