

(358)

ハステロイ—Xの高温クリープ変形挙動に及ぼす環境の影響

日本原子力研究所

○木内 清, 辻 宏知, 近藤 達男

目的; 耐熱合金の高温クリープに及ぼす試験環境の影響は、ヘリウム冷却原子炉に関連して Huddle^①、Wood^②らにより定性的に指摘され、その後数多くの論議がなされてきた。多くの場合は、冶金学的因子および試験の測定技術上の問題が複合的にからんだまま扱われた傾向があり、わずかな微酸化性不純物(H₂O, CO₂など)を含むヘリウム環境の特異性をふまえた環境効果についての知見は得られるに到っていない。前報ではこの種の環境効果が、変形による表面反応の加速と反応に加速される変形との相乗作用として現われる性格のものであることを示した。また均一腐食、局部腐食を問わず表面反応速度の大きい高温環境下のクリープは、冶金学的因子(比表面積効果)で整理する必要性も指摘したい。なかで定常クリープ挙動について環境効果を明確に分離評価するために、環境の影響が実質的に無視できる大径試験片のクリープ速度を基準とし小径試験片のクリープ速度を比較する方法を提案し、応用の例を示した。今回は特に一般に用いられる大気環境と高温ガス炉近似のヘリウム環境についてクリープ変形挙動の評価を行ない、これらの気体中の環境効果の特異性を比較検討した。

実験方法; 実験方法の詳細は前報に述べた。供試材はAMS規格内のハステロイ—Xであり、試験温度800℃～1000℃の範囲において500時間以内の比較的短時間のクリープ変形挙動を調べた。試験雰囲気は、大気、ヘリウムおよび真空(1×10⁻⁴Torr)である。試験片は大径8mm^φ、小径4mm^φの丸棒である。

結果; i)クリープ変形の時間依存; 大気中のクリープ曲線は大径基準データに相似的で破断伸び、絞り共高い値を示す。一方ヘリウム中は3次クリープ開始の時間が早まり、破断伸び、絞り共低下する。この傾向は変形に対して腐食速度の割合が大きく、かつ長時間を要する低荷重側の試験程著しい。

ii)定常クリープ速度; 定常クリープ速度を附加応力に関して実験式で近似しそのパラメーターについてとったアレニウスプロット(図1)は、基準データに比しヘリウム、大気共に応力の中数nの低下、拡散などの熱活性化過程に関連すると考えられるC項の増大で特徴づけられる。定常クリープ速度の絶対値は、今回の条件下では基準に比し真空、ヘリウムさらに大気の順に増大する。

iii)組織変化; 定常クリープ域での表面反応によるCr欠乏層は、無負荷材に比し2倍以上深く大気中で最もその傾向は大きい。定常クリープ速度に及ぼす応力と環境との相乗効果は、単に表面皮膜と合金の界面での皮膜成長応力を考えた従来のモデル^③よりは複雑なものと考えられる。またヘリウム中では特に、粒界等の活性径路を介した割れの発生、進展が多く、内部酸化、浸炭の関与を示す結果を得た。

総括; クリープ変形に及ぼす環境の影響は、各クリープ段階で異なる内容を持つ。大気中では、定常クリープ速度に及ぼす影響が大きく、定常クリープ速度パラメーターのn低下、C増大として現われる。一方ヘリウム中では、材料中の特定元素が選択酸化を受け、内部酸化や浸炭による粒界割れの発生と進展が見られ、これが3次クリープ開始時間の短縮となる。今後は特に実用上ヘリウム中の疲労クリープ重畳作用を検討し、環境の関与を明らかにすることを試みる。

文献
 ① R.A.U. Huddle, BNS Conf. (1974) Session VII No 40
 ② D.S. Wood et al., International conf. on creep and fatigue in elevated temperature applications 19 (1973~1974)
 ③ K. Kiuchi et al. 耐熱金属材料第123委員会報告 V:117(Nos) 307(1976)
 ④ J.-K. Tien and J.M. Davidson Advances in corrosion science and technology Corrosion creep and stress rupture (1976)

