

Fig. 4. Effect of solution-treating temperature on creep-rupture strength and grain size.

ない。

IV. 結 言

18-8-Ti 鋼および 18-8 鋼の高温強度におよぼす熱冷加工後の溶体化処理条件の影響を検討しつぎの点を明らかにした。

(1) 溶体化処理温度が低いときは結晶粒が細かく、クリープ破断強度は低い、処理温度の上昇とともに結晶粒は大きくなり、クリープ破断強度は高くなる。溶体化処理温度が高温強度におよぼす影響は 18-8Ti 鋼に対する方が 18-8 鋼に対するよりもいちじるしく大きい。

(2) 溶体化処理温度の上昇により破断強度は高くなるが、破断伸びはいちじるしく小さくなる。全体的に 18-8 鋼の方が伸びは大きい。

(3) 1100°C から炉冷したもの、1100°C から水冷したもの、1000°C および 900°C で加熱したもののクリープ破断強度は 1100°C 水冷のままのものと大きな差はない。

(168) Ni-Cr ステンレス鋼の諸性質 におよぼす δ フェライトの影響 (Ni, Mo の影響)

金属材料技術研究所

中川 龍一・〇乙黒 靖男

Effect of δ Ferrite on Properties of Ni-Cr Stainless Steel. (The Effect of Ni and Mo)

Ryuichi NAKAGAWA and Yasuo OTOGURO.

I. 緒 言

Ni-Cr ステンレス鋼を高温から急冷した場合の Ni, Cr 量による組織の変化については早くから研究されており、マウラーの組織図として知られている。この組織図に影響をおよぼす元素としてはオーステナイトを安定にする C, N, Ni, Mn, Cu, フェライトを安定にする Al, Cr, Si, Mo, W, Nb, Ti などがあり、その影響について数多くの研究が発表されている。

一方ステンレス鋼溶接のさいの溶着金属の組織図も A. L. SCHAEFFLER によつて表わされており、研究の結果 C, Mn の Ni 当量, Mo, Si, Nb などの Cr 当量も計算されている。

また組織図作成のさいに δ フェライト量を測定する必要があり、その方法、装置もいろいろ考案されている。

本実験においては Ni, Mo 量の Ni-Cr ステンレス鋼の組織におよぼす影響と δ フェライトの諸性質におよぼす影響を調べるため、18Cr-8Ni 系の Ni 量を減少させ、また 18Cr-12Ni 系の Mo 量をいろいろの量添加することにより δ フェライト量を変化させ、ハルパートカウンターによる δ フェライト量の測定、顕微鏡組織、X線回折による組織の決定、引張強さ、時効硬さ、クリープ強さなどの機械的性質におよぼす影響などを調べた。

II. 試 料

本実験に用いた試料の化学組成を Table 1 に示す。Mn, Si, Cr は 2, 1, 18% と一定とし、S 系列については Ni を 4, 5, 6% 添加し、M 系列については Ni 12% 一定にし、Mo を 4, 6, 8% 添加した。C はできるだけ低く抑えた。S1~S3, M11~M13 は硬さ顕微鏡組織用のみ、S4~S7, M14~M16 はその他の実験に使用した。

溶解は 10kg 高周波溶解炉で 6kg 溶製し、80mm ϕ \times 120mm の鑄塊とし、鍛造は硬さ、組織用には 10mm 角に、引張試験用には 13mm ϕ 、クリープ試験用には

Table 1. Chemical composition of steels tested.

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Fe
S 1	0.033	0.99	2.02	4.10	16.55		Bal.
S 2	0.035	0.99	2.00	5.11	16.11		//
S 3	0.047	0.99	2.02	5.91	16.94		//
S 4	0.031	0.56	1.63	4.09	17.57		//
S 5	0.034	0.52	2.27	5.05	17.81		//
S 6	0.034	0.52	1.77	6.19	17.51		//
S 7	0.028	0.52	1.43	5.20	17.30		//
M11	0.025	1.05	1.97	11.67	17.76	4.18	//
M12	0.053	1.19	1.96	12.20	17.25	6.22	//
M13	0.054	0.79	2.01	11.95	16.73	7.50	//
M14	0.028	0.49	1.96	11.31	16.40	3.43	//
M15	0.028	0.49	1.79	11.29	15.61	5.15	//
M16	0.028	0.46	1.43	11.15	16.50	7.41	//

15mm φの丸棒に鍛造した。溶体化処理はδフェライト量と処理温度との関係を探るため 1100, 1150, 1200, 1250°C の4段階で行なった。

III. 実験結果および考察

a) 時効硬さ

今までの著者らの研究に基づきδフェライトからσ相への変化はいちじるしいことから時効は上記溶体化処理後 750°C で 500h まで行ない、その間の適当時間ごとに硬さを測定した。

S系列ではNi量の低いS1, S2の時効曲線はほぼ同じで約30hまでやや硬さは低下し、その後300hまで増加を続け、500hでは急減する。これに反しNi6%のS3は溶体化処理のままでは前者にくらべ、いちじるしく硬さが低いが、時効時間とともに最初から硬化している。この硬さの相違はオーステナイトとフェライトの硬度差と思われる。S3にはかなりマルテンサイトが存在するがC量の低いため硬さは高くない。

M系列では全体的な硬さはMo量とともに増加するが時効現象はほぼ同じ傾向を示している。すなわちM11は100h位より、M12, M13は30h位から硬さは上昇し始める。とくに100hより300hの間で硬化はいちじるしく500hでは飽和する。硬度上昇はFe₂Mo, FeCrMoによるものと思われる。いずれの系列においても溶体化処理温度による硬さの差は見受けられない。

b) 顕微鏡組織

顕微鏡組織は溶体化処理および750°Cで100h, 500h時効したのち観察しそのさいδフェライト量をハルバートカウンターにより測定した。各系についてNi量, Mo量と溶体化処理温度およびδフェライト量との関係をFig. 1に示す。S系列でδフェライト量はNi量とともに減少し、とくにNi6%を含むS3では1100°Cの溶体化処理ではほとんど存在しない。一方M系列ではδフェライト量はMo量とともに増加するがいずれ

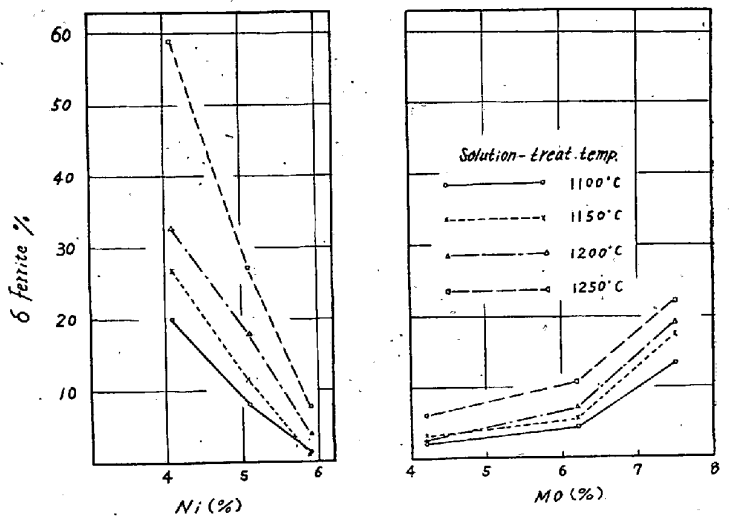


Fig. 1. The relation between the amount of δ ferrite and Ni and Mo content.

の場合もその量は溶体化処理温度とともに増加している。また時効することによりδフェライト量はかなり減少している。

組織的に見るとSの系列では溶体化処理のままではδフェライト以外は非常に腐食されにくく、相の識別はつきにくい。これを100h時効するとδフェライトは周囲の地に溶けこんで減少していくようである。またマルテンサイトはαフェライトに変化していき、腐食されやすくなる。M系列では溶体化処理のままではオーステナイト粒界にδフェライトが存在し、時効するとオーステナイト粒内に微細な析出物を生じ、δフェライトは高倍率で見ると細かく分解している。したがって量的には減少していることになる。以上のようにS系列では顕微鏡組織の判定がしにくいので厚さ3mmの圧延板をX線回折した。マウラーの組織図から判断して、この場合存在する相はオーステナイト, マルテンサイト, δ, α両フェライトの4種に分れると思われる。1100°Cで溶体化処理をした試料の回折図からS1はフェライトが主であ

り、Ni 量が増すにしたがいオーステナイトの回折線の強度が強くなりフェライトの強度が減少する。S3 ではフェライトがさらに減少し、オーステナイトの強度はさらに増加したマルテンサイトの強度も増加している。またこれらの試料を液体窒素中に 1h 浸漬した試料はすべてマルテンサイトの強度が増加している。

一方 1200°C で溶体化処理を行なうとマルテンサイトの強度が増加する。これは普通の炭素鋼の場合と逆の現象であるが、この種の鋼においては溶体化処理温度を上げることにより δ 量が増加するためと思われる。

c) 引張り強さ

引張り試験は 1100°C 溶体化処理後、室温、500°C、600°C、700°C、800°C において行なつた。Fig. 2 に Ni 量と引張り強さとの関係を示す。S 系列では 500°C までは引張り強さは Ni 量とともに減少するが、600°C 以上では一定である。これは 500°C 以下ではオーステナイトよりフェライトの強いためであり、600°C 以上ではほとんど差がなくなるためと思われる。

溶体化処理温度による影響を調べるために 1250°C、1200°C、1150°C、1100°C で溶体化処理後 S4、S7 は 500°C で S5、S6 は 600°C の温度で試験を行なつた。その結果を Fig. 3 に示す。500°C での試験結果では δ フェライト量の変化の多い S4 は溶体化処理温度が 1200°C 以上で引張り強さは低下しているが δ フェライト量の変化の少ない S7 は地の組成変化がきわめて小さいため溶体化処理温度による差はほとんどないが、1250°C

でわずかに低下している。600°C では相による強さの差がきわめて小さいため溶体化処理温度にかかわらずほぼ一定となる。

M 系列では引張り強さはいずれの温度でも Mo 量とともに増加している。また溶体化処理温度の影響はほとんどないが試験温度 500°C ではわずかに増加し、600°C ではわずかに減少している傾向を示している。

これは δ フェライト量の変化から説明できる。

d) クリープ・ラプチャー強さ

クリープ・ラプチャー試験はすべて 650°C で行ない、荷重は S 系列では 9 kg/mm²、M 系列では 18 kg/mm² で行なつた。試験結果の一部を述べると S 系列では引張り試験の場合と異なり、Ni 量の多いほどいちじるしくクリープ・ラプチャー強さは増加し、フェライト相の弱いことを示している。

M 系列では明らかに Mo の影響により、Mo 量の多いほど、クリープ・ラプチャー強さは高くなっている。

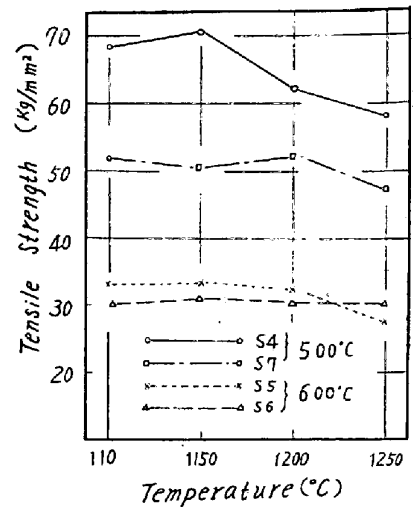


Fig. 3. The relation between tensile strength and solution-treatment temperature.

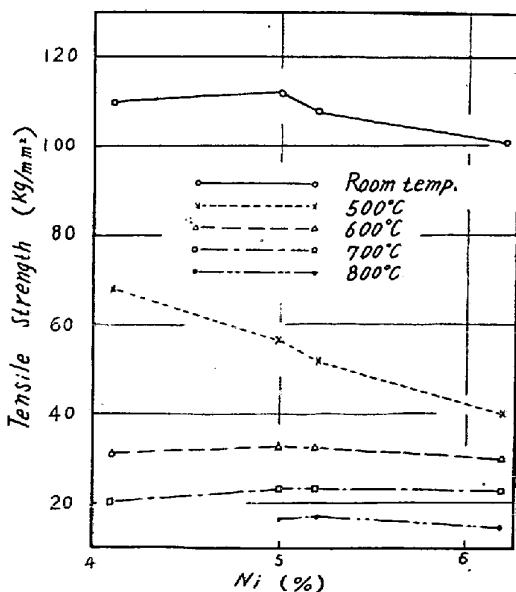


Fig. 2. The relation between Ni content and tensile strength at various temperatures. (1100°C × 1h sol. treat.)

(169) 高 Cr-Ni オーステナイト鋼の時効による脆化

(高Cr-Niオーステナイト鋼の研究—I)

日本金属工業

塚本富士夫・矢ヶ崎汎・〇細江兼吉
Embrittlement by Aging with High Cr-Ni Austenitic Steels.

(Study on high Cr-Ni austenitic steels—I)

Fujio TSUKAMOTO, Hiroshi YAGASAKI
and Kenkichi HOSOE.

I. 緒 言

高クロムニッケル耐熱ステンレス鋼は 500°C 以上の高温で使用されることが多いが、このような温度範囲に長時間加熱すると炭化物、窒化物あるいはシグマ相の析