

始

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 cm

電力設備

2



實業教育振興中央會

445
60

特217

584

電力設備



實業教育振興中央會



目 次

第 3. 電力應用	1
1. 電動力應用	1
2. 電燈と照明	20
3. 電 熱	39
4. 電氣鐵道	50
第 4. 電氣化學と電池	64
1. 電氣分解	64
2. 電 池	66
第 5. 一般通信用電源設備	76
1. 有線電信と電話用電源	76
2. 無線電信と電話用電源	77
3. 内燃機關	78
結 言	81

第3. 電力應用

1. 電動力應用

1. 電動力の應用

發電機の發明によつて、大容量の電力の發生ができるやうになつて以來、これを電燈や電熱或は電氣鐵道などに利用することはもちろん、その他各種の工業用動力として應用する範圍は非常に擴大された。

これは、電動力が他の動力に比べて、次のやうな長所を有するからである。

- (ア) 電力の移動が容易であるから、便宜の場所で使用できること
- (イ) 簡単に制禦を行ひ得るので、製品が不揃にならず、更に制禦を自動化したり遠隔制禦を行ふこともできること
- (ウ) 電動機の效率がよく經濟的であること

このために、紡績・鑛山・製鐵・鐵道・船舶・製氷・農業用などあらゆる方面にわたつて、その利用の分

野がひらけるやうになつた。

2. 電動機の種類

電動機には直流電動機・交流電動機があり、この兩者のうちにもまた種々のものがあつて、その特性はさまざまである。随つて使用目的に応じ、それに適した特性の電動機を選択する必要がある。

(1) 直流電動機

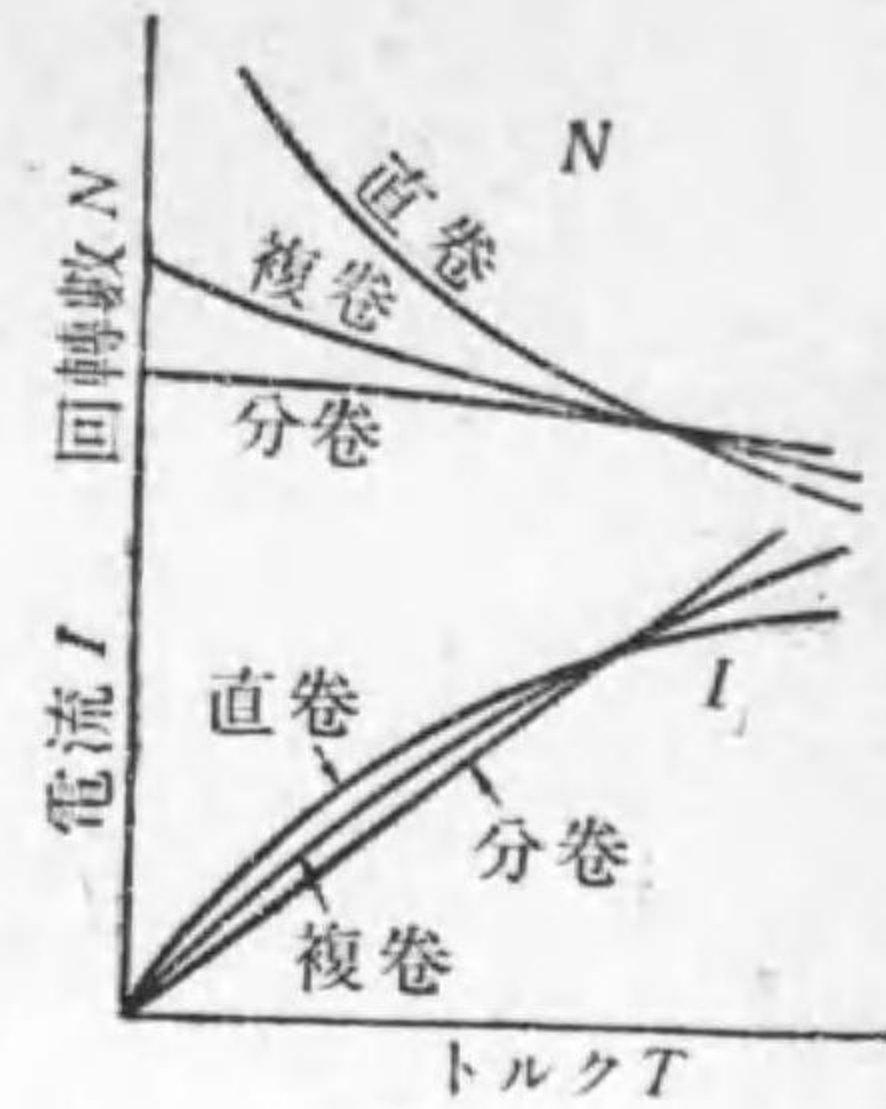
(ア) 分巻電動機 普通の定速度で運轉するに適するものであつて、トルクの變化に對する速度の變化は少い。起動トルクは餘り大きくない。

(イ) 複巻電動機(加動) 大體定速度で起動トルクも大きく、變動の大きい負荷を運轉するのに適してゐる。

(ウ) 複巻電動機(差動) 起動トルクは小さいが、速度變動が殆どないから、紡織機械などのやうに一定速度で運轉する必要のある所に使用される。

(エ) 直巻電動機 速度は負荷によつて大いに

變化し、無負荷では危険な高速になるから常に負荷に連結しておき、無負荷で運轉することのないやうにしておかなければならない。起動トルクは非常に大きく、低速度に於いて大きな



第3.1圖

トルクで運轉する。電車・起重機のやうに、起動時に大きなトルクを要するものに適してゐる。第3.1圖は各種電動機について、トルクに對する電流・回轉數の變化を示したものである。

(2) 交流電動機

(ア) 籠形三相誘導電動機 大體定速度の特性を有し、構造簡單且つ堅固で値段も低廉であるから、廣く利用されてゐる。普通の定速度運轉に適してゐるが、力率は餘りよくなく、輕負荷に於いて特にわるい。エレベータのやうに、起動トルクの大きいことを必要とする所に使用されるときには、特に高抵抗の籠形にすることが

ある。

(イ)線輪型三相誘導電動機 定速度或は可變速度のいづれにも適し、大きな起動トルクを要し、しかも起動電流の少いことを必要とする場合に適する。

(ウ)单相誘導電動機 单相電源によつて運轉するもので、扇風機などに用ひられる小型のものが普通である。

(エ)同期電動機 誘導電動機などに比べて起動が面倒であるから、頻繁に起動しないやうな定速度運轉に使用される。力率・効率共によく、且つ低速度運轉にも適するから、大容量の空氣壓縮機・送風機などに使用される。

(オ)整流子電動機 これには单相と三相とがあつて、速度制禦が容易に行へる。即ち、供給電壓を變化し或は刷子位置を移動して、廣範圍に速度を變へることができる。又力率もよい。

速度によつて電動機を分類すると、第3・1表のやうになる。即ち、(ア)トルクに拘はらず速度の一定なもの、(イ)數箇の異なつた速度を有する

第3・1表 速度による電動機の分類

速 度	種 類
定速度電動機	同期電動機・直流分巻電動機・誘導電動機
多速度電動機	極數を變化し得る誘導電動機
加減速度電動機	勵磁を加減する直流分巻電動機・交流分巻整流子電動機 二次抵抗を加減する線輪型誘導電動機
變速度電動機	直流直巻電動機・交流直巻整流子電動機

もの、(ウ)速度を廣範圍に變化できるもの、(エ)トルクに応じて速度が變化するものなどである。

電動機の出カ P (kW) は、次式から求められる。

$$P = 0.001027 nT$$

T : 回轉數(毎分)

n : トルク(kg-m)

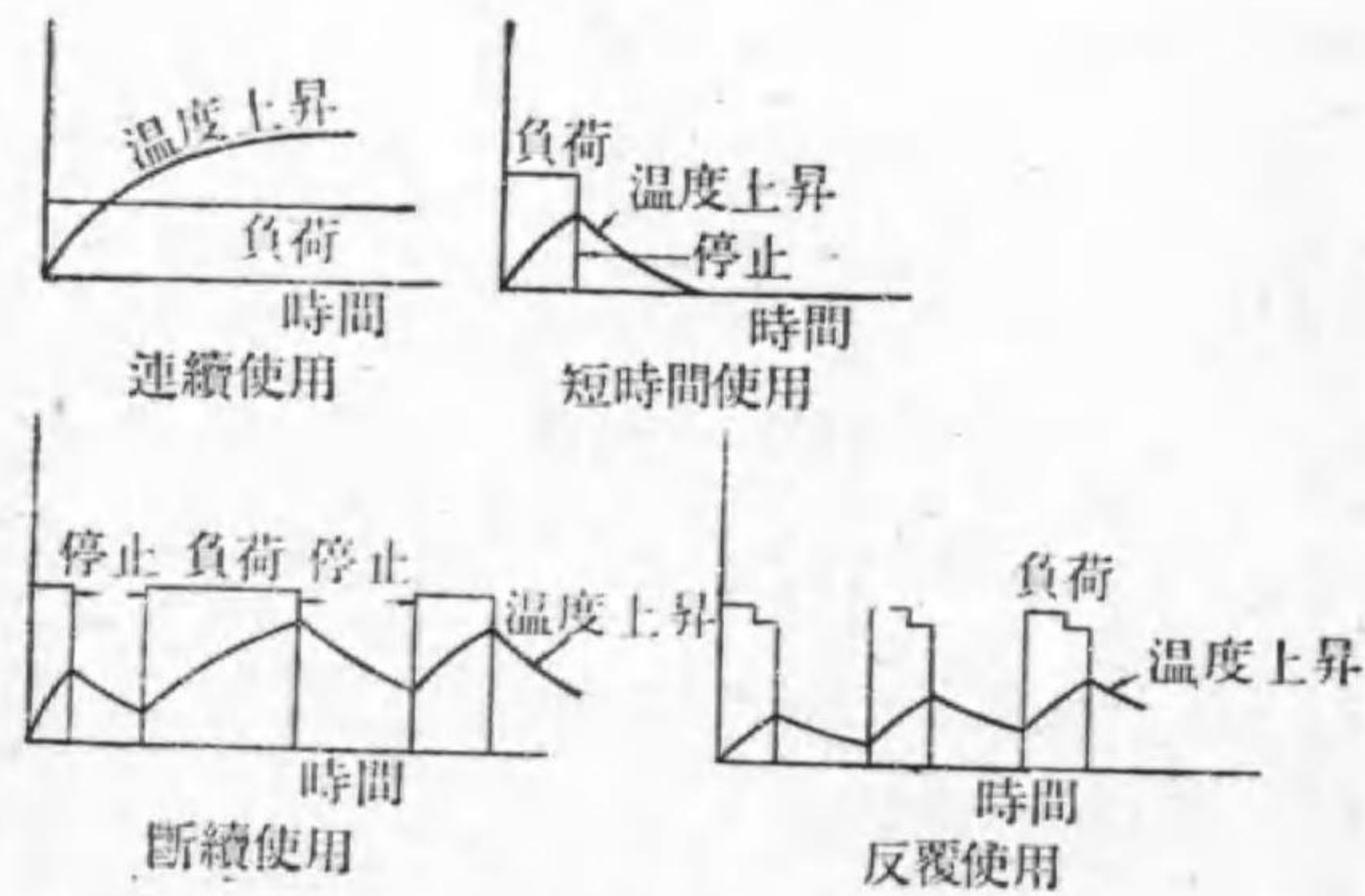
3. 電動機容量の決定

電動機は、その使用目的によつて適當な種類のものを選ぶと共に、負荷の性質によつてもそれぞれ適當な容量のものを選ばなければならない。例へば負荷が間歇的にかかるか、或はほ

げしく変動するやうな場合には、連続一定負荷の場合に比べて、その容量の決定は相当困難であるが、普通このやうな場合の電動機の温度上昇や冷却効果などを考慮して、適當に選定する。

又電動機は、その使用中の最高負荷及び急激な負荷変動に十分耐へるだけの容量を有しなければならないことはもちろんである。

第3・2圖は、使用の種類とそれぞれの場合に於ける温度上昇とを示す。



第3・2圖

4. 鑛山に於ける電動力應用

鑛山に於いては、炭塵による爆發の危険、坑道内に於いては爆發性ガス・濕氣などの不利な條

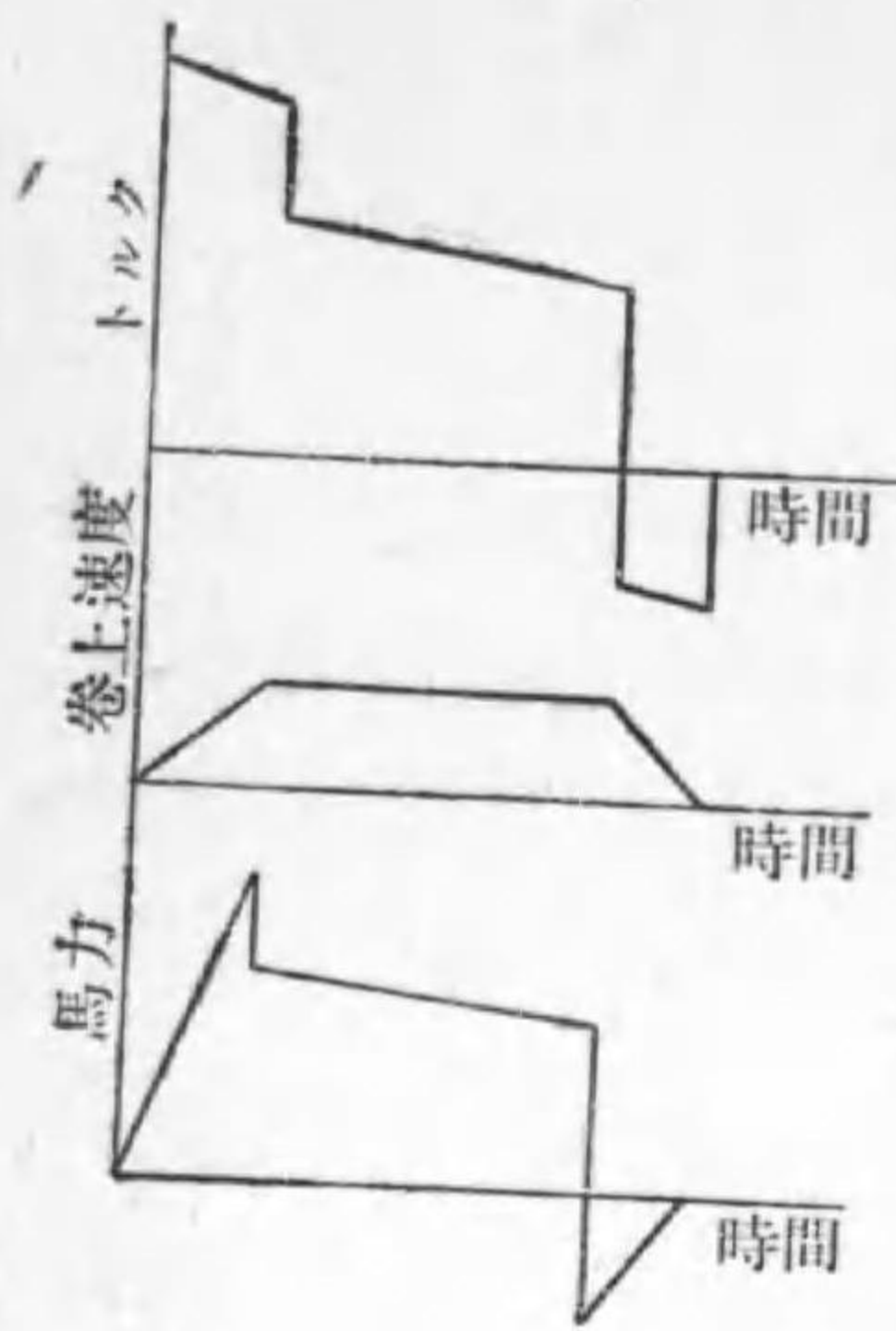
件があるにも拘はらず、電動力はあらゆる方面に廣く使用されてゐる。

(1) 卷上機 坑内で採掘した鑛石を、地上に運び出すのに使用される。坑道の狀況、卷胴の種類などによつて、これを運轉する電動機に對する要求も多少異なるが、大體

- (a) 可逆運轉が容易に行へること
- (i) 速度制禦が簡單且つ精密に行へること
- (c) 巻きすぎ・停電その他の事故が起つた場合には、卷上操作を中斷させるやうな保安裝置を有すること

などが必要であつて、電動機としては直流電動機・誘導電動機・整流子電動機などが使用される。

直流方式では、小容量の場合は抵抗によつて速度制禦を行ひ、大容量になるとレオナード方式又はこれにハズミ車を併用したイルグナー方式を用ひる。誘導電動機の速度制禦は、回轉子回路に入れた液體抵抗によつて行ふ。整流子電動機は主に小容量の卷上機に用ひられるが、力率・効率共によく速度制禦も簡單である。



第3.3圖

第3.3圖は巻上機の動程曲線で、これより電動機の所要馬力・發熱量などが求められる。

(2)ポンプ 坑内の湧水を排出するために、渦巻ポンプ・往復ポンプなどが使用されるが、これは普通線輪型三相誘導電動機によつて運轉される。速度制

禦の必要のない場合には籠形も使用され、直流の場合には分巻・復巻などが用ひられる。電動機及びその附屬品は狀況に應じて、耐濕・耐塵或は耐水・耐酸・耐爆などの適當な型のものにしなければならない。

(3)通風装置 坑内の換氣に用ひる通風装置は、直流の場合は分巻電動機、交流の場合は三相誘導電動機を用ひるのが普通である。通風量の加減は、瓣の開閉によると損失が多いので、電動機を速度を制禦して行ふ。誘導電動機を用

ひるものの速度制禦は、小容量のものでは回轉子抵抗を制禦して行ふが、大容量になるとこの方法では效率がよくないので、回轉子の滑りエネルギーを回轉變流機によつて直流に變へ、これで直流電動機を運轉し、その機械的エネルギーを利用するか、又は滑りエネルギーの周波數を變化して、これを電源に返還するなどの方法によつて、效率ばかりでなく力率も改善するやうな方法がとられる。

(4)空氣壓縮機 鑛山では、採炭その他に壓縮空氣を使用することが多い。これをつくるには空氣壓縮機が必要であるが、この運轉も電動機によつて行ふ。これに三相線輪型誘導電動機・同期電動機などが用ひられる。なほ壓力の調整は瓣によつて行ふ。

(5)掘鑿用機械 鑛石を採掘するのに用ひる鑿岩機・切炭機その他の機械も、電動力によるものが多い。

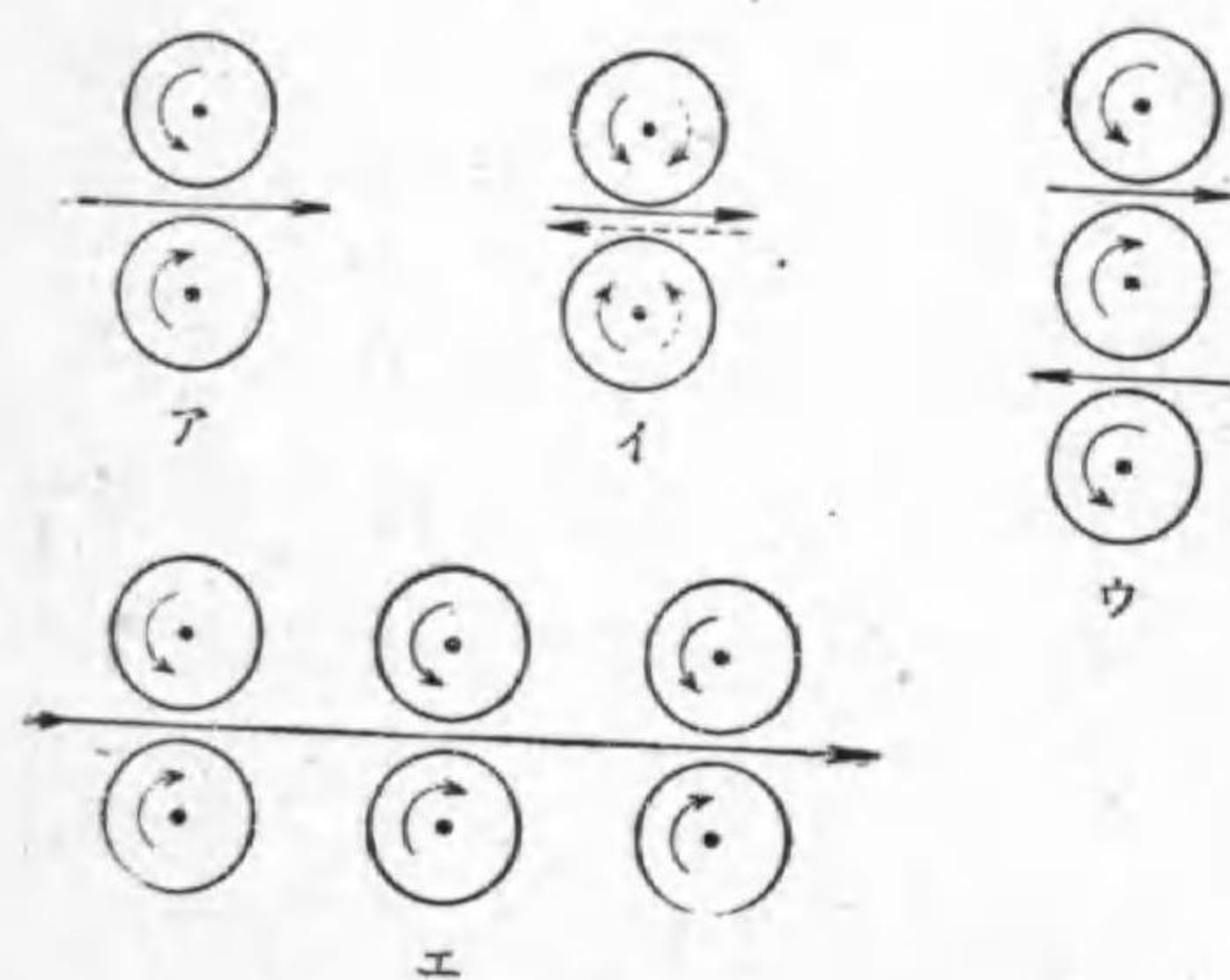
(6)坑内電車 鑛石の運搬などに電車を使用することがある。普通は250Vの直流式が採

用されてゐるが、電池を用いた小容量のものもある。

5. 製鐵用壓延機

銑鋼一貫作業を行ふ製鐵工場では、熔鑄爐その他にも電動力が廣く應用されてゐるが、ここでは壓延機に於ける電動力應用について學ぶこととする。

壓延機には、ロールの數により二重式・三重式・連続式などがある。第3・4圖㉗㉘は二重式の



壓延機で、2箇のロールから成つてゐる。素材はどの2箇のロールの間にかみ込まれて壓延される。又、ロールの回轉方向が一方

的なものと逆轉するものがある。㉗圖は三重式であつて、上の2箇のロールの間で壓延された素材は、次に下の2箇のロールによつて再

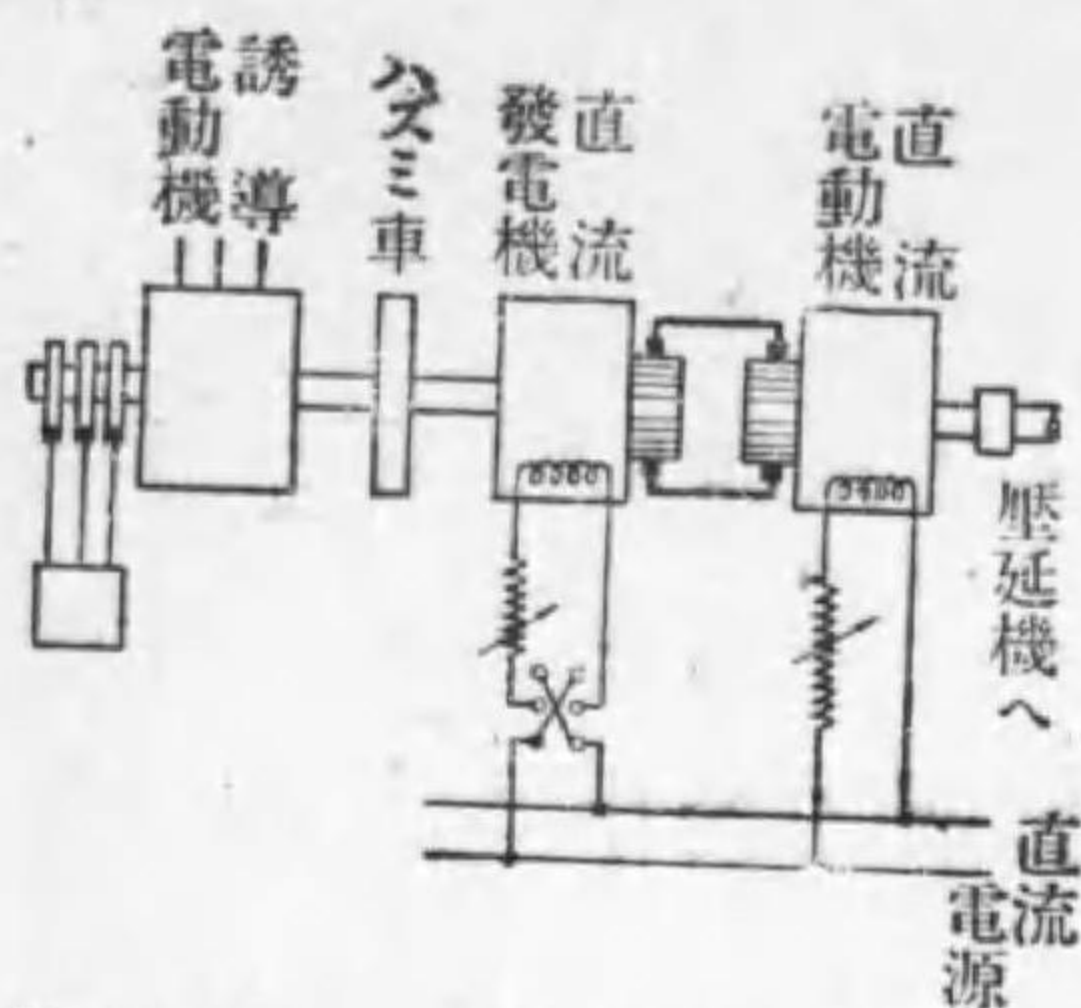
第3・4圖 壓延機の種類

び壓延される。この場合のロールは、逆轉の必要はない。㉘圖は連続式である。

又製品の種類によつて、分塊壓延機・軌條壓延機・鋼板壓延機などがある。分塊壓延機は鋼塊から軌條や鋼板などを製する途中の操作を行ふ。

壓延用電動機は、大きな負荷が急激にかかるから、電機子軸その他の部分を機械的に十分強くつくる必要がある。この種電動機としては、交流も直流も用ひられるが、交流のものでは、線輪型の誘導電動機が主として用ひられる。大抵ハズミ車を併用し、運轉に際しては、二次側の滑りを調整して負荷の一部をハズミ車に負擔させ、電動機への入力をなるべく一定にする。

特に變速度運轉を必要とするやうなときには、速度制禦用補助機械を有する誘導電動機又は直流電動機が用ひられる。逆轉二重式壓延機のやうに、電動機を逆轉させる必要があるときには、イルグナー方式などの直流電動機による運轉方式が一般に使用される。第3・5圖は



第3・5圖 大容量直流
電動機の速度制御

この一例である。

6. 工作機械の電 氣運轉

各種工場に於ける
工作機械の運轉は、大
別して集團運轉・各箇
運轉の二つになる。

(1)集團運轉 集團運轉は、主電動機によつて運轉される主軸から、滑車とベルトによつて多數の機械に動力を傳へる方式である。設備費は比較的廉價で豫備も少くてよく、随つて維持費も低い。更に同期電動機を使用できるから、力率・効率共によいが、動力傳導装置である主軸・ベルトの損失が大きく、又天井走行起重機などを使用するときの妨げになる。

(2)各箇運轉 各箇運轉は、速度調節・逆轉などが容易・迅速に行へるから生産能率がよく、軸・ベルトなどによる動力傳導の際の損失がない。又電動機は、不要のときには停止させられるから損失がない。更に機械は、任意の場所に設置

できて移動にも簡単である。

工作機械運轉用電動機

(ア)三相籠形誘導電動機・線輪型誘導電動機 起動トルクが大きく、構造も堅固で取扱が容易であるから、旋盤・中グリ盤・ボール盤・フライス盤など一般に使用せられるが、起動時の電流が大きく、速度制御が行へない缺點がある。二重籠形・深溝型などは、この缺點を除いた電動機であつて、打貫機・剪斷機などの短時間に強い力を必要とするものに、線輪型誘導電動機と共に使用される。

(イ)同期電動機 起動特性は誘導電動機に劣るが、力率・効率共によく且つ定速度で運轉されるから、このやうな要求のある場合に使用する。

(ウ)直流電動機 旋盤・中グリ盤などの定負荷の工作機械の運轉には分巻電動機を用ひ、打貫機・剪斷機など斷續的に特に大きなトルクを要するものには、複巻電動機が使用される。

第3・2表は、各種工作機械とその所要馬力とを示したものである。

第 3.2 表
各種工作機械の所要馬力

旋 盤

スイング (cm)	電 動 機 容 量 (HP)	
	普 通	荷 重
30	0.5	2
40	1~2	2~3
50~55	3	7.5~10
60~70	5	7.5~10
80~90	7.5~10	15~20

平削盤

幅 (cm)	電 動 機 容 量 (HP)
55~65	10
70	10~15
90	20~25
100~140	25~35
150~180	35~50
200~250	50~75

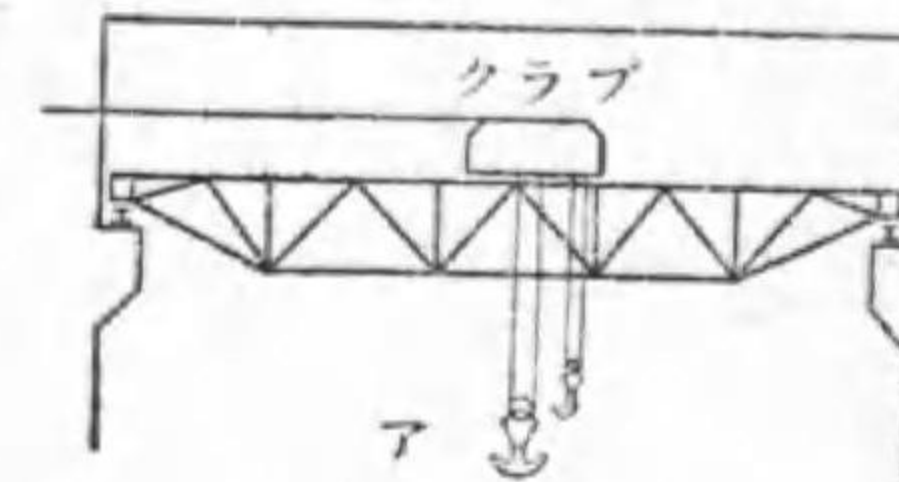
中グリ盤

スピンドル直径 (cm)	最大穿孔直径 (cm)	電動機容量 (HP)
10	50	7.5
15	65	10
20	100	15

7. 起重機

重い荷物・材料などを運搬する起重機は、あらゆる方面に広く用ひられてをり、その種類・形態も従つて多種多様であるがこれに大體次のやうなものがある。

(1)天井走行起重機 これは普通屋内に用ひられるもので、壁に沿つて敷設された軌條の上を、橋桁が走行するやうになつてゐる。橋桁に沿つて更に軌條を設け、この上をク



第 3.6 圖

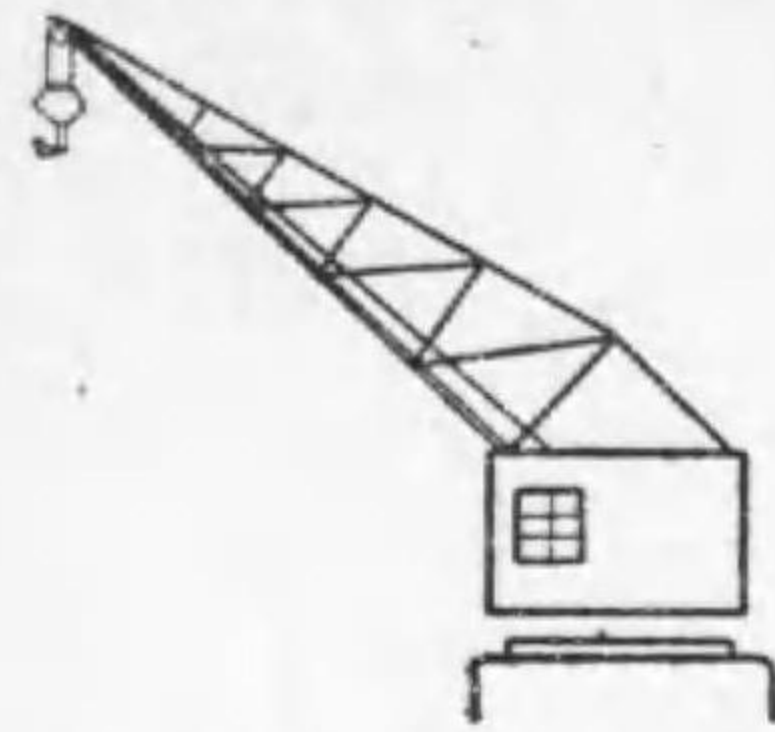
天井走行起重機

ラブといふものが横に移動する。クラブにはウインチがあつて荷物を吊上げ、縦行・横行・巻上三つの動作は、單獨の電動機によつて行はれる。

(2)ガントリー起重機 屋外用の起重機で、地上に敷設された軌道の上を門型の橋桁が走行する。横行・巻上の動作は屋内の天井走行起重機と同様である。これは汽力発電所の貯炭場などに多く用ひられる。

(3)デリック 1本の直立する主柱と、その根

元に取り付けられた動肘といふ腕とから成る。



第3・7圖
ジブ起重機

動肘の先端は、支柱から張られた索によつて支柱に對し自由に回轉或は俯仰動作を行ふことができる。この動肘とウインチとによつて荷物の運搬が行はれる。これに類するものにジブ起重機がある。これは、ジブといふ腕が旋回して運搬を行ふもので、腕は俯仰するものと、しないものがある。

(4)塔起重機 塔の上に水平の腕があつてこれが旋回し、腕に沿つてクラブが移動するやうなもので、造船所などに使用される。

起重機用電動機 起重機用電動機としては、起重機の種類によつて頻繁に使用されるものと、稀にしか使用されないものがあるが、いづれも起動時に大きなトルクを要し、且つ急速に加速する必要のあるものが多い。随つて電動機としては、機械的に十分な強さを有することが必要である。

直流・交流いづれも使用されるが、前述のやうな要求に適したものとして、直流に於いては直巻電動機が最も使用され、分巻もまた使用することがある。交流に於いては、線輪型三相誘導電動機・籠形誘導電動機などが使用される。

速度制禦は、直流直巻電動機に於いては直列抵抗、分巻電動機に於いては界磁抵抗を加減して行ひ、特に大容量の場合にはワードレオナード方式などが使用される。交流の線輪型三相誘導電動機に於いては、二次抵抗を加減して行ふ。

なほ電動機の定格は、使用の状態、最大負荷などによつて適當なものを選ぶ必要がある。

制動には、摩擦による機械的の制動と電氣制動とがある。前者は制動輪と制動靴との間の摩擦により制動を行ふもので、制動靴は壓縮空氣・電磁石などにより動作される。電氣制動には次のやうなものがある。

(ア)逆電力制動 これは回轉中の電動機に電力を加へて、逆方向のトルクを生じさせて制動

を行ふものである。

(イ) 発電制動 これは電動機の有する回転のエネルギーを利用して、これを発電機として回転し、これを制動回路に導いて電気エネルギーを熱とし、消費する方法である。

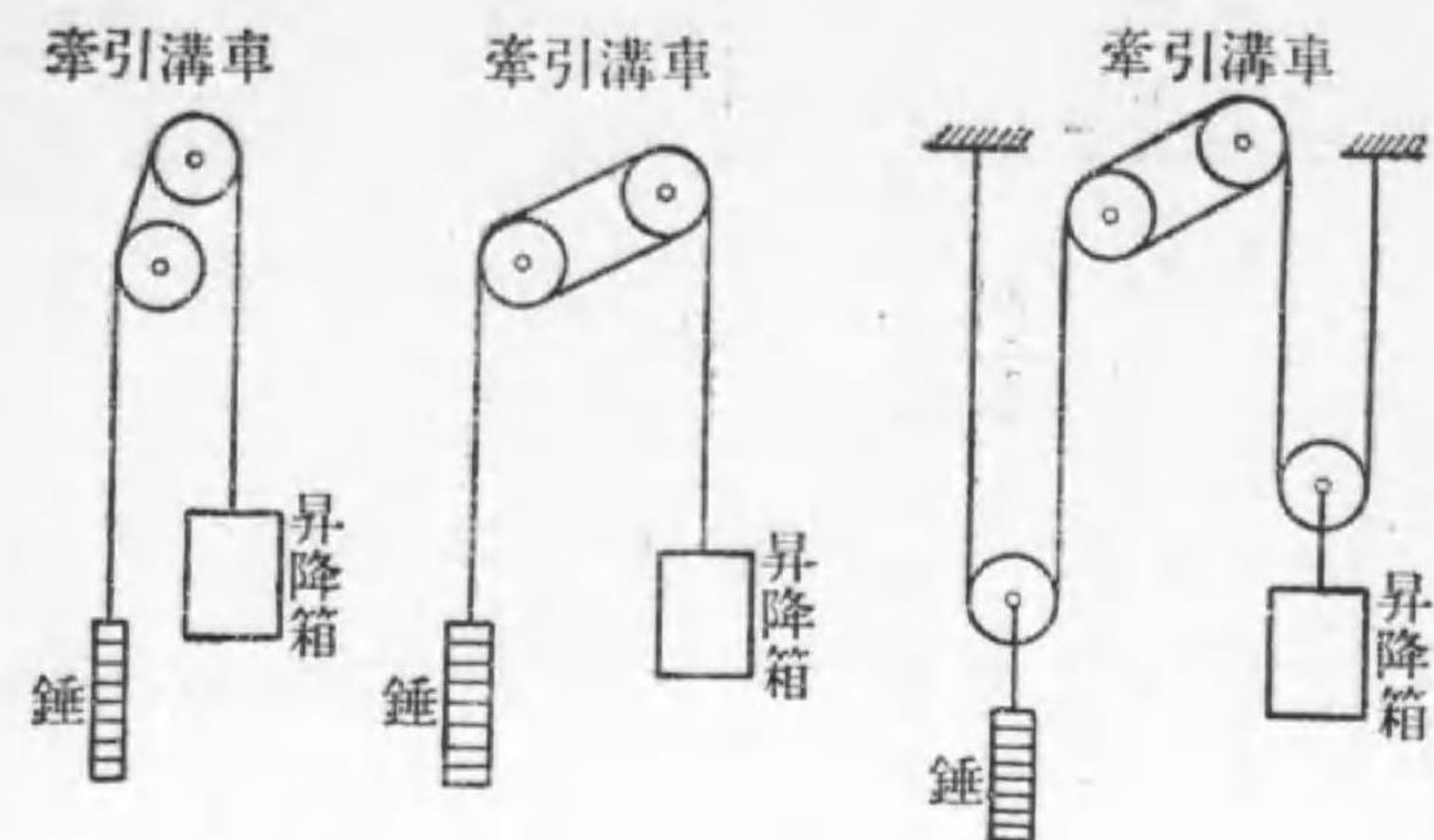
(ウ) 回生制動 これは、電気エネルギーを熱として放散させずに電源に送り返す方法で、例へば巻下しの際、電動機としての速度よりも早い速度になると、電動機は発電機となり、電源に電力を送り返すと共に制動が行はれるもので、電動機は大體負荷に関係なく定速度で運転される。

8. エレベータ

建築物の各階を縦に貫ぬく運搬装置で、乗客用と貨物用の二つがある。又運転速度によつて低速(50 m/min 以下)、中速(50~100 m/min)、高速(100 m/min 以上)にわけられ、昇降箱・錘・鋼索・巻上装置から成つてゐる。第3・8圖はその一例である。

エレベータ運転用電動機としては、

(ア) 回転部分の慣性効率の小さいこと



$$\frac{\text{ケーブル速度}}{\text{箱速度}} = \frac{1}{1} \quad \frac{\text{ケーブル速度}}{\text{箱速度}} = \frac{1}{1} \quad \frac{\text{ケーブル速度}}{\text{箱速度}} = \frac{2}{1}$$

第3・8圖 エレベータ

(イ) 起動トルクの大きいこと

(ウ) 騒音の少ないこと

などが必要であつて、直流の場合には運転速度に応じて、複巻電動機や加減速度の分巻電動機などを用ひるか、又適當に減速齒車を併用する。交流の場合には、三相誘導電動機が主として用ひられる。

なほ停止を正確に行はせるため、自動着床装置といひ、エレベータの床面と建物の床面とを自動的に一致させて停止させる装置がある。

乗客用エレベータの運轉は、絶対に安全・確實なことが必要であるから、鋼索の切斷・停電その他の事故に對しては、自動的に車をその位置で停止させる安全装置が必要である。

9. その他の電動力應用

(1) 艦船に於ける應用 内部に於ける諸種のポンプの運轉用、或は船内送風及び換氣用に、又揚錨・揚貨・揚炭用、その他各種の機械装置などの操縦用として廣く應用されてゐる。これらには、普通低壓直流電動機が多い。

又推進器の運轉に、發電機と電動機とを使用する電氣推進器は、齒車によつて減速するものに比べて效率がよく、後退も容易で、原動機的位置は或る程度自由に選べるなどの長所がある。

(2) 工場に於ける應用 紡織工場・製紙工場・製粉工場・製氷工場・セメント工場などの諸動力用としてはもちろん、又農業用としても電動機應用の分野は極めて廣い。

2. 電燈と照明

1. 光

光は一種の電磁波であつて、他の電磁波、例へば無線通信に使用される電波、或は宇宙線のやうなものと共に一般に輻射といはれる。光はこのやうに波動であるが、他面には又粒子としての性質も有してゐるので、光電効果のやうな現象は、光の粒子性から説明せられる。

光波の波長 λ (cm),は、次式によつて與へられる。

$$n\lambda = c \quad \text{或は} \quad \lambda = \frac{c}{n}$$

n : 振動數(毎秒)

c : 光の速度

真空中に於いて c は、大體 3×10^{10} cm/s(毎秒厘)である。波長は普通非常に短いから、單位としてはミクロン・ミリミクロン・オングストロームなどが用ひられる。

$$1 \text{ ミクロン} = 1 \mu = 10^{-3} \text{ mm}$$

$$1 \text{ ミリミクロン} = 1 \text{ m}\mu = 10^{-6} \text{ mm}$$

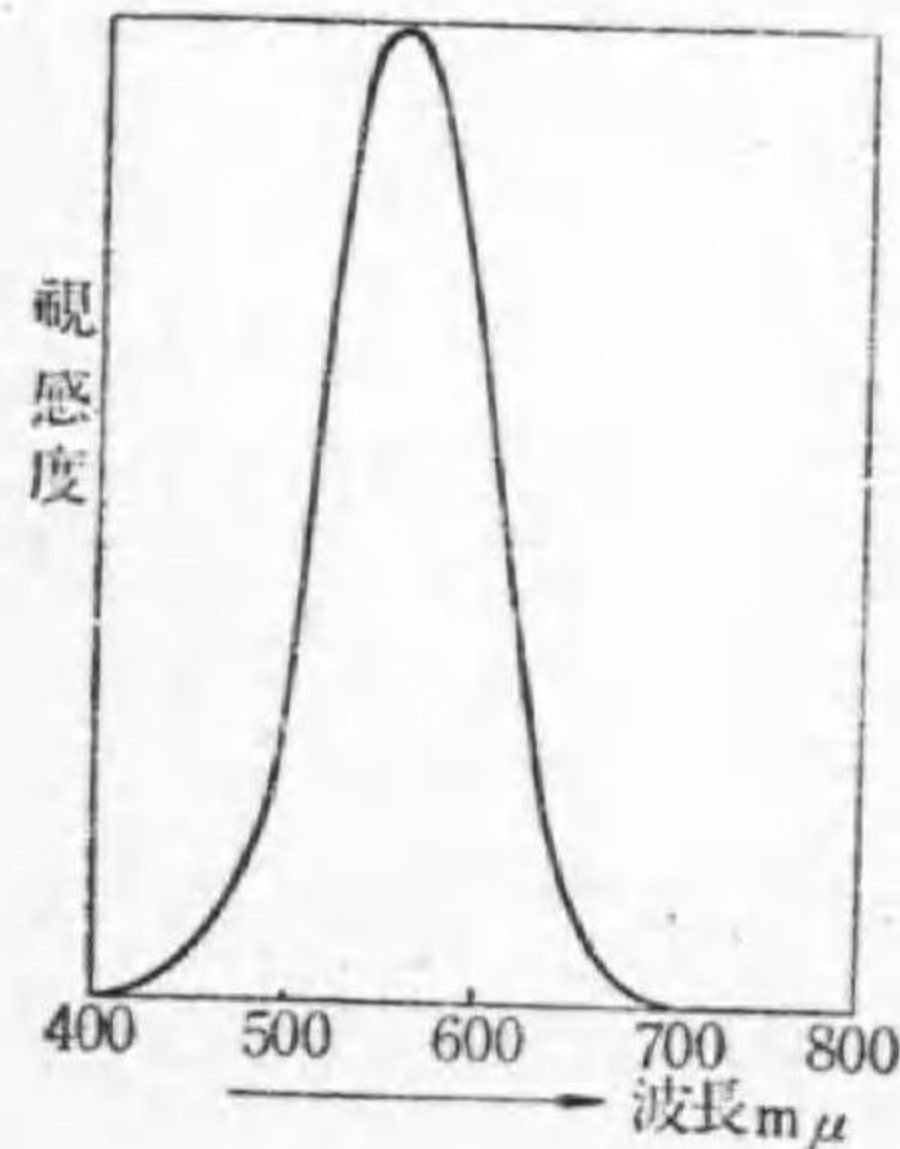
$$1 \text{ オングストローム} = 1 \text{ \AA} = 10^{-7} \text{ mm}$$

第3・3表は各種の電磁波の波長範圍を示す。このうち、われわれの肉眼に感ずる電磁波が即ち光で、波長約760~400 m μ の小範圍である。

第3・3表
各種電磁波とその波長範囲

電磁波	波長
無線通信用電波	0.01 cm 以上
無線或は赤外線	0.04 cm~800 m μ
光線	760~400 m μ
紫外線	400~10 m μ
エックス線	10~0.006m μ
ガンマ線	0.1~0.001 m μ

このやうに光線は760~400 m μ であつて、この範囲の波長の輻射は光として肉眼に感ずるが、肉眼に感ずる度合は一様でなく、第3・9圖のやうに約555 m μ (黄緑色の光)に於いて最大である。



第3・9圖 光に對する肉眼の視感度

輻射を發生させるには、波長によりそれぞれ適當な方法が行はれるが、光は大別して次の二つの方法によつて發生される。

- (ア) 溫度輻射
- (イ) 冷光

第3・4表

色	波長範囲 (m μ)	平均波長 (m μ)
赤	703~644	677
橙	630~589	607
黄	585~564	579
緑	534~505	523
青	486~452	454
紫	433~405	418

溫度輻射といふのは、高溫度にある物體が發する輻射であつて、熱を伴ふ。例へば、白熱電燈はこの溫度輻射を利用したものである。冷光といふのは、溫度輻射以外の輻射、例へば眞空放電燈による發光のやうなものである。溫度輻射による發光を分光器で調べてみると、連続スペクトルを與へるが、冷光によるものは、線状スペクトルを與へる。なほ溫度輻射に於いては、溫度が高くなるほど全輻射エネルギーが増大し、又最大輻射を生ずる波長が短くなる。

2. 測光

(1) 単位 光の明るさを測ることを測光といひ、これは光源の明るさの測定と、光源によつて照らされた面の明るさの測定とにわけられる。次に測定に関する諸量の定義及び単位について學ぶ。

(ア) 輻射束 エネルギーを輻射する時間的の割合であつて、エルグ/秒又はワットなどで表す。

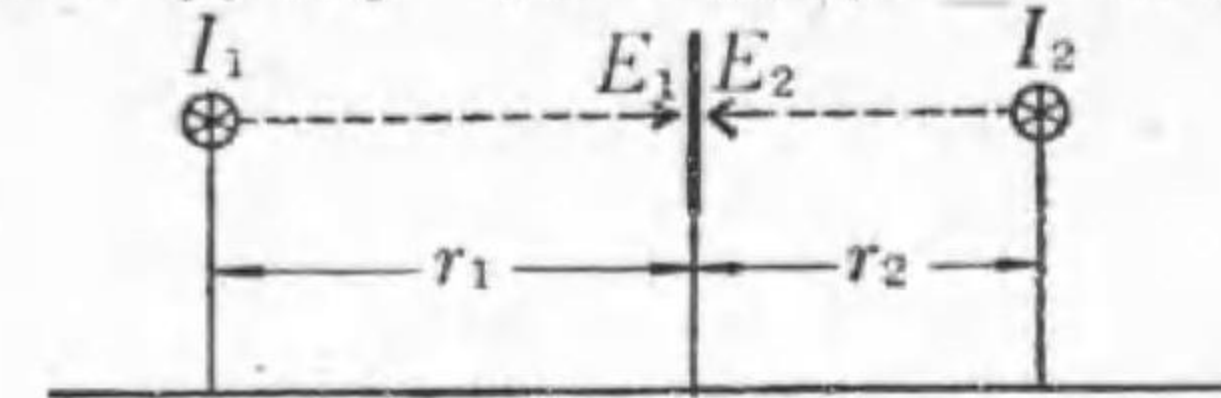
(イ) 光束 エネルギー輻射の割合を視覚によつて測つたもので、ルーメン(L)で表される。1 Lは、1 國際燭の點光源から單位立體角内に發散される光束である。

(ウ) 光度 光源の或る方向の光度といふのは、その方向に於いて、その光源より單位立體角内に發散する光束である。單位立體角内に、1 Lの光束を出す光源の光度を燭といひ、燭で表した光度を燭光といふ。

(エ) 輝度 或る發光面の或る方向の輝度といふのは、光源のその方向への正射影の單位面積當の光度である。燭/cm²を單位とし、これをスチルブといふ。

(オ) 照度 或る面の任意の一點の照度とは、その點の單位面積當の入射光束で、1 L/m²を單位とし、これをルクスといふ。

(2) 光度測定 或る光源の光度(これを I_2 とする)を測るには、別に標準になる光源(この光度を I_1 とする)と比較して行ふ。例へば、第3・10圖のやうに光源 I_1, I_2



$E_1 = E_2$
第3・10圖 光度測定法

の間に白色の板を置き、これらの光源によつて照

らされる板の兩面の明るさを等しくなるやうに板の位置を加減して、圖のやうに r_1, r_2 の距離が得られたとすると、照度 E が光源からの距離の二乗に逆比例することより、

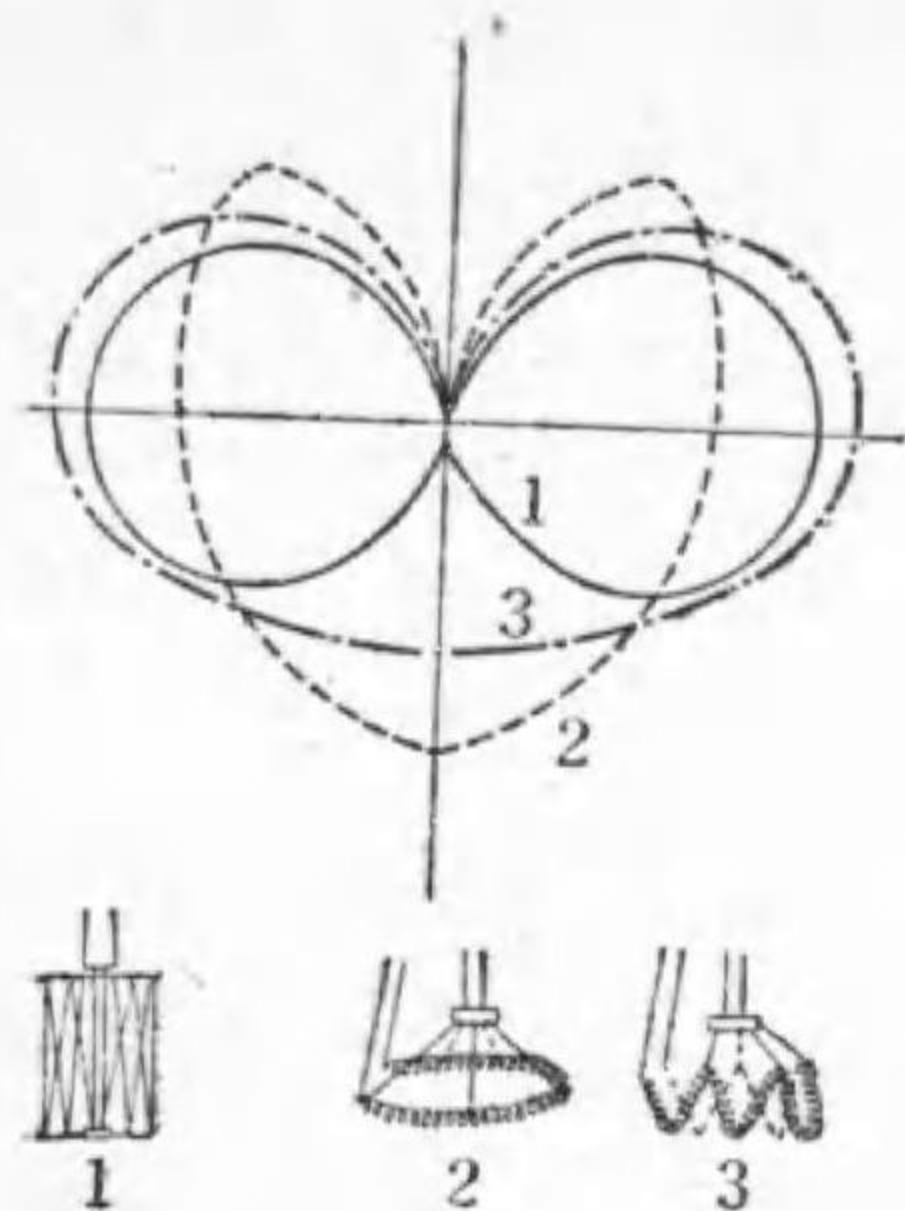
$$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2}$$

$$\text{即ち } I_2 = I_1 \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2$$

となつて、標準燈の光度 I_1 がわかつてゐれば、上式より I_2 が求められる。

光源の各方向の光度を測ると、空間に於ける

光度の分布が得られ、光源を極として各方向の光度をベクトルで示すことができる。特に、光源を含む鉛直面・水平面に於ける光度ベクトルの先端を結んで得られる曲線を、それぞれ鉛直配光曲線及び水平配光曲線といふ。第3・11圖



第3・11圖

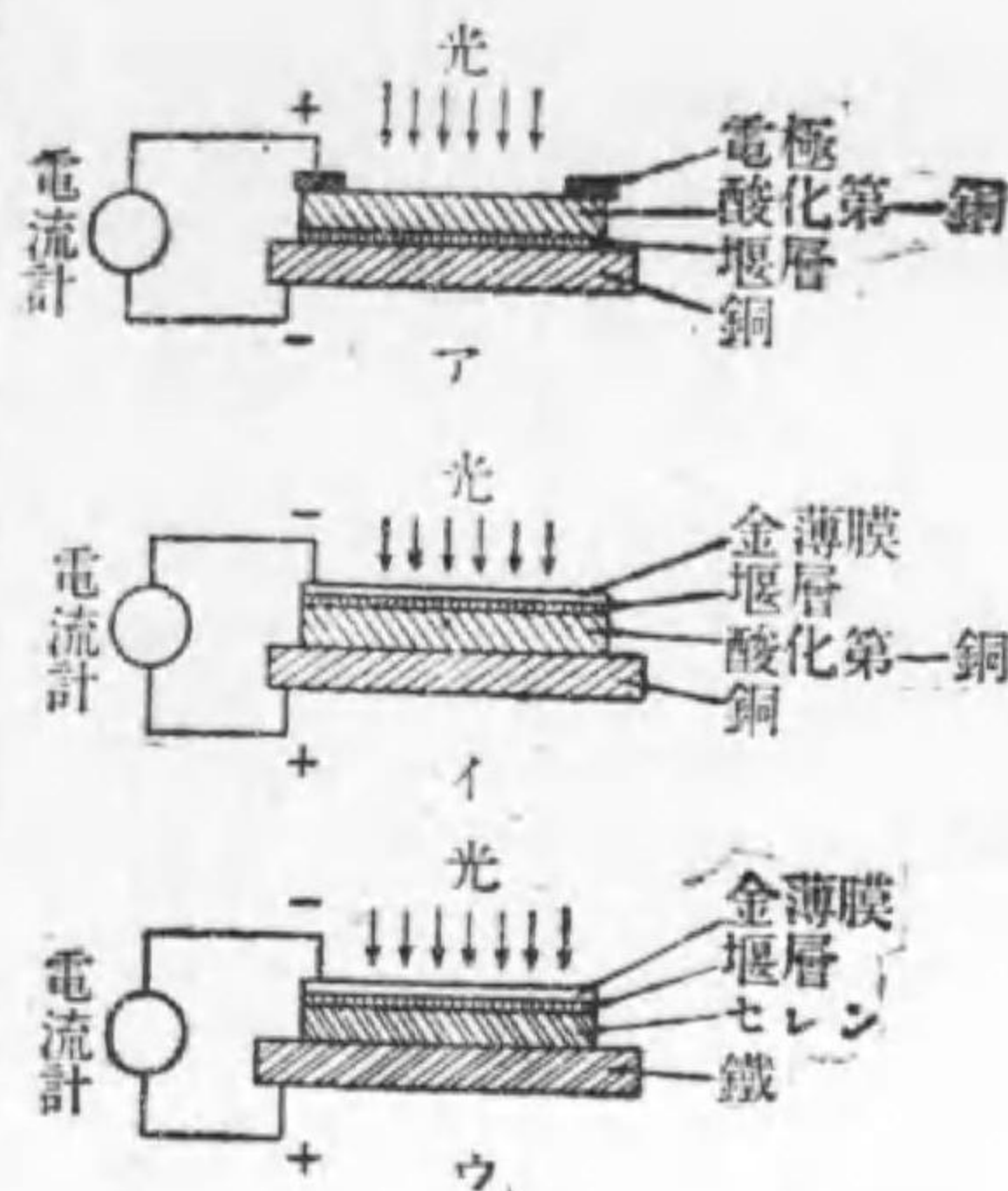
各種電球の配光曲線
 ①直線織條真空タングステン電球 ②環狀コイル織條ガス入電球
 ③鋸齒狀コイル織條ガス入電球

づれも視覚によつて測定すべき面の照度を知るものである。最近は、肉眼によらない物理的な照度計も使用されて

に、各種電球の鉛直配光曲線を示す。

なほ水平方向に於ける光度の平均を、平均水平燭光といひ、あらゆる方向に於ける光度の平均を、平均球面燭光といふ。

(3)照度測定 照度を測るには、マクベス照度計・燭計・ルクス計など種々あるが、これらはいづれも視覚によつて測



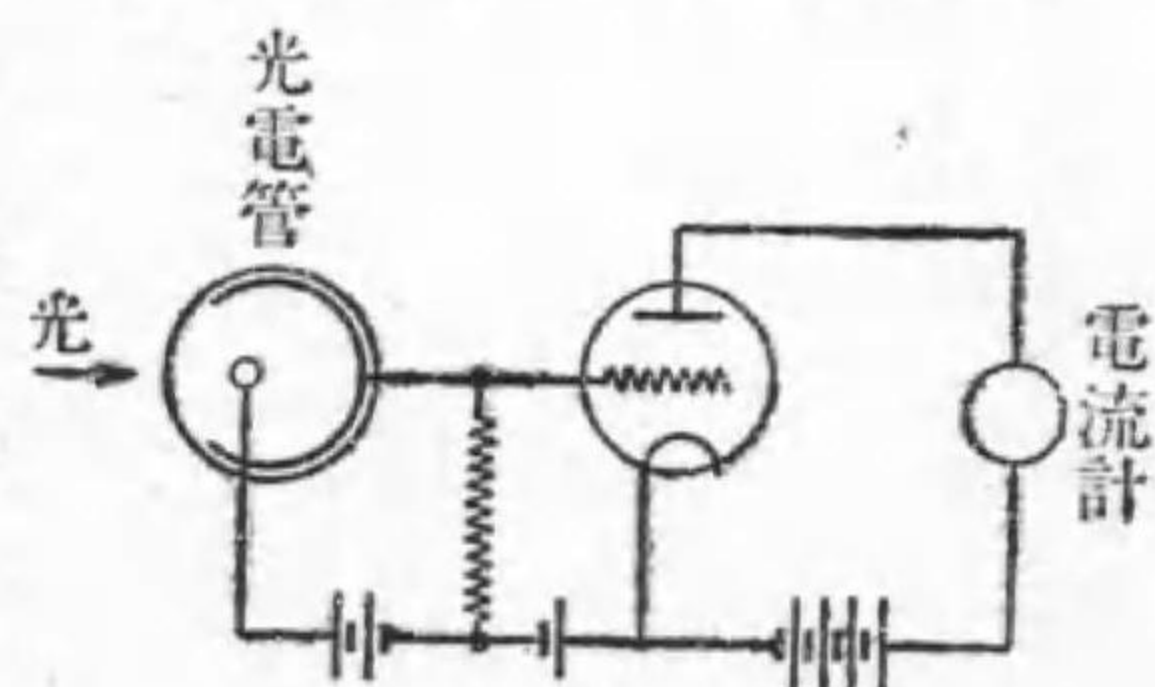
第3・12圖 各種光電池

る。例へば堰層光電池を用ひ、照度に對應する光電流を測つて照度を知るなどである。なほ肉眼と等しい感度曲線を測定器にもたせるために、適當な濾光装置が使用

用される。

光色の異なる場合の測光には、特別の工夫が必要で、適當な濾光装置を用ひるとか、中間色を用ひて間接的に比較するなどの方法がある。

なほ光電池と共に、物理測光に於いて使用されるものに光電管がある。真空或はガスを封入したガラス管内に正負電極を挿入し、これに直流電壓を加へると、管



第3・13圖 光電管

に投射する光に應じて光電流が流れる。各波

長の光に対する光電管の感度は、陰極物質によつて差違があるが、肉眼の感度とは相當に違ふ。更に感度は不安定で、年月と共に變化するから較正する必要がある。

3. 電 燈

電燈は、白熱電燈・弧光燈・放電燈などに大別される。白熱電燈は溫度輻射を用ひるものであり、放電燈は冷光によるものである。弧光燈は兩者の中間で兩作用を兼ねてゐる。

(1)白熱電燈 溫度輻射によるもので、熱による損失が多い。効率の高い電燈を得るためには、輻射體の溫度をできるだけ高めなければならない。現在輻射體としては、タングステン纖維が用ひられてゐるが、タングステンの熔融溫度は 3655°K であるから、使用溫度もこれによつて制限される。纖維の動作溫度をできるだけ高め、しかも高溫度に於ける纖維物質の蒸發を抑へて、電燈の壽命を永くするために、窒素・アルゴン・クリプトンなどのガスを封入したいはゆるガス入電球が出来た。これに對して、排氣し

た球内になんら特別のガスを封入しないものを、真空タングステン電球といふ。纖維は、真空電球では直線状のものやコイル状のものなどあるが、ガス入電球では、對流による熱損失を防ぐために、コイル状或は二重コイル状のものが使用される。なほ光源の輝度を減ずるために、ガラス球は艶消とする。

第3・4表(1)は、普通の點燈用白熱電球の標準仕様である。

第3・4表(1) 甲種電球

種別	電球の 大きさ (W)	初 特 性			壽 命 (時間)
		消費電力 (W)	光 束 (L)	效 率 (L/W)	
眞 空 電 球	10	10	76	7.6	1500
	13	13	108	8.3	"
	20	20	175	8.8	"
ガ ス 入 電 球	30	30	260	8.6	1500
	40	40	400	10.0	"
	60	60	680	11.3	"
	100	100	1300	13.0	"
	150	150	2150	14.3	"
	200	200	3050	15.3	"

ガス入電球	300	300	4950	16.5	1500
	500	500	9000	18.0	"
	750	750	1,4300	19.0	"
	1000	1000	2,0000	20.0	"
	1500	1500	3,1500	21.0	"

第3・4表(2) 乙種電球

種別	電球の大きさ(W)	特 性			壽命(時間)
		消費電力(W)	光 束(L)	効 率(L/W)	
真空電球	7.5	7.5	47	6.3	4000
	10	10	70	7.0	3500
	13	13	96	7.4	3000
	20	20	160	8.0	2500
	30	30	255	8.5	2200
	40	40	355	8.9	2000
ガス入電球	60	60	590	9.8	1500
	30	30	245	8.2	2200
	40	40	380	9.5	2000

甲種・乙種は電球の壽命による分類である。

(2) タングステン白熱電球の種類 タングステン白熱電球には、一般點燈用の電球のほか、次のやうな各種の電球が、それぞれの用途によ

つて使用されてゐる。

(ア) 晝光電球 これは、普通のタングステン電球よりも晝光に近い光を得るために、青色ガラスの球を用いたガス入電球で、色の識別を必要とするやうな場合に用ひられる。

(イ) カナリヤ電球 酸化ウラニウムなどを含む淡黄緑色のガラス球を用ひ、纖維から出る紫外線の一部を吸収し螢光として發散させるので、眼に與へる刺激が少い。養蠶などに使用される。

(ウ) 紫外線用電球 バイタガラスのやうに、紫外線を透過するガラスを用ひて光源から出る紫外線を利用するもので、日光浴の代用として醫療方面に用ひられ、或は地下室照明などに使用される。

(エ) 耐震電球 列車・電車・艦船など震動のはげしい所で使用するため、特殊のタングステンによるか、或は纖維の掛け方を耐震的にしたものである。

(オ) 全光電球 ガラス球の内面に特殊の白色

塗料を施したもので、眩輝をやほらげおだやかな光を出す電球である。

(h) 投光器用電球 投光或は集光用の高燭電球で、耐熱ガラスでつくられる。250 W 程度の小型のものから、航空燈臺などに用ひられる極めて大型のものまである。

(i) 自動車用電球 蓄電池によつて點燈せられる定格電壓 6~8 V 程度の電球であつて、前照燈として用ひるものは、反射鏡に對して常に正しい位置にあるやうに特別な工夫が必要である。

(j) 管形電球 長い直線狀の纖維條を用ひた電球で、陳列室などに用ひられる。これに片口金と兩口金とあるが、長いものは兩口金が多い。ガラス管の内面に白色塗料を塗つて、反射笠なしで使用される場合が多い。

(k) 豆電球 乾電池で點燈する小型の電球で、これに懐中電燈・自轉車用などの種類がある。

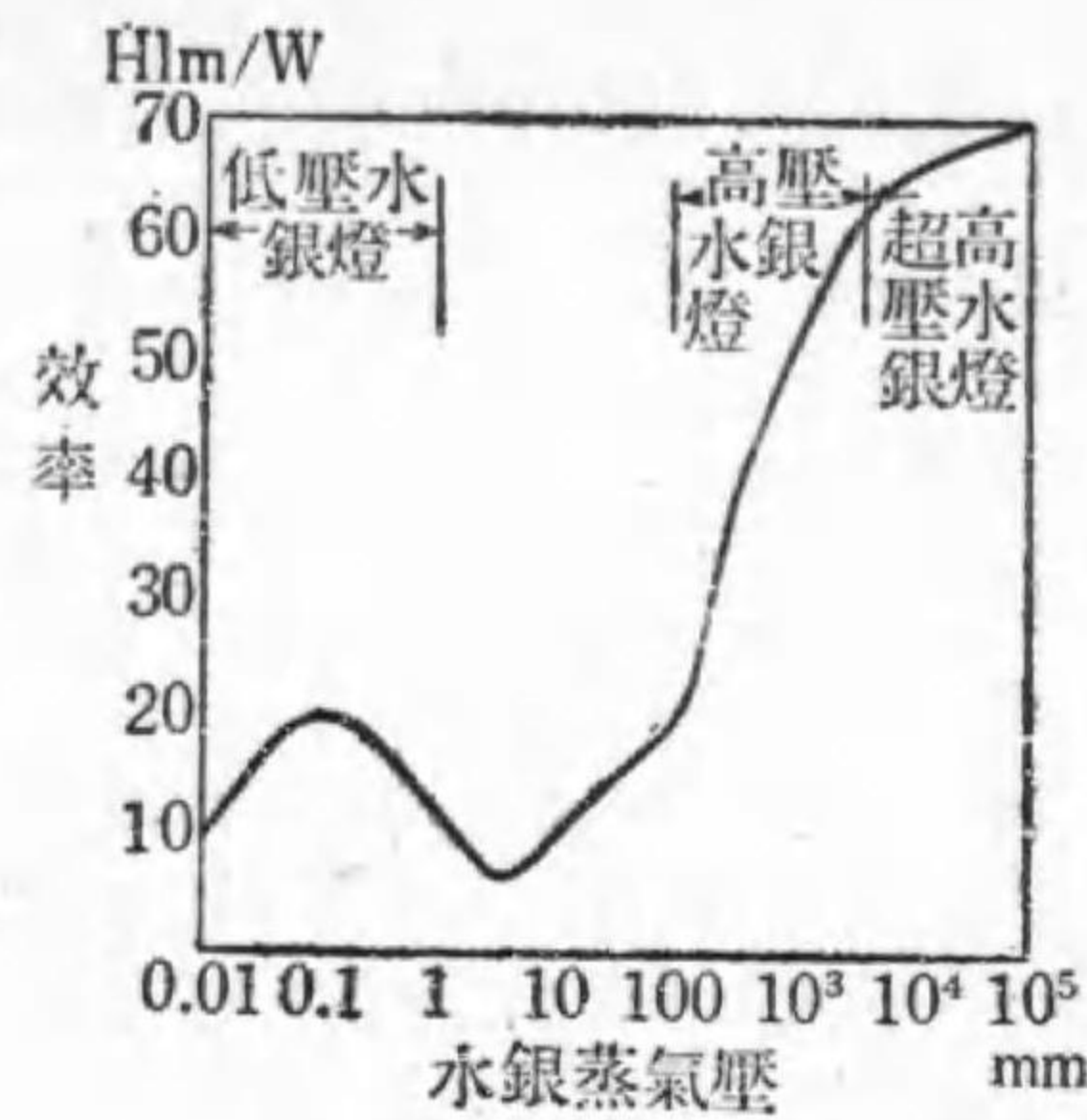
(3) 弧光燈と放電燈 弧光燈には、炭素弧光燈・タングステン弧光燈のやうに電極を主發光部

とするものと、水銀燈・ナトリウム燈のやうに陽光柱を主發光部とするものがある。弧光燈の缺點としては、起動や調整装置の必要なこと、負の電氣特性を有するため安定抵抗を要することなどが数えられる。このため、照明用としては白熱電燈に及ばないが、探照燈とか映寫用とかの特殊用途に使用される。

(a) 炭素弧光燈 純炭素を電極とするものと、炭素電極に金屬塩類を浸込ませたものなどがある。純炭素を電極としたものは、光が動搖しないやうな光源を必要とする所に使用され、主發光部は陽極の一部で火坑といはれる部分である。交流でも動作するが、直流の方が安定で効率もよい。陽極に金屬塩類を含浸したものは、電極物質の揮發により強力な冷光發光を生じて効率を高める。發焰弧光燈はこれに屬する。

(i) 水銀燈 長いガラス管の一端に水銀溜をつくつて陰極とし、他端に黒鉛・鐵などの陽極を置き、この間で放電させるもので、發光は弧光柱

による。適当な起動装置と安定抵抗とを必要とすることは、炭素弧光燈の場合と同じであるが、電極の消耗がないので取扱は比較的簡単である。水銀の蒸気壓の相違により、低壓・高壓・超高壓水銀燈の三つの種類がある。第3・14圖は



第3・14圖

である。

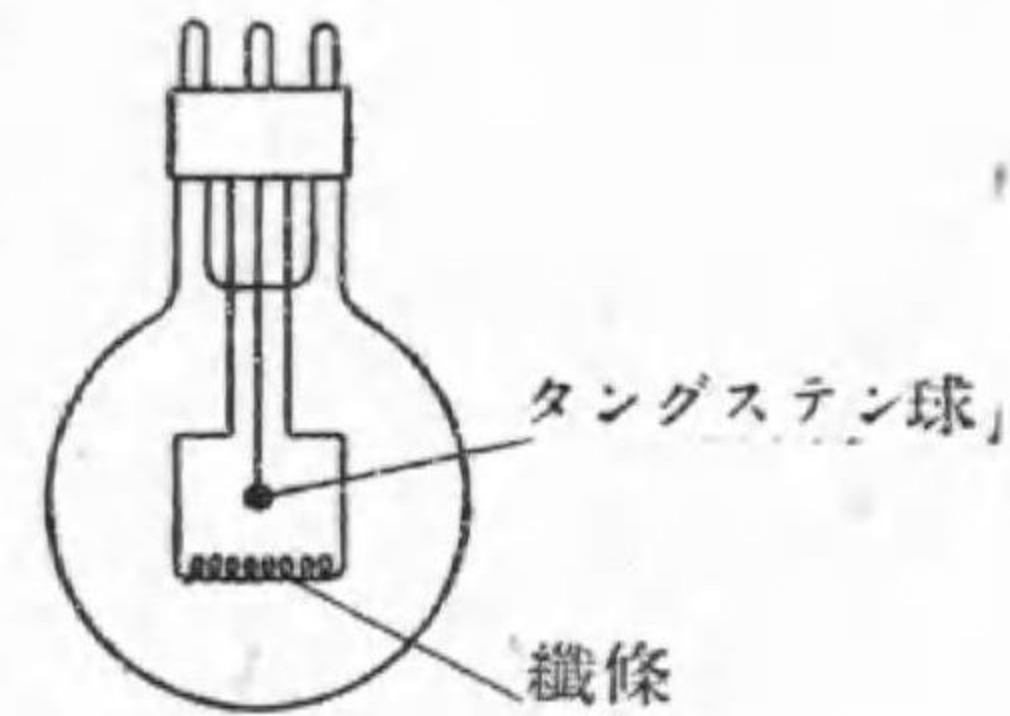
超高壓水銀燈は、數十乃至數百氣壓の水銀蒸気内で放電するから、効率 80lm/W にも及ぶものがある。水銀は、石英の細管(管徑數 mm)の中に收められる。大容量のものでは管を水冷する。

水銀蒸気壓と水銀燈の効率を示す。

高壓水銀燈は、 370°C くらゐの温度に保たれた管内の水銀蒸気が、約1氣壓程度に於いて點火するもので、効率は $40\sim 50\text{lm/W}$

(ウ)ナトリウム燈 管壁を二重にして、管温度を適当に保つた耐ナトリウムガラス管内に少量の金屬ナトリウムを入れ、ナトリウム蒸気内で放電させるもので、橙黄の單光色を出す。直流・交流いづれにも使用され効率もよい。これは道路の照明などに適する。

(エ)タングステン弧光燈 タングステン纖維とタングステンの小球とをガラス球内に收め、球内には窒素ガスを封入してある。發光は主として白熱せられたタングステン球の温度輻射による。これは點光源を必要とするやうな箇所に用ひられる。



第3・15圖

タングステン弧光燈

4. 照 明

照明は、屋内照明と屋外照明とに大別することができる。

(1)屋内照明 屋内照明は更に、

(ア)直接照明 (イ)間接照明 (ウ)半間接照明の三つにわけて考へられる。(ア)は主として光

源からの直射光によるもの、(イ)は例へば壁・天井などよりの反射光によるもの、(ウ)は主として反射光によるが、直接光をも用ひるものである。

直接照明は効率よく、簡単で広く用ひられてゐるが、輝度が高く刺激が強すぎる場合がある。間接照明はこれに反して光源を直接見ないため、光がおだやかで眩輝がない。しかし、そのため効率も(ア)より低く且つ設備費も嵩む。半間接照明はこの兩者の中間のものである。

なほ照明装置の配置によつて、全般照明・局部照明の二つに分けられる。全般照明は部屋全體を一様の照度で照らすもので随つて光源も一定の間隔で一定の位置に取付けられる。局部照明は、特に必要な局所のみを照らすものである。

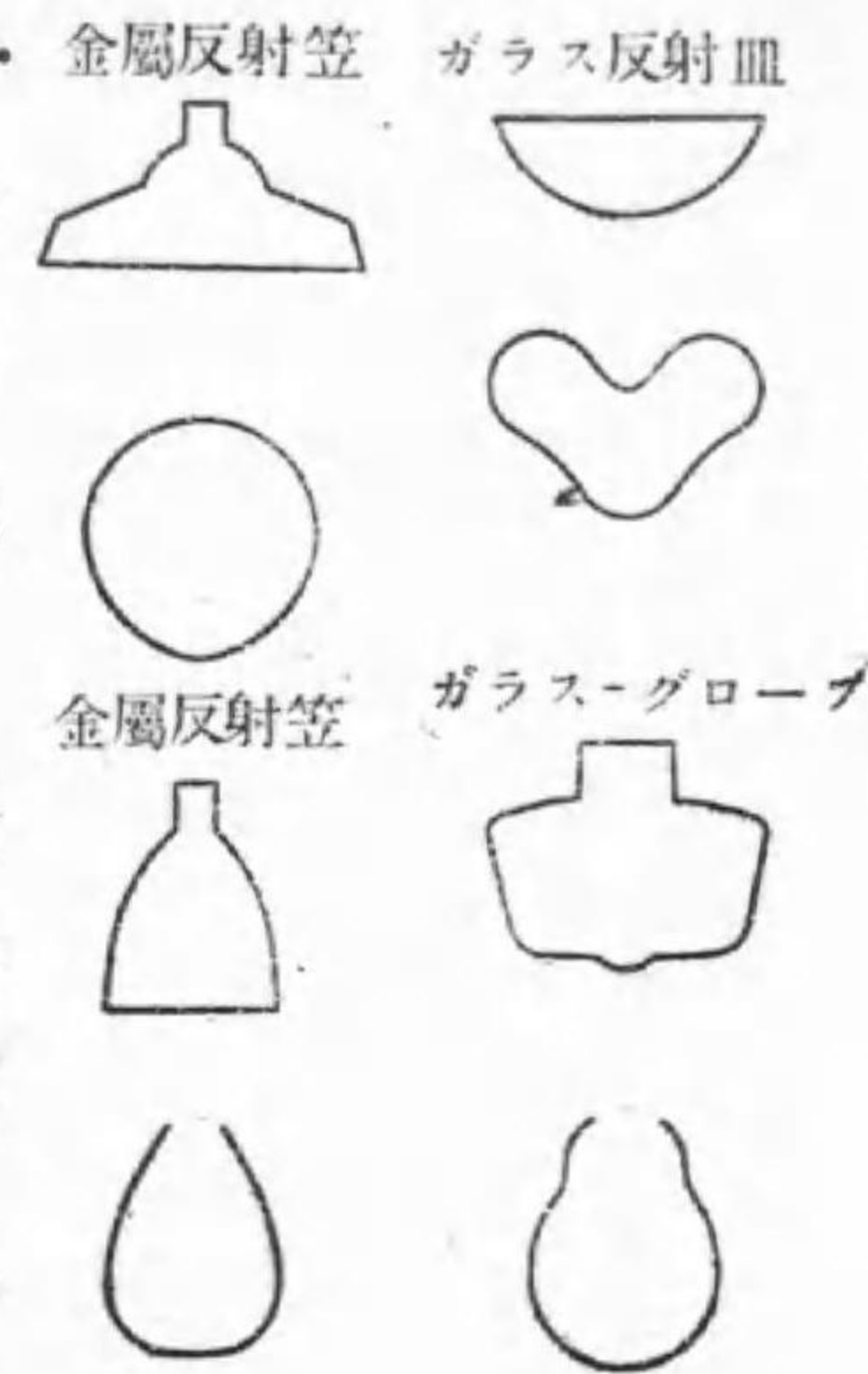
なほ建築化照明といつて、照明装置を建築の一部として設計し、光源を天井・梁或は柱などに埋込み建築を美化したものがあつた。これにも直接・間接・半間接の三つの照明法がある。

(2)照明器具 照明器具は、光源よりの光を適

當に反射或は透過させ、光の輝度・方向などを目的にかなふやうに調節する装置であつて、又一面裝飾的な意味をもつてゐる。

各種の反射笠とか、強力な光を一方向に集中させるための各種投光器、或は屋内街路の照明に広く用ひられるグローブなど、多種多様である。

材料としては、ガラス・金屬反射笠・金屬紙・陶磁器などが適當に用ひられる。第3・16圖は、各種照明器具とその配光曲線とを示す。



(3)屋外照明 夜間に於ける街路、建築物の外面、廣場、運動場、鐵道操車場などの照明を行ふために、それぞれの目的に應じて街路燈、投光器などが使用せられる。

第3・16圖 照明器具と配光

第3・5表は、使用場所の種類と各場所の標準照度を示す。

第 3・5 表 各使用場所に於ける標準照度

種 類	推奨照度 (ルクス)	備 考	
事 務 室	50~150	製圖その他特に細かい書類を扱ふ場合などには100~300ルクス	
學 校	50~100	製圖室その他は100~200ルクス	
住 宅	50~100	裁縫・讀書などには200~300ルクス	
道 路	1~6		
工 場	精密作業	300~1000	左記の數字は局所照明による照度を示したものであるから、このほかに適当な全般照明を必要とする
	普通作業	100~300	
	粗作業	50~100	

5. 電燈の應用

電燈は一般照明のほかに、次の用途がある。

- (ア) 誘蛾燈・集魚燈などのやうに、これまで石油やアセチレン・ガスなどを用ひてゐたものに代つて、種々の點に於いて効率よく且つ便利なために使用される電燈
- (イ) 養鶏場に於いて、産卵率をよくするために使用する、いはゆる養鶏電燈或は養蠶に使用する養蠶電燈
- (ウ) 植物の電燈栽培などである。

3. 電 熱

1. 發熱體

電流の熱作用として、次のやうなものが考へられる。第一に、電氣抵抗の大きい物體に電流を通ずると、ジュール損失のためにその物體が發熱する。發生熱量は、その物體の抵抗が大きくなほど、又通ずる電流が大きくなほど高い。

加熱しようとする物體自身に電流を通じて發熱させる場合と、發熱體は別にあつて、これによつて目的物を間接に加熱する場合とがある。

第二は、電流によつて生ずる電氣弧光の高温を利用するもので、これにも加熱しようとする物體自身電極となる場合と、別に發生させた電氣弧光によつて目的物を加熱する間接方法とがある。

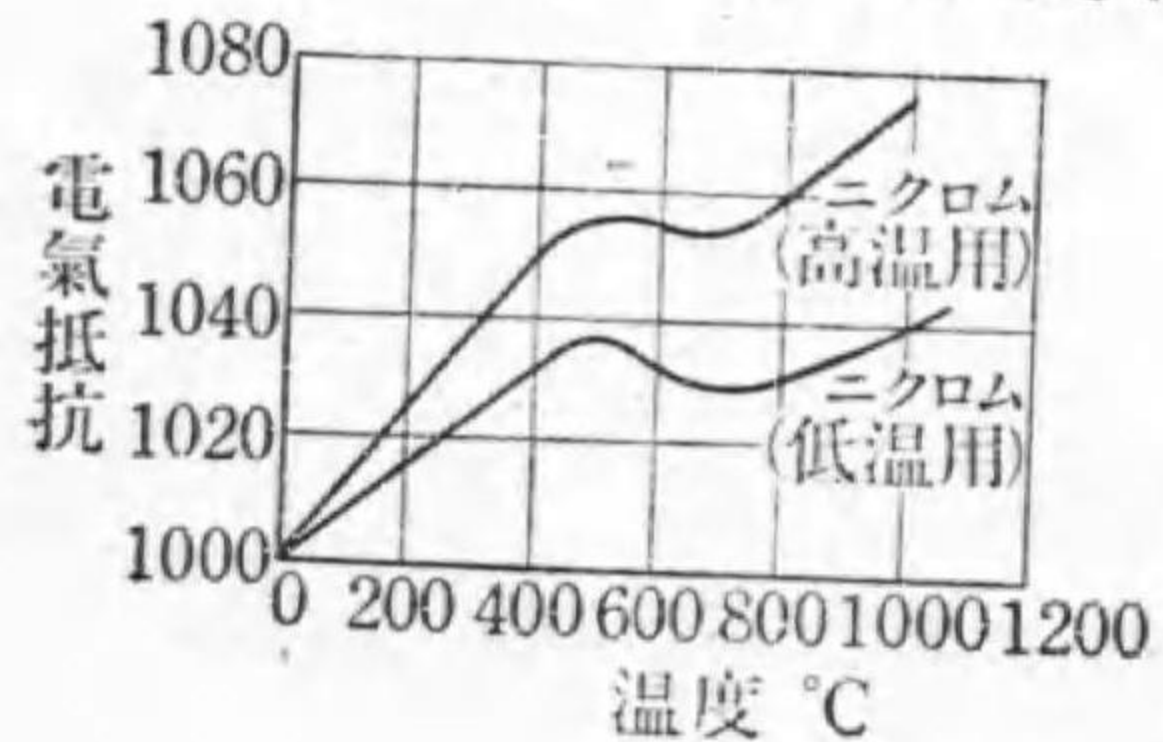
抵抗による加熱用發熱體としては、上述のやうに電氣抵抗が高いことが必要であるが、同時に難熔融であり、且つ溫度係數が小さいことと、加工が容易で廉價であることが望ましい。現

在、ニッケルとクロムの合金及びこれらと鉄との合金などが、金属発熱体として使用されてゐる。第3・6表は、これらの発熱体の組成と比抵抗を示す。

第3・6表 発熱体の組成と比抵抗

発熱体	組成 (百分率)			比抵抗 μΩ/cm ²
	ニッケル	クロム	その他	
クロメル A	80	20	—	103
クロメル B	85	15	—	89
ニクロム	78.2	18.5	鉄・マンガ	95.7
"	66	22	鉄 10 マンガ	110~113
日本電熱線第1號	78	18	鉄 2.2	104
" 第2號	74	14	鉄 11	110

なほ電気抵抗の温度係数は 0.0001 ~ 0.0002 で



第3・17圖
温度による電気抵抗
の變化

あるが、高温になると第3・17圖のやうに異常な變化が起る。

金属発熱体としては、ニクロムのほかに白金・タングステン・モリブデンなどが使用

されいづれも融點高く、高温度の抵抗線に適してゐる。

非金属の発熱体としては、炭素又は炭化物が用ひられる。これらは一般にもろくて容易に線状にすることができないので、板・太棒などとして用ひるか粒にして用ひる。この種の発熱体は、前の金属発熱体と反対に、一般に高温になるほど抵抗が減るから、このやうな発熱体を用ひた爐では、温度が上昇すると共に電流の増加するのを防ぐため、爐に加へる電圧を加減する。弧光は氣體の発熱体と考へられ、高温の電気爐が得られる。

2. 家庭用電熱

電気七輪・テンピ・アイロン・裁縫鋏座蒲團湯沸暖爐など、その應用範圍は極めて廣い。

3. 工業用電熱

(ア)種々の菓子類を焼くためのテンピその他 (イ)海苔茶などの乾燥器 これには臭氣を伴はない熱源を要するが、電熱はこの目的に適當である。

- (ウ) 種々の機械部分品の焼入
- (エ) 陶磁器上繪焼付,その他塗料の乾燥
- (オ) 種々の恒温器

など,これもまた應用範圍は極めて廣い。

4. 電氣爐

電氣弧光の熱を利用するものと,電氣抵抗による熱を利用するものがあり,これらをそれぞれ抵抗爐・電弧爐といふ。抵抗爐に於いて,交流の誘導作用による發熱を用ひるものを誘導爐といひ,使用周波數によつて,低周波誘導爐・高周波誘導爐の二つにわかれる。

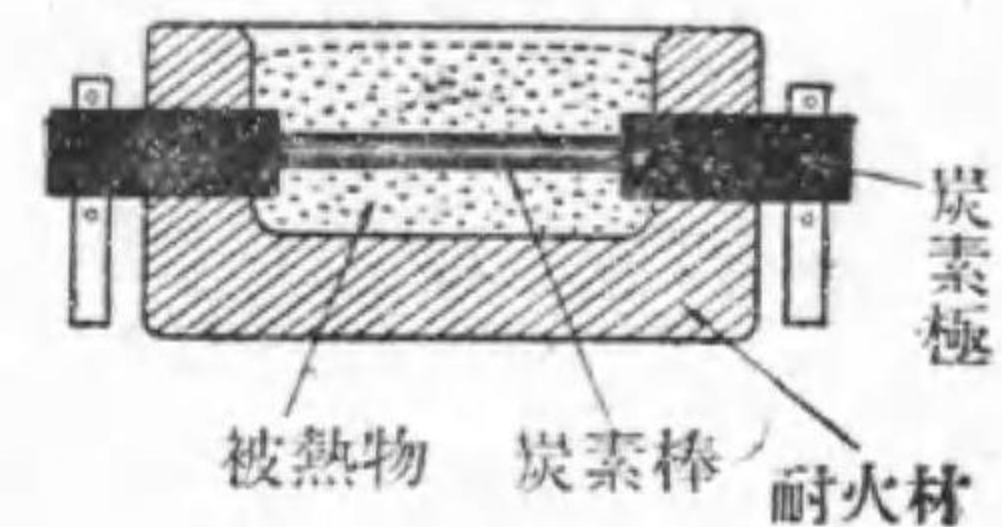
普通の燃料を用ひる爐に比べて,電氣爐は次のやうな利點がある。

- (ア) 非常な高溫度が極めて簡単に且つ短時間に得られ,しかも溫度の加減が容易である。
- (イ) 操作が簡單である。
- (ウ) 燃焼生成物が,不純物として,被熱物に混入するおそれがない。
- (エ) 加熱は酸化性・還元性・中性の任意の状態で行へる。

(オ) 例へばアルミニウム電解爐のやうに,電氣分解作用を兼ね行ふことができる。

(カ) 熱効率がよい,ことなどである。

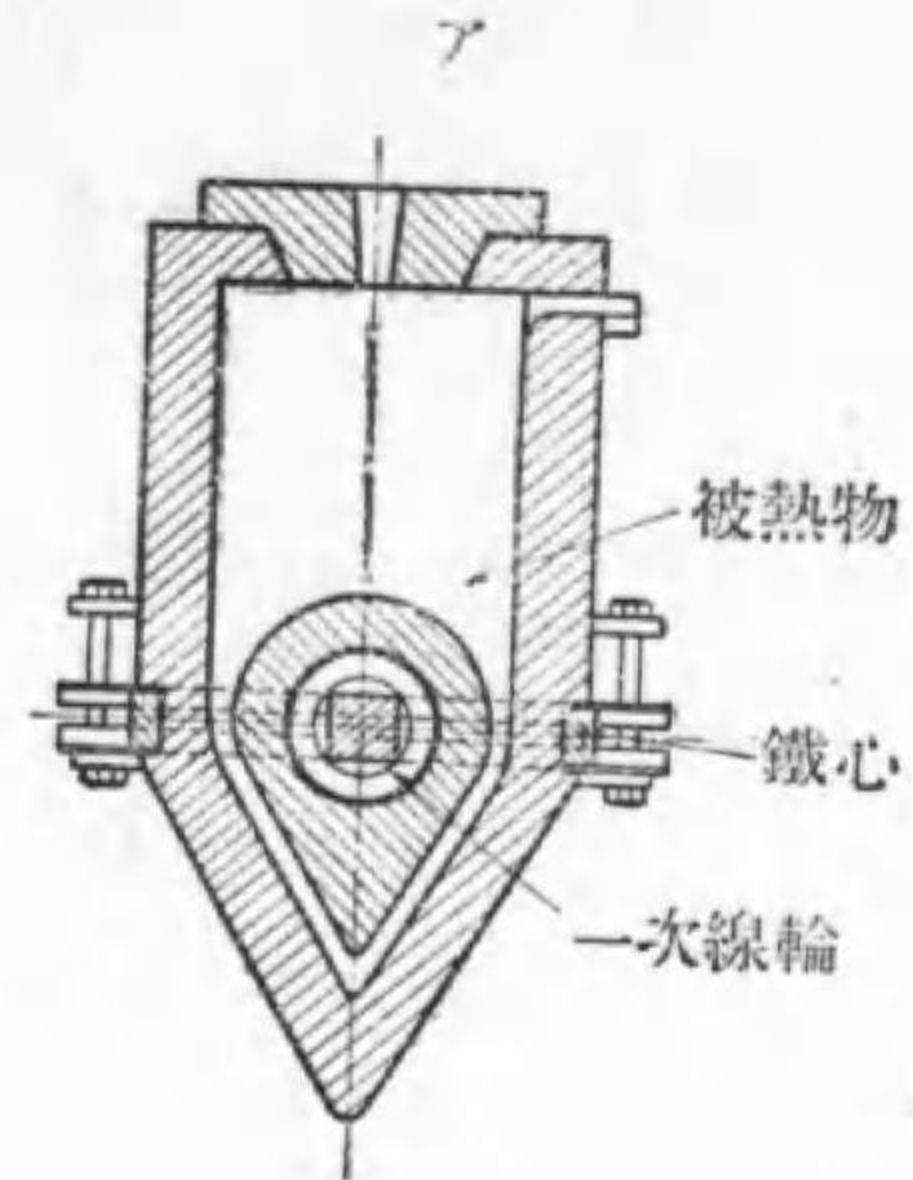
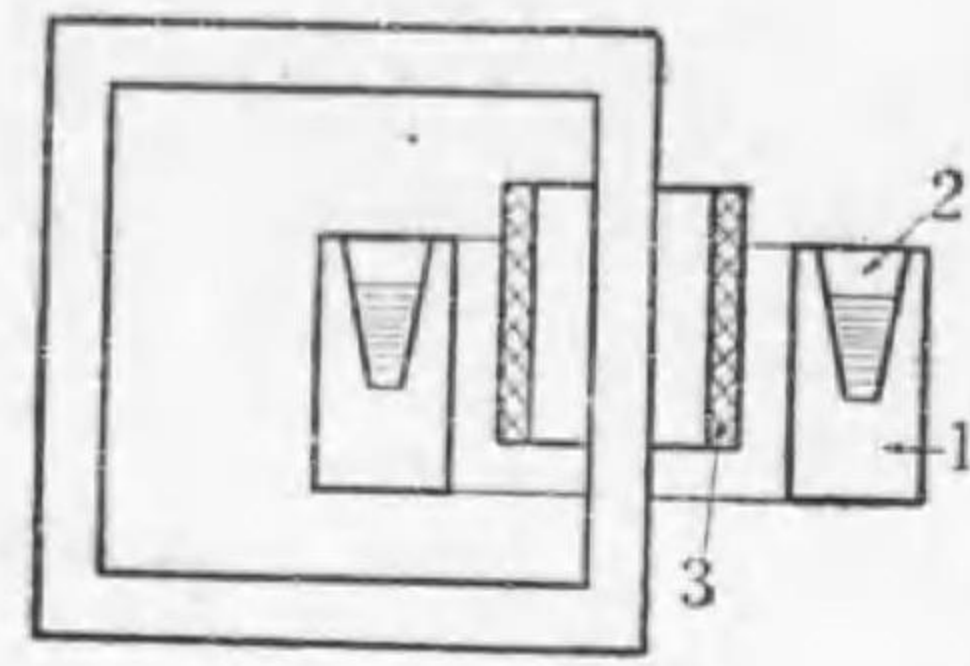
(1) 抵抗爐 導體の電流による發熱を利用するもので,被熱物自體に電流を通ずるものを直接式抵抗爐,被熱物とは別に發熱抵抗體を有するものを間接式抵抗爐といふ。第3・18圖は抵抗爐の一例である。人造黒鉛製造爐・アルミニウム電解爐・炭化珪素製造爐・ニクロム爐などは抵抗爐に屬する。



第3・18圖
炭素抵抗電氣爐

(2) 誘導爐 合金爐などに使用される。

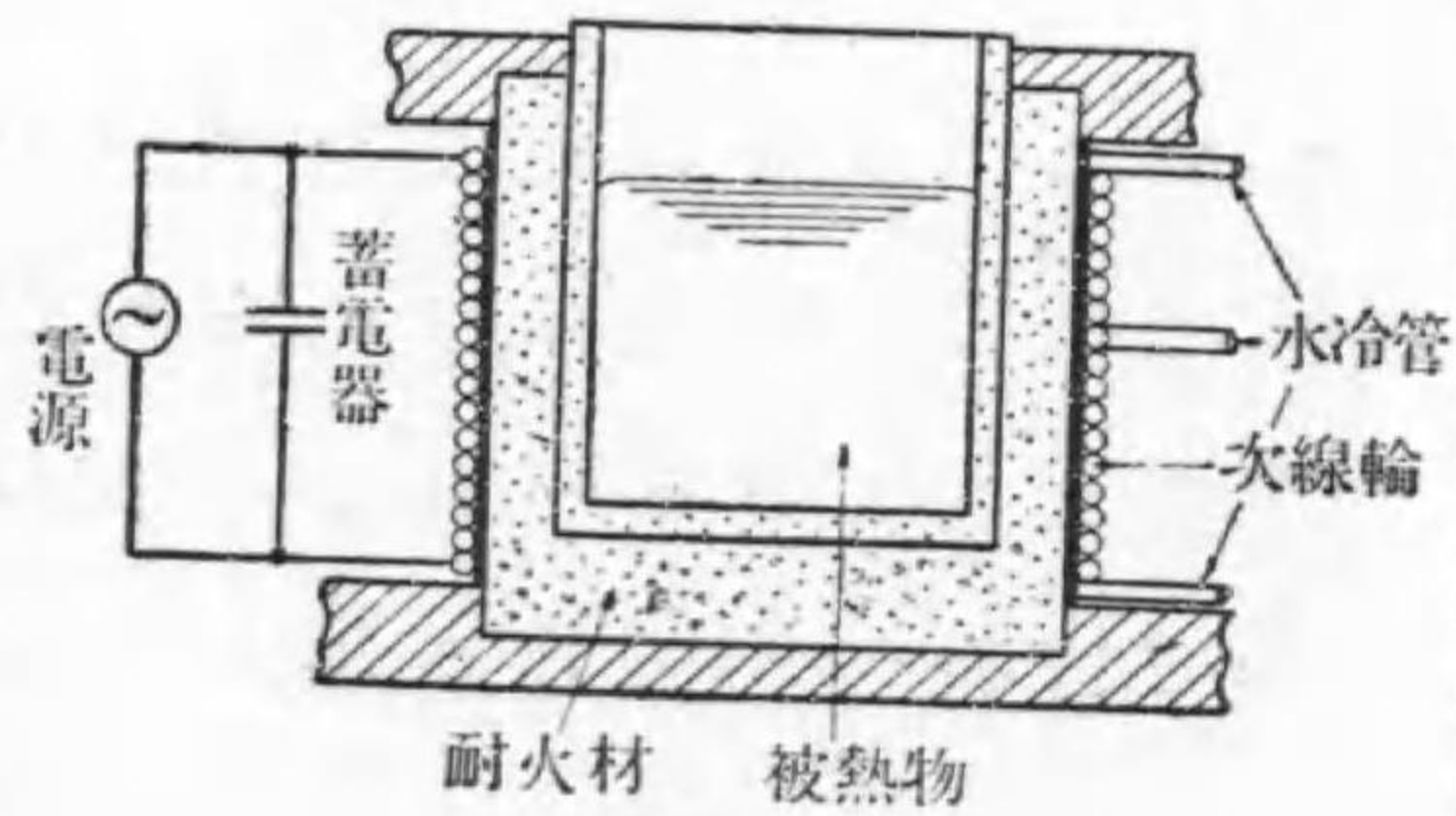
線輪に交流を通じておき,線輪の中に置いてある導體,又は導體でつくられた容器の中に誘導電流を生じさせ,それによる發熱を利用するもので,材料に不純物が混入するおそれはないが,爐の構造上漏洩磁束が多く,随つて負荷としては力率の低いのが缺點である。第3・19圖㊶



第3・19圖 誘導爐

は誘導爐の一例で、①は耐火材である。これに②のやうな溝をつくり、この溝中に被熱物、例へば熔融金屬のやうなものを入れ、この被熱物が一次線輪③に對して二次回路をつくる。①圖も同様のものであるが、底部を加熱し攪拌をよくした爐である。

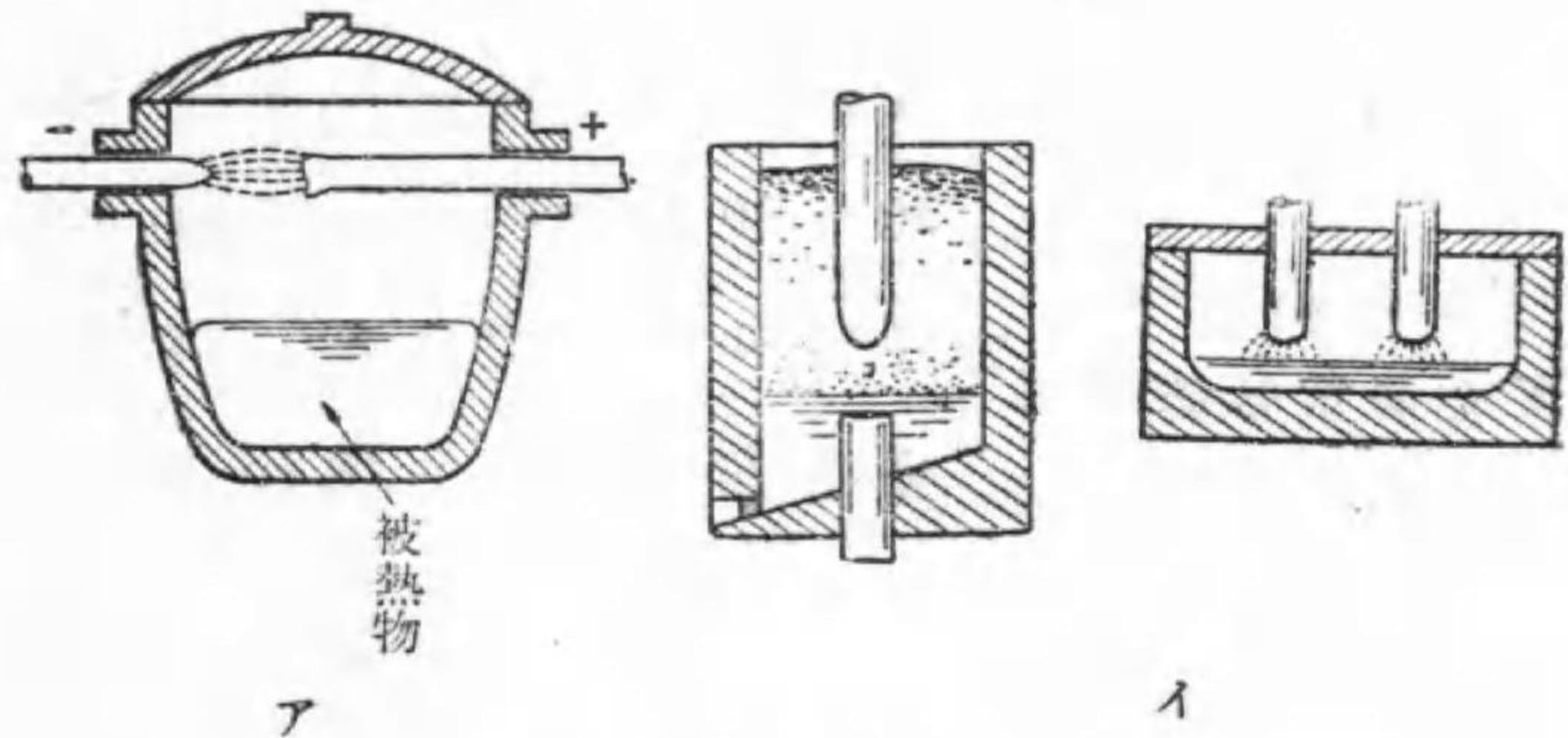
第3・20圖は高周波誘導爐の一例で、鐵心は用ひず周波數を十分高くとつてある。無効電力を少くするため、爐と並列に靜電容量(進相用蓄電



第3・20圖 高周波誘導爐

器)を挿入する。線輪は管から成り、その中に水を通して冷却する。使用周波數は數千乃至數萬サイクルである。

(3)電弧爐 電氣弧光熱を利用するものであるが、電極を被熱物として用ひるものと、炭素又は黒鉛の電極間に電氣弧光を生じさせその發生熱を被熱物に傳へるものがある。第3・21圖、①はその一例で、これは製鋼爐として使用される。

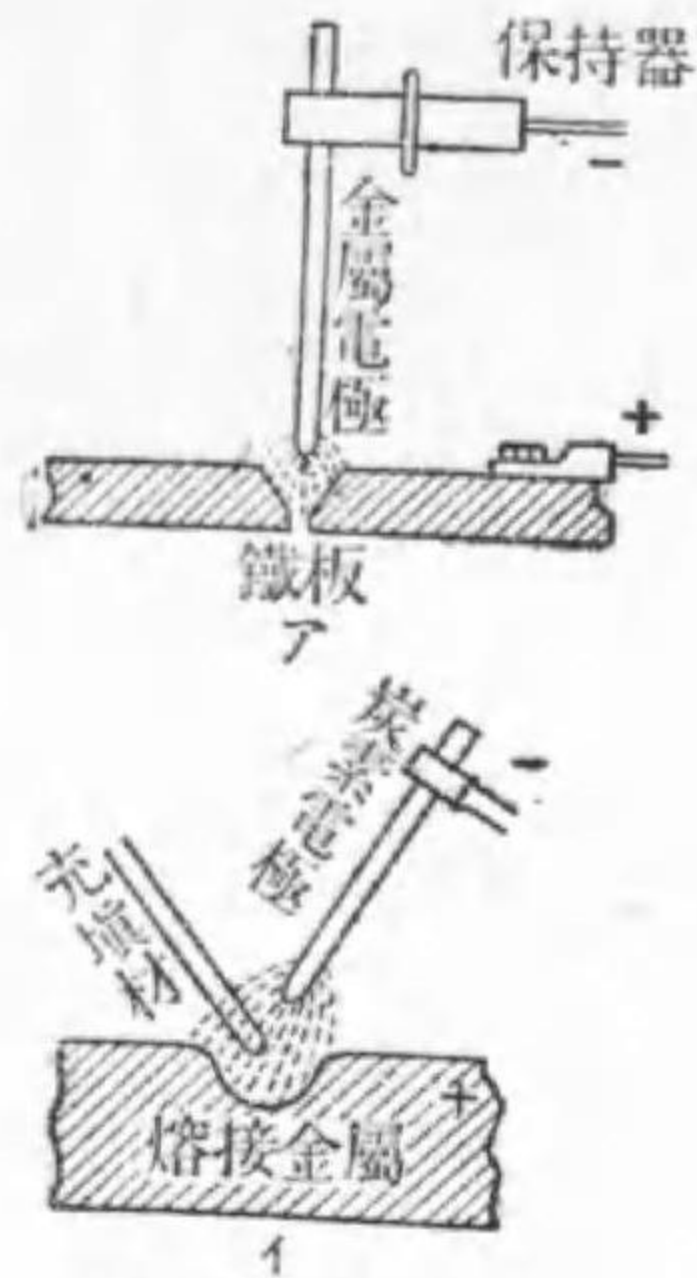


第3・21圖 直流弧光爐

5. 電氣熔接

(1)電弧熔接 熔接すべき金屬と金屬電極との間に電氣弧光を發生させ、その高溫によつて

金属電極又は他の金属が熔融し、これによつて熔接を行ふ。電極として、金属の代りに炭素電極を用ひる場合には別に充填材を用ひ、これを電気弧光中で熔融して熔接を行ふ。第3・22圖



第3・22圖

- ㉞ 金属電弧熔接
- ㉟ 炭素電弧熔接

にすため直流のときには、電路に抵抗及びリアクトルを挿入し、交流のときにはリアクトルを用ひる。しかし普通はこの目的のために、特に漏洩リアクタンスの大きい變壓器が使用される(第2・2~3圖)。

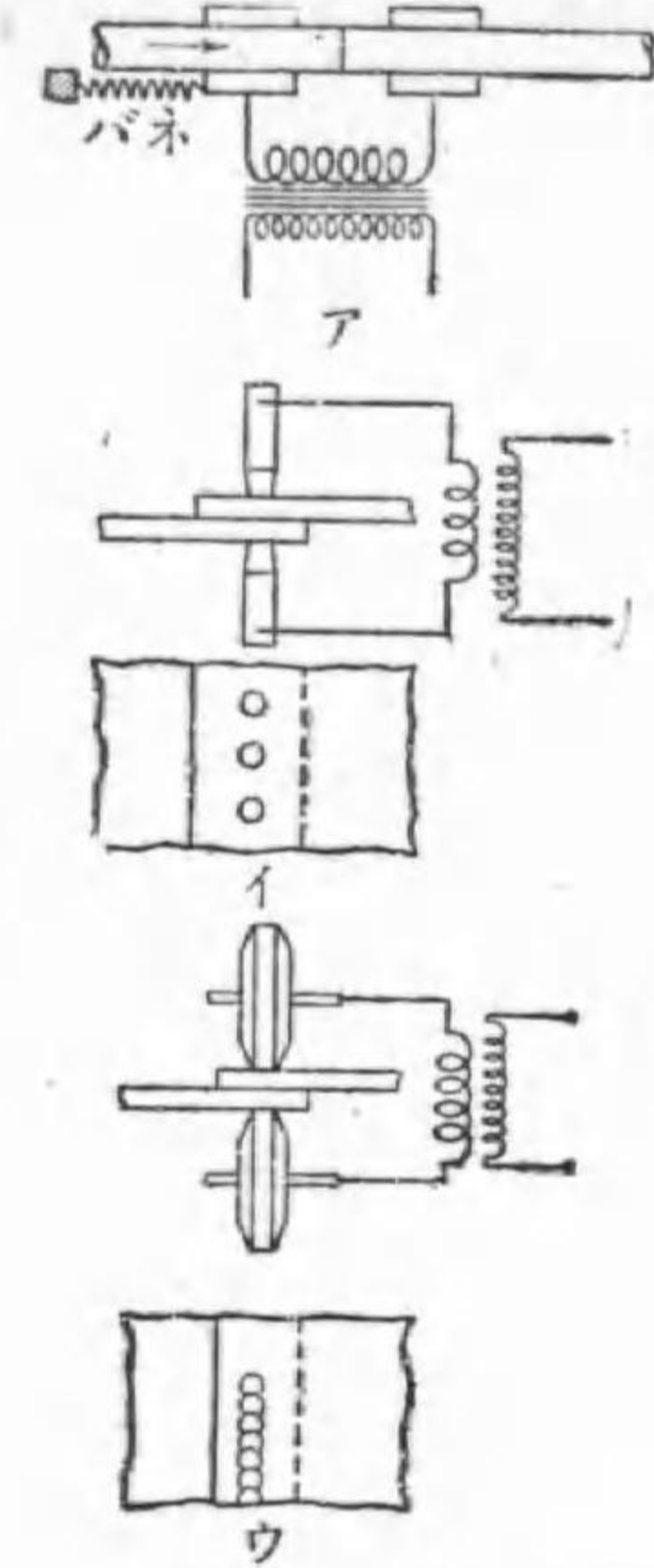
(2) 抵抗熔接 接合しようとする二つの面を

衝合はせ、これに壓力を加へて電流を通ずると、接觸面の接觸抵抗によつて發熱し、遂に金属が熔融して融着する。これに衝合熔接・點熔接・縫合熔接などがある。

衝合熔接は、鐵・銅などの棒或は線などを熔接する方法で、これらの棒を衝合はせ、これに電流を通ずると衝合はせた部分で發熱熔融が起り、機械的壓力によつて熔接を行ふ。

點熔接は、接ぎ合はせようとする金属板を重ね合はせ、これを電極で壓し、電流を通ずると電極下の部分が熔融し、電極の壓力で融着するものである。

縫合熔接は、薄い金属板の熔接に用ひられる方法で、ロ

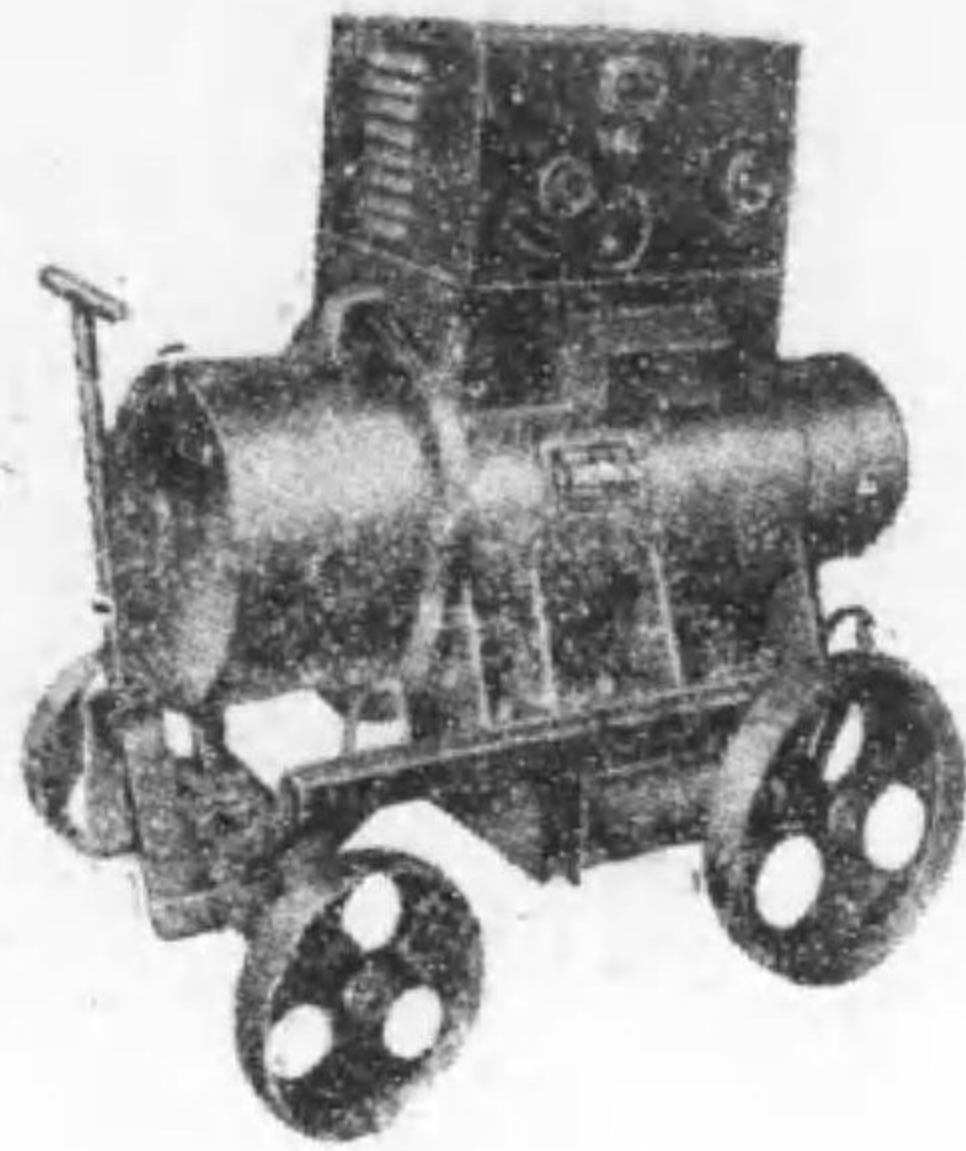


第3・23圖

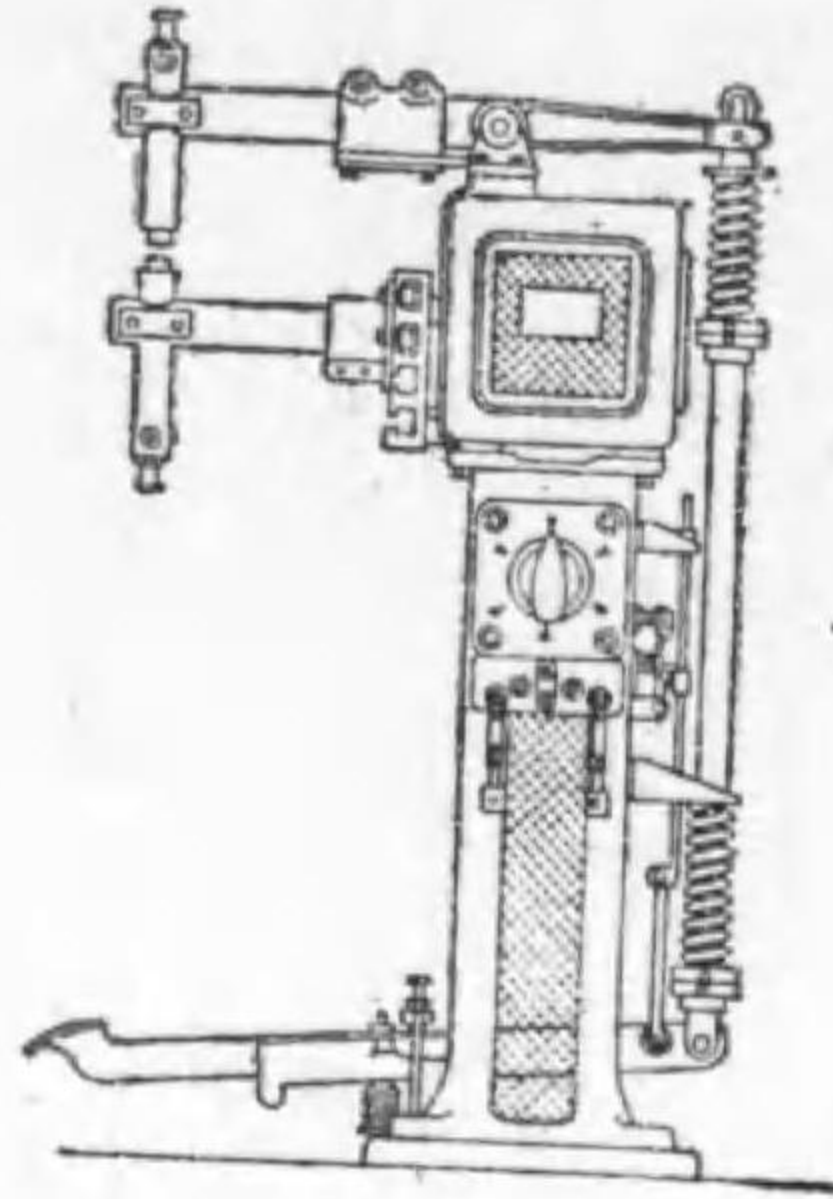
- ㉞ 衝合熔接
- ㉟ 點熔接
- ㊱ 縫合熔接

ラ状の電極を回轉しながら熔接を行ふ。第3・23圖㉞は衝合熔接、㉟圖は點熔接、㊱圖は縫合熔接を示す。なほ第3・24圖

は熔接機,第3・25圖は各種の熔接用具である。

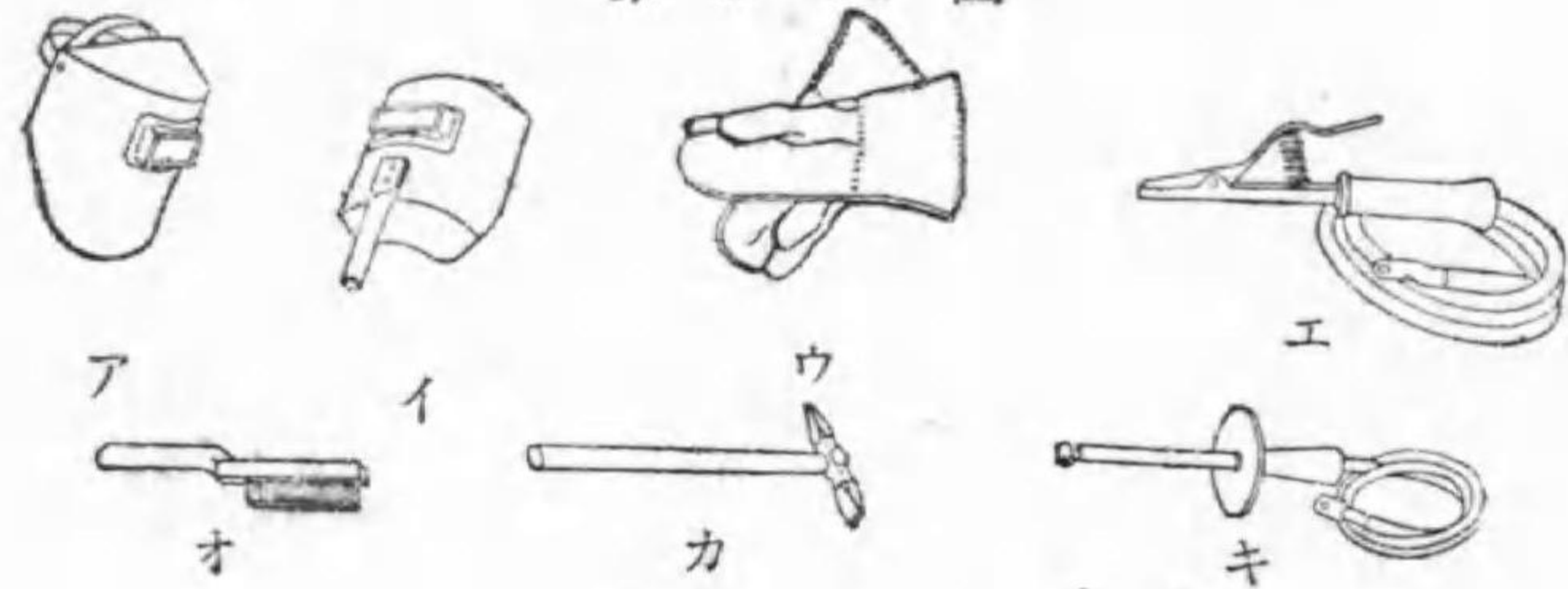


直流電弧熔接機



交流點熔接機

第3・24圖



第3・25圖

- ① ヘルメット ② ハンドシールド ③ 革手袋
- ④ 金属電極保持器 ⑤ 炭素電極保持器 ⑥ プラシ
- ⑦ ハンマ

(3)原子水素熔接 原子状に解離した水素が、再び分子に復歸する際に放出する熱によつて熔接を行ふもので、4000°Cの高温が得られる。

— 高温度に於ける原子状水素は強い還元性を有してゐるから、この熔接に於いては、酸化或は窒化などのおそれがないので、熔接された箇所も美しく、薄い金属板の熔接に適する。電極は徑3mmくらゐの2本のタングステン棒を用ひ、極間に交流電氣弧光を點じ、この電氣弧光の中に水素ガスを送り込むと、水素が原子状に解離する。

第3・7表は、各種の熔接法とその應用を示す。

第3・7表 各種熔接法とその應用

種 類	應 用	
抵抗熔接	衝合熔接	鋼・銅・黄銅などの棒又は線の接合、鐵管の縦継目、小型電動機の繼鐵など
	點 熔 接	鋼材・合金板などの接合に、銲接の代りに用ひる
	縫合熔接	薄板の接合
原 子 水 素 熔 接	鋼・非鐵金属・合金などの薄板の接合に適する	
金 属 電 弧 熔 接	軟鋼・各種特殊鋼・非鐵金属・合金などの接合	

4. 電氣鐵道

1. 種類

電氣鐵道を、その敷設地域と距離とから分けると次のやうになる。

(1) 市街鐵道 これは、更に市内鐵道と郊外鐵道とにわけられる。前者は市街地に於ける低速の停車回数の多い電車である。後者は市街よりその近郊に至る鐵道で、停車回数は市内鐵道ほど多くなく、速度も比較的高い。なほ市街鐵道は、路面鐵道及び高速度鐵道にわけられることもできる。前者は市街道路上の鐵道であり、後者は市内の専用道路上の高速度鐵道で、これに高架及び地下の二つの構造がある。

(2) 市間鐵道 市街地と市街地との間を結ぶ鐵道であつて、速度が早く、停車回数も郊外鐵道より更に少いのが普通である。

(3) 幹線鐵道 長距離の幹線を運轉するものであつて、停車回数は極めて少く、多數の車輛を牽引して高速度で運轉するから、強力な電動機

を必要とする。

又、電氣鐵道をその電氣方式からわければ、直流式と交流式とになる。わが國は専ら直流式で、500～600Vの低壓或は1200～1500Vなどの高壓を使用し、直流直巻電動機によつて運轉してゐる。

更に特殊な電氣鐵道として、鋼索鐵道・架空索道・齒軌條式鐵道・鑛山鐵道などがある。

一般に電氣鐵道は、蒸氣鐵道に比べて次の點に優れてゐる。即ち、

- (ア) 牽引力が増大すること
- (イ) 平均速度が増加すること
- (ウ) 發車と停車の回数を増加することができること
- (エ) 運轉が安全で制禦が容易なこと
- (オ) 動力費が節約できること
- (カ) 煤煙がないこと

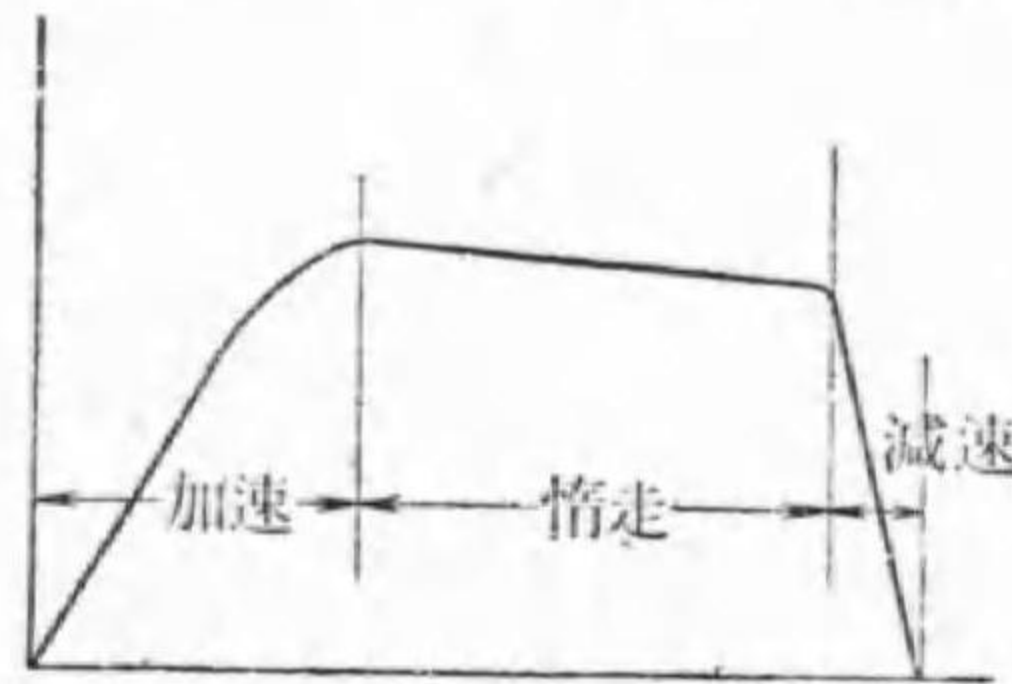
などである。

幹線鐵道には、電氣機關車による列車運轉が行はれることが多い。これは多數の車輛を牽

引して加速度・最高速度共に大きく、直流式が普通である。このほかに、ジーゼル機関・蓄電池などによつて直流直巻電動機を運轉するいはゆるジーゼル電気機関車・蓄電池電気機関車などもある。

2. 列車運轉

(1) 運轉曲線 列車運轉時の各瞬間に於ける速度を示す曲線を、速度時間曲線といふ。即ち



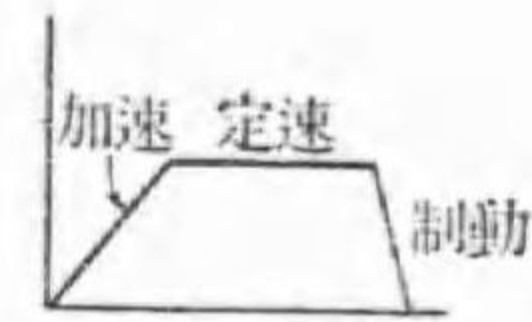
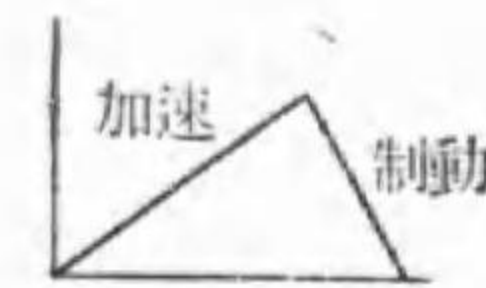
第3・26圖
速度時間曲線

時間を横にとり、速度を縦にとつて發車から停車までの速度變化を示すもので、大體第3・26圖のやうである。即ち發車と共に次第に加速し、最大速度になり一定速度で自由走行を行ひ、次に電動機への電力供給を斷つて惰走し、次に制動を行つて遂に停車する。もちろん驛間の距離が短い所は自由走行は行はないが、もし行つても極めて短時間である。なほ曲線と横軸とで圍まれる部分の面積は、走行距

離を示すものである。

離である。

更に、列車運轉表の作製その他運轉に關する單單な計算を行ふため、速度時間曲線を必要とするやうなときには、簡略化された速度時間曲線を用ひる。これは使用電動機の特性は考へずに、加速及び減速の割合と驛間の距離を實際のものと同しくするやうに、速度時間曲線を直線化したものである(第3・27圖)。



第3・27圖
直線的な速度時間曲線

(2) 加速度と制動 列車の速度の増加する割合を加速度といひ、 $\text{km}/\text{時}/\text{秒}$ 、 $\text{m}/\text{秒}/\text{秒}$ などで表す。加速度は車輛の重量、發變電所に與へる電氣的動搖、乗客に與へる衝擊などを考慮して適當に定めなければならぬ。第3・7表は、機關車と電動車の普通に採用される加速度である。

制動の場合は加速の場合と逆で、制動度即ち減速の割合も大體加速の場合と同程度か或は

第3・7表 機関車と電動車の加速度

種 類	加 速 度(km/時/秒)
電気機関車・貨物列車	0.25~0.50
" 旅客列車	0.50~1.00
市 間 鐵 道	1.2 ~2.2
市 内 路 面 鐵 道	2.0 ~3.0
市 内 高 速 鐵 道	2.2 ~3.3

やや大きい。

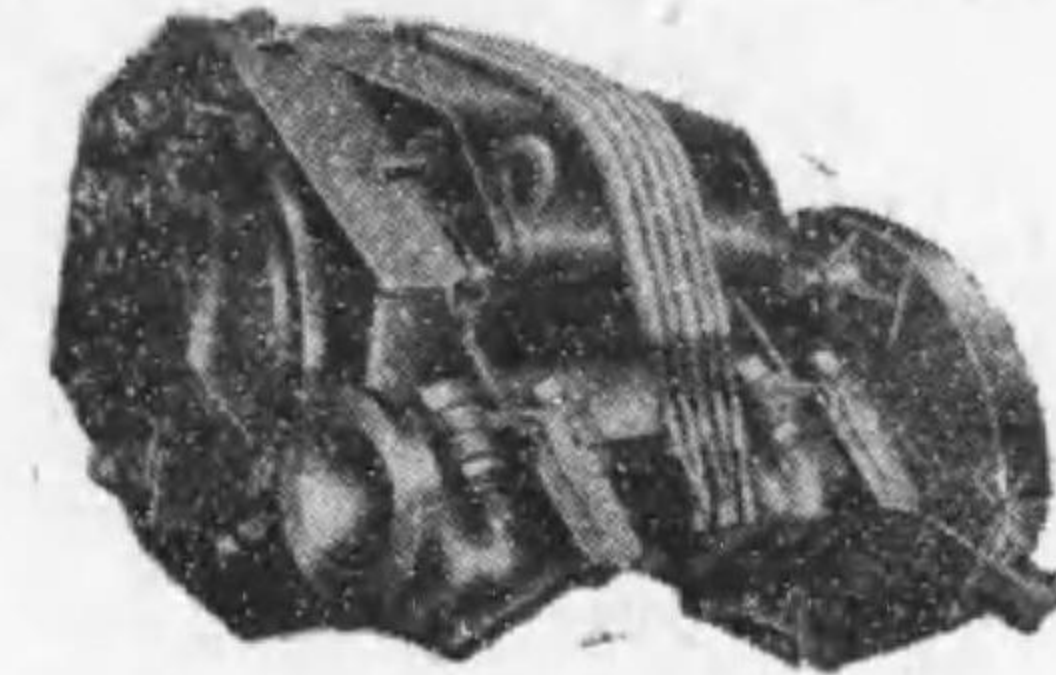
(3)表定速度 列車の走行した全距離を運転に要した全時間即ち走行時間と停車時間との和で割つたものを表定速度といふ。例へば、市内路面鐵道では8~16 km/時、市間鐵道では25~80 km/時、幹線鐵道では30~100 km/時である。

又、運転に要した總時間を表定時間といふ。これらは、列車運転の諸計算に於いて屢、使用される量である。

3. 電気鐵道用電動機

電気鐵道用電動機として使用されてゐるものは、直流直巻電動機だけである。直巻電動機は起動トルクが大きく、速度の廣い範圍に於い

て効率もよく、起動或は上り勾配で運転するときのやうに大きなトルクを要する場合には、回轉數が減じて所要電力を過大にし



第3・28圖 電車用直流電動機

ないなどの特徴があつて、電鐵用電動機としては最も適したものである。

直流電動機のところで學んだやうに、電動機のトルク T は、

$$T = C\phi I_a$$

ϕ : 極の磁束

I_a : 電機子の電流

C : 定 數

で與へられる。

直巻電動機に於いては I_a が増加すると共に ϕ も増加し、随つて I_a の増加による T の増加の割合も分巻電動機などよりも大きい。一方回轉數 N は、

$$N = \frac{V - I_a R_a}{K\phi}$$

で與へられ、 I_a の増加と共に回轉は減少する(第1の2.5式参照)。

定格電壓のもとに於いて電流を横軸にとり、回轉數・トルク・効率を縦軸にとつて特性曲線を



第3.29圖
電鐵直流電動
機の特性曲線

えがくと、例へば第3.29圖のやうになる。電動機効率とは、電動機子軸に於ける出力の入力に對する割合を百分率で示したもので、電動機損失によつて左右されるが、損失は銅損・鐵損・機械損などのほかに、電動機を車輛に取付けた場合、その動力傳導装置に於ける機械損をも考へなければならない。

電鐵用直流電動機は特殊な場所に使用されるため、構造もまた次のやうに特別の考慮が必要である。

(ア) 電動車に於いては、電動機は普通車體の下部に齒車装置によつて車軸に取付けられてゐるから、雨水・塵埃などに對して十分防護する必要がある。

(イ) 極めて限られた場所に収めなければならないから、なるべく小さく、又取付場所に合はせて適當な形につくる。

(ウ) 堅固な構造とし且つ重量少く、點檢・修理などが容易に行へること。このために、電動機の外殻を分解して内部を點檢できるやうな構造のものがある。

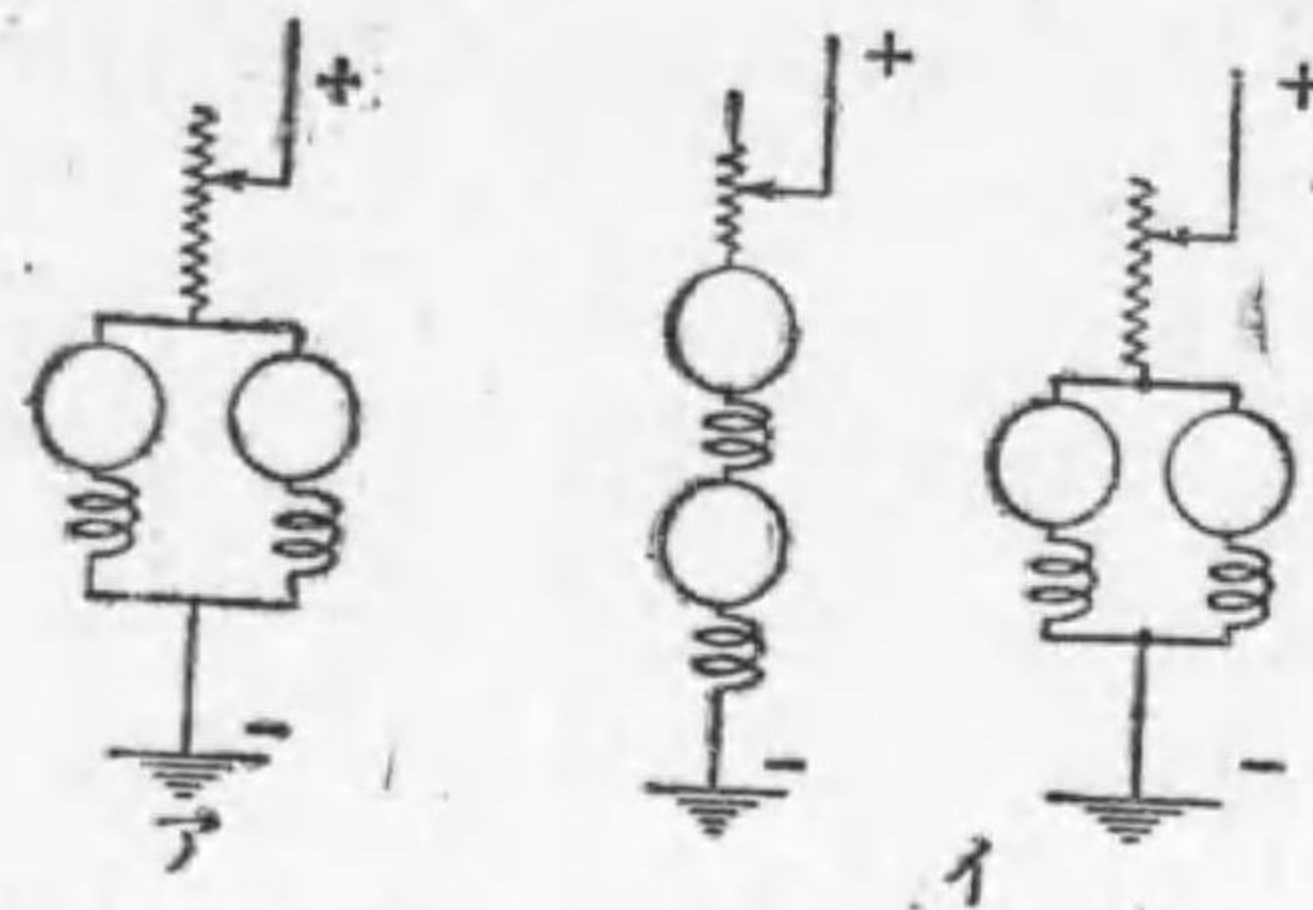
(エ) 刷子の位置を變化することなく、無火花整流を行へるやうに、電氣的に設計しなければならない。

更に電管用電動機は、その使用の性質上連續的に一定の状態で使用されるのではなく、電壓・電流共にはげしく變化し、且つ頻繁に起動及び停止が行はれるのが普通であるから、電動機の定格の決定は適當な考慮が必要である。

4. 電動機の制禦

(1) 抵抗制禦法 起動時に、電動機に直列に抵抗を入れておき、起動と共に電流を一定に保ちつつ次第にこの抵抗を抜いて、遂に線路の全電壓が電動機に直接加はるやうにするもので、抵

抗の部分に失はれる電力が多いため効率が変わ



第3・30圖 電動機速度制禦法
⑦抵抗制禦法 ①直並列制禦法

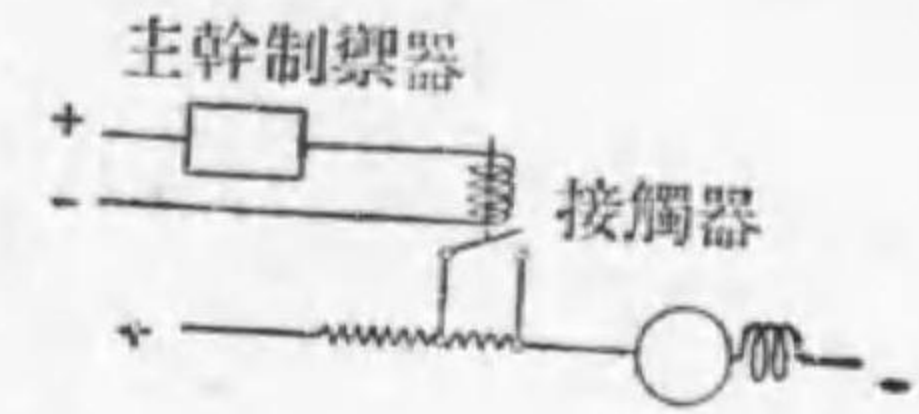
これを並列に切換へれば、二とほりの運轉速度が得られる。起動電流の加減は、この場合にも抵抗制禦法を併用する。なほこの方式は、2臺の電動機に限られるのではなく、その倍數の電動機群にも用ひられる。

制禦器には、手動によるものと自動的に行ふものとの二つがある。前者は、制禦ハンドルを廻して抵抗を適當に加減して速度制禦を行ふもので、普通市街電氣鐵道などで用ひられてゐる、圓筒型制禦器のやうなものである。⑧後者は補助回路の主幹制禦器によつて接觸器を動作させ、接觸器の動作によつて電動機の電流が加

るい。

(2)直並列制禦法 2臺の電動機を、起動時の前半は直列に接續し、後半に於いてこ

減されて速度制禦が行はれる。こうすることによつて、市間鐵道や郊外鐵道のやうに、電動車及び附隨車を多數連結して、運轉するもの總括制禦を行ふことができる。



第3・31圖

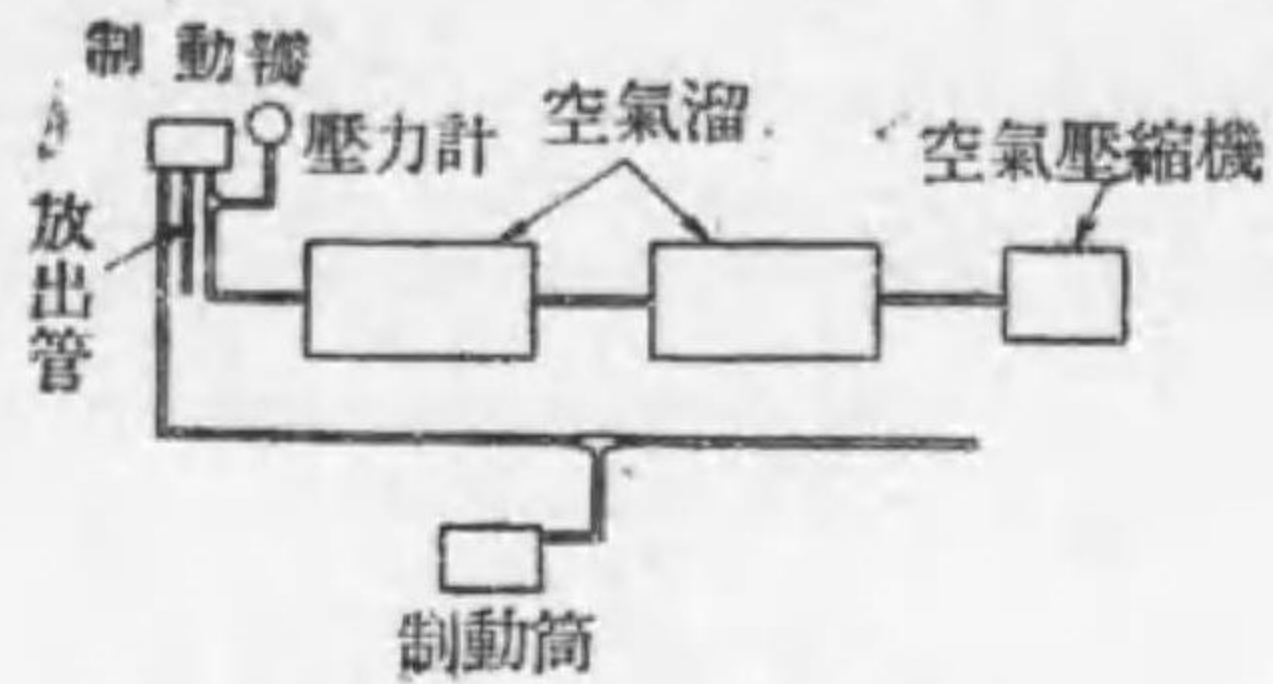
なほ接觸器の操作 電磁的總括制禦方式、

は、電磁石・壓縮空氣裝置・電動機などによつて行はれ、電磁石・壓縮空氣裝置などは主幹制禦器によつて制禦せられる(第3・31圖)。

5. 制動裝置

これに手動制動機・空氣制動機・電磁制動機・電氣制動機などがあり、前者二つは、車輪周と制動靴との間の摩擦によつて制動を行ひ、後者二つは電氣的に制動を行ふ。

壓縮空氣を使つた空氣制動機は、第3・32圖のやうなもので、空氣壓縮機によつてつくつた壓縮空氣を空氣溜に貯藏しておき、制動弁を操作すると空氣溜の空氣は制動筒の中にはいり、そのピストンを動かしてこれに連動した機構に



第3・32圖 空氣制動裝置

よつて制動靴を動作させる。制動弁を操作して制動を緩めると、制動筒内の空気は運轉手弁の排氣孔から外氣中に逃げ、制動靴は緩められる。

電磁制動機は、小型の電車に使用されるもので、車臺につけた電磁石が軌道に吸引されることによつて、制動が行はれる。又、それに連動した制動靴が車輪を壓して制動するものもある。

電氣制動法は、電動機の惰力を利用してこれを發電機とし、機械的エネルギーを電氣エネルギーに變換させて制動を行ふものである。更に、制動によつて得られた電氣エネルギーを、電源に返還する回生制動がある。

6. 車體と臺車

電車は車體と臺車とから出來てゐるが、車體には木製・半鋼製・鋼製の三つがある。半鋼製は車體の骨組及び外測板に鋼材を用ひ、鋼製は車

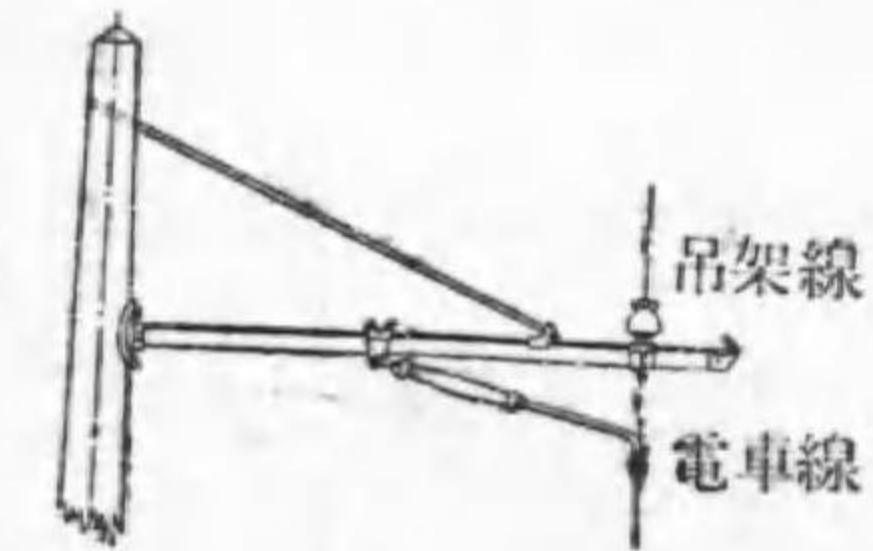
體の大部分に鋼材を用ひたものである。又、構造によつて密閉型・開放型などの區別がある。

臺車は車體を載せてゐるもので、臺車枠・車輪・車軸などから出來てゐる。小型の電車は單臺車を用ひるが、大型はボギー臺車を用ひられる。單臺車は前後の車軸が臺車枠に固定されたもの、ボギー車は軸間の小さい臺車2箇で車體を支へたもので、臺車は車臺に無關係の位置をとることができる。

7. 配電方式と集電裝置

電車は、架空電車線或は第三軌條といふ導電軌條から電力をとる。

架空電車線式には複線式と、軌條を歸線として用ひる單線式の別がある。



第3・33圖

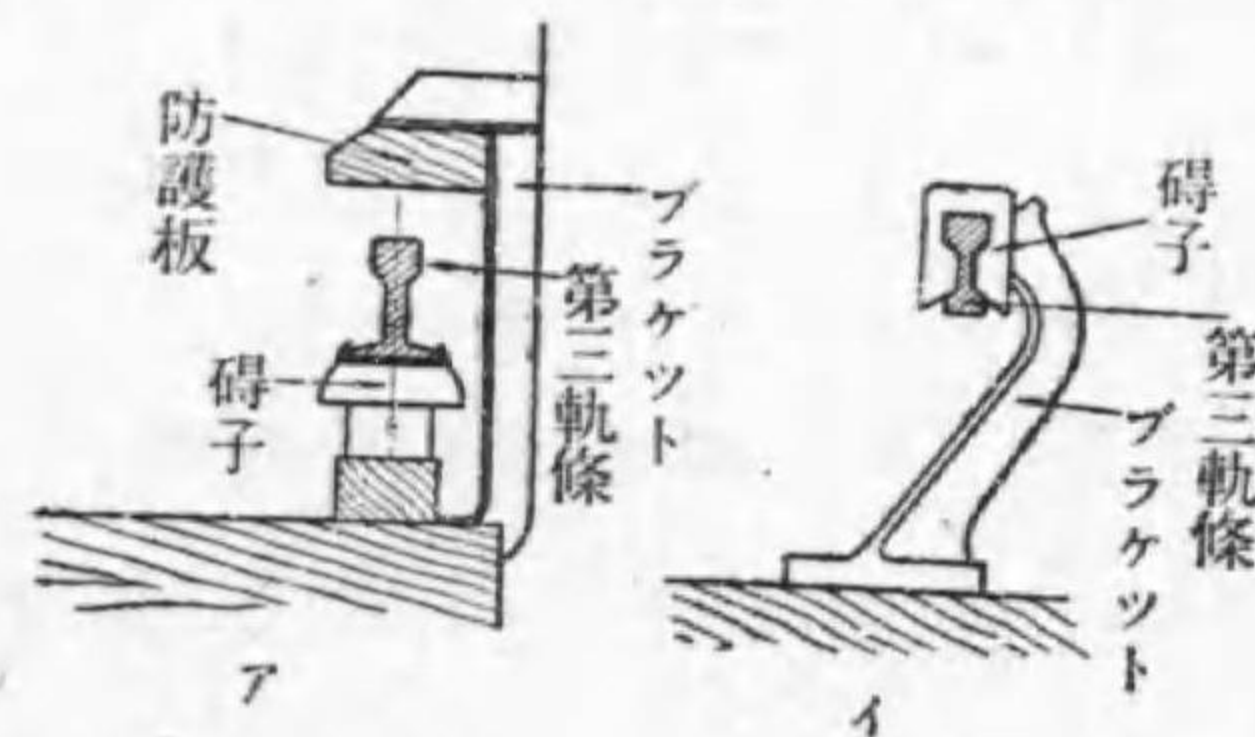
電車線の吊架法

電車線は、軌道の兩側に立てた支柱の間に吊架線を張りこれに支持させるか、或は支柱から腕金を出してこれに電車線を吊架する(第3・33圖)。吊架の方法には直線吊架式と鏈線吊架式とがあり、前者は電車

線を直接支持物に取付ける方法で、低速度の市街電車などに用ひられ、後者は、高速度のものに使用される吊架法で、主吊架線より垂吊子によつて電車線を吊下げる(第3・34圖)。

電車は、低速の場合にはトロリポール、高速の場合にはパンタグラフによつて電車線を摺動しつつ集電する。

第三軌條式は、運轉軌條と同一の枕木上にこれと平行して設けた導電軌條を、集電靴で集電

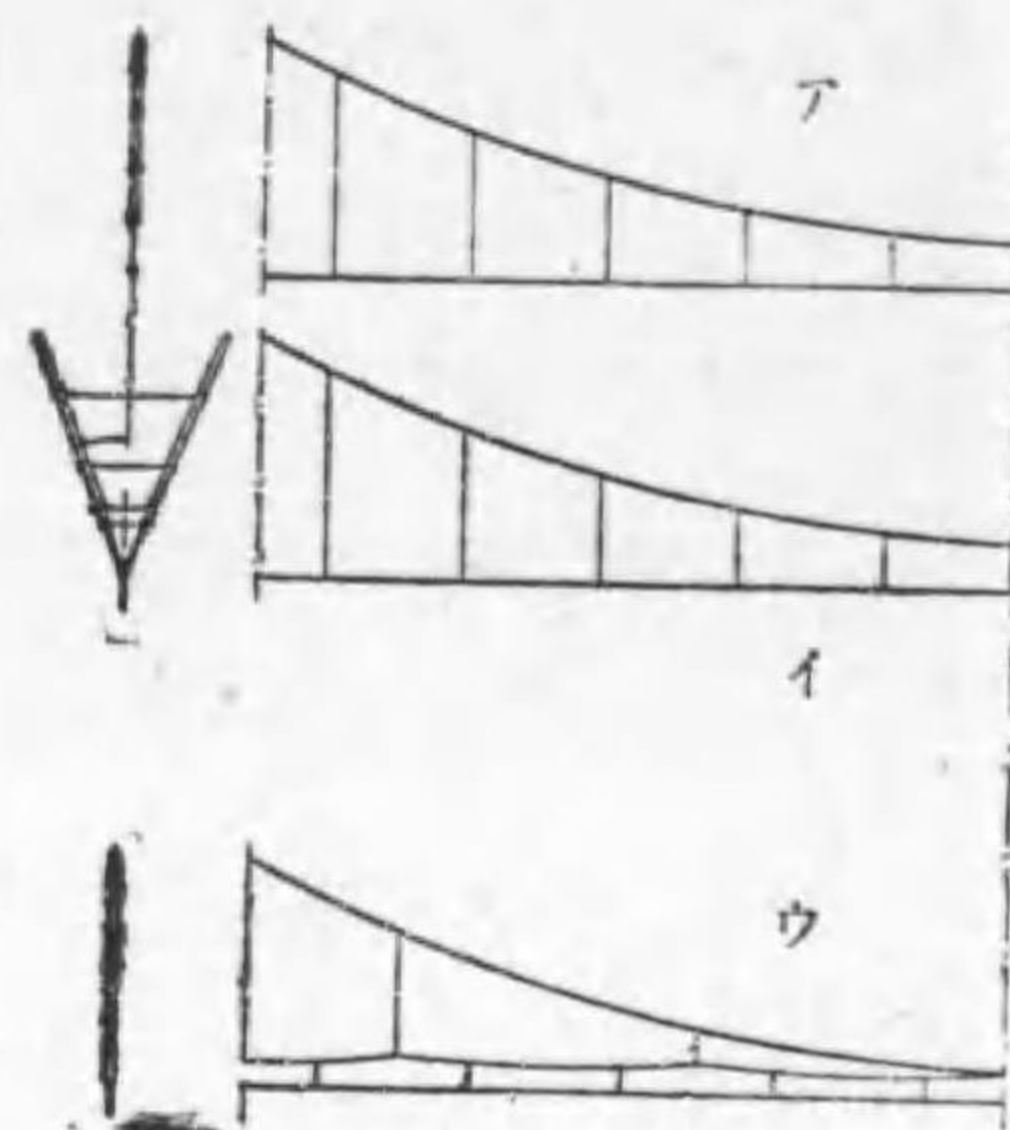


第3・35圖 第三軌條
 ㊦上面接觸式 ㊧下面接觸式
 (ア)絶縁がよく、工事も簡単に行へること

装置を摺動させるものである(第3・35圖)。

架空線による配電方式は、第三

軌條式に比べて、



第3・34圖 鏈線吊架式
 ㊦單線式 ㊧雙鏈線式
 ㊨複鏈線式

(イ)高電壓に對しても施工が簡単で、人が觸れるおそれがないこと

などの利點があるから、極度に場所の制限を受ける地下鐵道、又はトンネル區間などに第三軌條式が採用されるほかは、専ら架空線式が用ひられる。

8. 電 蝕

軌條を歸線として用ひるとき、軌道の構造が適當でない場合には、電流が歸線から一部大地中に漏洩する。この漏洩電流が、地中に埋設した各種管路・ケーブルなどに流れた場合には、電氣分解作用のため、その流出點に於いて上述の各埋設物を腐蝕させるに至る。このやうな現象を電蝕といふ。これを防止するためには、次の方法がある。

(ア)歸線からの電流の漏洩を防ぐために、歸線の抵抗をなるべく少くする。例へば、軌條の繼目をボンドといふ導體を以つて連絡する。又軌道床の構造を適當にし、排水を良好にして軌條と大地との絶縁をなるべく

く高くするか、歸線の極性を周期的に轉換してある箇所だけ、特に著しく電蝕するのを防止する方法が行はれる。

(4) 埋設物に防蝕塗装を行ふか、或は管を適當に遮蔽して、漏洩電流が管内に流入するのを防止する方法のほか、排流法といつて、埋設金屬體より電流が流出する箇所を軌條と電氣的に接續して、電流が大地に流出しないやうにする方法もある。

第4. 電氣化學と電池

1. 電氣分解

硫酸や苛性ソーダなどの水溶液は、或る一定の割合で電離してゐるが、このやうな溶液中に、2箇の金屬板を入れてこれを電極とし、直流を通ずれば、電離によつて生じたイオンが電極に向つて移動し、極に於いて放電して物質が析出せられる。このやうに、電解質に電流を通じて化學變化を起させることを、電氣分解といふ。

電解質溶液を電氣分解して生ずる物質の量は、通じた電氣量に比例する。

或る元素又は原子團の一化學當量が析出されるに必要な電氣量は、元素又は原子團の種類には無關係に一定であつて、9,6494 クーロンに等しい。これを一ファラデーといふ。

電氣分解の應用としては、次のやうなものがある。

(1) 電鑄 電氣分解によつて、物質が析出されて電極に附着することを電着といふが、電着によつて原型と同じものを複製することを電鑄といふ。

(2) 電氣メッキ 電氣分解によつて、陰極物質の表面に金・銀・銅・ニッケルなどの薄層を電着させることを電氣メッキ或は電鍍といふ。メッキを施すには、その物質の表面をあらかじめ十分磨いて、酸化物・脂肪などを除いておく必要がある。

(3) 電解精鍊 電解を利用して、金屬或は合金の精鍊を行ふことを電解精鍊といひ、これに二

つの方法がある。第一は、水溶液の電解によつて精錬するもので、金・銀・銅などの精錬はこれによる。第二は、熔融塩類の電解によるもので、アルミニウム・マグネシウム・ナトリウムなどがこれによる。第二の場合に於いては、電流は熔融させる熱源となると共に電解の役目をもする。

電流を単に熱源としてのみ使用して、金属の精錬を行ふことを電熱冶金といふが、普通の燃料爐で得られない高温度が比較的簡単に得られ、しかも純粹な製品が出来るので、難熔性のもの、例へば黒鉛・カーボランダム・亜鉛などの製造に使用せられる。

(4)電解整流器 これは第2の5に於いて學んだ。

2. 電池

(1)一次電池 稀薄な硫酸の中に、亜鉛電極を入れてこれを陰極とし、別に飽和硫酸銅溶液を入れた素焼の筒の中に銅板の陽極を入れ、この素焼筒を前の稀硫酸液中に浸して兩液が混ざ

らないやうにする。この際、兩電極間に約1.1Vの起電力を生ずる。このやうに、エネルギーを化學的に蓄へ、これを電氣エネルギーとして取出し得るやうな装置を電池といふ。

電極や電解液などの相違により、第4・1表の

第4・1表 電池の種類

名 稱	陽極	陰極	電 解 液	起電力	滅極劑
ブンゼン電池	炭素	亜鉛	稀 硫 酸	1.8~1.95	濃硝酸
ダニエル電池	銅	"	"	1.07~1.14	飽和硫酸銅
ラーランド電池	炭素	"	苛性ソーダ	1.0~1.2	酸化第二銅
ルクランシエ電池	"	"	塩化アンモン	1.5~1.7	二酸化マンガン
空 氣 電 池	"	"	苛性ソーダ或は塩化アンモン	1.4	空 氣

やうな種々の電池が出来るが、これらはいづれも、一旦もつてある化學エネルギーを電氣エネルギーとして放出する(これを放電といふ)と、作用物質は變質して再び電池としては使用できなくなる。即ち、外から電氣エネルギーを與へてこれを化學エネルギーとして蓄へさせるこ

とはできない。

電池使用中、陽極から発生する水素が陽極面でイオン化して、電池起電力と逆の方向の起電力を生ずることを、成極作用といふ。この水素を酸化して、成極作用を防止するために使用される酸化剤を滅極剤といふ。上述の電池に於ける飽和硫酸銅溶液は、即ちこの目的に使用される滅極剤である。

ルクランシエ電池の變形として、電解液を紙綿などに吸収させ、或は澱粉糊に混ぜてこれを箱に収め、炭素棒を陽極に、亜鉛板を陰極としたいはゆる乾電池がある。滅極剤としては二酸化マンガンが用ひられる。乾電池に對して、上述の一次電池を濕電池といふ。

第4・2表は、乾電池の種別及びその特性の標準を示したもので、 $-10^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ の温度に於いて使用に耐へることが要求されてゐる。なほ、表中の第一特殊乾電池は、その構造が特殊の電池で、特殊用途に使用される。第二特殊乾電池は、電解液を注入して後始めて活性を呈する電

第4・2表 各種乾電池とその特性

種別	種別	起電力 (V)	2箇月放 置後の起 電力(V)	容 量 (Ah)	持続時 間(時)	短絡電 流(A)	絶 縁 抵 抗 (MΩ)
一般用 乾電池	平角形2號	1.5以上	—	75以上		25以上	10以上
	平角形6號	3.0 "	—	2 "		4 "	10 "
	正角形1號	1.5 "	—	80 "		30 "	10 "
	丸形1號	1.5 "	—	50 "		25 "	10 "
無線用 乾電池	無線B1號	45.0以上	45.0以上	—	250以上	3以上	10以上
	無線B4號	45.0 "	45.0 "	—	60 "	2 "	10 "
	無線B8號	22.5 "	22.5 "	—	60 "	2 "	10 "
	無線C1號	6.0 "	6.0 "	—	—	—	10 "
燈 火 用 乾 電 池	單 一	1.5以上	1.5以上	—	33以上	3以上	—
	單 二	1.5 "	1.5 "	—	12 "	2 "	—
	9 2 式	4.5 "	4.5 "	—	35 "	4 "	—
	4 連 1 型	6.0 "	6.0 "	—	35 "	4 "	—
	(5 號)	4.5 "	4.5 "	—	30 "	3 "	—
第一 特殊 乾電池	導 通	1.5以上	1.5以上	3.5 以 上	—	4以上	10以上
	丸 2 型	1.5 "	1.5 "		—		
第二 特殊 乾電池	注液1型	1.5以上	1.5以上	70以上	—	30以上	10以上
	注液2型	1.5 "	1.5 "	20 "	—	20 "	10 "

池で、電解液を別筒にもつてゐる。

電池は、長時間経過すると、使用しないでも自己放電のため電量が減少する。減少の程度は、温度その他によつて種々變化する。

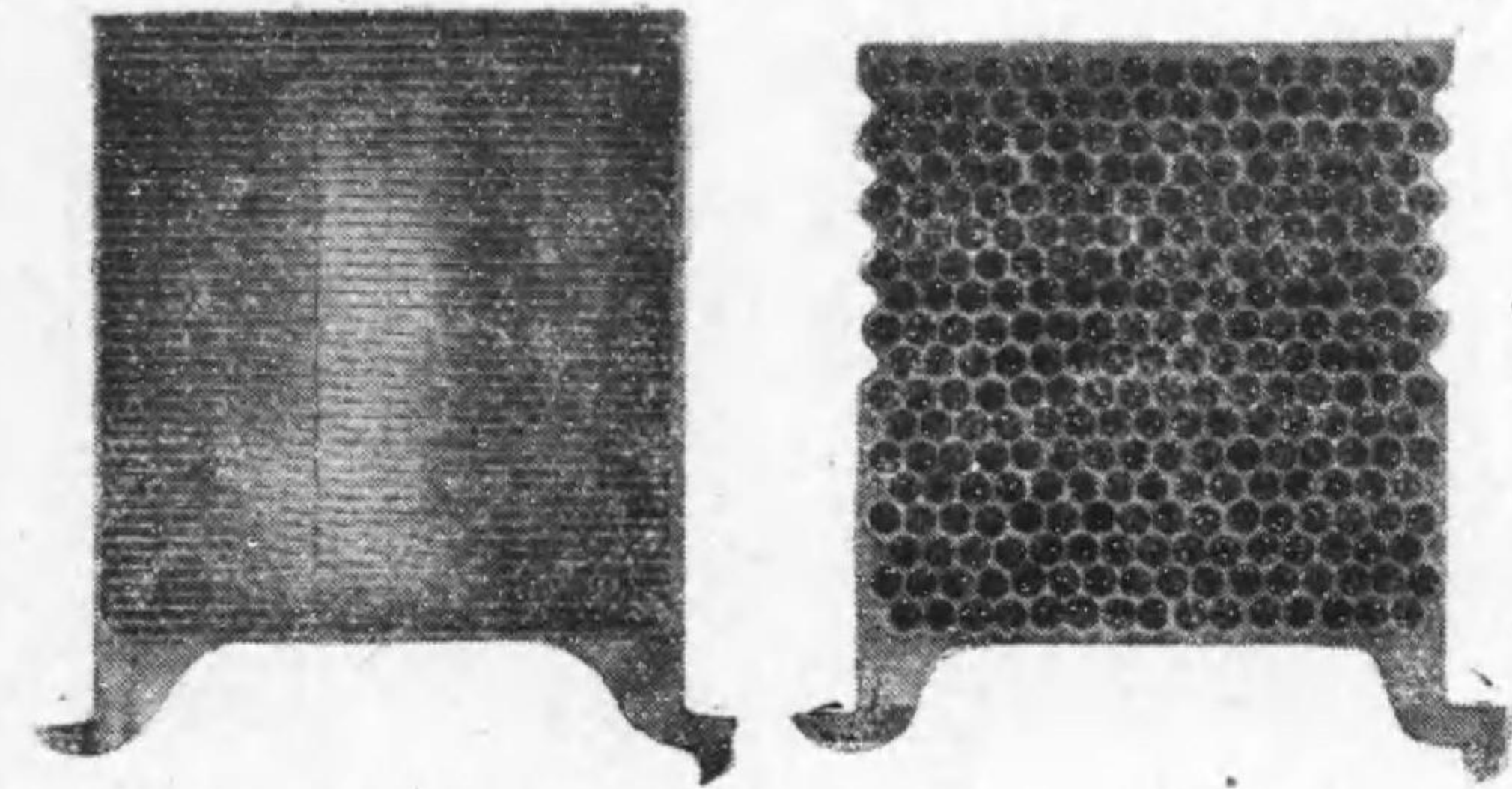
(2) 二次電池

(ア) 二次電池 一次電池は、一旦放電してしまふと再び電池としては使用できなくなるが、二次電池或は蓄電池といつて、放電した電池に外部から電気エネルギーを與へる(これを充電といふ)と、もとの狀況に復活して、再び電池として電気エネルギーを取出し得るやうになるものがある。即ち、充電と放電を交互に繰返して使用できる電池である。この種のものでは、鉛電池とアルカリ蓄電池とが専ら實用に供されてゐる。

鉛電池は、稀硫酸溶液中に2枚の鉛電極があり、これを充電すると陽極板には過酸化鉛、陰極板には海綿狀鉛を生ずる。兩極板を外部回路に結ぶと、兩電極の過酸化鉛及び海綿狀鉛と電解液とが作用して共に硫酸鉛に變り、その際外

部回路に電流を通ずる。充電の場合はこの逆である。

充放電に際し、兩極板に於いて化學變化を行ふ過酸化鉛及び海綿鉛を作用物質といふ。極板は、この作用物質をできるだけ多量に有するやうに、その表面に細隙をつくつたり(チュードル式)、極板に圓い孔をあけ、その中に鉛帶を巻い



チュードル式

クロライド式

第4・1圖 極板

て埋込んだりする(クロライド式)。又格子狀の電極の間に、鉛粉又は酸化鉛の粉末を塗込んでつくつたもの(エキサイド式)もある。

起電力は、硫酸の比重・温度などによつて異なるが、大體2Vである。

蓄電池を使用しないときでも、溶液中の不純物の作用により、作用物質の鉛が硫酸鉛に変化することがある。これを電池の自己放電といふ。自己放電は、電池の温度が高いほど多く、又充電直後に最も多いから、電池を長く使用しない場合でも、ときどき充電して自己放電による電量の減少を補充する必要がある。

(イ)鉛二次電池の取扱 電解液の温度が餘り高くなると、自己放電を起し且つ電極板を腐蝕させるから、 45°C 以上では使用しないやうにする。電解液面が極板の上縁以下になつたときは、充電の終期に於いて蒸溜水を補給する。又比重に常に注意し、比重が低下したら硫酸を加へるなど、適當の處置が必要である。

充電は定電流で行ふ場合と、充電の初期は大きい電流で行ひ、充電が進むにつれて次第に電流の値を下げて行ふ場合とがある。いづれにしても、餘り過大又は過小な電流で充電することは避けなければならない。なほ一定期間ごとに、普通の充電電流で長時間過充電を行ふ必

要がある。

放電電流が過大な場合には、陽極板が彎曲したり作用物質が脱落したりするから、餘り大きな電流で放電するこ

とは避けなければならない。放電し得る時間は、電流の大小によつて異なる。例へば、10時間放電し得るやうな電流で放電す

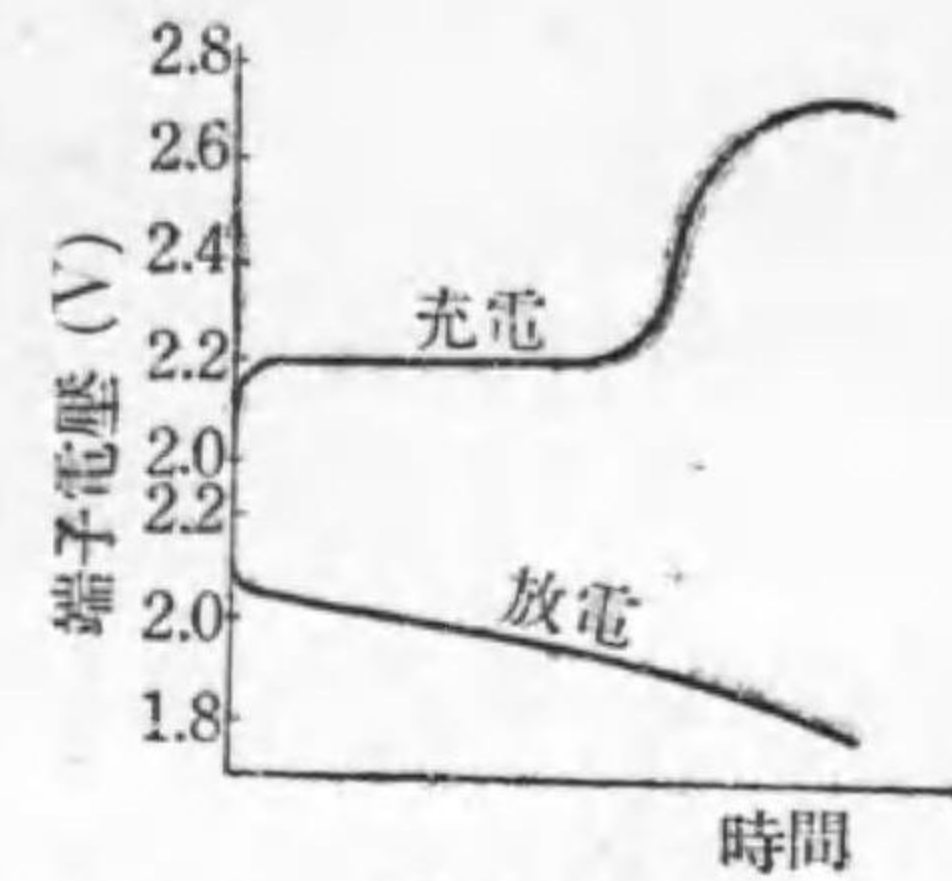
るときは、その電流を10時間放電率の電流といひ、その放電を10時間率の放電といふ。

第4・2圖は鉛電池の充放電特性である。

(ウ)アルカリ蓄電池 これは、水酸化第二ニッケルを陽極、鐵を陰極として、苛性カリ溶液を電解液とした二次電池であつて、重量軽く構造が堅固で震動にも耐へるが、効率は餘りよくなく、且つ高價でもある。

3. 蓄電池の充電と放電

小容量の蓄電池の充電は、タンガ整流管など



第4・2圖
鉛電池の充放電特性

で行ふが、容量の大きなものには、水銀整流器・金属整流器・直流発電機などが使用される。電池の充電の始めと終りとは、電池の端子電圧が2~2.8Vの間で變化するから、これを考慮して、充電用機器の電圧變動率は、適當な値をとらねばならない。

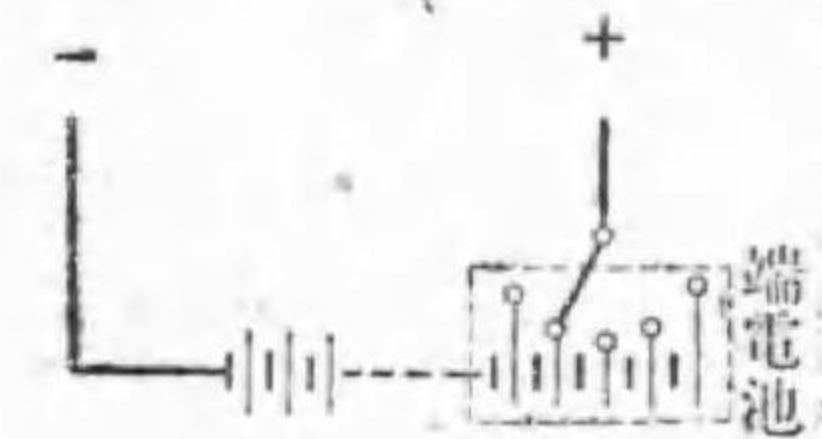
電池充電用電源が停電することは、通信機關の重要性に鑑みて絶対に避けなければならないから、受電も二つの異なる電力系統によるか、これから學ぶ、内燃機關を豫備動力として設備する必要がある。

蓄電池は、現用のものと豫備のものと二つ備へて、隔日に交互に充放電して使用することもあるが、大容量になると、二つの電池を備へることは不經濟になるので、浮動方式をとる場合が多い。これは、蓄電池と直流発電機或は金属整流器などとを並列に接続して、消費電流の一部を直流機或は金属整流器が供給するものである。

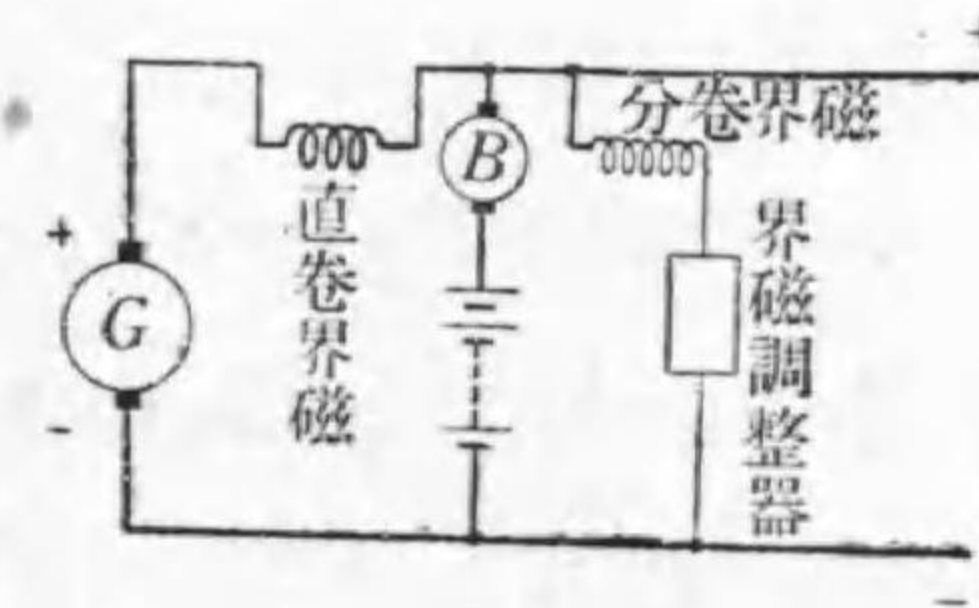
このやうにすれば、直流機或は整流器の容量

は1日中の平均負荷を負ふだけで十分であり、蓄電池もまた交互充放電式に比べて小容量のもので済む。しかもこの方式では、交流電源の短時間の故障ならば、電池が負荷を負ふことができるので、電源の安全度が高くなる。

このやうに、電池電圧は充放電の状態によつて2~2.8Vに變化するから、端子電圧を常に一定に保つには、第4.3圖のやうに端電池を用ひ、放電時には直列端電池の數を増し、充電時には次第にこれを減らしてゆく。



第4.3圖 端電池



第4.4圖 昇壓機

瞬間的に大きな負荷電流の流れるやうな性質の回路には、昇壓機を使用して、負荷に應じて電池を充放電し、使用することもできる。第4.4圖はこれを示したもので、昇壓機Bの界磁調整器により、全負荷のとき電池の電

圧と昇壓機の電圧の和とが、発電機 G の電圧に等しくなるやうに調整しておく、軽負荷時には B の電圧が下り電池は充電され、逆に過負荷時には B の電圧が上り、電池は放電して負荷電流の一部を分擔する。この場合、電池は発電機 G にかかる負荷に對する緩衝作用を行つてゐることになる。

第5. 一般通信用電源設

1. 有線電信と電話用電源

容量の小さい場合には一次電池、その他の場合には蓄電池が使用される。

電話用電源としては、電信の場合と同様に主として二次電池、容量の小さい磁石式局の局内信號用としては一次電池が用ひられる。

なほ近頃は、一般直流電源及び搬送電話用真空管の織條加熱用として、次第に金屬整流器も使用されるやうになつた。この場合、金屬整流器は濾波装置を用ひ、更に蓄電池を並列にして、

同時に充放電を行はせるのが普通である。

2. 無線電信と電話用電源

送信機の電源としては、織條・陽極などにそれぞれ直流を供給するものが必要である。

織條電源としては、電動発電機が使用されるが、近頃は金屬整流器・ベルト・ローなども使用される。一般に低電圧且つ大電流であるため、水銀整流器などは効率低く使用されない。なほ交流電源による點火も、電信送信機の場合には行はれる。

陽極電源は高電圧・小電流のため、回轉機はその製作の困難な點より餘り使用せられず、整流器が一般に使用される。小電力の送信機には金屬整流器が、大電力の場合には鐵槽水銀整流器が用ひられる。

又格子用電源としては、雑音及び電壓變動が少いことを要し、且つ電力消費も少いので乾電池が用ひられる。電圧が高くなれば整流器を用ひるが、この場合には、濾波装置によつて脈動

を十分小さくしなければならない。

3. 内 燃 機 關

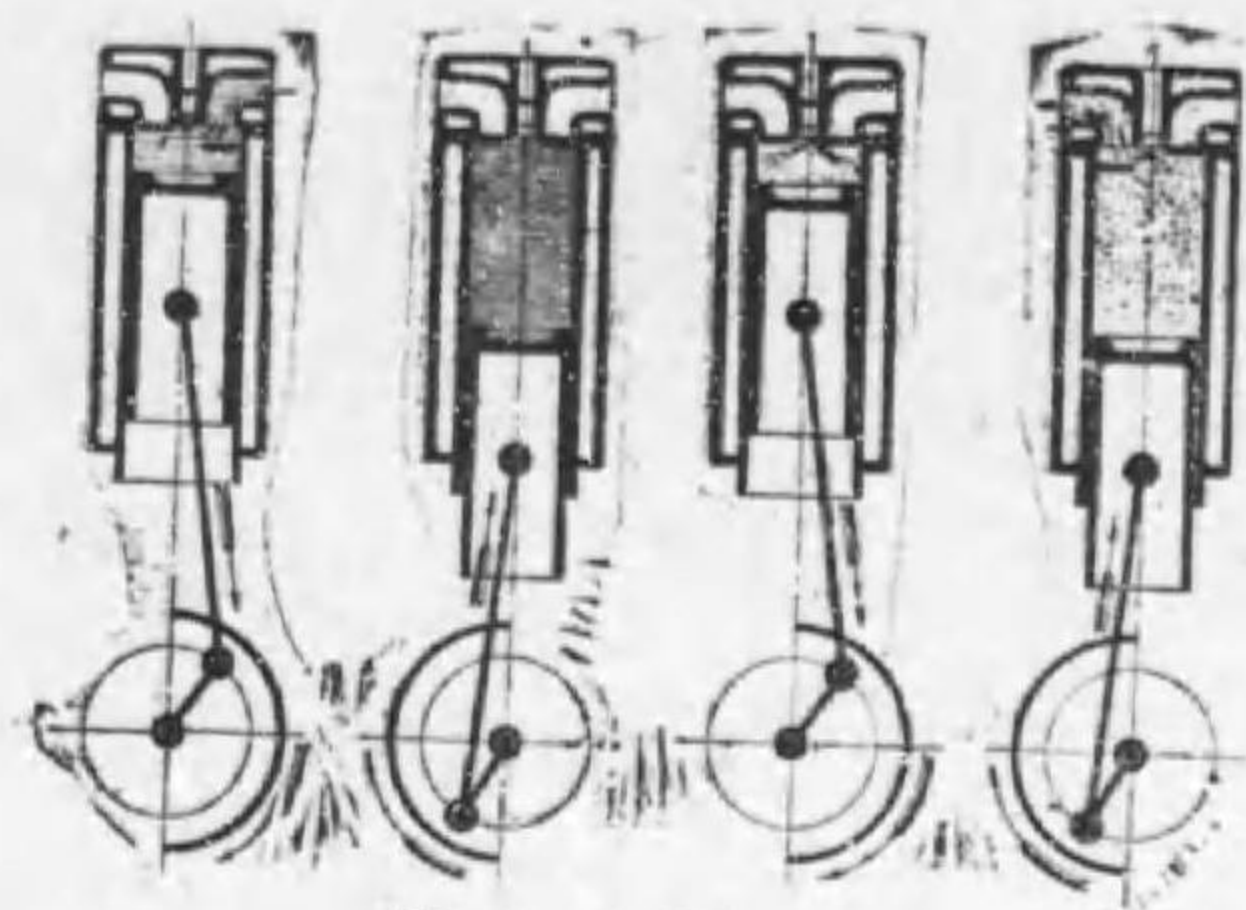
交流電源が容易に得られないやうな場合、或は電力系統の故障の場合の豫備電源として、内燃機関によつて発電機を運轉して電力を発生させることがある。内燃機関としては、小容量の場合はガソリン機関、大容量の場合にはディーゼル機関が主として使用せられる。

(1)ガソリン機関 ガソリンを燃料とするもので、四サイクル機関が多い。即ち、先づ第一行程に於いて、空気とガソリンの混合ガスをシリンダ内に吸込む。第二行程に於いては、吸込んだ混合ガスを壓縮する。その結果ガスの壓力及び溫度が上昇する。このやうな状態になつたガスに點火すると、ガスは爆發して高壓を發生し、この壓力によつてピストンを動かして仕事をする。この第三の行程を作用行程といふ。最後に、シリンダ内の燃焼廢ガスを大氣中に放出する第四の行程を経て、再び以上の動作を順

次繰返す。

(2)ディーゼル機関 シリンダ内で、空気だけを30氣壓以上程度に壓縮すると、空氣の溫度は非常に高くなる。これに燃料油を霧狀にして噴込むと、自然に發火して燃焼が行はれる。このやうな機関をディーゼル機関といひ、専ら大容量の発電施設に使用されてゐる。燃料油としては重油が使用され、これを高壓の壓縮空氣を用ひてシリンダ内に噴射させる空氣噴油式と、重油自身に壓力を加へて、これを小さな噴射孔(ノズル)よりシリンダ内に噴射させる無氣噴油式とあるが、後者の方が取扱が簡單で熱効率もよいので、現在では殆ど後者によつてゐる。

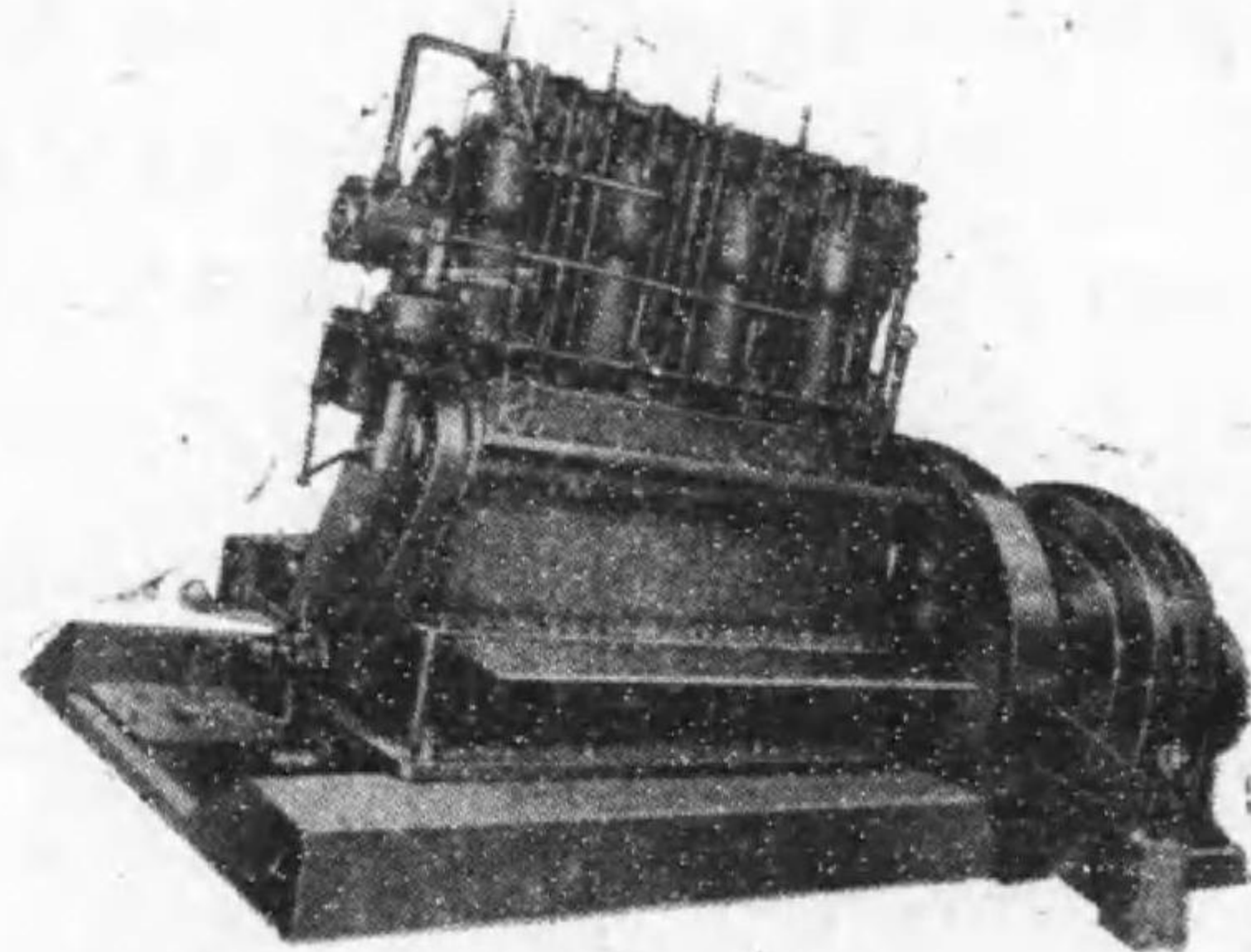
サイクルは、四サイクル・二サイクルいづれも使用されるが、四サイクルの方は熱効率が高く、速度の廣範圍にわたつて動作が正確であるが、一方に於いて出力の變動が大きいためハズミ車を要し、構造もやや複雑であり、同じ大きさで同じ數のシリンダをもつ四サイクルに比べて出力が劣るなどの缺點がある。



第5.1圖
ジゼル機関の行程原理

第5.1圖は、四サイクル式の各行程を示し、第5.2圖は、発電用ジゼル機関の一例である。

燃料油は、燃料ポンプにより送油管



第5.2圖
発電用ジゼル機関

内を送り出され、濾過器によつて濾過されノズルからシリンダ内に噴射される。燃料ポンプの送油量は、遠心调速機によつて加減される。即ち、負荷に応じて遠心调速機が燃料ポンプの

制禦棒を作動して、燃料弁の送油量を加減する。又機関各部は、適当な壓力の潤滑油によつて圓滑な運轉を行はせなければならない。

機関の發生熱量の一部は冷却水によつて取去り、機関の過熱を防ぐ必要がある。冷却水によつて持去られる熱量は、燃料發熱量の約30%である。冷却水としては、淡水・海水いづれも使用されるが、泥土・塵芥などを含んでゐてはならない。

結 言

以上で電氣通信に必要な電力の發生及び輸送・各種機器電池などについてその大要を學び、あはせて電力の各種工業方面への應用についてそのあらましを學んだ。

電氣通信事業が、一國の事業のうちで占める大きな役割については、今更いふまでもない。電氣通信の事業に従事しようとするわれわれは、宜しくその使命が重く且つ大きなことを思ひ、知識と技術の修得に努めると共に、各人の創

意工夫によつて、通信設備の改善或は運営法の進歩に一段の努力をいたし、以つて國家の要請に應へなければならぬ。

外國の科學技術は、わが國のそれよりも一步先んじて發達したために、或る期間は種々の點で學ばなければならぬことが多かつたが、今日からはこのやうなことは許されない。われわれはわれわれが修得した全知識全技能をあげて、科學技術戰に勝ちぬかなければならぬ。

電力の應用は、今後益々増大するばかりである。電力設備の改善・運営の改良は、愈々痛切な要求となつてゐる。われわれは、各自に課せられた使命を十分自覺して、それぞれの立場に於いて全力をつくし、工業報國の實をあげることに努めよう。



昭和19年2月1日印刷

昭和19年2月10日發行

電力設備 2

(定價 50 錢)

不許複製

著作権者 財團 實業教育振興中央會
法人

實業教科書株式會社
發行者 代表者 取締役社長 倉橋藤治郎
東京都麹町區五番町五番地

大日本印刷株式會社(東東一)
印刷者 代表者 佐久間長吉郎
東京都牛込區市谷加賀町一丁目十二番地

發行所 實業教科書株式會社
東京都麹町區五番町五番地
電話九段(33) {0374・2277番
3581・4413番
振替東京 183260番
(日本出版會會員番號112572)

配給元 東京都神田區 日本出版配給株式會社
淡路町二丁目九番地

特217

584

終