

特許不銹鋼に就て

(日本鐵鋼協會第 23 回講演大會講演 昭和 15, 4)

大倉 幸雄*

ON A PROPRIETERY STAINLESS STEEL.

Yukio Okura.

SYNOPSIS:—The physical, mechanical and welding properties of a proprietary stainless steel of the following composition were studied: $C \leq 0.25$; $Si \ 0.1-2.0$; $Cu \ 0.05-4.5$; $Ni \ 1-7$; $Cr \ 16-30$; $W \ 0.2-8.0\%$. One or more of the following optional element may be present: $V \leq 1.0$; $Co \leq 1.0$; $Al \leq 1.0$; $Ti \leq 1.0\%$. In the experiment, the steels were divided into the four groups: martensitic, ferritic, austenitic and austeno-ferritic, according with the different proportions of Ni and Cr within the patented range and to each of which 1-8% W was added. From the result of the experiment it was concluded that, besides its high strength and at elevated and room temperatures, it has excellent corrosion resistance to dilute sulphuric, hydrochloric, sulphurous, nitric, phosphoric, oxalic, tartaric, acetic and formic acids. Steels containing 18% Cr , 7% Ni and 5-8% W may be favorably used for handling such solution as ferric chloride or sea water plus hydrogen peroxide, which will cause pitting. As for the resistance to intergranular corrosion, the addition of W alone is not so efficient as that of Ti or Cr , but rather Si or Ti should be accompanied for this purpose.

目 次

- I. 緒 言
- II. 試料の調製
- III. 物理的性質
 - 1. 比重 2. 熱膨脹係數 3. 電氣抵抗 4. 磁性
- IV. 化學的性質
 - 1. 耐熱性 2. 一般耐蝕性 3. 粒間腐蝕に對する抵抗性
- V. 機械的性質
 - 1. 常溫に於ける機械的性質 2. 高溫度抗張の性質
- VI. 熔 接 性
- VII. 結 論

I. 緒 言

近時化學工業の著しき進歩發達と共に耐蝕性合金鋼に對する要求が極めて苛酷となり高溫度に於て使用せられる事は勿論場合に依りては更に是に高壓を伴て使用せられる事が多くなり從來の如く單に化學藥品に對して耐蝕性大なるのみでは満足せられず耐熱性、強度等も不銹鋼として同時に具備すべき重要なる要素となるに至た。而して不銹鋼の強度を高める一方法として Mo , W の添加が考へられるが一方 W が不銹鋼の物理的化學的並に機械的性質に及ぼす影響に就て詳細に研究せられたる例は Mo の場合に比して極めて少い。例へば W が各種腐蝕媒介に對する耐

蝕性に及ぼす影響に關しても或人は W の著しき効果を認め又或人は寧ろ W の惡影響を認める等結果は極めて區々であり且之等の結果は何れも實驗の條件を著しく異にする爲に比較検討する事が全く不可能なる状態である。依て筆者は Cr , Ni 及 W を主要成分とする弊所特許不銹鋼の範圍内に於て Cr 及 Ni の量を Martensite, Ferrite, Austenite 及 Austenite + Ferrite の4種類に分ち且之等に夫々 W を 1% より 8% 迄階段的に添加せる場合の物理的、化學的並に機械的性質及熔接性等に就て系統的に行へる研究結果に就て記述する。

II. 試料の調製

特許不銹鋼なる名稱を有する不銹鋼は第1表の如き成分範圍を有して居る。即ち主要成分は Cr , Ni 及 W にして

第1表 特許範圍

主要成分

C%	Si%	Mn%	Cu%	Ni%	Cr%	W%	Fe	其他不純物
≤ 0.25	0.1-2.0	0.2-3.0	0.05-4.5	1-7	16-30	0.2-8.0	殘	部

副成分

V%	Co%	Al	Ti
≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0

之に副成分として V , Co , Al , Ti を 1% 以下の範圍にて一種又は二種以上含有せしめ得るものなり。而して本研究に使用せる試料は何れも 50kg 高周波誘導電氣爐にて熔解せる約 50kg 鋼塊を高溫度鍛造して試験片の製作に供せるものにして其の化學成分は第2表に示す如く更に特許範圍

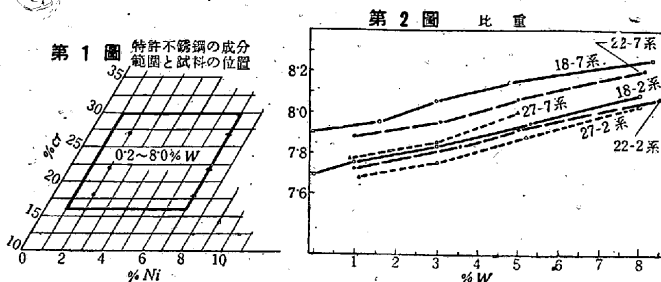
* 住友金屬工業株式會社鋼管製造所

第2表 試料化学組成 (%)

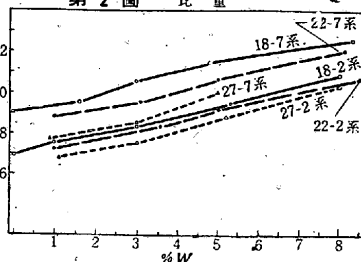
試料記號	C	Si	Mn	Ni	Cr	W
MW 0	0.10	0.49	0.33	2.16	17.77	—
MW 1	0.09	0.52	0.30	2.19	18.26	1.01
MW 3	0.10	0.59	0.30	2.09	17.77	3.06
MW 5	0.15	0.42	0.34	2.10	17.84	5.34
MW 8	0.15	0.50	0.34	2.19	19.18	8.12
FW 1	0.07	0.58	0.28	2.18	22.17	0.99
FW 3	0.11	0.58	0.33	2.41	22.52	3.61
FW 5	0.12	0.48	0.27	2.38	22.70	5.04
FW 8	0.15	0.62	0.33	2.14	21.01	8.51
FW 1'	0.06	0.48	0.23	2.28	27.10	1.12
FW 3'	0.08	0.48	0.34	2.18	27.26	3.04
FW 5'	0.09	0.49	0.30	2.21	27.26	5.24
FW 8'	0.14	0.50	0.34	2.14	27.41	8.43
18-8	0.06	0.52	0.23	8.27	18.58	—
AW 1	0.11	0.42	0.22	7.04	18.83	0.86
AW 3	0.10	0.35	0.20	7.34	18.48	3.05
AW 5	0.13	0.39	0.22	7.48	18.58	4.84
AW 8	0.12	0.46	0.32	7.15	18.65	8.28
AFW 1	0.11	0.63	0.29	7.27	22.54	0.98
AFW 3	0.11	0.59	0.31	7.32	22.08	3.11
AFW 5	0.14	0.54	0.30	7.59	21.77	5.07
AFW 8	0.19	0.55	0.36	7.23	21.47	8.15
FAW 1	0.08	0.52	0.27	7.18	26.65	0.84
FAW 3	0.08	0.50	0.27	7.18	27.10	3.05
FAW 5	0.10	0.53	0.32	7.06	27.10	5.01

Cu ≤ 0.10%, P, S ≤ 0.03%

内に於ける各試料の位置を示せば第1圖の如し。即ち Martensite 系統として 18% Cr, 2% Ni を Ferrite 系



第2圖 比重

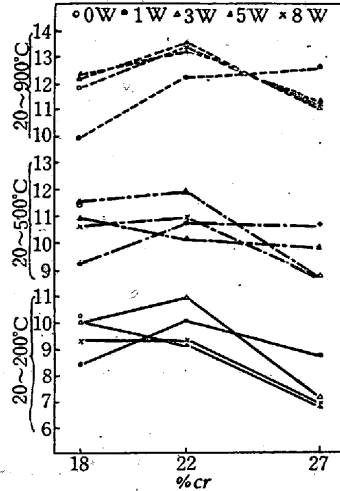


統として 22% Cr, 2% Ni 及 27% Cr, 2% Ni を Austenite 系統として 18% Cr, 7% Ni を Austenite + Ferrite 系統として 22% Cr, 7% Ni 及 27% Cr 7% Ni を選び且之等に W を夫々 1, 3, 5, 8% と段階的に添加せるものなり。

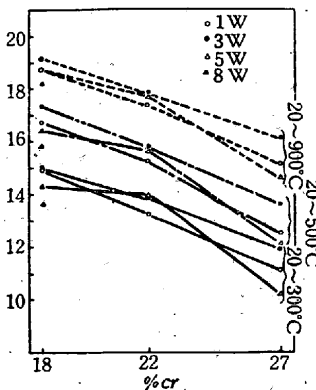
III. 物理的性質

1. 比重 寸法 50×30×2mm の試験片に就き Martensite 及 Ferrite 系統のものは 950°C 空冷後 600°C に空冷焼戻し Austenite 及 Austenite + Ferrite 系統のものは 1,150°C より水中冷却し 02 番エメリー紙にて研磨仕上後比重を測定せる結果は第2圖に示す如し。18~27% Cr, 2% Ni に於ては比重は Cr の高き程低く且 W の増加と共に略々一定の割合で上昇する。更に 18~27% Cr, 7% Ni に於ては 18~27% Cr, 2% Ni よりも夫々比重大となり且 Cr の高き程低く W の増加と共に略々平行し

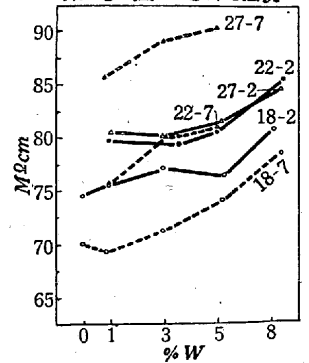
第3圖 18~27 Cr, 2Ni の 膨脹係數 (×10⁻⁶/°C)



第4圖 18~27 Cr, 7Ni の 膨脹係數 (×10⁻⁶/°C)

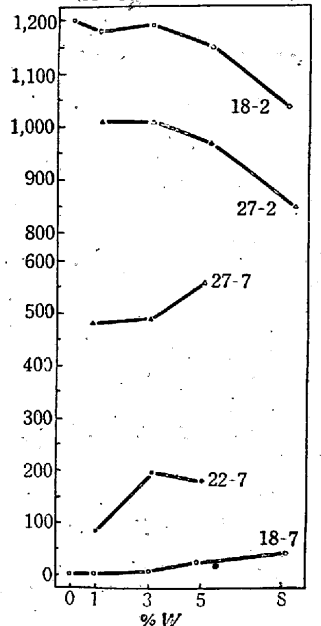


第5圖 電気比抵抗



第6圖 飽和磁氣の強さ

(H=500 エールステット)



て上昇する。而して各系統を通じて比重は 1% W で約 0.04 宛増加する。

2. 熱膨脹係數 径 4mm 長 80mm の丸棒試験片を製作し真空中にて 900°C に加熱爐冷したる後本多式熱膨脹計を使用して真空中に於て加熱速度毎分 10°C の割合にて 900°C 迄温度を上昇せしめて得られたる加熱曲線より 20~200°C, 20~500°C 及 20~900°C の各温度範囲に於ける熱膨脹係數を求めたる結果は第3圖及第4圖に示す如し。第3圖は 18~27% Cr, 2% Ni 系統の結果を示すもので 18% Cr より 22% Cr 迄は著しき差異が認められぬが 27% Cr に於て何れも低い膨脹係數を示す。又 W の量に依りて明瞭なる差異が認められぬ。次に第4圖は 18~27% Cr, 7% Ni 系統の結果を示すもので此の場合 Cr の増加と共に明瞭に膨脹係數の低下が認められるが W の量に依りて著しき差異が認められぬ。即ち W は不銹鋼の膨脹係數に對して Cr に於ける程著しき影響を有せぬ事が分る

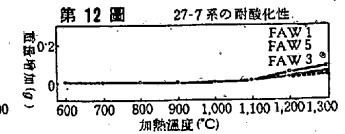
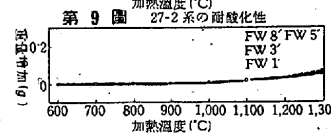
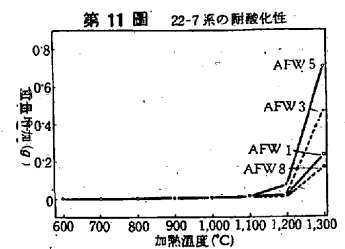
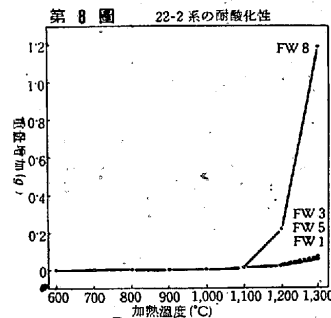
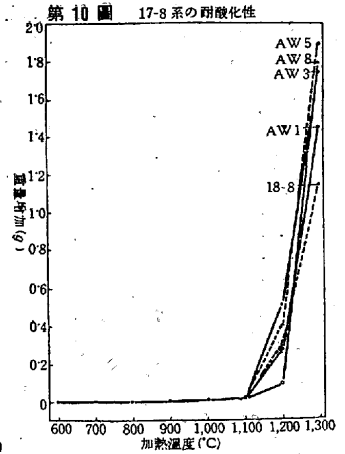
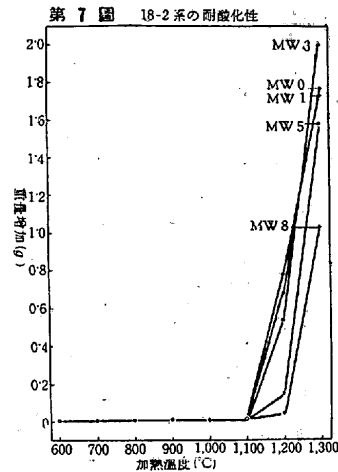
3. 電気比抵抗 前記熱膨脹係數を測定せる試片に就き

18% Cr, 2% Ni 系のものには 950°C 空冷後 600°C 空冷焼戻, 22% Cr, 2% Ni 及 27% Cr, 2% Ni 系のものには 900°C より水冷, 18% Cr, 7% Ni, 22% Cr, 7% Ni 及 27% Cr, 7% Ni 系のものには 1,150°C より水冷後研磨して 20°C に於ける電気比抵抗を求めたる結果は第5圖に示す如し。即ち何れの場合も W の増加と共に比抵抗が増加する。而して又 18~27% Cr, 2% Ni 系統のものも 18~27% Cr, 7% Ni 系統のものも Cr の増加と共に比抵抗の上昇が認められる。

4. 磁性 電気抵抗を測定せる試料に就き磁場の強さ, 500 エールステッドに於ける飽和磁氣の強さを求めたる結果は第6圖に示す如し。18% Cr, 2% Ni, 27% Cr, 2% Ni 及 27% Cr, 7% Ni は何れも明瞭に磁性を有し 18% Cr, 7% Ni では 1% W にて非磁性であるが 3% W 以上より極く僅か磁性を帯び更に W の増加と共に徐々に上昇するが 8% W に於ても極めて低い磁性を有するに過ぎぬ。22% Cr, 7% Ni では 1% W にて殆んど非磁性であるが 3~5% W にて幾分磁性を有するに至る, 27% Cr, 7% Ni に於ては更に値が大となり且 W の増加と共に上昇する。即ち Austenite 及 Austenite+Ferrite 系統では W 及 Cr の増加と共に磁性の増加が明瞭であり之は W 及 Cr の増加に依りて Austenite に對する Ferrite の増加に基くものであり, 又 18~27% Cr, 2% Ni 系統に於ける W 及 Cr の増加に依る磁性の低下は非磁性の $FeCr_3$ 又は $FeCr_4$ の生成及非磁性の Fe-W 化合物 (η 相) の生成に基くものと考へられる。

IV. 化學的性質

1. 耐熱性 寸法 50×30×2mm の試験片を製作し Martensite 及 Ferrite 系統のものには 950°C 空冷後 600°C に空冷焼戻し Austenite 及 Austenite+Ferrite 系統のものには 1,150°C より水中冷却し O2 番エメリ-紙にて研磨仕上後本多式熱天秤を使用して 600~1,300°C の各温度に 20 分間加熱保持した際の重量増加を連続的に測定した。但し温度の上昇は 10 分間に 100°C の割合なり其の結果は第 7~12 圖に示す如し。即ち 18% Cr, 2% Ni 系に於ては 1~3% W の添加は著しき影響を認めず 5% W 以上に於て幾分効果あるものゝ如く見える。次に 22% Cr, 2% Ni 系に於ては 5% W 以下は全く差異を認めぬが 8% W に至ると急に耐熱性が低下する。27% Cr, 2% Ni 系に於ては何れも良好で 8% W 迄は著しき影響



を認めぬ。18% Cr, 7% Ni に於ては W を添加せるものは何れも 18/8 に比して耐熱性小なる傾向があり且 W の量の多いもの程良好ならざる如く見える。22% Cr, 7% Ni 系に於ても 5% W 迄は W の増加と共に耐熱性低下の傾向が認められ 8% W に於て 1% W と略同様の耐熱性が認められる。27% Cr, 7% Ni 系では 5% W 迄殆んど變化を認めぬ。即ち W は單獨に不銹鋼に添加せられた場合耐熱性に全く影響無きか或は耐熱性を幾分低下せしめる如き傾向が認められる。但し以上の結果は何れも Si を特に添加せざる場合であり特許範囲内にて更に 1.5~2.5% Si を含有せしめたる高 Cr·Ni·W·Si 鋼は航空發動機の排氣弁材として極めて優秀なる耐熱性を有する事は周知の事である。

2. 一般耐蝕性 耐熱試験に於けると同一寸法で且同一熱処理を施せる研磨試料に就き各種無機酸, 有機酸及鹽類に對する耐蝕性を試験せり。實驗期間は常温の場合は 1 週間毎に液を更新する事に依り 4 週間, 100°C 乃至沸騰點の場合は逆流冷却管を附せるフラスコを使用し蒸發による液の濃度の變化を防止して 50 時間繼續せり。

(i) 無機酸に依る試験 常温の 0.5% 及 5% の硫酸鹽酸, 5% 硝酸, 0.5% 亞硫酸水, 30% 沸騰硝酸及 100°C



第3表 無機酸に依る試験(重量減)

試料 符號	0.5% 硫酸	0.5% 鹽酸	5% 硫酸	5% 鹽酸	5% 硝酸	0.5% 亞硫酸 水	30% 硝酸 (沸騰) (100°C)	30% 磷酸 5% 硫酸
MW 0	20.256	27.153	30.873	167.599	0.081	15.740	2.042	58.546
MW 1	7.828	2.277	5.424	18.493	0.045	0.229	0.418	23.734
MW 3	4.500	10.924	76.882	31.060	0.120	0.180	0.602	0.234
MW 5	0.102	4.141	0.102	24.325	0.081	0.066	0.897	0.207
MW 8	5.216	3.135	261.177	106.825	0.253	11.347	1.957	0.653
FW 1	6.461	11.746	0.054	128.316	0.093	0.066	0.243	0.557
FW 3	0.189	3.102	0.003	104.623	0.051	0.075	0.225	0.084
FW 5	0.132	0.174	3.466	65.912	0.042	0.030	0.141	0.057
FW 8	0.054	0.153	15.867	82.611	0.078	0.030	0.506	0.042
FW 1'	0.581	0.066	0.021	101.804	0.051	0.042	0.081	0.027
FW 3'	0.466	1.240	0.382	177.659	0.183	2.888	0.090	0.108
FW 5'	0.072	0.075	0.012	113.120	0.009	0.033	0.120	0.063
FW 8'	0.355	0.177	0.015	109.719	0.063	0.024	1.930	0.102
18-8	0.301	1.445	0.063	3.298	0.280	3.897	0.421	0.201
AW 1	0.403	0.589	0.018	11.307	0.216	0.198	0.427	0.704
AW 3	0.283	0.256	4.933	9.319	0.189	0.554	0.349	0.256
AW 5	0.424	0.135	0.042	8.704	0.051	0.180	0.436	0.539
AW 8	0.551	0.584	0.054	45.463	0.572	5.039	0.834	0.566
AFW 1	0.289	0.575	0.024	32.683	0.262	0.358	0.450	0.141
AFW 3	0.358	0.237	0.012	30.195	0.307	0.126	0.207	0.117
AFW 5	0.280	0.048	0.027	19.876	0.635	3.373	0.201	0.307
AFW 8	0.063	0.593	0.039	25.713	0.661	4.596	0.289	0.084
FAW 1	0.036	0.036	0.021	81.150	0.030	0.039	0.081	0.063
FAW 3	0.072	0.045	0.012	37.481	0.027	0.048	0.108	0.060
FAW 5	0.054	1.379	0.024	63.542	0.024	0.045	0.126	0.108

の30% 磷酸+5% 硫酸を使用せり。各試験結果は第3表に示す如し。18% Cr, 2% Ni 系では0.5% 硫酸100°Cの30% 磷酸+5% 硫酸及0.5% 亞硫酸水に対してはW 5% 迄はW の増加と共に著しき効果が認められるが8% W に於ては幾分其の効果を減ずる傾向があり0.5% 鹽酸に対しては1~8% W が何れも有効で且W の量相互の間には差異無く5% 鹽酸及30% 沸騰硝酸に対しては1~5% W が有効で8% W は殆んど効果無し。5% 硫酸に対しては5% W のものが著しく良好であるが8% W は著しく耐蝕性小なり。22% Cr, 2% Ni 系では0.5% 硫酸及鹽酸に対してW の添加が有効で0.5% 硫酸に対しては3~8% W にて又0.5% 鹽酸に対しては5~8% W にて著しく耐蝕性大となる。然し5% 硫酸及鹽酸に対してはW の効果が認められず5% 硫酸に対しては5~8% W の添加は返て1~3% W に劣る。其他5% 硝酸, 30% 沸騰硝酸, 100°C の30% 磷酸+5% 硫酸及0.5% 亞硫酸水等に対しては何れも著しく良好で從てW の影響は認められぬ。27% Cr, 2% Ni 系では5% 鹽酸に依り何れも著しく侵蝕せられる外は良好である。18% Cr, 7% Ni 系では5% 鹽酸に対して1~5% W のものが18/8 に比して稍劣り8% W に至りて更に耐蝕性小となる。0.5% 亞硫酸水に対しては1~5% W の添加が18/8 に比して著しく良好であるが8% W に至ると耐蝕性は18/8 に比して幾分低下する。其他に対しては何れも良好で特にW の影響

を認めぬ。更に22% Cr, 7% Ni 及27% Cr, 7% Ni 系に於ても22% Cr, 7% Ni に5~8% W を添加せるものが0.5% 亞硫酸水に対して1~3% W を添加せるものに比して幾分耐蝕性小であり又5% 鹽酸に対しては何れも耐蝕性小なる外は良好である。

(ii) 有機酸に依る試験 常温の10% 蓚酸, 酒石酸, 蟻酸, 醋酸及20% 沸騰醋酸を使用せり。其の結果は第4表に示す如し18% Cr, 2% Ni 系では10% 蓚酸に對し

第4表 有機酸に依る試験(重量減 mg/cm²)

試料 符號	10% 蓚酸	10% 酒石酸	10% 蟻酸	10% 醋酸	20% 醋酸 (沸騰)
MW 0	2.466	6.629	17.966	0.003	24.846
MW 1	1.861	0.903	2.469	0.012	0.587
MW 3	0.795	0.144	1.710	0.024	0.509
MW 5	0.039	0.045	0.783	0.015	0.039
MW 8	1.286	0.048	0.701	0.033	0.183
FW 1	1.484	0.195	27.138	0.042	1.623
FW 3	0.087	0.072	0.054	0.021	0.057
FW 5	0.039	0.081	0.021	0.036	0.027
FW 8	0.087	0.033	0.057	0.012	0.099
FW 1'	0.027	0.030	0.048	0.039	0.051
FW 3'	0.045	0.036	0.229	0.012	0.521
FW 5'	0.042	0.042	0.024	0.021	0.015
FW 8'	0.033	0.027	0.048	0.003	0.045
18-8	0.237	0.412	4.530	0.144	1.512
AW 1	0.322	0.213	3.285	1.129	0.367
AW 3	0.469	0.280	1.003	0.069	9.177
AW 5	0.771	0.460	0.464	0.629	0.099
AW 8	0.234	0.725	0.268	0.216	0.099
AFW 1	0.295	0.493	3.186	0.111	1.256
AFW 3	0.111	0.188	0.655	0.042	0.090
AFW 5	0.045	0.042	0.105	0.036	0.072
AFW 8	0.090	0.340	0.562	0.114	0.060
FAW 1	0.033	0.024	0.057	0.024	0.093
FAW 3	0.003	0.048	0.039	0.012	0.036
FAW 5	0.030	0.036	0.036	0.033	0.135

てはW 5% 迄W の増加と共に良好となり5% W に於て著しく良好にして更に8% W に至ると耐蝕性は可成り低下する。10% 酒石酸及蟻酸に対しては1% W に於て急激に良好となり爾後W の増加と共に耐蝕性を増加する10% 醋酸に対しては何れも同一程度に良好であり20% 沸騰醋酸に対しては1% W に於て著しく良好となり更にW の増加と共に良好となる。22% Cr, 2% Ni 系では10% 蓚酸, 蟻酸及20% 沸騰醋酸に対しては1% W の添加に依りて急激に良好となり其れ以上W を増すも効果は殆んど1% W に於けると同様なり。10% 酒石酸及醋酸に対しては何れも良好にしてW の影響は認められぬ。27% Cr, 2% Ni 系統に於ても何れも良好なる結果を示せり。18% Cr, 7% Ni 系では10% 蓚酸, 酒石酸及醋酸に対しては何れも良好にしてW の影響無く10% 蟻酸に對してはW の量増加と共に著しき効果が認められ20% 沸騰醋酸に對しては3% W 迄著しき効果無く5~8% W

に於て著しく良好となる。22% Cr, 7% Ni 系では 10% 蔞酸, 酒石酸, 醋酸に對しては W には關係無く良好で 10% 蟻酸及 20% 沸騰醋酸に對しては 3~8% W の添加が著しく有効なり。27% Cr, 7% Ni 系では何れの場合も良好で特に W の量的影響は認められぬ。即ち有機酸に於ては 18% Cr, 2% Ni 系に對する W の影響が最も明瞭で 10% 蔞酸, 酒石酸, 蟻酸及 20% 沸騰醋酸に對しては何れも W の添加が極めて有効であり更に 22% Cr, 2% Ni 系に於ても 10% 蔞酸, 蟻酸及 20% 沸騰醋酸に對して効果があり 18% Cr, 7% Ni 及 22% Cr, 7% Ni 系に於ても蟻酸及沸騰醋酸に對して効果が認められ又 27% Cr, 2% Ni 系及 27% Cr, 7% Ni 系では何れも良好なる耐蝕性を示して特に W の影響が認められぬ。

(iii) 鹽類に依る試験 3% 食鹽水+1% 過酸化水素, 30% 鹽化第二鐵, 飽和鹽化安門, 0.5% 鹽化第二鐵+10% 食鹽水及 100°C の 30% 硫安+5% 硫酸を使用せり。但し 30% 鹽化第二鐵及 100°C の硫安+硫酸の場合何れも腐蝕程度大なりし爲前者は 7 日間, 後者は 25 時間と特に實驗期間を短縮せり。各試験結果は第 5 表に示す如し。

第 5 表 鹽類に依る試験 (重量減 mg/cm²)P; 孔蝕

試料符號	3%食鹽 1%過酸 化水素	30% 鹽化第二鐵	0.5%鹽 化第二鐵 10%食鹽	飽和 鹽化安門	30%硫 安5% 硫酸 (100°C)
MW 0	3.987(P)	72.283(P)	7.605(P)	0.722(P)	188.096
MW 1	4.346(P)	157.304(P)	8.759(P)	1.867(P)	107.774
MW 3	3.572(P)	238.298(P)	8.753(P)	0.707	144.250
MW 5	3.723(P)	107.650(P)	9.096(P)	0.665(P)	26.921
MW 8	4.623(P)	215.795(P)	9.036(P)	0.659(P)	52.506
FW 1	3.795(P)	117.202(P)	9.316(P)	0.680	229.457
FW 3	3.701(P)	189.117(P)	8.864(P)	0.253	31.665
FW 5	3.590(P)	142.424(P)	7.750(P)	0.015	116.340
FW 8	3.430(P)	118.126(P)	8.563(P)	0.427(P)	22.412
FW 1'	3.478(P)	168.593(P)	8.461(P)	0.108	18.385
FW 3'	3.982(P)	381.545(P)	10.533(P)	0.412	19.536
FW 5'	2.204(P)	0.045(P)	3.942	0.066	6.975
FW 8'	3.099(P)	132.647(P)	7.969(P)	0.689	8.793
I8-8	2.343(P)	138.129(P)	5.602(P)	0.481	72.183
AW 1	2.331(P)	4.861(P)	6.611(P)	0.253	36.481
AW 3	1.963(P)	1.114(P)	2.114(P)	0.042	20.418
AW 5	0.301	0.036	0.924(P)	0.036	23.554
AW 8	0.033	0.009	0.078	0.120	28.370
A FW 1	3.069(P)	90.307(P)	7.102(P)	0.515	24.319
A FW 3	3.174(P)	6.235(P)	8.045(P)	0.036	27.259
A FW 5	1.292(P)	5.674(P)	0.024	0.650	16.159
A FW 8	1.500(P)	160.530(P)	6.461(P)	0.493	18.762
FAW 1	1.412(P)	183.771(P)	6.400(P)	0.015	59.852
FAW 3	1.533(P)	46.259(P)	2.991(P)	0.057	31.117
FAW 5	2.813(P)	131.168(P)	7.828(P)	0.436	23.909

18% Cr, 2% Ni 系では 3% 食鹽水+1% 過酸化水素, 30% 鹽化第二鐵, 0.5% 鹽化第二鐵+10% 食鹽水及飽和鹽化安門に依りて各試料共同一程度に著しく孔蝕を生じ W の影響無く 100°C の 30% 硫安+5% 硫酸に對しては 5~8% W で稍効果が認められるが著しくなく何れも腐蝕

程度大なり。22% Cr, 2% Ni 系では 3% 食鹽水+1% 過酸化水素, 30% 鹽化第二鐵及 0.5% 鹽化第二鐵+10% 食鹽水に依りて各試料何れも同一程度に孔蝕を生じ又飽和鹽化安門に對しては 8% W のものに僅に孔蝕が認められる外は著しき變化無く又 100°C の 30% 硫安+5% 硫酸に對しては 8% W に於て稍効果が認められるが著しくなく, 27% Cr, 2% Ni 系では 3% 食鹽水+1% 過酸化水素に依りて何れも著しき孔蝕を生じて W の影響無く又 30% 鹽化第二鐵及 0.5% 鹽化第二鐵+10% 食鹽水に對しては 5% W を添加せるものに孔蝕を認めないが其他は何れも同一程度に著しく孔蝕を生ず。飽和鹽化安門に對しては何れも良好であり 30% 硫安+5% 硫酸に對しては 5~8% W が 1~3% W に比して幾分効果が認められる程度なり。18% Cr, 7% Ni 系では 3% 食鹽水+1% 過酸化水素に對しては 3% W 迄は略々同一程度に孔蝕を生ずるが 5% W より著しく良好となり 5~8% W を添加せるものは孔蝕を生ずる事無く又 30% 鹽化第二鐵に於ても W の量増加と共に急激に良好となるも W 3% 以下は尙孔蝕を生じ 5~8% W に於て孔蝕を生ずる事無く著しく良好なり。30% 硫安+5% 硫酸に對しては僅に W の効果が認められる程度なり。0.5% 鹽化第二鐵+10% 食鹽水に於ても W の増加と共に効果が認められるが W 5% 以下にては尙孔蝕を生じ 8% W に至りて孔蝕を生ぜず著しく良好となる。飽和鹽化安門に對しては何れも耐蝕性大なり。22% Cr, 7% Ni 系では 3% 食鹽水+1% 過酸化水素に對しては 5~8% W に於て稍効果が認められるが何れも孔蝕を生じ 30% 鹽化第二鐵に對しては 3~5% W に於て稍効果が認められるが尙何れも孔蝕を生じ更に 0.5% 鹽化第二鐵+10% 食鹽水に對しては 5% W に於て著しく大なる耐蝕性が認められるが其他は何れも孔蝕を生じ良好なる耐蝕性が得られぬ。飽和鹽化安門に對しては何れも良好なり。27% Cr, 7% Ni 系に於ても飽和鹽化安門に對しては良好なるも 3% 食鹽水+1% 過酸化水素 30% 鹽化第二鐵及 0.5% 鹽化第二鐵+10% 食鹽水に對しては何れも孔蝕を生じ著しき W の影響無く又 30% 硫安+5% 硫酸に對しては稍 W の効果が認められる程度なり。即ち 3% 食鹽水+1% 過酸化水素, 30% 鹽化第二鐵, 0.5% 鹽化第二鐵+10% 食鹽水及飽和鹽化安門の如き不銹鋼に對して容易に孔蝕を生ぜしめる溶液に對しては 5~8% W を含有する 18% Cr, 7% Ni 系を除き一般に W の効果は認められず此の點 Mo に比して著しく效果小なりと云ふ

第6表 粒間腐蝕に関する実験結果 (1,150°C 水冷焼入後 650°C に1時間及100時間再加熱空冷)

試料 符號	組織	650°C 1時間				- 650°C 10時間			
		音響	屈曲	顯鏡結果		音響	屈曲	顯鏡結果	
18/8	A	濁	粒間腐蝕	龜裂	完全崩壊	濁	粒間腐蝕	龜裂	完全崩壊
AW 1	A	濁	同	同上*	同上	濁	同	同上*	同上
AW 3	A+F	濁	同	同上	同上	濁	同	同上*	同上
AW 5	A+F	濁	同	同上	同上	濁	同	同上*	同上
AW 8	A+F	清	同	同上	同上	濁	同	同上	同上
AFW 1	A+F	濁	龜裂	同上	同上	可成り濁	粒間腐蝕	龜裂	同上
AFW 3	A+F	可成り濁	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
AFW 5	A+F	可成り濁	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
AFW 8	A+F	可成り濁	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
FAW 1	F+A	濁	同上	同上	同上	清	同上	同上	同上
FAW 3	F+A	濁	同上	同上	同上	清	同上	同上	同上

* 手で折れたもの A...Austenite F...Ferrite

が出来る。

3. 粒間腐蝕に対する抵抗性 18/8 の粒間腐蝕に対する W の影響に就ては従來の研究に依れば W の効果を認めて居るものと全然 W の効果を認めず寧ろ W の増加と共に抵抗性を減すると考へるものがあり全く不明瞭である依て本研究に於ては W の該影響に関する実験として 18% Cr, 7% Ni 系, 22% Cr, 7% Ni 系及 27% Cr, 7% Ni 系のものに就て実験を行へり。即ち W は炭化物生成元素であると同時に Ferrite 生成元素でもあるから此の2つの方面を考慮に入れて W の影響を実験する事とせり。即ち寸法 50×30×2mm の試験片を 1,150°C より水冷焼入後 650°C に1時間及10時間加熱空冷後表面を 02 番エメリー紙にて研磨仕上し Strauss 溶液 (10% CuSO₄+10% H₂SO₄) の沸騰溶液に 100 時間浸漬した後の音響試験, 屈曲試験及顯微鏡試験を行ひ粒間腐蝕の有無及程度を制定せり。其の結果を總括して示せば第6表の如し。即ち 18% Cr, 7% Ni の Pure Austenite に対しては W は 5% 迄1時間加熱のものも 10 時間加熱のものも明瞭に粒間腐蝕が認められるが 8% W に至りて1時間加熱のものは良好なるに反し 10 時間加熱のものは明瞭に粒間腐蝕を生ずる。即ち 8% W に至りて粒間腐蝕の發生に要する時間が幾分遅延せられる程度にして Pure Austenite の粒間腐蝕に対しては 1~8% W の添加は著しき効果無きものと考へられる。次に 22% Cr, 7% Ni 及 27% Cr, 7% Ni の如き Austenite+Ferrite の二相組織のものに於ては Pure Austenite の場合に比して粒間腐蝕を生ずる程度が著しく小となる。即ち 22% Cr, 7% Ni に於ては 1~5% W は尚可成り著しく粒間腐蝕を生ずるが 8% W に於て其の程度を減じ1時間の如き短時間加熱に依りては幾分粒間腐蝕の傾向を認めるが 10 時間の如き長時間

加熱に依りて恢復する。又 27% Cr, 7% Ni に於ては 1~3% W を添加せるものが何れも 1 時間加熱に依りて尙幾分粒間腐蝕を認めるが 10 時間加熱のものには殆んど認められぬ。即ち Austenite+Ferrite 二相に対しては W は W を添加せざる Cr 含有量の高い二相組織のものと同様長時間加熱に依りて恢復可能である。即ち W は Pure Austenite のものに対しては 1~5% 添加に依りて何ら効果なく 8% 添加に於て幾分粒間腐蝕發生の時間を遅延せしめる効果あり又 22% Cr, 7% Ni 及 27% Cr, 7% Ni の如き Austenite+Ferrite 二相組織のものに対しては W は W を添加せざる二相組織のものと同様長時間加熱に依りて恢復可能なり。要之粒間腐蝕に対する W の効果は極めて小なる事が明らかなり。

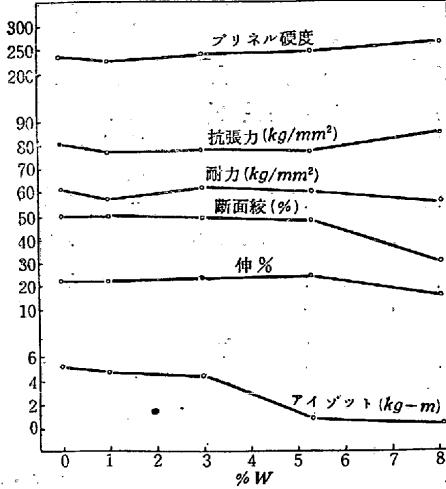
V. 機械的性質

1. 常溫に於ける機械的性質 各鍛造鋼より平行部直径 14mm 標點距離 50mm の抗張試験片及 10mm 角に 45° 角, 深さ 2mm の V 型溝を切りたるアイゾット試験片及硬度試験片を製作し常溫に於ける機械的性質を求めた。但しアイゾット試験機の能力は 30kg·m なり。又耐力とは 0.15% の永久變形を生ずるに要する應力の謂なり。先づ 18% Cr, 2% Ni 系のを 950°C より空冷焼入後 600°C に空冷焼戻せる結果は第7表及第13圖に示す如し。即ち硬度は 5% W 迄は極めて徐々に 8% W に於て稍急に上

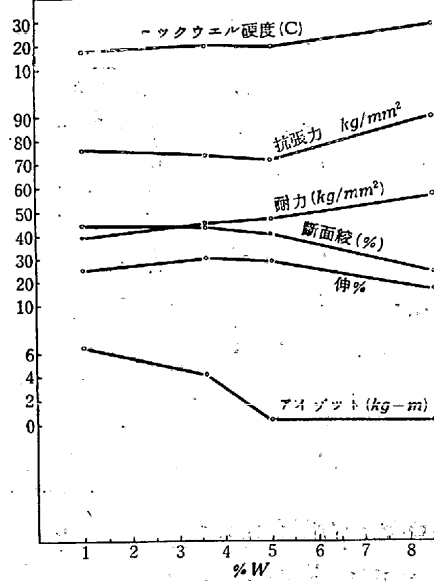
第7表 18Cr-2Ni 系の機械的性質
950°C 空冷焼入後 600°C 空冷焼戻

試料	硬 度 (フリネル)	抗張力 (kg/mm ²)	耐 力 (kg/mm ²)	伸(%)	断面収縮 (%)	アイゾット (kg·m)
MW 0	237	80.5	60.9	22.5	50.0	5.16
MW 1	227	76.7	57.2	22.0	50.0	4.68
MW 3	242	78.1	61.9	23.0	49.5	4.34
MW 5	246	76.8	60.2	23.5	48.0	0.70
MW 8	266	84.9	55.5	15.5	30.0	0.20

第13圖 18-2系の機械的性質 (950°C 空冷焼入後 600°C 空冷焼戻)

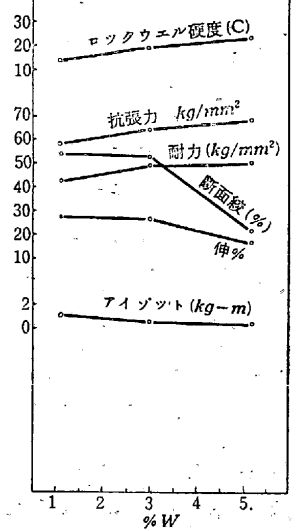


第14圖 22-2系の機械的性質 (900°C 水冷)



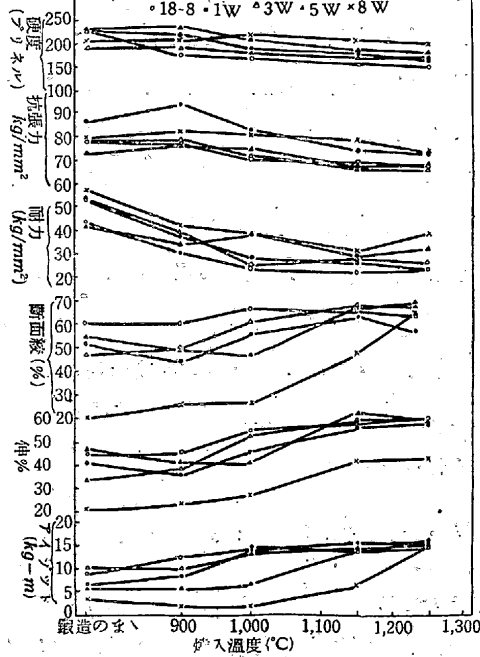
第15圖

27-2系の機械的性質 (900°C 水冷)



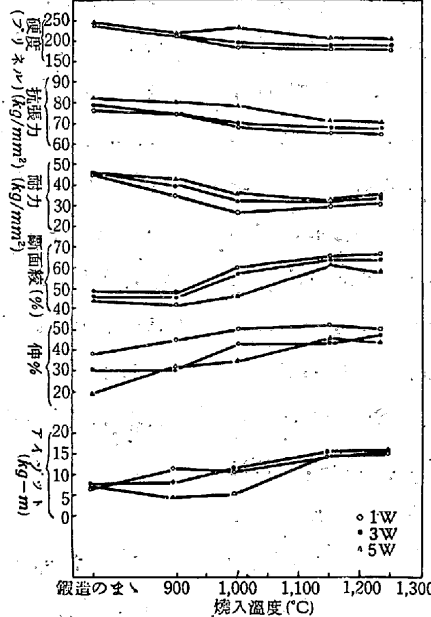
第16圖

22Cr-7Ni系の焼入温度と機械的性質との関係



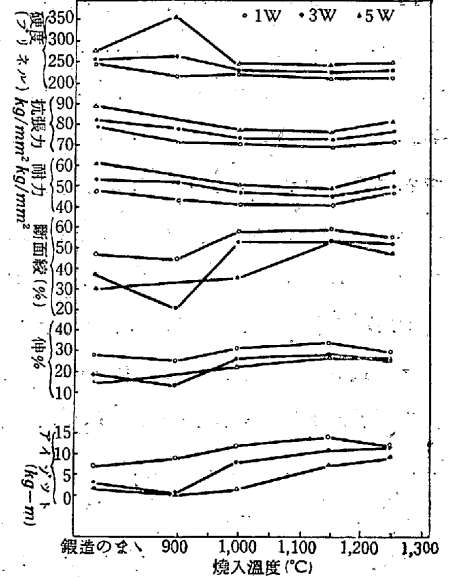
第17圖

22Cr-7Ni系の焼入温度と機械的性質との関係



第18圖

27Cr-7Ni系の焼入温度と機械的性質との関係



昇するのが認められる。又抗張力は 1~5%W迄は僅に低値を示し 8%W に於て稍上昇する。耐力は 5%W 迄は差異無く 8%W に於て稍低下する。伸及断面絞は 5%W 迄は変化無く 8%W に於て急に低下する。アイゾットは 3%W 迄は極めて徐々に低下するが 5%W 以上より急激に低下する。即ち 18%Cr, 2%Ni 系に於ては W の添加は硬度を稍増加せしめるが抗張力、耐力、伸、断面絞等の抗張的性質は 5%W 迄著しき影響無く 8%W に於て急に強度を増し粘性を低下する。又衝撃値は 3%W 迄は低下が極めて徐々にあるが 5%以上より急激に低下する事が分る。次に 22%Cr, 2%Ni 及 27%Cr, 2%Ni の Ferrite 系統のものを 900°C より水中冷却して試験したる結果は第8表、第9表及第14圖、第15圖に示す如し。

第8表 22Cr・2Ni系の機械的性質 (900° 水中冷却)

試料	硬度 (ロックウェル C)	抗張力 (kg/mm ²)	耐力 (kg/mm ²)	伸 (%)	断面絞 (%)	アイゾット (kg-m)
FW 1	18	76.4	39.1	25	44	6.46
FW 3	20	73.7	44.9	30	43.5	4.22
FW 5	20	72.2	46.9	29	40.5	0.27
FW 8	29	90.5	57.5	17	24.5	0.22

第9表 27Cr・2Ni系の機械的性質 (900°C 水中冷却)

試料	硬度 (ロックウェル C)	抗張力 (kg/mm ²)	耐力 (kg/mm ²)	伸 (%)	断面絞 (%)	アイゾット (kg-m)
FW 1'	14	58.3	42.3	27	53.5	1.06
FW 3'	18	64.4	48.9	26	52.5	0.46
FW 5'	23	68.0	50.1	16	21.0	0.29

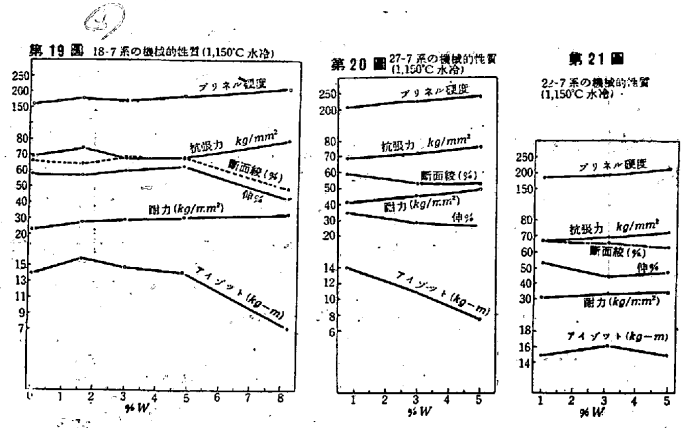
即ち 22%Cr, 2%Ni に對する W の影響は略 18%Cr, 2%Ni に於けると同様で 8%W に於て急激なる硬

度、抗張力及耐力の上昇並に伸及断面絞の低下が認められ又衝撃値は5% Wより急激に低下する。更に27% Cr, 2% Niに於ては硬度、抗張力及耐力は5% W迄略直線的に上昇しアイゾットは低下するが伸及断面絞は3% W迄は低下が徐々に5% Wに於て急激なる低下が認められる。次に18% Cr, 7% Ni, 22% Cr, 7% Ni及27% Cr, 7% Ni系統に就ては、鍛造の儘 900 1,000 1,150 及 1,250°C に夫々加熱水冷せるものの機械的性質を求めた結果は第16~18圖に示す如し。第16圖の18% Cr, 7% Ni系に於ては硬度はWの増加と共に大となり抗張力は8% Wに於ける増加の外は著しき影響が認められず耐力はWの増加と共に大となる。又伸は5% W迄は大差無く8% Wに於て著しく低値を示す。断面絞及アイゾット衝撃値は1~5% Wを添加せるものはWを添加せざるものに比して1,000°C以下の焼入温度に於て幾分低いが1,150°C以上に於ては殆んど差異を認めぬ。8% Wを添加せるものは著しく低い断面絞及衝撃値を示し5% Wを添加せるものが1,150°Cに於て18/8と同一程度の値を示すに對して8% Wを添加せるものは1,250°Cに於て始めて18/8と同一の値を示すに至る。即ちWの含有量高き程18/8と同一程度の粘性及衝撃値を有するに要する焼入温度が高くなる。今18% Cr, 7% Ni系の1,150°C水冷に於ける機械的性質を示せば第10表及第19圖に示す如く硬度は3% W迄は徐々に5% W以上より急激に上昇する。又抗張力は5% W迄は著しき

第10表 18 Cr-7 Ni 系の機械的性質 (1,150°C 水中冷却)

試料	硬度 (ブリネル)	抗張力 (kg/mm ²)	耐力 (kg/mm ²)	伸 (%)	断面絞 (%)	アイゾット (kg-m)
18-8	160	68.9	22.5	57.5	66.0	14.03
AW 1	177	74.1	27.3	56.5	64.0	15.78
AW 3	169	66.7	28.2	59.5	68.0	14.62
AW 5	185	67.8	29.7	62.5	67.5	14.05
AW 8	210	78.8	32.0	42.0	48.0	7.07

変化無く8% Wに於て稍著しく上昇する。耐力はWの増加と共に略一定の割合で上昇す。伸、断面絞及アイゾットは5% W迄大差無く8% Wに於て急に低下する。次に第17圖の22% Cr, 7% Ni系に於てはWの増加と共に明瞭に硬度、抗張力及耐力を増し伸、断面絞及アイゾットを低下する。而して5% Wのものは1,150°C以上の温度よりの水冷に依りて靱性を増加する程度が著しく1~3% Wのものに比して伸及アイゾット値の差異が殆んど無くなる。例へば1,150°C水冷に於ける結果を示せば



第11表 22 Cr-7 Ni 系の機械的性質 (1,150°C 水中冷却)

試料	硬度 (ブリネル)	抗張力 (kg/mm ²)	耐力 (kg/mm ²)	伸 (%)	断面絞 (%)	アイゾット (kg-m)
AFW 1	183	66.5	30.8	53.0	63.5	14.77
AFW 3	192	68.6	33.4	44.0	65.0	16.06
AFW 5	210	72.4	33.8	46.5	62.5	14.82

第11表及第20圖に示す如くWの増加と共に硬度、抗張力及耐力を増加するが伸、断面絞及アイゾットには著しき低下が無い。次に第18圖の27% Cr, 7% Ni系に於ては22% Cr, 7% Ni系に於けると同様Wの増加と共に稍著しき硬度、抗張力及耐力の上昇並に伸、断面絞及アイゾットの低下が認められる。例へば1,150°C水冷に於ける結果は第12表及第21圖に示す如し。即ち18~22% Cr, 2% Niに於ては硬度及抗張的性質は5%以下のW

第12表 27 Cr-7 Ni 系の機械的性質

試料	硬度 (ブリネル)	抗張力 (kg/mm ²)	耐力 (kg/mm ²)	伸 (%)	断面絞 (%)	アイゾット (kg-m)
FAW 1	207	68.7	40.8	34.0	59.0	14.02
FAW 3	224	72.3	45.4	28.0	53.0	10.89
FAW 5	241	76.0	49.3	26.5	53.0	7.35

の添加に依りて著しく影響せられる事なく8% Wに至りて硬度、抗張力の上昇並に伸及断面絞の低下が認められる。又衝撃値は3% W迄は變化を認めぬが5% Wより急激に低下する。27% Cr, 2% Ni及27% Cr, 7% Niの如くCr量の著しく高いものに於ては5% W迄Wの増加と共に硬度及強度を増加し粘性並に衝撃値を低下する。81% Cr, 7% Niに於ては5% W迄硬度、抗張的性質並に衝撃値に著しき變化を認めぬも8% Wに於て硬度、強度の上昇並に粘性及衝撃値の著しき低下が認められる。22% Cr, 7% Niに於ては5% W迄Wの増加と共に粘性及衝撃値を著しく變化せしむる事無く硬度及強度を増す。

2. 高温抗張的性質 平行部幅4mm, 厚5mm 標點距離50mmの抗張試験片を製作し18% Cr, 2% Ni, 22% Cr, 2% Ni及27% Cr, 2% Ni系のものは何れも950°C

第 13 表 18Cr・2Ni 系の高温度抗張的性質

温度 °C	MW 0			MW 1			MW 3			MW 5			MW 8		
	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%
600	34.1	28.3	23.0	32.5	27.3	22.0	32.9	27.5	24.5	37.6	31.3	24.0	47.2	44.5	17.0
700	19.2	11.8	44.5	18.5	11.5	40.0	19.2	13.2	36.0	23.1	18.0	33.5	27.9	18.9	28.5

第 14 表 22Cr・2Ni 系の高温度抗張的性質

温度 °C	FW 1			FW 3		
	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%
700	17.1	12.8	50.0	20.0	16.2	31.5
800	10.7	8.5	58.0	12.8	10.0	54.0

温度 °C	FW 5			FW 8		
	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%
700	20.6	17.7	37.0	25.6	21.5	24.5
800	13.6	10.6	49.5	16.2	12.8	25.0

第 15 表 27Cr・2Ni 系の高温度抗張的性質

温度 °C	FW 1'			FW 3'		
	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%
700	14.0	10.7	37.0	15.6	13.0	52.0
800	8.2	6.2	57.0	8.8	6.7	71.5

温度 °C	FW 5'			FW 8'		
	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%
700	19.0	15.7	36.5	24.8	19.8	31.0
800	11.5	8.3	50.5	16.2	11.7	28.5

第 16 表 18Cr・7Ni 系の高温度抗張的性質

温度 °C	18/8			AW 1			AW 3			AW 5			AW 8		
	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%
700	26.4	9.5	25.5	30.9	11.1	26.5	32.3	13.6	29.0	36.5	16.1	30.0	41.0	22.5	25.5
800	17.4	8.8	16.0	19.6	10.6	17.5	21.6	11.3	20.0	24.4	14.2	26.0	28.4	18.3	22.5

第 17 表 22Cr・7Ni 系の高温度抗張的性質

温度 °C	AFW 1			AFW 3			AFW 5		
	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%
700	28.4	16.2	29.0	31.1	17.0	31.0	33.5	19.5	34.5
800	19.0	12.5	18.5	22.2	14.5	28.0	24.5	16.5	37.5

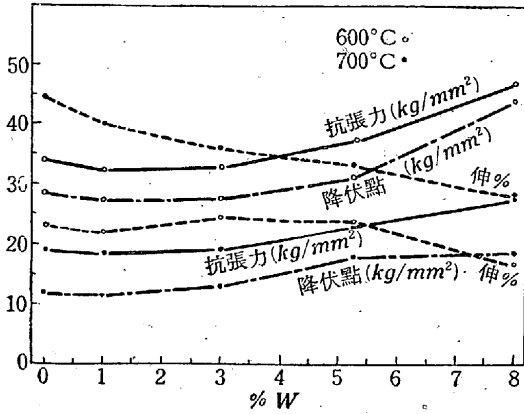
第 18 表 27Cr・7Ni 系の高温度抗張的性質

温度 °C	FAW 1			FAW 3			FAW 5		
	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%
700	24.9	18.6	34.5	24.8	19.1	37.5	26.4	21.2	33.0
800	16.1	12.1	34.0	17.4	13.0	38.5	18.5	15.0	41.0

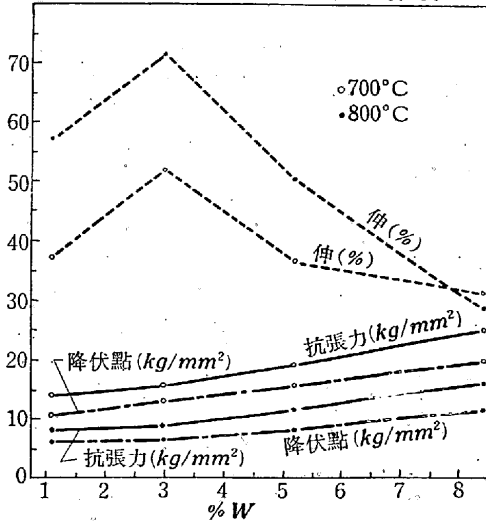
より空冷後 600°C に空冷焼戻し 18% Cr, 7% Ni, 22% Cr, 7% Ni 及 27% Cr, 7% Ni 系のものは 1,150°C より水冷後 18% Cr, 2% Ni 系を 600 及 700°C 其の他を何れも 700 及 800°C に 30 分間加熱保持せる場合の抗張的性質を求めた。其の結果は第 13~18 表及第 22~27 圖に示す如し。但し降伏點とは各荷重に對する伸を 1/100 mm 迄求め加重—伸曲線を書いて伸の急激に増加する點を以て表せるものなり。先づ 18% Cr, 2% Ni 系に於ては 600°C の場合抗張力及降伏點は 3% W 迄は著しき差異を認めぬが著しき上昇は 5% W 以上より認められる。一方伸は 5% W 迄變化なく 8% W に於て急に低下する。次に 700°C の場合も抗張力及降伏點は 600°C に於けると同様

3% W 迄は差異無く 5% W 以上より上昇するが伸は W の増加と共に低下して居る。22% Cr, 2% Ni 系に於ては 700°C の場合 5% W 迄抗張力及降伏點の著しき上昇が認められぬが 8% W に於て稍著しく上昇する。一方伸は 3% W に於て急に低下し 3~5% W は大差無く 8% W に於て再び著しく低下する。800°C の場合は W の増加と共に抗張力及降伏點の増加並に伸の低下が認められる。而して 700°C に於ける 18% Cr, 2% Ni 系と比較して抗張力稍低く降伏點稍高く伸は大差ない。27% Cr, 2% Ni 系に於ては 700 及 800°C の場合何れも抗張力は 1~3% W で稍徐々に 5% W 以上より稍急激に上昇する。降伏點は W の増加と共に略一定の割合で上昇する。又伸は 3%

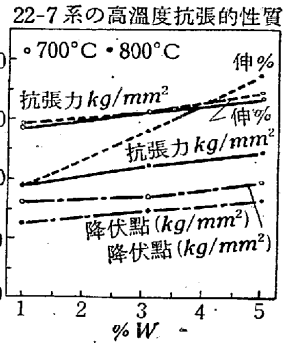
第22圖 18-2系の高温度抗張的性質



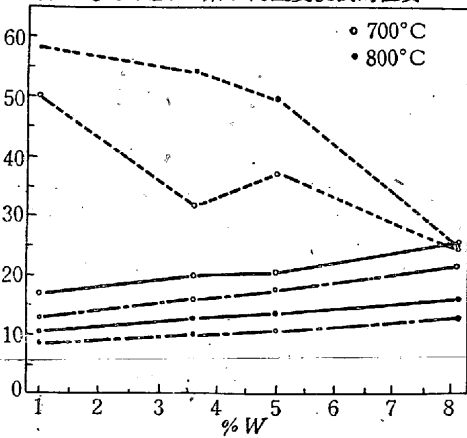
第24圖 27-2系の高温度抗張的性質



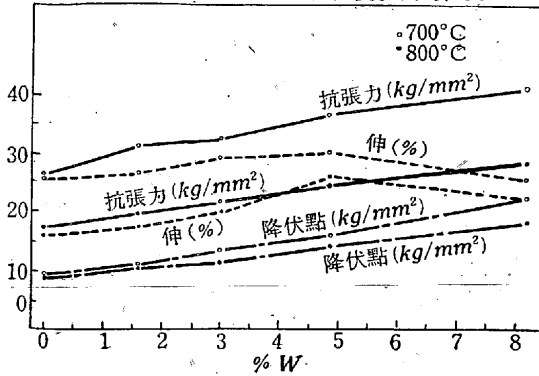
第26圖



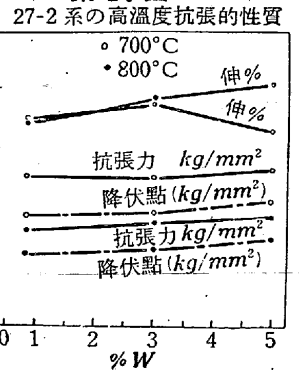
第23圖 22-2系の高温度抗張的性質



第25圖 18-7系の高温度抗張的性質



第27圖



W に於て著しき上昇が認められ 5% W が 1% W に比して稍低値を示すが 8% W に於て急激に低下する。而して 22% Cr, 2% Ni 系に比して更に抗張力, 降伏点低く伸は高値を示す。18% Cr, 7% Ni 系に於ては 700 及 800°C 共抗張力及降伏点は W の添加と共に上昇し一方伸は 8% W 迄の添加に依りて低下することなく 3~5% W に於ては寧ろ高値を示す。22% Cr, 7% Ni 系に於ては 700 及 800°C 共 5% W 迄 W の増加と共に抗張力, 降伏点及伸の上昇が認められる。而して 18% Cr, 7% Ni 系に比して 700°C に於ては抗張力稍低いが降伏点及伸が高く更に 800°C に於ては抗張力が全く等しいが降伏点高く伸は低値を示す。27% Cr, 7% Ni 系に於ては 700 及 800°C 共抗張力, 降伏点並に伸が僅少乍ら W の増加と共に上昇するが 18% Cr, 7% Ni 及 22% Cr, 7% Ni に於ける程 W の影響は著しくない。而して 700°C に於ては 18% Cr, 7% Ni 及 22% Cr, 7% Ni 系に比して抗張力更に低く降伏点及伸高く又 800°C に於ては抗張力低く降伏点は 22% Cr, 7% Ni 系と大差を認めぬが伸は著しく高値を示す。即ち 18~27% Cr, 2% Ni に於ては

高 Cr 程抗張力, 降伏点低下し伸が上昇する傾向あり又 18~27% Cr, 7% Ni に於ては高 Cr 程抗張力は低下するが降伏点及伸が上昇する傾向がある。更に W の影響は高 Cr 程小なり。

VI. 熔 接 性

試験片の寸法は厚さ 5mm, 幅 20mm, 長さ 180mm のものを使用し熔接棒は總て共金を使用せり。熔接条件は酸素及アセチレンを使用し熔接部の状況, 熔接部の健全性, 接手抗張試験並に屈曲試験を行へり。其の結果は各試料共酸化物の生成比較的多いが充分熔接を施行し得る。又熔接部の健全性に就ては Austenite 系最も良好にして夫々 1~3% W を含む Martensite 系, 同じく Austenite+Ferrite 系, 同じく Ferrite 系が良く W 5% 以上の添加は健全性を幾分低下せしむ。即ち熔接性に及ぼす W の影響は 1~3% に於て最も効果的で W 5% 以上は熔接性を幾分阻害する如し。更に Ferrite 系高 Cr 鋼に屬するものは W には關係無く結晶粒粗大化を起す爲に熔接部の健全性は低下する。

VII. 結 論

1. 特許不銹鋼の成分範圍に於て Cr 及 Ni の量を Martensite, Ferrite, Austenite 及 Austenite+Ferrite の4種類に分ち且之等に夫々 W を1~8% 階段的に添加せる場合の物理的, 化學的及機械的性質並に熔接性に就て研究せり.

2. 物理的性質に關しては比重は高 Cr 程低く且 Cr , Ni の各組合せを通じ1% W 毎に0.04 宛上昇する. 熱膨脹係数は高 Cr 程低値を示すが W は Cr の如き著しき影響を有せぬ. 電気比抵抗は Cr 及 W の増加と共に上昇する. 飽和磁氣の強さは18~27% Cr , 2% Ni 系では W 及 Cr の増加と共に非磁性の $Fe \cdot Cr$ 化合物(σ 相)並に $Fe \cdot W$ 化合物(η 相)の生成に基く低下が認められ18~27% Cr , 7% Ni 系では Cr 及 W の増加と共に Ferrite 生成量増加に基く上昇が認められる.

3. 化學的性質に關しては耐熱性は W の單獨添加に依りては $W \cdot Si$ 添加の如き効果が認められず全く影響無きか或は耐熱性を幾分低下せしめる傾向あり. 又各種の無機酸, 有機酸及鹽類に對する耐蝕性に就ては一般に W の添加は硫酸, 鹽酸の稀薄溶液, 亞硫酸水, 100°C の磷酸, 硫酸の混液, 蔞酸, 酒石酸, 蟻酸, 沸騰醋酸等に對して相當大なる効果を示し且此の効果は5% W 迄は W の増加と共に大なるも8% W に於ては幾分低下の傾向あり更に各系に對する W の効果は18~22% Cr , 2~7% Ni に於て明瞭にして27% Cr , 2~7% Ni に於ては W の添加には關係無く良好なる耐蝕性が認められる. 但し5% 鹽酸に對しては何れも耐蝕性小にして特に22~27% Cr , 2~7% Ni は18% Cr , 2~7% Ni に比して腐蝕の程度大にして此の場合 W の影響は全く認められぬ. 更に30% 鹽化第二鐵, 3% 食鹽水+1% 過酸化水素及0.5% 鹽化第二鐵+10% 食鹽水の如き容易に各種不銹鋼に孔蝕を生ぜしめる鹽類に對しては5~8% W を添加せる18% Cr , 7% Ni の良好なる耐蝕性を除き何れも著しき孔蝕を生じて W の効果無く此の點 Mo に比して劣るものと考へられる. 更に100°C の硫酸と硫酸の混合溶液に對しては W の添加は幾分効果が認められるが尙腐蝕の程度大なり. 更に粒間腐蝕に對する抵抗性に就ては W は18% Cr , 7% Ni の Pure Austenite 系に對しては1~5% にて何ら効果無く8% に於て粒間腐蝕發生時間を幾分遅延せしめる程度の効果があり又22% Cr , 7% Ni 及27% Cr , 7%

Ni の如き Austenite+Ferrite 組織のものに對しては W を添加せざる Austenite+Ferrite 二相組織のものと同様長時間加熱に依りて恢復可能であり要之 W の粒間腐蝕防止に對する効果は極めて小なり.

4. 機械的性質に關しては常溫に於ける機械的性質は18~22% Cr , 2% Ni に於ては硬度及抗張的性質は5% 以下の W の添加に依りて著しく影響せられる事無く8% W に至りて硬度, 強度の上昇並に粘性の低下が認められ又衝擊値は3% W 迄は變化を認めぬが5% W より急激に低下する. 18% Cr , 7% Ni に於ては5% W 迄硬度, 抗張的性質並に衝擊値に著しき變化を認めぬも8% W に於て硬度, 強度の上昇並に粘性及衝擊値の著しき低下が認められる. 22% Cr , 7% Ni に於ては5% W 迄 W の増加と共に粘性並に衝擊値を著しく低下せしめる事なく硬度及強度を増す. 27% Cr , 7% Ni の如き Cr の著しく高いものに於ては5% W 迄 W の増加と共に硬度及強度を増加し粘性及衝擊値を低下する. 更に高溫度抗張的性質に就ては18~27% Cr , 2% Ni に於ては一般に3% W 以下の添加は影響小さく5% W 以上より稍著しき抗張力, 降伏點の上昇並に伸の低下が認められる. 又18% Cr , 7% Ni では8% W 迄, 22% Cr , 7% Ni 及27% Cr , 7% Ni では5% W 迄夫々伸は全く低下する事無く抗張力及降伏點が上昇する. 即ち高溫度抗張的性質に對する W の効果は Martensite 及 Ferrite 系統のものよりも Austenite 及 Austenite+Ferrite 系統に於て大なり.

5. 熔接性に關しては何れも熔接可能であるが5% W 以上に於て幾分熔接性を低下する傾向あり又22~27% Cr , 2% Ni の如き高 Cr , Ferrite 系統のものでは結晶粒粗大化を起して熔接部の健全性を阻害する傾向あるが W はそれを防止する効果がない.

要之本特許不銹鋼は常溫及高溫に於ける強度極めて大なると共に硫酸, 鹽酸の稀薄溶液, 亞硫酸水, 硝酸等を處理する場合或は磷酸製造用として高溫度で磷酸と硫酸の混合溶液を處理する場合, 更に蔞酸, 酒石酸, 醋酸は勿論特に蟻酸を處理する場合及醋酸製造用其他に於て高溫度で醋酸を處理する場合等の材料として極めて適當である. 而して耐熱性が主として要求せられる場合には特許範圍内に於て更に1.0~2.0% Si を添加する必要がある又粒間腐蝕が問題となる處では Ti 又は Si を同時に添加する必要がある. 更に不銹鋼に對して強力なる孔蝕作用を有する鹽類に對しては5~8% W を含有する18% Cr , 7% Ni の範圍が特に有效である.

最後に本研究の發表を許可せられたる住友金屬工業株式會社並に御懇篤なる御指導を賜つた該不銹鋼の發明者絹川武良司博士に對し厚く謝意を表する.