

(202)

固溶強化型Ni合金の1000°Cクリープ破断強度に及ぼす冷間加工の影響

日本鋼管株式会社 技術研究所 工博 田村 学
日立金属株式会社 冶金研究所 渡辺 力蔵

I 緒言 熱交換器用管材は製造時および施工時に若干の冷間加工を受けるが、多目的高温ガス炉の利用計画として考えられている1000°C付近での冷間加工の影響は明らかではない。本報ではNi-Co-Cr-W合金について冷間加工した材料およびその長時間の安定性を調べるためにさらに時効した材料の大气中クリープ破断試験を1000°Cで行い、冷間加工が高温強度に及ぼす影響を検討した。

II 実験方法 SSS410 (0.03% C, 16% Cr, 20% W, 31% Co, 0.6% Ti-Ni 合金) の冷間管を作製し、1250°C/1hr の溶体化処理後空引によって、5および15%の冷間加工を与え供試材とした。これらの管およびさらに1000°Cで5000hr大气中で時効した管から平行部 $6\phi \times 30^{G1}$ の試験片を作成した。

III 結果 (1) SSS410の溶体化材(以下ST材と略す)および冷間加工材(以下CW材と略す)のクリープ破断結果をそれぞれの時効材と比較して図1に示す。ST材を時効してもクリープ破断強度はほとんど低下せず、むしろ破断伸びが増加し、長時間安定した強度を示すことが解る。5%CW材は短時間側では強いが時効するとST材とほぼ同じ強度を示す。15%CW材およびその時効材の破断伸びはST材よりも大きい。1000°C、1000hrの外挿強度はST材の約80%しかない。

(2) 15%CW材の破断後のオーステナイト粒度は約7番の細粒組織であるのに対し、ST材および5%CW材はほとんど再結晶を起こさない。一方、時効したままの状態では15%CW材でも再結晶を起こさないが、破断後はST-時効材にも再結晶粒が若干認められるようになる。

(3) 破断後の表面からのクラックの平均深さおよび窒化深さは破断時間の増加とともに増大し、同一条件ではクラックが深いほど破断時間は短い。窒化層の先端はクラック先端よりもわずかに先行しており窒化層は中心部よりも硬い。なお、大气中で時効したままの状態および試験片肩部でも表面からの優先酸化および窒化を生じているが、その程度はごくわずかである。

(4) 以上の結果から、5%CW材は、1000°Cの長時間側でST材と同じ程度のクリープ破断強度を示し、15%CW材はそれよりも弱いと推定される。これらのクリープ破断挙動は動的な再結晶細粒化および表面からの窒化によるクラックの加速成長から説明できるが、今後の問題としてはより低応力におけるクラックの成長過程および再結晶挙動を明らかにする必要がある。この研究は工業技術院の大型工業技術研究開発制度(高温還元ガス利用による直接製鉄技術の研究開発)の一環として行なったものである。

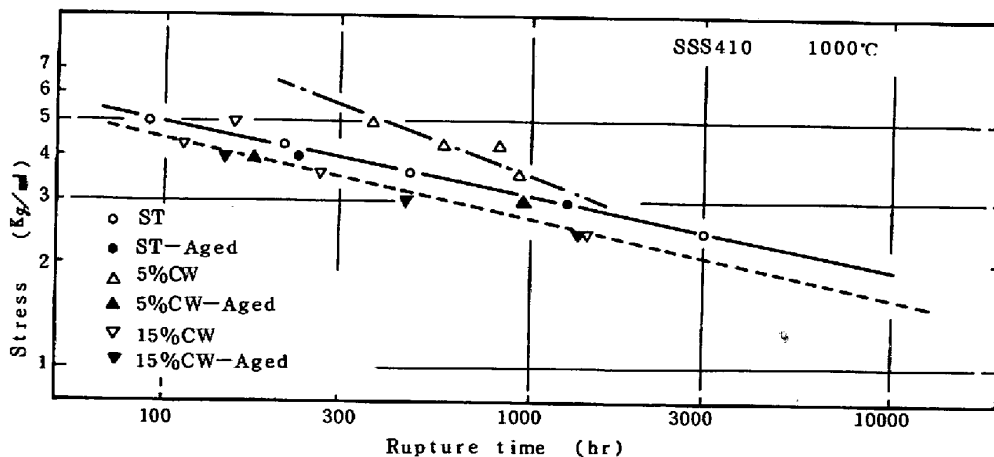


図1. SSS410のクリープ破断結果