

金材技研 川崎要造 楠 克之 中沢静夫 山崎道夫
住友電工 越智茂樹 石橋技研 美野和明

1. 緒言 前報¹⁾で等温焼鈍(単純焼鈍)した開発合金TMO-2のクリープ特性について報告したがこの合金を帯域焼鈍した結果、高温クリープ強度が改善され、高強度の超耐熱合金が得られた。

2. 実験方法 TMO-2合金の基地材は、金材技研で開発した鋳造合金TM-220の組成(表1)をもとに、γ'量を65→55mol%に、Taを増加し、Wを減し、Cを0.1→0.05%にHfを除いて改善して設計した合金TM-303(表1)である。表1のTMO-2の組成になるように、カーボニルNi、元素粉(Co、Mo、Ta、W、Cr)、合金粉(Ni-Al、Ni-Al-Ti、Ni-Zr、Ni-B)及びY₂O₃(20nm)をボールミルで混合し、Attritor(MA-5D)でArガス中、50時間、機械的合金化処理を行った。この加工粉末を軟鋼缶に真空封入し、押出加工(1050℃、2hr、400mm/s、15:1)して、粒子分散強化合金TMO-2を製造した。更に、帯域焼鈍熱処理(最高温度1300℃、100mm/h)し、溶体化時効熱処理(1300℃、30min AC+1080℃、4hr AC+870℃、20hr AC)した後、クリープ試験(G.L. 4φ×16mm)を行った。

3. 実験結果 帯域焼鈍で、再結晶粒は、1~2mm×数cmに伸びていた。断面のX線強度を調べると、[110]再結晶繊維組織をもっていた。帯域焼鈍したTMO-2(S-4)のクリープ特性を、表2に示す。クリープ破断後の組織の一例を図1に示す。帯域焼鈍で、大きくなった再結晶粒が観察できる。図2に、帯域焼鈍材(S-4)、等温焼鈍材(TO-2)のTMO-2合金及び鋳造材TM-303のクリープ特性をラーソン・ミラー・プロットした。帯域焼鈍材と等温焼鈍材とは、同一条件で製造していないが、比較すると、1050℃1000時間(LMP=30432)の応力で、5.8%、温度で25℃の改善が見られた。また、伸びも3.7%から4.5%と改善された。No. 3は他の試料と比べて(図2)、外れているが、これは再結晶組織が多少細かいことによる。

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。

1) 川崎ら：鉄と鋼 70(1984) 84-S1235.

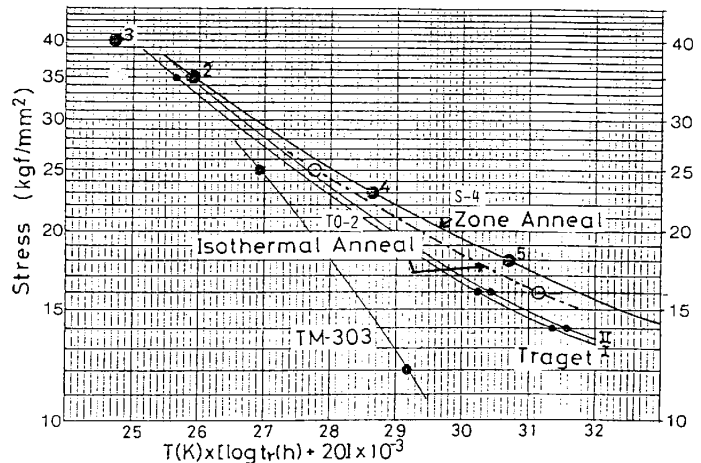


Fig.2 Larson-Miller Parameter Plot of TMO-2

Table 1 CHEMICAL COMPOSITION (WT %)

ALLOY	γ'(%)	Ni	AL	Co	Cr	Ti	Ta	W	Mo	Hf	Zr	C	B	Y ₂ O ₃
TM-220	65	58.9	4.9	9.0	5.2	1.0	3.7	14.6	1.8	0.8	0.05	0.11	0.01	---
TM-303	55	59.0	4.2	9.9	6.0	0.8	4.8	12.5	2.3	0.6	0.05	0.1	0.01	---
TMO-2	55	58.4	4.2	9.7	5.9	0.8	4.7	12.4	2.0	---	0.05	0.05	0.01	1.1
MA-6000	52	68.4	4.6	---	15.2	2.5	2.0	4.0	2.0	---	0.15	0.05	0.01	1.1

Table 2 CREEP RUPTURE PROPERTIES OF S-4 (TMO-2, ZONE ANNEAL)

Sp.No	Creep Condition		Creep Rupture Properties			
	Temperature °C	Stress kgf/mm ²	Life hr	Elongation %	Reduction of area %	Steady-state creep rate sec ⁻¹
1*	1050	16	3504			
5	1050	18	1590	4.55	8.19	2.60x10 ⁻⁹
4	960	23	1622	3.63	5.68	1.74x10 ⁻⁹
2	850	35	1126	4.71	8.65	3.47x10 ⁻⁹
3	850	40	102.6	4.79	8.48	1.62x10 ⁻⁸

*under testing (1985,5,20)

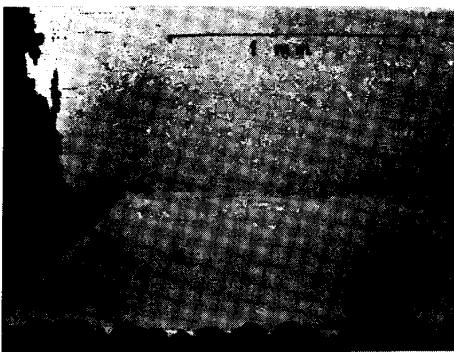


Fig. 1. Micrograph at fracture in No.4.