

日本鐵鋼協會第六回研究部會

第二回銑鐵部會議事錄

I. 講演

銑鑛爐瓦斯の清淨に就て

(第2回銑鐵部會講演)

ON THE CLEANING OF BLAST FURNACE GAS.

by T. Kawakami.

SYNOPSIS. In this article the writer illustrates systematically and graphically about the several cleaning methods of blast furnace gas, including the plant recently installed at Kukioka, I. S. W. which have been ever adopted; and further shows their initial and running costs comparing them each other.

川 上 大 輔¹⁾

抑々銑鑛爐瓦斯の清淨が往時如何なる方法で行はれて居たか現今は如何なる装置及び設備に改變されて來たか又將來如何なる方法に變つて來るであらふかと云ふ事に就て之れが發達及び進歩變遷の狀況を綜合的に述べ合せて今後建設に際して如何なる種類の装置を撰擇採用す可きか又實際此の作業に當つて居る我々として感じて居る事柄に就て聊か述べて見たいと考へて居る次第であります。

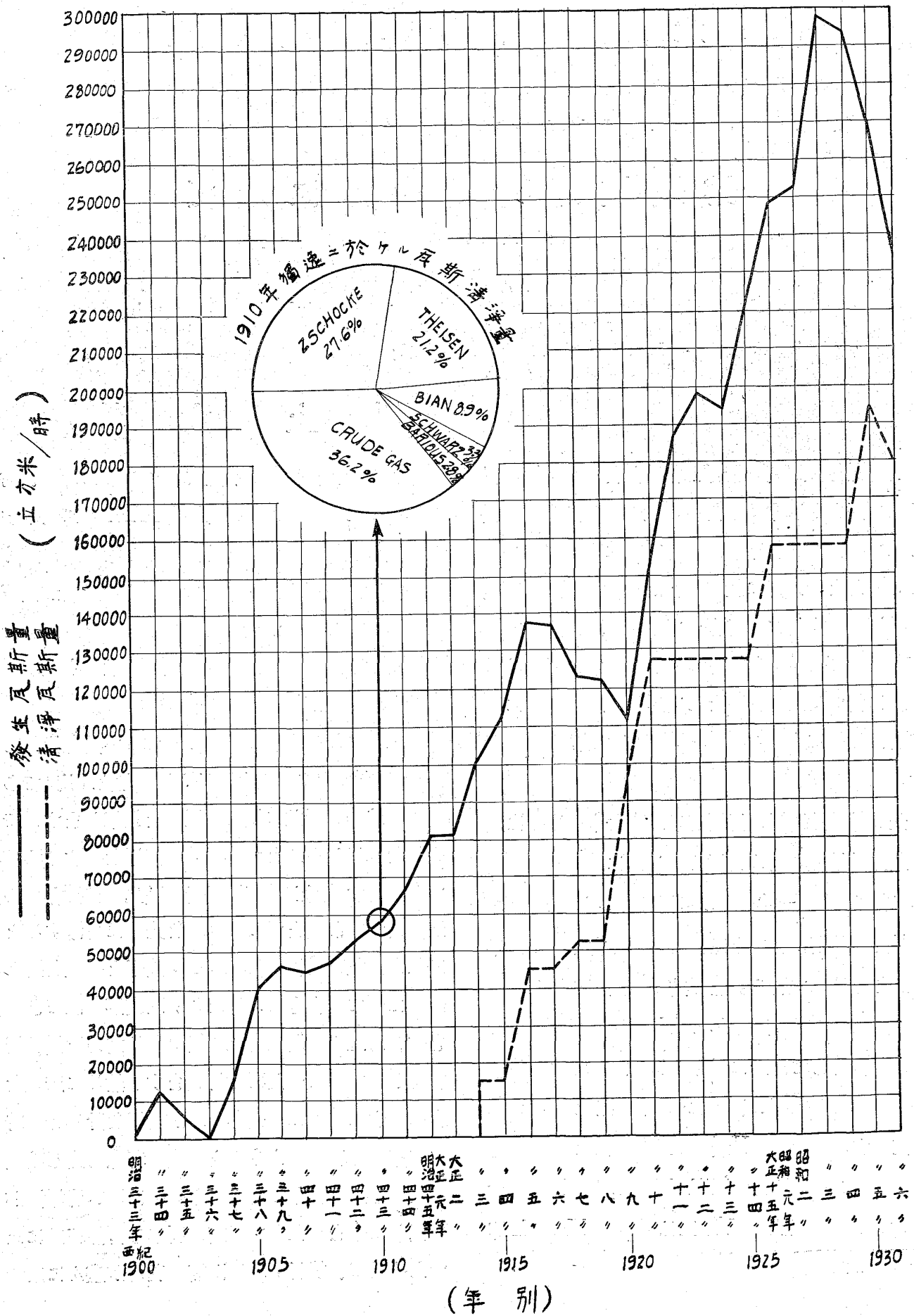
先づ銑鑛爐瓦斯の清淨と云ふ事を申上げるに就て是非銑鑛爐瓦斯の利用される様になつた(間接か直接)理由を一寸申上げて置きたいと思ひます。

銑鑛爐瓦斯の利用と云ふ事は随分古く約100年前から行はれて居る。然し其の頃實際利用して居た範圍は發生量の幾分か Hot Stove, Boiler 等に燃料としてゐたに過ぎなかつたのです。然るに Gas Engine の發達につれ之れが Fuel として使用する様になり又最近 Coke Oven Gas と mix して Rolling Mill Plant, Reheating Furnace, Soaking Pit 又は Open Hearth 等

に使用し發生爐瓦斯の代用に充つる様になり、尙又現今は Coke Oven の Under firing に使用する等其の利用範圍が著しく擴大せる事は實に驚く程で目下銑鋼一貫作用に於て著しく生産費が低下して來たのも之れが與かつて力ある事と思ふのであります。所で之れが利用に就ては誰しも欲する所でありまして御存知の通り何分此の瓦斯は多分の Dust と水分を含んで居りますので其の儘即ち Crude Gas にて使用する事は熱效率が不良であると同時に装置並に機器の損傷を招來しますので之れを利用しようとするれば是非清淨を要する次第であります。所が銑鑛爐瓦斯の發生量は御存知の通り大量でありますので之れを完全に清淨すると云ふ事は往時の装置では至つて費用と手数を要し經費に於て引合ざるのみならず到底不可能であります、又此の瓦斯は有毒瓦斯である爲め自然利用範圍が狭少であつた事と思ひます。然るに産業を合理化する爲めには是非之れが利用を計ると同時に能率良く利用せんものと切實に考慮研究し改良に改良を加へ現今では殆んど完全に近い清淨機が現出して來ましたので瓦斯の利用も自然旺盛になつた次第で、換言すれば瓦斯の利用が盛んになつ

¹⁾ 製鐵所

第1圖 發生瓦斯量に對する清淨量比較圖



たと云ふ事は清淨が容易に出来る様な即ち工業價値を有する清淨機が出来た爲めと云つても過言でないと思ふのであります。

扱て前に掲げた Diagram は當製鐵所が明治 34 年 2 月 5 日に第一銑鑪 (250 噸鑪) に火入れ以來の瓦斯發生量を表はして居ります。此處に御斷り申して置くのは作業當時は瓦斯の發生量が果して如何程であるかは不明ですが兎に角出銑量が記録されて居るので 1 噸當りの出銑に對して $4,000\text{m}^3$ の瓦斯が出来たものとして計算したものであります。(第 1 圖)

明治 36 年には休爐せる爲め全々零であります。明治 37 年から引續き作業をして居りますが、此の瓦斯の清淨及び利用は如何にして來たかと申しますと、瓦斯の清淨装置は別に設けざりしも瓦斯を利用する爲めに Gas Boiler として 24 基が始めより設置され明治 34 年 5 月より作業を開始して居ります。今此の Diagram の上に示してある「1910 年獨逸に於ける瓦斯清淨量」を見ますと、先進國獨逸ですら 1910 年 (明治 43 年) 頃は全部は清淨されないで 36.2% は Crude Gas の儘使用して居たか、將た放棄して居たか兎に角不清淨であつた事が立證されて居ります。當所に大正 3 年 9 月初めて Gas Engine が据付けられたので、3 臺の瓦斯清淨機を獨逸 Voith 會社製のものを購入し作業を開始しました。其の後銑鑪の増設に隨つて附帶設備として次第に設置されました従つて一昨年 (昭和 4 年) 迄は次の様になつて居ります。

30,000 m^3/h …2 回清淨用 7 臺 (第一清淨機)

6 臺は 2 臺宛直列に組合し 1 臺は豫備。

120,000 m^3/h …1 回清淨用 12 臺

其の他 15,000 m^3/h …Cottrell 1 基

又昨年 (昭和 5 年) より當所洞岡銑鑪が出来ましたので目下は 1 回清淨程度としますと

Cottrell 80,000 m^3/h (40,000 m^3/h ×2 基)

Wet Process 60,000 m^3/h (10,000 m^3/h ×6 基) を設置しました。又此の Diagram に示してある 1910 年頃獨逸で如何なる清淨機を使用して居たかと申しますと、Zschocke; Theisen; Bian; Schwarz 其の他種々のものを使つて居た様では是等の需用率は獨逸國內を通じて瓦斯發生量に對し Zschocke 27.6%; Theisen 21.2%; Bian 8.9%; Schwarz 3.3% 其の他が 2.8% となつて居ります。其の形狀及び作用の説明は後廻として先づ清淨装置を御話する前に一言して置きたい事は瓦斯は如何にすれば清淨出来るかと云ふ事即ち換言すれば清淨可能法と申ませうか其の事を申上げます。一體瓦斯中に含まる Dust は粒の大なるものは割合除塵が容易であることは勿論であります此の清淨法を假に除塵法とでも名稱を附して見ませう、除塵法なるものは次の様な方法で行はれて居ります。

1. 瓦斯の流れの方向を急に變へる事。之れは瓦斯の流れの方向が急に反對になる其の際此の變更を起す所の其の Point に於て一部瓦斯の流れが休止する爲め此處で Dust が自己重量の爲め沈澱します。

2. 瓦斯の流れの速度を弛緩せしむる事。之れは Dust Particle 其のものの重力に依つて自然脱落します。

3. 瓦斯の流れをして何か物體に接觸衝擊せしむる事。Dust が物體に接觸、衝擊すると即ち

Dust Particle が物體と impinge を起し Inertia を減じて重力の作用により脱落する爲め。

4. Centrifugal acting に依つて Dust の Particle を除去する法。

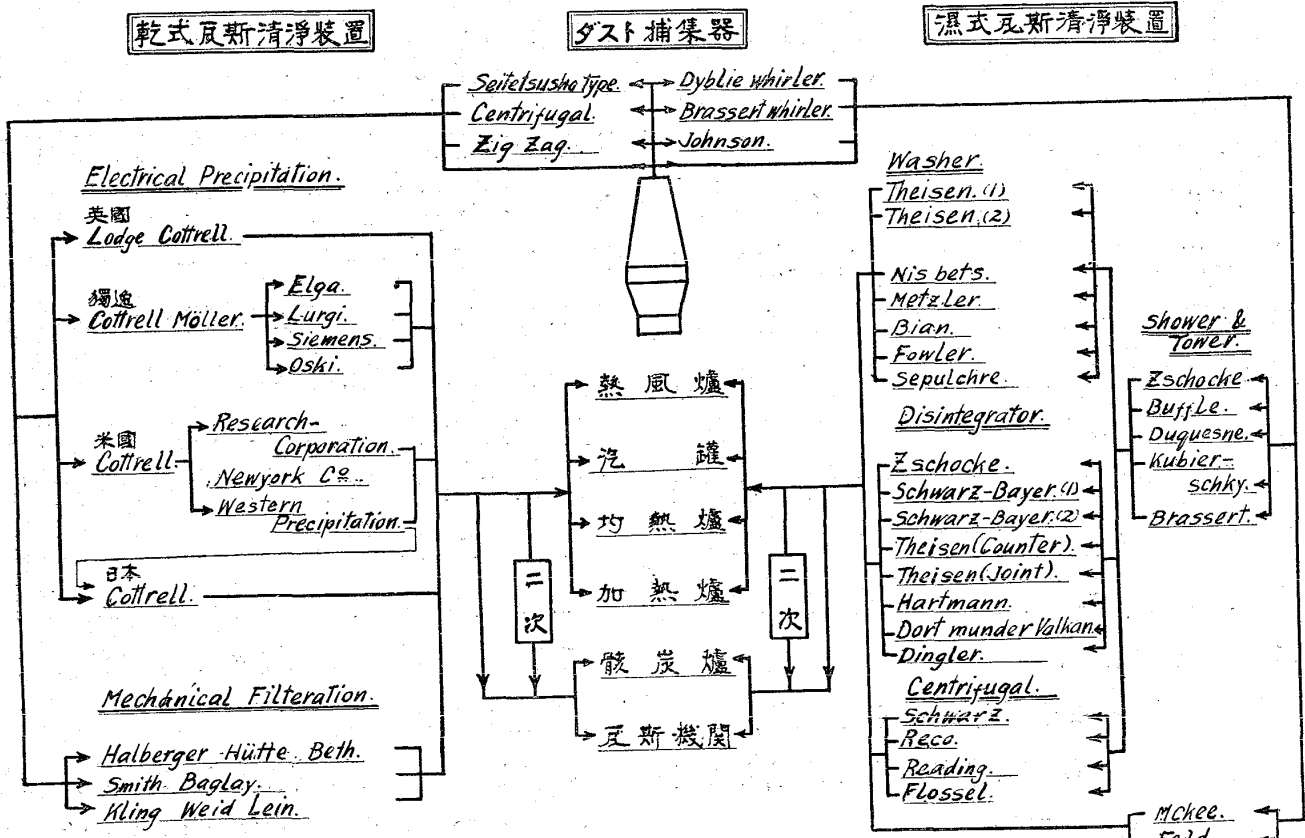
鑄鑛爐より出て Down-Commer に入る時に於ける Gas 中の Dust size の相當に大なるものは砂混りでざらざらして居るので割合に簡単な今申し上げた方法で除去する事が出来ます、依つて斯様な Dust は Dust Catcher で除かします。Dust の大きさに就ては本講演會¹⁾に於て志賀さんから御話がありました。此の Dust Catcher で除去し得るものは Dust の Dia > 10⁻³cm. のものでありませう、實際洞岡鑄鑛爐の Dust Catcher

で採集した Dust の Size の測定結果を見るに 0.1mm (10⁻²cm) 以上は Dust Catcher で除塵する事は容易に出来る様であります、其れ以下は取れても其の率は非常に低下して居る様であります。又 Dust Catcher 後即ち Crude gas pipe に入つた時微細な Fume 即ち “Smoky Gas” でありますので之れを清浄するのは稍困難であります、夫れを除去する方法に二三ありますが其の一例は水洗法でありまして之れは Gas 中に浮遊して居る Slag 及び Metal Vapour の Condensation をやらせる爲めに Gas を 200°F (93°C) 位に迄冷します。冷された之等の Particle は Concentrate して粒も相當に大になり Dust は濕りを帯び易くなります。斯の如く Cooling やる爲め Hurdle Washer や Spray

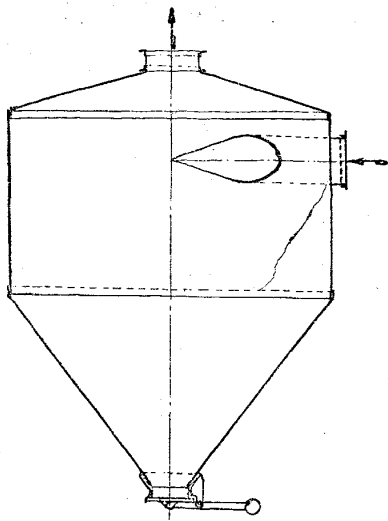
1) 日本鐵鋼協會第7回講演大會

第 2 圖

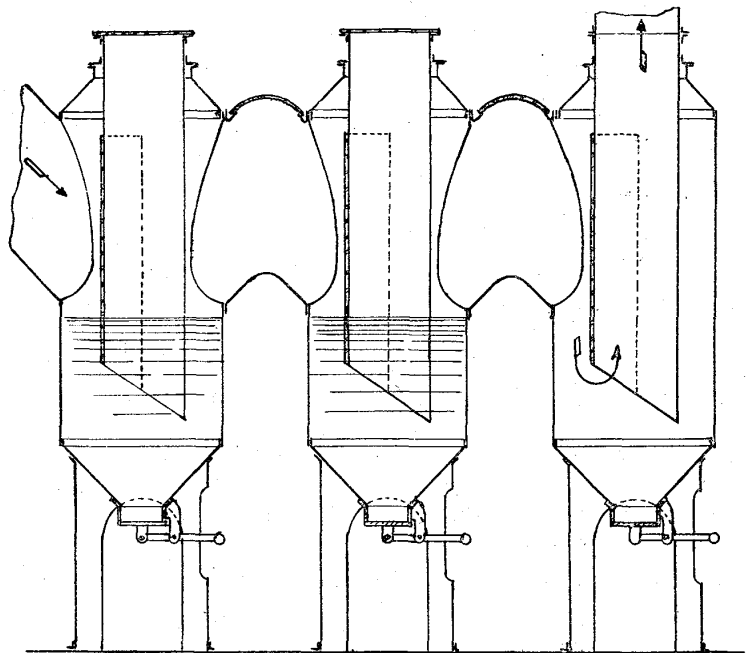
鑄鑛爐瓦斯各種清淨機一覽表



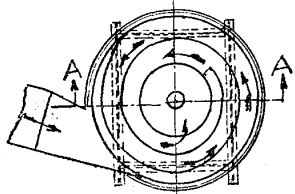
第 3 圖 Centrifugal



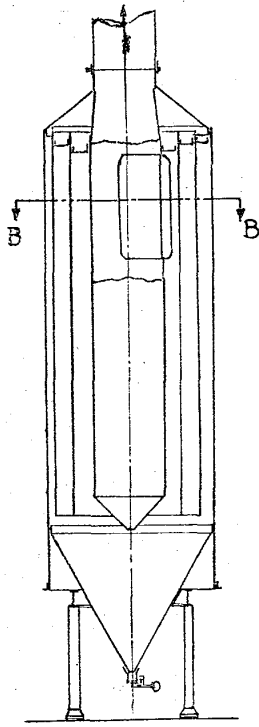
第 4 圖 Zis Zas



第 5 圖 Dyblie Whiler



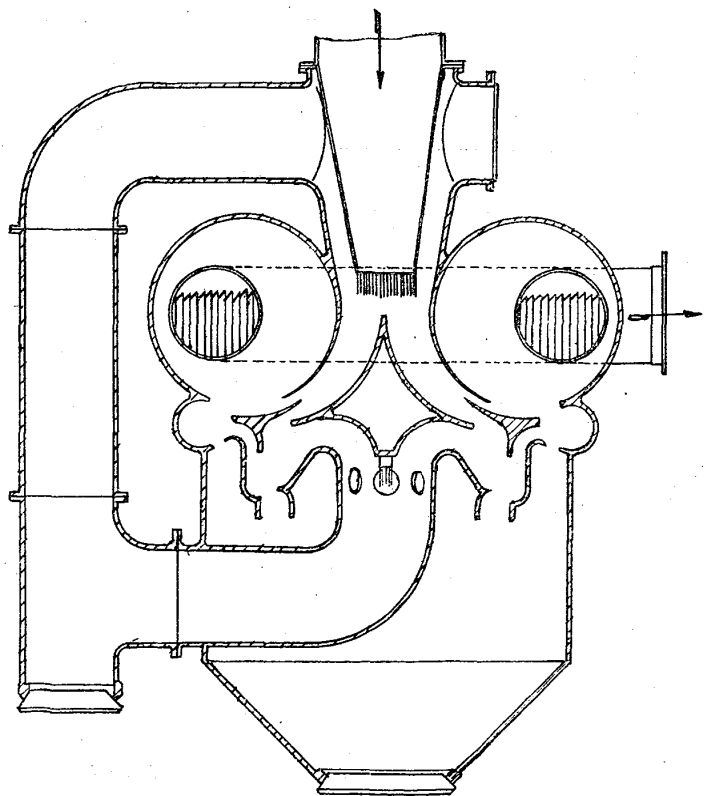
Section B-B



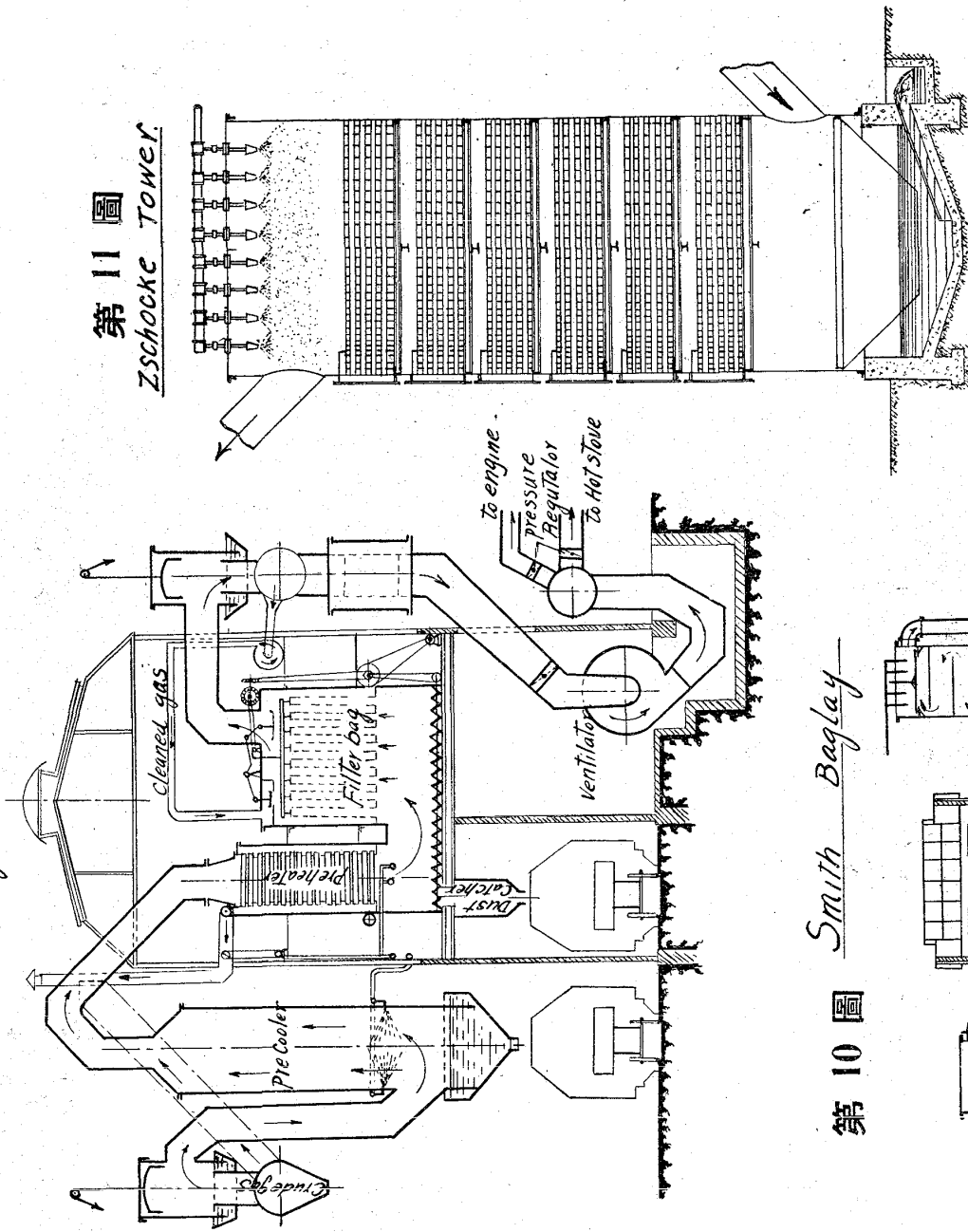
Section A-A

第 7 圖

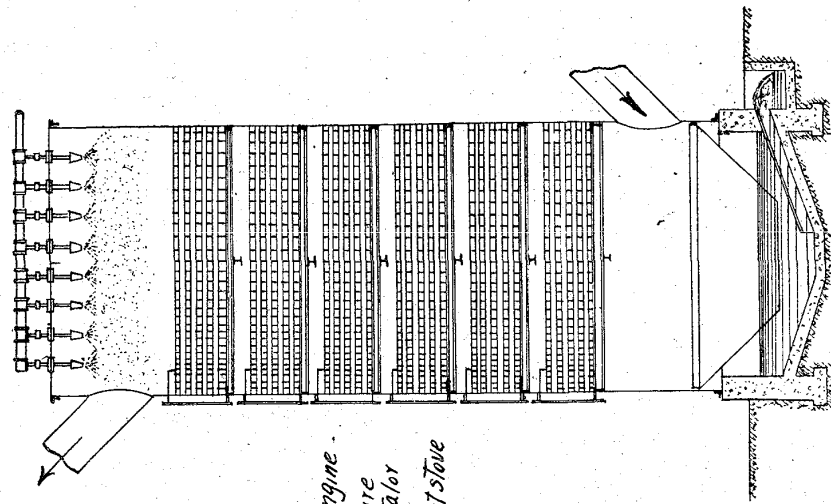
Johnson.



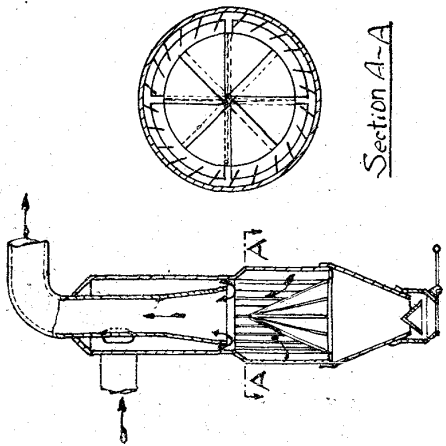
第 9 圖 Halberger Hütte Beth.



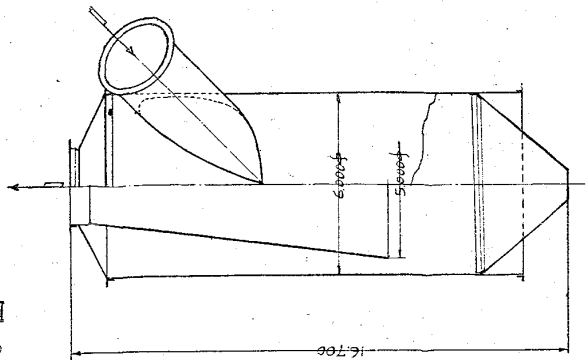
第 11 圖
Zschocke Tower.



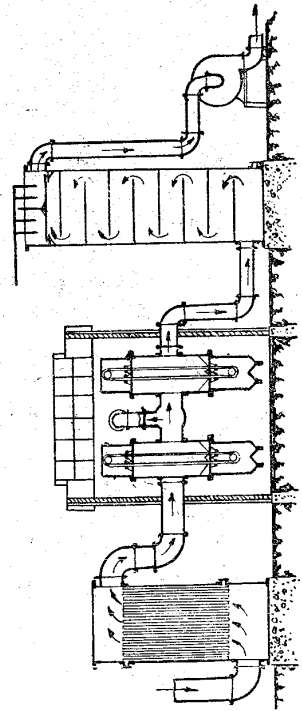
第 6 圖
Brassert whiler.



第 8 圖 Seitetsu Sho type.

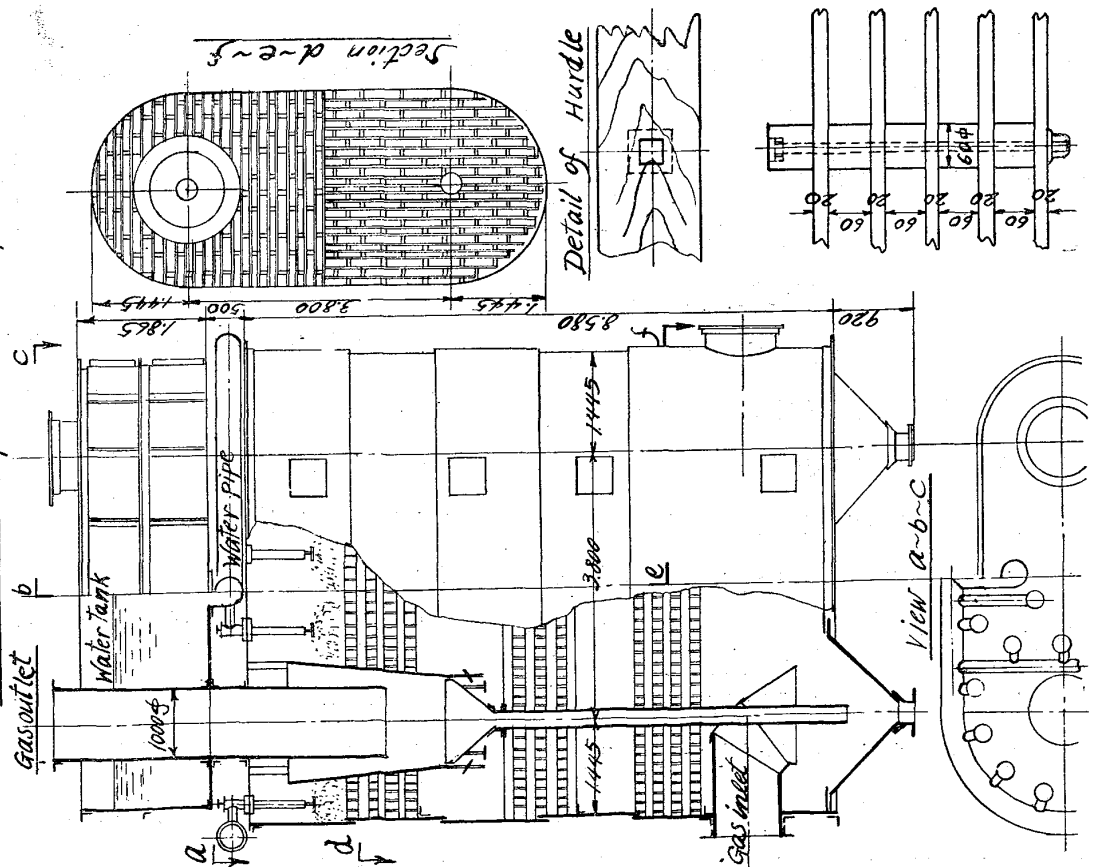


第 10 圖
Smith Baglay



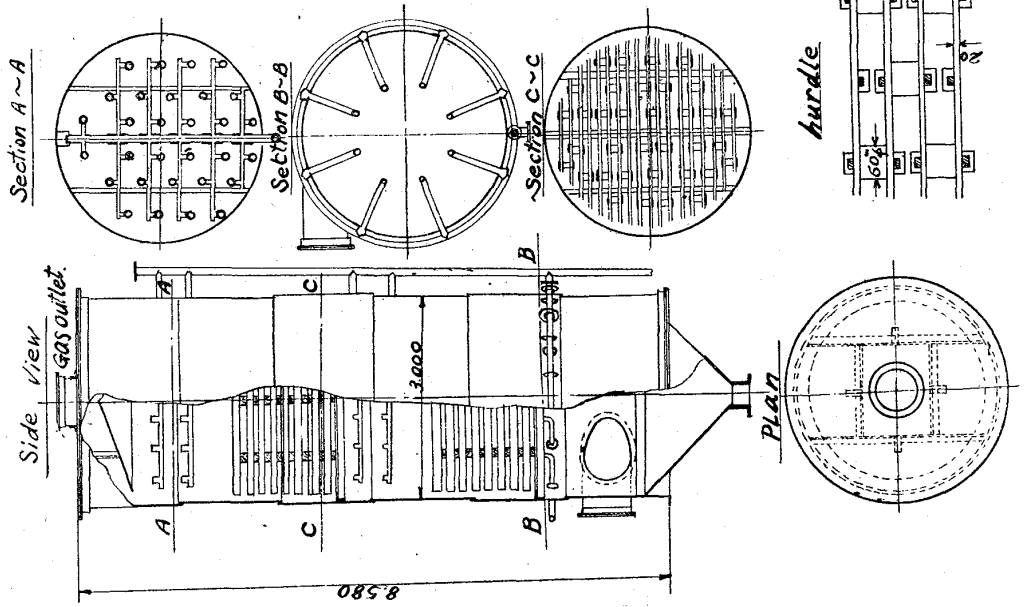
第 13 圖 Hurdle washer

Seitetsusho type Capacity 30000 m³/h

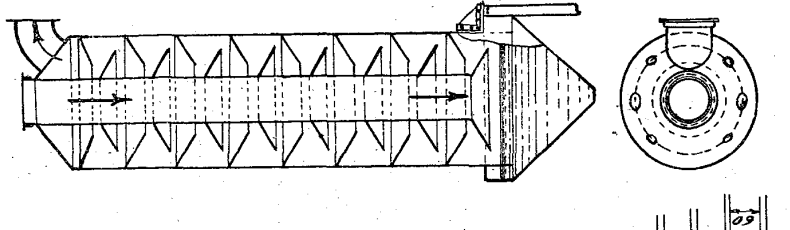


第 12 圖 Hurdle Washer.

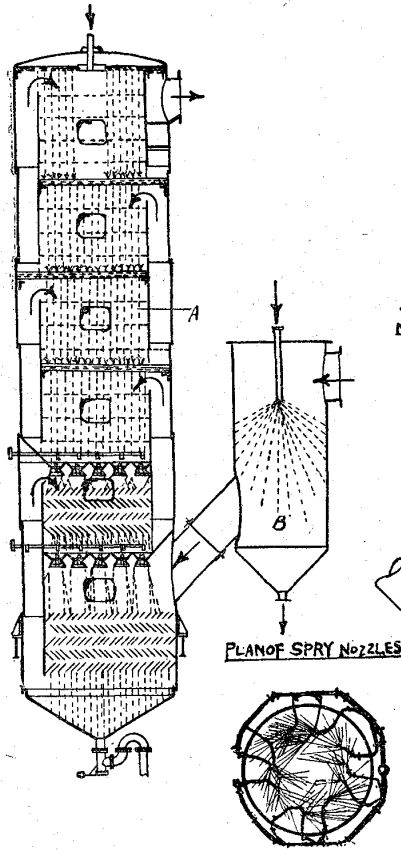
Seitetsusho type Capacity 10000 m³/h



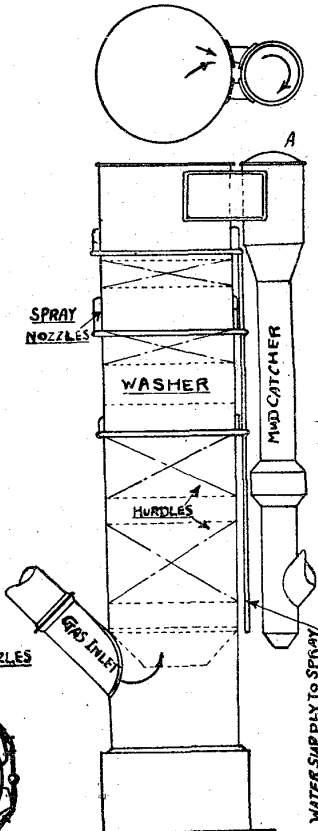
第 14 圖 Baffle washer.



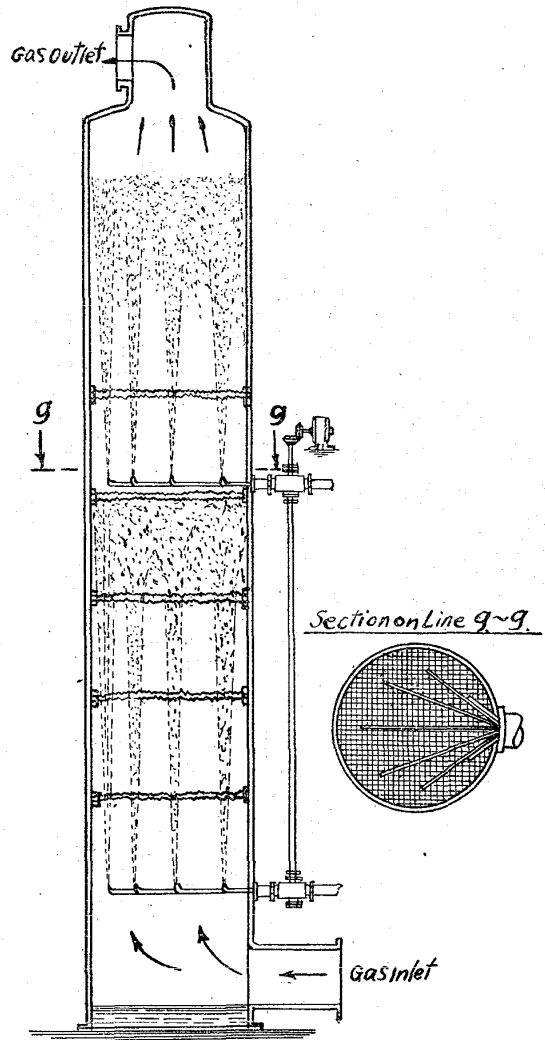
第 17 圖
Kubier's gas washer.



第 16 圖
Brassert washing tower
and mud catcher.



第 15 圖
Duquesne spray tower.



Tower が設けられるのであります。而も一言して置きますが Dust が微細な Fume になりますと水を種々の方法で噴射した位では容易に完全に Gas と Fume と mix するものでないと云ふ事を常に體驗して居ります。之れは粉に水を掛ける時に於て誰でも多少經驗されることと思ひます。又 Gas 中の水分が Gas の發熱量をして減退せしむる事は既に御存知の事でありませうが、其の Gas の水分を除去するには Gas を Cooling して Gas 中の Water Vapour の Condensation をせしむる外手近な方法が一寸ないと思ひます。

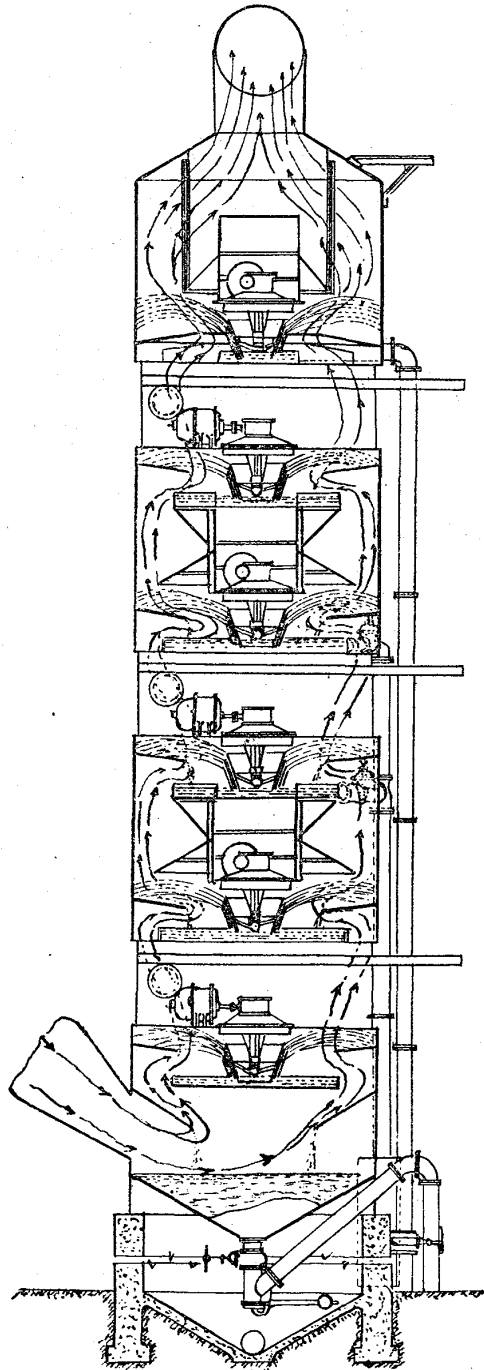
Cleaning method に就て申し上げますと、(第 2 圖) 此の鎔鑛爐瓦斯の Cleaning method は

大別して 2 種類に分けられて居ります。一つは濕式即ち水洗法、他は乾式即ち濾過法及び電氣收塵法であります。乾式の中にも往時より行われて居た方法としては Dust Catcher の如き除塵法のみで之れを行つて居た様です。其の後水洗法、濾過法並に最近電氣收塵法が行れる様になつたのであります。

順序としまして除塵法から述べて行きます。

除塵法之れは先程申上げた方法で表に依つて説明しますと、

第 18 圖
Mckee Gas washer



1. Centrifugal Dust Catcher:- これは極く Simple Type であります。そして Efficiency は約 70% と云はれて居ります。此の構造は第 3 圖に示してある様に Gas は Chamber の上部に設けられたる進入口より Tangential に入り

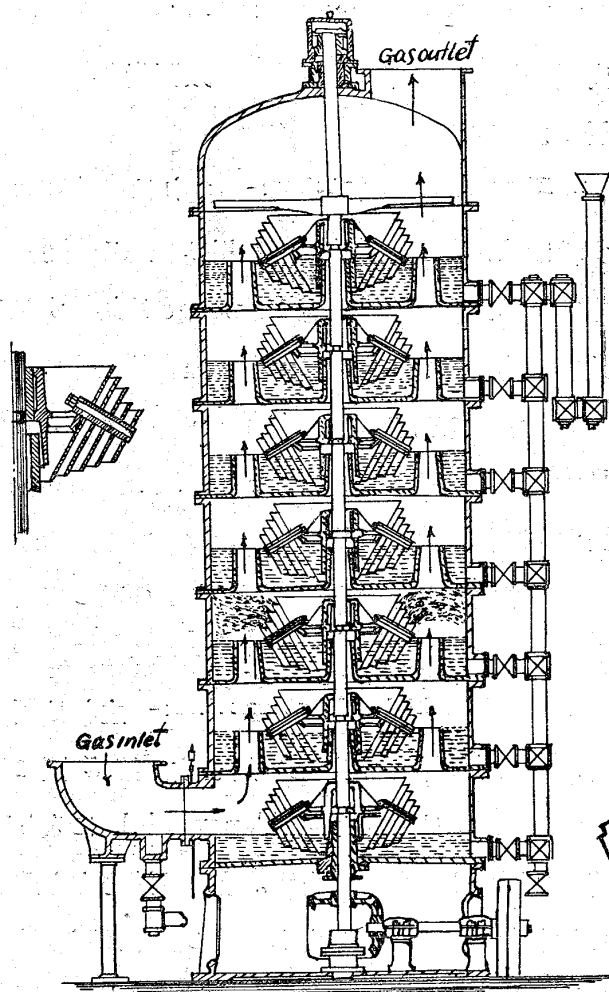
Vessel 内部にて旋回下向に流動し最後に中央より上方に向つて出て行くのであります。此の Dust Catcher は以前申上げた Gas の流れの方向變換並に速度縮少衝擊等の有效要素を具備して居ります。

2. Zig zag Dust catcher:- これは第 4 圖に示す様に Wearing Plate を用ひて居る。而して方向轉換、速度縮少及び Impinge は具備するも非常に建設費を要する割に夫れ程有效ではありません。之れに就て 1910 年 Iron & Coal Trade Review に Mr. H. J. Freyn 氏が發表して居ますが現代の Dry Dust catcher で充分に間に合ふから之れを採用する必要はないと云つて居ます。

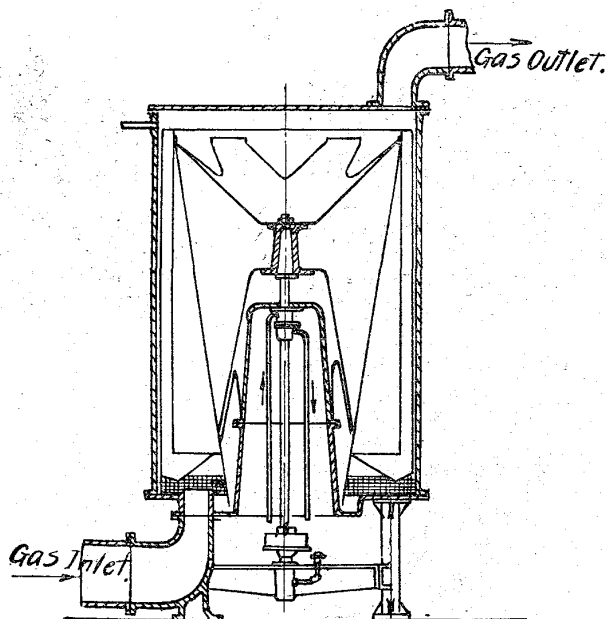
3. Dyblie whirler Dust catcher:- これは製鐵所の第 4 銑鑛爐に使用して居ます。第 5 圖に示す様に Gas は上方より Tangential に入り下降して再び上部から出ます。之れは遠心力と重力に依り Dust を除去します。其の利點は瓦斯流の急激なる曲折がないので一度沈澱せるものが再び飛散する憂ひが少く圓筒内に下部開放せる螺旋狀圓筒があり Gas は螺旋狀に流れ中央に集つて出ます。C の部分で Volume が擴がるのでより良く Dust が沈澱します。然し之れは粒の小さい塵埃に對しては不適當であります。此の器より出る Gas の清淨程度は $2\sim 3 \text{ grs/m}^3$ であります。

4. Brassert whirler Dust catcher:- 遠心力を利用して Dust を除去する Cyclon の改造せるものでありまして外周に附着して居る捕集片は總て中央圓環の下部即ち外周の擴大部分に位置を占めて居る。内部には圓錐形多角傘を備へて居る。一方 Dust Chamber の底部は圓錐栓を備へて

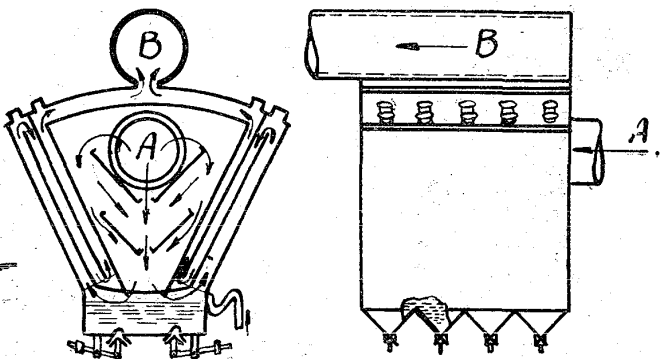
第 19 圖 *Feld gas washer*



第 20 圖 *Theisen (1)*

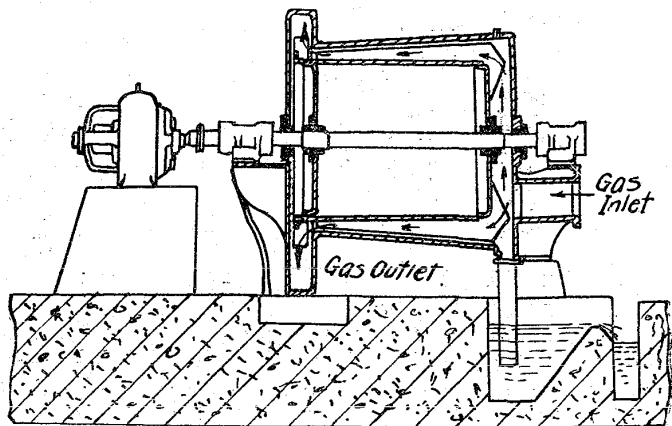
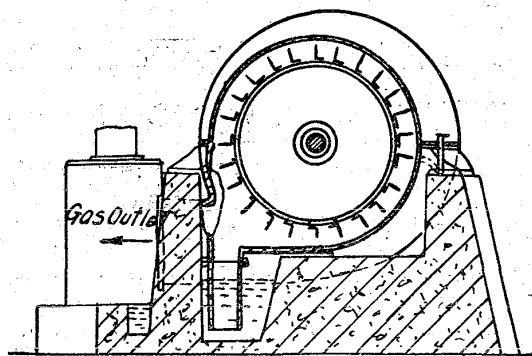


第 22 圖 *Nisbet.*



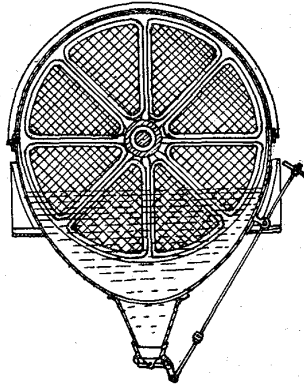
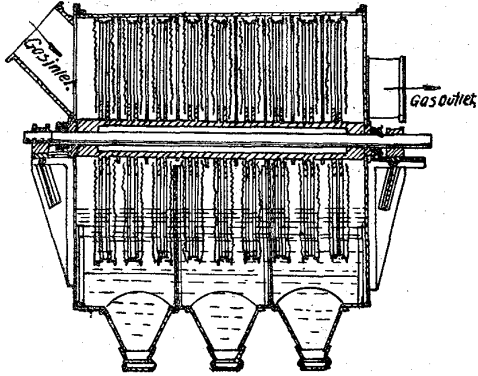
第 21 圖

Theisen (2).

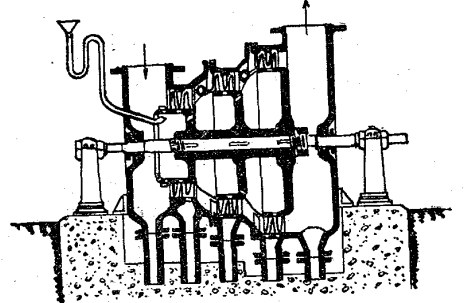


第 23 圖

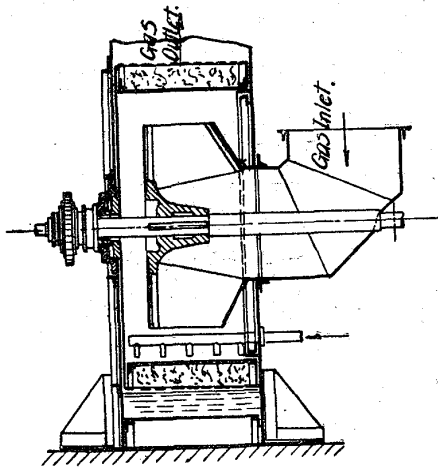
Bian.



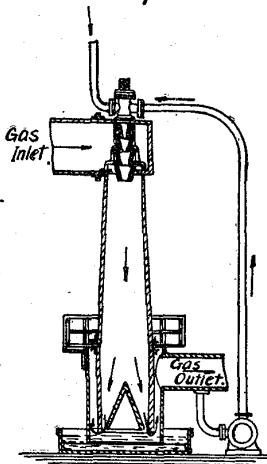
第 27 圖 Zschocke.



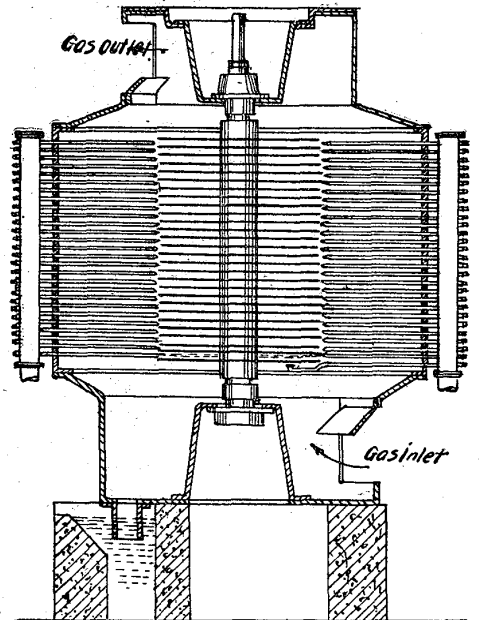
第 24 圖
Metzler.



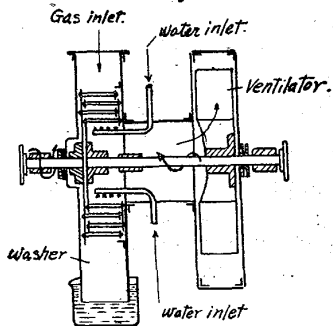
第 25 圖
Sepulchre



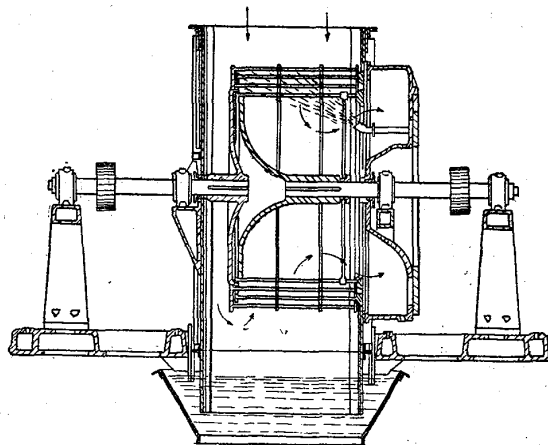
第 26 圖
Fowler & Medley vertical.



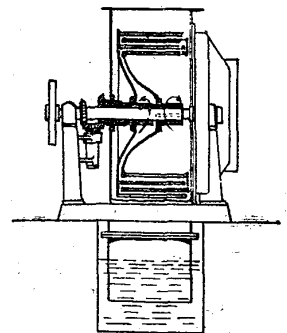
第 28 圖
Schwarz-Bayer (1)



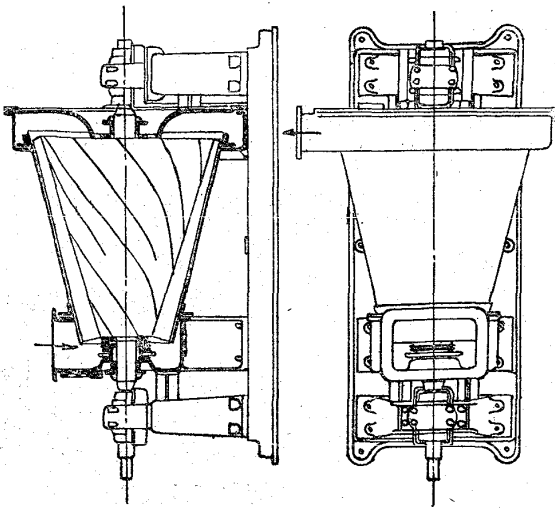
第 29 圖 Schwarz-Bayer (2)



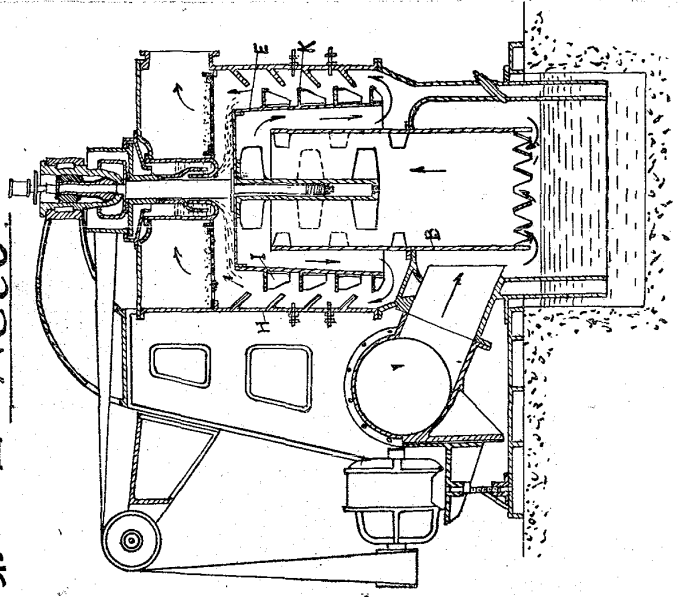
第 32 圖
Dort munder Vulkan.



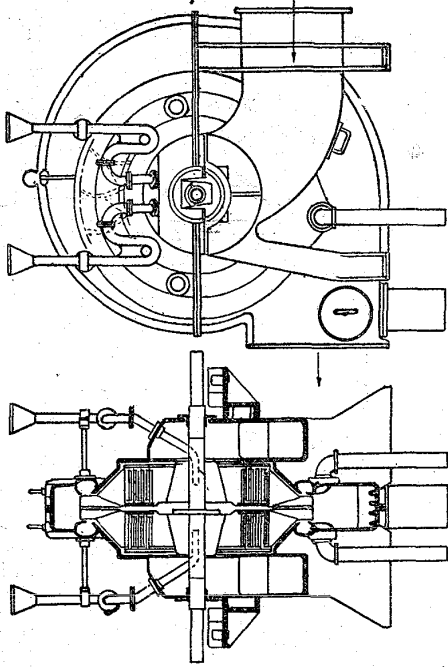
第 35 圖 Schwarz.



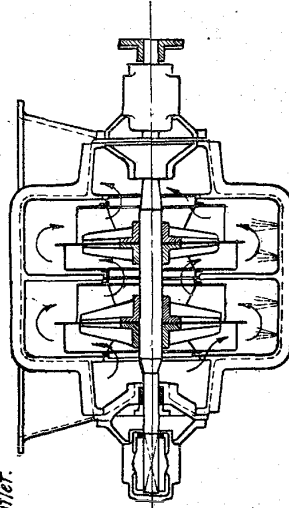
第 36 圖 Reco.



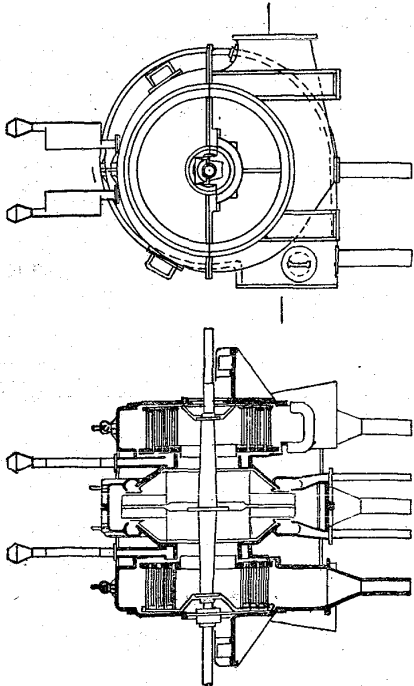
第 31 圖 Theisen (joint Current)



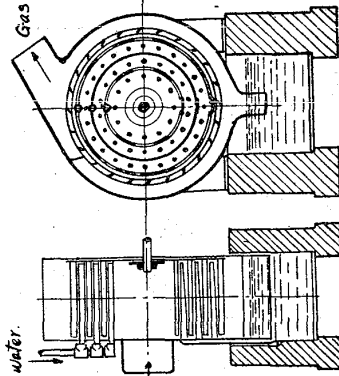
第 37 圖 Reading.



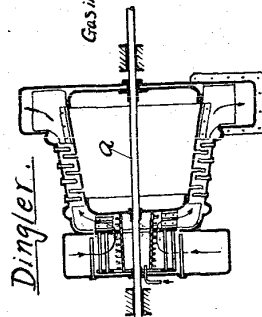
第 30 圖 Theisen (Counter Current)



第 34 圖 Hartmann



第 33 圖 Dingle.



居ます。圓錐形多角弁は Dust を捕集する爲め數個の Baffle を具備して居ますが之れは餘り有效ではありません。Crude Gas は Tangential に入り下部に到りて中央に集り上部より出ます。之れは兼二浦に使つて居られるさうです。(第6圖)

5. Jhonson Dust catcher:- 之れは Dust Catcher と申すよりも寧ろ Cleaner に分類する方が至當かと思ひますが兎に角此の装置は瓦斯を密閉器中に於て Spiral 亦は Voltex の Motion をなさしめ Centrifugal action に依て Dust を脱落せしむること、猶電磁力に依て微細の粉粒を収集粒大せしむる装置を併備して居る斬新なる装置でありますが實際の作業に於て如何かであるか疑わしく思つて居ます。(第7圖)

6. 製鐵所式(假りに名づく):- 本装置は製鐵所第五、六銑鑪及び洞岡銑鑪に使用して居ます。瓦斯の流れは第8圖に示す如くにして別に説明は略しますが簡単にして可成り良い成績を擧げて居ます。即ち入口に於て 7.6 grs/m^3 の Dust が出口に於て $3.5 \sim 5.3 \text{ grs/m}^3$ 迄除塵し得ます。尙此の外に色々の Type がありますが時間の都合もありますので此の位にして次に移ります。

Dust Catcher を Pass した Gas (但し是れを通過せざるものもある) は次に清淨機に入ります。銑鑪瓦斯各種清淨機一覽表(第2圖)に示した様に清淨機には乾式と濕式とがあります。乾式には Electrical Precipitation 及び Mechanical Filtration があります。濕式は何れも水を掛けて清淨します。乾式の Cottrell に就ては志賀さんより後に説明がありますが順序として一覽表に就て一寸説明致しますと乾式の Electrical Precipitation は英國では Lodge Cottrell, 獨

逸では總稱して Cottrell Möller と云ひ更に製作會社に依て Elga, Lurgi, Siemens 及び Oski 等と稱ばれて居ます。米國では唯 Cottrell と申しますが Research Corporation-N. Y. Co. 及び Western Precipitation Co. の二つがあり前者は東部 42 州に後者は西部 6 州にその權利を掌握して居ます。一體一番初めに之れを初めたのは米國でありまして他は之れを部分的に補足したもので現在日本のものは Western Precipitation Co. の系統を受けたもので單に Cottrell と呼ばれて居ます。次に Mechanical Filtration ですが之れは多孔性の Bag に依て Gas 中の Dust を Filt するものであります但其等の中に Halberger Hütte Beth, Smith Bagley, Kling Weid Lein 等があります。其の中の Halberger Hütte Beth に就て申し上げます。之れは非常に Efficiency が良く二重袋のもので清淨したものは Gas Engine にも使用され其の清淨程度は二重袋で 0.01 grs/m^3 一重袋のもので 0.1 grs/m^3 位であるさうです。但し Gas Engine に使用する場合は相當に溫度を低下せしむる必要がありますので尙之れに Precooler を附屬して居ります。所で此の装置の缺點としましては Gas を Filt する爲め相等動力の消費が大で大體次の様であります。

1. Filter の抵抗に依るもの $0.85 \text{ HP/1,000 m}^3/\text{h}$
2. Dust 運搬用 Screw Conveyor 運轉及び過袋掃除用に要するもの約 $0.2 \text{ HP/1,000 m}^3/\text{h}$
3. Hot Gas Ventilator 運轉に要するもの、
 $0.05 \text{ HP/1,000 m}^3/\text{h}$

計 $1.1 \text{ HP/1,000 m}^3/\text{h}$

尙此の外に輸送瓦斯壓力を上昇せしむる爲めに

要する動力を示しますれば $0\sim 100\text{ mm (W. C.)}$ に対して $1.8\text{ HP}/1,000\text{ m}^3/\text{h}$ であります。鑄鐵爐から出た Gas は Dust Catcher を通つて此の Filter に入ります。Gas は第 9 圖に示す如く Crude Gas Pipe を経て Precooler に入り次に Preheater に通つて圖の Bag を通るのですが、本来鑄鐵爐から出た Crude Gas は其の Temperature が高い爲め其の儘 Bag に通すと其の Gas の Temperature に依て Bag を焼損する恐れがあるので之れを Precooler に依て $70^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 位迄に Temperature を下げます。所が Precooler を通つた Gas は湿度大なる爲め其の儘 Bag に通すと Bag の目を詰らせる爲め直に使用に堪へざる様になりますから Bag に通す前に Steam を以て適當に保温されて居る Preheater を通して Temperature を約 $70^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 位にし其の Relative Humidity を適當にして此の Bag に通すのであります。Bag を通つた清淨瓦斯は Fan に依て吸引されて其の儘各種の使用に當てられ或は二次の Filter に入ります。此の二次の Filter も一次のものと全然同じで夫れの前には Precooler も設けてあります。之れに用ふる Bag は Dia 200 mm 長さ $3,000\text{ mm}$ の多孔性の Canvas で上部から吊してあります。之れを掃除するには出口の Valve を締め清淨瓦斯の壓力あるものを上部より噴き込み乍ら Hammering をやると Bag に着いて居る Dust は底部に設けてある Screw Conveyer 上に落ちそれに依て外部に搬出されて貨車に積まれます。Hammering は Compressed Air に依て行ひます。尙此の System の缺點は其の前後に於て Pressure drop がひどく $40\sim 50\text{ mm}$ 位もある事

であります。

次に Smith Bagley は之れも前に述べたものと大部分等しいが唯違ふ所は Filter に用ふる布が回轉する様になつて居て布に附着した Dust は磁力及びローラにより Automatic に落される様になつて居ます。(第 10 圖)

Kling Weid Lein の Construction は餘り詳しくは存じませんが Filter は針金製の Mattress で出来て居る様であります。

次に濕式に移りますが Dust Catcher を通つた Gas は一覽表に示す様に Shower 又は Tower に入り或は直接其の儘 Cleaner に這入りますが先づ此の Shower 及び Tower に就て申しますと Shower 及び Tower の使命は如何なるものであるかと云ふに其の主眼とする所は鑄鐵爐から出た Hot Gas の溫度を下げて其の中にある Moisture を Condence せしむると同時に Dust Particle に水分を充分混入せしめて Size を増大せしむるにあります。一覽表に示す如く色々ありますが何れも大同小異でありまして其の内の二三を説明します。

Zschocke Tower は第 11 圖に示せる如く途中一つの圓筒の中に數段の Wooden Hurdle を組み上部から多くの撒水器に依て水を Shower の状態として掛けるもので Gas は Tower の底部から入り之れ等の Hurdle の隙をくゞり乍ら上部から流下する水と充分接觸し乍ら上方に進んで Cleaner の方に出て行きます。當製鐵所に於てもほゞ之れに似たものを使用して居ります。(第 12, 13 圖) 使用する水量は $3.5\text{ liters}/\text{m}^3$, 這入口の Gas の Dust Contents は約 $5\text{ grs}/\text{m}^3$, Temperature $80\sim 140^{\circ}\text{C}$ で出口の Dust Con-

tents $1\sim 0.8$ grs/m³, Temperature 36°C 位になつて居ます。

次に第 14 圖は Buffle Tower でありまして之れは Gas は上部より這入り中央 Gas Pipe を通て Tower の最低部迄下り再び中央瓦斯管の外側を通て上部に出て行きます。水は上部から流れるのですが水が下に落ちる際圖の様な構造に依て一つの水の環状の膜が構成せられ其の爲め Gas は必ず此の水の膜を通り抜けねばならない爲めに接觸良く Efficiency も良いさうです。

Duquesne の Spray Tower は第 15 圖に示して居りますが Gas は下部より上部に上り水は下より上方に向つて噴出する様になつて居ります。之れは高さ 24m, 直徑 3.6m, 網と網との距離は 2.5m. で 5 段になつて居ます。網は二重張金網で給水は 2 秒毎に上下交互に Spray Nozzle から噴出する様適當なる装置を施してあります。即ち 5 HP の Motor に依つて給水コックを常に廻轉して居る。給水壓力は 2.5 Atm. 噴出速度は 18 m/sec で Gas の速度は 1.2 m/sec でありますので Gas の背後より水は一度接觸し落下する時に再び洗ふ特徴があります。Gas の清淨度は不良であります。Cooler としては効率が良い Gas の飽和状態即ち水分の Contents が 1.1 grs/m³ になる位迄溫度を低下する事が出来ます。

第 16 圖の Brassert Washing Tower は Zschocke Tower と同様に内部に Wooden Hurdle を組み水は横の環状管より Spray Nozzle にて Hurdle の上に噴出せしめ下より昇り來りたる Gas と接觸せしむる如き装置にして又出口に於て Mud Catcher を備へて居ります。此處にて Mud 及び Moisture は分離されます。

第 17 圖は Kubier's であります。説明は略します。

之の外に型狀を聊か異にするものに Mckee と Feld の Washer があります。Mckee は滿鐵に御採用になつて居る様に聞いて居ますが私は實際は何んなものか詳しい事は知りませんので後程滿鐵の御方に御説明を願ひたい次第であります。Mckee は第 18 圖に示す如き構造で説明を略しますが與へられた水で再度 Gas と接觸する様になつて居り Cleaner と Tower と Combind した様なもので其の清淨度は $0.3\sim 0.2$ grs/m³ で使用水量は $2.5\sim 2.7$ tons/1,000m³ であります。次に Feld の方も第 19 圖に示す如く Mckee に非常に良く似て居ります。以上大體の構造の説明はしましたが其の容積は 1 時間に通過する瓦斯量の 0.6~1% 位であります。

Tower としましては之れ位にして次は Washer に移ります。Washer は一覽表に示す如く色々ありますが現在最も良く知られて居るものは Theisen の Washer であります。此のものに就ては研究的には申上兼ねますが Edward Theisen 氏が 1896 年から研究し始めて實際に使用し始めたのが 1899 年であります。(第 20 圖)之れは Centrifugal action に依て Gas を清淨するものですが 銑鑛爐瓦斯の様な Dust の多いものには使用されませんでした。續いて Horizontal Type のものを使用しました。それは第 21 圖に示す様に (Theisen 2) 瓦斯は右下から這入り Rotary Drum と Shell との間を通て Drum の左端に取付けられた翼に依て吸引されて出て行きます。水は Shell と Drum との間に導入されて Drum に取付けられた羽根に依て良く Gas

と接觸しながら Counter Flow をして右端下部に出て行きます。然し乍ら此の型式は Power を非常に多く要するので其の頃 Feld Type 等が頭角を現した様な次第であります。

次に Nisbets の Gas Washer は第 22 圖に示す様なもので Gas は Chamber の中央部 A 管から入り石或はセメントで覆はれた板の障壁の間を通て其の速度及び流れの方向を色々急變し乍ら上部の横管 B に出て行きます、尙 Chamber の上部は清淨瓦斯と荒瓦斯は 1 枚の鐵板隔壁で仕切られ其の溫度を相殺する様になつて居ます。此の冷却度及び清淨度は餘り良くないので現在殆んど製作されて居りません。

第 23 圖は Bian の Washer ですが之れは御覽の通り鋼板製の Cylinder の中を 1 本の Shaft が貫通し其の Shaft に細い Wire Mesh が出來て居る數個の圓い Screen が取付けられて居り此の Screen は靜かに回轉をやり其の下半部一帯は水中に浸つて居ます。Gas は左端上部から入り Slow Rotating をやつて居る Screen を通つて右端上部の出口から出て行きます。此の特徴は Rotary Screen が常に水に浸つて回轉する爲め其の Screen が一つの Water filter になるので Gas と水との接觸が非常に良く常に Screen が清潔に保たれる事です。缺點としては Gas の Cooling が充分に行はれず Pressure drop が大きい尙動力も相當多量に要する事でありませぬ。一覽表でも判る様に獨逸に於ては 1910 年頃に幾らか使用されて居た様に見えますが現在は製作されて居ません。清淨度は Crude Gas $12 \text{ grs}/\text{m}^3$ の時 $0.5 \text{ grs}/\text{m}^3$ で使用水量は 100°C 位迄は $1 \text{ lits}/\text{m}^3$ それ以上になると $2 \text{ lits}/\text{m}^3$ になつて居ます。

第 24 圖は Metzler の Gas Washer で大體圖に示す様な構造を有し Filter Part は $0.5 \sim 0.8 \text{ m}/\text{sec}$ の如き緩かな速度にて廻轉します。Filter は金屬の削り屑又は金網で出來て居ます。又 Filter と同心に廻轉翼が取付けてあり之れにて Gas を送ります。水は Filter の洗滌に使われるので餘り多量を要せず Gas の Sensible Heat を失わず Cleaning が行はれる得點があります。然し製作の實驗結果が不明の爲め清淨度及動力等の記録は不詳であります。以上の外 Sepulchre (第 25 圖) 及び Fowler (第 26 圖) 等がありますが説明は略しまして Disintegrator の部に移ります。

Zschocke Disintegrator は Dust Catcher 及び Shower の次に設備せられ第 27 圖に示す如く水を各段の Rotor に注入し Rotor の作用に依り水と瓦斯は Disintegrate され Gas を清淨する様になつて居ります。實際使用せられて居る Societe Anonyme d' Ougrée-Marihaye-Rodange の一例を示しますれば 2 個の Hurdle Washer を設備し次に 5 基の Disintegrator を備へて居るものがあります。内 3 基は豫備洗滌、1 基は仕上洗滌用即ち 2 回洗に使用されて居り、残り 1 基が豫備で 1 時間に $160,000 \text{ m}^3$ の Gas を處理し其の内 $120,000 \text{ m}^3$ は加熱用に供せられ、 $40,000 \text{ m}^3$ を Gas Engine に使用して居ります。而して清淨前 $10 \text{ grs}/\text{m}^3$ の Dust が一回洗程度では $0.1 \sim 0.3 \text{ grs}/\text{m}^3$ に、二回洗程度のものでは $0.015 \sim 0.02 \text{ grs}/\text{m}^3$ に清淨されます。動力は 5~6 P. S./ $1,000 \text{ m}^3$ で使用水量は $0.75 \text{ lits}/\text{m}^3$ 位であります。

Schwarz-Bayer は第 28 圖に示す如き構造でありまして Exhaustor と Disintegrator とが Common Shaft になつて居るので作業に故障を

生じ其の結果 Disintegrator Exhaustor Separator と云ふ風に分離する様になり第 29 圖の如く改造せられました。互に軸が反對方向に廻轉する金棒に依り良く水と瓦斯とを掻きまぜ撒布し霧状になし得る、即ち水と瓦斯の流れが反對で Dust は Centrifugal action により除去せられます、清淨度は 1 回洗で $0.06 \sim 0.15 \text{ grs/m}^3$ 2 回洗で $0.01 \sim 0.02 \text{ grs/m}^3$ であります。使用水量は $0.5 \sim 1 \text{ lits/m}^3$ で動力は $1,000 \text{ m}^3$ に付き 1 回洗では $2.7 \sim 3.2 \text{ P.S.}$ 、2 回洗では 4 P.S. 位となります。

次は Theisen 氏の Disintegrator でありますが之れは前の Centrifugal Theisen Washer を更に改良せるものにして 1911 年初めて作業に使用せるもので Counter 及び Joint Current の 2 種があり主として Joint Current のものが使用されて居ます。それは構造簡單にして故障も少く有効に清淨出来る様であります。構造は第 30 圖及び第 31 圖に示す如く瓦斯は水と良く接觸して中央部に於て内部より外部に流れる様になつて居ります。次に此の長所を挙げますと。

1. 洗滌能力の大なる事。
2. 洗滌中瓦斯が充分冷却される事。
3. 洗滌瓦斯の Dust Contents が少ない事。
4. 洗滌瓦斯 1 m^3 當り使用水量極て少なき事。
5. 壓力上昇も相當高き事。
6. 洗滌瓦斯 1 m^3 當りの電力使用量少き事。
7. 機械設置の爲め所要面積の少き事。

($1.9 \text{ m}^2 / 1,000 \text{ m}^3$)

8. 全設備の建設費の少い事。
9. 單位瓦斯に對する作業費の安い事。
10. 作業監督の容易な事。

清淨系統は Dust Catcher 及び Shower を經由し此の Theisen Disintegrator に這入ります。入口に於て Gas 溫度 $30 \sim 50^\circ \text{C}$ 、Dust $2 \sim 4 \text{ grs/m}^3$ のものが出口に於て 1 回洗滌で $0.01 \sim 0.02 \text{ grs/m}^3$ 位となります。

Hartmann は Schwarz-Bayer に類似して居り外部の翼に依りて瓦斯並に Dust に遠心力を附與して居ります。固定棒は中空にして水を供給し廻轉棒は水を撒霧し瓦斯と水の接觸を良くします。主として米國に於て發達しました。尙清淨度は不明構造は比較的複雑であります。(第 34 圖)

Dort Munder Valkan (第 32 圖) は大約 Schwarz-Bayer に似て居ります。

Dingler は a の軸に煽風翼を有する Troumel と Splaydrum 及び Disintegrator を有して居ます。之れは粗清淨室及び精清淨室に分れ前者は水を噴射し水と瓦斯の流れは反對であります。後者は水と Dust を分離するもので水と瓦斯の流れは同一方向であります。之れは相當成績は良いさうですが數字的記録はありません。(第 33 圖)

Centrifugal Washer は Schwarz, Reco, Reading, Flössel 等があります。其の内二三説明しますと、Schwarz (第 35 圖) は大體 Shower の次に設備せられます。入口の室に水の撒布用車輪がありまして之れで瓦斯と水とを接觸させます。次の室で濕つた Dust は Centrifugal force で除去されます。此の長所とする所は占有場所が狭少で動力及び使用水量が僅少で極く Smooth に Running することあります。然し清淨度は不良にして Gas Engine には 2 段式が必要であり尙又側壁は時々掃除する必要があります。大體の大きさは $2 \text{ m Dia.}, 8 \text{ m Long}$ であります。

經驗による結果は次の様であります。

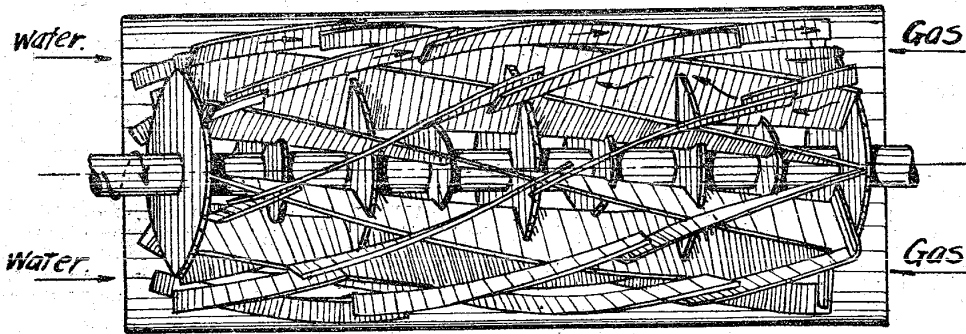
	Dust Contents grs/m ³	Temp. of Gas °C	Temp. of Water °C
Before Hurdle washer	2.50 ~ 3.8	45 ~ 80	23
After " "	0.96 ~ 1.16	28.5	28
Before Schwarz washer	0.96 ~ 1.16	28.5	23
After " "	0.02 ~ 0.03	25.0	24
After " "	0.009 ~ 0.02	21.5	—

Reco Gas washer (第36圖)はCooling及びCleaningに使用し必要ある場合は亦乾燥用にも使用します。構造複雑なる爲め圖面に就て説明しますれば、機の中央には廻轉翼I及び水平板Kを有する廻轉圓筒Eがあつて軸に固定して廻轉します、外套H及び内圓筒Bは靜止し外套Hの内には下に傾斜せる數段の板が取付けてあります。Hの上部は吸濕性物質を填充して乾燥の場合に使用します。圓筒の下部は水上數吋の所で鋸齒

形に切り取られて居ります。瓦斯は此の鋸齒形より内圓筒Bに入り其の上部から廻轉圓筒E及び外套管Hの間を通り出て來ます。水はEの上部より給せられ廻轉により霧射せられて流下します。之れは扇風機を要せぬ得點がありますが清淨度は思つた程良くはありません。

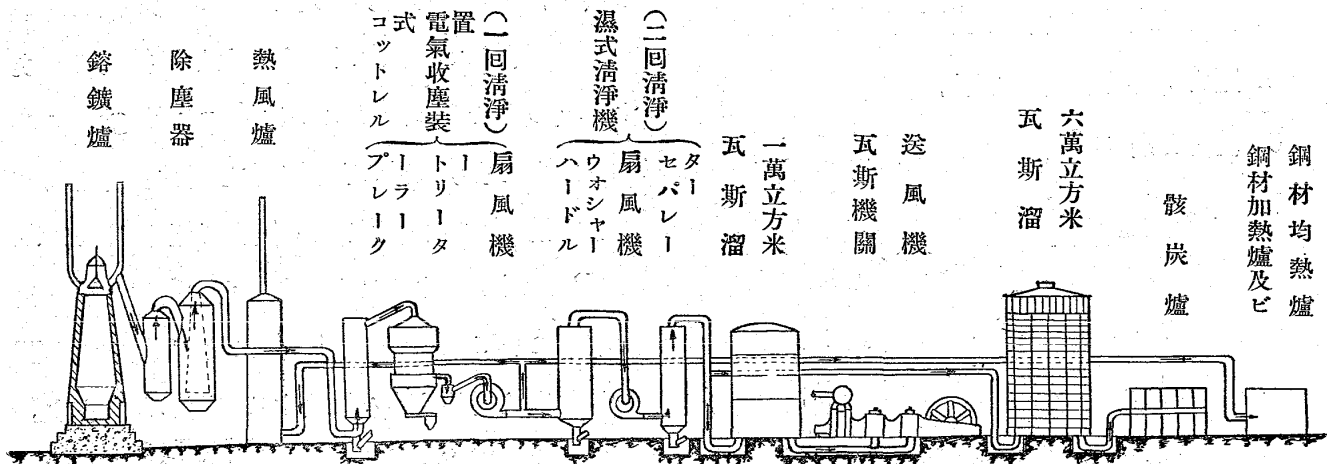
次にReading (第37圖)を略しFlösselに移ります。FlösselはFanの廻轉に依てCentrifugal actionの爲め荒瓦斯が螺旋的に流れる際は外部は比較的Dustを含みたる瓦斯にして内部はDustの割合尠きものに分たるとして水は瓦斯の流れと反對に霧散して流されDustを濕らし重くなる。Dustは遠心力で除去されます。Dustの除去される割合はFanの廻轉數に比例する様であります。Guten haftungに於ての結果の一例を示しますれば

第 38 圖
Flössel.



容量 16,000 m³/h. に対して動力 79kw 使用水量 1.9 liters/m³. 清淨度は 2grs/m³ のものが清淨され 0.036 grs/m³ 迄になります。(第38圖)

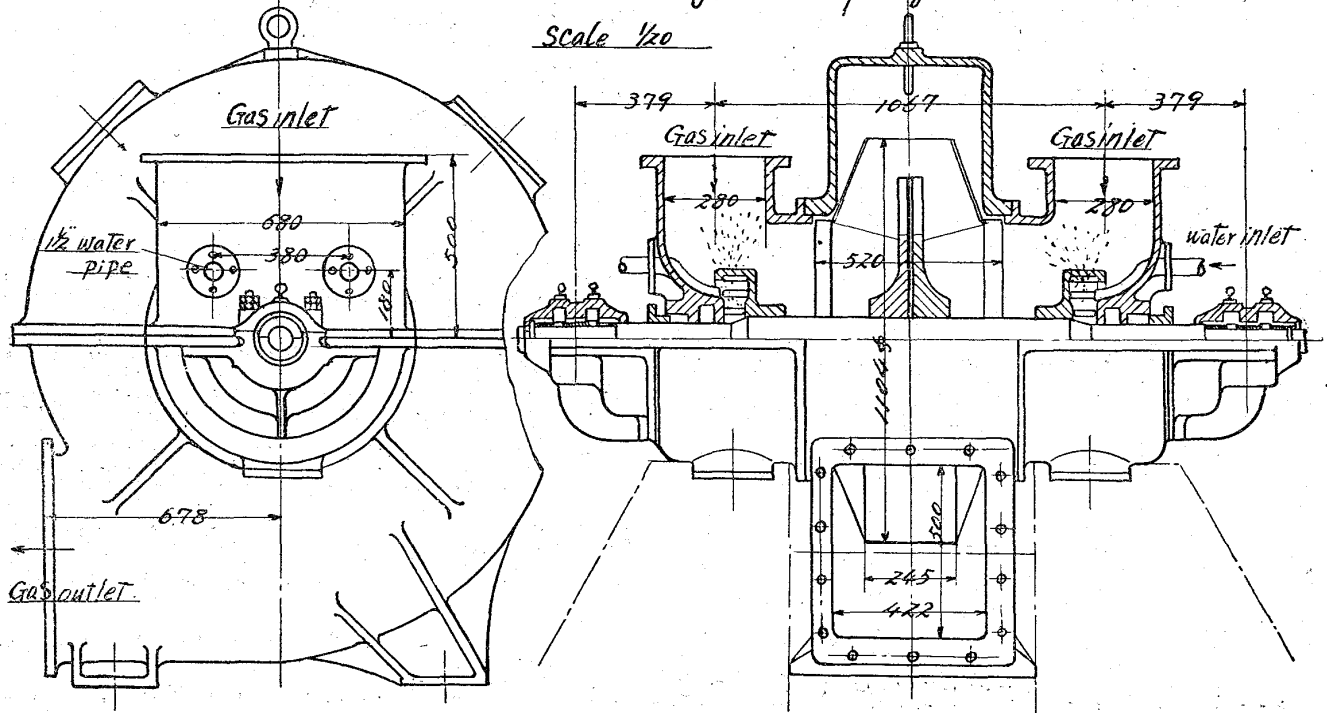
第 39 圖 製鐵所洞岡鎔鑛爐瓦斯清淨順序及輸送系統圖



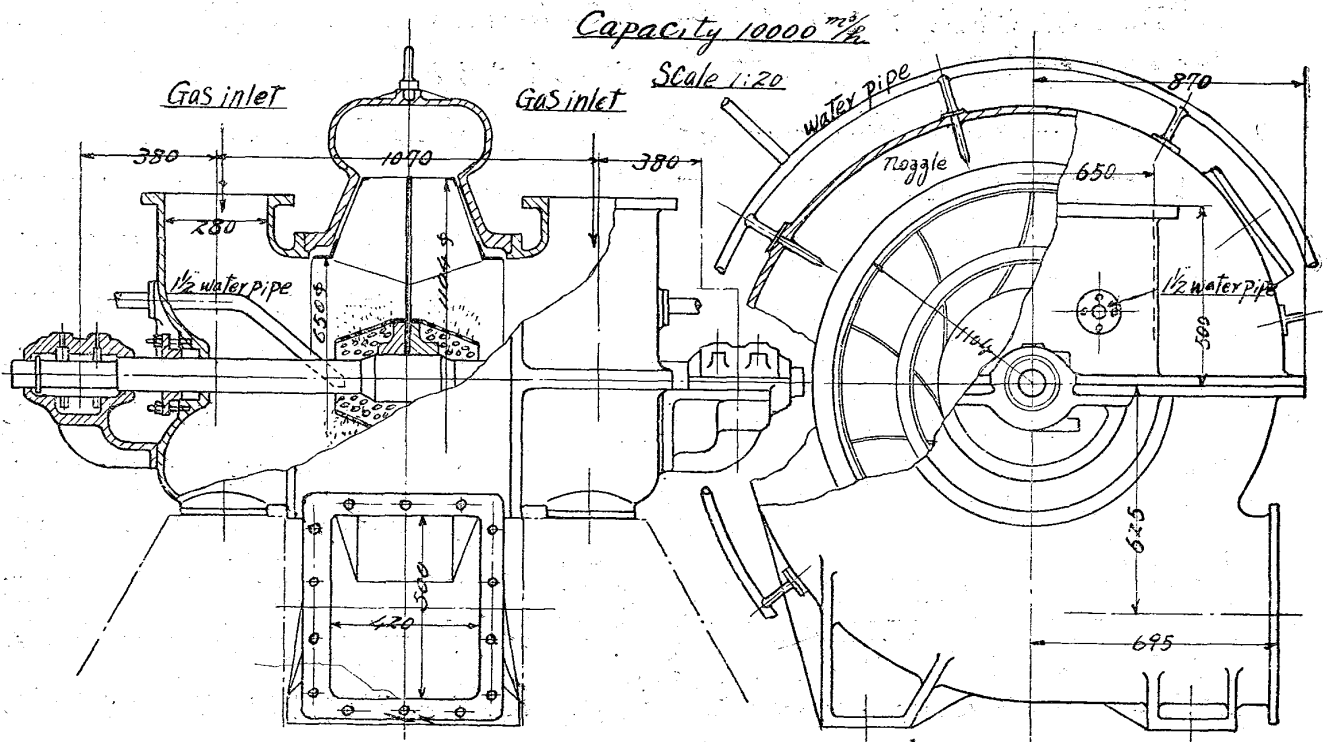
最後に今回建設せられました洞岡の清淨装置及び系統(第39圖)に就て話しますが大體之れは鶴瀨銑鐵部長より御話がありましたと思ひますが此の洞岡の500噸銑鐵爐が建設せらるゝに當り

まして清淨装置を如何にすべきか又如何なる系統を撰ぶかゞ主要點でありました。銑鐵爐の發生瓦斯量は1日500噸Pigを生産するものとしてPig1噸に付き約3,850~4,000m³の瓦斯を發生

第40圖 *Seitetsu sho Type* Capacity 10000 m³/h



第41圖 *Seitetsu sho type*



するものとすれば 1 時間當り約 80,000^m³ を發生します。供給先は Hot Stove に 30,000^m³/h 鋼材部方面の加熱用に約 10,000^m³/h で以上は 1 回清淨瓦斯であります更に 2 回清淨瓦斯で Gas Engine に 10,000^m³/h, Coke Oven に 30,000^m³/h であります故に此の 80,000^m³/h の Gas を全部 Cottrell にて清淨する目的で 40,000^m³/h のもの 2 基を設備しました Gas Engine と Coke Oven の Gas は 2 回清淨でありますから Wet system にて更に洗滌する様に居ります。Wet system は Zschocke の Hurdle Washer に類似のものを撰び清淨機は從來製鐵所で使用して居りました Theisen Type の Jenkin (第 40 圖及び第 41 圖) 類似のものを設備しました次第で 1 基 1 回清淨で 10,000^m³/h のもの 6 基を建設し Pararell 及び Series Runing も行ひ得る様になつて居ます。

第 1 表は此の會のある前に鑄鐵爐 Down Commer, Dust Catcher 及び Cottrell の附近にて水分及び Dust の量を測定したものであります。

第 1 表

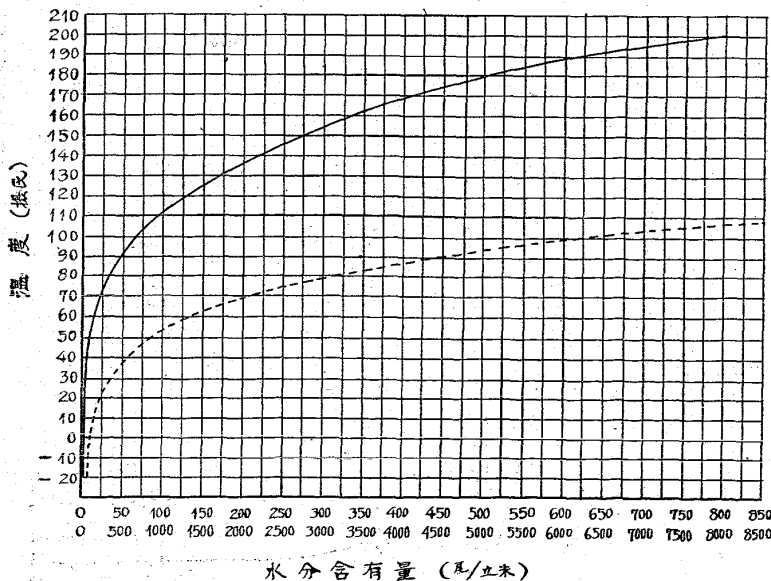
鑄鐵爐瓦斯の温度、水分及ダスト含有量

測定個所	温度 (°C)	水分 (gr/m³)	塵埃量 (gr/m³)	
ダウンカンマー	190~200	60~80	3.8~9.6 7.6(平均)	
荒瓦斯	ダストキャッチャー出口	160~180	60~70	3.5~5.3
	濕式清淨機入口	150~160	63	—
	コットレル東廻り入口	110~130	60	3~5
	コットレル西廻り入口	110~120	58	3~5
一回清淨瓦斯	37.5	36~37	0.32 (平均)	
二回清淨瓦斯	30	20~21	0.026 (平均)	

日頃現場員から Cottrell より出た Gas は Dry Cleaning なるに拘らず Wet Cleaning より出た Gas より水分が多くて困ると云ふことを聞きます又瓦斯管よりよく水の出ることがあります之れは既に御承知のことと今更説明する程のことではありませんが此處に第 42 圖に瓦斯の各温度に於て含有し得る水分の圖を掲げました。之れに依て説明しますと即ち Down Commer に於て Gas の Dust Contents は 9gr/m³ であります。Cottrell 入口に来ると 5.3 gr/m³ 迄低下して來ます。水分の Contents は前者が約 190~200gr/m³ 後者の所で約 60gr/m³ 迄低下して來ますさうしますと Down Commer の水分量は



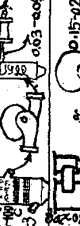


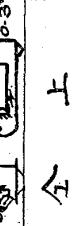
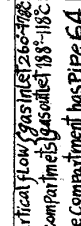
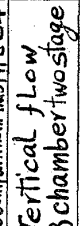
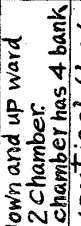
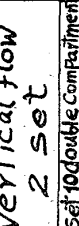
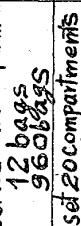
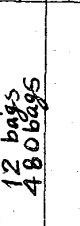


Cottrell の入口にて温度 60~70°C の飽和状態の水分量に相當します尙 Cottrell から出た Gas は 30~40°C 位に低下しますから其の各温度の飽和に於ける差丈の水分が分離して來ます。又 Gas が何時も流通して居れば Gas に持ち去られる事もあります。Gas の停滯して居る處は直ちに分離して此處から水滴が落ちる譯になります之れを逆に考へますと水滴が出る處は Gas が停滯し

第 42 圖 鑄鐵爐瓦斯飽和状態



第 2 表

各種清淨機建設費運轉費及其比較表

裝型	型式	建置費	裝置量	清淨時間	瓦/容量	瓦/容量	含有量	含有量	動力	用水量	勞力費	修費	其他	直接	勞力費	運費	摘要
	仕樣及其圖	元/份	站/時間	端/時間	瓦/容量	瓦/容量	瓦/容量	瓦/容量	Kw/粒米	立/粒米	錢/粒米	錢/粒米	錢/粒米	錢/粒米	錢/粒米	錢/粒米	
Spray tower		不詳	16,989	16,989	4-5	0.02	0.02	9,710	4800	5,733	1,483	不詳	不詳	不詳	不詳	不詳	Gas Engine
Jenkin fan and theisen washer.		"	22,652	35,394	4-5	0.25	0.02	2,800	1840	3,459	0,565	12,448	12,448	12,448	9,672	13,202	Boiler, Soaking pit
Zschacke tower, fan or theisen disintegrator.		"	141,575	141,575	2-3	0.03-0.04	0.03-0.04	7,700	864	0,847	+	120	120	120	16,238	40%	Boiler, Soaking pit, 全上
Scrubber and theisen disintegrator.		24,082	70,788	56,630	6	0.15-0.20	0.15-0.20	5,300	8800	3,389	192	192	192	192	13,979		Boiler, Hot stove, Reheating furnace, New plant.
Drasselt tower and theisen disintegrator.		17,201	141,575	77,866	5-6	0.4-0.5	0.4-0.5	1,020	4640-5320	不詳	不詳	不詳	不詳	不詳	1,836		Boiler, Hot stove, Reheating furnace, 平分運轉
Brassett tower and sprays			240,000	158,000	3-5	0.2-0.3	0.2-0.3	6,163	6,142	1,992	0,204	306,000	306,000	306,000	2,50		Hot stove, Boiler, 一部休止, 海水使用
製鉄所本所 Hourly washer Fan and Separator		25,025	60,000	60,000	3-5	0.2-0.3	0.2-0.3	6,109	6,879	2,135	1,330	149,32	149,32	149,32	4,901	28,335	Hot stove, Soaking pit, Reheating furnace, 淡水使用
製鉄所洞洞 Hourly washer Fan and Separator		51,604	56,630	84,945	5-6	0.4-0.6	0.4-0.6	0,460	不詳	2,556	0,325	不詳	不詳	不詳	4,180		Hot stove, Boiler, 全上
Lodge Cottrell (Pipe type)		34,403	56,630	56,630	5	0.4	0.4	0,880	不詳	1,977	0,353	217,20	217,20	217,20	4,095		Hot stove, Boiler, 全上
Lodge Cottrell (Plate type)		30,963	169,890	不詳	4-6	0.3	0.3	0,790	"	0,890	112	112	112	112	2,542		Hot stove, Boiler, 全上
Lodge Cottrell (Plate type)		22,187	80,000	80,000	3-5	0.3	0.3	0,353	561	3,066	2,630	214,00	214,00	214,00	6,201		Hot stove, Soaking pit, 全上
製鉄所洞洞 Cottrell		39,563	56,630	56,630	3-4	0.025	0.004	2,820	不詳	4,052	1,666	89,88	89,88	89,88	9,333		Boiler, Hot stove or Engine, 全上
Halbge-Beth		不詳	134,496	50,967	5	0.1-0.2	0.1-0.2	3,880	"	4,518	0,480	225,60	225,60	225,60	12,764		Hot stove, Boiler, 全上
Kling Weidlein		20,642	99,103	99,103	6	2-3	2-3	0,110	"	0,565	0,212	238,40	238,40	238,40			Hot stove, Boiler, 全上

第3表 收塵灰分析表

成分		SiO ₂	T. Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	Al ₂ O ₃	ZnO	CuO	PbO	F
工場別	製鐵所	15.28	9.17	9.97	2.06	1.29	4.48	6.43	0.08	4.91	0.31
	製鐵所	9.56	13.90	15.30	4.70	1.52	8.09	16.06	0.08	8.71	—
	釜石鑛業所	8.82	4.31	4.82	0.82	0.90	4.74	10.60	—	1.15	—
	Witkowitz	10.40	7.88	8.88	1.49	2.67	8.71	18.00	0.04	11.07	1.02

成分		CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	G. C	CO ₂	H ₂ O	P ₂ O ₅	S
工場別	製鐵所	12.27	1.03	2.21	4.69	5.07	16.85	5.03	4.70	0.33	1.45
	製鐵所	3.82	0.81	2.46	6.82	5.16	3.87	8.00	3.86	0.39	1.48
	釜石鑛業所	3.74	1.40	4.92	28.02	12.58	6.85	11.90	3.69	0.18	1.56
	Witkowitz	8.52	8.54		13.44	3.03	1.78	6.21	—	0.78	—

て居ると云ふことも思われます。Wet system に依る清淨瓦斯は水で冷却洗滌せられ其の温度で飽和し分離した水分は洗滌水と共に流出します従て此の Gas は概して水分の含有量は少くなると思ひます。

次は各清淨機の比較でありますが清淨装置を設くるに當り如何なる希望及條件を要するかと云ひますと。

1. 建設費が廉なる事。
2. 經費を少額ならしむる事。
3. 作業簡易で且つ安全なる事。
4. 瓦斯清淨度良好なる事。(清淨率高き事)。
5. 耐久力大なる事。
6. 瓦斯壓力の(入口~出口差)低下少き事。
7. 所要場所大ならざる事。

以上の外に作業の特性及び状態も考慮すべきでありまして即ち收塵灰が有價物であるとすれば之れが利用及び處理に就て考慮することでありませす。又 Gas の Sensible heat を利用することが出来れば猶更結構であります。

第2表は V. Harbord の發表のものと當所に於ける各装置の建設費及び作業費等を掲げました。大體の Wet system, Cottrell, Mechanical filtration になつて居ます。之れ等の比較は甚

だ困難でありまして假令同一の鑄鐵爐に於てでも條件が變る爲めにその比較が困難になつて來ますから以上各式の優劣は皆様の御推斷に御委せ致します。

次に當所に於ける Cottrell と Wet system を見ますに Cottrell は收塵率も良く非常に進歩して居ります。一面より考へますと Wet の缺點は水及び動力の所要量大にして Dust は殆んど利用されないことになりませんが Cottrell は動力と水の所要量少く且つ煙塵利用可能等の(第3表)

利點があると思ひます。Wet の方は取扱安全にして其の歴史も古くありまして瓦斯の利用が今日の進歩を見たのは此の Wet の貢獻する所であります。而も設備は簡單にして操業容易故障少く取換には便利であるから此の缺點の動力の大なること及び使用水量を考慮研究し經濟的に變へたならば尙一層良からうと思ひます。水の點は回收法(Dorrthickener)も行われて居る様でありますから水の Circulation をする等に依て此の水量の問題は自ら解決すると思ひます。斯くの如き研究の餘地が尙殘されて居ると思ひます。

Cottrell のことは志賀氏より御話もありませう。當所としては餘り古き經驗もありませんが今の所次の様な缺點があります。Gas 中の Dust は

銑鑛爐に依て異なるから一度 Dust と Cottrell に就て實驗した上でなければ Dust の處理 (Dust を Treater から抽出すること) が解決出来ませず而も Dust の收塵工合並に Treater 内の Dust の状態を見る事は中々困難であります。即ち見る時は Treater を止めて見なければなりません。此の場合瓦斯供給先に支障を來す事も考慮しなければなりません。清淨度に於ても $0.2 \sim 0.3 \text{ grs/m}^3$ で設計してあれば清淨度を設計以上に要求する事は同じ瓦斯量に於ては困難であります。又放電々極の切斷することがまゝあります。其の時は荷電せられず、其の間は Crude Gas の儘使用を餘儀なくされる、即ち瓦斯の質的急變の缺點があります。又機内検査の場合有毒瓦斯を遂出す必要があります。其の時 Air が這入り Dust が焦性を起します、其の他 Air と Gas が混合した場合焦性其

の他の原因にて Explosin を起す危険があります。當所に於てはそれを防ぐ爲め約 1~2 時間瓦斯を止め冷却したる後 Gas の遂出を行つて居ります。又 Gas を入れる際も相當注意を必要とします。之れ等の點を尙一層の考慮を加へたならば益々良きものが出来ると思ひます。特に私達はまだ Cottrell に就ては日尙淺く充分に研究したいと思ひますと共に方々より種々御指導御教示を仰ぎたいと御願ひする次第であります。實際 Gas を利用するに當りとして $0.2 \sim 0.3 \text{ grs/m}^3$ と 0.02 grs/m^3 の清淨度を要求されて居りますが此の程度の清淨を行ふに當り私共は同一經費を以て要求以上の清淨程度を得る事に努力すると共に此の瓦斯の工業價値をより以上大ならしめ以て將來銑鑛爐瓦斯利用範圍のより廣くより大に擴大せられんことを希望致しまして本日の私の話を終ります。