

(803) Ti-6Al-6V-2Sn合金の疲労き裂伝播特性および破壊靱性に及ぼすマイクロ組織の影響

(株) 神戸製鋼所 材料開発センター ○伊藤喜昌 高島孝弘 西村孝

1. 緒言

チタン合金は α 型, Near α 型, $\alpha-\beta$ 型ならびに β 型に分けられるが, 強度, 延性, 靱性などのバランスの点で $\alpha-\beta$ 型チタン合金が多く使用されている。

$\alpha-\beta$ 型チタン合金Ti-6Al-6V-2Snは最もポピュラーなTi-6Al-4V合金よりも β 安定化元素であるV量が多く, 焼入れ性に優れ, 熱処理により高強度化が可能である。しかし, 熱処理によるマイクロ組織変化により, 引張性質はもとより, 疲労き裂伝播特性 ($d^a/d_n-\Delta K$), 破壊靱性 (K_{IC}) が大きく変化することから, これらの性質とマイクロ組織の関係を調べた。

2. 実験方法

供試材は消耗電極式真空二重アーク溶解により溶製された1.3トン鑄塊を, β 鍛造および $\alpha-\beta$ 鍛造した70mm角材を用いた。熱処理に起因するマイクロ組織の影響を調べるために, β 熱処理 ($970^\circ\text{C} \times 1\text{hST} + 700^\circ\text{C} \times 2\text{hAC}$), 溶体化時効 ($900^\circ\text{C} \times 1\text{hST} + 568^\circ\text{C} \times 4\text{hAC}$) および溶体化過時効 ($900^\circ\text{C} \times 1\text{hST} + 700^\circ\text{C} \times 2\text{hAC}$) の各処理を行った。

破壊靱性試験は K_{IC} を得るのに十分な25mm厚さのCT型試験片を用い, ASTM-E399に従って行った。疲労き裂伝播特性試験は10mm厚さのCT型試験片を用い, き裂伝播の速い高 ΔK 側ではASTM-E647に従った荷重一定法で行い, き裂伝播速度の遅い低 ΔK 側では ΔK 減少法により行った。両方法ともコンプライアンス法による疲労き裂長測定からコンピューター制御を行い, 応力比は0.1とした。マイクロ組織の解析は光学顕微鏡観察およびX線回折法により行った。

3. 実験結果

1) 破壊靱性は引張強度の増加に従い減少しており (Fig. 1), 両者の関係について多重回帰分析を行った結果, 次式を得た。マイクロ組織との対応では, 針状 α 晶の幅が広い

$$K_{IC} = 0.072 \sigma_{0.2}^2 - 20.88 \sigma_{0.2} + 1592 \quad (\text{kgf/mm}^{3/2})$$

ほど破壊靱性は高くなる傾向を示した。

2) 疲労き裂伝播特性は ΔK が高い場合, マイクロ組織の影響は小さいが, ΔK が低い場合顕著なマイクロ組織依存性が認められた。低 ΔK 側では $d^a/d_n-\Delta K$ 線図上1つまたは2つの遷移点が見られ (Fig. 2), ΔK の高い側の遷移点はき裂のbranching開始点に一致しており, α 粒径に依存するところが大きい。一方, ΔK の低い側の遷移点はさらに小さいマイクロ組織単位である針状 α 晶の幅に対応しており, 幅広針状 α を有する材料に見られた。また幅広針状 α 材では針状 α 間に β 相が多く存在し, この β 相もき裂のbranchingを助長していると考えられる。

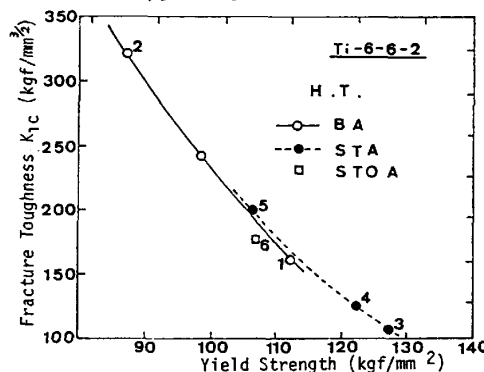


Fig.1 Relationship between fracture toughness and yield strength in Ti-6Al-6V-2Sn alloy

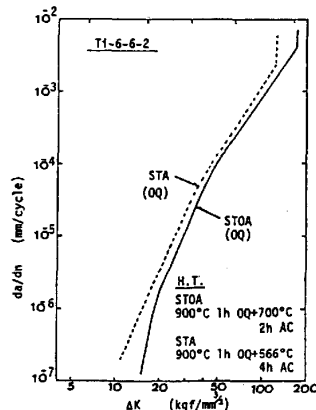


Fig.2 Fatigue crack propagation properties of solution treated (OQ) and overaged, and solution treated (OQ) and aged Ti-6Al-6V-2Sn alloy