

○河村驍君 唯今の磷鑛の御話ですが、日本で若し100萬噸の銑鐵から肥料を造ると云ふと、まあ6—7萬噸の肥料が出来るのですが、其需要が果してあるや否やと云ふ事を御調べになつた事がありますか。

○今泉嘉一郎君 私は斯う云ふ肥料に付ての需用は莫大なものであると考へて居ります100萬噸のトーマス銑鐵から20萬噸近くのトーマス肥料が出来ませうが夫れが出来た時に始末をどうするかと云ふことは心配して居りませぬ値段さへ相當なれば其位のは容易に消費さるべきであると思ひます20萬噸のトーマス肥料は600萬圓ばかりのものでありますが今日輸入して居る肥料は各種合計ではあるが1億5,000萬圓に達して居ります、兎も角も土地狭くして人口は益々増殖しつつある我國では、肥料でもうんと使つて農産物を澤山作ると云ふことでなければならぬと云ふことを考へます、數字的にはまだ計算をして居りませぬが、兎も角値段さへ安ければトーマス肥料などはいくら造りましても、大いしたことはないぢやないかと云ふ感じを持つて居るのであります。

○河村驍君 其點はまだ十分御調査になつて居ないと云ふことでございますが、それが非常な大問題であらうと思ひます、どうか十分御調査を願ひたいのであります。

○會長(鹽田泰介君) 誰方からも御質問がございませぬければ一寸御禮を申し上げます、私は今日の演題の「獨逸製鐵事業の復興事情」と云ふことでございます、勿論關係はあつたのでございますが、其復興の有様以外に製造品の發達、貿易關係と云ふ却々廣汎な事柄に亘つて、洵に有益な御話を承つて殊に私は度々の御講演を承る機會を得ぬのでございますが、工政會に於て配付の印刷物を拜見し、工政會での御講演を伺つたのであります、今日の御講演は其一番本元たる、此鐵鋼協議會の方々の所で御話の中に色々ラヂオナリジールグの御話も此前に伺つたよりは詳しく餘程面白く私は拜聽いたしました、殊に又日本の製鋼業者に對してトーマス法のサージェッション等を比較的短い時間に非常な多量の内容のある御講演を下さいましたことを深く本會の名に於て感謝いたします次第であります、どうか皆様と拍手して御禮を申し上げたいと思ひます。

一 同 拍 手

それから先刻俵博士の御講演が終つてから博士は一寸こちらへ御出でになつたのであります、初めに申し上げました通り御熱が少しあると云ふので御歸りを御急ぎになりましたので、御禮を上げる機會が得なかつたのであります、諸君と共に俵博士に對して御禮を申し上げようと思ひます。

同 拍 手

ニツケルクローム鋼代用特殊鋼に就て

(昭和二年三月二十六日日本鐵鋼協會第十二回通常總會講演)

渡 邊 三 郎

緒 説

先づ演題に掲げました事項に就て申し上げる前に何故に斯の如き問題が必要とせられるかに就て一

言述べて見度いと思ひます、諸君御承知の如くニツケルクローム鋼は構造用並に兵器用特殊鋼材としては極めて優秀なものであつて現在の所一寸此れ以上のものは見當らない様に自分は思ひます、従つて上述の如き用途に向つては出来る事なれば此鋼材を使用し度いのでありますが甚だ遺憾な事には本邦に在つては本鋼の含有する主要特殊元素であるニツケルの所産に極めて乏しく現在其全部を海外に仰いで居る様な次第であります。其故一度往年の世界大戦の場合に経験した如き輸入金屬材料の杜絶に遇ふ様な際には本鋼の製造に少なからず困難を來すのみならず尙又一朝有事の場合等には本鋼は主要なる兵器用鋼とされて居る丈に極めて憂ふべき状態に立到ることは想像に難くないのであります。

私は大戦當時から常に此の問題に想到して微力ながら其の解決を企圖し即ち本日申上げ様とするニツケルクローム鋼の代用品の試作研究に従事して参つた次第であります、處が爾來數年研究の結果幸にも略々満足すべき代用品を見出すことが出來ました故今日は其の試作研究の大略の経路並びに其の實際製品の諸性質等を御紹介致し度いと思ふのであります。

尙一言申し上げて置き度いのは最初の試作研究に當つては其の試作量は常に自分の工場で用ゐる製鋼用坩堝一個の容量即ち約30疋でありました、而して其の製法は成るべく實地に接近せしむべき目的の下に通常の坩堝熔解作業に依つたのであります。而して此等の試作研究の結果から略々代用品としての優秀なる成分を見出すことが出來ました故此の成分を以て自分の工場に於ける實際的規模である500乃至700疋の鋼塊を作つて夫れに就て諸性質の試験を行つたのであります。

1. ニツケルクローム鋼に就て

代用品の研究に就て述べるに先だつて先づ従來のニツケルクローム鋼に就て一通り其の特徴を考へて見ることに致します。熱處理鋼（焼入焼戻を施したるもの）に及ぼすニツケルの影響は鋼材に強度と共に靱性を付與するにあります、即ち抗張力試験の上では其の抗張力及び弾性界限を増すと同時に尙よく伸び及び断面收縮の値を保存すると言ふことになります。又クロームは其の少量と雖も著しく

第一表
C鋼, Ni鋼及び Ni-Cr鋼の機械的性質の比較表
(焼入後650°C.焼戻)

鋼種	C鋼	Ni鋼	Ni-Cr鋼	備考
成分	0.3% C.	0.31% C., 3.0% Ni.	0.3% C., 3.0% Ni., 0.7% Cr.	
抗張力 k.g./ $\square^{m.m.}$	59.0	70.0	84.5	0.8% C.の炭素鋼(E=14, C.A.=45, ρ = \pm)に相當す
弾性界限 k.g./ $\square^{m.m.}$	33.0	49.0	66.5	
硬度 Brinell	16.3	18.0	24.1	
伸び %	21.5	18.0	16.0	0.5% C.の炭素鋼(M.S.=70, E.L.=51, H.=192)に相當す
断面收縮 %	70.0	67.0	62.0	
衝擊値 k.g.m./ $\square^{C.m.}$	24.0	20.0	18.0	

鋼材の強度を増すものであります。而してニツケルクローム鋼に於ては此の兩元素の特性が同時に保存せられ即ちクロームの爲の強度とニツケルの爲の靱性が良好な組合せを作つて居ります。此れがニツケルクローム鋼の優秀な點でありまして同鋼が廣く好んで使用されてゐる所以であります。

第一表は上述の事項を數字的實例に依つて示したものでありまして、0.3%の純炭素鋼、それに約

3%のニッケルを加へたニッケル鋼、及び更に之れに 0.7% のクロームを加へたニッケルクローム鋼の3種鋼材に就て焼入後 650°C の焼戻を行つた状態での機械的性質の比較であります。同表によつて上述のニッケル及びクロームの影響は一見して明瞭することと思ひます。

同表の最右欄に見る如く上記ニッケルクローム鋼は其の強度(抗張力, 弾性界限, 硬度)に於ては約 0.8% の純炭素鋼の同一熱処理状態に於けると略同等の成績を示し、又其の靱性(伸, 断面収縮, 衝撃値)に就ては約 0.5% の純炭素鋼のそれに相應するのであります。換言すれば本鋼は上記2種の純炭素鋼の美点を兼備するものであると言ふことになります。

2. ニッケルクローム鋼に於けるニッケルとマンガンの置換

金属元素としてのニッケルとマンガンとは頗る相違点を有して居りますが其の鋼中に在つての影響に關しては甚だ相似た所があるのであります。即ち少量のマンガンはニッケルと同様に鋼の靱性を保存しつゝ其の強度を増す働を持つて居ります。例へば歐洲特に獨逸に於ては約 1.5% 以下のマンガン鋼は其の強度と靱性の良好な組合せが得られると言ふので好んで使用されて居る様な次第であります。

以上の如き鋼に對する影響に於てのニッケルとマンガンの類似點に着目してニッケルクローム鋼のニッケルをマンガンを以て置換したも即ちマンガンクローム鋼が本日申し上げ様とする代用特殊鋼なのであります。御承知の通りマンガン及びクロームは本邦に於ては極めて豊富に得られる元素でありますから決してニッケルの場合に考へた様な心配は無く純國産的なものであります。

以下其の試作試験の結果を申し上げることに致します。

試 作 試 験 の 大 要

第二表は代用品の試作研究に當り熔解せる試験試料の化學成分であります。

其の最上欄は比較の爲に特に同一條件の下に製造した從來のニッケルクローム鋼であつて、(2)~(4)は上記ニッケルクローム鋼のニッケル含有量を約其半量のマンガンを以て置換したるニッケルマン

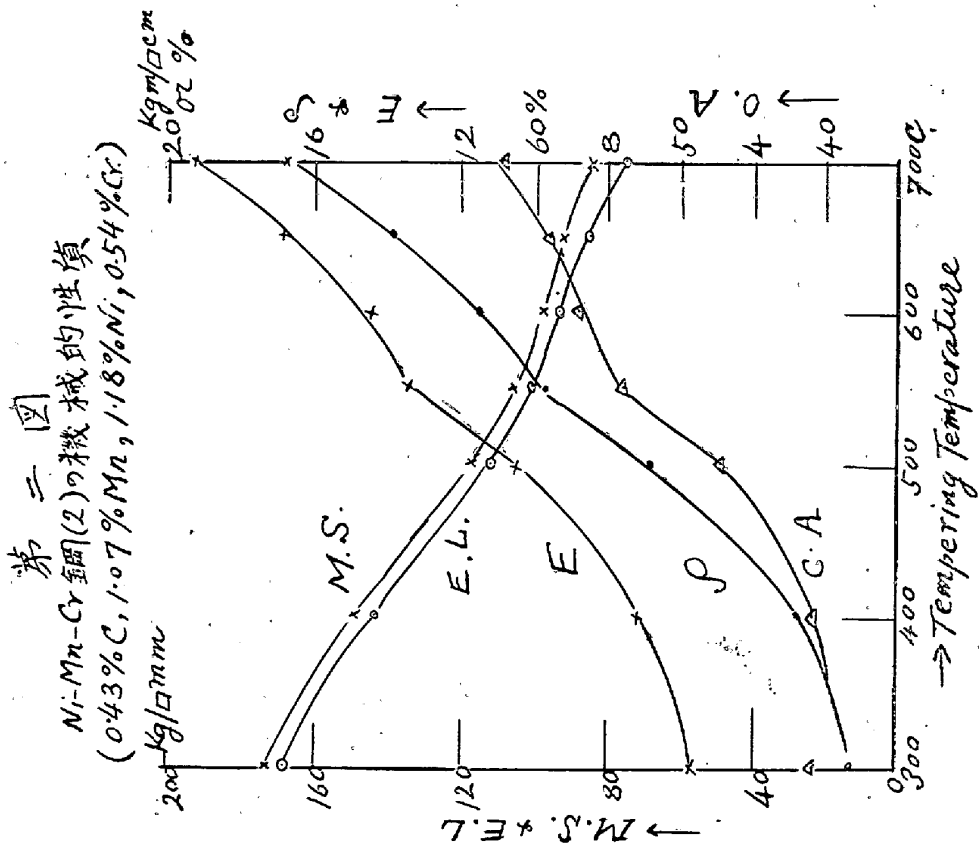
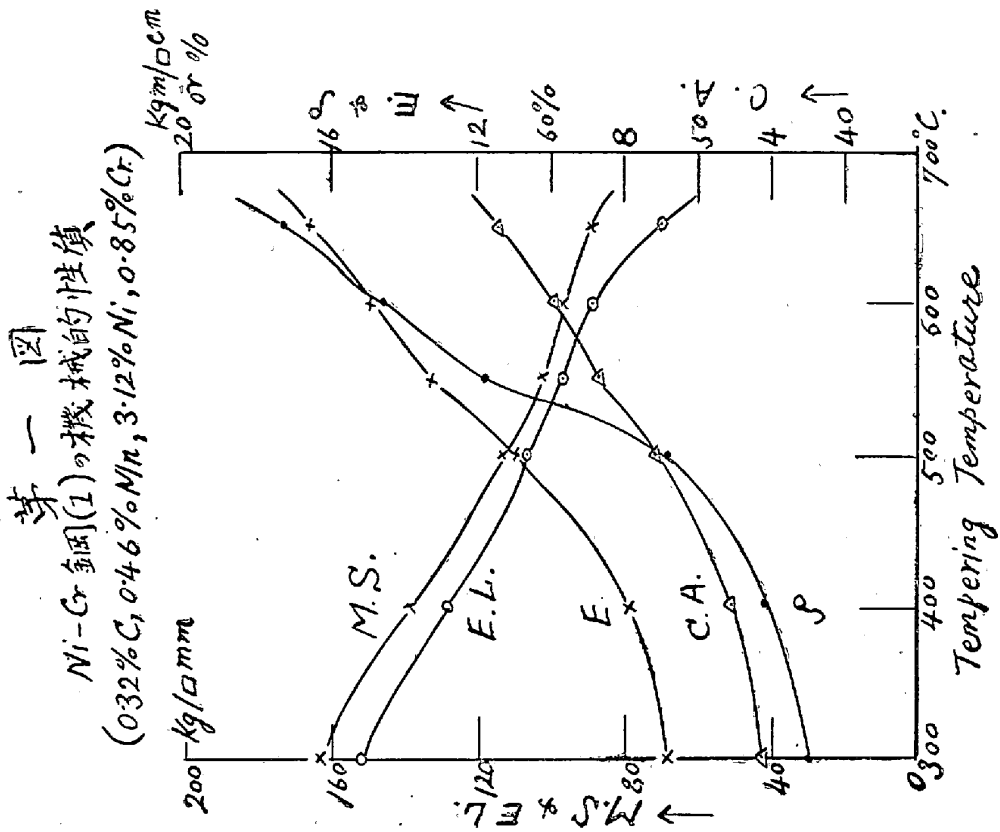
第 二 表
試作試料の化學成分表

試料番號	C.	Mn.	Cr.	Ni.
(1)普通Ni-Cr	0.32	0.46	0.85	3.12
(2)Ni-Mn-Cr	0.43	1.07	0.54	1.18
(3) "	0.35	1.24	0.67	1.98
(4) "	0.24	1.43	0.62	1.25
(5)Ni-Mn-Cr	0.39	1.59	0.64	0.69
(6) "	0.37	1.84	1.16	0.75
(7)Mn-Cr	0.42	0.90	0.57	0
(8) "	0.23	1.12	0.61	0
(9) "	0.42	1.35	0.74	0
(10) "	0.40	1.88	0.70	0
(11) "	0.43	1.80	1.16	0

ンガンクローム鋼、(5)~(6)は更に一層其のニッケル量を減じたるニッケルマンガンクローム鋼、(7)~(11)は全くニッケルを除外したるマンガンクローム鋼であります。

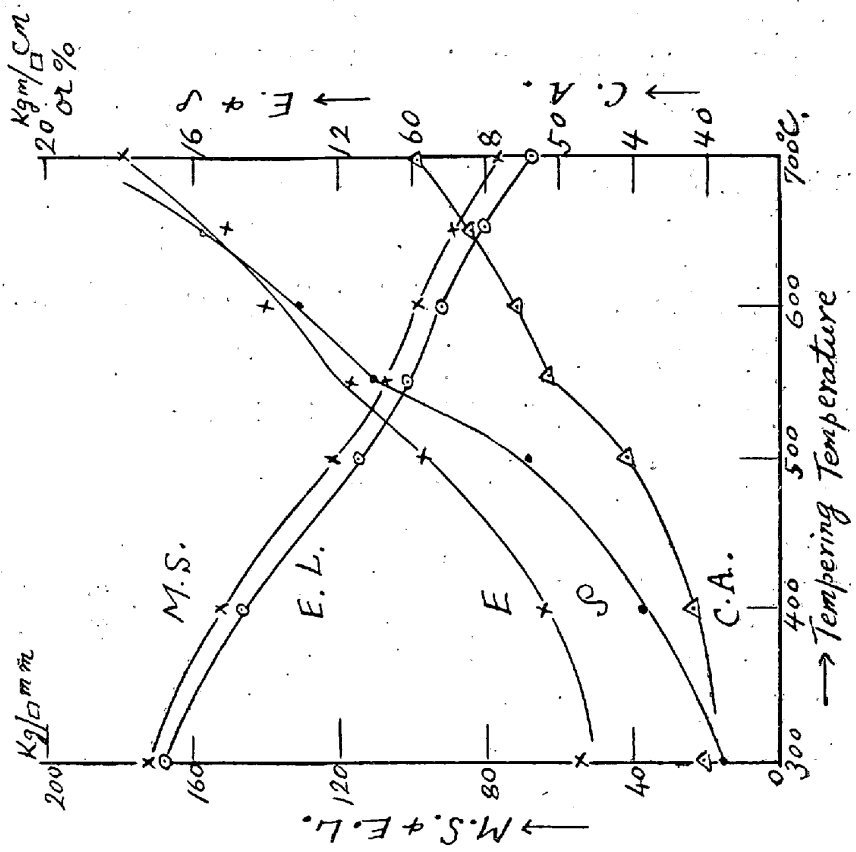
上記三組の試作鋼材の代表として試料番號(2)(5)及び(7)に就て其の焼戻温度と諸機械的性質の關係を圖示して見ますと第二、三及び四圖の如くでありまして其れ等と第一圖に示した普通のニッケルクローム鋼(1)の曲線とを比較する時は凡て殆んど同等の成績であることが見られます。圖を

見る上に於て注意して置き度いのは諸性質の變化を示す曲線が約 550°C 附近から異常變化を起すこと



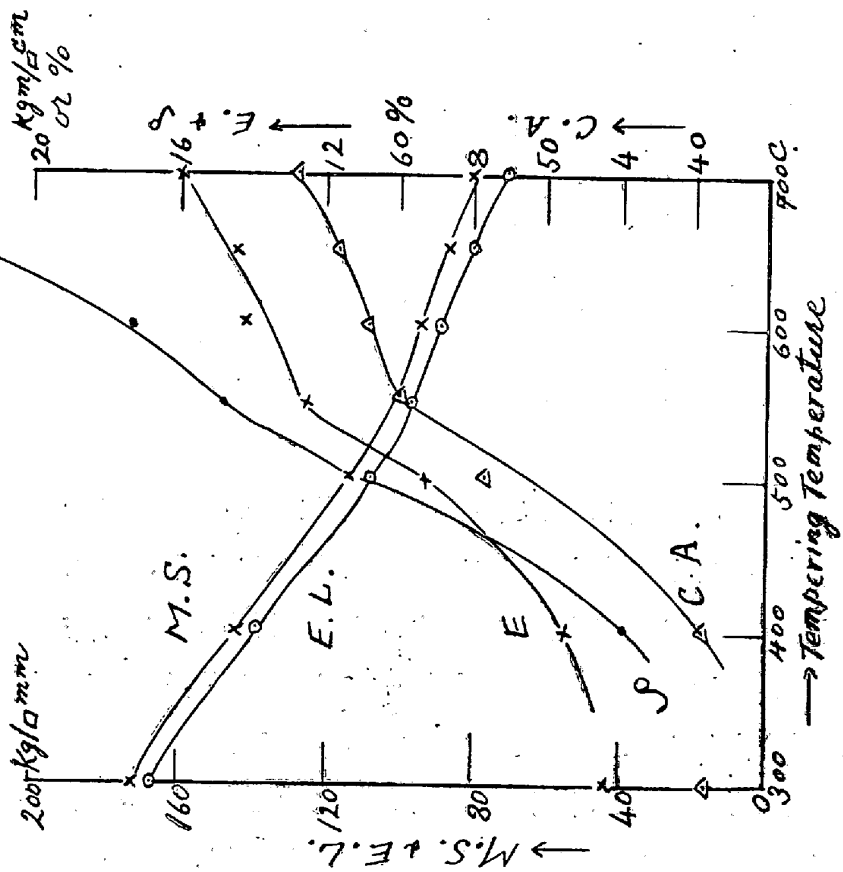
第三圖

Ni-Mn-Cr鋼(5)の機械的性質
(0.39% C, 1.59% Mn, 0.69% Ni, 0.64% Cr)



第四圖

Mn-Cr鋼(4)の機械的性質
(0.43% C, 0.90% Mn, 0.57% Cr)



であつて此れは最近當社に於て發見しました所謂“焼戻硬化の現象”の爲であります。

此れ等の圖に依つて見る時はマンガンを以て置換した鋼に於てもよくニツケルクローム鋼の特徴が保存せられ先にマンガンをニツケルの鋼に及ぼす影響の類似性から其の置換の可能であるべきことに着眼したことの妥當であつたことを指示して居ります。

實地製品に就ての諸試験

以上の如き試作研究の結果に依つて略々代用マンガクローム鋼の適當なる化學成分の見當を得ました故次に此の成分を以て實際的な鋼塊を作つて見たのであります。

以下夫れに就ての諸試験の結果を逐次申し上げることに致します。

(1.) 化學的組成 本鋼の化學的組成は次の通りであります：— C=0.27%, Si=0.16%, Mn=1.35%, Cr=0.69%

(2) 焼戻温度と機械的諸性質との關係 本鋼を焼入後種々の温度に焼戻した場合の機械的諸性質の變化は第三表並びに第五圖に示す如くであります。

圖に見る如く本鋼は諸性質殆んどニツケルクローム鋼と同等である上に衝撃値に於ては遙かに後者を凌いで居るのであります。

第 三 表

“Macron” 實地製品に就ての試験成績

化學成分 (0.27% C, 0.16% Si, 1.35% Mn, 0.69% Cr)

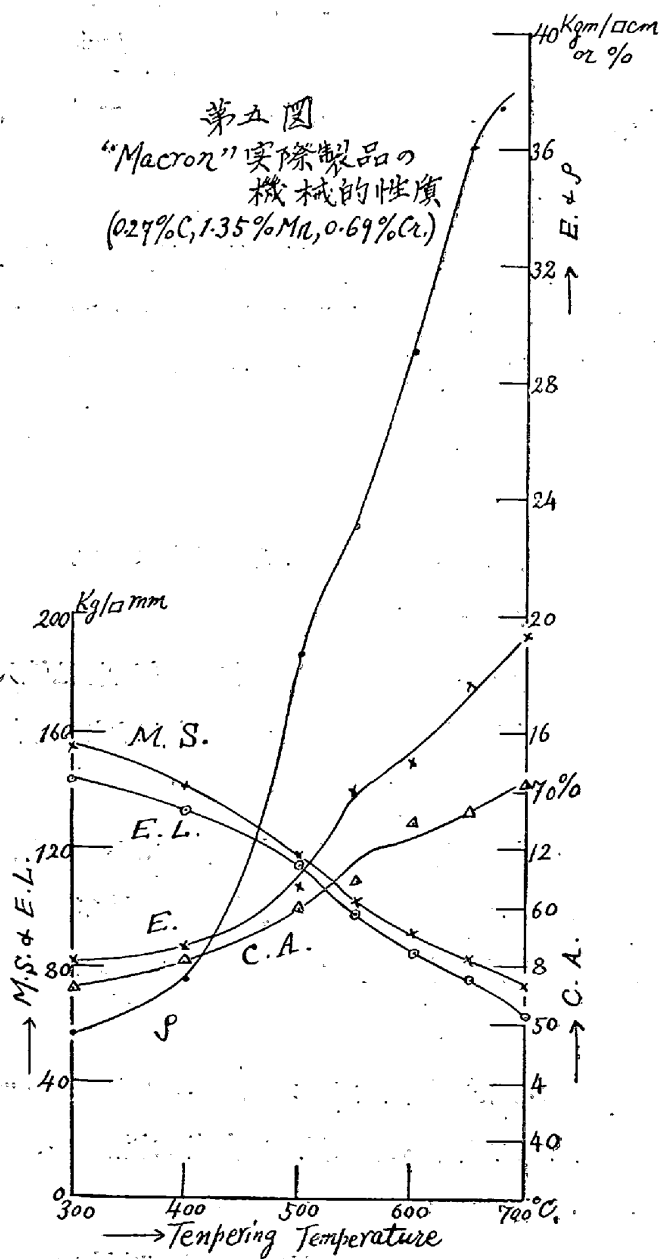
焼戻温度	抗張力 kg/mm	弾性界限 kg/mm	伸 %	断面收縮 %	衝撃値 kgm/cm	硬 度 Brinell
300°C.	157.0	142.0	8.1	53.2	5.6 5.8	444
400°	141.5	132.7	8.6	55.6	6.4 5.0	387
500°	117.7	115.0	10.7	59.9	19.0 18.7	340
550°	101.9	98.7	14.0	62.3	23.4 22.6	305
600°	91.5	84.2	15.0	67.5	28.9 29.4	255
650°	82.3	74.2	17.6	68.1	35.4 37.1	228
700°	74.4	62.6	19.3	70.5	37.4 37.2	207

今ニツケルクローム鋼に關する陸軍の現用規格に従つて焼入後 600°C の焼戻状態に於ての本鋼及びニツケルクローム鋼の成績を比較する時は第四表に見る如くであつて前者は抗張力及び弾性界限に於ては極く僅かに後者に劣るも伸及び断面收縮は略々同等であり、衝撃値に於ては約後者の 2 倍の値を有するのであります。又若し焼戻温度を 550°C とすれば抗張力及び弾性界限に於ても後者を凌駕するのみならず尙約 1 倍半の衝撃値を維持するのであります。

(3) 耐久性試験 次に本鋼の實用上に於ける耐久性に就てニツケルクローム鋼との優劣を判断する一方法として松村式繰返打撃試験を行つて兩者を比較して見ました。第五表は其の結果でありまし

第四表
Ni-Cr 鋼と“Macron”の機械的性質の比較
焼入後 600°C 焼戻

	C	Mn	Ni	Cr	抗張力	弾性界限	伸	断面収縮	衝撃値	硬 度
規 格	.30 ~.35	.20 ~.50	2.5 ~3.0	.50 ~1.00	80 以上	70 以上	12 以上	—	12 以上	250 ~320
Ni-Cr	.32	.46	3.12	.85	98.0	90.0	15.0	60.0	14.9	285
Macron	.27	1.35	0	.69	91.5	84.2	15.0	67.5	29.0	255
同焼戻 550°	"	"	"	"	101.8	98.7	14.0	62.3	23.0	305



てニッケルクローム鋼に就ては其實際的使用状態である 600°C 及び 650°C 焼戻のものに就ての値のみを記載するに止めました、但し兩値共獨立なる 3 個の實驗値の平均であります。而して表に見る如く本鋼は此の數値に於てもニッケルクローム鋼を凌いで居るのであります。

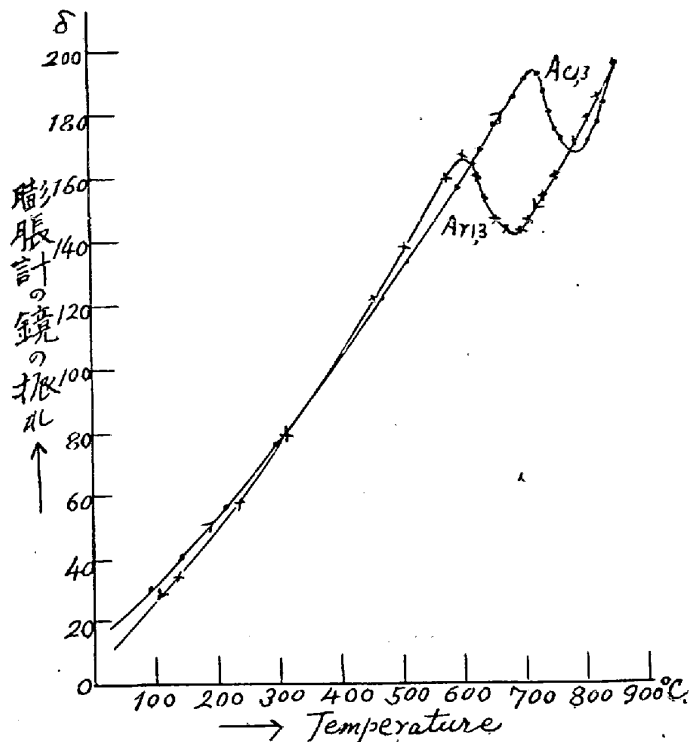
(4) 焼戻脆性 本鋼はニッケルクローム鋼に於て見る様な極めて著しい焼戻脆性の現象を示すことなく焼戻後の冷却速度の緩急に依る衝撃値の變化は極く僅かであります。

第五表
松村式繰返打撃試験による
Ni-Cr 及び Macron の比較
(數字は破壊までの打撃數)

焼戻温度	Mn-Cr	Ni-Cr
300°C	2,604	—
400°	3,465	—
500°	4,010	—
550°	2,630	—
600°	1,810	1,725
650°	1,745	1,630
700°	1,362	—

第六表は其の試験結果でありましてニッケルクローム鋼及び本鋼に就て最も焼戻脆性の現はれ易い

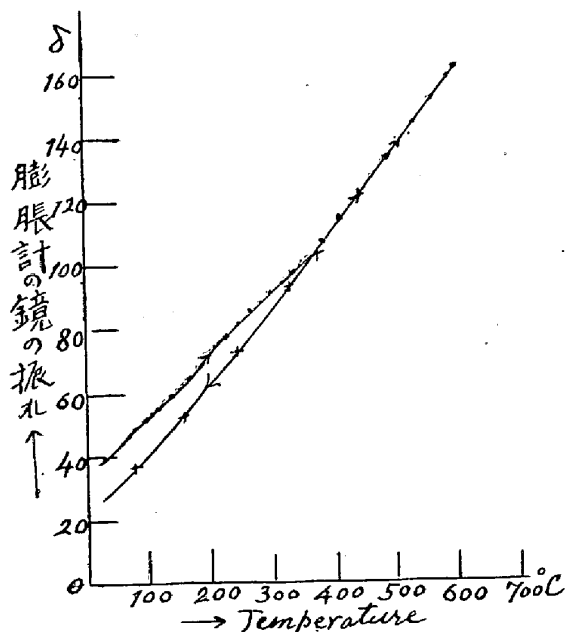
第六圖
"Macron"の熱膨脹曲線



$Ac_{1,3} = 720^{\circ} \sim 790^{\circ}C$ $Ar_{1,3} = 610^{\circ} \sim 690^{\circ}C$

又各温度に於ての熱膨脹係数は次の如くであります。

第七圖
焼入せる"Macron"の熱膨脹曲線



焼戻 (650°C. 2時間)を行つた後3種の異なる冷却方法で冷却した場合の衝撃値の變化を示したものであります。

第六表

焼戻脆性に因る衝撃値の變化に就てのNi-Cr鋼及びMacronの比較

焼戻方法; 650°C. 2時間

冷却方法	Macron	Ni-Cr
	kgm/□cm	kgm/□cm
爐中冷却	27.5	6~8
空中放冷	29.0	—
水中冷却	32.0	—
	32.7	—
	33.2	18~20
	33.8	—

(5) 變態點及び熱膨脹係數 第六圖は本鋼の熱膨脹曲線であつて之れに依る時は本鋼の變態點は夫々

$$\bar{\beta}_{0-100} = 1.17 \times 10^{-5}, \beta_{300} = 1.40 \times 10^{-5},$$

$$\beta_{300} = 1.64 \times 10^{-5}$$

(6) 焼入に依る長さの變化 第七圖は焼入した本鋼の熱膨脹曲線であつて此れによれば本鋼は焼入の爲の膨脹量は極めて少なく約ニツケルクローム鋼の 1/2 乃至 1/3 位の程度であることが知られます。此の事實は焼割れの防止及び精密構造用鋼として便利のよいことを示すものであります。

(7) 耐蝕性試験 本鋼及びニツケルクローム鋼に就て種々の無機酸及び食鹽の水溶液中に於ての耐蝕性の比較を行ひました。

(A) 無機水溶液中での耐蝕性比較試験

本試験は當社に於て製作しました耐蝕性比較装置によりました、試験の方法は一定時間内に同一表面積を有する兩種の試料（圓塊状）が酸溶液の爲に腐蝕溶解せられる量を測定するのであります。

耐蝕性は試験前後に於ける試料の重量の差即ち腐蝕溶解量を以て比較しました、何れの場合に於ても試験前に於ける兩試料の重量に僅少の差を認めますが此の爲の表面積の差は極めて微小でありますから省略して差支ないのであります。

試料は兩者共焼入後 600°C の焼戻を行ひ普通使用状態としたものを採用しました。

以下其の結果を表示することに致します。

(i) 稀薄硝酸(1%)中での耐蝕性比較試験(浸漬時間 2 時間)

	初重量 gr	終重量 gr	差	優 劣
Macron	53.2744	52.1985	1.0759	優
Ni-Cr 鋼	53.5325	52.3870	1.1455	劣

(ii) 稀薄鹽酸(3%)中での耐蝕性比較試験(浸漬時間 5 時間)

	初重量 gr	終重量 gr	差	優 劣
Macron	51.7390	51.7170	0.0220	優
Ni-Cr 鋼	51.9930	51.9570	0.0360	劣

(iii) 稀薄硫酸(3%)中での耐蝕性比較試験(浸漬時間 5 時間)

	初重量 gr	終重量 gr	差	優 劣
Macron	55.1315	54.9330	0.1985	劣
Ni-Cr 鋼	55.3955	55.3465	0.0490	優

(B) 食鹽の水溶液中での發錆の比較試験

飽和食鹽水溶液中に於て兩者の發錆の模様を比較して見ますと本鋼の方が幾分ニッケルクローム鋼より良好であることを認めました。

以上耐蝕試験に於て概して本鋼がニッケルクローム鋼に優つて居りますのは其の炭素含有量が比較的低い爲めである様に思はれます。

結 論

現在まで本鋼に就て試験又は測定致しました諸項は大體上述の様な結果でありまして、先ず以て自分は充分満足すべきものとし、ニッケルクローム鋼代用品として推奨するに躊躇しないのであります。但し未だ以て本鋼に關する諸研究を盡したとは申されません、製鋼技術上及び其の後の諸作業並びに諸性質の上に於て色々研究事項を残して居るのであります、自分の所でも着々其等の方面の試験研究を進めつゝあるのであります、今後は是非共先輩諸兄及び實際家諸君の御意見を伺つたり、御指導も仰ぎ度いと思つて居る次第であります。

自分は本日本會總會に於て本鋼を皆様に御紹介申し上げる事の光榮を得ましたのを記念致すために本席に於て之を“Macron”と命名致します。將來ニッケルクローム鋼を其の幾分宛なりとも“Macron”を以て代用して行くことが出来るならば 1 にはニッケルクローム代用鋼の内地自給策が確立されると

同時に2には經濟的見地からも國家を益することが極めて大きいので此の研究を成し遂げました自分の満足は之に過ぐるものは無いのであります。

焼戻硬化するアルミニウム合金の研究

田邊友次郎

ON THE TEMPER-HARDENING OF SOME ALUMINIUM

ALLOYS. By Tomojiro Tanabe, Kogakuhakushi.

The paper deals with the systematic, and extensive investigations into some temper-hardening aluminium alloys.

PART I. Changes of Mechanical, Physical and Chemical Properties by Cold Working and Heat Treatment.

I. Systematic studies in useful seven binary Al-alloys (Al-Cu, Al-Mg, Al-Si, Al-Zn, Al-Fe, Al-Ni and Al-Mn).

The changes in hardness, tensile strength and electric resistance by cold rolling, quenching and ageing were fully studied, mainly from the industrial point of view.

II. Al-Zn system.

The abstract only, full text in J. Inst. Met., Vol. 32, 1924, or J. Iron and Steel Inst., Japan, Vol. IX, No. 9, 1923.

III. Temper-hardening of Al-Cu, Al-Mg. (Al-Zn, Duralumin).

The nature of temper-hardening were investigated in various directions (thermal expansion, electric resistance, hardness and Stanton's impact test, etc.) and novel results obtained.

See also the present writer's paper in J. Inst. Iron and Steel Inst., Japan, Vol. XI, No. 6, 1925.

IV. Change of solubility of Al-Cu, Al-Mg and Duralumin in acids by heat treatment.

As regards the effect of heat treatment (annealing, quenching, ageing and tempering) on the solubility in acids, few results have been published. The author, therefore, investigated this line fully and systematically.

V. Temper-hardening of some $\alpha + \beta$ brasses.

With a view to making clear its nature and establishing the theory, the temper-hardening of $\alpha + \beta$ brasses was studied in extensive directions; hardness, tensile strength, electric resistance, specific gravity, solubility in acids, microstructure, etc.

VI. Theory of Temper- or Age-hardening.

From several results obtained, the author considered the temper- or age-hardening phenomenon to be clearly explained by the so-called "colloidal dispersion theory."

PART II: Wrought Aluminium Alloys, Their Properties being Improved by Heat Treatment (Especially by Tempering).