

### 1. はじめに

近年、航空機エンジンにおける新しい耐熱構造材料として金属間化合物が注目されている。特に、Ti-Al 系金属間化合物の  $Ti_3Al$  は高比強度耐熱材料として注目されており、現在実用に達している材料である。しかし  $Ti_3Al$  は耐酸化性に問題がある。Ti-Al 系でも  $TiAl_3$  のように Al 過剰組成の化合物では、耐酸化性は向上するが、室温では非常に脆いという欠点を有する。

そこで本研究では  $Ti_3Al$  を母材とし、気体輸送法により Al を表面被覆させ、表面を  $TiAl$  や  $TiAl_3$  などの Al 過剰の化合物とし、耐酸化性を向上させることを目的とした。

### 2. 実験方法

純度 99.5% のスポンジ Ti、99.9999% の Al 線材を原料に用い  $Ti_3Al$  の組成で Ar 雰囲気中アーク溶解した。作製したインゴットは X 線回折装置で相の同定を行った。 $Ti_3Al$  インゴットに気体輸送法により Al を被覆させて表面に Al 過剰組成の Ti-Al 系化合物を生成させた後、酸化試験、重量測定および X 線回折を行った。本実験の気体輸送法は、Al と  $NH_4Cl$  を加熱することによって  $AlCl_3$  ガスを発生させ、 $Ti_3Al$  基材の表面から Al を内部に拡散浸透させる方法である。気体輸送法を行うにあたり、基材には  $Ti_3Al$  インゴットを厚さ 2mm で 1cm 角程度に切断したものを研磨した後、エチルアルコールで超音波洗浄したものをを用いた。Al 源にはアルミナ製ボートに純 Al 小片を数 g と  $NH_4Cl$  を数 10mg 混合したものをを用いた。次に  $Ti_3Al$  基材を Al 源ボートの端から両側に 3cm 間隔で 2 つずつ設置した。各試料の間隔を固定するために Ti ワイヤでつないだ。一方が閉端の内径 1.6cm、長さ 1m のアルミナ管の中に入れ、高真空用ワックスと石英管を用いて  $5.2 \times 10^{-3} Pa$  で真空封入した。温度分布を傾斜させた小型電気炉を用いて 800°C 前後で Al 源と試料に数～数 10°C の温度差をつけて 500h 加熱した。

### 3. 実験結果および考察

気体輸送法により  $Ti_3Al$  の小片 4 個に Al 被覆を試みた結果、基材表面に銀白色の皮膜が形成された。Al 被覆直後の試料に対して X 線回折を行った結果、表面には  $TiAl_3$  の組成が認められた。Al 被覆前後の  $Ti_3Al$  の 900°C-100h 酸化試験と 1000°C-100h 酸化試験の時間における重量変化

の関係を図 1 に示す。900°C の酸化試験では Al 被覆前では 100h の酸化試験で 6.7% の重量増加があったが、Al 被覆後では重量変化はほとんど見られなかった。酸化試験後の試料に対して X 線回折を行った結果、表面には  $Al_2O_3$  と  $TiAl_3$  の組成が認められ、断面では  $TiAl_3$ 、 $Ti_3Al$  の組成が認められた。このことから表面の  $TiAl_3$  中の Al が優先的に酸化され、内部が酸化されるのを防いだと考えられる。

1000°C の酸化試験では Al 被覆前では 100h の酸化試験で 26% の重量増加があったが、Al 被覆後では 1.3% の重量増加に留まった。酸化試験の試料に対して X 線回折を行った結果、表面には  $Al_2O_3$  と  $TiAl_3$  組成が認められ、断面では  $TiAl_3$ 、 $Ti_3Al$  の組成が認められた。このことから 900°C の酸化試験の結果と同様に表面の  $TiAl_3$  中の Al が優先的に酸化され、内部が酸化されるのを防いだと考えられる。

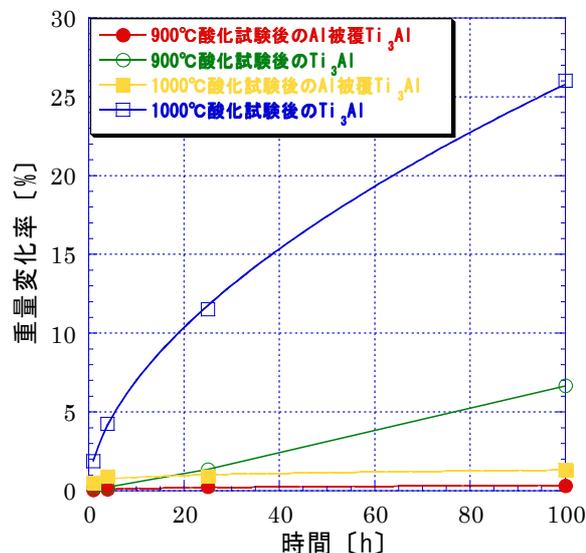


図 1  $Ti_3Al$  の Al 被覆前後の酸化試験 900°C-100h と酸化試験 1000°C-100h 後の重量変化率

### 4. おわりに

$Ti_3Al$  の表面に  $TiAl_3$  の皮膜を形成させることに成功し、900°C においても耐酸化性を有することがわかった。また 1000°C においてもわずかに重量増加があるが十分に耐酸化性を有することが分かった。今後は  $TiAl_3$  の皮膜が形成される温度および時間と膜厚の制御を検討していく予定である。