

(288) ヘリウム中のニッケル基耐熱合金高温クリープに及ぼす耐食性改善の効果

日本原子力研究所 ○木内 清, 小川 豊, 近藤達男

目 的 これまで900℃付近の高温におけるNi-Cr-Mo-W合金(ハステロイ-X等)のクリープ変形に及ぼす環境効果を調べた結果、変形と表面反応との相互作用が認められた。またその影響は、クリープの各段階で異なった内容を示す。すなわち定常クリープと3次クリープ以後とでは環境の寄与が異なり、前者では表面反応と変形との同時作用が主であるのに対し、後者では表面反応に起因する経年劣化が主である。ヘリウム冷却型原子炉近似ヘリウム環境下では、ハステロイ-X等の合金は、Cr, Mnなどの活性元素の選択酸化を生ずると共に浸炭も進行する。これらはいずれも内部組織に影響するので3次クリープ以後の過程への影響が大きい。本報では、耐食性と高温クリープの関係を調べた。その為に、ヘリウム中腐食挙動のよく分ったハステロイ-Xについて、そのヘリウム中耐食性を支配する合金元素を変え、異なった各種環境下でのクリープ試験を行って市販ハステロイ-Xと比較した。

方 法 供試材はヘリウム中低酸化ポテンシャル雰囲気耐食性を改良したハステロイ-X(Al, Ti < 0.03%, Co 0.04%, Mn 0.88%; Al, Tiを低くし内部酸化を少なくすると共に酸化皮膜安定化元素Mnを添加; 以後XKと称する。)、Ti入りハステロイ-X(0.43Ti, XTと称する)および市販ハステロイ-Xである。試験温度は900℃、試験雰囲気はヘリウム冷却型原子炉近似ヘリウム(原研B型ヘリウム)を主として、比較の為に、高真空(〜10⁻³Torr)、超高真空(〜10⁻⁸Torr)および大気を用いた。試験方は、6mm^φ、4mm^φの棒状および板状試験片(2×4mm²)を用いた。試験方法の詳細は前報に述べた。

結 果 ①クリープ曲線の特徴; クリープ曲線の形は、XR, XT共にハステロイ-Xとほぼ同じ傾向を示し、表面積/体積比の大きい細径試験片では、ヘリウム中特有の定常クリープや2段の変化を生じた。また3次クリープ以後の過程も加速された。一方超高真空中では、細径試験片でも大径の基準材とほぼ等価なクリープ曲線を示す。破断寿命は高真空中では低圧力側で伸びるのに対し、ヘリウム中では試料を軸径とする程減少する傾向を示す。②定常クリープ速度; ヘリウム中の短時間クリープ試験ではXRの場合、Xに比して表面積/体積比効果が少ない。均一伸びでもXRではかなり高歪側へ移行することから、ヘリウム環境によって影響を受ける度合いは少ないと判断される。③3次クリープから破断; 破断伸びは、XRとXはほぼ同様の傾向を示すが、3次クリープ以後の寿命はXRの方がXより低い。XRの場合、結晶粒度がASTM No.7程に大きく、組織を変えた事による強度性質の変化も関係している。X、3次クリープ以後は、粒界等の活性経路を介した割れの発生、進展および浸炭、局部的再結晶と関係していると考えられる。Ti入り材では、ハステロイ-X規格材に比し、低圧力側で均一伸び、破断伸び、破断寿命などが低下する。

ま と め ヘリウム環境下のクリープを大径試験片の場合や超高真空中の場合と比較すると環境因子の持っている効果がある。合金のヘリウム中耐食性を改善した合金では、定常クリープ域でかなり改善された傾向が見られるが、耐食性を低下させたTi入り材では、3次クリープ以後の加速を示し、同時作用効果と経年劣化効果では関連因子が異なっているものと考えられる。

