

が高くなっている。伸、紋は変化はない。

VII. クリープ・ラプチャー強さ

クリープ・ラプチャー試験は 600, 650, 700°C で行なつた。650°C における W% とラプチャー時間との関係を Fig. 3 に示した。600°C, 700°C でも同じであるが、W% とラプチャー時間は W 約 5・5% までの実験範囲において増加は直線的な関係を示す。C% によつても傾向は同じで、高 C 量では、ラプチャー時間は長くなる。ラプチャー伸は W% によつて変化はなく、0・1% C では伸は減少する。

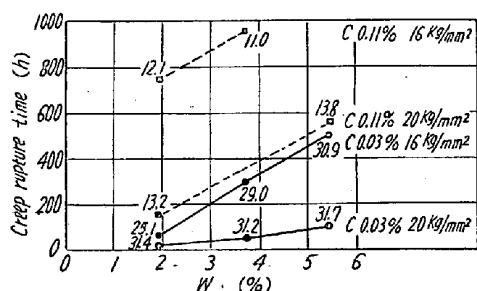


Fig. 3. Effect of W% on creep rupture time of 18Cr-12Ni stainless steels at 650°C.

VIII. 結 言

- 1) 18Cr-12Ni 系不銹鋼の時効硬さ、顕微鏡組織、析出物、常温および高温引張り強さ、クリープ・ラプチャー強さにおよぼす W% の影響について調べた。
- 2) C が存在する場合 W% の増加により時効硬さも上昇する。
- 3) X線回折により $\text{Fe}_3\text{W}_3\text{C}$, Cr_{23}C_6 を認めた。
- 4) W% の増加とともに常温、高温引張り強さ、クリープ・ラプチャー強さは直線的に増加する。

(87) 18Cr-12Ni 系不銹鋼の諸性質 におよぼす Mo の影響

金属材料技術研究所

○中川 竜一・乙黒 靖男

Effect of Mo on Properties of 18Cr-12Ni Stainless Steel.

Ryuichi Nakagawa and Yasuo Ootoguro.

I. 緒 言

18Cr-12Ni 系不銹鋼に Nb, Ti を種々 % 添加した材料の時効硬さ、顕微鏡組織の変化、電解分離による析出物の挙動、常温および高温引張り強さ、クリープ・ラプチャー強さについては、すでに報告した。本報において同様に Mo を添加した場合の影響について調べたので報告する。

II. 試 料

実験に用いた試料の組成を Table 1 に示す。M1～M4 は C を 0・02% を目標として Mo% を変え、M5～M8 は C を 0・1% を目標として Mo% を変えたものである。M9, M10 は Mo 含有の場合の C% の影響を見るため、おのおの C を 0・2, 0・3% とした。試料は高周波溶解炉で 6kg 溶解し、硬さ、組織用には 10mm 角、その他の試料用には 15mm φ の丸棒に鍛造した。

III. 時 効 硬 さ

試料は 1100°C で 1 時間溶体化処理した後、600°C, 650°C, 700°C, 750°C の各温度で時効を行ない硬さを測定した。

Fig. 1 に M4 および M8 の硬さの変化を示した。低炭素の M1～M4 のグループは M5～M8 のグループに比し全体の硬さも低く、また時効による硬さの上昇も少い。そして M1, M2, M3 は 30 時間の程度までわずかに硬化し、それ以後は逆に低下する。M4～M10 までは 500 時間までは硬化し続けている。M5～M8 では Mo 量とともに硬化の程度はいちじるしい。すなわち

Table 1. Chemical compositions (%).

	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Fe
M 1	0・022	1・66	0・95	18・40	12・06	0・85	Bal.
M 2	0・022	1・61	0・92	18・57	12・50	1・86	Bal.
M 3	0・020	1・72	0・87	18・55	12・33	2・71	Bal.
M 4	0・024	1・74	0・91	18・31	12・57	3・48	Bal.
M 5	0・11	1・66	0・91	18・01	12・60	0・91	Bal.
M 6	0・10	1・69	0・98	18・14	12・27	1・72	Bal.
M 7	0・11	1・79	0・91	18・40	12・57	2・75	Bal.
M 8	0・09	1・75	0・97	18・02	12・38	3・70	Bal.
M 9	0・20	1・93	1・04	18・12	11・92	1・97	Bal.
M 10	0・28	1・76	0・96	18・15	12・53	1・94	Bal.

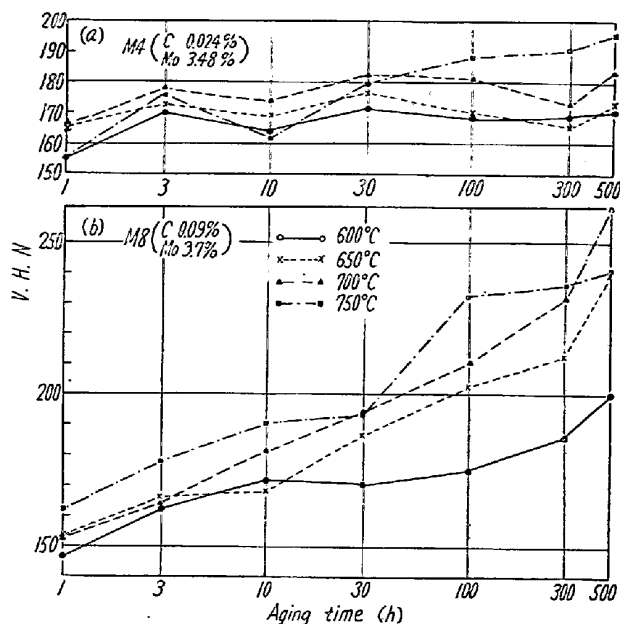


Fig. 1. Aging hardness of M4 and M8.

時効硬化は Mo を含む炭化物の析出によるものであることは明らかである。時効温度別に見ると、高炭素のグループでは低温度程硬さは低い。しかし Mo が約 3% 以下では、600°C の時効により 100 時間以後は急に硬化し、それ以上の時効温度より硬化がいちじるしい。Mo% が大体一定の M2, M6, M9, M10 を比較してみると M2 を除き、C% の増加とともにわずかに時効曲線が高くなっている。

IV. 時効による顕微鏡組織の変化

顕微鏡組織観察のための熱処理は時効硬さと同様に、1100°C×1 時間から水焼入後、600°C, 650°C, 700°C, 750°C で時効した。腐蝕液はすべて王水を用いた。

Photo. 1 に顕微鏡組織の一部を示した。溶体化処理のままでは、M1～M4 の低炭素では Mo 量の増加とともに結晶粒度は細くなる。低 C, 3.48% Mo の M4 は溶体化のまま相当量のフェライトが見られるが、Mo 2.71% の M3 では存在が認められない。また 0.09% C, 3.70% Mo の M8 でも認められない。100 時間時効後の組織では M1 は 600°C, 650°C の時効で粒界にわずかな析出物がある程度であるが、750°C になると粒内粒界に相当量の析出物が認められる。M4 では各時効温

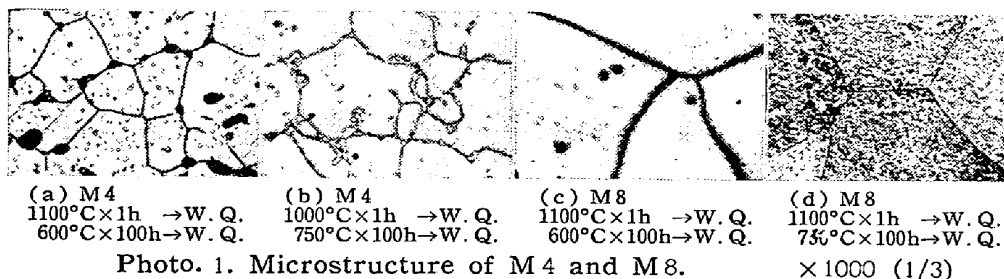


Photo. 1. Microstructure of M4 and M8.

度ともに粒界、粒内に析出物が見られるが、量的にいちじるしい差はない。M8 では 600°C で粒界に Cr_{23}C_6 が相当量見られるが、高温になる程その量は少くなり、750°C では粒界に析出物は少くなり、粒内に Mo を含む M_6C と思われる析出物が多くなる。

V. 電解分離による析出物の挙動

電解分離は 10% HCl エチルアルコール溶液中で行ない。残渣を Geiger Flex で X 線回折した。試料は M4, M8 について、1100°C 1 時間の溶体化処理のまま、650°C で 100 時間、500 時間時効したものについてのみ行なった。M4 では溶体化処理のままのものはフェライトの線だけ存在している。100 時間時効後では線はどれも弱い。フェライトから生じたと思われる Fe-Cr-Mo の線が認められ、弱いながら Cr_{23}C_6 の線も存在するようである。500 時間時効後もほとんど同様である。

M8 では溶体化処理のままのものは回折線が少く、恐らく $\text{Fe}_3\text{Mo}_3\text{C}$ と思われる。100 時間時効後はこの $\text{Fe}_3\text{Mo}_3\text{C}$ と思われる線の他に Cr_{23}C_6 の線が現われ、500 時間時効後ではこれらの線はわずかながら強くなっている。

VI. 常温および高温引張り強さ

常温および高温引張り試験は各試料とも 1100°C で 1 時間溶体化処理したままのものについて、常温、500°C, 600°C, 700°C, 800°C において行なった。Fig. 2 に 0.1% C で各 Mo 量の試料について、温度による影響を示した。Mo 量とともに各温度において引張り強さはわずかながら直線的に増加する。伸、伸びはいちじるしい差はないが、700°C, 800°C では Mo 量とともに伸も多くなる。試験温度別にみると、温度とともに引張り強さは下るのは当然であるが、伸は 500°C, 600°C, 700°C で低く、800°C になつて少し増加する。

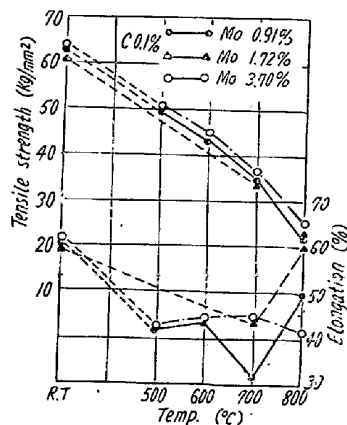


Fig. 2. Room- and high-temperature tensile strength of 18-12 Mo stainless steels.

VII. クリープ・ラプ

チャー強さ

クーブ試験片は 1100°C 1

時間の溶体化処理したままのものをを用い、試験は 600°C, 650°C, 700°C で行なつた。650°C におけるクリープ・ラプチャー時間におよぼす Mo 量の影響を Fig. 3 に示した。各温度においても大体同じ傾向であるが、図で見るように Mo 量とともにラプチャー時間は直線的に増加する。また M4 のようにフェライト組織が生じていてもこの傾向にいちじるしい差はない。ラプチャー伸は Mo 量とともに少し減少する。

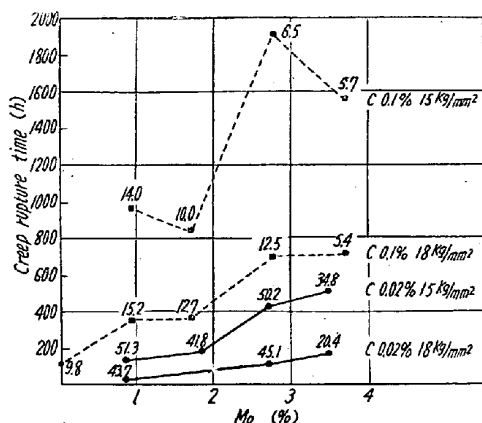


Fig. 3. Effect of Mo% on creep rupture time of 18Cr-12Ni stainless steels at 650°C.

VIII. 結 言

- 1) 18Cr-12Ni 系不銹鋼に Mo を種々の量添加して時効硬さ、顕微鏡組織、析出物、常温および高温引張り強さ、クリープ・ラプチャー強さにおよぼす影響を調べた。
- 2) 時効硬化は Mo% の多い程、いちじるしく、その硬化は Mo を含む炭化物による。
- 3) 電解残渣の X 線回折により、時効とともに、低 C, 高 Mo では Fe-Cr-Mo, 高 C ではおそらく Fe₃Mo₃C と思われる炭化物と Cr₂₃C₆ が認められた。
- 4) Mo% の増加とともに、常温、高温引張り強さ、クリープ・ラプチャー強さは直線的に増加する。

(88) 18-8Nb ステンレス鋼のクリープ特性

住友金属工業、鋼管製造所

寺井 庄治

Creep Properties of 18-8 Chromium-Nickel Stainless Steel Containing Niobium.

Shoji Terai.

I. 緒 言

18-8Nb ステンレス鋼は 18-8Ti ステンレス鋼と

ともに最近高温高压管材として広く使用されるようになった。両者ともに安定化型ステンレス鋼と呼ばれ、ASME Boiler Construction Code などでは高温許容引張応力も両者同一の値をもものものとして扱われているが、高温用材料として考えた場合、Nb, Ti は高温強度を向上させる添加元素としての意味をもち、その作用は両者で相当な差異があると考えられる。この点を明らかにする目的で昨年春に報告した 18-8Ti ステンレス鋼に対する試験と同様の方法により 18-8Nb ステンレス鋼についてのクリープ・ラプチャー試験を行なつた。以下にその結果を報告する。

II. 供 試 材

供試材の化学成分を Table 1 に示した。ASTM TP 347 の規格を満足する組成を有し、塩基性弧光炉により熔製された。試験片は圧延された丸鋼を鍛造後、熱処理を施し所定の寸法に仕上げた。平行部径 10mm 標点距離 50mm と平行部径 6mm 標点距離 35mm の 2 種類の試験片を用いた。

Table 1. Chemical composition of specimens (%).

C	Si	Mn	P	S
0.04	0.60	1.60	0.016	0.008
Cu	Cr	Ni	Cb	
0.09	18.51	10.45	0.78	

III. 試 験 結 果

1. 1050°C W. Q. した試験片のクリープ・ラプチャー試験

1050°C W. Q. の熱処理を行なつた試験片につき 600°C, 650°C, 700°C でクリープ・ラプチャー試験を行なつた。

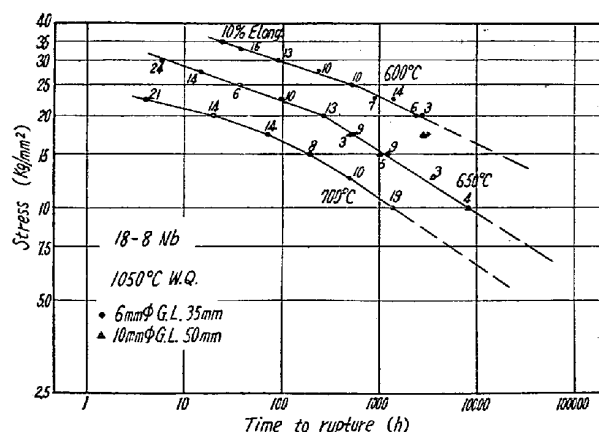


Fig. 1. Creep-rupture test of 18-8Nb stainless steel.