

鐵 と 鋼 第十二年 第十一號

大正十五年十一月二十五日發行

論 說

鉄状鑄鐵の冷硬法

Studies On Chilled Cast Iron Plate.

(大正十五年十一月日本鐵鋼協會第二回講演大會講演)

淺 田 長 平

目 次

緒 言	
第一章 研究の方法	
第二章 冷却鉄の温度及び其の厚さに依る冷硬効果	
第一節 温度の影響	
第二節 厚さの影響	
第三章 鑄込温度に依る冷硬効果	
第四章 熔解方法に依る冷硬効果	
第一節 最高温度の影響	
第二節 保持時間の影響	
第五章 冷硬に関する諸影響の説明	
第一節 鑄込温度最高温度及び保持時間の影響	
第二節 冷硬部の内部に最高硬度を生ずる原因及び其の除去方法	
第六章 冷硬部分の厚さを知る一方法	
第一節 豫備的試験	
第二節 裏鉄製品の比重測定法	
第三節 測定の結果	
第四節 本測定に依る利益	
結 論	

緒 言

冷硬鑄物を其形状に依つて大別すると、鉄状のものと圓筒状のものになる。前者は粉碎機の裏鉄、粉碎機の脛の如きもので、後者は冷硬ロール、車輪等である。

今日迄に冷硬鑄鐵に関する研究で發表せられて居るものの多くは後者であつて、前者に就いては餘り多くないやうであるから、此の鉄状鑄物の冷硬法研究の目的を以て實驗を進めたのである。

冷硬鑄物を造るには、次の二大性質を考へる必要がある。一は內的性質、即ち化學成分であり、二は外的性質即ち熔解方法(熔鉄の最高温度及び鑄込み温度等)冷却鉄に依る冷硬方法等である。此の内普通最も重きを置かれて居るのは、一であつて、數多の研究結果が發表せられて居るが、二の場合、特に最高温度及び鑄込温度に関しては最近漸く注意を引かれる様になつた位で、諸學者の見解も全然

一致して居らぬ。即ち Osann⁽¹⁾ 氏は、低温鑄込みの時は、熔銑の凝固迄に冷却鉄が吸収する熱量が少いから、澤山な、而も急激な融解熱を取り去る事が出来る爲めに、冷硬効果が増すと言ひ、Schüz⁽²⁾ 氏は鑄込み温度の高低は、冷硬効果には無關係だと言ひ、又 Irresberger⁽³⁾ 氏は鑄込み温度が高い程冷硬に對し良結果を與へると云ふて居る。

故に本研究では前述の二の場合を先にし、成分に依る冷硬は目下研究中で、その報告は他日の機會に譲る事にした。

偶々本研究進行中、東北大學金屬研究所の本間氏⁽⁴⁾は、此の問題に關する研究結果を發表せられて、大いに参考を得た譯であるが、其の實驗試片は、小圓柱形のもので、鉄狀鑄物とは少しく其趣を異にして居る。余は比較的大なる試験片を用ひて、成る可く實際の場合に近い實驗を試みた。時恰も當工場に於ては、電氣爐で實際の裏鉄製品を製造中であつたから、研究上多大の便宜を得たと共に、研究事項は直ちに此れを工場に應用して相當の利益を納める事を得た。

併し研究開始以來、日尙淺く、漸く其の一部の研究を遂げたものに過ぎないけれども、斯道技術者諸君の御批評を仰がんとため茲に報告することにした。

第一章 研究の方法

實驗室に於ける材料は、當所工場キユボウで作つた次の成分を有する AB 二種を用ひた。

	C	Si	Mn	P	S	Cu
材料 A	3.37	.51	.75	.222	.056	.056
材料 B	3.39	.26	.30	.066	.031	trace

之等の材料に適量の硅素鐵を配合して熔かし、爐はオイルファーネースで容量 30 kg の黒鉛坩堝中に裝入した。而して熔解中多少成分に變化があり、殊に硅素の入り方が一定でないから、之等成分不同の影響を避ける爲、同じ試験は必ず同一裝入の熔銑で行ひ、尙試験後、各熔解毎に分析をして、その成分を知ることにした。但し磷、硫黄、銅は分析の結果素材と餘り變りがなかつたから、之等元素の分析は省いた。又最高温度の影響を見る試験は、同じ熔銑で行ふ事は不可能であるから、之は工場に於ける同一裝入の冷硬鑄物屑を譲り受け、之をその儘熔解して試験を行つた。

熔解鉄の温度測定には總て Leeds & Northrup 製 Morse 型のオプチカル・パイロメーター（正確度士 5°C）を用ひ、熔滓及び酸化物を掻き除けて、充分清潔な表面にフィラメントを合せて行ふた。最高温度は油及び送風を斷つた後、爐壁等からの反射を避ける爲、爐の眞上から蓋の穴を通して測定した。鑄込温度は坩堝を爐外に取出したる後、鑄込直前に測定した。

次に工場に於ける實驗は、鉄狀冷硬鑄物鑄造作業中、其の取鍋中に於ける熔融銑を一定の型に注入

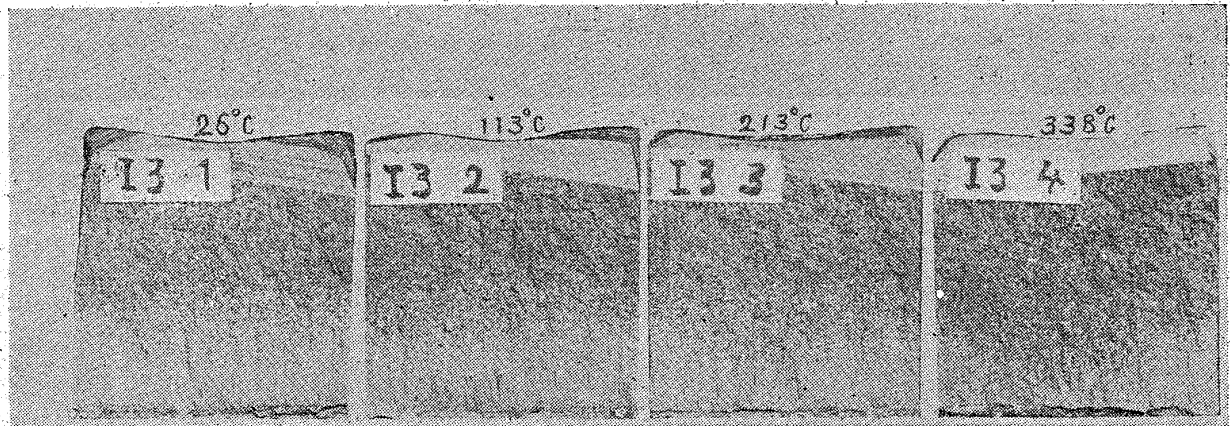
(1) Osann: Lehrbuch der Eisen- und Stahlgießerei. 4. Aufl.

(2) Schüz: Stahl und Eisen, 42(1922), S. 1610, 1773 und 190.

(3) Irresberger: Gie ß-Zg. 19 (1922), S. 342, 354, 371 und 381.

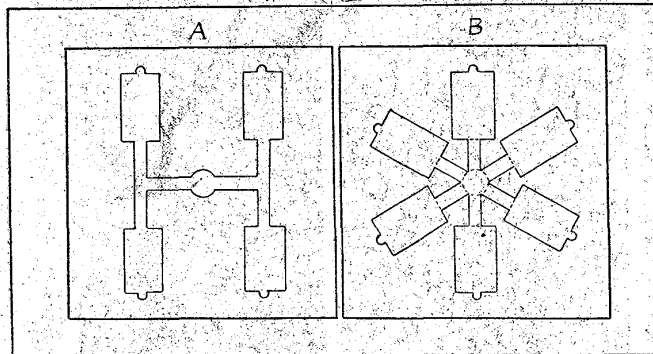
(4) 金屬の研究、第三卷 第二號

寫 眞 No. 1 冷 却 鉄 の 温 度 の 影 響



し、同時に其の鑄込温度を測定した。但し此場合の最高温度は、出鉄直前に於ける電気爐中の熔鉄の温度を測らねばならないのであるが、之はポール及び爐壁等の光の反射の爲測定不可能であつたから中止した。

第 1 圖



試験片の寸法は、何れも 75×75×125mm のもので、重さ約 5 kg のものを、之と同形同大の鑄鐵製冷却鉄（但し冷却鉄の厚さの影響を見る場合は、種々厚さの異なるものを用ひた）を敷いて、4 個乃至 6 個の型を同一の型箱中に仕込み、第一圖の如く、中央に湯口と、各型に 1 個宛の押湯とを造り、略水平に置いて鑄込んだ。

又冷却鉄を所要の温度に加熱する必要がある場合は、瓦斯の焰を型の底部に吹きつけ、其の時間の長短に依つて、温度を加減し、此の温度の測定には、各鉄の中央に裏面から、其厚さの中程に到る小孔を穿ち、之に熱電對を挿入して、鑄込直前の温度を測定したのである。

斯くして造つた乾燥砂型に試験片を鑄込み、種々の條件の下に鑄造して、主にその冷硬効果及び硬度等を試験したのである。

冷硬効果を測定するには次の三方法に依つた。

1. 破断面の肉眼的觀察法

冷硬鑄物の破断面は、通常白色部（冷硬部）灰色部（非冷硬部）灰白混合部、(斑灰部) の三部よりなつて居て、冷硬の深さを定めるに人々に依つて、其の流儀も異なる譯であるが、余は當所工場に於ける慣例に習ひ、破断面に於ける純白部の厚さを冷硬の深さ、或は効果としたのである。勿論此の方法は正確なものでは無く、極めて大體に於ける冷硬の効果を知るに便利なものである。

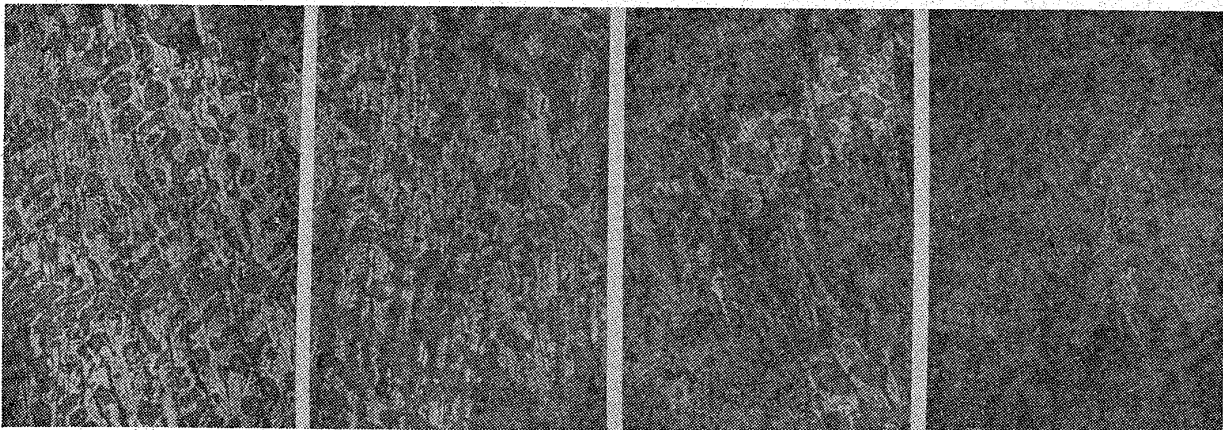
2. 破断面の硬度測定に依る法

此の方法は、先づ破断面を旋盤にて平にし、最後にエメリー・ペーパーの、零番で仕上げ、その中央部を冷硬部側から灰色部側迄、2 mm 置きに、ショアー硬度計で測定したのである。但し各位置に於ける測定は、冷硬表面に平行な線に添うて相接近して、8 乃至 10 回に及び、之を平均して各位置の硬度とした。次に斯くして得た硬度が位置に依り漸次變化する状態を曲線で表し、その硬度が急激に減少する所を界とし、此處から冷硬表面迄の距離を以て冷硬の深さとしたのである。

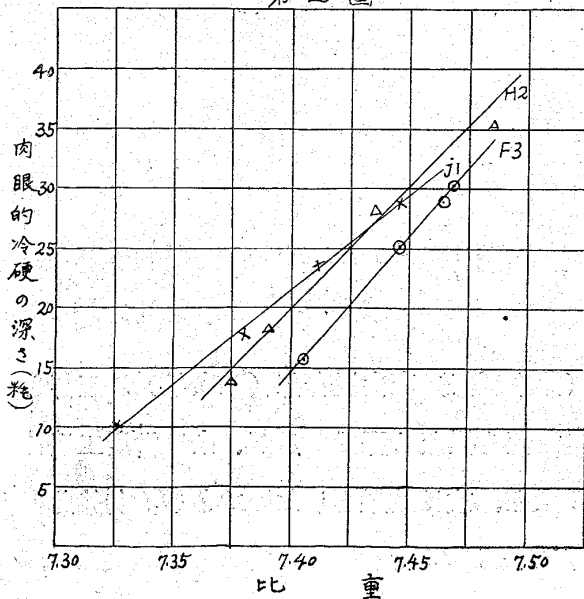
3. 比重に依る法

後に述べる様に、冷硬鑄物の白色部と灰色部とは、其の比重約 0.4 以上の相違があつて、其の全體の比重と冷硬の深さとの關係は、互に直線的の變化をするものであるから、之を利用して試験片の全體の比重を測つて、是より冷硬の平均の深さを求めたのである。然しながら此の冷硬鑄物の比重は、冷硬の深さのみに依るものでなく、その化學成分に依つても異なるものであるから、豫め各材質の試験片に就き、冷硬の肉眼的深さと、其の比重との關係を求めて置いて、之と比重とを對照して、冷硬の深

寫眞 No. 2 冷却鉄の温度の影響 (I3 冷硬表面より 30 mm 内部に入りたる所)
 1 (26°C) 2 (113°C) 3 (213°C) 4 (338°C)



第 2 圖



さを求めるのである。例へば、第 2 圖は同成分より成る異なる冷硬度を有する三種の試験片 F_3 , H_2 , J_1 (其成分は第三表及び第四表参照) を取り、その肉眼的冷硬の深さと、比重との關係を表はしたものである。

今之等の點綴された諸點の中央を貫く直線を引くと、それは冷硬の深さと、比重との關係を表す直線であるから、此の直線に依り、各比重に應ずる冷硬の深さを求める事が出来るのである。但し茲で言ふ肉眼的深さは、前述の如き純白部の厚さではなく、冷硬の表面より斑灰部の中程迄の距離を云ふのである。故に此の方法に依つたものは、前の者に比して常にその數值大となつて居るけれども、試片の冷硬

の深さは、各部一様でないから、その平均の深さを表すには最も適當な方法だと思はれる。

第二章 冷却鉄の温度及び其の厚さに依る冷硬効果

第一節 温度の影響

冷却鉄の温度の高低は、鑄物の冷却の速さに影響を及ぼすもので、其の温度の低いもの程冷硬効果の大である事は自ら明白であるが、此處では、其の影響の程度如何を知る爲に此の實驗を行ふたのである。

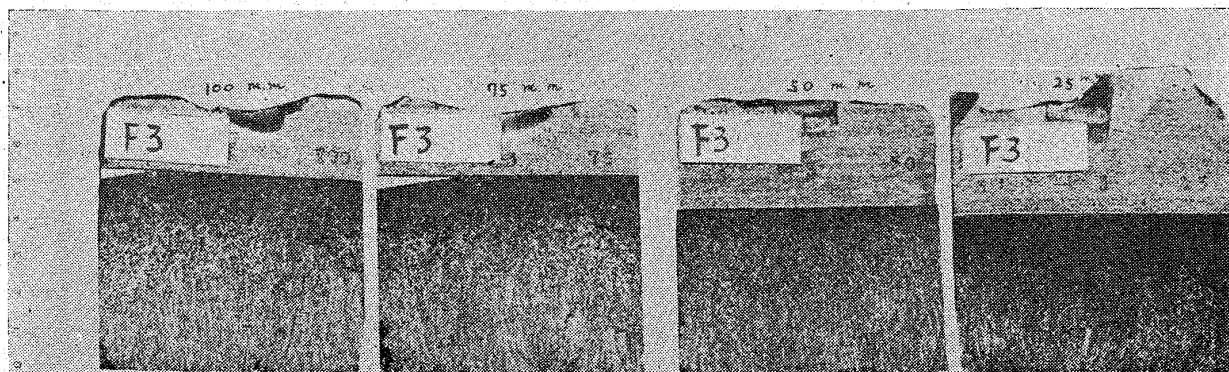
材料は素材Bに硅素鐵を配合して、3回熔解を行ひ、各熔解毎に、異温度の冷却鉄を敷いた4個の試験片を鑄造して實驗を行ふた。其の成績及び化學分析の結果を挙げると第1表の通りである。

第 1 表

試 験 番 號	化 學 成 分			鑄込の條件		冷 却 鉄		冷硬の深さ (mm)			比 重	ショアー硬度	
	C	Si	Mn	最高温度	鑄込温度	厚さ (mm)	温度	肉眼的	硬度	比重		冷硬表面	最高硬度
I 2-1	3.16	1.51	.31	1370	1338	75	30	12	8.0	13.7	7.396	60.5	62.0
2	"	"	"	"	"	"	115	8	5.5	13.0	7.380	57.5	57.5
3	"	"	"	"	"	"	219	6	4.0	10.0	7.367	59.5	59.5
4	"	"	"	"	"	"	330	3	2.5	9.0	7.362	54.5	54.5
I 3-1	3.25	1.28	.31	1390	1361	"	26	20	27.0	31.2	7.475	61.0	64.0
2	"	"	"	"	"	"	113	18	25.0	30.3	7.471	60.5	63.0
3	"	"	"	"	"	"	213	15	16.0	24.5	7.439	59.0	62.5
4	"	"	"	"	"	"	338	11	9.5	23.8	7.435	62.0	62.5
I 6-1	3.31	1.07	.25	1300	1271	"	35	30	35.5	—	—	60.0	66.5
2	"	"	"	"	"	"	169	27	32.0	—	—	64.5	66.5
3	"	"	"	"	"	"	250	25	30.0	—	—	61.5	64.5
4	"	"	"	"	"	"	380	22	25.0	—	—	60.5	63.5

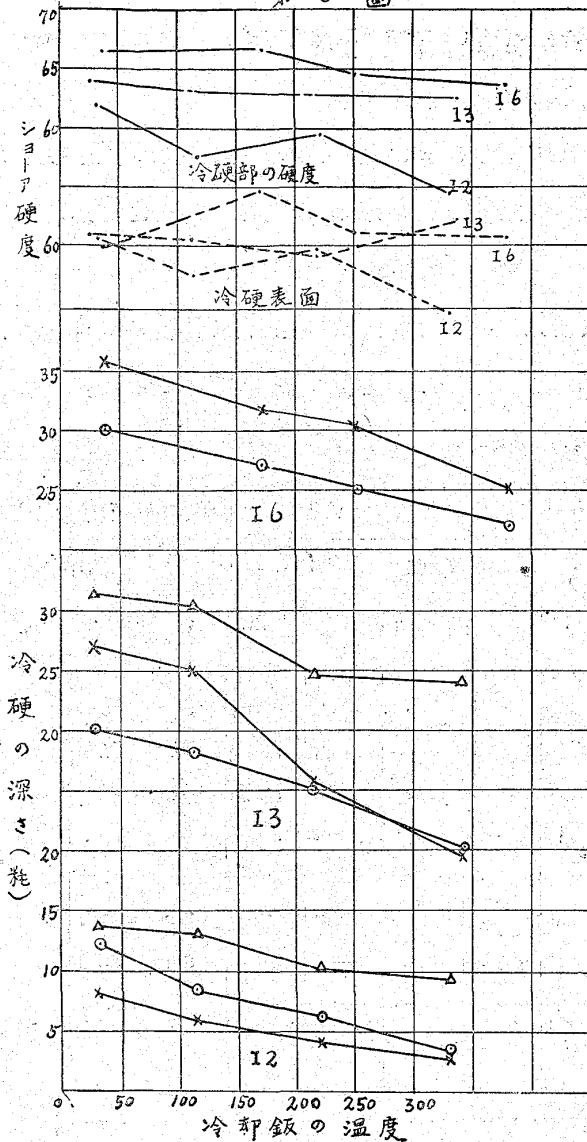
第1表に示す通り、三回の試験共冷硬効果は、冷却鉄の温度の低い程大となつて居る。寫眞 No. 1 は試験番號 I 3 の破断面の寫眞で、冷却鉄の温度、夫々、26°C, 113°C, 213°C, 338°C のものである。

寫 眞 No. 3 冷 却 鉄 の 厚 さ の 影 響



次に是等の結果を圖に示して見ると、第3圖の通りで、◎印は肉眼的、×印はショアー硬度に依る△印は比重に依る冷硬の深さと冷却鉄の温度との關係を表はしたものである。之に依ると肉眼的冷硬

第 3 圖



の深さと、冷却鉄の温度との関係は、直線的となつて居て、冷却鉄の温度 100°C の差に依つて起る冷硬の差は、I 2 では 3.6mm、I 3 では 2.6mm、I 6 では 2.3 mmの割合であつて、之を平均すると、冷却鉄の温度 100°C の差が冷硬効果に及ぼす影響は、2.8 mm 即ち試験片の厚さに對して 3.7%で比較的少量である。

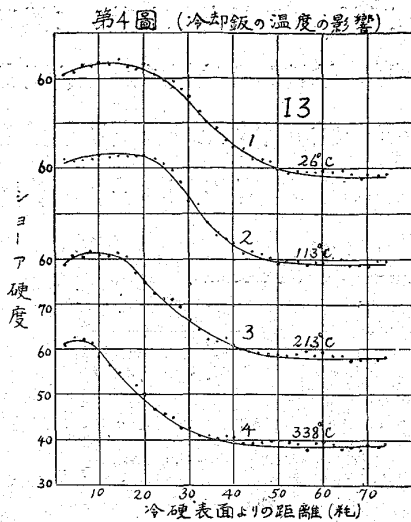
硬度及び比重から決定した冷硬の深さと、冷却鉄の温度との関係は稍不規則であるが、大體に於て上と同様に、冷硬の深さは、冷却鉄の温度が高い程略直線的に減少して居る。但し I 6 丈はブローホールが非常に多く、比重の測定不可能であつたから、遺憾ながら此の比重は測らなかつた。

次に試験片の破斷研磨面の中央部に於て、冷硬部から灰色部に到る各所のシヨータ硬度を測つて、之と其の冷硬面よりの距離との関係を曲線で表はすと第 4 圖に示す通りである。

此の硬度分布の様子は、全試験片を通じて略同様であつて、其の共通の點を述べると、次の通りである。硬度は冷硬表面から内部に進むに従つて、少しづつ増加し極大を経て漸時減少し、或位置になると

寫 眞 No. 4 冷却鉄の厚さの影響 (上列 鑄込温度 1247°
下列 鑄込温度 1174°)





急激の減少が起つて、曲線は凸形から凹形に變曲し、尙その變化を繼續し或る點に達して變化は頗る緩漫となり、それから以後灰色部側の表面迄は、其の變化餘り著しくない。而して以上の急激の變化の起る所は斑灰部であつて、灰色部の終りの硬度が幾分高くなつて居る傾向のあるのは、縁が稍急冷された影響である。元來冷硬部の硬度は略一樣になつて居るのが常態であるべき筈であるけれども、上述の様に多くの場合冷硬表面の硬度が内部より減少して居ると言ふ理由に就ては、後章に於て述べる通りの原因によるもので、其冷硬部の硬度を代表せしむるには、寧ろ此最高硬度を採用すべきと思はれるから、冷硬表面の硬度は只單に参考に

止め、以後此の最高硬度を以て、冷硬部の硬度を表す事にした。第4圖は重複を避ける爲、I3組のみの曲線を擧げたもので、他のI2, I6のものも之と類似の曲線を表して居る。今之等各組に就いて、4個の曲線を比較して見ても、冷却鋳の温度の高いもの程冷硬部の減少して居る事が分る。又第3圖上方に示す通り、冷硬部の硬度(最高硬度)も、冷却鋳の温度が高い程少しく減少して居る。尙同圖に於ける點線は冷硬面の硬度と冷却鋳の温度との關係を示すものであるが、此場合は別に其の影響が表れて居ない。

破断面の顯微鏡寫眞は、冷硬表面から灰色部表面迄約10mmおきに撮つて、比較研究した。之に依ると冷却鋳の温度の低いもの程、レデブライトの残つて居る範圍が廣く冷硬度の大であることが分る。寫眞 No. 2 は之等の寫眞の中試験片 I3-1, 2, 3, 4 の冷硬表面から、30mmの同一深さ程内部に入つた所の寫眞を示したもので、是丈を見ても、冷却鋳の温度の低いもの程レデブライトの量が多く冷硬の効果が大きである事が窺はれる。

第二節 厚さの影響

此の試験は實驗室と工場との兩方で行ふた。實驗室では素材 A に、硅素鐵を配合して二回溶解を行ひ、各溶解毎に、冷却鋳の厚さ異なる4個の試験片を鑄込んで實驗を行つた。但し此の4個の試験片の型は、第一圖 A に示す様に、同一型箱中に造り、冷却鋳の厚さ以外の總ての條件を極力同一にしたのである。

工場では、實際冷硬鑄物作業に使用する電氣爐溶解の熔鐵を其儘用ひた。而して此の場合の溶解番號及び化學分析は第2表の通りである。

第 2 表

溶 解 番 號	化 學 成 分				
	T.C	Si	Mn	P	S
F 1400	3.31	.77	1.06	.19	—
F 1405	3.73	.71	1.68	.31	.03

此の内 F1400 の熔銑からは、1,220°C の鑄込温度で、厚き 15 乃至 100 mm の冷却鉄を敷いて居る第一圖 B に示す様な型に鑄込んで、6 個の試験片を造り、又 F 1405 の熔銑からは異つた鑄込温度 (1,247°C 及 1,174°C) で二組の同様な型に鑄込んで、6 個宛、都合 12 個の試験片を造つて實驗を行ふた。其の結果を挙げると第 3 表の通りで、又之等の結果を圖示すると、第 5 及び第 6 圖の通りである

第 3 表

試験 番號	化 學 成 分			鑄込の條件		冷 却 鉄		冷硬の深さ (mm)			比重	ショアー硬度	
	C	Si	Mn	最高 温度	鑄込 温度	厚さ (mm)	温度 °C	肉眼的	硬度	比重		冷硬 表面	最高 硬度
F3-1	3.14	1.04	0.67	1,374	1,342	25	97	13.0	13	15.6	7.405	56.0	61.5
2	"	"	"	"	"	50	105	20.5	22.5	25.2	7.447	60.0	65.0
3	"	"	"	"	"	75	94	22.0	25	29.0	7.464	60.5	65.0
4	"	"	"	"	"	100	96	22.5	26	30.3	7.468	65.0	66.5
F4-1	3.15	1.19	0.67	1,352	1,318	25	60	6.0	4	10.2	7.330	58.5	58.5
2	"	"	"	"	"	50	54	12.0	7	17.0	7.374	63.0	61.5
3	"	"	"	"	"	75	60	12.0	7.5	17.2	7.374	64.0	64.0
4	"	"	"	"	"	100	80	12.0	7.0	16.0	7.366	67.0	67.0
W1-1	3.31	0.77	1.06	1,396	1,220	15	70	8.0	8	10.5	7.361	60.5	61.0
2	"	"	"	"	"	25	"	11.5	11.5	21.6	7.400	61.5	62.0
3	"	"	"	"	"	35	"	13.5	15	26.6	7.418	61.0	62.0
4	"	"	"	"	"	50	"	16.0	21	29.8	7.429	62.5	63.5
5	"	"	"	"	"	75	"	16.0	21.5	30.0	7.439	62.5	65.5
6	"	"	"	"	"	100	"	16.0	22	30.5	7.432	62.0	66.0
W2-1	3.73	0.71	1.63	—	1,247	15	"	10.5	12	25.5	7.418	63.5	67.5
2	"	"	"	—	"	25	"	14.0	18	34.0	7.450	59.5	67.0
3	"	"	"	—	"	35	"	18.0	26	35.5	7.461	56.5	69.0
4	"	"	"	—	"	50	"	20.0	27.5	36.7	7.456	61.0	71.0
5	"	"	"	—	"	75	"	21.0	30	38.2	7.466	67.5	72.5
6	"	"	"	—	"	100	"	22.0	32	38.5	7.468	70.5	74.5
W2'-1	"	"	"	—	1,174	15	"	6.0	7.5	21.0	7.342	64.0	64.0
2	"	"	"	—	"	25	"	10.0	14	25.8	7.402	60.5	61.0
3	"	"	"	—	"	35	"	12.0	18	27.0	7.416	63.0	65.0
4	"	"	"	—	"	50	"	14.0	20.5	28.7	7.437	64.0	67.5
5	"	"	"	—	"	75	"	14.0	21.5	28.5	7.435	65.0	68.0
6	"	"	"	—	"	100	"	14.5	23	28.4	7.435	65.0	68.5

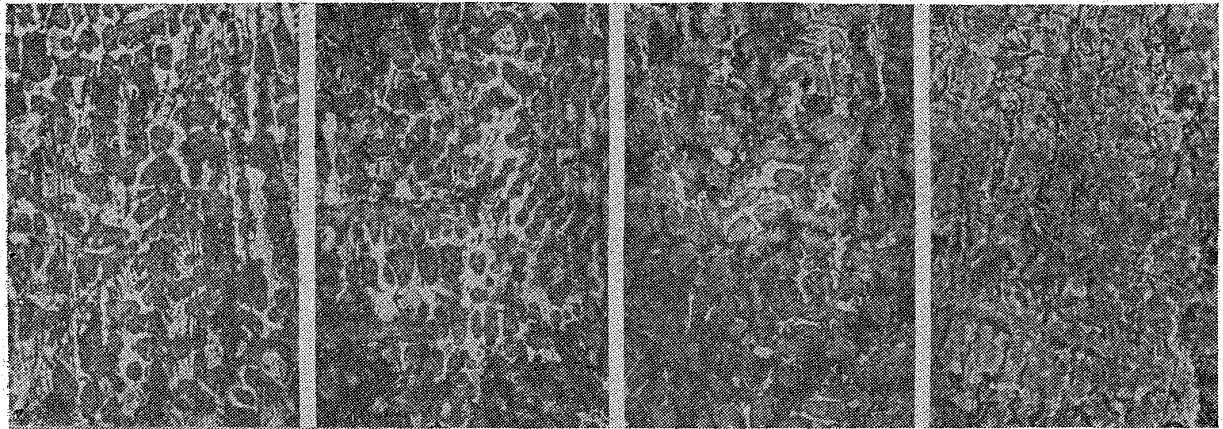
W1 は工場の電氣爐に於ける熔解番號 F1400 の熔銑より得たるもの

W2 及び W2' " " F1405 "

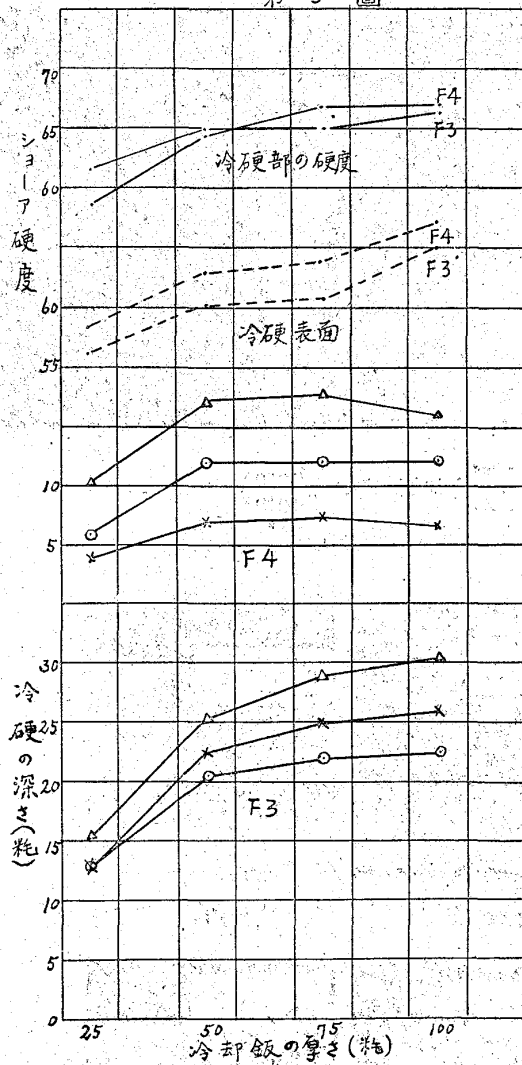
其中第 5 圖は實驗室に於ける試験の結果、第 6 圖は工場に於ける試験の結果であつて、何れの場合でも冷却鉄の厚さが増すと共に、其の冷硬の深さが増して居る。

併し之には或制限があつて、冷却鉄の厚さ 50 mm (試験片の厚さに對し 0.67)迄は其の厚さの影響顯著であるが、之以上の厚さでは其の影響が少く、殆んど無視することが出来る。但し試験番號 F4 の

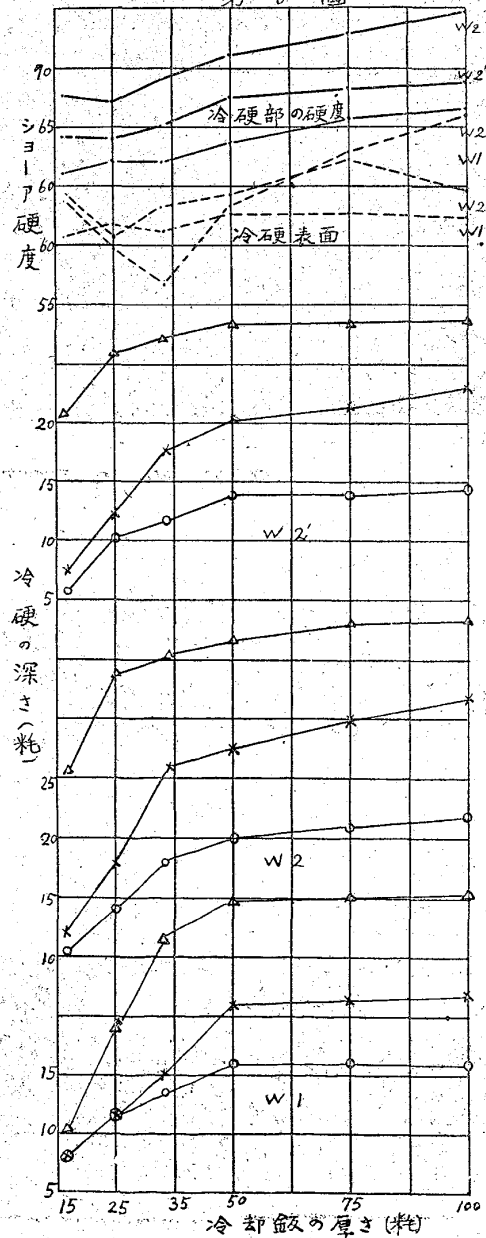
寫 眞 No. 5 冷却鋳の厚さの影響 F³ ×約40 (冷硬表面より 30 粒内部に入りたる所)
 4 (100 m.m) 3 (75 m.m) 2 (50 m.m) 1 (25 m.m)



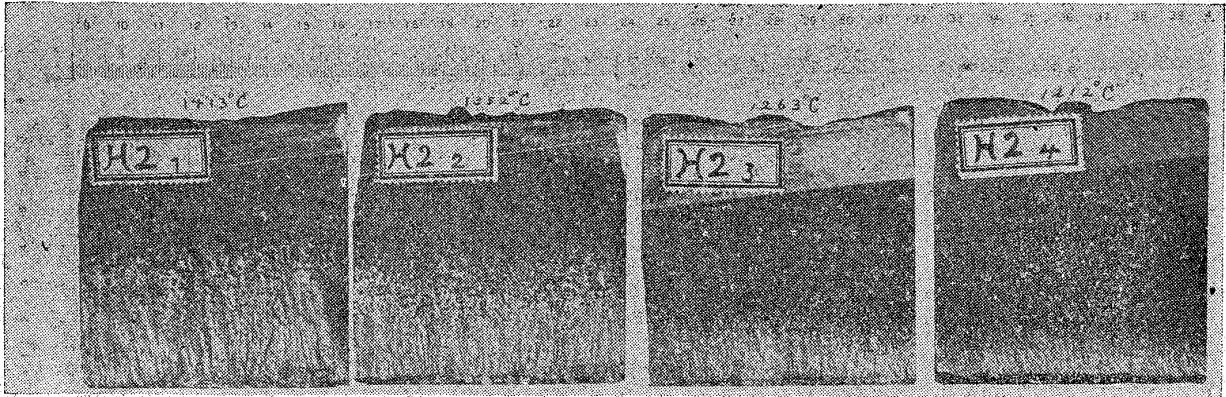
第 5 圖



第 6 圖

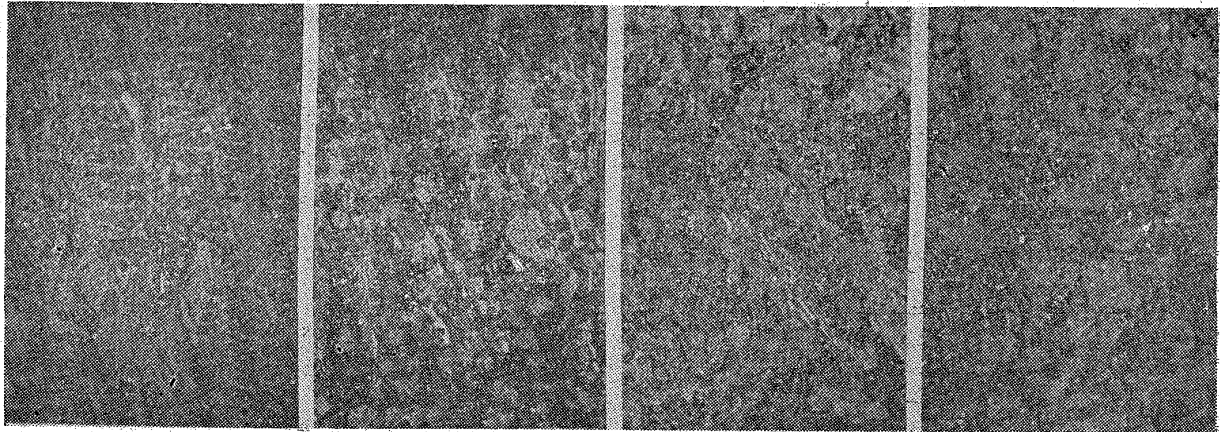


寫眞 No. 6 鑄込温度の影響

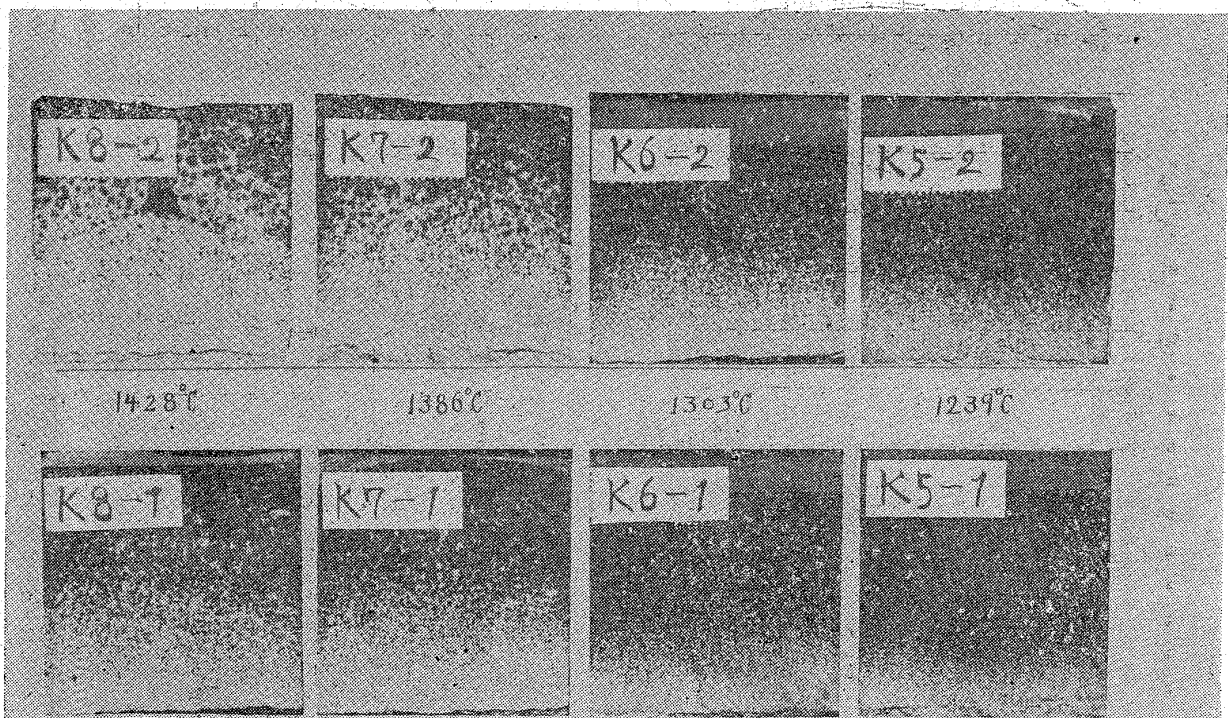


寫眞 No. 7 鑄込温度の影響 H₂ ×約44 (冷硬表面より30mmに入りたる所)

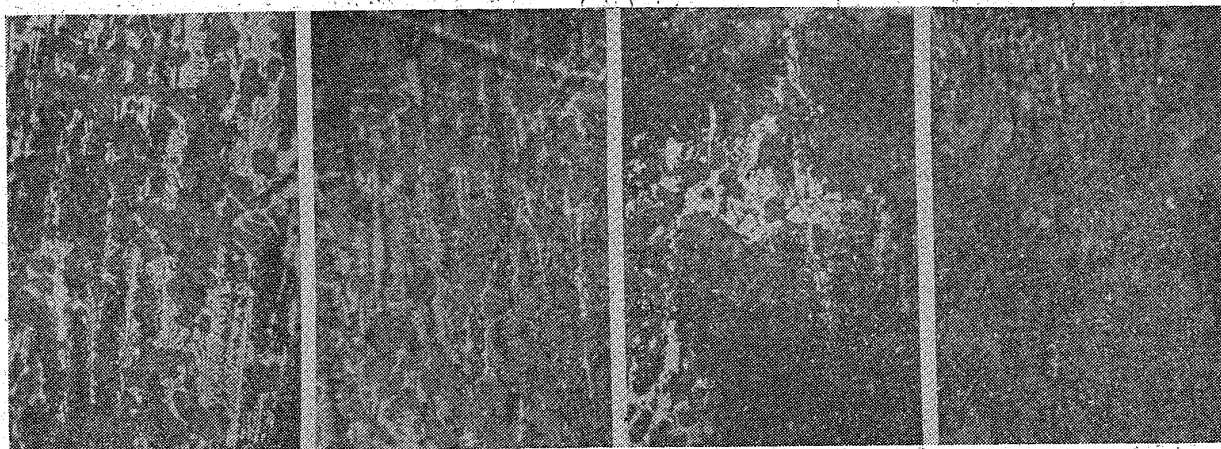
- 1 (1413°C)
- 2 (1352°C)
- 3 (1263°C)
- 4 (1212°C)



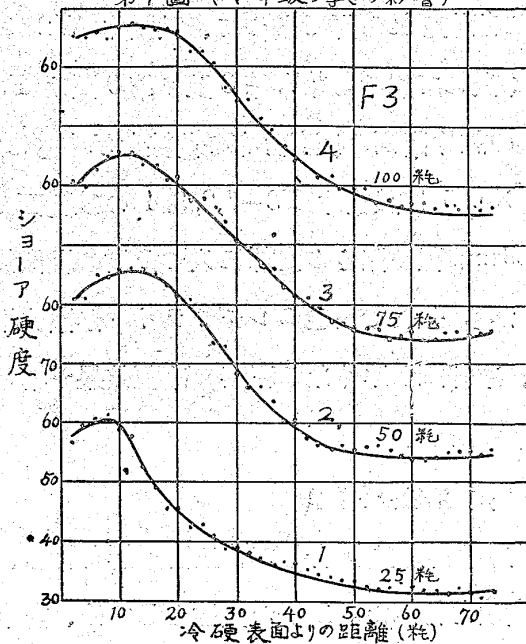
寫眞 No. 8 最高温度の影響 (上列冷却鉄の厚さ75mm) (下列冷却鉄の厚さ30mm)



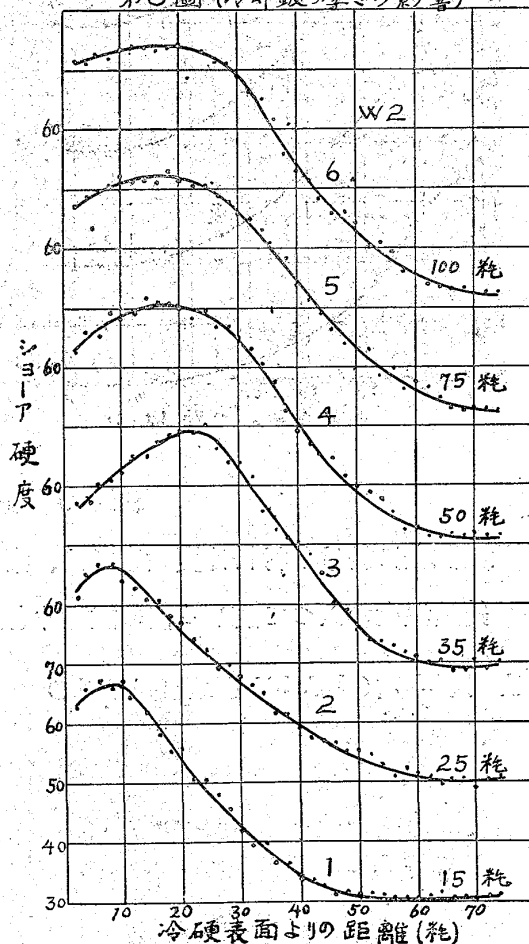
寫 眞 No. 9 最高温度の影響 K ×約40 (冷硬表面より 30 mm内部に入りたる所冷却鋸の厚さ30mm)
 8 (1428°C) 7 (1336°C) 6 (1303°C) 5 (1239°C)



第7圖 (冷却鋸の厚さの影響)



第8圖 (冷却鋸の厚さの影響)

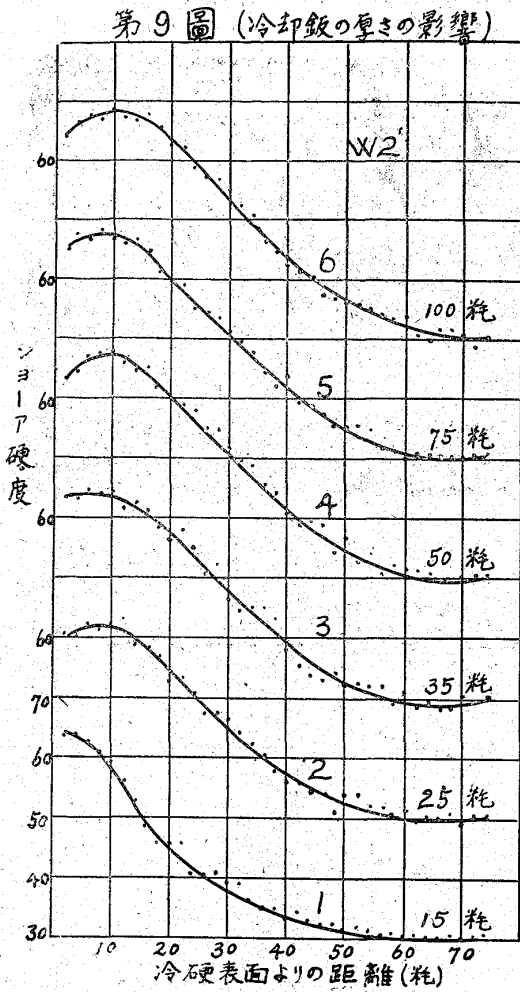


場合は、冷却鋸の厚さ 100 mmに對する冷硬効果が、同鋸の厚さ 75 mmに對する冷硬効果より却つて少しく劣つて居るのは、冷却鋸の温度の影響を受けた爲であらう。

寫眞 No.3 は、此の内 F3 の破断面寫眞 No. 4 は W2, W2' の組に於ける破断面の寫眞であつて、肉眼的にも、其影響の程度がよく分るのである。

以上の結果に依ると、冷却鋸の厚さは、或程度以上に増す事は、徒らに其の重量を増して、取扱ひを不便にするのみで、冷硬効果に殆んど關係が無いから、當所工場では冷却鋸の厚さは、品物と略同一のものを使ふ事にした。

次に破断面の中央部に於ける硬度分布を表す曲線は、何れも大體に於て、前章に述べたものと同様



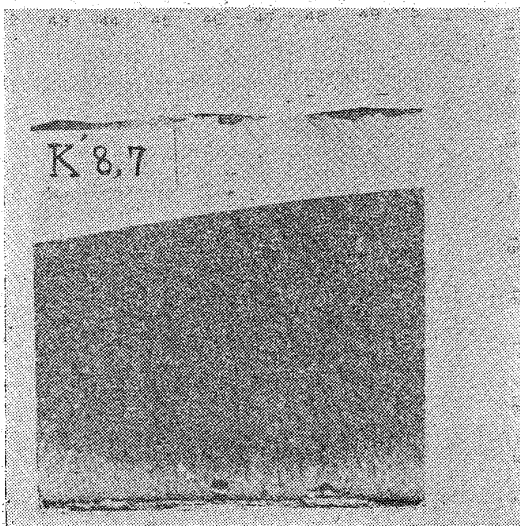
であつて、之に依つて冷硬部の硬度(最高硬度)を比較して見ると、第5圖及び第6圖の上方に示す様に冷却鉄の厚さの増す程漸次増して居るけれども、冷硬効果の場合と同様冷却鉄の厚さ50mm以上のものに於ては、其變化は餘り著しくない。又同圖に於ける點線は冷硬表面の硬度に及ぼす影響を表すもので、此も稍不定ではあるが、大體上の場合と同様の傾向を有して居る。尙此に注目すべきは冷硬部の硬度の大きさが、工場に於ける試験片(W1, W2)は實驗室のそれ(F3, F4)に比して、著しく大となつて居ることである。此は其成分上滿俺の影響である事が容易に想像される譯であつて、試験片W2に於て特に著しく表れて居る。第7, 第8及び第9圖はF3, W2及びW2'の試片断面の硬度分布の曲線を示すものである。

寫眞 No. 5 は試験片 F3-1, 2, 3, 4 の破断面の冷硬表面から30mm程の深さの内部に入つた所の顯微鏡寫眞で此の1から4まで白色のレデブライトが漸次増して居るのは、冷却鉄が厚くなる程其の冷硬効果が増して來る事を示して居る。

第三章 鑄込温度に依る冷硬効果

此の試験に於ける材料は實驗室では、素材Bに適當の硅素鐵を配合して、三回熔解を行ひ、各熔解毎に鑄込温度の異つて居る4個の試験片を鑄造して實驗を行ふた。工場の實驗としては、前章に述べ

寫眞 No. 10 K7, K8 を再熔解したもの



た試験番號 W2, W2' は同章及び本章の兩試験に用ひられる譯であるから、再び之を引用する事にした。今是等試験の結果を挙げると第4表の通りで、寫眞 No. 6は試験片 H2組の破断面である。

第10圖は之等の内實驗室で行ふた結果を圖示したもので、冷硬の深さは鑄込温度が高い程大であつて、其の影響は前章のものに比して可成著しくなつて居る。又其の關係は大體直線的となつて居るから、尙之から鑄込温度100°Cの差に對する影響を大略ながら出して見ると第5表及び第6表の通りである。

之等の表に依ると、鑄込温度100°の差に對する肉眼

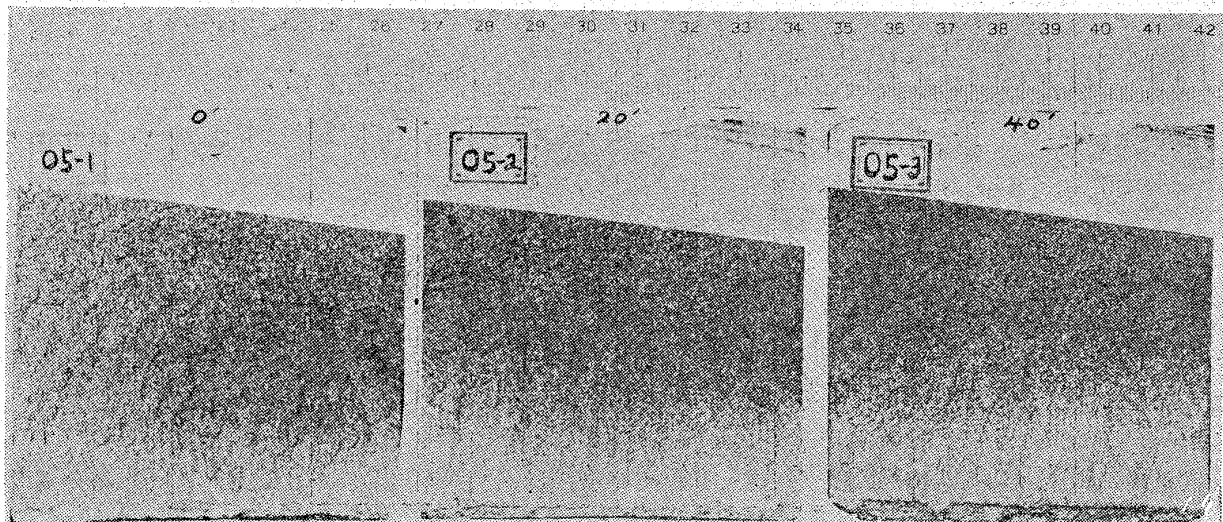
第 6 表

試 験 番 號	冷却鉄の厚さ (mm)	冷硬の深さ (mm)		差	鑄込温度100°の上昇に對する冷硬效果	試験片の對厚さに對する百分率	
		鑄込温度1247°C	鑄込温度1174°C				
肉眼的冷硬效果	W2-1. W2'-1	15	10.5	6.0	4.5	6.1	10.4 %
	W2-2. W2'-2	25	14.0	10.5	3.5	4.8	
	W2-3. W2'-3	35	18.0	12.0	6.0	8.2	
	W2-4. W2'-4	50	20.0	14.0	6.0	8.2	
	W2-5. W2'-5	75	21.1	14.0	7.0	9.6	
	W2-6. W2'-6	100	22.0	14.5	7.5	10.2	
	平均					7.8	
硬度に依る冷硬效果	W2-1. W2'-1	15	12.0	7.5	4.5	6.1	12.4 %
	W2-2. W2'-2	25	18.0	14.0	4.0	5.5	
	W2-3. W2'-3	35	26.0	18.0	8.0	10.9	
	W2-4. W2'-4	50	27.5	20.5	7.0	9.6	
	W2-5. W2'-5	75	30.0	21.5	8.5	11.6	
	W2-6. W2'-6	100	32.0	23.0	9.0	12.3	
	平均					9.3	
比重に依る冷硬效果	W2-1. W2'-1	15	25.5	21.0	4.5	6.1	14.9 %
	W2-2. W2'-2	25	34.0	25.8	8.2	11.2	
	W2-3. W2'-3	35	35.5	27.0	8.5	11.6	
	W2-4. W2'-4	50	36.7	28.7	8.0	11.0	
	W2-5. W2'-5	75	38.2	28.5	9.7	13.3	
	W2-6. W2'-6	100	38.5	28.4	10.1	13.8	
	平均					11.2	

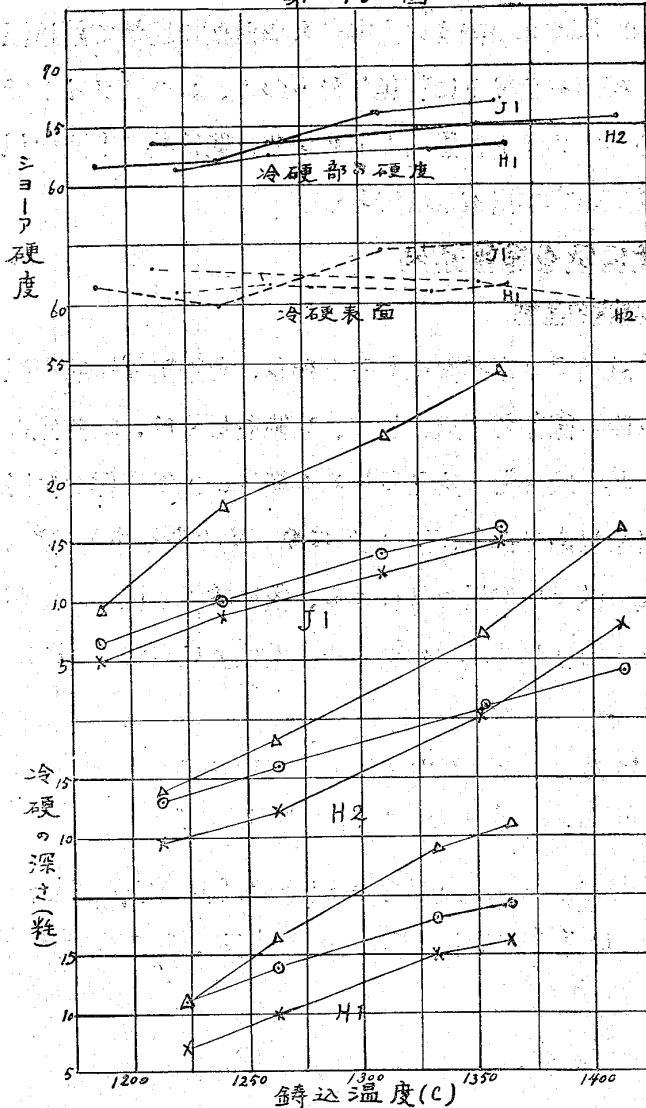
W2 は鑄込温度 1,247°C のもの

W2' は鑄込温度 1,174°C のもの

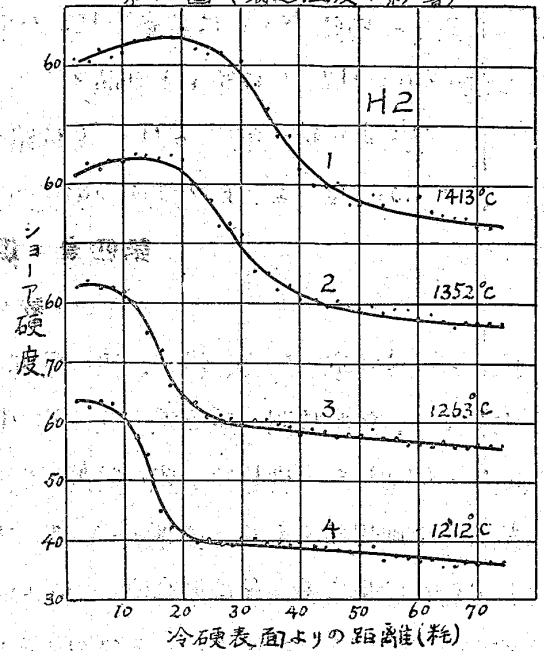
寫 眞 No. 11 最高温度保持時間の影響



第 10 圖



第 11 圖 (鑄込温度の影響)



的冷硬効果の影響は實驗室のものでは試験片の厚さに對し、平均 8.1 % 工場實驗のものでは、平均 10.4 % であつて、前章に於て述べた冷硬鋌の温度の影響 3.7 % に比較すると約 2.3 倍となつて居る。尙茲に注目すべき事は、冷却鋌の厚いもの程、即ち冷却の早いもの程、鑄込温度の影響が顯著である事である。

次に破断面に於けるシヨア硬度の分布を表す曲線は、前章のものとは少しく其の趣が異つて、急激の硬度變化の起る部分、即ち斑灰部の範圍が鑄込温度の高くなるに伴れ著しく擴大されて居る事であるが、之に關しては、何れ後章に於て説明するから、茲には只其の一例として第 11 圖で試験片 H2 の組に關する此の曲線を示す事にした。

次に又冷硬表面の硬度に對する影響は、頗る不定であつて、一定の關係を見出し得ないけれども、其の冷硬部の硬度 (最高硬度) は、鑄込温度の高いもの程漸次増して居る。

此の事實は、例へば W2 及び W2' の破断面に於ける寫眞 No. 4 を比較して見るも容易に判斷する事が出来る。何となれば之は只鑄込温度のみを異にし、其の他のあらゆる條件相等しきもの、破断面に於ける寫眞を同時に撮つたものであつて、而も其の鑄込温度の高い W2 の冷硬部は、何れも鑄込温度の低い W2' の冷硬部に比べて、其の白色の度が明かに勝つて居る事が分るからである。

顯微鏡寫眞も前章と同様に、冷硬側から灰色側に到る迄、順次撮つて比較研究した。之に依ると、冷硬表面の組織は、高温度で鑄込んだ方が多少大きく、其凝固する場合の冷却が幾分遅かつた事を示

し、又高温度で鑄込んだものは、低温のそれに比べて、レデブライトの残つて居る範圍が著しく廣くなつて居る。寫眞 No.7 は試験片 H2 の冷硬面より 30 mmの深さの内部に入つた所の寫眞で鑄込温度の最も高い H2—1 は殆んど初晶オーステナイトがパーライトに轉化したものと、レデブライトであつて、最も低い鑄込温度の H2—4 は殆んど全部パーライトと黒鉛とよりなり、他は其の中間の組織で、是等から見ても、鑄込温度の影響如何を略ぼ窺ふ事が出来るのである。

第四章 熔解方法に依る冷硬効果

第一節 最高温度の影響

此の試験は前章の場合の様に、同一熔解のもので試験する事が困難であるから、各熔解毎に最高温度丈を變へ、熔解時間、鑄込温度及び其の他のあらゆる條件を一定にして、1 個若しくは、2 個宛の試験片を鑄造した。併し同じ組の熔解に對しては、其の成分を一定ならしめる爲に、工場で作つた同一装入の冷硬用鑄鐵を其の儘實驗室の爐で再び熔解を行ふたから、其の成分は略一定である事を得た。但し分析の結果炭素の量は最高温度の高いもの程幾分減少して居たけれども、後に述べる様に、之が冷硬の効果に及ぼす影響は殆んど無視する事が出来る。而して其の材料の化學的成分は次の C. D 2 種を用ひた。

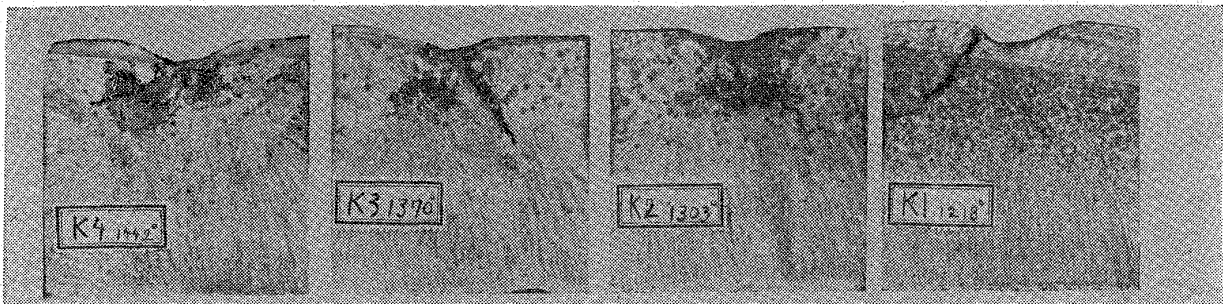
材料 C C=3.72%、 Si=0.86 %、 Mn=1.15 %、 P=0.304 %、 S=0.026 %

材料 D C=3.61%、 Si=0.95 %、 Mn=1.21 %、 P=0.290 %、 S=0.027 %

此の内試験番號 K 5.6.7.8 のものは材料 C を用ひ、各試験片は厚さを變へた2個の冷却板を使つて、同一最高温度に對し 2 個宛鑄造し、他は材料 D を用ひ、同一最高温度に對し、1 個宛の試験片を造つて試験を行ふた。

其の結果を挙げると、第 7 表及び第 12 圖の通りである。

寫眞 No. 12 最高温度の影響 (鑄込温度 1213°C)



之に依ると最高温度は著しく冷硬効果に影響を及ぼすもので、即ち最高温度が高い程冷硬の深さも大となつて居る。併し其の關係は圖に示す通り稍不規則であつて其の成分鑄込温度等の條件如何に依つても其の關係が多少變つて來るのであらうが、大略是等の結果に依つて、最高温度 100° の差に對する冷硬効果の差を計算して見ると、第 8 表の通りであつて、其の冷硬効果に及ぼす影響は頗る大きく、前章の鑄込温度のそれよりも一層顯著である事が分る。

第 7 表

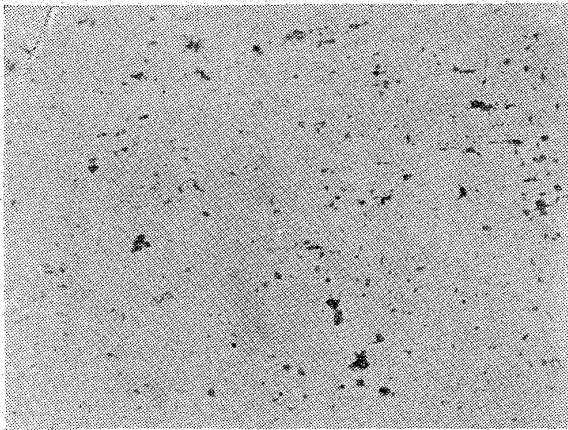
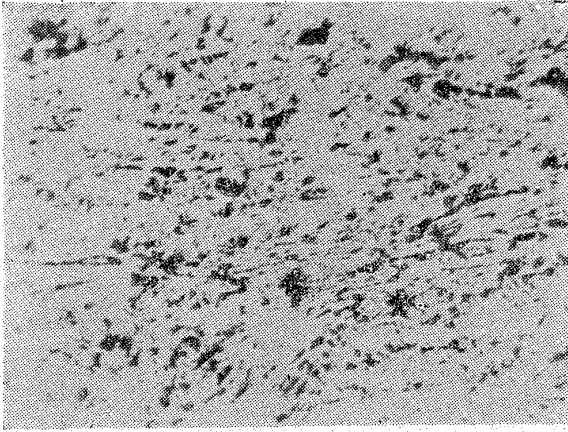
試験番号	化学成分			鑄込の条件		冷却鋌		冷硬の深さ(mm)			比重	ショアー硬度	
	C	Si	Mn	最高温度	鑄込温度	厚さ(mm)	温度°C	肉眼的	硬度	比重		冷硬表面	最高硬度
K5-1	3.63	87	1.15	1,239	1,213	30	室温	9	4.5	17.2	7.319	65.0	65.0
2	"	"	"	"	"	75	"	12	10.0	18.5	7.326	64.0	66.0
K6-1	3.57	85	1.10	1,303	"	30	"	11	9.5	24.5	7.369	66.0	68.0
2	"	"	"	"	"	75	"	15	15.0	25.7	7.378	63.0	69.0
K7-1	3.47	89	1.12	1,386	"	30	"	15	15.0	30.7	7.414	64.0	66.0
2	"	"	"	"	"	75	"	21	27.5	40.0	7.480	65.0	69.5
K8-1	3.38	84	1.09	1,428	"	30	"	15	16.0	37.7	7.461	65.0	65.0
2	"	"	"	"	"	75	"	25	38.0	49.0	7.543	63.0	69.5
M 1	3.53	95	1.27	1,258	"	75	"	0	0	1.2	7.229	47.0	47.0
M 2	3.50	93	1.19	1,315	"	"	"	3	2	2.2	7.237	68.0	63.0
M 3	3.56	96	1.14	1,348	"	"	"	10	8	17.0	7.350	63.0	68.5
M 4	3.46	91	1.18	1,392	"	"	"	14	15	29.0	7.444	63.0	69.0
N 1	3.67	94	1.16	1,266	1250	"	"	0	2	1.6	7.238	48.5	48.5
N 2	3.58	95	1.20	1,297	"	"	"	6	8	10.9	7.317	66.5	67.0
N 3	3.58	93	1.17	1,352	"	"	"	13	11.5	24.6	7.432	66.0	67.0
N 4	3.31	94	1.19	1,400	"	"	"	17	18.0	30.8	7.485	63.5	74.0

第 8 表

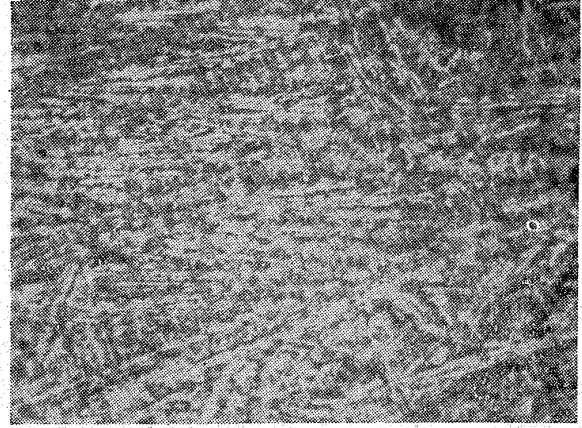
試験番号	最高温度	冷硬の深さ(mm)			最高温度100°の差に対する冷硬效果		
		肉眼的	硬度	比重	肉眼的	硬度	比重
K 5	1,239	12	10	18.5	—	—	—
6	1,303	15	15	25.7	4.7	7.8	11.2
7	1,386	21	27.5	40.0	6.1	11.9	14.6
8	1,428	25	38.0	49.0	6.9	14.8	16.1
平均	—	—	—	—	5.9	11.5	14.0
M 1	1,258	0	0	1.2	—	—	—
2	1,315	3	2	2.2	5.2	3.5	1.7
3	1,348	10	8	17.0	11.1	8.9	17.5
4	1,392	14	15	29.0	10.4	11.2	20.7
平均	—	—	—	—	8.9	7.9	13.3
N 1	1,266	0	2	1.6	—	—	—
2	1,297	6	8	10.9	19.3	19.3	30.0
3	1,352	13	11.5	24.6	15.1	11.0	26.7
4	1,400	17	18.0	30.8	12.7	11.9	21.8
平均	—	—	—	—	15.7	14.1	26.2
總平均	—	—	—	—	10.2	11.2	17.8
試験片の厚さに 對する百分率	—	—	—	—	13.6%	14.9%	23.7%

冷却鋌は全部 75 mm

寫眞 No. 13 上 W2-3 の冷硬表面
下 W2-3 の最高硬度部
(腐蝕せざるもの)



寫眞 No. 14 上 H2-1 の冷硬表面
下 H2-1 の最高硬度部
(腐蝕せるもの)



寫眞 No. 8 は K 5,6,7,8 の破断面である。

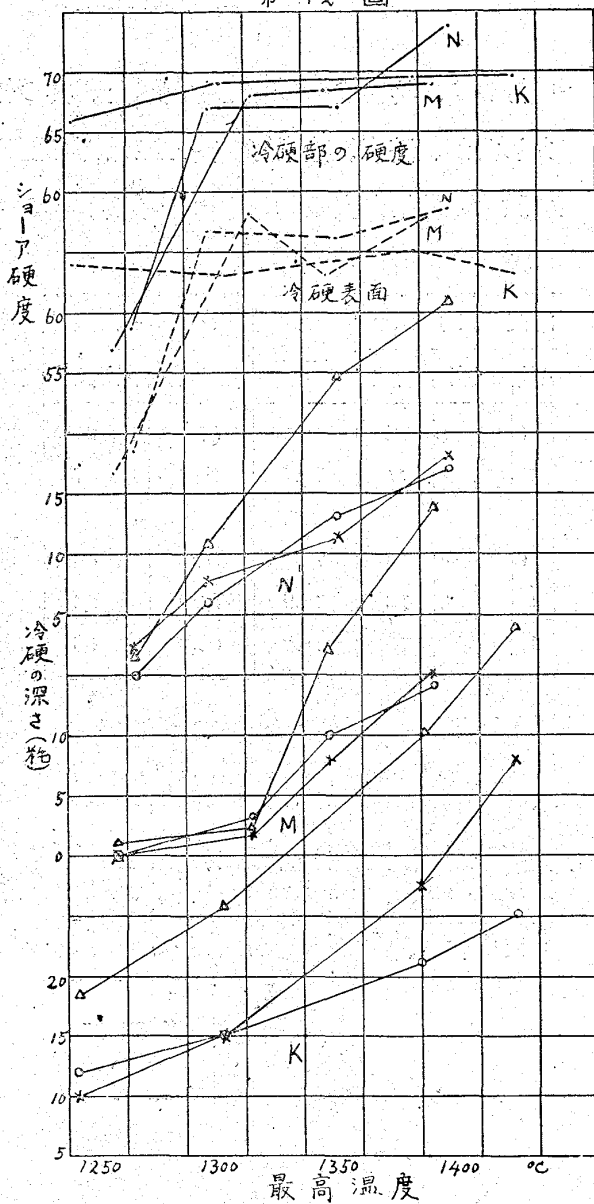
次に破断面に於ける硬度分布の曲線は前章のものとよく類似して居つて、最高温度の高い程斑灰部(硬度變化の最も急激な所)の範囲が廣くなつて居る。今一例として試験片 K5-1, K6-1, K7-1, K8-1 の一組に於ける硬度曲線を示すと第 13 圖の通りである。

又顯微鏡寫眞も前述のものと同様な方法で研究して定性的に上と同様な結果を得た。寫眞 No. 9 は試験片 K5-1, K6-1, K7-1, K8-1 の破断面中の冷硬表面から 30 mm 程内部に入つた所の顯微鏡寫眞で、之丈を見ても容易に其の冷硬程度の大體を知る事が出来る。

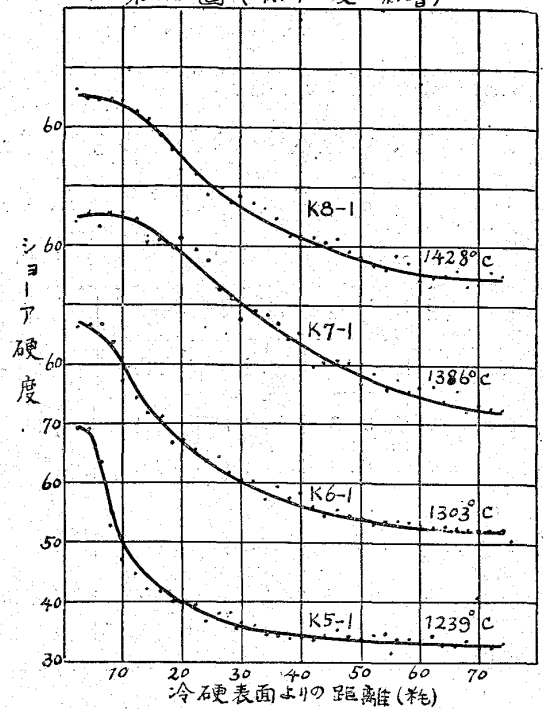
尙上述の通り分析の結果によると、最高温度の高いものは、幾分炭素量が減じて居るから、最高温度の影響は或は之が與つて力あるものではないかと疑はれる譯であるから、余は念の爲、次の試験を行つた。

最高温度が高く、従つて冷硬効果の著しかつた試験片 K7, K8 を再び熔解して、最高温度の最も低かつた試験片 K5 と同条件の元に同一試験片(K'8, 7)を鑄込んで、其の破断面の検査をした所、其冷硬効果は寫眞 No. 10 に示す様に K8, K7 (寫眞 No. 8 参照) に比べて非常に小である事が分つた。尙此の外二、三最高温度の高かつた爲、殆んど全部冷硬されて居つた試験片を、再び熔解して低

第 12 圖



第 13 圖 (最高温度の影響)



い最高温度で鑄込んで見たが、何れも多量の灰銑部が表はれた。之等に依て見ると、上述の影響は成分には関係なく最高温度のみの影響である事が分る。尙又試験片 K'8.7 と K5 とは其の冷硬効果が全く同様であるべき筈であるけれ共、前者の方が却つて同効果が小となつて居る。それは其の溶解時間が後者の 40 分に對し、前者は僅かに 12 分と言ふ短時間であつた爲と思はれる。

第二節 保持時間の影響

此の實驗は最高温度を一定にして、此の温度に種々の時間保持した後、試験片を鑄造して冷硬効果を試験したのである。併し本實驗に用ひた爐の性質として、一定の温度に或る時間正確に保持する事は中々困難であるのみでなく、時間が長くなると、其の成分を段々變化して、其の影響が加はつて來る等の恐れがあるので、實驗上頗る困難を感じたのであるが、余は次の方法で、略ぼ時間の影響を試験することが出來た。

前節に述べた材料 C を爐中へ装入して、之が全部溶解し終つてから、約 30 分間で一定の最高温度に達する様に、油及び風壓を加減し、全部の溶解鐵を 3 回に分けて型に注入した。其の第一回は最高温度に達するや否や、坩堝を爐外に取り出し、試料の一部を鑄込み、第 2 回目は第 1 回鑄造を終るや否や、直ちに其の残りの試料を爐に歸して、極力短時間で最初と同一の最高温度に達せしめ、此の

溫度に保持すること、20分間で、又坩堝を爐外に取り出して鑄造を行ひ、第9回目も之と同じ方法を繰り返して、一熔解に就き都合3回の鑄造を行ふた。

熔解数は2回で、試料の化學分析は、各試験片毎に一々行つて、其の成分の變化を調べた。其の結果に依ると、炭素量は第3回目のものに於て、少しく減少したが、滿俺、硅素等の變化は殆んど認められなかつた。第9表及び第14圖は、其の化學分析及び試験の結果を表はしたものである。

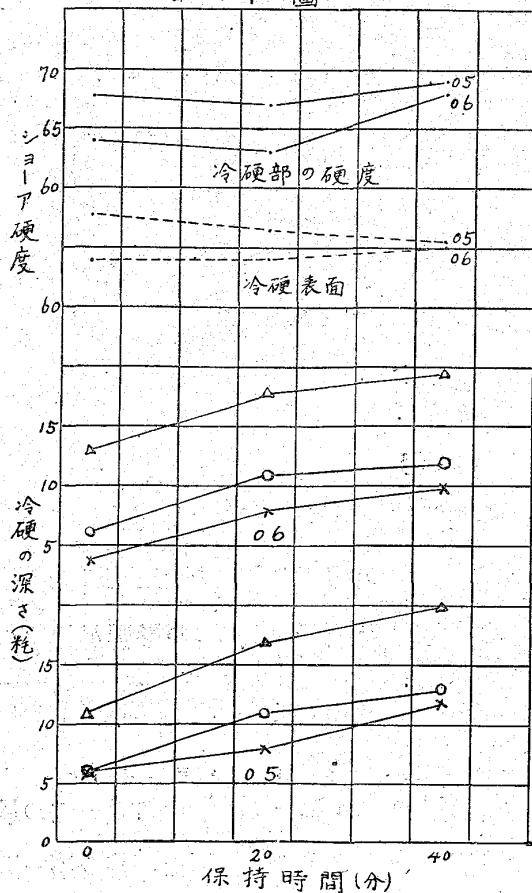
第 9 表

試験番號	化 學 成 分			鑄込の條件			冷硬の深さ (mm)			比重	シ ョ ア ー 硬 度	
	C	Si	Mn	最高溫度	鑄込溫度	時間	肉眼的	硬度	比重		冷硬表面	最高硬度
05-1	3.56	0.88	1.13	1,260	1,240	0	6	6	12	7.315	67.7	67.7
2	3.56	0.80	1.08	"	"	20	11	8	17	7.378	66.5	67
3	3.49	0.80	1.11	"	"	40	13	12	20	7.425	65.5	69
06-1	3.50	0.83	1.15	"	"	0	6	4	13	7.328	64.0	64
2	3.50	0.87	1.12	"	"	20	11	8	18	7.390	64.0	63
3	3.45	0.84	1.10	"	"	40	12	10	19.5	7.408	65.0	68

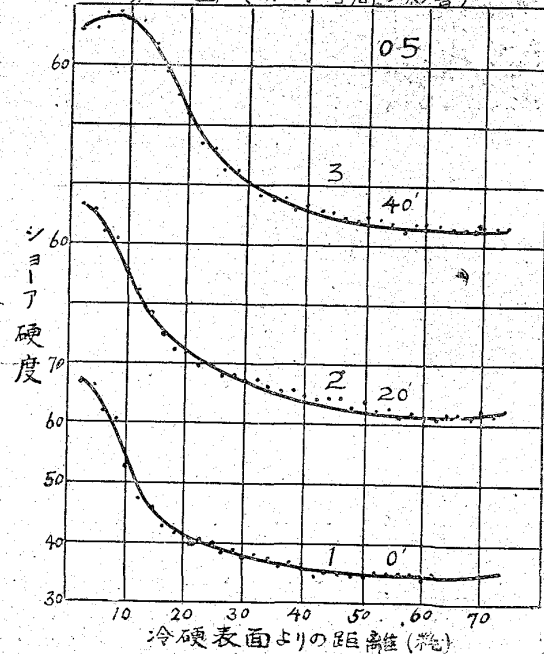
冷却鉄の厚さ = 75 mm

冷却鉄の溫度 = 室温

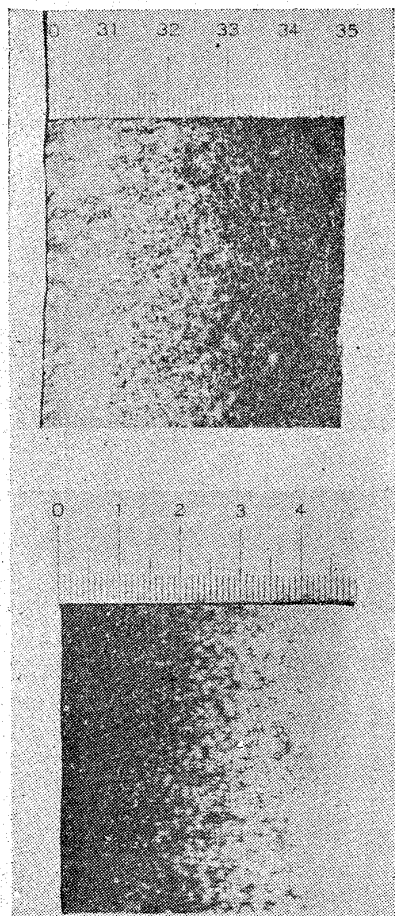
第 14 圖



第15圖 (保持時間の影響)



寫 眞 No. 15 裏鋳破断面



寫 眞 No. 16 No. 15 を研磨の上
ピクリン酸ソーダで染めたるもの

之等の結果に依ると餘り著しくはないが、溫度保持の時間が長い程、冷硬の効果及び冷硬部の硬度は、増して來る事が分る。

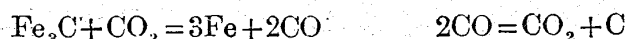
寫眞 No. 11 は一例として O5-1, 2, 3 の破断面を擧げたもので、之を見ても以上の事がよく分るのである。又第 15 圖は同試験片の破断面に於ける硬度分布を示す曲線であつて、是及び上述の寫眞を見ても分る通り、保持時間の長くなる程、斑灰部分の範圍が漸次廣くなつて居る事は前章及び前節のものと同様である。併し此の場合には餘り著しくはない。

第五章 冷硬に関する諸影響の説明

第一節 鑄込溫度、最高溫度及び保持時間の影響

冷却鋳の溫度及び厚さの影響は、冷却速度に原因する事は自から明らかであるから、別に説明の必要はないが鑄込溫度、最高溫度及び保持時間の影響に關しては、少しく説明する必要がある。而して此の三者の影響は大小こそあれ、何れも同一の機構に依るものと思はれるから、一緒に説明することにした。

現今、鑄鐵の黒鉛化機構に關する學説は、此を大別すると、黒鉛が熔銑若しくは、其の凝固後オーステナイトから直接析出すると云ふ一次説と、一旦析出したセメントイトが分解して黒鉛を生ずると言ふ、二次説とである。此に關して、本多⁽¹⁾、村上兩博士は夙に研究を遂げ、後者の二次説を主張され、且つ此のセメントイトは單獨に分解するのではなく、一酸化炭素及び二酸化炭素瓦斯の接觸作用により、次式の様な反應で黒鉛化を起すものと推斷された。



併し、同村上博士の最近の説では、此分解説でなく、Howe 氏の考と同じく、熔銑若しくは、オーステナイトに對する溶解度は黒鉛の方がセメントイトより小であるために、セメントイトはオーステナイトに溶け込み、黒鉛は直接此の内から分離して來るのであると言ふ一次説を取られ、且つ此分離の核となつて、其の變化を促進するものは、凝固の際發生する一酸化炭素が凝塊の收縮作用のため、大なる壓力を受け此により前式の後のものと同様な反應を起して出來た炭素であると推斷された。

此等の説により、瓦斯(以下 CO 及 CO₂ を意味す) が大に黒鉛化を助けると言ふ事は殆んど疑ふ

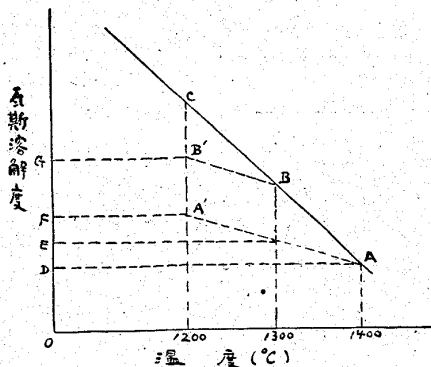
(1) 東北大學理科報告 第十卷 273 頁

(2) 金屬の研究 第二卷 第六號 627 頁

(3) Howe: The Metallography of Steel & Cast Iron, (1916) 222 頁

餘地がない譯である。尙又我々の實驗中にも、此事實を認めざるを得ぬ場合に屢々遭遇した。其の一例を挙げると、寫眞 No. 12 である。此は最高温度の影響を見る豫備的試驗として行はれた試験片で其成分(C 3.40 %, Si 0.64 %, Mn 1.02 %, P 0.29 %, S 0.032 %)、冷却鈹の厚さ、及び鑄込温度等の諸條件を同一にし、最高温度のみを、夫々 1,220°C、1,300°C、1,370°C、1,442°C、にして試験したものの破断面である。此は成分の關係上、最高温度の最も低き K1 の外は殆んど全部冷硬されて、其の度を比較することは出来なかつたが、此により最高温度の高いもの程、黒鉛化が起り難いと言ふ事及び其の黒鉛化は瓦斯に依つて、大に促進されるものなることを知り得たのである。即ち此の最高温度の高いものは、其の破面の大部分は白色であるが、尙少數の灰斑點があつて、黒鉛化が一部起つた事を示してゐる。而して其の黒鉛は瓦斯の最も多く集合する引け(Shrinkage) 及び氣孔を中心として其の附近に著しく發達し、且つ其の灰色斑點數は最高温度の高いもの程少くなつてゐる。此等から見ても、瓦斯は黒鉛化を大に助け、又後に述べる如く、黒鉛化の少いものは瓦斯の少いためであると言ふ事が自然と想像される譯である。次に又此の瓦斯(主として一酸化炭素で、少量の二酸化炭素を混合してゐるもの)の熔融鑄鐵に於ける溶解度は、最近岩瀬氏の研究に依ると、温度の高い程著しく減少することが分つて居る。之れに依つて、余は熔銑の温度や保持の時間が冷硬效果に及ぼす影響の原因は、此の瓦斯の爲であらうと考へるのである。即ち鑄込温度の低いものは、最高温度で一旦瓦斯が減ぜられて居ても、鑄込む迄温度が段々下るに従つて瓦斯の溶解度が増して來るから、空中の酸素若しくは、自身に含む酸化物等の爲に發生する瓦斯を吸収して、其の含量が多くなるから、鑄込後凝固する際に分離する瓦斯が多くなつて、其の爲に黒鉛化を助けて冷硬が浅くなり、之に反して高温度で鑄込めば冷硬效果が著しくなる。又鑄込み温度が同一でも、最高温度が高いと、其の低いものより最初の瓦斯の量が少いから、同一鑄込み温度に下る迄の間に兩方ながら段々瓦斯の量が増して來ても結局最初の瓦斯の少かつた方が矢張り瓦斯が少い事になるから最高温度の高いもの程黒鉛化が起り難く、冷硬效果が大となるものと思はれる。

第 16 圖



尙詳しく述べると、第 16 圖は此關係を示すもので、横軸は熔銑の温度、縦軸は之の瓦斯の溶解度、A、C 線は其溶解度曲線である。

今假に最高温度を 1,400° とすると、其の熔銑中に含まれる瓦斯の量は O、D で表はされるが、其熔銑を段々鑄込み温度迄下げて行くと、其溶解度は次第に増して行くから、發生する瓦斯を吸収して、其の瓦斯含量が増すけれども、冷却が比較的速い關係上、常に不飽和の状態で行くから、其の瓦斯含有量は溶解度曲線 A、B、C の下方の A、

い關係上、常に不飽和の状態で行くから、其の瓦斯含有量は溶解度曲線 A、B、C の下方の A、

A' 線を沿ふて進むであらう。

故に例へば、之を 1,300°C で鑄込んだ場合と、1,200°C で鑄込んだ場合とでは、瓦斯の量が F, E だけ後の方が多く、従つて鑄込温度の低い方が黒鉛化され易くて冷硬効果が少いことになる。又最高温度が 1,400° のものと、1,300° のものとを、同じ 1,200° の鑄込温度で鑄造したとすると、圖で明かな様に 1,400° の方は 1,300° の方より G, F だけ瓦斯量が少いから、冷硬効果が増す道理である。斯様に考へると最高温度の影響が、鑄込温度のそれよりも著しくなつてゐる事も了解が出来る。但し A, A' 線の傾は勿論不明であつて、其の程度も冷却速度及酸化物の多少等に依つて、異なる譯であるが、上述岩瀬氏の研究によるも、熔銑と瓦斯とを相接觸せしめる場合、其の吸収速度は比較的緩慢であつて、其の飽和に到らしむるには、4—5 時間を要する事になり居る點から見ても、A, A' の傾は溶解度曲線を可也離れて、寧ろ圖の如く水平に近きものと想像される譯であるから、假りに斯く考へて説明したものである。併し場合によりては A, A' が水平線よりも溶解度曲線に近き場合も起り得べく、斯る場合には鑄込温度の影響は、却つて最高温度のそれよりも、大となる譯であるけれども、我々が試験した場合の如き状況の下では、此に反する結果となつて居るから以上の如く説明を加へたのである。

又最高温度に保持した時間の長いもの程充分瓦斯を逐ひ出す事になるから、幾分冷硬効果を増す理窟である。

以上の説明を一層首肯せしめる事實は次のものである。

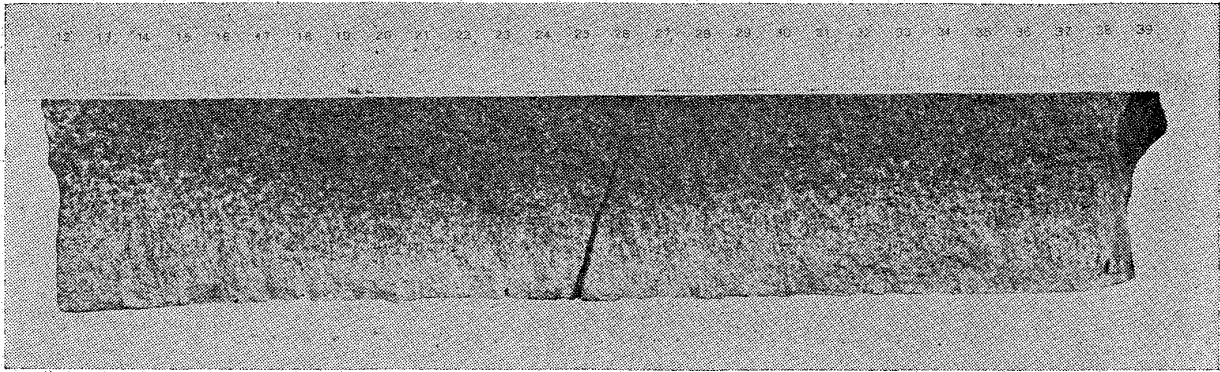
試験片の破断面をよく見ると、最高温度及び鑄込温度の高いもの程、又最高温度に保持する時間の長いもの程斑灰部の範圍が廣く、灰色斑點の数が少く疎になつて居る事に氣附く事であらう。(寫眞 No. 6, 8, 11 参照)

尙之は破断面の硬度分布の曲線を見ても明かに同様な傾向を示して居る。(第 11, 13, 15 圖参照) 併し冷却鋳の温度及び厚さに依る影響の様に、冷却速度のみに關係するものには、更に同様の傾向が認められないのである。(寫眞 No. 1, 3, 4 及び第 4, 7, 8, 9 圖参照)

之等は皆恐らく上述の原因が瓦斯にある事を裏書きするものであらう。何となれば以上の斑點は黒鉛の群であつて、凝固の際若しくは、其の直後に於て分離する一部の瓦斯が、此の部分に集合して不可見の小氣泡を造り、此に黒鉛化を開始し、尙此處を中心として、其の周圍に續々黒鉛化を促し、此に黒鉛群なる、略ぼ球形の灰色粒を生ずるものと考へらるゝが故に、鑄込みの際瓦斯の少いものは、黒鉛化を起す小氣泡数が少く、従つて斑點粒が極めて疎に點々と發達するから、冷却の可也速い部分(即ち冷却鋳に近い所)は斑點粒が成長する時間が少いから、漸く肉眼で見得る位の小粒であるものが、可也冷却の遅い、即ち冷却鋳に遠い部分では、冷却の遅い爲に、此の斑點が充分發達して可也の大粒になつてゐるけれども、斑點数の少い爲、尙其の間には白色の餘地があつて、斑灰部の範圍を脱しないから、自然此の斑灰部の範圍が廣くなり、之に反して瓦斯の多いものは黒鉛化を促す小氣泡の数が多くなつて、灰色斑點は込み合て出来る爲、少しく冷却の遅い部分は既に斑點が連續して灰銑部

となるから、自然斑灰部は狭くなる故である。尙又同一試験片の破断面で言ふと、斑灰部中、灰色斑點の分布は一様であつて、只冷却鉄に遠い所と、近い所とで、斑點粒に大小があるのみであるのは、瓦斯含量が同一で位置により冷却速度に差がある爲である。又冷却鉄の温度及厚さの影響を見たもの

寫眞 No. 17 裏鉄製品の破断面



は各試験片共斑灰部の狀況が同一になつてゐるのは、鑄込みの際の瓦斯量が同一である爲である。

以上の様に諸現象を含有する瓦斯の量で説明する事が出来たが、此鑄込み温度の場合のみは、此の外に冷却速度の影響をも考へる必要がある。即ち高温で鑄込んだもの程、冷却鉄及び周囲の砂をより多く熱するから、試験片の冷却速度が遅くなつて来る譯で、恰度冷却鉄の温度の影響と同じ結果を齎らす筈であるが、事實は之に反して居るのは、上述の瓦斯の影響が冷却速度の影響に打勝つた爲と思はれる。事實冷却鉄の温度の影響は、實驗の結果餘り著しくない事になつて居る點から見ても首肯される所である。且又熔鉄の冷却曲線から見ても分る通り、之が凝固する場合に發生する融解熱量(約 250°C程加熱するに要する熱量に等しい)は非常に大きく、且一時的に起るから、之が冷却鉄を温める作用も、加熱々量のそれに比して頗る大である。従つて鑄込温度の高低が、凝固の際に於ける冷却速度に及ぼす影響は餘り大なるものではなからうと思はれる。併しながら、此の影響は微弱ながらも、理論上存在する譯であるから、一面に於て、之は前述の鑄込温度の冷硬效果に及ぼす影響が、最高温度のそれに比して小いと言ふ他の理由にもなる譯である。P. Goerens, H. Jungbluth 兩氏は昨

表 10 表

試験番號	化 學 成 分					直 徑 (mm)	冷金の厚 (mm)	冷硬效果 (mm)	鑄込温度 °C
	C	Si	Mn	P	S				
III-a	—	—	—	—	—	180	25	0	1,250
b	—	—	—	—	—	"	50	4	"
c	3.46	1.12	.35	.30	.15	"	75	4	"
d	—	—	—	—	—	"	100	6	"
V-a	—	—	—	—	—	"	25	9	1,140
b	3.26	1.13	.32	.30	.11	"	50	10.0	"
c	—	—	—	—	—	"	75	10.5	"
d	—	—	—	—	—	"	100	12.0	"

(1) Stahl und Eisen. 9. Juli. 1925. Seite 1112.

年冷硬ロールの實驗結果を發表したが、其の内鑄込温度の影響に就いては第 10 表の結果を擧げて居る。

之に依ると、鑄込温度の低い方が、却つて冷硬効果が大きで、我々の結果と一致して居ない。併し此の論文には、最高温度の事が書いてないから、何とも判断に苦しむ譯であるが、今假に、此の III 及び V の両者が、同一最高温度であつたとしても、V の場合の鑄込温度は $1,140^{\circ}\text{C}$ 即ち Solidus に極めて近い温度であるから、鑄込の際は既に初晶オーステナイトの全部が結晶を終つた恐らく流動性の非常に悪い、且融解熱の一部を失つたものが、而も型に入るや否や凝固したから、黒鉛化の最も盛に起るべき温度に於ける冷却速度が、他のものに較べて特に著しくなり、爲に上述の場合と反對に此の冷却の影響が瓦斯のそれに打勝つて斯様な結果を來たしたものかも知れぬ。

第二節 冷硬部の内部に最高硬度を生ずる原因及び其の除去方法

前各章に於て述べた通り、試験片破断面の硬度分布の曲線中其の冷硬部の硬度の變化を見るに、冷硬表面の硬度は却つて稍低く、其の内部に進むに随つて漸次増加し、其の最高硬度の位置は冷硬部の中程若しくは寧ろ終りに近き所にあると言ふ傾向になつて居る。之は冷却速度の關係から見て、一見豫想に反する不可思議な事である。而して此の傾向は又製品の上から言ふても、餘り面白い結果ではないから、簡単に其の理由を探る事は出來ないかと思ふて、次の考への下に一、二の顯微鏡試験及び化學分析を行ふた。

白鉄は同一成分のものでも、其の凝固期間の冷却が急速なもの程焼鈍の際の黒鉛化が容易に起ると言ふ事は公知の事である。昨年京都大學の澤村氏の發表された所によると、同一成分の白鉄を砂型と金型とに鑄込んだ場合では、後者の方が遙かに黒鉛化が起り易い事になつて居る。

又菊田博士は凝固期間に於て急冷された白鉄は、セメンタイトの結晶粒が小で、瓦斯に接觸する面が廣くなるから、黒鉛化され易いと述べられ、澤村氏は之と異つた見解を持つて居られる様であるが其の機構は兎も角として、上述の凝固期間に早く冷えた白鉄は、遅く冷えた白鉄よりは、黒鉛化が起り易いと言ふ事は事實であるから、之を此の場合に適用して考へて見ると、冷却鉄に近い部分凝固期間の冷却が早く、随つて黒鉛化が起り易い狀況になつて居る。故に凝固後黒鉛化の速度の最も大なる温度では、冷却鉄が未だ充分温められない關係上、冷却の餘りに早いために、其の黒鉛化の違が無いけれども、漸く 1000° 以下の温度に冷却する様になると、冷却鉄の温度も相當昇つて來て、熱の吸収が急に遅くなるから、此の場合に、自分自身の熱に依つて一部分焼戻されて黒鉛化を起し、而も其の量は上述の理由で冷却鉄に近い所程却つて多く起つたものと思はれる。

尙之を確める爲に最高硬度の最も著しく現はれて居る試験片 W2-3, H2-1 を取つて破断面を顯微鏡的に検査をし、尙一層之を確める爲に、其の試験片の冷硬表面、最高硬度部及び其の中間より

(1) 鐵と鋼、第 11 年、第 12 號

(2) 金屬の研究、第 3 卷、第 4 號

試料を採取して分析に附した所第 11 表及び寫眞 No.13, No.14 に示す様に、何れも上述の推斷と相一致する結果を得た。即ち同表に依れば、兩試験片とも、最高温度部の黒鉛量は冷硬表面に比して著しく少く、顯微鏡寫眞に於ても、之と全く同様になつて居る事が解る。但し之のみが、其の全原因であるか否かは、尙考究の餘地があるけれども、少く共、其の主なる原因であると言ふ事が出来る。

第 11 表

試験片符號	黒鉛の量 (百分率)		
	冷硬表面に於ける	最高硬度部に於ける	其の中間部に於ける
W2-3	0.370	0.053	0.152
H2-1	0.285	0.041	0.133

尙又 W2 及び H2 の組に於ける硬度分布の曲線(第 8 圖及び第 11 圖参照)を通覽して見ると、冷硬部の硬度の變化が最も著しいものは、高温度で鑄込んだものか、或は冷却鉄の比較的薄いものかに表はれて居る事が分る。第 12 表は冷硬表面の硬度と最高硬度との差を比較したものである。

第 12 表

試験番號	冷却鉄の厚さ (mm)	鑄込温度 (°C)	硬 度		
			冷硬表面	最高硬度	差
W2-1	15	1,247	63.5	67.5	4.0
2	25	"	59.5	67.0	7.5
3	35	"	56.5	69.0	12.5
4	50	"	63.0	71.0	8.0
5	75	"	67.5	72.5	5.0
6	100	"	70.5	74.5	4.0
H2-1	50	1,413	60.0	65.5	5.5
2	"	1,352	61.5	65.0	3.5
3	"	1,263	62.5	63.5	1.0
4	"	1,212	63.0	63.5	.5

表に依ると、W2 の場合に於ては、冷却鉄の厚さ 35mm(品物の厚さに對しては 0.47) の時が最大となつてゐる。之は次の様に容易に説明する事が出来る。冷却鉄の厚さの小さな物程鑄込後、より速く温められて、鑄物の冷却を遅くするから、焼戻される事も一層甚だしい譯であるが、又他面より考へると冷却鉄の厚さの小なるものは、大なるものに比して、凝固期間の冷却が遅いため、茲に出來た白鉄は黒鉛化が起り難い状況になつて居る。

故に此の反對の兩影響が重り合つて、恰度冷却鉄の餘り厚くも又薄くもない 35mm 位のものに、上述の影響が最も著しく表はれたものと思はれる。又 H2 の組に於て最高鑄込温度のものが、其の影響が最も大となつて居るのも鑄込後冷却鉄が他のものと比べて、高温度に熱せられる爲、冷却表面の焼戻作用がより多く起つたものと思はれる。

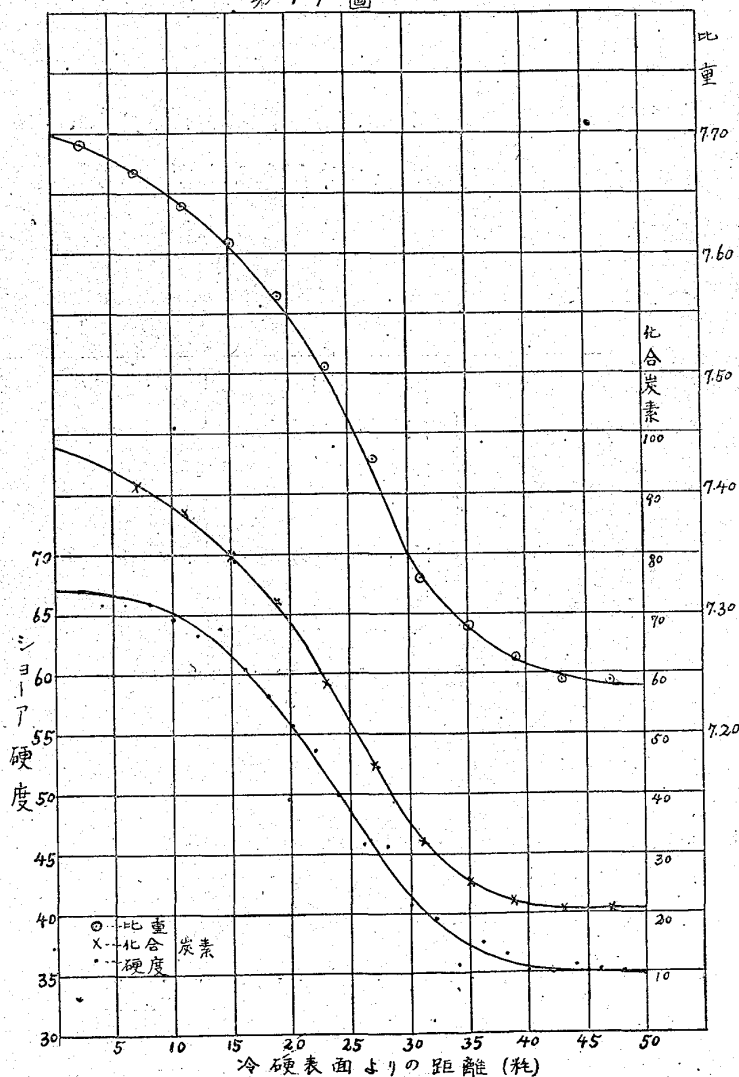
斯様に考へると、此の冷硬表面の焼戻に依る硬度の減少を防ぐには、冷却鋳の厚さを品物と同様以上にし、鑄込温度を成る可く低くすればよい事になる。實際當所の製品は鑄込温度を1,250°C以下、冷却鋳の厚さを品物に對し1として居るから、以上の様な不都合は殆んど起らないのである。其の一例として當所電氣爐で製作した厚さ 50 mm の裏鋳を破壊して、其の破片から約 50 mm 四角の試験片を造つて冷硬表面から灰鉄部の端に到る迄の各部のショア硬度比重及び全炭素に對する化合炭素の百分率を求めた。其の結果は第 13 表及び第 14 表の通りである。

第 13 表
(裏鋳製品各層の比重及び化合炭素の量)

測定番號	比 重	削り取られた部分の計算的比重	化合炭素百分率
0	7.46243	7.243	20.8
1	7.48120	7.245	20.4
2	7.50406	7.262	22.2
3	7.52981	7.288	25.5
4	7.55986	7.329	32.6
5	7.59118	7.429	44.9
6	7.61637	7.505	59.3
7	7.63785	7.565	72.5
8	7.65453	7.609	79.6
9	7.66397	7.641	87.0
10	7.68140	7.669	92.5
11	7.69160	—	—

此の中、各部の比重は初め全體の比重を測り、次に之を旋盤にかけて、灰鉄部の側から 4 mm 程削り落した後、其の比重を測り、此の兩比重から、削り取つた部分の比重を計算に依つて求めたのである。以後此の方法を繰り返して試片の厚みが 6 mm になる迄續けた。比重の測定は特に注意して嚴格に 2 回宛測つて平均したのである。

第 17 圖



第 14 表 (裏鋳製品の破断面のショア硬度試験)

冷硬表面よりの距離(mm)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
ショア硬度數	67.3	67.0	65.9	65.9	66.1	64.8	63.3	63.7	60.1	58.2	55.5	53.6	50.0
冷硬表面よりの距離(mm)	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
ショア硬度數	45.7	45.3	40.8	39.5	35.7	37.5	36.5	35.1	35.0	35.0	35.3	35.0	35.0

第 17 圖は此の結果を圖示したもので、其の冷硬部に於ける硬度、比重及び化合炭素の量は何れも著しく大であつて、且其の冷硬表面に近づく程漸次増して居る。

寫眞 No. 15 及び No. 16 は其の破断面及び同一破断面を研磨して亞爾加里性ピクリン酸ソーダで染めたものである。

第六章 冷硬部分の厚さを知る一方法

第一節 豫備的試験

鉄狀冷硬鑄物の冷硬部の深さを知る一方法として、比重を應用することに思ひ付いて、次の豫備的試験を行ふた。

装入番號の異つて居る 2 個の鉄狀鑄物を破壊して、其の中から格好の寸法のものを選び出し旋盤若しくは、鋸にかけて冷硬部及び灰鉄部から試片を採取して其の比重を測定した。其の結果は第 15 表の通りである。

第 15 表

装入番號	試片採取の位置	破面の狀況	比 重	冷硬部と灰色部との比重の差
F-1,453	灰鉄部の外端	粗	7.181	—
"	灰鉄部の中央部	粗 大	7.180	—
"	斑灰部に近き灰鉄部	密	7.207	—
平 均	—	—	7.190	—
F-1,458	冷硬部の外端	白 色	7.654	.464
F-1,504	灰 色 部	粗	7.243	—
"	冷硬部の外端	白 色	7.675	.432

表に依るに、冷硬部と灰鉄部との比重の差は、0.4 以上であつて、可也大であるから、灰、白兩鉄鐵が混合して出來て居る、冷硬鑄物全體の比重を測定すると、其の灰、白各部の比重から直に、其の冷硬部の深さを知る事が出来る譯である。

今冷硬鑄鐵鉄の面積を S 、厚さを l 、灰、白各部の比重を夫々 dg, dw 、全體の比重を d 、冷硬の深さを h とすると、

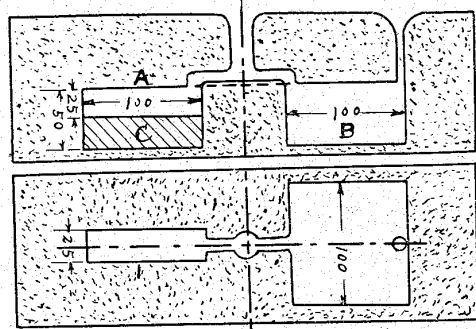
$$d = \frac{Shdw + S(l-h)dg}{Sl} = \frac{hdw + (l-h)dg}{l} \quad h = l \frac{d-dg}{dw-dg} \dots\dots\dots (1)$$

以上は勿論冷硬部と、灰鉄部との境界が判然として居る場合の計算であるけれども。實際の場合には、境界は可成廣い斑灰の部分があつて、頗る漠然として居るのである。併し此の場合でも便宜上此の價を以て、冷硬の深さを代表せしめる事は別に差支へない事であるから、余は恰度、振子に相當單一振子の長さと言ふものがある様に、此の計算上得た冷硬效果の價に、相當冷硬效果或は相當冷硬の深さと言ふ名稱を與へて、此の方法を採用する事を主張したいのである。又實際此の相當冷硬效果の深さは、冷硬表面から斑灰部の約中央部迄の長さに當るのであるから、之を以て冷硬の效果を表はしても別に不都合はない筈である。

併し上式で相當冷硬効果を知るには、灰、白兩部分の比重を知る必要がある。而して冷硬部の比重は主に其成分に關係し、灰鉄部の比重は主に其の成分及び黒鉛化の程度に依るものであるから、各装入毎に兩者の比重を簡単に知らねばならぬ。

之を爲すには品物鑄造の途中で、第 18 圖に示す様な砂型に試験片を鑄込んで、灰、白二種の試験片を造り、之から適當の大きさの試片を折り、若しくは切り取つて、比重を測定すると、同一装入番號

第 18 圖



の冷硬鑄鐵鉄の灰、白兩部分の比重に殆んど等しいものが得られる譯である。

同圖に於て A は、全部冷硬される 25mm 四角の試験棒 B は、冷却の遅い爲全部灰鉄となるべき厚さ 50mm の、100 mm 四角型試験片、C は A を冷硬すべき冷却鉄である。又相當冷硬効果の概數を知らんとするには、以上の手數を省き $dg=7.2$ 、 $dw=7.65$ として計算すれば宜しいであらう。

次に第 15 表に擧げられた、冷硬鑄鐵鉄の他の破片を取つて、先づ肉眼的觀察に依つて、其の相當冷硬効果（冷硬表面より斑灰部の中央部迄の長さ）を測り、續いて其の全體の比重を測定し、其の結果と、同表にある灰、白兩部の比重とから、相當冷硬効果を計算して比較すると、第 16 表の通り、肉眼觀察と計算結果とは、よく相一致して居る。

第 16 表

装入番號	比 重	計算に依る相當冷硬の深さ (mm)	肉眼的相當冷硬の深さ (mm)
F-1.458	7.341	16.2	16.0
"	7.219	6.2	6.5
F-1.504	7.462	25.5	25.0
"	7.126	21.5	22.0

第二節 裏鉄製品の比重測定法

以上の結果に依ると、比重の差 0.01 は冷硬の深さ約 1 mm に相當するから、比重の測定に依つて、冷硬の深さを正確に知らんとするには、比重測定の誤差は ± 0.01 以内であることが必要である。言ふまでもなく、實驗室では、此の程度の比重測定は極めて容易であるが、併し實際工場の重量大なる品物の比重を普通の臺秤の様な感じの悪い秤で、しかも ± 0.01 以内の誤差で、且簡易に測定しやうとするには、少しく工夫を要するのである。當所の冷硬鉄状鑄物は、粉粹機の裏鉄であつて、其の厚さは 40~70 mm、重量 50~200 kg のものであるから、之等品物の比重を上述の誤差以内で測定するには、天秤の感量は全秤量に對し $\frac{1}{20,000}$ 以下のものでなければならない ((3)式参照)。

併し普通の臺秤では到底之丈の感度を持つものはないから、余は二種の臺秤（普通品）A, B, を用ひ、 ± 0.01 以内の誤差で而も何人にも容易に出来る、次の方法で比重を測定した。

A. 臺秤は秤量200 kg、感量 0.1 kg であるが少しく注意して測ると、0.05 kg 迄は讀む事が出来る。

B. 臺秤は秤量 50 kg、感量 0.02 kg であるが、之も少しく注意して測定すると、0.01 kg 迄は讀む事が出来る。

此の臺秤中、A は空中に於ける重量測定に用ひ、0.05 kg 迄正確に秤量した。さうすると、最も悪い條件の場合でも之が比重の上に及ぼす誤差は、

$$7.5 \times \frac{0.05}{50} = 0.0075 \dots\dots\dots (2)$$

となる。但し品物の比重を 7.5 とした。又臺秤 B は品物の浮力を測るに用ひ、0.01 kg 迄正確に讀んだ。故に最も悪い條件の場合でも、是が比重に及ぼす誤差は、

$$7.5 \times \frac{0.01}{50/7.5} = 0.011 \dots\dots\dots (3)$$

に過ぎない譯である。さうして此の浮力の測定は普通の方法の様に物體の水中の重量を測つて間接的に定める方法でない、直接的に定めた。即ち次の通りである。

薄いナマコ鋳で品物が壁に觸れる事なく自由に出入りの出来る範圍で、成る可く容量の小さな長方形の軽い水槽を造り、尙水壓に堪へしめる爲に其の外側に上下二ヶ所に木製の枠を嵌めたものを、秤 B の臺の上に置き、是に適量の水を入れて、之れを分銅の代りに鉛及び砂等を用ひて、適當の方法で正しく釣合はしておいて、其の内に豫め眞上に滑車で吊り上げてある品物をロープと共に、靜かに、壁に觸れぬ様に水槽中の水面以下に沈めると、品物の浮力の反作用が水槽に働くから、水槽に恰度浮力丈け重くなつて、之と釣合ふ爲に分銅を加へ、或は臂の分銅を滑らす等の事をすれば、容易に其の浮力を測る事が出来るのである。今空氣中の重さを A 浮力を B 水の溫度を $t = ^\circ\text{C}$ とすると、次式に依つて比重を計算する事が出来る。

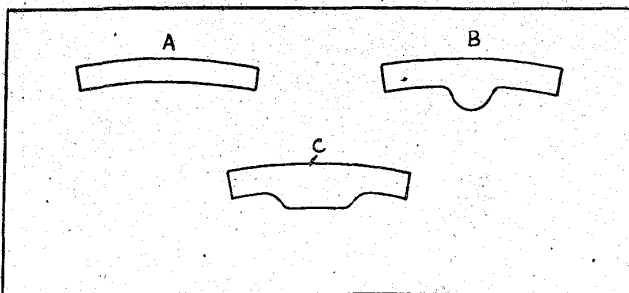
$$\text{比重} = \frac{A}{B} \times (t \text{ の水の比重}) \dots\dots\dots (4)$$

但し水は水道の水ならば結構であるが、井戸の水ならば成るべく軟水を用ひるが宜しい、又浮力 B は勿論ロープの浮力を差引かれたものである。

第三節 測定の結果

前述の(1)式から、相當冷硬効果を計算する事が出来るのは嚴格に言ふと、肉の厚さが一樣な平面の鋳の場合でなければならぬ。所が當所製作の裏鋳は何れも表面が少しく曲つて居て、其の形も稍複雑なものもあるが、其の主なるものは、第19圖

第 19 圖



A, B, C, に示す様な横断面を持つたものである。同圖に於ける A は唯表面が少しく曲つて居るだけであるから、之は平面と見做して計算しても大差がない譯である。又同圖の B は中央に山があつて、此の所は肉が著しく厚くなつて冷硬効果が減するが、其の代り山の幅が狭く尖

つて居るから、當然山の頂の冷却は早くなくなる譯で、此の二つの反對の作用が重つて、此の部分の全體の比重は他の部分と殆んど變らないと考へると、此の場合も山がない場合と同様に取扱ふても大なる誤りがないと思はれる。併し C の場合は山の幅が廣い上に頂が平たくなつて居るから、此の部分は冷却の關係上他の部分より冷硬効果が少い譯であるから、(1) 式で山に無關係に相當冷硬効果を計算すると、其の平均の値より小さくなる恐れがあるから、此の場合は此の山を全面に一樣な厚さに擴げたと考へた場合の厚さ、即ち平均の厚さを計算し、之を(1)式に適用して相當冷硬効果を出すと其の平均の値が得られる譯である。

其の他、之と多少異つた形のものは、之に應じて適當の補整を施す事が出来るのである。以下測定の結果は此の方法で計算したものである。又冷硬部及び非冷硬部の比重は本章第一節に於て述べた方法で試片を造つて測つたものである。

其の測定の結果は第 17 表の通りで比重は大部分 2 回宛測定して、其の正確の程度を試験して見た。

第 17 表

装 入 番 號	符 號	空氣中の 重量 (kg)	全浮力	ロープ の浮力	物體の 浮 力	見掛け の比重	水中の 溫度°C	比 重	裏鋌の 厚 さ	相當冷硬效果	
										計 算	肉 眼
F1,389	21-Q	77.39	10.558	.041	10.517	7.3585	11.0	7.356	55	18.0	17.5
"	"	77.36	10.550	.040	10.510	7.3606	12.5	7.357	55	18.1	"
F1,400	26-K	77.20	10.570	.041	10.529	7.3321	13.0	7.328	72	15.5	15.0
"	"	77.18	10.582	.042	10.540	7.3225	10.5	7.320	72	14.0	"
F1,407	28-O	67.08	9.276	.039	9.237	7.2621	13.0	7.258	64	10.8	12.0
"	"	67.03	9.278	.042	9.236	7.2574	10.5	7.255	64	10.5	"
"	23-N	64.12	8.910	.036	8.874	7.2256	11.0	7.223	70	6.2	6.0
"	"	64.12	8.917	.039	8.878	7.2223	13.0	7.218	70	5.5	"
F1,409	29-K	60.00	8.320	.033	8.282	7.2446	12.0	7.241	41	5.3	7.0
"	"	60.03	8.329	.040	8.287	7.2438	11.25	7.241	41	5.3	"
"	29-B	98.61	13.72	.042	13.678	7.2093	12.5	7.205	60	3.3	4.0
"	"	98.60	13.728	.041	13.687	7.2039	11.0	7.201	60	2.7	"
F1,415	31-Q	77.40	10.510	.040	10.470	7.3925	11.0	7.390	50	21.0	20.8
"	"	77.39	10.508	.043	10.465	7.3951	11.5	7.392	50	21.0	"
F1,458	40-S	56.229	7.788	.035	7.753	7.2525	11.5	7.249	50	6.0	7.6
"	"	56.25	7.790	.035	7.755	7.2534	12.0	7.250	50	6.1	"
"	40-B	98.925	13.682	.040	13.642	7.2515	11.0	7.249	50	6.0	5.5
"	"	98.87	13.690	.040	13.650	7.2432	12.0	7.240	50	5.2	"
"	40-A	119.42	16.615	.040	16.575	7.2042	11.0	7.202	65	3.0	3.0
"	"	119.44	16.620	.040	16.580	7.2038	12.0	7.200	65	2.8	"
F1,502	48-O	67.57	8.890	.041	8.849	7.6358	14.0	7.630	50	42.2	42.5
"	48-K	76.22	10.022	.041	9.981	7.6365	13.7	7.631	50	42.2	"
F1,504	49-R	90.84	12.276	.041	12.235	7.4246	13.3	7.420	50	20.5	21.0
"	49-Q	77.20	10.430	.040	10.390	7.4302	12.5	7.426	50	21.3	22.0

即ち、装入番號と品物の符號とが等しいものは、皆同一の品物で、2 回の測定結果は何れも ± 0.01

以内の差になつて居る。又同一装入のものでも品物の厚さや重量が異つて居るものは、其の比重も可也の差があつて、相當冷硬効果も異つて來て居る。即ち重量及び厚さの大きなもの程冷硬の深さが淺くなつて居る。之は明らかに冷却速度が遅い爲である。又肉眼的相當冷硬効果とあるは、其の破断面の各所で其の冷硬表面から、斑灰部の中央部迄の長さを測つて、之を平均したものである。

寫真 No. 17 は最後の F1,504, 49-Q の破断面である。勿論此の肉眼的深さは極めて、大體のものであるけれども、計算的結果と略一致して居るのは、上述の計算法の誤つて居らぬ事を證するものである。

第四節 此の方法に依る利益

此の裏飯の場合に於て其の製品の冷硬効果を判斷する方法は、種々あるであらうが、次のものは其の普通のものである。

(1) 側面黒皮の色合を見て判斷する方法

之は最も簡單ではあるが、時に依り其の判別のつかぬ場合もあり、殊に品物の端と内部とは、普通冷硬の深さが著しく異つて居るものであるから、此の方法は殆んど想像に過ぎないものである。

(2) 側面のショア硬度を測定して判斷する方法

ショア硬度のものゝ値が不定であつて、誤差があるのみでなく、(1)の終りに述べた所と同一の理由で此の方法も殆んど實際の役に立たぬと言ふて宜しからう。

(3) 品物と同一の厚みの試験棒を品物鑄造の前後に鑄込んで、其の破断面を見て品物の冷硬効果を判斷する方法

此の方法は前二者に比較すると遙かに勝つて居る様であるが、之とても試験棒が品物と同じ質量で且つ鑄造温度が同一でない以上、品物の冷硬効果を代表する事は出来ない譯である。殊に厚みは略同様でも、種々形状の異つて居る品物を鑄造する場合などには各種のものに付き一々品物と同大同形の試験棒を鑄造する事は、寧ろ經濟上許さぬ事である。然るに比重を應用した本方法は、品物その物の冷硬効果を見る方法であるから、之より確かなものは無く、且つ品物全體の平均した冷硬効果を比較的正確に測る事が出来るから、規格の標準を定める場合などには最も好都合である。尙又破断面の觀察に依る場合の様に冷硬部と非冷硬部の境界不明瞭な爲、其の判斷に困惑する等の事もなく、其の外前に述べた種々の缺點を除く事が出来る。加ふるに此の方法は頗る簡易であつて、其の設備として單に二臺の臺秤とロープ滑車位で事足り、其の計算も非常に簡單で、殊に比重と相當冷硬効果との關係は(1)式に示す様に直線的であるから、單に方眼紙とセルロイド製の定規とがあらば、其の比重から直ちに相當冷硬効果を知る事が出来る。只品物の内部に非常に多くのブローホールがある場合は眞の冷硬効果を表はさない事になるけれども、斯の様な場合は極く稀であつて、寧ろ斯かる場合には他の同一装入の品物と較べて、比重が著しく少いから、直に其の缺陷が看破される譯である故に、其の試験の際斯かる不良品を誤つて合格せしめる様な心配が無く、製作者の信用上から言ふも、又注文主側から見るも本方法は遺憾なきものと思はれる。

以上の理由で、余は此の相當冷硬効果と表面の硬度(此の代りに第 18 圖に示す冷硬試験片 A の

硬度を以て代表せしめると、測定上非常に便利で、且つ正確な硬度を知る事が出来る)とで此の裏鋳の規格を定める事を主張したのである。

結 論

以上の結果を總括すると次の通りである。

- (1) 冷硬効果を測るには、試験片の破断面に於ける純白部の厚さの外に、硬度の分布曲線及び比重を利用した。
- (2) 試験片の破断面に於ける冷硬部の硬度は多く不同で一定せず、殊に冷硬表面の硬度は、焼戻等のために著しく低い事があるから、冷硬部の最高温度を以て其の部の硬度を代表せしめた。
- (3) 冷却鋳の温度は冷硬効果に少しく影響を及ぼし、其の関係は略々直線的に温度の高いもの程冷硬効果が減少し、又冷硬部の硬度も之と同様に冷却鋳の温度が高い程、少しく低くなつて居る。
- (4) 冷却鋳の厚さも、冷硬効果に影響を及ぼすけれども、之には限りがあつて、冷却鋳の厚さ 50 mm 以上では、其の影響漸く微弱になつて試験片の厚さ (75 mm) と同等以上になると、殆んど影響が無い。又冷硬部の硬度も冷却鋳の厚いもの程高くなつて居るが、之も冷却鋳の厚さが 75 mm 以上のものでは餘り變りがない。
- (5) 鑄込温度は冷硬効果に影響を及ぼし、温度の高い程冷硬効果を稍著しく大ならしめる。又冷硬部の硬度も鑄込温度の高い程概して増して居る。
- (6) 最高温度も鑄込温度の場合と同様であつて、其の影響は寧ろ、之よりも一層著しい。又冷硬部の硬度も同様に最高温度の高い程概して増して居る。
- (7) 最高温度保持時間も幾分冷硬効果に影響して、時間の長いもの程、冷硬効果を大ならしめ冷硬部の硬度も概して少しく増して居るが、何れも、其の影響は比較的僅少のものである。
- (8) 全試験片を通じて、破断面のショアー硬度を測つて硬度分布の曲線を求め、其の變化を調べて比較研究をした。又其の研磨面を檢鏡に附して冷硬効果の程度を比較した。
- (9) 鑄込温度、最高温度及び保持時間の影響に關し、之を熔銑中に含む瓦斯の量で説明し、且つ之を破断面の状況及び硬度の分布曲線の形等から論證した。
- (10) 試験片の破断面に於ける冷硬部の硬度が、其の内部より表面に至るに従つて、漸次減少して居る場合があることに關し、之を凝固後起り得る冷硬表面の焼戻作用で説明し、尙之を顯微鏡並に化學分析を以て確めた。又是の缺陷を除去するには、低温度鑄込みと、冷却鋳の厚さを品物と同等以上にすることの必要について論じた。
- (11) 冷硬部と非冷硬部との比重の差が著しい事を利用して、鋳状品物の冷硬部の深さを知る方法を案出し、之に依つて測定したものに、相當冷硬効果と言ふ名を與へて、此の方法を同製品規格の内に加へる事の利益について論及した。

終りに臨み本研究中懇篤なる御指導を賜つた工學博士齋藤大吉先生に深謝し、又神戸製鋼所研究係主任工學士橋本統一氏を始め、同係各位の熱心なる援助と努力とを感謝し、尙又此の發表を許諾された神戸製鋼所に對し感謝の意を表す。