

(793) 二重溶体化したTi-6Al-4V合金における微視割れの生成メカニズムとマイクロクラックタフニング

東京大学大学院 ○金 教漢 東京大学先端研 岸 輝雄
 東京大学工学部 丹羽 直毅 小原 嗣朗 東京大学先端研 木原 諄二

1. 緒言

Ti-6Al-4V合金において二重溶体化処理を施し、強度と延性に優れた等軸組織と破壊靱性に富む針状組織を混合させることによって全体に延性と靱性のバランスが取れたことを前回で報告した。また、針状組織が向きを揃って配列している場合同じ強度と延性レベルで約20%程度の靱性向上が確認された。これは破壊靱性試験中のAE発生ボタン、AE原波形解析、それに破面解析等によって微視割れ形成によるマイクロクラックタフニング効果であることが考えられた。今回の研究では新たな実験手法である走査型電子顕微鏡内の変形装置によって、き裂先端に生じる微視割れを確認し、それとAE原波形解析、破面解析に基づいて微視割れ生成のメカニズム、微視破壊機構の構築、それによる破壊靱性値の定量的評価を試みた。

2. 実験方法

き裂先端で生じる微視割れの形成はAE法によって確認されたが、今回は走査型電子顕微鏡の中で小型の試片を引張りながら微視割れの生成・成長・合体過程を確認した。走査型電子顕微鏡内変形装置(HU-TS-200)の許容最大荷重は200kg、最大変形ストロークは5mmである。用いた試験片の形状をFig. 1に示す。

3. 実験結果

- 1) Photo.1でわかるように二重溶体化処理中破壊靱性が一番高い条件CFでは主き裂先端、また上下で微視割れの生成が確認された。
- 2) 破壊靱性が低い条件DEではき裂はほぼ直線に進展し、微視割れの生成は見受けられなかった。またこの条件では等軸 α 相の間、また等軸 α 相の中に微視空洞が確認された。
- 3) 主き裂先端に生じる擬へき開割れ形成によるき裂先端の応力のShielding効果計算により条件CFでの20%の靱性向上が確認された。
- 4) 原波形解析から求めた微視割れの大きさを特性距離とし、実験から求めた破断ひずみを用いて、ひずみ律速に基づく延性破壊クライテリオンにより破壊靱性値が定量的に求められ実験値と良い一致を示した。

Table 1 Fracture toughness values, COD and triaxial stress ratio in condition CF and DE.

	Condition CF	Condition DE
K_{IC} (experiment)	225 kgf/mm ^{3/2}	180 kgf/mm ^{3/2}
X_0 determined by source characterization	80 μ m	40 μ m
$\bar{E}_f$ (experiment)	0.13	0.1
$K_{IC} = \sqrt{\beta/\lambda \cdot X_0 \cdot \sigma_{ys} \cdot E \cdot \bar{E}_f}$	230 kgf/mm ^{3/2}	150 kgf/mm ^{3/2}
δ_{X_0}	50 μ m	25 μ m
$\delta (= \frac{K^2}{m \cdot E \cdot \sigma_{ys}})$	32 μ m	21 μ m
$\sigma_m / \bar{\sigma}$	1.6	1.8

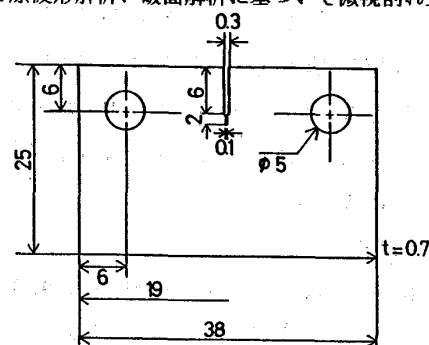


Fig. 1 Configuration and size of specimen used.

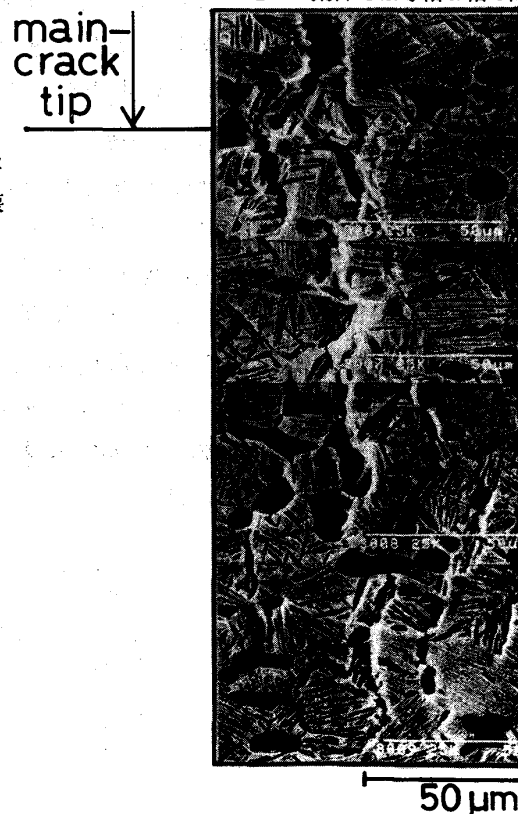


Photo 1 Microcracks created at the front of main crack tip during testing in SEM.