

# 鐵 と 鋼 第十八年 第十二號

昭和七年十二月二十五日發行

## 論 說

### 八幡製鐵所洞岡第一鎔鑪爐内形の決定に就いて

(日本鐵鋼協會 第8回講演大會講演)

山 岡 武<sup>1)</sup>

江 口 貞 吉<sup>2)</sup>

#### 目 次

- I. 緒 言
- II. 八幡製鐵所 鎔鑪爐使用原料成品並に歐米各地鎔鑪爐々内形
- III. 鎔鑪爐の内容積
- IV. 鎔鑪爐の高さ
- V. 爐床の直徑及び高さ
- VI. 朝顔の角度、高さ、直徑及び爐腹
- VII. シヤフトの角度、高さ及び爐口の直徑
- VIII. 結 論

#### I. 緒 言

こゝ數年來世界各國に於て産業の合理化、工場  
の合理化等が盛に唱導せられ、我が八幡製鐵所に  
於ても絶えず工場作業の合理化を企て、其の合理  
化計畫の一部として去る昭和2年の末新に洞岡に  
500 吨鎔鑪爐6基年産鉄 100 萬吨の製鉄工場  
を建設するの議が決定し、内其の1基は翌昭和3  
年正月より設計に着手し、同年8月基礎杭打工事  
を始め昭和5年6月17日作業を開始し爾來大  
なる故障もなく順調に作業を繼續し、目下毎日

500 吨から 600 吨位の平爐銑を作りつゝあり。

本篇は昭和3年4月洞岡第一鎔鑪爐の爐内形決  
定當時調査計算せる所を今回整理し尙作業開始後  
の實驗より二、三の感想を附加せるものである。

#### II. 八幡製鐵所鎔鑪爐使用原料成品 並に歐米各地鎔鑪爐の爐内形

洞岡第一鎔鑪爐の爐内形の決定に先だち八幡製  
鐵所に於て使用中の鎔鑪爐原料並に成品に就いて  
略述して置きます。

八幡製鐵所に於て使用せる原料鐵鑛石、滿俺鑛  
石、石灰石、雜原料並に骸炭は其の一例として第  
1表に示した様なものである。茲に掲げたるは特  
に本爐内形決定當時に参考とせる昭和3年度を示  
すものであるが、現在使用中のものも大差無いの  
である。

第1表に於て見るが如く鐵鑛の産地は概ね外國  
で、就中支那、南洋の赤鐵鑛が主である。これ等  
の赤鐵鑛中には多分の磁鐵鑛を混入し其の品位は

<sup>1)</sup>—<sup>2)</sup> 八幡製鐵所

第1表 鑄鐵爐使用各種原料分析表 昭和3年度

種類	產地	C.W	T.Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MnO	MgO	S	P	Cu	C	MFe	F.O	
鐵鑄石	褐鐵鑄	殷載 栗 I.	10.55	49.39	10.91	1.52	0.29	2.77	0.51	0.005	0.057	0.010			0.26
		〃 寧 II.	9.84	52.90	10.16	0.52	0.21	1.33	0.33	0.008	0.071	0.006			0.26
		〃	9.54	51.16	12.38	1.68	0.26	1.55	0.35	tr.	0.041	0.004			0.27
	赤鐵鑄	上 坡	2.32	64.47	1.62	2.78	0.14	0.20	0.31	0.019	0.186	0.013			1.85
		ケママン 上 坡	5.79	60.14	2.81	3.57	0.14	0.58	0.37	0.043	0.092	0.005			1.62
		象 鼻 山	3.60	63.03	1.39	1.35	0.38	0.29	0.41	0.026	0.163	0.018			2.41
		大 治	3.70	58.69	7.41	1.24	0.41	0.35	0.76	0.539	0.068	0.292			7.83
		大 平	2.20	61.07	5.53	2.35	2.18	0.24	0.38	0.059	0.792	0.005			11.00
		桃 冲	1.84	54.18	17.80	0.85	1.24	0.20	0.21	0.052	0.025	tr.			3.28
		利 原	1.24	52.91	19.17	1.35	0.32	0.22	0.40	0.012	0.135	0.002			2.43
安 岳	1.04	51.21	21.46	1.52	0.68	0.18	0.49	0.588	0.036	0.005			4.75		
〃	〃	3.12	44.26	25.08	2.40	2.04	0.14	1.14	1.341	0.032	0.005			5.44	
雜原料	銅滓	平均 滓		17.24	17.18	5.21	34.43	11.96	7.46	0.177	0.958	0.011			18.97
		爐 熱 爐		59.61	2.30	0.54	0.26	1.07	0.27	0.025	0.024	0.076			47.42
	燒結鐵	當所回轉爐		60.11	13.05	3.72	3.84	0.43	0.86	0.853	0.024	0.198	0.74	9.90	57.60
		日本鋼管納		57.60	11.43	1.04	1.65	0.17	0.61	0.162	0.034	0.208	0.11		3.67
	硫酸滓	各種混合		63.53	2.72	0.37	0.41	0.12	0.24	1.594	0.008	0.232			1.07
		大阪精鍊		56.16	11.24	0.56	1.83	0.25	0.72	1.209	0.020	0.229			1.00
		藤田鑛業		62.27	4.82	0.68	0.42	0.16	0.40	2.378	0.015	0.188			4.62
	紫鑄	日本人肥		61.69	2.98	1.22	0.73	0.22	0.42	2.928	0.022	0.317			3.61
		三井物產		61.38	4.39	0.86	0.87	0.41	0.25	2.949	0.064	0.245			6.53
	紫鑄	大阪精鍊		56.42	10.79	1.36	1.86	0.23	0.51	1.077	0.086	0.177			0.91
日本人肥			62.01	2.80	0.74	0.65	0.25	0.35	2.935	0.045	0.323			3.50	
大阪鋼管			60.16	8.97	0.61	1.46	0.17	0.55	1.475	0.018	0.239			4.52	

種類	產地	C.W	Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S	P	Cu	CO <sub>2</sub>		
滿僉鑄	外國產	トレンガ	7.83	19.13	30.94	7.19	3.40	0.27	0.68	0.040	0.104	0.135		
		廣陽	5.60	36.80	12.30	6.80	4.90	0.49	0.32	0.044	0.379	0.213		
		樂新平	5.68	19.43	22.73	15.99	2.06	2.49	0.41	0.041	0.041	0.074	3.62	
	內地產	各種混合	3.81	36.97	3.33	25.46	2.62	2.39	0.97	0.081	0.115	0.010		
		滿僉鑄		16.57	2.21	32.08	8.26	27.96	2.50	0.744	0.045	0.061		

種類	產地	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S						
石灰石	恒見探銅所混	55.45	0.04	0.07	0.46	0.010	tr.						

窯式	配合	Ash	Volatil Matter	Fixed C	Total S	in Ash 100%								
						SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	
一 黑田	二瀨松浦	70.30	20.66	2.52	76.82	1.97	55.40	7.43	28.00	5.51	1.18	0.18	0.314	0.900
	二瀨開平	60.30	19.30	2.75	77.95	1.56	53.70	8.17	28.96	5.49	1.21	0.15	0.223	0.309
二 黑田	二瀨松浦	60.10												
一 ソルベ	二瀨大	50.40	19.27	2.27	78.46	1.61	56.68	8.86	26.09	4.54	1.48	0.14	0.240	0.343
	二瀨大	40.10												
二 ソルベ	二瀨松浦	60.30	18.90	3.00	78.10	1.59	55.60	8.17	27.33	5.44	1.48	0.15	0.297	0.274
	二瀨松浦	30.10												
コッパース	二瀨開平	70.30	18.52	2.25	79.23	1.67	53.44	8.74	23.85	5.38	1.24	0.13	0.211	0.470

50%乃至 63% で還元の難易も様々である。

朝鮮産の安岳、利原は比較的還元困難で還元容易なる殷栗、載寧の褐鐵鑛は其の使用量微々たるものである、之等の鑛石は 70 mm 以下に碎きて用ひ、又粉状なる硫酸滓、紫鑛、瓦斯灰(フリウダスト)等は焼結工場にて焼結して用ふ。之等の外、壓延工場スケール、加熱爐滓も原料として用ふ。

滿庵鑛石中鑄鐵爐に使用するものは平爐に使用するものより品位低く、滿庵分約 35% 又は鐵分との合計 50% 位を含有するを普通とす。平爐滓は同滓中に含有せらるゝ鐵分、滿庵分、石灰分の回收上鑄鐵爐原料として上等のものである。只平爐滓中に含まるゝ磷分は鑄鐵爐内にて殆んど全部還元せられて銑鐵中に入り、而して其の銑鐵が平爐に至つて精鍊せらるゝ時、磷分は殆んど全部平爐滓中に入り再び鑄鐵爐に歸る。斯くの如くにして平爐滓中にある磷分は鑄鐵爐と平爐の間を往復するのみならず、絶えず新らしき鐵鑛石、骸炭、石灰石等より來る磷分を引き入れ同伴して其の量益々増加するを以て若し平爐滓を繰返し使用する時は著しく磷分の高きものとなり、遂にこれを利用して作れる銑鐵は磷分 0.5% を超過し製鋼業者の喜ばざる所となるを以て、平爐滓は或る程度にてこれを廢棄し、含磷量の少き新鮮なる (fresh) 平爐滓を使用するの要あり。銑鐵中に於ける  $Mn$  は平爐に於て大部分 slag off せらるゝのみならず、鑄鐵爐にては歩溜僅に 50% 内外にして、 $Mn$  は Ferro- $Mn$  として平爐又は鑄鋼鍋に入れる等、何れが果して有利なるや目下製鋼業者間に問題とせられつゝあり。

石灰石は珪酸分、磷分共に低く鑄鐵爐用として良好のものである。骸炭は二瀨原料炭 70% に對

して鹿町、開平、土威、本溪湖、高島等の配合炭を約 30% 混合せるものにして、下の規格に合格する如きものを目標として製造しつゝあり。

#### 骸炭の規格

大 小	灰 分	潰裂強度	氣孔率	固定炭分
30粒以上	18.5%以下	85%以上	41%以上	80%以上

以上の如き原料を使用して製出する銑鐵は凡て鹽基性製鋼用に供するものなれ共、製鐵所が昭和 2 年 11 月酸性轉爐製鋼法を中止する迄、鑄鐵爐に於ては酸性轉爐用銑鐵と鹽基性平爐用銑鐵とを同時に作る必要あり。前者は珪素 2.0% 前後を要求し、後者は出来るだけ珪素少き事を要求せり。斯かる兩様の要求に對して一種類の銑鐵を以てせるが故に、珪素の含有量に對しても徹底せる手段を講ずる能はざりしが、前述の如く酸性轉爐中止後、鑄鐵爐にては製鋼業者の希望の如く珪素の含有量 1% 以下を目標として研究を進め、今日にては要求の如き銑鐵を作り得るに至れり。

#### 銑鐵の規格

珪素含有量	1% 以下(0.5% 前後を最適とす)
硫黄含有量	0.06% 以下
磷含有量	0.5% 以下
滿庵含有量	1.5% 以上
銅含有量	低銅銑 0.1% 以下 高銅銑 0.1% 以上

銑鐵を造る際に生ずる鑄滓並に鑄鐵爐瓦斯等は、全部副産物として利用しつゝあるは周知の事實である。

扱て今回設計せむとする洞岡第一鑄鐵爐に於ても以上の如き原料を使用し、鹽基性平爐用銑鐵を造らむとするものにて其の能力は日産 500 噸の豫定である。

由來鑄鐵爐の爐内形の決定に當りては、新設工

場と類似の工場のデータを利用するを常とす。今回の爐内形の決定に當りても本所多年の實蹟より得たるデータを基準とし、これに歐米最新の傾向を加味せるものである。殊に昭和2年、鶉瀨銑鐵部長が歐米各地の銑鑛爐を視察して歸朝せられ専ら同部長の指揮の下に決定せるものである。

第8表より第11表迄は同部長が収集せられたる歐米各地銑鑛爐の爐内形の實例であるが、これに依つて見るも歐米各國が大體同一の傾向に進みつゝあるも、其の間各國共独自の傳統的習性のあるのを認めるのである。

### III. 銑鑛爐の内容積

銑鑛爐の内容積は爐内形の各部を決定して後確定するものなれ共、豫定の出銑量に對して略幾何の内容積を要するものなるやを豫め計算し置くは必要なるを以て今回の500噸銑鑛爐の設計に對しても其の所要内容積を算出し、而して他の部の設計の目標としたり。

銑鑛爐の内容積は次の式に依りて表す事を得。

$$V = vP$$

$V$  = 銑鑛爐の有効内容積

$P$  = 1晝夜の出銑量(噸)

$v$  = 1晝夜1噸の銑鐵を産出するに要する有効内容積

$v$  は銑鑛爐にて銑鐵を作る場合1晝夜1噸を作るに要する爐の有効内容積にして、是は次の如き色々の條件に依つて異なる。

(1) 爐の大小: 一爐が大きくなる程此の $v$ の値は小さくなる。例へば Osann 氏の與へたる96例を分類して見れば次の如し。

1晝夜の出銑量	$v$ (m <sup>3</sup> )	$v_m$ (平均値)
40 噸以下	4.25~6.72	5.21
41~60 噸	2.30~7.92	4.46
61~100 噸	1.70~4.70	2.86
101~200 噸	1.51~4.75	2.81
201~300 噸	1.05~2.82	2.12
300 噸以上	1.11~1.74	1.38

(2) 銑鑛爐原料の良否: 一同一銑鑛爐に於ても原料鐵鑛石が富鑛なるか、又は骸炭の性質良好なる時は出銑量多く、従つてそれより貧鑛なる場合又は粗悪なる骸炭を使用する場合に比して、 $v$ の値の小なるは明なる事實なり。

(3) 製造せむとする銑鐵の種類: 一製造せむとする銑鐵が爐内に於て比較的高熱を要し、爐内の降下時間 (Travelling time) 永き場合は一般に出銑量少く、従つて $v$ の値は大なり。例へば鑄物銑を作る場合には、鹽基性銑又はトーマス銑を作る場合よりも出銑量少く、 $v$ の値大なり。(Pavloff 氏 Iron and Coal trade review 1909; Simmerbach 氏 Stahl und Eisen 1914 参照)。

(4) 操業上の進歩: 一爐の構造並に操業上の進歩によりて著しく $v$ の價の減少せるは、先きの Simmerbach 氏の論文に於て1884年頃と30年後の1914年頃とを比較するに、同一の銑鐵に對して下記の如し。

銑鐵の種類	$v$ (1884年頃)	$v$ (1914年頃)
鑄物銑	5.5~7.0 m <sup>3</sup>	2.89 m <sup>3</sup>
鏡銑	4.5~5.5	2.22
鹽基性銑	3.5~4.5	1.31
トーマス銑	2.5~3.3	1.10~1.28

以上の表に於て見る如く30年後に $v$ の値は殆んど半減しつゝあり、之即ち銑鑛爐の構造及操作が進歩して爐内が有効に働きつゝある證なり。

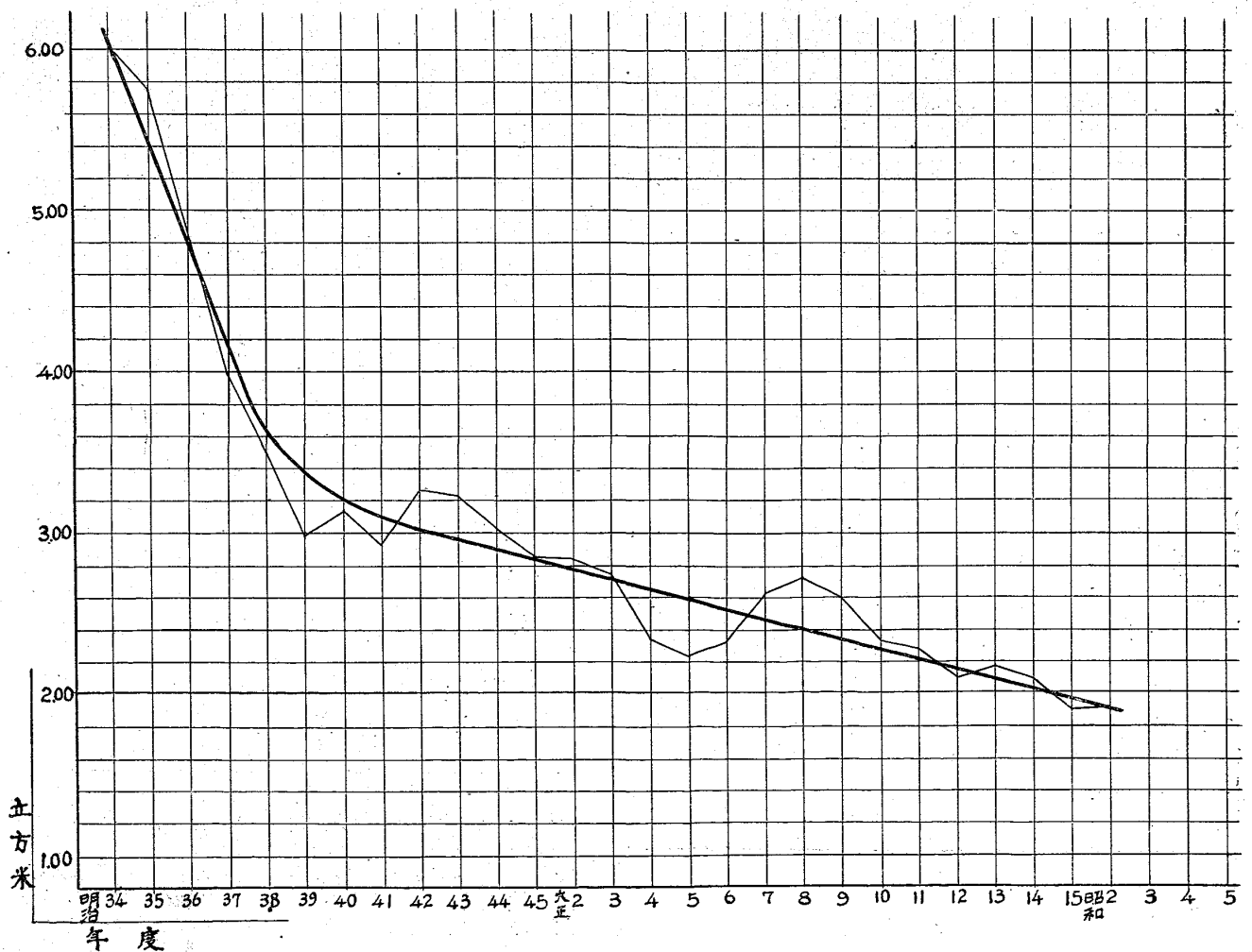
八幡製鐵所に於ける創業以來の實蹟を調査するも同様の傾向なり。

第 2 表 八幡製鐵所鑄鑪爐各年度銑鐵噸當り爐内容積 (m<sup>3</sup>)

年號	年度別	第 1 鑄鑪爐	第 2 鑄鑪爐	第 3 鑄鑪爐	第 4 鑄鑪爐	第 5 鑄鑪爐	第 6 鑄鑪爐	年度平均	年號	年度別	第 1 鑄鑪爐	第 2 鑄鑪爐	第 3 鑄鑪爐	第 4 鑄鑪爐	第 5 鑄鑪爐	第 6 鑄鑪爐	年度平均
明	34 年度	6.02						6.02	大	1 年度	2.74	2.48	3.32				2.85
	35 "	5.74						5.74		2 "	2.67	2.46	3.40				2.84
	36 "									3 "	2.65	2.28	3.71	2.34			2.75
	37 "	4.14	3.84					3.99		4 "	2.81	2.05	2.44	2.09			2.35
	38 "	3.28	3.67					3.48		5 "	2.22	2.17	2.31	2.26			2.24
	39 "	3.21	2.77					2.99		6 "	2.04	2.42	2.38	2.48			2.33
	40 "	3.30	2.96					3.13		7 "	2.50	2.83	2.66	2.51	2.66		2.63
	41 "	3.17	2.66					2.92		8 "	2.25		3.20	3.76	2.80		2.73
	治	42 "	3.64	3.02	3.14			3.26		9 "	2.32	2.56		3.01	2.51		2.60
		43 "	4.06	3.28	3.00			3.45		10 "	1.91	2.48		2.24	2.61	2.41	2.33
44 "		2.75	2.90				3.01	11 "	1.98	2.68	2.09	1.95	2.89	2.16	2.28		
45 "		2.85	3.22	3.18			3.08	12 "	1.79	2.52	1.88	1.88	2.33	2.20	2.10		
和	昭 1 年度						2.97	13 "	1.86	2.76	2.05	1.99	1.77	2.91	2.22		
	和 2 "							1.84	1.99	2.21	2.44	1.74	2.35	2.09			
									昭 1 年度	1.78	2.03	2.17	2.37	1.64	1.75	1.97	
									和 2 "	1.94	2.24	2.56	1.57	1.89	1.82	1.85	

註 同一爐にて同年度に 2 つの數字あるは修繕前と修繕後を意味す。

第 3 表 八幡製鐵所鑄鑪爐各年度銑鐵噸當り爐内容積 (m<sup>3</sup>)



即ち第2表に於て見るが如く、明治年間には1晝夜に1噸の銑鐵を作るに、爐の内容積は3m<sup>3</sup>乃至6m<sup>3</sup>を要したるも、大正年代には2m<sup>3</sup>乃至3m<sup>3</sup>となり、更に昭和年代には2m<sup>3</sup>以下となれり。

今回の500噸爐設計に當りては、從來の300噸爐等の實蹟を參酌し、原料の精撰、操業上の進歩等を見込みて銑鐵1噸當りの爐内容積を1.3m<sup>3</sup>と假定し

$$v = 1.3m^3/tonpig.$$

$$V = 1.3 \times 500 = 650m^3$$

爐の全容積は約650m<sup>3</sup>と決定せり。

#### IV. 銑鐵爐の高さ

銑鐵爐の高さを決定するに第一に考ふ可き事は使用す可き骸炭の性質なる事は歐米諸大家の意見の一致する所である。

銑鐵爐に装入せらるゝ全装入物を容積に就きて考ふる時は、其の60%乃至70%は骸炭である。例へば昭和3年3月10日頃の八幡製鐵所第一、第三、第四、第五、第六銑鐵爐の装入物の容積比を見るに次の如し。

第一銑鐵爐装入物容積比

品名	1回の装入量(kg)	1回装入量容積(m <sup>3</sup> )	装入物容積%
骸上桃	4,440	9.652	68.05
坡鐵	2,700	1.175	8.29
沖鐵	1,500	0.720	5.08
嶺鎮	600	0.233	1.64
大平	900	0.392	2.76
冶爐	500	0.310	2.19
硫廢	300	0.176	1.24
酸廢	100	0.063	0.44
二等	500	0.299	2.11
石南	1,772	1.108	7.81
洋滿	100	0.055	0.39
計		14.183	100.0

第三銑鐵爐装入物容積比

品名	1回の装入量(kg)	1回装入量容積(m <sup>3</sup> )	装入物容積%
骸上桃	4,400	9.652	66.38
坡鐵	2,700	1.175	8.08
沖鐵	1,000	0.435	2.99
嶺鎮	1,700	0.816	5.61
嶺鎮	500	0.195	1.34
載寧	600	0.359	2.49
厚板	100	0.040	0.27
平爐	400	0.248	1.70
硫石	300	0.221	1.52
常來	2,107	1.317	9.06
滿	105	0.082	0.56
計		14.540	100.00

第四銑鐵爐装入物容積比

品名	1回の装入量(kg)	1回装入量容積(m <sup>3</sup> )	装入物容積%
骸上桃	4,440	9.652	65.82
坡鐵	3,200	1.395	9.51
沖鐵	2,100	1.008	6.87
象鼻山	900	0.393	2.68
平爐	400	0.248	1.69
硫利	300	0.176	1.20
原鐵	300	0.125	0.85
細石	500	0.264	1.80
南洋	2,115	1.322	9.02
滿	150	0.082	0.56
計		14.665	100.00

第五銑鐵爐装入物容積比

品名	1回の装入量(kg)	1回装入物容積(m <sup>3</sup> )	装入物容積%
骸上桃	8,880	19.304	70.29
坡鐵	6,000	2.612	9.51
沖鐵	1,200	0.576	2.10
嶺鎮	600	0.233	0.85
象鼻山	2,200	0.958	3.49
平股	2,000	1.239	4.51
栗安	800	0.479	1.74
二等	600	0.300	1.09
石南	2,560	1.600	5.82
洋滿	300	0.164	0.60
計		27.465	100.00

第六銑鐵爐装入物容積比

品名	1回の装入量(kg)	1回装入量容積(m <sup>3</sup> )	装入物容積%
骸上桃	4,400	9.652	65.65
坡鐵	3,200	1.393	9.47
沖鐵	2,000	0.960	6.53

金嶺鎮	〃	600	0.233	1.59
象鼻山	〃	1,000	0.435	2.96
平 爐	滓	500	0.310	2.11
利 原	鐵 鑄	300	0.125	0.85
二 等	股	400	0.239	1.63
石 灰	栗	2,080	1.300	8.84
南 洋	滿 石 俵	100	0.055	0.37
計			14 702	100.00

以上の如く鑄鑪爐内装入物の容積の約6割乃至7割は骸炭にしてこれによつて如何にこの骸炭の物理的性状が鑄鑪爐内の物理的、並に化學的反應に影響せらるゝかは容易に想像し得らるゝのである。

骸炭の脆弱なる地方に於ては古來高い鑄鑪爐は不適當であるとされて居る。例へば獨逸、英國、米國等の實例を見るも、同一國內に於ても骸炭の堅きものを得る地方に於ては高き鑄鑪爐が建設せられ、反對に脆弱なる骸炭を使用する地方に於ては低き鑄鑪爐が建設せられ、其の地方地方の骸炭の性質によつて爐の高さが制限されて居る。

獨逸の例 (Hütte 1930, S. 416)

オーバーシレヂャ地方骸炭に對する鑄鑪爐内装入物の高さ	19m 迄
ラインランド、ヴェスト、フアーレン地方	〃 〃 29m 迄
ロートリンゲン地方	〃 〃 24m 迄
アメリカ	〃 〃 29m 迄

英國の例 (St. u. E. Nr. 24. 1925)

ダーラム骸炭に對する鑄鑪爐の高さ	27—28m
ヨーク・シヤイヤ骸炭	〃 〃 23—24m
デルビー・シヤイヤ骸炭	〃 〃 15—18m

米國の例

クリーブランド骸炭に對する鑄鑪爐の高さ	24.4—26m
クリーブランド優良骸炭	} 〃 〃 27.4—29m
ペンシルバニア骸炭	
コンネルスピレ骸炭	

以上の如く各國に於て其の地方地方の骸炭の模様によつて鑄鑪爐の高さは支配される。

八幡製鐵所に於て骸炭の硬度は潰裂強度を以て示し、潰裂強度 85% 以上を標準とし、鑄鑪爐が大きく高さが高くなるに従つて益々其の必要を痛感するのである。從來製鐵所に於ける最高の鑄鑪爐は 22.2 m にして、今回は爐の内容積より 24 m 位が適當と考へた。

Pavloff 氏の算式に従ひ

$$V = kD^2H$$

V = 鑄鑪爐の爐内容積

D = 爐腹の直径

H = 鑄鑪爐の高さ

k = 恒數 (今回は 0.555 とす)

$$650 = 0.555 \times \left( \frac{H}{3.4} \right)^2 H$$

$$H = \sqrt[3]{\frac{650 \times 3.4^2}{0.555}} = 23.82 m$$

以上の如くにして今回は爐の高さ 24 m と決定した。實際作業開始後 2 年餘りの實蹟を見るに、骸炭の潰裂強度 85% を降る時は直ちに爐況の變化を認めるのである。それで大なる鑄鑪爐には少くも潰裂強度 85% 以上を欲するのである。世界各國に於て鑄鑪爐は益々大となる傾向あり、今日米國の Standard は 1,000 吨と言はれ、我國に於ても 700 吨、1,000 吨爐の建設せられむとする機運にある時、我々は我國の事情を考慮して我が國の國狀に適する如き爐の構造及び、操業法を考へなければならぬものと思ふ。

V. 爐床の直径及び高さ

鑄鑪爐の Output を大きくする爲めに各國共に最初に試みられたるは、爐の高さを増したり内容積を大きくする事であつた。然しこの方法は其

の效果は餘り顯著ではなかつた。然し爐床の直径を大きくする事は非常に顯著なる效果があつて、鑄鑛爐の爐内形の決定上の一大進歩となつた。

それで近世式鑄鑛爐は Large hearth が其の特徴となつた。爐床の直径は次の式から算出される。

$$A \times R = c$$

A = Hearth area

R = Rate of combustion of coke per sq. m. of hearth area.

c = Coke burned in 24 hours.

d<sub>2</sub> = Diameter of hearth

$$A = \frac{\pi}{4} d_2^2$$

$$= \frac{\pi}{4} d_2^2 \times R = c \quad R = \frac{c}{\frac{\pi}{4} d_2^2}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{c \times 4}{R \times \pi}}$$

R に對して Pavloff 氏は次の數を與へて居る。

150~450ton Furnace R=18.8~26.1ton

500ton 以上 R=32.0ton

Pavloff 氏に従へば 500ton 爐に對しては、R=32t となるが、實際製鐵所に於ける今日迄の實例や米國の其後の例を見ればこれは少し大き過ぎる様に思はれる。如何となれば近世式の鑄鑛爐は著しく Hearth の area が増した事と骸炭消費率が下つた事の爲めに、Unit area に對する Rate of combustion は昔と大差なく 20t 内外が普通である。

第4表に於て見るが如く、製鐵所の骸炭燃焼率も一高一低であるが大體 19 t/m<sup>2</sup> となる。

骸炭の消費量を銑鐵 1 吨當り 1 吨とすれば、

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \times 1 \times 500}{19 \times \pi}} = 5.790m$$

第4表 八幡製鐵所各爐骸炭燃焼率 (kg/m<sup>2</sup>)

年度別	No.1 B.F.	No.2 B.F.	No.3 B.F.	No.4 B.F.	No.5 B.F.	No.6 B.F.	MEAN
明治34年	11.8						11.8
35	12.3						12.3
36							
37	16.4	18.6					17.5
38	19.0	18.7					18.9
39	17.7	20.0					18.9
40	17.5	20.0					18.8
41	18.9	23.3					21.1
42	16.4	20.4	14.7				17.2
	15.0						17.5
43	19.7	21.5	16.5				19.1
		18.4					16.8
44	16.8	16.1	15.0				16.0
大正 1年	16.1	17.3	13.8				15.7
2	16.6	17.9	14.0				16.1
3	16.2	19.1	14.0	16.8			16.5
4	16.3	20.4	16.1	17.9			17.7
5	16.1	20.6	17.6	17.5			18.0
6	17.0	19.8	18.0	17.6			18.4
7	15.2	19.5	16.5	18.0	16.8		17.2
8	16.9		13.7	16.5	16.0		15.8
9	15.7	15.3		14.7	16.3		15.5
10	18.4	16.0		17.3	15.3	14.8	16.8
11	17.5	15.0	17.6	18.4	13.3	15.9	16.3
12	18.6	16.3	18.7	19.5	14.9	17.0	17.5
13	18.1	18.3	17.6	17.7	17.7	13.0	17.4
		14.3					16.5
14	17.5	17.7	17.4	16.0	18.8	14.2	16.9
				15.0			18.5
昭和 1	19.2	18.3	18.3	18.5	20.7	19.3	19.1
			16.9				18.9
2	19.5	18.6	18.0	19.7	19.7	19.2	19.1

河村博士は鐵と鋼誌上(大正 14 年 8 月)に爐床の直径の計算上有益なる表を掲げられて居る。

$$d_2 = k \sqrt{c}$$

d<sub>2</sub> = 爐床の直径

c = 1 晝夜に於ける骸炭の消費量

k = 恒數

恒數 k は骸炭の燃焼率の方から言はず、風壓に依つて分類されて居る。

k=0.23 風壓 14~15lbs/□' の場合

k=0.24 " 11~13 " "

k=0.25 " 8~10 " "

k=0.26 " 6~7 " "



八幡製鐵所に於ける大正 7、8 年頃の操業にて、  
は、大きな爐にて風壓 7~8lbs 位であつたが昭和  
2 年の頃には既に 9~11lbs 位となつた。

今回の 500 吨爐に對しては 13~14lbs 位とな  
る見込である。(實蹟  $0.9 \sim 1.0 \text{ kg/cm}^2 = 13 \sim 14$   
 $\text{lbs/in}^2$ ) よつて恒數  $k$  は 0.23 又は 0.24 を取る  
が至當であるがこゝには安全を見て 0.24 とした。  
骸炭の消費量を 1 とすれば

$$d_2 = 5.366m$$

以上の如く  $d_2$  は 5.790 乃至 5.366m となる。  
今回は其の平均たる 5.6m と決定した。これを米  
國の鑄鑄爐の例に比すれば略相似たるものである  
が、獨逸の例に比すれば稍大である。獨逸は一般  
に原料たる骸炭、鑄石の品質及び大きさに注意せる  
結果、比較的小さい鑄鑄爐にて多くの出銑をなし  
て居り、大いに我々の参考とすべき點ではないか  
と思ふ。

爐床の高さ湯溜の深さは 1 回の出銑に對して生  
ずる鑄銑の全部並に、鑄滓の一部を貯藏して作業  
上差支へなきだけの容量を有するものでなくては  
ならぬ。1 回の出銑量並に鑄滓量は 1 晝夜の出銑  
回数によつて變化し、この 1 晝夜の出銑回数は湯  
溜の深さ及び、鑄鑄爐の日常作業の經常費と深き  
關係を有するを以て、出銑回数に就いて茲に一寸  
意見を述べて見たいと思ふ。

昭和 5 年 8 月以前は八幡製鐵所に於ては凡て  
1 晝夜の出銑回数は 8 回であつた。今回の 500  
吨爐を設計せる昭和 3 年頃も 1 晝夜の出銑回数  
は 8 回と言ふ豫定であつた。其の後出銑回数は少  
くした方が有利であると言ふので、今日では凡て  
6 回として居る。出銑回数を少なくする程勞力も少  
く出銑の際に用ふる耐火材料や蒸汽等も少く又出

銑の際に風壓を下げ放風する延時間も少く、従つ  
て出銑量は増加し消耗品は少くて濟むと言ふ結果  
となるのである。出銑 1 回に就き直接費は 20 圓  
位を要す。

然し出銑回数が少くなれば 1 回の貯藏量が多く  
なり貯藏せる鑄銑、鑄滓が爐底の煉瓦積に及ぼす  
壓力は大となり、従つて爐底並に湯溜周圍の煉瓦  
積や構造が益々丈夫に作られて居らなくてはな  
らぬ。

又これと同時に出銑口に用ふる耐火材料も吟味  
し、マッドガンも強力のものでなくてはならぬ。  
1 回の出銑量が多くなればこれを入れる鑄銑鍋車  
を大きくするか、又は臺車數を多くしなければな  
らぬ。鑄銑鍋車の數を増す事は新造並に修繕に比  
較的多くの經費を要するのみならず、鍋や鑄銑通  
路等に附着して冷銑となるものも多くなる、そこ  
で我々は出来るだけ大きな鑄銑鍋車を希望するの  
であるが、遺憾ながら日本の鐵道は狹軌の爲め、  
歐米の如き廣軌鐵道に用ふる様な大きなものを作  
るには多大の不便を感じるのである。米國にては  
1 日の出銑回数は、4 回乃至 5 回を普通として  
居る。我が國に於てこれに倣はむとすれば鍋、マ  
ッドガンの構造、マッドガン用の耐火材料等に付き  
て一層の研究を要すると思ふ。

前述の如く本設計當時八幡に於ける操業では 1  
日 8 回の出銑であつた。500 吨鑄鑄爐に於て 8  
回出銑とすれば 1 回約 63 吨であるが、出銑時  
間の遅延等にて 100 吨位は貯藏さるゝ事あるも  
のを見ねばならぬ。

鑄銑の比重を 7.1 とし湯溜の直徑を 5.6m と  
すれば、鑄銑の層の高さは 572mm となる。假り  
に 6 回の出銑とし 1 回に 120 吨位貯藏せらるゝ

事ありとすれば、この銑銑の高さは 686mm となる。出滓口の位置を決定する場合に出滓口の高さは、1 回の出銑に對する貯銑の層の高さよりも高く、而して尙多少の餘地がある様でなくてはならぬ。我等は先づ爐床の高さを算出し、而して後これに對して銑銑、銑滓の貯藏に對して充分なるや否やを檢査して決定した。

最近各國が如何なる種類の銑鐵を作るにも、一般に爐床の直徑を大とする傾向がある事は既に述べた所である。然し爐床の高さは其の割合に高くなつて居らぬ。例へば爐床の高さを N とし、爐床の直徑を  $d_2$  とする場合  $N/d_2$  の比は各國共に小さくなる傾向がある。

$$\text{Ratio } \frac{N}{d_2}$$

	1915~1923年頃 (河村博士調査)	1927年頃 (鶴瀨部長調査)
米國銑鐵爐の例	0.525	0.479
歐洲大陸地方銑鐵爐の例	0.639	0.536
英國銑鐵爐の例	0.770	0.737
八幡製鐵所の例	0.579	0.546
平均	0.628	0.575

以上の結果の如く  $N/d_2$  は小さくなつた。今 500 噸爐に對して、 $N/d_2=0.50$  とすれば、

$$N = 5.6 \times 0.50 = 2.8m \text{ となる。}$$

然し一般に N なる數字は湯溜の眞の底からではなく、出銑口の中心線から爐床の頂點迄の高さを表はすものであつて、出銑口の中心線から湯溜の眞の底迄の高さを多く取る時は、多少この數字に考慮を加へなくてはならぬ。そこで我等は尙 N を計算するに河村博士の計算法

$$N = \frac{Q \times \mu}{\frac{\pi}{4} d_2^2} + L$$

N = 爐床の高さ m

Q = 銑鐵爐 1 晝夜の出銑量

$\mu$  = 係數 0.11~0.14

鹽基性銑の場合 0.11 とす。

L = 羽口中心線以上爐床の高さ

300~500mm

今回は 300mm とす。

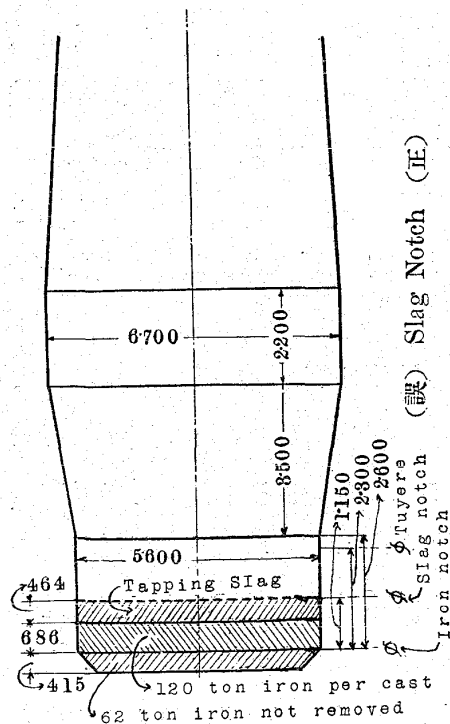
$$N = \frac{500 \times 0.11}{\frac{\pi}{4} (5.6)^2} + 0.3$$

$$= 2,533mm \div 2.6m$$

今回湯溜の眞の底は出銑口の中心線以下 415mm とし、是等を考慮して 2.6m を合理的と考へ 2.6m と決定す。この出銑口以下の部分に溜る銑銑約 62 噸は毎回の出銑には多少流出したり、又其の儘残る事もあるが大體其の儘残留して爐底の煉瓦の浸蝕等を防ぐに有效であると考へられて居る。

出滓口の高さは羽口の高さの約半分の位置に置

第 5 表 洞岡第一銑鐵爐  
湯溜内銑銑、銑滓貯藏狀況の圖  
但貯銑 120 噸の場合



くのが八幡の例である。今回は羽口の高さを 2.3m とし、出滓口の高さを 1.15m とした。扱て出滓口が 1.15m の高さにあるとして、出銑回数 8 回及び 6 回の場合

100 噸又は 120 噸の鑄鉄が貯藏されるとして、  
鑄鉄の面と出滓口の面との距離が幾何なるかを檢  
査すれば下の如くである。

100 噸貯鉄の場合

$$1,150 - 572 = 578mm \quad 8 \text{ 回出鉄}$$

120 噸貯鉄の場合

$$1,150 - 686 = 464mm \quad 6 \text{ 回出鉄}$$

この 464mm の間に貯溜さるゝ鑄滓量は約 50 噸  
にして、全體の鑄滓量 85 噸の 50% 以上にして  
普通 30% 内外を貯藏し得れば充分とされて居る。

實際作業として 6 回出鉄にて餘り不便は感じな  
い。結局爐床の直径は 5.6m、又出鉄口より爐床  
の高さは 2.6m、風羽口は 2.3m、出滓口は 1.15m  
と決定した。

### VI. 朝顔の角度、高さ、直径及爐腹

米國流の所謂 Rapid work が各國に普及する  
様になつてから、各國共に朝顔の角度は大きくす  
る様になつた Pavloff, Simmerbach, Ledebur  
氏等多くは 75° 内外を推稱して居るが、今日の操  
業法から考へると少し小さ過ぎる様に思はれる。

Pavloff,

1909 年頃の爐	75°
還元容易なる鑄石	78°
還元困難なる鑄石	72°

Simmerbach

鑄物鉄	70°~77 1/2°
ヘマタイト鉄	67°~76°
トーマス鉄	71°~76 1/2°
鹽基性鉄	70 1/2°~77°

Ledebur

75°

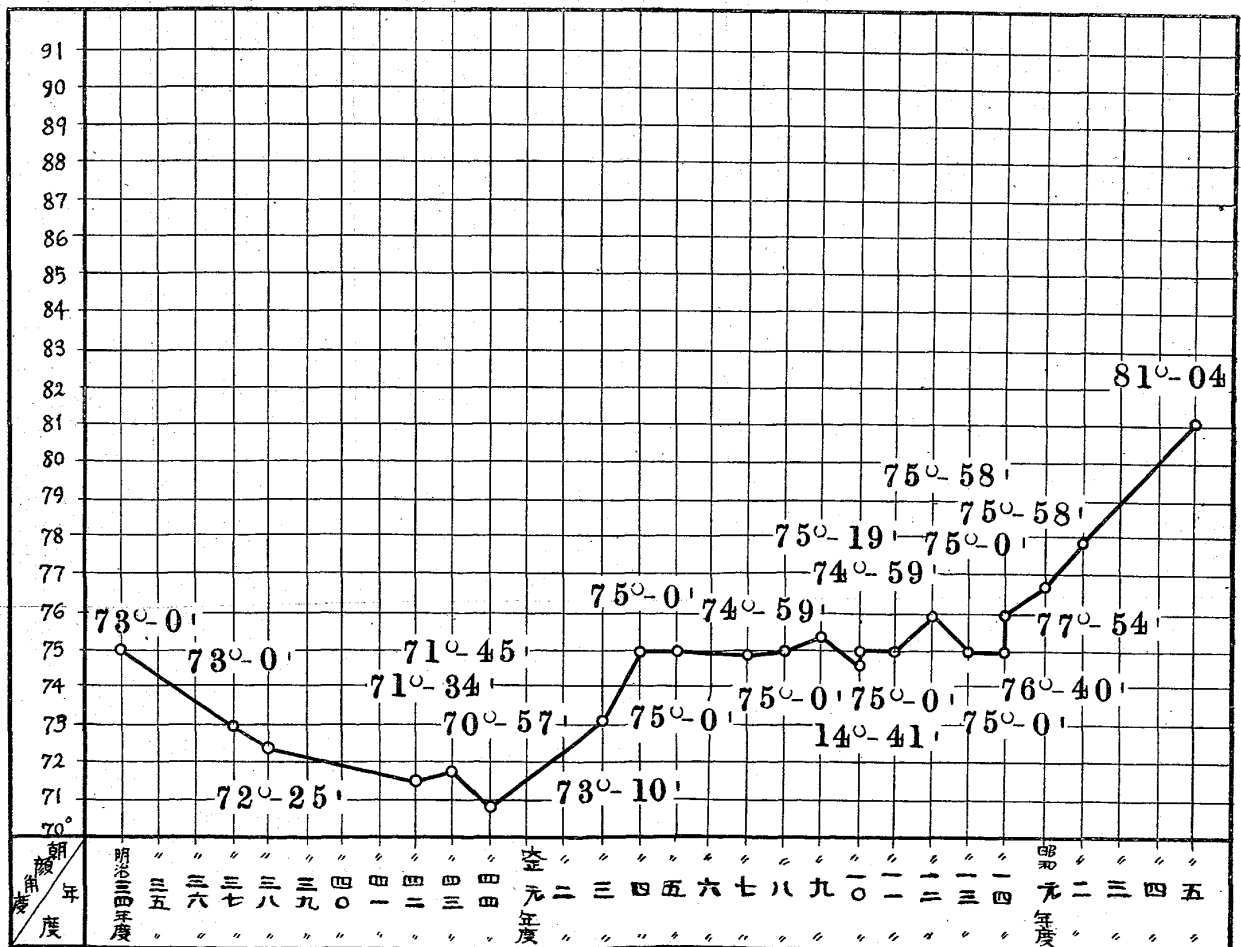
Osaun

75°~76°

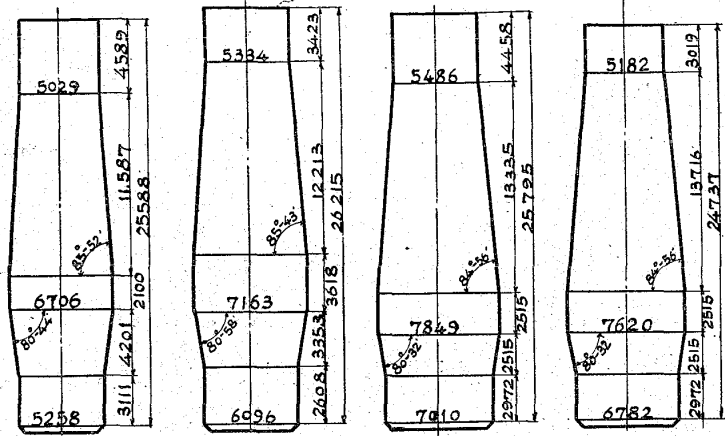
Forsythe

70°~80°

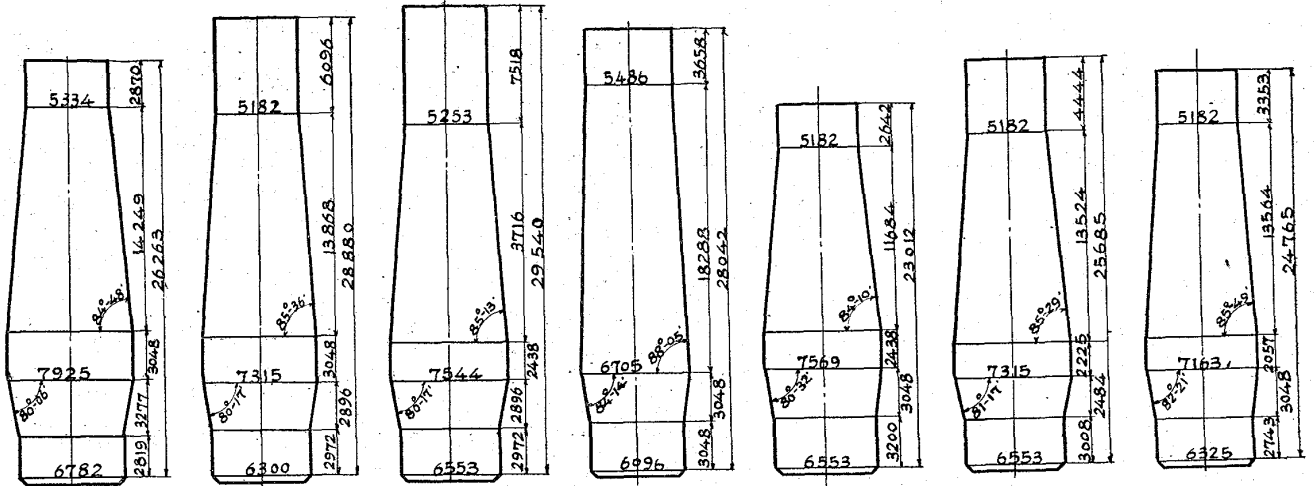
第 6 表 八幡製鐵所鑄鑄爐朝顔角度變遷圖



第 8 表



Lines of American Blast Furnaces		Inland Steel Co. Indiana Habor No.23	Inland Steel Co. Indiana Habor No. 4	Illinois Steel Co. South Works No.10	" No. 2
Effective Volume	V. $m^3$	666'959	820'767	921'799	834'821
Capacity Per 24 Hrs		610	610~711	711~965	915~965
Volume Per Ton Pig	$m^3$	1'093	1'346~1'154	1'296~0'955	0'912~0'865
Effective Height	H. $m$	25'588	26'215	25'795	24'737
Diameter of Boshes	D $m$	6'706	7'163	7'849	7'620
Ratio	H/D	3'815	3'660	3'286	3'246
Diameter of Hearth	$d_2$ $m$	5'258	6'096	7'010	6'782
Ratio	$d_2/D$	0'784	0'851	0'893	0'890
Height of Bosh From Bottom	h. $m$	7'312	6'961	5'487	5'487
Height of Hearth	N. $m$	3'111	3'608	2'972	2'972
Ratio	N/ $d_2$	0'592	0'592	0'424	0'438
Diameter of Stock Line	$d_1$ $m$	5'029	5'334	5'486	5'182
Ratio	$d_1/D$	0'750	0'745	0'699	0'680
Height of Shaft	$h_1$ $m$	11'587	12'213	13'335	13'716
Height of Bosh	P. $m$	4'201	3'353	2'515	2'515
Height of Belly	Q. $m$	2'100	3'618	2'515	2'515
Shaft Angle	$\beta$	85°-52'	85°-43'	84°-56'	48°-56'
Bosh Angle	$\alpha$	80°-44'	80°-58'	80°-32'	80°-32'
Tuyeres					
Ht. of Cylindrical Part of Top	$h_2$ $m$	4'589	3'423	4'458	3'019
Ht. of Tapping Hole Above Bottom	$m$				
Ratio	P/H	0'164	0'123	0'098	0'102
Ratio	P/D	0'626	0'468	0'320	0'330



Gary Works No. 9	No. 6	E. Furnaces	Carnegi Steel Co.	Lacka Wanna No H. J.	Weisten	Forsyth
953-887	884-230	931-080	809-022	770-264	801-319	758-188
864	600	721	558~640	675	—	—
1-104	1-474	1-291	1-450~1-264	1-141	—	—
26-263	28-880	29-540	28-042	23-012	25-685	24-765
7-925	7-315	7-544	6-705	7-569	7-315	7-163
3-314	3-948	3-916	4-182	3-040	3-511	3-457
6-782	6-300	6-553	6-096	6-553	6-553	6-325
0-856	0-861	0-869	0-909	0-866	0-896	0-883
6-096	5-868	5-868	6-096	6-248	5-492	5-791
2-819	2-972	2-972	3-048	3-200	3-008	2-743
0-416	0-471	0-454	0-500	0-488	0-459	0-434
5-334	5-182	5-253	5-483	5-182	5-182	5-182
0-673	0-708	0-698	0-818	0-685	0-708	0-723
14-249	13-868	13-716	18-288	11-684	13-524	13-564
3-277	2-896	2-896	3-048	3-048	2-484	3-048
3-048	3-048	2-438	—	2-433	2-225	2-057
84°-48'	85°-36'	85°-13'	88°-05'	84°-10'	85°-29'	85°-49'
80°-06'	80°-17'	80°-17'	84°-14'	80°-32'	81°-17'	82°-21'
2-870	6-096	7-518	3-658	2-642	4-444	3-353
0-125	0-100	0-097	0-109	0-132	0-655	0-330
0-411	0-395	0-383	0-454	0-402	0-097	0-123
					0-340	0-425

最近の鑄鐵爐はこれ等諸大家の與へたる數よりも大きく皆 80° 以上である。

朝顔の角度が小さい程装入物は朝顔附近に停滯する傾向が多く、従つて装入物の降下時間は遅くなる。爐内に高熱を保たしめるにはよいが、一方ハンギングの傾向を増すのである。それで爐内を高熱にする必要がある場合、例へば鑄物銑を造る場合とか還元し難い鑄石を多く用ふる場合には比較的朝顔の角度は小とする。扱て製鐵所に於ける場合は鑄石は餘り還元困難なる場合にも非ず、又作る銑鐵は鹽基性銑であるから、朝顔の角度は相當に大きくし得るのである。八幡製鐵所鑄鐵爐の朝顔の角度の變遷を見ると、第6表に示す如く75° 附近から一時 71° 位迄下り、再び75° に復し永く 75° が用ひられ更に暫増の傾向である。途中 71° に下つたのは一時朝顔の角度が大き過ぎると爐内装入物が降下し易く、爐内の熱が充分上らないと考へられたからである。然し其の後送風機の壓力も充分に出るし、骸炭の質もよくなり米國にて朝顔の角度を大きくした方がハンギングも少なく、出銑量も増すと言ふ事實を見て順次朝顔の角度は大きくなつた。今回は 80° 位が宜かろうと考へ、爐床の直徑や朝顔の直徑を Round number とする關係上 81° 4' 9" となつた。

作業開始後今日迄約2年の實蹟で殆んど大きなハンギングと言ふものがなく、1年に兩3回 Slip の續いた日があつたのみである。これは洞岡の骸炭が適切のものであると共に、朝顔の角度の大となつた事も原因して居るのではないかと思ふ。目下世界の内で最も朝顔の角度の大なるは 86° である。

米國にては將來尙大きくなつて遂には 90° 即ち

Vertical bosh の時代が來るかも知れないと言ふて居る人もある。

又朝顔の高さを低くする事は装入物の Traveling time を短縮するのに有效である。それで近來の鑄鐵爐は凡てこの高さを減ずる傾向である。例へば Brassert 氏が Modern American Blast furnace practice に擧げたる例を見ても約 50% 減じて居る。只こゝに一寸注意すべき事は朝顔の高さは減じても爐腹の高さは減少せず、同一 Capacity の爐に付いて見れば朝顔の高さと爐腹の高さとの和は略近似數を示す事である。

朝顔の高さの減じた事は 1915~1923 年頃(河村博士調査)と 1927 年頃(鶉瀨部長調査)を比較して解る。

H = 爐の有効高さ

P = 朝顔の高さ

D = 朝顔の直徑

d<sub>2</sub> = 爐床の直徑

區 別	1915年~1923年頃			1927 年頃		
	$\frac{P}{H}$	$\frac{P}{D}$	$\frac{d_2}{D}$	$\frac{P}{H}$	$\frac{P}{D}$	$\frac{d_2}{D}$
米國鑄鐵爐の實例	0.167	0.569	0.771	0.116	0.414	0.869
歐洲大陸	0.237	0.808	0.563	0.183	0.648	0.703
獨逸	—	—	—	0.158	0.575	0.738
英國	0.196	0.667	0.550	0.208	0.732	0.560
八幡	0.187	0.637	0.661	0.179	0.603	0.700
平均	0.197	0.670	0.636	0.169	0.594	0.714

以上の表に於て P/H 並に P/D に付きて兩氏の調査數値を比較すると何れも P の値が小さくなりつゝある事が解る。d<sub>2</sub>/D に付きて見れば各國共に大きくなりつゝある。即ち爐床の直徑が比較的大きくなりつゝあるを證明しつゝあり。我等は内外の傾向を考慮しつゝ

$$\frac{d_2}{D} = 0.835 \quad \frac{P}{D} = 0.537 \quad \text{とす。}$$

$$D = 5.600 \div 0.835 = 6.706 \div 6.700m$$

$$P = 6.700 \times 0.537 = 3.597 \div 3.500m$$

即ち朝顔の直径は 6.7m 朝顔の高さは 3.5m と決定した。

爐腹はシャフトと朝顔との間の圓筒部であつて装入物がシャフトの下部に来てこれより容積を減じ狭小なる朝顔の部分に入るに際し急に其の容積を變じ能はざるを以て、其の變化を圓滑にする爲めに兩 Cone の間に圓筒部を與へたものである。然しこの部分はあまり重要な意味のあるものではない。それで英獨等の爐の爐内形には今日尙この圓筒の部を認めずシャフトから直ちに朝顔部に連結して居るものもある。

然しかゝる爐内形の朝顔は必ず高くこの朝顔の上部の方が丁度爐腹の様な作用をして居るものと思はれる。それで近世の爐内形を見るに朝顔の低いものは爐腹の部分が長く、爐腹の部分の高いものは朝顔が低く其の兩者の和は同一 Capacity の爐に付きては餘り大差はない。其の和は凡そ 5m 乃至 6m である。今回は朝顔の高さを 3.5m とし爐腹の高さは 2.2m と決定した。

## VII. シャフトの角度、高さ及

### 爐口の直径

シャフトの角度を決定するには使用する鑛石の物理的性状、還元の難易、又は化學的成分等に就きて一應考慮しなければならぬ。されど當所に於ては從來常に 86° 内外の角度を與へたるも別にこの角度の不當なりしが爲めに特に故障を起したと思はれる事はない。必竟當所に用ふる鑛石は第 2 項に於て述べし如く赤鐵鑛が主にして磁鐵鑛、

褐鐵鑛がこれに次ぎ褐鐵鑛を多く用ふる工場の如く Carbon deposition 等の現象が明瞭に現はれる事なき爲めである。

褐鐵鑛や粉鑛を多く用ふる工場に於ては大いに此の角度も考慮しなくてはならぬ。今回は我々は從來の成績を考慮して 86° 内外と決し尙朝顔直径、爐口直径との關係上 86° 44' となれり。

爐口の Stock line diameter を決定するに當りて考ふ可きは第一装入物の均一なる分布第二に Flue dust を少くする事である。均一なる分布をなすには爐口装入線の直径と装入鐘の直径との關係が重要にして、從來其の差が 4ft = 1.220m 位が適當と考へられて居る。今回も爐口装入線の直径を 5.1m とし Bell diameter を 3.9m とし其の差 1.2m とした。

装入鐘の直径は爐口装入線の直径を決定してから決定される。近來はこの Ratio に適當なる數を與へる様にするると共にそれよりも根本問題なる装入原料の大きさを出来るだけ揃へて餘りに大きいや小さいのがない様にするのがよいと考へられて居る。これは尤な事で装入物の粒が揃えば如何なる場合にも爐内の各部共均一に近い分布をなし得られるのである。

第二に Flue dust を少くする事に就きては近來各國の鎔鑛爐業者の間に色々と苦心されて居る。爐が大きくなるにつれて爐頂から出る瓦斯の容積も大きく温度も高く、従つて速力も高くなるので一層この點に注意される様になつた。今回も Flue dust を少くするため爐内形上 2 つの試をした。一つは爐口の直径を計算上よりも稍大きくした事と、第 2 には爐口の附近に圓筒部を作つた事である。元來爐頂の直径は朝顔の直径と關係深

きものにして朝顔直径との比によつて決せられる

Ratio = throat diameter / Bosh diameter = d1 / D

Ledebur ... 0.715

Pavloff ... 0.70~0.75

Simmerbach ... 0.61~0.81

Table with columns for year (1915-1923, 1927), country (USA, Europe, etc.), and ratio values.

以上の諸例から考ふる時 d1/D は 0.72 又は 0.73 を以て適當とす。

d1/D = 0.72 とすれば d1 = 4.824m

d1/D = 0.73 とすれば d1 = 4.891m となる。

今回は Flue dust を少くする目的を以てこれに約 300mm を加へて 5.1m と決定した。尙この外に爐口に 1.7m だけ圓筒部を作つた。

以上の如くフリーダストを少くするために色々考慮を加へて見たがやはり爐が大きくなつて單位時間に吹き込む送風量が多くなつた關係上昔の小さい鑄鐵爐よりは、爐頂瓦斯の速力が高くフリーダストも多くなつた。

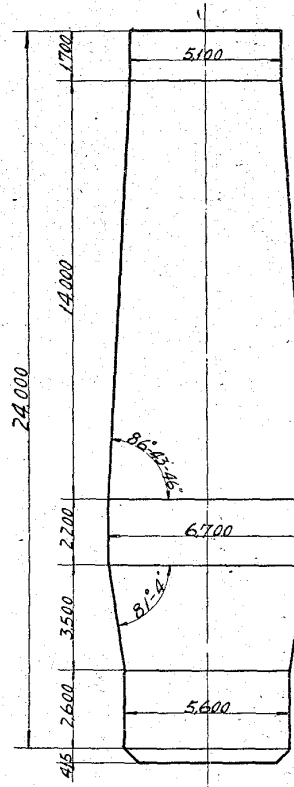
話は餘談に渡つたが兎に角爐口の直径は 5.1m

としシャフト角度は 86° 44' とし爐口部に 1.7m の圓筒部を作り、此れ等より計算してシャフトの全高は 14m と決定した。

VIII. 結 論

以上の如き計算の結果第 7 表に示す如き爐内形を決定した。

第 7 表 洞岡第一鑄鐵爐々内形



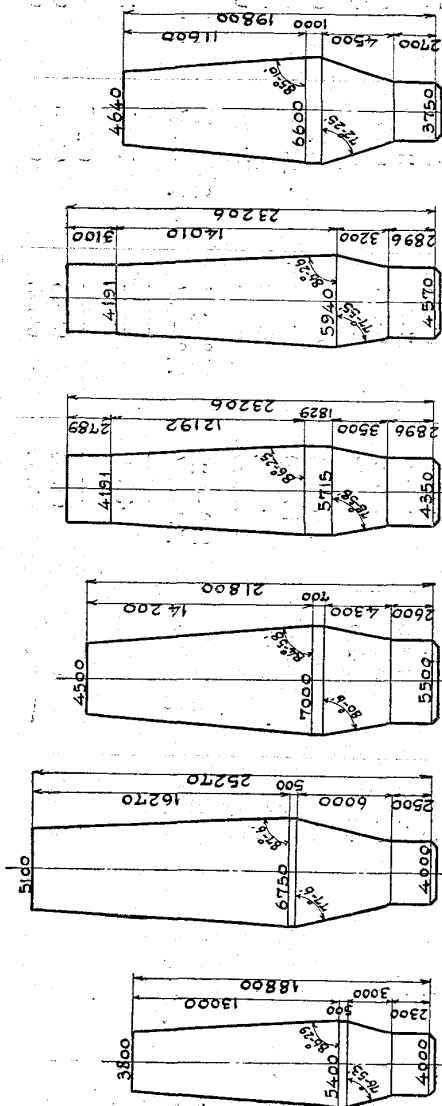
- 爐床の直径 5'600m
爐腹の直径 6'700"
爐頂の直径 5'100"
爐床の直径 2'600"
朝顔の高さ 3'500"
爐腹の高さ 2'200"
シャフトの高さ 14'000"
爐頂圓筒部の高さ 1'700"
爐の全高 24'000"
出銑口以下 0'415"
爐内全容積 667 cb.m

爐内形を決定して後爐の周壁なる耐火煉瓦積、鐵骨の設計を終り昭和 3 年 8 月基礎抗打工事を開始し約 2 年の後昭和 5 年 6 月 17 日愈火入式を舉行し爾來順調なる作業を繼續し1ヶ月 15,000 ton 乃至 18,000 ton を製出し骸炭の消費率、珪素の含有量も最初稍高かりしが現今にては前者は 0.93 乃至 0.95 ton、後者は 0.4% 乃至 0.6% となり。

本稿を結ぶに當り野田技監、河村博士、鶴瀬部長並に本爐の築造及び操業に従事せらるゝ諸兄に深甚の謝意を表す。

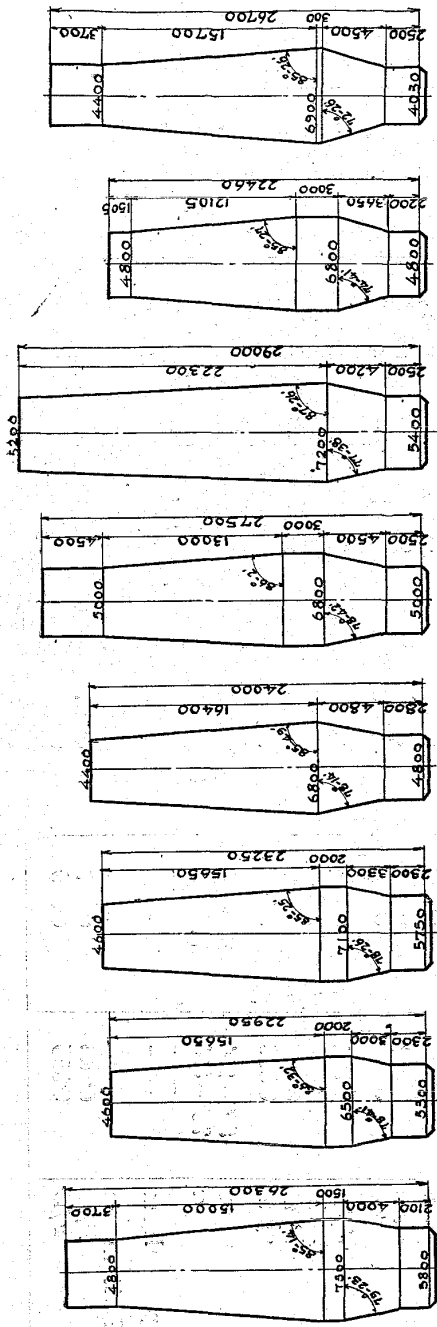


第 9 表



Lines of European Continental Blast Furnaces	Inlien Hütte Near Bantoen	Checko Slovakia	Checko Slovakia	Checko Slovakia	Holand Jimuden	Holand Jimuden	Clabecz Belgium No. 3.
Effective Volume	311'019	639'917	595'711	435'253	445'211	451'746	240
Capacity Per 24 Hrs.	250	—	—	—	—	—	19'800
Volume Per Ton Pig	1'244	—	—	—	—	—	6'600
Effective Height	18'800	25'270	21'800	23'206	23'206	23'206	3'000
Diameter of Boshes	5'400	6'750	7'000	5'715	5'940	5'940	3'750
Ratio	3'481	3'744	3'114	4'061	3'907	3'907	0'568
Diameter of Hearth	4'000	4'000	5'500	4'350	4'570	4'570	7'200
Ratio	0'741	0'592	0'786	0'761	0'769	0'769	4'640
Height of Bosh From Bottom	5'300	8'500	6'900	6'396	6'096	6'096	0'703
Height of Hearth	2'300	2'500	2'600	2'896	2'896	2'896	11'600
Ratio	0'575	0'625	0'473	0'666	0'634	0'634	4'500
Diameter of Stock Line	3'800	5'100	4'500	4'191	4'191	4'191	1'000
Ratio	0'704	0'756	0'643	0'733	0'706	0'706	85°-10'
Height of Shaft	13'000	16'270	14'200	12'192	14'010	14'010	72°-25'
Height of Bosh	3'000	6'000	4'300	3'500	3'200	3'200	—
Height of Belly	0'500	0'500	0'700	1'829	—	—	—
Shaft Angle	86°-29'	87°-6'	84°-58'	86°-26'	86°-26'	86°-26'	—
Bosh Angle	76°-53'	77°-6'	80°-6'	78°-58'	77°-55'	77°-55'	—
Tuyeres	—	—	—	2'789	3'100	3'100	—
Ht. of Cylindrical Part of Top	—	—	—	—	—	—	—
Ht. of Tapping Hole Above Bottom	—	—	—	—	—	—	—
Ratio P/H	0'160	0'227	0'197	0'151	0'138	0'138	0'227
Ratio P/D	0'555	0'889	0'614	0'612	0'538	0'538	0'681

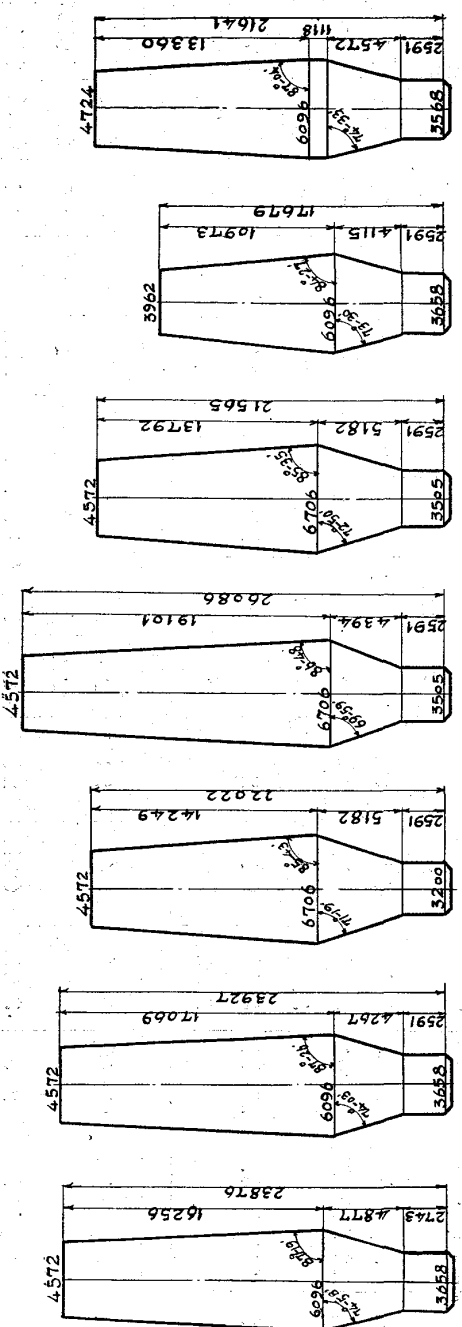
第 10 表



Lines of Germany Blast Furnaces	Gutthoff- ings Hütte	Illseder Hütte	Illseder Hütte	Mannesmann	Duisburg Meiderich	Gutthoff- ning Hütte Ofen. 7 (Tho- maseisen)	Ofen. 10 (Thomas)
Effective Volume	757-939	673-343	581-695	588-861	728-552	596-378	607-069
Capacity Per 24 Hrs	1,000	550	—	—	—	600-800	900
Volume Per Ton Pig	0.758	1.224	—	—	—	0.996-0.745	0.675
Effective Height	26-30.0	23-25.0	22-95.0	24-00.0	27-50.0	22-46.0	26-70.0
Diameter of Boshes	7-300	7-100	6-500	6-800	6-800	6-800	6-900
Ratio	3-603	3-275	3-531	3-529	4-044	3-303	3-870
Diameter of Hearth	5-800	5-750	5-300	4-800	5-000	4-800	4-050
Ratio	0-795	0-815	0-815	0-706	0-735	0-706	0-587
Height of Bosh From Bottom	6-100	5-600	5-300	7-600	7-000	5-858	7-000
Height of Hearth	2-100	2-300	2-300	2-800	2-500	2-200	2-500
Ratio	0-362	0-400	0-434	0-583	0-500	0-458	0-617
Diameter of Stock Line	4-800	4-600	4-600	4-400	5-000	4-800	4-400
Ratio	0-658	0-648	0-708	0-647	0-735	0-706	0-638
Height of Bosh	15-000	15-650	15-650	16-400	13-000	12-105	15-700
Height of Bosh	4-000	3-300	3-000	4-800	4-500	3-650	4-500
Height of Belly	1-500	2-000	2-000	—	3-000	3-000	0-300
Shaft Angle	85°-14'	85°-25'	86°-32'	85°-49'	86°-2'	85°-27'	85°-26'
Bosh Angle	79°-23'	78°-26'	78°-41'	78°-14'	78°-42'	74°-41'	72°-26'
Tuyeres	—	—	—	—	4-500	—	—
Ht. of Cylindrical Part of Top	3-700	—	—	—	—	1-505	3-700
Ht of Tapping Hole Above Bottom	—	—	—	—	—	0-247	—
Ratio	0-152	0-142	0-131	0-200	0-164	0-163	0-169
Ratio	0-549	0-465	0-460	0-700	0-662	0-583	0-650

第 11 表

Lines of English Blast Furnacs	Bolekw Vaughan & Co. Ltd. Near Midolcs Brough No. 1	" No. 3	" No. 4	" No. 6	" No. 7	Park Gate Works Rother Ham No. 3	Barrow He- matite Steel Co. New B.F.
Effective Volume	487.569	492.616	485.096	600.630	483.120	326.933	420.413
Capacity Per 24 Hrs	203	203	203	240	203	159	239
Volume Per ton Pig	2.402	2.427	2.390	2.503	2.013	2.562	1.734
Effective Height	23.876	23.927	22.022	26.086	21.565	17.679	21.641
Diameter of B. shes	6.096	6.096	6.706	6.706	6.706	6.096	6.096
H/D Ratio	3.917	3.925	3.284	3.900	3.216	2.900	3.550
Diameter of Hearth	3.653	3.658	3.200	3.505	3.505	3.658	3.568
Ratio	0.600	0.600	0.477	0.523	0.523	0.600	0.600
Height of Bosh From Bottom	7.620	6.858	7.773	6.985	7.773	6.706	7.163
Height of Hearth	2.743	2.591	2.591	2.591	2.591	2.591	2.591
Ratio	0.750	0.703	0.810	0.789	0.789	0.708	0.708
Diameter of Stock Line	4.572	4.572	4.572	4.572	4.572	3.962	4.724
Ratio	0.750	0.750	0.682	0.682	0.682	0.650	0.775
Height of Shaft	16.256	17.069	14.249	19.101	13.792	10.973	13.360
Height of Bosh	4.877	4.267	5.182	4.394	5.182	4.115	4.572
Height of Belly	—	—	—	—	—	—	1.118
Shaft Angle	87°-19'	87°-26'	85°-43'	86°-48'	85°-35'	84°-27'	87°-04'
Bosh Angle	74°-58'	74°-03'	71°-19'	69°-59'	72°-50'	73°-30'	74°-33'
Tuyeres	—	—	—	—	—	—	—
Ht. of Cylindrical Part of Top	—	—	—	—	—	—	—
Ht. of Tapping Hole Above Bottom	0.204	0.204	0.235	0.168	0.204	0.233	0.211
Ratio	0.800	0.700	0.772	0.655	0.772	0.675	0.750

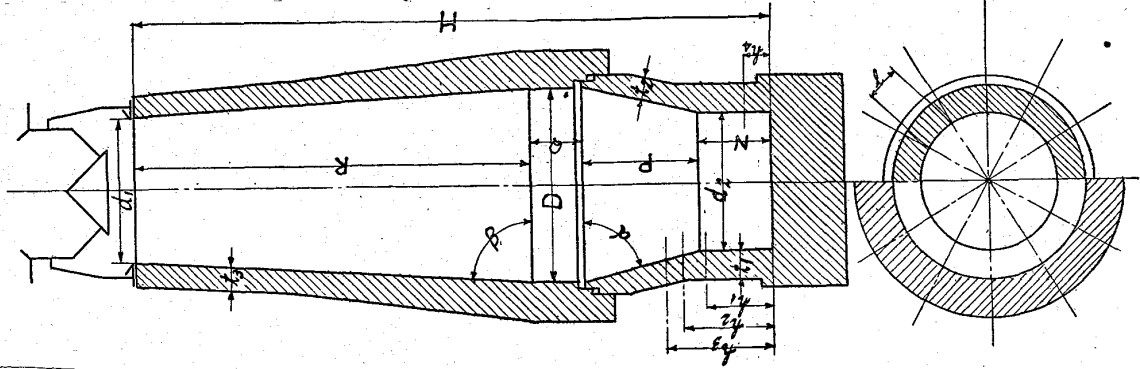


第13表 八幡製鐵所鑄鐵爐の形狀と内容積及出銑量 (其一)

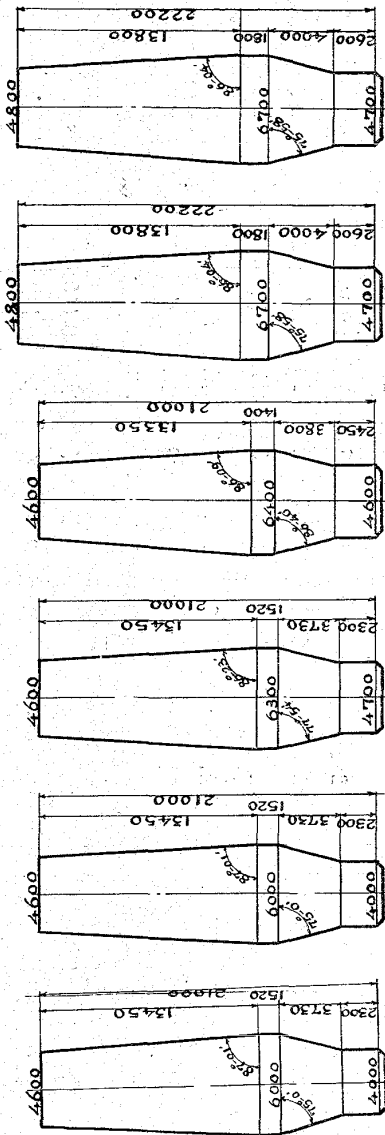
位置	爐號	改築	形式	操業			内容積と總出銑量				各部の寸法												
				吹入	吹止	日數	總出銑量	1日平均出銑量	立米	爐全容積	內出銑量	爐容積	H	R	Q	P	N	d <sub>1</sub>	D	d <sub>2</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	
本所	I	1期	鐵帶式	明治 34. 2. 5	昭和 36. 7. 28	538	41,135,251	76,460	493,900	0.155	6,460	19,500	10,080	1,520	5,600	2,300	4,600	7,000	4,000	1,250	0,760		
		2"	"	37. 4. 6	37. 4. 24	18	202,940	11,274	499,800	0.023	42,558	"	"	"	"	"	"	"	3,600	1,450	"		
		3"	"	37. 7. 23	43. 6. 2	2,140	309,388,182	144,574	"	0.301	3,319	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		
		4"	"	43. 10. 29	4. 4. 16	1,630	264,463,056	162,247	440,000	0.369	2,712	"	"	11,280	"	4,400	"	"	6,500	"	0,760	"	
		5"	"	5. 5. 8	7. 12. 23	959	192,570,490	200,803	444,600	0.452	2,214	"	"	13,450	"	3,730	"	"	6,000	4,000	0,970	0,750	
		6"	"	8. 4. 5	12. 12. 5	1,705	370,461,796	217,280	"	0.489	2,046	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,980	"
		7"	"	13. 9. 23	5. 12. 26	2,385	557,902,610	244,159	"	0.549	1,821	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	II	1"	鐵帶式	明治 38. 2. 23	44. 6. 7	2,295	254,830,968	111,037	337,800	0.329	3,042	19,500	10,980	1,520	4,700	2,300	4,600	5,600	2,800	1,250	0,760		
		2"	"	44. 10. 6	8. 3. 17	2,719	503,003,512	184,996	440,700	0.420	2,382	"	11,480	"	4,200	"	"	6,500	3,600	0,850	"		
		3"	"	9. 5. 3	13. 6. 30	1,519	269,369,310	177,333	457,800	0.387	2,582	21,000	13,480	1,020	"	"	"	6,200	4,000	0,950	"		
		4"	鐵帶式	14. 1. 6	5. 12. 5	2,159	482,627,690	223,542	444,600	0.503	1,989	"	13,450	1,520	3,730	"	"	6,000	"	"	"	"	
		1"	鐵帶式	明治 42. 10. 18	3. 7. 22	1,738	263,184,222	151,429	489,600	0.309	3,233	21,000	12,900	1,500	4,200	2,400	4,600	6,600	3,800	4,200	0,970	0,760	
		2"	"	4. 3. 30	9. 1. 23	1,760	340,789,730	193,631	493,000	0.393	2,546	"	11,700	2,230	4,670	"	"	6,500	4,000	"	0,970	"	
		3"	"	11. 7. 14	2. 7. 10	1,822	387,514,190	212,686	444,600	0.478	2,090	"	"	"	"	"	"	6,300	4,700	0,950	"	"	
IV	1"	鐵帶式	明治 42. 11. 24	9. 9. 10	2,325	500,557,460	215,294	521,500	0.413	2,422	21,000	12,680	1,520	4,300	2,500	4,600	6,800	4,200	0,970	0,760			
	2"	"	3. 4. 30	9. 10. 12	1,634	396,777,220	242,826	501,200	0.434	2,064	"	13,280	1,020	4,200	"	"	6,600	4,300	0,950	"			
	3"	鐵帶式	15. 10. 6	5. 5. 12	2,330	293,245,500	226,795	594,800	0.381	2,623	22,200	13,640	1,860	4,100	2,600	4,800	6,900	4,700	0,970	0,760			
	1"	鐵帶式	明治 7. 12. 16	11. 7. 1	1,393	730,799,720	313,648	573,300	0.547	1,828	"	13,800	1,800	4,000	"	"	6,700	"	"	0,950	"		
	2"	"	12. 12. 25	5. 5. 12	2,358	341,875,610	251,749	594,800	0.423	2,363	22,200	13,640	1,860	4,100	2,600	4,800	6,900	4,700	0,950	0,760			
	3"	鐵帶式	大正 10. 4. 23	14. 1. 10	1,358	"	"	596,540	"	"	"	"	"	"	3,800	2,700	"	"	5,400	"	"		
	2"	鐵帶式	14. 9. 29	"	"	"	"	573,300	"	"	"	"	"	4,000	"	"	6,700	"	"	"	"		
洞間	I	"	"	昭和 5. 6. 17	"	"	665,700	"	"	24,000	15,700	2,200	3,500	2,600	5,100	6,700	5,600	0,950	0,760				
	III	1"	鐵帶式	大正 13. 11. 24	4. 10. 1	1,771	484,651,530	273,660	576,300	0.475	2,105	22,200	13,700	1,700	4,300	2,500	4,800	6,800	4,500	0,970	0,760		
		2"	鐵帶式	昭和 5. 2. 5	"	"	598,896	"	"	"	"	22,100	13,800	"	4,000	2,600	"	6,700	4,900	0,900	"		
	IV	1"	鐵帶式	大正 8. 5. 10	13. 12. 22	2,009	251,255,944	125,065	366,330	0.341	2,929	19,810	11,660	1,750	3,960	2,440	4,140	5,740	3,660	0,640	0,900		
		2"	鐵帶式	昭和 2. 3. 31	5. 12. 5	1,345	295,957,080	220,042	425,094	0.518	1,932	20,600	13,000	1,500	3,800	2,300	4,400	6,000	4,000	0,850	0,760		

第13表 八幡製鐵所鑄鑪爐の形狀と内容積及出銑量 (其二)

位置	爐號	改築	形式	各部の寸法						羽口數		各部寸法の割合								
				t <sub>3</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>	l	d	β	通常	非常	H/D	d <sub>1</sub> /D	d <sub>2</sub> /D	R/H	Q/H	P/H	N/H
本所	I	1期	鐵帶式	0.760	1.900	2.900			1.570	75°	83°-13'	8	2.786	0.657	0.571	0.517	0.078	0.287	0.118	
		2"	"	"	"	"	"	1.410	73	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
		3"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
		4"	"	2.600	3.250			"	71°-45'	85°-11'	4	3.000	0.708	0.554	0.578	"	0.226	"	"	
		5"	"	2.100	3.100	3.600		1.260	75°	87°-01'	5	3.500	0.767	0.667	0.640	0.072	0.178	0.110	"	
		6"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
		7"	"	"	"	"	1.050	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	II	1"	鐵帶式	0.760	1.900	2.900			1.100	72°-25'	87°-23'	8	3.482	0.821	0.500	0.563	0.078	0.241	0.118	
		2"	"	"	"	3.400		1.410	70°-57'	85°-16'	4	3.000	0.708	0.554	0.589	"	0.215	"	"	
		3"	"	2.100	3.100	3.600		1.570	75°-19'	86°-36'	"	3.387	0.742	0.645	0.642	0.049	0.200	0.110	"	
		4"	鐵帶鐵皮折衷式	"	"	"	1.050		"	75°	87°-01'	4	3.500	0.767	0.667	0.640	0.072	0.178	"	
	III	1"	鐵帶式	0.760	2.000	3.000	3.500		1.490	71°-34'	85°-34'	8	3.182	0.697	0.576	0.614	0.071	0.200	0.114	
		2"	"	"	3.200	3.700		1.570	75	85°-21'	"	"	3.231	0.708	0.615	0.557	0.106	0.222	"	
		3"	"	2.100	3.100	3.600		"	"	87°-01'	"	"	3.500	0.767	0.667	0.640	0.072	0.178	0.110	
		4"	鐵帶鐵皮折衷式	"	"	"	1.050		1.480	77°-54'	86°-23'	10	3.333	0.730	0.746	"	"	"	"	
	IV	1"	鐵帶式	0.760	2.200	3.200	3.600		1.100	73°-10'	85°-02'	12	3.088	0.676	0.618	0.604	0.072	0.205	0.119	
		2"	"	"	"	"		1.130	74°-41'	85°-42'	"	"	0.697	0.652	0.632	0.049	0.200	"		
		3"	鐵帶鐵皮折衷式	"	"	"	1.150		1.200	76°-40'	86°-09'	6	3.281	0.719	0.719	0.636	0.067	0.181	0.117	
	V	1"	鐵帶式	0.760	2.300	3.300	3.800		1.230	74°-59'	85°-36'	12	3.217	0.696	0.681	0.614	0.084	0.185	0.117	
		2"	"	"	3.500	"		1.480	75°-55'	86°-04'	5	3.313	0.716	0.701	0.622	0.081	0.180	"		
		3"	鐵帶鐵皮折衷式	"	2.400	3.600	"	"	1.410	80°-18'	"	12	3.299	"	0.806	0.624	0.082	0.172	0.122	
VI	1"	鐵帶式	0.760	2.300	3.300	3.800		1.480	74°-59'	85°-36'	10	3.217	0.696	0.681	0.614	0.084	0.185	0.117		
	2"	鐵帶鐵皮折衷式	"	"	3.500	1.200		"	75°-58'	86°-04'	"	3.313	0.716	0.701	0.622	0.081	0.180	"		
洞岡	I	1"	"	0.760	2.300	3.500		1.470	81°-04'	84°-44'	6	3.582	0.761	0.702	0.654	0.092	0.146	0.109		
戸	III	1"	鐵帶式	0.760	2.300	3.400	3.900		1.100	75°-03'	85°-50'	12	3.266	0.706	0.662	0.617	0.077	0.194	0.113	
		2"	鐵帶鐵皮折衷式	"	3.300	3.800	"	1.510	77°-12'	86°-06'	10	3.500	0.716	0.731	0.625	"	0.181	0.118		
畑	IV	1"	鐵皮式	0.640	1.980	2.900	0.860		1.400	75°-27'	86°-09'	8	3.451	0.722	0.637	0.589	0.088	0.200	0.122	
		2"	"	0.680	2.100	3.100	1.000		1.640	75°-15'	86°-21'	"	3.433	0.733	0.667	0.631	0.073	0.184	0.112	

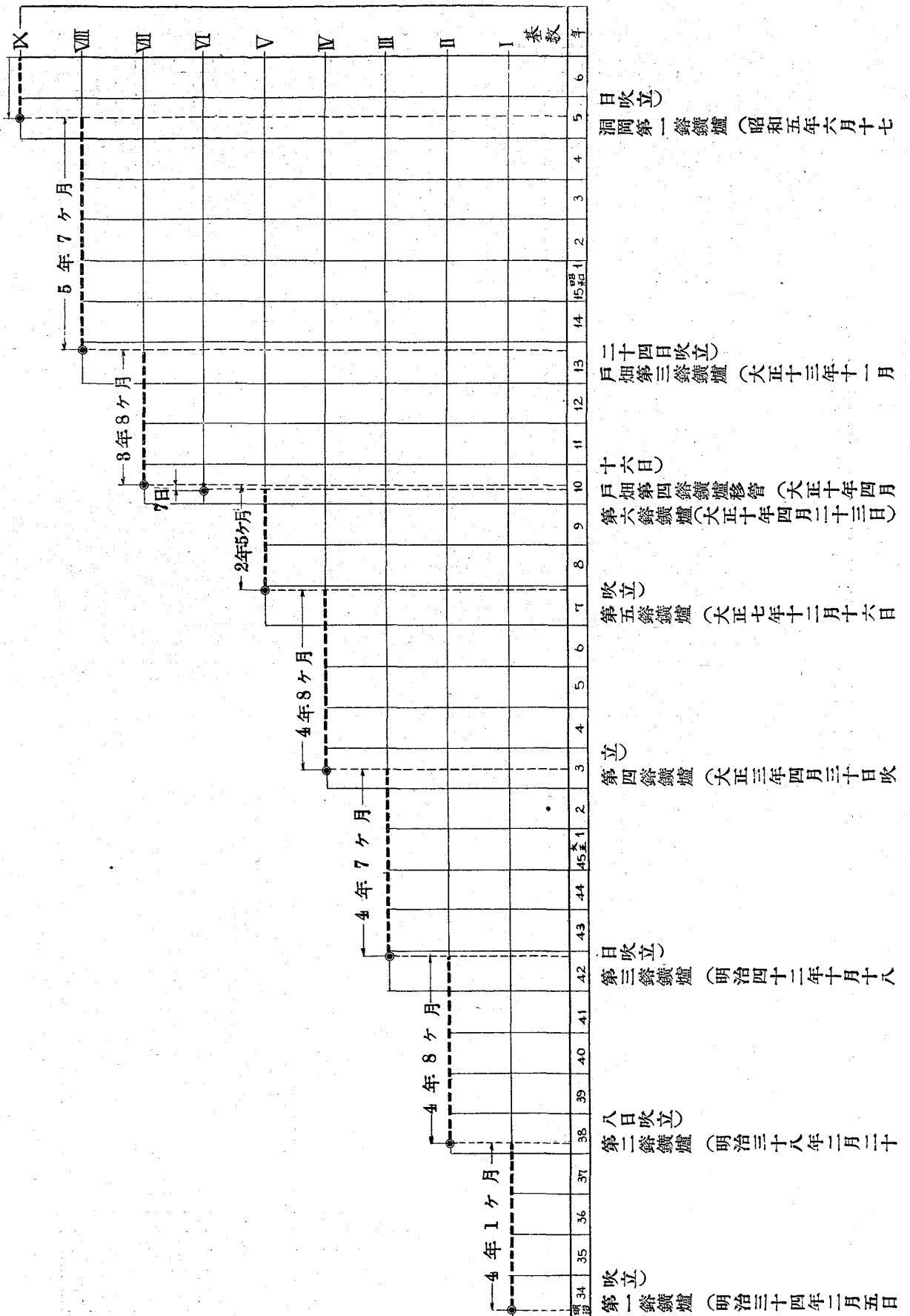


第 12 表



Lines of Yawata Blast Furnace	No. 1 Blast Furnace	No. 2 Blast Furnace	No. 3 Blast Furnace	No. 4 Blast Furnace	No. 5 Blast Furnace	No. 6 Blast Furnace
Effective Volume	444'600	444'600	492'792	496'800	573'300	573'300
Capacity Per 24 Hrs	248'689	218'999	320'000	320'000	348'566	327'909
Volume Per Ton Pig	1'788	2'030	1'540	1'553	1'645	1'749
Effective Height	21'000	21'000	21'000	21'000	22'200	22'200
Diameter of Boshes	6'000	6'000	6'300	6'300	6'700	6'700
Ratio	3'500	3'500	3'333	3'281	3'313	3'313
Diameter of Hearth	4'000	4'000	4'700	4'600	4'700	4'700
Ratio	0'667	0'667	0'746	0'719	0'701	0'701
Height of Bosh From Bottom	6'030	6'030	6'030	6'250	6'600	6'600
Height of Hearth	2'300	2'300	2'300	2'450	2'600	2'600
Ratio	0'575	0'575	0'489	0'533	0'553	0'553
Diameter of Stock Line	4'630	4'600	4'600	4'600	4'800	4'800
Ratio	0'767	0'767	0'730	0'719	0'716	0'716
Height of Shaft	13'450	13'450	13'450	13'350	13'800	13'800
Height of Bosh	3'780	3'730	3'730	3'800	4'000	4'000
Height of Belly	1'520	1'520	1'520	1'400	1'800	1'800
Shaft Angle	87°-01'	87°-01'	86°-23'	86°-09'	86°-04'	86°-04'
Bosh Angle	75°-0'	75°-0'	77°-54'	86°-40'	75°-58'	75°-58'
Tuyeres	10	8	10	12	10	10
Ht. of Cylindrical Part of top	$h_1$	$h_1$	$h_1$	$h_1$	$h_1$	$h_1$
Ht of Tapping Hole Above Bottom	$m$	$m$	$m$	$m$	$m$	$m$
Ratio	0'178	0'178	0'178	0'181	0'180	0'180
Ratio	0'621	0'621	0'592	0'593	0'596	0'596

第14表 八幡製鐵所鑄鐵爐新設年代圖表



第 15 表 昭和 6 年度洞岡第一鑄鐵爐作業實蹟圖表

