

始

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50

544  
D58

544  
D58

松原文館



544  
D58

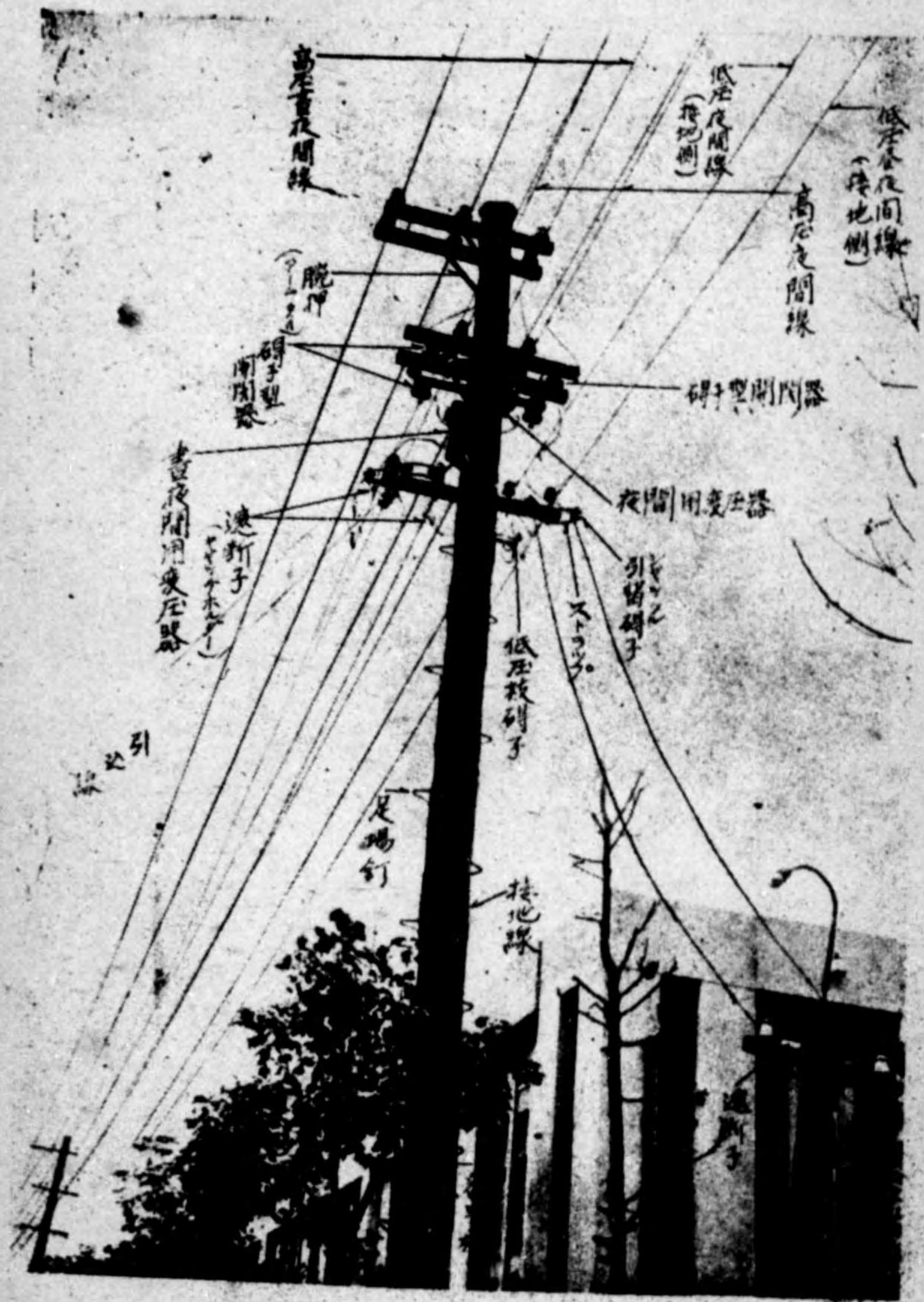
# 送電並配電

電教社編



544  
D58  
5

株式會社 綜文館



544

D58

⑤

544

D58

送電並配電



電經總文

824  
D-1

# 送電並配電

## 目次

### 第一章 總論

1. 電力系統	1
2. 電氣方式	3
3. 電 壓	3
4. 電 線	5
5. 碍 子	7
6. 支 持 物	10
7. 線路定數	11

### 第二章 架空配電線路

8. 配電方式	13
9. 負荷率及需要率	15
10. 電壓降下	16
11. 電線の太さ	22
12. 電力損失	24
13. 送柱工事	25
14. 架線工事	27
15. 柱上變壓器	30
16. 引込線	31
17. 地線	33



2

## 目次

18. 配電線路の保安	35
19. 配電線路の試験及保守	38

### 第三章 屋内配電

20. 碍子引出工事	40
21. 碍子引隠蔽工事	42
22. 線槽工事	43
23. 金屬管工事	44
24. 特殊場所に於ける工事	46
25. 屋内配線の分岐	46
26. 配線器具類及保安装置	48
27. 配線圖	51
28. 配線の施工及検査	52

### 第四章 送電線路

29. 經濟的送電×壓	54
30. 送電線路の構造	55
31. 電壓及電力の計算	57
32. 電壓及力率の調整	59
33. 架空地線及避雷器	61
34. 送電系統の中性點接地	62

### 第五章 地中電線路

35. 地中電線路	63
-----------	----

35. 電 線 .....64

37. 地中電線路工事 .....66

38. 地中電線路の保守 .....68

第六章 變 電 所

39. 變電所の種類 .....70

40. 受電變電所 .....72

41. 配電用變電所 .....74

42. 電鐵用變電所 .....75

43. 保護繼電器 .....76

44. 母線方式 .....78

45. 開閉所 .....78

附 録

附表 1. 硬銅單線表 .....80

附表 2. 硬銅撚線表 .....81

附表 3. L の 表 .....83

附表 4. C の 表 .....82

附表 5. アムペアメートル表 .....83

附表 6.  $V_e = V \cos \theta + x \sin \theta$  の表 .....84

附表 7. 安全電流表 .....85

附表 8. 收容電線條數と金屬管の最小太さ .....86

附表 9. 主要受電變電所設備概要 .....87

問 題

送 電 並 配 電

第一章 總 論

1. 電 力 系 統

石炭を燃料とする火力發電所は多く電力需要地に近く設けられるけれども、河川の水量と落差とを利用する水力發電所は一般に山間僻地にあつて電力需要地とは遠くはなれてゐる。従つて長距離の電力輸送即ち送電を行はねばならない。

現在の主なる發電事業は水力利用を一層經濟的ならしめる爲に火力發電所をして水力不足の季節の補給をなさしめる様になつてゐる。又同じ水力發電所にも異なる水系に屬する發電所或は貯水池を有するもの等相互の間に電氣的の連絡を有して、不斷の送電と同時に水力利用を經濟的ならしむることを期してゐる。之等の事情により多くの水力、火力の發電所が相互に送電線を以つて連絡を保つてゐる。

尤づ發電所の發電機に依り發生された電氣は變壓器に依つて電壓を昇 (Step up) して送電線に送られる。

大都會地附近まで輸送された電氣は都會地郊外の受電變電所に到達する。此處に設備さるゝ調相機により負荷の大小に拘はらず電壓を一定に保持せられ、變壓器にて電壓は降 (Step down) されて市街周邊にある二三の變電所に送電せられる。

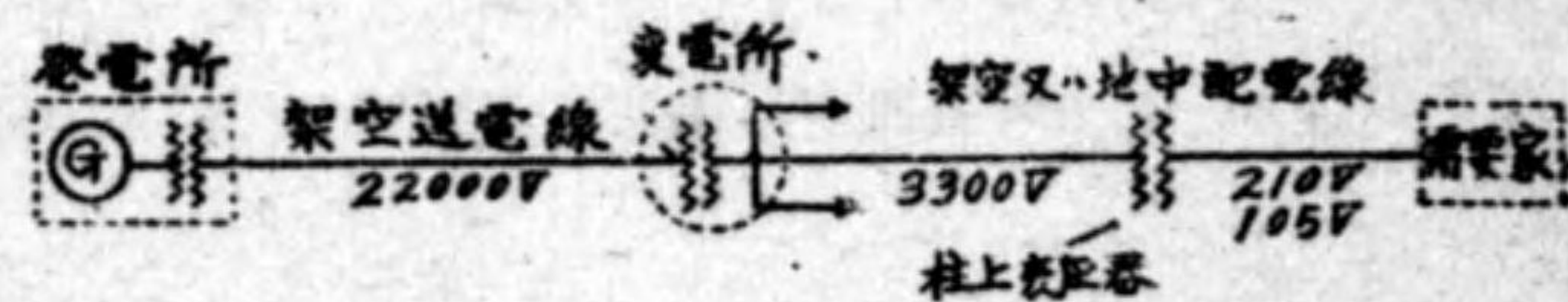
市街周邊の變電所にて電壓は再び下げられ、數個の地中線により

市内の最後の配電用變電所に送られる。

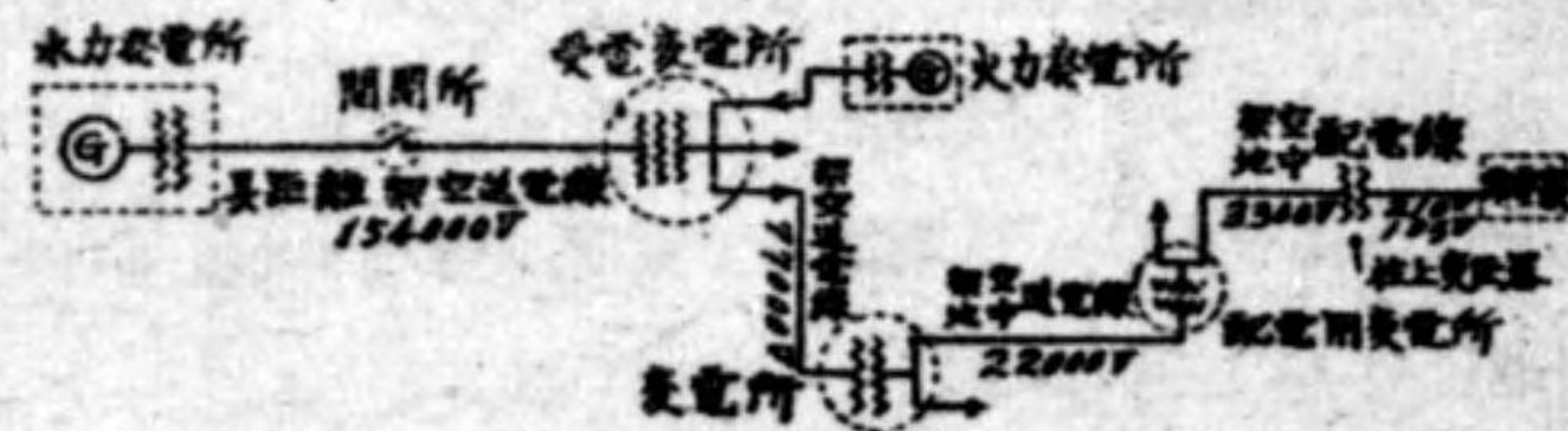
配電用變電所からは 3300V の高壓の架空配電線又は地中配電線を數多く出す。

100KW 程度以上の大口需要家に対しては高壓の儘にて引込むけれども、電燈、電熱等の一般需要家に対しては高壓では不適當なので、更に柱上變壓器（地中線のときは變壓塔による）によつて 200 又は 100V 程度の低壓に下げ、其の低壓幹線から分岐した引込線に依つて需要家の屋内配電線に連絡するのである。

以上は發電所から需要家迄の徑路の大要であつて、送電々力の大小距離の如何によつて多少の差異がある。小電力短距離の場合には幾段もの變電所を経過する必要がない。又大送電系統では送電の確實性を増し、發變電所間連絡のために送電線途中に開閉所を設ける。



第 1 圖 數千キロワット程度の送配電系統



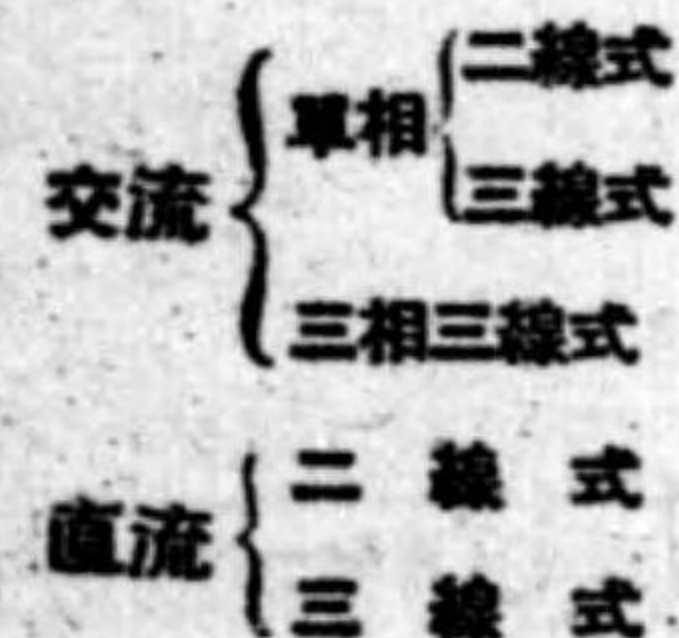
第 2 圖 大電力の送配電系統

### 2. 電 氣 方 式

直流と交流とあるが、現今の送電及び配電は殆ど交流である。電線の如き特に直流を必要とする場合には變電所に於て交流を受電し廻轉變流機又は水銀整流器等により直流に變換して配電する。

電線の費用は送電線路建設費中重要なものである。然るに一定電力を一定能率で輸送する場合、三相三線式は單相二線式の 75% の電線量で足りる。是現今送電には専ら三相三線式が採用されてある大きな理由の一つである。

配電に於ては



等の方式がある。單相及び直流の二線式は其の架線簡單なる點に、三線式は電線費を節約し得るところに、三相三線式は電線費の節約並に單相、多相として電燈負荷にも動力負荷にも供給し得る點に夫々長所がある。

### 3. 電 壓

逓信省令電氣工作物規程に於ては電氣工作物取締上より電壓を次の三段に大別してゐる。(本.3)

- 低壓... { 直流にありては 600V を超過せざるもの。  
交流にありては 800V を超過せざるもの。
- 高壓..... 低壓の限度を超過し 3500V を超過せざるもの。
- 特別高壓..... 高壓の限度を超過するもの。

架空線路にありては低壓には特別なる標示は無いが、高壓ならば碍子に幅 2cm の赤筋入のものを使用するか（従來のものは赤色碍子）、又は腕木の表面を赤く塗つてあるので判る。

又特別高壓では人家、道路、鐵道等に接近せるものは電柱を地上 2.5m の所で赤く塗り且つ注意札を掲げてある。但し鐵塔の場合には赤く塗らなくてもよいことになつてゐる。（本.36, 細.39）

第四章(29)に述べる如く一般に送電距離が大なる程、又送電々力大なる程高電壓を以て送る方が經濟的である。故に規模大なる送電線路程高電壓を採用してゐる。

我が國に於ける送電々壓の標準は右表の如くで、最高 154KV である。米、獨等では 220KV が實施されてゐる。

表で判る通り送電端電壓と受電端電壓では受電端電壓の大約 10% の差即ち電壓降下があるものである。

配電々壓は線路が人家稠密の場所を通過し且つ直接需要家に接続さるゝ故、あまり高い電壓を採用するこ

我が國の標準送電々壓

送電端電壓 (V)	受電端電壓 (V)
6,600	6,000
11,000	10,000
22,000	20,000
33,000	30,000
44,000	40,000
55,000	50,000
66,000	60,000
77,000	70,000
110,000	100,000
154,000	140,000

とは不適當である。一般に屋外一次配電及び大口需要家に至る配電々壓の標準は 3000~3500V の高壓、二次側の標準電壓は 200~220V 及び 100~110V の低壓である。200V は大型電熱、電動機用であり、100V は電燈、電熱、小型電動機用である。

#### 4. 電 線

送電及び配電用電線としては導電率高きこと、抗張力大なること、價格低廉なること、比重小なること、空氣中で腐蝕せぬこと等の條件を具備してゐるものでなければならぬ。

電線の種類を材質に依り分類すれば、

- (イ) 軟銅線
- (ロ) 硬銅線 (抗張力 35kg/mm<sup>2</sup>)
- (ハ) 鋼心アルミニウム撚線 ( " 鋼線 50#  
アルミニウム 16# )
- (ニ) 硅銅線 ( " 56kg/mm<sup>2</sup>)
- (ホ) 鐵線 ( " 35kg/mm<sup>2</sup>)

等である。軟銅線は抗張力小なるも導電率高き故に屋内配線に用ひられ、硬銅線は導電率前者より僅かに小なるも抗張力大なる爲屋外の架空送電線及び配電線に使用せられる。

鋼心アルミニウム撚線は抗張力大なる鋼線 1 又は 7 本を中心としその外側にアルミニウム撚線を施したもので規模大なる送電線路に使用せられる。鋼心アルミニウム撚線及び硅銅線は抗張力大なるため川越谷越等の長徑間の所、風雪甚しき場所に適する。

鐵線は導電率低きため支線、架空地線等として使用せられる外導



線としてあまり使はれない。

次に電線を構造上から分類すれば、

- (イ) 裸電線……單線, 燃線
- (ロ) 絶縁電線……單線, 燃線
- (ハ) 可撓紐線……燃線

となる。特別高壓架空電線には裸電線を使用し、屋内外の高壓及び低壓の配電線には絶縁電線を用ひる。

絶縁電線には次の四通りがあつて其の仕様及び試験規定は工規細.12-16に定められてゐる。

- (a) 第一種絶縁電線……木綿一重被覆
- (b) 第二種絶縁電線……木綿二重被覆
- (c) 第三種絶縁電線……ゴム一重被覆の上に木綿被覆
- (d) 第四種絶縁電線……ゴム二重被覆の上に木綿被覆

特別なる場合を除き 300V 以下の屋外低壓配電には第一種絶縁電線を、300Vを超過せる直流低壓配電には第二種絶縁電線を、屋外高壓配電には第三種絶縁電線を使用する。屋内配電には第二乃至第四種絶縁電線を使用し、其の使用別は第三章に述べる如くで、工規に詳しく規定されてゐる。

可撓紐線(コード)は電球線として、又は移動して使用する家庭用電氣器具等に附して使用する電線で、極めて細い錫鍍金軟銅線を多數捻合せて被覆したものである。之に第一種可撓紐線(ニヶ燃コード)、第二種可撓紐線(丸打コード)、第三種甲可撓紐線(耐水ニヶ燃コード)、第三種乙可撓紐線(耐水丸打コード)、第四種可撓紐線(特

に細い素線の丸打コード)等の種類があつて其の仕様及び試験規定は工規細.17-22に定められてゐる。

電線の太さを表すには従來 B.S 線番號で呼ばれてゐたが、メートル法の實施に伴ひ單線は直徑をmmで、燃線は斷面積をmm<sup>2</sup>で呼ぶことになつてゐる。(附録参照)

電線の太さを選定するには次の諸點より考慮しなければならぬ。

- (イ) 斷線の虞れなき充分の強さを有する太さのもの
- (ロ) 電線價格及び損失電力等より考慮して經濟的の太さのもの
- (ハ) 電壓降下が或限度以内に保たるゝ太さのもの
- (ニ) 過熱燒損さるゝことなく所要の電流を安全に通過し得る太さのもの(安全電流は附録第7表参照)

電壓に依り使用し得る最小限度の電線の太さに關し工規では次の如く定めてゐる。

屋外用	{	特別高壓線…硬銅線 5mm以上又は之と同等以上のもの(本. 83)
		高 壓 線…硬銅線 4mm以上又は之と同等以上のもの(本. 83)
		低 壓 線…硬銅線2.6mm以上又は之と同等以上のもの(本. 83)
		低壓引込線…硬銅線2.6mm以上又は之と同等以上のもの(本.100)
(徑間20m以下のときは2.0mm以上)		
屋内用	……………	軟銅線1.6mm以上又は之と同等以上のもの(本. 100)

### 5. 碼 子

碼子は電線を支持し、且つ支持物(大地)と電線間を絶縁する役目

を有する。従つて碍子は機械的強度及び絶縁耐力の大なるものでなければならぬ。

碍子は長石、石英、陶土の混合物を以つて適当な形に作り、之を1300°C以上に灼熱した後、釉薬を施して仕上げたものである。

屋外用碍子を大別すれば懸垂型碍子とピン型碍子の二種になる。

懸垂型碍子は電圧高き特別高圧送電線路に用ひられる。單に箇數を増減することに依つて電壓に應じ得ること、破損の場合は一連中の其の碍子のみを取換へればよいこと等の長所がある。送電電壓と懸垂型碍子一連の箇數とは略々次表の如くである。

線間電壓と懸垂型碍子一連の箇數

線間電壓 (K.V)	一連の箇數	
	懸垂箇所	耐張箇所
33	3	3
55	4	5
66	4	6
77	5	7
110	7	9
154	9	11
220	11~13	13~15



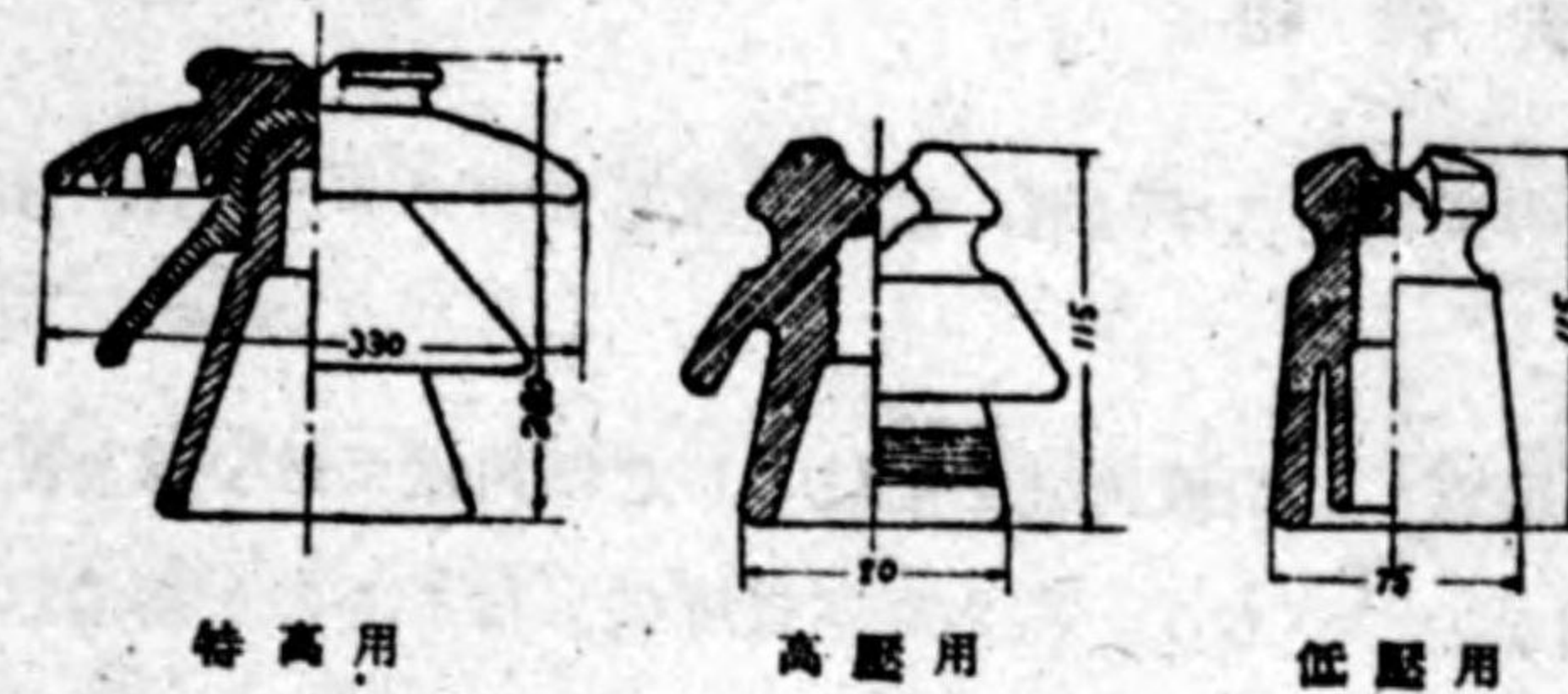
第3圖 懸垂型碍子

ピン型碍子は比較的電圧低き特別高圧送電線路又は高壓及び低壓配電線路に使用せられる。使用電壓に應じて其の構造、寸法が多少宛違つてゐる。

高壓及び低壓線の分岐點、終點等にて電線引留めに使用するものに茶壺碍子(シャックル碍子)といふのがあつた。碍子中央の溝にボ

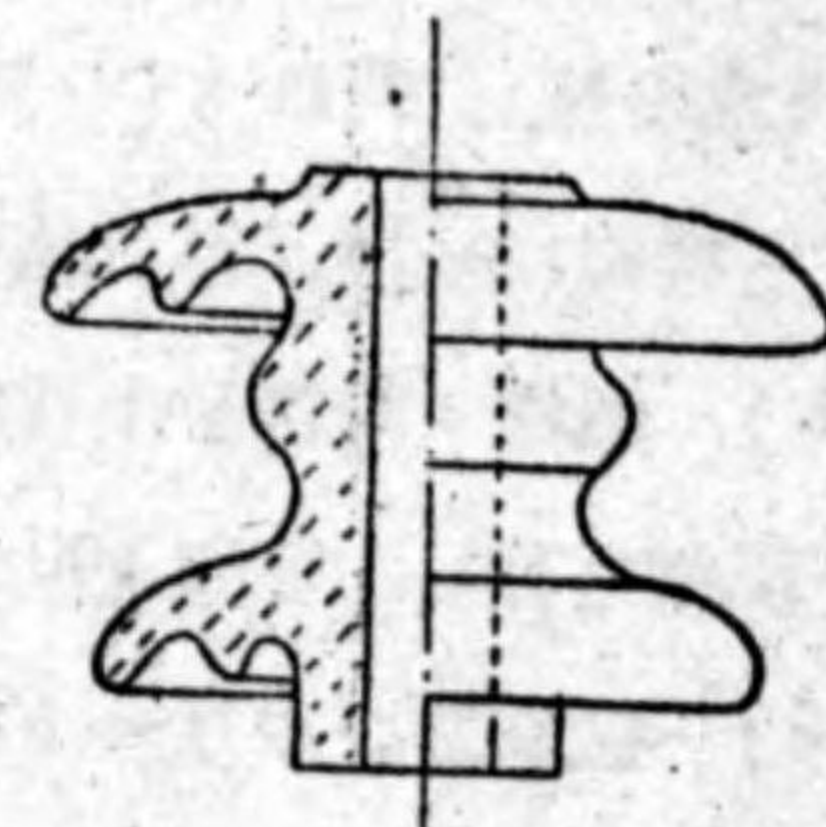
トを通し、二枚の短冊型金物(ストラップ)で腕木に取付けるのである。

屋内配線にはピン型碍子の外ノブ碍子、クリート碍子等を使用する。(第三章参照)



第4圖 ピン型碍子

碍子に加へる電壓を次第に上昇するときは先づ其の表面に沿ふて放電を起す。尙電壓を上げれば周圍の空氣をも通じて激烈な放電を起すに至る。此ときの電壓を閃絡放電電壓といふ。雨水を注いで碍子面がぬれてゐる時の閃絡放電電壓は乾燥時の約50%に低下するものである。



第5圖 茶壺碍子

加電壓を高め、終ひに磁質が破壊されるとき電壓を破壊電壓といふ。空氣中では破壊放電を起す前に閃絡放電を起す故に此の耐壓試験は碍子を變壓器油に浸して行ふ。

屋外用碍子特に高電壓用の碍子は使用年月の経過と共に其の性質

が劣化するものである。故に適當の期間毎に野外試験を行つて劣化碍子を取換へねばならぬ。停電中ならばメガーを以つて絶縁抵抗を測定し、送電中ならば不良碍子検出器を用ひて良否を判別する。

### 6. 支持物

電線路の支持物には鐵塔、鐵柱、鐵筋コンクリート柱、木柱の四種がある。

(a) 鐵塔 亜鉛鍍角鐵を主柱とし之に角鐵又は平鐵を組合せたもので種々の型がある。高さ及び強度の大なるものが得られ、徑間の大きな特別高壓の長距離送電線路に適する。

鐵塔には其の性質より大別して固定鐵塔と可撓鐵塔の二種がある(第四章参照)。何れも(b)の鐵柱に比して根開き大にして且つ一般に各主柱毎に基礎工事を施してある。

(b) 鐵柱 角鐵を主柱材とし、根開きが約1m以下で、多くは單一基礎を有し、徑間100m前後以下の電線路に用ひらる。

(c) 鐵筋コンクリート柱 鐵筋十數本を入れコンクリートで柱狀に形作つたもので壽命長く、且つ材料の均一性を得る長所がある

(d) 木柱 木柱は壽命短く、強さ長さに自然の限度があるが材料豊富、加工及び建柱容易等の長所があるので徑間のあまり大きくない線路には廣く用ひられてゐる。

柱材……杉、檜、赤松、蝦夷松等

壽命……不注入柱で平均8年、丹髹注入柱で平均15年、クレオソート注入柱で平均17年位。

強さ……杉(400kg/cm<sup>2</sup>) 檜(500kg/cm<sup>2</sup>)……續 37

所要木柱の太さの設計法、採用すべき安全係數及び太さの制限等に関しては工規中に明示されてゐる。

### 7. 線路定數

(a) 抵抗 電線1km當りの抵抗を $r$ オーム(附錄硬銅線表参照)、線路直長を $l$ kmとすれば、

$$\text{電線一條の抵抗 } R = rl \dots\dots (\Omega) \dots\dots (1)$$

若し又電線の斷面積を $A$ mm<sup>2</sup>、固有抵抗を $\rho$ Ω/mm<sup>2</sup>/mとすれば、

$$R = \rho \frac{1000l}{A} \dots\dots (\Omega) \dots\dots (2)$$

硬銅線の固有抵抗 $\rho$ の大約の値は單線では $\frac{1}{60}$ 、太い鐵線ならば $\frac{1}{65}$ 、細い鐵線にありては $\frac{1}{50}$ Ω/mm<sup>2</sup>/mである。

(b) 自己誘導係數 電線に交流を通すれば、自己誘導作用に依り反起電力を生じ、電壓を降下せしめる。

單相又は三相回路に於ける電線一條の1km當りの自己誘導係數(インダクタンス)は次式で計算出来る。

$$L = 0.05 + 0.461 \log_{10} \frac{2D \times 1000}{d} \dots\dots (\text{m.H./km}) \dots\dots (18)$$

茲に  $L$  = 電線一條、長さ1km當りのインダクタンス(ミリヘンリー)

$d$  = 電線の直徑(mm)

$D$  = 線間距離(m)

従つて電線一條の1km當りリアクタンスを $x$ オームとすれば、

$$\left. \begin{aligned} x &= 2\pi fL \times 10^{-3} \dots (\Omega) \dots\dots\dots \\ l \text{ kmにては, } X &= xl \dots (\Omega) \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

(c) 静電容量 架空電線は空気を隔て、蓄電器を形成してゐる。即ち電線相互間には静電容量を有し、線間に電圧を加へれば電圧よりも位相が90°進んだ所謂充電電流が流れる。単相又は三相回路に於ける電線一條の中性點に對する静電容量Cは次式で與へられる。

$$C = \frac{0.0241}{\log_{10} \frac{2D \times 1000}{d}} \dots (\mu.F./\text{km}) \dots\dots\dots (5)$$

従つて電線一條の中性點に對する容量サスセブタンスをBc モーとすれば、

$$B_c = 2\pi fCl \times 10^{-6} \dots (\text{U}) \dots\dots\dots (6)$$

之に依つてみればL及びCは電線の直徑と線間距離に關係するもので、其の値は附録第3表及び第4表に示してある。

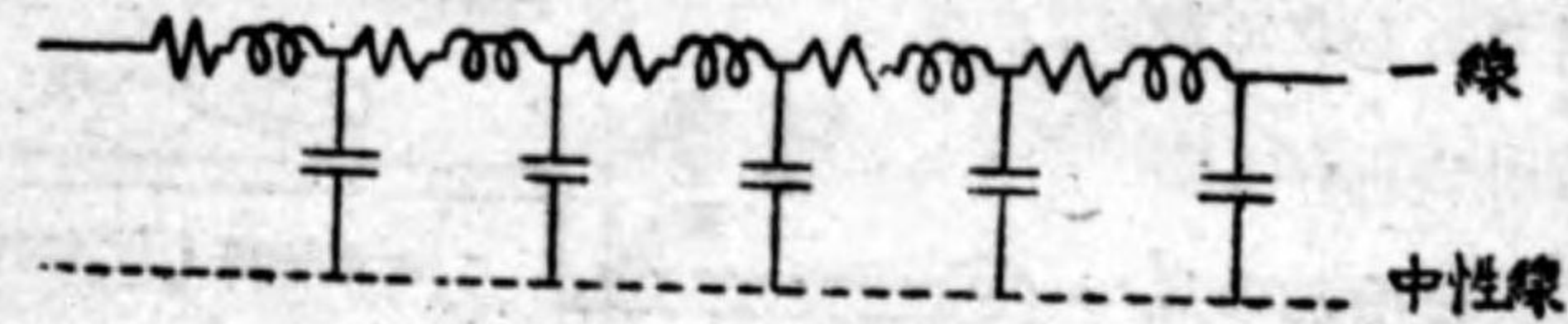
上式のL及びCの式に於けるDは三相回路に於ては三線が互に等しき距離に（即ち正三角形の頂點に）配置された場合の線間距離である。若し三線相互の距離が等しからざるときは各線のL及びCは不等となり従つて電壓及び電流に不平衡を來す故に適當區間毎に電線相互の位置を交替せしめ各線のL及びCが等しくなる様にする。之を撚架(Transposition)といふ。撚架せる場合には各線のL及びCの値は

$$D = \sqrt[3]{D_1 D_2 D_3} \quad (\text{但し } D_1, D_2, D_3 \text{ は電線相互間距離})$$

として前式又は附録の表より求むればよい。

上述の抵抗、インダクタンス及び静電容量は線路に沿ふて分布してゐる故に、線路の等價回路は複雑なものである。

然し電壓比較的低下短距離架空送電線又は架空配電線にありてはCを省畧してR及びXの直列回路と見做して實用上差支へない。



第6圖 等價回路

## 第二章 架空配電線路

### 8. 配電方式

- (a) 電氣方式……交流單相二線式、三相三線式、直流二線式、單相及び直流三線式
- (b) 配電電壓……一次 3000—3300V  
二次 { 200—220V  
100—110V
- (c) 負荷の接続方式……並列式、直列式、直並列式があるが電燈、電熱、動力等一般の負荷は並列式による。直並列式は電車内の電燈配電に採用されることがある。

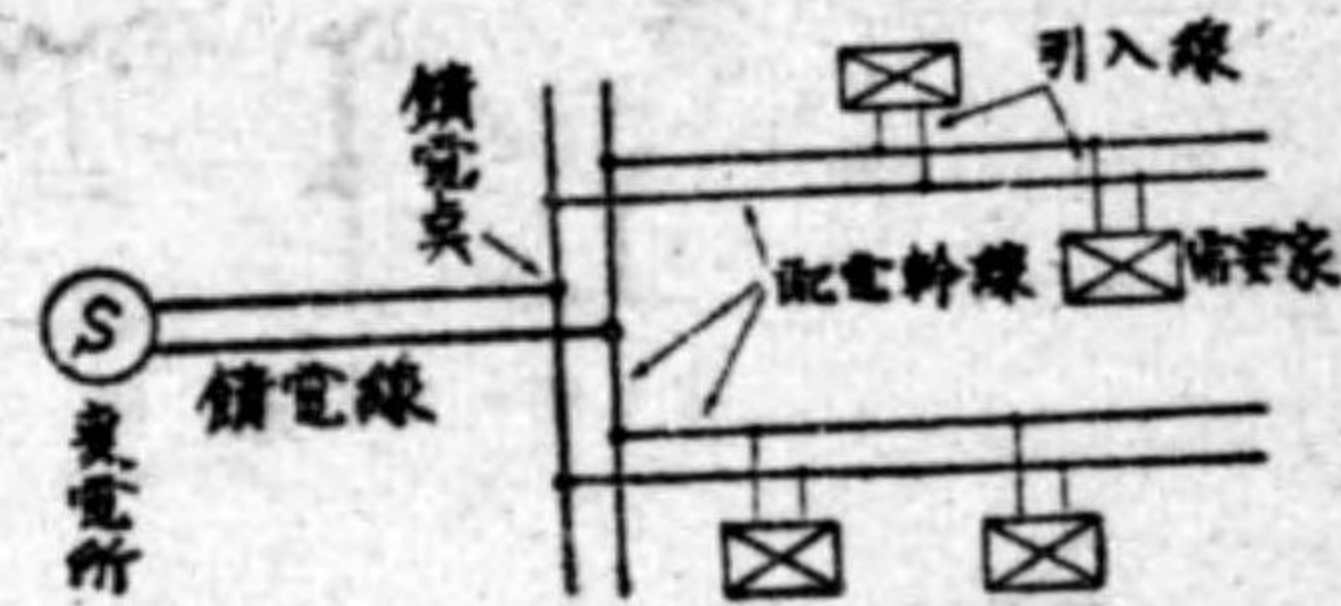


第7圖 負荷接続方式

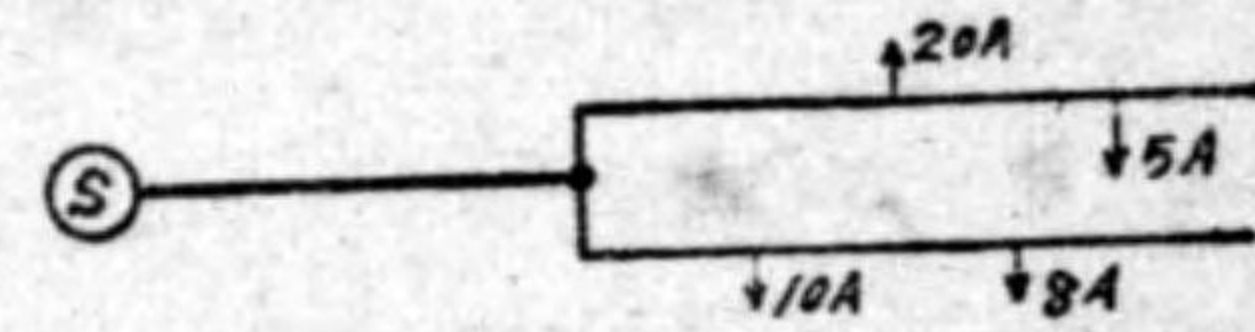
(d) 幹線方式……幹線方式には樹枝状と環状とがある。

樹枝状幹線方式 (Tree system) は變電所より饋電線 (Feeder) を以つて配電幹線に送り、幹線より必要に応じて多數の引込線を出して負荷に接続する方式である。此方式は配電方法が簡單で且つ運用も容易であるため最も

広く採用せられてゐる。將來需要増加の見込ある場所に便利である。

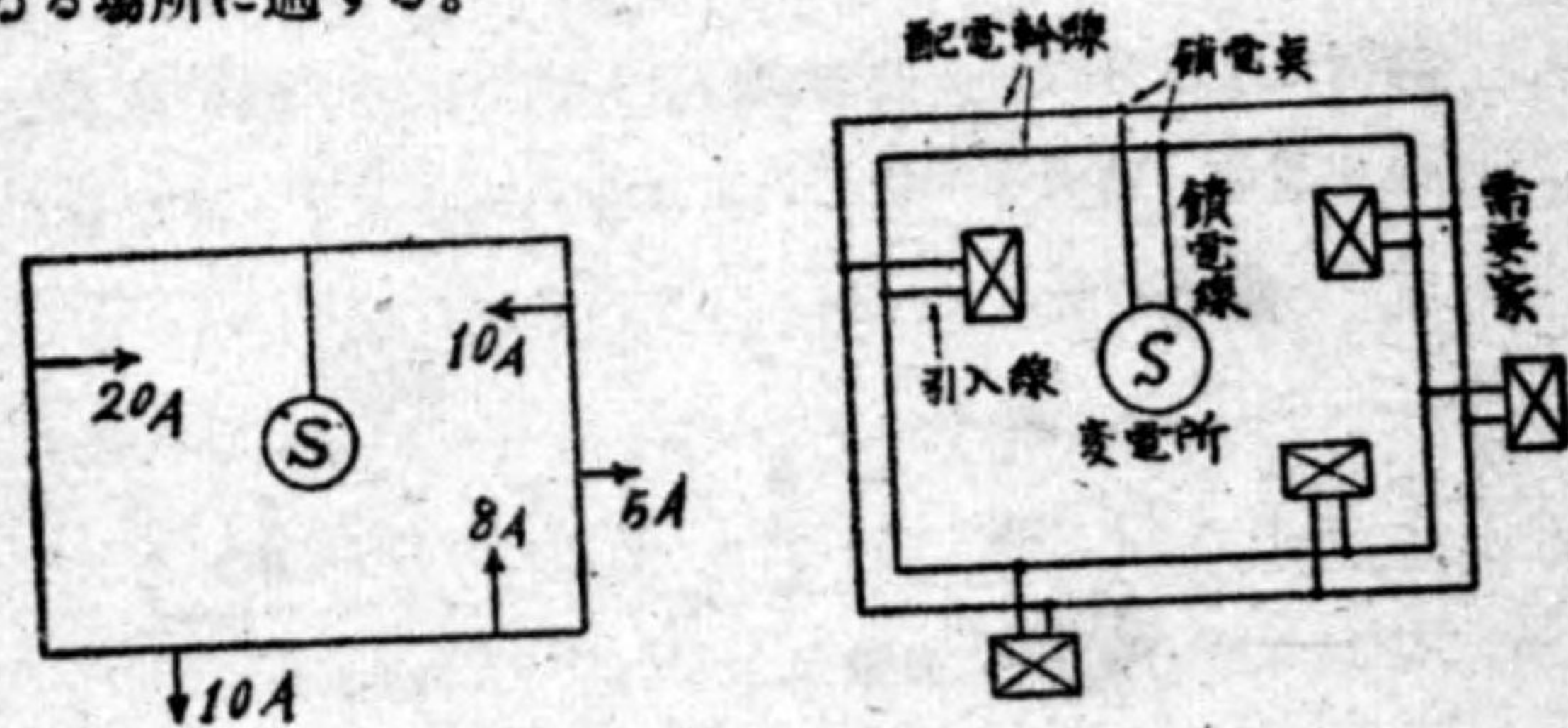


環状幹線方式 (Loop system) は配電幹線を環状とし、之より必要に応じて多數の引込線を出す方式である。幹線の或箇所に故障が起つても其の小區間のみを開路すれば他の部は停電することなしに供給し得る。負荷の密集してゐる場所に適する。



第8圖 樹枝状幹線

出方式である。幹線の或箇所に故障が起つても其の小區間のみを開路すれば他の部は停電することなしに供給し得る。負荷の密集してゐる場所に適する。



第9圖 環状幹線

### 9. 負荷率及需要率

負荷は時刻、季節に依つて相當變動するものである。電燈負荷にありては一日の間の最大負荷は日没後から2~3時間の間に起り、一ケ年を通じては冬季に最大負荷が起る。電氣供給設備は一ケ年を通じての最大負荷に應じ得る様設計されなければならぬ。

發電所、變電所、送電線又は配電線に於て一ケ年間を通じての平均電力を其の期間中に起つた最大電力で割つた値を百分率で示したものを其の設備の一ケ年負荷率 (load factor) といふ。此の値の大小は其の設備が有効に使用されてゐるか否かを示すもので、電氣料金の算定にも重要な關係を有する。

又需要者は多くの電燈や動力を取付けてゐても一般には之等を全部同時に全負荷で使用することは殆ど無い。需要者が一ケ年を通じて使用した最大の電力を其の需要者の取付全電力で割つた値を百分率で示したものを其の需要者の一ケ年需要率 (Demand factor) といふ。常に100%より小で、負荷の種類 (電燈、動力等) 料金制度 (従量制か定額制か) 需要者の種類 (工場、商店、住宅等) 其の他の條件により異なるものである。

斯くの如く各需要者の最大需要電力は其の取付電力の和よりも小なるのみならず、又各需要者の最大需要電力は必ずしも同時刻に起るものとは限らない。従つて配電線、變壓器、變電所其の他の供給設備は其の先に接続されたる取付電力の總和よりも遙かに小なる容量で足りるものである。

10. 電 壓 降 下

(a) 直流二線式 圖の如く配電線路の終端に負荷が集中してある場合には、

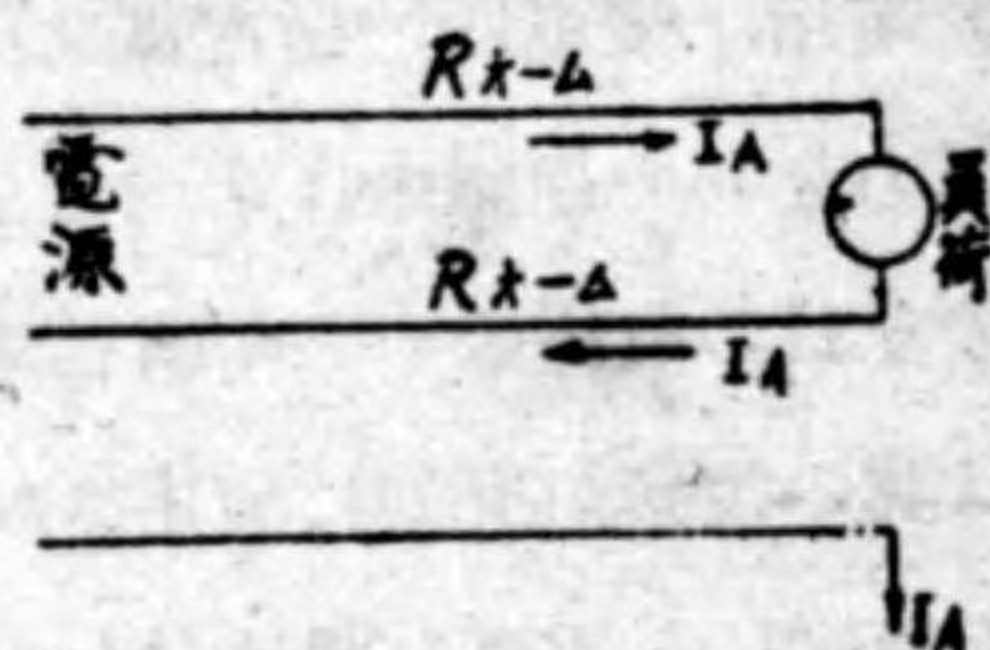
$$\begin{aligned} \text{電圧降下 } e &= 2IR \\ &= 2 \times \frac{r}{1000} lI \dots\dots (V) \dots\dots (7) \end{aligned}$$

茲に  $l$  = 配電距離 (m)

$r$  = 電線 1km 當り抵抗 ( $\Omega$ )

$R$  = 電線一條の抵抗 ( $\Omega$ )

$I$  = 負荷電流 (A)



第 10 圖

上式より、

$$lI = \frac{500e}{r} \dots\dots (8)$$

此の  $lI$  の値を 1km に就き  $r \Omega$  の抵抗を有する電線のアンペアメートル (Ampere meter) と稱する。各種電線に就き此の値を表示しておけば計算上便利である。(附録第 5 表参照)

(例題) 直徑 6 mm の硬銅線を用ひ、60m の距離に在る負荷に 40 A を供給すれば幾 V の電圧降下を生ずるか。

解1. (固有抵抗  $\rho = \frac{1}{56} \Omega/\text{mm}^2/\text{m}$  として)

$$\text{電線の断面積} = 3.14 \times 3^2 = 28.26 \text{ mm}^2$$

$$\text{電線一條の抵抗 } R = \frac{1}{56} \times \frac{60}{28.26} = 0.0379 \Omega$$

$$\therefore \text{電圧降下 } e = 2 \times 40 \times 0.0379 = 3.03 \text{ V}$$

解2. (電線表を用ひて)

6mm の電線 1km 當りの抵抗  $r = 0.6287 \Omega$

$$\therefore \text{電圧降下 } e = 2 \times \frac{0.6287}{1000} \times 60 \times 40 = 3.02 \text{ V}$$

解3. (アンペアメートル表より)

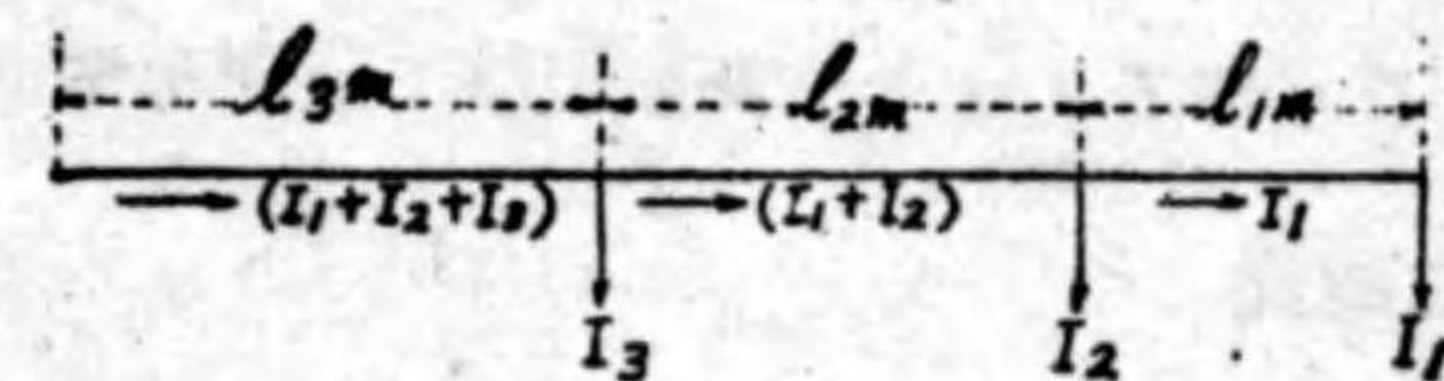
$$lI = 60 \times 40 = 2400$$

アンペアメートル表により 6 mm の電線に對し、アンペアメートル 2380 のとき電圧降下 3.0V なるを知る。

故に、電圧降下は約 3V.

次に第 11 圖の如く線路に沿ふて負荷が分布してある場合には、

$$e = 2 \frac{r}{1000} \left\{ l_1 I_1 + l_2 (I_1 + I_2) + l_3 (I_1 + I_2 + I_3) \right\} \dots\dots (9)$$



第 11 圖

茲に  $e$  = 最大電圧降下 (V)

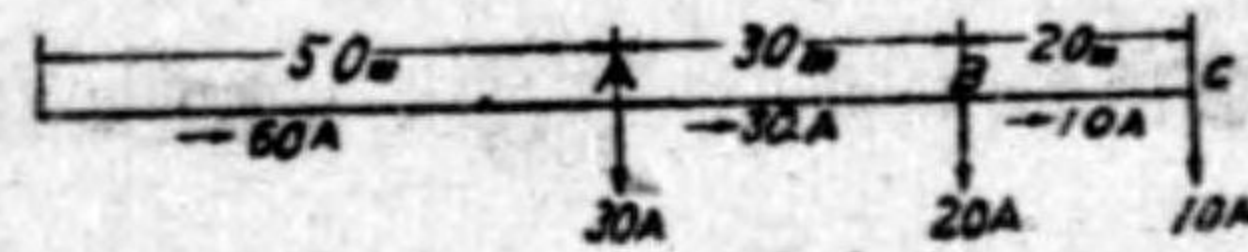
$l_1, l_2, l_3, \dots\dots$  = 各負荷點間距離 (m)

$I_1, I_2, I_3, \dots\dots$  = 各負荷の電流 (A)

若し電路中の電線の太さ異なる場合は同一太さの電線の部分毎に上の計算を行ふ。

(例題) 圖の如き直流二線式配電線路あり。電源の電壓 105 V ならば A 及び C 點に於ける線間電壓如何。但し電線は直徑

8mmの硬銅單線とす。



第 12 圖

解.  $r = 0.3536 \Omega/\text{Km}$

A 點までの電壓降下 =  $2 \cdot \frac{0.3536}{1000} \times 50 \times (10 + 20 + 30) = 2.1\text{V}$

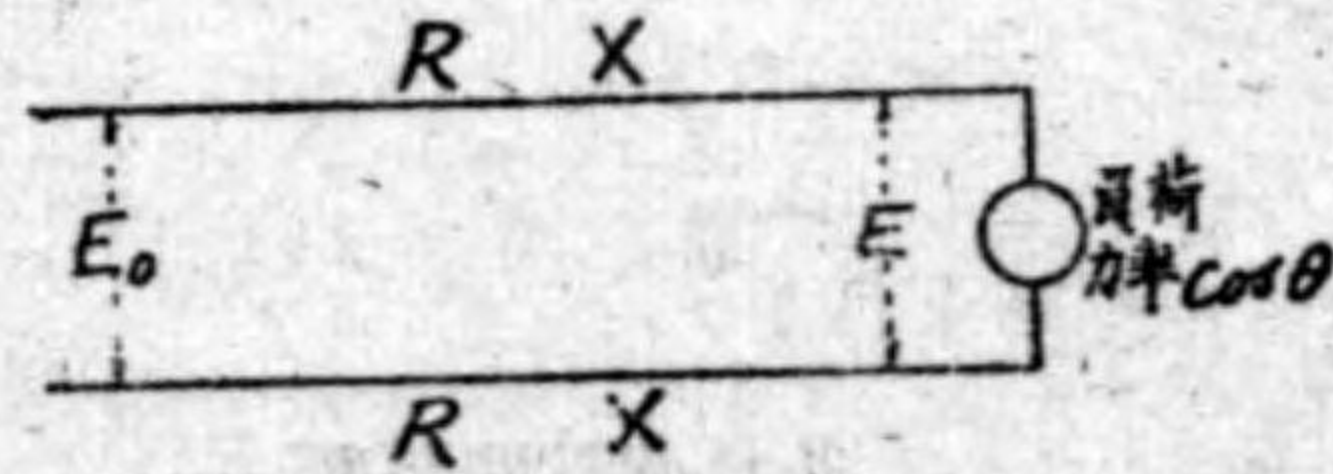
C 點までの電壓降下 =  $2 \times \frac{0.3536}{1000} \times (50 \times 60 + 30 \times 30 + 20 \times 10) = 2.9\text{V}$

A 點の線間電壓 =  $105 - 2.1 = 102.9\text{V}$

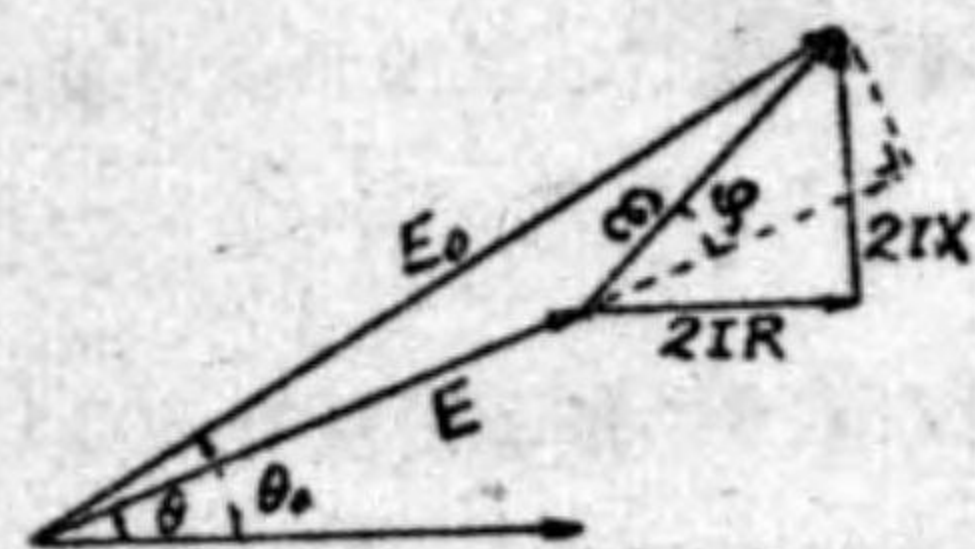
C 點の線間電壓 =  $105 - 2.9 = 102.1\text{V}$

(アンペアメートル表を用ひて上問を解きてみよ)

(b) 單相二線式



第 13 圖



第 14 圖

R = 電線一條の抵抗 ( $\Omega$ )

X = 電線一條のリアクタンス ( $\Omega$ )

I = 線電流 (A)

$E_0$  = 電源線間電壓 (V)

$E$  = 負荷端子電壓 (V)

$\cos \theta$  = 負荷力率

とし,  $r$  及び  $x$  を 1Km 當り 抵抗 及び リアクタンス とすれば

電線一條の抵抗による電壓降下  $IR = \frac{r}{1000} l I$

電線一條のリアクタンスによる電壓降下  $IX = \frac{x}{1000} l I$

ベクトル圖より,

$E_0 = \sqrt{(E \cos \theta + 2IR)^2 + (E \sin \theta + 2IX)^2}$  ..... (10)

或は,

$E_0 = \sqrt{(E + 2IR \cos \theta + 2IX \sin \theta)^2 + (E \sin \theta)^2}$

但し,  $e = \sqrt{(2IR)^2 + (2IX)^2}$

$\theta_0$  と  $\theta$  が殆ど等しき場合には  $\sin \varphi \approx 0$  となる故に

$E_0 \approx E + 2I(R \cos \theta + X \sin \theta)$  ..... (11)

故に, 電壓降下を  $e$  とすれば,

$e \approx 2I(R \cos \theta + X \sin \theta)$   
 $= 2 \cdot \frac{r \cos \theta + x \sin \theta}{1000} l I$

$= 2 \cdot \frac{r_e}{1000} l I$  ..... (12)

茲に,  $r_e = r \cos \theta + x \sin \theta$  ..... (13)

= 電線一條の 1km 當り 等價抵抗 ( $\Omega$ )

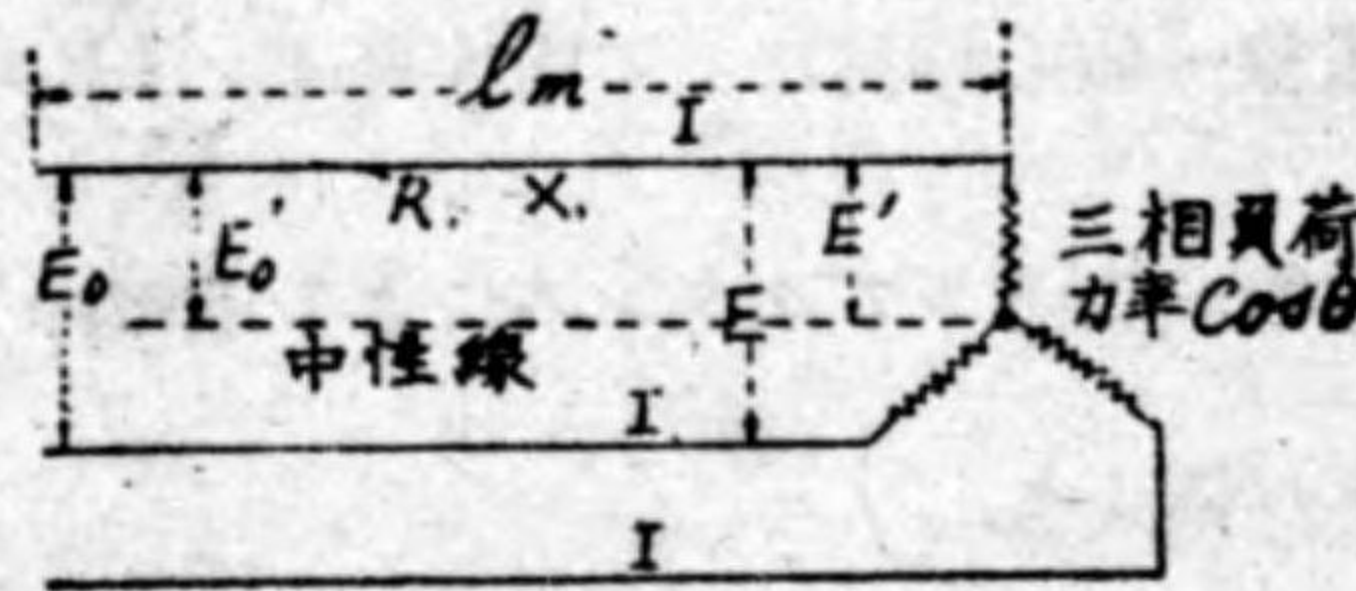
附録に掲げたる  $r_e$  の表は 50 及び 60 サイクルに於て, 電線の直径, 力率, 線間距離を與へて之に對する  $r_e$  を算出表示したものである。

負荷が散在してゐるときは, 各負荷點の電壓及び電流は一般に同

相ではないが、各負荷の力率が畧々相等しければ、之を同相と見做し、電圧降下は直流の場合の式の  $l$  の代りに  $l_e$  を用ひて計算して大差はない。

(c) 三相三線式

一線と中性線間の電圧は線間電圧の  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  である。即ち圖



第 15 圖

に於て、

$$E' = \frac{E}{\sqrt{3}} \quad E'_0 = \frac{E_0}{\sqrt{3}}$$

然るに、

$$E'_0 = \sqrt{(E' \cos \theta + IR)^2 + (E' \sin \theta + IX)^2} \\ = E' + I(R \cos \theta + X \sin \theta)$$

故に、 $E_0 = E + \sqrt{3} I (R \cos \theta + X \sin \theta) \dots \dots (V) \dots \dots (14)$

依つて電圧降下を  $e$  とすれば、

$$e = E_0 - E = \sqrt{3} I (R \cos \theta + X \sin \theta) \\ = \sqrt{3} \cdot \frac{l_e}{1000} l I \dots \dots (V) \dots \dots (15)$$

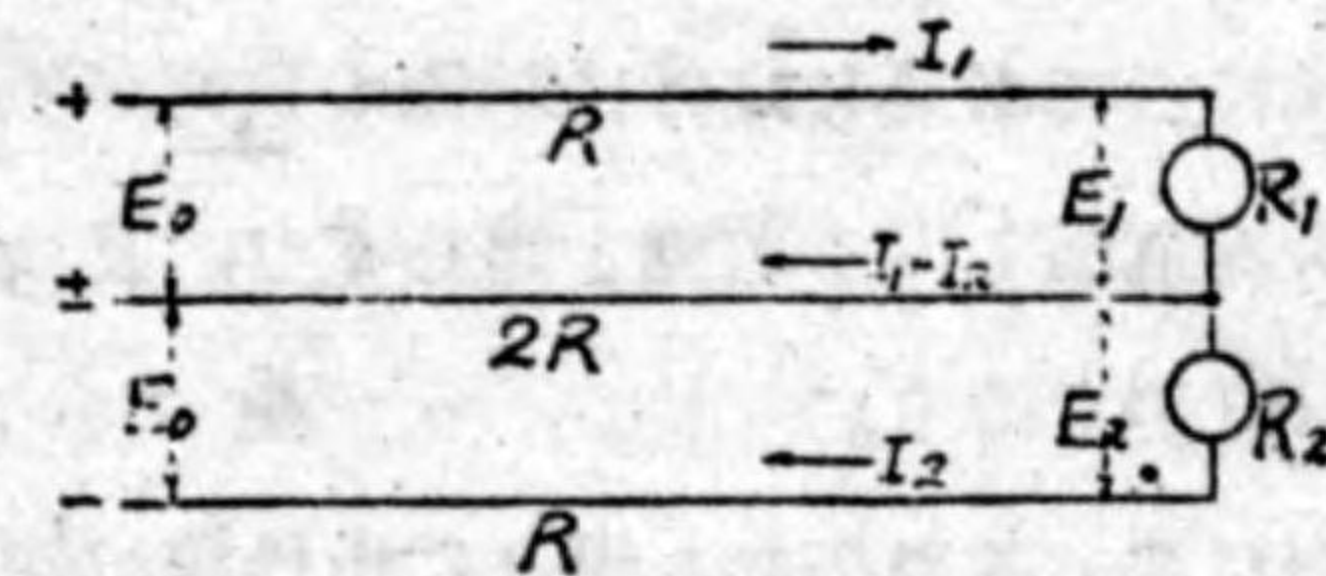
(例題) 力率80%, 60サイクル, 200V, 10H.P, 能率85%の三相誘導電動機に配電する線路あり。距離150m, 電線の直徑6mm 電線間隔0.5mなりとせば其の電圧降下如何。

解. 線電流  $I = \frac{746 \times 10}{\sqrt{3} \times 200 \times 0.85 \times 0.8} = 31.7 \text{ A}$

$l_e = 0.7456 \Omega / \text{km} \dots \dots \dots$  附録表より

電圧降下  $e = \sqrt{3} \times \frac{0.7456}{1000} \times 150 \times 31.7 = 6.1 \text{ V}$

(d) 直流又は交流單相三線式 理解を容易ならしむる爲に直流三線式に就いて説明する。交流單相三線式は之に準じて計算すればよい。今外線の抵抗を  $R$ , 中性線の太さを外線の  $\frac{1}{2}$  (即ち抵抗  $2R$ )



第 16 圖

とし、片側に  $R_1$ , 他の側に  $R_2$  なる不平衡負荷をかけたとすれば、

$$E_1 = R_1 I_1 = R_1 \frac{E_0(5R + R_2)}{5R^2 + 3R(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \dots \dots (16)$$

$$E_2 = R_2 I_2 = R_2 \frac{E_0(5R + R_1)}{5R^2 + 3R(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \dots \dots (17)$$

若し  $R_1 = R_2 = R_0$  (即ち平衡負荷) ならば

$$E_1 = E_2 = \frac{E_0 R_0}{R + R_0}$$

例へば圖に於て  $E_0 = 110 \text{ V}$ ,  $R = 0.5 \Omega$ ,  $R_1 = 5 \Omega$ ,  $R_2 = 10 \Omega$  とすれば

$$E_1 = 5 \times \frac{110(5 \times 0.5 + 10)}{5 \times 0.5^2 + 3 \times 0.5(5 + 10) + 5 \times 10} = 93.2 \text{ V}$$

同様にして、

$$E_2 = 111.9 \text{ V}$$

故に、 $R_1$  側及び  $R_2$  側の電圧降下を夫々  $e_1$ ,  $e_2$  とすれば、

$$e_1 = 110 - 93.2 = 16.8 \text{ V}$$



$$e_3 = 110 - 111.9 = -1.9V \dots \dots (\text{電圧は電源よりも上昇})$$

又  $R_1 = R_2 = 5\Omega$  なる平衡負荷とすれば

$$E_1 = E_2 = \frac{110 \times 5}{0.5 + 5} = 100V$$

$$e_1 = e_2 = 10V$$

一般に三線式に於て必要な条件は兩側の負荷が平衡であること、即ち中性線に入る電流と出る電流と等しくし、且つ其の出入點を接近させることが肝要である。

三線式の兩側負荷が不平衡なる場合に中性線が切斷されたならば負荷の電圧は外線間電圧を負荷抵抗  $R_1, R_2$  の按分比に分つことになり、其の差甚しきときは負荷抵抗大なる側は電源電圧よりも却つて大となる。電燈負荷ならば電燈少き側の鐵條を燒斷する虞れがある。依つて送電中は中性線を開いてはならない。又中性線には遮斷器を裝置してはならない。(本 22)

## 11. 電線の太さ

配電線の太さを選定するには、

- (a) 安全電流表により太さの限度を定め、
- (b) 電壓降下が或限度以内に保たれる太さの電線の中最小なるものを選び、

機械的強度、工作物規程に照合し、將來の負荷増加を見越して決定する。

線路に於ける電壓降下は前節に述べたる如く、線路定數、線電流

力率に依つて定まる。従つて負荷が變化すれば之に伴ひ電壓降下が變動する。

配電用變電所にありては第六章に述べる様に電壓調整器(例へば誘導電壓調整器の如き)を用ひて二次母線又は饋電線の電壓を一定に保つ様調整するのである。

配電線の太さが小なれば抵抗が大なる爲配電線に於ける電壓降下大となり、負荷點の電壓變動が甚しい。然れば機器の使用に不都合を生ずる故配電線の電壓降下を或限度以内に保つ必要がある。

電燈負荷の場合は4V以上の變化は急變でなくとも明に感知する故に特に電壓變動の小なることが望ましい。一般に電燈配電線では其の電壓降下は

引込線のところで使用電壓の約1%以内

低壓配電線のところで使用電壓の約3%以内

高壓配電線のところで使用電壓の約2%以内…(變壓器も含む)

の範圍になる様にする。電動機又は電熱器の場合には電壓降下の影響は電燈のとき程甚しくないので許容電壓降下を前記よりも稍大きくとつて差支ない。

許容電壓降下  $e$  が與へられて電線の太さを求めるには、之を前節の電壓降下の計算式に代入して  $r$  を求め、電線表より之に相當する太さのものを選定すればよい。

(例題) 電壓100V、負荷電流10A、距離30mの引込線に於て電壓降下を1%以下ならしめんとす。最小電線の太さを求む。但し線路のリアクタンスは省略するものとす。

解1. 許容電圧降下  $e = 100 \times 0.01 = 1V$

$$1 = 2 \times \frac{r}{1000} \times 10 \times 30$$

$$r = 1.667 \Omega/km$$

∴ 電線表より, 4mmの硬銅線。

解2.  $lI = 10 \times 30 = 300$

アムペアメートル表より, 4mmの硬銅線。

12. 電力損失

$l$  = 配電距離(m)

$p$  = 配電線に於ける損失電力(W)

$P$  = 負荷電力(W)

$E$  = 負荷點に於ける線間電壓(V)

$\cos \theta$  = 負荷の力率

とすれば

(a) 直流二線式

$$p = 2 \times \frac{r}{1000} \cdot l \left( \frac{P}{E} \right)^2 \dots\dots\dots (18)$$

(b) 单相二線式

$$p = 2 \times \frac{r}{1000} \cdot l \left( \frac{P}{E \cos \theta} \right)^2 \dots\dots\dots (19)$$

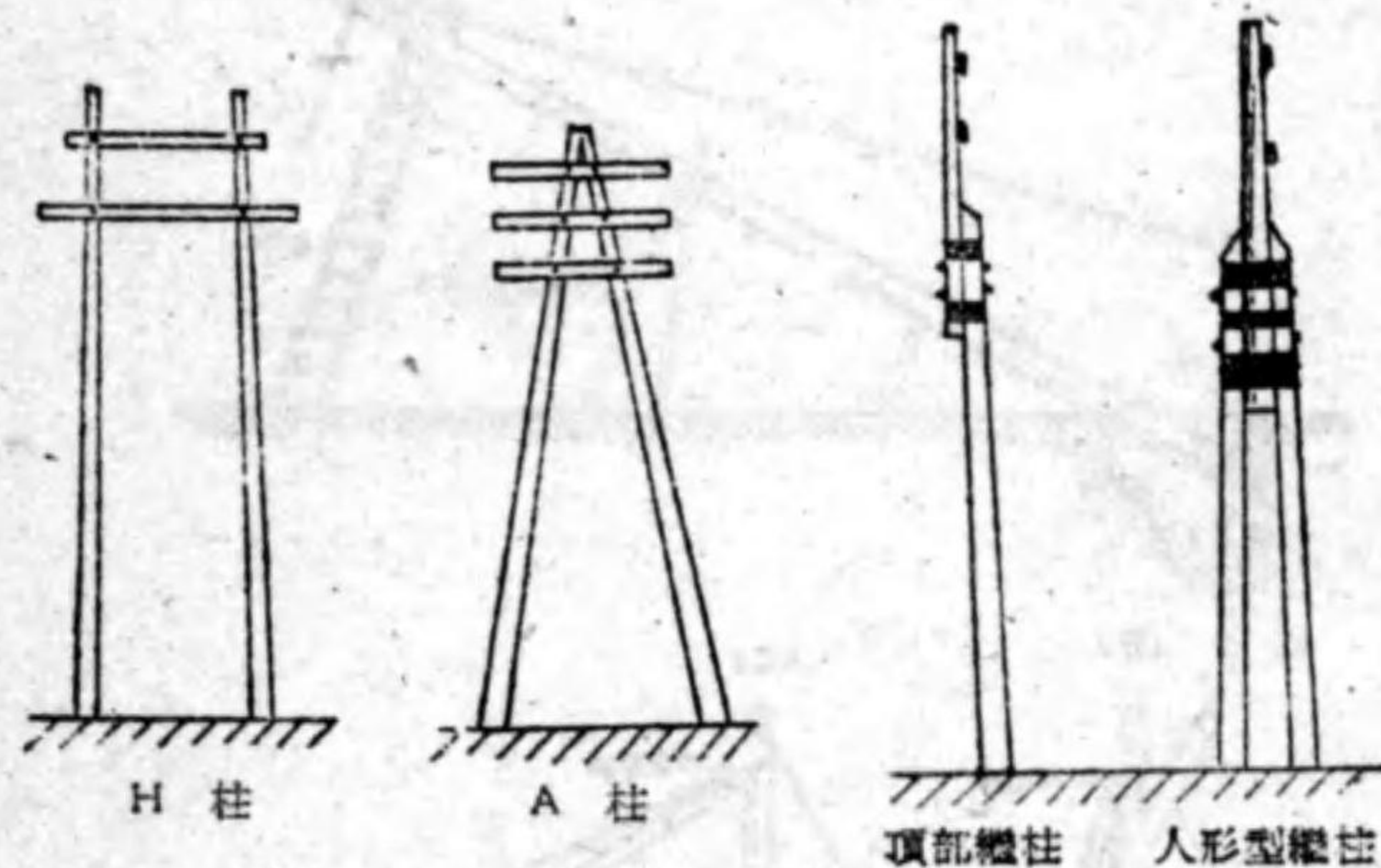
(c) 三相三線式

$$p = 3I^2R$$

$$= 3 \times \frac{r}{1000} \cdot l \left( \frac{P}{\sqrt{3} E \cos \theta} \right)^2 \dots\dots\dots (20)$$

13. 建柱工事

木柱其の他の支持物を建てるに當つては電気工作物規程の関係條項を充分に参照せねばならぬ。單柱で強度不足の場合にはA柱又はH柱の如く二本以上を組合せ、高さ不足のときは頂部繼柱又は人形型繼柱とする。



第17圖 木柱

建柱の準備として裝柱を行ふ。頂部を削つて防腐劑を塗り、腕木、腕押(アームタイ)、碇子、足場釘、根枷等を取付ける。又事業者記號、電柱番號、建設年月を表示せねばならぬ。(本. 36)

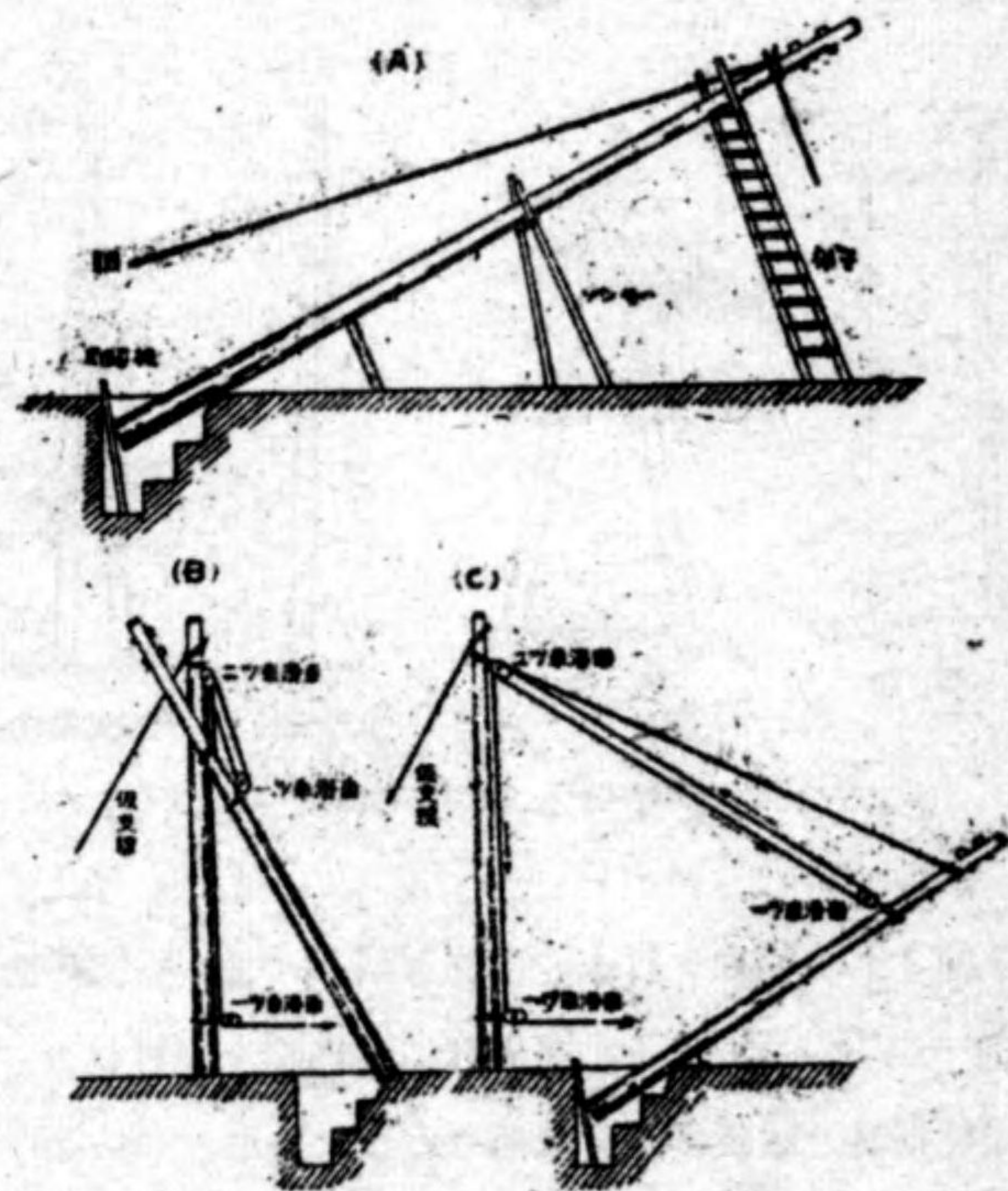
續柱の位置を定めるには、道路上ならば架空弱電流電線路との交叉數を最小にし且つ弱電流電線路のない方の側へ建てなければなら

ない。住宅の入口、店頭等は避け、又電線と造管物との距離を考へ(本. 43, 100), 又将来分岐点を作るに便利な場所を選ぶがよい。

木柱の根入の深さは木柱の長さ15m未満のときは全長の1/4以上、15m以上のときは2.5m以上としなければならぬ(細. 45)

穴掘は根入が長きときは三段掘、短きときは二段掘とする。

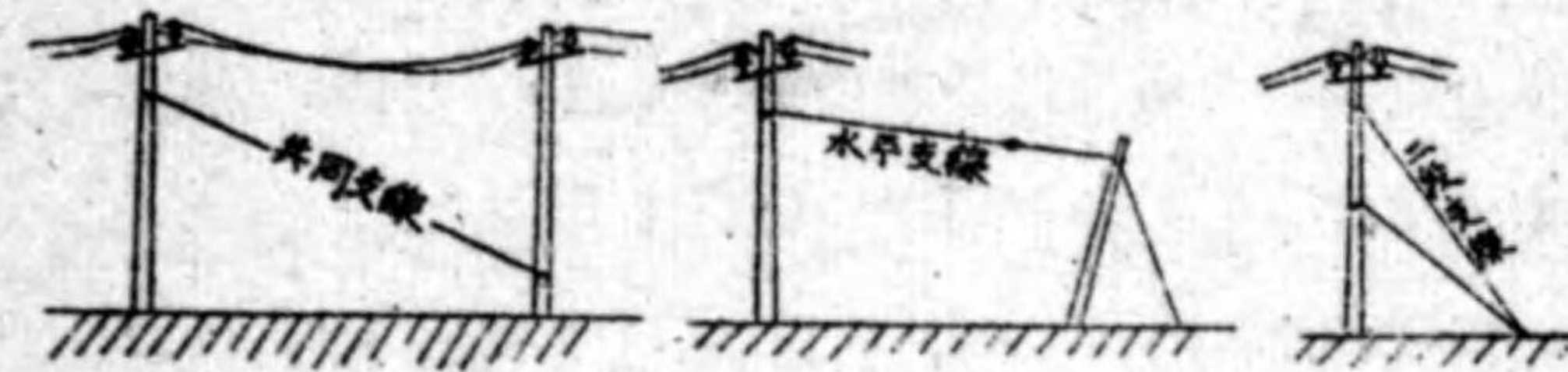
木柱を建てるには竹梯子、二又(ソノモ一), 麻ロープ等を用ひて行ふ直接建起し方法と、補助柱を用ひ滑車、ロープ等を以つて行ふ



第 18 圖 (A)建起し植柱法 (B), (C)吊込植柱法

吊込植柱法とがある。

支持物の補強又は線路全体の保安の目的を以つて支持物に支線又は支柱を取付けることがある。支線の取付方法や形状には種々あつて第19圖に其の一二の例を示す。線路の屈曲點等で片側のみを取付けられたものを片側支線、直線部分で線路と直角又は同方向に電柱の両側を取付けられたものを両側支線といふ。



第 19 圖

支線には普通直徑 4mmの亜鉛鍍鐵線を適當本數(計算方法は細. 38)束ねて用ひ、取付には埋込取付方法と環繫取付方法とがある。

### 14. 架線工事

高壓線には 4mm 以上の硬銅線を用ひ、原則として第三種絶電線を使用すべきである。(本.42) 低壓線では 2.6mm以上の硬銅線を用ひ、電壓 300V以下ならば第一種、300V 超過の直流低壓ならば第二種絶電線を用ひねばならぬ。(本.42)

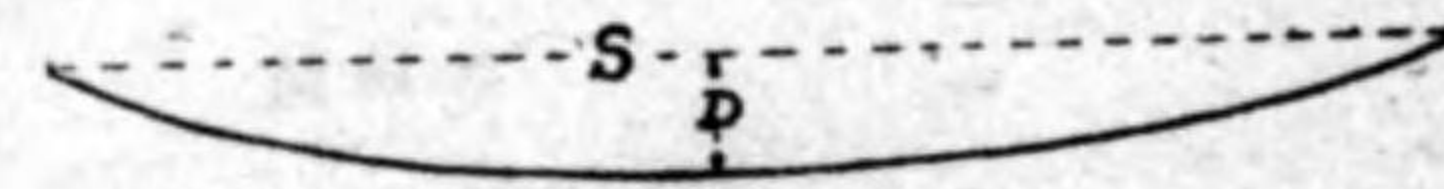
低壓及び高壓架空電線は、道路、鐵道又は軌道を横断するときは地表上又は軌條面上 6m以上、其の他の場所では地上 5m以上の高さになければならぬ。又造管物の側面では 1.2m以上、上部では 2m以上(本. 43), 植物とは30cm以上の距離がなければならぬ。(本.51)

以上は電氣工作物規程に示された原則的な制限であるが、例外もあるから關係條項を參照せねばならぬ。

電線を架するには先づ線線臺を置き（荷車を横に倒して線線臺に代用することもある）電線にキックを生せぬ様に引出す。電線の端に麻ロープをくゝり、電柱腕木には釣車を取付け、之に電線を通して引出すのである。

引出し終れば適當柱間毎に張線器で張線し、所要の弛度を與へた後更に張力を加へて電線に弱點の有無を確めたる後、張線を少し戻して所要の弛度とし電線を碍子に綁縛する。

電線の兩支持點間の直線距離を徑間といひ、支持點と電線最低點の垂直距離を弛度といふ。



S=徑間(Span)  
D=弛度(Dip)

第 20 圖

D = 電線の弛度 (m)

S = 徑間 (m)

W = 電線 1km 毎に加はる總荷重 (kg)……電線の重さ、被水の重さ、風壓等の合成

T = 電線に加はる張力 (kg)

とすれば之等の間に理論上次の關係がある。

$$D = \frac{WS^2}{8T} \dots\dots\dots (21)$$

即ち弛度と電線に加はる張力とは互に逆比例する。弛度は小さいこ

とが望ましいけれども之を小さくする程電線に張力が作用するから、最悪の場合にも斷線しないだけの弛度を有する様架設しなければならぬ。此の適當なる弛度は電線の種類、太さ、徑間の大小、溫度、荷重等により異なるもので、工規本. 64には弛度計算上の諸條件を、細. 54には硬銅線弛度表を示してある。表の數値は最低溫度最大荷重のとき安全なる爲には最低溫度無荷重時に幾何の弛度とすべきかを示したもので、之より架線時の溫度を考慮に入れ更正した値の弛度を有する様架線しなければならぬ。

架線現場にての弛度の取り方は先方の腕木間隔を目標とし又は電柱に目標を附し見通して決定する。

電線を碍子に固定するには、高壓又は低壓線は直線部では電線を

碍子の頂部に、屈曲部では

頸部に當て、綁縛線

(バンド線) 一普通

1.6mm 第一種絶緣電線一

で綁縛する。堅牢を旨とする

けれどもその爲に電線に強い屈曲を生せしめ

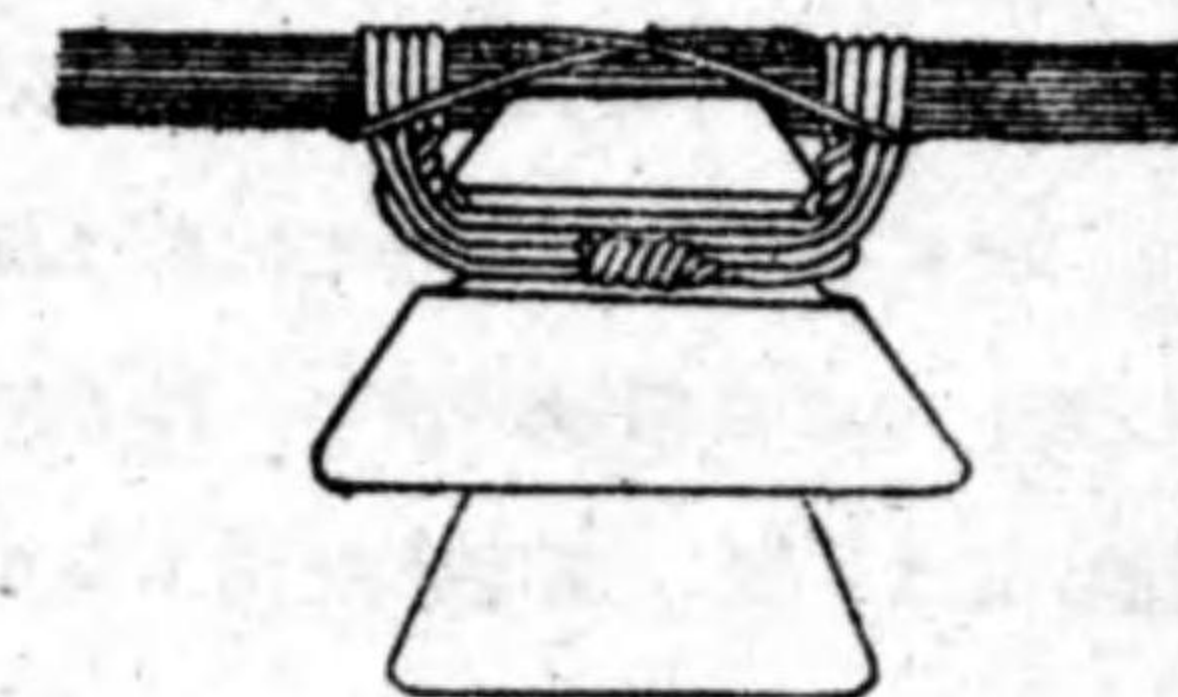
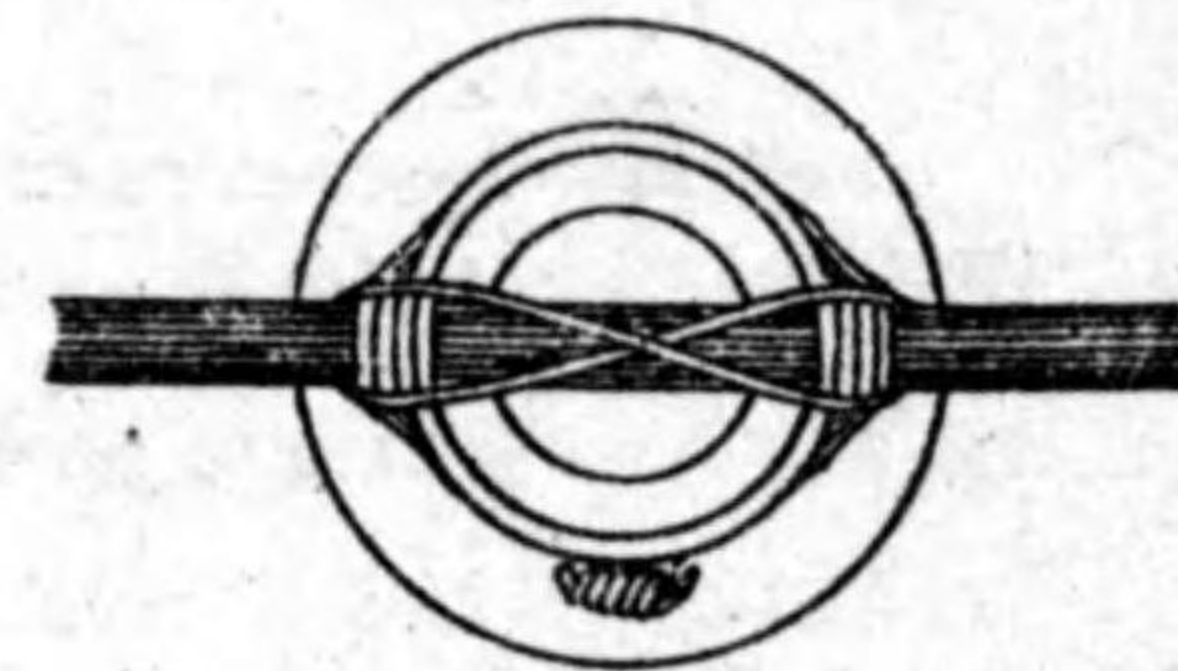
たり、電線絶緣を害せぬ

様注意を要する。

電線を接續するには、

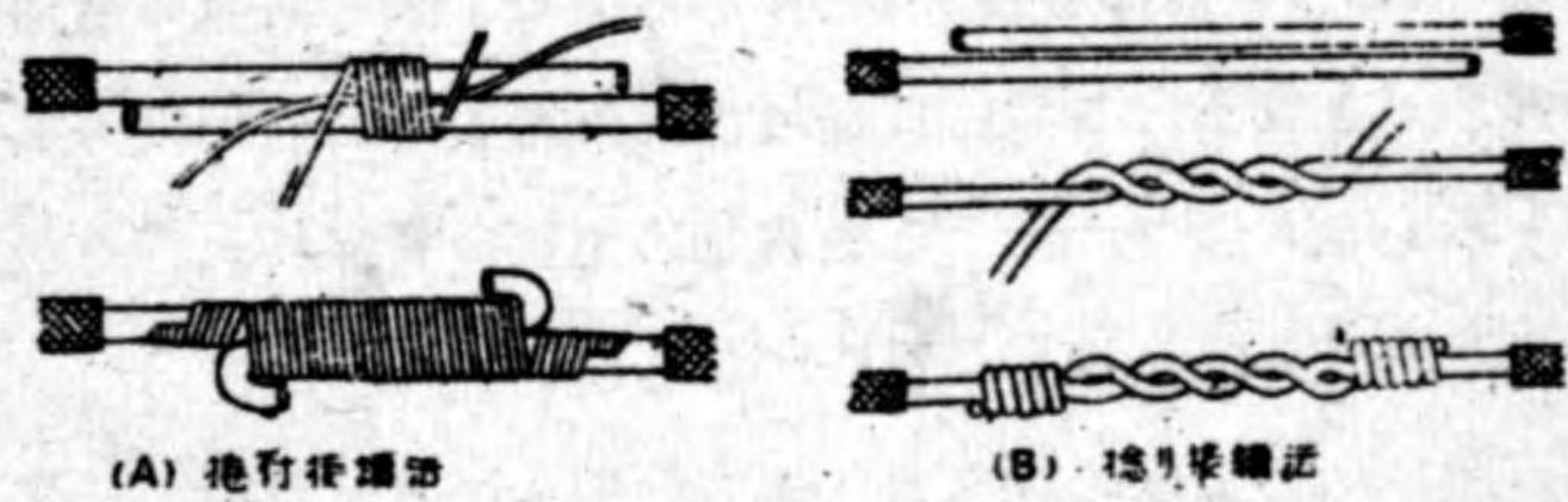
(a) 捲付接續法、

(b) 捻り (Twist) 接續法、



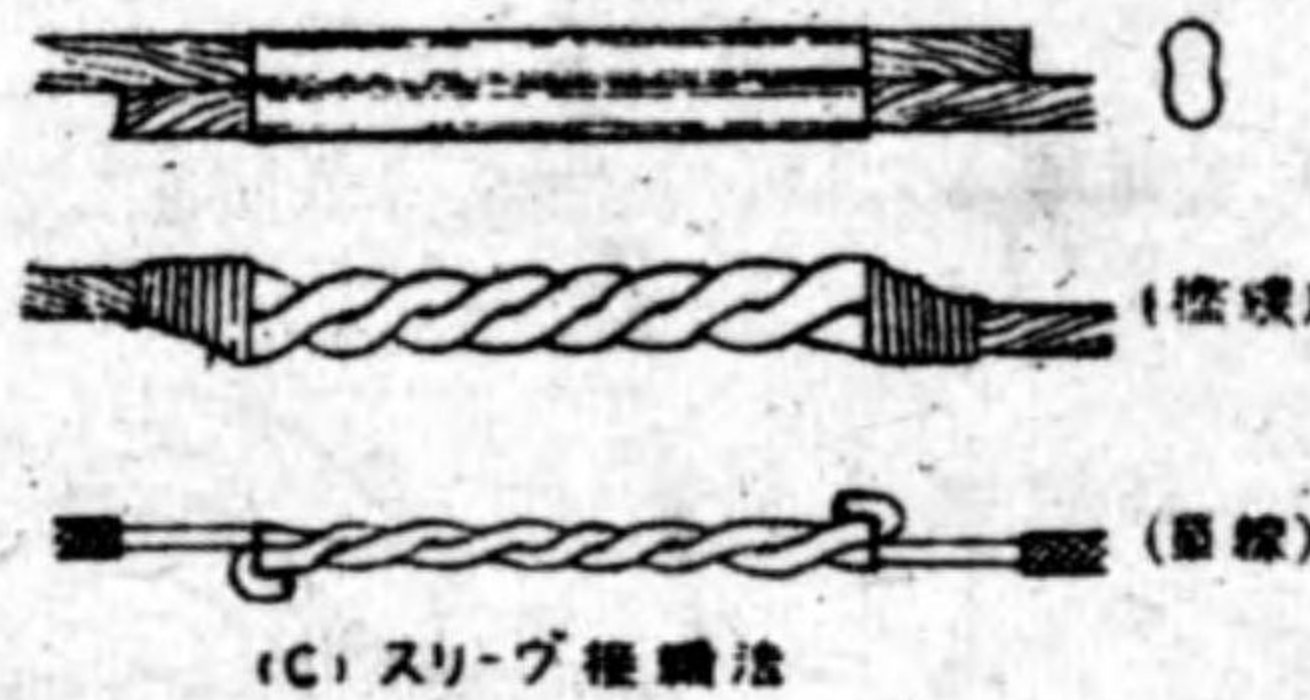
第 21 圖

(c) 管(Sleeve) 接続法等がある。普通行はれるのは(a) (b) で、太き電線で張力比較的大なる場合には (c) 又は特別な方法による。(a) 又は (b) による方法は接続して鐵付を行ひ、薬品(ペースト等)をよく拭取つて後絶縁電線の種類に應じ適當な絶縁を行ふ。



(A) 捲釘接續法

(B) 捻り接續法



(C) スリーブ接續法

第 29 圖 電線の接續法

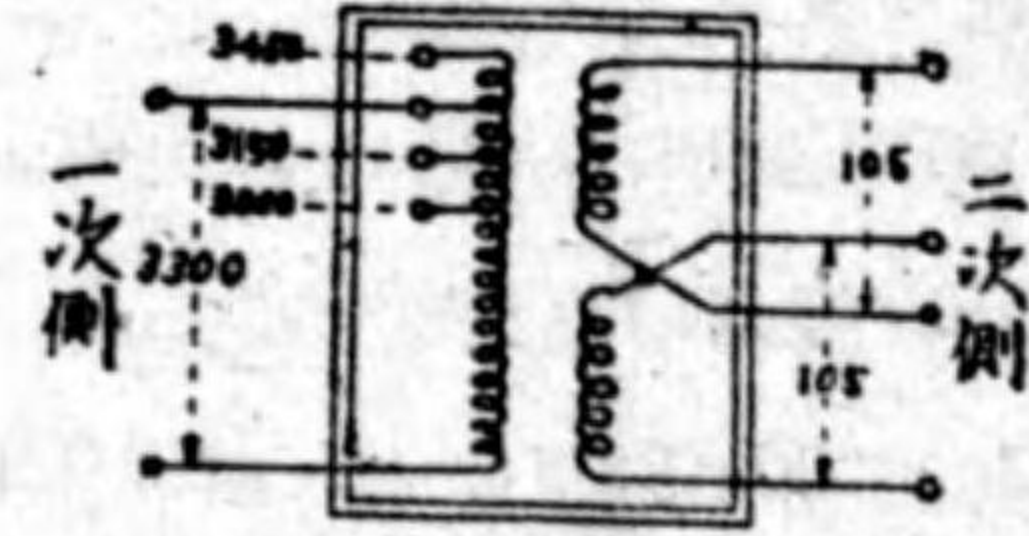
15. 柱上變壓器

柱上變壓器 (Pole Transformer) の標準容量は 1, 2, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30 K.V.A 等であつて、總て油入自冷式のものである。電燈負荷に對しては單相變壓器を、動力負荷に對しては單相變壓器 2 個 (V 結線) 又は 3 個 (Δ 結線) を用ふるか、或は三相變壓器 1 個を使用する。

普通の單相變壓器は一次側 3300V で別に 3 個のタップを有し、外

函よりは 2 本の引出線を出してゐる。二次側は 105V の捲線 2 個で 4 本の引出線を備へてあつて、之を並列に結べば 105V、直列に結べば 210V を得る様になつてゐる。

柱上變壓器の所要容量の概數は次式で求められる。



第 23 圖

$$\text{電燈用 容量} = \frac{\text{總燭光數}}{600} \text{ (KVA)}$$

$$\text{動力用} \begin{cases} \text{V 結線} \dots\dots = \frac{\text{總馬力數}}{2} \times 1.15 \text{ (KVA) のもの 2 臺} \\ \Delta \text{結線} \dots\dots = \frac{\text{總馬力數}}{3} \text{ (KVA) のもの 3 臺} \end{cases}$$

柱上變壓器取付上注意すべき事項は、

- (イ) 地表上 4.5m 以上の高さに取付けること (本. 12)
- (ロ) 區分開閉器等の器具を取付けた電柱には設置せぬこと
- (ハ) 一次側遮斷器は低壓幹線の上部に取付けること
- (ニ) 一次側はなるべく電柱と離隔すること
- (ホ) 一次側引出線と高壓配電幹線との接続は第三又は第四種絶縁電線を用ひ、低壓線と接觸の虞なき様取付けること
- (ヘ) 二次側は第二種地線工事に依り接地すること。

16. 引込線工事

架空引込線とは配電線路の支持物より他の支持物を經過せずして

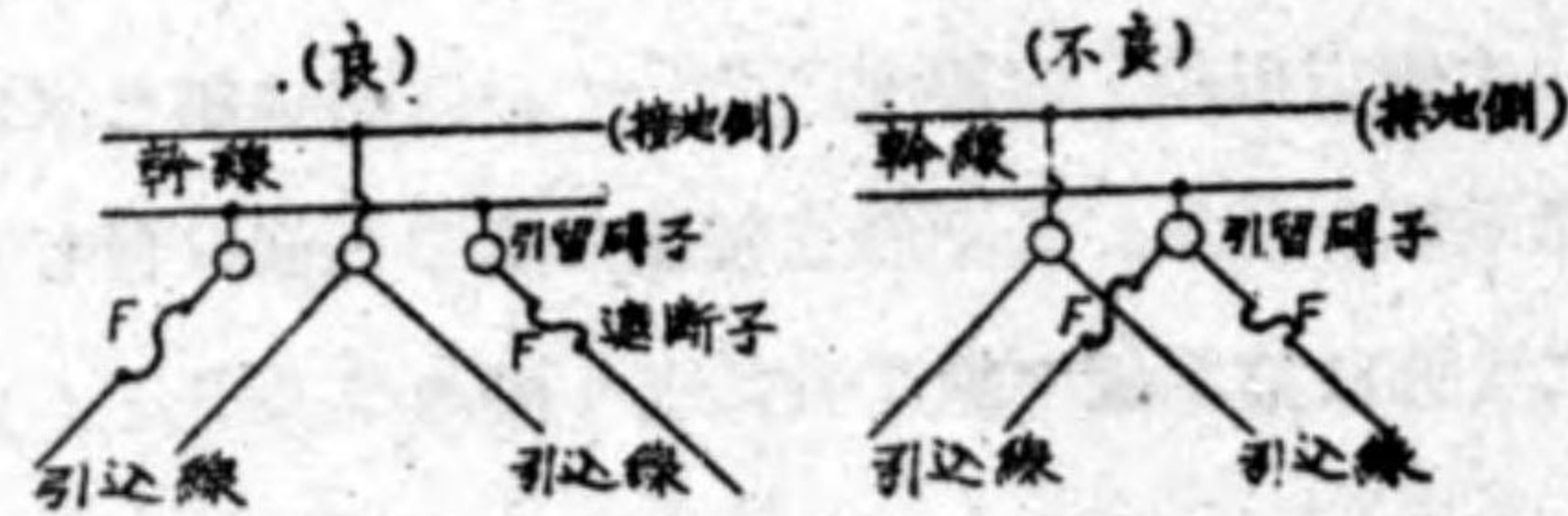
需要場所の取付點に至る架空線である。

高壓架空引込線には4mm以上の第三種又は5mm以上の第一種絶縁電線を使用する。(本. 100)

低壓架空引込線には2.6mm以上の第一種(300V以下のとき)又は第二種(300V超過の直流低壓のとき)絶縁電線を使用する。但し支持點間距離が20m以下のときは2.0mmのものでもよい。又交流150V, 直流300V超過の低壓引込線が弱電線と交叉し或は1m以内に接近するときは第三種又は第四種絶縁電線を使用せねばならぬ。(本. 100)

(a) 引込線分岐點に於ける工事

- (イ) 低壓幹線との接續點に於て引込線の各極(接地せる側の線は除く)に可熔片を入れた遮斷子を取付けること
- (ロ) 同極引込線は同一引留碍子(シャックル)及び遮斷子に三本迄取付ける事が出来る(可熔片は其の中の最小電線の安全電流以下に相當するものを入れること)。
- (ハ) 引込線は混線を避ける爲異極を交叉せぬこと



第 24 圖

(b) 引込口に於ける取付工事

- (イ) 引込電柱より最短距離とすること
- (ロ) 徑間長きときはシャックル碍子を使用すること
- (ハ) 連接引込みをなすに都合よき場所を取付けること
- (ニ) トタン屋根, 雨樋, 廂, 葦屋根等より10cm以上離隔すること(已むなきときは接近點に於て, 電線をして碍管内を通過せしめ, 碍管が移動せぬ様バインドしておく)
- (ホ) 需要場所の取付點の高さは交通に支障なき限り交流150V, 直流300V以下ならば地表上2.5m迄許される(本. 100)
- (ヘ) 小柱又は檜出腕木を取付けて引込むときは支線を設けて補強すること。

(c) 連接引込線 甲需要家の引込口取付點より分岐して乙需要家へ, 又更に丙需要家へ至る如き引込線を連接引込線といふ。屋内を貫通したり, 道路を横断しては施設出来ない。又連接引込線は最初の取付點から60m以内の區域に止める。(本. 100)

17. 地線工事

人の觸るゝ虞れある金屬體が充電せられ, 大地との間に高い電位差を生ずることあれば, 之に接觸したるとき電撃を受けて危険である。地線工事は斯る危険を防止する保安の目的を以つて金屬體と大地間に大なる電位差を生じない様金屬體を接地する工事である。従つて地線工事の接地抵抗は少ないことが望ましい。然し數オーム以下に保持することは相當に經費を要するので, 必要程度に依り工作物規程では次の如く種別してゐる。(本. 30)

(a) 第一種地線工事 接地抵抗を  $10\Omega$  以下に保持するもの……特高及び高壓の發電機、電動機等の鐵臺、變壓器の外函、避雷器、特別高壓計器用變成器の二次側電路及び特高線と他の電線路との混觸を防止するため設くる保護網等の接地は之に依る。(本. 14, 24, 27, 細. 60)

(b) 第二種地線工事 接地抵抗を其のオーム數に變壓器一次側に於ける自動遮断器の動作電流 (非包裝可熔片にありては其の定格電流の2倍) のアムペア數を乗じたる積が  $150$  以下なる様保持するもの (但し接地線と大地との間の電氣抵抗は  $5\Omega$  以下なることを要せず) ……一般の柱上變壓器の低壓側の接地は之に依る。(本. 26, 27)

(c) 第三種地線工事 接地抵抗を  $100\Omega$  以下に保持するもの……低壓發電機及電動機の鐵臺、變壓器の外函、高壓線と弱電線との混觸を防止するため設くる保護線及び保護網、高壓線に接近せる金屬製煙突及び其の支線、電纜を藏むる金屬管類、屋内に設くる配線用金屬管、ネオン管燈用變壓器の外函並にキャビネット、高壓計器用變成器の二次側電路等の接地は之に依る。(本. 14, 細. 48, 49, 本. 52, 84, 120, 細. 68, 本. 26)

地線工事の接地線には  $2.6\text{mm}$  以上の銅線を用ひ、地板には銅板、銅線、銅網又は鐵管等を使用する。人の觸る、虞れある場所に地線を設くるときは、地線に電流の流れた瞬間に生ずる大地との間の電位差に依り地線に觸れた人蓄に對し電撃を與へぬ様に工事せねばならぬ。(細. 31)

## 18. 配電線路の保安

(a) 避雷裝置 送配電線には落雷、雷雲の誘導作用其の他種々の原因で時々極めて高い電壓(異常電壓)が発生することがある。斯る異常電壓は線路を傳つて發電所、變電所等に進行して來て機械類の絶縁を破り、又柱上變壓器の絶縁を破つたり、或は低壓線にも傳はつて屋内に入り人蓄にまで危害を及ぼすに至ることがある。

此の異常電壓に對しては之を大地に向つて速かに放電せしめ、且つ異常電壓が除かれて常規の電壓に復したならば直ちに放電を停止して終ふ裝置が必要である。之が所謂避雷器 (Lightning arrester) である。即ち避雷器は丁度汽罐の安全弁の如き作用をなすものである。

避雷器を設置すべき場所は、

(イ) 發電所、變電所の架空線引込口、引出口又は母線



第 25 圖

(ロ) 架空線と電纜との接續箇所

(ハ) 高壓架空線による供給容量  $100\text{kw}$  以上の需要場所の引込口

(ニ) 特別高壓架空線に依り供給する需要場所の引込口等である。(本. 24, 細. 26)

配電線路用避雷器としては壓

室避雷器, ベレット型オキサイドフィルム避雷器, LV型オートバルブ避雷器等が用ひられる。圖はオートバルブ避雷器である。

避雷器の接地は第一種地線工事に依り行ふ。

又木柱には簡単な避雷針として, 鐵線を柱頭から側面に沿ふて取付け柱底で接地することがある。

(b) 變壓器二次側の地線工事 變壓器内では高壓コイルと低壓コイルが接近してゐる故に, 兩者間の絶縁に故障が起れば高壓と低壓とが電氣的に接觸する(之を混觸といふ)。然るときは高壓が低壓電路に來り, 其の絶縁を破り又は電燈や電熱器を取扱ふ人體に電撃を與へる危険がある。

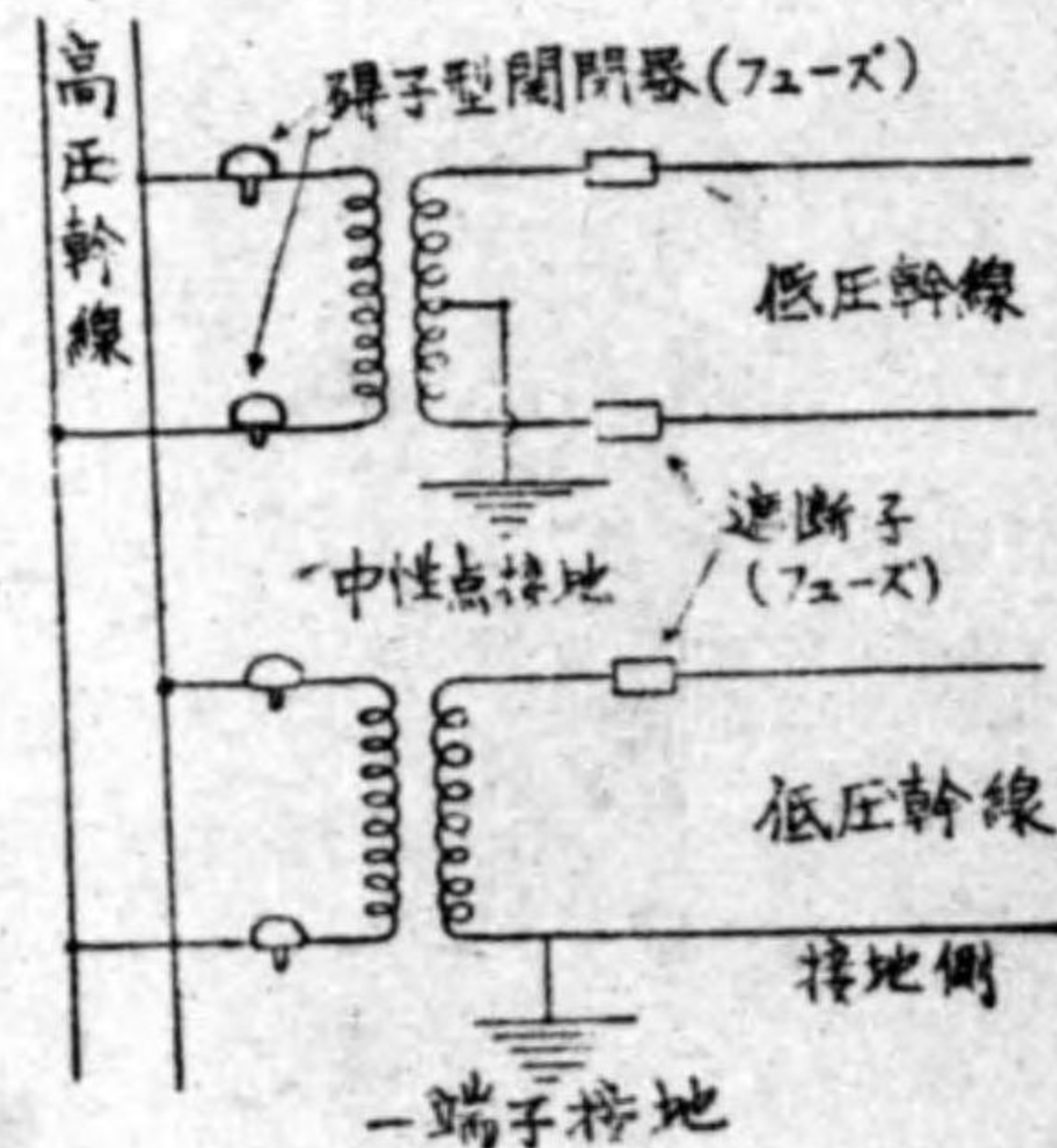
斯くの如き高壓側と低壓側が混觸した際の危険を防止する爲低壓コイルの中性點又は一端子(低壓側250V以下のときに限る)を第二種地線工事に依り接地して置くのである。(本. 26)

(例題) 3300/105V, 10K.

V A の三相柱上變壓器に施設すべき第二種地線工事の接地抵抗を求む。

解. 一次側負荷電流  

$$= \frac{10000}{\sqrt{3} \times 3300} = 1.7A$$
  
 之に對し, 定格 2 A の非包裝可熔片を附すとすれば,



第 26 圖

$$\text{動作電流} = 2 \times 2 = 4A$$

$$\text{故に 接地抵抗} < \frac{150}{4} = 37.5\Omega$$

(c) 自動遮断器 故障其の他の原因で線路に過大なる電流が通すれば機器を焼損したり火災の原因となつたりするから, かゝる際は直ちに自動的に回路を遮断することが必要である。

配電線路では柱上變壓器の高壓側に碍子型開閉器(ダルマススイッチ)を附し, 低壓側に遮断子(ケッチ)を設け夫々に可熔片を取付けて過電流に對して自動的に遮断せしめる。又低壓幹線より引込線を分枝する箇所にも遮断子を取付ける。但し變壓器低壓側一端接地のときは其の接地側の線及び單相又は直流三線式の中性線には自動遮断器を取付けてはならない。

(d) 區分開閉器 火災, 線路の事故其の他必要ある場合に線路を部分的に遮断する目的を以つて線路途中の所々に區分開閉器を装置する。區分開閉器としては油入開閉器, 碍子型開閉器等を用ふ。

(e) 保護線及び保護網 高壓線と弱電線とが交叉又は接近するときは高壓線を上部となすことが原則である。若し已むを得ず高壓線を弱電線の下方に於て交叉又は接近せしむる場合には弱電線が切断落下して高壓線に接觸することなき様兩者間に保護線又は保護網を施設する。(細. 47) 又特高線が其の下方に於て高壓線, 低壓線又は弱電線と交叉するときは下方の電線が切断した際跳ね上つて特高線に接觸するのを防ぐ爲に保護網を設けることもある。(細. 60)



## 19. 配電線路の試験及保守

(a) 絶縁抵抗試験 低圧配電線路に就て行ふ。回路の絶縁部分の全電線を一括せるものと大地との間の絶縁抵抗をメガーを用ひて測定し、其の抵抗が次の如き値であればよい。(本. 59)

$$R \geq \frac{1000 E}{I} \dots\dots\dots (\Omega) \dots\dots\dots (22)$$

但し E……使用電圧

I……最大供給電流

(b) 絶縁耐力試験 之は高圧以上の架空電線路に就き行ふもので、高圧架空電線路では電線と大地間に最大使用電圧の 1.5 倍の電圧を 10 分間以上加へて異状がなければよい。(本. 59) 特高線路の絶縁耐力試験に関しては工規本. 77 に定めてある。

總て絶縁耐力試験を行ふときは先づメガーを以つて試験部分の絶縁抵抗を測ること、試験電圧は低きより徐々に上昇せしめて一定時間保持し、又電圧を低下せしめてから開路すること他に危険を及ぼさぬ様要所には監視人をおいて行ふこと等の注意が要る。

(c) 接地抵抗試験 地線工事を施した箇所の接地抵抗をコーラッシュブリッジ法又は他の方法に依り測定する。

(d) 線路の保守 保線係員をおいて常時又は定期的に巡視せしめ、電柱、碍子、綁縛状態、柱上變壓器、開閉器、自動遮断器等につき異状の有無を検査し、故障を未然に防ぐことにつとめなければならない。

線路の絶縁抵抗、地線工事の接地抵抗等は年一回以上測定して記録保存しなければならない。

線路の保守調査等の爲電柱、變壓器、開閉器類、地線工事等に対しては臺帳又はカードを作成し、必要事項を記入しておくのである。暴風雨等の非常時には保線係員は極力巡視を厳にし、又線路の近傍に出火あるときは現場に於て危険豫防の手段を講じなければならない。

(e) 改修作業 架空線の改修作業に従事する場合には、

(イ) 變電所其の他との打合せを充分しておくこと

(ロ) 停電の爲に開いた開閉器は責任者の外觸れ得ぬ様にする

こと

(ハ) 検電器を用ひて充電の有無を確めた後従事すること

(ニ) 活線、特に高圧活線を取扱ふ場合には感電せぬ様留意すること(ゴム手袋、ラバーシールド等を使用する)

(ホ) 感電墜落を防ぐ爲必ず胴網をかけて従事すること等の注意が要る。

## 第三章 屋内配電

屋内配電に於ける電燈又は電熱の幹線方式としては、規模小なれば 100V 単相二線式を、大なる場合には 100V 三相三線式、200V 単相三線式、173V 三相四線式等を採用する。工場等の電動機回路には幹線及び分岐回路共に 50H.P 位迄は 200V 三相三線式、大容量のもの

には3000V三相三線式を用ひる。

屋内配線工事方法の主なるものは碍子引露出工事、碍子引隠蔽工事、木製線樋工事、金属線樋工事、金属管工事及び電纜工事等である。

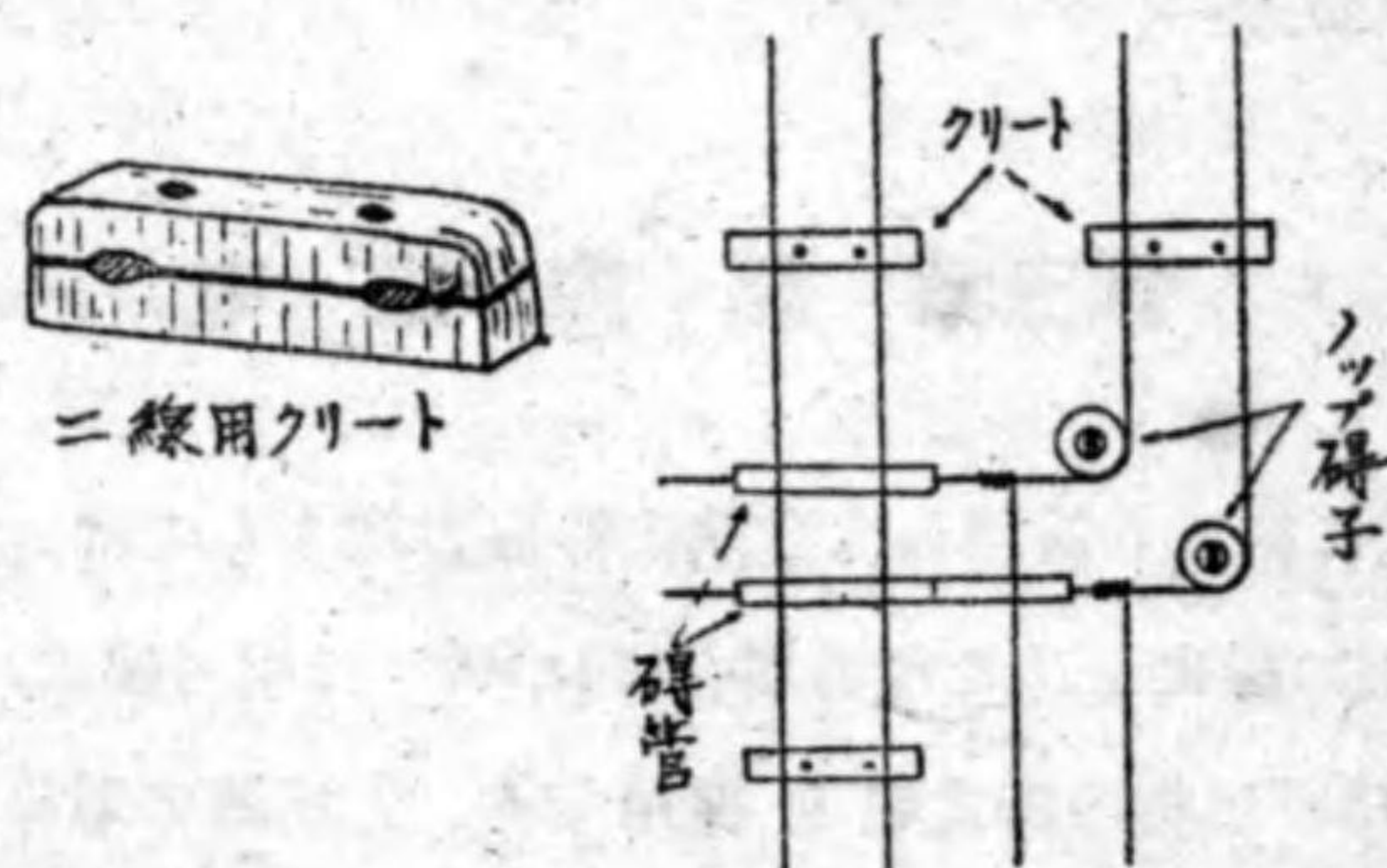
屋内に於ける高壓配線工事に関しては工規、細. 70に示してある。以下主として低壓屋内配線に就て述べることにする。

### 20. 碍子引露出工事

碍子引露出工事は俗に野引工事とも呼ばれ、天井の表面、壁面など展開せる場所に施設する工事である。

第二種、第三種又は第四種絶縁電線を使用し、之をノツブ碍子若しくはクリート(線押)を以つて支持する。但し人の觸れる虞れある場所には第二種絶縁電線を使用してはならない。電線相互間は3cm以上、電線と造管材間は6mm以上離隔せねばならぬ(本. 117)

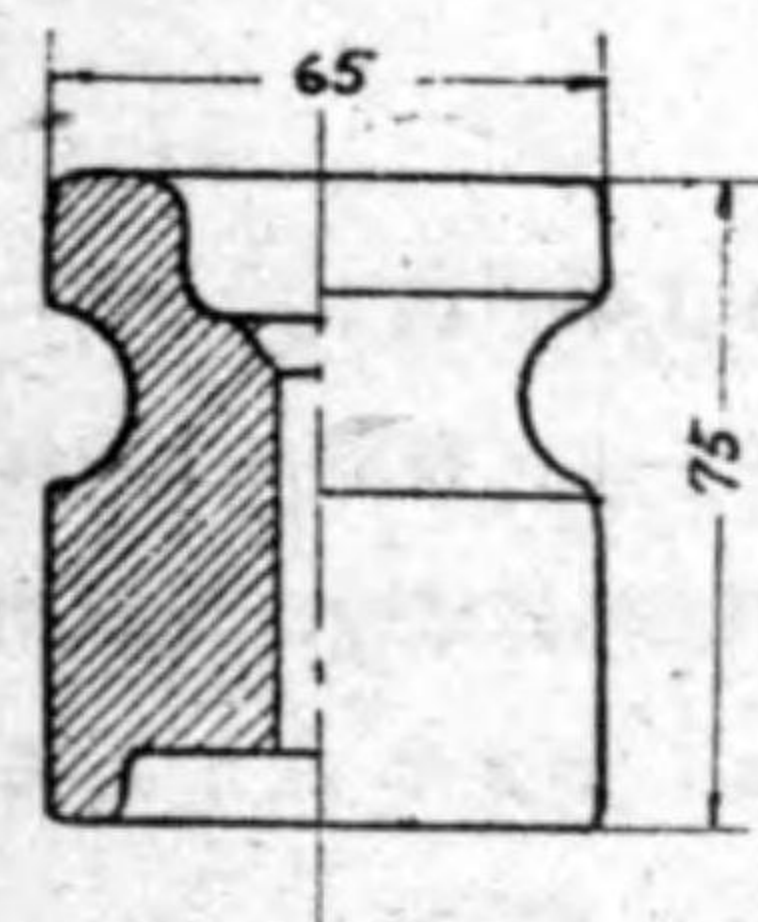
此の工事方法は点検、修理が容易にして且つ工費が廉いから工場



第 27 圖

の如くあまり体裁を重視しない場所に適する。然し住宅其の他体裁を重んずる所、外傷を受け易い場所には不適當である。

クリートは磁器製で上下二片より成り、其の間に電線を挿み造管材の下面又は側面に木ネヂで固定する。一線用、二線用、三線用の外に交叉線押、角線押等の種類がある。



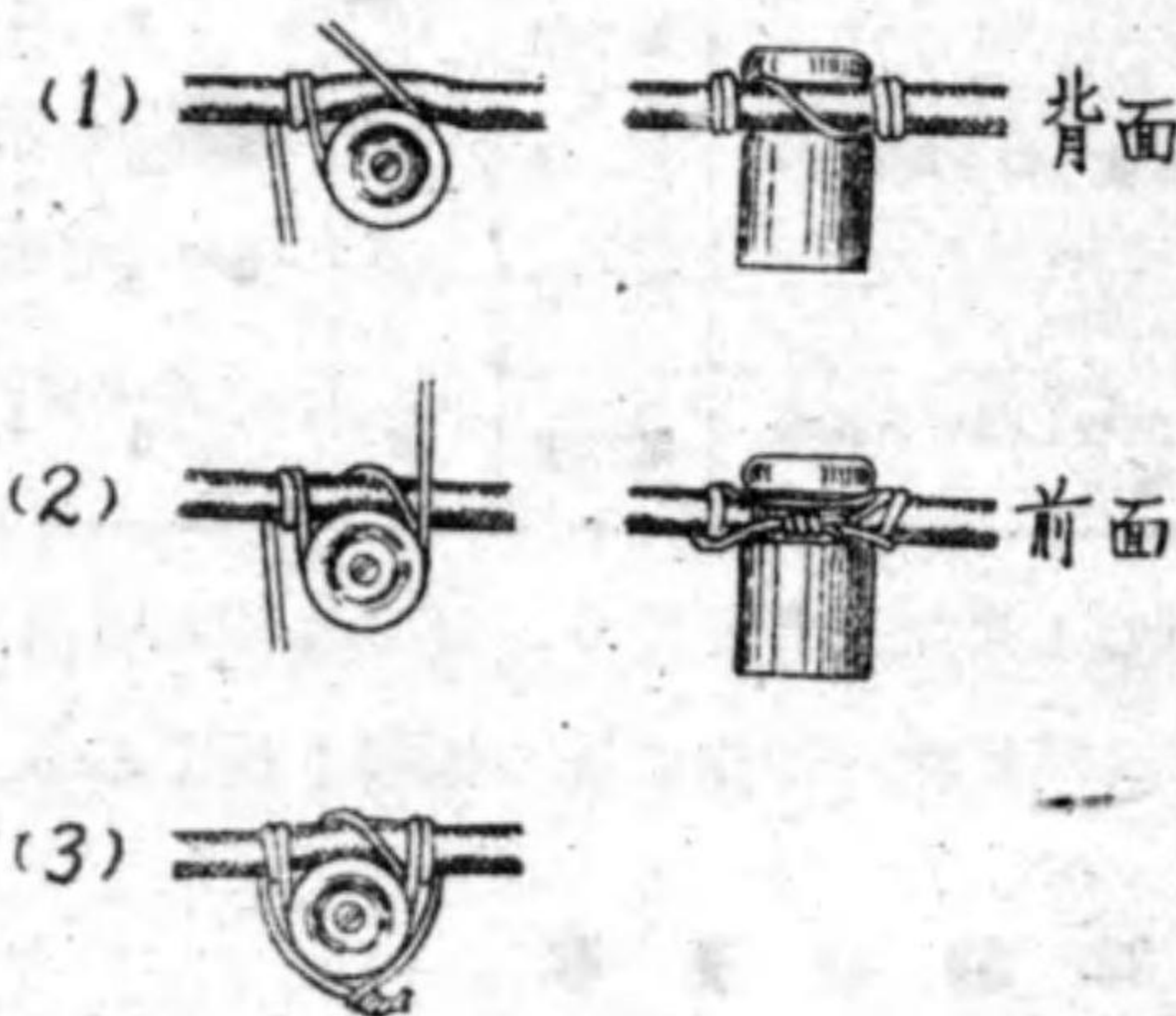
第 28 圖 ノツブ碍子

ノツブ碍子は第28圖の如き磁器製にして木ネヂを以つて造管材の下面又は側面に取付ける。大、中、小とあつて少し宛寸法が異つてゐる。

電線は頸部の線溝にあて、綁縛線(バンド線)を以つて固定する。バンドの掛け方は電線が細いときは片襷掛とし、電線が太いときは兩襷掛とする。

電線が壁を貫く個所には碍管を用ひ、電線は其の中を通過せしめる。碍管は内面粘薬を施した磁器管にして、一端に鋳を有すものと然らざるものがあり各々に大、中、小の種類がある。

碍管は又電線相互が



第 29 圖 片襷掛

交叉或は接近する箇所、又は電線が他物に接触する憂ひある箇所にも用ひられる。

電線を接続するには燃線又は比較的大きな単線は捲付接続法により、小なる電線のときは捻り接続法に依つて行ふ。捲付の後清拭してテープで相應の絶縁を施さねばならぬ。

### 21. 碇子引隠蔽工事

天井裏、床下等の掩蔽せる場所に施設する工事方法で、一般にノブ碇子を用ひて電線を支持せしめる。クワートは特別に丈の高い一線用の外は使用出来ない。使用すべき最低級絶縁電線、電線相互間隔及び電線と造管材との距離等は次表の如く規定されてゐる。

(本. 118)

掩蔽場所	絶縁電線の種類	線間距離 (cm)	電線と造管材との距離 (cm)	支持点間距離 (m)	取付位置
点検し得る掩蔽場所	第二種	12	3	1	造管材の側面又は下面取付のとき
	第二種	12	10	1	造管材の上面取付のとき
	第三種	6	3	1	側・上・下
点検し得ざる掩蔽場所	第三種	6	3	1	側・上・下

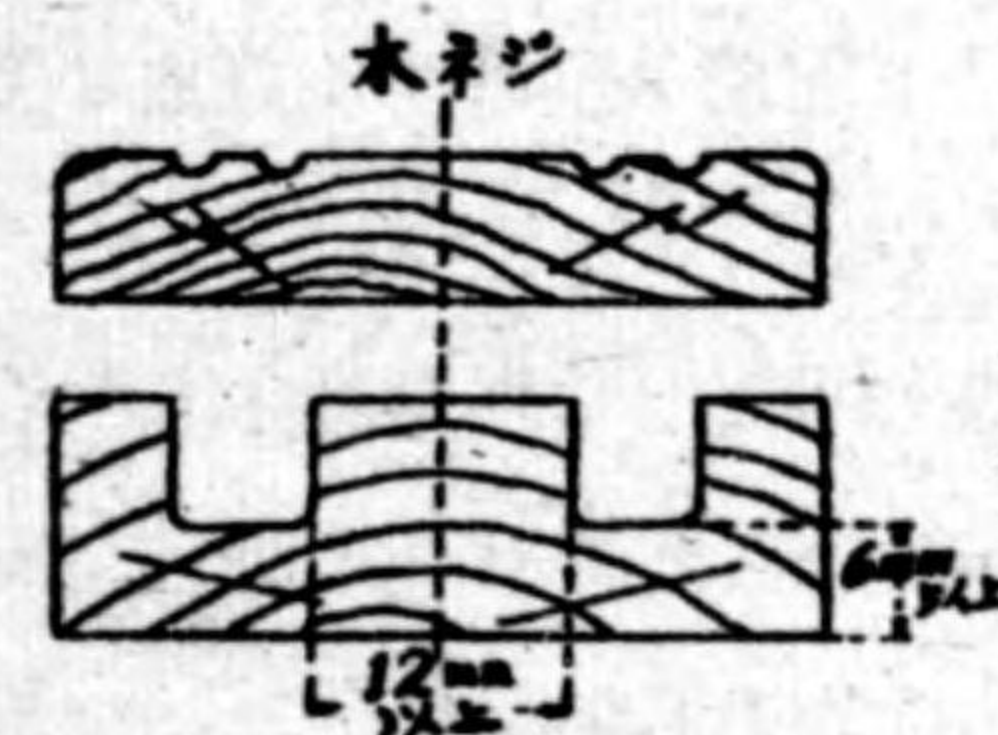
此の工事は工費が安く、且つ外部に露出してゐないので住宅其他木造建築物の配線に廣く採用されてゐる。

### 22. 線種工事

俗にモールディング工事とも稱へる。木製線種工事は第四種絶縁電

線を木製線種内に藏めて施設する方法で、木造家屋に於ける線の立上り若しくは點滅器への引下げ等極めて短小な部分に採用され、建物全體に亘つて此の工事のみで施設することはない。

線種の一線溝には一本の電線を藏める。又線種内では電線の接続點を設けたり、或は分枝してはならない。(本. 119)



第30圖 木製線種

木製線種は充分に乾燥せる栗、樟、楠、榎、柏等の堅材で作られ、内外面にシエラックの如き耐水質の塗料を施したもので、二線用三線用等がある。線を藏めて蓋をし、之をネジで造管

材に固定するのである。長さは1.8mと3.6mの二種が標準となつてゐる。

金屬線種工事は第四種絶縁電線を用ひ、之を金屬線種(メタルモールディング)内に藏めて施設する方法で、木造建築物にもコンクリート建物にも行はれる。金屬體は第三種地線工事に依り接地しなければならない。

金屬線種は亜鉛鍍金又はエナメル被覆の厚さ0.5mm以上の鐵板で作られ電線を入れる臺部(ベース)と蓋とより或る。其の切口は通常楕圓形又は矩形である。

木製線種及び金屬線種工事は乾燥せる場所に限り施工し得るもので、濕氣ある場所には許されない。

## 23. 金属管工事

第四種絶縁電線を金属管内に藏めて施設するものでコンデット工事又はパイプ工事とも稱へてゐる。

電路の絶縁は電線の被覆のみに頼らねばならぬので絶縁の最も秀れたる第四種絶縁電線に限つて使用出来る。(本. 120)

此の工事はコンクリート建築に於て電線を隠蔽する適当な唯一の方法である。

金属管工事には金属管を壁天井等に露出して付けるものと、壁間や天井裏等の空所に隠蔽するものと、コンクリート、煉瓦等の床、壁、天井等の中へ埋込んで終ふものがある。

コンクリート建築で金属管を埋込むにはコンクリート打前に配管して置くのである。電線を引込むのは建物が大部分出来てからである。

金属管には螺子無管と螺子切管とがある。製法によつて分類すれば鍛接管と熔接管及び引拔管の三種となる。鐵製のものは錆留として其の内面にエナメル被覆又は亜鉛鍍金を施してある。我が國で商品として市場にある主なるものは次の四種である。

- (イ) 螺子無エナメル管……熔接。内外面共エナメル
- (ロ) 螺子切エナメル管……熔接。内外面共エナメル
- (ハ) 五厘厚亜鉛鍍金管……熔接。外面亜鉛鍍金、内面エナメル
- (ニ) 一分厚亜鉛鍍金管……鍛接、引拔。外面亜鉛鍍金、内面エナメルのもの、内外面共亜鉛鍍金

のものとある。

之等の中(イ)は肉が最も薄く、(ロ)(ハ)(ニ)と順次肉が厚くなつてゐる。

肉の薄い金属管は價安く取扱が容易であるが、強度乏しく、屈曲の際扁平になり易い。又電線との間に弧光を生じた際に管壁に孔があく虞れもあるので近來は次第に肉厚の管を使用する様になつた。

管の太さは五厘厚管は外径を、一分厚管は内径を夫々吋で呼んでゐる。一つの管の收容電線條数は管の太さ、電線の太さに依つて異なるは勿論で又屈曲箇所の數にも關係する。(附録第8表参照)

金属管工事を行ふには種々の附屬品が要る。管相互を接続するに用ふるカップリング、屈曲部に於て接続するノーマルベンド、電線の接続、分岐、點滅器や電燈器具の取付け等の爲に用ふるボックス、管とボックスとの接続に用ふるロックナットとブッシング、電線引出口に取付けるキャップ、管を壁面等に固定するに用ふるサドル、金属管の接地工事に用ふるアースクリップ等は其の主なるものである。

金属管工事上注意すべき主なる點を列挙するは、

- (イ) 錆留充分にして内面滑かな管を使用し、屈曲したとき管の継目が開いたり扁平にならぬ様工作し、管の端は電線引込みのとき絶縁をいたためぬ様滑かに仕上げしておくこと。
- (ロ) 配管後は管内に濕氣が入らぬ様注意し、電線を引込むときは其の前に管内を清拭して行ふこと。
- (ハ) 線を引込む際は線をよく揃へ、且つ被覆を傷けぬ様、無理な力を加へて引込まぬこと。

- (ニ) 管内に敷める電線は太さ2mm以下は單線でもよいがそれより太いものは燃線の第四種絶縁電線でなければならない。
- (ホ) 一交流回路の電線は必ず同一金屬管内に敷むる様にし、電源を異にする回路の電線は同一の管内に敷めてはならない。
- (ヘ) 金屬管は總て裸銅線又はアースクランプを用ひて相互に電氣的接觸をなし、且つ之を第三種地線工事で接地すること。
- (本.120, 細.79)

#### 24. 特殊場所に於ける工事

今まで述べた各種工事方法は普通の場所に行ふときの一般的事項のみであるが、特殊の場所即ち濕氣ある場所、塵埃ある場所、腐蝕性瓦斯又は溶液を發散する場所、爆發又は燃焼し易き物質を發生、製造若くは貯藏する場所、興行場等に施設する工事に対しては夫々特別な方法と注意が要る。電氣工作物規程 本.125~130, 細.83~89に於て、上記の夫々の場所とは例へば如何なる場所を指すか、又如何なる工事を施工すべきであるかを規定してある。

#### 25. 屋内配線の分岐

屋内配線に於て、分電盤又は幹線より開閉器及び自動遮斷器を経て分岐し負荷に直接供給する回路を分岐回路といふ。(甲)圖は分電盤を使用して分岐回路を出す方式で主として電燈回路或は住宅、商店、事務所等の電熱回路に用ひられる。(乙)圖は分電盤を用ひず幹線より直ちに分岐線を出す方式で、主として電動機回路又は工業用

# 欠

# 欠

屋内配線に使用せられる主なる開閉器の種類を列挙すれば、

- (イ) 小型引込開閉器(カットアウトスイッチ) 磁器製の臺と蓋とに開閉器の導電部を取付け、蓋の開閉に依り電路の開閉を行ふもの。可熔片は蓋の内側に取り付ける様になつてゐる。
- (ロ) 及形開閉器(ナイフスイッチ) 構造簡單にして、大電流用のものを容易に作り得るので配電盤用其の他に廣く用ひらる。
- (ハ) 撥動開閉器(スナップスイッチ) 主として電燈の點滅に用ひらる。パネ仕掛けで開閉共に迅速に行はれ、正規位置以外にては停止しない構造になつてゐる。起倒開閉器(タンブラースイッチ)、押釦開閉器(ダングスイッチ)、廻轉開閉器(ロータリースイッチ)、引紐開閉器(プルスイッチ)等種類が多い。



第 33 圖

(d) 可熔片(Fuse) 可熔片は過電流に基く障害を防止する最も簡単な自動遮断器である。配電盤、分電盤、引込開閉器、紐線吊等に取り付け、又撥動開閉器にも可熔片入のものがある。

可熔片は鉛、錫、亜鉛等より成る合金にして、過電流に基く温度上昇により、比較的低温で熔断して回路遮断の目的を達するのである。線状又はリボン状とし其の両端に銅の端子を取付けた非包装可熔片と、ファイバー又は硝子の圓筒内に藏めた包装可熔片とがある。

低圧用非包装可熔片は定格電流の1.25倍に耐へ、水平に取り付けて1.45倍の電流に5分間以上耐へ、且つ2倍の電流では1分間以内に熔断するものでなければならぬ。(本.17, 細.10)

尙自動遮断器としては可熔片の外に、電磁型遮断器、油入遮断器等がある。

(e) 電流制限器 (Current limiter) 使用電流が或る一定値を超えたときに自動的に電流を遮断するものである。電流が規定値以下に復歸すれば再び自動的に回路を閉じる機構のものもある。

(f) 接續器具類 電気アイロン、扇風機等小容量の器具を屋内配線に接續するとき用ふるのは捻込栓(アタッチメントプラグ)で、之に對して捻込式の栓承(レセプタクル)を使用する。電熱器の如き電流の大きなものでは挿込栓と挿込式栓承とを用ふる。之を普通コンセントと稱してゐる。10, 20及び30Aが標準で、壁、腰羽目板等に取り付ける。

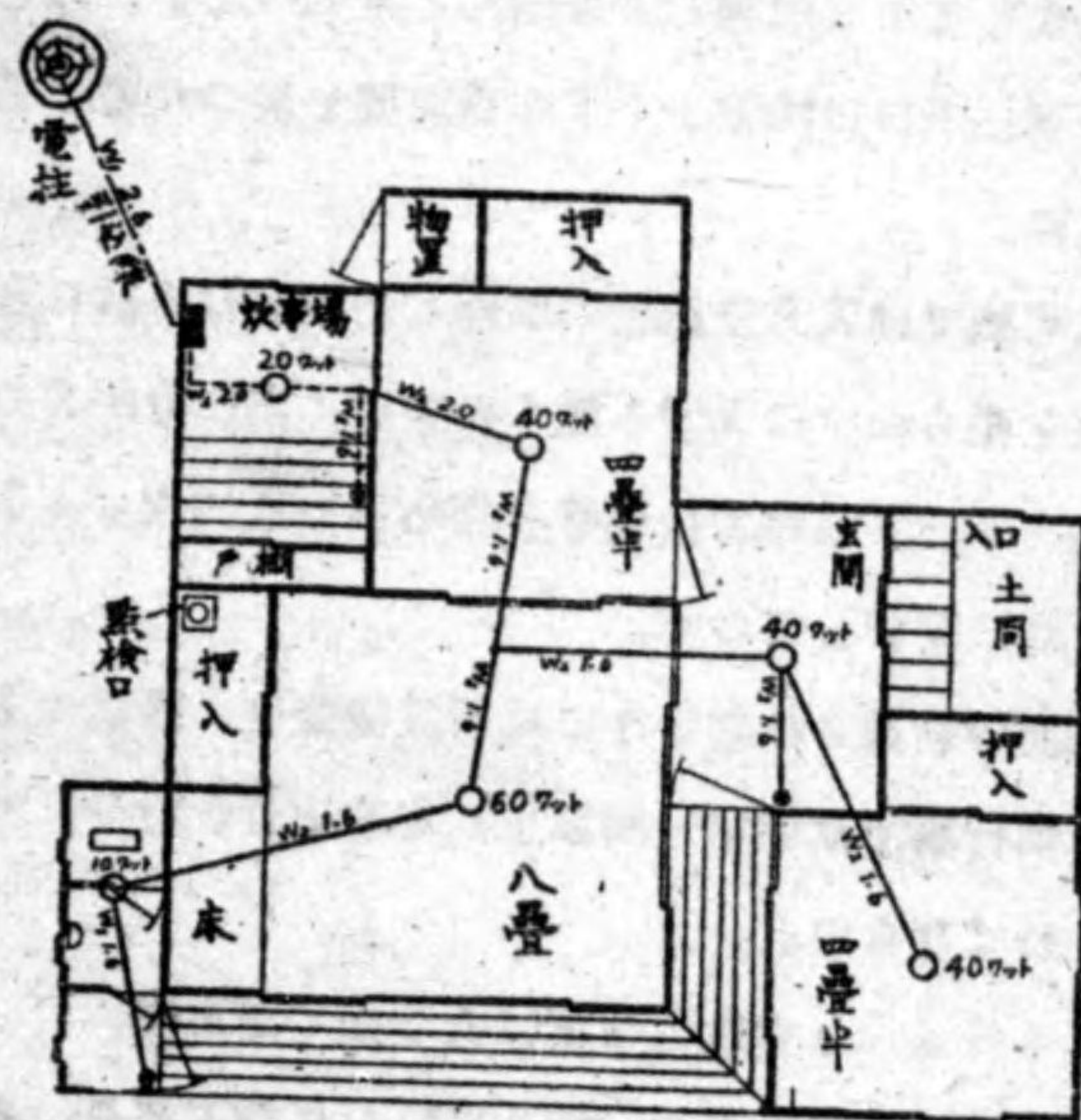
電燈吊下用の紐線を取付けるには天井面に木臺をおき紐線吊(シーリングローゼット)を取付け、此の中で紐線を配電線に接續する。

## 27. 配線圖

配線圖は電気工事に対する設計を圖に依り表示するもので、工事の基本となるものであるから特に完全を期さなければならない。

配線圖は平面圖を標準とする。縮尺は $\frac{1}{100}$ を標準とするが配線の複雑程度、表示の必要程度に依り適當なる縮尺に選ぶ。

配線圖に記入すべき主なる事項は、負荷の位置、種類、容量等、引出口、配電盤、分電盤、點滅器、點檢口等の位置、電線の種類、太さ、工事方法等で、普通日本電気工藝委員會で制定されてゐる標



○電燈 ●點滅器  
實線は端子引隠蔽工事。點線は端子引露出工事。  
W<sub>2</sub>1.6は太さ1.6mmの第二種絶縁電線

第33圖 配線圖の一例

準シンボルを用ひて示す。第33圖は配線圖の一例である。

増設、改修、模様替等の場合は増設箇所、或は改修模様替のみの表示では既設分との関係が判りにくいから之に關係ある既設配線並に器具を示すことを要する。

28. 配線の施工及検査

配線工事は建築工事と密接なる關係あるものなれば、其の設計及び施工は相關聯して行はなければ完全を期することは出来ない。

木造和式建築ではクリート工事やノツブ工事に依る場合が多いので家屋が完成してから配線しても殆んど差支へない。然し電熱器、扇風機用の挿込承口は體裁よくする爲荒壁を塗つた頃に工事に着手せねばならぬ。

木造洋式建築では天井や床板の取外しが困難なる故に隠蔽工事は天井、床板を張らぬ中に又壁も塗らぬ中に工事に着手する。

鐵筋コンクリート建築で金屬管を埋込む方式に依るときは鐵筋を組むのと同時に配管しておく。

電氣工作物の新設されたときには新設検査を、既設のものは毎年一回以上（興行場では半年一回以上）定期検査を行ひ、其の結果を記録保存せねばならぬ。

検査に當り行ふべき主なる事項は次の如くである。

(a) 導通試験 絶縁電線心線の挫折、接続不完全、過誤等のため回路の導通不完全なる點の有無を試験する。之には普通メガー又はマグネットベルを用ふ。

(b) 絶縁抵抗試験 電線相互間及び電線と大地間の絶縁充分なりや否やを試験するものでメガーを以つて測る。

屋内低壓配電線路の絶縁抵抗の限度は次の如く定められてゐる。  
(本.132)

(イ) 白熱電燈のみの分岐回路

電線相互間 } 承口1箇につき2メガオーム以上。  
全電線一括と大地間 }

(従つて承口n箇ならば  $\frac{2}{n}$  メガオーム以上)

(ロ) 電燈と家庭用電氣器具と併用の分岐回路

器具を除きたるとき、

電線相互間 } 承口1箇につき2メガオーム以上。  
全電線一括と大地間 }

器具を接続したるとき、

全電線一括と大地間…承口1箇につき1メガオーム以上。

(ハ) 機械器具のみの分岐回路

使用電壓 E ヲルト最大供給電流 I アムペアとすれば、

機器を除きたるときは、

電線相互間 } 絶縁抵抗  $R > \frac{20000 E}{I} \dots\dots(\Omega)$   
電線一括と大地間 }

機器を接続したるとき、

電線一括と大地間…  $R > \frac{10000 E}{I} \dots\dots(\Omega)$

興行場の舞臺、奈落、音樂室、映寫室等に於ける配電線の絶縁抵抗は總て前記の數値の2倍以上でなければならぬ。

試験に當つては回路の一部が開閉器、遮断器、點滅器等の開放の



為除外せられることなき様、又電線相互間の試験では電球、機器等の為電線相互間の接續の殘留することなき様注意を要する。

(c) 絶縁耐力試験 高壓の電氣工作物に就き行ふ。絶縁抵抗を測定し其の結果良好なることを確めて後電線相互間及び電線と大地間に最大使用電壓の1.5倍の電壓を加へ、10分間以上耐へればよい。

(d) 接地抵抗試験 第二章(17)に擧げたる各種地線工事に對しては毎年1回以上接地抵抗を測定せねばならぬ。

定期検査に當つて點檢すべき事項は工作物損傷異狀の有無、家屋雜作等の施設又は變更に依り電氣工作物の保安を害する虞れある箇所の有無、工作物に過度の發熱又は發火の形跡の有無、電氣使用方法の誤りたる點の有無、其の他諸規定に抵觸する箇所の有無等である。

## 第四章 送電線路

### 29. 經濟的送電々壓

三相三線式送電線に於て、

$$P = \text{輸送電力} \dots\dots\dots (W)$$

$$E = \text{線間電壓} \dots\dots\dots (V)$$

$$R = \text{一線の抵抗} \dots\dots\dots (\Omega)$$

とすれば、

$$\text{一線の電流 } I = \frac{P}{\sqrt{3} E \cos \theta} \dots\dots (A)$$

$$\text{全電力損失 } p = 3 I^2 R = \frac{P^2 R}{E^2 \cos^2 \theta} \dots\dots (W)$$

電線一條の長さ  $l$  km, 斷面積  $A$  mm<sup>2</sup>, 固有抵抗  $\rho$   $\Omega$ /mm<sup>2</sup>/m とすれば、

$$R = \rho \frac{1000l}{A} \dots\dots\dots (\Omega)$$

$$\therefore p = \frac{P^2}{E^2 \cos^2 \theta} \rho \frac{1000l}{A} \dots\dots\dots (W)$$

$$\therefore A = \frac{1000 P^2 \rho l}{E^2 P \cos^2 \theta} \dots\dots (mm^2) \dots\dots\dots (23)$$

即ち  $P, p, \rho, l, \cos \theta$  を一定とすれば電線の斷面積  $A$  は電壓の自乗に逆比例することが判る。

従つて電壓を高くすれば電線費は少くなる。然し他方電壓が高ければ碍子、機械器具、建物等の費用は増すものである。即ち一定距離に一定電力を輸送するには自ら最も經濟的なる電壓が存するわけである。

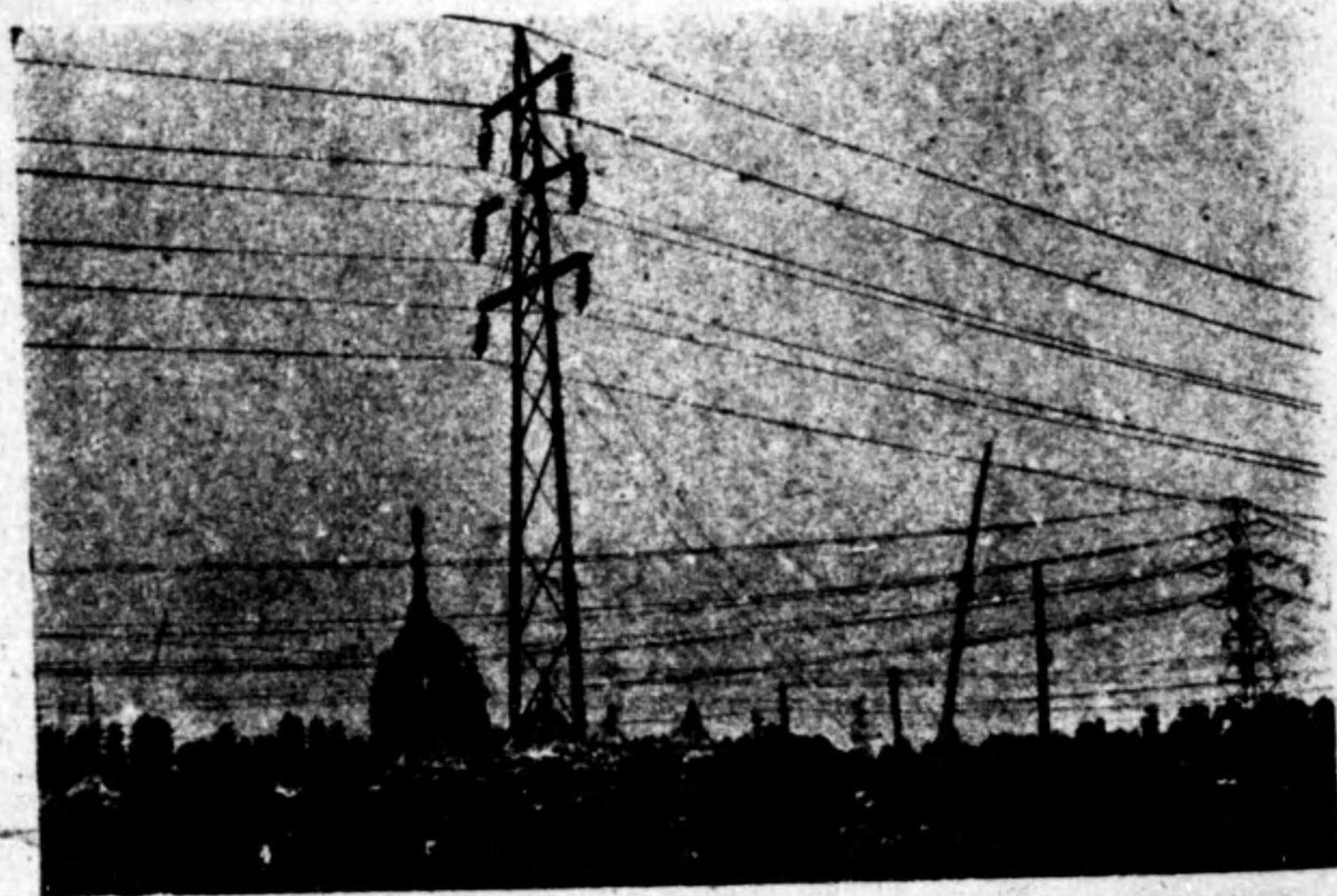
經濟的送電々壓は輸送距離、輸送電力、土地の狀況等に依り異なるが、大體 1km 當り 700乃至 1000V とみればよい。現今我が國に於ける送電々壓の標準は第一章(3)に掲げた表の如くである。

### 30. 送電線路の構造

送電線路は電氣供給の根幹をなし、高電壓を以つて大電力を長距離に亘り輸送するものなれば一度事故を生ずれば其の被害範圍は廣く、災害も大きい。故に線路の構造を嚴にし、保安設備を充分にしておかねばならぬ。

送電線用電線としては一般に比較的大なる素線よりなる硬鋼捻線又は鋼心アルミニウム捻線等の裸線を使用する。

数萬V以上の送電線路では一般に懸垂型碍子を使用し、電線は其の最下端の金具(クランプ)に依つて支持せしめる。懸垂型碍子一連の箇数は第一章(5)に表示したる如く電壓に依り異なる。又線路の終點、屈曲箇所等の張力のかゝる場所にありては特に一連の箇数を多くし、強度大なる構造のもの又は二連以上を組合せたもの等を使用する。



第34圖 可撓鐵塔

重要なる送電線路の支持物には専ら鐵塔が用ひられる。  
固定鐵塔は四脚の主柱よりなり、底部は一般に正方形で根開きが

大きい。電線路に加はる總ての荷重を完全に支持して何れの方角にも撓曲又は捻曲せぬものである。不平均張力のある場所、屈曲點、終點等には必ず固定鐵塔を用ひ、又重要なる線路には總て之を使用する。

可撓鐵塔は二脚塔で其の平たき面を線路に直角に向けて建てる。線路に直角方向の荷重に對しては撓曲、捻曲することなく完全に之を支へるが、線路の方角に不平均張力を受けるときは或程度撓曲又は捻曲して之に耐へ、不平均張力が去れば再び舊に復するものである。張力の平均せる場所に用ひて經濟である。但し斷線等の場合張力不平均の及ぶ範圍を制限するために3km以内毎に一基宛の固定鐵塔を設けねばならぬ。

### 31. 電壓及電力の計算

送電距離80km、電壓5萬V程度以下の架空送電線では靜電容量及び漏洩電流等は省略して考へても實用上大差はない。従つて三相三線式短距離送電線に於ける電壓及び電力の計算は第二章に述べたところと全く同一である。即ち

$$E_0 = \text{送電端線間電壓 (V)}$$

$$E = \text{受電端線間電壓 (V)}$$

$$P = \text{受電々力 (W)}$$

$$\cos \theta = \text{受電力率}$$

$$R, X = \text{電線一條の抵抗及びリアクタンス (\Omega)}$$

とすれば、

$$\text{送電端に於ける一線と中性点間電圧 } E'_0 = \frac{E_0}{\sqrt{3}}$$

$$\text{受電端に於ける一線と中性点間電圧 } E' = \frac{E}{\sqrt{3}}$$

$$\text{線電流 } I = \frac{P}{\sqrt{3} E \cos \theta}$$

$$E'_0 = \sqrt{(E' \cos \theta + IR)^2 + (E' \sin \theta + IX)^2}$$

$$= E' + I(R \cos \theta + X \sin \theta)$$

$$E_0 = E + \sqrt{3} I (R \cos \theta + X \sin \theta) \dots \dots \dots (24)$$

$$\text{電圧降下 } e = \sqrt{3} I (R \cos \theta + X \sin \theta) \dots \dots \dots (25)$$

進み力率の場合には上式の  $\theta$  の代りに  $(-\theta)$  をもつてすればよい。

$$\text{即ち } e = \sqrt{3} I (R \cos \theta - X \sin \theta) \dots \dots$$

$$\dots \dots \text{進み力率の場合} \dots \dots (26)$$

$$\text{又 電力損失 } p = 3I^2R \dots \dots \dots (W) \dots \dots \dots (27)$$

$$\text{送電端電力 } P_0 = P + p \dots \dots \dots (W) \dots \dots \dots (28)$$

$$\text{送電能率 } = \frac{P}{P_0} \times 100 \dots \dots (\%) \dots \dots \dots (29)$$

長距離送電線にありては静電容量大きく、且つ電壓も高き故充電  
々流大となり、電流分布、電圧降下、力率等に相當大なる影響を興  
ふるが故に静電容量を省略して考へるわけにいかない。従つて長距  
離送電線の電壓、電流、力率等の正確な計算は複雑なものとなる。

(例題) 亘長 40km の三相送電線路あり。受電端に於て、電壓 20  
K.V, 電力 1500K.W, 力率 80% なり。周波数 50 サイクル, 電線  
の直徑 8 mm, 線間距離 1.0m なるとき、電圧降下、送電端電壓  
及び電力損失を求む。

$$\text{解; 一線の電流 } I = \frac{1500000}{\sqrt{3} \times 20000 \times 0.8} = 54 \text{ A}$$

$$\text{一線の抵抗 } R = 0.3536 \times 40 = 14.1 \Omega$$

$$\text{一線のリアクタンス } X = 2\pi \times 50 \times 1.155 \times 10^{-3} \times 40$$

$$= 14.5 \Omega$$

$$\text{等価抵抗 } R_e = R \cos \theta + X \sin \theta$$

$$= 14.1 \times 0.8 + 14.5 \times 0.6 = 20.0 \Omega$$

(附録の表より  $r_c = 0.5006$  を求め

$$R_e = 0.5006 \times 40 = 20.0 \Omega \text{ としてもよい})$$

$$\text{電圧降下 } e = \sqrt{3} \times 54 \times 20 = 1870 \text{ V} = 2 \text{ K.V}$$

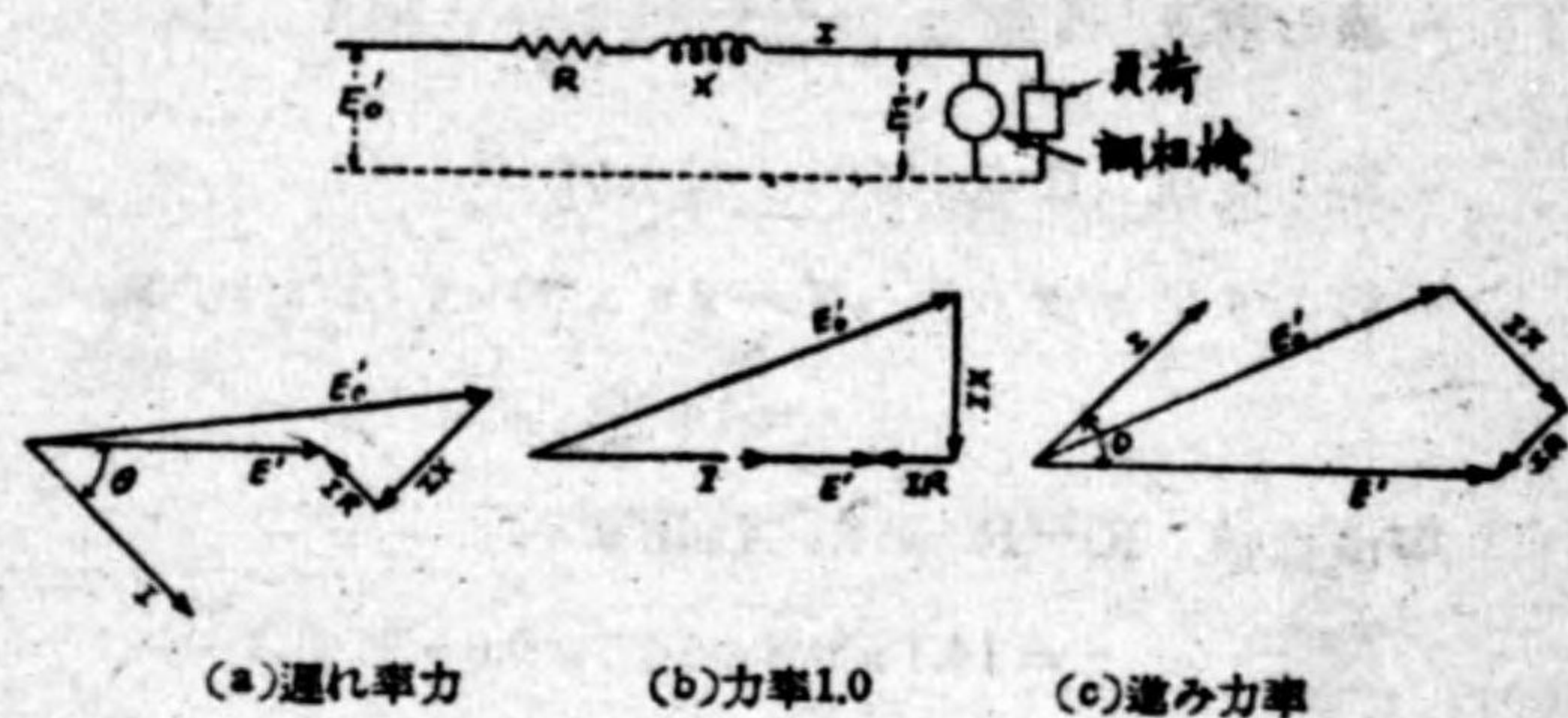
$$\text{送電々電 } E_s = 22 \text{ K.V}$$

$$\text{電力損失 } p = 3 \times 54^2 \times 14.1 = 123350 \text{ W} = 123 \text{ K.W}$$

## 32. 電壓及力率の調整

(a) 受電端力率と電圧降下 前記電圧降下の式より判る如く、  
電圧降下は電流の大きさに依り異なるのみならず、力率によつても  
變化する。リアクタンスが抵抗に比して大なる程、受電端力率の電  
壓降下に及ぼす影響は大きい。

次圖は送電端電壓と線電流が一定なるとき受電端力率が變れば受  
電々電が如何に變化するかを示したベクトル圖である。即ち受電端  
力率を變化せしむることに依つて電圧降下従つて受電々電を變化せ  
しめ得ることがわかる。或程度以上の進み力率となれば受電々電が  
送電々電より却つて上昇するものである。



第 35 圖

負荷の變化に伴つて送電端及び受電端電壓が變動することは送電系統の運轉を不安定にするもので甚だ好ましくない。殊に送電系統が廣大となれば系統内の電壓を常に一定に保持することは益々重要な事柄となる。今日一般に發電所にありては發電機に自動電壓調整器を附して常に端子電壓を一定に保持せしめてゐる。受電變電所に於ては調相機を運轉して其の勵磁を加減し之に進み又は遅れの電流をとらせて受電力率を變化し、負荷電流がかわつても受電電壓が常に一定に保持される様調整してゐるのである。

(b) 力率の改善 送電線、配電線に於ける力率が悪ければ一定送電々力に對し大なる電流を通じなければならない。従つて送電能力を低下し、線路、機器等の容量(K.V.A)の大なるものを要し、設備費を増すこととなる。即ち力率の改善は運轉上及び經濟上より極めて重要な事柄である。

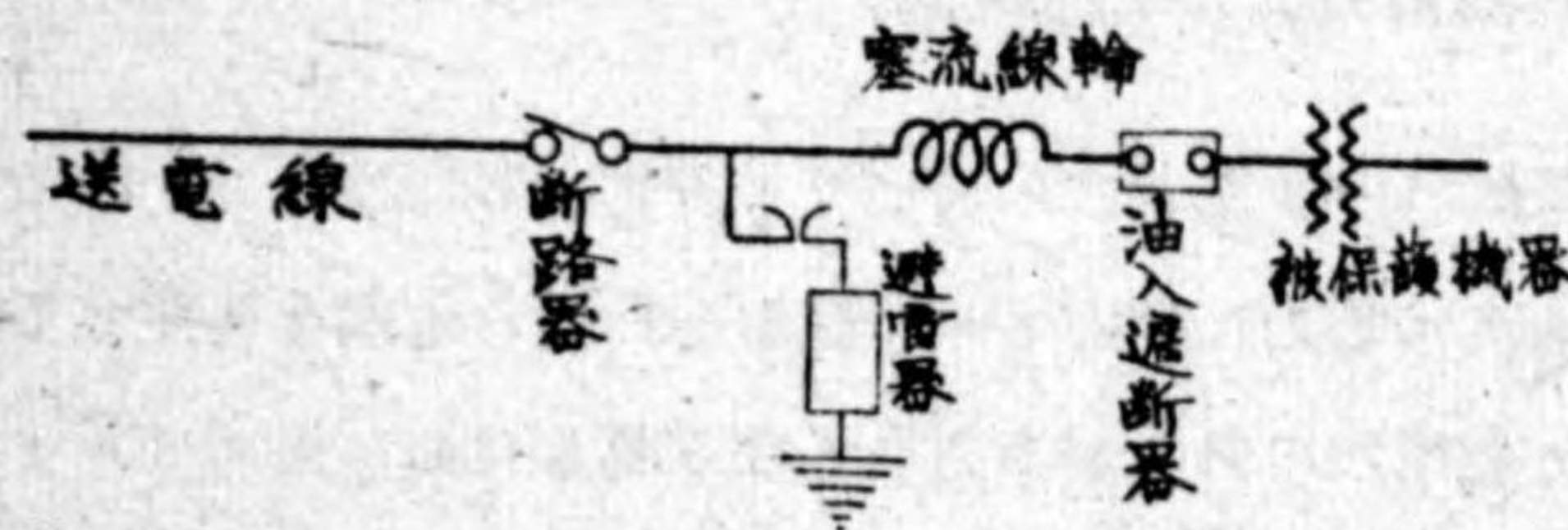
一般の負荷は遅れ力率であるから、力率改善の設備としては進み電流をとるもの即ち蓄電器、進相機等が用ひられる。

## 33. 架空地線及避雷器

架空地線(Ground wire) 架空地線は架空電線の上方に設けられ鐵塔の支持點毎に接地された架空線條である。鋼線又は硬銅線が使用せられる。

架空地線は雷の直撃の被害を減少し、種々の原因に依つて生ずる異常電壓進行波を減衰して線路端に起る危害を軽減する作用がある。尙線路に近き通信線に對する誘導障害を減じ、線路自身の機械的補強をもなす。架空送電線路保護施設中重要なものである。

避雷器(Lighting Arrester)は送電線路に於ける異常電壓の襲來に對する重要な保護装置で、發電所、變電所、開閉所等に設置される。(第二章18節参照)

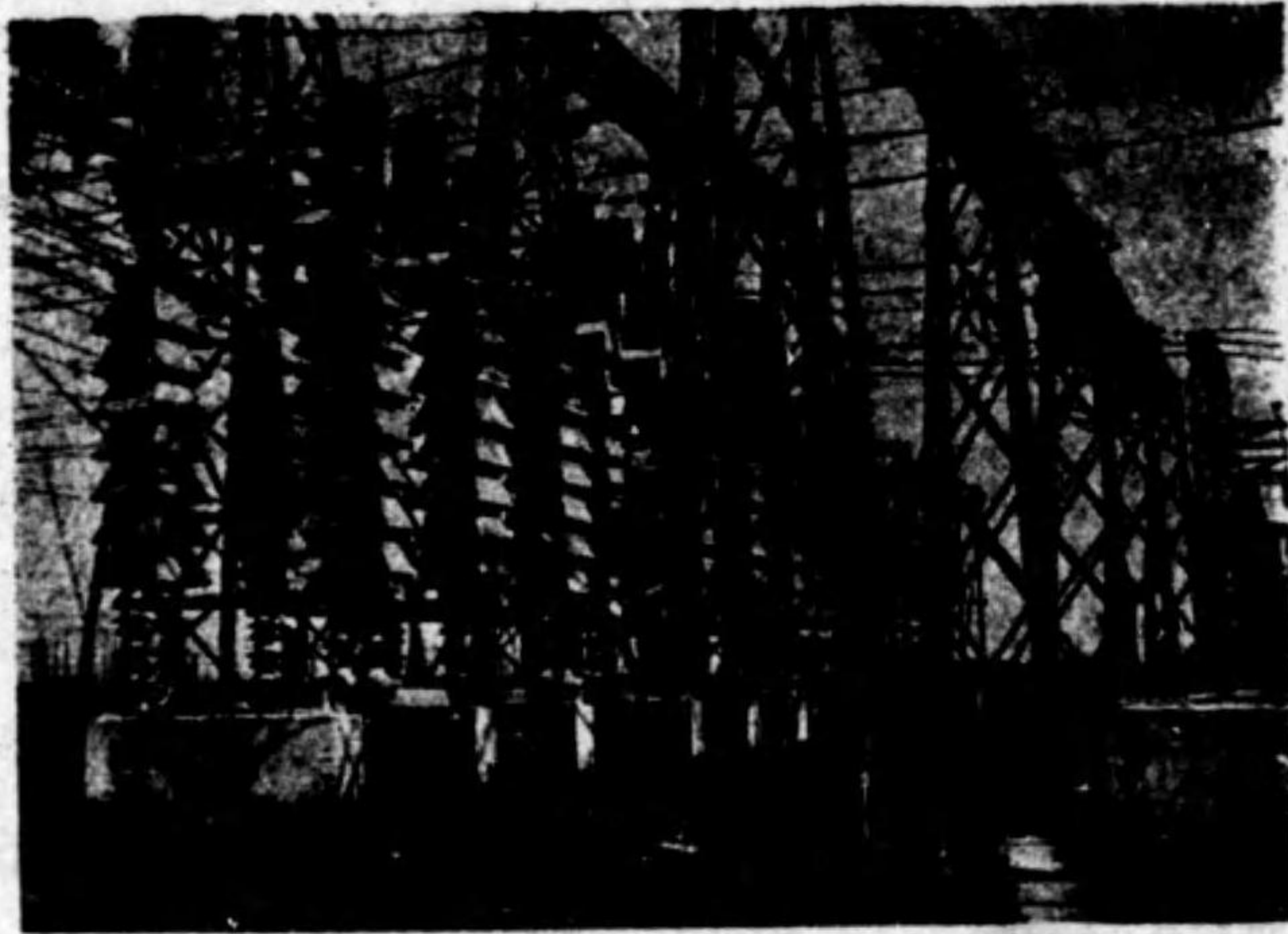


第 36 圖

送電線路用避雷器の主なる種類を列挙すれば、

- (イ) アルミニウムセル避雷器
- (ロ) オキサイドフィルム避雷器
- (ハ) オートバルブ避雷器
- (ニ) レジストバルブ避雷器

第37圖はオキサイドフィルム避雷器(55K.V用)である。



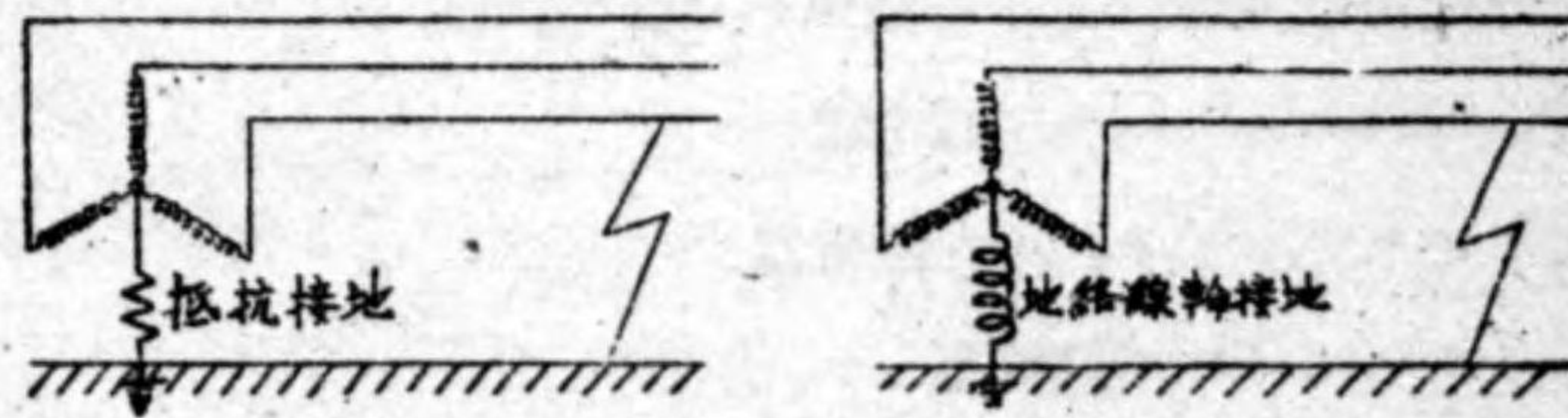
第 37 圖 オキサイドフィルム避雷器

#### 34. 送電系統の中性点接地

送電系統の中性点は之を接地する方式と無接地式とがある。

無接地式は弧光接地のときに線路中に異常電圧を発生して絶縁を害し、又継電器の動作が不完全となり易きため10萬ヴォルト以上の高電圧送電線では接地方式を採用する。

我が國に於て行はれる接地式には抵抗接地式と地絡線輪接地式と



第 38 圖 中性点接地

がある。前者は接地故障の時、地絡電流を制限する目的で適當の大きさの抵抗(154K.Vの送電線では900乃至400Ω, 66K.Vの送電線では400乃至100Ω程度)を通じて中性点を接地する方式である。

地絡線輪接地式はリアクタンスコイルを通じて接地するもので、接地故障が起つても故障點を通する地絡電流は直ちに打消されて電弧は消滅して終ふ。殊に碍子を破壊せざる閃絡接地の如き故障ならば一瞬にして消弧され原狀に復して送電は安全に繼續し得るものである。消弧リアクトルとも稱し、ベクターゼンコイルは其の一種である。

### 第五章 地中電線路

#### 35. 地中電線路

都市の街路上に架空電線を設けることは都市の美觀を害し、又交通保安上の危険多く、送配電の安定上よりも不適當である。殊に特別高壓架空電線路を市街地其の他人家稠密なる地に建設することは電氣工作物規程でも原則上許されてゐない。(本.60) 従つて地中電線路によるの外はない。

地中電線路は架空電線路に比し多額の建設費を要し、故障點の發見修理が容易でない等の缺點はあるが、都市の美觀を害せず、雷、風雪等の影響を受けず、送配電の安定度高き長所がある。

茲に於て架空電線路建設に不適當なる場所の送電線、郊外變電所

より市内配電用變電所に至る送電線、市内變電所間を接続する送電線、市内主要部分の配電線、引込線等は地中電線路による。

我が國に於ける地中送電々壓は 11, 22, 33, 44, 66KV 等で、電纜の製作技術の進歩と共に次第に高い電壓のものが採用されて來てゐる。地中配電線路では高壓及び低壓を以つて配電せらる。

36. 電 纜 (Cable)

電力用ケーブルは構造上導體、絶縁體及び保護被覆の三部より成る。

(a) 導體 ケーブルの心線導體はよく焼鈍したる軟銅線の單線又は撚線である。心線の數により單心ケーブル、二心ケーブル、三心ケーブル等と稱へる。又心線の形により分類すれば圓形心線ケーブル、半圓形心線ケーブル、扇形心線ケーブル等となる。



圓形單心鉛被電纜

半圓形二 鋼身鐵裝電纜

扇形三心鐵線裝電纜

第 39 圖 電 纜

(b) 絶縁體 導體上の絶縁を心線絶縁といひ、二心又は三心を一括した上に施した絶縁を纏帯絶縁といふ。之等の絶縁體としてゴ

ムを用いたゴム絶縁ケーブルもあるが電力用として最も廣く用ひらるゝものは紙絶縁のものである。絶縁紙は厚さ 0.15mm 以下の主として上質のマニラ麻紙料より成る。之を使用電壓に應じ適當の厚さに重ねて捲き、タンク内で高温の真空乾燥を行つて後絶縁性不乾性の油を浸込ませて作る。

絶縁層に空隙が生ずれば絶縁耐力は著しく低下するものである。

(c) 保護被覆 絶縁された心線の上を純鉛で包覆し、其の外面にタールを塗り、紙及びタール引黄麻の各々一層を捲いたものを鉛被ケーブルといふ。更に此上を鋼帯で捲いて外力により損傷を受けない様にしたものを鋼帯鐵裝ケーブルといふ。鋼帯の代りに鐵線を用いた鐵線鐵裝ケーブルもある。

上述の心線絶縁の上に更に纏帯絶縁を施す方法は絶縁材料を多く使用する割合にその絶縁の効果が少いので高電壓用のものが得難い。普通三心ケーブルでは 33000V 用位までである。H 型、SL 型、OF 型等のケーブルは纏帯絶縁を除き一層高電壓に耐ふる様工夫したものである。

H 型ケーブルは心線絶縁の上層に金屬化成紙（薄い錫又はアルミニウムの箔を紙に貼布したもの）を密着せしめ、纏帯絶縁を施さず銅線入綿テープで捲いて其の上に直ちに鉛被を施したものである。高電壓に耐へる許りでなく電流容量も大きい。

SL 型ケーブルは心線絶縁の上に直ちに鉛被を施し、三線を撚合せて其の上に外装を施したものである。

OF 型ケーブルは油槽より絶縁油をケーブル内部に壓入して空隙

を充し高電圧に耐へる様構造されたものである。

37. 地中電線路工事

地中ケーブルの布設方法には直接埋設式と引入式とがある。

(a) 直接埋設式 之は地下に半土管を据えてその中に鍍装ケーブルを收容し、川砂を充し、其の上を土で覆ふ方式である。低壓の場合は半土管を略することがある。地表からの深さは重量のかゝる所は1.2m以上、其の他の所では60cm以上とする。

直接埋設式はケーブルの故障又は増設のときはその度毎に道路を掘らねばならぬ缺點があるが、一般に工事費が安いので條数の少い場合にはよろしい。

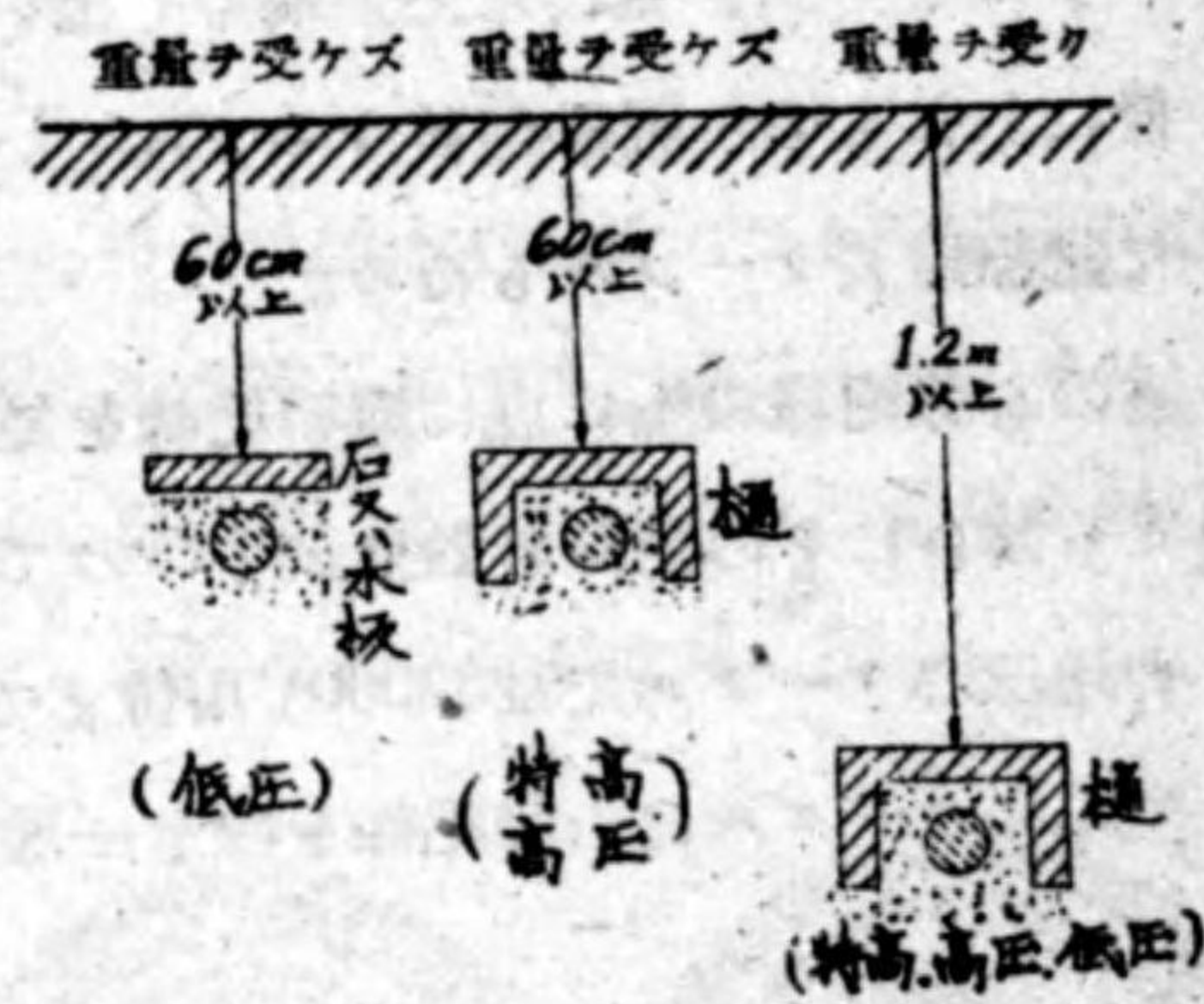
(b) 引入式 適當間隔毎に地中函を設け

その間に管路を築造して之に鉛被ケーブルを引入れる方式である。

市街地又は條数多き場合等に適してゐる。

管路(ダクト)は鐵管又はアスベストセメント管(アスベストをセメントで固めたもの)或はコンクリート管を並べて其周圍をコンクリートで包んだものである。

地中函は管路内にケーブルを引入れたり、或は引抜いたりする作



第40圖

業口である。ケーブルの接続も此の函内で行ふ。煉瓦、又は鐵筋コンクリートで築造し、上部よりの壓力に耐へ、水又は瓦斯の入りぬ様にし、且つ排水、排氣をも工夫せねばならぬ。道路の交叉點、屈曲點の外直線部では普通120乃至150m毎位に設置される。



第41圖 ケーブル引入作業

地中線が河川を横斷する場合には道路橋に添架するか、河底に布設する。

ケーブルの一捲は100乃至300m位のもので、ケーブル相互の接続は、直接埋設式では隨所で行ひ、引入式では地中函内で行ふ。ケーブルの故障は接続點で起り易い爲ケーブルの接続は充分注意して念入りに行はねばならぬ。

ケーブルと架空電線とを接続するには屋外用終端函(Cable head)を用ふ。電柱に沿ふてケーブルを架空線近くまで引上げ、引出線が下向きとなる様に終端函を取付けて此の中で接続する。ケーブルと架空線の接続箇所には避雷器を取付けねばならぬ。

地中配電線路に於ては配電用變壓器は地下に構築されたる室内又は交通に支障なき地上に築造されたる變壓塔内に設置する。又鐵柱を設け地表上3m以上の高さに變壓器を取付けることもある。

地中引込線が地中配電幹線より分岐する地點には配電函を設け、幹線及び引込線を之に引上げ、その内に開閉器を設置して接続する。地中引込線は一般に直接埋設式に依り、立上りは金屬管に藏めてサドルで壁に取付け、屋内用終端函を用ひて屋内配電線に接続する。

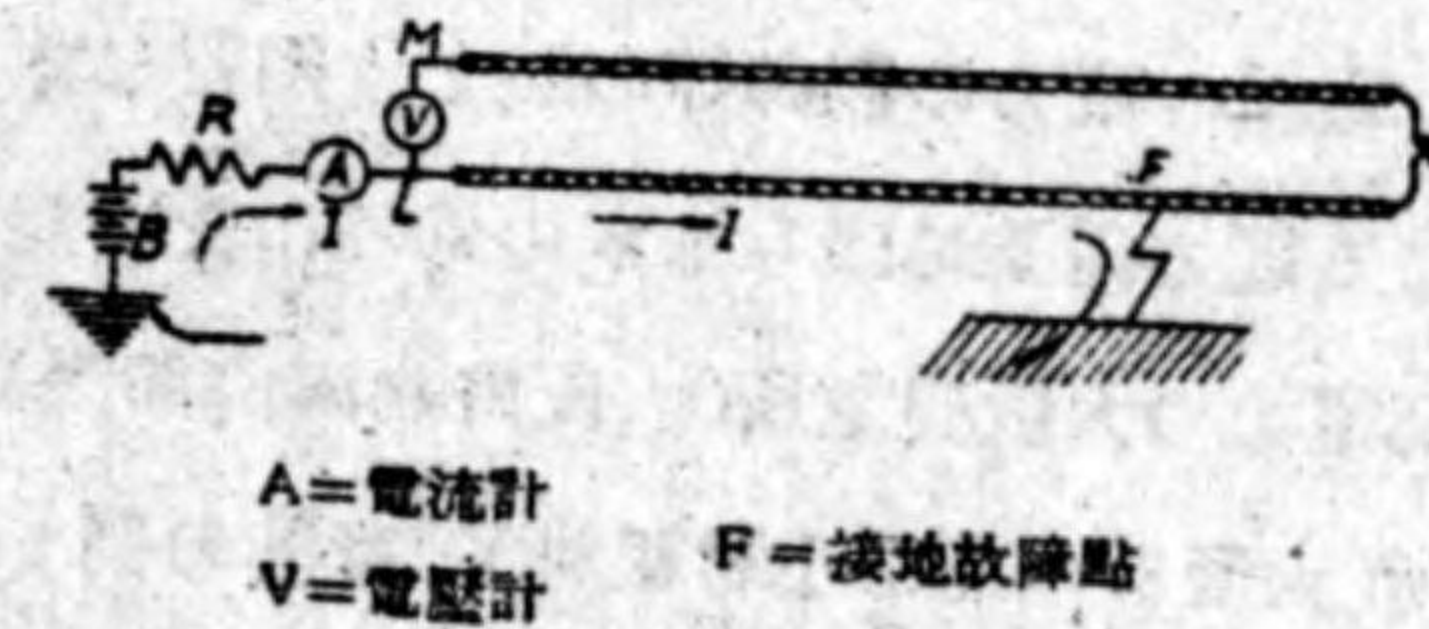
38. 地中電線路の保守

地中電線路の保守上注意すべき主なる事項は、

- (a) 定時にメガーを用ひて絶縁抵抗を測定し、絶縁抵抗が著しく低いときは故障點の検出を行ひ修理を加へる。
  - (b) ケーブル條數の多い所、又は負荷の大なるケーブルのある線路では地中函及びダクト内の溫度を最高寒暖計又は記録寒暖計を以つて測る必要がある。溫度があまり高いときは負荷を減じ又はダクトの冷却を講ずる。(空ダクトに水を通ずるのは其の一方法である。)
  - (c) 地中函内に水が溜らぬ様時々排水の要がある。又函内には有毒瓦斯又は爆發性瓦斯が溜ることがあるから函内に入る前には必ず換氣を行ひ且つ裸火を入れぬ様にし電燈又は安全燈を用ひる。尙瓦斯の存在を發見したときは直ちに瓦斯管の管理者に其の旨通知せねばならぬ。(本.86)
  - (d) 地中函内のケーブルに故障を生じて電弧を發した際隣接のものに及ばぬ様防護装置を施しておくべきである。(石綿の被覆を施しておくは其の一方法である)
- 地中電線路の故障は、ケーブルの外傷、自然劣化、接続不完全、

過負荷、異常電壓、鉛被の腐蝕等が主なる原因である。現今最も多いのは鉛被腐蝕の結果鉛被に孔を生じ濕氣が浸入して絶縁が破壊される故障である。鉛被腐蝕は單線式電車軌條よりの漏洩電流等に基づくもので、之の甚しい場所ではその被害防止の方法を講ずる必要がある。

故障點を検出するには電壓降下法或は其の他の方法により回路の抵抗を測定して故障點までの距離を算出するのである。又故障が接地である場合には搜索線輪を用ひて検出する方法もある。次圖は電壓降下法による場合の接続圖である。



第 42 圖

電流計、及び電壓計の讀みを夫々I及Eとすれば

$$LF \text{ 間の抵抗 } r_x = \frac{E}{I} \dots \dots (\Omega)$$

ケーブルの1m當り抵抗を  $r_0$  Ω とすれば

$$LF \text{ 間の距離 } = \frac{r_x}{r_0} \dots \dots (m)$$

故障が不完全なる接地又は短絡のときには高電壓を加へて故障點を燒斷し、完全な接地又は短絡となしたる後に檢出方法を實施する。



## 第六章 變電所

## 36. 變電所の種類

變電所 (Substation) とは構外より送電せられた電氣を更に構外に送電又は配電するため、構内に設備したる變壓器、電動發電機、廻轉變流機其の他の機器により變成する所である。使用目的に依つて受電變電所と配電用變電所とに大別出来る。

長距離送電線に依り高電壓を以つて輸送し來れる大電力を直接需要地の中心部又は數多き配電用變電所に至らしめることは設備及び周圍との關係、電壓、電力の制御等の點より困難なることである。依つて先づ大なる電力需要地即ち都市の郊外に受電變電所を設けて受電する。大同電力の大阪變電所(大阪府北河内郡門真村)、日本電力の大阪變電所(大阪府豊能郡小曾根村)等は其の例である。

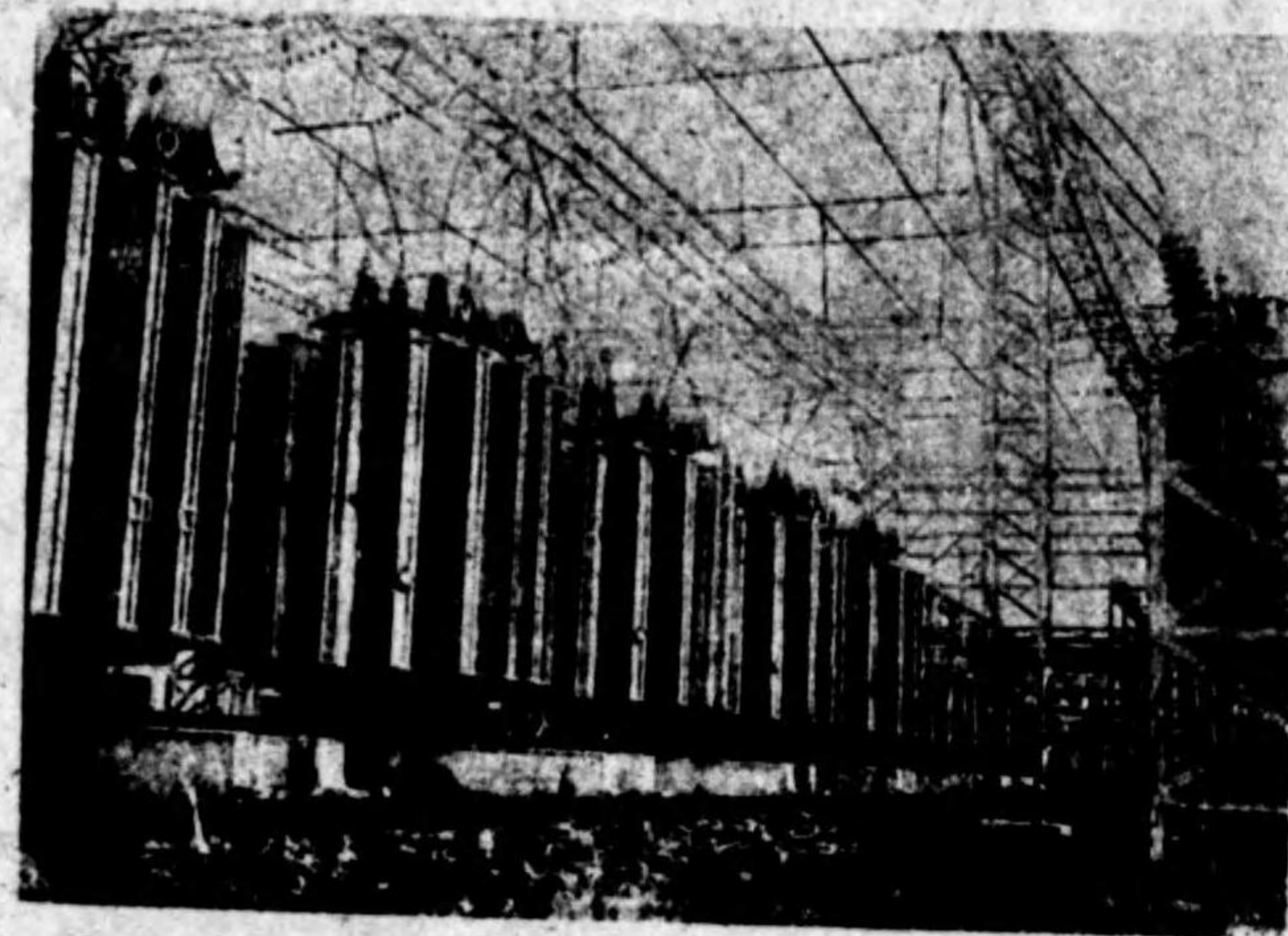
受電變電所に於ては變壓器を以つて電壓を遞降する外に調相機を設置して受電端電壓の調整を行ふ。

配電用變電所は需要地内に散在して負荷に向つて配電する所である。電燈、動力に配電する變電所にありては變壓器を以つて高壓程度に遞降し、又電壓調整器により饋電點の電壓調整を行ふ、電鐵用變電所ならば廻轉變流機又は水銀整流器を以つて交流を直流に變換して電車線に配電する。

次に變電所を建設様式により區別すれば、**屋内變電所**と**屋外變電所**となる。前者は諸種の機械類を屋内におくもの、後者は之を雨露

に曝して屋外に置く方式である。

屋外据付式の機器は屋内据付式のそれに比べて高價であるが、使用電壓の高い機器を屋内に設置するには廣大な建物を要し、その爲の費用が大となる。水銀整流器、廻轉變流機、調相機等は已むを得ず屋内とすれども、變壓器、開閉器、避雷器等は屋外据付にすれば建築費を節約し得る。一般に受電變電所は高電壓を取扱ふため屋外變電所とし、市内の配電用變電所はあまり高電壓でない許りでなく



第43圖 屋外變電所

保安、塵埃、音響等の關係より屋内變電所とする。

次に變電所を運轉方式より分類すれば**手動變電所**、**自動變電所**、**半自動變電所**等に區別される。

手動變電所は主なる機器の運轉操作を従業員の手に依り行ふもの、自動變電所は機器の起動、停止其の他の諸操作を總て繼電器を用ひ電氣的に行はしめ、別の主要變電所より遠方制御及び監視を受

けるものである。半自動變電所は一部を手動として起動運轉し、他の機械を之に應じて自動的に操作せしむるものである。

#### 40. 受電變電所

受電變電所に設備さるゝ主なる装置は變壓器、避雷器、油入遮断器、母線（以上一般に屋外据付）調相機、配電盤、保安用繼電器、蓄電池、通信設備（以上屋内据付）等である。

(a) 變壓器 送電端の變壓器は線路の接地故障に対する保護の便宜上より一次側 $\Delta$ 、二次側Yとするのがよいが、受電端に於けるものは相互連絡の機会が多いため變壓器に於ける電壓位相の移動を避けるべく $\Delta$ - $\Delta$ 又はY-Yを適當とする。但しY-Yの場合には $\Delta$ 結線の三次捲線を設けて第三高調波勵磁電流の外部回路に流れるのを避けねばならぬ。尙この第三次捲線は調相機又は變電所用の電燈電力に利用される。我國の大なる受電變電所ではY-Y- $\Delta$ の三捲線變壓器を用ひてゐる。

大容量の變壓器は油入水冷式を採用して居るので、冷却用水を循環冷却する爲の冷却池及び冷却塔が必要な場合が多い。

(b) 調相機 調相機は受電電壓を一定に保持する爲に設くるもので、之に同期式及び非同期式の二種類がある。一般に採用されて居るのは前者である。外部より塵埃の浸入するのを防ぎ、又騒音が外部にひどく影響せぬ機全密封型とし空氣又は水素瓦斯等を用ひて冷却する。

同期調相機を起動するには他の電動機を用ひてなすものと自起動

式のものがある。自起動式は起動電流の大なる缺點はあるが、据付床面積は小さい利點がある。他の電動機例へば誘導電動機を以つて起動する方式は前者と全く反對の特徴を有し、特に大容量のものに適してゐるのみならず又線路、機械等の試験に調相機より試験電壓を得る便宜もあるので大電力系統では一部を此の方式としておくのが得策である。

同期調相機の勵磁機は一般に主軸に直結した箇別勵磁方式が採用される。

(c) 消弧リアクトル 消弧リアクトルは第四章(34)に於て述べたる如く、送電線の一線に弧光接地を生じたとき速かに消滅して安定を保つ目的を以つて三相送電系統の中性點と大地との間に接続するリアクタンス線輪である。内鐵型又は外鐵型の鐵心（變壓器の鐵心と異つて磁氣回路に適當な間隙を設け非磁性のボルトで締付けて組立てゝある）の上に太い線のコイルを捲いたもので、之を外函に藏め油入自冷式としてある。

(d) 中性點接地抵抗 送電線の接地故障のとき地絡電流を制限する目的で中性點と大地間に接続する抵抗である。

普通發電所側と變電所側の二ヶ所に設ける。（複接地式）

抵抗器は鑄鐵製の格子型のを多く用ひる。

(e) 通信設備 發電所及び他の變電所等との間には保安通信の設備をしなければならぬ。有線通信線は送電線路に添架する方式と獨立の線路による方式とがある。又搬送式高周波電話を用ひて行ふ方式もある。之は高周波の電話電流を送電線の導體を利用して送る

もので、電話装置と電壓の高い送電線とを結合するのであるから其の間の絶縁は極めて強固なものにしなければならぬ。

#### 41. 配電用變電所

配電用變電所は柱上式、屋内式、屋外式の三種に分けられる。柱上式は需要電力小なる場合に用ひられる。土地廣く人家の稠密ならざる場所で電壓の高いものは屋外式とすることもあるが市内の變電所は専ら屋内式とする。

配電用變電所に設備さるゝ主なる機器は變壓器、電壓調整器、遮断器、配電盤、避雷器、繼電器等である。

(a) **變壓器** 配電用變電所では一般に油入自冷式のものを採用する。これは設備が簡單で運轉も容易であるからである。而して豫備として1バンク若くは單相1臺を設置する。

(b) **電壓調整器** 種々あるが最も多く採用されてゐるのは三相自冷式誘導電壓調整器である。調整器を變壓器低壓側端子と母線の間に接続して母線電壓を一定に保持する場合と、特に電壓調整を必要とする饋電線のみに取り付ける場合とがある。

(c) **靜電蓄電器** 力率改善の装置として用ひられる様になつた。進相機に比して特別の基礎工事を要せず、維持及び保守も容易である。

(d) **配電盤** 最も多く使用されるのは普通の開放垂直型である。電壓低き場合は手動操作式でよいが高電壓大容量のものは電磁力又は電動機による遠方電氣操作式とする。

變電所の用地、建物費を節約し且つ取扱の安全を期する目的で裝甲型のものが次第に多く採用される様になつた。之は油入遮断器、母線、断路器、計器類等を適當に組合せ總ての充電部を良好な絶縁物で堅牢な鐵函中に密閉したものである。鼠等の小動物による故障全くなく坑内、地下室等の場所にも適當する。

配電用變電所は鐵筋コンクリート造の如き耐火構造がよい。變壓器、油入遮断器等は防火壁で區劃された室に設置し、配電盤室は防音保健の上から別室なることが望ましい。蓄電池室は排氣、排水に便で日光の直射せぬところとする。

#### 42. 電鐵用變電所

電鐵用變電所は交流を受電し之を直流に變換して電車線に配電する所である。主なる機器は整流機、自動遮断器、繼電器、避雷器及び蓄電池等である。

整流機としては廻轉變流機又は水銀整流器が用ひられる。

(a) **廻轉變流機** 分捲と複捲とあるが前者が次第に多く用ひられる様になつた。普通は六相式で、線電壓が1500Vのときは750Vのもの二臺を直列に使用する場合が多い。

整流子に於ける閃絡を未然に防ぐ爲是非高速度遮断器を取付ける必要がある。此の遮断に要する時間は約  $\frac{18}{1000}$  秒である。

(b) **水銀整流器** 廻轉變流機に比して輕負荷に於ける能率良きこと、運轉操作簡單なること、臨時過負荷耐量大なること、据付容易なること等の利點がある。又真空ポンプの外廻轉部分がないので

騒音を嫌ふ都會地では特に適當してゐる。然し又一方高度の真空を保持すること、弱電線に誘導障害を興ふること、電力回生に不便なこと等の缺點もある。

架空單線式の電車線にありては負極側は不絶縁であるため接地事故の際は極めて大なる接地電流が流れ大災害を惹起する虞れがある。従つて變電所内の配線及び機器の配置、保安には特に充分の注意を拂はねばならぬ。

#### 43. 保護繼電器

保護繼電器 (Protective relay) は電路と自動遮断器の間に装置し線路に生ずる故障の性質及び程度を感知して之に應じ遮断器を動作せしめ、機器を保護するのみならず故障を他の健全なる電路に及ぼさぬ様にするものである。自動遮断器は保護繼電器の確實なる作用を俟つて初めて完全に役目を果すことが出来るのである。

繼電器は起動装置、接觸装置、時限装置の三主要部よりなる。

起動装置は其の動作原理に依り大別すれば可動線輪型、可動鐵心型、誘導型等となるが此等のうち誘導型が最も信頼度高く一般に用ひられてゐる。

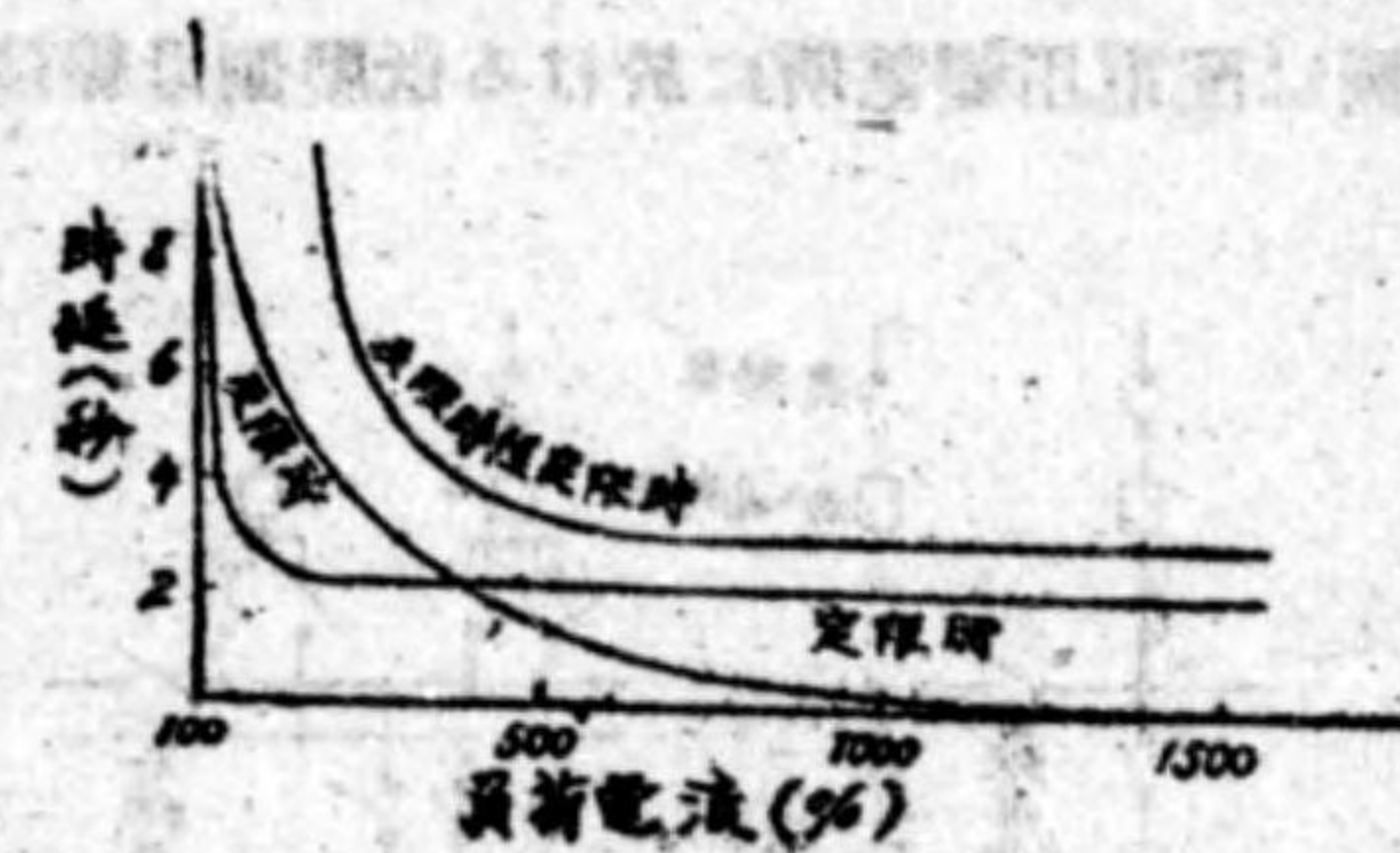
接觸装置は自動遮断器の引外線輪に電流を送る装置でその電流電源としては電路自身よりとるよりも電池を用ふる方が信頼度が高い。

繼電器が動作し始めてから遮断器を働かすまでの時間を繼電器の時延 (Time delay) といひ、繼電器に適當な時延を興へる装置を時

限装置といふ。之に空氣制動式、油壺制動式、永久磁石制動式等がある。時延に依つて繼電器を分類すれば、

- (a) 瞬時繼電器…事故發生すれば直ちに動作するもので時限装置を有しない。發電機、變壓器等の内部故障に對する保護に用ひらる。構造上瞬時とはいへども 0.1 秒位の時間は要するものである。
- (b) 反限時繼電器…事故の大小、即ち繼電器を動作せしむる勢力の増加に伴ひ之に反比例的に動作時間が速かになるもの。
- (c) 定限時繼電器…事故の大小に關せず一定時間の後に動作するもの。

近來は(b)(c)を折衷せる特性を有する所謂反限時性定限時繼電器も廣く用ひられてゐる。(第44圖参照)



第44圖

繼電器を使用目的に依つて分類すれば

- (a) 方向繼電器…電力、電流、電壓、位相、極性等の方向に依つて動作するもの。
- (b) 電流繼電器…過電流又は不足電流の如く、豫め定められた電流に依つて動作するもの。
- (c) 電壓繼電器…過電壓又は不足電壓の如く、豫め定められた電壓に依つて動作するもの。



## 附 錄

附錄 1. 硬銅單線表

直 徑 (mm)	直徑公差 (mm)	切斷面積 (mm <sup>2</sup> )	1km重量 (kg)	1km抵抗 (20°C) (Ω)	最小抗張力 (kg)	最小伸長率 (250mm) (%)
12.00	0.06	113.10	1005.5	0.1572	3981	3.12
10.00	"	78.54	698.2	0.2263	2835	2.64
9.00	"	63.62	565.8	0.2794	2367	2.40
8.00	"	50.27	446.9	0.3536	1925	2.16
7.00	"	38.48	342.1	0.4619	1516	1.92
6.00	"	28.27	251.3	0.6237	1145	1.68
5.00	0.04	19.64	174.6	0.9050	817.0	1.44
4.00	"	12.57	111.7	1.414	536.7	1.20
3.50	"	8.042	71.49	2.210	350.5	1.01
2.60	0.03	5.309	47.30	3.348	234.9	0.86
2.00	"	3.142	27.93	5.657	141.1	0.72
1.60	"	3.011	17.88	8.931	91.5	0.62

附錄 2. 硬銅撚線表

公 稱 切斷面積 (mm <sup>2</sup> )	索線數	索線の 直 徑 (mm)	出來上り 外 徑 (mm)	計 算 切斷面積 (mm <sup>2</sup> )	1km重量 (kg)	1km抵抗 (20°C) (Ω)	最 小 抗 張 力 (kg)
1000	127	3.20	41.60	1021.3	9261	0.01775	40060
860	"	2.90	37.70	838.9	7607	0.02161	33150
725	91	3.20	35.20	731.8	6636	0.02477	28710
600	"	2.90	31.90	601.1	5450	0.03016	23750
500	61	3.20	28.80	490.6	4448	0.03695	19240
400	"	2.90	26.10	402.9	3654	0.04500	15930
325	"	2.60	23.40	323.8	2937	0.05598	12900
250	"	2.30	20.70	253.5	2298	0.07153	10170
200	37	2.60	18.20	196.4	1781	0.09230	7822
150	"	2.30	16.10	153.7	1394	0.1179	6167
125	19	2.90	14.50	125.5	1138	0.1445	4959
100	"	2.60	13.00	100.9	914.7	0.1797	4017
80	"	2.30	11.50	78.95	715.9	0.2297	3167
60	"	2.00	10.00	59.70	541.3	0.3037	2413
50	"	1.80	9.00	48.36	438.6	0.3788	1963
38	7	2.60	7.80	37.16	337.0	0.4879	1480
30	"	2.30	6.90	29.09	263.8	0.6234	1167
22	"	2.00	6.00	21.99	199.4	0.8243	888.9
14	"	1.60	4.80	14.08	127.7	1.301	574.4
8	"	1.20	3.60	7.917	71.76	2.314	326.2
5.5	"	1.00	3.00	5.498	49.85	3.332	227.6
3.5	"	0.80	2.40	3.519	31.91	5.206	146.8
2.0	"	0.60	1.80	1.979	17.94	9.257	82.72
1.4	"	0.50	1.50	1.375	12.47	13.32	57.59
0.9	"	0.40	1.20	0.880	7.98	20.82	36.95

附録 3. Lの表 (1km當り, ミリヘンリー)

線間距離 (m) \ 電線直径 (mm)	0.30	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.50	3.00
12.00	0.833	0.936	1.017	1.074	1.119	1.155	1.186	1.213	1.258	1.294
10.00	0.870	0.972	1.053	1.111	1.155	1.192	1.223	1.250	1.294	1.331
9.00	0.891	0.993	1.075	1.132	1.177	1.212	1.244	1.270	1.315	1.352
8.00	0.914	1.017	1.098	1.155	1.200	1.237	1.268	1.294	1.339	1.375
7.00	0.941	1.043	1.124	1.182	1.227	1.264	1.294	1.321	1.366	1.402
6.00	0.972	1.074	1.155	1.213	1.258	1.294	1.325	1.352	1.397	1.433
5.00	1.009	1.111	1.192	1.250	1.294	1.331	1.362	1.388	1.433	1.470
4.00	1.053	1.155	1.237	1.294	1.339	1.375	1.406	1.433	1.478	1.514
3.20	1.098	1.200	1.281	1.339	1.384	1.420	1.451	1.478	1.522	1.559
2.60	1.140	1.242	1.323	1.380	1.425	1.461	1.492	1.519	1.564	1.601

附録 4. Cの表 (1km當り, マイクロファラッド)

線間距離 (m) \ 電線直径 (mm)	0.30	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
12.00	0.01419	0.010840	0.010050	0.009552	0.009199	0.008930
10.00	0.01355	0.010470	0.009729	0.009264	0.008920	0.008676
9.00	0.01321	0.010270	0.009552	0.009104	0.008778	0.008534
8.00	0.01285	0.010030	0.009363	0.008929	0.008618	0.008332
7.00	0.01247	0.009811	0.009156	0.008741	0.008443	0.008215
6.00	0.01205	0.009553	0.008929	0.008534	0.008251	0.008033
5.00	0.01159	0.009262	0.008675	0.008301	0.008033	0.007825

附録 5. 「アムペアメートル」表

(甲) 單線 (導電率97~96%として計算)

電圧降下 (V)	電 線 直 径 (mm)											
	12.0	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.2	2.6	2.0	1.6
0.5	1590	1105	895	707	542	397	276.3	176.7	113.1	74.6	44.2	28.0
1.0	3181	2210	1789	1414	1083	795	552.5	353.4	226.2	149.3	88.4	56.0
2.0	6261	4419	3579	2828	2165	1590	1105.0	706.7	452.5	298.7	176.7	112.0
3.0	9542	6629	5368	4242	3248	2385	1657.5	1060.1	678.7	448.1	265.2	168.0
4.0	12722	8838	7158	5656	4330	3181	2210.0	1413.4	905.0	597.6	353.5	224.0

軟銅線(99~98%)の時は上表の値に1/0.98を乗す

(乙) 撚線 (導電率99~98%として計算)

公稱面積 (mm <sup>2</sup> ) \ 電 壓 降 下 (V)	1000	850	725	600	500	400	325	250	200	150	125	100
	0.5	14367	11803	10296	8457	6902	5670	4557	3567	2764	2164	1765
1.0	28735	23607	20593	16914	13804	11340	9115	7134	5529	4329	3531	2839
2.0	57471	47214	41186	33829	27608	22680	18231	14269	11059	8658	7062	5678
3.0	86206	70821	61779	50744	41413	34021	27347	21404	16589	12987	10693	8517
4.0	114942	94428	82372	67658	55217	45361	36463	28538	22119	17316	14124	11357

80	60	50	38	30	22	14	8	5.5	3.5	2.0
1111	840	673	523	409	309	196	110	76	49	27
2222	1680	1347	1046	818	619	392	220	153	98	55
4444	3362	2694	2092	1637	1238	784	441	306	196	110
6666	5043	4042	3138	2455	1857	1176	661	459	294	165
8888	6724	5389	4184	3274	2476	1568	882	612	392	220

注意 硬銅線(97~96%)の時は上表の値に0.98を乗す

電線 直徑 (mm)	力 率	電 壓 (V)									
		50~	60~	50~	60~	50~	60~	50~	60~	50~	60~
15.0	0.9 0.8 0.7	0.2550	0.2756	0.2697	0.2954	0.2908	0.3180	0.2997	0.3314	0.3076	0.3409
		0.2828	0.3142	0.3022	0.3375	0.3175	0.3555	0.3282	0.3687	0.3370	0.3845
10.0	0.9 0.8 0.7	0.3229	0.3467	0.3369	0.3635	0.3480	0.3768	0.3558	0.3870	0.3748	0.4092
		0.3451	0.3778	0.3643	0.4009	0.3796	0.4192	0.3903	0.4333	0.4068	0.4507
8.0	0.9 0.8 0.7	0.4454	0.4685	0.4575	0.4854	0.4686	0.4987	0.4764	0.5081	0.4877	0.5216
		0.4558	0.4896	0.4746	0.5129	0.4899	0.5312	0.5006	0.5441	0.5160	0.5606
6.0	0.9 0.8 0.7	0.6999	0.7266	0.7130	0.7424	0.7241	0.7557	0.7310	0.7653	0.7432	0.7811
		0.6969	0.7228	0.7054	0.7456	0.7207	0.7612	0.7352	0.7773	0.7489	0.7957
4.0	0.9 0.8 0.7	1.4169	1.4457	1.4308	1.4626	1.4421	1.4760	1.4499	1.4858	1.4610	1.5092
		1.3297	1.3624	1.3489	1.3825	1.3664	1.4110	1.3781	1.4239	1.3904	1.4422

附錄 6.  $T_e = T_{cos\theta} + T_{sin\theta}$  の表 (1km當り, D)

附錄 7. 安全電流表

大 小 (mm)	安全電流 (Amp.)		公稱切斷 面 積 (mm <sup>2</sup> )	總線構成	安全電流 (Amp.)	
	第一種及 第二種 絕緣銅線	第三種及 第四種 絕緣銅線			第一種及 第二種 絕緣銅線	第三種及 第四種 絕緣銅線
12.0	300	210	1000	127/3.2	1540	960
10.0	230	165	850	127/2.9	1340	840
9.0	200	145	725	91/3.2	1210	770
8.0	170	120	600	91/2.9	1050	670
7.0	140	100	500	61/3.2	900	580
6.5	130	90	400	61/2.9	790	510
6.0	115	80	325	61/2.6	670	440
5.5	105	75	250	61/2.3	570	370
5.0	90	65	200	37/2.6	470	320
4.5	80	55	150	37/2.3	400	270
4.0	65	50	125	19/2.9	340	240
3.5	55	40	100	19/2.6	290	200
3.0	50	35	80	19/2.3	250	170
2.5	45	32	60	19/2.0	210	145
2.0	40	30	50	19/1.8	175	120
1.8	35	25	38	7/2.6	145	100
1.6	32	25	30	7/2.3	120	85
1.4	30	20	22	7/2.0	100	75
1.2	25	18	14	7/1.6	75	55
1.0	22	15	8	7/1.2	50	35
				7/1.0	40	30
				7/0.8	30	20
				7/0.6	22	15

大 小 (mm <sup>2</sup> )	心線構成	安全電流 (Amp.)
5.5	133/0.23	30
3.5	84/0.23	20
2.0	79/0.18	15
1.4	55/0.18	12
0.9	35/0.18	8



附録 8. 收容電線係數と金屬管の最小太さ

電 線 大 小	電 線 係 數						電 線 係 數						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
單 線	一分厚金屬管(内徑,吋)						五厘厚金屬管(外徑,吋)						
mm	1.6	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1	1	
線	2.0	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1	1	1 1/2	
送 線	mm <sup>2</sup>	5.5	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	
	8	1/2	3/4	3/4	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	
	14	1/2	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	
	22	1/2	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	2	
	30	1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	2	2	2	2	2	2	
	38	3/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	2	1	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2
	50	3/4	1 1/4	1 1/4	2	2	2 1/2	1	2	2	2	2 1/2	2 1/2
	60	3/4	1 1/2	2	2	2 1/2	2 1/2	1 1/4	2	2	2 1/2	2 1/2	3
	80	1	2	2	2 1/2	2 1/2	3	1 1/4	2	2	2 1/2	3	3
	100	1	2	2	2 1/2	3	3	1 1/4	2 1/2	2 1/2	3	3	
	125	1 1/4	2 1/2	2 1/2	3	3	3 1/2	1 1/4	2 1/2	2 1/2	3		
	150	1 1/4	2 1/2	2 1/2	3	3 1/2	3 1/2	1 1/2	2 1/2	3			
200	1 1/4	3	3	3 1/2	4	4	1 1/2	3	3				

附録 9. 主要受電變電所設備概要

變電所名	會社名	最大設備容量 (KVA)	電 壓 (KV)	變電數	容量 (KVA)	相	型	製造者	價 額	容量 (KVA)	型	製造者	電壓 (KV)	高 度	製造者
大 阪	大同電力	249,200	140/81/11 140/55/11	4 8	20,000 9,400	1 1	水冷 自冷	W 芝浦	1 6	30,000 15,000	同期 同期	11 11	11 11	600 600	W {W(3) G.E(3)}
八 尾	昭和電力 大同電力	198,000 133,000	140/81/11.5 "	9 6	22,000 22,000	1 1	自冷 水冷	芝浦 G.E W	2 4	20,000 25,000	同期 同期	11 11	11 11	600 600	B.B.C.(3) {A.E.D.(1) 芝浦(1) G.E
大 阪	日本電力	199,995	140/77/11.5 "	9 6	13,333 "	1 1	水冷 自冷	G.E W 日立	4 2	25,000 30,000	同期 同期	11 11	11 11	600 600	W G.E
東 京	大同電力	198,000	140/89.5/11	9	22,000	1	自冷	日立	2	30,000	同期	11	11	600	W
鳩ヶ谷	東京電燈	196,000	140/66/11	7	28,000	1	水冷	W	1	25,000	同期	11	11	600	G.E
川崎第一	"	147,000	140/22/11 100/24.5	7 12	15,000 3,500	1 1	水冷 自冷	芝浦 W	-	-	-	-	-	-	-
鶴 戸	"	135,000	140/23.4/11.7	9	15,000	1	水冷	G.E	3	15,000	同期	11	11	600	W
犬 山	大同電力	105,000	154/77/11.5	3 4	15,000 "	1 1	水冷 自冷	W "	-	-	-	-	-	-	-
東 京	日本電力	85,332	140/66/10.45 66/24	4 4	18,000 3,333	1 1	水冷 自冷	G.E 三菱	1 1	30,000	非同期	11	11	500	芝浦
名古屋	日本電力	177,330	154/77/10.85 77/11	13 4	13,333 1,000	1 1	水冷 自冷	芝浦 日立	2 2	25,000 10,000	同期 同期	11 11	11 11	600 7:0	{G.E(1) 芝浦(1)}

## 問 題

## 第 一 章

- (1) 法規に依り定められたる電圧の種類を問ふ。
- (2) 特別高圧の架空線に裸電線を用ふる理由如何。
- (3) 絶縁電線の種類を問ふ。
- (4) モートル式に依る電線の太さの表はし方の概要を述べよ。
- (5) 送電線路に用ふる碍子の種類を挙げ、且つ簡単に其の得失を述べよ。
- (6) 架空電線が高圧たることの表示は如何にするか。
- (7) 2.6mm<sup>19</sup>本撚(1 $\frac{1}{2}$ φ)の硬銅撚線を用ひ、15kmの距離に架したる電線の往復二線分の抵抗を求む。(答5.39Ω)
- (8) 附録硬銅線表の各種太さの單線及び撚線につき断面積1mm<sup>2</sup>長さ1m當りの固有抵抗を算出してみよ。
- (9) 長さ300mにて抵抗0.107Ωの電線あり。其の断面積を求む。但し断面積1mm<sup>2</sup>長さ1mの固有抵抗を1/56Ωとす。(答50mm<sup>2</sup>)
- (10) 線路のインダクタンス及び静電容量は電線の太さ及び線間距離に依り如何に變ずるか。

## 第 二 章

- (1) 配電に於ける主なる幹線方式を挙げて各々の特徴を述べよ。
- (2) 全負荷電流80Aなる直流電動機あり。配電距離120mにして、線路に於ける電圧降下を3V以下に止めんとす。使用すべき最小電線の太さを求む。(答8mm)
- (3) 前問題に於て若し8mmの電線を用ふれば電圧降下は幾Vとなるか。(答2.55V)

- (4) 變壓器二次端子より互長100mの單相二線式配電線路あり。末端より10mの間隔を以つて各々3Aの無誘導負荷5個を接続し、末端に於ける線間電圧を96V以上に保持せんとす。變壓器の二次電圧を15Vなりとせば使用すべき電線の太さ如何。但し線路のリアクタンスは考へず。(答2.6mm)
- (5) 60サイクル、200V、力率80%、5KWの單相負荷に配電するに6mmの電線を使用するとせば電圧降下如何。但し互長200m、線間距離50cmとす。(答9.2V)
- (6) 前問の配電線に於ける電力損失を求む。(答246W)
- (7) 電線の弛度とは如何なることか。
- (8) 次のものは如何なる目的に使用するか。
  - (イ) 茶臺碍子
  - (ロ) 水平支線
  - (ハ) 人形型繼柱
  - (ニ) 遮斷子
- (9) 次記の場合の最小限度の距離を問ふ。
  - (イ) 3300V架空電線と植物との距離
  - (ロ) 低壓架空電線と造營物の上部に於ける距離
  - (ハ) 道路を横斷する3300V架空電線の地表上の高さ
- (10) 次記の電線の許容最小の太さを問ふ。
  - (イ) 市街地に架設する高壓架空電線(第一種絶縁電線を用ふる場合)
  - (ロ) 徑間18mの低壓架空引込線
- (11) 柱上變壓器を取付くる際注意すべき事項如何。
- (12) 架空引込線を引込口に取付くる場合の工事上注意すべき主なる事項を述べよ。

- (13) 連接引込線とは何か。又之を施設する場合の注意事項如何。
- (14) 避雷器の作用を簡単に説明せよ。
- (15) 配電用変圧器の低圧側を接地する目的如何。又その接地抵抗の限度は如何に定められてゐるか。
- (16) 一次側3300V、二次側105V、5KVAの単相変圧器あり。  
 (イ) 一次側に施設すべき可熔片の大きさ如何。(答普通は3A)  
 (ロ) 二次側に施す地線工事の接地抵抗の限度を求む。(答25Ω以下但し5Ω以下たることを要しない。)
- (17) 地線工事の種別を問ふ。
- (18) 下記のものに施すべき地線工事の種別如何。  
 (イ) 200V電動機の鐵蓋  
 (ロ) 高圧用変圧器の外面  
 (ハ) 柱上變壓器(高壓—低壓)の二次側  
 (ニ) 屋内配線工事に用ふる金屬管  
 (ホ) 避雷器
- (19) 變電所から需要家迄の一般配電線路の保安装置を列挙せよ。
- (20) 100Vにて最大供給電流20Aの配電線を一括せるものと大地間の絶縁抵抗はいくらあればよいか。(答5000Ω以上)
- (21) 3300V架空配電線路の絶縁耐力試験の要項を問ふ。

### 第 三 章

- (1) 屋内配線工事方法の主なる種類を挙げ、夫々の場合使用し得る電線の種類を問ふ。
- (2) 屋内配線用電線の太さの最小限度は幾らか。
- (3) 木造住宅に最も廣く行はるゝ配線工事方法は何か。

- 又その要點を説明せよ。
- (4) 金屬管工事の特徴を述べよ。
- (5) 屋内配線の回路方式に就き簡単に説明せよ。
- (6) 20Wの電燈16個及び扇風機用コンセント4個を有する分岐回路の最小限度絶縁抵抗を求む。  
 (答 器具を除けるときの0.1メガオーム、器具を接続するとき0.05メガオーム)
- (7) 次記の場合に於て使用すべき最低級の絶縁電線如何。  
 (イ) 床下に施設する碍子引工事。  
 (ロ) 點滅器への引下しの木製線樋工事。  
 (ハ) コンクリート建物に施設する金屬管工事。  
 (ニ) 木造バラック建の工場内の露出工事で展開せる場所。  
 (ホ) 同上工場内の人の觸れる虞れある場所。
- (8) 次の器具の使用場所及び使用目的を問ふ。  
 (イ) ベビースキツチ(カッタウトスキツチ)  
 (ロ) タンブラースキツチ  
 (ハ) 電流制限器  
 (ニ) 分電盤
- (9) 第三章(27)に示したる配線圖に就き各回路の電壓降下を計算せよ。
- (10) 各自の住宅の配線圖を描き其の適當なるか否かを検討せよ。

### 第 四 章

- (1) 一定電力を一定距離程輸送する場合線路損失は電壓の二乗に反比例することを證明せよ。
- (2) 長距離の送電に高き電壓を以つて行ふは如何なる理由に依るか。

- (3) 我が國に於ける標準送電 $\times$ 壓如何。
- (4) 固定鐵塔と可撓鐵塔とは其の構造及び性質の上に於て以何なる差異ありや。
- (5) 直長80kmの三相送電線あり。60サイクルにして、受電端に60KV、力率80%、10000KWの電力を送つてゐる。電線には9.0mmの硬鋼線を用ひ、線間距離1.5mを以つて架してある。次の各項を求む。
- (イ) 電線一條の抵抗及びリアクタンス
- (ロ) 送電端電壓及び電壓降下率
- (ハ) 線路損失及び損失率
- (答 (イ) 22.4 $\Omega$ 及び36.5 $\Omega$  (ロ) 68,300V及び13.8%  
(ハ) 968KW及び9.7%)
- (6) 受電變電所に於ては受電 $\times$ 壓の調整は如何にして行ふか。
- (7) 架空地線を設くる目的如何。
- (8) 送電線路に於ける主なる保安裝置を擧げて其の作用を簡単に説明せよ

## 第 五 章

- (1) 地中線路と架空線路の得失を比較せよ。
- (2) 地中電纜の種類を問ふ。
- (3) 地中電纜の布設方法を簡単に説明せよ。
- (4) 次記のものゝ使用場所及び使用目的を問ふ。
- (イ) 終端函
- (ロ) 變壓塔
- (ハ) 地中函
- (5) 地中電纜の故障點を検出する一方法を擧げて説明せよ。
- (6) 地中電纜路保守上注意すべき主なる事項を述べよ。

## 第 六 章

- (1) 使用目的に依り變電所を分類し且つ之を説明せよ。
- (2) 受電變電所の實例3つを擧げよ。
- (3) 配電用變電所の實例3つを擧げよ。
- (4) 屋外式變電所は如何なる特徴を有するか。
- (5) 受電變電所及び配電用變電所に設置さるゝ主なる機器を擧げ其の目的を述べよ。
- (6) 繼電器の時延とは如何なることか。
- (7) 保護繼電器の主なる種類を擧げて各々如何なる場合に動作するものなるかを説明せよ。

8693

綜文館發行書目

◎ 電 氣 工 學 ◎

電 教 社 編	電 氣 材 料	價 20.00	〒 3.00
同 同 同	直 流 機 械	〃 15.00	〃 3.00
同 同 同	送 電 配 電	〃 25.00	〃 3.00
同 同 同	交 流 機 械 (前 編)	〃 32.00	〃 3.00
同 同 同	交 流 機 械 (後 編)	〃 20.00	〃 3.00
同 同 同	電 氣 測 定 法 並 器 具	〃 30.00	〃 3.00
同 同 同	發 電 所 及 原 動 機	〃 36.00	〃 5.00
同 同 同	有 線 無 線 電 信 電 話	〃 24.00	〃 3.00
同 同 同	電 氣 鐵 道	〃 16.00	〃 3.00
寺 內 大 著	電 機 設 計 製 圖 (上 卷)	〃 22.00	〃 3.00
藤 了 念 著	電 機 設 計 製 圖 (下 卷)	〃 40.00	〃 5.00
同 同 同	電 氣 工 事 論	〃 50.00	〃 5.00
同 同 同	交 流 理 論	〃 40.00	〃 3.00
同 同 同	電 氣 理 論 問 題 解 法 並 模 範 解 答	〃 100.00	〃 8.00
近 刊 電 教 社 編	改 正 電 氣 工 作 物 規 定	〃 30.00	〃 3.00
近 刊 同 同	電 氣 工 學	〃 40.00	〃 3.00
近 刊 同 同	電 氣 磁 氣	〃 35.00	〃 3.00
近 刊 同 同	電 燈 照 明 並 電 熱 工 學	〃 35.00	〃 3.00

◎ 機 械 工 學 ◎

機 工 學 會 編	材 料 及 工 作 法 (上 卷)	價 22.00	〒 3.00
同 同 同	材 料 及 工 作 法 (下 卷)	〃 22.00	〃 3.00
同 同 同	機 構 學	〃 18.00	〃 3.00
同 同 同	基 本 機 械 製 圖	〃 40.00	〃 5.00
同 同 同	實 用 用 器 畫 法	〃 25.00	〃 5.00
同 同 同	汽 力 原 動 機	〃 22.00	〃 3.00
同 同 同	內 燃 機 關	〃 30.00	〃 3.00
同 同 同	機 械 工 學	〃 56.00	〃 5.00
同 同 同	水 力 學 及 水 力 機 械	〃 30.00	〃 3.00
山 形 甚 吉 著	船 用 燒 玉 機 關	〃 100.00	〃 5.00

◎ 水 力 土 木 建 築 工 學 並 化 學 ◎

建 築 研 究 會 編	教 科 用 建 築 製 圖	價 24.00	〒 3.00
堀 口 甚 吉 著	最 新 鐵 骨 構 造	〃 60.00	〃 5.00
土 木 研 究 會 編	七 桁 對 數 表	〃 120.00	〃 8.00
磯 岡 寬 著	理 論 化 學	〃 35.00	〃 3.00
森 田 虎 起 著	新 訂 測 量 法 講 義	〃 80.00	〃 5.00

昭和二十一年十二月二十日 刷  
 昭和二十一年十二月廿五日 初版發行  
 昭和二十二年十一月十日 第二版印刷發行

送 電 並 配 電

定 價 貳 拾 五 圓



編 者 電 教 社

大 阪 市 北 區 曾 根 崎 上 四 丁 目 四 番 地

發 行 者 伊 藤 由 雄

布 施 市 荒 川 三 丁 目 一 一 九 番 地

印 刷 者 牧 田 義 昌

布 施 市 荒 川 三 丁 目 一 一 九 番 地

印 刷 所 三 和 印 刷 合 資 會 社

東 京 都 千 代 田 區 神 田 淡 路 町 二 九

配 給 所 日 本 出 版 配 給 株 式 會 社

大 阪 市 北 區 曾 根 崎 上 四 丁 目 四 番 地

發 行 所 株 式 綜 文 館

(會 員 番 號 A 119049)

綜文館發行書目

◎ 電 氣 工 學 ◎

電 教 社 編	電 氣 材 料	價 20.00	〒 3.00
同 同 同	直 流 機 械	ㄠ 15.00	ㄠ 3.00
同 同 同	送 電 配 電	ㄠ 25.00	ㄠ 3.00
同 同 同	交 流 機 械 (前編)	ㄠ 32.00	ㄠ 3.00
同 同 同	交 流 機 械 (後編)	ㄠ 20.00	ㄠ 3.00
同 同 同	電 氣 磁 氣 測 定 法 並 器 具	ㄠ 30.00	ㄠ 3.00
同 同 同	發 電 所 及 原 動 機	ㄠ 36.00	ㄠ 5.00
同 同 同	有 線 無 線 電 信 電 話	ㄠ 24.00	ㄠ 3.00
同 同 同	電 氣 鐵 道	ㄠ 16.00	ㄠ 3.00
寺 內 信 次 著	電 機 設 計 製 圖 (上 卷)	ㄠ 22.00	ㄠ 3.00
藤 了 念 著	電 機 設 計 製 圖 (下 卷)	ㄠ 40.00	ㄠ 5.00
同 同 同	電 氣 工 事	ㄠ 50.00	ㄠ 5.00
同 同 同	交 流 理 論	ㄠ 40.00	ㄠ 3.00
同 同 同	電 氣 理 論 問 題 解 法 並 模 範 解 答	ㄠ 100.00	ㄠ 8.00
近 刊 電 教 社 編	改 正 電 氣 工 作 物 規 定	ㄠ 30.00	ㄠ 3.00
近 刊 同 同	電 氣 工 學	ㄠ 40.00	ㄠ 3.00
近 刊 同 同	電 氣 磁 氣	ㄠ 35.00	ㄠ 3.00
近 刊 同 同	電 燈 照 明 並 電 熱 工 學	ㄠ 35.00	ㄠ 3.00

機 械 工 學

機 工 學 會 編	材 料 及 工 作 法 (上 卷)	價 22.00	〒 3.00
同 同 同	材 料 及 工 作 法 (下 卷)	ㄠ 22.00	ㄠ 3.00
同 同 同	機 構 學	ㄠ 18.00	ㄠ 3.00
同 同 同	基 本 機 械 製 圖	ㄠ 40.00	ㄠ 5.00
同 同 同	實 用 用 器 畫 法	ㄠ 25.00	ㄠ 5.00
同 同 同	汽 力 原 動 機	ㄠ 22.00	ㄠ 3.00
同 同 同	內 燃 機 關	ㄠ 30.00	ㄠ 3.00
同 同 同	機 械 工 學	ㄠ 56.00	ㄠ 5.00
同 同 同	水 力 學 及 水 力 機 械	ㄠ 30.00	ㄠ 3.00
山 形 甚 吉 著	船 用 燒 玉 機 關	ㄠ 100.00	ㄠ 5.00

水 力 土 木 建 築 工 學 並 化 學

建 築 研 究 會 編	教 科 用 建 築 製 圖	價 24.00	〒 3.00
堀 口 甚 吉 著	最 新 鐵 骨 構 造	ㄠ 60.00	ㄠ 5.00
土 木 研 究 會 編	七 桁 對 數 表	ㄠ 120.00	ㄠ 8.00
成 岡 寬 著	理 論 化 學	ㄠ 35.00	ㄠ 3.00
森 田 虎 起 著	新 訂 測 量 法 講 義	ㄠ 80.00	ㄠ 5.00

昭和二十一年十二月二十日 印刷  
 昭和二十一年十二月廿五日 初版發行  
 昭和二十二年十一月十日 第二版印刷發行

送 電 並 配 電

定 價 貳 拾 五 圓

編 者 電 教 社

大阪市北區曾根崎上四丁目四番地

發 行 者 伊 藤 由 雄

布施市荒川三丁目一一九番地

印 刷 者 牧 田 義 昌

布施市荒川三丁目一一九番地

印 刷 所 三 和 印 刷 合 資 會 社

東京都千代田區神田淡路町二ノ九

配 給 所 日 本 出 版 配 給 株 式 會 社

大阪市北區曾根崎上四丁目四番地

發 行 所 株 式 會 社 綜 文 館

(會員番號 A 119049)

終