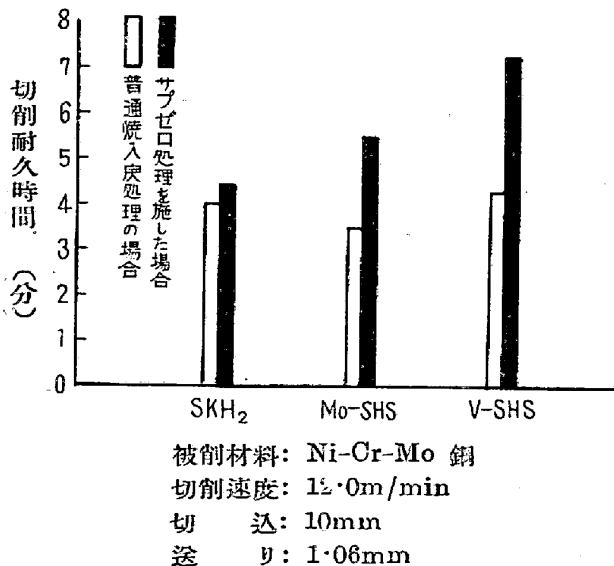


く、それ以上回数を増すと硬度は低下するが、高バナヂウム高速度鋼は3回以上繰返しても硬度は低下しない。

(4) 第2図に各種高速度鋼の酸素滲透状況を示したと同図から明らかな様に、標準高速度鋼ではCoを多く含有する程酸素の滲透が著しくスケール層が厚くなる。又モリブデン高速度鋼は極めて著しく、他のものに比べてスケールの巾が非常に大きい。これに反し高バナヂウム高速度鋼の場合は極めて少く、これは先に述べた表面肌のアワ立ちの様相と一致する。随つて脱炭層も同様な傾向を示し、更に焼割れの発生頻度とも関係するわけであつて、試験の結果はモリブデン高速度鋼が最も脱炭甚だしく又焼割れも多く、高バナヂウム高速度鋼に於いてはそれ等の心配は殆んどない。

#### IV. Sub-zero 処理の影響

最近とみに注目されて来た新しい熱処理法に周知の如く Sub-zero 処理がある。高速度鋼にこれを行うと残留オーステナイトがマルテン化して硬度を増すと共に内部応力が除去されて強靱になり、切削性能が著しく向上すると云われている。Sub-zero 処理の影響に就いては筆者は現在基礎的な試験を続けており、その試験結果に就いては次の機会に報告する予定であるが、今 Sub-zero 処理を施したものと施さないものとの比較試験を行つた一端を示すと第3図の様である。試験鋼種は第2種、モ



第3図 各種高速度鋼の普通焼入焼戻処理とSub-zero 処理を施した場合との耐久力の比較 (3回の平均)

リブデン (5-4-1.5-Mo 5), 高バナヂウムの各高速度鋼、Sub-zero 処理は焼入後液体酸素に5時間浸漬し後焼戻しこれを3回繰返した。同図から窺われる様に第2種はSub-zero 処理の効果があまり無い様であるが、モリブ

デン及び高バナヂウム高速度鋼では Sub-zero 処理により耐久力は増大し、特に高バナヂウム高速度鋼は著しく効果のある事が分つた。尚硬度測定並びに X 線廻折による残留オーステナイト量測定結果は、第2種に就いては残留オーステナイト量が最も少く、ために Sub-zero 処理を施しても硬度は変わらず一定であるが、他の2者はその量が多く随つて硬度増加が認められた。

結局高バナヂウム高速度鋼は焼入時に多量の残留オーステナイトを生成するために Sub-zero 処理の効果が最も顕著に認められる事が明らかにされた。

#### V. 結 言

以上本報では高バナヂウム高速度鋼の現場に於ける使用実績、熱処理上の特徴更に Sub-zero 処理の影響等に就いて述べたが、本工具鋼は価格の面から見ても標準高速度鋼に比べてタングステンの含有量が半分以下に節減されているので合金元素総量の費用は少なくて済み、Cost は可成り廉くなる。高タングステン高速度鋼の代用鋼として広く推奨し得るものである。

#### (70) 耐熱合金用高温クリープ試験装置について

(High Temperature Creep Testing Unit for Heat Resistant Alloys)

住友金屬工業 K.K. 製鋼所 工 長 谷 川 太 郎  
 ○ 落 合 治

#### I. 緒 言

近時ガスタービン用耐熱鋼、耐熱合金の生産の増加と共に、是等の材料に対する機械的性質として、最も重要なクリープ特性を試験する装置の必要を生じるに到つた。本目的に対する装置としては、我国に於いては、昭和25年4月芥川博士の発表があつたが、我々は本試験装置の如く、長時間複雑な操作、制御を要する試験装置を比較的多数に能率的に運転させ、優良なる耐熱合金製造の技術を確立する目的を以つて第1段階として6台の試験装置を完成したので、茲に之を報告する。

#### II. 試験機の構造

本装置は使用温度400~800°Cの範囲に於いて、10000時間連続使用が可能なる如く設計製作が行われている。装置は一応試験機本体、伸測定装置、温度調節装置及び温度測定装置、電源電圧調節装置の4部分に分けられる。

##### (1) 試験機本体

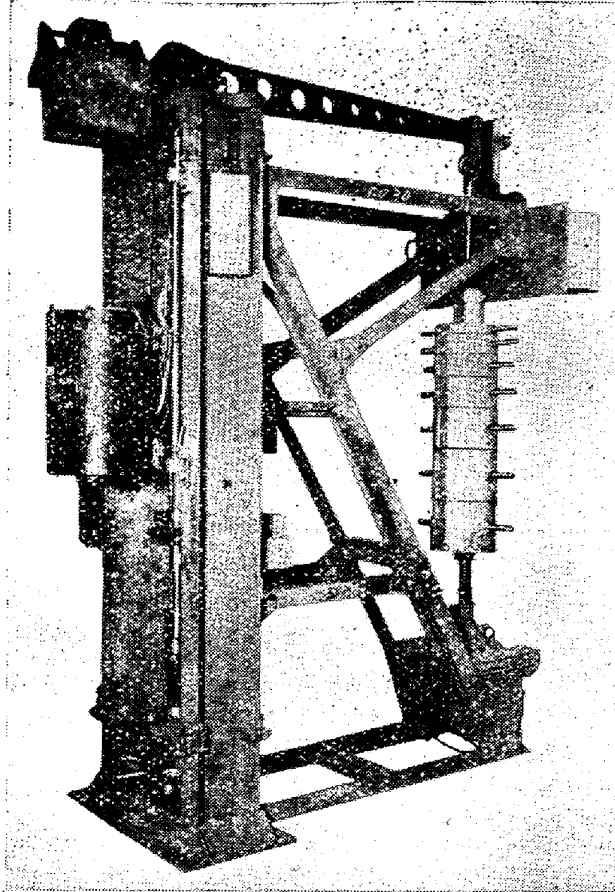


Photo. 1

試験機本体は Photo 1 に示す如きもので、6 台同一設計で、クリーブ及びクリーブ破断の両試験が可能である。試験機は何れも堅型、各個別独立のフレーム構造で、試験片はブルロッドにねぢで固定し、上下に直交するナイフエッジを使用した自在接手により、上側は荷重用槓桿に、下側は下部固定装置に連結する構造である。最大荷重は 3t 槓桿比は 20:1 である。試験片の取付具の加熱される部分は総て耐熱鋼を使用した。下部固定装置はねぢにより 50mm 上下移動が行える。

### (2) 伸測定装置

伸測定装置は、6 台の中 4 台は G. V. Smith の方法に従つて、試験片平行部の両側より伸測定用の腕を試験片中央で接触する如く取付け、各々の腕に白金板を嚙付し、白金板上に予め線をけがいておいて試験片の伸に伴ない白金板上のけがき線の交点の相対的変移を望遠顕微鏡により測定する方法である。望遠顕微鏡は倍率 100 倍、焦点距離は約 120mm で炉外より炉の窓を通して伸びを續み取る。精度は副尺にて  $1\mu$  迄読み取りが可能である。Photo 2 に望遠顕微鏡の外観及び測定時の配置を示す。

他の 2 台はストレインホロアーを使用して伸を測定する方法で、Photo 3 (紙面の都合上写真省略) の如く

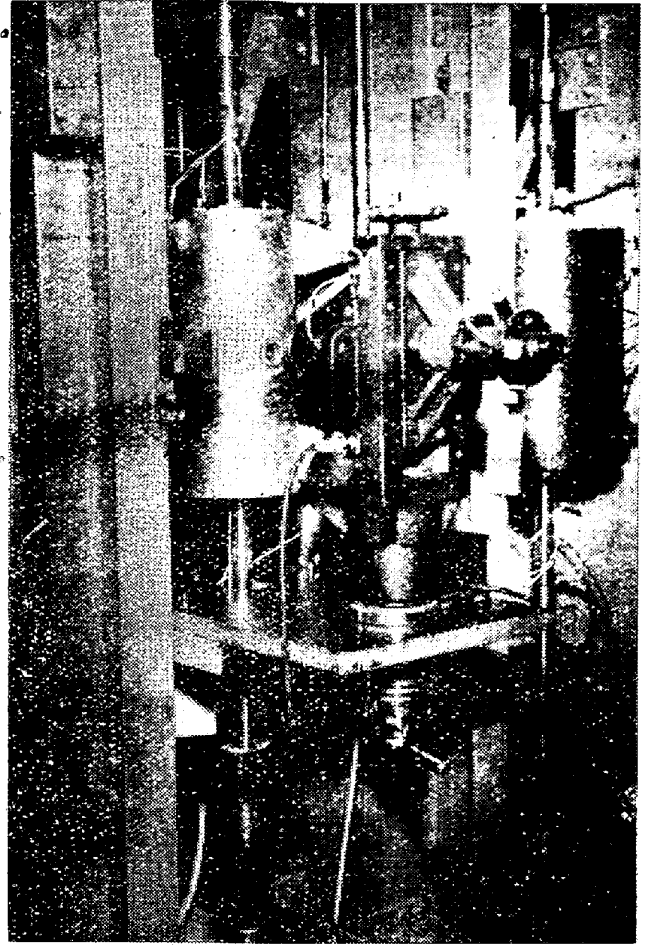


Photo. 2

試験片平行部の両端より測定用腕を加熱炉下部迄出し、其の先端各々に接点部及びマイクロメーターベッドを取付け、各々の接触部に間隙があればモーターが駆動され、マイクロメーターが突出して行き、接点部と接触すればモーターの回転が停止する様な構造である。伸量はマイクロメーターの駆動源で計数器を回転せしめ直接数字により読み取りが出来る。精度は  $1\mu$  迄読み取りが出来る。

### (3) 温度調節装置及び温度測定装置

加熱炉は 6 台共堅型のニクロム線を用いた約 1kw の電気抵抗炉で、伸測定の方法によつて多少寸度、形態が異つている。望遠顕微鏡使用の加熱炉は Photo 2, ストレインホロアーを使用する加熱炉は Photo 1 に其の外観が見られる。前者は中央部に伸測定用窓を有し、後者は炉管径及び外径が前者より大きくなつている。

温度調節装置は 6 台の中 4 台は熱電対により炉温度を検出し、標準設定電圧との微少偏差を 3 段の磁気増巾器により増巾し、偏差の大小及び正負によつて最終段増巾器において炉電流を連続的に増減する。所謂連続制御方式を使用している。此の特徴とする所は可動部分並び真

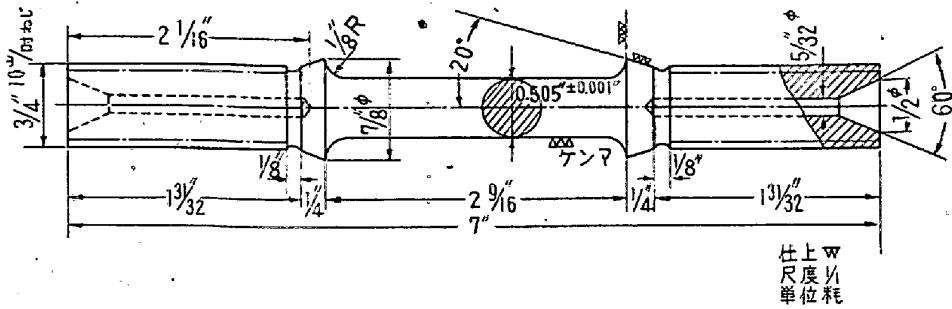


Fig. 1 クリープ試験片

空管等の比較的寿命の短い部品を必要としないので、長時間故障無しに運転出来る事及び温度の設定が一個のダイヤルの調節のみで行えるので、操作極めて容易である。他の2台は白金抵抗線の抵抗変化をブリッジ方式により検出し、一定の抵抗を加熱炉回路に挿入、或いは抵抗を短絡せしめ温度制御を行う方式である。此の方法は温度調節が前者より正確な特徴を有するが、真空管（平均寿命7000時間の特殊管を各セットに付1個）、水銀スイッチ等の定期的交換を必要とする欠点を有する。兩者共温度調節の精度  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、連続10000時間使用出来る如く各部品の設計製作に考慮を払った。

温度の測定は C. A. 熱電対を使用し、常時電子管自動平衡電位差計式記録計に温度を記録せしめ、精密なる測定は電位差計により測定を行う。試験中の C. A. 熱電対の劣化を考慮して、随時交換可能なる如く熱電対挿入口を設けた。温度測定は試験片取付前に、予め試験片と同形の温度分布測定片により炉内温度分布並びに温度の設定を行い充分平衡状態にした後、試験片と交換する。試験片は平行部上下2点の温度を試験中一定の時間毎に測定を行う。

熱電対零接点は総て氷点を用い、氷の細粒を充填した魔法瓶を冷蔵庫内に置いて、氷点温度の保持時間を長くした。

(4) 電源電圧調節装置

電源としては220V電源を取っているが、最大  $\pm 20\text{V}$  の変動があるので、誘導電圧調整機を用いて電圧調節を行う方法を採用した。調節感度は  $200\text{V} \pm 2.5\text{V}$  の範囲で可能である。停電対策としては専用配電線を設け、停電時は自家発電設備により直ちに切替供給される如く設備した。

III. 試験片の形状

クリープ試験片の形状を Fig. 1、クリープ破断試験片の形状を Fig. 2 に示す。(Fig. 2 は紙面の都合上省略講演会場にて掲示)

IV. クリープ試験装置の仕様

本試験装置の仕様を以下に述べる。

- 容量: 3t
- クリープ試験 <  $23.0\text{kg/mm}^2$
- クリープ破断試験 <  $93.5\text{kg/mm}^2$
- 伸測定:  $1/1000\text{mm}$
- 温度:  $400^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$  に於いて  $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- 試験時間: 10000 時間

(71) 耐熱鋼の研究 (X)

LCN-155 における N, Cb の影響

S-816 における Cb の影響

Study on the Heat-Resisting Steels (X). (Influences of N & Cb on LCN-155, Influences of Cb on S-816)

日本特殊鋼 K. K. 試験課長 工 出口 喜 勇 爾

I. 緒 言

筆者はさきに「耐熱鋼の研究 Ⅱ」<sup>1)</sup>のなかにおいて、19-9DL 類似、Timken 16-25-6、LCN-155 (Cb 含まず) の各種熱処理後の硬度、高温機械的性質、高温クリープ強さ(短時間法)におよぼす N 約 0.13% 添加の影響について研究報告し、また「耐熱鋼の研究 K」<sup>2)</sup>においては、特に Timken 16-25-6 におよぼす N の影響を電子顕微鏡的考察とあわせて研究報告した。ところで LCN-155 や S-816 はガスタービンあるいはジェットエンジン用耐熱材料として現在工場において大容量の製造研究が行われているので、これの N, Cb の影響につき試験した結果をつぎに報告する。

II. 試 料

研究用高周波電気炉によつて 8kg 鋼塊を熔製した。その化学成分を第1表に示す。LCN-155 の N 含量の変化は窒化フェロクロムの添加によつた。S-816 類似は S