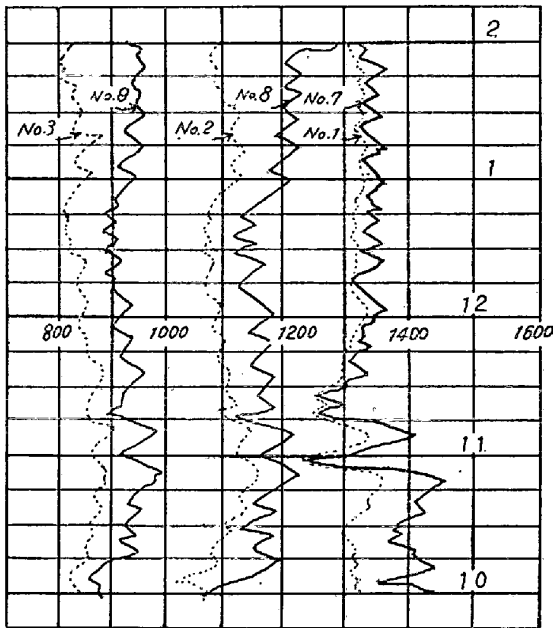


- c. No. 7 における PR 高温計
- d. No. 1 における輻射高温計 (開放管)
- e. No. 4 における輻射高温計 (開放管及び閉端管)

尚、B、C点でも上記 a、c に相当する実験を行つた。その結果の一例を第3圖に示す。これによると丸鋼転送による温度の変化は側壁より天井の方が敏感に出ている。特にA点では、



第3圖 爐内温度記録の一例

イ. 炉内では丸鋼の両端が早く昇熱する為 A 点に転送される前に、丸鋼両端は既に 1250°C 以上になつてゐることが多いので、No. 1 の温度記録は変化が少い。又逆に冷風の侵入が続く様なことがあると、丸鋼の端面は急冷することがある。

ロ. No. 1 の場所には炉床上にスケールが高く固りつき 3 日間位でカップルをかくす位になつて温度は丸鋼温度より低くなり、又甚だ鈍感になつて棒状記録となる。以上の理由で a の方法は不適である。又 e の方法は開放管では煙の妨害があり、閉端管は敏感であるが、この種の加熱炉ではよく損傷をうけるので、現在では全部天井で测温している。結局丸鋼を 1 パッチ転送した時に、No. 7 の温度記録が余り変化しない様に A、B、C 点の温度を定めれば良い。然し A、B、C 点の温度はある温度迄しか上昇出来ないで、それによつて、1 パッチの本数が定まるのである。

§ 3. 丸鋼温度と炉内温度の関係

加熱炉が順順に作業されている時は、丸鋼温度と天井又は側壁で測つた炉内温度とは略々一定の温度差があることを知り得た。特に No. 7 の温度と丸鋼穿孔後の温

度を光電管で測定したものとを比較して、前記のことを確めた。

§ 4. 炉内圧と炉内温度の関係

炉内圧が変動すると、炉内温度が著しく変動することがわかつた。故に炉内温度で加熱の調節をする時には、炉内圧は一定にしておかねばならない。上記の様な実験と研究を行い、我々は丸鋼の外徑別に

- i) No. 7, 8 及び 9 の温度
- ii) 1 パッチの本数
- iii) 毎時抽出本数

を定め、始めは手動制御によつて温度の調節を行つた炉内圧は始めから自動制御を行つた。その結果加熱作業は改善されたが、その効果を一層大にするために、加熱炉を改造して前部及び上部加熱の二带式加熱炉とし、温度調節を自動にして現在に到つている。

(73) ガスタービン用 Ni-Cr-Co 系耐熱鋼の時効に及ぼす各種元素の影響について

(Influence of C, Si, Mn, Ni, Cr, Co, W, Mo & W+Mo on the Ni-Cr-Co 15-20-15 Heat Restisting Steel.)

日立製作所安來工場 工博 小柴定男・〇 九重常男

I. 緒 言

前回 Ni-Cr 系耐熱鋼の時効に及ぼす各種元素の影響について報告したが、今回は Ni 15-Cr 20-Co 15% 系耐熱鋼の時効に及ぼす C, Si, Mn, Ni, Cr, Co, W, Mo 及び W+Mo の影響について調べた。即ち Ni-Cr-Co 系耐熱鋼の基準成分として C 0.4, Si 1.0, Mn 1.5, Ni 15, Cr 20, Co 15% を選び、各元素を種々の範囲に変化してその影響を調べた。

II. 實 験 結 果

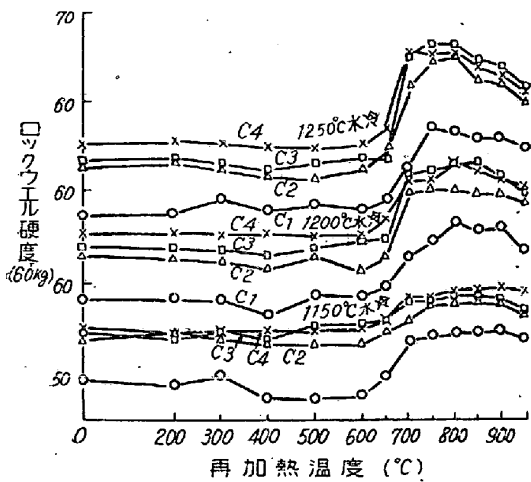
(1) C の影響

実験試料の熔製並びに実験方法は前回と同様にして行つた。先づ C 0.1~0.5% の影響を見る為第1表に示す如き試料を調整した。是等の試料について 1150~1250°C

第 1 表

	C	Si	Ni	Cr	Mn	Co
C 1	0.12	1.09	16.02	20.50	1.62	12.73
C 2	0.24	0.83	16.16	20.40	1.44	13.17
C 3	0.41	1.12	16.27	20.97	1.41	13.54
C 4	0.52	1.31	16.17	20.10	1.53	13.82

の溶体化処理温度に 30 分保持して水中冷却して硬度の変化を調べた。その結果各 C 量の試料共溶体化処理温度を上昇する程硬度を減少する。第 1 図に各溶体化処



第 1 圖

理温度の試料の時効温度による硬度の変化を示す、各溶体化処理温度共 C 量の高い試料程時効に依る硬度は概ね高い。又 C 量の高い試料程最高硬度の得られる時効温度は低温側に移動する。次に 1250°C より水冷した試料を 700, 750, 800 及び 850°C の 4 種に 50 時間時効して硬度を測定した。700°C 時効に於いては C 0.12% の場合は時効時間の長くなるに従って次第に硬度は高くなり C 0.24~0.52% の各試料は時効時間 6 時間迄は時間の長くなるに従って硬度は次第に高くなるが 6 時間以後は硬度は殆んど変化ない。750°C 及び 800°C 時効の場合は各試料共時効時間により硬度に大差なく、850°C 時効の場合 C 0.12% の試料は時効時間 12 時間迄硬度は多少の変化が認められる。

(2) 珪素の影響

前述と同様の方法で Si 0.47~2.11% の影響を調べた。Si 0.47% の試料は溶体化処理温度により硬度に大差なく、Si 1.37% の試料は温度の高くなるに従って硬度は低くなり Si 2.11% の試料は逆に高くなる。又各試料共溶体化処理温度の高くなるに従って最高硬度の得られる時効温度は低温側に移動する。而して Si 量の高い試料程この傾向は著しい。次に前述と同様時効硬度を測定した。それによると Si 0.47% の試料は時効時間 24 時間迄時間と共に硬度は高くなり、以後は殆んど変らない。Si 1.37 及び 2.11% の試料はそれぞれ時効時間 6 時間及び 12 時間迄時間と共に硬度は高くなり以後大差ない。800°C 時効の場合 Si 0.47% の試料は 12 時間迄かなりの変化が認められる。850°C 時効の場合 Si 0.47% の試料は 6 時間迄時効時間と共に硬度は高くなり、

6 時間以後は時間と共に硬度は減少する。Si 1.37 及び 2.11% の試料は時間に依り硬度は大差ない。

(3) マンガンの影響

前述と同様 Mn 1.0~2.5% の影響を調べた。各 Mn 量共溶体化処理温度を上昇する程時効による硬度の増加の程度は大きい。而して各試料共溶体化処理温度が高くなれば最高硬度の得られる時効温度は低温側に移動する。又 Mn 量の差異により最高硬度の得られる時効温度には差が認められない。次に時効時間と硬度及び顕微鏡組織との関係を調べた。

(4) ニッケルの影響

前述と同様 C, Si, Mn, Cr, Co 一定量に対し、Ni 10~30% の影響を調べた。Ni 21.76% 迄の試料は溶体化処理温度の高くなるに従い、硬度は低くなり Ni 25.92 及び 30.08% の両試料は逆に溶体化処理の高くなるに従って硬度も高くなる。次に各溶体化処理試料の時効温度による硬度の変化を測定した。それによれば溶体化処理温度の高くなるに従い、又 Ni 量の多くなるに従って最高硬度の得られる再加熱温度は低温側に移動する。而して各時効温度を通じ Ni の少ない試料程高い時効硬度を示す。次に時効時間と硬度並びに顕微鏡組織を調べた。

(5) クロムの影響

前述と同様にして Cr 15~30% の影響を調べた。溶体化処理温度の高くなるに従って各試料共硬度は低くなる。而して Cr の高い試料程高い硬度を示す。次に各試料共溶体化処理温度の高くなるに従って最高硬度の得られる時効温度は低温側に移動する。又硬化現象は Ni 量の少ない試料程著しい。

次に時効時間と硬度並びに顕微鏡組織を調べた。

(6) コバルトの影響

前述と同様にして Co 10~30% の影響を調べた。Co 10.07% の試料は溶体化処理温度の高くなるに従って硬度は低くなり Co 19.38~28.96% の各試料は 1200°C の溶体化処理で最高硬度を示す。次に各溶体化処理試料の時効温度による硬度の変化を測定した。それによれば Co 量に依り最高硬度の得られる時効温度は変わらず、溶体化処理温度が高くなっても最高硬度の得られる温度も変らない。析出硬化現象は Co 量の少ない試料程著しい。次に時効時間と硬度並びに顕微鏡組織を調べた。

(7) タングステンの影響

前述と同様 C, Si, Mn, Cr, Ni, Co 一定量に対し W 2.0~8.0% の影響を調べた。各試料共溶体化処理温度の高くなるに従って硬度は低くなる。次に各溶体化処理温度の試料の時効温度による硬度の変化を調べた。そ

れによると析出硬化は溶体化処理温度の高くなるに従つて著しく、最高硬度の得られる再加熱温度は溶体化処理温度の高くなるに従つて低温側に移動する。又 W 量に依つては W の高くなるに従つて最高硬度の得られる時効温度は高温側に移動する。

次に時効時間と硬度及び顕微鏡組織との関係を調べた。

(8) モリブデンの影響

前述と同様に Mo 2.0~8.0% の影響を調べた。各試料共溶体化処理温度の高くなるに従つて硬度は低くなる。而して Mo 4.16% の試料のみは 1200°C で最高硬度を示す。次に各試料共溶体化処理温度の高くなるに従つて最高硬度の得られる時効温度は概ね低温側に移動する。

次に時効時間と硬度及び顕微鏡組織を調べたが、Mo の少い試料は細い炭化物がオーステナイト地中に析出した組織であるが Mo が高くなるに従つてより多く異常な炭化物が結晶粒界に沿い析出する。この炭化物は一部 Cr を含んだ Mo を主体とする炭化物と思われる。

(9) モリブデン+タングステンの影響

前述と同様 W+Mo (2+4)~(4+2) % の影響を調べた。各試料共溶体化処理温度の高くなるに従つて硬度は低くなる。而して 1250°C の溶体化処理温度で特に著しい。次に各溶体化処理温度の試料の時効温度による硬度の変化並びに顕微鏡組織を調べたが前述の Mo の影響の場合と同じ傾向を示し W より Mo の方の影響が著しい。

III. 結 言

以上ガスタービン用耐熱鋼 Ni-Cr-Co 系について C, Si, Mn, Ni, Cr, Co, Mo, Mo+W の個々の影響を調べた。特に溶体化処理温度、時効温度及び時効時間の硬度及び組織に及ぼす影響を究明した。これによつて C は熔接の場合は C 量 0.15% 以下が望ましいが植込みの場合は C 0.3~0.4 が適当と思われる。Si は 0.5~1.0, Mn 1.5~2.0, Ni 13~15, Cr 20~25, Co 10~15, W+Mo は (3.0~5.0)~(5.0~3.0) % が適当と思われる。なお更にクリープ限、疲労強度等を究明してその適当量を定める必要がある。

(74) 耐熱鋼の長時間クリープ試験に就て (I)

(Long Time Creep Test on Heat-Resisting Steel. I)

東京大学教授 ○芥 川 武
三菱日本重工横濱造船所 岡 崎 正 臣
東京大学大学院學生 藤 田 利 夫
" 高 石 昭 吾
清水商船大学機関科 竹 村 數 男

I. 緒 言

最近のガスタービン、ジェットエンジンの急速な進歩に依り、その材料の高温の性質を知る上から、クリープの研究が極めて重要な位置を占めるに至つた。これ等の機械の寿命が非常に長い為、クリープ速度の精密な測定が必要とされる。この種の材料の耐熱合金鋼の場合、従来多く行われていた 50 時間以内の短時間クリープ試験では未だ初期クリープ乃至は初期クリープから定常クリープに移る中間段階の遷移クリープを知るに過ぎず、定常クリープ速度を出すことは出来ない。又初期或は遷移クリープから定常クリープ速度を正しく外挿する事は現在に於いて不可能である。A.S.T.M. の規定 (E22~41) に依れば試験時間は設計寿命の 10% 以上を可とし、1% 以下の試験結果で外挿してはならない。蒸気タービンを例にとると、少くとも 10 年以上の寿命が要求され、この為には、1000 時間以下の試験結果を使用する事は出来ない。ここに著者等は長時間精密クリープ試験法を確立し、実際に長時間クリープ試験を行う為、その設計を行い、19~9 不銹鋼についてクリープ試験を行った。第 1 報として、その試験装置並びに試験法について報告する。

II. 試験装置及び試験法

(i) 試験機

U. S. Steel Corp 型の試験機を改良した 堅型試験機を使用した。(第 1 図参照) この型の長所は垂直軸方向に荷重を加える事が容易な事で、短所は炉内試験片の上下の温度差が大きくなり易い点である。試験片をネジでチャックに固定し、アームに接続する。上下のアームはそれぞれ 2 個のナイフエッジを直交して入れて、下端は固定し、上端は荷重用横杆の一端に支えられる。試験機の高さは 1.8m 容量は 1.5ton であり、横杆の長さは 1m で横杆比は 1:9 になつている。チャック及びアームは、耐熱鋼を使用し、ナイフエッジには、工具鋼を