

# 翻譯

## 高爐寸法の決定(II)

M. M. A. Pavloff

石山一狼譯\*

### II. 高爐寸法の決定

高爐寸法を決定するには先づ次の諸件を解決せねばならない。豫定生産量を得る爲には爐高と爐容積を如何程にすべきか？ 或は反對に與へられたる條件に對し、最も有利なるべき爐形と爐高に於て生産量は如何程になるべきか？

この充分な解決は困難である。唯運轉狀態を從來の爐と同じくし原料の性質と生産銑の化學成分が分つたとした時の爐容と生産量との關係が分れば解決出来る。

古い工場の爐を修繕或は改造するやうな場合でも、現存金屬補強材の事や爐の構造、寸法、諸設備の強さ、改造或は修繕に要する期間等を知る要がある。此等の條件を知つた上で基礎寸法(湯溜徑、爐腹徑、爐高等)を任意に決定しなければならない時も多い。然しこの時も採り得る爐高はその使用原料によつて影響されるし、有效容積と生産量との關係も改造の計畫をたてる第一歩に於て爐寸法を決めるに役立つ。

#### A. 爐高

高爐設計に當り最も重要なのは爐高の決定である。殊に生産量を最大ならしめる爲には爐高は大切である。爐高低きに過ぎれば生産量劣り高きに過ぎても爐況不規則になり勝ちで平均の生産量減ずる。他に稀に或る制限された生産量(つまり可能なる最大生産量より少いもの)の爐を造るのが必要の場合がある。この場合は普通爐の横の大きさを増加すれば多少なりとも生産量が増加するやうな高さを選定する。然しこの時でも爐の諸設備はこの爐高に對する最大生産量に相應するものを設くべきであつて、豫定生産量に相應する設備であつてはいけない。現代に於ても上の二つの場合の解決に迫られることが多いのである。

#### 1. 爐の有効高さ

爐口部の送荷床面と湯出口との距離を云ひ、コークスの機械的性質と殊に鑛石の性質によつて決定されるべきものである。高爐の燃料の性質は一定してないものであるが、普通の性質の燃料を用ひた場合今までのデータより次の如く有効爐高を制限する事が出来る。

- 木炭吹高爐** 軟質木炭(混合木、殊に松の多きものを爐で焼た木炭)に對しては 16.5m、電燒きの最良質木炭に對しては 18m。
- コークス吹高爐** Silesia の軟質コークス、現今尙作られて居る Donetz 流域のコークスより劣等なるコークスに對しては

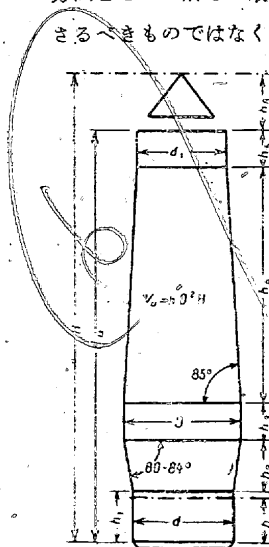
20~22.5m。普通のコークス(Donetz 流域のものを含む)で回轉筒試験で 280~300kg 迄はなれなかつたものに對しては 23~25m, Westphalia, Cleveland, Pennsylvania のコークスの如き良質のもの(回轉筒試験 300kg 以上のもの)に對しては 25.5~27m, Connelsville や Durham の最良のコークスに對し 27.5~28m の高さをを用ひる事は昔も今も米國などで行はれるけれども稀である。何故といふに、有效爐高 25m でも、平均 1,200t の生産を出す事が可能であるからである。

南部ロシアと東部 Pennsylvania で 1890~1900 年頃の無煙炭吹高爐は 12.2~22m の高さであつた。然しこれとても無煙炭にコークスを混合して用ひなければ調子が悪かつた。その混合割合は 1/2~1/7 (無煙炭)で爐高や燃料の費用によりこの割合は變化した。大體爐の低いものは無煙炭を多く用ひる事が出来た。木炭爐の場合は鑛石の性質は爐高の選定に當つて殆ど考慮を拂ふ必要がない。木炭は非常に有孔性で容積大なる爲め、鑛石が汚れて居ても(粉鑛多くとも)差支へないからである。唯木炭粉は困るコークス爐にありては粉鑛の量又は、爐内に於て發生する粉塵の量を考慮に入れる必要がある。前述の通りに粉鑛多き鑛石に對しては爐高を最小ならしめる必要がある。爐高大に過ぎれば爐況不規則になり勝ちで従つて平均生産量も悪くなる。然し爐高を減らしたり爐容積の利用率を減らしたりしないで今日では粉鑛を團結したり、コークスの質を向上させる方法をとつて居る。最大の爐高といふものは原料の質によつて選定されるべきものではなく、その工場の生産量即ちこの生産量を確實に

生産する爲に必要な爐數によつて決定されるべきものである。最高の高さ、最大の生産量の爐は決して最も經濟的に生産率が良いとは限らない。經濟的の種々の理由で生産量の制限されて居る工場では爐高も適當に制限した方が有利である。

#### 2. 爐の全高(第 57 圖H)

湯出口水準面と爐頂自動送荷装置の鐘の頂上との距離である。廢氣ガス管や送荷装置の構造によつて變化はあるが、送荷床面より上の部分の高さ(爐の全高—有效高さ)は木炭爐にありては 1.5~2.1m(最大 2.5m)コークス爐では 3~3.5m である。



第 57 圖

#### B. 爐容積

\* 愛知時計株式會社

第 1 報は第 7 號 494 頁より 503 頁にある。

3. 原料と生産物とによつて占められる容積を著者は有効容積と呼ぶ。(送荷床面よりの湯出口水準面に至る間の容積) 有効容積と爐腹径、全高との関係は

$$V_u = KD^3H$$

で表はすことが出来る。こゝで H は爐の全高、D は爐腹径、K は爐形によつてきまる係数、 $V_u$  が有効容積である。K の値は爐が圓筒形のものにせば 0.785 である。實際の普通の値は 0.48~0.55 である。今日の爐は 0.52~0.54 が多い。爐高大で細く湯溜径大なる時は K は大きくなる。米式の爐などの如く湯溜大で、朝顔の角度大、爐腹部高く、圓筒形である時は K は最大値を取る。H:D が大きく圓筒形の爐腹部が大きくひろがつて居る瑞典式の小型木炭吹高爐の如きは K が小さい。K の最小値は舊式の爐の中、湯溜徑に比し爐腹部径の大なるものや、圓筒爐腹部の少ないもの(獨逸にこの種のものがある)に見られる。

爐の主要寸法を豫定するとか、H と D とより有効容積を出すには

$$V_u = 0.53 D^3H$$

を用ひるとよい。他の種々の寸法が決つたあとで出した有効容積との違ひは非常に少ない。

4. 有効容積と生産量との關係 [ $V_u(m^3)$ : 鉄生産高(t)]

兩者の比は Gruner が初めて、爐の仕事量を示すに用ひたが、然し實際は、爐のなす仕事といふものは荷の爐内在留時間といふものゝみによつて示されねばならない筈である。今  $v$  を鉄 1t を出すに要する原料の容積 ( $m^3$ )、P を 24h の生産量 (t) とすると、Pv は 24h に爐内を通過せる原料の容積である。故に  $V_u/Pv$  は原料の爐内在留日数を示す。これを時間で表はすとすれば

$$t = 24 V_u / Pv$$

が原料の爐内在留時間である。これより爐容積の利用割合は

$$V_u/P = tv/24$$

といふことになる。以上より次の事が分る。

(1) 容積の利用割合が荷の爐内在留時間に比例するものとして爐の仕事の状態を判断することが出来るのは、 $v$  即ち鉄 1t を出すに要する原料の容積が不變の時である。

(2) 荷の爐内在留時間が一定とすれば爐容利用率は  $V$  によつて變化する。即ち次の如き場合爐容利用率は高くなる。

- (a) 鑛石が貧鑛で、容積大で媒熔剤も多量に要する如き場合
- (b) 燃料の容積大なる場合(つまり  $1m^3$  の重さ小さい時)

併せて著者は上述の如き關係を 9 基の代表的高爐につき數字的研究をして見た。第 3 表がこれである。

(1) Tata 製鐵所の印度式高爐は赤鐵鑛の富鑛を用ひたので鉄 1t に要する鑛石の量が少ない。然し、印度のコークスは灰分が多いの

爐内在留時間と爐容利用率  $t (V_u/P=1.0 \text{ とす})$   $V_u/P(t=8h \text{ とす})$

1. 印度式コークス高爐	24:2'372=10.1	2'372:3=0.79
2. 南部ロシア式高爐	24:2'565=9.3	2'565:3=0.86
3. Westphalia 式高爐	24:3'604=9.2	2'604:3=0.87
4. 米式高爐	24:2'629=9.1	2'629:3=0.88
5. Cleveland 式高爐	24:3'650=6.6	3'650:3=1.21
6. Lorraine 式高爐	24:3'694=6.5	3'694:3=1.23
7. 米式木炭吹高爐	24:3'580=6.7	3'580:3=1.19
8. スウェーデン式高爐	24:3'790=6.3	3'790:3=1.26
9. ウラル式高爐	24:5'310=4.5	5'310:3=1.76

で(23%)富鑛を用ひるにも拘らず燃料消費量が高い。 $v$  の値は最小である。

(2) Krivoi-Rog の鑛石(豫備處理なし)を用ひ平爐鉄を出して居る南部ロシアの高爐では、鑛石は印度のもの程富鑛でなく、媒熔剤も餘計に要し  $v$  の値も高い。

(3) Rheno-Westphalia 地方の高爐は磁鐵鑛、赤鐵鑛、褐鐵鑛の團鑛を用ひ 45.5% Fe で Krivoi-Rog のものよりも鐵分少ないが、鑛石が鹽基性なので媒熔剤が非常に少なくてすむ。(鑛石の 3%、これはコークスの灰分を鑛滓化する爲のもの)この爲に  $v$  の値は南部ロシアのものゝ値を僅かに越して居るに過ぎない。

(4) 米式の高爐は概ね大容量でコークス消費量少ない。Lake Superior の鑛石を豫備處理なしで用ひ平爐鉄を出して居る。Krivoi-Rog の鑛石よりは遙かに貧鑛を用ひるのであるが  $v$  の値は南部ロシアの高爐より僅かに劣るに過ぎない。これはコークス消費量少なきに起因する。

(5) Cleveland (英) 式高爐は粘土質の貧鑛に 12% のスウェーデンの鑛石を用ひ鑄物鉄を造る(生産鉄は鑛石の 49.2%)  $v$  の値は米式のものに比し 40% も高い。

(6) Lorraine の爐は Luxembourg の鑛石のみを用ひる。生産能率は 28% であるが、媒熔剤を要しないので有利である。 $v$  の値は最大である。

(7) 1897 年に於て非常に高い爐容利用率(0.88)を示して居る木炭吹高爐 "Pioneer" の用ひて居る Lake Superior の鑛石は、今日のコークス爐に用ひて居る同所の鑛石(55% Fe)よりも富鑛である。使用木炭は充分に緻密 ( $1m^3$  200kg) で燃料消費量も少ない。この爲に鉄 1t に要する原量の容積は木炭爐としての最小値を示して居る。Cleveland のコークス吹高爐に於ける値に比すれば僅かに劣る。

(8) スウェーデン式木炭爐は燃料消費量非常に少なく、鐵分の多い團鑛(62.3% Fe)を用ひ、媒熔剤は 7% しか要らぬ。木炭は殆ど松のみで作り、團鑛は粗鬆であるが、 $v$  の値は米式の爐よりも僅かに劣るに過ぎない。

第 3 表 1t 鉄を出すに要する原料の重量と容積、その爐内在留時間及び爐容積利用割合(\*木炭)

鉄 1t に要する量	コークス吹高爐										木炭吹高爐							
	1. Indian		2. 南部ロシア		3. Westphalia		4. American		5. Cleveland		6. Lorraine		7. American		8. 瑞典		9. ウラル	
	kg	m <sup>3</sup>	kg	m <sup>3</sup>	kg	m <sup>3</sup>	kg	m <sup>3</sup>	kg	m <sup>3</sup>	kg	m <sup>3</sup>	kg	m <sup>3</sup>	kg	m <sup>3</sup>	kg	m <sup>3</sup>
コークス	938	1'876	900	2'000	827	1'830	857	1'904	1,150	2'555	0'937	2'080	※	※	※	※	※	※
鑛石	1,517	0'584	1,670	0'642	2,191	1'095	1,900	0'800	2,375	1'201	3'320	2'142	1,700	0'680	1,500	0'833	1,670	0'835
媒熔剤	379	0'245	450	0'290	67	0'043	464	0'300	550	0'355	—	—	175	0'110	105	0'070	140	0'090
合計	2,834	2'705	3,020	2'932	3,085	2'976	3,221	3'004	4,075	4'171	4'257	4'222	2,640	4'640	2,29	4'503	2,710	6'925
爐内容積	—	2'372	—	2'565	—	2'604	—	2'629	—	3'650	—	3'694	—	3'580	—	3'790	—	5'310

(9) ウラルの木炭吹高爐では生産するものは平爐鉄で、燃料と鐵石の消費量は Krivoi-Rog の鐵石を取扱ふ(2)の爐と同じである。鐵石は褐鐵鐵の富鐵で表中の量は水分を除いたものである。v の値は最大となつて居る。これは木炭の容積に対する重量の小さい故である。

偖て爐内にて原料の占むる容積はコークス爐にありては 12.5% 木炭爐にありては 23% を減ずるものと見る。この減ずる割合は原料の緻密度や機械的の強さによつて變るのであつて、實地のデータに依るに非ざれば得られない。

第3表の後の方に9基の爐に就て爐容利用率を一定にした時の荷の爐内在留時間と、荷の爐内在留時間を一定(8h)としたときの爐容利用率を示した。これを見ると爐容の利用率の高いものでも荷の爐内在留時間は色々變ることが分る。その時間の最大のもは最小のものゝ2倍以上にもなつて居る。コークス爐だけでは最大のもは最小のものゝ1.5倍となつて居る。ウラルの木炭爐ではこの時間が4.5hといふ最小時間をとるに到つたが木炭爐で爐容利用率 1.0 となすことも不可能ではないと思はれる。

偖て最高時間(10.1h)を示した爐(印度式)は現今に至り改造され(Tata D) 爐容利用率 0.72 に對し荷の爐内在留時間は7hに過ぎないものとなつた。Lorraine と Cleveland の 6.5h, 6.6h といふ数字は本當のものではない。といふのはこの地方の爐では爐容利用率 1.0 に達するものは皆無だつたからである。實際に於ては調子のいゝコークス高爐では荷の爐内在留時間は8~10h 稀に7hのものもある。然しこれが極限とは考へられない。ウラルの木炭爐では4.5hとか5hのものがある故なり。

從て爐内在留時間の最少極限(4.5h)は木炭爐の場合ではあるが南部ロシアのコークス爐と比較して見ると(燃料と鐵石の消費重量は同じである)燃料の容積といふものが重大なる影響があることが分る。3つの木炭爐について見るに、木炭消費量と殊に木炭の密度が如何に爐容利用率に影響あるかが分る。スエーデン式木炭爐の場合に於てこの事がよく分る。

第3表で見ると、南部ロシア, Westphalia, 米式の高爐の爐容利用率は非常に近い値をとつて居る(0.86, 0.87, 0.88, 荷の爐内在留時間 8h とす)。3つの爐の間には夫々鐵石と燃料との相違があつたらうが此等を綜合して考へるに鉄 1t に要する原料の容積が近い値をとつて居た故である事が分る。爐容利用率を 1.0 とした時の荷の爐内在留時間も非常に近い値をとつて居る。然し獨逸の高爐は爐容利用率 0.75 で操業して居た。それで南部ロシアの高

第4表 有效爐容利用率

- I. 木炭吹高爐
  - (1) Lake Superior の赤鐵鐵(52~54% Fe) 低珪素鉄操業 0.9~1.1
  - (2) 南部ウラルの褐鐵鐵(56~58% Fe 燒結鐵) 平爐鉄操業 1.0~1.2
  - (3) ウラルの磁鐵鐵(54~56% Fe) 平爐鉄操業 1.5
  - (4) スエーデンの磁鐵鐵(60~62% Fe 團鐵)特別高級鉄操業 1.7
- II. コークス吹高爐
  - (1) Lake Superior の赤鐵鐵(51% Fe 豫備處理なし) 平爐鉄操業 0.9~1.05
  - (2) Alabama の赤鐵鐵褐鐵鐵(36~38% Fe 自溶性に富む) 平爐鉄操業 1.2
  - (3) Erzberg の燒結菱鐵鐵(生鐵も添加す。燒結後 53% [Fe+Mn])平爐鉄操業 1.2
  - (4) 鹽基性鐵石(生産能率 28%) トーマス鉄操業 1.7
  - (5) エスパンヤの褐鐵鐵と燒結菱鐵鐵(48~50% Fe) 熱ヘマタイト鉄操業 1.4
  - (6) Cleve and の粘土質菱鐵鐵(燒結後 38~40% Fe) 平爐鉄操業 鹽基性) 2.2
  - (7) Krivoi-Rog の生赤鐵鐵(58~60% Fe) 平爐鉄操業(粉鐵の量により値變る) 0.9~1.1
  - (8) Krivoi-Rog の塊鐵と 60% の團結富鐵の混合, 平爐鉄操業 0.7~0.8
  - (9) Magnitogorsk の Martite (豫備處理なし 56~58% Fe) Kuznetsk のコークスを用ふ, 平爐鉄操業(粉鐵の量により値異る) 0.9~1.0

第5表 ロシア以外の工場に於けるものゝ爐容利用率

	各工場の高爐					
	Inien-hütte	Gutehoffnungshütte	Thyssen No. 2	Witkowitz	Tata D	
有效爐高 m	17.69	23.80	26.80	24.24	23.32	24.20
湯溜徑' "	4.00	4.80	5.80	6.50	6.47	7.47
爐腹徑' "	5.40	6.80	7.30	7.50	7.02	7.85
爐口徑' "	3.80	4.40	4.80	5.20	4.80	4.88
有效爐容 m <sup>3</sup>	230	571	768	827	680	770
24h 生産量 t	306	792	1,029	1,092	850	1,070
鉄鐵の質	トーマス	平爐	トーマス	トーマス	平爐	トーマス
爐容利用率 m <sup>3</sup> /t	0.752	0.721	0.747	0.757	0.80	0.72
鐵石の Fe %	52	48.5	25.5	48	55	61

第6表 Guiprometz の高爐の有効爐容利用率

	1 南部ロシアの工場	2 Azovstai	3 Lipetzki 工場	4 Magnitogorsk 工場	5 Kuznetski 工場	6 Bacal 工場
混合鐵石の Fe %	60	50	50	58	55	50
" 團鐵の Fe %	65	75	30	60	20	40
コークスの灰分 %	9.0	9.0	9.0	12.2	11.5	11.7
" S %	1.7	1.5	1.7	0.6	0.5	0.5
" C %	85.3	85.5	85.3	83.2	48.0	83.5
鉄 1t に要する鐵石 t	1.535	1.865	1.960	1.620	0.250	1.965
" 媒熔劑 t	0.415	0.8.0	0.625	0.225	0.770	0.550
" コークス t	0.750	1.000	1.000	0.700	0.145	0.850
" 濕氣水分 t	0.095	0.110	0.180	0.110	↓	0.165
" 化合水 t	—	—	0.155	—	—	0.110
" slag t	0.605	1.000	0.720	0.555	0.615	0.785
送風の温度 °C	750	700	750	700	700	650
爐口部の °C	275	250	275	250	275	200
直接還元率 %	50	55	40	45	50	40
熱損失 cal/kg 鉄	250	350	3.0	235	260	375
鉄 1t に要する原料の容積 m <sup>3</sup>	2.80	4.10	3.80	2.60	2.70	3.45
爐内在留時間	7½	7½	8	7½	8	7
有效爐容利用率	0.77	1.10	1.10	0.72	0.79	0.87
鉄の質	平爐	トーマス	鑄物鉄	平爐	平爐	平爐

1. Krivoi-Rog の鐵石, 2. Kertch の鱈狀褐鐵鐵, 3. 褐鐵鐵, 4. Magnitogorsk の Martite, 6. 褐鐵鐵

爐でも鑛石の品質さへよかつたらこの値に達することが出来るのである。Krivoi-Rog の粉鑛が此の障害となつたのである。爐容利用率 1.0 以上に仕事を進めやうとすると粉鑛がガスと共に運ばれて了ふ、かくて鑛石を篩別したり團結したりして、粉鑛を 3% 以下に止めた結果仕事がうまく行きガスの分配がよくなつた爲に燃料消費量が減つた。この爲に爐容利用率の値が減少したのである。ロシアの Makéevka の Kiroff 工場の高爐の爐容利用率は既に獨逸の高爐の値に達して居る。鑛石の 60% を團鑛にした結果である。

第 4, 5, 6 表に現在の操業状態に於ける爐容利用率と操業法の改良により將來達し得べき値を示す。

第 4 表は各地方の鑛石を用ひ生産鉄が表に示す如き場合の爐容利用率を示す。數値は平均値を示すものではない。普通操業状態に於て調子の良い爐についてとつた値である。

第 5 表は歐洲の 5 基の爐と 1 基の印度の爐 (Tata D) との主要寸法と爐容利用率を示す。

第 6 表はロシアの工場の爐について Guiprometz の調査員と著者が算出せるものである。理論的に算出したコークス消費量は實際のものより少ない。爐容利用率も實際のものより小さく出て居る。然しこの値は荷の爐内在留時間を 7~8.5h (過半の爐に 8h をとつた) とした時に得られた値である。

C. 湯 溜

羽口部爐徑はそこに入れる風量一單位時間内にそこに發生するガスの量に比例しなければならぬことは高爐技術界に於ける原理である。

今 d を湯溜徑, q を湯溜横断面,  $1m^3$  を單位時間内に通過する風量とせば單位時間内に湯溜を通る風量は

$$Q = \pi d^2 q / 4$$

これを簡單にして次式を得る。

$$d = n\sqrt{Q}$$

更に式を簡便ならしむる爲、24h に爐口部に装入される燃料の量を C とすれば Q を C で置き換へて見る事が出来る。

$$d = i\sqrt{C}$$

この式は燃料消費量とか湯溜徑を決定する時に役立つものである。往時 Fehland は  $i = 0.2 \sim 0.225$  (上式の d を m で表はし, C を t/24h で表はす) なる値を提唱した。然し今日に於てはこの値は小に過ぎる。一方 H. Wedding は  $i = 0.28 \sim 0.32$  を提唱した。これは 1890 年頃の獨逸の生産量の乏しい爐の寸法から出發したもので今日のものに對しては湯溜徑大になり過ぎる。i の値は又燃焼度に依つて變化する。C, d の値は生産量によつて變化するものである。

偸て今日の爐につき實際に此の値を求めて見るに

コークス吹高爐では  $i = 0.23 \sim 0.276$  (C は 17~24t)

木炭吹高爐では  $i = 0.275 \sim 0.325$  (C は 12~17t)

第 7 表は今日の各種の爐についての燃焼度を示すものである。

第 7 表 燃料消費量と燃焼度

燃料消費量 (t/24h)	50	75	100	125	150	175	200	225	250	300	350
	400	450	500	550~650	650~800	800~900	950~1,100	1,100~1,250	1,250		
燃焼度 (kg/m <sup>2</sup> )	500	600	650	700	700	700	725	725	725	700	750
	750	775	775	800	850	900	950	1,000	1,100		

生産鉄に SiO<sub>2</sub> とか Mn が多く鑛滓の流動性が悪く更に高い燃

焼度を要する如き場合は第 7 表の値に例へば 50kg を加ふるべく、又トーマス鉄等の如く SiO<sub>2</sub> 少なく爐が大きい場合の如き時には例へば 50kg 位を減らしても差支ない。

燃焼度の最も貧弱なるは、スエーデンの小木炭爐にこの例を見る。即ち燃焼度 400kg, 24h の木炭消費量は約 20t である。然しこの状態で操業出来るのは熔銑の Si, Mn の含有量非常に少なく、湯溜部で火力平均に行き互り、松や樅の木炭のお蔭で風壓弱くとも、ガスは平均に分布される結果である。(粒の細い白樺の木炭とか、松や樅の木炭でも目のつまつたものではかゝる弱い燃焼度では操業は出来ない)。今日に於て燃焼度の最も高い例は獨逸の爐の湯溜に見る事が出来る。この爐は燃焼度を高めて以來、生産量は著しく増大したが湯溜徑は未だに増大してない。燃焼度は 1,650kg に達し 0.25~0.30% Si を含有するトーマス鉄をも難なく生産し得る。が然しこれからの爐にかゝる高燃焼度を許していいといふわけはない。

昔は湯溜徑に對する爐高の比の値を一定にして居た (例へば Ledebur は 0.17 なる値を用ひた)。一般に爐高大なれば湯溜徑は大にする事が出来る。爐内で燃焼する燃料の量が大きであるからである。然し 24h の燃料消費量は爐の大ききによるばかりでなく、鑛石の品位やその取扱ひの難易や、燃料の相對的の消費量 (銑 1t に要する燃料) によつて種々に變る。それ故爐高と湯溜徑との間に一定比を與へるのはいけぬ。鑛石の性質を考へれば 24h の燃料消費量同じき爐でも種々の爐高を與へ得るし、又同じ爐高のものでも、燃料消費量は種々に變り得る。前者の爐の湯溜徑を種々に變へ後者の爐の湯溜徑を一定にしてしよふのは大きな間違ひである。今日の爐では生産量の少ない木炭吹高爐 (15~20t) から 1,200t 以上も出すコークス吹高爐があるので湯溜徑は非常に大きな範囲内にある。

(a) 木炭吹高爐

$$d = 1.7 \sim 3.5m \quad \text{普通 } d = 2.4 \sim 3.0m$$

最大のものはウラルの最新の爐 (生産量 150t)

最小のものはスエーデンの爐 (生産量 25t)

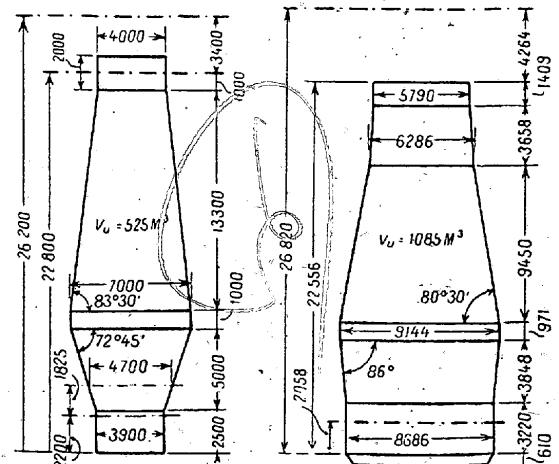
(b) コークス吹高爐

$$d = 3.75 \sim 8.7m$$

普通  $\begin{cases} d = 4.0 \sim 6.0m & \text{(歐洲)} \\ d = 5.64 \sim 7.72m & \text{(米國)} \end{cases}$

6. 有效爐容と湯溜斷面積との比

爐の寸法が理論的に比例して居る爐では爐の仕事の状態を示す荷の爐内在留時間といふものは湯溜での燃料の燃焼度と一致して變化



第 58 圖

第 59 圖

Bochumer Verein の爐形 Aliquippa 工場の 3 番爐

する。今日の爐の有効爐容と湯溜断面積との比が 24~28 の範囲内に止まることは上述の事を裏書きするものである。この値の小さいものは、鑛石が還元され易く、爐容利用率のよいものである。第 58 圖の爐は湯溜徑 3.9m この比が 43.8、これに對し、第 59 圖の爐は湯溜徑 8.7m でこの比が 19 (生産量 1,000t) で兩者の比値の差は著しい。後者の爐で 1,200t の生産をなす爲に、爐容に相當するだけの風量を送れば、燃焼度は 695kg (コークス消費量 0.85t に對して) に下る。この値は木炭吹高爐とか極く貧弱なコークス吹高爐にしか許し得ないものである。これは湯溜中央部に不活動の部分が出来結果であると見られる。

然しこの爐でもし 0.85t のコークス消費に對し、普通の燃焼度 (1,000kg) を與ふる丈の風量を送るものとすれば生産は 1,650t に増加する。が、この 1,035m<sup>3</sup> の有効爐容と貧弱な爐高を以てしては、殆ど不可能である。Bochumer の爐の湯溜に 1,000kg の燃焼度に相當するだけの風量を送ると生産量は 320t になり爐容利用率は 1.64 となる。實際に於てはこの爐は爐容利用率は 1 弱で生産量 600t

(トーマス銃)である。然しこれは湯溜徑狭く朝顔部が高すぎるのを おぎなふ爲に、朝顔に 1.825m の間隔で補助羽口をつけた上での成績なのである。

Bochumer の爐に 28 の比値を與へんとすれば湯溜徑は 4.88m なるを要し Aliquippa の爐に 24 の比値を與へんとすれば湯溜は 7.73m の徑を要する。第 8 表は各國の爐のこの比値を示したものである。フランスの爐や英國の古い爐にはこの點非常に貧弱のものがある。ウラルの木炭吹高爐には、湯溜徑が非常に大なるものがある。

### 7. 24h の生産量と湯溜部容積との比

湯溜の深さ(羽口と湯出口との距離)を決めるにはこの比を知る必要がある。(實際に於ては普通、經驗によるか類似の状態にある爐の寸法をとるのを常として居るが) 高爐の操業法進歩するに従ひ湯溜はその徑、深さ共に増大した。第 9 表は 24h に銃 1t を熔解するに要する湯溜容積 (m<sup>3</sup>) を示す。

第 8 表 有効爐容積に對する湯溜断面積の比及び羽口高さ

番 號	工場名, 高爐名, 生産鉄	有効爐容 m <sup>3</sup>	湯 溜 徑 m	有効爐容と 湯溜断面積 との比	送風羽口 の高さ mm	緩羽口の 高さ mm
〔コークス吹高爐〕						
1	Hagondange (佛) トーマス銃	608	4.5	38.2	2,000	—
2	Mondeville-Colombelle (佛) "	602	4.7	34.7	2,600	—
3	Creusot (佛) 生産鉄色々あり	301	3.4	33	1,500	825
4	Clarence (英) 鑄物銃	487	3.96	39.6	2,438	—
5	Eobw-Vale 3 番爐 (英) ヘマタイト銃	530	4.27	37	2,438	1,300
6	Bessemer 1 番爐 (英) 平爐銃	660	4.88	35.3	2,290	1,445
7	Morgam 2 番爐 (英) "	452	4.27	32	2,290	—
8	Appleby Iron Co. 5 番爐, 6 番爐	569	4.88	30.4	1,830	1,420
9	Normandy Park 5 番爐, 6 番爐	435	4.29	30.1	—	—
10	Devonshire Works 鑄物銃	412	4.29	28.3	1,680	1,230
11	Derwent 2 番爐, 平爐銃	587	5.18	27.9	—	—
12	Gutehoffnungshütte (獨) 平爐銃	571	4.80	31.5	2,200	1,150
13	Dortmunder Union (獨) トーマス銃	870	6.00	31	2,200	—
14	Gutehoffnungshütte (獨) "	768	5.80	29	2,200	1,000
15	Ilsed rhütte (獨) "	552	5.30	25	2,300	1,150
16	Hoesch (獨) "	822	6.50	25	2,500	1,250
17	Thyssen (獨) "	827	6.50	25	2,700	—
18	Eisenerz (autriche) 平爐銃	598	5.60	24	2,850	1,450
19	Massillon (米) 平爐銃	709	5.69	28	2,430	1,424
20	Pretoria (アフリカ) 平爐鋼	444	4.67	26	2,134	1,219
21	Ohio (米) 平爐銃	1,025	7.09	26	2,642	1,728
22	Gary 11 番爐 (米) 平爐銃	1,060	7.62	25	2,287	1,167
23	Lakawanna G. "	1,112	7.62	24	2,718	1,676
24	Design As. oc. (Chicago) "	1,130	7.72	24	2,285	1,420
〔木炭吹高爐〕						
25	Fagerota (瑞) 平爐銃	92	2.10	26.5	750	400
26~27	Forsbacka & Gimo (瑞) "	76	1.80	26	700	450
28	Harrång (瑞) "	78	2.00	24.8	600	475
〔ロシアのコークス吹高爐〕						
1	Lipezky 1 番爐, 鑄物銃	520	4.25	36.5	2,500	1,410
2	Kossogorsny 2 番爐 "	365	4.00	29	2,425	1,430
3	Yenakievsky 3 番爐, 平爐銃	791	6.00	28	3,000	1,500
4	Makievsky 2, 3, 4 番爐 "	842	6.20	28	3,000	2,000
5	Kouznieszky 1, 2 番爐 "	828	6.20	27	2,700	—
6	Stalinsky 5 番爐 "	627	5.50	26	3,000	—
7	Magnitogorsky 1, 2, 3, 4 番爐 "	1,180	7.62	26	2,987	1,700
8	Guipromez (設計) の第二型式 "	1,306	8.00	26	2,800	1,700
9	Kouznieszky 3, 4 番爐 "	1,163	7.62	25.5	2,550	1,450
10~23	Guipromez の第一型式 (14 基) "	930	7.00	24	2,500	—
〔ウラルの木炭吹高爐〕						
24	Satkinsky 2 番爐, 平爐銃	183	3.00	26	1,500	900
25	B.loretsky 1 番爐 "	185	3.20	23	1,200	—
26	Achinsky 1, 2 番爐 "	160	3.00	22.5	1,400	900
27	Nadejdinsky 4 番爐 "	196	3.50	20.5	1,800	1,150

## 第9表

## (a) 木炭吹高爐

製鋼用銑 (平爐, ベセマー) 0.08~0.07 (m<sup>3</sup>)

## (b) コークス吹高爐

トーマス銑 0.10~0.09 (m<sup>3</sup>) 平爐銑 0.11~0.10 (m<sup>3</sup>)

ベセマー銑 0.12~0.11 鑄物銑 0.14~0.12

この値の最も小なるものが生産量が最大なるわけである。

8. 湯溜部容積をその断面積で除すると出銑口と羽口との距離 (h) が出る。h は鑄滓の流動性がよく、銑の温度が低い程小さいが木炭吹高爐の場合は大抵 1m より小なる事はなく普通 1.5m 位である。

コークス吹高爐では少くも 2m はある。トーマス銑操業の場合 h は 2m のものもあるが普通は 2.2~2.5m で最大の爐では 2.75m 位まである。湯溜部の上端は羽口水準面上 0.25~0.30m (木炭吹高爐) 又は 0.4~0.5m (コークス吹高爐) でこれは水ジャケットや羽口部の煉瓦積築造の方の關係から決定される寸法である。然しこの寸法は上述の値より大にしてはいけない。あまり大にすると朝顔部との接續部の内壁が過熱される結果急速に侵されるやうになる。

湯溜部の全高を決定するには上述のものゝ外に湯溜底の侵蝕を考慮してその面を出銑口中心より 0.2~0.25m (木炭吹高爐) 又は 0.3~0.45m (コークス吹高爐) だけ下げることがある。

鑄滓口と湯溜底面との距離は算出する事は出来ない。或人は湯溜内に容れ得る銑の最大量より求め得ると言つて居るが實際はもつと大きい。大體、湯出しの時期が遅れたり鑄滓がうまく出来なかつたりする場合を見込んできめるのであるが、普通この銑羽口の高さは送風羽口の位置によつてきまる。大凡、湯溜全高の 0.6~0.67 の所にある (木炭吹高爐, コークス吹高爐兩者殆ど同様なり)。

## D. 爐腹と朝顔

爐高と爐腹径との比, 又湯溜径と爐腹径との比は高爐築造上重大なる意義をもつものである。此等の寸法が適當であつて初めて荷が一樣に降下しガスも平均に分布し、従て、その包有する熱的化學的エネルギーをよく利用出来る事になる。昔より高爐技術家達はよく、H:D (爐高: 爐腹径) とか D:d (爐腹径: 湯溜径) の比值を用ひて居た。

9. 爐腹径を決定するに當つては H:D の極限值より出發して處理鑄石の品質を考へ D:d の値が與へられたる條件に最適なる如く選定する。現今の最良の爐の H:D は次の如し。

木炭爐にありては H:D=4.25~5, スエーデン式の磁鐵鑄のみを熔解するもので爐腹径が精々 3m のものにありては H:D=5.5 のものもあるがこれは例外である。コークス爐にありては H:D=4~4.25 が普通で、特別に燃料コークスに強度少なく或は 1,000 以上の生産をなす爐で高さの非常に大なるものでは H:D=3.5 の値もとれる。もし燃料が機械的に弱く鑄石が特に粉鑄多くて豫定生産量に必要なだけの H:D なる比值から出て来る爐高寸法を探る事が出来ない場合には爐高を減じ H:D の値を下げてよい。

還元の困難な鑄石 (磁鐵鑄とか熔滓を用ひる如き場合) を装入する場合は爐腹は狭くする。反對に還元の容易な熔融し易い又は自溶性のある鑄石に對しては爐腹は大にする事が出来る。現今の單位容積に對する銑鐵生産率最大で爐腹が比較的狭いコークス吹高爐にありては D:d=1.10~1.15 の範圍内にある。米とロシアに D:d=1.10 のものがある。歐洲の新式のものには D:d=1.15~1.25 のものが多い。今日では木炭吹のもの以外には D:d=1.25 以上の値は許され

ない。木炭吹の場合は、コークス吹のものに比し爐内に於て燃料の占める容積が遙かに大なるを要するので D:d の値が大きくなるのである (同重量にて木炭の容積はコークスのそれの 3.5 倍を占む)。

一つの木炭吹高爐をコークス吹に改造した場合、鑄石の爐内在留時間を同じと見ても生産量は 2 倍となる。然しこの時は湯溜は擴大しなければならぬ ( $\sqrt{2}:1=1.414$  倍にする)。かくて D:d は小さくなる。

實際の爐腹径は普通次の範圍内に入る。

即ち木炭吹の場合は D=3.0~4.5m でスエーデン爐にこの最小のものあり、ウラルの爐にこの最大のものがある。米國のものはこの中程の値を示す。コークス吹の場合は D=5.5~9.14m で最も多いのは D=6~8m である。

10. 爐腹の位置と朝顔の形狀に就ては種々に云はれて居る。或る學者は朝顔の傾斜角の重大さを唱へ或人は爐腹部と羽口との距離の重要さを説いて居る。

著者は朝顔はこれまでの經驗に徴して適當なる傾斜角と高さを選定すべきであると信ずる。今日では一般に朝顔の傾斜角は大きく何處の國でも又如何なる作業状態にあつてもこの傾斜角に大した差は見られない。大體 80~82° とすればよいと思はれる。鑄石が、自溶性ありて爐腹部を下げる要ある場合はこの角度を小にする事あるも (80°), この時湯溜径を増大してはいけない (例へば鑄鐵の連續熔解操業の如き場合), 反對に磁鐵鑄とか鑄の量多いものを熔解する如き場合或は爐腹部が上つて居る如き場合は 82° が適當である。米式爐で湯溜が大きくて爐腹が下つて居る爐 (湯溜端より 3.05m) では朝顔が 84° の傾斜をなすものがある。

上述の如き状態にある朝顔の形の相違は次の如き理由による。爐腹が狭い場合に朝顔の傾斜を大にして高熱帯 (1,000°C 以上) の高さを縮小し或は増加させる事が容積を變化させることなしに出来る。元は鑄石の還元が困難で鑄石が熔解性悪くとも、有害なる作用のない場合に有効である。逆に鑄石が還元容易で熔解性よく自溶性ある如き場合は尙早の熔解を避ける爲、高熱帯の高さを出来るだけ減らす方がよい。それで爐腹は鑄滓の出来る層の部分より下に置く。爐腹を大きくし朝顔の高さを小にしその傾斜を少くした方がよい。傾斜の少ない朝顔と爐胸部との接續部に於て、棚が出来るのを防ぐ爲にその接續部に近い朝顔の半分位の傾斜を 90° にすることが行はれる。

11. 羽口水準面より爐胸最大徑部までの高さ が爐腹の高さである。(湯溜底よりの高さではない) これは湯溜の大きさ、爐腹径、朝顔の傾斜などから計算或は圖解的に求める事が出来る。

1860 年頃 Valerius は「生産量や爐高が違つても同じ鑄石を用ひて同じ銑を出す高爐の爐腹径は同じでなければならない」と言つた。誠に正鵠を得たる言葉ではあつたがやがて忘れられてしまつた。却つて長い間、湯溜底よりの爐腹の高さが爐の全高の 1/3 でなければならないといふ考へが文句なしに信ぜられて居た時代さへもあつた。實際に於て確かに昔の歐洲の爐には湯溜底よりの爐腹の高さが全高の 1/3 あつたものも相當あつたが、それより昔のものには 1/2 のものもあり或は現代の最大の爐ではこれが 1/5 にまでなつて居るものがある。従てこの湯溜底よりの爐腹の高さといふものは爐高に比例して増加すべきものではない事が分る。

偕て爐腹高の實際の値に就て述べんに、今日では朝顔部 5m のものが主に獨逸にある。然し獨逸でも最も多いのは 4~4.5m のものである。米國では朝顔部 3.05~4m のものが多い。

## E. 爐 胸

12. 昔の爐の送荷床面に於ける爐胸の徑 ( $d_1$ ) (普通これを爐口徑と言ふが實際は不適當である) は非常に小さかつた。次で爐胸上部の爐容積の利用が考へられ段々と  $d_1$  の値は大きくなり、著しきは Cleveland に今尚存する爐の如く爐胸壁が殆ど垂直のものさへも出來た。然しこれでは荷の降下が不規則になり勝ちて實際に於て鑛石が塊狀で緻密な場合にはこのことは全く不必要であつた。古くから  $d_1$  は爐腹徑の  $2/3 \sim 3/4$  でなければならぬと言はれて居るがこれによれば充分適當なる寸法を得る事が出来る。  $d_1 = 0.7 D$  が最も適當な値であるが實際に於ては狀況に従つて増減しなければならない。粉鑛の多い富鑛を用ひる如き場合は  $d_1 = 0.67 D$  まで爐口を小さくする事が出来る。又塊狀の貧鑛を用ひる如き場合は  $d_1 = 0.75 D$  まで爐口を大きくしても差支へない。

Parry 装置の鐘の徑は爐口徑との差より求める。この差は現存の大部分の高爐に於ては  $1.2m$  である。  $1.5 \sim 1.7m$  のものも生産の多い爐口の大きい爐に屢々見られる。Vathaire は鐘の底面積は送荷床面に於ける爐口斷面積の  $1/2$  でなければならぬと言つて居る。徑の比は  $\sqrt{2} = 1.414$  になる。然しこの値は爐口徑  $4 \sim 4.5m$  のコークス吹高爐によくあてはまるのであるが木炭吹高爐ではこの値によると鐘の徑が大きすぎて送荷に不便する。爐口徑  $4.5m$  以上のコークス吹高爐ではこれによれば鐘底面との差が  $1.22m$  以上にもなる。今日ではこんな大きな値は用ひられない。

米國では上述の兩者の面積比が  $1:86$  (直徑比  $1:36$ ) でなければならぬと言はれて居たが實際は  $5:18m$  の爐口徑のものに  $3:81m$  の鐘を用ひないで  $3:96m$  のものを用ひた。一方米國で最近に造られた爐で爐口徑  $5:79m$  のものでは  $4:27m$  の鐘を用ひたがこれはこの法則によく一致して居る。然し著者は Vathaire の法則を決して時代遅れとして居るわけではない。少くも爐口徑  $5m$  以下のものには適用して  $\sqrt{2}$  鐘徑を得ることが出来るのである。

13. 爐胸の高さ は爐の全高と前述せる全部分との差より求める事が出来る。爐腹徑と爐口徑の寸法がきまると、中程度の高さの爐では先づ適當の爐胸傾斜角がきめられる。長年使用しても爐壁がいたまぬやうな傾斜角を選定するのである。然し爐高大で鑛石が土質物、粉鑛の多い場合は傾斜は少なくせねばならない。現代の爐の爐胸壁の傾斜角は主に處理鑛石によつて變化する。即ち次の如し。  $85^\circ$  粉鑛、土質物非常に多きもの (赤鐵鑛、其他)  $86^\circ$  塊、粒、混合狀のもの、土質物多い中に軟かい鑛石混ざるもの、  $87^\circ$  鑛石緻密で塊狀のもので (磁鐵鑛) 使用コークスも機械的強度大で或は木炭を使用する場合に限る。

大體爐胸壁の傾斜角は  $85^\circ 30' \sim 86^\circ 30'$  である。粉鑛の多い Mesabi の鑛石を使用する米國の爐のそれは  $85 \sim 86^\circ$  である。

爐胸壁の傾斜角度 は爐胸の爐口部と爐腹部の圓筒部分の高さ (夫々の高さを  $h_1, h_2$  とす) を加減する事により適宜に調節する事が出来る。この2部分の高さは  $0 \sim 3.5m$  の範圍で變化出来る。然し非常に爐高の大なるもので爐胸の高さも従つて大なるものは  $85^\circ$  の爐胸傾斜角を與へるのは困難である (爐口部の圓筒部分の高さを過度に大にせねばならない)。

以上の事より爐腹部より爐口送荷床面に至るまでの爐胸を圓錐形にする事が出来るのは爐が小さい場合に限る事が分る。今日見る如き大きな爐では爐胸は次の3部分に分れて居る。

1. 圓錐部即ち狹義の爐胸である、2. 爐腹側の圓筒部、3. 爐口側の圓筒部。

爐胸圓錐部の高さ ( $h_1$ ) は壁の傾斜角より計算で求める事が出来る。圓筒部分は其の一方の高さが分れば他方はその差で求める事が出来る。爐腹側の圓筒部の高さは  $1.5 \sim 2.5m$  もあれば適當であるが爐口側の圓筒部の高さが  $2.5 \sim 3m$  (大型コークス爐) もある場合には爐腹側の方の高さも少し増さねばならない。2つの爐胸圓筒部の高さを適當に加減する事により有效爐容積を適當に調節する事が出来る。

## F. 計算例

14. 前述せる如く高爐設計に當り與へられる條件は次の2つのものに分ける事が出来る。

(a) 生産量が與へられたる場合

(b) 原料鑛石に最適の爐高が與へられたる場合

各々の場合の計算は唯最初の中異なるだけである。

(a) 生産量が與へられたる場合は第3表より大略の所要有效爐容積 ( $V_u$ ) を決定する。次で適當な  $H:D$  を求め。

$$V_u = 0.53 D^3 H$$

より爐高  $H$  を決定する。後爐腹徑  $D$  をきめ燃料消費量を考慮に入れて湯溜徑を決定する。  $H:D$  の値の變化による爐高と有效爐容との關係の變化を次に示す。

$$H:D \quad 3.5 \quad 4 \quad 4.25 \quad 4.5 \quad 4.75 \quad 5 \quad 5.5$$

$$H: 2.9\sqrt[3]{V} \quad 3.17\sqrt[3]{V} \quad 3.30\sqrt[3]{V} \quad 3.43\sqrt[3]{V} \quad 3.56\sqrt[3]{V} \\ 3.68\sqrt[3]{V} \quad 3.92\sqrt[3]{V}$$

(b) 爐高の限度が先づ與へられたる場合は先づ適當な  $H:D$  を求め  $D$  を決定するのである。木炭爐だつたら直接に爐腹徑を求める事が出来る。この値のとり得る範圍は非常に狭いからである。次に前式により大略の所要有效爐容積を求める。そして第4表第6表により大略の生産量を決定しこれより湯溜徑等の寸法を求めるのである。

(c) 古い爐を改造する如き場合は今日では湯溜徑を増大しなければならない事が多い。

この値より第7表によつて燃焼度による時間當りの燃料消費量を求めこれより  $24h$  の出銑量が求められる。かくして終に爐の各部寸法も之等より決定する事が出来るのである。

爐胸部の外皮支柱をもとのまゝとして生産量を増加させんとする場合、爐腹徑をどうしたらいいか分らぬ場合がある。この時は可能なる最大爐腹徑より有效爐容積を求め以下(a)の如くにする。

15. 今南部ウラルの木炭爐の場合の各部寸法決定の例を示さん。先づ與へられたる條件を考へ有效爐高を  $18m$  とする。木炭爐に許し得る最大の高さに近い。もし Bacal の褐鐵鑛を用ひ鑛石に對する出銑量を  $52 \sim 53\%$  とせば、この爐高では  $24h$  の生産量は  $125 \sim 150t$  である。今生産量を  $150t$  とし爐容利用率を  $1.2m^3/t$  とせば有效爐容は  $150 \times 1.2 = 180m^3$  となる。木炭の消費率は  $0.85t/t$  銑として  $24h$  の消費量  $1h$  の消費量は夫々

$$150 \times 0.85 = 127.5t$$

$$127,500kg \div 24 = 5,312.5kg$$

木炭爐にありては  $H:D = 4.5 \sim 5$  が許容範圍なる故、高さの範圍は

$$H = 3.43\sqrt[3]{180} = 19.36m$$

$$H = 3.68\sqrt[3]{180} = 20.78m$$

爐の全高より爐頂と送荷床面との距離 ( $2.1m$ ) を差引けば有效爐高は  $H:D = 4.5$  に對しては  $18m$  以下  $H:D = 5$  に對しては  $18m$  以上になる。平均値  $H:D = 4.75$  とすれば略所要の寸法を得る。

即ち

$$H = 3.56 \sqrt[3]{180} = 20.1 \text{ m}$$

$$D = 20.1 \div 4.75 = 4.22 \text{ m}$$

1h 當りの木炭消費量と燃焼度 700kg (24h の木炭消費量 125t に相当する燃焼度なり、第7表参照)より湯溜断面積及びその径は夫々

$$5,312.5 \div 700 = 7.58 \text{ m}^2 \text{ (} 7.55 \text{ m}^2 \text{ とする)}$$

$$d = 3.1 \text{ m}$$

湯出口と羽口との距離は

$$h = 150 \times 0.07 \div 7.55 = 1.39 \text{ m}$$

これを 1.40 m とする。

湯溜の全高 (底面より湯溜上部まで) と有効高さは夫々

$$h_0 + h_1 = 0.25 + 1.40 + 0.30 = 1.95$$

$$h_1 = 1.70$$

朝顔の傾斜角を 80° とせばその高さは

$$h_2 = (4.22 - 3.10) \div (0.176 \times 2) = 3.18 \text{ m}$$

これを 3.20 m とする。傾斜角は 3' 大となる。

爐口徑に就ては普通  $d_1 : D = 0.7$  を取る故、これを用ひれば

$$d_1 = 4.22 \times 0.7 = 2.954 \text{ 今 } d_1 = 2.95 \text{ とする}$$

爐胸傾斜角を 86° とし、爐胸圓錐部の高さは

$$h_3 = (4.22 - 2.95) \div (0.0699 \times 2) = 9.084 \text{ m}$$

今

$$h_4 = 9.1 \text{ m とする}$$

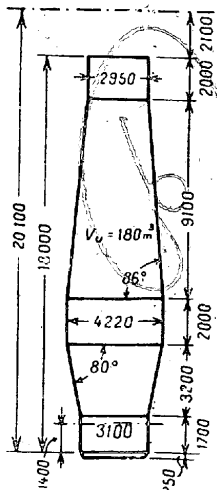
送荷床面と爐頂との距離は 2.1 m なる故、爐腹側と爐口側の爐胸圓筒部の高さは

$$h_5 + h_6 = 20.1 - (1.70 + 3.2 + 9.1 + 2.1) = 4.0 \text{ m}$$

爐腹側の方に 2 m をとれば爐口側の方は 2.0 m となる。

第 60 圖はかくして決定された爐形を示すものである。これより得る有効爐容は 180 m<sup>3</sup> よりは少し大となつて居る。即ち

$$\begin{matrix} \text{湯溜} & \text{朝顔} & \text{爐腹} & \text{爐胸} & \text{爐口} & \text{Vu} \\ 12.84 + 33.93 + 27.98 + 92.82 + 13.67 = 181.24 \text{ m}^3 \end{matrix}$$



爐腹圓筒部の高さを 2.5 m とすると有効爐容は 3.5 m<sup>3</sup> 増加する (爐口側圓筒部の高さは 1.5 m となる) Bacal の鑛石を用ひる木炭吹高爐では、最近に至つて、爐容利用率 1.0 に迄に下り、原料の爐内在留時間は 4.5 h になつて居る。かくの如き操業状態であれば、この爐で生産量は 180 t になり燃料消費量を一定のものとして燃焼度は

$$700 \times 1.2 = 840 \text{ kg/m}^2 \text{ h.}$$

となる。木炭吹高爐としては過大の値である。かかる燃焼度とかかる生産量に對しては湯溜断面積及びその径は夫々

$$5,312.5 \times 1.2 \div 700 = 9.1 \text{ m}^2$$

$$d = 3.4 \text{ m}$$

第 60 圖 Bacal の鑛石を用ひるものとして著者の算出せる 150 噸高爐の形

とせねばならぬであらう。ウラルの最大生産量を示す木炭吹高爐の湯溜は丁度この寸法のもので、もつと生産能力の少ないもので 3.6 m の湯溜を有して居る爐もある。

16. 第二の例としてエスパニヤの褐鐵鑛を用ひヘマタイト銑を出して居る "Rubio" 高爐を擧げる。歐洲ではこの種の操業をして居

る工場が幾多ある。英國の數ヶ所の工場では最近比較的狭い湯溜を使用して良質銑の生産量を増加する事に成功して居る。珪素の多い銑を作り 73° の朝顔傾斜角を有する爐に一般に必要と考へられて居る寸法よりも狭い湯溜なのである。最も調子のよい爐ではその生産量 400 t を越え Victoria 5 番爐は 425 t 迄を生産して居る。この例としては Victoria 5 番爐と比較する爲 450 t 爐の寸法を算出して見よう。佛ブルターニ地方では、爐容利用率 1.4 m<sup>3</sup>/t で平均 2% Si の銑を作つて居る例がある。それ故與へられたる生産量に對しては必要有效爐容は

$$1.4 \times 450 = 630 \text{ m}^3$$

Victoria 爐の場合もさうであるが極端な生産量を出す爐でない場合に普通に用ひられて居る比值  $H : D = 4$  を用ひるものとせば爐腹徑及び爐高は夫々

$$H = 3.17 \sqrt[3]{630} = 3.17 \times 8.57 = 27.17 \text{ m}$$

$$D = 27.17 \div 4 = 6.793 \text{ m } D = 6.8 \text{ m とする。}$$

燃料消費量は 1 t 銑に對し 24 h に 0.90 t である。1 h には、

$$450 \times 0.9 \div 24 = 16.875 \text{ t}$$

第7表によれば普通湯溜断面 1 m<sup>2</sup> に對し燃料 750 kg を毎時燃焼させねばならない。これより湯溜断面積及びその徑を算出する。

$$16.875 \div 750 = 22.5 \text{ m}^2$$

$$d = 5.35 \text{ m}$$

湯溜の容量は 0.11 m<sup>3</sup>/t 銑 (24 h) を要する故、湯溜容積は

$$450 \times 0.11 = 49.5 \text{ m}^3$$

湯溜高さは

$$49.5 \div 22.5 = 2.2 \text{ m}$$

湯溜の羽口水準面より上の部分の高さに 0.45 m を與へ、湯出口より湯溜底までの高さに 0.4 m を與へるものとせば湯溜全高は

$$h_0 + h_1 = 2.20 + 0.45 + 0.40 = 3.05 \text{ m}$$

湯溜の有効高さは

$$h_1 = 2.20 + 0.45 = 2.65 \text{ m}$$

朝顔の高さ (h<sub>2</sub>) を 3.2 m とせば朝顔壁の傾斜角は

$$(6.8 - 5.35) \div (3.2 \times 2) = 0.2265 = \cot \alpha$$

$$\alpha = 77^\circ 15'$$

爐口徑に對しては  $d_1 : D = 0.7$  を用ひる。すると

$$d_1 = 0.7 \times 6.8 = 4.76 \text{ m}$$

爐胸壁の傾斜角を 86° とし、爐胸圓錐部の高さは

$$h_3 = (6.8 - 4.76) \div (0.0699 \times 2) = 14.60 \text{ m}$$

爐胸、爐腹の圓筒部の高さは

$$\begin{aligned} h_5 + h_6 &= 27.17 - (2.65 + 3.20 + 14.60 + 3.05) \\ &= 3.67 \text{ m} \end{aligned}$$

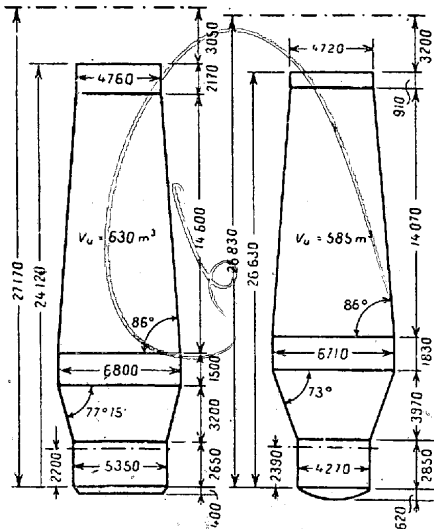
3.05 m は爐頂の送荷床面以上の部分の高さである。爐腹圓筒部の高さを 1.5 m とせば爐口側爐胸圓筒部の高さは 2.17 m となる。各部の容積を合計すれば

$$\begin{matrix} \text{湯溜} & \text{朝顔} & \text{爐腹} & \text{爐胸} & \text{爐口} & \text{Vu} \\ 59.57 + 93.19 + 54.48 + 387.09 + 38.63 = 632.96 \text{ m}^3 \end{matrix}$$

となり、最初の有效爐容よりは少し増加して居る。

第 61 圖はこの例に於て算出せる寸法の爐で、第 62 圖は Victoria 5 番高爐を示す。兩方を比較して見ると爐胸、爐腹、爐口部や爐の全高など非常によく符合して居る點が見られる。唯湯溜の寸法と朝顔の形とが違つて居る。こゝで求めた爐は湯溜、爐腹が大きく朝顔の傾斜も大で従て爐容も大きくなり Victoria 5 番爐が 425 t 生産に對し、これが 450 t のヘマタイト銑を生産する事が是認される。

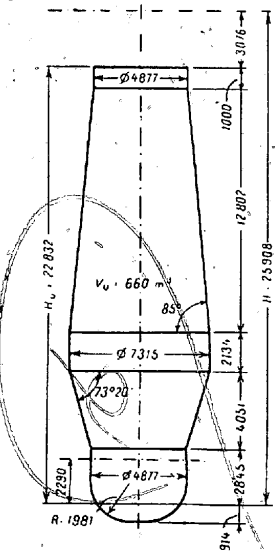




第61圖 第62圖

著者の設計によるものと Victoria 5 番爐で狭い湯溜でヘマタイト銑を出して居る現今の爐のものと同様である。第61圖の湯溜径によれば 450t 以上の生産も可能である。このまゝの寸法で 600t までの増産も不可能ではない。

17. Cleveland の Bessemer 工場では最近生産量を 200t から 400t にする爲にその 1 番高爐を改造した。Cleveland の 61% の焼結菱鐵銑と 32% の塊銑(富銑)を用ひ、爐容 660m³、コークス使用量 900kg で平爐銑 400t 餘を生産した。然しこの爐の外観は前の爐と比べて變化は少ない。第64圖に示す如く爐高大なるにも拘らず、朝顔の傾斜少なく、唯前と同じ爐高で必要爐容を得る爲に爐腹が大きくなつて居る。



第64圖 Bessemer 工場1番爐

湯溜径は

$$280 \div 24 \div 0.750 = 21.11 m^2$$

$$d = 5.2 m \text{ (湯溜断面積を } 21.24 m^2 \text{ とす)}$$

羽口水平面までの湯溜容積は(平爐銑)

$$400 \times 0.11 = 44 m^3$$

$$\text{その高さは } 44 + 21.24 = 2.1 m$$

$$\text{湯溜全高は } 2.1 + 0.45 = 2.55 m$$

$$\text{朝顔の高さは(その傾斜角を } 76^\circ \text{ として)}$$

$$h_2 = (6.9 - 5.2) \div (0.24935 \times 2) = 3.4 m$$

爐口径は

$$d_1 : D = 0.7 \text{ を用ひると}$$

$$d_1 = 0.7 \times 6.9 = 4.83 m$$

偕て、赤鐵銑を用ひるものとして、爐容利用率は 1.0 以下に下げる事は出来まい。この場合 1h・1t 銑當りの燃料消費量は同じでも、1h の燃料消費量と燃焼度とは増加する。つまり

$$\begin{aligned} & 16,875 \times 1.4 \\ & = 23,625 \\ & 23,625 \div 22.5 \\ & = 1,050 kg/m^2 \cdot h \end{aligned}$$

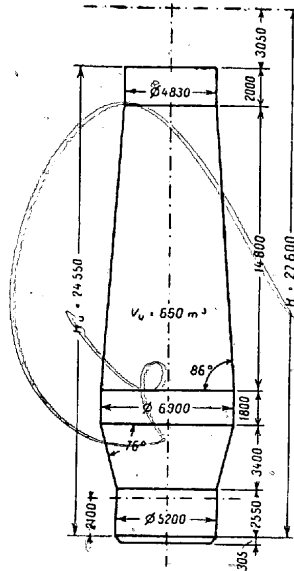
この燃焼度は英國で狭い湯溜でヘマ

爐胸の圓錐部の高さは(傾斜角を 86° として)

$$h_2 = (6.9 - 4.83) \div (0.0699 \times 2) = 14.80 m$$

爐胸圓筒部の高さは爐口側を 2.0m 爐腹側を 1.8m とし、送荷床面上部の高さを 3.05m とする。有効爐容は

$$\begin{aligned} & \text{湯溜 朝顔 爐腹 爐胸 爐口 } V_u \\ & 54.16 + 98.06 + 67.30 + 403.89 + 37.38 = 660.79 m^3 \end{aligned}$$



第63圖

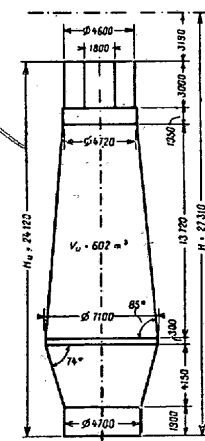
著者の設計によるもの

この場合は湯溜径は前述の如く 5.2m なければならない。トーマス銑操業であれば尙更である。爐容利用率は豫定のもの (1.5m³/t) より更に大にする事が出来る。湯溜径を 5.2m とすれば 500t の生産に對し 450t のコークスを用ひれば燃焼度は 900kg/m²・h となる。湯溜の深さは 1.9m あれば充分である。何となれば

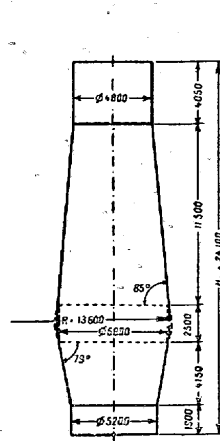
$$(400 \times 0.10) \div 21.24 = 1.9 m$$

偕て湯溜を大きくし朝顔の高さを増し、その傾斜角を 79° にしてやれば爐形は改善される。此の Caen の爐の根本的缺陷は

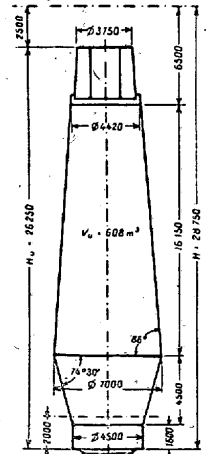
- (1) 朝顔と爐胸の傾斜角 (74°, 85°) によつて作られる爐腹の死部のあること。
- (2) 爐口が爐腹径に對して少し狭すぎる。それで有効爐容を無理に減らして居る。



第65圖 Caen の高爐



第66圖 著者の設計によるもの



第67圖 Hagondange 工場の高爐

爐腹の死部は容易に除ける。即ち爐腹圓筒部の高さを 2.5m にするか或はこの部分を曲面にするのである。それで爐腹径は 6.8m になる如くする。(第 66 圖) 有效爐容は爐口徑を  $d_1=0.7 \times 6.8=4.8m$  とすれば減じないですむ。爐胸圓錐部の高さを  $h_4=(6.8-4.8) \div (0.08 \times 2)=11.5m$  とし爐口圓筒部の高さを充分大きくするならば爐胸壁傾斜角は  $85^\circ$  でもよい。これで有效爐容は随分と増した。

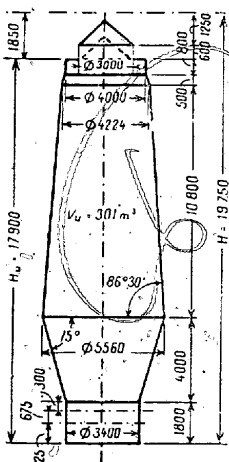
湯溜 朝顔 爐腹 爐胸 爐口 Vu  
 $40.26 + 117.74 + 90.80 + 306.82 + 73.30 = 629.02 m^3$

處理鐵石が還元容易で 45% Fe 位のものであれば 24h に 500t の生産は出来る。銑 1t に対する爐容は  $1.25 m^3$  の割合となる。フランス最大の工場 Hagondange の爐はトーマス鉄操業で 400t の生産豫定で造られた。鐵石は自熔性のあるものを用ひ、生産能率は 28% である。Normandie の爐の鐵石と同じである。前述の Caen の爐と Hagondange の爐とはよく似て居るのはこの故である。第 67 圖は獨人によつて最初に設計されたもので第 65 圖の Normandie のもの程満足のものではない。最初は爐口の構造が悪くその径も小さいので爐高が 28.75m あつたのであるけれども、實際は有效高さ 22.5m の役目しかなさなかつた。著者の提唱する方法によれば少くも

$$0.5 \times 28.75 \times 7 = 704 m^3$$

まで爐容を増加させる事が出来る。

かくして湯溜狭く、朝顔の傾斜不足といふ缺點は比較的容易に矯正する事が出来る。然し爐口徑の不足でふ缺陷に就ては送荷機構に關聯して大なる修正を必要とする。爐胸壁の傾斜角を  $86^\circ$  とせば爐口徑を増大する事も出来る。



第 68 圖 Creusot の 3 番爐 次の如し。

$$H = 3.17 \sqrt[3]{300} = 3.17 \times 6.99 = 22.2m$$

$$D = 22.2 \div 4 = 5.53m$$

1h の コークス 使用量は

$$165,000 \div 24 = 6,875 kg$$

燃焼度は  $700 kg/m^3 \cdot h$  でこれは 24h 中の コークスの 最大消費量に相當する故、湯溜徑は

$$6,875 \div 700 = 9.821 m^3$$

$$d = 3.54m$$

湯溜の深さは

$$0.1 \times 150 + 9.821 = 1.53m$$

朝顔の深さは (その壁の傾斜角を  $76^\circ$  として), ( $D:d=1.5$  で朝顔の高さの過大になるを防ぐ爲には、その壁の傾斜角は  $76^\circ$  以上には出来ない)  $(5.3-3.54) \div (0.2495 \times 2) = 3.53m$

爐口徑は爐腹徑と一定比を有する故

$$d_1 = 0.7 \times 5.3 = 3.71m$$

爐胸圓錐部の高さは (傾斜角を  $86^\circ$  とする)

$$(5.3-3.71) \div (0.0699 \times 2) = 11.26m$$

仕事床面と裝入線との間は普通 1.85m ある。この値を用ひるものとせば

$$21.2 - (1.90 \times 3.53 + 11.26 + 1.85) = 2.66m$$

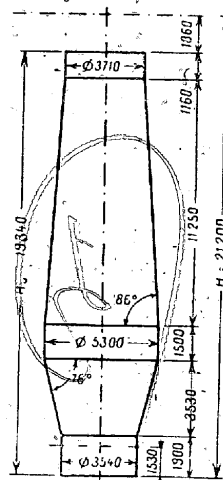
が爐腹爐口の圓筒部の高さの和となる。それで爐腹側のを 1.5m とし、爐口側のを 1.16m とする。

第 69 圖は、かくして得られたる爐形を示す。有效爐容は

湯溜 朝顔 爐腹 爐胸 爐口 Vu

$$18.66 + 54.82 + 35.95 + 181.28 + 12.54 = 300.35 m^3$$

この爐形を第 68 圖の Creusot の爐と比べると、後者の爐高が随分低いが爐腹径が 0.26m 大きく、爐口徑が 0.25m 大であるので有效爐容は殆ど同じである。湯溜徑は後者の爐は少し小さい。丁度 24h に 140t 生産する爐のものに相當すると考へられる。實際に於



第 69 圖 著者の設計によるもの

てこの爐の生産高はこの値に近い。

偕て次に生産能力の最も大きい爐についての計算例を述べやう。

20. Rheno-Westphalia 地方でトーマス銑 1,100t を生産する爐の寸法を求めて見る。A. Thyssen 工場の 8 番爐の寸法を参考として、これと比較して見る事にする。

この 8 番爐の有效高さは 24.24m で送荷床面より爐口の仕事床面までの距離は 3m で全高は 27.24m となる。爐容利用率は非常によく 0.75 である。故に 1,100t の生産を得る爲には

$$1,100 \times 0.75 = 825 m^3$$

を要する。Thyssen の爐の實際の爐容は  $827 m^3$  である。

今この後者の數字を計算の起點として見る

爐腹径は  $Vu = KD^2H$  の式より

$$D^3 = 827 \div (0.53 \times 27.24) = 57.25$$

$$D = 7.56m$$

トーマス銑操業時の爐の コークス 消費量は水分 2.23% しか含まない乾コークスの場合は銑 1t 當り 0.753t で濕氣あるコークスでは 0.770t である。24h では  $0.77 \times 1,100 = 847t$

1h では 35,292kg である。

燃焼度を 100kg とせば湯溜斷面積及びその径は

$$35,292 \div 100 = 352.92 m^2$$

$$d = 6.7m$$

羽口水準面までの湯溜容積と湯出口よりの羽口の高さは、第 9 表を用ひれば  $1,100 \times 0.9 = 99 m^3$

$$99 + 352.92 = 2.80m$$

この値に 0.4m を加へ、湯溜の高さは 3.20m となる。

偕て獨逸の爐では朝顔は羽口水準面より始まるのである。故に、Thyssen 爐の湯溜高さは 2.7m であるが、この計算の例では、これを 2.8m にしなければならぬ。朝顔の高さは 3m とする。これは獨逸で一般に採用される寸法よりは小さいが朝顔の傾斜角は湯溜徑を大にしたので充分に大にする事が出来る。約  $82^\circ$  になる。

即ち  $(7.56-6.70) \div (3 \times 2) = 0.1433 = \cot \alpha$

$$\alpha = 81^{\circ}50'$$

次に爐口徑は

$$7.56 \times 0.7 = 5.23m$$

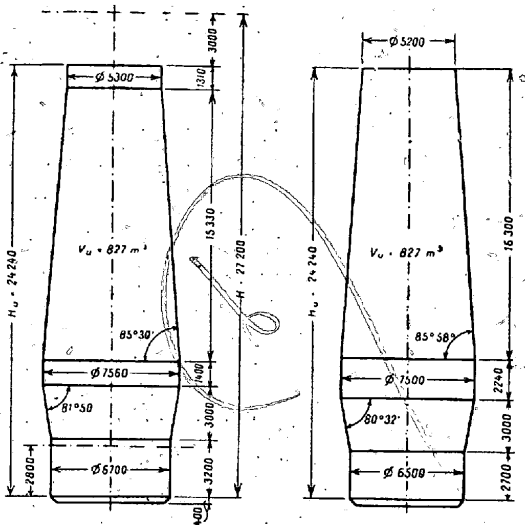
爐胸の傾斜角に  $85^{\circ}30'$  (普通の爐胸傾斜角) を用ひると爐胸圓錐部の高さは  $h_4 = (7.56 - 5.23) \div (0.0787 \times 2) = 15.33m$

爐胸圓筒部の高さは

$$h_3 + h_4 = 24.24 - (3.2 + 3 + 15.53) = 2.71m$$

爐腹側圓筒部の高さを  $1.4m$  とすれば爐口側の方は  $1.31m$  となる。出來上り寸法は第70圖に示す。計算によれば有效爐容積は  $827.56 m^3$  となる。

湯溜 朝顔 爐腹 爐胸 爐口 Vu  
 $112.96 + 119.99 + 62.84 + 502.87 + 28.90 = 827.56 m^3$



第70圖

第71圖

著者の設計によるもの

Thyssen 工場 8 番爐

Thyssen 工場の 8 番爐は第71圖に示す。爐腹徑は前者の方が少々大きいが爐容積は略一致して居る。

21. 米國 Gary 工場の 11 番爐の爐形寸法を検討して見る。

有效爐容は  $1,065 m^3$  で 24h の出銹量は  $1,200 t$ 、コークス消費量  $0.9 t$  ( $1,000 t$  生産の時のみ  $0.85 t$  となる) 爐高は  $28.83$

此等の數字より前の如く計算する。

爐腹徑は  $D^2 = 1,065 / (0.54 \times 28.83) = 68.16$

$$D = 8.26m$$

爐口徑は  $d_1 = 0.7 \times 8.26 = 5.78m$

$950 kg$  の燃焼度とせば 24h のコークス消費量は

$$1,200 \times 0.9 = 1,080 t$$

1h には  $1,080 / 24 = 45 t$

湯溜徑は  $4,500 / 950 = 4.74 m^2$

$$d = 7.75m$$

湯溜深さは  $1,200 \times 0.1 = 120 m^3$

$$h = 120 / 47.4 = 2.53m$$

$$h_1 = 2.53 + 0.32 = 2.85m$$

朝顔の高さを  $3m$  としその傾斜角を求める

$$(8.25 - 7.75) \div 2.3 = 0.086 = \cot \alpha$$

$$\alpha = 85^{\circ}10'$$

爐胸の高さは、爐胸の傾斜角を  $85^{\circ}30'$  として

$$h_4 = (8.26 - 5.78) \div (0.0787 \times 2) = 15.75m$$

爐胸圓筒部の高さは

$$28.83 - (2.85 + 3 + 15.75 + 3) = 4.23m$$

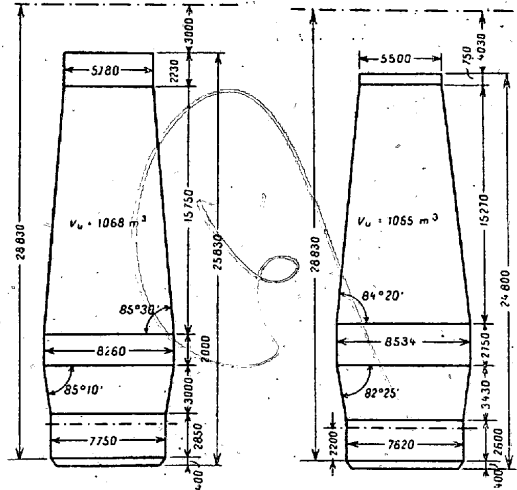
$$h_3 = 2.0m \text{ とせば } h_4 = 2.23m \text{ (爐口側)}$$

有效爐容を求めれば

湯溜 朝顔 爐腹 爐胸 爐口 Vu

$$135.00 + 151.50 + 107.00 + 615.93 + 58.70 = 1,068.13 m^3$$

かくして得られたる爐形寸法を第72圖に示す。第73圖は Gary 工場の 11 番爐である。後者の爐形は昔の 800t 高爐のものをそのまま擴大して得られたるものである。従て各部の寸法割合が適當でない。例へば湯溜の深さは  $1,200 t$  爐としては小さ過ぎる。又爐胸傾斜角が小さ過ぎる爲、爐口が狭くなつて居る。



第72圖

第73圖

著者の設計によるもの

Thyssen 工場 8 番爐

本計算例で求めた寸法は最近米國に於て實際に採用せられたものである。爐口を充分大きくしてあるので爐腹徑は幾分小さくなつても必要だけの爐容が得られる。湯溜徑はあまり違はない。11 番爐はその操業状態  $1,000 t$  生産のものと殆ど同じである。コークス消費量は 24h に  $850 t$  強である。この場合の燃焼度は

$$850 / 24 = 35.4 t$$

$$35,400 / 47.4 = 750 kg$$

この値は普通よりは小さいが Gary 工場では何の困難なしに得られる値である。然しこれでは結局損である。コークスと鑛石の消費を少くし、ガスによる粉鑛誘導量を減少させる。従て我々の計算による爐形の如く爐口の大きなるものが有利となる。因みに爐内ガスによる粉鑛誘導量はガスの速度の自乗に比例して増加する。

22. 次に豫備處理なしの Krivoi-Rog の粉鑛多き鑛石と Donetz のコークスとを用ひ、南部ロシアの爐に於ける普通一般の條件の下に操業する場合の例につき述べやう。この條件は Guiprometz の有效爐容  $930 m^3$  の爐に於ける場合とは異なる。

本例に於ては、此等既設の 14 の爐と比較する爲に有效爐容に  $930 m^3$  を採る。先づ爐高は  $28m$  とする。これ以上にする必要はない。爐の斷面積を適當に増加させれば 24h 生産量は  $1,200 t$  まで上げる事が出来る故なり。又一方これ以下に下げる事もいけない。後に裝入物捲揚機を取換へることなしに生産を増すやうな場合に備へる爲である。爐腹徑は  $Vu = KD^2H$  に於て  $K = 0.53$  とし

$$D^2 = 930 / 28 \times 0.53 = 62.67$$

$$D = 7.9m$$

爐口徑は

$$d_1 = 7.9 \times 0.7 = 5.53m$$

爐胸圓錐部の高さは、その傾斜角を  $85^{\circ}30'$  として

$$h_4 = (7.9 - 5.53) / 2 \times 0.0787 = 15.06 \text{ m}$$

Krivoi-Rog の鑛石を用ひて居る爐の爐容利用率は現在  $0.9 \sim 1.1$  である。この平均値を用ひれば此の爐の生産量は  $930t$  となる。

鉄  $1t$  當りのコークス消費量を  $900 \text{ kg}$  とせば、 $24 \text{ h}$  の消費量は、

$$930 \times 0.9 = 873 \text{ t}$$

$1 \text{ h}$  では  $873,000 / 24 = 34,875 \text{ kg}$

この消費量と第7表とより考へれば燃燒度は  $900 \text{ kg}$  となる。

これより湯溜徑を出す。

$$34,875 / 900 = 38.75 \text{ m}^2$$

$$d = 7.025 \text{ m}$$

今  $d = 7 \text{ m}$  とする (湯溜斷面積は  $38.48 \text{ m}^2$  となる) 湯溜の羽口水準面の最大深さは前表より

$$h = 930 \times 0.11 / 34.48 = 2.66 \text{ m}$$

Guiprometz の爐ではもつと深さが小さい。同じ徑のものでも  $2.5 \text{ m}$  しかない。次に羽口水準面より上の部分の高さを  $0.44 \text{ m}$

湯出口より湯溜底までの高さを  $0.40 \text{ m}$  とすると湯溜の有効高さは

$$h_1 = 2.66 + 0.44 = 3.1 \text{ m}$$

全高は  $3.1 + 0.4 = 3.5 \text{ m}$

朝顔の高さを  $3 \text{ m}$  とせばその傾斜角は

$$(7.9 - 7.00) / 2.3 = 0.15 = \cot \alpha$$

$$\alpha = 81^{\circ}30'$$

送荷床面より送荷装置の鐘の頂までの距離を  $3 \text{ m}$  とせば、爐口と爐腹の圓筒部の高さの和は

$$h_2 + h_3 = 28 - (3.1 + 3.0 + 15.06 + 3.0) = 3.84 \text{ m}$$

爐腹側の方を  $2.10 \text{ m}$  とし爐口側の方を  $1.74 \text{ m}$  とする。

有效爐容は

$$\text{湯溜} \quad \text{朝顔} \quad \text{爐腹} \quad \text{爐胸} \quad \text{爐口} \quad V_u$$

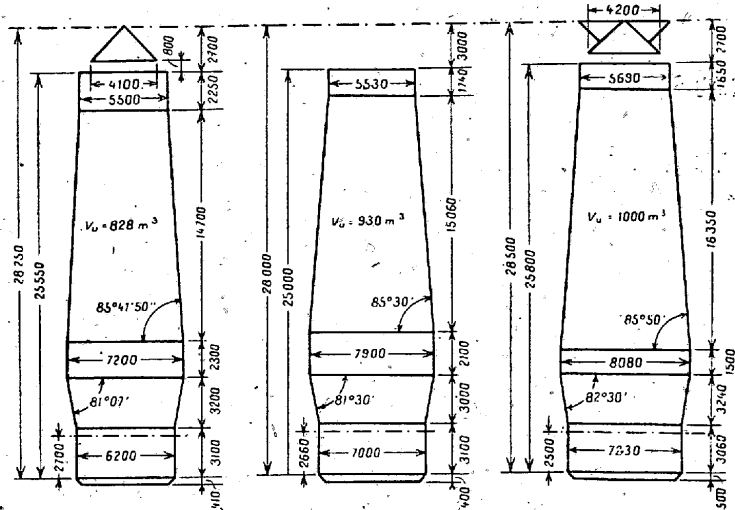
$$119.29 + 130.90 + 102.94 + 538.34 + 41.75 = 930.26 \text{ m}^3$$

となる。第75圖はかくして得られたる爐形を示す。

皆て粉鑛を用ひる場合は、爐内に送る時間當りの風量には一定の限度がある。粉鑛を一部團結して用ひれば爐容利用率がよくなる。爐容利用率  $0.8$  に對しこの爐形のまゝで生産量  $1,100t$  までの増産は可能である。何となれば湯溜は充分大きくしてある爲に燃燒度を容易に上げる事が出来る故なり。第10表に比較の爲 Guiprometz, Kouznetzk (1,2 番爐), Makeevka (2,3,4 番爐) の爐の各部寸法を擧げた。第74, 75, 76圖は Kouznetzk の爐と本例に於けるものと Guiprometz の爐容  $1,000 \text{ m}^3$  のものを示す。

第10表 本例算出の  $930 \text{ m}^3$  爐と他の爐との比較

爐の主要部	爐の名稱			Guiprometz	
	Kouznetzk 1, 2 番爐	Makéevka 2, 3, 4 番爐	著者の算出 によるもの	$930 \text{ m}^3$	$1,000 \text{ m}^3$
全 爐 高 $m$	28.25	29.90	28.0	28.5	28.5
有效 爐 高 $m$	25.55	26.93	25.0	25.8	25.8
有效 爐 容 $m^3$	828	842	930	930	1,000
湯 溜 高 度 $m$	3.10	3.10	3.10	3.06	3.06
朝 顔 高 度 $m$	3.20	3.10	3.00	3.24	3.24
爐 腹 高 度 $m$	2.30	2.50	2.10	1.85	1.50
爐 胸 高 度 $m$	16.95	18.23	16.80	17.64	18.0
爐 腹 徑 $m$	7.20	7.10	7.9	7.85	8.08
湯 溜 徑 $m$	6.20	6.20	7.0	7.00	7.23
爐 口 徑 $m$	5.50	5.40	5.53	5.41	5.69
朝 顔 傾 斜 $^{\circ}$	81	81.74	81.74	82.74	82.74
爐 胸 傾 斜 $^{\circ}$	85.74	86.74	85.74	85.74	85.74



第74圖 Kouznetzk 工場 1, 2 番爐 第75圖 著者の算出によるもの 第76圖 Guiprometz 第1期の爐形

第10表の第3行と第4行の  $930 \text{ m}^3$  爐容のものを見ると、横の徑がよく似た値をとつて居る事が分る。著者の爐形の湯溜、爐腹、爐口の徑に夫々  $0.18, 0.23, 0.16 \text{ m}$  を加ふれば、Guiprometz の  $1,000 \text{ m}^3$  爐のものを得る。Kouznetzk や Makéevka の横の寸法は共に非常に小さくよく似た値となつて居るが唯高さのみが Makéevka のものが殆ど極限の寸法を有して居る。之等の爐の湯溜徑、爐腹徑に  $0.7 \sim 0.8 \text{ m}$  を加へれば著者の算出による爐の夫々の寸法が得られる。かくの如き擴張の可能性は Kouznetzk の爐の設計の場合に見られた。

例へば、壁の厚さは充分大にしてある。これはもとの骨組構造のまゝで、壁の厚さを少しく減らし、爐形をより大にする事が出来るやうにする爲である。Makéevka 工場の1番爐の設計に當つてもかくの如き擴張が行はれた。第11表にこの爐の寸法を示す。

23. 南部ロシヤに於て普通の條件の下で操業して居る  $1,200 \text{ m}^3$  爐容のものにつき検討して見る。

先づ、合理的爐形寸法を保ち、所要の爐容を得る爲には、爐高は  $30 \text{ m}$  なければならぬ。Makéevka 工場のもの、爐高よりは少しく大で Magnitogorsk や Kouznetzk 工場のものより少しく小である。因みに之等の工場にて用ひるコークスの爐内に於ける機械的強度は南部ロシヤのものよりも小である。ガス利用を容易ならしめ爐内に於ける負壓を低くする爲に爐高  $30 \text{ m}$  にすれば、荷中に或量の團結鑛を入れても差支ないであらう。かくすれば相當量の粉鑛があつても爐容  $1 \text{ m}^3$  に對し鉄  $1t$  の生産能率を出す事は可能である。コークス消費量  $0.9t$  に對し燃燒度を  $950 \text{ kg}$  (第7表) とせば、湯溜は次の如くにして求められる。

$$24 \text{ h 燃料消費量} \quad 0.9 \times 1,200 = 1,080 \text{ t}$$

$$1 \text{ h} \quad \quad \quad 1,080,000 / 24 = 45,000 \text{ kg}$$

$$\text{湯溜容積は} \quad 45,000 / 950 = 43.37 \text{ m}^3$$

湯溜徑  $d = 7.75 \text{ m}$  (斷面積  $= 47.17 \text{ m}^2$ ) とする。

$$\text{爐腹徑は} \quad D^2 = 1,200 / 0.54 \times 30 = 74.07$$

$$D = 8.6 \text{ m}$$

$$\text{爐口徑は} \quad d_1 = 0.7 \times 8.6 = 6.0 \text{ m}$$

平爐鉄を作るものとして湯溜の有効深さを求める。

$$1,200 \times 0.11 / 47.17 = 2.79 \text{ m}$$

$$h_1 = 2.79 + 0.41 = 3.2 \text{ m}$$

朝顔の高さは  $3 \text{ m}$  でよい。その傾斜は

$$(86-7.75)/2.3=0.1417=\cot \alpha$$

$$\alpha=82^\circ$$

爐胸の傾斜を  $85^\circ 30'$  とせばその高さは

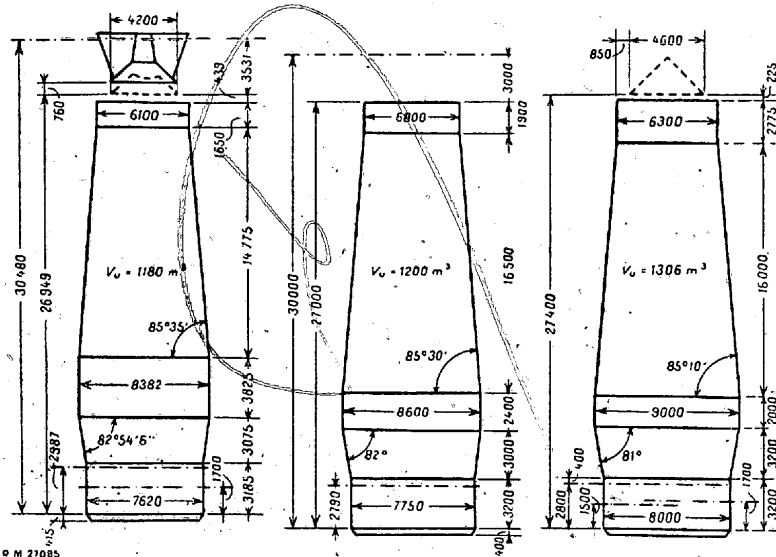
$$h_1=(8.6-6)/0.0787 \times 2=16.5m$$

残部の高さは送荷床面より鐘頂までの高さを  $3m$  とし、爐腹圓筒部の高さを  $2.4m$ 、爐口圓筒部の高さを  $1.9m$  とする。

かくして得られたる爐形寸法を第 78 圖に示す。有效爐容は、

$$\text{湯溜 朝顔 爐胸 爐腹 爐口 } V_u$$

$$150.94+157.26+145.22+697.87+50.53=1,201.79m^3$$



第 77 圖 Magnitogorsk 工場の高爐 第 78 圖 著者の設計によるもの 第 79 圖 Guiprometz の第二期の高爐

となる。南部ロシアのこの種の爐の最近に於ける実績を見るに塊鐵のみを用いた場合或は  $60\%$  以下の團結鐵を加へた場合 ( $58\sim 60\% Fe$  となる) 爐容利用率は  $0.8$  で  $24h$  に  $1,500t$  までの生産が出来る。コークス使用率も  $800kg$  まで下げることが出来る。最大生産量の時の使用量も  $24h$  に  $1,200t$  を越さない。燃焼度は  $1,060kg$  に達する。湯溜徑は  $7.75m$  あるのでコークス使用率も  $850kg$  まで充分可能である。何となればこの場合  $1h$  當りの使用率は

$$1,500 \times 0.85 = 1,275t$$

$$1,275,000/24 = 53,125kg$$

燃焼度は  $53,125/50.27 = 1,057kg$

を越さない。

第 11 表に  $1,200m^3$  爐の各部寸法の比較を示す。

第 11 表  $1,200m^3$  爐の各部寸法の比較

	Chicago 地方 The Association of Engineers の爐	Maké- evka 1 番爐	著者の設 計による もの $1,200m^3$	Me Kee (Magni- togorsk)	Guiprometz $1,306m^3$
爐の全高 $m$	28.99	29.90	30.0	30.40	31.00
有效爐高 $m$	25.91	26.91	27.0	26.95	27.40
有效爐容 $m^3$	1,130	1,143	1,200	1,180	1306
湯溜高さ $m$	2.95	3.10	3.20	3.185	3.20
朝顔高さ $m$	2.65	3.10	3.00	3.075	3.20
爐腹高さ $m$	1.83	2.50	2.40	3.825	2.00
爐胸高さ $m$	18.48	18.20	18.40	16.865	19.00
爐腹徑 $m$	8.61	8.50	8.60	8.38	9.00
湯溜徑 $m$	7.72	7.50	7.75	7.62	8.00
爐口徑 $m$	5.80	5.86	6.00	6.10	6.30
朝顔傾斜	$80\frac{1}{2}$	$80\frac{1}{2}$	82	$82\frac{1}{2}$	81
爐胸傾斜	$85\frac{1}{2}$	$85\frac{1}{2}$	$85\frac{1}{2}$	$85\frac{1}{2}$	$80\frac{1}{2}$

第 77 圖は Magnitogorsk の爐である。

24. 前述せる如く、今日までの最大生産量を出す事は有效爐容  $1,200m^3$  (第 78 圖) のもので充分可能である。それにも拘らず Guiprometz では最近第 79 圖に示す如き有效爐容  $1,306m^3$  に及ぶ爐を設計した。吾々はこの爐形で最も有害な部分を改良して見よう。この爐形寸法は既設の Azov 工場の 3 番爐 Zaporozur 工場の 3 番爐 Krivoi-Rog 工場の 3 番爐の爐形のものと同略々一致して居るのである。有效爐高はこれまでの最高のもより  $0.45m$  高いに過ぎない。

南部ロシアのコークスの機械的強さは増加して居るのでこの爐高で爐況が悪くなるとは考へられない。Guiprometz のこの爐では Krivoi-Rog と Magnitogorsk の團鐵と塊鐵との混合物で最大生産量を出す事が出来るものである。さて、爐容利用率に  $0.8$  なる値を認むるものとせば  $24h$  の生産は

$$1,306/0.8=1,635t$$

コークス消費率は  $0.8t$  として  $24h$  には

$$1,635 \times 0.8 = 1,306t$$

$1h$  では  $1,306/24 = 54.417t$

湯溜徑  $8m$  ではその斷面積は  $50.27m^2$  それで燃焼度は

$$54,417/50.27 = 1,082kg/m^2 \cdot h$$

これはさして不當な値ではない (第 7 表参照) 然しこれでは爐の中心部部の温度が十分に上らない事は確かである。

最近に至り Magnitogorsk や Kouzniezsk に於ける研究により、爐頂の鐘によりコークスと共に装入さ

れる鐵石は爐口全面に擴がるかどうかといふ事が解明されたが、これによるとたとへ鐵石が爐口中央部 (徑  $2\sim 2.5m$  の圓) に互らなくても爐内中央部を上昇して来るガスは  $9\sim 9.5\% CO_2$  を含んで居る。この事は装入された鐵石が下降するに従ひ分散し爐熱温度中位の部分の爐内中央部にまで達する事を示すのみならず熔解層の中央部をもよくガスが通過して來て居る事を示すものである。

25. さて、一方に於て著者の考へに従て設計せる爐形即ち最近の米国とロシアに建造された爐と、他方、古い形式のものだが現在尙優秀な操業を續けて居るものとを比較して見るとその間本質的の相違点が見出される。この相違は爐形各部寸法の對比值に於て著しい

(1) コークス吹高爐の優れたる成績を示して居るもの、 $H:D$  は  $4$  に近く、今日の爐高の最大なるもの或は生産量の最大なるものは (爐容を増加させる爲に) この比值は  $3.5$  となつて居る。

(2) 爐腹徑と湯溜徑との比值 ( $D:d$ ) は湯溜徑の増大に伴つて減少し  $1:1$  にまでなつて居る (Aliquippa 工場の爐に  $1.05$  のものがある)。

爐口徑と爐腹徑との比值 ( $d_1:D$ ) も湯溜徑と爐腹徑の増大に伴つて段々と減少し  $0.62$  にまでなつた。最大爐口徑は  $5.18m$  に止まつて居る。(Aliquippa 工場, Tata 工場にこの寸法のものあり) 然し現在の最大生産量を出す爐の爐口徑をきめる場合には専ら  $d_1:D=0.7$  なる比值が用ひられて居る。

上述の如き比値の變化は等しく、爐容と湯溜の斷面積との關係比の變化 (減少) によるもので、これによつてその爐形も變つた。有效爐容積の分布も湯溜や朝顔圓筒形爐腹上部附近にその大部を置くやうになつて居た昔の爐ではこれに反して湯溜が小さく、朝顔の傾斜少なく爐口が大きく、容積も従つて湯溜や朝顔部のそれは小さくて、却つて爐胸上部の容積が大となつて居る。

かくの如き爐形の改良の結果實際に於て爐容利用率は非常によくなつた。この理由は生産量に及ぼす要因として爐容  $1m^3$  の重要さは高熱部分に於て大なるものであり、低熱部分に於ては比較的なる故である。更にかゝる爐形によつて初めて熔解層に於て荷の規則的の降下が期待出来るのである。(終り)