

(412) Coを含まぬMar-M 200 およびMar-M 246 Ni基耐熱鋳造合金

金属材料技術研究所

○山崎道夫
小泉裕
原田広史

1. 緒言: 高温ガス炉に直結する閉サイクルのヘリウムタービンによる発電が世界的に注目され, 我国でも国家的な開発が検討されている。その動翼材として, Coを含まぬNi基の鋳造合金を検討した。Mar-M 200 および 246合金から放射化の危険のあるCoを除き, Hf, Bなどの添加でCo除去によるクリープ破断強さの低下を補うことを試みた。

2. 実験方法: 表1に示す組成のNi基合金を真空高周波溶解し, 6φクリープ破断試験片12本通りの予熱したロスワークス型に鋳込んだ。No.1とNo.2はMar-M 200と246 No.3とNo.5はNo.1からCoを除き, No.4はNo.2からCoを除いた組成を持つ。No.6はNo.3 (No.5)に対してBを増加し, No.7はNo.3にHfを添加したものである。これらについて, 800, 900, 1000°Cのクリープ破断試験を行なった。また, 低酸素ポテンシャル下でのNi基鋳造合金の酸化挙動を知るため, NiOの分解酸素圧下で加熱して組織を検査した。

3. 実験結果: 図1からわかるように, Mar-M 200とMar-M 246からCoを除くとクリープ破断強さがかなり低下する。Mar-M 200からCoを除いて, Bを0.2%まで増加したNo.6溶解材とHfを1.5%添加したNo.7では, 高温長時間強さが良好で, Coを含むMar-M 200に匹敵するか, むしろそれを凌駕する傾向がみられる。データの解析の結果, Coを除くとクリープ強さも減少するが, 粒界の割れに対する抵抗の減少がクリープ破断強さを低下させる割合が大きい。Bの増量はクリープ強さには影響なく粒界割れの抑制に効果があったが, Hfの添加はクリープ強さも増大させる。Bの増加, Hfの添加によっても, クリープ破断伸びの改善は明らかでなく, 全ての試料を通じて1~3%であった。

破断後の組織観察からは(写真1), 粒界 δ' と粒内 δ' が結合した状態がみられる。表面からの粒界割れのみが観察され, No.1と2のCoを含む合金では粒界 δ' 中の炭化物界面に沿って割れが進行するが, Coを含まぬNo.3, 4では粒界 δ' と地との間に割れが生じる。しかし, Coを除きHfを添加したNo.7では前者の型式の割れがみられた。

NiOの分解酸素圧下(1.72×10^{-10} 気圧)で1000°C, 200 hr加熱するとNo.1とNo.3合金表面に, δ' の消失した層がみられ, その厚さは4~5ミクロンであった。鍛造合金Inconel 625とIncoloy 807を同一条件で加熱すると, 30~40ミクロンの粒界に沿う内部酸化が生じた。影響を受ける深さとしては鋳造合金は1けた小さい。

表1 鋳造合金の公称組成(重量%)

共通: C=0.15, Cr=9.0, Zr=0.05

No.	Co	Mo	W	Nb	Ti	Al	B	その他
1	10.0	—	12.5	1.0	2.0	5.0	0.015	
2	10.0	2.5	10.0	—	1.5	5.5	0.015	Ta=1.5
3	—	—	12.5	1.0	2.0	5.0	0.015	
4	—	2.5	10.0	—	1.5	5.5	0.015	Ta=1.5
5	No.3と同じ							
6	—	—	12.5	1.0	2.0	5.0	0.2	
7	—	—	12.5	1.0	2.0	5.0	0.015	Hf=1.5

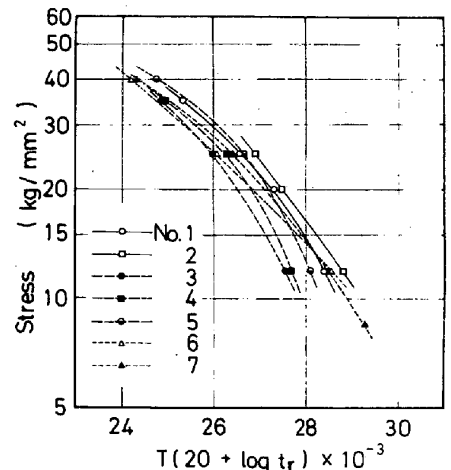


図1: クリープ破断試験結果
(T: °K, t_r : 寿命, hr)

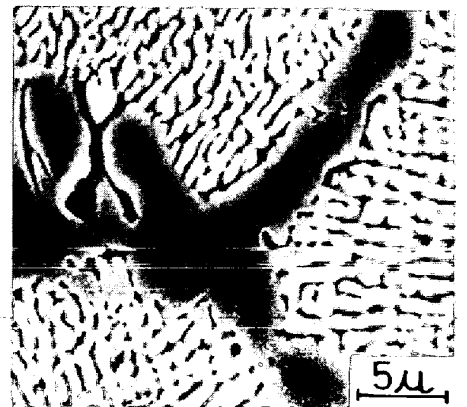


写真1: No.1溶解材の破断後組織
(1000°C, 12 kg/mm², 206.12 hr)