

(211) オーステナイト系耐熱鋼の高温強度におよぼす添加元素(Ti, Nb)および熱処理の影響

東京大学工学部 藤田利夫 荒木 達
山田武海 中村皓一

1. 緒言

オーステナイト系耐熱鋼の高温強度に關しては従来より多くの研究が行われ、幾多の知見が得られてゐるが、添加元素の働き、すなわち強化機構に關しては必ずしも充分であるとはいへない。本研究は優れた強度を有する材料を開発するという従来からの目標と併行して、耐熱鋼の強化機構に關する新しい知見を得ることと目的とし、主として炭化物の挙動に注目して行つたものである。

2. 実験方法

供試材の基本成分は15Cr, 14Ni, 0.5Si, 1.5Mnで、その他の成分の具体的な値は表1に示す。S10~13は真空溶解、他は大気溶解によつて溶製し、鍛造、圧延後1050, 1150, 1200°Cのいずれかの1hr保持後水冷し、各実験に供した。実験の内容は650°Cのフリー7°破断試験、時効硬度測定、電解分離による炭化物の抽出およびX線回折法による同定、光顕および電顕による組織観察などである。

表1. 供試材の化学組成

	C	Ti	Nb	Mo
S10~13	0.004	0~0.17	0~0.61	5/30wt 1.03
S20	0.15	—	—	—
S30~34	0.15	0.02~0.60	—	—
S40~44	0.15	—	0.10~2.02	—
S50	0.15	0.07	0.20	—
S60	0.15	0.07	0.20	1.01

3. 実験結果

1) 真空溶解によりC量を0.004%に抑えたS10は0.15% Cの各試料に比べて強度はかなり低いが、これにTi, Nb等を少量添加したS11~13はかなりの強度上昇を示す。これは少量のCおよびNiによる炭素化合物形成が主因であり、これにTi, Nbの固溶強化作用が加わつたものと考えられる。

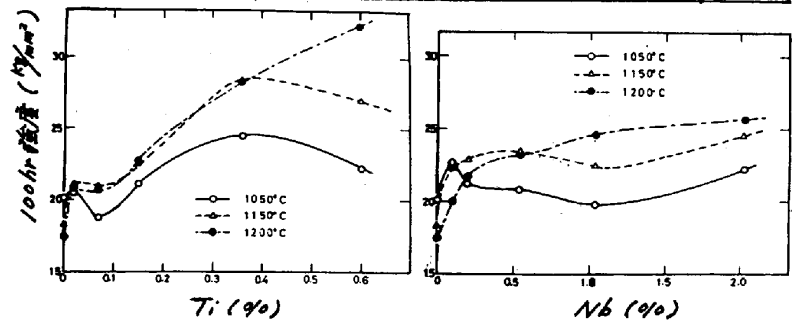


図1. 100hr強度におよぼす添加元素、熱処理温度の影響 (0.15% C)

2) 各試料の100hr破断強度におよぼす溶体化処理温度の影響を図1に示す。

1050°C溶体化の場合にはTi, Nb添加による強度上昇は少ないのに対し、1200°Cの場合には著しく上昇する。これは1050°CではTiC, NbC, Mo₂C₆等の炭化物の多くがマトリックス中に固溶せずに溶け残るために強度上昇にさほど寄与しないのに対し、1200°Cでは炭化物の固溶度が増し、フリー7°中に微細に析出して転位の移動を阻止するからである。

3) 時効中(650°C)に析出する炭化物の種類と量は表2の如くである。従来、TiC, NbCは1200°Cではマトリックス中に行き完全に固溶するとされてゐたが、電顕観察、電解抽出残渣の同定の結果、NbCはかなりの溶け残り、径が1~2μあるいはそれ以上もある塊状の形態で存在していることがわかつた。Tiに比べてNbによる強化作用が劣る理由の一つはこの点であると考えられる。

表2. 650°C時効中の析出物 M₂₃C₆ ○ ●
TiC △ ▲
の種類と量(1200°C溶体化) NbC □ ■

試料名	0 hr	3 hr	30 hr	100 hr	300 hr	1000 hr	3000 hr
Ti Nb	hr	hr	hr	hr	hr	hr	hr
S20			○	○	○	●	●
S34					○	●	●
0.60	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
S44				○	○	○	○
2.02	■	■	■	■	■	■	■
S60			○	○	○	○	○
0.07, 0.20	□	□	□	□	□	□	□