

(184)

12%Cr耐熱鋼の長時間クリープ破断強度におよぼす単独添加元素の影響

日立金属(株) 安来工場 ○ 高橋紀雄

東京大学工学部 工博 藤田利夫

1. 緒言 蒸気タービンの高温、高压化にともない12%Cr耐熱鋼の高温特性に対する要求はますます高まっている。一般に鉄に他の元素を加えると結晶内の転位の中心付近に移動して転位の運動を阻止し、すべりに対する抵抗とほす。特に、炭化物をつくりやすい元素を添加するとき、侵入型元素のC、Nが転位に集まるとともに添加元素の周りに集まって強いコソトレル雰囲気をつくり、また微細な析出物をつくらせて粒内や粒界に析出、分布させて、すべりに対する抵抗性を与えるものと思われる。本報では12%Cr耐熱鋼の高温強度を改善させるに有効と考えられるMo, W, Ti, V, Nbなどの単独添加を行ない、かつこれらの強化機構を解明するための種々の実験を行った。

2. 試料および実験方法 本実験に使用した試料の化学成分を表1に示す。添加元素の量は予備実験の結果で得られたもっともクリープ破断強度が高くなると思われる量を選んだ。試料は高周波溶解炉で約40kg溶解し、その後1100~950℃付近で25mmまで鍛造、圧延し、1150℃×1/2h→油冷、700℃×1h→空冷の焼入、焼戻を行ない供試材とした。なお強化機構を調べるための焼戻後の硬さ測定および組織観察を行った。

表 1. 言式料の化学成分

| | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | |
|-----|------|------|------|-------|-------|------|-------|------------|
| S-1 | 0.19 | 0.50 | 0.77 | 0.011 | 0.009 | 0.12 | 11.57 | |
| S-2 | 0.20 | 0.36 | 0.53 | 0.017 | 0.016 | 0.09 | 11.58 | Mo 1.07 |
| S-3 | 0.19 | 0.40 | 0.53 | 0.014 | 0.014 | 0.09 | 11.88 | W 0.76 |
| S-4 | 0.20 | 0.44 | 0.54 | 0.017 | 0.016 | 0.08 | 11.79 | Ti 0.35 |
| S-5 | 0.22 | 0.44 | 0.55 | 0.005 | 0.018 | 0.08 | 11.85 | V 0.38 |
| S-6 | 0.18 | 0.47 | 0.52 | 0.012 | 0.016 | 0.09 | 11.58 | Nb 0.42 |

3. 実験結果 実験結果を図1に示す

(1) 各元素の添加により12%Cr耐熱鋼のクリープ破断強度は著しく改善され、単独添加のため、高温長時間にほるとその効果はうすれる。

(2) 焼戻硬さもクリープ破断強度の場合とほぼ同様の傾向を示した。

(3) 電解抽出残渣のX線回折によつてつぎのことがわかった。すなわち、12%Cr鋼では焼戻にともなつて M_2C , M_7C_3 , $M_{23}C_6$ が確認された。V添加材でも上記炭化物の確認されたがV炭化物は確認されなかった。またNb添加材では上記炭化物の他にNb炭化物も確認された。

(4) 薄膜の透過電子顕微鏡による観察によつて、添加元素の強化機構がの程度明らか

になった。すなわち、Nb, Mo, Vの順にミルテンサイトの転位密度を高く維持するが、これはH原子とのatomic volumeのちがいから説明できる。またNb, VはC原子との結合力が強く、NbC, V₄C₃として析出するため、マトリックスのC量が減少し、高温長時間側の強度をへたて弱くする。

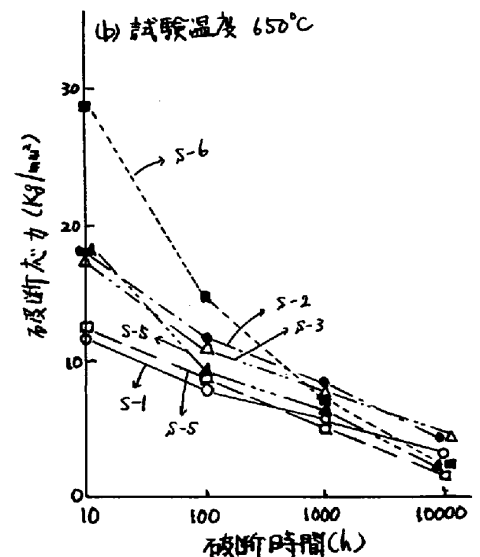
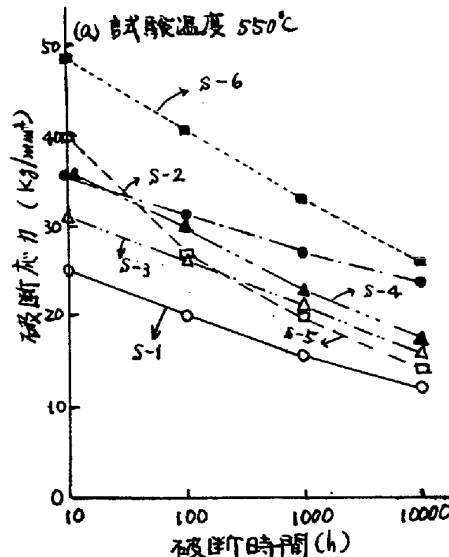


図 1. クリープ破断強度におよぼす単独添加元素の影響