

翻譯

高爐寸法の決定(I)

M. M. A. Pavloff

石山一郎譯*

目次

I. 高爐の大きさと形の發達

- 1. 序論 2. 木炭吹高爐の形 3. コークス吹高爐の形

II. 高爐寸法の決定

- 1. 爐高 2. 爐容積 3. 湯溜り 4. 爐腹 5. 朝顔 6. 爐胸
- 7. 計算例

I. 高爐の大きさと形の發達

1. 序論

高爐の歴史は、鑛石より直接鐵を造り出した所の Bloomery furnace と言われる一種の小高爐より始まる。この種の最初の試験爐は第1圖の如く、2つの圓錐をその底部で重ねたる形のもので、壁は耐火物で出来てゐる。高さは4.50m 以下、爐腹部直径は 1.5~1.8m である。

最初に實用された高爐はこの爐と同じ形のもので高さが極く僅か増加したに過ぎない。使用した木炭が機械的に弱いので、この高さをあまり増すことが出来なかつたのである。そこで出鉄量を増す爲に、徑が段々と大きくなつた。しかし、手作業にて投入せる荷の分布が水平斷面に於て一樣にする爲には、高爐の上部爐口附近の徑を或程度以上増加させることは出来ない。

昔の人は、鑄鐵(高爐の造られた初期に於ては大部分の生産物は鑄鐵であつた)を造るには、強熱を集中させることが必要なる故、爐内高熱燃焼部(湯溜部)の徑を或程度以上増加させる事は有害であると考へて居た。

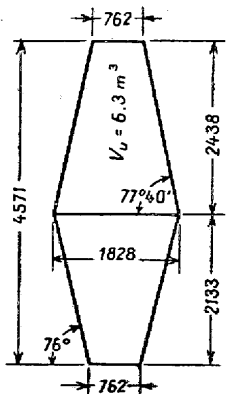
次で、もつと熱度の低い銅用銑鐵が造られるやうになり湯溜り部を更に大徑にして良成績をあげた。(此の部の小なるものは磨損が多かつた結果にもよる)。がしかし一方、初期の鑄鐵用の爐には何等改良を施される事なく、19世紀の中頃に至るまでの數世紀の間使用されて居たのである。

第2圖は獨逸 Veckerhagen 工場の歴史的の爐で、Bunsen がこの爐の爐口部に於けるガスに關する有名な研究を行つたものである(1838)。これは木炭吹のものである。この圖を見ると、當時の實際家の考へについての結論が明白に分る。火入れ直後の生産量は最初極く僅かで後段々と増加し、湯溜部が著しく磨損した後になつてから正常の生産量を出すに至つた。湯溜部が大きくなると、風を大量に送る事が出来、更に爐内の荷は速かに下つて行くが湯溜部が小さいと、爐の容量が減るばかりでなく、熔銑の生産能率が悪い上に、ガスの熱的、化學的エネルギーの損失が大きかつた。といふのは、ガスは最も近道をとつて上昇し、下降する荷に出逢ふ量が少く、大量の熱量と一酸化炭素とを保有し乍ら大氣中に逃れ出て了ふのである。

こゝに於て、この Veckerhagen 工場の爐の高さと、最大直径との比、次に最大直径と湯溜り径との比をとると、夫々 1.5 と 11 の値となる。現代の爐に於て普通に採用されて居る比值とは随分開きがある。

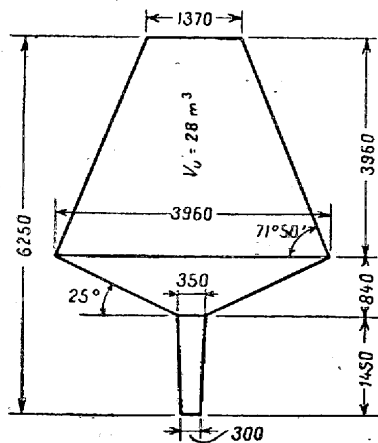
併して、18世紀前半に於て使用されて居た爐は既に Veckerhagen 工場の爐よりも遙かに高くなつて居たのである。歐洲では 9m、瑞典では 10m で、Propkopy Demidoff は 1740 年に、ウラルに高さ 13.24m の爐を造つた。第3圖は即ちこれである。羽口を2ヶ有し、24h に 14t の生産をなした。斯界の工業に於て最先鋒にありし英國に於てもこの爐に及ぶものはなかつたのである。

コークス吹高爐が英國に初めて出来たときは、上述の木炭吹高爐と同じ恰好と

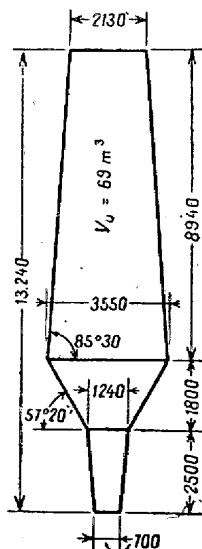


第1圖 高爐の祖 "Bloomery furnace" (塊鐵爐)

* 愛知時計株式會社



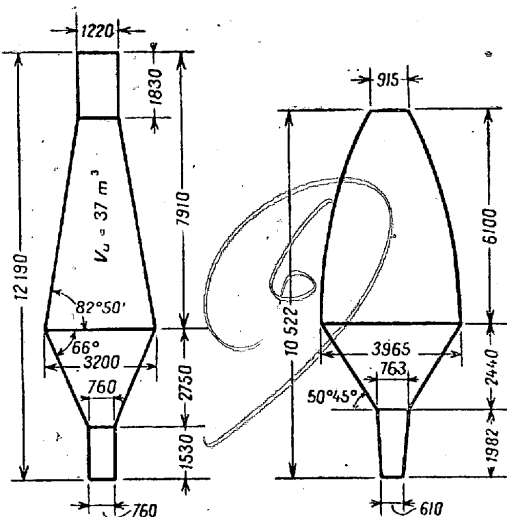
第2圖 獨 Veckerhagen 工場の木炭吹高爐



第3圖 P. Demidoff の木炭吹高爐(1740)

高さをも有して居た。生産量は 24h に 25t であつた。その後爐の寸法は増加して行つたのではあるが極めて微々たるものであつた。

1776 年 Watt の蒸氣機關を送風用に用ひるやうになり、爐の寸法と生産量は増したが、これも大したことはなかつた。却つて、1796 年にシレジャの Gleiwitz 工場に建造されたコークス吹高爐など(第4圖)は 56 年前に造られた Demidoff の木炭吹高爐(第3圖)よりも高さや徑に於て劣つて居る。



第4圖 シレジャ Gleiwitz 工場のコークス吹高爐 (1796) 第5圖 Carron 工場のコークス吹高爐 生産量 5t. (19 世紀初期)

19 世紀初めに於て英國のコークス吹高爐は 24h に 5t しか出さなかつた。(第5圖)。

Veckerhagen の爐に比べると爐腹徑に對して高さが増し(比值 2.65)、湯溜部徑に對して爐腹徑が小になつて居る。(比值 5.19) 一方、湯溜部斷面積、爐口斷面積、共に非常に小さい。

この形式の爐が出来て、初めて最も有利な高爐の作り方といふものに對する指針が發表された。John Gibbons は 1839 年に「Staffordshire に於ける高爐の構造に就いて」といふ本を書いたがそれには次の如く記されて居る。「高爐の運轉狀態を最もよく追求する爲

に、火入れしてより、吹止めに至るまでの試験爐の形の變化に及ぼす熱の影響に就て研究した。

Staffordshire の 6 基の爐を同時に運轉し、火入れ後短かきは 3 ヶ月より長きは爐内磨損して操業不可能に至るまでの、種々の期間運轉した後、吹止めをした。そして、それ等の爐の内壁の變化につき討究した。『爐内壁に印せられた極く僅かの火焰の跡についても、綿密な觀察と、考慮とを忽らなかつた』と彼は言つて居る。

偲て、最初に著しく目立つた事は、湯溜部と朝顔部とが、火入れ後間もなく急激に侵されて居た事である。僅か 6 ヶ月で湯溜部壁厚の平均 1/3 が耗失するものと思はれる。次で朝顔部が段々と磨耗して来る。そして、やがて吹止めの止むなきに到るまで朝顔部壁の耗失は續く。それで將來、爐を造るときに、この耗失によつて得られた爐内部の形をとつて造つたならば湯溜部と朝顔との重要部の耗損を防ぎ或は極少に止める事が出来るものと思はれる。」

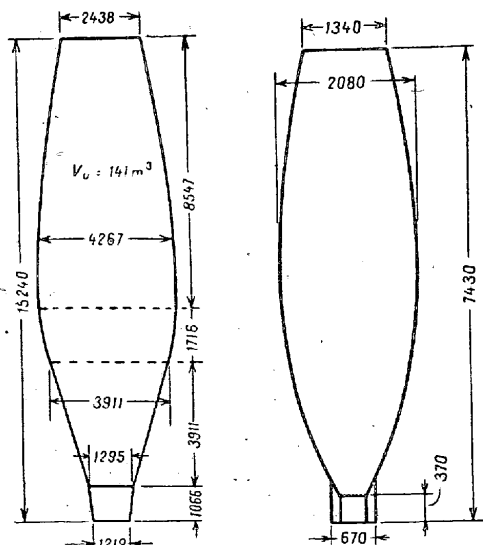
これで、最初は爐の築造上許し得る極限にまで湯溜部の徑は大きくなつた。この湯溜徑を増大した爐の全生産量はこれまでの爐に比し數ヶ月分だけ増加した。つまり爐の生命がのびたのである。

次で Gibbons は朝顔部の傾斜を少くし、爐口を大にした。かくて爐は着々と進歩し、4 年半の後には、他の如何なる高爐よりも、2 倍以上も餘計の熔銑を出した。爐は 7 年の後に吹止めをしたが、煉瓦積は尙しつかりして居た。

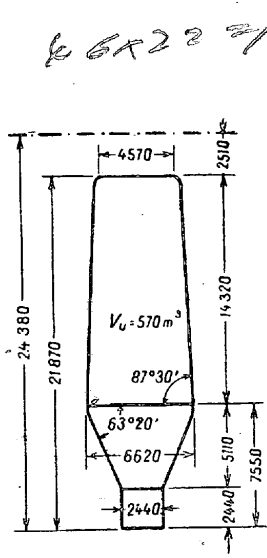
第6圖は Gibbons の爐を示す。爐腹の最大徑に對し、高さが増して居る。圖のものは比值 3.5。尙湯溜部徑に對し爐腹徑は 3.5 迄に減じて居る。然しこの後者の値は、現今の爐に比すれば尙大である。この恰好のものには更に大きな湯溜が有效なるものと思はれる。しかしこの恰好のものによれば、荷は平均に降りて行き、爐内ガスも亦平均に通つて来るやうになる。

Gibbons 自身も湯溜部徑を大きくすることの有効なる事を知つて居たのではあるが、送風の量とその壓力が少なかつた爲に、これより大きくすることは出来なかつたのである。

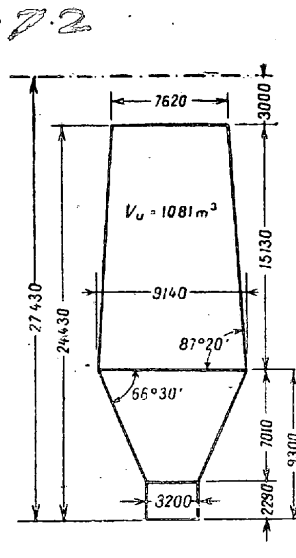
第6圖の爐は 24h に 15t の熔銑を出したが後になつて、これと同じ恰好で湯溜徑がもつと大きなものが造られたが、これは 20t の熔銑を出した。當時代の貧弱なる設備と貧乏しか有しない状態にあつては優秀なるものと言はねばならない。



第6圖 英, Staffordshire で Gibbons の用ひたる爐形 第7圖 瑞典式木炭吹高爐 (18 世紀中頃)



第8圖 英, Cleveland の Clarence 工場のコークス吹高爐 (1874)



第9圖 英, Cleveland の Cochrane 工場の高爐 (1871)

Gibbons はかくの如く成功したのではあるが、惜むらくは後繼者がなかつたのである。當時代ばかりでなく、それより後の代になつても、Gibbons の功績は充分認められたのであるけれども、Gibbons の考へを受けつぎ、これを行ふ者がなかつた。

Gibbons の歴史的著書が出されて以來數十年の後に至るまで、技術家達は各所に上述の如き異様な恰好の爐が造られた。Gibbons

の所謂「自然に得られたる形」が合理的で有利なことが分つて來たのである。第7圖は Gabriel Jars により瑞典に造られたるもので、1760年頃まで使はれた。故に Gibbons の「自然に得られたる爐形」といふのも英國に於て見出される前に、既に行はれて居たことになる。G. Jars は「この爐は他の爐に比し、爐口が大きいので有利である。自分はこの恰好の爐がなぜ今迄用ひられなかつたか理解に苦しむ。」と言つて居る。

第6圖に示されたる爐の高さは、19世紀前半の時代のコークス吹高爐としては著しいものである。1860年頃にはこの高さが更に大きくなつた。この頃 Cleveland の粘土性の鉄脈が大量に採掘され出したので、Middlesbrough では優秀なる設備と相俟つて、鉄鐵生産量が急激に増加した。Cleveland では、Durham のコークスを大量に使用し、爐の高さは急激に増大し、15m、17m から更に 24.4m、27m にも及んだのである。Ferry-Hill 工場では 31.5m の爐が造られた（後になつてこの高さは減らされた）。

第8圖は 1870年頃の Cleveland (Clarence 工場) の代表的爐形を示すものである。Clarence 工場の所有主は Isaac Lowthian Bell で高爐についての有名な研究者である。1864年にこの爐高は 24.4m に達した。此所では現在に於ても 12 基の高爐の高さは 24.4m である。彼は常に「各地方の状態にもよるが、爐高を増加させることは何の益もない」と言つて居る。

G. Cochrane はこの意見に賛成しなかつた。彼は 1871年 Cleveland に爐高 27.43m、爐腹徑 9.14m 有效容積 1,081m³ の爐を造つた。第9圖がこれである。

然し生産量はあまり増加しなかつた、單位容積當りの生産量は却つて減じたのである。Cleveland の爐容 140~170m³ の小さい爐では 24h に 1t の鉄を出すに 6m³ の容積を要したが、700~900m³ の大高爐になると、11~14m³ の容積を要した。第8圖の形のもので 570m³ の爐容のものは 8.8m³/t 第9圖のものは 12.1m³/t である。

それで大きな爐を一つ造るよりも半分の生産量の爐を二つ造る方が有利といふことになる。このことは米國に於て證明された。即ち、爐容の増加に伴ひ鉄鐵生産量が減ずる事の理論的説明は次の如し。

爐を大きくするに當つては、その各寸法の増大するに相應するだけ種々修正すべき所があり、又、送風量も爐の大きさに従て、増加せねばならなかつたのである。Cleveland の爐は舊式の小さい爐の寸法をもとにした結果、爐腹と爐口が非常に大きくなつたのである。爐腹と爐口の斷面積の増加は、その徑の2乗に比例するが、こゝを通るガスの増加は之に比して微々たるものである。このガス量は、燃料の量と、送風の量に比例するのであるが、送風量が不足するので、生産量は減るのである。

かく、Cleveland 地方の爐の大部分は、爐の各部寸法の相關々係とか爐容、生産量等といふものについて確たる觀念を與へる事が出来なかつたのである。

1870~1880年頃は各地方何處へ行つても、様々の形の高爐が見られたのである。然し 1872年初め頃、L. Gruner は高爐の合理的恰好についての研究を發表した。彼は爐高と爐腹との徑の比 (H:D) の重要なことを提唱した。爐容積の利用の點から言つても、燃料の消費といふ點から言つても H:D が大きい方が有利であると言つて居る。この比につき、Gruner は高爐を3種に分けて居る。

No. 1. H:D が 3 を超へざるもの、大きく、太いものでこの種の爐は最も成績が悪い。

No. 2. H:D が 3 より大であるが 4 を超へざるもの。

No. 3. H:D が 4 以上或は 5 を超すもの、狭く、細長い爐である。

成績最も良きものは No. 3. のものである。これは、ガスがよく各部に分配され、このガスによつて、荷が適當なる處理を受け、正確なる下降をなす故である。然し、Gruner がこの結論を發表した時に於ても、この No. 3. に屬する爐は、Styrie と瑞典の木炭吹高爐と極く僅かのコークス吹高爐しかなかつた。

Gruner は No. 3 の爐を造るに當りては、木炭吹高爐にあつては、H:D=4.7、コークス爐にあつては、H:D=4 を適當とすると述べて居る。即ち現在の高さ小で、相當大きな恰好をした爐にありては唯高さを増大すればよいと言つたのである。これより 50 年以後になつて、米國では専ら、この方法をとるに至つた。尤も、實地に於ての試験結果がこのやうな過程をとらせたのかも知れない。

備て Gruner の説は高爐技術者達の間に段々と考へられるやうになつて來た。實際に於て 19世紀の末期に造られた高爐は皆多少なりともこの影響を受けて居ることが認められるのである。Gruner の所謂 No. 1. の恰好のものは最早姿を消してしまつた。No. 2 のものでも H:D が 3.5 より小さいものはなかつた。そして現在活動して居る殆ど全部のものは No. 3. のものであつた。

因みに、H:D=4 (コークス爐の場合) の値は最近に至るも、尙普通に用ひられて居るのである。今日の最大の爐 (1,000t/24h) は H:D が却つて減少して居る。實際朝顔の傾斜角度を適當に保持する爲に、湯溜部を大きくすれば (8m 或はそれ以上) これに従つて、爐腹徑も (最大 9.14m まで) 増大せねばならなくなつたのである。(以前の高さの爐であつたなら爐腹はこれほどまでに増大する事はなかつたらうが)、かくて H:D は 3.5 或はそれ以下にまで下つた。

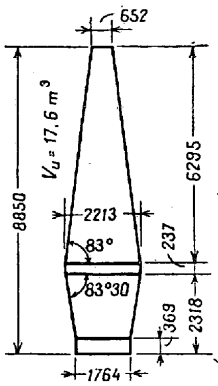
今日の爐では、爐口徑を大きくせず、爐腹徑に比し、湯溜りを充分大きくする故、昔の如き爐腹の増大に伴ふ所のガス分配の不均等といふことはない。又湯溜徑の大きくなるに従つて、送風の量も増した。即ち、斷面積 1m² を通るガスの容積は減少して居ないのである。爐容積の利用も増した。これは爐胸と、爐口の部分よりも、朝顔と爐腹の部分が容積に於て大となつた故である。

2. 木炭吹高爐の形

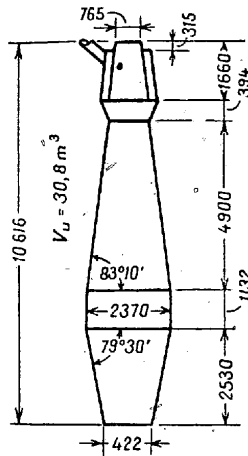
色々の理由で良い爐は澤山あつたけれども、先づ Styrie の木炭吹高爐を擧げて之を檢討して見る。この爐は經濟的見地で言へば優れたるもので、燃料の消費と、その容積に比して生産量の大きさが著しい。

第10圖より第13圖までは、Fordenberg に於て使用された爐で爐形が時代と共に如何に變化したるかを辿ることが出来る。こゝで目立つのは、皆細長い事である。爐腹徑に對する爐高の比は 4 を越さぬものはなく、時代と共にこの比は段々と増大し、5 に達するものさへも出て來た (1887)。この爐は荷の下降が速く (鑛石の爐内左留時間 6h)、爐容積に對する出鉄率もよく (1.5m³/1t 鉄)、木炭消費量も少ない (0.74)。Styrie の高爐の湯溜は常に大きい。第13圖のものは Styrie で造られた最大のものである (1887)。生産量も最も多いが、その容積當りの生産量は 2 番高爐に劣る。燃料消費率は大體同じであるが、一般に 1870~1890 年頃では此種の爐の燃料消費率は 2 番高爐よりも多いやうである (0.8)。

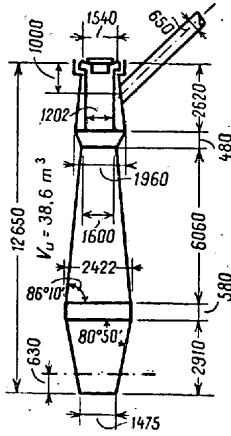
21x57 = 1197



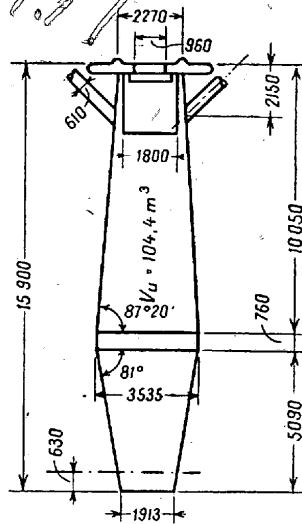
第10圖 Styrie For-
denberg 工場の木
炭吹 2 番高爐, 生産
量 10t/24h (1848)



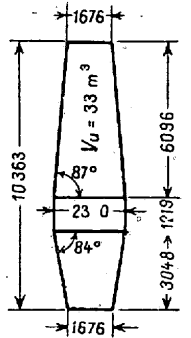
第11圖 同 左
生産量 20t (1869)



第12圖 同 左
生産量 26t (1887)



第13圖 前圖に同じ, 3
番高爐, 生産量 59t (1887)



第14圖 Finspong
工場の木炭吹高爐,
生産量 4t

3 番高爐型の爐の發達經過は概して不規則であつた。これは軟質の木炭に對して、高さをあまり大にした結果とも思はれる。

Styrie の爐と同様に注意に値するものは、瑞典の爐である。鐵石が貧鐵の磁鐵礦である事は Styrie の場合と異なる。

第14圖は Finspong 工場の瑞典式高爐で木炭吹高爐の中でも小型のものである。55% Fe の磁鐵礦で冷風を用ひ、24h に約 4t を出したが、僅かに熱した風 (175°C) を用ひたら 9t を出す事が出来た。1t の銑を出すに 4m³ の容積を要する事になる。即ち Styrie の爐の3倍にもなる。この爐は熱風を用ひるといふ所に特徴がある。

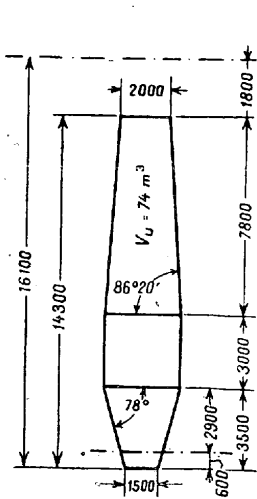
他の瑞典式の高爐も皆これに似たりよつたりの恰好のもので、總べて爐腹部は高く、その徑は小さい(最大 3m)。朝顔は傾斜少く、湯溜徑は大きい。但これは絶対値の大ききではなくして、用ひる燃料の量に比しての大ききである。瑞典の技術家達は製鋼用銑を作る目的で、Si, Mn の含有量を少くし、木炭消費量を極少(平均 0.9)に止める爲、湯溜徑を大きくし、燃焼の強烈を避け爐内の擾亂を防いだ。瑞典式の爐で最も新しい Herräng 工場の爐を第15圖に示す。瑞典式のものとしては、大ききは中位で、富鐵(66% Fe,

團礦)のみを用ひ、良質の銑約 28t を出したが、後には 45t まで出せるやうになつた。瑞典式の爐は高さ最も大なるもので 18m 止りである。この高さに近いものが、瑞典には 3 基あるが、その中の Fagesta 工場の爐には、24h に平爐銑 50t を出すものがある。瑞典式木炭爐としては、これが最高記録である。

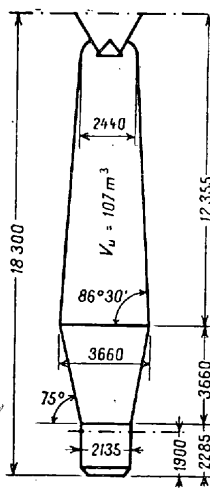
併て、第16圖に、1891年に F. Roberts の設計によつてなつた木炭爐“pioneer”を示す。Lake Superior の Fe 55% の赤鐵礦を使ひ、燃料 0.7t、650°C の熱風を用ひて、鼠銑を出した。木炭爐で 24h に平均 125t を出したのはこれが初めてである。銑 1t に対する爐容は 0.88m³ である。この値は過去 45 年間の記録であつた。そして米國では、この爐の寸法が木炭爐に於ける極限であると考へられて居た。然しこの生産量に對しては、湯溜徑があまり小さく、從て湯溜の斷面積と有效爐容積との比が 30 にまで下つて居る。即ち最近のコークス高爐の値に近い。

Lake Superior 地方では他の木炭吹高爐も大體、高さ、爐腹とも大ききは同様である。然し湯溜徑は 2.44m まで増大せるものがある。

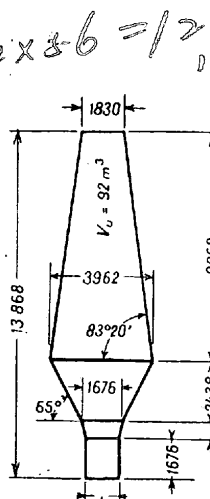
ウラルの木炭吹高爐は褐鐵礦或は菱鐵礦を使ふ爐は Styrie のも



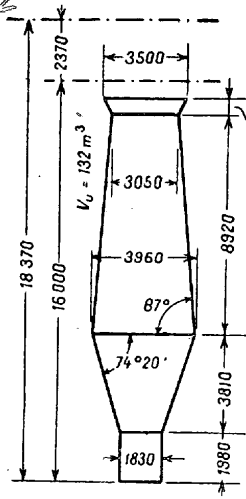
第15圖 瑞典 Herräng
工場の現代の木炭吹高爐
生産量 45t



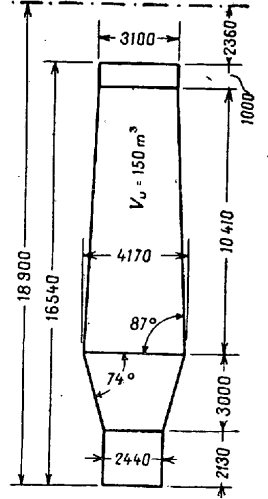
第16圖 米國の木炭吹高爐
“pioneer” F. Roberts
設計, 生産 125t (1897)



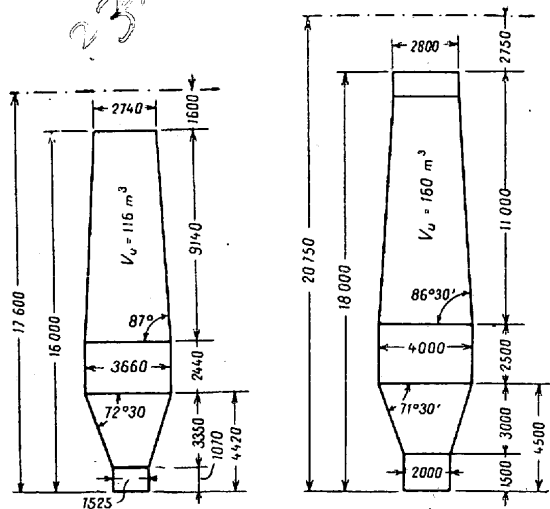
第17圖 南部ウラル
Satkinsky 工場の木炭
吹高爐 生産 16t (1890)



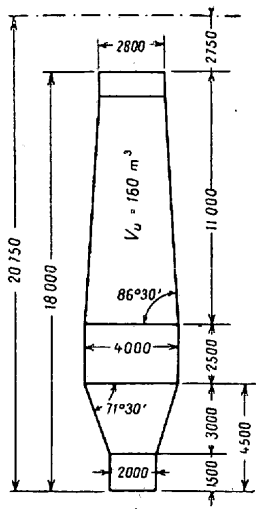
第18圖 Zlatoustovs-
ky 工場の木炭吹 1 番
高爐, 生産 50t (1902)



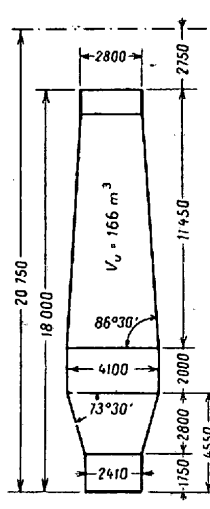
第19圖 Z. 工場 1 番
高爐 (最近, 改造せら
れたるもの) 生産 120t



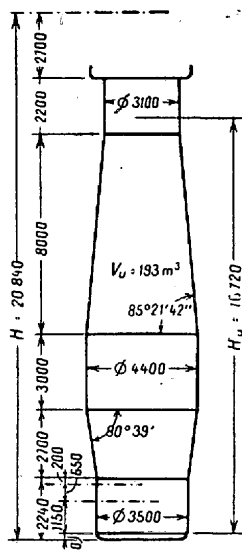
第20圖 北部ウラル Nadiéjdinsky 工場 (現在は Kabakovsky 工場)の木炭吹高爐, 生産 35t (1897)



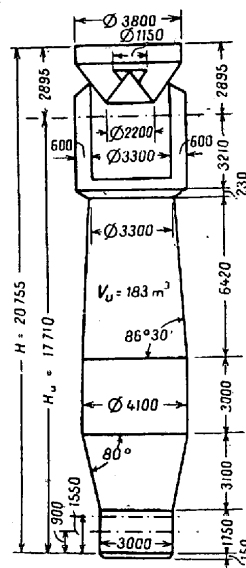
第21圖 Nadiéjdinsky 工場の爐生産 50t (1910)



第22圖 Kabakovsky 工場木炭吹5番高爐, 生産 90t (1923)



第23圖 Kabakovsky 工場木炭吹4番高爐, 生産 130t (平爐鉄)



第24圖 Satkinsky 工場木炭吹2番高爐, 生産 150t (平爐鉄)

のに似、又赤鋸のときは、瑞典式の爐に恰好が似て居ると思はれて居るが、實際はその恰好に瑞典式爐や、Styrie 式の爐と共通した部分はない。却つて歐洲のコークス吹小高爐のそれに近いやうである。當時のウラルの爐形の特徴は、爐腹徑大きく(爐高の1/3にも至る)、湯溜徑は非常に小さく、その高さが非常に大で、朝顔の傾斜角が又非常に小さい。第17圖は1880~90年頃のウラルの代表的爐形を示すものである。これは南部ウラルの Satkinsky 工場のもので、Bakal の鑛石(富鐵、不純物少し)を用ひ、良質の木炭(樺と白樺)を使つた。この爐はその生産量の多い事に於て久しく注目をひいて居た。24h の生産量は、1890~1900年頃は16tであつた。1900年頃になると高さは18m、爐容積は111m³になつた。生産量も40tとなり、この時の24h 鉄1tに對する爐容は275m³になつた。即ち styrie の爐の2倍に當る。

1902年頃の Zlatsoustovsky 工場の爐も中々優秀なるものであつた。第18圖はこの爐である。ウラルで初めて、50t の生産をなしたもので、鉄1tに對し爐容2.5m³、木炭消費量は(Styrie の爐の標準0.78~0.80に近く)平均0.83(乾燥木炭使用時)である。

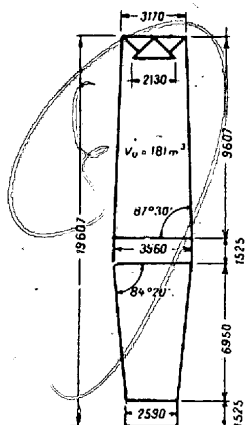
第19圖は更に後代のものである。生産量は100t(良質の平爐鉄)で120tまで出す事が出来る。(1.5m³/1t 鉄)

北部ウラルの Nadiéjdinsky 工場では1897年ウラルの他地方の爐に倣ふ事なしに獨自のものを造つた。最初は30tの爐で、有效高さ16m、松と樺の木炭を用ひた。第20圖はこれを示す。湯溜は爐容に對しても豫定生産量に對しても狭い。(有效容積と湯溜斷面積の比63)更に後になつて有效爐高18mのものも建造された。これが木炭吹高爐の最高のものである。第21圖に示すものは生産量が50tであるが之を米式の爐や南部ウラルの爐に倣つて、改良を行つたところ75~80tにまで増加した。更に改良に努力した結果第23圖の如きものとなつた。これは1924年のもので90~100tを出す。更に後になつて、ウラルの爐は種々改良が行はれ變化した。湯溜徑は3~3.6m迄になり、有效爐高は殆ど變化はない。第23圖、第24圖は、Nadiéjdinsky 工場の4番爐と Satkinsky 工場の2番爐とを示す。前者は130t、後者は150t(兩

者とも平爐鉄)を出す。

3. コークス吹高爐の形

先づ1870年より1880年に至るまでの歴史的の爐について述べ



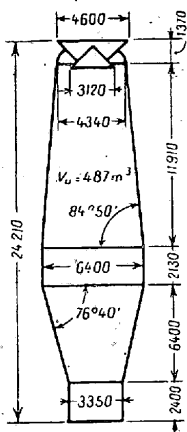
第25圖 米, Edgar Thomson 工場の A 高爐, 生産 90t (1880)

る。Pennsylvania の Edgar Thomson 工場の最初の爐(A)はこれに屬するもので第25圖に示す。これは古い木炭爐を改造してなれるもので、爐腹徑を大にする事が出来ないので、爐容を増す爲に爐高全體を増し、湯溜徑を大にした。かくして爐高は非常に大になり(H:D=5)爐腹、爐口徑は殆ど變化なく、朝顔の傾斜角が大になつた(84°)

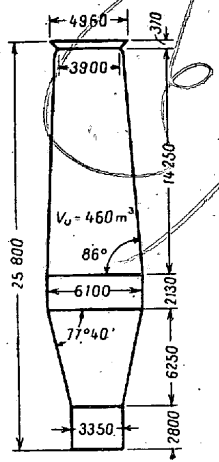
この爐は中々成績が良かった。1884年 Kennedy で普通必要とされて居た量の2倍の風量を爐に送ることが試みられて以來、この爐でもこれが行はれて、荷の降下が非常に速になつた。Cannelsville のコークスで西班牙、アルジェリー、Lake Superior の鑛石(平均54.6% Fe)を用ひ、爐容181m³、生産量90t(ベセマー鉄1tにつき爐容2m³コークス1t)、當時のコークス爐でかくの如き成績のものはなかつた。1887年同工場に造られたD高爐(第26圖)は當時の米式の形を採れるもので燃料消費量1t、生産量200t、鉄1tに對する爐容は2.4m³、生産量は235tまで可能である。このときはコークスは1.1tを要する。

1890~1900年頃、Pittsburgh にある Carnegie の Lucy 工場の爐(2基)は、湯溜徑は上述のものと同じく3.35mで、爐腹が狭くなり、爐容も減り、高さが増加したが、1897年頃、遂に300tの生産をなした。ベセマー鉄1tに對する爐容1.37m³、これに Cannelsville のコークス1tを要する、鑛石は Lake Superior のものを用ひた。(第27圖)。

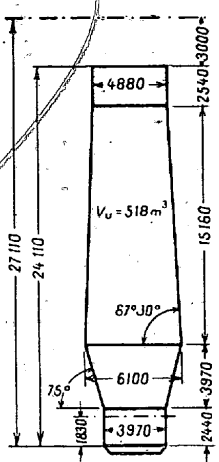
やがて1894年に火入れた Edgar Thomson 工場の H 爐はベセマー鉄400tを出した。高さは24.38mから27.13mになり、



第26圖 米, Edgar Thomson 工場の D 高爐, 生産 200t (1887)



第27圖 Pittsburgh の Carnegie 工場の高爐 "Lucy" 生産 300t



第28圖 Edgar Thomson 工場の H 高爐, 生産 400t (1894)

燃料消費量も平均 0.85t である。(第 28 圖)。

前述の D 高爐とこの爐とは随分の差異が認められる。爐腹部は低くなり、湯溜は大きくなった (3.97m)。この爐は設計者の豫想を十分に裏書せるもので重大なる新機軸と云ふべく、この結果、後年、これまでの米式の爐形に對して改良を企てる工場が多くなった。然しこの改良された爐にもやがて缺點が見出された。即ち、爐胸傾斜があまり少ない事である。(87°30' であつた、上記の D 高爐は 86°30'。Lucy 高爐は 86°)。この傾斜では荷の均一な降下は期し難く、更に、鑛石が緻密な塊状のもので、コークスが堅くて、碎け難いものでなければ、この爐は使へない。

Pittsburgh にある Duquesne 工場 (Carnegie) では高爐に眞摯なる改良を施し、尙。1895~1896 年には、爐高 30.48m 豫定生産量 500t の 4 基の高爐を新設した、所が實際は、600t を生産し、4 基にて 24h に、實に 2,400t の銑を出すことが出来たのである。燃料は 0.8t 迄下つたが、平均すると尙 Edgar Thomson 工場の爐には及ばなかつた。Duquesne 工場の爐の有効爐容は 694m³ で、銑 1t 當り 1.38m³ となる。(最大生産量時は、1.15m³ となる)。鑛石の爐内在留時間は 9~10h 鑛石は Lake Superior の

ものを用いた。(第 29 圖) H : D は 4.63 (Lucy 高爐は 4.23, H H 高爐は 4.45)。

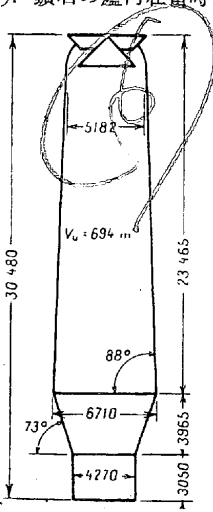
この結果より見れば、Gruper の言は唯木炭吹高爐に於てのみ成立つもので、コークス吹高爐にありては、その生産量は燃料の増加に起因するものではなく、その有效容積に比例するといふ事になる。これより、米國に於ては、Duquesne 工場以外に各所の工場で、爐高 30.50m のものを造り、32.50m のものさへも造られるに至つた。

然し、この爐でも實際は生産費が安くはならなかつた。といふのは、粒の細い安價な、悪い鑛石を使用したからであつた。加之 Duquesne の爐に限らず、これに類する總べての爐の缺陷が目立て來たのである。この缺陷の爲に、さなきだに粒の細い鑛石を粉碎するやうな結果になるのである。この缺陷とは、朝顔の高き小で傾斜少く (73°)、爐胸傾斜も小 (87°) なることである。この爲に爐胸と朝顔の接點即ち爐腹部には棚が出来、これが週期的に剝離して、湯溜に落下し、熔銑の質を低下させるのである。

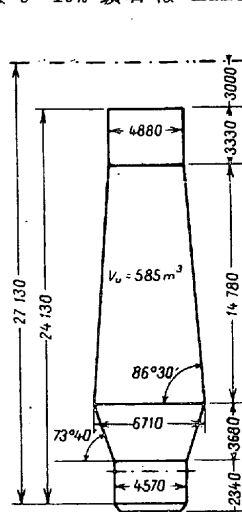
Duquesne 工場の 4 番爐が出来てから久しくして、Edgar Thomson 工場の E 爐が火入れした。爐高が 3m だけ Duquesne のものより低いが 1900 年 500t の生産を出した。この結果と、前述の爐高 30m のものゝ缺陷とを考へ、米國では、これ以上の高さの爐は差控へざるを得なくなつた。600~700t の生産を得る爲には、爐高、28m 500t には、27m で充分であると考へられるに至つた。E 爐の爐胸の傾斜は 86°25' で 30% の粉鑛 (Méssabi 産) が難なく装入出来た。しかし、この爐も幾分 Duquesne の爐と同様の缺陷を避け得なかつた。

1902 年火入れせる K 爐はこの缺陷を除去せるもので (第 30 圖) Mesabi の粉鑛 50% は容易に装入出来た。これは爐口側の圓筒爐胸部の爲である。湯溜の徑を 4.57m (Duquesne 爐と E 爐では 4.27m であつた) まで大きくし、一方爐腹部が幾分低くなつた。次で朝顔の傾斜が不充分なる事が分り、この角度は段々と増加して行き、同時に爐腹も下つて來た。従て、湯溜徑も大きくなつて來た。Lake Superior の鑛石 (殊に Mesabi の鑛石) を使ふ工場では皆この過程を辿つたのである。

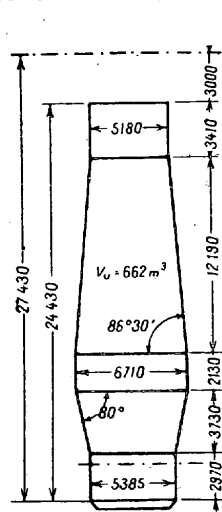
Chicago 南部の "South Works" of the Illinois Steel Co. はこの改革運動の先驅者であつた。1911 年以來湯溜徑は平均



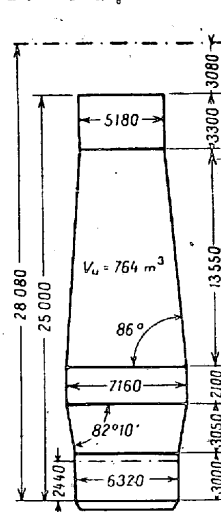
第29圖 Duquesne 工場の高爐, 生産 600t (1895)



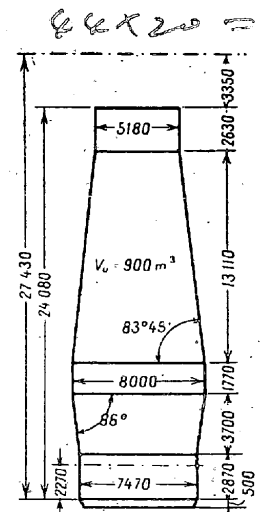
第30圖 Edgar Thomson 工場の K 高爐 (1902)



第31圖 Chicago の South Works Illinois Steel Co. の 4 番高爐 (1914)



第32圖 同左. 6 番高爐 生産 678t (1918).



第33圖 Jones & Laughlin 協會の Aliquippa 工場に於ける 5 番高爐, 生産 1,000t (1927)

5.03mであつた。この工場の4番爐の形を第31圖に示す。湯溜の徑は5.38mで、既に爐口徑より大きくなつて居る。

これが新米式爐形の特徴である。

1919年この工場の湯溜徑は、平均5.75m高きは28m、爐腹徑6.71mとなつた。1918年の終り頃火入れした6番爐(第32圖)は、湯溜徑6.32m、爐腹徑7.16m、即ち、以前には不可能であると考へられて居た大きさである。然も爐の成績は良かつた。平爐銑1tに對し燃料ークスが848kgで生産は24hに678tに達した。湯溜斷面1m²につき1hにークス700kg強といふ計算になる。米國でかく成績の良い爐はなかつた。大體、歐洲の爐に比して、米國の爐の生産多きは其の燃焼度の強きことに由來して居る。上述の6番爐は風壓90~94cm·Hgであつた。然し、未だ米國では、1hに900~1,000kg ークスを用ひて、700tの生産をなす爐では、湯溜の徑が更に大きい方が有利である事を知るまでには至らなかつた。更に後代に出來た爐で湯溜徑6mのもので生産は少くも600tのものあり、Trumble-Cleabsの爐の中には、湯溜徑5.64mで初め700t生産に目論まれて居たものが實際は800tを出したといふ例もある。

1927年 Aliquippa 工場で1,000tの生産をなす爐が出來た。此の爐形を第33圖に示す。全爐高28m弱で、前述の爐高極限以内である。然し M. G. Brassert の所謂「德利型」は米國技師達の理想ではなかつた。これは唯、爐口を小さくしたまゝ、湯溜りを過度に大きくした結果に過ぎない。

50年前 Edgar Thomson 工場の400 噸爐に爐口5.18mのものが使はれ、次に1895~97年に Duquesne 工場の500 噸爐の爐口がこの寸法で造られ、以來米國では、總ての大高爐の爐口はこの寸法を採つて居た。稍後になり Aliquippa 工場では最初5.49mから5.80mのものまで造るやうになつた。

Parry 式投荷装置の装入鐘の底直徑は3.96mで爐口徑は5.18mであつた。1.32mといふ差は荷がよく分配され、ガスの爐内分布状態をよくする爲に採られたものである。

然し米國では、次の二つの事情の爲、この寸法は早晚改革せねばならなくなつた。第一は爐口徑と装入鐘の底直徑との差と、爐口徑そのものを一定にして、湯溜徑と生産量を増すと、(Edgar Thomson や Duquesne の爐の2~2.5倍にも達したのであるが) 爐内ガスの速度が増加するといふ事である。この結果、粉塵の爐口に向つて誘導される量が増加する。(この量はガス速度の二乗に比例して増加する)

第二は爐内ガスと温度の分布に就て研究が發表された事である。これによると、これ等の分布は非常に不規則で、且普通の方法により、荷を投入すると粉塵は爐胸壁近くに集まり、ガスは爐内中心部に集る。それ故、爐口近くまで高温ガスが持ち來たされるのである。

かくして、米國では、爐口を大にせねばならなくなつた。先づ1929年の始め、Duquesne 工場では、装入鐘の底部直徑4.26mに對し、爐口5.79m(1.53mの差)にした。この結果成績が非常に良かつた。然も、燃料消費量の増加なしに、粉塵誘導量75%(銑1tに對し24~27kg)となつた。かくて新寸法の爐口の爐が造られたが、一方操業中のものも、吹止めする事なしに、その荷が下に降りた時、爐口壁をこはして、大きくしたのである。装入鐘の底徑と爐口徑との差は1.70mにまでなつた。普通は1.53~1.60mであつた。

装入鐘の底徑も4.26mの極限(鐵道貨車にて運搬出來る極限の大きさ)まで大きくなつた。然し後になつて、Magnitogorsk 工場では、装入鐘を二部に分割し、爐口上にて組立てるやうにし、爐口徑を6.10mにした。

併て、湯溜徑に就ては如何といふに、當時既に1,200~1,500tの生産をなす爲の爐に於ても、その湯溜徑8mを越す必要はない事が知られて居た。どんなに之を大きくしても、その徑7.62mのものより多くの生産をなす事は出來なかつたのである。1930年以後に火入れした爐はその湯溜徑7.62mを越すものは一つもなかつた。

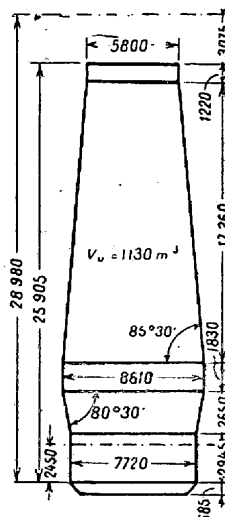
1930年 Chicago 地方の技師聯盟では1,000t高爐を設計した。第34圖にこれを示す。

一方歐洲大陸に於ける高爐は如何といふに、そのークスや殊に、鑛石(從てその製品も)が米國に於けるよりもその變化が激しい。米國ではークス吹高爐の形寸法の大きさの改良に就ての一般的の傾向といふものが認められるが、歐洲の各國に於ては、米國に見る如き規則的の發展の跡といふべきものが認められない。現代の英國冶金學者に於ける極端なる保守主義を見ても、過去40年の間、英國やスコットランドの高爐の形、寸法に就ては何等改良が行はれなかつた事が分る。

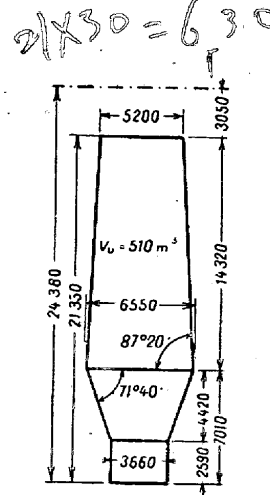
Cleveland の爐の形は尙舊態依然として居る。尤も、鑛石の品質は悪くなつたにも拘らず、生産量は段々と増加しては居たが——(鑛石の生産能率38%)第35圖、第36圖は Cleveland の最新式の爐形を示す。第35圖は Clarence 工場のもので、生産量185t、銑1tに對し、爐容3m³(40年前のものゝ2倍の優秀さを示す)。第36圖は更に優秀なるもので前者に比し、湯溜は大きく、朝顔の傾斜も大きく、爐口は小さくなつて居る。生産量210t、銑1tに對する有效爐容2.5m³になつて居る。

然し Cleveland の大部分の爐は今日に至るまで尙爐腹は大きく(7.60mに及ぶものあり) 爐口も同様に大きく、從て銑1t當り平均有效爐容4.25m³となり、鑛石の爐内留時間24hを要するものもある。これはあなたがち鑛石の品質のみによるものではない。

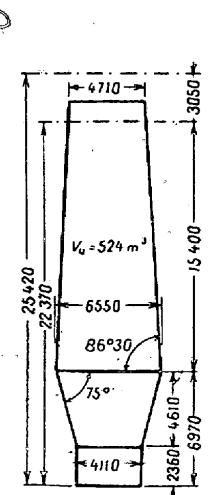
Wedding の著書に挿入されてある所の獨逸の高爐に就ての形式の表や材料によると、トーマス銑高爐の湯溜徑は1890~1900年



第34圖 Chicago 地方技師聯盟で建設せる1,000t 爐(1930)



第35圖 Clarence 工場の最近の高爐、生産185t



第36圖 Cleveland 工場の最近の高爐、生産210t

の中期以後に於ては、3.5m を越さなかつた。普通は 3m のものが多く 2.60m のものもあつた。H:D は 3.5 以下で 3 のものも屢見られた。1900 年以後に新造された爐は、4 に近きものも多く、改造されたものでも 3.5 以下のものはなかつた。Fe 含量の少き鑛石(Lorraine や Luxembourg のもの) だけを用ひて、1t のトーマス銑に對する有效爐容が普通 2.5~3m³ であつた。Wesphalia や Rhenania の爐は、この比(H:D) は瑞典の鑛石を用ひる量により多少の變化が生じた。

併て、歐洲の爐と米式の爐と比較する時、先づ著しいことは、トーマス銑の爐の荷は他のものよりも速く降りることである。爲に P の害を少くし、Si の含量を少くする効果がある。世界大戰前の獨逸式爐は米式のものに比し、爐腹大きく、湯溜は比較的小さく、朝顔の傾斜が少い。鑛石が雜多のもので還元され易く、且自溶性を有し、殊にトーマス銑の場合は Si 少く鑛滓は Mn が豊富で、流動性がよいので爐腹は大きくてよいのである。この時代の末期になつて、爐腹は普通 7.10~7.30m の直徑を有するやうになつた。トーマス高爐の湯溜はもつと大きくあるべきと思はれるが、鑛石の生産能率 28~30% で(例へば 24h に 700t を出すには 700m³ を要する如く) 爐容も相當大なるを要し、従て高さも大でなければならぬ(25~26m)。然しこの方法では 24h に 250t のコークス消費量にしか相當しない。かくて、4m 徑の湯溜では大戰前の米國一般の爐の湯溜に對し、その燃燒強きの點に於て劣ることになる。

自溶性の鑛石に對しては昔獨逸で行はれたやうに、あまり爐腹の高い爐は用ひられなかつた。朝顔の傾斜も、爐腹を大きくする爲に米國のものよりは少く 76° 位である。

瑞典の富鐵を添加して用ひたり、Rhenania や Westphalia の爐の如く鑛滓を用ひたりすると、生産能率は 42~45% に引き上げられた。そして獨逸のこの種の添加方法を用ひて居る爐では同じ爐高に對し、爐腹を小さくし、湯溜を擴大せねばならなかつた。

實際世界大戰の直前に至り爐腹が少しく小さくなり、湯溜は大きくなつた。Gutehoffnungshütte 工場は爐腹徑 6.80m の爐を 3 基新造した。が獨逸に於て、4.50m の湯溜は稀であつた。

然し大戰後には獨逸は、爐容積の利用に成功を齎し、生産量は今迄の 1.2~2 倍になつた。爐高は殆ど變化なく、屢湯溜徑さへも變化なくして、燃燒火力を強くしたのである。トーマス高爐の鑛石の爐内在留時間は、15~20h から 8~10h 或は屢 7h にも減少して行つた。それに稍後になつてから、鑛石に他の鑛石殊に瑞典の P の多い鑛石を添加する方法が用ひられたが然し、獨逸では爐形の改良といふ點に至つては、慎重逡巡の態度を續けたのである。湯溜徑だけは段々と増大して行つたが、米國の同生産量のものまでには及ばなかつた。1929 年獨逸の 42 基の高爐の中 34 基はその湯溜徑 5m 以上、8 基は 6m 以上であつた。Thyssen 工場の最近に造られた 1,000 吨爐は湯溜徑 6.50m で實際は 1,200t (トーマス銑) を出した。24h に湯溜斷面 1m² につきコークス 1,150kg を用ひた。又獨逸の爐の中には、湯溜を少しも大きくしないで生産量を多くせんとしてコークスを 1,650kg も用ひた例がある。(一方湯溜を充分大きくせるもので生産量少きものには、コークス 700~800kg のもあつた)。

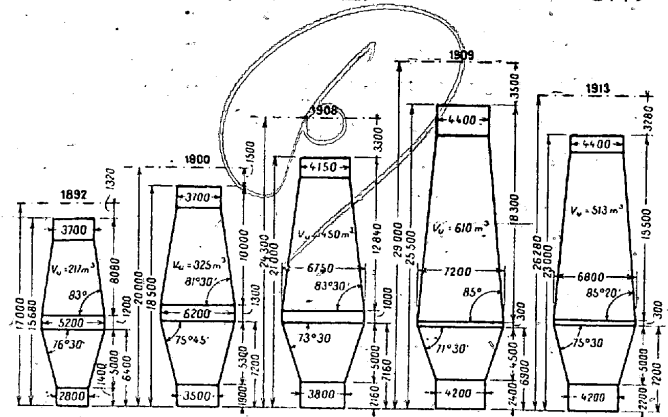
第 37 圖より第 41 圖に Gutehoffnungshütte 工場の爐を示す。最初のは獨逸最古のものである。第 42 圖より第 46 圖までは The society of Gelsenkirchen の爐である。

之等を見ると一般に米式のものより爐高大で、H:D が小さい事

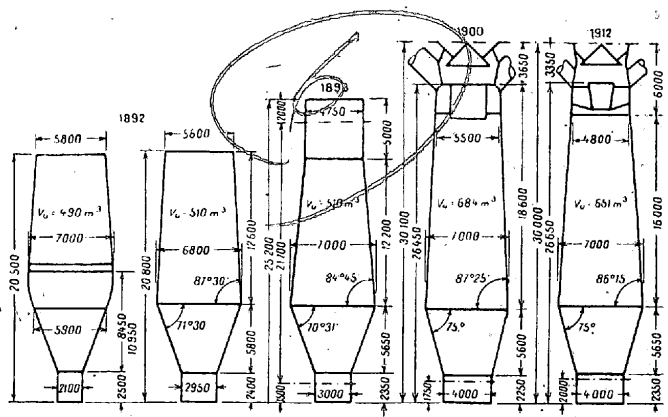
が分る。然しこの比の値は爐高が増すと大になる傾向がある(3.25 → 4)。爐腹の高さも、爐高と共に増さず、やがて一定となつて居る。

世界大戰後に至り湯溜徑 5.80m、爐腹 7.30m、爐口 4.80m 爐容積は 768m³、生産量は 1,000t を越すに至つた(0.75m³/1t 銑)。

The Society of Gelsenkirchen の爐は Gutehoffnungshütte のものよりその爐高、爐容を増して居るが、Luxembourg の貧鐵のみを用ひて居たので、生産量は僅少でトーマス銑 250t を出すに



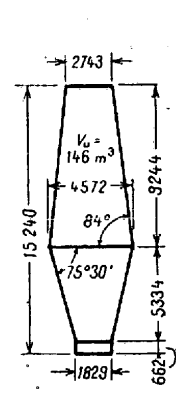
第 37 圖—第 41 圖 獨, Gutehoffnungshütte 工場に於ける爐形寸法の發達 (1892~1913)



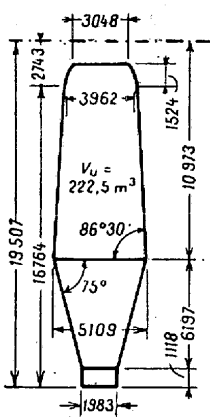
第 42 圖—第 46 圖 The Society of Gelsenkirchen の高爐の發達 (1892~1913)

過ぎなかつた。この爐の形、寸法の發達變化にも前述の如き傾向が見られる。先づ 1892 年に爐腹は低くなり、それよりは爐高増大するにも不拘、爐腹の高さは略一定して居る。又爐高増大しても爐腹徑は之に伴つて増大しなかつた。かくて H:D の値は段々増加して遂に 4.3 に達して略停止した。湯溜徑が増した結果、朝顔の傾斜は 75° まで増した。第 46 圖は Adolf Emil 工場のもので、第 45 圖のものを改造せるものである。爐胸傾斜は 86°15' に減少した。爐口徑が小さく(爐腹徑に對する比が小さくなつた。0.70) 且爐口部の長さが大になつた結果である。24h に 250t のコークス消費をなすには、湯溜徑は 4.3m 迄に減らさねばならなかつた。爲に、朝顔の傾斜は 76°30' となつた。かくて 75° の時よりも燃燒火力を強くする事が出来た。

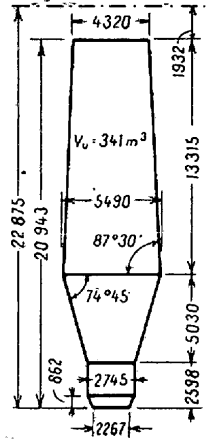
ロシアのコークス吹高爐次に述べる。Novorossiisk Society (今の Donbass の Stalinski 工場) のものは、最も古い爐で 1872 年の初め、1 番爐が出来た。次で 1875 年 48% Fe の褐鐵鑛と國産の良質コークスを用ひる 2 番爐が出来た。夫々生産量 35t でコークス消費量 1,300kg であつた。この成績は工場の設備が悪かつたせいである。(機械能力不足し、送風の豫熱も不足であつた) 決して



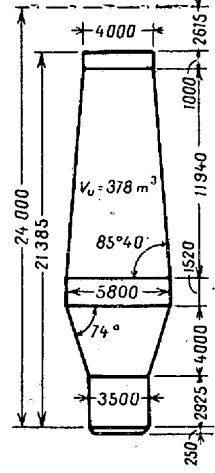
第47圖 Novorossiisk Society の Yousovsky 工場 (實際は Stahinsky) の1番高爐, 生産 35t (1872)



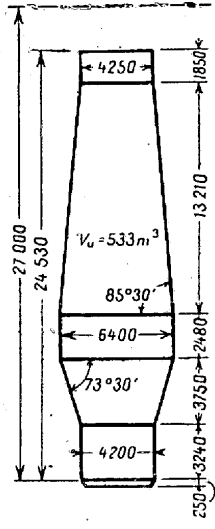
第48圖 Yousovsky 工場の高爐, 生産 120t (1880~90)



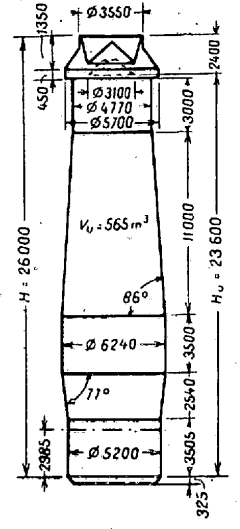
第49圖 Yousovsky 工場の高爐, 生産 180t (1890~1900)



第50圖 Yousovsky 工場の4番高爐, 生産 250t (1911)



第51圖 Stalinsky 工場の1番爐



第52圖 Stalinsky 工場の1番爐, 生産 550t

爐形寸法の拙によるのではない。第47圖は上述の1番高爐で英人の手により設計されたもので、中々結構なものである。朝顔の傾斜もよい。使用コークスの性質は分つてゐないが、爐高貧弱乍ら、充分有効に使用し、爐口を開放したまゝ運轉し、荷は送荷床の面まで、送荷する事が出来る。

併て、1880年より、荷に Krivoi-Rog の鑛石を添加して用ひる方法が考へられ、熔銑が 55% 位出るやうになつた。第48圖は、この爐で、有效爐容は凡そ 2m 増大し、爐胸傾斜 86°30' 朝顔傾斜 75°, 然し湯溜徑は極く僅かしか増してゐないので、この爐の生産量 120t に對して、湯溜徑不足であつた。爲に湯溜壁は速かに熔銑し、徑 2.6m になつた時、爐況は最も良かつた。

1890~1900年頃までに爐高は 22.9m 迄になり、爐形は第49圖の如く爐腹に圓筒部なき爲、爐高が増した結果、爐胸の傾斜は 87°30' に増した。これでは、當時の粉鑛多く、コークスが軟弱なる状態に於ては具合が悪かつた。朝顔の傾斜は以前と同じく (75°) 湯溜は高さ大で狭く、有效爐容 341m³ で生産量 180t (平爐銑) であつた。後でこの湯溜は英人の手により徑 3.4m に改造され、生産量は 200t まで増加し得た。24h に當りに要する有效爐容積は 1.9m³ (第48圖) から 1.64m³ (第49圖) になつた。この成績は當時の歐洲の爐に比して優秀なものである。けれども、これは南部ロシア地方の鑛石の特別に富鑛だつた故である。(生産能率 60%) 1911年第50圖の4番爐が火入れした。有效爐容 378m³, 24h に平爐銑 300t を出した。然し普通は 250t で 1t に對し 1.61m³ の爐容を要する。別に、前述の2番爐は後になつて4番爐と同じ湯溜に改造され同質の銑を出したのであるが(爐容 354m³) 銑 1t 當りの爐容は、1.42m³ に過ぎない。一方 Karamatorsky 工場では、Kourako により初めて、代表的米式の爐形式が輸入された。第51圖はこの爐にして、生産量 300~350t であつた。現今に於けるなら、爐腹がもつと大きく(例へば 6.8m) 湯溜徑が大きく(少くも 5.5m) なければならない。

然し當時にありては爐の金屬補強材の強さが充分ならず、これを擴大する事が出来なかつたのである。

第1表 Petrovsky 工場の高爐の寸法

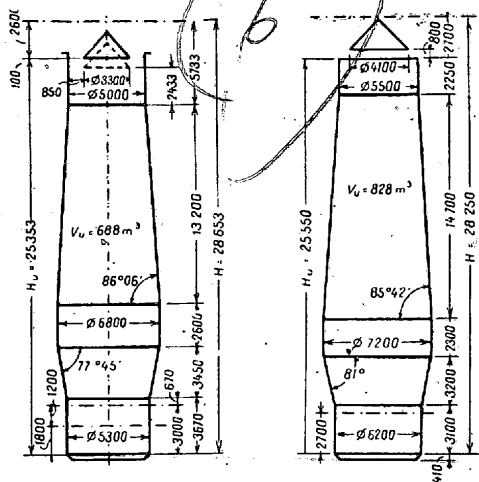
高爐	1番		3番高爐		4番高爐		5番高爐	
	1番	2番						
爐の全高 m	17.9	17.9	21.9	21.9	21.74	24.9	27.0	27.0
爐腹徑 m	5.07	4.7	6.0	5.5	6.0	6.0	6.0	6.52
爐口徑 m	3.45	3.45	4.0	4.0	4.0	4.0	4.5	4.78
湯溜徑 m	2.0	2.6	2.7	3.35	2.8	3.6	3.5	5.30
有效爐容 m³	214	207	355	333	345	425	480	620
朝顔の傾斜 °	71	75	71	75°30'	72°30'	75°30'	75	80
爐胸の傾斜 °	84	86	85	86	84°30'	86	87°30'	86°30'
24hの生産量 t	54	111	117	244	161	275	300	500
H : D	3.5	3.8	3.65	4.0	3.62	4.15	4.5	4.14
m³/1t 銑	3.97	1.86	3.0	1.67	2.14	1.55	1.6	1.24

第52圖はこの爐が現代の形式をとれるものである。爐容を充分に利用し、生産量も 550t になつて居る。

南部ロシアの二番目の工場である Alexandrovsky 工場(實際は Petrovsky 工場)の爐はフランスの技師 M. Pierronne により設計されたものである。彼により發表された材料(第1表)を見るとこの工場の爐の形、寸法の變化が分る。

1887年火入れした1番爐、その翌年に火入れした2番爐は、爐高小さく朝顔の傾斜少なく、湯溜は小さく従て豫定せるだけの生産量は到底出すことは出来なかつた。後になつて段々と改造され、米式の爐の形式に近づいて行つた。H:Dの値は大きくなつた。これは爐腹徑の小さくなつたのと(1, 2, 3番爐)、高さの大になつたのによる。(4, 5番爐) Pierronn は 300t 生産の目的で5番爐を設計したのだが、實際は 300t は出なかつた。運轉停止の期間を除き、爐況最良の時の4ヶ月の平均生産量が 299t であつた。此の爐はやがて改造され、第1表の最後の欄に示される寸法を探るに至つた。生産量 500t (平爐銑)。この爐の更に改造されたものが第53圖である。前のものと比較すると、高さと爐腹徑が僅かに増加し湯溜徑は變化しない。有效容積は増加し、生産量も 700t になつた。

併て、ロシアに Kouznietsky 工場と Makeevsky 工場とが高爐を造るに至り、高爐界に新しき足跡を残したのである。ロシアの技師により Kouznietsky 工場には 1, 2 番爐(第54圖)、Makeevsky 工場には 4 番爐(第55圖)が設計築造された。



第 53 圖 Petrovsky 工場の 5 番 爐, 生産 700t 第 54 圖 Kouzvietsky 工場の高 爐

続いて、5, 6 番 爐も 4 番 爐と同形式で造られた。この 2 工場の高 爐はその形式寸法でなくその細部構造、諸設備について云ふならば〔露式+米式〕高 爐とも云ふべきである。

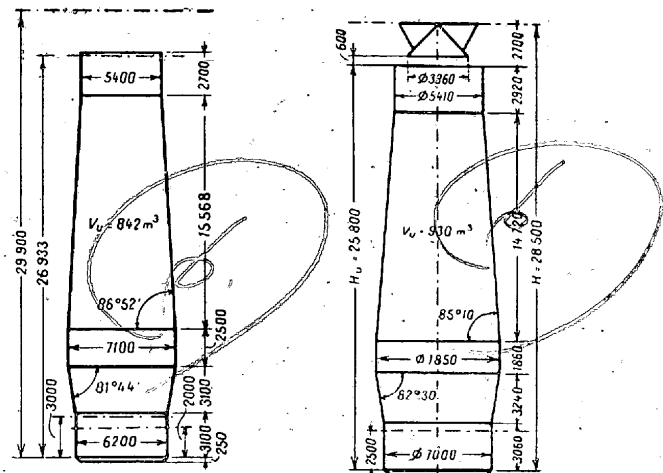
第 55 圖のもの、高 爐は著者が高 爐の極限と考へて居る値よりも大である。

これは、この高 爐の設計に當り、既に南部ロシヤでの高 爐で物理的、化學的の検討が充分行はれ、良質のコークスを製造する爲の高 爐が造られるやうになつた結果であると思はれる。第 4, 5, 6 番 爐が 750t の平 爐鉄を生産し得たのは、この良質のコークスと Krivoi-Rog の鐵石(豫備處理なし)によるのである。又之等の高 爐はこの地方の鐵石の豫備處理(粉 鐵を多孔質の團 鐵とし還元され易い状態に

すること)をすることの非常に有利なる事を實證した。團 鐵 60% と塊状生 鐵 40% とを用ひ生産量を 750t より 1,000t に増加せしめ得た。鉄 1t 當りの必要有效高 爐容積は 1.12m³ より、0.84m³ に減じたのである。

Kouznietsky 工場の高 爐(1, 2 番 爐)は Magnitogorsk の鐵石を用ひ、鑄物用鉄で 750t 平 爐鉄なら 900t を生産した。遂に Maison Freyn の意見により Guiprometz 型の容積 930m³ の高 爐が設計され(第 56 圖)この方法にて 14 基が既に建造され 2 基が目下建造中である。

Krivoi-Rog の鐵石を用ひ、24h に平 爐鉄 1,000t を生産し、又 Lipetz きの褐鐵 鐵(50% Fe)を用ひ鑄物用鉄 750t を出した。



第 55 圖 Makeevsky 工場(Kirov)の 4 番 爐 第 56 圖 Guiprometz 型高 爐

金 型 の 命 數 (493 頁より續く)

製鋼工場に於ける取扱 金型の命數に及ぼす製鋼工場の取扱ひに依る影響の大きさは鑄造に依る影響に劣らないものがある。Ristow に依るとトーマス製鋼場に於て 1 日の使用回數 8 回を 12~14 回に上げることに依つて鋼 1t 當り金型消費量が 8kg から 12kg に上る。著者の實驗もこれを確證した。2 組、合計 8 個の金型を抽塊後約 10mn 水冷し、乾燥後直ちに使用し合計 1 日に 12~14 回用ひる試験を一年間 2 組に就て 8 回繰返した。その平均命數は 90'0, 100'0, 87'8, 79'8, 107'7, 91'6, 101'0 及び 91'5 で總平均では當時それよりも緩かに使用した金型の命數の 93.7% に當る。逆の試験用として 110 個の金型中から撰擇することなく 33 個を取り出し 1 日 1 回のみ使用し、残りの 78 個は普通に使用した。平均命數は前者の 144'8 回に對し後者は 103'3 回であつた。又前者に於ては燃え廢棄多く破れが少なかつた。トーマス製鋼工場に於て下注から上注に変更する際、下注上注兩様に用ひられた過渡期の金型 184 個の命數に就き、下注ぎの命數を横軸に、上注ぎのを縦軸に取つて平均を示す直線を描いた所、横軸を 109 で、縦軸を 76 で切つた。これは下注ぎと上注ぎによる命數の比が大體 109:76 となると考へてよい。更に 16 個の金型中 8 個は常に上注ぎに他の 8 個は常に下注ぎに用ひた所、命數の平均は前者 99'7 回に對し後者 150'9 回で、前者は金型の下部に早くも破れが生じ始め時と共に酸化に依つて深まつたに對し後者は永く健全で大分後に到つて脚部から 15~20cm 上つた所に皿形の燃えを生じた。製鋼工場に於て金型監理者を設けて丁寧なる取扱をなすこと。燃えの生じ時は未だ大きくならない中に磨き取れば命數を少くも 15% 延ばし得ること。金型製造者と使用者の共同研究等亦金型命數の延長に寄與するものである。金型命數の趨勢は 1933 年の 100 回が 1938 年には 140 回に上つた。

短時間使用向打型用新鋼種

(Sanderson, L.: Heat Tr. Forg. Mar. 1941 p. 135 & 144) 短時間用型用鋼の理想は耐摩滅性大、燃入歪なく、燒戻硬度大、價格低く切削性なる事にある。この線に沿つた研究結果は遂に Cr, Mo 及び V を含む鋼に迄發展した。V の作用は熱處理溫度範圍を擴大し、粒の生成を抑止し、Mo は硬度と燒戻後の硬度を改善する。實驗結果(試料成分: 1% C, 5% Cr, 0.18% V, 1% Mo) は 1), 1" 迄の小断面のものでは 925°C 空冷で充分燒が入るが大なるものでは 980°C 迄燒入溫度を高めるを要すること、2), 510~540°C 燒戻では相當の二次硬度を示すこと、3), 低温燒戻では大なる硬度を保持することを示す。猶實驗室と實際製作試験の結果は燒入後の歪殆どなく、空氣燒入後は殘留内力甚き爲低温燒戻で充分なことを示した。本鋼種製ゲイスの標準的熱處理は 980° 空燒(包裝燒入) 205°-3h 燒戻; 硬度 HR-C61, 切削費大いに廉く、燒入後の寸法正確で研磨を要しない場合さへある。要するに本鋼による型は短時間用として型費用 40% を節減し、使用成績良好である。本來型用鋼として發展した本鋼は亦カム、クラッチ部品、旋盤及び研磨機の磨擦部、耐磨入れ子、熱間ゲイス、プラグ及びゲージ等廣き用途を有する。