

(578) TM-49 および TM-47 合金の改良の検討

(合金設計によるニッケル基耐熱合金 ----- 6)

金属材料技術研究所 ○原田広史 山崎道夫 木村 隆
佐久間信夫 古屋宣明 山根敏博

1. 緒言 TM-49 合金の γ と γ' の組成を実測し、これにもとづいて γ' 量変化, Hf 添加を行い, 熱処理を加えてクリープ破断強度の改善を図った。さらに, 一方向凝固によるクリープ破断特性の改善, 中空動翼の鋳造試験を行った。TM-47 系合金についても同様の検討を行った。

2. 実験方法 TM-49 as cast 材にポンチで歪を与えて 1175°C x 65h 加熱し $\gamma + \gamma'$ 2 相再結晶により組織を約 5 μ に粗大化させた。そのまま 20°C/h で 900°C まで冷却し 208h 保持して水冷した。この γ と γ' を EPMA で定量分析し設計組成と比較した。分析組成を用いて γ' 量の異なる一連の合金を設計し, γ' 量とクリープ破断強度の関係を調べた。熱処理条件は 1080~1220°C x 2h, AC とし, 一部 870°C x 20h, AC を追加した。さつほ試験 (25wt% NaCl + 75wt% Na₂SO₄, 900°C x 20h)²⁾ により耐硫化腐食性を調べた。

3. 実験結果 TM-49 合金の 900°C の γ と γ' の組成は, γ' 中の W 量, γ 中の Al, Ti 量を除いて設計値に近かった。分析値を用いて 900°C での γ' 量が約 56 mol% と計算された。設計値 (65 mol%) はより低温の組織を表わしていると考えられる。分析値をもとに γ' 量を変化させた TM-49 系合金のクリープ破断試験の結果 (図 1), γ' 量増加 + Hf 添加 + 熱処理により TM-49 合金の 1.5 倍の寿命が得られることがわかった。硫化腐食試験の結果, TM-49 系の合金は TM-107, 108 を除いて Cr₂O₃ 保護皮膜形成型 (Type II または III) となり良好な耐硫化腐食性を示した。同等の耐食性を示す U-500, IN-738 LC, IN-792 に比べ開孔合金の強度は大きい。

従来の設計にもとづいて γ' 量を変えた TM-47 系の合金でも, γ' 量増加 + Hf 添加の効果がみられる。熱処理の影響は小さい。TM-49 系, TM-47 系ともに強度のピークは従来の設計にて約 75 mol% γ' あるいはこれ以上のところにあると考えられる。

TM-49, 105, 117 (すべて Hf 無添加) は, 一方向凝固 (凝固速度 200 または 250 mm/h) によりクリープ破断寿命が 1.5 ~ 2 倍に, 破断のびは 4 ~ 5 倍に改善された。他の合金にも同等の効果が期待できる。表 1 に示した 6 合金はすべてジェットエンジン用のシュラウド付き薄肉中空動翼に鋳造 (普通凝固) できた。

文献 1) 原田, 山崎: 鉄と鋼, '78-S 951
2) 原田, 山崎: 鉄と鋼, '79-S 897

表 1 合金組成 (wt%)

合金名	Co	Cr	W	Al	Ti	Ta	Hf
TM-104	13.4	15.0	10.0	2.6	4.5	-	-
TM-49	11.9	12.1	8.8	3.2	5.7	-	-
TM-114	11.8	12.0	8.7	3.1	5.6	-	1.0
TM-115	10.9	10.3	8.0	3.4	6.2	-	1.1
TM-70	9.5	12.8	8.7	3.7	3.9	2.6	0.8
TM-171	9.1	11.4	8.5	3.9	4.2	2.8	0.8

C 0.11, B 0.01, Zr 0.09, Ni 残.

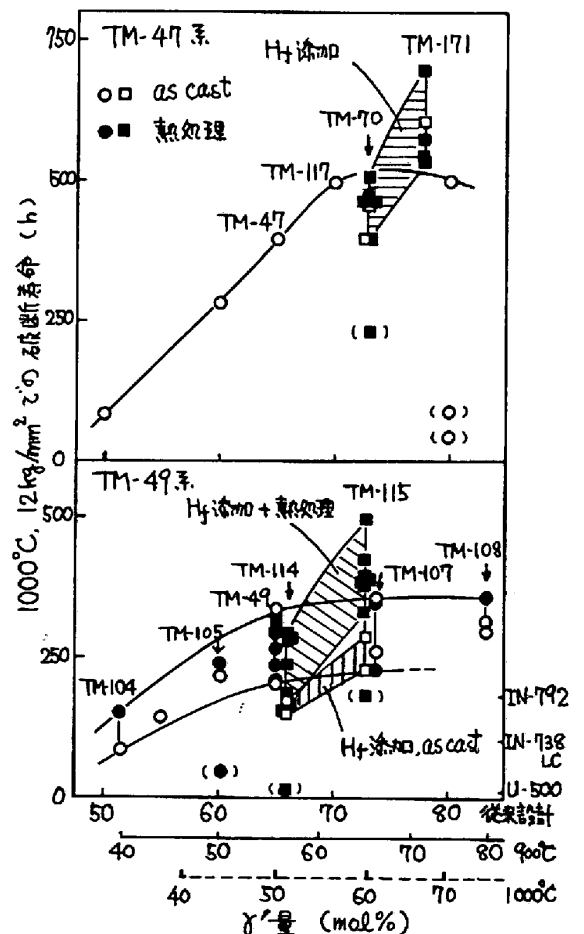


図 1 γ' 量とクリープ破断強度の関係