

(840) α -Ti-Al 固溶体の高温強度

東北大学工学部 (研) 西村 一巳, (院) 大森 勉, ○及川 洪

I. 緒言

純Tiあるいは単純な二元固溶体の高温強度を系統的に調べた報告は少ない。本報告ではhcp固溶体の高温強度を基礎的立場から解明するための資料を得る目的で、TiにAlを1~7at%加えた場合の α 相固溶体の高温変形挙動を調べた結果について示す。

II. 実験方法

素材は市販純度の純TiとAlからアーク溶解で作製したTi-Al合金で、そのAl含有濃度は1.04~6.85 at%である。試験片は平行部直径2.5ないし7.0 mm, 長さ10ないし30 mmの丸棒試験片である。結晶粒径は試験前の熱処理(1180 K, 14.4 ks)によってほぼ0.06 mmにそろえた。機械的性質は公称ひずみ速度一定のアルゴン中引張試験によって調べた。初真ひずみ速度は $3.3 \times 10^{-6} \sim 1.3 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$, 試験温度は900~1150 Kの範囲である。

なお、本研究では主に真ひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ と定常真応力 σ の関係について述べるが、真応力 σ は断面積縮小に伴う見かけの全荷重低下に対する補正の他に、試料伸長に伴う真ひずみ速度低下に起因する見かけの応力低下に対する補正も行なって得ている。

III. 実験結果とその考察

1. $\log \dot{\epsilon}$ と $\log \sigma$ との関係は、1Al合金を除き、傾きの異なる2つの領域に分けられる。それぞれの領域内ではこう配(応力指数 n に相当)はAl濃度 C や試験温度 T が変わってもほとんど変わらない。高応力側(以下領域 H)では $n \approx 4.6$, 低応力側(以下領域 M)では $n \approx 3.6$ である。

2. H/M領域のせん移応力 σ_u は結晶粒径 d や T によってはあまり影響されない。しかし、 C と共に著しく増加し、 $\sigma_u \propto C^{1.0}$ となる。

3. $\dot{\epsilon}$ の T 依存性は応力域によってあまり変わらない。Dornの式によって求められるクリープの活性化エネルギーは $Q_c(1Al) = 260 \text{ kJ/mol}$, $Q_c(5Al) = 284 \text{ kJ/mol}$ である。これらの値は純Tiの場合($Q_c(0) = 184 \text{ kJ/mol}$)あるいは純Ti中の自己拡散の活性化エネルギー $Q_d^* = 169 \text{ kJ/mol}$ よりも大きい。

4. α -Tiの高温強度は比較的少量のAl添加によって著しく向上する。強化の程度は領域 H で大きく、 $\sigma \propto C^{0.45}$ (1100 K, $3.3 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$)である。領域 M では $\sigma \propto C^{0.39}$ (1100 K, $3.3 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$)となる($C = 0.011 \sim 0.057$)。

5. これらの実験結果はAl-Mg固溶体合金の高温クリープにおける領域 H 及び領域 M における特性に類似している。領域 M においてはCottrellふん囲気を引きずる転位の粘性運動が、高温定常変形の律速過程となっているものと考えられる。

領域 H では、転位の一部が溶質ふん囲気から離脱し、自由飛行的にかなり早い速度で運動することが可能となっているものと推測される。この領域における変形応力(一定 $\dot{\epsilon}$, T)は $C^{1/2}$ であって、ランダム分布している弧立溶質原子による固溶強化の場合の C 依存性に類似している。 σ_u はふん囲気からの離脱応力に対応するものであるが、その絶対値はCottrellのモデルから予測される値よりもほぼ1桁小さい。

