

## (797) Ti-6Al-4V合金の高温における異常変形挙動

鳥取大学工学部, 大学院\*

○岡 宗雄, 大槻 哲\*

1. 目的 高温における引張変形破断に関する議論において, 塑性不安定性の様式が重要な役割を演じていることは周知のことである. これに関して, ネック形成の動的性質と一度生成したいくつかのネックが発達しなくなる可能性などを論じるためにネックの活動に対する実験と考察が数多くなされている. 我々はTi-6Al-4V合金を超塑性変形中に雰囲気によっては多重ネックを残しながら500%以上の伸びを示すことを見いだしたので, その発生状況と原因について調べた結果を報告する.

2. 実験方法 供試材は粒径 $\sim 5.7\mu\text{m}$ のTi-6Al-4V合金(三菱金属製)の板状試験片(ゲージ寸法:  $5 \times 20 \times 1.2\text{mm}$ )であった. 引張変形はアルゴン雰囲気中で, クロスヘッド定速度試験法とクロスヘッド速度変化法とにより行われた. ひずみ速度は $10^{-2} \sim 10^{-4}/\text{s}$ で, 試験温度は800, 850, 900 $^{\circ}\text{C}$ (0.59 $\sim$ 0.64Tm)であった. 試験片に対しては組織観察(光顕, SEM, TEM), 硬度測定及び酸素分析(EPMA)を行い, 異常変形の原因を調べた.

3. 結果 数ヶ所のくびれ部分を有しながら数100%の超塑性伸びを示す正常変形と, 多数(数10 $\sim$ 180ヶ所/試料)のくびれを発生しながら大きな伸びを示す異常変形が見出された. 異常変形が発生する試料の荷重-伸び線図には数ヶ所に凹凸が見られたが, 曲線の凹凸の数と試料のくびれの数とは桁違いに不一致であり, 両者は対応していないことが分かった. くびれの状況は試料の一部を拡大してPhoto. 1に示す. この様な多重くびれの生成機構に対する考察としてP. J. Wray<sup>1)</sup>の報告が代表的なものとして挙げられる. 彼によると伸びの発生形式は2つのType IとIIに分類され, 本実験結果はType IIに属することになる. 即ち最初に多数のくびれが発生してそれらがそのまま大きくなり, 最後に多数のくびれの中の一つが成長し破断に到る. しかし, Wrayは提案したType IIの機構の発生原因について詳しく触れていない. そこで本研究ではType IIの発生原因について考察した. 硬度測定から表面の方が内部より硬度が高く, その差は室温でHv=100である. このように硬度を高くした原因は, EPMAの酸素分析の結果から酸素を多量に含むことによることが明かとなった. アルゴン雰囲気中で変形しているが800 $\sim$ 900 $^{\circ}\text{C}$ の高温で長時間の保持のため試料表面に酸化被膜が生成し, それにひび割れが比較的等間隔に発生し, 数十箇所のくびれの原因と考えられる. その後試料は徐々に伸びながらくびれの幅と深さを増すが, くびれの部分の応力集中による破断を防止しているのは, その部分の加工硬化であることが, TEM観察から明かとなった.

## 4. 結論

1. まず, 変形中に試料表面が酸化されて内部より硬化した表面層を形成し, それにひび割れが生じてWrayの提案したType IIの多重くびれを生じる.

2. くびれにともなう総面積減少率は40 $\sim$ 50%にも達する場合もあるが, くびれ部分の加工硬化領域および表層部の酸化による硬化のため試料内部の柔らかい層がゆっくりと変形して数100%の伸びを示す.



Photo.1 Optical micrograph of a side plane of the specimen elongated to  $\delta=438.5\%$  at 800 $^{\circ}\text{C}$

## 文 献

- 1) P. J. Wray: J. Appl. Phys., 41 (1970), 3347.