

# カーボメーターの實驗

谷 山 巖

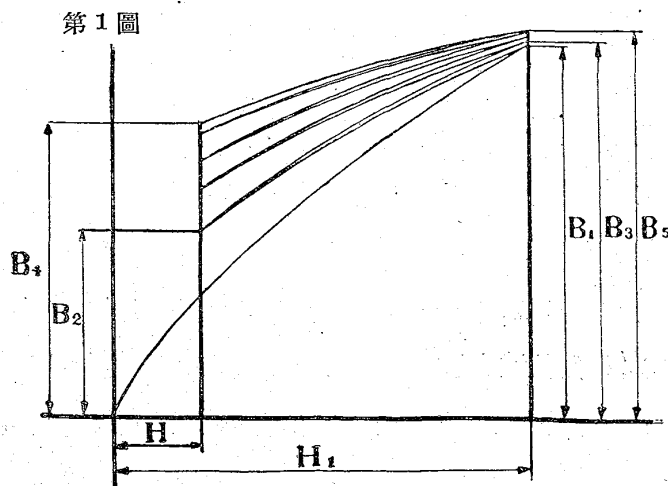
## 1. 實 驗

カーボメーター (Carbometer) は磁氣を應用して鑄鋼中の炭素量を迅速且つ正確に決定する機械にして 1912 年頃より J. G. Malmberg 氏が電氣學者 J. G. Holmstoröm 氏の助力を得て多年研究の結果發明せしものなり。従來の鑄鋼中の炭素量を檢定する方法は其破断面によるか又は化學分析によるものなるが前者は迅速なれども正確を缺き後者は正確なれども長時間を要し何れも充分満足すべきものたらざるなり。然るにカーボメーターによる時は試料を汲みてより其結果を知るまでに僅かに 2 分乃至 3 分を要するに過ぎず而かも其正確さは化學分析と等しく 0.01% 前後にして化學分析の差は 0.02 % を越えざるといふ。

近時鋼の成分に關する嚴密なる規格が益々多くなるにつれ鑄解中斷えず變化する鑄鋼中の炭素量を迅速にして且つ正確に決定する方法の要求は製鋼界に於ける目下の急務なり。かるが故にカーボメーターの實現は實に此時代の要求を満足すべき最も適切なるものならん。又これは主として炭素鋼製造に使用せらるゝと雖も特殊鋼製造にも使用され得るといふ。

## 2. 原 理

一つの鐵片を 2 つの異なる強さの磁場  $H, H_1$  にて交互に磁化せしむる時は其値  $B$  は其都度變ずるものにして第 1 圖の如き hysteresis loop となる。これは普通の磁場の強さを横軸に磁氣感應を縦軸にとりしものなり。今試験を先づ  $H_1$  まで磁化せし時に  $B_1$  を得又  $H$  まで磁化せし時には  $B_2$  を得しと假定す。而して次に再び  $H_1$  まで磁化せし時には  $B_3$  を得又  $H$  まで磁化せし時には  $B_4$  を得るものにして即ち第 1 圖の如き状態となるなり。然しかく磁化の値は變化すれども其



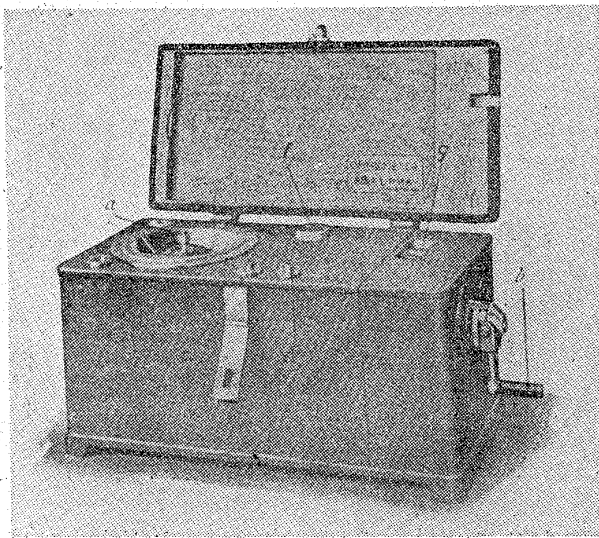
$B_4$  及  $B_5$  の値は 2—3 回にて實驗の測定に對しては支障なき程度に略々一定するものなり。

カーボメーターは此原理を應用したるものにして試料に異なる強さの 2 つの磁場を作用せしめ其兩磁氣感應の値が略々一定せる時それに連結せるガルバノメーターに感ぜしめ其  $B_5 - B_4$  の値を知らんとするものなり。其感應磁氣量は炭素量によりて變

する故に其ガルバノメーターの示度は試験中の炭素量に相應するものなり。

### 3. 装 置

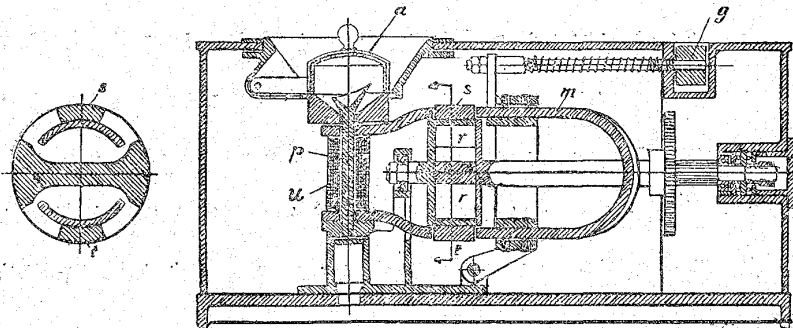
此装置は第2圖及第3圖の如きものにして第2圖の蓋の下にある穴 a に試料を挿入すれば第3圖の如き状態となる。其内部の構造は第3圖の如く時計仕掛にしてアーマチュア r を常に同數同速度に



第 2 圖

回轉せしめ試料に異なる強さの二つの磁場  $H$  及  $H_1$  の作用を交互に働かしむ。即ち軸の方向に置かれし鐵片  $S$  と  $t$  とが試料  $P$  と永久磁石  $m$  とを直結せしめ磁化する時は磁力強く又アーマチュアの位置が  $90$  度になりし時は弱くなるものにして前者は  $H_1$  に相當し後者は  $H$  に相當するなり。

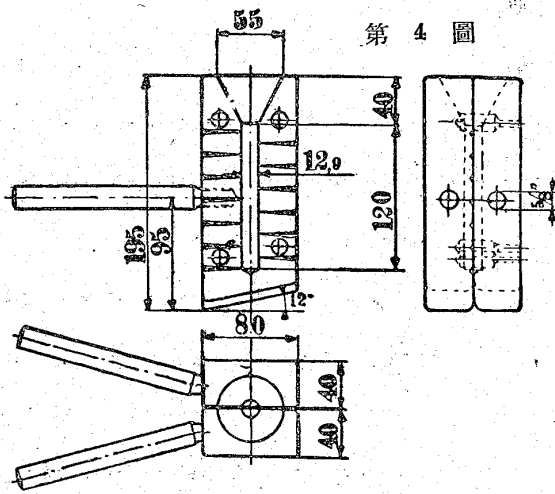
第 3 圖



それ故に先づ試料を第2圖の穴 a に挿入せし後クランク b を巻き左のボタン c を押せばゼンマイは解けてアーマチュア r は常に同數同速度に回轉して  $H$  及  $H_1$  に相當する2つの異なる強さの磁場を生じ試料を磁化して  $B_1$   $B_2$   $B_3$  等の値を生ぜしめ最後に試料

が  $H_1$  に磁化される位置に來りし時、即ち其値が略々一定して  $B_4$  の値に相當する時に止る。そこで右のボタン d を押せばアーマチュアは  $1/4$  回轉して磁場を  $H$  に變ぜしめ其値  $B_5$  に相當するものとなる。此時試料を挿入せるコイル u 中に或衝撃を感ず。其電氣量は試料中に生ぜる磁氣感應の變化  $B_5 - B_4$  に比例するなり。其生ぜる衝動をカーボメーターに連結せるガルバノメーターにて測定しアーマチュアが最後の  $1/4$  回轉して元の位置に返へる間にスイッチを切るなり。此カーボメーターにて測定されたるものは2つの異なる強さの磁場  $H$  及  $H_1$  による磁氣感應に於ける  $B_5 - B_4$  の値に相當すること勿論なり。

此試料の大きさは第3圖の穴 a に入る可きものにして第4圖の如き鑄型を用ふ。之は少し位斷面を異にするも影響なく Malmberg 氏の研究によれば 20 %位減少しても硬化せるものにて 0.01 % C の異りに過ぎずといふ。これによりてカーボメーターの讀みは部分的缺陷即ち疎面の燒入割れ其他同様なるものによりても其影響僅少なり。

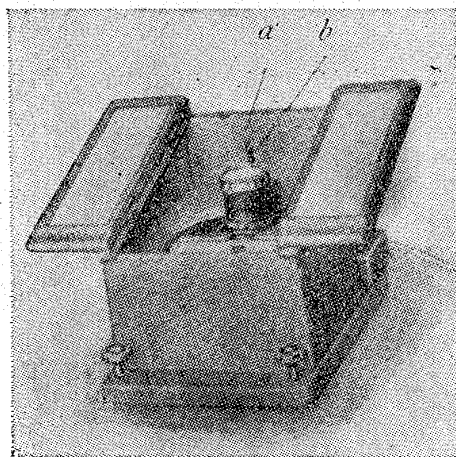


第 4 圖

此實驗に用ふる試料は 0.35%以上の炭素を含む鋼は硬化しそれ以下の炭素鋼は硬化せざるなり。それ故にカーボメーターはこれに適當するやう調節するものにしてスイッチ f を回轉するなり。即ち其硬化せる試料を用ふる爲めには先づ標準鋼棒 g を第 2 圖の穴 a に入れスイッチを H に廻はして標準鋼棒に磁氣を帶びしめガルバノメーターの讀みが 140 になるまでスイッチ f を調節す。略々 85 内外にて所要の讀みとなる。又硬化せざるものにはスイッ

チ f を U に廻はし讀みが 65 になるまで調節す。略々 15 内外にて所要の値となる。

ガルバノメーターの調整はスイッチ f を 50 即ち平均の位置に置き止め棒 a (第 5 圖)を上げて其指針を弛め蓋の背部にある調整ボタン b によりて正確に指針を零の位置に置くなり。然らばカーボ



第 5 圖

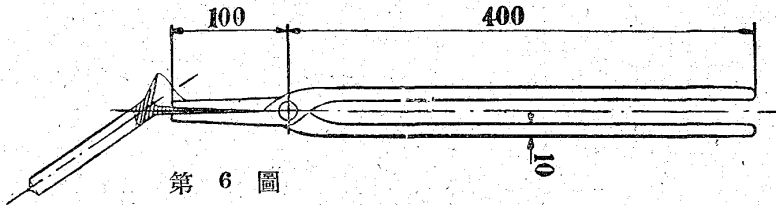
メーターに標準鋼棒 g を入れ時計仕掛を巻き左のボタン c を押して標準の磁化を始む。時計仕掛が止りし時が正確に零の上にガルバノメーターの指針が靜止せる時なり。併し騒しき工場にては時計仕掛の止りし時を知ること能はざる故にクランク、シャフトの中心に指をあてそれが廻轉することを注意するなり。次にガルバノメーターを見つゝ右のボタン d を押してゼンマイを解けば指針は動き或一定の所まで振れると返へり始むる故に全く元の零の位置に返へるまでその儘に押し續くるなり。

#### 4. 概 説

此實驗は Sweden Alpha 會社製の Carbo Meter を山武商會より借用して行へるものなり、之に用ふる試料は前述せる如く 2 つに分たる。即ち 0.35—1.60 %の炭素を含むものは硬化して用ひ又 0.35 %以下の炭素を含むものは硬化せずに用ふるものなり。又精鍊中の銻鋼は甚しく酸化され居る故に之を鎮める爲めにアルミニウムを用ふるものなるが其量は試料中に氣泡等の缺陷なき最小限度たるべきなり。實驗の結果によれば上部の直徑 10cm にして深さ 7cm の稍半圓形の杓中に汲める銻鋼に對し 0.35C %以上の時は 3mm 角の小棒を 250mm (0.3 % Al に相當す) 又 0.35 % C 以下の時は其 350mm (0.5 % Al に相當す) を加ふれば健全なるものを得たり。分析の結果は低炭素鋼中の Al の量は 0.22—0.25 %、高炭素鋼中の量は 0.40—0.50 % なり、然し現場にてはかゝる小棒を製造して用ふること煩しき故に 3mm 厚さにして 200mm 幅の厚板を 0.35 % C 以上には 28mm それ以下の炭素鋼には 33mm を用ひて良結果を得つゝあり。又斯く大なる試料杓を用ふるは他に分析すべき試料を採る爲め

と成るべく良き流動を長く保たしめんが爲めなり。

次に鑄型に鑄込みし試料は 0.35% C 以上ならば直ちに取り出して冷却し又 0.35% C 以下ならば鑄込み初めしより正確に 1 分間型中に置きし後水中にて冷却して試験するなり。但し鑄型の温度は其試料の冷却の程度に大關係ある故に豫め 1—2 度銻鋼にて豫熱して用ひ又硬化する場合は炭素高きものは 900—1,000°C、炭素低きものは 1,100—1,200°C にて冷却するなり。



第 6 圖

冷却すべき水は石油空罐に一杯充たし 15—25°C の温度に保ち試料は鑄

込み終りし時直ちに倒し上部の銻鋼を出して第 6 圖の如く攪み水中にて動かして冷却す。但し試料は暖き時には其中程に觸るれば磁力に影響する故に必らず上部を攪むべきなり。機械は爐前の煙突の上臺に取付けあるを以て其全作業即ち結果を知るまでに要する時間は硬化せるものにて 2 分乃至 3 分、硬化せざるものにて 3 分乃至 4 分なり。

斯くして試験したる結果は次表の如きものなるが 0.35% C 内外のもの即ち硬化するものと硬化せざるものとの境附近の鋼少々困難なれども細心の注意を拂へば失敗することなし、此の實驗は主として酸性平爐鋼に就きて行へるものなるが鹽基性平爐及鹽基性電氣爐鋼にても略同様なる結果を得たり、只鹽基性平爐鋼にては其の Reading が酸性に比して硬化せるものにて 12 硬化せざるものにて 20 何れも多く振れるなり。其の試料の成分は酸性平爐にては硅素量 0.2—0.3% 滿俺量痕跡、鹽基性平爐にては硅素量痕跡、滿俺量 0.2—0.3% 鹽基性電氣爐にては硅素量痕跡—0.2%、滿俺量 0.1—0.3% なり。

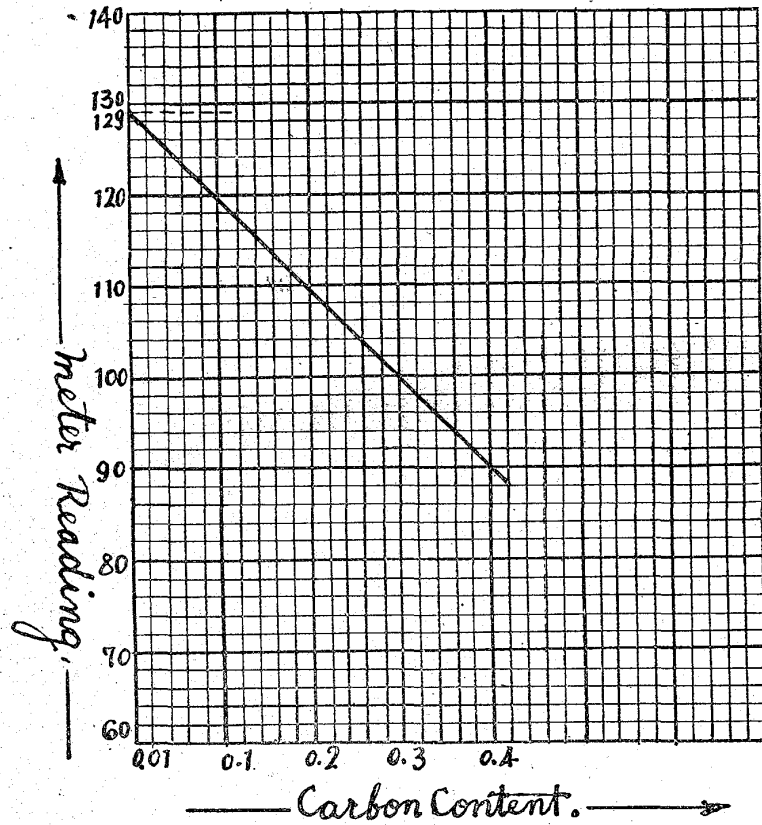
第一表 酸性平爐鋼實驗

A 硬化せざるもの

メーターの読み	化學分析による炭素量	メーターの読み	化學分析による炭素量	メーターの読み	化學分析による炭素量
129	0.01	114	0.16	99	0.31
128	0.03	113	0.17	98	0.32
127	0.03	112	0.18	97	0.33
126	0.04	111	0.19	96	0.34
125	0.05	110	0.20	95	0.35
124	0.03	109	0.21	94	0.36
123	0.07	103	0.22	93	0.37
122	0.08	107	0.23	92	0.38
121	0.09	106	0.24	91	0.39
120	0.10	105	0.25	90	0.40
119	0.11	104	0.26	—	—
118	0.12	103	0.27	—	—
117	0.13	102	0.28	—	—
116	0.14	101	0.29	—	—
115	0.15	100	0.30	—	—

No. 12-No. 13 A

*Unharden.*



第一表 酸性平爐鋼實驗

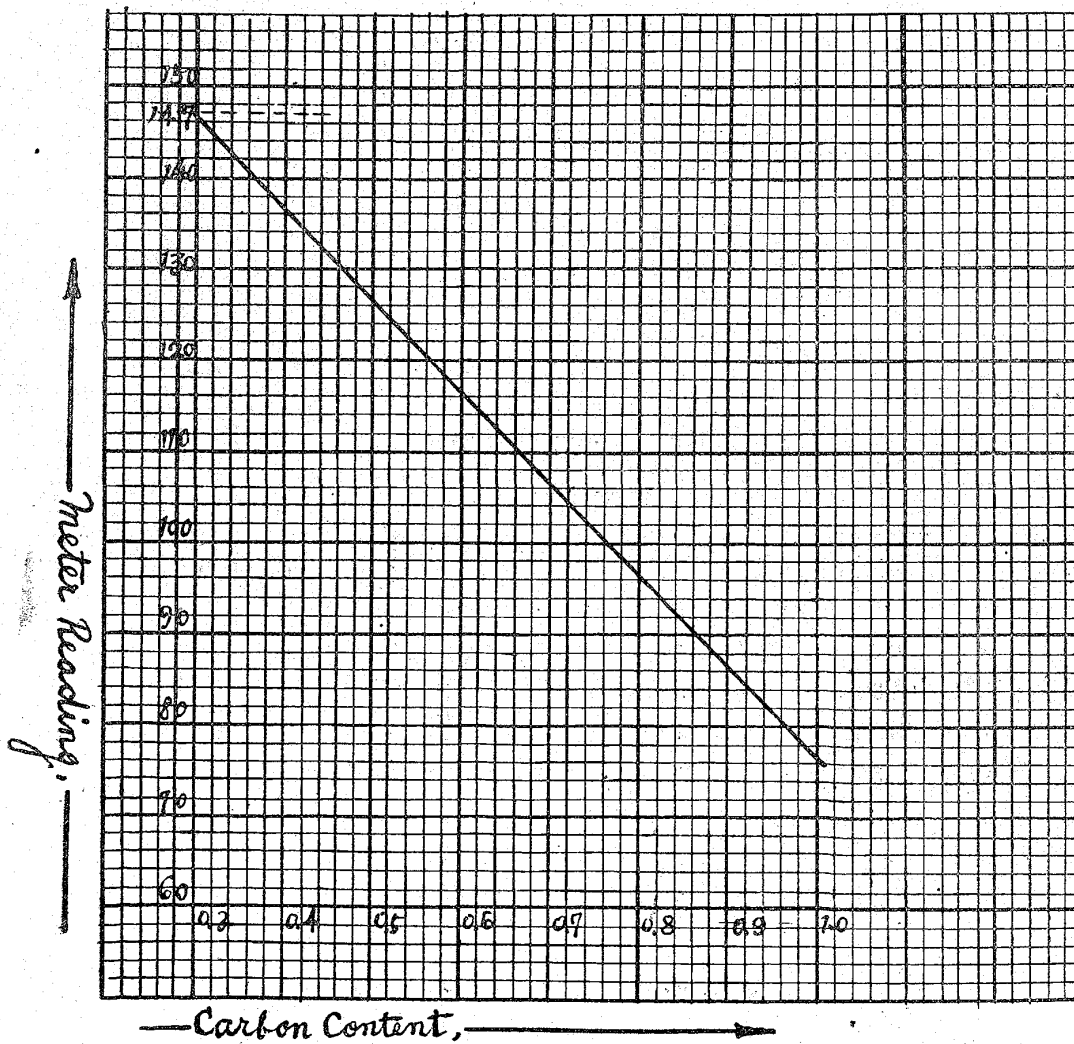
B 硬化せるもの

メーターの読み	化学分析による炭素量	メーターの読み	化学分析による炭素量	メーターの読み	化学分析による炭素量
147	0.30	123	0.54	99	0.78
146	0.31	122	0.55	98	0.79
145	0.32	121	0.56	97	0.80
144	0.33	120	0.57	96	0.81
143	0.34	119	0.58	95	0.82
142	0.35	118	0.59	94	0.83
141	0.36	117	0.60	93	0.84
140	0.37	116	0.61	92	0.85
139	0.38	115	0.62	91	0.86
138	0.39	114	0.63	90	0.87
137	0.40	113	0.64	89	0.88
136	0.41	112	0.65	88	0.89
135	0.42	111	0.66	87	0.90
134	0.43	110	0.67	86	0.91

133	0.41	109	0.68	85	0.92
132	0.45	108	0.69	84	0.93
131	0.46	107	0.70	83	0.94
130	0.47	106	0.71	82	0.95
129	0.48	105	0.72	81	0.96
128	0.49	104	0.73	80	0.97
127	0.50	103	0.74	79	0.98
126	0.51	102	0.75	78	0.99
125	0.52	101	0.76	77	1.00
124	0.53	100	0.77	—	—

No. 14—No. 15 B

*Harden.*



化學分析にて得たる炭素量に對するカーボメーターの讀みを列記すれば次の如きものにして其の差僅かに 1—2 なり此の差は一部分カーボメーター自身により又一部分は 0.01 % C の誤差を與ふる



0.32	145	145	108	140	—	—	—	—	—	—	—
0.33	144	141	143	140	—	—	—	—	—	—	—
0.34	143	98	141	139	140	136	142	—	—	—	—
0.35	142	141	144	144	143	139	137	—	—	—	—
0.36	141	139	141	136	140	141	—	—	—	—	—
0.37	140	140	139	140	141	—	—	—	—	—	—
0.38	139	134	138	139	139	139	138	—	—	—	—
0.39	138	136	138	137	138	—	—	—	—	—	—
0.40	137	135	134	136	133	137	137	—	—	—	—
0.41	136	132	136	136	136	—	—	—	—	—	—
0.42	135	133	135	135	135	135	—	—	—	—	—
0.43	134	134	134	134	134	—	—	—	—	—	—
0.44	133	131	133	133	133	—	—	—	—	—	—
0.45	132	133	132	131	132	132	—	—	—	—	—
0.46	131	131	131	131	—	—	—	—	—	—	—
0.47	130	130	130	128	130	130	130	—	—	—	—
0.48	129	129	129	129	129	—	—	—	—	—	—
0.49	128	128	128	128	128	128	128	128	—	—	—
0.50	127	121	127	126	127	127	127	127	—	—	—
0.51	126	122	127	126	125	127	126	126	126	126	—
0.52	125	124	124	125	125	125	125	125	—	—	—
0.53	124	120	124	124	124	123	110	123	140	—	—
0.54	123	120	123	123	123	—	—	—	—	—	—
0.55	122	123	122	122	122	—	—	—	—	—	—
0.56	121	121	121	121	121	—	—	—	—	—	—
0.57	120	120	120	119	120	120	—	—	—	—	—
0.58	119	119	119	119	—	—	—	—	—	—	—
0.59	118	118	118	118	118	—	—	—	—	—	—
0.60	117	118	117	117	—	—	—	—	—	—	—
0.61	116	116	115	116	116	—	—	—	—	—	—
0.62	117	115	112	115	113	115	115	116	117	117	—
0.63	116	115	113	116	116	116	—	—	—	—	—
0.64	115	112	112	115	115	113	115	115	—	—	—
0.65	114	115	113	114	115	114	114	—	—	—	—
0.66	111	109	111	110	111	111	—	—	—	—	—
0.67	110	110	110	110	109	109	110	109	110	—	—
0.68	109	110	109	109	109	—	—	—	—	—	—
0.69	108	108	108	—	—	—	—	—	—	—	—
0.70	107	107	107	107	105	106	107	107	—	—	—
0.71	106	106	106	107	105	106	106	—	—	—	—
0.72	105	110	107	105	105	—	—	—	—	—	—
0.73	104	107	106	104	108	104	104	—	—	—	—
0.74	103	102	102	103	103	—	—	—	—	—	—
0.75	102	103	106	107	104	102	102	102	—	—	—



0.76	101	101	101	101	98	101	101	—	—	—	—
0.77	100	100	100	100	100	—	—	—	—	—	—
0.78	99	99	99	97	98	99	—	—	—	—	—
0.79	98	98	98	97	98	98	—	—	—	—	—
0.80	97	99	97	97	—	—	—	—	—	—	—
0.81	96	96	96	96	96	—	—	—	—	—	—
0.82	95	95	95	96	95	95	—	—	—	—	—
0.83	94	97	94	96	94	94	—	—	—	—	—
0.84	93	119	94	94	93	93	93	—	—	—	—
0.85	92	93	91	92	92	92	—	—	—	—	—
0.86	91	68	91	91	95	95	91	91	—	—	—
0.87	90	90	90	90	—	—	—	—	—	—	—
0.88	89	89	91	86	89	89	88	89	89	—	—
0.89	88	89	88	87	88	89	88	—	—	—	—
0.90	87	86	87	87	87	—	—	—	—	—	—
0.91	86	84	87	86	86	87	—	—	—	—	—
0.92	85	85	84	82	85	85	87	85	—	—	—
0.93	84	84	84	84	81	84	—	—	—	—	—
0.94	83	81	83	84	83	83	—	—	—	—	—
0.95	82	80	82	84	82	82	82	—	—	—	—
0.96	81	81	81	81	—	—	—	—	—	—	—
0.97	80	84	82	84	82	81	80	80	83	81	80
0.98	79	85	88	85	79	81	79	79	—	—	—
0.99	78	99	98	81	77	78	78	—	—	—	—
1.00	77	75	74	76	76	77	76	75	77	—	—

第四表 鹽基性平爐鋼實驗

A 硬化せざるもの

メーターの読み	化學分析による炭素量	メーターの読み	化學分析による炭素量	メーターの読み	化學分析による炭素量
149	0.01	134	0.16	119	0.31
148	0.02	133	0.17	118	0.32
147	0.03	132	0.18	117	0.33
146	0.04	131	0.19	116	0.34
145	0.05	130	0.20	115	0.35
144	0.06	129	0.21	114	0.36
143	0.07	128	0.22	113	0.37
142	0.08	127	0.23	112	0.38
141	0.09	126	0.24	111	0.39
140	0.10	125	0.25	110	0.40
139	0.11	124	0.26	—	—
138	0.12	123	0.27	—	—
137	0.13	122	0.28	—	—
136	0.14	121	0.29	—	—
135	0.15	120	0.30	—	—

第三表 鹽基性平爐鋼實驗

## B 硬化せるもの

メーターの読み	化學分析による炭素量	メーターの読み	化學分析による炭素量	メーターの読み	化學分析による炭素量
159	0.30	135	0.54	111	0.78
158	0.31	134	0.55	110	0.79
157	0.32	133	0.56	109	0.80
156	0.33	132	0.57	108	0.81
155	0.34	131	0.58	107	0.82
154	0.35	130	0.59	106	0.83
153	0.36	129	0.60	105	0.84
152	0.37	128	0.61	104	0.85
151	0.38	127	0.62	103	0.86
150	0.39	126	0.63	102	0.87
149	0.40	125	0.64	101	0.88
148	0.41	124	0.65	100	0.89
147	0.42	123	0.66	99	0.90
146	0.43	122	0.67	98	0.91
145	0.44	121	0.68	97	0.92
144	0.45	120	0.69	96	0.93
143	0.46	119	0.70	95	0.94
142	0.47	118	0.71	94	0.95
141	0.48	117	0.72	93	0.96
140	0.49	116	0.73	92	0.97
139	0.50	115	0.74	91	0.98
138	0.51	114	0.75	90	0.99
137	0.52	113	0.76	89	1.00
136	0.53	112	0.77	—	—

第四表 鹽基性電氣爐鋼實驗

Mn = 0.1-0.2% Si = 0.1-0.2%

化學分析による炭素量	メーターの読み									
	平均値	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.12	118	117	118	119	118	120	117	117	118	118
0.13	117	118	117	118	118	116	119	116	117	117
0.14	116	115	116	118	116	117	116	117	116	116
0.15	115	114	115	114	116	115	115	115	116	115
0.16	114	113	114	115	114	115	116	114	112	114
0.17	113	113	114	115	112	113	113	114	113	113
0.18	112	112	114	111	113	112	112	112	111	112
0.19	111	110	111	112	111	111	112	111	110	111
0.20	110	111	110	110	111	110	108	109	110	111

以上は不純物少き炭素鋼に對するものなるが今これに炭素以外の元素加はる時は如何に變化するか

を研究せしに次の如き結果を得たり。

但しこれらの實驗は當工場にて製造する種類の鋼に止まるものなれば此の研究範圍極めて狭小なるを悲む。

A L, 試験に氣泡を防ぐ爲めに加へたるアルミニウムの少量の影響は考慮に入るゝ必要なし。

今其量が如何に影響するかを研究せむが爲め思切つて多量のアルミニウムを加へたるものゝ平均値と普通に加へたるものとの結果は次の如きものにして其量大ならざれば影響なきことを知る。

	化學分析による炭素量	アルミニウム含有量	Carbometerによる炭素量
硬化せざるもの	0.12	0.84	0.11
	0.18	0.82	0.17
	0.30	0.82	0.30
	0.30	0.80	0.31
硬化せるもの	0.40	0.50	0.40
	〃	0.78	0.39
	0.50	0.24	0.50
	〃	0.54	0.50
	0.70	0.26	0.70
	〃	0.50	0.71

Si. は我工場にて製造する種類の鋼即ち 0.2-0.3% Si に對しては何等影響なきなり。

次の實驗は酸性鋼に於て出鋼前差物を加へたる時採りしものなり。

化學分析による炭素量	硅素含有量	Carbometerによる炭素量
0.18	0.32	0.18
0.19	0.26	0.18
0.20	0.28	0.20
0.21	0.30	0.21

Mn は上の硅素を加へし後加へたるものにして其成分は 2-0.3% Si と 0.50-0.55% Mn を有するものなり、其 Reading と普通鋼に比し約 8% 小なり、次に炭素量と Carbometer の Reading とを記さむ。

鹽基性平爐鋼實驗

Mn=0.50-0.60%

化學分析による炭素量	メーターの読み	普通鋼との差	化學分析による炭素量	メーターの読み	普通鋼との差
0.16	106	-8%	0.24	98	
0.17	105		0.25	97	
0.18	104		0.26	96	
0.19	103		0.27	95	-9%
0.20	102		0.28	94	
0.21	101		0.29	93	
0.22	100		0.30	92	
0.23	99		0.31	91	-10%

## 鹽基性電氣爐鋼實驗

Mn 0.50-0.55%

化學分析による炭素量	メーターの読み						
	平均値	1	2	3	4	5	6
0.13	109	109	110	108	109	109	109
0.14	108	109	108	108	109	108	108
0.15	107	107	105	108	107	107	107
0.16	106	106	107	106	105	106	107
0.17	105	106	105	107	107	105	105
0.18	104	105	105	104	103	104	104
0.19	103	103	103	102	101	102	103
0.20	102	101	100	102	102	103	102
0.21	101	100	101	102	101	101	101
0.22	100	100	99	101	101	100	99
0.23	99	101	99	100	101	99	98
0.24	98	99	98	100	98	99	98
0.25	97	100	99	100	97	97	97
0.26	96	99	97	96	96	97	96
0.27	95	97	94	95	95	94	95

## 鹽基性平爐鋼實驗

Mn=0.50-0.6090

メーターの読み	化學分析による炭素量	普通鋼との差	メーターの読み	化學分析による炭素量	普通鋼との差
105	0.13	-23%	96	0.22	-25%
104	0.14	—	95	0.23	—
103	0.15	—	94	0.24	—
102	0.16	—	93	0.25	—
101	0.17	-24%	92	0.26	—
100	0.18	—	91	0.27	-26%
99	0.19	—	90	0.28	—
98	0.20	—	89	0.29	—
97	0.21	—	87	0.30	—

Ni は我工場にて製造せし 1% を含むものにして滿侖硅素含有量は上述せる酸性平爐鋼と同じ此の實驗結果は普通の酸性鋼に比し 5-8% だけ多く振るゝなり

化學分析による炭素量	メーターの読み	普通鋼との読みの差
0.29	94	+8%
0.19	104	+5%
0.14	112	+5%

## 5. 結 論

此實驗は未だ研究の道程にして完全なりと稱し得べからざれども發明者の實驗結果と大なる差異な

く又現在我工場(川崎造船所兵庫工場)にて實驗作業に使用し多大なる便益を得つゝあるを以て其完成の緒に就けるものと信ずる次第なり。終りに終始御指教賜りし井上太一氏及び實驗作業に多大の努力なし下されし藤井保、小島豊榮兩氏に衷心より感謝す。

次に参考の爲め Malmberg 氏が研究したる炭素鋼及び特殊鋼に關する實驗結果を示さん。第 7 圖は硬化せる試料に對する炭素の曲線、第 8 圖は硬化せざる試料に對する曲線にして第 9 圖は硬化せる試料に對する記録、第 10 圖は硬化せざる試料に對する記録を示すものなり。又炭素以外の元素加はる

Fig 8

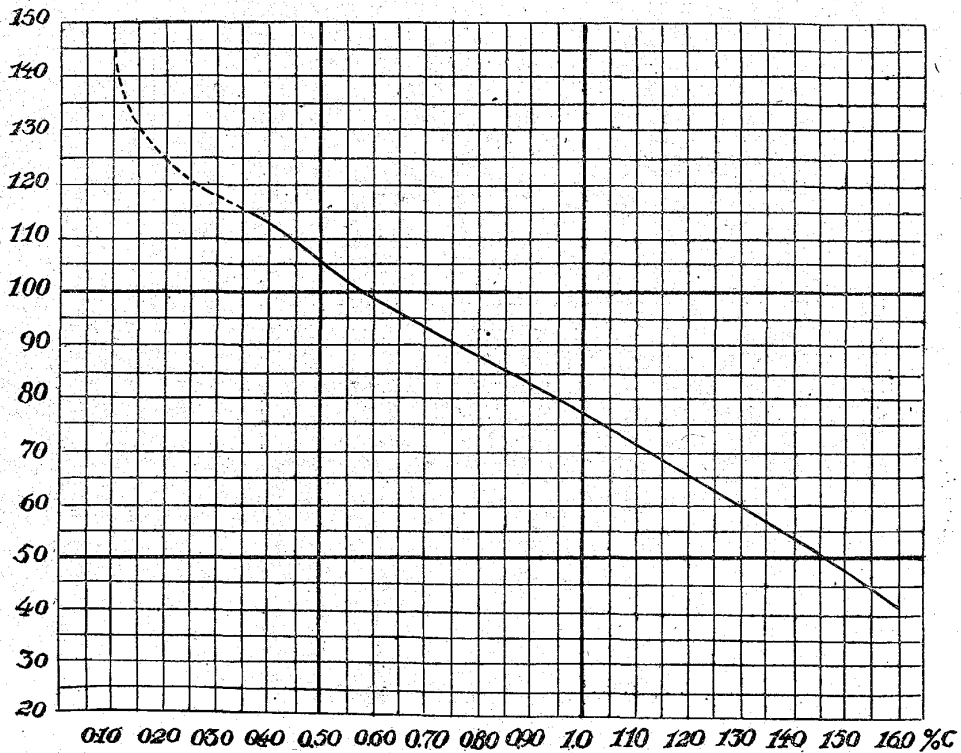
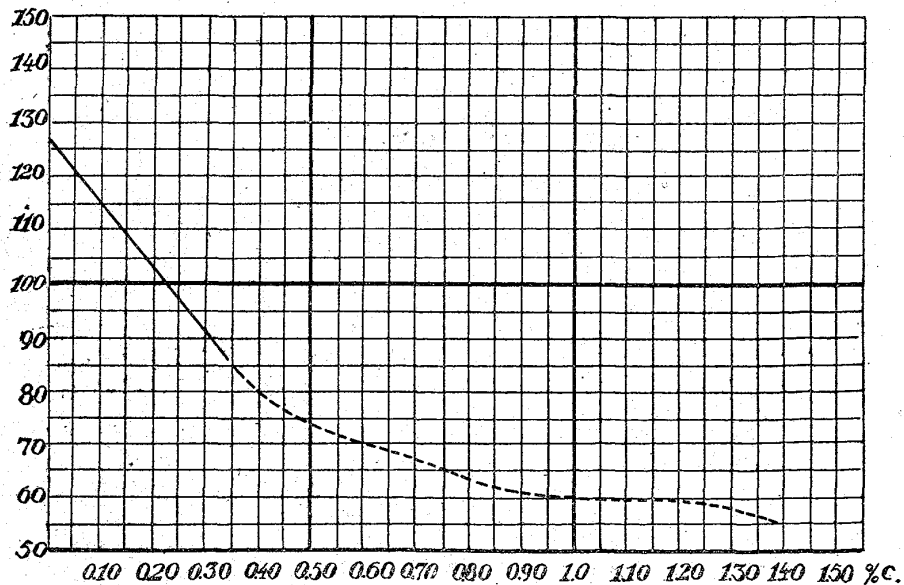


Fig 7



時は ガルバノメーターの 示度異り普通の炭素鋼に比し何パーセントかの高低を生ずるものなり。今其實驗成績を示せば次の如きものにして(+)は標準の炭素線にて示されたるガルバノメーターの示度にそれだけの%を加へ(-)は引き去るべきことを意味するなり。

Fig 9

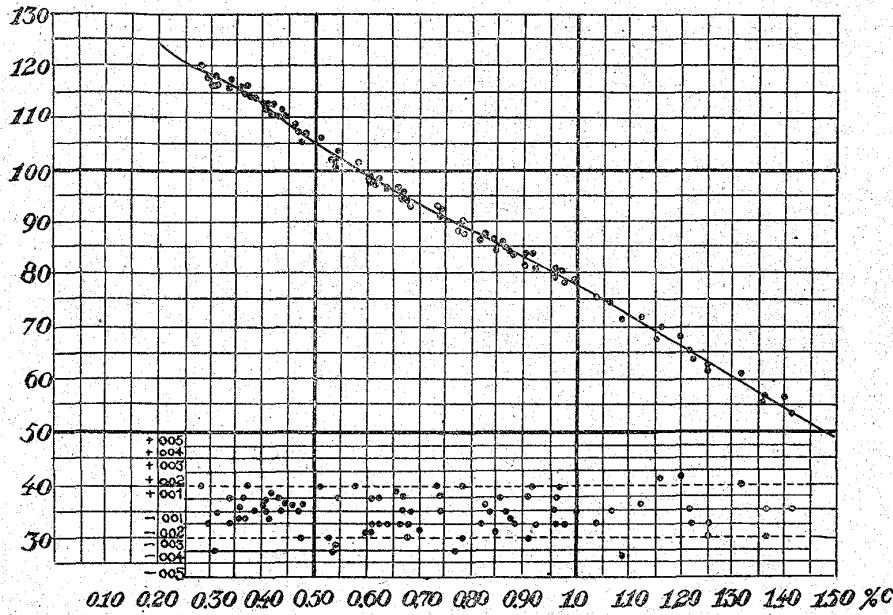
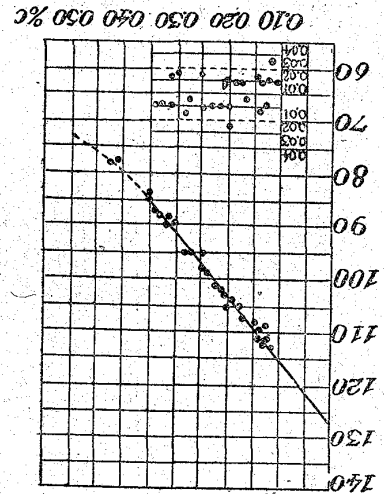


Fig 10



1.00	0	0	0	-3	0
1.10	0	0	0	-3	0

硬化せざる試料

C%	Al	Mn				Ni			C
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.00	2.00	3.00	
10	0	-5	-8	-11	-12	-3	-8	-15	10
20	0	-7	-11	-13	-15	-7	-14	-25	20
30	0	-8	-12	-15	-16	-8	-16	-28	30
40	0	-7	-10	-13	-14	-6	-23	-34	40

硬化せる試料

C%	Al				Si		Mn	C
	0.25	0.50	0.75	1.00	0.50	1.00		
40	0	-1	-3	-6	0	+2	+1	40
50	0	0	-1	-3	+1	+4	-1	50
60	0	+1	+1	+1	+2	+5	-2	60
70	+1	+2	+4	+6	+2	+5	-4	70
80	+1	+4	+8	+9	+3	+7	-5	80
90	+1	+4	+7	+9				90
1.00	+1	+5	+7	+9				1.00
1.10	+1	+6	+7	+9				1.10

硬化せざる試料

%	Ni(Cr=0.10)				Cr	Wo	C
	0.50	1.00	2.00	3.00			
40	+1	+6	+10	+10	0	-4	40
50	+1	+7	+10	+9	0	-3	50
60	+1	+7	+7	+7	0	-3	60
70	+1	+4	+6	+3	0	-3	70
80	6	+2	+4	0	0	-2	80
90	0	0	+1	-2	0		90

C	Wo	Cr	訂正
%	%	%	%
10	80	15	-9
15	80	15	-8
20	80	15	-7
40	60	15	-2
50	60	15	-2
60	60	15	-3
70	6.50	1.25	-14
75	1.00	20	-3
85	1.00	20	-3
95	2.00	40	-5
1.05	2.00	40	-6

米國鐵鋼産額

10月中の米國銑鐵及鋼塊生産高は次の通りである(銑鐵はアイアン・エージ誌、鋼塊は米國鐵鋼協會の調査による) 單位噸

(銑鐵)		(鋼塊)	
10 月	3,313,600	10 月	4,092,500
10ヶ月間累計	32,722,171	10ヶ月間累計	39,939,350
昨年同期累計	30,130,016	昨年同期累計	36,266,920
1 昨年同期累計	25,636,927	1 昨年同期累計	30,053,734