

Table 2. Chemical composition of specimens. (%)

Specimens	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al
17-7 PH on the market	0.054	0.68	0.62	0.035	0.012	16.6	6.72	1.08
Domestic 17-7 PH	0.061	0.35	0.58	0.012	0.012	16.7	7.55	1.05

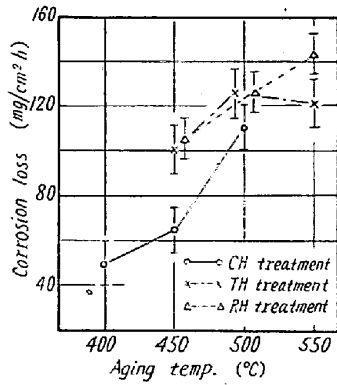


Fig. 4. Effect of aging temperature on the corrosion of 17-7 PH stainless steel in boiled 5% H₂SO₄.

件で腐食試験を行なった結果 18-8 不銹鋼は 6~7mg/cm²·h, 18 Cr 不銹鋼は 137~139mg/cm²·h の腐食減量を示した。したがって 17-7 PH 鋼を時効硬化した状態では 5% 沸騰 H₂SO₄ に対して溶体化処理状態の 18-8 不銹鋼よりはるかに劣り 18 Cr 不銹鋼よりは優れているといえる。

v) 市販品との比較

市販 17-7 PH 鋼を購入し当社の 17-7 PH 鋼と機械的性質, 耐食性について比較した。供試材の化学成分を Table 2 に示した。溶体化処理後 70% の冷間加工を行ない厚さ 0.5mm の板をつくり 450°C で 0.5~2.0h 加熱時効処理をした。時効硬化した試料を前記同様にして 5% 沸騰 H₂SO₄ で腐食試験を行なった。時効時間が長くなるとともに耐食性が劣化している。コンセルアーク材の方が市販品よりも耐食性が良好である。なお機械的性質は硬度と抗張力を測定したが有意差は認められなかった。

るいは Fe-Cr-Mn-Ni 系の組織の研究が多数報告されている。また Mn は δ フェライトから σ 相への分解を促進するといわれている。

Al は非常に強力なフェライト生成元素であり, その Cr 当量は THIELEMANN によつて 12 であることが実験的に確かめられており, 比較的少量でも δ フェライトを生成する。

とくに Al を添加した析出硬化型ステンレス鋼においては δ フェライトの出現する場合がある。

本実験では Ni-Cr ステンレス鋼の組織とくに δ フェライト量におよぼす Al, Mn の影響および組織と機械的性質との関係を調べるため, 18Cr-12Ni 系に Al を添加し, また 18Cr-4Ni 系に Mn を添加した試料について顕微鏡組織の観察, 時効硬さ測定, 引張り試験, クリープ・ラプチャー試験などを行なった。

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, Mn 系列については Ni を 4% とし, Mn を 3, 6, 9% 添加した。Al 系列については Ni を 12% とし, Al を 1.5, 2.0, 2.5% 添加した。C はできるだけ低く抑えた。

溶解は 10kg 高周波溶解炉で 6kg 溶製し, 80mm φ × 120mm のインゴットとし, 鍛造は硬さ, 組織用には 10mm 角に, 引張り試験用には 13mm φ, クリープ・ラプチャー試験用には 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調べるため, 1100, 1150, 1200, 1250°C の 4 段階で各 1 時間行なった。

III. 実験結果および考察

a) 時効硬さ

時効は上記溶体化処理後, 750°C で 500 時間まで行

Table 1. Chemical composition of steels tested (%).

Steels	C	Si	Mn	Cr	Ni	Al	Fe
Mn 1	0.027	0.93	2.01	17.81	4.31		Bal.
Mn 2	0.036	0.98	4.17	17.26	4.23		〃
Mn 3	0.029	1.00	6.66	17.85	4.03		〃
A 7	0.032	1.03	2.20	17.52	11.67	1.49	〃
A 8	0.037	1.03	1.51	17.46	11.94	1.91	〃
A 9	0.038	1.03	1.64	17.48	12.03	2.37	〃

(117) Cr-Ni ステンレス鋼の諸性質におよぼす成分および組織の影響

(Mn, Al の影響)

金属材料技術研究所

○乙黒 靖男・中川 龍一

Effect of Composition and Structural Conditions on Properties of Cr-Ni Stainless Steels.

(Effect of Mn and Al additions)

Yasuo OTOGURO and Ryuichi NAKAGAWA

I. 結 言

Mn は高温におけるオーステナイト生成能が Ni の約 1/2 であり, Ni 節減を目的とした Fe-Cr-Mn 系, あ

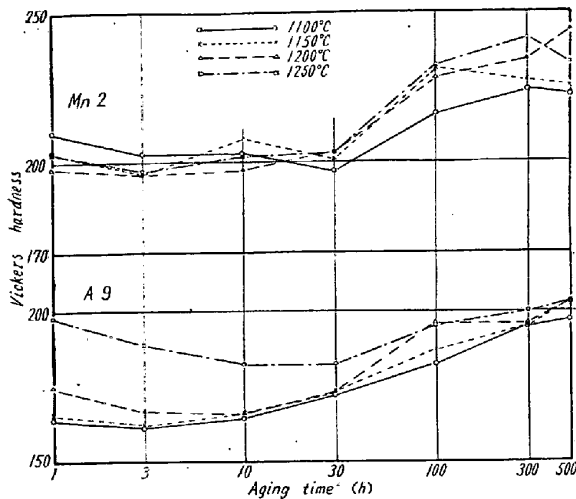


Fig. 1. Aging hardness of specimens A9 and Mn 2.

ない、その間の適当時間ごとに硬さを測定した。

溶体化処理のままの硬さは Mn 系では溶体化処理温度によつて地の組織が変る Mn 1, Mn 2 では処理温度の高い方が硬さは低いが, Mn 3 のように地の組織がオーステナイトのみである場合は処理温度の高い方がフェライト量が増加するために硬さは高い。

Al 系では Mn 3 の場合と同様に地がオーステナイト 1 相であるので溶体化処理温度の高いほど、硬さも高くなる。

時効曲線の 1 例として Mn 2, A 9 について Fig. 1 に示す。Mn 系では Mn 1, Mn 3 は時効時間とともに硬化を始めるが、Mn 2 は 30 時間まではほとんど変化せず、その後硬化する。Mn 2, Mn 3 の硬化は δ フェライトの分解によるものであり、分解は Mn 量の多いほど早くおこる。Mn 1 の初期の硬化は二次フェライトの析出によるものと思われる。

Al 系は A 7 はほとんど硬化しないが、A 8, A 9 はそれぞれ、100 時間、30 時間から硬化を始めている。 δ フェライトのほとんど存在しない A 7 はほとんど硬化しない。

Al 量の多い試料ほど硬化も大きく、短時間で硬化することから、Al を含む金属間化合物の析出に関係していると思われる。 δ フェライトの分解あるいは析出にも関係があると思われるが試料 A 8 のように 100 時間時効後 δ フェライト中での組織変化が起つているにもかかわらず、硬化していないことから、この影響が少ないかあるいは δ フェライト部分の減少による硬度低下と打ち消し合つているのではないかとと思われる。

b) 顕微鏡組織

顕微鏡組織は溶体化処理のまま、750°C での時効に

による組織変化とを観察した。

まず前記溶体化処理温度から急冷してえられた δ フェライト量を線分析法により求めた結果を Fig. 2 に示す。

Mn 系では δ フェライト量はある Mn 量に対し最小値をとる。すなわちある程度までは δ フェライト量の減少に効果はあるが、過度に含有されるとわずかに増加するようである。しかしながら地の組織は Mn 量の多いほどオーステナイトは安定に

なる。したがつて Mn は高温におけるオーステナイト域をほとんど拡大しないが、マルテンサイト変態の抑制には非常に効果がある。

時効による組織変化を見ると、Mn 系では Mn 量の多い試量では比較的短時間で分解する。Mn 1, Mn 2 では内部からの分解はおこらず、周囲が地に溶け込んで減少している。ただし 1250°C で溶体化処理をした試料はすべて層状に分解している。Mn 3 の試料はすべて内部から分解している。Mn 1, Mn 2 は 1250°C で溶体化処理した場合を除き、地から二次フェライトが析出している。

Al 系では Al 量の少ない A 7 は時効により粒界にのみ析出物が見られるが、これはおそらく Cr_{23}C_6 と思われる。A 8 ではその他にオーステナイト粒内にもある程度析出しているが、A 9 ではさらに多くなつている。これは Al 量の多い試料ほど多く観察されることから Al の化合物であろう。 δ フェライトは時効により、光学顕微鏡では黒く腐食されて見えるにすぎないが、電子顕微鏡により観察した結果、 δ フェライト部分が減少し δ フェライト中に粒状の析出物が現われている。

c) 引張り強さ

引張り試験は 1100°C で溶体化処理後、室温、500°C、600°C、700°C、800°C で行なつた。

Fig. 3 に引張り強さと元素量との関係を示す。Mn 系では 600°C までは Mn 量とともに引張り強さは減少するが、これは Mn 量の低い試料ではマルテンサイトが多いためと思われる。Al 系では 700°C まで Al 量とともに

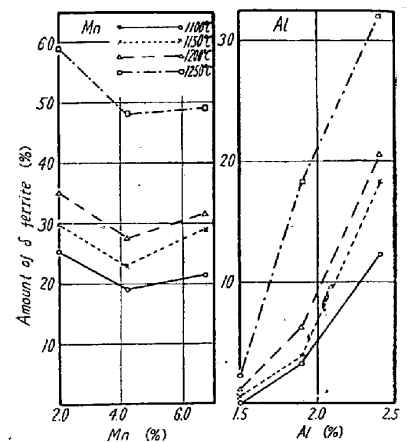


Fig. 2. Relation between amount of δ ferrite and Mn or Al content.

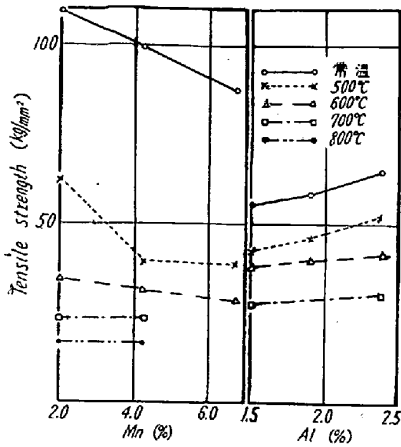


Fig. 3. Relation between tensile strength and Mn or Al content.

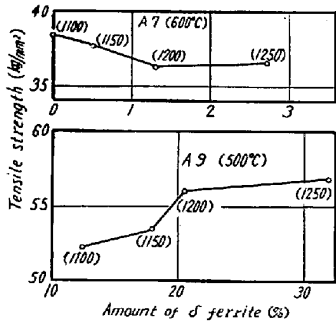


Fig. 4. Relation between tensile strength and amount of δ ferrite.

に引張り強さは増加している。試験温度500°Cまでは δ フェライトの影響も含まれているが、それ以上の温度ではこの影響は引張り強さを減少させるように働くはずであり、結局Alを添加することにより短時間引張り強さが増大すると考えられる。

Fig. 4にA7, A9について、それぞれ600°Cおよび500°Cでの δ フェライト量と引張り強さとの関係を示す。図中の数字は溶体化処理温度を示している。試験温度500°Cでは引張り強さは δ フェライト量とともに増加しているが、600°Cでは試料A7の溶体化処理温度による δ フェライト量の変化がきわめて少ないため、あまり変化はないが傾向としては δ フェライト量とともに引張り強さは増大している。したがって δ フェライトとオーステナイトの強度の大小は500°Cと600°Cの間で逆になることになる。

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Mn系では9kg/mm², Al系では18kg/mm²で行なつた。

試験結果の一部を述べると、Mn系ではクリープ・ラプチャー強さはあるMn量に対し、極大値を示す。これは丁度 δ フェライト量に対すると逆の傾向を示している。

Al系では引張り試験の場合と異なり、Al量とともに減少している。これは明らかではないが、Al量の多いほど δ フェライト量の多いことと試験温度650°Cでは析出物の効果があまり現われないこと、破断時間の短かいため充分析出がおこらないことなどに原因していると思われる。

(118) Cr-Ni ステンレス鋼の耐食性におよぼす成分および組織の影響 (Ni, Mo の影響)

金属材料技術研究所

○乙黒 靖男・中川 龍一

Effect of Composition and Structural Conditions on Corrosion Resistance of Cr-Ni Stainless Steels.

(Effect of Ni and Mo additions)

Yasuo OTOGURO and Ryuichi NAKAGAWA

I. 緒 言

前報において、Ni-Cr ステンレス鋼の急冷組織の中でCr量の高い範囲で現われる δ フェライトの影響を主として、組織と機械的性質との関係を報告した。

またオーステナイト1相でなく、オーステナイトと δ フェライトあるいはマルテンサイトと δ フェライトのような2相組織の場合は当然耐食性の劣化が予想されることであり、さらに焼戻しの際の δ フェライトの組織変化すなわち σ 相の生成により耐食性にいちじるしい影響をおよぼす。

本実験においてはNi-Cr ステンレス鋼の組織主に δ フェライトと耐食性の関係を調べるため、前報と同様に18Cr-12Ni系にMoを添加し、また18Cr-8Ni系のNi量を減少させ、地がオーステナイト系とマルテンサイト系について δ フェライト量を変化させ、顕微鏡組織の観察とHNO₃, H₂SO₄ 中での耐食性との関連性を調べた。

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、Ni量を変えたS系ではNiを4, 5, 6%添加し、Mo量を変えたM系ではNiを12%と一定とし、Moを4, 6, 8%添加した。Cはできるだけ低くおさえた。

溶解は10kg高周波溶解炉で6kg溶製し、80mm ϕ のインゴットとし、腐食試験用として13mm ϕ の丸棒

Table 1. Chemical composition of steels tested. (%)

Steels	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Fe
S 4	0.031	0.56	1.63	4.09	17.57		Bal.
S 5	0.034	0.52	2.27	5.05	17.31		//
S 6	0.034	0.52	1.77	6.19	17.51		//
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	//