鐵と鋼 第二十一年 第十二號

昭和十年十二月二十五日發行

論　說

八幡製鐵所洞岡第二熔鑛爐に就て

（日本鐵鋼協會第 14 回講演大會講演）

山　岡　武*

ON THE CONSTRUCTION OF THE KUKIOKA NO. 2 BLAST FURNACE AT YAWATA.

By Takeshi Yamaoka

SYNOPSIS:—The Kukioka No. 2 blast furnace at Yawata has a production of 700 tons of basic pig iron per day. It was constructed in October 1933.

The main dimensions of this furnace are as following; total height 24*m*., bosh diameter 7·4*m*., hearth diameter 6·7*m*., bosh angle 83° 31′, bosh height 3·1*m*., total inner volume 837m^3. The shaft is entirely surrounded with a steel plate shell.

For the handling of the raw materials, tracks, ore bridge transporters, belt conveyors, transfer cars, larry cars and the skip filling type of hoisting device have been provided.

The blower is a single tandem double acting four cycle gas blowing engine which is rated at 4,800*H.P.* and delivers 1,900m^3 of air per minute. In order to clean the blast furnace gas, the Cottrell electrical precipitators have been adopted.

The cleaned gas is used for hot stoves, coke ovens, gas boilers, gas engine blowers, soaking pits and other heating furnaces.

緒　論

八幡製鐵所洞岡第二熔鑛爐は、同第一熔鑛爐と共に、製鐵所の工場合理化計畫の一部として、計畫建設せられたものである。最初同熔鑛爐は、第一熔鑛爐と同じく、日產500 瓲爐の豫定なりしも、最近世界の情勢が、漸次大熔鑛爐主義となり、米國、獨逸等に於ては、既に 1,000 瓲爐が標準となりし事等を考慮して 700 瓲爐に變更したのである。

洞岡第二熔鑛爐の設計は、最初昭和５年より着手せるも途中能力の變更並に財界の不況によりて、建設工事を中止し、昭和７年度より再び本工事に着手し、昭和８年 10 月 11 日、時恰も、來幡中であつた製鐵合同評價委員一行の臨場の下に、點火式を擧行して、愈々作業を開始し、逐次調整を加へ、昭和９年３月には、連日 750*t* 以上の出銑を見、昭和９年末より、昭和 10 年の初めに當つては、時々800*t* 以上の記錄をも作り得たのである。

本熔鑛爐の設計は製鐵所內に於て實行し、機械類の如きも一部を除くの外は、凡て製鐵所內に於て製作し、又瓦斯機關送風機を除くの外は、凡て國產品を以て充當してゐるが、其の使用成績は極めて良好である。

以下熔鑛爐設備を中心として、原料運搬設備、送風機設備、瓦斯清淨機設備等の大略、並に作業の概況を述べて見よう。

I. 熔鑛爐設備

（1）**基礎工事**　洞岡は元、洞海灣の一部をなせる、淺瀨を埋め立てた陸地で、諸工場建設の場合、基礎の杭打法としては、多く Pedestal concrete pile process が採用されてゐる。

今回の、洞岡第二熔鑛爐の建設の場合にも、熔鑛爐、熱風爐、鑛石庫、送風機等の基礎杭打法として、專ら同法を採用した。此の方法の詳細に就ては、既に製鐵研究會誌第

*　日本製鐵株式會社八幡製鐵所

118號に報告せるを以て、此處には省略し、只第二熔鑛爐の時の主要なる部分を記錄する。

杭打の櫓の高さは 65*ft* ハンマーは 3,000*lbs* ストローク 30″ で、杭の直徑は 430*mm*(17″) である。此の杭の一本の長さは約 7*m* で、內部には直徑 19 *mm* 鐵筋8本を縱として、橫に直徑 6*mm* の鐵筋を以て、長さ 6*m* に作れる籠形の鐵筋が入れてある。

コンクリートは高爐セメント 1、淸砂 2、豆砂利 4、の割合である。杭打に當り、內管並に球根の打止めは 10 打で 10*mm* 以內とし、實績は前者は平均 7*mm* 後者は平均 4*mm* であつた。杭の配置は、縱橫共に 21 本として正方形に配置し、外周に當る3列は凡て合成杭 (Composite pile) としてある。

合成杭は、普通のコンクリート杭の下に、長さ 11*m* 末口 180*mm* の松杭を打つたものである。杭のピッチは 1·15 *m*で、總數は普通ペデスタル杭 225 本、合成杭21,6 本、計 441 本である。

熔鑛爐基礎の底面積は 24·2*m*×24·2*m*=585·64*m*² で、

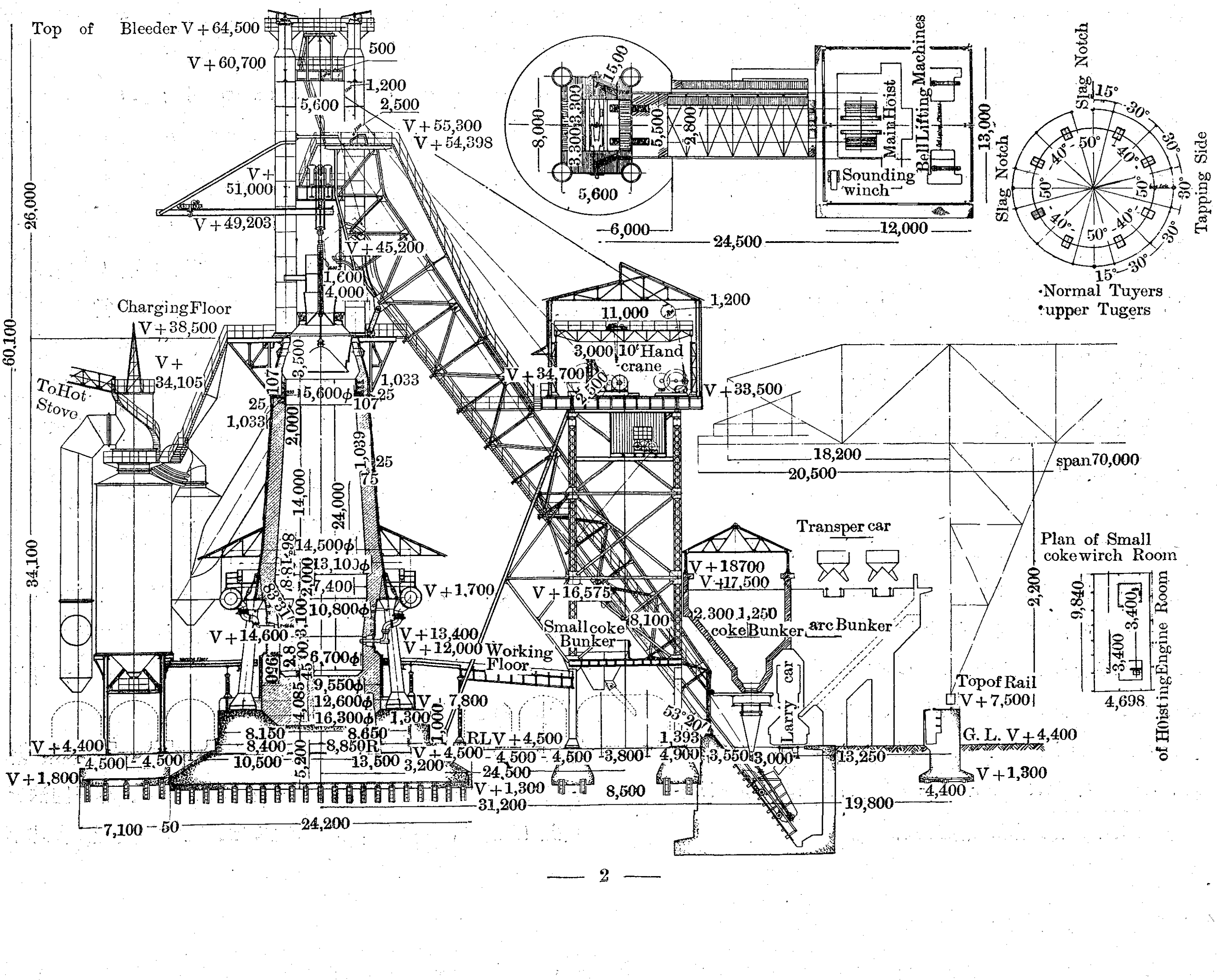
第 1 表　熔鑛爐基礎杭打實蹟表

要　項	普通ペデスタル杭	合成杭	摘　要
杭　數	225本	216本	合計441本 96 日間
有效杭長	1,601·390 *m*	*1,496·410 *m*	* コンクリート部分のみ
1本平均	7·117 *m*	6·920 *m*	
杭打總コンクリート量	237·444*m*³	240·460*m*³	
同上1本平均	1·058*m*³	1·113*m*³	
球根コンクリート量	32·060*m*³	34·896*m*³	
同上1本平均	0·140*m*³	0·160*m*³	
內管 10 打に對する平均沈下	7 *mm*	7 *mm*	
球根 10 打に對する平均沈下	3 *mm*	5 *mm*	
松杭 10 打に對する平均沈下	—	13 *mm*	松杭全長 11 *m* 末口 180 *mm*

これに懸る荷重は、爐體より來るものを約 4,000*t* 基礎コンクリートの自重約 4,500*t* とし、風壓及び地震等を考慮し、基礎 1*m*² に懸る荷重は約 20*t* となつてゐる。

コンクリートの杭打を終り、充分硬化せる後、杭頭約 1*m* の比較的粗雜な部分のコンクリートは取り除き、鐵筋を露出し、この鐵筋は、格子型に鋲止した古軌條に固く連結して、再びコンクリート中に收めたのである。古軌條は

第 1 圖　洞岡第二鎔鑛爐全體圖



約 57t でコンクリートの龜裂を防ぐ目的である。コンクリートは4段に作り、總容積約 2,240m^3 を要した。コンクリート上に赤煉瓦積1段を作る。

赤煉瓦及びコンクリートの上部の3段は、外周圓形にして、厚さ 25mm の鋼板のマンテルを以て圍み、コンクリートの龜裂を防いでゐる。

尙8本の主柱のアンカーボールトを入れた層に對しては各アンカーボールトを廻りて 26mm 直徑の鐵筋4本を3段に計 12 本を圓形に配置し、これ又コンクリートの龜裂を防いでゐる。

(2) **鐵皮式爐體**　熔鑛爐方面に於て、第一熔鑛爐の設計と著しい相違は、熔鑛爐々體を鐵皮式に變更した事である(第1圖參照)。

爐體を鐵皮式とすることは、米國、英國等には古くより行はれ、我が國に於ても、米國より購入せる熔鑛爐等、即ち、米國の流を汲む熔鑛爐には、鐵皮式を採用せるもの多く、敢て事新しい事ではない。

八幡製鐵所に於ては、抑々の創立當時、獨逸より熔鑛爐金物を購入せる關係上、永く獨逸流の鐵帶式を採用し、鐵皮式を採用設計したのは今回が始めてゞある。然し次に述ぶる樣な理由で、鐵皮式を採用して見たいと言ふ機運にはなつてゐた。

拾數年來製鐵所の實蹟に依れば、製鐵所の鐵帶式熔鑛爐の煉瓦積中、他の部分よりも目立つて著しく磨損する個所は、爐胸下部から爐腹の部分であつた。

最初煉瓦積の新しい時、厚さ 762mm の煉瓦壁が、數年後には、この部分丈けが早く摩耗し 100mm 位の厚さ迄にも薄くなつた事である。斯る場合には、煉瓦積の位置に狂ひを生じ、鐵帶と鐵帶との間の煉瓦が飛び出すとか、内部より瓦斯が噴出するとか、又は鐵帶の一部が爐內に曲り込む樣な事があつた。

爐況が順調な時は大事ないが、一度爐況が悪く、棚落等の有つた場合は非常に危險を感じ、これが多く爐を吹下す主要なる原因となつたのである。

そこで此の部分は、其の後煉瓦積を厚くすると共に、周圍には鐵帶と鐵帶とを極めて接近して取付けるとか、又は鐵帶の代りに鐵皮で包む樣にした。

最初に鐵皮をこの部分に試みたのは、大正 14 年1月6日吹立の、東田第二熔鑛爐の第4回目の煉瓦積換の時からである。其の後大修理を施行する爐は、この部分を鐵皮にて包むのが多かつた。尙爐胸の下部のみならず、爐胸の頂部で鑛石受金物を入れてある部分の、周壁煉瓦積も押し出される爲に、煉瓦積を締付けてゐる鐵帶が切れる事が再々有つた。これは煉瓦積の浸蝕に依ると言ふ事よりも、寧ろ鑛石受金物(銑鑄物)の酸化による膨脹と、上部裝入鐘の上より落下して、壁に激突する鑛石、骸炭等の衝擊の爲に飛び出すものと思はれる。夫れでこの部分にも鐵帶でなく鐵皮にする事は、大正 14 年9月 24 日吹入の東田第六熔鑛爐の第2回目煉瓦積換の時から實施された。

斯くの如くにして、熔鑛爐の爐胸を包むに、爐胸の下部と上部とが鐵皮となり、中間の一部分のみが鐵帶であると言ふ有樣で、漸次鐵帶の代りに鐵皮式を用ひて見ようと言ふ傾向とはなつて居つたのである(第2圖參照)。

洞岡の第一熔鑛爐に於ては爐胸の全部を鐵皮で包む式とした、然しながら、當時は尙鐵皮は單に煉瓦積を押へると言ふ作用のみを考慮して、爐頂の諸裝置は別の4本柱で受けたので、鐵皮は比較的薄く 12mm のものであつた。

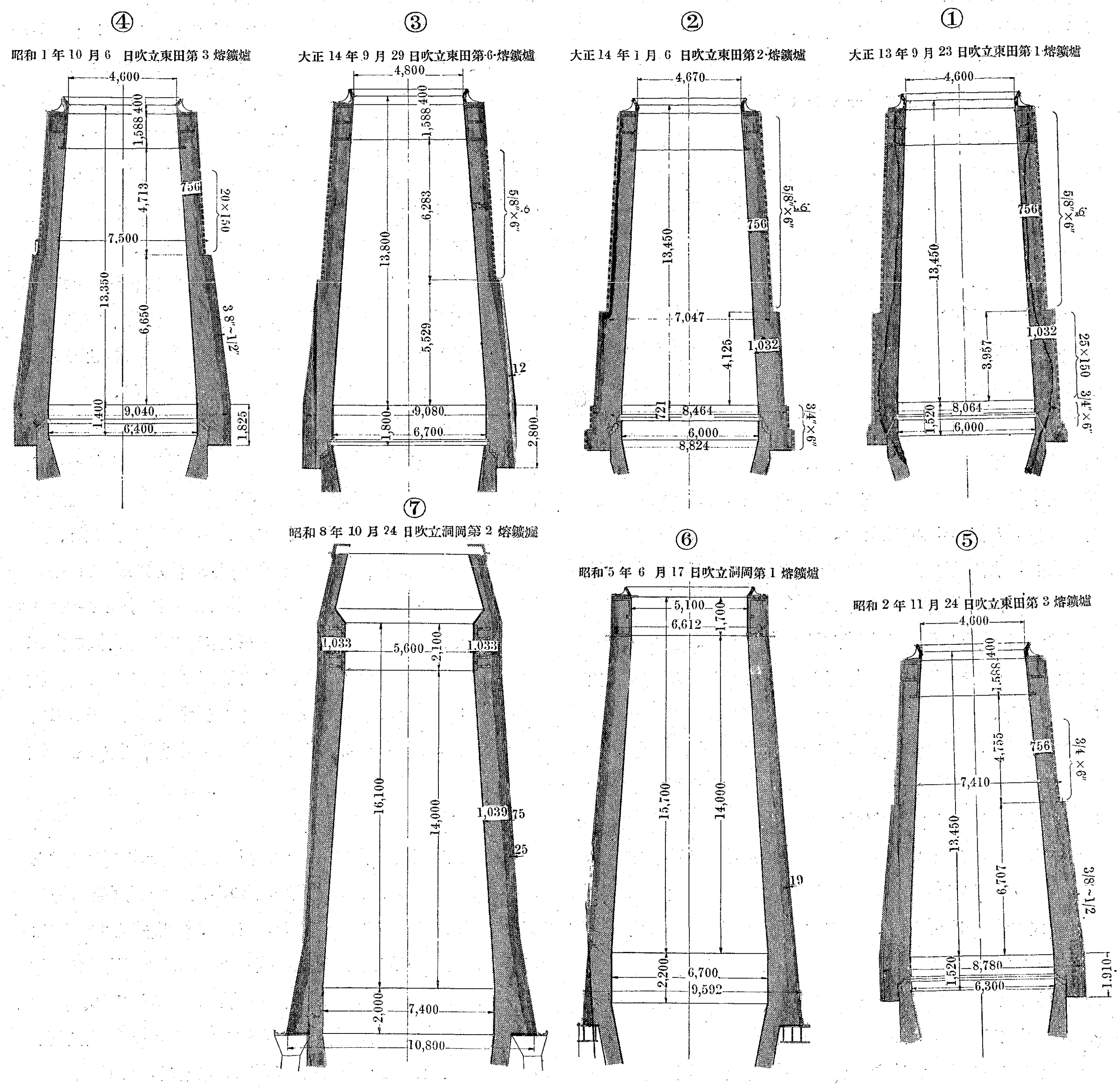
爐胸を 12mm 位の鐵皮で包むのと、鐵帶で包むのと比較する時、鐵帶式は鐵帶の厚さ 25mm、幅 100mm〜120mm の帶狀のものにて、其の繼手を作るに相當高價な加工費を要するのみならず、近來鐵帶は極めて接近して、多數取付ける樣になつたので、全面に鐵皮を張る方が却つて安價となつた。以上述べた樣な次第で、製鐵所に於ても、爐胸に鐵皮式を採用して見たいと言ふ樣な機運に益々なりつゝあつたのである。

今回洞岡第二熔鑛爐の設計に當りては、純粹の鐵皮式として、鐵皮は只に煉瓦積を抑へるのみならず、爐頂に於ける諸裝置凡ての荷重も受ける事とした。鐵皮式とする時は爐體の周圍に於ける柱の數が少く、從つて爐の周圍での作業容易となり、又爐體の周圍が一見して單純化され、鐵材の所要量も少くて濟む、只捲揚塔に於て、スキップが上下する時の振動が、爐體に傳はる等の不便がある。

鐵帶式に於ては、爐頂の部分に於ての煉瓦積の膨脹を調節すべき Sand sealing の部分を作り居れ共、鐵皮式では、この Sand sealing は作り難いから、其の代りに煉瓦積の頂上と爐頂鐵皮間に 450mm の空隙を作つて、煉瓦積の膨脹による障害を受けない樣に考慮してある。

鐵皮は1吋(25mm)の鋼板を繼合せて、爐體の煉瓦積を包むと共に、爐頂の諸裝置、傾斜塔及び環狀風管等の全重量を支へて居る。爐頂の諸裝置の荷重は約 1,000t と假

第2圖 八幡製鐵所シヤフト鐵帶鐵皮變遷圖



定してある。

この鐵皮の繼合せ方に鋲止と電氣熔接と二つの方法がある。近來電氣熔接法の技術も大に進歩したと雖も、尚 25 *mm* の厚板で然も足場の悪い現場で熔接する事と、爐體として最も重要なる個所である事を考ふると、尚多少の不安もあつたから、今回は鋲打式を採用し、鋲打は 1 *in* の鋲を 3 列に打つた。鐵板は全部で 10 段とし、左右の繼手はバット繼手、上下の繼手はラップ繼手とした。

鐵皮は下部の直徑 10·822*m* 上部直徑 6·126*m* 高 21·052*m* の圓筒形に近い形で、鋼板の所要量は 160*t* である。爐胸より上部の荷重を受ける柱は8本で各柱を一圓周上に等分に配列する事は羽口、出銑口、鑛滓口等の配置の上から出來ないので、之れ等に對し差支なき様に 40°、50°、40°、50° の間隔を距てゝ相竝ぶ様に配置してゐる。

柱の高さは 9·025*m* で水平に對して少しく角度を持せてゐる。柱の製作に對しては鋼材組立式と、鑄鐵製式と兩

式がある、前者は鋲の所より腐蝕するの缺點あれ共、一般に屈曲作用に對しては鑄鐵よりも强く、從つて地盤の振動する地方等には安全であるから、この式を採用したのである。(第1圖參照)

(3) **爐體煉瓦積及び附屬諸金物**　熔鑛爐々體を形作くるシヤモット煉瓦は、凡て製鐵所爐材課で製造し其の原料の配合は大體次の如くである。

シヤモット	復州粘土	40%	70%
	白山 〃	30%	
粘　土(復州 〃)		…………	30%
燒成溫度	ゼーゲル錐	14 番	
煉瓦の耐火度	ゼーゲル錐	34 番以上	

煉瓦積は出來るだけ丁寧に之れを施行した。先づ基礎コンクリート上に、赤煉瓦 1*m* を積み上げ、其の上に、小形シヤモット煉瓦 15 段、總高 1,125*mm* 其の上に 1 個 1 段の高さ 400*mm* の所謂爐底大煉瓦4段を積み、爐底の周圍には、ウオタージヤケット (Water jacket) を施し、此のジヤケットの周圍は更に鋼板にて包む、煉瓦積とこの金物等の間隙約 50*mm* の間には、カーボン・スタンプ (Carbon stamp) を施してゐる。カーボン・スタンプには骸炭爐の瓦斯上昇管内に沈積した、レトルト・カーボン (Retort carbon) の粉末と、粘土とを 3:1 の割合に混合し、適當の水分を與へて粘り合せたものを、突き込むのである。

このカーボン・スタンプは、爐底煉瓦積が、熔銑又は熔滓等に浸蝕され、外周に到達して、正に細穴より流出せんとする場合、これを喰ひ止むるに頗る有効に働くもので、多くの爐を、吹止め後取り壞す際に、このカーボン・スタンプの所にて喰ひ止められてゐる例を屢々見るのである。

湯溜壁の煉瓦の厚さは 950*mm* 朝顏の壁は 756*mm* 爐胸下部は 1,700〜1,050*mm* 上部は 1,039*mm* である。

爐體シヤモット煉瓦の總瓲數は 1,776*t* となつてゐる。煉瓦積に附屬せる諸金物及び羽口は下の如くである。

(イ) ウオター・ジヤケット (Water jacket) 及びマンテル・プレート(Mantle plate)。ウオター・ジヤケットは厚 100*mm*、高 3,750*mm*、幅 1,500*mm* 鑄鐵製 20 枚より成り冷却水を通する爲め、内徑 1 1/2″ の高壓瓦斯管を 6 列連續 U 字型に曲げ、中央部に鑄込み、繼手は厚さ重り共 50*mm* 宛の突き合せとし、外側マンテル、プレートは、厚 32*mm*、高 3,300*mm*、幅 6,229*mm* の鋼板5枚を以てし、繼手はバット繼手で、添板は厚さ 22*mm* の鋼板 2 枚を用ひ、出銑口及び出滓口の部分には、外側へ厚 22*mm* の鋼板を補强し、鋲徑は 1 1/4″ を使用してゐる。

(ロ) 羽口周圍金物。羽口の周圍金物は2段に分れ、厚 50*mm* の鑄鋼製で、上下共各 12 個宛とし、羽口廻りの一部は、深さ 200*mm* 煉瓦の中に積み込み、横の繼手は、フランヂ附ボールト締めとし、通常羽口廻りのものは、高 1,390*mm*、幅 2,235*mm* 非常羽口の部分には、高 1,380 *mm*、幅 1,400*mm* と 2,651*mm* との2種を併用してゐる。

(ハ) 朝顏鐵皮。厚 25*mm* 高 1,359*mm* 幅 4,692*mm* の鋼板6枚繼ぎにして、バット繼手により、當板は 19*mm* のものを兩面に當て、鋲は徑1吋を用ひてゐる。

(ニ) 冷却板。　全部5段にして、下より3段目迄は各 16 枚宛、4 段目は 18 枚、5 段目は 24 枚にて合計 90 枚を使用してゐるが、其の寸法は幅 285 及び 263*mm* 長さ 250*mm* 厚さ 80*mm* 肉の厚さ 15*mm* で、靑銅製のものである。

(ホ) 鑛石受金物。鑛石受金物は5段にして、下部より4段目迄は 18 枚宛を用ひ5段目は瓦斯捕集管口の關係上、6 枚を使用し、全部にて 78 枚である。1 段の高さに對し煉瓦積5段を包含し、⊢字型鑄鐵製にて、一部は煉瓦積の中に挿入してある。寸法は4段目迄は、厚 80*mm* 高 395*mm* 幅 952*mm* 5段目は厚さ高さは變化なく、幅 1,685 及び 1,441*mm* の2種にして、足の長さは 280〜560*mm* である。

(ヘ) 羽　口。羽口は通常羽口 12 本、非常羽口4本を備へ、通常羽口の直徑は、最初 180*mm* 爐内への突出を 200*mm* としてゐたが、操業開始後の成績から考慮して、直徑を 170*mm* 突出を 300*mm* として好結果を得た。非常羽口は直徑 130*mm* にして、尖端は煉瓦積の面と同一にし、突出なし。非常羽口は萬一の場合を考慮して備へてゐるが、洞岡第一、第二熔鑛爐共未だ使用した事なく、最近の歐米熔鑛爐を見るに、この非常羽口の設備が無い爐も有る位で、將來はこの設備を要せぬ樣な時代が來るものと信じてゐる。

(ト) 出銑口及び鑛滓口。出銑口は爐底よりの高さ 415 *mm* で、鑛滓口は出銑口より更に 1,250*mm* 高く、爐の東及び北の2個所に配置し、其の直徑は 60*mm* である。

(4) **熔鑛爐々内形**　吾人は、先に洞岡第一熔鑛爐の爐内形を決定するに當つて、八幡製鐵所に於ける各爐の實蹟を基準とし、これに內外の爐の實例を參考として計算し、豫

期の如き結果を得たのであるが、今第二熔鑛爐の爐內形を決定するに當つても、これと同樣の方針により、多少の改良を加へたのである。

目下世界の大勢は漸次大熔鑛爐主義となり、米、獨、露等に於ては、既に１日の出銑量 1,000t 乃至 1,200t と言ふ樣な大熔鑛爐となり、１日の出銑量 500t 乃至 600t は決して珍らしい事ではない。我が製鐵所の熔鑛爐も、この時勢に從ひ 700t 1,000t の爐を建てると言ふ時代が來たのである。

先づ 1,000 瓲爐に行く前の、一階梯として、第二熔鑛爐は 700t を實行する事となり、これに相當する爐內形を考慮計算したのである。

（イ）湯溜の直徑。　湯溜の單位面積に對する銑鐵の生產量は、米、獨等に於ては、１晝夜に、湯溜 1m^2 當り 25t と言ふ樣な時代もあつた、然し近來湯溜が著しく大きくなつた關係上、單位面積に對する生產量は却つて減少して 19t 乃至 21·5t となつた。洞岡第一熔鑛爐は 20t となつてゐるが、洞岡第二熔鑛爐でも、１晝夜 1m^2 當り 20t として、700t 出銑豫定に對する湯溜の面積は

$700 \div 20 = 35 m^2$　となり、これに相當する湯溜の直徑は 6,670 mm となるのである。

尙湯溜の面積は、單位面積に對する骸炭の燃燒率 (Rate of coke burning in ton per unite area per 24 $hrs.$) と言ふ方からも計算される。

この數字も、外國にては 25t から 30t 位と言ふ時代もあつたが、近來は 20t 位となつた。この方から考へて Coke ratio を 1：1 とすれば

$700 \div 20 = 35 m^2$　　$D = 6{,}670 mm$　となる。

依つて湯溜の直徑を 6·7m と決定したのである。

（ロ）湯溜の高さ。　湯溜の高さは１晝夜の出銑回數に依りて、左右せらるゝものである。700t 爐に於ては、出銑回數１日６回の豫定であるが、將來、都合に依りては、１日４回としても不都合なき樣に計算してゐる。假りに１晝夜の出銑回數を４回とすれば　　$700 \div 4 \fallingdotseq 180t$

以上の如く、１回の出銑量約 180t となるが、200t 位迄は貯銑し得る樣にすべきである。

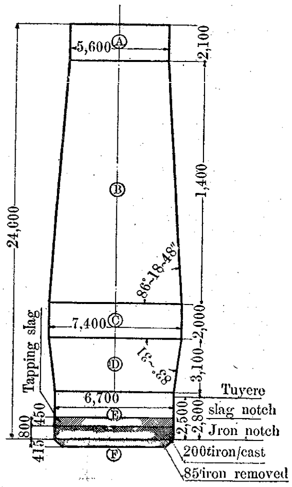
假りに 200t 貯銑せらるゝも、鑛滓口の所迄熔銑が溜らぬ樣に、尙熔銑の上に貯藏せられし熔滓が、羽口面迄到達する心配なく、尙一方、羽口前の燃燒層の熱が、充分貯銑の下部迄行き渡り、貯銑が過度に冷える等の事なき程度の深さ等を考慮して、湯溜の直徑を 6·7m とし、湯溜の高さ 2·8m 羽口の高さ 2·5m 鑛滓口高さ 1·25m と決定したのである。

熔銑、熔滓の貯藏狀況を想像して見れば、大體第３圖に示した如くである。

第 3 圖

洞岡第二熔鑛爐の爐內形及湯溜內熔銑熔滓貯藏狀況圖

（但し貯銑 200 瓲の場合）



符號	容　積 (m^3)
Ⓐ	51·723
Ⓑ	467·533
Ⓒ	86·017
Ⓓ	121·112
Ⓔ	98·718
Ⓕ	12·897
合計	837·997

（ハ）朝顏及び爐腹。　朝顏の角度は漸次大きくなつた、現今最も多く用ひられてゐる角度は 80°～85° の間で、現に洞岡第一熔鑛爐は 81° としてゐるが、其の成績は頗る良好である。又東田工場の第五、第六熔鑛爐も 80° として頗る成績が良い。今回も 83° 位の朝顏角度として見ては如何と言ふ說があつて、試驗的に之を實行した。朝顏の高さは漸次低くなる傾向があるので 3·1m とした。

朝顏の上の垂直なる爐腹の部は、英國流の設計では、この部分を作らず、朝顏から直接爐胸の部分に接續してゐる然し、爐の作業上、裝入物が降下する時、其の收容部分が膨脹から收縮に移るに急激な變化を與へない爲には、この爐腹と言ふ中間的部分を置く方が良い、今回はこの部分の高さを 2·0m とし、朝顏の直徑は 7·4m とした。

（ニ）爐　　胸。　爐胸の角度は、朝顏の角度程に問題とならないが、大體として、粉鑛を多く使用する場合には、角度は大きい方が良いと言はれてゐる。

これは爐頂を絞れば絞る丈け、瓦斯の速度が高くなりて粉鑛を持出す量が多くなるからである。製鐵所に於ける實例は、多く 86° 內外である。米國では 3/4″～1″/ft = 86°24′～85°12′ 位である。今回は 86°18′8″ を取る事とした。

（ホ）爐　頂。 本所に於ける今迄の熔鑛爐には、爐頂部に圓筒形の部分はなかつたが、洞岡第一熔鑛爐に於て始めて之れを附けた。これは粉鑛の出るのを防ぐのと、爐胸部に適當の傾斜を與へ、裝入物も、出來る丈け一樣に分布される樣にと言ふ事等を考慮して作つたものである。今回も圓筒部を作り、比較的直徑を大きく 5·6*m* とした。

（ヘ）爐高は。 主として用ふる骸炭の物理的性質に依て、支配せらるゝものである。米、獨の樣な、堅い骸炭を得られる地方では、28*m* 以上の爐も稀でない、然し日本では其の石炭の性質上、米獨の樣なものを得られず、洞岡第一熔鑛爐に於て 24*m* とするにも大なる決心を要したが、幸に 24*m* としても、其の爲に些したる障害も認めないので、今度の 700*t* 熔鑛爐に對しても、高さは 24*m* とする事にした。

（ト）爐の内容積。 八幡に於ける銑鐵 1 瓲當りの爐の内容積の實蹟は、下記の樣に順次小さくなつて來てゐる。

第 2 表 銑鐵 1 瓲當り爐内容積
（自明治 34 年　至昭和 6 年各年度平均）

明治 34 年	6·02 m^3	大正 元 年	3·00 m^3	大正 11 年	2·28 m^3
〃 35 年	5·74	〃 2 年	3·00	〃 12 年	2·09
〃 36 年	—	〃 3 年	2·74	〃 13 年	2·16
〃 37 年	3·97	〃 4 年	2·34	〃 14 年	2·09
〃 38 年	3·43	〃 5 年	2·23	昭和 元 年	1·85
〃 39 年	2·945	〃 6 年	2·33	〃 2 年	1·81
〃 40 年	3·08	〃 7 年	2·63	〃 3 年	1·70
〃 41 年	2·87	〃 8 年	2·72	〃 4 年	1·70
〃 42 年	3·23	〃 9 年	2·60	〃 5 年	1·68
〃 43 年	3·20	〃 10 年	2·24	〃 6 年	1·60
〃 44 年	2·99				

第 3 表 各爐別銑鐵 1 瓲當り爐内容積 (m^3)
（昭和 5 年度、6 年度）

工場別	東田						洞岡	戸畑	
爐　別	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.1	No.1	No 2
年度別 昭和5年度	1·42	1·74	1·55	1·44	2·32	1·81	1·47	1·63	1·80
年度別 昭和6年度	修理中	修理中	1·72	1·54	2·34	1·97	1·23	1·78	修理中

而して洞岡第一熔鑛爐の爐内容積は銑鐵瓲當り 1·3m^3 として設計してゐるが、豫期の樣な成績を擧げ得たのである。

今回は銑鐵 1*t* 當り 1·2m^3 とし 1·2×700=840m^3 位の爐内容積を目標として、各部の寸法を上述の樣に計算決定した結果、其の内容積は 837,997 m^3 となつたのである。（第 3 圖參照）

（5）**熱風爐**　熱風爐は、第一熔鑛爐の分と連接して、同型のもの 2 基を建設した。

熱風爐は、近時内外に於て色々の研究が進められ、我が八幡製鐵所でも、種々の基本的の熱分布の研究と共に、煉瓦の積み方等に研究が進められてゐる。

我が國の熔鑛爐、殊に八幡の熔鑛爐に用ひらるゝ骸炭の原料である石炭に、灰分が多く、從つて骸炭中の灰分が高く、米國の 5%、獨逸の 10% に比して、3 倍乃至 2 倍の 18% 前後となつてゐるので、この缺點を補ふ爲には、成可く送風溫度を高くする必要がある。從つて熱風爐は、米獨等、優良骸炭使用の工場よりも、多少潤澤に設備する方が、圓滑なる作業か出來ると思ふ。

今回の熱風爐は、其の外形は第一熔鑛爐の分と同一であるが、ギッター煉瓦の重量並に、加熱面積を增加する爲に從來のギッターの目 130 mm^2 の内へ、對角線に厚さ 30 *mm* の煉瓦を追加した。この爲、1 基の熱風爐にてギッターの重量 543·5*t*−436·5*t*=107*t*、ギッターの加熱面積 10,915m^2−7,171m^2=3,744 m^2 を增加した。

又熱風爐の鐵皮は、從來凡て鋲繼手であつたが、試みに電氣熔接法を採用して見た。熱風爐鐵皮の電氣熔接に就ては、其の熔接方法と相俟つて、内部の煉瓦積方法にも、尙一層の研究を要するものと思ふ。熱風爐、熱風管等の修理や、コーキングの代りに電氣熔接法を使用する事は、非常に便利である。

熱風管は内徑 1*m* で、其の周圍には 370*mm* の内張煉瓦を用ひてゐる。内張用の耐火煉瓦は、從來輕燒煉瓦を用ひてゐたが、熱風の量が多く、且つ其の速度が高くなつてから、其の熱風中の微粉塊の爲に、摩擦崩壞し易く、寧ろ普通のシャモット煉瓦の方が、耐久力があつて良い樣である。熱風管内の熱風の速度は、各國設計者に依つて一定でない、30*m/sec* 乃至 50*m/sec* 位が普通であるが、今回は 40 *m/sec* としてある。

除塵器の構造も、第一熔鑛爐と同樣の二重管式で、只其の直徑を大にして、瓦斯の速度を落してゐる。瓦斯の速度は 2*m/sec* 以下なれば成績が良い。

（6）**熔銑車、熔滓車**　熔鑛爐の、附屬物として重要なるは、熔銑車と熔滓車である。熔鑛爐が大きくなるに從つて是非熔銑車、熔滓車も大なる容量のものを必要とし、相當に大容量のものを得たいと言ふのは、我々の年來の希望であつた。

今日迄の製鐵所の最大級の熔銑車は、其の熔銑の容量 30*t* で、其の 1 本の車軸に懸る車軸壓は 12*t* であつた。歐米の 500*t* 乃至 1,000*t* と言ふ樣な大熔鑛爐には、凡て容量 50*t* 以上の大熔銑車を使用し、時には 100*t* 150*t*

と言ふ様な、特殊形の熔銑車を用ひる工場も多數ある。

我が國で、大熔銑車を設計するに困難な事は、我が國の鐵道が、所謂狹軌式で、其の寸法に窮屈なる制限を受ける事と、其の使用する軌條が 30 *kg* 軌條で、一つの車軸壓が最高 15*t* 迄と規定されてゐる事であつた。この難關の爲に、實際は、容量 50*t* 入位の大熔銑車が必要である事を痛感しながらも、實施することが出來なかつた。然るに昭和7年初頭に、八幡製鐵所内の幹線鐵道には、凡て 50 *kg* 軌條を使用することゝなり、一つの車軸壓も 25*t* 迄は許すと言ふ事になり、大熔銑車使用實現の曙光を認めたのである。

玆に於て、出來る丈け各部の寸法を切り詰め、又各部の平衡をも考へ、狹軌の車輛規定に抵觸せざる範圍内で、容量 50*t* の熔銑車を設計して、製作使用したが極めて好成績である。

この熔銑車は、熔鑛爐と混銑爐、又は鑄銑機間、又は混銑爐と平爐間何れにも使用し得るのである。此間の軌條を 50 *kg* 軌條とし枕木の數を增し鐵橋も補强した。

今回設計せる熔滓車は、其の容量 25*t* にして、其の内容積約 10m^3 にしてゐるが、狹軌の軌道規定に制限されたる結果、圓形のものとする事が出來ず、楕圓形のものとしてゐる。兩車共、4 本の車軸にしてボギー式である。熔銑車、熔滓車の主要寸法は次の如くである。

	50 砘 熔銑車		25 砘 熔滓車	
容量 *t*	鎔銑	50	熔滓	25
内容積 m^3		8.4	約	10
車體の全長 *mm*		7,300		9,540
全高 *mm*		3,495		2,895
トラニオンの高さ *mm*		2,380		2,033
全重量 *t*	85 { 鎔銑 / 鍋 / 臺車	50 / 15 / 20	65 { 熔滓 / 鍋 / 臺車	25 / 18 / 20
1 本の車軸への荷重 *t*		22		

II. 原料運搬設備

(1) 荷揚起重機及び碎鑛車　船舶によつて海外より來る原料鑛石は、洞岡の東海岸々壁に設備してある荷揚起重機によつて陸揚げされ、起重機内にある秤量機によつて秤量の上、ベルトコンベヤーに移され、碎鑛車にある碎鑛機によつて、適當の大さに破碎の後、鑛石溝、鑛石置場に貯藏される。

荷揚起重機は、既設のもの4臺あつて、今回は增設しなかつた。

海岸に平行に、延々とした 38 吋のベルトコンベヤーは既設の分の先に 144*m* 延長した。

海外よりの鑛石は、其の大さ一定せず、粉狀より 400 *mm* 位迄の大さのもので、此の儘熔鑛爐に用ふるには、其の形狀が大きいので、碎鑛機を通し 70*mm* 以下に破碎するのである。

先づベルトコンベヤーから來た鑛石は、碎鑛車にある傾斜ベルトコンベヤーに移し、これよりロータリー篩分機を通し 70*mm* 以下のものは其の儘鑛石溝に落下させ 70*mm* 以上のものは、碎鑛車に設置してある碎鑛機で 70*mm* 以下に破碎して鑛石溝に落し、先きの小鑛と共に、橋型鑛石運搬起重機によつて、鑛石置場又は鑛石庫に運ぶのである碎鑛車の構造は、大體第一熔鑛爐分の第一號碎鑛車と同樣で、次の四大部分に分れてゐる。

1. 傾斜ベルト・コンベヤー	(10 *HP* 電動機付)	1 臺
2. ロータリー篩分機	(5 *HP* 〃)	2 臺
3. テルスミス型碎鑛機	(80 *HP* 〃)	2 臺
4. 臺　　車	(35 *HP* 〃)	1 臺

傾斜ベルト・コンベヤーは、ベルトの幅 38 吋、布數8枚で 1 時間 200*t* の鑛石をロータリー篩分機に運び得る。篩分機は、最初振動式篩分機を取付けたが、其の分離完全でなく、殊に上坡鑛石、ケママン鑛石等が水分を多く含む時は、其の粘性の爲、分離困難にて效少く、且故障多く殊に篩の目の間に挾まれた鑛石は、容易に離脱しない爲、其の後の鑛石が凡て此處に停滯する等、圓滑な作業が出來ず、到底使用に堪ないので、今回はロータリー式篩分機に改造したが、其の結果は良好である。

碎鑛機は Telsmith type で 1 臺の能力 1 時間 75*t* 高 2,510*mm* 受皿の直徑 2,900*mm* である。碎鑛機のライナーは、*Mn* 鋼を用ひ、其の成分規格は次の如くである

マンガン鋼

Mn%	*C*%	*Si*%	*S*%	*P*%	抗張力 kg/mm^2	延伸率%
11～15	1.0～1.2	0.25～0.4	0.02～0.06	0.06～0.11	45～57	15 以上

臺車は、形鋼及び鋼板を以て堅固に構成し、先きに製作した第1號車が、振動甚だしきを以て、今回は鐵骨を充分丈夫にして、其の强度を增したばかりでなく、車輪の數も 8 個として、振動を少しくした、軌道は 10.7*m* にて、鑛石溝上に布設せる Crane rail 上を運行する。

(2) 橋型鑛石運搬起重機及び電動鑛石車　原料鑛石を、海岸より鑛石置場へ、又は鑛石置場より鑛石庫上を走る電動鑛石車迄、運搬する橋型鑛石運搬起重機は、既に2臺を有し、1 臺は石川島造船所製、他の1臺は安治川鐵工所製

であつて、共に1時間の取扱ひ能力300tグラブ1回の掴み量10tである。我が國有數の大起重機であつて、スパンが70m高さ22m自重570t總馬力850HPで、其の試運轉にも相當の日月を費し、各部の調節を實行し、今日では兩者共に順調に作業をなし500t爐並に700t爐に對して、日々約4,500tの原料鑛石を運搬してゐる。

電動鑛石車は、既設の分が2臺で、今回新に1臺を設置してゐる。其の容量は45tで、戸口の開閉等には成可く樂に行ひ得る樣に工夫してゐる。速度は毎秒8mで、今回は特に、將來鑛石庫上に渡り線を作つた場合24·8m半徑のカーブを通過し得る樣にボギー式とした。主要寸法は下記の如くである。

バアファーよりバアファー迄	9,580mm
車體の最高	3,400 〃
車體の幅員	3,750 〃
軌條面より連結器中心迄の高さ	864 〃
車輪の直徑	840 〃

(3) 鑛石庫及び骸炭庫　鑛石庫並に骸炭庫は、第一熔鑛爐と全く同一で25m長さの鑛石庫が2個と15m長さの骸炭庫2個を設けてゐる、尙第一熔鑛爐骸炭庫と、第二熔鑛爐骸炭庫との中間に10m長さの鑛石庫1個を有してゐる

鑛石庫、骸炭庫の築造に當り、これを從來の鐵筋コンクリート式と、鐵板製式の兩者を比較研究したが、鑛石庫及び骸炭庫共に鐵筋コンクリート製の方が有利であつたから鐵筋コンクリート製とする事に決定した。

鑛石溝の上に設置する電動鑛石車の軌道及びベルトコンベヤー等は、凡て第一熔鑛爐の分を延長したもので、鑛石庫上に取付けてゐる。

新設の骸炭庫も二つに分けて、各250tの貯藏能力を有し鑛石庫は13個のPocketに分れ6,000tの貯藏能力を有して居る。

鑛石庫上に第1、第2、第3號と、3條のベルトコンベヤーを設け、第1號の1條は、骸炭工場から直接骸炭の運搬用に當てゝゐる。第一熔鑛爐建設の時に設置した第1號第2號の2條は、最初幅950mm厚さ1mmの鋼板製ベルトを使用して、骸炭を運搬したが、トリッパーがスクレパー式となつてゐる爲、スクレパーとベルトとの間に細粒が狹まり、鋼板の接手の所の鋲頭を摺り減らす事が多く、又骸炭消火の爲に掛けた水分が、酸性となり、この水がベルトの上を流れるので、ベルトを腐蝕し、且骸炭が全然冷却されないで猶Hot stateの狀態で送られる爲、鋼板製ベルトの損傷著しく、其の修理の繁に堪えないので、遂に30″のゴム・ベルト・コンベヤーに改造したのである。鋼板製ベルトは、乾燥した特殊の物で、短距離運搬には便利であるかも知れないが、建設費並に耐久力から見ると、ゴム・ベルト・コンベヤーには及び難い樣である。

第2號、並に最近建設した第3號ベルトは、地盤上より14°〜16°の傾斜で鑛石庫の上に登り、鑛石庫を通過し、骸炭庫上に至るもので、骸炭のみならず、直接貨車より石灰石又は滿俺鑛石をも受入れて、これを鑛石庫内に搬入する，之れに使用してゐるゴムベルトは次の樣な寸法である

幅	30″	布層數	6枚
上面ゴム厚さ	3/16″	下面ゴム厚さ	1/16″

第二熔鑛爐の分として延長した部分は、各92mで、交流25HPの電動機によつて運轉してゐる。

(4) 熔鑛爐捲揚關係諸機械

イ、熔鑛爐主捲揚機　洞岡第二熔鑛爐の捲揚機は、大體として洞岡第一熔鑛爐のデマーグ製に倣ふたのであるが幾多の點に改良を加へてより、優秀なるものとして、全部內地の製造家で製作され、其の作業成績は至極良好であるその機械部分は、住友新居濱製作所、電氣部分は、安川電機製作所の製作である。

本機の製作に對しては、何よりも先づ其の堅牢なる事を第一條件としたのである。

元來熔鑛爐の捲揚機には、豫備機を設置することが出來ないので、一度作業を開始すると5〜8年の間は殆んど休止する事なく、連續運轉をする性質のものであるから、此の間故障のない樣にするには、堅牢なる事を最必要とするからである。主要な寸法及び設計上の主要項目を記すと次の樣である。

a. 能　力　本捲揚機は、出銑量約900tになつても、尙充分に装入物を捲揚得る樣にした。

1日900tの出銑に對して必要な原料

鑛　石	1·795×900=1,615t
平爐滓	0·260×900=　234t
滿俺鑛石	0·077×900=　693t
石灰石	0·494×900=　445t
骸　炭	1·112×900=　991t
Total	3,354·3t

此の3,354·3tを150 Chargeとして装入する。One chargeは4スキップとして、鑛石、石灰石で2スキップ骸炭2スキップとすると、1スキップに對して、鑛石の場

合は 7·877t 骸炭の場合は 3·3t となる。

此の鑛石を捲揚ぐるには 200HP を要する。將來 1,000t 爐に改造せられる時機もある可きを考慮して、主電動機の馬力數は 250HP と決め、スキップの内容積は、骸炭の容積より計算して 8·5m^3 とした。

b. 捲揚傾斜塔の傾斜角度　水平に對して 53°20′ である。

c. 捲胴は第一熔鑛爐の場合と異り、左右二つに分け中央に一つの軸受を置く式とし、出來る丈け鋼索に無理のない様にした。

捲胴の徑は 2,500mm 幅 1,320mm で、兩捲胴共 1·5 捲以上の仇捲を有し、機械仕上げの鋼索溝を有してゐる。

d. 捲揚用鋼索は、右撚り左撚りを各1條づゝ計2條を、一つのスキップに取付け、其の太さ及び强さは次の如くである。

Dia of wire rope　37mm

Flattened strand wire rope made of extra improve'd plou steel

Breaking strength　49·91t

e. スキップの昇降距離　63m

f. 齒車類。　捲揚第一段減速齒車は油槽の中で回轉し、齒型は Double helical gear である。

捲揚第二段減速齒車の齒型は Spur gear とし，大齒車は軸及び各捲胴に良く密着せしめてある。

齒車は總て機械切りであつて、正確な加工をし、運轉中騒音を發せない様にし、特に第一段齒車には、下記の様な特種鋼を使用し、熱處理と研磨仕上がしてある。

之れが工作上、齒切に可成困難があり、實際出來上つたものゝ成分は次の如くである。

第4表　齒車の材質

	指定成分%	實際成分%		指定成分%	實際成分%
C	0·3〜0·4	0·35〜0·42	Ni	3〜4·5	3·17〜3·49
Si	0·3〜以下	0·217〜0·481	Cr	0·6〜1·2	0·62〜0·78
Mn	0·4〜0·6	0·56〜0·65	材質の機械的性質		
P	0·05 以下	0·015	抗張力kg/mm^2	80以上	76·5〜81·3
S	〃	0·014〜0·023	延伸率%	15	23〜24

g. 注油潤滑　凡ての注油部分には充分に油が行き亘る様に Bosh の Grease pump を用ひ、成績は良好であるが、只塵埃の多い所では、閉塞され易い缺點がある。

h. 安全設備として電動機に制動機を具備し、スキップが爐頂に近づくに從ひ、自動的に其の捲揚速度を減ずると共に、捲揚の場合は直に之が作用する様になつてゐる。

i. 電氣設備。　捲揚機の電氣設備は Ward Leonard System で、主捲揚機の電動機は直流 220v で捲揚機の兩側に各1臺ある。常時1臺で運轉し、隨時切り換へて作業をする。

變電機室にある電動發電機は2臺にて出力 200$k.w$ 電壓 230v で之に連結する。誘導電動機は 350HP 2臺、三相交流 3,300v 25サイクルである。

勵磁機は、直流 220v 15$k.w$ のものが2臺ある。變電機室には油槽遮斷器、配電盤等を置いてゐる。

ロ. 粉骸炭捲揚機。　胴岡第二熔鑛爐に裝入する骸炭も第一熔鑛爐と同じくローラーグレート式骸炭篩分機によつて、塊骸炭と粉骸炭とに篩分け、塊骸炭は骸炭秤量機にて1スキップ每に秤量の上、主捲揚機によつて熔鑛爐に裝入し、粉骸炭は粉骸炭捲揚機によつて、粉骸炭槽に移し、更にこれから貨車積として、他工場に送る。粉骸炭は 7mm 以下の小塊である。

粉骸炭捲揚機は、主捲揚機室の階下にある小捲揚機室に設置し、左右2臺あつて、之れに附屬して 25HP 電動機各1臺を有してゐる。設計の要項は次の如くである。

a. 一回の捲揚最大荷重　2·6t
　内　譯　スキップの荷重　約　2·0t
　　　　　粉骸炭重量　〃　0·6t

b. 捲揚傾斜塔の傾斜角度　水平に對し　53°20′

c. スキップの昇降距離　23m

d. 捲胴は直徑 550mm 幅 400mm で、機械仕上げの鋼索溝を具備して居る。

e. 捲揚の鋼索は 37 本六つ撚りの中心麻入で、直徑 18mm のもの1本である。

f. 捲揚速度は1分間 40m

g. グリースは Grease pump によつてゐる。

ハ、原料裝入用上下ベル開閉器　熔鑛爐の原料裝入裝置は二重鐘式の一種で、上ベルと下ベルとの二段となり、上ベルは小さく、下ベルは大きく何れも鑄鋼製で、上ベルは1スキップの裝入物を受入れる每に、分配器に伴ふて自由に廻轉し得る様にし、分配器が所定の角度回轉した後に上ベルは降り、カップとの間が開けて、裝入物は下ベルの上に落下するのである。

下ベルは2スキップ每に降り、カップとの間が開けて、裝入物は爐内に落下するのである。

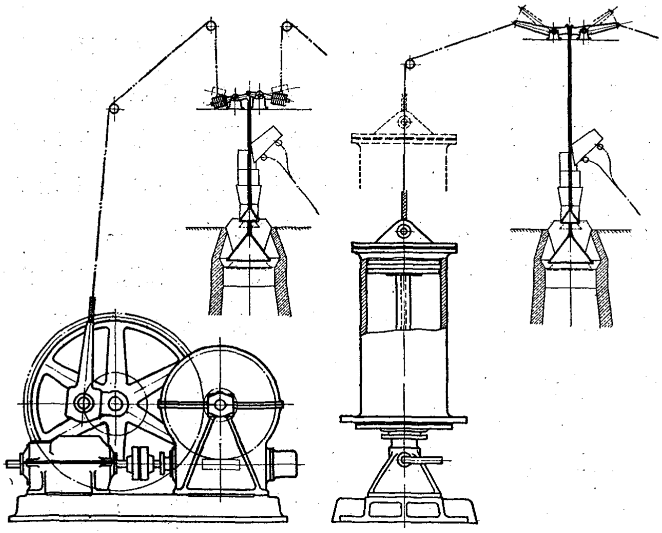
この上ベル、又は下ベルの降下により、カップとの間が開けて裝入物が落下する時間は、約 10 秒で、又閉塞する爲に 10 秒を要する。このベルの昇降する衝程は 610mm で、其の運動は比較的簡單である。

上下ベルは、大きなレバー (Lever) 各1本で支持され レバーの他端には重錘を掛け、停止時にはベルと平衡を保ち、ベルは閉の狀態にあるが、ベルを降下し、開の狀態となすには、この重錘のある側で、レバーの一端を捲揚機によつて持ち揚ぐるのである。この捲揚機に電動捲揚機式、壓搾空氣筒式、蒸氣筒式、水壓筒式等あるが、何れも一長一短があり、最も多く用ひられるものは、普通の電動捲揚機式である。

この式では捲揚機とレバーとを鋼索に連結し、捲揚機を捲方及び卸方と反對の方向に廻はさねばならぬ。又電動機の回轉が時として早過ぎたり Limit switch の切れ方が遲れたりする時は屢々捲過を起し、鋼索が切斷する事があるので洞岡第一熔鑛爐では壓搾空氣筒式を採用したが今回は製造家が工夫した全く新らしき電動捲揚式で電動機に依つてウォームギヤー、1段、スパーギヤー、1段の、二次減速齒車傳導形のクランク式捲揚機であつて、このクランクの1回轉に依り、ベルが降下及び上昇の一運轉をするのであるが、其の上下する距離は常に一定不變であるから、捲過の恐れなく頗る安全である。

尙鋼索の緩に對しては、ターンバックル裝置で調節する第4圖は洞岡第一熔鑛爐の壓搾空氣筒式と、洞岡第二熔鑛爐のクランク式との、兩式の開閉機を示したものである。

第4圖　熔鑛爐裝入鐘昇降機之圖



裝入物の降下狀態を測定する爲には、裝入測定器を備へ、下ベルを開いて裝入物を爐內に落下させる直前に、自働的に測定桿は捲揚げられ、裝入終了後、自働的に測定桿は、爐內裝入物の上に輕く乘つて、裝入物の降下と共に降り、この運動を、細き鋼索に依つて裝入物降下狀況を窺知し得るが、更に之を電氣設備により、電燈表示器及び自働指示記錄計に傳へて、時々刻々の變化を指示記錄するから、遠距離にても降下の狀況を詳知する事が出來、操業上極めて便利である。

ニ、捲揚機室。　捲揚機室は、捲揚斜塔の上に置く式と下に置く式とある。

下に置く方が、機械の檢査等には便利であるが、機械室と熔鑛爐々體との間隔が狹い爲に，熔鑛爐の操業床が狹過ぎて、熔鑛爐の日常作業に甚だ不便である。尙捲揚機から連絡する鋼索に懸る張力が、傾斜塔の上の Sheave wheel を傳つて、捲揚斜塔に力を及ぼし、從つて捲揚斜塔を、これ丈け丈夫にしなければならぬ事になる。

捲揚機室を上に置く時は、室其の物の建設には相當に費用を要するが、操業床を充分廣く取る事が出來るばかりでなく、捲揚塔に對して、捲揚鋼索の張力や Shock が及ばなくなる。

今回の洞岡第二熔鑛爐捲揚機室は、捲揚斜塔の上に設置した。其の一般構造を述ぶると次の樣である。

熔鑛爐の中心より東側 24·5m の位置に、捲揚塔に跨り 8 本の主柱及び 4 本の傾斜支柱とを以て組立てゝ高さ 29·1m の鐵櫓上に設置し、其の大さは床面積 156m^2 天井の高さ 8m である。

捲揚機の組立及び修繕用として 10t の天井移動手働起重機を備へて居る。室內には主スキップ、捲揚機上下ベルの開閉用裝置裝入測定器、電氣リレー裝置等が据付けてある。尙此の室の床下約 5m の所に、床面積 40m^2 の小室があつて、此の中に粉骸炭用スキップの捲揚機が置かれてある。

出入口及び硝子窓を除き、側面は凡て厚さ 1·6mm の鋼板張りとし、屋根は 20 番の亞鉛引波形鐵板葺である。

此の捲揚機室の設計に當つて、最も困難を感じた事は、此の室を支へてゐる前記の鐵櫓であつた。

柱の高さが 30m 餘り、又其の上部に据付けた、捲揚機のドラムのロープには、約 20t の張力が斜め上(水平に對して約 50°C) に作用すると言ふのに、其の主柱の設置場所は、鐵道線路が幾條も敷設されて居り、且前方は高爐の操業床が有り、後方には鑛石庫が有つて、位置の制限を受ける事が多かつた爲、櫓のスタビリチーが惡くなると言ふのであつた。然し乍ら種々苦心設計の結果、完成後の成績

は至極良好で、ヘビーチヤージの際に於ける捲揚の場合にも、捲揚機室に動搖を感じる事が少ない。主捲揚機用電動機に、直流を送電すべき電動發電機等は、別に、熱風爐の南側に設けてある變電機室に置いて、これからケーブル線に依つて連結してゐる。

將來第一熔鑛爐の電動發電機も、この變電機室に纒める豫定である。

ホ、捲揚塔　捲揚塔の一般構造を記述すれば、次の樣である。熔鑛爐中心より、東側へ 31·2*m* の距離、地盤面上の高さ 1·493*m* の點に下部の支點を置き、高爐側へ 53° 20′ の角度で傾き、上部の支點は高爐裝入床上に置いてゐる。

塔の最頂部の高さは、地盤面上から約 50*m* 上下兩支點間の水平距離は 26·394*m* 主スキップの走行長さは約 63 *m* で、上下兩支點共ヒンヂ型を採用した。(第一熔鑛爐用は、下部支點は固定、上部支點はローラー型)

主桁の間隔は 5·3*m* 左右の主スキップ走行路中心間は 2·8*m* 下方粉骸炭用スキップ走行路中心間は 6·8*m* である

斜塔の總重量は 136*t* である。

設計に當つては、凡て圖式計算により、自重の外に風壓を 150 kg/m^2 活荷重として負荷スキップ(鑛石共) 15*t* 空スキップを 7*t* とし、粉骸炭用スキップ(粉骸炭共)盈車を 2*t* 空 1·5*t* として計算してゐる。

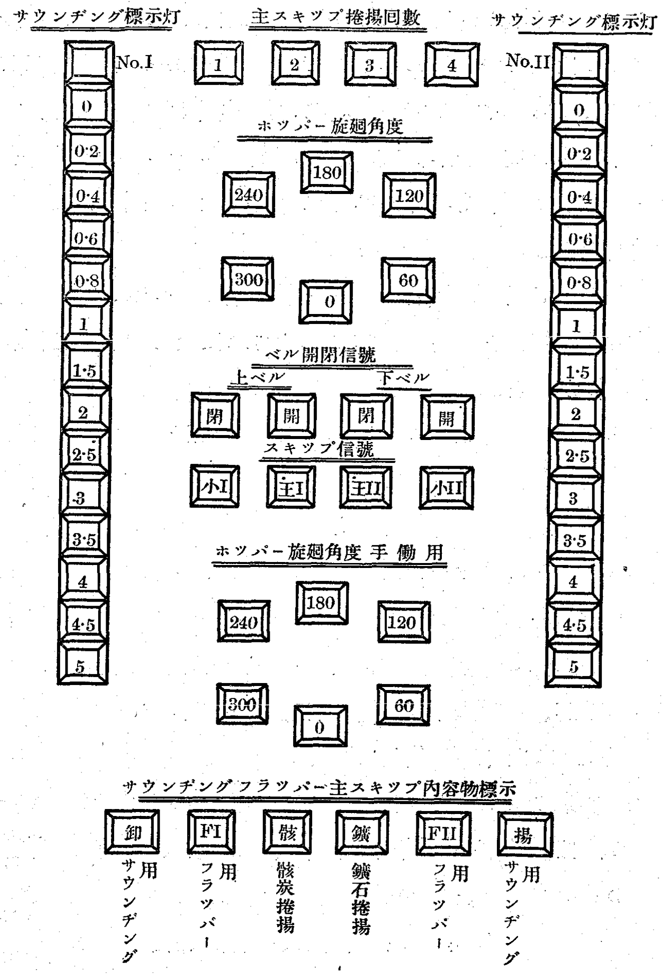
各部材の應力は、應張力最高 1·2 t/cm^2 とし、應壓力の決定は 1,925 年獨逸に於て制定されたオメガシステムを採用した。

捲揚斜塔脚部のピットの築造は、水面下 5*m* にも及ぶので、周圍から湧出する水を防ぐ爲に頗る難工事であつたが、今回は製鐵所にて製作する鋼矢板を利用したので、工事が極めて容易で、日數も工費も昔の約半分で濟んだ。

ヘ、運轉室　捲揚機室は、捲揚塔の上方にあつて、常時は人を配置せず、時々機械の見廻りに人を派遣するのみで、捲揚操作はすべて運轉室で行はれるのである。

運轉室は、捲揚塔の上にて、骸炭庫の下の空所に設け、室內には捲揚機、裝入裝置、骸炭篩分、骸炭秤量、裝入測定器等の各機の運動を、リレー式に運轉すべき一つのハンドルを備へ、このハンドルの動きに依つて、正確に規則的に、次から次へと各種の機械は運動を起し、其の運動狀況は別圖第5圖標示燈の點滅に依つて、各種機械の運行狀態が、手に取る樣に、運轉手に標示せらるゝのである。(第5圖參照)

第 5 圖
洞岡第二熔鑛爐捲揚機運轉標示燈之圖



(5) **鑛石秤量車**　鑛石秤量車は鑛石庫より各種の鐵鑛石マンガン鑛石、石灰石の一定數量を正確に秤量切り出し1回裝入量としてスキップの所迄運搬する特別車である。その軌道の幅は 4∼8″ で、特種の Crane rail を用ひ、出來るだけ車體の振動を少くする樣にしてある。

鑛石を秤量すべき秤量機は1臺で、これに懸垂して2個の鑛石ポケットを有し、1回裝入量を2分し、2スキップに分けて捲揚ぐるに便ならしめてゐる。

秤量車中に空氣壓搾機を備へ、鑛石庫の鑛石落口の戶の開閉は、この空氣壓搾機によつてゐる。

從來世界に用ひらるゝこの種の秤量機は Beam 式秤量機か、又は Dial 式秤量機か、其の何れかに限られてゐて使用上一利一害を免かれなかつたが、今回守谷製衡所で工夫製作した秤量機は、この兩者を組合せ、自動的に容易に兩者を切換へ得る機構とし、先づ Dial 式に從つて鑛石を徐々に受け入れる時 Dial の目盛盤の指針の動きに依り所

定の秤量に近づきつゝあるを知て、適當に受入速度を調整し得るのである。又この目盛盤の裏面には、電氣的裝置を施し、各目盛每に（1,000 目盛）目盛に相當するターミナルを設け、各位同一の數字は、同一の線に依りて印字記錄せしめ得る如く配線し、各種鑛石を秤量每に一々正確に印字し、後刻其の秤量が正確であつたかどうかを檢査し得るのみならず、裝入秤量の統計をなすに便ならしめてゐる。第 10 圖、イ號はこの記錄寫眞である。

一方 Dial 式より、自動的に Beam 式に轉換せしむる裝置を備へ Beam 式秤量機の特徵である、正確な秤量をなす樣に工夫してゐる。

III. 送風機設備

(1) 送風機の選擇　送風機の設置に際して、最初に問題となるのは、送風機に如何なる式を採用するかと言ふ事である。現今用ひられてゐる熔鑛爐用の送風機としては、大體次の4種である。

1. Reciprocating steam engine blower.
2. Reciprocating gas engine blower.
3. Steam turbine drinen turbo blower.
4. Electric motor drinen turbo blower.

この內、第1の Reciprocating steam engine blower は效率が惡い所から、大熔鑛爐には餘り用ひられぬ。問題となるのは、第 2、第 3、第 4 であるが、第 3、第 4 の

第 5 表　Single tandem gas blowing engine.

Blowing capacity 1,900 M^3/min　Blast pressure {at normal 1·1 kg/cm^2; at maximum 1·6 kg/cm^2}

Comparison of Six makers

Item	M.A.N	Ehrhardt & Sehmer	Demag	John cockerill	Societe Alsacien	Skoda
Type	D.TG. 15	T. 15 a	D.T.G. 15			T.G. 160
System {Twocylinder single tanden fourcycle double acting	〃	〃	〃	〃	〃	〃
Scavenger	with	with	with	with	with	with
Dia of gas cylinder	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,450
Dia of air cylinder	3,300	3,360	3,300	3,425	3,250	3,260
Stroke	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,600
Revolution per min	80	85	84	80	86	80
Minimum R. P. M.	40	$\frac{1}{3}\times 85$	90～40	50	40	70～83
Air cylinder capacity	2,025 m^3 1,700 m^3/min	1,900	1,900		1,900	
Blast pressure	1·1 kg	1·1 kg	1·1 atm	0·9 kg	1·1 kg	1·1 kg
Max. Blast pressure	1·6 kg	1·6 kg	1·6 atm	1·4 kg	1·6 kg	1·6 kg
Horse power	≑3,740 B.H.P	4,190	4,270	4,670	3,900	4,800 I.H.P
Mechanical efficiency	79%	86%	79%	83%		
Volume efficiency		93%		98%		
Mechanical efficiency of blowing		80%				
Heat consumption	2,000 cal/I.H.P/H	2,000 cal/〃/〃	2,000 cal/〃/〃	2,200 cal/〃/〃	2,050 cal/〃/〃	2,150 cal/〃/〃
Gas description	900 cal/m3	850 cal/〃	850 cal/〃	870 cal/〃	850～950 cal/〃	850 cal/〃
Oil consumption	120 kg/day	90 kg/〃	80 kg/〃	3,750 kg/H	1 gr/H.P.H	75 kg/day
Water consumption	35～40 l/I.H.P/H at 15°C	25 kg/I.H.P/H at 15°C	170 t/H at 30°C	162 m^3/H	30 kg/I.H.P/H	30 l/I.H.P/H at 30°C
Heaviest piece	43 T	43 T			40 T	
Weight of fly wheel	60 T	82 T	60 T	68 T	70 T	60 T
〃 fly wheel diameter	7,000		7,000			
Total weight	709 T	763 T	680 T	736 T	670 T	465·75 T
Compressed air for starter					18 kg/cm^2	20 kg
〃 motor	40 HP	80 HP	112 HP			45 HP
Wasteheat boiler pressure	14 kg/cm^2	12 atm			12 kg/cm^2	20 kg
Steam evaporation	4,300 kg/H	4,150 kg/H	3,850 kg/H		1,100 kg/H	3,800 kg/H
Boiler heating surface	Type 48	1 boiler	B.H.S. = 235 m^2 P.H.S. = 140 S.H.S. = 22		S.H.S = 235 m^2 P.H.S = 115 S.H.S = 42 m^2	B.H.S = 300 m^2 P.H.S = 125 S.H.S = 35
Engine total length	27,200	28,350	27,200			28,550
Scavending device	Turbo	Piston				Turbo
〃 motor	170 HP	312 HP	200 HP			175 HP
〃 pressure	0·3 kg	0·3 kg	0·33 atm			0·3 kg
〃 blast	170 m^3/min	300 cbm/min	150 m^3/min			10,000 m^3/hr

Turbo blower を用ひる時は、其の運轉は比較的平易であるが、然し、これは Boiler Plant とか Generater とか、送電設備とか、色々附屬設備を要し、高價となるから今回は第一高爐と同樣に Gas engine を選ぶ事となつた。然し我々としては Steam turbine driven の Turbo blower も、幾多の美點あるを以て、將來は是非使つて見たいと言ふ希望があり、殊に洞岡の樣な地質の脆弱な地方では Turbo blower の方が適當でないかと思ふ次第で、第三熔鑛爐には Turbo blower を採用する事にした。

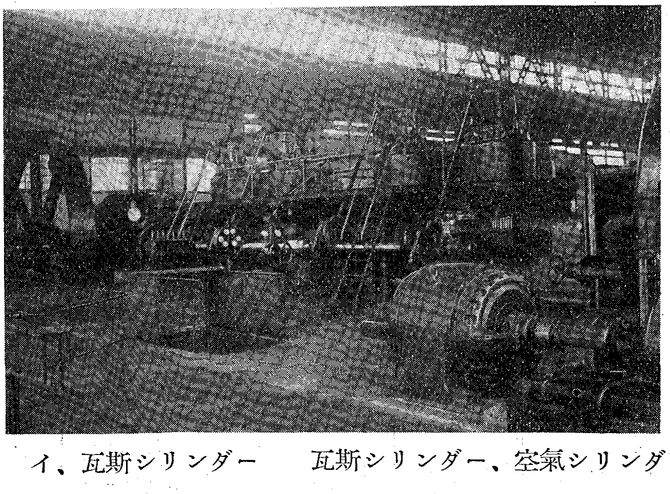
Gas engine の內にも Two cycle のものと Four cycle のものとがあるが Two cycle のものは Four cycle のものに比べて、一般に效率が惡いと言ふ所から、熔鑛爐には餘り多く用ひられず Four cycle が普通である。

今回も Four cycle の Single tandem system Scavending & Supercharging の設備の付いたものを選定した。今回の Gas engine は1分間 1,900 m^3 の空氣を、1·1 kg/cm^2 (nomal) の風壓で送り得る樣になつてゐる。

瓦斯機關送風機も、內地機械製作工場に於て、敢て製作不可能と言ふ理ではないが、製作臺數が少い爲、割合に高價となるから、外國の製造家が內地の取扱店を經て見積を提出した。見積を提出した製造家は MAN. Demag. Skoda. Ehrhardt sehmer. John cockerill 等であつて、見積額や其他を比較研究の結果 Skodr を選定したのである。今各製造家の製型の主要なる Data を比較したのは第5表である。

(2) **Skoda 製瓦斯機關送風機** スコダ製瓦斯機關送風機に就き、少しく次に記述して見よう、(參照第6圖スタゴ瓦斯機關送風機の全體寫眞)

第6圖 洞岡第三號瓦斯機關送風機



イ、瓦斯シリンダー 瓦斯シリンダー、空氣シリンダーの直徑及びストロークは、瓦斯機關の大さを決定する主なデータである。スタゴ製は、シリンダーの直徑が比較的小さく、その代りにストロークは他より 100 mm 長く、1,600 mm となつてゐる。即ちスコダ製のものは細長く出來てゐる。スコダ製のものは、回轉數を同一とすれば、ピストンの速度は他より早い理である。

瓦斯シリンダーの構造で、最も異つてゐるのは、其の材質が鑄鋼で出來てゐる事と、シリンダーライナーを直接水で冷して居る事である。普通瓦斯シリンダーは鑄鐵であるが、スコダのものは鑄鋼であるから、材質としては優良であるが、製作は困難である。

全體として、スコダ製は自重が著しく輕い。他の製造家のものは、1臺分機械全體で 670t 乃至 736t のものが、スコダ製では 465·75t である。此の爲、全體的に少しく他の製造家よりも細く薄い嫌もあるが、之はスコダ會社の設計者の、材質に對する自信ある所かとも思はれる。

尙瓦斯シリンダーに附いてゐる點火栓 (Ignition plug) の數が多い事である。その爲に出力も割合高く出る。

ロ、スカベンヂヤー裝置 今回購入した送風機にも、スカベンヂヤー裝置が附いてゐる。この裝置は、詳しく言へば、燃燒瓦斯吹掃並に、燃料の過給裝置 (Scavenging and supercharging arrangement) である。

スカベンヂヤーは頗る有利のものであるから、茲に少しく記述する。

瓦斯機關の能力を增し、その出力を增さうとする時は瓦斯シリンダーを改造して、その直徑を太くするか、そのストロークを長くしなくてはならぬ。

この瓦斯シリンダーを改造すると言ふ事は、殆んど瓦斯機關を新しく作ると言ふ事と同意義となる。この樣に瓦斯機關の根本的大改造を加へずして、その能力を增そうと言ふのがスカベンヂヤー裝置の根本主旨である。

今4衝程式瓦斯機關 (Four cycle gas engine) の場合を述ぶれば、瓦斯機關の出力を增す爲に、瓦斯機關の排氣衝程 (Exhaust stroke) の終らんとする直前に、附屬のターボブロワーから 0·3 kg/cm^2 の壓力を有する壓搾空氣を、瓦斯氣筩內に積極的に送入して氣筩內を吹掃すると同時に、氣筩壁を冷却して、瓦斯と空氣の供給を促導し、更に吸入衝程 (Suction stroke) の終らんとする直前には、過給空氣を壓入して、其の瓦斯機關の出力を增加させる裝置である。

スカベンヂヤー裝置の主體は、壓搾空氣を作る可きター

ボブロアー及び其の附屬電動機である。尙附屬として、壓搾空氣を導くべき管や、瓦斯機關の瓦斯供給瓣の構造が復雜になる等の爲に、普通の瓦斯機關送風機より、價格が約10% 位增加する事となるが、其の出力に於ては 20% 乃至30% の增加となり、其の效能は著しいものである。

第6圖の洞岡第三號瓦斯機關送風機の前方にあるはスカベンヂヤー用ターボ送風機である。

ハ、調整裝置　瓦斯機關の回轉數を一定にし、送風量を一定とする爲に、離心式調整器(Centrifugal governer)が附いてゐる。若し熔鑛爐内の爐況が變化して、風壓が豫定より高くなる時は、瓦斯機關に及ぼす Back pressure の增加の爲、其の出力が不足し、自然回轉數が減じて所要の空氣量を送る事が出來なくなる。この場合、スコダ製の瓦斯機關では、自働調整器が働いて、瓦斯供給瓣の開きが大となり、供給する瓦斯の量を增加し、出力を增して所要の回轉數を保つ樣になる。風壓の下つた場合は反對に働く MAN 會社のものはこの作用を手働にて行ふ。

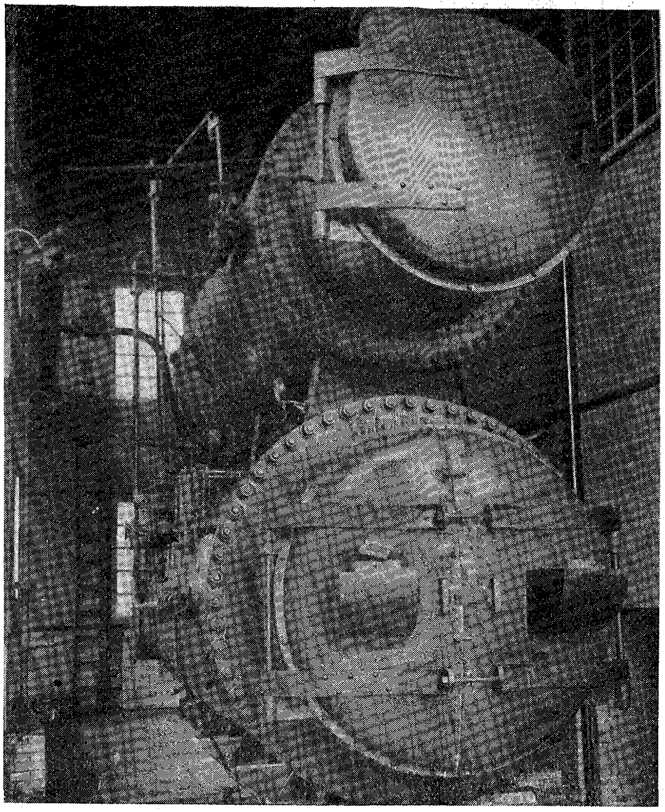
次は空氣筒の間隙調整裝置(Back expansion arrangement) である。これは空氣筒前後の蓋に、特殊の間隙(Clearance) 追補室を備へて居る。之れは Scavenging Turbo blower から來る吹掃空氣が、突然停止した場合又は熔鑛爐の作業中、爐況等に依つて風壓が一定の限度以上に上昇した場合、リレーの働きに依つて自働的に送風量を調節して、瓦斯機關の停止を防止する裝置である。

ニ、餘熱汽罐　瓦斯機關に燃料として供給された瓦斯は、瓦斯筩内にて完全燃燒し、以てピストンを動かすものであるが、其の殘りの廢棄瓦斯は 500°〜700°C の高溫熱瓦斯として、尙利用の餘地が充分にある。

最近の瓦斯機關送風機は、凡て廢棄瓦斯を餘熱汽罐に通じて、熱の回收を計る事とし、これが爲に今回のスコダ瓦斯機關送風機にも 300m^2 の傳熱面積を有する橫置型の廢氣瓦斯汽罐があり 16 氣壓で 350°C の過熱蒸氣を1時間 3·8t 發生し得る事となつてゐる。この餘熱汽罐を通過する間に、大部分の熱は回收され、煙突から出る廢氣の溫度は 170°C 内外となる。瓦斯機關の熱效率が試驗の結果 27·4% 餘熱汽罐が 30% 結局機械全體として熱效率は 57·4% となつた。(參照第7圖余熱汽罐の全體寫眞)

ホ、送風機の基礎　瓦斯機關送風機の樣な大型のものが、往復運動をなすものに對して、出來る丈け其の振動の及ぼす影響を少くする樣に基礎を作ると言ふ事は、我等の最も苦心する所である。

第7圖　洞岡第三號瓦斯機關送風機附屬　餘熱汽罐



大型瓦斯機關となれば、その自重が 500t もあり、これが Fly wheel の側に固定し、他の側は、瓦斯機關が start して瓦斯筩の内部が熱の爲に膨脹する時，その膨脹の爲に無理の來ない樣に、瓦斯筩及び空氣筒等は、滑動し得る樣になつてゐる。

往復運動は自然基礎にも影響し、これが機關自體ばかりでなく、機關を据付けた地盤に傳はり、その附近の構造物に對しても有害な影響を及ぼすのである。それで今回のスコダ瓦斯送風機の基礎を作るに當つては、この點を極力考慮し、この往復運動の影響を喰ひ止める樣に、基礎杭の一部は、垂直に對して 15° の傾斜を持つ、傾斜杭 (Oflique pile) を兩端に打つて、振動を抑へる樣にした。普通の Pedestal pile は凡て垂直で杭長約 18m 杭の直徑は 430 mm である。

傾斜杭は、その長さ直徑は略同樣であるが 15° の傾斜の爲、杭打作業としては稍々困難であつた。

スコダ瓦斯機關送風機の、基礎工事の實蹟を記すと次の樣である。送風機と上家の基礎は、同時に行つたから一所に記錄する。

第 6 表 洞岡第三號瓦斯送風機及上家基礎工事實蹟

工事名稱	作業始終月日	作業日數	行程	備考
基礎掘鑿 地均	始昭和7年2月15日 終 7 2 29	12日間	942 m^3	
杭打	始 7 3 18 終 7 5 14	43日間	198 本	垂直杭 156 本 傾斜杭 42 本) 198 本
栗石入	始 7 5 28 終 7 9 16	16 〃	362 m^3	
基礎掘鑿	始 7 5 18 終 7 9 13	56 〃	2,180·7″	
コンクリート施行	始 7 6 4 終 7 9 20	37 〃	2,265·6″	Engine 1834m^3 Scavenger 52m^3 Compressor 90m^3 Boiler 21m^3 上家 268m^3
煉瓦積	始 7 6 8 終 7 9 24	19 〃	172·9″	
埋戻	始 7 6 15 終 7 10 7	32 〃	937·7″	
鐵筋			56 t	55 t 60 lbs 古レール 1 t 鋼片其他

(3) 熔鑛爐瓦斯清淨裝置

イ、濕式瓦斯清淨裝置　濕式瓦斯清淨裝置として當所に設置せるものは、ハードル ウオッシヤー、煽風機及び水分分離器の三大部分から成り、今回新設したのは煽風機8臺分で、既設のものと合せて14臺となる。

煽風機の1時間瓦斯取扱量は、各1臺につき 10,0˚0m^3 で 80 HP 電動機によつて運轉されてゐる。

ハードル・ウオッシヤーは、煽風機2臺に對して1基の割合で設置してゐる。

今回新設してゐるのは、ウオッシヤーの水封部や、煽風機の出入口等に沈積したダストを、出來るだけ簡易に掻き出し得る樣改良した。

又熔鑛爐瓦斯の壓力は水柱 500 mm で充分であるが、熔鑛爐が大きくなるに從ひ、瓦斯壓力も增加するから、水封瓦斯遮斷弁等は、水柱 800 mm に適する樣改良した。

大體の設計構造は、第一熔鑛爐の分と同樣で、兩者共通に使用されるばかりでなく、各清淨煽風機は、一次清淨用、又は二次清淨用何れにも使用される樣にしてある。

清淨成績は、濕式瓦斯清淨裝置も電氣收塵裝置と同樣であるが、運轉の容易な點に於ては、濕式清淨機の方が勝つてゐるが、然し使用水量並に電力使用量の割合に多いのが缺點である。

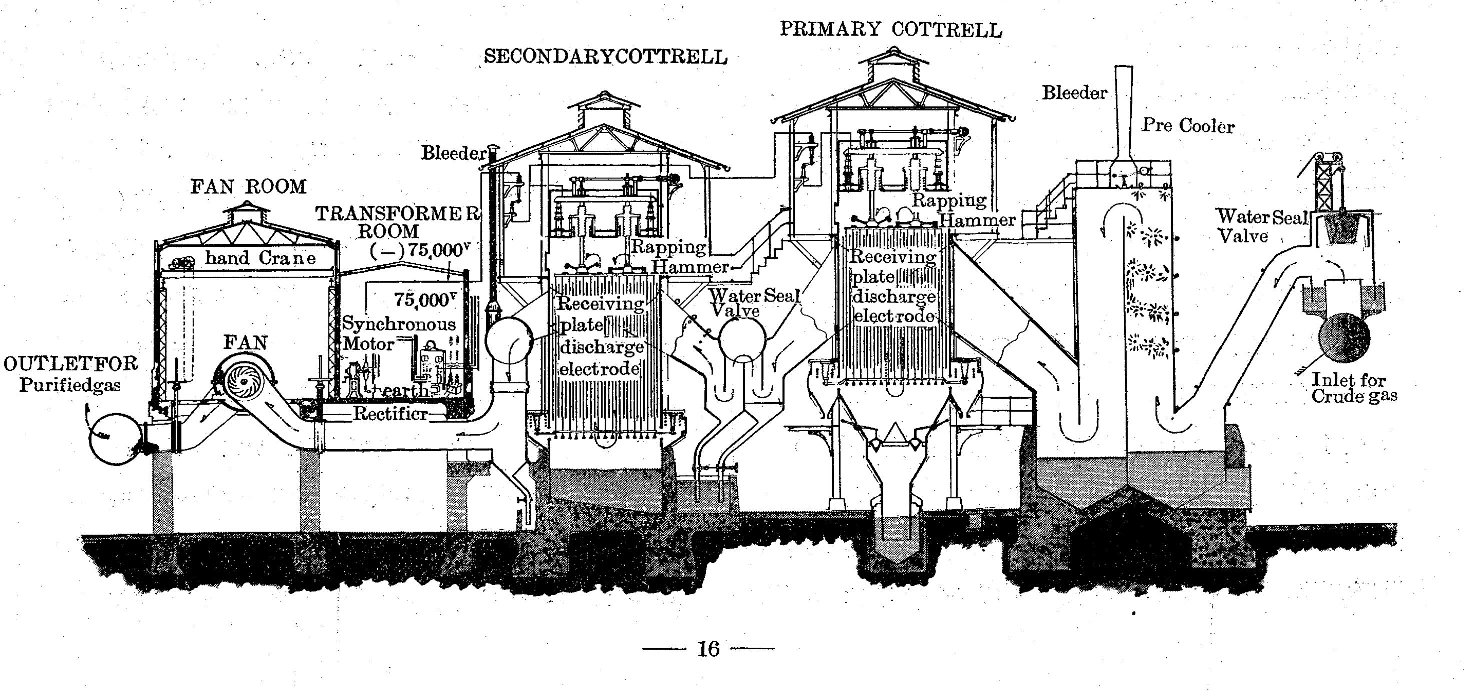
ロ、瓦斯清淨用電氣收塵裝置　熔鑛爐瓦斯の利用の盛大なるに從つて、瓦斯の清淨度を良くする事が一層重要視され、瓦斯清淨法は次々に改良されてゐる。

我々は先に洞岡第一熔鑛爐用の電氣收塵裝置を設計し、作業開始後幾多の苦き經驗を嘗めた故、今回の設計に當つては、之等の點を考慮して改良を加へた（第8圖參照）

今回設計したのは、一次清淨用として 25,000 m^3/hr の能力を有するもの4基、二次清淨用として同じく 25,000 m^3/hr の能力を有するもの2基を建設した．常用電壓は 75,000 v である。

熔鑛爐より荒瓦斯管に依つて輸送された荒瓦斯は、水のスプレイを有するプレクーラーに入つて、70°〜75°C

第 8 圖 GENERAL ARRANGEMENT OF THE ELECTRIC GAS CLEANING PLANT



に調整されると共に、適當の濕度を得て一次收塵器に入る

一次收塵器にて大部分のダストは收集され $0.3 gr/m^3$ 以下となり、二次收塵器に入り、極微量のダストも沈積し、$0.02 gr/m^3$ 以下となる。

一次收塵器及び二次收塵器共に瓦斯の分布を成可く均一にし、收塵能率を良くする爲に Reverse gas flow system を採用した。

收塵電極板の距離は、一次收塵器の向下流の所は 250 mm 次の上昇流の所は 200 mm 二次收塵器の向下流は 200 mm 上昇流は、180 mm としてゐる。

各電極の槌打裝置としては、自働槌打裝置を採用した。自働槌打裝置中、放電々極に取付けたものはコットレル組合の特許で、收塵電極に取付けたものは、當所川上、今吉濱口君等の苦心した考案で、何れも好成績である。

自働槌打裝置が無かつた第一熔鑛爐の分は、槌打中一時電流を遮斷する必要があるから、この間短時間ではあるが清淨充分でなく、頗る遺憾であつたので、其の後これを取付ける事とした。

電氣收塵裝置に依つて沈積したダストの中には、約 12% の K_2O と、約 17% の ZnO とを含有してゐるから之等を有利に回收する事は、我々の年來の希望であつて、目下當所研究所と協力して研究中である。

今回のコットレル電氣收塵裝置の設計に當つても、コットレル組合主事志賀　潔氏の指導を仰ぐ事多く、深甚の謝意を表する次第である。

設計上の要旨を列擧すれば次の如くである。

a. 瓦斯の溫度並に瓦斯の濕度を、最も收塵作用に適當な樣にする爲に、プレクーラーを作り、且之れに集積するダストも取り易くした。

b. 收塵器內及び電極間の瓦斯の分布を、可及的均一ならしめる爲、瓦斯の入口及び出口の瓦斯流の向を同じくしダクトを竝行に置く。

c. 電極間の距離を、各收塵器毎に均等にし、收塵良好な Reverse gas flow 式とした。

d. 收塵電極上の收集ダストの脫離を容易ならしめる爲二種の自働槌打法を用ひた。

e. 放電々極上の收塵灰の脫落及び電極肥大を防ぐ爲、自働槌打裝置を採用した。

f. 放電々極線は、相當の抗張力を持つ細いものを使用し重錘張力とし、其の結びは特種の方法を採用した。

g. 火花放電誘起の恐ある個所には、火花放電の起らない樣に套管を使用した。

h. 瓦斯中の含有水分が、收塵器外壁及びホッパーの內面に凝着することを防ぐ爲、外部に鑛滓綿保溫を行ひ、プレクーラーより收塵器迄の管內の內面に、ダストの積着する事を防ぐ灰搔き裝置を取付けた。

i. 收塵器での收蒐ダストの抽出作業を容易ならしめ、且安全な二重ホッパーとして直接貨車に積込み得る樣にした。

j. 瓦斯の密閉を完全にした。

k. 耐震、耐風を完全にし、可及的に單純な收塵器とした。

l. 特高電壓斷續に依つて生ずる、高周波振動の發生を成可く少くする爲に、非對稱型及びステーター、シフチングを具備する整流機を用ひた。

m. 整流機の、特高電壓斷續に依つて生ずる、高周波振動電壓を、塞流或は吸收する Choking coil を採用し、ラヂオ等の障害を防ぐ事とした。

n. 整流機の原動機は、同期速度 (Synchronous rectifier) のものを採用した。

o. 定極性高壓の調整を簡單に行ひ得るもの及び荷電流の制限抵抗を使用した。

p. 收塵器の荷電を止むる事なく、電動機類の掃除及び修繕を容易になし得る樣、配電及び切替スキッチを設けた

ハ、瓦斯昇壓裝置。　條鋼部、鋼板部方面への高爐瓦斯の供給並に將來新設第一製鋼工場へ瓦斯を供給する爲、$30,000 \sim 35,000 m^3/hr$ の鎔鑛爐瓦斯を洞岡工場より送る場合がある。

比重割合に大きな高爐瓦斯を、遠距離に輸送する時は、途中に於ける壓力の損失相當大にして、使用工場にて水柱 $50 \sim 100 mm$ の壓力を維持せん爲には、洞岡に於て水柱 400 mm 以上の壓力を必要とする。そうして清淨機で之れが輸送を爲そうとするに、竝列運轉をしてゐる當洞岡では、一部供給先にのみ高壓力を以て輸送することは、色々の困難が伴ふから、瓦斯昇壓輸送裝置を、清淨機から約 300 m の地點に新設した。

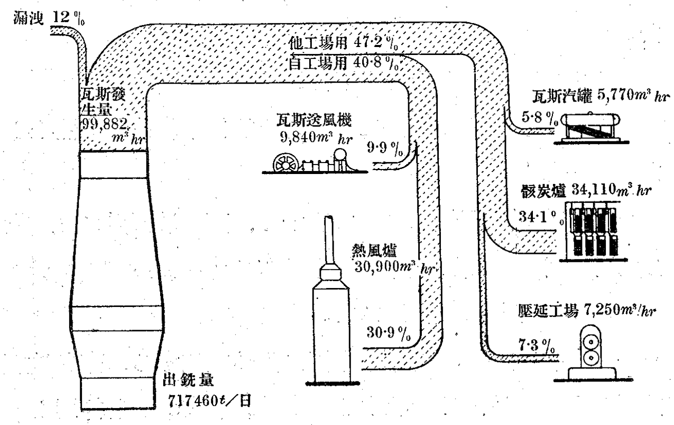
洞岡工場と東田工場とを連結する、鎔鑛爐瓦斯輸送本管の途中に、昇壓裝置への連絡管を設け、煽風機と連結し、煽風機の運轉に依つて昇壓するのである。

煽風機は $25,000 m^3/hr$ のもの 3 臺共に竝列運轉の狀

態に置かれ、輸送量の増加に伴ひ、漸次臺數を多くし、煽風機出口側に在る蝶弁にて任意の瓦斯輸送を容易に調節する。

洞岡第二熔鑛爐の發生瓦斯の需給狀態を示せば第9圖の需給圖に在る様に、主要な用途は骸炭爐、熱風爐で、次は瓦斯機關送風機、瓦斯汽罐、壓延工場、加熱爐等である。（第9圖參照）

第 9 圖　洞岡第二高爐瓦斯需給圖　昭和10年1月實績



IV. 操　　業

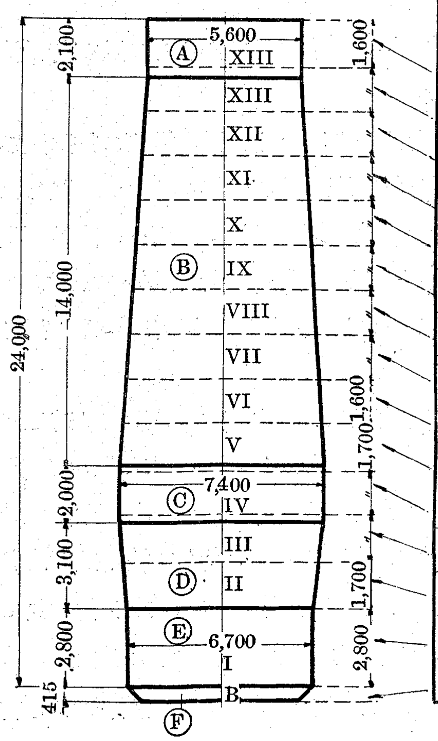
(1) **吹　　立**　2年有半の歲月と、製鐵所內外の 50 萬人の延人員と 5,000 餘瓲の鐵材とを使用して出來上つた洞岡第二熔鑛爐も、愈々昭和 8 年 10 月 11 日、恰も製鐵合同評價委員として來幡した、馬場勸銀總裁、中井長官、野田技監等の臨場の下に、盛大な點火式を擧行し、作業を開始したのである。

吹立の順序方法等は大體從來の例に倣つたが、我等も未だ斯る大熔鑛爐の操業に體驗がないので、此の點について多少の不安と苦心とを要した次第である。

熱風爐は、熔鑛爐の吹立前に完成して、試驗的に第一熔鑛爐に使用し、一部鐵皮を補强して、熔鑛爐の吹立を待つてゐた。

熔鑛爐は、8 月 14 日煉瓦積を終り、同月 31 日より 37 日間熱風乾燥を行ひ 10 月 8 日、9 日の兩日に亘つて別紙第7表の塡充表に従つて裝入物の塡充をしたのである。塡

第 7 表　洞岡第 2 熔鑛爐塡充表　　　昭和8年10月11日吹立



段	高サ m	內容積 m³	骸炭 t	鐵鑛石 上坡 50%	鐵鑛石 載寧 25%	鐵鑛石 殷栗 25%	鐵鑛石 計 100%	鑛滓	印度滿俺鑛石	石灰石
XIII	1·600	39·4082	5·000	2·600 t	1·300 t	1·300 t	5·200 t	800 t	260 kg	990 kg
XIII	1·600	40·0976	5·000	2·300	1·150	1·150	4·600	900	240	970
XII	1·600	42·9254	5·000	2·000	1·000	1·000	4·000	1·000	220	940
XI	1·600	46·0015	5·000	1·700	850	850	3·400	1·100	200	920
X	1·600	49·1824	5·000	1·400	700	700	2·800	1·200	180	890
IX	1·600	52·4697	5·000	1·100	550	550	2·200	1·300	160	870
VIII	1·600	55·8633	5·000	800	400	400	1·600	1·400	140	840
VII	1·600	59·3633	5·000	500	250	250	1·000	1·500	120	810
VI	1·600	62·9696	5·000	300	150	150	600	1·600	100	790
V	1·700	70·9751	5·000	100	50	50	200	1·400	80	810
IV	1·700	73·1144	5·000	—	—	—	—	1·100	50	860
III	1·700	70·5757	5·000	—	—	—	—	800	30	900
II	1·700	63·4358	5·000	—	—	—	—	—	20	1,000
I	2·800	98·7180	木材	縦積	—	—	—	—	—	—
B	415	12·8970	木材	縦積						

有効內容積 (m^3)
- Ⓐ 51,723
- Ⓑ 467,533
- Ⓒ 86,017
- Ⓓ 121,112
- Ⓔ 98,718
- Ⓕ 12,897

計 837,997

朝顔角度 83°～31′

シャフト角度 86°～18′～48″

骸炭率 (t) ………………… 1·1

標準裝入量 (t) ………… 7,300

爐頂裝入量 t(標準裝入量×0·72) 5,200

銑鐵 { 鐵分 90%，硅素 4% }

鑛滓 { 鹽基度 0·923，硅酸分 35% }

充の計算に當つては、鑛滓の鹽基度を 0·923 とし SiO_2 の含有量を 35% と假定し、尙從來吹立當時の銑鐵中の Si 含有量は、實際上計算よりも多いのが常であるから、今回は最初から、銑鐵中の Si 含有量を 4% と假定した。

9 日午前 10 時塡充を終り 10 日は爐周圍の送風支管の取付、其他各部一切の嚴重な檢査を行ひ、翌日の吹立を待つた。11 日午前 11 時、前記製鐵合同評價委員の外、製鐵所の幹部其他多數臨席して、鵜瀞銑鐵部長指揮の下に吹立式を擧行したのである。

午前 11 時、豫定の熱風點火を行ひ、裝入物の降下、出滓の狀況も順調であつたが、翌 12 日の午前 4 時頃、即ち鑛石を入れた裝入物が下部に來る頃から、爐內稍々低熱となつた爲、極力送風溫度の增熱を計り、同時に送風壓力を增加したので之れも恢復し、同日午前 12 時、初出銑約 30t を見たのである。大型の熔鑛爐吹立の際は、稍々もすると爐內が低熱となる傾向があるから、常に注意する事が肝要である。

(2) 羽口の變更　其の後日を追ふて出銑量は增加したけれ共、豫定の樣な Heavey charge とする事が出來ず、爐內は低熱となり易く、時々骸炭裝入を必要とし、此の點尠からず苦心したのである。この傾向は 11 月に入つても猶止まず、爐內は次第に低熱となつて、裝入物の降下は順調でなく、鑛石裝入量を減じ、送風溫度は上昇の止むなきに至り、爲に熱風爐に蓄熱の不足を來し、且爐頂溫度の上昇に連れて、操業中爐頂では小爆發頻發し、時には瓦斯に引火して、瓦斯飛しやマンホールから火焰を吹く事もあり爲に裝入裝置に故障を生じ、又送風溫度上昇の爲に、羽口附近の金物に歪を生じ、熱風爐の一部煉瓦積も破損する等各種の故障頻發し、爲に出銑量は減じ、骸炭消費率は高くなり、冷却板及び羽口の排水溫度は異常に上昇してゐた。斯くてこの樣な操業狀態を持續する事 3 ヶ月、其の間之が原因に就て種々調查研究し、銳意爐況の恢復に努めたが、一進一退適確な改良法を發見するに至らないので、一方法として、骸炭の 1 回裝入量を增す事とし、スキップ並に骸炭秤量機、ポケットの許す範圍內で之を增加し 1 月 13 日から骸炭 1 回の裝入量 5·5t を 6t とし、これに相當する鑛石を增加したが、依然其の效果がなく、熱風爐は益々熱不足を感ずる樣になつた。

この樣な狀態が永續する時は、結局熱の不足す可きを豫想し、豫め準備として 1 月 19 日に送風管の一部模樣替をして、第 3 號熱風爐を、第一、第二熔鑛爐何れにも使用し得る樣にし、主として第二熔鑛爐に使用したので、熱風爐の保熱は幾分緩和されたが、爐況は依然として、一進一退の狀態であつたから 1 月 26 日、骸炭、鑛石の裝入量を以前に復した。

之れより曩、從來の操業狀態より考察して、爐況の改良を計るには、羽口の直徑を縮少し、其の突出を增加するを以て適當な方法と考へ、新に羽口を設計して工作課に注文製作したのである。即ち洞岡第二熔鑛爐は、爐の內容積 837m^3 湯溜の直徑 6·7m と言ふ相當大いものであつて、之に對し羽口は 12 本、其の直徑は 180mm で突出は 200mm であつた。此の位の大きさの爐には羽口は 12 本か 14 本が普通である。又羽口の直徑を決定するに當つては、吹立當時は一般に送風量少い關係上、少し內輪に見て 180mm としてゐたが、吹立後、爐は絕へず低熱にて、而も朝顏部分の冷却板の排水溫度は異狀に高く、朝顏部分の煉瓦や金物の小間隙から、屢々瓦斯又は鑛滓の噴出を見たのである。又一方爐の內部に金棒を入れて檢するに、羽口前より 1·5m 位までは軟かであるが、それ以上は相當に固い事實から考察して、羽口からのペネトレションが爐の中心部迄行き亘らず、瓦斯は主として爐壁を傳ふて上昇する爲に爐壁が殊に磨消し、爐內の熔解作用は羽口の前方一部にのみ活潑にして爐の中心部には燃燒不活潑な所謂 Pillar が生じてゐるのではないかと言ふ疑を持つたのである。そこで我々は、爐の順調な操業をなす爲には、どうしても羽口の徑を小さくして、突出を增さなくては駄目だと言ふ意見に一致し、羽口を新に設計して工作課に注文し、その製作に約 2 ヶ月を要したのである。

舊羽口は徑 180mm 突出 200mm のものを新羽口では、徑 170mm 突出 300mm とした。

忘れもせぬ、新しいのを取付けたのは、昭和 9 年 2 月 19 日であつた。之れを取付てから爐內の狀態は俄然好轉し、爐は非常に順調となり、日々出銑量は增加し、同月末から 700t より 750t 位の出銑を見、本年の冬には時々 800t 以上の Record を作り、骸炭の消費率も豫期の如く 1 以下となつた。羽口の變更前後に於ける爐況の實蹟の比較は第 8 表の如くである。

熔鑛爐の操業で、羽口の直徑とか突出とか言ふ事は、割合に簡單な問題の樣であるが、決して等閑には出來ないと言ふ事を熟々感じたのである。

第 8 表　羽口變更前と後の比較

區　　分		羽口變更前	羽口變更後	備　考
調査期間		自 昭和9年1月1日 至 昭和9年1月20日	自 昭和9年3月1日 至 昭和9年3月20日	
平均一日出銑量		638·371 t	736·860 t	98·489 t 增
骸炭消費率		1·190	0·983	0·207 減
鑛石使用率		1·663	1·697	0·034 增
平均一回裝入量	骸炭	5·751 t	5·500 t	0·251 t 增
	鐵鑛石	8·046	9·487	1·441 增
	滿俺鑛石	0·126	0·180	0·054 增
	平爐滓	0·943	1·079	0·136 增
	石灰石	2·118	2·329	0·211 增
骸炭分析	灰分	18·43%	19·02%	
	固定炭素	80·11	79·55	
	潰裂強度	87·75	89·50	
送風量		1,484 m^3/min	1,541 m^3/min	
送風壓力		949～1.043 gr/cm^2	1,018～1,084 gr/cm^2	
送風溫度		611°C～918°C	520°C	
爐頂瓦斯壓力		37 gr/cm^2	36 gr/cm^2	1 gr/cm^2 減
爐頂瓦斯溫度		391°C	253°C	138°C減
銑鐵分析	C	4·06 %	4·13%	
	Si	0·68	0·81	
	Mn	1·30	1·31	
	P	0·376	0·300	
	S	0·056	0·045	
	Cu	0·096	0·174	
爐頂瓦斯分析	CO_2	9·8	11·9	2·1%減
	O_2	$tr.$	0	
	CO	29·9	28·4	1·5%減
鑛滓分析	SiO_2	32·58	33·46	
	CaO	45·26	43·82	
	Al_2O_3	14·32	14·46	
朝顏冷却盤排水溫度(平均)		31·1°C	26·6°C 4·5減	給水 11°C 冷却盤 17個
通常羽口排水溫度(平均)		32·1°C	26·8°C 5·3減	給水 11°C 羽口 12個

(3) スゴダ送風機スカベンヂヤー用ブロワー改造　スコダ製瓦斯機關送風機は、大體昭和8年9月据付完成して、同年 10 月の吹立には間に合つたが、この送風機に關して二つの問題があつた。

その一つは、其の送風機用のスカベンヂヤー用のターボブロワーが、最初注文の時は、その回轉數は 2,950 $r.p.m.$ と言ふ約束であつた。然るに實際機械が來て見ると、其の回轉數は 6,300 $r.p.m.$ の Single stage のブロワーであつた。

ギヤーボックスの潤滑油に用ふる Starting 用のオイルポンプ（MAN には有る）が無いので、之を取寄せ、愈々運轉して見るとブロワーの回轉數が高いので、ラビリンスの所から空氣を吸ひ込み、非常に嫌な騷音を發すると共に潤滑油の溫度も非常に上昇するので色々と調節に苦心し、叉態々スコダ會社の本國、チエコスロバキア國から新しいラビリンスを取寄せて取付けたが、この騷音を止める事が出來ず、ギヤーの潤滑油の溫度も相變らず非常に上昇し、半時間も連續運轉が出來ないので到底使用に堪えず、回轉數を落し Three stage の 2,950 $r.p.m.$ のものを荏原製作所で作つて、この機械と取替へ、全く騷音を發せず、油の溫度も昇らず、順調に運轉出來る樣になつた其の間約1ケ年は MAN 機關のターボブロワーから送風管を連絡して之を代用してゐた

(4) 防音裝置　尙第二番目の問題は、スコダの送風機は最高1分間の送風量が 1,900 m^3 で、1 回轉で 23·5 m^3 からの大量の空氣を一度に吸ひ込み、ピストンの往復運動の度每に吸込口の所で、絕へず空氣に强き波動を與へ其の波動が製鐵所構內は勿論、遠く若松、戶畑、折尾等數哩の距離に迄波及し、深夜戶障子が輕く鳴動するので、色々の噂の種となつてゐた、此の波動を止めたいと思ひ、色々苦心し或は板の圍をなし、或はスプリングを取付けても見たが效能がなかつた。

其の後サイレンサーの理を應用して、この吸込口を天空に向け、一部空氣の通路を絞り次に大きな室を作り、出來るだけ連續的の空氣流とした。サイレンサーは、大氣中に排氣を出すに音、卽ち波動を少く出すのであり、今度は大氣を波動少く吸込むのである。

之れを取付けるには、送風機の2週間位停止してゐる時でなくては出來ない。昭和 10 年2月の定期大修理で、停止中に取付けて見ると、案外に好成績で、波動も殆んどなくなり、從つて各所からの小言も解消されて、我々も安心したのである。

(5) 作業用各種計器類　近來各種の工業には、其の作業の順調と能率の增進を計る爲に、種々の計器類を設置して、必要な記錄を取り、其の變化の模樣によつて、其の對策を迅速に講ずる樣になつてゐる。

我が製銑作業に於ても此の例に漏れず、各種の計器を應用して作業の順調を期してゐる。寫眞第 11 圖、第 12 圖第 13 圖は之等の計器類中、自働記錄計の附屬してゐるものの實例を示したものである。（第 10 圖參照）

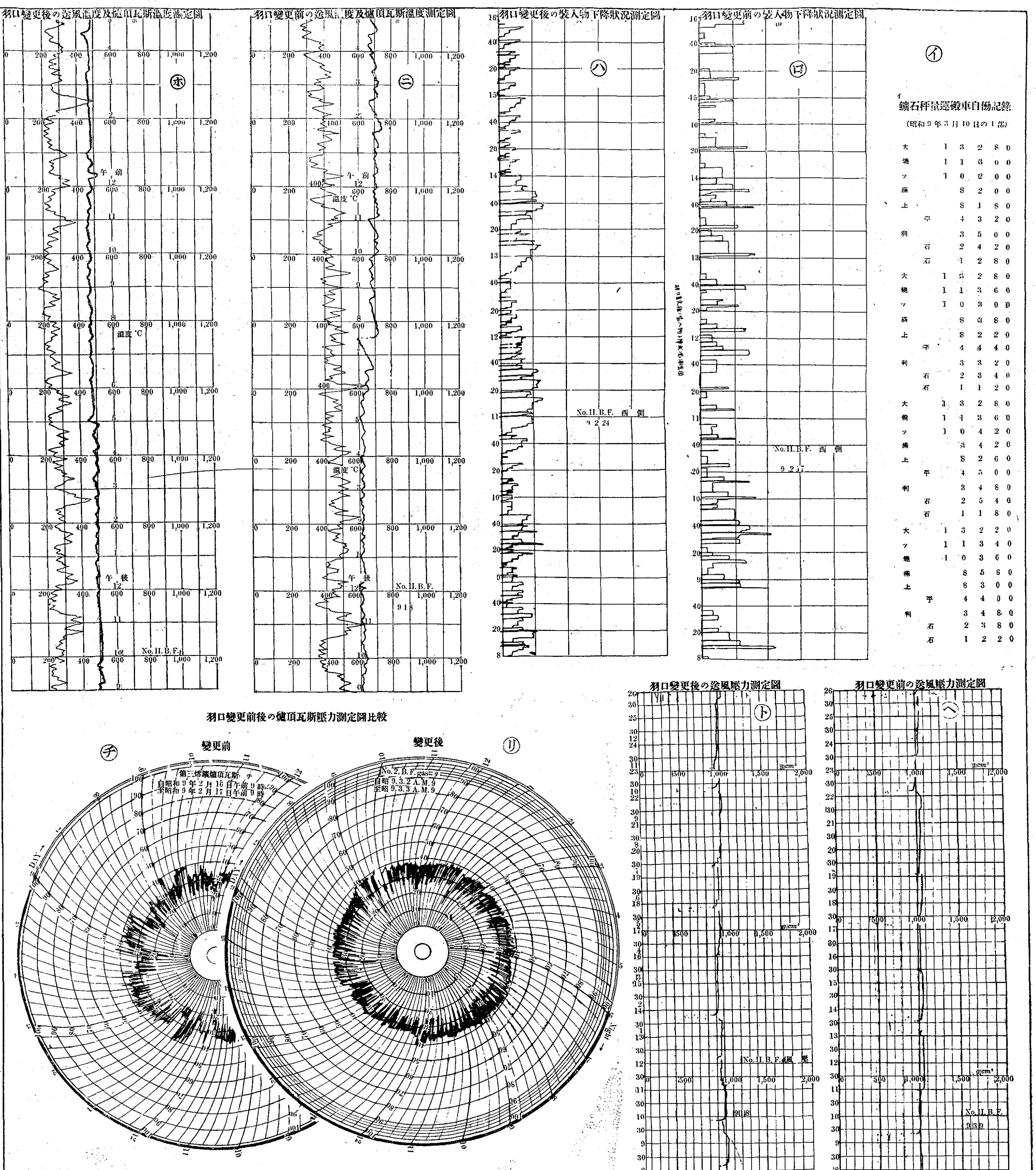
㋑　鑛石秤量運搬車自働記錄にて1回裝入量の各種鑛石を秤量したものを、一々記錄せるもので、左方は鑛石の略稱で、右方が其の秤量數量である。

㋺　羽口變更前の裝入物下降狀況測定圖　熔鑛爐裝入物下降狀況の自働記錄で、羽口變更前には、スリップ樣に降下した狀況を示してゐる。

㋩　羽口變更後の裝入物下降狀況測定圖　裝入物が順調に下り、記錄が階段形に現れてゐる。

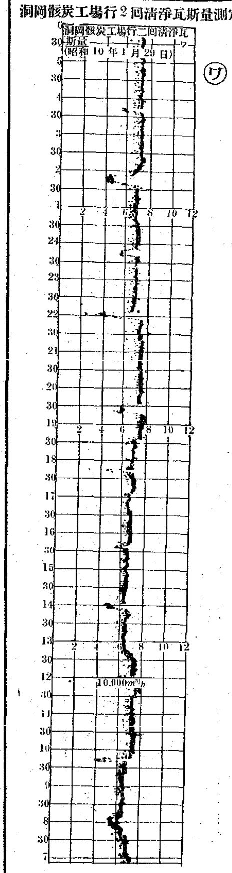
㊁　羽口變更前の送風溫度及び爐頂瓦斯溫度測定圖　黑い太線は

第10圖　熔鑛爐作業各種自働記錄計（其1）

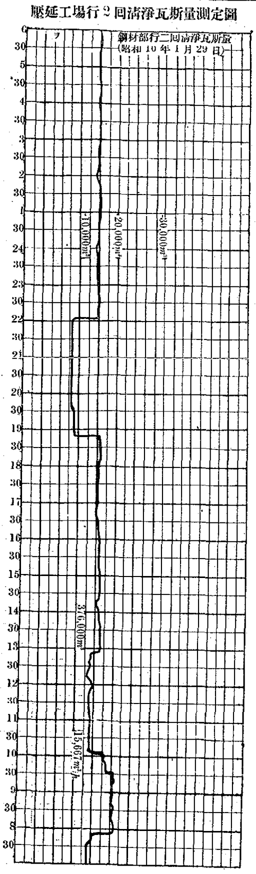


第11圖　熔鑛爐作業各種自働記錄計（其2）

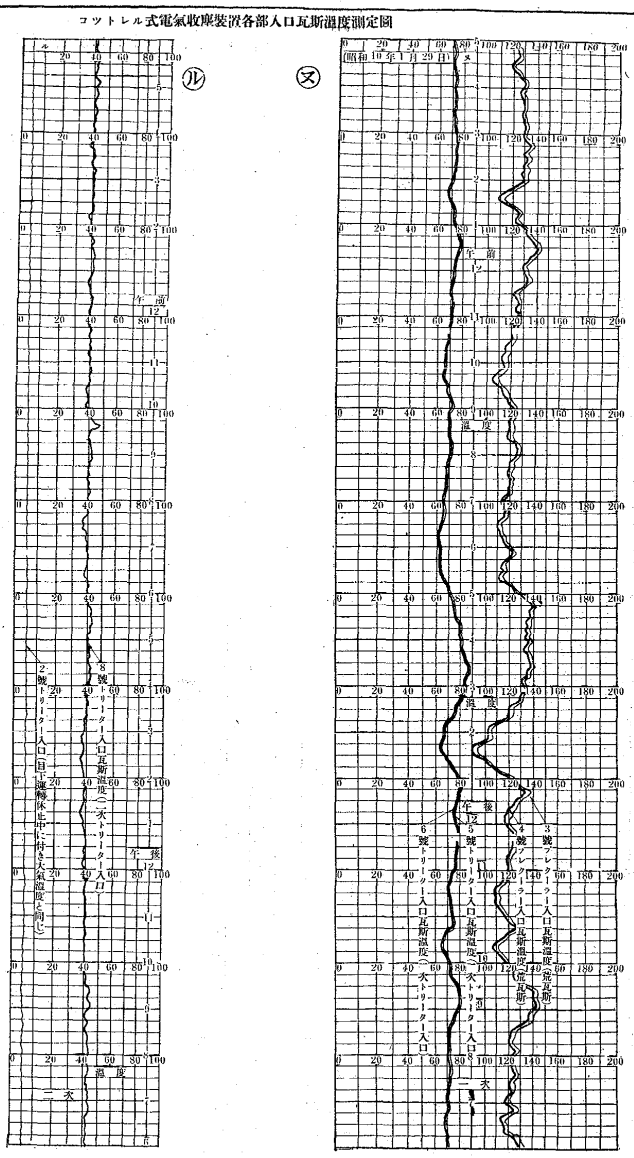
洞岡骸炭工場行2回清淨瓦斯量測定圖



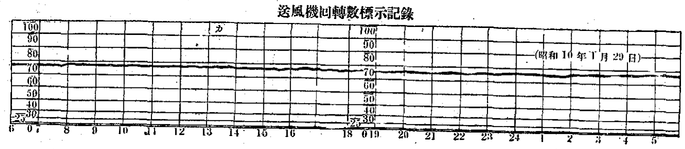
壓延工場行2回清淨瓦斯量測定圖



コットレル式電氣收塵裝置各部入口瓦斯溫度測定圖

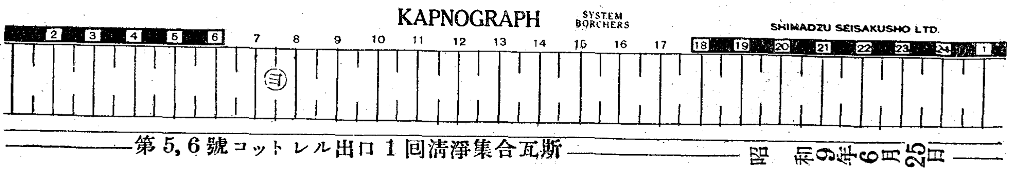


送風機回轉數標示記錄



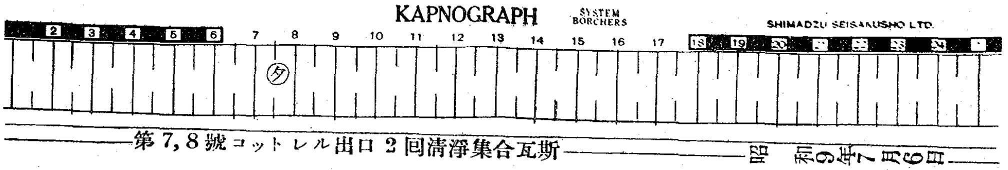
瓦斯清淨度測定記錄

コットレル1回清淨



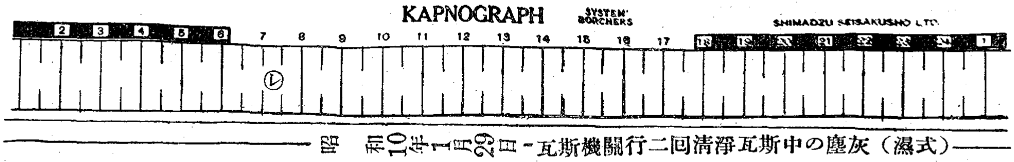
第5,6號コットレル出口1回清淨集合瓦斯　昭和9年6月25日

〃　2回〃



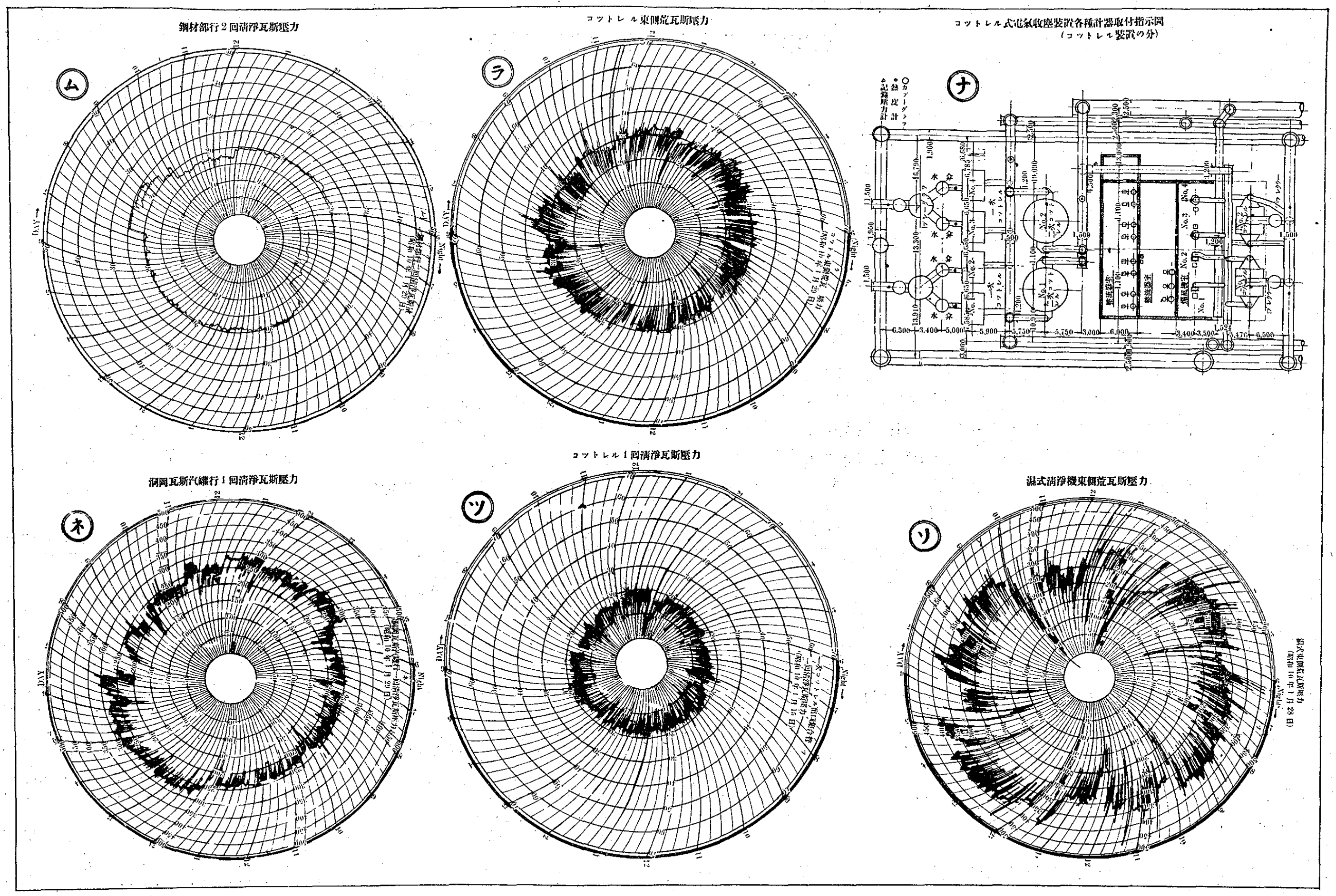
第7,8號コットレル出口2回清淨集合瓦斯　昭和9年7月6日

濕式清淨機2回清淨



昭和10年1月29日－瓦斯機關行二回清淨瓦斯中の塵灰（濕式）

第 12 圖　熔鑛爐作業各種自働記錄計（其3）



送風溫度で 700°C 前後を示し、細線は爐頂瓦斯の溫度で 430°C 附近を示し、比較的高くなつてゐる。

㋭ 羽口變更後の送風溫度及び爐頂瓦斯溫度測定圖　送風溫度 600°C 瓦斯溫度は 300°C 位である。

㋬ 羽口變更前の送風壓力測定圖　送風壓力は約 1,000 $^{gr}/_{cm^2}$ を示してゐる。

㋣ 羽口變更前の送風壓力測定圖 1,000 $^{gr}/_{cm^2}$ 前後を示してゐる

㋠ 羽口變更後の爐頂瓦斯壓力測定圖　熔鑛爐の裝入物下降狀況が、スリップ樣の降下の爲、瓦斯の壓力も高下が烈しくなつてゐる

㋷ 羽口變更後の爐頂瓦斯壓力測定圖　壓力の變化が割合に少く水柱 400 *mm* 以下で比較的並行である。

（第 11 圖）

㋦ コットレル式電氣收塵裝置各部入口瓦斯溫度測定圖　又は一次收塵器の入口4ケ所の溫度を示し、プレクーラー入口で約 120°C トリーター入口で約 70°C である。

㋸ 二次收塵器の入口の溫度を示し 40°C 位である。

㋻ 壓延工場行2回清淨瓦斯量測定圖　鋼板部、條鋼部方面加熱爐行の熔鑛爐瓦斯量を示し1時間 15,000 m^3 内外である。

㋻ 洞岡骸炭工場行2回清淨瓦斯量測定圖　1時間 70,000 m^3 内外を示してゐる。

㋕ 送風機回轉數標示記錄　スコダ瓦斯機關送風機の回轉數 74 *r.p.m* を示す。

㋵ ㋟ ㋹ 瓦斯清淨度測定記錄　コツトレル1回清淨瓦斯、コットレル2回清淨瓦斯及び濕式清淨機2回清淨瓦斯中のダストを、カプノグラフにて測定せるものである。

（第 12 圖）

㋞ 濕式清淨機東側荒瓦斯壓力を示すものにて、水柱約 300 *mm* である。

㋡ コットレル1回清淨瓦斯壓力を示すものにて、水柱約 200 *mm* である。

㋤ 洞岡瓦斯汽罐行1回清淨瓦斯壓力にて、水柱約 250 *mm* である。其後2回清淨とす。

㋤ コットレル式電氣收塵裝置各種計器取付指示圖にして、コットレル瓦斯清淨機の各部に取付けた計器類の位置を示す。

㋶ コットレル東側荒瓦斯壓力にして、水柱約 300 *mm* である。

㋰ 壓延工場行2回清淨瓦斯壓力で、鋼板部、條鋼部の加熱爐行瓦斯で、壓力水柱約 200 *mm* を示してゐる。

結　言

以上を以て、八幡製鐵所洞岡第二熔鑛爐の設備、並に作業に對する概略の記述を終つた。

本文を終るに當り、本熔鑛爐の設計、建設並に操業に直接間接に從事せられたる製鐵所内外の人々に對して、厚く感謝の意を表すると共に特に本熔鑛爐の誕生と關係の深き野田常務取締役、景山技師長、鵜瀞部長に深甚の敬意を表する次第である。