

## 第十章 發電、送電及配電

### 第一節 發電

#### § 114 發電所の種類

發電所とは發電機を設けて電力を發生する所であつて、その設備を分ちて原動力發生設備及び電氣設備とすることが出来る。前者は利用せんとする勢力、たとへば水力、熱等を機械力に變へる設備で、後者はその機械力を電力に變へて送り出す設備である。

發電所を原動力發生設備の種類に依つて分類すれば、**火力發電所**(Heat Engine Power Plant) と **水力發電所**(Hydraulic Power Plant) とで、火力發電所を更に分ちて**汽力發電所**(Steam Power Plant) と **瓦斯力發電所**(Gas Power Plant) とすることが出来る。

火力發電所は水力發電所に比し運轉費は大であるが、單位出力當りの建設費が低廉で、且つ需要地の附近に建設することが出来ると云ふ利點がある。

水力發電所は渇水期を基準として設計すれば常時利用し得る水量を無駄に放棄し、單位出力當りの建設費も高價となるため平水期を基準とし、渇水期の補充には火力特に汽力發電所に依るのが好都合である。即ち運轉費の小なる水力發電所を常に全負荷で運轉し、其の不足を火力發電所にて補ふ様にするのである。

#### § 115 原動力發生設備

水力發電所の原動力發生設備に就ては第十五卷發電水力工學に譲り、本節では火力發電所の原動力發生設備に就てのみ簡単に述べる。

##### イ 汽力發電所原動力發生設備

汽力發電所は**蒸汽機關**(Steam Engine) 又は**蒸汽タービン**(Steam Turbine)を原動力とする發電所である。先づ**汽罐**(Boiler) 内の火床に給炭装置に依つて石炭を

供給して燃焼せしめ汽罐中の水を加熱して蒸汽とする。又石炭の燃焼を完全にするために**煙突**(Chimney)があり、汽罐に供給する水を温めるために**給水加熱器**(Feed Water Heater)がある。汽罐内に發生した蒸汽は原動力機に導かれて機械力に變化され、排汽は**凝汽器**(Condenser)に導かれ凝縮して其の壓力を降下し蒸汽の作用を一層有効とする。發電機の原動力機としては蒸汽機關は取扱及び修繕の簡易と云ふ利點はあるが、色々の點に於て蒸汽タービンの方が優れてゐるから現今では小容量の發電所に使用される外蒸汽タービンに漸次壓倒されつつある。蒸汽タービンを蒸汽の働作に依つて分ければ、水力タービンの場合と同様に**衝動タービン**(Impulse Turbine) と **反動タービン**(Reaction Turbine) の二種となる。

又其の軸の位置に依つて分類すれば、廻轉軸が水平のものを**横軸タービン**(Horizontal Turbine) と云ひ垂直のものを**堅軸タービン**(Vertical Turbine) と云ふ。

##### ロ 瓦斯力發電所の原動力發生設備

瓦斯力發電所は發電機の原動力機として**内燃機關**(Internal Combustion Engine)、を使用する發電所である。内燃機關は瓦斯又は油に適當量の空氣を混合して汽筒内へ入れ、點火して多量の熱を發生せしめ、それに因つて生じた大なる壓力を利用するものである。

内燃機關は性質上廻轉力の不同を生じ、従つて速度不整のため交流發電機の並列運轉等に不適當であるばかりでなく震動及音響も亦大で、且つ殆ど過負荷に耐へず優良なものでも僅か 10% の過負荷に耐へるに過ぎない等の缺點があるけれども、他の原動力機の様汽罐等の設備なく簡單であつて、規定負荷では能率良く經濟的で取扱が簡易なため小容量のもの特に自家用等に使用されてゐる。

#### § 116 發電所電氣設備

發電所の電氣設備としては發電機並に其の附屬装置、變壓器、配電盤及び保安装置等がある。變壓器は發電機に依つて發生された電力を適當な送電電壓に變へ、配電盤は諸計器及び其の他の装置を有し、これに依つて電壓、電流、電力等の状

態を知ると同時に發電機の運轉、電路の開閉等を安全且つ敏速に行ひ、又保安装置は自動遮斷装置及び避雷装置等であつて色々の電氣的障害に對して發電所の機器を保護するものである。

## 第二節 送 電

### § 117 電力輸送

發電所に於て發生された電力を需要地に供給するには、その電力の大小、送電距離の長短等に應じて選定せる送電電壓を以つて送電線に依つて輸送し、一方需要地に於ては變電所を設け變壓器又は變流機等に依り適當な電壓又は電流方式として配電するのである。

送電線の設計に當り、送電電壓の選定は電力輸送に對する設計全體に關係する重要な問題である。今送電電力、送電距離及び送電線の電力損失を一定とすれば、電線の太さは大體送電電壓の自乗に逆比する故に送電電壓を高くすれば、送電線路建設費中の主要部分である電線の費用は輕減することが出来る。然し電線の太さは其の機械的強度により或る太さ以下に小さくすることが出来ないばかりでなく、電壓を高くすれば變壓器、開閉器等の機器及び鐵塔、碍子等の費用が増加し、電氣的には送電線の充電電流が大となり、尙ある電壓以上になれば電線の周圍に於ける空氣の絶縁が破壊されて暈光即ちコロナ (Corona)\* を發生して電力損失を増加する。従つて送電電壓は經濟的見地より決定すべきもので、種々の電壓に對する其の建設費の利子、償却費及び損失電力の費額等を考へ其の最小となる様な電壓を選ぶのである。

送電電壓は送電距離の増大と技術の進歩に伴ひ次第に高くなつてゐるが、現在我國に於て使用されてゐる送電電壓(單位はキログヴォルト)は大體 6.6、11、22、

\* 普通用ひる太さの電線及び線間距離では、最大電壓 66 キログヴォルト 以下の送電線ではコロナ損の起ることは稀である。

33、55、66、77、110、154 等である。

周波數が大なる程後述する様に電壓降下並びに充電電流は大となるが、周波數の選定は負荷の種類に依つてなすもので、我が國に於て採用されてゐる主なる周波數は 25 サイクル、50 サイクル及び 60 サイクルである。

### § 118 電氣方式

電力輸送の電氣方式には直流と交流とがあるが、直流はインダクタンス並びに靜電容量の影響及び交流特有の電力損失は無いけれども、發電機の構造上高電壓を發生することが困難であるばかりでなく、電壓を變へることが交流に於ける様に簡單でないから、現今使用されるものは殆ど交流式で特に三相式が最もひろく採用されてゐる。故に本節では主として交流式に就て述べることにする。

次に參考として各々の電氣方式に於て、線間最大電壓、送電電力、送電距離及び電力損失を等しくした場合の導線量を比較して見れば第 16 表に示す如くである。

第 16 表

電 氣 方 式	電 線 斷 面 積	所 要 電 線 量
直 流 二 線 式	100 %	100 %
交 流 單 相 二 線 式	200 %	200 %
交 流 三 相 三 線 式	100 %	150 %

### § 119 架空電線路の電氣的性質

#### イ 線路定數

送電線路の抵抗、インダクタンス及び靜電容量を稱して線路定數 (Line Constants) といふ。普通使用される銅線の抵抗は卷末の表に示す通りで電線路のインダクタンス及び靜電容量は次式に依つて求めることが出来る。今

$$L = \text{インダクタンス、ミリヘンリー}$$

但し電線一本の長さ一杆當り

$C$  = 靜電容量、マイクロファラッド

但し中性點に對し電線一本の長さ一杆當り

$d$  = 電線の直徑、糎

$D$  = 電線間距離、米

$\mu$  = 導磁率

とすれば、

$$L = 0.05 \mu + 0.461 \times \log_{10} \frac{2D \times 1000}{d} \dots\dots(1)$$

$$C = \frac{0.0241}{\log_{10} \frac{2D \times 1000}{d}} \dots\dots(2)$$

である。上述(1)式(2)式は線間距離が等しいときは三相式にも適用出来るものである。若し線間距離が各相異なる場合には各線のインダクタンス及び靜電容量が異なるために送電線に色々の不都合があるばかりでなく、附近の架空弱電流線に對しても電磁的並びに靜電的影響をあたへ、通話に障害をあたへるのであるから、これを軽減するために電線の撚架(Transposition)を行ふのである。撚架とは線路を適當に區分し、各區分に於て電線の配置を相互に變換し、全互長を通じて各電線間の相對的關係を等しくすることで、斯くすればインダクタンス及び靜電容量を平均させることが出来るのである。この場合各線間距離が夫々  $D_1, D_2, D_3$  であれば其の幾何學的平均値  $D = \sqrt[3]{D_1 D_2 D_3}$  を線間距離として、前式に依つてインダクタンス及び靜電容量を求めることが出来る。

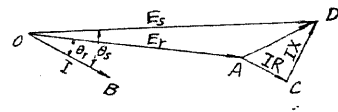
□ 電壓降下

送電線に於ける送電端及び受電端に於ける電壓、電流の關係を一線と中性點間に就て示せば第183圖の如くである。圖に於て

$E_s$  = 送電端電壓、ヴォルト

$E_r$  = 受電端電壓、ヴォルト

$\cos \theta_s$  = 送電端力率



第 183 圖

$\cos \theta_r$  = 受電端力率

$I$  = 線路電流、アムペア

$R$  = 電線一本の抵抗、オーム

$X$  = 電線一本のリアクタンス、オーム

とすれば、 $E_s$  と  $E_r$  の關係及  $\cos \theta_s$  は

$$E_s = \{(E_r \cos \theta_r + IR)^2 + (E_r \sin \theta_r + IX)^2\}^{1/2} \dots\dots(3)$$

$$\cos \theta_s = \frac{E_r \cos \theta_r + IR}{\{(E_r \cos \theta_r + IR)^2 + (E_r \sin \theta_r + IX)^2\}^{1/2}} \dots\dots(4)$$

である。或は又

$$E_s = \{(E_r + IR \cos \theta_r + IX \sin \theta_r)^2 + (IX \cos \theta_r - IR \sin \theta_r)^2\}^{1/2} \\ \doteq E_r + IR \cos \theta_r + IX \sin \theta_r \dots\dots(5)$$

であるから、電壓降下の近似計算式は即ち

$$E_s - E_r = IR \cos \theta_r + IX \sin \theta_r \dots\dots(6)$$

である。上式より判る様に電壓降下は線路電流、抵抗、リアクタンス及び負荷の力率に依つて變化するもので、力率の電壓降下に及ぼす影響はリアクタンスが抵抗に比し大なる程大である。架空送電線の靜電容量は全線に分布してゐるもので、送電線路が短かく又電壓が餘り高くないときは其の影響は小であるから無視することが出来るけれども、線路が長く又電壓が高くなれば其の影響も亦大となる。此の靜電容量の影響を考へるに、實用上は全容量が送電線の中央に集中して存在するものと考へるか、又は容量の  $\frac{1}{2}$  づつが兩端にあると考へて略算を行ふのである。

次に電流が電壓よりも進む場合は(6)式より判る様に受電端電壓が送電端電壓よりも大となることがある。この理に依つて受電端に同期進相機を使用して其の勵磁電流を變化させ無効電流を増減せしめて力率を改善し、電壓降下を少くし次に述ぶる電壓變動率を改善する。

## ハ 電圧変動率

送電端電圧を一定とし全負荷の時の受電端電圧を  $E_r$ 、無負荷の時の受電端電圧を  $E_{r_0}$  とすれば 電圧変動率 (Voltage Regulation) は  $\frac{E_{r_0} - E_r}{E_r} \times 100\%$  で表はす。電圧変動率は負荷の力率に依り變化するものであるから、受電端力率  $\cos \theta_r = 1$  の場合を標準とするのである。

## § 120 電 線

## イ 電線の太さ

電線の太さを表はすに種々の方法があるが、我が國に於ける標準の表示法は、電線の直径を「耗」にて測り、最大を 12 耗最小を 0.1 耗としてゐる。この外我が國に於て最も多く使用されてゐるものは *B.S.* 線番號 (Brown and Sharpe Wire Gage) 又は直径が 1 吋の千分の一即ち 1 ミルの圓の面積を單位とした **サーキュラーミル** (Circular Mil) である。

架空電線の太さを決定するには次の算式に依つて求むることが出来る。今

$P$  = 受電電力、ワット

$p$  = 電力損失率、%

$E$  = 受電電圧、ヴォルト

$\cos \theta$  = 負荷の力率

$A$  = 電線の太さ、平方耗

$L$  = 電線路の長さ、米

とすれば、單相式又は直流二線式に於ては

$$A = \frac{2 \times 0.0173 LP}{pE^2 \cos^2 \theta} \times 100$$

交流三相三線式に於ては

$$A = \frac{0.0173 LP}{pE^2 \cos^2 \theta} \times 100$$

である。

斯くの如く電線の太さは電氣的に限定されると同時に機械的強度に依つて定め

らるべきものである。尙我が國に於ては電氣工作物規定に依つて特別高壓架空電線には 5 耗の硬銅線又は之と同等以上の強さ及び太さを有する電線を使用することになつてゐる。

## ロ 電線の種類

架空送電線用電線としての必要條件は、1. 導電率大なること、2. 機械的強度即ち扯斷力大なること、3. 耐久力大なること、4. 重量小で取扱容易なこと、5. 價額低廉なること、等である。架空送電線用電線として現今最もよく使用されるものは硬銅線であつて、その外アルミニウム線及鋼心アルミニウム熱線等である。

## ハ 電線の接續法

架空電線の接續は機械的接續充分なるとともに電氣的接續も亦完全でなければならぬ。現今用ひられる電線接續法としては、

1. ダブテイルジョイント (Dove-Tail Joint)
2. スリーブジョイント (Sleeve Joint)
3. ピースジョイント (Piece Joint)
4. コンプレッションジョイント (Compression Joint)

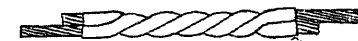
等がある。ダブテイルジョイントは最も簡単な接續方法で、接續すべき電線の兩端を解き、一方の素線を他方の熱線の中へ押込み、其の熱線を巻き附くものである。(第 184 圖) 現今假接續



又は小さな電線の接續に用ひられ

第 184 圖

る。スリーブジョイントは電線と同種の材料で作つたスリーブの兩方へ電線を挿入した後これを捻回して接續するもので(第 185 圖)、ピースジョイントは捻回の困難な比較的大きな電線を接續管に依つて

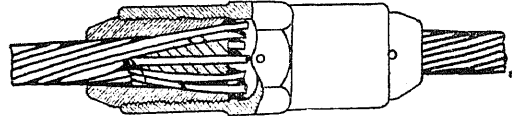
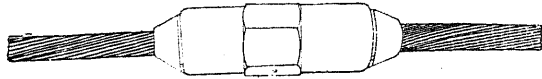


接續する方法である。(第 186 圖) コンプレ

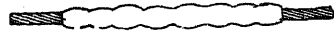
第 185 圖

ッションジョイントは比較的大きなアルミニウム線の接續に用ゐるもので、アル

ミニウムの鑄物で作つたスリーブへ接続すべき二本の電線を入れスリーブを壓搾し、スリーブとアルミニウム線とを密着せしめて接続するもので、第187圖に示す如きものである。



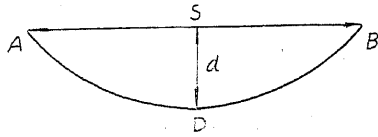
第 186 圖



第 187 圖

§ 121 架空電線の弛度

架空電線を二點に於て保持するときは電線は第188圖に示す様な曲線を形成する。圖に於て A 及び B を支持點とすれば、支持點間の距離 S を張間 (Span) d を弛度 (Dip or Sag) と云ひ、弛度が垂直面とある角度をなすときには特に之を



第 188 圖

傾斜弛度 (Deflection) と云ふ。電線の断面が一様で完全な可撓性を有するときには此の電線の形成する曲線は懸垂曲線 (Catenary Curve) となる。張間 S が電線さ ADB に比し其の差が甚だ小なるときは、電線の重量が ADB に沿ひて一様に分布すると見るかほりに、直線 AB 上に一様に分布するものと假定すれば、曲線 ADB は拋物線 (Parabola) と見ることが出来る。斯く架空電線の形成する曲線を拋物線とすれば、架空電線の機械的性質に關する種々の算式を簡單にする事が出来るのみならず、この假定に依つて生ずる誤差は張間が非常に大なる場合を除いては實用上不都合はないのであるから、以下拋物線として算式を示す。

今架空電線の單位長さの重量を w、各點に於ける水平に働く張力 (Tension) を T とすれば (第183圖)

$$T = \frac{wS^2}{8d} \dots\dots\dots(1)$$

であつて、支持點に於ける張力即最大張力  $T_m$  は

$$T_m = \frac{wS^2}{8d} + wd$$

で示す事が出来る。

架空電線の架線に當つては其の土地に於ける氣象状態を充分に考慮して適當の安全係數 (Factor of Safety) を考へ、最悪状態の場合に於ても斷線等無き様に弛度を決定すべきである。而して最悪状態に於ける弛度は次式に依つてきめることが出来る。今

- $d_o$  = 最悪状態に於ける電線弛度 米
- S = 張間、米
- $w_L$  = 最悪状態に於ける電線 1 米に加はる最大荷重、珔
- B = 電線單位切斷面積の扯斷力、珔/平方耗
- A = 電線切斷面積、平方耗
- f = 安全係數\*

とすれば (1) 式に依つて

$$d_o = \frac{fS^2w_L}{8BA}$$

である。而して冬期最悪状態に於ては

- w = 電線 1 米の重量、珔
- $w_i$  = 電線 1 米に附着せる氷雪の重量、珔
- $w_{wi}$  = 氷雪の附着せる電線 1 米に加はる風壓、珔
- D = 電線の直徑、耗

とすれば

$$w_L = \{(w + w_i)^2 + w_{wi}^2\}^{\frac{1}{2}}$$

であつて、

$$\text{風 壓} = 100 \text{ 珔/平方米}$$

\* 電線の安全係數は我が國に於ては 2~2.5 以上となる。(電氣工作物規程本則 46 條)

$$\text{電線表面係數} = \frac{1}{2}$$

氷雪附着 = 電線の周圍に於て厚さ 6 耗

氷雪の重量 = 9.0 耗/立方米

とすれば(電氣工作物規程本則第 46 條 2、第 47 條)、

$$w_i = 0.0009 \pi \times 6(6+D)$$

$$w_{wi} = 0.05(12+D)$$

である。又夏期に於ける最悪状態は、

$$w_w = \text{電線 1 米に加はる風壓, 耗}$$

とすれば

$$w_L = (w^2 + w_w^2)^{\frac{1}{2}}$$

であつて

$$\text{風 壓} = 200 \text{ 耗/平方米}$$

$$\text{電線表面係數} = \frac{1}{2}$$

とすれば(電氣工作物規程本則第 46 條 2、第 47 條)

$$w_w = 0.1 D$$

である。以上の計算に依りて冬期又は夏期に於ける電線に加はる最大荷重を比較して、電線に對する最悪状態を知り、弛度を決定することが出来る。この弛度を基準として支持物等を設計し、又任意の温度に於ける弛度を算出して實際の架線を行ふのである。

## § 122 架空電線支持物及碍子

### イ 架空電線支持物

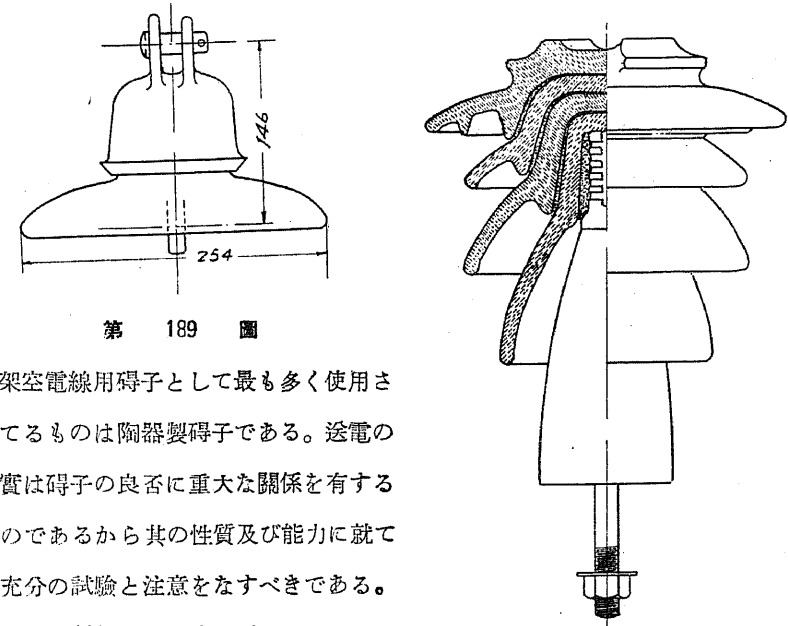
架空電線支持物としての必要條件は、1. 機械的強度の大なること、2. 建植の簡易なること、3. 壽命長きこと、4. 價額低廉なること等で支持物の選定に當つては、支持物の價額、壽命、建設費、維持費等を考慮して最も經濟的なものを選ぶべきである。次に支持物の種類を擧ぐれば、

1. 木 柱
2. 鐵筋混凝土柱
3. 鐵 塔

等である。木柱は他の支持物に比し壽命短かく、強度小で、又其の長さが限定される等の缺點がある。而して腐蝕を防ぎ、壽命を長くするために、木柱に丹礬又はクレオソート等の防腐劑を強壓注入したものを注入柱と云ふ。鐵筋混凝土柱は壽命長く、強度も大なる故木柱の代用として近時使用されるが、重量の大なる缺點がある。鐵塔は鐵材を組合せたもので壽命長く、強度及び安全度が大で、且つ任意の荷重並びに高さに對するものを製作することが出来るから、長距離高電壓の送電線には殆どすべて鐵塔が使用される。

### ロ 碍 子

Normal Voltage 66,000~69,000 Volts



第 189 圖

架空電線用碍子として最も多く使用されてるものは陶器製碍子である。送電の確實は碍子の良否に重大な關係を有するものであるから其の性質及び能力に就ては充分の試験と注意をなすべきである。

碍子の種類を大別すれば、

1. ピン型 (Pin Type)

第 190 圖

## 2. 懸垂型 (Suspension Type)

である。ピン型碍子は第190圖に示す如きもので、最大60,000ヴォルト程度までは使用するが、それ以上になると重量大となり、價も高く不經濟となるため懸垂碍子を使用する。懸垂碍子は第189圖に示す様なもので、使用電壓に従つて碍子を數個直列に吊し、其の下端に電線を取付けるものであつて、これが使用される様になつて以來送電電壓を高くすることが出来る様になつたのである。次に種々の電壓に對する我が國の標準型懸垂碍子(直徑254耗、長さ146耗)一連の所要連結個數を例示すれば第17表の如くである。

第 17 表

線間電壓 (K.V)		22	33	44	66	83	110	132	154	220
一連の個數	懸垂	2-3	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	9-10	10-11	11-13
	耐張	2-3	2-4	3-5	5-5	7-8	9-10	10-11	12	13-15

## § 123 架空送電線路の保安設備

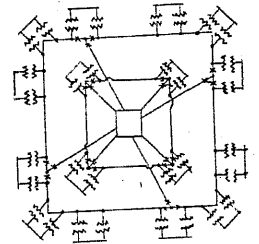
雷の直撃、雷雲の誘導作用等其の他色々の原因に依つて發生せられた線路の異常電壓は送電線路の絶縁物を破壊し、發電所、變電所等の機器を損傷し停電の原因となる外人命に危険を及ぼすものであるから、之に對する保安装置として避雷器(Lightning Arrester)及び架空地線(Overhead Ground Wire)を設けるのである。避雷器は色々の原因に依つて誘起された送電線上の異常電壓を速に大地に放電し、線路の電壓を安全な限度に低下せしむるために、線路と大地間に設けるものである。又架空地線とは架空送電線の上部に架設し適當に接地した電線であつて、雷其の他の原因による異常電壓に對して架空送電線を保護するものである。

尙この外送電線路の保安並びに保守上發電所、開閉所、變電所等の送電系統相互間を連絡するために、送電線に平行して電話線を架設するのである。

## 第三節 配電

## § 124 配電

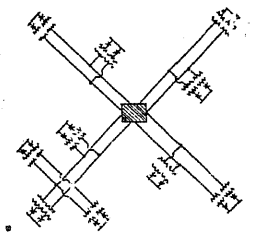
發電所、變電所又は蓄電所より直接需要場所に電力を供給することを配電(Distribution)と云ひ、この電線路を稱して配電線路(Distribution Line)と云ふ。配電の電氣方式を大別すれば直流式と交流式であるが、送電に於て述べた様に直流は交流に比し色々の點で不便であるから殆ど交流に限られ、直流を要する場合にも交流にて配電しこれを電動發電機等に依つて變流して使用する。而して直流配電を用ゐるのは特別な場合即ち狭小な面積に負荷が集中してゐる場合、又は確實な配電を行ふために蓄電池を使用するとき及び負荷の變化多きとき蓄電池を用ひて發電機の負荷を常に一定に保ち、過剰な電力を蓄電し不足のとき補充して經濟的な運轉を行ふ場合等である。交流式の中主として使用されるものは單相二線式及び三相三線式である。各電氣方式に於て使用する標準電壓は、直流式では電氣鐵道を除いては大體100ヴォルト、200ヴォルト、交流式では主として3,300ヴォルトの高壓を以つて需要者の附近まで配電し、適當な個所で100~110ヴォルト、200~220ヴォルト等の低壓として供給するのである。



第 191 圖

一つの變電所より其の供給區域に到る需要者に電力を供給すべき分岐線を有しない配電線を稱してフキーダー(Feeder)と云ふ。フキーダーの配線方式の主なるものは放射狀フキーダーと環狀フキーダーの二種であつて、第191圖及び第192圖に示す如くである。

而して需要地に於て負荷の分布状態に従つて饋電點(Feeding Point)にてフキーダーより分岐し、柱上變



第 192 圖

配電に依つて低電圧に下げ、この低電圧線より引込線を分岐して各需要家の屋内線に到るもので、引込線以外の高電圧線及び低電圧線を幹線と云ふ。柱上変圧器（§ 84 参照）は電灯用には単相式、動力用には三相式又は単相式を組合せて使用する。而して一次側端子には単極碍子型開閉器を用ひこれに可熔片を入れ、二次側端子には可熔片を取付けた遮断器を用ひて過大電流に依る焼損より保護するのである。

§ 125 電圧降下

交流配電線に於ける電圧降下は § 119 に述べた様に次式に依つて求むることが出来る。今

$r$  = 電線 1 軒の抵抗、オーム

$x$  = 電線 1 軒のリアクタンス、オーム

$l$  = 配電距離、軒

$I$  = 線路電流、アンペア

$\cos \theta$  = 負荷の力率

とすれば電圧降下は、 $Il(r \cos \theta + X \sin \theta)$  である。

各電氣方式に於て線路電流、配電距離及び電線の太さ即抵抗を等しくした場合の電圧降下を第 18 表に示す。

線路の電圧降下は負荷

第 18 表

の種類に依つて限定されるものである。電燈等の様に其の光力が電圧の影響を受くことが著しい

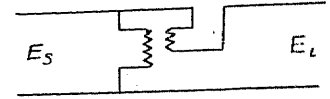
電 氣 方 式	電 圧 降 下
單 相 二 線 式	$2 Il (r \cos \theta + x \sin \theta)$
三 相 三 線 式	$\sqrt{3} Il (r \cos \theta + x \sin \theta)$

ものは電圧降下を小とすることが必要で、動力の様に其の影響が比較的小さなものは電圧降下も電燈の場合に比し多少大とすることが出来るのである。斯くの如

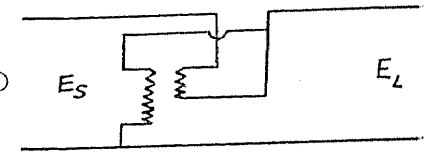
\* 電氣事業法施行規則第 5 條及卷末表参照

く電圧降下は經濟上並に負荷の性質に依つて適當に決定さるべきものである。

負荷の状態に依つて變化する饋電點の電圧を一定に保つために電圧調整器が使用される。又高電圧配電線路に於て終端の電圧降下が甚しくなつて變壓器のタップを變へても補ふことが出来ない様な場合には變壓器を昇壓器 (Booster Transformer) と (A)



して使用する。昇壓器の接続方法は一次線輪を電路に並列に、二次線輪を電路に直列に結ぶのであるが、第 193 圖(A)及び(B)



に示す様に二次線輪の接続方法に二種あつて、(A) の如き接続にした場合の電源側と負荷側との電圧の關係は次の様になる。今

第 193 圖

$E_s$  = 電源側の電圧、ヴォルト

$E_L$  = 負荷側の電圧、ヴォルト

$a$  = 昇壓器の捲回比

とすれば

$$E_L = E_s + \frac{E_s}{a} \dots\dots\dots(1)$$

であつて、又(B)の接続のときは

$$E_L = \frac{E_s}{1 - \frac{1}{a}} \dots\dots\dots(2)$$

である。

§ 126 電線の太さ

配電線路に於ては一般に電圧低く、従つて電線の間隔も小さく、リアクタンスは抵抗に比して無視し得る程度に小であるから許容電圧降下より抵抗を求めて電線の太さを計算するのである。然し正確な値を求むるためには勿論リアクタンス



も考へて、計算を行ふ必要がある。

配電線路に使用する電線の太さは、電氣工作物規程に依つて低壓線は 2.6 耗硬銅線又は之と同等以上の強さ及太さのもの、又高壓線は 4 耗硬銅線又は之と同等以上の強さを使用すること等の制限がある。(電氣工作物規程本則第 27 條)

### § 127 配電線路の保安

配電線路に於ても送電線路に設けたと同様の理由で、避雷器、避雷針及架空地線が設置される。又高壓配電線路の絶縁は特に注意し人畜に危険を及ぼさぬ様にすべきで、線路に地氣を生じた場合之を検出する装置として、變電所等の電線路の引出口に檢漏計を備へる。尙高壓電路と低壓電路との電氣的接觸に因つて生ずる危険を防止するために、變壓器低壓側の中性點を第二種地線工事に依つて接地するか、又は之と同等以上の効力を有する他の保安装置を施すことが必要で、變壓器の構造又は配電方式に因り其の中性點が接地し難いときは、低壓側の電壓が 250 ヴォルト以下のものに限り其の一端を接地することになつてゐる。(電氣工作物規程本則 18 條、20 條、細 19 條、20 條)

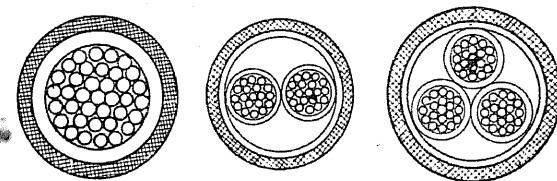
### § 128 地中電線路

市街地其の他人家稠密なる地に電力を供給する場合、たとへば市内の變電所と郊外の發變電所とを連絡するに特別高壓架空電線路に依ることは、他の工作物との關係上建設の困難を伴ひ、尙危険であるから規程(電氣工作物規程本則第 41 條)に依つて許されないのである。この外大都市に配電線路を建設する時架空線とすることは美觀を害し、交通上、保安上色々の點に於て不都合である様な場合は地中電線路に依るのである。地中電線路は建設費大で、補修が面倒な缺點はあるが、前述の外架空電線路の様に雷其他風雪の影響を受けないこと及び人畜に對する危険のないこと等の利點がある。我が國に於て使用される地中電線路の電壓は現在では最高 33,000 ヴォルトで、近時 66,000 ヴォルトも使用されるに至つた。

### § 129 地中電纜の構造及種類

地中電纜の構造は一般導體(心線)、絶縁體及保護被覆よりなる。導體には主に軟銅線の單一線又は撚線を用ひ、その形には圓形、半圓形及扇形等があつて、心線の數に依つて單心電纜、二心電纜及び三心電纜等の種類がある。(第 194 圖)又絶縁物の種類に依つて紙

絶縁電纜、ゴム絶縁電纜及絶縁布電纜等に分けることが出来る。



第 194 圖

次に外装の種類に依つ

て電纜を分ければ、1. 使用電壓に從つて適當の絶縁を施した後、外傷及水分の浸入等から絶縁物を保護するために、各部一樣の厚さに鉛を以つて包装した鉛被電纜、2. 外傷の恐れが無い場所では、この上に絨斗を捲きこれに防腐性混合物を滲透させた電纜斗電纜及び 3. 絨斗電纜の上に鋼帶又は鐵線を捲き、之に防腐性塗料を施しその上に再び絨斗を捲き防腐性混合物を滲透させた堅牢で扯斷力大なる鋼帶鎧裝電纜又は鐵線鎧裝電纜である。

この外電纜には分割心線電纜及 H 型電纜があつて、前者は一本の心線を二本に分割して其の間に薄い絶縁物を施したもので、故障の時この二導體間の電流の不公平に依りて繼電器を働かすことが出来るものである。後者は獨逸人ヘツヒステイテル氏の考案に依る特種の構造を有する電纜で、特高用電纜として盛に使用されてゐる。

### § 130 電纜の接續

鉛被電纜の接續は第 195 圖に示す如く、先づ接續すべき電纜の一方に鉛スリーブを挿入し、兩電纜の鉛被及絶縁物を適當の長さに剥ぎ取り、兩方の各心線を鋼接續管に挿入して鐵付をし、而る後適當の長さに絶縁を施し、鉛スリーブを中央部に移動し、其の兩端をかしめて鉛被に密着させ、鉛工を施し、鉛スリーブにあ

る孔より温めた絶縁混合物を注入して其の中を満し、最後に注入孔を鉛工する。鎧装電線の接続は前述の様な接続をなしたものを更に鐵製の接続函に入れ、之と鉛スリーブとの間隙には防水混合物を充填する。又鉛工を用ひずして直接接続函に入れ、心線を絶縁性の隔離板に依つて適當に隔離し、接続後絶縁混合物を充填する接続方法もある。

電線と架空電線との接続には、接続函と同様な防濕装置を有するケーブルヘッド (Cable Head) を使用する。

### § 131 負荷率、需要率、不等率及運轉率

#### イ 負荷率

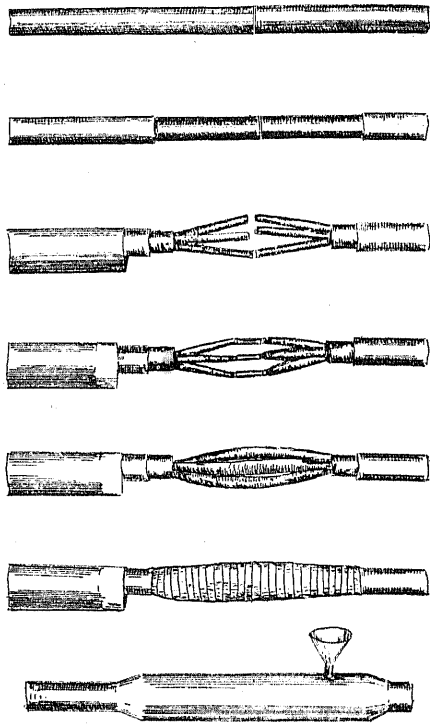
負荷率 (Load Factor) とはある期間中たとへば一日中、一箇月中又は一箇年中の平均需要電力と其の期間中の最大需要電力との比を百分率にて示したものを云ふ。

#### ロ 需要率

需要率 (Demand Factor) とは最大需要電力と取付負荷總容量との比を百分率で示したものを云ふ。

#### ハ 不等率

不等率 (Diversity Factor) とは各負荷の最大電力の和と其の系統全體としての



第 195 圖

最大負荷との比を云ふ。

#### ニ 運轉率

運轉率 (Plant Factor) とは發電所の平均負荷と其の發電所の定格容量との比を云ふ。

### § 132 料金制度

電力料金は供給會社の發電、送電、變電及配電の諸設備に對する利子、償却費及保守費と運轉に要する燃料其他消耗品費、修繕費等諸種の費用とを基礎とし、尙供給會社に相當の利益を與ふると同時に各需要者間に公平な様に定めなければならぬ。上記諸費用の内設備に對する費用は供給電力量に無關係な費用で、之に對する料金を需要料金 (Demand Charge) と云ひ、需要者の最高需要に應じて課すべきものである。又運轉に要する費用は供給電力量に比例して増減する費用で之に對する料金を消費料金 (Energy Charge) と云ひ、需要家の總消費量に應じて課すべきものである。

斯く電力料金はこれ等二種の料金を併せ課すべきで、此の料金制を二部料金制と云ひ、我國では之を準備料金制 (Demand Charge System) と稱して居る。尙此の他に消費量の極めて低い場合に對する、需要費用を確保し得べき最低料金制 (Minimum Charge System) が用ひられ、これも畢竟一種の二部料金制と見做すことが出来る。然るに従來は之等の料金制は一般需要者に解りにくかつた爲め、主として需要料金の方面から見た定額制 (Flat Rate System) 或は主として消費料金の側から見た従量制 (Meter Rate System) が多く用ひられたが、近來二部料金制が漸次用ひらるゝ様になり、尙従量制を用ふるものでも大部分は最低料金制を設けて居る。次に各種料金制につき簡単に説明する。

#### イ 定額制

料金は消費量に關係がなく、之を課するもので街燈、廣告燈又は小口需用者に對して用ひられる。

### ロ 従量制

其の料金単價の定め方によつて次の種類がある。

#### (1) 均一料金制 (Straight Line Rate)

料金の単價が単一で、消費量の多少によつて少しも變らないのであるから、理論上から見ても妥當でなく、現今ではあまり廣く用ひられて居ない。

#### (2) 階段従量制 (Step Rate)

消費電力量の増加に伴つて遞減する數種の單價を定め、其の單價を全消費量に適用するものであつて、各階段を超ふる所では消費量が増して却つて料金が減るといふ不合理を生じ、明に不公平な方法で且つ此の附近で電力の濫費を誘ふことともなる。然し其の計算が簡單で一般に解り易いから、今日相當に用ひられて居る。

#### (3) 區劃従量制 (Block Rate)

超過累減制ともいひ、豫じめ消費電力量を數個の區劃に分ち、各區劃につき遞減する單價を定め、各單價は其の區劃の消費量にのみ適用するものである。此の制度は従量制中最も合理的で、階段従量制の缺點を有しないから、我國でも大都市で用ひられて居る。

### ハ 最低料金制

通常需要者の最高需要と負荷率とに基き最低使用量を定め、消費量が此の範囲内の場合には使用の有無多少に拘らず、所定の最低使用量に對する料金を徴するのであつて、我國では廣く用ひられて居るが、最低使用量の範囲内では電力濫用の弊を生じ易く、且つ賦課の公平を缺く短所がある。

### ニ 準備料金制

ホブキンソン料金制とも云ひ、需要料金を送電準備料又は供給準備料の名の下に需要キロワット數又は馬力數に應じて、又消費料金を従量制によつて併せ徴するので、それ等の單價は或る一方又は双方共區劃式又は階段式による事が出来る。

### § 133 電力契約

供給會社は其の供給規程中に上に述べた如き料金制による一定の料金其他種々の事項を定め、需要者はそれに基づいて供給を受けるのであるが、一般に此の規程は大抵 50 馬力以下位の小動力に關して定めてあるので、それ以上の動力の供給に對しては相互協定の上電力契約を締結するのである。電力契約を締結するに當り需要者の考慮すべき點は次の如くである。

#### イ 供給會社の撰定

二以上の供給會社がある場合には其の何れより受電すべきかを十分に考慮せねばならぬ。即ち需要電力の性質によつては、停電又は電壓、周波數の變動を絶對に避けなければならぬものがあるから、従つて單に料金の廉不廉のみによつて選定してはならぬ。

#### ロ 受電方式及電壓

需要者の使用する電氣機器の種類により受電すべき電流の方式を定めなければならぬ。次に比較的容量大なる多くの機器が諸所に散在して居る場合には高壓で受け、小容量の機器を一箇所に集めて使用する場合には低壓で受ける方が經濟上利益である。

#### ハ 供給種別

需要者が機器を何時でも自由に使用し得るが爲には常用の契約をせねばならない。工事用の機器の如く晝間のみ使用し、夜間は稀にしか使用しない場合には晝間動力の契約を結び、必要に應じ夜間にも使用し得る様に契約する方が、次に述ぶる責任最低使用量が少くなり、經濟上利益である。

#### ニ 最大電力及責任最低使用量

一般に供給會社は電力契約に當り前に述べた需用料金として供給準備料若くは最低電力料金を要求するのである。供給準備料は需要者の最大電力に應じて課するのであるが、負荷率の低い場合には消費電力量の割に最大電力が大きいため、

料金單價は高くなる。又最低料金を課する場合に於ても負荷率が低ければ責任最低使用量は低くなるから、供給會社は料金單價を高くする。かく何れにしても料金單價は負荷率によつて非常に異なるから、需要者は機器の使用状態につき深き考慮を拂ふべきは勿論であるが、尙需要電力の性質を考へ如何なる料金制によるが最も有利なるかを研究しなければならぬ。

#### ホ 受電地點、送電上の責任分界點及設備費の分擔

需要者が或る特定の箇所を受電する場合其の受電地點から内部の送電上の責任は需要者が負擔せねばならぬし、又設備費も需要者の負擔とすることが普通である。故に受電地點及送電上の責任分界點は契約に明示せねばならぬ。通常責任分界點は需要者側の變電所、開閉所等の引込口に設けた區分開閉器とするが、場合によつては供給會社側の發變電所の引出口とすることもある。

以上の他契約期間、停電其の他の場合に於ける罰則、積算電力計故障の場合に於ける使用電力量の計算方法等も亦契約の條項に明記して置く必要がある。