高クロム不銹鋼の諸性質に及ぼす熱処理の影響

訳 者 森 岡 進 *

Effect of Heat Treatment and Related Factors on Straight-Chromium Stainless Steels

F. K. Bloom

Corrosion, 9, No. 2, 56~65 (1953) February

序

焼入硬化性のある高 Cr 不銹鋼は酸性原油、炭酸、硫黄を含んだ炭化水素等に対し耐蝕性があるとともに、熱処理によって硬度や強さを広い範囲にわたって変えることができるために、製油工業・ガス工業用の部品によく用いられるようになった。合金量が比較的 low 不銹鋼中最も安価であることも特徴である。このように用途が増すとたとえば酸性ガス凝縮井等には新しいタイプの腐蝕を伴うことがわかってきた。その対策はなお研究中であるが、

熱処理が非常に関係することがすでに観察されている。故に強さや靱性に対する熱処理の影響と同様に耐蝕性に対する熱処理の影響にも注意を向けなければならないことがわかった。このような理由で高不銹鋼の各種性質に対する熱処理の影響について総説することとした。

焼入硬化性高 Cr 鋼の組成

この鋼種には第 1 表に示す如く 11~18%Cr を主成分とする 9 種の標準組成があり、炭素量は 1.20% までである。他の元素 S または Se および Ni を加えたものもある。

第 1 表 焼入硬化性高 Cr 不銹鋼の組成

Type No.	%C	%Mn	%P	%S	%Si	%Cr	%Ni	焼入硬化温度 °F	最高焼入硬度	
									ブリネル	ロツクウエル C
403	0.15>	1.00>	0.040>	0.030>	0.50>	11.50~13.50	—	1700~1850	380~315	39~43
410	0.15>	1.00>	0.040>	0.030>	1.00>	11.50~13.50	—	1700~1850	380~415	39~43
414	0.15>	1.00>	0.040>	0.030>	1.00>	11.50~13.50	1.25~2.50	1800~1950	400~450	42~47
416	0.15>	1.25>	*	*	1.00>	12.00~14.00	—	1700~1850	380~415	39~43
420	>0.15	1.00>	0.040>	0.030>	1.00>	12.00~14.00	—	1800~1900	530~560	53~56
420F	>0.15	1.00>	*	*	1.00>	12.00~14.00	—	1800~1900	530~560	53~56
431	0.20>	1.00>	0.040>	0.030>	1.00>	15.00~17.00	1.25~2.50	1800~1950	410~440	42~46
440A	0.60~0.75	1.00>	0.040>	0.030>	1.00>	16.00~18.00	—	1850~1950	555~590	55~58
440B	0.75~0.95	1.00>	0.040>	0.030>	1.00>	16.00~18.00	—	1850~1950	575~610	57~59
440C	0.95~1.20	1.00>	0.040>	0.030>	1.00>	16.00~18.00	—	1850~1950	620~630	60~62
440F	0.95~1.20	1.00>	*	*	1.00>	16.00~18.00	—	1850~1950	620~630	60~62

* {P, S または Se > 0.07%
Zr または Mo < 0.60%

すべて焼入硬化性があり、最高焼入硬度は炭素量によって異なる。焼入組織がマルテンサイトであるからマルテンサイト鋼ともいう。各鋼の発展の理由を簡単に述べると次の如くである。先祖は Type 420 鋼でこれは英国で双物用として発展した最初の不銹鋼である。約 0.3% C と 13%Cr を含み高温鍛練が容易で、また家庭用ナイフに充分な硬度を与えることができ、この状態で食料品による侵蝕に耐える。しかしながらこの初期の不銹鋼は焼戻したり軟化したりすると耐蝕性が著しく減ずるから充

分焼入硬化した状態でしか用いることができず、用途が非常に制限されていた。炭素量を下げれば有用性が増すことがわかり、現在の Type 410 鋼が生れた。この鋼は焼戻または焼鈍によって硬度をいろいろに変えることができる。さらに S または Se を加えると切削性が改良されることがわかり、Type 416 と 420 F の 2 種の鋼が造られた。Type 403 鋼はタービン翼および応力の強くかかる部分に適するものとして、Type 410 鋼の特別品質のよいものを必要とすることから造られた鋼である。Type

* 東北大学工学部金属工学科

440A, 440B, 440Cおよび440Fの各鋼は工具鋼に匹敵する硬度を持った耐蝕耐摩耗用鋼の要求から発達した。炭素量によって硬度と靱性が少しづつ違う。Type 414鋼は Type 410 に約 1.5% Ni を加え、Type 431 鋼は Cr 量を増すとともに約 1.5% Ni を加えて、耐蝕性を増したもので、後者は焼入硬化性、不銹鋼中合金量が最も高く、最近の析出硬化性不銹鋼が出現するまでは硬化性不銹鋼のうちで最も耐蝕性が大であった。

熱処理一般

高 Cr 鋼の熱処理性を一般的に述べると炭素鋼と同様であって、高温に加熱急冷すれば硬化し、これを低温または高温に加熱することによりいろいろの程度に軟化することができる。軟化焼鈍の場合は変態温度のすぐ下まで加熱し、完全焼鈍の場合には変態温度の少し上まで加熱して徐冷する。

第1図 焼入硬化した高 Cr 不銹鋼の諸性質に及ぼす加熱温度の影響

第1図は焼入材を各温度に加熱したときの諸性質の変化の一般的傾向を示したものである。焼入硬化性不銹鋼はみなこのような特性を示す。

最初の焼入硬化状態においては各鋼ともマルテンサイト組織であって、炭素量が高いほど硬く靱性が少ない。その耐蝕性は二三の例外を除いては焼戻したもののよりも優れている。組織が均一でありかつ Cr の最大量が Fe 中に固溶して耐蝕性に与かっているからである。Type 410あるいは416鋼のような低炭素鋼では焼入組織中に非常に少量の δ フェライトを含むかもしれないが、硬度を少し低くする以外にはあまり影響がない。炭素量が約 0.25% C 以上の鋼ではマルテンサイト組織中に Fe-Cr 炭化物を含み、炭化物中の Cr 量は多いから、Type 440A~F のような鋼では Cr 量を多くして、基地の固溶体中の Cr も十分に保たせる。炭化物は非常に硬くかつ耐蝕性で

鋼の硬度と耐摩耗性に役立つ。なお易削性不銹鋼では組織中に非金属性の硫化物またはセレン化物を含んでいる。この粒子は高温で非常に軟かく、高温加工すればよく延びて鋼に繊維状組織を与え、靱性と耐蝕性を減ずるが、機械切削性を非常に助ける。

加熱による諸性質の変化を説明するには加熱温度を4つの範囲に分けると便利である。

範囲1. 歪除去—含 Cr マルテンサイトを約 400~700° F (150~370°C) の範囲で加熱すると焼入操作によって生じた内部歪が一部除かれ、硬度をわずかに減じ、靱性を増す。Cr は固溶体のままであるから耐蝕性は変らない。組織の変化はない。

範囲2. 実用せず—約 700~1000° F (370~540°C) の間では有害な組織変化が起るから、この範囲の加熱は実用しない。まず二次硬化が観察され、これは約 950° F で極大になり、靱性を著しく減ずる。高炭素の鋼ほどこれが著しい。約 0.15% C 以上の鋼ではこの範囲の高温側あるいはそれを少し超えたところで耐蝕性が著しく悪くなって用いられなくなる。この靱性および耐蝕性の著しく減ずる原因は次のような著しい組織変化がこの範囲では起るからである²⁾。すなわちこの範囲の低温側ではマルテンサイトが α フェライトと顕微鏡的な鉄炭化物粒子とに分解し、高温側では鉄炭化物と基地の Fe-Cr 固溶体とが反応して Fe-Cr の複炭化物を造る。そして各炭化物のすぐ近くでは基地の Cr が著しく減じ著しい不均一を生ずるために耐蝕性を減ずる。

高炭素および Ni を含む鋼では焼入れたマルテンサイト組織中には少量の残留オーステナイトを含むが、これをこの温度範囲で加熱すると、残留オーステナイトが分解して新しいマルテンサイトを生ずる。これも二次硬化および靱性の減少に与かる。Type 431 鋼は特にこの特性を生じ易く、機械的性質は焼入温度に、ひいては残留オーステナイトの量に著しく影響される。

範囲3. 焼戻および焼鈍—1000° F (540°C) と変態温度までの温度範囲では Cr 炭化物が漸次凝集し顕微鏡的に見得ようになる。炭化物粒が大きくなるとともに硬度は急に落ち、変態点直下の焼鈍範囲で極小に達する。靱性は急に増し、耐蝕性は漸次改良される。一般に焼入および歪除去状態におけるほど耐蝕性はよくないが、低炭素鋼ならば比較的良好で実用し得る。しかし高炭素鋼では耐蝕性の回復が少なく、実用できない。

この温度範囲では Cr が基地を拡散し、Cr 炭化物附近の Cr 欠乏部へ Cr の補充が行われる。0.1% C, 12.5% Cr を含む鋼の場合には炭素の全部が炭化物になっても、基地の Cr は約 2% を失うだけで、10% 以上の Cr は基地に均一に分布し耐蝕性は充分である。ところが 0.3% C, 1.3% Cr を含む Type 420 の如き鋼では炭化物形成のため

に約 6% Cr が失われるので、基地の Cr 含量は著しく減じ、耐蝕性不十分になる。これが前述のような差を生ぜしめる原因である。

なお第 1 図に示してあるようにどの鋼でも変態点は大体 1475°F (800°C) である。ただし Ni を含む Type 414 と 431 鋼では約 200°F (110°C) 低い。

範囲 4. 硬化—加熱温度が変態点をこえると著しく徐冷しないかぎり再び焼きが入り、温度上昇とともに焼入硬度を増し、鋼種により 1700~1950°F (926~1065°C) の間で極大に達する。最高硬度の得られる焼入温度は第 1 表に示してある。それ以下の温度から焼入れることを部分硬化 (Partial hardening)* または半硬化 (Semi-hardening)* といい、これは Type 410 と 416 鋼には特別の理由で行うことがあるが、一般には利益がないから行わない。

もし急冷する代りにこの温度範囲から 1000°F (538°C) まで徐冷 (1 時間に 50°F (28°C) またはそれ以下) すると球状炭化物を含んだフェライト組織が得られる。硬度は最も低い。耐蝕性は低炭素鋼では変態点以下の焼鈍で得られる組織の耐蝕性とほぼ同じである。高炭素鋼ではこの組織は耐蝕性に有害で実用にならない。

各鋼種別熱処理の影響

Type 403, 410 および 416

機械的性質：加熱温度の影響を第 2 図に示す。図に示してある通り 1400°F (760°C) までは焼戻温度に 4 時間

第 2 図 高 Cr 不銹鋼 Type 403, 410, 416 の機械的性質に及ぼす加熱温度の影響

保っている。800°F (427°C) 以下では焼戻時間は硬度にあまり影響しないがこれ以上の温度では時間を増すとともに硬度は著しく減ずる。時間と温度の影響は互に関係し

$T(20 + \log t)$ の形のパラメーターで表わされる³⁾。ここに T は焼戻温度 (絶対温度), t は時間 (時) である。第 3 図は硬度対焼戻パラメーターの曲線、第 4 図は時間と温度の任意の組合せに対するパラメーターの値を求める図である。これ等の曲線から任意の硬度を得るための焼戻処理条件を知ることができる。例えばブリネル硬度 240 を望むなら第 3 図からパラメーターは 34200

第 3 図 高 Cr 不銹鋼 Type 403, 410, 416 の焼戻硬度曲線

第 4 図 焼戻パラメーターに対する焼戻温度と時間の組合せを与える図

第 5 図 高 Cr 不銹鋼 Type 403, 410, 416 の焼入硬度に及ぼす炭素量および Cr 量の影響

第 6 図 高 Cr 不銹鋼 Type 403, 410, 416 の焼戻硬度に及ぼす炭素量および Cr の量の影響

* 訳者注：著者のいう意味でこういう術語を用いることは一般的でない。

第 7 図 Type 403 鋼焼戻材の Izod 衝撃値に及ぼす試片の大きさの影響

になる。第 4 図から 34200 に対し 1250° F (677°C) で 1 時間, 1200° F (649°C) で 4 時間, 1150° F (621°C) で 15 時間等の値が得られるから, これらのどれかの焼戻条件によって要求する硬度が得られる。

ただし第 2 図と第 3 図は最初の焼入硬度ブリネル 418 の材料に対応する図である。焼入硬度は炭素量および Cr 量によって変るから素材ごとに少し違うものである。第 5 図, 第 6 図に炭素量および Cr 量が違ふと最初の焼入硬度および 1200° F (649°C) 焼戻硬度がどれ位違うかを示した。最初の焼入硬度の高い素材は焼戻後も高い硬度を示し, 低い素材は軟かい。故に硬度の制限が狭い場合には予備試験を行って正確な焼戻温度を知ることが望ましい。おおよその焼戻処理条件を選ぶにはこれらの各図が役立ち, これから二, 三の予備試験を行って容易に正確な条件を知ることができる。

この種鋼の熱処理で衝撃靱性がしばしば問題となるが, 靱性には試片の寸法が影響することがあまり注意されていない。断面が増すと衝撃性は低く出るもので第 7 図に示す如くである。

この種鋼の或る用途にはブリネル 260~320 の範囲の硬度が要求される。この硬度は 2 種の異なる熱処理で得られる。1 つは普通の焼戻で十分焼入硬化後約 1000° F (538°C) に焼戻す方法である。第 2 図に見る如く温度が少し高くなりすぎると硬度が急に落ちるから, 焼戻温度と時間を非常によく調節しなければならない。いま 1 つは半硬化すなわち変態点の少し上から焼入れる方法でマルテンサイトとフェライトと炭化物の細かく分散した組織が得られる。温度調節は上ほど厳密でなくてよい。このような熱処理をした材料は焼入焼戻材より一般に切削性がよい。機械的性質は第 2 表に示すように衝撃値が少し劣るだけで, その他は焼戻材と同じである。この種熱処理を少し改良した方法が特許になっている⁵⁾。パ

ルプ軸等にこの半硬化法が利用されている。

第 2 表 Type 410 鋼の焼入焼戻材と半硬化材との機械的性質と耐蝕性の比較。

	焼入, 予除去焼戻 1800° F (982°C), 30 分, 油焼入 1000° F (538°C) 4 時間, 空冷	半 硬 化 1600° F (871°C), 1 時間, 空冷
A. 機械的性質		
抗張力 psi	155000	145000
降伏点 (0.2%) psi	130000	120000
延伸率 %	17.0	15.0
断面収縮率 %	64.0	45.0
Izod 衝撃値 ft-lb	51~67	19~28
ブリネル硬度	311	298
B. 耐蝕性 (腐蝕度: 侵蝕深さ in/month)		
2.5% 沸騰硝酸 3×48 時間	0.0924	0.0512
10% 沸騰醋酸 1×50 時間	0.2772	0.0262
2%, 120° F 硫酸 3×4 時間	0.6314	0.3445

耐蝕性: 第 8 図に Type 410 鋼の耐蝕性と焼戻温度の関係を示す。どの腐蝕作用に対しても焼入硬化および空冷の状態が最も耐蝕性が優れ, 800~1000° F (427~538°C) で急に悪くなり, それ以上の温度で再び耐蝕性を増す。腐蝕度の差は最高と最低で 3 倍しか変わらない場合もあり, 40 倍も違う場合もあり, 腐蝕液によって著しい差がある。食塩水噴霧による腐蝕は主として点蝕であ

第 8 図 Type 410 鋼の耐蝕性に及ぼす加熱温度の影響

第9図 Type 410 鋼の稀薄塩酸および 65 % 硝酸中における腐蝕度に及ぼす加熱温度の影響

る。例外は第9図に示す沸騰-65% HNO_3 と120°F-1% HCl の作用で1400°F (760°C)焼鈍材の方が焼入至除去材より腐蝕度が少ない。この結果は簡単に説明し難い。沸騰-65% HNO_3 試験はオーステナイト不銹鋼に対する熱処理効果を決定するのに広く用いられているが、以上のように焼入硬化性高Cr不銹鋼に同じ目的で適用すると全く誤った結果を得ることになる。

半硬化材料の耐蝕性は第2表に示すとおり普通の焼戻材の耐蝕性より少しよい。

全面腐蝕や点蝕と異なった機構による腐蝕で“sulfide corrosion cracking” (硫化水素腐蝕割れ) と呼ばれるタイプの腐蝕があり、最近数種の報告が出ている。FraserとTreseder⁶⁾はType 410鋼のロックウェル硬度C28を示す鍛錬材は硫化水素脆化を受け易いが、鋳物の焼鈍材はよく耐えることを報告した。NACE Technical Practices Committee 1-G⁷⁾の報告も12%Cr鋼でロックウェル硬度C33を示す鍛錬材は脆化するが、軟かい鋳造材は脆化しないことを述べている。Prange⁸⁾は1700°F (927°C)から焼入れし1050°F (566°C)、1120°F (604°C)および1200°F (649°C)で延伸して陰極酸洗をした試料の結果を報告している。焼入れたままの試料および1050°Fで延伸したものは脆化したが、1120°Fで延伸した材料は非常にわずかに侵食されただけであり、1200°Fで延伸した材料は脆化しなかった。

もし硫化水素腐蝕割れが材料の水素脆性への敏感性と関係するものであるならば、これらの結果は別に驚くべきことではない。焼入硬化性のある不銹鋼は焼入組織中に水素が入ると脆化することがすでに証明されているからである。同じ材料を焼鈍すると脆化しないことは大変興味のあることである。ZapffeとSpecht⁹⁾はType 410, 431および440Cの針金試料について10%NaOH中で陰極処理をした後曲げ試験を行ったが、その二、三の結果は第3表に示す如く上記の事実を非常に明らかに証明している。

マルテンサイト組織が水素脆性の傾向を持つことは

第3表 水素脆性への敏感性に及ぼす熱処理の影響

鋼種	状態	処理温度	曲げ試験 割れ目の生ずる角度	
			処理前	陰極的* 処理後
410	焼鈍	1400°F (760°C)	180° 良	180° 良
	硬化後至除去	1800°F + 730°F (982°C + 388°C)	180° 良	40°
431	焼鈍	1225°F (663°C)	180° 良	180° 良
	硬化後至除去	2000°F (1093°C)	180° 良	31°
440C	焼鈍	1650°F (899°C) 徐冷	180° 良	110°
	硬化後至除去	1950°F + 500°F (1066°C + 260°C)	40°	20°

* 直径0.06"の針金試片、10% NaOH溶液中で1 A/in²の電流密度で60分間陰極的に処理し水素を析出させる

Cr鋼に限らないで、高抗張力鋼の特性であるようにみえる。特別興味ある問題は、それではどれ位の強さであれば脆化の恐れなく完全に用い得るかということであるが、これについては目下研究中で間もなく明らかになるであろう。

第10図 Type 414 鋼の機械的性質に及ぼす加熱温度の影響

Type 414 および 431

機械的性質: 第10図に諸性質に及ぼす焼戻温度の影響を示す。Niを含むため焼入温度を高くするとかなり残留オーステナイトを含む。このオーステナイトは低温で延伸したときはそのまま含まれていて靱性を増すが高温で延伸するとその温度から冷却の途中で分解して新しいマルテンサイトを生成して靱性を減ずる。したがって範囲4 (硬化) の高温側で加熱すると最高硬度を生じ、次に歪除去をすると最高靱性を生ずる。ところが低温側では焼戻してすぐ急冷すると最高靱性を生ずる。

両鋼種とも1250~1300°F (677~704°C)以上に加熱すると再び焼きが入り始める。したがってこれ以上の温度で焼戻しブリネル硬度約250以下に軟化することはできない。またNiを含んでいるとオーステナイトフェライト変態を非常に遅くするから、変態点以上からの除冷による完全焼鈍も行えない。

耐 蝕 性：熱処理による耐蝕性の変化は前項の Type 403, 410 鋼等と同様であるが、Ni を含むため腐蝕量はそれらより少なく、第 4 表に比較して示すとおりである。多くの腐蝕作用に対し焼入および歪除去の状態が最も耐

えるが、第 3 表の Zapffe のデータによると水素脆性を生じ易い条件のもとでは逆であって、焼鈍組織が最も耐える。

第 4 表 Type 410 および Type 431 鋼の焼入—歪除去材と焼入焼戻材との耐蝕性比較試験

腐 蝕 試 験				腐蝕度：侵蝕深さ in/month			
				Type 410		Type 431	
				1800°F 油焼入 (982°C)	1900°F 油焼入 (1038°C)	1900°F 油焼入 (1038°C)	1900°F 油焼入 (1038°C)
腐蝕液	濃度 Vol%	温 度	試験時間	400°F 歪除去 (204°C)	1200°F 焼戻 (649°C)	500°F 歪除去 (260°C)	1150°F 焼戻 (621°C)
H ₂ SO ₄	2.0	120°F (49°C)	3×4時間	0.273	0.542	0.160	0.168
HCl	0.25	95°F (35°C)	5×48時間	0.045	—	0.0002	—
醋酸	10.0	沸騰	1×50時間	0.0006	0.031	0	0.0003
蟻酸	1.0	95°F (35°C)	5×48時間	0.0019	—	0.0002	—

Ni を含んでいるため塩化物を含む溶液の作用にも耐える。ことに Type 431 鋼は塩化物溶液中で繰返し応力と腐蝕作用とが同時に作用する応力腐蝕に異常に耐える。Gough と Sopwith¹⁰⁾ が 3% 食塩水噴霧によって行った腐蝕疲労試験によると炭素鋼より著しく優れ、15% Cr 鋼より優れ、低温加工した 18Cr—8 Ni 鋼の疲労限に近い。その結果の一例を第 5 表に示す。

第 5 表 Type 431 鋼の腐蝕疲労強度（繰返し曲げ試験）0.5%炭素鋼，15%Cr鋼および18Cr—8Ni 鋼との比較

鋼 種	C	Cr	Ni	状 態	ブリネル硬 度	疲 勞 強 度 1 0 7 回	
						空気中	3%食塩水噴霧中
0.5%C	0.48	—	—	常溫圧延	280—301	psi 55400	psi 11200
15%Cr	0.12	14.75	—	焼入焼戻	218—221	55400	25100
431	0.25	17.10	1.16	焼入焼戻	274—384	73300	33600
18—8	0.11	18.32	8.23	常溫圧延	242—255	53200	39200

Type 420, 420F, 440A, B, C および F

機械的性質：前に述べた理由からこれら鋼種は焼入および歪除去の状態だけで用いられる。耐蝕性はいずれも同じくらいで、ただ硬度と靱性の要求に応じてこれらのうち適当な鋼種を選ぶ。最高の靱性を得るための安全な歪除去温度は約 500°F (260°C) である。そのときの性

第 6 表 Type 420, 440A, B, C 各鋼の焼入歪除去材の機械的性質（直径 1" 丸棒の平均の性質）

鋼種	硬 度 範 囲		抗 張 力 psi	0.2 % 降 伏 点 psi	延 伸 率 %	断 面 収 縮 率 %	Izod 衝撃値 ft-lb
	ブリネル	ロックウエル					
420	470—530	C48—53	230000	195000	8	25	5—15
440A	490—530	C49—56	260000	240000	5	20	3—6
440B	520—590	C53—58	280000	270000	3	15	2—5
440C	540—620	C55—60	285000	275000	2	10	1—5

質を第 6 表に示す。

耐蝕性：Strauss と Talley¹¹⁾ が行った噴霧試験による耐蝕性と加熱温度の関係を第 11 図に示す。この種の鋼は 1000°F (538°C) 以上で延伸すると耐蝕性の減少が著しい。またこれらの曲線によると最初の焼入温度は高くない方がよいことがわかる。第 7 表は 65% HNO₃ 沸騰溶液による腐蝕試験結果を示すもので、やはり普通の腐蝕液の場合とは逆に焼入れた材料の方が多く侵される。

第 11 図 320 鋼の耐蝕性に及ぼす歪除去加熱の影響

第 7 表 Type 420, 440A, 440C の沸騰 65% 硝酸中の腐蝕度

鋼種	熱 処 理		ブリネル硬 度	腐蝕度 侵蝕深さ in/month 1×48時間試験
420	1900°F 焼入	500°F 歪除去	514	0.0480
	"	1200°F 焼戻	243	0.0239
440A	1950°F 焼入	500°F 歪除去	524	0.0412
	"	1400°F 焼戻	217	0.0081
440C	1950°F 焼入	500°F 歪除去	555	0.0761
	"	1400°F 焼戻	241	0.0452

総 括

硬化性不銹鋼の用途は増加してきたが、熱処理法の誤解や鋼種と熱処理法の選択の誤りが原因で破損を来した例が見受けられる。鋼種選択に当っては耐蝕性および機械的諸性質が熱処理によって著しく変ることに注意しなければならない。Type 403, 410, 414, 416, 431 のような低炭素鋼の機械的性質は必然的にその組成によって変るから、これらの鋼種を熱処理して狭い範囲の機械的性質を得ようとするときは、このことを忘れてはいけない。供給された材料が希望する性質を出すか否かを知るには材料の用途、加工法および用いられる熱処理について専門知識を必要とするのである。

引用文献

- 1) S. P. Watkins: The Corrosion Resistance of Free Machining Stainless Steel. Metal Prog. **39**, 710~714 (1941)
- 2) W. Crafts & J. L. Lamout: Secondary Hardening of Tempered Martensitic Alloy Steel. TP 2439—Metals Technology, Sep. 1948, 1~42
- 3) I. H. Hollomon & L. D. Jaffe: Time-Temperature Relations in Tempering Steel. Trans. AIMME, Iron and Steel Div., **162**, 223~249 (1945)
- 4) R. L. Rickett, W. F. White, C. S. Walton & J. C. Butler: Isothermal Transformation, Hardening and Tempering of 12% Chromium Steel. Trans. ASM, **44**, 138~175 (1952)
- 5) USPat. 2, 218, 973 (Oct. 22, 1940), 2, 262, 690 (Nov. 11, 1941)
- 6) J. P. Fraser & R. S. Treseder: Cracking of High Strength Steels in Hydrogen Self-oxide Solution. Corrosion, **8**, No. 10, 342~350 (1952) Oct.
- 7) NACE TP-IG Comm. Rep. Field Experience with Cracking of High Strength Steels in Sour Gas and Oil Wells. Corrosion, **8**, No. 10, 351~354 (1952) Oct.
- 8) F. A. Prange: Hydrogen Embrittlement Tests on Various Sheets. Corrosion, **8**, No. 10, 355~357 (1952) Oct.
- 9) C. A. Zapffe & O. G. Specht: Effect of Composition, Heat Treatment and Cold Work on the Hydrogen Embrittlement of Stainless Steel Wire During Cathodic Pickling. Trans. ASM, **39**, 193~212 (1947)
- 10) H. J. Gough & D. G. Sopwith: Some Comparative Corrosion Fatigue Tests Employing Two Types of Stressing Action. J. Iron and Steel Inst., **127**, 301~335 (1933)
- 11) J. Strauss & J. W. Talley: Stainless Steels—Their Heat Treatment and Resistance to Sea-Water Corrosion. Proc. ASTM, Part 2, **24**, 217~258 (1924)

学振第97委員会機関誌防蝕技術の配布を受ける方法

本誌は日本学術振興会〔腐蝕防止第97委員会関係〕維持会員に配布することを立前として、引続き会員を募集中であります。申込まれた会員は維持会に関する従来の規定を準用し、「腐蝕防止第97委員会と指定された学振維持会員」となられるわけであり、これに関する規定は下記の通りであります。

~~~~~ 学振腐蝕防止第97委員会関係維持会員規定 ~~~~~

I 会員は普通会员と特別会員とに分ける。

II 普通会员は団体及び個人を対象とし、会費は1口に付き年額1,000円とする。

普通会员の受ける特典は次のとおりである。

1. 1口に付き防蝕技術(1年6冊刊行)毎号1部の配布を受ける。
2. 本委員会主催の講習会々費等の割引を受ける。

III 特別会員は団体を対象とし、会費は半口に付き年額10,000円とする(半口以上で特別会員として入会できます)

特別会員の受ける特典は次のとおりである。

1. 本委員会々議に出席し、研究調査報告を聴取し、討議に参加できる。
2. 半口に付き防蝕技術(1年6冊刊行)毎号3部の配布を受ける。
3. 本委員会主催の講習会々費の割引を受ける