

(794) 代表的チタン合金の破壊靱性におよぼす加工誘起変態の影響

豊橋技術科学大学 大学院 ○稲垣 育宏 工学部 新家 光雄
工学部 小林 俊郎

1. 緒言

前回⁽¹⁾までに、 $(\alpha + \beta)$ 型チタン合金である Ti-6Al-2Sn-4Zr-6Mo (以下 Ti-6.2.4.6) 合金および Ti-6Al-4V (以下 Ti-6.4) 合金について、室温で準安定な β 相がなるべく多く存在するように熱処理を施した場合、加工により Ti-6.2.4.6 合金では $\beta \rightarrow \alpha''$ 、Ti-6.4 合金では $\beta \rightarrow \alpha'$ の加工誘起変態 (Strain Induced Transformation: SIT) が生じることを認めた。また、ある特定温度で、シャルビー吸収エネルギーが増大する傾向にあることも報告した。以上のように、SIT 現象はチタン合金の機械的性質にさまざまな影響をおよぼすが、これまでに機械的性質、特に破壊靱性におよぼす本現象の影響について詳細に報告された例はほとんどない。そこで本研究では、Ti-6.2.4.6 および 6.4 合金につき、種々の温度で静的および動的破壊靱性試験を行い、破壊靱性におよぼす SIT の影響について検討した。

2. 実験方法

供試材には、Ti-6.2.4.6 合金鍛造丸棒および Ti-6.4 合金圧延材を用い、準安定 β 相が室温になるべく多く残留するように熱処理を行ったのち、種々の試験温度および歪速度下で引張り試験、動的および静的破壊靱性試験を行い各温度における強度、伸びおよび破壊靱性などの変化を調査した。

3. 実験結果

(1) Fig.1 に Ti-6.2.4.6 合金の静的および動的破壊靱性値 (J_{Ic} , J_{Id}) におよぼす試験温度の影響を示す。223K で J_{Id} 値が急激に上昇する傾向が認められる。また、Fig.2 に示すように J_{Ic} 値は準静的な歪速度範囲内でも変化し、歪速度依存性が複雑である。

(2) Fig.3 に Ti-6.4 合金の J_{Ic} および J_{Id} 値におよぼす試験温度の影響を示す。223K で J_{Id} 値が、123K で J_{Ic} 値が上昇する傾向が認められる。加工誘起変態を生じる試料 (SIT material) と時効処理を施した試料 (AGE material) の 223K における諸性質の測定結果を Table 1 に示す。SIT material では AGE material に比べ、0.2% 耐力 (σ_y) および引張強さ (σ_B) は低下する傾向にあるが、伸び (EI)、破壊歪 (ϵ_f)、 J_{Id} 値および動的亀裂進展抵抗靱性 ($T_{mat}^{(d)}$) 値はいずれも上昇する傾向にあることが認められた。

参考文献: (1) 稲垣、新家、小林: 鉄鋼協会 第113回講演

概要集(II) S45, P317

Table 1 Tensile properties and dynamic fracture toughness of Ti-6Al-4V alloys at 223K.

Specimen	σ_y (MPa)	σ_B (MPa)	EI (%)	ϵ_f	J_{Id} (kJ/m ²)	$T_{mat}^{(d)}$
AGE material	1056	1105	10.2	0.16	41.6	9.58
SIT material	812	1036	13.6	0.18	62.3	17.7

(AGE: 815°C x 1h, WQ; 540°C x 4h, AC; SIT: 815°C x 1h, WQ.)

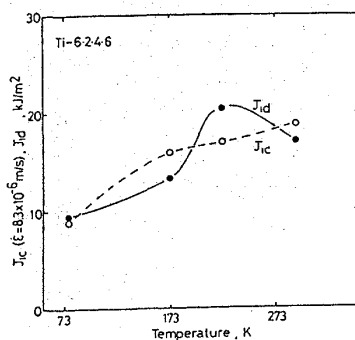


Fig.1 Relationships between static fracture toughness (J_{Ic}) or dynamic fracture toughness (J_{Id}) and temperature (Ti-6.2.4.6).

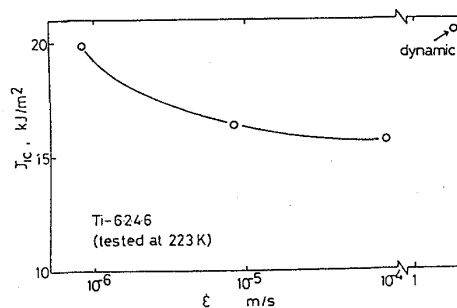


Fig.2 Relationship between fracture toughness (J_{Ic}) and loading velocity ($\dot{\epsilon}$) at 223K (Ti-6.2.4.6).

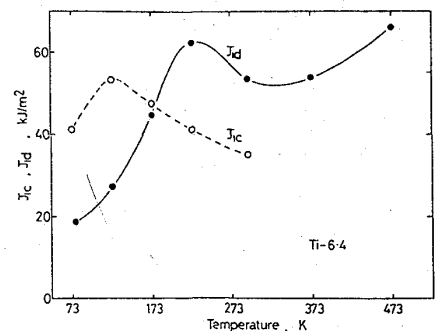


Fig.3 Relationships between static fracture toughness (J_{Ic}) or dynamic fracture toughness (J_{Id}) and temperature (Ti-6.4).