

(754) Ti-10V-2Fe-3Al の破壊靱性と疲労強度

住友金属工業(株) 中央技術研究所 ○外山和男 前田尚志

1. 緒言

Ti-10V-2Fe-3Al はnear β の $\alpha + \beta$ 型合金であり高強度・高靱性チタン合金として最近注目されている。本合金は鍛造性や熱処理性にも優れており構造部材として高範囲な応用が期待されるが実用データは極めて少ない。本報告は破壊靱性と疲労強度について調査し、near α の $\alpha + \beta$ 型合金である Ti-6Al-4V と比較したものである。

2. 試験方法

供試材は真空アーク炉で3重溶解された300kg インゴットを1000°Cで粗鍛造後850°C以下で仕上鍛造して得られた60φ丸棒をSTA (760°C×1hr WQ+490°C 8hr AC) 処理したものである。供試材の化学成分、機械的性質を表1, 2に、顕微鏡組織を図1に示す。

破壊靱性試験は16mm厚のCT試験片によりASTM E-399にて、高サイクル疲労試験は8φmmの試験片により小野式回転曲げ疲労試験にて、低サイクル疲労試験は7φmmの試験片により軸ひずみ制御にて、疲労き裂進展試験は12mm厚のCT試験片によりASTM E-647にて実施した。

3. 試験結果

3.1 破壊靱性; 破壊靱性試験結果を図2に示す。同図には文献値及びTi-6Al-4Vの結果も併せ示した。試作材の破壊靱性値は164~176 kgf/mm^{3/2} と高強度にも拘らず高い値が得られている。き裂は図3に示すようにβ粒界に沿ってディンプル破壊により伝播しており、破面は大きな凸凹を有している。これはTi-6Al-4VのSTA材が同じディンプル破壊でもα-β粒界に沿って平坦な破面を示すのと異なっており、Ti-10V-2Fe-3Alが高い破壊靱性を有する原因の1つと考えられる。

3.2 疲労強度; 回転曲げ疲労限度は68 kgf/mm² と高い値が得られた。しかし耐久比は0.49でありTi合金としては一般的な値である。低サイクル疲労試験結果を図4に示す。同図にはUniversal slope 法による推定曲線及びTi-6Al-4Vの結果も示した。低サイクル疲労強度はTi-6Al-4Vよりも少し低い。これは表2に示すように絞りが極めて小さいことが原因と考えられる。

Table 1 Chemical composition (wt.%)

| V | Fe | Al | O | N | H | C |
|-------|------|------|-------|--------|--------|-------|
| 10.09 | 1.99 | 2.98 | 0.127 | 0.0182 | 0.0081 | 0.012 |

Table 2 Mechanical properties

| $\sigma_{0.2}$ kgf/mm ² | σ_B kgf/mm ² | E1. % | R.A. % | vE ₂₅ kgf-m |
|------------------------------------|--------------------------------|-------|--------|------------------------|
| 125.8 | 188.1 | 4.4 | 5.7 | 0.8 |

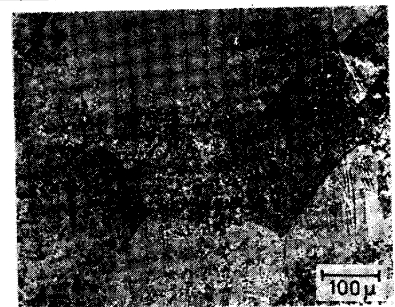


Fig.1 Microstructure

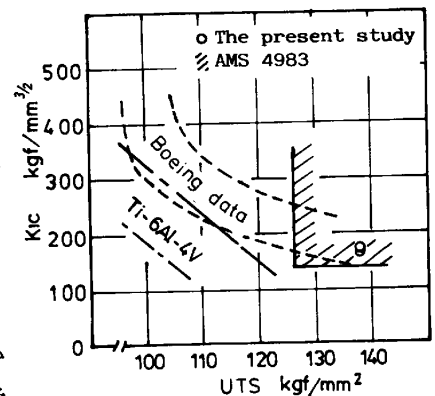
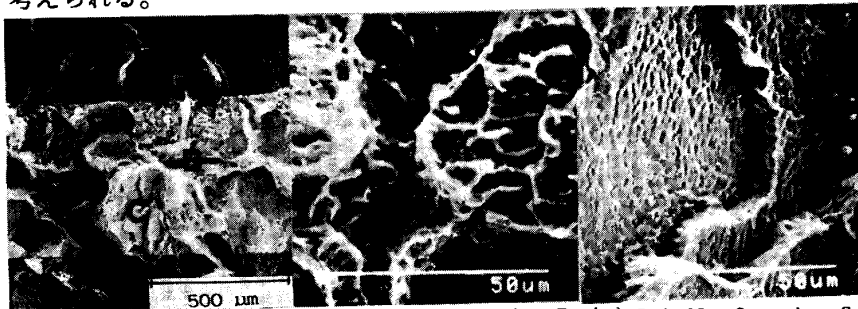


Fig.2 Effect of tensile strength on fracture toughness



(a) Fracture appearance (b) Detail of region B (c) Detail of region C

Fig.3 SEM micrographs of fracture surface

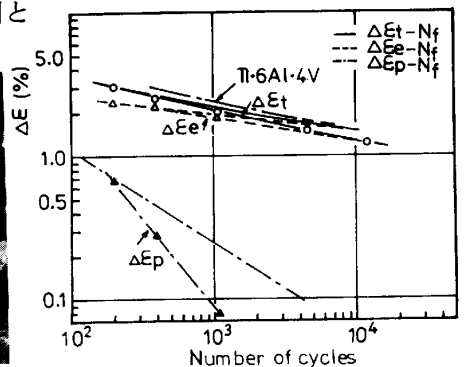


Fig.4 Result of low cycle fatigue test