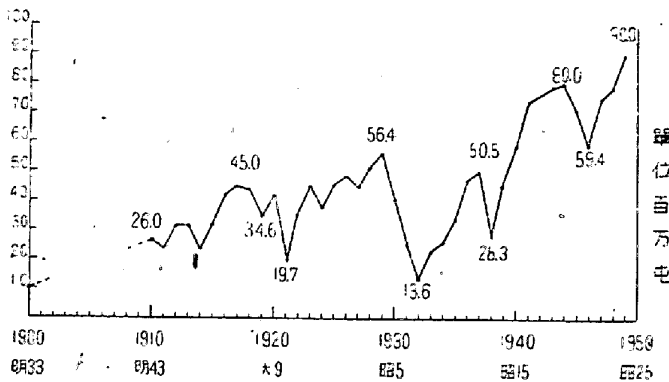


米國式平爐製鋼法に就て

植山義久*

I. 緒言

此度鐵鋼使節團の一員として、二ヶ月に亘り多數の米國製鋼工場を視察した結果、米國の製鋼法の大要を述べると共に、我國に於て取入れるべき事項及び研究改良して行かねばならない問題を取上げた。



第 1 圖

II. 米國に於ける鐵鋼生産の狀況

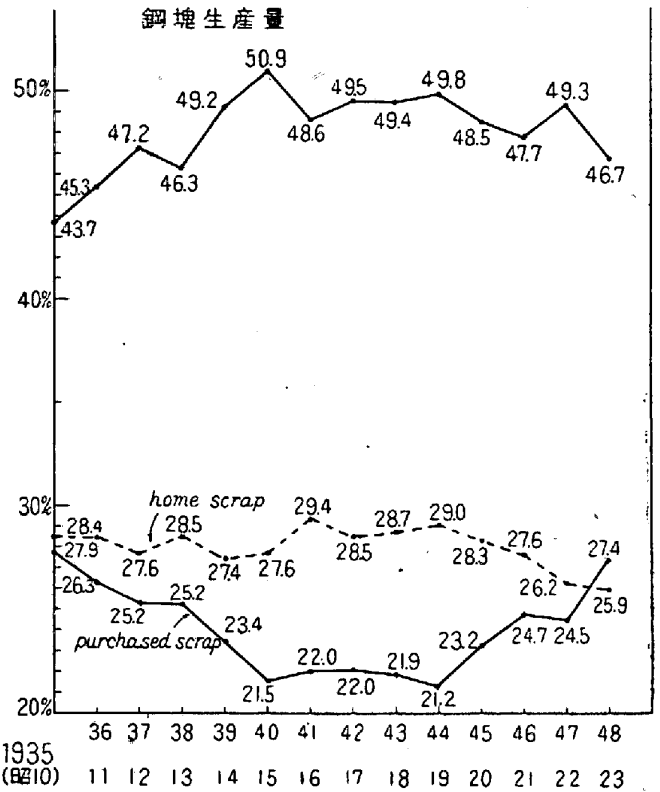
20 世紀に入つてからの米國鋼塊生産の推移は第 1 圖の如くである。第 2 次大戦中には、1944 年に鋼塊 8000 萬噸に達し、終戦に依り一時的に 5900 萬噸に減少したが、其の後急激に膨脹し昨年 1949 年には約 9000 萬噸にも達し世界總生産量の約 48% を占めて居る。又屑鐵の使用割合は第 2 圖の如くで、近年は逐次自家發生屑の使用割合が減少してゐる。

III. 平爐工場視察の概要

視察した平爐工場及びその概要を一覽表にしたのが第 1 表で米國鐵鋼業の中心地たる Pittsburgh を中心として視察が行はれたのであるが、平爐は大體熔銑裝入が主で其の容量は 150t~250t であつて、最近 550t 爐が Weirton St. Co. で作られてゐる。冷銑裝入爐は 60t~80t 爐で、酸性爐は冷銑裝入であつてその容量は 35t~150t である。

又米國の平爐は大部分が固定式のベンチュリー型で、傾注式爐も固定式に變りつゝある。而して出鋼樋は何れも全部出鋼毎に取外して居る。

一般に煙突は短く鐵板製で、爐との距離が短い。



第 2 圖

IV: 平爐工場の設備

所謂ドイツ式設備を持つ我國平爐工場と異り、第 3 圖(省略)の如く、裝入機は床上走行式で裝入機と平爐との間にレールが敷かれ、裝入材料は裝入函に入れられ、3 個宛臺車に乗せられたまま直接此のレールに依つて爐前に運ばれ、裝入機にて裝入される。その爲裝入が遅い。

作業デッキは平爐ヤードより煙突側に廣く伸びてゐて(第 4 圖省略, 5, 6, 7 圖参照), 數條のレールが敷かれてあり、裝入材料は一時的に貯藏される。此處には天井起重機がないのが普通である。平爐ヤードには、別に天井起重機があり、熔銑使用工場は混銑爐を持つて居るものと直接熔銑爐より熔銑を送り込むものがあり、前者は混銑爐より天井起重機で平爐に運ばれ裝入されるが、後者の場合は熔銑は裝入機の後側にあるレールに依り爐前に運ばれ天井起重機により裝入される。

造塊ヤードは勿論天井起重機に依り注入が行はれるの

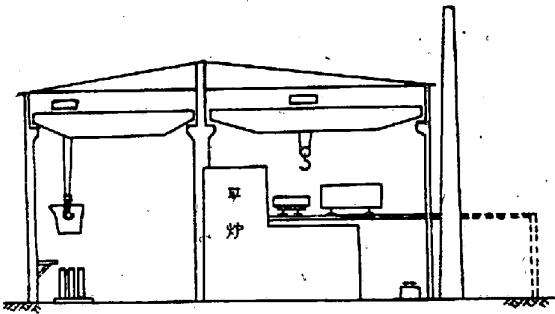
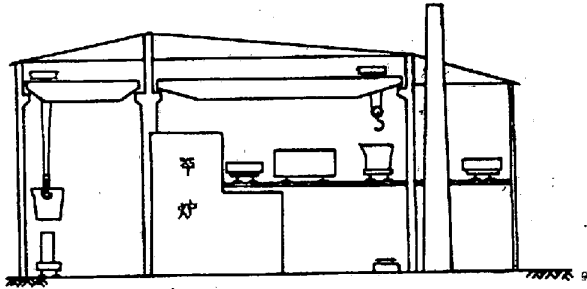
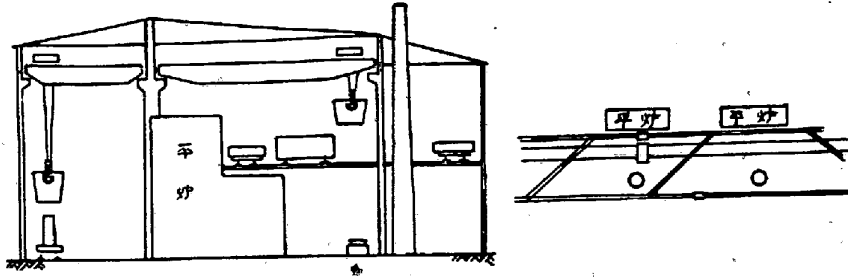
* 川崎重工業葎合工場

第1表 製 鋼 工 場

所在地	會社工場名	製 品	平 爐			
			容 量 基 數	生 産 量 (鋼塊) t/年	廢 熱 ボ イ ラ 種	天 井 壽 命(年)
Pittsburgh	Homestead Works (Carnegie Illinois St. Corp)	Plate, Sheet, Strip, Bar, Rail, Structural shape, etc.	250t×11 (225t)	4,279,000 t/年	有	取外 (450)
	Wheeling St. Corp.	Si-steel, Low C-St.	165t×11		無	取外 (300)
	Crucible St. Co.	Pipe, Insert St, Bar, Cr-St. Stainless	125t×12 電爐(10~ 40t)×7	平爐 800,0 00t/年 電爐 300,0 00t/年		
	Heppenstall Co.	Dieblock, Sawblock Hammer ram, Piston rod etc. Cr-Mo Ni-Cr- Mo St	40t×2 (酸)			
	Mesta Machine Co.	Roll. Steel castings, etc.	50t×2, 80t ×1 150t×1部酸 電爐15t×1	42,000~ 48,000t/ 年(電氣 爐を含む)		
Vanadium Alloy St. Co.	Tool St etc. (about 50 Kinds)	電氣爐 4t×2(3t)				
Cincinnati	Armco St. Corp.	Sheet. Armco Iron, etc.	18t×8 電爐 60t×2	1,100,000 t/年	無	取外 (第一回 修理)
	Newport St. Corp.	Si-St, Low C-St, etc.	O.H. 電爐 60t+3			電爐 50
Chicago	Gary St. Works (Carnegie Illinois St. Corp)	Rail, Bar, Plate, etc.	(全部≒51 基) 224t(150t) ×3 (傾注式)	5,700,000 t/年 傾注爐≒ 90000t/月		
	Ford Motor Co.			1,000,000 t/年		
San Francisco	Columbia St. Corp.	Structural St, Spring, Wire, Bar, Sheet, Plate, etc.	80t×5	300,000t/ 年 7~8t/hr (一基)	無	取外 (250 ~280)
	Bethlehem Pacific Coast St. Co.		60t×5	235,000t 6~6.5t/ hr(一基)		
Baltimore	Bethlehem St. Corp, Sparrows Point W.	Bar, Plate, Wire rod, etc.	No. 1 plant 12基 No. 2 plant 5 基 No. 3 plant 220t×11	4,800,000 t/年	有	取外 (275 (550))
Youngstown	Youngstown Sheet & Tube Co.	Pipe, Wire, Plate, Bar Skelp. Tube, etc.	150t×12	1,210,000 t/年		取外 (250)
	United Engineering & Fdry	Steel castings Foundry	75t×1 35t×1(酸) 50t×2(酸)		無	取外
Los Angeles	Kaiser St. Corp.	Plate, Skelp, Bar, Strip, Pipe, etc.	180t×6 220t×1 2基傾注 式	1,000,000 t/年 20t/hr (一基)		180 (360)

視 察 一 覽 表

關 係		造 塊 關 係				其 の 他			
變 更 裝 置	燃 料	銑 鐵 (配合)	製 鋼 時 間	鋼 種	鋼 塊 の 大 き さ	注 入 法	步 留	鑄 型 及 其 他	
Blaw-knox	Heavy oil & tar 30gal/t	Molten pig 65%(55~75%)	9°00'~11°30'	Rimmed Semi-killed	10t (6t~15t)	Top		corrugate 内面 tar	Low C-O ₂ 使用 Mixer 755t×2
Blaw-knox	Oil coke gas Natural Gas Coke gas	Molten pig 65%	11°00' 装入3°00'~4°00'	Semi-killed Killed	11t~15t			内面 tar	全基にO ₂ 使用(熔解精錬共) Mixer(650t~900t)×2 Si-Stはladle3回入替
Isley 2 stacks	Heavy oil (S<0.4%) Heavy Oil	Cold Sweden pig 25%	8°00'	Killed	13t~15t 40"×40"×70" max40t	Top	Topを20~25%赤い間に切捨		C<0.15 O ₂ 使用
Isley 2 stacks	Heavy Oil (24gal/t)	Molten pig 45~55% (min 40%)	9°45'~11°00' 電氣爐 Topcharge 5°00' Side 7°00'	Rimmed	8.5t		89%		C<0.16 O ₂ 使用 14哩の遠方より熔銑を運ぶ
	Oil, Coke gas	Molten pig Duplex 固定爐は 60%		Rimmed, Semi-killed Capped 16%	5t~40t 普通14t~15t				Chain conveyer system
Vertical Butterfly	Natural gas:oil = 8:2oil 20gal/t Natural gas Oil (50gal/t)	Cold pig 25%+ Pitch coke 4% Cold pig 10~15% +C40~50lb/t	9°00'~11°30'	Rimmed, Killed Semi-killed	1t 丸型等	Top & Bottom	>90%	Radiat- or 付	
	Heavy Oil & coke gas	Molten pig 50%	9°00'~10°00'	Semi-killed	1t~1.5t	Top & Bottom 丸定盤	89%	Ladle life は 160 回	
	Heavy Oil & coke gas	Molten pig 50%	10°00'~12°00' 精錬 2°00'	Rimmed (70%) Capped. killed	10t~12t (10~20t)			corrugate 内面 tar	
	Oil, Blf gas Coke gas Oil	Molten pig 45~48%	4°00'~3°30'~2°30'計 10°00'	Rimmed Semi-killed Capped Killed	4.5t(角) ~7t(扁)			内面 curveな Lsharp corner	C<0.08 O ₂ 使用 Mixer 280t×2, 1450t×1
Blaw-knox	Oil, Coke gas 290万 B.T.U	Molten pig 40%	10°30'~11°00' min 7°35' 装入2°00'	Semi-killed 70% Rimmed 20% killed 10%	10~15t	Top	88~89%		Low C O ₂ 使用 Mixer 800t×1



第5,6,7圖 平爐工場断面圖

であるが、鑄型臺車用レールが引き込まれて居り、臺車上の鑄型に注入され、型抜き、型の手入れは夫々別の場所で行はれるのが普通である。

太平洋岸の冷銑装入の工場ではかゝる設備はない。又爐の裏側には樋取外し用のジブクレンが設けられてゐる。

V. 平爐の構造

1. 爐構金物

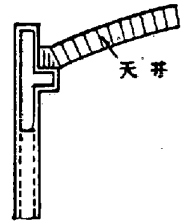
新式爐では天井をもたせる爲のボルト締め構造は行はれて居らず、第8圖の如く、ノロ部屋から爐體全部が頑丈な鋼鐵製の柱を組合せて作られて居り、爐の両端にある巨大なコンクリート基礎の上に18'—25' 間隔にIビームが並び、此の上に更に直角にIビームが同様な間隔で組合はされ3'—4'—1' の船底鐵板が之に銑止めされてゐる。従つて部屋の煉瓦積みに爐體の重量がかゝらない様になつてゐる。

2. 爐體

a) 装入口ドア 装入口は60t—80t 爐では3個、150t—250t 爐で5個、550t の大型爐では7個あり、ド

アは第9圖(省略)の如く水冷式で通常クロム混合物で裏打ちされて居る。この持続回数は約70回である。

b) ドアフレーム 勿論水冷式であるが、第10圖の如く抱受金物を兼ねてゐるものも使はれてゐる。

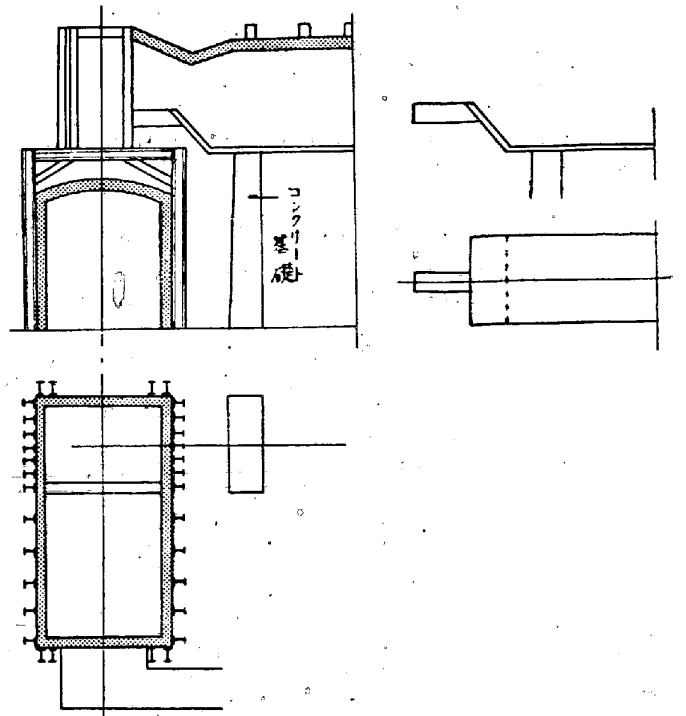


第10圖 ドアフレーム

c) 抱受 抱受金物は、通常鑄鋼水冷式であるが、水冷パイプを通して居る所もある。

d) 爐床 船底鐵板の上に、2'—4' の斷熱セメント又は斷熱煉瓦を敷き、その上にクレイ煉瓦敷層、次に2—4 段のクロム・マグネシヤ又はクロム煉瓦を敷きて

煉瓦積みを終り、之から後は次の3つの方法で爐床を作る。



第8圖 爐構(最新式のもの)

(1) 粉を含むマグネシヤを 10~20% の平爐鋼滓を混じて煉瓦積みの上に一面に薄く敷いて、高温で 3~4 時間焼付ける。之を繰返へして所要の厚さにする。此の方法は一週間以上かかる。

(2) 床造り作業を速かにするため、マグネシヤをタール又は特殊の粘結剤を使つて、厚さ 15''~20'' にスタンプして焼付ける。マグネシヤの代表的な成分は第 2 表の如くである。普通 Ramset と云ふ名前前で販賣されてゐる。

第 2 表 (Ramset の成分)

成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂
%	2.8	0.93	8.57	1.1	85.3	0.57

(3). (1) (2) の中間的な方法で一部スタンプした後、6''~12'' を焼付けながら埋めて行くのである。

何れにしても良質の製品を主眼とする所では、焼付けに非常に時間をかけて爐床を丈夫なものにしてゐる。

e) 出鋼孔 マグネシヤ煉瓦で 15''x20'' 角の孔を作りその中へ 6''φ パイプを入れてその周囲をマグネシヤ又はクロム鍍で填めて孔を作る。石閉めは焼ドロマイトで行ふが、生ドロマイトで閉めてゐる所もある。又其の外をクロム粘土で押へて居る所もある。

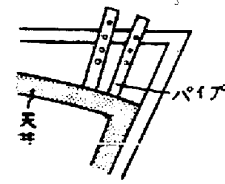
f) 前壁 クロム煉瓦又はクロム・マグネシヤ煉瓦で厚さは 18'' 位で上部が薄くなつて傾斜して居り、煉瓦 4~5 枚毎に鉄板を入れてスポーリングを防いで居る。又クロム・マグネシヤのメタルケースも使はれて居る。寿命は大體 100 回以上天井と同じ位持つものもある。

g) 裏壁 殆んど全部が 45° 位の傾斜を持つスローピングバックウォールであり、裏壁金物の内側に耐火煉瓦を積み、その内側にクロム・マグネシヤ煉瓦を積む煉瓦積みは耐火煉瓦を積まずに全部クロム・マグネシヤ煉瓦を積んで居る所もある。

煉瓦積の内側は、厚さ數時にクロム鍍又はクロム・マグネシヤをスタンプする。

此の裏壁は大體大修理まで持つ。但し Bethlehem Pacific Coast St. Co. では、垂直な裏壁で、煉瓦積みは鹽基性煉瓦を使用して、160 回位の寿命を有してゐる。

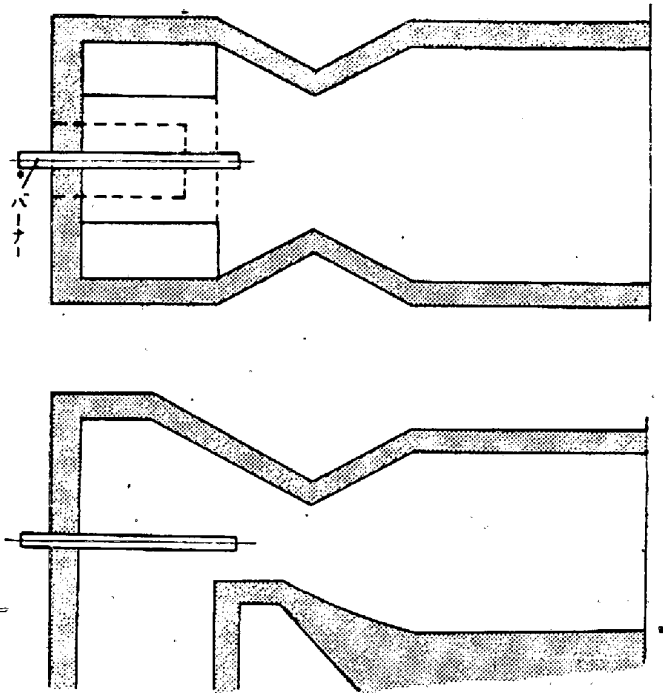
h) 天井、噴出口、空氣昇 天井は珪石煉瓦で、新式の大型爐では大天井裏側抱から約 3' 位は長い煉瓦を使つて居る。又天井の膨脹を防ぐ爲に第 11 圖の様子上の金物から天井に向つてパイプを立て、その孔にピンを



第 11 圖 天井膨脹防止装置

差して高さを調整してゐる所もある。(Bethlehem Sparrows Point)

大部分がベンチュリー式爐であつて、第 12 圖の様に



第 12 圖 モンキイ壁

モンキイ壁で絞られて居るが、其の絞り方は緩慢で殆んど絞つてゐないものもある。小天井は傾斜して居り、Wheeling では試験爐としてこの小天井及び空氣昇を、鹽基性煉瓦を使つて吊つて居る。此の煉瓦は、マグネシヤ 20%、クロム 80% の焼成した煉瓦をメタルケースに入れて、スポーリングを防いで居る。

一般に天井の寿命は 300~450 回で、大天井は 150~250 回位で一部修理する。

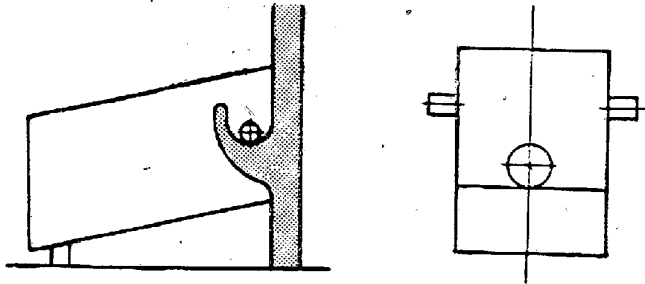
バーナー口の所は、ドッグハウス (dog house) があつて水冷されてゐるものもある。

突當壁及び空氣昇は珪石煉瓦のものもあるが、最近では鹽基性耐火物に變りつゝあつて、クロム又はクロム・マグネシヤ煉瓦で鉄板を挿んでゐるか、或はマグネシヤメタルケースを使用して居る。(焼成せずプレスのみのも)。

空氣昇は 1 つのものもあるが、2 個あるものが多く何

れもノロ部屋から空積みで上つて居る。又メタルケースを使用して吊つてゐるものもある。

i) 出鋼樋 樋は總ての爐に於て、出鋼毎に取外して居り、爐の大きさに比し樋は非常に小さく且つ深い。内張りはクレイ煉瓦でその上に粘土が塗つてある。繼目は第 13 圖の如く、ソケットになつてゐるものと、單に



第 13 圖 出鋼樋は毎回取外す

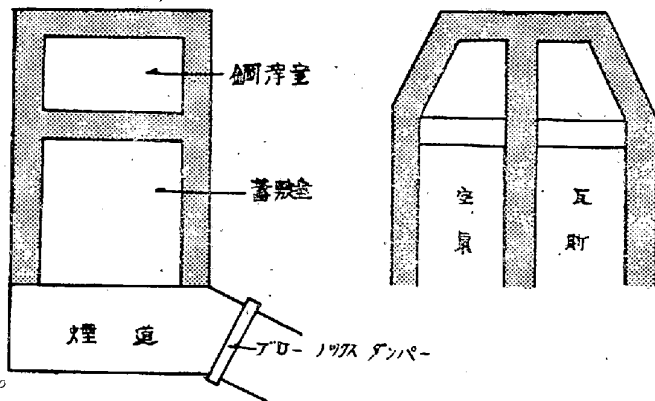
目地を塗つて合せてゐる丈の所もある。樋の取外しは、ヂブクレンで行ひ、造塊側におろされる。

3. 鋼滓室

鋼滓室は大抵一つになつて居り、下部は良質のクレイ煉瓦を使用し他は硃石煉瓦で底は砂を敷き古煉瓦で内張りして居り、修理の際鋼滓の除去を早くするため、最下部にレール等を差込む間隙が作られて居る。

外側は鐵板で蔽はれて、その内側に斷熱煉瓦を積んで間隙をなくして居る。

又鋼滓室は第 14 圖左側の様に四角であつて、右側の



第 14 圖 鋼滓室の比較

圖の様に蓄熱室に向つて開いて居ない。爐端が鹽基性である爐では、鋼滓室の鋼滓は、硅酸分が非常に少く酸化鐵が大部分である。

4. 蓄熱室

發生爐瓦斯を全く使用せず、高發熱量の液體又は瓦斯體燃料を使用してゐるから、蓄熱室は片側に 1 個でよい譯であるが、未だ普通 2 個使つて居る所が多い。此の場合、空氣の豫熱のみに使はれて居るのであるから、2

個の部屋の大きさは同じ位にして居る。新しい爐では、吊天井にして中壁を取除き 1 個の部屋にして居り、平な天井にしてゐる所もある。(Wheeling Steel Corp.)

天井煉瓦はクレイ煉瓦である。側壁は外側を鐵板で圍み、順次斷熱煉瓦、クレイ煉瓦を使用して居る。

部屋の大きさは色々であるが、大體高さの 2/3 は地上に出て居る。格子積みは 6''~7'' 間隔の煙突式であり、第 15 圖(省略)の様にマンホール壁に 5''x8'' 位の孔が横に 10~20 個、縦數段作つてあり、7~10 日間に一度壓排空氣又は蒸氣で吹かして掃除を行ひ、眞空装置で取出す方法を行つて居る。(第 16 圖省略)

格子煉瓦はクレイ煉瓦で、成分は第 3 表の通りである。

第 3 表 (格子煉瓦の成分)

成分	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ig.Loss
%	57.62	3.35	38.23	0.53	0.27	Tr.

壽命は普通 2000—7000 回位であるが、Homestead では 7 年位持續して居る。

5. 變更弁及び煙道

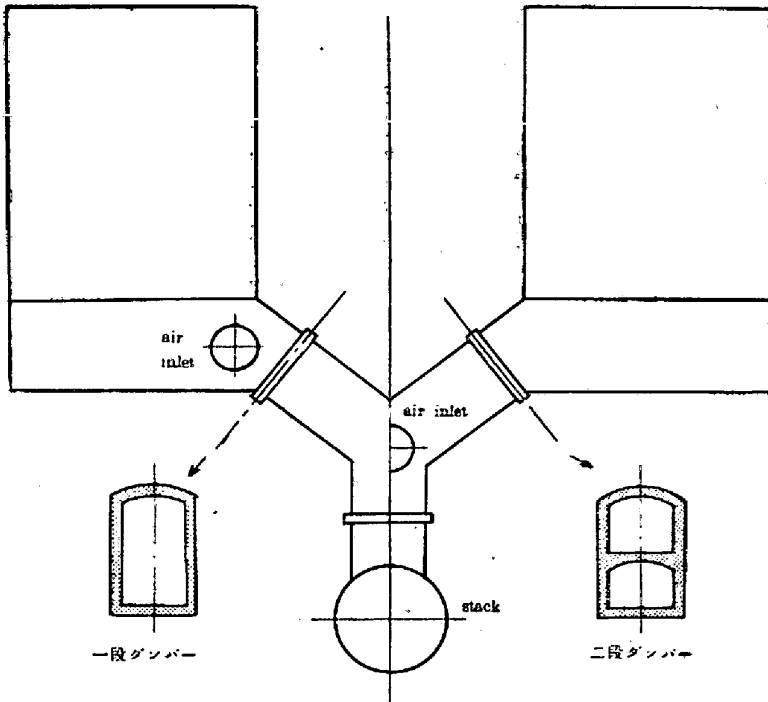
燃料の關係もあるが、變更装置は Blawknok 式又は Isley 式を採用して、出来る丈煙道を直線的にして、變更時間を短縮し、間隙及びドラフト損失を少くして、爐内壓力のコントロールが自由に行へる様にしてゐる。

a) Blawknok 第 17 圖(省略)の如く、水冷又は合金鋼製の傾斜ダンパーを各小煙道に取付け、電動機でダンパーを上下して變更する。新しいものは、第 18 圖の右半に示す如く、ダンパーの部分に二段の煙道になつて居り、變更の時爐内壓が負壓にならない様にして居る。(Kaiser の工場)

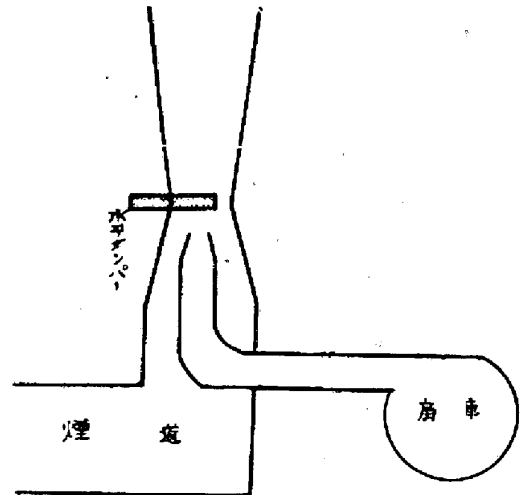
b) Isley 新形式として第 19, 20 圖の如く、2 本のベンチュリー式煙突があつて、夫々變速モーター直結の扇車が附いて居り、煙突に取付けられ水平ダンパーの開閉とモーターの變速に依つて、簡単に變更し、且つドラフトを調節出来る。又從來の變更弁のあつた所に、補助の蓄熱室を利用してゐる所もある。此の方法は、變更時間も短く、燃料節約が期待出来る。

6. 煙突及びドラフト

最新の煙突は鐵板製に煉瓦内張りしたもので、直徑は 6~7 呎で、水冷垂直ダンパーを有し、爐付工に依つてドラフトが調節される。大半は廢熱ボイラーを有し、扇車に依り強制ドラフトを行つてゐるが、蒸氣を必要としない場合には、廢熱ボイラーはない。又上記のベンチュリー式煙突は、高さ約 60 呎位の短いもので、圖の如く



第 18 圖 Blaw-knox 變更



第 19 圖 ベンチュリー式煙突

VI. 材 料

1. 銑 鐵

使用銑鐵の成分は第4表の示す如くで、Cu% が非常に少いことが目立つ。この成分表は視察した工場の銑鐵成分の最小、最大の範囲を示したものである。又 Kaiser の如く、熔鐵爐に Mn 鑛を使用しない所は、Mn 0.4~0.5% である。

第4表 銑鐵成分表

成分種類	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %
鹼基性用	4.0~4.5	0.7~1.8	0.7~1.5	0.1~0.3	0.03~0.055	0.03~0.09
	4.0~4.5	1.0~1.5	1.5	<0.03	<0.03	

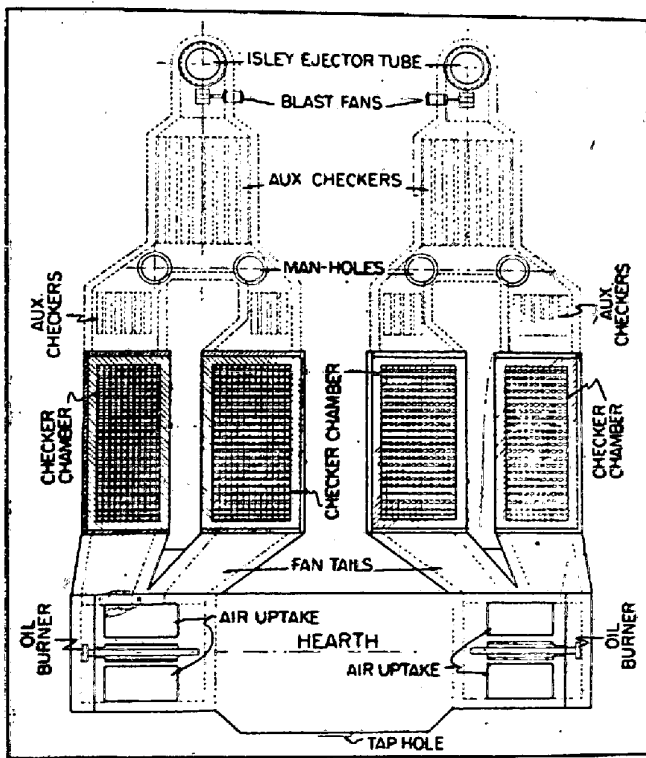
銑鐵の配合割合は第5表の如くである。又銑鐵の価格は地方に依り異なるが、一例を示すと大體第6表の如くである。

第5表 銑鐵の配合割合

平爐の種類	使用銑鐵	配合割合
鹼基性	熔 銑	40~65% Duplex 法の際は 熔銑：轉爐鋼=1：7
	冷 銑	(25~10%)+加炭劑
酸性	冷 銑	25%

第6表 (銑鐵の價格)

銑鐵の種類	價格 (弗/噸)
熔 銑	26~29
冷 銑	40~45
低 磷 硫 銑	65



第 20 圖 Isley 式變更裝置

ベンチュリー作用に依りドラフトを得て居る。

7. 爐體各部の保温

爐體から煙道煙突に至る各部が、全部斷熱保温されて居り、之に依り多量の空氣の漏洩を防ぐと共に、熱の放散を防止して、燃料を 5~7% 節約して居る。然し天井だけは保温してゐない。

木炭 銑物用銑
50

2. 屑鐵

屑鐵は還元屑，購入屑何れも，成分及び等級別に良く分類されて居り，一級品と云ふのは平爐用としては，

1/8" 以上(厚さ)×18"(幅)×5'(長)

電氣爐用としては，長さ 3' 位のもので，その價格は一例を示すと，

重量屑(酸性爐に使用する鐵道車輪等)……38弗/噸

一級品 ……………20—25弗/噸

二級品 ……………18弗/噸

であつて，一級品は鐵道屑，造船屑が多い。

3. 合金鐵

一般に使用されてゐる Mn 鐵は 80%Mn，硅素鐵は 50% Si で，金屬硅素は 95% Si であつて硅素鋼製造に使はれて居る。アルミニウムは，造塊用のものは棒又はショットである。

VII. 燃料

約 20 年前から平爐使用燃料は，非常に進歩，改良され，現在では發生爐瓦斯は使用されてゐない。重油，天然瓦斯，骸炭爐瓦斯，熔鑛爐瓦斯及びタール等があり，重油は單獨に使用する場合も勿論あるが，その他の燃料と混焼してゐるものも多い。例へば

重油+天然瓦斯

重油+骸炭爐瓦斯又は天然瓦斯

重油+熔鑛爐瓦斯又は天然瓦斯

重油+タール

等で，隨時天然瓦斯が便利に使用されて居る。普通使用されてゐる重油の硫黄分は 1% 以下で，殊に酸性爐の場合は，0.4%(min) のものを使用して居る。重油の噴霧化には壓搾空氣又は，蒸氣を使用し，蒸氣の壓力は 100~150 lb/in² 以下で，約 550°F に過熱されて居る。

又天然瓦斯は米國に於ては，燃料として非常に重要な役割を演じて居り，1 萬カロリー以上の高發熱量を有し，1 千軒以上の遠方から，パイプで引いて來て居る所もある。

之等の燃料は高發熱量を有してゐるため，蓄熱室で豫熱する必要がなく，之がため，蓄熱室は 1 個宛あれば良い譯で，變更装置も簡單になり，米國に於ける製鋼業發達の原因は燃料に依るものであると云ふ事が出来る。之等主要燃料の分析の一例を示せば第 7 表の如くである。

バーナーは種々あるが，その例を第 21 圖に示してお

く。

第 7 表 燃料分析

Fuel Oil	出 所	C	H	H ₂ +N ₂	S	比重
	Pennsylvania	84.9	13.7	1.4	—	28
	West Virginia	83.5	13.3	3.2	—	30
	Ohio	84.2	13.1	2.7	—	28
	Calif	81.5	10.0	6.9	0.55	15
	Texas	84.6	10.9	2.9	1.63	22
	Mexico	83.7	10.2	—	4.15	22
	Lussia	86.6	12.3	1.1	—	17

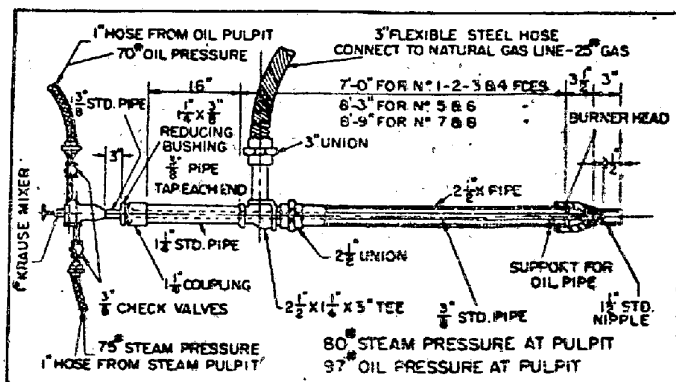
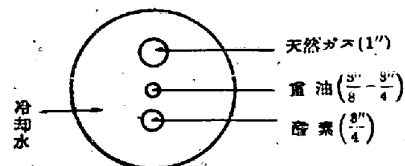
催考 發火點 150°F 以上

水及殘渣物 { 比較的粘度ノ低い oil 1% 以下
 " " " 2% "

發熱量大體 18,500 B.T.U./lb

Natural gas

	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂ +2	N ₂	CO ₂
1	99.2	—	—	—	—	0.6	0.2
2	87.04	4.13	2.56	2.00	3.42	—	1.11
3	73.14	23.81	—	—	—	2.85	—
4	—	21.8	77.7	—	—	0.5	—
5	9.83	27.58	41.57	19.7	—	1.14	—
6	83.5	12.5	—	—	—	3.8	0.2



第 21 圖 (a) (b) バーナー

VIII. 計器類

計器類は信頼性ある正確なものが完全に整備されて，必要にして充分な計器が備へられて居る。その主なものを列記すると

- (1) 重油，瓦斯の壓力計，流量計，積算計，
- (2) 蒸氣空氣の壓力計，溫度計
- (3) 爐内微壓計(0.1"~0.125" 水柱)

(4) 天井温度計……第 22 圖(省略)の如し。涼しい設置箇所から、水冷外套内の Rayotube は平爐天井の下部を直接覗いてゐる。温度を知るには、作業員は型式 R—Micromax 記録計(右上)の大きな文字を一寸見る丈で良い。之に依り、高温の熱と gas から爐を安全に守る事が出来る。實際上震動に依る影響はない。

Rayotube の使用に依り、多くの工場は今迄に得られなかつた Data を得る事が出来る様になつた。

(5) 蓄熱室、煙道の温度計

(6) 變更指示計

(7) 自働調節器

(8) 鋼浴温度計……之は Pt—Pt·Rh 熱電對浸漬に依るものと、空氣吹込輻射式(Rayotube)のものがある。(田中氏報告参照)

IX. 作業概要

1. 出鋼後の修繕

出鋼後、約 20~30 分間は瓦斯を通して、装入を行はずに爐の修繕が行はれるのである。即ち出鋼が終ると直ちに出鋼樋がデブクレンに依つて取外され、中央装入扉の覗穴から壓排空氣で出鋼孔を掃除して、地金、鋼滓を完全に除去する。孔の敷が高くて壓排空氣で下らない場合は、裏から酸素を使用して、完全に正常な出鋼孔とする。勿論爐床は地金、鋼滓が少しも残らない様に壓排空氣で吹き飛ばし、燒ドロマイト又はマグネシヤで補修する。後者は Basifrit と呼ばれ、その成分は第 8 表の如くである。湯際の修繕は、第 28, 29 圖(省略)の如く、裏壁はドロマイト投射機を使用し、前壁は投射機と鋼製スプーンを利用して、全部生ドロマイトで行はれて居る。出鋼孔は燒ドロマイト又は生ドロマイトで充填し、外側はクロム粘土等で閉める。

而して以上の作業は 2~3 名の爐付工に依つて行はれるのである。

第 8 表 Basifrit の成分

成分	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃
%	68~72	16	6.5	5	1.5

上述の如く、出鋼樋を取外す事に依つて、出鋼孔を絶えず正規の位置、大きさに維持し、勿論耐火物の關係もあるが爐床の僅かな凹凸も完全に補修され、常に滑らかな傾斜をなし正常な状態に維持される。従つて Homestead では、爐床が 10~15 年も持續して居る。米國に於て 150~250t の大型平爐が固定式で操業可能であり、

又最近 Weirton では 550t 爐でさへも固定式で作業する事が出来るのは、出鋼樋が取外し式になつて居て、爐床が完全に維持されてゐる爲である。従つて曾ては傾注式であつた爐も、現在では固定式に改造されてゐる。勿論これは、冷却方式、燃料の損失、機械の故障、建設費等の關係も大きな原因である。

2. 装入

装入型式は、熔銑と屑鐵、冷銑と屑鐵、轉爐鋼と熔銑であり、全屑鐵及び全熔銑装入は殆んど行はれてゐない。一般的に行はれてゐるのは熔銑—屑鐵法で、最初に少量の軽い屑鐵が爐床を蔽ふ様に装入され、順次石灰石屑鐵が装入される。滿掩鑛を装入してゐる所は殆んどない。但し Kaiser では滿掩鑛を装入してゐる。熔銑高配合の場合は、石灰石の上に鐵鐵石を装入する。3~4 時間すると、屑鐵が次第に熔解して、この時熔銑が装入される。熔銑高配合の際は、所謂 フラッシュオフ(Flush off)を行つて、鋼滓を中央装入口から前に流出せしめる。この作業を行ふ爲には、熔銑を入れる時期が適切でなければならぬ。流出した鋼滓は台車上の鍋に受けられ、(第 4 圖参照)造塊側に搬出される。又第 30 圖の如く、裏壁から流出せしめてゐる所もある様であるが、我々の視察した工場では全部中央装入口から流出してゐた。



第 30 圖 “Flush off”

(現在 Siag は前側の中央装入口から下方に流出し其れを、ノロ鍋に受けて造塊側に出している。)

冷銑装入の場合は、燒石灰が装入され、屑鐵が熔解するに従つて、順次銑鐵が装入される。

Duplex 法を行つてゐる所では、最初石灰石を装入して、轉爐半吹精鋼、熔銑の順に装入する。Gary では兩者の割合は、7 對 1 で、半吹精鋼の C% は 0.20% である。

3. 熔解及び精鍊

熔解が進むに従つて、装入された石灰石が次第に焼成されて CO₂ 瓦斯を發生し、鋼滓は次第に石灰分を増して來る。之が所謂 "Lime boil" と呼ばれる現象で、此の作用に依つて、不純物が除かれて行く、勿論冷銑装入焼石灰使用の場合は、此の現象は起らない。

熔解炭素は成品の C% より 0.50% 位高い C% を目標とし、低炭素鋼は 0.50% C を熔解目標としてゐる。精鍊期の追加石灰、鐵鑛名は装入函で投入されるが螢石はスコップで投入される。螢石は第 9 表の如き高品位のものが使用されてゐる。

第 9 表 螢石分析表

	CaF ₂	SiO ₂	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	CaCO ₃	MgCO ₃	Igloss
紫色	93.41	2.40	1.60	0.58	0.21	2.02
褐色	85.43	4.54	1.80	1.79	0.20	6.40

低炭素鋼を造る場合は、酸素吹込みによる脱炭が廣く行はれており、有名な Armco 鐵の如きも、以前は 3" ~ 4" φ の生木を鋼浴に突込んで脱炭されて居たが、第 31 圖(省略)最近では、酸素を盛に使用して居る、軟熔解の場合は、銑鐵を追加するか、又は酸素を吹き込んで攪拌昇熱を行ふ。精鍊試料を採取して、その成分を判定するのであるが、之は次の様な方法で行はれてゐる。

- (1) 金型に試料をとつて水冷し、破面を見る方法。(低炭素)
- (2) 金型に採つた試料を鍛造、焼入れして折つて破面を見る方法。
- (3) Timbal 法。
Armco で古くからやつてゐる方法で、低炭素の場合。
- (4) カーボメーターに依る方法。
- (5) カーボアナライザーに依る方法。
磁力を利用して行ふ方法。
- (6) 分光分析に依る方法。
熔落試料は全部の成分を此の方法に依つて決定する。約 40 分を要する。鋼滓中の FeO も知ることが出来る。
- (7) 化學分析に依る方法。

以上の方法で分析された結果は、Telelight と稱する装置で現場に知らされる。之は分析室で書かれた文字が直ちに現場に文字となつて傳達される非常に便利な装置

である。

鋼滓の流動性はパンケーキで驗されて居る。又鋼浴の温度は肉眼による判定と共に、既述の鋼浴温度測定器に依つて測定される。

4. 出 鋼

精鍊が完了すると、爐の裏から出鋼孔の粘土栓、焼ドロマイトを掻き出し、中央装入口ドアの覗き穴より 1" ~ 1 1/4 の鋼棒を突込んで開孔する。孔が固い場合は裏より酸素を使つて開孔する。滿俺鐵、硅素鐵、磷鐵、アルミニウム、加炭劑等は、出鋼の際漏斗、樋を使つて取鋼に入れられる。此等の合金鐵は、豫め細く割つてある。高滿俺の場合は、0.6% 迄の滿俺鐵は取鋼に入れ、それ以上の残りは爐中に入れる。又滿俺鐵の量は、鋼滓中の FeO %、鋼の分析値等より分析室に於て決定される。

5. 製鋼時間及び作業能率

生産能率、製鋼時間は大體第 10 表の如くで、装入量による鋼塊歩留は 89~90 % である。

Gary では、25t 轉爐と 220t 傾注式平爐各々 3 基で Duplex 法を行ひ、月産 9 萬噸を擧げており、これに依つても米國鐵鋼生産の偉大さが窺はれる、

第 10 表

装 入 法	爐の容量	製 鋼 時 間	生 産 能 率
冷銑装入	60t~80t	9°00'~10°00'	6~8噸/時間
熔銑装入	150t~200t	10°00'	12~20
	200t~250t	9°~12°00'	21~24

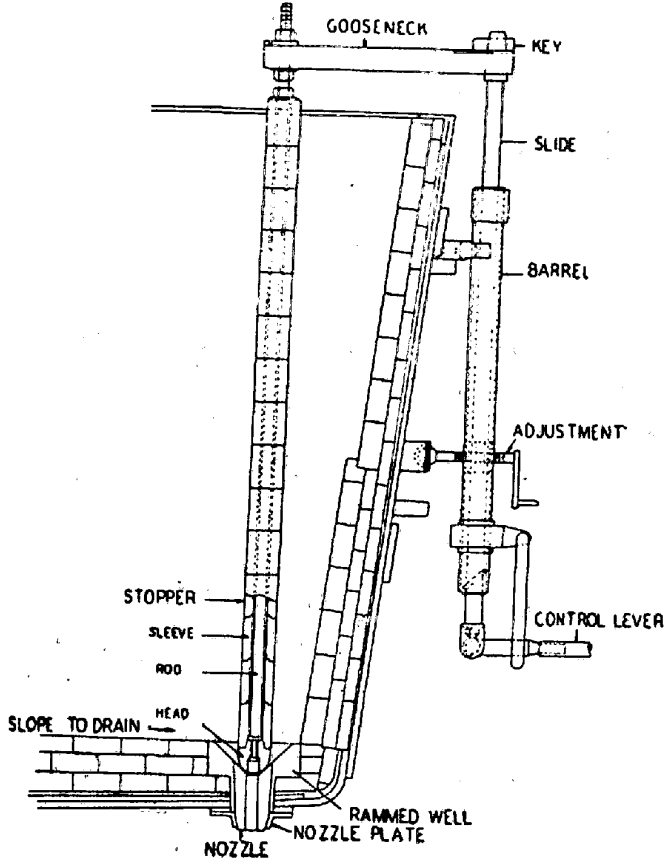
6. 造塊作業

1) 取鋼 取鋼は圓形又は楕圓形で、最近ではストッパーにかかる熔鋼の壓力を減じて、ストッパーの故障を少くする爲に、楕圓形にし太く浅いものが使はれて來てゐる、外殻は鐵板を鋸打ちしたものか、又は熔接したもので、最近では重量を減ずる爲に熔接されたものが使はれて來てゐる。内張煉瓦は第 32 圖の如く二層にし、外側はクレイ煉瓦、内側は厚い上質の鋼煉瓦で壽命は普通 16~20 回であるが、Bethlehem Pacific Coast St. Co. では 160 回も使用して居る。

ストッパースリーブはクレイ煉瓦で、ストッパーヘッドは 25% 黒鉛である。ストッパーポートに粘土を塗つて、スリーブ煉瓦がつながれると第 33, 34 圖(省略)の様に垂直加熱爐で垂直に吊して乾燥される。ノズル煉瓦は専門工場で作られた良質のクレイ煉瓦である。

取鋼から溢れ出た鋼滓は勿論、鋼滓鍋に受けられて場外に撤去されるのであるが、第 35 圖(省略)の如く 2

段に受けている所もある。

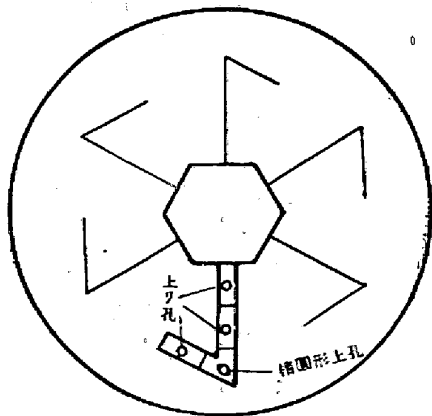


第 32 圖 取鍋並にストッパー

25% グラファイトストッパーを使用

2) 注入 大部分は上注法が行はれて居り、10~20tの鋼塊で、鑄型台車上に立てられた儘注入され、注入が終るとそのまま型抜場に搬ばれ、ストリッパー起重機で型抜きを行ひ、鑄型は別の台車に載せ、型手入場に搬ばれて次の注入の準備が行はれる。

下注法の場合は、1t~1.5tの鋼塊であるが、一定盤の鋼塊を増すため第 36 圖の如く、丸型定盤を用ひ、



第 36 圖 丸型定盤

一定盤 (1.2t×4)×6=28.8t
ソケットにはモルターを使用せず

1200kg×24本として居る所がある。又注入管は割型で、注入管と煉瓦との間に粘土をつめて注入管で締付け、其の儘乾燥して使用されて居る。定盤煉瓦はソケットを深くし殆んど目地を用ひてゐない。

硅素鋼の製造

尙 Wheeling St. Co. に於て、平爐で 4% 硅素鋼を造つて居たが 3 個の取鍋に順次熔鋼を入れ替へて居る。即ち第 1 の取鍋に熔鋼を受けて、徑 6" のノズルから第 2 の取鍋に入れ替へる。此の際第 2 の取鍋に 95%Si の金屬硅素鐵を投入するが、その含有量を少くし第 3 の取鍋で之を調整する様にする。よく混合する様に第 1 の取鍋を前後に動かし乍ら注入する。第 2 の取鍋に注入してから約 1 時間して、2880°F で第 3 の取鍋に入替へ、徑 3" のノズルで鑄型に注入する。アルミは取鍋には使用しない。

3) 鑄型及び鋼種 鑄型内面はタール又は黒鉛が塗布され、第 37 圖(省略)参照、勿論鋼種に應じて下廣型上廣型が使はれるが、リムド鋼塊の場合第 38 圖(省略)の如く内面に波を附けて居る。波の數は工場に依り、又大きさに依り異なるが、鑄型の壽命の減少にも拘らず、成品の疵の發生並に品質、歩留等を考へ、此の型式を採つて居る所が多い。例へば Homestead では、此の爲 80 回の壽命が 60 回に減少して居る。リムド鋼には、リミング作用を調整する爲に、Al 又は NaF 等が使用されて居る。

又歩留を向上する爲に、頭部がフラスコ型のキャップト鋼が増加してゐる、

セミキルド鋼は品質向上、歩留向上等の觀點から、最近次第に増加して、角型鋼塊はセミキルドが多い。勿論扁平鋼塊でもセミキルドは行はれて居る。

キルド鋼は勿論上廣型押湯を使用してゐるが、押湯枠は、角型鋼塊でも押湯を少くする爲、内面圓形のものを使用し、Vanadium Alloy St. Co. では鋼の定盤が使はれて居る。又 Heppenstall Co. では、鋼塊が赤熱状態の時に、上部 20~25% を切り捨て、砂中に埋めて徐冷してゐる。

X. 耐火材料

耐火材料は夫々専門の會社が創意工夫して優秀なものを作つて居り、製鋼業者は直接此の仕事を行はず、耐火材料専門工場から最適のものを購入使用して居る。その主なる分析値は第 11 表の如くである。

一般に煉瓦は高壓成形をなし、焼成温度が高温である。従つて形狀、寸法が非常に正規で、而も耐火度が高

第 11 表 米 國 耐 火 物 分 析 表

	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	Igloss
鍋 瓦 煉 煉	57.23	7.03	34.99	0.45	0.30		trace
ノ ズ ル 煉 瓦	63.74	2.99	32.26	0.50	0.43		0.28
ギ ッ タ ー 煉 瓦	57.62	3.35	38.23	0.53	0.27		trace
硅 石 煉 瓦	95.23	1.19	1.05	2.21	0.20		0.02
耐 火 煉 瓦	66.52	3.59	28.53	0.37	0.88		0.05
フリント クレイ (1)	56.50	1.91	30.74	0.89	1.87		8.00
フリント クレイ (9)	46.68	1.02	38.00	0.27	0.46		13.47
ロウ ドロマイト	0.14	0.23		29.56	22.41		
ダブルバートドロマイト	0.8	7.5		53.3	37.8	0.02	

い。又クレイ煉瓦が廣く使はれてゐるが、フリントクレイ、ソフトクレイが主成分で、之等を回轉爐で焼き、粉碎して適當な配合で成形し、丸釜又はトンネル釜で焼成されたものである。

我國の場合、特に下注の場合に於ける定盤、鍋煉瓦並びにストップバー煉瓦に就ては、如何に良質の鋼を精鍊しても、現在吾々の使用して居る程度の煉瓦では、到底煉瓦疵を喰止める事は不可能であつて、此の點に一層の努力が拂はねなければならない。

XI. 酸素製鋼

米國に於ける酸素製鋼は、我々が想像して居たより遙かに工業化され、多くの工場で平常作業として行はれてゐる。大部分の工場が熔銑作業であるから、酸素を熔解に利用するよりも、脱炭用として活用されて居る。酸素を利用して居る工場(會社)、及びその使用法は第 12 表の通りで、Wheeling のみは熔解、脱炭に使用してゐるが、他は全部 C—0.16% 以下の低炭素を製造する爲、全面的に脱炭に使用されて居る。

此の作業は 3 1/4 位のパイプを中央ドアの覗き孔より鋼浴中に突込んでパイプを支持台に支へて、一人で容易に作業してゐる。低炭素の爲か、殆ど鋼滓の飛散は見受けられなかつた。

第 12 表 酸素使用方法 (各會社)

會 社 工 場 名	使用法
Cornegie Illinois St. Corp	脱炭
Homestead Works	脱炭
Wheeling St.Co. Sleubenville Works	熔解・脱炭
Armco St. Corp. Middletown Works	脱炭
Bethlehem Pacific Coast St. Co.	脱炭
San Francisco Works	脱炭
Kaiser St. Corp. Fontana Works	脱炭
Youngstown Sheet & Tube Co.	脱炭
Campbell Works	脱炭
Heppenstall Co.	脱炭

Wheeling St. Corp. では、11 基の全平爐に對し、熔

解、脱炭に酸素を常用し、革新的に平爐能率を増加して居る。又 Armco St. Corp. では從來の生木で行ふ作業方式を酸素使用方式に轉換して、Armco 鐵を作つて居る。

之等酸素使用工場の酸素製鋼に對する意見を綜合するとその利點は次の如くである。

(1) 生産を増加し燃料節約が出来て經濟的である。Wheeling では全平爐に就て、生産増加 25% 燃料節約 28% で、一基に集中して酸素を使へば、時間短縮 40%、燃料節約 45% であると云はれてゐる。

(2) 爐材に對する悪影響は皆無である。

(3) 廢瓦斯が減少する爲、蓄熱室は清淨となり、壽命は長くなる。爐容量を増す場合蓄熱室容量に比し大とし得る。

(4) 低炭素鋼製造に甚だ好都合である。殊に爐の容量が大である程、炭素を下げる事が困難であるが、酸素を使用すれば容易である。

(5) 鑛石からの不純物を避け、脱炭速度は鑛石に比べて 2 倍である。従つて精鍊末期の仕上の時間を短縮し、酸素使用後直ちに鋼出來る。

(6) 鋼浴温度が上昇するから、鑛石が使用出来ない様な軟熔解の場合に、酸素を使つて處理出来る。

一般に酸素は液體又は氣體の状態で購入されて、その價格は地方により異なるが、大體 30~40 弗/噸で高價であるから、大型の自家發生装置を設備する方向に進みつつある。

Wheeling のみは、容量 120 噸/日の Lindefranks 發生機を持つて自家發生し、純度は 95% でその内 5% は 99.9% の高純度のものを發生してゐる。價格は、10 弗/噸である。

XII. 米國製鋼工場並びに製鋼作業が我國に優る點

1) 平爐工場の設計は、生産速度を高める爲に、爐體の設計は勿論運搬系統に至るまで、非常に合理的に設計

されてみて、作業に何等の支障も来さない様にしてゐる。工場内の整理整頓が徹底し、非常に清淨されて居る。

2) 起重機、機關車その他の現有設備が 100% 利用されてゐるから、その数が少い。又總ての豫備品が整備されて居り、故障が起つても直ちに修理が行はれる。

3) 屑鐵の積込は、總て磁力を利用して迅速に行ひ、殆ど人力を要しない。

4) 銑鐵は熔銑が多く使用され、鹽基性、酸性夫々の平爐で要求される品質の銑鐵が造られてゐる。

5) 銑鐵中の銅が少く、屑鐵もよく選別して、銅の混合を避けて居る。

6) 大型爐を使用し、單位時間の生産量は比較にならない程大であり、Gary では轉爐と傾注式平爐とで Duplex 法を行ひ、極度に生産をあげて居る。

7) 爐と煙突との距離は非常に短く、變更装置が改良工夫され、迅速なる變更を行ひ、従つて時間を節約し、爐内壓力を容易に調整して居る。

8) 優秀な計器類が整備され、鋼浴溫度を測定して、溫度を調整してゐる。

9) 高發熱量の燃料を使用し、そのため爐の構造特に蓄熱室、變更辨が簡單化してゐる。

10) 爐内壓力を調整し、爐の各部を保温して燃料節約を行つてゐる。

11) 平爐の作業人員が少い。大型爐でも 3 名である。

12) 耐火材料が非常に良質で、爐材、蓄熱室の壽命は比較にならない程長い。又鹽基性煉瓦が次第に多く使はれてゐる。

13) 滿俺鐵、硅素鐵は總て取鋼に投入し、歩留を向上し使用量を節約している。

14) 出鋼樋を毎回取外して、出鋼孔を正規の大きさに保持してゐる。

15) 製品の品質、歩留を向上する爲、鑄型は壽命を犠牲にして内面に波をつけ、又キャップト鋼塊の如き困難な鋼塊が増加してきてゐる。

16) 上注法では台車上の鑄型に注入して、作業を迅速化してゐる。

17) 下注法では、一定盤に出来る丈多くの型を立て、又鋼塊表面の煉瓦疵は全くない。

18) 酸素製鋼を行ひ、生産をあげてゐる。

19) 研究、試験の設備が完備し、研究されたことは直ちに實作業に應用して成績をあげてゐる。

20) 安全管理が徹底し災害が非常に少い。

21) 各部門が驚く程専門化され、各部門に於て優秀な

製品が作られてゐる。

XIII. 結 論

米國製鋼作業の種々の特徴に就て、大略を述べたが、我國の國狀や各工場の設備、資金、種々の經濟的條件等の觀點から之等を直ちに我國に取入れることは不可能な問題も多々あるが、その中比較的簡單に採用し、又將來研究解決しなければならぬ事を列擧すると次の通りである。

1) 樋を取外す様にすること。

之は床堀を防止し、鋼の品質を向上すると云ふ觀點からは是非とも實行すべきである。

2) 鋼中の銅分を減少せしめる事

之は非常に困難な問題であるが、屑鐵の選別を徹底して出来る限り銅が入らない様にし、銑鐵では、鐵鑛石と關連するが銑鐵中の銅を減少せしめる方策を講じなければ鋼の品質の向上は望めない。

3) 耐火材料の品質を向上せしめる事。

専門的な工場を育成して、品質の向上を計るべきである。

4) 燃料は出来る丈高發熱量のものを使用する事。

重油の如き高發熱量の燃料を使用すれば、平爐の構造を簡單にする事が出来るが、我國情としては仲々困難で、酸素利用の研究を行ふべきである。

5) 爐各部の保温を行ひ、間隙を無くする事。

6) 低廉な酸素を得る方法を研究し、酸素製鋼を行ふ事。

前述の通り、米國に於ける酸素製鋼が成功してゐる以上、要は價格の問題であつて、之に向つて進むべきである。

7) 歩留、品質等の觀點より、成品に適切な鋼種を研究する事。

8) 正確な計器を再整備し、合理的な作業を行ふ事。

附 録

I 酸性平爐

爐の容量;

35t~150t (大型鑄物又はロール)

40t (主として鍛造)

爐構;

鹽基性平爐と殆んど異なる所なく、ライニングが酸性であるのみ。

材料;

銑鐵は鑄物用國內銑及び瑞典の輸入銑でその成分次の

如し。

C	Si	Mn	P, S
4.0~4.5%	1~1.5%	1.5%	<0.03%

屑鐵は特級品で、主として鐵道屑(タイヤ、自働連結機等)。

貨車毎に分析して、屑鐵の性質を調べてゐる。

燃料;

重油が主で、Sの含有量は、

Min 0.4% Max 0.87%

で極力燃料から這入つて来るSを防いでゐる。噴霧化用の空氣は加熱されてゐる。そして製品中のP、Sは

0.025%以上を目標としてゐる。

C—0.15% 以下の場合酸素を使用する。

2 電氣爐

型式; エルー式

容量;

1) 4t 特殊鋼(工具鋼)

2) 10t~40t 特殊鋼(不銹鋼)

3) 60t 普通鋼又は硅素鋼

變壓器の容量; 60t 爐について

14,000KVA~18,000KVA

一次側電壓 2,200V~33,000V

二次側電壓 390V~240V~210V

爐體; マグネシヤ煉瓦數列の上に、マグネシヤスタンプ

側壁; 未焼成のマグネシヤ煉瓦のメタルケイスを使用

壽命は硅石の3~4倍もつ。

天井; 硅石煉瓦。壽命は60t 爐で50回位。

装入法; 4tの如き小さい爐は手装入。

60t 爐は天井が回轉式でバスケットチャージのものと、装入用クレーンを使用するサイドチャージのものあり。

製鋼時間;

4t—工具鋼の場合 約6時間

60t— $\left\{ \begin{array}{l} \text{トップチャージ} \\ \text{サイドチャージ} \end{array} \right.$ 5—6時間
7時間

低炭素の場合は酸素を使用する。

電力使用量; 490~500KW/t (60tの場合)

電極使用量; 4.5kg/t (60tの場合)

湯の溫度は、Pt—Pt Rh. 又は Leeds & Northrup の Rayotube を使用す。

造塊法; Vanadium Steel Co. で特に珍しく思つたことを列記すれば次の如し。

(1) 銅の定盤を使用してゐること。

(2) 押湯枠はクレイ煉瓦で、内側は圓形、外側は角で1600°F (870°C) まで加熱して使用してゐること。

(3) 鑄型内面に樹脂の煤を塗つてゐる。

(4) 上注を行ひ、注入速度が非常に早い。

(1.2噸/分)溫度 (2740~2840°F)

(5) 鋼塊表面が下注の様に非常に綺麗なり。

3 反射爐

(Lewis Machine & foundry Company の例)

設備; キュポラー 15t—2基

反射爐 (15~25t)—5基

製品;

1. チルドロール—40% (3t~45t 重量)

2. グレンロール

3. 合金鐵ロール

4. 壓延機械

材料; 木炭銑…………… 20%

還元屑…………… 17%

ベッセマー銑…………… 20%

普通銑…………… 40%

殘餘 (Mo, Ni 其他) …… 3%

燃料;

微粉炭 (7000~7300 Cal, 灰分 8%以下)

200~300メツシュにして、壓風ファンで吹込む。

チルドロールの分析値

C 3.1~4%

Si 1.2~1.5%

Mn 0.35~0.40%

P 0.22~0.30%

S 0.03~0.04%

Mo 0.3~0.4

若しSが高い時はソーダ灰を使用して下げる。

冷間ロールで硬度の高いものは中拔をやる。

その時はキュポラーの湯を使用す。注入の方法はタンジュンシヤル・ボトムキヤスティングである。

鑄型はガス抜、膨脹防止のため幾つもの部分に分れ、内面は澤山の溝が切つてあり、(Saw cut) それを積み重ねる様になつてゐる。

チルの深さ; 15m/m~50m/m

硬度;

50—60 ショアー (グレイン) Ni 0.5~2.0%

65—80 ショアー (チルドロール)

90 ショアー (スペシャル)