

1. 緒言

ガスタービンの高効率化に伴なうタービン作動温度の上昇は、タービンディスク材を12Cr耐熱鋼から高温強度の優れた析出硬化型耐熱合金へと移行させつつある。一般に、ディスク材には優れた低サイクル疲れ強さが要求され、そのためには結晶粒の微細化が必要とされている。一方、省資源の見地から、高価な元素(Ni, Co, Mo等)の使用を極力抑えた新しい合金の開発が要望されているが、われわれはこの要求に合致したFe基耐熱合金を既に開発している⁽¹⁾。

上記Fe基耐熱合金のディスクへの適用を考え、細粒化を図るための加工熱処理条件について検討したので、その結果を報告する。

2. 実験方法

供試材の化学組成を表1に示す。250kg塊をプラズマ誘導炉で溶製し、直径80mmに鍛伸後、長さ90mmに切断し実験に供した。加工熱処理条件の検討は①η相(Ni₃Ti)析出処理 ②据込鍛造 ③固溶化処理 ④時効処理の4項目について行なった、各々の実験条件を表2にまとめて示す。なお、結晶粒度の最終目標はASTM No.11より細粒とした。

表1 供試材の化学組成 (wt%)

| C | Si | Mn | Ni | Cr | Ti | Al | B | Fe |
|------|------|------|-------|-------|------|------|--------|----|
| 0.04 | 0.35 | 0.58 | 40.61 | 19.17 | 2.85 | 0.57 | 0.0054 | 残 |

表2 実験条件

| 項目 | 温度(°C) | 時間(hr) | 加工量(%)* |
|--------|----------------|--------|------------|
| η相析出処理 | 650~1000 | ~50 | — |
| 据込鍛造 | 900, 950, 1000 | — | 33, 50, 67 |
| 固溶化処理 | 920, 940, 960 | 1~5 | — |
| 時効処理 | 620, 720, 750 | 8~20 | — |

(注) *加工量 = $\frac{h_0 - h}{h_0} \times 100$ %

3. 実験結果

(1) η相析出処理: 図1にη相の析出曲線を示す。η相は900°C付近で最も析出し易く、900°C×24hrでη相析出領域の面積率は100%となる。

(2) 熱間加工(据込鍛造): 写真1に種々の加工条件における固溶化処理後のマイクロ組織を示す。η相の固溶温度以上の1000°Cでの加工では細粒は得られない。また、加工量が33%では、加工時にlamella状η相が十分に破壊されない。従って、温度は950°C以下、加工率は50%以上の加工条件が適当である。

(3) 固溶化処理: 写真2にマイクロ組織に及ぼす固溶化処理温度の影響を示す。920°Cでは、結晶粒度は十分目標を達成しているが、η相が十分球状化していない。また、960°Cでは、局部的にη相の固溶が始まり、その部分は結晶粒の成長が起り、目標のASTM No.11以下を満足しない。従って、固溶化処理温度としては940°C付近が良い。

この他、機械的性質から検討した時効処理条件の影響についても報告する。

参考文献 (1)加藤ら:

SAE Paper No. 810032, (1981)

写真2. マイクロ組織に及ぼす固溶化処理温度の影響 (熱間加工条件, 温度: 900°C, 加工量: 50%)

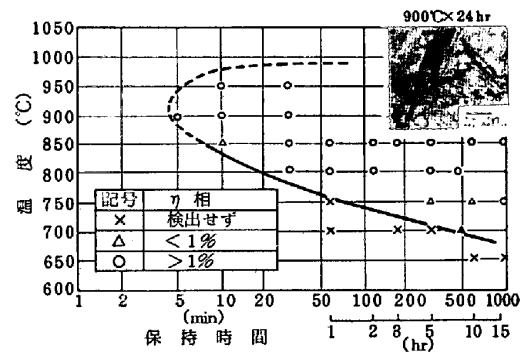


図1. η相の析出曲線

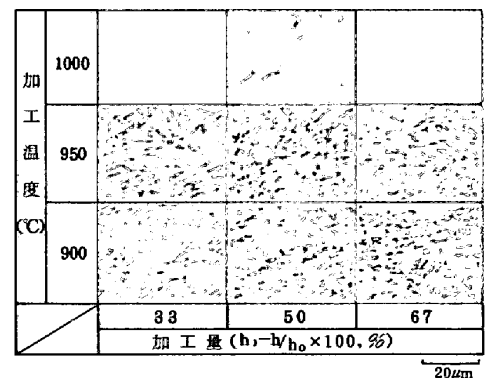


写真1. 熱間加工条件とマイクロ組織 (固溶化処理: 930°C×5hr W.C.)

