

## (508) 10Cr-2Mo耐熱鋼の長時間クリープ破断強度と微視組織におよぼすV, Nbの影響

東京大学工学部 ○朝倉健太郎, 藤田利夫

## 1. 緒言

クリープ破断強度におよぼすV, Nbの最適添加量を2万～6万hの長時間クリープ破断強度の実測値から検討すると共に、クリープ破断強度におよぼすV, Nb量の影響、微視組織におよぼす効果を調べた。

## 2. 実験方法

本研究に用いた供試鋼の化学成分をTable 1に示す。Vシリーズ鋼(V1～V4)はVを0～0.2%, Nbシリーズ鋼(NB1～NB3)はNbを0～0.1%の範囲で単独添加し、TFシリーズ(TF1～TF6)はVとNbを複合添加した。KKシリーズ鋼(KK1～KK4)は0.05%Nb一定にし、Vを0～0.22%の範囲で変化させた。熱処理は1050℃, 30minの焼ならし後、700℃, 1hの焼もどしを行った。

## 3. 実験結果

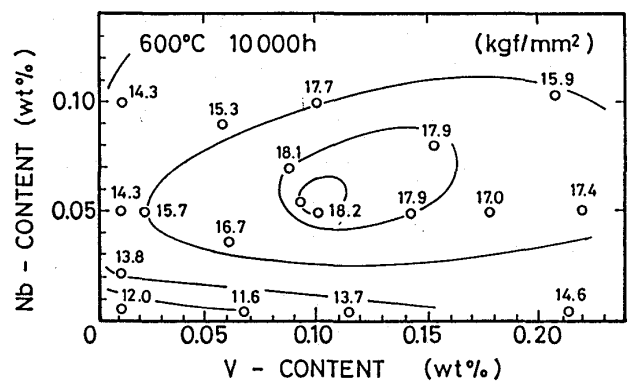
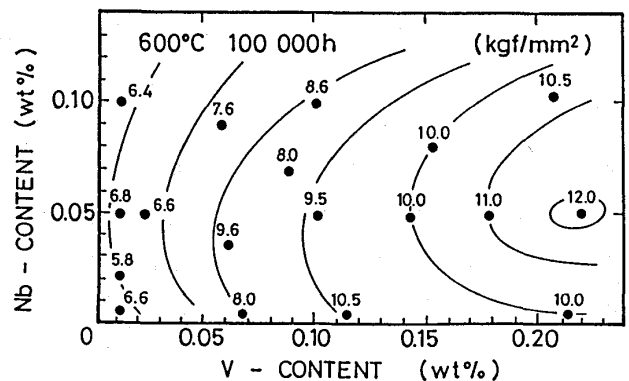
1) Fig. 1は600℃,  $10^4$ hの等強度クリープ破断曲線である。基本成分鋼におけるV, Nbの最適添加量は0.1%V+0.05%Nbであるが、650℃,  $10^4$ hでは0.18%V+0.05%Nbが最強値を示し、50℃高温ではV-richがクリープ破断強度の改善に有効に寄与する。

2) Fig. 2は600℃,  $10^5$ hの等強度クリープ破断曲線である。600℃クリープ破断強度におよぼすV, Nbの効果はFig. 1と異なり、同じ温度でも短時間側と、長時間側では合金元素の寄与が明らかに異なることを示しており、0.22%V+0.05%Nb付近が最適添加量となり、V-rich側に移行している。これに対して650℃,  $10^5$ hでは、 $10^4$ hの結果とほとんど変わらない。

3) V4鋼の650℃, 8 kgf/mm<sup>2</sup> ( $t_r=5,353$ h)の透過電顕組織を観察すると、V2鋼で観察できなかった20～100nmの微細析出物(V(C, N))が多数みられ、転位密度も高い。この微細析出物がすぐれたクリープ破断強度を生じさせた原因と考えられる。

Table 1. Chemical Composition of Specimens used (wt%).

|      | C     | Si    | Mn    | P     | S     | Cr     | Mo    | V     | Nb    |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| V 1  | 0.057 | 0.556 | 0.566 | 0.002 | 0.006 | 9.978  | 2.037 | 0.013 | 0.005 |
| V 2  | 0.048 | 0.531 | 0.556 | 0.002 | 0.008 | 10.010 | 2.059 | 0.067 | 0.005 |
| V 3  | 0.044 | 0.541 | 0.547 | 0.002 | 0.007 | 9.914  | 2.020 | 0.115 | 0.005 |
| V 4  | 0.046 | 0.544 | 0.550 | 0.002 | 0.007 | 9.950  | 2.031 | 0.214 | 0.005 |
| NB 1 | 0.045 | 0.545 | 0.549 | 0.002 | 0.008 | 9.932  | 2.026 | 0.013 | 0.021 |
| NB 2 | 0.044 | 0.529 | 0.535 | 0.002 | 0.008 | 9.875  | 2.012 | 0.012 | 0.050 |
| NB 3 | 0.044 | 0.522 | 0.549 | 0.002 | 0.008 | 9.907  | 2.014 | 0.025 | 0.103 |
| TF 1 | 0.067 | 0.500 | 0.480 | 0.002 | 0.008 | 10.940 | 1.920 | 0.059 | 0.037 |
| TF 2 | 0.063 | 0.523 | 0.541 | 0.003 | 0.010 | 9.968  | 2.029 | 0.058 | 0.090 |
| TF 3 | 0.045 | 0.536 | 0.528 | 0.003 | 0.010 | 9.842  | 2.016 | 0.088 | 0.070 |
| TF 4 | 0.066 | 0.520 | 0.500 | 0.002 | 0.007 | 10.900 | 1.950 | 0.154 | 0.080 |
| TF 5 | 0.054 | 0.600 | 0.566 | 0.002 | 0.004 | 10.330 | 2.095 | 0.101 | 0.106 |
| TF 6 | 0.069 | 0.530 | 0.540 | 0.003 | 0.008 | 11.000 | 1.980 | 0.220 | 0.105 |
| KK 1 | 0.052 | 0.356 | 0.527 | 0.010 | 0.009 | 10.760 | 1.986 | 0.020 | 0.055 |
| KK 2 | 0.052 | 0.572 | 0.539 | 0.002 | 0.005 | 10.240 | 2.090 | 0.143 | 0.057 |
| KK 3 | 0.056 | 0.567 | 0.554 | 0.002 | 0.005 | 10.270 | 2.095 | 0.179 | 0.055 |
| KK 4 | 0.053 | 0.549 | 0.600 | 0.002 | 0.004 | 10.020 | 2.040 | 0.220 | 0.055 |

Fig. 1 Equi-creep Rupture Strength Curve for  $10^4$ h.Fig. 2 Equi-creep Rupture Strength Curve for  $10^5$ h.