

(193) 18-10 耐熱鋼の高温強度と微細組織におよぼすTiとNbの影響

東京工業大学工学部 田中 良平 篠田 隆之 大学院○石井 友之
 日本鋼管技術研究所 耳野 亨 木下 和久 峯岸 功

1. 緒言

Tiを含むSUS29とNbを含むSUS43は本来18-8ステンレス鋼の $Cr_{23}C_6$ の析出に伴う粒界腐食を防止する目的で開発されたものであるが、高温特性も優れているために耐熱鋼としてもかなり用いられている。しかし耐粒界腐食性の観点から定められたこれらの鋼のTiやNbの添加量が、高温強度の点でも最適であるか否かは疑問のあるところである。本研究ではTiやNbの添加量を広い範囲に変化させて最適添加量を高温強度と微細組織との観点から検討した。

2. 供試鋼

鋼の基本組成としては18%Cr-10%Ni-0.1%CとしTi添加量は0.04~1.13%の間で7水準、Nb添加量は0.07~1.20%の間で8水準を選んで比較材を含めて計16鋼種、各10kgを溶製した。固溶化熱処理は1100°Cで行なった。

3. 実験結果

クリープ破断強度と原子比Ti/CおよびNb/Cの関係を図1に示す。Ti添加の場合は650°C-10³hr破断強度はTi/Cの値が1.2で極大となり、それ以上にTi/Cの値を増加すると破断強度は低下する。高温長時間になるほどこの極大を示すTi/C比は低い方にずれ、700°C-10⁴hrの場合は約0.8で強度は最大となる。Nb添加鋼では650°C-10³hr破断強度はNb/Cの値が約0.7で飽和するが、高温長時間強度の場合は、Nb/Cがさらに増加すると強度はやや低下し、700°C-10⁴hr破断強度はNb/Cの値が0.2~0.4で極大を示す。これらのことから、従来のSUS29鋼や43鋼で採用されてきたTi/CやNb/Cの値を1以上にすることは、これを耐熱鋼として使用する場合には必ずしも適当ではないといえる。写真a)およびb)にみられるように、TiやNbを添加すると析出炭化物 $M_{23}C_6$ が粒界のみならず粒内にも分散析出するようになり、これが強化作用の一因と考えられる。この粒内析出はc)にみられるように転位上に析出したNbCを核として $M_{23}C_6$ が析出するためと考えられる。MC炭化物の粒状析出およびそれと転位との相互作用も強化原因と考えられるが、Ti鋼に析出する糸状TiCは強度低下と関連するようである。

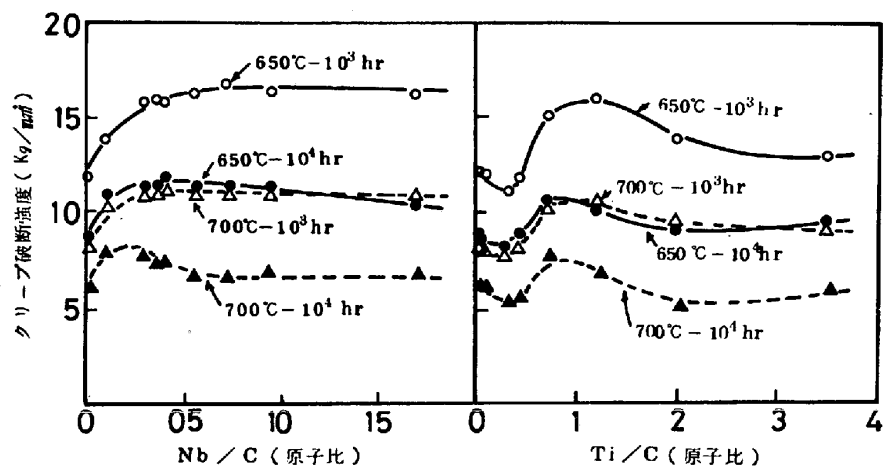


図1 クリープ破断強度とTi/CおよびNb/C比の関係

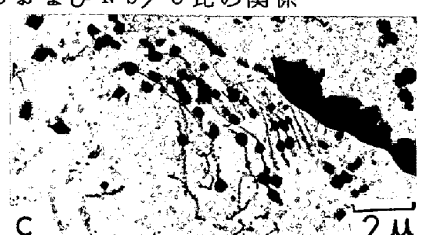
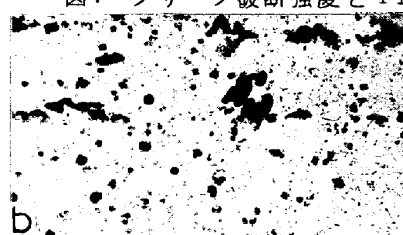
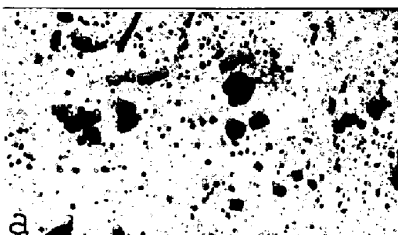


写真 析出炭化物の電顕組織(700°C) a) Ti/C≒0.8, 1179hr破断 b) Nb/C≒0.1, 11930hr破断 c) 1000hr時効