

硬度については、略抗折力と同様の関係が見られる。即ち C 一定とする場合、低 C の側では、Si が増加するにつれて硬度が増すが、Si の高い 16 % 附近では、C % が増加するに従い著しい硬度減少を現わす。

以上の結果を顕微鏡組織より考察する。多くの Fe-Si 二元平衡状態図及び H. Hanemann, H. Jass の Fe-Si-C 三元平衡状態図より考えると Si 15 % 附近迄の低 Si 側では、シリコフェライト (α) + 黒鉛の組織であるが、Si 16 % 以上の合金では更に θ 相 (Fe_3Si_3 或いは Fe_3Si_2) 又は ϵ 相 ($FeSi$) の析出が起り得る。本実験では θ , ϵ 相は殆ど認められなかつた。黒鉛の形状、大きさ並に分布状態が組成に従つて相当著しい差違を示し之が抗折力や硬度に影響を与えていると考えられる。

Si 14~15.5 % の範囲では、C 0.3~0.4 % で比較的小さい片状黒鉛が現われ、C 0.5~0.6 % では概して所謂ばら状黒鉛となり、C がそれ以上になると上記 α - ϵ 共晶線まで黒鉛の形状が大となつて行く。Si の高い、16 % 附近では、黒鉛の形状はばら状黒鉛から更に C が増加すると形状が大となつて行き星状又は塊状黒鉛を混える。要するに C % 増加すると黒鉛の量を増し、形状も大となるが、低 Si のものでは、C の増加の影響が少く高 Si となるに従い C 増加の影響が著しくなる。上述の高 Si, 高 C 成分の抗折力及び硬度の低下は、この黒

鉛の影響と考えられる。ばら状黒鉛組織のものは、概して抗折力が高い。又二三比較的低 C 試料で、極めて微細な黒鉛が網目状に分布せる過冷共晶黒鉛組織のものが現われ、抗折力、硬度共に高く、撓みが低いのであるが、之は冷却速度の影響と考えるので、引続き検討することになつている。

b) 耐酸性に及ぼす Si, C の影響

結果を第 3 図に示す。Si の影響は見られるが、C は判然としなかつた。

文 献

- 1) H. Hanemann u. H. Jass: 東北大學理科報告, 本多記念號 (1936) 798.

(62) 耐熱鋼の長時間クリープ試験について (II)

(Long-Time Creep Test on Heat-Resisting Steels. (II))

Takeshi Akutagawa, Lecturer, et alii.

東京大学工学部教授工博 ○芥 川 武

” 講師 藤 田 利 夫

商船大学機関科 竹 村 数 男

I. 緒 言

第 1 報に於て、長時間クリープ試験に就いての試験機本体、温度調節装置、伸び測定装置等及び本試験装置に依る 2, 3 の実験結果を述べた。

本報は、これ等装置の一部改良と、18-8 不銹鋼の実験結果を述べる。

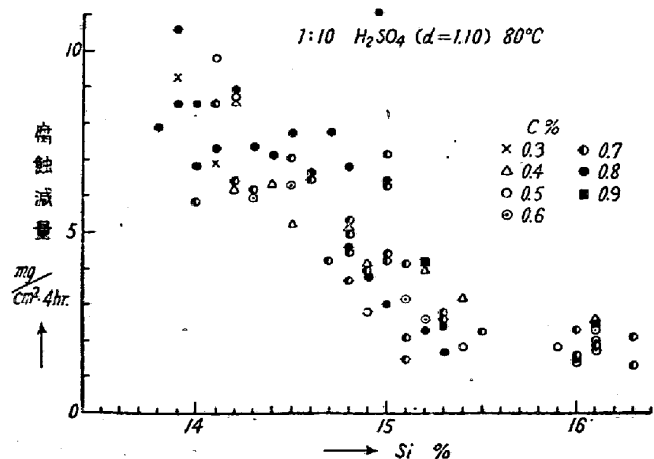
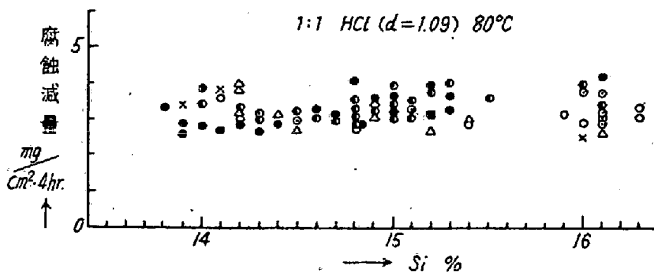
II. 試験装置の改良

(1) 自動電圧調節器。

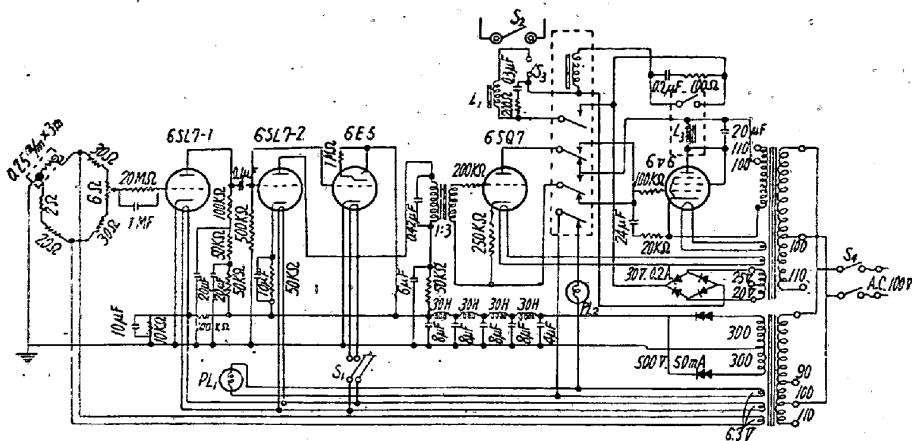
第 1 報に述べた磁気増巾型のものは、性能は良いが、試験機の増設 (計 8 台) に伴い、容量不足となつたので 15 kVA の単相誘導電圧調節器を採用し、各試験機の電気炉へは、変圧器を通して、130 V~200 V まで適當なる電圧を与え得る様にして居る。

(2) 自動温度調節器

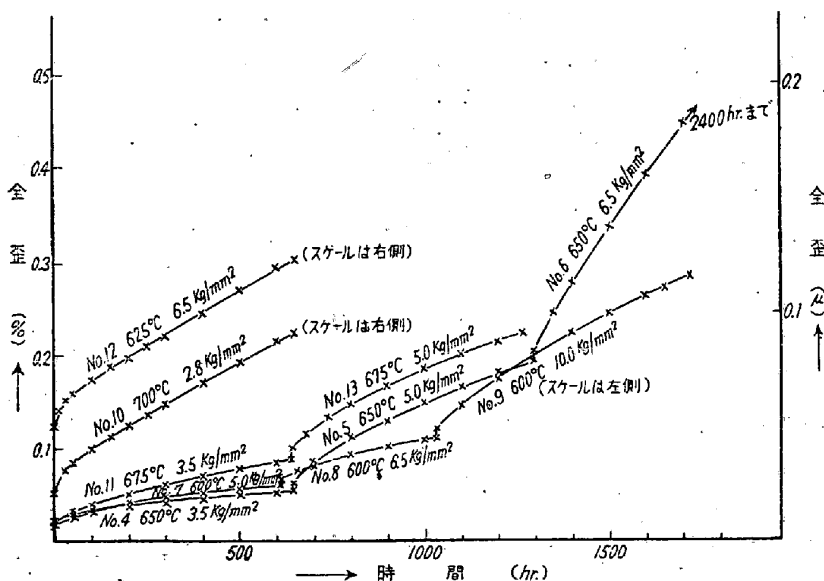
電子管式自動温度調節器の信頼性を高める為、電子管の数を減じ、しかも感度の低下をきたさない様に改良した。この回路図を第 1 図に示す。即ち本調節器の電圧増巾管には、6SL7GT, 1本を使用し、制御管には 6SQ7, 継電器管には 6V6 を使用して居る。継電器の接点は、長時間安定なる様に設計し、連続 100,000 hr. の使用に



第 3 圖 耐酸性に及ぼす Si, C の影響



第 1 圖 改良型自動溫度調節器回路圖



第 2 圖 クリープ歪—時間曲線

耐える様にして居る。又温度を整定するポテンショメータ型の撓動線を太くし、且つ接点には PGS. 1号接点を使用し、接触抵抗の変化による温度変化が出来るだけ小さくなる様に改良した。

現在まで、この改良型の温度調節器を約 10,000 hr. 使用しているが、電子管、その他の故障は全くなく、且つ温度の制御も極めて良い。(2000~3000 hr. 程度の試験中の温度変化は 600~700°C 附近では、±0.5°C 以内である。)

(3) 電気炉及び伸び測定用装置。

電気炉は従来の外径 18 cm, 内径 7 cm, 長さ 52 cm のものを、外径 22 cm, 内径 6 cm, 長さ 40 cm とし、断熱方法も変えて、熱損失を極力小さくした。これにより 650°C 附近に於ける消費電力は約 35 % 節約出来る。尚炉内の温度分布は電気炉の電熱線を上下に分け、上部の電熱線の間と並列の可変抵抗 (150 Ω~350 Ω) を外部

に挿入する事により、加熱開始より 20 hr. 程度で試験片の上下の温度差は 600~700°C 附近では、1°C 以内になる。

伸び測定は望遠顕微鏡にて行うが左右のバーニャーの同時微動を可能とし、伸びを迅速に直読し得る様にした。これにより、従来のネジによる誤差がなくなり、伸び測定の精度は良くなった。

III. 実験結果

18-8 不銹鋼の 600°C, 625°C, 650°C, 675°C, 700°C の各温度に於て、荷重を段階的に大きくして、クリープ歪—時間の関係を測定した。その結果を第 2 図に示す。

段階的のクリープに於て、第 2 段目のクリープは第 1 段目のクリープの影響を受けているので、第 2 段目のクリープには、これに相当する時間を考慮に入れなければならぬ。

Parker and Hazlett⁴⁾ は Ni のクリープの解析に際し、次の式を用いている。

$$\epsilon - \epsilon_0 = At^b$$

ϵ : 全 歪

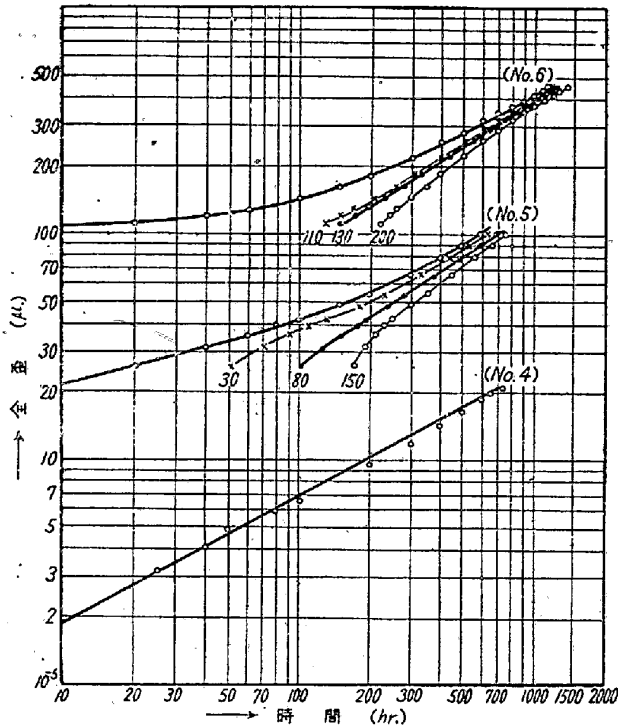
ϵ_0 : 荷重をかけた時の瞬間に生ずる歪

t : 時 間

A, b : 常 数

この式からクリープ歪-時間の関係を両対数で画けば、直線になる。著者等は、18-8 不銹鋼についても、この式があてはまると考え、第 3 図の如くクリープ歪-時間の関係を両対数でとつた。但し、第 2 段以降は、前段迄のクリープ歪を加算されたものである。

これによると、第 1 段目のクリープ曲線は大体、直線になるが、第 2 段以降のクリープ曲線は下に凸の曲線となり、Parker の式が成立するものとする故、時間の補正が必要となる。それで第 2 段目の曲線が直線となる為の時間を図表から求めると、約 80 hr. である。従つて第 2 段目のクリープの開始点は最初から第 2 段目の荷重をかけた場合の 80 hr. に相当する事となる。第 3 段目のクリープ曲線についても同様である。



第3圖 クリープ歪—時間線圖

この様にして相当補正時間を考慮にいれたものは応力とクリープ歪速度 (%/hr.) の関係を両対数にすればより直線性を持つて居る。

しかしこの方法は、500~600 hr. のクリープに対し適用されるもので、数千時間の如き長時間のクリープには適用することは我々の行つた 2300 時間の測定及び外国文献による長時間クリープ試験結果に適用して見るとかなり無理である。

文 献

- 1) H. J. Tapsell: "Creep of Metals," 1931.
- 2) R. G. Sturm; F. M. Howell: "A Method of Analyzing Creep Data." J. of Applied Mech. 1936, 58. A 62-66.
- 3) J. D. Lubahn: "Creep of Metals—Cold Working of Metals," A. S. M.
- 4) E. R. Parker; T. H. Hazlett: "Nature of the Creep Curve." J. of Metals 1953, Feb. Trans. Supplement.

(63) 耐熱鋼 Timken に及ぼす窒素の影響 (IV)

(焼戻に於ける析出による諸変化及び析出物に就て)

(Influence of Nitrogen on the Heat-Resisting

Steel Timken—IV.)

Kazuo Tanosaki, Lecturer, et alius.

東北大学教授 金属材料研究所

工博 今井勇之進

同助手

工 〇田野崎和夫

I. 緒 言

先に耐熱鋼 Timken の時効硬化及び X 線等による析出物の決定を行つた結果に就て報告したが、針金状試料に就ての結果は、X 線の廻折線がぼやけ、その解析は困難であり、而も比較の標準には、単元素の窒化物及び炭化物しか用いなかつた。その後 H. J. Beattie 等 (Trans. A. S. M. 45 1953 p. 397) は、815°C の時効に於て、六方晶形の CrMoN_x なる複窒化物の新相の存在を明らかにした。これ等の事実により本問題を再検討した。従つて本報に於ては、溶体化処理後、焼戻に於ける変化を、硬度、組織熱、膨脹、比熱、電気抵抗等によつて調べ、又析出していると思われる温度で、種々な時効を行つたものを HCl で電解し、その残渣を X 線、分光分析及び化学分析によつて決定し、更に電子顕微鏡によつて発達の状態を調べた結果について報告する。

II. 試験及実験方法

試料の成分は前報同様約 C 0.1%, Mn 1.3%, Cr 16%, Ni 25%, Mo 6%, Si 0.54% に窒素の量を夫々 A: 0.048% (Ti, Al 添加したもので実際の固溶窒素は極微の筈), B: 0.042% (Ti 添加), C: 0.055%, D: 0.073%, E: 0.16% に変化させたものである。溶体化処理として 1200°C 及び 1250°C に 1 時間保持後水冷した。電解抽出による析出物の研究には、主に実用材料の試料 E を用いた。試料の寸法は熱膨脹計用には、φ5×170 mm の棒状、硬度及び検鏡用には φ8×113 mm の円筒状、電気抵抗には φ0.5×1120 mm の針金比熱用には外径約 20 mm、内径約 10 mm、高さ、外側 30 mm 及び内側 20 mm の円筒状試料を用いた。電解抽出は 10% HCl 溶液に炭素陰極を用い、約 0.15 amp/in² の電流密度にて行つた。X 線分析は Cr の K_α (filter V₂O₅) を用い、Debye-Scherrer 法によつた。

III. 実験結果及考察

1) 焼戻に於ける諸変化
 第1図に一例として試料 E に就いて 1250°C 水焼入後焼戻に於ける硬度、示差熱膨脹、比熱及び電気抵抗の変化を示す。熱膨脹は同一試料の 1000°C 迄焼戻したも