

### III. 高温金属顕微鏡用対物鏡

高温金属顕微鏡に使用する対物鏡は高温の試料に近接して、検鏡を行う関係上、作動距離の長いものを必要とする。高倍率対物鏡では作動距離と分解能は逆比例するため従来の屈折系対物鏡を使用して十分な作動距離を得るためには、分解能(従つて開口数)を小さくしなければならない。そこで分解能を犠牲にする事なく、長作動距離で高い分解能を保持する対物鏡が種々考案された。

著者の一人は高温顕微鏡用対物鏡として、1)長作動距離(少くも 5mm 以上)、2)高倍率、3)像が明るく分解能がよいことの3点を満足するような特殊な組立てによる

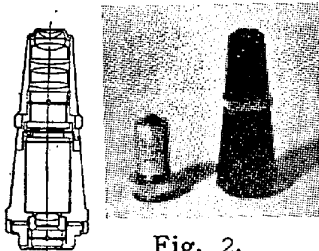


Fig. 2.

屈折系対物鏡を新しく試作した。Fig. 2がその断面図である。これは固有倍率40倍、N.A.=0.62、作動距離=5.8mm、で作動距離を光学的に長くするため負レンズ系を対物鏡の光学

系中に組合わせて、主焦点の位置を前方に移動したものである。

### IV. 実験

Fig. 3は高温顕微鏡によるシネカメラ撮影装置を示す。

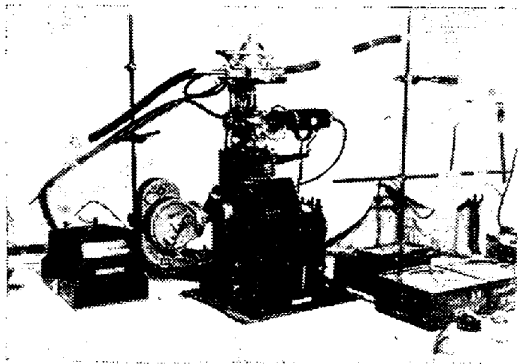


Fig. 3.

カメラは Bell and Howell 16mm カメラで8駒/秒~最高 64 駒/秒の6段切換えと1駒撮りも可能である。フィルムは反転フィルム百呎長を使用した。実験に使用した試料の化学成分は Table 1 のようである。

1) Ni-Cr-Mo 鋼 (SNCMI) について、連続冷却した場合の上部ベイナイトの発生成長状態を 24 駒/秒でもつて撮影した。1100°C に1時間保持しオーステナイト化して電流を切つてより約5分経過して 540°C に達し上部ベイナイトが発生する。この場合の上部ベイナイ

Table 1. Chemical analysis of steels used

Steels used	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	V
Ni-Cr-Mo steel	0.31	0.26	0.58	1.10	1.14	0.24	0.010	0.008	
Cold die steel	0.99	0.31	0.57		5.24	0.97			0.43
Forging die steel	0.72	0.25	0.73	1.79	0.90	0.21	0.015	0.010	
Mild steel	0.028	0.25					0.016	0.015	

トは平行縞状に粒界等から主に発生する。その発生速度は非常に速く所謂 successive abrupt formation<sup>1)</sup> である。

2) 冷間ダイス鋼および鍛造型鋼 (SKF5) について恒温変態せしめた場合の上部ベイナイトと下部ベイナイトの発生成長状態を 16 駒/秒でもつて撮影した。1100°C に1時間保持、オーステナイト化して、電流を切つてより高純度アルゴンガスを吹込んで急冷し所定温度に保持して、恒温変態せしめた。

3) 冷間圧延せる電磁軟鋼について、その再結晶と結晶粒成長を1駒撮りで撮影した。約 300°C の再結晶温度以下の温度では圧延された扁平形粒が薄くかすかに見える。しかして約 500°C において、粒界や非金属介在物等に再結晶によつて生じた微細粒が密集して現われる。更に 720°C になつて再結晶によつてできた成長粒が明瞭に現われ、750°C に長時間保持する結晶粒の成長が行われる。粒成長による粒界移動は粒界の曲線中心に向つて行われ結晶粒界の三重点は尖角から 120°C になる迄、曲率中心に向つて移動する。また粒界移動が非金属介在物によつて阻止される状態が見られた。

#### 文 献

- 1) J. R. Vilella, G. E. Guellich and E. C. Buin., Mass Inst Tech., Thesis, vol 24

### (24) 耐熱鋼の研究 (XI)

(含 Ti, B 16-25-6合金のウォーム・ワークと加工を受けた材料の時効組織)

(Study of Heat-Resisting Steels (XI))

Eiichiro Asano.

東都製鋼技術部 浅野栄一郎

#### I. 緒 言

Timken 16-25-6 耐熱鋼に Ti, および B を夫々単独および併用添加した合金の析出現象については (X)

報にて詳しく報告した。今回は同様の合金に、650°Cにてウォーム・ワークを加えたものについて、それを650°C、750°Cに焼戻し、焼戻しによる加工効果の喪失を調べて、含Ti, B 16-25-6合金に対するウォーム・ワークの効果を検討し、一方組織を観察して、加工を受けた含Ti, B 16-25-6合金の焼戻しにおける析出現象を調べた。

## II. 試料及び実験方法

試料は、Table 1の如き化学成分のもので、高周波電気炉にて3kg.づつ熔製し、熱間鍛造を加えて試験片とした。試片は、#D1, #D3は1150°C×1h, #D2は1200°C×1h.の溶体化処理を加えて後、引張り試験片を削り出した。ウォーム・ワークを加える方法は、(Ⅱ)報において使った方法をやや改良したもので、アムスラー引張り試験による熱間引張りによつた。引張り試験片は、温度の均一をはかるために、上下をステンレスのチャックで、ネジによつてくわへ、このチャックごと炉の中へ入る様にした。本合金の加工法として、ホット・コールドワークおよびウォーム・ワーク(コールド・ワーク)等が考えられるが、加工を最も有効にするのはウォーム・ワーク(650°C)であるので、それについてのみ実験を行つた。650°Cにて熱間引張りを行つた試片は、引張りによる伸によつて生じた各部の断面収縮率を測定後、外側より0.5mm程研磨して硬度を求め、各部の断面収縮率(近似的に加工歪程度を示す)と硬度との関係を求め、然る後に各試片を650°Cおよび750°Cにて1h.~500h.にわたつて焼戻しを行い、硬度変化と組織を観察した。

## III. 実験結果及び考察

### (1) ウォーム・ワーク直後の試料

熱間引張りによる試片の各部の断面収縮率と、破断部からの距離との関係については、#D1, #D2, #D3の間に著しい差は認められなかつた。また、各部の断面収縮率(加工量)と硬度との関係は、一般に加工量が多い程硬度も上がるが、その差は各部の断面収縮率が約16~30%に変わる間に硬度はHv 245~270と変化している程度である。なお、加工前の硬度は、一般にHv 150~160位

である。かつ、これについても#D1, #D2, #D3の試料による相違は少なかつた。

### (2) 焼戻し試料

(a) 650°Cにてウォーム・ワークした試料を、再び650°Cにて焼戻した場合の硬度変化の例をFig. 1およびFig. 2に示す。即ち、Fig. 1は試料#D1, Fig. 2は試料#D3についてである。これによると、650°Cでは焼戻しが進むにつれて硬度は少しづつ低下するが、これは加工歪が除去される一方、650°Cでは伸々析出硬化が起らないためと思われる。しかし、10h.頃から硬度は一応安定してくる傾向を示し、650°Cの焼戻しによつても加工効果が相当に残留していることが想像される。その際の組織を調べると、何れも結晶粒は加工方向に引張られて細長くなつてはいるが、析出は#D1, #D2では10h.頃から粒界に現われ始め、60h.となつても粒内に多少の析出が認められる程度である。#D3についても、650°Cの焼戻しでは#D1と似た組織を示す。

(b) 750°Cの焼戻しについては、長時間後の結果に目標をおいた結果、短時間における変化は省いたが650°Cの場合より加工歪が失われることは勿論である。しかし、一方析出硬化も著しいために、40h.後では加工直後と同じ硬度を示し、150h. 300h.と焼戻しが長くなるにつれて硬化が進む。例えば、#D1(Fig. 3)では、150~300h.でHv 260程度、#D2ではHv 300となり、これは加工を加えなかつた場合の析出硬度より遙かに高い値であり、加工が析出硬化にも著しく影響している事が判る。#D3では、前報に述べた如く析出硬化が遅く、かつ少いので40h.後では加工直後より可成り軟くなるが、その後析出硬化して150~300h.でHv 260~270に上るが、これも加工しない時の析出硬度より著しく高い値である。組織では、#D1, #D2は、40h.にして全面に激しく析出し、その程度は加工を加えざる場合の同じ750°C時効では500h.以上の時効の場合に認められるものである。#D3では、#D1, #D2と析出組織が異なるが、これも加工によつて析出が著しく促進されている。

かように、加工を受けた含Ti, B 16-25-6合金の析出組織は、加工を受けざる場合のそれと多少異つた様を呈するが、詳細は講演において報告する。

Table 1.

Marks	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Ti	B	Al	Fe
#D1	0.04	0.729	1.33	23.42	17.14	7.29	0.68	—	tr.	Balance
#D2	0.06	0.812	1.31	24.20	17.00	7.15	1.86	—	tr.	Balance
#D3	0.06	0.477	1.29	23.40	17.14	7.23	—	0.085	tr.	Balance

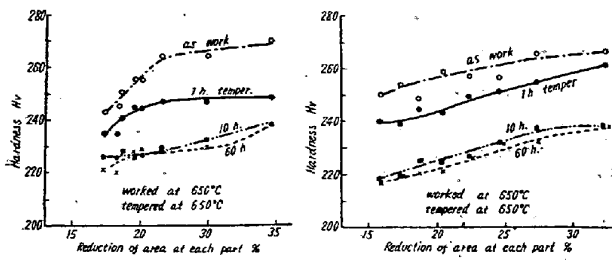


Fig. 1. Sample #D1 Fig. 2. Sample #D3

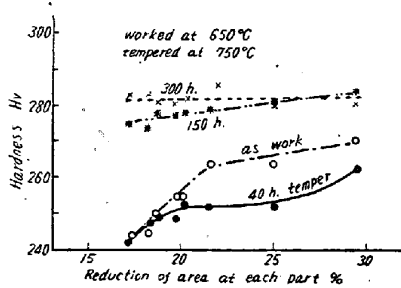


Fig. 3. Sample #D1

(25) Timken 16-25-6 の高温機械的性質に関する研究 (III)

Studies on Mechanical Properties of Timken 16-25-6 at Elevated Temperatures (III)

Taro Hasegawa, et alii.

住友金属工業 K.K. 製鋼所研究課

工〇長谷川太郎・落合 治・稻生 順一

I. 緒 言

第 1, 2 報迄に Timken 材の高温機械的性質におよぼす熱処理の影響についてのべてきた。是等の研究により本材の使用条件に適した熱処理法としては, as forge-700°C 20% hot cold working が適当なることが 650°C における数百時間以下のクリーブ破断試験および高温引張試験により確かめられた。また高温機械的性質は試験中の析出硬化により甚しい影響をうけることが認められた。即ち試験中の時効硬化が著しく起る熱処理条件では短時間試験の抗張力, 降伏点, クリーブ破断応力は向上し, 逆に伸, 絞が低下し, またこれ等の現象は高温, 長時間の試験となる程明瞭にその影響があらわれた。

今回は上述の 700°C 20% hot-cold working の条件を標準熱処理とし, 更に固溶化処理, 固溶化処理一時効の 3 種の熱処理状態の試料につき常温および高温引張試験, 600, 650, 700°C における長時間クリーブおよび

クリーブ破断試験を行い, 各熱処理法の長時間高温機械的性質におよぼす影響を比較すると共に本材の使用上の設計資料の参考に資せんとした。

II. 実 験 法

100 kg 塩基性高周波炉にて熔解し 20 kg 鋼塊に铸込み, これを鍛造して 25 mmφ (鍛練比 5 以上) に鍛伸した素材を試験材とした。供試材の化学成分を Table 1 に示す。供試材は Table 2 に示す 3 種の熱処理を施し引張試験片 (8.5φ×50 mm) およびクリーブ試験片 (12φ×100 mm) クリーブ破断試験片 (6.35φ×36.5 mm) の試験片を採取した。高温引張試験は試験温度に 20 mn 保持後 0.88 mm/mn の速度にて引張り, Baldwin 社製応力-歪自記装置により応力-歪曲線を自記し 0.2% 永久歪にて降伏点を測定, 伸は標点距離 35.5 mm にて測定した。

クリーブおよびクリーブ破断試験は夫々 A.S.T.M. E 22-41 および A.S.T.M. E 85-50 T に従つて実施した。

Table 1. Chemical composition of material tested

symbol	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N
T 12	0.08	0.86	1.20	0.019	0.015	17.19	24.73	6.00	0.12

Table 2. Heat treatments of material tested

symbol	Heat treatment
H. C. W.	after heated 4 h. at 700°C, hot-cold worked from 23 mm φ, machined to 21 mm φ bar, then stress-relieved 6 h. at 650°C and air-cooled.
Sol.	solution-treated 1 h. at 1150°C and water-cooled.
P. H.	solution-treated 1 h. at 1150°C and water-cooled, then aged 25 h. at 750°C. and air-cooled.

III. 短時間引張試験結果

H.C.W., Sol., P.H. の各試料について常温, 高温引張試験を行つた結果次のことが観察された。

1. H.C.W. の試料は 750°C 以下の試験温度にて他の熱処理の試料より降伏点, 抗張力が高く, 700°C 以上の高温でも抗張力は著しく低下しない。650°C 以下の試験温度では H.C.W. の試料は著しく降伏比が高いが, 700°C 以上では降伏比が低下している。