

(519) 高温高サイクル疲労強度と停留き裂の関係

金属材料技術研究所 ○佐藤守夫、山口弘二、金澤健二
松岡三郎、西島 敏

1. 緒言

金材技研においては、疲れデータシート作成の一環として高温高サイクル疲労特性を明らかにしている。Fig.1 に9種類の鋼について応力集中係数 $K_t=3$ の切欠き試験片を用い、125Hzのもとで室温から800°Cで求めた 10^8 回疲労強度 σ_w と引張強度 σ_B の関係を示す。黒印は切欠き底に停留き裂の存在した結果であるが、白印の停留き裂のない結果に比べ σ_w は高強度側になった。本研究では、このような挙動を破壊力学の立場より検討する。

2. 検討結果

Fig.2 には、 σ_w と停留き裂長さをを用いて計算した疲労き裂伝ば下限界値 ΔK_{th} と試験温度の関係を示す。この図には $K_t=2$ と3の場合の両方の結果が含まれている。Fig.3 には停留き裂の面に形成された酸化層の厚さと温度の関係を示す。Fig.4 は両者の関係より求めた ΔK_{th} と酸化層厚さの関係である。これらの結果は次のようにまとめられる。

- (1) 炭素鋼と低合金鋼の場合には、試験温度とともに酸化層が厚くなり、酸化物閉口が強くなって、 ΔK_{th} は増大した。このため、Fig.1 のように停留き裂が存在する場合には、 σ_w が上昇したと考えられる。
- (2) ステンレス鋼と高合金鋼の場合にも同様に、酸化層は厚くなるが、 ΔK_{th} はほぼ一定に保たれた。この場合、停留き裂は、600°C以上で形成されたが、この温度域では降伏応力 σ_Y 、ヤング率 E などの機械的性質は急激に低下する。 σ_Y の低下による大規模降伏はき裂閉口を弱め、また E の低下は ΔK_{th} 自身の低下をもたらす。そこで、温度上昇につれて酸化物閉口が強くなるにもかかわらず、実測の ΔK_{th} は一定に保持されたと考えられる。

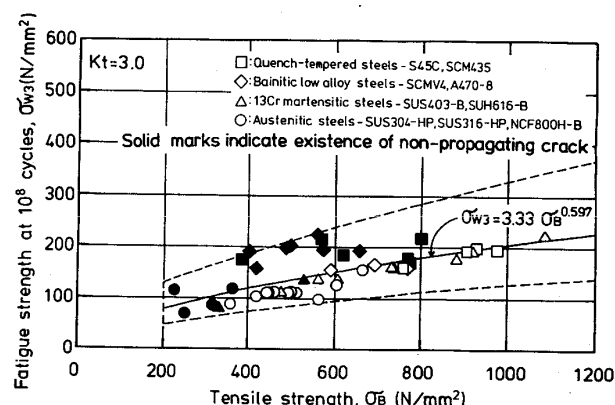


Fig.1 Relation between tensile strength and fatigue strength for notched specimen of $K_t=3$.

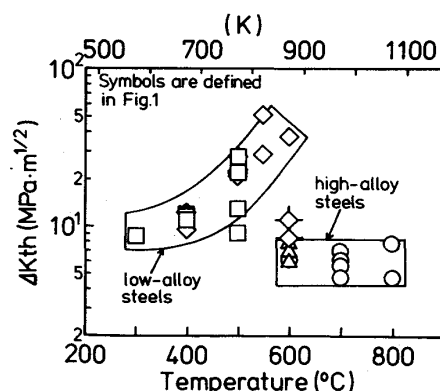


Fig.2 Relation between temperature and ΔK_{th} .

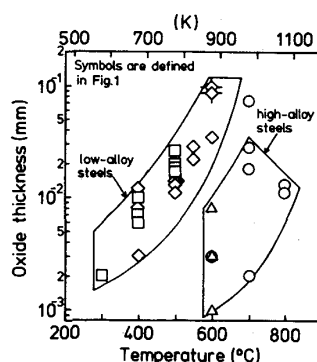


Fig.3 Relation between temperature and oxide thickness of non-propagating crack.

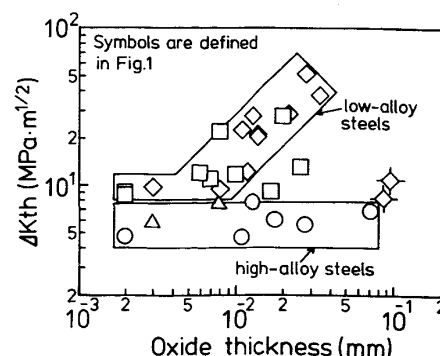


Fig.4 Relation between oxide thickness of non-propagating crack and ΔK_{th} .