

工具用特殊鑄鐵の豫備的研究…(I)

(日本鐵鋼協會・第 11 回講演大會講演)

絹 川 武 良 司*

目 次

I. 緒言 II. 各種元素單獨添加の影響 III. 各種元素 2 種組合添加の影響 IV. 各種元素 3 種組合添加の影響 V. 結 論

I. 緒 言

曾つては其材質殆んど低炭素・炭素鋼のみに限られてゐた鋼管も最近は急速なる工業の進歩に要求せられて次第に各種合金鋼管の量を増加しつつある。

例へば汽罐用過熱器管、化學工業用鋼管としては從來のものよりも一層高温度に於けるクリープリミットの高級材質或は低炭素鋼よりも加工温度を低くすることを必要とする材質の合金鋼管が要求せられて穿孔其他の高温加工が困難となり又航空機、自動車構造用鋼管としては常温に於ける強度の甚だ大なる常温引拔仕上合金鋼管が要求せられる結果往々常温加工の困難なるものがある。

従つてこれ等の合金鋼管の製造に當りては從來よりも一層高級なる工具を必要とする、例へばマンネスマン又はスチーフエル式穿孔機に使用せられるプラグ及 Guide Shoe、高温壓延、高温 Reeling 用プラグ、高温引拔用ダイス等に於ては從來よりも大なる力を受け且つ長時間高温に加熱せられた鋼管に接觸することが屢である従つてこれ等のものは從來よりも一層外力或は熱的影響によりて破壊せられる機会が多くなり、磨耗も甚だしくなりて使用壽命が短くなり黒皺 (mill scale) が工具に附着して謂ゆる焼付なる現象を起し不齊なる磨耗が起りて製品の表面に疵を付けることが多くなる。

又常温引拔用ダイス及プラグも其受くる力が大となりて外力によりて破壊せられる機会が多くなり磨耗も甚だしくなりて使用壽命が短くなるのみならず引拔かるゝ鋼管の一部が工具に附着して謂ゆる焼付の現象を起し高温加工の場合と同様製品の表面に疵を付けることが多くなる。

更に又特殊材質の鋼管中には 25% ニッケル鋼、不銹鋼、

高マンガン鋼等の如く切削性悪しく從來の切削用双物では不便なものが少くない。

即ち前記特殊合金鋼管の製作を工業的に完成するには同時に各種製管工具の研究を必要とするのであるが鋼管の製造は大資本を要する特殊工業である爲めに工場数も少く従つてこれ等工具に關して從來研究發表せられた文献は甚だ少い様である。

著者はこれ等の工具の或ものは特殊鑄鐵で製造したならば從來のものゝ缺點を除き満足し得るものが發見せられはせぬかと考ふるものであるが特殊鑄鐵の研究それ自身未だ充分でない點があるので本研究を企てたのである。

本研究の目標たる各種工具中には勿論金型鑄物で製作容易なものもあるが又砂型鑄物を便利とするものも少くない猶ほ又小型工具から研究を進むのが便利であるから本研究に於ては試験片は直徑 20mm、長さ 200mm の砂型及金型鑄物を採用し先づ此ものにつき豫備試験を行ひ其結果成績優良ならんと思はるゝものにつき更に實際工具を試作して實地試験に供することとした。

これ等の工具の具備すべき性質は高温加工用のものと常温加工用のものとで異なる譯ではあるが

(イ) 鑄物がよく出来ること

(ロ) 抗張力、抗壓力の大なること。

等は共通に要求せられ高温加工用のものに對しては更に

(ハ) 加熱冷却を繰返しても割れないこと。

(ニ) 高温度の鋼片と接觸して起る磨耗が齊一にして且つ少きこと。

(ホ) 黒皺が有效表面に附着して不均一に磨耗を起し爲めに製品に疵を付けることなきこと。

等が必要であり又常温加工用のものには

(ヘ) 磨耗の小なること

(ト) 地金の一部が工具に附着して謂ゆる焼付の現象を起して製品に疵を付ける様なことのなきこと

等の要求せられるものが多い。

然るにこれ等の工具を特殊鑄鐵で製造する場合には抗張

* 住友伸銅鋼管株式會社

力、抗壓力等の如きは配合の如何によりては直接測定することの困難な場合が少なく、依つて本研究に於ては抗折力 (Bending strength) を以てこれに代用することとし、兩支點間の距離 $L=100\text{mm}$ の中央に荷重 $W\text{kg}$ を加へて折りこれより次式を用ひて抗折力 f を算出した。

$$f = \frac{WL}{0.39D^3} = 0.0321W \text{ kg/mm}^2$$

又磨耗、焼付等の如き性質は結局は實際試験によりて判斷するより外に適當の方法がないのであるが硬度及顯微鏡組織等は多少これを判斷する目安となるらしきを以て本研究に於ては特に硬度と組織(200倍)とを見ることとした。

猶ほ又試験試料は多くの場合甚だ硬くして分析試料の採取は困難であつた、依つて本研究ではかかる場合には配合豫定表を示すこととした。試験片は坩堝内に装入し密閉して電氣爐内で加熱し溶解後鑄造せるものであるから特に燃焼し易きものを配合したものは別として多くは豫定配合表と實際成分の間に大差なきものと考へられる。

II. 各元素單獨添加の影響

(イ) 炭素量の影響:—

a) 成分 鑄鐵に對する含有全炭素量の影響を見る爲めに第1表に示す配合のものにつき實驗した。

第 1 表

符 號	T.C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cu%
C-1	1.91	0.207	0.59	0.019	0.080	0.076
C-2	1.99	0.357	0.77	0.0.9	0.068	0.065
C-3	2.48	0.395	0.82	0.024	0.026	0.055
C-4	2.70	0.404	0.81	0.022	0.028	0.051
C-5	3.23	0.794	1.33	0.025	0.045	0.046
C-6	3.61	0.517	0.96	0.025	0.059	0.024
C-7	3.91	0.691	1.04	0.025	0.031	0.013

b) 硬度 砂型及金型鑄物の硬度に對する全炭素量の影響は第 1~2 圖の通りで硬度大にして且つ砂型金型の硬度差の少きは $T.C \div 3.0\%$ 附近である。

c) 抗折力 抗折力と全炭素量の關係は第 3 圖の通りで金型鑄物では $T.C \div 3.0\%$ 附近は抗折力最大であり。

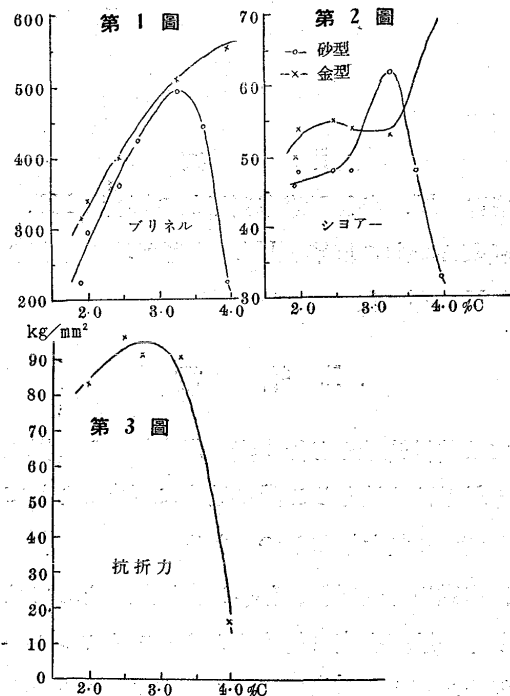
これ等の結果によれば製管用小型工具の特殊鑄鐵には $T.C \div 3.0\%$ のものがよくはないかと考へられる。

d) 組織:—これ等の試料の組織は第 4~15 圖の通りである。

(ロ) 珪素の影響:—鑄鐵に珪素を加ふればグラファイトの析出を容易ならしむことは古くより知られてゐるがグラファイト析出の狀況如何によりては製管用工具としたるとき磨耗の不均一に起ることを防止し得るにあらずやとも

考へられるから實驗することとした。

a) 成分 本研究資料に於ては $T.C \div 3.0\%$ としこれに第2表に示す程度に珪素を加へた。



b) 硬度 含磷鑄鐵の硬度と磷含有量の關係は第 60 圖の通りで磷含量の増加に従ひ硬度少しく大となる。猶ほ金型鑄物は砂型鑄物に比して硬度概して大である。

c) 抗折力 抗折力に對する磷含量の影響は第 61 圖の通りで磷の含有量の増加すに従ひ抗折力少しく低下す。

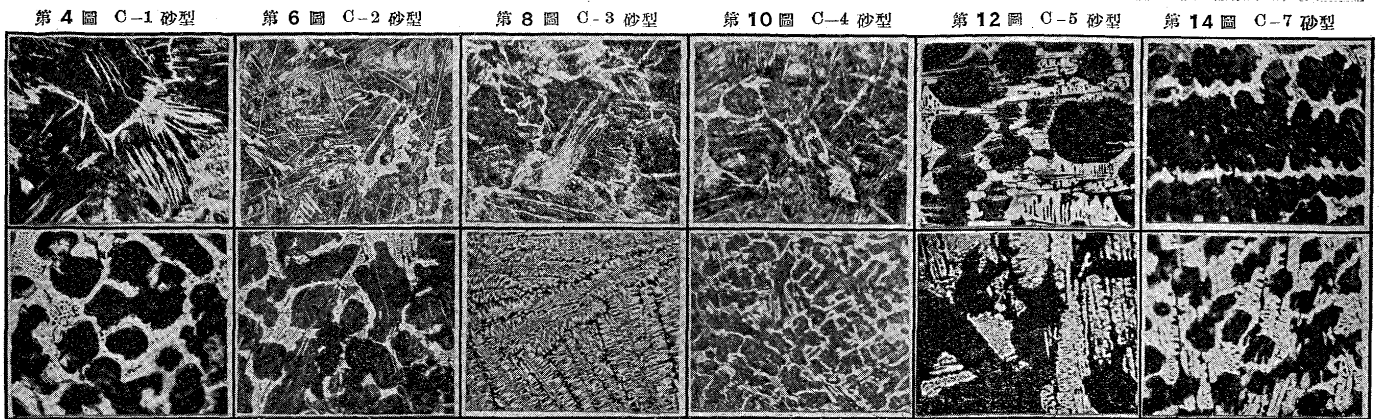
d) 顯微鏡組織 含磷鑄鐵の顯微鏡組織は第 62~81 圖の通りで金型鑄物は砂型鑄物に比して概して組織小さく、金型砂型何れに於ても磷の含有量多くなるに従ひ磷化鐵 Fe_2P は網目狀にあらはれる。

a) 成分—

第 2 表

符 號	T.C%	Si%	Mn	P%	S%	Cu%
Si-1	3.0	1.45	0.8	0.024	0.026	0.03
Si-2	"	1.99	"	"	"	"
Si-3	"	3.27	"	"	"	"
Si-4	"	4.68	"	"	"	"
Si-5	"	5.66	"	"	"	"
Si-6	"	7.24	"	"	"	"
Si-7	"	8.03	"	"	"	"
Si-8	"	9.57	"	"	"	"
Si-9	"	10.50	"	"	"	"
Si-10	"	11.50	"	"	"	"

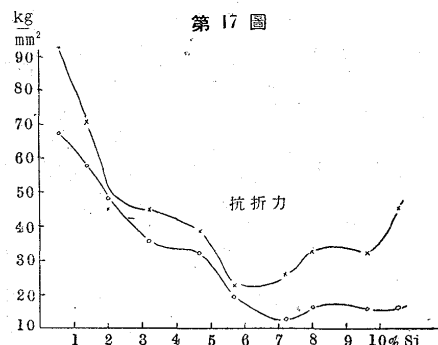
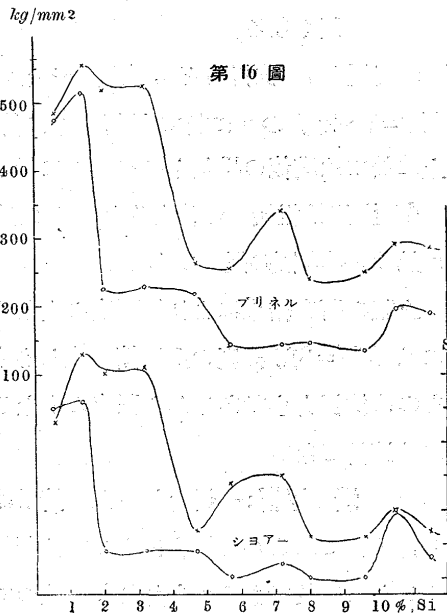
b) 硬度 砂型及金型鑄物の硬度と珪素含有量の關係は第 16 圖に示す通りで砂型鑄物では珪素 2% 以上、金型鑄物では 4.5% 以上に至れば硬度は急に降下し此限界値以上の珪素を含むものでは珪素含有量の多少により硬度に著しき差を生ずることがない。



第4圖 C-1 砂型 第6圖 C-2 砂型 第8圖 C-3 砂型 第10圖 C-4 砂型 第12圖 C-5 砂型 第14圖 C-7 砂型
第5圖 C-1 金型 第7圖 C-2 金型 第9圖 C-3 金型 第11圖 C-4 金型 第13圖 C-5 金型 第15圖 C-7 金型

c) 抗折力

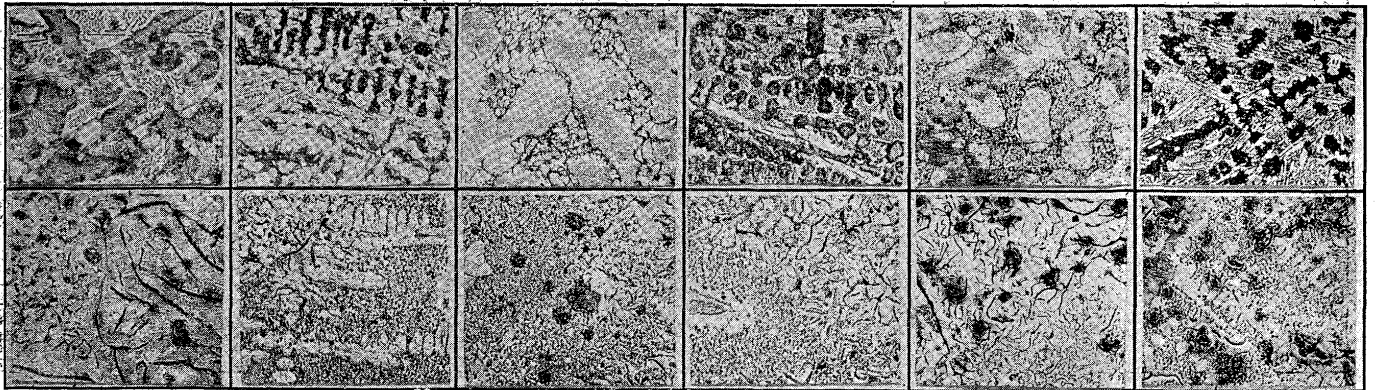
含珪素特殊鑄鐵の抗折力と珪素量との関係は第17圖の通りで砂型鑄物では $Si=7\%$ まで金型鑄物では $Si=6\%$ までは珪素量の増加に従ひ抗折力急に減少し



限界値以上の珪素量によりては砂型鑄物では抗折力に變化少きも金型鑄物では珪素量の増加と共に抗折力増加する。

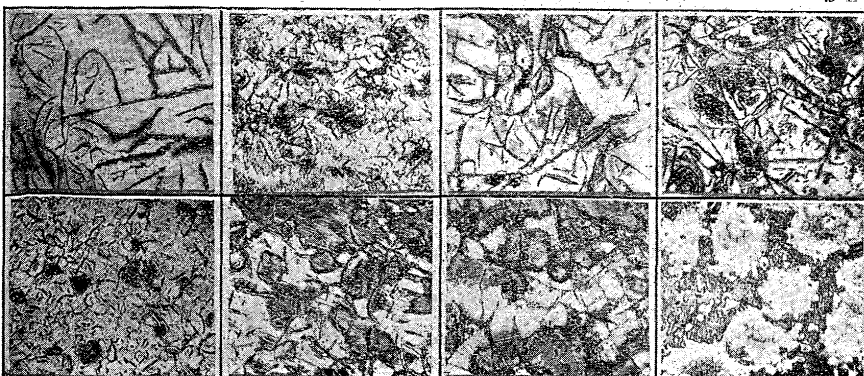
d) 顯微鏡組織 含珪素特殊鑄鐵の顯微鏡組織は第18~37圖に示す通りで砂型、金型鑄物とも $Si=3\%$ に至ればグラファイトを析出し $Si=7\sim8\%$ に至れば其形状甚だ大となる、グラファイトの形状は砂型鑄物の方が金型鑄物に比し

第18圖 Si-1 砂型 第20圖 Si-2 砂型 第22圖 Si-3 砂型 第24圖 Si-4 砂型 第26圖 Si-5 砂型 第28圖 Si-6 砂型



第19圖 Si-1 金型 第21圖 Si-2 金型 第23圖 Si-3 金型 第25圖 Si-4 金型 第27圖 Si-5 金型 第29圖 Si-6 金型

第30圖 Si-7 砂型 第32圖 Si-8 砂型 第34圖 Si-9 砂型 第36圖 Si-10 砂型



第31圖 Si-7 金型 第33圖 Si-8 金型 第35圖 Si-9 金型 第37圖 Si-10 金型

て大であるから冷却速度の小なる大型鑄物では一層其形大となるであらふ。

本研究結果によれば強度大なることを必要とする工具には珪素を多くするのが不適當と考へられるがグラファイトが細かく析出する $Si=3\sim5\%$ 程度のものは製管工具として磨耗を均一ならしむる利點がありはせぬかと推定せられる。

(ハ) 満俺の影響: 一製管工場用工具中にはテルせる鑄物を用ひて成績の優良なるものも少くない。これ等を更に改良するときの目安を得る爲めに鑄鐵に對する満俺の影響を見た。

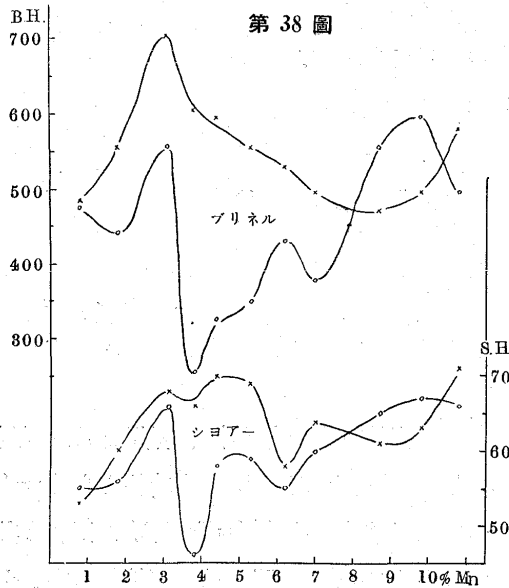
a) 成分 $T.C \div 3.0\%$ $Si \div 0.6\%$ $P \div 0.024\%$
 $S \div 0.026\%$ $Cu \div 0.03\%$ の鑄鐵に第 3 表の通り満俺を加へた。

第 3 表

符 號	Mn-1	Mn-2	Mn-3	Mn-4	Mn-5	Mn-6	Mn-7	Mn-8	Mn-9	Mn-10
俺満%	1.8	3.1	3.8	4.5	5.3	7.1	6.2	8.8	9.8	10.8

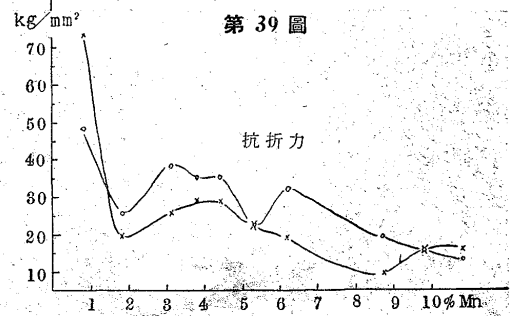
b) 硬度

鑄鐵の硬度と満俺量との關係は第 38 圖の通りで金型鑄物では $Mn = 3\%$ までは満俺の増加と共に硬度も増加し $Mn = 3 \sim 8\%$ の間では



第 38 圖

満俺の増加するに従ひ硬度を減少し更に満俺を増せば硬度も少しく大となる、



第 39 圖

砂型鑄物では $Mn = 3\%$ 附近に於て急に軟くなり

$Mn = 4 \sim 10\%$ の間では満俺の増加と共に次第に硬くなる。

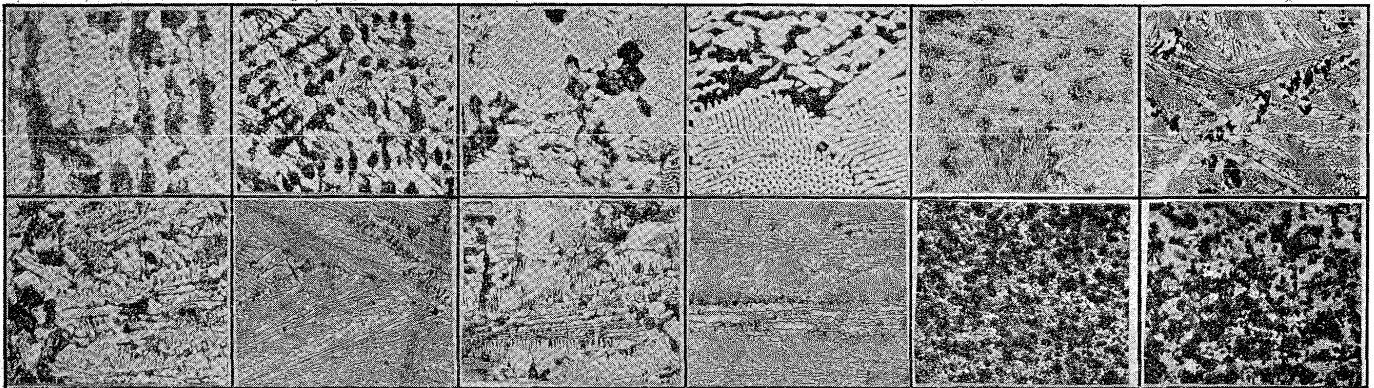
c) 抗折力 抗折力と満俺量の關係は第 39 圖の通りで $Mn = 1 \sim 2\%$ の間に於て抗折力急に降下し $Mn = 3\%$ 以上に於ては満俺の増加と共に徐々に低下す。

d) 顯微鏡組織 満俺を入れたる特殊鑄鐵の顯微鏡組織は第 40~59 圖の通りである。

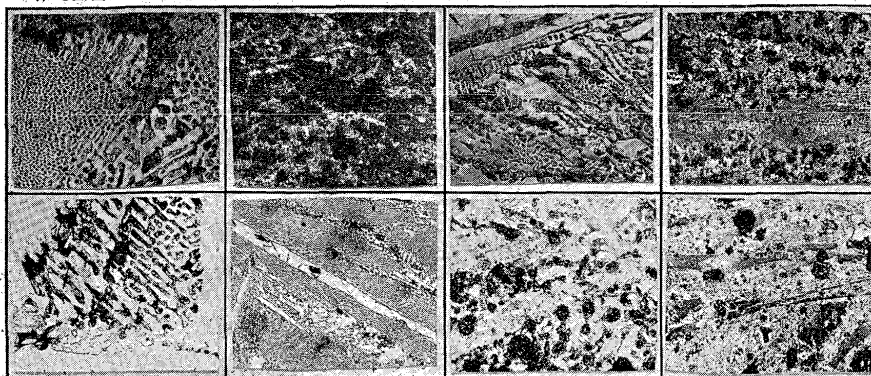
上記の研究結果によれば硬度の大なることを欲する工具には $Mn = 3\%$ 程度の金型鑄物宜しきも $Mn = 2\%$ 以上のものは抗折力小であるから強度の大なることを欲するものには適當でない。

(ニ) 磷の影響: 一磷を加へたる鑄鐵は耐酸化性大であると言はれてゐるから場合によりては製管工具に磷を加ふことは有效であるかも知れない依つて次の成分のものに

第 40 圖 Mn-1 砂型 第 42 圖 Mn-2 砂型 第 44 圖 Mn-3 砂型 第 46 圖 Mn-4 砂型 第 48 圖 Mn-5 砂型 第 50 圖 Mn-6 砂型



第 41 圖 Mn-1 金型 第 43 圖 Mn-2 金型 第 45 圖 Mn-3 金型 第 47 圖 Mn-4 金型 第 49 圖 Mn-5 金型 第 51 圖 Mn-6 金型
 第 52 圖 Mn-7 砂型 第 54 圖 Mn-8 砂型 第 56 圖 Mn-9 砂型 第 58 圖 Mn-10 砂型



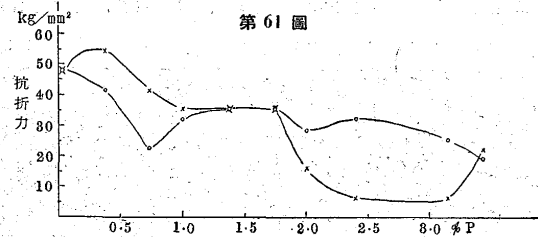
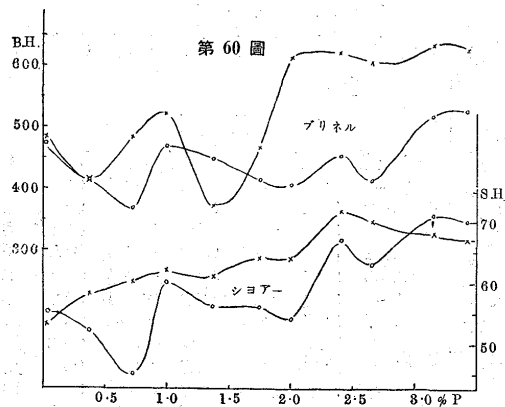
第 53 圖 Mn-7 金型 第 55 圖 Mn-8 金型 第 57 圖 Mn-9 金型 第 59 圖 Mn-10 金型

つき實驗した。

a) 成分 試料の成分は第 4 表の通りである。

第 4 表

符號	T.C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %
P-1	$\div 3.0$	$\div 0.6$	$\div 0.8$	0.37	$\div 0.023$	$\div 0.03$
P-2	"	"	"	0.71	"	"
P-3	"	"	"	1.04	"	"
P-4	"	"	"	1.37	"	"
P-5	"	"	"	1.74	"	"
P-6	"	"	"	1.99	"	"
P-7	"	"	"	2.40	"	"
P-8	"	"	"	2.63	"	"
P-9	"	"	"	3.14	"	"
P-10	"	"	"	3.43	"	"



(ホ) 硫黄の影響:—

a) 成分 含硫黄鑄鐵の試験片を製作するに用いた素材の成分及其配合は次表の通りである。

第 5 表

素材	T.C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %
瑞典 銑	4.20	0.94	1.30	0.035	0.017	0.013
低炭素鋼	0.15	0.00	0.40	0.025	0.025	0.100

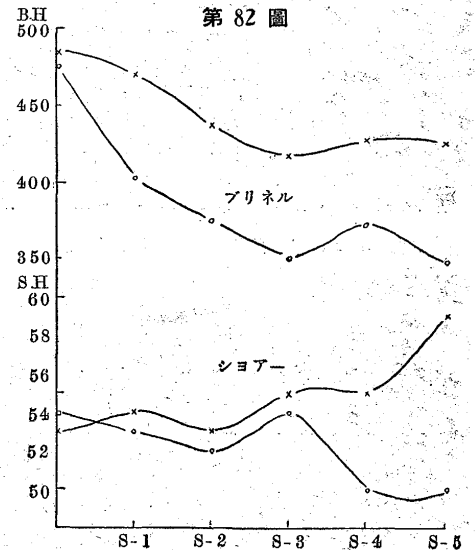
第 6 表

符號	瑞典銑鐵 kg	低炭素鋼 g	硫 黄 g
S-1	2.250	720	50
S-2	2.250	690	100
S-3	2.250	660	150
S-4	2.250	630	200
S-5	2.250	600	250

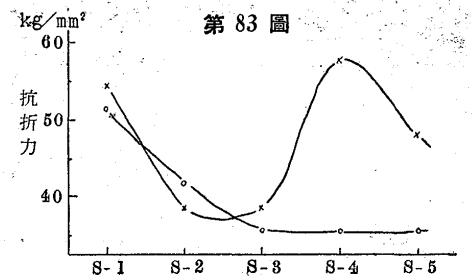
如斯配合にて從來の經驗によれば次の程度の鑄鐵が得られる筈である。

T.C %	Si %	Mn %	P %	Cu %
≒3.0	≒0.6	≒0.8	≒0.024	≒0.03

b) 硬度 硫黄の多量を入れたる鑄鐵の硬度は第 82 圖の通りで金型、砂型鑄物とも硫黄の増加に従ひ硬度減少する如く見える。



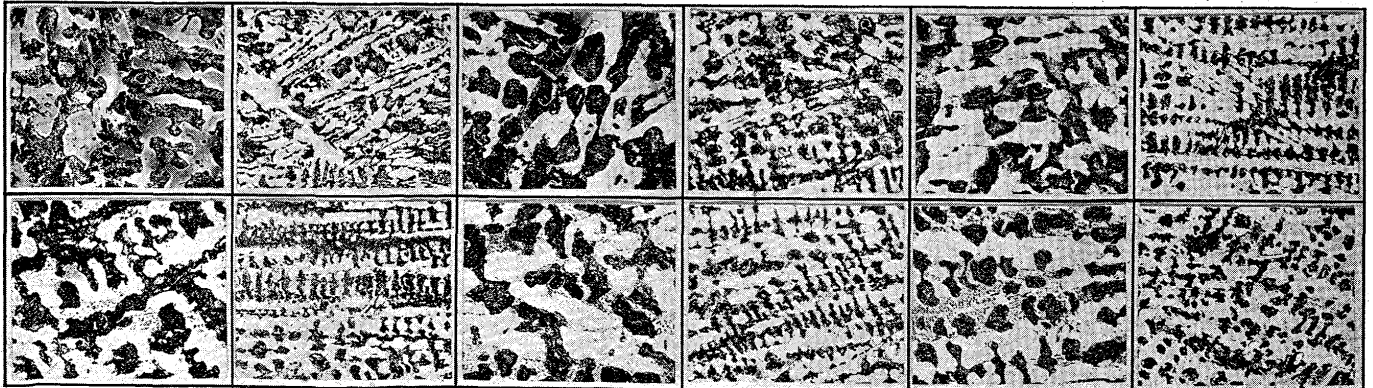
c) 抗折力 抗折力と硫黄量の關係は第 83 圖の通りで砂型鑄物では硫黄含有量の多なる程抗折力小となる。



d) 顯微鏡組織 硫黄を入れたる鑄鐵の組織は第 84~93 圖の通りで金型鑄物の方は砂型に比

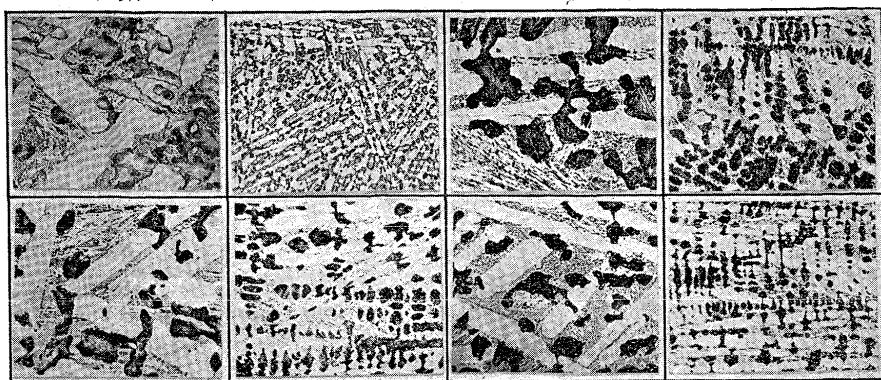
して概して組織小さく硫黄含有量の多き程硫化鐵が多くあらはれる。鑄鐵内の硫黄も亦著しく偏析を呈すること第 89 圖-2 に示す如くである。従つて試験片を分析しても正しき硫黄含有量を得ること甚だ困難である。

第 62 圖 P-1 砂型 第 63 圖 P-1 金型 第 64 圖 P-2 砂型 第 65 圖 P-2 金型 第 66 圖 P-3 砂型 第 67 圖 P-3 金型



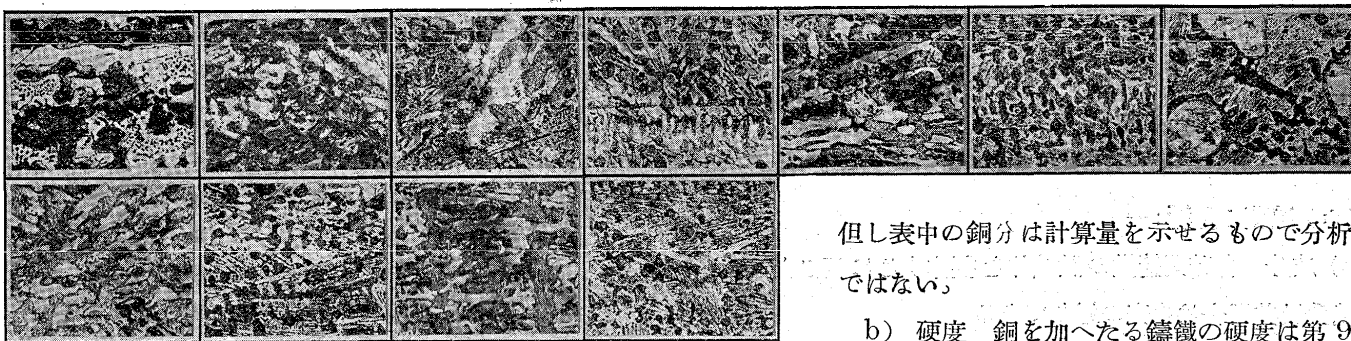
第 68 圖 P-4 砂型 第 69 圖 P-4 金型 第 70 圖 P-5 砂型 第 71 圖 P-5 金型 第 72 圖 P-6 砂型 第 73 圖 P-6 金型

第74圖 P-7 砂型 第75圖 P-7 金型 第76圖 P-8 砂型 第77圖 P-8 金型



第78圖 P-9 砂型 第79圖 P-9 金型 第80圖 P-10 砂型 第81圖 P-10 金型

第84圖 S-1 砂型 第85圖 S-1 金型 第86圖 S-2 砂型 第87圖 S-3 金型 第88圖 S-3 砂型 第89圖 S-3 金型 第89圖 2 S-3 金型



但し表中の銅分は計算量を示せるもので分析値ではない。

b) 硬度 銅を加へたる鑄鐵の硬度は第91

圖の通りで銅含有量との關係は甚だ複雑である。

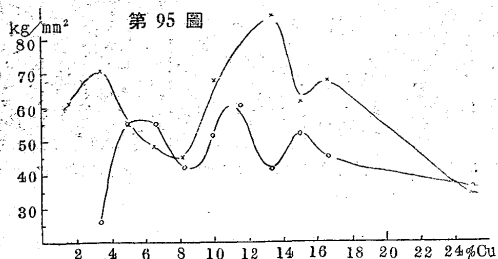
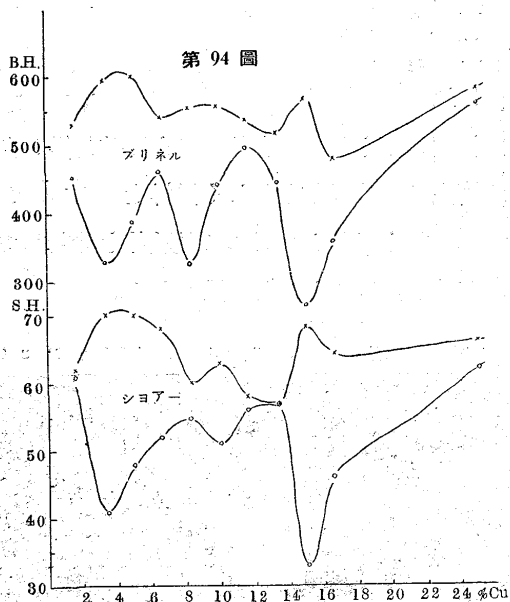
c) 抗折力 抗折力と銅含有量との關係も甚だ複雑なること第95圖の通りである。砂型 Cu=12% 程度のものは切削性甚だ悪い。

d) 顯微鏡組織 銅を加へたる鑄鐵の組織は第96~118圖の通りで甚だ複雑である、砂型鑄物 Cu-1 は第96圖の如き組織を有し中央部に第98圖の如き組織で丸きものが多數に存在する。Cu-2 は全體一樣の組織なれども Cu-3 は第100圖の如き組織の間に第118圖の如き組織を有する球狀のものが出る。Cu-4 は Cu-3 と同様なれども更に中心部に銅が析出してゐる。Cu-5 は Cu-4 と同様なれども銅と第118圖の如き組織の部分が廣くなる、猶ほ銅分の増加せるものは表面及中央に銅分の析出する量大となる。

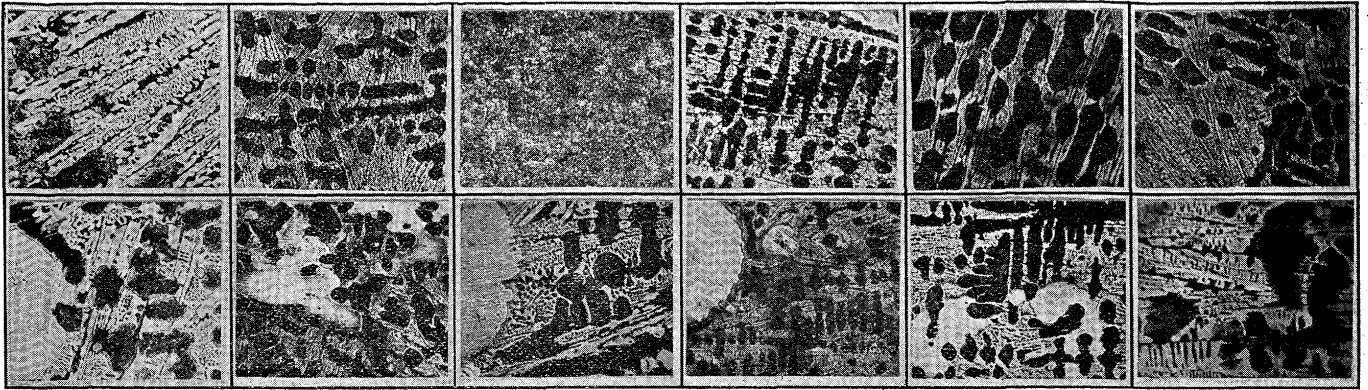
金型鑄物に於ては Cu-1 及 Cu-2 は全體として色幾分黄味を帯びる、Cu-3 は全體として幾分黒味を帯び Cu-4 以上に至れば表面及中央部に銅分析出し銅分の大なるもの程益々甚だしくなる。

鐵鋼中に加へ得る銅の量に制限あることは古くより知られる處であるが銅の析出する狀態如何によりては工具として摩耗を減少せしめ得る場合があるのではないかと考へから本研究では特に多量に加へて見た、

猶ほ熔體より急冷せる金型鑄物では徐冷せる砂型鑄物の

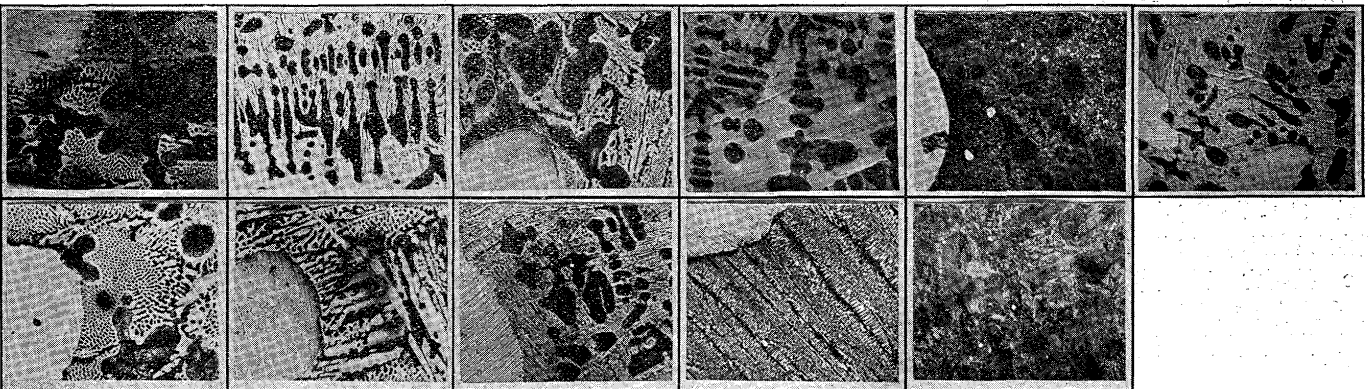


第 96 圖 Cu-1 砂型 第 97 圖 Cu-1 金型 第 98 圖 Cu-2 砂型 第 99 圖 Cu-2 金型 第 100 圖 Cu-3 砂型 第 101 圖 Cu-3 金型



第 102 圖 Cu-4 砂型 第 103 圖 Cu-4 金型 第 104 圖 Cu-5 砂型 第 105 圖 Cu-5 金型 第 106 圖 Cu-6 砂型 第 107 圖 Cu-6 金型

第 108 圖 Cu-7 砂型 第 109 圖 Cu-7 金型 第 110 圖 Cu-8 砂型 第 111 圖 Cu-8 金型 第 112 圖 Cu-9 砂型 第 113 圖 Cu-9 金型



第 114 圖 Cu-10 砂型 第 115 圖 Cu-10 金型 第 116 圖 Cu-11 砂型 第 117 圖 Cu-11 金型 第 118 圖 Cu-11 砂型

場合よりも銅の析出せられる量少きを見る。同様の現象は硫黄、磷等の多量を含む鑄鐵より Fe_3S , Fe_3P 等の析出せられる際にもあらはれる。

(ト) ニッケルの影響:—

a) 成分 試験片の成分第 8 表の通りである。

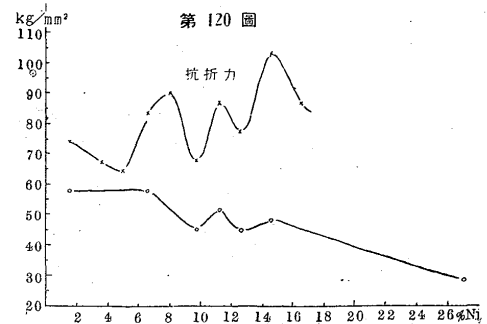
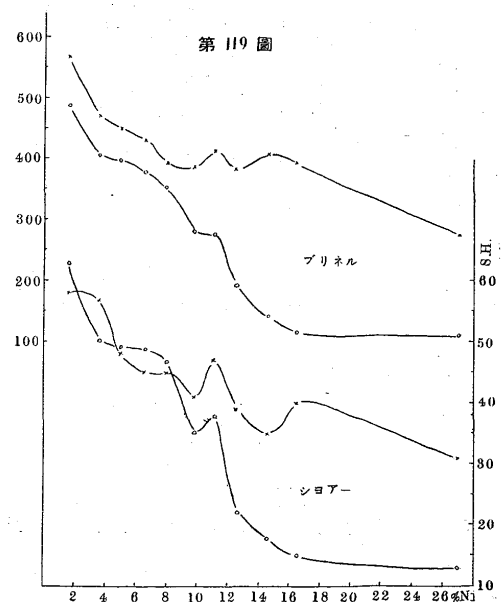
第 8 表

符 號	T.C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cu%	Ni%
Ni-1	3.05	0.66	1.03	0.024	0.027	0.042	1.58
Ni-2	3.00	0.59	0.91	0.024	0.020	0.045	3.63
Ni-3	3.14	0.64	0.91	0.024	0.023	0.045	4.98
Ni-4	3.14	0.74	0.91	0.024	0.026	0.040	6.04
Ni-5	3.20	0.64	0.89	0.024	0.023	0.042	7.97
Ni-6	3.16	0.64	0.83	0.024	0.026	0.040	9.74
Ni-7	3.15	0.48	0.79	0.024	0.021	0.040	11.11
Ni-8	3.23	0.64	0.83	0.024	0.027	0.040	12.50
Ni-9	3.23	0.85	0.76	0.024	0.020	0.035	14.65
Ni-10	3.11	0.65	0.83	0.024	0.023	0.042	16.28
Ni-11	3.03	0.57	0.75	0.024	0.026	0.040	27.03

b) 硬 度 ニッケル含有量と硬度の關係は第 119 圖の通りでニッケル含有量の増加に従ひ硬度次第に減少す。

c) 抗折力 抗折力とニッケル含有量の關係は第 120 圖の通りである。

d) 顯微鏡組織 ニッケルを加へたる鑄鐵の顯微鏡組織は第 121~142 圖の通りで砂型鑄物では $Ni = 5\%$ 以上に至ればグラファイトが析出せられる。



ニツケルを加へたる鑄鐵では Ni の増加に従ひ硬度を減少するが故にグラファイトの析出状態如何によりては製管用工具として摩擦を減少し得るならんとも考へらるゝも單獨に加へたのでは改良せられる望みは少い。

(4) クロームの影響:—

a) 成分 試料の成分第9表の通りである。

符 號	T.C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cu%	Cr%
Cr-1	2.99	0.46	0.49	0.016	0.021	0.033	1.68
Cr-2	3.08	0.50	0.41	0.025	0.019	0.028	2.11
Cr-3	3.11	0.53	0.45	0.021	0.014	0.031	3.33
Cr-4	3.05	0.49	0.37	0.023	0.014	0.024	3.79
Cr-5	2.96	0.43	0.45	0.019	0.012	0.018	5.13
Cr-6	2.86	0.56	1.22	0.032	0.012	0.026	5.27
Cr-7	2.84	0.58	0.73	0.029	0.011	0.015	7.33
Cr-8	3.15	0.61	0.50	0.030	0.012	0.017	7.65
Cr-9	3.07	0.49	0.78	0.022	0.013	0.017	9.33
Cr-10	2.77	0.61	0.55	0.030	0.013	0.013	10.26
Cr-11	3.14	0.55	0.49	0.024	0.011	0.010	15.74

b) 硬度 砂型及金型鑄物の硬度と Cr 含有量の関係は第143圖の通りで

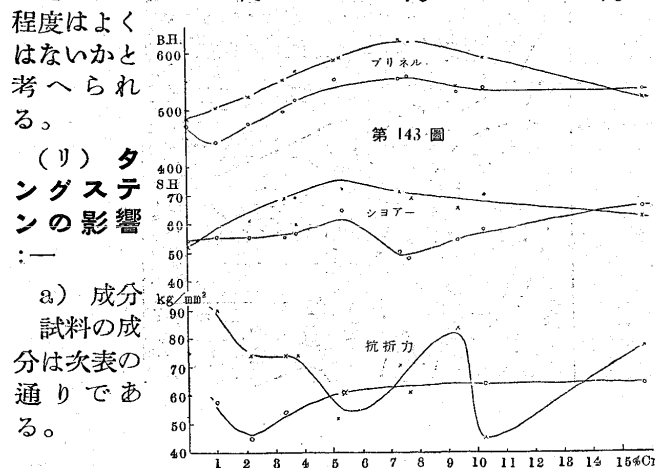
i) 砂型鑄物と金型鑄物の硬度の差概して小さく殊に $Cr=14\sim15\%$ 附近のものは兩者同一で冷却速度の差により硬度を異にすることは少い。

ii) $Cr=7\sim8\%$ までは Cr の増加と共に次第に硬度を増加し砂型鑄物に於て B.H.=550 に達するに至る。

c) 抗折力 砂型鑄物に於て Cr 25% の範圍では抗折力 60kg/mm^2 以上に於て甚だよい性質を有す。

d) 顯微鏡組織 顯微鏡組織は第144~165圖の通りである。

これ等諸試験成績によれば Cr を加へたる鑄鐵は或種製管用工具には甚だ適當らしく考へられる、而して其加ふべき量は $Cr=4\sim5\%$ $Cr=7\sim8\%$ $Cr=14\sim15\%$



(リ) タングステンの影響:—

a) 成分 試料の成分は次表の通りである。

符 號	T.C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cu%	W%
W-1	3.0	0.6	0.8	0.024	0.026	0.03	1.0
W-2	"	"	"	"	"	"	2.0
W-3	"	"	"	"	"	"	3.0
W-4	"	"	"	"	"	"	4.0
W-5	"	"	"	"	"	"	5.0
W-6	"	"	"	"	"	"	6.0
W-7	"	"	"	"	"	"	7.0
W-8	"	"	"	"	"	"	8.0
W-9	"	"	"	"	"	"	9.0
W-10	"	"	"	"	"	"	10.0
W-11	"	"	"	"	"	"	15.0

b) 硬度 砂型、金型鑄物の硬度は第166圖の通りでタングステンを入れたる鑄鐵の金型鑄物の硬度は甚だ大で

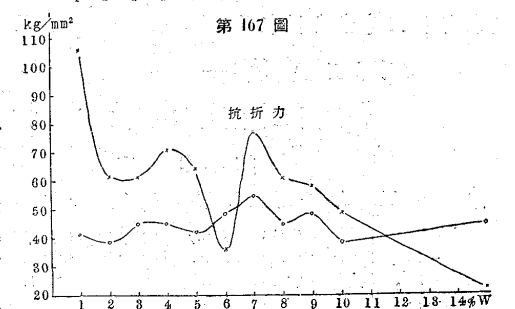
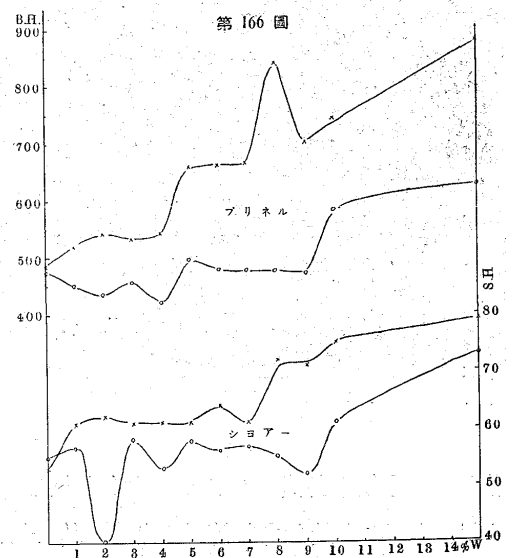
W 含有量の増加と共に益々大となるが砂型鑄物に於ては硬度の増加著しくない。即ち W 鑄鐵は冷却速度によりて

硬度を異にすること甚だしから鑄物の形状如何によりては部分によりて硬度に著しき差を生ずる恐れがある。

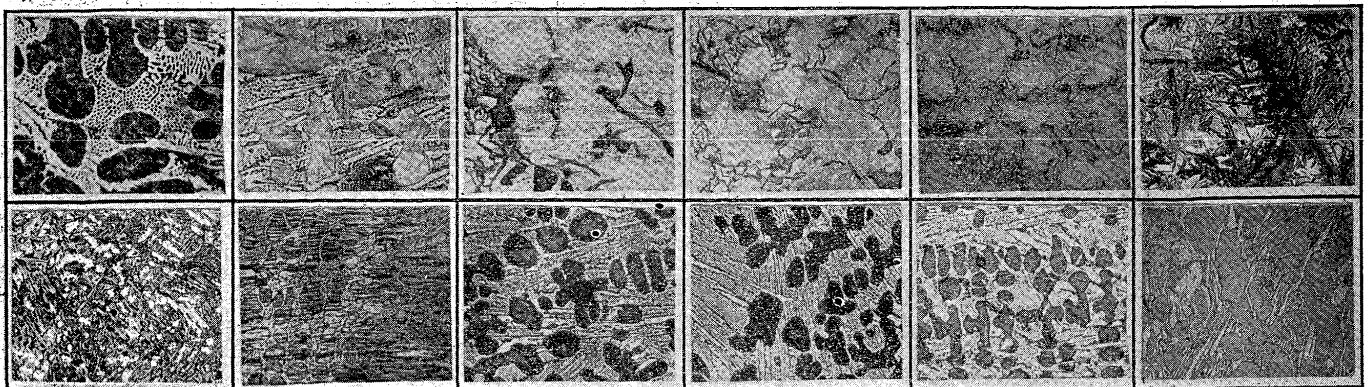
c) 抗折力 抗折力と W 含有量の関係は第167圖の通りである。

d) 顯微鏡組織 W を入れたる鑄鐵の砂型及金型鑄物の顯微鏡組織

は第168~189圖の通りで金型鑄物の方概して組織細かい。

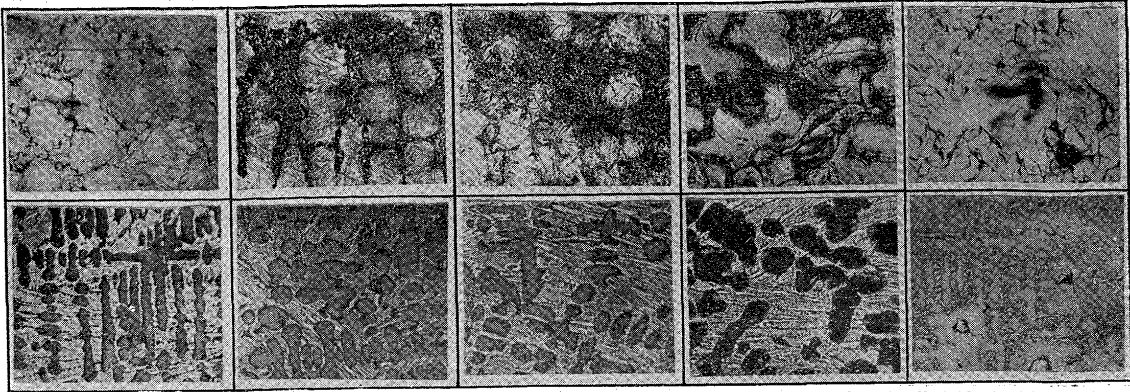


第121圖 $Ni-1$ 砂型 第123圖 $Ni-2$ 砂型 第125圖 $Ni-3$ 砂型 第127圖 $Ni-4$ 砂型 第129圖 $Ni-5$ 砂型 第131圖 $Ni-6$ 砂型



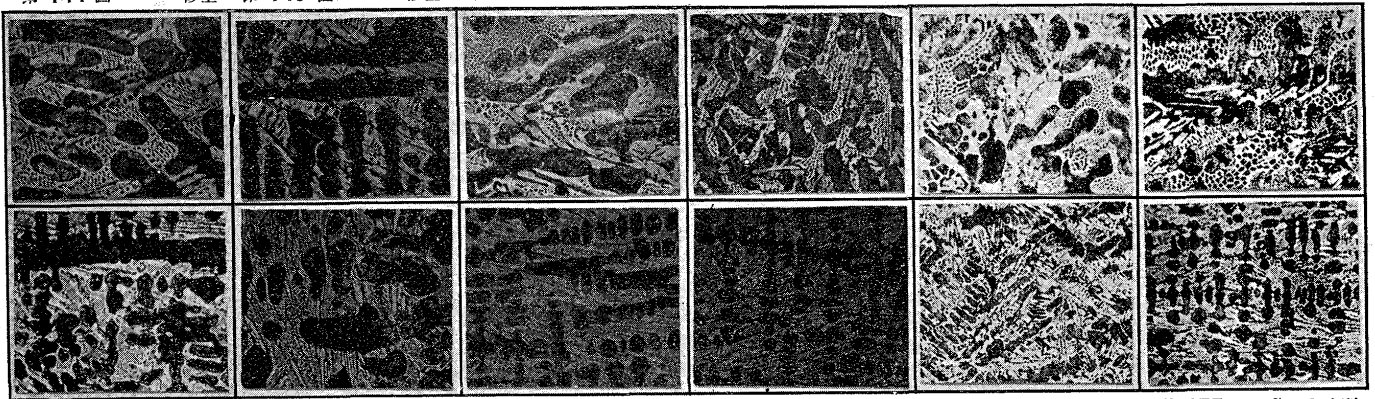
第122圖 $Ni-1$ 金型 第124圖 $Ni-2$ 金型 第126圖 $Ni-3$ 金型 第128圖 $Ni-4$ 金型 第130圖 $Ni-5$ 金型 第132圖 $Ni-6$ 金型

第 133 圖 Ni-7 砂型 第 135 圖 Ni-8 砂型 第 137 圖 Ni-9 砂型 第 139 圖 Ni-10 砂型 第 141 圖 Ni-11 砂型



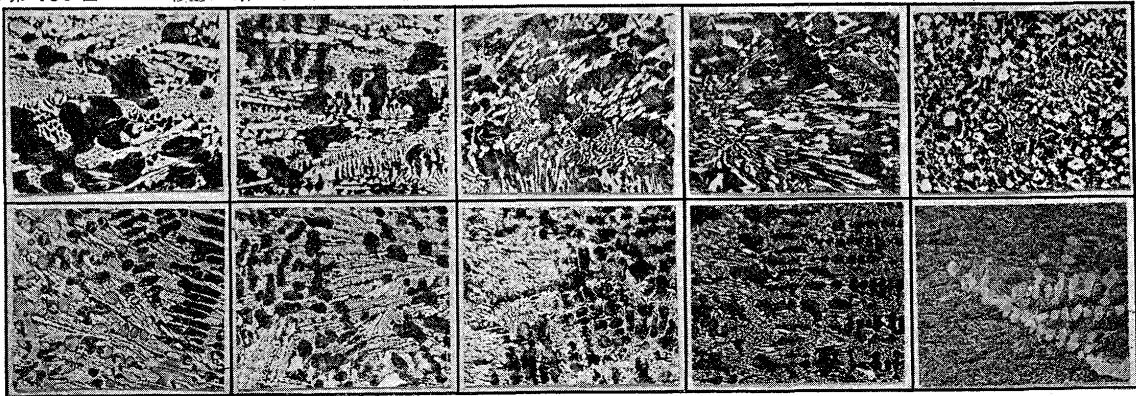
第 134 圖 Ni-7 金型 第 136 圖 Ni-8 金型 第 138 圖 Ni-9 金型 第 140 圖 Ni-10 金型 第 142 圖 Ni-11 金型

第 144 圖 Cr-1 砂型 第 146 圖 Cr-2 砂型 第 148 圖 Cr-3 砂型 第 150 圖 Cr-4 砂型 第 152 圖 Cr-5 砂型 第 154 圖 Cr-6 砂型



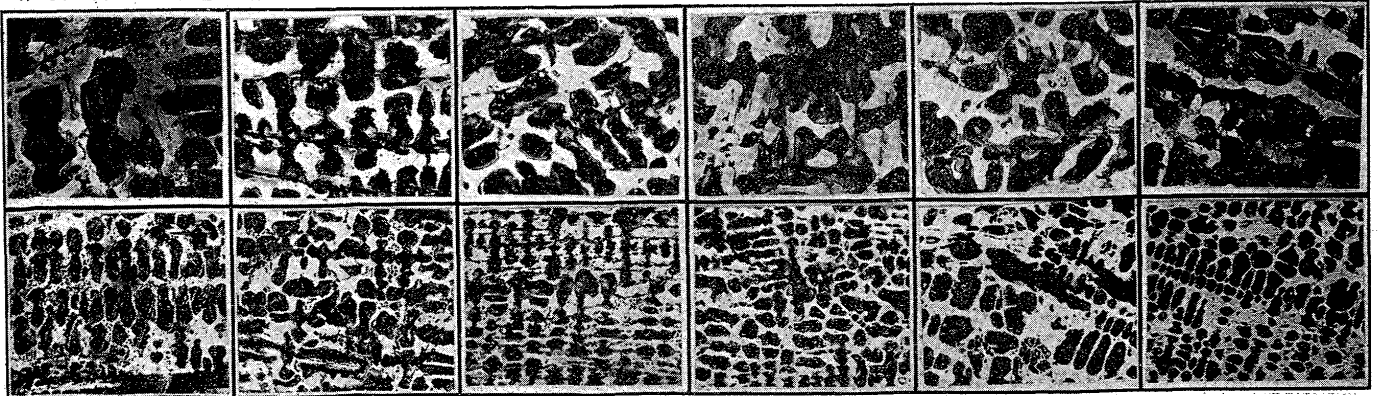
第 145 圖 Cr-1 金型 第 147 圖 Cr-2 金型 第 149 圖 Cr-3 金型 第 151 圖 Cr-4 金型 第 153 圖 Cr-5 金型 第 155 圖 Cr-6 金型

第 156 圖 Cr-7 砂型 第 158 圖 Cr-8 砂型 第 160 圖 Cr-9 砂型 第 162 圖 Cr-10 砂型 第 164 圖 Cr-11 砂型



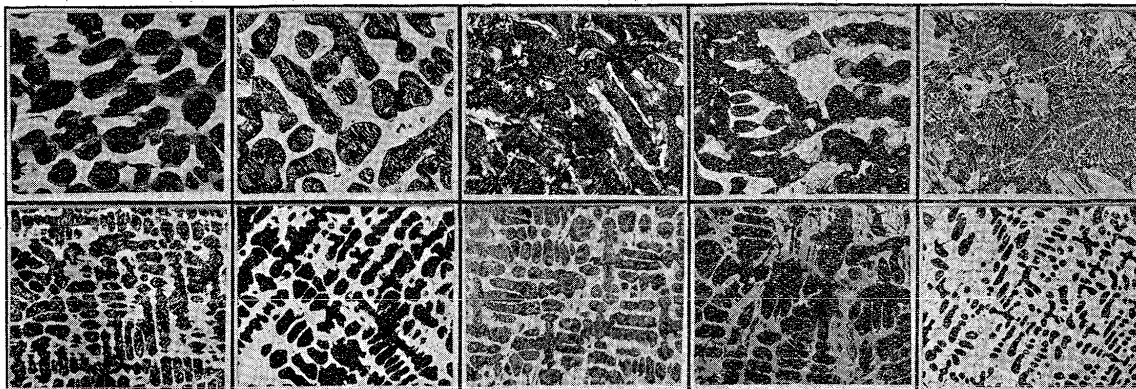
第 157 圖 Cr-7 金型 第 159 圖 Cr-8 金型 第 161 圖 Cr-9 金型 第 163 圖 Cr-10 金型 第 165 圖 Cr-11 金型

第 168 圖 W-1 砂型 第 170 圖 W-2 砂型 第 172 圖 W-3 砂型 第 174 圖 W-4 砂型 第 176 圖 W-5 砂型 第 178 圖 W-6 砂型



第 169 圖 W-1 金型 第 171 圖 W-2 金型 第 173 圖 W-3 金型 第 175 圖 W-4 金型 第 177 圖 W-5 金型 第 179 圖 W-6 金型

第180圖 W-7砂型 第182圖 W-8砂型 第184圖 W-9砂型 第186圖 W-10砂型 第188圖 W-11砂型



第181圖 W-7金型 第183圖 W-8金型 第185圖 W-9金型 第187圖 W-10金型 第189圖 W-11金型

鐵鋼の研究及び検査に對するスンプ法の應用

谷 口 光 平 *

上 田 哲 三 *

APPLICATION OF "SUMP" METHOD ON THE STUDY OF IRON AND STEEL

Kohei Taniguchi and Teuzo Uyeda

SYNOPSIS:—Recently a new testing method for an opaque body called "Sump" was invented by Mr. J. Suzuki, the spelling of which came from the capitals of Suzuki's Universal Micro Printing. In this method we require no test pieces cut from body as in ordinary microscopic examination, but only use celluloid, giving some plasticity with a solvent like amil acetate, and directly stick it tightly on any surface. Soon after we tear it off from the body and bring it under a common simple microscope getting a precise micro-structure very clearly.

The writers tried to apply this method to iron and steel and designed a small portable box which contained in good order various etching and cleaning reagents etc., and went out to many works with this box and with a small grinder to take various Sump printings.

In the first time we studied the technical skill of gaining clear micro-structures for steels of carbon 0.06 0.24 0.43 0.60 % to find that the polishing degree of test surface is almost the same with common microscope samples but requires some deeper etching to get clear structures of their ferrite and pearlite etc., and even for quenched steel we could see clearly in Sump printing those fine structures of martensite and troostite etc. in 500 magnification, and on the other hand various flaws of steel were also revealed distinctly by this printing. Next, for grey and white cast irons we could find their structure and small blow holes more easily, and especially in the former the difference of graphites and holes which has been very difficult to distinguish in ordinary metal microscope, appeared very clearly as graphites were white, holes were black, and is very interesting for cast iron investigators. Furthermore we succeeded to apply this method on the testing of defects, structures, or homogeneity of heavy materials e. g. chilled iron rolls etc.

Thus in this method we could prove the possibility of examining and studying the structure, cracks etc. very simply for iron and steel without any distinction of their size and form, with no fear of spoiling them.

Therefore the application of this new method will be very wide in all sides in future not only in iron and steel but also probably in all kinds of other metals.

目 次

I. 緒 言

I 緒 言

II スンプ法の原理及び一般印畫法

(1) 原 理 (2) 印 畫 法

III スンプ法に用ふる一般用具及び特に金屬研究用としての追加用具

IV 鋼製品に對する應用

(1) 各種炭素鋼の顯微鏡組織 (2) 薄鋼板表面疵の検査

V 鑄鐵品に對する應用

(1) 灰鑄鐵の顯微鏡組織 (2) 白鑄鐵の顯微鏡組織

(3) 氣泡其の他の検査

VI チルドロールに對する應用

(1) ロール表面疵の検査 (2) 各種ロールの組織

(3) ロール表面各部組織の均一性検査

VII 總 括

最近郡是製絲株式會社技師鈴木純一氏に依つてスンプ法と稱する不透明體の検査法が發明¹⁾せられて、動植物、礦物、金屬、織物、紙、木材、ゴム又は人體の皮膚等あらゆる物體の精細なる表面觀察に一大進歩を齎した。このスンプ法と言ふ名稱は鈴木式萬能顯微印畫法の英語 Suzuki's Universal Micro-Printing Method の頭文字を綴つて簡單の爲 SUMP Method とされたものであつて、その方法の特徴とする所は、從來の顯微鏡による検査法の如く殊更に試料片を採取する必要なく、薄いセルロイド板、或は或種のセルロイド溶液を直接可檢體の表面に附着せしめてその型をとるのみで、その操作は極めて簡單の上、可檢體を何等損することなく、而も印畫が正確に轉寫せられる

¹⁾ 特許第 88353 號(昭和 5 年 9 月 16 日)「物體の表面を觀察すべき透明薄膜又は薄版狀顯微鏡標本の製作法」。