

(171) 窒素を含有する18Cr-12Ni-3Mo系鋼の高温強度におよぼす析出硬化現象の影響

金属材料技術研究所

河部 義邦
中川 龍一

1. 緒言

著者らは今までに一連の研究を行ない、650°C以上の比較的高温で用いられる耐熱鋼として、C 0.1, Cr 18, Ni 12, Mo 3, Nb 0.7, N 0.15, B 0.02%、残りFeの組成の鋼がきわめて有望であること、そしてこの鋼では析出硬化の強度に寄与する割合が比較的小さいことを明らかにした。本報告では、この鋼に一層強化するとともにその強化の機構を究明するため、おもに素地を強化する元素であるMo, Cu, マトリックス析出および積層欠陥型析出により顕著な析出硬化をもたらすV元素の影響を調べ、とくに析出硬化現象の高温強度におよぼす影響という観点から検討を加えたので報告する。

2. 実験方法

試料の目標成分を表1に示す。B71~79はMo, Cuの含有量を変えて添加した試料、B80~84はMo 3, Cu 4%を一定にし、Vを単独およびNbと複合添加した試料である。試料は1150°C×1hr→W.Q., 750°C×3hr→W.Q.の後、700°Cでの高温引張、650, 700, 750°Cでのクリープおよびクリープ破断試験を行なった。時効硬さは600, 700, 800°Cで測定した。

表1. 供試材の化学成分(重量%)

	C	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb	V	N	B
B71~79	0.1	18.0	12.0	1.0~3.0	0~5.0	0.7	—	0.15	0.01
B80~84	0.1	18.0	12.0	3.0	4.0	0.7	0.3~1.5	0.15	0.01

3. 実験結果

固溶強化型のMoとCuは、添加量が多くなるとともに高温強度を高める。Moは引張、クリープおよびクリープ破断強さを高め、靱性をも改善する。したがってこの鋼では、合金元素の効率を考慮してもMo量を3%以下に下げるのは適当でない。Cuは若干靱性をよこし、高温では強化作用が減少する傾向を示す。炭、窒化物形成元素としてNbの代りにVを添加すると時効硬化性は顕著に増加する。そしてV量が多くなるとともに硬度増加は急速になり、硬化量も多くなる。それとともに、クリープ特性がどのように変化するかを示したのが図1である。650°CではVを添加した試料のほうがクリープ速度は著しく小さい。しかし、V量が多くなるとともにクリープ速度は大きくなる。700°Cでも同様な傾向を示すが、Nb鋼とV鋼の差が小さくなる。750°Cになると逆にV鋼のクリープ速度のほうが大きくなる。しかも、650°Cと700°Cではクリープ強さと破断強さが良く対応しているのに対し、750°CになるとV鋼ではクリープ強さの大きいほどクリープ破断強さは低下する。そして当然破断伸びは10%以下に低下している。NbとVを複合的に添加すると低温での強化作用は若干減少するが、高温での劣化作用も減少し、とくに粒界破断を促進する効果は認められなくなる。一般にVを添加し析出硬化を助長することにより高温強度を改善する方法は著しく不安定であるといえる。

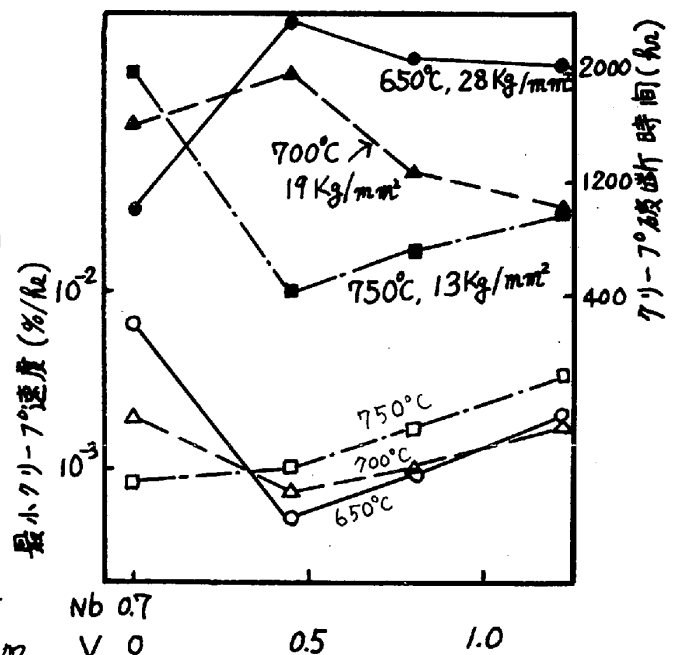


図1 18Cr-12Ni-3Mo-4Cu鋼のクリープ特性におよぼすV量の影響