

(701)

高強度Ni基単結晶耐熱合金の合金設計  
(合金設計によるNi基耐熱合金--10)

金属材料技術研究所 山縣敏博, 原田広史, 中沢静夫, 山崎道夫  
石川島播磨重工業 技研 中川幸也

1. 緒言 プロジェクト研究「次世代産業基盤技術」の一環として、単結晶Ni基耐熱合金の研究開発が行われている。これに参画して、合金設計、単結晶作成、評価試験を行った結果、既存の単結晶合金を上回るクリープ破断強度をもつ合金が開発されたので報告する。

2. 実験方法 電算機を利用した合金設計法[Ref.1]を用いて、粒界強化元素を含まない単結晶専用の合金を設計した。設計は以下のような規準で行った。①完全溶体化が可能と考えられる最大の $\delta$ 量とする( $\delta$  vol% = 65, 75)。②最大限に各種元素を固溶させるため、固溶指数(SI)を組織が安定な最大の値とする(SI = 1.32, 1.37)。③ $\delta$ と $\gamma$ の両相を最大限に固溶強化するため、固溶元素の種類、量比を最適化する(普通凝固多結晶材について得られたクリープ破断強度推定式を応用)。④耐酸化腐食性をもたせるためにCr量を5wt%以上とする。このほか、合金の比重や溶融温度なども計算し合金選択に反映させた。選ばれた合金5種(Table 1)について、セレクターを用いた一方向凝固単結晶作成法(凝固速度200mm/h)により試験片を作成し、溶体化(1324または1348°C x 4h, AC)・時効(982°C x 5h, AC + 870°C x 20h, AC)処理後クリープ破断試験に供した。

3. 実験結果 TMS-13(高 $\delta$ 量, 高Ta, Co含まず)以外の合金は完全溶体化可能であった(Fig. 1)。これらの合金は既存の単結晶合金を上回るクリープ破断寿命を示した(Fig. 2)。合金の比重を考慮した比較でも既存合金より優れた比強度を示した(Fig. 3)。開発合金の破断伸びはすべて8%以上であった。破断後の組織観察により、1040°Cの試験中に $\delta$ 'の rafted structure が形成されたことがわかった。X線ラウエ解析により、1040°Cと900°Cのクリープ変形が{111}<110>以外のすべりによるものである可能性が示唆された。

Table 1 Chemical compositions(wt%) of alloys developed, bal.Ni.

Alloy	Co	Cr	W	Al	Ta	$\delta$ 'vol%	SI
TMS-1	7.5	5.5	16.6	5.2	5.1	65	1.37
TMS-2	7.3	5.5	18.6	5.3	3.4	65	1.37
TMS-12	-	6.6	12.8	5.2	7.7	65	1.32
TMS-6	-	9.2	8.7	5.3	10.4	75	1.37
TMS-13	-	5.4	9.4	5.5	12.1	75	1.37

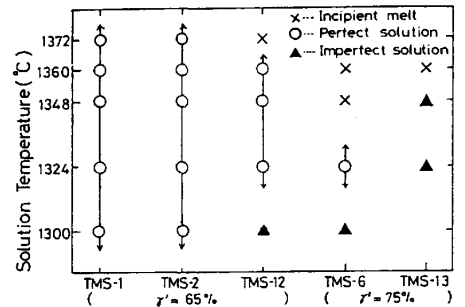


Fig.1 Solution heat treatment ranges (windows) of alloys developed.

[Ref.1] H.HARADA et al.: "High Temperature Alloys for Gas Turbines", Proc. of COST-50 Conference, Liege, 1982, p.721 (D.Reidel Publishing)

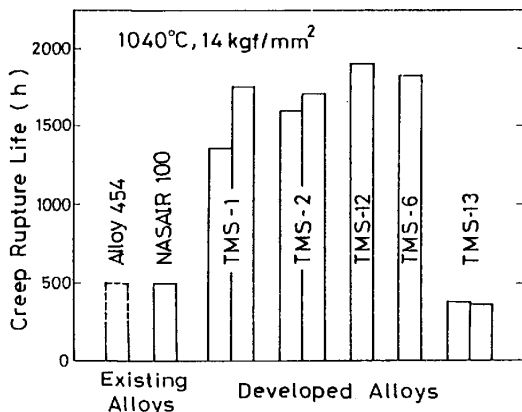


Fig.2 Creep rupture lives of existing and developed alloys.

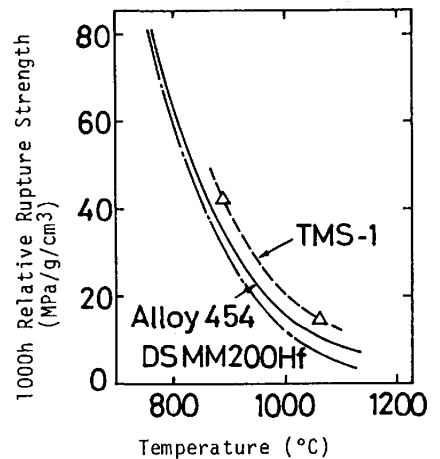


Fig.3 1000h relative creep rupture strength of existing and developed alloys.