

(627) α -W及び γ' 析出強化Ni基耐熱合金のクリープクラックにおける不純He環境効果

金材技研・筑波

阿部星士雄 田辺龍彦

I. 緒言

1000°C級の高温ガス炉用Ni基耐熱合金の開発にあたっては、クリープ破断強度を高めるために、 γ' 母相の固溶強化のみならず α -Wや γ' による析出強化を積極的に利用する手法がとられてきた。合金組成の観点からみると、前者の合金ではW、後者ではAl, Ti含有量が多い。

このように合金組成が異なると、クリープ破断特性に及ぼす不純He環境効果の様相もかなり異なることが予想される。特に、合金表面に生じたクラックの内部ではガスの供給が十分でないため、クラック内では「すき間腐食」を呈することになり、クラック先端ではCrよりも活性な元素が重要な役割を演じる可能性がある。

本実験では、酸化と浸炭の2種類の反応が起こる不純He環境中においてクリープ破断した α -W及び γ' 析出強化Ni基合金について、クラック内腐食挙動を調べ、gas/metal反応を金属-酸素-炭素平衡図を用いて考察した。

II. 方法

α -W析出合金としては実験室的に溶製したNi-26Cr-16W-0.5Ti系^(*)、 γ' 析出合金としてはR4286 (Ni-19Cr-6W-4Mo-2Al-2Ti系)^(**)を用いた。クリープ破断試験は、1000°Cの高温ガス炉近似不純He ($H_2O=3, H_2=300, CO=100, CO_2=1, CH_4=15, 4 \mu atm$)中で2000h程度まで行なった。破断材の縦断面について、金属組織検査を行なった。

III. 結果

(1) 2合金ともクリープ破断試験中に酸化と浸炭が起こった。

Fig. 1に、 α -W析出合金のクラック周囲の微細組織を示す。

(2) クラックの入口付近では、2合金とも表面に Cr_2O_3 主体の酸化皮膜が生じた。 γ' 析出合金では、皮膜下の母相中にAlの針状内部酸化物が多数生じた。 α -W析出合金では、皮膜直下のCr不足域にW炭化物が生じた。

(3) クラックの入口から先端になるにつれ Cr_2O_3 皮膜が薄くなっていき、先端付近ではTiとAlの酸化物となり、Crは炭化物($M_{23}C_6$)を形成した。このことは、クラック入口で酸化が優先的に起り、 PO_2 が入口から先端にかけて低下していくことを示唆している。 $M_{23}C_6$ 生成領域では、上述したW炭化物は生成せず、Wは $M_{23}C_6$ 中に含まれていた。なお、Al, Tiは酸化物のみで、炭化物の生成は認められなかった。

(4) クラックの周囲で、合金の強化因子である α -W, γ' 析出物が消失した。

(5) クラックの入口から先端にかけてのgas/metal反応を金属-酸素-炭素系の平衡図を用いて考察する。

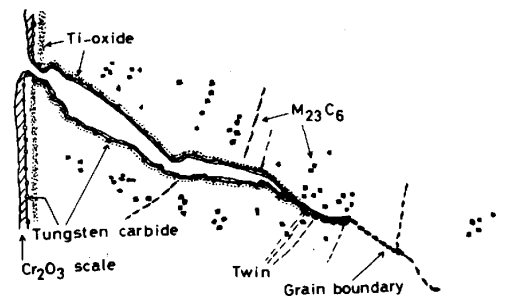


Fig.1 Schematic drawing of the microstructure around surface crack on Ni-26Cr-16W in impure helium at 1000°C.

(*) 阿部, 田辺, 鈴木: 鉄と鋼, 69 (1983) S 1457

(**) 渡辺, 九重: 鉄と鋼, 61 (1975) 2274