

第5章 農林原料

第1節 綿 花

第一に擧げられるものは繊維工業に於ける棉花である。棉花は周知の如く今日最大の衣服原料で、近來人絹やステープルファイバー、其他の人造繊維が新に工業界に登場して來たが、棉花の王座はゆるぎない。世界の繊維生産額中でも棉花が其半ばを占め、麻類は25%羊毛は15%以上である。最近に於ける人絹及ステープルファイバーの發達は著しく急激であり將來相當の發達を豫想されるが、原料である木材パルプの生産には限度があるから左程大きな豫想は困難である。

棉花は温帯及熱帯に互り砂地で夏季の気温が高い地方を適地とする一年生草本である。この地理的並に氣候的な條件に合致する地方では殆んど全世界に互つて生産をみるが、就中主要な生産國は北米合衆國を筆頭として印度、支那、ロシア、エジプト、ブラヂル等である。棉花は毛筋の長さ、強さ、大きさ、色合等によつて夫れ夫れ性質、用途を異にするが、其種類は大別して5種に分けられる。

1. シー・アイランド綿

毛筋の長さが1吋半乃至2吋に達する非常に長い綿で強度も高く棉花の中最も優良なるものである。産地は合衆國內でも南北カロライナ及ジョージア州の1部に限られる。

2. エジプト綿

シー・アイランド綿に酷似する優良なもので、毛筋の長さが幾分短かく1 $\frac{3}{8}$ 吋乃至1 $\frac{3}{4}$ 吋位で、エジプトを主産地とし近年來アメリカのアリゾナ及南部カルフォルニア州で栽培される。

3. アップランド綿

毛筋の長さは $\frac{3}{8}$ 吋乃至1 $\frac{1}{2}$ 吋で所謂米棉の大部分は之に屬する。近年ソヴィエットロシア、印度、支那、南米、アフリカ等でも栽培せられる。

4. 印度棉及支那棉

この2種は何れも毛筋が $\frac{3}{8}$ 吋乃至 $\frac{3}{4}$ 吋程度で下級品であるが、近時この地方に於ても上述した優良種に改良せられつゝある。

各國の棉花の消費狀況は必ずしも生産と一致しない。特に我が國はアメリカに次ぐ消費國で大部分をアメリカ、印度、エジプトから輸入してゐた状態であつた。獨逸や伊太利は棉花の生産國でないところから既に原料自給政策により代用品としてステープルファイバーの生産に努め漸次棉花及羊毛の領域を冒しつゝある。我が國の氣候風土は棉花に不利で其栽培は困難である。朝鮮、滿洲に於ては鄭家屯白種、赤木黒種及米綿系である。

キングス・インブルーヴド系から改良された關甲一號は極めて早熟種で奉天以北にも栽培されるが、在來種は繊維が太く撚曲がよくないので中入綿、蒲團綿程度の使用しか出来ない。北支の棉花栽培はアメリカに比較して気温日照時數、初霜月日共に殆んど遜色ない條件を備へ現在では在來種が優位を占めるが、將來適當なる栽培計畫が樹てられると質量共に一段の飛躍が期待される。

第2節 羊 毛

棉花に次で繊維工業原料として重要なものは羊毛である。羊毛は云ふ迄もなく緬羊から採集されるが、原料の産出國は世界全産額の40%以上を占める豪洲を筆頭にアルゼンチン、ニュージーランド、南阿聯邦、北米合衆國等で我が國の如きは極めて僅少であるが重要な原料である。羊毛は大別して三種とする。

1. メリノー羊毛 メリノー羊毛はメリノー種緬羊の毛で長さは2 $\frac{1}{2}$ 吋から4 $\frac{1}{2}$ 吋で毛質は極めて細美で高級品の原料にあてられる。

2. 雜種羊毛 雜種羊毛はメリノー種と長羊毛種の緬羊の交配羊の毛で質量共にメリノーに稍々劣る。コリデル羊毛は之に屬し毛の長さ4吋乃至7吋でメリノーに比し太さも大きいが近年來利用上の傾向からコリデルの發展が著しい。我が國の緬羊にもこの種が飼育されてゐる。

3. カーペット羊毛 カーペット羊毛は太い粗剛な羊毛でカーペット工業の原料に使用せられる。

この三種の生産額は夫れ夫れメリノー45%、雜種35%、カーペット20%位の割合で生産される。羊毛の年産額は繁殖其他の關係上急激な増加は出來ないのに需要は急激に増加して居る。この需給關係から當然何等かの代用品が考へられなければならないので、特に羊毛の輸入國に於てはこれに代るべき纖維工業が發達する必要がある。獨逸の羊毛輸入は戰前逐年激減を示し、伊太利も亦自國に産する羊毛が極めて少額であるので、代用品の生産により原料自給政策の遂行に努めつゝある。緬羊の大量の飼育は氣候風土に依つて著しく制限されるので、我が國の如く土地が狹隘で寒暑の差が甚だしく且雨量が多く、而も集約的な農業が經營される所では濠洲の如き大規模な放牧は不可能で、少數の事業牧場を除いては副業的な小規模な飼育しか營み得ない。この意味に於ても棉花乃至羊毛の代用品としての人絹ステープルファイバーは重要な工業であると共に其等の原料であるパルプ更に其原料である農林資源は重要な工業原料である。

第3節 パルプ

植物の纖維は其種類の如何に拘らず之をパルプとすることが可能で、木、竹、莖、桿の如何を問はない。工業的な大量生産に際しては品質、價格及供給量等の關係から自ら種々の特徴がある。パルプ原料として望ましいことは、化學的な特性に富むこと即ち纖維素に富みリグニンや灰分が少いこと、更に大量の蒐集運搬が容易で價格が低廉であることが必要である。化

學的特性からみると棉花が最上であつて鞣皮は之に次ぐが、棉花は棉花としての別途な利用が望ましく鞣皮は量の點で蒐集に困難があり結局大量的に得られる木材が工業原料となる。木材の中でも經濟上技術上、樹種によつて自ら適否がある。即ち纖維が長く質が柔かく白色で樹脂の少いものが良好で針葉樹がよく特にモミ屬及タウヒ屬が最良でツガ屬が之に次ぎ松類も亦原料たり得る。潤葉樹の中でもシナ屬、ヤマナラシ屬、ヤナギ屬のものは使用されるが一般に潤葉樹は針葉樹に比較して纖維が不揃で短脆でリグニンが多く不適當である。

我が國に於ては現在主として、エゾマツ、トドマツ、シラベ、ツガ等が原料とされ、北海道を主産地とする。一般にはパルプ用材としてモミ屬、タウヒ屬を最良とする結果、植物の分布上針葉樹は北方に生育するので、パルプの生産はアメリカ、カナダ、スウェーデン、ノールウェー、フィンランド等を主要國とする。

パルプ資源の確保は最近の原料自給の立場から鐵、石油に次いで重要視され單に製紙原料であるに止まらず人絹、ステープルファイバーの工業用としても缺く可からざるものである。夫れにも拘らずパルプ資源に關しては之又棉花羊毛と同様我が國は決して樂觀し得ない状態にあるので、其消費は製紙用が壓倒的であるが、人絹やステープルファイバー用のパルプの需要も亦少額乍ら急激な増加の傾向にある。然して此パルプの全需要額の中30%近くを輸入に俟つ状態、其内譯を見ると人絹用パルプの輸入は需要の80%に近く製紙用パルプの輸入は需要の15%位で輸入パルプは人絹用として大きな割合で使用されてゐた。

従來日本に於て使用せられてゐるパルプの生産を木材の産地別にみると樺太材が70%以上、北海道材が20%前後、朝鮮材が5%あまり本邦材は極めて僅かで樺太及北海道材のみで原料の90%以上を供給して居る状態である。樺太の森林は蓄積は約7億5千萬石(1石は10立方尺)でその中針葉

樹は6億5千萬石と推定されてゐる。北海道の蓄積は21億石と算定されるが潤葉樹が多く針葉樹は8億石位である。内地の蓄積は45億石とされるが針葉樹はその1/2より少々少ない程度で相當蓄積があるが松、杉、檜などが多く松はパルプ用材に使用されるがモミ、タウヒ、シラベ、ツガ等の適材は明治以來既に伐採されて今日では採算のとれる範圍には殆んど蓄積を見ない。然して之等の量は其算定又は推定であつて其中經濟的に利用し得るは凡そ其3割乃至4割と考へなければならぬ。元來製紙用パルプ1噸を製造するには原料木材を10石乃至15石、人絹用パルプ1噸には凡そ20石を必要とする。昭和10年度のパルプ製産に就いて次の事が指摘される。製紙パルプは國內産額72萬4千噸、この原料木材は760萬石、製紙パルプ輸入額14萬4千噸、この原料木材150萬石、人絹パルプの國內産額3萬3千噸、この原料木材は60萬石、人絹パルプ輸入額12萬6千噸、この原料木材250萬石に相當する。従つて原料自給策の觀點からすると輸入パルプ用の原料木材の合計400萬石と將來の激増する分の原料とを從來に増して確保することが必要になる。

第6章 水産原料

我が國は四方海をめぐらし地勢も廣範圍にわたるため、その水域より産する工業原料も多種で之を原料とする工業も極めて多い。我が國はその工業原料に於ては從來歐米各國に比肩するに著しく見劣りするが、この水産原料のみに於ては數量に於ても、金額に於ても、はた又従業員數に於ても常に優にその最上位に位する。この天恵を開拓して工業上有用なる資源に充つる事は眞に我が國産業人の榮ある使命である。

第1節 フィッシュミール工業

1. フィッシュミール

フィッシュミールは魚類或はその加工廢棄物を煮熟、壓搾、乾燥せるもので用途は主として家畜の飼料に供せられ又肥料として使用される。その消費國の主なるものは米國及獨逸である。我が國は世界有數のフィッシュミール供給國で昭和9年にはその輸出額6,124萬圓に達して鮭鱒罐詰、蟹罐に次ぎ輸出水産物の第三位を占むるに至つた。

2. 種類

フィッシュミールには魚粕を粉碎せる天日製ミールと、フィッシュミール製造装置により製造せる機械製ミールとがある。又原料によりホワイトミールとブラウンミールとに分つ。前者は鱈、鯡等白肉の底魚を原料としたもので外觀は白色で、その成分も脂肪が少く優良なものである。後者は鱈、鯨或は鮭、鱒の廢棄物を原料とし外觀褐色で概して脂肪に富み、前者に比し品質は劣る。昭和9年の輸出額を製造別に見るに、機械製ミールが8,500噸、天日製ミールが105,000噸で魚の種類は機械製によるホワイトミール及その他の1,500噸を除き残は全部が原料は鱈である。

3. 産地

原料魚類の種属に就いては別に特定なる要求はないが、その薬品の用途の性質上飼料たると肥料たるとを問はず極めて大量に製造せられなければならない工業であつて、10吨貨車10臺即ち単位100吨以上でなければ商品として取扱はない。本邦に於ては鱈及鯨であつて、之等の水揚高は本邦水産漁獲高の半分が鯨、残りの半分即ち全體の $\frac{1}{4}$ が鱈、残りの $\frac{1}{4}$ が鯨、鱈、鯨等の雑魚とせられた。近年は鯨の漁獲高が漸次減退して反對に鱈の漁獲高が激増し、以上の數量比が丁度其位置を交換された状態になつた。

産地に就いては鯨は主として北海に於て、鱈は本邦沿岸至る處で捕れる。昭和の初めは北朝鮮に於て莫大の鱈獲を見フィッシュミール工業も盛大を極めたが近年俄かに激減し其原因は水温の變化と云ひ或は微生物の激減と云ひ目下其原因を調査中である。

4. 製法

大別して之を生乾燥法と煮熟乾燥法との二通りに分つ。

生乾燥法とは原料の魚を煮熟する事なしに破碎し低温にて乾燥した後、脂肪量の少いものはその儘粉碎し、脂肪量の多いものは「トリエチルクロールン」「ベンゼン」「ベンゾール」「エーテル」等の脱脂剤を用ひて脂肪を浸出溶解せしめたる後粉碎する方法である。之は加熱温度の低き爲に消化性蛋白質の含有量多く、又ビタミンに富める爲栄養價分多く且歩留も煮熟乾燥に比して2~3割多い利點を有するも、又一面作業経費が高く且能率的方法とは云ひ得ない。

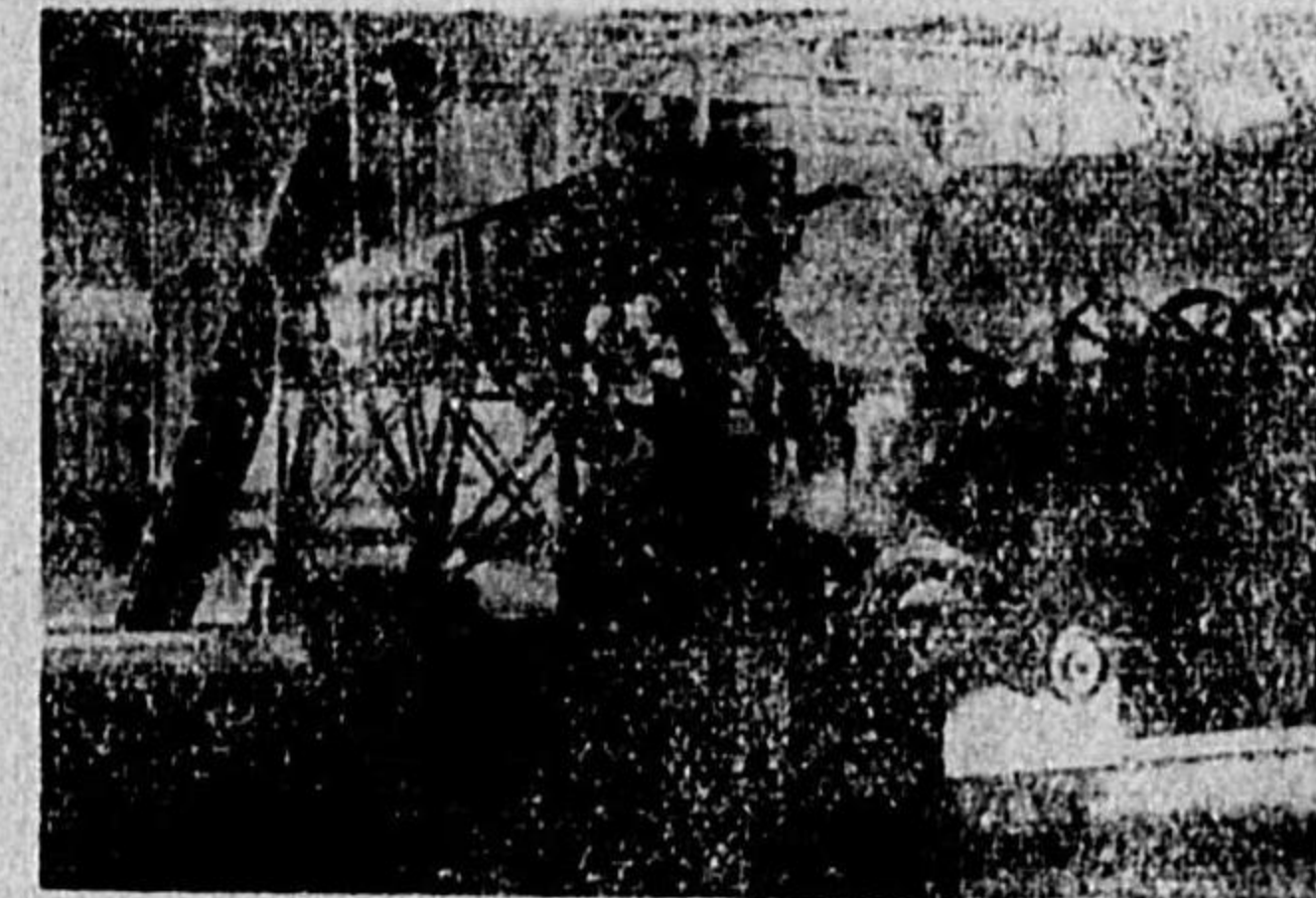
煮熟乾燥法は原料の魚をその儘、或は一應破碎した後湯又は蒸汽にて煮熟し之を壓搾して得たる締め粕を乾燥する方法で、この煮熟乾燥法も煮熟、壓搾、乾燥、粉碎の工程を一組の機械装置によつて連続的に行ふ方法、即ち機械的方法と、之等の諸工程を別々に非連続的に行ふ非連続的方法とがある。又非連続的方法にも搾粕を乾燥するに天日による天日乾燥と、機械

装置によつて人工加熱乾燥する機械乾燥方法とがある。何れにしても煮熟乾燥は生乾燥法に比して歩留は悪いが量的には極めて能率的なる方法で、我が國に於ける製造方法は殆んどこの煮熟乾燥法による。

(1) 煮熟 原料はバケットエレベーターにて、適量づゝクッカー内に供給される。この場合原料が極めて大なる場合には豫め切斷機にて切斷する。クッカーは断面が凹形又は丸形をなし、内にスクリー・コンベヤーを備へて原料を移動させつゝスチームジャケットか或は蒸汽を吹込みて煮熟する。

(2) 壓搾 クッカーにて煮熟されたる原料は螺旋壓搾機に送られ此所で圓筒と螺旋との間を移動しつゝ其間隙の狭められる壓搾力に依つて壓縮せられ、水と油は圓筒外周の多數の小孔より分離流出し壓搾せられた締め粕は直ちに乾燥機に投入せられる様に配置せられてゐる。

(3) 乾燥、粉碎 乾燥機は加熱面と熱風とを利用した回轉蒸汽乾燥機で、内部には固定したる攪拌用の十數枚の各羽根に蒸汽を通し原料に直接接觸して加熱乾燥すると同時に、空氣加熱機により熱空氣を乾燥筒内に送り且乾燥筒内の濕潤空氣を排除するものである。乾燥機的一端より投入された原料は乾燥筒の回轉により攪拌羽根にて攪拌乾燥されつゝ乾燥筒の傾斜により他端の出口に移出される。乾燥せる原料は直ちに粉碎機にて所定の大きさに



第16圖 連續式魚糞製造装置

粉碎し送風機に依つて冷却しつゝサイクロンコレクターに送り捕集せられ包装せられて商品となる。

5. 飼料及肥料としての價値

フィッシュミールは元來家畜の飼料として發展したもので、その飼料としての優秀性は各方面よりの實驗報告により明かで、之は此内に蛋白質が50~75%も含有されてゐる點に基因する。魚類の蛋白質が動物の營養上最高位にあることは、今各蛋白質の含有量を同一量とし、而も他の各營養素も皆同一量に含む飼料を作つて動物を養つた場合に、その成長度は獸鳥肉、魚肉、貝類の蛋白質が最高位を示し、落花生、高粱等は甚だしく低位に在つて其効果は魚肉の場合の半分以下なる事を知る。

又肥料としての價値も亦粕として古くから使用され居りて、此所にも充分に其効用の見るべきものがあり、殊に柑橘類に使用する時は果實を美味とする等他の肥料に見ざる特長を有つ。

6. 食用的利用

之を適當に處理加工し安價なる動物性蛋白質食料品として利用すべきである。現在フィッシュミールが廣く食品化されないのはその含有する魚脂肪の酸敗のため不味、不快臭を帯びてゐるからである。従つて之を食品化するには、脂肪酸を除去するか或は魚脂肪の酸味を防止する事が必要である。魚脂肪を除去せる脱脂フィッシュミールの製造は企業化されてゐるが、その生産費の大なる爲安價なる食品として實用化の域に達しない。脂肪の酸敗防止は近來乾燥中煙燻する事によりその目的を達せられた様であるが未だ完全とは云ひ得ない。市中に販賣せらるゝ魚類の粉末食品は前述の方法により加工され適當に調味したもので、之等を以てフィッシュミールの完全なる食品化をなしたとは云ひ得ないので今後一層の改良を重ね、完全なる安價食用ミールが製造される事と信ずる。又食用化以外の利用として纖維及膠着劑の製造である。殊に纖維の製造は各國に於て研究せられ、我が國に於て一部企業化され羊毛不足の現下、人造纖維の製造原料として一大役割の使命を持つ。

第 2 節 魚油工業

1. 魚油の性状及性質

一般に肝臓に油の富むものは筋肉に乏しく、又筋肉に油の多いものは肝臓に少い。

筋肉に含有する魚類は鰻、鯨等であり、又肝臓に含有するものには鱈、ハドツグ、鮫等であり、分布状態も同一種類の魚にてもその年齢、食飼、習性により異なる。

魚油は黄色乃至褐色を呈する液體で新鮮なるものは魚油特有の臭氣を有し、長時間空氣中に曝露すれば所謂酸敗して不快臭と不快味とを帯ぶる。魚油は大別して魚體油と肝油とに區別する事が出来る。

2. 採油方法

魚油の採油方法は焙出法と壓搾法との二種である。焙出法は原料を水と共に煮沸するか、或は原料に直接生蒸汽或は高壓蒸汽を接觸せしめ、油脂を含んだ細胞膜を破壊し油を溶出せしむる方法で肝油は之による。壓搾法はフィッシュミールの製造工程中の煮熟と壓搾との操作と同様で、分離された油水中より油のみ分離採取する方法で鰻油、鯨油等はこの方法による。

3. 精製、脱色及脱臭

採取した儘の魚油は概して種々の不純物を含み且臭味を帯びてゐる。油脂中に不純物を含む場合之が油脂中に浮游乃至沈澱して濁濁の原因となり又之が爲酸敗が促進せられ、更に不純物の酸化分解に依つて油脂類が濃色となり或は不快な臭味を帯びることがある。従つて油脂の商品價値を高め又その保存性を高むる爲に是等の不純物を除く必要がある。

(1) 精製法 粗製油脂類中に含まれてゐる不純物は遊離脂肪酸、高級アルコール、臭味物質、蛋白質、酵素、土砂、水分等である。之等を除去するには物理的又は化學的、或は兩法の併用により精製する。物理的方

法には静置法と稱し静かに放置する事により油脂中より水分、固形物を分離する方法がある。油はその粘度及比重の小なる程水分固形物の沈下が早いので之を工業的に行ふ場合は一般に蒸汽を以て加熱して行つて居る。又濾過法と稱し濾紙或は濾布或は粉末木炭、鋸等の層を通して濾過する方法もある。大規模に行ふには壓濾機を使用する。又遠心分離機を用ひて油に不溶性の不純物を除去する遠心分離法もある。

化學的精製法には硫酸精製法と稱し油脂中に少量の硫酸を加へ攪拌すれば油脂中の不純物は分解或は炭化してタール状物質となり、蛋白質は凝固沈澱し又鹽基性物質は中和する。依つて之を水洗すれば硫酸によつて分解し可溶性となつた物質は除去される。然し此方法は食用油脂には殆んど用ひられぬ。又アルカリ精製法と稱し苛性曹達等のアルカリ劑の溶液を以て製する場合がある。之は油脂類中の遊離脂肪酸が石鹼となりて分離し、又上記石鹼が生成せられる際に油脂中の蛋白質、色素、粘質物その他有機性不純物が分離されてアルカリ性水溶液に可溶性となり除去される。前記の二つの精製法の外に吸着精製法と稱する精製法がある。之は油脂類中に酸性白土、活性炭、骨炭性の吸着力の大きい物質を加へ適當な温度で攪拌し次で静置法或は濾過等に依つて吸着劑を除去し、油脂中の色素、有臭物その他の不純物を除去する方法である。吸着劑としては本邦に於ては主として酸性白土で又稀に活性炭が使用される。

(2) 脱色 脱色には吸着法と加熱法、酸化法及還元法とがある。吸着法は吸着精製と同時に之を脱色するものである。加熱法は適度に加熱することにより又酸化法は空氣、酸素、オゾン等を吹込むか、天日下に於て空氣により酸化を日光の照射により促進せしむるか、或は酸化劑（重クローム酸加里、鹽素、晒粉）を使用することにより脱色するものである。還元脱色法は還元劑（亞硫酸鹽）を使用して脱色するのであるが現在は殆んど行はれてゐない。

(3) 脱臭 採用した儘の魚油は特有の腥臭氣を有す、之は含有不純物の分解その他の原因によつて帯ぶる場合があるが、主として高度脂肪酸グリセリッドによつて起るものである故に、精製により不純物の臭氣は脱臭する事は出来るが魚油特有の腥臭氣は之を化學的に變化せしめない以上脱臭する事は出来ない。

脱臭法として水素添加法（硬化油）、重合法と兩者の併合法とがある。水素添加法はニッケル、白金、パラジウム等を觸媒として魚油の高度不飽和脂肪酸に水素を添加して飽和脂肪酸となし、液體油を硬化せしめると同時に脱臭を行ふ方法である。色は白色及淡黄色にして特有の臭を帯びる。

重合法とは油脂を減壓下或は常壓に於て水素、窒素、炭酸ガス等のガス中に於て280°~300°Cに加熱して、不飽和2重結合を活性化して相互に作用して飽和化合物としたもので、同時に揮發性の有臭物を揮散せしめたものである。又重合及水素添加法と稱し豫め重合せしめた油脂に軽度の水素添加を行ふか、或は軽度の水素添加を行つた油脂を更に重合せしめる方法もある。

4. 魚油の利用

魚油はその性質が酸敗しやすく且空氣中に曝すと速に不味となり又臭氣を有する故その儘食用に供する事は殆んど稀で、僅かに北部英領コロンビア及アラスカの如き海岸地方に於て使用されてゐる。

肝油はその中のビタミンA・Dを多量に含んで居る爲薬用として用ひられる。薬用肝油は殆んど鱈肝油であつて、外にスケトウ鱈肝油も使用される。又鱈油、鯊油等を原料として製造する硬化油は石鹼工業原料として不可欠のものであり、又場合に依つては他の油脂と混用し調理用油となし或は人造バターの原料とする。

その他魚油を重合してエナメル、ペイント、印刷インキ、混成潤滑油、リノリウム等を作り、乾燥劑（コバルト、マンガン等）を添加加熱してボ

イル油を製造し又製革時柔軟剤として使用される。

第3節 罐詰工業

1. 罐詰品

罐詰品は現代科學の上に發達せる最も進歩せる貯藏食品である。

抑も罐詰品の目的たるや、原料である水産物、畜産物、蔬菜、果實等の食料品がその採取時期が極めて短時日である爲採取時期に採取、直に罐詰として之を貯藏し配給の圓滑を期せんとする。然してその製品が他の加工食料品に比して極めて長期の保存に堪へ、又運搬、貯藏並に使用に便利であつて尙栄養分に富んでゐる。殊に水産罐詰には蛋白質源、脂肪源、炭水化物源、無機物源又は或は沃度源として、その何れかの成分を含有して居る。之を魚肉罐詰に就いて見るに蛋白質は勿論の事、骨を含む故に無機物に富み脂肪及沃度分も含まれ、加熱により一般肉質も勿論の事、骨なども柔質になり消化がよくなつて居る。殊に全部が食用とせられる故、それだけ栄養價も高いもので従つて日常食品としても輸出食品としても缺く可らざるものに屬するのである。

2. 罐詰貯藏の原理

19世紀の始めに佛國のニコラ、アペールが10餘年間の體驗から總ての食物は密封して加熱すれば腐敗を起さないで永年の貯藏に堪へると云ふ原理を發見した。抑も腐敗とは動植物體の如き有機物が死後自己の體内に保有する種々の酵素及外部から働く微生物の作用によつて、徐々に分解して行く現象を稱するので、従つて罐詰に於ては原料食品を罐内に密封して外部の空氣中よりの細菌の侵入を防ぎ、又脱氣により残留せる細菌の孢子の發育を防止し、殺菌により罐詰内に混入せる細菌の生育細菌の全部及孢子の全部或はその一部を殺滅する事が必要で、この工程中何れかの工程が不完全でもその罐詰は必ずや長時間の保存に堪へず腐敗する。

3. 罐詰製造法

罐詰の製造は内容物の種類により可成の相違があるが一般的に見て次の如き工程によりて行はれる。

(1) 原料の選別 製品の品質は原料の良、不良によつて受ける影響が極めて大である。原料が目的生産物に不適當なる場合には如何なる優秀な技術を以て處理しても所期の製品を得る事が出来ない。原料の選擇は生産工程の第1階程に於て重大なる意義を有し生鮮、熟度、形態等を選別する。

(2) 原料の調理と肉詰 選別された原料は洗滌して血液、粘質物、土砂、その他の汚物を除去し適宜調理し豫め洗滌せる空罐に秤量して肉詰する。肉詰に當つてはその製品により生詰される場合もあり、又湯煮或は蒸煮されたものを肉詰する場合もあり、肉詰後注入液を注加する、注入液は水煮罐詰には食鹽又は油漬罐詰にはサラダ油を又大和煮罐詰には醬油を主體とした調液が注入される。

(3) 脱氣と密封 脱氣の目的は第一は次の殺菌加熱の時、罐内に殘存する空氣が膨脹して罐の蓋底と罐體との密封部を損するのを防ぎ、第二には好氣性細菌の發育を防止する事である。一般に細菌は酸素が無ければ發育不可能か或は困難であるから脱氣によつて之等細菌の發育を阻止する事が出来る。第三には罐詰貯藏中空氣による罐の腐蝕を防止又は輕減し、第四に罐詰貯藏中空氣の接觸により内容物の色澤、香氣及食味の惡變化を防ぎ、第五に罐内の減壓で罐の蓋底を凹ませることでは罐詰の腐敗の際罐内にガスを發生し膨脹して蓋底を逆に押出す爲、この外觀の差異によつて不良罐と正常罐とを區別する事が出来る。

脱氣方法には熱を利用する場合には主に脱氣函を使用する。即ち蓋を緩かに胴罐に假卷縮した後、蒸汽の充滿してゐる函の中を通し所定の溫度に加熱し罐内の空氣を追出して蒸汽を置換し函より出すと同時に本卷縮機により氣密に卷縮される。機械的に脱氣するには假卷縮をした罐を眞空卷縮

機の真空室内で気密に密封する。

(4) 殺菌 密封された罐詰は罐内の細菌の殺菌若しくは發育を抑制する爲加熱される。加熱には殺菌加熱釜を使用する。之には直火式とボイラーの蒸汽を利用するものがある。殺菌温度は高温度の程又長い時間程良い譯であるがそれにより内容物に對して悪變化を生ぜぬ程度に決定する事が肝要である。

殺菌加熱の種類には高熱殺菌法と稱し罐詰内の細菌を絶滅して1個の菌の存在も許さぬものや、「バスター」殺菌法と稱し内容物に悪變化を與へる細菌のみを低温にて殺菌する方法とであつて、鮭罐詰は前法により又海苔佃煮罐詰は後法に屬する。又間歇殺菌法と稱し數回にわたり間歇的に殺菌する方法がある。之は第1回の殺菌加熱にて死滅しなかつた熱に強い胞子が發芽した時再度殺菌加熱して死滅せしむる方法である。

(5) 冷却 殺菌を終へた製品は直ちに冷却される。その目的は内容物の過度の加熱によりて受ける品質の悪化や好熱細菌による變敗の防止である。

冷却は空氣冷却と水冷却とがあるが水の不自由な所以外は水冷却が使用される。冷却は約40°Cに止める、之は外氣温度より下ると罐の表面の水が乾かないばかりか罐詰の表面に錆を生ずる危険がある。

乾燥した罐詰は防錆塗料を塗布して庫入する。

以上の工程も之を大量的に處理する場合即ちカムチャッカ又は工船等に於ける鮭、鱈罐詰の如く短期間に多量の製造をなすものは、自動的の設備を用ひて機械的に製造を行ふ。この装置は原料魚の調理、肉詰、秤量、假巻締、脱氣、本巻締、罐洗滌、殺菌加熱、罐の洗滌、冷却打檢、ニス塗、乾燥の各操作を自動的に行ふ。

(6) 鮭鱈罐詰 原料にカムチャッカ、千島等にては海岸に設置された建網で、又工船では母船の周圍に張られた建網、又は流し網にて漁獲され

る。何れも水煮罐詰とする。

本邦に於て使用される主なる種類は紅鮭、銀鮭、鱈、マスノスケ等であつて、その中紅鮭は脂肪に富み、味、色調共に佳良にして優秀品として海外に輸出される。銀鮭が之に次ぎ、鱈は前者に比して脂肪、味、色調共に劣つてゐるが多獲され主として本邦に於て消費されてゐる。マスノスケは前者と後者との中間に位し相當品位は高い。

鮭鱈罐詰の生産額は昭和11年度には240萬函、4730萬圓にて本邦産罐詰中最大のものである。

(7) 鱈罐詰 鱈は我が國到る所に漁獲される。その罐詰としてはトマト漬罐詰と稱し原料を豫め乾燥、油燻或は蒸煮等の處理を行つた後、トマトソースを注入せるものや、油漬と稱し全體を蒸煮、油燻或は軽く乾燥せしめたものを罐に詰め植物油(オリーブ油、綿實油、落花生油)を注入せるものや、調味料にて調味した味付罐詰などを製造する。

その中で最も多量に製造されるのはトマト漬罐で、昭和11年度は134萬函、味付罐詰は18萬函、油漬罐詰は26萬函でこの合計金額は約900萬圓である。

(8) 蟹罐詰 蟹罐詰は主として北海道及其以北に於て漁獲されるタラバ蟹を原料として製造され、その優秀な事に於ては世界唯一にして、その生産額も金額に於て鮭鱈罐詰に次ぎ、蟹工船18萬5千函、陸上37萬1千函にして、金額にして1750萬圓に及んでゐる。

その等級も農林省輸出検査標準により、脚肉本位の罐詰に第1等級「フレンチ」第2等級「チョイス」第3等級「フェーヤー」格外及廢品、崩肉本位の罐詰には第1等級をバスターA、第2等級をバスターB其他格外廢品の各等級に分たれてゐる。

昭和15年水産漁獲物及製造品統計

1. 漁獲物

(1) 沿岸漁獲物		667,498,787貫	488,300,010圓
内譯	魚類	403,013,297 "	333,208,812 "
	貝類	46,865,841 "	29,605,720 "
	其他水産動物	60,534,940 "	86,601,398 "
	藻類	157,084,711 "	38,884,080 "
(2) 日本沖合遠洋漁業漁獲物		211,358,703 "	194,610,824 "
(3) 汽船トロール漁業漁獲物		9,002,069 "	10,911,588 "
(4) 母船式漁業(堪察加西岸公海)漁獲物	鮭鱒		10,400,169尾
	蟹		8,557,890 "
(5) 露領出漁漁獲物	鮭鱒		340,089石
	鰯		145 "
	蟹		6,509,269尾
2. 水産製造物			
1. 本邦製造高			
(1) 食糧品(除罐詰)		138,138,922貫	369,471,957圓
内譯	節類	5,756,625 "	35,063,424 "
	素乾	40,425,703 "	80,417,423 "
	鹽乾	17,722,487 "	29,737,742 "
	煮乾	21,494,163 "	63,839,518 "
	燻乾	173,110 "	730,488 "
	鹽藏	16,004,157 "	27,836,609 "
	雜類(蒲鉾竹輪等)	36,562,677 "	131,840,753 "
(2) 肥料		61,728,948 "	58,207,541 "
(3) 魚油		10,772,079 "	16,057,297 "
(4) 其他(スキフノリ等)		279,463 "	2,032,584 "
(5) 寒天		656,888 "	21,478,953 "
(6) 鹽		981,142,381斤	
(7) 罐詰			49,551,242圓
2. 母船式漁業製造高(1函ハ 22.32 斤トス)			
(1) 罐詰	鮭鱒	290,378函	9,562,759圓
	蟹	122,400 "	6,065,203 "
(2) 鹽藏	(鮭鱒)	2,700,604貫	5,554,197 "
(3) 其他			441,491 "
3. 露領出漁製造高			
(1) 罐詰	鮭鱒	975,674函	23,989,735圓
	蟹	55,324 "	2,763,185 "
(2) 鹽藏	(鮭鱒)	173,784石	12,832,989 "
(3) 其他			4,933,107 "

第3編 燃料及動力

第1章 固體燃料

第1節 石炭

1. 石炭の成因

石炭は太古に植物が天災地變の爲に地下に埋没せられ、地熱、壓力、微生物等の作用に依りて漸次分解して炭酸瓦斯、水、メタン等を消失し、終りに炭素に富める化石體を残留したもので、其年代の程度に従つて各種の組成を異にして居る。其陸生植物の種類、變化の経路等に就いては未だ學説が歸一しない。

2. 石炭の組成

石炭は決して單一なる化合物ではない。數種の物質の複雑、不均等なる混合體であるが實用上の見地より之を大別して

固定炭素、揮發分、灰

の三つに分ける。

固定炭素は石炭本來の主要成分で生成年代の最も古いもの程之を多量に有つて居る。熱源體としての主要部分を占め、單に燃料として用ひらるゝ場合には此多少によりて其炭質の概略が決定せられる。

揮發分は加熱せられた場合に瓦斯體となつて揮發する部分で、溫度約950°C で乾溜せられた減量を云ふ。其主成分は水素、酸化炭素、メタン、フェノール、ピッチ及各種の炭化水素で、容量に於ては水素、一酸化炭素、メタン等が其大部分を占める。此揮發分は炭種に依つて異なるも普通有煙炭に於て20~50%無煙炭に於て6~15%位である。亞炭、褐炭等の生成の若き石炭に於ては更に多量にある。水分には石炭に附隨し居る水分と吸濕

に依る水分、化合による水分との三種あるが、其量は2~6%の範囲にあるが、燃焼の際發熱量を減ずるものであるから商取引上には若干重要視せられる事項である。

灰分は石炭の發熱量を減殺して其燃焼價値を低下せしむるもので、出来るだけ其少量なることが望ましい。灰分には太古石炭生成の場合に植物原體の組織中より受繼がれたものと炭質内に混入し居る岩石より來たるものとの二種がある。

第26表 本邦石炭灰分の成分

成分%	産地別	平均價	飯塚	三池	赤池	幌内
珪酸	(SiO ₂)	56.90	58.82	49.15	61.06	57.58
アルミナ	(Al ₂ O ₃)	19.02	25.70	7.18	23.60	19.60
酸化鐵	(Fe ₂ O ₃)	7.82	6.54	15.27	2.35	7.13
石灰	(CaO)	5.95	3.45	10.12	2.50	7.72
マグネシア	(MgO)	1.08	0.24	2.01	0.41	1.64
カリウムナトリウム 酸化物	(Na ₂ O+K ₂ O)	3.93	2.96	7.92	2.46	2.38
硫酸基	(SO ₃)	3.93	2.93	8.62	1.44	2.72
耐火度	(°C)	1,247	1,247	1,110	1,500	1,060

灰分の熔融性は其中に珪酸、アルミナ等の量の多いものは灰の熔融點が低く1,000度から1,500度間にありて一般には1,050度から1,250度位のものが多い。此熔融點は成可く高いのが望ましいので、灰分の熔融し易いものは燃焼の際クリンカーを生じ

- 火格子の間隙を塞ぎ通風を害する
- 未燃焼炭とクリンカーを混合し石炭の損失となる
- 汽罐加熱面、爐壁等に附着し熱効率を低下せしむる
- 勞力を多く要する

等の諸缺點をもつので燃焼の際に充分の工夫を要する。

硫黄分は本邦の石炭中には其含有量0.5~2.0%の間で其混入は黄鐵礦の

微粉子として混入するものと、窒素化合物として混在する有機性のものがある。冶金用の石炭として極めて嫌惡せらるゝもので、又汽罐用としても罐壁を損傷し煙突より出づる煤煙は附近の樹木を害し最も好ましからざる性分である。

3. 發熱量

石炭1kgを燃焼させた場合に發生する熱量をキロカロリー(kcal)を單位として表はしたものである。之に及ぼす石炭中の性分は固定炭素を主成分とするが、揮發分も又瓦斯化して燃焼によりて生ずる熱量を全部合算したる總熱効果を含む。我が國の石炭は通常5,000~7,500kcalの間にありて汽罐用石炭は平均6,500kcal内外である。熱量を表はす單位に英國熱量單位を用ふる場合があるが英熱單位は即ちブリチッシュ、サーマル、ユニットで記號B.T.U.を用ふ。即ち1ポンドの水を溫度華氏の1度上昇せしむるに要する熱量である。其米突單位との換算は

$$\text{重量單位} \quad 1\text{kg}=2.2\text{ポンド}$$

$$\text{溫度單位} \quad 1^{\circ}\text{C}=1.8^{\circ}\text{F}$$

依つて熱量單位 $1\text{kcal}=2.2 \times 1.8=3.96\text{B.T.U.}$ 即ち熱量の1kcalは3.96英單位に當るのである。併しながら此熱量の單位は單に熱其物を測定する處のエネルギーの表示單位であつて、燃料の發熱量を表はす場合には、一定の重量を有する燃料の發熱量を以て其發熱力とするものであるから、此發熱量を試料燃料の規定重量を以て除して其單位當りの熱量を定むることが必要である。此重量單位には米突制度に於てはKg英國單位に於ては封度を採用するを以て燃料の發熱量の表示にはkcalとB.T.U.との比率は

$$\frac{3.96}{2.2}=1.8$$

即ち結局攝氏と華氏との比數に歸着するのである。故に先に表はしたる本邦石炭の熱量の例に於ては英熱單位を以て表はすには

$$5,000 \times 1.8 \sim 7,500 \times 1.8 = 12,000 \sim 13,500 \text{B.T.U.}$$

と換算せられる。

4. 粘 結 性

石炭を空気に觸れしめないで加熱すると之から瓦斯とタールとを分離して後にコークスが残り、此コークスの堅さが石炭の種類に依りて大いに異なる。此性質を石炭の粘結性と云ひて之に富む石炭をケーキングコールと云ふ。此石炭の粘結性は用途に依つて重要な性質で其最も必要とせられるものは製鐵用コークスである。近代の製鐵法に於ては何れも大規模なる熔鑛爐の中へ鐵鑛石とコークスとを交互に装入して、之に下から加壓したる空気を送入するのであるが、其場合此中のコークスの堅度が軟弱であると熔鑛爐の下層のコークスは其重積に耐へ兼ねて破碎せられ作業中空気及瓦斯の通過を妨げて製鐵の目的を達することが困難となる。

本邦の石炭は概して此粘結性に乏しくそのみでは製鐵用コークスの製造には適しない。然しながら石炭も其用途に依つては必ずしも此性質を必要としない。

5. 石炭の分類

石炭の分類に就いては生成時代別、物理的性質又は化學的性質等に依る各種の分類があるが今地質調査所の分類に依るときは次表の如くである。

第27表 本邦石炭分析表

名 稱	固 定 炭 素	揮 發 分	炭 性 質	水 分
無 煙 炭	92.3 以上	3 ~ 7	不 粘 結	—
半 無 煙 炭	92.3 ~ 87.5	9 ~ 13	不 粘 結	—
半 瀝 青 炭	87.5 ~ 75.0	14 ~ 19	粘 結 又 は 微 弱	—
高 度 瀝 青 炭	75.0 ~ 65.7	27 ~ 35	粘 結	—
低 度 瀝 青 炭	65.7 ~ 50.0	32 ~ 52	粘 結 又 は 微 弱	—
黒 褐 炭	50 以下	50 以上	不 粘 結	6% 以下
褐 炭	50 以下	50 以上	不 粘 結	6% 以上

(1) 無 煙 炭 石炭中の炭化の最も進んだもので、黒色にして金屬光

澤を有し比重は1.4~1.8位である。揮發分最も少く着火點高く燃焼後慢で火持よく多量の輻射熱を出す。粘結性なく燃焼の際火床に於て其保持熱量の殆んど全部を放出する。汽罐用及有機化合物の製造等には適當せず、暖房用、料理用、乾燥用、木炭代用、煉炭製造用等に用ひられる。大嶺無煙炭、朝鮮無煙炭、印度支那鴻基無煙炭、支那無煙炭等が之に相當する。

(2) 半無煙炭 堅さ、光澤は無煙炭に劣り揮發分稍々少い。比重は1.35~1.40位で燃焼に際し短焰及煙を發する。此種の石炭は我が國の産出量極めて少く大嶺炭、天草炭は之に屬し又隣邦の煙臺炭、本溪湖炭等は之に屬する。

(3) 有 煙 炭 半瀝青炭、高度瀝青炭、低度瀝青炭を總稱して有煙炭と云ふ。半瀝青炭は半無煙炭に近く、光澤ある短焰を出して燃焼し、揮發分は14~19%位で燃焼は無煙炭に比して速かである。汽罐用石炭特に圓筒汽罐又は豎形汽罐等には好適である。樺太及本邦の中部地方に少量之を産し、又支那山東省淄川炭や彼の有名なる英國のカーヂフ炭は此分類に屬する。

高度瀝青炭と云ふのは粘結性が概して高く發熱量も亦高い。英米兩國には極めて多量に産出する炭種であるが、我が國の附近に於ては僅かに少量産出するのみである。低度瀝青炭は一般に弱粘結性又は不粘結性の石炭で揮發分が多く爲に燃焼に際して長焰を發する。本邦の石炭の多くは此炭種に屬し發生爐用、汽罐用、一般加熱用として廣く用ひられる。發熱量は5,000~7,500 kcal で夕張、幌内、筑豊、三池、唐津、高島等皆此分類に屬する。

6. 用途別に依る選別

石炭の用途は工業用としては汽罐用、窯業用、瓦斯發生用、コークス製造用、鍛冶用等であつて、一般用生活必需品としては暖房用、厨房用、雜用等である。汽罐用としては其構造が銅板のみに依つて其火床を構成し居る汽罐即ち陸上圓筒形汽罐で横置、豎形共に比較的火床の狹隘なる汽罐に

は半無煙炭の如き有煙炭中の比較的短焰なるもの之に適し、其内に於ても屈折して加熱面積を重複して長路に設計せられたるランカッシャー形コルニッシュ形等に対しては少々長焰なるものが好適である。火管式汽罐水管式汽罐等の如き火床面と加熱部分との距離の長くして、且火床と内容の充分なる汽罐に於ては更に長焰炭が之に適する。窯業用として酸素含有量の多き低度瀝青炭にして本邦杵島炭の如き長焰炭が之に適し、瓦斯發生用としては揮發分の多き分解容易なる石炭を選ばる可く、又暖房用石炭としては無煙炭又は之に近きもので、且粘結性なく又灰分の熔融せざるものでなければならない。煉炭製造用としても又同様な事が要求せられる。篩別上の分類に於ては塊状、中塊状、小塊状、切込炭、粉炭等の別があるが此内塊炭、中塊、小塊等は選別の際の細度に依るものであつて、切込炭とは炭山より掘出したまゝのもので選炭に附せない塊状炭、粉状炭等の混合のものを云ふのであつて、粉炭とは洗炭の際に水洗法によつて生ずる微塵状の細粉炭或は細度の要求による粉碎炭の篩別残滓の不定細度の混合粉炭を稱ふるのである。

第2節 褐炭、泥炭

1. 褐炭

炭化の程度に於て未だ石炭の域に達せざるもので、一名亞炭と稱せられる。破断面に木理を有し褐色を呈する。此内に於ても炭化程度の低きものを單に褐炭と稱し岐阜、愛知、宮城等に之を産し、又木理を有せずして黒褐色を呈するものは、炭化程度の少々進行したるもので黒褐炭と稱し、釧路、北見等に之を産する。常盤炭、茨城炭、山口縣宇部地方に産する石炭も亦此部類に屬する。本邦産褐炭の大要の成分は第28表に示す通りである。

第28表 褐炭分析表

種別	成分%						發熱量
	炭素	水素	酸素	灰分	水分		
褐炭	55~65	5~6	25~35	15~30	30~50		4,000~4,500
黒褐炭	65~75	4~6	20~30	10~20	20~40		4,500~5,500

2. 泥炭

泥炭は下級植物或は苔類の地中に於て長年代の間に温度、壓力、細菌等の影響に依りて生成したるもので、天然炭化燃料中の最も年代の新しきものである。北海道、秋田、青森、新潟、福島、石川等の諸縣に産する。外觀は海綿状のものと土塊状のものとあつて色は暗褐色より黑色を呈し、比重は軽く1内外で多量に水分を含み其多きものは80%以上に及び、之を其儘燃料に使用することは出来ない。之を他の燃料を用ひて乾燥することは經濟上不引合の問題で通常大氣乾燥又は壓搾法に依つて其大部分を除去する。大氣乾燥に於て20~40%位までは乾燥せしむることを得、更に壓搾法に依つて10%以下とし燃料に供する。今脱水後に於ける泥炭の性状を示せば第29表の通りである。

第29表 泥炭性状表

炭素	30~60%
水素	4~7 "
酸素	25~44 "
窒素	1~2 "
灰分	5~15 "
水分	20~30 "
發熱量	2,080~4,500kcal

尚泥炭は之に粘結性石炭とビッチの如き粘結剤とを入れて煉炭を作り500°~600°Cに於て乾餾して良質の煉炭を造ることが出来る。

第3節 コークス

1. 總説

粘結性の石炭を空気を遮斷し、或は少量の空気を送つて約1,000°~1,200°Cに加熱すると、其内の揮發分だけが全部揮發し同時にタール分を溜出

し後に残った残骸がコークスである。多孔性の緻密堅固なる塊状で灰白色にして金属光澤を帯びて居る。製鐵用、鑄物用、金属精鍊用、瓦斯發生用、鍛冶用、一般加熱爐用、家庭用等に廣く燃料として用ひられる。

コークスには製司コークス及瓦斯コークスの二種がある。製司コークスとは専門にコークス製造を目的としてコークス爐で造つたもので、瓦斯コークスとは瓦斯製造の際の副産物として製出せられたるものである。コークスの得量は普通原料炭に對し65~70%で其固定炭素、揮發分、灰分、水分等本邦産品の概要の分析は下の通りである。

第30表 コークス性状表

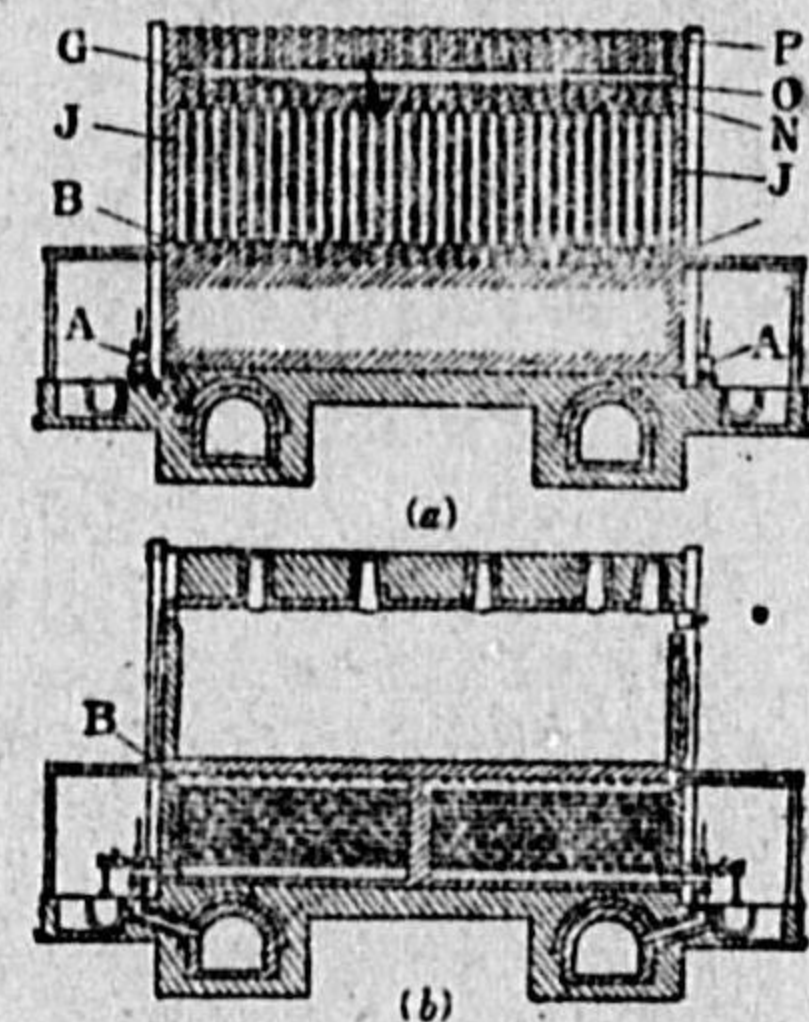
種別	組成	固定炭素%	揮發分%	灰分%	水分%
鑄物用コークス		84.37	2.90	12.57	0.16
製鐵用コークス		77.64	3.45	18.20	0.68
ガスコークス		75.60	3.28	17.28	3.84

又その元素分析の結果は下の如くである。

炭素	82~87%
水素	1~1.5%
窒素	0.5~0.7%
酸素	0.4~0.7%
硫黄	0.5~1.0%
灰分	7~17%
發熱量	7,000~7,800カロリー

コークスとして最も優良なるものは製鐵用コークスでその堅度高く大塊をなし硫黄、磷及灰分の含有量が一定限度より少いものでなくてはならない。金属精鍊用のコークスはその還元剤として重要な役目を持つ。

2. 副産物を回収する製造法



第17圖 コークス製造爐

此方法は石炭を乾溜室に装入し爐壁を隔て、室外から加熱する。石炭から發生する瓦斯を爐外に導きて冷却し、之からタール、アンモニア、ベンゾール等を順次に捕集してガスはガス溜に収集する。石炭は装入前充分に水洗して出来る丈灰分を除去し適當に配合したものを用ひる。コークス爐は長い直立長方形の炭化室が10數個乃至數十個互ひに隣り合つて並列して築造せられ、セメ・ソルベ式、オット式、黒田式及三池式等の數種の様式がある。

3. 副産物を回収せざる製造法

此方法は副産物を回収せずに、コークス爐から發生するガスを其儘再び爐内の焰道に導いて燃焼せしめてその熱に依つて乾溜せしめる方法である。即ちその副生ガスは唯燃料としてのみ利用する方法でその特徴は建設費が安く操作が簡單であると云ふ事で現在本邦の中小工場にては盛んに用ひられて居る。

4. 瓦斯發生爐の副産物

此式は總ての装置は石炭ガスを採るを目的として造られたもので、コークスは其後に残つた副産物として収集せられる。發生爐の構造其他の詳細に互つては瓦斯燃料のガス發生爐の部分で詳述する。

第4節 コーライト

石炭を600°C内外で乾溜して出来たコークス即ち低温乾溜コークスである。コーライトとは英國に於ける一會社の名前を採つて命名したものである。一般の高温コークスに比較して著しく違つた性質を持ち寧ろ無煙炭と木炭との間にある様な性質を持つ。殊にその着火點が先の高温コークスが500°C~550°Cであるに對して乾溜温度が低い爲に未だ相當量の揮發分を有し之は350°C乃至400°Cで木炭の代用としても用ひられる。分析上の一例を示せば

固定炭素	60~75%	水分	3~5%
揮發分	8~12 "	發熱量	6,500~7,000 kcal
灰分	10~20 "		

第5節 煉炭

煉炭は各種粉狀炭に粘結劑を加へて壓搾成型したもので、丁寧なる加工を施すものに於ては更に之を空氣を遮斷したる爐内に置いて低温度に加熱して、其粘結材中の揮發分を放出せしめる。原料炭には無煙炭、有煙炭、コーライト、木炭等を用ふる。

煉炭製造の目的には二種ある。第一には以上の燃料の内使用價値の少き粉末燃料を廢物利用の意味に於て收集結成したもので、現下尙盛に家庭用燃料として用ひられる。

第二には之に依つて天然燃料の期待し得られざる特性及均一性を有するものを製出せんとする事で、船舶或は重要工業用として近來盛んに用ひられる。

優良なる煉炭が天然石炭に優る點は次の通りである。

(1) 原料の選擇任意なる事 即ち硬度、比重、着火點、燃燒速度、煤煙、發熱量等を其目的に向つて適當に効果あらしめる様に自由に選擇し得る事。

(2) 形狀、大いさ及重量を自由に選定し得る事。

(3) 貯藏、積載、運搬取扱ひ等便利にして使用前の損耗の少い事。

(4) 形狀、燃燒狀況に適する爲、發熱効率良好なる事。

通常の形狀は工業用には角形、卵形、家庭用には穴明き煉炭、豆炭等の數種がある。粘結劑としてはコールタール、ピッチ、糖密、澱粉、膠、粘土、石灰、石膏、セメント、珪酸曹達等の有機質無機質のものがあるが、此中工業用煉炭として最も多く用ひられるものはコールタール及ピッチで

家庭用としては糖密を主材とし又これに澱粉、粘土等を混入する。本邦煉炭の分析の一例及鐵道省用煉炭の規格を示せば次の通りである。

第31表 本邦煉炭分析の一例

	固定炭素 (%)	揮發量 (%)	灰分 (%)	硫黄 (%)	水分 (%)	發熱量 (kcal)	粘結性
工業用	60~65	15~25	10~15	0.5~1.5	3~5	6,500~7,500	弱粘結性
家庭用	65~70	8~10	15~20	0.5~0.7	3~5	6,000~6,500	不粘結性

第32表 鐵道省煉炭規格

	第一種	第二種	第三種	第四種
強度	85%以上	85%以上	80%以上	80%以上
灰分	10%以上	12%以下	18%以下	23%以下
揮發分	18~25%	20~30%	—	—
全硫黄	0.7%以下	1.2%以下	1.5%以下	—
發熱量	7,400 kcal以上	7,500 kcal以上	6,500 kcal以上	5,800 kcal以上
骸炭性質	粘結性	粘結性	粘結性	—

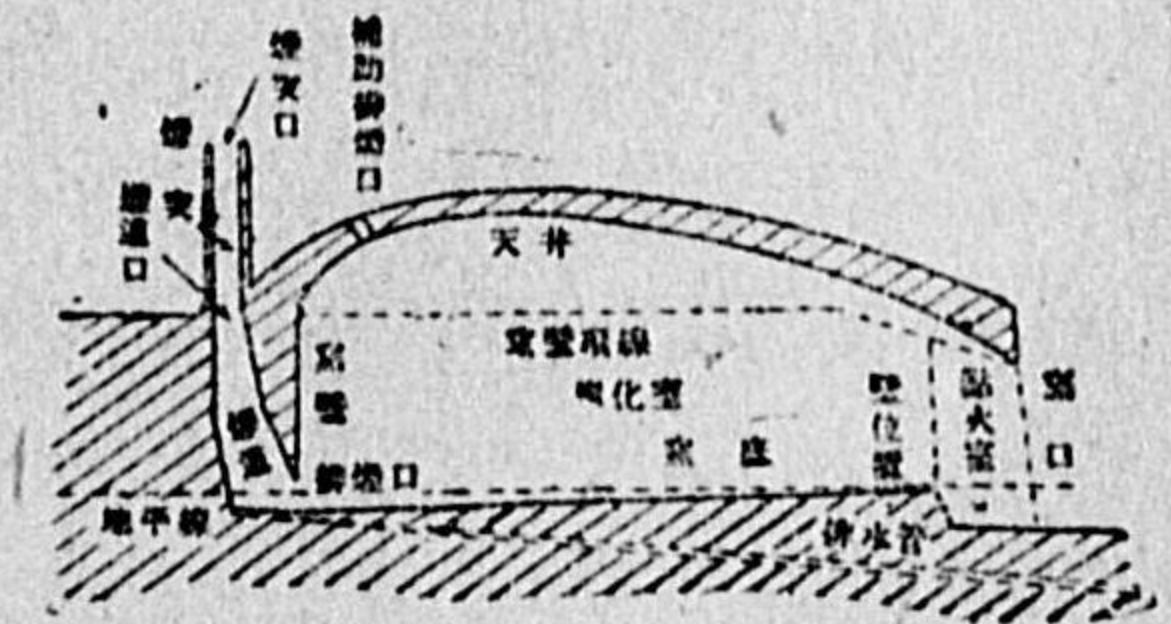
第6節 木炭

木炭は人類に取りて有史以前より用ひられ居る最も古い燃料であつて、特に我が國に於てはその建築、生活様式等に順應したる最も不偏的なる燃料である。之を造るには木材を堆積して空氣を遮斷して乾餾する。製炭材としての木材は楡、樅、樺、松等で此内で楡と樺とが最も多く用ひられる。木炭の製造に二種ある。

(1) レトルト炭化法

(2) 堆積炭化法 (第18圖)

レトルト炭化法と言ふのは容積が2から4立方メートル位の鋼板製の横に置いた大きいレトルトに木材を



第18圖 木炭堆積炭化法

挿入し、之を爐中で外から加熱して温度430°C位で乾餾して、之から木タ

ール、木醋酸、アセトン等を採集し同時に内部の木材を炭化させる。この方法は今だ現今の如く化学工業の合成部門の發達しない以前に於ては、その副産物の回収と相俟つて採用せられて居つた製炭法であるが、現今の如く一般有機合成化学の工業化せられ居る現代に於ては、醋酸其他の生成物は何れも不純物が多く其生成に多くの工費を必要とし到底經濟的には成り立たない状況に立ち至つたので、従つて此製炭法も餘り多く用ひられて居らない。堆積炭化法は先のレトルト法より遙かに古くより用ひられて居つた方法で、又現在に於ても木炭製造の大部分は此方法に依つて作られる。その構造は木材を以て中央に一時的の煙突を立て、之を中心にして木材を漸次堆積してその總外形を土饅頭の如き半球形ならしめ、その表面を小枝を以て覆ひ更にその上を土砂を以て塗り潰し1回毎に土製の爐を築造する方法である。此中の木材の一部を燃焼せしめて乾餾に必要な熱を起し以後少量宛空氣を送つて1週間乃至10日間位でその乾餾を終了せしむる。温度は400°C~500°Cで一度乾餾の終了後に、精炭と稱して最後に稍々多量の空氣を送つて殘留有機物、揮發分等を燒失せしめ、その炭素含有量を大らしむる。此精炭に要する温度は900°C~1,000°Cである。

木炭には黒炭、白炭の別がある。黒炭とは乾餾の終りたる後爐の外界と通じる給氣孔及煙道を密閉して、窯内に於て長時間を費して徐々に冷却せしめたもので外觀が黒色を呈して居る。白炭とは乾餾後の精炭の場合に特に温度を高めて炭質を向上せしめたもので、又冷却法は精炭後窯外に引出して土砂及灰に水を加へ急激に之を消化冷却せしめたものである。此ため出來た木炭の表面に粉が附着した様に白色の木灰を以て覆はれて居るので白炭と稱せられる。白炭は一般に黒炭に比して硬度が高く通常堅炭と稱せられ、使用時に於て火持ちも長いのである。

木炭の性状は製炭材、樹齡、炭化法、温度等に依つて一様でないが本邦木炭の一例及其原則上の結果を示せば次の通りである。

炭化温度	260°~280°C	290°~350°C	430°C	1,023°C
比・重	1.4~1.41	1.41~1.50	1.709	1.841
木炭の着火温度	240°~360°C	360°~370°C	400°C	600°~800°C

第33表 本邦木炭の分析例

	白炭	黒炭
炭素	82~87%	75~85%
水素	0.5~2.0 "	1~3 "
酸素及窒素	2.5 "	3~8 "
水分	7~10 "	7~10 "
灰分	1~3 "	1~3 "
發熱量	6,700~7,200 kcal	6,700~7,500 kcal
比重	1.4~1.8	1.4~1.7
着火温度	350~400°C	320~370°C

第7節 薪

薪即ち木材が其儘燃料として用ひられるは地方的條件に依つて支配せられる場合が多い。例へば露國の東部西比利亞に於ては、其西比利亞鐵道の機關車に使用する燃料は其全部が石炭ではなくして、沿道の森林よりする木材であることは著者の親しく經驗する處である。其沿道地方に於て産出する石炭は著しく硫黄分に富み汽罐を損傷し熱量低く燃料としての價値が低い。然るに一方鐵道線路の開發は猛獸の據點覆滅等の見地より、之を伐採して燃料とすることは1舉2得3得となるので地方的に好適なる燃料なる事を證據付けられる。新しく伐採したる薪は、其水分45~50%で之を空氣乾燥したるものは15~20%に減じ、灰分は一般に低く0.1~4%で普通2%以下である。充分に乾燥したる材木の性状は第34表の通りである。

通常の薪として用ひらるゝ空氣乾燥に依る木材は、其水分20%であるから其發熱量は通常2,500~3,500kcal内外のものを見定めなければならない。

第34表 材木性状表

木種	炭素	水素	酸素	灰分	發熱量 kcal
樟	49.18	6.27	43.91	0.57	4,710
榊	49.06	6.11	44.17	0.57	4,774
楡	48.89	6.20	44.25	0.50	4,728
榿	50.16	6.02	43.36	0.37	4,628
樺	50.36	5.92	43.39	0.28	5,035
松	50.31	6.20	43.08	0.37	5,085

第8節 鋸屑

鋸屑は木材木屑より更に一層其地區的條件に依つて律せられる燃料で、山林地方に於ける製材工場と其發生する鋸屑を使用する製造工場との運搬距離が極めて近距離なる場合に於てのみ利用し得る燃料である。

通常其水分は30~45%の間にあるので、其綜合的の發熱量は極めて低い。又汽罐用としては燃焼室を大にして火床面を廣くする爲に之を階段式の火床に改造する等の補修が必要である。著者は先年北海道に於て油脂工場を經營して居つた場合に、約3斗を距りたる製材工場より搬入する鋸屑を汽罐燃料に使用して、從來使用し來たりし美唄炭1噸が其熱量に於て此鋸屑5斗入込70俵に相當することを、數度の連續實驗に依りて確めることを得た。3斗の距離より運ぶ5斗入込1俵の代金は7錢である。依つて此70俵の價は4圓90錢となる。當時の美唄炭1噸の價の約5分の1に當る。即ち相當經濟的に安價なる燃料を使用した。但し之には夏冬を通して緩急なく必ず之を使用する等の保證を要求せられ、少くとも1万俵以上を收容し得べき倉庫を準備することを必要とし、又約2倍の火夫を必要とするは免れ得ざる經費であつて、畢竟極めて限定せられたる環境に於てのみ經濟的に使用し得るところの燃料である。

第2章 液體燃料

第1節 總說

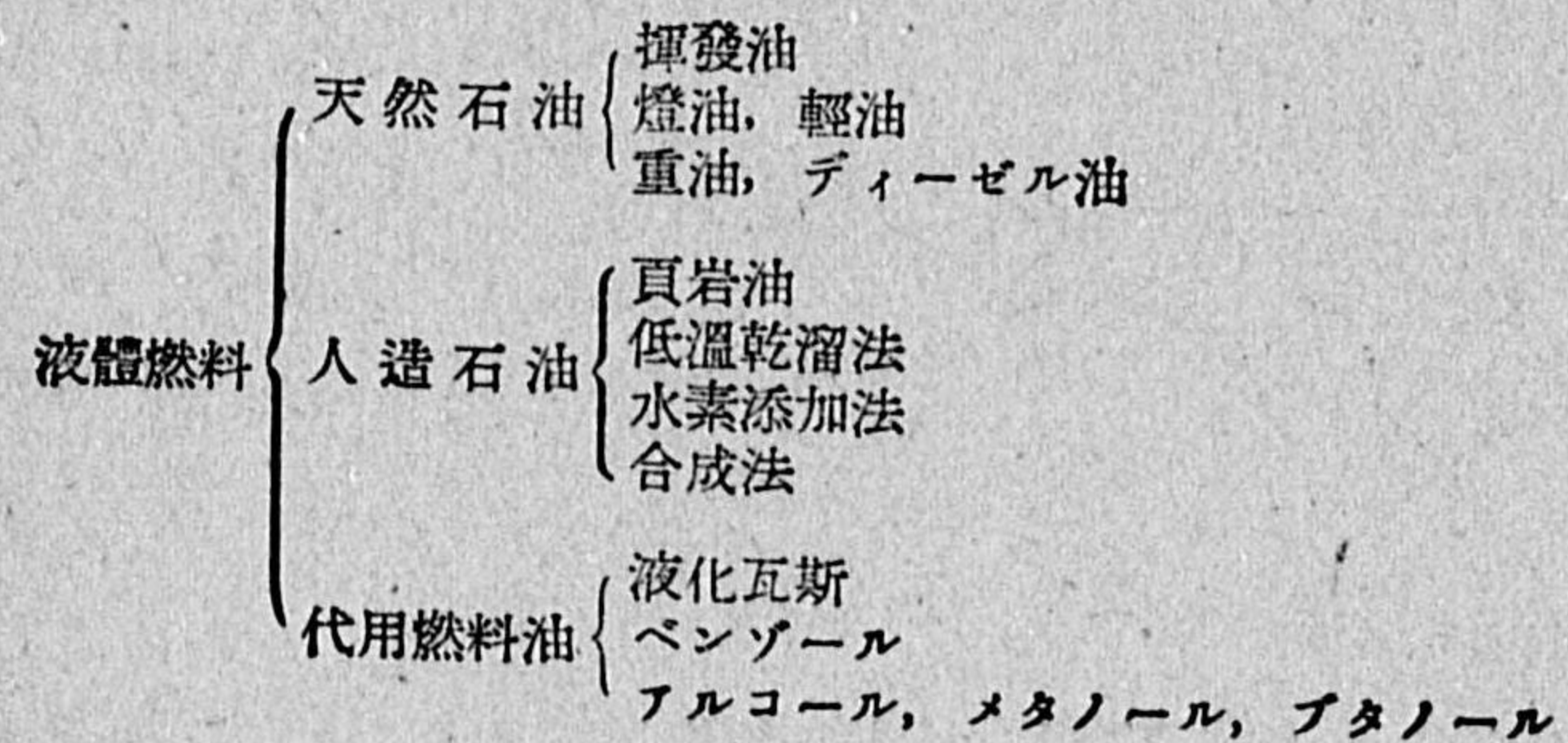
液體燃料は往昔は内外諸國共に其用途は主として燈火用に用ひられ居るに止まつた時代もあつたが、近年漸次燃料としての王座を占むるに至つた。殊に最近20年間に於ける内燃機關の進歩と飛行機の發達とは到底他の如何なる燃料を以てしても之に追従することを得ざるの地歩を獨占し、其結果各國共其需要激増して重要なる工業資材の一部として之が争奪は常に國際問題の主要なる題材となるの狀況に立至つた。今之を石炭と比較するときには以下種々なる利點を有つ。

- (1) 發熱量が大きい。
- (2) 燃焼効率が低い。
- (3) 同一發熱量で格納容積が4分の1で済む。
- (4) 燃焼調整が自由である。
- (5) 燃焼勞力を節約し得る。
- (6) 取扱ひ及輸送に便である。
- (7) 煤煙少く灰分殘骸を出さない。

即ち石炭の發熱量は一般の工場に於て使用するものは5,000~7,000 kcalで、平均先づ6,000 kcal位に見なければならぬのに、石油燃料に於ては11,000 kcalはあつて大量に取扱ふ場合に若干の水分、土砂等の混入を見込んでも優に10,500 kcalの發熱量はある。従つて同重量の燃料に於て1.75倍の發熱量を有つことになり、其上に液體燃料は之を汽罐其他に於て石炭に比べて著しく燃焼効率は高い。石炭に於ては其使用する汽罐の種類に依つて之を異にするも、先づ各種の都合よき條件に於て50~65%位で平均55%位に見るのが至當である。之に對し石油噴燃の場合には其効率は72%は

出る。従つて結局此双方を計算したる総合的の熱効率の比は、石炭の方を1と見るときは $\frac{10,500}{6,000} \times \frac{75}{55} = 2.38$ 倍となる。又船舶に於ては燃料に就いての制限保有量は其重量に於て制限せらるゝ場合よりも、寧ろ占有容積の限度に於て規正を受ける。即ち其船に燃料を満載したる場合に於て、最大限何程の距離を航海汽走し得るかの長さの比であつて之を汽走半径と云ふ。此處に述べたる利點(3)の様に石油は石炭に比し同一發熱量で其容積は $\frac{1}{4}$ で足りるのであるから、此汽走半径が石炭を使用した場合に比較して約4倍に伸びるわけで、之が先の(1)(2)等の理由と相俟つて絶對的重要利點となる。之等の特長だけに於ても他の代用品を以て企及出来ないと云ふ事になる。又(4)(5)(6)の如き其着火、消火は極めて簡易であつて又通常石炭燃焼の汽罐に於ては自動給炭機を取付けざる限り、1人の火夫は汽罐2基を監視投炭し得るものなるに對し、液體燃料噴燃の場合に於ては僅に5~7汽罐を操作することが出来て又罐前への送炭、工場、船舶への搬入などに少からざる勞力を節約することが出来る。最後に煤煙の問題であるが、之は陸上の工場に於ける其附近に對する被害、都市の衛生、美觀の殺滅等の觀點より又或は近時航空機の益々使用せる昨今、水陸共に何れの點より視るも無害無益なる發生であつて此利點も亦看過することは出来ない要點である。

液體燃料の分類は次の如くである。



第2節 アンチノック性, オクタン價, 氣化潜熱

1. アンチノック性

抗ノック性とも稱す。ガソリンにて内燃機關を運轉した場合にノッキングなる現象を起す。之に反對する性質が燃料には必要で之をアンチノック性と云ふ。

今ガソリン機關に燃料を使用したときに汽筒内に噴霧狀に空氣と混合して裝入した場合に此混合瓦斯の總容積を壓縮後の容積で割つた數を壓縮比と稱し、此壓縮比の大なる程燃料使用の熱効率が高い。然る處燃料の性質に依つて此壓縮の途中に於て規定の壓縮比の終點に達しない内に自然爆發を起すことがある。此過早發火の現象をノッキングと云ひ此ノッキングを起すと著しく其燃料の出力を低下せしめる。のみならず手動に依る機關始動等の場合に於ては始動せんとする回轉力に對して不意に逆に其反對力が發動するものであるから、未経験者は往々に腕を挫折する等の怪我をすることがある。此ノッキングなる現象は出来るだけ之を排除しなければならぬ。之に反對するアンチノック性なることが燃料の重要な要件として強調せられる。

2. オクタン價

液體燃料を内燃發動機の燃料として使用したる場合に其アンチノック性を測るに用ふる言葉である。之に使用する機關はC.F.R法の規格に依るもので標準燃料として純粹のイソオクタンを以てオクタン價100とし正ヘプタンを以てオクタン價0とし、其混合物と比較して今測定せんとする燃料のオクタン價を計算するのである。揮發油の組成中では芳香族の炭化水素がオクタン價が最も高くナフテン系が之に次ぎ、パラフィン系が最も低い。又同族の炭化水素中では分子量の少いもの程オクタン價が高い。ベンゾール, トルオール, アルコール等も亦比較的オクタン價が高い故に、ガソ

リンに混合して其オクタン價を向上せしめるのに役立つのである。又此アンチノック性を高める爲に添加劑として通常少量のエチル鉛を入れると有効である。

3. 氣化潜熱

飛行機其他のガソリン機關に於ては各種の性能が要求せられるが、先づ第一に燃料としては發熱量の多いと云ふ事が要求せられ、又以上の様なアンチノック性、オクタン價の大きい事等が必要であると同時に、又氣化潜熱の低い事が要求せられる。即ち燃料が装入せられたる場合に之が氣化したときに液體より氣體に變る際に、其形態變更に依り奪はるゝ處の潜熱でこの高いものは低いものより其氣筒を冷却せしめ、それだけ燃焼効率を低減せしむることになるので、燃料として勿論忌むべき性質の一つである。

之等の諸性質は必ずしも特定の一種の燃料が兼ね備へて居らないのが實狀であつて、例へばアルコールの如きはオクタン價は相當高いけれども、總熱量が低く又最後の氣化潜熱がガソリンに比較して約2倍あるために、單獨にては燃料として不適當である。斯の如く一種の燃料に於て其全部の必要性を満たすことが困難であるため之等を適當に混合して使用することになる。

第3節 天然石油

1. 石油原油

石油原油は主として砂岩、凝灰炭等の成層岩中に貯溜せられ、其生成の起源に就いては無機物變成説と有機物變成説とがあるも一般に有機説を是とするもの多く、又其内に於ても古代に於ける魚類其他の動物の遺骸の地中に埋没し、地熱重壓等で永年の作用に依り變成したるものであると云ふことが最も肯定せられて居る學説である。石油は産地により異なるも一般に綠色、黃褐色を呈し螢光を有す。比重は0.78~0.95位の間にあつて其組

成は大略下の通りである。

第35表 原油性狀表

原 産 地	炭 素 %	水 素 %	酸素,炭素,硫黄%
米國カリフォルニア原油	86.9	11.8	1.1
同 ペンシルバニア原油	82.0	14.8	3.2
露國バクー原油	85.3	11.6	3.1
日本越後新津原油	85.0	13.8	0.9

又此原油は其内に含まるゝ炭化水素の構成に依りて之を

(イ) パラフィン系原油

(ロ) ナフテン系原油

(ハ) 兩者の混合原油

の三種に分ける。内(イ)のパラフィン系原油とは其内にパラフィン系炭化水素、即ち C_nH_{2n+2} なる分子式を有するものを $\frac{2}{3}$ 以上含むものであつて、(ロ)のナフテン系原油とは同様にナフテン系炭化水素、即ち C_nH_{2n} なる分子式に相當するもの $\frac{2}{3}$ 以上を含むものを云ふ。(ハ)のものは此兩者の混合し居るものと考へらるゝ原油である。本邦の原油は多く此(ロ)のナフテン系に屬するものである。天然石油世界産額に就いては昭和2年に於ける産額は次の通りである。其内總額の1%以上のものを挙げれば

米 國	903,800,000	72.0%
露 國	72,400,000	5.8 "
ヴェネズエラ	64,400,000	5.1 "
メキシコ	64,120,000	5.1 "
イ ラ ン	39,200,000	3.1 "
ルーマニア	26,300,000	2.1 "
蘭領東印度	21,400,000	1.7 "
可倫比亞	15,000,000	1.2 "
日 本	1,700,000	0.2 "
其 他	46,627,000	3.7 "

本邦に於ける石油の産地は新潟、秋田、北海道等であつて、其總生産は僅

かに其需要の $\frac{1}{10}$ を満たし得るの状況にあり、残餘の大半は米國及蘭印諸島の輸入に仰がざるべからざる状況にある。

2. 石油の熱分溜

天然の石油は之を原油のまま使用すると云ふことは殆んどない。其用途の目的に従つて分けて使ふ。元來石油原油は各種の沸點の異なつたもの、混合なのであつて此間に劃然たる分界點はない。即ち沸點の低いものから高いものまで色々の種類のもの、雜然と混つて居るものなのであつて、決して單一なる化合物ではない。分溜油の分別方法には連続式と間歇式とがあるが、本邦に於て行はるものは約500石入の圓筒横置罐に原油を入れて外部より徐々に之を加熱し、溜出する油は最初に沸點の最も低き揮發油

第36表 石油含油分表

原 油 名	比 重	揮發油 %	燈 油 %	重 油 %
越後東山原油	0.873	5	45	50
同 新津原油	0.942	0	35	65
秋田黒川原油	0.942	0	25	75
ペンシルバニア原油	0.79~0.82	10~20	55~70	10~20
カリシヤ原油	0.82~0.90	0.5~20	35~50	30~45
ベーク原油	0.83~0.90	2~10	25~35	50~65

第37表 溜出温度と溜出容量100分率

油 種	温 度						
	50°C	100°	150°	200°	250°	300°	350°
黒川原油	—	—	—	—	4%	24%	45%
メキシコ原油	—	—	—	—	8	29	48
新津原油	—	—	—	—	8	32	50
タラカン原油	—	—	—	—	12	37	90
バリックババン原油	—	—	3	16	34	57	100
カリフォルニア原油	—	3	10	32	58	72	90
西山原油	—	3	13	39	56	70	87
臺灣苗栗原油	—	14	33	51	80	94	100

が出で、次に燈油、次に軽油が溜出し最後に釜中に重油が残留する。溜出した以上の油は之を強硫酸で洗滌し、次に苛性曹達液で洗ひ最後に充分水洗ひして各種油の製品を造るのである。今各國主要なる原油の各製品の割合を示せば第36表の通りである。

又此分溜温度と溜出量との關係を其蒸溜試験の結果の圖表より、之を數字に直して示すときは第37表の如くである。

更に又減壓法に依る他の蒸溜試験の結果を示せば次の通りである。

第38表 減壓分溜試験成績

油 種	温 度	170°C以下			170°~220°			220°~270°			残
越後西山原油	%	8.5			9.6						
同 東山原油	"	8.7			11.1						
同 新津原油	"	15.2			16.7						
北海道旭川原油	"	9.7			12.3						
秋田黒川原油	"	10.7			10.1						
北樺太オハ原油	"	10.6									

3. ガソリン

ガソリンなる名稱は初め亞米利加で用ひられた名で主として發動機用のものに稱へられ、ベンチンなる名は各國共に更に一層廣き意味に使用せられる。揮發油、石油揮發油、石油エーテル、石油ナフサ、石油ベンチン等何れも同様であつて其製法は直溜法によるもの、分解蒸溜によるもの、減壓蒸溜によるもの等ありて其一般組成及性状は次の通りである。

組 成	オレフィン系炭化水素	0.5~2.0%
	ナフテン系炭化水素	40~50 "
	パラフィン系炭化水素	45~55 "
	芳香族炭化水素	5~10 "
	炭 素	83~85 "
	水 素	14~15 "
	硫 黄	0.02~0.05 "

性 状	比 重	0.73~0.78
	發 熱 量	11,100~11,500 カロリー
	自 然 發 火 溫 度	290~320°C
	オ ク タ ン 價	60~75

用途は發動機用として飛行機、自動車、一般輕發動機に、又工業用として空氣瓦斯製造原料、抽出用、防水布、鑛山燈、塗料、洗滌用等に用ひられる。此内特に輕ベンチンとは比重0.64~0.66 沸點40°~130°C 位の極めて輕質のものであつて、瓦斯燃料の代用として用ひられる空氣瓦斯の製造等に用ひられ、又化學工業に於ける油脂其他の抽出用としては其抽出物に對應して、特に100°C 内外の所要の狹範圍に其沸點を限定したる揮發油を造り之を繰返し使用することがある。今ガソリン機關用としてガソリンの具備すべき性状を列記すれば

- (1) 發熱量大にして氣化潜熱の小なること。
- (2) オクタン價高くしてアンチノック性大なること。
- (3) 氣化容易にして空氣と混合し易きこと。
- (4) 燃燒生成物が金屬に對し腐蝕性ならず且ゴム質の沈積物を残さざること。

第39表 揮發油規格表

項 目	用 途	飛 行 機 用 揮 發 油	自 動 車 用 揮 發 油
色 相 及 臭 氣		無色透明にして固有臭を有し沈澱物混在せざるを要す	
水 分		痕 跡 以 下	
硫 黃 分		同	
反 應		中 性	
分 溜 試 驗		60°迄3%, 120°迄85%溜出	150°迄90%以上溜出
乾 點		150°以下	180°以下
比 重		0.65~0.72 (15°)	0.735 (15°)
ボ ー ヌ 比 重		73.7~60.5度	60度以上

等であつて、標準規格による飛行機用及自動車用揮發油の一例を示せば第39表の通りである。

4. 燈油, 輕油

燈油は沸點170°~275°C の溜分を集めて精製したるもので普通品の引火點は30°C 以上である。往時は専ら燈火用としてのみ用ひられたるも、現在に於ては此外に家庭用厨爐、暖房用、水性瓦斯増熱用、機械部分又は一般洗滌用、殺蟲用として使用せられる。

5. 重油, ディーゼル油

重油に二種あり。一つは原油を蒸溜して其中より揮發油、燈油だけで分

第40表 燃料平均成分表

		平 均 成 分	規 格 重 油
比 重	引 火 點	0.93~0.95	0.96以下(15°)
		83~93.5°C	80°C 以上
粘 度	分 分	75~127秒	{2,000秒以下 (レッドウッド50cc)
		0.07~0.10%	0.5% 以下
硫 黃 反 應	發 熱 量	—	3.0% 以下
		10,500~10,730 カロリー	酸性反應なし
塵 埃			バーナーに支障なきこと

溜したる残りを其儘重油として燃料に使用する場合と、更に其蒸溜を進行させて其残留物よりピッチを除去したるもの、即ちピッチぬき重油との別がある。一般に使用せらるゝ燃料油は前者が大部分を占める。ディーゼル機關用のものには後者であることが必要である。尙燃料油の平均成分及其規格を示せば第40表の通りである。

ディーゼル機關用重油に就いては以上の外必要條件として、自然發火溫度300°C 以下なることを必要とし其一般要求範圍は下の如くである。

引 火 點 60~65°C 以上

粘 度	30°C	120~300秒
同	50°C	40~100秒
凝 固 點	0°C以下	
殘 留 炭 素	3~4%	
灰 分	0.05~0.10%	
水 分	1.0%以下(容量)	
硫 黃 分	1.5~2.0%	

尙此處に示す粘度の部のレッドウッドとは、液體の粘度即ちねばりの程度を測定する粘度計の一種であつて、約 500cc 位の黄銅製の容器から其底部に穿孔したる小孔より其供試液の流下又は滴下する時間を秒數で測定して、其粘度を示す装置機械である。即ち粘度高き液體は滴下秒數多く、粘度薄き液體は急速に流下して秒數少き結果となる。

第 4 節 人造石油

1. 人造石油總説

人造石油なる名稱は天然石油に對して付けられたもので唯文字の意義よりのみ之を見るときは、天然石油の分溜によつて得られたもの以外に些かでも人工の加へられたものは人造石油と云ふことが出来る。即ち從來の燃料に對して其品質を向上せしむるために増炭増價せんとして別種の化學生成品、藥劑等を添加することも亦一種の人工工作であつて、依つて出來たものは之又或意味での人造石油であるとも云ひ得るのである。然しながら更に一層適確なる意味からは其生成品は人工の加工前に於ては誰が見ても石油と稱することを得ない全然他の材料であつて、之を原料として其組合せと加工とに依つて其處に新たに燃料としての石油同等品又は類似品を造り造られたのが人造石油である。即ち其材料として用ひられる石炭とか水素とかは決して石油ではない。斯の如きものから石油を造り出す事之が人造石油であつて、從來の燃料油に若干の加工をなした物は其出來たもの

は確かに石油には違ひないが、其元の燃料も亦石油の一種である様な場合には此人造石油なる名稱は適當でない。先に政府に於て發令せられたる人造石油製造事業保護法案に於ては低溫乾溜、水素添加、合成法の三者のみを含んで、頁岩油よりする人造石油は入れられてゐないが、本編の分類に於ては一種の低溫乾溜法に依るものと見て人造石油の部類に入れた。

元來人造石油なるもの、其起源は天然石油の代用品となることを目的として生れたものである。之が本來天然の石油資源の潤澤ならざる國々に依つて着眼せられ、又研究工業化せられつゝあることも亦自然の成行きである。従つて諸外國に於ては獨逸が最も長足の進歩を見、世紀の始めに於ては世界化學界の三大謎の一つに稱へられたる人造石油も、既に今時の第二回の世界大戰直前に於て其獨逸國內の平時使用量の20~30%は天然石油に代つて實用に供せられて居ると云ふが如き盛況に到達したのである。然して又一方近時航空機の發達は殆んど其停止する處を知らざるが如き進展を示し、其結果として之に用ひられる燃料の品質向上も亦重要な構成科目として研究せられるに至り、天然石油よりする燃料ガソリンの組成の分解的研究に移り、其内重要な成分を強加する方面に研究實驗を進ましめて其結果は此重要な組成分は必ずしも之を天然物のみならず可からざるものなることを發見し、此處に重點を求めて合成加工により更に一層優良なる石油を製造し得ることを確め得たるものである。此處に於て人造石油なるものは往時の天然石油の代用品としての地歩に止まつた時代と事變り、一個獨特なる品質上の境地を築き上げたことになるので生産工業の上よりも極めて重要な事業となつたのである。

2. 頁岩油

頁岩油は油母頁岩(Oil shale)と稱する粘土頁岩の一種を乾溜して製せられる油であつて、英國スコットランド、北米合衆國、加奈陀、スエーデン等に於て産出するも、其經濟的に稼行して居るものはスコットランドで

ある。南滿洲の撫順炭坑に於ては、其石炭の上層を約400尺の厚層をなし、頁岩存在し其埋藏量は莫大なるものがあるが、其含油量甚だしく低位にして到底之を經濟的に稼行せんとすることは困難であつた。然しながら本邦に於ける液體燃料の資源としては他に適當なるものを見出し得なかつたので、研究の歩を進めて遂に終戦前に於けるが如き工業的大施設を見るに至り各年額相當數量の製造を成し得るの域に達したのである。殊に製造装置に於てはスコットランド其他に於て用ひられてゐるレトルト外火式を用ひず、撫順式なる内火式の装置を完成し製造原料としては頁岩以外に別に之を加熱する何等の燃料を必要とせず、其底部頁岩の燃焼熱を利用して其乾溜を續行することを工業化したものである。頁岩油は其

性狀は比重0.86~0.96位の暗黒色の油であつて其成分は主としてパラフィン系炭水化素に屬し、之に若干の他系の炭化水素を含み、殊に撫順頁岩油に於ては多量の固形パラフィン含有する。之は5°C内

外に冷却濾過することに依りて容易に之を分別することが出来る。頁岩油の一般性狀は第41表の如くである。

3. 低温乾溜油

石炭を550°~600°Cで乾溜したときに得らるゝ油で、其組成は原料炭の種類、乾溜様式、乾溜温度等によりて著しき變化を來し一般的に之を示すことは困難であるが、其特性はパラフィン含有量が多く比重は0.96~0.99位で石油代用品として使用することが出来る。其精製は普通の天然石油を處理すると同様に取扱ひ、其不飽和化合物の多いものには水素添加と分解蒸

第41表 頁岩油性狀表

比 重	0.913
粘土(レッドウッド)	77秒(30°C)
凝 固 點	4°C
發 熱 量	10,300 カロリー
自 然 發 火 度	280°C
灰 分・水 分	0.2%
コ ー ク ス	3.8%
蒸 溜 範 圍	200°C迄 1% 300°C迄 25~30% 350°C迄 50~55%

溜とを行ふことに依りて優良なるガソリンを採收することが出来る。低温乾溜法による人造石油の製造は他の二法即ち水素添加法、合成法に比較して其装置に特別なる高壓、高温を必要とする所なく其製造操作又極めて簡易安定なるを以て割合に實施し易き方法で、其原料炭に於ては特に嚴密なる選定を必要とせず、本邦の如き炭齡の若き石炭を以て好適とするもので又其製造の際生ずる副産物のコーライトは先に固體燃料の部に於て述べたる如き燃料として充分な用途を持つものであるから、我が國の燃料政策としても重要視せらるゝ一つで液體燃料の有用資源として認められて居るのである。今低温乾溜油の一般性狀を示せば次の通りである。

第42表 低温乾溜油性狀表

項 目	原炭種	沖の山炭より	撫順炭より
比 重		0.99	0.98
アルカリ可溶分 %		34.2	33.6
蒸 溜 範 圍	170°以下	8.7	9.0
	170°~350°C	69.8	78.6
	350°C 以上	21.4	12.3
發 熱 量		9,068	9,555 カロリー

4. 水素添加法

水素添加法は石炭を微粉となしたものの或はタール類を高壓、高温の下に於て水素と共に處理したもので、之に依りてガソリンの如き低沸點の炭化水素を生成せしむる方法である。此操作中の反應進行の狀況は明瞭でないけれども要するに之に用ふる接觸劑の作用により熱による分解、酸素の離脱、水素の添加が行はれるものと考へられる。此方法は初め獨逸のベルギウスに依つて研究し工業化された爲に一名ベルギウス法とも稱せられる。

工業的の装置は海外に於ける例として内徑 1.2 米長さ 12 米の反應筒 3 本を用ひて 1 ヶ年に人造ガソリン約 10,000 甕を製造し得る。初め石炭を微粉

とし之に觸媒及重油を加へ泥状となしペースト唧筒に依りて壓送し、途中水素と混合して熱交換器を通つて豫熱せられ反應筒に送入せられる。此處で主目的の水素が添加せられ油相を變へ次の高壓分離機を通つて再び熱交換器を通り、後冷却器を経て低温分離装置に依つて分離せられる。此處に輕油質と重油質とに分たれ、輕油質は再精してガソリンを採り重油質は再び石炭泥中に混合せられ再用するものである。此方法は完備したる装置に於て各種好條件の下に行はれるときは、石炭1噸より生成油 700~800 匁を得られ又之を精製してオクタン價70位のガソリン 600~650 匁を得らるゝと云ふ。

本法は海外に於ては獨逸及英國に行はれ又隣邦に於ては朝鮮の阿吾地、南滿洲の撫順等に於て工業的に製造せられて居る。本法は原料石炭に對する得量効率よく生成品の品質も亦優良なるも、其装置に特別なる材料及加工を必要とし、其操作又高壓の下に行はねばならないので、此點が廣く實施するには中々の難點であつて低温乾溜法等の様に急速に多數の工場を建設することは出来ないのである。

5. 合成法

合成法は水素と一酸化炭素との混合瓦斯を適當なる觸媒の仲介によりて炭化水素を生成せしむる方法である。此原料瓦斯の製造には水性瓦斯製造装置の工程を採用する。元來水性瓦斯は比較的良質なるコークス又は無煙炭を用ひ、高温の下に操作せられたるものは其生成瓦斯は約半容量の水素と殘餘の大部分は一酸化炭素と各少量の炭酸瓦斯と窒素、酸素、硫黃其他の混合瓦斯である。之を酸化鐵屑を主體とする脱硫装置を通して其内の硫黃物を除去し苛性曹達液を以て洗滌して、炭酸瓦斯を除去して之を水素と一酸化炭素とのみよりなる混合瓦斯とし、之にコバルト若しくは鐵を觸媒として温度 200°~250°C に於て常壓に於て反應せしめ之を油化せしむるものである。合成法中で最も有名なるものはフィッシャー法であつて、本邦

に於ては三池炭礦に於て最初の工場を設置し既に操作の運びに至り、續いて製品を造つてゐる。著者は此装置の建設に末期に於て部分的試運轉の際に之を實見することが出来たが、觸媒にはコバルトを用ひ原料瓦斯の割合は一酸化炭素1、水素2の比例に於て行はれ反應温度は 190°~200°C 附近に行はれた。生成粗油の收得量は純良なる1立方米に付 120~150 匁を普通とし

輕質油	初溜	35°C
	乾點	171°C
	100°C迄	63%
重質油	170°C迄	96%
	初溜	57°C
	200°C迄	35%
	300°C迄	75%
	360°C迄	90%

の溜分を有する。本法は其發達の歴史淺く其工業化せられてゐるものはフィッシャー法だけであつて獨逸に於ては既に數工場に於て實施せられ居り、本邦に於ては前記三池に於ける三井鑛山株式會社工場の外に、北海道人造石油株式會社等に於て實施中である。

合成法は其特長とする處は其操作反應に當り特別なる高壓、高温を必要としない事であつて、其結果は機械及装置の製作に格別なる困難を感じない點にあるが、只原料石炭に對する收得率が著しく低い。通常生成油1匁を造り出すのに原料炭8匁を必要とし、更に之を運轉する動力、加熱等に要する炭量を算入するときは1匁の製品に對し優に10匁の原料炭を必要とし、燃料製造に純經濟的見地のみよりしては相當考慮を拂はるべき方法である。

第5節 代用燃料油及添加剤

1. 液化瓦斯

天然瓦斯に二種あつて沼澤等より噴出する沼氣は其主成分はメタン (CH_4)であつて、熱量は充分に有つて居るけれども之を揮發油の原料とすることは困難である。他の一種は石油坑の附近に於て噴出するもので此瓦斯中に多量の低級炭化水素を含有して居つて之等のものから壓搾、冷縮又は吸着等に依つて揮發油を製造することが出来る。越後長嶺地方のもの、成分を示せば次の通りである。

CH_4 22~44%

C_2H_6 50~60 "

C_3H_8 10~20 "

高級不飽和化合物 0.7~1 "

之等の瓦斯より揮發油を製造するには先づ其内の塵埃及水分を除去し、初め2~4氣壓の低壓にて壓搾し溜出物を冷却して、更に壓力を上げて10~30氣壓に壓搾して液化せしめ冷却收集するものであつて、其使用壓力は利用する瓦斯の組成によつて適當に變化せらるべきものである。自動車用として充分なるガソリンが得らるゝが總括的に其量が期待出来ない爲之を主要燃料とすることは出来ない。

2. ベンゾール

ベンゾールはコークス工業、瓦斯工業の副産物であつて其製法には吸收法、吸着法、深冷法等の三種あるも、現今最も廣く用ひられ我が國に於て採用せられて居るものは吸收法である。溶劑として通常天然石油より取る輕油及クレゾール油を使用し、之を高さ吸收塔の上方より雨下せしめ塔内には無數の多表面の小障害物を装置して置いて瓦斯との接觸を充分ならしめ下方よりコークス爐より導かるゝベンゾール蒸氣を入れて上昇せしめ、

之を反覆繰返して溶劑中に吸収せしめる。然して一定の濃度となつたときに之を取出し蒸溜してベンゾールを收得し溶劑は再び之を使用するのである。

此際得られたる粗油は普通

比重 0.87~0.91 (15°C)

100°迄に 50%

170°迄に 58 "

を溜出し其組成は

ベンゾール 40~50%

トルオール 15~20 "

不飽和炭化水素 7~10 "

パラフィン類 2~5 "

二硫化炭素 0.2~0.4 "

で粗油は之を分溜して硫酸及苛性曹達にて洗滌し、更に精溜して製品とする。

ベンゾールの用途はガソリンと混合して航空發動機に使用せられ、又自動車用としてもガソリン、アルコール等と混合して同様に用ひられる。發熱量は9,700~9,900カロリーで此點に於てはガソリンに稍劣るも爆發範圍狭くしてアンチノック性大なるため、結局に於てガソリンに優り飛行機用混合劑として必要缺くべからざる燃料である。

3. アルコール、メタノール、ブタノール

(1) アルコール アルコールは通常其原料として馬鈴薯、澱粉採收後の馬鈴薯粕、砂糖製造時に於ける糖蜜、甘藷、高粱等より醱酵法に依りて製造せられる。外に石炭瓦斯、アセチレン等より合成に依つて得られる方法もあるが現在は未だ實用化されるに至らない。製造の順序は先づ原料を充分に蒸煮したる後之を糖化器中に移して麥芽又は稀酸により糖液に變

じ、更に之を醱酵槽に入れて酵母を加へて醱酵せしめて醪とする。蒸溜器は精溜装置を具備し、95~98%の純分のものを収得することが出来る。アルコールの一般性状は下の如くである。

第43表 アルコール一般性状表

	無水 アルコール	98%	95%	90%	燃料用 アルコール
比重	0.8063	0.7997	0.8085	0.8196	0.79~0.82
沸點 °C	78.40°	78.40°	78.18°	78.32°	78°~80°
引火點 °C	13°	—	—	—	10°~16°
發熱量カロリー	7,095	—	6,564	—	6,500~6,900

又アルコールとガソリンとの性状を比較すると

第44表 アルコール、ガソリン性状比較表

性状	燃料の種類	ガソリン	アルコール
燃焼所要空氣量(燃料1庇當り)		14.3 庇	9.1 庇
發熱量		11,000 カロリー	6,700 カロリー
汽管内混合氣發熱量比		888	860
壓縮比		5	7.5
氣化潜熱		110 カロリー	250 カロリー

以上はアルコールを燃料とするときは發熱量の點に於ては大にガソリンに劣るも、氣管内の發熱比は大差なく又壓縮比の點に於ては大にガソリンに優り、抗ノック性高き利點を有する。併し乍ら其致命的の缺點は氣化潜熱の大なることであつて、爆發毎にそれだけ氣管内の熱量を奪ふことになるのであるから全體としての熱効率を低下せしめ、之を單獨にて發動機燃料として用ふることは出来ないのである。依つて其優良性のみを互に發揮せしめる爲にガソリン、ベンゾール等を混合して使用するのである。

(2) **メタノール** メタノールはメチルアルコールの別名であつて燃料用として多量に製造せらるゝ場合の工業名である。

普通のアルコール製造原料の代りに木屑、鋸屑等を使用し、又木材乾溜

の場合の副産物として製造せられたるも、近來は一酸化炭素と水素との混合瓦斯を接觸法によりて合成製出せらるゝに至つた。其用途はアルコールと同様燃料として使用せらるゝも總ての性状に於てアルコールに劣り一般に用ひられず、主として一般化學工業に於ける各種の溶劑染料製造用フォルマリン製造用等に用ひられる。

(3) **ブタノール**(C_4H_9OH) ブタノールも亦廢糖蜜、碎米、高粱等より醱酵法によつて造られブタノール、アセトン、酒精等の混合物より蒸溜に依りて収得するものである。沸點 117.1°~118°C、凝固點 -90°C、比重 0.81、引火點 35°C、蒸發潜熱 141.3kcal/kg で用途は航空燃料用のイソオクタンの原料とし又一般には工業用の溶劑として使用せられる。

第3章 瓦斯燃料

第1節 總 說

1. 瓦斯燃料の利點

瓦斯燃料は現在の工業に於て廣く使用せられてゐる燃料であつて、他種の燃料に比較して幾多の利點を持つ。

第一 近距離輸送が容易であつて貯藏の必要なきこと。

一度之に要する設備と配管とを施すときは以後の輸送は何等の手数を要しない事である。又其製造所或は配給基地等に地區的に瓦斯貯槽を設置して置けば、使用所各個には別に貯溜設備は必要ではない。

第二 點火、消火、調節等の取扱簡單なること。

作業上任意の時機に於て何時にてもマッチ1本にて點火することが出來て、又不用の場合には唯コックを捻れば直様其場で消火することが出来る。又加熱中其送量の多少を自由に變更することが出來て之に依つて火力の調節も自在である。

第三 完全燃焼せしめて燃焼熱効率の高きこと。

之に適量の空気を送るだけで之を完全に燃焼せしむることが出來、又之に必要な空気又は酸素の量を理論的の計算量に近く供給することが出来るから、燃焼上の熱利用効率が高く熱損失が非常に少い。

第四 煤煙や灰を出さざること。

殆んど煤煙を出さないこと、絶対に灰を残さないことである。此事は工場の内外を汚損せざること、連続的に副生する殘灰の處置に苦しめられざる等、作業上又は經濟上の無駄が完全に省かれる。

第五 焰種利用の任意なること及び特別高熱を出し得ること。

燃焼の際に酸化焰及還元焰を自由に發生せしむることが出來て、之に依

りて夫れ夫れの作業を行ふことの出来る利點がある。酸化焰とは通常火焰の尖端の方で此部では空気中の酸素に依りて完全に酸化が行はれ、燃料中の炭素は炭酸瓦斯(CO_2)となり水素は水(OH_2)となる所である。還元焰とは火口と酸化焰の中間の所で未だ十分に燃焼しない還元性の瓦斯の通る部分であつて、之に觸れるときは物質は熱と還元瓦斯との爲に逆に酸化物が還元せられる現象が起るのであつて、工業上特に此點を利用することが屢々發生するのである。又最後に此瓦斯燃料に於ては之を用ふる燃料瓦斯又は空気は、豫め一定の温度に豫熱し置く事が出来る。之に依つて他の燃料の及ばない様な高温を出さしむることが出来るので、冶金、合金、窯業等の工業に於て實施せられて居る利點である。

2. 構成原瓦斯の性状

瓦斯燃料の性状は其種類及發生の方法等によつて多種多様であるが、其組成は要するに必須元素としては炭素及水素である。往々窒素、酸素等の少量の混在し居る場合もあるが、之等は寧ろ避く可くして逃れ難い場合の混入物であつて初めより望んで入れる可き瓦斯ではないのである。即ち酸素は炭素又は水素の燃焼の際に於ける助燃體たる役目を持つて居るもので、後の空気の供給に依りて適所に適量に收得することの出来るもので又窒素に至つては燃焼には何等無關係なる瓦斯體である。唯現今廣く用ひられ居る瓦斯發生爐に於て或種の燃料瓦斯では完全に之を避けることは困難であるため止むを得ず殘存し居る夾雜物なのである。今一般の瓦斯燃料を構成するところの主要瓦斯の性状を示せば第45表の通りである。

表中の發熱量とは固體又は液體燃料の場合に於ては其燃料の重量1匁のものが適量なる酸素を取つて完全に燃焼した場合に發生する熱量であるが瓦斯體のときには單位は1立方メートルを取り、温度 0°C 、壓力1氣壓に於ける1立方メートルが發生する熱量である。又其内に總量と質量とあるのは總量とは以上の條件のもとに發生した熱量の全部であつて、質量とは此燃料の種類

第45表 瓦斯燃料性状表

成分	化學式	比重 (空氣=1)	發熱量	
			總量	眞量
水素	H ₂	0.066	3,020	2,570
メタン	CH ₄	0.554	9,470	8,540
エタン	C ₂ H ₆	1.049	16,800	15,300
エチレン	C ₂ H ₄	0.967	14,903	13,939
アセチレン	C ₂ H ₂	0.906	13,800	13,400
ベンゼン	C ₆ H ₆	2.692	34,800	33,500
一酸化炭素	CO	0.964	3,030	3,030
炭酸瓦斯	CO ₂	1.528	—	—
酸素	O ₂	1.105	—	—
窒素	N ₂	0.967	—	—

に依つて燃焼の際に當然發生す可き水分を氣體に化する爲に奪はれる氣化潜熱を差引いた残りの熱量である。

3. 瓦斯燃料の種類

現在工業上に使用せられ居る瓦斯燃料を分類するときは下の如くなる

1. 天然瓦斯燃料

2. 人造瓦斯燃料

石炭瓦斯, コークス爐瓦斯

低温乾溜瓦斯

アセチレン瓦斯

水性瓦斯, 混成瓦斯, 増熱水性瓦斯

發生爐瓦斯, ドーソン瓦斯, モンド瓦斯

サクション瓦斯

高爐瓦斯

第2節 天然瓦斯

天然瓦斯は石炭及石油の産地附近より發生するもので、其永續性に就いては未だ充分に明かになつてをらないが石油の産地々方よりするものの方が長い様である。其主成分はメタン(CH₄)であつて之に各種少量の炭化水素を含む。本邦に於ける天然瓦斯の發生量は少いが越後地方に於て發生するものは既に工業用及家庭用の燃料として地方的に役立つて居る。又千葉縣大多喜に發生する天然瓦斯は、之を壓縮してポンペに入れ帝都に於て自動車代用燃料として相當の効果を擧げて居る。天然瓦斯中に高級炭化水素を含有するものは、壓搾法に依つて之よりガソリンを收得することが出来る。此收得後の廢天然瓦斯は之又家庭用其他の燃料として使用することが出来るので、次表の廢瓦斯とは之を指すのである。今本邦産の天然瓦斯の組成を示すときは次の如くである。

第46表 天然瓦斯性状表

組成 産地	炭酸瓦斯	酸素	一酸化炭素	メタン	エタン	窒素	比重	發熱量 kcal/m ³
	CO ₂	O ₂	CO	CH ₄	C ₂ H ₆	N ₂		
千葉縣藏原	1.2	0.2	0.1	91.8	—	6.7	0.571	8,444
新潟縣新津	7.6	0.5	0.2	86.9	—	5.0	0.645	8,216
同長嶺(原瓦斯)	0.2	0.6	0.4	44.0	54.2	—	0.807	13,293
同同(廢瓦斯)	0.4	3.2	—	68.7	17.3	—	0.755	9,595
同西山(原瓦斯)	0.5	0.5	0.4	22.8	71.3	—	0.963	13,090
同同(廢瓦斯)	0.2	6.5	0.3	23.9	41.9	—	0.833	9,595

第3節 石炭瓦斯, コークス爐瓦斯

1. 石炭瓦斯の性状

瓦斯を製造することを主目的として造るところの瓦斯で、空氣を遮斷して石炭を1,100°C内外の高温で乾溜して得られた瓦斯である。前世紀の終

り頃迄は専ら燈火用として用ひられてゐるが、其後瓦斯機關の發達につれて動力用として用ひられ又近來は金屬熔融爐用、燒鈍爐用等の加熱用として缺く可からざるものとなつた。

石炭瓦斯の收得量、副産物及性質は其原炭の種類製造方法等に依りて種々異なるも大要次の如き範圍である。即ち石炭1噸に付

石炭瓦斯	300~400 m ³
コークス	600~630 噸
タール	40~60 "
アンモニア液	60~80 "

であつて、又其組成は略々次の如くである。

水素	50~55%
酸化炭素	7~10 "
酸素	0.2~1 "
窒素	5~8 "
不飽和炭化水素	2~5 "
メタン類	25~33 "
比重	0.4~0.5 "
發熱量	4,500~5,200 kcal/m ³

2. 石炭瓦斯の製造

石炭瓦斯の製造装置は其種類甚だ多きも之を大別すると

水平式レトルト

傾斜式レトルト

直立式レトルト

室窯式レトルト

等である。水平式レトルトに於てはレトルト断面に於て幅約 600mm, 高さ約 400mm, 長さ約 3~6m の耐火粘土製の水平レトルト10數本を爐中に装置し之に原料炭を装入して外部より加熱して乾溜する。傾斜式レトルトは裝炭及排炭の手數を省くためにレトルトを30~36度傾斜して装置したもので、一時は大に此式が利用せられたが近時直立式の採用せらるゝに及

び水平式と同様に漸次減退するに至つたものである。直立式レトルトとはレトルトを直立に装置し上方より裝炭して骸炭は下部の口金を開きて排出せしむるものであつて、操作上以上の兩種の装置に比較して有利なる點多く近時最も採用せられたる製造方法である。室窯式レトルトと云ふのはコークス製造を目的とする製造爐と全く同構造であつて、連續並列の瓦斯發生爐があつて之に依りて瓦斯發生を目的として操作し燃料としては瓦斯レトルトの如く副産の骸炭より發生爐瓦斯を發生せしめて使用するものである。

製造の工程は此瓦斯發生装置の炭火器中に石炭を装入し、外部より加熱し乾溜を行ひ、發生せられたる揮發分は昇管を通つてハイドロリック、メインなる水封したる器に集まり、瓦斯冷却装置に入り冷却せられて、タール及瓦斯液は凝縮せられてタール溜に溢流し瓦斯排送機に依りて吸引せられ、タール排除機によりて充分にタールを分離する。瓦斯中よりナフタリンを収集するには瓦斯をコールター重油にて洗滌して之に溶解せしめて除去するもので、又青酸を除去するには第1硫酸鐵溶液にて洗滌する。次に瓦斯は之を瓦斯洗滌摩洗機に送り此所にアンモニアの如き水に可溶性にして且有用なる副産物を回収し瓦斯清淨器に送られる。瓦斯洗滌器は此内に含む硫化水素其他の硫黄不純物を除去せんとする機能を持つてゐるもので鐵製箱中に數段に配置せられたる水酸化鐵屑の間を通して之に吸収せしめて、始めて純良なる石炭瓦斯となり、瓦斯計器を通つて大瓦斯貯留槽に送られる。更に之を需要家に輸送するには瓦斯整壓機なる一種の瓦斯唧筒によつて、其壓力を一定ならしめて所要の場所に壓送して其使用に供する。

3. コークス爐瓦斯

コークス製造の際に發生する瓦斯で其製法は石炭瓦斯の場合と殆んど同様である。従つて其成分も通常の都市瓦斯と大差なく發熱量も亦大差がない。唯原料石炭の種類、性質等がコークス製造を中心として選定せられる

ために少々異なつて来る。又コークス爐は往々龜裂を生じ居るために其所から空氣が侵入し、少々多量の炭酸瓦斯及窒素を含むことがあつてそれだけ瓦斯の品質を低下せしめ居るのである。此使用は其儘そのコークス爐の燃料に使用し或は同工場に於ける汽罐燃料として使用し來つたが近時は此外に動力、加熱等にも使用せられる様になつた。

第4節 低温乾溜瓦斯

石炭の低温乾溜の際に産出する瓦斯である。乾溜温度は600°C内外で比較的低温であるために熱分解を起すことが少く、従つて水素の量は低位にあるも炭化水素に富んで居るために發熱量は相當に多い。本邦の石炭を使用し石炭1噸より100~150m³の低温乾溜瓦斯を得らるゝと云ふ。今其成分の1例を挙げれば次の通りである。

炭酸瓦斯	8.9%	重炭化水素	4.0%
酸素	1.3 "	一酸化炭素	7.4 "
水素	31.8 "	メタン類	43.5 "
窒素	3.1 "	發熱量	6,993 kcal/m ³

第5節 アセチレン瓦斯 (C₂H₂)

アセチレン瓦斯は炭化石灰に水を注加して發生する單一瓦斯(C₂H₂)である。炭化石灰の製造はコークスと石灰とを電氣爐にて熱して造られたる帶灰黑色の結晶塊であつて、比重は2.2、化學式はCaC₂である。商品炭化石灰の不純物は炭化珪素、フェロシリコン、硫化石灰、硫化アルミニウム、磷化石灰、窒化マグネシウム等であつて従つて發生瓦斯中には少量の硫化水素、磷化水素、アンモニア等を含む。其特性は第47表の通りである。

第47表の如くアセチレンは燃焼に依りて著しき高熱を發生するものであるから、酸素を助燃體として酸素アセチレン火焰として金屬の熔接、熔斷、

第47表 アセチレン瓦斯性状表

要 項	純 度	純粹炭化石灰	純度 80 % 品
分解發生熱 C ₂ H ₂ に付		530 kcal	431 kcal
瓦斯發生量 " "		349 lt	270~300 lt
アセチレン瓦斯の比重		0.910	
火焰の温度		3,000°C	
酸素アセチレン火焰		3,500°C	
アセチレン瓦斯の發熱量		13,350 kcal/m ³	

等に使用せられ、其用途極めて廣く近年金屬工業に於ては造船、建築、兵器、機械等總ての方面に互つて必要欠く可からざる材料となつた。往時電氣工業の未だ今日の如く發達普及せざりし時代に於ては、燈火用として又一部加熱用として廣く使用せられしも其價格比較的低廉ならず、近年に於ては専ら工業用特に前記の熔接、熔斷用等に重用せられる様になつた。其他油脂の溶劑たる4鹽化エタン(C₂H₂Cl₄)、2鹽化エチレン(C₂H₂Cl₂)等の製造及各種合成化學生成物の原料として使用せられる。

第6節 水性瓦斯、混成瓦斯、増熱水性瓦斯

1. 水性瓦斯

水性瓦斯とは無煙炭又はコークスを豎形の發生爐に裝入して之に空氣と水蒸氣とを交互に送つて發生せしむる瓦斯であつて、石炭瓦斯の製造等に比較して遙かに小規模に且簡易に製造し得る處の燃料瓦斯である。加熱方法は内火式であつて初め空氣の下方より送つて底部の炭層を燃焼せしめて爐中を加熱し、次に空氣を止めて蒸氣を送入し炭素と熱との存在に於て之を熱分解して水素と一酸化炭素とに變へる。即ち理論的には水性瓦斯の組成は水素と之と同容積の一酸化炭素との混合瓦斯であるべきである。然して此空氣の場合と水蒸氣の場合との兩反應は空氣を送つた時には熱を發生し、水蒸氣を送つた場合には熱を吸収する。即ち爐を冷すのであつて此間

熱に就いては(+)と(-)との間を常に往復して居るのである。水性瓦斯を造ることのみの目的の爲には第2の蒸汽を送るだけでよいのであるが、若しも之だけを行つて居れば忽ち爐中の火は消えてしまふので之を救ふ爲に時々空氣を送つて火力を復活せしむることが必要である。従つて其操作は自然間歇的となるので、此空氣を送つた場合に燃焼に必要な酸素以外に相當量の窒素が之に伴つて入り込むことは免れ難い工程である。之が最後迄残つて居つて生成瓦斯の品質を低下せしむるのである。申すまでもなく此窒素は燃焼に際しては發熱體でもなければ助燃體でもなく全く無用の存在なのであるからである。此水性瓦斯の主成分たる水素と一酸化炭素の充分多量なる瓦斯を高級水性ガスと云ひ、原料炭が未熟であつたり、反應溫度が低かつたりすると一酸化炭素の一部が二酸化炭素即ち炭酸瓦斯(CO_2)となつて瓦斯中に混在することになり、此瓦斯は窒素と同様に全然燃焼力も還元力も無いものであるから、之が多くなると瓦斯の品質を悪くするのは當然である。今コークスを用ひたる場合の水性瓦斯の組成の一例を示せば次の通りである。

水素 H_2	44~52%
一酸化炭素 CO	36~42 "
炭酸瓦斯 CO_2	2~6 "
メタン CH_4	0.5~1.0 "
窒素 N_2	2~6 "
發熱量	2,600~2,800 kcal
比重	0.55~0.60

水性瓦斯は其儘直接之を燃料とする場合は少く、石炭瓦斯に混じて都市瓦斯用とし、又近來は更に一層重要な用途は人造石油製造用、硬化油、アンモニア、肥料等の合成化學工業に於ける水素製造用の中間材料として極めて有用なる瓦斯となつた。

2. 混成瓦斯

石炭を原料として水性瓦斯を造るときは石炭瓦斯と水性瓦斯との中間の如き混合瓦斯が得られる。即ち出來た瓦斯は水素の量が減じてメタンの如き炭化水素への量が増え従つて發熱量が多くなる。實際に本邦でも都市瓦斯を此様な方法で製造して居る所もある。其組成の一例を挙げれば下の如くである。

水素 H_2	35~45%
一酸化炭素 CO	25~35 "
炭酸瓦斯 CO_2	若干
メタン CH_4	8~15%
窒素 N_2	若干
發熱量	3,000~3,500 kcal/m

3. 増熱水性瓦斯

水性瓦斯は之を其儘燃料として使用する場合は其發熱量餘りに低く、普通の石炭瓦斯の約半量の熱力を出し得るに止まるものであるから、之を増熱して其品位を高めて使用するが多い。増熱法には常溫にて此瓦斯中に揮發油の蒸氣を添加する方法と、高溫に於て重油を分解して油瓦斯を造り之を混入する方法とがある。然して斯の如き増熱瓦斯は單獨にて使用する場合もあるが更に之を又石炭瓦斯に混入して使用する場合もある。今油瓦斯を以て増熱したる水性瓦斯の組成を示せば次の通りである。

水素 H_2	25~35%
一酸化炭素 CO	28~33 "
炭酸瓦斯 CO_2	2~4 "
メタン CH_4	10~20 "
高級炭化水素 C_mH_n	10~12 "
窒素 N_2	3~5 "
比重	0.60~0.67
發熱量	5,000~5,500 kcal/m ³

第7節 發生爐瓦斯, ドーソン瓦斯, モンド瓦斯, サクション瓦斯

1. 發生爐瓦斯

發生爐瓦斯は炭素と空氣とのみより造られる瓦斯で其生成瓦斯は一酸化炭素(CO)と窒素(N₂)とである。炭素材としてはコークス, コーライト, 無煙炭, 石炭, 木炭, 薪等で此内コークス, 石炭が最も普通に用ひられる。其製造爐には各種の様式があるが何れも豎形の内火式發生爐で内面に耐火煉瓦を内張りして上方より原料炭を装入して下部より殘灰を排出せしむる様になつて居る。其工程は下から空氣を送入して爐内下層の石炭を燃焼せしめ, 此處で瓦斯は炭酸瓦斯(CO₂)と窒素(N₂)とになり更にそれが上昇する途中に於て其上層の未燃焼炭素に觸れて之に依つて還元せられて一酸化炭素(CO)となり, 先に遊離した窒素と混つて發生爐瓦斯を構成し爐から誘出せらるゝのである。製造中に起る反應は第一工程の酸化に於て多量の熱を發生し, 第二工程の還元に於て若干其熱を吸収するも差引尙多量の發熱反應であるから, 水性瓦斯の場合と違つて連續作業を以て發生せしめることが出来て又通常之に依つて居る。完全に乾燥したる原料炭を用ひた場合は其反應及生成物は以上の通りであるが, 實際にはコークス, 石炭其他之に用ふるものは何れも多少の水分を含んで居る。又時として特に此爐中へ水滴又は水蒸氣を吹き込むことがある。此場合は爐内の反應は恰も水性瓦斯發生爐の如き作用が加味せられ, 其水分は熱分解に依り水素と一酸化炭素とに別れ, 又實際には若干の殘留炭酸瓦斯は免かれることは出来ないから, 結局出て來る瓦斯はCOとN₂と之に少量のH₂とCO₂との混合瓦斯となるのである。發生爐瓦斯の組成は其原料となる炭素の種類に依つて著しく異なるものであつて其一般は第48表の通りである。

發生爐瓦斯は工業瓦斯中で最も廣く用ひられるもので製鋼用, 硝子工業

第48表 發生爐瓦斯性狀表

組成	原料炭	無煙炭	石炭	コークス	木炭
CO	%	20~25	20~26	22~29	25~30
CH ₄	〃	3~7	3~5	1~3	—
H ₂	〃	7~12	10~13	8~18	10~13
CO ₂	〃	2~4	3~7	2~7	1~3
N ₂	〃	55~63	50~60	53~64	55~63
發熱量		1,100~1,300 kcal		1,000~1,200 kcal	

用, 其他各種の化學工業用又は加熱用として用ひられ, 其發生量は石炭 1 噸から 3,080m³ を産出することが出来る。

2. ドーソン瓦斯

之も前項の發生爐瓦斯の一部であるのだが其操作の仕方に一種の工夫を加へたもので, 之に依りて稍々優良なる瓦斯を製造する方法である。それは先の水性瓦斯の場合に於て起る反應は吸熱反應であつて, 爐内では熱が不足するのであるが, 之に反して發生爐瓦斯製造の場合は發熱反應であつて熱は多分に過剰となる。従つて今兩作用を同時に行はしめて水性瓦斯反應の熱の不足分だけを此發生爐反應を以て補ふことが出来る様にすれば之に依りて

- a. 作業を連續的に行ふことが出来る。
- b. 瓦斯の品位を向上せしめ得る。

等の利點がある。之を互に活用したものがドーソン瓦斯である。今石炭を原料としたる場合の普通の發生爐とドーソン瓦斯との性狀を比較すれば第49表の通りである。

實際に使用せられて居る發生爐には

ダッフ式瓦斯發生爐 (Daff Producer)

パワー瓦斯會社式發生爐 (Power Gas Corporation Producer)

ケルペリー式瓦斯發生爐 (Kerpey Producer)

第49表 ドーソン瓦斯性状表

組成	瓦斯種別	發生爐瓦斯	ドーソン瓦斯
一酸化炭素	CO	27.90%	24.84%
水素	H ₂	2.60%	18.1%
エチレン	C ₂ H ₄	0.10%	0.4%
メタン	CH ₄	—	3.5%
炭酸瓦斯	CO ₂	2.0%	3.9%
酸素	O ₂	0.1%	—
窒素	N ₂	67.6%	41.3%
發生量		943 kcal	1,762 kcal

モルガン式瓦斯發生爐 (Morgan Producer)

チャプマン式瓦斯發生爐 (Chapman Producer)

等の諸式がある。

3. モンド瓦斯

本式は1879年モンドに依り考案せられたるもので其装置をモンド瓦斯發生爐と云ふ。此瓦斯は一種のドーソン瓦斯に過ぎないもので、其異なる處は瓦斯製造中に多量の水蒸気を用ふるために石炭の乾溜生産物たるアンモニアを採收利用することにあるのであつて、瓦斯中の窒素の60%をアンモニアとして回収することが出来る。筑前の田川炭坑、三池炭坑等に於ても何れも此瓦斯發生装置を利用し其アンモニアより副産物として硫酸アンモニアを回収し居るのである。

4. サクシオン瓦斯

發生爐瓦斯を吸引瓦斯發生の方法で操作するものであつて發生爐に於て發生したる瓦斯を、それと連結する吸引瓦斯機關の吸引力を利用して發生爐に接続し置き機關のピストン往復運動の度毎に空氣或は空氣及水蒸気を吸引するものである。従つて此様式に於ては發生爐より機關吸入孔に至る1連は其内壓力は外部の大氣壓より幾分低壓にあるために爐壁の龜裂其他

の接続部等より無用の外氣を吸入し、生成瓦斯中に於ける炭酸瓦斯の含有分を幾分多くして瓦斯の品質は通常の發生爐瓦斯よりも低位にあるを普通とするものであつて、従つて發生瓦斯の發熱量は800 kcal/m³内外である。

5. 高爐瓦斯

一名熔鑛爐瓦斯とも云ひ製鐵の熔鑛爐から發生する瓦斯である。此熔鑛爐中に於ては鐵鑛石とコークスとを装入して空氣を送つて内火式加熱により此コークスの炭素分を以て鐵鑛酸化物の酸素と化合して還元作用を起し金屬鐵を造るものであるが此處で又同時に一酸化炭素、炭酸瓦斯等が出来るのであつて、其發生状態は發生爐瓦斯と酷似して居る。收得量は熔鑛爐からは鉄鐵1噸を造るに4,088~4,500 m³の高爐瓦斯が發生せられ又コークス1噸から3,000 m³の高爐瓦斯が得られる。

高爐瓦斯の組成の大要は次の如くである。

一酸化炭素 C	27~30%
水素 H ₂	1~2.5%
炭酸瓦斯 CO ₂	9~12%
窒素 N ₂	57~60%
發熱量	850~900 kcal

第4章 水 力

第1節 動力に於ける水力の立場

今日、人類が利用し居る動力の形式は

- (1) 動物の有するエネルギー
- (2) 燃料の有するエネルギー
- (3) 自然界の現象の有するエネルギー

の三者に分類し得らるゝので、第一の場合は馬車、牛車の如く最も原始の時代より良く行はれて居つた方法であるが、その容量の小なること及不安定なること等の理由から最早今日の工業動力としての問題の圏外にある。第二の場合は石炭、石油等の有する熱エネルギーの利用で、例へば石炭の燃焼によつて水より発生せしめたる高圧蒸汽の壓力、又は直接に燃料（ガソリン又は重油）の燃焼、爆發による強大なる壓力を利用して、これを機械的の仕事に轉換せしめる方法で、蒸汽壓の場合は古くより知られたる蒸汽機關車又は蒸汽船等がその例であり、爆發壓力の場合は現今の航空機用又は自動車用の各種の發動機を始めとして、所謂内燃機關（ガソリン機關、ディーゼル機關）なる名稱の下に最も重要視せられ居る例がこれである。

第三の自然界の現象の有するエネルギーとは例へば流るゝ水、吹く風、照る太陽の如きを指すもので、燃料の如き消耗性のない點に於て動力の利用が永久的であることを最大の特徴として居る。

前記第二の場合は何れも18世紀末から19世紀にかけての創始時代を有するに對し、水力、風力の利用は第一の場合と同様に恐らく人類最古の機械的手段によるエネルギー利用の方法であつたと考へられる。このうち太陽熱の利用は最も困難で相當の科學的理論による方式によらねばならぬ關係から、現今に於ても未だ實驗時代に屬し、僅かに小規模のものゝ實用化が

あるに過ぎない。風力は地方的並に季節的に變動のあることゝ、その容量の小なる點とで、これも亦一般工業動力化するに至らず、僅かに地方的の農村用動力として揚水其他に利用されるに止まる。これに反して水力は全國到る所に所在し、その容量も大きく且一年を通じて比較的一様に動力が得らるゝ點に於て他の何れよりも優れたる特徴を有する爲に今日の工業動力は實に水力を以て最高のものとされて居る次第である。

第2節 水力利用の發展過程

前述の如く水力の利用は人類の歴史が始つてより間もなく行はれたものゝ如くで、西洋ではエジプト及アッシリア地方に、東洋では日本を始め支那及印度等にもその遺跡を見るが、多くは精米、製材等の目的に應用せられたに過ぎなかつた。而して水車は極めて構造簡單なる木製で、その容量も僅少なるものであつたが、歐洲に於て18世紀の中葉から19世紀にかけてパーカー、フルネイロン、ジョンバル、ジラード等の人々によつて科學的理論を基礎とする水力タービンの創案せらるゝに及んで漸次その流布を見るに至り、これ等は後に米國に紹介せられて19世紀の中ばにフランスの考案せる水車が出現して之が初めて大いに普及した。これは當時としては極めて幼稚なものであつたが、今日のフランス・タービンの基礎をなしたものとて斯界に一新紀元を劃するに至り、一方ペルトンの考案になるペルトン水車は高落差用としての特徴を有する理由で、これも亦普及しつゝあるに獨逸に於ては、理論的研究が進められ、比較回轉度 (Specific Speed) (後述) の理論の創案と精確なる設計並に作圖法の案出とによつてこゝに水力タービンの一般普及發達時代を出現し、近代産業の勃興、文化史上に重大なる役割を演ずるに至つたのである。

近代における水力の利用は總てこれを發電と關聯して考慮する可きものである。即ち水力タービンに直結せられたる交流發電機よりの發電々力を

電力需要地たる都會に送電することによつて始めて山間僻地の水力地點の利用が可能である。

電力輸送には送電中の損失を最少限度に止めて、遠距離送電の經濟的に可能なることが保證されねばならぬ。これが爲には送電々壓を高壓とすべきことが要求される。従つて發電機を交流機とし變壓器を用ひて簡単に高い電壓を得ることが今日の方法であつて、水力利用の發展並に水力タービンの進歩には當然の結果として發電機、變壓器の進歩と電力輸送の理論的並に實際的の進歩とが並行せねばならぬ。

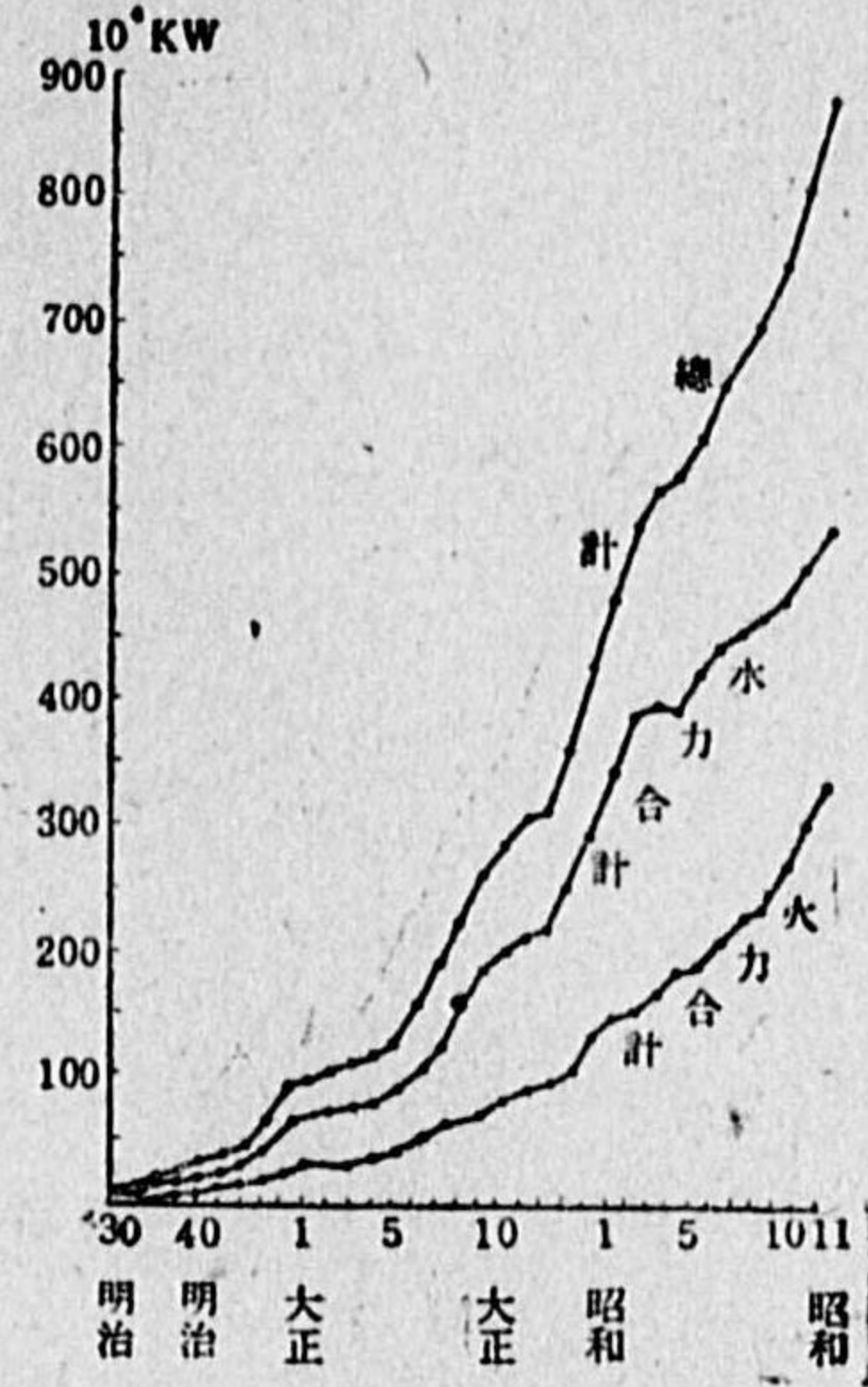
(備考) 水車と水力タービンとの名稱上の區別は水が羽根車に作用する力學的差異から分類區別して用ひらるゝが、一般には同様に取扱つて差支へない。

第3節 我が國の水力資源

我が國では明治23年頃に足尾銅山が松木川の水源によつて自家用發電を行つたのが水力發電の嚆矢で、一般供給用としては明治25年頃に京都市が琵琶湖の疏水工事を起して電力を京都市の電燈、電力に供給した事に始まる。水力發電が發展の緒についたのはこの頃からで、明治40年には東京電燈會社が桂川の水源によつて發電し、電壓を5萬ボルトと云ふ當時としては格段の高壓で15,000kwを約80km離れたる東京送電に成功したのが我が國の遠距離電力輸送の開祖と云へよう。大正年間に入つて俄然、火力發電を壓倒して、大正8年末には落成發電力1,010,033kwのうち水力は實に656,652kwに達し、大正10年には154,000ボルトの電壓を以て100~300kmの遠距離送電が實施せられ、昭和の今日に於ては電氣廳は日本發送電會社をして超高壓送電線を建設せしめ、本邦東西の電力聯繫を完全にし、いよいよ安價にして確實、豊富なる電力を國內に與ふるに至つた。第19圖は明治より今日に至る迄の水力及火力の發電容量の發展經過を示すもので

ある。

我が國の水力地點は約〇〇〇〇個所あり、その包藏水力は〇〇〇〇萬馬力と推定されてゐる。而して既に開發せられたる水力はその包藏水力の約39% (昭和10年末) に過ぎない。これは本邦水力資源の豊富にして産業上に更に充實せらる可き將來が約束されると見てよい。水量の豊富なる河川の順位は信濃川を筆頭に阿賀野川、木曾川、利根川、天龍川、黒部川等がこれに次ぐ。朝鮮では鴨綠江の支流として長津江、赴戰江、虛川江の三大水力發電が完成して送電を行ひつゝあり



第19圖 發電容量發展過程

更に滿洲國と境界を爲す鴨綠江の下流の水豊發電所は世界最大出力と稱せられる105,000kwの水車發電機の建設が着々と進みつゝあり、一部の送電は昭和16年の秋より開始せられた。

第4節 發電所出力の計算

水車の出力は水車に働く有效落差と水車一臺の使用水量とで定まる。今

H=有效落差 (m) m=米 s=秒

Q=水車一臺の使用水量 (m³/s)

とすれば水車の理論出力 (馬力) L₀ は

L₀ = $\frac{1000QH}{75}$ (5)

(但 75kg-m/s を一馬力として)

であるが、實際の出力Lはこれに効率ηを乗じて

L = $\frac{1000QH}{75} \times \eta$ (6)

発電所には数臺の水車を有する場合が多い。故に発電所の全使用水量を QPm^3/s 、水車に直結せられたる発電機の効率を η_0 とすれば

$$\text{発電所全出力(馬力)} = \frac{1000 QPH}{75} \times \eta \times \eta_0 \dots (7)$$

となる。現今の水車及発電機の効率は水車一臺の出力の大小によつて異なるが概数は次の如くである。

第50表 発電所効率表

出力	η	η_0	$\eta \times \eta_0$
2500 kw 以下	84%	95%	80%
10000 kw 以下	85%	96%	82%
10000 kw 以下	87%	97%	84%

尙電気事業法施行規則では出力を kw で示すこととし次式を用ひて計算する。

$$\left. \begin{array}{l} \text{理論出力(kw)} = 9.8 QH \\ \text{(備考)} \\ \text{日本制の一馬力} = 0.74600 \text{ kw} \\ \text{メートル法の一馬力} = 75 \text{ kg-m/s} \\ \qquad \qquad \qquad = 0.7355 \text{ kw} \end{array} \right\} \dots (8)$$

第5節 水車の形式

現今の水力発電所にて使用せられ居る水車の形式は、ペルトン水車、フランス水車及カプラン水車の三形式である。

ペルトン水車とは第20圖の如きもので、多数の水受け腕を車盤の外周に取り附けたる羽根車を有し、これが噴射水を受けて回轉せらるゝ方式のものである。水の羽根車に及ぼす作用上から衝動水車とも稱せられ、一般に200~300m以上の高落差に使用せられる。前記の朝鮮赴戦江水力発電所には落差680mのペルトン水車を使用し居り、東洋に於ける記録的のもので

ある。世界最高記録は瑞西に在る落差1650mであるが出力は赴戦江に比して遙かに少い。

フランス水車とは第21圖の如き羽根車を有するもので、水は車周から一様に全面的に流入し、羽根の間を通過する間に動力を附與し、羽根車の中心に集つて車軸の方向に流出するもので、水は壓力の形で羽根に作用するから反動水車なる名稱を有つ。作用落差は最低20mから最高200乃至300mの廣範圍に適用せられ、従つて我が國に於ける發電用水車の約80%はフランス水車を採用して居る。羽根車の外周は渦



第20圖 ペルトン水車

卷の胴にて包みたるものが多く、これを渦卷型水車と稱し、10,000馬力級以上の容量を有する水車は殆んど堅軸に据付けてある。



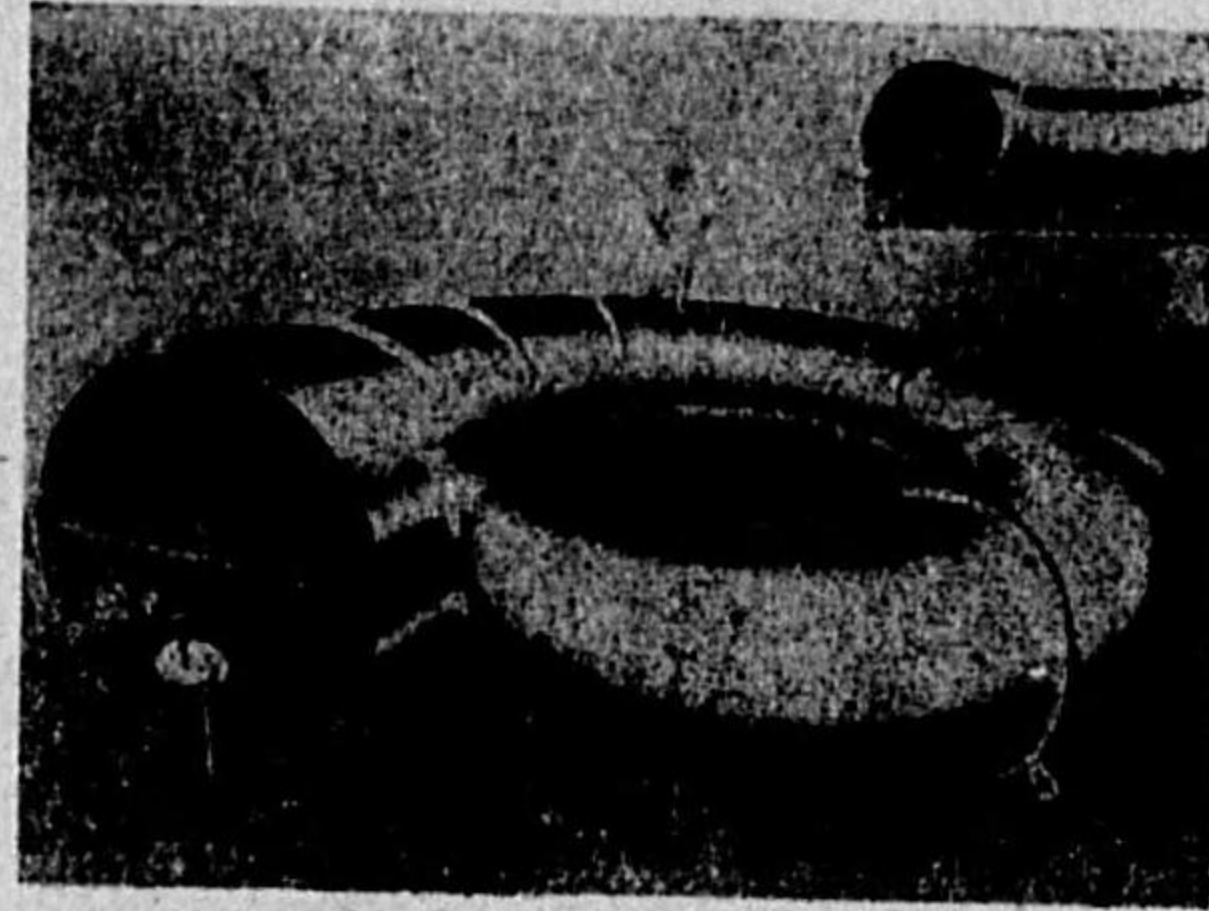
第21圖 フランス水車

第22圖は鐵板製の渦卷胴を示す。前記鴨綠江水豊發電所の世界記録的大容量水車(105000kw)の如きもフランス水車 4.3m、重量35

噸の鑄鋼製大型羽根車を有し鐵板製渦卷胴の入口直徑が實に5.53mと云ふ尨大なる寸法を有つものである。

大正時代の中期迄は發電用水車として前記二形式のものゝみが採用せられて居た。所が當時より次第に低落差にて水量の豊富なる水力地點の利用開發が着眼せられるに及んで、これに適する特殊な水力タービンの出現が

要求せられ、當時の埃國の大學教授カプラン氏によつてプロペラ型の水車が完成した。之は第23圖に示す如きもので、全く船舶の推進器と類似の形態を有する。羽根数は四枚乃至六枚であるが、特別の例では二枚のものもあり、又、可動翼型と固定翼



第22圖 渦巻胴圖

型とに區別せられ、可動翼型は運轉中に負荷の變動に應じて翼が動き、その角度を適當に變ずる事によつて能率の低下を防止し得る如く構造せられてゐる。我が國は地勢の関係上からこの種の水車の適する如き水力地點に乏しいのでカプラン水車の採用は全國的に見て數%に過ぎないが、



第23圖 プロペラ型水車

朝鮮漢江水電清平發電所のものは其容量、羽根車の直徑等で東洋の記録的のものである。この水車も亦殆んど堅軸に据付けられ、外周は渦巻型の胴にて包み、水を誘導するのであるが、落差 15m 以下の場合には渦巻胴をコンクリートのまゝとする。一般にカプラン水車は落差 30m 以上に用ふることは殆んど無い。

第6節 比速度の理論

比較回轉度或は特有速度と譯して居るもので、水車の形式、並に回轉數の決定、特性の比較研究、或は設計上の各種の資料の整理及方法等に極めて重要な意義と用途とを持つてゐる。今、落差Hの下に出力Lを發生する水車が回轉數毎分nに設計され居るものとすれば、この時、この水車の比

較回轉度(n_s)の値は次式によつて計算する。

$$n_s = nL^{1/3}/H^{5/4} \dots\dots\dots(9)$$

この n_s の値は原水車と同じ運轉状態の下で單位落差に作用せしめて單位出力を發生せしむる如き相似形的模型水車を作つた場合の回轉數に相當する數値を示し、現今の發電用水車に於ては單位落差として、出力を馬力に定める時は凡そ次の範圍に存在するものである。

ペルトン水車	10 乃至 30
フランス水車	60 乃至 400
カプラン水車 (プロペラ水車)	450 乃至 1200

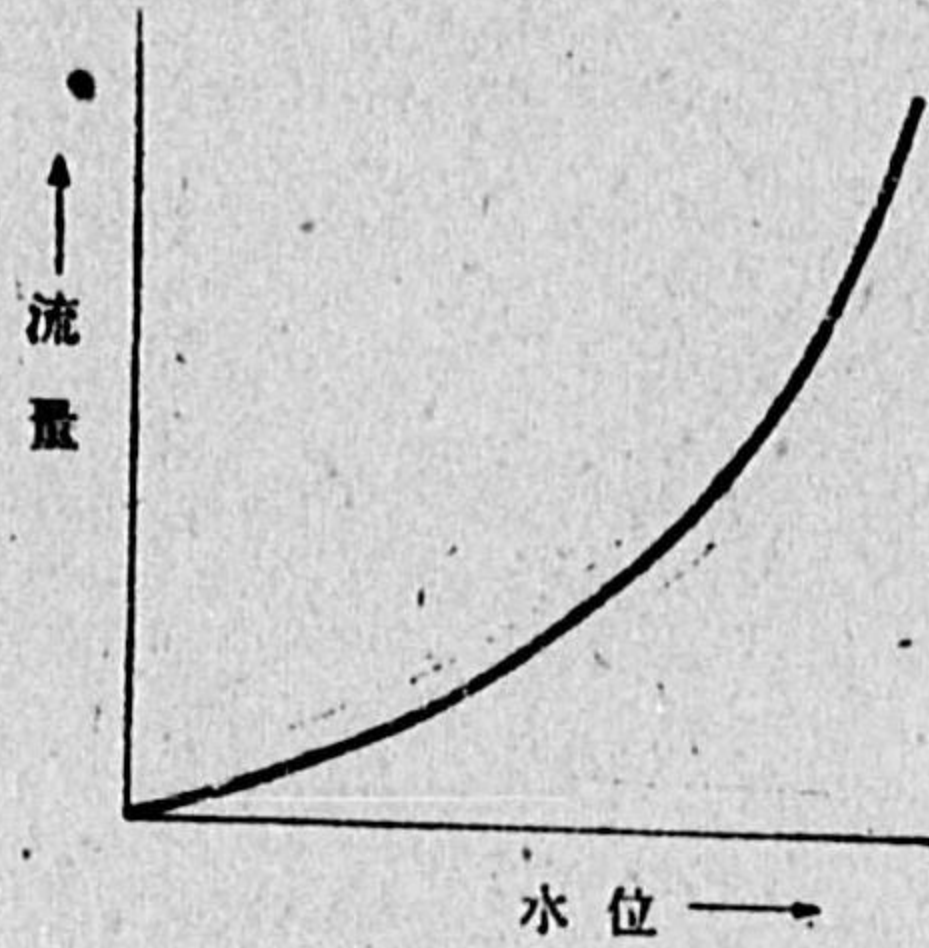
第7節 河川流量

水力發電所の出力は前述の如く落差と流量とで決定される。このうち落差は地形によつて一定のものであるが、河川流量は降雨其他の事情によつて極めて複雑なる變化をなす。従つて發電所の使用水量を決定するに際しては長期に亙る精確なる河川流量調査を行ふことが必要である。この意味で當時の逓信省では水力調査を行ひ本邦に於ける主要河川の流量を發表し發電計畫に對して非常なる便宜を與へてゐる。これ等の調査は本邦河川の主要なるものは殆んどこれを網羅し、調査期間の長いものは約10ヶ年の資料を整備してゐる。

本邦は地形が南北に長く地勢も複雑であるために降雨量その他の變化に基く河川の流量の變化には非常な差異があり、一般に冬期(1, 2, 3月)及夏期(7, 8月)に渇水し春期及秋期に豊富となる。従つて一年を通じての最高最低の流量は勿論、年平均に使用出来る流量を確かめることが大切である。河川の流量と水位とは一つの觀測點については大體に於て或る一定の關係にあるのが普通で、水位が等しければ流量も亦同じと見て差支へない。従つて一通り夫れ夫れの水位に對する流量の關係を調べてこれを曲線圖に

蓋いて置くと、その後は水位標の標尺から大體の流量を推定することが出来る。第24圖はその曲線圖の一例で、その測定點の水位流量曲線と云ふ。

河川の流量は大體に於て雨量で定まる。従つて雨量の多い地方の河川は流量が一般に多いのが普通である。雨量は地方により又季節により非常の差異がある。例へば表日本と裏日本とで比較すると表日本では夏に多量の雲が西南風に送られて高山に衝き當り、九州



第24圖 流量曲線

四國、紀州、東海道の南部に落下するから、これ等の地方は夏に雨量が多い。所が日本海側の方は冬期に西北風によつて襲來する水蒸氣がその方面の山に遮られて雪となつて落るから冬に降水量が多い。又初夏の候に南支方面から本邦の南海岸に移る低氣壓は長い間の雨となつて所謂梅雨の季節となる。八、九月の候に來襲する颱風は所謂二百十日の豪雨となつて洪水や山崩れなどの慘害を起す。このやうな現象は日本海の沿岸には少い。流量はこのやうな雨量の影響をうけて地方的に異なると同時に季節的にも異なるが、これは流域の地形、地質、森林の狀況、氣象などによつて流れ下るのに遅延の時間の差があるから、必ずしも降雨の狀況と流量の變化とが一致するとは限らない。例へば冬は概して雨量が多いのにも拘らず、これが雪や氷となつて相當の期間を流域内に停滞してゐるために冬期が却つて渴水を來すことがある。地方別に就いて見ると北陸地方では十二月、一月、二月が最も流量の少い時節で四月、五月が一年中の最高流量を示す。所が東海道、關東地方では流量の最低は矢張り冬期三ヶ月の頃であるが、最高流量は九月を中心とした前後の頃である。然し全國的平均では四月から九月迄、即ち春の初めから秋の初め迄の五ヶ月が最も流量が多く、それか

ら次第に減つて冬の真中の一月、二月が最低流量である。

斯の如く河川の水水位及流量は極めて變化の甚だしいものであるから、本邦では流量に對して基準を作る爲に次の如く規定されてゐる。

- (1) 渴水量——1年を通じ355日間利用し得る流量即ち不足日數10日間
- (2) 低水量——1年を通じ275日間利用し得る流量即ち不足日數90日間
- (3) 平水量——1年を通じ185日間利用し得る流量即ち不足日數180日間
- (4) 豐水量——1年を通じ95日間利用し得る流量即ち不足日數270日間

又洪水に對しては

- (1) 最大洪水量並に最大洪水位——既往に於ける最大の水量及水位
- (2) 洪水量並に洪水位——3年乃至5年の間に1回起る程度の水量及水位
- (3) 高水量並に高水位——毎年1回乃至2回起る程度の水量及水位

本邦の主なる河川の平水量、低水量及渴水量を示せば次の如くである。

第51表 河川水量表

河 川	流域面積 1km ² 當り m ³ /s		
	平 水 量	低 水 量	渴 水 量
石 狩 川	0.0181	0.0154	0.0133
北 上 川	0.0190	0.0158	0.0114
最 上 川	0.0271	0.0114	0.0056
鬼 怒 川	0.0357	0.0245	0.0146
利 根 川	0.0363	0.0256	0.0174
富 士 川	0.0405	0.0286	0.0197
天 龍 川	0.0311	0.0253	0.0195
木 曾 川	0.0233	0.0153	0.0105
黒 部 川	0.0810	0.0604	0.0427
神 通 川	0.0471	0.0354	0.0222
庄 川	0.0638	0.0448	0.0307

一般に流域面積 1 km^2 に対する湧水量の大なるものは湖沼等の自然的貯水池を含むものが多いのであつて、例へば富士山麓に於ける諸河川の中には湧水量は $0.03 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ に達するものさへある。これが理由としては地質及地形がその因を爲すのであつて、地質が滲透性に富む熔岩である故に地下に貯水されることも夥しく、従つて常に大差の無い流量が得られるのである。之を歐米の諸河川に比較すると本邦は極めて優秀豊富な水利が得られる。これは本邦は元來雨量が大で又自然の植林状態が良好であるために流水の調整が完ふし得られることによるので、本邦水力發電が如何に有利であるかを物語るものである。

第 5 章 熱 機 關

第 1 節 熱エネルギー利用の二形式

燃料の有する熱エネルギーを機械的エネルギーに轉換せしめる方法を二大別して(1)外燃式及(2)内燃式とする。外燃式とは石炭の如き固體燃料又は重油等を汽罐(ボイラー)と稱する蒸氣發生装置に於て燃焼せしめ水を高壓の水蒸氣に變じ、これを蒸氣機關又は蒸氣タービンの如き蒸氣原動機に作用せしむることによつて動力を發生せしむる方法であつて、これを蒸氣動力と總稱する。第二の内燃式とはガソリン又は重油の如き爆發性に富む液體燃料を直接にシリンダー(氣筒)の内にて爆發せしめたる際に發生する高壓力をシリンダー内のピストンに作用せしめて機械動力に轉換せしめる方法である。前者は蒸氣發生装置を必要とすること並に媒介物として水を使用することの理由から動力發生装置全體の重量及容積が過大となるに反し、後者は燃料自體が直接に機關に作用するを以て單位出力當りの重量並に容積は極めて輕快となり且熱効率も前者に比べて遙かに良好である。従つて現今の自動車、航空機用機關の如く重量並に容積の制限をうけるものには必要且適切なる原動機となつてゐる。

第 2 節 熱エネルギー利用の發展過程

水蒸氣の壓力を利用して動力を發生せしめる創案としては一般にワットの蒸氣機關の發明(西歷1767)を以て嚆矢の如く人口に膾炙してゐるが、蒸氣壓利用の考案は遠く今より約2000年の昔に於て埃及の哲學者ヒーローが、曲管から噴射する蒸氣の反動力を利用して車を廻したことに始まり、降つて伊太利の建設家ブランカは水蒸氣の噴射を回轉羽根車に衝突せしめて動力を得た例がある。(西歷1629)其後、セヴェリーが1700年頃に水蒸氣

を利用せる揚水装置を考案してこれを鑛山の排水ポンプとして實用化して居り、更に數年を経てニュー・コンメンはシリンダーとピストンとを用ひた蒸汽原動機を考案してゐる。ワットはこれに理論的に實用的の改良を施すことによつて容量並に効率の上に畫期的の進歩を示したに過ぎない。従つてこの時代から蒸汽利用の範圍が擴大普及した結果として所謂、文化史上に於ける機械革命なる言葉が生れ、同時に産業上の一大飛躍時代出現の機運を作つたのである。

一方、内燃式動力利用の形式の考案はこれよりも餘程遅れて、西歴1860年に佛人レノアが都市ガスを用ひる内燃機關の製作運轉に成功したことが實用化の第一歩であつた。其後、25年を経て始めて液體燃料による機關の考案がダイムレルによつて發表せられ、今日の石油機關の基礎を作つたのであるが、これは實に液體燃料を氣化する装置の成功に歸因するものであつた。高價にして然も爆發性の危険を伴ふガソリンに代るに廉價にして然も安全なる重油を使用する機關の考案は1889年頃からブリストマン、ホーンズビー、アックロイド等によつて苦心が重ねられたけれ共、1895年、獨逸のディーゼルがクルップ會社の援助によつて研究の結果得た特許が成功の端緒となつて、今日のディーゼル機關の隆盛を見るに至つた。今やディーゼル機關はガソリン機關を壓倒的に驅逐しつゝあり、その將來性の期待は實に大なるものがある。

第3節 熱機關の用途

工業界に於ける熱機關の利用範圍は極めて廣く、發電用動力を始めとして船舶、自動車、航空等の運輸方面から小規模の農村用動力に至る迄、あらゆる方面にその用途を有するのであるが、概括的にこれを見れば發電用には殆んど總て蒸汽動力がその主體となつて居り、僅かにディーゼル機關がその小規模の二、三の例を示すに過ぎない。船舶も亦蒸汽動力を主として

るが、大型商船にてディーゼル機關を採用することが最近の一傾向となつて來た。潜水艦の如き特殊の船艦又は小型船舶等はディーゼル機關が最も廣く採用せられ、自動車、航空界は殆んど今日迄はガソリン機關に限るもの、如き觀を呈して來たのであるが、最近はディーゼル機關の進出目醒しきものあり、將來は壓倒的にディーゼル化するのではないかと思はれる。本章に於ては主として發電用の現状を述べることとし、運輸關係の動力に就いては別項に於て夫れ夫れ記述することとする。

第4節 我が國に於ける發電用熱機關の現状

我が國に於ける發電用蒸汽原動機の嚆矢は明治15年、東京市に於て僅かに25kwの設備を實施した事に始まる。明治28年には東京電燈會社は電力集中を企圖して淺草發電所を建設し、石川島造船所製作の350馬力堅型三段膨脹式蒸汽機關四臺を設備し、芝浦製作所製鋼製煙突60mを聳して當時の人々の目を見張らせたものであつた。爾來、長足の進歩の跡を示し、今日に於ては數個の中央發電所に大容量機が多數増設、新設せられてゐるが昭和14年4月、電力管理法による日本發送電會社が設立せられて關東、關西、中國、四國、九州の主要火力發電所の殆んど全部をその傘下に納めて、我が國發電界に一大變革が齎された事は特筆大書す可きことに屬する。即ち會社に於ては水力資源の開発、理想的送電聯系の確立を目標として、今後各發電所工事の進捗に伴つて水力及火力發電所の合理的綜合運動の成果が期待されてゐるのである。

今、蒸汽力發電設備の最近の概要を述べれば、從來やゝもすれば外國製品に依存して居つた汽罐、汽機、發電機の大規模機が殆んど全部國産化した事と、汽機並に發電機の回轉數は大規模機の一部を除いては53000kw、3600回轉(毎分)のものを始めとして多くは3000回轉(毎分)以上の高速機が採用せられて資材の節約の實を擧げてゐることを特筆しよう。蒸汽罐の蒸

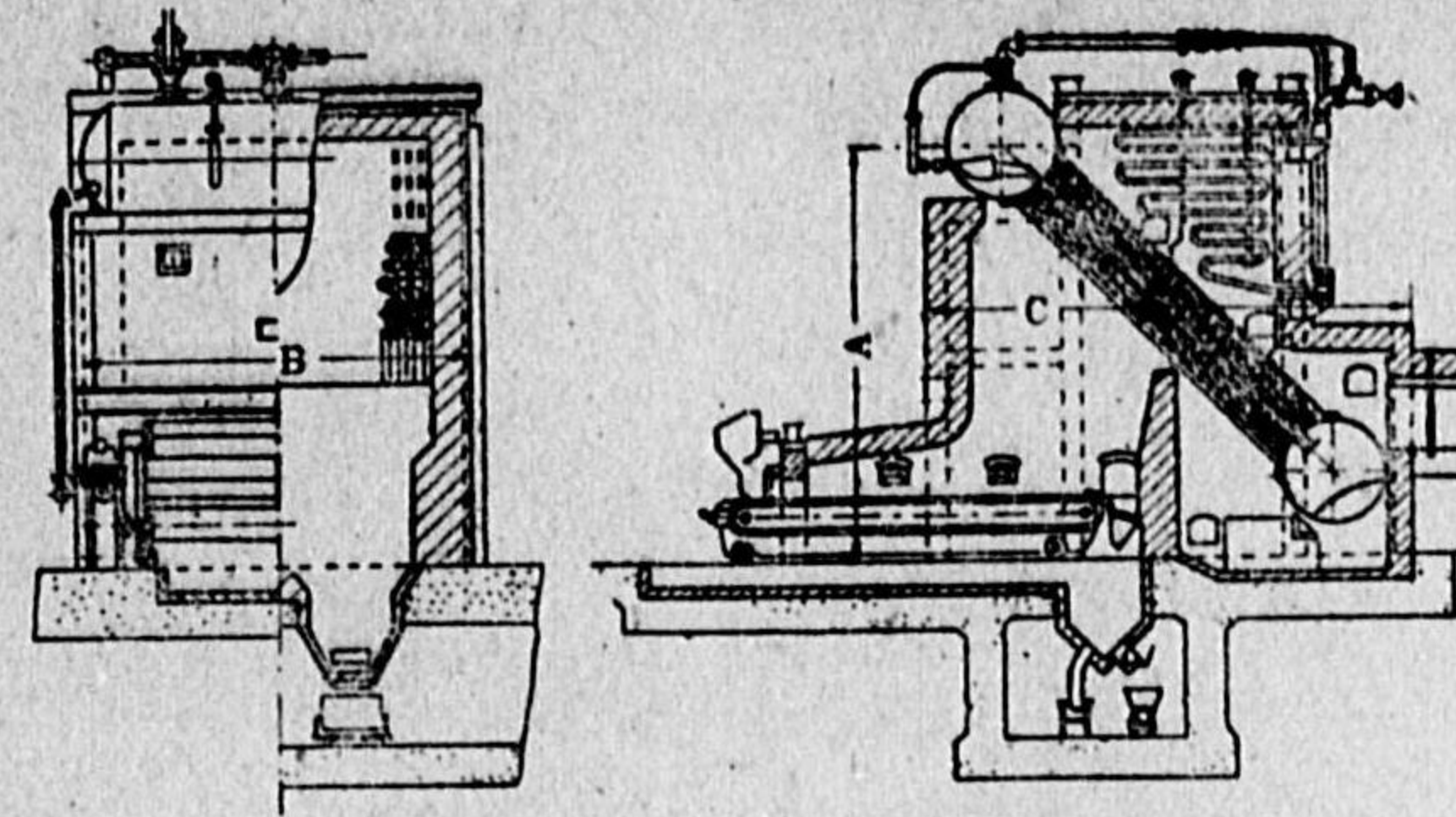
汽圧も 40 kg/cm^2 級以上の高圧に達し石炭燃焼は殆んど微粉炭燃焼に改善された。一罐の蒸發量は毎時 100 乃至 200 吨程度のもが多く、汽温も 500°C に達し、罐の設計並に製作には最新技術の熔接作業が應用せられ、一段の進歩を示してゐる。

第5節 汽罐の形式と構造

最も古くより廣く一般に普及された汽罐はコルニッシュ汽罐及ランカシヤ汽罐と云ひ、軟鋼板製の圓筒型の罐胴の内部に一本又は二本の爐筒を有するもので、爐筒内にて石炭を燃焼せしむれば水は罐胴と爐筒との中間にあつて水蒸氣を發生する。又罐胴の内部に多數の細管を設け、燃焼ガスをこれに通し、細管の外方に存在する水を蒸發せしむる形式としたものを煙管罐と云ひ、船舶に廣く用ひられてゐた。機關車の罐も亦煙管罐の一種である。これ等の管は蒸發量も少く蒸氣壓も比較的低いので今日では小規模の（例へば暖房用の如き）場合にのみ用ひられるに過ぎない。發電用高壓蒸氣發生の爲には水管式が一般に採用される。これは數個のドラムを極めて多數の細管を以て連結したもので、細管内には水を保有し、燃焼火焰及ガスは細管の外周から傳熱して水蒸氣を發生せしむる方式である。罐胴が小さいこと、細管で連結してあること、のために傳熱面積が廣く且高壓に耐へ得る構造形である事から、今日の發電用高壓罐の總てがこの型に屬する。

我が國の發明には池田式、タクマ式等があり、製造會社では日立ヤーロー水管罐、三菱水管罐等がある。外國製ではバブコック型が古くから存在してゐたが最近は特殊罐としてベンソン、レフラー、ラモント式等が最も近代式设计の罐として常用壓力 40 乃至 150 氣壓の大型罐の出現を見てゐる。

第25圖はタクマ式汽罐の外観を示す。



第25圖 タクマ式汽罐

燃料燃焼方式は石炭の如き固形の場合は最近は殆んど微粉炭として燃焼することに改善せられた事は前述の通りで、重油の如き液體燃料ではバーナーから噴射燃焼の形式をとる。

第6節 蒸氣原動機の形式と構造

蒸氣原動機はこれを二大別して(1)往復運動によるもの、(2)回轉運動によるもの、とし(1)はワットの創案になる形式で所謂蒸氣機關として當時から行はれ來つた型である。即ちシリンダーの内部にピストンを嵌入しこれに蒸氣壓を作用せしむることによつてピストンの往復運動を興へ、これをクランクによつて回轉運動とする型である。

これは高壓蒸氣の利用が困難なること、回轉數が高速度と爲し得ないこと、形態が龐大となること等の理由で現今では機關車又は小形船舶用機關以外には殆んど使用されない。(往時は發電用として盛んに使用された)(2)は多數の羽根を有する回轉羽根車の周圍から高壓蒸氣を吹きつけることによつて高速度の回轉と大容量の出力とが得られるもので、所謂蒸氣タービンとして現今發電用原動機としての代表的唯一の存在である。同一容量の蒸氣機關に比してその形態は遙かに小さく蒸氣消費量、其他の效率も亦極

めて優秀である。交流発電機との直結
運轉が可能でこの型を特にターボ・ジェ
ネレーターなる名稱を以て知られてゐ
る。第26圖は蒸汽タービンの羽根車を
示し、第27圖はターボ・ジェネレーター
として据付けられたる外觀を示す。

蒸汽タービンは蒸汽壓が羽根に及ぼ
す作用上からこれを二大別する。(1)

は蒸汽が回轉羽根の間を流れる間にその壓力及速度を殆んど變へないもの



第26圖 蒸汽タービン羽根車

第27圖 ターボ・ジェネレーター

を云ひ、ドラバル型、カー
チス型、ラトー型、ツェリ
ー型等がこれに屬し、その
異形としてペルトン型、エ
レクトラ型等がある。これ
に對して蒸汽が羽根の間を
流れる間にその壓力を減じて速度を増す形式のものがあり、前者を等壓式
と云ふに對して後者は反動式と云はれ、これに屬するものにはパーソンズ
型、ユングストローム型を代表的のものとする。尙混式と稱してこの兩者
の混合せる構造形がある。

尙蒸汽タービンは復水装置なるものを附屬せしめ、排汽蒸汽を冷凝して
水に還元回収することによつて蒸汽タービンの効率を向上させる。この装
置の良否はタービンの効率向上に及ぼす影響が極めて重大であるから原動
機全般の上から決して輕視を許さない部分に屬する。

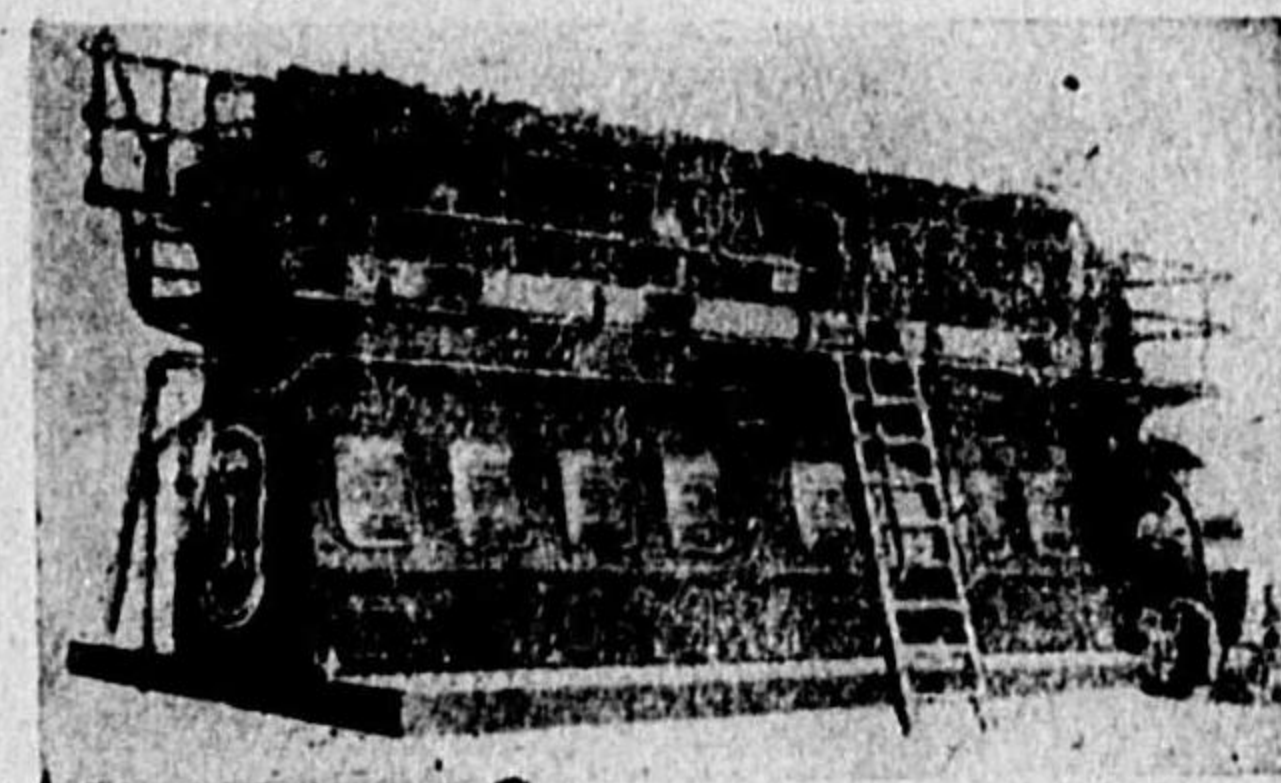
第7節 内燃機關の構造と作用

内燃機關はシリンダーとピストンとを有し、シリンダー内に於ける燃料

の爆發壓力がピストンに作用してクランクの回轉運動となることは全く蒸
汽機關の場合と同様であつて、唯蒸汽壓力の代りに燃料の爆發による壓力
を利用したに過ぎない。但しシリンダー自身としてのこの兩者の重大なる
差異は蒸汽機關に於てはシリンダー内の蒸汽の凝結を防止する爲にシリン
ダーの外周には保温装置を設けて熱の發散を防ぐに對し、内燃機關に於て
は全く反對であつて、シリンダー内の燃料の爆發による高温がシリンダー
を過熱することを防ぐ爲に外周には絶えず冷水を循環せしむるか或は冷風
を送る如き冷却装置を設けることである。

燃料の爆發様式は燃料の性質によつて二大別される。(1)はガソリン又
は石油の如き揮發性に富むもの、(2)は重油の如く揮發性なきものである。
(1)はガソリン又は石油を氣化器(キャブレター)と稱する噴霧氣化装置を通
して氣化し、これを15倍前後の空氣と混合してシリンダー内に送り、ピス
トンの行程と共にこれを $\frac{1}{5}$ 内外の體積に壓縮して高壓とし、これに電氣火
花を以て着火、燃焼、爆發せしめる。電氣火花は磁石發電機又は電池を用ひ
(マグネット)る。(2)は重油機關と云はれるものでディーゼル機關がその唯一の代表的
のものである。この機關ではシリンダー内に於て最初に空氣のみ壓縮し置
き、そこへ燃料ポンプによつて重油を霧化噴射せしめると、壓縮空氣の持
つ高温度のために自然燃焼を起し爆發壓力を呈する方式で、ガソリン機關
に比して氣化器と着火装置とを不要とする點を特徴とする。この氣化器と

着火装置とはガソリン機關に
於ても特に故障を起しやすい
部分であるから、この點がディ
ーゼル機關の大きな利點であ
る上に、更に燃料自體が爆發
性の危険のないこと、且燃料
の價格がガソリンに比して遙



第28圖 ディーゼル機關

かに低廉である點に於てその將來性は期して待つ可きものがある。

第28圖はディーゼル機關の外観を示す。

第 8 節 熱機關の熱効率

熱量の單位 1cal とは標準氣壓の下に於て 1g の水を溫度 1°C だけ高めるに要する熱量である。この熱量はその時の水温によつて僅少の差異があり、例へば 0°C から 1°C に高める場合 (cal 0°) と 15°C から 1°C 高める場合とは異なるので、0°C から 100°C 迄の平均を採る場合もある。工業上にはキロカロリー (1 kcal) を單位とする。

熱量を他のエネルギーと換算する時は

1 kcal = 427 kg-m

1 キロワット時のエネルギーの熱當量 = 860 kcal

1 馬力時の仕事の熱當量 = 632 kcal

となる。偕、實驗によつて燃料の消費量、燃料の發熱量、實際の發生馬力等を測定すればこれより機關の熱効率がわかる。今、

H₁ = 燃料が一秒時間に供給する熱量

H₂ = 發生馬力の熱當量

とすれば機關の正味熱効率 η は

η = H₂ / H₁(10)

にて示される。尙機關の燃料消費量を B(g/HP/h)(一時間一馬力當りのグラム數)とし、正味の發生馬力を L、燃料の發熱量を Hu(kcal/kg)とすれば

H₁ = (BL / 3600) × (Hu / 1000) kcal/sec(11)

H₂ = (75L / 427) kcal/sec(12)

で示される。熱効率の値は機關の進歩によつて増加するが、現今の熱機關

に於ては次の如き概數のものである。

機 關 車	5%
蒸氣タービン (商船)	15 "
○ 船用ディーゼル機關	35~40 "
○ ガソリン自動車機關	23~28 "
○ ディーゼル自動車機關	30~34 "
○ ガソリン航空發動機	25~32 "
○ ディーゼル航空發動機	32~38 "
發電用蒸氣タービン	20~25 "

第 9 節 燃料の消費量

往復運動の蒸氣機關では蒸氣壓力の高いものを使用するほど蒸氣の消費量が少くて済み従つて効率が高まる。然し餘り高壓の蒸氣を使用すると設備費及維持費が増加して、運轉經濟から得た利益を補ふことが出来なくなる。従つて現今では普通 14kg/cm² 以内の蒸氣壓を使用してゐる。單式よりも複式、複式よりも三段膨脹式と云ふ順序に壓力が高くなり、蒸氣消費量も少くなる。(複式とは二個のシリンダーを用ひ、第一のシリンダーからの廢汽を第二のシリンダーに送るもの、三段膨脹式とは三個のシリンダーを用ひて複式と同様に順次に第一から第三迄に夫れ夫れ廢汽を送るものを云ふ) 又同一の機關でも復水式を使用すると不凝結式を使用するよりも蒸氣消費量は少い。(復水式とはシリンダーからの廢汽を復水器に入れて冷却し凝結せしめ、廢汽の壓力を大氣壓以下に落す方法、不凝結式とは廢汽を直ちに大氣中に放出してその壓力は大氣と同一の有様で作用する方法である。)現今の蒸氣機關の蒸氣消費量の概數を表示すれば凡そ次の如くである。

第52表 蒸汽機關蒸汽消費量表

機 關 の 種 類	使用蒸汽壓力 (kg/cm ²)	一馬力當り蒸汽消費量 (kg)
單汽筒機關(不凝結式)	5.5 ~ 8.5	12 ~ 20
同 上(復水式)	5.5 ~ 8.5	10 ~ 14
複式機關(不凝結式)	7.0 ~ 10.5	10 ~ 15
同 上(復水式)	7.0 ~ 10.5	8 ~ 12
三段膨脹機關(復水式)	8.5 ~ 12.5	6 ~ 8
四段膨脹機關(復水式)	14.0 ~ 17.5	4.5 ~ 7

次に發電用の蒸汽タービンでは1kw當りの蒸汽消費量は使用蒸汽の壓力、過熱溫度、用途、容量、形式などで非常に違ふ。又、同一蒸汽タービンでも負荷の状態異なるから一般的の數字を以て表すことは困難である。小容量の不凝結式タービンでは消費量は多い。大容量の主發電機用タービンでは蒸汽量の經濟は發電所の經費に重大なる關係があるから、この點を充分考慮に入れて設計する。發電機運轉用の蒸汽タービンが定格負荷で運轉してゐる場合、1kw當りの毎時の蒸汽消費量の概數は次表の如くである。

第53表 タービン蒸汽使用量表

絶對壓力 11kg/cm ² 眞 空 71cm		絶對壓力 15kg/cm ² 過熱溫度 80°C 眞空 73cm	
規定負荷	蒸汽消費量 kg/kw/h	規定負荷	蒸汽消費量 kg/kw/h
100	8.5 ~ 12	5000	5.0 ~ 6.0
500	7.5 ~ 8.5	10000	4.7 ~ 5.5
1000	7.0 ~ 8.0	20000	4.6 ~ 5.0
2000	6.5 ~ 7.9	40000	4.4 ~ 4.9
3500	6.4 ~ 7.5	75000	4.3 ~ 4.8

内燃機關に於ても燃料の消費量は機關の形式、燃料の種類、燃料の供給装置(例へば氣化器)、負荷、回轉數などによつて非常に異なり、ガソリン

機關のやうに氣化器を有するものでは點火の時期、ディーゼル機關の如き場合には燃料噴射の時期によつて夫れ夫れ異なる。又、ガソリン機關の場合には燃料と空氣との混合比を濃くすると出力は或る程度迄増加するけれど燃料の消費量は不完全燃焼のために甚しく増加する。又、ディーゼル機關では混合ガスを濃くして混合比を變へても燃料の消費量は餘り多くはならない。各種の機關の燃料消費量の概數を示せば次の如くである。(一時間馬力當りのグラム數で示す)

第54表 内燃機燃料消費量表

機 關 の 種 類	燃料消費量 g/B.H.P./h
小型ディーゼル機關	180 ~ 220
燒 玉 機 關	230 ~ 350
船舶用ディーゼル機關	160 ~ 200
發電用ディーゼル機關	160 ~ 220
車輛用ディーゼル機關	180 ~ 240
航空用ディーゼル機關	160 ~ 200
小型ガソリン機關	220 ~ 500
航空用ガソリン機關	170 ~ 250
小型石油機關	250 ~ 290
木炭ガス機關	400 ~ 500
薪 ガ ス 機 關	600 ~ 700
天然ガス機關	2300 ~ 2800
石炭ガス機關	2300 ~ 2800

第6章 電気動力

第1節 概 説

曾てはワットによる蒸気機関の発明が工業界を飛躍的に発展せしめたと同様に、19世紀より20世紀にかけて出現した発電機及電動機によつて得られる電気動力を工業界に採用することによつて、その測り知れざる適應性は遂に今日の如き目醒しき工業の股賑を來したのである。然るに電気動力は自然界に存在する水力或は熱エネルギーを原動機及発電機を用ひて機械的エネルギーより電氣的エネルギーに變換し、更に電動機によつて再び機械的エネルギーに變換して利用するものであることを考ふれば、如何に電気動力即ち電気エネルギーなる形態はその應用性の大なるものであるかを知り得るのである。

次に電気動力が如何なる方面にその用途を有するかを擧げて見ると、製鐵、機械、ゴム、木材、製紙、紡績、製粉、製氷、造船等の殆んどあらゆる諸工業用動力としては勿論のこと、起重機、捲上機、昇降機、ポンプ、壓縮機、壓延機等の動力源として陸上に船舶にその用途を見出さる場所は無く、全く現今の動力界に唯一の廣範圍存在の實情にある。然らば何故に斯の如き多方面の用途を有するかを検討して見ると

- (1) 動力源として電気エネルギーなる形態はその傳送、集中、分配が容易で且能率的に遠隔なる地に傳送し得ること
- (2) 傳送の方法が簡単であるから工場内に原動機の設置を要さぬこと
- (3) 電気エネルギーを機械エネルギーに變換する装置であるところの電動機はその種類が豊富であつて使用目的に應じた特性及大きさのものが自由に得られること
- (4) 電動機は制御が簡単で且それが完全に且正確に出来ること、この

ために品位を向上せしめ得ること

- (5) 自動的に制御が出来ると共に遠隔制御も亦容易であること
- (6) 能率、信頼度、安全度共に高く且經濟的であること

以上を綜合するに電気エネルギーなる形態の傳送上に優秀なる性能を有すると共に、電動機の動力源としての多方面の適應性とそれの制御の簡單なる性質が他の動力に對して絶對的の優秀性を示すものであると云ふことが出来る。

第2節 發 電

發電、即ち電氣の發生は發電所に於て爲される。發電所とは發電機及原動機其他の器具を設備して電氣を發生する所であつて、發電機を運轉する原動機の種類によつて之を大別すれば前述の如き水力發電所と火力發電所となるが、更に次で述べる特殊發電所も存在し得る。現今における發電形式は遠距離輸送の關係から殆んど總て交流であることも前述の通りであるが、目的によつては直流を要求される場合もある。例へば水の電氣分解を行ふ化學工業の如き、又は電池に充電する場合の如きである。斯の如き時には後に述べる整流機を用ひて交流を直流に變換して使用する形式が行はれる。

水力發電と火力發電との何れを有利とするかの問題は屢々論ぜられる所のものである。一般に考へられてゐることは我が國は地勢上から水利地點に恵まれてゐる點並に石炭資源が豊富で無いと云ふ點から從來は水主火従と稱して水力を主とし火力を従とする國策を採つて來たのである。然し乍ら水力發電は最初の工事費（主として水路並に堰堤の建設費）が非常に高價となるので、發電所全設備の費用を比較すると水力の方が遙かに高い。例へば日支事變前の昭和12,13年頃では發電力1kw當りの建設費が火力160圓内外に對して水力は250乃至350圓程度を示し、少し不利な水力地

點では400圓を突破してゐる。今日では鐵及セメントの入手難と價格の高騰とによつて益々建設費を高めてゐる。所が火力發電所では常時高價なる石炭を不斷に消耗するために、發電所の運轉及維持費は水力に比して遙かに高價となる。従つて永年に亙つての經濟を考へるならば、水力に於ける最初の高價なる建設費はいつかは回収せられると考へてよい。そこで現状としては水力火力併用の必要を生じて、目下その經濟的研究が行はれてゐる。例へば水力發電所の使用水量を渴水量標準とすれば一年を通じて出力の減退を心配する必要はないが、電力需要の増加につれて自然の動力資源の利用の見地から、最近では最大使用水量を渴水量の三倍或はそれ以上に撰ぶやうになつて來た。最大使用水量を斯の如く大きくとれば渴水期に於ける出力の減退を火力發電で補はねばならぬ。(この際、廣大なる貯水池を築造して水力を貯藏し、これで補ふ方法もあるが)而して火力發電を適當に併用することによつて水力發電所の最大使用水量を大きく撰ぶことが出来るのである。然らば如何なる程度に火力を併用す可きかが問題であつて、これには發電所の負荷曲線、河川の流況曲線、發電所及變電所の設備費、石炭の價格等より電力の原價計算を行つて慎重に決定す可きである。

電力の原價とは電力を發生するに必要な設備の建設費に對する金利、原價償却費などと設備の運轉及維持費などを合したる採算上必要な支出に基く電力の賣價である。電力の原價は電力1kw 當り年額を以て示すこともあれば電力量1kw 時當りを呼ぶこともある。又、發電所渡しの價格を指す場合も、需要地一次變電所渡しの價格を云ふ場合もある。水力發電所發生電力の一次變電所渡しの價格を求めるとは、發電所關係の支出と共に送電、變電の設備に對する支出を考慮しなければならない。先づ資金に對する金利は資金構成の内容即ち拂込株式と社債、借入金の割合によつて左右されるが、これに法定積立金及役員賞與金を加へる必要がある。通常これ等を考慮して6乃至8%見當となつてゐる。建設費に對する減價率は

耐用年限のとり方如何と積立金に對する金利の複利計算をなす利率によつて異なるが、金利5分、水力發電所耐用年限40年と見る時は年0.8%餘となるから1.0%をとれば十分である。送電線、變電設備、火力發電所などは耐用年限が水力發電所に比して短いので減價償却の利率も高くとらねばならぬ。發生電力販賣の利益に對する所得税、營業税並にそれ等の附加税その他、地租、家屋税、地方雜税と本社費を主とする總經費等も考慮す可きであるが、水力發電の場合には水利使用料金も含まねばならぬ。發電所運轉費及維持費は發電力が増加するに従つて減少し、水力發電所では大容量の場合、1kw 當り年額2圓内外(事變前)であつたが火力では4圓内外であつた。

第3節 送電並に配電

電力を電線路を通じて傳送することを送電と云ひ、特に水力發電所は電力需要地たる都會から遠距離に存在することの多い關係上、兩地點間を電線路を以て連接することが重大性を持つ。この際、問題となるのは電送する電力量に應じて最も合理的の電壓を求めることである。理論的にこの電壓を求める方法は次の如き考へ方から得られる。今、電流1アンペアを或る地點に送る爲の總費用は

$$k_1Al + k + k_2S \frac{1}{A} l^2 \dots\dots\dots (13)$$

にて示される。こゝに l は兩地點間の距離、 A は電線の斷面積である。従つて k_1Al は電線の價に對する利子、償却及び保守費に比例する年費用である。又 $k_2S \frac{1}{A} l^2$ のうち $S \frac{1}{A}$ は電線の電氣抵抗であつて、 $S \frac{1}{A} l^2$ は電線中の電力損失であるから $k_2S \frac{1}{A} l^2$ は電力損失に比例する一年間の電力價である。 k は電線に關係のない送電線路建設に對する費用である。故に最も經濟的に電力を輸送するためには(13)式が最小となることが必要であるから、この式に於て一定の l に對して A のみ變數とすることから、

これで微分して零と置けばその条件が得られ、

$$\frac{d}{dA}(k_1Al+k+k_2S\frac{1}{A}l^2)=k_1l-k_2S\frac{1}{A^2}l^2=0$$

即ち $k_1Al=k_2S\frac{1}{A}l^2$(14)

となり、これが(13)式の最小値の条件を示す。即ち(14)式の第一項と第三項とが相等しい時に一年間の総費用が最低廉となることがわかる。この条件からA及lを求むれば伝送す可き電力に對して間接に最も適當なる電壓を決定し得られる。

電送す可き電壓は一般に特別高壓であるために送電、受電兩地點に於ては電壓を上昇或は下降せしむる装置が必要となる。この装置を備へた所を變電所と稱し、變電所間を接続する電線路を特に送電線路と云ふ。又、送電線路は發電所間に電力を融通する爲に設けられることもある。

電力の融通は近時における電力界の傾向であつて、これを電力連繫と云ひ、電力連繫を合理的ならしむる爲に所謂電力統制の必要を生じ、これが我が國に於ては電力管理法案となつて現れ、遂に發電事業を打つて一丸となしたる日本發送電會社の誕生を見たことは既に述べた通りである。

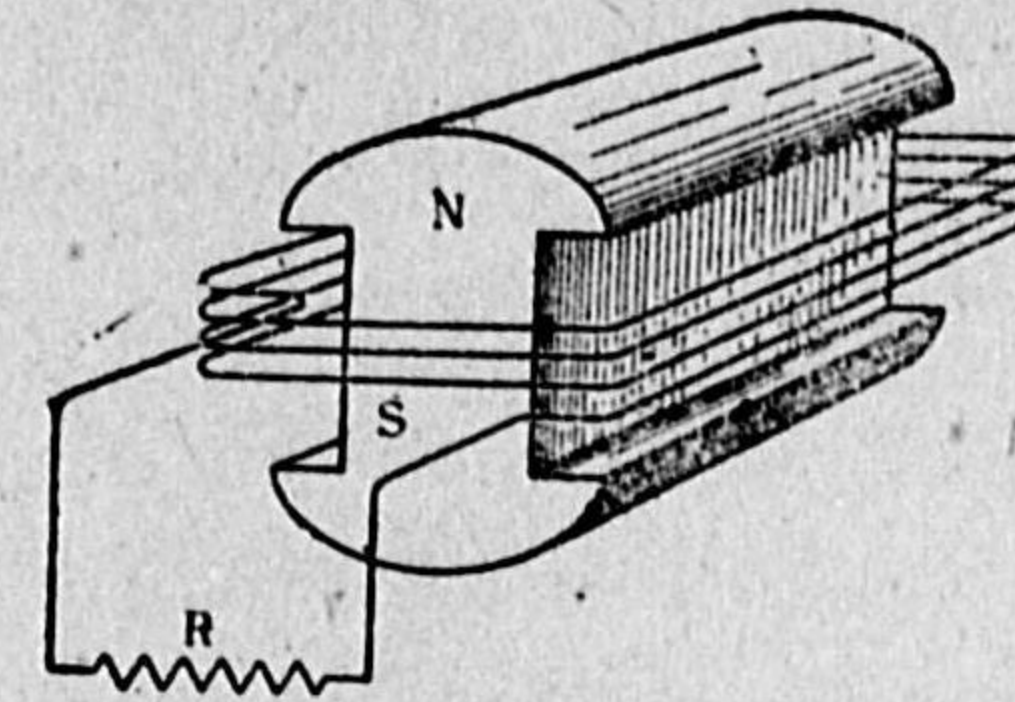
配電とは需要地點の變電所より需要家に電力を供給する事であつて、これは送電の場合と異なり、廣地域に同一系統の組織によつて行ふことが有利であるとは云ひ難いので、特定の地域に區切つて配電事業を行つてゐる。

第4節 發電機及電動機

(1) 發電機 第29圖は交流發電機の原理を示すもので、線輪中で磁石を回轉すると線輪には交流の電氣が発生しRなる負荷に電力を供給し得るのである。實際のものは線輪は單に一個では無く、數個のものを三組に分けて相互間を適當に接続して電機子と稱する鐵板を積み重ねて造つた圓筒狀のものに納めて、その中を直流の電氣を通して作つた電磁石を第29圖

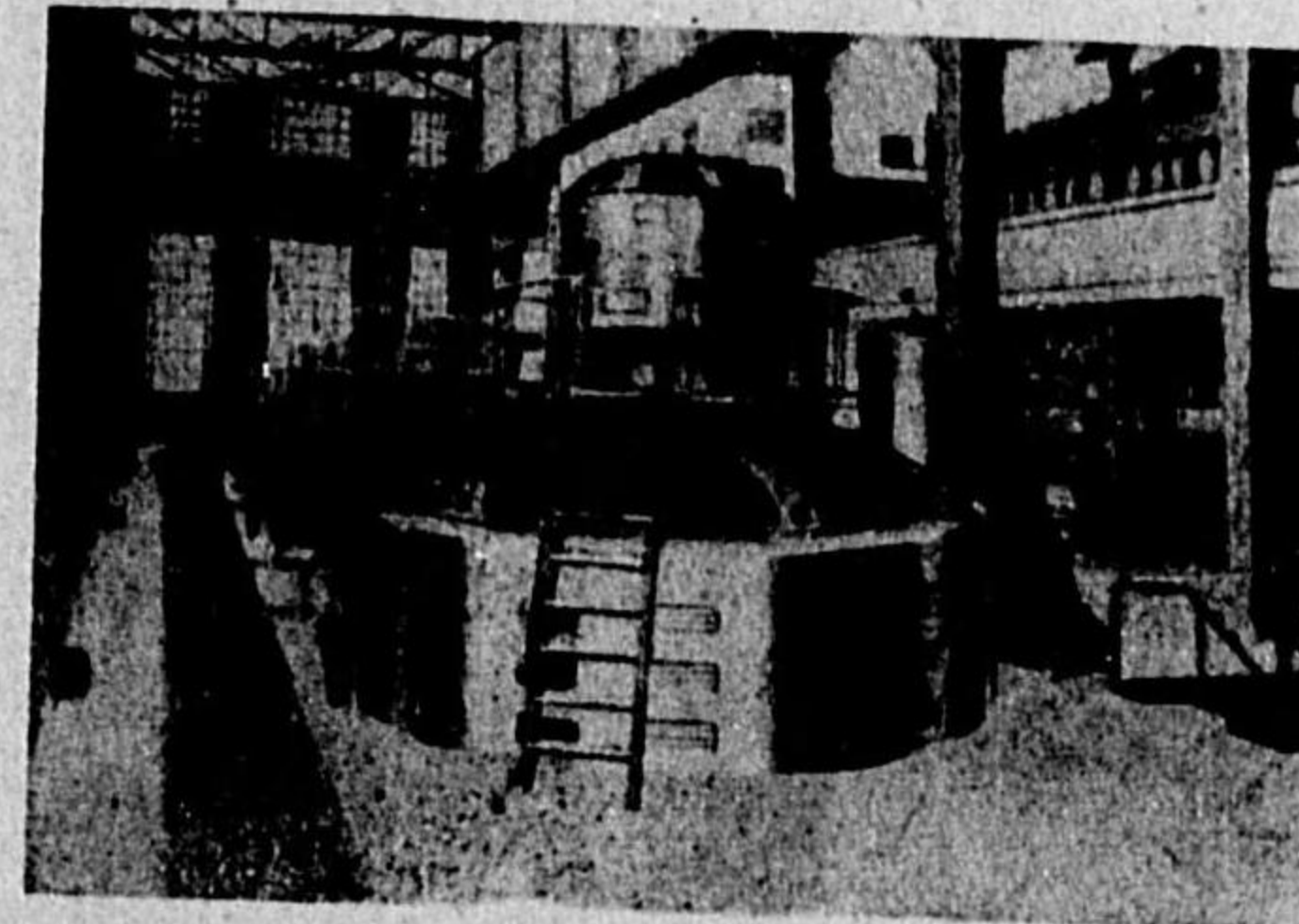
と同じやうに回轉すれば、これが實用に供せられる三相交流發電機である。第30圖は三相交流發電機の外観を示す。

(2) 電動機 上記の發電機に原動力を供給する代りに、外部から線輪に電力を供給すると發電機は電動



第29圖 交流發電機の原理

機として使用することが出来る。これを同期電動機と稱するが、今日最も

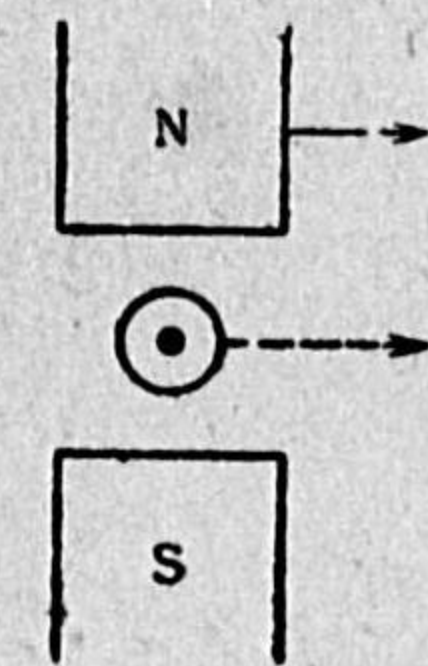


第30圖 三相交流發電機

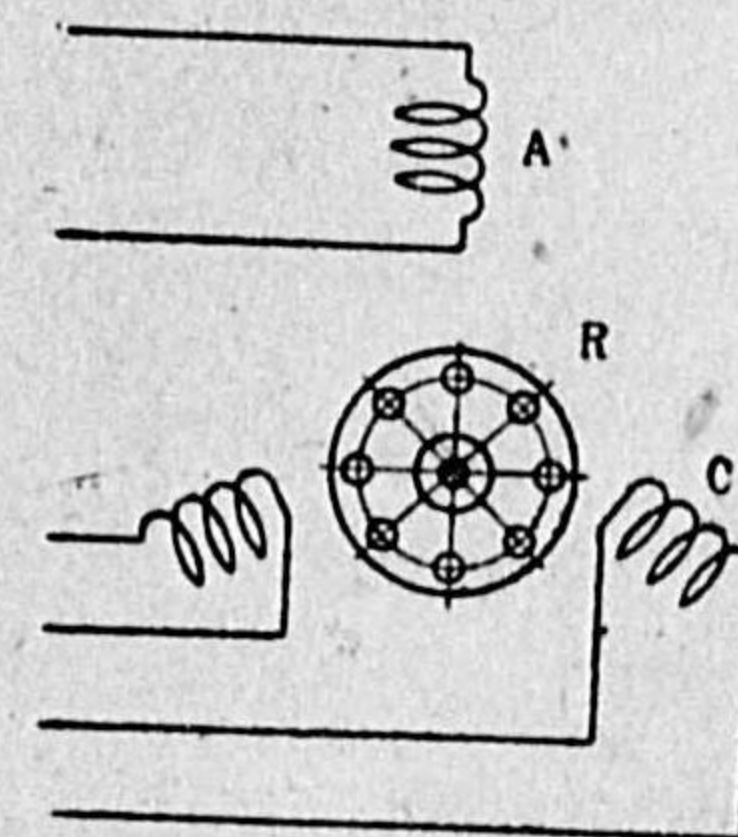
多く使用せられてゐる交流電動機は誘導電動機と呼ばれるもので、簡単にその原理を説明すれば第31圖の如くである。第31圖に於て中央は、紙面に垂直方向に置かれた導體である。今磁石が實線の

矢印の向きに動けば之には起電力を生ずる。故にこれを適當に電流の通るやうに装置すれば、この電流は磁石に作用し

て之も亦矢印の方向に動くのである。即ち磁石が動けばその方向に導體も亦動くことになる。そこで第32圖の如く A, B, C なる三つの線輪に順次に電流を通すれば、線輪は



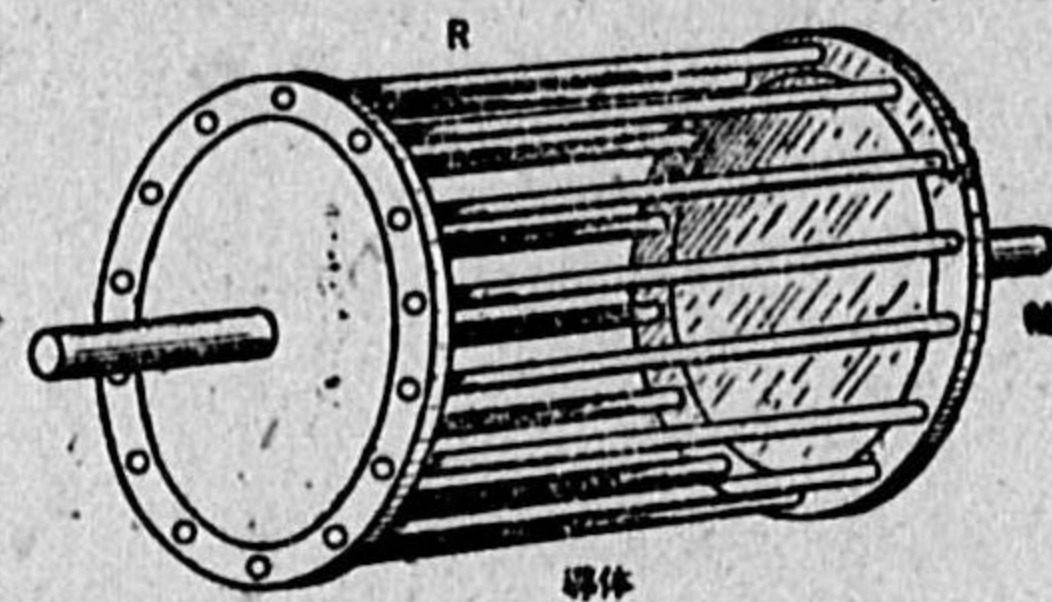
第31圖 誘導電動機の原理(1)



第32圖 誘導電動機の原理(2)

次々に電磁石となるので、恰も磁石をRなるもの、周圍を持つて廻つたと

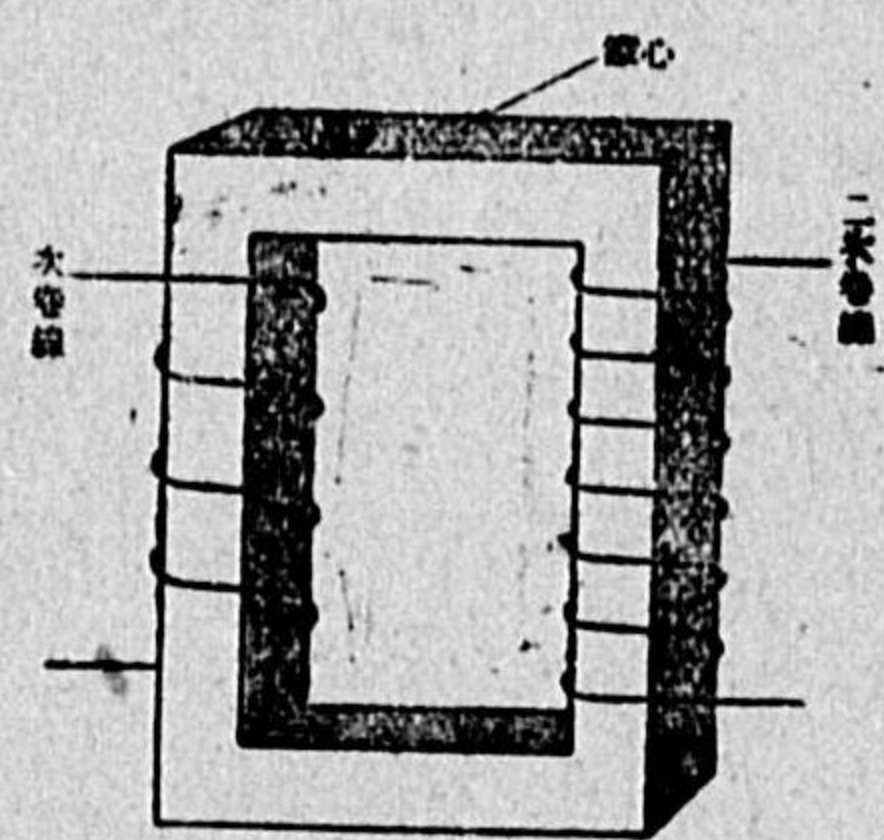
同様のこととなる。Rは第33圖の如く籠形の導體群として作製し、その軸を中心として回轉し得る如く装置しておけば、各導體に電流が通じ第31圖と同様の原理によつて回轉するのである。これ即ち誘導電動機である。斯の如き構造簡單にして使用法も亦簡便、且廉價なる電動機が發明されたと云ふことは、今日の電動力の利用範圍が廣まり一般に普及した大きな一つの原因でもある。



第33圖 誘導電動機の原理(3)

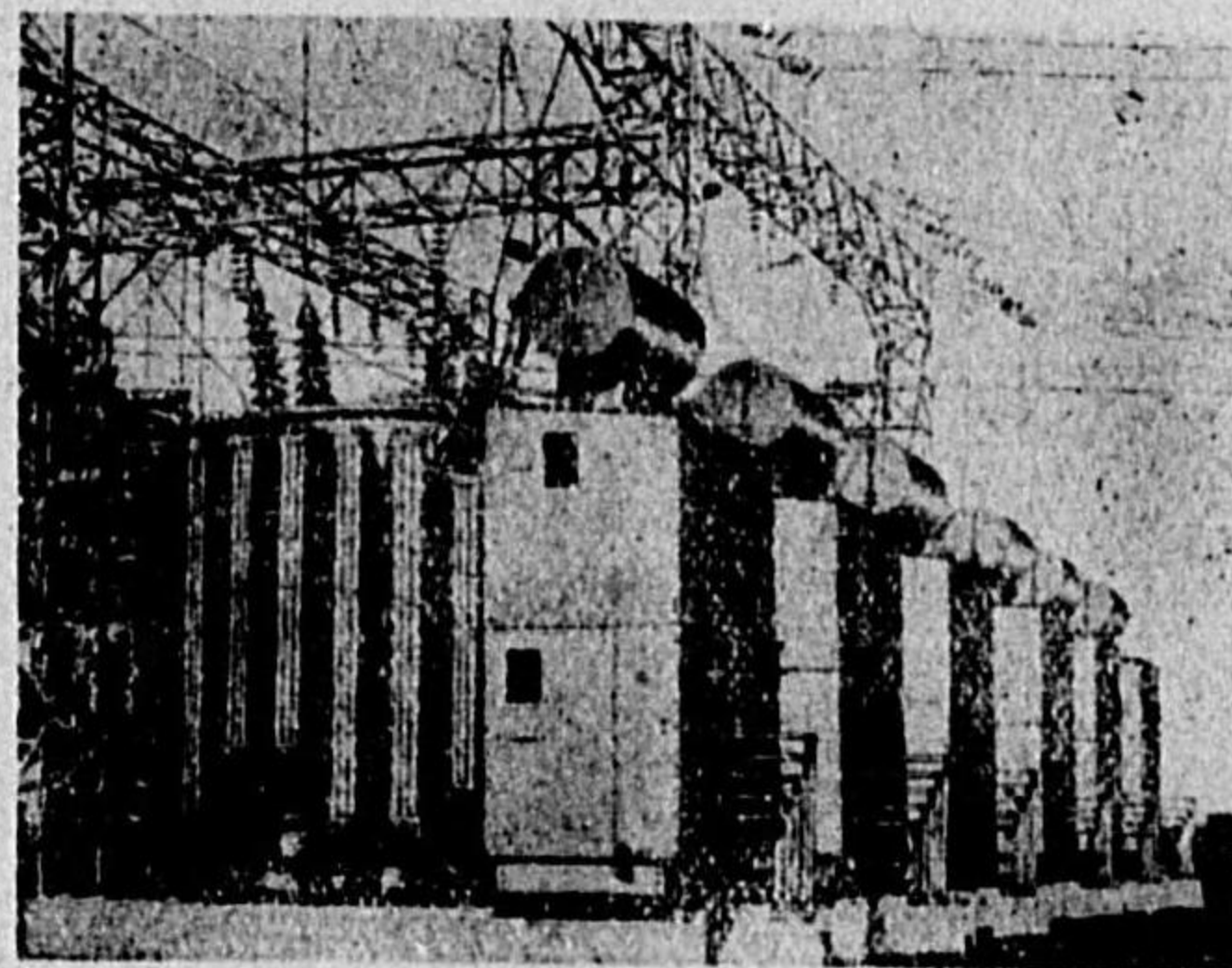
第5節 變壓器

第34圖に於て一次巻線と稱する巻線に交流電壓を加へると、二次巻線には一次巻線に加へた電壓の (n_2/n_1) 倍の電壓が生ずるのである。但し n_1 n_2 は各巻線の巻き數である。これが變壓器の構造の原理である。實際のものは鐵心に薄鐵板を積み重ね



第34圖 變壓器の原理

これを兩巻線と共に油を入れた鐵函中に納めて、これを冷却しつゝ使用する。變壓器は全部靜止部分のみより成る装置であるから頗る效率が良く、且最も簡単に電壓の上昇及下降が出来る。これを使用し得るために電力の



第35圖 變壓器外觀

長距離輸送には交流電氣なる形態を採ると云つても決して過言ではない。第35圖は變壓器の外觀を示す。

第6節 整流機器

發電の項で述べた通り電氣動力源として直流電力を使用する場合には交流を直流に變換せねばならぬ。この變換を一般に整流と稱する。例へば電氣鐵道の如き専ら直流が使用せられる。この整流を行ふためには交流電動機によつて直流發生用の發電機を運轉すれば簡単に直流が得られる。この外に水銀整流器、或は回轉變流機などもこの目的に使用される機器である。

第7節 電氣動力界の現状

電氣機器の最近の現状を述べれば支那事變の長期化並に生産擴充計畫の具體化と共に、電氣機器の需要にもその影響する所極めて多く 100,000 kvA 同期發電機、100,000 kvA 變壓器の如き世界的記録品を始め東洋最大のもの等多數の製品が國産機として出現した。しかし物資の不足は電氣機器の製作上に非常なる困難を加へ最近に於てはニッケルの入手難が新しい問題となりつゝある。

水車直結發電機として特筆すべきは 100,000 kvA 豎軸發電機で、これは 50, 60 兩周波用のものであり容量に於ては從來の世界記録品を遙かに凌駕したもので、その主要寸法は外徑 13m, 床上高さ 9.32m, 總重量 1110 噸、主軸のみの重量でも 65 噸に達するものである。電氣的には電壓が 16500 v で我が國の記録的作品である(昭和 16 年度)誘導電動機、同期電動機、直流電動機等も 4000 乃至 7000 馬力級の製品があり、回轉變流機に於ても容量 4000 kw 級(電壓 500 乃至 550 v, 電流 7000 A 級)のものがあり、變壓器では超高壓變壓器が多量に製作せられ容量 100,000 kvA 23 萬ボルト級の世界的記録品を製作してゐる。

第7章 雑動力

第1節 潮力

潮の干満による水位差を利用して水力タービンを運轉する發電装置は水力發電の一種であるが、未だ一般的のものではない。英、米、佛等に於ては種々計畫されて居り、最近完成したものに佛國の Goerledam 發電所（設置容量 12900 kw, 常時 2980 kw）がある。朝鮮仁川に於て可なり以前から計畫があり、英國では Severn 河口の潮力利用が計畫されてゐる。一般に潮力發電の開発は、技術的には必ずしも困難ではないが建設費の高價なる事を難點とする。爲に單獨では汽力發電と競走し得ず、他の發電設備と併置することによつて或る程度可能である。獨逸に於ても電力自給自足の立場から新しい原動力資源開發研究に努力が拂はれ、自國內にある數ヶ所の開發可能潮力利用地點につき、詳細なる比較研究の結果が發表された。

第2節 風力

風力の利用についても最近漸く研究が進み、ソ聯邦に於ては第二次五年計畫中に 5000 kw 二臺の風力發電所を建設する豫定を建て、1931年に試験的に建設された Balaklava 發電所の如きは相當の良好なる成績で運轉されてゐる由である。

獨逸に於ても風力利用の研究は相當に盛んで Honnef の設計が有名である。一般に風車に適當な風速は 3~5 m/sec で 8 m/sec 以上は能率が低下すると謂はれて居るが、同氏の研究によれば風速 15 m/sec の場合につき可能なることを發表してゐる。我が國に於て一年を通じて比較的一様な風速で且平均風速の大なる地方は秋田地方と長崎地方とであるが、大規模の發

電用としては未だ利用されてゐない。

第3節 太陽熱

太陽熱の利用については20年來の研究が続けられて居り、最近著しい進歩を示した。即ち低緯度地方に於ては太陽光線の有するエネルギーの15%を機械的エネルギーに変化し得ると稱されてゐる。（汽罐効率60%、機關の熱効率34.5%、機械的効率75%）太陽熱利用の最近の方法は反射鏡に所謂 Alcoa と稱する材料を用ひて太陽輻射熱の80%を反射し得て然も壽命の長い點に在る如くで、汽罐は反射鏡の焦點に置かれ、熱損失を防止する爲に魔法瓶の如く高真空度を有するガラスの覆ひが用ひられる。最近その製作費が實用となし得る程度に安價になつたと云ふ。太陽熱の利用は積雲によつて妨害を受けるので大容量のものよりもむしろ急熱汽罐が適してゐる。即ち太陽が雲で覆はれた時には給水を停止し壓力が定格値を超過すれば給水を増すのである。又太陽熱利用の發電力は時間的に變化するので利用價値を高める爲にはエネルギーの貯藏を行なはねばならず、これが爲には蓄電池を用ひるよりも高位の貯水池に揚水するとか、水の電氣分解によつて水素を作る方法などが將來性があると見られてゐる。

第4節 地熱

伊太利では動力資源が乏しいので動力開發の研究に努力が拂はれ、北部伊太利の Larderello 地方では現在迄に相當の多數の地熱發電所が建設された。1939年には第8番目の蒸汽噴出井戸が完成して、これと共に相當の發電を爲し得る豫定である。本邦に於ても地熱研究が近來再熱し、昭和15年4月には地熱發電研究所が有志によつて設立せられ、小規模の地熱發電所を建設して地熱利用の基礎を確立し、更に進んで地熱發電の實用化を計畫してゐる。

第4編 重要工業各論

第1章 機械工業

第1節 化學機械

1. 總 說

化學工業とは原料の性質又は形態を變化せしめて、人類の生活に必要な物資を製造する工業で化學機械は之に要する設備及機械の總稱である。即ちその作業原理が化學の實驗及研究に基礎を置く工業のその實施方法が化學機械である。一般に化學工業ではその質的の研究は常に化學者の實驗に依つて作業原理が打樹てられてゐるが之を量的に、能率的に、又經濟的に生産せんとするのは其設備や機械に支配せられる事が極めて大きいので既に工業道程に移された以上は化學者の分野よりも化學機械の分野の方が重大なのである。

然るに從來我が國工業教育に於ける課程は應用化學の研究とその實施の機械裝置に關する方面とは充分なる連絡が保たれて居らず、折角永年の努力より得られた貴重なる研究の結果も、之を實施する方法が當を得ない爲に遂にその効果を奏せず葬り去られる事が屢々ある。又一面工業へ投資する人々の心理からは不安心なる國內の研究に俟つよりも、工業先進國たる海外よりその製造方法の傳授を受くると同時にその設備や機械の一切を購入の方が確實で安全である。即ち投資の危険がないと云ふ見地から其大半が輸入せられ、而も夫れが驚くべき高價なる國費を費して居つたのが今迄の現状である。

従つて國內の化學機械に關する學問も工業もその發達が著しく遅れて居る。海外諸國の工業教育には既に、50年以前より化學工學、化學機械等

の専門學科が打樹てられて、之に關する相當の學者も出てゐる。我が國も之に鑑み今より約20年前頃より各大學工學部の一部に、僅かに之に關する講座が設けられ兩三年前より漸く京都帝國大學、東京工業大學、金澤工業專門學校等に於てその獨立したる分科が設置せらるゝに至つた。

我が國の如く天惠の資源に乏しく、國民の工業的水平線の比較的低い現狀に於て、而かも海外の殖民地を失ひ人口は増加の一路を辿る國柄では是非共化學工業の如き工業を第一位に置かねばならず従つて其實施機關たる化學機械は是非共之を強化せられねばならない工業の一つなのである。

その機械裝置は著しく種類が多く殆んど同一圖面を以て多數製作する場合は比較的少ない有様で、又その購買の形式も需要者に於ては固定資産を形造るもので、一旦設置したる上は年々の修理補修以外は之を増設擴張せざる限り、その會社に於ては一應の調達は終つたのである。即ち所謂數物ならざる設計製作に依る機械工業に屬するものである。

今一般に工業界に於ける經營能率を考ふるに、資材よりも加工經費の高價なる工業即ち機械工業等に於ては、統計に依るとその生産に對する經營能率は大工業必ずしも有利ではない。中小工場の方が却て生産に對する資本の能率、人員の能率、設備の能率等は大規模工場よりも優良なる成績を表して居る事は極めて明瞭なる事柄である。

然るに化學工業或は製造工業に於ては著しくその狀況を異にする。即ち一定の設備を行ひ一定の製造を連續的に出す工場は、その間接經費の賦課率の關係より、中小工業は到底大工業に及ぶべきもない。今乾燥機とか蒸溜機とかを作る場合にその製造量を2倍にしたとき、その機械設備費に如何なる變化を呈するかと云ふに經驗に依れば1.6倍~1.7倍を以て充分に事足りる。運轉の經費も又製造量を2倍にした事に依つて操作人員を2倍にすることを要しない。燃料の消費量即ち熱經濟の方から云つても操作容量を大にすれば内容は3乗比に従つて増加し、熱の損失放散面は2乗比に従

つて増加するから、大規模になるほど熟損失も少いことになる。之等の事を総合して今後の化学工業はその経営は漸次大規模に移りつゝあり従つて化学機械装置も亦益々大型となるは世界共通の趨勢である。

2. 化学機械の分野

化学機械は化学工業や製造工業の方面から分類するならば、セメント工業、製紙工業……と云ふ様に各々その工業の作業原理に従つて操作の様式が決つてゐるので、その系統毎に何々機、何々機と云ふ様な機械が配列せられて、その流れに従つて一方より原料を送ると他方より製品を得らるゝ様に配置せられて居る。之を化学機械製作者の方から云ふと、この各種の製造工業に使用せられる単位操作の機械はある種類の限度に限られてゐて共通なる機械が各所に用ひられ、従つて之を横の方から見るときは之を何々機、何々機と云ふ様に単位操作機械別に分けることが出来る。而してこの製造工程を系統別に述べる事は後述の化学工業の部に譲り本節に於てはこの横の方面より見た単位操作機械の主なるものに就いて述べる。

3. 粉 碎 機

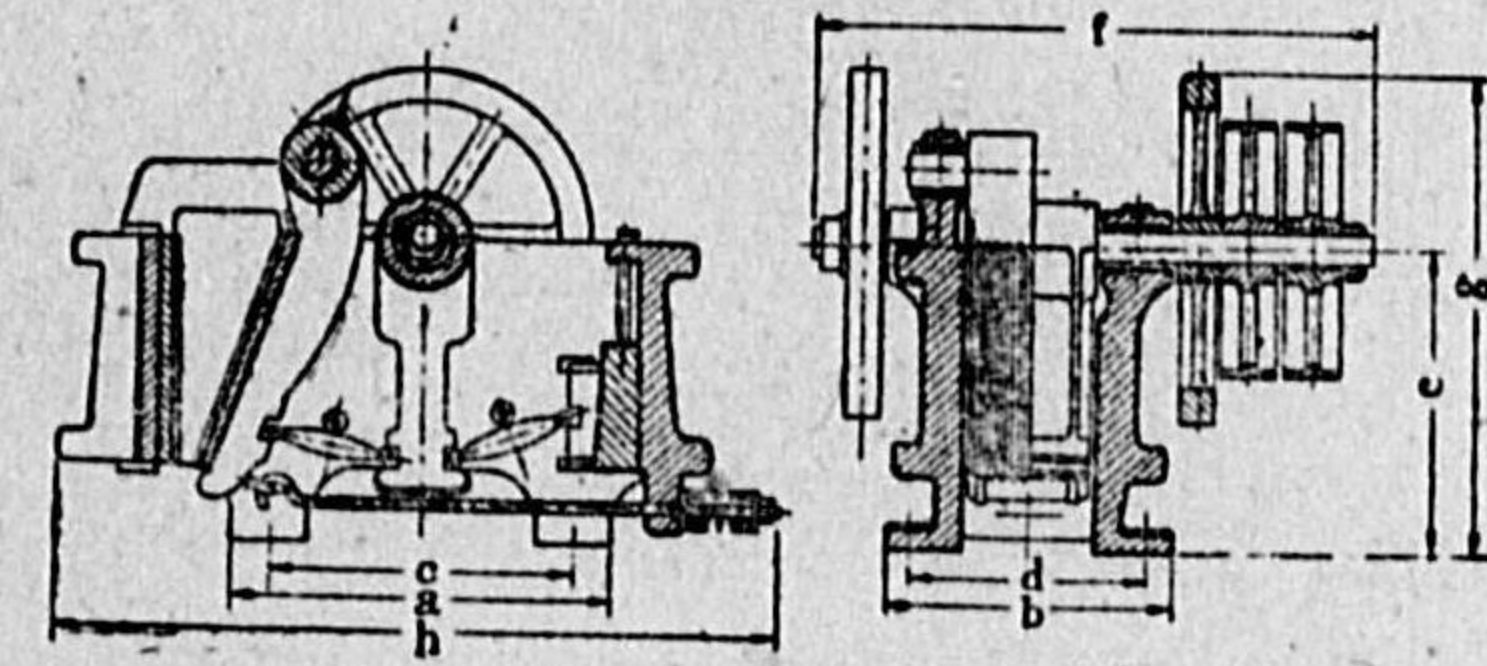
(1) 粉碎の理論 粉碎とは固体原料を細かくする事で詳しく言へば其重量を變化せしむることなく粒子の表面積を増加せしむる事である。化学工業の工程には溶解、吸収、接觸作用等の色々なる経路があるがその何れもが必ず物質の表面から作用するので此表面の多い少いは作業に大なる影響を及ぼす。即ち粒子が細かければ細かい程作業速度が早くなる、終局此事は一定の作業設備に於て同一時間に作業量を多くすることとなり、工場の固定資産に対する資本の利用率を効果的にするので化学工業の単位操作中極めて重要な部門に屬する。

此粉碎機の種類は二種の方面よりする。其一は如何なる粉碎機でも大きな原料を入れて初めから一度で細粉に迄することは出来ないで、其所に二段三段の工程が必要である。即ち荒碎き機、中間粉碎機、細粉機又は微

粉機等の三種に分れて居る。又粉碎機の破碎面に及ぼす力のかゝり方に依つて分類するので其(1)は徐々に壓力をかけて破碎するロールの様なもの、又(2)は衝撃や打撃によつて粉碎するもの、又(3)は粉碎面を互に摺り合せて細粉にする挽き臼の様なものとの三種に分類される。

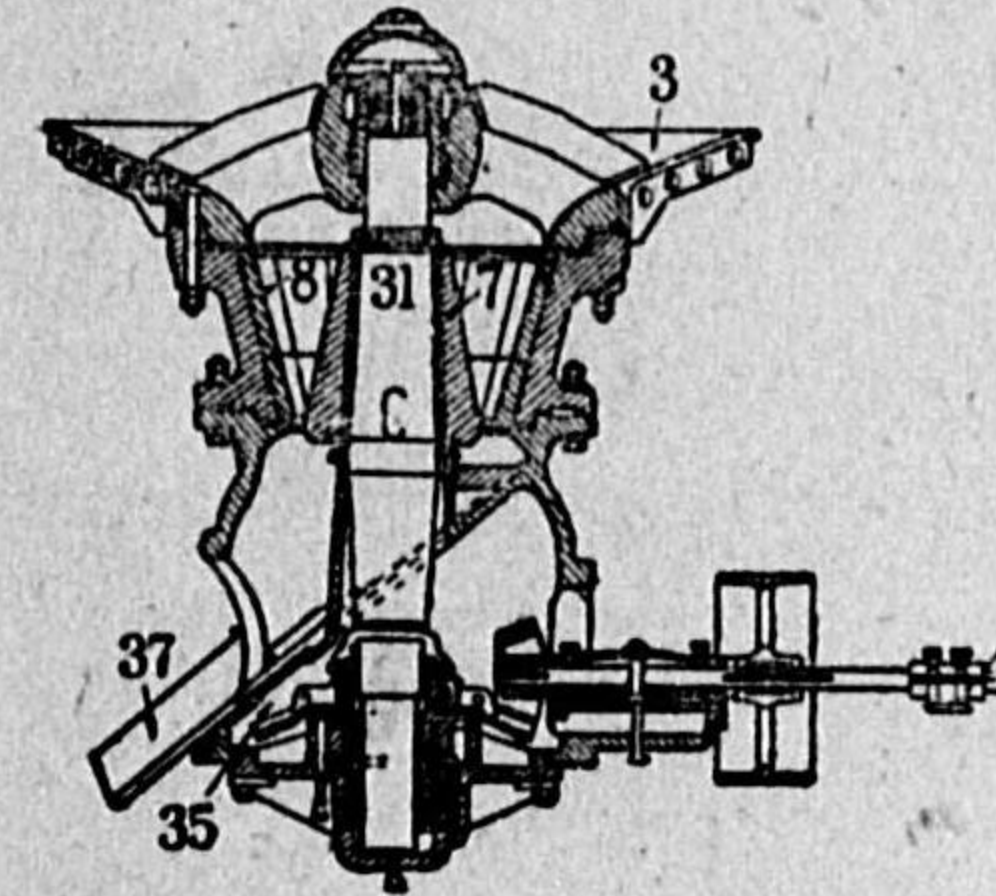
(2) ジョウ破碎機、旋回破碎機 ジョウ破碎機とは第36圖に示す様に一方が固定して他方が開閉する様になつてゐるV字形の破碎面があつて此所が機械の1回轉毎に

開閉するので此開いたときに原料が入り、閉ぢたときに破碎せらるゝ様になつて居る。用途は鑛山に於ける堅き礦石やセメント工業な



第36圖 ジョウ破碎機

どの石灰石の粉碎など原料の初めの荒碎きに用ふる機械で、作業量は1時間に0.5噸位のから100噸位のもの迄あつて、比較的故障の起らない機械である。

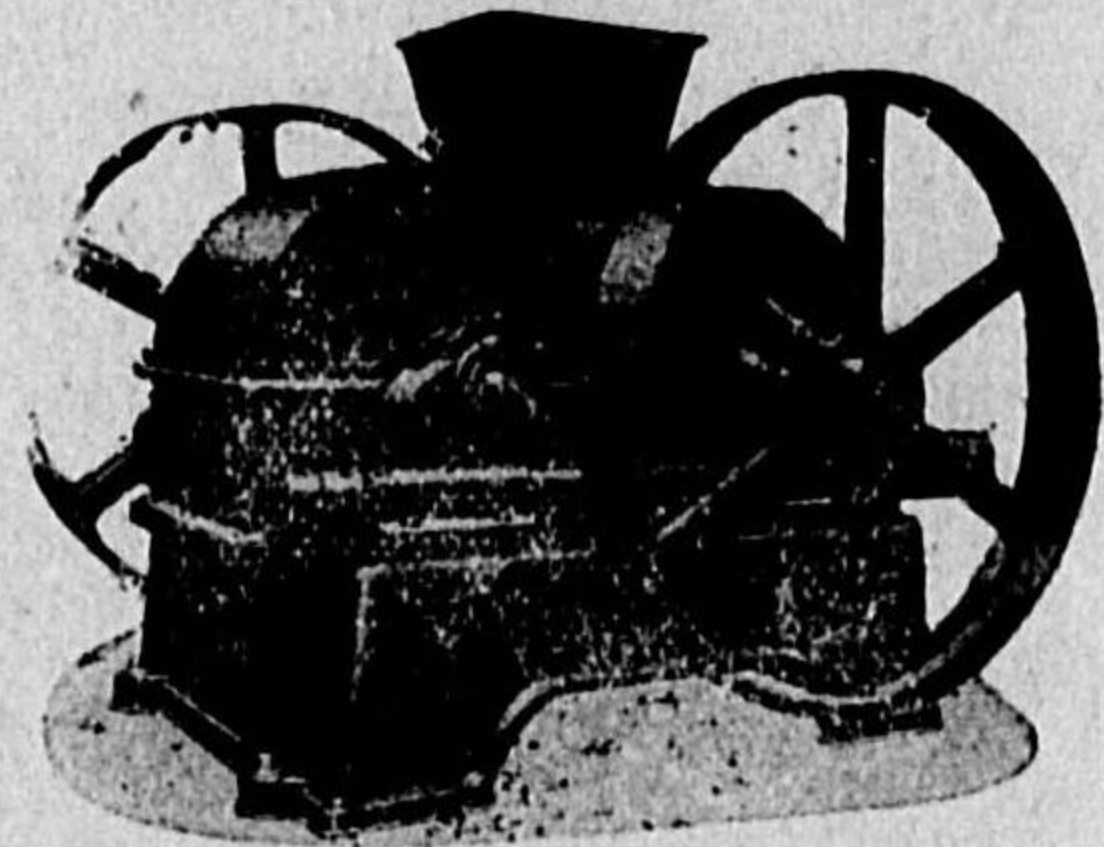


第37圖 旋回破碎機

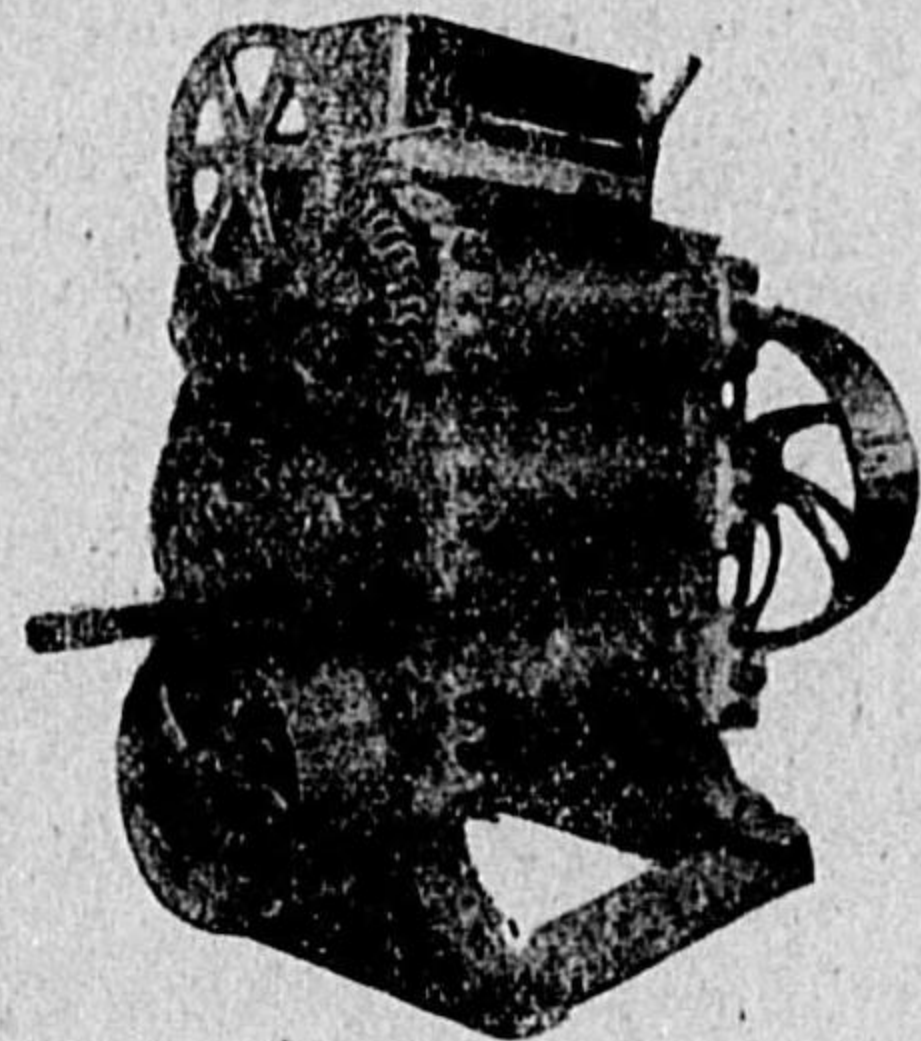
旋回破碎機とは同様な目的に用ひらるゝ破碎機で先のが往復運動式に出来て居るのを第37圖の様に回轉運動式に改良したもので、外に摺鉢形の破碎面があつて其内に圓錐形の破碎棒が取り付けられて居り、此双方の間で連続的に原料が破碎せらるゝもので、他の一般的に認めらるゝ機械の改善法則にある様に往復運動の卍筒が回轉運動の渦卷式卍筒となり、又舊式の蒸汽機關が現在蒸汽タービンに代つた如く總べて往復運動を回轉運動にすることに依り其作業量を増し機械の破損を

少くしたもので此種機械の一層進歩したものと云ふべきであつて之又廣く工業上用ひられて居る。

(3) **ロール破碎機** 第38圖に示す様に互に内側に回轉する2本のロールの間に原料を喰ひ込ませて破碎するもので同時に幾分練り合す様な作用をする。機械の材質は鐵製のものが多いが硬質緻密の石材を用ひることもある。用途は穀類などの製粉の場合、又大豆油、菜種油、落花生油、胡麻油、綿實油、蓖麻子油等の製油工業の場合に蒸汽で蒸して搾油する前に、先ず生原料を壓し潰す場合等には必ず使用する機械である。此場合は種挽きロールと云ふ名稱で呼ばれ第39圖の様に2本宛のロールが3組組合せてあるものを用ひる。又生ゴムの處理や印刷イ

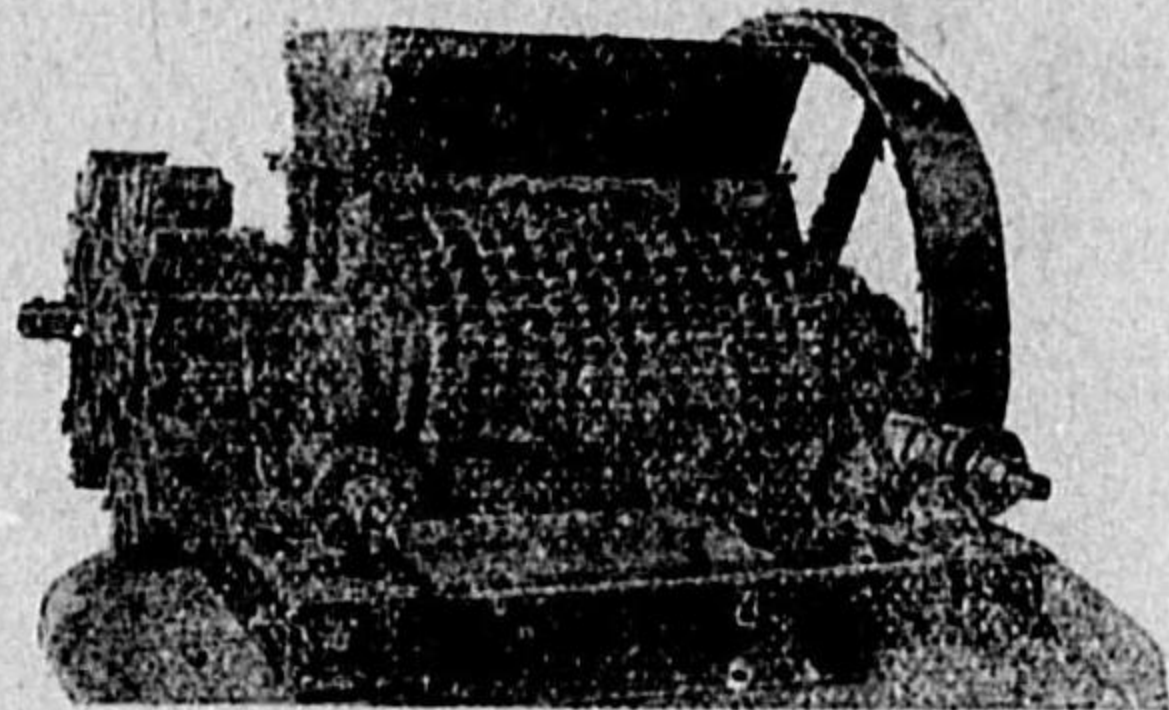


第38圖 ロール破碎機



第39圖 種子挽ロール

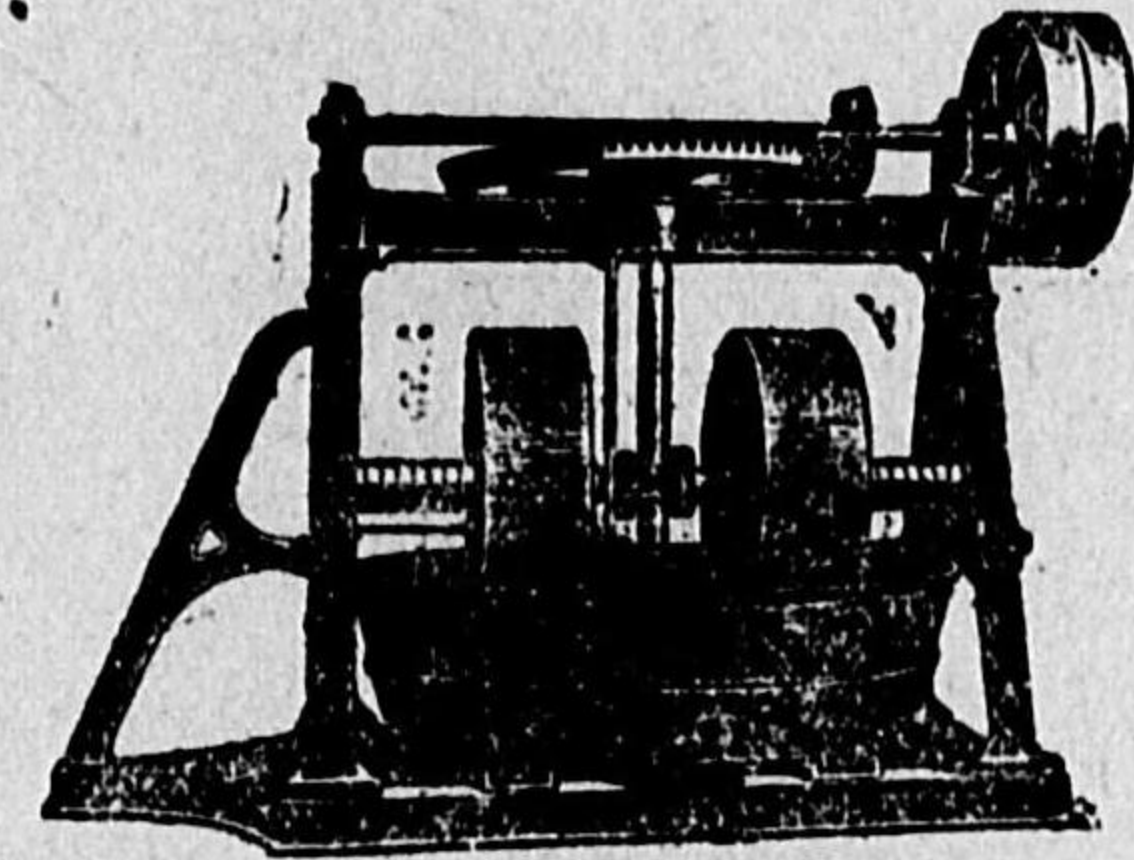
ンキとか塗料ペイントとか或は化粧品石鹼等の製造の場合に、色々の原料を入れて破碎しつゝ均一に練り合すときに無くてはならぬ機械である。以上の場合には其ロールの表面は平滑であつて充分な仕上工作が施されてあるが、時として第40圖の様に表面がピラミッド形の多數の突起から成立つ



第40圖 鬼ロール

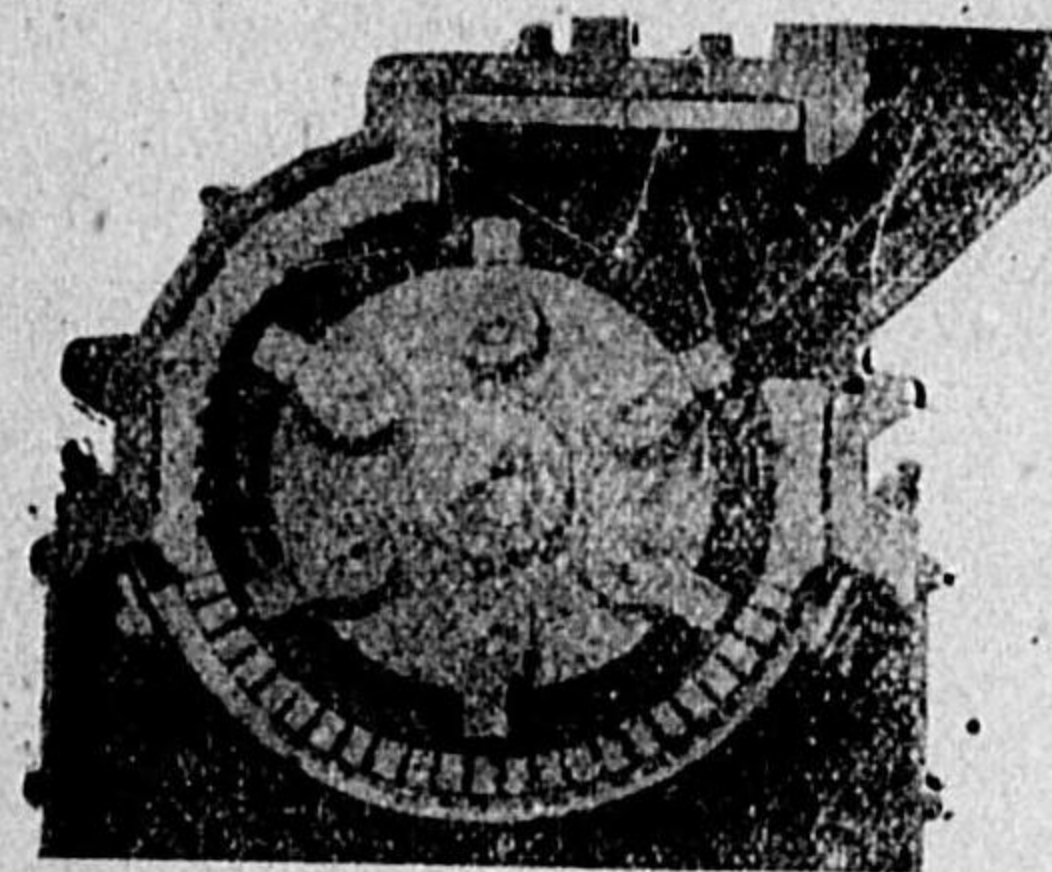
てをり、或は縦の方向に縞状の多數の溝が切つてある。鬼ロールとか縞ロールとか云はれるものである。何れも纖維性のものとか中位の硬さのものを荒砕きするとき用ひるものである。

(4) **エッチランナー** 別名をフレットと云ふ。第41圖に示す様に1個の上向きの大形の鐵製の皿の中を、石製の直徑1米位もある大形のロールが回轉するもので、其ロールと皿との轍の所で粉碎せられる様になつてゐる。塗料顔料等の工業とか油脂工業の二番搾めの場合の油粕の粉碎等には廣く用ひられてゐる機械である。



第41圖 エッチランナー

(5) **スタンプミル** 臼と杵から成立つてゐる俗に云ふ鬼の餅搗きとか田舎でよく見掛ける水車小舎の米搗臼の如き様式のもので、其用途は以上の外に今尚鑛山等に於て金を含む礦石等を粉碎する時に用ひられてゐる。最も工業的な場合には臼は1個1個でなくて1つの機械に數組取付られ回轉に従つて順序に働く様になつてゐる。



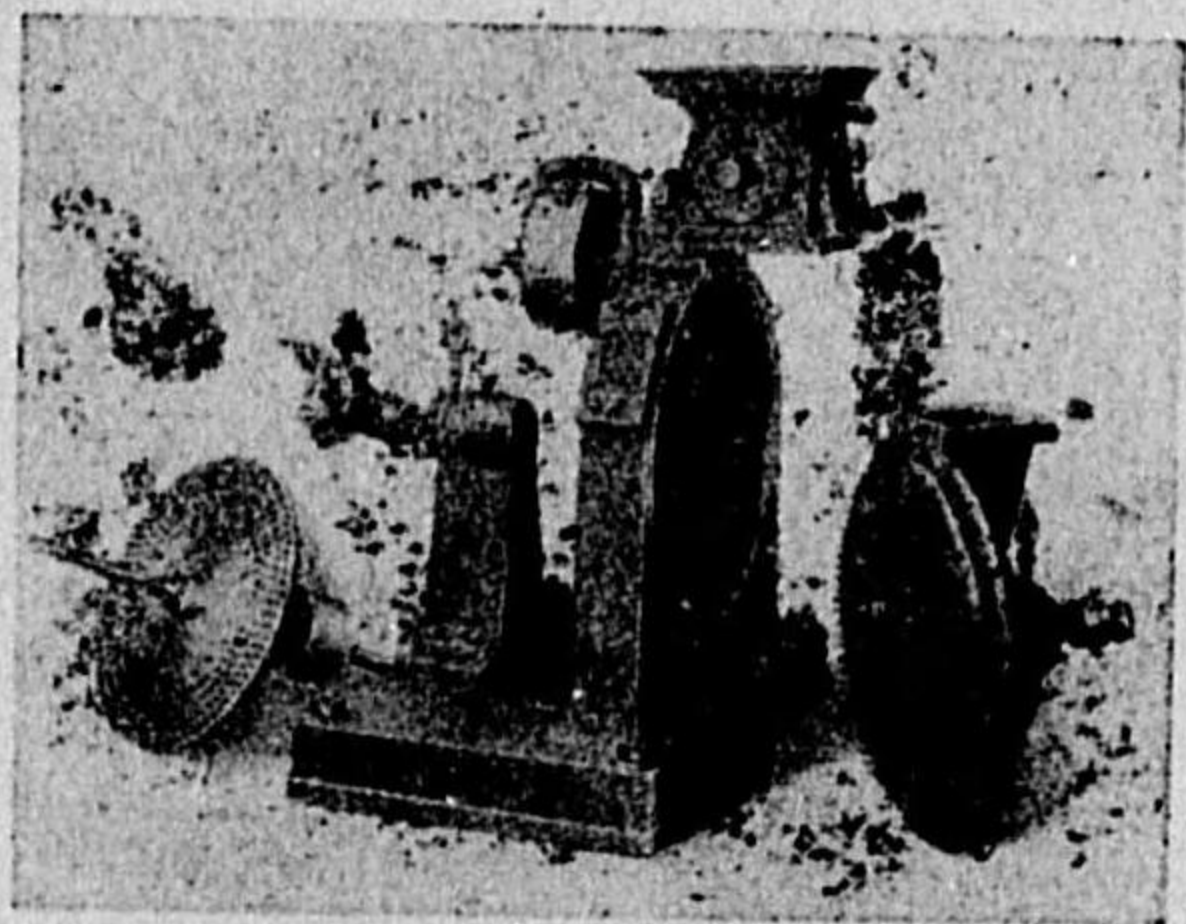
第42圖 スイングハンマー粉碎機

このスイングするハンマーと外郭との間で叩きつけられて粉碎せられる様になつてゐるもので、中硬質のものとか纖維性のものとかを破碎するのに工

(6) **スイングハンマー粉碎機**
1つの堅固なる外郭の中に急速度に旋回する圓板があつて、其周圍に數個又は數十個の破碎棒が各々1本のピンに依つて搖動し得る様取付けられ、原料を頂部から投入すると、このスイングするハンマーと外郭との間で叩きつけられて粉碎せられる様になつてゐるもので、中硬質のものとか纖維性のものとかを破碎するのに工

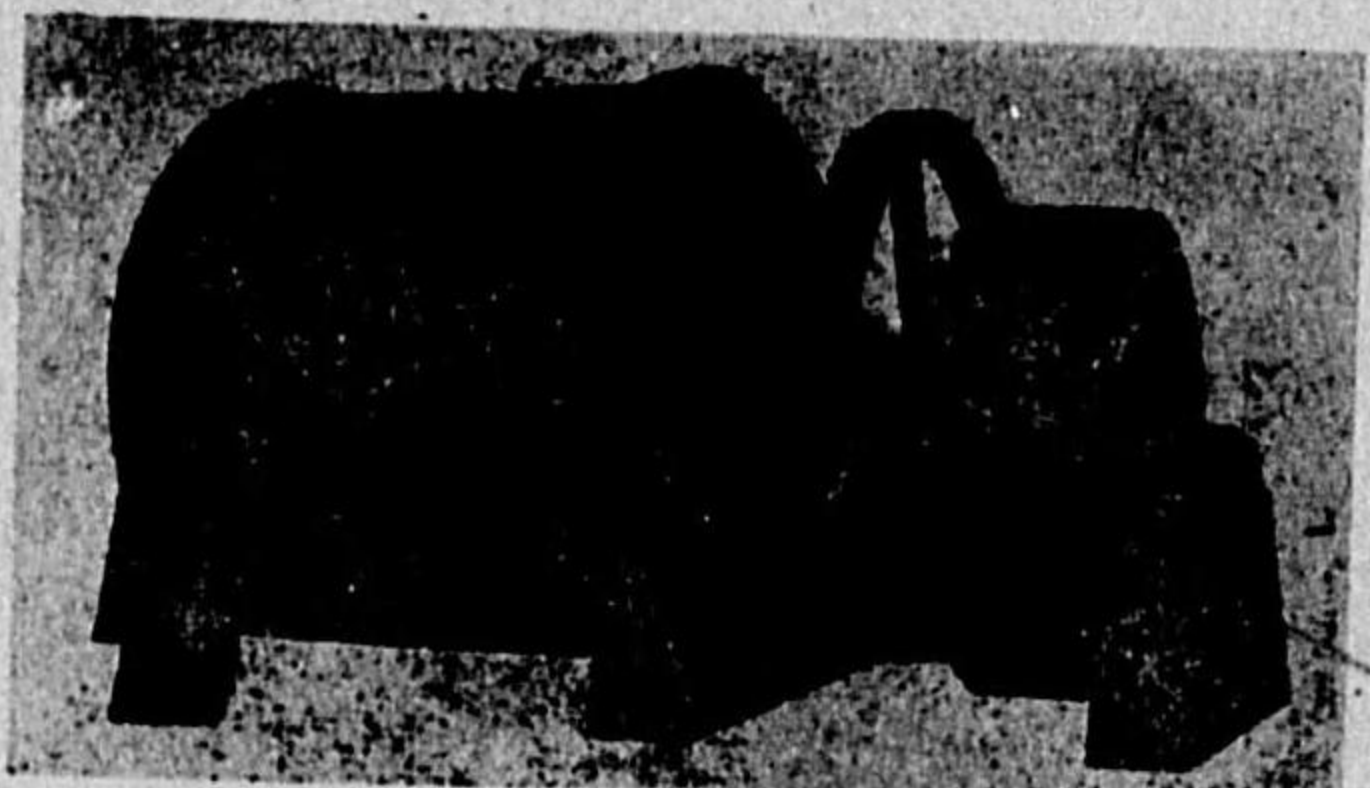
業上広く用ひられてゐる粉碎機である。第42圖は其一例である。

(7) **デイスインテグレーター** 第43圖の様に圓筒形の外郭の中で2個の白鼠の運動車の如き形のもの、互に反対方向に急速度に回轉し原料は中心から供給せられてこの双方の車の中で打撃されて粉碎せられるものである。尙直径が30寸以下の小形のもは一方の車が蓋に固定してゐて一方が急速に回轉する様になつてゐる。之又廣く工業上の細粉機として使用されてゐる。



第43圖 デイスインテグレーター

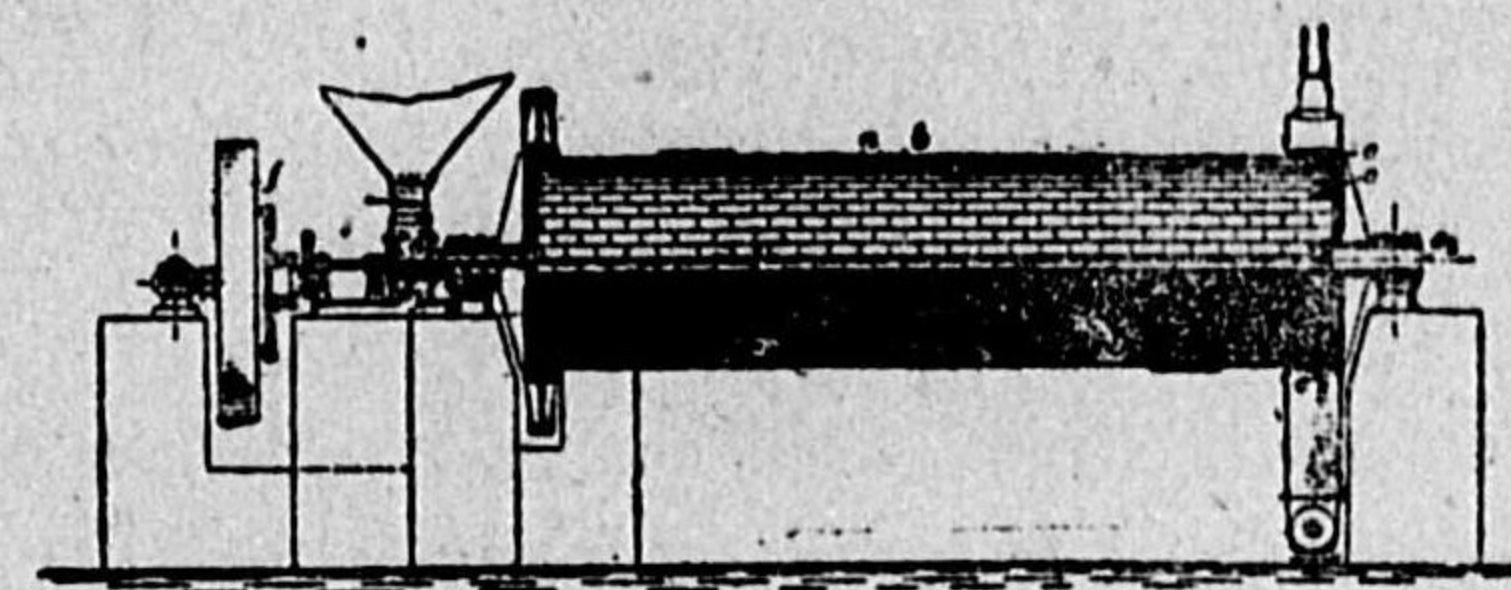
(8) **ボールミル、チューブミル** 鐵製圓筒形の罐胴を其軸心を水平に置いて之を横に回轉する様に支へ、其中へ多數の鐵製又は磁製のボール或は之と類似の天然石を入れて此罐胴を緩速度に回轉するもので、其中へ原料を入れてボールとボールとの相互間及ボールと罐壁との間の衝擊、摺動等に依つて破碎する粉碎機である。



第44圖 ボールミル

機能は中位の粒子の原料を入れて極く微細なる細粒を作るのに用ひられる。罐胴の形が長さと同様なもの又は2倍位迄のものを普通ボールミルと云ひ、4乃至5倍以上のものは之をチューブミルと云ふ。用途は一般に化學藥品、醫藥、塗料、顔料、窯業用の陶土、粘土或は又微粉炭として石炭を使ふ場合の粉炭製造等に用ひられる。通常は乾式であるが染料とか陶土とかの様に特別細いもの、必要ときには濕式として水を入れ

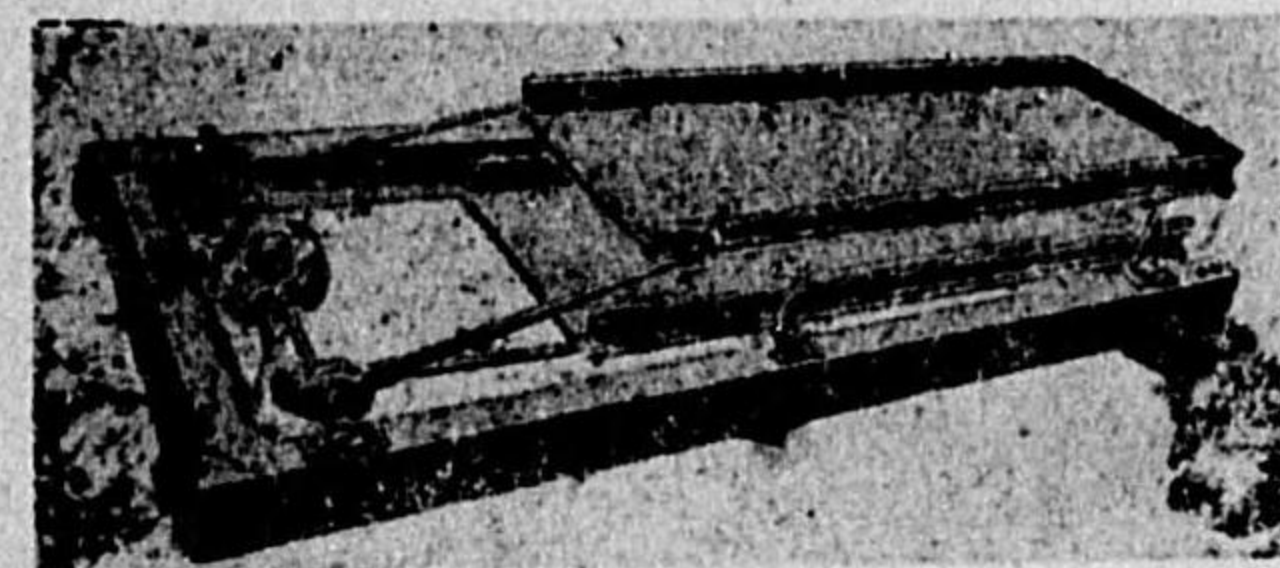
て運轉する。比較的に操作の容易なる粉碎機で工業上廣く使用せらるゝ機械である。第44圖はボールミルを、又第45圖はチューブミルの各一例を示す。



第45圖 チューブミル

4. 選別機

原料粒子を大小に依つて分別せんとするに用ひる機械で一般概念の篩を機械化したものである。其篩面には金屬板に穴を開けたもの、或は金網又は絹篩等を用ひる。形式は平面に貼つた篩を略ほ水平に置いて之を前後に動かす往復運動篩、又之を斜めに置いて之に細かい振動を與へて篩分ける振動篩と、又之を横に置いた圓筒形又は多角形の筒の外周に篩を貼つ



第46圖 往復運動篩



第47圖 回轉篩

て其内部へ原料を通じて回轉に従つて内外に分別する様にした回轉篩等との三種がある。又構造の上からは大小異なつた二種以上の網目を一定の間隔を置いて二重三重に重ね合せて組立て、運轉中一度で製品粒子の大きさの限界を規正する様にしたものもある。第46圖は往復運動篩、第47圖は回轉篩の各一例である。

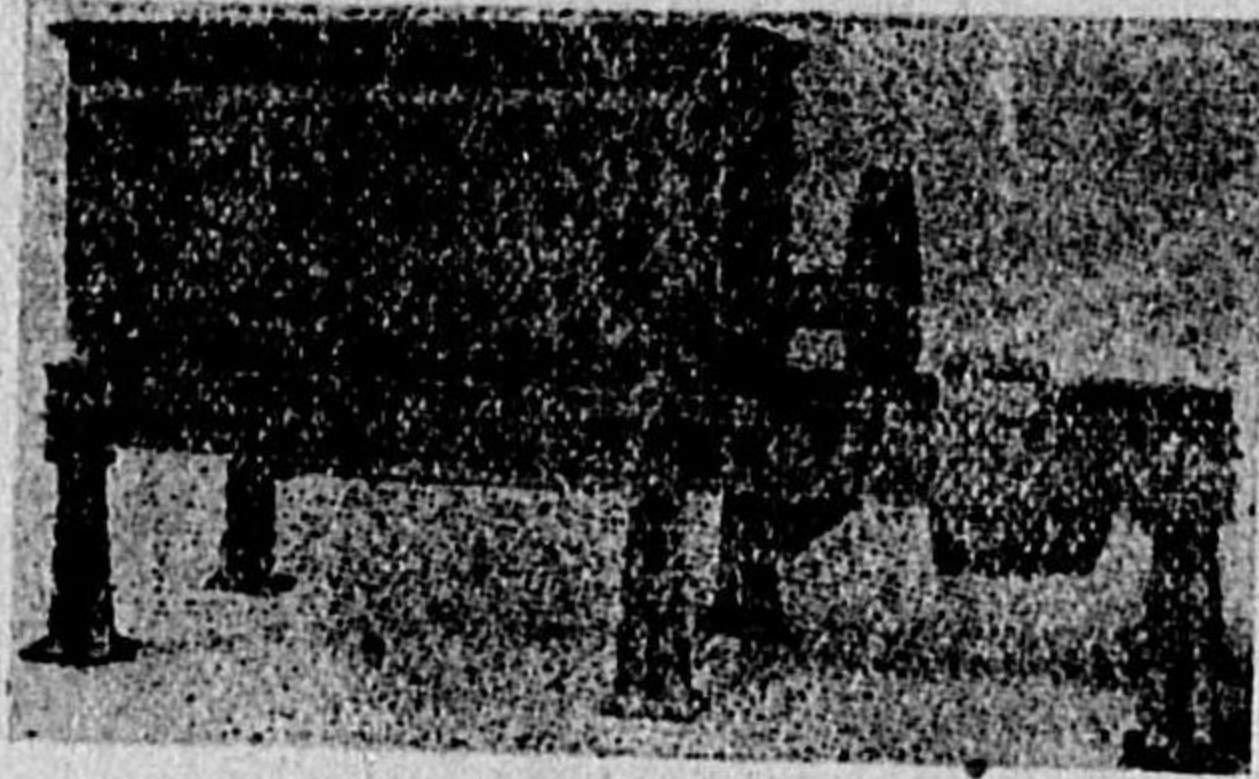
5. 混合機、攪拌機、捏和機

(1) **混合機** 主として固體粉末と固體粉末との混ぜ合せを行ふ機械

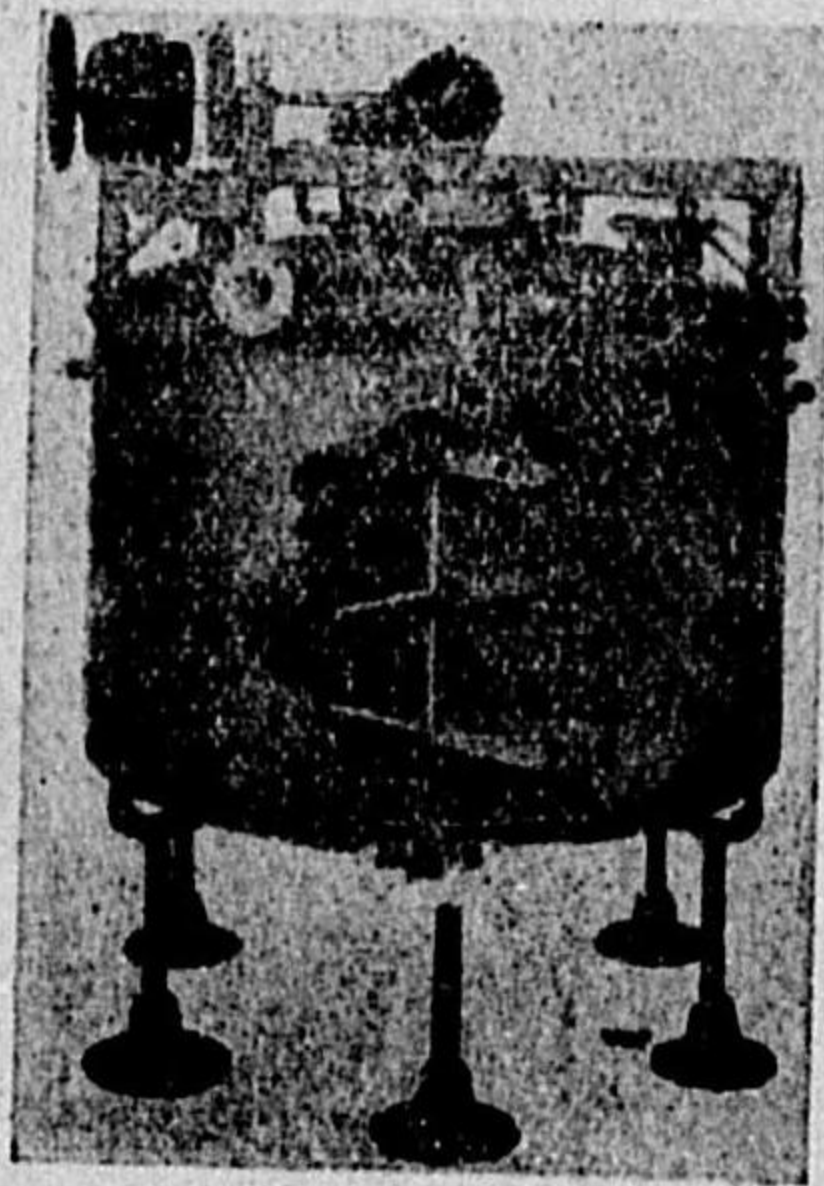
で、短時間に均等性の粉末を得んとするのが目的である。第48圖は其一例を示す。

(2) 攪拌機 攪拌とは液體と液體との混合、或は液體中に固體を溶解せしむるとき、原料を加熱しつゝ其反應を促進せしめんとする場合等に行ふ操作で、第49圖は最も

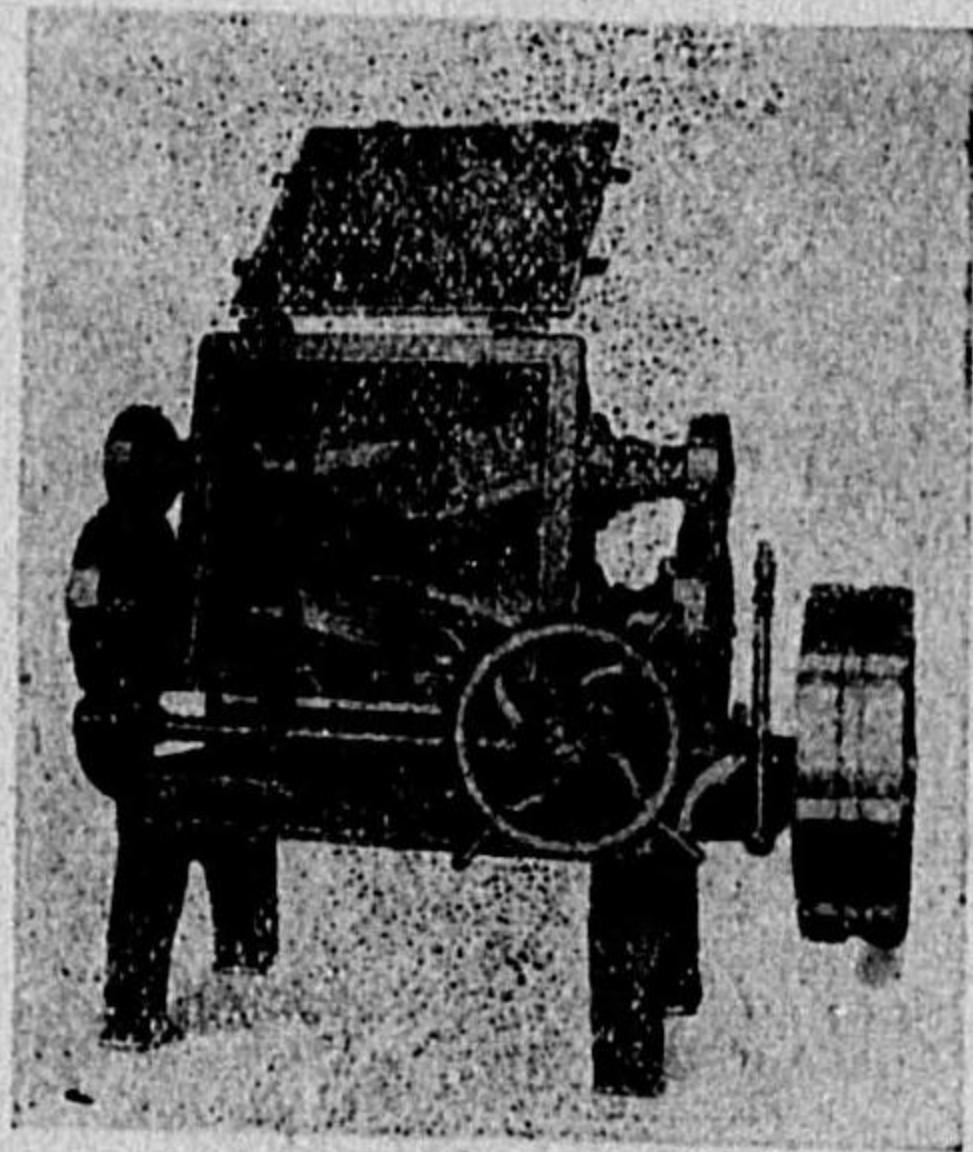
普通の一例である。尙この外にも空氣や瓦斯體を吹き込んで攪拌するものとか又唧筒を以て吸ひ上げて急激に板に吹きつける方法とか、又其容器全體を搖動せしむる方法とか其作業の目的用途に従つて色々の様式がある。



第48圖 混合機



第49圖 攪拌機



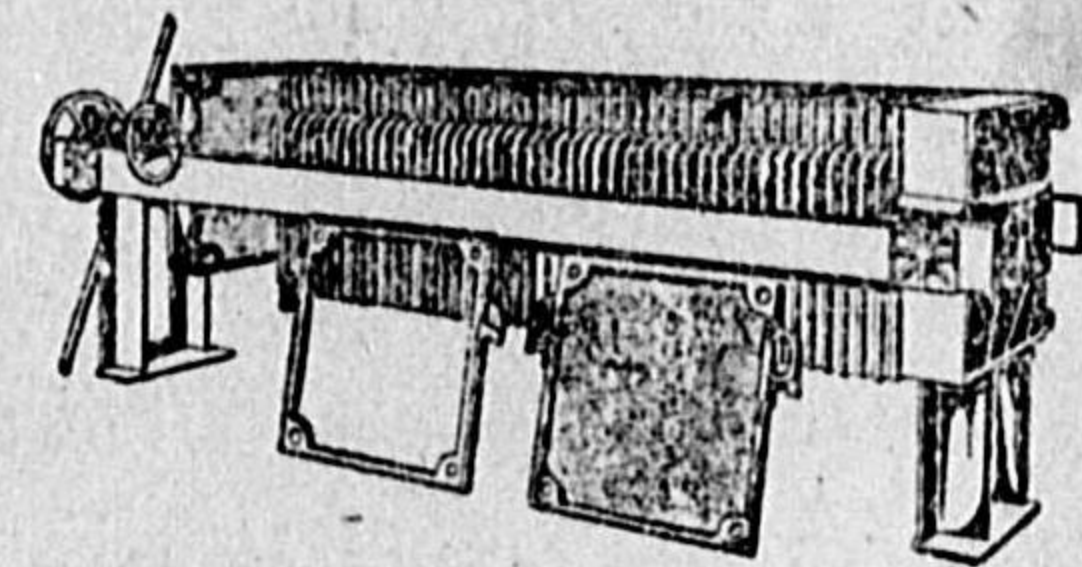
第50圖 捏和機

(3) 捏和機 糊状のもの同志を捏ね合せ、或は之に粉末を加へて混和と同時に練り合すことを作業目的とした場合に用ひらるゝもので、化學工業、食品工業、藥物製造等の場合に石鹼、塗料、バター、チョコレート、化粧品、鉛筆芯等を作る場合に用ひられる。第50圖は之等の機械の一般を示すものである。

6. 濾過機

(1) 濾過の理論 濾過とは液體原料が固體粒子に依りて混濁せられてゐる場合に、之を適當な膜布を通して清澄なる液體と固形粒子とに分離する作用を云ふのである。化學工業上の單位操作の機械としては最も多數に使はれてゐるところの重要な機械である。濾膜には通常帆布用の綿織物を用ひるが、若干酸性のもの等には毛布其他の毛織物を用ひることもあり濃度の高い酸類の場合には礦物性の石綿の織布を用ひ、又極めて微細なる微粒子とか細菌とかの濾別には濾紙、綿等を用ひることがある。又混濁物が微量で液量の非常に多い場合例へば水道の濾過等の場合には砂或は火山灰等を堆積して之を立體的に濾別することも行はれてゐる。今各種の濾過機の中で最も廣く用ひられて居る代表的のもの二種に就いて次に之を述べる。

(2) 壓濾機 一般にフィルタープレスなる名稱に於て公知せられる機械である。この作業原理は數枚乃至數十枚の濾枠を縦に列べ、其處に多數の濾壁と濾室とを形成せしめ、其一端より唧筒に依りて各室へ等分に原液を壓送分配して、各其濾膜を通じて濾過せしめ、殘滓は之を濾室内に留め清澄濾液は之を機外に流出する様に設計せられたもので、總ての濾過機中其構造堅牢で操作簡單、又安定度の高き機械として、最も廣く用ひられるもので、化學工業製造工業等の凡ての分野に互り藥



第51圖 壓濾機

品、結晶物、陶土、パラフィン等其他の濾別用として廣く用ひられるところの機械で、第51圖はこの概要を示すものである。之と類似なものにケレー式とかスパートランド式とかの別様式の壓力濾過機があるが其原理は全く同様である。

(3) 真空濾過機 前項の壓濾機は機能安定であり、濾別度も又略ほ充分であるが、其操作が間歇的で比較的人手を要し作業量の上らない缺點があるが、之を改良したものが本機である。第52圖に示す様に徐々に回轉する横置圓筒形の濾筒の外周に濾膜を纏ひ、之を直径の約3分の1位迄原液を満したる船形の容器の中に浸し、別に真空ポンプを装置して常に其濾筒の内部より吸引して比較的真空ならしむる様壓力を低下せしめ置くものである。然るときは残滓は同筒の外周に附着し清澄濾液は其筒内に吸引せられて、其中心の中空軸より機外に放流せらるゝものであつて、濾筒外面の残滓層は其回轉に従つて反對側に於て掻き取板に依つて掻き剝がされ、濾面は再び原液中に没入するものである。この操作を繰り返して連続的に行ふもので多量の原料を濾別する工業、例へば砂糖工業とか、アルミニウム工業其他に於て盛んに使用される機械である。オリバー式、ゼニス式等はこの種類に屬するものである。

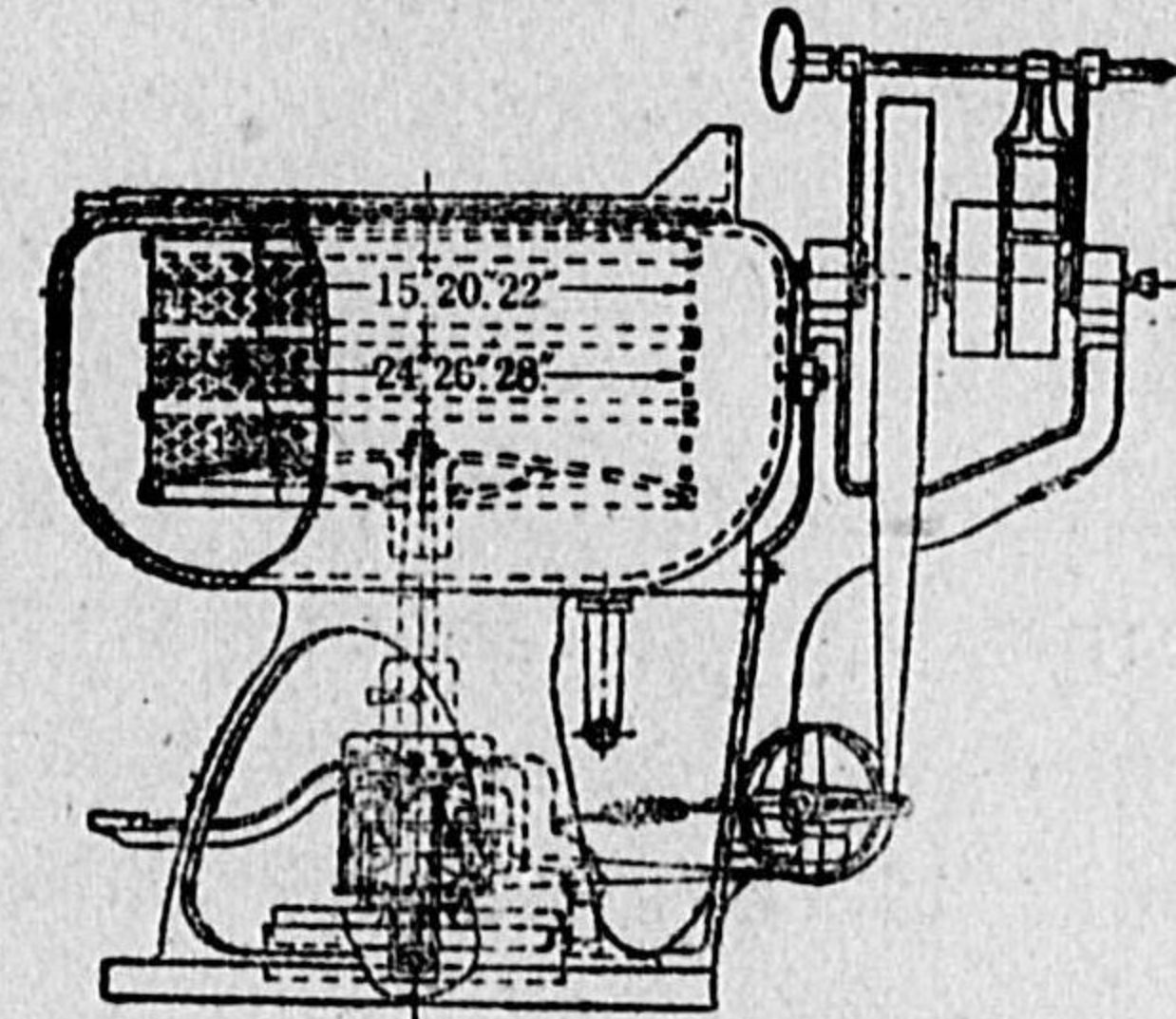


第52圖 真空濾過機

7. 遠心分離機

普通の遠心分離機と高速度遠心分離機との二種がある。普通の遠心分離機とは繊維製品とか結晶物とかの周圍に絡んでゐる水分を、遠心力の作用に依りて振り切らんとするもので通常第53圖の様に、バスケットと稱する周圍に無數の細孔を穿ちたる籠形の容器の中へ含水性物を投入し、之を急速度に回轉して其水分を遠心力に依つてバスケットの外側に振り出し、正味物質を其内部に残留せしむるもので、大部分は第53圖の如く堅形であるが稀に横形のものもある。又高速度遠心分離機とは水と油とか、牛乳とクリームとか同じ液體同志でも比重の異なつたものを遠心力に依つて機械的に

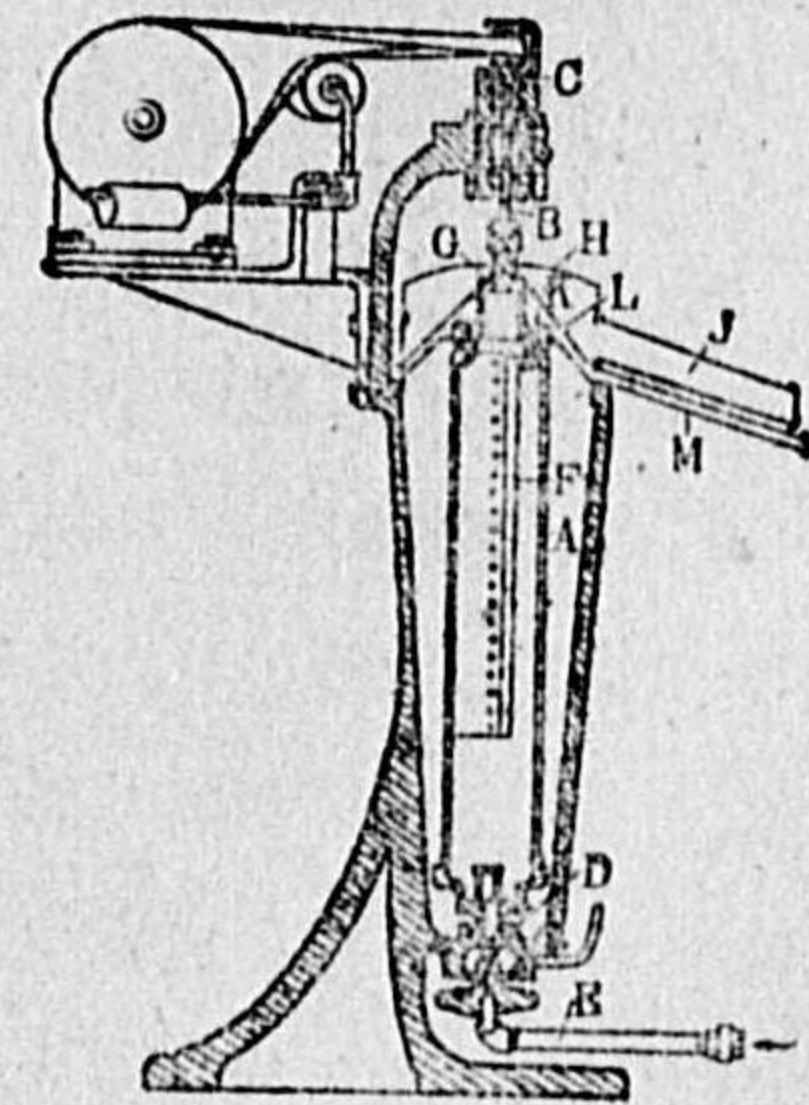
分別する装置で、前者に比べると少くとも約十倍以上の高速度、即ち毎分6,000回乃至10,000回以上回轉させねばならない機械である。用途は電氣の變壓器油の清淨、魚油の精製、ディーゼルエンジンの燃料油の精製、蒸汽タービンの潤滑油の再製とか食料工業の方では、バター、クリーム等の工場に於て相當に使用される機械である。第54圖は其内のドラバル式、第55圖はシャープレス式を示すのである。



第53圖 遠心分離機



第54圖 ドラバル高速遠心分離機



第55圖 シャープレス高速遠心分離機

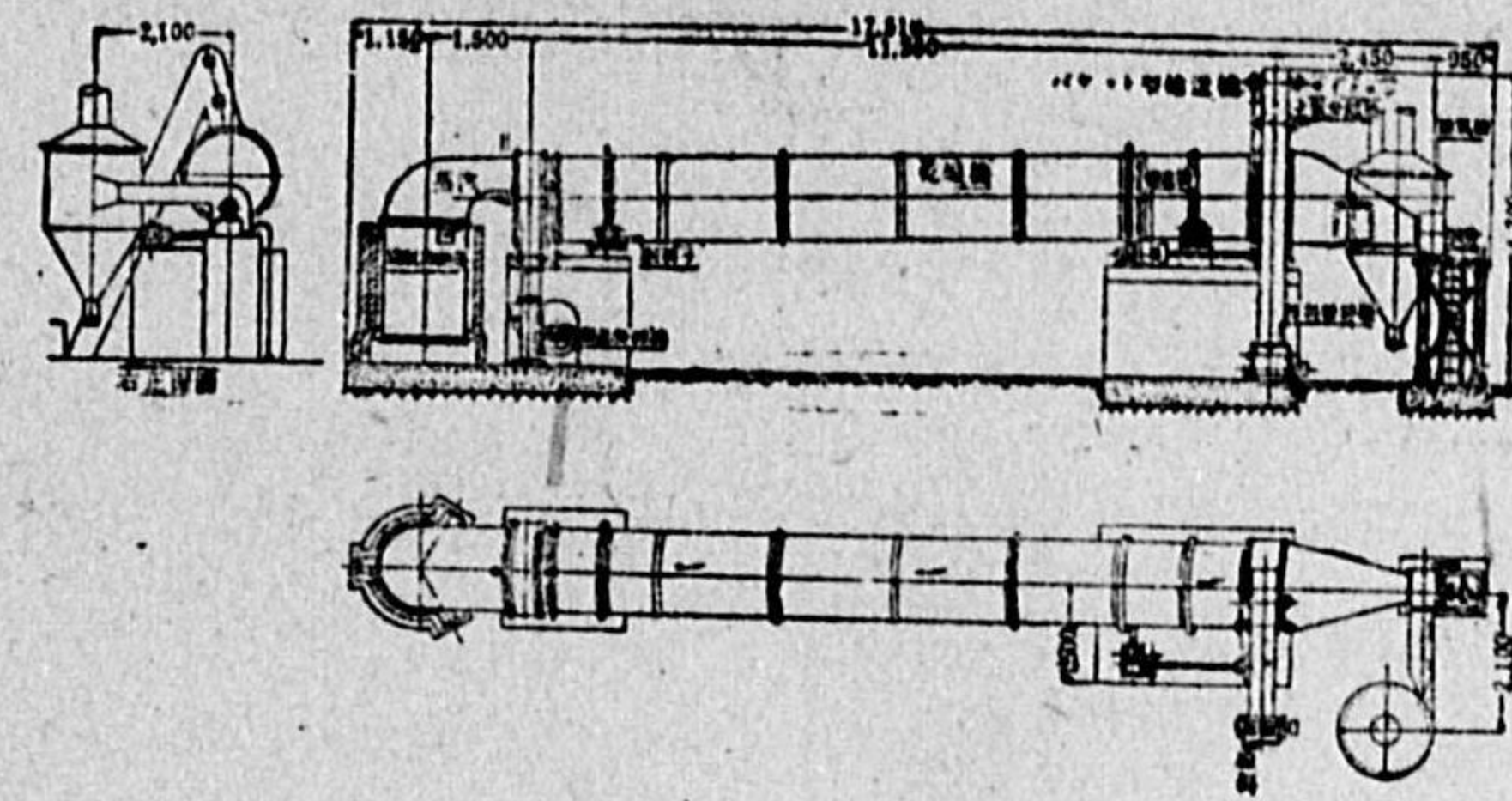
8. 乾燥機

(1) 乾燥の理論 乾燥とは固體原料中に含まるゝ水分を蒸發に依つて

分離する操作を云ふ。我が國は周圍海に圍まれ、四時常に大氣中の濕度が高く、何物でも殆んど完全乾燥の状態に在るものは少く只放置して置いたばかりでも、含水量最低8%位から20%位にも及ぶのが普通である。従つて乾燥の必要なることは米穀、野菜、繭、魚糧、魚肥等より工業藥品、醫藥、石炭等に至る迄、あらゆる部門に亘りて要求せられる。之に依りて品質を向上せしめ腐敗を防ぎ、保存を永からしめ又次に來る製造操作を容易ならしむる等、其効果は蓋し少からざるものである。此故に製造工場に於ける設備費の配分に於ても他の單位操作機械に比べて著しく多額の固定設備費を要し、又其工場内に於ける占有面積に於ても常に相當廣く採られ居るのが普通である。

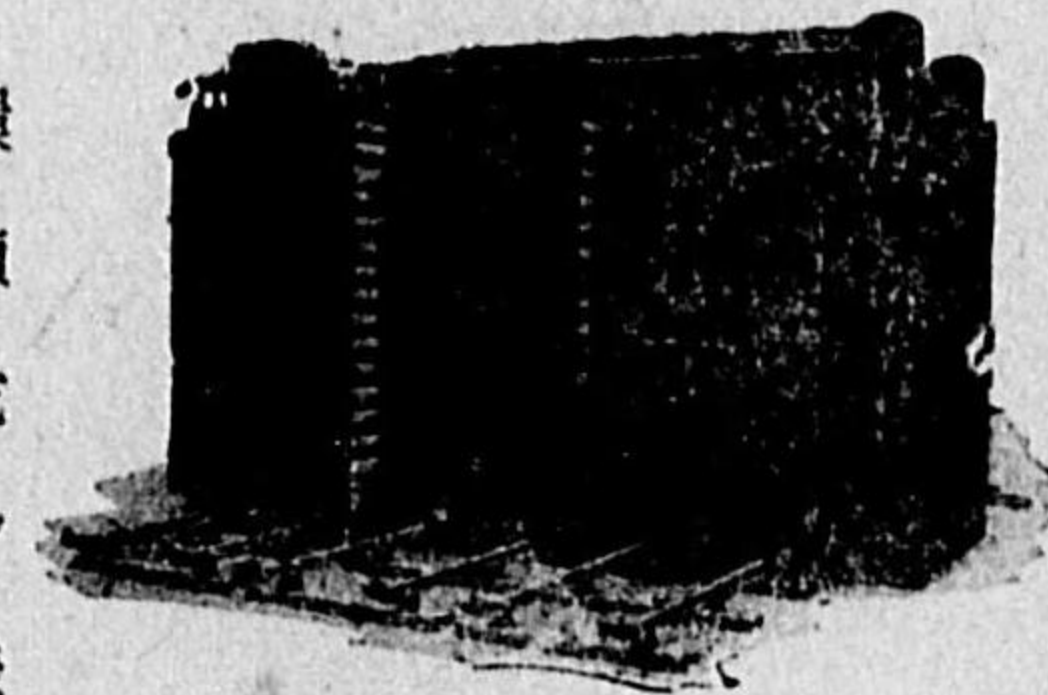
乾燥の進行には先づ第一に其乾燥せんとする原料粒子を圍繞する空氣を乾燥状態に置くと云ふことが必要條件である。即ち空氣中の水蒸氣の分壓を低くし、なるべく多量の水分を吸収し得る様な乾燥力の旺盛なる空氣として置くことが必要である。之には溫度を昇けた熱空氣を送る方法と乾燥室の壓力を低減して真空にする方法との二種がある。前者を熱空氣乾燥機と云ひ乾燥機中の大部分を占め、後者が真空乾燥機として特別に品質の優良なるものを作らんとするときに使用せらるゝ機械である。又此外にも直接乾燥劑を入れて乾かす吸収劑乾燥機と云ふものもある。

(2) 回轉乾燥機 第56圖に示す様に外徑1米乃至2米位、長さ10米乃至20米位の鐵板製の巨大なる圓筒形の乾燥機本體を略ぼ水平に裝置し、其内部に多數の攪拌羽根と加熱用の蒸汽管とを備へ一方より原料を輸送機で連続的に送り込み、筒體の回轉に従つて常に熱空氣に露されつゝ末端に至る迄に乾燥させる様に構造せられてゐる。上述の内の熱空氣乾燥機の部類に屬し、連続的に多量に製品を得んとする場合に用ひらるゝもので、此種の機械中一定の作業量に對し、燃料消費量の最も少くて事足りる乾燥機である。



第56圖 回轉乾燥機

(3) 函型乾燥機 第57圖の様に密閉せられたる函型の一室の中へ多數の棚を置き其上へ各原料を入れた方形の皿を乗せて底部或は中間に蒸汽を通じた加熱管を配置して之を加熱し、送風機を以て側面から此熱空氣を巡環させて機内の換氣を行ふもので、前項でも述べた様に、比較的小規模なる乾燥作業には廣く用ひられて居る機械である。熱空氣の送り方には此説明の様に同一函内に放熱機を取付けたものと別に機外の空氣加熱機に於て作られて其室内に送り込まるゝものとの二種がある。

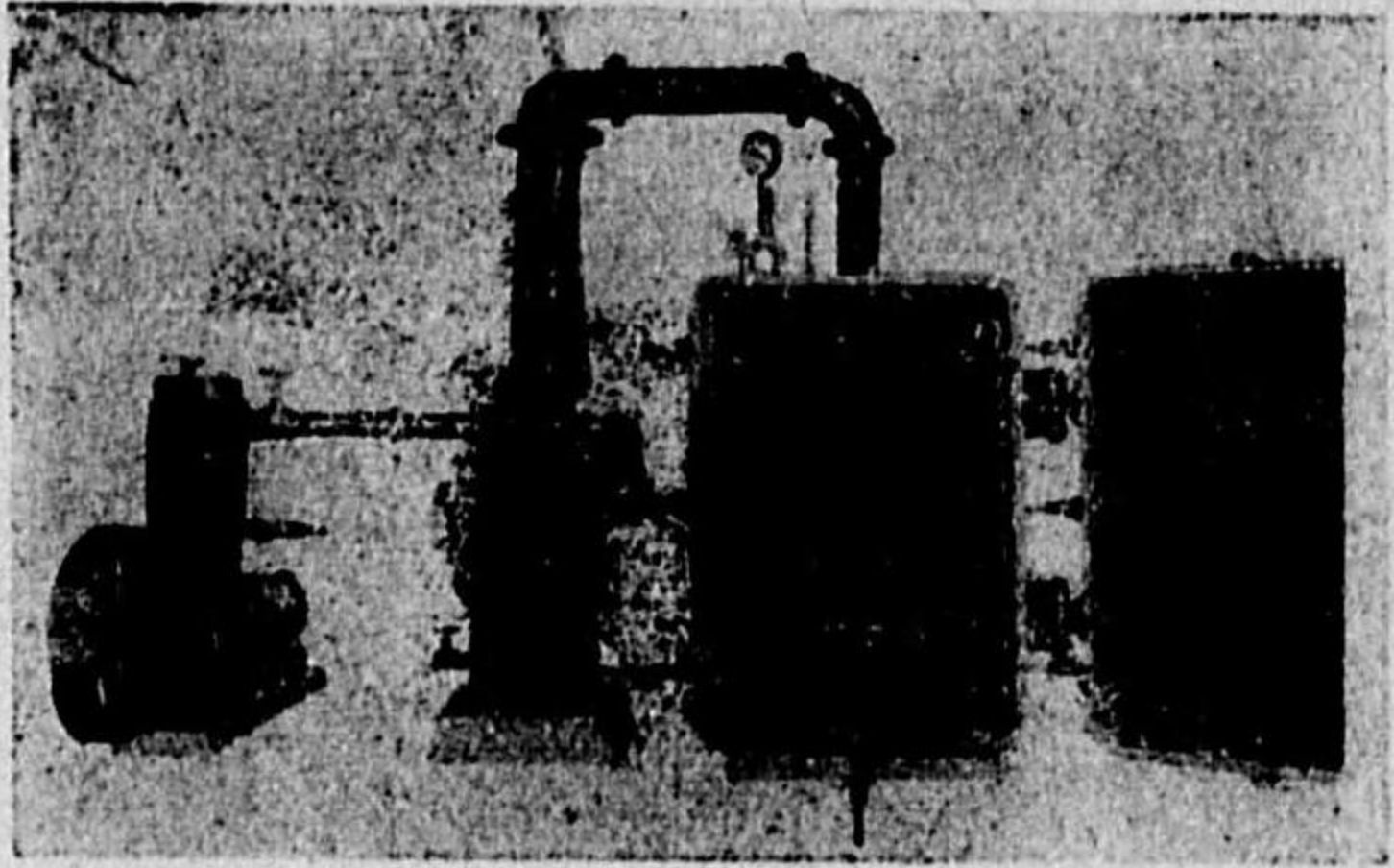


第57圖 函型乾燥機

(4) 真空乾燥機 原料中には是非共低溫で乾燥しなければならないものが相當にある。食料品とか調味料とか結晶藥品とか又寫眞工業、印刷工業等に於ける材料等には攝氏の50度乃至60度以下で乾かさねばならず、夫れ以上の高溫に遇はすと變質したり變形したりして使用に堪へなくなる。又高溫で乾燥しても差支へはないが低溫で取扱つた方が製品の品質が一層上等に仕上げらるゝと云ふ場合も屢々ある。此様な用途に用ひらるゝのが

此真空乾燥機である。機械は完全に密閉したる函形の乾燥機と別に真空唧筒とより成る。

又乾燥機と真空唧筒との間に常に冷却水に依つて冷されて居る凝縮機が連結せられて居つて、乾燥機内で蒸發した水蒸気を凝縮して水とし分離するの役目



第58圖 真空乾燥機

をして居るもので、之又本装置中の重要な役割を演じて居るものである。第58圖は本装置の一例である。

(5) 吸収劑乾燥機 鹽化カルシウムとか酸性白土等の水分の吸収劑を用ひて直接原料中の水分を吸収に依つて分離せしめんとする方法である。

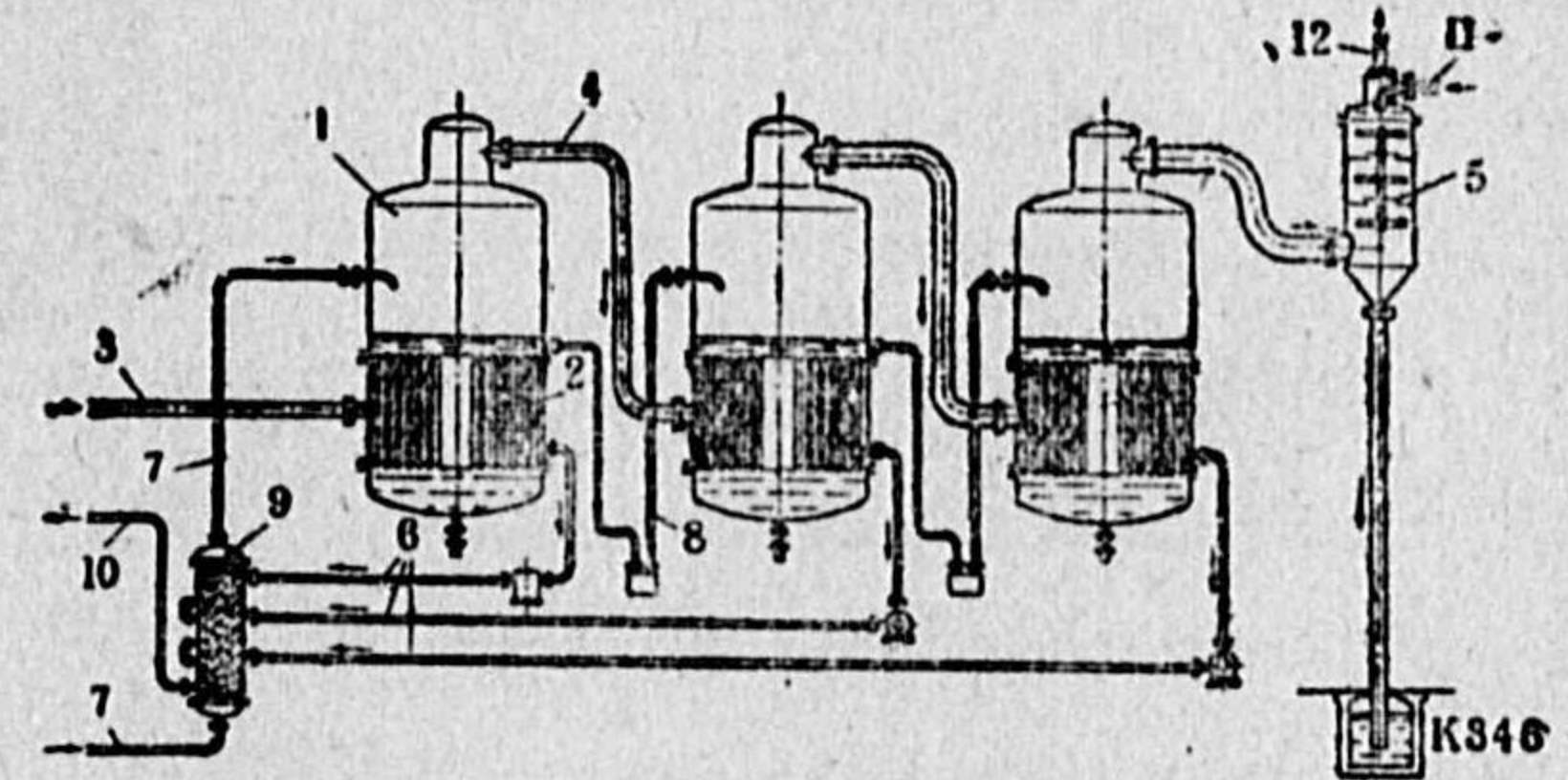
其一は乾燥室内に以上の様な乾燥劑を入れて置くものと、其二は夫れとは別に乾燥劑を充填したる容器の中へ送風機で空氣を送つて乾燥空氣を造り、之を乾燥せんとする原料を入れた乾燥室へ送つて乾燥する様にしたものとの二種である。何れの様式に於ても乾燥其事は直接吸収劑に依つて水分が除去せらるゝのであるが、其水を吸つた吸収劑の水分を驅逐して再び吸収力ある乾燥劑たらしめるには相當の手數を要する。通常別に空氣加熱機を用ひて熱風を送り、此含水乾燥劑の中の水分を追ひ出し更新せしめる必要がある。畢竟吸収劑乾燥機は直接には乾燥其事は吸収劑に依つてせらるゝのであるが、其吸収劑は又熱空氣に依つて乾かされるのであるから終局間接には熱空氣乾燥機の一種の變形とも見る事が出来るのであつて、特別の要求ある場合即ち低温乾燥とか水素其他の瓦斯體の乾燥とかの場合のみに用ひらるべきものである。吸収劑は吸収力の點に於ては鹽化カルシウムの方が數倍の吸収力をもつが、更新再用的場合に赤熱するに非ざれば

其水分を驅逐することが出来ず、又時として空氣中の水分を取つて鹽酸を作る事があつて、之が金屬を腐蝕させる等の缺點がある。此等の點では酸性白土は水分の驅除も容易で又使用中も無害であるため此方が一般に廣く用ひられて居る。

9. 蒸發機

蒸發とは液状をなした原料中の水分を加熱に依つて分離することで、之において其濃度を高めて濃厚の液にするとか、或は結晶其他の正味物質のみを採取せんとする場合等に用ひらるゝ操作である。通常圓筒形の堅形の容器の中へ多數

の蒸氣管を装置し原液を加熱して其水分を蒸發せしむるもので罐内の蒸氣管配置は小形のもの



第59圖 三重效用蒸發罐

は蛇管形に挿入し大形のものカランドリヤと稱して、多數の堅形管を装置して必要だけの加熱面積を與ふる様に造らるゝものである。

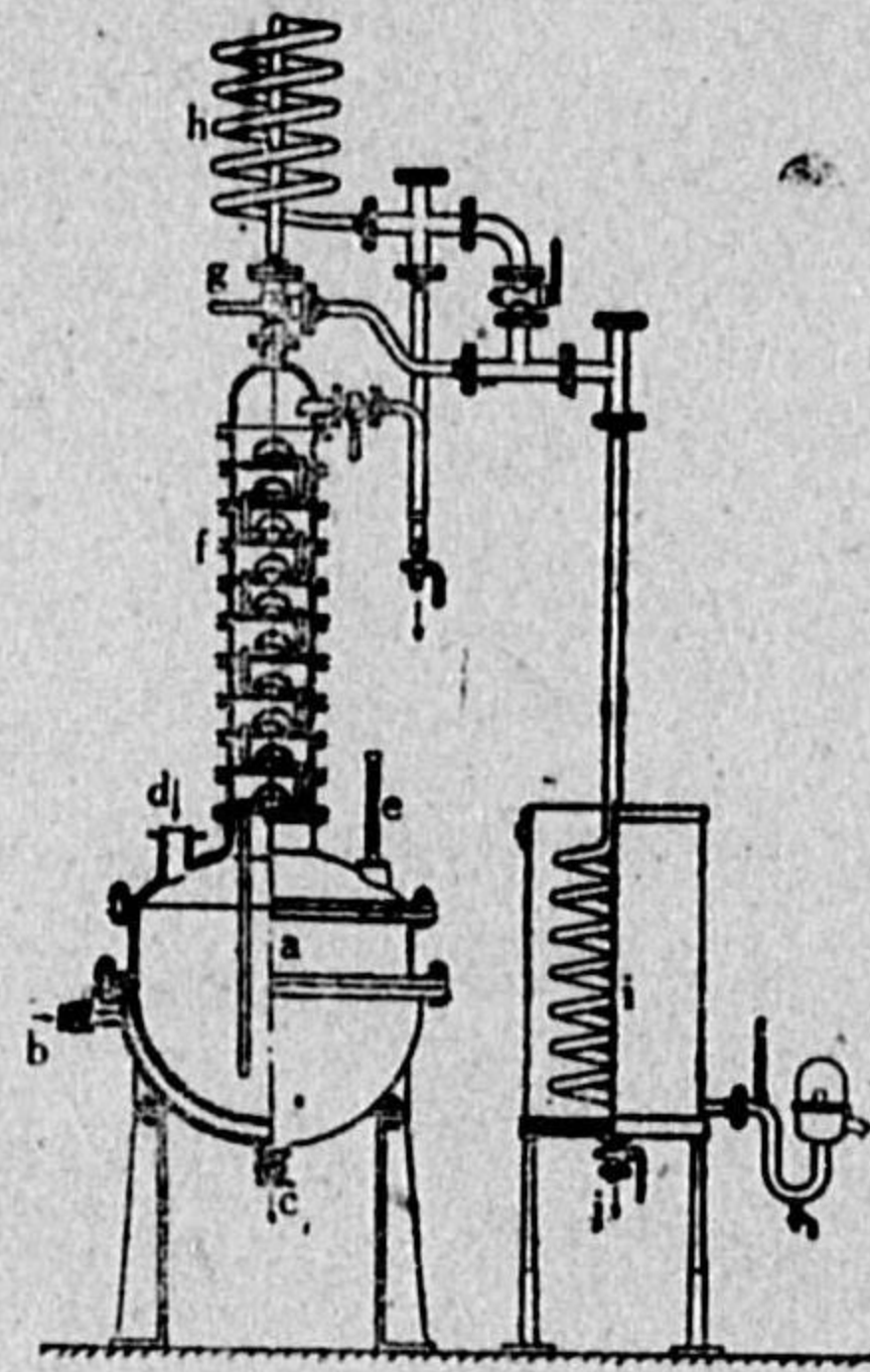
又小規模の作業に於ては通常一個の單罐のものをを用ふるが砂糖工業、曹達工業等の如く多量の原液を濃縮する場合には第59圖の如き3罐又は4罐の連立式蒸發機を使用するものである。即ち第一の罐を蒸氣罐より來る蒸氣で熱し原液から蒸發する水蒸氣は之を第二の罐の加熱部に通して再利するの如く繰返して蒸氣を使用しつゝ、熱の節約を計つたもので、現今専ら採用せられて居る様式である。

10. 蒸溜機

(1) 單獨蒸溜釜 蒸溜とは固形物質と液狀物質とが混在してゐる場合

に、前項蒸發機の如く之を蒸發して氣體としたものを更に此蒸氣を冷却凝縮して液化せしめ、清澄にして純粹なる液物を收得せんとする操作であつて極めて重要な工程である。酒類に例をとるとビール、ウキスキー、ブランデー等は蒸溜酒であつて日本酒、葡萄酒、林檎酒等は何れも蒸溜酒ではない。

單獨蒸溜釜とは此最も簡單なる様式のもので、第60圖の如く1個の蒸溜釜と凝縮機とよりなり、蒸溜釜で氣化した蒸氣は凝縮機に於て冷却水に依り外面から冷却せられて再び液狀に化し、清澄なる正味物が得らるゝ様になつて居るものである。只此様式のものに於ては其操作が只1個に止まるものなるを以て、水とアルコールとの混合物等を取扱ふ場合には25%乃至30%位の濃度のもより濃厚なるものは得難いのであるが、別に又利點としてはウキスキー製造等の場合に於ては原料穀類特有の風味を誘ひ來り却つて精巧なる蒸溜機に於て造らるゝ製品より優良なるものを製造し得る等の特長もある。



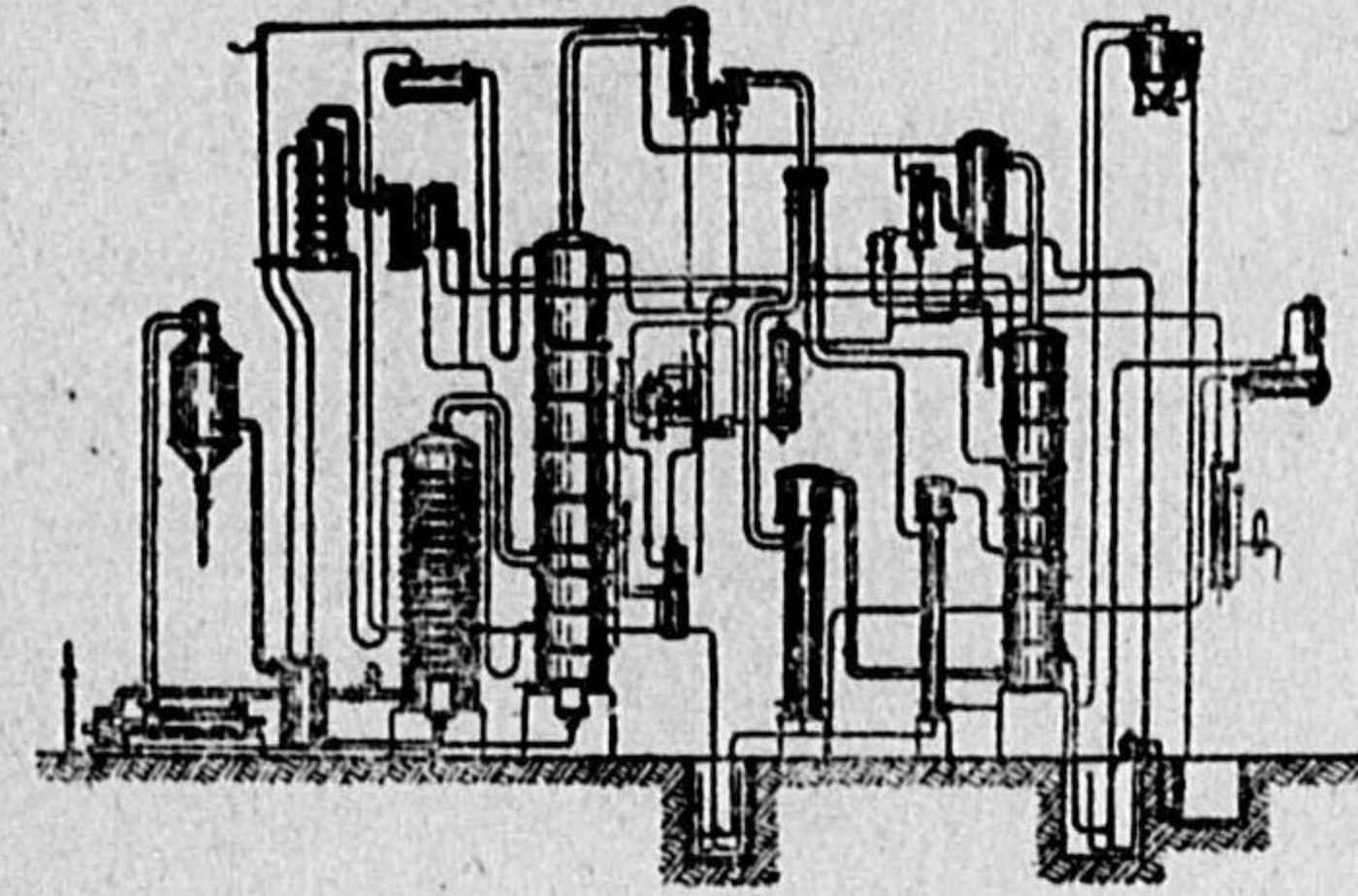
a) 蒸溜罐, b) スチーム入口, c) ドレイン, d) 原料入口, e) 溫度計, f) 精溜塔, g) 三方コック, h) 空氣冷却器, i) 凝縮器, j) 製品取出口

第60圖 單獨蒸溜機

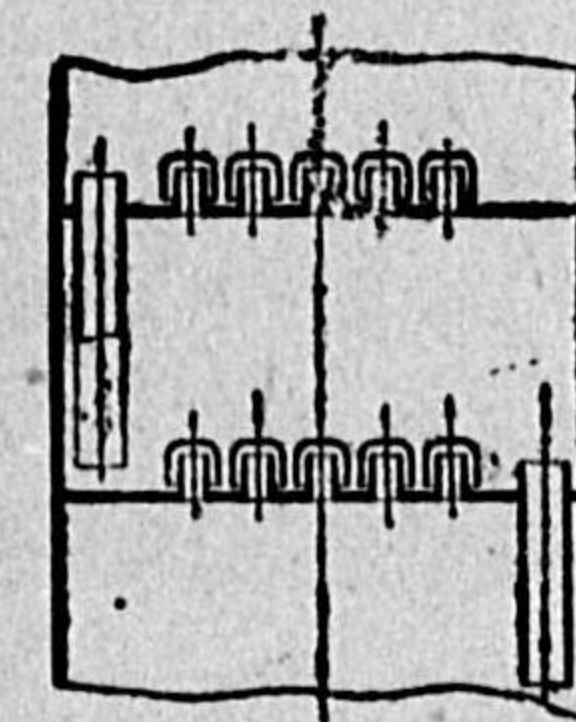
(2) **アルコール蒸溜装置** アルコールの原料として本邦に於て用ひられて居るものは甘藷、馬鈴薯、玉蜀黍等であるが之を蒸煮し、糖化し、醱酵せしむるものである。此醱酵醪の濃度は酒精含有量6%乃至13%であつて、殘餘は少量の殘滓及水である。本機は此混合液を一回通過させた丈の操作に於て99%以上の無水アルコールを取得する装置である。即ち全装置は第61圖の如く醱蒸溜塔、精溜塔、脫水塔の3區分から出來て居る。

其各の作業原理は全く同様であつて構造も又大同小異であり、要は之を繰り返すと云ふ所にあるのであるから、本文に於ては其中の1機に就いて述ぶることとする。蒸溜機は第62圖の様に皿状の同じものを數多く積み重ねたる階段式のもので、

上方から原料醪が注入せられて漸次流下しつゝ下の方へ移ると、反對に別の蒸氣罐から來る蒸氣は



第61圖 アルコール蒸溜装置



第62圖 アルコール蒸溜装置内部機構

下の方から注入せられる様になつて居る。水とアルコールの混合物は其所で直接蒸氣に接觸してアルコールは蒸發して氣體となり階段の上部へ昇り行き比較的冷たき醪に遭遇する。此所に於て氣體狀のアルコールは其潜熱を放出して最初よりは稍濃厚なる液狀アルコールとなる。更に之が温度高き蒸氣に觸れて又再び氣體となり上昇して又其熱を放出して液體となる。斯様に機内に於て此操作を自動的に繰返して上層に昇るに従ひ漸次純度の高いアルコールとなるもので、此間極めて巧妙に熱の利用を計畫され此種蒸溜機に於ては最も進歩したものと云ふを得べきである。獨逸に於けるイルゲス式、佛蘭西に於けるギョーム式等は其代表的なるものである。我が國の如く液體燃料の資源貧弱なる國柄に於ては、發動機用の燃料とし大いに發達せしめねばならない工業であり、又酒類製造の方面より見るも國內の人口夥多にして食料資源に窮迫し居る昨今、國民の主食たる米麥等より嗜好物たる酒類を製造するが如きは尤も之を考慮すべき問題であつて、是非其他の比較的重要なならざる澱粉質より酒精をとり之を經由する

酒類製造に移行すべき工程を辿るべきもので、本蒸溜機は又其理由からも極めて重要な機械に属する。

第2節 工作機械

1. 工作機械の定義及分類

工作機械とは機械と工具との結合されたもので、機械製作上の労力を省略する爲に使用される機械である。即ち鑄造品、鍛造品、或は熔接加工品を一層精密に仕上げたり工業用金属材料を特殊の目的の形状に變形加工を施す時に用ひらるゝものである。

工作機械を性能上から分類すると普通工作、特殊工作の二種となる。又單能工作及多能工作にも分けられる。

普通の工作機械とは一般に機械工作に使用せられ、少數の加工品を加工するに適し削り速度及送り速度を相當に廣い範圍に變化することが出來、又附屬品を取付ければ各種の要求を満たし得るものもある。専用の工作機械とは唯1種類を大量的に生産する目的に構成されてゐるので、削り速度及送り速度等も唯1種類で充分で別に變化させる必要はないが、製作品の變化に応じて各種のものを製作することも出来るのである。

單能工作機械とは前記の普通工作機械を云ひ、多能工作機械は、普通工作機械と略ほ同様の構造であるが、これに附屬装置を取り付けることによつて本來の目的以外の各種の要求を満たし得るものである。

工作機械をその作業上から分類すると次の様な種別がある。

外形内形切削作業 工作物の外形を圓形にしたり、又は材料の内側を削り擴げる等の作業である。前者は切削材料を水平に取り付け、一定位置で回轉運動をなさしめ、工具はこれに直角に置いて送りの運動を爲さしめる。後者の或るものは工作物を一定の位置で左右に運動せしめ、工具は一定の位置で回轉するものと、工作物が回轉運動をして工具が送り運動をなすも

のとある。普通の旋盤、ねじ切りターレット旋盤等が前者に屬し、削り盤等が後者の例である。

錐もみ作業 錐を高速度で回轉し所要の孔を工作物に穿つ作業である。普通錐もみ盤と稱するもので行はれ、錐は垂直に位置して回轉し、且上下の送り運動が行はれる。工作物は一定の位置に靜止する。

平削作業 平坦なる面を平滑に切削する作業である。平削盤、摺動平削盤、縦削盤などがある。

加工品が水平往復運動をなし、工具はこれと直角な位置で送りの運動をなすものと、反對に工具が水平運動をして工作物が送り運動を爲すものとある。

旋刀切削作業 圓周上に多數の齒を有する工具を回轉して品物を極めて僅かに切削し精密に仕上げるものである。ミリング盤で行ふものがこの種に屬する。工作物は水平で往復並に送り上下運動を爲し、工具は一定位置で回轉する。

研磨作業 すでに仕上を施した加工品を一層精密に仕上げる爲の作業で、研磨車を高速度に回轉し一定位置で回轉する工作物に接觸させる。工作物が左右に移動するものと研磨車が移動するものがある。

壓縮作業 所要の形状を印刻したダイスの上で材料を壓縮し、品物を製作するものである。

孔穿け剪斷作業 板材に孔の打抜き及切斷を行ふ作業である。剪斷機で行ふ。

鋸引作業 金屬鋸で金屬の切斷をするもので圓形及帶狀鋸を使用する鋸機械で行ふ。

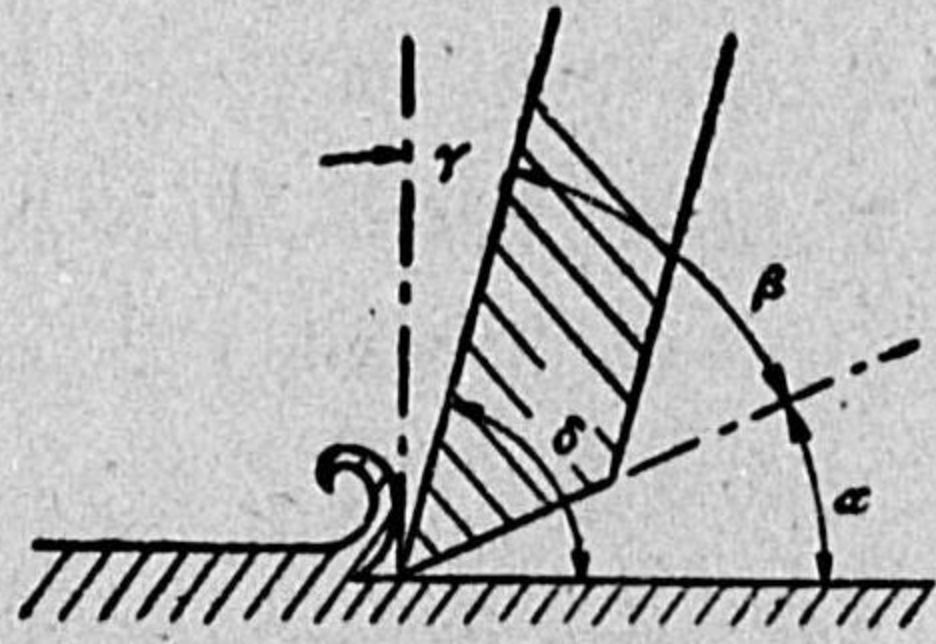
以上を要するに工具と工作物との運動状態は、

- (1) 工具のみ運動するもの
- (2) 工作物のみ運動するもの

(3) 工具と工作物の両者が運動するもの
の三種類に區別することが出来る。尙運動状態から運動軸が水平若しくは垂直平面に在るものと、この兩平面内に於て直線往復運動をなすものと、回轉運動を爲すものとに分類することが出来る。

2. 切削工具

切削用工具はその先端が材料に接觸突入して材料を切離すのであるから形状は楔形となつてゐる。従つて摩擦によつて熱を發生し次第に工具材の耐久力及切削力を減少し終には仕上の結果並に動力にも影響を及ぼすことになる。その度合は工具及工作物の材質、切削速度、切込並に工具送りによつて異なる。故に工具に就いては工具に附する角度、工具刃先の強さと耐久力、工作物と工具との關係位置、工具の形状及工作物の材質、切削速度及送り等につき理論と實際とを基調として研究することが大切である。第63圖は刃物と工作物との關係を示したもので α を間隙角、 β を刃先角、 γ を傾斜角、 θ 即ち間隙角と刃先角との和を削り角と云ふ。削り角の大小は工作材料、切削壓力、刃先の耐久力及仕上結果によつて異なり、又工作物の材質によつて定まる。即ち粘靱性の材料には小さく硬脆性の材料には大きくする。



第63圖 刃物の切削状況

傾斜角は刃先を鋭くするのであるが、工作材料の削屑の離脱を容易にし、刃先の抵抗を少なくするのが目的である。切削される材料の軟硬によつて異なり、軟粘材には大きく硬材には小さくする。間隙角は刃先の工作材料に接觸するのを防ぎ、抵抗を少なくするのが目的である。これ等の角度は工具の材質と工作される材料の材質との關係で夫れ夫れ異なるが、一例を示せば工具材料が硬鋼又は高速度鋼の場合に工作材料が軟鋼ならば、刃先角度が

55°~65°、間隙角が 6°~10°、傾斜角が 20°~25° の範圍である。

工具用材料には高炭素鋼、合金鋼、高速度鋼、コバルト高速度鋼、ステライト、ダイヤモンド等種々あるが、高級の工具は材料の節約の爲に長柄の先端に鐵付け、熔接或は締付たものを用ひる。工具の材料を切削し得る能力をその切削性と云ひ、最良の切削状態を得る爲には工具の性質、形状、大きさ、その状態、切削材料の性質、工作機械の状態、工具及工作物の保持の強弱及潤滑剤の種類並にその使用の有無等を研究せねばならぬ。第64圖は各種の工具の形を示したものである。



第64圖 各種工具

3. 工作機械の運動並に運轉方式

工作機械は工作の目的によつてその種類も極めて多いが、機械に包含される部分の運動機構は少數の基本的要素から成立つてゐる。その運動は

- (1) 主運動
- (2) 切削送り運動
- (3) 位置決定運動

の三種である。

主運動は工作物に加工する時に切削に必要な運動であるからこれを切削運動とも云ふ。送り運動は切削作用をする工具が工作物に直角に切削面に沿ふて移動させる運動である。位置の決定運動は工作物と刃物との關係位置を定める運動で、工作機械の種類とその程度に應じて、極めて細密な調整を行ひ得る動きを與へることを必要とする。

機械の運轉方式には、

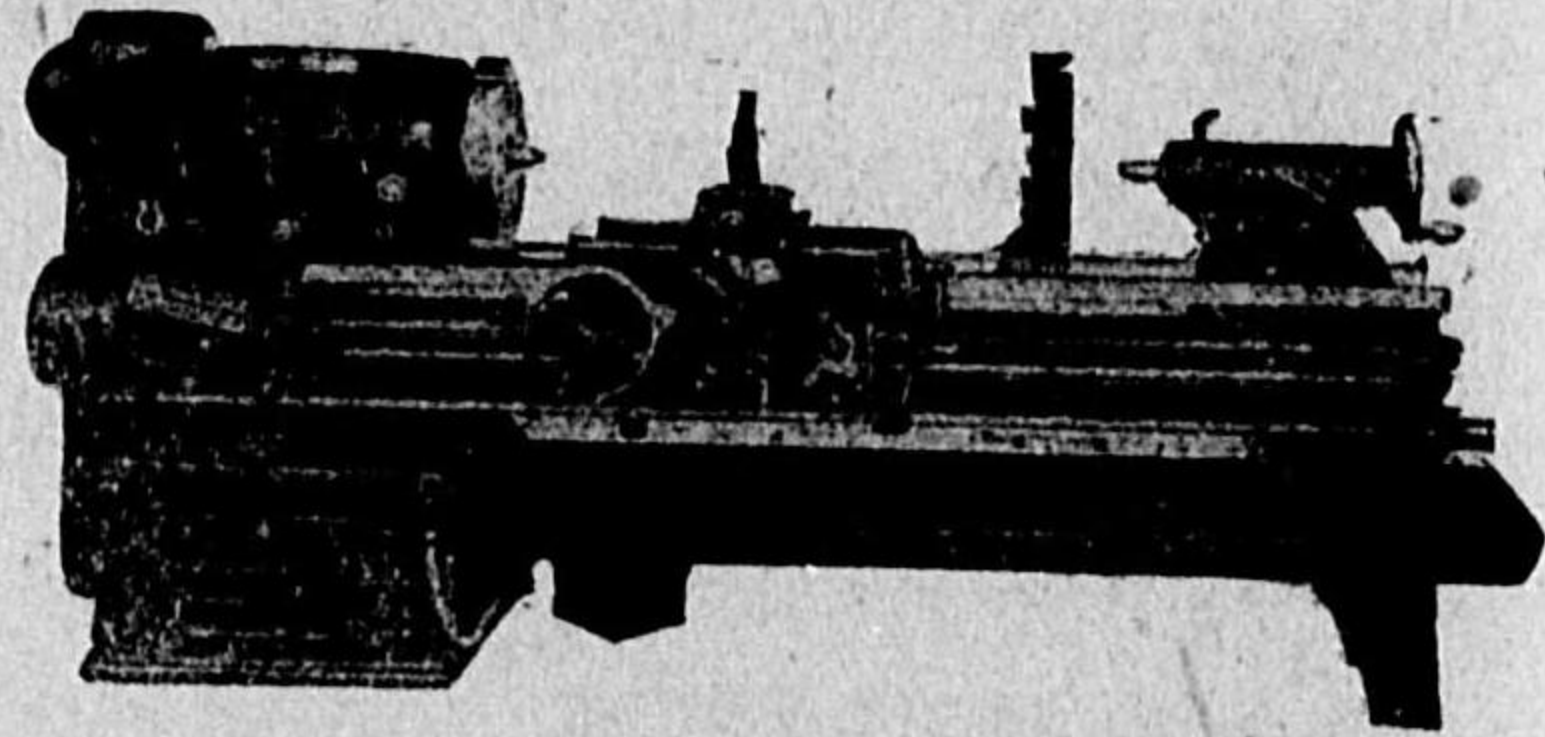
- (1) 單獨
- (2) 集台

の二方式がある。單獨のものは個々の工作機械に夫れ夫れ電動機を個々に

装備して、これより直接若しくは間接に工作機械を運轉するもので、集合運轉のものは1個の原動機から主軸に傳ひこれから直接に或は中間軸を経て間接に數個或は十數個の工作機械を運轉せられる方式である。

4. 工作機械各論

旋盤 旋盤は工作機械の中で最も普通に廣く用ひられるもので、凡そ機械工場と名のつく職場では必ず設備せられる。第65圖は旋盤の寫眞を示す。この機械では工作物が主軸によつて回轉せられ、工具は主軸から



第65圖 旋盤

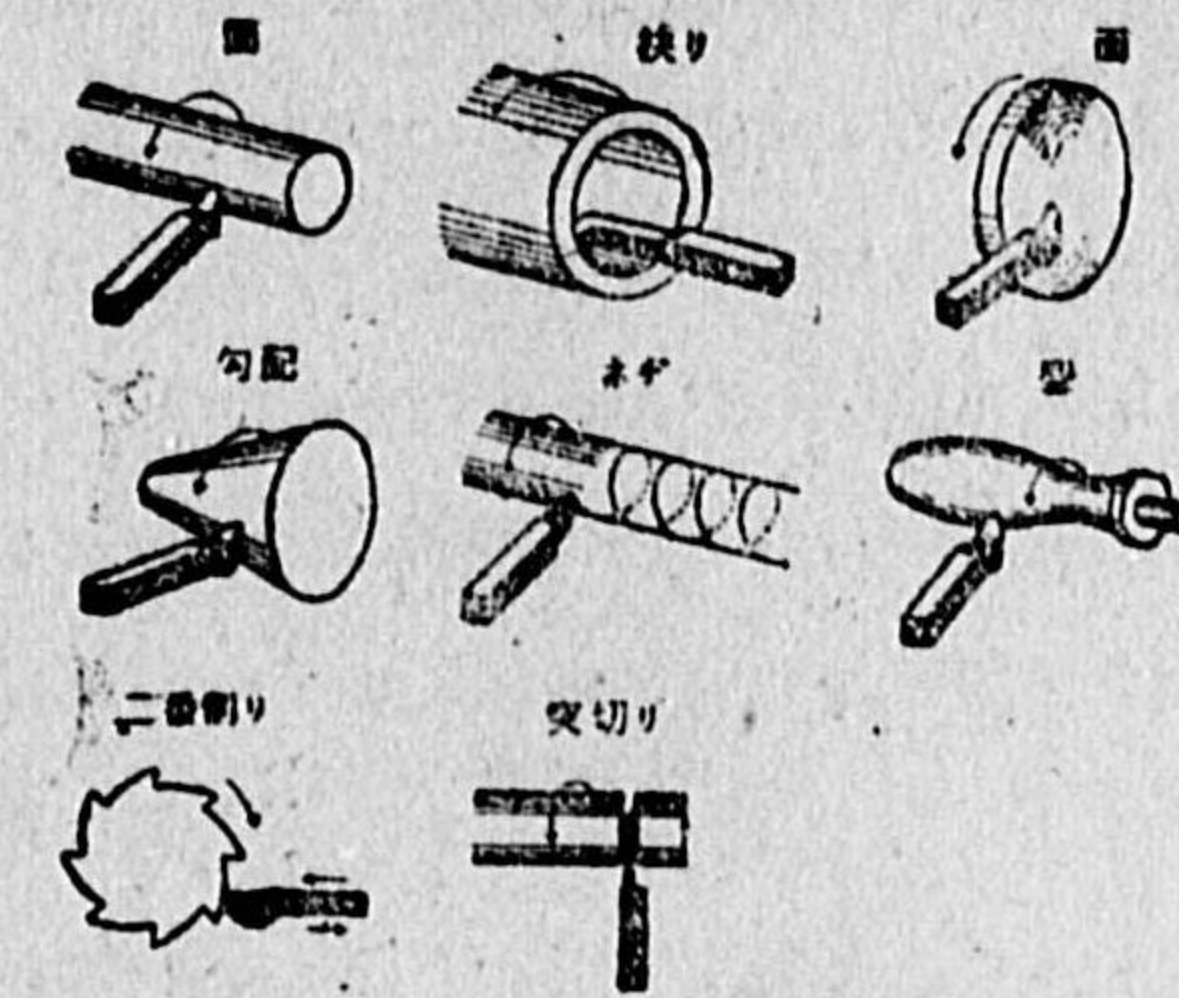
齒車装置を経て送り棒の回轉で直線運動をする。而して構造の主要部分は、

- (1) 主軸臺
- (2) 心押臺
- (3) 往復臺
- (4) 送り及ネヂ切り装置
- (5) ベッド
- (6) 脚

等から成つてゐる。主軸臺は主動軸を通じて工作物に運動を傳達する裝備を包含し、構造を大別すると主軸の回轉を段車を以てするものと、電動機付の齒車仕掛けによるものがある。前者は構造が簡單で従つて製作費が廉いから従來一般に採用されて來たが、近來は次第にその數を減じ後者の形式が専ら採用されるやうになつた。

旋盤の切削作業には種々あるが材料を圓形に削ること、ネヂを切ることが1番に廣く、次で材料の内部の抉り、勾配削り、面削りなども出來、把

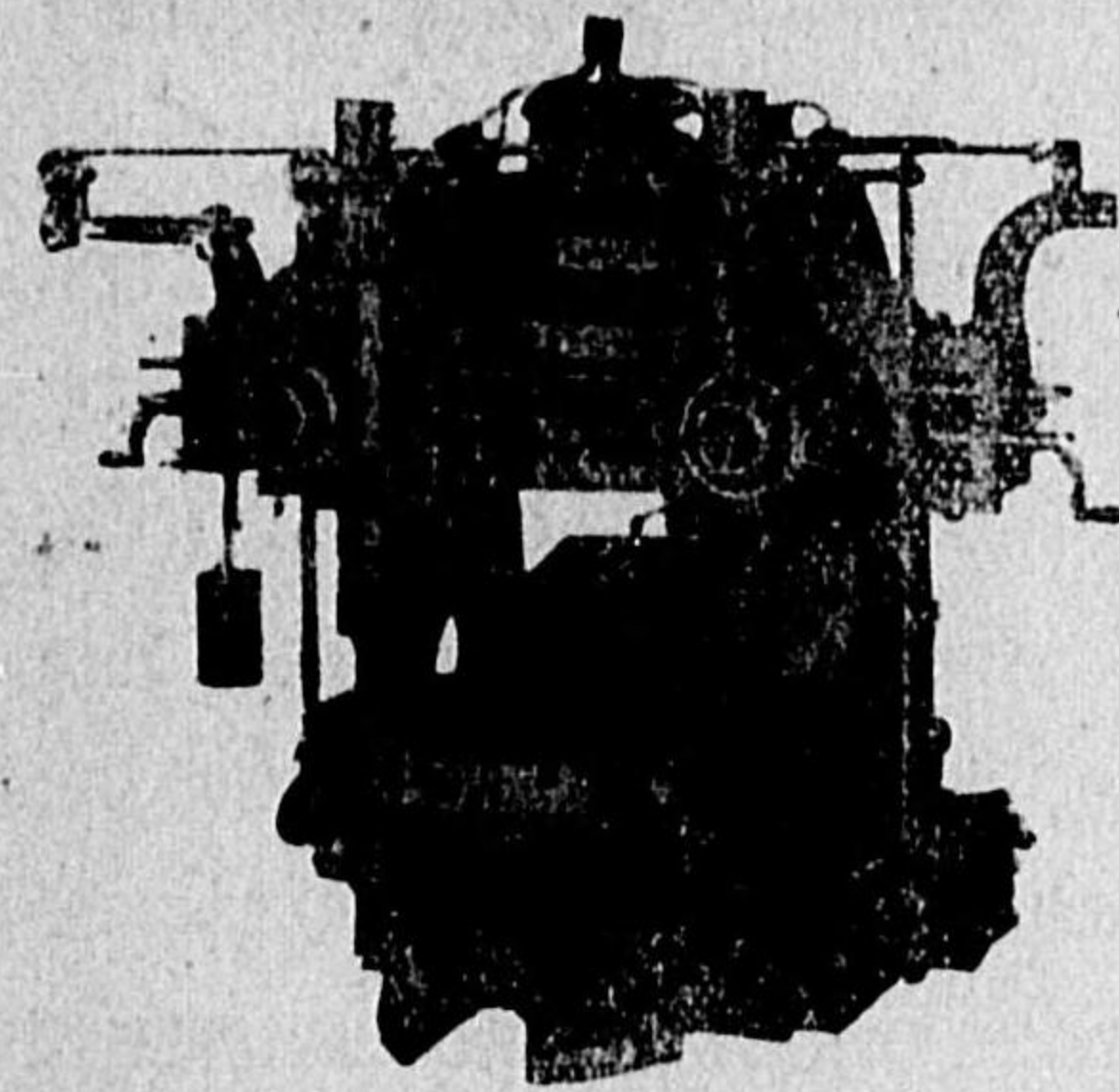
手のやうな型削りも可能である。又2番削りと云つて凸凹の形に削り取る作業も出來る。第66圖は旋盤で行ひ得る作業の一例を示したものである。



第66圖 旋盤に依る作業

第66圖に示した様なものを普通旋盤と云ひ、その他に旋盤の種類としては使用目的によつてターレット旋盤、正面旋盤、自動旋盤、堅旋盤、特殊旋盤などがある。ターレット旋盤とは普通旋盤の改造されたもので、心押臺の代りに數個の面を有する旋頭を備へ、各面に1個或はそれ以上の工具を裝備してこれが床面上を滑動すると同時に旋回し得るやうにしたものである。従つて特に棒作業に適し多量製産をする時に便利で正面削り、錐もみ、中ぐり、ねぢ切作業をすることが出來能率的な機械である。

正面旋盤とは直徑の大きい面板に工作物を取付けて正面削り作業を行ふものである。構造の主體は主軸臺、面板、往復臺及ベッドから成つてゐる。



第67圖 堅形旋盤

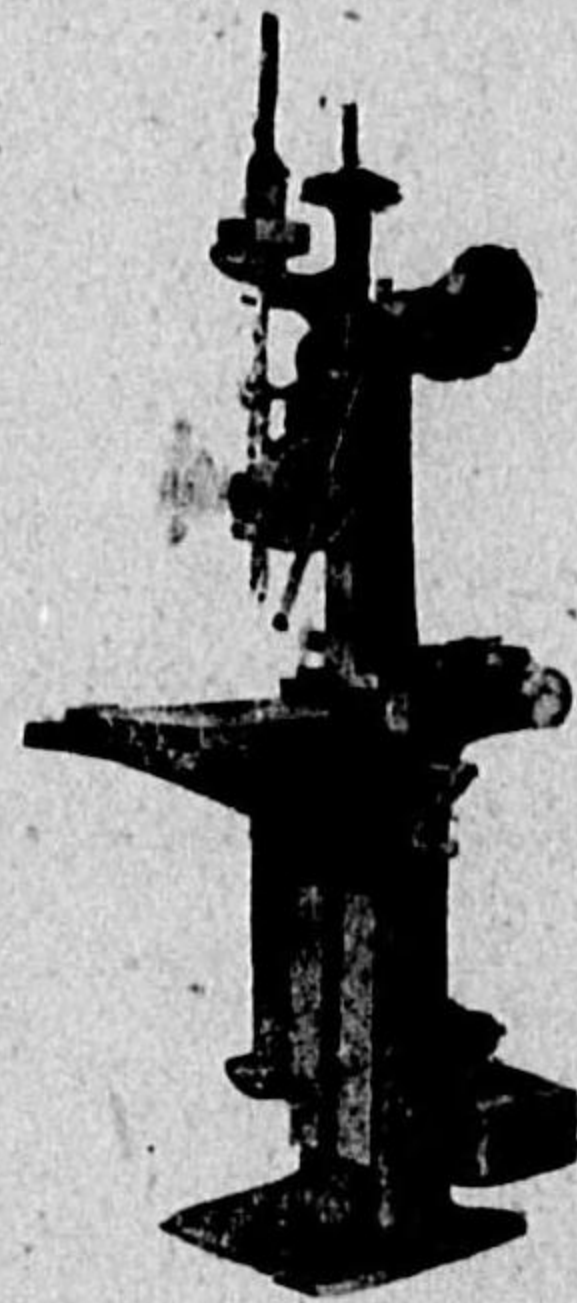
自動旋盤とはターレット旋盤の操作を全く自動的にしたもので、ターレット工具臺、突切工具臺其他附屬品を取付けることによつて諸種の形狀を有する品物の加工を行ふことが出來る。

堅旋盤とは第67圖の様に工作

物をテーブルの上に取り付けて回轉させ、堅軸に刃物を固定して中ぐり外丸削り正面削り等の作業を爲すものを云ふ。

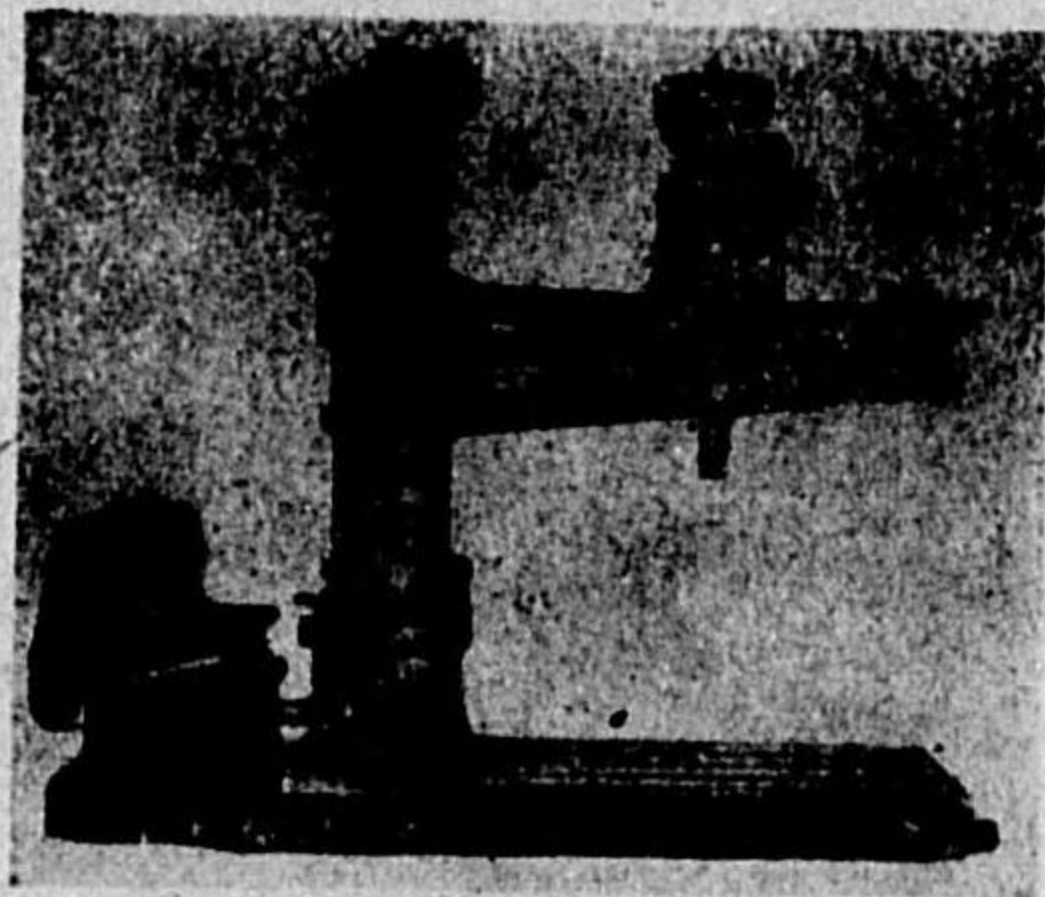
特殊旋盤とは車輪旋盤のやうに特殊のものを切削するために特に構造されたものを云ふ。

ボール盤 ボール盤は機械工場に於て旋盤に次で用途の廣いもので、主軸に錐を取付けこれに回轉及送り運動を與へて工作物に錐の直徑に等しい大きさの圓孔を明けける機械である。これにも目的に応じて種々多様の構造形がある。第68圖は極く普通の例を示す。



第68圖 ボール盤

第69圖はラヂアル・ボール盤（又は風見型ボール盤）と云はれ、比較的大形工作物の孔

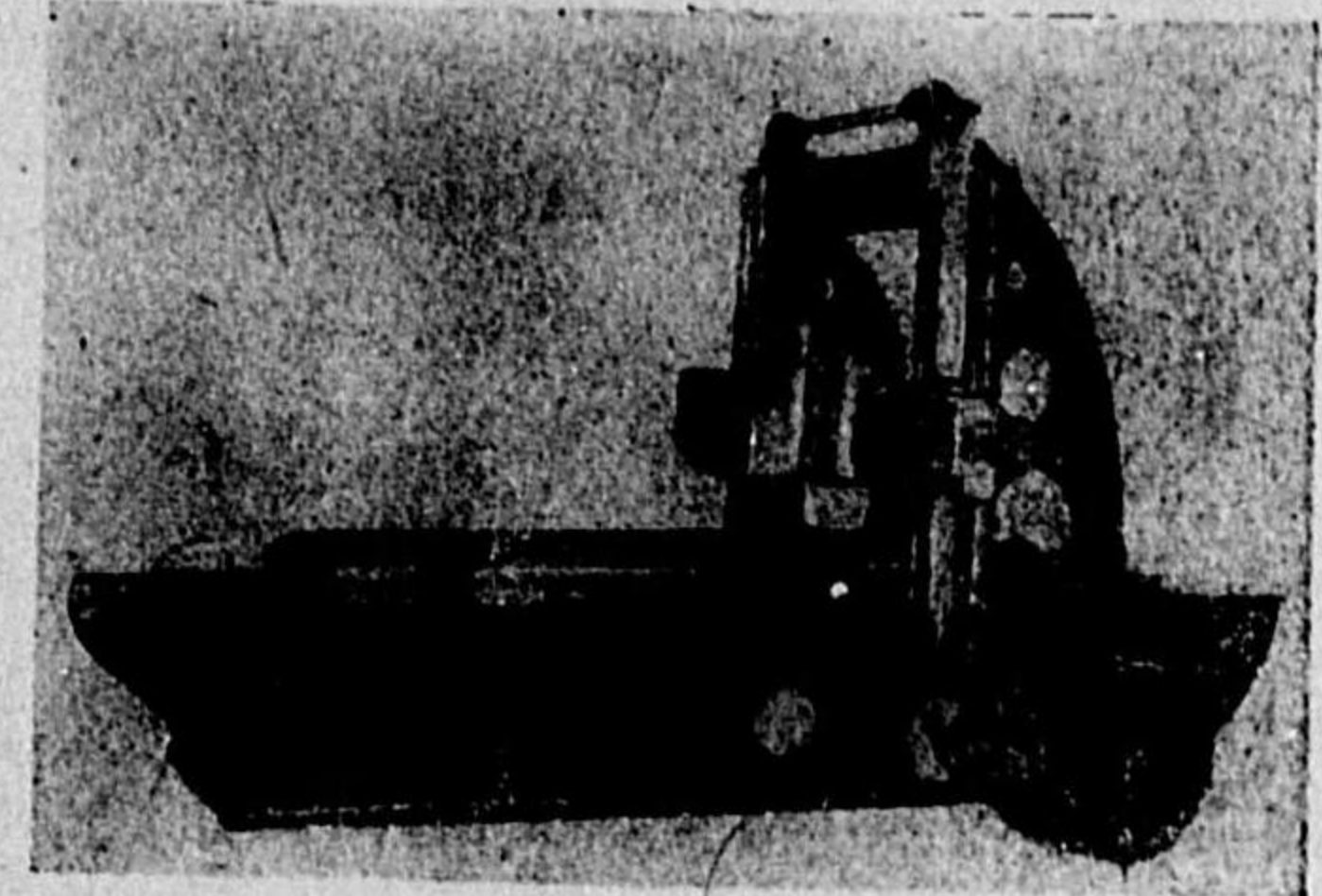


第69圖 ラヂアル・ボール盤

明けに使用するもので附屬テーブルを使用することもあるが、多くの場合工作物を直接ベッドの上に取り付けた儘で機械の主軸の中心を任意に穴明けの位置に合わせて穿孔を行ふ。

平削盤 比較的大きな平面削等に使用するもので、ベッドの上には長い摺動溝を有しこれにテーブルを乗せ工作物はテーブルの上に取り付けて長手の方向に往復運動を爲し、バイトは横桁上にあつて之と直角の方向に造られて廣い平面切削を行ふものである。テーブルの往復運動は直結電動機の回轉方向を電氣的に巧に變換して行ふものと、1本の傳動軸上に互に逆方

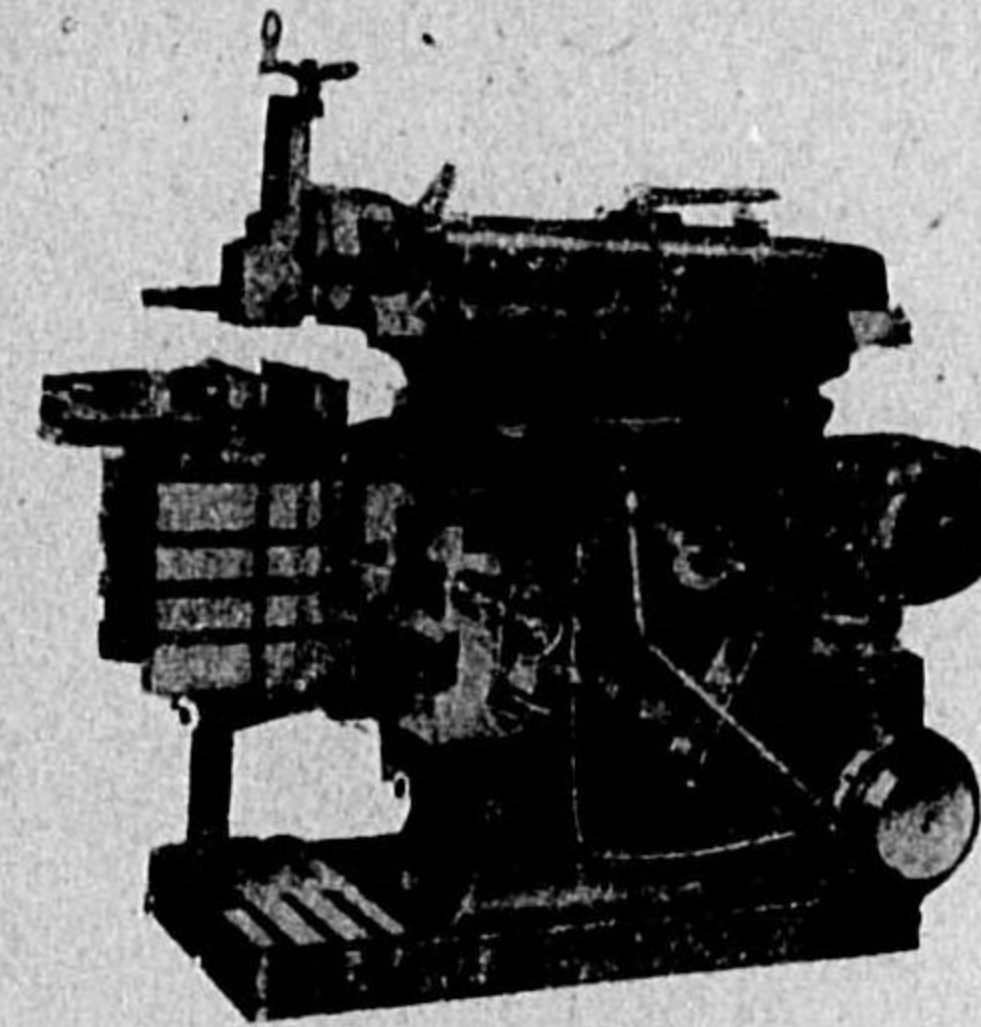
向に回轉するベルト車を備へてテーブル行程の終りに方向變換機構を利用してベルトを反對方向のベルト車に移らせて行ふものとある。第70圖は後者に屬する平削盤の一例である。現場ではこれをプレーナー又はシカルバンと稱んでゐる。



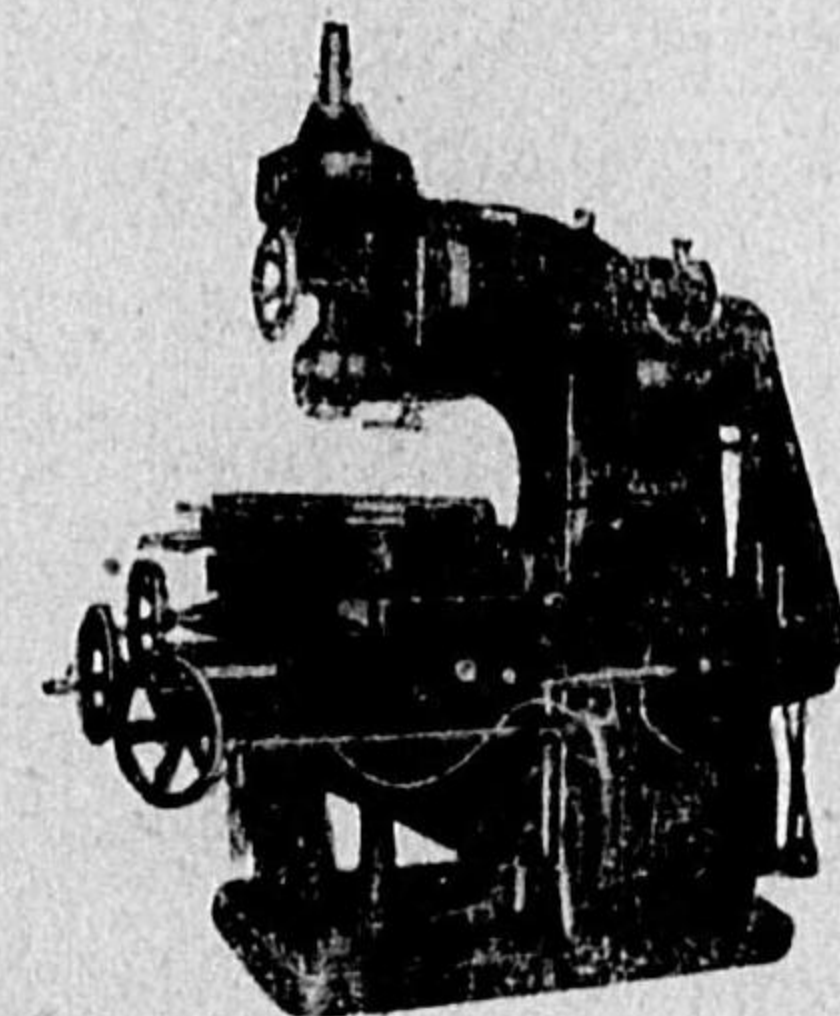
第70圖 平削盤

形削盤 普通現場ではシェーバーと稱へられてゐるものでバイトに往復運動を與へて平面切削をなす機械である。バイトは前進行程で切削を行ひ歸還行程で送り動作をなすのを普通とし、特殊の形削盤には歸還行程で切削を行ふものもある。

横型と堅型とあるが普通は横型が多く第71圖はその一例を示す。横型にあつてはバイトは單に往復運動をしてテーブルで送り動作を爲すものと、バイトが往復運動を爲すと共に送り動作を爲すものとある。従つて後者は比較的大きな工作物の切削に適する。



第71圖 形削盤



第72圖 フライス盤

フライス盤 他の工作機械で切削を施した面を、尙一層精密に仕上げた

り又素材から所要の形状に工作を施す際に用ひる機械で、双物は第72圖に示すやうなフライスと稱する圓周に多數の齒を有する圓形の工具を用ひ、これを回轉しながら工作物に送り運動を與へて施削する機械の總稱である。フライス盤の應用は頗る廣範に亘つて居て現在では單に仕上げのみでなく素材から成形製作迄に應用せられ、その精度も他の工作機械に比べて最も優秀なものである。



第73圖 萬能フライス盤

従つてその種類も極めて多く、横型、堅型、萬能フライス盤、平削フライス盤、回轉テーブルフライス盤、ねぢ切りフライス盤等ある。第73圖は萬能フライス盤を示す。

5. 切削劑

材料の切削に當つては多くの場合切削劑を用ひる。その目的とする所は

- (1) 切削速度を増加して仕上時間を短縮すること
- (2) 工具の壽命を長くすること
- (3) 双先を冷却すること
- (4) 切削に要する動力を成る可く輕減すること
- (5) 仕上面を良好にすること
- (6) 切削層を工具から洗ひ去ること
- (7) 切削を細かに破壊すること

などである。その性質は

- (1) 熱の吸収の良好のもの
- (2) 潤滑性のよいもの
- (3) 高引火點のもの

- (4) 酸若しくは他の不純物が表面に附着しないこと
- (5) 混合劑が附着しないこと
- (6) 惡臭を出さぬもの
- (7) 皮膚の犯されないもの
- (8) 腐蝕性のないもの
- (9) 粘性の低いもの
- (10) 價格の低廉なること

等が必要條件である。種類として現在使用されてゐるものは、

- (1) 液體ソーダ水、水にアルカリを加へたもの
- (2) 乳劑礦油に石鹼水を加へたもの、油、アルカリ及水を混合したもの
- (3) 礦油
- (4) 魚油、動物性油
- (5) 混合油

等である。實驗によると工具の壽命を同じくすれば切削速度で約15%増加し得られ、動力で約8%經濟であることが示されてゐる。

第3節 ポンプ及空氣機械

1. ポンプの發達及分類

ポンプとは壓力の働きによつて液體を吸ひ上げ又は押し出す機械であるが、低所にある水を高所に汲み上げる装置もポンプと名の付いたものもある。然しこれは一般に揚水機と云ふ。

ポンプは今日の高級機械のうちで最も早く發達したものと考へられる。水を汲み上げる最初の方法として使用されたものは釣瓶井戸であらう。

これは今でも農村の民家で使はれてゐるがエチプトでは既に西曆紀元前1550年頃からシャドゥフと云ふ名前、インドではピコータと云ふ名前で

使はれてゐた。其後種々の揚水装置が考案せられたが、その内の一例を挙げると螺旋ポンプと云ふものがある。これは大口徑の圓筒を斜に据付け筒の内部に螺旋狀の羽根を植ゑたもので圓筒を廻すと羽根の回轉につれて水が螺旋羽根を上昇して上口から流出する方法である。(第74圖)

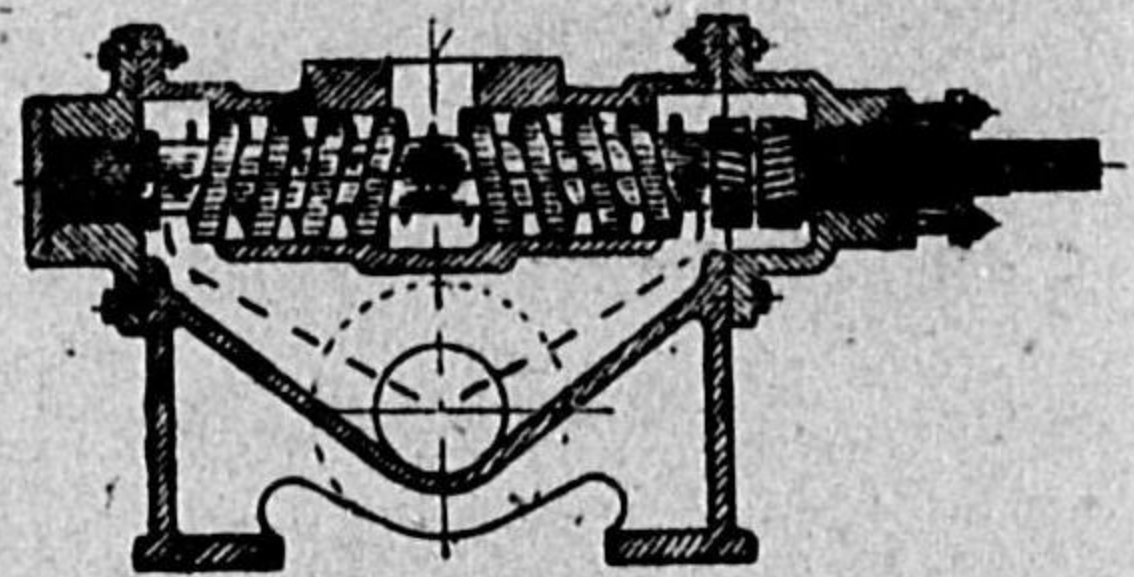
これは一般にアルキメデスの發明と云はれてゐるが、その前に既にエジプトで知られて居たと云ふ文獻もある。我が國では寛永14年

に大阪の水上宗甫と云ふ人が、龍樋と云ふ名前であつたものに類似した揚水機を考案して佐渡の金山に使用したと云ふ遺跡がある。17世紀の終り頃迄に使はれたポンプは殆んど動力として人力又は水車、風車などによつた。従つて何れも小規模であつた。尙その頃には既に小形の手動往復式のバケツポンプも使はれてゐた。18世紀の初期に入つてから各種の工業の進歩と共に鑛山工業も發達し、その爲に坑内の掘下げが次第に深くなり従つて水を汲み上げる高さも高くなつた。そこで従來の揚水機ではその能力が不足して來た。ポンプはこれに促されて劃期的の進歩を遂げ、原動力として蒸汽の壓力を利用するやうになつた。その最初のもは西曆1698年のサバリーの考案によるポンプであつた。

其後數十年を経てニューコンメン氏がピストンとシリンダーを用ひて往復運動の蒸汽機關を發明したが彼はこれを原動機とするポンプを運轉した。

西曆1769年にワットが優秀な蒸汽機關の特許をとつたが、ピストンとシリンダーとを用ひる點に關してはニューコンメン氏が先驅であつた。又ニューコンメンの機關はポンプを運轉するのが目的であつたのに對してワットの機關は一般原動機として各方面に利用された點を異にする。

今日工業用に使はれてゐるポンプを動作の上から分類すると、



第74圖 揚水機

- (1) 往復運動によるもの
- (2) 回轉運動によるもの
- (3) 特殊のもの

の三つにすることが出来る。

(1)はシリンダーとピストン又はプランヂャを用ひるもので、一般家庭用の小規模のものも多く、又プランヂャ型は高壓小水量に適しこの方面の需要に對し工業上にも廣く採用されてゐる。然し今日の工業界全般を通じて見る時はその需要の95%迄は(2)の回轉運動によるものが採用されてゐる。即ち渦卷ポンプ又は遠心ポンプなる名稱の下に製作せられ居るもので、揚水の原理とする所は圓形の盤に數枚の羽根を附したる羽根車の回轉によつて水に回轉運動を附與し、これによつて水に遠心力を生ぜしめ、その壓力によつて高所に送水することを目的としたものである。この様な揚水原理は西曆1730年頃にデモール氏によつて提案せられたが、その後十數年を経て獨逸の數學者オイラー氏が理論的の計算を同國の學界に發表して、識者の注意を促し1800年代に入つてから實用的の羽根の設計製作がなされるやうになつた。

我が國では明治38年に當時の帝國大學教授井口在屋博士が各國に先んじて渦卷ポンプの理論を發表し學界に多大の貢獻をした。その原理を基礎として當時の極めて不完全なポンプが改良され、今日廣く工業界に賞用せられるに至つたので同氏は斯界の鼻祖として世界に知られた。

今日それを繼承して優秀なポンプを製作する諸會社は極めて多い。

今日の渦卷ポンプはその運轉に要する動力が、小は家庭用の $\frac{1}{4}$ 馬力乃至 $\frac{1}{2}$ 馬力級のものから、大は5000馬力級のものに至る迄の廣い範圍に亙り、揚程も最低1米から最高1000米に達してゐる。又、渦卷ポンプの變形として考案されたプロペラ型ポンプは多水量低揚程の揚水に適し、プロペラ羽根の直徑が4米以上で揚水量毎分1700立方米内外の如き大容量機の製作を

見るに至つて居る。

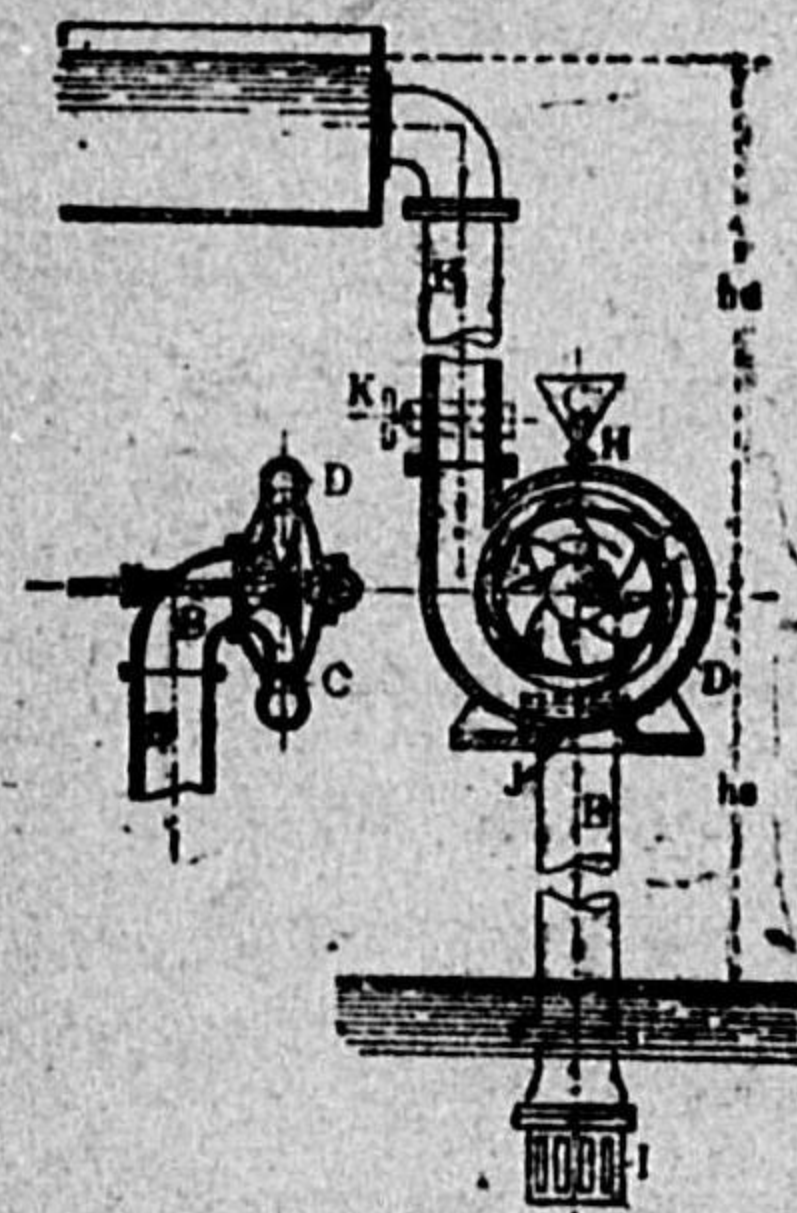
この様な有様で今日の工業界、例へば礦山坑内の排水、上水道の送水、下水道の排水、耕地の灌漑、消火、汽罐の給水、諸工場の揚水、船渠の排水、船舶内の揚水、排水、埋立工業、浚渫工業、土木工事、揚水、發電所用等を始め製紙用パルプ、糖汁、油類の輸送等製造工業に至る迄あらゆる利用の方面が開拓せられてゐる。

2. 渦巻ポンプの構造

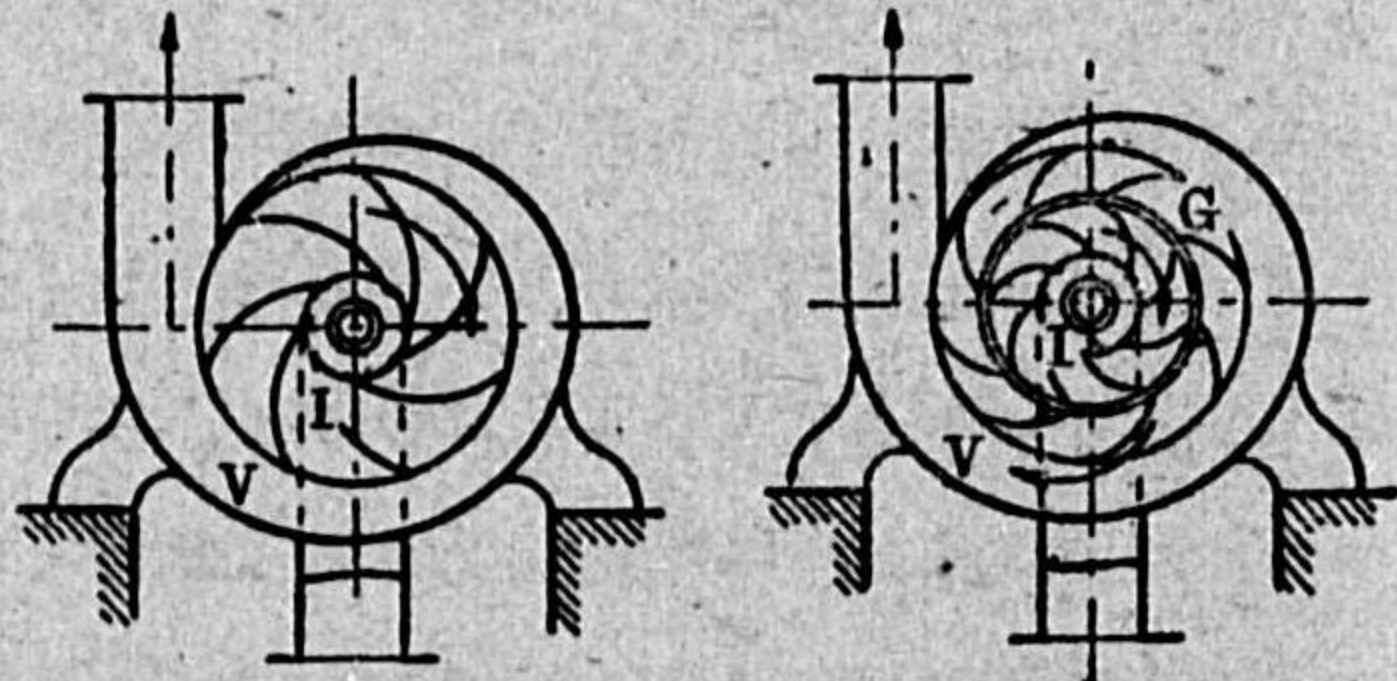
渦巻ポンプの主體を爲すものは羽根車である。第75圖及び第76圖は羽根車を示す。羽根数は圖の

やうに彎曲して居り、普通6乃至12枚であるが粘液を取扱ふものは2枚羽根のものを使ふ。

材料は多く鑄鐵又は青銅を用ひるが水に酸性を



第77圖 渦巻ポンプ組立圖



第75圖 渦巻ポンプ羽根車

第76圖 渦巻ポンプ羽根車(案内羽根付)

含んで腐蝕の恐れのある場合には特殊の鑄青銅又はニッケル鋼などを用ひる。

酸性液を取扱ふ時には硬質鉛などが愛用される。

次に羽根車の外周には案内羽根があつて、羽根から出た水を導き、更にその外方には渦巻胴があつて案内羽根からの水を次第に集めて送出管に送る。汲上管は羽根車の中心部にあり下部は下水面に投入して下水槽の水を汲み上げる。第77圖は羽根車と案内羽根と渦巻胴とを組立てた断面圖である。

3. 渦巻ポンプの型式

渦巻ポンプはその使用目的によつて種々の型式がある。

(1) 片側吸込式と兩側吸込式 水量の少い場合には第75圖の様に羽根車の片側から水を吸ひ込むが、水量の多い場合には羽根車を2個背中合せに組合せて兩側から水を吸ふ。これを兩側吸込式と云ひ、同じ大きさの羽根車の片側吸込式に比べると2倍の揚水量が得られる。

(2) 豎軸と横軸 一般には横軸が多い、横軸ではポンプと電動機とが同一床の上に据付けられる。豎軸ではポンプを地下或は水中に置き、電動機だけを地上に高く据付けられるから、洪水其他で電動機を濡らしては困る場合などに便利である。又、打込井戸ポンプ(一名ボアホールポンプ)と云つて地表下30乃至40米もある地下水を汲み上げるやうな場合には、電動機を地上に置き得るから都合が良い。

(3) 一段ポンプと多段ポンプ 羽根車1個がその回轉によつて水に與へ得る遠心力、云ひ換へれば羽根車1個が水に與へる揚程には實用上の限度がある。それは遠心力を大きくする爲には羽根車の直徑を大きくするか又は回轉數を高めなくてはならぬ。この兩者には自ら制限があるから結局特殊の場合を除いて羽根車1個の發揮し得る揚程は實用上80乃至100米とされてゐる。それ以上の揚程のポンプを作らうと思へば、第1の羽根車から出た水を第2の羽根車の吸込側に送つて壓力を作り、更にこれから出た水を第3の羽根車の吸込側に送り、斯して順次に羽根車を通過させるやうにすれば宜しい。このやうな理論の下に構造されたポンプを多段ポンプと云ひ、羽根車の數に應じて二段、三段、四段と呼ばれる。多段ポンプには十數段のものが珍らしくない。特別の場合では二十段以上のものもある。

4. 渦巻ポンプの特長

往復ポンプではピストンがシリンダーの内部で往復運動をすることによつて排水するのであるから必ず弁を必要とする。弁が開閉を完了しないう

ちにピストンが動けば水が逆流して能率が低下する。従つて往復ポンプでは回轉數(ピストンの往復回數)が毎分150乃至200程度である。然るに渦巻ポンプでは羽根車の回轉によつて水に遠心力を與へるのであるから回轉數は數百乃至數千回轉で宜しい。従つて同一排水量、同一揚程の往復ポンプに比べて小型で済み製作費用も極めて安價である。又、往復ポンプで最も故障の起り易い所は弁であるが、渦巻ポンプには全然弁を持つてゐないから誠に都合がよい。又、排水量も自由に調節が出来るし排水状態のむらも無いので、今日の工業界ではその約90%以上が渦巻ポンプを使用してゐる有様である。然し往復ポンプには渦巻ポンプの持たない特長がある。それは小水量で非常に高い壓力を要求せられる場合の如きは全く往復ポンプの外は無く、最近の高壓工業、火造工作等の大容量化と共に却つて往復ポンプの需要が認められる傾向にある。又特別の用途として輕快で然も非常に精巧を要する機關銃の装置に用ひる油ポンプ、人絹のビスコース押出用の高壓ポンプ、ディーゼル機關の燃料噴射用ポンプの如き高級機械としてはむしろ往復ポンプがその發展の領域に在るものと考へられる。

5. 所要馬力の算定

今 Q を以て水の容量立方メートルを表はし、 H を以て其ヘッド米とし、毎秒 Q_m^3 の水が H_m の總揚程を得たとすれば、水の1立方メートルの目方は $1000Q \text{ kg}$ であるから $1000QH \text{ kg-m/sec}$ となり、 75 kg-m/sec を1馬力とすれば理論上の所要馬力 L_w は

$$L_w = \frac{1000QH}{75} \dots\dots\dots(15)$$

で示される。但しポンプの綜合效率を η とすれば實際の所要動力 L_s は

$$L_s = \frac{L_w}{\eta} = \frac{1000QH}{75\eta} \dots\dots\dots(16)$$

で示される。

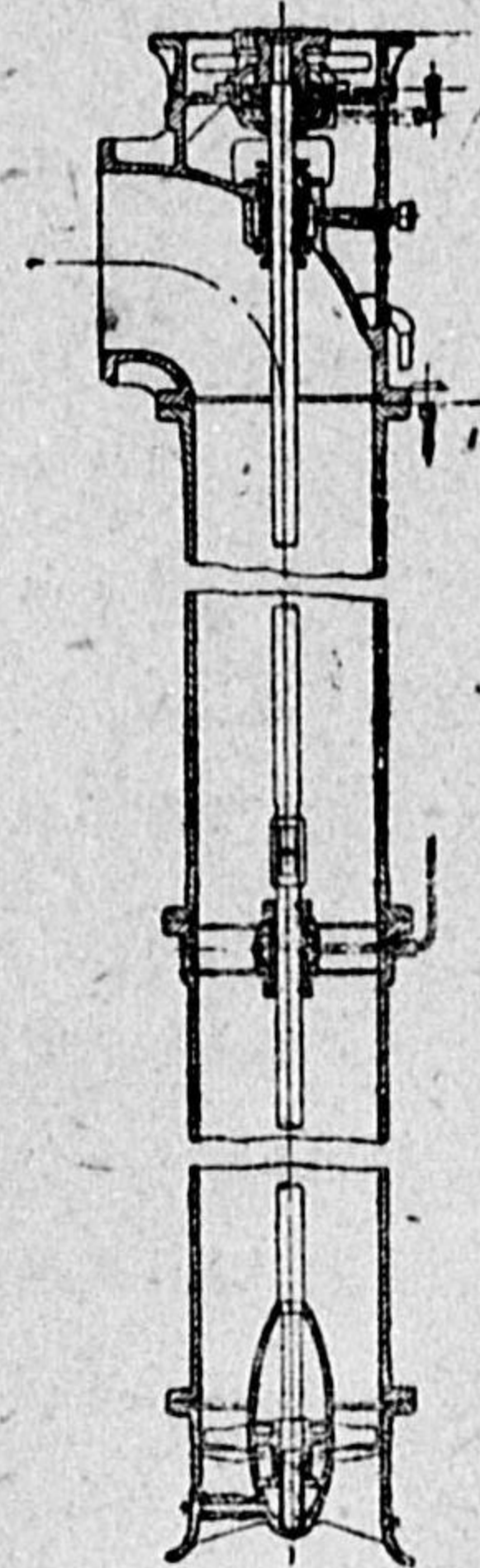
η の値はポンプの形式、揚程、水量の大小等によつて種々であるが、55乃至85%の範圍である。

こゝに總揚程とは下水面と上水面との間の垂直高さに送水管中の種々の抵抗損失を加算したものであるから、實際に水が揚る高さは H よりも小さいものと考へねばならぬ。送水管中の諸抵抗は管の直徑、長さ、管中の水速などによつて變る。従つて同じ總揚程を有するポンプでも配管状態によつて眞の揚水の高さは異なつて來ることに注意せねばならぬ。

6. プロペラポンプ

近來、排水、下水、灌漑などの工事が大規模に行はれるやうになつた結果、低揚程で多水量の排水に適するポンプが要求されて來た。それには従來の渦巻ポンプには缺點があり、プロペラポンプなるものが考案せられて盛んに使用されてゐる。

これは第78圖に示すやうに船舶の推進器と全く同様の形狀をしたものである。揚程は概ね10米以下に適しポンプ羽根車の直徑も4米に達するものが製作せられてゐる。我が國の某水力發電所用の揚水ポンプとして國産品として製作されたものに揚程の範圍が1.2乃至1.8米で毎秒28立方メートルの排水量を持ち、羽根車の外端の圓周直徑が4.16米と云ふ世界記録の大容量機がある。



7. 風力機械概説

風力機械とは風力を利用して動力を得る装置、即ち一般に風車と云はれるものを指すが、これは空氣機械と總稱されるものゝ一部で、空氣機械には風車の外に送風機、壓縮機、真空ポンプ等を含むものである。最近工業界では水の外に各種のガス體、殊に空氣を利用することが甚だ多くなつた。

第78圖 プロペラポンプ

金属の採掘、精錬、繊維工業、窯業、食料、油脂、液体燃料、染料、肥料などの化学工業を初めとして土木工事、保健衛生等の文化的設備に至るまで、ガス、空気を取扱ふ部面は非常に増加した。

8. 風車

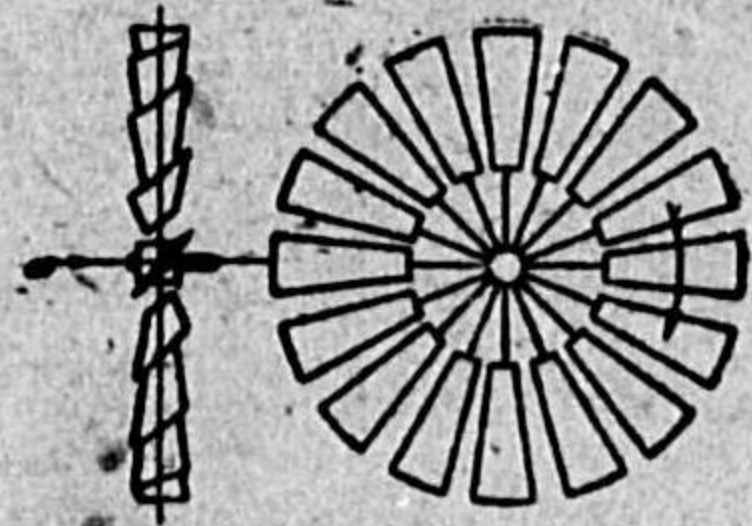
風車は風力を利用して発電機、ポンプ、薬加工機などを運轉するのに使用されるが、一年を通じて風速の大きな地方又は特定の時節に特に相當の速度の風が持続して吹く地方でないとその利用價値は乏しい。我が國に於て一年中比較的一様の風速で且平均風速の大きな地方の観測値を示せば次の如くである。

秋田地方——1年平均風速——3.8m/s

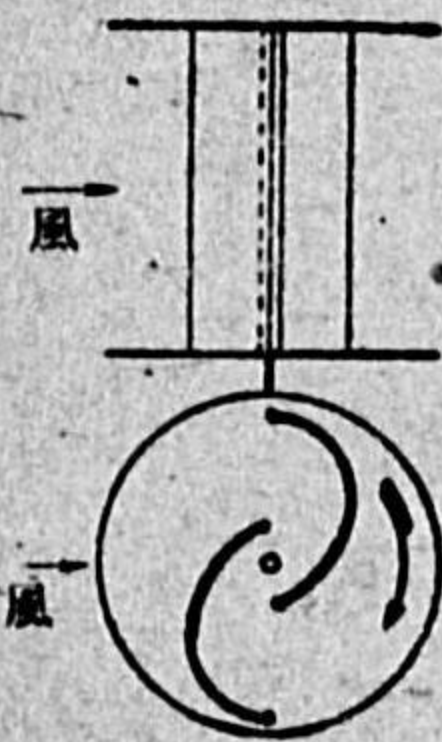
長崎地方——“ “ “ “——3.2m/s

風車に適當な風速は3乃至5m/sで8m/s以上では效率が低下する。風車の型式としては風向きに直角の面内で羽根車が回轉するものと風向に直角に置いた軸の周りに配置した羽根をその軸の周りに回轉するものとある。前者の型式には多羽根式とプロペラ式とあり低風速用に適し、後者は高風速用に適する。

風が必要以上の高速度に達した時には風抵抗の増大を防ぎ危険を避ける爲の装置が附いてゐる。この安全装置は手動式のものゝ自動式のものゝある。羽根車の運動を地上に傳達する垂直軸と羽根軸との啮合はクランク軸を用ひる型式と傘齒車を用ひる型式とがある。前者は往復動ポンプを運轉するに適し後者は回轉機械を運轉するのに都合がよい。風車塔の附近に高い樹木や建築物など



第79圖 風車(其一)



第80圖 風車(其二)

爲の装置が附いてゐる。

この安全装置は手動式のものゝ自動式のものゝある。羽根車の運動を地上に傳達する垂直軸と羽根軸との啮合はクランク軸を用ひる型式と傘齒車を用ひる型式とがある。前者は往復動ポンプを運轉するに適し後者は回轉機械を運轉するのに都合がよい。風車塔の附近に高い樹木や建築物など

が無い方がよいが、止むを得ない場合には風車を高くするが、この際風車の羽根の下端はこれ等の障害物の最高の高さよりも更に約2米以上高くするのがよい。

千葉縣地方では直径3米、羽根數6枚、羽根長さ1米、羽根幅55厘の木製風車を作り揚程3乃至8米、吐出水量2m³/hのポンプを運轉してゐる例がある。風は常に一定の速度で吹くものではないから風車の回轉も定常ではなく風速並に荷重によつて變化する。従つて成る可く少い一定荷重を保續する仕事は適當である。

風車の發生する動力HPは風速vと羽根車の外径Dとの間に次の關係が示される。

HP=K·D²·v³.....(17)

但しKは風車の特性係數である。即ち出力は直径の二乗に比例し風速の三乗に比例することを示す。従つて空氣1m³の重量をγkgとすれば

HP=k·γ/75·π/4·D²·v³/2g.....(18)

で示され、kは羽根車の有效面積η_aと機械效率ηとの積である。

9. 送風機

送風機は比較的低壓の空氣壓縮機であつて、建築物の換氣、蒸汽罐の通風又は火造爐、鍍爐、ガス製造等の送風など一般諸工業に使用されるが、作用上から次の四形式に分ける。

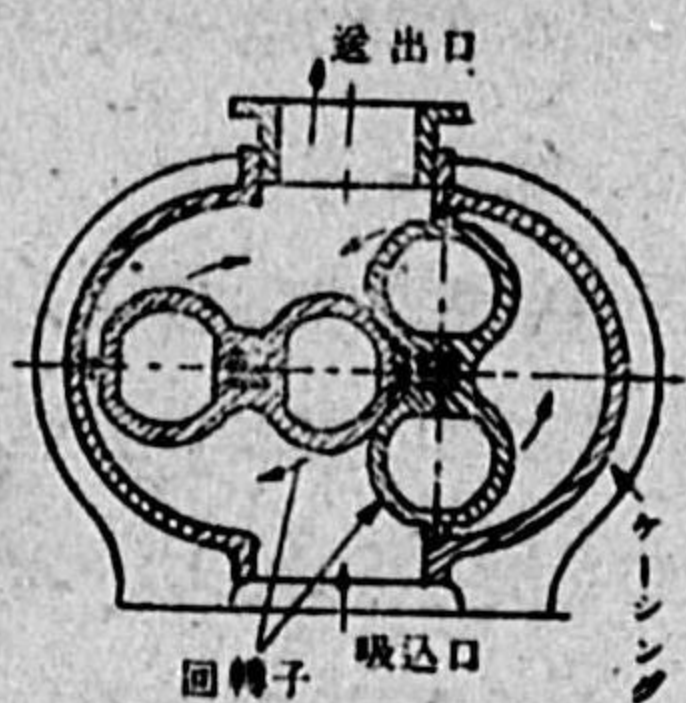
- (1) 回轉送風機
(2) 往復送風機
(3) 渦卷送風機
(4) プロペラ送風機

回轉送風機は二つの回轉子が胴體內で回轉することによつて一定體積内に吸ひ込んだ氣體を空所の移動によつて送風するものである。(第81圖)

一般に風壓の使用範圍は水銀柱100乃至300耗で、この送風機の特長は

風量が回轉數の大小によつて定まり壓力には關係しないと云ふ點であるが、抵抗が増しても常に一定の風量が要求されるやうな場合(例へば熔鑛爐の如き)に適する。

往復送風機は往復ポンプと同様で、ピストンとシリンダーとを用ひて送風するものを云ふ。風壓は3氣壓以下に使用され、主として熔鑛爐、コークス爐等の送風に適する。



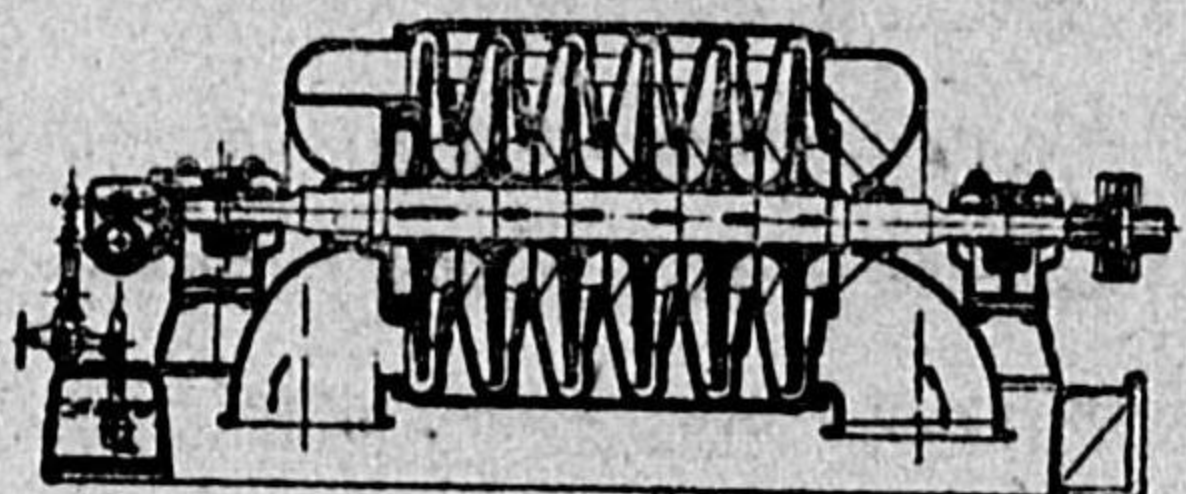
第81圖
回轉送風機(ルーツ式)

渦巻送風機は渦巻ポンプと同様に羽根車の回轉によつて送風するもので通常これにはファンと云はれるものと、ブローアと云はれるものとある。



第82圖 シロッコファン

ブローアは壓力が水柱350乃至400耗以下のものに使はれるものを云ひ、壓力も水柱で示す。ファンは水銀柱25乃至30耗以上のものに使はれるものを云ひ、壓力も水銀柱で示すのが適當である。これ等には羽根車の形式、形狀によつて種々のものがある。ファンの一例として第82圖は多翼送風機(一名シロッコ型)と云はれるものを示す。風壓は水柱10乃至150耗の範圍で建築又は船舶の換氣用として用ひられる。ブローアにも種々の構造形があり、渦巻ポンプの多段式と同様に多段ターボ・ブローアなる名稱の下に高壓用の送風機が作られてゐる。第83圖は六段ターボ・ブローアの断面圖で吸込ガス量が毎分50立方米、送出壓力が220耗(水銀柱)回轉數毎分



第83圖 六段ターボ・ブローア

3500のものゝ電動機50馬力に直結せられてゐる。

プロペラ送風機は軸流送風機とも云はれ、プロペラポンプに相當するものである。即ち家庭で夏期使用する扇風器もプロペラ送風機の一つであつて、數枚の羽根の回轉で風が軸方向に送られるものを云ふ。

工業用のものは風壓が400耗(水柱)と云ふやうな高壓のものもあるが、普通は水柱100耗内外以下である。特長は多風量に適すること及高い回轉數の電動機と直結し得られること等である。従つて比較的小型に作ることが出来るので製作費も安價であり、場合によつては多段式になることも出来る。又、羽根を可動式にすると風量の變化に對する效率が非常によくなることも特長の一つでその將來性は大いに期待されてゐる。

第4節 運搬機械

1. 定義及分類

運搬機械とは一般にベルト・コンベヤの如き連續式の運搬機、車輛移動装置、架空索道、浚渫機等を總稱し、捲上機、起重機、エレベーター等は別に物上げ機械なる名稱のもとにこれを區別して居るが、こゝに云ふ運搬機械とはこの兩者を含む總稱的のものを記述する。

2. 物上げ機械

物上げ機械には簡易物上げ機械、捲上機、起重機、エレベーター及自動階段等を含む。簡易物上げ機械として廣く採用されてゐるものは手捲きウィンチでこれは第84圖の如き形をして居り數個の齒車の嚙合せによつて僅少なる人力を以て相當の重量物を捲き上げる装置である。捲き上げる重量物は $\frac{1}{2}$ ton程度から10ton前後迄のものがあり齒車の嚙合せを複々式にすれば15ton級のものも出来る。



第84圖 手捲きウィンチ

起重機を使用範囲による方面から分類すると水上用、陸上用、水陸連絡用とに區別される。

水上用には浮起重機があり、これには自走式と曳船式とがある。陸上用には構内用、屋内用など各種のものがある。水陸連絡用には埠頭起重機としてジブ起重機、デリック、槓形起重機等があり、又、門形起重機、ガントリ起重機、積込機、荷卸機等もこれに屬する。

使用状態から分類すると軽負荷、普通負荷、重負荷の三種となる。軽負荷に屬するものは発電所の機械据付用、又は修理ドック用等に於ける如く所定の荷重以下で多く使用し、且使用回数が頻繁でないもの或は使用時間が短く休止時間が長いもの等である。普通負荷に屬するものは倉庫、機械工場及鑄物工場等に於けるやうに可なり頻繁に使用するものを云ひ、重負荷に屬するものでは製鐵用のやうに晝夜連続的に使用する場合、又は貯藏場用、水陸連絡用等のやうに繋船時間等の關係から、頻繁に全負荷状態で使用する場合等を云ふ。以下起重機の代表的のものについて概説する。

天井走行起重機 工場等の天井下に建物の長さに平行に2條の軌道を設け、これと直角な2本の鋼製の橋桁の両端を各2乃至4個の鑄付車輪を有する鋼板製鞍に載せ、軌道上を走行させる。圖は天井走行電氣起重機の一般用で橋桁の上には第89圖に示すやうなトロが横行して建物の長さの方向に直角の運動を行ふ。従つて荷物は工場内の總ての空間に自由に任意の個所に運搬し得られる。トロには捲上機構、横行機構、動力部分及制動部分を備へ、捲上機構と横行機構とは相互に獨立に働く。各種の運動は何れも電動機から齒車減速装置によつて傳へられ、

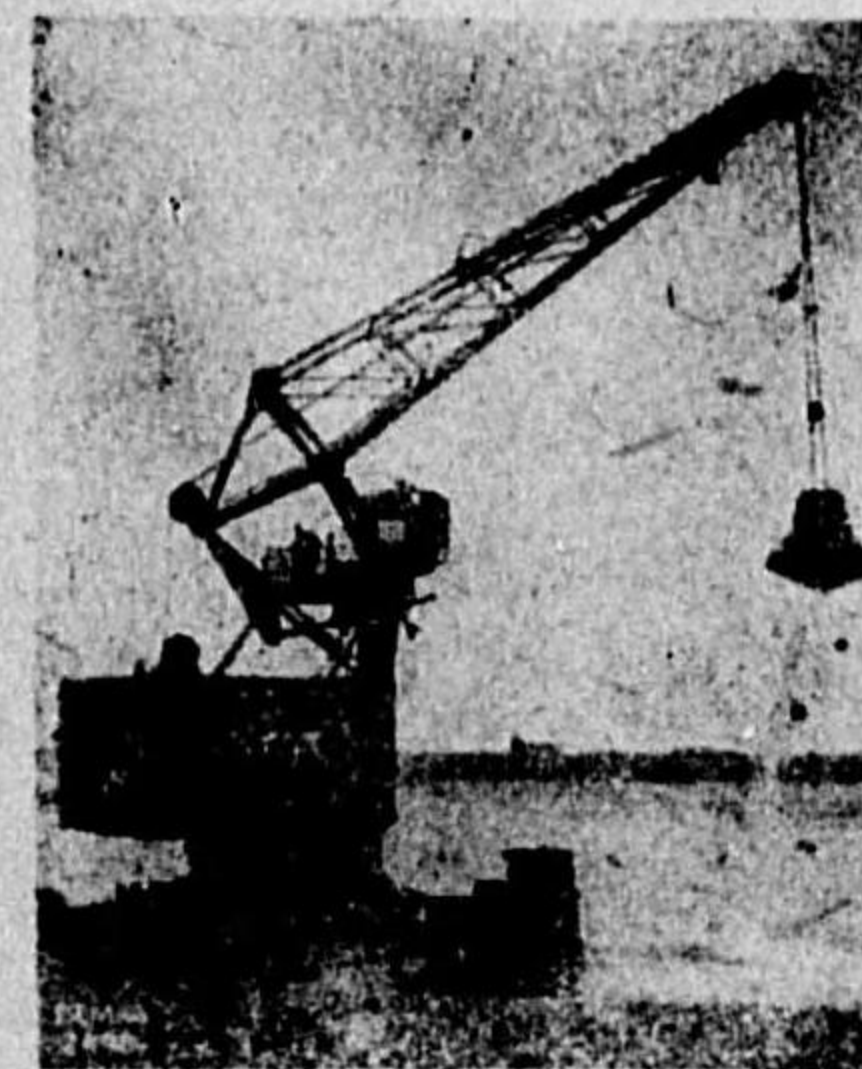


第89圖 天井走行起重機

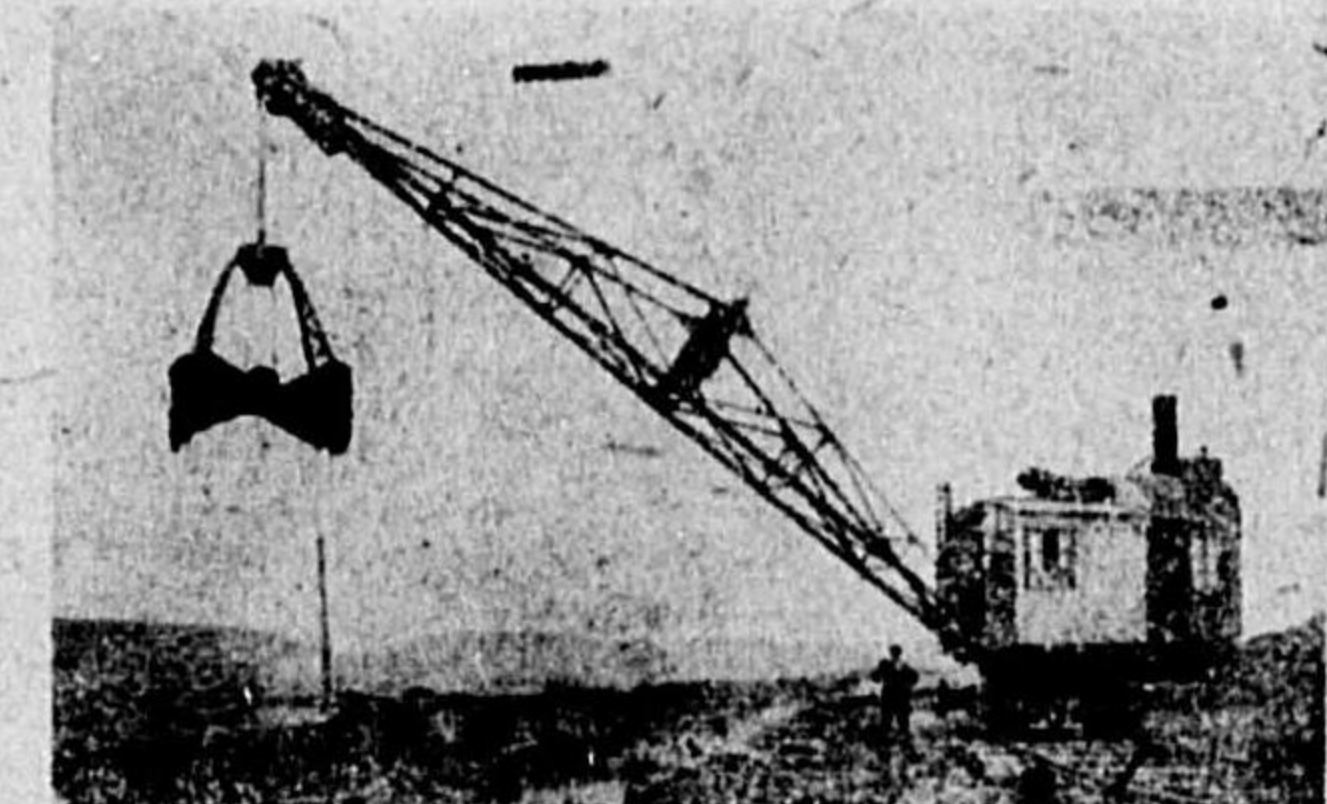
捲上げ電動機には電磁ブレーキを設計し、尙荷重の捲き過ぎを防止する爲に制限スイッチを置く。捲上荷重は小は3乃至5ton級のものから大は200tonに及ぶものあり、スパンは8米から長きは28米に達するものがある。捲上速度は捲上荷重の小さなものほど早く1.4乃至3m/min程度で、電動機は7.5kw級から大なるは75kwのものがある。

天井走行起重機には時に手動のものもある。比較的使回數少く又高速度の作業を要しない場合にのみ使用し、最大荷重は30tで捲上げ丈を電動機で行ふものもある。

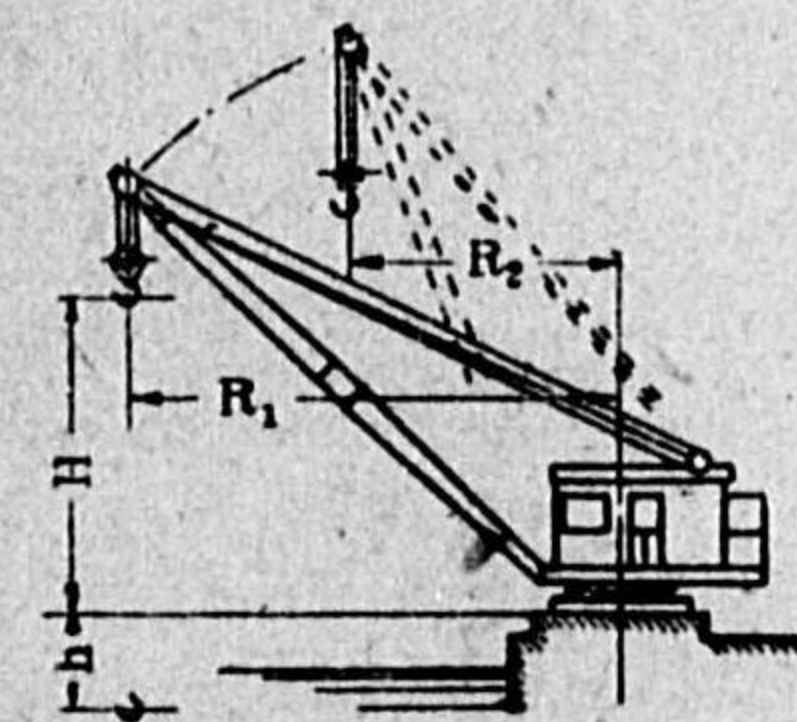
ジブ起重機 固定式(第90圖)と軌道上を走行し得る移動式(第91圖)との二種がある。起重機本體から突出した片持梁上に數個の車輛を有するトロを移



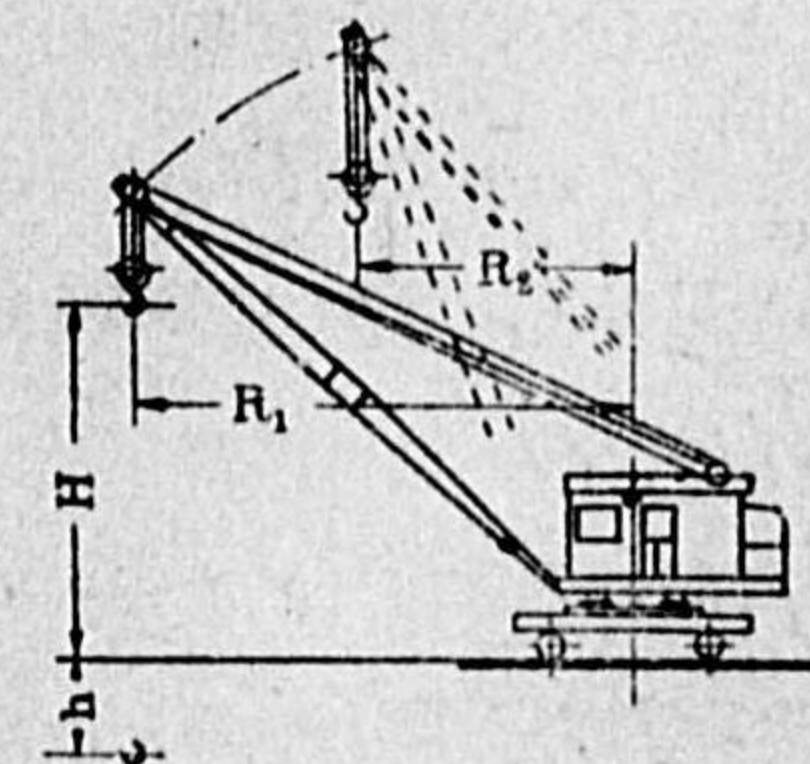
第90圖 固定式ジブ起重機(其一)



第91圖 移動式ジブ起重機(其二)



第92圖 ジブクレーン(其三)

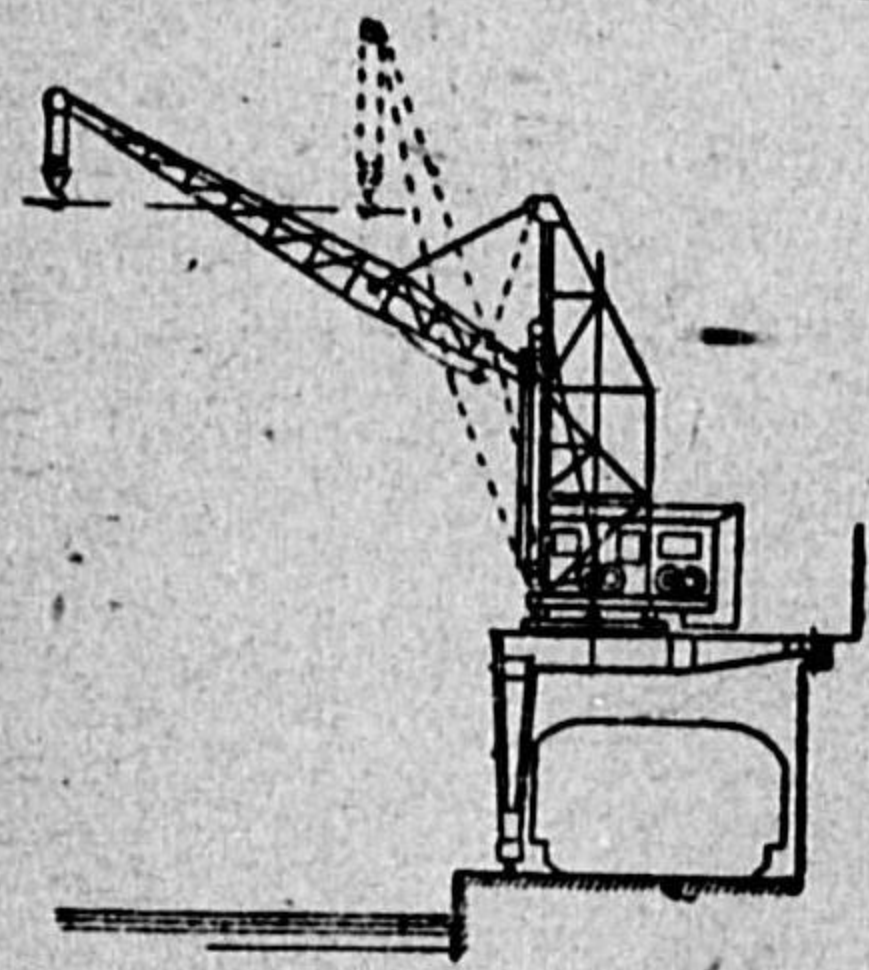


第93圖 ジブクレーン(其四)

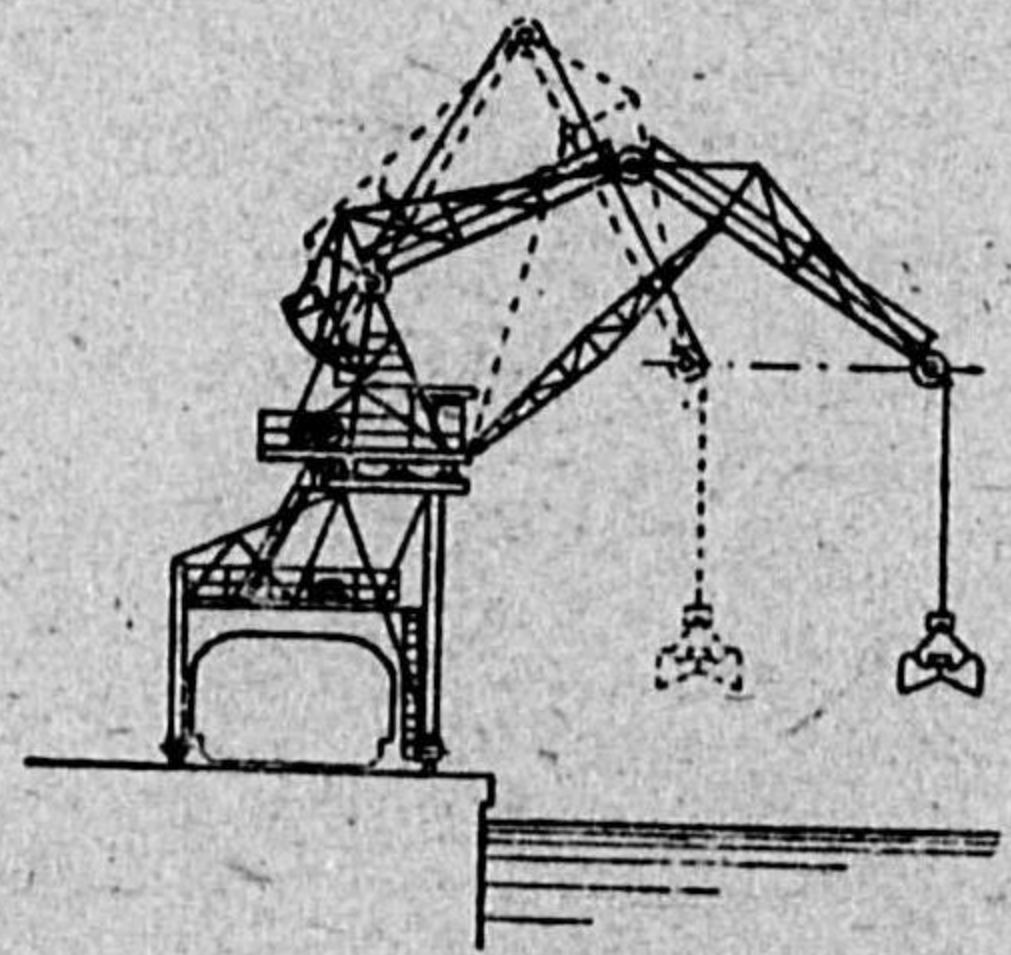
動させ、トロから鋼索で荷を吊上げる形式と、傾斜した長いジブの先端から鋼索で荷を吊り、ジブを起伏させて半径を變へる形式(第92圖又は第93圖)とある。

移動式は造船所構内に於ける艀装又は重量物の船内積込、ドックにおける積込、或は一般埠頭又は倉庫における水陸連絡荷役、工場外に於ける材料の運搬等に廣く用ひ、天井走行起重機に次で一般に普及されてゐるものである。ジブ起重機には種々の構造形のものがある。第90圖から第93圖迄はその一例を示す。

門形起重機 移動ジブ起重機の支持架構を門型として、鐵道車輛又は貨



第94圖 門型起重機(其一)



第95圖 門型起重機(其二)

物自動車の通過を自由にした形式で、埠頭又は棧橋上で岸壁に繫留した航洋船又は艀と岸壁上、貨車又は倉庫等との間に荷役するのに用ひる。(第94及95圖はその例に當る)

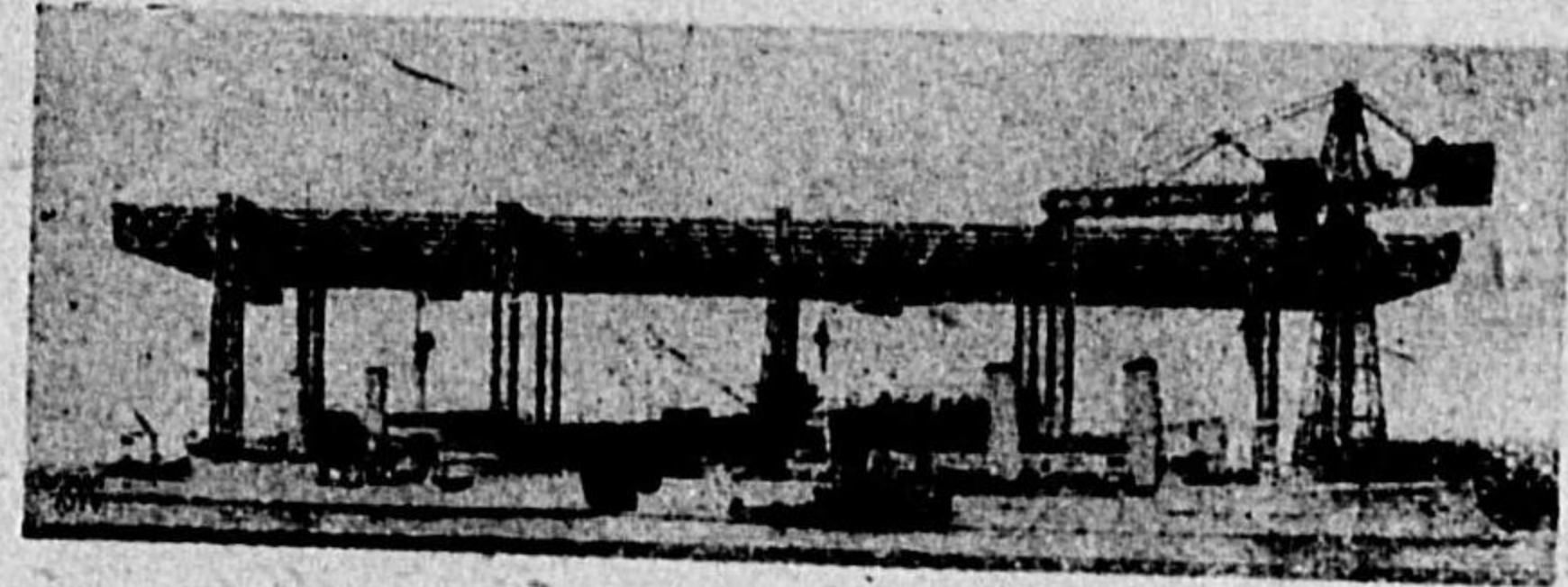
下部門型の内側寸法は一般に鐵道建築限界線によつて定められるが、岸壁とこれに並行した建物との間隔が餘り大でない場合



第96圖 半門型起重機

には建物の屋根或は壁上にレールを敷き後脚を省略した半門型とする(第96圖の例)。この種の起重機の容量は1.5乃至5tが最も多く7.5乃至10t程度迄ある。

ガントリ起重機 天井走行起重機と同一の性能で、屋外に採用され橋桁の両端に脚柱を設け車輦によつて地上のレール上を走行する。



(第97圖, 第98圖) 建物による

第97圖 ガントリ起重機(其一)

制限が無いので自由に大きを選定することが出来、橋桁を脚の外側に一方



第98圖 ガントリ起重機(其二)

又は兩方共に突出させるとトロが軌道の外方まで移動することが出来て、作業範圍は繫留船舶の中央迄延長さ

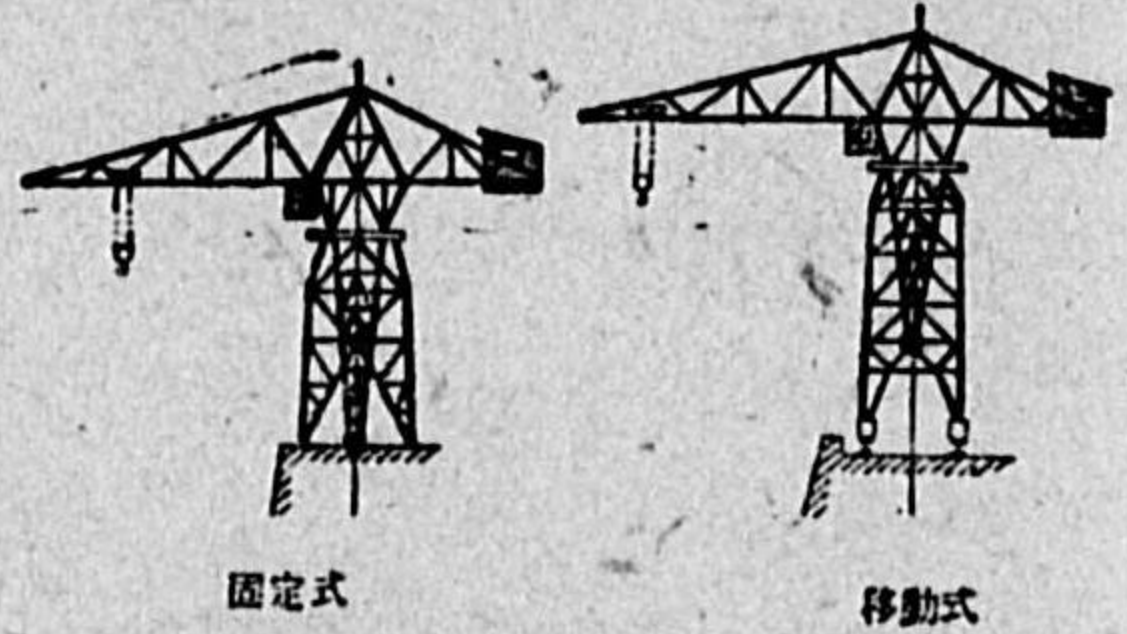
れて積載及貯藏範圍を擴大することとなる。

この種の起重機の性能は取扱量20乃至500t/h、摺み容量0.5乃至10t、捲上速度30乃至100m/min程度で、大型のものは一臺の全重量が1000tに達するものがある。

塔形起重機 高い揚程と大きな半径とを有し、直線式と回轉式との動作を兼備した廣い運用範圍を有する形式で、固定式と移動式とがある。(第99圖)

荷は水平梁上を最大半径より最小半径迄移動し、梁の後端には捲上げ及

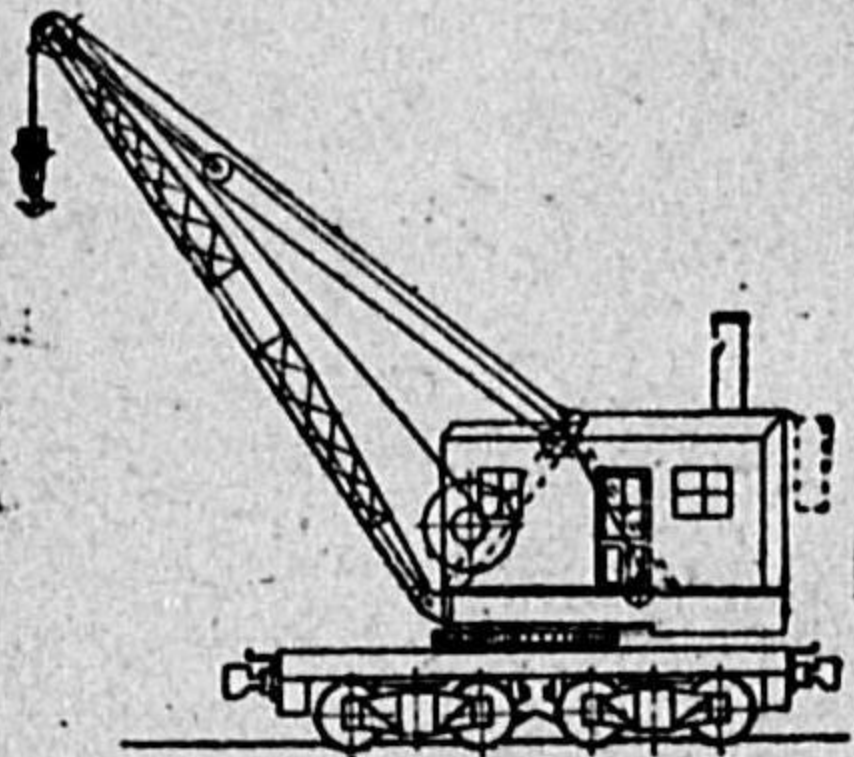
横行(前後動)の機械装置と釣合錘とを置く。梁は垂直柱によつて丁字型に支へ、柱を軸として水平に旋回し得る。容量は半径の大小によつて二様に區別せられ、2乃至4t及15乃至30tが普通である。従つて捲上速度は二段に計畫され、半荷重以下の場合には全荷重の時の二倍の速度で捲上げ得る。旋回速度は毎分 $\frac{2}{3}$ 乃至 $\frac{1}{2}$ 回轉で釣の高さは地上10乃至35米、荷の最大半径は18乃至42米である。



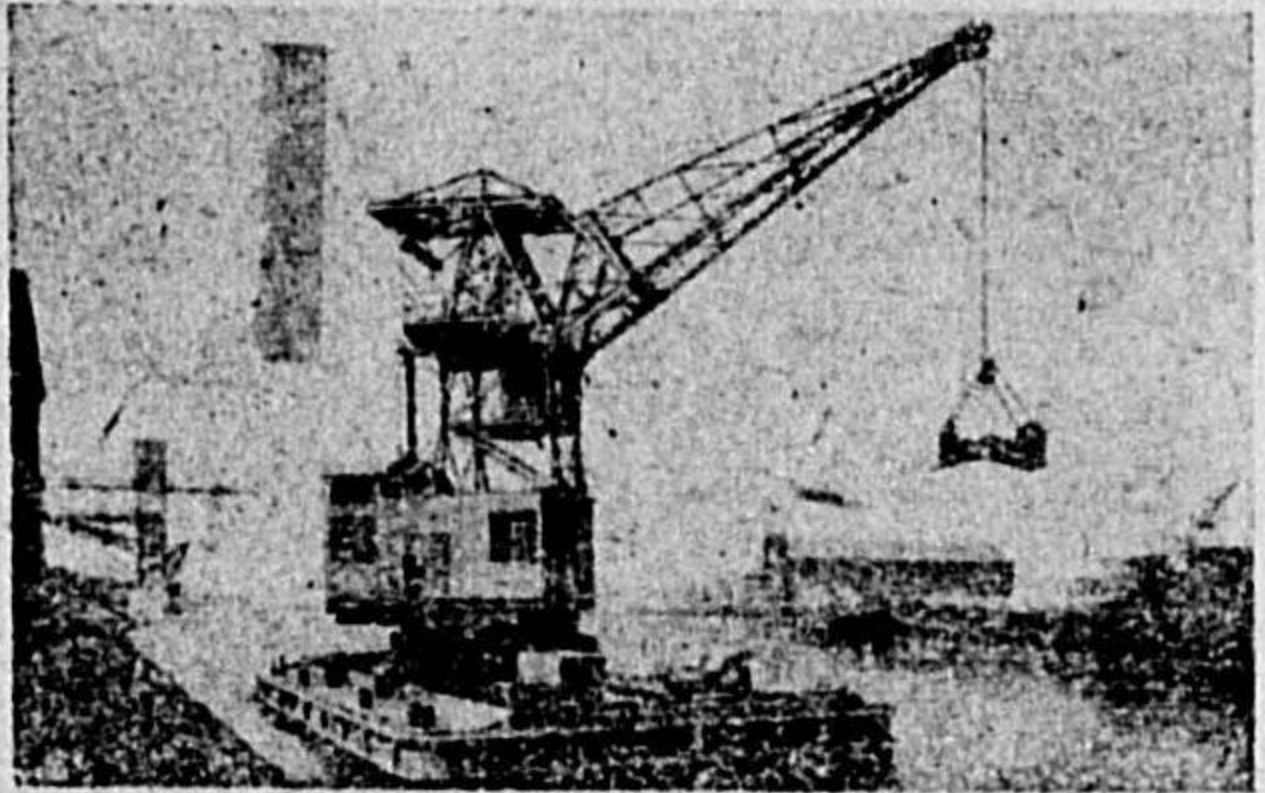
第99圖 塔型起重機

自動鐵道起重機 自走臺車上に回轉式ジブ起重機を装置したもので、第100圖はその一例を示す。

一般に蒸汽動力を用ひ機關車と同様に鐵道軌道上を走行する。近來は内燃機關又は電力をも動力として用ひ、又軌道によらない自動車起重機或は無限軌道付のものがある。後者に對しては高さ、幅に制限はない。



第100圖 自動鐵道起重機

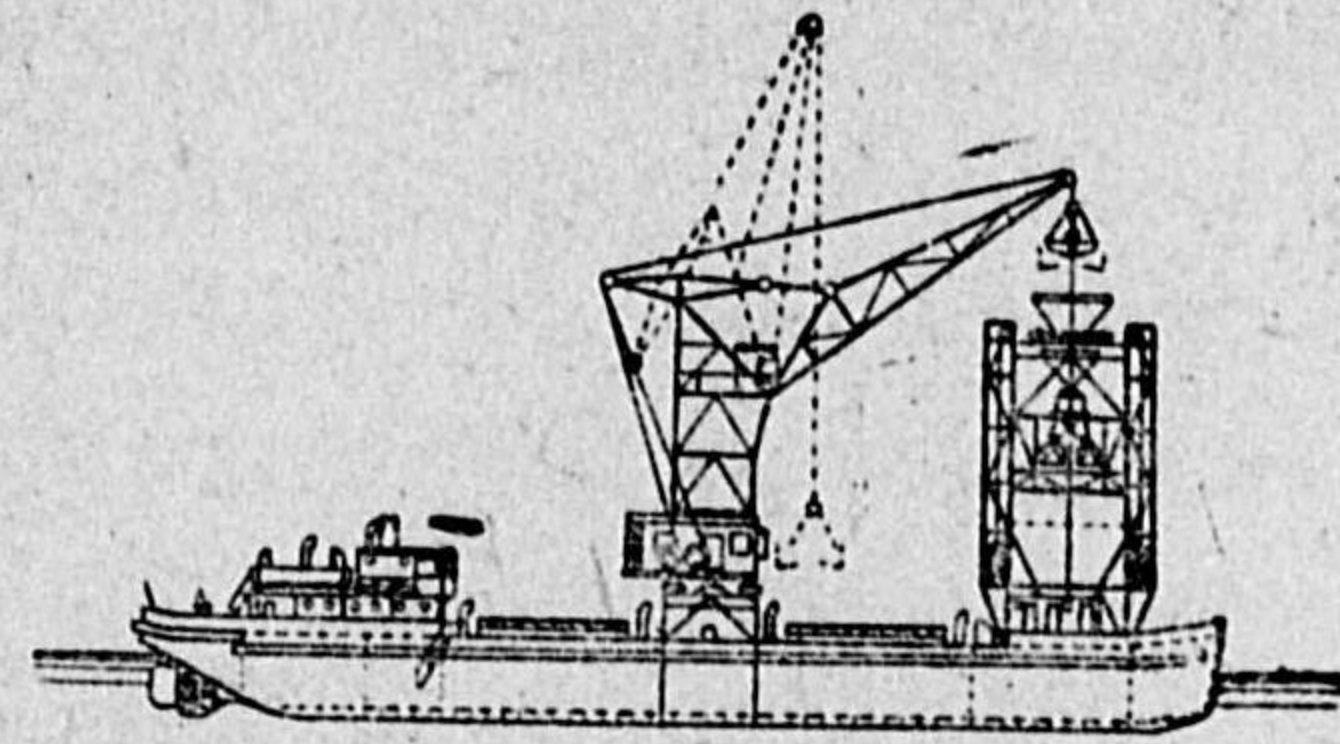


第101圖 浮起重機

浮起重機 水上に在つて主として港灣内に於て、船舶間又は水陸間の荷役を行ひ或は引揚工事、ドック作業、艀装工事等に用ひる。第101圖はその一例を示す。臺船は1乃至2個のプロペラを有し、普通5km内外の速度で自走し得るものと曳船によつて動かされるものとある。

築港工事用のコンクリートブロック吊上には、半径は比較的小さいが400t容量のものがある。

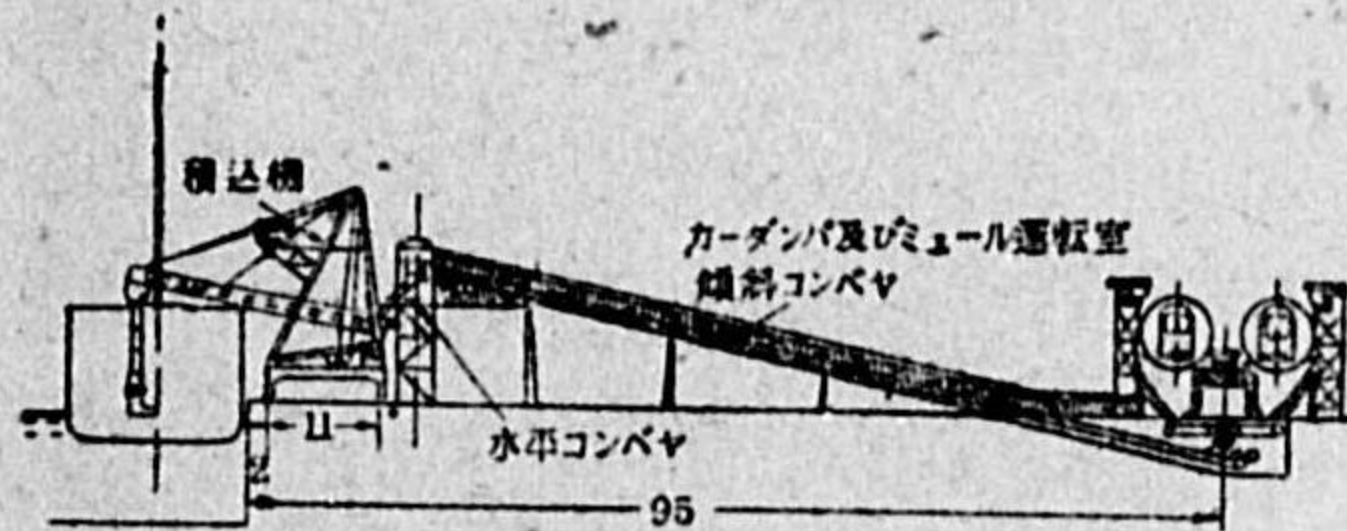
動力としては蒸汽機關又は蒸汽タービンの發電電力、ディーゼル機關、又はディーゼル機關發電の電力などを用ひる。第102圖は船積浮起重機の一例である。



第102圖 船積浮起重機

3. 運搬機械

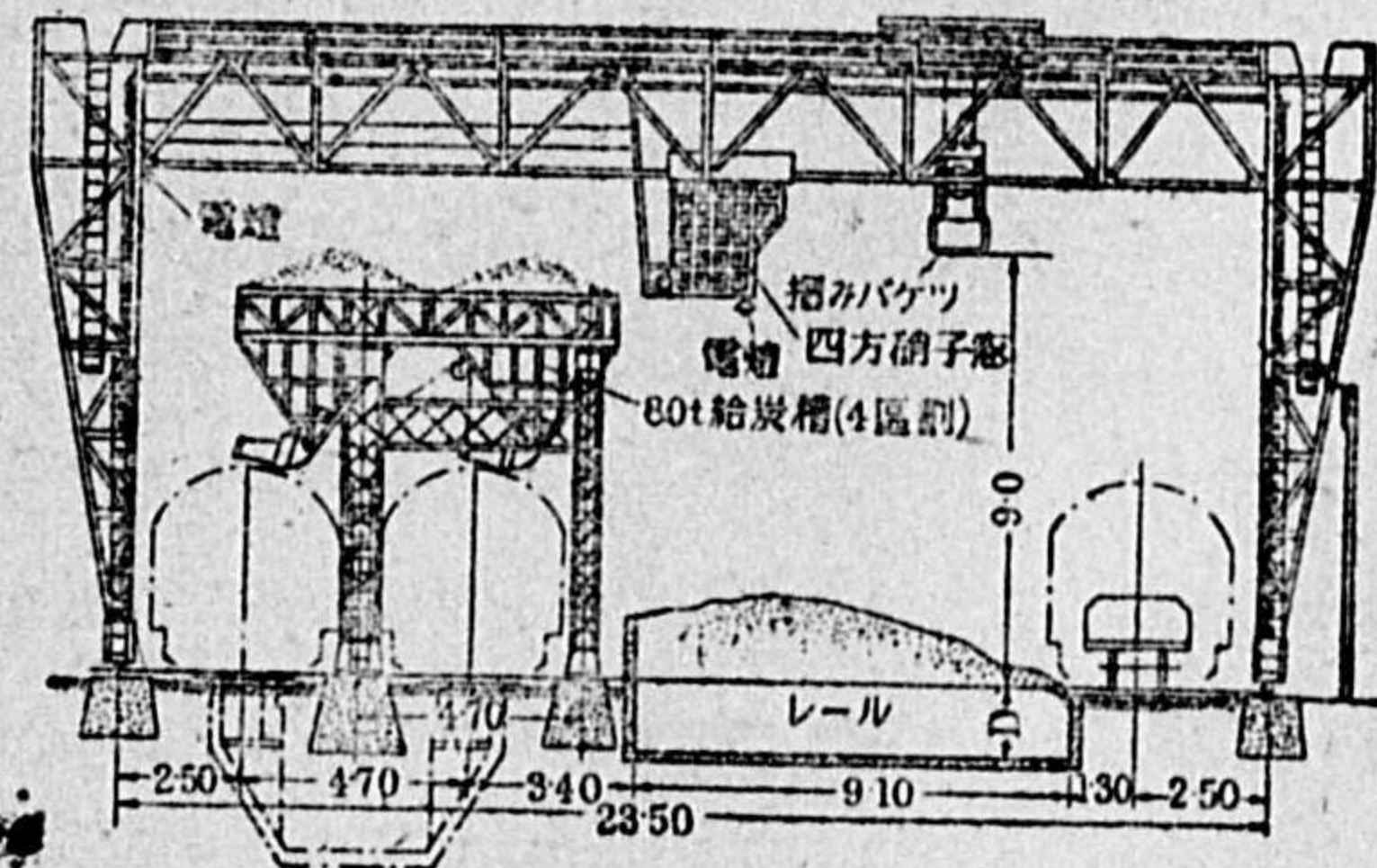
運搬機械とは前述のやうに連続的に機械的に物を運搬するものを云ひ、



第103圖 石炭汽船積込機

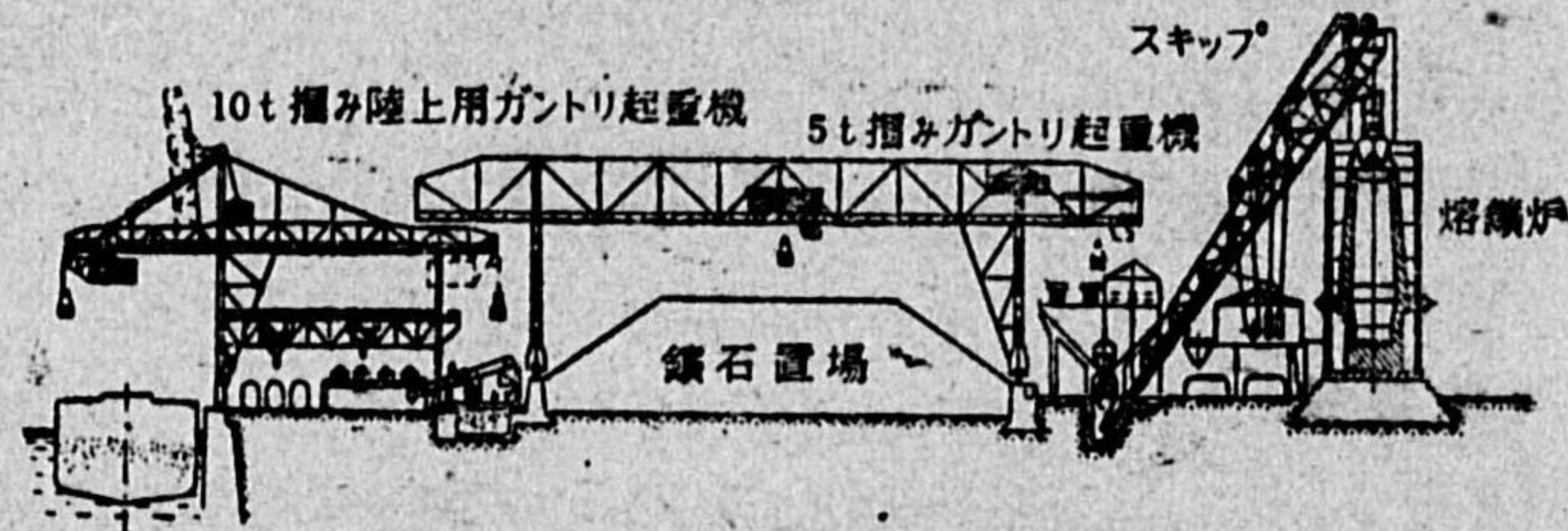
例へば石炭運搬設備の場合には貨車から直接に船積する設備、貯炭場設備、機關車給炭設備等に應用せられ、其他、鑛石、砂、木材、穀物等の運搬

にその應用範圍は極めて廣いものである。第103圖はシュールを使用して貨車をカーダンバに押上げて顛倒し、石炭を傾斜コンベヤ及水平コンベヤを経て積込機により汽船に積込



第104圖 掘みバケツ付積込機

む場合の一例を示す。第104圖は掴みバケット付ガントリ起重機と給炭槽とを用ひて機關車に給炭する設備を示す。特長は容量の大きい貯炭場を持つこと、普通の無蓋車から石炭を取卸すことが容易であること、灰取にもこの起重機を利用し得ること等で、給炭槽の容量は30乃至240t、一日の給炭量は5乃至300tの範圍である。第105圖は製鐵所の鑛石運搬設備の一

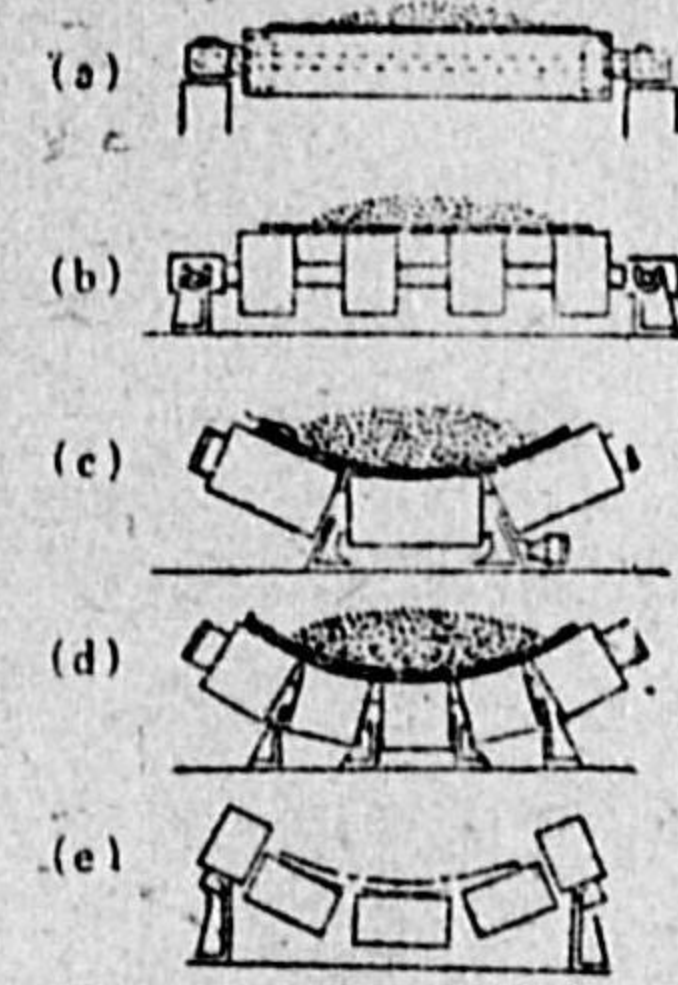


第105圖 鑛石運搬装置

例を示す。一般に鑛石は船で運び、一旦貯藏して後に熔鑛爐に入れる。この例では鑛石荷卸機によつて汽船から鑛石を揚げ、コンベヤで破碎機に送り破碎した後に中間置場に送り、ガントリ起重機で鑛石貯藏場に送り貯藏する。使用の際には鑛石貯槽からラリーカーでスキップ・ホイストに送り熔鑛爐に投入する。

以上の諸装置に用ひる連続式運搬機としてはベルトコンベヤがある。これは水平又は斜に装置して石炭、コークス、セメント、穀物、灰、砂、鑛石、土、砂糖などの散積材料又は軽い箱物、袋物等を連続的に運搬する。ベルトの材質にはゴム、織物、金網、鋼板などがあるが、ゴムベルトが最も廣く使はれる。ゴムベルトとは數枚の綿布を粘着性ゴムを以て貼り合せ表裏に適當の厚さにゴムの覆ひを施したものである。これは物品による衝撃、摩擦、及濕氣等によつて綿布が犯されることを防ぐ爲である。第106圖はベルトの張り方の各種の形式を示したもので(a)及(b)は平型と云ひ包装物、箱、袋などのやうに個別貨物用又は近距離運搬用の小規模の場合

に用ひる。(c)及(d)は溝型と云ひ、運搬量の多い時、又は長い傾斜のある際に使ふ。(e)は側面に滑車を置きベルトの偏りを防ぐ方法であるがベルトの側面を傷けるから成る可く避ける方がよい。ベルトの運行速度は運搬する材料及その取扱ひ方、ベルトの幅や傾斜などで種々の制限をうけ、箱、袋などを途中で積卸す場合には速度が0.3乃至0.6m/s、鑛石などの選別作業に對しては0.2乃至0.25m/sが適當である。然し幅の廣いもので連続運搬する場合には最高3m/s迄にすることが出来る。



第106圖
輸送機ベルトの張方

コンベヤにはベルトの外に鎖、螺旋、バケット等を用ひる場合も多い。又特殊の例では空氣コンベヤがある。これは管中を流れる空氣によつて粒體を運搬する装置で、運搬能力は1乃至500t/h、揚程最大35乃至45米、運搬距離最大1000米程度で、その長所は

- (1) 適宜の場所に他の装置と無關係に置き得ること
- (2) 通路は管だけで従業員に危険がないこと
- (3) 塵埃が飛散せず材料の運び漏れがないこと
- (4) 狭い通路でも吸込口を設け得ること

等であるが消費動力の大きいことが缺點である。

架空索道は單線式と複線式とある。單線式とは一條の鋼索を以て荷を支へると同時に多數の搬器を牽くもので、搬器1個の積載量は250疋、速度2m/s、運搬量20t/h、高低差600米内外を限度としてゐる。複線式は支索と牽索とを別々にしたものであるから積載量も500疋迄は使はれ運搬量も30乃至200t/h内外に達するが高低差は比較的少い場所に適する。而してこれは昭和2年9月3日制定b3條から成る逓信省令第36號索道事業規則(取締は鐵道省監督局陸運課)によつて規定されてゐる。

第2章 電気工業

第1節 通信電気機械

1. 通信の使命

通信の使命は極めて重大なるものであつて、この通信設備たるや只に對外的のみにあらずして、自國內に於ける總ての機能を圓滑に運轉せしむる爲の重要な施設にして、民心の安定も國家機能の統一も實に通信機關の圓滑なる運轉にまたねばならぬのである。

これを又文化的方面に於ても人類が社會的に、民族的に、その文化の高揚を爲しつゝある途次に於て、必ずや異種の文化との接觸移入に相俟つて始めて高級なる綜合的文化を形成し得るのである。

勿論斯の如き接觸移入は交通がその大部分を占めるものではあつたが、近時に於ては通信の有する性能に負ふ所又大なるものがある。

更に眼を轉じて經濟的方面に於ける通信機能の役割は、經濟機構が今日の如く交換、分業組織の發達を伴ひたる以上、これ又通信機能の援助によつて、始めて系統的なる運轉を爲し得るのであつて、經濟と通信とは車の兩輪の如く、人類に寄與して萬民樂土の建設を爲し得るの根幹となるのである。

以上の如き通信の有する使命を完全に遂行する爲には、電氣を應用せる所謂電氣通信に之を頼らねばならぬ事何人も想像に難くない所であると思ふ。

今こゝに通信の技術的要素として、電氣通信の優秀な點を例示すれば、

- (1) 迅速にして信頼し得る事
- (2) 通信範圍の大なる事

(1)は光の速度を以て傳送し得る電氣通信の最大特長であると共に、信

頼度も最近の電氣通信工學の進歩は漸次文通の域に迫り、その迅速なる應答性は他の通信に斷然勝るものである。

(2)は國內通信のみならず、如何なる地域と云へ共、單に機具を設置するのみにて有線或は無線に依り、地理的條件を克服して比類なき通信の機能を發揮して居るのである。

斯の如く通信の機關の必要性に對して電氣通信が獨特なる利點を備ふるが故に、世界各國が己が支配權を有する通信網を如何なる手段に依つて設置し、それを存續すべきやにつきは計り知れざる苦心の存する所で、輒近列強は競つて自國に屬する對外通信網を觸手として海外各地の動向を鋭敏に探知し、一路言論指導政策の確立を期し、自國に有利なる報導を爲さんとして居る現状である。之を要するに自主的對外通信網の把握は國家保全の要諦であつて、この點我が國が明治初年以後電氣通信工業の進歩の遅れたるが爲、多年苦杯を舐めた所で通信工業の技術的及政策的重要性を強調すると共に、研究に生産に更に努力を傾けて先導的地位を確保せねばならないのである。

2. 電氣通信概説

現在使用せられる電氣通信の種類は、

- (1) 有線及無線電信
- (2) 有線及無線電話
- (3) 有線及無線寫眞電送
- (4) テレビジョン

以上何れの種類に於ても通信を發する送信部と、これを受くる受信部とを有し、有線とは信號の動作に依つて、電流の強弱を生ぜしめたるものを電線中に傳へるもので、秘密性の大なる利點を有すれ共、電氣を傳へるべき電線の布設とその保守に多大の費用を要する缺點がある。

無線は同じく強弱の生じたる電流の勢力によつて電波を生ぜしめ、これ

に依つて遠隔の地に通信するものである。

尙電流の強弱を生ぜしむる方法に依り電信、電話等の區別を生ずるもので、電信は文字に相當する符號を定め、これに相當する電流の斷續或は強弱を生ぜしめ、電話は音聲に依る音波の勢力により、寫眞電送は寫眞面各點の黑白に依る反射光線の大小に依り、共に電流の強弱を生ぜしむるもので、テレビジョンは、寫眞電送と電話とを組合せたものと考へ得られるものである。

以上の説明より明かなる如く電氣通信には送信部及受信部を構成すべき機器と、送受信部を接続する電線又は電纜(ケーブル)を要する。但し無線には電線又は電纜は要せざれ共、空中線を要する。

特に電氣通信の心臓とも稱すべきは真空管にして、これの發明以後電氣通信は今日の如き隆盛を見たのであつて、市内電話の如き極短距離の通信を除けば、真空管を使用せざる電氣通信は考へ得られないのである。

3. 我が國電氣通信の起源及發達

我が國に電信機の渡來したのは嘉永7年ペルリ來朝に際し幕府に献上したのが最初で、これが我が國の識者を刺戟し、長崎の守備に當りし鍋島直正は翌年その部下に研究製作を命じ、これが安政4年には島津齋彬に説明を爲し得る程の製作に成功し又薩藩に於ても、同じく研究製作してこれを鹿兒島城内に架設して實驗して居る。更に實用時代として、初めて架設されたのは明治2年8月で、横濱に8丁の間に官用通信を送受した。

其後數年の間に各所に施設を見たが、明治4年には外國の通信會社が長崎上海間に所謂海底電線を敷設し、我が國最初の對外通信路は外國の手にゆだねたのである。海底電線とは特殊構造を有する電線を海底に沈下するもので、電線の周圍をガータバチヤの如きものにて絶縁し、これの周圍に堅牢なる保護物を纏卷したもので、近年迄は我が國の技術を以てしてはこれの優秀なるものは出來得なかつたものである。

電話は何人も知る米人ベルの發明で、これは明治8年の事であるが、明治10年には商品として我が國に渡來して居り、我が工部省ではその重要性を認め直ちに製作に着手し、明治11年には模造品が出來て、「舶來の品に少しも劣らず」と當時の新聞に記載してある。其後工業的に盛に製造して電話も開設したのである。開設當初は今日の如き電話交換の手段を講ぜず専ら1對1の通話であつたが、明治23年交換業務を開始し、大正11年には自動交換式を採用したのである。これは一つの回線を以て多種の通信を同時に行ふもので、この方式に於て我が國は獨特の技術たる無裝ケーブル方式を採用し、從來の長距離通信の種々なる缺點を除去し得たのである。

無線通信が今日の如き形態を備へるに至つたのは、衆知の如く伊太利のマルコニーに依るものであるが、明治28年マルコニーがこの發明を爲すや、同30年には我が國に於てもこれが實驗を爲し各所に於て相當に之に成功するの域に達した。

無線電信の發達は無線電話を生み、これは又放送無線電話(所謂ラジオ)の出現を促し、更に國內のみならず、電氣通信の長距離、對外放送となり、各國共に世界放送と稱し、大電力を以て晝夜間斷なく放送を爲しつゝあるの現状である。

昭和16年以降、北米、南米、次いで歐洲又は亞細亞各地に向つて強力なる電波を放射して海外母國民に精神的糧を送り、多大の効果を發揮しつゝあるのである。

4. 世界の電信電話利用狀況

我が國の電氣通信が世界の現状に較べて如何なる利用狀況にあるかを、こゝに數字例を以て示さう。

第55表 電話機に就いて

		電話個数	世界の電話機数に 對する割合 (%)	人口百人 當りの個数
北	米	19,952,432	53.78	11.14
南	米	765,435	2.06	0.80
歐	洲	13,513,152	36.43	2.35
亞	細	1,690,978	4.56	0.16
亞	佛	335,216	0.90	0.22
大	洋	840,880	2.27	0.89
世	界	37,098,084	100.00	1.71
*日	本	1,197,129	3.23	1.71

*亞細亞中に日本を含む。

第56表 電話電信線延長

	電 話 線			電 信 線		
	電話線 延長 (哩)	世界總數に 對する百分 率 (%)	人口百人 當りの 延長	電話線 延長 (哩)	世界總數に 對する百分 率 (%)	人口百人 當りの 延長
北	94,548,000	58.08	52.81	2,797,000	41.07	1.56
南	2,972,000	1.83	3.11	361,500	5.31	0.38
歐	53,835,000	33.07	9.36	2,262,000	33.21	0.39
亞	6,449,000	3.96	0.60	1,010,000	14.83	0.09
亞	1,350,000	0.83	0.89	210,000	3.08	0.14
大	3,625,000	2.23	3.84	170,000	2.50	0.18
世	162,779,000	100.00	7.48	6,810,500	100.00	0.31
*日	4,391,000	2.70	6.25	230,000	3.38	0.33

*亞細亞中に日本を含む。

第2節 電氣計測器

1. 電氣測定の應用範圍

電氣測定とは勿論電氣的の諸量の測定であるが、これをその測定する目的から次の二種に分類出来る。

- 電氣量を含むもの
- 電氣量を含まざる量を電氣的に測定する場合

aは電氣抵抗、電壓、電流、電力、電力量等を測定計測するもので、bは溫度、長さ、變位、壓力、時限、濕度、眞空度等の物理量を電氣を用ひて間接に測定計測するもので、この方法は從來の方法に比し確度高く、且迅速に測定が出来るので、最近著しく發達した測定法である。

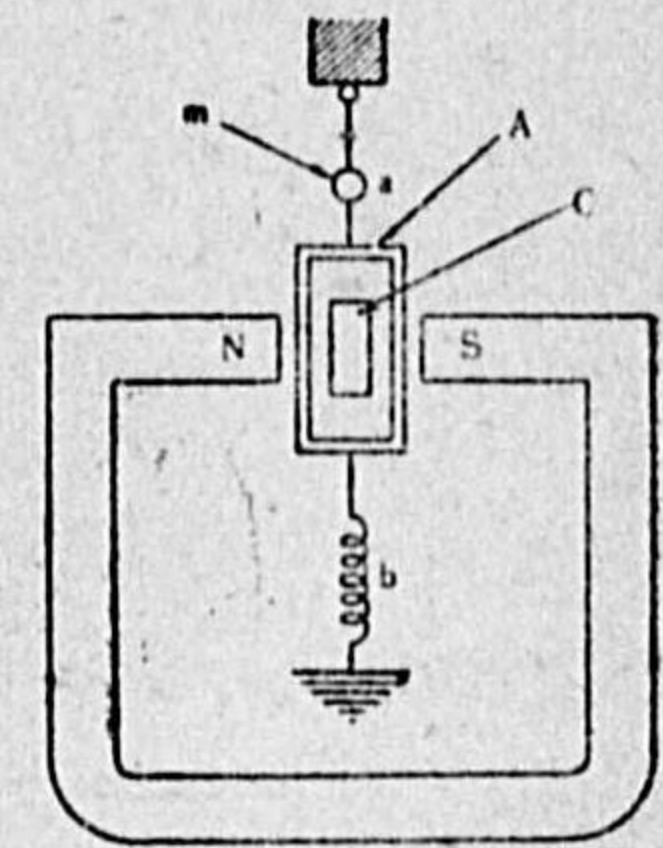
2. 電流の測定器

電流を測定するに用ふる計器に二種類あつて、

- 檢流計
- 電流計

前者は極微細な電流、例へば 10^{-6} アンペア以下の電流の測定に用ひられ、後者はそれ以上の電流の測定に使用せられる。

檢流計の内最も多く使用せられるのは可動線輪型と稱せられるもので第107圖の如くU字形のNSなる耐久磁石の間に、小線輪を磷青銅線で吊したもので、これに電流が通するとその強さに従つて線輪は回轉する。線輪の回轉力は電流の強さと耐久磁石の強さとの積に比例するのであるが、耐久磁石の強さは一定であるから、結局電流の強さに比例して回轉力を發生する。斯の如く測定量に比例して計器の加動部分に發生する回轉力を加動回轉力と云ふ。加動回轉力によつて線輪が回轉すれば、線輪を吊してある磷青銅線は旋回せられるので、舊位置に戻らうとする回轉力が生ずる。これを制御回轉力と云ふ。



第107圖 檢流計の原理

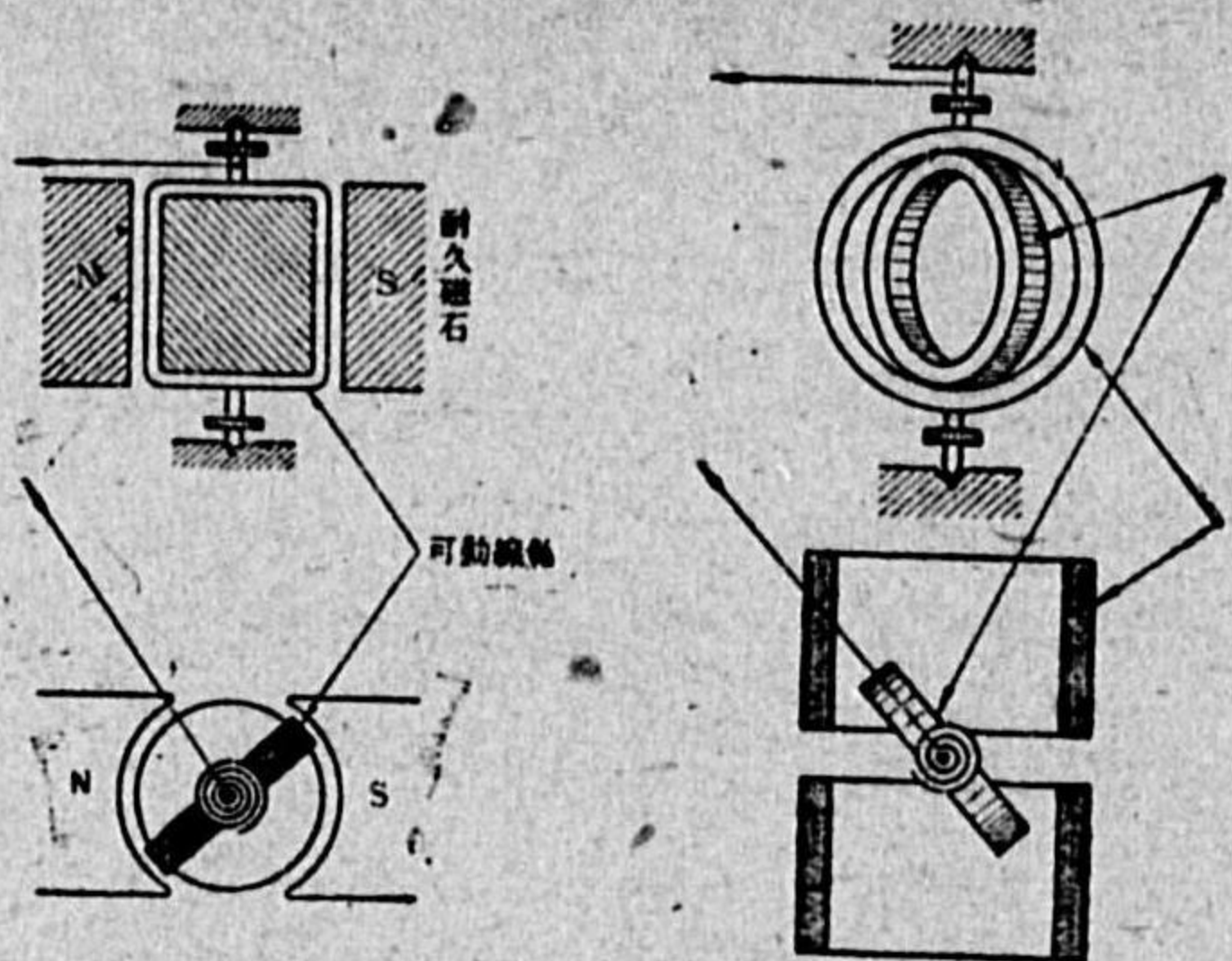
制御回轉力と加動回轉力とは釣合つて計器の可動部分は一定の位置に静止し、この静止位置が測定量に比例することより電流の測定が出来るのである。

電流計 第108圖は電流計の原理を示すものである。

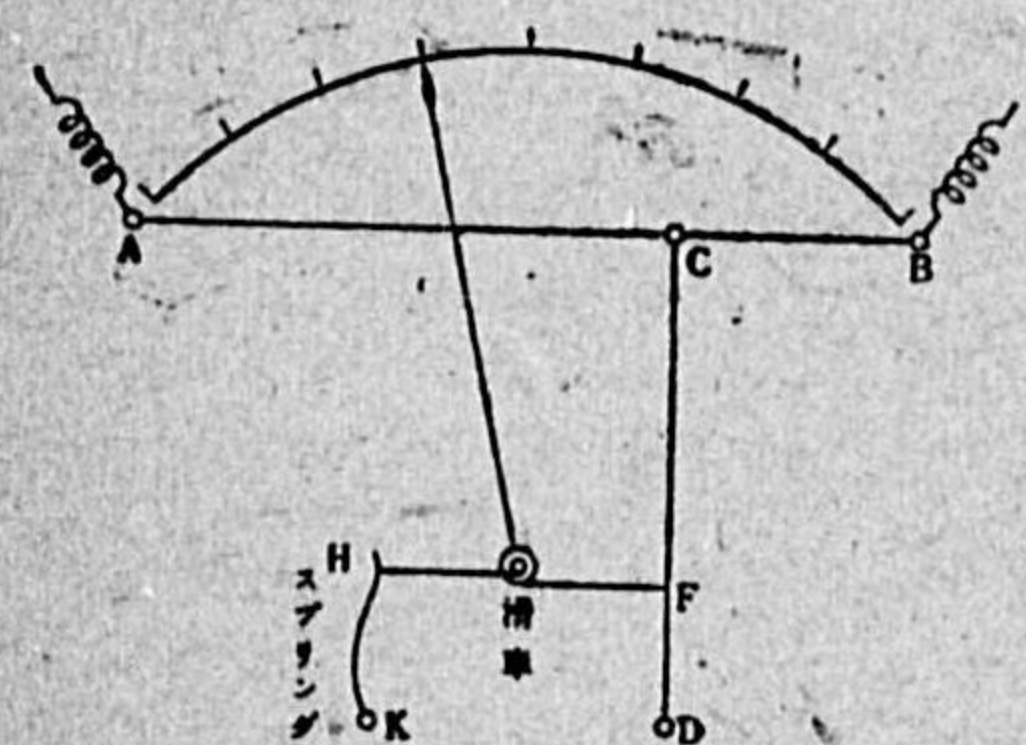
その動作原理は檢流計と異なるが、線輪の上部に指針が付いて居て

直接電流値を指示する様になつて居る。

上記のもの以外に永久磁石の代りに線輪を用ひた電流計型、又線輪に電流を通すと磁界を生じ鐵片を引付ける原理を應用した可動鐵片型、或は抵抗線



第108圖 電流計(其一) 第109圖 電流計(其二)



第110圖 電流計(其三)

電流計と同様の原理にて動作する計器が使用される。但し計器に通ずる電流を適當の値とする爲に大なる抵抗器を接続する。

電力=[電壓]×[電流]

であるから、第111圖の如く前記の電壓計と電流計とを用ひて測定出来る。

即ち圖の電壓計の指示と電流計の指示との積は負荷なる抵抗中に失はれる電力となる。尚電力の測定に只1個の計器で出来得る様にしたものもある。これを電力計と云ふ。

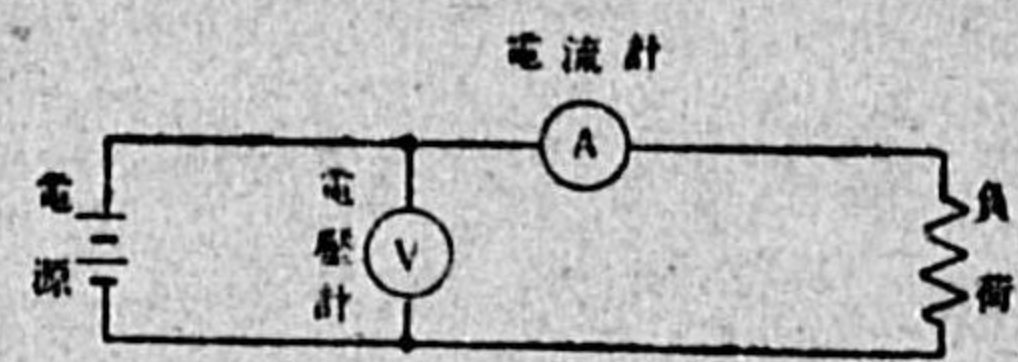
4. 抵抗の測定

に電流を通すると、その内に生ずるジュール熱の爲にその抵抗線の延びる事を利用した熱線型等が其主なるものである。

第109圖及第110圖参照。

3. 電壓及電力の測定

電壓を測定するには前節に述べた



第111圖 電壓計と電流計とに依る電力の測定

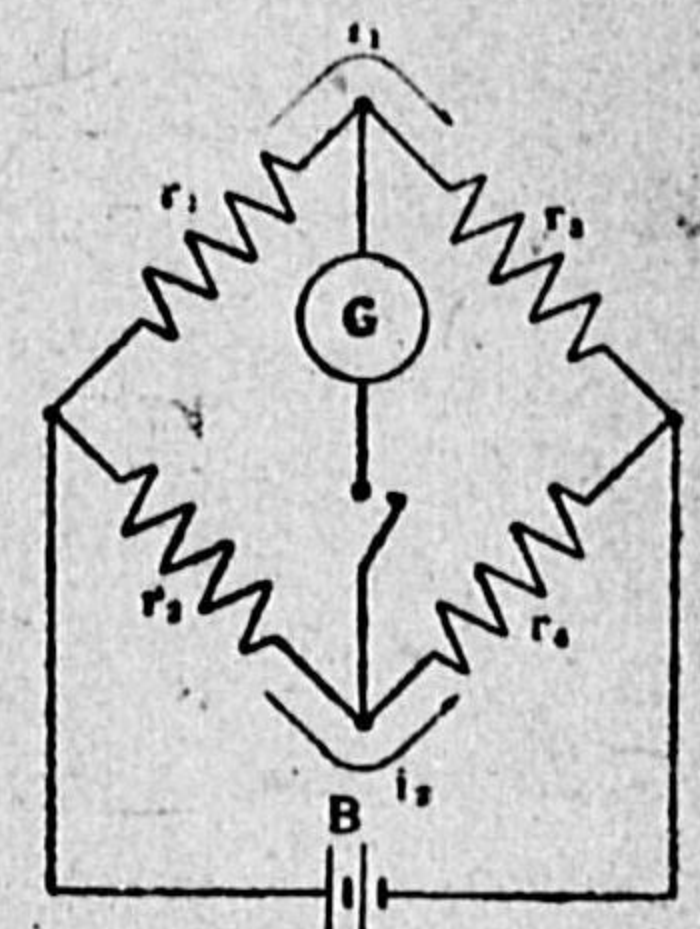
抵抗の測定には第112圖の如きホート・ストーン・ブリッジが最も多く使用せられる。圖に於てBは電池、Gは檢流計、r1 r2 r3 r4は抵抗とすれば、今 r1 r2 r3 r4を適當に調整して開閉器Kを開閉してもGなる檢流計に電流が通じないとすれば

i1 r1 = i2 r2 (19)

i1 r3 = i2 r4 (20)

上式より r1/r2 = r3/r4 ∴ r3 = r1/r2 * r4 (21)

即ち4個の抵抗の内3個が値が既知であれば他の1個の抵抗値は測定し得るのである。この原理の應用は非常に多い。

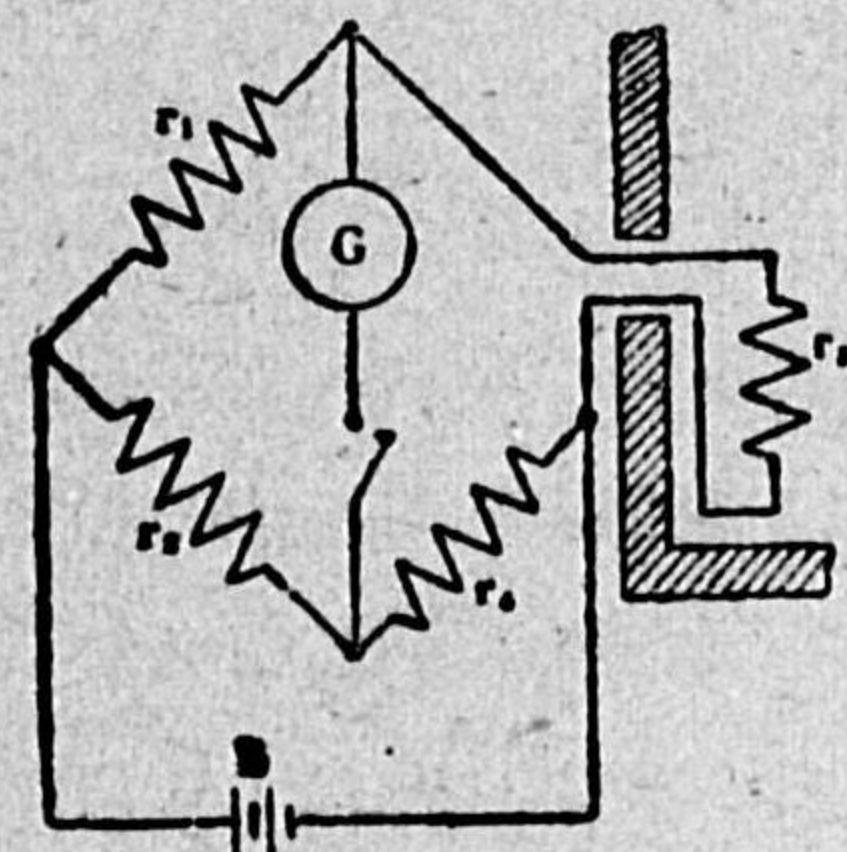


第112圖 ホート・ストーン・ブリッジ

5. 溫度其他の測定

ここでは、電氣量以外の物理量を電氣的に計測するものを説明しよう。

(イ) 前節のホート・ストーン・ブリッジを用ひると簡単に溫度の測定が出来る。



第113圖 溫度測定器の原理

即ち、第113圖の如く溫度を測定せんとする部分に r3 なる抵抗を挿入し置けば、溫度の變化に従つて r3 なる抵抗値の抵抗値も變化するから、この抵抗の變化した値をブリッジにて測定して溫度を間接に測定するのである。

(ロ) 壓力の測定、水晶を適當の大きさに切つて2枚重ねこれに壓力を加へると合せ目に電氣が発生する。この電氣を特殊の計

器に導いて電氣量を測定することに依つて壓力の強さを測定することが出来る。この方法は非常に精密で應用が廣い。

(ハ) 速度の測定、電流を通じた電熱線を空氣中で運動せしめると、空氣

の冷却作用に依つて、空気と電熱線の相對速度により、その電熱線の溫度上昇が異なる。故に電熱線と空気との相對速度は、電熱線の溫度變化従つて電熱線の抵抗の變化を測定すれば、間接に速度が測定出来る譯である。電熱線の抵抗變化はこれ又ホート・ストーン・ブリッジを用ひれば簡単に測定出来る。

第3節 電池

1. 總説

酸とかアルカリとか鹽類が水に溶解する時は其分子が陰及陽の電氣を帯びて分離するが、この現象を電離と名付けて其荷電體を陰イオン、陽イオンと稱してゐる。この様な現象を適當な方法に依ると電流が得られるのである。

最初の電池は今から百三十數年前の1800年にヴォルタに依つて發明されたのであるが、これは圓板狀の亜鉛と銅板と水又は鹽の溶液を浸ませた布から成つてゐたものである。斯様に電池は亜鉛から亜鉛イオンに變化さすことに依つて電流を得る構造であつたのである。純粹な亜鉛板を稀硫酸に浸漬しても化學變化が起り難いが、亜鉛板と白金板とを並べて稀硫酸中に浸漬し、上部を銅線に依つて連結すると銅線には電流が流れ亜鉛板、白金板からガスが発生する。そして電流は白金板から亜鉛板の方へ流れるのであつて、之を電池として考へると亜鉛板は陰極、白金板は陽極である。

この場合に銅線を流れる電流は次第に小になるが、これは主として白金板上に發生した水素ガスが、逆の起電力を持つて反對の方向に電流を流さんとする作用をなす爲で、之を分極作用と稱してゐる。この分極作用を防止する手段を復極作用と稱する。之には機械的に發生する水素氣泡を除く方法と分極作用の起らない様な金屬を析出せしめる電氣化學的方法と現今最も多く用ひられてゐる藥品を用ふる化學的方法とがある。この復極作用

をなさしめるために用ふる藥品を復極劑と稱してゐる。

電池には濕式電池と最も重要な乾電池とがあり之を併せて一次電池といふが、この外更に充電なし得る蓄電池と稱するものがある。之等を大別すれば第57表に示す如くである。

第57表 電池分類表

區分	形式	凡例	摘要
一次電池	濕式電池	ラーランド電池	比較的一定電壓
	空氣電池	フェリー電池、ニカ電池、エデー電池	ラジオ、電池壽命が長イ
	乾電池	ルクランシエ	通信機、燈火
二次電池	鉛蓄電池		自動車
	アルカリ蓄電池	エサソン電池	堅牢、高價

2. 濕式電池

(1) ラーランド電池 之は酸化銅電池とも呼ばれ復極劑に酸化銅を使用してゐる。ラーランド電池は硝子製或は陶器製、鐵製の容器の中に苛性ソーダを電解液として充たし、陰極には亜鉛の鑄造板を用ひ、陽極には無數の小孔のある鐵又は銅板の函の中に酸化銅を填めたものを用ひてゐる。この電池は放電に依つて酸化銅が還元を受けるが150°C以上の空氣中で加熱すれば再び酸化銅に戻る故に、亜鉛極と苛性ソーダとを更新すれば再使用出来る。

ラーランド電池は一次電池としては大電流を出し得ることが出来又電壓は0.7V位を持続し、電壓は低いが比較的に一定電壓で動作する。

(2) 空氣電池 空氣電池は電解液として中性鹽化アンモニウムを用ひ陰極に亜鉛を、陽極には多孔質炭素極を用ひてあり、陽極に空氣が容易に滲透して空氣中の酸素が復極作用をする様な構造をなしてゐる。

空氣電池にはフェリー電池、ニカ電池、エデー電池の三種類がある。

フェリー電池 フェリー電池の炭素極は鹽化アンモニウム溶液中に半ば浸り上半部は空気中に出てゐる。亜鉛極は環状又は平板状をなして容器の底部に置いてある。此電池は電氣化學反應によつて生成された鹽化亜鉛が常に下部に沈降し、炭素極は何時も鹽化アンモニウム溶液中に在るごとく造られてゐる。フェリー電池は大電流を放電することは出来ない。

ニカ電池 ニカ電池は多孔質の炭素を以て圓筒形又は四角形の容器を作り、此容器が陽極として作用するのであつて容器の中には電解液として苛性ソーダを充填し、其中央部に陰極として鑄造亜鉛が絶縁物の蓋に取付けてある。炭素極の外表面は空気との接觸面を大にし更に電解液の漏洩を防ぐ様に造られ、内表面は電解液の滲透をよくする様に工夫されてゐる。

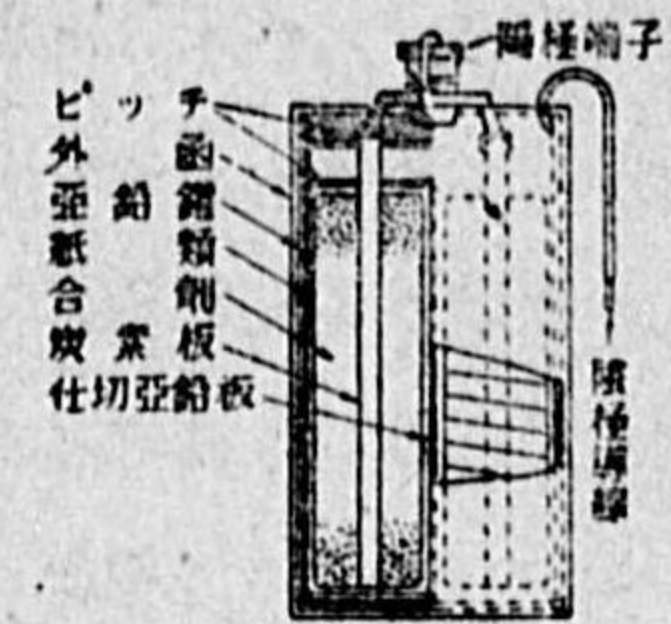
エデー電池 エデー電池は硝子製の容器に4個の孔の開いた陶器製の蓋があり、此孔を通じて電池内に空気が流通する様になつてゐる。陽極には多孔質炭素を用ひ、陰極は環状鑄造亜鉛で水銀で汞和されてゐる。電解液は苛性ソーダである。電圧は1.1Vを持続し、1アンペア前後の強電流で數百アムペア時の容量を有してゐる。

3. 乾電池

乾電池といふのは次に述べるルクランシェ電池とその理論は同じであつて、唯異なる點は電解液が横にしてもこぼれぬ様に濃厚なるものを選び、或は吸収剤に吸はせる様にしたもので、通信機關又は燈火用として一次電池中最も重要なものである。ルクランシェ電池は電解液に鹽化アンモニウムを使用し、陽極は炭素、陰極は亜鉛を使用してゐる。復極剤には二酸化マンガンを使用し、黒鉛粉を混合して素焼圓筒中に入れ、その中心に炭素板又は炭素棒を挿入してある。初電圧は約1.55Vであるが、放電すると1.4V迄急に下り、その後内部抵抗と二酸化マンガンの酸化作用に依りて徐々に下降して行く。

乾電池の種類は數多くあるが、一般に亜鉛鑄造の容器を用ひ陰極をも兼

ねさせ容器の最内部には丸棒、角棒、板等の形状をした炭素の陽極があり陽極の周圍に合劑と稱する二酸化マンガン、黒鉛末、鹽化アンモニウム結晶等を鹽化アンモニウムの飽和水溶液で練つたものを充填し上部はビッチ或は類似のもので蔽ひ、電極には電線を連絡する爲に眞鍮製のターミナルが電極の頂部に附してある。(第114圖)



第114圖 乾電池

乾電池を製する材料は總て純粹なる事が必要であつて、可溶性の重金属化合物は特に避けねばならぬ。乾電池材料中で最も重要なものは二酸化マンガンであつて多くは天然の軟マンガン礦が使用せられるが、最近人造の二酸化マンガンも使用される様になつた。容器ともなり、陰極ともなる亜鉛は化學的に純粹であるばかりでなく機械的處理も亦均質なものを用ふることが必要である。

4. 蓄電池

(1) 鉛蓄電池 蓄電池が濕式電池、乾電池等の一次電池と異なる所は放電に依つて失はれた電氣エネルギーを、充電に依つて元の状態に戻すことが出来る點である。之が爲用途が廣汎で數千アムペア時の容量をも有せしめ得ることが出来る。



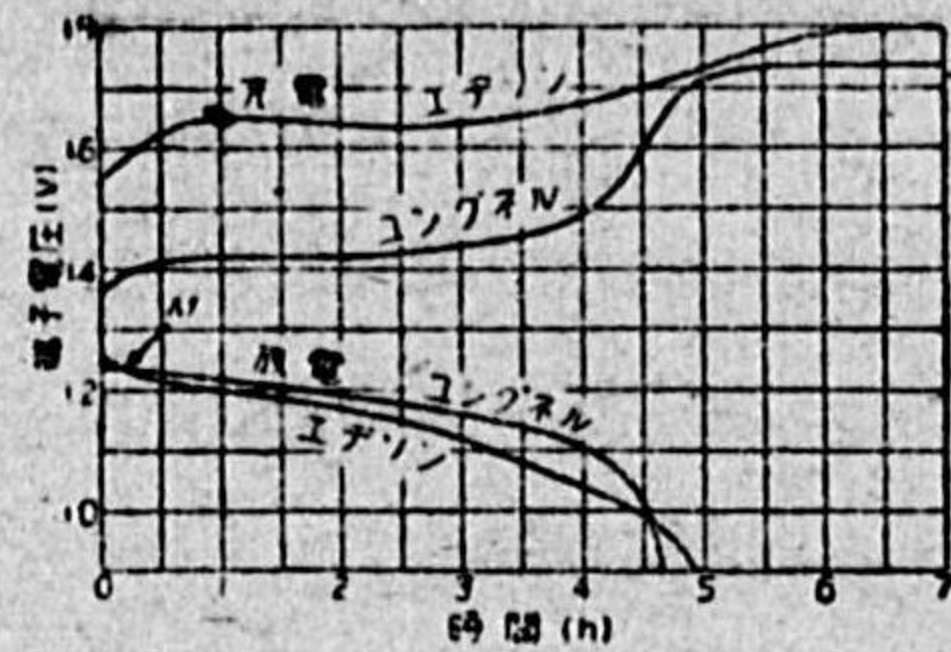
第115圖 鉛蓄電池

蓄電池には鉛蓄電池とアルカリ蓄電池とあるが、本邦に於てはアルカリ蓄電池は製造されてゐない。鉛蓄電池はエポナイト、硝子又は鉛張り木材の電槽の中に比重1.20乃至1.30の稀硫酸を入れ、この稀硫酸中に陰陽兩極板を木製又はエポナイト製の隔離板を挟んで交互に相對持せしめて挿入する(第115圖参照)。

陰極は海綿狀鉛の鉛極板が用ひられ、陽極としては多孔質の過酸化鉛の鉛極板が用ひられる。

鉛蓄電池は放電に依つて陰陽兩極共硫酸鉛となり、充電に依つてこの硫酸鉛が再び夫れ夫れ過酸化鉛及海綿狀鉛に戻るのである。

鉛蓄電池の充放電に依る電壓の變化は、第116圖に示した如く最初放電を始めると電壓が急に下るが以後は徐々に下り、大部分の放電を終へると再び急に降下する。



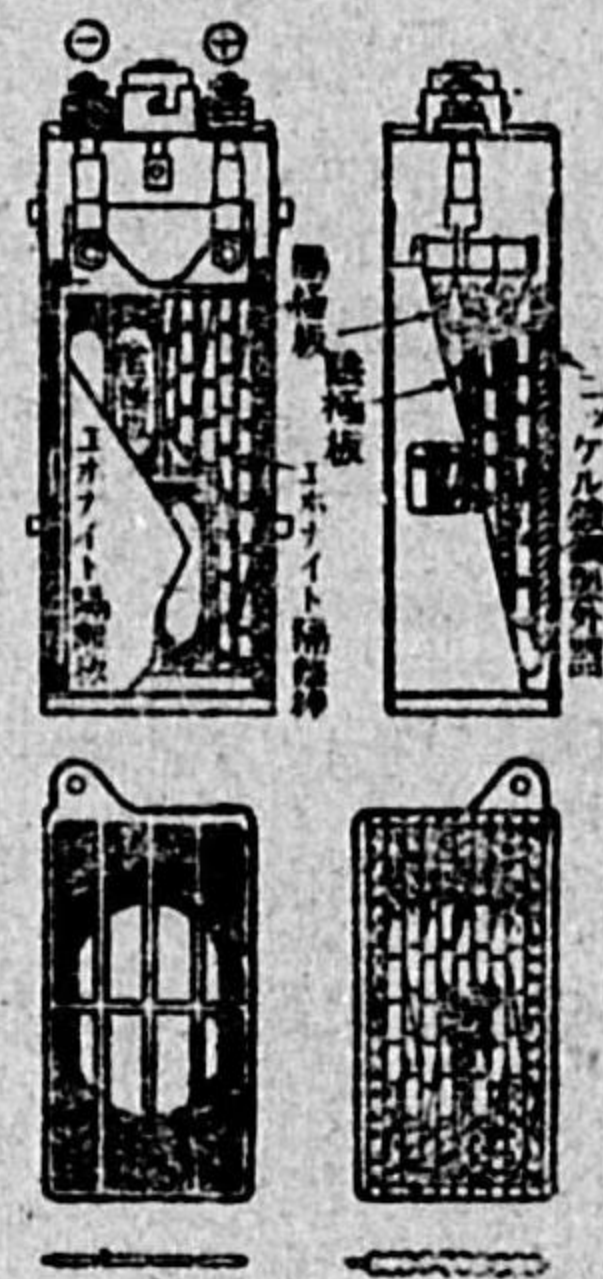
第116圖

電池の充放電に依る電壓の變化

放電中には電解液の温度は徐々に上昇し、その比重は硫酸の消費に依つて漸次減少するから、電解液の比重を測定して放電状態を知ることが出来る。充電の場合には放電の場合の全く逆であつて充電の初期に於ては電壓は急に上り、その後電壓は徐々に上昇し、充電が完結する少し前に電壓は急に著しく上昇し遂に水を分解してガスを發生するに至る。

(2) アルカリ蓄電池 アルカリ蓄電池は電解液に苛性カリを用ひ、陽極にはニッケル、陰極には鐵を使用するものでエジソンの發明に依るエジソン電池(第117圖)が有名である。

アルカリ蓄電池は同一ワット時に對して容積が大となり、又鉛蓄電池に比して高價である爲餘り使用されぬが構造が堅牢で取扱に無理が出来る等の特長もある。



第117圖 エジソン電池

第3章 運輸機械工業

第1節 鐵道

1. 鐵道の概念

鐵道を廣い意味に解釋すると軌條を有する線路上を、これに適合する車輛を運轉して旅客及貨物を輸送するものである。故にこの定義に従へば鐵道はその用ひる動力に全く無關係であつて、動力が動物の力であつても機械力であつても差支へない。然し狭い意味では鐵道は一般道路以外の地に敷設した線路上で機械力を用ひて車輛を運轉し、一般運送の用に供せられるものを云ふ。

然して道路の一部を利用して軌條を敷設し道路の補助機關と考へられるもの、例へば市街電車の如きものはこれを軌道と稱して法規上鐵道と區別してゐる。今日の鐵道は動力として蒸汽、電氣、重油又はガソリン等を用ひて運轉し、一國の政治上、經濟上の極めて重要な位置を占めるに至つてゐる。

2. 鐵道の種類

- (1) 運輸の目的……………營業用, 私設用
- (2) 運輸の目的物……………旅客用, 貨物用, 森林用, 礦山用
- (3) 所有者……………國有, 私設
- (4) 軌條の數……………單線, 複線, 複々線
- (5) 軌條の幅……………廣軌, 狹軌
- (6) 軌條の位置……………路面, 地下
- (7) 車輛を引張る方法……………摩擦力, 齒車(アプト式), ケーブル
- (8) 動力の種類……………蒸汽, 電氣, 重油, ガソリン, 壓搾空氣
- (9) 重要性……………本鐵道若しくは幹線, 地下鐵道

以上に於て本鐵道とは政治、經濟上重要な都市、地方を連絡してその國の交通上重要な線路を形成するものであるから、設備も良好で速度及運輸量共に大なることを必要とする。地方鐵道は一地方の交通を目的としてゐるから、設備は簡單で速度の制限もあるが大體に於て、一般車輛に比して鐵道車輛の特長とする所は、軌條の上を走ること及他の車輛と大別すると自己の動力によつて動き得るものと他の車輛の動力によつて動くものとの二種になる。更に自己の有する動力によつて動き得るものを動力の種類によつて分類すると次のやうになる。

蒸	汽	{ 蒸氣機關車 蒸氣動車 }
電	氣	
ガ	ソ	{ ガソリン機關車 ガソリン動車 }
重	油	

機關車とは自己に旅客又は貨物を載せるのが目的ではなく、他の車輛を引張るのが目的である。

動車とは各種動車に旅客又は貨物を乗せるものを云ひ、他の車輛を引張ることもあるがそれは主なる目的ではない。自分で動くことの出来ない車輛には二種ある。旅客を乗せるものを客車、貨物を乗せるものを貨車と云ふ。客車には通常座席を有する車輛、寢臺車、食堂車、郵便車、荷物車、病客車、展望車等があり、貨車には有蓋、無蓋、家畜車、通風車、豚積車、タンク車、長物車、大物車、土運車、石炭車等がある。この外に雪掃車、繰重車、檢重車等の特別のものも貨車に編入される。(郵便車、荷物車の如きは本來から云へば客車に屬す可きものではないが、偶々客車に連結され

るので客車に編入してある)

3. 鐵道の發達

鐵道の紀元は相當に古く、16世紀の中葉に於て既に木製の軌條上を人力又は馬の力によつて運轉された軌道車なるものが存在して居つた。

1802年にジェソップ氏が初めて鑄鐵製のI字形軌條と輪縁付の車輪とを製作して實用に供しこれが今日の鐵道の基礎を作つた。1825年に英國のストックトンとダーリントン間 60 km を鐵道が開設され、時速 16 km で運轉したのが營業用としての世界最初のものであつた。

我が國に鐵道の知識が輸入されたのは徳川の末葉で、當時は幕府の政策として要所々々に關所を置き、旅人を一人々々誰何すると云ふ風で極度に旅行を禁壓した時代であつたから、鐵道の發達などと云ふ事は思ひもよらなかつた。慶應2年にフランス領事のヘラルド氏が江戸、横濱間に鐵道を建設することを提案した。これが我が國に起つた鐵道建設運動の第一歩でその後英國から技師としてエドモンド・モレル氏を招聘していよいよ東京横濱間に鐵道敷設の工事を着手したのが明治3年である。當時我が國の文化は頗る幼稚であつたが、一部の人達は異國の機械を日本に持つて來て帝都の土を踏ますのは大なる恥辱であると叫んで鐵道無用論を叫び、品川の八ツ山より東には停車場を作る敷地を斷然拒絶したと云ふことである。そこで已を得ず海岸を埋め立て、品川に停車場を作り萬難を排して工事は進み明治5年5月7日に漸く品川、横濱間の鐵道が竣工して、同年9月にはこれが新橋まで延長された。こゝに祝典が擧げられ9月12日には天皇は直衣を召されて臨御、衆庶に勅語を賜はつたと云ふ次第であつた。

4. 我が國の機關車工業

我が國の鐵道創設時代は工業の極く幼稚な時代であつたから、鐵道工業の如きも殆んど外國の指導をうけて居つた。機關車の修理工場は新橋及神戸にあつて輸入した機關車の組立もこゝで行つた。

其後山陽鐵道では兵庫工場でアメリカ式の2-4-2型機關車を、日本鐵道では大宮工場で0-6-0型の入換用機關車を製作する經驗を得た。機關車製作の獨立事業として起つたのは明治29年の大阪の汽車製造會社がその嚆矢である。而して明治の末葉に至つて我が國の國有鐵道は、特別の場合を除く外は機關車を全部國産品とする計畫を建てた爲に機關車工場業は急に勃興して、明治42年には川崎造船所兵庫工場で製造を開始し、明治45年には翌年度に要する國有鐵道増備機關車の全數を國內の工場に注文して自給し得るに至り、大正以降は殆んど總て國産品となつた。大阪の汽車製造會社が鐵道省の注文によつて完成したC54型機關車は、昭和6年に大阪京都間を頗る好成績で運轉したが、これは大正8年以降急行列車用として使はれてゐたC51型の改良でシリンダー直徑510耗、使用蒸氣壓力14 kg/cm²、運轉整備重量65.27 吨であり外形も新味を帯びた優美なものであつた。

最近に至つて東海、山陽等の幹線の主要急行列車用として新たに設計せられた鐵道省C59型蒸氣機關車は、その性能並に主要數値はC53型に類似してゐるが主要な相違點は蒸氣壓力及水タンク容量を増大して、2シリンダー式とした事である。

2シリンダー式の大形高速度機關車は狹軌の場合動盪の問題が懸念されてゐたが、使用成績はこの不安を解消して且石炭の消費量の成績も極めて良好であつた。現在2シリンダー式高速機關車としては鐵道省最大の形式である。主要寸法はシリンダー直徑520耗、衝程660耗、使用壓力16 kg/cm²、動輪直徑1750耗、運轉整備重量約80吨、燃料積載量約10吨、水タンク容量25m³、全長21.36米である。

5. 諸外國に於ける主なる車輛

諸外國の例では米國ユニオン・バシフィック鐵道のアーチキュレート型蒸氣機關車は、アメリカン・ロコモティブ會社製の2DD2型單式膨脹式でこの種の機關車として世界最大のものである。これはオグデン・グリー

ンリッファー間の11.4%の勾配線を補機なしで、從來の計畫通りに走ることを目標として研究製作されたもので豫期以上の成績を挙げたと云はれる。速度110 km/hで連続最大出力を發揮し、最高速度は125 km/hに計畫されてゐる。主要寸法はシリンダー直徑603耗、衝程813耗、四シリンダー、使用壓力21 kg/cm²、動輪直徑1727耗、機關車重量346 吨、燃料積載量94.5m³、全長47.308米である。

電氣機關車ではスイス聯邦の12000 HP、單相交流15 kv 電動機を有するものは目下世界最大出力のものであり、ソ聯の直流4000 kw、速度160 km/hも直流機としては特品に値する。ディーゼル機關車では生來使用されてゐた米國大陸横斷流線形列車の6000馬力ディーゼル電氣式機關車牽引14輛編成の贅澤列車が更に各部の改良を施してその優秀性を示した。

6. 建設規程

鐵道車輛は線路上何れの地點にも行かなければならぬ關係上、大さ重量等に関して種々の制限があり、又、軌條及停車場等にも種々の制限がある。

これ等の制限を定めてゐるものを建設規定と云ふ。建設規定は昭和4年7月に改正公布されたもので重なるものは次の如くである。

軌間 我が國に於ては國有鐵道の基本軌間を1067耗(3'-6")に定め、地方鐵道にもこれを適用してゐるが、760耗(2'-6")の軌間も相當にある。

現今世界に於て基本軌間と稱せられてゐるものは1435耗で英、米、獨、伊、佛、支、滿洲、朝鮮等に用ひられてゐる。これよりも廣いものを廣軌と云ひ、これより狭いものを狹軌と云ふ。従つて我が國有鐵道は狹軌である。

曲線 本線路に於ける曲線の半徑は

甲線で 300米以上

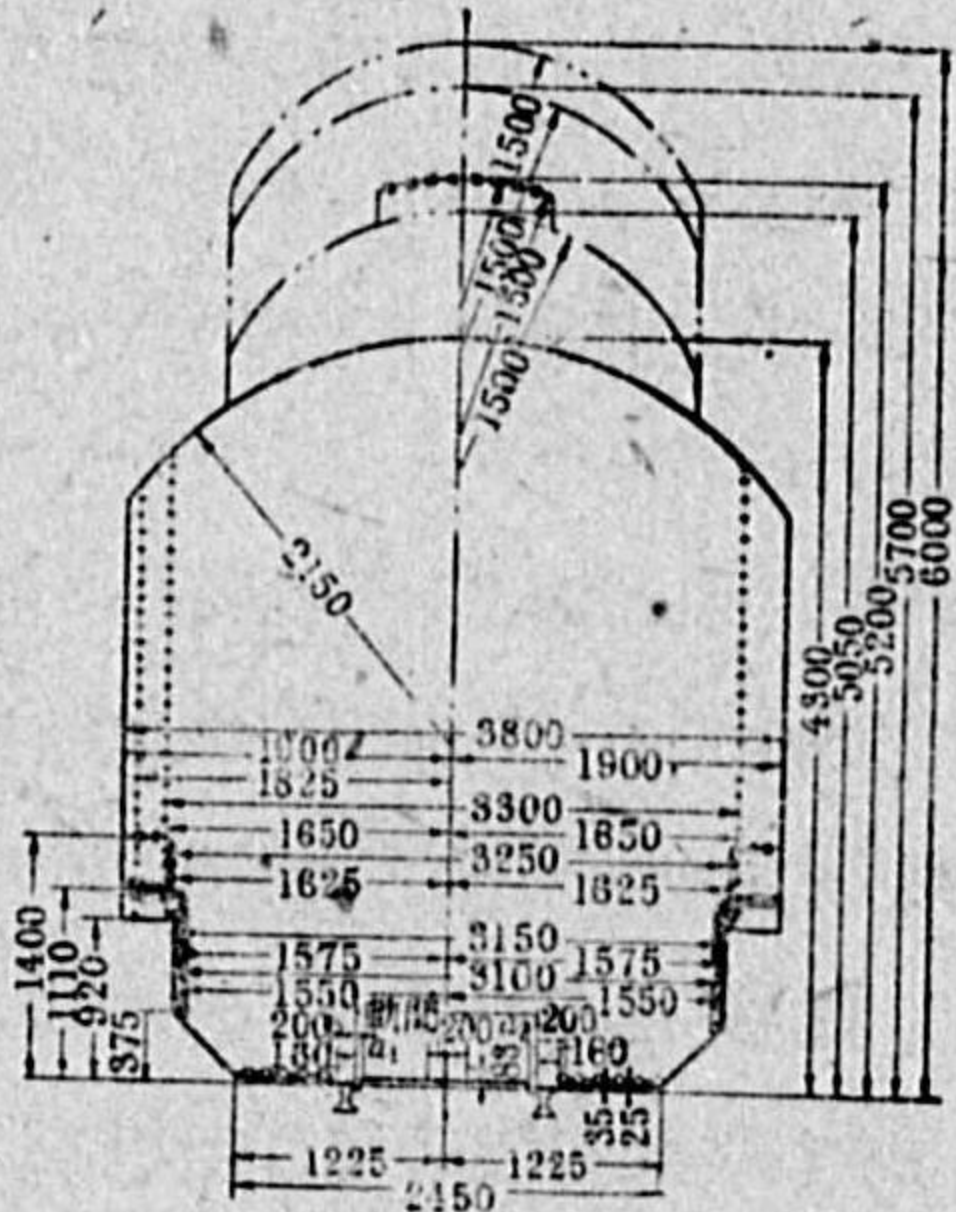
乙線で 250米以上

丙線で 200米以上

であるが車輛の設計に際しては分岐に附帶する曲線半徑を甲線、乙線で160米以上、丙線で100米以上にする。甲線とは幹線と認むべきもの、又は運輸量のなるもの、乙線とは準幹線又は主要なる連絡線と認むべきもの、丙線とは主要ならざる連絡線又は地方線と認むべきものである。

勾配 勾配の限度は、特別の場合を除く他は甲線は 25/1000、乙線は 25/1000、丙線及簡易線は 35/1000 である。

建築限界及車輛限界 建築物其他の建造物は建築限界内に入ることを許されない。その範圍の寸法は圖を以て示されてゐる。又車輛にも限界があつてその寸法より外に出ることを許されてゐない。これも亦圖を以て寸法が示されてゐる。



第118圖 建築の車輛限界

第2節 自動車

1. 自動車の定義と分類とその發達

自動車とは原動機を用ひ軌條によらないで運轉する車輛を云ふ。而して原動機の種類によつて蒸汽、電氣及内燃自動車に分類する。蒸汽力と電氣力とで運轉するものは操縦が比較的容易で起動の際の力も大きいことが特長であるが、原動機としての汽罐及蓄電池は場所をとり且重量が大きいと云ふ缺點があるので今日では殆んど用ひられてゐない。今日最も廣く發達し普及してゐるのは内燃自動車中のガソリン自動車である。

他に近年發達したディーゼル自動車がある。これは燃料費が著しく節減される爲に貨物及乗合用として漸次廣く用ひられる傾向になつた。木炭が

ス發生機を備へた木炭ガス自動車は石油資源の乏しい我が國に於ては特に適するのでその使用を奨励せられ、太平洋戦争勃發後民間の自動車は殆んど木炭車に代つた。

さて、簡単に自動車發達の歴史を顧みると、ワットが蒸汽機關を實用化する少し前、即ち西歴1770年頃に佛人ジョセフ・クーノーは路上を運轉する蒸汽自動車を實際に製作して世人を驚かしてゐる。この自動車は時速僅かに5kmと云ふものに過ぎなかつたけれども實際に路上で運轉した最初の自動車として有名である。

構造は車の前方に茶釜のやうなボイラーを装置し、その後方に2個のシリンダーを設けたもので1回の運行時間は僅かに15分であつたと云はれる。

其後、蒸汽機關を原動機とする自動車が多くの人々によつて考案せられた。その内でも有名なのは西歴1800年頃、丁度寛政12年に當り我が國では當時徳川幕府が伊能忠敬に命じて蝦夷地方を測量せしめた頃、英人のリチャード・トレビシックによつて軌條上を走る實用的な蒸汽自動車が製作せられ、時速8kmを出したので世人の注意が専らこの方面にのみ向けられ路上を走る自動車の方は一時顧みられなかつたけれ共、再び實用的價値が認められて、1831年には時速51kmと云ふ驚異的な高速蒸汽自動車が製作せられ、1834年には乗合自動車、貨物自動車にまで進歩の跡を示した。一方内燃機關の項で述べたやうに1862年乃至1867年にかけてオットが4サイクル式内燃機關に成功し、續いて1880年には英人クラークが2サイクル式機關を實用化したので、遂に堂々と蒸汽機關に對抗してこれと競争し、自動車用原動機を内燃機關に替ふるの研究が次第に進められて來た。然し當時の内燃機關はその燃料として専らガス體燃料を用ひた所謂ガス機關であつた爲に、自動車のやうに移動を目的とする車に對しては直接これを應用することが困難であつた。そこでガス機關の代りに石油を以てすることが研究せられ1885年獨逸のオット式ガス機關製作會社技師ダイムラー氏が苦心

研究の結果、遂に完成して内燃機関自動車に一新紀元を劃するに至つた。而して終に今日のガソリン自動車全盛時代を出現したのであるが、前述のやうに我が國では再びガス自動車に轉換しつゝある現象を呈してゐるのである。

2. 自動車の最高速度

自動車の最高速度は1800年の末から1900年の初頭にかけては僅かに時速100 km 内外に過ぎなかつたけれ共、1935年に至つてキャンベル氏は米國フロリダ州デートナ海岸に於て競争用として特に設計されたブルーバード號を操縦して時速 497.6 km の記録を作つた。其後1938年に同氏はサンダーボット號と云ふ自動車にロールスロイス發動機2基4700馬力を備へて過給機體で時速 550 km の新記録を樹立した。操縦席は機關の前方にあつて空氣抵抗を少なくする爲に車輪全部が蓋の内部にある。又操縦性をよくする爲に後方に方向舵がつけてある。

尙参考の爲に航空機の最高速度を示すと、1934年に伊太利のアゼエロ氏がマッキーC-72型水上機で3200馬力の發動機を裝備し時速709.209 kmを出し、永い間記録を保持してゐたが、1939年3月に至つて獨逸のディーテレ大尉は、ハインケルHe112V型單座戦闘機を以て時速746.66 kmの速度を出し5ヶ年の沈黙を破つた。所が間もなく同じ獨逸の空軍新鋭機メッサージュミット Me109R型單座戦闘機は、ダイムラーベンツ 1000 HP を裝備してヴェンデル氏操縦のもとに時速755.138 km 即ち秒速210米の速度を出して世界記録は完全に伊太利から獨逸に渡つたのである。其後、歐洲大戰の爲に各國の記録飛行を行ふことが殆んどなく、従つて國際記録の公認されたものは無いが世界各國は速度の向上に必死の努力を續けて居り米國ロッキードP-38型双發戦闘機は800 km/hを確かに記録してゐると云はれ、獨逸でも最高速度は800乃至850 km/hに達してゐるのではないかと思はれるのである。

3. 本邦の自動車工業

我が國に初めて自動車が輸入されたのは明治35乃至36年頃で、明治40年頃には全國に僅かに數十臺しか無かつた。明治43年頃に砲兵工廠で試作したのが國産の嚆矢であるが、殆んど全部が輸入品であり大正元年になつて漸く全國に512臺と云ふ有様であつた。都市の乗合自動車として大規模に發達したのは大正12年の震災直後からである。

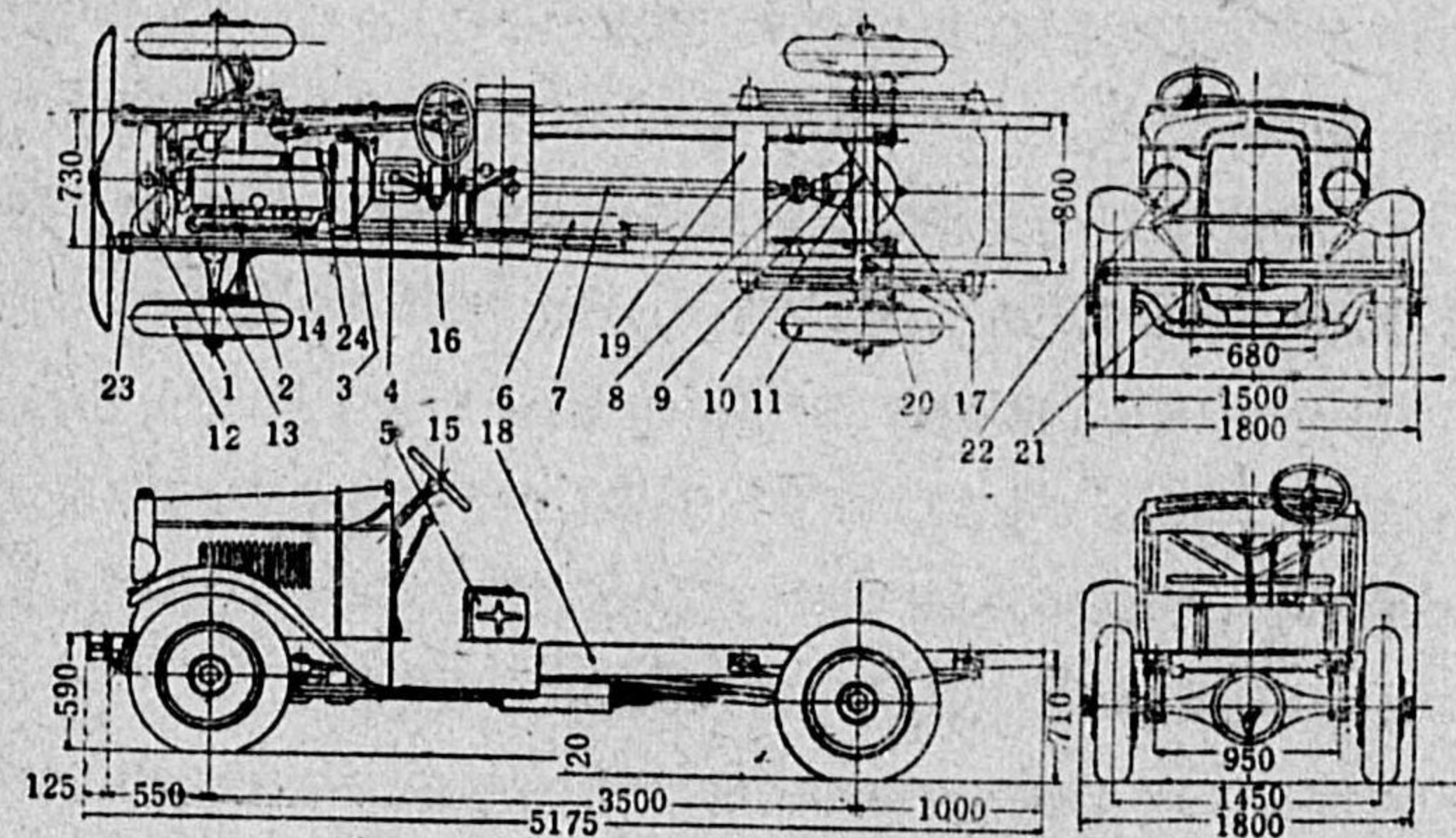
即ち當時の東京乗合自動車會社が相當の成績を示したので各都市に於ても次第にその普及を見るに至つた。明治年間には日本自動車商會、大阪砲兵工廠、快進社(後にダット自動車株式會社)、東京自動車製作所等によつて研究及製作が行はれ、大正に入つてからは宮田製作所、三菱内燃機株式會社、東京ガス電氣工業株式會社、石川島造船所自動車部、太田自動車製作所等によつて本格的な實用車が多數製作せられ、昭和時代には川崎車輛、三菱造船、日本車輛、日産自動車、豊田自動車、東京自動車工業等の株式會社が大量的に國産自動車を製作するに至つたのである。然し乍らこれ等の會社が製作の當初は、輸入自動車に對して國家が何等の制限も無かつた時代なので非常に著しい試練を體驗したのであるが、大正7年に法律第15號によつて軍用自動車補助法が發布せられ、これによつて初めて本邦に於ける自動車工業はその緒についたのである。

支那事變勃發當時の自動車工業は軍用車をかなり本格的に製造し、性能も軍の要求を満たすに充分であつたが、大衆車はトヨタ及日産が許可會社としての經歷が未だに淺い爲に製品の性能も安定せず數量的にも國內の需要を到底満足し得ない状態であつた。然し乍ら其後、多量生産方式と流水作業との研究、製造方法の改良——例へば獨特の自動工作機、自動検査機、超仕上機等の創作によつて人力並に工作過程と時間節約を圖り、その生産規模は益々大となり生産單位も亦年々上昇の一途を辿つてゐる。而して東京自動車工業會社が自動車製造事業法によるディーゼル自動車製造許可會

社となり、ディーゼル自動車工業會社と改稱せられ昭和15年度に建設された特殊車輛専門工場は、これを分離して日野重工業會社となし各々その専門に進出することになったのである。

4. 自動車各部の名稱

自動車から車體を取除いた部分をシャシと云ふ。各種の自動車を通じてシャシを構成する各部の名稱及機能は殆んど共通である。第119圖は國產標準車のシャシの各部を示す。その名稱は次の如くである。



1) 放熱器, 2) 機関, 3) クラッチ, 4) 變速装置, 5) 燃料タンク, 6) 消音器, 7) 傳動軸, 8) 自在接手, 9) 差動装置, 10) 後車軸, 11) 後車輪, 12) 前車輪, 13) 前車軸, 14) 舵取歯車, 15) 舵取ハンドル, 16) 手ブレーキ脚, 17) 足ブレーキ棒, 18) 臺棒(測梁), 19) 臺棒(横桁), 20) 後擔バネ, 21) 前擔バネ, 22) 前照燈, 23) 發電機, 24) 起動電動機。

第119圖 國產自動車の部分名稱

5. 自動車用機関

自動車にとりつける機関は成る可く重さが軽くて回轉速度を自由に調整し得られるものが望ましい。ガソリン機関はこの要求に良く適するので古くから廣く使用されて來た。ディーゼル機関は各國共に主として貨物自動車用及バスに使はれた。それはディーゼル機関は始動が困難で振動が多いと云ふ理由であつたが、最近にはこの問題も次第に解決したので乗用車に

も使ふやうになつた。

自動車機関は運轉中に成る可く均一の回轉力を發生して車體の進行に伴ふ等一の抵抗力に打ち勝つ必要がある。この爲にはシリンダーの數を増してクランクの取付角度を適當に選び回轉力の均一を計ると同時にハズミ車の重さを軽減するやうに工夫する。今日の自動車では回轉速度の調節範圍を成る可く廣くして、車體の進行速度を廣い範圍に變へ得ることが望ましい。然るに低い回轉數には限度があつて毎分200乃至300に降ると氣化器の作用が不十分となり機関が停止する恐れがある。

反對に高い速度にすることは比較的容易であり、斯くすれば機関の重量も軽減せられて釣合もよく保たれるので、今日では毎分の回轉數が2000回以上が普通となつた。

國產自動車用機関の諸元を示すと次の如くである。

製造會社	自動車名	用途	シリンダー數	直徑×行程 (mm)	最高毎分回轉數	最大馬力
日本車輛	アツタ	乗用	8	762×108	3600	85
三菱	ふそう	乗合	6	110×135	2200	100
川崎	六甲	乗合	6	95×115	2000	66
自動車工業	スミダ	乗合	6	110×135	2200	100
瓦斯電	ちよだ	乗合	6	110×120	2000	100

6. シリンダーの配列と馬力の計算

自動車用機関のシリンダー數は4, 6, 8個の直列及V型, 12個のV型等である。

4シリンダーは機関の構造は簡單であるが、他の多シリンダー機関に比して振動が多いので今日では小型自動車の外には殆んど用ひられない。

6シリンダーは乗用車は勿論、貨物自動車にも用ひられ、8シリンダーV型以上は乗用車に最も多く採用せられ、12シリンダーは主として60°V, 16シリンダーは90°V又は45°Vが多い。

シリンダーの容積は4乃至5リットルで最近の機関はシリンダーの全容

積は増大したけれ共、1シリンダー當りの容積は却つて減少して來た。毎分の回轉數は次第に増す傾向で2200乃至3500であるが、3000回轉毎分附近のものが相當に多い。

従つてピストンの速度は10乃至11 m/sである。

自動車機關の發生馬力はシリンダーの直徑と衝程と回轉數とシリンダー内のガスの爆發壓力の平均とシリンダーの數とで定まる。何れの數値も大きいものほど發生馬力は大きくなる。然し現在の機關ではシリンダーの直徑と衝程との割合、回轉數、爆發壓力等は或る範圍内に止まつてゐるからシリンダーの直徑とシリンダーの數がわかつてゐると、馬力數の概數が算定し得られる。次式は警視廳馬力と稱して自動車對する法令又は課税の基礎を得るための式で、本式はピストン速度 5.08 m/s, 正味平均有効壓力 4.73 kg/m² として決定した式である。

これは比較的古い時代の數値であるから今日の優秀な自動車機關に對しては小さ過ぎるものと思はねばならぬ。

$$\text{警視廳馬力} = \frac{nD_i^2}{25} = 0.062 nD_m \dots\dots\dots(22)$$

但し D_i はシリンダーの直徑を吋にて、 D_m は同じく cm にて示し、 n はシリンダーの數を示す。

7. 車 體

乗用車の車體は種々あるが米國の S.A.E. 規格で定めてゐる。その他に特殊自動車としては多輪起動自動車（普通の自動車は前2輪で舵を取り後2輪で起動するのであるが、この式では前2輪が起動と舵取とを兼ねたり又は4輪共で起動したりする）、牽引自動車（被牽引車に重い材料を積み、これを牽引運搬するもの）、道路修理用自動車等がある。多輪起動式は競争用にも適するが積雪地、砂地その他の不良道路を運行するのによろしく牽引自動車には無限軌道を裝備したものもあり、農耕用、工業用に賞用される。標準馬力は20乃至60馬力で重量は1.4乃至5.0 t, 速度は20 km/h 程度

である。

第3節 船 舶

1. 船舶の意義と分類

船舶とは廣い意味で水中の航行に供せられる構造物を云ふのであるが、海商法の適用をうける船舶とはその範圍が頗る狭い。從來の所謂汽船とは蒸汽汽罐で發生させた高壓蒸汽を利用して推進機關を運轉し、螺旋推進器を回轉させて航行し得る商船及特殊船を云ひ、旅客船、移民船、渡峽船、列車渡船、貨物船、運搬船、冷蔵貨物船、油槽船、碎氷船、海底電線敷設船などがある。

原動機に内燃機關や電動機を用ひたものは嚴密な意味では汽船ではなく別に内燃機船(ディーゼル船、電氣推進船)と呼びモーター船と總稱する。これは推進機關の種類による區別である。汽船とは船舶史上、撓船、帆船、汽船と變化する。その一段階に與へた名稱である。

2. 汽船の發達

汽船の前身は外輪船のやうな極く幼稚なものであつて、1615年にフランスのサロモン・ド・ゴーと傳へられてゐる。然し1807年にハドソン河に浮んだフルトン氏のクラーメント號を以て汽船發明の嚆矢としてゐる。これは平底船で不調和に高い煙突があり外輪は直徑 4.5 m, この船は當時「フルトンの馬鹿もの」と呼ばれたが時速約 7.36 km でニューヨーク、クラーメント間を航行して世人を驚かした。これと殆んど同時に建造されたステブンスのフェニックス號は海を渡つてフィラデルフィヤへ航行した。これが平穩な河川から海洋に乗りだした最初である。しかし海運に一生面を與へた蒸汽力の船舶への進出は矢張りフルトン氏の手によつて完成されたと云ふ可きであらう。

大西洋を横斷した最初の蒸汽船は1819年のサヴェンナ號と云はれてゐる

が初期時代の汽船は殆んど皆帆船であつて、蒸汽機關は補助に過ぎなかつた。

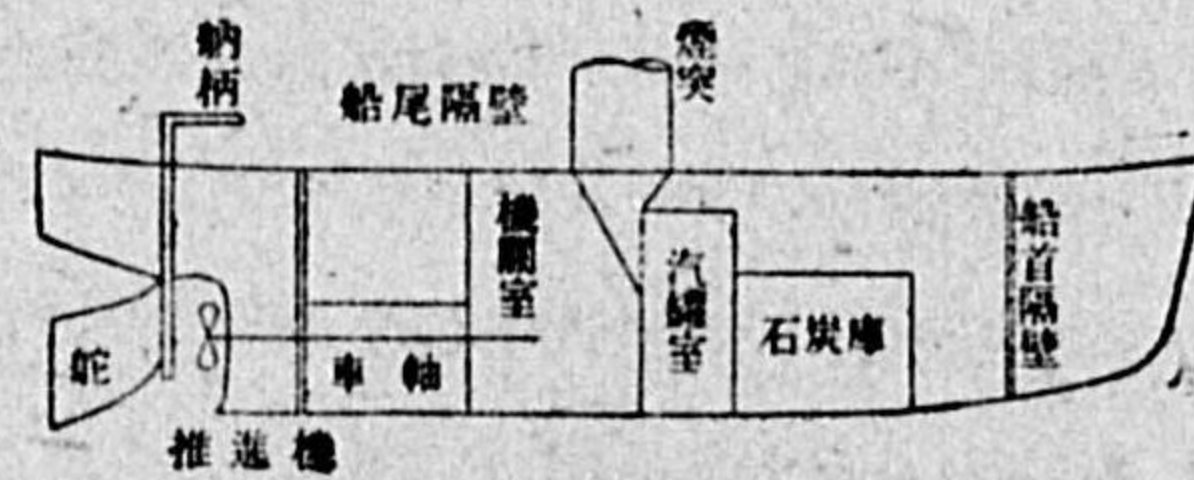
蒸汽機關が眞に造船界に革命をもたらしたのは1804年アメリカのステブンスが發明し、1836年にイギリスのスミスが螺旋推進機を完成したことであつた。又初期時代の木船を離脱して鐵鋼船時代に入つたのは1787年頃で眞の鐵製汽船と云ふべきものは1821年の船長約30mのアロン・マンバイ號であらう。これには約30馬力の機關を据付けてある。爾後100年間の進歩はあらゆる科學技術が船舶に應用せられ、今や汽船は巨船、高速力時代を出現しその競争場裡は大西洋に於て展開せられ、「海上の旅館」は「浮ける宮殿」から更に「海上の大都市」に新發展したかの觀がある。今、歐米に於ける巨船の例を挙げると次の如くである。

船名	總噸數	速力	建造年
レヴィアザン(米)	59957	25	1914
マセチック(英)	56521	25	1921
ブレーメン(獨)	51656	27	1929
オイローバ(獨)	49746	27	1930

3. 汽船の構造

第120圖は汽船の構造と機器の配置の概略を示す。

汽船の汽罐室は罐の重量が相當大きいから、船の吃水を考慮して普通は略ぼ船の中央に置く。但し、石炭や礮石の運搬船のやうな特殊の船舶は積荷の関係上、汽罐室を船尾に置く。汽罐には淡水を入れ、石炭や重油等の燃料を使つて蒸汽を發生させ、その高壓力によつて機關が動き車軸が回轉される。車軸は破損防止のためにトンネル型の覆蓋で被はれた車軸トンネルを通り船尾で船外に出て車軸末端に固着した螺旋推進器を高速度に回轉させる。



第120圖 汽船の構造

推進器は小型の船では船體の中心線上に1個であるが、船體や速度の大きい船では2個乃至4個を設けてある。推進器の翼數は3乃至4枚である。推進器の後方に舵を有し船の進路を決定する。舵は一般に長方形であるが近時一層操舵効果の大きい舵が種々發明考案されてゐる。船の舵行を避ける爲にはスペリー式の自動操舵装置がある。

汽罐からの煙は煙突から排棄される。煙突の断面は圓形、楕圓形、雨滴状等種々あるが、何れも風の抵抗の小さな形を選ぶ。楕圓形のはディーゼル船に多く見られ、これは太く短く形狀明快で最新流行型である。

煙突は船體の美觀上檣と共に幾分後方に傾斜してゐるのが普通である。而して煙突の高さは船の長さに反比例して低くなる傾向がある。ディーゼル船は機關の排氣受が極く少いから排氣管だけで充分で、煙突は不用であるが、煙突は外觀美の構成上重大の要素であり、船客に不安の念を抱かせることがあつてはならぬから、不用の煙突も化粧煙突として装置する。而して内部には排氣管、主要消音機、補助機關の小煙突などを置く。又、煙突には特定の塗色又は記號をつけて船舶所屬會社の認識に便ならしめる。

燃料は汽罐室に接近しその左右又は前方の石炭庫から燃油槽に貯藏するが、油はポンプで移送出来るから、特に汽罐室に接近させる必要が無く、船底の2重底などの適宜な場所に置いて差支へない。ディーゼル船は燃料油を直接に機關の内部で燃焼するから汽罐室は不用である。従つて船體重量や空間利用に大なる利益があり、船の重大なる進化である。船體は坐礁や衝突の際に海水の浸入を一部分に防止する爲に船首隔壁、船尾隔壁の外に汽罐室や機關室の前後にも隔壁を設ける。これは火災の延焼にも防火として役立つ。

4. 我が國の造船工業

我が國は今や世界有數の造船國となつたが、その初期時代を顧るときは極めて幼稚なものがあつた。

我が國最初の内國製軍艦用汽機として製作されたものは、慶應2年にスクーター型砲艦に据付けた60馬力の単気筒機関で主要部は長崎で作り石川島で組立てたものである。明治34年に始めて4気筒3聯式機関の出現を見た。

明治38から39年は我が國の造船技術の獨立を確保せんとした畫期的年代で爾來歐米の先進國に一步も譲らざる有様であつた。

蒸汽タービンが船用機関として現れたのは外國では1897年即ち明治30年の事である。その年は英國に於てヴィクトリア女皇即位50年の祝賀式が催され、スピットヘッドに於て盛大な觀艦式が舉行された。その時、長さ僅かに30米足らずの小汽船が33節の快速力で各艦の間を縦横に航行したのでその偉力に參列の人々が驚きの目を見張つたのであつた。これが當時の英國のパーソンス・タービンを原動機としたタービン船であつたのである。この年を一畫期としてタービン船は異狀の發達の跡を示した。我が國に初めて蒸汽タービン船を採用したのは明治40年で、青森・函館間の連絡船「田村丸」、「比羅夫丸」に夫れ夫れ1500馬力のタービンを据付けたのである。當時の我が國は列國に率先してタービン船を採用し25000馬力級のカーチスタービンを造るに至つた。當時のタービンは推進器と直結したが、原動機の回轉數が早すぎて推進器の効率を充分に發揮し得なかつた。其後齒車減速装置と電氣推進法とが案出せられたので殆んど竣工の新式商船等にまで適用された。

當時の有名な天洋丸、地洋丸等で何れも英國のパーソンス式を採用し、其後姉妹船春洋丸には三菱造船所で國産のタービンを据付けた。(尙前述の外國優秀船、プレーメン號オイローバ號も共にタービン船である)。最近の例では昭和15年に竣工した新田丸(本船は姉妹船、八幡丸、春日丸と共に日本郵船會社歐洲航路用として計畫され、何れも三菱重工業長崎造船所にて製作)も貨客タービン船として逡信省第1級船の資格を有し、全長180m

總噸數〇〇、正常軸馬力21000馬力にて最大速度〇〇節を出し、乗客定員244名で本船の旅客施設としてラウンジの壁面薄肉浮彫、什器等については日本獨自の文化を意圖し、明朗典雅にして高貴な雰圍氣を表現し、且規模の高大なるは曾てその比を見ない豪華船である。

原動機は二段減速齒車裝置付三菱ツェリー全衝動式蒸汽タービン2基、推進機回轉數130毎分、蒸汽壓力27kg/cm²、蒸汽溫度390°Cにて我が國に於ける最高壓、最高溫度のものである。ディーゼル機關を船舶に採用した当初は川船又は海岸航行用のものに限られてゐたが、その後次第に發達して、今日では優秀船に續々とディーゼル機關を採用するやうになつた。1912年即ち大正元年に英國の4950tの大洋航行船セラランヂャ號が2500馬力のディーゼル船として建造され、テムス河に入つた時に恰もイギリスに於て石炭坑夫の同盟罷業があつた時なので、石炭の要らない船として特に同國の技術者の間に注意を喚起したと云ふ事實があつた。

我が國に於て初めてディーゼル船を採用したのは日露戰爭の末期に海軍が要塞用として40馬力のものを購入した事に始まる。其後大正六年に三菱内燃機會社が始めて4気筒の150馬力を製作したが次で三菱、神戸製鋼所、三井造船所、新潟鐵工所、池貝鐵工所等で續々と製作した。

嘗て日本郵船が桑港線に就航せしめる第一優秀船として淺間丸、秩父丸(現鎌倉丸)、龍田丸がその姿を蒼波に浮べて太平洋上を往復した事は餘りにも人のよく知る所であるが、これ等は何れもディーゼル船である。淺間丸と龍田丸は2サイクル式2基、秩父丸は4サイクル式4基を有し、何れも總馬力16000馬力で所謂モーター・シップなる新語の爲に大いに氣を吐いたのである。又別の例では東アフリカに就航豫定の大阪商船貨客船報國丸が三井造船所で竣工したが、これは愛國丸、興國丸又姉妹船として航路が溫帶、熱帶の兩帶に互る關係上、船客も亦多種多様でその人情風俗習慣の異なる點を考慮し旅客施設には特別の工夫を凝してある。長さ150m、

總噸數〇〇，船客合計400名，主機關として三井B.M. 單動2衝程ディーゼル機關2基を裝備し，試運轉に於ける最高速度〇節を得た。航海安全設備として上甲板に達する8個の支水隔壁を設計その他10隻の救命艇，無電設備，非常用ダイナモ装置，消火設備など何れも最近の装置を施した船であつた。

第4章 化學工業

第1節 緒 論

1. 化學工業の概念

工業とは原料の性質又は形態を變化せしめて人類の生活に一層價值ある製品を作る事業を云ふので，原料より製品に至る道程を考察するとその主要なる要素が機械的變化即ち形體構造上の變化に依るものと，化學的變化即ち質的の變化に依るものとが主要なる要素である。前者を機械工業と稱するに對し，後者を化學工業と稱する。

化學工業にはタールより染料を製する場合とか，合成アンモニア等の如く原料中の主要物質に化學變化を與へて製造するものと，甘蔗より砂糖を製し，海水より鹽を得る様に主要原料中に含有されてゐる不要なる他の物質を分離除去する工業との二つがある。

2. 化學工業の發達

化學應用手工藝といふべきものゝ發達は大分古いものであるが工業的形態を備へた所謂化學工業の發達は最も新しいものゝ一つである。

昔原始人は衣食住生活必需品の獲得，外敵の防禦といふ自然的欲求の下に先づ武器の作製に意を用ひた。紀元數千年前に於て金，銀の製鍊，合金青銅の製造等の金屬を加工し利用する如き技術が生れてゐる。又ガラスの製造，染色術，小麥よりする澱粉の製造，植物種子よりの採油等も紀元前より行はれてゐた様である。アルコール飲料を嗜む風習も有史前よりあつたものゝ如くで，紀元前7000年頃より麥酒の製造も行はれてゐた様である。

此時代に續いて4世紀から16世紀に至る所謂鍊金術時代に於ては學問としての化學の發達こそなされなかつたが經驗を重ねるに従つて化學技術の上に於ては相當の進歩がなされた。砒素，アンチモン及亞鉛の發見，硝酸

による金、銀の分離法、天然氷の製造等が行はれたのを始め、食鹽と硫酸鐵との混合物を加熱して鹽酸を製し、ソーダ溶液或は炭酸カリ溶液を生石灰と共に加熱して苛性アルカリを製し、更に硝酸、硫酸も製せられるに至つた。或は又麥酒にホップが加へられる様になり、製紙術が支那より傳つたのもこの時代であつた。

16世紀乃至17世紀には醫療を目的とした化學工業が振興し、化學史より見ると醫療化學時代とも云ふべき時代である。又、この時代に関し特記すべきはガスに關心が寄せられたことである。氣體の研究者ファン・ヘルモント(1577~1644)は種々な氣體の相違を發見せんと努力し、炭酸ガスが石炭の燃焼や醱酵作用に依つて生ずることを明かにした。又此の時代には鹽化鐵、硝酸鉛、鹽化亜鉛、昇汞等が作られ、酒石酸、琥珀酸、林檎酸、タンニン酸等の有機化合物も製せられた。

斯して18世紀を迎へるや化學の發達に伴ひ化學工業も從來の經驗的方法を脱して學理を基として機械工業を取り入れ、工業的色彩の濃厚なる多量生産的形態を取る様になつた。硫酸製造工業に於て從來の硝子器具の使用を廢し鉛室が用ひられる様になり、大規模な工業が勃興した。ルブランに依つて芒硝に石灰石を添加還元せしめる所謂ルブラン・ソーダ法が發明されアンモニア・ソーダ法の發明迄ソーダ工業界を風靡するに至つた。之等大規模工業の勃興する傍ら一方に於ては酸素と燃焼作用との關係、磷の發見、石鹼工業、ガラス工業の發達等種々な進歩がなされた。

19世紀に入るや化學工業界は頗る多事多彩となり、接觸式硫酸製造法の發明、アンモニア・ソーダ法の擡頭、合成染料の發明等を始めとして人造肥料工業の勃興、ポートルランドセメントの發明、石炭ガスの製法の發明並に利用、セルロイド、人絹工業の成立、製糖、製紙工業の基礎確立等現代化學工業の根柢は總て19世紀化學工業界に見出されるのである。就中19世紀後半英人パーキンがコールター色素合成に先驅をなして以來、コールター

ール生成物及染料の研究が翕然として起り相繼いでアニリン、ヴィオレット、フオスフィン等々數限りない多くの合成色素が登場し19世紀化學工業を飾り、斯して絢爛たる20世紀化學工業界に入るに至つた。

3. 化學工業の種類

現今化學工業の範圍は極めて廣汎であつて例を挙げれば枚舉に違ないが就中重要なものは次の如くである。

- (1) 酸工業(硫酸、硝酸、鹽酸等)
 - (2) ソーダ、苛性ソーダ、重炭酸ソーダ、晒粉等を製するアルカリ工業
 - (3) 硫安、尿素、過磷酸石灰等の人造肥料を製する人造肥料工業
 - (4) セメント、ガラス、珪瑯、陶磁器、煉瓦等を製する珪酸鹽工業
 - (5) 鹽素、水素、酸素、電氣鍍金等を製する電解工業
 - (6) カーバイド、カーボランダム等を製する電氣爐工業
 - (7) 石炭ガス、コークス、人造石油等石炭を原料とする工業及タールよりベンゾール、アニリン等を製するタール工業
 - (8) 各種植物油、動物油等の採取及加工を行ふ油脂工業
 - (9) バルブ及各種の紙を製するバルブ工業及製紙工業
 - (10) 人造纖維、セルロイド、フィルム等のバルブを原料とする纖維素工業
 - (11) 砂糖を製する製糖工業
 - (12) 清酒、麥酒、醬油、酒精等を製する醸造工業
 - (13) ゴムの加硫、素煉及各種ゴム製品を造るゴム工業
 - (14) 各種の火藥、化學兵器等を製する火藥工業及化學兵器工業
 - (15) 其他皮革の鞣し加工を行ふ製革工業、無機及有機藥品工業、香料工業、染料工業、澱粉工業、顔料工業等は總て化學工業に包括されてゐる。
- 化學工業をその製品の造られる工程の如何に依つて分類すると次の如くで

ある。

- (1) 少種類の原料より少種類の製品が出来る主流型
- (2) 少種類の原料より副産品を伴ひ多種類の製品を得る分流型
- (3) 多種類の原料より少種類の製品を得る合流型
- (4) 多種類の原料より多種類の製品を得る分合流型

となる。

然し之等の諸型の考察は新たに化学工業を始めるに當つて之が工業的に成立するや否やを決する重大な要素となるものである。

4. 化学工業の要素

(1) 原料 化学工業を成立せしめるに工業の種類が決定した後第一に考察すべきは原料の問題で、先づ目的とする化学工業に最も適した原料を選択しなければならない。硫酸工業を行ふに其原料たる硫化鐵は硫黄含有量の多いものを選択するは當然であり、又必要な成分は含有してゐても夾雑物を除去出来ない様なものは原料として不適當である。更に適當な原料が見出されても其量が少いか或は廣範圍に疎らに分散してゐて集積が困難なものは之を工業的製産を行ふ事は出来ない。又工場の設置場所に就いては製糖工業とか、パルプ工業とかの如く原料の容積が製品に比して大なるもの、或は原料が腐敗し易いもの等は原料地に接近して工業を営むべきであつて、之に反して石鹼工業、製薬工業、食品工業等の如く原料が嵩張らず工員を比較的多數要し、更に製品が直接都會地で消費される工場は消費地に於て營まれねばならない。

(2) 水 麥酒、清酒等の醸造工業、人絹工業、パルプ工業及製紙工業等に於ては純良水を多く必要とするもので、斯る工業は純良水の最も得易き場所で營まれねばならぬ。これを豊富に得るには河水、地下水の利用等があるが地下水には往々甚だしく硬水の場合あり、又河川の利用に於ては河口附近に於て鹽分が大となる虞れがある。以上は主として直接製品に加

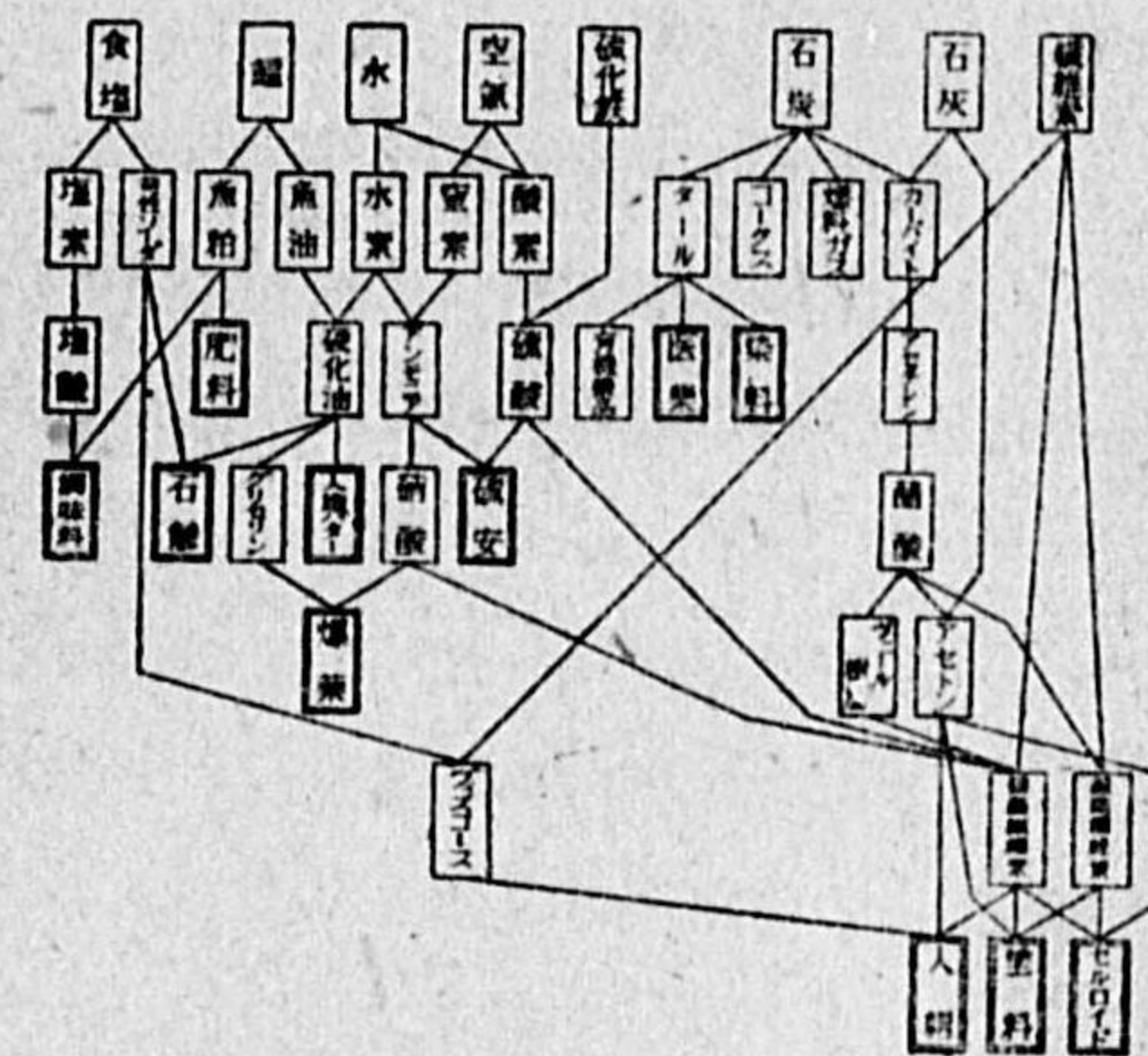
はる作業水の場合であるが、冷却用、洗滌用等に用ふる水も大切なもので成可く清純なものを用ふる事が望ましい。

(3) 燃料及動力 如何なる化学工業に於ても動力を必要としないものはない。動力には蒸氣、水力及電力があるが、當該化学工業には如何なる動力を用ふべきかは原料、水、其他の立地條件と照合して決定しなければならない。特にアルミニウム精煉、カーバイド工業其他電気化学工業の如く大電力を必要とするものにあつては原料問題よりも第一に安價な電力を得られる地方に着目しなければならぬ。

(4) 交通 化学工業に於ては原料、製品の容積の大なるものが多いが、之等の運搬の點から、鐵道、トラック、港灣等に便利な地方であることが必要であり、斯る土地に於ては技術者、工員の獲得も容易である。

(5) 經營 化学工業には一種の原料より一種の製品を得る工業は

稀であつて、數種の原料より主製品の他に多くの副産品を得る場合が多い。この特質から多くの場合原料の製造、副産品より更に別な製品を得る等、多種類の化学工業の組合せを行ふ所謂多角經營組織を採用した方が有利な場合が多い。併し、多角經營には技術的又經營的の手腕が必要であ



第121圖 多角經營の一例

つて、斯して初めて完全な統制の下に有利な經營が行はれる。多角經營の一例は第121圖の如くである。

5. 化学工業の將來

化学工業は化学の發達と共に合成工業、人造工業に未來の大なる進歩を

展が期待せられる。

現今に於てアンモニア、人造繊維、合成繊維、合成染料、合成香料、醫藥、合成樹脂等の進歩を初め近來合成ゴム、人造石油等使用目的に依つては天然品に勝る特質を持つ合成品も登場し、更にアセチレン、エチレン等を原料とする合成工業の勃興は19世紀に於ける合成染料の華々しき登場にも比すべき大發展が豫想されるのである。

第2節 製 鹽

1. 總 說

鹽は天然に廣く分布してゐるもので、河川、土壤、井水等到處に多少の食鹽は存在してゐるが、我々が採取利用し得るものは海水、岩鹽、鹹湖、鹹泉中に含まれる鹽である。

海水中の食鹽分は場所に依り多少異なるが、2乃至3%前後の稀薄なもので、又海水中には食鹽以外の鹽分が0.8%内外含有されて居り、この2點が食鹽の原料として利用するに若干の不便を伴ふ。

鹹湖は雨量少く蒸發が烈しい地方に屢々存在するもので、ソ聯のアストラカン地方、米國のカンサス、カリフォルニア、亞細亞の内蒙古、新疆等にある。之等の鹹湖も海水と同様に食鹽以外の他の鹽類が併存してゐるが米國ユタ州のグレートソルトレーキの如きは全鹽分の85%に當る食鹽分を含有してゐる優良なものである。

鹹泉とは地下に鹹水として存在するものを汲み上げて使用するもので多くは岩鹽の産地に近く見出され、食鹽含量が飽和に近いものもある稀薄なものは岩鹽層に注入して濃厚鹹水として汲み上げるのに使ふ。

岩鹽は地表或は數米の地下に層をなして産するもので支那の四川、雲南、獨逸のスタッフルト、ベルシャ、アラビヤ等に見出される。無色透明な純粹な結晶をなして産出するものは稀で、多くは不純物、他の鹽類を含有し、

灰色、黄色、赤色等を呈してゐる。

製鹽法には天日製鹽、岩鹽の採掘、火力製鹽等その産出状態、氣候、土地の状況等に依り適當な方法が行はれてゐる。

2. 天日製鹽法

天日製鹽法は主として海水より食鹽を製するに用ひられる方法であるが鹹湖に於ても天日製鹽を行ふてゐる處もある。

天日製鹽法は天日と乾燥した空氣によつて海水中の水分を蒸發せしめる方法で氣温が高く、空氣が乾燥し、絶えず微風があり、更に雨量が少ない平坦な土地が望ましい。

天日製鹽法は各地に依り多少異なるが海水溜、蒸發池、結晶池の三部より成り、満潮時に海水を水門より海水溜に入れ、此所で硫化鐵、炭酸石灰等を沈澱させ蒸發池に入れる。

蒸發池に於ては硫酸石灰を沈澱させ、海水中の食鹽分は殆んど飽和の域に達し、結晶池へ送りて更に水分を蒸發して結晶を析出させる。

水量の減少に應じて更に飽和鹹水を流入して蒸發させると、底に沈降した結晶層は次第に厚くなつて來る。收穫に際しては鹹水を流し去り、鹽田上の鹽を掻き集め、之を露天に積み上げて乾燥する。乾燥中雨に會へば食鹽中のマグネシウム鹽は溶解し去られる。

我が國に於て行はれてゐる製鹽法は獨特のもので細砂を撒布して蒸發面を大とした鹽田に、海水を流入し毛細現象で砂中より上つて來る海水を太陽熱と風力により蒸發させ鹽分を砂面に析出させる。

鹽分の附着した鹹砂を掻き集め、鹽田の中央に設けられた沼井(ぬい)と稱する穴に入れ、海水を注ぎ濃厚な鹹水とし、之以後は火力蒸發法に依つて製せられる。

3. 火力製鹽法

火力蒸發には鑄鐵又は鍊鐵板を銲接して作つた平鍋とか、最近は多重効

用式真空蒸發罐が使用される。結晶した食鹽は罐底よりバケットコンベヤーにて自動的に掬ひ上げるか、遠心分離機で結晶と母液を分離する。

食鹽の結晶は 108°C で沸騰しつゝ熱すると細かい結晶が得られ、40°C 内外で蒸發したものは大粒の結晶が得られる。

食鹽の用途の半ばは食用に供せられるが鑛業及工業にも缺く可からざるもので、我が國の用途別使用高は第58表の如くである。

第58表 本邦に於ける食鹽の用途別使用高(單位噸)

		昭和1年	昭和7年	昭和8年	昭和9年
食品製造	漬物	244,623	269,284	272,307	273,681
	醬油	213,365	219,879	213,574	216,322
	味噌	147,784	132,353	129,131	137,660
	麵類	16,180	14,664	16,355	13,110
化學工業用	化學藥品	96,783	378,445	607,541	819,402
	人造色素	3,637	12,295	36,490	26,220
	石鹼	2,417	2,962	3,193	4,916
	其他	305	2,634	2,277	1,639
魚類鹽藏		57,144	54,021	56,234	57,358
	其他	49,734	69,355	60,770	77,023
輸出		15,900	2,190	7,886	8,194
總計		847,872	1,153,082	1,405,871	1,633,804

化學工業に於ける食鹽の用途はソーダ、苛性ソーダ、鹽素の原料となり人絹、製紙、石鹼、石油、染料等に於て廣く用ひられる。

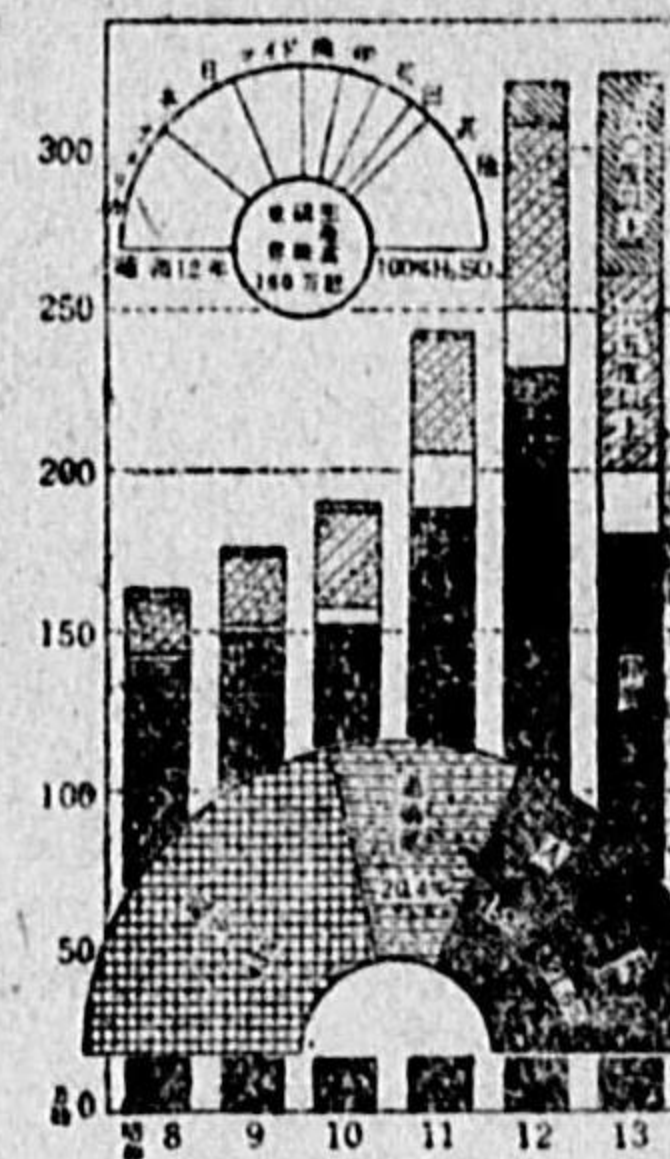
第3節 酸及アルカリ

1. 硫酸

硫酸は19世紀の中頃より興つた過磷酸石灰、硫安製造に多量に用ひられ、又近時人絹工業、石油工業、金屬精鍊工業等に使用されるに至り、その用途の廣大なることは工業藥品中の主座にあり、その消費量如何に依つて一

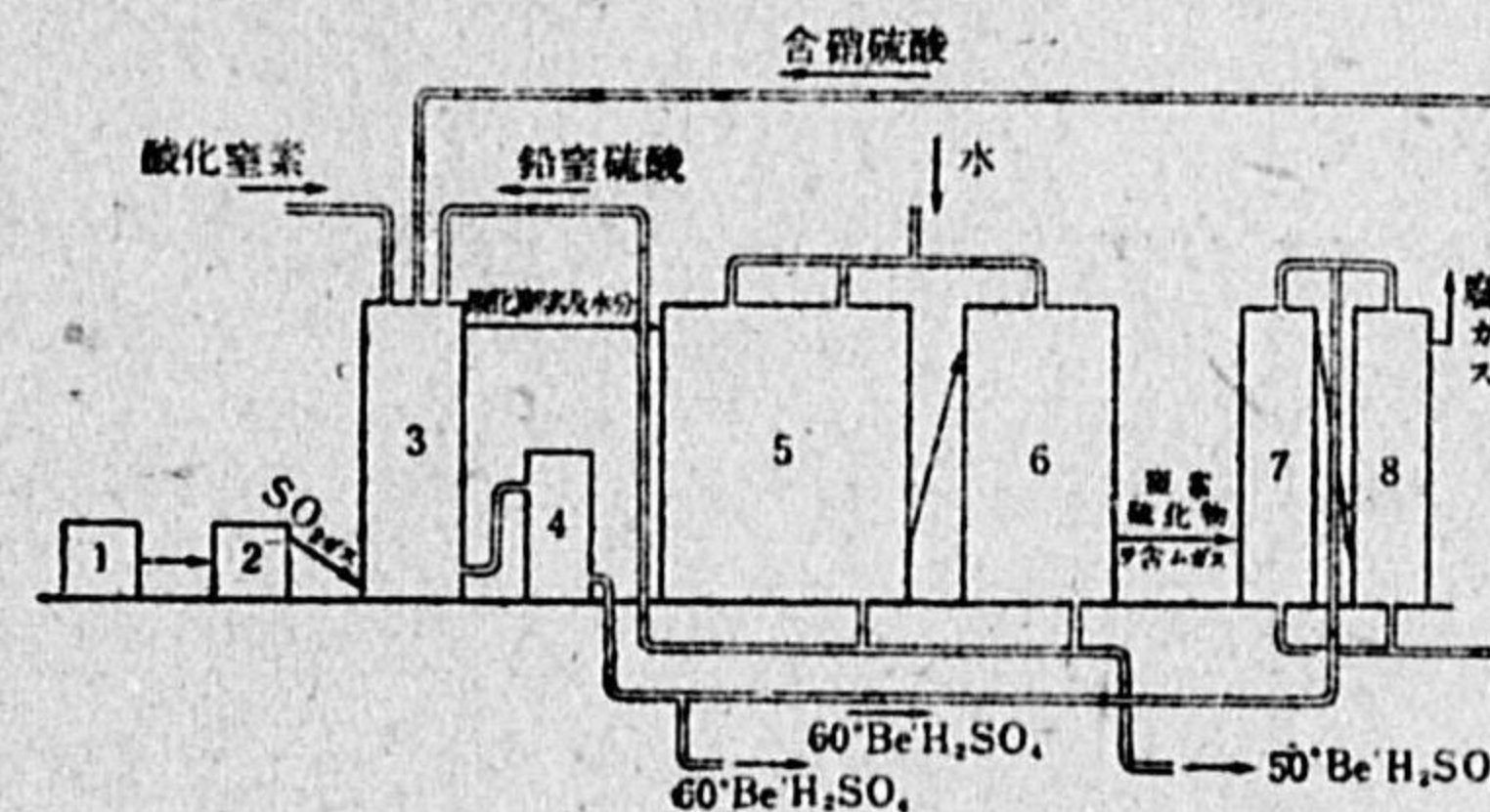
國の化學工業の概況を窺知し得るとまで云はれてゐる。試みに各國並に本邦の硫酸生産高を擧げると第122圖の如くである。

硫酸の製造法には大別して鉛室法と接觸法とがあるが、本邦に於ては明治5年大阪造幣局で鉛室法に依る硫酸製造が初めて行はれて以來、著しく發達を遂げ現今では鉛室法、接觸法の兩式が行はれてゐる。硫酸の原料としては米國に於ては主に硫黄が多く用ひられるが、本邦其他諸國では硫化鐵鑛(FeS₂)が最も多く用ひられ硫黄、硫化亞鉛鑛等が之に亞いでゐる。鉛室法に於ても接觸法に於ても第一段階に於て亞硫酸ガ



第122圖 本邦硫酸生産高

スが製造される。亞硫酸ガスは原鑛石である硫化鐵鑛を焙燒爐に於て燃焼して造る。原鑛石が塊状の場合には塊鑛爐、粉状の場合には機械爐と稱する焙燒爐が使用され、生成された亞硫酸ガスは多くの塵埃を含んでゐるので除塵室、コットレル電氣聚塵裝置に於て鑛塵を除いて後次の操作に掛けられる。

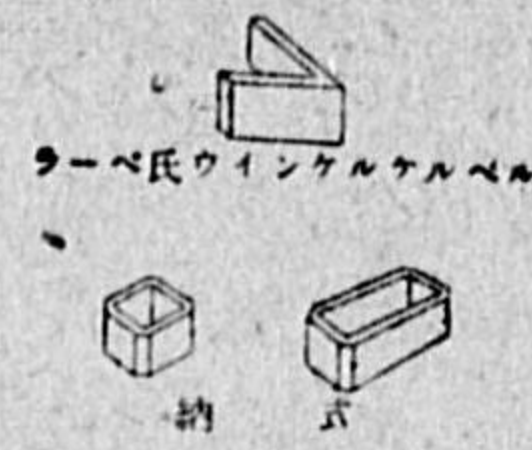


第123圖 鉛室硫酸製造裝置

の媒介に依つて酸及水と化合し、硫酸に作られる。この硫酸は濃度 50° 乃至 55° Bé のもので之を煮詰めて濃度 65° Bé のものとする。

鉛室法に於ては第123圖に示す如く除塵された亞硫酸ガスはグローバー塔、鉛室、ゲーリュサック塔に順次送られ、亞硫酸ガスは酸化窒素ガス

グローバー塔とはグローバー氏に依つて發明されたもので高さ12m, 幅4m 程度の鐵骨に鐵板を張つた高い塔で内側は耐酸石で裏張りされ, 内部には滴下酸液と上昇ガスとの接觸を容易ならしめるため第124圖の如き耐酸煉瓦を充填したものである。この塔に於ては亞硫酸ガスの上昇と含硝酸の滴下に依つて硫酸の濃縮が行はれ, ガスと N_2O_5 に變化したものは鉛室へ送られる。



第124圖
グローバー塔用充填物

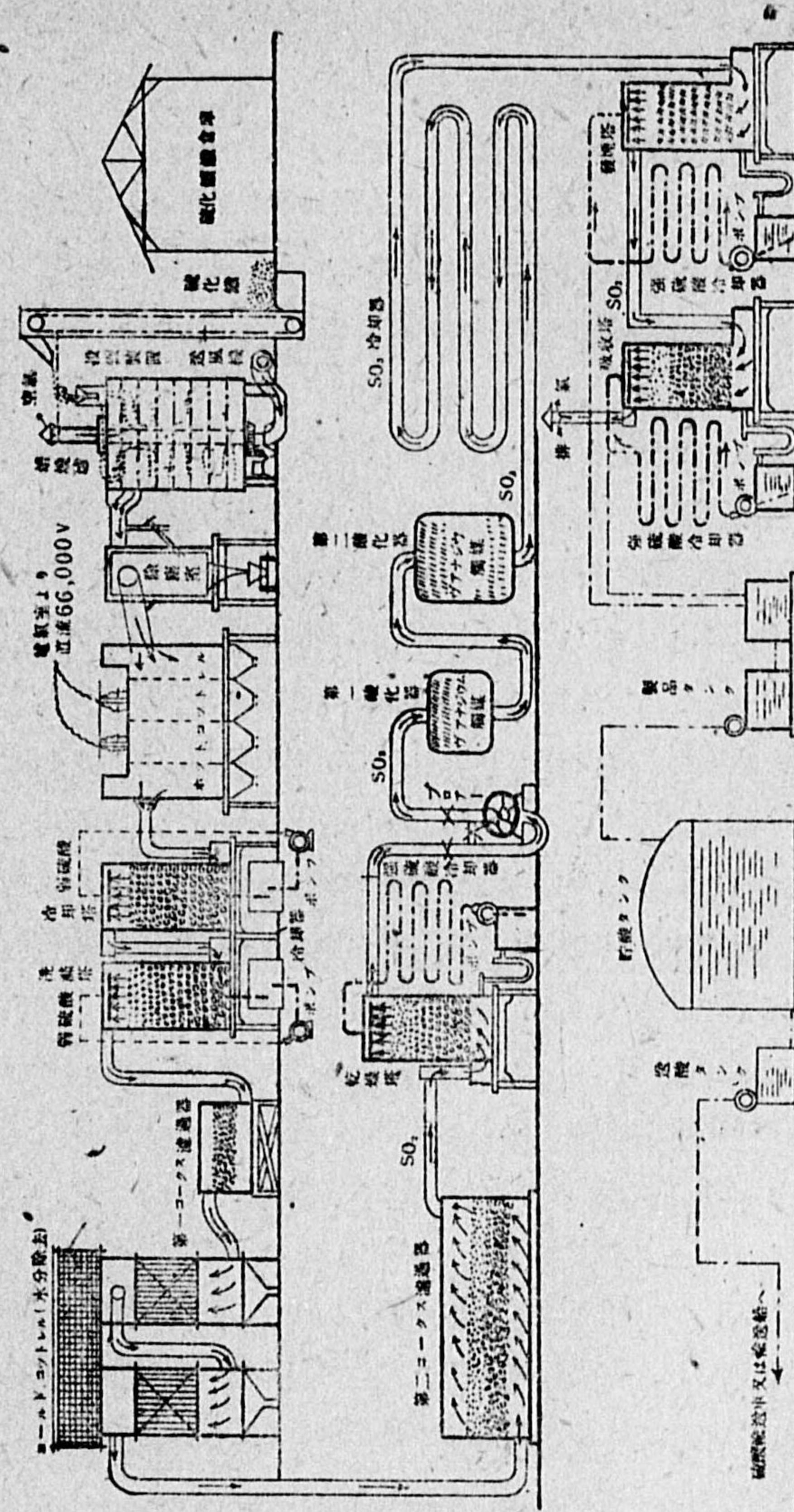
鉛室はグローバー塔と同様に鐵骨を以て骨組し鉛板を張つたもので長方形のものと圓筒形のものとあるが, 何れの場合でも3乃至6箇を一組として備へてあつて, こゝに於て製せられた硫酸は鉛室硫酸と稱して濃度60°Be 以上のもので, 其儘市販に供するし, 又一部はゲーリュサック塔の滴注硫酸とする。

ゲーリュサック塔はゲーリュサック氏に依り考案されたもので其構造はグローバー塔に類似してゐるが高温に接しないため比較的簡単に造られてゐる。鉛室から出たガスが塔内に於て滴注硫酸と反應して含硝酸となりグローバー塔に送られる。

斯様に鉛室法に於てはグローバー塔, 鉛室, ゲーリュサック塔は一聯となつて循環して製品が造られる。

鉛室法に依り得られた硫酸は純粋な硫酸ではなく, 一般に砒素, セレン, 鉛, 鐵等の不純物を含み過磷酸肥料や硫酸の製造には差し支へないが食料品製造, 銅の精煉, 亞鉛鍍金用鹽酸製造等に用ふる場合には精製せねばならぬ。殊に染料工業には夾雜物の完全な除去が必要なのであるが完全に行ふことは不可能なため接觸法に依つた硫酸が用ひられる。

接觸法は第125圖に一例を示してある様に亞硫酸ガスを除塵室, コット



第125圖 接觸硫酸製造装置

レル收塵装置を通じて鍍塵砒素化合物の一部等を除いた後冷却し硫酸に依つて洗滌し、更にコークス濾過装置と濕式コットレル收塵装置に導き残存せる As_2O_3 等の夾雑物を除き乾燥塔にて乾燥する。之を出たガスは通風機、熱交換器を経て反応器へ入り更に熱交換器を経て吸収装置に入り、白金系或はヴァナジウム系の觸媒の作用に依つて強硫酸に吸収せしめる。第一の吸収装置では發煙硫酸が得られ第二の吸収装置では98%硫酸が得られる。

硫酸の用途は過磷酸肥料及硫酸製造に全産額の7%は消費され、其餘りが種々な用途に向けられてゐるが、60°Bé以下のものは肥料、芒硝、鹽酸、磷酸、醋酸、澱粉糖及蓄電池の製造に使用され66°Bé硫酸は脂肪酸、ニトロベンゾールの製造、石油ベンゾールの精製、空氣の乾燥等に用ひられる。又、98乃至100%硫酸はスルフォン酸、ニトロ化合物及硝酸エステル等に、發煙硫酸は人造染料、有機性スルフォン酸等の製造に用ひられる。

2. 硝 酸

硝酸は硫酸に比すれば、その需要は遙かに少いが爆薬、染料、セルロイド等の製造又硝酸鹽として新肥料の製造に多量に用ひられ主要工業藥品の一つに數へられる。

硝酸の製造法には

- (1) チリ硝石を原料とする方法
- (2) 電弧法に依る空中窒素の直接酸化法
- (3) アンモニアの酸化法

の三種があるが、チリ硝石はアンモニアより遙かに高價なるため第一の方法は次第に驅逐され、第二の方法は多量の電力を消費するため電力の特に安價なる地區以外には工業化し得ない憾があるので、現今本邦に於ては大部分第三のアンモニア酸化法が行はれてゐる。

アンモニア酸化法は窒素源たるアンモニアを白金鉑觸媒を收容した酸化

器中に空氣と共に送つて過酸化窒素ガスを造る。このガスは冷却されてから吸収塔に送られて、水に吸収されて硝酸となる。之に使用する酸化器は純粋なアルミニウムで造られ、又吸収塔は耐酸煉瓦、耐酸鐵、クロム鋼等にて造られてゐる。

製品となつた硝酸は従來は土瓶に詰められて市販に供したが、近年濃厚なものにはアルミニウム容器、稀薄なものにはV2A鋼又は珪素鐵器が用ひられる。

3. 其他の無機酸工業

硫酸や硝酸の製造に並んで重要な地位を占めるものは鹽酸、芒硝、磷酸、石灰及磷酸ナトリウム工業である。

鹽酸は古くは食鹽と硫酸との複分解に依つて芒硝を副生する方法が行はれたが、現今は主として鹽素と水素とを直接に化合して製せられ味の素其他の調味料製造に最大の用途を持ち、無機藥品、有機藥品、染料並に中間物合成、合成香料の製造にも使用される。

芒硝は鹽酸製造其他の副産品として、又、天然品よりの回収に依りて得られ、木材パルプ、石鹼、ガラス等の製造、又、染色劑、稀釋劑、染色助劑、醫藥等にも用途を持つてゐる。

磷酸の製造には濕式法と乾式法とがある、濕式法は磷礦石を硫酸を以て分解する方法で石膏を副生する。又乾式法は電氣爐又は鼓風爐を使用するもので、何れの場合でも磷酸鹽類、磷酸アンモニア、染料、醫藥品、肥料等に使用される。

石膏は濕式磷酸製造其他の副産品として生成される外天然にも産する。セメント、プラスター、硫酸等の製造原料として使用される。

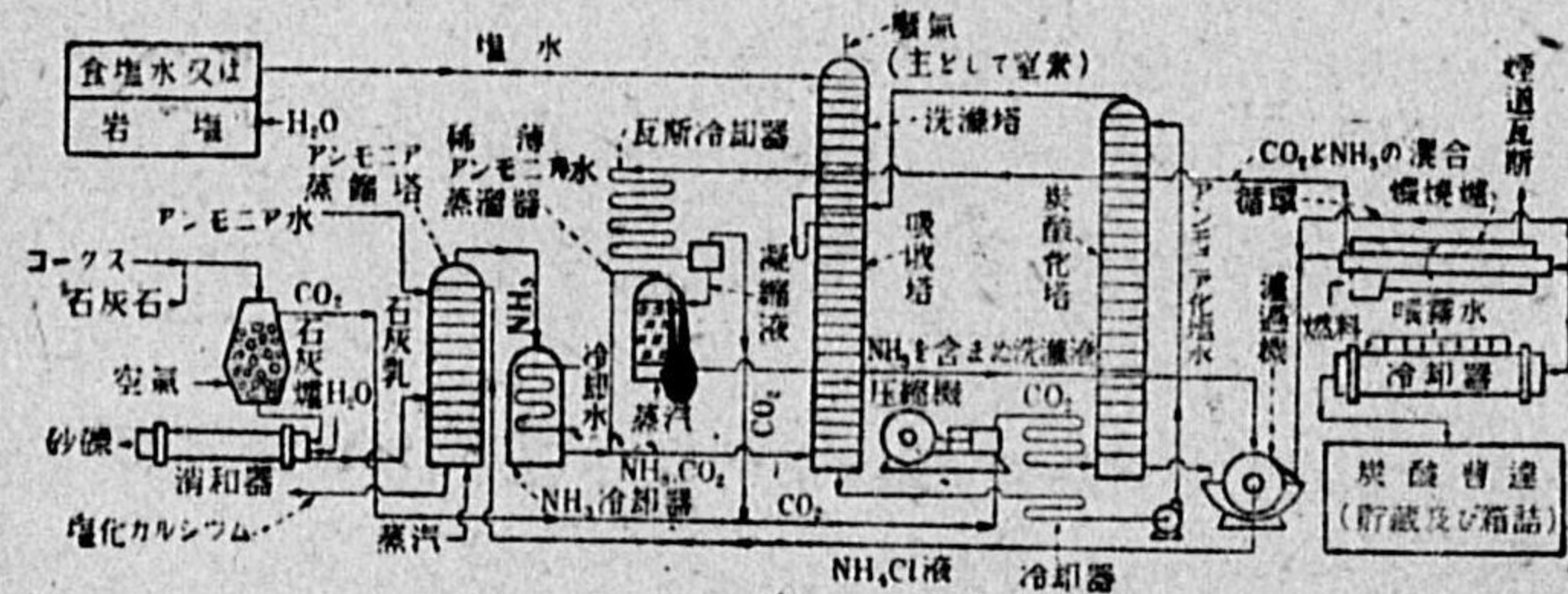
4. ソーダ灰

ソーダ灰は酸に於ける硫酸と並んで極めて重要な工業藥品で、其最大の用途はガラスの原料である。炭酸マグネシウム、石鹼、醫藥品、染料、ベ

イントの原料、製紙、水の軟化、洗濯、染色等廣汎な用途を持つの外その一部は苛性ソーダにも造られる。

ソーダ灰製造はルブラン・ソーダ法の發明までは専らその資源を天然品又は草木灰に仰いでゐたが、18世紀末ルブラン・ソーダ法が之に代り一大化學工業を形成した。1870年ソルベ氏に依るアンモニア・ソーダ法が工業的に成功するや、ルブラン法は次第に壓迫され、今世紀の始めの電解アルカリ工業の發展以來、晒粉、鹽素酸カリ等ルブラン法の副産品が電解法に依つて安價に製せられるに至り一層大なる打撃を蒙り、現今に於てはアンモニア・ソーダ法に依つてのみ製せられ、ルブラン法は少量の天然品の煨焼に用ひられてゐるに過ぎない。

アンモニア・ソーダ法は第126圖の製造工程に示す如く、食鹽、アンモニア、炭酸ガス及水を反應せしめて重炭酸ナトリウムと鹽化アンモンとを



第126圖 アンモニア・ソーダ法工程圖

製し、この溶液より重炭酸ナトリウムを析出せしめて之を煨焼して炭酸ガスを發生しソーダを生ずるのである。一方母液中の鹽化アンモニウムは石灰乳を加へて分解し、アンモニアを回收して、煨焼の際得られた炭酸ガスと共に再度使用するものである。

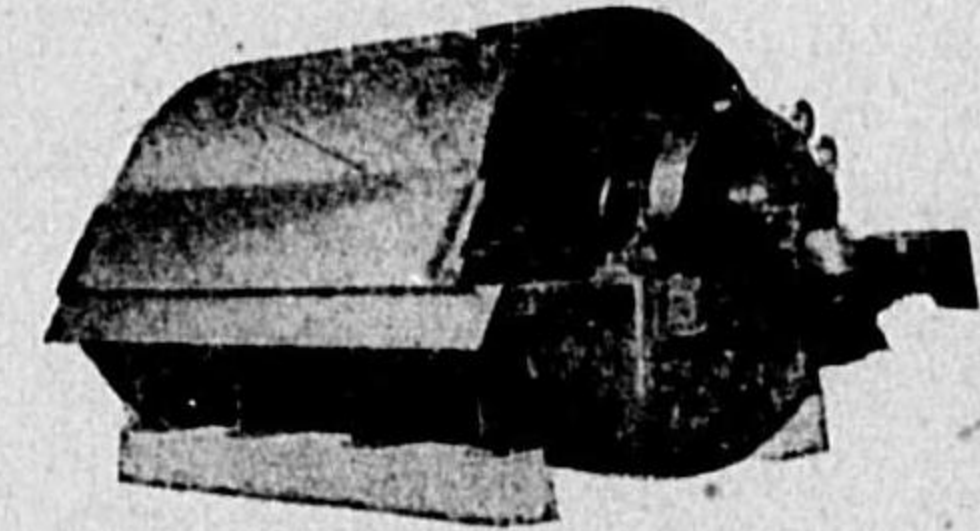
然し回收された炭酸ガスの使用と共に又補給の必要もあるため、之には石灰石を煨焼して得る炭酸ガスを用ひ、同時に得られる生石灰を石灰乳と

してアンモニア回收に使用する。アンモニア・ソーダ法に使用する食鹽は夾雜物の少いものを選ばぬとソーダの純度が低下する。

5. 苛性ソーダ

苛性ソーダはソーダ灰の苛性化並に食鹽溶液の電解に依つて造られ、純粹なものは白色不透明の羽毛狀結晶性の固體で人造絹糸、コールタール染料、石鹼、木材パルプ等の製造用として又、石油及油脂の精製、木綿の精製、ゴムの再生等に使用される。

ソーダ灰の苛性化に依る方法はソーダ灰を10乃至12%溶液とし之に石灰乳を加へて反應せしめるので、この反應によつて得られた苛性ソーダと炭酸カルシウムとの混合物を清澄、洗滌して後第127圖の如き濾過機にて濾過し、濾液たる苛性ソーダ溶液と沈澱物たる炭酸カルシウムとを分離し、濾液は真空蒸發機にて45乃至50%苛性ソーダ溶液となし、其儘市販するか、更に煮詰めて之を固形とする。



第127圖 オリバー真空濾過機

電解に依る方法は食鹽水を電解して苛性ソーダと水素と鹽素とを得る方法で、水素は合成鹽酸の製造及硬化油の製造等に、鹽素は液化鹽素、晒粉、合成鹽酸の製造等に供せられる。

電解法には電解槽の種類に依つて種々の方法があるが、大別すると隔膜式、重力式及水銀式の三種ある。

隔膜式は石棉製の隔膜に依つて陽極室と陰極室とに分れ、食鹽水溶液は先づ陽極室に入つて鹽素を失ひ、次に隔膜を通過して陰極室に入り水素を發生すると共に苛性ソーダが出来て槽外に流出する。

本法に於ては電力の消費を經濟上有利に導くため、約1/2程度の苛性化に止めて置くために製品に多少の食鹽が必ず含有される傾きがある。

重力式といふのは食鹽水溶液と苛性ソーダ溶液との比重が相異なる點を利用して、重力を以て兩者を分離する方法であるが、調節困難な上に鹽素と苛性ソーダの混入を完全に防止し得ず、更に電流効率も不良であつて工業的の價値は少い方法である。

水銀式は陽極に白金又は人造黒鉛を使用し、陰極は槽の底部に薄き層をなす水銀であつて、食鹽水は其中間を流れ、電解されたナトリウムはアマルガムとなつてアマルガム分解室に至り、水で分解されて凡そ40%位までの苛性ソーダ溶液となる。分解された水銀は分解室の一端にある水銀溜に集りこゝより又電解室に還される。水銀式に依る苛性ソーダは食鹽を含有しない純粹なものが得られる。水銀式は隔膜式に比べ濃厚な苛性ソーダ溶液が得られるから固形苛性ソーダにする燃料費を節約し得ると云ふ長所があるが、その電力の消費が隔膜式に比し約3割多くなるのが缺點である。然し兩者とも得失相伴ふため、何れを採用すべきかは苛性ソーダの純度、濃度等に依り決せらるべきである。

6. 鹽素及鹽素化合物

鹽素は刺戟窒息性の黄綠色の氣體で、古くは鹽酸を二酸化マンガン礦で酸化したり、鹽酸蒸氣を空氣で直接酸化して造つたが、現今に於ては食鹽水の電解に依つて極めて純粹な鹽素を低廉に製し、寧ろ鹽素に直接水素を反應せしめて逆に鹽酸を造つてゐる。鹽素の最大の用途は晒粉の製造である。電解槽から出る鹽素中の水分及炭酸ガスを除去して消石灰に作用させると發熱して晒粉となる。晒粉はパルプの漂白に最も多く利用される。

晒粉に亞ぐ鹽素の用途は合成鹽酸で石英器内で鹽素ガスと水素ガスを混合し燃焼させて造るのである。鹽素は之等の外液體鹽素にも製せられ、又染料の製造、水の殺菌、有機無機藥品製造用等として廣い用途を持つものである。

第4節 化學肥料

1. 總 說

磷、窒素、加里の3要素を肥料の3要素と稱するが、化學肥料を大別するとアンモニウム鹽、硝酸鹽、石灰窒素、尿素等の有機窒素化合物を含む窒素肥料、磷酸石灰、重過磷酸石灰、トーマス礦滓等の磷酸肥料及海草灰、糖蜜等より抽出され又は天然に産するカリ礦床等のカリ肥料となる。

2. 窒素肥料

窒素肥料として古くから肥料に供せられたものはチリ硝石即ち硝酸ソーダであるが、現今にては硫酸アンモニアが最も廣く用ひられてゐる。

硫安は合成アンモニアより主に造られるが一部はガス及コークス工業の副産物や石灰窒素などからも得られる。硫安は50°乃至60°Beの硫酸をアンモニアで中和して造るので、窒素含有量は約21%で土壤によく吸収される上に流失性がないので比較的雨量の多い本邦に適してゐる。

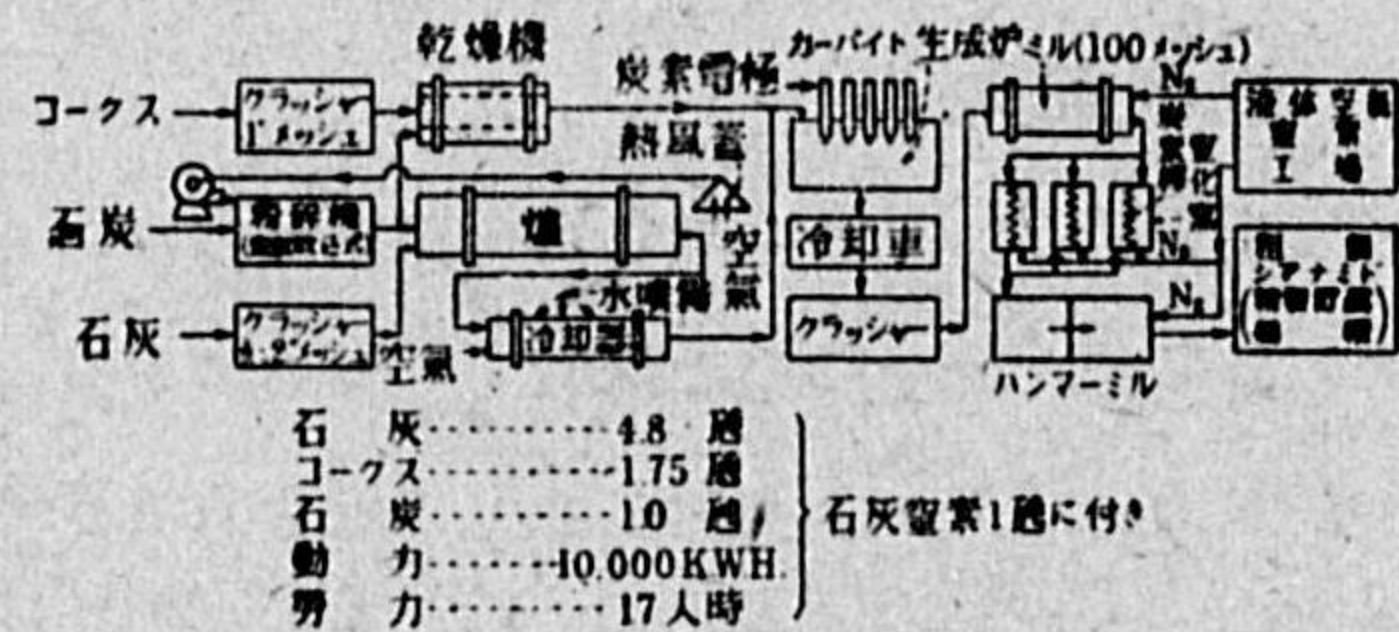
硫安に亞いで重要なアンモニウム鹽としては硝酸アンモニア及磷酸アンモニアである。前者は吸濕性、爆發性があり、又、後者は窒素と磷酸の含有割合が單獨施用するには不適當なので何れも調合或は合成肥料の成分とする。

硝酸鹽肥料としてチリ硝石、硝酸ソーダ、硝酸石灰等があるが、之等は速効性の點では硫安に勝るが、硫安の如く土壤に吸収保持されることが少く流失し易い上に水中にて植物に有害な亞硝酸鹽に還元されるので、我が國の如く降雨量多く更に耕地の半ばが水田である様な土地に於ては不適當である。チリ硝石は南米チリ國に産出する天然硝酸ソーダを回收精製するもので、その窒素含有量は16%前後である。又合成アンモニアの酸化に依る硝酸をソーダで中和して造られた硝酸ソーダは、チリ硝石と同様に肥料に供せられる他、硝酸、硫酸製造に用ひられる酸化窒素の供給、種々の藥品

の製造原料に供せられる。硝酸と石灰とより製する硝酸石灰は窒素含有量17.1%であるが吸湿性が大きいため我が國に於ては不適當である。

石灰窒素は土壤の性質良好なる場合には硫酸に匹敵する肥効を有するが往々にして土壤中にて尿素に變り、更にアンモニアに變化する間にチシアン・チアミドの如き植物に有害な化合物を生成することがあるので、施肥に注意しなければならない。石灰窒素は高温に於て炭化石灰に窒素を吸収せしめて製造せるカルシウ

ムシアミドと、黒鉛微粉末との混合物でその製造工程は第128圖の如く炭化石灰の製造及炭化石灰の窒素化の二工程より成つてゐる。



第128圖 石灰窒素製造工程

炭化石灰は電気爐に依り生石灰を炭素材を以て還元して製するのであるが、この反應は2000°C以上の高温を要し、多量の電力が消費される。この炭化石灰はチューブミルにて細末に粉碎し、之を窒化爐にて1000°乃至1100°Cにて窒素ガスを吸収せしめる。

石灰窒素の工業的製品は灰黒色を呈し、肥料が最大の用途であるが、アンモニア、尿素、チオ尿素、チシアン・チアミド等の製造原料ともなる。

肥料としての石灰窒素は多く播種又は移植前の基肥として使用され、追肥として使用されることは尠い。

3. 磷酸肥料

磷は諸種の含磷有機化合物又は磷酸鹽として、動植物界に廣く分布するが、磷肥料として古くは骨粉、骨炭、骨灰等の動物質のものが使用されたが、19世紀に磷鑛石が発見されて以來、鑛物質磷肥料が登場し化學肥料として大いに發達するに至つたのである。

過磷酸石灰は灰白色乃至灰黒色の粉末で、磷鑛石を微粉碎したものに鉛室硫酸を混和して數時間窯中に放置して充分に反應せしめたる後窯出しを行ひ、粉碎の上貯藏し製品となすもので貯藏中反應は更に完結される。磷鑛石の磷酸石灰は三カルシウム鹽で水に不溶であるが斯様に硫酸にて處理すると水に可溶性過磷酸石灰即ち磷酸石灰となつて肥料に供し得るのであるが、其施肥に當つては藥害の恐れあるを以て植物體に直接接せしめない様に注意せねばならぬ。過磷酸石灰製造に際し、硫酸の代りに磷酸又は磷酸と硫酸との混合物を用ひると水溶性磷酸の含有量大なる高度過磷酸石灰となすことが出来る。

トーマス磷肥といふのは、含磷銑鐵から良質の鋼を製するに當つて鐵鑛中の磷を酸化して磷酸とし、之を石灰と化合させて鑛滓中に含ませたものを微粉碎したもので、この中に存在する磷は磷酸四石灰の形で水に不溶であるが、植物の根酸に依り分解されて水溶性の磷酸一石灰となつて植物に吸収消化される。

4. カリ肥料

本邦の土壤にはカリ分が相當豊かであつたので従來は専ら草木灰等が若干施肥されるに過ぎなかつたが、農業が漸次聚約的となり、多肥多收を目的として來た現今に於ては草木灰、苦汁等の供給だけでは不足の状態に立ち至つてゐる。諸外國では天然のカリ鑛床より回收されたものが施肥せられてゐる。カリは植物の葉の表皮の直ぐ下の組織中に最も多量に存在するもので、作物を丈夫にし、病害に對する抵抗性を増大するの役目を持つ。

5. 配合肥料、合成肥料及化成肥料

上記の化學肥料は肥料3要素中の1を含有したもので、之等の單獨施肥は植物にとつて不適當であるため、3種を混合して3成分を適當に含有する如く調合したものを配合肥料又は調合肥料と稱する。然し、配合された化學肥料間に化學變化を生じ、性質を變ぜしめぬ様に充分に考慮されねば

ならぬ。例へば、硫酸とトーマス燐肥と石灰とを加へるとアンモニアが揮發し去つて窒素肥料が失

はれることになる。肥料の配合に當つては第129圖に示す如き肥料配合適否圖が参考に供される。

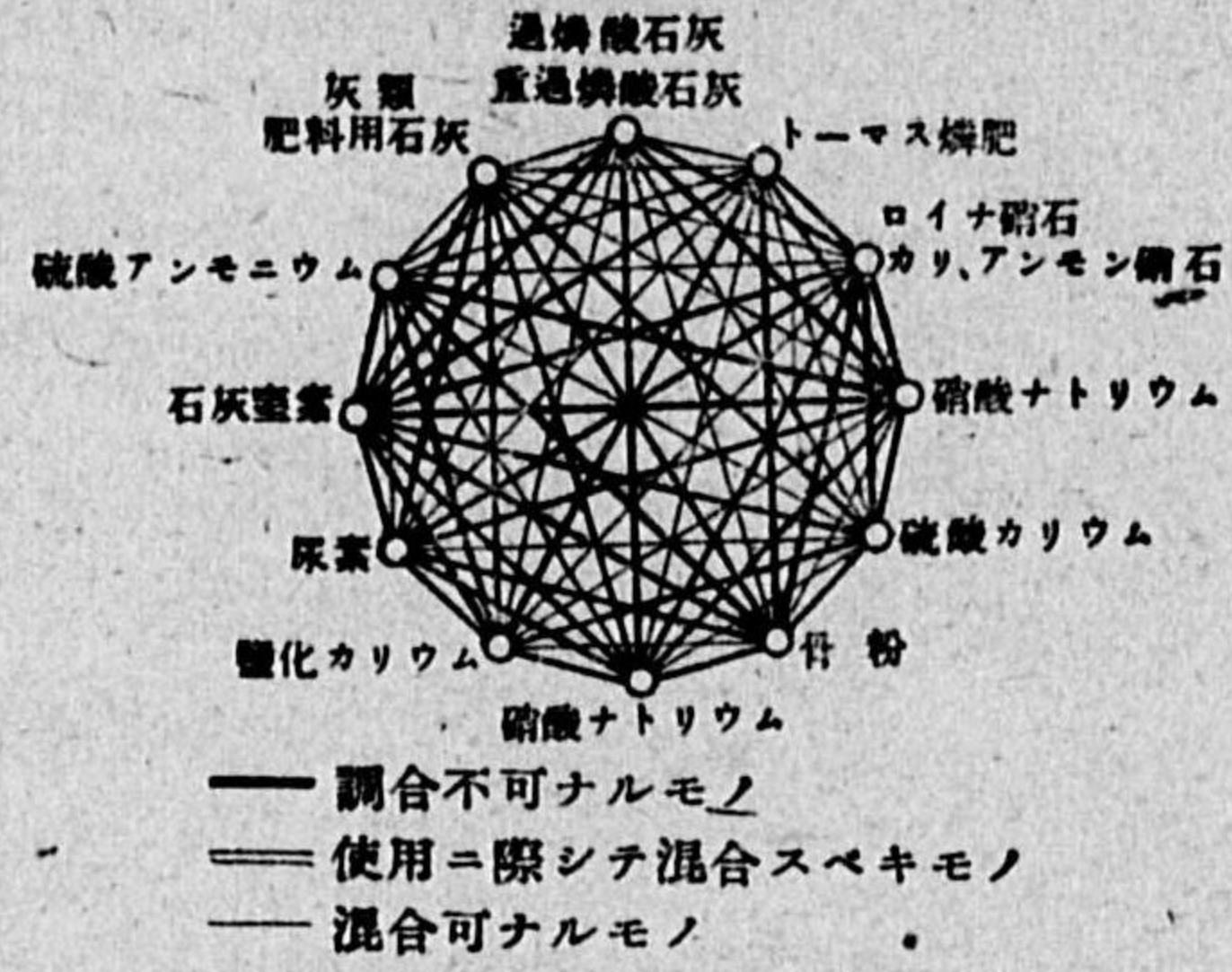
配合に依つて肥料3要素を含有する配合肥料が製せられるが、之等には無効の成分が含有されて

ある場合が少くない。硫酸と燐酸石灰とを配合すると、硫酸分と石灰分とは無効成分であるが、之等を複分解せしめて燐酸二アンモニウムとすると無効成分は除かれ、窒素及燐酸の含量が多くなる。斯様なものを合成肥料と稱してゐる。

合成肥料の製造には特別の技術及装置が必要なので、之と類似の性能を有する肥料を製することを目的として考へられたものが化成肥料である。例へば、燐礬石の粉末に石灰窒素、硫酸、硫酸カリ、鹽化カリ等の適當な窒素源、カリ源を混合して過燐酸石灰製造と同様な方法で、硫酸、燐酸、

第59表 市販化成肥料成分表

品名	窒素%		燐酸%		カリ%	
	全量	アンモニア性	全量	水溶性	全量	水溶性
みづほ化成肥料	8.0	8.0	10.0	7.0	5.0	5.0
新製みづほ化成肥料	8.0	8.0	10.0	7.0	8.0	8.0
富國化成肥料	5.0	4.0	11.0	9.0	—	—
ときわ化成肥料	5.0	4.0	12.0	9.0	3.0	3.0
特製ときわ化成肥料	7.0	6.0	10.0	7.0	5.0	5.0
こづち化成肥料	5.0	4.0	10.0	8.0	5.0	5.0
みくに化成肥料	10.0	9.0	10.0	8.0	10.0	10.0
やまと化成肥料	10.0	9.0	14.0	12.0	7.0	7.0



第129圖 肥料配合の適否

又は之等の混酸を注加して化成審中にて反應せしめて製するのである。市販されてゐる主なる化成肥料の成分は第59表に示す如くである。

第5節 セメント工業

1. 總説

セメントなる語は無機質、有機質を問はず一般に物體の接合剤を意味するものであるが、現今に於ては専らポートルランド・セメントの意味に使用されてゐる。従來の意味からいふと膠、カゼイン等の有機物膠着劑もセメントであり、又石灰を水で煉り砂を混じて接合剤に用ひる氣硬性セメントも含まれる。然し、ポートルランド・セメント等の大氣中にも水中にても硬化する水硬性セメントが、工業上最も重要であつて單にセメントと稱すればポートルランド・セメントを意味する様になつて來た。

ポートルランド・セメントの原料は主として石灰石、粘土であるが、この兩者とも必ずしも純粹なものでなくともよく一般に粘土質石灰、珪酸質粘土が用ひられる。本邦に於てはポートルランド・セメントの原料に就いて昭和5年日本ポートルランド・セメント規格に依り次の如く規定されてゐる。

ポートルランド・セメントは主成分として珪酸、礬土(アルミナ)、酸化鐵、石灰を含有する原料を適當な割合にて充分に混和し、之を殆んど熔融せんとする迄灼熱した後、粉碎して粉末となしたるものである。ポートルランドセメントには他のものを混和することを得ず。但しその重量の3%以下の石膏を混和するはこの限りに非ず。尙、規格にはこの外粉末度、強度及その性質に就いても規格が定められて居り、その規格外のものにはポートルランド・セメントなる語を冠する事が出来ない。

一般にセメント類の主要成分は石灰、アルミナ、珪酸の三者であるが、ポートルランド・セメントの組成は次の如くである。

セメント工業は第1節に述べた化学工業の型から見ると合流型であつて、副生品はなく原料物質が練て製品となる。ポ

ートランド・セメン

- トの製造工程を大別すると
- (A) 原料の調製
 - (B) 調合原料の焼成
 - (C) 焼塊の粉碎

の三工程になるが、又原料調製法の如何に依つて乾式法と湿式法の二法が行はれてゐる。

2. 原料の調製

乾式法に於ては石灰石及粘土をジョウ・クラッシャにて粗碎し、更に又ジャイレートリー・クラッシャーにて粉碎する。粉碎された石灰石及粘土は圓筒型回轉式焙焼機にて乾燥の上、兩者を混合し更に粉碎する。次いでセメント所定の成分となる様に軟珪石、燒滓等を加へて粘土の含む珪酸、酸化鐵の不足を補ひ乾燥した後微粉碎する。

湿式法では石灰石及粘土の粉碎後に焙焼することなく、逆に水を加へて33乃至40%の水を含む泥漿となし、泥漿状態を持續すために攪拌機の附屬した數箇のスラリー槽に貯へる。スラリー槽中の成分の割合を検して適當でないものは不足するものを加へたり、2, 3のスラリー槽のものを混合して所定の配合にして後、回轉窯供給槽に移し絶えず攪拌を繼續し乍ら次の工程に移るを待つ。

湿式法は乾式法に比して原料の配合を嚴密に成し得る利點があるが、焼

第60表 ポートランド・セメント組成表

	本邦産	外國産
珪酸	20~24%	20~24%
酸化鐵	2~4%	2~4%
アルミナ	5~7%	5~9%
石灰	63~66%	60~64.5%
マグネシア	—	1~5%
SO ₃	—	1~2%

成の際オリバー濾過機等にて含水率18%乃至20%程度のケーキにして後、回轉窯に移さねばならず、更に焼成に長時間を要する缺點を持つてゐる。

3. 調合原料の焼成

原料は直徑 3m 乃至 4m、長さ 60m 乃至 100m の耐火煉瓦で内張された鋼製圓筒型の回轉窯の一端より供給せられ、回轉窯の緩かな回轉と僅かな傾斜に依つて徐々に下端に移行し、之と反對方向より吹き込まれる燃焼ガスに依り焼成される。その燃料には米國の一部では天然瓦斯又は重油を使用してゐる所もあるが、一般には微粉炭が用ひられる。窯中の温度は他端の出口に至る程高く、最高 1400°C 乃至 1500°C であつて、原料は窯の中を移行する間に水分を失ひ、粘土中の水分が除かれ、石灰石が炭酸ガスと石灰とに分解され、この石灰が粘土煨焼物と反應して $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$; $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$; $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 等となつて飴の如き状態で反應を終り、下端に於て急速に冷却されて焼塊(クリンカー)となつて 1200°C 内外で吐き出される。

4. 焼塊の粉碎

焼塊は冷却機に依つて冷却され、約 3% の石膏を加へてスウィング・ハンマー・ミルに依り粉碎され、包装機に依つて袋に詰められる。

現今セメント工業に於ては焼成の際の餘熱を利用してボイラーを焚き、蒸氣を得て發電機を運轉して發電を行つてゐる。又回轉窯より出る廢ガス中に含まれる 3% 乃至 5% の可溶性の加里をコットレル電氣收塵装置を以て回収し、加里肥料の一部として利用する方法が行はれてゐる。

ポートランド・セメントは海水又は硫酸鹽を含む水に弱い缺點を持つてゐるが、アルミナ分を甚だ多く含む礬土セメントは之等缺點を補ふと共に短期強度が極めて大なる利點を有してゐる。然し礬土セメントは普通ポートランド・セメントの價格の 3 倍乃至 4 倍に相當するためその需要は制限せられてゐる。原料にはボーキサイトと石灰石を用ひ、粗碎したるのを製鐵用の熔鑛爐の如き鼓風爐又は電氣爐で 1700°C 位の高温で熔融した上熔

融物を急冷して、粗碎粉碎してセメントにするのである。海水に強く、日時の経過に従ひ、普通ポートルランド・セメントに比し強度が増す。セメントに高爐セメントと稱するものがある。高爐セメントはポートルランド・セメント焼塊に製鐵熔鑛爐の鑛滓を混合して製したもので、製鐵工業に於て大量に副生する高爐鑛滓の最も有利にて合理的利用方法としても重要なもので、製鐵事業の隆否に大なる関係を有してゐる。尙日本規格に於ては鑛滓 100 に對し焼塊 45 以上を混することが規定されてゐる。

第6節 硝子工業

1. 總説

硝子とは學問的に云ふと數種の珪酸鹽等が溶け合つて透明な無定形又は非結晶性の過冷却液體或は粘度極大のコロイド溶液と考へられる。其種類も澤山あり種々の性質のものが作られてゐる。

我々の周圍を見ても、窓硝子、眼鏡、電球、食器、文房具等現代の生活に無くてならぬものである。

2. 原料

硝子の最も重要な原料としては酸性原料たる珪酸、硼酸と鹽基性原料たるソーダ、カリ、石灰、バリウム、鉛等であるが、普通の硝子は珪酸原料たる珪砂 100、ソーダ原料たる炭酸石灰又は消石灰 15、ソーダ灰 25 の重量割合で混合して加熱熔融したものである。之等主要原料の外必要に應じて長石、ドロマイト、硝石、亞砒酸、二酸化マンガン等の少量を加へたり、特殊硝子には其他の種々の成分を加へ、有色硝子には着色原料を加へる。

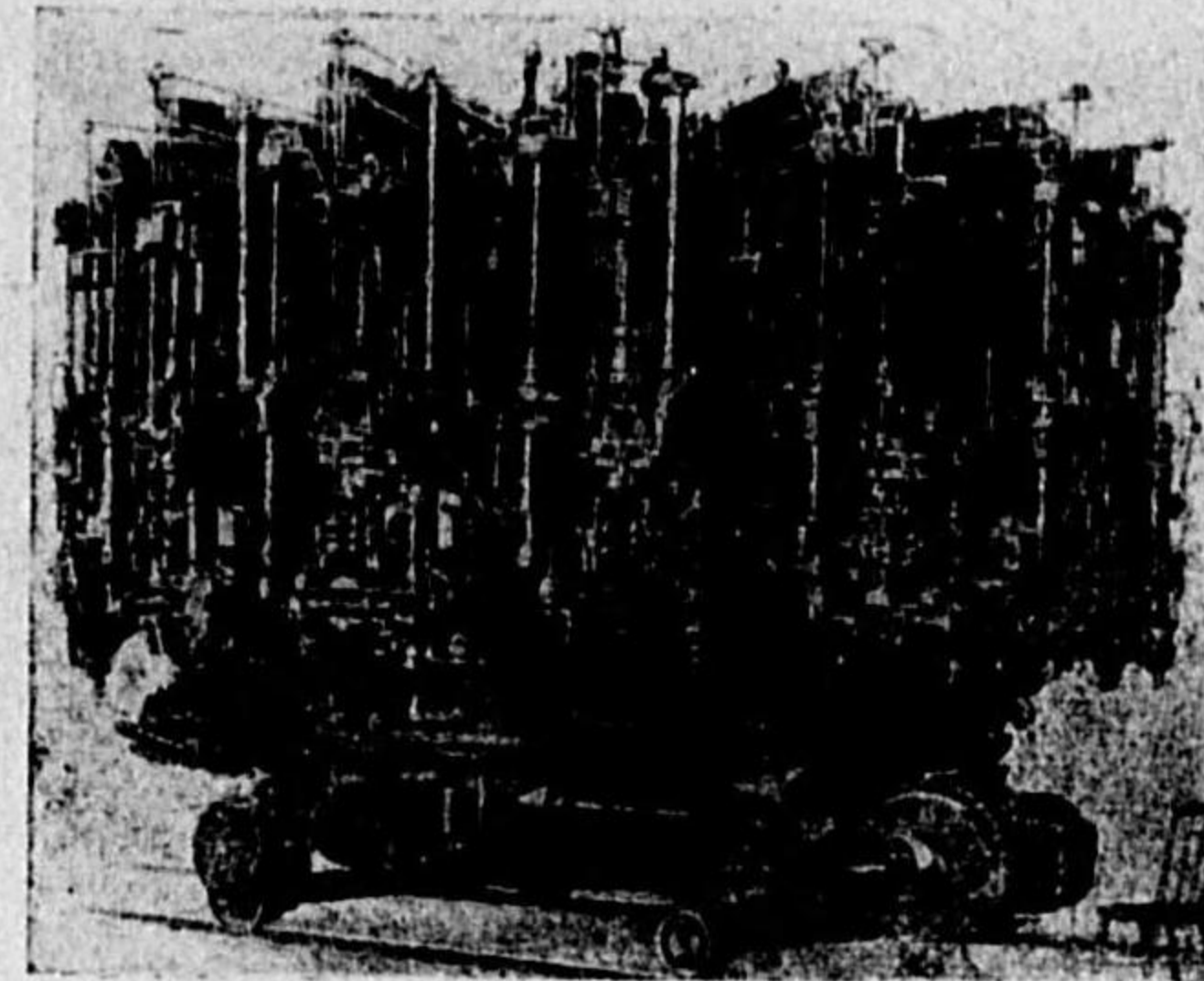
3. 製法

之等の原料は耐火煉瓦、珪石煉瓦、フラックス煉瓦より造られた長さ數十間にも及ぶ長方形のタンク窯に依つて 1400°C 前後の高温で軟くし、數時間乃至數十時間後に全部清澄に熔融する。この熔融物はタンク窯の一端

より流れ出され種々加工される。燃料には石炭ガス、發生爐ガス、重油等が用ひられる。

4. 製 壘

各種壘類を製するには、舊來は熔融した硝子を鐵管の先に附けて吹く手吹法が行はれてゐたが、現今では總て製壘機械に依つて自動的に大量生産が行はれてゐる。製壘機械には種々の型のものがあるが、ハートフォード・エンバイヤ式の様に上部より硝子を流し込む形式のものとしてオーウェンス式、レッドファーン式の様に下部より吸



第130圖 レッドファーン式自動製壘機

ひ上げる形式のものがある。第130圖はレッドファーン式自動製壘機である。

5. 板硝子

一般に板硝子と稱するものは汽車、電車、建築物等に使用する厚さ2耗乃至3耗程度の窓硝子、大型の窓や戸に使用される厚さ3耗乃至8耗の板硝子、両面を平坦に美しく磨いた磨板硝子、形模様をつけた厚さ2耗乃至7耗の形板硝子、金網の入つた網入硝子、亂色不透明の乳色板硝子等がある。又摺硝子、小紋硝子、結霜硝子等は窓硝子を加工したもので、鉛のリボン等を境として各種の色硝子を嵌め込んで繪や模様を表はしたスティンド硝子と稱するものもある。

之等板硝子の製造も製壘と同様現今では總て機械化されてゐる。板硝子製造機械には舊式のラッパース式を始め現今最も多く採用されてゐるフルコール式、ピッツバーグ式、コルバーン式等があつて我が國では後の三者