

(437)

析出強化型Ni基耐熱合金の高温特性に及ぼす炭素量の影響

金属材料技術研究所 ○呂 芳一

同上

小野寺秀博

同上

佐久間信夫 山崎 道夫

緒言 熱機関の効率上昇のためには、耐熱材料の高温特性の向上が必要とされている。高温で使用されている耐熱合金は多数あるが、例えば1000℃前後で長時間安定な信頼性の高い合金はまだ少ない。そこで、析出強化型Ni基合金ととり上げ、合金設計を行い、炭素量を変化させた数種の開発合金を製造し、それらをクリープ試験、高温引張試験、高温低サイクル疲れ試験等により評価し、これら諸性質と合金成分や組織との関係を調べた。

実験方法 当研究所で開発した析出強化型Ni基合金TM-49 (12.1Cr-12.0Co-8.8W-5.7Ti-3.2Al-0.11C-0.09Zr-0.01B, wt%) を基礎とし、炭素量を0.05, 0.22, 0.30, 0.40%と変化した合金を設計した。これらの合金は γ 相中にNi₃Alを中心とした γ' 相が析出しており、 γ' 量はいずれも、ほぼ65 vol%になるように設計した。これら5種の合金を炭素量の少ない方からTM-71~75と名づけた。(TM-49は便宜上TM-72と呼ぶ) これらの合金を真空溶解・ロストワックス铸造で、ネジ付丸棒中実試験片として铸造した。铸造した試験片を、800, 900, 1000℃の各温度でクリープ試験、高温引張試験を、また一部はひずみ制御による高温疲れ試験(ひずみ幅±0.25%, 三角波)を実施し、クリープ破断時間、高温引張強さ、高温低サイクル寿命等を求めた。これら諸性質への温度、炭素量の効果を明らかにするため、微視組織を光顕、走査型電顕で観察した。

実験結果 組織写真の例をTM-72について写真1に示す。炭化物は大部分MC型である。クリープ破断時間と炭素量との関係を図1に示す。1000℃, 12 kgf/mm²での破断時間はTM-71が300hで最も強く、以下75, 74, 72, 73の順であった。900℃, 25 kgf/mm²では、TM-71, 75, 74, 73, 72の順であり、いずれも炭素量が0.1~0.2%で破断時間が最低であった。いっぽう、800℃, 35 kgf/mm²では、TM-75が最も強く、他の4種はほぼ同じであった。クリープ破断伸びは高温になる程大きい値をとるが、これらの値は大部分が5%以下であり、炭素量の影響については破断時間の場合と異なった傾向を示した。高温低サイクル疲れ試験の破面近傍の組織をTM-72について写真1に示す。破面はクリープ試験の場合と同様に破面全体が粒界破壊を呈していた。粒界き裂の発生は、 γ 相と γ' 相の界面から発生していた。

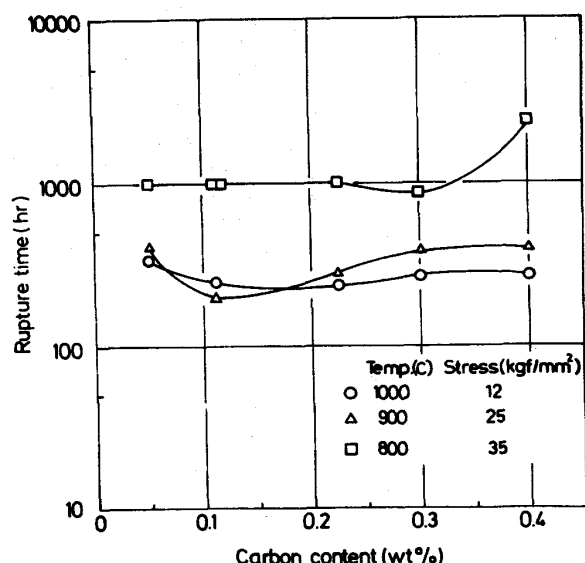
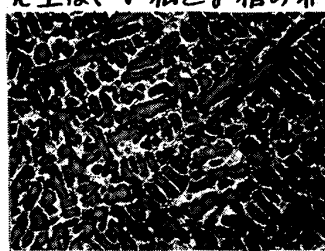


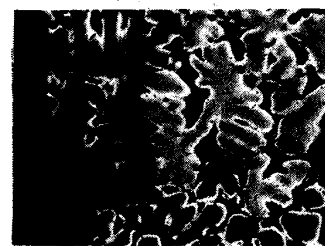
図1. TM-71~75合金のクリープ試験結果



(a) 試験前の組織 X100



(c) 同左の拡大 X520



(b) 破面近傍の組織 X100



(d) 同左の拡大 X520

→ 引張圧縮方向 (試験温度 900℃)

写真1. TM-72合金の高温疲れ試験前後の組織