

(585) Ni-20Cr及びNi-20Cr-20W合金の高温クリープ特性に及ぼすMn, Si及びTiの効果

東工大 大学院 竹山雅夫 学生 安達 篤

工学部 松尾 孝, 菊池 実 総合理工 田中良平

1. 緒言 高温ガス炉の中間熱交換器用材料として開発されたNi-Cr-W系合金には, He中での耐食性あるいは熱間加工性の改善を意図して微量のSi, Mn及びTiが添加されるよう勢にある¹⁾。しかし, これらの元素はまた, α_2 相の析出を促進する元素でもある。したがって, この系の合金にこれらの元素を添加すると, α_2 相の析出量及び析出形態は変化することが予想される。そこで, 本研究では, まず単相のNi-20Cr合金にMn, Si及びTiを添加して各元素の固溶強化の程度を調べ, 次にNi-20Cr-20W合金に各元素を単独添加してクリープ特性に及ぼすこれらの効果を α_2 相の形態変化に着目して検討する。

2. 実験方法 供試材はMn及びSiをそれぞれ0.3及び0.5 wt%含むNi-20Cr合金(記号: Ni-20Cr)を基本組成とし, このMn及びSiをそれぞれ1 wt%まで増加させた合金(M1及びS1)及びTiを最高0.5 wt%まで2水準で添加した合金(T1及びT2)と, Ni-20Cr-20W合金(20W0)を基本組成とし, これにMn, Si及びTiを最高1 wt%までそれぞれ単独に2水準で添加した合金(20M1, 20M2, 20S1, 20S2, 20T1, 20T2)の計12種類を用いた。クリープ試験は1000℃で行い, 最小クリープ速度, $\dot{\epsilon}_m$, と α_2 相の体積率, V_f , 及び粒界被覆率, ρ , との関係を検討した。

3. 実験結果 1) Ni-20Cr合金にMn及びSiを添加しても $\dot{\epsilon}_m$ はほとんど変化しないが, Tiの添加は $\dot{\epsilon}_m$ をわずかに減少させる。また, いずれの合金も単相であることから, Mn及びSiの固溶強化は認められず, Tiのそれは小さいものと結論される。

2) Ni-20Cr-20W合金に各元素を添加すると破断時間は増加し, $\dot{\epsilon}_m$ は減少するが, とくにTiの効果が大きいの。3) 各元素を微量添加すると α_2 相の ρ は増加し, その効果はTiが最も大きい。また, 各元素の添加量が多くなると α_2 相の V_f は増加し, 粒内析出も認められるようになるが, この効果はSi添加の場合とくに顕著である。

4) α_2 相が主に粒界にのみ析出した合金について $\dot{\epsilon}_m$ と ρ との関係を調べたところ, Fig.1に示すように $\dot{\epsilon}_m = \dot{\epsilon}_{m0}(1-\rho)$ (ここで $\dot{\epsilon}_{m0}$ は α_2 相が析出しないと仮定した場合の $\dot{\epsilon}_m$)でよく表わされ, 各元素の添加によるクリープ抵抗の増加は ρ の増加に起因するものと結論される。また, 各元素の添加による V_f の増加はWの固溶限の低下に起因し(Fig.2), 各元素のW当量は次式で表わされる。

$$W \text{ 当量 (wt\%)} = W + 0.75 \text{ Mn} + 6.65 \text{ Si} + 5.45 \text{ Ti}$$

5) 同一のW当量で比較すると ρ を増加させる効果はTiが最も大きい。

文献 1) 新藤雅美, 鈴木富男, 近藤達男: 鉄と鋼, 64(1978), S26

2) 竹山雅夫, 松尾孝, 菊池実, 田中良平: 鉄と鋼, 72(1986), S

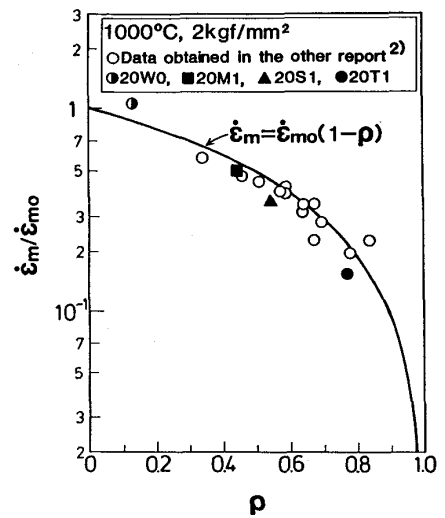


Fig.1 Relation between $\dot{\epsilon}_m / \dot{\epsilon}_{m0}$ and ρ of Ni-20Cr-20W series alloys at 1000°C-2kgf/mm².

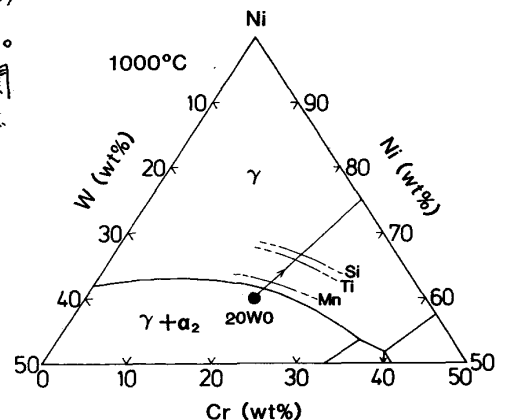


Fig.2 Changes in solubility limit of W in γ with unit weight percent addition of Mn, Si and Ti to Ni-20Cr-20W alloy at 1000°C.