

日本原子力研究所

小川 豊, ○近藤達男

1. 緒言

標準化された一般のクリープ試験では、試験環境因子が強く支配しないことが望ましい。一方特定の系に用いる材料の耐久性能を正確に予測する目的で行う実用近似雰囲気中試験の場合は、むしろ環境の影響を顕著にして試験を行い、ときには加速手段を用いることも必要となる。腐食などが表面とその近傍の領域を中心に材料を変質させるのに対して、クリープは荷重を受持つ断面全体の示す変化であることから、クリープにおける環境効果は表面積と体積の比を無視して評価することはできない。本報告は既報⁽¹⁾の短時間破断試験における寸法形状効果と試験雰囲気の密接な関連を、より厳密に制御した条件で、歪速度、組織等にわたって再検討した結果である。この種の効果は熱交換器の伝熱管など、なるべく大きな(表面積/肉厚)比を有利とする部材のクリープ挙動の実態を明らかにする上で重要である。

2. 実験方法

ハステロイ-X^{*}の同一素材から切出した平行部長(30 mm)が等しく、直径(3 mm, 6 mm)が異なる試験片を、不純物構成(H₂: 200, H₂: 1~2, CO: 100, CO₂: 2~3, CH₄: 5, いづれも μ atm, O₂ 検知なし)を厳しく制御した900℃のHe気流中で荷重を加え、変形過程を破断まで追跡した。クリープ後の試料は無負荷で同じ雰囲気におかれた試料との比較を含め、光顕、EPMAにより組織変化をしらべた。なお、直径6 mmの試験片はヘリウム中試験用として広く採用されているものである。

3. 結果

クリープ破断時間は、小径材(表面積/体積比, S/V = 1.33 mm⁻¹)で著しく短縮され、図1に示すように、標準的な6 mm径(S/V = 0.67)に比べ、試験範囲でほぼ半分になった。変形過程についてみると、図2のように、小径材ではクリープ速度の加速が認められた。破断伸び値が寸法の影響を受けないことから、寿命の長短は主に変形の加速によるものと判断された。既報⁽¹⁾の超高真空中での寸法依存性の消失、表面の酸化により生じる合金中のCrの表面からの減少⁽²⁾を考え合せると、寸法効果は雰囲気と材料の反応を大きく反映したものと見える。

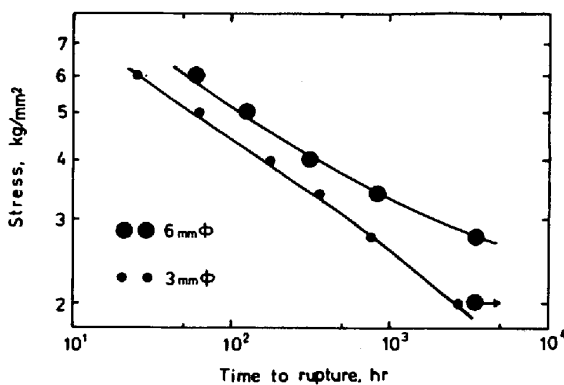


図1 破断時間と試料寸法の関係

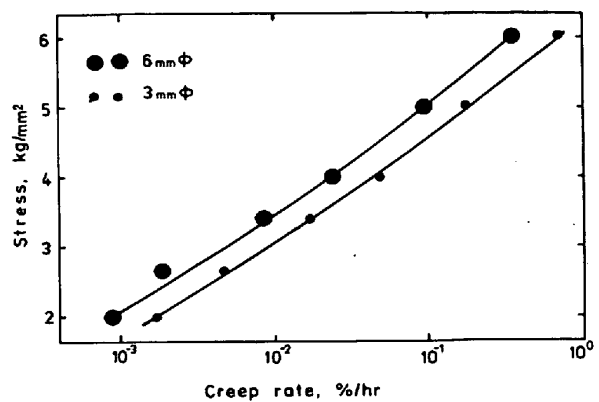


図2 クリープ速度と試料寸法の関係

(1) 木内, 他: 学振123委研究報告, 19, 321(1978), 20, 49(1979)。

(2) 新藤, 他: 同上, 19, 331(1978), *注, 原子炉用に成分調整したもの。