

合金チルドロールの研究

(日本鐵鋼協會 第9回講演大會講演前刷)

谷口光平

STUDY ON ALLOY CHILLED ROLLS

Kōhei Taniguchi

SYNOPSIS:— By the investigation of the characteristics of steel mill chilled rolls for the object of improving their properties, all the results of experiments tried until present on common cast irons are shown to be unsuitable for chilled rolls owing to the remarkable difference in their properties. So the author devised a proper apparatus for this object to study this problem by reasonable method, and gained the following results.

(1) Influences of fifteen elements, namely, C, Al, Si, P, Ti, Co, Ni, Cu, S, V, Cr, Mn, Mo, Sn, W, are investigated in very wide rangest upon the surface hardness and the depth of chill which are so important for all chilled rolls, and are found to be most effective to add nickel with a little amount of chrome to gain hard rolls among those elements.

(2) In consequence of the above results, various effects of nickel and chrome, and also combinid effects of both elements were again further studied respectively, not only on surface problems but also on many physical and mechanical properties of the inner grey part of the roll, and at last a very hard and strong alloy chilled roll was invented, whose chemical composition lies between Ni 3.3, Cr 1.2%—Ni 4.3, Cr 1.6% and has its surface hardness over 90 in scleroscope number, keeping always a constant chill depth equal to ordinary chilled rolls.

(3) Furthermore a plenty of this kind of heavy rolls has been practically cast in our foundry since that time, and used as tin plate finishing rolls (weight of one roll is 3,800kg) or thin sheet finishing rolls (weight of one roll is 5,717kg) etc., for these several years gaining a splendid results beyond expectation.

目次

研究要旨

- 第 I 章 實驗装置及び方法 1. 冷硬部 2. 鼠銑部
- 第 II 章 表面硬度及び冷硬の深さに及ぼす諸元素の影響 1. 諸元素の影響 C, Al, Si, P, Ti, Co, Ni, Cu, S, V, Cr, Mn, Mo, Sn, W, 2. 諸元素の影響比較
- 第 III 章 ニッケルの影響 1. 冷硬部 (a) 表面硬度 (b) 冷硬の深さと肉眼組織 (c) 顯微鏡組織 2. 鼠銑部 (a) 抗張力 (b) 硬度 (c) 衝撃抗力 (d) 肉眼及び顯微鏡組織 3. ロール全體
- 第 IV 章 クロムの影響 1. 冷硬部 (a) 表面硬度 (b) 冷硬の深さと肉眼組織 (c) 顯微鏡組織 2. 鼠銑部 (a) 抗張力 (b) 硬度 (c) 衝撃抗力

(d) 肉眼及び顯微鏡組織 3. ロール全體

第 V 章 ニッケルクロム共存の影響 1. 冷硬部

(a) 表面硬度と冷硬の深さ (b) 肉眼及び顯微鏡組織 2. 鼠銑部 (a) 抗張力 (b) 硬度 (c) 衝撃抗力 (d) 肉眼及び顯微鏡組織 3. ロール全體

第 VI 章 實地應用 1. 製造方法及び成品ロール 2. 使用結果

總括

研究要旨

鋼材壓延作業其他に廣く使用されるチルドロールの改良に對しては、熔解法の研究、鑄型及び鑄込法の工夫、熱處理の實施等種々考へらるれど、就中之が合金化による材質の向上は最も著しき效

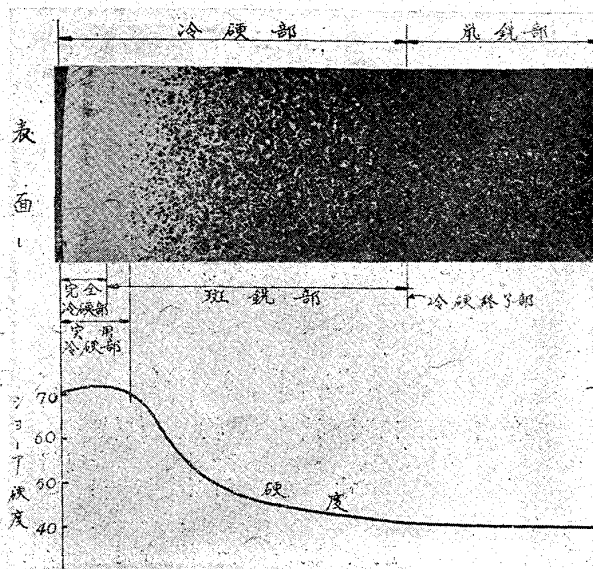
果ありと思はる。而も今日迄未だ之に關して何等系統的の發表されたるを見ず¹⁾、他方一般鑄鐵鑄物に關しては近時その合金化の聲次第に高まり、漸次之に關する研究の發表を見つゝあれど、而も未だその研究範圍狹少にして、且その方法も單純なれば、之を以て直ちに特殊の鑄物を推す能はず、殊にチルドロールの如きは材質上鑄鐵鑄物に屬すれども、その製造狀況及び性状等頗る趣を異にし、普通鑄物に就き知られし結果をその儘採用するは不可能にして是非共ロールとして独自の研究を要すれば、此處に充分その特徴を考慮し、之に應じて特にその實驗方法を工夫し、極めて廣き範圍に亘り合金チルドロールの研究を行へり。而してその結果從來不明なりし諸成分のロールに及ぼす影響を明らかにし、且幸にも頗る優秀なる新合金成分を見出し得たりしが、之を單なる机上の實驗に止めず進んでその實施に努め、大小多數のチルドロールを本合金成分にて作成し、之を當所壓延工場に使用して頗る好成績を擧げ得たれば、爾後引續き當所にて之を製作し且使用しつゝあり。以下之が研究の詳細を報告せんとす。

第 I 章 實驗装置及び方法

チルドロールは製造時その胴部鑄型に厚き金型を配するが故に、ロールの胴表面は冷硬白銑化されて頗る硬く、而もその内部及び頸部、頭部は何

¹⁾ 斷片的なれど今日迄チルドロールの化學成分に就き記載されしものを擧ぐれば
Moldenk, The Principle of Iron Founding (1917) p. 121. Osann, Lehrbuch der Eisen und Stahlgießerei (1922) s. 393. Schütz, St. u. E. (1922) s. 1610. Allison, F. Tr. J. (1925) June 4 p. 481, July 9 p. 27., (1928) April 12 p. 259, 277, 295. " The Manufacture of Chilled Iron Rolls (1929) p. 25, 87. Goerens u. Jungbluth, St. u. E. (1925) s. 1110. Friese, Giess-Ztg. (1925) s. 397. Busse, Giesserei (1929) s. 169.

第 1 圖 チルドロール胴横断面詳細



等斯かることなく全部均質なる鼠銑鑄物をなし、今その胴横断面の狀況を示せば第 1 圖の如く、先づ冷硬部と鼠銑部とに大別され、前者は更に細別して完全冷硬部、實用冷硬部、冷硬終了部等の名稱²⁾を附さる。而してチルドロールの特徴としては、その表面の飽迄硬く、冷硬(チル)の入り具合良好にして、而も同時に内部材質の可及的強靱なるを理想とするが故に、之が研究方針として各種の進路あり。依つて著者は先づロールに對する現時の要求及び實驗の難易等を充分考慮し、チルドロールとしては第一にその表面硬度及び冷硬の入り具合を最も重要とすれば、先づ之に關する各種の合金成分の影響を究め、然る後この目的に對し得られたる優秀成分のものに就き更にその内部鼠銑部の強靱性をも併せ攻究し、以てその結果の全きを期せり。その實驗装置及び方法を略述³⁾すれば次の如し。

1. 冷硬部 原料としては當所に於けるチルドロー

²⁾ 之等の詳細は著者、製鐵所研究所研究報告 Vol. X No. 1 (昭和 5 年) p. 8 及び 11.

³⁾ 之等の詳細は著者、製鐵所研究所研究報告 Vol. XI No. 3 (昭和 6 年) p. 3.

ル鑄造時の残留熔銑約 2 噸をとり之を基材 I とす。その平均化學成分次の如し。

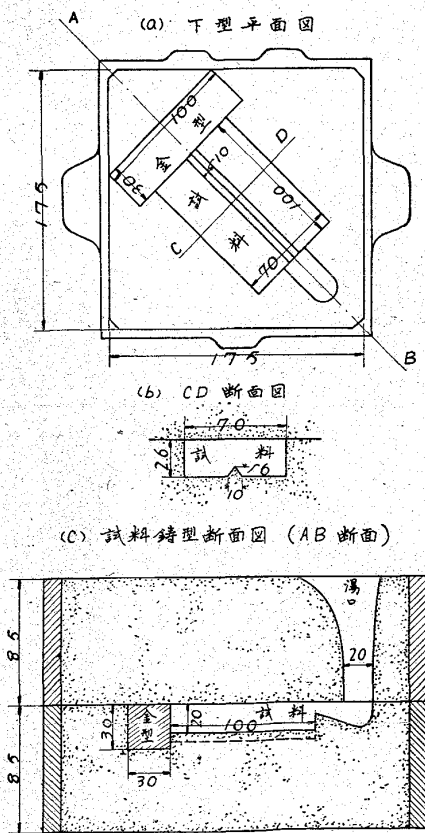
C 3.11, Si 0.58, Mn 0.57, P 0.529, S 0.038(%)

之を毎回 3kg とり、アラングムにて 5mm の厚味に裏附せる 8 番黒鉛坩堝に入れ、熔解爐にて 1,500°C⁴⁾ に加熱し、15 分保ちて後取出し、1,280°C にて 50°C に豫熱せる鑄型に鑄込む。鑄型及び試料の詳細は第 2 圖 (a) (b) (c) の如くに

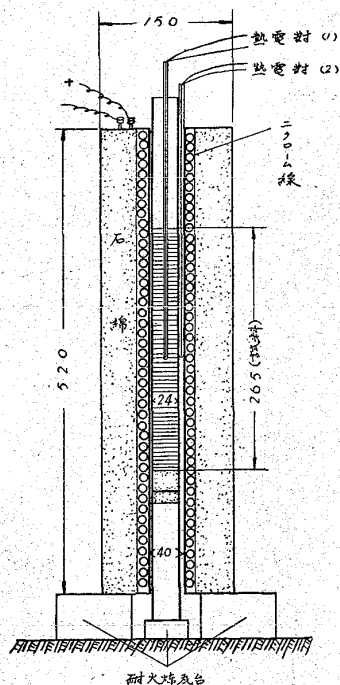
第 1 表 冷硬部試料と實物との比較

種 別	ロール寸法		冷硬表面硬度 (シヨ-ア)	冷硬部深さ	
	胴徑	胴長		完全冷硬部	實用冷硬部
冷硬部試料	—mm—		71	34mm	38mm
線材ロール	273	508	71	33	37
鋳力熱板ロール	660	730	71	31	35
一申板仕上ロール	750	1,800	71	28	34

第 2 圖 冷硬部研究試料製作鑄型 單位mm

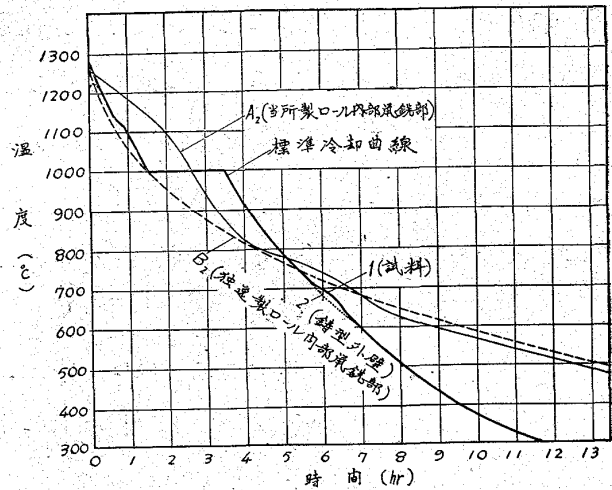


第 3 圖 鼠銑部研究試料製作鑄型 單位mm



して、乾燥土型の重ね型を用ひ、金型に相當すべき鐵塊(鑄鐵製)を試料の側面に配し、試料は豫め底部に楔形断面の縦溝を設けて鑄込後之より破碎

第 4 圖 鼠銑部試料製作標準冷却曲線



し、その破面検査を行ひ、且鐵塊に接せる冷硬表面を充分研磨してその硬度を測定す。豫備試験として本鑄型を鑄造工場に運び、大小各種のチルドロールを鑄造する際數回に亘りその熔銑を之に鑄込み、(鑄込溫度、鑄型の狀況等は前記の條件に従ふ) その結果を當所の實物ロールと比較せるに、その平均値第 1 表の如く、硬度は何れも良く一致し、冷硬の深さはロールの形大となるに連れ試料より次第に稍々淺くなるを知り、且その程度を明らかにし得たり。

2. 鼠銑部 チルドロールの内部は頗る緩冷をなすが故に、之と等しき冷却をなさしむるためには、その装置

及び方法相當面倒なり。著者は之に對し基材の熔解鑄込の狀況は可及的實地と同様にし、更に特殊の電氣爐を用ひ、その中に耐火管にて作れる鑄型

4) (3)の報告「鑄鐵製ロールに及ぼす製造狀況の影響」に於ては熔解溫度を 1,400°C とせり。されど本研究の如く各種の合金成分を多量に含有せしむる場合は、1,500°C となす方熔解も完全に行はれ且結果の不揃を避け得、萬事好都合なれば本實驗には之を採用せり。

を入れ、之を豫め高温に保ち、この中に基材を鑄込み、鑄込後爐の電流を加減しその冷却速度をも全く實物ロールと合致せしめて試料を製作し、之等につき各種の試験を行ひしに、猶その結果は二三の事情により成生試料の性質の容易に實物と一致し難きを認めたり。依つて更に工夫しその冷却速度を少しく變化して遂に標準冷却速度⁵⁾なるものを見出し、之により冷却せしめしものは、その組織性質何れも良く實物と一致するを確かめたり。次にその方法を略述せん。

即ち第3圖に示す細長き電氣爐を用ひ、その中に耐火管を装入して鑄型となし、先づ豫め鑄型温度を 1,200°C に上げ (保定電流 4.1 アムペア) 之に試料熔銑を鑄込みて後直ちに電流を減じて 3 アムペアとして 1,000°C 迄冷却せしめ、1,000°C に 2 時間保ち、(保定電流 3.5 アムペア) 後電流を斷つて以後爐内自然冷却に任す。斯くして得られし冷却曲線は第4圖の太き線の如く、鑄物として最も重大なる鑄込直後より 1,000°C に達する迄の間はその冷却速度何等固定せず、試料の状況に應じて適當に變化し、只 1,000°C に達せし以後一定の曲線により冷却す。今この方法によりて作りし試料の中央部を、直徑 20mm、平行部の長さ 25mm に仕上げて抗張試験を行ひ、切斷部分を研磨して硬度を測り、然る後之より化學分析及び檢鏡試料をとり、更に標點距離外にて之に近き鑄放しの太くなれる部分よりシャーパー衝擊試験片 (試験片寸法 10×10×50mm、支點距離 45mm、試験片に刻みを附せず、試験機は 25m-kg 容量の標準型シャーパー試験機) を採り、各々試験せし結果は第2表の如くにして、良く實際のロールと

⁵⁾ 詳細は脚註 (3) の報告 p. 9

第 2 表

標準冷却曲線によりし試料の機械的性質

種 別	抗張力 kg/mm ²	衝擊抗力 M-kpcm ²	ショア ア硬度	最高熔 解温度
標準冷却曲線 によりしもの	24.0	0.200	39.0	1,500°C
同上	22.0	0.195	38.1	1,400°C
實物ロール (一中 板仕上ロール 胴徑 750mm 胴長 1,800 mm) 鼠銑部より切 採せしもの	21.7	0.197	38.0	1,400°C

一致し、且その組織もロールと同様完全なるパーライト鑄物となれり。斯くして満足なる結果を得しかば、以後鼠銑部に關する試料は、一々皆上記の方法により作成して試験することゝせり。

第 II 章 表面硬度及び冷硬の深さに及ぼす諸元素の影響

1. 諸元素の影響 鑄鐵鑄物に最も關係深き下記 15 元素を選び、之を鑄鐵の黒鉛化現象を助くるもの (A) と、妨ぐるもの (B) とに大別し、その各々に就き週期表の原子番號順に實驗せり。

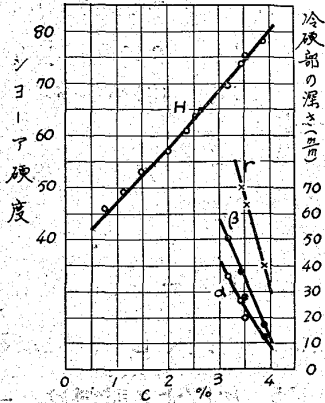
(A) ··· C Al Si P Ti Co Ni Cu

(B) ··· S V Cr Mn Mo Sn W

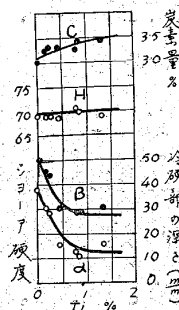
(A) は前章 1 と全く同一の方法により、原料として前記基材 I を用ひ、之に各元素を順次附加し、その冷硬表面の硬度變化及び冷硬の深さの減少狀況を調べしが、(B) に於ては各元素何れも黒鉛化を妨げ、基材 I の如くチルドロール熔銑のみを用ひし際は、それ自身既に低炭素低珪素にして、前記鑄型に鑄込みし際は殆んど白銑に近きものを得るゝが故に、その硬度變化を見るには差支へなきも、最早之により冷硬の深さの更に増加する狀況を識別する能はず、依つて便宜上之等に對しては (a) (b) 2 種の實驗を行ふことゝし、(a) に於ては (A) と同じく基材 I のみを用ひて之に諸元素を附加し、主としてその表面硬度に及

第 5 圖 チルドロールの表面硬度及び冷硬の深さに及ぼす諸元素の影響
 H—シヨール硬度 α —完全冷硬部の深さ(mm) β —實用冷硬部の深さ(mm)
 γ —冷硬終了部の深さ(mm) C—炭素量(%) Si—珪素量(%)

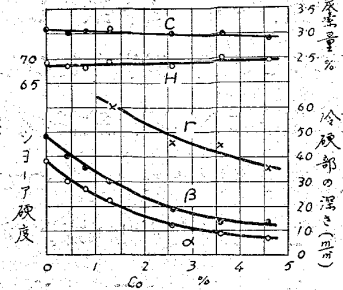
(1) C の影響



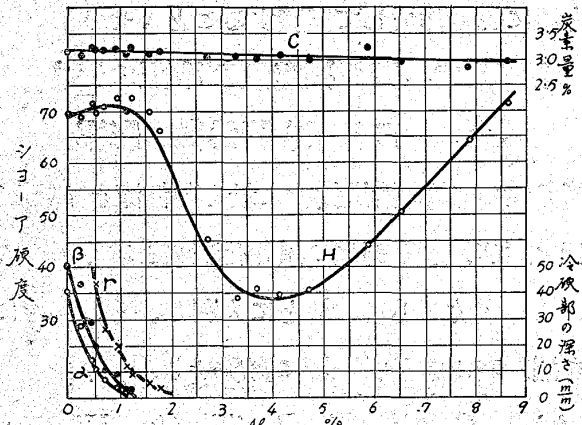
(2) Ti の影響



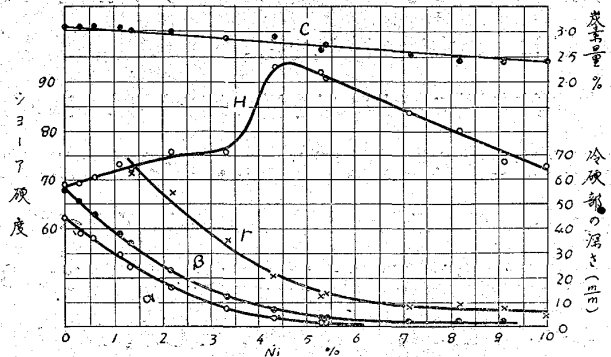
(3) Co の影響



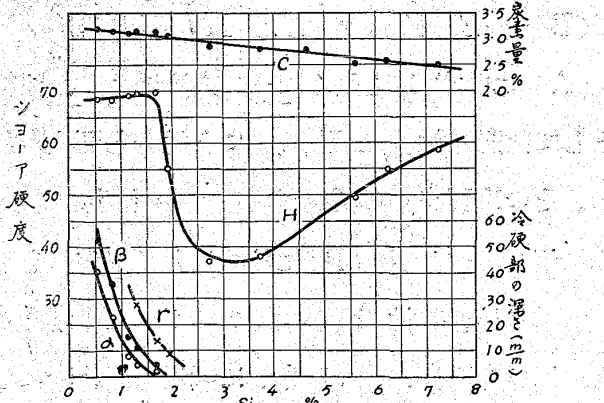
(4) Al の影響



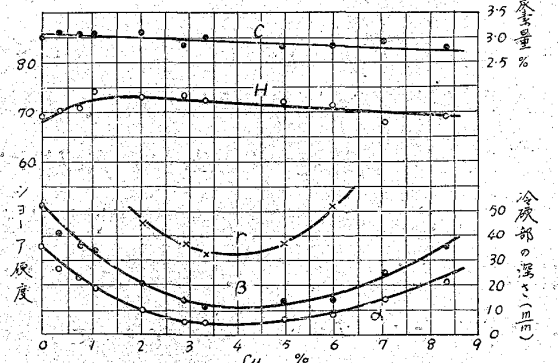
(5) Ni の影響



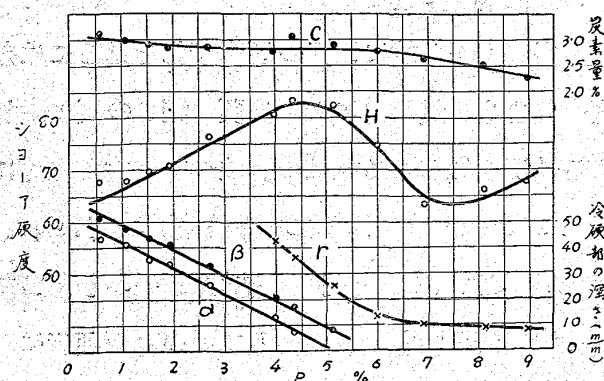
(6) Si の影響



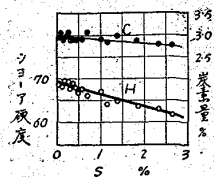
(7) Cu の影響



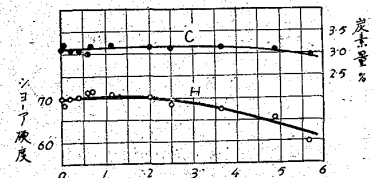
(8) P の影響



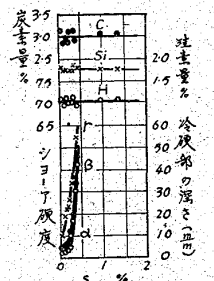
(9) S の影響 (a)



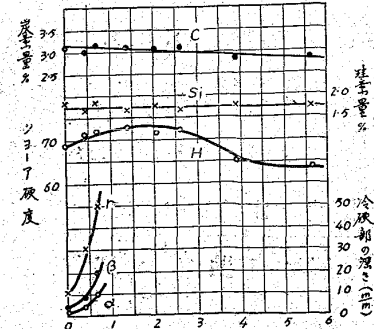
(10) V の影響 (a)



(b)

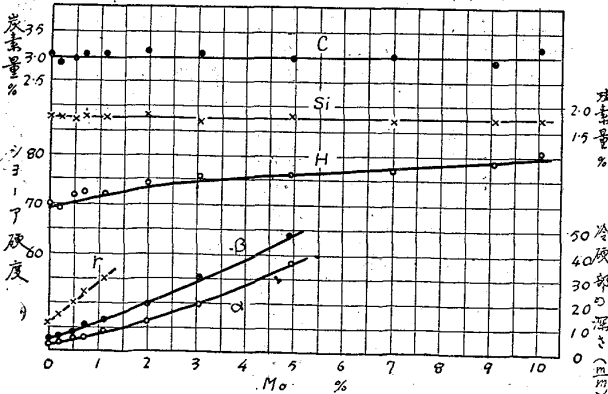
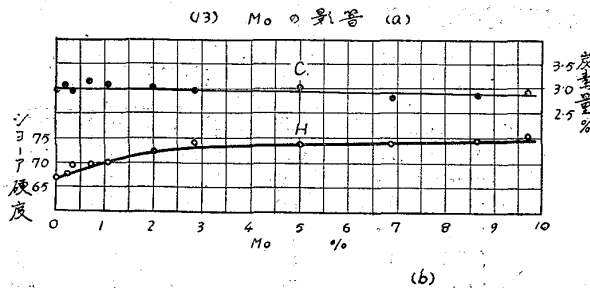
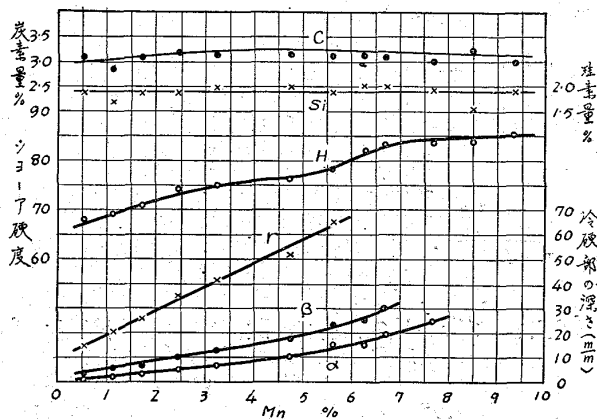
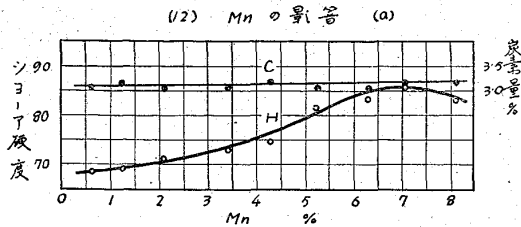


(b)



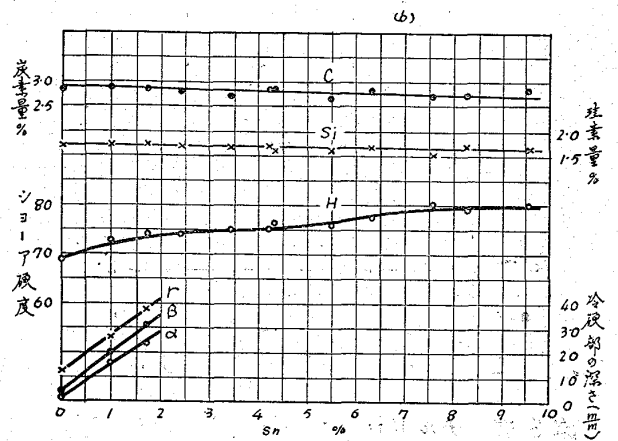
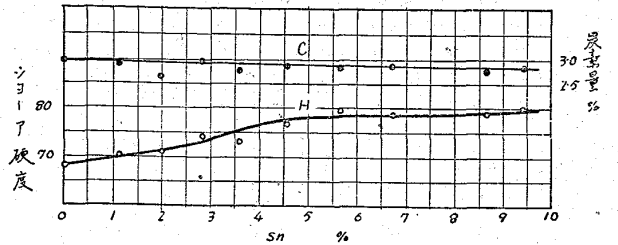
ぼす影響を見、(b)に於ては豫め之を鼠銑化せしむる爲、前記基材 I に更に當所現場に於て使用する珪素鐵 化學成分(%) $C\ 0.19, Si\ 79.72, Mn$

の深さの増加狀況を驗せり。實驗結果は第3表及

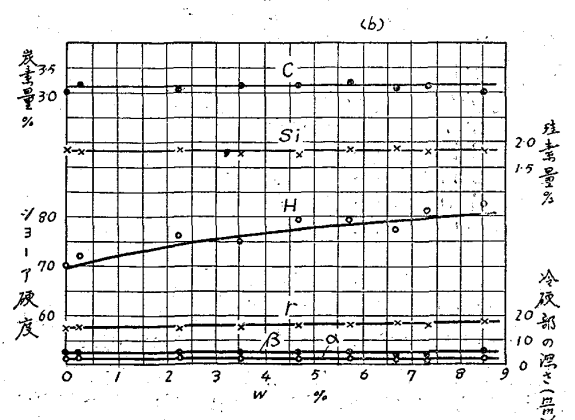
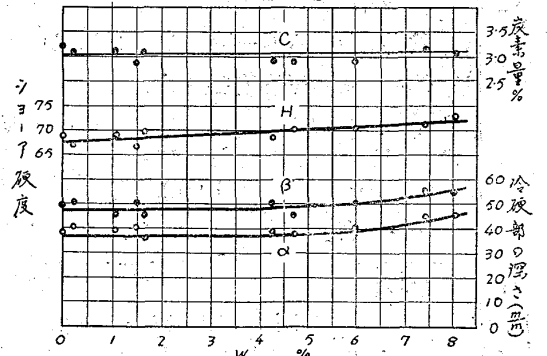


0.61, P 0.014, S 0.008 を少量加へ、成生試料の珪素含有量を常に略々 1.8% に保たしめて、その冷硬の深さを極めて浅くしおき、(之を基材¹) III と稱す) 之に諸元素を附加し、主としてその冷硬

(14) Sn の影響 (a)



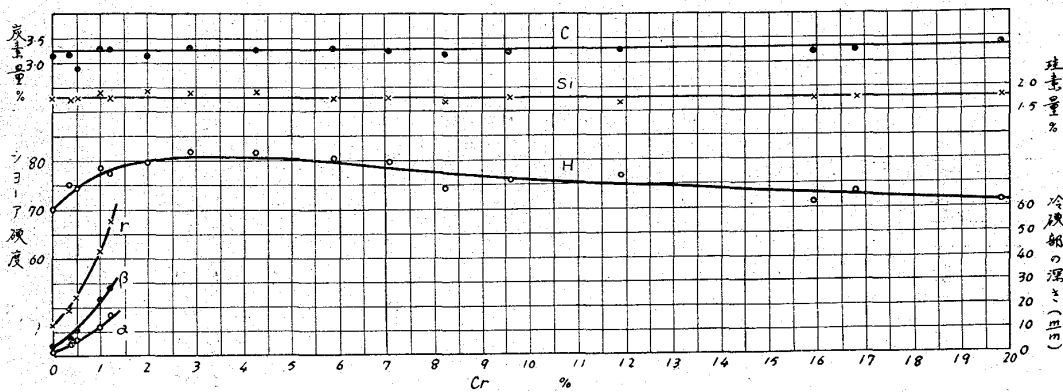
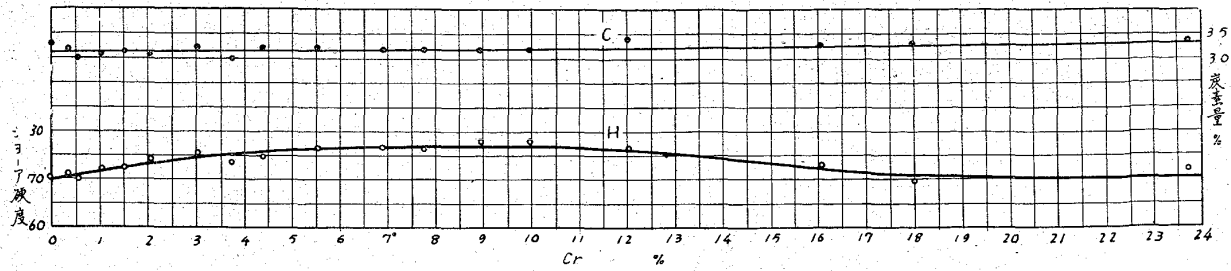
(15) W の影響 (a)



び第5圖の(1)~(15)に示せし如く。

6) 基材 II としては既に脚註(3)に掲げたる前報告に於て珪素約 1% に保ちしものを作りしかば、之と區別する爲本實驗の珪素約 1.8% に保ちしものを基材 III とせり。

(第5圖の11) Cr



第3表 チルドロールの表面硬度及び冷硬部の深さに及ぼす諸元素の影響
(試料は何れも同一熔銑より2個宛鑄造しその平均値を採用す)

(A)	C	Al	Si	P	Ti	Co	Ni	Cu
(B)	S	V	Cr	Mn	Mo	Sn	W	
	(a),b)	(a)(b)	(a)(b)	(a)(b)	(a)(b)	(a)(b)	(a)(b)	(a)(b)

(1) C の影響

試料番號	化學成分 (%)		シヨール硬度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Si		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	0.76	0.40	45.2	全部鋼灰色		
2	1.13	0.66	48.5	"		
3	1.48	0.51	52.7	"		
4	2.02	0.60	55.8	同上なれど質稍粗し		
5	2.37	0.69	60.5	"		
6	2.53	—	63.7	"		
7	2.62	—	64.6	"		
8	3.19	—	69.4	35	50	不明
9	3.45	—	73.2	26	37	70
10	3.54	—	75.2	20	27	63
11	3.89	—	78.0	12	17	40

破面肉眼観察 最初は全部鋼灰色にして破面一様なれど、C 2% 頃より冷硬部に柱状の結晶組織現はれ C 量の増加と共にその度を増す。含燐量多き爲か鬆は何れも著しからず。C 3% 以上となれば斑銑部の鼠色斑點の形大となり且鼠銑部の黒味頗る濃厚となる。

備考

(%)	C	Si	Mn	P	S
瑞典銑	4.59	0.533	0.12	0.012	0.005
平爐鋼	0.11	0.026	0.49	0.018	0.045
燐鐵	1.34	0.120	1.11	14.69	0.340
珪素鐵	0.19	79.72	1.61	0.014	0.008
滿僊鐵	5.97	2.44	75.70	0.263	0.009

以上を基材Iに適宜配合す。試料1の全分析結果は(%)
C 0.76 Si 0.40 Mn 0.47 P 0.499 S 0.033
にして以下の試料の Mn, P, S は何れも略之と等しければ省略す。

(2) Al の影響

試料番號	化學成分 (%)		シヨール硬度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Al		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.10	0	69.1	40	50	不明
2	3.07	0.23	68.7	27	42	"
3	3.20	0.44	71.1	15	28	"
4	3.15	0.52	69.5	10	18	45
5	3.17	0.68	70.4	6	10	26
6	3.16	0.95	72.3	3	8	20
7	3.05	1.14	69.7	1	3	12
8	3.20	1.22	72.3	消失	2	8
9	3.06	1.60	69.9	"	消失	5
10	3.10	1.79	66.0	"	"	4
11	3.01	2.75	44.8	"	"	消失
12	3.02	3.29	33.3	"	"	"
13	2.97	3.71	35.4	"	"	"
14	3.05	4.17	34.6	"	"	"
15	2.94	4.74	35.2	"	"	"
16	3.18	5.89	43.2	"	"	"
17	2.95	6.53	50.3	"	"	"
18	2.82	7.86	64.4	"	"	"
19	2.96	8.65	71.1	"	"	"

破面肉眼観察 Al の増加と共に

試料全體の收縮量稍々減じ、鬆は消失す。斑銑部の鼠色斑點の形は次に小となり、鼠銑部は質細かく初めの中は黒味を増せど後却つて次第に白味を帯び、Al 8% 頃より試料全部一様に白色となる。

備考 基材 I に純アルミニウム

C	Mn	P	S	Cu	Al	Fe
0.014	0.014	痕跡	痕跡	0.23	98.3	0.874

を順次増加す。

(3) Si の影響

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Si		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.16	0.56	68.2	40	52	不明
2	3.10	0.84	68.2	22	35	"
3	3.05	1.17	68.7	7	15	"
4	3.10	1.32	69.2	3	10	28
5	3.08	1.69	69.2	1	3	13
6	3.02	1.93	54.7	消失	消失	8
7	2.80	2.76	36.5	"	"	消失
8	2.75	3.73	37.5	"	"	"
9	2.77	4.64	44.2	"	"	"
10	2.48	5.59	49.2	"	"	"
11	2.49	6.26	54.7	"	"	"
12	2.45	7.23	58.6	"	"	"

破面肉眼観察 Si を増すにつれ収縮量次第に減じ、鬆は完全に消失し、鼠銑部の黒味を増す。されど Si 3.73% 以上は却つて気泡を生じ、鼠銑部は逆に白味を帯び、その組織粗大となる。

備考 基材 I に

珪素鐵 (C の際用ひしと同じもの) を適宜配合す。Mn, P, S の含量は何れの試料も略同様にして二、三の試料に就きその分析結果を示せば、(%)

	Mn	P	S
試料 1	0.52	0.562	0.045
" 9	0.52	0.569	0.054
" 12	0.49	0.550	0.037

にして、何れも基材 I と大差なし。

(4) P の影響

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	P		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.08	0.60	67.0	42	50	不明
2	2.94	1.12	67.2	40	47	"
3	2.84	1.55	68.8	34	42	"
4	2.80	1.94	69.8	33	40	"
5	2.81	2.76	75.5	25	32	"
6	2.70	4.04	80.0	12	19	42
7	3.03	4.41	82.5	7	15	35
8	2.86	5.19	82.0	消失	7	25
9	2.70	6.04	74.1	"	消失	12
10	2.53	6.97	62.8	"	"	10
11	2.42	8.14	65.6	"	"	7
12	2.20	9.03	66.8	"	"	8

破面肉眼観察 P の増加と共に冷硬部の柱状結晶組織顯著となれど P 5.19% より却つて減少す。

収縮量は次第に減じ、鬆も消失す。

冷硬の深さも漸次減ずれど、同時に鼠銑部は白味を帯び、冷硬鼠銑兩部の境界次第に不明瞭となる。

備考 本系の試料は P 量の増加につれ、C 量の低下著しく、爲に止むを得ず配合に際し基材 I に磷鐵 (C の際に用ひしと同じもの) を加ふる以外、高炭素の瑞典銑 (C の際に用ひしと同じもの) を適宜配合して之を補へり。

(5) Ti の影響

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Ti		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.03	0	69.2	38	50	不明
2	3.23	0.170	69.0	30	45	"
3	3.27	0.230	69.1	27	44	"
4	3.31	0.432	68.6	15	30	"
5	3.27	0.805	70.4	12	28	"
6	3.39	0.844	70.0	10	28	"
7	3.41	1.330	68.7	15	30	"

破面肉眼観察 Ti を増すに連れ収縮量は稍々減じ、鬆も次第に消失す。又斑銑部の鼠色斑點の形粗大となり、且その濃度を増して黒色に近づく。

備考 基材 I に

チタン鐵 (%)				
C	Si	P	S	Ti
3.20	1.21	0.02	0.03	32.0

を適宜配合す。

(6) Co の影響

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Co		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.10	0	68.8	38	48	不明
2	2.98	0.46	68.2	30	40	"
3	3.03	0.82	67.7	27	35	"
4	3.08	1.32	69.0	22	30	60
5	2.99	2.61	68.3	12	18	45
6	2.99	3.62	70.0	9	13	44
7	2.90	4.61	69.2	7	13	35

破面肉眼観察 Co の増加に連れ収縮量は稍々減じ、鬆も消失す。斑銑部はその幅を減ずると共に、その鼠色斑點の形次第に細くなる。

備考 基材 I に

純コバルト (%)		
Co	Si	Fe
98.73	0.188	0.592

を適宜配合す。

(7) Ni の影響

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Ni		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.07	0	68.2	42	55	不明
2	3.07	0.31	68.7	38	50	"
3	3.04	0.61	70.1	35	45	"
4	3.06	1.13	72.4	28	37	"
5	3.00	1.35	71.8	24	32	62
6	2.95	2.21	74.8	15	21	54
7	2.80	3.33	74.9	7	12	35
8	2.85	4.31	92.0	3	6	20
9	2.54	5.29	91.0	2	3	12
10	2.61	5.41	90.0	1	3	13
11	2.46	7.16	82.9	消失	1	7
12	2.35	8.18	79.4	"	1	9
13	2.34	9.08	73.0	"	1	8
14	2.35	9.97	72.0	"	消失	5

破面肉眼観察 基材のみにては白色冷硬部に初め相當著しき柱状の結晶組織を認めしもの、Ni の附加と共に次第に衰へ、遂に全く失はれて一面無地に近き光澤な

き白色を呈す。收縮量は次第に減じ、Ni 2.21% にて鬆も消失し、又冷硬の深さは漸減し、且斑銑部の幅も狭くなれど、その部の鼠色斑點の形次第に小となり恰も灰を蔭きし如く Ni 5.4% を越ゆれば鼠銑部に樹枝状結晶の發達著しく、肉眼にて明らかに之を認め得るに至る。

備考 基材 I に

純ニッケル

	C	Ni	Fe(%)
	0.21	98.59	0.38

を適宜配合す。

(8) Cu の影響

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Cu		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	2.98	0	68.7	34	50	不明
2	3.03	0.35	69.5	25	40	"
3	3.01	0.77	70.2	22	35	"
4	3.03	1.09	73.4	17	32	"
5	3.04	2.03	72.5	8	19	44
6	2.80	2.96	72.5	4	13	36
7	2.99	3.38	71.5	4	9	31
8	2.75	4.99	71.5	6	12	36
9	2.77	6.01	70.6	7	13	51
10	2.84	7.08	67.6	14	24	不明
11	2.78	8.38	68.7	20	35	"

破面肉眼觀察 Cuの増加に連れ收縮量は次第に減じ、Cu 4% 附近迄は冷硬の深さを減ずれど、以後反對に再び之を増す。Cu 5% 以上となれば、鼠銑部の所々に少しく赤味を帯びたる銅色の箇所現はる。

備考 基材 I に電気銅を適宜配合す。

(9) S の影響 (a)

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	S		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	2.95	0.052	68.4	43	50	不明
2	3.05	0.111	68.4	45	53	"
3	2.89	0.151	69.2	43	57	"
4	2.95	0.212	69.2	50	60	"
5	3.06	0.231	67.3	全部	不明	"
6	2.84	0.376	69.3	"	"	"
7	2.85	0.404	68.2	"	"	"
8	2.84	0.524	66.9	"	"	"
9	2.85	0.550	67.4	"	"	"
10	3.03	0.726	66.1	"	"	"
11	2.90	1.013	67.3	"	"	"
12	2.83	1.134	64.1	"	"	"
13	2.97	1.413	65.2	"	"	"
14	2.87	1.845	63.7	"	"	"
15	2.77	2.350	63.1	"	"	"
16	2.77	2.649	62.0	"	"	"

破面肉眼觀察 S 0.55% 迄は冷硬部の結晶組織、收縮量、鬆の大きさ等に殆んど變化なれど以後稍々気泡を生じ、S 1.84% 以上より特に著し。

備考 本系の試料は P 系の試料と同様、S 量の増加に連れ C 量の低下著しく、爲に止むを得ず配合に際し基材 I に

硫化鐵	C	Si	Mn	S	Fe(%)
	0.11	0.16	0.30	22.93	68.89

を加ふる以外高炭素の瑞典銑(前掲)を適宜配合して之を補へり。

(9) S の影響 (b)

試料 番號	化學成分(%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Si	S		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1'	3.10	1.81	0.049	70.8	1	3	10
2'	2.80	1.76	0.096	69.0	2	5	18
3'	2.95	1.77	0.176	71.2	2	6	22
4'	2.85	1.71	0.209	69.9	3	7	23
5'	3.88	1.71	0.256	70.1	10	12	27
6'	3.11	1.83	0.306	71.0	16	19	34
7'	2.91	1.83	0.361	71.0	30	32	36
8'	2.95	1.79	0.417	69.2	42	45	55
9'	3.08	1.78	0.954	70.5	全部	不明	不明
10'	3.05	1.79	1.375	70.3	"	"	"

破面肉眼觀察 冷硬部の結晶組織、收縮量等に大差なれど斑銑部の幅は著しく狭くなり、50.95% 頃より気泡を生ず。鼠色斑點の形は幾分粗くなり。鼠銑部も全體として少し宛白味を増す。

備考 基材 III に前記瑞典銑及び硫化鐵を適宜附加す。

(10) V の影響 (a)

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	V		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.10	0	70.0	42	50	不明
2	3.14	0.07	68.2	44	52	"
3	3.04	0.22	69.8	全部	不明	"
4	3.05	0.39	70.1	"	"	"
5	3.00	0.62	71.4	"	"	"
6	3.17	0.68	71.2	"	"	"
7	3.18	1.15	70.3	"	"	"
8	3.16	2.03	70.1	"	"	"
9	3.11	2.49	68.4	"	"	"
10	3.14	3.63	67.3	"	"	"
11	3.06	4.91	65.7	"	"	"
12	2.98	5.71	59.8	"	"	"

破面肉眼觀察 V を増すと冷硬部の結晶組織不明瞭となれど收縮量、鬆等には餘り變化なし。

備考 基材 I に

バナヂウム鐵(%)

C	Si	P	S	V
0.19	0.81	0.013	0.06	41.90

を適宜配合す。

V の影響 (b)

試料 番號	化學成分(%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Si	V		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1'	3.11	1.84	0	68.5	1	2	11
2'	3.01	1.66	0.46	71.2	4	8	30
3'	3.14	1.84	0.70	71.4	10	20	50
4'	3.10	1.68	1.42	72.3	全部	不明	不明
5'	3.07	1.80	2.07	71.3	"	"	"
6'	3.11	1.65	2.66	72.1	"	"	"
7'	2.86	1.74	3.96	64.8	"	"	"
8'	2.85	1.82	5.64	63.7	"	"	"

破面肉眼觀察 V と共に冷硬部の結晶組織不明瞭となり、V 2% 頃より無地に近くなる。又 V 1.4% 附近より鬆を生ず。

備考 基材 III に前記バナヂウム鐵を適宜配合す。

(11) Cr の影響 (a)

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Cr		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.16	痕跡	70.0	42	55	不明
2	3.11	0.33	70.5	全部	不明	"
3	2.96	0.54	69.4	"	"	"
4	3.05	1.05	71.4	"	"	"
5	3.07	1.53	71.8	"	"	"
6	3.05	2.11	73.7	"	"	"
7	3.20	3.05	75.0	"	"	"
8	2.94	3.82	72.8	"	"	"
9	3.22	4.44	74.5	"	"	"
10	3.21	5.54	75.8	"	"	"
11	3.15	6.96	76.2	"	"	"
12	3.15	7.81	76.0	"	"	"
13	3.14	9.00	77.4	"	"	"
14	3.14	10.00	77.5	"	"	"
15	3.34	12.04	76.2	"	"	"
16	3.26	16.08	72.8	"	"	"
17	3.29	17.98	69.0	"	"	"
18	3.29	23.72	71.9	"	"	"

破面肉眼観察 Cr を増せば冷硬部の結晶組織著しく、且光澤をも加へて一見脆性の増せしを想はしめ、又收縮量を増し、鬆を大ならしめ完全鑄物の得難きを知る。

備考 基材 I にクロム鐵を配合せしが、クロム鐵は種類により含炭量に大差あり。その影響無視し能はざれば、次の高炭素、低炭素 2 種のものを適宜配合し、成生試料の含炭量に影響の及ばざる様努めたり。

クロム鐵 (%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr
(1)	7.20	1.02	0.73	0.036	0.009	61.54
(2)	0.44	0.64	0.45	0.036	0.035	64.96

斯くして本系試料のクロム以外の他元素に大差なかりしを示す爲一、二之を擧ぐれば

試料	Si	Mn	P	S (%)
1	0.55	0.45	0.54	0.051
2	0.52	0.43	0.53	0.057

Cr の影響 (b)

試料 番號	化學成分 (%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬の深さ(mm)		
	C	Si	Cr		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1'	3.11	1.75	痕跡	69.6	1	2	12
2'	3.13	1.73	0.33	74.6	3	6	18
3'	2.85	1.76	0.52	73.8	6	10	24
4'	3.25	1.90	1.00	78.1	11	22	42
5'	3.24	1.79	1.22	76.8	15	27	55
6'	3.08	1.91	2.00	78.8	全部	不明	不明
7'	3.24	1.88	2.92	81.1	"	"	"
8'	3.21	1.90	4.28	81.3	"	"	"
9'	3.23	1.78	5.91	80.1	"	"	"
10'	3.17	1.77	7.06	79.1	"	"	"
11'	3.13	1.72	8.25	74.8	"	"	"
12'	3.18	1.77	9.61	76.1	"	"	"
13'	3.26	1.67	11.92	76.3	"	"	"
14'	3.19	1.75	15.96	71.2	"	"	"
15'	3.23	1.71	16.82	72.8	"	"	"
16'	3.34	1.79	19.83	71.3	"	"	"

破面肉眼観察 Cr の増加と共に冷硬部の結晶組織は顯著となり。收縮量及び鬆を急増し、斑銹部の幅は次第に擴大して、白銹、鼠銹兩部の境を曖昧ならしむ。

備考 基材 III に前記(a)と同じき 2 種のクロム鐵を配合す。

(12) Mn の影響 (a)

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Mn		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.09	0.62	68.6	43	50	不明
2	3.17	1.22	69.5	全部	不明	"
3	3.05	2.09	71.5	"	"	"
4	3.11	3.39	73.4	"	"	"
5	3.22	4.28	75.2	"	"	"
6	3.11	5.24	81.8	"	"	"
7	3.12	6.29	83.7	"	"	"
8	3.20	7.07	86.5	"	"	"
9	3.20	8.09	83.7	"	"	"

破面肉眼観察 この成分範囲にては、冷硬部の結晶状況には大差なく、Mn と共に收縮量及び鬆を増す。

備考 基材 I に

滿俺鐵 (%)	C	Si	Mn	P	S
	5.97	0.65	75.70	0.263	0.009

を適宜配合す。

Mn の影響 (b)

試料 番號	化學成分 (%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Si	Mn		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1'	3.09	1.88	0.50	68.0	1	3	15
2'	2.87	1.68	1.11	69.1	3	6	20
3'	3.07	1.89	1.69	70.8	4	7	25
4'	3.19	1.89	2.46	74.2	5	10	35
5'	3.14	1.92	3.24	75.0	7	13	42
6'	3.15	1.99	4.76	76.4	10	17	52
7'	3.14	1.88	5.59	78.2	15	23	65
8'	3.13	1.97	6.24	81.8	15	25	不明
9'	3.12	2.02	6.69	83.6	20	30	"
10'	3.02	1.99	7.69	83.7	25	不明	"
11'	3.24	1.57	8.51	84.2	全部	"	"
12'	3.01	1.96	9.36	85.6	"	"	"

破面肉眼観察 冷硬部の結晶組織は Mn 5.5% より次第に著しく、收縮量も漸次増加す。斑銹部の幅を擴大するは勿論、鼠銹部も全體として白味を帯び来る。

備考 基材 III に前記滿俺鐵を適宜配合す。

(13) Mo の影響 (a)

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Mo		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	2.93	0	66.5	37	50	不明
2	3.03	0.20	67.3	43	57	"
3	2.93	0.31	68.8	全部	不明	"
4	3.12	0.68	69.1	"	"	"
5	3.04	1.07	69.5	"	"	"
6	2.99	2.03	71.9	"	"	"
7	2.93	2.83	73.7	"	"	"
8	3.03	4.99	73.6	"	"	"
9	2.80	6.90	73.4	"	"	"
10	2.83	8.64	74.5	"	"	"
11	2.89	9.70	75.3	"	"	"

破面肉眼観察 Mo の増加と共に冷硬部の結晶組織次第に消失し、Mo 2% 附近より全く失はれて無地に近き状態となり、收縮量は變化なし。又鬆は漸次減少し、Mo 6.9% にて全く消失す。

備考 基材 I に

モリブデン鐵 (%)

C	Si	Mn	P	S	Mo
0.76	0.32	0.10	0.040	痕跡	75.65

を適宜配合す。

Mo の影響 (b)

試料 番號	化學成分 (%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Si	Mo		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1'	2.91	1.77	0	69.2	1	3	12
2'	2.81	1.73	0.21	68.5	2	5	15
3'	2.90	1.73	0.50	70.7	4	7	20
4'	2.97	1.74	0.71	71.4	5	9	25
5'	2.94	1.73	1.08	71.0	7	12	30
6'	3.04	1.78	2.02	73.2	11	18	不明
7'	3.00	1.71	3.06	74.8	18	23	"
8'	2.91	1.83	4.96	75.4	35	46	"
9'	2.98	1.70	6.99	76.5	全部	不明	"
10'	2.83	1.76	9.12	78.2	"	"	"
11,	3.11	1.75	10.08	80.0	"	"	"

破面肉眼観察 Mo の増加と共に冷硬部の結晶組織次第に消失し、Mo 2% より殆んど無地の如き状態となり、収縮量、鬆等殆んど變化なし。

備考 基材 III に上記モリブデン鐵を適宜配合す。

(14) Sn の影響 (a)

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Sn		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	2.98	0	68.4	40	50	不明
2	2.93	1.15	70.3	全部	不明	"
3	2.66	2.01	71.2	"	"	"
4	2.93	2.83	74.1	"	"	"
5	2.79	3.62	73.2	"	"	"
6	2.85	4.60	77.0	"	"	"
7	2.82	5.68	79.7	"	"	"
8	2.91	6.80	79.2	"	"	"
9	2.77	8.72	79.0	"	"	"
10	2.79	9.45	80.0	"	"	"

破面肉眼観察 Sn の増加と共に、冷硬部の結晶組織次第に粗大となり、鬆は大差なけれど、収縮量を稍々増加す。

備考 基材 I に純錫を適宜配合す。

Sn の影響 (b)

試料 番號	化學成分(%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Si	Sn		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1'	2.86	1.74	0	69.2	1	3	13
2'	2.89	1.76	1.00	72.5	16	20	26
3'	2.84	1.77	1.73	73.8	24	31	38
4'	2.82	1.70	2.43	74.2	全部	不明	不明
5'	2.75	1.75	3.44	75.1	"	"	"
6'	2.86	1.69	4.26	75.2	"	"	"
7'	2.88	1.64	4.35	76.7	"	"	"
8'	2.71	1.68	5.50	76.4	"	"	"
9'	2.86	1.72	6.37	77.8	"	"	"
10'	2.75	1.57	7.60	80.3	"	"	"
11'	2.77	1.74	8.31	79.7	"	"	"
12'	2.87	1.70	9.53	80.2	"	"	"

破面肉眼観察 Sn の増加と共に、冷硬部の結晶組織稍々著しく、収縮量及び鬆を稍々増し、斑銹部の幅は極めて狭くして、白銹、鼠銹の境界明瞭となり、且斑銹部中の鼠色斑點の形細かし。

備考 基材 III に前記純錫を適宜配合す。

(15) W の影響 (a)

試料 番號	化學成分 (%)		シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	W		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.16	0	68.5	38	49	不明
2	3.03	0.23	66.6	40	50	"
3	3.11	1.06	68.5	38	45	"
4	2.90	1.49	66.6	40	50	"
5	3.08	1.65	69.3	36	45	"
6	2.90	4.31	68.5	38	50	"
7	2.87	4.77	70.3	37	45	"
8	2.91	6.00	70.4	40	50	"
9	3.13	7.44	71.2	45	55	"
10	3.07	8.04	73.0	45	55	"

破面肉眼観察 W の増加と共に、冷硬部の結晶組織次第に減じ、斑銹部の鼠色斑點の形幾分細かくなれど、他に何著しき變化なし。

備考 基材 I に

タングステン鐵 (%)

C	Si	Mn	W
2.14	1.50	1.72	55.49

を適宜配合す。

W の影響 (b)

試料 番號	化學成分(%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Si	W		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1'	2.96	1.85	0	69.8	1	3	15
2'	3.09	1.81	0.286	71.6	2	3	15
3'	3.00	1.86	2.311	75.3	1	2	14
4'	3.11	1.79	3.569	74.4	1	3	14
5'	3.12	1.77	4.751	73.2	1	3	15
6'	3.16	1.87	5.829	79.1	1	2	16
7'	3.06	1.87	6.773	77.2	1	2	16
8'	3.11	1.82	7.907	81.0	2	3	16
9'	3.06	1.81	8.549	82.0	3	4	17

破面肉眼観察 冷硬部の結晶組織次第に減じ、斑銹部の鼠色斑點の形稍々細くなるは (a) と同じく、冷硬部の深さは殆んど變化なし。

備考 基材 III に前記タングステン鐵を適宜配合す。

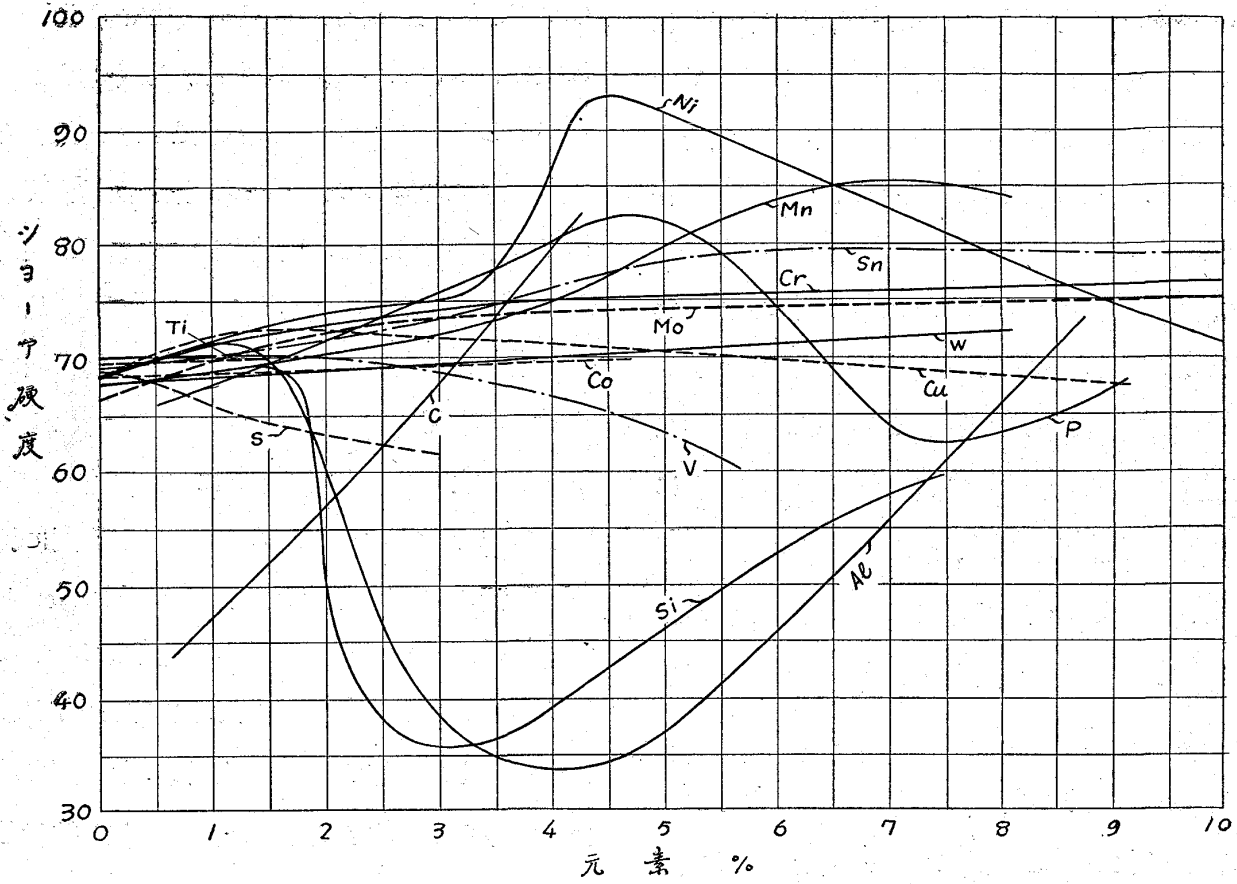
本實驗は飽く迄實地作業に資するを目的とし、合金用各種配合材料は可及的鑄造現場にて使用し得べきものを選び、且之等諸材料の附加により、成生試料の目的以外の成分に多少の増減を見ること

あるも、成可く之を補はざることなし、只その變化の餘りに著しき場合（例へば *P, S* 等を多量に附加する際、之に伴ひ試料含有量の急激なる減少を見て、鑄鐵として取扱ひ得ざるに至るが如き特別の場合）二、三に就きては、止むを得ず豫め配合に際し多少他成分をも加減せり。但し誤解を避くる爲、斯かる際には一々表中の備考欄に詳細之を記入し、以てその實狀を明らかにせり。又本實驗に於て各種の合金成分の影響を見るに、その本質既に鑄鐵なれば、炭素は常に多量（3% 内外）に存在してその影響著しく、若し含炭量に甚しき不同あらんか、實驗結果は果してその目的成分の影響なりや、將又炭素量變化による影響なりや明らかならざるに至ることあり。依つて各實驗を通じ含炭量は一々之を分析して示し、以て誤なきを期せり。又特に（B）の實驗にて、珪素を豫め 1.8% に配合せるものに於ては、炭素量と共に珪素量をも必ず分析し合せて之を掲げたり。硬度はロール測定時と符合せしむる爲、總てショアの硬度計を用ひ、豫め之を嚴密に硬度計附屬の標準片にて正し、各々 10 回測定の平均値を以てその試料の硬度とせり。又試料の破面は一々之を觀察してその變化狀況を記載せり。而して實驗個々の結果は、既に表及び圖面にて明らかなれば、簡單を期する爲その各々の説明を省き、次に之等を綜合比較せる結果を述べん。

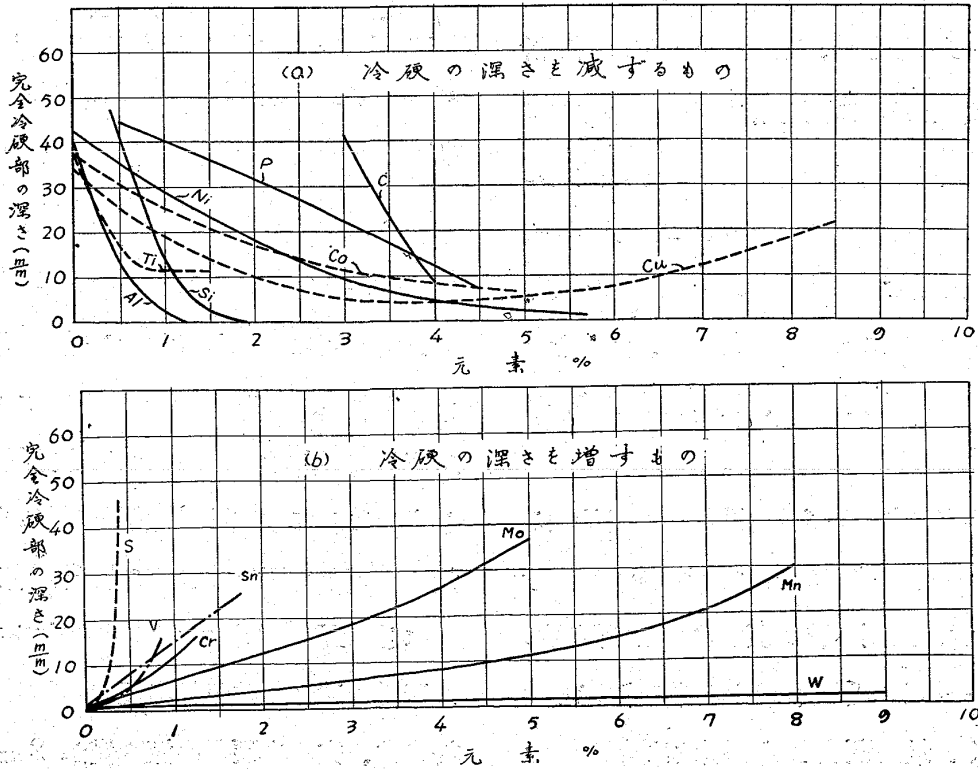
2. 諸元素の影響比較 先づ本實驗第一の目的たるチルドロールの表面硬度に及ぼす諸元素の影響を比較研究する爲、上圖中特に硬度に及ぼす影響のみを摘出し、一括して〔（B）（b）は省略〕示せば第 6 圖の如く、最高硬度を示す順位は

Ni, Mn, C, P, Sn, Cr, Mo, Cu, W, Al, V, Ti, Co, Si, S. にして、*Ni* 最も有望にて *Mn, C* 之に次ぎ、*P, Sn* は共に脆性を著しく増すが故に用ひ難し。又 *Cr, S* の順位低きは普通鑄物と大いに異なる所にして、この 2 元素は黒鉛化現象を妨ぐる作用強ければ、鼠銑を白銑化し之を硬化せしむる力は頗る大なれども、ロールの如く比較的低碳素、低珪素の成分のものにして、而も既に白銑化せる冷硬部を更に硬化する力は意外に少なきを知る。次にその冷硬の深さに及ぼす諸元素の影響を比較せん爲、前記第 3 表及び第 5 圖に於ける各元素の完全冷硬部の深さ（圖面にて α と記せしもの）に及ぼす影響を一括比較して示せば、第 7 圖（a）及び（b）の如く、黒鉛化を助け（A）に屬するものは第 7 圖（a）の如く、之を妨げて（B）に屬するものは第 7 圖（b）の如し。（但し基材 III を用ひたる（b）の方のみを記す）之に依れば、黒鉛化を助け、冷硬の深さを減ずる作用著しきものは *C, Si, Al* にして、*Ti, Ni, Cu, Co* 之に次ぎ、*P* は餘程その作用微弱なるを知る。但し圖に於て *Si* は *Al* より餘程その作用劣る如く見ゆれど、事實は然らず、之 *Al* の曲線は基材 I を用ひて得られしものなれば既にその中に *Si* 0.58% 在り、之に更に *Al* を附加せし結果が圖に現はれしなれど、*Si* の曲線に於ては斯かることなく、全珪素量の増加を示したれば斯く差異ある如く見えしものにして、前記 *Al* 試料に常に含まれたる *Si* 量の影響を差引けば、その影響兩者略々同様となるべし。*Ni* は圖の如くその増加と共に漸次冷硬の深さを減じ、前記最高硬度點即ち 4.5% 附近に於ては、完全冷硬部の深さ僅か 2mm 附近となれ

第 6 圖 チルドロールの表面硬度に及ぼす諸元素の影響比較



第 7 圖 チルドロールの冷硬の深さに及ぼす諸元素の影響比較



ば、斯かる成分にては冷硬部の極めて薄きロールを生じて實用に供し難きに至る、依つて之を補ふためには、他に之を深からしむる元素即ち(B)種に屬する適當なる元素を選んで共に配合するを必要とす。而して之に對し第7圖(b)を按ずるに、黒鉛化を妨げ冷硬部の深さを増加する作用は *S*、*V*、*Sn*、*Cr*、*Mo*、*Mn*、*W* の順位にして、0.6% 以下の少量の場合は *Sn* 及び *Cr* の却つて *V* に勝るを知る。今第7圖を見るに *S* はその効果最大なれど、前記 *P* と同様脆性を増すと共に著しく氣泡を生じて完全なる鑄物を得難からしむる爲採用し難く、*Sn* も同様脆性を増し、且その値高き爲望少なく、*V*、*Cr* は共に可なれど、只 *V* はその値高きに過ぐる憾あり、*Cr* 最も有望にして、*Mo*、*Mn* 以下は作用比較的微弱なれば、この目的に對する効果は *Cr* より遙かに劣るを知る。従つて最高硬度を有する合金ロールを製作せん爲、*Ni* と併用してその缺を補ひ、之を全からしむる元素としては、*Cr* の最も有利なること明らかとなれり、斯くして終にチルドロールとして、その表面硬度の最も高く、且冷硬の深さの適當なるは *Ni*-*Cr* 系の合金ロールなる可きを究め得しが、偶々彼の鋼に於て、合金鋼として *Ni*-*Cr* 系のものゝ最も重要視されつゝあると符合せしは、一つの奇異なる現象と言ふべし、而もチルドロールは材質上鑄鐵に屬し、その遊離セメントイト及び黒鉛を除きては、その特徴鋼と一脈相通するものあり、従つて鋼に於て材質上有利なる成分は、チルドロールにとりても亦優良なること多かる可ければ、(必ずとは限らず)本成分の合金ロールは、*Ni*-*Cr*

鋼に準じ、單に上記の硬度、冷硬の深さに及ぼす影響以外、他の諸性質に於ても相當優秀なる可きは豫想に難からざる所なり。依つて次には單に冷硬部の問題のみならず、内部鼠銑部の材質全部に亘つての *Ni* 及び *Cr* 各々の影響及び兩者共存の際の諸影響を詳細に研究せり。

第 III 章 ニッケルの影響

近時一般鑄鐵品に於ても之にニッケルを加へて材質を改良せんとする傾向あり、之に關する研究遂次發表⁷⁾されつゝあれど、チルドロールの如き特殊のものに對しては未だ何等系統的の研究の發表されたるを見ず。

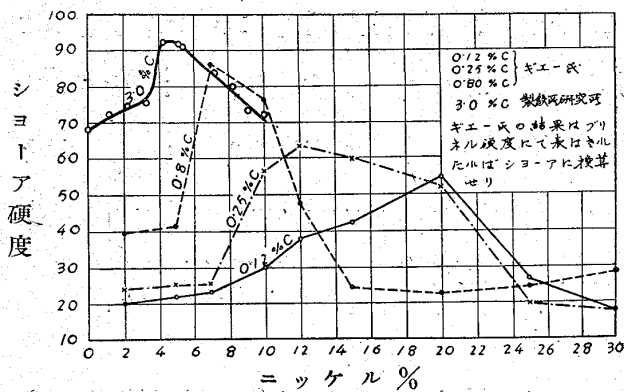
1. 冷硬部

(a) 表面硬度；—既に第3表及び第5圖中の「(7) *Ni* の影響」にて示せし如く、冷硬部の表面硬度はニッケル 3.3% 附近より急増し 4.3% にてシヨア 92 に達し、チルド鑄物として嘗つて知られざりし至硬なる値を示す。從來普通の白銑鑄物に關するニッケルの影響を研究せるもの、一

⁷⁾ 普通鑄鐵に及ぼすニッケルの影響は近時盛んに研究され、枚擧に暇なき有様にして、先に Everest は F. Tr. J. (1928) April 12 p. 255 に之が發達経路より始め、今日に至る迄の進歩状況を詳説し、之に關する文献 19 種) クロムに關するもの、ニッケルクロムに關するものをも含む)を擧げ、猶其後も F. Tr. J. (1929) July 25 p. 61., (1930) Jan. 2 p. 8., (1931) May 21 p. 355 等に之に關する報告を發表さる。又 Kothny は Giess.-Ztg. (1930) S. 299 にニッケル、クロム、ニッケルクロム、鑄鐵に關する文献實に 82 種の多きを掲げ説明せり。本邦にても白井亮氏は Engineering (本邦發行) 昭和 5 年 7 月號 p. 242., 8 月號 p. 287 に之に關する事項を譯報され、渡邊一郎氏は昭和 5 年秋北海道に開催の日本鐵鋼協會講演大會にて之に關する研究の發表あり、又山本洋一氏の理研彙報第 10 輯第 10 號(昭和 6 年 7 月) p. 537 の研究も見らる。

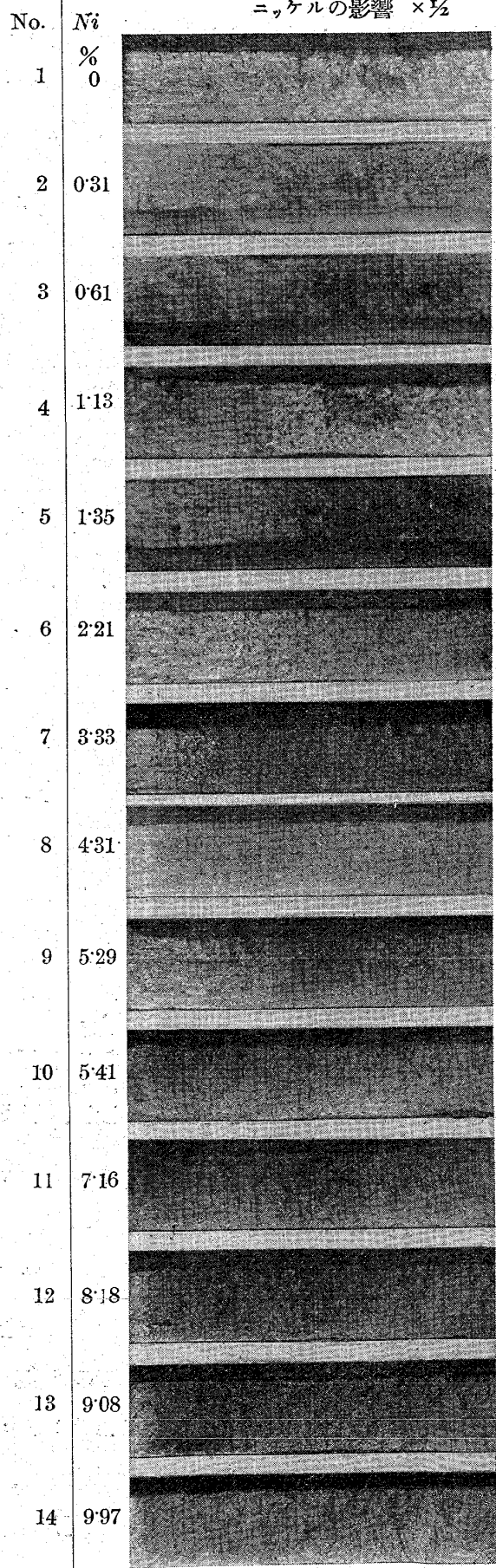
二⁸⁾ 無きに非ざりしが、その研究範圍狭小なるか、或は實驗不充分の爲、今日迄この間の消息を充分明らかにし得ざりしは眞に遺憾なりしと言ふべし。次に鐵材の硬度に對する炭素とニッケルの相互關係を示す爲、軟鋼より硬鋼に至り、本研究の冷硬白銑に至る迄の關係を示せば第8圖の如く、C 0.12% には Ni 20% に最高硬度點あり

第8圖 各種の鋼及び白鑄鐵の硬度に及ぼすニッケルの影響比較



てシヨアの約 55 を示し、C 0.25% には Ni 12% に最高點ありシヨアの約 62 附近、C 0.8% には Ni 7% に最高點ありシヨアの約 87 附近を示し、本研究の C 3.0% 附近の白銑には Ni 4.3% 附近に最高點ありシヨア 92 を示す。斯くして鋼より鑄鐵(黒鉛なき白銑)を通じ、その含炭量を次第に増せば、ニッケル含有により生ずる最高硬度點は次第にニッケル少なき方に轉位し、而もその硬度は更に高き値を示すを知れり。従つて白銑に於ても更に炭素量を増せば、ニッケル量少なくして而もその硬度値更に高き最高硬度點ある可く、ロール製造時炭素量の變化(例へば反射爐使用の際は通常 3.2% 以下、熔銑爐使用の際は以上)は之等の點に重要なる關係あるを推察し得べし。

第9圖 冷硬部破面に及ぼすニッケルの影響 ×1/2



⁸⁾ 淺田長平、鐵と鋼、第14年第5號(昭和3年) p. 407
 Piwowarsky, St. u. E.(1928)s. 1826.
 Hanson, F. Tr. J.(1928)Nov. 1. p. 319. Nov. 8. p. 337

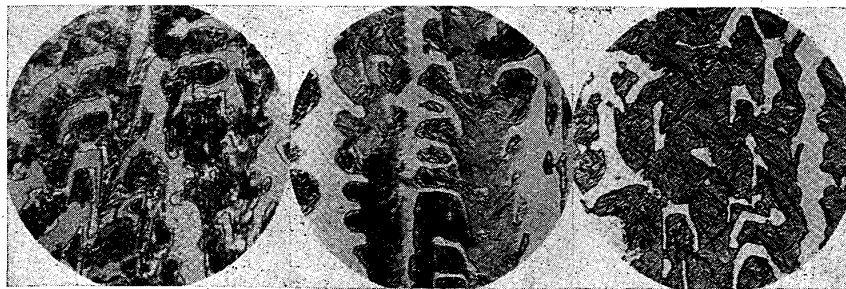
(b) 冷硬の深さと肉眼組織：—既に第 3 表及び第 5 圖に示せし如く、ニッケルの増加に連れ冷硬部の深さは次第に凹形をなして減じ、且斑銑部の幅も狭くなり、Ni 5.5% にて完全冷硬部消失す。試料破面は第 9 圖寫眞の如く、之を肉眼的に觀察せし結果は既に前記第 3 表「(7) Ni の影響」中に記載せる如し。

(c) 顯微鏡組織：—前記諸試料を研磨し、ピクリン酸にて腐蝕し、冷硬表面より 10mm の所を檢鏡するに、試料 1 に於ては全くニッケルを含まざれば第 10 圖(a) の如く、普通のチルドロールの冷硬部と同様なれど、Ni 3.33% に於ては同圖(b) の如く、その中のパーライトは微粒化し、更に進んで Ni 4.31% より以上は同圖(c) の如くその中のパーライトは何れもマルテンサイト化し、その針狀結晶著しきを知る。従つて硬度曲線にて至硬の値を示せしは、全くこのニッケル—マルテンサイト組織の出現に歸し得らるべし。

第 10 圖 冷硬部顯微鏡組織に及ぼすニッケルの影響

ピクリン酸 ×250

(a) Ni=0% (b) Ni=3.33% (c) Ni=4.31%

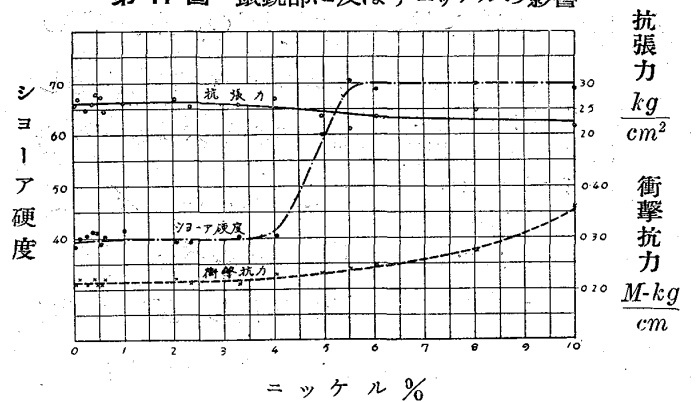


2 鼠銑部 既に第 1 章の 2 に示せる如く、鑄型に電氣爐を應用し鼠銑部試料製作の標準冷却をなさしめて一々作成せるものに就き、各種の機械試験其他を行ひし結果は第 4 表及び第 11 圖の如し。

第 4 表 鼠銑部に及ぼすニッケルの影響
(試料は何れも同一熔銑より 2 個宛鑄造しその平均値を採用す)

試料 番號	化學成分 (%)					抗張力 kg/cm ²	シヨ ーア 硬度	衝擊抗力 M·kg cm ²
	T.C	G.C	C.C	Si	Ni			
(1)	2.94	2.16	0.78	0.43	0.03	25.8	38.2	0.210
(2)	3.01	2.29	0.72	0.45	0.09	26.9	40.0	0.220
(3)	3.03	2.16	0.87	0.46	0.24	24.8	40.5	0.210
(4)	2.96	2.17	0.79	0.45	0.37	25.9	41.1	0.220
(5)	3.00	2.21	0.79	0.44	0.46	27.9	41.0	0.210
(6)	2.87	2.29	0.58	0.45	0.55	27.3	38.4	0.210
(7)	2.85	2.03	0.82	0.46	0.60	24.3	40.0	0.220
(8)	2.82	2.03	0.79	0.47	1.00	26.0	41.3	0.210
(9)	2.95	2.32	0.63	0.44	2.02	26.8	39.1	0.220
(10)	2.88	2.16	0.72	0.42	2.34	25.4	38.9	0.210
(11)	2.89	2.37	0.52	0.45	3.29	25.8	40.0	0.210
(12)	2.90	2.27	0.63	0.45	4.02	27.1	40.4	0.230
(13)	2.24	1.78	0.46	0.44	4.96	23.8	60.0	0.230
(14)	2.37	1.97	0.40	0.44	5.52	20.9	70.5	0.240
(15)	2.11	1.58	0.53	0.51	6.06	23.4	68.9	0.250
(16)	2.31	1.80	0.51	0.44	8.04	24.8	70.0	0.275
(17)	1.66	1.33	0.33	0.45	10.09	21.5	69.0	0.360

第 11 圖 鼠銑部に及ぼすニッケルの影響



(a) 抗張力：—ニッケルの増加により殆んど變化なく、Ni 4% を過ぐれば微量なれど寧ろその値を減少す。

(b) 硬度：—Ni 4% 迄は殆んど變化なく、之以上は急激に上昇し、5.5% にて一躍 70 附近に達す。之後の顯微鏡組織によれば、この成分にてパーライトの急にトルースタイト化、或は一部マルテンサイト化せしを知る。

(c) 衝擊抗力 (靱性)：—シャープピー試験機にて衝擊試験を行ひし結果は圖の如く、最初殆んど變化なく、Ni 4% 以上の硬度急増點以後に於ても、何等脆性を加ふることなし。之本試料の

硬化は、普通鑄鐵に見る遊離セメントの増加によるものと異なり、主としてパーライト組織の微粒化、或はソルバイト、トルースタイト化等に基く爲なるべし。

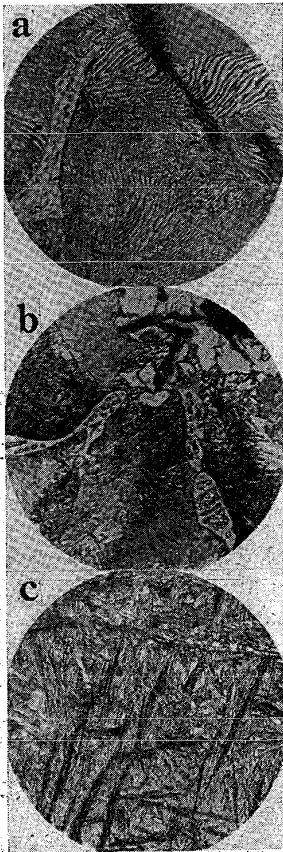
(d) 肉眼及び顯微鏡組織：—抗張試験片及び衝撃試験片の破面を肉眼的に觀察するに初めはチルドロール内部と同様、一樣なる鼠色破面にして且その光澤強けれど、ニッケルの増加と共に次第にその光澤失せ、且組織緻密となり、 $Ni\ 3.29\%$ を越ゆれば樹枝状結晶の存在を認む。

次に顯微鏡にて之を検するに、ニッケルを含まざる試料(1)に於ては、第12圖(a)の如く、普通の

第12圖

鼠銑部顯微鏡組織に
及ぼすニッケルの影響
ピクリン酸 $\times 250$

- (a) $Ni=0\%$
- (b) $Ni=3.29\%$
- (c) $Ni=4.96\%$



チルドロール内部と等しき完全なるパーライト鑄物なれど、 $Ni\ 1\%$ を越ゆればそのパーライト漸次微粒化し、 $Ni\ 2.34\%$ 附近迄はフェライトの發生も少なく、 $Ni\ 3.29\%$ にては同圖(b)の如く、その組織細かく且パーライトは殆んど微粒化し、更に進んで $Ni\ 4.96\%$ に至れば、同圖(c)の如く、急に一變しマルテンサイトの針状組織を生ずるに至る。

3. ロール全體 以上の1及び2兩結果を綜合するに、チルドロールにニッケルを附加すれば、その表面硬度を上昇し、冷硬の

深さ及び斑銑部の幅を漸減し、所謂淺くして明瞭なるチルを生ずれど、内部鼠銑部の機械的諸性質に對しては何等著しき影響なし。而して特に面白きはその黒鉛化に及ぼす影響の冷硬部と鼠銑部に對し相違ある事實にして、既に第5圖(7)の Ni の部にて示されし如く、冷硬部にてはニッケルの増加と共に直ちに冷硬の深さを減少し、遊離セメントの分解を示せども、鼠銑部に於ては然らず、第4表の分析結果及び顯微鏡組織にて知らるゝ如く、 $Ni\ 2.34\%$ 附近迄は化合炭素、黒鉛炭素に著しき變化なく、之を過ぎ初めて化合炭素の漸減し始むるを知る、即ちニッケルは鑄鐵の黒鉛化を助くれども、その狀珪素等と稍々異なり、發生する黒鉛の形細かきは勿論、更にロールの如き成分のものに對しては、その少量は主として遊離セメントの黒鉛化のみを促進してパーライトの黒鉛化を促進せず。従つて若しロールの鼠銑部に、遊離セメントによる硬き部分の生ずる如き傾ある際には、良く之を消去し、而も之が爲他に柔軟に過ぐるフェライトの發生を見る懼なく、各部均等なる材質のものを得易からしむる力あるを知れり。而して更にその量を増すも、3% 附近迄は機械的諸性質に何等急激なる好影響を示すことなければ、この範圍迄にて之を多量に用ふるは經濟上有利ならざる可し。されどその量 3.5% を越ゆれば、前記諸實驗の如くその表面硬度を著しく急増するが故に、特に磨耗激しく硬度の大なるを要するロールに於ては頗る有利なるべし。但し只一つ遺憾なるは、斯かる成分のものにては、その冷硬の深さの極めて淺く、完全冷硬部の殆んど消失を見れば、之に對しては後のクロムを併用し初めて完全なるロールを得らるべし。

第IV章 クロムの影響

ニッケルと同様一般鑄物に就きてはその研究稍々発表⁹⁾されたれど、チルドロールに對しては、未だ何等見る可き研究の行はれたるなし。

1、冷 硬 部

(a) 表面硬度：—既に第3表及び第5圖の「(11)クロムの影響」(a)(b)にて示せし如く、チルドロール熔銑をそのまま基材とせる實驗(a)に於ては、クロムを23.72%迄も附加せしも、之による硬度上昇率は意外に少なく、豫め珪素を附加せる基材 III による實驗に於ては、之に比し稍々上昇すれど、之も猶前記ニッケルに比すれば遙かに劣れるを知る。

(b) 冷硬の深さと肉眼組織：—既に第3表及び第5圖(11)(b)に示せし如く、クロムの増加に連れ冷硬の深さは急激に増大し、且斑銑部の幅を著しく擴大せしむ。

試料破面の肉眼觀察結果は前記各表に記せし如く、又同圖に用ひし試料の破面は第13圖の如く、之により良くその影響を窺ひ知る事を得。

(c) 顯微鏡組織：—前記諸試料を研磨し、ピクリン酸にて腐蝕し、冷硬表面より10mmの所を檢鏡するに、先づ基材 I のみを用ひたる(a)に於て、試料番號1のものは普通のチルドロール冷硬部と同じく、主としてセメントタイト及びパーライトよりなれど、之にクロムの加はるに連れ、

⁹⁾ 濱住松二郎、金屬の研究 第1卷、第3號(大正13年) p. 278

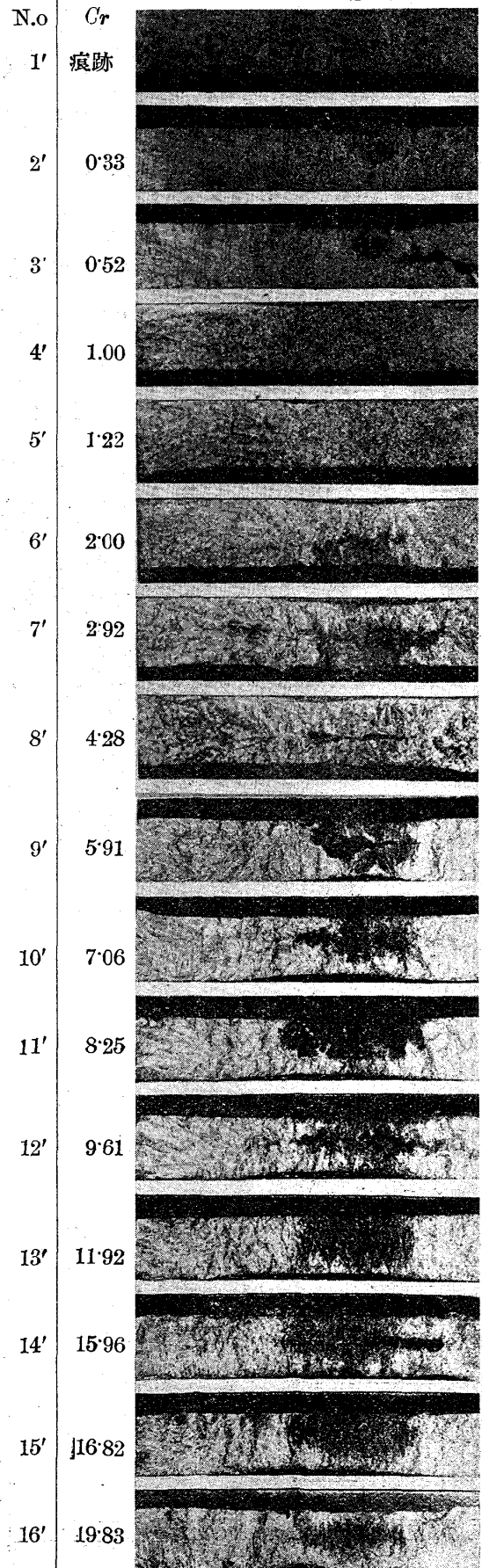
Kayser, F. Tr. J. (1928) Feb. 9 p. 94

Donaldson, F. Tr. J. (1929) June 27p. 489

Jennings, F. Tr. J. (1930) Aug. 28 p. 143

及び前記脚註(7)に擧げし文献中ニッケルと共に併記されたるもの多し。

第13圖 冷硬部破面に及ぼすクロムの影響 ×0.44



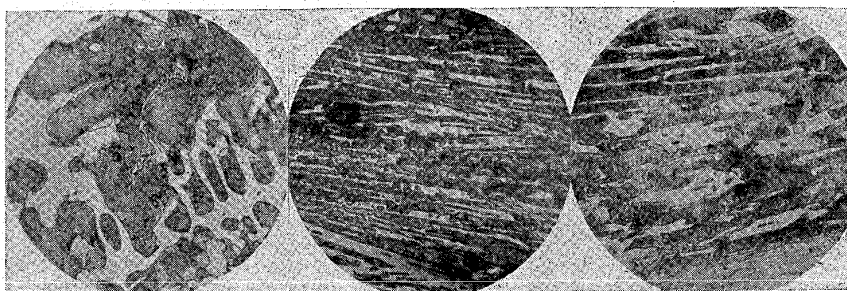
セメンタイトはクロムを固溶して含クロムセメンタイトとなり、パーライトは次第にその層状細かく、Cr 3.82% のものは第 14 圖 (a) の如く大部分ソルバイト化し、以後順次トールスタイト化すれど、同圖 (b) 及び (c) の如く、Cr 16.08%、Cr 23.7% に及んでも、猶マルテンサイトの出現は殆んど認められざる有様なり。従つて硬度試験に於て、クロムによる硬化率のニッケルによるものに比し著しく劣りしは之に因る可く、又含クロムセメンタイトの硬度は、普通のセメンタイトと大差なきを知れり。次に基材 III を用ひたる (b) に於ては、試料 1' に於て、冷硬表面より 10mm. の所は既に殆んど鼠銑化し、黒鉛、セメン

2.鼠銑部 ニッケルの際と同様にして作成せる試料に就き實驗せし結果は第 5 表及び第 15 圖の如し。

第 5 表 鼠銑部に及ぼすクロムの影響
(試料は何れも同一熔銑より 2 個宛)

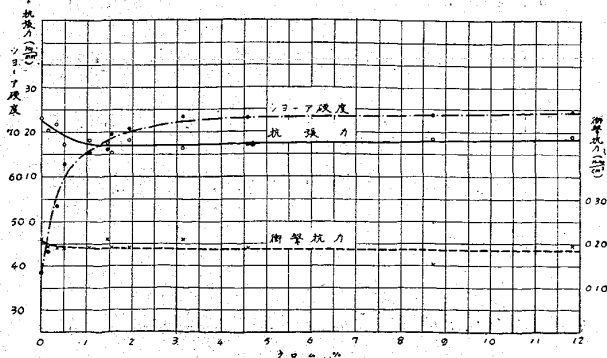
試料 番號	鑄造しその平均値を採用す) 化學成分(%)					抗張力 kg/mm ²	シヨ ーア 硬度	衝撃抗力 M-kg cm ²
	T.C	G.C	C.C	Si	Cr			
(1)	3.04	2.11	0.93	0.44	痕跡	22.8	38.5	0.210
(2)	2.82	1.55	1.27	0.48	0.15	20.0	43.0	0.190
(3)	2.68	1.13	1.55	0.48	0.33	21.6	53.1	0.190
(4)	3.02	0.24	2.78	0.48	0.50	17.0	62.5	0.190
(5)	3.01	0.25	2.76	0.47	1.06	18.0	65.1	0.190
(6)	2.93	0.12	2.81	0.49	1.46	17.3	66.0	0.210
(7)	3.10	0.09	3.01	0.64	1.53	14.8	69.7	0.190
(8)	2.91	0.07	2.89	0.76	1.95	17.7	70.5	0.190
(9)	3.21	0.17	3.04	0.44	3.15	16.1	73.3	0.210
(10)	3.26	0.20	3.06	0.43	4.59	16.8	72.8	0.190
(11)	3.26	0.18	3.08	0.42	8.74	18.2	73.6	0.150
(12)	3.06	0.15	2.91	0.39	11.84	18.7	74.3	0.190

第 14 圖 冷硬部顯微鏡組織に及ぼすクロムの影響
×250 ピクリン酸腐蝕



タイト、パーライト、フェライトの各組織共存すれど、Cr 0.33% にて既にフェライト消失し、Cr 1.0% に至つて遂に黒鉛をも失ひ、以後クロムを固溶するパーライトとセメンタイトより成り、トールスタイト・マルテンサイト等は容易に出現せざるを知れり。

第 15 圖 鼠銑部に及ぼすクロムの影響



(a) 抗張力:—クロムの増加

により初め稍々減少し、以後殆んど變化なし。之普通の柔軟鑄物に對する影響と全く相反する結果にして、ロールの如く初めより硬質なる鑄物に於ては、クロムの増加は黒鉛の形を改良する暇なく、直

ちに之を消失して白銑化するためと解さる。

(b) 硬度:—クロムの白銑化作用により急激に黒鉛を消失するが故に、圖の如くその少量にて著しく硬度を増加すれど、既に全部白銑化せる後は、冷硬部の結果と同じく餘り硬度に變化なきを知る。

(c) 衝撃抗力:—圖の如くクロムの増加によりその値を稍々減少すれど、その程度比較的少なし。

(d) 肉眼及び顯微鏡組織:—抗張試験片及び衝撃試験片の破面を肉眼的に觀察するに、クロムの附加と共に急激に白銑化し、その量僅々 1.0% にして既に殆んど白銑となり、1.4% を越ゆれ

ば著しき引け穴(鬆)を生じ、他方熔解時その流動性を害すること著しきものあり。之クロムが鑄物に對し、單なる機械的諸性質に及ぼす影響以外、その鑄造性を甚しく害し、完全なる鑄物を得難からしむる原因なりとす。又顯微鏡により之を検するに、初め主として黒鉛とパーライト組織なりしもの、クロムと共にその黒鉛消失し、セメンタイト(含クロム)はその量を増し、同時にそのパーライトは粒狀化し、更にソルバイト、トルースタイト等に移り、以後冷硬部試料と同様に變化す。従つて之等のパーライト轉化組織存立の爲、斯く白銑化するも、その粘さは普通の炭素鑄鐵の白銑化せし如く著しく減少せず、前記第 15 圖の如き結果となりしなるべし。

3. ロール全體 以上の 1 及び 2 の兩結果を綜合するに、チルドロールにクロムを附加すれば、冷硬部の深さを著しく増加し、且斑銑部の幅を擴大して、所謂深くして呆けたる冷硬部を生ずれど、その冷硬表面の硬度の増加は僅少にして、彼のニッケルに比す可くも非ず。従つてチルドロール表面硬度増加の目的を以て、クロムを用ふるは殆んど意味なきことにして、クロムはチルドロールの冷硬の深さを増加する材料として専ら有效なるべし。而も猶その程度を過ぐる時は著しく熔銑の流動性を害し、鬆、割れ等の缺陷を生じ易ければ、充分注意して用ふ可きものとす。

第 V 章 ニッケルクロム共存の影響

本研究に於けるこの成分 2 種併用の動機は、冷硬部の硬度の増加とその深さを調和するにある事、既に前文に記載せし如くなれど、近時一般鑄鐵に於ても、その材質向上の見地より、漸くこの兩者共用の利を認められ、之に關する報告漸次發

表¹⁰⁾されつゝあり。されど之等も猶専ら普通の鼠銑鑄物に限られ、本研究の如き冷硬白銑に關する系統的研究は未だ全く知られざる所なり。

1. 冷硬部

(a) 表面硬度と冷硬の深さ：——ニッケル及びクロム量を適宜組合せ、その表面硬度及び冷硬の深さを一々嚴密に研究せし結果は第 6 表及び第 16 圖の如く、前同様炭素量は常に之を併記し以て誤なきを期せり。而して本實驗は該表及び圖の如く $Cr=0, 0.62, 1.05, 1.76, 2.88, 3.85, 4.74, 6.38\%$ の 8 種のものに對し、各々ニッケルを約 6% 迄連續附加しその影響を調べしものにして、圖の如くクロムの低き間はニッケルの附加により漸次鼠銑部を生ずれど、 $Cr 1.76\%$ 以上に至つては、 $Ni 6\%$ 迄加ふるも何等鼠銑部を生ぜず、全部白銑化して冷硬部の深さを記入し能はざるに至る。次に之等の結果を比較研究する爲、先づその硬度變化のみを同一圖面に纏むれば第 17 圖(a)の如く、 $Cr 0\%$ にてニッケルのみ附加せし際は、4.5% 附近に最高硬度點ありしもの、基材にクロムの増加と共に順次左方即ちニッケルの少なき方に轉位し、 $Cr 2.88\%$ のものに於ては $Ni 3.3\%$ 附近に來り、更にクロムを増せば再び稍々右方に轉位する面白き事實あるを知れり。又冷硬の深さとして、その完全冷硬部の深さを同一圖面に纏むれば同圖(b)の如く、基材にクロムの増加に連れ、曲線は次第に右方へ移り、 $Cr 1.05\%$ 迄は猶多少鼠銑部を有して冷硬の深さを示し得れど、 $Cr 1.76\%$ 以上は全部白銑となりて之を示すこと能はざるに至る。

¹⁰⁾ 脚註 (7)に擧げし文献中併記されしもの多し。

第6表 チルドロールの表面硬度及び冷硬

の深さに及ぼすニッケル・クロムの影響

(試料は何れも同一熔銑より2個宛鑄造し
その平均値を採用す)

Cr 0 0.62 1.05 1.76 2.88 3.85 4.74 6.38(%)
の8種の系のものに Ni 0~6 % 附加しその影響を見る。

(1) Cr 0 % 系

Ni 單獨の影響となり、既に第3表(7)に掲げれば
此處には省略す。

(2) Cr 0.62 % 系

試料 番號	化學成分(%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Cr	Ni		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.08	0.62	0	71.0	全部	不明	不明
2	2.93	0.59	0.64	71.5	"	"	"
3	2.88	0.63	0.90	74.0	"	"	"
4	2.90	0.61	2.05	77.5	39	52	"
5	3.00	0.58	2.73	80.7	29	41	"
6	3.05	0.64	4.09	92.1	19	27	"
7	3.05	0.65	4.31	91.5	18	26	40
8	2.76	0.67	4.75	89.0	12	20	38
9	2.83	0.58	6.08	85.5	7	12	23

破面肉眼觀察 Niの増加と共に冷硬部の柱状の結晶組織
次第に減じ、又収縮量及び鬆も漸減す。Ni 高きもの
は鼠銑部に樹枝状結晶を認む。

(3) Cr 1.05 % 系

試料 番號	化學成分(%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Cr	Ni		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.05	1.05	0	71.4	全部	不明	不明
2	2.94	0.88	0.62	71.8	"	"	"
3	3.02	0.99	1.13	76.0	"	"	"
4	3.25	1.05	2.07	80.5	"	"	"
5	2.97	1.07	2.64	84.0	"	"	"
6	2.89	1.25	3.85	91.5	40	"	"
7	3.28	1.03	4.58	89.7	30	45	"
8	2.89	1.20	4.87	88.1	22	40	"
9	2.84	0.99	6.26	82.0	13	23	40

破面肉眼觀察 前同様 Niの増加と共に冷硬部の柱状結
晶次第に減じ、Ni 3.86% より殆んど消滅す、又鬆も
漸次減すれど最後迄、猶多少殘存す。

(4) Cr 1.76 % 系

試料 番號	化學成分(%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Cr	Ni		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.10	1.76	0	73.3	全部	不明	不明
2	3.00	1.92	0.61	75.5	"	"	"
3	3.19	1.82	1.07	76.7	"	"	"
4	3.23	1.99	2.06	81.6	"	"	"
5	3.27	1.66	2.74	91.5	"	"	"
6	3.18	1.83	4.07	90.8	"	"	"
7	3.10	1.93	4.59	87.0	"	"	"
8	2.96	1.98	4.82	86.2	"	"	"
9	2.85	1.85	6.20	81.3	30	40	"

破面肉眼觀察 Ni 4.07% より冷硬部の柱状結晶消失し、
鬆は最後迄猶殘存す。

(5) Cr 2.88 % 系

試料 番號	化學成分(%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Cr	Ni		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.10	2.88	0	74.4	全部	不明	不明
2	3.01	2.79	0.64	75.3	"	"	"
3	3.03	2.93	1.11	77.6	"	"	"
4	3.26	2.87	2.07	81.6	"	"	"
5	3.11	2.76	2.66	89.9	"	"	"
6	3.15	2.98	4.10	90.5	"	"	"
7	2.93	2.95	4.79	84.0	"	"	"
8	2.82	2.95	6.20	78.0	"	"	"

破面肉眼觀察 Cr 高き爲、冷硬部の柱状結晶組織及び鬆
は、最初より頗る著しく Niの増加と共に、前者は衰
ふれど後者は殆んど變化なく、最後迄殘存す。

(6) Cr 3.85 % 系

試料 番號	化學成分(%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Cr	Ni		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.10	3.85	0	74.9	全部	不明	不明
2	3.12	3.83	0.65	75.9	"	"	"
3	3.10	3.71	1.06	79.5	"	"	"
4	3.28	3.87	2.09	81.5	"	"	"
5	3.10	3.92	2.80	87.3	"	"	"
6	2.94	4.17	5.07	82.6	"	"	"
7	2.93	3.59	6.28	77.5	"	"	"

破面肉眼觀察 前者と大體同様の變化なり。

(7) Cr 4.74 % 系

試料 番號	化學成分(%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Cr	Ni		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.10	4.74	0	75.0	全部	不明	不明
2	3.05	4.77	0.63	76.8	"	"	"
3	3.01	4.59	1.04	79.4	"	"	"
4	3.13	4.71	1.90	81.0	"	"	"
5	3.05	4.67	2.71	84.0	"	"	"
6	2.96	4.81	3.76	85.0	"	"	"
7	3.22	4.54	4.45	85.6	"	"	"
8	2.97	4.87	5.09	81.0	"	"	"
9	3.13	4.94	6.06	76.5	"	"	"

破面肉眼觀察 Ni 5.09% にて漸く冷硬部の結晶組織衰
へ、鬆は變化なく最後迄存す。

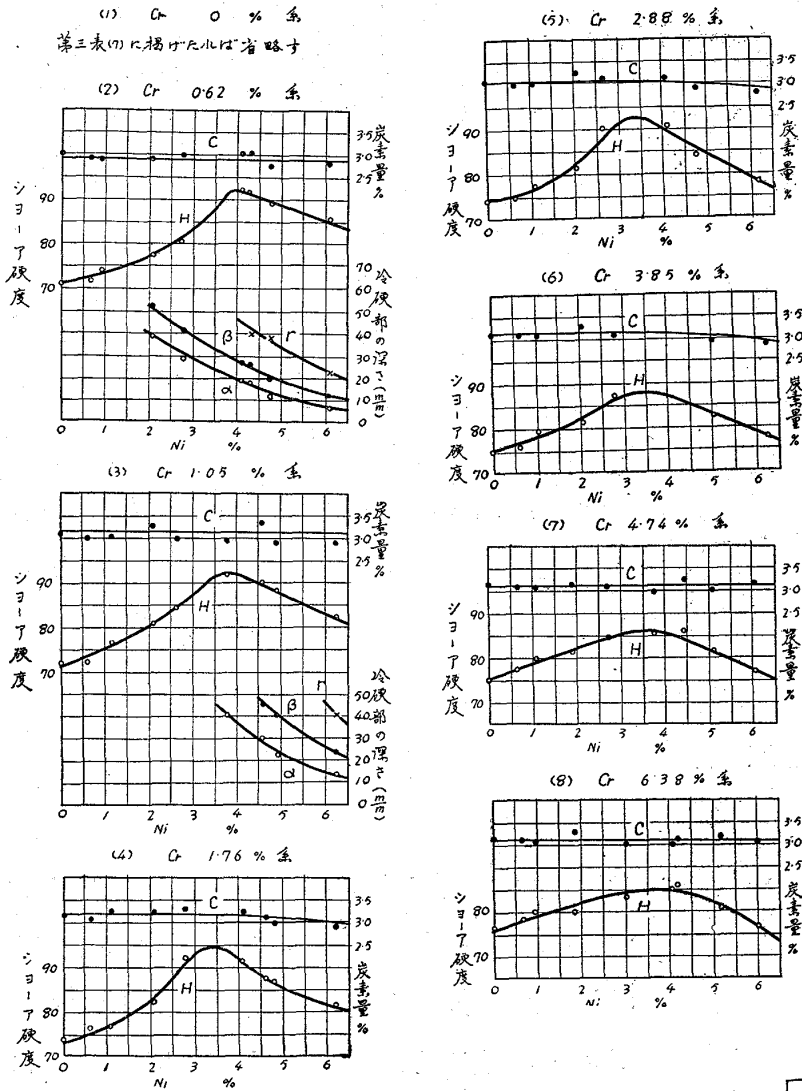
(8) Cr 6.38 % 系

試料 番號	化學成分(%)			シヨ-ア 硬 度 (H)	冷硬部の深さ(mm)		
	C	Cr	Ni		完全 (α)	實用 (β)	終了 (γ)
1	3.10	6.38	0	76.0	全部	不明	不明
2	3.05	6.03	0.64	77.5	"	"	"
3	3.03	7.35	0.95	79.6	"	"	"
4	3.20	7.30	1.83	80.0	"	"	"
5	2.94	6.03	3.01	82.5	"	"	"
6	2.94	6.01	4.06	84.5	"	"	"
7	3.05	6.25	4.18	85.0	"	"	"
8	3.09	6.08	5.14	80.0	"	"	"
9	3.01	6.00	6.00	76.1	"	"	"

破面肉眼觀察 冷硬部結晶組織は初めより頗る著しく、
爲に Ni 附加によるその變化は前よりも更に少なく、
鬆は前同様最後迄消失せず。

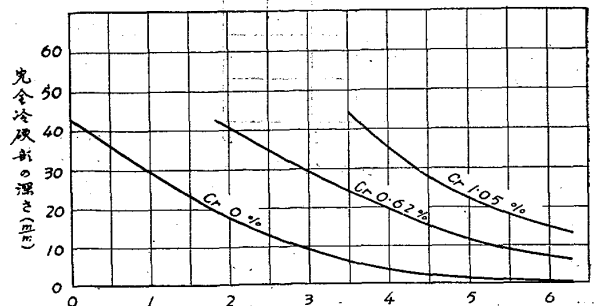
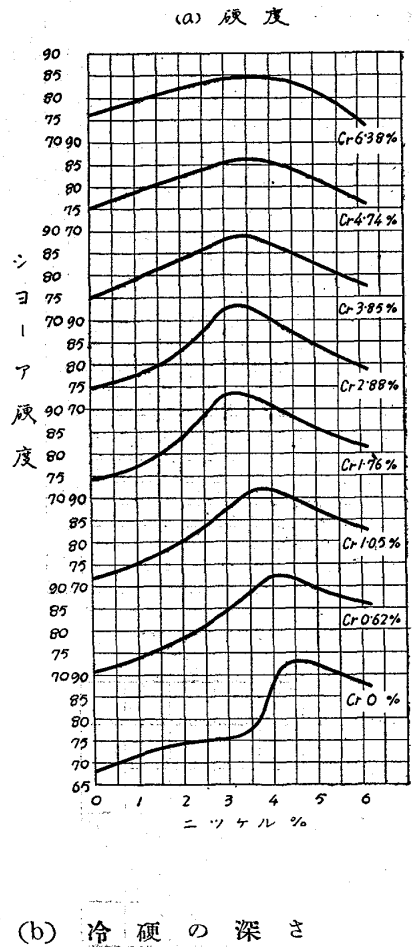
第 16 圖 チルドロールの表面硬度及び冷硬の深さに及ぼすニッケル-クロムの影響

H—ショア硬度 α —完全冷硬部の深さ(mm)
 β —實用冷硬部の深さ(mm) γ —冷硬終了部の深さ(mm)
 C—炭素量(%)



次に上記第 6 表の結果を組替へ $Ni=0, 0.62, 1.04, 2.01, 2.75, 3.87, 4.44, 4.94, 6.13\%$ の 9 種のものに對し、各々クロムを約 6% 迄連続附加し、その硬度及び冷硬の深さに及ぼす影響を調べ、(その各々の表及び画面は省略す) その硬度變化を比較せし結果は第 18 圖(a)の如く、基材にニッケル無き時は、最下部曲線の如くクロムの増加と共に極めて緩やかに硬度の上昇を見るも、基材にニッケルの含まると共に、次第に急とな

第 17 圖 第 16 圖結果の比較 (クロムを定量に保ちニッケルを變化せし場合)

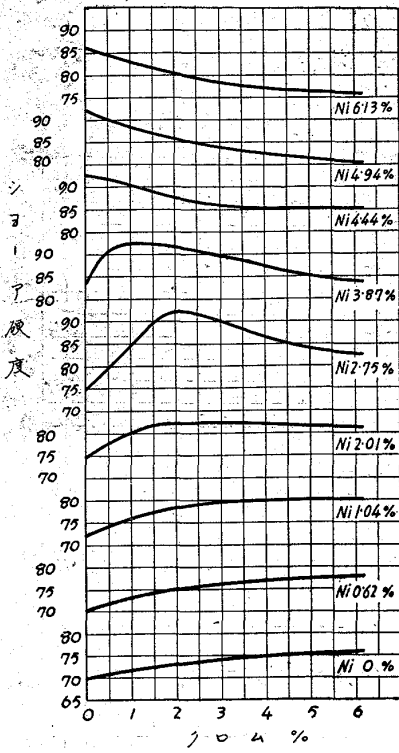


り $Ni 2.75\%$ のものにては、 $Cr 2\%$ 附近に最高硬度點(山頂)を生じ、この點は更にニッケルの増加と共に左方に轉位するを知る。次に冷硬の深さとして前同様完全冷硬部の深さを比較すれば同

第 18 圖

第 16 圖結果の比較(ニッケルを定量に保ちクロムを變化せし場合)

(a) 硬 度



(b) 冷硬の深さ

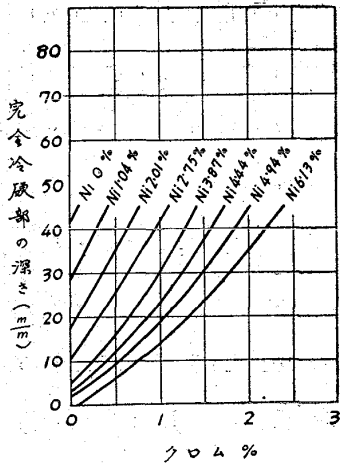
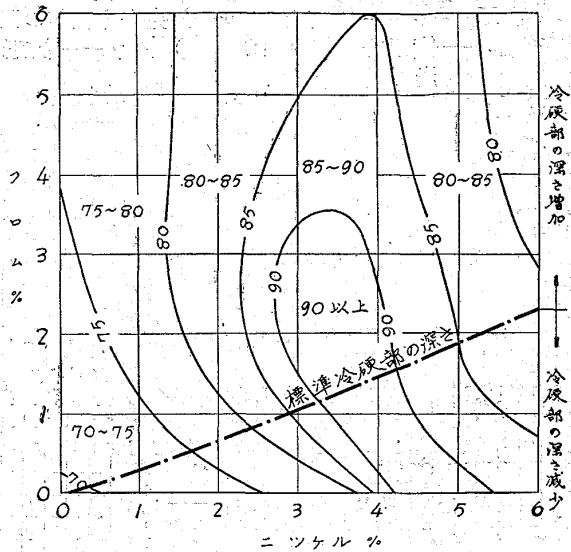


圖 (b) の如く、基材にニッケルの増すと共に曲線は次第に右方へ移り、クロムによる冷硬増加程度の漸次その力を減するを知る。

斯くしてニッケル及びクロムの、チルドロール冷硬部の硬度及びその深さに及ぼす相互影響を充分究め得たれば、それ等を綜合して、先づ表面硬度に及ぼすニッケル-クロムの相互關係を等硬度線を以て表せば第

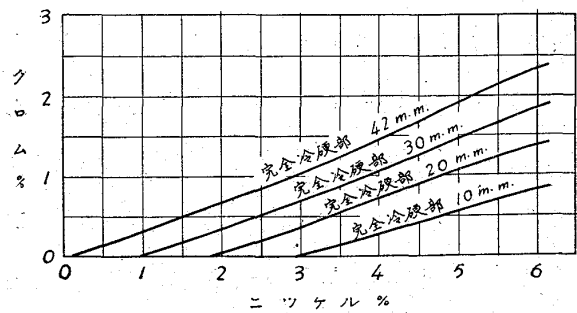
19 圖の實線にて示せし如く、(鎖線の説明は暫く措く) 次に冷硬の深さを同様に表せば第 20 圖の如く、一定の深さを得る爲のニッケル-クロムの比率は略々直線的關係にあり、而も工場の反射爐、熔銑爐等にて熔解せる(熔解最高溫度約 1,400°C) 普通のチルドロールと同じ冷硬の深さを得るもの

第19圖 チルドロールの表面硬度及び冷硬の深さに及ぼすニツケル-クロムの影響綜合圖



第 20 圖

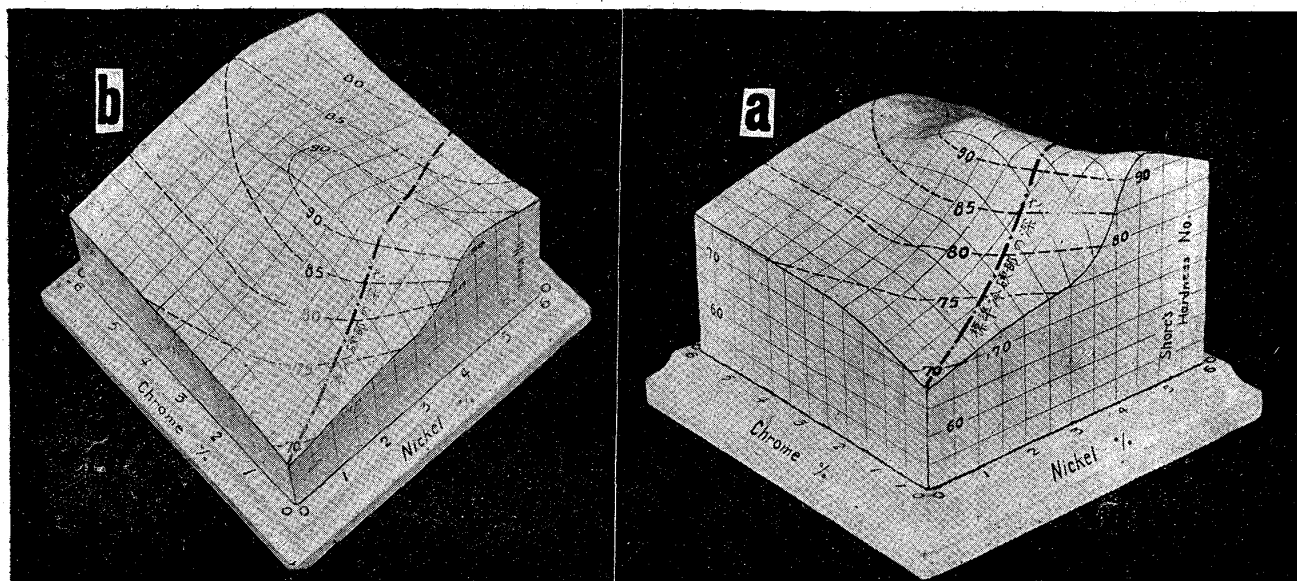
常に一定の冷硬の深さを得べきニツケル-クロムの割合圖



は、本試料にては略々 42mm の完全冷硬部を有するものに相當¹¹⁾すればニッケル-クロムを適宜増加して合金チルドロールを作る際、普通のチルドロールと等しき冷硬の深さを有せしむるためには、その比率を常に本圖最上部の曲線(殆んど直線に近し)の割合によらしめざる可からず。依つて本曲線を前記第 19 圖の等硬度線中に記入すれば、初めて本系合金チルドロールの冷硬部に對し完全なる結果を得らる可く、第 19 圖中の鎖線は實に之を示し、更に第 21 圖(a) (b) には之が立

¹¹⁾ 既に第 1 表に掲げし如く、本試料の冷硬の深さは大形のチルドロールより稍々深く、而も 1,500°C 熔解なれば更にその差を増し、結局本試料の 42mm の深さのものにて大形のロールには丁度適當の深さとなる。

第 21 圖 前掲第 19 圖の立體的表現模型

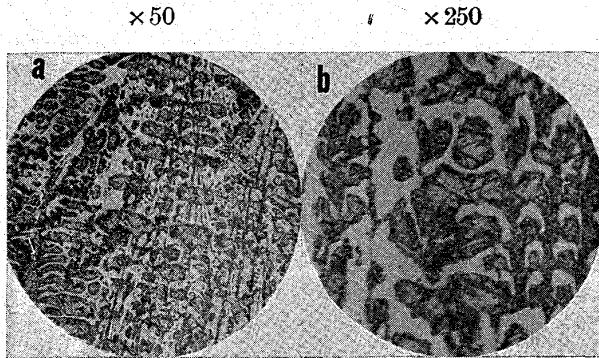


體的模型を示せり。而して本模型によれば、冷硬の深さは普通のチルドロールと同一にして變化なく、而もその表面硬度 90 以上を得らる可き範圍(之を至硬成分範圍と稱す)は $Ni\ 3.3 \sim Cr\ 1.2\%$ より $Ni\ 4.3 \sim Cr\ 1.6\%$ 間にして、之を過ぐれば再びその硬度を減ずるを知る。斯くして従來チルドロール表面硬度はショーアの 75 以上を得難しと考へられてゐたりしものも、本研究により明らかに之より遙かに硬き 90 以上なる値迄も達し得可きを立證し得たり。

(b) 肉眼及び顯微鏡組織：—各種のニッケルクロム配合による肉眼組織の變化は、既に第 6 表中に一々之を記したれば、此處には本系合金全體を通じての肉眼觀察結果を要約記載すべし。即ちチルドロールに先づクロムを單獨に附加すれば、その増加に連れ急に白銑化すると共に、その組織次第に粗鬆となり、遂に著しき引け穴を生ずるに至れど、之にニッケルの附加するに連れ漸次鼠銑化し、その悪影響減じて次第に緻密となり、且引け穴も消失し、結局前掲第 19 圖或は 21 圖に

て鎖線にて示されし割合のものは、幸にも何れも殆んど引け穴を見ざるを知れり。但し前記實驗結果のみにては、丁度この鎖線上の配合に相當する試料の數比較的少なければ、更に之を確むる爲、特にこの線上に相當する試料を別に順次多數製作し、同一熔銑にて各々冷硬部及び鼠銑部兩種の試料を作り、之等に就き各種の性質を委しく調べしが、(分析結果は鼠銑部と共通なれば後の第 7 表参照) 先づ冷硬部試料を順次並べてその破面を觀察するに、何れも引け穴を見ず、而もニッケルクロムの少なき中は破面の狀況普通のものと同差なけれど、之が増加と共に斑銑部の鼠色斑點の形次第に細かく、遂には砂を播きしが如き有様となり、白銑、鼠銑兩部の境界頗る曖昧となり、且白銑部はその光澤著しく鈍り、同時に鼠銑部もその色淡く且白味を帯び來るを知る。次に顯微鏡により上記試料を順次檢鏡するに、ニッケルクロムの増加と共に次第にそのパーライトはソルバイト化し、 $Ni\ 3.06\%$ 、 $Cr\ 1.08\%$ のものよりマルテンサイト出現し初め、最高硬度を有する $Ni\ 3.88\% Cr$

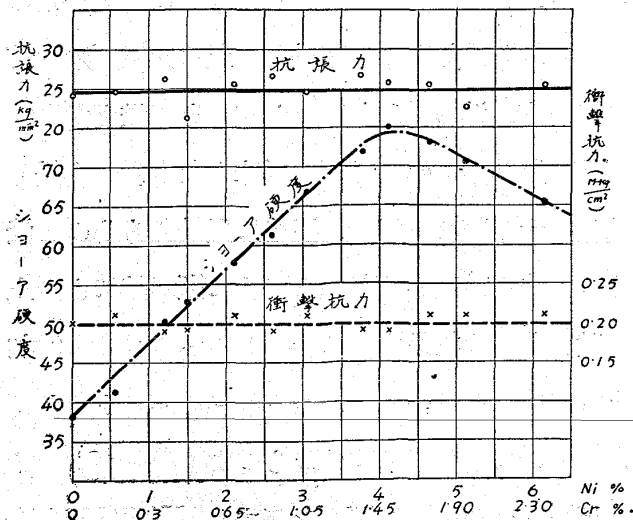
第 22 圖 冷硬部顯微鏡組織に及ぼす
ニッケル—クロムの影響
(Ni 3.88% Cr=1.27%) ピクリン酸腐蝕



1.27%のものは第 22 圖 (a) (b) 寫眞の如く著しきマルテンサイトの出現あり、且オーステナイトをも伴ふに至る。而して更に之を過ぐれば漸次前者を減じて後者を増し、Ni 6.14%、Cr 2.28%のものは、マルテンサイト殆んど消失し、組織はオーステナイトとセメンタイトより成れり、従つて前記硬度曲線にて硬度の急増せるは、全くこのニッケル—マルテンサイトに、又その後の硬度再減はニッケル—オーステナイトの出現に歸するを知る。

2.鼠銑部 次に鼠銑部試料に就き各種の試験を行ひし結果は第 7 表及び第 23 圖の如く、

第 23 圖 鼠銑部に及ぼすニッケル—クロムの影響



第 7 表 鼠銑部に及ぼすニッケル—クロムの影響
(試料は何れも同一熔銑より 2 個宛鑄造し
その平均値を採用す)

試料 番號	化學成分(%)						抗張力 kg/mm ²	シヨア 硬度	衝 撃 抗 力 M-kg cm ²
	T.C	G.C	C.C	Si	Ni	Cr			
(1)	2.83	1.99	0.84	0.549	0.56	0.15	24.8	41.1	0.210
(2)	2.85	0.86	1.99	0.549	1.19	0.46	26.1	50.2	0.190
(3)	2.72	1.07	1.65	0.556	1.48	0.47	21.2	52.8	0.190
(4)	2.72	0.95	1.77	0.565	2.08	0.70	25.5	57.7	0.210
(5)	3.00	1.00	2.00	0.505	2.58	0.86	26.6	61.2	0.190
(6)	2.89	0.83	2.06	0.515	3.06	1.08	24.5	66.7	0.210
(7)	3.05	0.87	1.97	0.519	3.88	1.27	26.8	71.8	0.190
(8)	2.83	0.78	2.05	0.507	4.10	1.54	25.5	74.9	0.190
(9)	2.75	0.41	2.54	0.498	4.66	1.77	25.6	73.1	0.210
(10)	2.93	0.40	2.53	0.500	5.13	1.98	22.7	70.4	0.210
(11)	2.72	0.41	2.31	0.502	6.14	2.28	25.2	65.3	0.210

(a) 抗張力:—ニッケル—クロムを増加するも殆んど變化なし。

(b) 硬度:—ニッケル—クロムの増加と共に急激に増加し、最高はシヨア 70 以上に達す。

(c) 衝撃抗力:—ニッケル—クロムを増加するも殆んど變化なく、前記硬度の著しき上昇に對しても何等脆性を伴はず。之既にニッケル—クロム各々の所にて説けるパーライト組織の轉化による影響と解さる。

(d) 肉眼及び顯微鏡組織:—抗張試験片及び衝撃試験片破面を肉眼的に觀察するに、ニッケル—クロムの増加と共にその光澤失せ、稍々白味を帯びて質緻密となり、且樹枝狀結果を認むるに至る。

次に顯微鏡組織を見るに、最初は普通のチルドロール内部と等しく殆んど完全なるパーライト鑄物なれど、Ni 1.19%、Cr 0.46% よりそのパーライトはソルバイト化し、黒鉛の形細かく、更にニッケル—クロムの量を増すと共に一部セメンタイトの出現を見、Ni 3.06%、Cr 1.08% に至つて遂にマルテンサイト出現し始め、Ni 3.88%、Cr 1.27% のものは、第 24 圖 (a) (b) の如く著しきマルテンサイト現はれ、且セメンタイトも相當

第 24 圖 鼠銑部顯微鏡組織に及ぼす

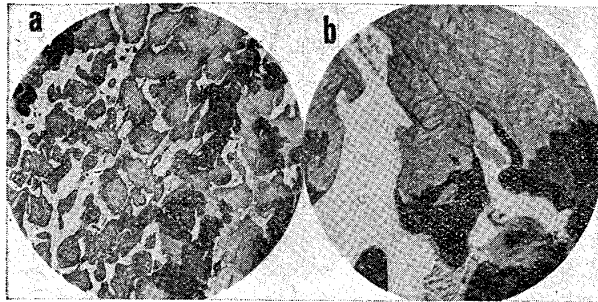
ニッケル・クロムの影響

(Ni=3.88% Cr=1.27%)

ピクリン酸腐蝕

×50

×50



存し、以後更に合金成分の増すと共に、冷硬部と同じくそのマルテンサイトは次第にオーステナイト化する。従つて試料の破面を肉眼にて観察せし際、合金成分の増加と共に次第に白味を帯び來りしは主として該セメントタイトの存在により、之もあるも獨脆性を伴はざりしは、全く前記パーライト組織の轉化によりしなるべし。

3. ロール全體 以上の研究結果、チルドロールにニッケル及びクロムを共に用ふれば、各々單獨にては不備なりし點を補ふと共に、その良き特徴を益々助長し頗る都合良く、殊にその配合比率を適當に保つに於ては、冷硬の深さには殆んど變化なくして漸次その表面硬度を増し、遂にショア 90 以上の至硬の値を得て、而もその爲内部材質に何等惡影響を及ぼさず、殆んど理想に近き極めて優秀なる高級チルドロールの得らるゝを知れり。

第 VI 章 實地應用

以上により、合金チルドロールとしてニッケル・クロムを適當なる割合に含有せしめしものは極めて優秀なる性質を示すこと明らかとなりしが、當所にて行ひつゝあるが如き工業的研究の立場に於ては、猶その實施を待たざれば眞にその價值を論

じ難し。依つて著者は所内各方面の助力を得、之を當所にて多數製作せしに、何等故障なく、更に之を實地に使用せし結果幸にも豫期通りの頗る優秀なる結果を得たれば、次にその詳細を記せん。

1. 製造方法及び成品ロール 製造方法は普通のチルドロール製造時と同一原料を用ひ、只之にニッケル球及びフェロクロムを最初より配合裝入し、反射爐又は熔銑爐を用ひて熔解す。附加元素の歩留りを完全ならしむる爲、爐熱は可及的高きを可とするも、鑄込温度は本成分のものに限り、普通ロールと異なり餘り高からざるを宜しとす。之本ロールにて鑄込温度高きに過ぐる時は、鑄放し時冷硬表面に生ずる痘面¹²⁾の稍々著しくなる傾あり、之が旋削仕上に勞力を増すを避くる爲なりとす。又本ロールの頸及び頭部は、前述第 23 圖の硬度曲線により知らるゝ如く、普通のものよりその硬度稍々高くなれば、ロールとして更に都合よく、もし萬一之を好まざるものに於ては、豫め鑄型に少しく注意し、特にこの部を緩冷ならしむる様試むれば可なり。又一般に斯かる合金ロールは熱に對する影響鋭敏なれば、鑄込後鑄型を早急に取外すことなく、適當の時間之を型内に置かしむるを可とす。されど又之に反し、その胴部を餘り長く鑄型内に放置する時は、自己燒鈍の影響を受け、表面硬度を多少減ずる懼あれば、之等は經驗により適宜加減するを要す。斯くして得られしロールは、その胴表面の硬度前記眞驗結果と等しく頗る高く、その値ショアの 90 を越え、之を仕上ぐるに普通のバイトにては到底及ばず、止むなくグラインダーにて研磨するの外なき程に至れり。

¹²⁾ 著者、製鐵所研究所研究報告 Vol. X No. 1 (昭和 5 年) p. 6

第 8 表 八幡製鐵所創製高級チルドロール一覽
(昭和6年10月5日迄のもの 胴表面硬度 ショーア 90以上)
(1) 鋳力板工場冷板ロール (仕上寸法 胴徑 660mm
胴長 850mm 仕上重量 3,800kg)

鑄造月日 昭和年月日	鑄造 番號	化學成分 (%)						
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
2-7-5	C 677	2.83	0.352	0.47	0.460	0.063	2.986	0.601
"	C 678	"	"	"	"	"	"	"
2-7-9	C 685	2.78	0.690	0.58	0.478	0.033	4.722	0.796
"	C 686	"	"	"	"	"	"	"
3-1-20	C 924	3.07	0.469	0.41	0.613	0.049	3.835	0.536
"	C 925	"	"	"	"	"	"	"
3-1-28	C 930	2.85	0.392	0.43	0.622	0.055	3.828	0.431
3-2-7	C 939	2.96	0.434	0.44	0.627	0.041	3.674	0.641
3-4-30	C 1059	3.05	0.520	0.78	0.514	0.032	3.652	0.695
"	C 1060	"	"	"	"	"	"	"
3-8-3	C 1194	2.78	0.460	0.61	0.550	0.071	2.389	0.678
"	F 1	"	"	"	"	"	"	"
3-8-9	(平爐にて製作) C 1195	2.90	0.340	0.51	0.326	0.022	3.913	1.122
3-10-4	C 1195	2.45	0.380	0.62	0.469	0.064	3.992	0.654
4-3-8	C 1411	3.23	0.390	0.56	0.482	0.066	3.903	0.976
"	C 1412	"	"	"	"	"	"	"
4-5-27	C 1508	2.71	0.252	0.38	0.472	0.050	4.212	0.727
"	C 1509	"	"	"	"	"	"	"
4-6-3	C 1526	2.84	0.190	0.35	0.468	0.063	3.740	0.735
"	C 1527	"	"	"	"	"	"	"
4-7-18	C 1620	2.87	0.340	0.48	0.411	0.049	4.196	0.834
"	C 1621	"	"	"	"	"	"	"
4-7-28	C 1628	2.93	0.570	0.52	0.510	0.043	4.039	1.051
"	C 1629	"	"	"	"	"	"	"
6-2-18	5C 468	3.10	0.240	0.57	0.458	0.056	4.274	0.897
6-3-25	6C 152	3.17	0.360	0.38	0.374	0.115	3.198	0.778
6-9-1	6C 282	3.09	0.271	"	0.437	0.050	4.010	0.800
6-9-4	6C 287	3.23	0.322	0.43	0.425	0.075	3.500	0.920
6-9-8	6C 293	2.93	0.175	0.49	0.342	0.052	4.060	0.670
"	6C 294	"	"	"	"	"	"	"
"	6C 295	"	"	"	"	"	"	"
6-9-22	6C 314	2.92	0.300	0.44	0.394	0.050	3.840	0.558
6-10-5	6C 331	3.05	0.322	"	0.390	0.051	4.060	0.660
"	6C 332	"	"	"	"	"	"	"
"	6C 333	"	"	"	"	"	"	"

(2) 第二薄板工場冷板ロール (仕上寸法 胴徑 760mm
胴長 1,200mm 仕上重量 5,717kg)

鑄造月日 昭和年月日	鑄造 番號	化學成分 (%)						
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
3-1-28	C 929	2.85	0.392	0.43	0.622	0.055	3.823	0.431
3-2-7	C 938	2.96	0.434	0.44	0.627	0.041	3.674	0.641
3-10-24	C 1284	2.95	0.250	0.52	0.599	0.042	3.882	0.795
6-9-1	6C 281	3.09	0.271	0.38	0.437	0.050	4.010	0.800
6-9-4	6C 286	3.23	0.322	0.43	0.425	0.075	3.500	0.900

(3) 第一、二小形工場艶出ロール (仕上寸法 胴徑 310mm
胴長 1,000mm 仕上重量 636kg)

鑄造月日 昭和年月日	鑄造 番號	化學成分 (%)						
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
2-7-5	C 679	2.83	0.352	0.47	0.460	0.063	2.986	0.601
"	C 680	"	"	"	"	"	"	"

(4) 鍛鋼工場發條ロール (仕上寸法 胴徑 203.2mm
胴長 343mm 仕上重量 80kg)

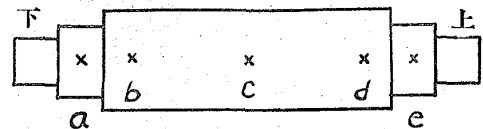
3-8-3	試 2	2.78	0.460	0.61	0.550	0.071	2.389	0.678
"	試 3	"	"	"	"	"	"	"

その仕上面を見るに宛も鏡の如く平滑にして且光澤頗る強きを知る。以上の如く、本ロールは實地上何等故障なく製作し得らるゝものにして、今日迄當所にて製作せし實例を示せば第8表の如く、何れも反射爐にて(その中1本平爐を用ひしものあり)熔解し、その成分も本研究の至硬成分範囲内に至らしめしものにして、その材質の一例として各部の硬度を測定せし數字を示せば第9表の如

第 9 表

高級チルドロールの硬度測定實例
鋳力冷板ロール (仕上寸法 胴徑660mm
胴長 850mm 仕上重量 3800kg)

測定個所



測定結果(ショーア硬度)

	胴 部				
	下頸部 (a)	下(b)	中(c)	上(d)	上頸部 (e)
昭和3年4月	53	91	92	92	53
30日製	54	93	92	93	55
	53	93	92	93	53
	54	91	89	94	53
(鑄造番號)	52	91	89	93	51
(C 1059)	53	90	92	92	52
	51	90	89	93	53
	51	92	88	94	51
	50	92	88	92	51
	50	92	90	92	53
平 均	52.1	91.5	90.1	92.8	52.4
	49	91	91	91	51
	48	90	89	91	51
	51	90	89	90	51
	52	92	90	91	50
(鑄造番號)	49	91	91	90	50
(C 1060)	48	92	91	92	52
	49	91	90	90	49
	52	90	90	90	50
	48	91	90	92	51
	48	90	90	91	49
平 均	49.8	90.8	90.1	90.8	50.4
(參 考)					
普通のチルド ロール	37	68	67	69	38

く、斯かる巨大なるロールに於ても、よくその胴部はショーア 90 以上の硬度を保ち、頸部は 50 内外を示すを知る。次に同じくニッケルクロム系に屬するチルドロールなれ共、經費及び作業の都合上、熔銑爐を用ひ炭素量を高くして硬度を出し、(第 5 圖「(1)C の影響」及び第 6 圖参照) 之により幾分にてはニッケルクロムを節約せん主旨にて製作せる實例を示せば第 10 表の如くな

第 10 表 熔銑爐製高級チルドロール一覽

(昭和 6 年 10 月 5 日迄のもの 胴表面硬度ショーア 80 附近)

(1) 鉄力板工場冷板ロール (仕上寸法 胴徑 660mm

胴長 850mm 仕上重量 3,800kg)

鑄造月日 昭和年月 日	鑄造 番 號	化 學 成 分 (%)						
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
4-12-23	C 1810	3.64	0.301	0.58	0.480	0.071	1.257	0.490
"	C 1811	"	"	"	"	"	"	"
4-12-28	C 1815	3.66	0.320	0.61	0.486	0.061	1.556	"
"	C 1803	"	"	"	"	"	"	"
5-6-21	5C 170	3.47	0.480	0.73	0.614	0.042	1.966	0.629
5-6-26	5C 179	3.30	0.376	0.48	0.567	0.074	1.825	0.485
5-6-30	5C 185	3.35	0.383	0.62	0.767	0.057	1.572	0.287
5-7-8	5C 200	3.45	0.423	0.59	0.552	0.076	1.666	0.792
5-7-22	5C 218	3.35	0.350	0.43	"	0.091	1.601	0.495
5-7-26	5C 219	3.38	0.360	0.51	0.584	0.068	1.462	0.419
5-8-1	5C 265	3.44	0.230	0.46	0.631	0.083	1.509	0.441
5-8-7	5C 232	3.52	0.410	0.61	0.528	"	1.650	0.739
5-12-11	5C 383	3.71	0.573	0.26	0.445	0.051	1.288	0.579
5-12-16	5C 390	3.57	0.450	0.18	0.569	0.063	1.053	0.217
5-12-23	5C 408	3.27	0.330	0.16	0.468	0.068	1.392	0.104
5-12-26	5C 416	3.40	0.470	0.17	0.550	0.071	1.473	0.908
5-2-9	5C 454	3.11	0.474	"	0.497	0.066	1.475	0.285

(2) 第二薄板工場冷板ロール (仕上寸法 胴徑 760mm
胴長 1,200mm 仕上重量 5,717kg)

鑄造月日 昭和年月 日	鑄造 番 號	化 學 成 分 (%)						
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
5-11-14	5C 337	3.24	0.550	0.21	0.545	0.100	1.531	0.467
5-11-8	5C 391	3.33	0.330	0.19	0.491	0.081	1.611	0.479

れど、斯かる成分にてはその炭素を如何に高くするも、その硬度は漸くショーア 80 内外にして、前者に示されし如き 90 以上なる至硬の値は遂に得られず、この値を得んがためには是非共上記至硬成分範圍のニッケルクロム量によらざるべからざるを明らかにせり。

2. 使用結果 前記第 8 表の合金チルドロールは製作以來今日迄當所壓延工場にても引續き使用しつゝあり。只冷板ロールは熱板ロールと異なり、壓延作業の都合上、今日にては遺憾にも各々のロールに就き正確なる壓延疎数を示す能はざれば之を省き、之に代ふるに鉄力板工場壓延従事者の本ロールに對し、普通チルドロールに比し優れたりと認めて報告せられし處を擧ぐれば次の如し。

- (1) ロールの壽命長きこと。
 - (2) 磨滅極めて少なき爲、一度の旋削研磨(グラインド)をなせば 40 ~ 50 日使用の可能性あり、約 20 時間連續使用し得。之に對して普通のチルドロールは一度の旋削研磨により約 1 週間の使用に耐え、約 6 時間連續使用し得る¹³⁾のみ。
 - (3) ロール表面硬き爲矯正の目的に協ひ、光澤付けは普通ロールに比し完全に良好に行はれること。
 - (4) ロール表面硬きにより防傷力大なること。
 - (5) ロール頸部硬きにより、この部の過熱磨耗の懼少なきこと。
- 斯くして本ロールは壓延成績異常に良好にして、而も壓延成品の品質をも著しく改良し得て全く理想に近

き成績を擧げしこと實證せられたり。猶著者は上記冷板ロールの成績のみに満足せず、更に熱間ロールとして成功す可きを期し、目下之を當所に實

¹³⁾ 連續使用を終ればロールをスタンドに組みし儘にて砥石研磨をなす。旋削研磨とはロールをスタンドより全く取外し改めて旋盤にかけ正式に研磨するを言ふ。

施しつゝあり、極めて有望なる成績を挙げつゝあるも、未だロール寿命の終結を見ず、従つて之に對する完全なる成績を發表し能はざれば、之等に關しては同じく本ロール熱處理等の問題等と共に後日又發表の機會あらん。

總 括

本研究の結果を總括すれば次の如し。

(1) 鋼材壓延用チルドロールの改良進歩を計らん爲、先づその特徴を調べ、その結果一般鑄鐵に對して行はるゝ實驗方法にては到底ロールに適應せざるを知り、チルドロールに應ぜざる独自の實驗装置及び方法を工夫し、以て合金チルドロールの研究を行へり。

(2) チルドロールの最も重要性質たるその胴表面硬度及び冷硬の深さに及ぼす *C. Al. Si. P. Ti. Co. Ni. Cu. S. V. Cr. Mn. Mo. Sn. W.* 15 元素の影響を廣き範圍に亘つて究め、且之等を比較攻究せし結果、硬度増加の目的にはニッケルの最も有效なるを知りしが、同時に冷硬の深さの失はるゝ爲、之を補ふにクロムを併用するの最も有利なるを明らかにせり。

(3) 依つて先づニッケル及びクロム各々單獨の影響を更に詳しく究め、且進んで兩者共存の影響

をも研究し、その結果從來全く知られざりしショーア 90 以上に達する頗る硬きロールの得らるゝを知り、更に冷硬の深さをも考慮し、至硬成分範圍 *Ni 3.3, Cr 1.2%~Ni 4.3, Cr 1.6%* なるものを見出し、この範圍に屬するものはその冷硬の深さ殆んど普通のチルドロールと差異なく、而も内部材質は更に良好となり、殆んど理想に近いロールの得らるゝを知れり。

(4) 本合金ロールを當所鑄造工場にて多數製作せし結果、その製作可能なるを確かめ、且之を永く實地に使用して豫期以上の好成績を収め、斯くして此處に壓延界に一つの重要なる新合金ロールを提出し得たり。

終りに臨み本研究に對し御指導仰ぎたる野田研究所長及び鶴瀨第一研究室主事、新合金ロール製作に多年御援助賜はりたる高橋ロール課長及び目黒主任、實驗に従事されたる上田哲三氏以下多くの人々の御盡力を衷心より謝し、又本報告の全文に亘り親しく御校閲の榮を賜はりたる、恩師東大教授工學博士依國一先生に對し厚く感謝の意を表す。