

Fig. 3. Relation between creep limit and temperature.

る。伸及び衝撃値は同図に示す如く Nb が最も良く、V が一番悪い。温度 600~800°C, 20 時間の耐酸化試験では Nb が最も耐酸化性良く、次いで N<sub>2</sub>, Ti の順となり、V が最も悪い影響を与える。クリープ限の決定には短時間の DVM 法を採用したが、DVM 法は 25~35 時間の平均の  $de/dt=1 \times 10^{-3}\%/h$  で 45 時間の全残量 0.2% 以下なる応力を限度としている。ここで  $e$  は歪、 $t$  は時間である。この方法で求めた 600~700°C のクリープ限を Fig. 3 に示す。各試料共温度の高くなるに従つてクリープ限は低下するが、各温度を通じ V が最も高く Nb が最も低い。

尙、本研究は通産省研究補助金を交付されたものである。

**(80) ガスタービン用 Ni-Cr-Co 系 (15-20-15) 耐熱鋼の諸性質におよぼす Nb, V, Ti, および N<sub>2</sub>, の影響 (II)**

The Effect of Nb, V, Ti and N<sub>2</sub> on the Properties of Ni-Cr-Co (15-20-15%) System Heat Resisting Steel for Gas Turbines

Sadao Koshihara, Dr. Eng., Lecturer, et alius.

日立製作所安来工場 ○工博小 柴 定 雄  
" 工 九 重 常 男

Ni-Cr-Co (15-20-15%) 系耐熱鋼の鍛造性、時効硬度、顕微鏡組織、高温機械的性質、耐酸化性、クリープ限におよぼす Nb, V, Ti および N<sub>2</sub> の影響について研究を行った。試料の化学成分を Table 1 に示す。鍛造性には Nb が最も良く、次いで Ti, V の順となり N<sub>2</sub> が最も悪い。1100~1250°C に溶体化処理した後 400~950°C に夫々 1 時間時効して硬度を測定した。1200°C 溶体化処理の場合の時効硬度を Fig. 1 に示す。図に示す如く

Table 1.

Sample	C	Si	Mn	Ni	Cr
A	0.51	0.93	1.12	21.40	16.08
B	0.52	1.03	1.13	20.50	16.03
C	0.52	1.00	1.11	21.00	16.01
D	0.52	1.08	1.11	21.00	15.91
E	0.51	1.04	1.16	20.71	15.78

Sample	W	Mo	Co	Adding element
A	1.97	2.10	15.91	—
B	2.01	1.98	16.35	Nb 2.9
C	2.10	2.19	15.76	V 1.1
D	1.96	2.00	16.19	Ti 1.0
E	1.99	2.06	16.16	N <sub>2</sub> 0.13

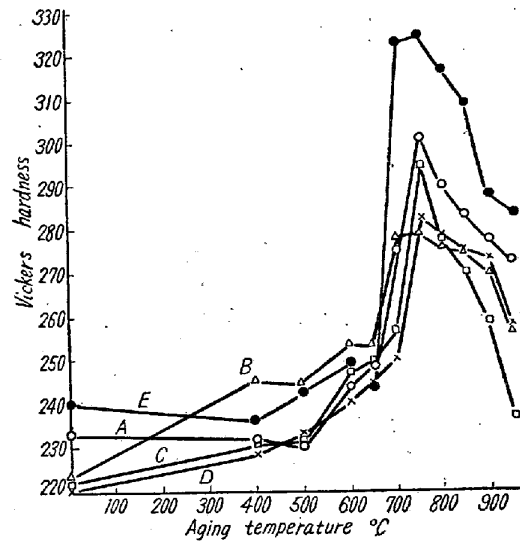


Fig. 1. Relation between aging temperature and hardness.

各試料共 700°C より急激に硬度は高くなり 750°C で最高硬度を示すが N<sub>2</sub> が最も高く次いで V, Ti, Nb の順となる。顕微鏡組織には N<sub>2</sub>, V, Ti は著しく影響しないが Nb を添加すればオーステナイト結晶粒が甚だしく小さくなる。高温抗張力は Fig. 2 に示す如く各試料共温度の高くなるに従つて、次第に小さくなるが、N<sub>2</sub> を含む試料が最も高く次いで Nb となり、V, Ti 間には大差ない。伸および衝撃値は同図に示す如く Nb が最も良いが伸には V, 衝撃値には N<sub>2</sub> が最も悪い。絞は衝撃値と同様の傾向を示す。前報と同様の耐酸化試験の結果耐酸化性には Nb が最も良く次いで N<sub>2</sub>, Ti の順となり V が最も悪い。クリープ限は DVM 法によつて 600~700°C のものを求めたが Fig. 3 に示す如く Ti が最も良く、次いで N<sub>2</sub>, V の順となり Nb が最も悪い。

尙、本研究は通産省研究補助金を交付されたものである。

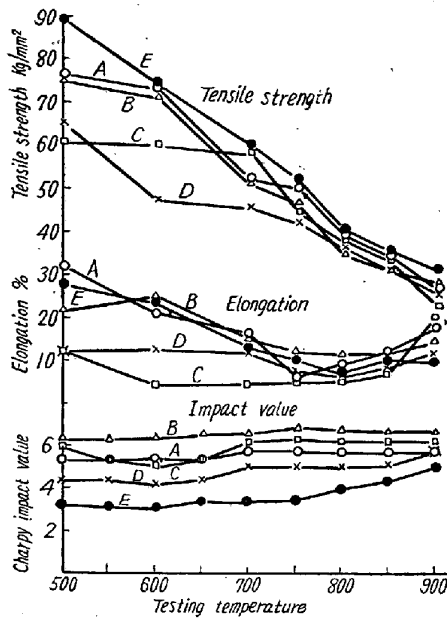


Fig. 2. High temperature mechanical properties.

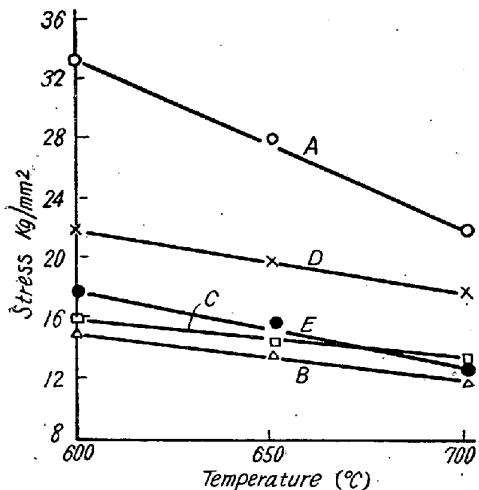


Fig. 3. Relation between creep limit and hardness.

(81) ガスタービン用超耐熱合金の研究 (IV) 常温加工せる Timken (16-25-6) 合金の軟化に就いて (其の2)

Investigation on Super-Heat Resisting Alloys for Gas Turbines. (IV).

On the Softening of Cold-Worked Timken (16-25-6) Alloy. (Part 2).

Masaru Hanai, Lecturer, et alii.

名古屋大学工学部 工博 武田 修三

工 永井 直記

静岡工業試験場

○工花 井 優

I. 緒言

Timken (16-25-6) 合金の高クリープ性の主原因が時効硬化 (主として  $\sigma$ -相の析出) 及び熱間加工硬化の複合効果であることは著者等の研究 (第1及び2報) により明らかであるが、それ以外に軟化抵抗 (recovery 及び overaging を含めて) の大なることが相当顕著に利くのではないかと想像された。仍で前回報告 (第3報) に於いて溶体化処理後、常温加工した Timken 合金の長時間焼鈍による軟化現象を詳細に検討し、併せて、イ.301 及び 18-8 鋼との比較をも試みて、上記の事実を確め、更に種々の処理状態のクリープ限を K.W.I. の短時間法で測定して之を実証した。

処で、この場合には溶体化状態から出発して、之を常温加工した後、焼鈍したので軟化と析出が同時 (多少の時間的ずれはあるが) に起り、而も加工度の増加により析出が促進されるので、両者を厳密に分離することは不可能であつた。

一方、此種強クリープ合金の hot-coldworking は溶体化処理—加工が原則であるが、往々にして不完全溶体乃至一部焼鈍—加工をやる場合もあり、而も案外両者の差異が知られていない。依つて本研究に於いては、時効による析出硬化を完了せしめた Timken 試料に就き常温加工後、高温焼鈍して軟化の進行を追求し、以て出来れば基質の軟化を知り、併せて時効—加工試料と溶体化処理—加工試料との加工硬化及び焼鈍軟化の差違を明らかにしようと企てた。

II. 試料並実験方法

前報迄に使用した Timken 合金の残材を 12 mm 径に鍛造し、之より平行部 8 mm 径、標点距離 80 mm の引張試験片を削り出した。之を 1200° 6 h W.Q の溶体化並びに完全軟化処理後、850° 5 h 次いで 700° 200 h の二段時効処理を行つて  $\sigma$ -相を完全に析出させた (Hv ~ 240)。この状態は常温で引張度と約 12% 絞で破断するので、5 t アムスラー万能試験機により 0 ~ 10% の引張加工を行い、之を約 20 mm 長さに切断して硬度測定試料とした。次に之等の時効—加工処理した試験片に就き 600 ~ 1000°C 間 100°C 隔きの各温度に 1000 h 迄累計的に繰返焼鈍し、適時油冷後、検鏡並びにピッカース硬度を測定して軟化の進行を追求した。

III. 実験結果並考察

Fig. 1 は一例として加工度 0 ~ 10% の時効—加工試