

## 抄 録

### 2) 耐火材料並に燃料及驗熱

製鐵業に於ける副生燃料 (Gordon Fox, Iron & Steel Engineer Nov. 1939, p. 44.) 1937 年間に約 39,000,000t の銑鐵がアメリカに於て作られ、此の爲の冶金用コークスに約 54,000,000t の石炭が必要である。

その際副生するガスを熱量にて石炭に換算すれば 32,000,000t に相當する。尙餘別の際生ずる粉コークスとタールを加へると鐵鋼業に於て副生する燃料は 35,000,000t となり米國に於ける石炭消費量の約 7.5% になる従て此の有効なる利用は重要な問題と考へられる。

此等副生燃料を銑鋼一貫作業の場合熱量の割合にて示すと次の如くなる。

高爐ガス	コークス爐ガス	粉コークス	タール	計
55	35	6.5	3.5	100

コークス爐ガス コークス爐ガスはその原料炭の熱量の約 25% を有し爐から出たガスの中の副生物は回収せられ、此のガスは約  $520 \text{ b.t.u./ft}^3$  を有し水蒸氣にて飽和されて居る。ガス成分及發熱量は石炭の炭化時間により廣範圍に變り又爐によつても異なる。又石炭の種類によつてガス發生量や成分は異なる。

コークス爐ガスはガス溜又は昇壓機を経て配管にて輸送される。その壓力は大消費工場へは約  $5 \text{ in}^2$ 、燒鈍爐の如き小消費工場には  $5 \sim 10 \text{ in}^2$  で中間の昇壓機にては  $15 \sim 20 \text{ in}^2$  に上げられるのが普通である。燃焼には 5 倍容積の空氣を必要とし透明な幾分白い短い焔で燃へ一般  $500^\circ\text{F}$  以上にも豫熱すると炭水化合物は分解し熱交換器内に炭素を沈澱するから一般には豫熱せられない。

高爐ガス 高爐ガスは高爐に裝入されたコークスの約半分の熱量を有し、その組成、發熱量、爐頂温度はその銑鐵の種類によつて異なる。發熱量は普通  $85 \sim 100 \text{ b.t.u./ft}^3$  である。高爐は休風する事がある爲その發生量が時により著しく變化する。しかし之の變化を吸収する爲にガス溜を設ける事は不經濟であるから一般には高爐ガスの需要を調節する事が必要である。爐頂を出た高爐ガスは約  $250 \sim 700^\circ\text{F}$  壓力  $1.5 \sim 60''$  水柱で之が濕式清淨塔にて約  $0.25 \text{ gr/ft}^3$  迄灰塵含有量は下げられる。新式のものでは  $0.1 \text{ gr/ft}^3$  迄下げられる。更に廻轉式又はコットレル除塵器にて  $0.01 \text{ gr/ft}^3$  迄清淨せられる。

コークス爐加熱ガス、機關用ガスは  $0.01 \text{ gr/ft}^3$  以下で加熱爐用には約  $0.05 \text{ gr/ft}^3$  以下を要する。

熱風爐用にはチエツカーの大きなものは  $0.25 \text{ gr/ft}^3$  チエツカーの中型のもの  $0.15 \text{ gr/ft}^3$  細いチエツカーのものには  $0.03 \text{ gr/ft}^3$  の清淨度のガスが使用せられ各の效率は 80%, 85%, 90% 位である。

#### ガス需要部門

コークス爐 長い間コークス爐はコークス爐ガスで加熱せられたのであるが最近は大分高爐ガスにて加熱せられる様になつた。その際高爐ガス及空氣は豫熱される。又煙道の塞らない様ガスは充分清淨なる事を要し、含塵量  $0.01 \text{ gr/ft}^3$  を越へてはならぬ。コークス爐作業は連続的であるからガス量の變化も大してない。ガス供給の確實性が大切である。それは加熱を中止すると、コークスの品質

が悪くなり、その際の膨脹收縮はコークス爐に大きな支障を與へるからである。高爐ガス加熱からコークス爐ガス加熱への切替は 1 時間以内で出来る。しかし充分満足な状態になるには 7~8 時間を要する。コークス爐へのガス供給は優先的にせられるがガス缺乏の對策としてガス溜を作る事もある。

熱風爐 高爐熱風に必要な  $1,000 \sim 1,500^\circ\text{F}$  の温度は、空氣もガスも、豫熱しないで得られる。ガス供給の大なる確實性は不要である。熱風爐内の煉瓦には相當量の熱量が貯へられて居るが此の蓄熱効果はその燃料供給量を變化する事によつて利用され得る。その際適正なる燃焼をなさしめるには、自動調整器にて壓力バーナーの空氣供給量を變へる事により行はれる。

此の様にして熱風爐に一種のバッファーとして、高爐ガス供給の變化を吸収せしめ得る。熱風爐の蓄熱能力は一時のガス不足時に於ける温度降下によつて定め得る。

熱風爐から出る熱風温度を下げてガス使用量を少なくする事も出来るが、その時は補償の爲に高爐に多量のコークスは裝入してから約 14 時間を経て實行すべきに此の時間の内に補償コークスが羽口唇に達する様になる。

平爐 平爐は製鐵所に於ける最大の熱消費部門であり、又高温を必要とする。平爐の全加熱時間は 8~16 時間で、熔解時には加熱を平均以上に上げ、精錬時にはその温度を保つに必要な熱量のみ供給せられる。即ち平均値の 15% 位を供給せられる。コークス爐ガスは平爐に適當して、その燃焼する時は輻射力のない透明な焔で燃へる。従て熱傳達は主として對流により、その量はガス流速、ガス分布状態、攪亂が重要な役割をなす。

此の透明焔の缺點を補ふ爲にタール又は油を混燃する事がある。焔はなるべく湯に接して導かれ熱を天井よりの輻射により多量に授ける様にされて居る。混合加熱の場合はタール又は油は熱量の 10~25%、残りはコークス爐ガスの時が良好である。高爐ガス及コークス爐ガスの混合ガスは多數の平爐に使用される様になつた。此の混合ガスは透明な青みが、つた色で燃へるがアメリカに於ける一例として、その内に含まれる炭水化合物が分解する程度に豫熱される時は光輝焔を呈する事もある、此の混合ガスは中程度に發熱量を有し均一な熱分布を示し従て局部的に加熱する様な事はない。

平爐に對する燃料供給は確實な事を要すが 1 時間位の停止では大した損害は起らないが、多くの混合ガス加熱の平爐はタール又は油のバーナーを設備せられ附加的又はガス不足の際使用される。一般平爐は混合ガスの一定の大消費部門とせられて居る。

均熱爐及加熱爐 燒鈍、燒準、熱處理作業は一般には  $1,200 \sim 1,700^\circ\text{F}$  の温度にて行はれる、従てゆるやかな均一な加熱が必要とされる。空氣の豫熱は一般には行はれない。一般には高爐ガスは低發熱量の混合ガスが使用されるも輻射管型の燒鈍爐はコークス爐ガス又は高熱混合ガスが使用される。

汽 罐 高爐ガスの大部分は汽罐に使用されるのが普通であるそれは實行が容易で又他の補助燃料が使用され得るからである、一般には微粉炭又は油が高爐ガス不足の際に使用され、両者が混燃される時には補助燃料は負荷に應じて調整せられ、高爐ガスは完全に

使用される様にせられて居る。

高爐ガスは汽罐用には第一次コレクターを出た 300°F のガス又は濕式清淨を行た冷ガスが使用される。前者は後者より 5% 多量に蒸氣を發生する。

コークス爐ガスは汽罐用にはあまり貴重なので、あまり使用されないが週末等ガス過剰の時は汽罐に使用される事もある。

ガス機關 古くは高爐ガスは送風機又は發電用ガス機關に多く使用された。しかし最新式の汽罐場に比べてガス機關は大なる面積大なる資本、維持費を要し不利なので最近蒸氣原動所に代て來た。

混合燃料 コークス爐ガスは平爐にてタール又は油と混燃せられる。又コークス爐ガスと發生爐ガスが混合して使用せらる。

混合ガス利用の原理 製鐵所内の加熱爐の燃料の選擇に於て次の二つの事を考慮すべきである。

第一はその作業に適した温度の得られる事、第二には廢ガス損失の少い事。高爐ガスとコークス爐ガスの混合割合によつてその發熱量は色々と變る。その發熱量の大小によつて、その理論的燃焼温度も變るのであるが一般高熱混合ガスに於ける高い燃焼温度は加熱物と焰との温度差を大ならしめ従て輻射及對流を良好ならしむ、即ち冷鋼を急速に加熱し得る利點を有する。

高温の材料を加熱する場合又は熱吸収の制限されて居る場合は低熱燃料はその熱放出のゆるやかな爲好都合である。

豫熱の問題は一般低熱ガスには有利であるが高熱ガスの場合は之を強く豫熱して使用すれば爐内の熱分布にむらを生じ又は材料の熱吸収が不均一になり易いからそこに危険を伴ふも材料の熔解等の時には高熱ガスを高度に豫熱して使用する方が有利である。

豫熱、廢ガス損失の回収 前述より明白な様に爐操業の點から有利な豫熱程度は一定したものではない。冷塊を加熱又は熔解する時は高度に豫熱しても温度が上りすぎる事はない。一方に於て材料に殆んど傳熱が行はれない事を必要とする時は豫熱を制限する方がよい、殊に高熱燃料の時は然りである。

量的關係 製鐵所に於ける副生燃料の使用及びその様式はその場所に於ける使用價值によつて決められる。各製鐵所によつてコークスの銑鐵又は製鋼量に對する割合又炭灰、鑛石、銑の種類相異又在來の配管、爐、蓄熱器その他の設備によつて副生ガス利用方法は異なる。

此等の在來設備による制限のない新設製鐵所に於けるガス需給關係を考へる事も有益と思はれその一例として第 1 表は Dnie Prostal Steel Works in Ukraine U.S.S.R. に於ける例を示す。

第 1 表 製鐵所に於ける各工場別副生ガス需要

工場別	熱 需 要				
	全熱量の % コークス爐ガス及高爐ガス	高爐ガスの熱量 %	コークス爐ガスの熱量 %	工場用熱量 % (蒸氣を含む)	工場用熱量 % (送風機及コークス爐用蒸氣を含む)
コークス爐	17.4	27.2	48.5	16.2	19.0
作業用蒸氣	5.1	7.9	14.1	4.7	—
高爐(熱風爐及損失)	18.1	28.2	50.5	16.8	19.6
ターボ送風機	10.5	16.0	28.5	9.8	—
平爐	28.1	43.8	78.5	26.1	30.5
均熱爐	6.2	13.7	22.6	7.6	8.9
加熱爐	13.8	21.5	38.3	12.8	15.0
燒鈍及雜爐	6.4	10.0	17.9	6.0	7.0
計	107.6	167.3	298.9	100.0	100.0
不	足	7.6	67.3	—	—

經濟的諸數 製鐵所内には各種の副生ガス消費工場があるのであるが各々ガスはそれに最大の代償を支拂ひ得る工場に使用されねばならぬ。コークス爐ガス又はその高爐ガスとの混合ガスが平爐に於て燃油又は發生爐ガスの代りに使用せられる時は各々の場合それぞれその利用價值が決る。

均熱爐、加熱爐に於ても同様である。コークス爐加熱に高爐ガスが使用される時は高爐ガスはコークス爐ガスの價值にて使用された事になる。又高爐ガスが汽罐にて燃焼せられた時は高爐ガスは石炭の値以下にて消費される事になり最低の利用價值にしか評價されない事になる。以上を要するに高爐ガスは多くの製鐵所で最大の副生燃料で此の低位燃料を汽罐に使用するより他の有用なる所に使用する事を要する。此の事はコークス爐ガスと混合する事により行はれる。もし充分適當に豫熱するならば此等低位ガスも充分有効に使用される。混合ガスの使用は良好な加熱成績と同時に經濟性を増す事になる。(S. T. 生)

鑄鐵熔湯温度迅速測定法の研究 (Holtby F.: Trans. A. F. A. June 1940, p. 854) 本文は鑄鐵熔湯温度の直接測定に對して Leeds & Northrup 光度高温計、白金-白金ロジウム熱電對、及其他の熱電對を比較試験した結果 W 黒鉛熱電對が最も優秀で有る事を認め之が使用に付いて述べたものである。

光度高温計は温度の讀みが有色ガス、煙、熔滓等に非常に影響されるので此の弊害を除く爲に高温計を密閉した黒鉛管の中に嵌込み且黒鉛管内に發生するガスの影響を無くするために豫め 2,000°F に數時間燒いてから湯中に浸入し所謂無體條件の元で測定した。此の方法に依て可成り正確に温度を讀取り得たのであるが黒鉛管の壽命が非常に短いので連續して測定が出来ない。

白金-白金ロジウム熱電對は内外二重の保護管を要するが、精々 2,000°F 迄しか安全に測定出来ない。實驗には 22 番線、長さ 30" の白金及 10% Rh を含む白金とを電對とし其の内部絶縁管にシリマナイトを、外部保護管に黒鉛を用ひ次記の 3 種寸法に付いて試験した。(A) シリマナイト外徑 11/16" 内徑 7/16" 黒鉛外徑 2" 内徑 1" (B) シリマナイト外徑 11/16" 内徑 7/16" 黒鉛外徑 1 1/4" 内徑 7/8" (C) シリマナイト外徑 23/64" 内徑 15/64 黒鉛外徑 1" 内徑 5/8"。其の結果に依れば (A) は讀取りが出来ない迄の浸沈時間 4 min を要し且その熱容量が大きい爲に手杓取鍋では湯の温度が鑄造不可能に成る迄降下して下ふ。(B) は浸沈時間が 2 min ですむが黒鉛管がシリマナイト管を充分保護するに役立たず且熔湯の中へ充分徐々に浸けないとシリマナイト管が割れて下ふ。(C) は浸沈時間 15 min であるが保護管が極めて壊れ易い。従て以上の熱電對も本目的には充分でない。

白金系以外的高温熱電對として (イ) 炭素-黒鉛 (ロ) W-Mo (ハ) W-黒鉛 (=) 炭化珪素-黒鉛の 4 種が有る。(イ) は構造が簡單であるが炭素が高温に會て黒鉛化し易く温度補正が絶えず變化する難點が有り且 m.v. が極めて低い。(ロ) は酸化氣に侵され易く可逆極性を有し且熱傳導力が小さい。(ハ) は形が大きく熱容量が頗る大きい併し其の特性は此種測定に理想的である。(=) は形が餘りに大きく且高價である。又傳導力が大きくて普通のポテンシオメーターでは讀みとれない。斯くて以上 4 種の熱電對の中 W-黒鉛電對が本目的に最も適當する結論を得たので更に之に付いて構造、補正法、特性等を研究した。

其の構造は次の如くである、材料に直徑 1/10" 長さ 30" の W 棒と黒鉛管を用ひ黒鉛管は徑 3/4" の黒鉛電極に徑 1/4" の孔を貫通

して作り其の一端へ雌捻子を他端へ雄捻子を付ける。兩者電對の接合は IV 棒を磨いてから黒鉛プラグの中に押し込み此のプラグを更に黒鉛棒に捻子込む。黒鉛管と IV 棒の間に磁器を置いて絶縁する。冷接點は水冷式の眞鍮帽を黒鉛管に捻子嵌めし又 IV 棒には眞鍮スリーブとセットスクリウを付け、兩者に結線する。黒鉛管の酸化を防ぐために更に其の外側を薄い黒鉛管で包む。黒鉛管は熔湯に浸ける部分を豫め高温にし、熔融せるアラバダムセメントに浸け其の表面に塗布せしめて置く。此の装置に依て 15~20 回の測定を繼續する事が出来る。

要之に熔湯温度の直接測定に對して IV 黒鉛熱電對は (1)3,300°F まで測定が可能である。(2)手杓取鋼の熔湯温度を測るに保護管付白金-白金ロジウム熱電對よりも速く測定出来る。(3)測定が煙や熔滓等に妨げられない。(4)熱電動力が他の何れの熱電對よりも大きく且冷接點の補正を殆んど要し無い。(5)他の熱電對よりも小さい寸法に作られる。(6)材料費が白金系よりも安い。(7)保護管が安價で而も熱衝擊の爲に壞れる事が無い。(南波)

**高爐ガスと富酸素空氣を以て平爐作業を行ふ豫備試験**  
(Bulle, G. St. u. E. 7, Maerz, 1940, S. 201) 高爐ガスは發熱量が少く従てガス及空氣を普通よりも高温に豫熱しても製鋼爐加熱には不充分であるから、之を平爐加熱に利用するには空氣中の酸素含有量を高くすることによつて燃焼温度の上昇を圖らねばならない。下表によれば高温高爐ガスと冷酸素を用ふれば一般作業の高温空氣と冷コークスガスによる加熱よりも鋼熔解が容易となるに相違ない。

ガス及空氣	理論燃焼温度	鋼熔解の能否
冷コークスガス+冷空氣	2,280°	不可能
" +1,000°空氣	2,836°	可能
冷高爐ガス +1,000°空氣	1,775°	不可能
1,000°高爐ガス +1,000°空氣	2,360°	不可能
1,000°高爐ガス +冷酸素	2,900°	可能(理論的に)
" +1,000°酸素	2,970°	可能(理論的に)

又高温の高爐ガス、空氣、酸素の混合物を利用すれば酸素量を軽減することも可能であらう、此の考へを平爐に於て實現せしめるためには多少の豫備試験を行て置く必要がある。その譯は(1)ガスと酸素或はガスと空氣、酸素の混合物ではコークス爐ガスや發生爐ガスとは割合が異てゐる、空氣所要量はコークス爐ガス 1m<sup>3</sup>につき 4m<sup>3</sup>、高爐ガス 1m<sup>3</sup>につき 0.76m<sup>3</sup>、酸素所要量は高爐ガス 1m<sup>3</sup>につき 0.16m<sup>3</sup>である。故にガス豫熱設備は蓄熱式にするか或は輻熱式に進むかと云ふ問題に關係無く空氣豫熱設備よりも餘程大きくせねばならない。(2)高爐ガスとコークス爐或は發生爐ガスとは燃焼速度が違ひ而して酸素添加による燃焼速度の加速關係がまだ知られてゐない。(3)水蒸氣の少い高爐ガス焔の熱傳導はコークス爐、發生爐ガス焔よりも不良で加炭によつて大いに改善せられるであらう。(4)高爐ガス焔は水蒸氣少きため鋼質には都合が良いであらう。

上述の4點に就いて小型の爐で先づ試験をして見なければならぬ。試験には 100kg の試験爐を造た。これは持合せの酸素製造機の能力に應じて造たのである。最初は銑鐵 20kg、屑鐵 80kg、マンガン鐵(50%) 2.5kg を熔解し後には銑鐵 40kg、屑鐵 60kg、マンガン鐵(50%) 2.5kg を熔解した。爐は冷高爐ガスと冷風で先づ加熱し試験開始 16 時間前に熱ガスと空氣に又 2 時間前に熱ガスと酸素に切り換へた。それから試験に移た。作業一例を示せば次の如し。

10:22 時分より開始  
10:27 まで 60kg 屑鐵装入  
10:52 " 熔解、熔湯ブランク

10:58 " 30kg 銑鐵 3kg 石灰装入  
11:15 " 熔湯沸騰、滓發泡、試料採取不能 0.5kg 砂装入  
11:25 " 湯はミルク狀、發泡なし、豫備試料採取  
11:30 " 10kg 銑鐵装入  
11:41 " シャベル 1 杯の砂装入  
11:43 " 2.5kg マンガン鐵装入  
11:48 " 湯沸騰し特にバーナー附近著し、その他の部分は弱沸騰  
11:50 " 出鋼

爐温=1,630~1,750°C, ガス消費量(製鍊中)=675°の高爐ガス 208 m<sup>3</sup> 酸素 47 m<sup>3</sup> 此の試験により高温高爐ガスと冷酸素を以て何等の困難なく製鋼し得ることが解た。しかし出來た鋼は赤熱脆性を有し火焰は比較的短く温度廢ガスも均一であつたがバーナー附近の鍍滓が他へ押しやられてゐるのを認めることが出來た。そこでバーナーを種々に變へて 16 回の試験を行ひ次の結果を得た。(1)鋼は高温高爐ガスと冷酸素を以て小型爐に於てさへも何等の困難なく製鍊することが出来る。(2)高温高爐ガスと冷酸素で加熱するときは火焰速度を低下すれば使用し得る鋼質のものが得られる。

上記火焰の鋼湯に及ぼす影響は大型試験爐に於てのみ認められることは明瞭であるが、高爐ガス酸素加熱の場合は水蒸氣の多いコークス爐ガス發生爐ガスの焔に比して良鋼を造るための中性乃至還元性製鍊を行ふことが非常に容易となることが豫期せられる。

次には高温高爐ガスと高温高酸素空氣(空氣中の酸素を 38% とす)によつて試験を行ひ、これも可能であることが明かとなつた。工業用大型爐に適當なバーナーの構造とか或は此の新燃料の冶金的關係は大型爐によつてのみ明かにされるものである。

高爐ガス酸素加熱の試験用平爐は次の如き構造上の特徴を持たなければならぬ。此のガス加熱法ではガス量多く高酸素空氣の量が少いのであるから豫熱室は空氣の方とガスの方を交換する。爐頭は交叉バーナーとし、著熱室は地面上に設けて管理を容易にし、又爐中心線より前方に出しバーナーの調節取換のために近寄り易くする各室夫々の瓣を有し單獨に調節すること等である。

經濟方面から見ると本試験では高爐ガス使用量は 198 m<sup>3</sup>/h、酸素使用量は 21.9 m<sup>3</sup>/h 之より算出すると適當り高爐ガス及酸素使用量は夫々 2,000 m<sup>3</sup> 及 220 m<sup>3</sup>(=11%) であつた。これを 50~100t 平爐に押し進めて考へるならば、大爐では熱損失等少くなりて高爐ガスは最高で 1,250 m<sup>3</sup>/t、酸素は 137.5 m<sup>3</sup>/t(=11%) 位に下ると考へられる。平爐の現状では加熱費は鋼 1 當り 5~6 R. M. であるが、高爐ガスと酸素を用ふると次の如く計算し得る。(但し資本價却なし)

	剩餘高爐ガスある場合 ガス 0.02 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> 酸素 1 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	剩餘なき場合 0.2 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> 1.5 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
ガス費 1,250 m <sup>3</sup> /t	0.25 r.m./t	2.50 r.m./t
酸素費 137.5 m <sup>3</sup> /t	1.38 "	2.65 "
計	1.63 r.m./t	4.55 r.m./t

(F. K.)

#### 4) 鋼及鍊鐵の製造

鑄鋼の轉爐熔解 (Skeates B. Tran. Am. Fou. Ass. Dec. 1939. p. 257) 本文は Link-Bett Comp. Chicago 工場の操業を述べたものである。熔解設備として 2 座轉爐 2 基と No. 5 及 No. 7 の各キユボラ 1 基宛を設へ、轉爐は横式で一方の側壁に無數の羽口をあけて 1.5~5lb の衝風を或角度を以て湯面に吹き付ける。轉爐の

送風機は 100 HP モーターで運轉する。又取鍋にはキヌボラ湯を轉爐へ運ぶ運搬取鍋、復炭取鍋、茶壺型取鍋、2t 縁注ぎ取鍋 8t 底注ぎ取鍋及び手杓取鍋の 6 種を用意して有り、取鍋及爐の加熱乾燥をガスで行ふ。

キヌボラは低磷銦 303 lb 戻屑 1,000 lb 購入屑 900 lb, 50% 珪素鐵 100 lb の配合で地金を装入し、1 回の装入量 2,300 lb 之を 1 吹きに 2 回装入する。尚地金 1 回装入に對し石灰石 100 lb を入れコークス比は 17% である。1 吹きを 2 回に出湯して運搬取鍋 1 杯にとる。取鍋には豫め曹達灰 50 lb と石灰 10 lb を入れ置き之に出湯して激烈な脱硫反應が終つた頃熔滓を掻き取て轉爐へ入れる。此の曹達灰處理に依て S 0.083% のキヌボラ湯が S 0.028% に落ちる。

轉爐に湯が入ると 4~5 lb/in<sup>2</sup> の衝風を送る。此の時爐口から煤煙と淡黄色の火花が出るが 3~5 分間で赤褐色の火焰が出て来る。之は正に熔湯の燃焼期に在る事を示すもので此の時風壓を 3 lb/in<sup>2</sup> に落とす。爾後 3 分間で火焰が最長に伸び纏て之も發生しなくなる。燃焼が終つて 6 分位経つと熔湯が沸騰し始めるために再び火焰が爐口から出て来る。此の時風壓を更に 1.5~2 lb/in<sup>2</sup> に落とす。此の頃多量の Mn と Si が燒却される。其れから燃焼後 12 分位で淡黄色の炭素焰が出る。之を青色眼鏡で検て居ると C が燒却されるに從て焰が短く成り遂に終止する。此の時熔湯成分が 0.06% C, 0.03% Si, 0.01% Mn に成る。

次に脱酸及復炭を行ふが先づ 80% マンガン鐵の塊を所要量だけ水に浸して力まかせに爐口から投込む。マンガン鐵は水に濡れてゐるから爆發し其の熱で自ら滓を掻き分けて熔湯中に入り込む。投入するマンガン鐵の量は鋼の種類脱酸の程度に依て定める。次に復炭の爲に所要炭素量に逆相當量のキヌボラ湯を装入する。

之が終ると熔滓の間に殘留せる Mn を全部熔湯に吸収させる爲に爐を出湯の位置に返して棒で攪拌する。かくて取鍋を出湯口の下に持來し取鍋に豫め 50% 珪素鐵と少量の Al を入れ置き之に出湯する。出湯成分は C 0.30%, Mn 0.70%, Si 0.30%, S 0.04% 以下, P 0.04% 以下である。

本爐操業の 10 回吹の平均結果を示すと次の通りである。(イ)キヌボラ湯成分:— C 3.00, Si 2.02, Mn 0.50, S 0.035, P 0.031 (ロ)酸化期終了成分:— C 0.06, Si 0.03, Mn 0.01 (ハ)轉爐出湯成分:— C 0.30~0.35, Si 0.30~0.35, Mn 0.75~0.85, S 0.03, P 0.04 (ニ) 1,750°F に純銦品の強度:— 抗張力 80,000 lb/in<sup>2</sup>, 降伏點 45,000 lb/in<sup>2</sup> 延伸率 (2") 30%, 断面收縮率 42%。(南波)

鑄鋼の誘導電氣爐熔解 (Landgraf, F. Trans. A. F. A. Dec. 1939, p. 264) 誘導電氣爐は 1,000 lb 能力 300 kVA, 800 r, 960 サイクルで坩堝の直徑 14" 深さ 26" を用る。ライニングには Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を使用し其の壽命は 150~250 回で有る。材料の種類に依て熔解減りが多少異なるが大體 C 0.03%, Si 0.10~0.15%, Mn 0.10~0.15% で Cr, Ni 等は殆んど減りが無い。又本爐は誘導電氣に依て装入物自體に發熱するものであるから温度分布が弧光爐の電極直下とか平爐の表面の如く Mn, Si, Ti 等を昇華せしめ激烈な反應を生ずる様な極度高熱帯が無く爐内温度差が僅少であるから、熔湯の攪拌作用を自由に調節する事に依て偏析を防止し得る利益が有る。

一例として C 0.20~0.30%, Si 0.30~0.45%, Mn 0.65~0.85%, Cr 5.0~6.0%, Mo 0.40~0.50% の合金鋼を造るには第 1 表の配合に由る。

以上の材料の中戻屑と鑄屑は熔解前に装入し置き其他は熔解直後に装入する。1 回の熔解時間 50 min 之に出湯時間 20~30 min を要

1 表

	C%	Si%	Mn%	Cr%	Mo%
戻屑	0.20-0.30	0.30-0.45	0.65-0.85	5.0-6.0	0.40-0.50
鑄屑	0.08	0.10	0.40	0.0	0.0
クロム鐵	0.70	0.70	0.00	7.0	0.0
モリブデン鐵	0.10	0.75	0.00	0.0	6.0
マンガン鐵	6.00	0.75	8.00	0.0	0.0
珪素鐵	0.16	5.00	0.30	0.0	0.0
珪化カルシウム	0.00	6.00	0.00	0.0	0.0
計	1059.0				
配合成分	0.20-0.26	0.53-0.62	0.91-1.03	5.4-6.0	0.44-0.50
鑄造成分	0.25	0.41	0.80	5.70	0.47

する。又 1 回の熔解所要電力は 440 kWh で之に出湯時間中の保持電力を加へると熔湯 1 吨當りに 830 kWh を要する。長期操業の平均から 1 吨當りの熔解費を示すと第 2 表の通りである。

第 2 表

	酸性弧光爐(3t 能力)	誘導電氣爐(1/2t 能力)
電力	6.60\$	8.92
電極	1.11	0
修理其他	0.64	1.22
計	8.35	10.14

要之に誘導爐の鑄鋼熔解は次の利點がある。(1) 色々の種類の合金鋼を續けて熔解出来る。(2) 熔解減りが僅少である。(3) 成分の調節が正確に行く。(4) 温度の調節が容易い。(5) 製品にムラが無い。(南波)

## 5) 鐵及鋼の鑄造

鑄鐵に於ける黒鉛の取鍋添加に就て (Dierker, H. F. T. J. Nov. 30, 1939, p. 370) 鑄鐵鑄物のチルを防止せん爲に屢々出湯の際黒鉛を出湯口から添加するがかかる方法に依て果して何の程度にチルを防止出来るか又其の結果鑄物の強さに悪影響無きやを知る目的で本實驗を行つたのである。

キヌボラは小型の實驗爐を用ひ之に鋼屑 40% 銦鐵 22%, 鉄屑 38% の配合で地金を装入し絶へず操業を調節して各出湯に於ける全炭素量のムラを無くした。毎回の出湯量は 1,000 lb で初め之を大取鍋にとり更に手杓に移して試験棒を鑄造したが手杓の容量は 40 lb 之に 20 gr の黒鉛を添加した。黒鉛は人造黒鉛及天然黒鉛の 2 種を用ひ更に人造黒鉛には 8~14 メツシユ, 14~35 メツシユ, 35 メツシユの 3 種を又天然黒鉛には No. 8 Mexican と同一粗粒のもの之より細かいもの 2 種を使用した。又出湯から注入を終る迄の熔湯の温度降下を極力少くするために出来るだけ迅速に注入したが其の温度降下は 50°C 以下であつた。

次表に其の結果を示す。表中の強さは直徑 0.875" の試験棒に付いて測定したものである。此の試験で効果の最大な黒鉛の種類及微細度を決定し度い希望もあつて試験結果を調査の結果荒目の人造

	No. 9 メルト		No. 10 メルト	
	黒鉛なし	黒鉛添加	黒鉛なし	黒鉛添加
T.C	3.40	3.43	3.10	3.17
Si	2.19	—	2.37	—
Mn	0.44	—	0.45	—
S	0.104	—	0.120	—
P	0.234	—	0.254	—
チルの深さ(in)	0.138	0.086	0.126	0.072
抗折力(lbs)	1,500	1,532	1,975	1,906
撓度(in)	0.185	0.191	0.218	0.211
抗張力(t/in <sup>2</sup> )	15.4	15.0	19.4	19.8
ブリネル硬度	201	194	21.7	22.2

黒鉛が比較的良好で有る事が解つたが此の點は更に多くの實驗を續行しなければ明確でない。元々本研究は取鋼中の黒鉛添加が鑄物の機械的性質及チル防止に及ぼす影響を知るのが主要目的であるが次の結論を得たのである。(1) 黒鉛の取鋼添加は確かにチルの防止に甚大な効果有る。(2) 之に依て鑄物の機械的性質は少しも害され無い。(南波)

### 6) 鐵及鋼の加工

**齒車材料と其の熱處理法** (Wellaur, J. Machinery, March 1940, p. 105) 滲炭用齒車材は 0.15~0.25% C が適當であつて、齒自身の靱性を増すには C% の低い側を使用し齒車母體の強さを増すには C% の高い側を使用するが最近の傾向は 0.20~0.25% C が廣く用ひられる。此の範圍の C% はガス滲炭或はアクチベートバスが非常によく效くのである。

焼入硬化を行てから齒切りする材料は、水焼入するものに 0.30~0.45% C を空氣焼入及油焼入するものに 0.40~0.60% C を用る。又齒切りを行てから焼入する場合の材料は 0.45~0.55% C を必要とし合金鋼を用れば之より尙低い C% で宜い。

合金鋼を齒車材にする目的に (1) 齒輪廓の磨耗抵抗を大にする (2) 齒の強さを大にする (3) 兩者を共に大にする3通りの場合が有る。齒の磨耗抵抗力は其の表面硬度に比例する。其處で焼入硬化を行ふ場合の合金鋼の化學成分は其の目的が磨耗抵抗に在るか強さに在るか又双方に在るかに由て Cr, Mn, Mo 等を使ひ分けねばならぬのであつて例へば振動や衝撃で齒が折れるのを防ぐ爲には Ni, V, Mo を加へ、又齒車が傳動装置として役立か否かは一つに齒輪廓の正確度と仕上度に依る事從て焼入後に齒切りするものには Mn, S, Pb の如き切削性を増し表面仕上を容易くする元素を加ふれば宜い。同一成分の鋼でも結晶粒の細かいものは其の粗いものより衝撃に強く歪が少い。

鑄鐵は鑄造法に依て性質に非常な差異が有り齒車材としては頼りないが之に合金元素を加れば鋼と同様の効果が出て來る。鑄鐵は値段が安いので一般に小型の、衝撃の少い、速度の遅い、齒車材に用ひられる。鑄鋼を齒車材にするには其の設計と鑄造法に注意し特に收縮歪やカサレ等に注意せねばならぬ。0.30~0.45% C を必要とし大物には 0.90~1.50% Mn, 0.15~0.40 Mo, 0.75~1.25 Ni, 0.10~0.20 V を含有させる。鑄造後必ず焼鈍するを要し 1,625~1,750°F に加熱して空氣冷却又は爐中冷却する。焼入しない低 C% の鑄鋼は 1 回焼鈍すればよいが合金鑄鐵は前記の焼鈍に續いて更に 1,475~1,550°F に焼鈍する。大型齒車材の最良成分は 0.40% C, 1.25% Mn, 0.20% Mo である。非常に強さを増す爲には水焼入して焼戻する。

齒車材を硬化するに (1)表面硬化 (2)全體硬化の2つが有り、前者の表面硬化には (1)滲炭 (2)アクチベートバス (3)窒化法 (4)火焰硬化の4方法が有る。

滲炭は齒車の用途に從て鋼材の種類滲炭の方法を適當に選び、小型齒車には炭素鋼を又大型齒車、高速度齒車、衝撃の多い齒車には合金鋼を用る。

アクチベート硬化は品物に依て硬化層が 0.008~0.020" 有れば充分で一般に C や N<sub>2</sub> の多いガスで硬化させる。本法では C% の高いものは脆くなるから之を行ふ鋼材は 0.30~0.45% C に限定せねばならぬ。

窒化法は硬化層に多量の H<sub>2</sub> を含有し硬度が總ての硬化法中最

高い、航空機やポンプギヤ等に利用せられるが、特殊の鋼材を使用せねばならず、窒化に長時間を要し、装置に非常な費用がかかる等の爲に一般向には用ひられて居らぬ。

火焰硬化法は極く大物で滲炭するには不經濟であるものとか、焼入硬化が満足に出來ぬものに適用する。硬化がすむと直ちに 300~600°F に焼戻す。鋼材には 0.30~0.45% C が必要である。

減速装置、壓延機、高速度タービン減速、ポンプ運轉等に用る齒車の様に操業が円滑で騒音を發せぬ事が必要なものでは齒切り後焼入すると其の爲に色々の誤差を生じて支障を來たすから斯かるものは先に熱處理して後から齒切りする。此種の材料には 0.30~0.60% C を用ひ其の中薄物や合金鋼は低い C% を、厚物は高い C% を用る。普通のピニオンで經濟的切削性を有する最高硬度は炭素鋼に於てブリネル 320 位、特殊鋼に於てブリネル 320~400 である。

併し自動車、飛行機、小型減速装置等に用るピニオンは齒切りを行た後で熱處理する事が多い。かくすれば費用が安い上に切削限度以上の硬度を持たせ得る利益がある。之に用る鋼材は 0.40~0.55% C とし他に Cr, Mo, Ni, V 等を含有させる。(南波)

**ミイハナイトの焰硬化法** (The Iron Age, Jan. 11, 1940, p. 19. (F. 4. Bickford 氏による。)) 酸素アセチレン焰は鐵の焰硬化には既に長く使用されて居たが、熱處理用に重視される様になつたのは比較的近年の事である。焰硬化技術は早くから、イギリスに於て發達し、此の 10 年來齒車の齒の硬化に使用されて來た。ミイハナイト金屬の出現は普通の鑄鐵よりも焰硬化による材料の熱處理を簡單ならしめた。

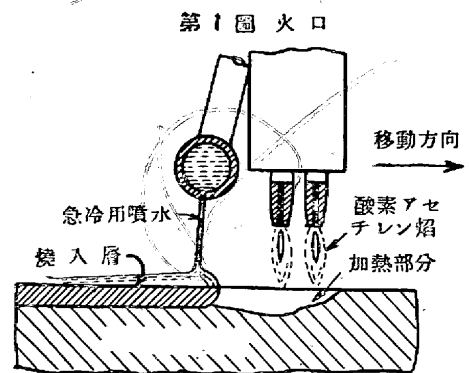
衆知の如く焰硬化はその原理は簡單である、酸素アセチレン焰をその硬化する金屬の表面に當てその點を急速に變態點以上の溫度に上げる此の溫度は他の硬化の場合の溫度と同様である。その加熱後適當な焼入媒體にて急速に冷却する。

**装置** 必要な設備はその仕事の性質と量によるので携帶型の簡單な吹管の粗と小部分の硬化に用ひる小盤から金屬アセチレン發生装置や酸素供給管や火口移動装置や加工品に付けられた焼入設備等からなつて居る。

酸素供給所は幾組の壓縮酸素ガスに連絡して居る壓力調整弁を有する分配管よりなり各のガス消費個所に於て更に壓力調整器にて適當に減壓され吹管に導かれ更にアセチレンガスと適當混合された上噴出して燃へる。アセチレンは、アセチレン發生器により一定壓力にて分配管に送られる。酸素と同様に使用個所で適當壓力にせられる。加熱物を均一に加熱する様な火口が必要である。

一點の硬化には一個の火口が使用されるのであるが、齒車の齒の様なものの硬化には連續的に加熱をする事を要しその時には數個の火口が使用される、その多口の火口には一列又は數列の孔がありそ

の中に吹口がネジ込まれて居る。此の多口の火口ではその孔をプラグにて塞ぐ事により任意の廣さの面積を加熱し得る様になつて居る。此の吹口は最近次第に短くされて來たそれは過熱により線



々取替へる必要があるからである。此の多孔ノズルはガスの早期燃焼を防ぐ爲に巡還水によつて冷却される。此の水は吹口に平行な孔から放出され別に水で急冷する事を不要ならしめる。(第1圖)

焼入れ 急冷には多くの溶液が使用されるが一般的なものは水である。水はその表面に噴孔から連続に噴出される。此の場合噴出によつて急冷する方が水の中に浸すより有効である、それは発生する蒸気の泡を噴水により除くからである。最も良好な急冷方法は一片の管に一系列の細孔を開け之から水を噴出せしめる方法である。此の最良の急冷方法の決定の爲に色々と實驗が行はれた、それによると急冷用水を出来るだけ焔の近くに加工物の表面に當てる事が望ましい、しかし急冷前過剰の水が噴出し之によつて加熱が妨げられない様に保護する必要がある。急冷噴水と加工面の角度と重力の影響が重要である。多量の水が此の焼入れに必要であり又水壓の變化は避けねばならぬ。

連続法 焔硬化の連続法又は之に類似せるものが一般の加工に使用されて居る、それは加工物を一つ又は數個の焔とその後の焼入れ噴水に對し動かす設備より成て居る、硬化の場合にその硬度及深さは移動速さ、焔と加工物の幅により決り、1/4"以下にも使用さる。しかし幅の廣さは無制限である、それはそれに使用せられる火口の數と供給ガス量によるからである。垂直結合法により硬化されるロールの場合は加熱帯の幅はロールの全周である。前の焼入れ部分の焼鈍は單に加熱するのみで急冷を行はない事によつて行はれる。

加工物の縁や穴を通る時は特別に注意を拂はねばならぬ、それは加熱程度が増加しその部分の内部の熱放散がおそいからである。その結果此の部分は過度に高温となるので速さを加減するか又はカーボン板又は棒にて保護するかして調節しなければならない。

加熱は早いので移動速さは6~8 inch/minが普通である、又焔は非常に高温で直接加工面に當るので作業員は常に注意して加工面が熔けない様にせねばならない。従て作業員の経験熟練による所大にしてその成果は加熱面の適當なる色合を見てその速さを調節する事によつて影響される。

同一の面上の2ヶ所が別々に處理された時その境界部分に硬度の低い所が生ずる。此の事はその加熱面からの温度降下が前硬化された部分の硬度を降下せしめるから不可避である。又此の部分は變態點以上加熱しなければその硬度を上げる事は不可能である。

此の硬度の下る部分は一般には狭く1/2"以下でその使用に差支へなき部分に作られる様にせられる。

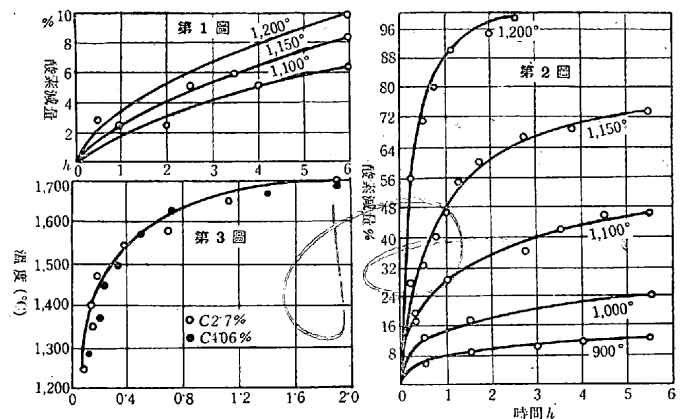
鑄造したままの面を硬化する事は未だあまり好成绩は得られて居ない、此れはその表面に酸化物の膜が存在し、その爲に熱傳達が不良である爲と考へられる。連続焼入れの際に必要な均一性はその面に於て1/64"の精度が必要である、勿論此の精度を満す爲には前に機械仕上げをする事を要する。(S. T. 生)

## 7) 鐵及鋼の性質並物理冶金

固態炭素及炭素鐵に依るチタン酸の還元 (Walter Bankloh, Stuhl u Eisen 4 Jan. 1940) チタン酸を金屬チタン又は炭化チタン迄還元するには極めて高温を要するとされて居るがチタン酸の生成熱が220,000 kcal/kgである點から見て當然の事と考へられる、E. JunkerはZ. Anorg. Allg. Chem. 228 (1936)にチタン酸が炭素と反應する最低温度は870°Cで1,600°C迄は僅かの酸素が還元されるに過ぎず1,900°C迄は炭素によつては金屬チタンは全然生

成せしめる事は出来ない、これはCO及H<sub>2</sub>に依て還元する場合も同様であると述べて居る。O. Ruffは同誌82 (1913)に炭素焔で1,000°Cで1時間加熱して表面のみが還元され、1,450°Cで低級酸化物2Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3TiO<sub>2</sub>に還元された事を報じE. Friedrich u L. Sittigは同誌145 (1925)に水素氣流中で炭素でチタン酸を還元したが、金屬チタンは全然檢出出来ず高温では炭化チタンが生成されると述べて居る。扱て我々はチタン酸を炭素で還元するにはW. Bankloh u. O. Zieheil (Z. Anorg. allg. Chem. 233 (1937)の行た酸化マンガンへの還元の様如く先づ次の二條件を満す必要がある。

1. 真空中で還元し還元生成ガスを直ちに排出し、2. 出来た金屬チタン又は炭化チタンを適當な溶劑例へば鐵等の中に溶込ます事でこれ等の事は既に前から行はれて居るが此處に最初の試みとしてチタン酸と黒鉛及チタン酸と鐵及黒鉛の混合物を真空中で加熱した試験装置はBankloh u Zieheilの酸化マンガンの炭素還元を用いたものと同様で還元によつて発生する酸素量を真空ポンプで引いて定量した。この結果を第1圖及第2圖に示す。



第1圖に見る如く黒鉛のみの還元ではチタン酸の酸素の減少量は極めて僅かである表面のみが僅かに還元され金屬チタンも炭化チタンも全然見られないところがこれに金屬チタン又は炭化チタンに對する溶劑を混ぜると還元が極めて有利に行はれる。第2圖は鐵粉を混ぜて還元した試験結果で1,200°Cで2時間半還元したものは殆んど全部酸素が消失して居りX線で試験して見た處この還元生成物は炭化チタン迄になつて居た。

E. FaustはArchiv für das Eisenhüttenw 12 (1938/39) S. 361/64に鉄鐵のTiの吸収とSiの含有量との關係を試験しチタン酸の還元率は温度と共に大となると述べて居るが、この試験結果を第3圖に示す(第3圖参照)試験はチタン酸でライニングした坩堝中に鉄鐵を入れ高周波焔で加熱し熔解時間を30~35分とした。炭素の影響をも見る爲にC 4.1%のものとC 2.7%の2種類の鉄鐵について試験したが鉄鐵へのTiの吸収には圖に示す如く炭素量とは何等の關係がない事が判た。1,700°CではTiは2%迄鉄鐵中に吸収され1,660°C以上になると温度の上昇と共にチタンの吸収率は極めて大となる。(K)

## 11) 雜

歐洲諸國に於ける鐵鋼工業の近況 (Brassert, H. A. Blast Furnace and Steel Plant. Jan. 1940, p. 78, & Feb p. 147) オーストリーの製鐵業は以前の領土たりしボヘミア、モラヴィヤに於ける炭山鑛山及重要なる製鐵工場がポーランドの一部を合併して製鐵事業を起してより餘り振はず東アルプス地方に於ける數工場の操業を

持続するに止る。又ロシアに於ける製鐵業の現況は、既設諸設備の改造、擴張並に南ロシア、ウラル及シベリヤに新工場を建設する等、今や鐵鋼製産額に於て世界第三位を占むるに至す。

製鐵原料の水陸に依る運輸 歐洲に於ける如何なる國と雖も、米國に於けるが如く國內に品位良好なる鐵鑛石及良質なる高爐コークス用石炭を産する所は無い、米國に於ては之等の製鐵業に最も必要なる原料はアラバマを除いては何れも遠隔の地に産するがその運搬は水陸の便に依り能率的に行はれて居る事は衆知の如くである、然るに歐洲鐵鋼生産國の多くに於ては之等原料の安價なる鐵道輸送が行はれない爲に、運河の便に依る所が多い。歐洲大陸の運河は近代化され、擴張されて最も經濟的な運輸機關となつて居る、ドイツ、フランス、ベルギー及オランダに於ける之等貨物の鐵道輸送は殆んど之れにおき代へられて居る。英國に於ても古くより運河を有して居るがその幅員狭きと、水深淺きを爲解の積荷量小にしてその水路運輸は目下鐵道輸送に競ふ可くも無い。

英國 英國は製鐵工業地に比較的接近してコークス用石炭及鐵鑛石を産し然かもその埋藏量は現在尙相當量を有する點に於て歐洲大陸諸國より有利なりと言ひ得る。鐵鑛石の大部分はその品位優良ならざるものにして、鐵分含有量は22~32%である。Lincolnshire 及 Oxfordshire の鑛石は石灰分多く Northamptonshire の鑛石は石灰の加入を要するものである。之等の鑛石の埋藏量は現在、尙3,000,000,000と評價され、この他に尙 Dover 附近の南海岸地方に若干の鑛石を有して居る。

英國では過去十年間に莫大なる資本が Lancashire, South Wales, Cleaveland 地方, Scotland, 及 Lincolnshire 等に於ける製鐵並壓延工場に對して投ぜられ、Lincolnshire に於ては最近 Arthur G. McKee & Co. に依てその地方の鑛石及其他に依る最新式の高爐2基が建設され、South Wales に於ける Ebbw Vale には改造された高爐設備、新設の鹽基性轉爐工場及最新式の連續鋼帶工場が建設され更に又 Liverpool 在の Shotton にも連續鋼帶工場が建設された。又 Lancashire, South Wales, Middlesbrough 地方及 Scotland に於ける製鐵並壓延諸工場は悉く改造され、壓延工場の或るものは新設された。之等諸工場の他に最も設備の完備された新設工場として Northamptonshire の Corby 工場を挙げねばならぬ之はその地方の鑛石のみを使用する London に最も近く存在する鐵鋼工場にして、近く其全能力を以て生産するに至らば歐洲に於ける最も低廉なる鋼が得られるであらう。過去の大戦中諸外國よりの鐵鑛入手困難なりしに鑑み、内地鐵鑛を盛んに使用する傾向となり従て製鐵設備の擴張は斯る鑛石を産する地域又は經濟的に入手容易なる地域に於て爲される傾向にある、今次の歐洲戦争は益々この傾向を増大せしむるであらう。

フランス フランスは全歐中鐵鑛石埋藏量の最も大なる國にして Lorraine 地方のみに於ても、所謂 Minette 鑛を5,000,000,000噸埋藏すると言はれて居る。この地域は曾て極小部分を Luxemburg に、他をドイツとフランスにて切半された所である。この鑛石は鐵分約30%を有するものである。Normandy, Brittany には之より稍々品位良好なる相當量の鑛床を有し高爐數基及小製鐵工場が操業されて居る。フランスに於ける製鐵業は Lorraine に於ける前ドイツ所有の諸工場併以來めざましきものを見ず、良質石炭を産せざる爲之は主としてドイツより仰ぎ、鑛石の大部分が品位高き關係上製鐵の大部分は鹽基性鑛爐法に依て居る。

ドイツ ドイツは Ruhr 及 Silesia の兩地方に良質のコークス

用石炭を多量に産するが國內産出の鐵鑛石は貧鑛にして、しかもその大部分は珪酸分多く酸性高爐に依らねばならぬものである。この珪酸分多き Salzgitter 鑛石を使用し低廉なる生産費と運搬費とを以て中央及東部ドイツに鋼を供給せんとして政府に依て大 Midland 水路の要點たる Braunschweig 附近に "Hermann Göring Iron and Steel Works Corporation" の Braunschweig 製鐵所が建設された、此處で使用される鑛石は鐵分28~30%、珪酸分23%にして、これは Peine-Ilse 地方より産出する石灰分多き鑛石を混用すれば高爐作業に於ける石灰石の使用を減少せしめ得るものである。この製鐵所は、中部及東部ドイツを流るる諸川とライン河とを連絡する大 Midland 水路に面して居るから、スウェーデン鑛石其他の使用に對しては北海又はバルチック海の港より河川及水路に依り、オランダを通過する事なく直接工場迄運搬されるを得て寧ろ Ruhr 地方に於ける工場より便である。コークス用石炭は之亦水路に依り Ruhr より輸送されこゝより同船にて Salzgitter 燒結鑛を Ruhr に送るのでその運賃も低廉となる。

Braunschweig 工場はその四期計畫の完成に於て造地能力は4,000,000~5,000,000とである、その第一期計畫は略々完成に近く、第二期計畫は建設中にして第三期以後は目下計畫中である、この工場はあらゆる科學の粹を集めた最も近代的のものでその工場敷地は長さ4 1/2哩幅2哩に亘る平地であるから各工場の配置並水路、鐵道及近代道路に依る運搬系統に關しては理想的なる計畫が爲し得るのである。目下建設中の諸設備に於てはコークス、及其副産物、銑鐵、鹽基性轉爐鋼及平爐鋼を生産し之より型鐵、丸棒、線材、平板及鋼帶(冷間壓延及熱間壓延)等が壓延せられる。Danube の Linz に目下建設中の設備は有名なる Styrian 鑛山の鑛石を使用する可く計畫せられ、この鑛石は現在尙500,000,000と埋藏されて居ると言はれて居る、Linz 工場は將來擴張して1,000,000と能力を目標とし、原料運搬は、鑛石は約80哩巨たりたる Styrian Alps より鐵道に依り、石炭は Ruhr 又は Silesia 地方より鐵道又は河川及水路に依てなされ、コークス及其副産物、銑鐵、平爐鋼、分塊、鋼片、丸棒、鋼帶等を生産する。

ベルギー、ルクセンブルグ、オランダ ベルギーは國內に鐵鑛石を産せず、石炭は産すれどその品質不良である。Minette 鑛石を水路に依り Lorraine より運搬して居る。ルクセンブルグは國內に Minette 鑛床の小部分を有し、工場は之に近接して建てられて居る。コークス及コークス用石炭は主に Ruhr 地方より鐵道に依り運搬されて居る。兩國は共に、主として鹽基性轉爐鋼を生産し之をベルギーに於ては一般の壓延製品として、ルクセンブルグに於ては大部分半製品として輸出して居る。オランダはコークス用石炭を産出するが鐵鑛石を産出せざる爲唯一の高爐は輸入鑛石を以て操業されて居る。最近小製鐵工場が新設された。

スウェーデン、ノールウェー スカンデナビヤ諸國は現今歐洲に於ける最も優良なる鐵鑛石を産出するが、石炭を産出せざる爲その鐵鋼生産量は振はず少量が電氣爐に依て製鋼される程度である。今日採掘されて居るスウェーデン鐵鑛石は大部分マグネタイト富鑛(65% Fe)又は撰鑛に依り容易に鐵分を豊富ならしめ得るものにして、Kiruna 及 Gällivare の鑛鑛に3,000,000,000と富鑛が埋藏され、撰鑛を要する鑛石は南スウェーデン及ノールウェーの諸鑛床に散在して居る、スウェーデンの鑛石は英國、ドイツ、フランス其他歐洲の製鐵諸國に輸出され、その輸出港としては、ノールウェーの Narvik が不凍港として最も有名である Bothnia 灣の Lulea

は凍結の爲冬期の使用は不可能である。

**バルカン諸國** ハンガリーは鐵鑛石並石炭を少量産出し、石炭は良質のものも多少は産するが大部分は褐炭にして、この國の製鐵業は小規模に行はれて居る、ユーゴスラヴィヤは富鑛を産出するが、コークス用の良質石炭を産出せぬ爲、この國に大量産出する褐炭を以て作られた人工コークスを小高爐に使用する試験が行はれ、その結果は大變良好にして、從來コークスに適せざりし石炭又は褐炭を以て小高爐を操業し得ることを示した。この他の諸國に就ては大體ユーゴスラヴィヤと同様である。

**イタリー** イタリーも亦製鐵用石炭を缺くが、製鐵業に於ては小規模乍ら、屑鐵及鑛石を原料とし、電氣爐を使用して能率的に製鋼が行はれ高爐も亦 Elba, Sardinia 其他の小鑛床よりの鐵鑛石を輸入鑛石と混用し、ドイツよりのコークス及 Polish-Silesian の石炭を使用して操業して居る、Genoa 港には新に高爐及製鋼工場を建設中にして、又他の既設諸製鋼工場を擴張し、最新式の鋼帶工場を新設中である。

**スペイン** スペインは重要な鐵産國の一つであり、産出額の大部分は、英國、ドイツに輸出し小部分を自國の製鐵、製鋼用に使用して居る。最近自國の製鐵製鋼量は著しく増加し現在では往時の鐵石輸出國の名が應じからぬに至す。

Corby 及 Ebbw Vale に於ける鹽基性轉爐製鋼の復活 英國フランス、ドイツの如き歐洲に於ける重要な製鐵國に産する鐵鑛石の大部は概ね貧鑛にしてその大部は澱分高きを以て之等の諸國に鹽基性轉爐製鋼法を發達せしめ、ドイツ、フランス、ベルギーに於ける鋼の半数は何れも鹽基性轉爐に依て生産されて居る有様である。英國に於ても最近 Corby 及 Ebbw Vale に新に製鋼工場を建設し轉爐製鋼法を復活させた。

Corby Corby に於ける第一高爐は 1934 年 5 月に操業を開始し、轉爐の第一回出鋼はその年末にして、歴延工場は 1935 年 3 月に操業が開始された。第一期計畫は高爐三基、出鋼年産額 350,000t にして、第四高爐の建設は近き將來出鋼年産額 600,000t に増加された時に増設される豫定である。Corby は Northamptonshire 鑛床の略中央に位しこの鑛床は London の北方 80-100 哩にあり埋藏量 1,200,000,000t を下らぬと言はれその代表的成分は次の如くである。

(Fe. 29.8%)	(Fe. 29.8%)
FeO.....38.3	CaO.....6.4
P......55	MgO.....1.0
Mn......2	Alkalinity.....35
S......4	Calculated loss.....27.8
SiO <sub>2</sub> .....7.9	Moisture.....12.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....4.6	100.00

硫黄分は平均 4 であるが非常に不規則にして或物は 1% 以上に達する事もある、鑛石を大きに依て 2-4", 3/8-2" 及焼結用の細かきものに分け、二つの Dwight Lloyd 焼結機に依り一日 1,400t の焼結鑛を得て居る。

**高 爐** 第 1, 第 2 及第 3 高爐は夫々爐床直徑 16.6ft, 18ft, 及 20ft にしてその公稱容量は 300,350,400t その高さは 83-86ft である、第四高爐は日産 450t, 爐床直徑 20ft, 高さ 92ft にして第 1 高爐も亦 5 ヶ年操業の後には第 4 高爐同様に擴大する豫定である。

之等の高爐は鑛石の比重小なる爲 Stock line 上を廣くしてガス速度を小ならしめてある。

**熱風爐及動力設備** 高爐は各その加熱面積 150,000ft<sup>2</sup> を有する

熱風爐を有し、之等熱風爐は低い廢氣溫度を以て操業されガス消費量は僅少にして全高爐發生ガスの 11% に過ぎぬ高爐動力設備としては 5 つの B & W 汽罐を有しその蒸氣壓 350 lbs 燃料は高爐ガスと重油である。送風は最大壓力 25 lbs にして 5 つのタービン送風機に依て行はれる、この他高爐附屬設備に於て消費される電力に對して 5,000 h.p. 發電機を備へて居る。

**コークス爐工場** 容量 1,600t の Becker 爐 113, 並に完備したる副産物工場を有し、尙この他にター乾溜工場及ター工場の殘渣より電極コークスを製造する四つの Knowles を有す、ガス貯藏槽の容量は 1,000,000ft<sup>3</sup> である、コークスはベルトコンベヤーに依り精撰工場にもち來たされ此處にて、コークブリーズ及家庭用コークスを撰別し同コンベヤーに依り高爐に運搬される、購入コークスも亦精撰の後同コンベヤーにて同様に取扱はれる。

**製鋼工場** 鹽基性轉爐製鋼工場は 2 つの 1,200t 混銑爐と 4 つの 25t 轉爐を有す、ドロマイト工場には爐底修理設備と 2 つの墜道式乾燥爐が設備されて居り、又轉爐工場に隣接して 3 つの直立窯を有し此處にて石灰が高爐ガスを以て焼かれる、製鋼工場用の動力設備としては 5 つの B & W 汽罐, 35 lbs 轉爐, 送風壓に對する 2 つのタービン送風機, 及 7,500 h.p. のタービン發電機がある。

**均熱爐** 40" 分塊ロール機を有する分塊工場に均熱爐を設け、これに隣接して造塊工場がある、均熱爐は Brassert 氏特許の蓄熱豫熱式にして高爐ガス又は混合ガスを燃料とするものである、この式は廢氣ガスが先づ空氣蓄熱室を通り次に特殊鋼管製の豫熱器を通過し高爐ガスを豫熱する、燃燒及溫度の調節は Askania 調節器に依る。

**分塊及鋼片歴延工場** 幅 98" なる 40" 分塊ロールは 6,000/20,000 h.p.d.c. 電動機に依り運轉され、年産額 1,000,000t の鋼塊を、5t 鋼塊より 12", 10", 8", の分塊に歴延する能力を有す。分塊切斷機は幅 16", 厚さ 12" 迄の熱塊を取扱ふ事が出来る。このロールより出たものは、5,000/16,000 h.p.d.c 電動機に依り運轉される 32" の可逆式ロールに送られ次に 4,500 h.p.d.c 電動機に依る 4 つの水平及 2 つの垂直 24" 連續鋼片歴延機に送られ、繼目無管製造用の精度を要求されたる鋼片は更に 24" の 2 つの水平及一つの垂直ロールを通過せしめる。將來年産額 1,000,000t の生産能力を要求された場合には既設のロール機を用ひて一回の加熱に依り 5t 鋼塊より 1 1/2" 角迄の鋼片を生産なし得る計畫をも有して居る。

**鋼帶工場** 22" 鋼帶用ロール機に對しては二重管式金屬豫熱器を有する二つの鋼片加熱爐が設備せられて居る、この豫熱器は高爐ガス、コークス爐ガスの混合ガスに對して發達したのものにして、ガス及空氣は共に鋼管豫熱器にて豫熱され Askania の調節器に依て調節が行はれて居る、この爐の加熱能力は 40t である。22" の粗ロール及 19" の中間ロールは夫々 2,500 及 1,800 h.p.d.c 電動機に依り運轉せられ、仕上げは 4 の連續三段式ロールに依り、「縁加工ロール」は中間ロールに 1, 仕上げロールに 2, 用ひられ Fritz Moon 法に於て要求される精確なる縁を得る様になされてある。之等のロールは各々 650 h.p.d.c に依り運轉され、縁加工ロールは夫々 100 h.p.d.c に依て運轉される、この歴延工場に於ては 15" 幅迄の鋼帶を高速に自動捲取りを以て生産する事が出来る。15" 以上のものは廻轉鋸機を以て切斷される、又各ロールは豫め別に組替へおきスタンドと共に迅速に交換なし得る如く設備されて居る。Morgan の 10" ロール機に對しては 160 b.t.u. の混合ガスを使用する豫熱器付きの加熱爐が設備され、歴延機は 10 ヶのスタンドより成り 4 つの 12" 粗ロール、6 の 10" 仕上げロールよりなる。



この他に更に4つの縁加工ロールがあり最後のロールを除いた他の仕上ロール間に1ヶづ設けられて居る。各ロールは750-h.p.d.c.に依り縁加工ロールは夫々150, 100, 75, 75-h.p.d.c.電動機に依り運轉さる、壓延能力は1時間30分なる優秀なる記録を有す。以上の鋼帯工場にて製造せられたる、鋼帯のコイルは起重機及貨車に依り直接隣接したるFretz Moon式鍛接管工場に運搬され、繼目無管用の鋼片は鋼片工場より鐵道に依り搬出される。この壓延工場はあらゆる勞力節約の設備がなされて居り、スケールの離脱は高水壓に依り行はれ、旋盤グラインダー等は手近かな所に設備されて居る。この工場に於ける壓延に關する目下の計畫は、4 1/2×2''~16×2'' 鋼塊より8, 10, 及12''の分塊を、1 3/4×4''より角鋼片を、3 3/8×2~16×3''より管用鋼帯を、4 1/2~6 1/2''角より製管用鋼片を壓延する如くなされて居る。又Fretz Moon式鍛接管用の正確な縁を有する3 3/8×1.04~15 1/2×200''迄の管用鋼帯の壓延用としては大なるスケール壓延機が設備されその仕上り速度は毎分780~1,950*ft*である。小型用としてMorgan壓延機を備へて居るから大型壓延機に於ては幅6''以下の鋼帯を取扱はず最大22''迄を壓延して居る。Morgan壓延機に於ては1'31×0.56''を毎分2,000*ft*, 8×0.90''を毎分1,000*ft*で壓延される。

ガスの配給 Corby工場は自家消費電力の約半分は自家發電に依るものである、コークス爐ガスの大部分は少量の高爐ガスと共に製管工場に、その少量は高爐ガスと共に灼熱爐、再熱爐に使用され、一部は近隣都市に供給されて居る、高爐ガスは、熱風爐、コークス爐、石灰窯、鋼の加熱及熱處理に使用され残りが汽罐に使用されて居る。

冷間壓延に依る鋼帯工場 最近Stewarts & Lloyd及Lancashire Steel Corp.との合資で熱間壓延鋼帯を冷間加工に依り高級品を製造する工場がCorbyに新設された。(S. A.)

Ebbw Vale工場 コークス工場は日産600tの舊設備及1,000t, Becker爐65基よりなる一聯の新設備とを有す。

高爐設備は將來第三高爐の建設を考慮して既設二高爐はNorthamptonshire鐵のみに依り各々出鉄量450tの能力を有する如く改造された。熱風爐は既設8基の内2基を解體し残る6基を各高爐に3基づゝ其裏積みを改造し、自動調節壓力バーナーを附した。

ガスは總て0.1 grains of dust per cu ft迄に清淨されガスホルダーは高爐ガス用2,000,000*ft*<sup>3</sup>、コークス爐ガス用1,000,000*ft*<sup>3</sup>にしてコークス爐、汽罐、熱風爐、平爐、加熱爐、燒準爐、及燒純爐等に對して、完備したガス配給系統に依り供給されて居る。

汽罐は水冷熱燒室及空氣豫熱器を有する新型水管式のもの3基が舊汽罐と共に675°F., 375*lb*の蒸氣を發生して居る、之等の燃料は高爐ガス、混合ガス又は粉炭である、

送風機は36,000*ft*<sup>3</sup>の既設ターボ送風機2基と、55,000*ft*<sup>3</sup> per min.容量の新式一基にして、何れも送風壓25*lb*である。

製鋼工場は鹽基性25t轉爐3, 75t平爐3, を有し製鋼年産額は鹽基性轉爐鋼、二段製鋼法に依る鋼及平爐鋼を合計して600,000tに達する。混銑爐は既存の1,400t爐を鹽基性に改造したものが使用されて居る。

灼熱爐は8基を有し何れも混合ガス、發生爐ガス又は重油を使用し廢氣は4の餘熱汽罐に利用されて居る。

Hermann Göring製鐵所, Braunschweig工場並Linz工場 ドイツは原料を外國に依存せざる製鐵業を目指し、1937年政府に依りBraunschweigに年産1,000,000t(4ヶ年計畫完成の時は4,000,000t)の製鐵所を、又1938年にはLinzに年産1,000,000tの製鐵所の建設が計畫された。

Braunschweig工場 コークス工場は第一設備にBecker, Kopper, Otto, Still各55基4聯のコークス爐を有し、第二設備にKoppers 2聯, Otto 2聯を有し各設備年産1,250,000tの能力を有す、コークス爐ガスは全量の75%は清淨され、加熱爐、熱處理爐其他外部の諸工業用に壓送されて居り、その輸送管は150哩距りたるベルリンに迄達して居る。ガスはLentz法に依る清淨が行はれて居る。

高爐工場は4あり各々8基の高爐を有す、第一工場は略々完成

に近く第二工場の大形爐8基は目下建設中である、之等の高爐は出鉄に當りの鐵石及燒結鐵約3 1/2t, 鐵滓1 1/2tに達する爲爐裏積の消耗を考慮してStock line迄冷却金物が施してある。熱風爐は各高爐に對して、その大きさは22×100*ft*である、汽罐はB&W, 蒸氣壓600*lb*, 燃料は清淨高爐ガスである、送風機はターボ送風機にして第一工場用最大送風壓25*lb*, 第二工場用最大送風壓30*lb*として設計されて居る、鐵石は大中小に區別され3/4~2''のものは直接高爐へ、3/8~3/4''は一部は直接高爐へ一部は再粉碎して3/8以下のものと共に燒結工場へ、特に珪酸分多きものにあつてはLurgi法に依り處理されて居る、燒結工場の隣にはKrupp Remm法に依る處理設備を有しこゝにて92% Feとなしたものは水路に依りRuhr工場に輸送されて居る。

製鋼工場は1,200t混銑爐3, 60t轉爐5, 120t傾注式平爐6, を有し出鉄量2,500,000tの能力を有す、斯る大能力は鹽基性轉爐法に依り始めて得られるものにして、轉爐は新型にして舊來の圓筒型を廢し球型となし、bathは淺くして容量を大ならしめてある。石灰の装入は特殊起重機に依り爐頂より行はれ、スクラップは後作業床より装入され分塊工場の切斷屑を熱片の儘装入される様になつて居る。取鋼は轉爐の線に平行して走る臺車に依り造塊工場に運搬され鑄込を終た鑄型は、均熱爐工場に隣接して建てられた鋼塊採取工場に送られ、鋼塊はこれよりRotating Tableに依り迅速に均熱爐へ運搬される。

均熱爐は高爐ガスに依る二重豫熱式にしてアスカニヤ燃燒調節器並廢氣溫度調節器が設備され、高爐ガス豫熱に對してはガス漏洩防止上特に鋼管豫熱品が使用されて居る、この鋼管豫熱器はCorbyに於ける均熱爐、加熱爐に使用結果に依れば約5ヶ年經過の後も尙充分使用に耐へ得る事を知た。

壓延設備は第一壓延工場に46''分塊壓延機, 32''可逆式壓延機及各別に運轉される26''連續壓延機を有し、連續壓延機は交互に直立水平軸にして誘導装置を省略し得、壓延能率を良好ならしめ且大鋼塊より小鋼片の壓延が可能である。壓延能力は1 1/2''鋼片を含めて、その鋼塊處理t数は1,250,000tである、この壓延工場に於いて中型、丸棒及線材壓延工場及Wire Drawing工場があり之等に於ける加熱爐は何れも高爐ガスを使用する蓄熱豫熱式である。

第二壓延工場は板用鋼片壓延機及100''連續鋼帶壓延機、冷間鋼帶壓延機を有し將來第3第4高爐設備の完成と共に第3第4壓延工場が建設され第3壓延工場に於ては大型軌條及鋼材が第4壓延工場に於ては小型鋼帯が壓延される豫定である。

Linz工場 製鋼能力1,000,000tにしてBraunschweig工場よりも小規模ではあるが將來必要に應じて擴張なし得る如く計畫されて居る。

コークス工場はOtto及Still式6聯を有し、コークス生産能力は大にしてLinz工場高爐の外に、以前はRuhr地方より鐵道に依りコークスの供給を受けて居たDonawitz工場の諸高爐に迄も、その供給が可能である。

高爐は目下建設中のものにあつては爐床直徑20*ft*のものと23*ft*のものである。汽罐並送風設備熱風爐ガス洗滌設備等は總てBraunschweig工場と同様である。

壓延設備としては鋼帯及板用の80''連續壓延機、厚板壓延機、鋼片及丸棒壓延機を有す。

過剩瓦斯及スラッグ ドイツに於ける過剩ガスの配給設備は最も進歩したるものと言ふを得べくその配給は該工場内に止まらず、隣接地區の他の工業及都市一般を始め遠隔の工業中心地に迄達す、Braunschweigコークス工場よりのガスは輸送管に依り東はベルリン西はハノーバー迄延び此處でRuhrガス配給系と合し幾多のコークス爐ガスタンクが設備され最大のものはその容量37,500,000*ft*<sup>3</sup>にして世界第一である。

又ドイツに於ては最近低級鐵石より生ずる酸性鐵滓に對する新しき處理法の數々が發達し高爐スラッグ諸製品の製造が盛んに行はれ、セメント, Tar Macadem, 建築用煉瓦, 舗裝用煉瓦, 保温材, 及スラッグ, ウール等が製造されて居る。(S. A.)