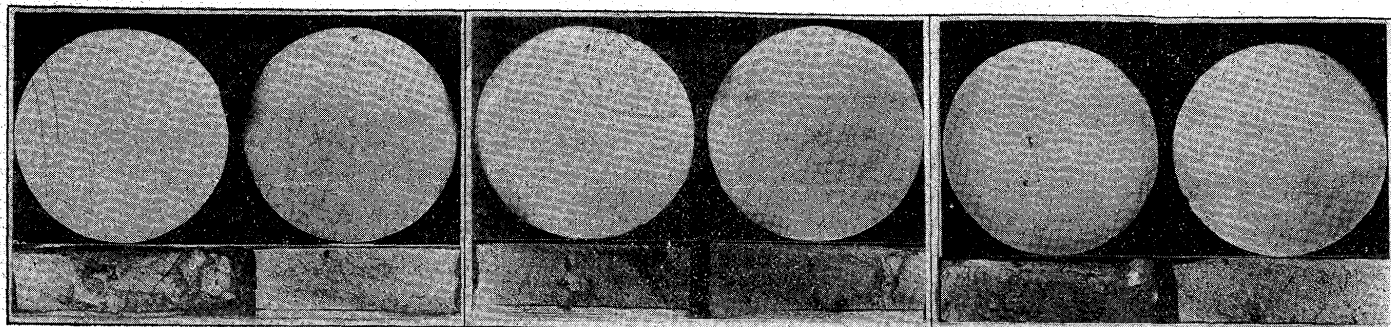


No. 77 C 0.25% Co 1.0%
H₂ 10分 (K 207)

No. 78 C 0.25% Ti 0.5%
H₂ 10分 (K 208)

No. 79 C 0.25% V 0.2%
H₂ 10分 (K 199)



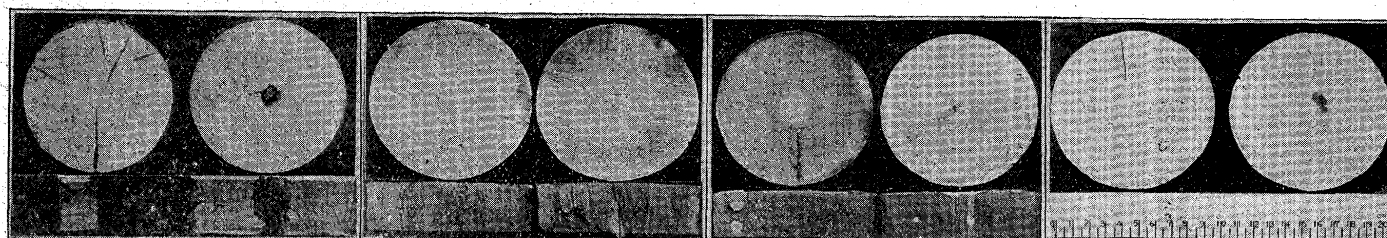
水 冷 空 冷 水 冷 空 冷 水 冷 空 冷

No. 80 C 0.25% Cr 12%
H₂ 10分 (K 149)

No. 81 Ni 8% Cr 18%
H₂ 10分 (K 169)

No. 82 C 0.25 Ni 2.0% Cr 2.0%
電解鉄(30%)(K 142)

No. 83 C 0.25% Ni 2% Cr 2%
H₂ 吹込せず(K 145)



水 冷 空 冷 水 冷 空 冷 水 冷 空 冷 水 冷 空 冷

鋼塊の鑑定に就て

(第 17 回講演大会講演 昭和 12 年 4 月)

梅澤光三郎*

ON THE JUDGEMENT OF STEEL INGOTS.

Mitsuburô Umazawa.

SYNOPSIS:—It is ascertained with hundreds of large steel ingots that the briskness of making sparks from specimens taken from molten steel by dipping iron wire at the ingot head, or microscopic dirtiners of specimens thus taken, may be an exact guidance for the judgement of the properties of the ingot.

In the same occasion of dipping iron wire, we may often find floating solidified steel which after having grasped slags, goes soon into the lower portion of the ingot and causes the origin of harmful type of inclusions.

In this paper are described such method for the judgement of steel ingots and its practical applications for the improvement of the manufacturing process of steel.

鋼材の製造に就て筆者が行った研究の結果を逐次公表したいと思つてゐるので、本篇を以て次の三つのことを述べて置きたい。

- i) 鋼材の缺點顯出に關する概念
- ii) 鋼塊鑑定が充分實用性を有すること
- iii) 鋼塊鑑定を製鋼作業の改善に利用せんとする試み

I 原理及方法

鑑定の方法につきその原理、試料の採り方及試料成績に

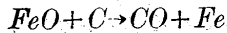
關する説明を試みよう。その前に原理そのものの由來即ち鋼塊の凝固といふことと鋼材の成績との間には不分離の關係があることを説明して置くのが順序としては正しい。これを茲では既知としておかう。

1) 鋼塊~鋼材間の關係 鋼材の所謂成績 (z) はその眞の成績 (y) を検査して定めたものであるから、その間に差異 (i) があるかも知れない、則ち

$$z = y + i \dots \dots \dots (1)$$

* 日本製鋼所室蘭製作所

濃度を増し、次式に従ひて CO を増し遂に CO は析出して試料の皮を破りて火花を成しつゝ逸出する。



筆者は酸性平爐鋼及鹽基性平爐鋼について試料の表面から逸出するガスを捕集してみたるに熔鋼 100g 當り瓦斯量 (v) は 50~200cc に達し、その瓦斯は分析してみると大部分 CO であった。則ち、次のようである(註※2)

第 1 表

ガス	分析 vol%	vcc/100g melt
CO	81~94	
CO_2	4~11	50~200
H_2	0~5	

この表を見ると火花 (m) は $(FeO \times C)$ なりと見做し得ることが判る。故に

$$m = (FeO \times C) \dots\dots\dots (6)$$

火花試験の後その試料を冷却、切断、研磨、検鏡して顕微鏡的の美しさ若しくは熔鋼の dirtiness (d) を見ておいてもよい。m 及 d はいづれも熔鋼の造泡性 (B) を直接表はしてゐるのは更めて述べる迄もないことである。

さて (6) により $FeO = (m/C)$ 、即ち鋼の炭素量に注意すれば m 又は d により熔鋼の酸素を表はす“もの”を知ることが出来る。従て平爐鋼の場合(4)式は次のようになる。

$$x = \phi[m(\text{or } d), M] \dots\dots\dots (7)$$

(7) を (2) に代入すれば

$$y = \psi[\phi\{m(\text{or } d), M\} F] \dots\dots\dots (8)$$

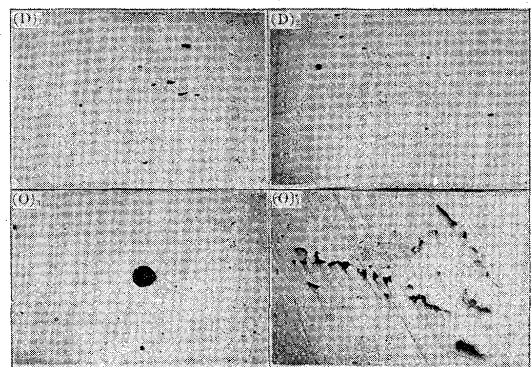
(8) 式の F を知るのには、鋼塊中使用した所は何處か？ 鍛錬の押壓方式は如何、中間及仕上の鍛錬の係數並にそれ等と鋼中に生ずる引張歪等に就て調べればよい。しかし鋼材の一つ一つに就てそれを調べなくとも工事毎に鍛錬方案を見て考察して置くだけでもよろしい。但し鋼材の加熱及冷却等の速度は鋼材毎に相違するのが現行法の一般であるからそれを鍛錬を終た後調べなければ白點が顯出するか否かは豫言出来ない。Ni~Cr 鋼には白點が出るが炭素鋼に白點の出ることは少いようであるといふように、鋼の化學成分は白點の顯出すると否とに至大の關係を有するものであることは言ふ迄もないが、鋼の彈性限を高める様な元素或は鋼の破斷力を弱める様な元素は一般に白點を生じ易いとみてよい。 H_2 が鋼に入ると白點が出るようになるのもこの一例と見做すのである。併し乍ら鑑定するとき H_2 を考へることは要らないし、又 Ni や Cr 或は Mo 等を入れた特殊鋼について吾々はその彈性限を心得て居るもの

としよう。

3) 試料の採り方及其成績のつけ方 試料の成績とは (7) 式の m 及 d の事で、その中 m は火花の激しさ、d は検鏡による試料の穢さを以て之を表はすものであることは既に述べた。しかしそれを表はすに用ふべき尺度は之を如何様に定むるもよい。

筆者の方法では、検鏡成績を良 (O)、少し穢し (d) 及甚だ穢し (D) なる 3 級に分け、その程度は之を経験上第 2 圖によりて想像し得る如きものとした。

第 2 圖 試料研磨面 ×150



圖の (D)₁ 及 (D)₂ は甚だ穢きもの (O)₃ 及 (O)₄ は共に先づ良である。而して (O)₃ の中央にある黒點は含砂であつてその數は一般には少い。この種の含砂と鋼塊の成績との間には深い關係もなさそうであるが、その甚だ多い場合には鋼塊の下部に多量の含砂ありと見て差支へないようである。又 (O)₄ にて見られる點綴狀缺孔は試料が固るとき火花を吹き出した所であつて、若し他の部分が美しいときには 3~4 個所あつても何等差支へないものである。そして此等の寫真中かくの如き含砂及吹き跡を除けば他の黒點は皆氣泡であると見做してよい。この氣泡の多いものが筆者の経験では良好ならざる鋼である。

第 2 表

吹き方	全く吹かず	極少し吹く	少し吹く	可成り吹く	相當吹く	激しく吹く
點數	0	1~2	2~4	4~55	5.5~6.5	6.5 以上

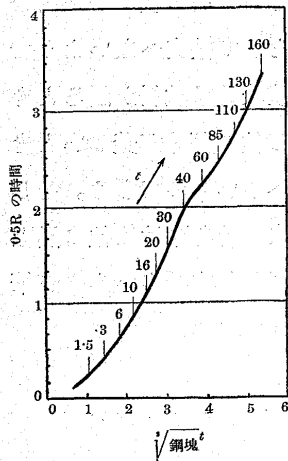
次は火花の程度の事で、筆者の方法では試料の表面より吹き出した瓦斯の量に看點を置き第 2 表に示すような標準に従ふ點數を以て火花の程度を表すのである。併し乍らどの程度を 3 とし、4 はどの程度かといふような事は實地に就て示し得るのみで、之を強ひて表はさうとすれば活動寫眞の如きものを用ひなければなるまい。茲には註※3 に示す如き諸條件に注意を拂ひて試料を採るならば一つの熔鋼に對し略一定の點數を精しく見積り得るものである

ことを附記して置くだけに止めよう。點數が 0~4 迄は鋼は白點及砂疵に對して大體無難であるが5以上では安心出來ない。

以上は試料の成績のつけ方であるが、鑑定を行ふの心得て置く必要あることがその他に二つある。一つは熔鋼を鑄型に注入してから押湯の固り終る迄の間に何時試料を採るのが最もよいかといふことで、他の一つは試料の成績に及ぼす鋼塊の大小の影響である。

注ぎ終るや否や試料を採ると一般に火花が激しい。これは温度が高い爲めである。亦餘り長く時間が経過してから試料を採ると FeO 及 C の偏析の影響が表はれて來る。全く同一状態となる筈の時に採ることは困難でありそして僅の時間の相違が可成り著しい影響を偏析に及ぼすものであるからこの時期は避けるがよい。筆者の経験によると鋼塊の本體がその半径の 1/2 迄凝固を終る筈の時に押湯熔鋼の中に鐵線を差し込んで試料を採るのがよい。かうして採た試料を時期 0.5R の試料と以後呼ぶことにする。0.5R の試料のときには押湯の熔鋼の温度は大抵その F.P に達し時間が多少前後してもその温度及化學成分は殆んど變らない。従てこの時期の試料の比較は常に同一條件の下に行はれることになるわけである。次圖は 0.5R となる時間

第 3 圖



間を求めるための線圖で、普通鋼を普通の鑄鐵製金型中に凝固させる場合充分實用し得るものである(註※ 4)。

最後に鋼塊の大小による試料成績の差異であるが、鋼塊が小さいと成分の偏析少く鋼塊の大きい場合には成分の偏析が激しくなるの傾きがある。しかし押湯熔鋼に就ての筆者の経験では大小による差違が火花に現は

て來るのは約 1 釐以下の鋼塊に於てであつてそれより大なる鋼塊の 0.5R 試料の成績には鋼塊の大小の影響はさほど著しくは効いて來ない。

II 鑑定の可能性

鑑定に可能性がなければ折角の方法も無價値に近い。而して鑑定の可能性の存否如何と言ふことは鑑定による豫想成績(以後略して鑑定成績といふ)と製品成績との間に確

然たる關係が例外なく成立するか否かといふことである。

實地調査の結果(註※6 は調査の一部を表にしたもの)幸ひにも鑑定は可能であることが知れた。

4) 試料成績と製品成績との關係 註第 5 表※についで鑑定成績と製品成績との間の關係を表示すれば次の如くである。尙表中の成績記號は以後同じ意味に用ひることにする。

第 3 表 z (鋼塊別)~m

鋼塊製品	鋼塊成績								
	良 (○)			稍良 (◐)			不良 (●)		
無事故合格	D 1/2	E 3/4	B 1/4	F 3/2	G 1/2	J 1/2	B 2/2	C 1/4	K 3/2
	F 3/2	C 1/2	G 3/2	J 3/2	K 1/2	L 1/2	M 3/4	O 1/4	O 1/2
	G 1/2	H 1/2	H 1/2	L 1/2	P 1/2	P 3/2	T 3/2		
	Q 1/2	R 1/2	R 1/2	W 1/2	X 1/2	Y 1/2			
	S 3/2	S 3/2	U 1/2	N %	Z 1/2				
	U 3/2	V 1/2	W 1/2						
	X 1/2	Y 1/2	Y 1/2						
	Z 1/2								
事故發生				Q 3/2	Q 3/2		A 1/4	A 3/4	B 1/2
							I 1/2	M 1/4	M 1/4
							N 1/2	N	T 3/2

表中の事故は概ね白點顯出で、鋼塊成績は火花によって定めたもの、そして此の表には押湯に地金の張りたる鋼塊を統計してゐない。又鋼種は白點の出易い合金鋼のみで、工事も白點の出易いものばかりであつた。

次に註第 6 表※に就て檢鏡成績と製品成績との關係を一括して示せば次のようである。

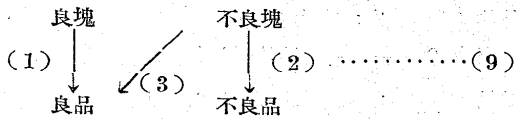
第 4 表 z (熔解別)~d

鑑定成績	檢鏡成績		
	○	d	D
無事故	a. b. c. g h. n. o. q s. v. w. α γ. δ		
事故	砂疵		l. z. m
	假良	r	j
	白點		t

表中事故の中假良とは良好ならざるものを一應良として置くといふことである。この表は熔解別に成績を統計したもので、無事故とはその一熔解が全部無事故であつたことを意味し、一熔解中一個でも事故を起したものがあればその熔解は之を事故の中に數へた。地金の張りたる鋼塊を含む熔解はこの表に於ても統計してゐない。

以上の二表に依て明に知れる事は火花成績若しくは檢鏡成績の良好なる鋼塊が事故を起すことは殆どないと言ふ

ことである。而してこの関係は亦理論的（筆者の研究による）にも導き得る所であつて、次のようにかける。

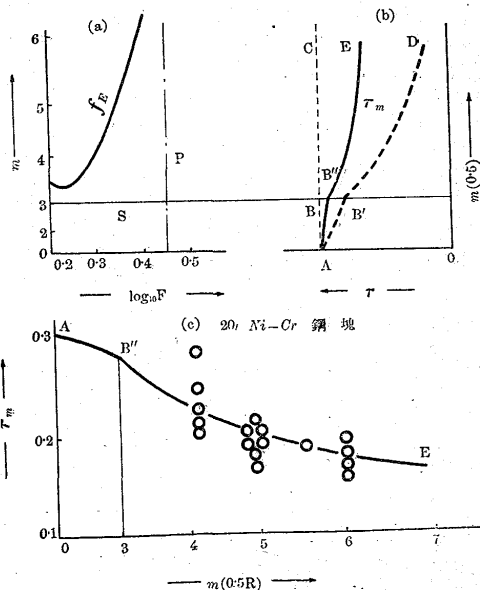


5) 火花成績と材力試験成績との関係 製品に仕上げる迄の加工法が略等しい部分については鋼塊の成績とその材力試験成績との間に或る単純な関係が成立する筈である 筆者は昨春「白點化機構」と題する本會大會の講演に於て鋼塊の出来榮へと鍛錬とにより材力が如何様に變るものであるかを述べた。それによると鋼塊を丸棒に鍛延する場合には第4圖 (a) の如き状態圖が得られる。この状態圖はその横軸に $\log_{10}F$ (但し F は鍛錬係數) をとり、縦には火花の點數をとり、等靱性線を記入したものである。靱性を表はす數 τ は延伸率でもよく或は絞率 ($C\%$) でもよいが、眞延伸率の値を以てするのが合理的であると筆者は考へて次式の値を用ひることにした。圖に於て横軸より直線 S' 迄の範圍では結晶はいづれの方角に對しても殆んど

$$\tau = \log_{10} \frac{100}{100 - C}$$

健全で τ の値は最大值に近い。之に對し線 f_E の上部では結晶は彈性的に破斷し得るような面を持つようになり、その面に直角なる引張力に對して結晶の靱性は零に近い。

第4圖 $\tau \sim m$



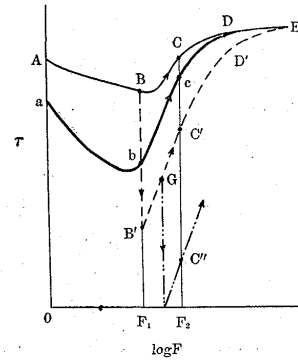
曝されたものは殆んどない。

iii: 仕上りの鍛錬係數は餘り大きくはないが小さ過ぎては居ない。

この様な諸條件が成立する場合にはその材力試験成績の τ は火花の成績と或る單純な關係を結ぶ筈であるものである。全く等しき鋼塊を使用してもその後の製造過程が等しくなければ相互に比較出來ないことは申す迄もない。條件 ii 及 iii に就ては説明を必要とするものがある。

第5圖に於て F は鍛錬係數で、 τ は前記の靱性であるとする。 τ の代りに「白點化機構」に関する講演のとき用ひた有效面積を採るべきであるが簡單のため τ を代用するのである。 F_1 は第一回の中間鍛錬の係數で F_2 は第二回目の鍛錬で鍛錬はこゝで仕上るものとする。則ち鋼塊を鍛錬して係數 F_1 のとき冷却し、中間工作を施したる後再び加熱し、鍛錬し F_2 のとき鍛錬を終り冷却し、機削り後調質を施し、試験鋸を切り出し成るべく早く試験を施行するのである。

第5圖



結晶内の氣泡は鍛錬のため最初容易に變形して鋼の靱性を減するが $\log_{10}F=0.25$ 位のとき鍛接が始まり急に靱性は増加する。氣泡の影響が目立たなくなるのは恐らく鍛錬係數 2~3 のときよりで、以後は fibre 及 sonims の影響が顯著になつて

來る。從て比較的良い鋼塊を鍛錬すれば靱性は曲線 ABCDE の如くに變化し、この曲線は非常に良くない鋼塊では $abede$ の如くになつて 兩者間には D 迄差が現れるが D 以後は殆ど差異がないことになる。

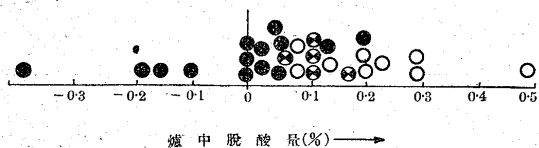
次に F_1 に於て冷却若しくは次回の鍛錬の加熱のとき鋼材に内力が生ずる場合を考へてみるに、若し鋼塊が充分優秀であれば τ は充分に大きくて結晶内に龜裂の生ずることはないが τ が相當小さいと結晶内に龜裂を生じて靱性は B' に下てしまふ。b に於る如く τ が非常に小さい場合に内力がかゝると結晶内には白點狀の毛割を生ずるに至るのであるが若しそのとき内力が極めて小さければ結晶内に龜裂を生ずることはない。第二回目の鍛錬では、龜裂を生じなかつた結晶では靱性が BCD 或は bCD 線に從て増加するけれども F_1 に於て龜裂を生じ靱性が B' 迄下つた結晶では $B'C'D'$ 線の如く靱性の増加は龜裂を生じない場合よりも著しく遅れてしまふ。そして $B'C'D'$ 線上の例へば G に於て再び危険な内力を生ずる様な取扱ひを續けて行くと缺點は最後迄付き纏て行く (C')。

斯くの如き理論により、若し取扱ひを充分丁寧にした鋼材では鍛錬係数が充分大きければ鋼塊の良否に不拘靱性は略等しいが、若し鍛錬係数が適當に小さければ C と c との比較の如く差異を生じ良鋼塊の靱性は不良鋼塊の靱性よりも大きい。然るに若し取扱ひが一樣でないと c' と c との比較の如く良塊を用いた場合の靱性が不良鋼塊を用いた場合よりも小さくなるようなことがある。筆者の次の統計では此の點に深く注意し適當なる製品を選んだ。この材料の仕上り鍛錬係数は第 4 圖 (a) の P 線の如くである。このとき τ と m (火花點數) との関係は同圖 (b) に示す如く τ の極大及極小はそれぞれ ABC 及 A'B'D の如くなるから τ の平均値は AB'E の如くなることになる。註第 7 表※はこの材料の火花點數と 3 本の試験錘についての τ の平均値との関係で、之を圖示すれば第 4 圖 (c) の如くなり充分よく豫期と一致すると言ふことが出来る。

6) 鋼塊の成績と砂疵の関係 關係(3)にて示した砂疵のうち、熔鋼の溶解酸素が熔鋼を鑄型に注ぐとき過多なりしたため發現したるものゝ實例を多數集めることは困難であつたため、溶解の仕上期に爐中に於て行はれた脱酸の多寡を以て鋼塊の良否とし、此の鋼塊良否と砂疵成績との關係を示さうとおもふ。

溶解中の熔鋼脱酸の如何といふことは主として仕上期即ち差物始めより出鋼迄に熔鋼に加へた脱酸劑が充分有効に作用したか否かと言ふことに在り、その充分なる溶解は之を良とし、良溶解の熔鋼は凝固するときの成績も優秀であるとしてよろしい。註第 8 表※はこの脱酸の量(計算法は註※5)と砂疵との關係を表示したものであるが、之を圖示すれば第 6 圖の如くなる。この統計の鋼材は砂疵に關する検査が甚だ厳しい種類のものであるが、爐中脱酸量

第 6 圖 s~FeO (m or d) 8; Ni-Cr-Mo 鋼塊



が 0.05% 以下なる溶解は全滅の状態である。故に若し爐中脱酸量 0.05% の熔鋼の凝固するとき試料の成績如何を知れば、鑑定により砂疵の有無を窺知し得可き筈である。

次に地金に因る砂疵に就て記さんに註第 9 表※は約 250 本の鋼塊を鑑定したる際、押湯に地金が張り居りたることを見た 27 本の鋼塊全部に就き調査した砂疵に關する成績

で、この表を整理すれば次のようになる。

(n) は鋼塊本數
 調査鋼塊約 (250) 内: M 鋼塊 (27)
 検査 { 不充分(9) → 除外例とす
 結果 { 砂疵顯出(11)
 内: (6) は砂疵のため廢却
 異狀無し(7)
 内: 著者實檢の(3)は全部砂疵保有
 ∴ 殘(4)も全部砂疵を保有すと見做す

検査の充分でないものは除外してよからう。検査が充分でないといふことは色々の理由で検査を行へない場合例へば表面を仕上げない鋼材の如き、或は検査を行ふ要のない註文等の場合のことである。検査の結果多數の砂疵を顯したものが 11 本、その中 6 本はその砂疵のために廢却となつた。又検査係の報告では異狀なしと認めてあつたものが 7 本あつたが、その中 3 本を偶々著者がみてみたら 3 本とも豫期した型の砂疵が輕微乍ら顯れてゐた。若しその殘る 4 本を筆者が検査したならば恐らく同様に砂疵を保有してゐたことであらふ。則ちこの考への下に表を見れば、凝固の途中(注入中乃至凝固完了迄)にて押湯に地金の張りたる鋼塊は程度に多少の差異こそあれ有害なる型の砂疵を必ず保有するといふことが出来る。併しこの型の砂疵については次のような注意を述べておきたい。

押湯に張た地金が砂疵の原因となるのは次のような機構によるのである。押湯附近を注いでゐる頃には鑄型内の熔鋼の溫度は可成り低くなり、動もすれば表面に スカムが一面に生じ、時には押湯枠の内面に接して環狀に地金が生じて浮てゐることもある。押湯の上面に生じた地金は何等かの原因によつて浮んでゐることが多いが、その地金を鐵線を以て探ってみて居ると多くは間もなく沈んでしまふ。沈んで本體に入ってもその落ちつく場所は何處か判らない。注鋼中に生じた地金は比較的下部に、足し注ぎ等の如く注ぎ始めより時間が可成り経てから生じた地金の落ちつく所は鋼塊の中央位になるかも知れない。地金は滓を保有したまゝ本體に沈み、注ぎ過ぎて押湯の上から溢れた熔鋼が固たものでは粘土塊が含まれてゐる。地金自身このように砂疵の素を有することが多いが、或は沈んでからその下に生じた脱酸生成物の浮昇を止める作用もあるし、又地金の表面に附着してゐる滓は折々放たれてその上部にて砂疵を形成する。従て地金による砂疵は、地金が張り、それが本體に沈み、そこが若しくはそれに近いその上部が削り出される場合に限られる。則ち、張た地金の本體に沈まなくとも、或は沈み込んでも地金のある部分が除去せられたり或はそ

こが削り出されなければ砂疵は出ない。地金が張りそれが本體に沈み而して地金の部分が除去されてないと、よし砂疵が外部に顯れてなくてもその材料は地金による砂疵を含有してゐるのである。地金による砂疵の影響は局部的ではあるが怖るべきものと考へられる。それ故に押湯に張た地金が本體に沈み込んだ場合にはその鋼塊を肉薄鋼材或は重要鋼材に用ひるのは成るべく避くべきである。又製品を検査するときには鋼塊がその様なものであるときにはたとへ砂疵が外部に現れて居なくとも砂疵を保有すと考へるがよい。

著者の前記調査では地金の張らなかつた鋼塊については調査してないが、その砂疵の調査と地金の張たものとの調査とを對比するのが正しい。併しこの調査では熔鋼の酸素によると見做し得るものが約 3% あつた。そして地金によるものが前表によると約 2.5% であるからこの兩者を加へると 5.5% になる。然るにその頃の砂疵廢却率は約 5% であつたから、致命的効果を與へる砂疵は熔鋼の酸素に因るか若しくは地金によると言へるわけである。押湯に地金の張た鋼塊は前表では全鋼塊數の約 10% であるからそのため廢却になるものは 2.5% 即ち約 1/4 である。

7) 鑑定の的中率 以上の如く押湯熔鋼の試料成績及その地金とは製品成績と極めて密接な關係があるものである。故にもし試料成績及關係(8)を知て居れば鋼材の成績は鋼塊の凝固するとき豫想出来ることになる。

註第 6 表※は筆者が工場に豫告した成績と實際成績との對照表で、次表はそれを簡約したものである。

第 5 表 z-y (熔解別事故)

鋼塊		製品成績		鋼塊		製品成績	
熔番	鋼種	豫報(y)	検査(z)	熔番	鋼種	豫報(y)	検査(z)
a	Ni-Cr	○	○	q	Ni-Cr	○	○
b	"	○	○	r	"	○	3/4 ⊕ 2-4/4 ○
c	"	○	○	s	"	○	○
d	"	1-2/2 Sand	1/2 Sand	t	"	?	1/6 白點 23-6/6 ⊕ 4-5/6 ○
e	Ni-Cr-Mo	○	○	u	Cr	○	○
f	"	○	○	v	Ni-Cr	3-4/6 Sand	3-4/6 Sand
g	Ni-Cr	○	○	w	"	1-3/3 ○ 2/3 Sand	1-3/3 ○ 2/3 Sand
h	"	○	○	x	"	Sand	●
i	Ni-Cr-Mo	○	1-2/4 ○ 3-4/4 Sand	y	"	○	○
j	Ni-Cr	1/4 Sand 2-4/4 Sand	3/4 ⊕ 3/4 Sand	z	"	○ Sand	2/3 Sand
k	Ni-Cr-Mo	○	○	α	"	○ (Sand)	○
l	Ni-Cr	○(?)	2/4 Sand	β	"	○	○
m	"	○(?)	1/4 Sand				
n	"	○	○				
o	"	○	○				
p	Ni	○	○				
				合金鋼 28 熔解			

表中○は良、⊕は假良、●は不良、而して Sand は砂疵多數現出を意味する。又事故品を出した熔解はその事故のみ記入しその他のものが無事故で合格してゐてもそれは記入してゐない。關係(9)を見れば知れるように不良鋼塊が必ずしも常に事故を起すとは限らないから、事故品を出した熔解は他のものがたとへ無事故でも良熔解なりと見るわけに行かないからである。又この關係によれば、良(Sand)とある熔解αが實際に皆無事故であることに不思議はないこの考への下に表を見ると鑑定成績と實際成績とは互によく合致し、この方法による鑑定の的中率は甚だ高いと言ふことが出来る。

即ち、鑑定成績では良とあるもので、實際は事故品を出した i 及 r は的中してゐない。I 熔解の製品では Sand を重大視するためなのであらう。今此等の 2 熔解に附ては鑑定が的中せざりしものとすれば、實例の總數 28 を以て的中したる熔解の總數 26 を除すことにより、鑑定の的中率として 0.93 を得ることになる。

猶この表では缺點は主に Sand で、白點は殆んど出て居ない。鍛鍊作業が充分丁寧になると白點や材力値不足等の缺點は出なくなるため、鋼塊の良否は單に微小 Sand の顯否といふことになるからである。鍛鍊係数は仕上りでは大抵安全範圍にあるものであるから(2 以上)作業が丁寧といふことは主として中間鍛鍊後の荒材の冷却及加熱等を充分緩にすることである。こふすると工場能力が減少するから理想を言ふならば差支へない範圍でなるべくそれ等を速に行ふのがよい。注鋼中若しくは注ぎ終りの直後に生じて沈んだ地金による砂疵は鋼塊の底端の切捨量を増せば大抵除かれてしまふ。

III 實用法

鑑定が以上の如く可能であることは、一面には鋼の缺點の原因が確められたことになり、他面には之を利用し得ることを意味する。缺點の原因を確めたことは製鋼家の意を大いに強めたことになるが、鑑定を製鋼作業の改善に利用し得るならばそれは儲けものである。作業を改善し得るためにはその餘地あることが必要である。

次に著者の研究結果に従ひこの作業改善の餘地及鑑定利用法について述べてみよう。

8) 製鋼作業の現状 著者の研究によれば、製鋼作業中缺點に關係あるものについては今日に於ても次のよう

ある。

觀念	急所	元素	{ 全 然? : i, B, M 及 ψ
			{ 不 徹 底: ϕ , 熔鋼の FeO
			{ 熔鋼關係: $x?$ ($y \sim x$)?
			{ 固鋼關係: $\psi?$
			{ 檢 査 法: $i?$
		\therefore	$x? y? z?$

則ち、缺點發生條件の元素の中には全然不明(?)のものもあり、又研究の不徹底のものもある。検査誤差(i)の現れ方は未だ未知なる缺點發生機構に關係深きため不明で、顕微鏡的氣泡が鎮靜鋼の結晶内に多數介在することや、鋼塊が固るときその押湯の熔鋼の上面に於て地金が張て本體に沈み込むことに注意したものは殆んどない。缺點發生の機構(ψ)の姿については競ふて研究を進めて來て居るにも不拘今日尙皆目不明である。鋼塊凝固の機構に關しては近頃になって多少研究の手が入り込んでゐるが、鋼塊改善の立場よりその成果を眺めると殆ど無力である。又熔鋼の溶解酸素については、その測定法が既に不完全で、從てその變化に關する理論も測定もまだ不徹底の域を脱しては居ない。

次に以上説明せる元素を式(1)乃至式(8)に代入して得られる結果によれば、作業上の急所は一つ明でないことになる。

則ち、熔鋼關係に於ては鋼塊の良否を見分けることが出來ない。從て之と製品成績との間を結ぶ關係はその如何は勿論その存否すら明かではない。缺點が顯出すると熔鋼と鍛鍊との二工場が原因につき、よく争たものである。

これはこの關係が充分には理解されて居なかつたためと考へられる。鋼材の缺點を防止するには爐中に於て熔鋼の脱酸を充分にせよと唱へる人もあるけれど、之は絶對必要といふものではなくて單なる推量に過ぎない。脱酸法の急所は何處かといふ様なことは勿論判てゐない。次に固鋼關係であるが、缺點發生機構(ψ)も、加工法(F)のうち内力の問題も、又鋼塊の良否(x)も明でない場合にその作業上の急所の判らう筈はない。缺點を防止出來たとしてもそれはより安全な作業へと經驗的に追ひ込まれて行ただけの事であつて、決して満足なものではない。

最後に検査に關する觀念であるが、鋼材成績は從來その直接的検査のみによつて定められた。しかし周知の如く合格せる製品必ずしも優秀ではない。之は検査法及検査の及ぶ範圍並に疵を重視する程度の如何等によるのであつて検査不十分或は之を行はざるため、缺點を發見出來ぬ場合には實際は不良なるものも良品として合格することになる

からである。

以上の如き危しき觀念の下に工事を進める結果缺點の顯出は如何しても免れない即ち次の如くである。

缺點顯出	繰返し 時代的	{	FeO	差物法の變更	$\rightarrow x?$
			F	製品別	$\rightarrow \psi?$
			平常	{	FeO
			F	製品別	$\rightarrow \psi?$
			納入後:	製品成績不確實	$\rightarrow i?$

缺點は折々時代を區切て頻出し、平常も顯出することがあり、製品を注文先に納入してから顯出することもある。

缺點の繰返し時代的頻出は著者の調査によれば略二種に大別され、その一つはその時代の製品が種類を問はず全般的に事故を起すもので差物法の變更にその原因を有し、他の一つは特定の製品にのみ起り鍛鍊作業方案の變更にその原因を有するものであつた。前者を主要事故、後者を製品別事故と稱することにしよう。

差物法は容易且勝手に之を變更し得るために、爐附係員の觀念が不確であると往々にしてこの種の失敗を招くのである。熔解より製品検査迄に長きは數ヶ月を費す製品がある。故に熔解法に缺點あることを製品成績の判明によつて氣附く迄には多數の鋼塊は既に鑄込みを終て工事中である。これが缺點頻出に時代性を帯びる所以である。

製品別事故の原因は方案制定者の觀念が缺點發生機構に關して不確であることで、そのため鍛鍊係數、加熱速度及冷却速度等の適當なるものを指定出來ないからである。

時代的頻出現象が一度ならず繰返へされた理由は絶對的確信を持てる原因を掴んで居なかつたことである。著者の研究によれば、缺點顯出の原因は過去の缺點について求むべきものであつて、將來の不安を一掃するためには過去の原因に備へただけでは不充分なものである。缺點發生の機構の素は唯一ではなく、機構に基く考察によりてのみ總ての不安を除く堅實な方法を與へられるからである。缺點の原因は一個の人體のようなものである、今その手が動いたときその手を原因の全體とみれば足の動く場合はその原因を以て説明することは出來ない、そこでそのとき足を原因なりとせば手は放たれて再び動ける状態に歸る、缺點の原因は手でもなく足でもなく生命を有する人體そのものであつたのである。鋼材の缺點の原因は此と全く同様のものでその機構は甚だ大きくして熔解造塊及び鍛鍊に跨てゐる一個のものである。これを切り離してしまふと意味のないものになってしまう。こゝういふ性質のものである。この様な一般的な解が得られてないために事故頻出が幾回となく

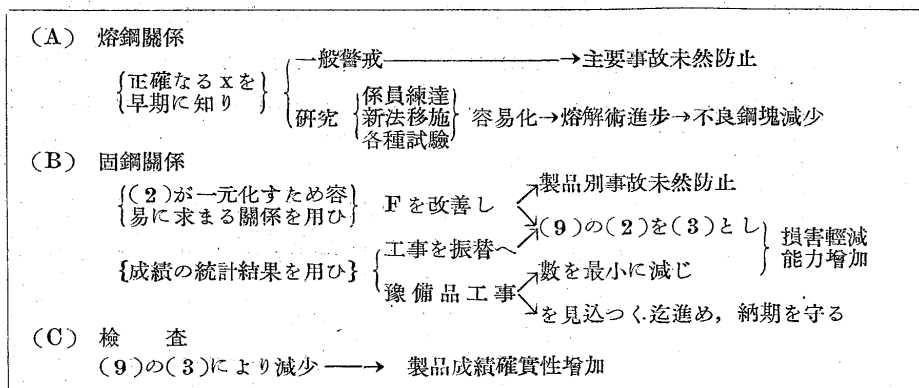
繰り返へされたのである。

以上の他平常作業に於て顯出する缺點がある。その原因は熔鋼脱酸の良否にあることがあり、或は鍛造方案の適否にあることもあり、尙後者には作業上の不注意に歸すべきものもある。熔解法が等しき場合に、脱酸に良否ある理由は熔解技術に巧拙があることである。

納入後缺點が顯出して注文者に迷惑をかけることが間々あるが、之は検査に於て不確實なもの (i) が含まれるためである。

9) 鑑定の實用法 前(8)節の説明をよく考へてみると、缺點の原因は主として鋼塊成績及缺點の發生機構とが孰れも不明であることと、検査法が不完全であることとなる。著者の研究を用れば今日では同様の重大失敗を將來繰返す恐れは絶體ないと確信してよい。殊に注意を熔解の差物法に拂ふならば主要事故は未然に防止されてしまふ。以下述べる所の實用法は缺點發生の原因機構及作業上の急所とが共に未知なることを前提とするものである。

本鑑定法を用れば正しき x を早期且容易に知ることが出来る。故に x を求め得ざりし事が缺點の主因の一つであると考へられる以上、鑑定は製鋼作業の改善に資し得る性質のものとなる。則ち次表に示す如くである。



事に不良鋼塊を振り向け直す事により前と同様關係(9)の(2)を(3)に變へ製品の合格率を高めることが出来る。又受註品を確實に製作し得る見込みの立つ迄豫備品工事を進めて置けば納期を守る事も出来、且豫備品製作數を最小數に制限し得るわけである。この後の場合には損害が減少すると同時に工場能力の増加を來すことは言ふ迄もない。

地多きや否や或は鋼の化學成分は脱酸といふことについて適當なりや否や等の事は鑑定成績を統計すれば簡単に知られ、又熔解及造塊に關する試験は之を次の如く施せば、失敗を招く事なく速に完成し得るが如きである。

- i) 先づ炭素鋼に試み鑑定により効果を確め
- ii) 合金鋼に試み鑑定により効果を確め
- iii) 實用する。

従來の試験法によると、例へば白點を顯出せしめんとしても炭素鋼では白點が出難い。そこで合金鋼を用ひると經費が嵩まる。又結果を得る迄に時日と經費を要すること大なるため研究費が嵩まり且研究能率が上らない。鑑定法を用ひると上記の如く研究を進め得るから寔に容易である。

次に固鋼關係のものであるが x 及 ψ が既知であると式(2)は一元化し 調査研究により容易に之を定量化することが出来る。この關係を用ひて加工法案 F を改善すれば、先づ製品別に起る事故は未然に防止され、同時に不良材となる筈なりし不良塊は良材として合格せしめ得るに到る譯である。

よし急速にはその様な理想状態に到達し得ぬ迄も、鑑定結果を参考することにより熔解技術が進歩すれば不良鋼塊の數は減少するが故に、その曉に於ては、經驗上容易な工

若し日常作業の一つとして鑑定を行ひ、その結果を工場に報告すれば

- i) 一般が警戒するため主要事故は未然に防止される。
- ii) 熔解係員の参考に供すれば作業を混亂に陥れることなく容易且着實に熔解法を研究し得ることとなるが故に従來一進一退の状態を迎り來りし熔解技術は茲に初めて進歩の方向に踏み出し得る譯で、その結果遂には優良なる熔鋼を確實に製出し得るに至るであらう。

鑑定を常用せぬ迄も、新法の移施、各種の調査或は試験等に於て之を用ふれば、安心して多數迅速且容易に正しき結果を求めることが出来る。例へば現行熔解法に改善の餘

猶關係(9)の(3)により、検査成績に警戒を拂へばその結果品質の確實性が高まるが故に、納入後の缺點顯出は減少することになる。

鋼塊の鑑定が本著の如き目的に於て行ひ得るならば、製鋼作業の改善に對して大いに資し得るに違ひないとは古くより誰しも考へる所であつた。唯鑑定の着眼點が不明であつたため行へなかつたと言ふに過ぎない。しかし著者の之とは全く別にその可能なるべき事を確めたことに始まるものである。則ち、鋼材の缺點に關する研究に於て、平爐鋼に關する限り鋼材の缺點は大部分常に熔鋼脱酸の不充分

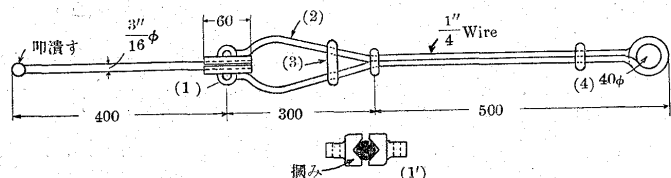
なる場合のみ起るものなることを確めたことによるものである。従て方法さへ宜しきを得れば鋼塊の鑑定は必ず可能のものなのである。著者の前記鑑定法にはなほ不備或は不便な點が澤山あることを怖れて居るが、それは今後の研究に俟つこととしたい。

廣く各所の製鋼工場に於てこの鑑定なるものが工夫研究せられて色々の目的の下に實用され、一般に製鋼作業の改善を見ることとなるならば之に過ぎる俸せはない譯である

註 (※)

※ 1 試料鉄 鑑定を常用する場合には次に記す如き鉄を用ひて試料をとるのが便利である。

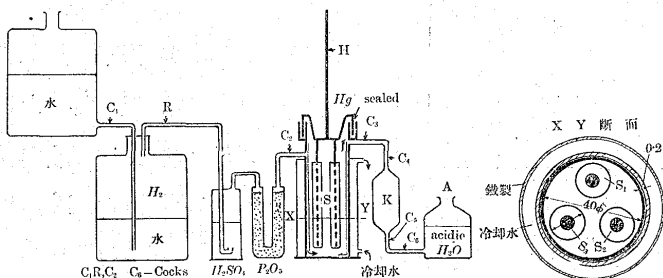
第 1 圖 ※



この鉄は直径約 1/4" の鋼線を折り曲げ、その両端に平行部分を有する掴みを圖の (1) によりて理解し得る如く緩く取り付けられたものであつて、掴みには角溝を削り、これに鐵線をさし込み (3) を動かして (2) なる發條を締めつけるのである。(4) は鐵線を押湯收縮窩の中に過て落した場合にそれを拾ひ取るのに用ひる掛穴である。

※ 2 試料より吹くガスの分析 第 2 圖※は熔鋼試料より吹出すガスを捕集する装置の説明圖で、この装置により著者が行つた實驗結果を第 1 表※に示す。

第 2 圖 ※



装置の原理は圖を見れば説明する迄もなくよく想像し得る所であらふが、参考迄にその用法を次に記さう。

1) 普通の空氣中： C₂迄の装置を取外し、吸引装置 (A) を用ひてガス捕集室 K に水を充滿せしめたる後 A を適當なる高さにおき C₂~C₆なる嘴を開き、次に握把 H を持て試料用鐵線を押湯熔鋼にさし込み約 5 秒漬け置きたる後之を抜き迅速に圖示の位置に挿入すると同時に C₂ を塞ぎ且吸引装置を下げる。この状態に於て約 20 秒以上 1 分以下の時間經過後 C₄ C₅ 及 C₆ を塞ぎ K を取り外し Orsat 装置によりその中のガスを定量する。

2) 窒素氣圈中： 装置を R より直接 C₂ に連結し、試料筒の中に先づ N₂ を充滿させるため H を去り試料筒の上部を厚紙を以て

この研究に於ける實地調査は昭和 9 年及昭和 10 年前期に行つた著者の經驗を石塚繁光君に話して以後同君の勞によつて行はれたものである。尙九州帝大井上、谷村兩先生並びに日本製鋼所顧問水谷叔彦博士はいつも著者を御指導御鞭撻下される。茲に末筆乍ら上記各位並びに本著の公表を許可せられたる日本製鋼所に著者は深く感謝するものである。

覆ひ、ガス捕集室 K に水を充滿したる後、之を適當な高さにおき C₁ C₂ C₃ を開き試料筒に N₂ を充滿したるとき (1) の場合と同様にして試料を取り筒上の厚紙を拂ひ除けて之を筒中に挿入するこのとき同時に C₂ を閉ぢ且吸引装置を F に置き以後 1) の場合と同様に操作する。

3) 乾燥窒素中： 2) の場合に比し脱濕装置 R~C₂ を取り付けた點を異にするのみで、操作法は (2) の場合と全く同じである。

さてこの方法に於ては試料筒内のガスと捕集室内のガスとが組成を異にするように思へるが、そうでない。併し捕集室に得たガスの

第 1 表 ※

氣 圈 材 質	※ ガス分析%			ガス量 cc/100g 試料
	CO	CO ₂	H ₂	
空 氣	Basic C	—	—	42
	Ni-Cr-Mo	89	11	0
H ₂	C	94	6	0
	Ni-Cr	93	4	3
dry N ₂	Ni-Cr-Mo	84	11	5?
				27
				24
				16

註※ ガスには N₂ が含まれないとする

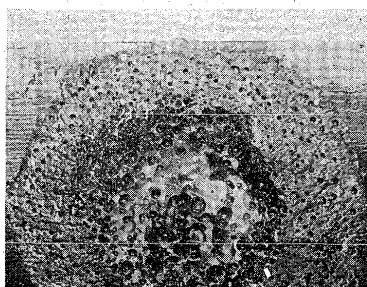
量は必ずしも試料の吹いたガスの全量に等しくはない。第 1 表※に示せるガス量は試料 100g 當り捕集室に得たガスの量を N.T.P に於ける値に直したものである。このガスを熔鋼 100g 當りに直せば試料の構造第 1 圖により上記の値の數倍となり、酸性平爐鋼では數 10 乃至 150 cc/100g melt 鹽基性では 300 cc/100g melt にもなるらしい。

※ 3 試料の採り方に關する注意

(a) 鐵線の狀況と火花 もし使用する鐵線の表面が錆びて居ると、火花は熔鋼のみから生ずるものより激しくなる。一度鑑た試料を冷へてから鐵線の代りに用ひるとその表面が酸化してゐるため比較的大なる孔が試料の各所に生ずる。そして熔鋼が良好でないとその孔の數は多い。尙 Zn 引き鐵線を用ひると鐵線は燃えてしまふ。

(b) 押湯 鋼滓の影響 熔鋼の凝固に伴て析出する脱酸生成物の

眞 寫 ※ 1



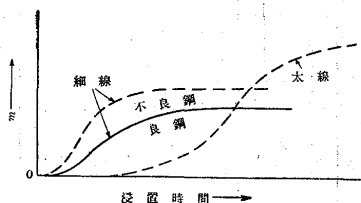
粒子は次第に浮昇して押湯熔鋼の上面に溜て浮遊してゐるものである、そしてこの鋼滓の量は注型中既に多量であることもあるが、多くは次第に増加するものである。寫眞※ 1 は S₂ 鋼塊の押湯より得たるこの種の鋼滓の裏面を示す。

試料をとるのにはこの鋼滓を通して鐵線を熔鋼に挿し込まなければならぬ。一般にこのため火花は見難くなるものである。滓の性状は鋼塊毎に異なるもので、もし軟く且粘いと滓が試料の表面に被さり、その一部が風船玉のように膨れ、冷却後その玉は壊れる。火花が見えなくともその玉により熔鋼の良否を推定出来るものである

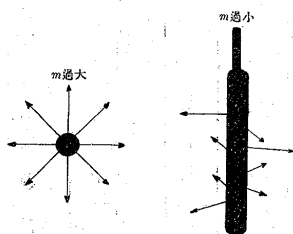
次に爐滓を注入してある押湯に於ては注入後間もなく滓が固くなるため細い鐵線は曲てしまつてしまふ。

(c) 鐵線の漬置時間及其の直徑の影響 漬置時間が短か過ぎると鐵線に着く鋼の柱狀結晶の晶針に熔鋼を含ませることがむづかしい。故に良好ならざる熔鋼も殆んど吹かない。漬置時間がそれより少し長くなると、齒狀結晶の先端は熔鋼を堪へ得るようになって、火花を盛に吹く試料がとれる。しかし或る長さを越へるとその後は幾ら長く浸置しても吹き方は殆んど變らない。そして時間を一層長くすると遂には試料と鐵線との間が緩み、鐵線の下端を豫め叩き潰しておかないと試料が抜け落ちてしまふ。

第 3 圖 ※



第 4 圖 ※



鐵線を挿入する速さ及引上速さは漬置時間さへ適當に長ければ火花の吹き方に殆ど影響しない。

次に鐵線が太いと、壁狀に發達する齒狀結晶の層が厚いため、細いものと同じ漬置時間では火花が少い。しかし漬置時間が相當に長くなると試料は大いに吹いて来る。熔鋼の良否、鐵線の太さ並に漬置時間とが吹き方に及ぼす影響を理解し易いように畫くと第 3 圖 ※ の如くである。著者の経験によると 3/16" dia 3~4 秒浸置が適當である。

(d) 試料の眺め方 ガス量の見積り點数は試料の眺め方によつて差異を生ずる怖がある。例へば第 4 圖 ※ によつて理解し得る如く上より見下すと多く吹き、横から見たのでは差程吹かないかのようである。定長の試料 (約 250 mm) を上より見下すようにするのが好都合である。

※ 4 凝固量の計算法 固体が $x=0$ なる面に於て限られ x の正方向に無限に擴れるとき最初温度が全面一樣であると $x=0$ の温度を急に下げて 0 に保てば等温面が x の正方向に進み行く様子は時間 t に關し

$$x = K\sqrt{t} \quad K = \text{比例定数}$$

鋼塊に於ては趣きが少しく之と異なるが、著者は次式を用ひ得ることを確めた。

$$x = At^n \quad \dots \dots \dots (a)$$

$$A = 1.76 \quad n = 0.613$$

$$x \text{ in cm} \quad t \text{ in min}$$

即ち (a) の兩邊を t に就て微分し

$$\log v_c = \frac{n-1}{n} \log x + \left(\frac{1}{n} \log A - \log n \right) \dots (b)$$

$$\text{但し } v_c = \frac{dx}{dt}$$

定数 A 及 n を定めるため實驗資料 (元日本製鋼所技師堀江鐵男

氏調査) を蒐めて表示すれば次の如くである。

第 2 表 ※

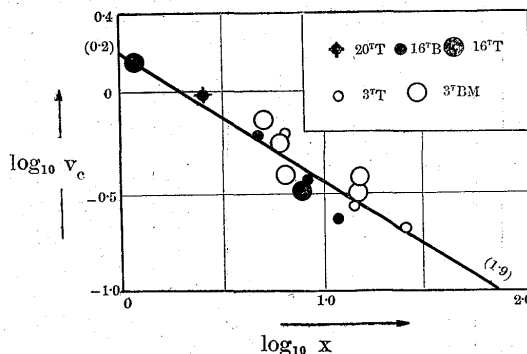
方法	鋼塊	上端 (T)		中央 (M)		底端 (B)	
		v_c cm/min	x cm	v_c	x	v_c	x
實測値	3t	0.20	25	0.33	16	0.37	15.5
		0.29	15	0.58	5	0.70	—
		0.58	5	—	—	—	—
測定値	6t	0.37	12	—	—	0.24	12.5
		1.00	2.5	—	—	0.61	5
		0.39	6.5	—	—	0.37	8.5
凝固時間	鋼塊半凝固	16t	20	40	60	—	—
		45cm	50	65	70	—	—
		2.5hr	3.5	5.0	6.5	—	—

廻轉鋼塊編目位置	T 端		B 端	
	鋼塊表面	第一編	鋼塊表面	第一編
第一編	← 2.5 cm →	1' ~ 5''	← 4.0 cm →	14' ~ 0''
	← 12.8 cm →	52' ~ 50''	← 16.4 cm →	45' ~ 0''
第二編	← 91 cm φ →	—	← 80 cm φ →	—

鋼塊は 16t 時間は各端鑄込より分~秒

表示せる値を用ひて $\log_{10} v_c$ と $\log_{10} x$ との關係を圖示すれば次圖の如く略直線的である。

第 5 圖 ※



これにより (b) 式に對し

$$\frac{1}{n} \log_{10} A + \log_{10} n = 0.20$$

$$1.9 \frac{n-1}{n} + \frac{1}{n} \log_{10} A + \log_{10} n = 1.9$$

この兩式を解き $A = 1.79$ $n = 0.613$

次に $n = 0.613$ と置き他の實驗資料につきて A を求めてみると次の如く互に略一致してゐる。故に之等の平均値をとれば (a) 式の下に記した値となる。

第 3 表 ※ A の値

編目	T	B	吋	A
第一	1.72	1.79	16	2.13
	—	—	20	1.88
第二	1.52	1.69	40	1.87
	—	—	60	1.81

此の關係は、著者が多數の鋼塊に就て經驗した所によると、實際上鑄込温度の差異には殆んど影響されない。又細い鐵棒や鐵鋸を押湯熔鋼に挿し込んだときその周圍に固る鋼の厚さにも略適用される凝固速度に就ては從來三、四の文献が見へたが著者は上の (a) 式を用ひることにした。この (a) 式により鑄込開始よりの時間と鋼殼の厚さ x との關係を求めておくと、他に鋼塊の寸法を知れば茲に凝

固量と時間との關係を求ることが出来る。

※5 熔鋼脱酸量の近似的計算法 指物前及出鋼前に爐中の熔鋼より汲み取て固めた試料の化學分析結果を

	C	Si	Mn
差物前	C ₁	Si ₁	Mn ₁
出鋼前	C ₂	Si ₂	Mn ₂

とし、差物より加はりたる C, Si, 及 Mn をそれぞれ ΔC, ΔSi, 及 ΔMn とすれば、此の期間に行はれたる熔鋼脱酸の量 ΔO は略次式を以て與へられる。

$$\Delta O = \{1.33(C_1 + \Delta C - C_2) + 1.14(Si_1 + \Delta Si - Si_2) + 0.29(Mn_1 + \Delta Mn - Mn_2)\}$$

分析試料に於ても偏析起り、又差物前試料の凝固に於ては C のガ

ス化が著しく、尙熔鋼中の FeO はそのまま滓に移動し得るから上式は近似値を與へるに過ぎない。併し熔鋼脱酸の比較にはこの値を用ふれば結構である。

※6 調査表

記號一覽表	Tab ※4
鑑定成績と實際成績との關係	(4) Tab ※5
"	(2) Tab ※6
火花と材力との關係	Tab ※7
脱酸と砂疵との關係	Tab ※8
地金と砂疵との關係	Tab ※9

以上

著者調

第5表 ※ 鑑定成績と製品成績との關係 (1)

鋼塊		鑑定成績					製品成績			鋼塊		鑑定成績					製品成績					
熔番	材質	分數	應數	試料			概評	成績	判決	材試經過	熔番	材質	分數	應數	試料			概評	成績	判決	材試經過	
				1	2	3									地金	熔塊	地疵					1
A	Ni-Cr	1/4	10	4	~	7	●	▲	○		N	Ni-Cr	1/2	6	6	7	7	●	▲	×		
		3/4	"	"	"	"	●	▲	○				-Mo	2/3	"	6	6	6	●	▲	○	
B	Ni-Cr -Mo	1/2	16	3	4	6	●	▲	○		O	Ni-Cr	1/4	10	5	6	6	×	●		○	良
		3/2	"	3	5	5	●		○				3/4	"	5	6	6	●		○	Tc 再シ 再ネ 良	
C	Ni-Cr	3/4	3	5	6	6	●		○	TR 再ネ 良	P	Ni-Cr	2/3	6	4	4.5	5	●	○		○	良
		3/4	"	5	5	5?	●?	(S)	×				3/3	"	4	4	5.5	●	○		○	
		1/4	"	5	6	6?	●?	(S)	×	TR 再シ 再ネ 良			Q	Ni-Cr -Mo	1/2	10	3	3	4	●	○	○
1/2	36	3	3.5	3.5	×	○	○	Sb	○	B.A.C B200切再ネE 差大再ネ3回良	2/3	"			3	4	5	●	○	▲	○	
E	Ni-Cr	3/4	8	3	3.5	4	○		○		R	C	3/2	8	—	4	5	○		○		
		1/4	"	3	4	5	○		○				4/4	"	—	3	4	○		○		
F	Ni-Cr -Mo	2/3	6	3	3	4	○		○		S	Ni-Cr	2/3	6	2	3.5	3	×	○	sr	○	2/3 T Tc 再シ 良
		3/3	"	3	4	5	●		○	TA 再試 良			3/3	"	2	4	4	○		○		
G	Ni-Cr	1/8	8	4	5	5.5	○	sr	○		T	Ni-Cr	2/3	6	3	5	6	●	▲	○	2/3 Ac 再ネ 良	
		2/8	"	3	4	4.5	○		○	良			3/3	"	3	5	6	●		○		
		3/8	"	3	4	4.5	○		○													
		4/8	"	3	4	5	○		○													
H	Ni-Cr	1/2	25	3	4	4	○		○	良	U	Ni-Cr	2/3	6	2	3.5	1	○		○		良
		3/2	"	3	2	1	○		○				3/3	"	2	4	3	○		○		良
I	Ni	1/2	40	6	7	8	●	▲	×		V	Ni-Cr	2/3	6	3	2	2	○		○		良
J	Ni-Cr	2/3	6	3	3.5	4.5	●		○				W	Ni	1/5	25	4	3	2	○		○
		3/3	"	3	4	5	×	○		○	2/6	"			4	5	5	●	○			良
K	Ni-Cr	1/3	10	4	3	5	○		○	R 再ネ 良	X	Ni-Cr	1/2	16	4	2	2	○		○		良
		2/3	"	4	5	6	○		○	R 再ネ Rc Slag 再良			2/2	"	3	5	4	○	○			
L	Ni-Cr	1/3	8	3.5	4	5	×	○			Y	Ni-Cr	3/6	15	4	2	2	○		○	Br 再ネ S再ネ 良	
		2/3	"	3.5	4	5	○		○				4/6	"	2	3	3	○		○	Br 再ネ S再ネ 良	
3/3	"	3.5	4	5	○		○		5/6	"			4	4.5	5	○	○		○	Rs 再ネ S 良		
1/4	6	6	6	6	○	×	○	A再シ 再ネ A再シ A多數再シ 良	6/6	"			4	5	5	○		○		良		
M	Ni-Cr -Mo	1/4	6	6	6	6	○	×	○		Z	Ni-Cr	1/10	6	3	2	4	○		○		良
		3/4	"	6	5	3	○	▲	×				3/10	"	3	4	5	○	○		○	Tr Rr 再ネ 良

第4表※ 記號一覽表

鋼塊	T M B	夫々頂端 中央 底端
鑑定	M or × I 2 3 C 0.5 0.8 R.H	地金張る (× はTab. に使用しある場合) 初, 中期, 末期 試料時期それぞれ, 鑄込終, 0.5R, 0.8R 本體終, 押湯中
製	成績	x z は夫々鋼塊及製品成績 ○は良 ●は稍良 ●は不良
	缺點	△は白點 S or s は Sand 多數 ×は材試不良 ()は廢却
品	材力値	Eは彈性限, Rは抗張力, Aは延伸率, Cは絞率, gは衝擊値
	破面	F Slag. は抗張破面に Slag 現出のもの多數
成	經過	○は良好 ×は不良
	讀み方	例「TR200 再シ, 再ネ3良」は鋼塊頂端側試験に於て抗張力不足のため, 同端より 200mm 切捨てて再試験を行ひたるも尙不合格なり依てその後再熱鍊を3回繰返したるに合格せり
績	判 決	○は良又は合格 ●は假良 ●は廢却

第7表※ 火花と材力との關係(Ni-Cr 鋼) 石塚君調

鋼塊(20)		B 端 材 試 平 均 値		
熔 番	試料0.5R	E/kg/mm ²	C%	τ
71	5	50.8	36.9	0.200
72	5	47.1	31.5	0.164
73	4	51.7	43.6	0.248
74	5.5	50.6	36.3	0.195
75	4	52.4	33.7	0.212
76	5	53.8	36.1	0.195
77	5	58.7	34.0	0.181
77	5	50.1	39.5	0.219
78	6	53.4	33.4	0.177
79	5	53.8	35.2	0.190
79	5	52.3	30.2	0.210
80	4	48.9	47.7	0.282
81	6	50.9	35.3	0.190
82	6	47.8	32.8	0.173
83	4	48.1	40.0	0.222
84	4	51.8	38.2	0.210
85	5	53.8	37.4	0.204

第8表※ 脱酸と砂疵との關係(Ni-Cr-Mo鋼) 著者調

熔番	成 績		熔番	成 績		熔番	成 績	
	脱酸	製品		脱酸	製品		脱酸	製品
31	-0.36	●	41	0.28	○	51	0.23	○
32	0.08	○	42	0.16	●	52	0.12	○
33	0.11	●	43	0.09	○	53	0.17	○
34	-0.13	●	44	0.48	○	54	0.17	○
35	0.01	●	45	0.06	●	55	0.09	●
36	-0.16	●	46	-0.10	●	56	0.03	●
37	0.03	●	47	-0.01	●	57	0.14	●
38	0.03	●	48	0.15	●	58	0.11	○
39	0.05	●	49	0.29	○	59	0.04	●
40	0.12	●	50	0.12	●	60	0.00	●

第9表※ 地金と砂疵との關係 石塚君調

分類	鋼 塊		検 査 係		著 者
	熔 番	吨數	検 査 係	著 者	
含砂現出	91	30	(s 多數 Eslag多)	S	検査せず
	92	25			
	93	50			
	94	20			
	95	50			
	99	20			
	97	20			
	98	3			
	99	20			
	100	20			
含砂無きもの	101	3	Blow hole 異状なし	S	S 數 個 検査せず
	102	6			
	103	6			
	104	6			
	105	—			
	107	—			
検査不 充分の もの	9 本 あり				

(s) は Sand のため廢却となる