

Fig. 2. Relation between grain size and cold drawing ratio. Each specimen is kept for 1/2 h at 1100, 1130, 1200°C after drawing.

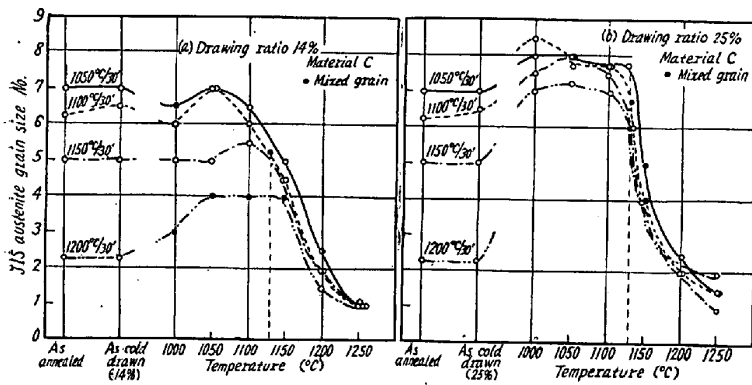


Fig. 3. Effect of initial grain size on grain growth characteristics.

長特性

Fig. 3 に約 15% の比較的妥当と考えられる冷間抽伸加工率を施した場合および 25% の高加工率を加えた場合の成長曲線を示した。14%の加工率では加工前の粒度が No. 5 以下に粗大化したものは再熱処理で混粒になりやすく目標粒度に持來することが困難となり、No. 2 程度のもものではもはや不可能であることが認められた。しかしながら 25% の高加工率を加えると、加工前の粒度が No. 6~7 であつたものは再熱処理でさらに細粒になり No. 2 の粗粒でも十分目標粒度におさめることができるが、全体的に目標粒度を満す温度範囲が狭くなる傾向が認められた。

(116) 17-7PH 鋼の硬化条件について

理研ピストンリング工業中央研究所

○大村正昭・小堀方美・小林 和・佐藤一矢
On the Hardening Conditions for 17-7 PH Stainless Steel.

Masaaki OHMURA, Masami KOBORI
Yawara KOBAYASHI and Ichiya SATO

I. 結 言

近年 17-4 PH, 17-7PH などの析出硬化型ステンレスがバネ材その他に用いられるようになってきた。これらの析出硬化型ステンレスは通常エルー式電気炉または高周波電気炉を用いて溶製されている模様である。当社ではコンセルアーク溶製により 17-7 PH 鋼を作つてみ

た。本報告ではコンセルアーク溶製をした17-7 PH 鋼の硬化条件を調べ、それが耐食性におよぼす影響ならびに市販 17-7 PH 鋼との比較を行なつた結果を報告する。

II. 実 験 方 法

i) 供試材 当社でコンセルアーク溶製を行なつた鋼塊 (100φ×600mm, 35.5kg) を熱間鍛造、熱間圧延により 13mmφ の丸棒とした。Table 1 に供試材の化学成分を示した。

ii) 実験方法 溶体化処理は1050°C×30mn 加熱後水冷を行なつた。オーステナイトをマルテンサイトに変態する方法にはC処理, T処理, R処理と3種の方法があるがいずれも試めた。中間処理を行なつた試料に対して450~500°Cで時効処理を行なつた。機械的性質の測定は主としてピッカース硬度計 (荷重30kg) により硬度を測定した。常温および高温の引張試験も行なつた。腐食試験は5% 沸騰 H₂SO₄ を用いて行なつた。

III. 実 験 結 果

i) CH処理材の硬化条件

13mmφ の丸棒を熱間圧延により4mm厚の板にした後溶体化処理 (1050°C×30mnW.Q.) を行なつた。さらにこの材料を冷間加工しオーステナイトをマルテン

Table 1. Chemical composition of sample. (%)

C	Si	Mn	P
0.053	0.76	0.64	0.020
S	Ni	Cr	Al
0.011	6.52	16.43	1.06

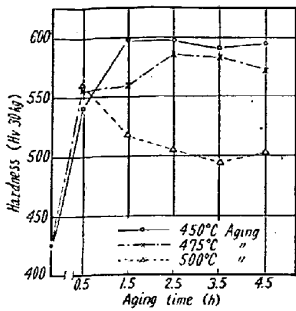


Fig. 1. Effect of aging time on the hardness of 17-7 PH stainless steel 70% cold-rolled after 1050°C-WQ.

サイト化した。冷間加工度は 30, 50, 70% とした。冷間加工後の材料を 450, 475, 500°C で 0.5~4.5 h 時効処理を行なった。50%以下の加工度では後述する T 処理材と同程度の硬さとなっている。これは RICHARDS らの報告¹⁾と多少異なっている。Fig. 1 に冷間加工度 70% の材料の時効曲線を示めた。

時効温度が低い方が到達最高硬さは高いようである。このことは古川、佐藤の報告²⁾³⁾と一致するがこの実験結果によればかれらの報告よりも最高硬さをうる時効条件がより低温短時間側に移動している。同じ処理を行なった材料につき常温の引張試験を行なった結果では 450, 475°C 時効材は 150~160 kg/mm² の抗張力を示し時効時間 0.5~3.5 h の範囲では時効時間による影響は認められない。500°C 時効材は時効時間が長くなるとともに直線的に抗張力を減じており 0.5 h 時効材は 150 kg/mm², 3.5 h 時効材は 125 kg/mm² の抗張力を示めている。

ii) TH 処理材の硬化条件

13mm φ 丸棒を 15mm 長さに切断後溶体化処理 (1050°C × 30mn W.Q.) を行なった。この材料を中間処理として 750, 800, 850°C の各温度で 3 h 加熱後水冷し 0°C の水中に 20 h 保持した。さらに 450, 475, 500°C で 1~8 h 時効処理を行なった。その結果中間処

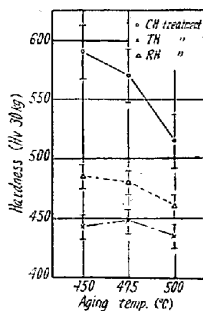


Fig. 3

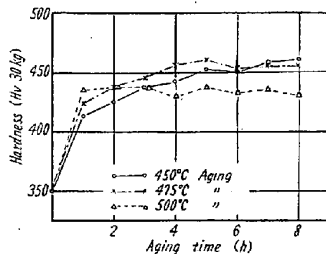


Fig. 2

Fig. 2. Effect of aging time on the hardness of 17-7 PH stainless steel transformed with intermediate quenching after 1050°C-WQ.

Fig. 3. Effect of aging temperature on the hardness of 17-7 PH stainless steel transformed with various methods after 1050°C-WQ.

理温度による有意差は認められなかつた。Fig. 2 に T 処理材の時効曲線を示した。低温側で時効したものの方が最高到達硬さが高くなるのは CH 処理材と同じであるが 450°C, 475°C 時効材の間にはあまり差がない。450, 475, 500°C でもつとも硬さが高くなつた時効時間で時効処理を行なったものにつき常温および高温の引張試験を行なった結果 500°C 時効材は 450, 475°C 時効材に比べて 10 kg/mm² 程度抗張力が少ない。しかし 350°C 程度の温度になると時効温度による差は認められなくなる。常温における抗張力は 130~140 kg/mm², 400°C の抗張力は 80 kg/mm² 程度であつた。

iii) RH 処理材の時効条件

13mm φ 丸棒を 15mm 長さに切断し溶体化処理 (1050°C × 30mn W.Q.) を行なった。中間処理として 950°C × 30mn 加熱後水冷、さらに -73°C で 20 h 保持した時効処理は 450, 475, 500°C の各温度で 1~8 h 時効した。その結果は TH 処理よりも硬さがやや高いが T 処理材と同じ傾向である。硬さは 450°C × 4~8 h 時効材で約 Hv 500 である。

Fig. 3 に CH 処理, TH 処理, RH 処理材の時効温度と硬さの関係を示した。これによれば C 処理材が時効温度にもつとも敏感であり, T, R 処理材は比較的鈍感であるがいずれも低温で時効したものが高い硬さを有する。検鏡の結果はいずれもマルテンサイトとフェライトが存在しており TH 処理, RH 処理材ではフェライトとマルテンサイトの境界にクロムの炭化物らしきものが析出している。したがつて処理の相違により時効後の硬さがいちじるしく異なつているがこれはマルテンサイト中のクロム濃度の差によりマルテンサイトの硬さが異なるためと考えられる。

iv) 耐食性におよぼす硬化条件の影響

溶体化処理後 70% 冷間加工した材料, 13mm φ の丸棒を 7mm φ まで伸線後溶体化処理を行ない 800°C × 3 h-W.Q. 0°C × 20 h の T 処理を行なった材料, および溶体化処理後 950°C × 30mn-W.Q., -73°C × 20 h の R 処理を行なった材料につき 5% 沸騰 H₂SO₄ を用いて JIS⁴⁾に準じて腐食試験を行なった。ただし腐食時間は 1 h とした。Fig. 4 に腐食試験の結果を示した。この結果では処理 CH をしたものが TH, RH 処理したものよりも耐食性がよくまた低温で時効したものが耐食性がよい。同じ温度で時効したものでは時効時間が長くなるとともに耐食性が劣化する。この点については古川、佐藤の報告²⁾³⁾と一致する。比較のために 1050°C × 30mn W.Q. を行なった 18-8 不銹鋼と 18 Cr 不銹鋼を同じ条

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

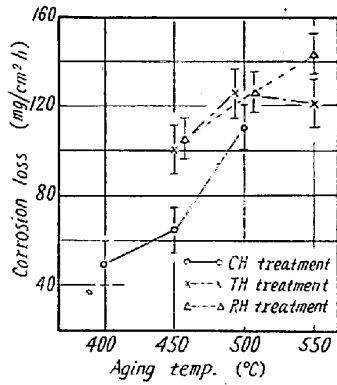


Fig. 4. Effect of aging temperature on the corrosion of 17-7 PH stainless steel in boiled 5% H₂SO₄.

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