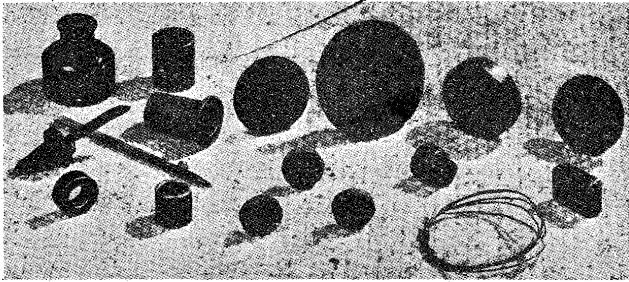


第 21 圖



4) 原料金属の損失少く製品合金の成分確實で又加工困難な合金をも正確な形に作り得る。

本法の應用範圍は今後相當廣まると思うが現に工業化して居るものを挙げれば純タングステン及びモリブデンの外自動車用軸承“Oilite”, 發電機用 bush contact, 整流機用セグメント、回轉子放電栓、義齒用合金、貨幣、メタル、M. K. Magnet 熔接棒等である。

以上は Charles Hardy 氏の談話で大に喧傳的の事も含まれて居るが若し同氏の言ふが如く純度の高き金属粉を

比較的安價に提供して貰へるならば之を原料として種々の目的を満足し得る合成合金や各種の製品を作る應用は相當にあると思ふ。第 19 圖及第 20 圖は本法を應用して炭化タングステンの硬質合金 Carboly を作る水壓機並に Oilite ベヤリングとブッシュ等の製品を示す。

参 考 文 献

1. Manufacture and use of Powdered Metals by Charles Hardy, Metal Progress, July 1932,
2. A. Survey of Developments in Powder Metallurgy as it applies to Ferrous Materials. Charles Hardy. Steel; Nov. 19. 1934.
3. Powder Metallurgy, Competes Efficiency with Smelting and Machining Process, Charles Hardy, Engineering and Mining Journal. Sept. 1933.
4. Powder Metallurgy, notes on the new art, Metal Progress, April 1936

以上誠に不充分であります私の講演は之を以て終ります長い間御静聴下さいましたことを意謝致します。(完)

昭和製鋼所の高爐設備及作業に就て

(日本鐵鋼協會第 13 回講演大會講演)

淺 輪 三 郎*

ON THE EQUIPMENTS AND OPERATIONS OF BLAST FURNACES AT THE SHOWA STEEL WORKS.

Saburo Asawa

SYNOPSIS :—The blast furnace plant at the Showa Steel Works is inherited on the 1st. June, 1933. from the Anzan Iron Works, which was formerly belonged to the South Manchuria Railway Company.

The first campaign of the No. 1 furnace was blown in on the 29th. April 1919. At present we are operating 3 furnaces, No. 1, 2 & 3, rated at 350, 400 & 500 tons output per day respectively.

We are given lots of natural resources for iron industry, but they are rather minor quality. The success in the dressing process for lean ore introduced sinter as main burden, which is so much siliceous, friable and finely, that we are often disturbed our uniform operation by the big amount of slag and flue dust. Coke is also not strong enough for blast furnace use.

We have had so many years of difficulties against these bad conditions. But after experience, step by step, with the improvements of raw materials, especially by the merits of sinter, we have arrived at pretty good conditions, producing about 1,350 tons of pig iron daily.

緒 言

當所の製鉄設備は曾て滿鐵の經營にかゝる鞍山製鐵所の設備を全部其儘引繼いだものである。従て其の鉄製産史は大正 8 年 4 月 29 日の第 1 高爐吹立に始まり、約 18 年になる。

目下第 1, 2 及 3 高爐の 3 基共操業中である。設計能力合計日産 1,250 吨に對して 1,350 吨内外を製産して居る

* 昭和製鋼所

當所は原料特に骸炭と鐵鑛石たる燒結鑛との特性に支配せられて、操業上一般の夫れと趣を異にする所が多い。

骸炭は比較的製鐵用に不向な撫順炭を主體として製造せらるゝ爲め、幾分脆弱なるを免かれぬ。鐵鑛石は貧鑛處理方法の發明に依つて一期劃を作つたが尙珪酸分高く、天然富鑛も珪酸質で、結局原料平均の成分は珪酸分高きに過ぎ、石灰石使用量多く鑛滓量も増加するが燒結鑛の爐内反應容易なため燃料費は比較的低廉である。

一方製品より見る時は製鋼鉄の如き、Si の低い鉄鐵を

五

製造する事は困難な譯であるが、鑄物銑の製造は比較的容易である。

氣候は大陸性で寒暑の懸隔大きく、季節風の影響と相俟つて濕氣の變化も激しく、高爐作業の特性として原料方面と送風作業とに重大な影響を受ける。

現場労働者の大部分が工人生活に慣れず、且技術及責任觀念乏しき滿洲人農民を養成使役して居る關係上、當所の如く各工場關係が責任連鎖組織である場合、作業統制に難からぬ苦心を要する。

上記の様な地方狀況に支配せられて、操業以來約 10 年間は慘憺たる苦心を重ねたが、昭和 2 年 10 月頃から比較的順調の域に達した、以下に設備と作業の概要を記す。

I. 工場設備の配置概要

20 年前故中村雄次郎閣下が創設せられた當時の計畫は、現在の第 1, 2 高爐の延長線上に 200 瓩爐 16 基を並列する 100 萬瓩プラントであつたが、其の後銑鐵市況の激變に遭遇して 2 基の儘で約 10 年間辛うじて作業を繼續した。

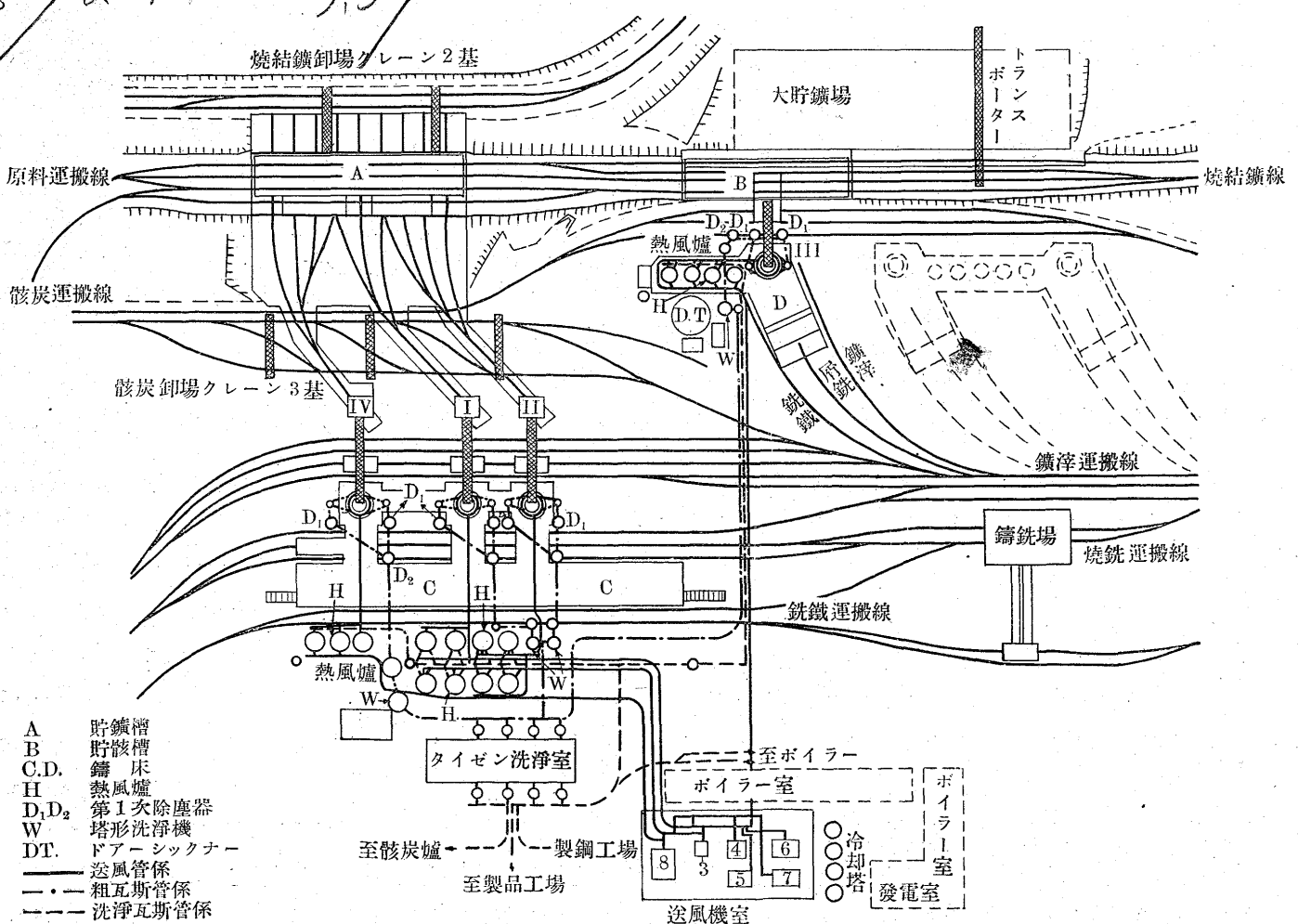
昭和 2 年末山本条太郎氏の發議によつて、第 3 高爐が建設せられたが、當時第 1, 2 高爐の延長線は既に狹隘を告げて居たので、擴張の將來を見越して別に現在の第 3 高爐の位置を選んだ。

目下新設中の第 4 高爐は、第 1, 2 高爐の貯鑛場の利用捲揚機様式を第 1, 2 高爐と同様にする事、運輸線等の都合で、第 1 高爐の東隣に並列させる事となつたが、此の並列は此れ以上の餘裕が無いから、今後の擴張は第 3 高爐の西方に進む豫定である。

貯鑛場設備は第 3 高爐の方が新式で優秀である。特に第 1, 2 高爐のピット内の秤量車線の曲線は、作業の迅速と安定とを阻害する。捲揚機様式は過去の經驗によれば當所の原料に對しては、第 1, 2 高爐の如きバケット式の方が第 3 高爐のスキップ式よりも適當である。

送風機室は遠隔だ、第 3 高爐が特に遠いのは擴張の都合で止むを得ない。第 1, 2 高爐の熱風爐が鑄床を隔て、高爐と對立した列を作つて居る事は、集結の主旨に反して地積を擴大すると共に、熱風の熱損失も大きく、外氣溫度の

第 1 圖 銑鐵工場平面圖



變化によつて 3~5% に達する。

當所の特徴として銑鐵砵當りの鑛滓量多く不斷の出滓作業をなす事と、除塵器の瓦斯灰の切出しが頻繁なため、高爐兩側の運搬線路は輻輳するを常とし、多數の高爐を一列に並列する時は運搬線の配置に勘からぬ苦心をする。第1圖の如く運搬線配置濃度は高いが、尙各作業の順調を期するには相當の努力を要する。此の點第3高爐の方好都合であるが、多數高爐を並列する時は矢張り困難な事情がある。第1、2高爐には大きな砂鑄床を有する事が配置上の困難を生ぜしめて居る。

送風管系、粗瓦斯管系及洗淨瓦斯配給管系は圖示の如くであるが、第1、2高爐の分は 200 砵能力設計當時の儘で使用して居るから、能力不足し抵抗大きく、送風壓力の低下と爐頂瓦斯壓力の上昇を免れない。

II. 原 料

1. 原料の種類

- a 鐵鑛石は全部自給で燒結鑛を主體とし、弓長嶺、王家堡子、櫻桃園等の天然富鑛を合計 25~30% 配合する。
- b マンガン鑛石は全部購入する、四國の穴内、印度、南亞弗利加、南支那、南洋方面等のもので、一方製鋼平爐滓は大部分回收利用する。
- c 雜鑛石は各所硫酸滓、平爐滓、滓銑、屑鐵の類である。
- d 石灰石は全部自給で大連近郊の甘井子産である。
- e 散炭は全部自給で、裝入原炭は撫順の龍鳳、新屯

等を主體とし之に 20~25% の本溪湖炭を配合する。

2. 原料の品質

a 化學成分は第1表に示す。鑛石類は一般に珪酸分高く鹽基性成分の少いのが缺點である、鑛石平均の鐵分は 54~55% の時でも珪酸分は 19~20% に達し、珪酸分 39~41% の酸性鑛滓を作るも尙鑛滓量は銑鐵砵當り 900~950kg となる。

石灰石は 1~2% の珪酸を含むが粒度は 80mm 内外で整粒され組織も良好である。散炭灰分は 12~13% で S は 0.8~0.9% 位である。

b. 物理的性質は重大である。裝入物の大部分を占むるものは重量でも容積でも散炭と燒結鑛であるが、共に比重が軽く爐内容積を占むると共に、組織が軟弱で微粉を伴ひ爐内瓦斯上昇を妨げるから、此の兩者の物理的性質には特別な注意を要する。

燒結鑛は熔解容易で高爐原料としては優秀であるが、原料の磁精鑛が極めて微細で大部分が 150~200 メッシュであるため燒結作業は容易でない、従て製品は脆弱で微粉が多く焼け方も不同が多い。今其の單位體積の重量を見るに。

第1、2高爐貯鑛槽から切出したものの平均は 0.747 m³/t 即 1.34t/m³ で、手篩で靜かに篩別した結果は

粒度	>50mm	>25mm	>13mm	>7mm	>3mm	>1.6mm	<1.6mm
%	28.20	13.50	11.60	12.60	8.75	10.07	15.28

此の7種に就て圓筒と箱とで數回測定して容器の大小による表面誤差を訂正した平均乾量は

第 1 表 原料分析表 (昭和 10 年度平均)

種 別	Fe	FeO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	P	S	Cu	C	Ig Loss
燒 結 鐵	53.79	19.82	0.743	20.655	0.187	2.166	0.693	0.030	0.154	0.0048	0.60	—
三 家 堡 子	53.41	17.98	0.606	21.226	0.285	0.554	0.684	0.047	0.411	0.0079	0.82	—
弓 長 嶺	61.49	25.07	1.009	11.104	0.317	0.383	0.699	0.015	0.182	0.0044	1.827	—
櫻 桃 園	61.11	8.38	1.054	10.37	0.19	0.259	0.48	0.017	0.107	0.0045	0.70	—
鞍 山	56.90	1.38	2.29	13.54	0.226	0.294	0.435	0.078	0.074	0.005	1.31	—
硫 酸 滓	60.92	7.53	0.83	7.40	0.200	1.258	0.335	0.02	2.504	0.047	1.525	4.99
平 爐 滓	18.57	18.28	3.537	16.15	11.26	31.98	6.845	1.321	0.331	0.013	2.39	—
マ ン ガ ン 鑛 (印度)	—	13.78	2.221	9.74	Mn	1.46	2.114	0.245	0.101	0.011	BaO	Pb
石 灰 石	—	1.00	0.629	1.83	0.06	52.77	1.35	0.017	0.081	0.009	—	42.35
水 分	10.91	—	—	V.M.	—	—	—	—	—	—	—	—
灰 分	—	12.67	2.65	F.C.	—	—	—	—	—	—	—	—
散 炭	—	Fe ₂ O ₃	—	84.68	—	—	—	—	—	—	—	—
散 炭 灰	—	9.65	33.53	49.07	Mn	2.17	0.65	P ₂ O ₅	SO ₂	CuO	TiO ₂	—
					0.195			1.057	1.74	0.041	1.92	—

表

粒度	>50mm	>25mm	>13mm	>7mm	>3mm	>1.6mm	<1.6mm
m ³ /t	1.179	1.053	0.930	0.808	0.793	0.798	0.638
t/m ³	0.848	0.950	1.075	1.238	1.262	1.254	1.569

又各粒度のものを處定量宛配合し合成法によつて見ると
焼結鐵の微粉を徹底的に除去する事は極めて重量な事で

第2表 合成法による Screen analysis と m³/t
及 t/m³ (水分の校正をせず)

mm	>50	>25	>13	>7	>3	>1.6	<1.6	m ³ /t	t/m ³
①	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	707	1.414
②	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	25.0	625	1.600
③	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	25.0	21.4	650	1.539
④	8.91	8.91	8.91	8.91	25.58	20.8	17.8	675	1.482
⑤	7.115	7.115	7.115	27.16	20.5	16.65	14.25	700	1.429
⑥	5.335	5.335	30.33	20.37	15.38	12.5	10.7	725	1.379
⑦	3.60	36.89	20.15	13.55	10.45	8.815	7.12	815	1.228
⑧	51.80	18.445	10.075	6.775	5.225	4.408	3.56	1.00	1.000
⑨	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	19.7	665	1.504
⑩	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	19.7	18.05	681	1.469
⑪	11.6	11.6	11.6	11.6	19.94	17.5	16.05	690	1.449
⑫	10.7	10.7	10.7	20.83	19.83	17.4	15.45	705	1.418
⑬	9.8	9.8	22.3	17.35	9.8	13.4	12.5	717	1.395
⑭	8.95	25.6	17.2	13.93	12.4	11.6	10.7	756	1.323
⑮	33.05	16.4	12.2	10.5	9.7	9.4	8.9	827	1.233
⑯	32.5	15.5	11.6	9.6	8.85	8.45	14.28	802	1.247
⑰	31.25	14.6	10.38	8.7	7.95	14.7	12.45	792	1.263
⑱	30.4	13.65	9.5	7.8	15.4	12.6	10.7	806	1.241
⑲	29.5	12.78	8.59	11.95	12.8	10.5	8.9	835	1.198
⑳	28.57	11.9	20.2	13.55	10.3	8.46	7.15	839	1.192
㉑	27.7	27.65	15.15	10.1	7.85	6.61	5.34	899	1.112
㉒	4.46	21.11	25.24	16.96	12.9	10.7	8.91	764	1.309
㉓	5.36	22.0	13.63	20.35	15.5	12.7	10.65	753	1.328

あるが實現は中々困難である。上表の中から現在の設備で
大體可なりと思はれる、限界を樹てると1,200~1,300 t/m³
位となる。

粒度	>25mm	3mm~25mm	<3mm
分量	>40%	25~45%	<20%
實例	⑧⑩⑫⑱等	⑥⑦⑲等	⑦⑮⑰⑲⑳㉑等

骸炭と焼結鐵の強度試験は毎日行ふが試料採集は難中の
難事である、結果は第3表の如し。

骸炭の物理的性質は次の如くである。

種類	見懸比重	眞比重	多孔性	摘要
オットー窯	0.891	1.601	44.28	爐上装入本溪湖 25%
コッパース窯	0.901	1.614	43.83	搗固装入 " 21%

第3表 骸炭及焼結鐵強度試験結果 (昭和10年度平均)

試験方法	品別	種別	以上 50mm	以上 38mm	以上 25mm	以上 13mm	摘要
シャッター テスト	骸炭 焼結鐵	(1)(2)	64.13	76.77	88.62	94.65	シャッターテストは試料 25~30kg を高さ 2m より落下す 骸炭に對しては 4回 焼結鐵に對しては 2回 種別 1. 2. 3 は高爐番號、新舊は選鐵工場の新舊工場なり
		(3)	58.04	71.69	84.76	93.97	
		新	49.45	50.79	73.73	81.98	
		舊	32.46	38.41	49.42	68.13	
ドラムテスト	骸炭 焼結鐵	(1)(2)	49.57	66.96	81.91	91.62	ドラムテストは徑 920mm 長さ 1,000mm 内部に高さ 50mm の 羽根 2 枚有るものを 15r.p.m. の割合で 2 分間廻轉する
		(3)	40.55	60.10	77.13	89.98	
		新	12.77	19.69	34.11	61.62	
		舊	7.20	11.47	21.74	47.42	

骸炭の篩別試験は次の如くである。

種類	>75mm	>25mm	>13mm	<13mm	摘要
オットー	38.2%	54.2%	4.67%	2.92%	爐上装入本溪湖 35%
オットー	21.72	68.55	3.51	6.22	" " 25%
コッパース	43.81	48.11	3.91	4.16	搗固装入 " 21%

3. 原料運搬設備 (第1圖参照) 骸炭、焼結鐵は 第1.2高爐の分は各製造工場で直接バケットに積込

み、電動車で運搬して其儘捲揚げるを本則とし、貯
藏槽は豫備的使用に過ぎない。第3高爐の全體と第
1.2高爐の豫備原料とは運搬車で一度貯藏槽に落し
てから切出す。其他の原料は凡て貨車で大貯鐵場、
貯藏槽又は高爐前に卸す。

骸炭及焼結鐵用起重機は夫々のバケットを運搬電
車と秤量車との間に受渡しする。バケットは 40 箇
有つて 1. 2 高爐に共通に使用するが容積は約 12m³
で自重が 4,300 kg である。電車の能力は骸炭用は
25 吨で 4 臺有り、焼結鐵用は 28 吨で 3 臺有る、
電動機は共に 35HP である。

電動運搬車は焼結鐵を 50 吨積む能力で 4 臺有る
自重 45 吨、ボギー式ボトムダンプ型で電動機は
60HP 2 臺である。運搬起重機は 4 臺で中 2 臺は骸
炭用で能力 15 吨、2 臺は焼結鐵用で能力 25 吨である。

4. 原料貯藏設備

第3高爐貯藏槽の南側に幅 75m
長さ 142m の大貯鐵場がある、各種原料に當てて、合計約
8 萬吨の貯藏能力を有し搬出入はブリッジトランスポータ
ーである。トランスポーターは高さ 19m スパン 76m ス
キューイング程度左右 6m グラブは容量 10m³ の A. E. G
型で運搬能力は焼結鐵で 500 t/hr 運轉速度は捲揚 60m/
min 捲下最高 90m/min 横行 250m/min 走行 20~25m/min
である。

各高爐の貯藏槽は鐵筋コンクリートで、下部を通ずる隧

道内を走る秤量車上から手働式の門扉で切出す。

第4表 各高爐貯藏槽能力

爐別	區分	長さm	幅m	容積 m^3	貯藏能力噸
1	散炭	11.5	9.0	500	240
	雜鐵石	11.5	9.0	500	250
	燒結鐵	34.0	13.0	2,575	3,350
	石灰石	34.0	13.0	2,575	3,600
	富鐵	34.0	11.0	2,350	5,590
2	第1に同じ				
3	散炭	21.0	10.5	900	450
	燒結鐵	31.0	16.0	2,450	3,200
	富鐵	13.0	16.0	1,000	2,400
	石灰石	18.0	16.0	1,400	2,000
	平爐滓	8.7	5.5	280	500
	Mn 鐵	4.0	8.0	160	390
	細銑 苦灰石	4.0 4.0	8.0 8.0	160 160	260 230

5. 原料の切出及秤量設備 第1.2高爐のは貯藏槽の下部に原料引込線と直角の方向に9條の隧道を有し、隧道頂部の切出口から秤量車上で廻轉しつゝあるバケツトに切出す。散炭と燒結鐵は山元で積むから不足を補充する。富鐵石灰石、平爐滓は燒結鐵の上に切出す。秤量電車は7臺有るが、1.2高爐に散炭と鐵石に各1臺宛使用し3臺は豫備とする。

第3高爐は貯藏槽並列の方向に中心線の下に1條の隧道があつて、秤量車は此の中で切出しをしてスキップに移すが散炭だけは貯藏槽から直接にロータリー、グリズリーで篩つてスキップに移す。秤量車はダブルホッパー、ボトム、ダンプ型で $7m^3$ のホッパーが2箇有る。散炭グリズリーは能力 $250t/hr$ で篩目は $13mm$ シャフトは8本、ディスクの数は37~40枚で、米國ロビンス、コンペーヤールチング會社製である、篩別された粉骸の捲揚機は傾斜 77° 斜長 $36m$ 内容積 $0.56m^3$ のスキップで粉骸槽に揚げる。

6. 原料の捲揚設備 1.2高爐はバケツト式ポーリッ

ヒ型斜塔捲揚機である。爐頂を2重鐘式としてバケツトは無蓋式である。

爐號	斜塔長m	傾斜度	電動機IP	捲胴徑m	ヘッドシ ーブ徑m	裝入回数 毎日
1	67.3	50	120×2臺	2.59	3.50	85
2	67.3	50	120×2臺	2.59	3.50	100

第3高爐はスキップ式斜塔捲揚機で1杯の容量はバケツトの1/3に過ぎないが速度の早いめ能力は却て大きい。

斜塔長さ $53.7m$ 傾斜は 55° 、2ドラム式でドラム徑は $1.83m$ ヘッドシブ徑は $2.44m$ 、電動機は250IPで、速度は $108m/min$ スキップ容量は $4.6m^3$ 米國オーチス社製である。

爐頂裝入線の指棒は何れの爐も東西2本で、第1.2高爐は手働式、第3高爐は電動式自動記録型と手働式との複式になつて居る。

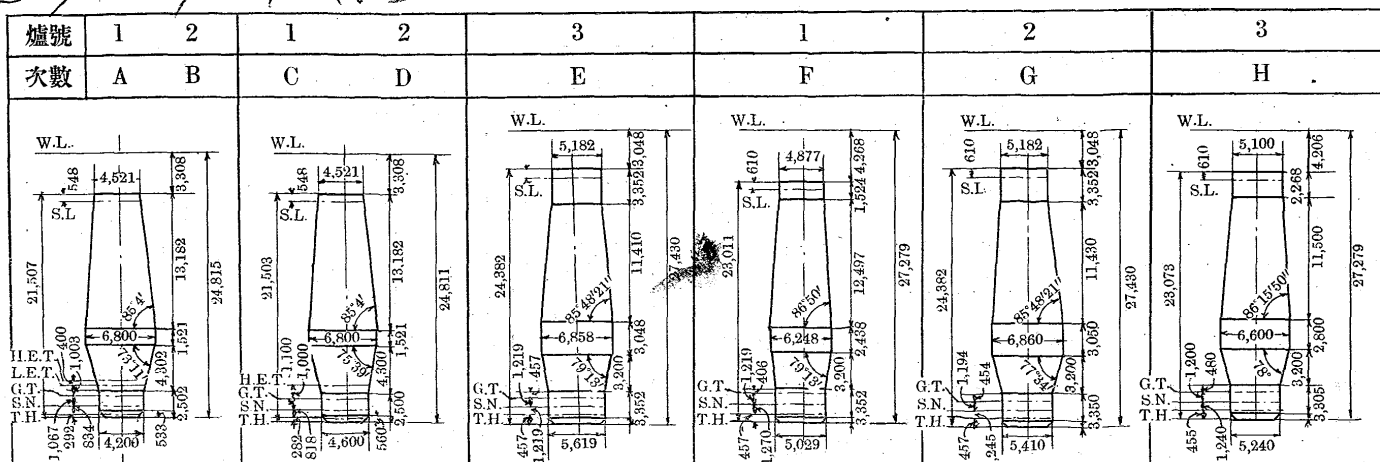
III. 高爐設備及作業

1. 高爐プロフィール 主として當所の原料と操業による經驗から得た事情を述べる。各爐初代からのプロフィールは第2圖に示す、新しいものが段々に操業成績がよく特にHは好成绩で、種々の點から當時の條件に好適なものと考えられてゐるから、之を主題としてプロフィール決定の特殊事情に就て略述する。

1) 爐の高さ 有効高さは一般に散炭の硬度と鐵鐵石の還元性とに依つて決定されて居るが、當所では燒結鐵の性質を特に考慮する必要がある。爐高を制限する主な事項を擧げると

- a 散炭が軟弱である事
- b 燒結鐵が脆弱で微粉含有量多く燒けの不同の多い事
- c 裝入物の比重が、小さく降下速度が早い事

57 × 19 = 10.83 第2圖 吹立順位と爐型の變遷



- d 爐内装入物の壓縮率大きく、各部の降下速度の變化が激しい事
- e 装入物柱體の組織が弱く爐壁に支持される分力が小さいから、重量が爐底に押込む可能性の多い事
- f 鑛滓量が多く e によつて羽口面に押し上げる傾向有る事
- g a. b. e. f. によつて瓦斯上昇と羽口前衝風貫通に對する抵抗が大きい事

燒結鑛の容積比重は一般鐵鑛石の約 1/2 で、其の微粉は一般の鑛石粉と異なり、新鮮な破砕面を有する硬い砂状のものが多から、爐内で垂直先行降下をなす傾向がある。

獨逸のザール地方とフランスのアルサスロートリンゲン地方とは軟弱骸炭で知られて居るが、此の地方の高爐の高さは 24m 迄とされて居る。又米國=ニューヨーク州のスタンディッシュ¹⁾とポートヘンリー²⁾の高爐は燒結鑛 100% を使用した世界最初の爐であるが、骸炭、燒結鑛共に良好であるにかゝらず、燒結鑛 100% 使用を理由として 25m 迄として居る。

當所の骸炭はザール、アルサスロートリンゲンよりも幾分良好であるが、スタンディッシュ、ポートヘンリーに比較すれば骸炭も燒結鑛も軟弱であるから 25m 位を制限と考へて居る。

高さを増して装入物重量と降下速度とを増す事は、爐腹より朝顔へかけて壓縮率の高い部分の降下速度を急激に變化させ、降下運動を不調にし爐床の狀況を悪化する怖がある。

装入物が軟弱で鑛石の粘著作用も乏しい爲め、各部爐壁の装入物を受ける力が装入物全體に働かないから、大形爐では重量が爐底に押込む傾向が一層強くなる。

一方實績より見る時は装入線を 1m 位下げて操業するも落差の増大と分布の變化を恐れるが、爐況や瓦斯分析には殆ど變化を認めない、燒結鑛が磁鐵成分であると共に、燒結の際 $FeO-SiO_2$ 又は $(FeO)_2SiO_2$ となつた部分多く、低溫度還元が困難であるから爐頂部を延長する事は効果が少いためであらう。

2) 爐の總容積 當所の原料に就ては内容積は重大な役目をするもので、降下時間の認識が大切である。

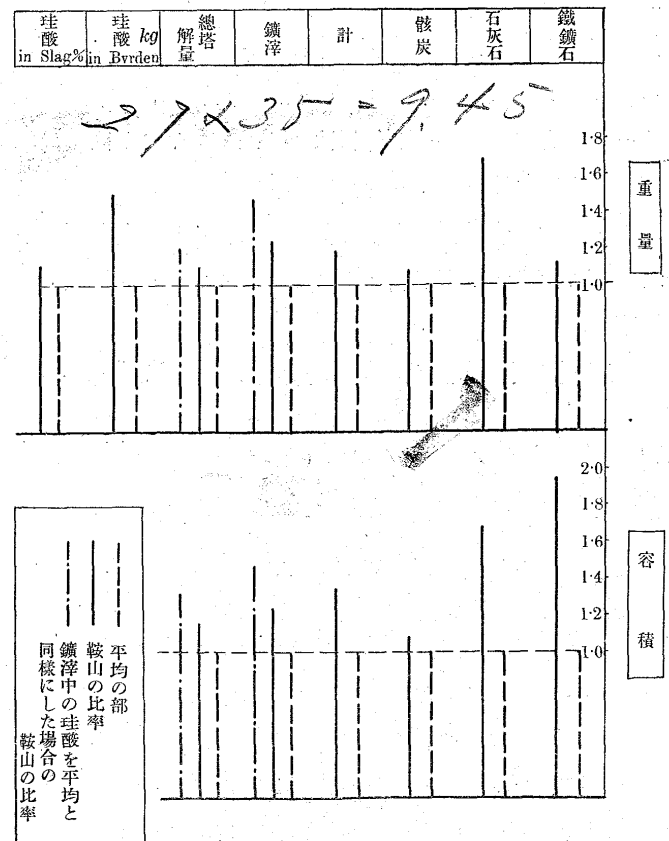
爐胸部では装入物體積が大きく又還元困難な爲めに比較的急速に充分の反應を受けないで降下するが、燒結鑛は一

度熔解して居るため熔解し易く且つ重壓の増加と共に爐腹部の邊から急激に壓縮率が増加し降下が緩慢になると考へられる。此の反應不充分的儘比較的早く熔解する装入物を處理するためには爐腹部以下に充分の容積を取る事が有効適切であると言ふ見地から、爐腹部以下の各部分の高さを増し容積を増大する。

爐の内容容積は爐の能力單位と製品の種類にも關係がある 500~700 吨能力の爐では 1 日出銑吨當容積は、獨逸ではトーマス銑で $0.75 \sim 0.8 m^3$ の爐は所々にあるが平爐銑では $0.9 \sim 1.0 m^3$ が普通である。米國は平爐銑で $1.0 \sim 1.2 m^3$ のものが多い。八幡の洞岡の 700 吨爐は $1.2 m^3$ で設計されて居る。當所の實績は第 11 表に示す如く 400~500 吨爐で $1.35 \sim 1.40 m^3$ である、銑鐵吨當りの熔解量が、重量でも容積でも大きい點から止むを得ない事と思ふ、一般に wide hearth とすれば此の數値は縮少されるが容積を充分取らないと骸炭消費率が高くなる怖がある。

當所の原料特性に就て銑鐵單位當原料及熔解物の重量と容積とを見るに、次の如くである。

第 1 圖表 銑鐵吨當り全日鐵及本溪湖平均に對する 鞍山各種原料比率 (昭和 9 年調査)



尙容積計算は第 4 項の壓縮率の處に掲げる。

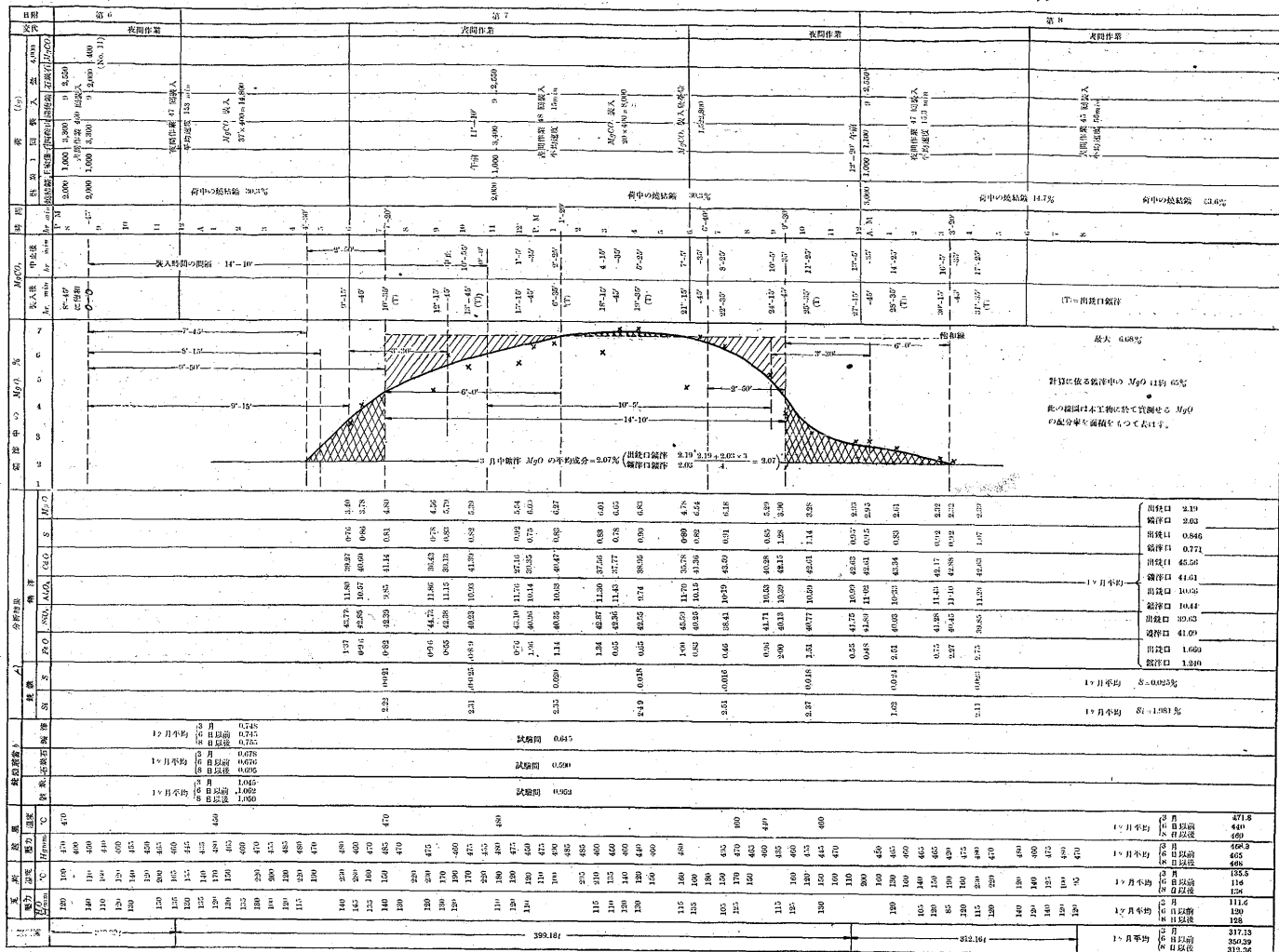
3) 降下時間の測定 曾てマンガン鑛を多量に装入

1) Chateaugay Iron and Ore Co. Standish N. Y.
2) Witherbee sherman Co. Port Henry N. Y.

9/4 x 5/7 = 25.08

第 2 圖表 菱苦土鑛装入の際の装入物降下時間

1928 年 3 月



して鉄滓の分析から降下時間測定を企てたが Mn は還元率が高く、又部分的に先降や遅降をなし且つ出鉄は時間限定であるため明快な結果を得なかつたが、當所の高爐が鑛滓量多く殆ど不斷に出滓作業を連続するを利用して、昭和3年に第1高爐で菱苦土鑛を装入して鑛滓中の MgO の變化から試験したが、其の結果は第2圖表に示す如くで、物質平衡もよく合致して殆んど満足な結果を得た。

其の後第3高爐で菱苦土鑛で1回、チタン鐵鑛で1回試験し、何れも略と同様な結果を得た。焼結鑛 65% 内外を配合する場合、羽口附近迄の降下時間は 9~10 時間で、爐底迄落付く迄の時間は 12 時間内外となる。此の圖表の示す曲線の形と各装入中の MgO の量とから1装入中の MgO が本當の降下時間よりも部分的に先降又は遅降する状況を分解して見ると前後約2時間に互る裾長の山形となるが、當所の鑛滓量の多い事は此の現象を一層顯著にするもので爐底に石灰石推積を作る現象なども考へられるわけである。

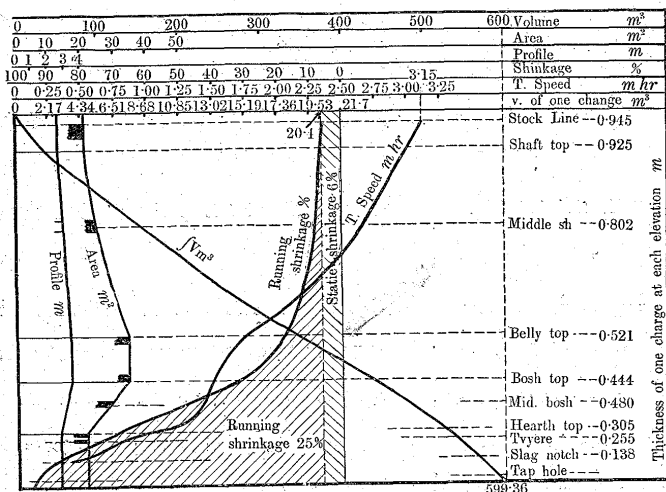
4) 壓縮率に就て 壓縮率は一般に 20%¹⁾ 位に考へられて居るが、當所では H に對して 31%, G に對して 33% 位に考へて居る。壓縮と云ふが装入物は剛體と考へ得るから實際は粉碎、瓦斯化、熔解等に依るものと思ふ。壓縮率は2種に分類して考へる事が出来る H に對しては次の如し。

- a. 靜止壓縮率 (装入線に於ける場合) 約 6%
- b. 操業壓縮率 (操業空虛を除いて) 約 25%
- a は爐外で一定容器で測定したものと爐内に装入した場合との差率で收縮の主因は、装入作業による粉碎、粒度性、狀の異なる各種原料層の接觸混合作用、爐内容積大なる爲め装入物と周壁との接觸面に起る空虛率の減少等によるもので、同一原料でも装入方法と爐徑の大小で異なるが H 操業の吹立填充に使用した數字は第 21 表に示す如くで實績は大體合致して居る。

¹⁾ 河村 曉氏

b. は装入物の降下に伴ふ微粉の飛散、摩滅、破碎、粒度の差に依る混合、瓦斯化、軟化、熔解等に依るもので約30%に考えられる。一方普通の空虚の外に風壓に依る浮力や降下速度、熔解による局部的空虚等によって約5%位の空虚が存在するから差は約25%となる譯である。此の操業中空虚の増加を5%とするのは、爐況が順調の場合休風すると装入線が降下し、休風前と同様な風壓で送風すると送風後に此の降下量に相當する送風量を経過した後に装入線が下り始める、即ち焼結鑛60~70%配合の時は順

第3圖表 プロフィルト各部の装入の厚さ壓縮率及降下速度 (H爐に就て)



27 x 20 = 54

調の爐では約5%の操業空虚が存在すると考へてゐる。爐外で各原料を個々に就いて又は混合して、シャッター試験、ドラム試験をなし Friability や Abradability を爐内現象と組合せて類推的に作成した壓縮率曲線は第3圖表の如くである。各層の厚味や降下速度も推定される。朝顔以下では爐内全體が働くとは決まらぬから降下速度は更らに大きい事となる。

上述の降下時間と壓縮率とから H 爐の内容積を計算して見ると

$$V = t.v / 24.T.(1-r)$$

T = 400 吨 1日出鉄量
 t = 12 時間 降下時間
 v = 4.02 m³ 鉄鐵吨當装入物爐外測定容積
 r = 31% 壓縮率

$$V = 12 \times 4.02 / 24 \times 400 \times (1-0.31) = 554.76 \text{ m}^3$$

H 爐の總容積は 599.36 m³ であるが有效内容積は 586.20 m³ であるから計算的能力は

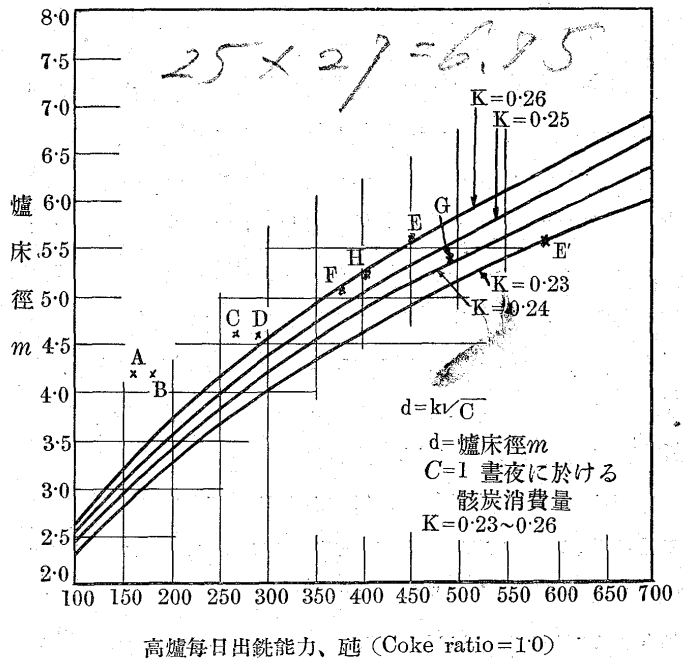
$$586.20 / 554.76 \times 400 = 422.67 \text{ 吨}$$

である。今吹立の影響の無い本年度4ヶ月間の出鉄は 432.72 t/day で大體合致して居る。

結局當所では 500 吨内外の爐に對して 1 日出鉄吨當り内容積を 1.35~1.4 m³ 取れば足りる。

5) 爐床徑に就て 從來種々の考察によつて論究されたが、當所の實績は Pavloff 氏の式に合致する。500 吨内外の爐では爐床面積 1 m² 當り散炭燃焼量は 20 t/day 内外で散炭消費率を 1.0 とすれば直ちに出鉄量となる。當所は鑛滓量が多いから燃焼能率を阻害されるも考へて 18~20 t/day を標準とする。第4圖表で實績 A. B. C. D. E. F. G が漸次 K=0.25 曲線の邊に集まるは興味がある E' は E 操業の月平均の最大 580 t 吨の場合である。

第4圖表 Pavloff 氏の式に依る爐床徑と當所實績



當所では原料の關係上爐床徑從て能力限度に就ては未だ不明で有るが 7m 位が限度であらうと考へるが、中心に柱狀堆積物を許し其の周圍面と朝顔面とから熔解して行く様な状態を考へ得るならば隨分大きな徑を許されることとなるが此の點は興味ある問題として研究中である。

爐床徑の世界的限度に就て見るに、米國のジョンスラーフリン社では、從來米國の爐床徑が 100 mm 内外宛増大されて來たのを 1927 年に一氣に 1m 進めて No. 5 を 7,470 mm とし、吹立の年には平均 900 吨、翌年には平均 1,008 t/day の出鉄をしたが 1929 年には更らに No. 4 を 8,230 mm とし、引續いて同年 No. 3



を 8,534mm としたが此の爐は種々の事情で當分吹立をしなかつた。米國の 1,000 噸爐の標準は 7,500mm である。

6) 爐床の容積に就て 一般の平爐銑爐に比して爐床を高くする、第1圖表に示す如く銑鑛適當り熔解物の量が多いからであるが種々の理由をあげて見ると

- イ、鑛滓は量の多い上に流動性範圍が狭い
- ロ、骸炭が軟弱でイと相俟つて鑛滓の濾過作用が悪い
- ハ、装入物の爐壁に支持さる力弱く重量が爐底に押込む
- ニ、1920 年頃から米國で爐底破損防止の爲め一回出銑量の 3 倍の湯溜容積を取つて居るが此の方法に倣ふ。
- ホ、生降りの多い時熔解物に起る瓦斯發生に伴ふ激しい作用を緩和する、又局部的異變に對する餘裕とする。同時に爐底爐壁を保護する事ともなる。

目下出銑は 7~8 同行ふため湯溜の體積は一回出銑量の 3~4 倍となつて居る。

7) 爐胸角度及朝顔角度に就て 操業中屢々鑛石の切替へをするが C. D 操業時代に特に目立つた事は、

a. 燒結鑛から生鑛に切替へて 20~30 回装入すると瓦斯上昇が極めて良好で風壓が下り羽口前の活動が盛んとなり熱が利いて出銑が降下装入量よりも餘分に出る、生鑛が羽口迄來て暫くの間良好である。

b. 逆に生鑛から燒結鑛に切替へて 20~30 回装入する頃から爐況は一番不良の状態を出現する、爐内全部が燒結鑛装入となる迄は兎角苦心をする。

上述の a. b. の状態は C. D 爐の操業時代に常に起つた事であるが a は爐の上半が生鑛で瓦斯上昇が一番良く、生鑛自身は爐腹壁とせり合つて餘り爐底に押込まぬし、熔解容易な粉の抜けた燒結鑛が爐床に在つて急速に反應する。爐全體を通じて一番良い組合せである。b の場合は燒結鑛が爐胸に在つて瓦斯上昇を妨げ、生鑛が角度 75° で高い朝顔に在つて強いアーチを作り、只さへ粘り氣味の酸性生鑛の熔解層へ上から燒結鑛微粉が先降して目を詰め結局爐全體を通じて一番悪い組合せなるためである。

此の経験から C. D の朝顔角度と高さは燒結鑛に對しては差支ないが生鑛に對しては小さ過ぎると考える。

c. 朝顔角度に就いては 1914 年に H. A. Brassert¹⁾ が U. S. St. Co. のサウスワークスの第 6 爐で所謂 Steep low bosh の實現をなし 1918 年に吹立て、能力増進に一

期を劃したが、氏はメサビ鑛石に對して朝顔壁面の装入物支持力を論じて居るが之は平川良彦氏のアーチ説と眞意は同様である。鑛石の種類にもよるが朝顔角度の増大によつて能力を擧げ得たと考えられる爐の例を擧げると。

會社名	建設年	爐號	朝顔角度	爐床徑	能力 t
米國 John's & Laughlin Co.	1927	No. 5	86° 21' 7"	7,470 ^m	1,000
Ditto	1928	No. 4	86° 38' 27"	8,230	1,200
獨逸 August Tyssen	1928	No. 8	86° 0' 20"	6,500	1,000

特にアウグストチッセンの第 8 爐はトーマス銑であるが内容積僅かに 829m³ で日産 1,100 噸に達して居る。

燒結鑛使用爐に就て見ると、米國の燒結鑛 100% 配合爐、スタンディッシュ¹⁾ とポートヘンリー²⁾ は夫々 79° と 78° 38' 48" であるが責任者は一番良いと稱して居る。

當所では C. D 爐の経験と米國の燒結鑛使用爐の實績とに徴して 78°~79° 位が良いと考へて居るが、一方上記の朝顔角度増大による能力増進の例に鑑み 80° 以上を實現する研究をして居るが、燒結鑛はアーチする力が弱く、收縮が急激で、朝顔の降下狀況が加速的となるから角度を緩かにして速度の増加を調節し壁面に荷を受ける必要があると思ふので結局大能力主義に對する近代的一般傾向に反して朝顔角度を緩にし高さを増して朝顔壁面の水平投影面を大きく取る事とする。

d. 爐胸角度は 86°~86° 30' 位として、爐壁面の摩擦を増す。燒結鑛の微粉は垂直降下をなし、炭素析出が少いから膨脹も少く破碎壓縮が大きいから加熱による膨脹を考へる必要も少く、一般の鑛石の場合より立て、差支ない。

米國の燒結鑛 100% 使用爐も同様な考方から 86° 以上を適當として居る、スタンディッシュとポートヘンリーの経験によると爐胸角度が 85° 以下の時は爐胸下部外部に塊鑛と骸炭が集まり、瓦斯上昇が周壁に偏集して爐胸下部壁の持ちが悪いとの事だ。當所では F 操業で 86° 50' としたが爐壁壽命から見れば立ち過ぎたために爐胸下部の侵蝕が早くから起つたが爐況は良好である、従て現在では、角度は出来るだけ大きくして、爐胸下部の構造を強化して之を補ふ事とする。

8) 朝顔の高さに就て 朝顔は比較的高く取る、此の點新式爐の一般と異なるが其の理由は、

1) M. Prosser, Supt : Chateaugay Ore & Iron Co. Standish N. Y.

2) T. F. Kelly, Director, Witherbee Sherman Co. Port Henry N. Y.

1) 當時の Blast furnace scoperintendent.

- イ、朝顔の径を充分大きくして爐の内容容積を増加する。
- ロ、焼結鑛はアーチする力が弱いから朝顔内壁面の支持力を増加する。
- ハ、爐胸の微粉分布、瓦斯分布不均一の結果を調節するための餘裕を取る。
- ニ、焼結鑛は熔解し乍ら還元されると考へられるから反應に對し充分な期間と條件とを與へる。

近代の大能力爐が比較的良好な原料を配して朝顔以下の各層を低くし径を増して各層の水平的活動層を考へるに對して、焼結鑛は容積大きく、還元不充分の儘急速に熔解を始めるから、爐の下部の反應量が多く、從て爐胸以下の高さを大きく取つて反應に對して充分の期間を與へる。

羽口衝風が、爐床中心迄貫通しない事は常時繰返しつゝある自落、棚落しの狀況及び羽口より金棒を押し込む事によつて知られて居るが、中心の核柱の太さは常に爐況によつて變化して居る。羽口前の活動して居る部分を圓い溝形

第5表 朝顔の諸比率

爐號	比率		摘要	
	VB-Vc π D _H	VB-Vc AH		
昭和 A.B	3.220	3.070	0.144	
〃 C.D	2.750	2.380	0.127	
〃 E	1.270	0.943	0.118	
〃 F	1.040	0.825	0.110	
〃 G	1.210	1.135	0.118	
〃 H	1.073	1.032	0.116	
洞岡 1	1.040	0.943	0.118	
〃 2	0.575	0.343	0.0583	
	1.0~1.1	0.85~1.05	0.11~0.12	昭和の標準範圍

(表中「昭和」は昭和製鋼、洞岡は日鐵八幡)

と考へる時は朝顔内の狀況は頗る複雑となる。朝顔の角度と高さによつて朝顔の機能は随分變るものと思ふ、種々の比例を見ると第5表の如くである。

9) 爐腹部以上に就て 爐腹部は努めて高く 3.0m 内外とする。吹卸後の内型が何時も爐胸下部で著しく侵蝕されて居るので之に對する豫防と、焼結鑛が此邊から幾分收縮度を増すと考へるためである。

爐胸の高さは各部の高さが決定した後角度を 86° 内外に取れる程度に爐頂口径及び爐頂圓筒部を折合はせるが、大體 12m 位である。爐頂に圓筒部を置くか否かは構造、装入物分布、瓦斯流、瓦斯灰等の考察で決めるが 2.0m 内外を普通として居る。

爐頂口径は内容積の増大と角度を 86° 以上とするためには大形となるが、大形鐘の製作、運搬、爐頂分布の點から限度がある、目下 5.2m 内外である。

2. 高爐設備と爐體構造

1) 各爐の大體の變遷は第6表に示す如くである、純獨乙式の A. B 爐に始まり C. D も略々同様であるが E に至つて純米國式となり F. H は C. D に E の長所を加味し、特にバケツト式に昭和製鋼所考案の 2 重鐘式を適用して極めて好成绩であるが全體として所謂折衷式である。

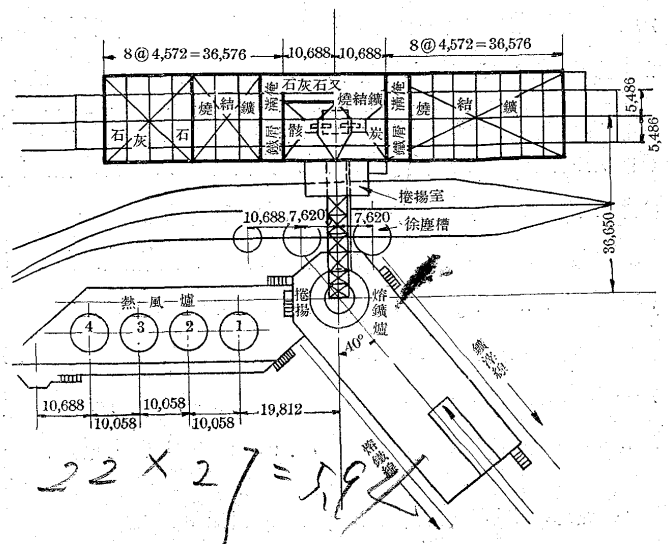
第6表 各爐構造概要

爐番號	操業順	設能計力	羽口數			羽却冷段數	冷却數板	築爐形式	捲揚裝置	爐頂裝入及閉塞裝置
			通常	非常1	非常2					
1	A	200	12	12	6	3	373	鐵帶式	バケツト式傾斜塔	ポーリツヒ單鐘
	C	250	12	6	—	3	547	〃	〃	〃
	F	350	10	—	—	3	300	〃	〃	鞍山式二重鐘
2	B	200	12	12	6	3	373	鐵帶式	バケツト式傾斜塔	ポーリツヒ單鐘
	D	250	12	6	—	3	547	〃	〃	〃
	H	400	8	—	—	3	274	鐵帶鐵皮折衷式	〃	鞍山式二重鐘
3	E	500	12	—	—	2	284	鐵皮式	スキップ式傾斜塔	マツキー二重鐘
	G	500	12	—	—	3	250	〃	〃	〃

爐廻り一般の設備配置は米國式の第3高爐が全部新設であるため優秀であるが、爐體は H が最も當所の條件に適當して居る。依て爐廻り配置に就ては第3高爐を、爐體其物に就ては第2高爐を主として述べる。

2) 第3高爐に就て述べると第3圖は貯藏槽、高爐鑄床熱風爐等の配置を示す平面圖、第4圖は貯藏槽内隧道と高爐との捲揚設備の側面圖、第5圖は詳細圖である。各設備

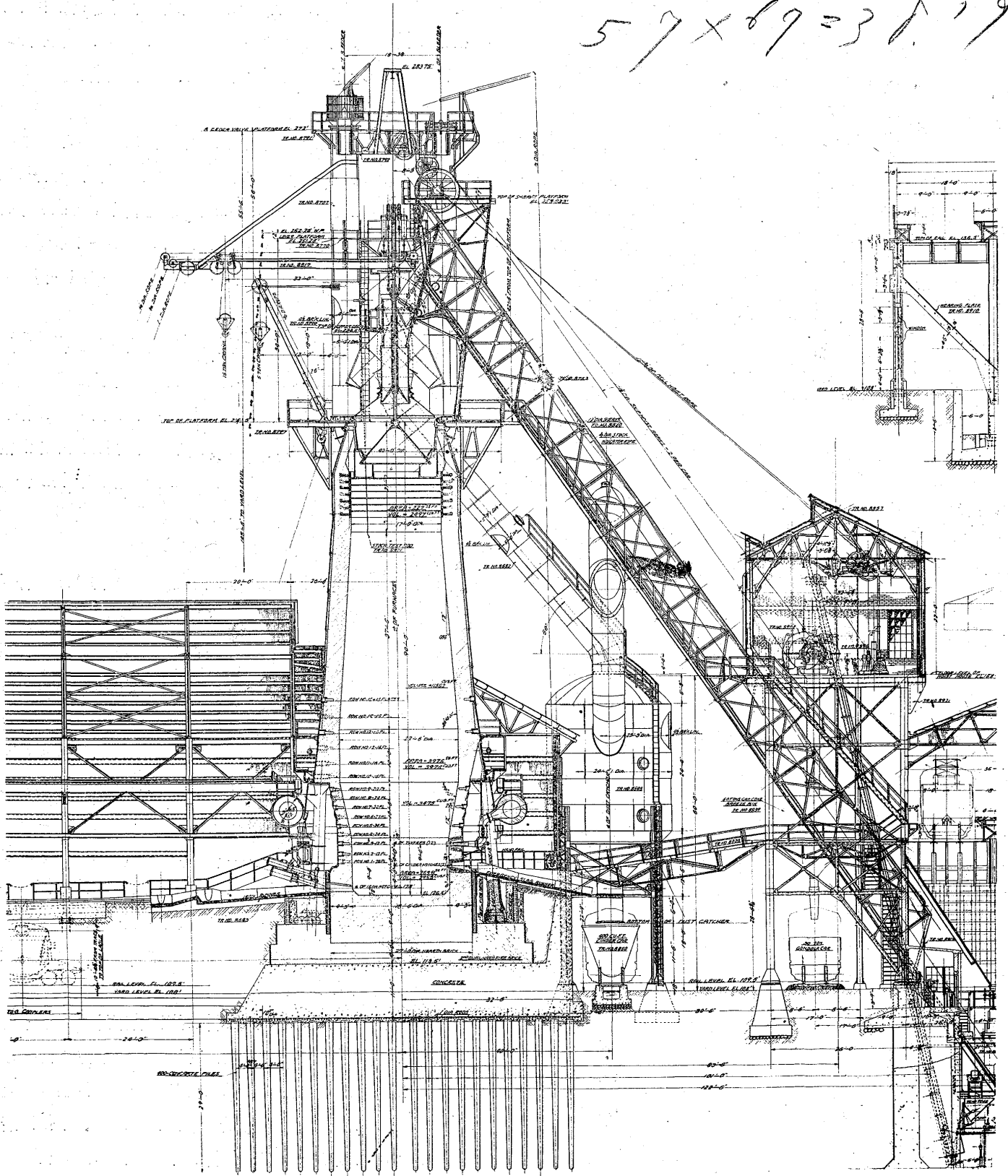
第3圖 第3高爐貯藏槽配置圖



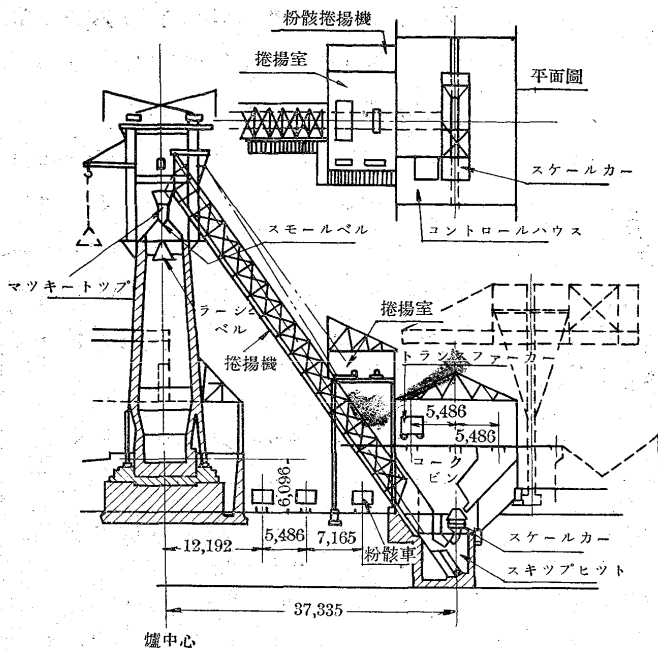
②

第 5 圖 第 3 高 爐 詳 細 圖

57 x 89 = 3119



第4圖 第3高爐捲揚裝置側面圖



機能の概要は別項に述べた。

a. 基礎工事は第5圖を参照されたい。製鋼所構内一般地積は沖積層に屬する均質粘土層で幾分の水分を含有し粘稠質を有し、岩盤は相當深く普通の掘進では到達しない。

地盤の耐壓力は約 $20t/m^2$ である、設計には安全をとり $15t/m^2$ とする。

基礎工事は第3高爐の分を記述する、(第5圖参照)、抗打法はレイモンドパイリングを採用し高爐基礎地盤たるべき直径約 $20.6m$ の圓内に $900mm$ の間隔で 400 本の鐵皮コンクリート即ちレイモンドパイルを打つた、抗の長さは $9m$ 、頭部径 $460mm$ 、先端径 $200mm$ で鐵皮の中に、コンクリートを充填したものである。

荷重を概算すると

爐體自身の重量	2,110 噸
装入物の重量	900 "
爐頂裝置の重量	340 "
スキップの反應	105 "
捲揚ロープの反應	60 "
衝風の反應	65 "
爐體基礎重量	4,045 "
合計	7,625 "

従て $22.9t/m^2$ となるが事實上 $25t/m^2$ 迄は優に耐へ得る。

此上に厚さ $3,400mm$ のコンクリート基礎盤を打ち其の上に耐火煉瓦を積む。

b. 爐床外周の爐底面以下が鐵板やコンクリート壁を廻らし煉瓦で填充されて居る事は、外部の撒水冷却が出来ず排水の引廻しに不便で、クーリングジャケットを信頼し過ぎた結果であるが、一度爐底破損を起した場合は應急修理に極めて不便である。

c. シヤフトを受ける圓柱は8本で互に 40° と 50° の角度に配分され鑄鐵製の臺輪の上に $11m$ の圓周を作つて輪列して居るが、高さは $7.5m$ 上部の外径 $760mm$ 厚さ $88mm$ の鑄物で床面以下の内部にはコンクリートを満してある、風壓等を加算して1本に就いて約 400 噸の荷重である。

d. 爐腹以上は鐵皮式¹⁾で爐頂重量を支へる、従つて爐頂との間には膨脹がとれないから、煉瓦壁最上部と鐵皮の間に隙を作るが此の點は第1.2高爐の様に爐廻りに櫓を組むで爐頂を懸垂して煉瓦壁頂部に膨脹砂箱を置く方が構造上無理がなく良い。鐵皮式の方が爐體構造材料が輕量である、階段と段々のデッキの無い事は爐廻りを見廻るのに不便である。

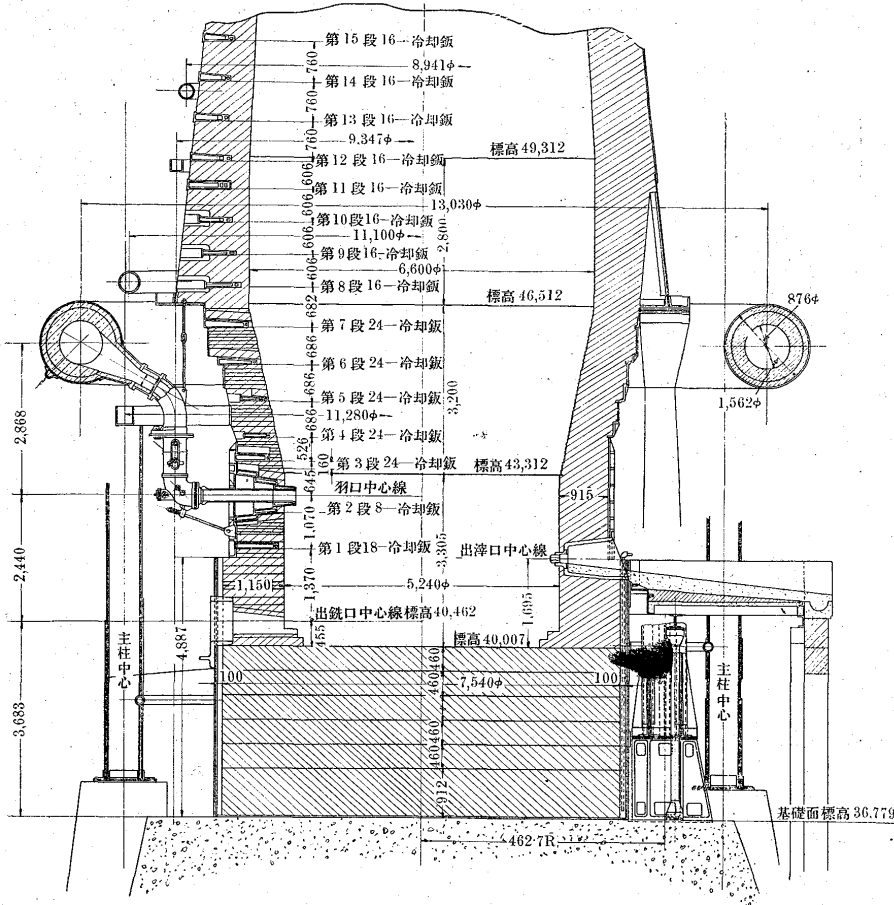
3) 爐底部は第6圖に示す如く基礎の上に約 $1m$ の普通耐火煉瓦を積み其の上に高さ $460mm$ の大形爐底煉瓦を5段積む、大形煉瓦はラムマー打ちで比重 2.3 以上の特製煉瓦を削上げ無水タールを塗布し乾燥後薄目地で積む、目地は各段毎に 90° 宛交錯させる。爐底煉瓦の外側は厚さ $100mm$ の特殊鑄物に径 $25mm$ の水管を鑄込むだ冷却板 16 枚で圍む、其の高さは $4,887mm$ で鑄滓口中心線に達する。爐底煉瓦と此の冷却板との間にはレトルトカーボンとピッチと煉瓦粉とを $3:1:1$ の割合に混合して約 5% の水分を含ませたものを約 $75mm$ の厚さに搗き込む。冷却板の外圍は厚さ $32mm$ の鐵板マンテルを繞らし間隙にはセメントを注填する、マンテルの外部には爐床の各冷却排水を撒注して二重冷却とする。

4) 爐底面以上の爐床壁は鑄滓口迄は普形煉瓦の厚味丈け倍加したものを積み夫以上普通煉瓦である、爐壁壽命延長の目的から目地を減ずるためである。獨逸では朝顔迄大形煉瓦を使用する例多く實際的と思はれるから、今後は漸次上方に及ぼす方針である。鑄滓口中心の高さから朝顔の下部より $1m$ の高さ迄の間は鑄鋼製の厚味 $30mm$ 高さ $2,309mm$ の堅牢なジャケット8枚で包圍する、羽口と冷却板とは此のジャケットに穿たれた孔に挿入する。

¹⁾ 山岡 武、鐵と鋼、第21年第12號

37 x 27 = 999

第5圖表 第2高爐H操業爐爐體下部構造



果を得た、特に第1.2高爐は當所の考案に成るものであるが單純で故障少く堅牢で瓦斯漏洩少く瓦斯灰の被害も少い、各爐頂構造は第5圖及第7圖に示す。

第1.2高爐はバケツの底の下る重量で小形鐘が下りバケツが上ればカウンターウェイトで小形鐘は閉塞する大形鐘は矢張り1杯毎に小形鐘の開く少時前に専用の捲揚機によつて開きカウンターウェイトで閉塞する。

第7表 爐頂瓦斯閉塞及装入装置

爐號	ベルの徑 m	ベルの衝程 m	ベルの起動 停止装置
1	(S.B. 1880	0.600	機械的作用
	(L.B. 3'658	0.610	40 HP モーター
2	(S.B. 1900	0.710	機械的作用
	(L.B. 3'830	0.610	40 HP モーター
3	(S.B. 1676	0.610	50 HP モーター
	(L.B. 3'962	0.610	

第3高爐のマッキー廻轉設備は、米國アーサーデーマッキー會社の製作で10HPのモーターで60°を單位として廻轉する。

第6圖 H 操業爐爐頂部構造

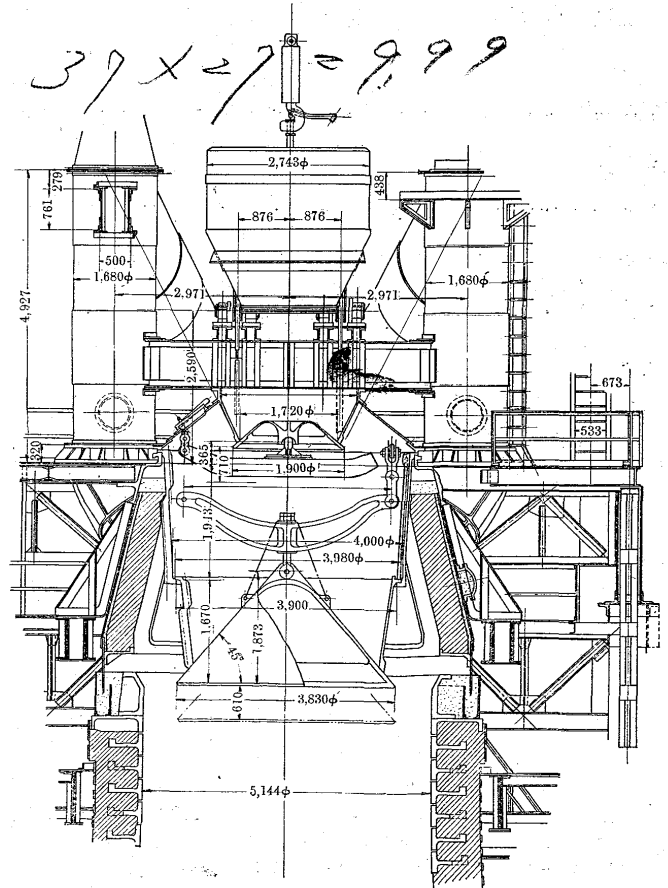
5) 朝顔部、羽ロジャットとシャフト受け環狀金物との間は幅125mm厚さ19mmのバンドと鑄鐵製のセパレーターとの交互層で包圍してセパレーターの間には冷却板を挿入する。

6) 爐腹部より爐胸部下部にかけて鐵皮で包圍する、下部3段は25mm上部2段は10mmの鐵板で高さ6mで爐腹部と爐胸部の下部から1/4迄達するその上部爐胸部の大部分はバンドである。

7) 爐頂部は第7圖参照、爐頂部圓筒部の内面には高さ360mmの白鉄製の保護金物を20mmの間隔で6段挿入し其の外部に當る爐壁周圍は薄鐵板で包圍する、瓦斯と金物との作用で煉瓦が損傷され、又瓦斯漏洩が有ると金物の損傷脱落も早く起るからである。

爐壁頂上には環狀の押へ金物を載せ其の上に膨脹に對する砂箱を置く、其以上の部分は檣に懸垂されて居る。

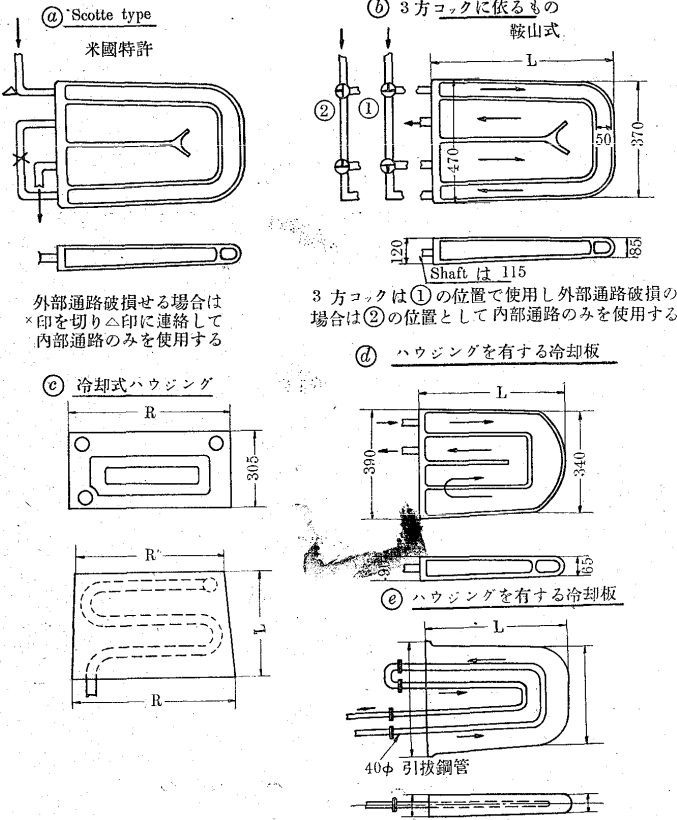
8) 爐頂瓦斯閉塞と装入装置はA. B. C. D爐共何れも單鐘でバケツに蓋が有つたが、燒結鑛装入によつて砂狀のダスト噴出が盛んで爐頂の各部分が損傷され非常に苦心をした。依て現在は3基共に二重鐘閉塞として大體満足な結





9) 冷却板に就ては第2高爐 H に就て見るに、配置は第6圖に示す。冷却板の形式は第8圖に示す。㉑は米國 Detroit の Ford Plant で見學したものであるが、冷却板破損の多い事、通水の漸次不良となる事は、米國も當所

3/4 x 28 = 9.52
第7圖 第2高爐の冷却板



で、實際上殆んど變化の無い状態を保ち得るのである。破損が外部通路で有れば内部通路だけを生かし、内部通路丈であれば外部通路丈けを生かしておく、何れも當所としては満足な經驗をして居る。

㉑と㉒は一組として爐壁の厚味の大きい爐腹部と朝顔下部とに配置する、此の部分は破損も多く入替の必要上作業を容易にするため冷却式ハウジング㉑を入れる。㉑は最近㉒の代用として好成績を示して居るので將來㉑に代用せんとするもので鐵管鑄込みの鑄鐵製である。

今㉑型3方コック法の實用效果を見るに、

- イ、内外片道通路の通水自由なる事、
- ロ、3方コックをスパーナーで扱ふ事は容易である。
- ハ、立込穴から内部の掃除が容易に出来る、
- ニ、普通の破損をなすも外部通路だけで50mm短縮するに過ぎない。

10) 羽口設備、羽口の配置は第6表の如く、漸次數を減じて居るが、Hの如きは8本で日産500吨迄は加能である。羽口の数は餘り多くない方が爐床の熱集中にも、爐壁の壽命にも有利で羽口破損も少し、爐床反應が順調の様であるが焼結鑛の微粉が多いのと軟骸炭の爲めに獨逸の様に數を減ずる事は出来ないと思ふ。

第1.2高爐は4本柱の關係で8.10.12本の如き數に限定される。羽口の冷却は全部3段式とする。

羽口の高さは鑛滓量が多いからプロフィールの項で述べた諸理由によつて出来る丈高くする。

羽口破損はHが最も少くGが多い、Gは爐壁損傷の結果と大形爐の上に急速作業に努むるため幾分無理も多く種々の爐床不調があるためである。此の頃先端の厚味を70mm位として見たが破損防止の効果がある様である。

11) 粘土砲 粘土砲に就ては當所の作業が湯口を損傷し易く、一方熱管理作業のため風壓低下を回避する必要上特別に注意する。

第3高爐は米國プロッシュェース會社の双筒式のものであるが、當所の事情に對しては双筒式の效用が發揮されないため、第1.2高爐のものはプロッシュェース式に準據して當所で改變した單筒式のものである。

出銑時の風壓低下は當所の作業が出銑回数多く而も出銑口よりの出滓も多いため出銑時間も長く特別の注意を要するが骸炭の品質、鑛滓の成分及量等によつて湯口は損傷し易く出銑時の風壓降下を避ける事は中々困難である。

も同様であるので、之を更らに改良して㉑の型として使用して居る。

普通冷却板は3~5枚を一行として1本の給排水管に連結する爲め、1枚の破損は同時に同系のものゝ危険を意味するが、此の方法だとスパーナーで三方コックを扱ふだけ

第8表 第2鑛鐵爐の冷却板

部分	段數	枚數	形		ハウジング			
			式	L mm	有無	L mm	R mm	R' mm
爐床	1	18	㉑	830	無	—	—	—
	2	8	㉑	765	無	—	—	—
	3	24	㉑及㉒	650 460	無 有16	310	650	610
朝顔	4	24	㉑	460	有	420	725	650
	5	24	㉑	460	有	492	725	650
	6	24	㉑	815	無	—	—	—
	7	24	㉑	890	無	—	—	—
爐腹	8	16	㉑	620	有	690	725	650
	9	16	㉑	621	有	535	725	650
	10	16	㉑	620	有	390	725	650
	11	16	㉑	795	無	—	—	—
爐胸	12	16	㉑	740	無	—	—	—
	13	16	㉑	640	無	—	—	—
	14	16	㉑	600	無	—	—	—
	15	16	㉑	590	無	—	—	—

表

目下單筒式粘土砲の筒先に噴戻閉止装置を工夫し、此の點幾分改善されつゝある。獨逸のチンメルマン、ヤンセンの特許品も實用上變りはない様である。

3 基共スプラッシャープレート、ハッカーを有し砲體の操作と共に何れも 01 氣壓内外の蒸氣とする。

3. 熱風爐設備

第 9 表 熱風爐設備概要

高 爐 番 號	1	2	3
熱 風 爐 様 式	マクルーア 3 通路式	マクルーア 3 通路式	カウパー 2 通路式
高 爐 1 基 當 り 本 數	4	4	4
高 さ m	31.4	31.4	32.5
胴 徑 m	7.3	7.3	7.5
チエツカー孔の大きいさ mm	155×155	132×132	115×115
チエツカー煉瓦の厚味 mm	57	58	75
1 本 當 り 加 熱 面 積 m ²	5,263	6,200	7,500
1 本 當 り 煉 瓦 重 量 t	1,000	1,000	1,500
熱 風 弁 様 式	皿 形	皿 形	皿 形
バ ー ナ ー	自然通風式	自然通風式	スタインバルトプレッシャーバーナー ヘイゲンコントローラー付き

熱風爐の配置は第 1 及 3 圖に示す。その設備の概要は第 9 表に示す。

様式はカウパーの方が良い、チエツカーは従來瓦斯のダストが 0.5 gr/m³ 位有つた爲大形で有つたが、タイゼン洗淨機の新設で 0.02 gr/m³ となつた爲、第 4 高爐には新式のものを設計中である。

熱風爐は以前全部スルース瓣であつたが酷寒の影響等で狂ひ易く漏風を起したから全部皿形とした。

熱風爐の壽命は初期は高爐と同様であつたが、近來は高爐の 1.5 倍位である、瓦斯洗淨度が進んだから今後は少くも 2 倍即ち約 10 年にはなると思ふ。

4. 高爐作業に就いて

第 11 表 各 爐 生 産 概 要 (昭和 11. 7. 31 現在)

爐 番 號	操 業 順	設 計 能 力	操 業 期 間			出 銑 純 數			爐 内 容 積	
			吹	立	吹 卸 日 數	1 代	1 日	爐 床 面 積 m ² 當 り	總 容 積	毎 日 出 銑 純 當 り
1	A 200	大正 8. 4. 29	大正 10. 11. 16	933	150,869	012	161,700	11,675	515.00	3.18
	C 250	大正 13. 10. 3	昭和 5. 3. 10	1,985	531,459	861	267,740	16,110	527.54	1.97
	F 350	昭和 7. 6. 1	作 業 中	1,522	572,288	430	376,010	18,943	554.55	1.47
2	B 200	大正 10. 12. 16	大正 14. 3. 1	1,172	213,543	051	182,260	13,155	515.00	2.83
	D 250	大正 15. 7. 27	昭和 7. 11. 8	2,297	675,432	339	294,050	17,693	527.54	1.80
	H 400	昭和 10. 1. 16	作 業 中	563	228,215	920	405,360	19,256	599.50	1.48
3	E 500	昭和 5. 3. 9	昭和 7. 7. 31	876	396,142	080	452,220	18,235	693.00	1.53
	G 500	昭和 7. 10. 28	作 業 中	1,373	681,773	360	496,560	21,599	682.28	1.37

1) 作業成績概要 各爐の各年次操業成績は第 10 表に又各一代の成績は第 11 表に示す。

第 10 表 高爐の出銑成績

年度	第 1 高爐	第 2 高爐	第 3 高爐	合 計
大正 8	A 32,125,920	—	—	32,125,920
9	76,093,615	—	—	76,093,615
10	42,649,477	B 15,457,875	—	58,107,352
11	—	67,492,206	—	67,492,206
12	—	73,460,557	—	73,460,557
13	C 38,889,137	57,132,413	—	96,021,550
14	89,675,553	—	—	89,675,553
15	97,955,021	D 67,098,749	—	165,053,770
昭和 2	103,059,790	100,384,750	—	203,444,540
3	107,725,400	116,735,460	—	224,460,860
4	94,154,960	110,486,820	E 5,800,880	210,442,660
5	—	114,874,290	173,559,040	288,433,330
6	—	108,354,180	161,139,960	269,494,140
7	F 109,243,240	47,498,090	G 133,634,500	290,375,830
8	132,546,860	—	179,508,850	312,055,710
9	142,212,520	H 25,806,450	178,711,260	346,730,230
10	139,931,610	149,617,160	182,176,980	471,725,750
11	48,354,200	52,792,310	63,384,570	164,531,080*
計	1,254,617,303	1,167,191,310	1,077,916,040	3,439,724,653

備考 A. B. . . . H は作業順位なるが E は昭和 7 年吹卸し G は同年中に吹立てたものである。

* 自 4 月 1 日至 7 月 31 日合計

第 1 高爐の A. C. F と第 2 高爐の B. D. H とが吹立順位に従つて相似た歩調で漸進の成績を擧げて居る事は面白い現象である。A. B は創業當初で成績不良であるが、C. D に至つて焼結鑛の利用と共に骸炭も改善され、中頃即昭和 2 年 10 月から成績は頓に良好となつた。F. H は當所としては殆んど満足の成績を擧げて居る。

E は 1 ヶ月の平均最大生産は 580 吨に達して居るが、種々の事故、故障多く、特に數回の爐底破損をなし、僅か 876 日で吹卸し改造するに至つた。

F. G. H は何れも目下操業中であるが、毎日出銑量は夫々 350 吨、500 吨及 400 吨合計 1,250 吨の設計能力に對して、本年度 4 月 1 日から 7 月 31 日迄の平均出銑量は、夫々 396.35 吨、519.55 吨及 432.72 吨、合計 1,348.62 吨に達して居る。

2) 裝入單位 裝入單位は骸炭で決定するが、當所の

骸炭は撒水冷却で、受入骸炭の水分は常に變化化するから、裝入單位の決定は容積とする。

實績は第 12 表参照。

a. 第 1. 2 高爐はバケット 1 杯即ち骸炭約 5,300 kg を單位とし、鑛石バケットに石灰石、

第 12 表 最近の装入物状況

年 月	爐 號	每日 出銑量	装入 1 回平均配合量					鑛石品位%		出 銑 歩留%	焼結鑛配合率		摘 要
			骸 炭	鑛石合計	石灰石	平爐滓	Mn 鑛	Fe	SiO ₂		平 均	最大月	
昭和 10 年度	自 1	382'30	5,301	9,196	3,006	0'505	0	54'65	19'43	57'68	62'47	77'70	○骸炭は中小塊骸炭を含む ○鑛石合計は瓦斯灰中の鑛石成分を装入量より差引きたるもの
	至 2	408'80	5,388	9,368	3,305	0'788	0'1069	54'58	19'62	59'25	64'48	75'82	
	4 3	497'80	5,427	8,526	3,232	0'839	0'1293	54'88	19'25	60'75	72'23	80'68	
	4 月 平均合計	1,288'90	5,377	8,982	3,187	0'724	0'0839	54'72	19'42	59'34	66'79	76'75	
昭和 11 年度	4 月	3 合計	1,338'96	5,432	8,788	3,437	0'755	0'0845	56'34	19'43	60'22	79'92	此の期間の各爐平均日産高は 1 高爐 396'35 2 高爐 432'72 3 高爐 519'55 合 計 1,348'62
	5 月	3 基平均	1,363'24	5,393	8,638	3,146	0'729	0'0840	55'19	18'21	60'75	77'12	
	6 月	3 均又	1,322'59	5,354	8,571	3,138	0'726	0'0836	55'58	16'86	61'63	98'32	
	7 月	3 又	1,368'52	5,513	8,602	3,084	0'704	0'0579	56'43	16'79	61'78	70'15	

第 13 表 最近の銑鐵適當装入

年 月	爐 號	鐵 鑛 石					骸炭	石灰石	平爐滓	マンガン鑛	
		富鑛計	焼結鑛	雜鑛計	屑滓銑	合計					
昭和 10 年度	自 1	0'618	1'083	0'027	0'006	1'734	1'000	0'567	0'095	0	
	至 2	0'592	1'088	0'001	0'007	1'688	0'971	0'595	0'142	0'0193	
	4 3	0'443	1'189	0	0'014	1'646	1'047	0'624	0'162	0'0250	
	4 月 平均合計	0'551	1'120	0'009	0'009	1'689	1'006	0'595	0'133	0'0147	
昭和 11 年度	4 月	3 合計	0'329	1'327	0	0'004	1'660	1'026	0'649	0'143	0'016
	5 月	3 基平均	0'365	1'270	0	0'011	1'646	1'028	0'599	0'139	0'016
	6 月	3 均又	0'500	1'109	0	0'013	1'622	1'014	0'594	0'137	0'0158
	7 月	3 又	0'480	1'136	0	0'003	1'619	1'037	0'580	0'133	0'0109

平爐滓、マンガン鑛石其他を加えて都合 2 杯で 1 装入とする。1 装入の爐頂に於ける骸炭層は約 600mm の厚味で、焼結鑛 70% を含む鑛石バケツも略ぼ同容積であるから、爐頂收縮を考へても 1 装入の厚味は約 1'0~1'1m となる。

試験としては骸炭 2 杯を單位とした事もあるが、結果は 1 杯の時よりも爐況は幾分安定するが、反應層の急速作用を妨げ、風壓を上げ、装入速度を減じ、Si の還元率を上げる傾向有り鑛物銑製造に適する事を知れり。當所の如く鑛物銑作業容易な所ではかゝる緩慢作業をなす必要を認めない。

b. 第 3 高爐はスキップ 1 杯の骸炭は約 1,800kg で 3 杯即ち約 5,400kg を單位とし之も装入物の厚味は前述と略々似たものである。鑛石は 3 杯とし、別に石灰石 1 杯を加へ合計 7 杯を以て 1 装入とする。此の場合も 1 装入の單位を種々に變更して装入層の厚味を變化させて見たが、厚き時の影響は前述と等しく、又薄くする時は爐況不安定に陥り易く 5,400kg を以て最良と考へて居る。米國ベスレム¹⁾ 會社の焼結鑛使用爐では焼結鑛は直接還元が多いか

1) Mr. Doran supt'. blast fc. Sparrows pt'.

ら薄い層が良いと云ふて居るが當所としては此の點疑問である。

3) 爐 頂 分 布

a. 第 1, 2 高爐は各原料工場で運搬車上に据えたバケツに爐出しの儘格子篩の上を通して切込むが粉の除去不十分で、バケツも廻轉しないために幾分微粉の偏する恐があるが、中途の取扱で幾分向の變化により緩和されるものと考へて居る。秤量車のバケツは廻轉装置を有するから比較的均一に分布される。バケツ装入は底のコーンが開いて靜

に爐頂 2 重鐘を通過して装入されるため、バケツ内分布は直接装入線の分布を支配すると考へらるゝが、此の點爐外で爐内の分布を想像するに容易であり事實分布も良い様である。

爐頂の構造は第 7 圖に示す如くである。

b. 第 3 高爐は米國のマッキー式爐頂でスキップ捲揚であるが、スキップ其物が狭いホッパーに對して傾瀉式であり、スモールベルホッパーがスキップ 1 杯毎に 60° 宛廻轉して、装入物各 1 杯の分布の中心が 60° 宛進んで行くから全體としては結局公平分布になるにしても、例へば石灰石に就て見るに装入分布の中心が全然同一の角度に戻るのには装入回数 7 回即 49 杯の後に當るわけで、切出車から傾いたスキップに切り落し、ホッパーに傾瀉する經過を考へると微粉の偏集に就て幾分の不安がある。又バケツ式では原料の落下回数は 3 回又は 5 回であるのにスキップ式では 8 回であり而も落下狀況が粉碎を起し易い。事實此の爲めに骸炭甫め原料の飛散率高く使用比率が著しく高い。第 1, 2 高爐に比して僅かに 1m 内外高い丈で第 3 高爐が此の點に非常な苦心をするのは捲揚装置の差が大きな原



因をなすものと思ふ。ドイツでは最も良散炭を有するルール、ウェストファリアにはスキップ式採用も試みられて居るが、ザールやオーバーシレジャの軟散炭地方では皆バケット式である。獨逸のラインハウゼンのクルップ工場の第6高爐はマッキー式の最新のものであるが、散炭は爐頂でスキップからホッパーに移る時に20mmで篩別される。模範的の良散炭にもかかわらずこのためにバケット法に比較して約5%の粉散を増加するとの事である。獨逸では散炭の良好な地方でも粉散の利用が有利に行く所でないスキップ式は散炭費を高めると結論されて居る。

4) 原料の微粉と水分とに因る装入量の變化 原料中装入量調節の最も困難なのは焼結鑛である、その篩別試験結果は上述せるが、實際は焼けの程度に依つて微粉量の變化常無く、又高熱の儘受入れるため、高爐々前又は貯鑛槽で多量の撒水をなす必要がある。微粉の多い時は水分の含有量増加し、従つて秤量と實際の熔解量との間には2重の影響で差を生じる、又高爐々頂の瓦斯の速度即ち爐の操業速度によつても飛散量は著しく變化する。

高爐操業者は實際の熔解量を考へて不斷に装入の調節をする必要が有る、今装入鑛石の水分と瓦斯灰損失量に依る變化の幅を見る時は第14表の如くである。

5) 原料の粒度と小割石灰石 焼結鑛の特性に鑑みて他の原料の粒度を決定する。散炭は100mm内外を指定して居る、強力散炭で爐内で粉碎する恐が無ければ卵大から拳大が良いと思ふ。弓長嶺鑛石は緻密な珪酸質磁鐵鑛で、還元困難だから出来るだけ小割して粉を除去する。

石灰石は50~110mmにトロムメルで整粒して居る。米國の工場でも鑛石との折合上100mm止めとして居る所が多いが、實際は大塊特に微粉の混入が多い。當所では鉄鐵噸當り約1/2m³を占めて散炭、焼結鑛に次ぐものである

第14表 装入鑛石の水分と瓦斯灰による變動

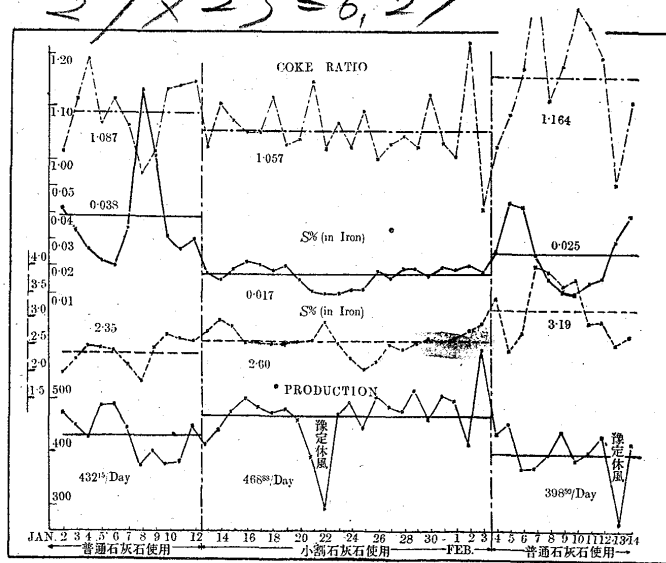
状況	程度	水分%	鑛粉飛散量%			装入量對熔解量		變動の幅 對装入量10噸	熔解量一回装入に對し10噸のとき装入すべき増加量
			回收灰量	不同收量	計	比例	平均に對する%		
普通の場合變動	最大	12	12	4	16	1:300	+ 4.85	1,130 kg 9.00% (4,870 kg) 對熔解量	+ 3,000
	平均	10	10	3	13	1:240	0.00		+ 2,400
	最小	8	8	2	10	1:187	- 4.15		+ 1,870
激變する	最大	16	15	5	20	1:390	+ 12.00	3,000 kg 24.10% (4,800 kg) 對熔解量	+ 3,900
	平均	10	10	3	13	1:240	0.00		+ 2,400
	最小	4	4	1	5	1:090	- 12.10		+ 0,900

から、其の缺點を補ふ意味からも非常に注意して居る。當所の高爐は降下時間が短いから、豫熱及還元帶の作用期間が短く、又焼結鑛は低温還元困難で熔解が容易なため、未還元の儘比較的爐の上部から熔解を開始する、従て直接還元と珪酸鐵分の銑滓分離を助長するために、石灰分は迅速に充分の作用をなす要有り。事實羽口上部1m内外の處で

第15表 小割石灰石試用結果

使用石灰石	普通	小割	普通	小割	摘要	
試験期間	自7.1.1. 至7.1.13	自7.1.14 至7.2.3	自7.2.4 至7.3.11	自7.3.12 至7.3.31	此の試験に依り小割石灰石の利益を確認し得たるを以て此の儘昭和7年3月31日以降引續いて使用する事とせり	
毎日出銑量	436.59	471.29	447.53	483.52		
平均散炭比率	1.078	1.059	1.144	1.093		
一休日風當り	回数	0.69	0.29	0.49		0.20
	延時間	1h~26'	0h~15'	0h~38'		0h~22'

第8圖表 小割石灰石使用と各種成績



焼結鑛は已に鐵塊を生成して居るのに、石灰石の大塊は羽口で尙中心部の分解を完了しない例もある。

粒度に就ても種々の試験をなしたが次に第3高爐で昭和7年1~2月に行つた小割石灰石使用状況を記す。

Schwarz²⁾氏は元來焼結鑛は一度熔解を終つて居るから、高爐内では焼結の時よりも低温度で再熔解する。従て熔解點が低く、生鑛と一緒に装入する事の困難は此の調子を合はせる事で、焼結鑛だけに關しては自熔鑛に近いものを作れば熔け易く爐の能

1) 山田賀一氏(鐵と鋼 12年5號)

2) G. M. Schwarz. A. I. M. & M. E. Tech. Pub. No. 227 Iron-ore-Sinter

第 16 表 昭和 10 年度 鑛滓分析平均

種 類 鑛 滓 分	出 銑 口								出 滓 口							摘 要	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	MnO	P	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	MnO	P		S
1	39.53	9.20	0.803	46.03	2.83	0.543	0.017	1.184	49.50	9.32	0.77	45.05	2.73	0.614	0.019	1.065	鑄物銑
2	41.33	9.15	0.847	43.78	2.85	1.049	0.019	1.031	40.99	8.89	0.81	44.44	2.74	1.160	0.016	0.967	平爐銑
3	39.17	9.01	0.800	45.73	3.02	1.310	0.020	0.988	39.68	9.10	0.79	45.25	2.77	1.380	0.022	0.941	平爐銑
平均	40.01	9.12	0.817	45.18	2.90	0.967	0.019	1.068	40.39	9.10	0.79	44.91	2.75	1.051	0.019	0.991	

力は上る、従て還元は無關係に銑解する其事が已に長所であると説いて居るが此の説とよく一致すると思ふ。

小割石灰石使用による種々の變化は線圖によつて知らるるが、其の利益を概言すると、

- イ、朝顔壁の不安を去り噴出が閉止された。
 - ロ、片減り生降りが減じ爐況安定して羽口破損を減じた
 - ハ、銑質は均一良好となり特に低珪素、低硫黄となつた
 - ニ、増産と散炭消費率の低下とを招來した。
- 6) 鑛滓に就ては、當所の特徴は量の多い事と含有珪酸分の高い事である。

各鑛石の珪酸分高く其の他の不純成分が殆んど無い上に散炭灰分から來る Al₂O₃ も少く、平爐滓を利用して幾分此の缺點を調和して居るが、尙流動性範圍の廣い成分に導く事が出來ない。昭和 10 年度の平均成分は第 16 表の如くである。

即ち一般の操業に比して SiO₂ を非常に高くして、鑛滓量の最小限度を期して居るが尙銑鉄噸當り 900kg を越えて居る。酸性鑛滓とする結果脱硫力は弱い、量を利用して爐床を高熱とする事で補つて居る。

一般には 600~700kg の脱硫性鑛滓で S を 1.5~2.0% として銑鐵中の S の濃度の 45~50 倍を鑛滓に含有せ

第 17 表 10 年度平均の硫黄の平衡

種 類	銑噸當	S		摘 要
		%	kg	
裝 入 物	燒 結 鑛	1.189	0.15	1.784
	富 鑛 石	0.551	0.35	1.929
	Mn 鑛 石	0.015	0.11	0.165
	平 爐 滓	0.133	0.33	0.439
	石 灰 石	0.595	0.08	0.476
	散 炭	1.006	0.80	8.048
	計	3.489	—	12.842
製 品	銑 鐵	1.000	0.043	0.430
	鑛 滓	0.920	0.991	9.117
	瓦 斯	5.200	0.030	1.560
	瓦斯灰其他	—	—	1.735

鑛滓中の S は銑鐵中の S に對し濃度が 23 倍、重量で 21 倍となる測定確實ならず推定を交ゆ
出銑滓作業中空中に放散する量を含む、推定

しめるが、當所では鑛滓中の S は約 1.0% で銑鐵中の濃度の時の 25 倍に過ぎない。當所の鹽基性銑作業に對する S の平衡は第 17 表の如し。

當所の原料では酸性滓、重装入、高熱送風で急速作業をする事が最も經濟的であると思ふが、鑛滓の流動性範圍が狭く、又装入物中の熔解實量の變化が大きく、鑛滓は銑鐵の如く爐内で自然に集約されて混融する傾向に乏しく生成期間も長いから、散炭層との濾過作用も悪く、大形床では石灰分の均一を期する事が困難である。

流動性範圍の狭い事は、石灰石の變化が流動性を變じ易く調節が困難であるから、緩和法として MgO を加えて鑛滓中の MgO を 5%¹⁾ 内外として、流動性を良くすると共に其の範圍を廣めて、作業の安全性を増す事は、數回の試験で好結果を収めて居るが MgO を加へたための顯著な利益は小割石灰石の効果と類似である。

- イ、鑛滓の流動性を増し、其の範圍を増大し、取扱を容易とする。
- ロ、爐況の安定を來し、作業を順調とし、恢復も早い。
- ハ、羽口破損を減少する。
- ニ、散炭比率を低下し増産を促す、製品の脱硫を良くす。

7) 燒結鑛使用量と銑種に就て 燒結鑛の特徴は平爐銑作業を容易ならしめる事である。B 操業の頃にプロフィールの關係も在つて生鑛では殆んど Si 2% 以下にならなかつた頃から燒結鑛装入によつて容易に低珪素銑を製造し得るに至つた。體積の大きいのと還元困難なとで生降りを含んにやるが、熔解し易いために爐床で灼熱散炭と石灰石とに接觸すれば急速に銑滓分離を行ふ爲めと思ふ。

何れにしても装入物中の珪酸分高く、多量の珪酸性鑛滓を生ずるから、結局低珪素銑の製造は中々困難である。Si の吸収を防ぐ意味からも、爐内反應を盛んにする爲めにも、不斷に出滓作業をする事が肝要で、出銑後 4~5 回裝

¹⁾ The A. I. of M. M. Eng. Technical Pub. No. 383 Viscosity of blast furnace slags.

入すれば出滓を初めて出銑迄繼續するが、出銑口にも亦多量の出滓がある。結局銑解量は大變大きく特に體積で考へると鑛滓の爐床障碍は大したものである(第1圖表参照)。

順調なれば焼結鑛の多い程平爐銑作業に良いが、焼け不良や散炭不良のため制限される。第12表に示す如く昭和10年の焼結鑛配合量月平均の最大は第3高爐の80.68%で有るが、一般の作業成績から云へば70%内外が一番好い。60%以下でも80%以上でも成績は下る様である。本質的には多い程良いわけでは有るが、微粉の影響が顯著となつて降下が順調に行かない。

焼結鑛の長所は硫黄の低い事である(第1表)硫酸滓を配合するために近來は幾分上つて居るが、直接高爐に装入する事を思へば遙に低い。此れの銅も少く銑鐵の純粋性は引いて製鋼品々質に貢献する。

平爐銑作業の困難な理由を擧げると。

- イ、多量な珪酸性鑛滓で礬土も低く流動性範圍が狭い、従て石灰の僅かな變化でも流動性に影響するから、鹽基性鑛滓作業が困難な事、
 - ロ、酸性流動滓、重装入、高熱送風を經濟的標準とする事ハ、石灰石使用量が多く特に平爐銑作業では鑛物銑作業の10%位増加する。分解瓦斯に因る炭素損失増加し、鑛滓を均一とする事が困難である。
 - ニ、鑛石の性質上朝顔と爐床の高さ大きく、朝顔角度が小さい事、
 - ホ、焼結鑛の微粉と水分とによる鑛滓成分變化に對して鑛滓を安全なる酸性界に置く事、
- 銑鐵分析は次の如くである。

第18表 銑鐵分析 (昭和10年度平均)

爐號	C	Si	Mn	P	S	Cu	摘要
1	3.93	2.25	0.64	0.240	0.045	0.013	鑛物銑目標
2	4.20	1.62	1.12	0.241	0.047	0.011	平爐銑目標
3	4.13	1.57	1.39	0.257	0.042	0.010	平爐銑目標

8) 送風及瓦斯狀況 衝風熱度は500~600°Cである。焼結鑛使用の初期は、散炭も不良であつたため500°C以上の衝風では風壓が上昇して懸滯を起し易かつたが、其後プロフィールの進歩と原料の改善に依つて700°C迄は使用出来る様になつた。第19表の實績は幾分低い之は設備の都合等によるものである。蓋し平爐銑作業には600°C

第19表 送風及瓦斯狀況 (昭和10年度平均)

爐號	送風狀況		瓦斯狀況		銑鐵噸當		摘要
	熱度°C	壓力 kg/cm ²	熱度°C	壓力 水柱mm	1日噸當 羽口面積 cm ²	風量m ³	
1	599	0.810	200	310	5.282	3,014	Coke ratio 1.0の時の計算的送風量は3,150m ³ として居る
2	566	0.824	220	330	5.993	2,918	
3	515	0.935	300	595	5.764	3,603	送風熱低きは熱風管損傷に依る、爐頂熱及壓力の高きは爐容積に對し操業速度大なるため

銑鐵噸當 電力は約18kw 蒸氣は約800kg 給水は約50m³なり

内外が適當の様である。風壓、瓦斯熱、瓦斯壓は概して高い。原料の性質によつて結果的に急速操業となつて居るからである。爐内の瓦斯上昇速度が大きく瓦斯灰の多い事も瓦斯熱を上げる原因である。瓦斯分析のCOの高い事は焼結鑛が還元し難いのと急速操業のためである。

第20表 爐頂瓦斯分析 (昭和10年度平均)

爐號	CO	CO ₂	O ₂	H ₂	CO/CO ₂	摘要
1	28.7	9.6	0.3	1.32	2.99	Coke ratio 1.0
2	28.2	10.1	0.5	1.30	2.79	0.971
3	28.8	9.4	0.4	1.28	3.06	1.047

第3高爐のCoke ratioが特に高いのは瓦斯比率でも説明出来るが其他に装入様式による散炭の粉碎と急速操業の影響とがある。

熱風爐に焚く瓦斯はタイゼンを通過したダスト0.02gr/m³のものであるが、壓力は水柱の200~250mmである。使用量は昭和10年度の3基の平均が25.28%である。

9) 羽口の使用狀況は第6表に示す。現在の使用数は平均してGが9本、Fが8本、Hが7本位のもので、口徑は175~200mmの間で180mmが多い。湯口上部と之れに對するものは普通閉塞する。羽口前の衝風速度は昭和5年頃は120m/sec内外迄落ちて好成績であつたが、其後漸次増加して現在は130~140m/sec位である。之は軟散炭と焼結鑛粉とのため、粉鑛を使用する米國の作業と似て居る。

各トワイヤー、ストックに瓣が有つて、羽口前の降下狀況によつて加減をして居るが此の調節は中々六かしいものと思ふ。獨逸のマンネスマン¹⁾の高爐では各羽口に特殊な冷却棒を入れその出入れによつて吹込量を加減し、フェルクリンゲン²⁾の高爐では各トワイヤー、ストックにピトーチューブを取付けて衝風通過量を測定して加減瓣を調節して居る。

1) Director C. Rudolf, Mannesmann Works, Hockingen Germany.

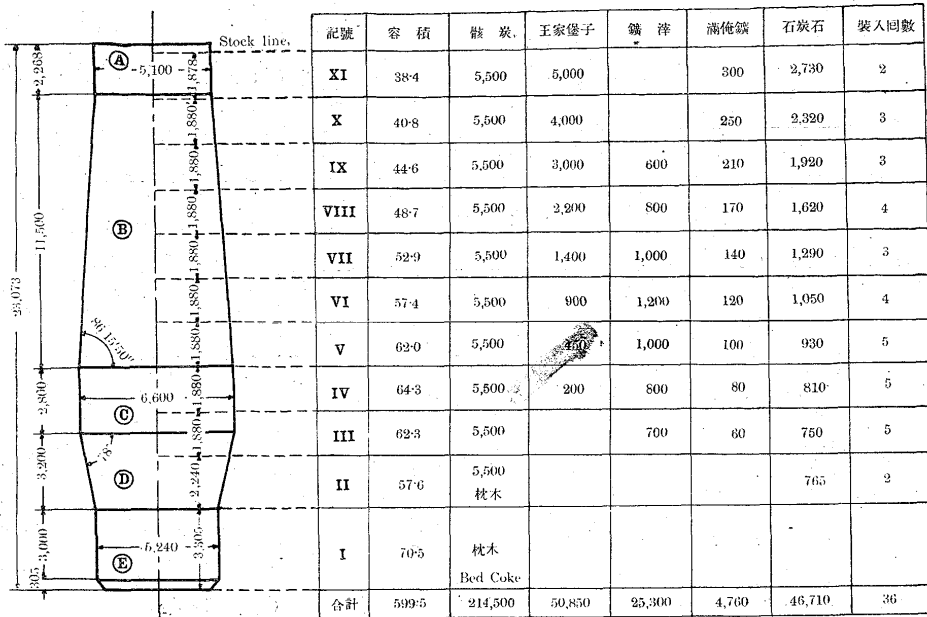
2) Dr. Wagner, Rechling Works, Saar, Germany

48 x 29 = 1391



第 21 表 第 2 鋸鑛爐 填充表

吹立 昭和 10 年 1 月 16 日



様に乾燥し得る

ニ、温風を送り乍ら填充するから

極微粉は爐外に飛散し、吹立

後に水分

と共に瓦

斯上昇を

妨げる恐

が少ない

ホ、爐内全體

が大體乾

燥温度に

なつてか

ら吹立て

るから、

吹立後の

Effective Inner Volume	
①	33.9 m ³
②	310.8
③	95.8
④	88.5
⑤	70.5
Total	599.5

Shrinkage Coefficient	
II ~ V	10 %
VI ~ VII	2
VIII ~ IX	7
X ~ XI	6

羽口の突出は 100~150 mm であるが爐況によつて種々の試験をする。

10) 吹立に就いて 當所では吹立填充用としては、生鑛を使用し焼結鑛は懸滯の恐有るため使用しない、H 操業吹立の填充は第 21 表の如くである。壓縮に就ては壓縮率の項で述べた諸考察の外に爐頂からの落差による破碎を加算して下方程大きくした。

吹立後順調と認めた場合焼結鑛装入を漸次増加するが、急激に増加すると上部に装入された焼結鑛の微粉は、降下が早いから全體に互つての瓦斯上昇を妨げ勝ちで、シャフト懸滯を起す恐がある。

吹立後の順調を期するために種々の方法を講じて居るが特に F. G. 及 H. の 3 回に適用して好成績を得たと思ふ事は、填充作業中より低温低壓送風を開始し、填充完了後充分に爐内の乾燥をした後吹立てる事である。

方法は吹立準備を完了した羽口から、爐内全體に分布する程度の風量を吹込む。風壓は水銀柱 20mm 内外、送風温度は 100°C 内外、點火しない範圍で最後の熱を少々上げて爐内全體を 100°C 内外にすれば一番良い。爐頂排出空氣中の水分が大體大氣中の水分と等しくなれば中止する。此の方法に依つて考へらるゝ利益は大體次の諸項である。

- イ、従來の散炭乾燥設備及作業を要しない。
- ロ、爐外乾燥は相當苦心しても填充迄には 2~3% 水分に戻る、特に降雨に困難する。
- ハ、爐内乾燥に依れば散炭のみでなく、装入物全體を一

發生水分は爐内で凝縮する事が少い。

へ、吹立の時に爐内に水分の繰返し凝縮する量は大したもので、爐胸部の目地を洗ひ、爐壁全體の煉瓦の素質を損傷する。而も引續いて爐内に局部的高熱が來て、熱分布の状態は不均等になり勝ちだから、此の影響は爐の壽命にも及ぶと思ふ。

ト、普通吹立當初は爐床の燃料多く、局部高熱を起し、一方木材の燃焼等より出る水分と煙塵は、上部低温層で盛んに凝縮を繰返し、懸滯を誘致する。

5. 高爐の壽命 高爐の各部は相當損傷するが、出来るだけ補強修理して作業を續行するから、結局壽命を決定するのは煉瓦壁の壽命である。過去の經驗で當所では爐の壽命を 5~6 年と考へて居る實驗は第 11 表の如し。

A. B. 操業の平均は 1,052.5 日で極めて短命である。操業當初で、プロフィールの不適當、構造の不完全、原料の不良、操業の未熟等に依るものである。

C. D. 操業の平均は 2,141 日で A. B. に比して長足の進歩である、殊に一代の出銑量は D は A の約 4.5 倍である。

E. の短命は耐火煉瓦が不良で爐底破損を反覆した事が主因である。

目下操業中の F は 4 年 3 ヶ月、G は 3 年 10 ヶ月、H は 1 年 9 ヶ月を夫々經過して居るが、現在の豫想では何れも 5~6 年の壽命を保つものと考へられる。

高爐構造及補助設備の進歩と共に高爐作業は漸次急速化



するから一代の出銑量は著しく増加するも壽命年月の割合に延長せざるは止むを得ぬ事である。

B. C 及 E は爐底破損の苦い經驗をしたが、目下の處では爐底破損は爐の壽命を支配するとは考へない。主として朝顔部と爐胸下部の損傷が壽命を支配して居る、特に爐胸下部は溶解物の附着する可能性少き上に荷重が大きいため、殆んど決定的影響を有する。

原料より見る時は散炭が軟弱な事と焼結鑛に微粉の多い事とは、爐命短縮の原因をなす。焼結鑛の磁鐵微粉は砂状でさらさらして居り垂直降下をなすため、瓦斯上昇は爐壁に偏集して侵蝕作用をする。鐵鑛石の性質上附着層の生成しない事は壽命の點よりは不利である。散炭と焼結鑛とが同時に焼け不良となる時は裝入物降下が不順となり目立って朝顔と爐腹部の煉瓦壁損傷を進め、該部分の冷却破損を起すので、朝顔下部と爐腹部との冷却板は取替を容易とするため、冷却ハウジングを挿入する。

爐頂の保護金物は酸化還元を繰返し乍ら消耗し、時に斷切、脱落する事有り、又炭素沈積等によつて煉瓦目地膨れ上り、煉瓦は列を亂して外部に押出され瓦斯噴出をなす事あり。此の部分は主として機械的に損傷するものなれば、瓦斯漏洩と煉瓦の動搖とを絶體に抑止する程度の強力構造とすれば、殆んど防止し得べく、外部を頑丈な鐵皮で被ひ爐頂金物との間を瓦斯タイトにして殆んど好結果を得た。

爐底は前項に述べた構造で安全の域に達したものと思ふ朝顔部は爐が古くなると鐵帶とセパレーターとの相互位置が狂ひ易く不安である。將來の爐に對しては出来るだけ鐵套式にする方針である。

煉瓦壁の侵蝕は片減り生降りの影響が一番強く認められ混合銑を出銑する場合は爐床以下の煉瓦は目立って侵される、原料を異にするが爐の壽命に就ては¹⁾平川良彦氏の説

く八幡の狀況と當所の實情とは大體似て居る。

要するに爐の壽命は、原料、耐火材、爐型、構造等によつて支配されるが、急速操業を目標とする近代爐に對しては、單位容積に對する散炭燃焼量で表現すべきで有つて自分は次の方法を一番良いと考へる。

$$L=C \times D / V \times 100^3 \quad L=\text{壽命指數 } kg/cm^3$$

C=1日燃焼散炭量 kg D=壽命日數 V=有效内容積 m³ 從て V×100³ は cm³ となる

今 V=600m³ の爐で a は5年 b は4年とし、散炭燃焼量毎日 a は500 噸 b は400 噸とすれば

$$a. \quad L = \frac{500,000 \times 365 \times 5}{600 \times 100^3} = 1.52 \text{ kg of Coke/cm}^3 \text{ of vol.}$$

$$b. \quad L = \frac{400,000 \times 365 \times 4}{600 \times 100^3} = 1.459 \text{ kg of Coke/cm}^3 \text{ of vol.}$$

即ち a. の方が實働的には永い事となる。

IV. 送風設備及作業

1. 送風設備(第1圖参照)送風機は5臺で全部ターボブロワーである。1棟の建家内に並設され送風管系は2臺以上任意の高爐と組合使用を可能ならしめる。近時獨逸等では送風機及高爐多數並列せる場合には、共通送風主管で操業して居るのを見掛けるが、當所は設計變遷による送風管系の抵抗の差、熱風爐様式の相異及び高爐自體が風壓の變化を起し易く又風壓の變化に敏感であるため、共通本管は危険で各専用管系は互に遮斷して指定風量作業に努める。

送風機及コンデンサーは第22表の如きものである。

2. 送風作業 高爐との連絡はマリッジナル、著色電燈電話等を以てする。

當地方の夏冬の氣溫差の大きい事と、氣溫最低なる冬季が乾燥し最高なる夏季が雨期であるため、大氣中の濕分の變動の幅は極めて大きく、從て送風量とその單位體積中に含まれる酸素の實量との間には大きな變化がある。又送風

第 22 表 送 風 機

機號	送 風 機									サ ー フ ェ ー ス コ ン デ ン サ ー					
	型 式	馬力	平 常				最 大			製作所	型 式	冷却水量 m ³ /h	最大蒸氣 量 kg/h	冷却面 積 m ²	真空 mm
			廻轉 r/min	風壓 kg/cm ²	風量 m ³ /mi	蒸氣消費 量 kg/h	r.p.m.	kg/cm ²	m ³ /min						
3	チェリー式	1,600	3,000	0.8	860	9,600	—	—	—	E.W.C.	カウンター ロー	500	8,000	250	711
4	ラト式	4,000	3,000	0.91	1,060	13,000	3,300	1.8	1,020	A.E.G.	"	1,175	20,000	600	711
5	ラト式	3,000	3,000	0.91	1,060	12,000	3,170	1.4	1,190	A.E.G.	"	750	12,000	350	711
6	チェリー式	6,000	2,860	1.26	1,272	13,500	3,370	2.1	1,415	E.W.C.	"	1,220	23,000	475	711
7	チェリー式	6,000	2,860	1.26	1,272	13,500	3,370	2.1	1,415	E.W.C.	"	1,220	23,000	475	711

コンデンサー冷却水を冷却し循環使用するために冷却塔3基を有す。

¹⁾ 製鐵研究 第147號 銻鑛爐の壽命に就て



機の吸入力、コンデンサーの機能、輸送管の抵抗等の凡てが夏季になると、送風能率の低下条件を集積する。

此の気温に基づく實際送風量を確知するため、送風者は校正送風量を時々高爐に通知する。

大気温度と気壓、湿度との関係から、數年間の平均氣象に對する空氣 1m³ 中の酸素の質量及水分を比較すると第 23 表の如くである。

第 23 表 氣象による空氣 1m³ 中の酸素の質量と水分

觀測 気温 °C	氣壓 Hg mm	湿度 %	計算校正による 1m ³ 中の酸素質 量		骸炭燃焼 500 吨 に對する衝風中 の水分 ton
			量	%	
+35	747	48.7		85	37.5
+20	754	10.4		91	16.4
+10	758	5.5		95.5	8.65
0	762	3.0		100	4.72
-10	768	1.7		105	2.68
-20	772	0.7		110	1.11

V. 銑鐵及鑄滓處理設備

1. 鑄鉄設備は、第 1. 2 高爐は砂型鑄床總面積 1,780 m² を有し、1 回に 100 吨内外の鑄鉄能力が有る。第 1 高爐は鑄物銑を製造し砂型處理で、第 2. 3 高爐は平爐銑作業で大部分は鑄鉄の儘製鋼工場に送り、一部は金型鑄鉄機で冷銑とする。

金型鑄鉄機は米國ピッバーグ、コール、ウォッシャー會社製で、2 條式で各條に 300 箇の型がある。20HP 2 臺で運轉し速度は 6~10 m/min である。鑄鉄 1 ケの重量は約 40 kg で、製造者の保證能力は 100~175 t/hr であるが實際は種々の事情で 1,500 t/day 位である。附屬起重機は 50 吨 1 臺、35 吨 1 臺、補助 5 吨 1 臺である。

銑鉄鍋はショートパワー型で 60 吨能力で 8 杯有つて裏附の壽命は 500 回位である。臺車 6 輛で自重 38 吨積載能力 65 吨有り、ウィリアム・ピー・ポロック會社製である。鑄鉄後ストランドの中頃から終端迄注水冷却する、落場のショートは反轉式で 2 條の線路に貨車積が出来る、銑鉄貨車の送りはレバーシブルモーターであるが故障が多い。金型塗料は石灰乳噴霧だが、近來は蒸氣に壓搾空氣を代用する。間歇作業には蒸氣は不經濟である。金型とローラー車輪は現場で製作補給する。

2. 鑄滓處理設備は、當所の鑄滓量は銑鐵の約 90% 以上に達し昭和 10 年度は 40 萬吨に達する。大部分は容量 20 吨の傾斜式鍋に受けて鑄滓の儘鑄滓捨場に流し、冷却後粒別採集してバラスとする。

各爐に水滓製造設備有り、年産能力 15 萬吨を有する、第 1. 2 高爐には鑄滓綿吹製設備がある、高珪酸性鑄滓で硝子状の見事のもの出来る、能力は各等品打込みで 2 基合計 1 日 2 吨位である。

VI. 瓦斯輸送及洗淨設備 (第 1 圖参照)

1. 第 1. 2 高爐關係 4 本の上昇管より 2 本の下降管に合し、爐體の兩側に下降して 2 個の第 1 次除塵器を通過して 1 個の第 2 次除塵器に合流し、水封瓣を経て塔式洗淨機にかかり、更らにタイゼン洗淨室に行く。

第 1 次除塵器は、高さ 11.74m 胴徑 4.42m の圓筒内に縦に渦卷狀の板を施した Dyblie whirler で、第 2 次除塵器は、高さ 11.24m 胴徑 2.86m の空筒である。塔形洗淨機は Hurdle washer で、米國 Freyn 會社型を模倣したものである。有效高さ 19m 胴徑 4.6m 最上段に噴水ノズルを多數を有し、其の下に木製ハールドを數段架設したものである。

2. 第 3 高爐關係 輸送管系は大體上述と同様であるが爐頂から洗淨器迄全部厚さ 115mm の煉瓦裏附をしてある裏附の目的は鐵板を瓦斯の熱と灰に對して保護するのと、瓦斯の温度を塔形洗淨機迄保有し、洗淨で急冷を起させて洗淨効果を強化するにあるが、構造上崩落し易く今後は廢止する方針である。第 1 次除塵器は胴徑 7.0m 第 2 次除塵器は胴徑 5.5m 何れも底は 2 重ホッパーで其の間にダストを貯める。

塔形洗淨機はマッキー式で、洗淨排水の沈澱用にドーアシクナー有りて上澄水の循環をなす。マッキー洗淨機は徑 5.5m 高さ 28m ローター 6 段を有し各 25HP の電動機を備へ使用水量は瓦斯 1,000 m³ に就き 2.5~2.7 m³ で洗淨度は 0.3~0.2 gr/m³ である。還水用ポンプは水頭 28m の 60HP のもので水量は 6.99 m³/min である。

3. 瓦斯發生量と損失防止に就て

第 24 表 瓦斯分配案と実績

骸炭消費率	骸炭成分%		爐頂瓦斯		骸炭 1 吨 當り 瓦斯總發熱量 cal	
	灰分	固定炭素	m ³ /t coke	cal/m ³ gas		
計畫數字	1.000	12.0	85.00	4,000	900	3,600,000
10年度実績	1.009	12.67	84.67	3,980	908.8	3,617,024

羽口の風壓は 0.9 kg/cm² で相當な急速作業だから、其の餘壓と輸送管や洗淨機の抵抗が爐頂瓦斯壓力を高めて、各部の瓦斯漏洩を起す怖がある。爐頂各部の構造に注意して損失の減少に努めて居る。

第 25 表 瓦斯壓力と速度

爐號	爐頂瓦斯壓 水柱mm	瓦斯速度 m/sec		
		下 降 管	除 塵 器 内	第 1 瓦 斯 管
1	310	9	2.6	10
2	330	10	3.0	11
3	595	10	0.6	13
獨逸の大高 爐の普通	350	7	0.6	10

4. 瓦斯灰に就て 骸炭と焼結鑛から來るものが主で、
瓦斯灰は非常に多いが大體の分布は次表の如くである。

第 26 表 瓦 斯 灰 量

爐 號	爐頂瓦斯 灰 gr/m ³	塔形洗滌機		タイゼン 洗 滌 機	摘 要
		前	後		
1	45	15	0.4~0.5	0.02	第 1.2 高爐は下降管より タイゼン機迄の設備は 200 吨高爐設計の儘 塔形洗滌機は 第 1.2 高爐は Hurdle 式 第 3 高爐は McKle 式
2	45	18	0.4~0.5		
3	50	15	0.3~0.4		

爐頂瓦斯及塔形洗滌機以前の瓦斯灰量は、毎日切出す除
塵器の瓦斯灰、洗滌排水より掻き揚げるスライム、流水に
流れ去るもの、取扱損失等を合計し幾分の推定を加えた數
量である。

瓦斯灰は、除塵器は毎日切出し、スライムは定期的に掘
り揚げて、何れも選鑛工場に送還して焼結原料に配合する
發生量は原料狀況と操業速度とによつて常に變化する。第
14 表参照。

第 27 表 瓦斯灰分析 (昭和 10 年度平均)

爐號	FeO	Fe	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S	SO ₂	MnO	Ig-loss
1	18.63	43.69	0.974	3.37	0.489	0.044	0.359	19.65	0.369	13.83
2	17.02	42.67	0.963	3.29	0.538	0.042	0.293	19.69	0.437	15.40
3	18.38	44.67	1.160	3.01	0.567	0.047	0.214	19.67	0.544	12.76

5. 熱管理作業 昭和 6 年昭和製鋼所が銑鋼一貫作業を
開始すると同時に熱管理作業の必要を認め、先づ瓦斯利用

の融通性を開くため、骸炭爐は高爐瓦斯で加熱するオート
一式を採用した。

高爐瓦斯は全部を銑鐵工場で粗洗して熱管理所に輸送し
タイゼン洗滌機で 0.02 gr/m³ 以下の所謂マシン瓦斯程度
に洗滌し、骸炭瓦斯との混合瓦斯法を開始した。

昭和 10 年度の實績は出銑量 471,726 吨で、高爐瓦斯
發生總量は 1,888,359.9 × 10³ m³、平均發熱量は 908.8 cal/
m³ である、銑吨當り骸炭消費量は平均 1.009 吨で従て骸
炭吨當り發生量は約 3,980 m³ となる。

第 28 表 昭和 10 年度瓦斯分布狀況

	10 年度計	每 日	%
瓦斯發生總量	1,888,359.9 × 10 ³ m ³	5,173.6 × 10 ³ m ³	100.00
各所配給量合計	1,458,833.5 × 10 ³ m ³	3,996.8 × 10 ³ m ³	77.22
損失量合計	429,215.9 × 10 ³ m ³	1,175.9 × 10 ³ m ³	22.76
餘剩量	310.5 × 10 ³ m ³	0.85 × 10 ³ m ³	0.017
各所配給量中の 熱風爐使用量	477,394.4 × 10 ³ m ³	1,307.9 × 10 ³ m ³	25.28

損失 22.76% の中には熱管理所及び各使用ヶ所の都合でブリ
ーダーから放出したものを含む。

VII. 給 水 設 備

當所の水道設備は特徴有るもので、水源は首山及び千山
川で地下水に求め、湧水量に限度あるため節約を旨とし
て廻收に努め沈澱池と冷却池とで處理して數次循環使用す
る。

銑鐵工場の使用量は還水と新水とを合計して毎日約
65,000 吨で、銑鐵吨當り約 50 m³ に當る。

水の硬度は獨逸法で 10 度内外であるが、循環水を混用
するため種々の水滓を生じ易く、高爐一代の間には爐體冷
却装置一帶の通水状態は著しく不良となる。

高爐には 2~2.5 kg/cm² の壓力で通水して居る。(昭和
11 年 8 月 1 日現在記)