

(271) オーステナイト系ステンレス鋼の高温低サイクル疲労破面観察

住友金属工業(株) 中央技術研究所 西岡 邦夫, 行俊 照夫, 平川 賢爾
時政 勝行, 〇外山 和男

1. 緒言

電子顕微鏡観察を主とした破面解析は破壊原因の解明のみならず破壊のメカニズムを知る上で有用な手段である。最近研究が急がれているクリープと疲労の重畳効果をはじめとする高温低サイクル疲労の諸問題の解明に際しても、破面解析により得られる知見に大きな期待が寄せられている。本研究は、オーステナイト系ステンレス鋼の高温低サイクル疲労破面を解析し、破面の特長と試験条件との関係を明らかにすることを目的としたものである。

2. 破面観察方法

供試材は、種々の試験条件(温度、ひずみ速度、ひずみ範囲)下で低サイクル疲労破壊したオーステナイト系ステンレス鋼 SUS 304 および SUS 321 である。使用した試験装置は MTS 製高温疲労試験装置であり、試験片に負荷されたひずみ波形は軸ひずみ制御完全両振三角波である。破面観察はレプリカ像及び走査型電子顕微鏡観察を行ない、さらに、き裂の形態をみるため、光学顕微鏡による断面のミクロ観察を行なった。

3. 結果

(1) 写真1に示すごとく、高温においても明瞭なストライエーションが観察された。これは、高温でもストライエーション間隔から巨視的なき裂進展速度を推定し得ることを示唆するものである。

(2) ストライエーション間隔と $\Delta \epsilon_t \sqrt{a}$ ($\Delta \epsilon_t$: 全ひずみ範囲, a : ストライエーション測定位置)とは、図1に示すごとく、両対数グラフ上で直線関係を有する。ひずみ速度によって傾きが異なる傾向は、James⁽¹⁾の示した結果と定性的に一致する。

(3) 断面の光学顕微鏡観察によりき裂の進展状態を粒内型、粒内-粒界混合型、粒界型に分類し、試験条件と対応させ図2の関係を得た。温度が高く、ひずみ範囲が大きくひずみ速度が小さい程き裂は粒界を伝播することが分る。これはその条件下で粒界の強度が低下するにめと考えられるが、この点については、今後さらに粒内および粒界の微細組織と関連づけて検討する必要がある。また、このようなデータの蓄積により破面形態を知り、定性的に材料の負荷履歴の推定が可能である。

写真1. 破面の走査型電顕写真
($T=550^{\circ}\text{C}$, $\Delta \epsilon_t=0.88\%$, $\dot{\epsilon}=10^{-2}/\text{sec}$)

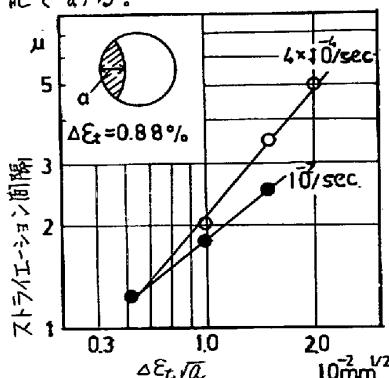
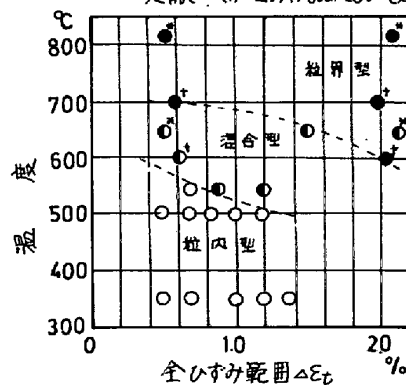
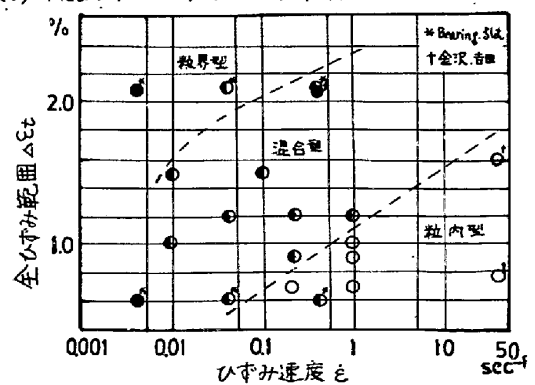


図1. ストライエーション間隔とひずみ速度の関係



(a) T と $\Delta \epsilon_t$ の関係 ($\dot{\epsilon}=0.1 \sim 0.4 / \text{sec}$)



(b) $\Delta \epsilon_t$ と $\dot{\epsilon}$ の関係 ($T=550 \sim 650^{\circ}\text{C}$)

図2. 破面の形態と試験条件との関係