

は重量の大なる貨物車等に限り用ひられる。

空気タイヤは圖 57の7の切斷面に示す如き組立を有する。

タイヤの内部は太い縦糸を所々細い横糸で籠のやうに編んだ布に、ゴムの薄層を糊引したコードから成る之をケース Case と云ふ。ケースの下端はビード Bead を包んでゐる。ビードはエポナイト又は鋼線束をエポナイトで固めたもので、之によつて、タイヤを輞(リム)に取り付ける。ケースの外面はゴム層で包まれ、その地面に接する部分をトレッド Tread と稱し、側面を側壁 Side wall と稱する。トレッドとケースとの中間には、クッション Cushion がある。柔軟なゴムで作成し、内部に織物を挿入し、之によつて、外部から来る衝撃を吸収する。内部の織物をブレーカー Breaker と稱する。

タイヤを作るには、先づコードを糊付けして、その兩端にビードを固定し、その上にクッションゴムを取り付け、更にその上にプロファイル・カレンダーで押出したトレッドゴムを張付け、真空膨脹器でタイヤの形に成形し、内側にエアー・バッグを挿入し、クリップ・リングでビード部を締め付け、最後に圖 57の8に示すやうな加硫器に入れて加硫する。加硫機はタイヤを入れる内容を有し、ケースを蒸氣、電氣等で熱する。



圖 57の8 タイヤ加硫器

第6節 エポナイト

エポナイトは加硫係数が約 32 以上で $C_{10}H_{16}S_2$ に相當し、伸度が 10% 以下となつたもので、硬質ゴムとも云はれる。勿論實際の製品はファクテス、石

灰、リサーチ、炭酸苦土、亞鉛華等を含有してゐる。

エポナイトの製法は一般加硫ゴムと同様で、生ゴム、硫黄其他の原料を配合し、之を混合捏加し、生素地を作り、板の場合には壓搾加硫機に入れ、加硫し、棒又は管の場合には、押出機で夫々の形を作り、適當の長さに切つて加硫する。又原料を型造型に入れて加硫する事も出来る。

エポナイトは強靱であつて、化學藥品に耐ゆる故、化學工場で酸其他腐蝕性の液體又はガスを取り扱ふ容器の内張、パイプ填充物、バルブ其他に用ひられる。併し硝酸の如き強酸化劑、ベンゾール、四鹽化炭素等の溶剤を取扱ふには適しない。又エポナイトは電氣絶縁體として電氣器具の材料に用ひられる。

第7節 ガタパーチャ

ガタパーチャ Gutta percha はマラッカ半島、ボルネオ、スマトラ等に産する *Dichopsis Gutta*, *Dichopsis oblongifolium* 等から採集される液汁を自然放置によつて凝固せしめたもので、ガタ炭化水素 $(C_{10}H_{16})_n$ を主成分とし、其他に 15~50% の不純分を含む。不純分は主として樹脂質であるが、ガタパーチャを捏加式洗滌機にて充分に水洗すれば除かれる。

ガタパーチャは比重 1.01~1.02で、原料のまゝでは白色乃至褐色をなすが、加熱捏合すると黒色となる。クロ、フォルム、二硫化炭素によく溶解する。32°C 邊にて軟化し初め 50~65°C で可塑性となるが、冷却すると硬化する。その熱可塑性は加工の上に有利である。ガタパーチャは吸水量少なく破壊電壓 18,000 V/mm, 誘電率 2.58~3.6, 絶縁抵抗 $14^{10} \sim 10^{15}$ オーム/cm を有し、海底電線の絶縁に用ひられる。

第8節 再生ゴム

再生ゴムは、タイヤ、チューブ、空気袋、ゴム靴等を初め各種ゴム製品の廢物又は屑物から再生したゴムで、一般に生ゴムに配合し、ゴム原料の一部として使用されるものである。その再生処理法としては、アルカリ処理、油処理、水又は水蒸気処理、酸処理、機械的処理等がある。何れの処理に於ても、ゴムと結合してゐる硫黄は除かれないうで、唯、遊離の硫黄が除かれ、布等が破壊され、ゴム質が膨潤して可塑性となるに過ぎない。

アルカリ処理法に就て述べると、金属などを除いたゴム廢品を細断磨碎し之に 4~6% NaOH 溶液を加へ、10~14 氣壓で 8~24 時間蒸解し、次で蒸解物を水洗、脱水、乾燥し、強力なロールを通して薄層とする。

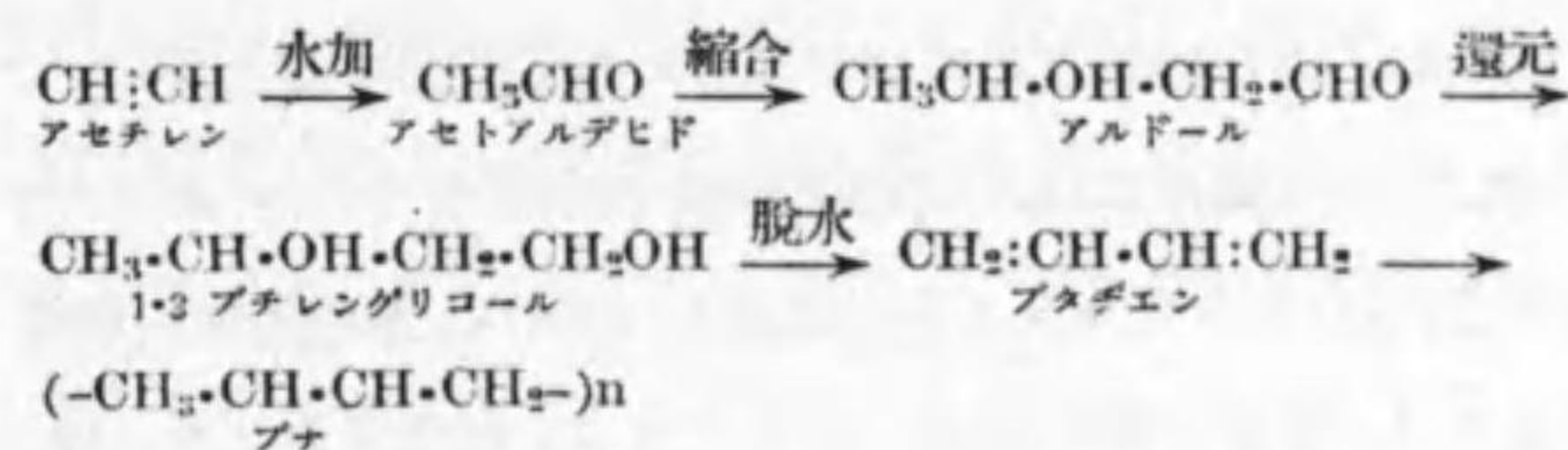
再生ゴムは、一般に之を生ゴムに混合して用ふるが、再生ゴムを混用すると、單價は安くなり、捏加混合の動力費が少なくすみ、ゴム製品の質が均一となり、硫化速度が早くなると云はれてゐる。併し結局は生ゴムの代用物である。

第9節 人造又は合成ゴム

1860 年ウィリアムス Williams 氏が天然ゴムはイソプレンの重合體から成る事を發表し、次で 1879 年ブーシャルダー Bouchardat 氏がイソブレンは長年月放置すると、ゴム様物質に變化する事を發表したが、それ以來、ゴムの人造又は合成の研究が行はれ、最近に至つては、イソプレンの構造に見るが如き共軛二重結合 $-C=C-C=C-$ を有する化合物、即ち所謂チエン Diene を重合せしめる合成方法が工業化され、現に次のものが實際に製造されるに至つた。

重 合 単 位	重 合 物
(1) ブタジエン	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C} - \text{C}=\text{CH}_2 \end{array}$ {ブナ (ドイツ) {SKA, SKB(ロシア)}
(2) β, γ -ジメチルブタジエン	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C} - \text{C}=\text{CH}_2 \end{array}$ メチル・ラッパ(ドイツ)
(3) 2-クロルブタジエン (クロ、ブレン)	$\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C} - \text{C}=\text{CH}_2 \end{array}$ デュブレン又はネオブレン(アメリカ)
(4) 2-ブロムブタジエン (プロモブレン)	$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C} - \text{C}=\text{CH}_2 \end{array}$ —
(5) イソブレン	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C} - \text{C}=\text{CH}_2 \end{array}$ —
(6) エチレンクロライド硫化物	$-\text{CH}_2=\text{CH}_2-\text{S}=\text{S}-$ チオコール(アメリカ) $\begin{array}{c} \quad \\ \text{S} \quad \text{S} \end{array}$

之等の中最も重要なブナは次式の如く合成される。



アセチレンから作つたアセトアルデヒドに、その 0.3% に相當するソーダを 10% 溶液として加へ、40~50°C に保つと、縮合が起り、アセトアルドールが出来る。次で之を常壓でアルミニウム・アマルガムで還元するか、又はニッケル觸媒を用ひ、100氣壓、50~100°C で水素で還元すると、1,3-ブチレンジグリコールが出来る。そこでそのガスを減壓 150 mm の下で、磷酸アルミニウムに通すと、脱水が起り、ブタジエンが生ずる。反應温度は 277~450°C である。ブタジエンは沸點 -5°C であるが、容易に重合を起す。90~100°C で重合は顯著に進むが、實際には、金属ナトリウム等を觸媒として、80°C 以下で行ふとか、その他の方法を用ふる。重合の際スチロール、

加硫と大體同様に煉合はし、成形し、加硫する。但し加硫と云つても、實は重合を進ますのである。

チオコール製品は強度、伸度、弾性に於ては天然及びヂェン系合成ゴムに劣るが、有機溶剤、オゾン、日光等に抵抗し、老化し難いので、之等の性質の役立つ方面に用ひられる。

人造又は合成ゴムは、現在では天然ゴムより高價なので、未だ一般的に天然ゴムの代用品として用ひられるに至つてゐない。併しその性質は、極めて優秀で、機械的性質に於ては、未だ天然ゴムに劣る點もあるが、老化を起し難く、耐油性、耐熱性等に富むので、特種の用途に實用されてゐる。ベンゾール、減摩油等の輸送管等には最も適してゐる。

人造ゴムは既に一部用途に需要されてゐるが、今後の研究と共に、その價格が低下し、品質が向上するに於ては、將來、一大工業となるであらう。

第 58 章 鞣 皮

第 1 節 總 說

鞣皮は、動物の生皮をタンニン、クロム剤等の鞣劑で處理し、その蛋白質の活性を除き、生皮を耐水性、不腐敗性になすと共に、有要な機械的性質を與へたものであつて、革と稱へられる。

動物としては、牛、馬、豚、羊等が主として用ひられ、その中でも牛革が最も優良とされてゐる。靴などは牛革で作つたものが最も堅牢である。併し近來は馬、豚皮も用ひられ、更に本邦では、鯨、鮫、鮭等の水産動物の皮も用ひられてゐる。

鯨革は、最近その鞣技術の進歩により、非常に優良となり、靴、調帶、馬具等の製作に、牛革の代りとして或程度に使用されてゐる。

第 2 節 製 造

(1) 生皮 一般に牛、豚、馬、羊等の皮を原料とする。生皮は表皮、真皮及び内皮から成る。表皮は上下の二層から成り、上表皮は角質細胞から成り、已に死滅したものであつて、表面から漸次剝落する。下表皮は粘質層から成るが、生活分裂し漸次角質を生ずる。真皮は表皮の眞下に存在し、鞣皮を作る部分である。結締組織繊維から成り、繊維は互に拮み合ひ、強靱な層をなすが、その間には、更に弾性繊維が存在する。繊維組織は真皮の表面に於て最も緻密整正であるが、内部に入るに従つて粗雑となり、下面に於て内皮となり、更に内皮は筋肉と連つてゐる。真皮の表面は、鞣皮となつた後に美しい組織を作るので、これを銀面と稱する。更に真皮及び内皮には血管

淋巴管、神経、脂肪腺、汗腺等が存在し、又毛根がある。

眞皮は主として蛋白質コラーゲンから成り、尙少量のエラスチン、コリン等を含む。コラーゲンは水と熱するとゼラチンに変化する。

生皮は腐敗し易いので、一般に食鹽に漬けて貯蔵する。最良の方法は生皮の内面に一定時間を置いて、二、三回食鹽を撒布するにあるが、高價に付くので、一般に生皮を硫酸を加へた食鹽の濃溶液中に浸し、充分に之を吸収せしめた後取り出して樽中に貯へる。

(2) 生皮の脱毛 生皮は鞣す前に脱毛する。發汗法と稱し、生皮に充分な濕氣を與へ、冷温又は加温の下で細菌の作用を起さしめ、脱毛する方法もあるが、一般には石灰質で脱毛する。生皮を石灰水に浸漬し、數日間放置する時は、アルカリの作用と、加水分解作用と、バクテリアの作用とで、毛根部は侵蝕、弛緩され、纖維組織は膨潤し、グリースは鹼化され、脱毛され易くなる。

尙石灰水に硫化ソーダを加へると脱毛作用は迅速に進む。又硫化ソーダを石灰水で糊状とし、之を生皮の表面に塗布し、巻いて一夜放置する方法もある。但し羊生皮の毛を回収する場合には、肉面に塗布する。

脱毛剤で處理した生皮は、之を棒に掛け、ナイフで脱毛するが、今日では徐々に移動する生皮に對し、螺旋形のナイフが、迅速に回轉する脱毛機を用ふる。脱毛後の生皮は、その中に残存する石灰分其他の薬品を除去する爲めに、乳酸、醋酸、蟻酸等の水浴で中和する。尙鳥糞浴と稱する方法がある。主として、小牛や羊兒の皮に應用するクロム鞣法に關連して用ひられる。

鳥糞浴と稱しても、實際には少量のパンクレアチン(主として酵素トリプシン)とアンモニウム鹽とを含む浴である。アンモニウム鹽は皮のPHを下げ、その膨潤を減せしめるが、大體皮のPHをトリプシンの消化作用に好適

な値、即PH=7~9ならしめるを目的とする。皮の蛋白は迅速に除去され、滑らかで觸感の良い生皮が得られる。次で生皮は稀硫酸に浸し、酸を浸透せしめる。但し浴には食鹽を添加して、酸によつて皮の縮むのを防ぐ。

(3) 鞣法 鞣法の中でタンニン鞣とクロム鞣とが最も重要である。

(a) タンニン鞣 タンニンは多くの植物から水で浸出して得られ、皮質コラーゲンと結合し、生皮を腐敗性のない耐久性の強靱な革となす化合物であつて、炭素、水素、酸素から成り、その構造は不明だが、一般にチ又はトリヒドロキシフェノール類の誘導體又は其等フェノールのカルボキシル酸と葡萄糖とから成るグリコシードと考へられてゐる。

チヒドロキシフェノールはカテコール(1・2チヒドロキシ・ベンゼン) $C_6H_4(OH)_2$ であつて、之を母體とするタンニンをカテコール・タンニンと稱し、櫟(*Quercus robur*)の皮、ガムビール(*Nauclea gambier*)の枝葉、榲桲(*Pinus canadensis*)の皮、マングローブ(*Rhizophora mangle*)の皮、ワットル(*Acacia*)の皮等のタンニンは之に屬する。又トリヒドロキシフェノールはピロガロール(1・2・3トリヒドロキシ・ベンゼン) $C_6H_3(OH)_3$ であつて、之を母體とするタンニンをピロガロール・タンニンと稱し、ボロニア(トルコ櫟の果實の袴)、ミロバラン(印度のテルミナリア・チエブラ *Terminalia chebula* の乾果)、スマック(*Rhus coriaria* の枝葉)、櫟材エキス(*Quercus pendunculata* の材エキス)等のタンニンは之に屬する。併しカテコール・タンニン及ピロガロール・タンニンは共存する場合も多く、又兩者の外に phloroglucol を與へるタンニンもある。

タンニンは原料中に2~10%含まれるが、之を水で浸出し、エキスとして用ふる。勿論種類により、生皮への浸透性、生皮の收斂性其他が異なるが、櫟、マングローブ、ワットル、ミオバラン等は最も多く用ひられる。

試 験 (稀薄水溶液を用ふ)	ピロガロール タ ン ニ ン	カテコール タ ン ニ ン
稀硫酸と煮沸	エラチン酸の黄沈澱 冷酒精, 温水に不溶	フロバフェンの赤沈澱 冷酒精, 温水に可溶
鐵明礬溶液	青 黒 色	緑 黒 色
臭素水	沈 澱 せ ず	沈 澱
チアゾベンゼン・クロ ライド	ク	ク
濃硫酸 1 滴	褐 又は 黄色	緋 色

本邦では、従来タンニン剤は輸入に仰いでゐたが、昨今では、我が領土内で、タンニン含量の多い植物を求め、之を使用すると共に、その増産を行つてゐる。又亞硫酸パルプ廢液などの利用も研究されてゐる。

尙天然タンニンの外に合成タンニン剤がある。クレゾール、ナフタリン及其他高級炭化水素から合成したもので、シントタン Syntan などと稱へられてゐる。クレゾールをスルホン化し、次でフォルムアルデヒドで縮合させたものは、重合又は縮合チクレシル・メタン・チスルホン酸から成り、ネラドール Neradol D と稱へられ、粘稠の黒色物で、使用に際して稀釋し、一部中和する。同様に、ナフタリンから作つたものはネラドール N と稱し、之を稀釋し一部中和したものをネラドール ND と稱する。重合又は縮合チナフチル・メタン・チスルホン酸である。又高級炭化水素から同様に作つたものにオールドヤール Orloyal D と云ふのがあつた。

タンニン鞣の作業法は、作る革の種類により、又工場により、夫々異なるが比較的簡單で、皮を最初に、殆どタンニンの消費し盡された所謂廢タンニン液に浸し、1~2 日の後、タンニン濃度のやゝ大なるタンニン浴に浸し、次にタンニン濃度の更に大なるタンニン浴に浸す。皮は木の棒に吊して浴中に浸し、機械的に上下し、又前進せしめる。而して最後にタンニン濃度最大の浴

に入れる。浴槽中に皮を重さねて水平に置き、皮と皮との間に破碎したタンニン材を載せ、槽にタンニン液を満す。1~3 ヶ月間浸漬し、その間、必要に応じて數回積み換へる。尙最近には回轉槽を用ひ、短期間に鞣す方法も行はれてゐる。

尙實際の一例として、ベルト用革製造のタンニン浴を示すと次の如くである。

	タンニン溶液濃度(ボーム)	浸漬時間(週)
第 1 浴	8~30度	2~3
第 2 浴	30~40度	3~4
第 3 浴	50~55度	2~3

鞣後、革は水を絞つて乾燥し、時には加脂し、壓延して艶出を行ふ。長い調帯を得るには革を縋き合はすが、それには膠、硝酸纖維素糊、カゼイン糊等を用ふる。

タンニン鞣の革は厚くて硬く、強靱である。ベルト、靴底、馬具、鞆其他の製作に適する。

(b) クロム鞣 クロム鞣は生皮をクロム鹽溶液にて處理し、皮質のコラーゲンとクロムとを結合せしめるにある。兩者の結合法に關しては異論多く、化學説、電氣説、吸着説等があるが、結局三價のクロムが、その正の電價を以て負性のコラーゲンと結合し、後者の凝結を起さしめるものと考へられる。

クロム鞣法には、一浴法と二浴法とある。二浴法に於ては皮を先づ皮の 5% に相當する重クロム酸カリ又はソーダと約 2.5% に相當する鹽酸との混合液から成る第一浴に浸し、皮に重クロム酸鹽を吸収せしめ、次で之を硫酸と重クロム酸鹽の 2~3 倍量のチオ硫酸ソーダとから成る第二浴に浸し、皮中の重クロム酸鹽を還元し $\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4$ となし、皮質と結合せしめるのであ

る。一浴法に於ては重クロム酸鹽例へば重クロム酸ソーダと硫酸との等量混合物に還元剤たる砂糖、グリセリン等を混じ、鹽基性クロム鹽を生ぜしめ、之に皮を浸すのである。尙還元剤としてチオ硫酸ソーダを用ひてもよい。

クロム鞣は、鞣時間短く、耐水性にして質緻密なる革を與へる。耐伸性良くベルト等の製作に適するが、厚味少なく、内面纖維が分離し易く、又漸次延伸する缺點がある。クロム鞣皮は、靴の上皮、手袋其他に用ひられる。

(c) 染色、艶出 鞣皮を染めるには、染料を用ふるが、黒色には、ロウグウッドを直接黒と共に用ひ、其他の色には酸性染料を用ふる。又艶を與へるには、カゼイン、アルブメン、シェラック、ワックス等の水溶液又はエマルジョンに顔料を加へたものを皮面に塗布し、特別の機械を用ひて磨擦して艶を出す。

第3節 性質及用途

革の性質中主要なものに就て略述すると、比重はその種類により著しく異なるが、一例に於て、タンニン鞣牛革 1.17~1.19、クロム鞣牛革 0.88~0.95 である。水分は大氣比湿度 60%、温度 20°C にて約 14% であるが、湿度の増加と共に、吸水量は増加し、これに伴つて革の伸度は増加する。革の強伸性は種類により著しく異なるが、大體に於て抗張力 200~350 kg/cm²、伸度 20~60% である。

皮革の用途は、日常我々の眼に觸れる如くで、今更列挙する必要もないがその特異な強靱性と耐久性との爲めに、革でなくてはならぬ場合が多い。

第4節 皮革代用品

皮革代用品は、従來多くは、皮革の外観を模造するを目的とし、皮革の應

用上必要な物理的乃至機械的性質を代用する事を必ずしも目的としてゐなかつたが、最近、各國に於て自給自足の見地から、後者の目的を持つた皮革代用品の研究が盛に行はれてゐる。併し多くの代用品がさうであるやうに、皮革の凡ての用途に於て、皮革を代用し得るものは未だ製造されるに至つてゐない。現在の代用品は、限られた用途に對して或る程度に皮革を代用し得るものにすぎない。併し皮革代用品には、人造物である關係上、その製造に種々獨特の技巧を施し、天然皮革には見る事の出來ない色彩、光澤、觸感等を持たせ得るので、代用品の中には、一個の獨立した商品となり切つてゐるものも少なくない。次に著名な皮革代用品又は類似品に就て述べる。

(1) 再生革 再生革は、革屑を膠着劑と共に壓搾して、板狀となしたもので、代用品ではないが、便宜上ここに述べる。革屑としては、新鮮な革の截屑がよく、之を適當に細斷し、膠、カゼイン、醋化綿ラッカー、ペークライト液等で滲潤し、板狀とし、強大な壓力の下で壓搾する。

(2) 擬革 擬革或は俗に云ふレザーは織布又は強靱紙に纖維素エステル塗料を塗布したものである。塗料は普通に硝酸纖維素をアセトン、エーテル・アルコール、ブタノール等の溶劑に溶解し、之に樟腦、ヒマシ油、樹脂、顔料等を溶解又は混合したもので、極めて粘稠であるが、之を塗布機の上で、布に施し、次で乾燥する。塗布機は上下二個の水平ロールから成りロール前で塗料を施し、ロール間で、之を織布中に十分に壓浸せしめる。尙塗布面には、鍍付ロールで、牛皮、豚皮、魚皮等の模様を附し、或は捺染によつて種々の模様を與へる。

擬革の外観、觸感其他の性質は、塗料成分と型付法とにより、如何やうにもなす事が出来る。強度、耐水性に乏しい缺點はあるが、椅子、靴、其他に用ふるには充分である。

(3) 堅紙 堅紙は製紙の章で述べた如く、紙を鹽化亞鉛溶液で膠化し、幾枚も重さねて壓着したもので、極めて堅硬である。従来スーツ・ケース、名札、紡績用品等を作るに用ひられ、皮革一部の代用にされてゐるが、最近には、之で靴皮革なども作られてゐる。併し此の場合には、柔軟性、強靱性、耐水性を與へる必要がある。グリセリン等を浸潤させれば、柔軟にはなるが、他の性質が與へられない。合成樹脂を浸潤させれば、強靱で耐水性になるが、柔軟性が出ない。之等の點に關しては今後の研究が必要である。

(4) 絹毛革 絹毛羽を多少の加熱の下に、強壓すると、密着して強靱な皮革様物質となる。之に耐水及び補強塗料を施すと、皮革一部の代用になる。殊にベルトなどによい。以前厚板に作り、齒車などに作られた事もある。回轉が圓滑で、音がしないのでよいが、高價なので使用し切れない。

第 59 章 ゼラチン及膠

第 1 節 總 說

動物の皮及び骨に含まれるコラーゲンは蛋白であるが、之を酸又は水と共に熱すると



の如く水加を行ひゼラチンを生ずる。

ゼラチンは、之を稀硫酸で熱すると、グリシン、プロリン、ヒドロキシプロリン、アラニン、ロイシン其他多數のアミノ酸を與へる。ゼラチンは典型的のコロイドで、乾燥状態では殆ど透明で角の如く硬いが、水に浸すと數倍量吸水して膨潤し、温水に浸すと溶解して粘稠な溶液を作り、これを冷却するとゼリーを作る。

膠はゼラチンの加水分解したものと考へてよく、ゼリー生成力弱く、吸水膨潤性が低いが、膠着力はゼラチンよりも強い。

第 2 節 製 造

原料として動物の骨や皮を用ふる。骨や皮は先づ之を石灰で 70°C で短時間處理し、次の處理を容易ならしめた上、壓力の下で蒸氣で熱するか、又は低沸點の石油ナフサで浸出し、グリースを除去回收する。之は石鹼の原料に用ひられる。次で骨をベルトコンベヤーにて磁石分離器の上に送り、更に粉碎器に入れて粉碎し浸出槽に入れる。浸出槽は大なるものは直徑 6 m、深さ 2 m もあつて、木製で、その 4 個を一組とする。作業は對流式とし、ボーメ 5 度(7.15%)鹽酸を先づ殆ど浸出し盡された骨に入れ、次で溢流により、順

次浸出度の低い骨に入れ、最後に、殆ど廢酸となつたものを、新鮮な骨に入れる。之によつて骨中の磷酸石灰、炭酸石灰は溶解され、コラーゲンが骨の形のまゝで残る。かく處理されたコラーゲンをオセイン Ossein と稱する。

オセインは、之を約 2m 角のコンクリート槽に入れ、石灰水を加へ、1ヶ月以上放置する。オセインは膨潤し、雪白色となり、粘質及蛋白質は溶解し、殘存する グリースは鹼化する。次でオセインを回轉槽に入れ、水、稀鹽酸、水、水の順に四度洗滌する。

皮はそのコラーゲンが、礦物質で包まれてゐないので、酸處理を必要としないが、消石灰處理を骨同様にし行ふ。半透明質となる。

次で石灰處理した骨又は皮は、幅及び深さ共に 1.3 m の木槽に入れ、水を加へ、假底下の蒸氣管により、60°C に熱する。約 8 時間で 8~10% ゼラチンを含む浸出液が得られる。之を濾過し冷却する。



圖 59 の 1 濾過機

次で第二回、第三回の浸出を行ふ。ゼラチンは漸次色悪しく、ゼリー化力弱きものとなる。

温ゼラチン液の濾過は圖 59 の 1 の如き特別の濾過機で行ふ。液は a から入つて矢の方向に、木材パルプの濾層 c を通り、b に出る。

濾過液は細長い鋼槽に入れ、冷却し、固化せしめ次で 40°C の空氣浴中で乾燥し、一定の大きさに切る。水分約 10% である。

膠の製造は、大要に於てゼラチンと同一であるが、原料を精選しない事とオセイン又は石灰處理物の煮沸を唯一回に止める事等が異なる。併し一回とせず、短時間で數回浸出を行つた方がよい。浸出液は真空蒸發罐で 15% に濃縮し、次で薄層とし、トンネル式乾燥機で乾燥する。多くは防腐劑として硼

砂、フォルムアルデヒド等を加へる。尙此の外に種々、連續機械化された製法もある。

第 3 節 性質及用途

ゼラチンは食料としては容易に消化される。他の食品と混合すると、それ等食品の粒子を分散させ、その状態に保つ。例へば油脂に混ざると、エマルジョンを作る。従て他の食品の消化を早める。之が爲めミートやデザートに用ふる。アイスクリームに入れると、保護コロイドとして作用し、冷蔵する間に、砂糖や水の結晶するのを防ぐ。0.5% も入れればよい。更にゼラチンは藥品方面でカプスールに用ひ、寫眞方面で感光液に用ひられる。

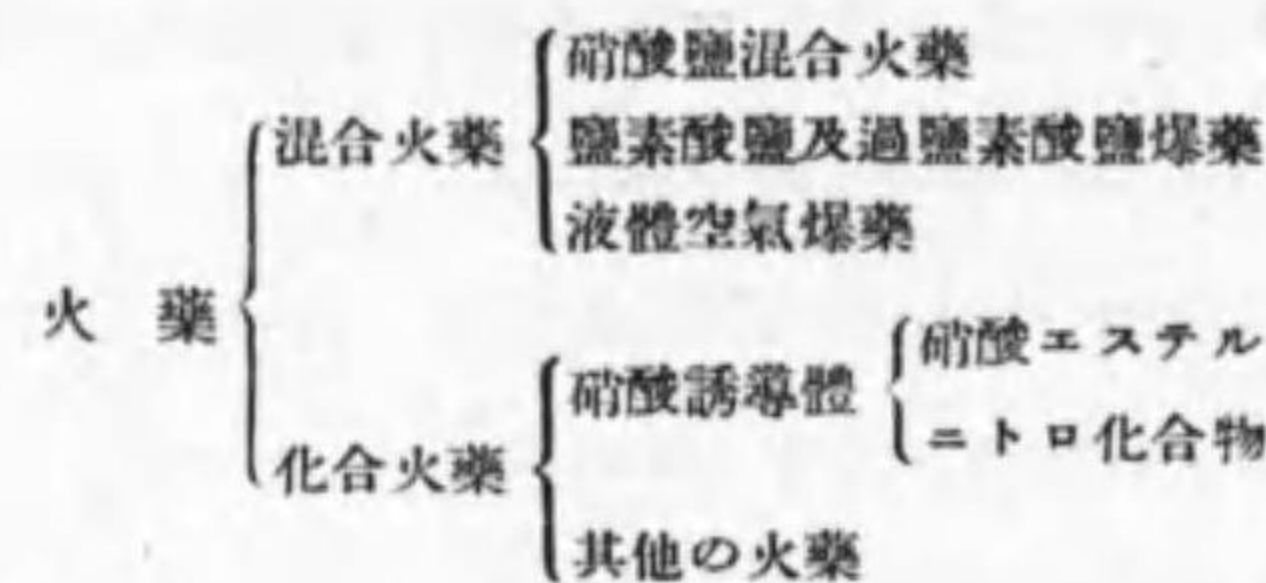
膠は主として膠着劑に用ひられ、家具、ベニア板貼合、製本、マッチ摩擦面、サンドペーパー、エメリー等の製造に用ひられる。

第 60 章 火 薬

第 1 節 總 説

それ自體の内に可燃體と助燃體とを有し、熱力學的に不安定な平衡状態にあつて、輕微な攪亂作用、例へば熱、焰、衝擊等により、化學變化を起し、周圍に急激な壓力の上昇を起さず物質を爆發物と稱し、その中で、實際的な利用價值のあるものを火薬と稱する。

今日實用されてゐる火薬には、相當種類があるが、之を組成の上から分類すると、次の如きものがある。

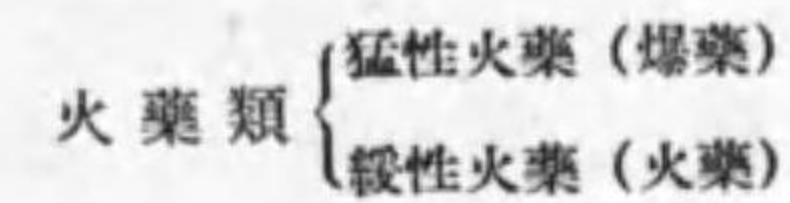


混合火薬は不爆發性物質の機械的混合物であつて、その中の可燃體が、隣接する助燃體から酸素を得て、激烈な燃焼を起し、多大のガスを發生する。硝酸鹽混合火薬は、硝酸鹽を酸素傳體とするもので、黑色火薬はその例である。鹽素酸鹽、過鹽素酸鹽爆薬は、之等鹽類を酸素源とするもので、カーリット、フッカロック等が之に屬する。

化合火薬は單一の化合物で、炭素、水素、酸素及窒素から成り、その分子の中に酸化劑と被酸化劑とに相當する成分を有し、一般に不安定で、容易に分解し、燃焼すると水蒸氣、炭酸ガス、一酸化炭素、窒素等のガスを生ずる。化學變化は混合火薬よりも猛烈である。最も普通の硝酸誘導體火薬には、織

維素、グリセリン等の多價アルコールの硝酸エステルと、芳香族炭化水素をニトロ基置換したニトロ化合物とがあるが、前者には硝酸纖維素火薬、ニトログリセリン火薬があり、後者に屬するものにはピクリン酸、トロチル等がある。其他の化合火薬は雷汞、窒化鉛等である。

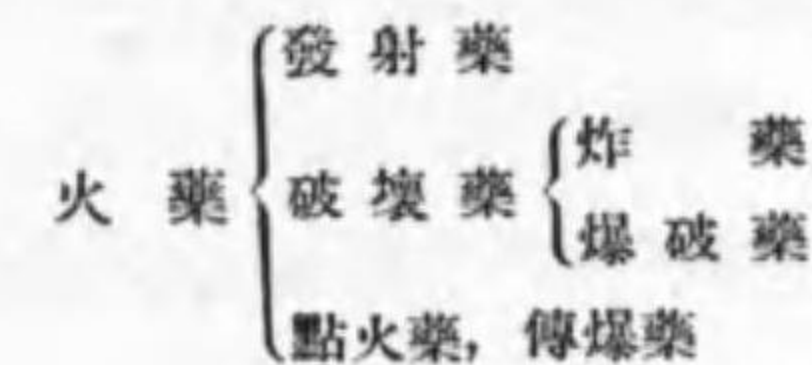
併し火薬は又その性能によつて



に分けられる。

猛性火薬は、爆薬とも稱し、爆發反應極めて迅速で、その速度 5000~8000 m/sec に達する。此の種の爆薬は、單に熱のみでは爆發しない。普通に雷汞の爆發による衝擊によつて爆發する。かゝる爆發を爆轟 Detonation と稱してゐる。ニトログリセリン、ピクリン酸、硝安爆薬等は之に屬する。緩性火薬は爆轟しないで極めて急激な燃焼、即ち爆燃をなすものである。爆燃の速度は、黑色火薬で 300m/sec である。

火薬は更に用途によつて次の如く分けられる。



發射薬は、銃砲の彈丸發射に用ひられるもので、爆燃速度の小さい無煙火薬、黑色火薬が之に屬する。炸薬は彈丸、地雷、水雷の中に填充し、之等を炸裂さすもので、ピクリン酸、トロチル等が之に屬する。爆破薬は軍事、土木、鑛山等で爆破に用ひられるもので、ダイナマイト、硝安火薬、過鹽素酸火薬、黑色火薬が之に屬する。點火薬、點爆薬には雷汞等が用ひられる。

火薬は戦争と平和との両方面に用ひられ、戦争用としては、一國々防上缺く可らざるものである事は、今更論ずるまでもないが、平和用としても、文化の進展に偉大な貢献をなしてゐるのである。昔ローマの水道工事で3哩のトンネルを作るのに、30000人で11年掛つたと云はれてゐるが、之を近代の掘鑿機械と猛性火薬とで行へば、100人で約10ヶ月で出来る。

第2節 軍用火薬

軍用火薬とは云ふまでもなく、戦争に使用されるものであるが、之を分つて銃砲用と爆破用とする。

1. 銃砲用火薬

銃砲用火薬と云ふ中に、弾丸を發射する發射薬と、弾丸の中に装填する炸薬と、發射薬に點火する發火薬と、炸薬を爆轟させる傳爆薬即ち雷管とある。

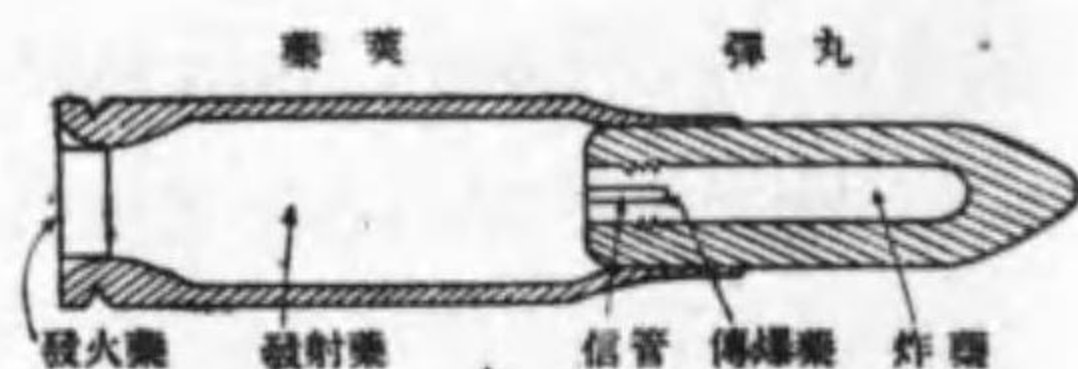


圖 60.1 銃砲用火薬

(1) 發射薬 發射薬は緩性火薬であつて、之に點火すれば、爆轟

はしないが、迅速に燃焼し、多量のガスを發生し、弾丸に壓力を加へ、之を銃砲身から射出せしめる。

(a) 黑色火薬 發射薬として古く用ひられたのは黑色火薬である。硝酸カリ、木炭、硫黄を夫々細粉とし、各々を75%、15%、10%の比にて少量の水と共にエッチランナーに入れて混合し、次で壓搾、造粒、篩別して作られる。併し黑色火薬は威力が弱い上に、分解すると44%のガスの外に56%の微粉状固體を生じ、煙を出すので、現在では軍用火薬として用ひられない。

(b) 無煙火薬 現在、軍用發射薬として各國で用ひてゐるものは、硝酸纖維素或はそれとニトログリセリンとの混合物から成るものである。威力も大なる上に、煙を出さないのので、無煙火薬と云はれてゐる。

(イ) 硝酸纖維素火薬 硝酸纖維素火薬は、硝酸纖維素をエーテル・アルコールで膠化し、帶狀、有孔圓柱狀、管狀、粒狀等にしたものである。

硝酸纖維素としては、窒素量約12.5~12.8%のものを用ふる。併し硝酸纖維素は、たとへ全部でなくとも、その一部がエーテル・アルコールに溶解する必要があるが、この程度の高硝化度のものは、溶解し難いので、フランスのB火薬では、窒素量約13%の強綿薬と11.5%の弱綿薬とを混合し、窒素量12.5~12.8%としたものを用ふる。この場合弱綿薬はエーテル・アルコールに溶解して膠狀體を作り、強綿薬はその中に微粉末となつて分散する。併しアメリカのピロコロチオン火薬の如きは窒素量約12.8%であるが、エーテル・アルコールに溶解する。

硝酸纖維素の製造は別章に述べた如くである。原料としては、紡績落綿、リンター、襤褸からの薄葉紙等を用ふるが、何れにしても不純分なく、純 α 纖維素のみから成るものでなくてはならぬ。殊にその硝化物が、火薬の安定性を害するが如き不純分を含んでゐてはならない。従て原料は苛性ソーダ煮沸、漂白、水洗其他の處理に附し、充分に精製する。而して乾燥した上硝化に附する。

混酸としては、フランス式の強、弱綿薬を作るには、大體次の成分%のもの

	HNO ₃	H ₂ SO ₄	H ₂ O
強綿薬	23	70	7
弱綿薬	23	62	15

を用ひ、混酸は綿の約100倍とし、普通に溫度20~25°Cで2~3時間硝

化する。硝化装置には、壺式、置換式、遠心式、攪拌式等を用ふる。

硝化綿は除酸水洗した上で、徹底的に精製する。セルロイド製造の場合にも、勿論精製を必要とするが、セルロイドにあつては硝化綿の硝化度が低く樟腦の如き可塑劑を多量に含有し、且つ安定劑も充分に加へ得られるので、精製は或る程度に止め得るが、火薬にあつては、その性質上、徹底的に精製するを要する。精製不十分で、分解が起る時は、火薬の性能に變化が起るばかりでなく、貯藏中に自然爆發を起す危険さへある。

精製法は各國各工場で異なるが、一般には、叩解機による繊維の細断と、水による煮沸及洗滌と、炭酸石灰等の弱アルカリ化合物による中和とを適當に按配して使用する。煮沸の如きは6~8時間宛數回に亘つて行ふ。精製度は耐熱試験によつて定める。それには發火溫度測定法、試料を一定溫度に熱して一定時間に發生する酸化窒素ガスの量を測るベルグマン法、一定溫度に於て酸化窒素ガスが發生するに至るまでの時間を測るアーベル法等がある。何れも硝酸纖維素の熱に対する安定性を比較するものである。

以上の如くして得る硝化綿は、之を乾燥して點火すると、爆發に近い急激な燃焼を起す。従て之を直接に銃砲に用ふると、燃焼初期の壓力が非常に高く、銃砲身を害する上に、彈丸が銃砲を出ない内に燃え終るので効率も悪い。

依て發射薬にするには、硝化綿をエーテル・アルコールで膠化し、帶狀、管狀、有孔圓柱、粒狀等に作る。かゝる形にすると容積に対する燃焼面が小さく、且つ燃焼面の面積は始終殆ど變化せぬ故に、燃焼は除々に且つ

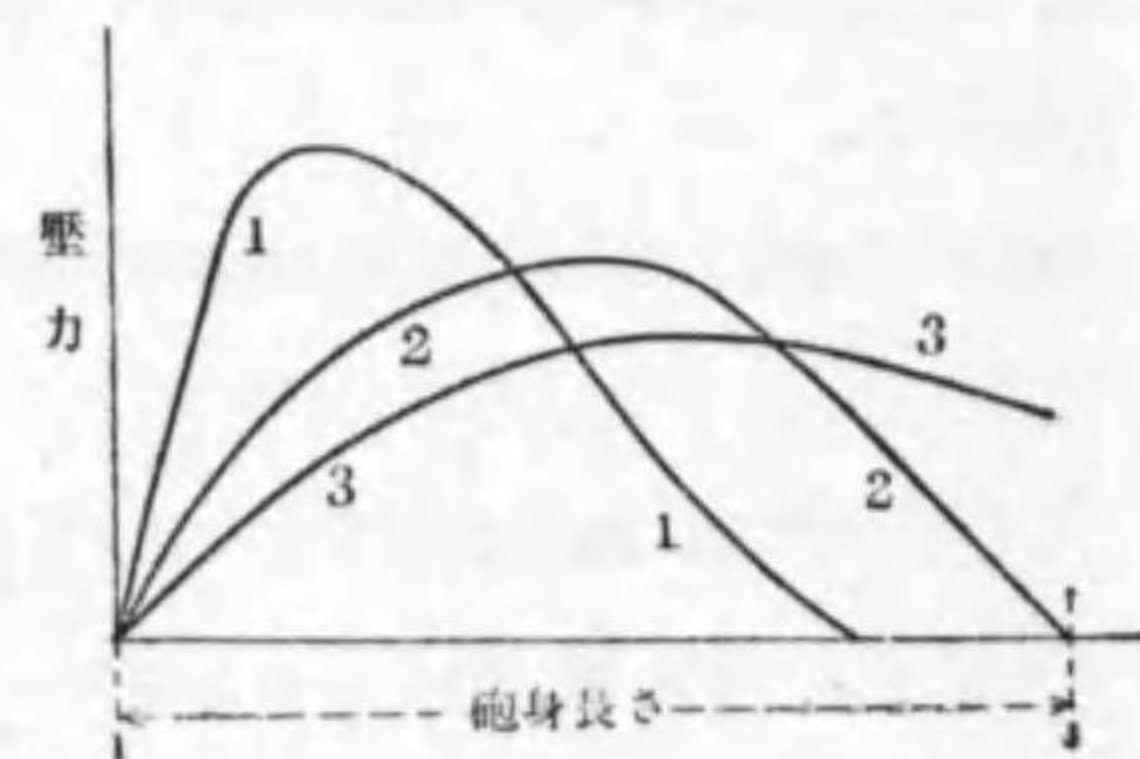


圖 60.2

均一に行はれる。銃砲の大きさによつて、發射薬の形體、大きさを適當に定むる時は、火薬は彈丸が銃砲身の口を飛び出すと同時に燃焼し終り、従て圖 60.2 の曲線 2 に示す如く、銃砲身内の壓力は低いが、仕事の量は最大となる。1 曲線は燃焼早きに失した場合、3 曲線は遅きに失した場合で共によろしくない。

發射薬の製造は帶狀薬にあつては、先づ強綿薬と弱綿薬とを適當に混合し、遠心除水機で水分を約 30% となし、これをアルコール驅水機に入れ、適量のエチル・アルコールを注加し、壓搾して水を置換し、含アルコールの綿薬となし、これにエーテル、安定劑ジフェニルアミン、ワセリン其他の必要成分の適量を加へ、捏加機にて捏加する。弱綿薬は溶解してセルロイド様の素地を作り、強綿薬はその中に分散する。次で捏加塊を 2 本の水平ロールから成る壓延機にて壓延し、所定の厚さの板に引き延ばし、ギロチン式截断機にて、所定の長さ幅との帶狀に截断し、最後に 40~50°C で乾燥する。管狀、圓柱狀のものを作るには捏加塊を壓伸機で壓出する。

(ロ) 硝酸纖維素ニトログリセリン火薬 硝酸纖維素ニトログリセリン火薬は、その名の示す如く、兩者の混合物である。これには種々あるが、その著名なもの二、三に就て述べる。

コルダイトは英國の軍用火薬で、次の二種を有名とする。

	ニトログリセリン	強綿薬	可溶性綿薬	石油ゼリー
コルダイト M.D (海軍用)	30%	65%	—	5%
コルダイト R.D.B (陸軍用)	42%	—	52%	6%

コルダイト M.D を作るには、強綿薬を含水のまま軽く壓搾して圓柱狀又は板狀とし、36~37°C で乾燥し、放冷した後、碎いて粉狀とし、之に適量

のニトログリセリンを混合し、鉛張木バケツ又は銅バケツの中で手で捏り餅状とし、次でウェルナー式捏加機に入れ、40°C でアセトンを加へつゝ捏加する。而して捏加塊を壓伸機に入れて、一定の寸法の紐状に壓出し 40°C 以内で乾燥する。

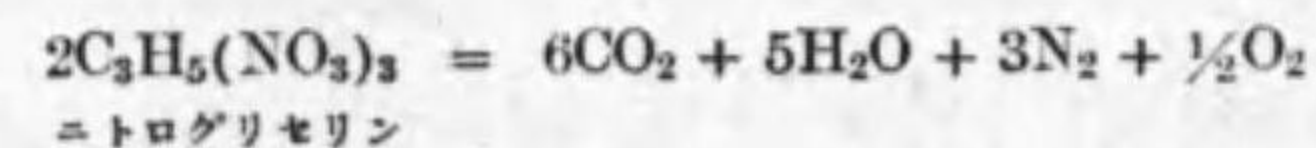
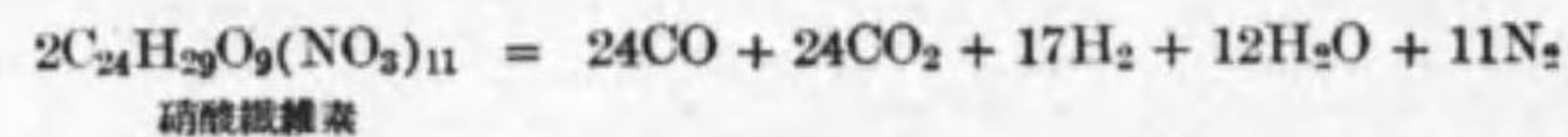
コルダイト R.D.B はアセトンの代りにエーテル・アルコールを使用し得られる。

尙膠化に溶剤を使用せぬ方法がある。ノーベル Nobel 氏が最初に試みた方法は、可溶性綿薬 50 分、ニトログリセリン 50 分、チフェニルアミン 1 分を混合し、50~60°C で壓延膠化し、次で壓伸して、紐状又は管状となすもので、之をバリストイトと稱し、伊太利で軍用火薬に採用してゐる。

最近ドイツではアセトン、エーテル・アルコール等の代りにセントラリットの如き膠化剤を使用して火薬を作つてゐる。之を無溶剤火薬又は不揮発性溶剤火薬と稱してゐるが、その成分はニトログリセリン、綿薬、セントラリットである。

硝酸纖維素火薬と硝酸纖維素ニトログリセリン火薬とは、共に諸外國に於て用ひられてゐるが、一般の傾向は、前者は寸法の小さいものに、後者は寸法の大きいものに用ひられる。その理由は前者は揮発分が除かれ難いが、後者は除かれ易いにある。揮発分や水分に變動が起ると、弾道係数が異つて來るので好ましくない。英國では、海軍用の巨砲には一般に硝酸纖維素ニトログリセリン火薬を用ひてゐる。

燃焼による分解は、燃焼の條件によつて異なるが、大體

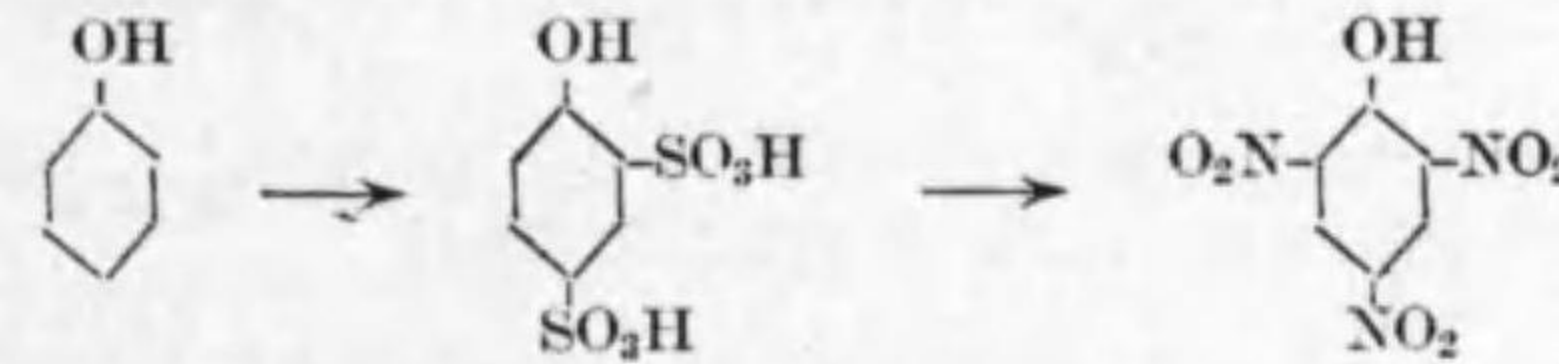


で表はされ、生成物は盡くガス體となる。

(2) 炸薬 炸薬としては、ピクリン酸、トリニトロトルオールが主として用ひられるが、尙黒色火薬、強綿薬、硝安爆薬、鹽素酸鹽及び過鹽素酸鹽等も用ひられる。

(a) ピクリン酸 ピクリン酸はフェノールに硝酸基 3 個を導入したもので、レモン色の針状結晶をなしてゐる。

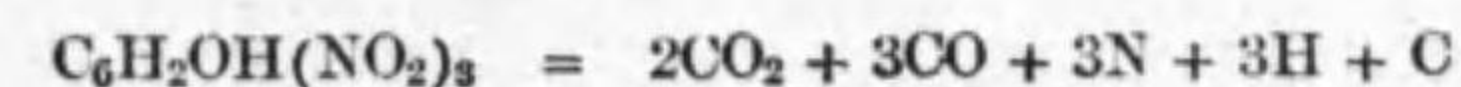
普通一般の製造法に於ては、フェノールをスルホン化しフェノールチスルホン酸となし、次で硝化する。



スルホン化を行ふには、攪拌翼及び冷却加温用外套の附いた耐酸鋼又は鉛張若くは珐瑯引の圓筒鐵槽を用ふる。これにフェノール 300 kg を入れ、40°C に熱して熔融し、攪拌機を動かしながら比重 1.84 の硫酸 600~1200 kg を少しづつ流し込み、最後に 100°C に熱してスルホン化を終る。

次で冷却及加熱用の槽中に入れた坩器製の壺形硝化器に比重 1.40 の硝酸 100 kg を入れ、棒にて攪拌しつゝスルホン酸を少量づつ流し込む。フェノールとして約 25 kg を用ふる。硝化中は温度の調節を厳にし、最初は 40°C 以下とし、最後に 80~90°C とする。かくして得るピクリン酸は水洗し、温湯より再結晶して精製する。

ピクリン酸は、點火しても燃えるだけで爆發せぬ。衝撃摩擦にも鈍感である。併し雷管で爆發する。



ピクリン酸は融点 122.5°C であるが、之をアルミニウム壺に入れ、150°C で熔融し、紙被包に鑄込み、冷却し、弾丸の中に装填する。

(b) トリニトロトルオール トリニトロトルオールにも 3 種あるが必要なのは α 化合物 (2, 4, 6-NO₂) である。

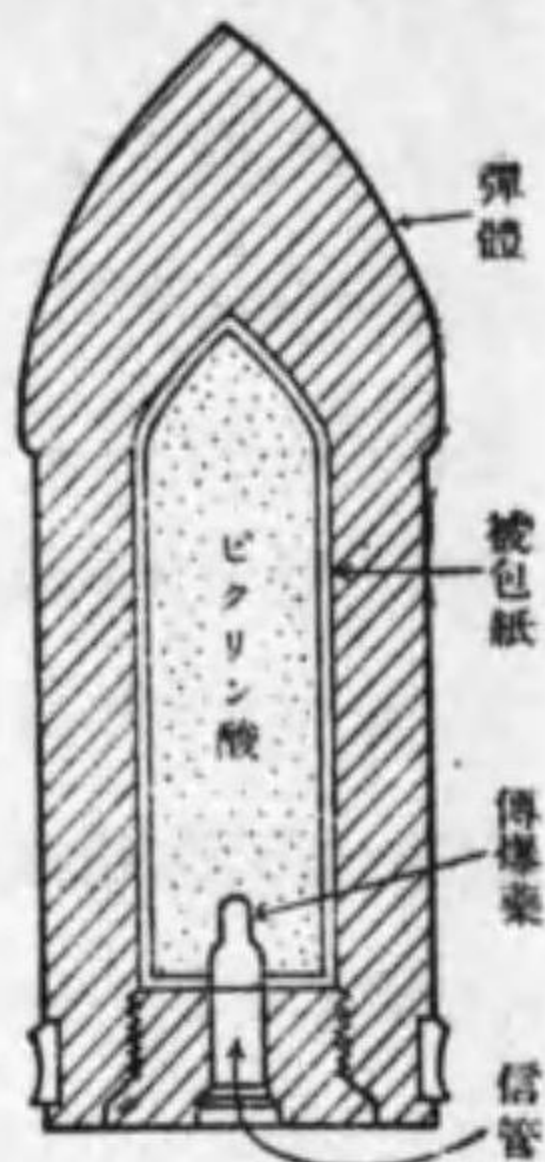
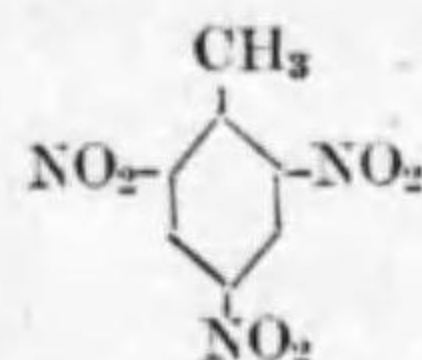


図 60 の 3 炸裂弾

トルオールの硝化はモノ、チ、トリと三段に進めて行ふ。モノニトロトルオールを作るには、内面を珪瑯引した鐵製硝化器を用ふる。硝化器は二重壁と攪拌機とを有する。之にトルオール 100 分を入れ、攪拌しつつ、比重 1.80 硫酸 60% と比重 1.40 硝酸 40% とから成る混酸 300 分を除々に流入し、30°C 以下で流入を終り、80°C として硝化を終る。次で廢酸を除き去つたモノニトロトルオールを硝化器に入れ、比重 1.84 硫酸 100 分と比重 1.50 硝酸 50 分とから成る混酸 250 分を注入し、60~65°C で注入を終り、80°C として硝化を完全にす。次で再び廢酸を除き去り、チニトロトルオールを硝化器に入れ、比重 1.84 硫酸 800 分と比重 1.50 硝酸 800 分とから成る混酸で 80~90°C で硝化する。

かくして得るトリニトロトルオールは洗滌及び再結晶により精製する。淡褐色の長針状結晶で融点 81°C である。トロチル、T.N.T などと云はれる。爆力はピクリン酸より弱いが、酸性が無く、弾丸に直接填充し得られる。

(c) 尙最近テトラニトロメチルアニリン(テトリル) C₆H₂(NO₂)₄N·CH₃,

ヘキサニトロチフェニルアミン(ヘキサミン) {C₆H₂(NO₂)₃}₂NH, トリメチレントリニトロアミン(ヘキゾーゲン) (CH₂N·NO₂)₃ 等も用ひられる。

又ピクリン酸、トリニトロトルオールに対する代用物とも認むべき無機質炸薬があるが、その中で硝酸アンモニウムは屢々用ひられる。例へば英國及米國のアマトール Amatol はその一例で、アマトール 60/40 は硝酸アンモニウム 60% トロチル 40% から成り、アマトール 80/20 は硝酸アンモニウム 80% トロチル 20% から成る。

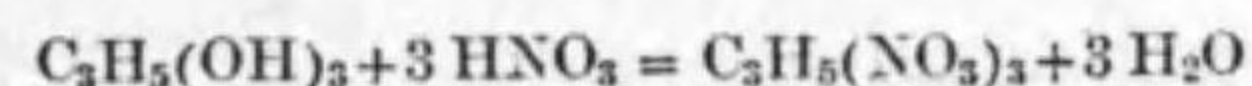
2. 軍用爆破薬

軍用爆破薬としては、次に述べる平時用爆破薬と前述の炸薬とを、目的に応じて選擇使用する。

第 3 節 平時用爆破薬

土木工事、石切出等には、黑色火薬、濕綿薬、カーリット等も用ひられるが、鑛山を初め一般に最も廣く用ひられるのはダイナマイトである。ダイナマイトはニトログリセリンを主體としたものである。

(1) **ダイナマイト** ダイナマイトの製造には、先づニトログリセリンの製造を行ふ。ニトログリセリンはグリセリンの 3 硝酸エステルで



により作られる。

グリセリンとしては最純粹のものを使用し

グリセリン	100 分
混酸	$\left. \begin{array}{l} HNO_3 \quad 40\% \\ H_2SO_4 \quad 60\% \\ (H_2O \quad 1\% \text{ 以内}) \end{array} \right\} 600 \sim 650 \text{ 分}$

の比に取つた混酸で硝化する。

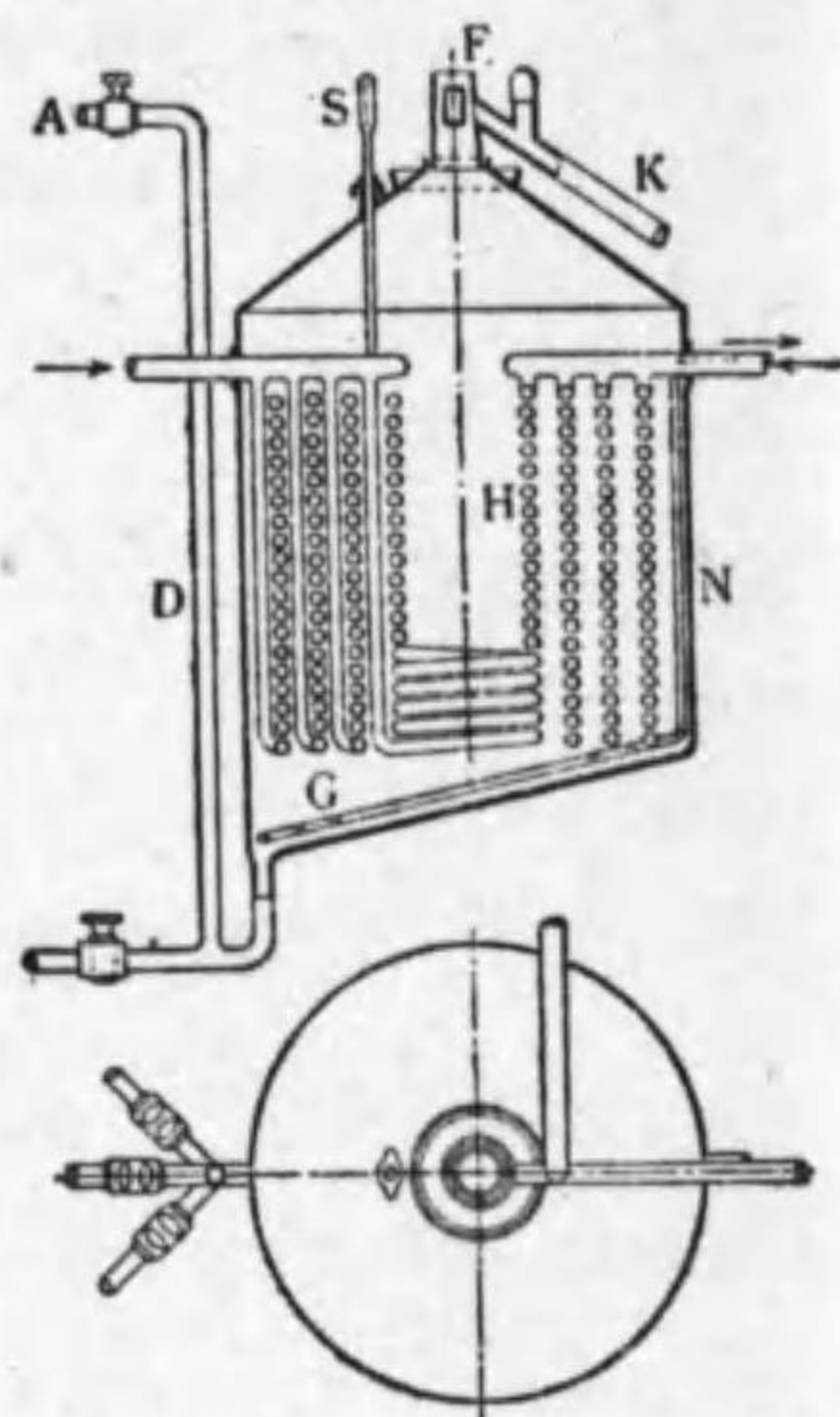
硝化は極めて危険な作業であるが、各國では一般に、英國ナサン Nathan 氏の發明した硝化装置を用ひてゐる。

ナサン式硝化装置は圖 60 の 4 の如く、N は厚さ 10 mm の鉛製の槽で、グリセリン 400~600 kg を仕込み得られる。これに A から管 D を經て、混酸を仕込み、G から壓搾空氣を吹き入れ

冷却蛇管 H に -10°C ~ -20°C の冷鹽水を送り、混酸を 10°C に冷却し、グリセリンを槽頂部から噴霧状として送入する。硝化温度は $17\sim 18^{\circ}\text{C}$ とする。硝化は發熱を伴ふが、温度が 20°C に上らばグリセリンの仕込を止め、壓搾空氣及冷鹽水を盛に送つて冷却する。 23°C 以上となる時は、爆發の危険がある故、排出管を開き、内容物を安全水槽に流し出し、職工は素早く避難する。安全水槽は床下又は屋外に設け、硝化器の 20 倍容とし、その半ばを水で満す。硝化が終り、温度が 10°C に下らば置換用の廢酸を硝化器

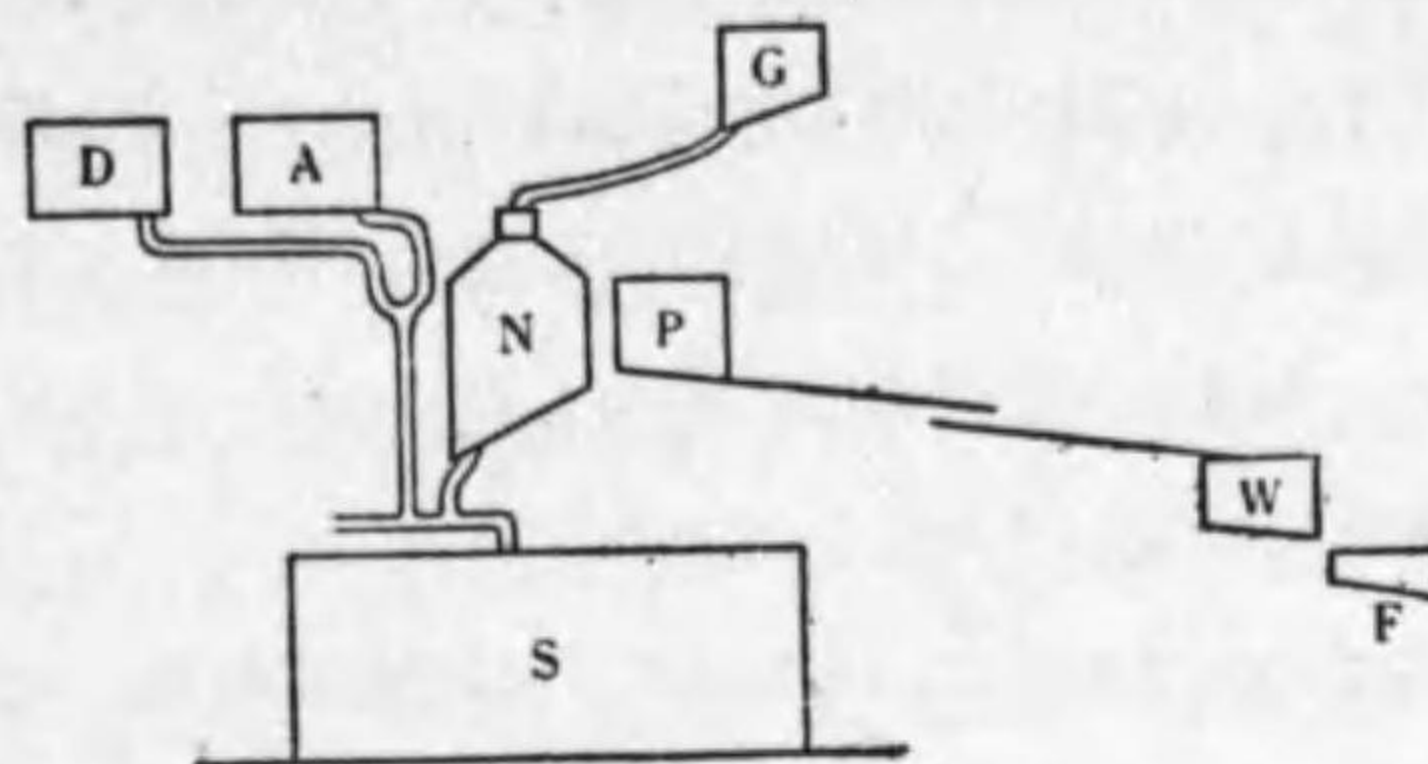
の底から送入し、内容物の表面を硝子窓 F の所まで高めて靜置する。而してニトログリセリンが分離して一定量とならば、夫れだけの廢酸を槽底に入れ、ニトログリセリンを溢流により樋 K から豫洗器に流出せしめる。全體の装置は圖 60 の 5 の如く配置する。

圖 60 の 5 に於て、ニトログリセリンは之を豫洗器 P に入れ、壓搾空氣を送



N. 鉛槽 F. 硝子窓
D. 混酸管 K. N/G 液送樋
H. 冷却蛇管 S. 寒暄計
G. 壓縮空氣管 A. 混酸入口

圖 60 の 4 ナサン硝化分離器

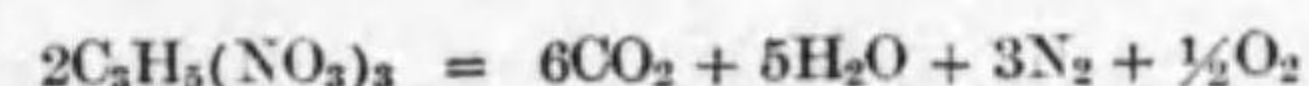


A. 混酸槽 P. 豫洗槽
N. 硝化分離器 W. 洗滌槽
G. グリセリン槽 F. 濾過器
D. 置換用廢酸 S. 安全水槽

圖 60 の 5 ニトログリセリン製造装置

入しつゝ約 18°C で數回水洗し、酸分を除き、次で 18% Na_2CO_3 溶液と共に、洗滌槽 W に送り、約 40°C で水洗を繰り返へし、ソーダで中和を行ひ、更にフランネルと素焼層とから成る濾過器 F で濾過する。

ニトログリセリンは本來無色透明の油狀液で、比重 1.599 (15°C) である。焦性甘味を有し、極めて有毒である。燃え易いが、量が多いと爆發する。分解は次の如く行はれる。



ニトログリセリンは敏感で雷汞に次で危険なもの故に、その製造、取扱、貯藏等には特別に細心な注意を要し、専門的智識の無いものは、一切之に觸れないがよい。

儲ノーベル Nobel 氏は、1863 年にニトログリセリンを液状のまま鑽孔に裝填し、黑色火藥で點火爆發さす事を發明し、次で雷汞で爆發さす方法を考案したが、ニトログリセリンを液状のまま使用するのには、取扱不便な上に危険も多いので、ノーベル氏は更に研究を進め、遂にニトログリセリンを珪藻

土に吸収せしめる方法を案出し、之をダイナマイト Dynamite と稱した。或は他のダイナマイトと區別する爲めに珪藻土ダイナマイトと稱した。ニトログリセリンを珪藻土に吸収させたものは、可塑性で餅状をなすが、之を圓塔形に壓縮すると、氣温の上昇や湿度に會つても、ニトログリセリンが滲出する事なく、運搬使用に際しても安全である。

珪藻土は珪藻の殘骸であるが、管状のものが多し程吸収力大きく良好である。英國のダイナマイトはニトログリセリン70~75%、珪藻土 30~25% から成る。尙吸収剤として、硝石、智利硝石、硫黄、鋸屑、木粉、木炭等を使用する場合もある。米國のストレート・ダイナマイトはその一例である。

ダイナマイトの製造には、ゴム又は鉛張り木製バケツに一定量の吸収剤を入れ、之にニトログリセリンの當量を加へ、手で靜かに混合し、之を手動製包機で製包し、パラフィン紙に包む。

次に之もノーベル氏の發明であるが、ニトログリセリンに弱綿薬を混合して加熱し、溶解せしめて膠質のものとした膠質ダイナマイトがある。之に對して珪藻土ダイナマイトを非膠質ダイナマイトと稱する。

膠質ダイナマイトには更に種々の種類がある。ニトログリセリン90~93%と弱綿薬 7~10% とから成るものはプラスチック・ゼラチンと稱せられる。併しこの物は、高價な上に、爆破作用が猛烈すぎて、破壊作用が一局部に限られ、全體に擴がらないので却て成績が悪い。依て之に更に硝石、木粉、炭酸石灰、石油ゼリー等を加へ、安價にすると共にその爆力を緩和したものがあつた。之をゼラチン・ダイナマイト、ゼリグナイト等と稱する。ゼリグナイトの成分はニトログリセリン 60%、弱綿薬 4%、硝石 29%、木粉 7% である。

膠質ダイナマイトの製造には、乾弱綿薬とニトログリセリンとをゴム又は鉛張り木製バケツに入れ、木杓子で靜かに混合し、泥状となし、之を銅鍋に入れ、40°C の温槽に浸し、木撻で穩かに攪拌しつゝ膠化し、更に摩擦部のないやうに特別に設計した銅製の捏加機に入れ、均質の餅状となし、螺旋壓伸機で紐状に壓出し、之を切斷し、パラフィン紙で包装する。

ダイナマイトを爆發さすには、電流によつて電氣火花を飛ばし、之によつてダイナマイトに取り付けた雷管を爆轟させる。

ダイナマイトは 8°C 以下となると、その中のニトログリセリンが凍結し、雷管に對して鈍感となる。凍結したものを使用するには、約 40°C の湯に漬して融解する。併し凍結ダイナマイトが、氣温の上昇により自然に融解すると、ニトログリセリンが遊離して危険なので、不凍ダイナマイトが發明された。ニトログリセリン 80% とグリセリン・チニトロモノクロ、ヒドリン 20% とから成るものは、-30°C まで凍結せぬ。併し最近にはチニトログリコール約 20% を入れたものが、最も優秀だとされてゐる。

(2) 硝安爆薬 炸薬にも使用されるが、岩石爆破には、次の組成のものが用ひられる。

	1	2
硝酸アンモニウム	89	81
チニトロナフタリン	9	15
澱粉	2	—
アルミニウム粉末	—	4

(3) 過鹽素酸鹽爆薬 鹽素酸鹽は極めて敏感で危険なので用ひられないが、過鹽素酸鹽は鈍感なので用ひられる。例へばカーリットと稱するものは、次の成分から成る。

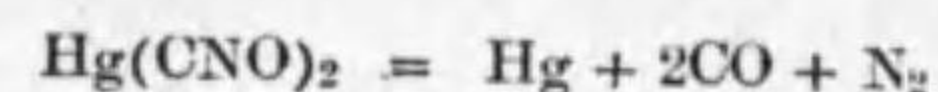
	黒	紫
過鹽素酸アンモニウム	75 %	84 %
珪素鐵	16 "	12 "
木粉	6 "	2 "
石油ゼリー	3 "	2 "

第4節 雷管及導火線

雷管は傳爆薬を装填した管で、信管とも云ひ之で爆薬を爆發せしめる。

雷管にも數種あるが、最も有名なのは雷汞雷管である。雷汞は 1799 年 Howard 氏の發明したもので、 $\text{Hg}(\text{CNO})_2$ の式を有し、60% HNO_3 の 1000 分に純水銀 100 分を加へ、 30°C で反應せしめ、硝酸水銀の溶液を得、これに $30\sim 35^\circ\text{C}$ としたエチルアルコール (比重 0.83) を加へ、淡灰色の結晶として沈澱せしめて作られる。沈澱は洗滌し、低温で乾燥する。

雷汞は火薬類中最も敏感で危険である。衝撃、摩擦により、又は加熱體若くは燃燒體と接觸する事により爆轟する。



雷汞のみでも雷管に用ひられるが、尙これに鹽素酸カリ約 20% を混合したのも用ひられる。

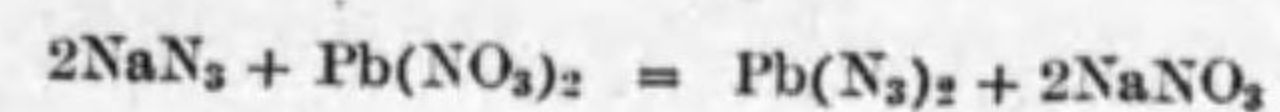
雷汞の外に窒化鉛 $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ も亦用ひられる。金屬ソーダに乾燥アンモニアを通し



でソーダアמידを作り、之を 300°C に熱して濕氣を通す。然るときは



の反應が起るが、之に硝酸又は醋酸を加へ、苛性ソーダを中和し、次で硝酸鉛又は醋酸鉛を加へる。然る時は



にて窒化鉛を生ずる。

窒化鉛は雷汞よりも鋭敏で、その力は雷汞の 20~30 倍もある。

導管はダイナマイト其他爆破薬に取り付けて、そこへ火焰を傳達するもので、火薬を填充した管状の細い紐から成る。

第 61 章 化 學 兵 器

第 1 節 毒 ガ ス

化學兵器 Chemical warfare の中で、最も重要なのは毒ガスと煙幕とである。之に就て、Riegel; Industrial Chemistry を参照して述べる事とする。毒ガスは、1915 年 4 月 22 日、歐洲大戰のイーブル戦場で、獨逸軍により初めて用ひられたと云はれてゐる。併し毒ガスとまでは行かないが、化學藥品が戦争に用ひられたのは、實は極めて古い事であつて、紀元前 431~404 年に、スパルタとアテネとの戦争に於て、スパルタ軍が、アテネのプラチア Platea 及びベリウム Belium の兩市を攻撃した際に、ビッチと硫黄とを浸潤した木材を、城壁の下で燃焼し、窒息性のガスを發生せしめたと云はれてゐる。

1915 年 4 月 22 日に、獨逸軍の用ひたガスは鹽素であつて、之を鋼のシリンダーから發散せしめ、風に乗せて敵陣へ流したのであつた。併し聯合軍は、チオ硫酸ソーダに浸漬した布を纏い、之で鼻口を被ひ、鹽素の害を防ぎ得た。

ドイツ軍が 1915 年 4 月から 6 月まで用ひたガスは鹽素であつたが、その年の 12 月に、初めてフォスゲンを用ひた。フォスゲンは鹽素よりも、毒性が 7 倍も強く、且つ中和されにくく、而も徐々に作用して、その効力を發揮する。聯合軍もこれには大に悩まされたが、其後、ソチウム・フェノレートとヘキサメチレンテトラミンとを浸潤したマスクを用ひ、之を防ぐ事に成功した。

次でドイツ軍はクロールピクリン弾を用ひた。弾丸の炸裂によつて、その液體が四散する。毒性はフォスゲンよりも弱いが、催涙性強く、且つ嘔吐を催さすので、マスクを着用し得ない。更に 1917 年 7 月に入り、ドイツ軍はマスタード・ガスを使用した。皮膚、肺、眼を犯すが、皮膚を犯すので、全身を保護する事が必要で、その爲め特別の衣類が發明された。尙此の外に、ヂフェニール・クロール・アセンの如き催咳ガスが用ひられ、又之を黑色火薬と共に弾丸に填充し、炸裂の際の高熱で、分散を一層完全ならしむる方法なども講ぜられた。

以上の如くして、ドイツ軍により、各種のガスが用ひられたが、併し聯合軍も亦之に劣らず、大體ドイツ軍と同様な種々のガスを使用した。尙毒ガスと稱しても、必ずしもガス體ばかりではなく、空氣中に微粒子となつて分散する固體、液體等をも含んでゐる。

第 2 節 毒ガスの種類と性能及製法

第一次歐洲大戰に用ひられた毒ガスは、大體次の如くである。(Riegel; Industrial Chemistry, 1937)

種 類	沸 點 °C	状 態	生理作用	用 法
鹽素 Cl_2	-33.6	ガス體	致命, 呼吸 刺戟	シリンダー
フォスゲン COCl_2	8.2	ガス體	致命, 呼吸 刺戟	シリンダー 彈丸, 爆彈
クロールピクリン (トリクロール・ニトロメタン) CCl_3NO_2	112.0	液 體	呼吸刺戟, 嘔吐, 催涙	彈 丸
スーパーバライト CCl_3COCl	128	液 體	致命, 呼吸 刺戟	彈 丸

マスタード・ガス (イペリット) (CH ₂ Cl·CH ₂) ₂ S	219.5	液 體	致命, 呼吸 刺戟, 發泡	彈丸, 爆彈
ルウイサイト CHCl:CHAsCl ₂	190	液 體	致命, 呼吸 刺戟, 發泡	彈 丸
プロモアセトン CH ₂ BrCOCH ₃	126	液 體	催 淚	彈丸, 爆彈
プロモベンジル・サイアノイド C ₆ H ₅ CHBrCN	242	液 體	催 淚	彈丸, 爆彈
クロルアセトフェノン C ₆ H ₅ CO·CH ₂ Cl	247	固 體	催 淚	彈丸, 榴彈
デフェニルクロルアーセン (C ₆ H ₅) ₂ AsCl	383	固 體	刺戟, 嘔吐	彈 丸

以上表示した各化合物は何れも鹽素又は臭素を含有する。毒ガスはハロゲン原子を含有する事が必要条件の如く考へられる。

次に之等化合物に就て Riegel の著述を基とし少しく説明する。

(1) 鹽素 鹽素は別章に述べたので省略する。

(2) フォスゲン フォスゲン COCl₂ は 1815 年デービー Davy 氏により発見されたもので、沸點 8.2°C で、常溫でガス體をなし、呼吸器を犯し、猛毒である。

フォスゲンは、炭素粒を觸媒とし、一酸化炭素と鹽素とから CO + Cl₂ = COCl₂ で合成される。二個の反應器を用ひ、第一は冷水に浸し、その中で約 80% 變化せしめ、第二は温水に浸し、その中で反應を完結せしめる。ガス状のフォスゲンは、之を硫酸塔で乾燥し、次で冷凍鹽水に浸した鉛管中で液化し、豫め真空にして冷却した鐵容器に入れる。而して之を彈丸に填充するには、彈丸を -20°C に冷却して置く。

フォスゲンは水で分解され、空氣中の濕氣によつても炭酸ガスと鹽酸となる。故にフォスゲンに襲はれた局所をアンモニア水で洗拭すれば直に消毒

し得られる。普通のガスマスクは有効である。

(3) クロルピクリン クロルピクリン CCl₃NO₂ は 1818 年ステンハウス Stenhouse 氏により発見され、1916 年獨佛兩軍により使用された。沸點 112°C の無色液體である。角膜、鼻孔粘膜炎を烈しく犯し、催淚性で、猛毒である。

クロルピクリンはピクリン酸を石灰で中和し、ピクリン酸石灰を作り、之と漂白粉との混合物に蒸氣を通して作られる。

クロルピクリンは石鹼液で消毒され、又活性炭素で完全に吸収される。

(4) マスタード・ガス (イペリット) マスタード・ガス又はイペリットはジクロルジエチルサルファイド $S \begin{cases} CH_2CH_2Cl \\ CH_2CH_2Cl \end{cases}$ である。芥子油様の臭氣があるのでマスタード・ガス Mustard gas と云ひ、又 1917 年獨軍がイーブル城攻撃に用ひたのでイペリット Yperit と云ふ。無色の液體で、-13°C で凍結し、219.5°C で沸騰する。

マスタード・ガスは糜爛性猛毒剤で、眼、鼻、喉、呼吸器、皮膚等、人體の凡てを犯す。最初痛痒を感じ、次で赤く腫れ上つて炎症を起す。

マスタード・ガスはサルファー・モノクロライドにエチレンを通し



で作られる。硫黄は遊離狀をなし、その除去は極めて困難である。然るに反應を 30°C で進める時は、硫黄はコロイド狀をなし、マスタード・ガスの毒性に影響を與へないので、除去する必要がない。

エチレンは急を要する時には、500~600°C に熱したカオリンにアルコールを通し、C₂H₅OH → C₂H₄ + H₂O で作られる。又サルファー・モノクロライドは、鋼製槽中で硫黄を融解し、之に鹽素を通し、2S + Cl₂ → S₂Cl₂ で作られる。

マスタード・ガスの消毒には晒粉を用ふる。普通のガスマスクで、呼吸器を守り得る。又ゴム引外套で肢體を保護し得るが、ゴムはガスを徐々に通す故に、時々新しく更へるか、晒粉で消毒するを要する。

(5) **ルウィサイト** ルウィサイト Lewisite はクロルビニル・ジクロルアーセン CHCl:CHAsCl_2 で、イペリットと類似した毒性を有する。第一次歐洲大戦では用ひられなかつたが、戦後米國で發表されたものである。無水三鹽化砒素と鹽化アルミニウムとの混合物にアセチレンを泡起せしめ



で出来る。併し尙條件によつては $(\text{CHCl:CH})_2\text{AsCl}$; $(\text{CHCl:CH})_3\text{As}$ 等も出来る。

ルウィサイトはソーダ溶液で直に分解する。

(6) **プロモアセトン** 1915年獨軍により使用された催涙剤であるが、生命には何等の危害なく、あまり有効でないとされてゐる。

(7) **プロモベンジルサイアナイド** プロモベンジルサイアナイド $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBrCN}$ は最も効果的な催涙剤であつて、而も有毒である。無色の結晶體で、熔點 29°C である。

100°C でトルオールを鹽化し、ベンジルクロライド $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$ を得、之に等容の 50% アルコールを加へ、シアン化ソーダで處理する。



次で之を分割蒸溜に附し、沸點 231.7°C の 3 度以内で沸騰する部分を空氣と混合した臭素蒸氣で處理する。前回で出来た少量のプロモベンジルサイアナイドが觸媒として作用する。



生成物中の HBr は空氣流で除かれ、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBrCN}$ はそのまま直に使用し得られる。

プロモベンジルサイアナイドはソーダ水溶液で分解される。

(8) **クロルアセトフェノン** クロルアセトフェノン $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}\cdot\text{CH}_2\text{Cl}$ は 1869 年グレーベ Graebe 氏により發見されたもので、無色の結晶體で、 $55\sim 59^\circ\text{C}$ で溶融し、 247°C で沸騰する。強力な催涙剤であるが、新鮮な空氣に触れると數分でその作用は失はれる。

醋酸を鹽素化してモノクロル醋酸 $\text{CH}_2\text{Cl}\cdot\text{COOH}$ とし、之を鹽素とモノクロル・サルファーとで處理し、クロルアセチルクロライド $\text{CH}_2\text{Cl}\cdot\text{COCl}$ とし、次で之を鹽化アルミニウムの存在でベンゾールで處理してクロルアセトフェノンとする。

(9) **ジフェニルクロルアーシン** ジフェニルクロルアーシン $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$ は噴嚏性毒剤で、霧狀固體の形で應用される。チアソ化アニリンと亞砒酸ソーダとから作られる。

第 3 節 毒ガスの作用と防護

毒ガスは、その濃度大なる時は、何れも致命的の作用を有するが、戰場に於ては、その濃度を大ならしめる事困難で、従てその効果も案外軽い場合が多いといはれてゐる。1920 年に米國陸軍の軍醫が報告した所によると、世界大戦中、米軍損害の 27.3% は毒ガスの爲めに生じたが、併し 2% 以外の者は治癒した。之に反して、損害の 25% はガス以外の兵器の爲めに生じたが、その凡ては回復し得なかつたと云はれてゐる。従てガスで害された者は、砲彈、小銃彈、劍双等で傷いた者より、12 倍の治癒の機會があり、従て毒ガスは、之が消毒及び防護を適當に行へば、必ずしも致命的のものではないと云

はれてゐる。

毒ガスの防護としては、ガス・マスクが最も有効である。ガス・マスクは顔面全部を被ひ、眼の前には特種ガラスの窓があり、呼吸はマスクに連結する筒（カニスター Canister）を通じて行はれる。そしてカニスターの中に毒ガスの吸収剤が入れてある。

吸収剤は一般にソーダ・ライムと活性炭とから成り、ソーダ・ライムは次の組成から成る。

	%
消石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$	55
ポルトランド・セメント	17
珪藻土	7.3
苛性ソーダ NaOH	1.2
過マンガン酸ソーダ NaMnO_4	3.8
水分	15.7

過マンガン酸ソーダ以外の 5 成分を混合し、可塑質とし、2~3 日間、板の上に擴げ、乾燥し、粉碎し、8~14 吋目の篩を通し、最後に之に過マンガン酸ソーダ溶液を霧状として撒布する。消石灰は吸収の主要成分である。セメントは粒を硬くし、微粉末の生ずるのを防ぐ。微粉末が出来るとカニスターが閉塞する。セメントの爲めに吸収力は多少弱まるが、之を防ぐために蒿の多い珪藻土が入れてある。苛性ソーダは粒の吸収力を増加し、適當の水分を得さしめる役目をする。この水分はガス吸収に必要である。過マンガン酸ソーダは砒素及び同様物質を酸化する役をする。

活性炭はコ、ナット殻 Coconut shell を炭化して作つたものが最も有効だが、それが缺乏した場合には、ワルナット殻 Walnut shell, 剛木, 唐檜, 無煙炭等でも作られる。

活性炭を作るには、先づ原料を比較的低温で炭化し、多孔非結晶質の第一次炭素とし、次で之を蒸氣又は蒸氣と空氣とで處理し、第一次炭素に吸着されてゐる炭化水素を除いて活性化する。蒸氣活性化に於ては、ソーダライム粒の大きさに粉碎した炭を直立の銅管に入れ、銅管を火焰で熱し、 800°C ~ 1000°C とし、これに過熱蒸氣を通し、炭中を下降せしめ、炭に附着する炭化水素を除去する。尙炭中に吸収されてゐる酸素で酸化も起る。蒸氣と空氣とを用ふる場合には温度を $350\sim 450^{\circ}\text{C}$ とする。

活性炭の吸収力は、空氣と混合したクロルピクリンの如き標準ガスの一定濃度のものを一定量の炭を入れた管に通し、排出ガス中にクロルピクリンが現はれて来るまでの時間で計る。クロルピクリンの 1% 混合ガスを用ひた場合、不活性炭素では約 2 分であるが、活性コ、ナット炭では 58 分である。

第 4 節 煙 幕

煙幕は戦場に於て、軍行動の掩蔽其他に應用される。

煙幕に最も有効なのは白燐であつて、空氣と接觸すると直に燃焼し、濃密な白煙を生ずる。燐は彈丸、爆彈、手榴彈等に填充して用ひられる。

次に有効なのは、オレアム形の三酸化硫黄、鹽化第二錫、四鹽化チタンで、何れも大氣中の水分に接觸して白煙を生ずる。四鹽化チタンは飛行機から散布して煙幕を作るに用ひられる。又亞鉛を含むものも用ひられる。

亞鉛	34.6 %
四鹽化炭素	40.8 "
鹽素酸ソーダ	9.3 "
鹽化アンモニウム	7.0 "
炭酸マグネシウム	8.3 "

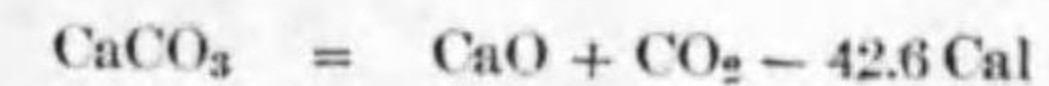
尙アルミニウム粉末と酸化鉄とを少量の石鹼でゼリーとした油で包んだもの、即ちテルミットは焼夷弾として、飛行機から投下するに用ひられる。

第 62 章 石灰及石膏

第 1 節 石 灰

接合剤（モルタル）としては、今日一般にポルトランド・セメントが用ひられてゐるが、併し古くから用ひられた石灰も使用されてゐる。

石灰は石灰石を焙焼し



によつて作られる。この反応は可逆的だが、生成物の CO_2 を反応圏外に除けば、反応は右へ進む。 CO_2 の壓力が 1 氣壓に達するのは約 900°C なので焙焼温度はそれ以上、多くは 1000°C と

する。燃焼爐には諸型があるが、圖 62 の 1 は、連続作業をなし得る一例である。塊状の石灰石を上側側面の送入口から入れる。豫熱されつゝ下降する。而して別の口から石灰石の約 10% のコークス又は石炭を投入する。両者は燃焼室の上部で混合し、コークス又は石炭は燃焼する。生石灰は窯底から排出される。炭酸ガスは本式では放棄される。尙燃焼に必要な空氣は窯底から送入する。

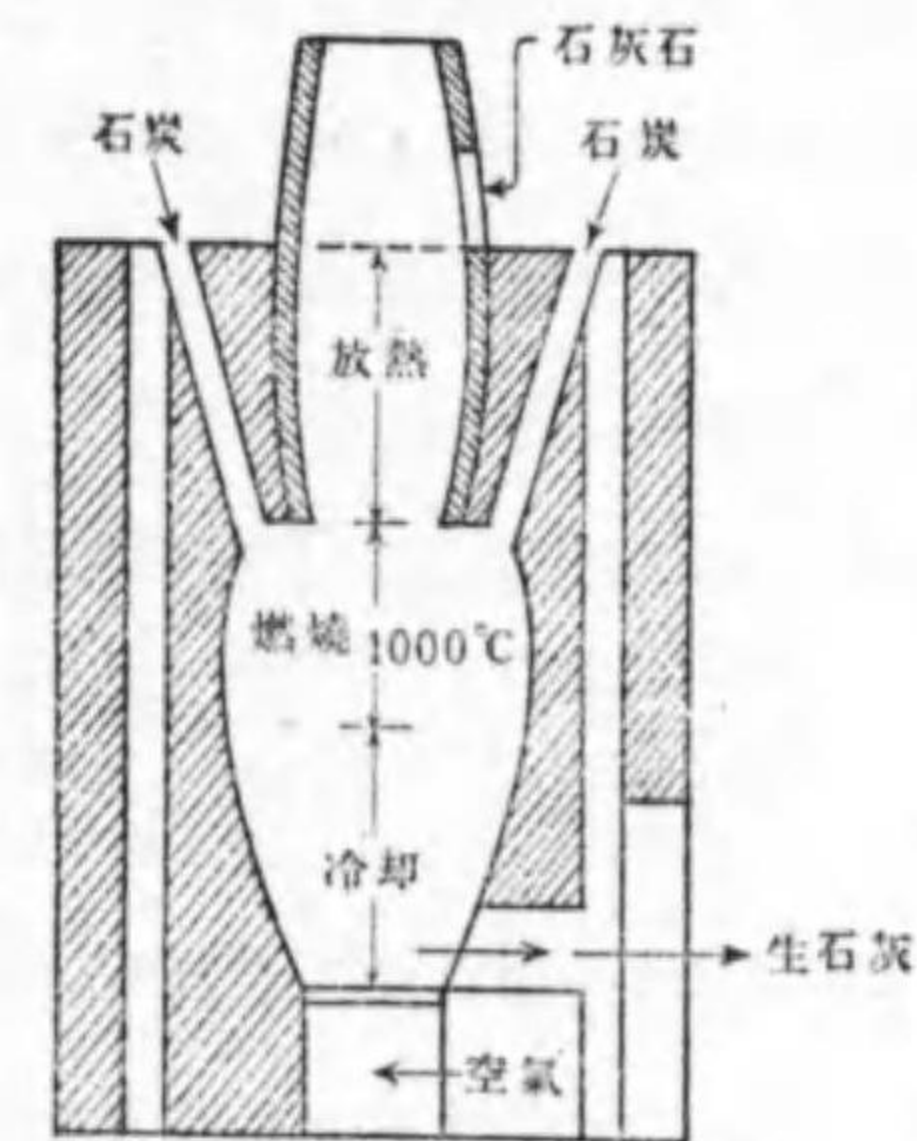


圖 62 の 1 石灰爐

生石灰を得ると共に炭酸ガスを回収する場合、又はアンモニア・ソーダ法、製糖等に於けるが如く、炭酸ガスを主産物となす場合には、その回収を行ひ得る爐を用ふる。圖 62 の 2 はその一例で、a から石灰石とコークスとの混合物

を投入し、b から生石灰を取り出し、f から炭酸ガスを抜き取る。炭酸ガスは石灰石から生ずる外に、コークスの燃焼によつても出来る。一般に送入空気で稀釋され、40% 内外の濃度である。之を c に導き洗滌する。尙石灰石及びコークスは破碎して、夫々直径 10~12 cm 及び 3~5 cm の大さにして使用する。爐の

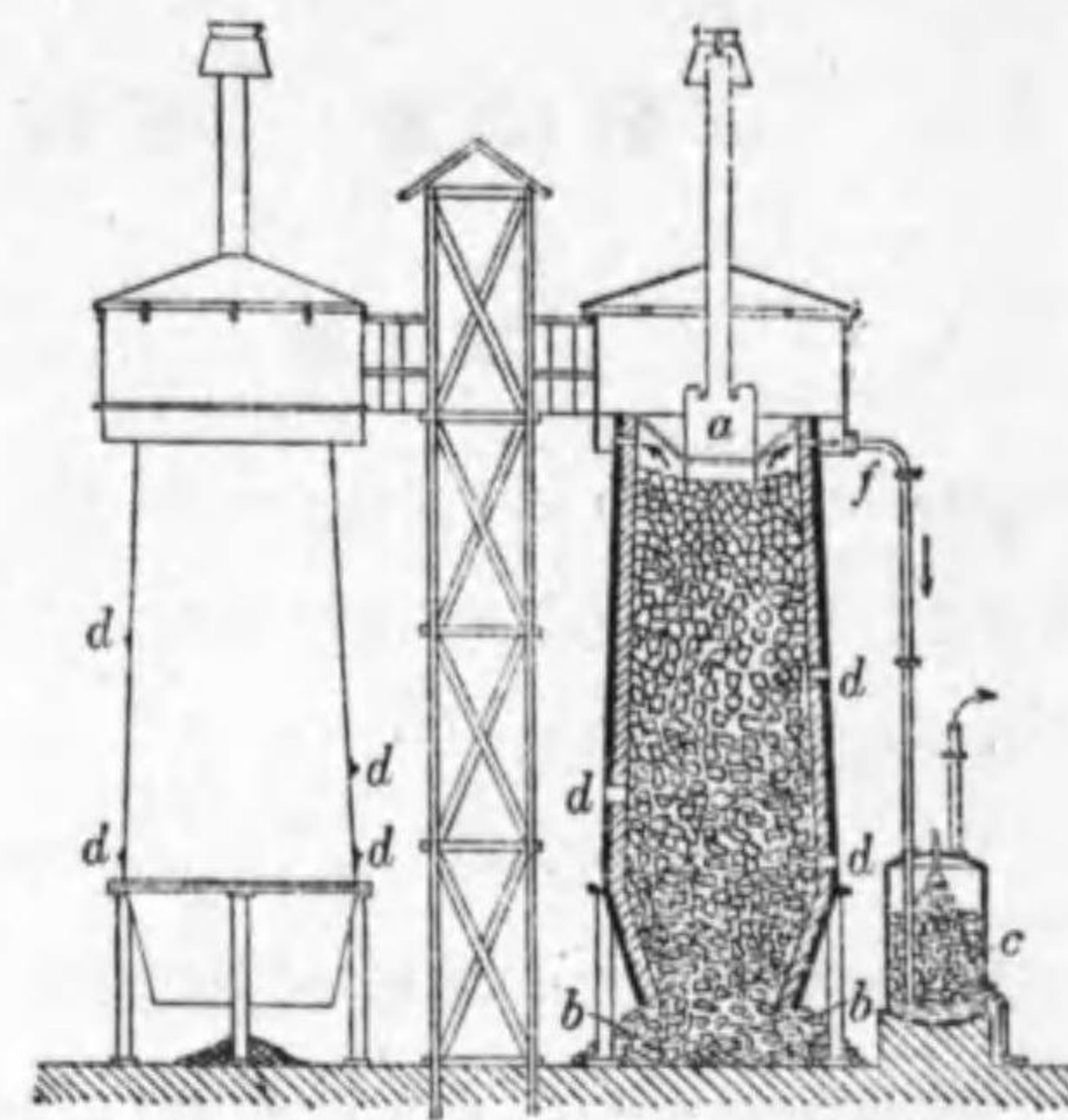


圖 62 の 2 ベルギー式石灰燃焼爐

大さは、1 日 500 t 生石灰のもので、直径 6 m、高さ 50 m とする。

本邦では各地に良質の石灰石を産する。一例を示すと次の如くである。

	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CO ₂	灼熱減量	鹽酸不溶分
岐阜縣赤坂	54.835	0.776	0.062	0.128	43.04	43.450	0.564
栃木縣葛生	55.416	0.760	0.031	0.074	43.327	43.710	0.108

生石灰は白色の非結晶質で、容易に熔融しないが、強熱すると光輝ある光を出す。之をライム・ライトと稱する。生石灰に水を加へると發熱して水と化合し、白粉末状の水酸化石灰又は消石灰 Ca(OH)₂ になる。この反應を消化と稱する。消石灰は水に難溶だが、溶液はアルカリ性を呈するので、弱アルカリとして利用される。

消石灰と砂とを水で捏つたものは、モルタルとして煉瓦や石を積むに用ひられる。モルタルは凝結して硬化し、非常に強固な接合作用を呈するが、そ

の原因は、溶解性の異なる水酸化物の溶液となり、安定な水和物の結晶が徐々に生じ、砂と接合し、煉瓦や石を強固に把握するにある。空気中の炭酸で炭酸石灰も多少は出来る。

消石灰は白色塗料として用ひられるが、消石灰と白亜とを膠の稀薄溶液で混合したものは、カルシミンと云はれる。壁に塗ると強固に膠着する。又消石灰とセメントとの混合物もプラスターに用ひられる。

第 2 節 石 膏

石膏は天然に CaSO₄·2H₂O として産出する。天然石膏は之を 110~120°C で一定時間加熱すると、結晶水の一部を放出し、2CaSO₄·H₂O となる。之を焼石膏と稱する。之に約 1/2 量の水を混合すると、石膏は水に溶解して飽和溶液を作るが、之から石膏 CaSO₄·2H₂O が結晶する。此の結晶は徐々に進行し、遂に全體に及ぶが、その際容積は少しく膨大する。従て焼石膏と水との混合粘質物を型形すると、繊細な空隙によく充滿するので、塑像原型の製作に適する。更に石膏を 130°C 以上に長時間熱し、結晶水全部を放出せしめたものを焼過ぎ石膏と稱し、セメントの一種として用ひられる。尙石膏はセメントの硬化時間を遅らす必要ある時 2~2.5% を配合する。又天然石膏は獨逸で硫酸原料に利用される。

第 63 章 ポートランド・セメント

第 1 節 總 説

1824 年に英國リーズのアズプデン Joseph Aspdin 氏は白亜と粘土との混合物を焼いて、その生成物を粉碎し、水と混合して放置すると硬化する事を発見した。而してその硬化物が、やや青味のかゝつた灰色を呈し、ポートルランド石に似てゐるのでポートルランド・セメント Portland cement と稱した。セメントは接合剤を意味し、爾來、石材、煉瓦の接合剤として用ひられたが、コンクリートが発明され發達するや、建造材料として用ひられるに至り、その需要は逐年非常な増加を來すに至つた。

本邦に於ては明治初年にセメントの製造が開始されたが、爾來非常な發展をなし、最近では世界有数のセメント生産國となつた。ポートルランド・セメントを初め、各種のセメントを合計した世界年産額は約 55,000,000 トンである。

第 2 節 製 造

(1) 組成 セメントは石灰とアルミナと珪酸とを主成分とし、之等の割合は大體次の如くである。

		限界	平均
		%	%
石 灰	CaO	58~65	61.5
アルミナ	Al ₂ O ₃	4~11	7.5
珪 酸	SiO ₂	20~25	22.5
マグネシヤ	MgO	0~4	2.0
酸化鐵	Fe ₂ O ₃	0~4	2.0
アルカリ	Na ₂ O, K ₂ O	0~3	1.75
硫酸根	SO ₃	0~1.75	1.0

但しマグネシヤ以下は原料から來る成分で不用のものである。

而して石灰、アルミナ、珪酸の三成分は

		標準セメント
珪酸三石灰	3 CaO·SiO ₂	50 %
アルミン酸三石灰	3 CaO·Al ₂ O ₃	20 "
珪酸二石灰	2 CaO·SiO ₂	25 "

をなしてみると認められてゐる。

セメントを水で煉つて放置して置くと固くなるのは、之等の成分が水和 Hydration を起す爲めと云はれてゐるが、之に就ては後述する。

(2) 原料 セメントの組成が大體上記の如くであるとする、その原料としては、之等の組成を與へるものを用ひねばならぬが、それに最も適當したものは石灰石と粘土とである。石灰石としては純粹又はそれに近いものを用ふるのは、むしろもつたいない。之等は生石灰の原料や鼓風爐などに用ひ、セメントには粘土を含む粘土質石灰 Argillaceous limestone で充分である。この物は、大體セメントの組成に近く、且つ他に大した用途もないものである。

他方粘土の原料としては、これも純粹のものを要しない。原則としては、珪酸とアルミナとの比が 3~4:1 と云つたやうな珪酸質粘土がよい。尙頁岩等も用ひ得る。粘土が珪酸に乏しいものであれば、軟珪石や珪砂などを混用する必要がある。

要するに原料としては、石灰石、粘土が主であるが、之等の組成を分析し、セメント成分に不足してゐるものがあらば之を補給する。従て工場により原料は相當異ると云へる。

(3) 粉碎 石灰石と粘土又は兩成分を含む夫々の原料を先づ以て粉碎

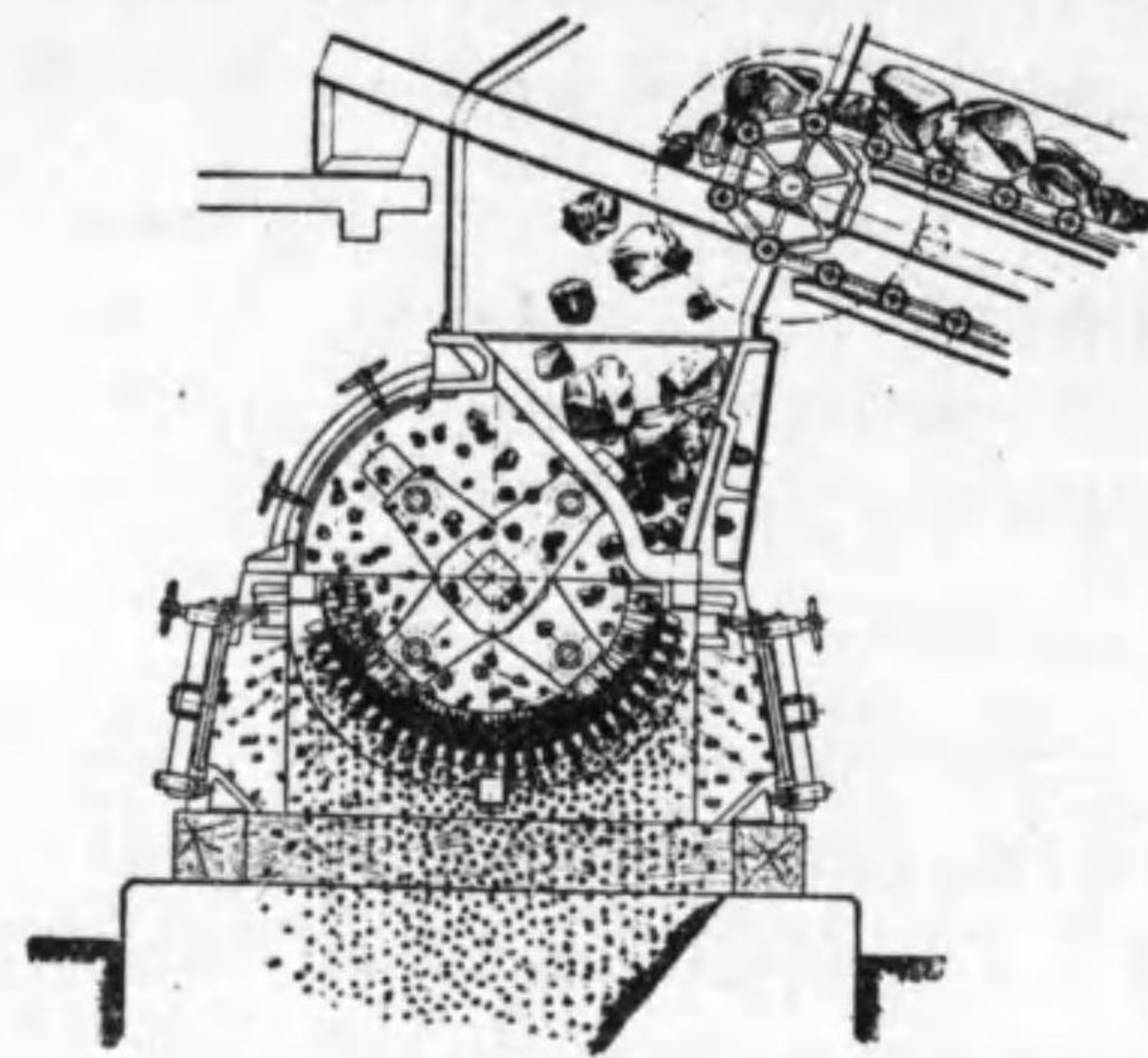


圖 63 の 1 ハンマー粗碎機

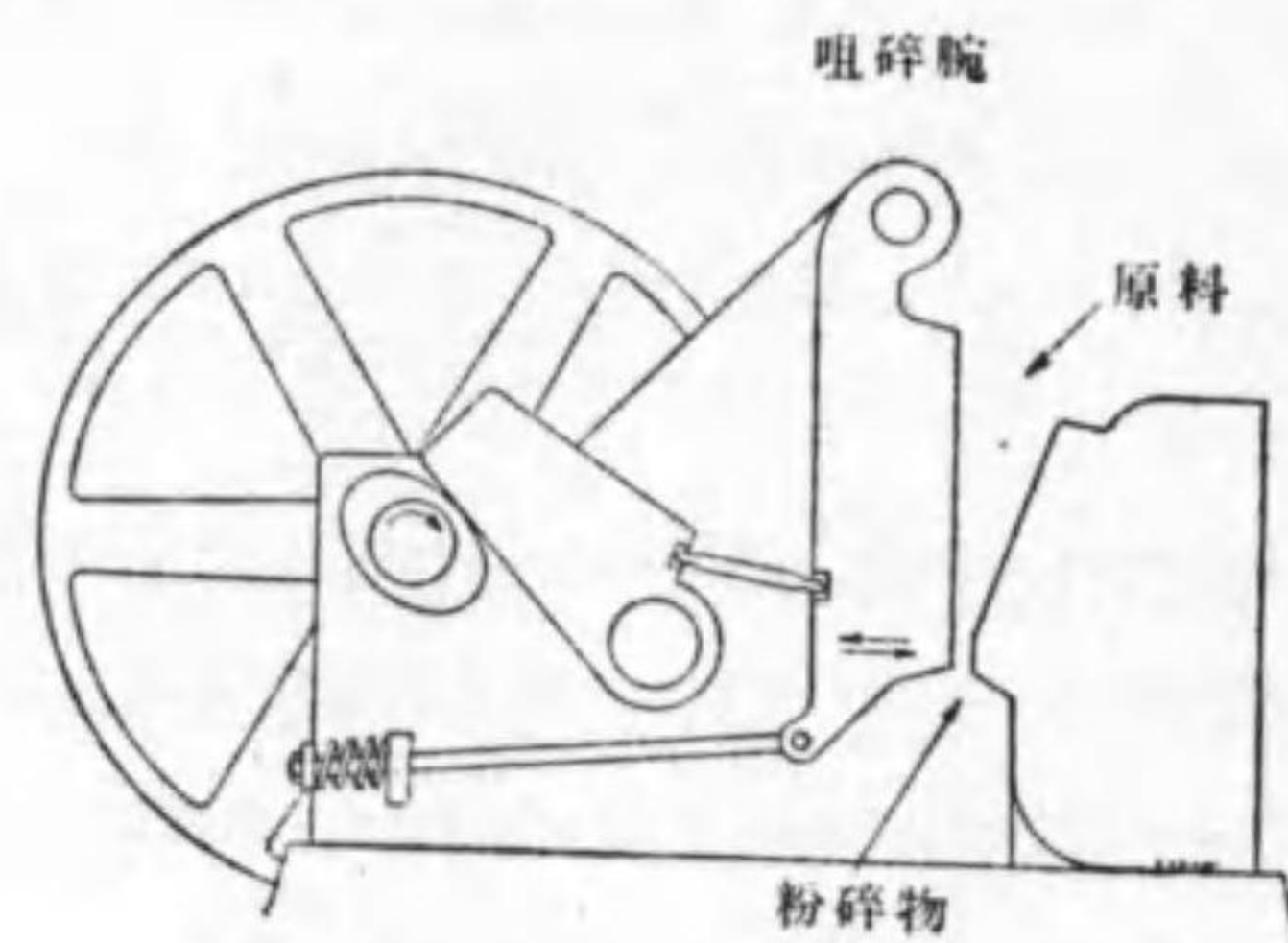


圖 63 の 2 咀碎機

する。粉碎はセメント製造の重要な工程である。原料ばかりでなく、焼成したクリンカーも亦粉碎する。セメント工場は、見方によつては、粉碎装置の展覧場の観がある。

石灰石の粉碎機はその質の硬軟によつて異なるが、咀碎機 Jaw crusher, ゲーツ粗碎機 Gates crusher, ハンマー粗碎機 Hammer crusher 等が用ひられる。粘土は一般にやゝ軟かいが、之も同じく粉碎する。

(4) 調合細碎 粉碎した原料は、セメントの所定の成分となるやうに調合する。一般に原料はその重量を測つて調合するので乾燥する。多くは直径 2 m, 長さ 20 m の回転式圓筒をやゝ傾斜して水平に据へ、その高い一端から原料を入れ、低い一端から石炭燃焼ガスを送り乾燥する。

乾燥粉末は調合し更に微粉末に碎く。これにはボール・ミル Ball mill, チューブ・ミル Tube mill 又は之を改造したコンペブ・ミル Compeb mill, コンパウンド・ミル Compound mill 等が用ひられる。之等は要するに回転する水平圓筒とその中に運動する鋼球とから成り、例へばコンパウンド・

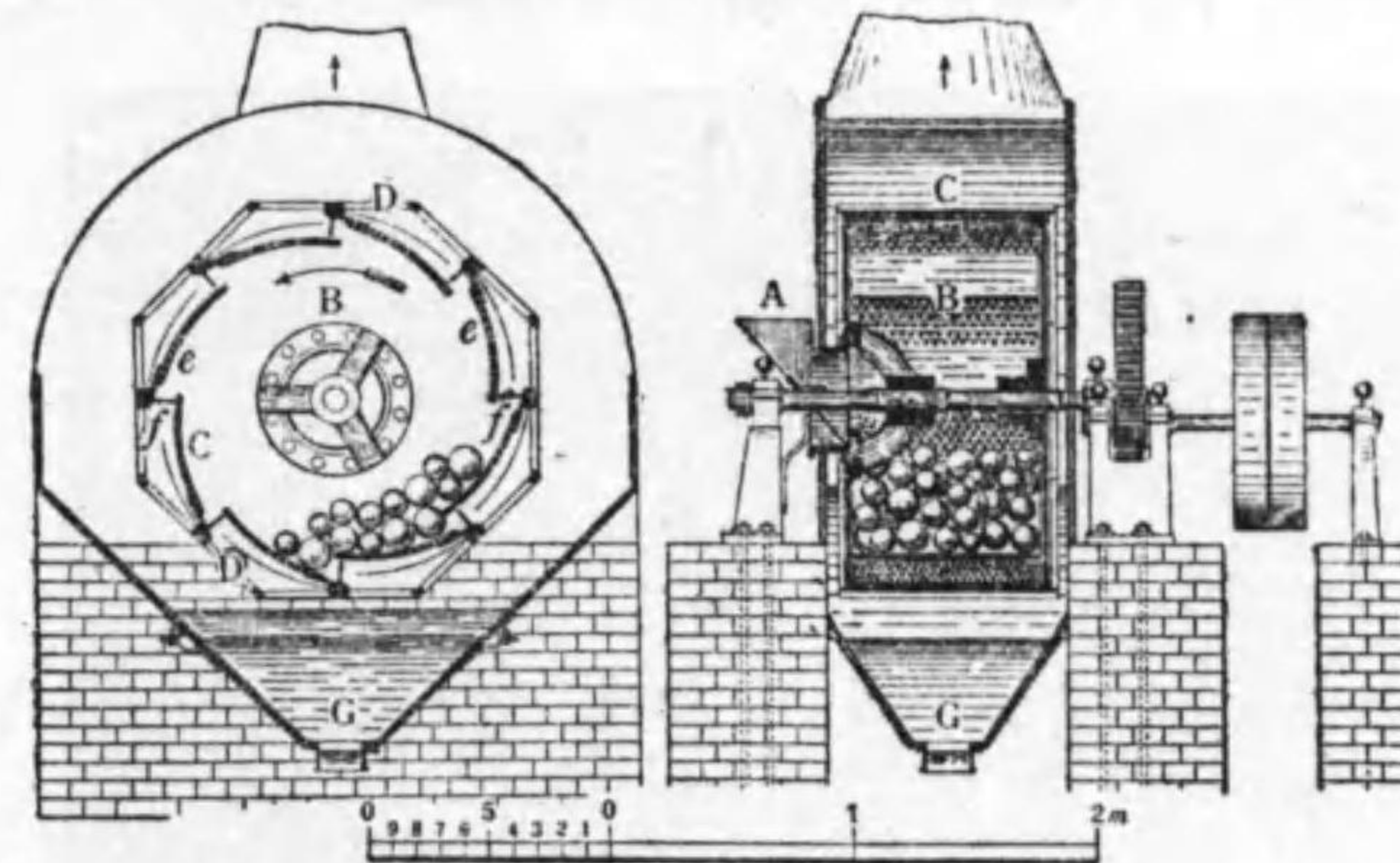


圖 63 の 3 ボール・ミル

ミルは直径約 2 m, 長さ約 15 m で、約 50 kg の鋼球数個を入れ、その運動によりセメント素材を粉碎する。

尙以上は乾燥状態で行ふので乾式法と呼ぶが、その外に原料を 35~40%

の水で糊状とし、粉碎する湿式法もある。但し此の場合には、粉碎後泥漿を加壓濾過機で脱水し、水分を18~20%とし、更に焼成爐の餘熱等を利用して乾燥する。

(5) 焼成 焼成には古くはトックリ窯と稱する圓筒形の立窯や、トンネル窯と稱する水平式の窯等も用ひられたが、現在では、回轉窯が専ら用ひ

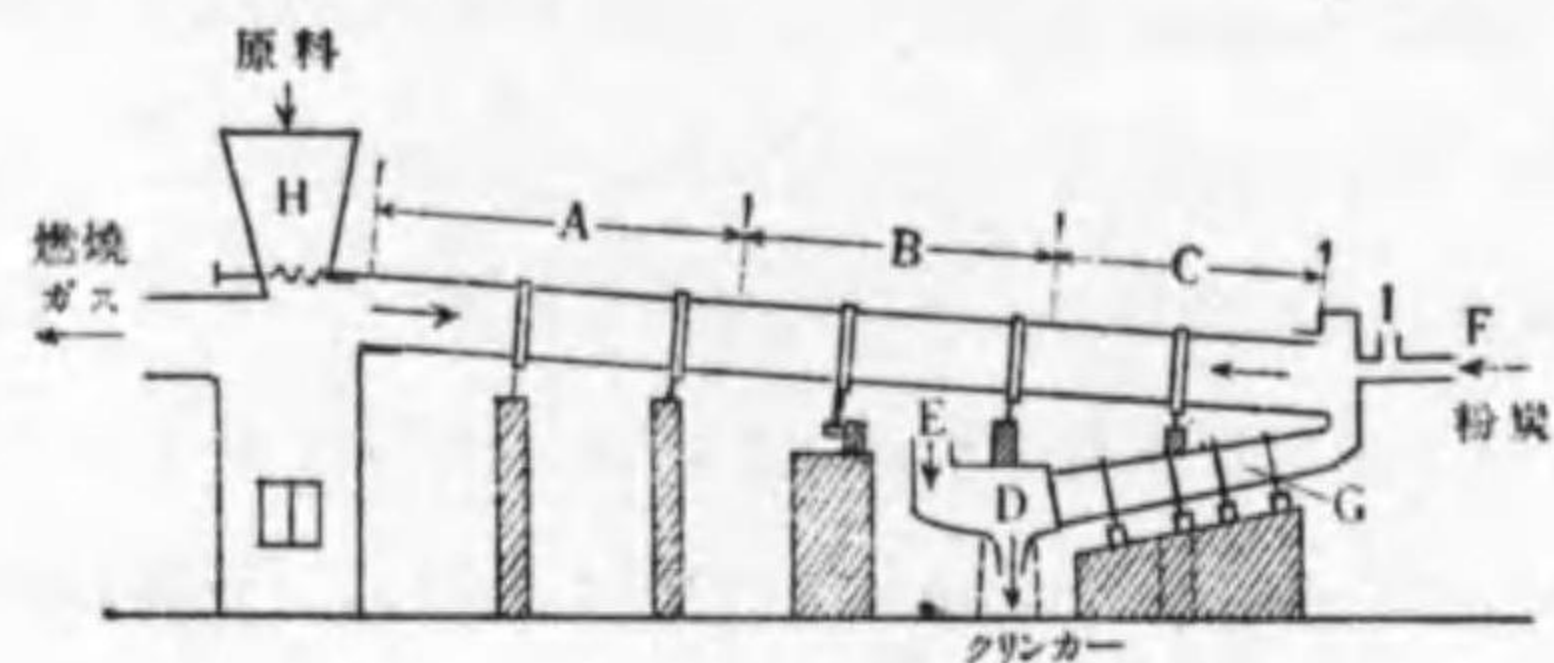


圖 63 の 4 回轉式セメント焼成爐

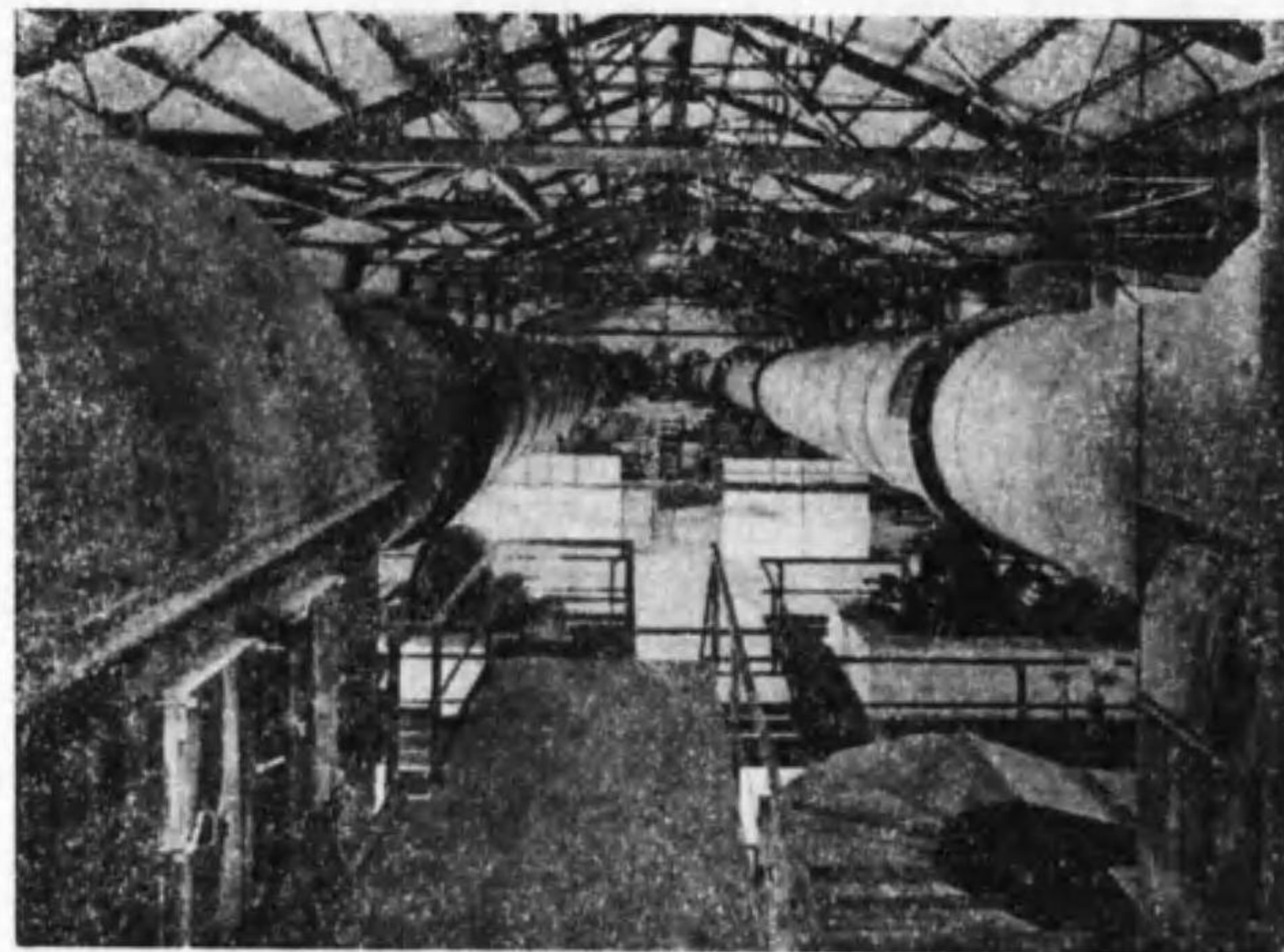


圖 63 の 5 回轉式セメント焼成爐

られてゐる。圖 63 の 4 に於て A, B, C は耐火煉瓦で内張した鋼板製圓筒で、直径 3~3.5 m、長さ 50~80 m を有し、やや傾斜して据へられ、圓筒外に取り付けられたギア・ホイールとピニオン・ホイールとで 1 分間に 1/2~2 回轉する。原料はホッパー H から入り、A の部で赤熱され、水分を失ひ、B の部に来り 1000°C に熱せられ、CO₂ を放出し、C の部に入り 1400~1420°C に熱せられ、酸性の珪石、アルミナ、酸化鐵と鹽基性の石灰、苦土、アルカリとの間に反応が起り、3CaO·SiO₂、3CaO·Al₂O₃、2CaO·SiO₂ 等が出来、それが半ば熔融した小石の如くなり、冷却器 G を廻り、D から外へ出る。之をクリンカーと稱する。通過時間は各部約 20 分で全體 1 時間である。

他方に粉炭、石油、ガス等を F から送入し、第一次空気を I から、又クリンカーを冷却して来る熱空気を G から送入し、火焰を作つて C へ吹き入れる。直径 3.3 m、長さ 80 m の爐で、1 日にセメント 1500 バレル (1 バレル 376 lb) が出来る。クリンカーの冷却装置には種々の型がある。

(6) 粉碎 以上の如くして得るクリンカーは、之を細粉する。最初スウィング・ハンマー・ミルで粉碎し、その際に石膏を入れる。純セメントの硬化は非常に早く、6 分間位で最初の凝結が起るが、之に 3% の CaSO₄ を加へると、凝結が 3 時間位に延びる。

セメント粉末は細かい程、硬化早く、強度も大きいので、粉碎はセメント製造の生命と云へる。昭和 5 年の本邦規格では、4900 目篩 (1 cm² の孔數) の残渣 12% 以下となつてゐるが、昨今では、實際に 2~3% 以下のものが多く、又特別な微細又は再粉セメントでは 0.3% 以下のものもある。

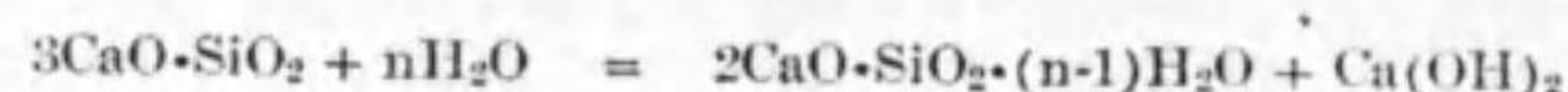
第3節 セメントの性質及用途

セメントに水を加へて捏合し、放置すると、その泥状體は或時間の後、形が崩れないやうになつて固まるが、之を凝結と稱する。この期間の物は、強度極めて小さく、壓すと崩れる。併し之を更に放置すると、強度が出て来る。之を硬化と稱する。但し硬化は數日、數十日又はそれ以上永く続く。

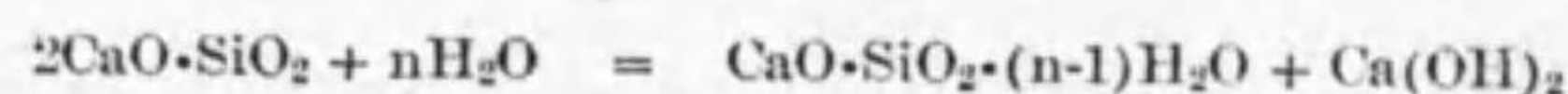
セメントが水によつて凝結硬化する機構は、アルミン酸石灰及び珪酸石灰の水和作用とされてゐる。水和が最も早く且つ激しく起るのは、アルミン酸三石灰で、その反應は



の如くである。又珪酸三石灰も、アルミン酸三石灰と殆ど同様に水和し



を作る。この際には石灰が遊離する。珪酸二石灰も同様に



となるが、その反應は遅い。

以上の如く、セメントの硬化には、アルミン酸石灰及び珪酸石灰の水和と、珪酸石灰の加水分解による水酸化石灰の生成とが行はれるが、之によつて、非結晶性のセメント成分は、微細な結晶を作り、その結晶が漸次に生長し、硬化物の強度を増して行くと考へられてゐる。

セメントは、それのみでは強度を出し得ないが、之に砂を加へると、前記の水和物が砂と砂との間を緊密に結合して、その硬化物は著しい強度を出す。之をセメント・モルタルと稱するが、大體セメント1と砂3とを混合する。更にセメント・モルタルに小石を混合したものがコンクリートである。

セメントの強度は一定の砂と共にモルタルを作つて試験する。その強度は次表に示す如く、年々大となりつゝある。

本邦製ポートランドセメントの1:3-モルタルの強度試験

年次	耐圧力 (kg/cm ²)				抗張力 (kg/cm ²)				脆度係數 (耐圧力/抗張力の比率)			
	3日	7日	28日	聯結28日	3日	7日	28日	聯結28日	3日	7日	28日	聯結28日
昭和 2 (1927)	329	437	531	568	26.3	28.7	32.7	37.5	12.5	15.2	16.4	15.1
3 (1928)	311	444	551	595	26.7	29.7	34.3	45.0	11.6	15.0	16.1	14.2
4 (1929)	334	456	572	636	26.5	28.7	34.5	43.8	12.6	15.9	16.9	14.5
5 (1930)	359	467	565	632	28.2	30.5	37.1	44.6	12.7	15.3	15.2	14.2
6 (1931)	353	486	598	673	30.3	33.4	38.9	45.4	11.7	14.6	15.4	14.8
7 (1932)	348	477	600	662	29.2	32.0	37.5	43.9	11.9	14.9	16.0	15.1

第4節 特種セメント

(1) 高級或は急硬セメント この種のセメントは普通のセメントに比して、硬化速度早く且つその強度が大きい。普通セメントとの強度の差は、明確に定め難いが、獨逸及日本の規格に於ける限度は次の如くである。

各國のセメント規格中の強度規定
(セメント1:砂3のモルタル)

國別	強度の種類	高級セメントの強度 (kg/cm ²)					普通セメントの強度 (kg/cm ²)				
		2日	3日	7日	28日	聯結28日	2日	3日	7日	28日	聯結28日
獨逸	耐圧力	—	250	—	400	500	—	—	180	275	350
	抗張力	—	25	—	35	40	—	—	18	—	30
日本	耐圧力	—	400	500	600	—	—	150	220	300	—
	抗張力	—	30	34	38	—	—	—	20	25	—

急硬セメントの製造には、普通のセメント製造に於て、その成分の均齊を嚴にし、焼成温度を高くし、少くとも 1450°C . 以上とし、その粉碎を極度に行ふだけでもよいが、併し米國特許 1700032; 1700033 にある如く凝結硬化の遅い珪酸二石灰を少くし、凝結硬化の早い珪酸三石灰を多くするのもよい。例へば米國での標準ポートルランド・セメントの組成は

珪酸三石灰	50 %
珪酸二石灰	25 "
アルミン酸三石灰	20 "

であるが、珪酸二石灰を 5% 以下とし、珪酸三石灰を 70% 以上とする。而して斯くするには、ポートルランド・セメントを 15% 以上の炭酸石灰と混合し、之を回轉爐で焼く。之を米國では二度焼セメントと稱してゐるが、併し必ずしも二度焼く必要はないであらう。かゝる製品は、凝結して 24 時間もすれば自動車も走れる。普通セメントでは 6~8 日かゝる。

(2) **アルミナ・セメント** 本セメントは、アルミナの含量を特別大とし、例へば

Al_2O_3	40~45 %
CaO	35~40 "
Fe_2O_3	10~20 "
SiO_2	10~12 "

の如くしたもので大體 $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ が主成分をなしてゐる。海水に抵抗する特徴を有する。ボーキサイトのやうなアルミニウム礦を原料とするが、焼成に 1700°C 内外の高温度を必要とするのが缺點である。

第 64 章 ガラス

第 1 節 總 說

ガラスは、普通にアルカリ及びアルカリ土類金屬の珪酸鹽を主成分とする過冷却液體或は粘度極大のコロイド溶液と考へられてゐる。併しその組成は實際には多種に亙り、從てガラスの種類も多い。

大昔フェニシア人が偶然にも天然ソーダの塊石で爐を築き、煮物をした處が、そのソーダが、そこにあつた砂と作用して、美しい寶石のやうな熔融物、即ちガラスを生じたのを發見し、之に基いて、ガラスの製造を發明したなどと云はれてゐる。併し物を煮る位の熱でガラスが出来たかどうか疑はしく、この傳説も當にはならない。むしろ冶金とか陶器の製造とかで、ガラス様物質が窯の中に出て來た事から思ひ付いて、ガラスの製造が初まつたのであらう。併し起源はとも角として、埃及で古代からガラスの製造が行はれてゐた事は事實で、紀元前 3500~4000 年の埃及王ベニハッサンの墓の内部に、ガラスの彫刻があると云はれてゐる。

本邦では、既に神代からガラスの製造が行はれたと傳へられてゐる。出雲の國司の献上した美富岐玉は、ガラスであつたと云はれてゐる。併しその製造が確立するに至つたのは、神功皇后の三韓征伐の時、彼地からガラス製造の技術を輸入してからで、爾來、奈良朝に入つて盛となり、更に足利末期に海外貿易が興り、南蠻のガラス製法が傳來してから、一層盛大となり、徳川時代に入ては、各藩にガラス製造所が立てられたほどである。併し當時の製造は、未だ工業と云ふ程に組織化されたものではなかつた。

然るに明治時代となつてから、諸工業の勃興と共に、ガラス製造も工業的規模の下に行はれるに至つた。明治6年に東京に興業社が、明治16年に大阪に日本硝子會社が、又明治20年に磐城の國に磐城硝子會社が出来てガラス器具の製造が初められた。之等の會社は不幸にも成績が上らず解散したが、併し本邦ガラス工業の礎石となつた功績はある。次で明治26年に、島田孫市氏が日本硝子會社の工場を買収し、35年に槽窯を築き、37年に遂に板硝子の製造を初めるに至つた。併し未だ本格的の板ガラス製造とは稱し得なかつた。

然るに明治40年になつて、岩崎俊彌氏が旭硝子會社を設立し、尼崎に工場を設け、ベルギー式人口吹法で板ガラスの製造を初め、最初は技術上種々の困難に蓬着したが、遂に成功し、大正2年には九州八幡市に、大正4年には神奈川縣鶴見市に、次で九州戸畑市に夫々工場を設立し、米國のラバー機械吹法、ベルギーのフルコール機械吹法、米國のピツパーク機械吹法を採用するに至り、更に大正7年には日本板硝子會社が若松に出来て、米國コルバン式を採用し、次で昌光硝子會社が大連に設立されるに及び本邦のガラス工業は、先進國を凌ぎ、生産額は世界一となるに至つた。

第2節 製造

ガラスと云つても種類が多いが、最も普通のものは次の如くである。

ソーダ・石灰ガラス	$\left. \begin{array}{l} \text{クラウン・ガラス} \\ \text{薄板ガラス} \\ \text{厚板ガラス} \\ \text{壺ガラス} \end{array} \right\}$	主として窓ガラス 厚板ガラス
カリ・石灰ガラス	ボヘミア・ガラス	コップ其他食器類

鉛・アルカリガラス	$\left. \begin{array}{l} \text{フリント・ガラス} \\ \text{クリスタル・ガラス} \\ \text{空胴ガラス} \end{array} \right\}$	主として光學用、 理化學用、高級食 器類
硼珪酸ガラス	$\left. \begin{array}{l} \text{光學ガラス} \\ \text{珪瑯} \\ \text{玉ガラス} \end{array} \right\}$	
ソーダ・バリウムガラス	押型ガラス	

(1) 原料 最も重要な原料は一方では酸性原料の珪酸 SiO_2 、硼酸 B_2O_3 等であり、他方では鹽基性原料のソーダ Na_2O 、カリ K_2O 、石灰 CaO 、バリウム BaO 、鉛 PbO 等である。併し以上の外に、熔融を補助し、特性を附與し、着色を行ふ爲めに、種々の副原料を用ふる。

(a) 珪酸 珪酸の原料としては、砂岩、珪石等も用ひ得るが、一般には河海に沈積してゐる珪砂を用ふる。珪砂は、粒子直径 $0.25\sim 0.5\text{mm}$ のものを最良とする。優良な珪砂は、此の種の粒子 $70\sim 90\%$ を含有してゐる。又珪砂は SiO_2 以外に種々の不純分を含むが、その中で酸化鐵はガラスに着色を與へるので最も忌まれ、窓ガラス用には $0.2\sim 0.3\%$ 以下、光學ガラス用には 0.02% 以下たるを要する。 SiO_2 の含量は最良のガラス用珪砂であるフランス・フォンテンブロー Fontainebleau 産のものでは 99.88% である。我國では朝鮮全羅南道及び黃海道の海岸、山口縣彦島、和歌山縣瀬戸などの珪砂を用ひてゐるが、純度は $92\sim 99\%$ である。

(b) ソーダ ソーダとしては炭酸ソーダを主として用ふる。併し多くの場合には硫酸ソーダをも混用する。硫酸ソーダは Na_2O を與へると共に、熔融ガラスを清澄にする作用を有する。

(c) カリ カリとしては炭酸カリを用ふる。

(d) 石灰 石灰分としては、主として炭酸石灰を用ふるが、生石灰、

消石灰の形で用ふる事もある。

以上の外に鉛は鉛丹 Pb_3O_4 、アルミニウムはアルミナ Al_2O_3 、バリウムは酸化バリウム BaO 、硼酸は硼酸 B_2O_3 として用ふる。

(2) 原料調合 各原料はガラスの種類、性質に應じ適當に調合する。調合法に關しては、各工場で夫々異なるべきも、Die Glashütte に掲げてある例から二、三を挙げると次の如くである。

	窓ガラス (フルコール式) kg	窓ガラス (コルバン式) kg	機械成 形 kg	クラウン ガラス kg	バイレックス ガラス (割れないガラス) kg
珪砂	100	100	100	100	100
ソーダ灰	30	28	20	—	15
炭酸カリ	—	—	—	40	15
芒硝	12	6.5	17	—	1
大理石	30 (CaO)	35 (CaCO ₃)	28	18	10
石灰石			—	—	—
硼砂	—	—	—	—	12
亞砒酸	0.5	—	—	1	1
長石	—	—	15	—	30
カリ硝石	—	—	—	2	2
白雲石	—	—	—	—	8
亞鉛華	—	—	—	—	5
粉炭	0.5	0.5	—	—	—

原料は水洗し、必要に應じて精製し、乾燥し、粉碎し、混合し熔融に附する。

(3) 熔融 熔融には爐を用ふるが、これに坩堝窯 Pot furnace と槽窯 Tank furnace とある。

坩堝窯と稱するは、圖 64 の 1 の如く、火室 A を有し、その中にガラスを熔融する壺 B を圓形又は二列に配置する。燃焼ガスには爐火床 C で石

炭を燃いてもよく、又工業用ガスを用ひてもよく、之に E から來る空氣を混合して A 室内で燃焼せしめる。廢ガスは D から煙突に去る。

本窯は小規模の工場又は特種ガラスの熔融に用ひられる。壺中の熔融したガラスは、吹管で取り出して作業する。

槽窯には種々の形式があるが圖 64 の 2 にフルコール式窓ガラス用のものを示す。他の式のものも之と大同少異である。1 は原料の装入口、2 は熔融室、3 は精製室、4 は作業室である。作業室の周圍には作業窓があつて、その各々にガラス引出機が裝備してある。熔融室の加熱に

は發生爐ガス其他のガス燃料を用ふる。その燃焼は蓄熱式で、b 及び c に示す如く、一側の蓄熱室 a_1 から空氣を、 g_1 からガスを送入し、熔融室内で燃焼せしめ、廢ガスは、之を他側の蓄熱室 a_2 、 g_2 へ通す。廢ガスは $600 \sim 700^\circ C$ を有し蓄熱室は約 $1000^\circ C$ になる。20 分の後に、バルブ v_1 、 v_2 を轉開し、

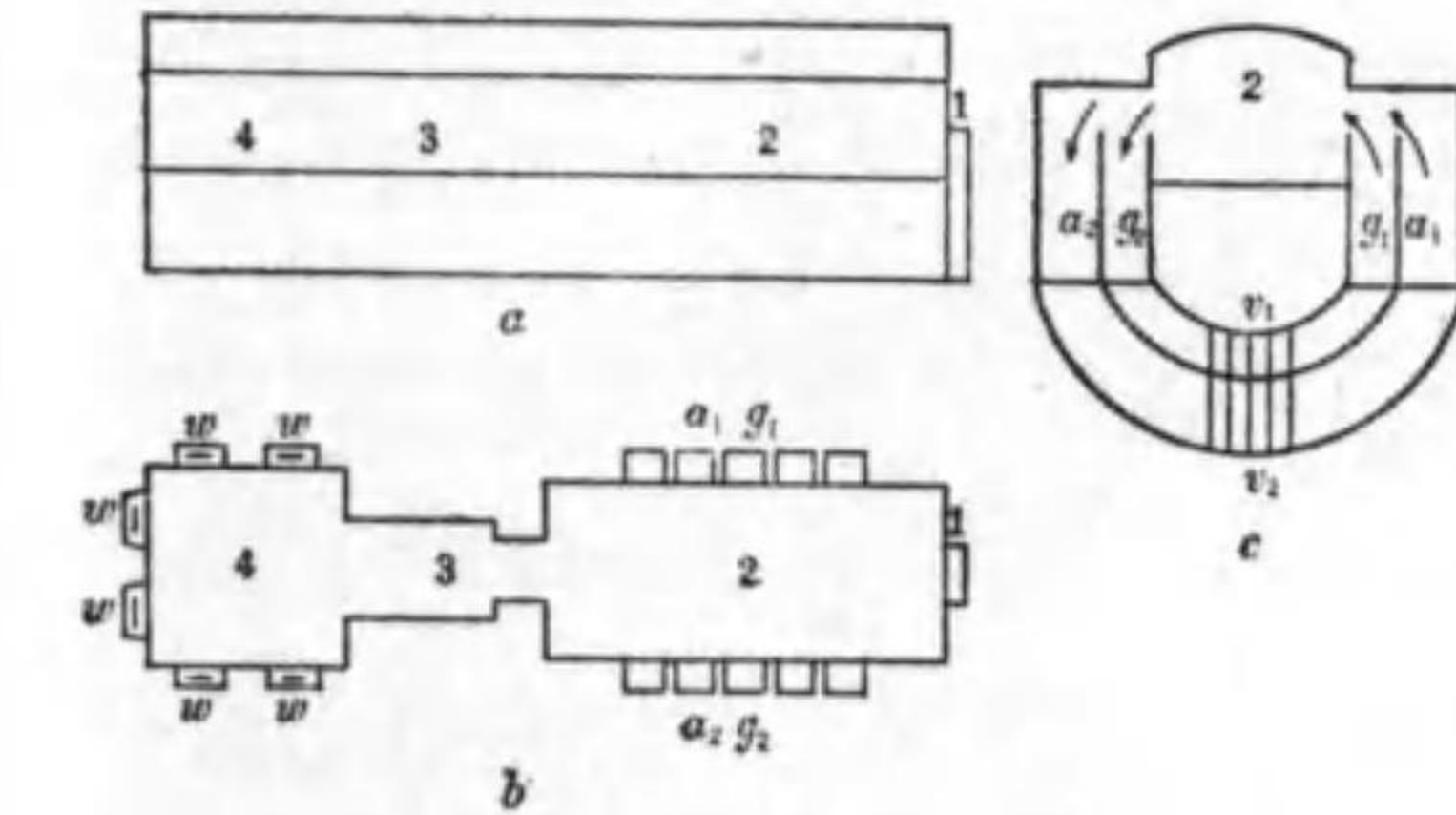


圖 64 の 2

フルコール式、1200t 容量、1日ガラス 50t

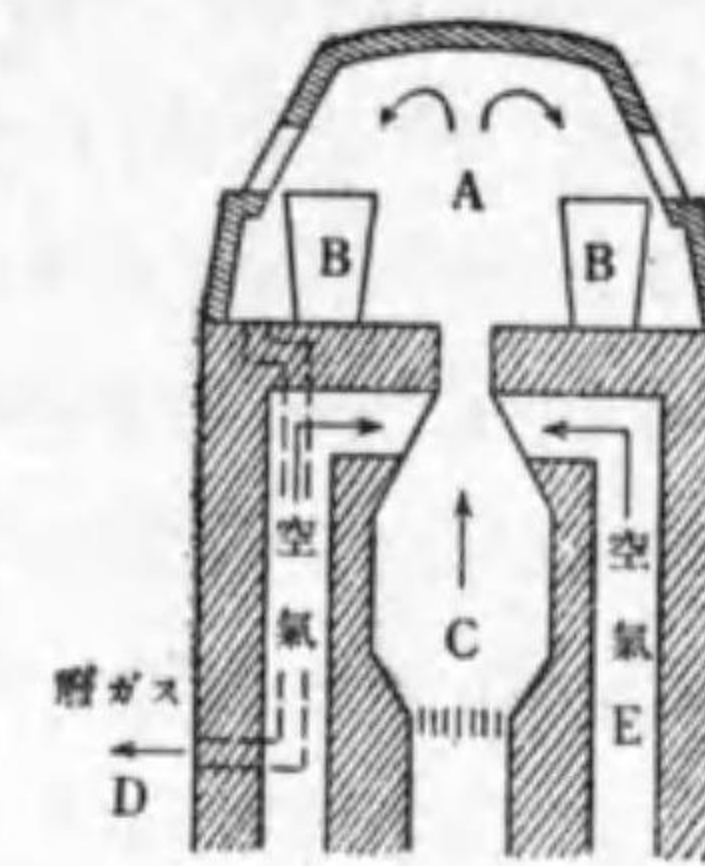
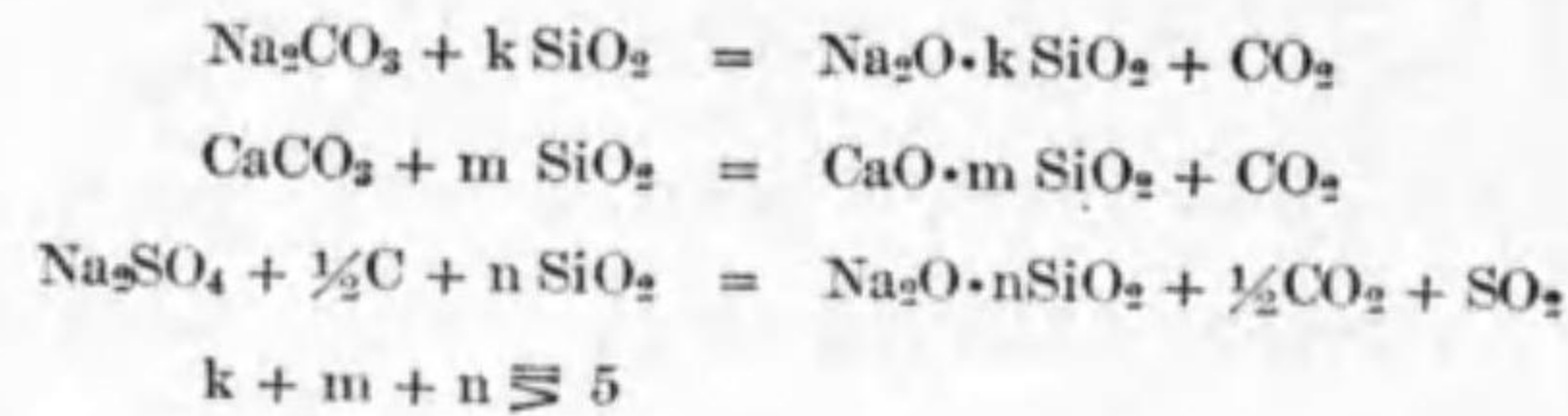


圖 64 の 1 坩堝窯

空氣を a_2 ガスを g_2 から通す。而して加熱された空氣ガス混合物は、窯室内で燃焼し、廢ガスは a_1 、 g_1 に出る。蓄熱室には耐火煉瓦を格子形に填充する。

窯の築造には一般に三種の煉瓦を用ふる。屋根やアーチには珪石煉瓦を用ひ、熔融ガラスと接触せぬ壁には耐火煉瓦を用ひ、熔融ガラスと接觸する部分にはフラックス煉瓦を用ふる。

熔融を行ふには、諸原料を正確に調合し、窯に装入する。調合法はガラスにより又窯式により異なるが、フルコール式の窓ガラスでは、前表の如く調合する。窯中に於ける熔融行爲は、之を専門的に觀察すると、非常に興味があるが、結論としては、フルコール式の場合には、次の反應が起る。



反應物は粘液状となつて精製室を通り、脱泡され、次で作業室へ流れる。

(4) 成形 板ガラスと壘類との製造に區分して述べる。

(a) 板ガラス 熔融ガラスからガラス板を作るには、以前には細い鉄管の先端に熔融ガラスを取り、入口に當て、吹いて圓筒形に膨らました上、縦に切り開いたが、現在では、主として機械的に作業する。

(イ) フルコール Fourcault 式 ベルギー人フルコール氏の發明したフルコール式は、米國などでも盛に使用され、本邦でも旭ガラス會社が

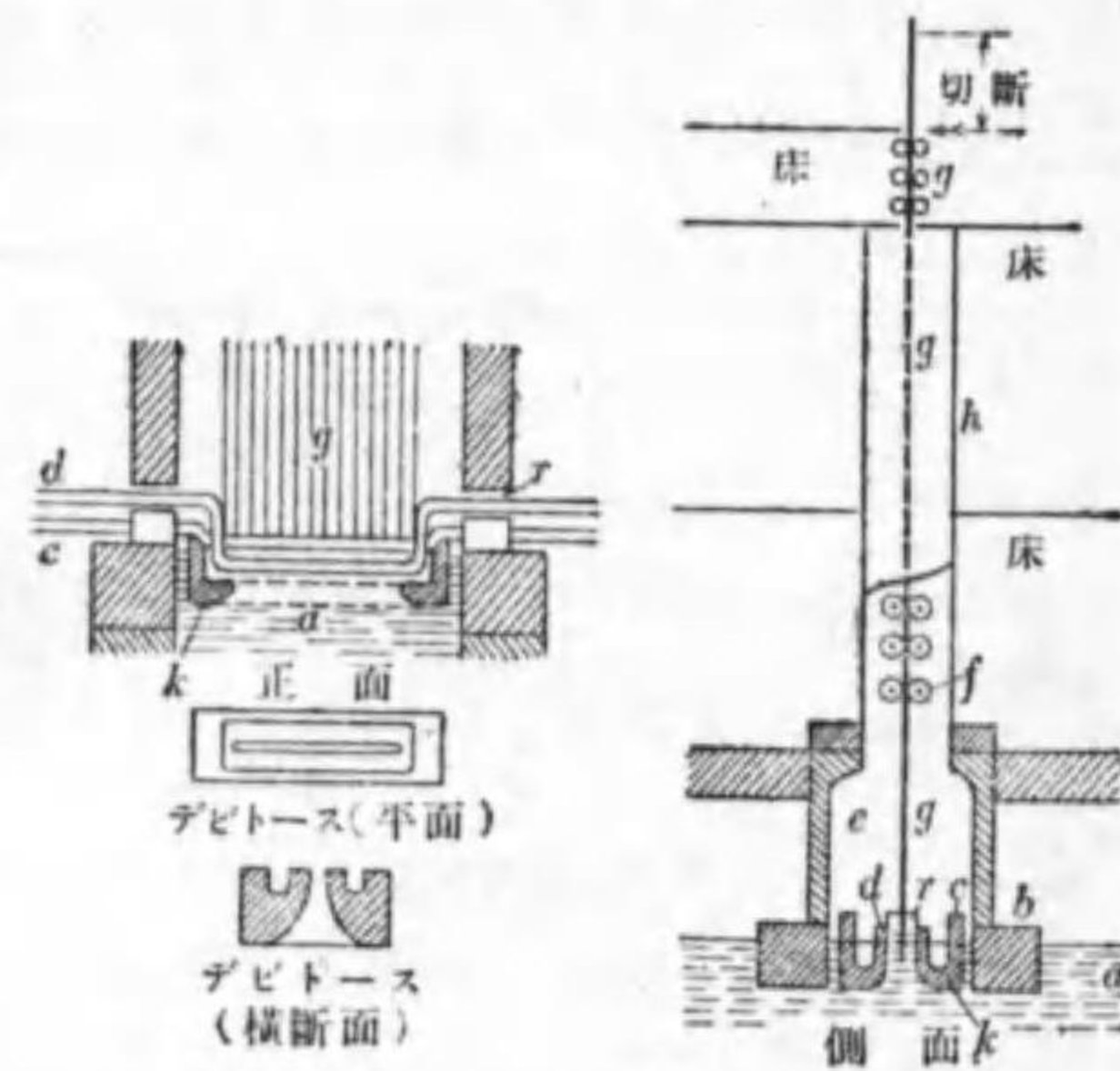


圖64の3 フルコール式板ガラス製造装置

使用してゐるが、其の主旨は圖64の3の如くである。

槽窯の中の連続した狭い溝に、二重の浮橋 b, b を設け、その中間に圖に示す如く、中央に細長いスリットを有するデビトース Debitouse と稱するフロント k を浮かし、之を弓形の一対の鐵管 c により、素地 a の中に一定の深さに押し沈める。然る時は素地はスリットから盛り上る故に、之をベートにて捕へ、ガラス板 g として引上げる。板は冷却管 d で冷却され、一定温度の引上室 e を通過し、徐冷室 h を上る。室は高さ 6m の鐵製角筒で、その中央線に沿ひ上下に石綿被覆のロール i がある。ガラス板 g は之に挟まれて上り、上端に至り切斷される。

板の厚さは薄板から 10mm 内外の厚板まであり、幅は 1.9m 内外、引上速度は厚さ 2mm の板で時速 70m である。

尙 Pittsburgh Plate Glass 社のピツバーク式もフルコール式に似てゐる。
(ロ) コルバン式 コルバン Colburn 式は米國のコルバン氏の發明で、圖64の4の如く、熔融ガラスはロール A, A' の回轉により引上げ點に送られ、

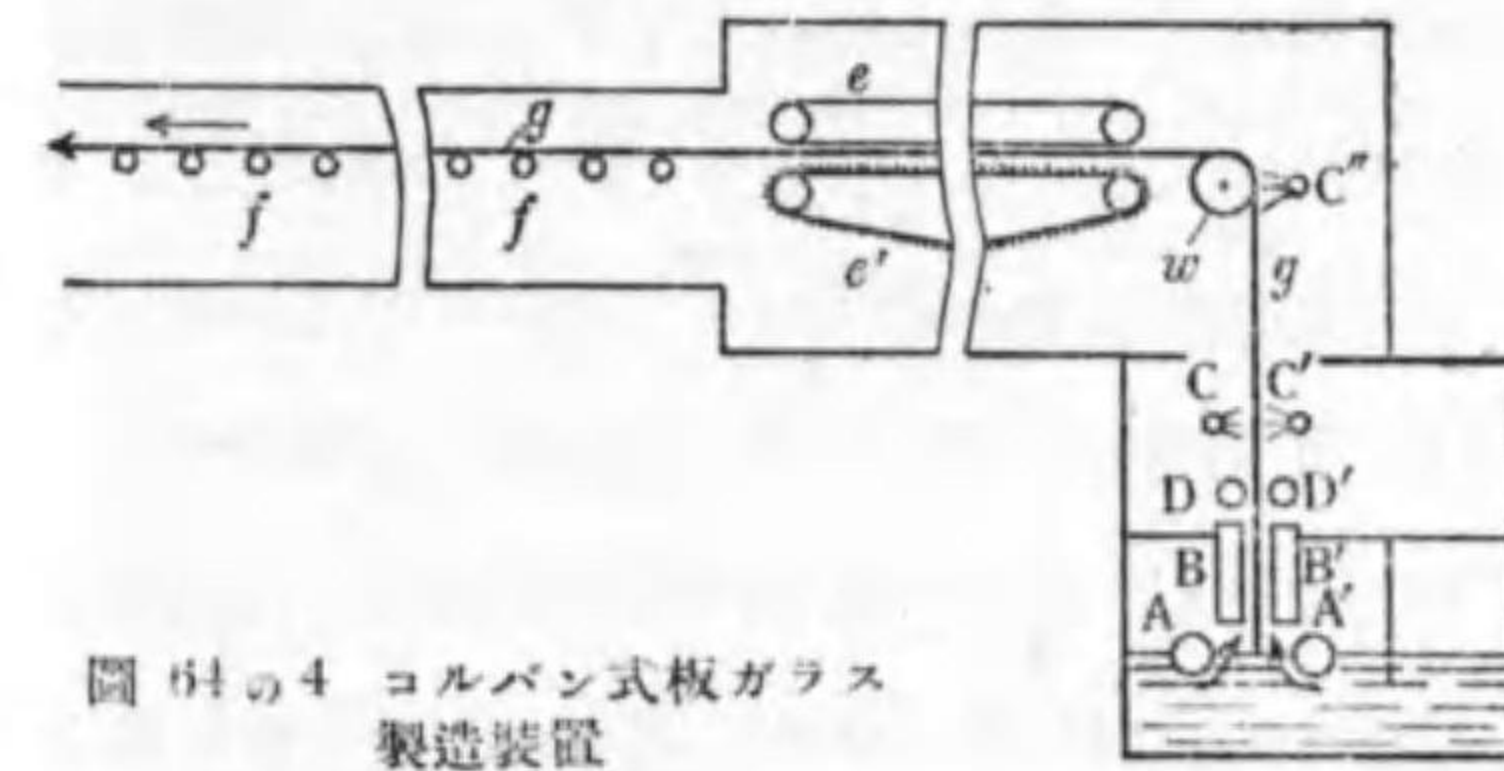


圖64の4 コルバン式板ガラス製造装置

引上げられたガラス板 g は、水冷障壁 B, B' の間を通り、周囲の火焰から遮斷され、次で水冷節付ロール D, D' の間を通り、

板の縁の整形を受け、上部へ進み、ガス焰 C, C', C'' により、可塑性に保たれつゝ、ロール w に至り、水平方向へ曲げられ、チェーンベルト e, e' に取られ、放冷室に入り、ロール f により出口に送られ、一定の大きさに切斷される。

(ハ) フォード式 次に厚手の磨板ガラスは、鑄込法と稱し、坩堝で熔融したガラスを鑄鐵板の上に流し、加熱したロールで平滑にして作るが、現在では機械的に連続的に製造する。フォード Ford 社の方法は圖 64 の 5 の如く、熔融ガラス a を槽端の流出口 n から流出し、ロール p, q の間を通し、板 g となし、ロール s に載せ放冷室を通す。

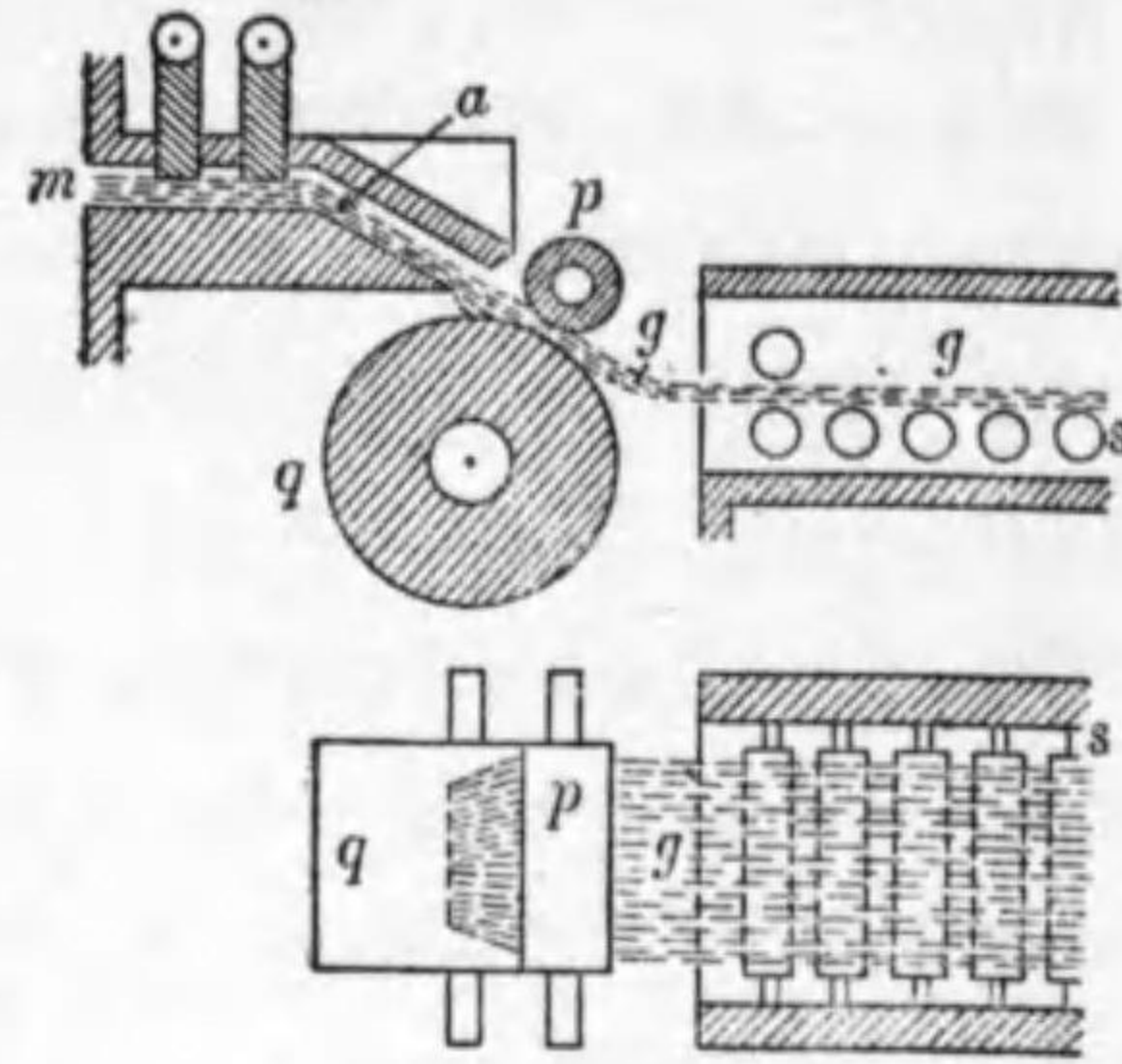


圖 64 の 5 フォード式板ガラス製造装置

(b) ガラス壘 ガラス壘は、少数作る場合には人口吹で作るが、同形のものを多数に作る時には、製壘機械を用ふる。

ガラス製造には技術的に種々と難かしい問題がある。例へばガラス素地の熔融に當つては、原料を完全に溶解し、均齊の組織となすと共に、炭酸鹽等から發生するガス、揮發性ガス、混入してゐる空氣等を除く必要がある。勿論原料が溶解して液状となり、温度が上り、粘性が下ると、氣泡は逸出するが、その速度は遅いので、特に清澄剤として、芒硝、亞硫酸、木炭等を加へる。之等のものは何れもガスを發生し、これによつて既存の氣泡を追出すのである。次に熔融ガラスの粘性は、成形作業に極めて重要なのでこれを適當に調整する必要がある。又引き上げて出來たガラス板の冷却も大切で、ガラスの中に、有害な歪が出來るのを防ぐ爲めに、徐々に冷却しなくてはならない。若し最初に冷却し過ぎた場合には、再熱して、再び徐々に冷却する。

第 3 節 特種ガラス

(1) 保健ガラス (Health glass) 普通の窓ガラスは、吾人の健康上に必要な紫外光線を吸収して通さないもので、之を窓に用ふると、保健上面白くないとあつて、紫外光線を通すガラスが作られ、保健ガラスと稱せられてゐる。珪石ガラスは紫外光線を通すが、價が高いので使ひ切れない。コレックス Corex と稱する磷酸鹽ガラスは、珪石ガラス同様に良いが、大氣濕氣に対する抵抗性が弱い。併し硼酸を加へると對濕性は良くなる。最も良いのはバイタ・ガラス Vita glass と稱するソーダ・石灰ガラスで、これなら價格も安い。尙最近には尿素縮合物の如き有機性のガラスも考案されてゐる。

(2) 耐熱ガラス (Thermal glass) 及び化學用ガラス (Chemical glass) 普通のガラスは急激な加熱冷却によつて破壊し易いが、耐熱ガラスは熱膨脹率を小さくして、この缺點を除いたものである。

種々ある中でバイレックス・ガラス Pyrex glass は最も著名で、茶壺やベーキング皿などに用ひられるが、化學藥品に抵抗するので、ピーカーやフラスにも用ひられる。従來のエナ・ガラス Jena glass もやはり耐熱性である。

	バイレックス %	エナ %
SiO ₂	80.62	64.58
B ₂ O ₃	11.90	10.03
Na ₂ O	3.83	7.38
Al ₂ O ₃	2.00	6.28
As ₂ O ₃	0.66	—
K ₂ O	0.61	—
MgO	0.29	0.12
CaO	0.22	0.08
Fe ₂ O ₃	0.12	0.10
ZnO	—	11.78

(3) **カット・ガラス** (Cut glass) カット・ガラスは強い光澤を呈し、装飾用に適する。光澤を興へる爲めに鉛ガラスを用ふるが、一例に於て砂 100 分に對し、 Pb_3O_4 66 分、 K_2CO_3 38 分、 KNO_3 13 分、 As_2O_3 1 分を配合し、之を熔融し、壓搾又は吹出法で形を作り、徐冷室で冷却し、カットする。ガラス面にグリース・ペンシルで意匠を描き、小さい金属又はアランダム器具でガラスを切り、次で研磨する。安物は壓搾で切目を興へるが、本物のカット・ガラスに比すると氣品が劣る。

(4) **光學ガラス** (Optical glass) 光學ガラスは極めて純粹でなくてはならぬが、更にその屈折率と分散率とが、要求に応じて一定でなくてはならぬ。分散率とは赤線と青線との屈折率の差を云ふのである。一般に

$$v = \frac{\text{屈折率} - 1}{\text{分散率}}$$

で光學ガラスの性質を示す。クラウン・ガラスは屈折率、分散率共に低く、 $v > 55$ であるが、フリント・ガラスはその反對で $v < 55$ である。従て光學ガラスの組成は、その用途によつて種々異なるが、その物理的組織は極めて均齊たるを要し、従て製造上に特別の技術が要る。

(5) **安全ガラス** (Safety glass) 現在安全ガラスと稱してゐるものは破壊し難いと云ふよりは、破壊しても、その破壊が局部に止まり、又破片が四散しないと云ふものである。普通に二枚のガラス板の間に無色透明のセルロイド薄板を挿入膠着せしめたものである。その製法の一例は二枚のガラス面に膠の水溶液を塗布し、乾燥し、次で両面の間にセルロイド板を挿み壓着する。然るにセルロイド板は紫外光線の作用によつて黄褐色に変化し、外觀を損ずるので、今日では、ガラスに鉛を入れて、紫外光線の通過を遮つてゐる。併し醋酸纖維素薄板を用ふれば、紫外光線の影響は無い。

併しセルロイドを用ひたものは $-18^{\circ}C$ 以下となると、安全でなくなり、又 $49^{\circ}C$ 以上となるとセルロイドが軟化する。依てヴィニル系樹脂で代用したり、又はパイロキシリン板とメタアクリル酸エステル樹脂とを混用したりして之等の缺點を除いてゐる。

安全ガラスは、之に弾丸を發射しても、穴が開き、穴の周圍にひびが入るだけで、ガラスが四散しない。自動車の窓ガラスに用ひられてゐる。

(6) **色ガラス** (Coloured glass) 色ガラスは金属のコロイド粒子をガラス中に分散せしめて作られる。例へばルビー・ガラスは、カリ鉛ガラスに亜酸化銅又は鹽化金等を加へ、銅又は金をコロイド状に分散させたものである。又赤色ガラスはセレンウムでも出来る。黄色ガラスは、ソーダ石灰ガラスに酸化セレンウム又は酸化ウラニウム又は酸化セリウムを加へて作られる。尙青色にはコバルト、緑青色には酸化銅、綠色にはクロム等を夫々用ふる。

(7) **熔融石英** 二酸化珪素 SiO_2 はシリカ、珪石、石英、水晶等として自然界に産出する。ダイナマイトの製造で、ニトログリセリンを吸収させる珪藻土は、珪石に富む海蟲の殘骸である。珪石は硬く脆く、研磨紙の製造に用ひられるが、近年では、之を熔融して、熔融石英或は石英ガラスを作る。純度 99.9% 以上の珪砂を抵抗型電氣爐に入れて熔融する。2 個のグラファイト電極を用ひ、その中間に、レジストルの作用をするグラファイト棒を入れる。珪砂を電極及レジストルの周圍に入れ、 $2000^{\circ}C$ 以上に熱する。珪砂は熔融する故、之を取り出して手早く成形する。爐は鋼製とし、装入する珪砂にライニングの作用をさせる。尙熔融石英は一般に細かい氣泡を有し不透明であるが、之を除くには、熔融中最初真空にして氣泡を除き、次で急に壓力を加へ、殘存する細かい氣泡を更に細かく分裂せしめる。

石英ガラスは、融点 1715°C で、膨脹率極めて小さく、化学薬品に耐へ紫外光線を通す。最近化学用の装置器具に盛に用ひられる。

(8) 急冷又は硬化ガラス 完全に仕上げて十分に研磨した板ガラスを電気爐に入れ、軟化点よりも僅かに低い温度で、一様に熱し、次で之に冷空氣流を吹き付け、急激に冷却する。ガラスの表面には、一種の焼き入れが行はれ、極めて硬い組織が出来、ガラスの強度は著しく大となる。

(9) 鏡 板ガラスの表面を蒸溜水で洗ひ、鹽化第一錫又は有機質還元剤の溶液を掛け、溫暖に保ちつゝ、その上へ僅かにアンモニア性とした硝酸銀の溶液を注ぐ。銀の輝やかなしい沈澱が出来る。次で之を乾燥し、その上にシエラックを塗り、更にペイントを塗る。

第 65 章 陶 磁 器

第 1 節 總 説

陶磁器は粘土に適當な成分を混加し、水を加へて捏加成形し、窯で焼いて作られたもので、粘土を主成分としてゐる。古くは食器其他の日用器具の製作に用ひられたが、現在では、工業材料としても廣く用ひられる。

尙陶磁器製造は、その原料に珪酸鹽を用ふるので、珪酸鹽工業と稱せられ、又窯を用ひて焼成するので、窯業とも稱せられる。煉瓦、セメント、ガラス等も亦珪酸鹽工業又は窯業の中に包含される。

陶磁器は既に太古の時代から、支那、埃及等の各地で作られ、本邦でも、神代から須恵母乃と稱して作られてゐた。併し古代のものは、必ずしも今日の陶磁器と同一のものではなく、多くは釉藥を掛けない所謂素焼であつたらしい。

陶器は埃及に起り、アラビアを経てスペイン、フランスに入り、マジョリカ島を経て、イタリーに入り、15~16 世紀にファイナンス地方で隆盛を極めた。陶器をマジョリカ Majolica、ファイアンス Faience などと云ふのもこの爲めである。次でドイツ、オランダ等に擴まつたと云はれてゐる。然るに磁器は支那で、7 世紀頃、漢の末期に發明され、明時代に入つて發達したもので、磁器をチャイナウェア Chinaware と云ふのもこの爲めである。

本邦の陶磁器製造が、本格的に行はれるやうになつたのは、鎌倉幕府時代で、陶工加藤四郎左衛門景正が、宋に留學してその技術を習得し、歸朝の後、尾張國瀬戸に窯を開いたのに初まると傳へられてゐる。瀬戸物の名稱は之か

ら起つたのである。その後征韓役の際、多数の朝鮮陶工を引率して歸國し、九州地方で製造を開始し、有田焼、平戸焼、伊萬里焼等が出現した。

陶器と磁器とは區別されてゐるものゝ、その區別は實は甚だ不明瞭で、例へば兩者の何れにも屬し得るやうな中間的のものもあり、又兩者の何れにも屬せぬものもある。併し本章では北村彌一郎、黒田政憲兩氏の分類法により、次の如く分けて置く。

磁器 (Porcelain)

不吸水性、透明乃至不透明質、堅硬な珪土質を素地とし、長石質の釉を有する。

有田焼、伊萬里焼、瀬戸焼、清水焼

妬器 (Stone ware)

不吸水性、不透明質、堅硬な珪土質の有色素地を有し、多くは無釉であるが、食鹽釉及び類似の釉を有するものもある。

備前焼、常滑焼、萬古焼

陶器 (Earthen ware)

吸水性、不透明、堅硬な粘土質の素地を有し、透明又は不透明の釉を有する。

金澤陶器、出雲焼、栗田焼、薩摩焼

土器 (Terra cotta, Tiles, etc)

吸水性、不透明、脆弱な粘土質又は石灰性粘土質の素地を有する。

淡路坂平焼、樂焼、炮焼土管、瓦類

第 2 節 製 造

陶磁器の製造法は、陶器及び磁器により、又その各々に於ても、種類により、多少異なるが、併し大要は同一である。

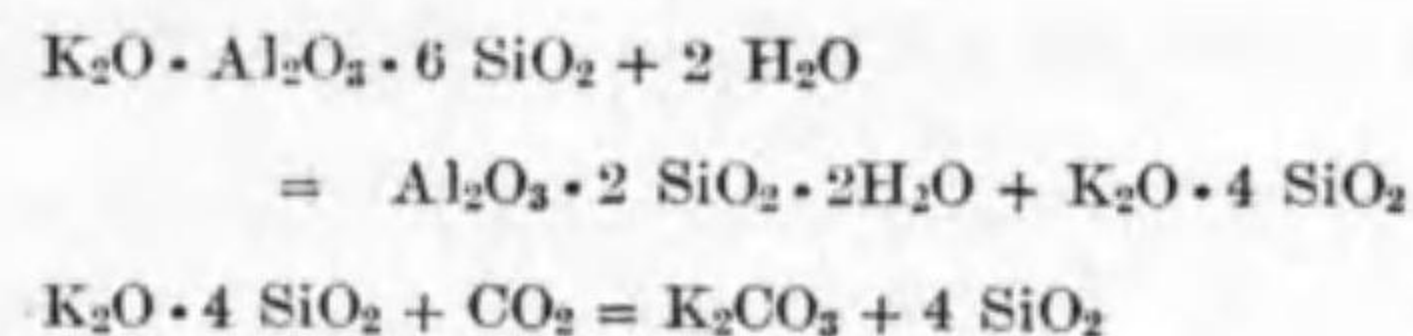
(1) 原料 原料の主體は粘土である。併し粘土の可塑性と焼成硬度

とを完全ならしめる爲めに、或は之を調節する爲めに、必要に応じて増粘劑、脱粘劑、熔質劑、釉等を用ふる。

(a) 粘土 粘土は陶磁器、煉瓦、セメントの主要成分である。又粘土の分解で出來た珪酸 SiO_2 はガラスの主要成分である。即ち粘土は珪酸鹽工業の共通原料と云つてよいので、その一般性質をこの機会に紹介して置く。

粘土は一般に火成岩の分解生成物と認めてよい。火成岩にも種々あるが、粘土の母體となるものは、花崗岩、黒花崗岩、石英粗面岩、石英斑岩等である。之等の岩石の中には正長石、ソーダ長石、石灰長石等の長石、及び石英、雲母、角閃石、電氣石、輝石等が含有されてゐるが、粘土は、之等礦物の分解で出來たものである。

岩石は太陽熱、風力、水力等の自然界の機械的勢力によつて崩壊するが、更にその成分は水、炭酸、酸素等の化學作用を受けて分解する。例へば正長石は



の如く、先づ水的作用によつて、珪酸アルミニウムと珪酸カリとに分解し、後者は更に炭酸によつて、炭酸カリと珪酸とに分解する。ソーダ長石 Albite $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ 、石灰長石 Anorthite $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$ の分解した場合には、炭酸カリの代りに夫々炭酸ソーダ、炭酸石灰が出来る。

分解生成物の珪酸アルミニウムは、その場處に堆積する事もあり、又水流により他に移動して堆積する事もある。前者の場合には、母岩の破片や珪酸を混有し、後者の場合には石灰、鐵、有機物等を混有する事が多い。この珪酸アルミニウムの純粹な堆積が、支那の磁器の本場である江西省景德鎮附近

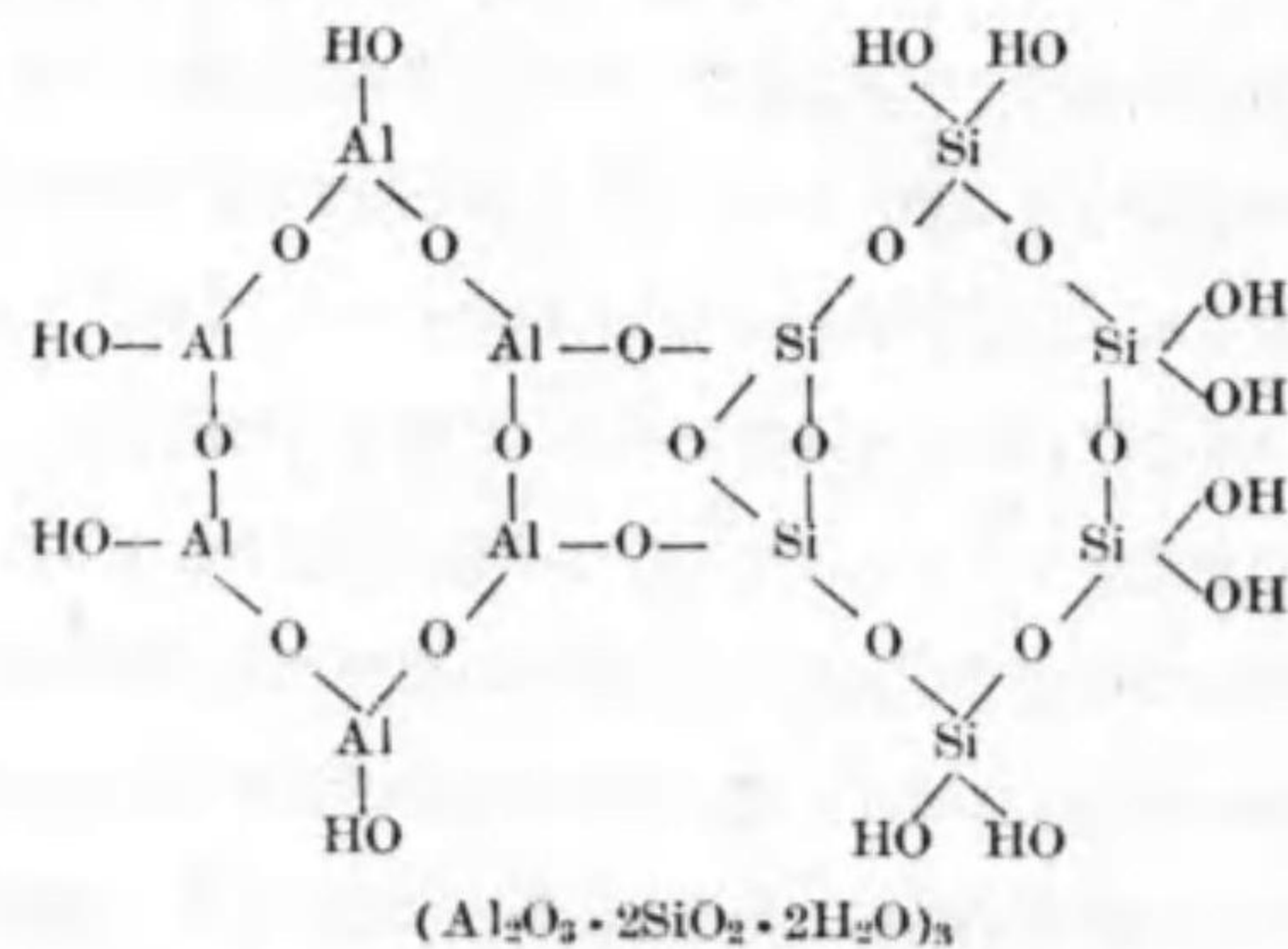
の高嶺に産出し、古來有名であるが、その地名を取つて、珪酸アルミニウムをカオリン Kaolin 又はチャイナ・クレー China clay と云つてゐる。本邦では磁土と稱してゐる。

諸カオリンは非結晶質の珪酸アルミニウムから成るが、カオリンそのもののみで純粹に産出する事は少なく、多くは珪酸 SiO_2 其他の夾雜物を有してゐる。而して之等を總稱して粘土 Clay と稱する。但し此の解釋は少しく異ふかも知れないが、茲ではそうして置く。

本邦では花崗岩の直接分解物で、母岩の細片を多量に含有するものを蛙目粘土と稱し、尾張、三河邊に産する。之を分別すると、約 20% 内外の磁土が得られる。更に粘土が生成された場所から流され、遠方で沈積し、母岩片、砂、有機物を含有するものを木節粘土と云ふ。岐阜、愛知縣等に産する。

磁土の組成は一般に珪酸アルミニウムの水和物 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ で示されるが、尙 SiO_2 が 1~6 SiO_2 の間で種々の價を取り、 H_2O も亦之に応じて異つた價を取る各種の類粘土質がある。之等の物は多少の量に於て、磁土に混合すると考へられる。

磁土の化學構造に關しては、多數の研究があるが、



を單位とし、之が上記同様に連結し、 $(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})_n$ を作るとされてゐる。

磁土は純粹のものは白色で比重は 2.5~2.7 である。自然界に産出す場合には、微粒子をなしてゐるが、その大きさは平均直徑 0.005~0.05 mm である。粒子の小さい程磁土の有要性質は良好である。磁土は水に入れると、サスペンション、サスペンソイドを作るが、負に荷電し、液は粘性を示す。

併し粘土の最も重要な性質は可塑性と焼成硬化性とである。粘土を約 20~40% の水と共に捏練すると、可塑物を作り、之に一定の形を與へる事が出来る。この可塑性は粘土のコロイド性に原因すると考へられるが、粒子が小さい程、又粒子が球状よりも板状に近い程、又有機物或は或種無機質コロイドの含有量が多い程、又更に酸性な程、可塑性は大となる。實際作業では、可塑性を大となす爲めに、酸、殊にフミン酸を加へ、可塑性を小となす爲めに、砂、シャモット等を加へる。

可塑質とした粘土は、之を乾燥し、窯に入れて焼くと、その形のまゝで硬化する。最も粘土のみだと、その際収縮して罅裂が入るので、収縮を防ぐため、焼粘土、珪石等を加へる。

粘土の熱に對する反應は極めて重要であり、又興味がある。110°C に至るまでの間では、附着水が失はれるが、更に加熱溫度を上げると、450~600°C で、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の化合水が失はれ、アルミナとシリカとの結合が弱まる。而して反應は吸熱である。更に 850~1050°C になると、發熱反應となり、粘土成分の $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ は解離し、非結晶質のムーライト Mullite $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ とトリヂマイト Tridymite SiO_2 とを生ずる。1350°C になると、ムーライトは結晶し初めシリマナイト Sillimanite $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ となり、1470°C になると、トリヂマイトがクリストバライト Cristobalite となり、

SiO₂ は安定となる。かくして粘土はシリマナイトとクリストパライトとの混合物となる。粘土の熔融點は 1700°C であるが、シリマナイトのそれは 1816°C、クリストパライトのそれは 1750°C である。

併し粘土には、實用上種々の種類がある。例へば耐火粘土と稱するものがあるが、之は母岩から生成した粘土が移動して、水成層を作つたもので、アルカリ性不純分を失ひ、1500°C の熱に耐ゆる。カオリンも勿論耐火粘土であるが、一般には之を除外して有機物で着色してゐるものを云ふ。瀬戸の木節土はその例である。又、妬器粘土と稱するものがあるが、之は、耐火度は高いが、金屬質不純分を含有し、着色し、焼成するも有色である。

尙粘土の一部代用として、白雲母 3Al₂O₃·K₂O·6SiO₂·2H₂O とか、菱苦土石 2MgO·3SiO₂·2H₂O 等も用ひられる。現に前者は支那磁器に、後者はスペインで用ひられてゐる。

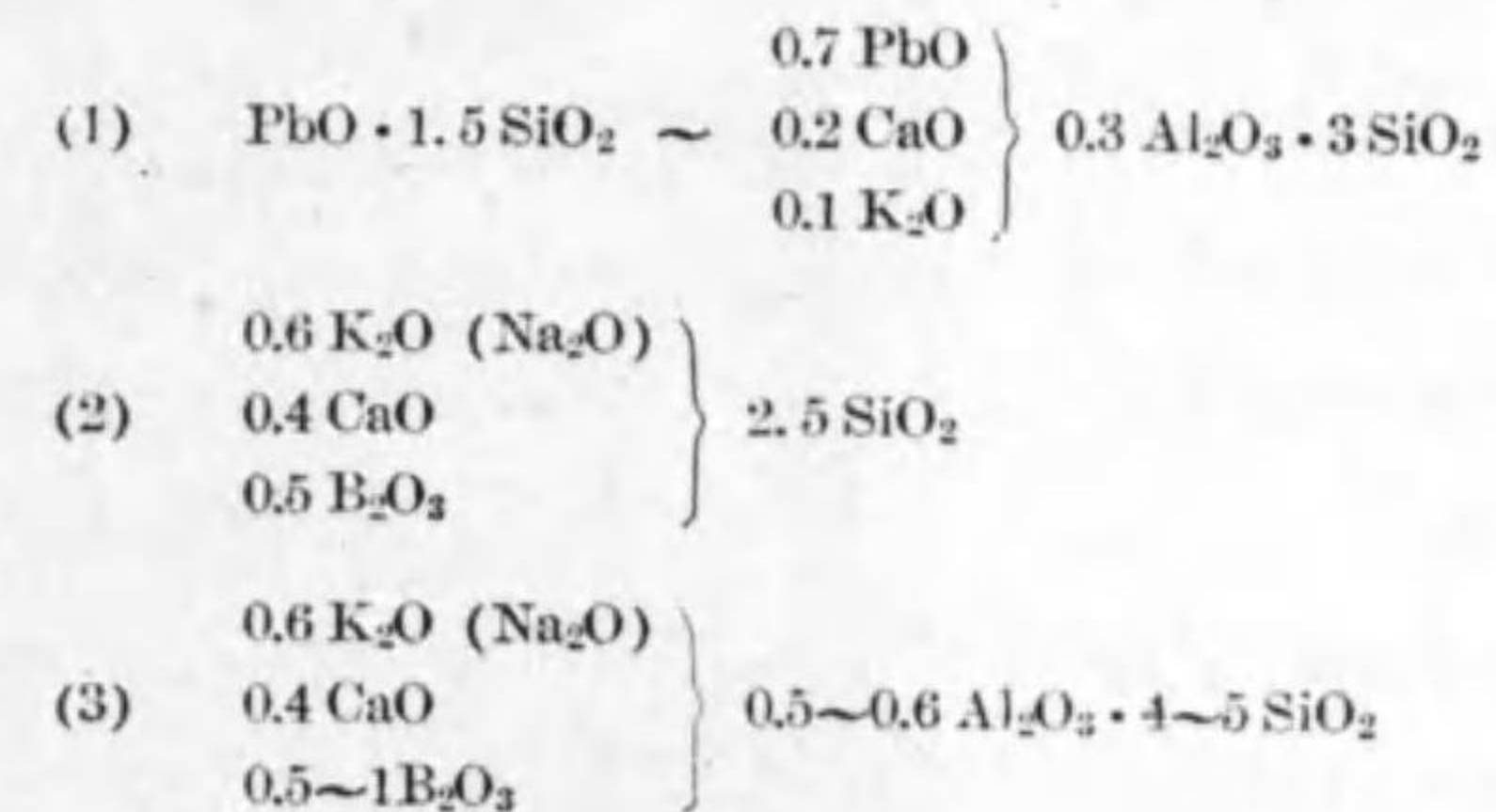
(b) 増粘劑 粘土の可塑性が不足してゐる場合に、之を化學成分の變化で増加し得ない時、膠、澱粉糊、ピッチ等を加へる事がある。フランス軟質磁器の製造にその例を見る。又純珪酸で耐火煉瓦など作る時、可塑性を與へる爲めに、炭酸石灰、鹽化石灰、酸化マグネシウム等を加へる事がある。併し一般の粘土には増粘劑の必要は少ない。

(c) 脱粘劑 粘土の可塑性が過大であると種々の障害が起る。例へば細工中に手や機械に附着して、型から離れ難い。又例へば成形物を乾燥する際に、表面が緻密に過ぎる爲め、内部水分の蒸發が妨げられ、收縮が不平均に起り、罅裂が入り易い。又更に焼成に際して、甚しく收縮し、形態の歪曲が起り易い。之等の缺點を除く爲めに混加するものが脱粘劑であつて、珪酸、シャモット、有機物等が用ひられる。珪酸としては、燧石、細砂を赤熱し、水中に投じ、急冷して質を脆弱とし、粉碎したものを用ひ、シャモットとして

は、粘土を焼灼したもの、素焼、匣焼鉢、耐火煉瓦等を粉碎したものを用ふる。有機物としては、石炭粉、木粉等を用ふる。之等の物を入れると、可塑性は減じて細工が行ひ易くなり、又その粒子が素地中に細管網を作るので、乾燥が均一に行はれ、更に焼成の際の收縮が少なくなる。

(d) 熔質劑 熔質劑は焼成に際して、難熔物の熔融を行はしむるもので、長石、殊に加里長石又は硼砂の如く、それ自身易溶性のもの、或は石灰石の如く、自身は難溶性だが、他の物質と結合して易溶性となるものを用ふる。熔質劑を加へると、既に可塑性を失つた粒子を互に融着せしめ、或は之を硝子化し、焼成後耐久性の堅硬物となす。又熔質劑は他面に於て脱粘劑として作用する。

(e) 釉 釉は素地の表面に不滲透性の層を作らしめるもので、之に依つて陶磁器は機械的及び化學的抵抗性を大にし、耐久性となり、且つ美觀を與へられる。釉には種々あるが、その共通的組成は珪酸アルミニウムのアルミニウムの一部又は全部を酸化鉛、酸化カリ、酸化石灰、酸化硼素等で置換したものである。例へばその著例を示すと透明釉には次の如きものがある。



組成成分の變化で釉の性質は異なる。例へばアルカリに對する CaO の量を増すと透明度は減じ、之に Al₂O₃ を入れると硬度は大となり、透明度は更に減

ずる。一般に SiO_2 を増すと熔點は高まり、アルカリを増すと熔點は下る。

尙軸にも種々あつて、不透明釉と稱するは、 SnO 、 SbO 、 AsO 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 等をコロイド状として釉液中に入れたものであり、結晶釉と稱し釉掛けの後、その中に結晶の表はれるものは、 ZnO 、 TiO 、 MgO 等を過飽和又はサスペンションとして入れたものである。食鹽釉と稱するは、素地焼成中に窯の中に食鹽を入れ、素地の表面に珪酸ソーダを作らしたものである。

(f) 彩料 彩料即ち着色剤は、種々の方法で施される。即ち第一には素地に混合し、第二には素地土の泥漿に混合して素地の上に塗布し、第三

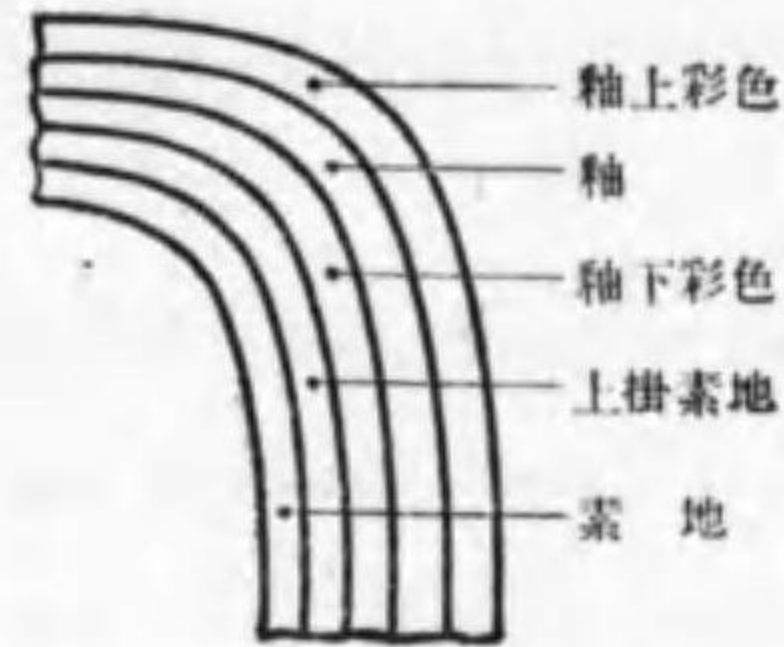


圖 65の1

には釉下彩料として直接素地に彩色し、第四には釉に混合し、第五には釉上彩料として釉掛焼成物の上に施す。

彩料は酸化金属又はそれを含むガラスで、青に CoO 、緑青に CuO 、赤黄に Fe_2O_3 、褐～紫に MnO_2 、黄～橙に CrO 、緑に NiO 、黄

に SbO 等を用ふる。

(2) 成形 粘土は塊状をなすものにあつては、拳穴に粗砕し、空気中に放置し、風化せしめて自然に崩壊せしめた上粉碎する。

粉碎は、粘土の硬軟、乾燥度等により、種々の粉碎機を用ふるが、最も一般的のものとしては、ドライミル、ウエ

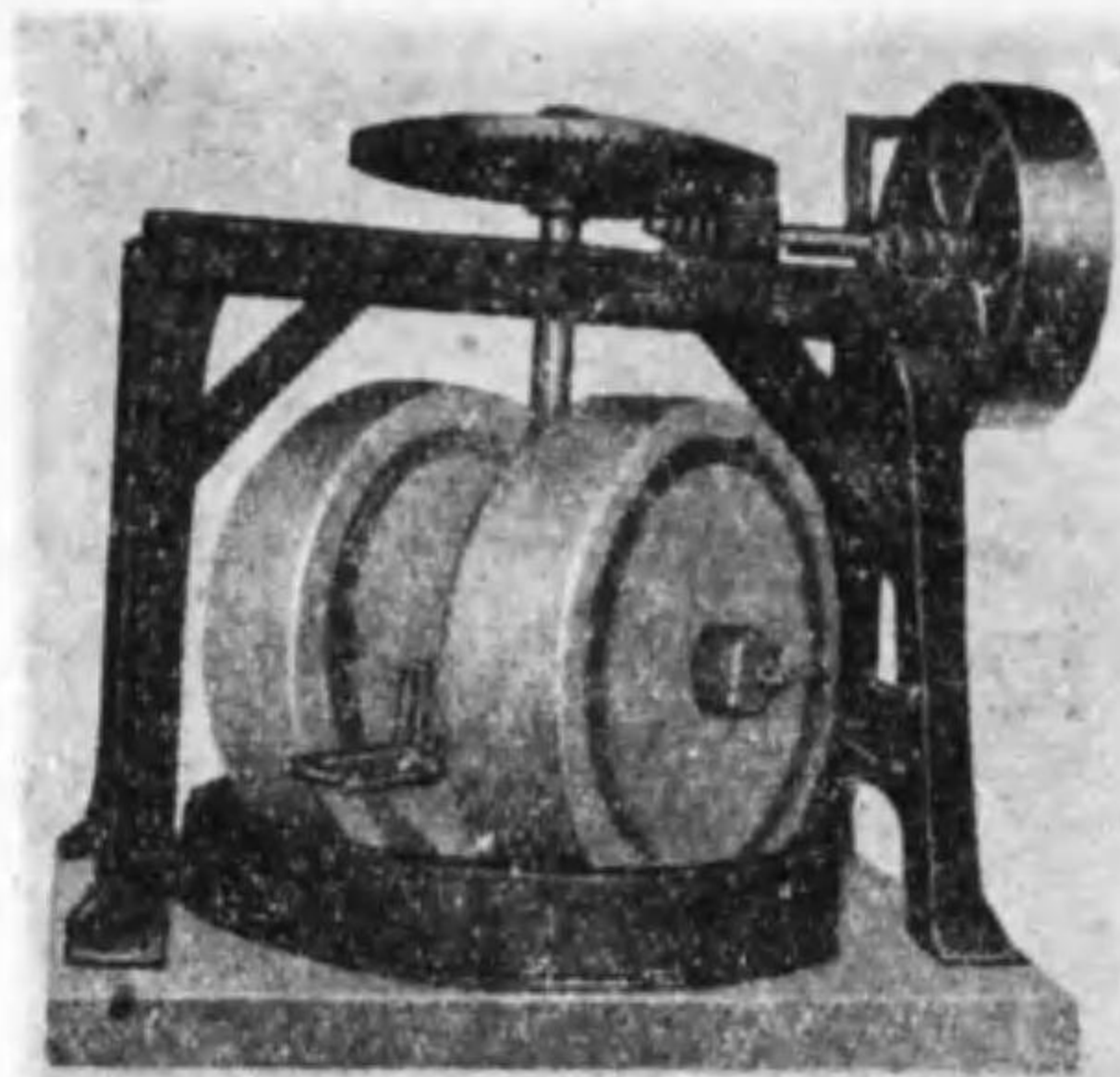


圖 65の2 ドライミル

トミル、ボールミル等がある。

粉碎した粘土は、尙粗粒を含み、又砂や酸化鐵を混する故に、之を水槽に入れ、水と共に攪拌し、器底の流出口から、細長い樋の中に流し、重き部分を沈

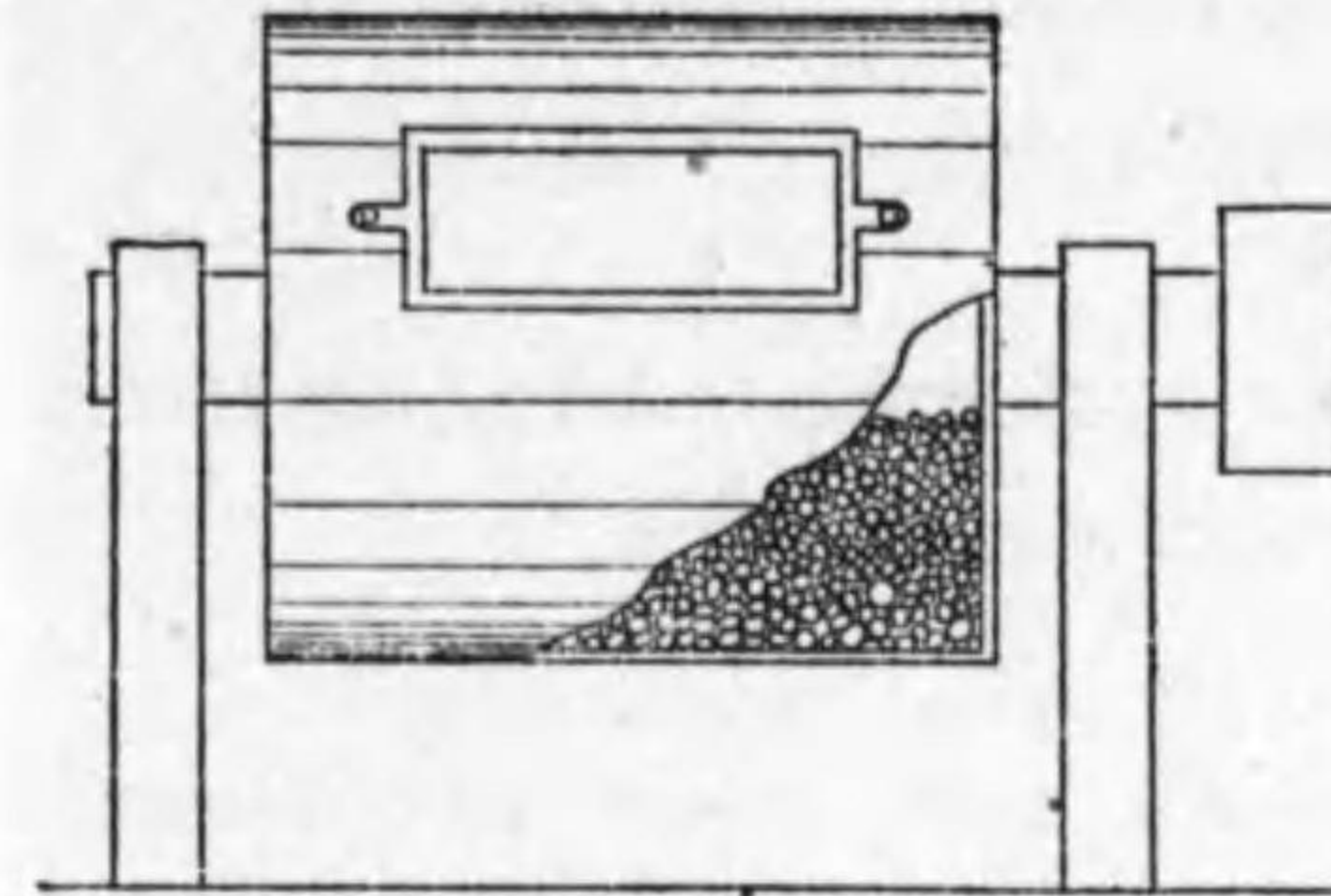


圖 65の3 ボールミル

澱せしめ、最後に細粒を沈澱池に流し入れる。之を水簸と稱する。

斯くして一定大きさの細粉末とした粘土を原料にするが、多くの場合には、二種以上の粘土を調合して用ふる。昔、甲地の陶器又は磁器が、甲地に於てのみ作り得たのは、その原料とする甲地粘土の特殊な成分に原因したのである。今日では、各地の粘土の成分を分析によつて知り得る故に、甲地の粘土と同一成分になるやうに、乙地丙地等々の粘土を調合すれば、甲地と同じ陶磁器が、何れの地方に於ても作り得られる。之に關する調合法の一例を示す。

こゝに次の如き、

	粘土分	珪石分	長石分	
甲原料	耐火粘土	86	10	4
	磁土	91	5	4
乙原料	耐火粘土	93	1	6
	磁土	98	1.5	0.5

甲乙二種の原料があるとする。

甲地に於ては、

甲原料の粘土	40
“ 磁土	25
燧石 (純珪石)	30
長石 (純)	5

を調合して素地を作つてみるとする。然らば之と同じ素地を乙原料で作るには、どう調合したらよいかと云ふに、次の如く計算する。

甲原料の粘土 40 分中の成分	粘土分	$40 \times 0.86 = 34.4$
	珪石分	$40 \times 0.10 = 4.0$
	長石分	$40 \times 0.04 = 1.6$
甲原料の磁土 25 分中の成分	粘土分	$25 \times 0.91 = 22.75$
	珪石分	$25 \times 0.05 = 1.25$
	長石分	$25 \times 0.04 = 1.0$

従て

素地成分	粘土分	$34.4 + 22.75 = 57.15$
	珪石分	$4.0 + 1.25 + 30 = 35.25$
	長石分	$1.6 + 1.0 + 5 = 7.6$

粘土分 57.15 を乙粘土に換算すると

此の中の他成分	$57.15 \times \frac{100}{93} = 61.45$	
	珪石分	$61.45 \times 0.01 = 0.61$
	長石分	$61.45 \times 0.06 = 3.69$

粘土分 22.75 を乙磁土に換算すると

此の中の他成分	$22.75 \times \frac{100}{98} = 23.2$	
	珪石分	$23.2 \times 0.015 = 0.35$
	長石分	$23.2 \times 0.005 = 0.12$

燧石所要量	$35.25 - (0.37 + 0.35) = 34.53$
長石 ”	$7.6 - (2.22 + 0.12) = 5.26$

依て乙原料で甲原料を用ひた素地を作るには

乙原料の粘土	37
“ 磁土	23.2
燧石	34.53
長石	5.26

を混合すればよいのである。

以上、殊更に計算を示した如く、化学の進歩又はその應用によつて、従來經驗にのみ頼つて行はれてゐた工業が、如何に學問的に行ひ得るに至つたかを了解し得るであらう。

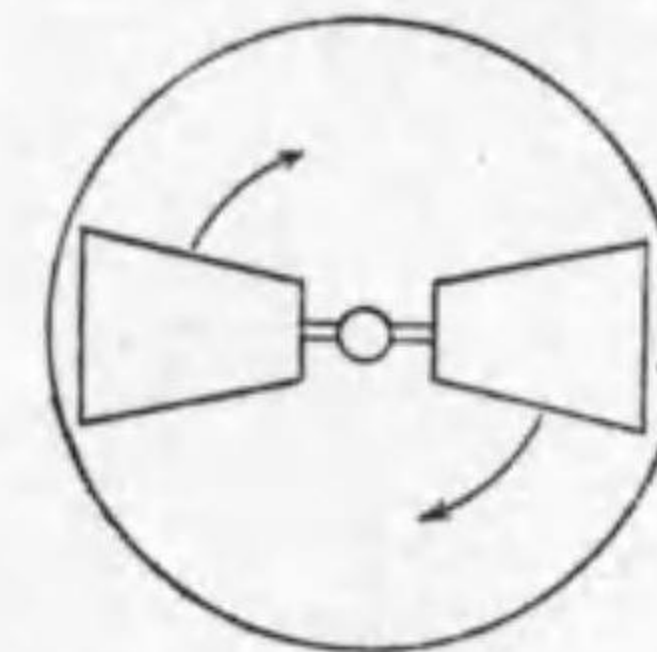
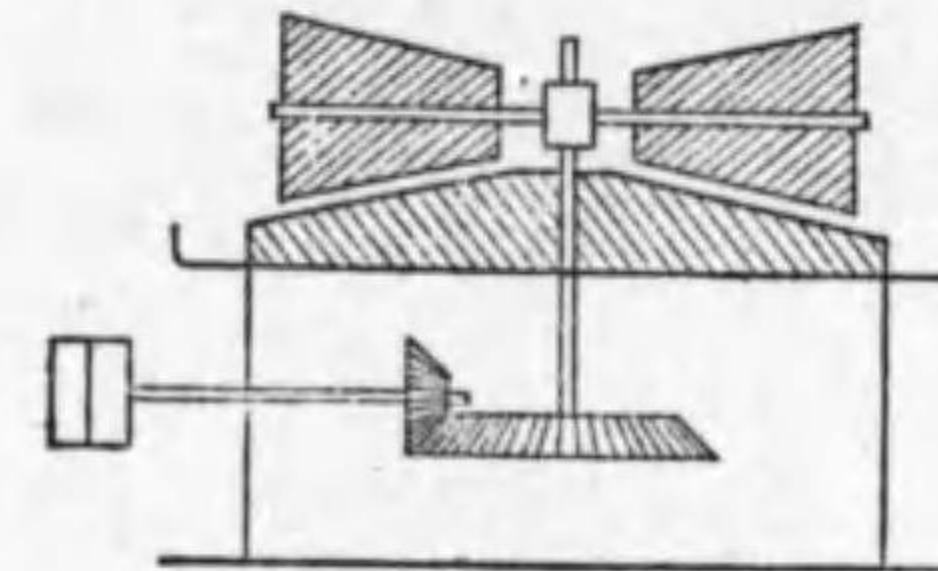


圖 65 の 4 捏練機

諸以上の調合は、之を水の存在で行ひ、次で調合物は、加壓濾過機で脱水し、更に圖 65 の 4 の捏練機で捏練混合を行ひ成形する。

素地土を用ひ、各種の器物を作る方法には種々ある。人形其他の美術品などは、全々手工で形を作る事もあるが、同形の

ものを多数に作るには、機械的に行ふ。

轆轤法と稱するは、手工式的一種で、小工場で用ふるに適し、又複雑な形を與へるに良い。回轉する水平の轆轤頭板の上に、素地を置き、回轉する素地に手にて形を與へる。その最も簡單なものは、圖 65 の 5 の如く、垂直回轉軸 E の上端に轆轤頭板 A があり、下部には獨樂板 B がある。陶工は C に

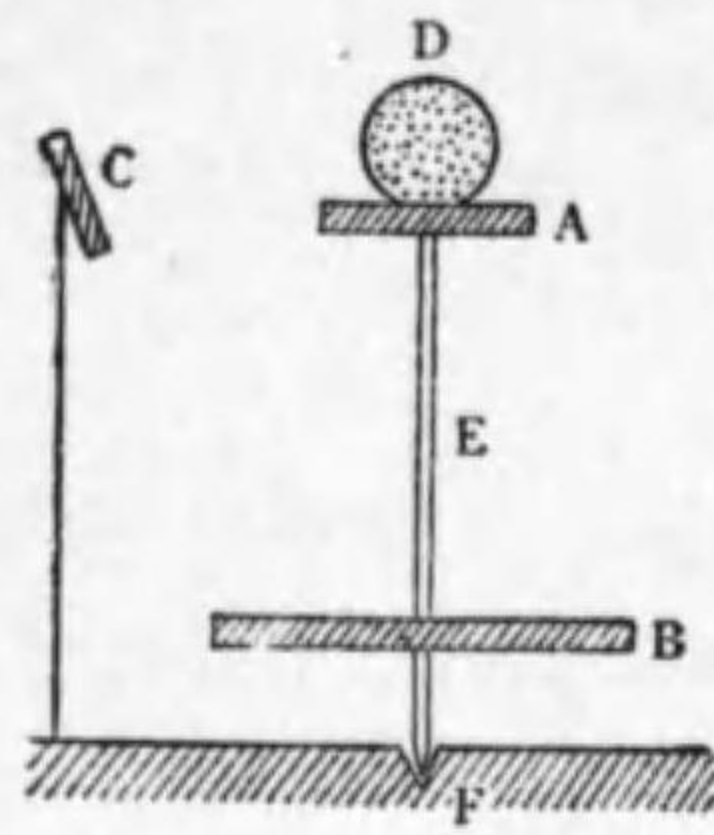


圖 65の5 轆轤法

腰掛け、手で A を廻すか、足で B を廻はし A 上の素地 D に手にて形を與へる。例へば素地の中央に上部から指を押し當てると凹むが、D は回轉せる故に、その凹部は均齊な圓形となる。茶碗、皿等は之で作られる。

模型法と稱するは比較的簡單な形のもの多數作るのに適してゐる。石膏型に素地を入れ、その内壁に均一に押し當て、形を作る。

鑄込法と稱するは、泥漿とした素地土を、石膏型に流し込み、水分が吸收されて出來た薄い層を剝し、之を修正し、形を與へる。

押壓法と稱するは、金屬性の模型を用ひ、水壓で素地を押し付け、形を與へる。

斯くて出來た素地は、外觀を整へる爲めに、上等の素地泥漿を以て上掛けする事もある。

(3) 乾燥、釉掛及燒成 成形した素地は、20~30% の水分を含むが、之を空氣の流通のよい場所で、徐々に乾燥し、水分 8% 内外とした上、燒成する。

燒成に用ふる窯には種々ある。精巧な色彩、模様の上繪釉を施す場合には、圖 65の6 の如く、間接加熱のマッフル爐を用ふる。本邦の錦窯、上繪窯は之に屬する。

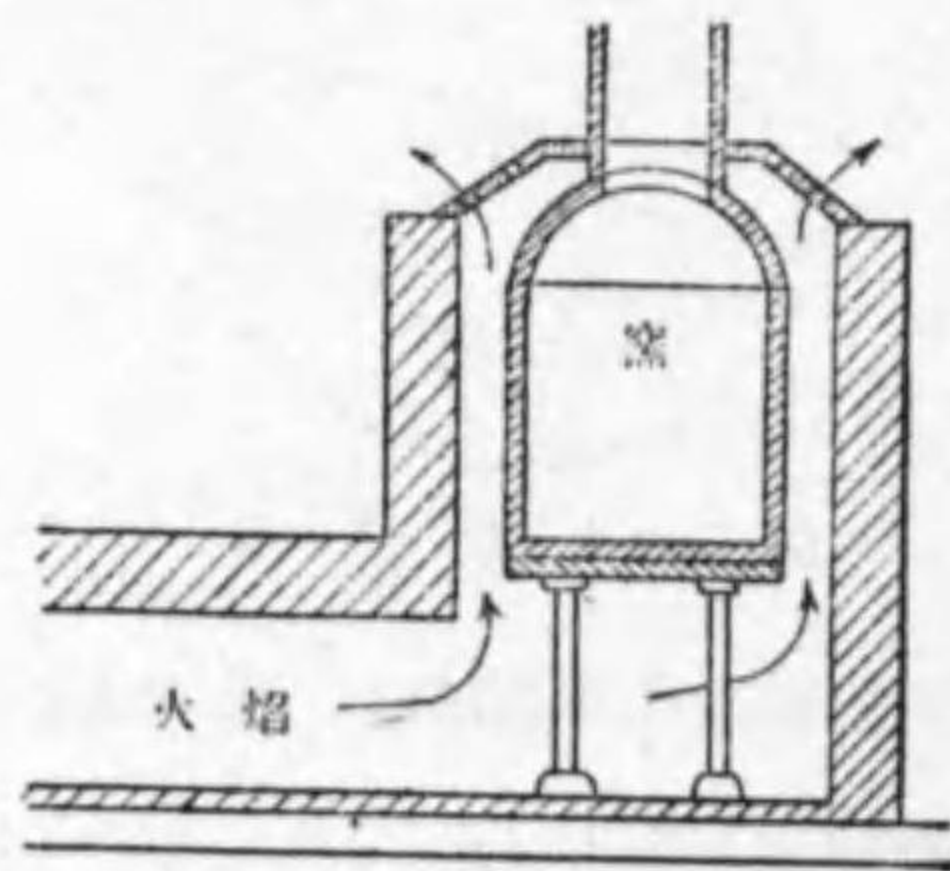
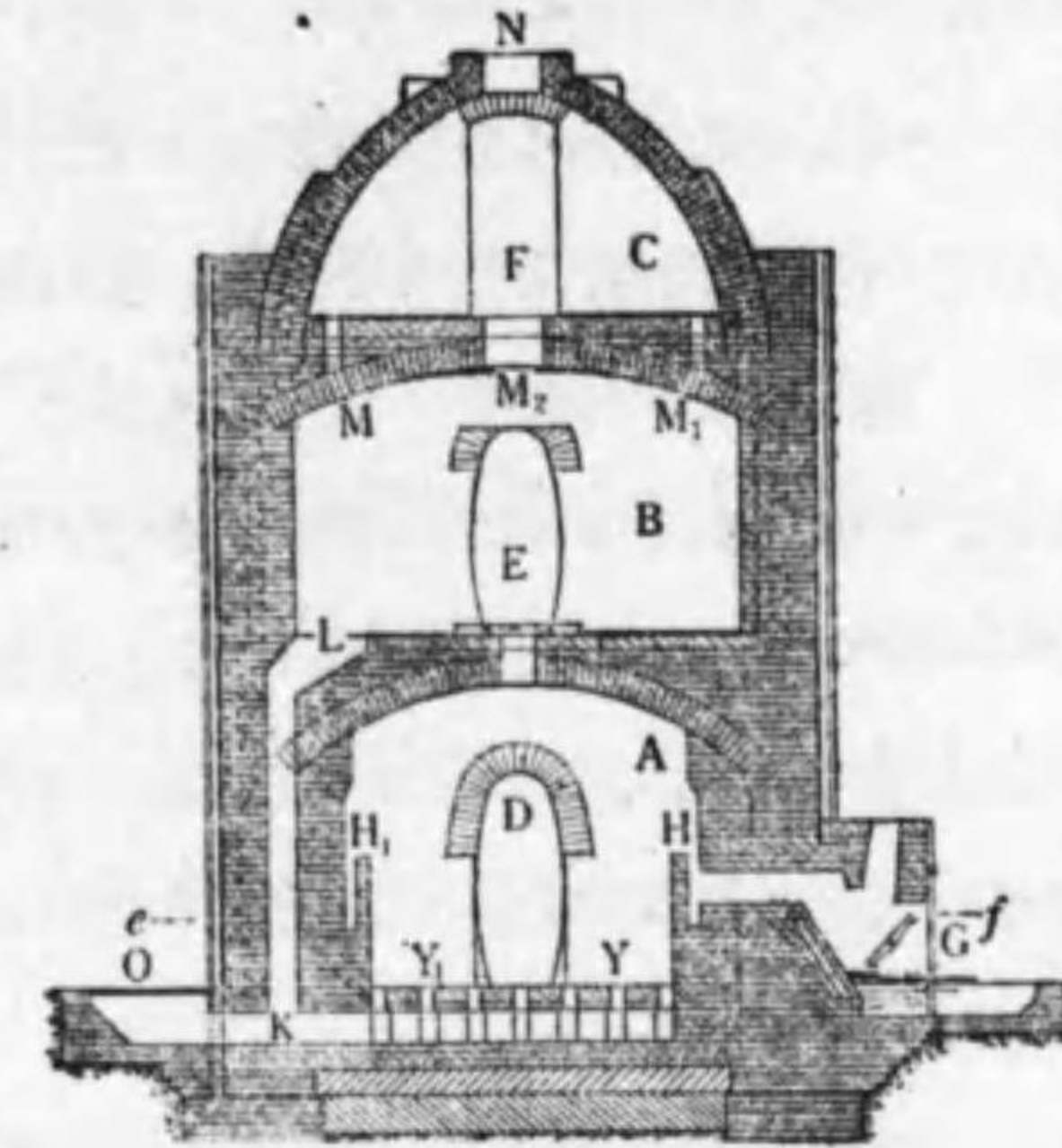
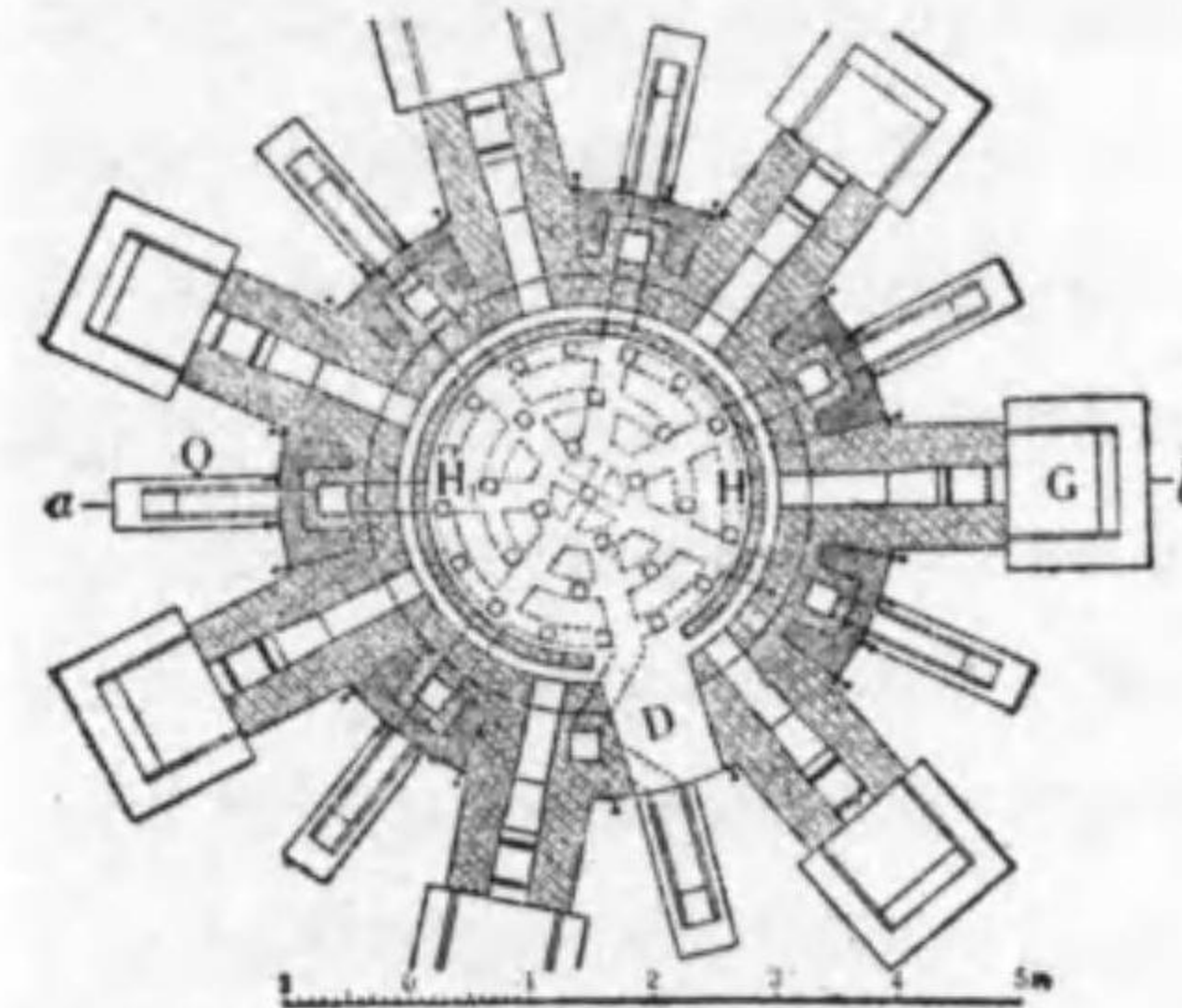


圖 65の6 マッフル爐

併し一般には火焰が直接素地に觸れる直接加熱窯を用ふる。之にも種類が



縦断面圖



横断面圖

圖 65の8 倒焰式圓窯

多いが、尤も普通のもの多いが、尤も普通のものは圖 65の7に示す如く倒焰式圓窯で、石炭を燒燒し、一階で本燒を行ひ、その餘熱を二階に送り、そこで素燒又は匣鉢燒を行ふ。勿論、一階だけのものあり、又三階のものもある。三階建のものは、圖 65の8に示す如く、A, B, C, の三室から成る。G は石炭焚口である。火焰は G から H を通り、A 室に入り、熱氣となつて、Y, K, L を經て、B に入り、更に M から C 室に入り、N から外部へ出る。D, E, F は仕事戸口である。

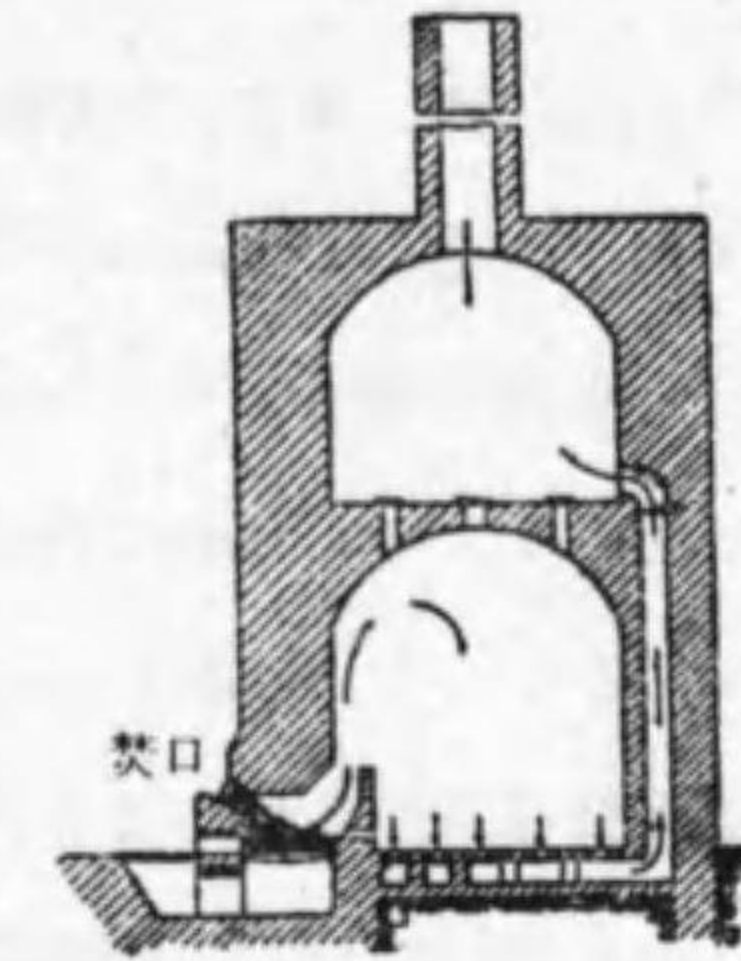


圖 65の7 倒焰式圓窯

多いが、尤も普通のもの多いが、尤も普通のものは圖 65の7に示す如く倒焰式圓窯で、石炭を燒燒し、一階で本燒を行ひ、その餘熱を二階に送り、そこで素燒又は匣鉢燒を行ふ。勿論、一階だけのものあり、又三階のものもある。三階建のものは、圖 65の8に示す如く、A, B, C, の三室から成る。G は石炭焚口である。火焰は G から H を通り、A 室に入り、熱氣となつて、Y, K, L を經て、B に入り、更に M から C 室に入り、N から外部へ出る。D, E, F は仕事戸口である。

第3節 製品

陶磁器には、多数の種類があるが、大別して次の如くなす事が出来る。

(1) 磁器 (Porcelain, Porzellan) 陶磁器中最も優秀である。素地實質は、緻密不滲透性で、堅硬であつて、釉、素地共に彩色してないものは、殆ど純白で、その薄層は透明質である。一般に釉と素地との成分が非常に近似してゐるので、投射光線は、表面から規則正しく器物の内部に侵入し、硝子様物質で圍繞されてゐる無数の微細結晶により、擴散され、表面又は表面近くから反射し、一種爽快温雅な光澤を呈する。陶器の企て及ばざる所である。併し實際には陶器との區別が出来ないやうなものもある。

磁器には硬質と軟質とある。硬質には純粘土に近い磁土を用ひ、熔劑として長石を加へ、耐火度を調節する爲め、珪石を加へ尙時に少量の石灰を加へる。有田焼、九谷焼、瀬戸焼等多くは之に屬する。尙硬質磁器には工業材料及び用品がある。電氣碍子は、耐火度を用ひ、シリマナイト様の結晶粒子を多く析出せしめ、絶縁性を大としたものであり、蒸發皿、坩堝等の化學實驗用具は、粘土分を多くし、珪石分を少くし、耐火度を高くしたものである。

軟質磁器は石灰質原料を多く混用し、1100~1280°C で焼成したものである。出石焼は之に近く、英國の骨灰磁器、佛國の硝子様磁器は之に屬する。

(2) 炆器 (Stone ware, Steinzeug) 炆器は素地が緻密不滲透性で、一般に有色不透明である。焼成火度高く、上等のものは敲くと清音を發し、耐火度が高い。多くの場合、單味原料を用ふるが、その原料の中に自然に含まれてゐる熔劑で熔融する。萬古焼、高取焼、常滑焼はその例である。然し原料中の熔劑を多くし、白色素地としたものもある。精炆器、調合炆器と稱せられる。又殊に耐酸性を大となす爲めに、燒粉とした磁器素地を脱粘劑とし

て加へ、1350°C で焼成したものもある。尙炆器の焼成には、一般に素焼を行はない。釉には普通に食鹽、石灰、木灰等を用ふる。炆器は化學工業用品、耐酸製品、衛生器具、敷瓦等に用ひられる。

(3) 陶器 (Earthen ware, Steingut) 一般に素地は 1200~1300°C で素焼し、比較的熔融し易い釉を掛け、1000~1100°C で焼成する。素地は滲透性である。併し陶器は、原料及び釉の種類により、その種類千差萬別にして、下等品は土器の如く、上等品は磁器に近い。

(a) 普通陶器 素地は可塑性大なる石灰質粘土に、脱粘劑として燒粉又は砂を加へて作られる。焼成物は不透明で、且つ酸化鐵の爲め幾分着色する。釉としては主に鉛の透明釉を用ふる。光澤は強いが罅裂が入る。罅裂は薩摩焼の如く、一種の裝飾となるが、實用には弱い。石灰又は粗粒狀珪砂を加へると罅裂は消失する。鉛釉中の遊離の鉛は有毒であるが、CaO を加へ、鉛の量を減ずるか、 Al_2O_3 を加へ、鉛を悉く結合状とすれば害は少なくなる。併しその際には、易熔性となす爲め、 SiO_2 を増加するか、又はその一部を B_2O_3 で置換する。

(b) エナメル陶器 多くの場合、多少不純な原料を用ふるので素地は有色である。併し之を隠蔽する爲めに酸化錫 SnO を釉料とし、不透明エナメルを掛ける。多くは裝飾の目的に用ひられる。マジョリカはその例である。

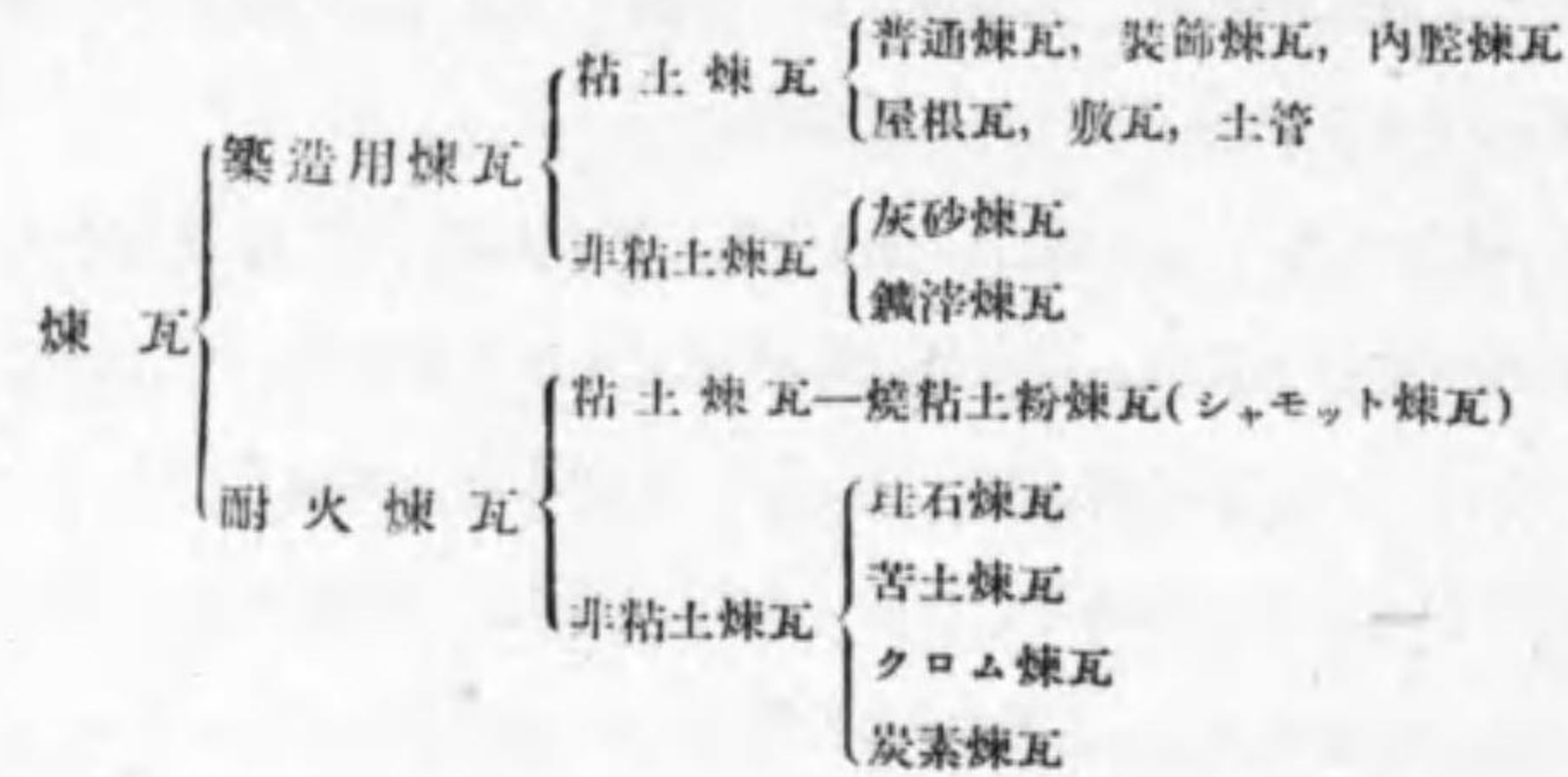
(c) 硬質陶器 珪石質の素地に對して、之に可塑性を與ふるに必要なだけの粘土と、熔融に必要なだけの熔劑の長石を加へ、高温焼成したもので、殆ど磁器の觀を呈し、半磁器と稱せられる。

(4) 土器 (Terra cotta, Erthen ware) 不純の粘土を原料とし、800~950°C の低温で焼成したもので、多孔質の素地を有する。一般に釉を掛けぬ。鐵分の爲め黄褐色を呈する。煉瓦、タイル、土管等之に屬する。

第 66 章 煉 瓦

第 1 節 總 說

煉瓦は土器、坩堝等の中に含まれるものであるが、特に取り出して纏めると、次の如やうな種類がある。



本邦の煉瓦製造は、明治 20 年に、獨逸人技師によつて司法省、裁判所、海軍省の廳舎が建築された時、之に使用する煉瓦を獨逸人の煉瓦技師が製造したのに始まる。その製造工場は日本煉瓦製造會社と稱した。その後 20 年間程は、煉瓦家屋が盛に造られたが、桑港の大地震で、煉瓦造は耐震性でない事が分り、アメリカでコンクリート建築を用ふるやうになつてから、本邦でも、コンクリート建築が盛となり、煉瓦造は衰微するに至つた。併し近年では、コンクリート建築に、避熱、防濕、保温の諸性質を與へる爲めに、建築物の内外に、煉瓦を貼り付けるが、その結果、裝飾煉瓦や内腔煉瓦が盛に用ひられるに至つた。

他方工業の發展に伴つて、高熱を使用する場所、酸又はアルカリ等の腐蝕性藥劑を使用する場所に、耐火、耐酸、耐アルカリ性の煉瓦を用ふるに至り、此の方面の需要が非常に増大するに至つた。例へばボイラーの燃燒室壁、鑛

石、ガラス、其他化學原料の熔融室の内壁、パルプ製造の亞硫酸蒸解罐の内壁、硝酸、鹽酸等の處理器等には必要缺く可らざるものとなつたのである。従て耐火、耐酸、耐アルカリ等の煉瓦の研究は非常に盛に行はれてゐる。

第 2 節 築造用煉瓦

普通の煉瓦の赤色は、酸化鐵の色であるが、その量は 4% 以上に達し、原料から入つて来る。原料は粘土と砂とであるが、日本煉瓦製造株式會社の埼玉縣大里郡大寄村の工場では、附近の壤土、砂質壤土、利根川砂を用ひ、大阪窯業株式會社の堺工場では、堺市附近の坩堝粘土又はそれに近い粘土と海砂とを用ひてゐる。

粘土と砂とは細碎し、水で捏練し、多くは押出成形機を用ひて成形する。而して野天で自然乾燥するか、或は餘熱乾燥又は特種乾燥によつて乾燥を行ひ、次で燒成する。

燒成には、最も簡単な方法では、乾燥素地を積み、その底部の空處に木屑を入れ、上部の空處に石炭を詰めて燃燒する。一時に 50 萬本も焼けるが多數の廢品が出来る。

依て工業的には、圖 66 の 1 のやうな單一窯又は圖 66 の 2 のやうなトンネル窯を用ふる。單一窯では、窯内に煉瓦を入れ、矢の方向に火焰を送入する。トンネル窯では、

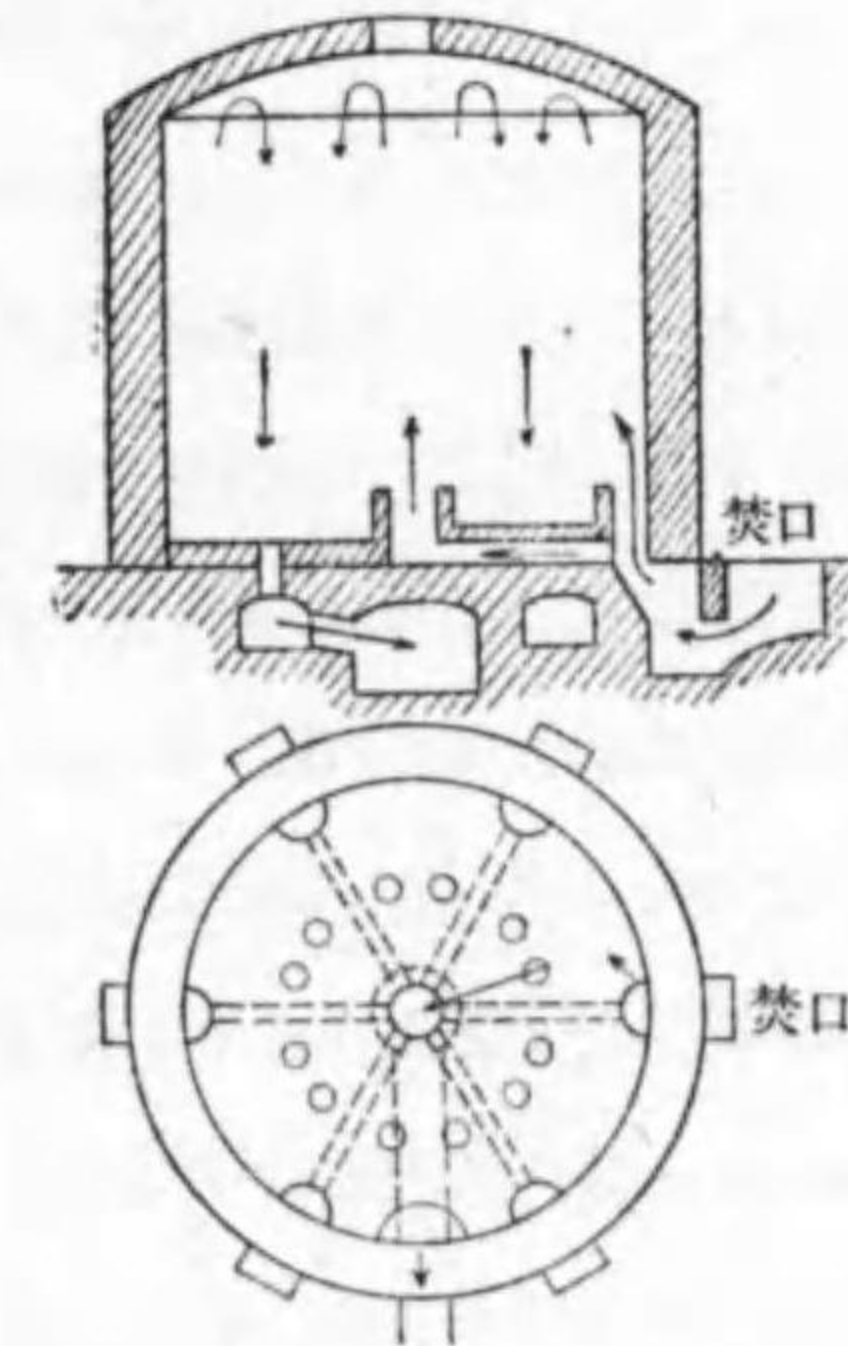


圖 66 の 1 單一窯

窯詰した後、必要に應じ、紙などで 16 室に仕切る。空氣は 7, 8 室に入り、9, 10, 11, 12, 13 の冷却中の室へ入り、煉瓦を冷却し、自身は熱せられて 6,

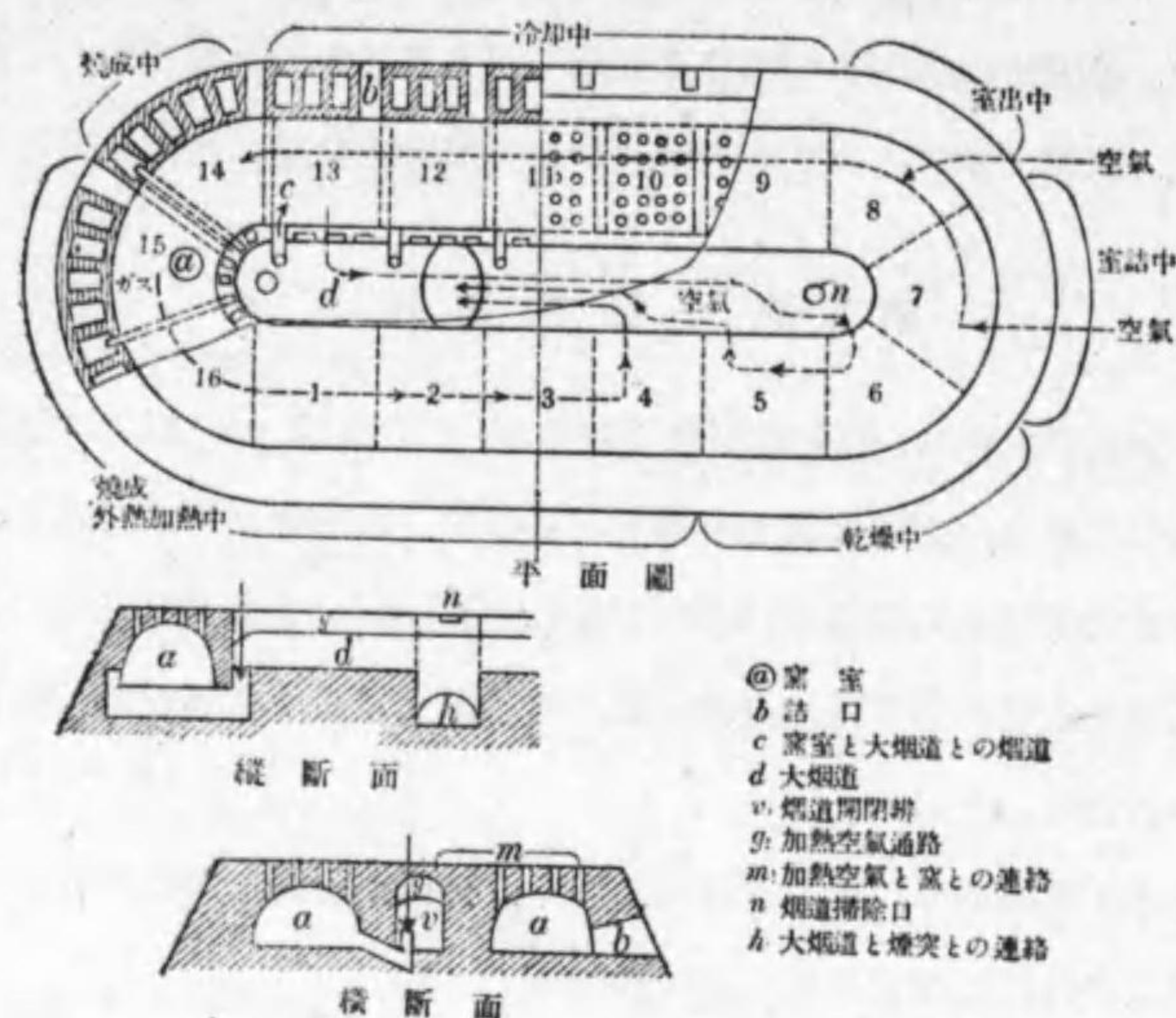


圖 66 の 2 トンネル窯

5 に入り、その素地煉瓦を乾燥して烟道へ逃げる。焼成ガスは 14 に入り 15, 16, 1, 2, 3, 4 を経て烟道へ去る。

普通煉瓦は工業品規格統一調査会の日本寸法によると、21 cm (6寸93) × 10 cm (3寸30) × 6 cm (1寸98) である。

裝飾煉瓦は、建築物の内外を裝飾する目的を有するので、形状、色彩、光澤等に、夫々要求がある。形状は大小異形いろいろあるが、成形に於て形を與へる。例へば内腔にするには、押出機の口金を管状にする。着色には原料の成分を利用するが、特に着色するには、褐には Fe_2O_3 , MnO_2 , 青には CoO , 黄には Cr_2O_3 等を用ふる。光澤は抽掛で與へる。製法は凡て煉瓦と同じだが、色彩によつてはマッフル爐を用ふる。

尙鑛滓煉瓦と稱するものがあるが、鉄鐵製造の際、熔鑛爐内で、鐵以外の

物質が熔合して生ずる鑛滓を水に入れて急冷し、粉碎し、消石灰を 10~15% 混入し、成形焼成したものである。

第 3 節 耐火煉瓦

耐火煉瓦は、その名の示す如く高温例へば 1200°C 以上の温度に耐ゆるを要するが、多くの場合には高温に耐ゆると共に、ガス、熔融物其他の成分の化學的侵蝕作用にも耐ゆる必要がある。而して此の耐火煉瓦に接觸する物質には、單なる燃焼ガスの如く、中性に近いものもあるが、熔融ガラスの如く酸性のものもあり、又冶金の鹽基性鑛滓の如く鹽基性のものもあるので、耐火煉瓦の性質も、用途に應じて夫々中性、酸性、鹽基性たるを要する。

中性煉瓦はコークス爐、セメント爐等に用ひられるものであるが、大體 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ を成分とする。即ち純粹の粘土であるカオリンの成分と等しい。従て原料の粘土にはカオリンを最良とする譯だが、併し着色してゐても差支なく又純度がやゝ低くともよいので、一般に耐火粘土と稱せられるものを用ふる。内地では福島、愛知等に産するが、滿洲にも産する。又岡山、廣島に出る蠟石も用ひられる。而して粘土に對しシャモット即ち粘土を焼いた粉を混合する。煉瓦などを破碎した粉末でもよい。焼粉は脱粘劑として作用するが、熔融した物質やガスの作用を受ける煉瓦に對しては、細粉としたものを用ひて煉瓦の組織を緻密にするがよく、又耐火度が高く、温度の急變に耐ゆる煉瓦を得るには、粗粉を用ひたがよい。斯くして得る煉瓦をシャモット煉瓦と云つてゐる。

酸性煉瓦はガラス爐などに用ひられるもので、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (3 \text{以上}) \text{SiO}_2$ の組成を有する。珪石が多いので珪石煉瓦 Silica brick と云ふ。英國でダイナス Dinas と稱する砂岩から作られるものは、 SiO_2 92~98% を含有する珪石煉瓦

であるが、之をダイナス煉瓦と云ひ、今では珪石煉瓦の別名として用ひられてゐる。

珪石煉瓦は石英 Quartz, 軟珪石 Ganister, クォーツァイト Quartzite 等で作る。ガニスターは珪石の外に 10% 内外の粘土を含むのでそれのみで煉瓦が出来ゐる。珪石を用ふる場合には 10% 内外の粘土を混合する。1400~1500°C で焼成する。珪石煉瓦は熱すると膨脹するので、爐の天井迫などに用ふるとよい。

鹽基性煉瓦にはマグネシヤ煉瓦がある。冶金爐の床や壁に用ふる。マグネサイト $MgCO_3$ を 1500°C 位で焼いて MgO とし、結合剤として粘土や石灰を混合するか、又はそのままで煉瓦とする。

尙以上の外にアルミナ煉瓦、炭素煉瓦、其他特種の煉瓦が種々ある。

第 67 章 アルミニウム及其化合物

第 1 節 總 説

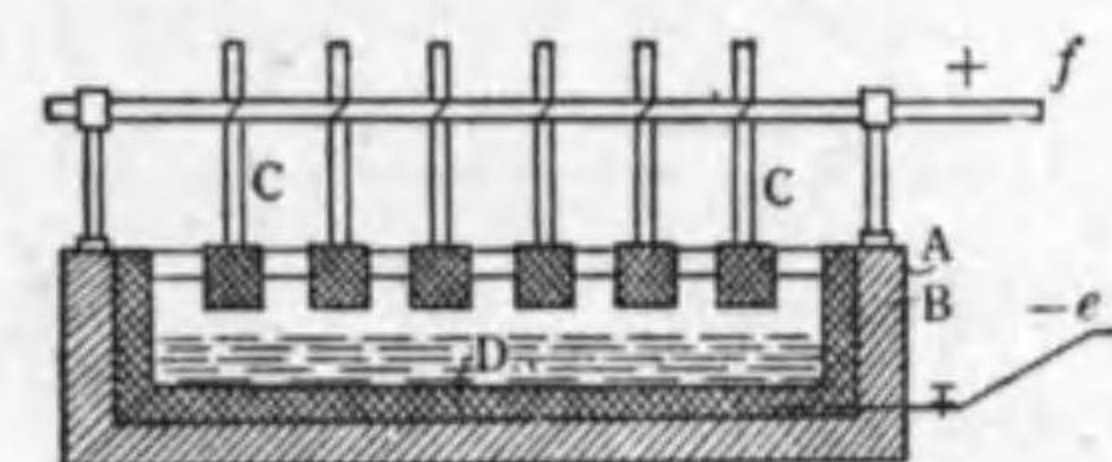
アルミニウム Al は金属として極めて重要であるのみならず、各種の化合物としても化学工業上必要不可欠なものである。

第 2 節 アルミニウム

(1) **アルミニウムの製造** アルミニウムは古くは氷晶石その他のアルミニウム複鹽に金属ナトリウムを作用させて作られたが、その生産費が高いので現在では、ホール C. M. Hall (米國特許 400,665; 1889) の發明に係る電解法によつて製造される。

ホールの電解法は、電解爐を使用し、その中に氷晶石にアルミナを溶解したものを入れ、直流を通し、爐内温度を 950°C とにして、アルミナの電解を行ふのであつて、電気は、熱と電解との兩方に使用される。

電解爐は圖 67 の 1 の如く長さ 3 m, 幅 1.5 m, 深さ 1.5 m で、鋼板 A で作



り、その内面に耐火煉瓦 B を張り、

更にその内面に炭素板 D を張り、尙

底に炭素板を埋める。之等の炭素を

陰極とする。爐はやゝ傾斜し、熔融

金属の排出に便してある。陽極は横

断面約 15×30 cm の炭素棒 C で、その 4~12 本を 1 列又は 2 列に垂下し、f

で陽極に連絡する。炭素棒は石油コークスと石炭タールとを混合壓搾し、燃

焼して作られる。

圖 67 の 1 アルミニウム電解爐

電解爐にアルミナを入れる場合に、アルミナのみでは熔融點高く、且つ電解も起り難いので、之を氷晶石 $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$ に溶解して入れる。即ち爐に氷晶石を入れ、その熔融點 1000°C で熔融し、之にアルミナ約 20% を加へて溶解する。併し實際には少量の螢石 CaF_2 を加へ、熔融點を 950°C に下げる。氷晶石の比重は 2.9 だが 950°C で熔融したものの比重は 2.17 である。然るにアルミニウムの比重は 2.58 だが 950°C で熔融したものは 2.36 である。従つてアルミニウムは氷晶石の下に沈んで、槽底の排出口から出る。

電解爐中では



の反応が起り、酸素は陽極で CO を作る。従つて全體としては、

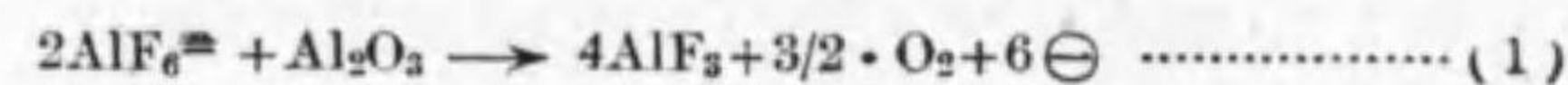


となる。CO は氷晶石中を泡起し、爐上のフートに集まる。

尙別に氷晶石がイオン化し、先づ Na が析出し、之によつて Al_2O_3 が還元されるとの説もある。即ち氷晶石は

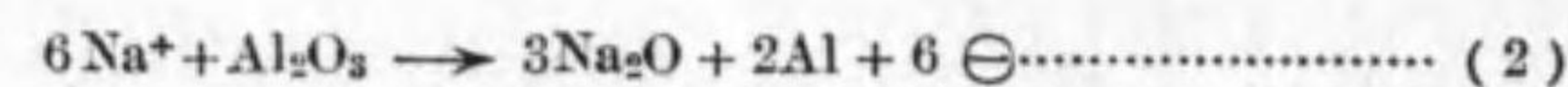


の如くイオン化し、之に Al_2O_3 を加へると、陽極では



が起り、酸素は炭素極と作用し $\text{CO} + \text{CO}_2$ となる。

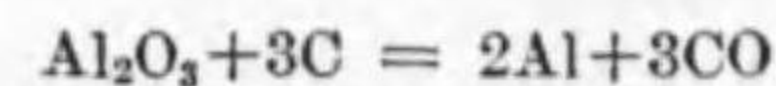
陰極では



が起り、(1) と (2) とにより次の反応が起る。



915°C に於けるアルミナの分解電圧は、熔融氷晶石に溶解し、



の如く反応する場合 2.03 である。

氷晶石はグリーンランドに多量に産するが、最近ドイツ、本邦等に於ては、

アルミン酸ソーダを弗酸で分解するか、又は粘土を酸に溶解し、アルミナを弗酸とソチウム鹽とで沈澱させて人造する。又炭素は Al 1g に對し 0.66g を消耗する。

ホール法のアルミニウムの最純のものは 99.7% であるが、平均 99.4% である。純度 99.7% 以上のものを得るには更に精製する。それにはフープス Hoops 氏 (1901 年) の方法が有名である。電解槽は三液層から成り、最下層は Al-Cu 合金で、之を陽極とし、最上層は熔融 Al で、之を陰極とし、中間層は BaF_2 31~41%, NaF 26~31%, AlF_3 26~31%, CaF_2 , MgF_2 (不純分) 2%, Al_2O_3 (不純分) 0.5~3.0% から成る。900~1100°C, 5~7 V, 20000 Amp で電解し、電流効率 100% で、アルミニウムの純度は 99.8~99.99% に達する。

尙ホール法の外にも種々あるが、その中でノルウェーのゼーデルベルヒ Söderberg 氏の自己燃焼電極法は、電力の節約と操作の簡易化とに於て卓越したものとして有名である。即ち本法では圓筒状のアルミニウム・マントルの内に泥状炭素物質を填充したものを極とする。泥状炭素物質は、電流と浴との熱で焼成され、良質の電極を作る。電極は消耗するが、それに應じて圓筒の上部から泥状炭素物質を挿入する。アルミニウム・マントルも消耗するが、之はアルミニウムとして回収される。極の大きさは $1 \times 2\text{m}$ 内外で、1 個の爐に 1~2 本を用ひ、その 1 本に 35000 Amp 内外の電流を通す。

(2) 性質用途 アルミニウムは比重 2.58 で軽く、腐蝕に抵抗し、電氣の良導體で、銀色を呈する。之等の性質を利用して、航空機、化學用器、勝手道具、電線、自動車部分品等に用ひられる。併しアルミニウムは酸素と結合する性質があるので、ベッセマー鋼の脱酸素やテルミット法に用ひられる。尙最近アルミニウムの表面を酸化し、酸化皮膜で被ふたアルマイトと稱する

ものがあるが、酸化せず、抵抗性大にして、色澤美しくしき故、勝手道具などに盛に用ひられる。

アルミニウムには種々の合金がある。銅4%、マグネシウム0.5%、マンガ ン6%及び珪素、鐵の少量を含むものは、デュラルミンと稱せられる。この合金を500°Cに熱し、急冷し、熟成したものは、強度が60000 lb/in²でアルミニウムの2倍、中位の鋼と略同じである。飛行機材料として用ひられる。尚珪素11~14%を含むアルミニウムは化學的抵抗大にてシルミン Silumin と稱せられ、アルミニウム5~10%、銅95~90%から成る合金は硬く強く、金色をなし、アルミニウム・ブロンズと稱せられる。

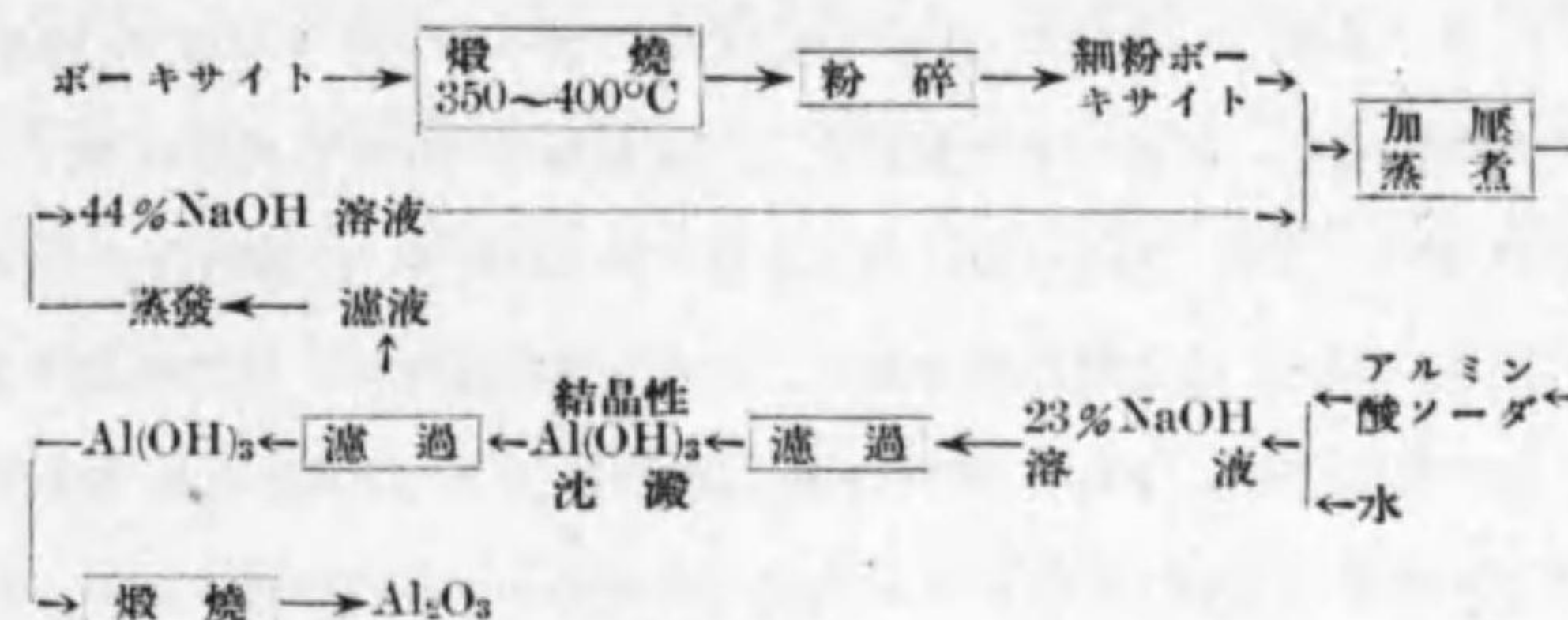
第3節 アルミナ

アルミナ即ち酸化アルミニウム Al₂O₃ は、アルミニウムの直接原料として必要不可欠なものである。アルミニウムは地殻の中に、酸化物、珪酸鹽、磷酸鹽、硫酸鹽、弗化物等として7~8%含有されてゐるが、之等の中でアルミニウム又はアルミナの原料として、最も有利で、從來世界的に使用されてゐるものは酸化物のボーキサイトである。ボーキサイトはフランス、アメリカ、アフリカ等に産し、Al₂O₃·H₂O、Al₂O₃·3H₂O から成り、Al₂O₃ 50~70%を含有し、不純物としては、SiO₂ 3~15%、Fe₂O₃ 1~20%、TiO₂ 痕跡~4%を含有し、燃焼損失20~25%である。

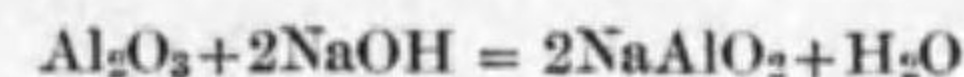
然るに本邦には不幸にしてボーキサイトが産しない。併し粘土、明礬石、磷酸礬土礦等が産するので、之等を原料とする製法が研究され、その或ものは実施されてゐる。

(1) **ボーキサイトからアルミナの製造** ボーキサイトからアルミナを製造する主旨は、之を苛性ソーダで処理し、アルミニウムをアルミン酸ソー

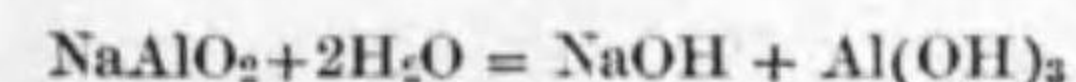
ダとして溶解抽出するにあるが、バイヤー Bayer 法が最も有名である。その大要は次の如く行はれる。



煆焼細粉ボーキサイトを、Al₂O₃の約1.8倍量のNaOHの44%溶液と共に加圧罐に入れ、5~6気壓、150~160°Cで約8時間熱する。原礦中の酸化アルミニウムは



にて、アルミン酸ソーダとなつて溶解する。然るに Fe₂O₃ と大部分の TiO₂ とは不溶解に止まる。又 SiO₂ は Na₂O·Al₂O₃·SiO₂·2H₂O を作り、残りの TiO₂ は NaHTiO₃ を作るが、之等は何れも難溶性である。依て蒸煮物は之を稀釋して NaOH 23% 濃度とし、濾過して不溶解物を除き、アルミン酸ソーダ溶液は之を沈澱槽に入れ、Al(OH)₃ の結晶粒を加へる。然る時は



となつて水酸化アルミニウムが沈澱する。依て之を濾過し、煆焼し、Al₂O₃ とする。アルカリ溶液は蒸發して再用する。

バイヤー法は SiO₂ が多いと、NaOH の消費量が大きくなるので、SiO₂ 含量の少いボーキサイトに適する。

(2) **劣等ボーキサイト又は粘土類からアルミナの製造** 良質のボーキサイトの得られぬ國々では、劣等のボーキサイトや粘土類を原料とするが、

それには、バイヤー法を直接應用し得ないので種々の方法が考案され、その一部は實施されてゐる。

(a) ホール法 ホール Hall 法は劣等のボーキサイト其他の原料をコークスと混合し、アルミナを爐材とした電氣爐で 2500°C 内外に熱する。原料中の SiO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3 等は還元され、 Si-Fe-Ti-Al の熔融合金を作り、爐底に沈み、 Al_2O_3 は上層に浮ぶ故に、之を分離採集する。併しそのアルミナは、尙 TiO_2 , SiO_2 , Fe_2O_3 等を含み、純度は 97% 以下なので、更に精製する必要がある。米國アルミニウム會社では電爐から流出する Al_2O_3 に空氣又は水蒸氣を吹き付け、アルミナを中空の小球となし、之を 10% H_2SO_4 で洗滌する。純度 99.5% 以上となる。

(b) 鈴木・田中法 鈴木庸生・田中寛氏の發明した方法は、礬土頁岩を處理するに適する。大體ホール法で得る粗アルミナを $600\sim 700^{\circ}\text{C}$ で鹽素ガスで處理し、 Fe , Si , Ti 等を夫々 FeCl_3 , SiCl_4 , TiCl_4 として發散せしめるにある。

尙以上の外に、外國にはペダーゼン Pedersen 法、ハーグルンド Haglund 法等があり、又本邦には、粘土、明礬石、磷酸礬土等を原料とし、之を酸で處理する方法等が盛に研究されてゐる。

第 4 節 アルミニウム化合物

(1) 硫酸礬土 硫酸アルミニウム又は硫酸礬土 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ は粘土、明礬石、ボーキサイト、明礬頁岩等から作られるが、本邦としては粘土及び明礬石から作る方法が重要である。

粘土 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は之を粉碎乾燥し、反射爐で約 650°C で焼成し 85°C に熱した比重 1.48 の硫酸中に投入する。激烈な反應が起り、全體は糊

状となつて固結する。之を適當の大きさに碎き粗製品とする。

粗製品は原料から來る一切の不純分を含有するが、之に水を加へ、蒸氣にて加熱しつゝ浸出し、浸出液を蒸發濃縮し、冷却固化せしむれば精製品を得られる。併し原料に鐵分があると、鐵が混入して來るが、之を除く事は困難である。鐵分のないものを作るにはアルミナを硫酸で處理する。併し明礬とすれば鐵分は入らない。

硫酸礬土は紙のサイズに用ひ、Paper Alum などと云はれる。又水の清淨劑、下水の淨化劑等に用ひられる。本邦の年産額は約 20,000 トンである。

(2) 明礬 明礬には數種あるが、その重要なものを紹介する。普通に明礬と稱するはカリ・アルミニウム明礬 $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ で、硫酸カリと硫酸アルミニウムとの複鹽である。硫酸アルミニウムの溶液に必要量の硫酸カリを混すれば得られるが、本邦では、朝鮮全羅南道の聲山を初め廣島縣、臺灣等に産する明礬石 $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 3(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を原料として作られる。

明礬石は之を粉碎し篩分し、粉末を反射爐で 550°C 内外で焼成し、比重 1.297~1.530 の熱硫酸に投入し、反應液を水で稀釋し、沈澱物を分離し、清澄液を煮詰めて明礬を結晶せしめる。母液から硫酸礬土が得られる。

明礬は 8 面體の結晶をなし、鐵分を含有する事少なき故に、鐵分の少ないアルミニウム化合物として使用せられ、媒染劑、レーキ顔料、防水布、製革日本紙ドーサ引等に用ひられる。併し近年は硫酸礬土によつて置換されつゝある。

次にソーダ明礬 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ は 55°C に温めた硫酸礬土の溶液 (288 g/l) に硫酸ソーダ溶液 (142 g/l) を加へ、比重 1.35 の溶液となし之を $10\sim 25^{\circ}\text{C}$ に冷却すれば結晶として得られる。ソーダ明礬はカリ又はア

ンモニア明礬に比し、約10倍の溶解度を有する。鐵分を含有し易いが安價なので、近年米國等では盛んに用ひられる。

更にアンモニア明礬 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ は硫酸アンモニウムと硫酸礬土とから作られ、クロム明礬 $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ は硫酸クロムと硫酸カリとの混合溶液から結晶させてもよく、又重クロム酸カリの硫酸酸性溶液を亜硫酸で還元しても出来る。後者の場合、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 3\text{SO}_2 + 23\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ の如く反應する。

クロム明礬は暗紫色の8面體結晶で、媒染劑、製藥劑に用ひられる。

第68章 マグネシウム

マグネシウム Mg は近來、輕金屬として重要となり來つたのみならず、その鹽類にも有要のものが少くない。

第1節 製造

マグネシウムは鹽化マグネシウムを電解するか、又は弗化物の電解浴を應用し MgO から製造される。併し其他にも尙諸法がある。

(1) 鹽化マグネシウム法 鹽化マグネシウム法は、鹽化マグネシウム

を熔融状態に於て電解するのであつて、その電解槽としては圖68の1.の如きものを用ふる。

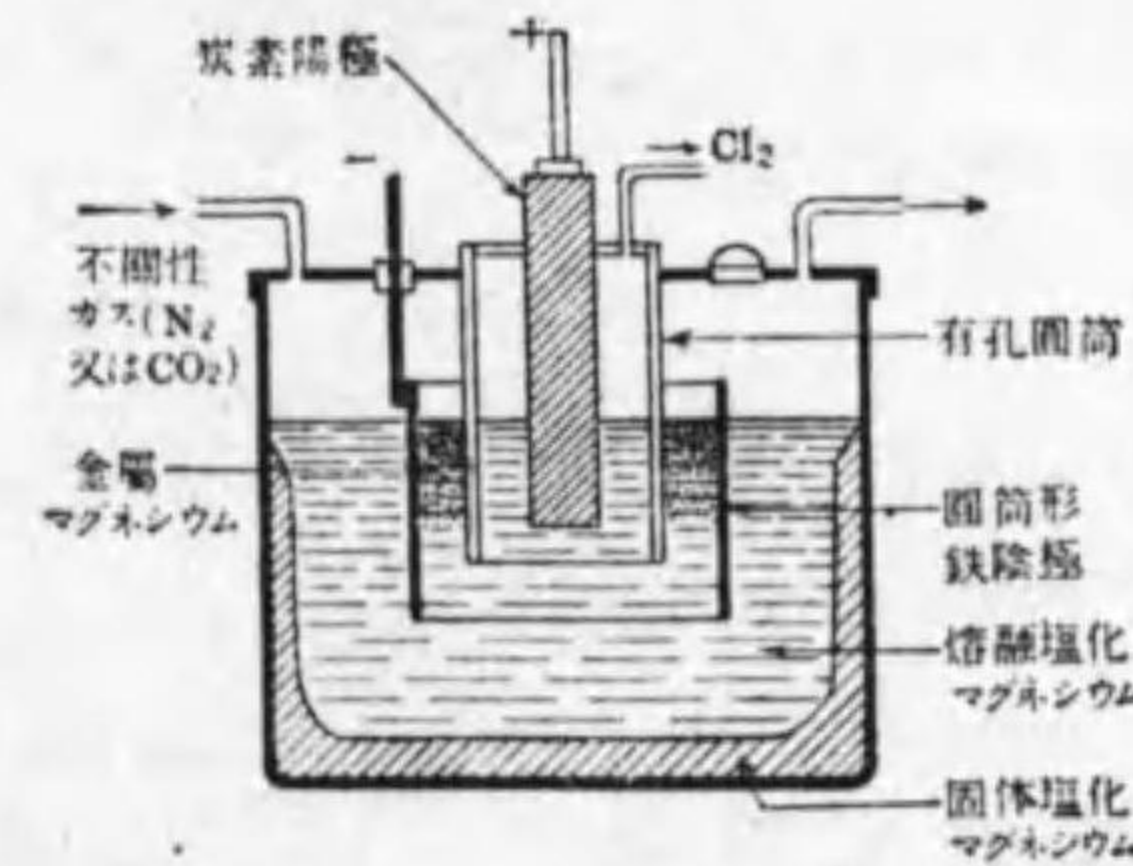
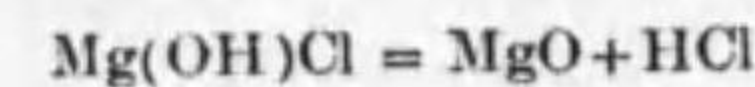
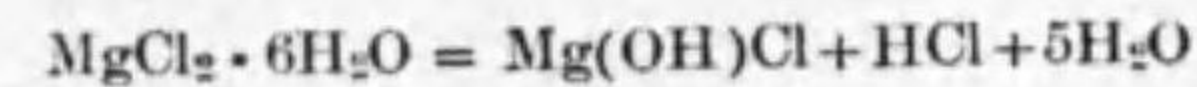


圖68の1 マグネシウム電氣爐

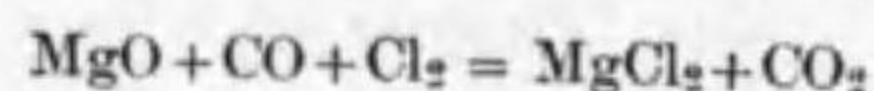
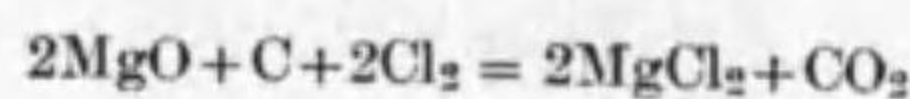
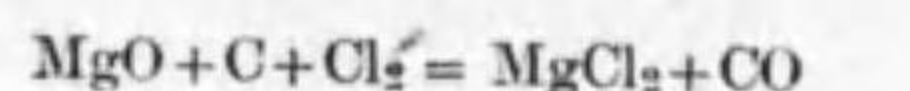
本法では、無水の鹽化マグネシウムを必要とするが、普通に鹽化マグネシウムは6分子の水を有し $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ となつてゐるので、之を煨焼して、無水となす必要がある。併し單に焼いたのでは、



となつて、酸化マグネシウムを生ずる。依つて一般には、 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を30~40 mm 壓で、170°C に熱し、結晶水中に MgCl_2 を溶解せしめ、蒸發して脱水し、MgO 0.2~0.3% を含む $\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ となし、之を回轉爐に入れ

500°C で鹽素ガスと接觸せしめる。純度 99% の $MgCl_2$ が得られる。尙 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ に NH_4Cl を加へ、 $MgCl_2 \cdot NH_4Cl \cdot 6H_2O$ の複鹽を作らしめ之を加熱脱水する方法もある。 NH_4Cl は昇華し去り、 MgO 2% 内外を含む $MgCl_2$ が得られる。或は又カーナライト $MgCl_2 \cdot KCl$ を作り之を電解浴に用ふる。

$MgCl_2$ は海水から食鹽を採つた残りの母液に含まれてゐるが、マグネサイト $MgCO_3$ の如き礦物から得られる。マグネサイトに 10~15% 炭素を加へ、圖 68 の 2 の如き電氣爐に入れ、550°C 内外に熱し、鹽素と一酸化炭素との 4:1 の混合ガスを入れる。



にて $MgCl_2$ が出来る。之を爐底から排出せしめる。

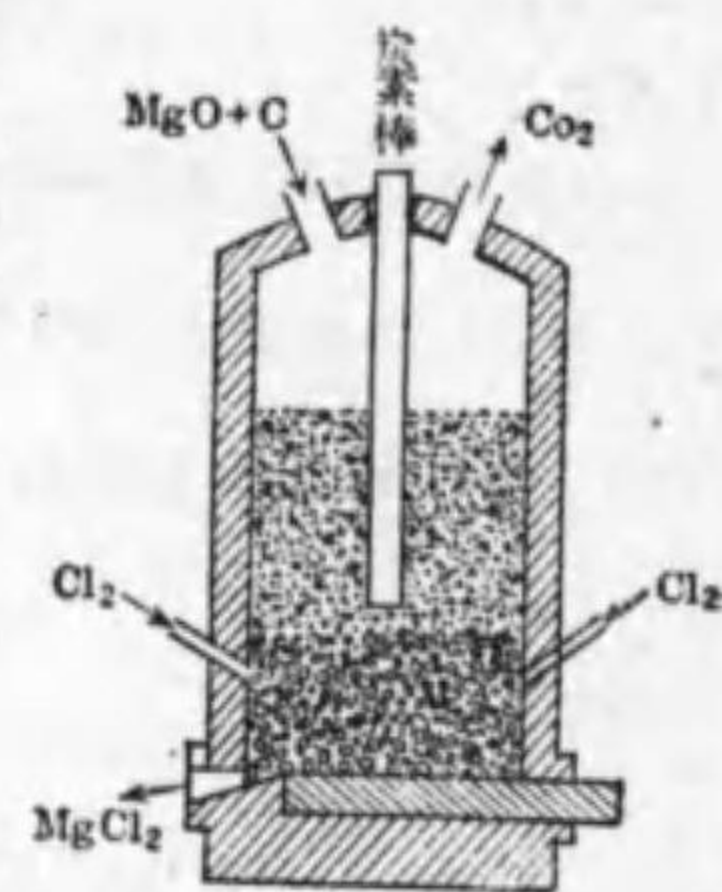


圖 68 の 2
鹽化マグネシウム電氣爐

(2) 弗化物法 弗化法は MgF_2 , BaF_2 , NaF , KF , LiF 等を混合し、之に酸化マグネシウム MgO を加へて 900°C 内外で電解する。

第 2 節 性質及用途

マグネシウムは常温で比重 1.74, 融點 651°C である。従來は寫眞撮影の際の閃光とか煙火の材料とかに用ひられるにすぎなかつたが、現在では輕合金の材料として用ひられる。例へばエレクトロンは、マグネシウムを主體とし、之にアルミニウム約 8% 及び銅、亜鉛少量を加へた合金で、抗張力 25~30 Kg/mm^2 で、飛行機材料に使用される。

索引

ア			
アイボリー・ブラック	343	アゾベンゾール	623
亜鉛華	335	アヂピン酸	471
亜鉛黄	339	壓縮比	237
亜鉛綠	341	アート紙	418
青顔料	340	アニス油	608
アクリチン染料	652	アニミ	727
アクリル樹脂	746	アニリン	620, 630
アクリル酸エステル樹脂	747	アニリン・ブラック	651
揚濱法(製鹽)	24	油ペイント	324
麻	382, 668	亞麻	382, 668
アジン環	650	アマトール	789
アストラカナイト	131	亞麻仁油	281, 296
アセチル硫酸	742	アミノ基	617
アセチレン	214, 260, 594	アミノ樹脂	733
アセチレン・ガス	741	アミノ置換反應	619
アセチレン合成工業	712	アミノ置換	619
アセチロイド	477	ヒドロキシル基の一	624
アセトアルデヒド	713	スルフォン基の一	624
アセトン	578	アミラーゼ	491, 504
木材乾溜一	268	アミルアルコール	586
醱酵一	578	アミロ酒精醱酵法	552
アセチレンからの一	712	アムバー	726
アセトン醱酵微生物	578	アメリカ式アンモニア合成法	149
アゾ染料	637	アメリカ・ケミコ・	
		バナヂウム式硫酸製造法	89
		アモフォス	181

亜硫酸ガス	71	アンストラキノン染料	652
亜硫酸ソーダ	65	アンストラセン油	605
亜硫酸バルブ	395	アンストラニール酸	662
一 廢液の醗酵	555	安全ガラス	826
一 蒸解液	896	安全セルロイド	477
一 成分	401	安息香酸	630
亜硫酸木材バルブ	395	一 纖維素	438
アリザリン	653	アンチノック性	236, 237
一 イリゾールD	655	アンチノック劑	238
一 エローGG	638	アンチモニー白	337
一 シヤニン・グリーンG	655	アンチモニー朱	339
一 ボルドウ	654	アンバー	342
一 プュアブリウB	656	アンモニア	131
アリルアルコール	246	合成一	136
アルカリ	60	石灰窒素一	135
一 化合物	60	石炭乾溜一	131
一 纖維素	450	一 洗滌機	198
一 透析器	451	アンモニア・ソーダ法	34
アルコールの蒸發係數	564		
アルゴール	43		
一 エローWG	657		
アルデヒド	630		
アルキード樹脂	739		
アルマイト	851		
アルマナック	544		
アルミニウム	849		
一 性質	851		
アルミナ	338, 852		
泡盛酵母	513		

イ

硫黄	71
イオシン	647
イオノン	708
イオンミセル	321
イソオクタン	237, 239
イソオクタン價	237
イソデセン	239
イソプチレン	239
イソブレン	754

イソプロピル・アルコール	246
イペリット	799
衣料	1
イランイラン油	699
イリス油	699
入漬法(製鹽)	24
イルメナイト	106
色糊	690
鯉油	288
イングレイン染料	80
印刷用紙	423
インダンスレン	659
一 染料	656
一 オレンジ	659
一 ゴールデン・オレンジ	658
一 ボルドーB	658
インダンスロン	660
インヂアン赤	342
インヂゴ	663
一 染料	687
インヂゴイド染料	661
インヂゴホワイト	662
インデン	601
一 樹脂	747
インドキシル	661
インドフェノール	648
インバルターゼ	505
インヂルピン	664

ウ

ヴァルカナイズドファイバー	425, 476
ヴァーテックス	752
ヴィクトリア・ブリウ 4R	645
ヴィスコースの製造	452
ヴィスコース人造絹絲	452
一 後處理	458
ヴィスコース法ステープルファイバー	
	463
ヴィストラ	445
ヴィニライト	743
ヴィニル	712
一 アセタール樹脂	743
一 化合物	716
一 ベンゾール	744
一 樹脂	740
一 樹脂の性質	744
ヴィニヨン	743, 470
ウィーン麥酒	531
漆	332
ウルミン質	187
ウッドロジン	725
ウルシオール	332
ウォルト	525, 528

エ

液安法	40
液化ガス	214

エゾ松	392	鹽化アルミニウム	105
エタノール(酒精)	247, 547, 712	鹽化アンモニア廢液	39
エチリジン・ジアセテート	741	鹽化硫黄	300
エチレン	594	鹽化カリ	24
—合成工業	712, 717	鹽化カルシウム	105
—グリコール	720	鹽化クロム	105
—クロライド	721	鹽化珪素	106
—クロルヒドリン	719	鹽化ゴム	754
—ジアミン	723	鹽化石灰	40
エチルアルコール(酒精)	712	鹽化鐵	106
エチル効果	238	鹽化白金酸アンモニウム	85
エチル鉛	238	鹽化マグネシウム	104
エチルベンゾール	745	鹽化燐	107
エチル纖維素	439	鹽基性染料	678, 684, 688
エーテル	439	鹽酸	95
エナガラス	825	—合成—	98
エナメルペイント	325	鹽酸ヴィニル樹脂	742
荏油	282	鹽析法	312
液體燃料	252	鹽素	101
—酸化炭素と水素からの合成	258	鹽素酸	108
—アセチレンの重合	260	鹽田法	24
—氣體炭化水素からの合成	261	鉛丹	338
エビオス	530	鉛室	77
⊙エボナイト	762	エンヂン・サイズ	416
エボニット	364	煙幕	803
⊙エメラルド綠	341		
エレプターゼ	505		
エレミ	725		
鹽化亞鉛	105		

オ

オイゲノール	704
黃血鹽	154

オーガー	341	角砂糖	373
大麥	519	化學	2
大麥の發芽	523	化學肥料	168
オキサジン環	649	化學兵器	796
オキシカルボキシル	631	化學工業の發達	1
オキシチオナフテン	665	化學工業の分類	7
オキシベンゼンアルコール	731	化學工業の分布	70
オクタン價	237	化學工業の組織	13
オクチレン	228	化學工業の技術的管理	17
オセイン	778	化學工業の研究	19
オードコロン	710	化學用ガラス	825
オーブル式塔法硫酸製造	81	カザレー式アンモニア合成法	148
オーラミンO	642	擲	771
オリーブ油	286	カスケード式硫酸製造	82
オールドヤール	772	カスター式シヤン化ソーダ製造	154
オレイン酸	293, 305	ガス油	241
オレオ油(オレオマーガリン)	289	カゼイン	483
オレフィン系化合物	221	—人造纖維	468
		—可塑物	483
		—可塑物の性質	487
		化學肥料	183
		苛性化	44
		苛性ソーダ	44
		—電解—	47
		—蒸發固化	52
		ガソリン	235
		—組成	257
		直溜—	235
		航空機用—	236

カ

カカオ脂	287
蛙目	236
骸炭	201
カオリン	832
海水成分	23
海草灰	57
海綠石	58
海狸香	703
カイナイト	56

自動車用一	236	ガムベンゾイン	725
一回牧	215	火薬	780
ガソール	260	軍用一	782
堅炭(白炭)	266	平時用一	789
ガタ炭化水素	763	緩性火薬	781
ガタバーチヤ	763	可溶性澱粉	498
カテコール・タンニン	771	カラウエー油	699
褐色顔料	341	ガラクタン	387
褐色サイズ	417	ガラス	817
ガットマン式硝酸製造	117	一種類	818
濃葉樹材	393	一原料	820
濃葉樹組織	383	特種一	825
果實油	542	一壘	824
果糖	347	一板	822
活性炭	802	カラム油	699
カッサア油	699	芥子油	285
カップリング	637	カリ	55
一染料	680	一肥料	178
カットガラス	826	カリッへ	129
カドミウム赤	339	加硫ゴム	754
カドミウム黄	339	一性質	757
カーナライト	24, 55, 104	過酸化バリウム	62
カビ	515	過酸化水素	61
禾本科バルブ	393	過酸化ソーダ	61
カーボン・ブラック	342	過マンガン酸カリ	69
紙	413	過磷酸石灰	163
一種類	422	過硫酸アンモニウム	62
一回牧(印刷紙)	409	カルシミン	807
ガムビール	771	カルシウムカーバイド	133

カルシウムシアナミド	132, 155	生ゴム	753
カルトン	423	蟻酸纖維素	438
カルナウバ蠟	291	キサンタン染料	646
カルボキシル	630	キシロース	346
カルレア	182	キシロール	600
ガロシヤニン	650	キース式無水酒精製造法	571
カーボニウム染料	642	生石灰	805
カーリット	780, 793	吉草油	699
カールスベルヒ酵母	513	絹	669
岩鹽	26	キノリン染料	652
還元剤	66	キノンイミン染料	648
鹹水	26	揮発油	235
乾性油	281	牛脂	289
油脂一	296	牛脚油	289
甘蔗	354, 493	急硬セメント	815
一成分	361	ギョーム蒸溜機	568
カンデリラ蠟	291	金肥	172
雁皮	381, 408		
カンフェン	709		
顔料	334	ク	
鍍物一	334	空気の液化分溜	142
レーキ一	343	空中窒素固定法	133, 136
一性質	343	クロルアセトフェノン	801
		クロルビクリン	799
		クロルビニルジクロルアーション	800
		苦汁	25, 58
キ		苦扁桃油	699
生絲	670	クマロン樹脂	601, 747
機械油	241	クライザ發生爐	212
一溶剤抽出精製	242	クラフトバルブ	406
菊芋	346		

クリスタルバイオレット	645	クロモトローブ2R	638
クリソイチン	637	クロルベンゾール	618
クリソフェニンG	641	クロロブレン	765
グリコール	721	アセチレンから	713
—アセテート	721	グローバー塔	75
—ナイトレート	722	群青	340
グリース	243		
グリセリド	270	ケ	
グリセリン	246, 302	桂アルデヒド	708
油脂の分解	292	桂皮油	999
石鹼から—	304	珪酸	819
醱酵により—	576	珪酸ソーダ	67
—蒸溜	304	珪砂	819
グリアタール樹脂	739	珪石煉瓦	848
グルテン	496, 585	珪藻土	86
クレゾール	604	珪弗酸	164
クレープ	753	軽灰	41
黒顔料	342	軽油	241, 596
黒砂糖	373	鯨油	288
黒酸化鐵粉	342	鯨蠟	291
黒灰	33	器粟油	282
クロイセン酸	614	ケスラー式硫酸製造法	82
クロード式アンモニア合成法	145	ケストナー蒸發罐	53
クロトン油	285	月下香油	700
クロム酸アルカリ	68	頁岩油	248
クロムバイオレット	646	ケトン	631
クロム染料	679	ケーブル絶縁紙	423
クロム鞣	773	ゲールサック塔	79
黒文字油	699	ケラチン	676, 674

グラニウム油	699	麥酒—	521
鹼化油脂—	310	—培養	511
顯色染料	680	—細胞	508
減摩剤	243	—種類	513
玄米成分	169	—製品	514
減摩油	241	耕地白糖	353, 369
原油	218	黄鉛	339
—性質	220	黄顔料	339
		黄酸化鐵	341
コ		黄土	341
ゴイラー式硝酸製造法	82	光明丹	338
硬化油	297	氷砂糖	373
—製造	298	香粧品	694
工業用燃料ガス	206	香料	694
光學ガラス	826	天然—	695
合成アンモニア	136, 142, 145	人造—	703
合成化学工業	3	植物性—	698
合成醋酸	714	動物性—	702
合成纖維	442	香料の製造	696, 703
合成酒	541	植物性—	696
合成樹脂	727, 728	動物性—	702
合成肥料	172, 181	壓搾法	696
合成ゴム	764	蒸溜法	696
楮	381	抽出法	697
酵素	502	吸收法	697
—種類	504	高爐ガス	214
—用途	507	紺青	340
酵素及醱酵微生物	501	コカジン	260
酵母	509	黒色火薬	782

コークス	201, 253
コークス爐	202
コ、ア	287
糊精	491, 498
五酸化バナヂウム	84
コチン油	287
骨脂	290
骨炭	371
コットレル電気收塵法	73
コップ	682
コッホ氏酵母培養法	511
コニヤック	544
コブラ油	287
胡麻油	283
ゴム	749
ゴム液	750
ゴム加硫曲線	755
ゴムホース	759
ゴムロール	760
ゴムライニング	760
小麦	585
一澱粉	495
米	533
一澱粉	497
コーライト	190, 253
コラーゲン	770, 777
コーリ	727
コールタール	591
一成分	592

一蒸溜	594
一分溜	596
コルダイト	785
コロホニー	724
コンクリート	814
混合ガス	208
コンゴレッド	640
混成ガス	212
混成酒	544
コンデンサイト	729
サ	
サイクロン	73
サイズ	416, 417
再生革	775
再生ゴム	764
碎木パルプ	406
酯化浴組成(纖維素の)	435
酯酸 アセチレンから	269
木材乾溜から	269
酯酸エチル	715
酯酸ヴィニル	743
アセチレンから	713
一樹脂	741
酯酸鹽酸ヴィニル共重合體	743
酯酸グリコール	721
酯酸菌	589
酯酸纖維素	426, 434
一可塑物	477

一人造絹絲	461
一塗料	331
一性質	437
炸藥	781, 787
ザーツ酵母	513
サッカロミセス	513
サッサフラス油	699
砂糖	346
一種類	373
一製造	353
一精製	370
鮭油	289
サブ	302
サフラニン	650
サフロール	705
鮫肝油	289
晒粉	103
サリシル酸	631
サルフィアーション	364
サルフェートパルプ	403
一蒸解	403
サルフリール・クロライド	617
酸化剤	61, 62
酸化クロム	341
酸化染料	680, 685
酸化窒素	76
酸化鐵粉	342
酸性染料	678, 686, 688
酸性媒染々料	687

三酯酸纖維素	435
三酸化硫黃	74
サンダラック	726
サントレヂン	247
三硫化磷	159
シ	
次亞鹽素酸	103
次亞硫酸ソーダ	65
シアナミド	152, 155
四エチル鉛	238
四エチル錫	238
シェファー酸	614
シエラック	726
シエンヘル式硝酸製造法	132
シスチン	676
シゾサッカロミセス	513
シート(ゴム)	753
シトロネラ油	700
シトラール	708
磁土	832
一脱粘劑	832
一増粘劑	834
磁器	832, 830
絲狀菌	515
シバヘリオトロープB	664
シバブリウ-2B	663
シバスカーレットG	665
脂肪	269

脂肪酸	302, 305	丸網式—	421
—蒸溜	306	ショーラー・トルネッシュ式木材	
—グリセリド	270	糖化法	558
脂肪油	269	ジョルダン	418
ジャイロ分解蒸溜装置	230	ジョンズ・パーソンズ式アンモニ	
麝香	703	ア酸化法	120
ジャスミン油	700	植物脂	286
シヤナミド	155, 152	植物の化学成分	386
シヤンアルカリ	154	植物の繊維組織	379
シヤン化合物	154	松根油	263
シヤン化カリ	154	消石灰	806
シヤン化ソーダ	154	樟腦	708, 700
シヤン酸	155	樟腦油	700
—アンモニウム	155	硝安爆薬	793
シヤンパン	543	硝化	600
食鹽	22	グリセリンの—	790
—性質	27	纖維素の—	427, 428
—水溶液の電解	47	硝化器 壺式, トムソン式—	430
食卓鹽	27	攪拌式—	431
食料	1	ナサン式—	790
觸媒	84	硝化反應	609
觸媒の作用	298	硝化綿 火薬用—	783
助色團	636	セルロイド用—	473
蔗糖	347	硝酸アンモニウム	181
葛蒲油	700	硝酸カリ	183
蒸發罐	53	硝酸の製造	116
蒸溜酒	544	アンモニアの酸化	119
抄紙	419	智利硝石から	118
抄紙機 長網式—	419	電弧法	132

硝酸の濃縮	123	重油	605, 244, 593
硝酸の性質	124	酒精(エタノール)	547
硝酸纖維素	426, 427	酒精製造	547
セルロイド用—	473	—酸酵法	512
火薬用—	783	砂糖酸酵	554
—混成組成	428, 429	纖維素糖化物酸酵	555
—性質	433	澱粉酸酵	548
—精製	431	合成法	712
—塗料	330	酒精精溜	562
硝酸ナトリウム	130	酒精蒸溜	558, 562
醬油	583	—殘渣	570
—成分	587	酒精水混合物の蒸溜	559
—化学的構造	588	酒母	537
—酵母	513	シュークラーゼ	505
紙料の調製	415	樹脂類	724
シルバー鹽	616	酒石英	43
シルビナイト	56	酒石酸	43
シルミン	852	臭素	110
白下糖	367	—化合物	111
シロップ	366	潤滑作用	243
朱	338	潤滑油	241
住	1	シュローデル・グリロ式硫酸製造法	88
重亞硫酸ソーダ	64	信管	794
重過磷酸石灰	166	シンゲナイト	131
重合ガソリン	239	深色團	636
重合油	296	浸染	682
重クロム酸アルカリ	68	人造ゴム	764
重曹	38	人造絹絲	442
重灰	41	—ビスコース法—	448

酸化銅アンモニア法—	459	ステロール樹脂	744
醋酸纖維素法—	461	—性質	744
人造香料	703	○ステアブル・ファイバー	444, 462, 466
人造纖維	442	ステアリン酸	293, 305
—性質	465	ストラウヒ蒸溜機	569
—製造理論	446	スニアフィル	445
—特種—	468	スマック	771
人造樹脂	727	スルフォアニリン酸	614
シンタン	772	スルフォキシル酸ソーダ	486
シンナー	341	スルホン化反應	612
靱皮纖維	380, 382	スルフォンシヤニン	639
針葉樹材	390	スルフリル・クロライド	94
針葉樹組織	384		

ス

酢	589	青化ソーダ	63
吸取紙	423	青酸	154
スウィッチ油	244	製紙	414
西瓜成分	170	清酒	532
水性ガス	207, 138	—合成—	541
水素の製造	138	—採取	539
—水性ガス法	138	—製麹	535, 532
—コークス・ガス法	138	—性質	540
水の電解	139	セイロン油	287
鐵と水蒸氣法	139	精製糖	369
水素添加 脂肪油—	297	精溜	502
スタンド油	295	—係數	564
スチルベン染料	641	石灰	805
スチレン樹脂	744	石灰窒素	132, 155, 176
		—製造	133

セ

石灰乳	46	絶縁油	244
石灰燼	36	赤血鹽	155
石膏	805, 807	焰器	830, 842
石炭	185	石鹼	307, 317
—コークス用—	202	—金屬—	308
—液化	254	—硬—	308
瓦斯用—	193	—軟—	308
—化學	186	—化粧—	317
—乾溜	189	—榨練—	317
—乾溜生成物	191	—機械練—	318
石炭瓦斯	192	—透明—	318
—濕式作業	195	—家庭—	318
—精製	195	—工業用, 藥用—	319
—成分	196	石鹼製造	309
石炭酸の製造	601	—冷法	311
—ベンゾールから合成	626	—煮沸法	312
—中油から	603	—中和法	314
石油	217	—成形, 加工	315
—坩鑿	219	セテン價	241
—根元	218	セーブ油	243
—減壓蒸溜	231	セメント	808
—精製	232	—アルミナー	816
—連続精製装置	233	—ポートランド—	816
—水素添加分解蒸溜	231	—特種—	815
—蒸溜	221	—烟塵	59
—分解蒸溜	227	—燒成	813
石油ベンジン 油脂浸出用	278	—性質	814
絶縁紙	423	ゼラチン	777
絶縁材料 ゴム—	761	—性質	779

セラック蠟	292
セリグナイト	792
セリシン	669
セルロイド	742
—原料	473
—性質	476
—製造	473
テレビシアエ	513
セロソルブ	722
セロテックス	357
セロビオース	347, 378
セロファン	481
繊維素	375, 386
—エステル, エーテル	426
繊維素エーテル	439
—性質	440
繊維素可塑物	472
繊維素キサントゲン酸ソーダ	452
繊維素の酸化	434, 436
繊維素の性質	375
繊維素の硝化	428
繊維素の分子構造	377
繊維素の微細構造	378
染色	678
—絹—	687
—人造繊維—	686
—綿—	683
—羊毛—	686
—理論	680

染料	632
—合成法	636
—性質	635
—分類	636, 678
浅色顔	636
旋盤油	243
洗淨作用	322, 320
洗濯石鹼	312
船底塗料	326

ソ

槽窯	820
ソーダ	17
ソーダアマイド	62
ソーダ灰	33
ソーダ工業の歴史	29
ソーダパルプ	402
—蒸解液	402
粗タール	595
ソヂウム	60
粗糖	353
草木灰	57
ソーラー油	241
ソルベータ	37
ソルベータ法	34
ソルベント・ナフサ	593

タ

ダウンス・セル	60
---------	----

大茴香油	700
耐火塗料	327
耐火煉瓦	847
大戟科	749
耐酸塗料	327
代緒	342
ダイナス	848
大豆	284, 583
—蛋白	487, 584
—油	284, 585
ダイナマイト	789
—製造	792
耐熱ガラス	825
大麻	669
タイヤ	761
ダイレクト・チープブラック	641
ターキ赤	342
建築々料	656, 677, 684, 687, 688
脱鹽素剤	67
タッピング	751
脱毛	770
タートラジン	642
煙草巻紙	423
駄肥	171
ダブス分解蒸溜装置	229
ダムマー	726
鱈肝油	288
タール	595
—低温—	253

炭化石灰	133
タンケージ	275
炭酸カルシウム	337
炭酸ソーダ	27
—苛性化	44
炭酸飽和法	362
タンニン鞣	771

チ

チアジン環	649
チアスターゼ	504, 491, 502
チアゾール染料	642
チアニシチン	624, 640
チアミンバイオレット	641
チアミンプリアブリウ	641
チアモフォス	181
チエン	764
チオインヂゴB	665
チオインヂゴスカーレット	665
チオキサン	723
チオコール	766
チオ硫酸ソーダ	67
チクロルベンジチン	640
チシヤンチアミド	177
チスアゾ染料	639
チターゼ	505
チタン白(チタノックス)	336
チップ	396
窒素化合物	125

窒素肥料	176
窒化鉛	794
窒素の製造	139
発生爐ガス法	141
空氣の液化分溜法	141
ディーゼル機關燃料油	241
ジヒドロキシフェノール	771
ジフェニルクロロアールシン	801
ジフェニルグワニチン	755
ジフェニルメタン染料	642
チマーゼ	506
ジメチルチオカルバミン酸亞鉛	755
チヤイナ・クレール	832
チャンス・クラウス	33
中油	241, 601
中間物	607
蟲白蠟	291
ヂュロブレン	754
樹脂	724
熱可塑性—	729
硬化性—	729
丁香油	700
丁字油	700
調合香料	710
直接染料	678, 683, 687, 688
直接捺染	689
直溜ガンリン	238
長石	59
智利硝石	118, 129

ツ

椿油	286
----	-----

テ

T. N. T.	623, 788
低温乾溜	253
デキストリン	491, 498
テトラ・ニトロ・メチル・アニリン	788
テトラ・メチル・チウラム・ヂサル ファイト	755
テトリル	788
デフェケーション	362
デボイド法サイズ	417
テレピン油	700
デルチルナ法サイズ	417
テレン爐	38
テレピン	724
電解槽	47, 140
ネルソン式—	48
ハーグリーブス・バード式—	47
ビーター・シーメンス式—	49
轉化槽	346
電解法	4
隔膜式—	48
カストナー式—	51
水銀式—	50
鐘形式—	52
ソルバー式—	51

電解苛性ソーダ	47
甜菜	357
—成分	361
展色劑	324
チンアリュウ式硫酸製造法	86
天日製鹽法	22
天然ガス	214, 215
天然鹹水	26
天然樹脂 軟質—	724
硬質—	726
天然ソーダ	29
澱粉	488
—製造	491
澱粉糖	499

ト

トキツェル油脂分解劑	294
毒ガス	796
—作用と防護	801
—種類, 性能	797
叩解	415
同化作用	488
導火線	794
陶器	830, 843
陶磁器	829
陶磁器の彩料	836
陶磁器の製造	842
陶磁器の燒成	840
唐楡	391
動物脂	289
動物油脂 海産—	288
陸産—	289
橙皮油	701
糖蜜	368
玉蜀黍澱粉	495
玉蜀黍油	283
燈油	240
桐油	282
土窯炭(黒炭)	266
土器	830, 843
特殊醱酵	575
トク松	392
ドーブ	331
トーマス燐肥	166
トラケイド	380, 384
トリエタノール・アミン	199, 723
トリチン	623, 640
トリフェニルメタン染料	643
トリブターゼ	505
トリメチレン・トリニトロ・アミン	789
鳥モチ	290
塗料	323
水中—	326
纖維素系—	330
—分類	323
トルイチン	622
トルオール	600, 610
—鹽素化	619

20	索引	索引	21
ドル式苛性化	46	軟石鹼	316
ドル式洗滌装置	160		
トロチル	788	ニ	
トロナ	29	ニエチルセレン	238
トリ・ニトロ・トルオール	788	二醋酸纖維素	435
豚脂	289	鯨油	288
		ニツケル觸媒	297
ナ		ニトロアニリン	622
内地鹽田法	24	ニトロアニール	624
ナイロン	470, 471	ニトロ基の還元	619
ナサン式硝化装置	790	ニトログリコール	722
捺染	689	ニトログリセリン	789
菜種油	285	ニトログリセリン火薬	785
ナトリウム	60	一製造	789
ナフサ	235	ニトロシル硫酸	77
ナフタザリンS	654	ニトロ染料	636
ナフタリン	594, 601, 599, 608	ニトロ染料	637
ナフチル・アミン	621	ニトロトルオール	610
一ブラック	640	ニトロナフタリン	610
ナフテン系化合物	221	ニトロフェノール	610
ナフテン酸	221	ニトロフォスカ	182
ナフトール	614, 629	ニトロベンゾール	609
一ナフタリンより	627	日本酒	532
ナフトールAB	638	一酵母	513
ナフトール・ブリウ・ブラック	639	乳化作用	322
生麥酒	530	尿素	177
靱	771	尿素的製造	151
靱皮	769	直接合成法	151
一染色黴田	774	石灰窒素より	152

索引	索引	21	
尿素樹脂	737, 738	媒染々料	679, 689, 688
尿素肥料	182	バイオレット酸	78
二硫化炭素	93	配合肥料	172, 179
		バイタガラス	825
ヌ		ハイドロサルファイト	65
糠油	285	一フォルマリン化合物	66
抜染	691	パイプ・スチル	224
		ハイボサルファイト	65
ネ		バイレックス・ガラス	825
ネオブレン	766	バイロキシリン・ラッカー	330
熱位	200	ハヴザー式	140
熱効率	237	一アンモニア合成法	146
ネラドール	772	一水電解装置	140
ねり(製紙)	413	一濃硝酸の製造	123
ネロリ油	701	バガス	357
粘稠油	295	バーギウス	254
粘度	831	麥芽汁	525, 528
燃料	185	麥芽糖	491
燃料油	244	麥芽の製造	522
		麥芽の糖化	525, 549
		白鉛	334
濃化油	295	白金	85
ノッキング	237	一觸媒	120
ノボラック	732	爆轟	781
ノバドロックス	61	バクテリア	515
糊	498	爆破薬 軍用一	789
ノーリット	364, 372	爆薬	781
		硝安一	793
		過鹽素酸鹽一	793

バーランド・アイデ式硝酸製造法	132	—化合物	221
馬脂	290	薔薇油	701
バター	290	バラレツド	638
パーチメント	413	バリドール	315
—ペーパー	424	バリスタイト	786
パツペ	424	バリラ	29
巴豆油	285	バルサム	701, 725
醱酵	501	バルブ	389
—微生物	507	—亜硫酸法—	395
酒精以外の生成物	575	—ソーダ法—	402
酒精—	550	—サルフェート法—	403
酒精液の蒸溜	562	—製造	394, 410
薄荷腦	701	—原料	381, 390
發芽菌	507	バルマローザ油	701
發香團	694	バルミチン酸	305
發光塗料	327	バルム蠟	291
發射藥	284, 782	馬鈴薯澱粉	491
發色團	635	バレンチネル式硝酸製造法	118
發生爐ガス	206, 141	ハローゲン化反應	616
バナヂウム	84	半乾性油	283
ハーバー・アンモニア合成法	142	半水性ガス	208, 211
バピラス	143	番手數	608
バープリン	654	ハンフリーズ・グラスゴウ發生爐	209
バーミリオン	338	ハンマー粉碎機	810
バーム油	286		
バラゴム	749		
バラヂンブラック	639		
◎ バラフィン	244		

ヒ

麥酒	516
若—	529
—成分	530

—製造	518	向日葵油	283
—種類	530	ヒヤーク式無水酒精製造法	571
—醱酵	528	白壇油	701
ビオラミン染料	647	氷染々料	680
ビオランスロン	659	氷晶石	115, 850
皮革	769	漂白 晒粉—	410
—代用品	774	—鹽素—	411
—性質	774	漂白粉	103
ビクリン酸	787, 623	漂白劑	62
ビクラミン酸	623	表面張力 石鹼—	321
ビグメント染料	679	ビラゾロン染料	642
火酒	544	ビリヂン	604
P. C. 纖維	470	肥料の種類	171
ビスタネック	247	ビルゼン麥酒	531
ビスマルク・ブラウン	640	ビレン核	658
ビーター	415	ビロ亞硫酸ソーダ	65
ビチニューメン	187	ビロガロール・タシニン	771
筆記用紙	422	ビロコロヂオン	783
ビッチ	244, 593, 606		
ヒドロキシル基	617		
—ヒドロキシル基置換反應	629		
—アミノ基—	629	○ ファイバー(堅紙)	776
—ハロゲン原子—	629	ファクチス	302
—ニトロ基—	630	ファスト・レッドA	638
—スルフォン基—	625	ファスト・エロー	638
ヒドラゾベンゾール	623	フィッシャー式合成燃料	259
ビネン	709	フィプロ	445
ビペロナール	704	フィプロイン	669, 671
蓖麻子油	286	○ フィルム	480
		—製造	478

フ

○ ファイバー(堅紙)	776
ファクチス	302
ファスト・レッドA	638
ファスト・エロー	638
フィッシャー式合成燃料	259
フィプロ	445
フィプロイン	669, 671
○ フィルム	480
—製造	478

フェニレン・ジアミン	622	フミン質	187
フェノール	610	フューゼル油	575
フェノール樹脂	729	フラヴォ・パーブリン	654
一性質	735	フラベンスロン	661
一製造	730	ブランキット	315, 364
フェニル・エチル・アルコール	708	ブランクリナイト	335
フェルト	674	ブランズウィック線	841
フォスゲン	631	○ブランデー	544
フォスター蒸溜装置	224	ブランフィックス	62
フォスゲン	798	ブリリアント・クロイセン	639
フォルマリン	486, 731	フルオレッセン	646
フォルム・アルデヒド	730	プロテアーゼ	505
不乾性油	286	プロピレン	245
フクシン	644	フローベルヒ酵母	513
フクソン	643	プロモアセトン	80
フクソイミン	643	プロモブレン	765
鉄素	497, 585	プロモベンジル・サイアナイド	800
ブタジエン	765	分解ガソリン	236
ブタノール	578	分割蒸溜	594
フタル酸	739		
ブチル・アルコール	579	へ	
ブチル酸 醗酵一	580	ベイ油	701
ブチレン	246	ペイント 硬練一	324
弗化珪素	164	一分類	323
弗素	114	ヘキサ・クロル・エタン	
葡萄	542	アセチレンから	713
葡萄糖	378, 347, 491	ヘキサデカン	228
葡萄酒	542	ヘキサ・ニトロ・フェニル・アミン	
ブナ(人造ゴム)	765		789

ヘキサミン	789	辨柄	342
ヘキサメチレンジアミン	471	ベンザアルデヒド	630, 707
ヘキサ・メチレン・テトラミン	734	ベンジル・纖維素	439
ヘキゾーゲン	789	一塗料	332
ヘキソース	346	ベンジヂン	640
ベーキング・パウダー	42	ベンズアンスロン	659
ベクテン	388	ベンゼン	608
○ベークライト	732	ベンゾイール・パーオキシド	
一製造	732		61, 742
成層一	733	ベンゾニトリル	630
型造一	734	ベンゾール	261, 594, 599
ヘクマン式分溜装置	599	一スルフォン酸	613
ベターゼン塔	80	ベンチデイン	623, 235
β・ナフトール	638	ヘンツェ加圧機	548
ヘックマン氏石油減圧蒸溜	231	ペントザン	387
ベトロリウム・スピリット	235	ペントース	346
ベトロール	235	ペンベルグ	460
ベプターゼ	505		
ベプタン	237	木	
ヘベア屬	749	ボイル油	324, 297
ヘリオトロピン	704	ボーキサイド	105, 852
ベリレン核	658	保健ガラス	825
ヘリンドン・オレンヂ	665	泡起度	321
ベルガモット油	701	芳香	701
ベルギウス・レイノー式木材糖化法	556	芳香族の鹽素化	617
	556	芒硝	32, 95
ベルト ゴム一	759	芳樟油	701
皮革一	773	紡織纖維	666
ヘレスホフ爐	72	防銹塗料	327

ロゴス酵母	513	綿バルブ	408
ロジン	724	ワックス	291
—エステル	725	ワニス	328
—石鹼	417	硬質—	329
ローズマリー油	702	スピリット—	329
ローダミンB	647	軟質—	329
ロダン鹽	155	—分類	323
ロート油	301	ワニラ	702
		ワニリン	704
		薬バルブ	408
		薬繊維	385
ワセリン	244		
綿	381, 666		

ワ

 化學工業通論 (停) 定價 金拾參圓

 昭和十六年八月五日印刷
 昭和十六年八月十日發行

著作權所有

著 作 者 ^{アツ}厚 ^キ木 ^{カツ}勝 ^{モト}基
東京市日本橋區通二丁目六番地
 發 行 者 丸 善 株 式 會 社
代表者 取締役 金澤末吉
東京市王子區神谷町一丁目四八二番地
 印 刷 所 東 京 印 刷 株 式 會 社
 印 刷 者 吉 田 了 太
東京市神田區淡路町二丁目九番地
 配 給 元 日 本 出 版 配 給 株 式 會 社

發行所

 東京市日本橋區通二丁目
丸 善 株 式 會 社

(振替口座東京第五番)

日本出版文化協會 會員番號第 131501 番

 荻村製本工場・製本

丸善株式会社

支店及出張所

東京市神田區小川町三丁目(豊河 亭下) 振替口座(東京第二八二一六番)	神田支店
東京市芝罘三田二丁目(慶大 前) 振替口座(東京第一一八五二番)	三田出張所
東京市牛込區早稲田鶴巻町(早大正門前) 振替口座(東京第七五三七五番)	早稲田出張所
横濱市港北區日吉町(慶大港北前) 振替口座(横濱第一四八七〇番)	日吉出張所
東京市麹町區(丸ノ内ビルディング) 振替口座(丸ノ内北)	丸ノ内賣店
大阪市東區博愛町四丁目 振替口座(大阪第七四四番)	大阪支店
神戸市神戶區明石町 振替口座(神戸第一五〇八番)	神戸支店
京都市中京區河原町錦藥師 振替口座(京都第一四八一番)	京都支店
名古屋市東區榮町三丁目 振替口座(名古屋第一〇二九番)	名古屋支店
横濱市中區辨天通二丁目 振替口座(横濱第七四四番)	横濱支店
福岡市上西町 振替口座(福岡第五〇〇〇番)	福岡支店
長崎市鶴崎町 振替口座(福岡第三五八八〇番)	長崎出張所
仙臺市四分町五丁目 振替口座(仙臺第一一五番)	仙臺支店
札幌市北三條停車場通り 振替口座(小樽第一〇八〇〇番)	札幌支店
京城市府本町二丁目 振替口座(京城市第三四四番)	京城市支店
臺北市本町一丁目 振替口座(臺北第一六〇〇番)	臺北出張所
新京特別市梅ヶ枝町一丁目 振替口座(新京郵京四七四番)	新京出張所

丸善株式發行・化學工業關係書

田中芳雄・安藤一雄著

▲最近 化學工業試驗法
價上改版中 中¥6.50 下¥5.00 送(各).22

田中芳雄・喜多野逸著

▲改版 有機製造工業化學
價上¥5.00 中¥6.50 下¥5.00 送(各).22

工業化學會・滿洲支部編

滿洲の資源と化學工業
(増訂版) 價¥4.00 送.22

工學博士 辻本滿丸著

肝油の研究
價¥7.00 送.22

工學博士 上野誠一著

油脂化學及油脂各論
(訂正増補版) 價¥11.00 送.20

上野誠一・岡村善策共著

油脂實驗法
(増訂版) 價¥7.00 送.22

燃料協會編

最新 燃料大觀
價¥4.50 送.14

燃料協會編

實用燃料便覽
改 版 中

工學博士 大島義清著

燃料及燃燒概説
(訂正増補版) 價¥2.80 送.14

工學博士 遠藤永次郎著

航空燃料
價¥4.50 送.14

工學博士 栗原盛海著

燃料工業
(増補版) 價¥4.50 送.14

工學博士 栗原盛海著

石炭乾餾工業
價¥4.50 送.22

工學博士 小林久平著

石油及其工業
價上下(各)¥6.50 送(各).22

工學博士 小林久平著

酸性白土
(全訂改版) 價¥6.00 送.14

工學博士 小林久平著

人造石油工業
(増補版) 價¥5.00 送.22

厚木勝基外七氏共著

▲最近 工業化學辭典
價¥4.80 送.14

工學博士 厚木勝基著

パルプ及紙
(改訂版) 價¥6.80 送.22

工學博士 厚木勝基著

人造絹絲
(改 版) 價¥5.50 送.22

三浦伊八郎・西田蛇二共著

木材化學
(改訂増補版) 價¥7.50 送.22

工學博士 桑田 勉著

溶劑
價¥3.50 送.14

農學博士 中島顯三著

膠着劑
價¥6.00 送.22

農學士 川越滿三著

接合劑
價¥2.50 送.14

工學博士 向井登之充著

電氣分析
(増補版) 價¥5.30 送.14

工學博士 龜山真人著

電氣化學の理論及應用
(訂正版) 價上¥6.50 送.22 中.下續刊

工學博士 荒木鶴雄著

航空機の材料及化學
價¥4.00 送.14

工學博士 荒木鶴雄著

活性炭素
價¥3.20 送.14

工學士 玉置除歩著

化學試薬純度試験法
(訂正版) 價¥4.00 送.14

農學博士 鈴木梅太郎編

▲食料工業
價¥7.50 送.22

工學博士 永井彰一郎著

土木建築 主用材料 セメント概論
價¥4.00 送.14

2/118

丸善株式會社發行・化學書類

龜高徳平・櫻本竹治共編
理論應用 **有機化學**
(全訂改版) 價 ¥ 7.00 送 .22

龜高徳平・櫻本竹治共編
理論應用 **無機化學**
(改訂增補版) 價 ¥ 7.50 送 .22

龜高徳平・櫻本竹治共著
要説 **有機化學**
價 ¥ 3.70 送 .14

龜高徳平・櫻本竹治共著
要説 **新無機化學**
價 ¥ 3.70 送 .14

朝比奈泰彦・柴田雄次監修 合冊
第一冊 **ORGANIC SYNTHESIS**
(訂正版) 價 ¥ 8.80 送 .22

朝比奈泰彦及協力者
報文集 化學之部
價 ¥ 6.80 送 .22

朝比奈泰彦・坂内俊作共著
炭素水素含量迅速計算表
價 ¥ 1.00 送 .14

バーキン及キフビング原著、龜高・眞島・湯田共譯
新説 **有機化學**
價 ¥ 6.50 送 .22

理學士 青木芳彦著
化學通論
(改訂增補版) 價 ¥ 4.00 送 .14

理學士 青木芳彦著
理論化學問題解義
(增補版) 價 ¥ 1.80 送 .14

理學士 青木芳彦著
高等化學提要
價 ¥ 2.30 送 .14

理學士 櫻本竹治著
高等化學計算法
(增補版) 價 ¥ 1.80 送 .10

A・A・ノイ×原著・加藤與五郎譯補
基本定性化學分析書
價 ¥ 2.80 送 .14

松井元興・松岡・加藤虎郎著
標準 **定量分析法**
價 ¥ 7.50 送 .22

農學士 伊知地 廣著
膠及ゼラチン
價 ¥ 3.50 送 .14

理學博士 西田傳五郎著
定量分析實習指針
價 ¥ 2.00 送 .14

工學博士 錢田義二編著
分析化學原理
(增補版) 價 ¥ 2.50 送 .14

理學士 平田俊雄著
定性分析表
價 ¥ .85 送 .10

丸善株式會社編
英文 **分析化學**
價 ¥ 1.00 送 .10

理・農學博士 田所哲太郎著
全訂新編 **食品化學**
改訂版 價總額 2.80 送 .14, 各冊 4.00 送 .22

理・農學博士 田所哲太郎編
營養化學
(全訂改版) 價 ¥ 8.50 送 .22

藤卷良知・有本邦太郎共著
營養と食品の化學
(全訂改版) 價 ¥ 3.00 送 .14

理・農學博士 田所哲太郎編
蛋白質化學概論
(增補版) 價 ¥ 1.30 送 .10

理・農學博士 田所哲太郎編
營養化學概論
價 ¥ 1.60 送 .10

理・農學博士 田所哲太郎編
微生物化學概論
價 ¥ 1.80 送 .10

理・農學博士 田所哲太郎編
酵素化學概論
價 ¥ 1.80 送 .10

理・農學博士 田所哲太郎編
酵素化學
(全訂改版) 價總額 ¥ 4.00 各冊 ¥ 5.00 送(各).14

理・農學博士 田所哲太郎編
酵素利用工業概論
價 ¥ 1.50 送 .14

農學博士 大島幸吉著
魚粉と魚粕
價 ¥ 5.50 送 .22

農學博士 大島幸吉著
水産化學實驗法
(補訂版) 價 ¥ 2.80 送 .14

570-A95aウ



1200500747015

570

195a

終