

日本原子力研究所

○山内 勇, 松本正勝

古平恒夫

1. 緒言

構造物の安全性を評価する上で、材料特性としての疲れき裂伝播速度は重要である。各種原子炉における使用温度を考慮して、オーステナイト系ステンレス鋼の600°C前後での疲れ現象には歪時効、クリープ雰囲気などの影響を伴い複雑である。したがって微視組織の解析は重要と考えられ、この観点から304鋼を対象に600°Cにおける疲れき裂伝播挙動について検討した。

2. 実験方法

供試材は市販のSUS304および304LN(18Cr-10Cr-0.012C-0.11N)で、1100°C×60分水冷の溶体化処理したものと、さらに600°C×2500時間時効したものである。疲労試験片はASTM-647に準じた厚さ1.27mmの1Tコンパクトテンション試験片である。MTS社製電気油圧式10t疲労試験機に電気抵抗加熱炉を付帯させ、600°C大気中において、応力比0.10の部分片振引張荷重制御で試験した。荷重サイクルは、①三角波60cpm, ②三角波30cpmベースで最大引張時に保持時間8secを有する台形波6cpm, ③同じく保持時間58secを有する台形波1cpmの三種類である。

き裂長さの測定には電位差法を採用した。通常の4端子法で5アンペアの直流定電流を印加し、予き裂時の電位とき裂進展後の電位の比からき裂長さを求め、補足的に試験前後のピーチマークおよび拡大鏡観察にてチェックした。試験後、透過電顕にて破面および組織を観察した。

3. 実験結果

図1にき裂伝播速度 $\frac{da}{dN}$ を応力拡大係数範囲 ΔK で整理したものを示す。図中の点線部分はき裂先端で塑性変形が著しい状態での測定値である。304鋼の $\frac{da}{dN}$ に対する台形波保持時間の影響度は図1-aに明らかである。特に1cpm条件以上の保持時間ではき裂伝播の形態が粒内型から粒界支配型に変化し、き裂伝播速度への時間依存が大きくなる。

SUS304鋼は600°C長時間時効によってき裂伝播抵抗は増加する(図1-b;時効材の $\frac{da}{dN}$ は溶体化材の約1/2)。しかし同時にマトリックスの降伏点は上昇し、伸びが低下している。304LNの成分系では時効による炭窒化物の析出は極めて少なく、 $\frac{da}{dN}$ も溶体化材と同等で変化しない。

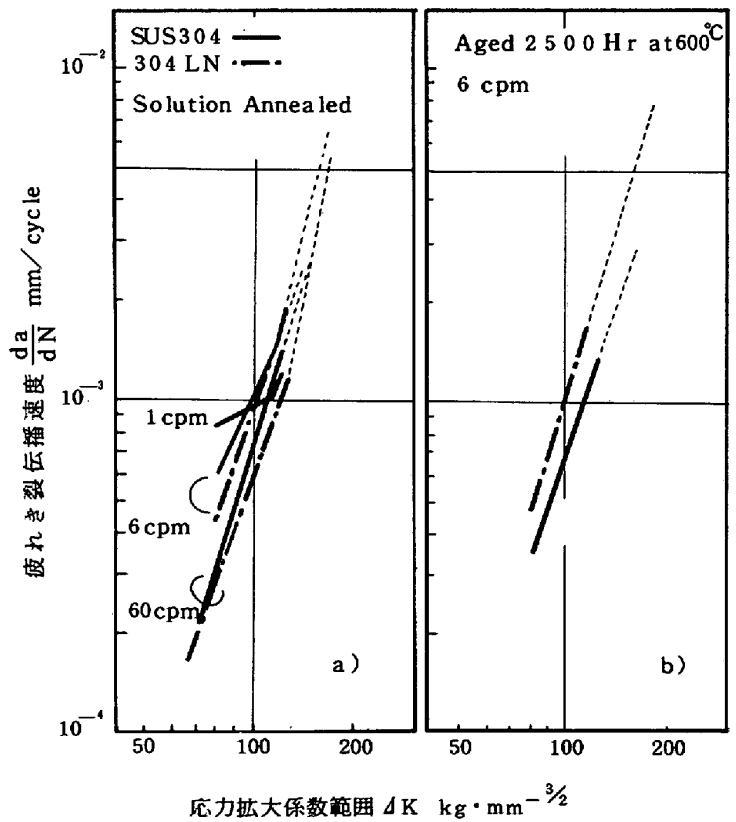


図1. 18-8系ステンレス鋼の600°C大気中における疲れき裂伝播速度に対する a)荷重サイクル条件, b)熱処理条件の影響