

(513)  $Y_2O_3$ 分散強化型Ni基耐熱合金の製作とそのクリープ破断特性

金材技研

川崎孝造 工博 楠 克之  
中沢静夫 工博 山崎道夫

1. 緒言 耐熱合金TMO-2の基地材は、金材技研で開発したTM-220鋳造合金(NASA-VIAと同程度)のクリープ強度を保持した設計改良したTM-303合金である。これにINCO社で開発したメカニカルアロイング法で $Y_2O_3$ を均一に分散させたTMO-2を製作した。単純な焼鈍だけで、そのクリープ強度が、一方向再結晶熱処理を行う既存合金MA-6000のクリープ強度より高い結果を得たので報告する。

2. 実験方法 基地材TM-303は、TM-220のWを減し、Taを増加して延性を改善した合金である。これは、MA-6000の基地材と比べると、Niの一部をCoで置換し、Crを減して、WとTaを増加して、 $\gamma$ 及び $\gamma'$ 相の固溶強化度を増した合金と見做すこともできる。TMO-2の組成になるように元素単体粉(カーボニルNi, Co, Mo, Ta, W, Cr), 合金粉末(Ni-Al, Ni-Ti-Al, Ni-Zr, Ni-B)及び $Y_2O_3$ (18nm)を混合し、アトライター(三井三池製)で"Ar"ガス中、50時間加工処理を行った。この加工粉末を軟鋼筒に入れ、電子ビーム溶接機内で真空封入し、押出成形(1080°C, 2h, 押出比15と19, ラム速度, 80mm/s)し、単純な普通焼鈍熱処理をし、クリープ試験を行った。

3. 実験結果 TMO-2の基地材TM-303鋳造合金のクリープ寿命は、1000°C, 12kgf/mm<sup>2</sup>で、815h(伸4.9%)で、MA-6000の基地材は、同条件で198h(5.3%)であり、TM-303が長かった(Fig.2)。押出材を各温度で、大気中1時間焼鈍し、硬度を測定し、硬度と焼鈍温度との関係調べた(Fig.1)。1250°C付近で硬度の軟化が起る。軟化は、 $\gamma$ 相が固溶して、再結晶が起るため生じる。TMO-2のクリープ破断寿命は、1050°C, 16kgf/mm<sup>2</sup>で、3500h(伸3.7)及び900°C, 25kgf/mm<sup>2</sup>で、4685h(5.8)で、それを図2にプロットした。TMO-2合金は、その基地材TM-303が、 $Y_2O_3$ で分散強化されていることが、明確に示めされている(Fig.2)。本合金のas extruded 材には、約0.2 $\mu$ mの微細な変形組織が観察され、1260°C以上の焼鈍材では、これらの微細組織が再結晶し、数 $\mu$ m中の数 $\mu$ m長さの結晶粒になり、 $Y_2O_3$ 微粒子はほぼ均一に分散しているのが観察された。クリープ破断後(Fig.3)は、数10 $\mu$ m中で、数 $\mu$ m長さの結晶粒に成長している。破断部は、数 $\mu$ m～十数 $\mu$ mにつながった $\gamma$ 相が観察され、それに平行な $\gamma$ 相に沿って破断が起きている(Fig.3)。密度を考慮すると、TMO-2(密度8.87)の、14kgf/mm<sup>2</sup>, 1000時間の破断クリープ耐温度は、1088°Cで、MA-6000(密度8.11)より約35°C高かった。

この研究は、工技院の次世代産業基盤技術研究開発制度による「高性能結晶制御合金の研究開発の一環として行った。

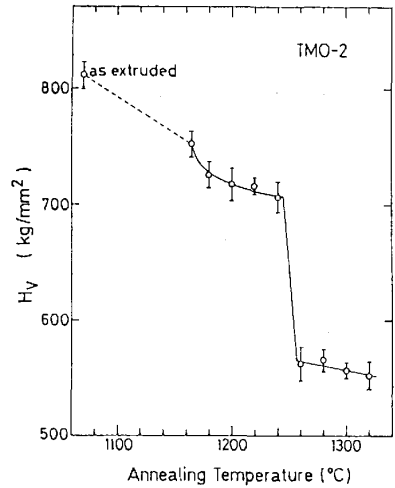


Fig. 1. Change of hardness by annealing (1h).

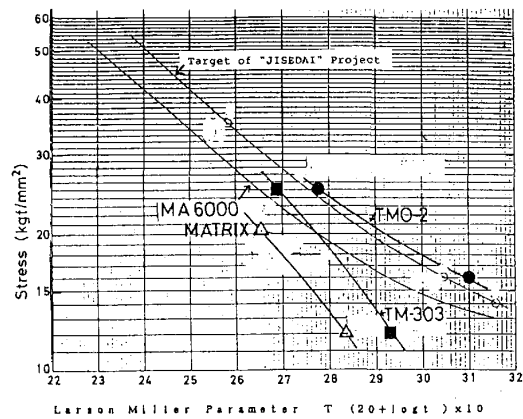


Fig. 2. Master curves for creep rupture of ODS alloys and its matrix alloys.



Fig. 3. Micrograph at fracture of alloy TMO-2 crept at 1050°C and 16 kgf/mm<sup>2</sup>.