

# (737) チタン合金大型品の疲労および破壊靱性

(株)神戸製鋼所 材料開発センター ○伊藤喜昌 福田正人 西村孝

## 1. 緒言

航空機用大型部品としてジェットエンジン用 Ti-6Al-4V 合金製大型リング材を製造している。この大型品について熱処理によりマイクロ組織のコントロールを行ない、引張性質、低サイクル疲労 (LCF)、き裂伝播特性 ( $da/dN-\Delta K$ ) および破壊靱性におけるマイクロ組織の影響を調べた。

## 2. 実験方法

供試材は消耗電極式二重アーク溶解により溶製された5トン鑄塊を、 $\beta$ 鍛造および $\alpha-\beta$ 鍛造、 $\alpha-\beta$ 圧延して大型リング材 ( $940\text{mm}^{\text{OD}} \times 810\text{mm}^{\text{ID}} \times 240\text{mm}^{\text{H}}$ ) を製造した。

溶体化過時効 (STOA) 処理によるマイクロ組織の影響を調べるために、 $900 \sim 1000^\circ\text{C}$  ( $\beta$ 変態点  $985^\circ\text{C}$ ) で溶体化 (ST) 後、水冷、油冷、空冷の各冷却を行ない、さらに過時効 (OA:  $700^\circ\text{C} \times 2\text{h AC}$ ) を行なった。

低サイクル疲労試験は応力比  $R = 0.01$  により荷重制御方式により調べた。き裂伝播特性試験は  $10\text{mm}$  厚さの CT タイプ試験片を用い、ASTM E647 および  $\Delta K$  減少法により、 $R = 0.01$  の条件下で測定した。破壊靱性試験は  $25\text{mm}$  厚さの CT タイプ試験片を用い、ASTM E399 に従って試験を行なった。

## 3. 実験結果

- 1) ミクロ組織変化としては、溶体化温度が高いほど相平衡の関係から初析  $\alpha$  晶量は減少する。また、溶体化後の冷却速度が大きいほど変態  $\beta$  相から生じる針状  $\alpha$  晶の幅は小さくなる。
- 2) 低サイクル疲労強度は初析  $\alpha$  相量にほとんど影響されないが、針状  $\alpha$  晶のみの場合には初析  $\alpha$  晶が残っているものに比較し大きく低下した (Fig. 1)。
- 3) 疲労き裂伝播特性は変態  $\beta$  相の斜状  $\alpha$  晶形態により傾向が異なる。すなわち、斜状  $\alpha$  晶の幅が大きい場合初析  $\alpha$  晶量の影響はほとんどみられず、針状  $\alpha$  晶の幅が小さい場合には初析  $\alpha$  晶量の少ないものほどき裂伝播はしにくかった。この傾向は  $\Delta K$  の小さい領域ほど大きい。
- 4) 破壊靱性は初析  $\alpha$  晶量が少ないほど大きく、針状  $\alpha$  晶のみの場合最も大きい。変態  $\beta$  相の針状  $\alpha$  晶形態については、針状  $\alpha$  晶の幅が大きいほど破壊靱性は大きい (Fig. 2)。

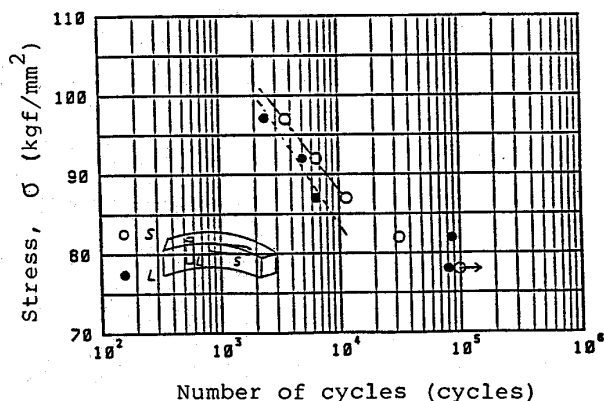


Fig. 1 Effect of sampling direction on LCF strength of STOA heat treated Ti-6Al-4V alloy

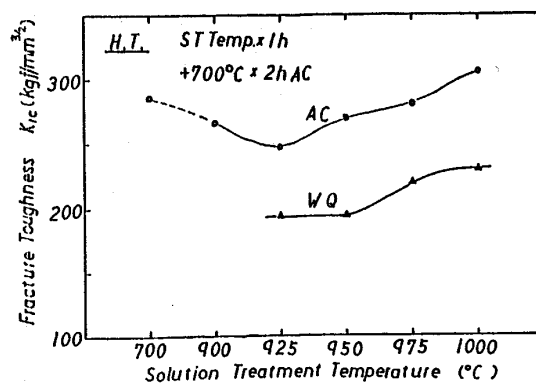


Fig. 2 Effects of ST temperature and cooling rate after ST on fracture toughness of STOA heat treated Ti-6Al-4V alloy