

日立金属(株) 安来工場 冶金研究所 ○大野文博 渡辺力蔵

I. 緒言

航空機用ガスタービンブレードは、一方向凝固柱状晶ブレードから単結晶ブレードに発展しつつあり、C, B, 等の粒界強化元素を含まず高温で固溶化処理を行なうことを特徴とする単結晶専用の合金が開発されている。これらの合金はクリープ強度を高めるため、W, Ta, Mo, Ti等の強化元素を多量に含むが、それら元素の添加割合とクリープ破断強度および組織的特徴等の関係については、明らかでない点も多い。本研究では、組織安定性およびクリープ破断強度にすぐれた単結晶合金を開発することを目的として合金設計を行なった。

II. 実験方法

$\gamma'$ 相の組成を設定後、それに平衡する $\gamma$ 相の組成を計算し、 $\gamma$ 量を多くの場合65%として両相を合成し、合金組成を計算した。計算に用いた分配比等の数値は既に報告されたものを用いた<sup>1)</sup>。メルティングストック溶製後、単結晶試料を作製し、クリープ破断試験、組織観察等を行なった。

III. 実験結果

(1) Ni-Cr-Al-W-Ta-Ti系合金の検討

Tiが多いと熱処理window(適正熱処理温度域)が狭い、Wが多いと $\delta$ -Wが析出しやすい、Taが多いと熱処理windowが狭くかつクリープ破断強度が低下する等の理由で、有望合金は得られなかった。

(2) Ni-Cr-Al-W-Ta-Mo系合金の検討

数種の実験合金について検討した結果、Moの添加が有効であることがわかり、Fig. 1に示す有望組成領域を得た。ここで、 $S_w, S_{Ta}, S_{Mo}$ は、W, Ta, Moの $\gamma'$ 中の濃度を各元素の $\gamma'$ への固溶限度であった値で、 $\gamma'$ 中のCr量を3 at.%,  $S_w + S_{Ta} + S_{Mo} = 1$ として(1でない場合、 $S_w, S_{Ta}, S_{Mo}$ の比をとって)、三角座標表示したものである。 $N\gamma - N\gamma'$ は $\sigma$ 相等の析出、S.L.I.(固溶限度指数)は $\delta$ -Wの析出、LM( $\gamma, \gamma'$ 相の格子定数ミスマッチ)は $\gamma'$ 相の形状、 $S_{Mo}$ はマトリクスの固溶強化度の面から制限した。この領域中より、SC-53AとSC-83の2合金を開発合金に選定した。その組成をTable 1に、1040°C-14.0 Kgf/mm<sup>2</sup>におけるクリープ破断試験結果をTable 2に示す。既存合金のNASA IR 100等では同条件におけるクリープ破断時間は約500時間程度であり、開発合金のクリープ破断強度は大中に高い。

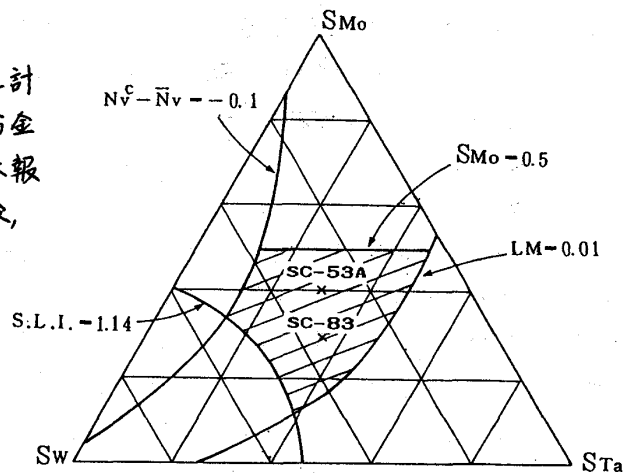


Fig. 1 Hopeful W, Ta, Mo ratio in  $\gamma'$  (Shaded Region)

Table 1 Chemical Compositions of Developed Alloys (wt.%)

Alloy	Cr	Al	W	Ta	Mo	Ni
SC-53A	6.9	5.5	5.9	5.9	5.1	Bal
SC-83	6.5	5.1	7.3	7.3	4.3	Bal

Table 2 Creep Rupture Properties of Developed Alloys (1040°C-14.0Kgf/mm<sup>2</sup>)

Alloy	Life (h)	El. (%)	Red. (%)
SC-53A	2481.8	4.6	17.5
	2403.9	5.8	16.9
SC-83	3107.2	4.8	14.4
	1746.1	7.5	28.6

[参考文献]

1) 原田ら: 鉄と鋼, 65, (1979), 1059