交番応力下での Ti_3Al 単結晶の転位組織

大阪大学大学院工学研究科 馬越 佑吉 中野 貴由 小泉雄一郎

Fig. 1 Ti_3Al 単結晶を室温にて疲労変形した際の転位組織の透過型電子顕微鏡像. (foil// $(1\bar{1}00)$)
 (a) 一つの柱面すべり系($1\bar{1}00$)[$11\bar{2}0$]が活動する場合(A 方位, Fig. 2 参照)の転位組織の明視野像.
 (b) 二つの柱面すべり系が同時に活動する場合(B 方位)に形成される SBS を示した明視野像.

Fig. 2 Ti_3Al 単結晶を柱面すべり系が活動する方位にて疲労変形した際の疲労硬化曲線.

転位のグループ運動を余儀なくされる金属間化合物では、その往復運動の所産としての疲労変形微細組織、疲労硬化、破壊においても、通常の合金とは異なった特異な挙動を示す。

一例として、Fig. 1 に、軽量耐熱材料として興味ある Ti_3Al (DO₁₉ 型) 単結晶を室温にて、定歪み振幅 0.3% の引張/圧縮モード ($R = -1$) で、 10^4 回まで疲労変形した際の転位組織の透過型電子顕微鏡像(加速電圧 200 kV, 入射電子線 $B \cong \bar{1}100$, $g = 2240$ で結像)を示す⁽¹⁾⁽²⁾。この単結晶中では、 $\{1\bar{1}00\}\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 柱面す

べり系が主すべりとして活動する。一つの柱面すべり系のみが活動する場合(A 方位)の飽和疲労組織は、Fig. 1(a) のように超格子転位が APB を挟み、グループ運動するため、平面的かつ均一に分布した高密度転位群となる。一方、Fig. 1(b) のように、二つの柱面すべり系が同時に活動する場合(B 方位)、転位が $[0001]$ に平行に集積した特有の飽和束状組織、SBS (Saturated Bundled Structure) が形成される⁽²⁾。この SBS は刃状双極子、多重極子が高密度に集積した束の部分と、その束間を運動し、塑性歪みを担うラセン転位から構成される。

異なる面上を運動するラセン転位の切り合いによる束状組織の発達は、Fig. 2 に示すように A 方位より B 方位で急速に硬化が進行する原因となる⁽²⁾。この束状組織の三次元的な配置が、大きいバウシinger 効果を生み出すとともに、その間隔、束の太さは、飽和時の塑性歪み振幅と定量的な関係を示し、この金属間化合物の疲労寿命、破壊を考える上で極めて重要である。

文 献

- (1) Y. Umakoshi, T. Nakano, B. Ogawa and Y. Koizumi: *Deformation and Fracture of Ordered Intermetallic Materials III*, Ed. by W. O. Soboyejo, T. S. Srivatsan and H. L. Fraser, TMS, Warrendale, PA, (1996), 17.
- (2) T. Nakano, B. Ogawa, Y. Koizumi and Y. Umakoshi: *Acta materialia*, in press (1998). (1998年2月2日受理)

Dislocation Structure in Ti_3Al Single Crystals Cyclically Deforming by Prism Slip; Yukichi, Umakoshi, Takayoshi, Nakano, Yuichirou, Koizumi (Faculty of Engineering, Osaka University, Suita)

Keywords: Ti_3Al , fatigue structure, high-temperature material

TEM specimen preparation: jet electropolishing TEM utilized: H-800 (200 kV)