

(694) ヘリウム冷却高温ガス炉用改良ハステロイXR管材のクリープ特性

日本原子力研究所 ○倉田有司, 小川豊, 近藤達男

1. 結言 ハステロイX合金を高温ガス炉用構造材料として, Co, Mn, Al を成分調整して改良したハステロイXRをヘリウム中間熱交換器伝熱管に使用するには, 管材のクリープ特性を知ることが必要である。ハステロイXRの管材と棒材につき, 高温ガス炉近似ヘリウム中でクリープとクリープ破断試験を行なった結果を報告する。また, データのパラッキの要因の1つとしての冶金的因子についても考察した。

2. 実験方法 ハステロイXRの管材 (Tube 1, Tube 2) と棒材 (Bar) を供試材とした。主な組成は, C: 0.07, Mn: 0.9, Si: 0.3, Cr: 21.9, Mo: 9.1, W: 0.47, Fe: 18.23% 残り Ni である。試験片は $\phi 6 \times 30$ G.L. (単位: mm) で, 試験温度は 900°C , 応力 $6.0 \sim 2.7 \text{ Kg/mm}^2$ とした。試験雰囲気はループから供給する高温ガス炉近似ヘリウムで, 不純物として $\text{O}_2: 10^{-17} \text{ torr}$ 未満をベースに, $\text{H}_2: 200, \text{H}_2\text{O}: 1 \sim 2, \text{CO}: 100, \text{CO}_2: 2 \sim 3, \text{CH}_4: 5 \mu\text{atm}$ を添加したものである。

3. 実験結果 Fig. 1 に応力と破断時間の関係を示す。Tube 1 の破断寿命は Bar に比べかなり短い。Tube 2 は均一な金属組織を持つよう製造条件を改善してあるが, 前者に比べて破断寿命の改善がみられる。これらの材料のクリープ速度についてあまり違いはみられなかったが, クリープ破断延性は Tube 1 が低く, Tube 2 は Bar と Tube 1 の中間程度であった。

ハステロイXのクリープ特性に対する結晶粒度の影響が知られているが, 本実験の試料は整粒性の良い粒度 ASTM No 3~4 である。また, 試料には, クリープ強度に影響を与えらる微量元素 (P, S, B etc) の量および上記組成のヘリウム中で起る酸化, 浸炭挙動についての差は認められない。ところが, Tube 1 は継目無管の製造過程で炭化物の帯状析出 (カーバイドストリンガー) が起り, 棒材とは異なる組織を呈していた。クリープ破断試料の金相観察の結果は, Photo. 1 のように, Tube 1 ではこのカーバイドストリンガーの部分にクラックが形成されていることを示している。結局こ

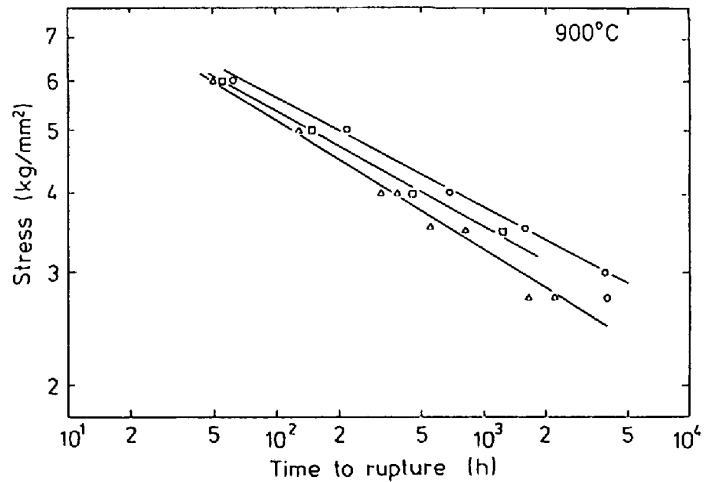


Fig. 1 Stress-rupture data of Hastelloy XR (○; Bar, △; Tube 1, □; Tube 2) in JAERI Type B helium.

ここで認めた管材のクリープ特性の棒材との差は炭化物の分布状態を改善することにより解消できるものと判断した。

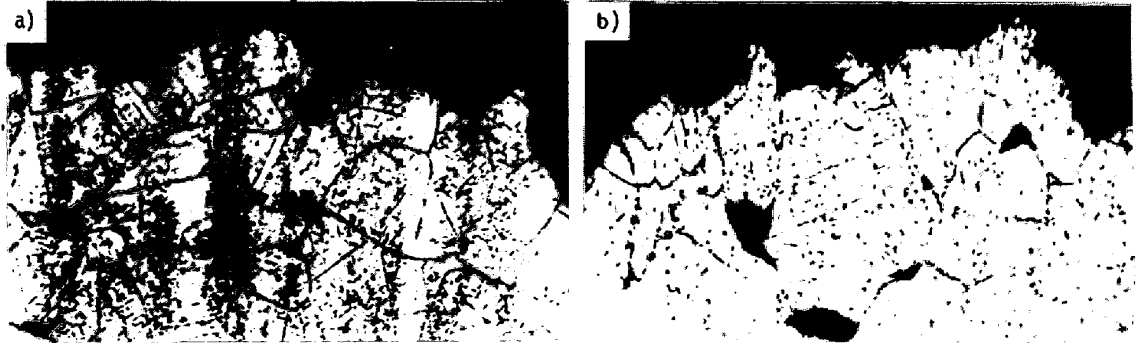


Photo. 1 Microstructures of Hastelloy XR ruptured at 900°C under 5.0 kg/mm^2 in JAERI Type B helium. a) Tube 1, b) Bar.