

研究課題名 軽量耐熱 Ti<sub>2</sub>AlNb 合金の疲労破壊機構

所属研究機関名 物質・材料研究機構

研究者氏名 荒岡 礼

## 研究計画の概要

### 研究の趣旨・目的

Ti<sub>2</sub>AlNb は最近発見されたチタン系の金属間化合物であり、斜方晶 (Orthorhombic) の結晶構造を有することから O 相と呼ばれている。この O 相を主要な構成相とする Ti<sub>2</sub>AlNb 合金は、既存のチタン系合金に比べて高温強度、高温延性、破壊靱性等に優れていることから、新たな軽量耐熱材料として期待されている。本合金の用途としては航空機エンジン部材等が想定されており、このような部材では周期的な応力が絶えず加わるので、本合金の実用化に際しては、疲労特性の向上が必要不可欠である。そこで本研究では、Ti<sub>2</sub>AlNb 合金の代表例である Ti-22Al-27Nb 合金について疲労特性と金属組織の関係を詳細に調べ、最も優れた疲労特性を与える最適金属組織を明確にすること、また、本合金の疲労破壊機構を解明することを目的とした。

### 研究計画の概要

#### 1. 加工熱処理条件と金属組織の関係の明確化

Ti-22Al-27Nb 合金に対して種々の加工熱処理を施し、加工熱処理条件と結晶粒径および粒内組織の関係を明確にする。

#### 2. 高サイクルおよび低サイクル疲労特性の評価

結晶粒径および内部組織の異なる Ti-22Al-27Nb 合金について高サイクルおよび低サイクル疲労試験を行い、組織と疲労特性の関係について検討する。

#### 3. 疲労破壊機構の検討

疲労破面および変形組織の電子顕微鏡観察等を行い、Ti-22Al-27Nb 合金の疲労破壊機構について検討する。

・研究計画の詳細報告

(単位:百万円)

研究項目	所要経費		
	13年度	14年度	合計
<記入例>			
1. 加工熱処理条件と金属組織の 関係の明確化	15.000		15.000
2. 室温高サイクル疲労特性の評 価	4.481	10.519	15.000
3. 高温および室温低サイクル疲 労特性の評価		8.960	8.960
所要経費(合計) (間接経費を含む)	19.481	19.479	38.960

## ・研究成果の概要

### 研究成果の概要

Ti-22Al-27Nb 合金における、加工熱処理条件と金属組織の関係について検討した。通常の溶解法で作成した Ti-22Al-27Nb 合金を熱間圧延した材料では、溶解時に生じた偏析に起因して B2 基質中に  $\alpha_2$  粒子が不均一に分散するため、この材料を  $\alpha_2 + B2$  の 2 相域の一定温度に保持すると、数  $\mu\text{m}$  の微細な B2 結晶粒と 100  $\mu\text{m}$  程度の大きさの B2 結晶粒の混在した組織となった。また、この材料を B2 単相域の一定温度に保持した場合には、100  $\mu\text{m}$  以上の大きさの均一な B2 結晶粒からなる組織が得られた。一方、偏析が問題とならない粉末冶金法で製造した材料では、 $\alpha_2$  粒子は B2 基質中に均一に分散し、均一分散した  $\alpha_2$  粒子によるピン止め効果によって、均一かつ微細な B2 結晶粒からなる組織が得られた。このように、本合金では加工熱処理によって  $\alpha_2$  粒子の分散状態に基づき、結晶粒径を制御できることが明らかとなった。

次に、上記の結果に基づいて適切な加工熱処理条件を選択し、内部組織の異なる Ti-22Al-27Nb 合金を作成して、室温高サイクルおよび低サイクル疲労試験を行った。特に、本合金は高温での使用が想定されるため、クリープ特性に優れるコロニー組織を対象とし、コロニー組織の形態が疲労特性に及ぼす影響について調べた。その結果、炉冷速度が速くコロニー組織が微細な材料ほど、疲労強度が上昇することが分かった。

疲労試験後の試料について、疲労破面の SEM 観察および変形組織の TEM 観察等を行った。疲労起点部と下地組織を同時に観察した結果、どの炉冷材においても疲労起点部のファセットは 1 つのコロニーに対応することが確認された。したがって、本合金がコロニー組織を有する場合には、コロニーがき裂発生の組織単位となることが明らかとなった。

### 波及効果, 発展方向, 改善点等

本研究では、Ti-22Al-27Nb 合金について疲労破壊機構を明らかにし、疲労強度を向上させるための指針を与えた。本合金は新たな軽量耐熱材料として期待が高まっているが、これまで実用化には至っていない。しかしながら、本研究の成果によって実用化に向けた動きが活性化すると期待できる。今後は、本合金が実際に使用されると想定される 700 前後の温度域において、機械的性質をさらに検討することが必要である。

## .研究成果公表等の状況

### (1) 研究発表件数

	原著論文による発表	左記以外の誌上発表	口頭発表	合 計
国 内	0 件	0 件	1件	1件
国 際	0 件	0 件	0 件	0 件
合 計	0 件	0 件	1件	1 件

### (2) 特許等出願件数

合計 0 件 (うち国内 0 件 , 国外 0 件)

### (3) 受賞等 0 件 (うち国内 0 件 , 国外 0 件)

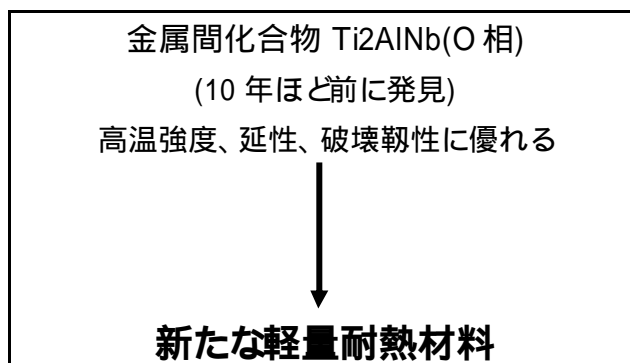
### (4) 主な原著論文による発表の内訳

なし

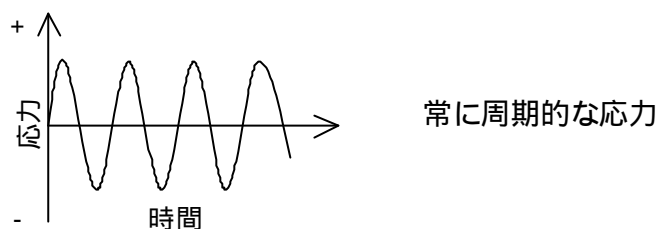
### (5) 主要雑誌への研究成果発表

なし

軽量耐熱 Ti2AlNb 合金の疲労破壊機構



Ti2AlNb 合金に期待される用途  
航空機エンジン部材など



**疲労破壊の可能性！**

