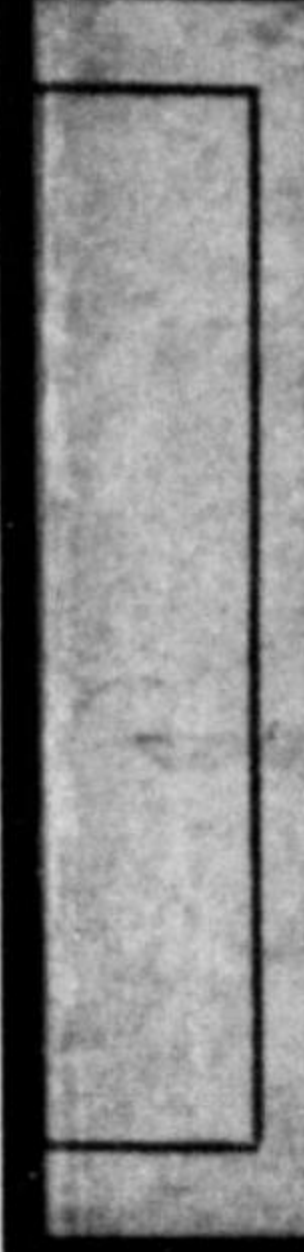




始



997
237

年 月 日 504

陽	九	Q							

陽九
五
四
三
二
一

六月七日

544.4
D58
3

配



學

37

S 8. C 4. 4. 4. 7



電 氣 書 院

937
237

配電工学

目次

第1章 配電一般

- 1.1 配電線の使命 1
- 1.2 配電用變電所の一般 2
- 1.3 配電用變電所の
電線接続圖と保安裝置 3
- 1.4 各種の配電方式と其の得失 8
 - (A) 架空線式と地下線式 8
 - (B) 配電電壓と周波数の種類 8
 - (C) 直列式と並列式 10
 - (D) 直流式と交流式 10
 - (E) 線路数に依る各種の配電方式 11
 - (F) 樹枝式と環狀式
並低電壓配電網方式 12
- 1.5 第1章 問題並解答 13

第2章 配電線の電 氣的特性と計算

- 2.1 配電線に於ける
所要電線量の比較 15
 - (A) 比較の基準 15
 - (B) 所要電線量算定の基礎式 15
 - (C) 最大電壓を同一としたる場合 17
 - (D) 最小電壓を同一としたる場合 19
- 2.2 電壓降下の計算 20
 - (A) 直流二線式の場合 20
 - (B) 直流三線式の場合 22
 - (C) 交流単相二線式の場合 24
 - (D) 交流三相三線式の場合 28
 - (E) 多点饋電環狀回路等の場合 29
 - (F) 一般網狀回路の場合 30
- 2.3 電力損失と能率の計算 30
 - (A) 直流及單相二線式の場合 31
 - (B) 三相三線式の場合 31
 - (C) 配電線の能率 31
- 2.4 電線に最經濟的
断面を與ふる計算 32
 - (A) 樹枝狀單一配電線の場合 32

- (B) 樹枝狀分岐配電線の場合 33
- 2.5 散在せる負荷の重心点 34
- 2.6 配電線に於ける
負荷特性の計算 35
 - (A) 無誘導負荷の場合 36
 - (B) 誘導負荷の場合 36
- 2.7 第2章 問題並解答 37

第3章 配電線の施設

- 3.1 配電線の施設一般 44
- 3.2 配電線の電壓調整 45
 - (A) 電壓調整の一般 45
 - (B) 饋電線電壓調整裝置 46
 - (C) 線路電壓の均一法 50
- 3.3 配電用柱上變壓器 51
 - (A) 標準容量、端子接続及特性一般 51
 - (B) 柱上變壓器の三相接続其他 53
- 3.4 配電線の保安施設 54
 - (A) 保安施設の一般 54
 - (B) 開閉器類 56
- 3.5 晝夜間線の操作施設 57
- 3.6 配電線の力率
向上に對する施設 58
- 3.7 第3章 問題並解答 60

第4章 配電線の 設計と建設

- 4.1 負荷容量の算定 65
 - (A) 負荷曲線と負荷率 65
 - (B) 需用率と不等率 66
 - (C) 配電線施設の負荷容量の算定 68
 - (D) 柱上變壓器の經濟的分布 69
- 4.2 電線の撰定 70
 - (A) 配電線の設計方針
と電線の撰定 71
 - (B) 電線の經濟的太さ 71
 - (C) 配電線の太さ及絕緣種別 72
- 4.3 支持物の撰定 73
 - (A) 木柱 74

[B] コンクリート柱74
 [C] 鐵柱75
 4.4 碍子類の撰定75
 4.5 線路の實測と
 工事設計明細書76
 4.6 支持物工事78
 [A] 裝柱施設78
 [B] 建柱及撤去工事79
 4.7 支線及支柱工事と其の計算80
 [A] 支線及支柱の種類と工事方法80
 [B] 支線及支柱の計算82
 4.8 架線其の他の工事85
 4.9 弛度、張力の計算86
 4.10 第4章 問題並解答87

**第5章 配電線の
 試験と保守**

5.1 配電用變電所の試験91
 5.2 配電線の試験92
 [A] 絶縁耐力試験93
 [B] 柱上變壓器の絶縁
 耐力試験並地板抵抗試験94
 [C] 需用家電壓及電流の測定95
 5.3 配電線路の巡視95
 [A] 常時巡視95
 [B] 不時巡視と非常時の處置96
 5.4 配電線路の保守97
 [A] 保守用の必要圖面97
 [B] 保守上調査すべき事項98
 [C] 電壓及負荷の調整98
 [D] 保守工事99
 5.5 第5章 問題並解答100

第6章 屋内工事

6.1 屋内施設の一般102
 6.2 引込線工事104
 [A] 引込線の種類104
 [B] 引込線に関する規程104
 (1) 家屋外面の配線
 (2) 引込線に用ふる電線
 (3) 引込線の互長
 (4) 引込線と造管物との離隔距離

(5) 引込線の地表上の高さ
 (6) 引込線取付点の高さ
 (7) 引込線と他物との離隔距離
 (8) 街路照明用電線
 (9) 屋外燈の引下線
 (10) 高壓架空引込線
 [C] 引込線工事の實際107
 (1) 低壓架空引込線工事
 (2) 高壓架空引込線工事
 (3) 地中引込線工事

6.3 屋内工事の一般108
 (1) 電 壓 (2) 電 線
 (3) 工事方法 (4) 施設器具
 (5) 分岐と絶縁抵抗

6.4 屋内工事の設計111
 [A] 設計の一般的心得111
 [B] 電氣設備の容量決定111
 (1) 電 燈 (2) 挿込口
 (3) 電 熱
 [C] 引込口及電氣室112
 [D] 配線方式112

6.5 屋内工事の實際113
 [A] 施設場所に依る工事方法113
 (1) 展開場所 (2) 掩蔽場所
 (3) 濕氣ある場所
 (4) 塵埃ある場所
 (5) 腐蝕性のガス若くは溶液を發
 散する場所
 (6) 爆發又は燃焼し易い危険な物
 質のある場所
 (7) 興行場
 [B] 工事の種類と施工法115
 (1) 碍子引工事
 (2) 木製換籠工事
 (3) 金屬換籠工事
 (4) 金屬管工事
 (5) 電槽工事
 (6) 床下換籠工事
 [C] 電動機及その他の工事121
 (1) 低壓電動機の施設
 (2) 高壓電動機の施設
 (3) 電熱工事
 (4) 電力裝置の工事
 (5) X線裝置
 (6) ネオン管燈工事

[D] 高壓配線124
 (1) 引込口 (2) 受電盤
 (3) 二系統以上の引込
 [E] 雜工事126
 (1) 互電燈及信號燈線
 (2) 地線工事
 (3) コード引工事
 (4) 臨時工事

6.6 配線圖の書き方130
 (1) 配線圖に記入すべき事項
 (2) 配線用標準記號
 (3) 配線圖の實例(その一)
 (4) 配線圖の實例(その二)
 (5) 配線圖の實例(その三)
 (6) 配線圖の實例(その四)

6.7 屋内電氣
 工作物の検査と試験139
 [A] 竣工検査139
 (1) 点 檢 (2) 導通試験
 (3) 絶縁抵抗試験
 (4) 接地抵抗試験
 (5) 絶縁耐力試験
 [B] 定期検査147
 (1) 屋内配線 (3) 引込線
 (3) 變 壓 器
 6.8 第6章 問題並解答148

**第7章 最近に於ける配電
 工學上の諸問題**

7.1 配電線電壓上昇の問題150
 7.2 晝夜間一夜间
 共用線配電方式151
 7.3 搬送電流に依る
 配電線の自動制御152
 7.4 特殊負荷に對する配電方式152
 7.5 配電線に於ける
 停電防止の諸施設153
 7.6 配電線中に於ける
 電壓變動率の改善154
 7.7 配電線に於ける
 靜電蓄電器の適用155
 7.8 活線作業に對する
 施設上の考慮156

7.9 配電線に於ける雷害防止156
 7.10 地中配電線の故障
 豫知と故障箇所の測定157
 7.11 配電線に對する
 電氣工作物臨時特例159
 7.12 工場配線の要領160
 7.13 高層ビルディング
 に於ける屋内配線160

(1) 電氣設備
 (2) 變電及配電設備
 (3) 配電幹線 (4) 分岐配線
 (5) 配線工事
 7.14 配電線に於ける
 新施設並器具165

(1) 區分配電裝置
 (2) ラインスペーサー
 (3) 碍子を閉鎖器用の可換片
 (4) セコンダリーラック
 (5) 斷木取付の改良
 (6) 共架電柱(共架電柱)電話線、
 火災報知器信號線
 (7) 引込用ゴムケーブル
 (8) 磁器製終端函
 (9) ファイバー管
 (10) 人穴内ガス表示器
 (11) 相線列別用接地函
 (12) 封印開閉器
 (13) 配電用埋設變壓器
 (14) ノーフューズ分電盤
 7.15 配電器材の代用品168

配電工学

第1章 配電一般

1.1 配電線の使命

配電用變電所より出て需用家の引込口に至る線路を配電線と云ひ、之れが電力系統中に於て占むる位置の概観は既に「電力傳送工学」1.2の第1.2.1圖に於て示した通りである。即ち送電線とは其の使命が相違し、直接に需用家に電力を配給するのであるから、此の使命に合致する如く設計されねばならない。

既に述べられた如くに、送電線に於ては、高電壓に對する絶縁の問題、送電の安定度に對する問題、經濟的設計に關する問題等が設計の主なる眼目となつたのであるが、配電線に於ては、電壓變動率の問題、公衆或は建造物に對する安全の問題等が設計の指針となる。勿論、其の時の情勢に應じ、種々なる附帶的要件を充足せしめねばならなくなる。例へば、今日の如くに、配電統制、電力節約、物資制限が強化せられつゝある時局に對しては、夫れに應じた考慮が拂はるべきである。事實、電力系統に於ける投下資本の点から考へても、又、故障發生の頻度から云つても、配電線の占むる部分は大きく、送電線以上に研究の對象とせられねばならない。然るに、其の研究が地道なる爲めにか、一般有能の士より等閑視されつゝあるは最も遺憾とする處である。諸氏は以下本書に於て講述する處を克く理解せられて、之れが改善に一步を進むるの概を示されたい。

扱、配電線は負荷の性質に應じて種々に區別せらるゝことがある。即ち電燈線動力線、電燈電力線であつて、是等の各々の設計は負荷に應ずる特異なる着眼点を必要とする。例へば電燈線にあつては、電燈の光力が電壓の3.6乗に比例するのであるから、電壓に5%の變動があると光力には約18%の變動を生じ、電球の壽命の如きは電壓の13乗に逆比例する。従つて少しく電壓が降下すれば光力の減退著しく、需用家の抗議を受けねばならない。又電壓が少し過高になつても電燈の纖維切れが頻出して經濟上由々しき問題となる。従つて、電燈配電線に對しては電壓一定即ち電壓變動率の小なることが要求せられる。(電氣事業法では此の變動の制限を $\pm 4\%$ と規定してゐる。)之れに反して電動機等に於ては電壓變動は回轉力、回轉數に勿論影響を與へるが、電燈の場合程に大きな問題ではない。電燈と電動機に併せて供給する配電線は、電動機の起動電流が大きいので、起動停止に依つて電燈の光度に著しい變化を與へる。従つて斯様な併用線は理想的と

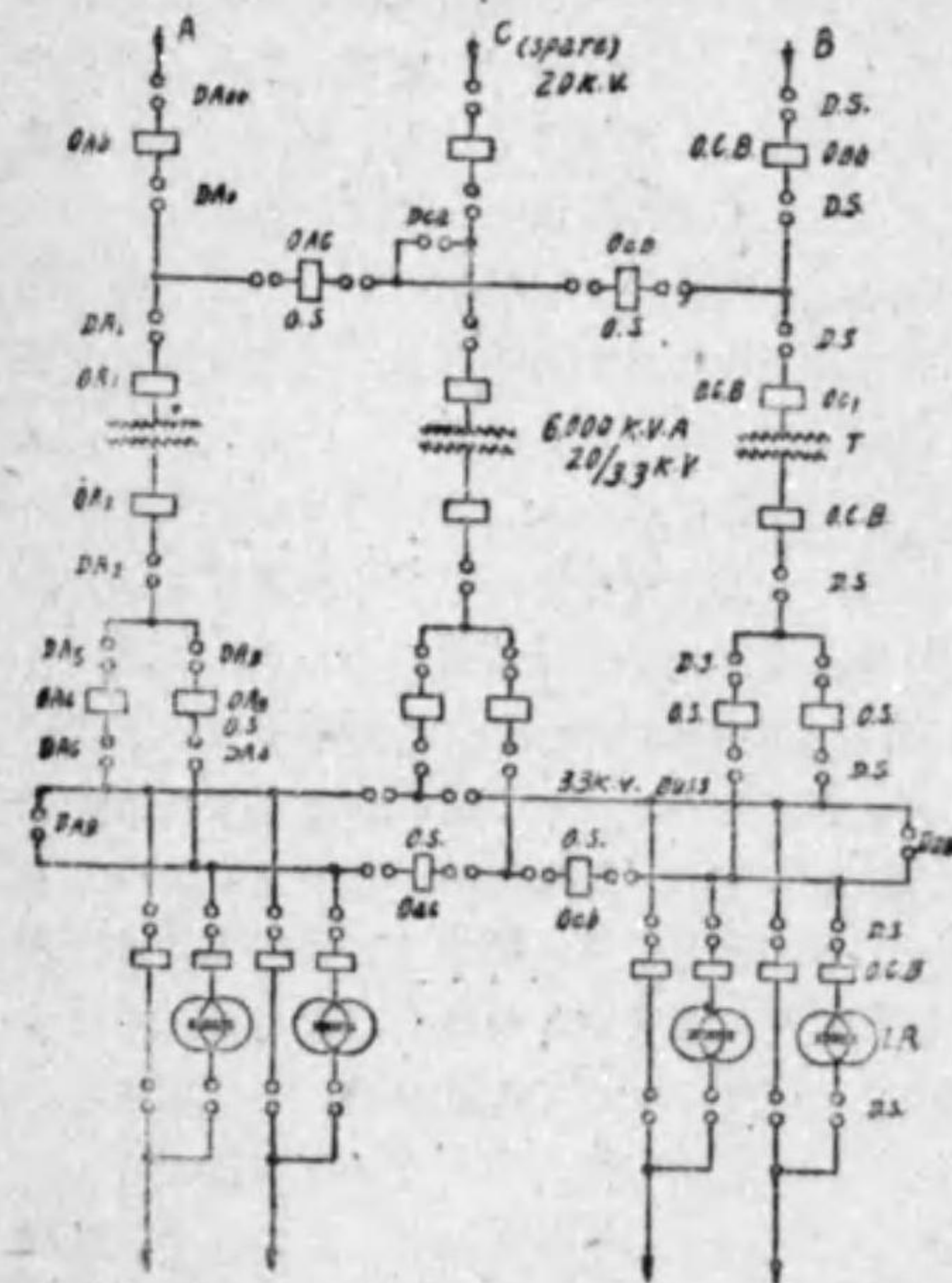
は云へない。併用する場合には配電線の容量、電圧変動に就て十分に吟味を要しやう。

尙配電線の設計に當つては、前にも述べた通り、安全に良質電気（無停電にして電圧変動率、周波数変動共に小）が経済的に供給せられねばならない。然し、之れは云ふべくして仲々困難なことで、安全に良質電気を供給しやうとすれば勞ひ経済的の負擔を大ならしむる。此の調和を計り、理想的の設計を行ふ處に配電エンジニアの苦心が存する。

以下、配電工学の一般に就て此の主旨の元に説明するが、送電工学と重なる處は説明を省略するから、配電工学のみを習得せんとする讀者も必ず「電力送電工学」を通讀せられたい。

1.2 配電用變電所の一般

送電工学の第 1.2.1 圖に示された如く、送電線の受電端二次變電所より、11~22 kV にて市内の各配電用變電所に電力が送られ、此處から 2.2kV~3.3kV の電圧で配電幹線が出て行く。此の配電用變電所に於ける電線接続圖の骨組の一例を示すと第 1.2.1 圖の如くである。即ち本變電所は 20 kV, 6000 kVA, 3 本（内



第 1.2.1 圖

1 本豫備) にて受電し、電圧比 20/3.3 kV の 6000 kVA 變壓器 T 3 バックを備へ、3.3 kV に降下し、母線 (Buss) (「發變電所工学」参照) に入り誘導電圧調整器 (LR) (「電氣機器工学」参照) を經て、各高壓配電幹線として引出されて居る。圖中、O.C.B. は油入遮斷器 (「發變電所工学」参照) O.S. は油入開閉器、D.S. は斷路器であつて、申す迄もなく油入遮斷器は故障短絡電流を切り得るもの (遮斷容量を有するもの) 油入開閉器は通常の負荷電流を切り得るもの、斷路器は回路の絕緣區分の使命を有するものである。

(註) 上記の電線接続圖に於て若干補足的の説明を加へて置こう。

① 特別高壓側の連絡母線 (O.A.C. 及 O.C.B. の回路) 此の目的は任意の受電線で任意の變壓器を活すにあり、受電線及變壓器の故障の際に電力を融通し得て有利である。云ひ忘れたが、一般に O.C.B. 又は O.S. の兩側には斷路器 D.S. を附するものが原則であつて、圖は此の主旨で作製されてゐる。(例へば OA₁ と OA₂ を一つのものとすると、其の兩側に DA₁ 及 DA₂ と斷路器がある) 元來 O.C.B. 及 O.S. を入れる目的は線路の絕緣區分を一層に強固とし、負荷電流或は故障電流を切るにある。斷路器は其の補助的役目を有し、負荷電流は之れに依つて切り得ない。

② 高壓側母線、圖では環狀母線として居る。單母線と比較して施設は複雑となるが、点檢、手入、故障の基合に融通性を増す。圖に於ては母線を二區分して居るが、三區分してもよい。

③ 各高壓幹線 (饋電線) には各々に電壓調整器 IR を入れ、個々に電壓調整を行ふ。最近は自動電壓調整器を附して、負荷電流の大小に応じて電壓を調整して線路電壓降下を補償してゐる。

④ 誘導電壓調整器、圖では之れを各饋電線に入れたが、各饋電線の互長が短く (0.5 哩前後) 負荷の變動が著しからず、環狀式配電線を用ふる場合等では之れを變壓器の二次側に入れ電源電圧の變動或は負荷の變動に對し母線電壓を一定或は母線電壓を負荷重心點電壓として適當値に調整する方法も考へられるが、一般には各饋電線に挿入して前項の如くに調整するのが望しい。

1.3 配電用變電所の電線接続圖と保安裝置

第 1.2.1 圖は配電用變電所の骨組を示したのであつて、次の各項を加へて初めて完全な電線接続圖となる。

- ① 計器用變成器、變流器及計器の挿入
- ② 保護繼電器類の裝置
- ③ 操作回路の接続
- ④ 所内用動力電燈回路の接続

併而、其の大半は保安裝置に屬するものである。

(註) 次に是等の大體を説明しやう。

① 計器類の中で最も大切なのは受電口に設けられる積算電力計 (「電氣測定工学」参照) であつて、之れに依つて電力の購入を行ふのであるから、誤差を能ふ限り小とする (現在の計量裝置では 2% 前後) 従つて、積算電力計用の變流器と電位變成器 (「電氣測定工学」参照) は他と全く別個に設くる。尙受電口には周波計、電流計、電壓計 (各計器に就ては上記書参照) を設け、特に電壓計は記録型を置いて電源電壓の變動を監視する必要がある。饋電線側は電壓計、電流計、指示電力計を設け、特に電纜饋電線は過負荷せぬ様に注視する。各需用家に夫々積算電力計が設けられるのだから、參考の意味ならともかく、電力取引上、之れに積算電力計を設置する必要はない。

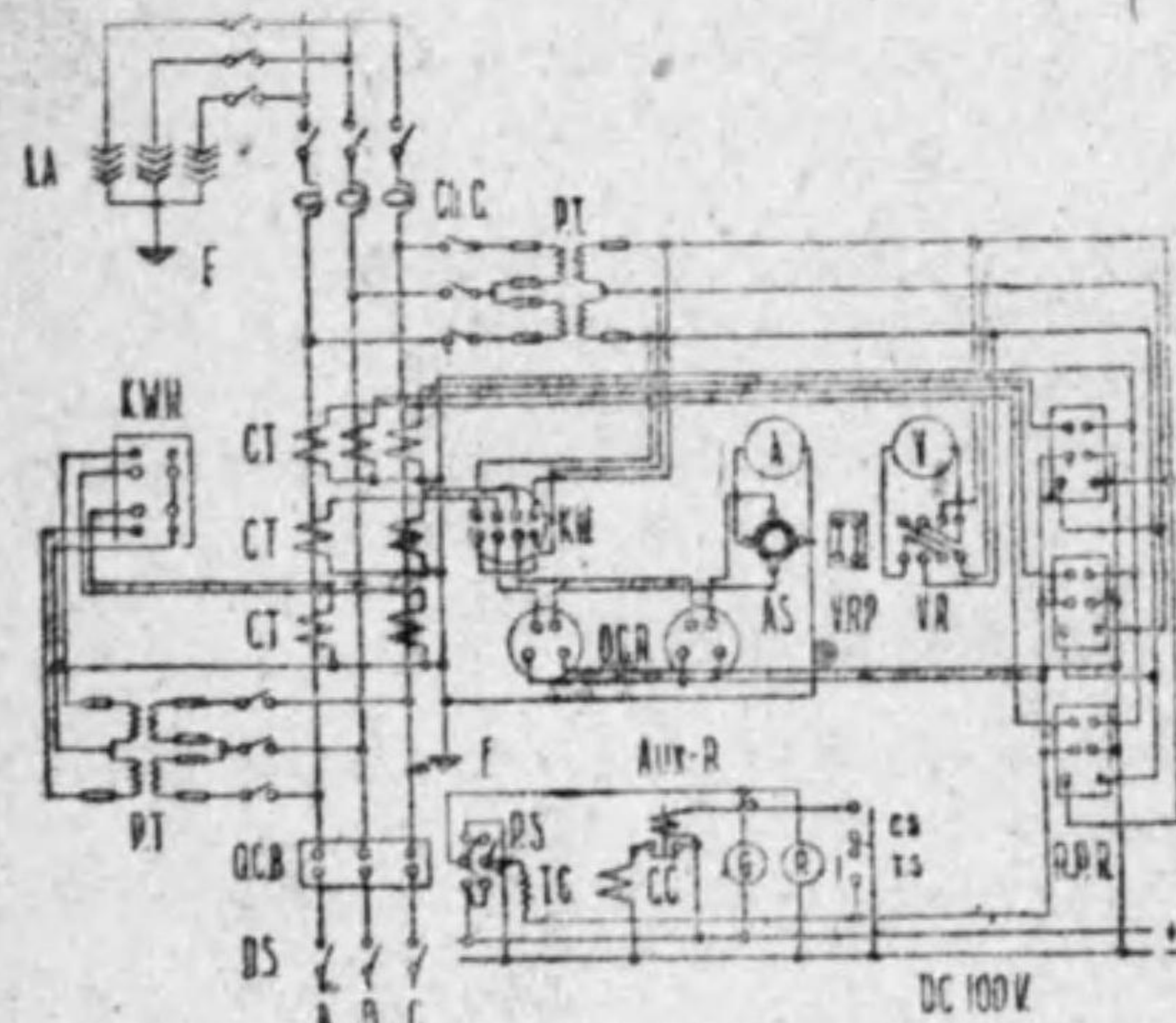
② 受電間には後述する如くに逆電力繼電器を設け、受電線を保護し、尙過電流繼電器を設置して之れ以下の短絡電流を遮斷させることもある。變壓器は一次側、二次側に差動繼電

方式を採用して変圧器を保護する。尚各饋電線には過電流繼電器及接地繼電器を置いて饋電線の短絡、接地に對し、故障線を變電所で自動的に遮断する。

④ は主として油入遮断器の開閉、投入を行ふ回路を云ふのであつて、開閉が電磁線輪で行はれる場合には電動發電機と蓄電池を併用して直流電源で操作する。

⑤ 高壓母線から所内用變壓器を通じて 220V~110V に降壓して所内用動力(前述の電動發電機も含む)及電燈に給電する回路を云ふ。

次に第 1.2.1 圖を中心として各部分の電線接続圖と保安裝置を説明しやう。先づ受電口に於ける電線接続を示すと第 1.3.1 圖の如くであつて、同記號と共に一覽せられたい。



第 1.3.1 圖 受電口の接続
記號

- D.S... 遮断器 L.A... 避雷器 E... 接地 C.h.C... 塞流線輪
- C.T... 變流器 P.T... 電位變成器 k.W.H... 積算電力計
- O.C.B... 油入遮断器 R.P.R... 逆電力繼電器 K.W... 電力計
- O.C.R... 過負荷繼電器 A.S... 電流計切替器 A... 電流計
- V.R... 電壓計切替器 V.R.P... 電壓計切替用栓
- P.S... 油入遮断器附屬補助接觸用開閉器 G... 青ランプ
- R... 赤ランプ T.C... 油入遮断器引外し線輪
- C.C... 油入遮断器投入線輪 T.S... T.C操作開閉器
- C.S... C.C操作開閉器 Aux.R... C.S補助接觸子

は K.W と過負荷繼電器 (O.C.R) 及電流計 (A) に結ばれ、最後の P.T 及 C.T は積算電力計 (K.W.H) に結ばれる。(K.W.H に專屬の精度の高い P.T 及 C.T を附した理由は既に説明した通りである。但し自社の系統に屬し、電力を計量す

尙電位變成器の回路には電流制限抵抗器と可熔片が挿入せられる次に其の概略を説明する。

即ち受電線は塞流線輪 (C.h.C) に入る前に分岐して遮断器 (D.S) を経て避雷器 (L.A) に入る。然而本線は油入遮断器 (O.C.B) 及 D.S を通じ變壓器の一次側へ行く。C.h.C を出た處より O.C.B に入る迄の間には、變流器 (C.T) 3 個と電位變成器 (P.T) が挿入され、逆電力繼電器 (R.P.R) が結ばれ受電線の保護に任ずる。尙 P.T には電壓計 (V) 及電力計 (K.W) が結ばれる。…K.W 及 K.W.H の接続は「電氣測定工学」参照) 次の C.T

る必要のない場合には省略するなり、或は K.W と並列に接続してもよい。O.C.R は前に説明した如くに O.C.B 以下變壓器及 3.3 kV 母線回路に短絡を生じた際、回路を遮断するに用ふる。然し一般には之れを省略して變壓器の二次側に入れる。其の理由は受電線が並列運轉を行つて居るとき、其の途中で故障を生ずると何れの O.C.R も働き、折角高價な R.P.R を入れて故障線路の撰出遮断を行はしむるのに意味のないこととなる。

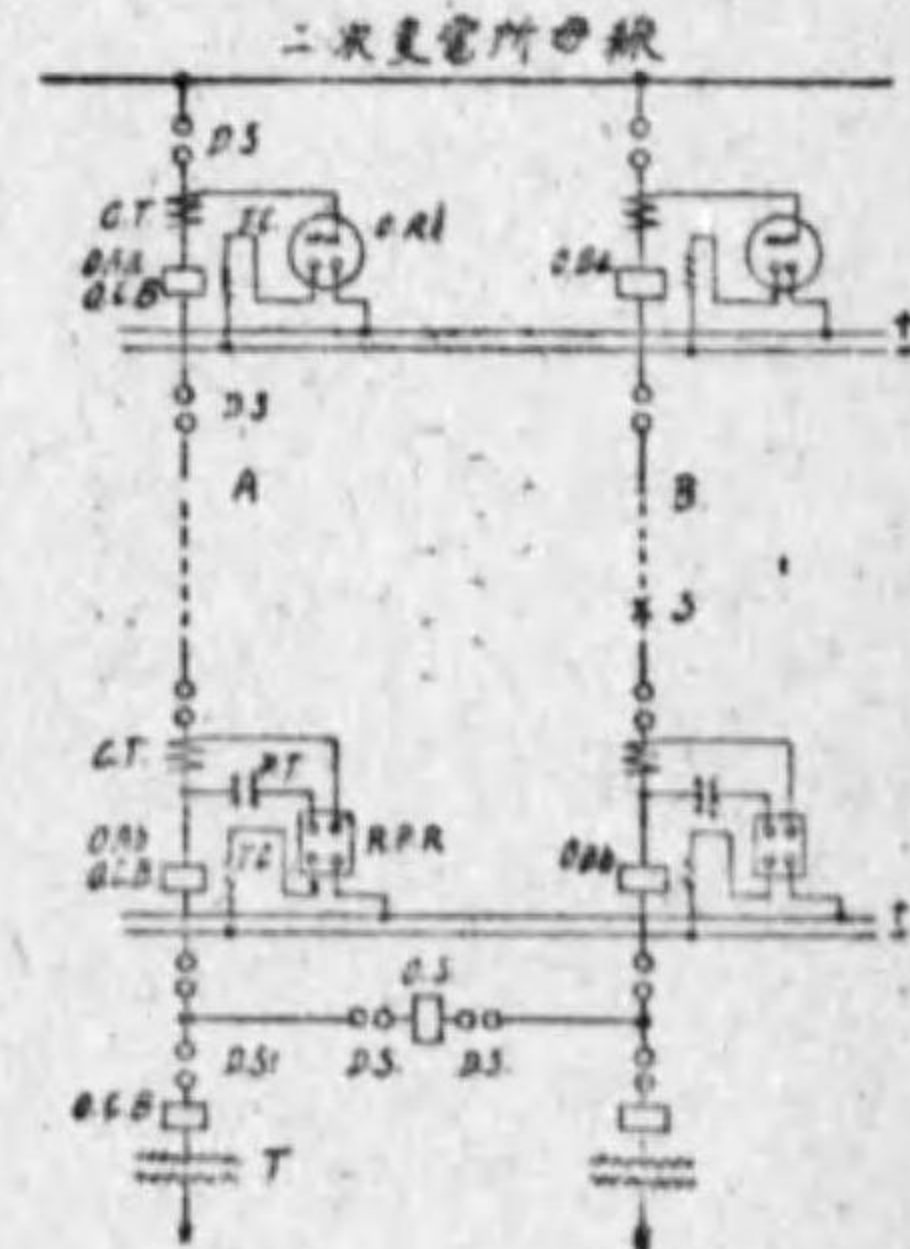
次に接続圖の動作を考ふるに、電壓計 V の處にある V.R 及 V.P.R は V.P.R を V.R に順次に挿入して各相の電壓を見る。又 A.S の把手を廻すと任意の 1 相の電流が電流計に流れ、他の相は短絡される。油入遮断器操作補助開閉器 P.S は O.C.B の操作桿に機械的に聯結せられ、O.C.B が投入されて居る時は P.S の左側が接觸し、O.C.B が開放されて居る時は P.S の右側が接觸する。今 O.C.B が投入された状態に於て T.S を入れると 100V 直流母線 D.C の - から T.S, T.C 及 P.S の左側を経て D.C の + に歸り、T.C に依り O.C.B は開放し、青ランプ G が点する。次に C.S を入れると P.C の - より C.S を Aux.R の線輪を経て D.C の + に歸り、Aux.R の接觸を閉するから C.C に電流が流れ、O.C.B を投入して G は消へ赤ランプ R が点する。G, R が上下に二組ある内で、上は配電盤の T.S 及 C.S を共にした油入遮断器操作開閉栓の左下、或は上下に付き、下の二組は油入遮断器のコンパートメント或は機構部分に近く設けられてゐる。

(註) 以上の説明に對し、二三の補足をして置く。

① 申す迄もなく塞流線輪のインピーダンスは $2\pi fL$ であつて、周波數 f の大きい異狀電壓が受電線から襲來して來ると、之れが通過を阻止して避雷器を通じ異狀高電壓を大地に放電さす。

② 逆電力繼電器に依る受電線の保護は既に第五卷送電工学に述べられた通りであつて、此處に其の概略を示すと第 1.3.2 圖の如くである即ち二次變電所に過負荷繼電器を配電用變電所の受電口に逆電力繼電器を設置すると、例へば B 線の S で短絡を生ずれば B 線の O.C.R が過電流で働き OBd を開き、配電用變電所側では OBb を通じ S に電力が逆送されるので B 線の R.P.R が働き OBb を開く。斯くて B 線は其の兩端で切り離されて除外される。

③ P.T 回路に電流制限抵抗器の入れられる目的は申す迄もなく P.T 回路の短絡電流を制限するのであつて、普通千オーム程度のものが挿入されるが P.T の一次電流は極めて小であ



第 1.3.2 圖

るから計器に誤差を與へない。此の回路の可熔片は此の大なる電流を遮断し得る特性のよいものを撰定する。

④ 圖の O.C.B の操作回路は電磁線輪であるが、引外しは直流で、投入は交流電動機に依る方式もある。一般に投入に 40~90A を、開放に 3~6A を要する。開放に要する時間は 1/10 秒程度である。補助電源は此の投入電流に對して充分なる容量のものとせねばならない。一般に電動機は電壓変動率が大であるから蓄電池を併用するのが得策であらう。

⑤ 避雷器に就ては既に第四卷 P298 以下及第五卷 S.2 の〔B〕で述べられたが、配電用變電所の受電口に用ひられてゐるものは主として

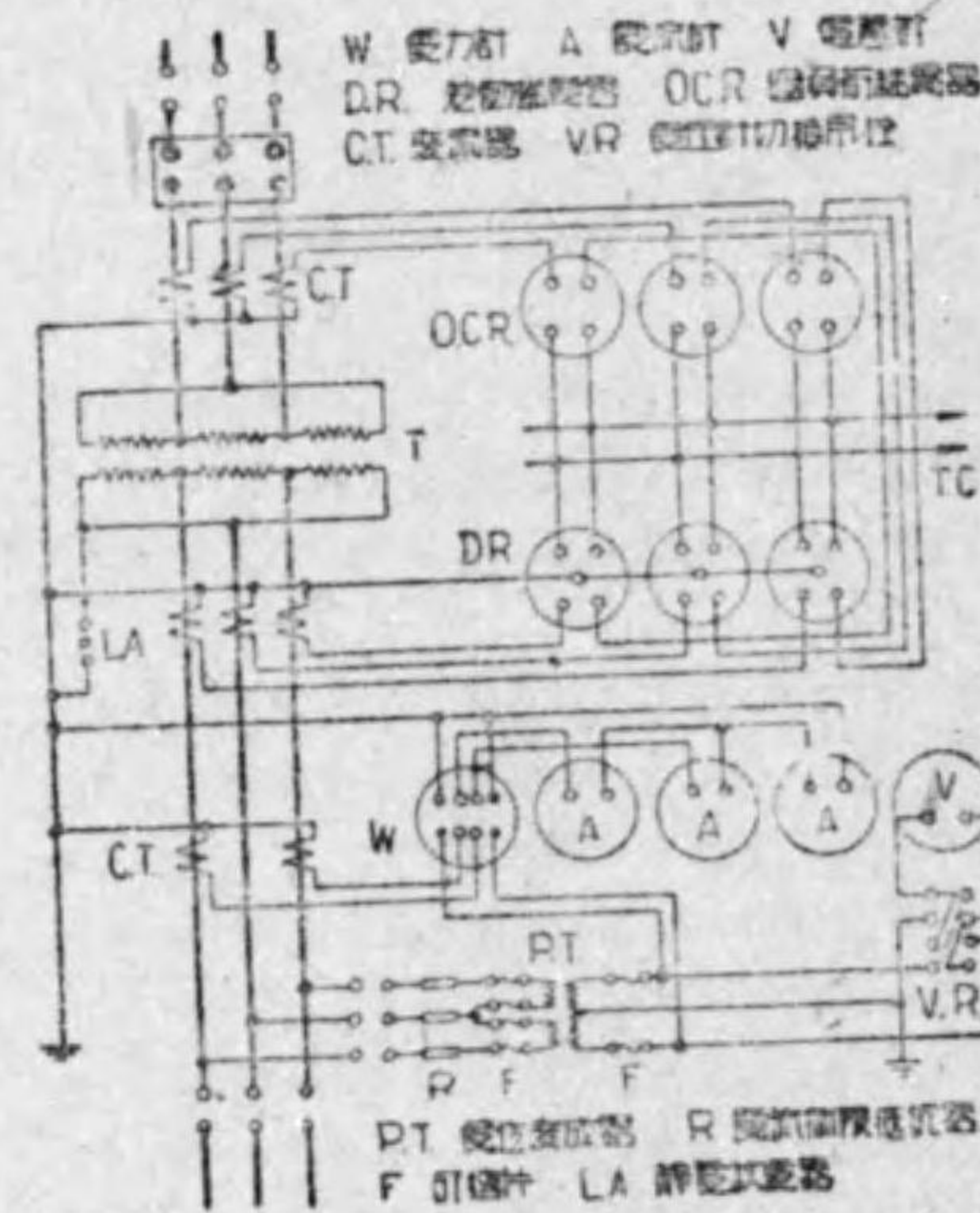
- (イ)アルミニウム型 (ロ)オキサイドフィルム型 (ハ)オートヴァルプ型
- (ニ)サイライト型 (ホ)ニユー・オートヴァルプ型

の 5 種であつて、(イ)は動作は優秀であるが、毎日充電するを要し、嚴寒の地方になると電解液が氷結する心配がある。(ロ)動作に際して音響を發し、締付金具が緩んで居る等すると爆発を生ずることがある。保守に當つては月に 1 回か、2 回ギャップを近づけて充電をする必要がある。(ハ)以下は電壓比も小さく特性も良好であるが、やゝ高價である。然し保安裝置の安物買ひは最も感心しない事であるから價格を問題とせず特性をよく吟味する必要がある。

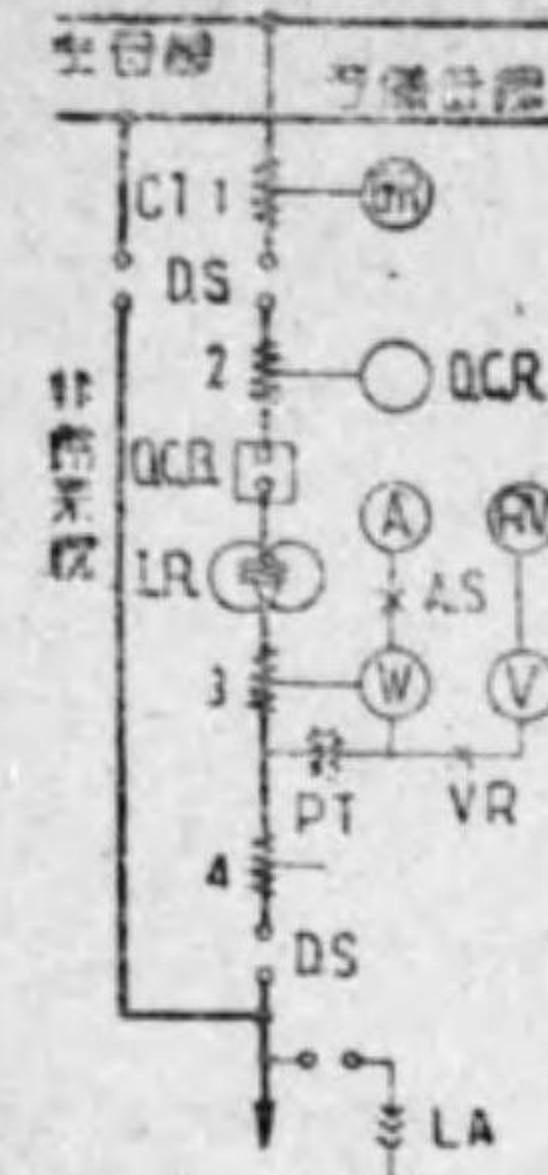
次に主變壓器の部分の電線接続圖を示すと第 1.3.3 圖の如くである。圖では主變壓器 T が三角形—三角形結線とせられ、其の一次及二次側には、變流器 (C.T) 各 3 個を各相に入れ、過負荷繼電器 (O.C.R) 及差動繼電器 (圖は比率差動繼電器を示す) (D.R) を接続する。D.R は常時にあつては動作しないが變壓器の内部で層間又は相間短絡等を生ずると一次と二次の電流比は變壓比と異つて來るので D.R が動作する (單巻變壓器と過負荷繼電器を組合せて差動繼電器としたものもある)

變壓器の二次側には一次との混觸に依り電壓が異狀上昇した場合、之れを大地に放電する靜電放電器 (L.A) …單に放電器とも云ふ…を用ふる。多くは多層型或はオートヴァルプ等の乾式避雷器が採用せられる。尙二次側には、電流計 (A) 電壓計 (V) 電力計 (W) が挿入されてゐる。

最後に饋電線の部分を示すと第 1.3.4 圖の如くであつて、今迄一通り各器具の



第 1.3.3 圖



第 1.3.4 圖

接続を三線式で示したから、此處では單線で示す (讀者は之れを三線式に直して見られよ) 母線は前にも述べたやうに、主母線と豫備母線からなり、平常は主母線から主系統にて送電する。然而、主母線、及主饋電線 (I.R, O.C.B 等) の故障或は手入時には豫備母線を活し、非常系統で送電する。主系統の O.C.B 及 I.R の兩側の斷路器 D.S を開くと、油入遮断器 O.C.B 及誘導電壓調整器 I.R の部分は全く回路から取り外されて何等の不安なく仕事出来る。上の D.S が無いと手入をして居るときに不用意に主母線が活されたら大變であり、下の D.S が無いと非常系統から逆に充電されるので困る。非常系統の D.S が無い場合、主系統を活すと豫備母線迄が活くる事となり、之れ又不都合である。… D.S の挿入箇所は總て此の要領で考へる。主母線から出た處に 1 の變流器 C.T がある。之れは他の 2, 3 の變壓器と異り、平衡

型變流器と云つて、三相の三線を一括して鐵心に通し、鐵心に二次線輪を捲いたもので、常時は變流器の二次側に電流が流れないが、此の母流に接続される一線が地絡すれば、三線の電流の和は零とならず、所謂零相電流である接地電流が残り、之れが C.T の二次側に電流を流して接地繼電器 G.R を働かす。此の接続では地絡が何處に起つても各繼電器の G.R を働かすから撰擇性を與ふる爲めに此の母線に接地變壓器を結び其の二次側を各饋電線の G.R に導く (『電氣測定工学』及『電力傳送工学』参照)

次に 2 なる變流器は過負荷繼電器 (O.C.R) に接続されるのであつて、變流器 2 個、O.C.R 2 個で任意の二線に各相毎に C.T と O.C.R を組合す。3 個用ひなくとも 2 個で如何なる線間の短絡にも何れかが働く。

O.C.B の操作回路は既に第 1.3.1 圖に示した通りであつて、開放、投入共に配電盤上の釦を押す、或は把手を廻すことに依つて自由に制御され、尙、開の釦の兩端より O.C.R 及 G.R の Contact に結ばれ、短絡、接地の時は O.C.R 及 G.R が働いて O.C.B を開放する。I.R は電壓の調整が配電盤上より釦操作で行れ、進んでは 4 に示す變流器の電流を線路常數に比例する抵抗及リアクタンスに流し此の電壓降下を I.R の二次電壓 (P.T の二次電壓) より引くと負荷点の電壓となる。之れを一定値の上下何%かの間で調整する。(普通 1~2%, 嚴密を要する處で 0.5~1.5%) 即ち斯様にすると自動的に負荷点の電壓を一定値とする。

3 なる C.T は 2 個で、之を三相電力計 W に導き、更らに電流計切換器 (A, S) を通じて 1 個の電流計 A に行く。A.S を切り變へる事に依つて各相の電流が讀み得る。電位變成器 P.T からは電壓計切換器 (V.R) を經て 1 個の電壓計

(V) に行き、V.R を切換へて各相の電圧を知る。P.T は二個を V 接続とし、其の兩外線間に記録電圧計 (R.V) を結んで LR の働きの記録する。但し之れは必ずしも必要ではない。

尙、避雷器(L.A)…受電側と大体同種のもの…は断路器を通じて引出口に接続され、母線に接地の有無を知る検漏器が用ひられる。昔は検漏器には「電氣測定工学」で説明された静電型を用ひたが、最近は、同書で説明されて居る電圧計型(電磁型とも云ふ)を採用して居る。

1.4 各種の配電方式と其の得失

(A) 架空線式と地下線式

配電方式を施設の方法に依つて分類すれば、架空線式と地下線式となる。一般には架空線式を用ひて居るが、市街地にあつては工規 38 條に依り「市街地の道路には2箇以上の架空電線路(低壓及高壓)を建設することを得ず。偶し土地の状況に依り所轄通信局長の認可を受けたときは此の限りにあらず」と定められて居るので、二電力会社以上で供給せられて居る区域では、一方を地下線式としなければならない。例へば、大阪市に於ける市電と宇治電、東京市に於ける市電と東電の共同供給区域等にあつては一方を地下線式として居る。斯く定められた理由は、市街地では電信電話線があり、餘りに多くの架空線が施設せられるときは故障の機会を多くし、保安上からも面白からず、都市の美観を著する爲めである。或は廢機の空襲に對しても地下線式の安全なることは南京市内等に於て著者等の親しく實驗した處である。次に兩方式の得失を比較すれば

【一】 架空線式の長所

- ① 工事容易にして工事費低廉(地中線式の $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$)
- ② 故障の發見及修理に容易

【二】 地下線式の長所

- ① 風、雨、雪、雷害並地震、火災の被害を受けることが少い。
- ② 市街の美観を害せず都市防衛上安全である。

勿論、一方の長所は他方の缺點であること申す迄もあるまい。

(B) 配電々壓と周波数の種類

我が國の配電線の殆んどは、配電用變電所より 3300 V で引出され、負荷中心点近くで柱上變壓器を裝置して 210 V 或は 105 V で低壓配電線として需用家に引込まれて居る。勿論、此の配電々壓を上昇して 3000 V 級を 6000 V 級とすれば、同一電線であれば電力損失は $\frac{1}{4}$ となり、同一電力損失とすれば、電線量は $\frac{1}{4}$ となり経済的であるが、保安の点から絶縁の強化を計らねばならないし、

機械器具の費用も増大する。

(註) 例へば誘導電壓調整器、油入遮断器、計器用變成器及變流器、柱上變壓器、柱上油入開閉器、碍子型開閉器、避雷器等の價格も大となり、負荷側としても 6000 V 級の電動機は小容量になると甚だ高價となる(6000V/3000V の單巻變壓器を附屬せしめて 3000V 級の電動機を用ふる方が有利である)

既設の 3000 V 級を 6000 V 級に改造するにはなるべく従前のものを流用する考慮が必要であつて、變壓器を Δ 接続より Y 接続として使用する。要するに何れにせよ電線費の減少と器具費の増加を比較研究して決定すべきである。

配電々壓上昇に最も難点となるのは工規であつて、同 60 條には「特別高壓架空電線路は市街地其の他人家の稠密なる地に建設するを得ず」とある。従つて、縣道或は國道に沿つて散在する部落に對し、數軒以上配電する場合にも單なる経済的理由を以て 6000 V 級を採用することは困難である。

又、電線の太さも工規 42 條に依れば低壓は 2.6 耗の硬鋼線にて第一種又は第二種絶縁電線を用ふるを要し、高壓にあつては 4 耗の硬鋼線にて第三種絶縁電線を用ひねばならない(但し一定の制限—55及56條参照—の元に裸電線の使用が許可せられてゐる)之れが特別高壓になると、62 條に依り 5 耗以上の硬鋼線を用ひねばならない。従つて電線の太さを無闇に細くすることは出来ないから、配電々力の小なる場合には経済的と云へない。

(註) 本變臨時特例(10條及同11條、同12條参照)に依れば高壓に 5 耗の硬鋼線を用ひ得る場合の制限が緩和せられた。

従つて、他の既設配電線との連繫と工作物規程に依り決定すべく、現在では、3000 V 級を撰定するのが有利である。

次に低壓側として 200 V 級とすべきか 100 V 級とすべきか問題であるが、今日では動力用は 200V、電燈用は 100V と區別されて居るのであるから、電燈配線を 200 V にすることのみが問題として残る譯である。

前にも述べたやうに、電壓を 2 倍とすれば同一電力損失では電線量は $\frac{1}{4}$ になる。又同一の電壓降下の下では 2 倍の電力を、同一の電壓降下率の下では 4 倍の電力を送り得る。此の場合、給電側は柱上變壓器の二次側が普通 100V 2 回路から成つてゐるから、従來の定格の變壓器の二次側を直列とすればよく、別に問題はない。然し、負荷側では 100 V 電燈、電熱器が多數にあれば 2 個宛直列として使用すればよいが、單獨のものは使用が困難である。是等の電力消費設備を、200 V 定格にて新造することは小容量のものは却つて形態が大となり得策でない配線設備は 100 V でも 200 V でも別に變化はない。然し、後述する如く、工規から種々の制限があり、一朝一夕に、従來の 100 V に對し 200 V を採用し得るものではない。故に以下では、従前の通り、高壓幹線 3000V、低壓配電線動力用 200V、電燈用 100V を標準として講義を進めることとする。

尙周波数としては送電線と聯絡したものであつて、我が國では關東地方 50 サイクル、關西地方 60 サイクル、其の他、東北、九州、北海道は是等の併用となつて居る。

(C) 直列式と並列式

負荷の接続方式から配電方式を分類すれば、直列式と並列式となる。直列式は負荷を一つ宛直列として行くものであるから、供給電壓は(1箇の負荷電圧×負荷の数)となり、負荷電流は一定である。電線の太さは負荷電流一杯のものが使用され、配線の全長も小となる。(但し之れは開放直列式…Open loop series system…に限り、並行線式直列式…Parallel loop series system…は並列式と異らない)従つて電線量を節約し得、送電線としては佛國のチュリー式が之れであり、従來、街路照明等に採用された。然し負荷の数にかゝらず定電流を供給する設備を要し、輕負荷時の能率も悪く、一箇所に故障を生じても全体の停電となり、或は通信線に対する電磁誘導作用が大きい等の理由で現在では殆んど用ひられてゐない。

並列式は負荷を並列に接続するものであつて、電線費は直列式よりも大となるが、上記の様な欠点がないので今日では此の方式のみと云つてよい。

(D) 直流式と交流式

直流式と交流式の比較は既に齎間に屬する事柄であつて、今日では廣く交流式が採用せられて居るのであるが、今尙直流の魅力に引かれる人も少なくなく、種々なる新考案が提議されつゝある。此處では極く簡単に兩者の得失を考へて見やう

【一】 直流方式の利点

- ① 線路リアクタンス降下がなく、其の結果同一太さの電線では配電力が大となる。
- ② 交流では柱上變壓器の高壓側が低壓側に漏電する危険があるが、直流式には其の危険がない。
- ③ 蓄電池を併用して不時の停電に或は尖頭負荷に應じ得る。

【二】 交流方式の利点

- ① 高電壓の發生が容易であり、變壓器に依つて經濟的に自由に電壓を變成し得、電壓の調整が自在である。
- ② 現在の發送電設備は殆んど全部交流式であつて之れとの聯繫上有利である
- ③ 負荷としても動力は一般に交流電動機が取扱上よりも價格の点よりも有利である。

交流式の最も大なる利点は ① であつて、又 ② の現實に對して簡単な交直變成装置がない以上、配電方式としても交流式を取らざるを得ない。然し、直流式

にも上記のやうな利点があり、特に負荷密度の稠密な處では ① の利点が目立つて來るので一部、直流配電が行はれてゐる。

(註) 電氣化學工業では交流で配電を受け回轉變流機、水銀整流器等に依つて直流に變成する。尙電氣鐵道は電車用電動機として直流電動機が好適であるので、直流配電を受けて居る。本講では電氣鐵道に對する配電は論じないから第七巻を研究せられたい。

(E) 線條數に依る各種の配電方式

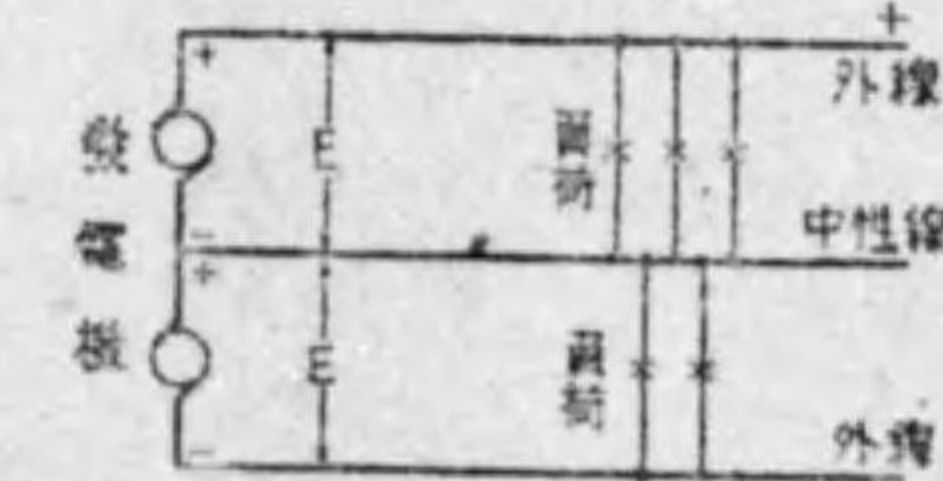
線條數に依つて配電方式を分類すれば次の如くなる。

- 直流式 ① 單線式 ② 二線式 ③ 三線式
 交流式 (I) 單相式 ① 二線式 ② 三線式
 (II) 二相式 ③ 四線式 ④ 三線式
 (III) 三相式 ⑤ 三線式 ⑥ 四線式

以上に於て、現在最も廣く採用せられて居るのは交流式の ① ⑥ であつて、極く一部には ② 及 ③ が用ひられて居る。其の他の方式は殆んど實用にされてゐないと云つてよい。然し一應、上記の各方式を説明して置かう。

直流式 ① 單線式は電氣鐵道に採用され、歸線として軌條を使用する方式である。② は普通に用ひられて居る二線に依つて電力を配給する方式である。

③ は第 1.4.1 圖の如くに 2 台の直流發電機を直列とし、其の共通点より中性線を



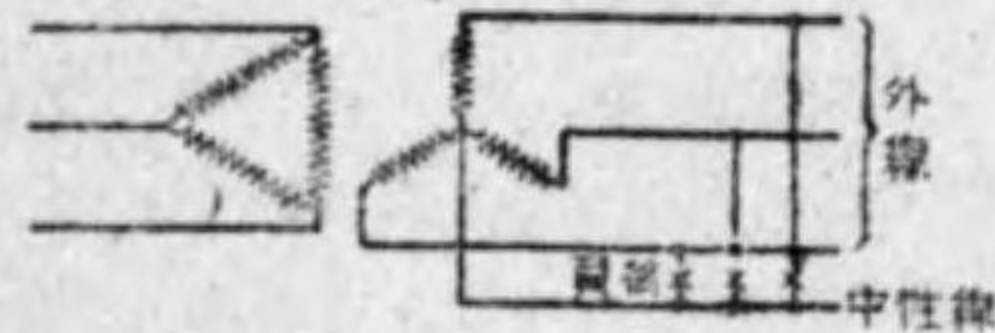
第 1.4.1 圖

を引き出し、兩側の +, - 外線との間に負荷を接続する方式である。斯くすると外線間の電壓は二線式の場合の 2 倍となり、兩外線の太さは電力損失を前と同一とすれば二線式の場合の $\frac{1}{4}$ でよく、中性線を入れても尙銅量は經濟となる。然し中性線の配線に對する碍子、腕木、支持柱の經費を増加するので負荷が散在するやうな場合には却つて不經濟とならう。

然而、中性線兩側の負荷が不平衡となると兩側の負荷電壓に著しい相違を生じ、極端な場合には一側の電壓は電源電壓よりも高くなつて、電燈鐵條の切斷等を生じ、他側の電壓は著しく低下して光度の不足を來す等、種々なる悪影響を生ずる。殊に中性線の切斷時には其の影響が大である(故に中性線に可熔片を入れることは禁じられて居る)

此の中性線の電壓を能ふ限り零電位に保ち、兩側負荷の電壓を平均せしむるやうに考慮されてゐる。例へば兩外線間に發電機 1 台と並列に電壓 $2E$ に相當する蓄電池を結び、此の中性点より中性線を引出す方法、又は蓄電池の代りに一組の電動發電機を用ふる方法、或は特殊の直流發電機を用ふる方法等があるが、殆んど實用されてゐないから詳述を省く。

交流式 ①の単相二線式は一般に電燈配線に用ひられて居る方式であつて、線條数が少く、建設費の低廉なことが特長であるが、単相用電動機は價格も高く特性上面白くないので、動力配線としては一般的でない。②は變壓器二次側の二つの線條を直列として直三線式と同様な要領で中性線を引き出し、配電を行ふ。其の特性は直三線式の場合と同様であつて、負荷密度の稠密な所に適する。③二相式は電氣爐用等に對し極く一部に用ひられるものであつて、多くは三相三線式で配電を受け、スコット接続(「電氣機器工学」参照)等に依つて二相式に變成して負荷に配電する。單相式よりも不経済であるから一般的でない。④三相三線式は現在最も廣く用ひられつゝあり、殊に動力負荷に對しては三相電動機が價格



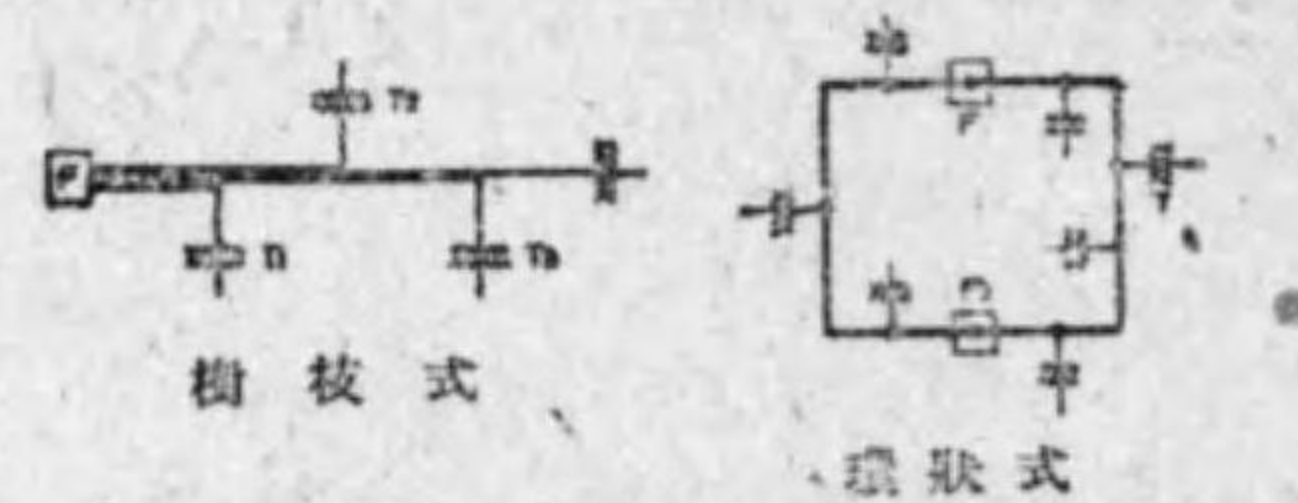
第 1.4.2 圖

の点よりも特性上よりも他に比し優れてゐるので絶對的のもので、單相に對し電線費其の他の点よりも有利である。⑤の三相四線式は變壓器の接続を△-Y 接続として第 1.4.2 圖の二次 Y 側の中性点より中性線を外部に引き出したもので、負荷密度の稠密な主要街路又は高層ビル内の配電方式として採用せられてゐる。負荷の電壓を同一とすれば 3 線式の場合よりも遙かに電線量を節約し得るし、同一電壓變動率とすれば配線互長を長く取り得る。

〔F〕 樹枝式と環狀式並低電壓配電網方式

配電方式を其の構成上より分類すれば、樹枝式と環狀式となる。尙最近は環狀式を一步進めた低電壓配電網方式が一部に於て採用されてゐる。樹枝式及環狀式

の概要は第 1.4.3 圖の如くであつて、圖中の F は配電用變電所から引出された饋電線(Feeder)に結ばれる部分である。(之れを饋電点と云ふ)此の饋電点より負荷の点在する區域を横斷、縦



第 1.4.3 圖

斷して居る高壓線を高壓幹線と云ふ。樹枝式は 1 本の高壓幹線に負荷が逐次に接続せらるゝ。従つて負荷電流の密度は其の末端に行く程小であつて、之れに應じて電線は末端になる程細小となり、其の狀況は丁度、樹枝のやうな形を示すので樹枝式と稱せられる。環狀式は、例へば圖の如くに高壓幹線が環狀に連結せられたものである。此の二方式の得失を比較すれば次の如くである。

〔一〕 樹枝式の利点

① 線路の末端となる程細小の電線を用ひ得るので電線費が少くて済み、工事

が簡單で施工費も少い。

② 故障の發見が容易である。

〔二〕 環狀式の利点

① 各負荷の電壓を平均し得る。

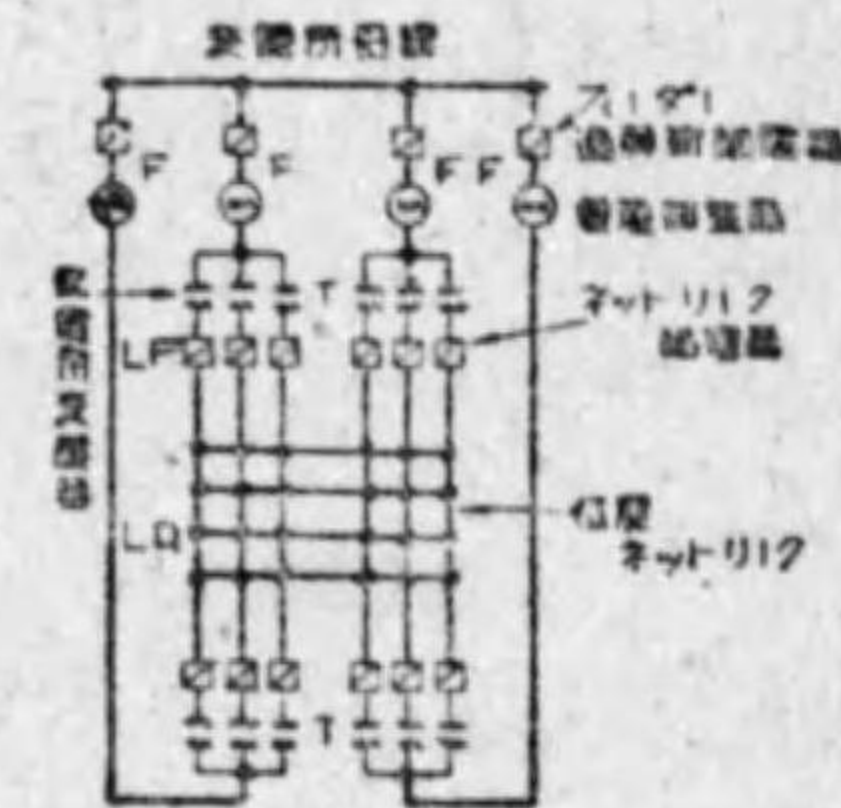
② 故障の發見は困難であるが其の局部のみを除去すれば他の部分は活し得る。従つて環狀式は負荷密度が稠密し、分枝線が短く、負荷が高壓幹線に沿つて存在する場合、即ち都市の配線に適する。之れに反して樹枝式は負荷の散在する場合に適當である。實際我が國では主として樹枝式を採用して居る。

次に低電壓配電網方式(交流ネットワーク式配電とも云ふ)と稱せらるゝもの

は第 1.4.4 圖の如くであつて、配電用變壓器の低壓側を連絡したものである。圖の F が饋電線、T が配電用變壓器で L.D が低電壓配電網である。

本方式は施設費を多く要するので、餘程、負荷密度の稠密した處でないといひ合はない。

(註) 第 1.4.4 圖に於て各 F が別系統から送電せられると一方の F が停電をした時にも他の F に依つて低電壓側が活かされてゐる。又一つの饋電線に故障が生じた時には之れを分離さす。此の目的で



第 1.4.4 圖

用ひられて居るのが圖のネットワーク繼電器(L.P)である。低電壓配電網方式では短絡電流が大(多くの線路が並列となるので合成インピーダンス小)であるから之れを制限する爲めに、變壓器のインピーダンスを大きくして居る。然し一点に短絡事故が起つた時、此の大なる短絡電流を利用して短絡箇所を遮斷するやうに設計されたものがある。此の場合は變壓器のインピーダンスを餘り大とし得ない。又環狀式と同様に各負荷の電壓が平均せられるから饋電線の電壓調整器は±5%位の調整範圍のものでよい(樹枝式では±10%を要する)

前圖は低電壓側の配電網であつたが、最近高壓幹線をネットワークにしたものがある。即ち二次變電所或は發電所から此の高電壓配電網の中心点の近くに設けられた變壓器に送電して特別高壓を高電壓に遞降し、之れを高電壓配電網に結んで居る。即ち配電用變電所と饋電線を省略した方式である。

1.5 第 1 章 問題並解答 (例へば昭和 10 年のあるは昭和 10 年の電檢二次配電の問題を示す)

(1) 配電線の設計上、送電線と異なる点を述べよ。

【解】 1.1 以下を参照

(註) 電線太さ即ち送電容量の撰定に當つては

(イ)電壓降下率 (ロ)電力損失率 (ハ)電線の安全電流 (ニ)安電極限電力

の 4 項目を考ふる必要あり、(イ)は交流送電線では變壓器のタップ又は同期調相機、靜電蓄

$$\text{線路電流 } I = \frac{\text{電力(ボルトアンペア)}}{\text{電圧(ボルト)}} = \frac{P}{E}$$

$$\text{線路損失 } w = I^2 r L = \left(\frac{P}{E}\right)^2 r L$$

$$\text{線路単位長の抵抗 } r = \rho \frac{L}{S}$$

$$\text{従つて } w = \left(\frac{P}{E}\right)^2 L \times \rho \frac{L}{S} = \frac{P^2 L^2 \rho}{E^2} \frac{1}{SL}$$

所要電線量は其の容積 V (10^{-6} 立方米) に於て

$$\text{電線量 } V = SL = \frac{P^2 L^2 \rho}{E^2 w}$$

即ち電線所要量を求めるには、 I を求めて w を計算し、 r の式を代入して電線量 V を算出する。

但、此處に於て、電力損失を相等しくする、或は又電圧降下を相等しくすると云ふ事が實際上、如何なる意義を有するかを研究して見やう。

① 電力損失を相等しくすることの意義

此處に二つの線路があつて、夫々の電流を I_1 及 I_2 とし、兩場合の電力損失を相等しくする電線の太さを S_1 及 S_2 とすれば

$$w_1 = I_1^2 r_1 = I_1^2 \rho \frac{L}{S_1} \quad w_2 = I_2^2 r_2 = I_2^2 \rho \frac{L}{S_2}$$

$$w_1 = w_2 \text{ とせば } \frac{I_1^2}{S_1} = \frac{I_2^2}{S_2} \quad \therefore \frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2$$

即ち S_1 を電流比の 2 乗倍したものが S_2 となる如くに撰定すれば、兩場合の電力損失を相等しからしめる。

② 電圧降下を相等しくすることの意義

此處に二つの線路があつて、夫々の電流を I_1 及 I_2 とし、兩場合の電圧降下を相等しくする電線の太さを S_1 及 S_2 とすれば電圧降下は

$$e_1 = I_1 r_1 = I_1 \rho \frac{L}{S_1} \quad e_2 = I_2 r_2 = I_2 \rho \frac{L}{S_2}$$

$$e_1 = e_2 \text{ とせば } \frac{I_1}{S_1} = \frac{I_2}{S_2} \quad \therefore \frac{S_2}{S_1} = \frac{I_2}{I_1}$$

即ち電圧降下を相等しくするには兩場合の電流密度を相等しくすればよい。

(註) 電圧降下を相等しくすることと電圧降下率(電壓變動率)を相等しくすることは電圧が同一なら同じであるが、電圧が異つて來ると相違することを知らねば。

一般には電力損失を相等しいと置いて、各方式の所要電線量を比較して居るか

ら、以下其の手法で比較を試みることにする。

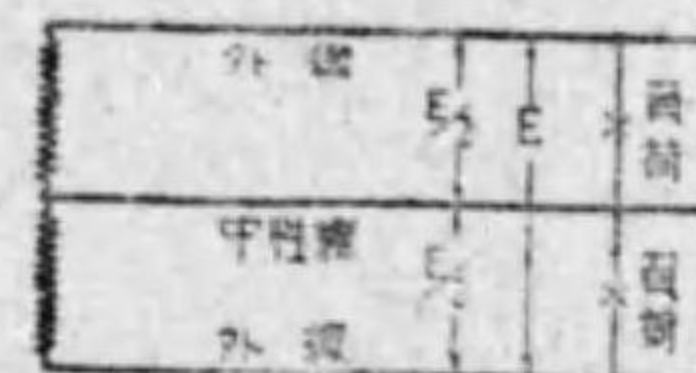
〔C〕 最大電壓(外線間電壓)を同一としたる場合

① 直流及單相二線式の場合 一線の抵抗を r とすれば

$$w = 2I^2 r = 2 \left(\frac{P}{E}\right)^2 \times \rho \frac{L}{S} \text{ より } V_1 = 2SL = 4 \frac{P^2 L^2 \rho}{E^2 w} \dots\dots (1)$$

此の場合を比較の標準として 100% としやう。

② 直流及單相三線式の場合 第 2.1.1 圖の如くに兩外線間の電壓を E と相等しく E とすれば、電流 I は $P+E$ 或は $P/2+E/2=P+E$ にて前と相等しく、電線の切斷面積も等しいから、前の場合に對して中性線だけが餘分に必要となる。然るに中性線には兩外線の電流の差が流れるから外線より細くしてよい。今其の太さを外線の $1/2$ とすれば、(1) 式より



第 2.1.1 圖

$$V_2 = 2SL + \frac{S}{2} L = \frac{5}{2} SL = 1.25 V_1 \dots (2)$$

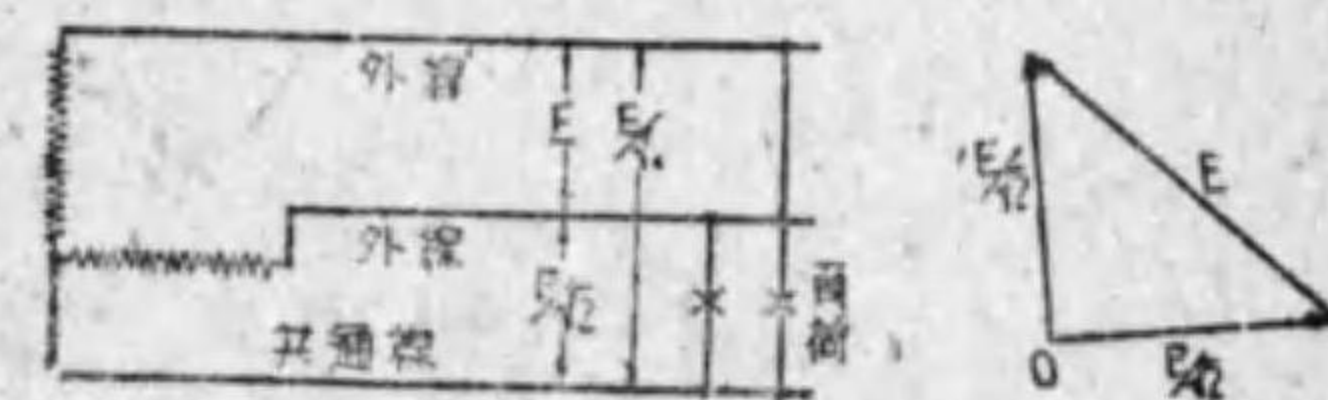
$$\text{但し } V_1 = 2SL \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{5}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{5}{4} \quad V_2 = \frac{5}{4} V_1 \text{ とした。}$$

即ち V_1 の 125%, 25% だけ餘計に電線を必要とする。但し中性線の太さを外線と同一とすると 150% となる。

交流配電線では變壓器二次巻線の中央を容易に引出し得るので便利である。

③ 二相三線式の場合 第 2.1.2 圖の如くに外線間の電壓を E とすれば、

各外線の共通線に對する電壓は $E/\sqrt{2}$ となり、之れが二線式の場合と同一の電力を送る。各外線の電流を I とすれば、共通線には、各外線電流のベクトル和 $\sqrt{2}I$ が流れる。



第 2.1.2 圖

$$P = \left(\frac{E}{\sqrt{2}} I\right) \times 2 \text{ より } I = \frac{P}{\sqrt{2} E} \quad \sqrt{2} I = \frac{P}{E}$$

今共通線の太さを外線太さの $\sqrt{2}$ 倍とすれば

$$\begin{aligned} \text{全電力損失 } w &= \left(I^2 \times \rho \frac{L}{S}\right) \times 2 + (\sqrt{2}I)^2 \times \rho \times \frac{L}{\sqrt{2}S} \\ &= I^2 \rho \frac{L}{S} (2 + \sqrt{2}) = \frac{P^2}{2E^2} \rho \frac{L}{S} (2 + \sqrt{2}) \end{aligned}$$

$$\therefore SL = \frac{2+\sqrt{2}}{2} \frac{P^2 L^2 \rho}{E^2 w}$$

$$\begin{aligned} \text{全電線量 } V_3 &= 2SL + \sqrt{2} SL = SL(2+\sqrt{2}) \\ &= \frac{P^2 L^2 \rho}{E^2 w} \times \frac{(2+\sqrt{2})^2}{2} = \frac{P^2 L^2 \rho}{4E^2 w} \frac{3+2\sqrt{2}}{1} = 1.457V_1 \dots (3) \end{aligned}$$

即ち二線式の場合よりも 45.7% だけ餘計に電線を要する。

(註) 此の場合の電線の太さと ① の電線の太きの比を求めるには余剰としての電力損失を相等しからしめる式を立て、求めねばならない。これは諸氏の研究題目に残して置こう。之れを 1 線毎に相等しいとして、此の場合の S は ① の場合の $(\frac{1}{\sqrt{2}})^2 = \frac{1}{2}$ だ等と通断してはならぬ。

① 二相四線式の場合 各相を單獨で二線宛で配線するのであつて、各相の電圧は E, 負荷電力は P/2 となるから

$$\begin{aligned} I &= \frac{P}{2} \times \frac{1}{E} = \frac{1}{2} \frac{P}{E} \quad w = 2 \times (2I^2 r) = 4 \frac{P^2}{4E^2} \rho \frac{L}{S} \quad \text{より} \\ V_4 &= 4SL = 4 \frac{P^2 L^2 \rho}{E^2 w} \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

即ち此の場合 ① と相等しい。

② 三相三線式の場合 各線間電圧を E とすれば

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3}EI \quad \text{より} \quad I = \frac{P}{\sqrt{3}E} \quad w = 3I^2 r = \frac{P^2}{E^2} \rho \frac{L}{S} \\ V_5 &= 3SL = 3 \frac{P^2 L^2 \rho}{E^2 w} = \frac{3}{4} V_1 = 0.75V_1 \dots \dots \dots (5) \end{aligned}$$

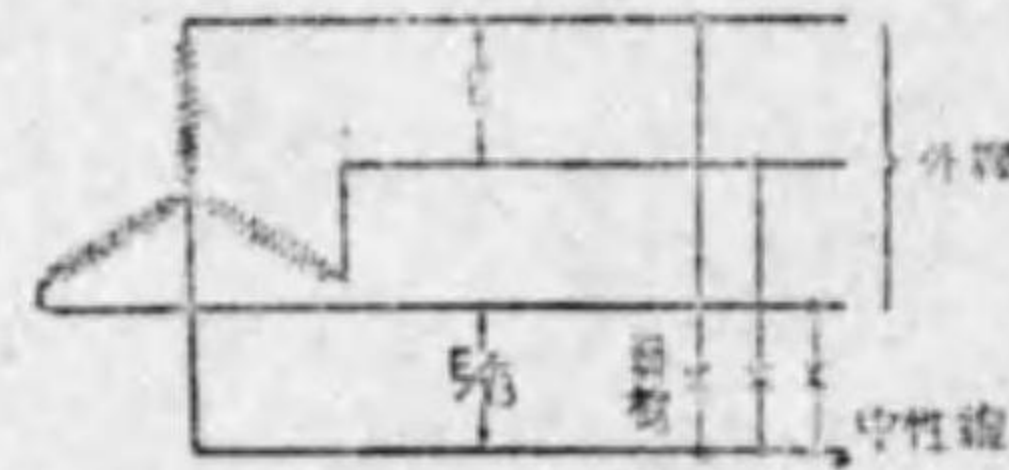
即ち此の場合 ① の 75% 即ち 25% だけ電線費を節約し得る。

③ 三相四線式の場合 第 2.1.3 圖の如く各線間電圧を E とすれば、中性線と各線間の電圧は E/√3 となり、中性線だけ餘分に電線を必要とする。然るに中性線には各線電流のベクトル和が流れる。従つて負荷が平衡して居れば中性線には電流が流れない。今中性線の太きを外線の 1/2 とすれば、此の場合の所要電線量は前項より直ちに

$$\begin{aligned} V_6 &= 3SL + \frac{S}{2} L = \frac{7}{2} SL \\ &= \frac{7}{2} \times \frac{3}{12} V_1 = \frac{7}{8} V_1 = 0.875V_1 \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

即ち此の場合二線式に対して 87.5% であつて 12.5% の電線が節約せられる。

中性線を外線と同一太きとせば $V_6 = 4SL = 4 \times \frac{3}{12} V_1 = V_1$ となる。



第 2.1.3 圖

④ 最小電壓 (外線と中性線間電壓) を同一としたる場合

此の場合も前 ① の二線式を比較の標準として計算を試みる。

⑤ 直流及單相三線式の場合 第 2.1.1 圖に於て、中性線と外線間の電圧を E とすれば、兩外線間の電圧は 2E となり、2E の電圧で P なる電力を送ることになり、電流は ① の 1/2 となるから、電線の切斷面積は 1/4 となり、中性線を外線の太きの 1/2 とすると、所要電線量は

$$V_7 = 2 \times \frac{1}{4} SL + \frac{1}{2} \times \frac{S}{4} L = \frac{5}{8} SL = 0.3125V_1 \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{但し} \quad V_1 = 2SL \quad \frac{V_7}{V_1} = \frac{5}{8} \times \frac{1}{2} \quad V_7 = \frac{5}{16} V_1$$

即ち斯様にすれば電線量は ① の僅かに 31.25% だけでよく、68.75% 節約せられる。中性線の太きを外線と同一とすると $V_7 = \frac{3}{4} SL = \frac{3}{8} V_1 = 0.375V_1$ となる。

⑥ 二相三線式の場合 第 2.1.2 圖に於て共通線と外線間の電圧を E とすれば兩外線間の電圧は √2 E となる。

$$P = 2EI \quad \text{より} \quad I = \frac{P}{2E} \quad \text{及} \quad \sqrt{2}I = \frac{P}{\sqrt{2}E}$$

今共通線の太きを外線太きの √2 倍とすれば

$$\begin{aligned} \text{全電力損失 } w &= (I^2 \times \rho \frac{L}{S}) \times 2 + (\sqrt{2}I)^2 \times \rho \frac{L}{\sqrt{2}S} \\ &= I^2 \rho \frac{L}{S} (2 + \sqrt{2}) = \frac{P^2}{4E^2} \rho \frac{L}{S} (2 + \sqrt{2}) \end{aligned}$$

$$\therefore SL = \frac{2+\sqrt{2}}{4} \frac{P^2 L^2 \rho}{E^2 w}$$

$$\begin{aligned} \text{全電線量 } V_8 &= 2SL + \sqrt{2} SL = SL(2+\sqrt{2}) \\ &= \frac{P^2 L^2 \rho}{E^2 w} \frac{(2+\sqrt{2})^2}{4} = \frac{P^2 L^2 \rho}{4E^2 w} \frac{3+2\sqrt{2}}{1} \\ &= 0.7285V_1 \dots \dots \dots (8) \end{aligned}$$

即ち二線式の場合の 72.85% であつて 27.15% だけ節約せられる。

⑦ 三相四線式の場合 第 2.1.3 圖に於て中性線と各外線間の電圧を E とすれば、線間電圧は √3 E となり、電流は 1/√3 となるので、電線の斷面積は ① の場合の 1/3 となる。今中性線の太きを外線の 1/2 とすれば (6) 式より

$$V_9 = 3 \times \frac{S}{3} L + \frac{1}{2} \times \frac{S}{3} L = \frac{7}{6} SL = \frac{7}{6} \times \frac{3}{12} V_1 = \frac{7}{24} V_1 = 0.29167V_1$$

即ち二線式の場合の 29.167% でよく、其の節約は實に 70.833% となる。次に中性線の太さを外線と同一としたとすれば

$$V_{10} = 3 \times \frac{S}{3}L + \frac{S}{3}L = \frac{4}{3}SL = \frac{4}{3} \times \frac{3}{12}V_1 = \frac{1}{3}V_1 = 0.3333V_1$$

即ち二線式の場合の 33.33% であつて、66.67% の節約となる。

以上を一括して表示すれば次の如くである。

第 2.1.1 表 電力損失を相等しからしめたる場合の電線量の比較

相数	線数	中性線の太さ	外線間電圧同一	外線と中性線間電圧同一
單相	二線	無	100	100
	三線	外線の $\frac{1}{2}$	125	31.25
	三線	外線と同一	150	37.5
二相	三線	共通線の太さ 外線の $\sqrt{2}$ 倍	145.7	72.85
	四線	無	100	100
三相	三線	無	75	75
	四線	外線の $\frac{1}{2}$	87.5	29.17
	四線	外線と同一	100	33.33

(註) 但し直流は單相の場合と同様

2.2 電壓降下の計算

(A) 直流二線式の場合

① 集中負荷に對して

第 2.2.1 圖の如き直流二線式配電線に於て、距離 l 米の地点に i アンペアの負荷があり、配線 1 米の抵抗を r オームとすれば、申す迄もなく

片線の電壓降下 $e' = ir$

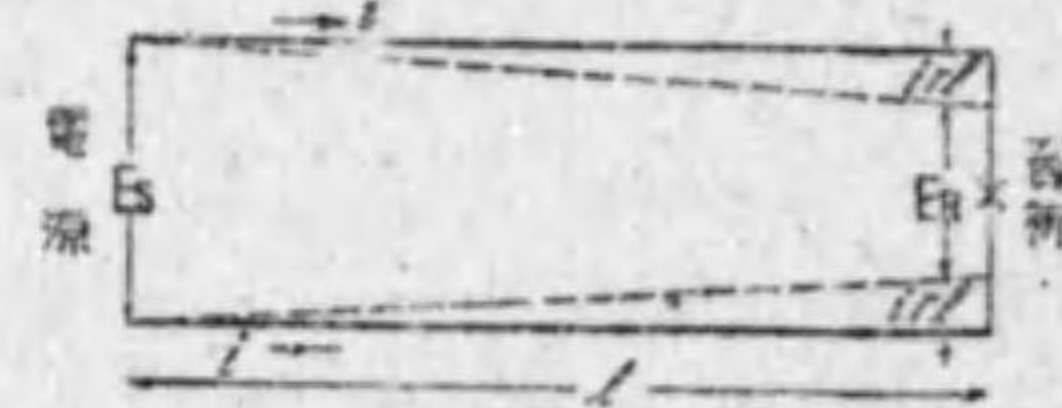
往復二線の電壓降下

$$e = 2e' = 2ir \dots (2.2.1)$$

故に、電源の電壓を E_s 、負荷端の電壓を E_R とすれば

$$E_s = E_R + 2ir \quad E_R = E_s - 2ir \dots (2.2.2)$$

$$\text{電壓變動率 } \eta = \frac{E_s - E_R}{E_R} \times 100 = \frac{2ir}{E_R} \times 100 \dots (2.2.3)$$



第 2.2.1 圖

(註) $i = \frac{e}{2r} = \frac{0.5e}{r}$ を 1 米に就き r オームの抵抗を有して居る電線のアンペアメートル (ampere meter) と稱し、電壓降下 e と i より直ちに電線の太さを定め得る様に表示されたものをアンペアメートルの表と云ふ。

電壓降下を與へて電線の太さを求むるには

$$r = \frac{e}{2i} \quad \text{又} \quad r = \rho \times \frac{l}{S}$$

$$S = \rho \times \frac{l}{r} = \rho \times \frac{2il}{e} = \rho \times \frac{2il}{e} \dots (2.2.4)$$

本式に於て、電線を硬銅線とし l を米、 e をボルト、 i をアンペアとし、 ρ の値を切斷面積 1 平方耗にて長さ 1 米の抵抗 ($\frac{1}{55} \Omega$) とすれば、 S は平方耗で求められる。又此の電線の直徑を d 耗とすれば

$$S = \frac{1}{55} \times \frac{2il}{e} \quad (\text{平方耗}) \dots (2.2.5)$$

$$S = \frac{\pi}{4} d^2 \quad \text{より} \quad d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \quad (\text{耗}) \dots (2.2.6)$$

② 分布負荷に對して

第 2.2.2 圖の如く(圖は單線で示す)

饋電点 F より l_1 米なる處に i_1 、 l_2 米なる處に i_2 、 l_3 米なる處に $i_3 \dots$ の如くに負荷が分布されたる時、一線、1 米の抵抗を r とすれば電壓降下 e は FA 間には $(i_1 + i_2 + i_3)$ が、AB 間には $(i_2 + i_3)$ が、BC 間には i_3 が流れるから

$$e = 2r\{(i_1 + i_2 + i_3) \times l_1 + (i_2 + i_3) \times (l_2 - l_1) + i_3 \times (l_3 - l_2)\} = 2r(i_1 l_1 + i_2 l_2 + i_3 l_3) \dots (2.2.7)$$

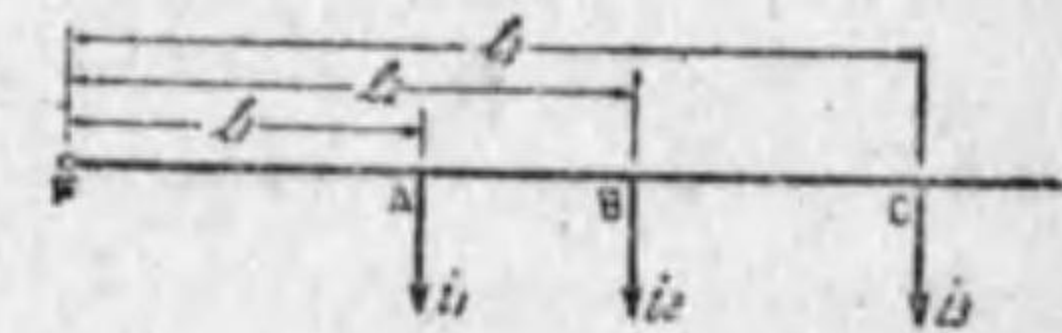
即ち電壓降下は各負荷電流のアンペアメートルの和に $2r$ を乗じたもので、負荷が何箇あつても同様である。

今、此の負荷の總和 $(i_1 + i_2 + i_3 \dots)$ が或る一点に集中したものと見做す。F より此の点迄の距離を l_g とすれば、兩場合の電壓降下を相等しいと置いて

$$2r(i_1 + i_2 + i_3 + \dots)l_g = 2r(i_1 l_1 + i_2 l_2 + i_3 l_3 + \dots) \quad \text{より}$$

$$l_g = \frac{i_1 l_1 + i_2 l_2 + i_3 l_3 + \dots}{i_1 + i_2 + i_3 + \dots} = \frac{\sum il}{\sum i} \dots (2.2.8)$$

斯様に負荷が一点に集中したものと見做し得る点(與へる最大電壓降下が相等しい点)を負荷の重心点 (Center of gravity) と稱する。



第 2.2.2 圖

斯様に負荷が重心点に集中したものと假定し得るなら、以下の計算は前項と同様なる手法で行ひ得る。又逆に、斯様な配電線に於て各負荷の端子電圧を能ふ限り高く、換言すれば各電壓降下を能ふ限り小とするには饋電点を負荷重心点に持つて來ればよい。

(註) 等間隔、等負荷の場合 第2.2.3

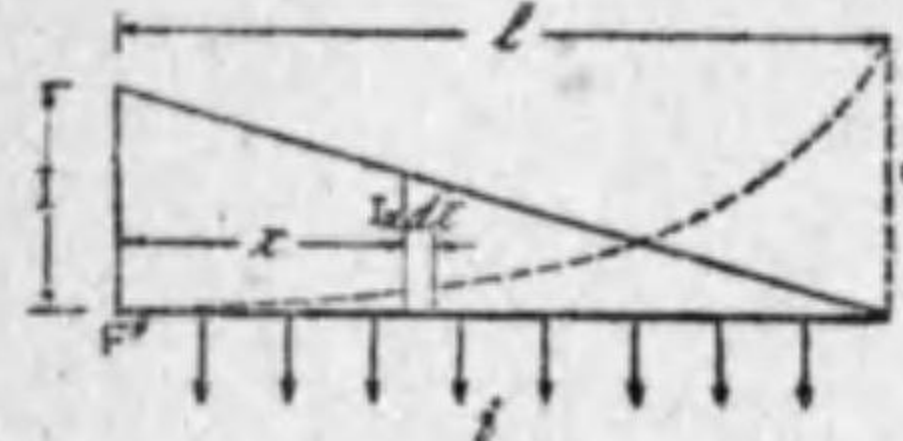
圖の如く負荷電流 i が等間隔 d 米にある場合、電壓降下は r を 1 米の抵抗とすれば電壓降下 e は

$$e = 2(ird + 2ird + 3ird + \dots + nird) \\ = 2ir(d + 2d + 3d + \dots + nd)$$

括弧内は等差級数であつて、結局 $1+2+3+\dots+n$ の和であるから e は次式の如くなる

$$e = 2ird \frac{n(n+1)}{2} \dots \dots \dots (2.2.9)$$

平等負荷の場合 第 2.2.4 圖の如く、單位長に i なる負荷電流が全長に亘つて一様に分布された場合を考ふるに、 l を線路の長さとする



第 2.2.4 圖

x なる点に於て微小部分 dx を取れば此の部分に於ける電壓降下 de は、 r を單位長の抵抗とした。

$$de = 2r dx I_x = 2r dx \left(\frac{l-x}{l} \right) I = 2r \left(1 - \frac{x}{l} \right) I dx$$

従つて x 点迄の電壓降下は此の de を $x=0$ より $x=x$ 迄積分したものと成り

$$e = \int_0^x de = 2rI \left(x - \frac{1}{2} \frac{x^2}{l} \right) = \frac{rIx(2l-x)}{l} \dots \dots \dots (2.2.10)$$

此の e の式は x に関する拋物線となり、圖の点線の如き分布を示す。電壓降下の最大点を求めるに

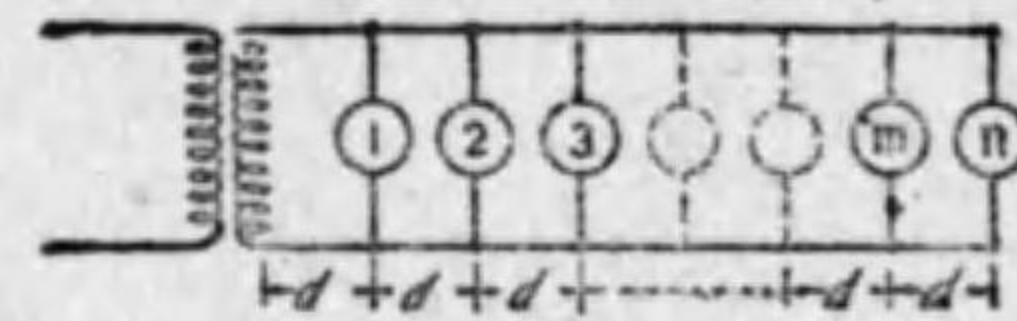
$$\frac{de}{dx} = \frac{rI}{l} (2l-2x) = 0 \quad x=l \quad \frac{d^2e}{dx^2} = -\frac{2rI}{l} \quad \text{常に負數}$$

従つて $x=l$ は e を極大とする。

即ち最大電壓降下点は負荷の末端に生じ $e_{max} = rIl$

故に負荷が線路の中央 $l/2$ の處に集中 ($I=il$) したものと見做してよい。換言すれば此の場合の負荷の重心点は線路の中央点にあると稱し得る。

(B) 直流三線式の場合



第 2.2.3 圖

第 2.2.5 圖の如き三線式配電線に於て電源側の中性線と各外線間の電壓を E 、之れに對應する負荷側の電壓を E_1 及 E_2 とする。各側の負荷電流を I_1 及 I_2 とし、 $I_1 > I_2$ とすれば $(I_1 - I_2)$ が



第 2.2.5 圖

中性線を圖の方向に流れる。従つて電壓關係は圖の点線の如くなり

$$E_1 = E - I_1 r - (I_1 - I_2) r' \\ = E - I_1 (r + r') + I_2 r' \\ E_2 = E - I_2 r + (I_1 - I_2) r' = E - I_2 (r + r') + I_1 r' \dots \dots \dots (2.2.11)$$

但し r は兩外線の抵抗、 r' は中性線の抵抗である。

上式よりも明かなやうに、兩側の負荷が平衡して $I_1 = I_2 = I$ となれば

$$E_1 = E - Ir \quad E_2 = E - Ir \quad E_1 = E_2$$

となる。然し負荷の不均衡 (I_1 と I_2 の相違) が大きいと E_1 と E_2 は圖の点線の如くに甚しく相違し、時として一側の電壓は電源電壓よりも高くなることあり得る。

(註) 今負荷が抵抗値にて與へられたる場合に、即ち、圖に於て I_1 の流れる負荷抵抗を R_1 、 I_2 の流れる負荷抵抗を R_2 とすればキルヒホッフの法則より

$$I_1 r + I_1 R_1 + (I_1 - I_2) r' = E \quad - (I_1 - I_2) r' + I_2 R_2 + I_2 r = E$$

此の式を I_1 及 I_2 に就て解くと

$$I_1 = \frac{E(R_2 + r + 2r')}{(R_1 + r + r')(R_2 + r + r') - r'^2} \quad I_2 = \frac{E(R_1 + r + 2r')}{(R_1 + r + r')(R_2 + r + r') - r'^2}$$

故に負荷の各端子電壓 E_1 及 E_2 は

$$E_1 = I_1 R_1 = \frac{E(R_2 + r + 2r') R_1}{(R_1 + r + r')(R_2 + r + r') - r'^2} \\ E_2 = I_2 R_2 = \frac{E(R_1 + r + 2r') R_2}{(R_1 + r + r')(R_2 + r + r') - r'^2} \dots \dots \dots (2.2.12)$$

此の電壓の比は

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{(R_2 + r + 2r') R_1}{(R_1 + r + 2r') R_2} = \frac{\left(\frac{R_2 + r}{2r'} + 1 \right) R_1}{\left(\frac{R_1 + r}{2r'} + 1 \right) R_2}$$

今中性線が切斷した、即ち r' が無限大となつたとすれば上式より $\frac{E_1}{E_2} = \frac{R_1}{R_2}$ となる。

$R_1 : R_2$ が若し $1 : 2$ と云ふやうに相違して居ると R_2 の端子電壓は、 $2E$ の $\frac{1}{3}$ となり、 $E=100$ とすると約 $134V$ 以上にもなるので、三線式の中性線に可熔片を入れることは禁止せられてゐる。(工規 22)

又中性線に極端に太い電線 (即ち $r'=0$) を採用したとすれば

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{(R_2+r)R_1}{(R_1+r)R_2} \text{ となる。}$$

第 2.2.5 圖に於て E_2 が電源電圧 E に等しい限界を求めると (2.2.11) 式より

$$I_2 r = (I_1 - I_2) r' \quad r' = nr \text{ とすれば}$$

$$n = \frac{I_2}{I_1 - I_2} \quad E_2 \text{ を } E \text{ より小とするには } n < \frac{I_2}{I_1 - I_2}$$

今中性線の切斷面積を外線の $\frac{1}{2}$ ($n=2$) と取ると

$$2(I_1 - I_2) = I_2 \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{3}{2} = 1.5$$

即ち、中性線の切斷面積を外線の $\frac{1}{2}$ とすれば E_2 を E より小とする限界は I_1 が I_2 の 1.5 倍以下なることを要する。

中性線を外線と同一の太さとする、即ち $r' = nr = r$ $n=1$ であるから

$$I_1 - I_2 = I_2 \quad I_1 = 2I_2$$

故に此の場合に於て E_2 を E より小とする限界は I_1 が I_2 の 2 倍以下なるを要する。

(C) 交流単相二線式の場合

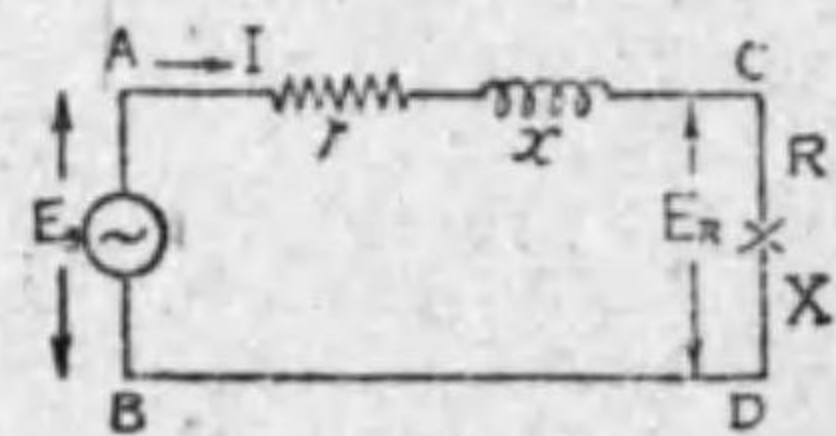
衆知の如くに、交流回路に於ては抵抗の他に電磁誘導作用に依る自己誘導リアクタンス及静電誘導作用に依る静電リアクタンスがあつて、是等を合成したものがインピーダンスとして働き、直流の場合の抵抗と同様に電圧を降下せしむる。然而、是等に依る電圧降下はベクトル的に考ふるを要し、直流の場合とは餘程趣を異にする。又配電線に於ては静電リアクタンスの影響は殆んどないと云つてよいから、以下交流配電線の計算は抵抗 r 、誘導リアクタンス $2\pi fL$ より成るものとして取扱ふ。然も此のリアクタンス $2\pi fL$ も亦鐵線等を用ふる場合は相當の値となるが、一般に用ひられて居る鋼線の場合には殆んど無視し得る程度であつて、實用的略算式としては屢々リアクタンスが省略せられる。其の要領は以下逐次に述ぶる處より了解せられたい。

① 集中負荷に對して

交流で二線式の配電線であれば申す迄もなく單相であつて、電燈配電線としては最も多く用ひられて居る。其の基本型を示すと第 2.2.6 圖の如くなる。

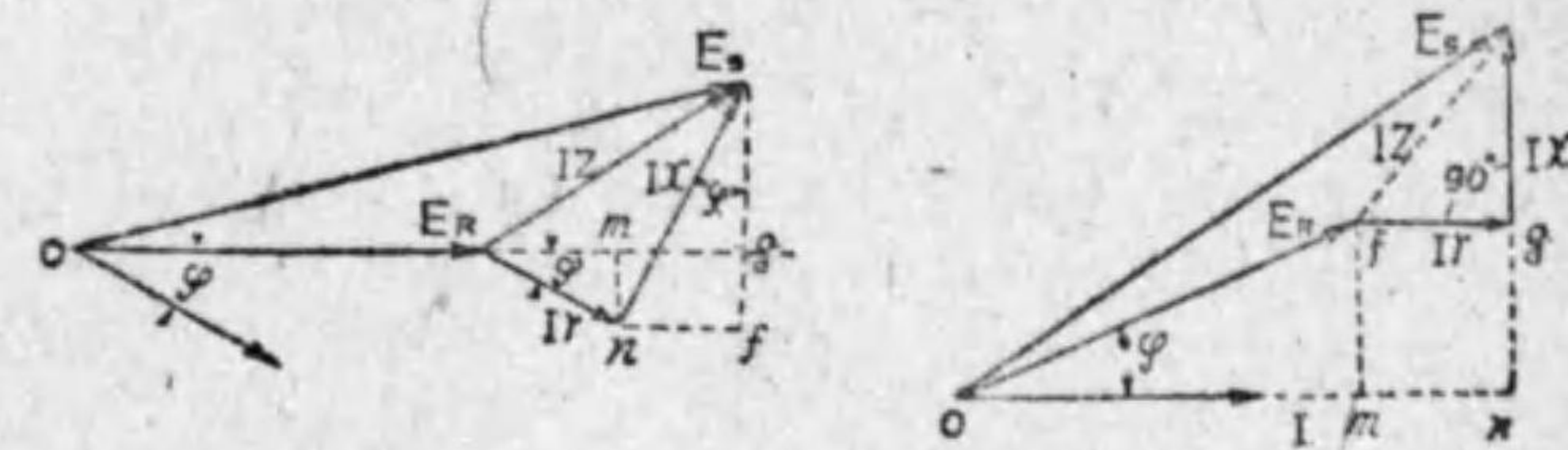
此處で注意されたい事は、圖で示された線路の抵抗 r 及誘導リアクタンス x は往復二線を合算したもので、前の直流の場合の $2r$ に相當して居る。何故斯くしたかと云へば、交流回路の算式なりベクトルは形が複雑となるので、 $2r$ をまとめて r で示したに過ぎない。くれぐれも誤解のなきやうにせられたい。

(註) 此の交流回路を根本から説明することは到底紙数の許さない事柄だから、『交流簡略及計算』及選試受験テキスト計算第二章「交流回路の計算法」に就て學習されたい。以下其等の豫備知識のあるものとして説明する。



第 2.2.6 圖

今、負荷の力率を $\cos\phi$ とする。即ち負荷端で負荷電流 I は其の受電端電圧 E_R より ϕ 角だけ遅れて居るものとすれば、送電端電圧は第 2.2.7 圖のベクトルの如くにして求められる。



(甲) E_R が基準ベクトル

(乙) I が基準ベクトル

第 2.2.7 圖

此のベクトルには二つの書き方がある。即ち (甲) で示す如くに受電端の電圧 E_R を基準水平ベクトルとして E_s を表はす場合と、(乙) で示す如くに負荷電流 I を基準水平ベクトルとして E_s を表はした場合である。

先づ (甲) 圖に就て説明すれば I は E_R よりも ϕ 角だけ遅れ、線路の抵抗に依る電圧降下は I と同相に I_r となる。此の I_r のベクトルは I と平行に書く。従つて此の I_r と E_R の延長線 $E_R m g$ とは ϕ 角をなす。次に線路の誘導リアクタンスに依る電圧降下は I より 90° 進んだ相 (即ち x の両端で考へると、此の電流 I は其の電圧 I_x より 90° 遅れる) にある。此の I_r と I_x をベクトル的に E_R に加へたものが E_s となるのである。 E_R より E_s を求める算式は I_r の矢頭 n より $E_R g$ に垂線 $n m$ を下し、又 I_r の矢頭より E_R と平行に $n f$ を引き、 I_x の矢頭 (即ち E_s の矢頭) より $n f$ に垂線 $E_s f$ を引く。又之れと E_R の延長線の交点を g とすれば圖よりも明かな如くに $O g E_s$ は直角三角形であるからピタゴラスの定理 (『技術用基礎學』参照) より

$$(\text{斜邊})^2 = (\text{底邊})^2 + (\text{垂線})^2 \quad E_s^2 = (Og)^2 + (E_s g)^2$$

$$\text{然るに } Og = E_R + E_R m + mg \text{ (即ち } n f) = E_R + I_r \cos\phi + I_x \sin\phi$$

但し $\angle n E_s f$ は $n E_s$ (即ち I_x) が I に直角、 $E_s f$ が E_R に直角であるから ϕ 角となる。(第一巻 P137 以下参照)

$$E_s g = E_s f - f g \text{ (即ち } n m) = I_x \cos\phi - I_r \sin\phi$$

$$\text{故に } E_s = \sqrt{(E_R + I_r \cos\phi + I_x \sin\phi)^2 + (I_x \cos\phi - I_r \sin\phi)^2} \dots\dots\dots (2.2.13)$$

實際の交流二線式配電線では、 x は極めて小であり、特殊な負荷でない限り ϕ 角も大きくないから、略算的には

$$E_s \approx Og = E_R + I_r \cos\phi + I_x \sin\phi \dots\dots\dots (2.2.14)$$

として實用上充分である。

第 2.2.1 表 (rcosφ + x sinφ) の値

電 線 直 徑 (mm)	線 間 距 離 (m)												
	0.30		0.50		0.75		1.00		1.50		2.00		
	50~	60~	50~	60~	50~	60~	50~	60~	50~	60~	50~	60~	
12.0	0.9	0.2556	0.2785	0.2697	0.2954	0.2808	0.3087	0.2886	0.3180	0.2997	0.3314	0.3076	0.3409
	0.8	.2828	.3142	.3022	.3375	.3175	.3558	.3282	.3687	.3435	.3870	.3545	.4002
	0.7	.2971	.3343	.3202	.3620	.3384	.3838	.3509	.3992	.3694	.4210	.3821	.4366
10.0	0.9	.3229	.3467	.3369	.3635	.3480	.3768	.3558	.3863	.3670	.3996	.3748	.4092
	0.8	.3451	.3778	.3643	.4009	.3796	.4192	.3903	.4323	.4058	.4507	.4166	.4653
	0.7	.3539	.3926	.3768	.4201	.3950	.4419	.4077	.4575	.4262	.4793	.4390	.4949
9.0	0.9	.3739	.3979	.3875	.4147	.3986	.4282	.4064	.4376	.4176	.4507	.4256	.4603
	0.8	.3915	.4251	.4107	.4481	.4260	.4667	.4367	.4796	.4522	.4977	.4631	.5103
	0.7	.3957	.4354	.4186	.4629	.4368	.4850	.4496	.5003	.4680	.5219	.4810	.5375
8.0	0.9	.4434	.4685	.4575	.4854	.4686	.4987	.4764	.5081	.4877	.5216	.4956	.5310
	0.8	.4558	.4896	.4746	.5129	.4899	.5312	.5006	.5441	.5160	.5627	.5270	.5756
	0.7	.4525	.4936	.4760	.5213	.4941	.5431	.5069	.5585	.5253	.5805	.5383	.5959
7.0	0.9	.5447	.5704	.5587	.5872	.5699	.6005	.5777	.6100	.5888	.6235	.5971	.6329
	0.8	.5470	.5824	.5662	.6054	.5822	.6238	.5924	.6369	.6077	.6554	.6186	.6683
	0.7	.5347	.5767	.5574	.6041	.5760	.6256	.5888	.6415	.6070	.6636	.6200	.6790
6.0	0.9	.6990	.7256	.7130	.7424	.7241	.7557	.7320	.7652	.7432	.7786	.7511	.7881
	0.8	.6862	.7228	.7054	.7459	.7207	.7642	.7316	.7773	.7469	.7957	.7578	.8088
	0.7	.6582	.7018	.6811	.7292	.6993	.7510	.7122	.7666	.7304	.7884	.7434	.8041
5.0	0.9	.9527	.9804	.9667	.9972	.9778	1.0105	.9858	1.0200	.9969	1.0333	1.0047	1.0427
	0.8	.9142	.9522	.9334	.9753	.9487	0.9926	.9596	1.0068	.9749	1.0251	0.9856	1.0380
	0.7	.8599	.9051	.8827	.9326	.9008	0.9544	.9139	0.9700	.9318	0.9918	0.9450	1.0072
4.0	0.9	1.4169	1.4457	1.4308	1.4625	1.4421	1.4760	1.4499	1.4853	1.4610	1.4987	1.4689	1.5082
	0.8	1.3297	1.3694	1.3489	1.3925	1.3644	1.4110	1.3751	1.4239	1.3904	1.4422	1.4013	1.4554
	0.7	1.2260	1.2733	1.2488	1.3007	1.2673	1.3223	1.2801	1.3382	1.2983	1.3600	1.3114	1.3756

(註) 即ち交流配電線の電壓降下 (rcosφ + x sinφ) は電線の抵抗リアクタンス及力率に關係する。一般に電線を細小とすれば、抵抗、リアクタンス共に大であり、線間距離の増大も亦リアクタンスを大とする (電流が互ひに打ち消し合ふ度合を小とする) 周波数の増大は勿論、リアクタンス 2πfL を大とし、鐵線は導磁率が大であるから L を大とする。

前式より E_R を求めると

$$E_R = E_S - Ir \cos \phi - Ix \sin \phi \dots\dots\dots (2.2.15)$$

又 x が無視される程小であれば、上式に於て $x=0$ と置き

$$\left. \begin{aligned} E_S &= E_R + Ir \cos \phi \\ E_R &= E_S - Ir \cos \phi \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2.2.16)$$

此の場合、負荷の力率が電燈の如くに 1、即ち E_R と I が同相になるやうな純抵抗負荷であれば、前式で $\cos \phi = 1$ と置くと、全く直流の場合と同一となる。

次に (乙) 圖に就て E_S を求めると、同様にして

$$E_S^2 = (\overline{O_n})^2 + (\overline{E_{Sn}})^2$$

然るに $\overline{O_n} = \overline{O_m} + \overline{m_n}$ (即ち $\overline{f_g}$) = $E_R \cos \phi + Ir$

$\overline{E_{Sn}} = (\overline{E_{Sg}}) + \overline{g_n}$ (即ち $\overline{f_m}$) = $Ix + E_R \sin \phi$

故に $E_S = \sqrt{(E_R \cos \phi + Ir)^2 + (E_R \sin \phi + Ix)^2} \dots\dots\dots (2.2.17)$

此の式では略算式を作り得ない。即ち單に E_S のみを求めるなら (乙) 圖式が便利であるが、略算式を作つて E_S と E_R の關係を何れも手際よく求めるには、(甲) 圖 (2.2.14) 及 (2.2.15) 式が便利である。故に一般に (甲) 圖に依つて計算するのである。

配線路に於ける電壓降下は ($E_S - E_R$) であつて、略算的には次式に依つて求められる。

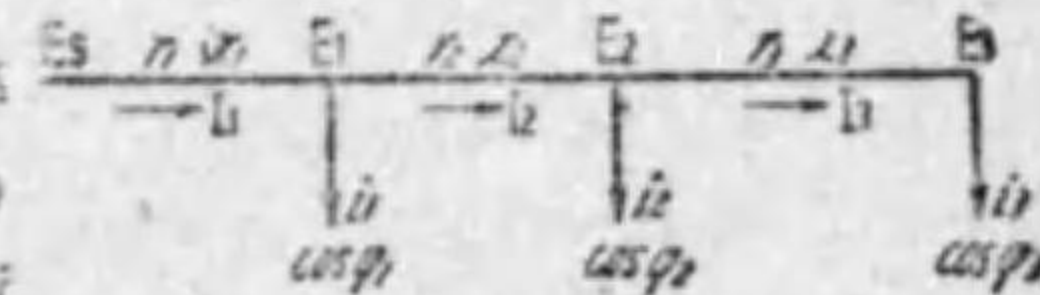
$$e = E_S - E_R = Ir \cos \phi + Ix \sin \phi \dots\dots\dots (2.2.18)$$

$$\text{電壓變動率 } \eta = \frac{E_S - E_R}{E_R} \times 100 = \frac{I (r \cos \phi + x \sin \phi)}{E_R} \times 100 \dots\dots\dots (2.2.19)$$

今各種の直徑の銅線に就て 50~ 及 60~ に於ける ($r \cos \phi + x \sin \phi$) の値を計算すれば第 2.2.1 表の如き値となる。

㊦ 分布負荷に對して

第 2.2.8 圖の如くに、配電線の各点に力率 $\cos \phi_1, \cos \phi_2, \cos \phi_3$ なる負荷 i_1, i_2, i_3 があるときの電壓降下を計算して見やう。各負荷間の抵抗を r_1, r_2, r_3 、同リアクタンスを x_1, x_2, x_3 を圖上記入の如くに定める。先づ E_3



第 2.2.8 圖

を基準として E_2 をベクトル的に求め i_2 と i_3 の合成 (但し ϕ_2 は E_2 と i_2 の相差角) と之れが E_2 に對する相差を求め、 E_1 をベクトル的に求める。斯くて E_s を求めて行くのであるが、徒らに煩雜であつて誤算し易い。實際の配電線では、各負荷点の電壓 E_1, E_2, E_3 は同相にあるものとして、各負荷電流の有効分 ($i_1 \cos \phi$ 等) 及無効分 ($i_1 \sin \phi_1$ 等) は共に同相と考へてよい。

斯くすると電圧 E_R と同相にある分力は (2.2.13) 式よりも明かに

$$I_r \cos \varphi = r \times I \cos \varphi = r \times \text{電流の有効分} \quad \text{と}$$

$$I_x \sin \varphi = x \times I \sin \varphi = x \times \text{電流の無効分}$$

であつて、(2.2.14) 式の略算式を用ふるものとすれば、第二項は無視されるから

$$E_s = E_R + i_1' r_1 + (i_1' + i_2') r_2 + (i_1' + i_2' + i_3') r_3 + i_3'' x_3 + (i_3'' + i_2'') x_2 + (i_3'' + i_2'' + i_1'') x_1 \dots \dots (2.2.20)$$

但し $i' = i \cos \varphi$ $i'' = i \sin \varphi$ とした。

要するに、有効電流分布を求め之れと抵抗とに依る電圧降下と、無効電流分布を求め、之れとリアクタンスとに依る電圧降下を重ねればよい。尚リアクタンス x が r に比して小とすれば上式は第一段の項のみでよい。

(註) 即ち交流配電線の各点に於て力率の相違する負荷がある場合、電圧降下は有効電流の分布に就てのみ求めて実用上支障はない。勿論該電点より流入する電流 I_s は

$$I_s = \sqrt{(i_1' + i_2' + i_3')^2 + (i_1'' + i_2'' + i_3'')^2} \dots \dots (2.2.21)$$

にて表はされ

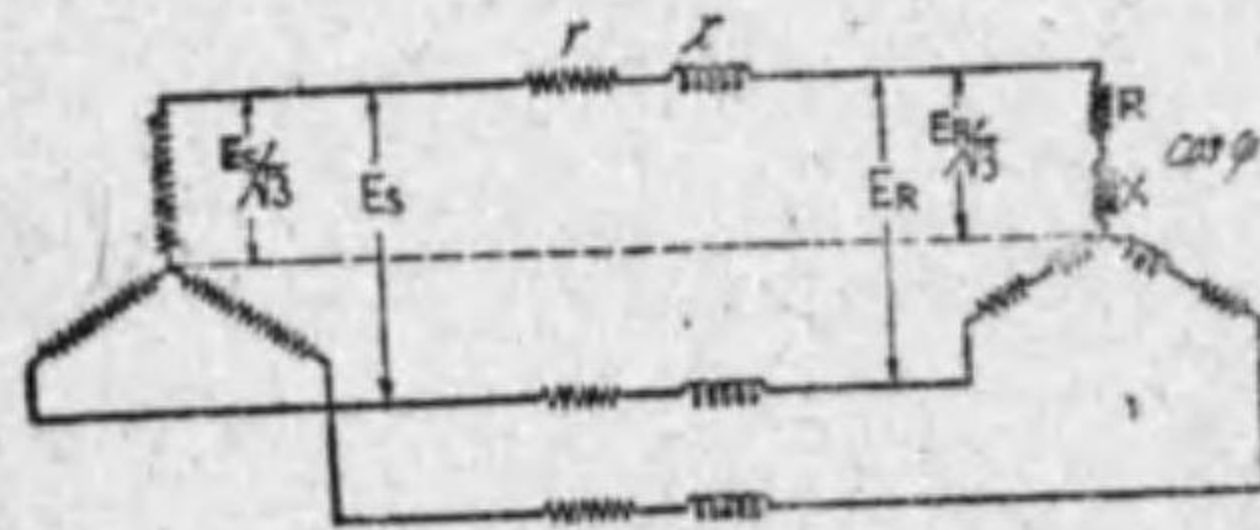
$$\text{総合力率 } \cos \varphi_s = \frac{i_1' + i_2' + i_3'}{I_s} \dots \dots (2.2.22)$$

となる。本項はベクトル的によく研究せられたい。

単相三線式の場合の計算は直流二線式に対する直流三線式の考へ方をベクトル的に踏襲すればよく、此處では説明を省略する。

〔D〕 交流三相三式線の場合

第 2.2.9 圖の如き三相三線式配電線に於て、電源、負荷共に平衡して居るものとすれば、各星形(三角形の場合は星形に換算する)の中性点を結ぶと、此の三相回路は 120° 宛位相差のある



第 2.2.9 圖

単相回路が 3 箇集合して居るものと見做し得る。然而、負荷が平衡して居れば各相電流の間には 120° 宛の相差角があつて、其のベクトル和は零(各瞬時値の和も亦零)であるから中性線には電流が流れない。従つて一線の抵抗を r 、同リアクタンスを x とすれば、 $Z = r + jx$ なる一線とインピーダンス零の中性線から成る単相回路に就て取扱つてよい。然るに、各相電圧の値は、線間電圧の $1/\sqrt{3}$ であるから、第 2.2.5 圖及 (2.2.13) 式から次の式が直ちに書き得られる。

$$\frac{E_s}{\sqrt{3}} = \sqrt{\left(\frac{E_R}{\sqrt{3}} + I_r \cos \varphi + I_x \sin \varphi\right)^2 + \left(I_x \cos \varphi - I_r \sin \varphi\right)^2}$$
$$E_s = \sqrt{(E_R + \sqrt{3} I_r \cos \varphi + \sqrt{3} I_x \sin \varphi)^2 + (\sqrt{3} I_x \cos \varphi - \sqrt{3} I_r \sin \varphi)^2} \dots \dots (2.2.23)$$

但し、此處で注意されたいことは、此の場合の r 及 x は単相二線式の場合の往復二線に對し線路一條の抵抗及リアクタンスとなることである。

尙略算式は

$$E_s = E_R + \sqrt{3} I_r \cos \varphi + \sqrt{3} I_x \sin \varphi = E_R + \sqrt{3} I_r \cos \varphi \dots (2.2.24)$$

$$e = E_s - E_R = \sqrt{3} I_r \cos \varphi + \sqrt{3} I_x \sin \varphi \dots \dots (2.2.25)$$

$$\text{電壓變動率 } \eta = \frac{E_s - E_R}{E_R} \times 100 = \frac{\sqrt{3} I (r \cos \varphi + x \sin \varphi)}{E_R} \dots \dots (2.2.26)$$

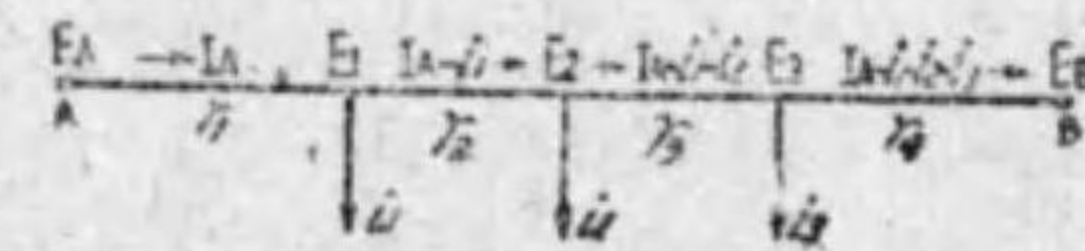
【注意】 以上の計算に於て初學者の往々にして誤る處は ① 電圧降下に力率 $\cos \varphi$ を乗すること、② 三相回路で $\sqrt{3}$ を乗することであつて、くれぐれも注意せられたい。

以上は負荷の集中した場合であつて、負荷の分布して居る場合の計算は、一相即ち單相の回路として取扱ふのであるから、前項の ② の場合と同様にしてよい

〔E〕 多点饋電、環狀回路等の場合

第 2.2.10 圖の如き直流配電線

に於て A, B 兩端より電圧 E_A 及 E_B を以て饋電し、各負荷 i_1, i_2, i_3 に電流を供給するものと



第 2.2.10 圖

し、各區間の電線の全抵抗を圖

示の如くに r_1, r_2, r_3, r_4 とする。今 A よりの電流を I_A とすれば、次の區間には左方より右方に $(I_A - i_1)$ 、其の次の區間では $(I_A - i_1 - i_2)$ 、最右端の區間では $(I_A - i_1 - i_2 - i_3)$ が流れてゐるものと假定することが出来る。故に i_3 点に對し A 点より見たる電圧と B 点より見たる電圧を相等しいと置けば

$$E_A - I_A r_1 - (I_A - i_1) r_2 - (I_A - i_1 - i_2) r_3 - (I_A - i_1 - i_2 - i_3) r_4 = E_B$$

$$I_A = \frac{E_A + i_1(r_2 + r_3 + r_4) + i_2(r_3 + r_4) + i_3 r_4 - E_B}{r_1 + r_2 + r_3 + r_4} \dots \dots (2.2.27)$$

斯くして I_A を求むれば、各區間の電圧降下、従つて各点の電圧は

$$E_1 = E_A - e_1 = E_A - I_A r_1 \quad E_2 = E_1 - e_2 = E_1 - (I_A - i_1) r_2 \dots \dots (2.2.28)$$

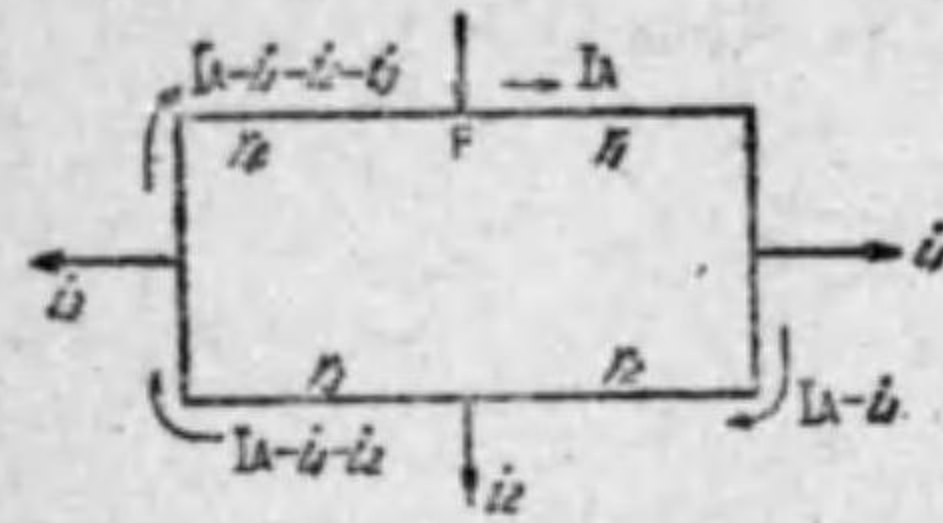
以下同様にして求められるのである。

之れが交流配電線の場合でも同様であつて、(2.2.20) 式の處で説明したやうに略算式としてはリアクタンスを無視して、各負荷電流の有効分を上記の i_1, i_2, i_3 と考へて電壓關係を求めてよく、更らに精確にするには、有効電流の分布と無効電流の分布を別々に求めて、前述の要領で重疊すればよい。之れに就ては何れ例題を以て再説しやう。

扱、第 2.2.10 圖に於て $E_A = E_B = E$ とすれば $E_A - E_B = 0$ であつて

$$I_A = \frac{i_1(r_2 + r_3 + r_4) + i_2(r_3 + r_4) + i_3 r_4}{r_1 + r_2 + r_3 + r_4} \dots \dots (2.2.29)$$

$E_A = E_B$ であれば A 点と B 点を結んでよく、斯くすれば環状配電線となる。即ち第 2.2.11 圖の如くになり I_A の値は上式で示される。

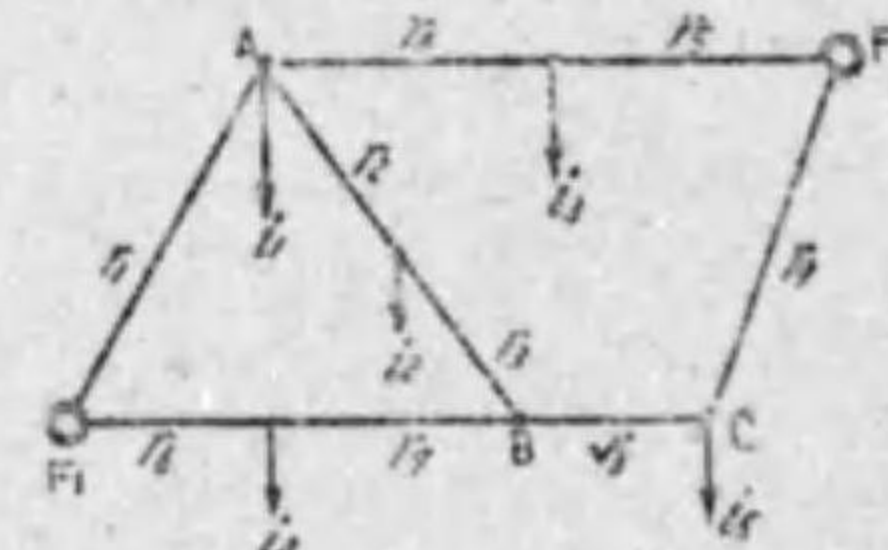


第 2.2.11 圖

及 (2.2.6) 式を用ふればよい。

(F) 一般網状回路の場合

一般的な網状回路の計算は各部の電流を假定してキルヒホッフの第一及第二法則を適用し、解式に必要な数だけの独立方程式を立て、解けばよい。或は又重疊の方法に依つても解き得る。其の方法を、第 2.2.12 圖の如き最も簡単な配電網に就て説明しやう。圖に於て F_1 及 F_2 は饋電点、 i_1, i_2, i_3, i_4, i_5 は負荷電流、 $r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6, r_7, r_8, r_9$ は線路各部の抵抗とする。



第 2.2.12 圖

① 先づ各接続点 $F_1 A B C F_2$ を各饋電点と考へ電流分布を定める。此の場合、各接続点は同一電位にあるものとして計算する。例へば $A F_2$ 間で A 及 F_2 は同一電位の各饋電点であるから A より i_5 への電流を i_5' 、 F_2 より i_5 への電流を i_5'' とすれば $i_5' r_5 = i_5'' r_5$ $i_5' + i_5'' = i_5$ として i_5' 及 i_5'' が求められる。斯様にして配電線各部の電流分布を定める。

② 次に各負荷の電流を零として前に求めた接続点より流出する電流の和 (接続点の負荷、例へば A 点の i_1 の如きも含む) が接続点にあるものとして F_1, F_2 より饋電した場合の電流分布を求むる。

此の ① と ② の電流分布を重疊すると、實際に於ける電流分布が求められる。讀者は圖の $i_1, i_2, \dots, r_1, r_2, \dots$ に適當な數値を與へて此の方法とキルヒホッフの法則で解き比較研究せられよ。

2.3 電力損失と能率の計算

電力損失 w を求むる式は既に 2.1 の各項に於て觸れたが、此處では今一應其

等に就て考察を試みやう。

(A) 直流及單相二線式の場合

此處に w = 損失電力(kW) r = 配電線 1 米の抵抗(Ω)
 L = 配電距離(m) W = 負荷電力(kW)
 E_R = 負荷点線間電壓(V) $\cos\phi$ = 負荷の力率(小數)

とすれば

$$\begin{aligned} \text{直流二線式 } w &= 2I^2 r L \times 10^{-3} = 2 \left(\frac{1000 W}{E_R} \right)^2 r L \times 10^{-3} \\ &= 2000 r L \frac{W^2}{E_R^2} \text{ (kW)} \dots\dots\dots (2.3.1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{單相二線式 } w &= 2 \left(\frac{1000 W}{E_R \cos\phi} \right)^2 r L \times 10^{-3} \\ &= 2000 r L \frac{W^2}{E_R^2 \cos^2\phi} \text{ (kW)} \dots\dots\dots (2.3.2) \end{aligned}$$

上二式よりも明かに配電線の電力損失は配電電圧 (及力率) の各自乗に反比例する。従つて同一電力を送るのに配電電圧を 2 倍とすれば配電線の電力損失は $\frac{1}{4}$ に減少する。換言すると 2.1 の各項で計算した思想の如くに、同一の電力損失とすれば所要電線量は $\frac{1}{4}$ でよい。或は又電力損失は負荷電力の自乗に比例するから、同一の配電線にて 2 倍の電力を送れば電力損失は 4 倍となる。

(B) 三相三線式の場合

此の場合の E_R も亦、負荷端の線間電壓で、 W は三相全体としての電力、 $\cos\phi$ は相力率である。式に示すと

$$\begin{aligned} w &= 3I^2 r L \times 10^{-3} = 3 \left(\frac{1000 W}{\sqrt{3} E_R \cos\phi} \right)^2 r L \times 10^{-3} \\ &= 1000 r L \frac{W^2}{E_R^2 \cos^2\phi} \text{ (kW)} \dots\dots\dots (2.3.3) \end{aligned}$$

此の場合に於ても w に對する $E_R, \cos\phi, W$ の影響は單相の場合と同様である。

(C) 配電線の能率

配電線の能率も亦、一般の機器の場合と同様であつて、出力即ち受電端電力と入力即ち配電電力の比を云ふ。今

W_1 = 配電電力(送電点に於ける電力)
 W_2 = 受電電力(負荷点に於ける負荷電力)

とすれば $W_1 - W_2$ は前項で求めた配電線に於ける電力損失 w である。従つて

$$\text{能率} = \frac{W_2}{W_1} \times 100 = \frac{W_1 - w}{W_1} \times 100 = \frac{W_2}{W_2 + w} \times 100 (\%) \dots (2.3.4)$$

即ち配電線の能率を向上せんとすれば、線路損失を減少せしめねばならない。従つて電圧及力率の低下は極力避くるを要する。尙配電線能率を負荷の特性と併せ考へた場合に就ては後述することとしやう。

2.4 電線に最經濟的断面を與へる計算

(A) 樹枝狀單一配電線の場合

第 2.4.1 圖の如く A なる饋電点に對し、B, C 各点に負荷があり、各區間の電流分布が圖上の如くに I_1, I_2 であつたとする。今最大電壓降下即ち A, C 間の電壓降下を一定値



第 2.4.1 圖

e としたとき、AB, BC 各區間に於ける電線に如何なる斷面積を與ふれば所要電線量が最小となるかを研究して見やう。

又、各區間の電線の斷面積を S_1, S_2 、其の互長を l_1, l_2 とすれば、片線の電壓降下 $e/2$ は

$$\frac{e}{2} = e' = \rho \left(\frac{I_1 l_1}{S_1} + \frac{I_2 l_2}{S_2} \right) \quad \text{但し } \rho = \text{固有抵抗} \dots\dots (1)$$

又、片線の電線容量 $V/2$ は

$$\frac{V}{2} = V' = S_1 l_1 + S_2 l_2 \dots\dots (2)$$

此の V' を最小とする S_1 及 S_2 の値を定むればよい。假に A, B 間一線の電壓降下を e_1 とすれば

$$e_1 = \rho \frac{I_1 l_1}{S_1} \quad \text{より} \quad S_1 = \rho \frac{I_1 l_1}{e_1}$$

$$\text{B, C 間一線の電壓降下} \quad \rho \frac{I_2 l_2}{S_2} = e' - e_1 \quad S_2 = \rho \frac{I_2 l_2}{e' - e_1}$$

$$V' = \rho \left\{ I_1 l_1^2 \frac{1}{e_1} + I_2 l_2^2 \frac{1}{e' - e_1} \right\} \dots\dots (3)$$

(3) 式を、 e_1 を變數として之れに就て微分し零と置くと

$$\frac{dV'}{de_1} = \rho \left\{ -I_1 l_1^2 \frac{1}{e_1^2} + I_2 l_2^2 \frac{1}{(e' - e_1)^2} \right\} = 0$$

$$I_1 l_1^2 \times \frac{S_1^2}{\rho^2 l_1^2 l_1^2} = I_2 l_2^2 \times \frac{S_2^2}{\rho^2 l_2^2 l_2^2}$$

$$\frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{I_1}{I_2} \quad \frac{S_1}{S_2} = \frac{I_1}{I_2} \dots\dots (2.4.1)$$

即ち (2.4.1) 式を満足する如くに S_1, S_2 を撰定すれば、與へられた電壓降下に對し所要電線量を最小とする。

此の配電線が幾區間から成つて居つても同様であつて

$$\frac{S_1}{\sqrt{I_1}} = \frac{S_2}{\sqrt{I_2}} = \frac{S_3}{\sqrt{I_3}} = \frac{S_4}{\sqrt{I_4}} \dots\dots (2.4.2)$$

の如くに各區間の電線斷面積を定める。

【證明】 各區間の電流を $I_1, I_2, I_3, I_4, \dots$ 各區間の電線の斷面積及長さを $S_1 l_1, S_2 l_2, S_3 l_3, S_4 l_4, \dots$ とすれば

$$e' = \rho \left\{ \frac{l_1}{S_1} I_1 + \frac{l_2}{S_2} I_2 + \frac{l_3}{S_3} I_3 + \frac{l_4}{S_4} I_4 + \dots \right\}$$

$$V' = l_1 S_1 + l_2 S_2 + l_3 S_3 + l_4 S_4 + \dots$$

λ をパラメーターとすれば

$$\frac{\partial e}{\partial S_1} + \lambda \frac{\partial V'}{\partial S_1} = 0 \quad \frac{\partial e}{\partial S_2} + \lambda \frac{\partial V'}{\partial S_2} = 0$$

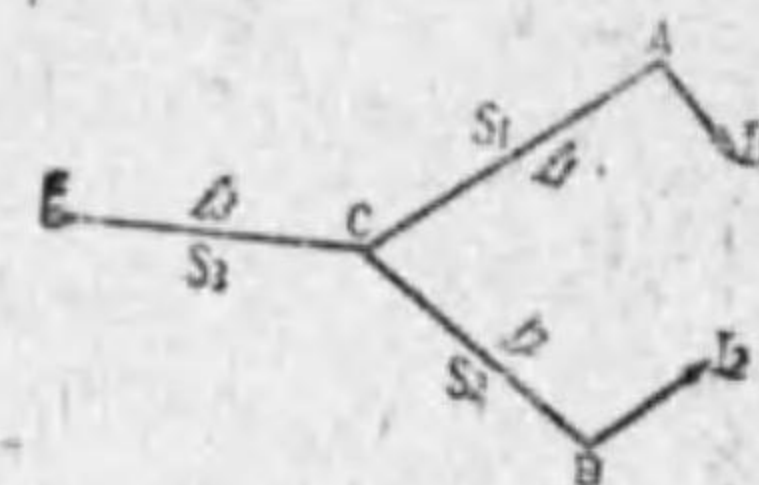
なるを要する。即ち

$$\lambda l_1 - \rho \frac{l_1}{S_1^2} I_1 = 0 \quad \lambda l_2 - \rho \frac{l_2}{S_2^2} I_2 = 0$$

$$\text{故に} \quad \frac{I_1}{S_1^2} = \frac{I_2}{S_2^2} = \frac{I_3}{S_3^2} = \frac{I_4}{S_4^2} \dots\dots = \frac{\lambda}{\rho} \quad (\text{一定})$$

(B) 樹枝狀分岐配電線の場合

第 2.4.2 圖の如くに配電線が C 点より分岐して居るとき、饋電点 F より A, B 及に至る電壓降下を一定値 e (片線の値) として A に I_1, B に I_2 なる負荷がある場合、全電線量を最小とする FC, CA, CB 各區間の電線斷面積を定めやう。



第 2.4.2 圖

FC の部分は共通であるから CA 及 CB 間一線の電壓降下は相等しく

$$e_1 = e_2 = e_0 \quad \text{より} \quad \rho \frac{I_1 l_1}{S_1} = \rho \frac{I_2 l_2}{S_2} = e_0$$

但し S_1, S_2, S_3 及 l_1, l_2, l_3 は各區間の斷面積及長さとする。

$$S_1 = \rho \frac{l_1}{e_0} I_1 \quad S_2 = \rho \frac{l_2}{e_0} I_2 \quad S_3 = \rho \frac{l_3}{e - e_0} I_3$$

$$\text{一線の電線量} \quad V = S_3 l_3 + S_1 l_1 + S_2 l_2 = \rho \left\{ \frac{l_3^2 I_3}{e - e_0} + \frac{l_1^2 I_1}{e_0} + \frac{l_2^2 I_2}{e_0} \right\}$$

$$\frac{dV}{de_0} = \rho \left\{ \frac{l_3^2 I_3}{(e - e_0)^2} - \frac{l_1^2 I_1}{e_0^2} - \frac{l_2^2 I_2}{e_0^2} \right\} = 0$$

$$\frac{l_3^2 (I_1 + I_2)}{(e - e_0)^2} = \frac{l_1^2 I_1 + l_2^2 I_2}{e_0^2} \quad \frac{e_0}{(e - e_0)} = \frac{1}{l_3} \sqrt{\frac{l_1^2 I_1 + l_2^2 I_2}{I_1 + I_2}} = \frac{A}{l_3}$$

$$\text{但し} \quad A = \sqrt{\frac{l_1^2 I_1 + l_2^2 I_2}{I_1 + I_2}} \quad e_0 = \frac{eA}{(A + l_3)}$$

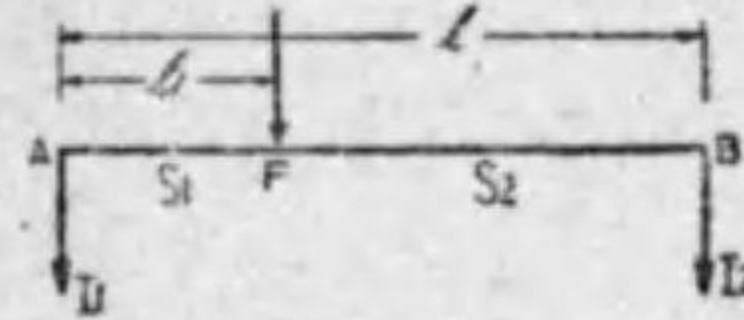
従つて

$$S_1 = \frac{\rho l_1 I_1}{e} \left(\frac{A+l_3}{A} \right) \quad S_2 = \frac{\rho l_2 I_2}{e} \left(\frac{A+l_3}{A} \right) \quad S_3 = \frac{\rho l_3 (I_1+I_2)}{e} (A+l_3)$$

即ち斯様に各分岐線の太さを定むれば最経済的となる。3分岐線以上に分岐する場合に於ても同様にして解き得る。諸氏自から試みられよ。

2.5 散在せる負荷の重心点

負荷の重心点に就ては既に 2.2 [A] の (2) の項で説明したが、此處では観点を變へて、所要電線量を最小とする見地より、饋電点を負荷の重心点に設けねばならないことを説明しやう。



第 2.5.1 圖

先づ其の最も簡單なる一例として第 2.5.1 圖の如き直流二線式配電線の A, B 二点に I_1 及 I_2 なる負荷がある場合、A 及 B の電圧を同一とする條件の下に如何なる点に饋電点 F を撰定すれば全電線量が最小となるかを求めて見やう。假に A より l_1 なる F を饋電点として A F 間の抵抗を r_1 、斷面積を S_1 、之れに對して F B 間を r_2 、 S_2 とすれば

$$I_1 r_1 = I_2 r_2 \quad r_2 = r_1 \times \frac{I_1}{I_2} \quad \text{固有抵抗を } \rho \text{ とすれば}$$

$$S_1 = \frac{\rho l_1}{r_1} \quad S_2 = \frac{\rho(l-l_1)}{r_2} = \frac{\rho(l-l_1)}{r_1} \times \frac{I_2}{I_1}$$

$$\text{電線量 } V = S_1 l_1 + S_2 l_2 = \frac{\rho}{r_1} \left\{ l_1^2 + \frac{I_2}{I_1} (l-l_1)^2 \right\}$$

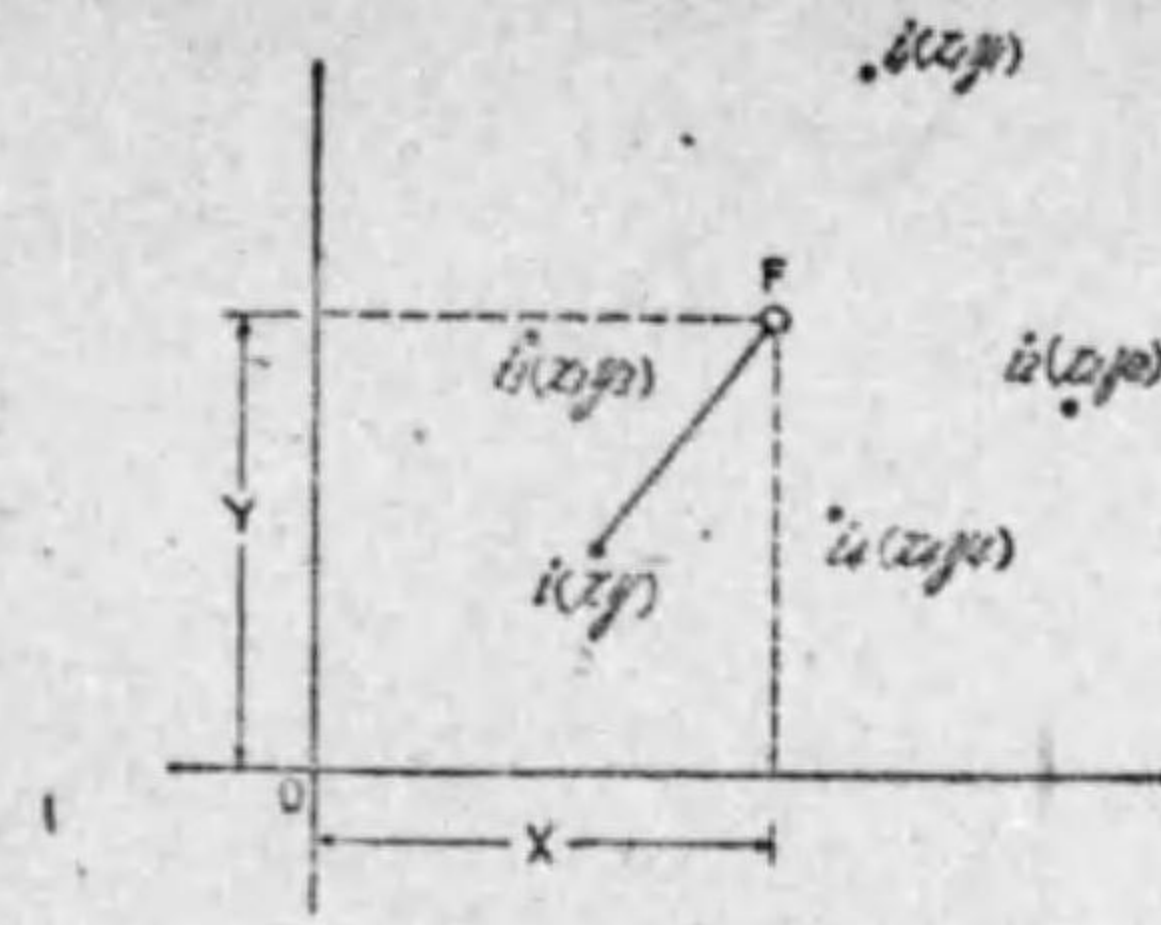
$$\frac{dV}{dl_1} = \frac{\rho}{r_1} \left\{ 2l_1 - 2l \frac{I_2}{I_1} + 2l_1 \frac{I_2}{I_1} \right\} = 0$$

$$l_1 \left(1 + \frac{I_2}{I_1} \right) = l \frac{I_2}{I_1} \quad \therefore l_1 = l \frac{I_2}{I_1 + I_2} \dots \dots \dots (2.5.1)$$

A を饋電点とすると上式は $l_1 = \frac{0 \times I_1 + I_2 l}{I_1 + I_2}$

此の形は先きの (2.2.8) 式と一致する。従つて吾等は如何に多數の負荷があつても (2.2.8) 式に依つて求めた負荷の重心点に饋電点を定むるなら、一定電壓降下に對して所要電線量を最小ならしめ得ることを知る。

次に最も一般的な場合として、負荷が散在した場合に就て取扱つて見やう。第 2.5.2 圖の如くに、負荷電流 i_1, i_2, i_3, \dots が散在して居るとき、之れに對して任意の直交座標を引き其の原点を O とする。今饋電点を座標 X, Y なる F 点に



第 2.5.2 圖

撰定し、各負荷に至る電壓降下を一定値 e に保つ、任意の負荷 i (其の座標 x, y) に對して所要電線量 v は

$$v = Sl = \frac{\rho l^2 i}{e}$$

但し $l = \sqrt{(X-x)^2 + (Y-y)^2}$

此の散在負荷に對する全電線量 V は

$$V = \sum \frac{\rho l^2 i}{e} = \frac{\rho}{e} \sum \{ (X-x)^2 + (Y-y)^2 \} i$$

此の式を $\frac{\partial V}{\partial X} = 0 \quad \frac{\partial V}{\partial Y} = 0$ と置くと

$$X = \frac{i_1 x_1 + i_2 x_2 + i_3 x_3 + \dots}{i_1 + i_2 + i_3 + \dots} \quad Y = \frac{i_1 y_1 + i_2 y_2 + i_3 y_3 + \dots}{i_1 + i_2 + i_3 + \dots} \dots (2.5.2)$$

【證明】 $\sum \{ (X-x)^2 + (Y-y)^2 \}$ に於て $\frac{\partial V}{\partial X}$ に對しては Y の項は零となるから

$$\sum (X-x)^2 i = (X-x_1)^2 i_1 + (X-x_2)^2 i_2 + (X-x_3)^2 i_3 \dots$$

此の式を X に就て微分すると

$$\begin{aligned} & (X^2 - 2Xx_1 + x_1^2) i_1 - 2X i_1 - 2x_1 i_1 \\ & (X^2 - 2Xx_2 + x_2^2) i_2 - 2X i_2 - 2x_2 i_2 \\ & (X^2 - 2Xx_3 + x_3^2) i_3 - 2X i_3 - 2x_3 i_3 \\ & + \dots \dots \dots \\ & 2X(i_1 + i_2 + i_3 + \dots) - 2(x_1 i_1 + x_2 i_2 + x_3 i_3 + \dots) = 0 \end{aligned}$$

$\frac{\partial V}{\partial Y}$ も同様にして求めることが出来る。

斯く求められた負荷の重心点に高壓配電幹線であれば變電所よりの饋電点を、低壓配電線であれば柱上變壓器の位置を定むる。然し、實際の場合には負荷に對して直線的に架線し得ないのであるから、此の附近と云ふ目安を與へることにならう。

(註) 一つの物体に i_1, i_2, i_3 なる重力が h_1, h_2, h_3 の位置に加はつた時の慣性モーメントの式は $\sum i h^2$ であつて $\frac{\sum i h}{\sum i}$ なる点を支ふれば此の物体は平衡を保つ。之れが重心であるから同様なる式で表はされる前述の F 点を重心点と稱するのである。

2.6 配電線に於ける負荷特性の計算

線路の抵抗及リアクタンスを通じて負荷に電力が供給せらるゝ場合、負荷のインピーダンスに應じて受電電力が相違する。今送電端の電圧を一定として、負荷

インピーダンスを変化したる場合、インピーダンスが無限大の場合に於ては回路に電流が流れない。従つて受電電力は零である。次に遂次に負荷インピーダンスを減するとインピーダンス零に於ては、受電電力は零であつて、悉くの電力が線路抵抗にて消費せられる。故に此の間に受電電力の最大なる点があるに相違ない次に其の条件と値を求めて見やう。

(A) 無誘導負荷の場合

第 2.6.1 圖の如く、線路の抵抗を r 、リアクタンスを x 、負荷は無誘導抵抗にて R とすれば、負荷電流 I は

$$I = \frac{E_s}{\sqrt{(r+R)^2 + x^2}}$$

$$\text{負荷電力 } W = I^2 R = \frac{E_s^2 R}{(r+R)^2 + x^2}$$

$$\text{即ち } W = \frac{E_s^2}{\frac{(r+R)^2}{R} + \frac{x^2}{R}}$$

故に W を最大とするには、分母 $y = \frac{(r+R)^2}{R} + \frac{x^2}{R}$ を最小ならしむるを要する。

$$\frac{dy}{dR} = \frac{d}{dR} \left\{ \frac{r^2}{R} + 2r + R + \frac{x^2}{R} \right\} = -\frac{r^2}{R^2} + 1 - \frac{x^2}{R^2} = 0$$

$$\therefore R = \sqrt{r^2 + x^2}$$

即ち負荷抵抗が線路のインピーダンスに等しい場合に最大電力が得られる。其の値は

$$W_{max} = \frac{E_s^2 \sqrt{r^2 + x^2}}{(r + \sqrt{r^2 + x^2})^2 + x^2} = \frac{E_s^2}{2(r + \sqrt{r^2 + x^2})}$$

(B) 誘導負荷の場合

負荷の抵抗を R 、リアクタンスを X とすれば

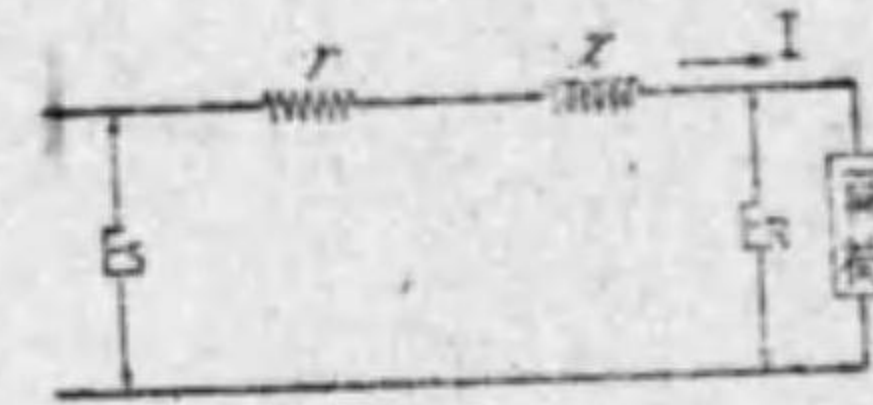
$$\text{負荷電力 } W = I^2 R = \frac{E_s^2 R}{(r+R)^2 + (x+X)^2}$$

① X が一定 R が變化する場合

即ち負荷のリアクタンスが一定で抵抗 R が變化する場合は前と同様の手法で

$$y = \frac{r^2}{R} + 2r + R + \frac{(x+X)^2}{R} \quad \frac{dy}{dR} = -\frac{r^2}{R^2} + 1 - \frac{(x+X)^2}{R^2}$$

$$\text{故に } R = \sqrt{r^2 + (x+X)^2} \quad W_{max} = \frac{E_s^2}{2(r + \sqrt{r^2 + (x+X)^2})}$$



第 2.6.1 圖

② R が一定 X が變化する場合

先きの W の式の分母は何れも自乗数であるから $X = -x$ 即ち負荷のリアクタンスが静電的で其の値が線路のリアクタンスの値に等しい場合に最小となり、負荷電力は最大となる。

③ R も X も變化する場合

前と同様に $y = \frac{(R+r)^2}{R} + \frac{(X+x)^2}{R}$ と置けば

$$\frac{\partial y}{\partial X} = \frac{2(X+x)R}{R^2} = 2 \frac{(X+x)}{R} = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\partial y}{\partial R} = 1 - \frac{r^2}{R^2} - \frac{(X+x)^2}{R^2} = 1 - \frac{r^2 + (X+x)^2}{R^2} = 0 \dots\dots\dots (2)$$

(1) (2) 兩式を同時に満足せしむるを要す。故に $X = -x$ $R = r$ としなければならない。

$$W_{max} = \frac{E_s^2 r}{(2r)^2} = \frac{E_s^2}{4r}$$

最大電力を得るのが上式であるから、従つて此の場合が又最大能率の時を示す

2.7 第 2 章 問題並解答

(1) 高圧配電線に依り一定の電力を送電する場合、単相二線式に依る場合と三相三線式に依る場合とに於て電力損失を等しからしむる爲の電線の所要重量を比較せよ。(昭 14 配)

【解】 2.1 (C) ① ③ を参照 $V_3 = 0.75V_1$

(2) 下記の各電氣方式に於ける配電線の電力損失を相等しからしめたる場合の所要電線量を比較せよ。但し単相二線式を 100% とし、各方式の最小電圧を相等しからしむ。

(イ) 単相三線式 (ロ) 三相三線式 (ハ) 三相四線式

【解】 2.1 (C) 及 (D) を参照

(3) 三相三線式配電線に於て線路損失を同一とし、送電電圧を 2 倍に上昇せば

(イ) 同一電線に依る送電電力の増加

(ロ) 同一送電電力に於ける所要電線量の減少は各々何%となるや。

【解】 (イ) 同一の電線に於て同一損失であれば電流は同一、従つて電圧が 2 倍となれば電力は 2 倍となる。…即ち 100% 増加…又 2.1 の (B) の基礎式より

$$P^2 = \frac{VE^2 w}{L^2 \rho} \quad P = E \sqrt{\frac{Vw}{L^2 \rho}} \quad V \text{ 及 } w \text{ 一定、} P \text{ は } E \text{ に比例する。}$$

(ロ) 上記基礎式 V の式より $1/4$ 即ち 75% の減少

(4) 500m 離れたる地点に 100V, 1.5kW の負荷あり、之れに直流二線式配電

線を以て電力を供給し、電圧変動率を約5%とすると、送電端にて維持すべき電圧並電線の太さを求めよ。

【解】 (2.2.2) 式及 (2.2.5) (2.2.6) 式を参照

$$\text{送電端にて維持すべき電圧 } E_s = \left(1 + \frac{5}{100}\right) \times 100 = 105\text{V}$$

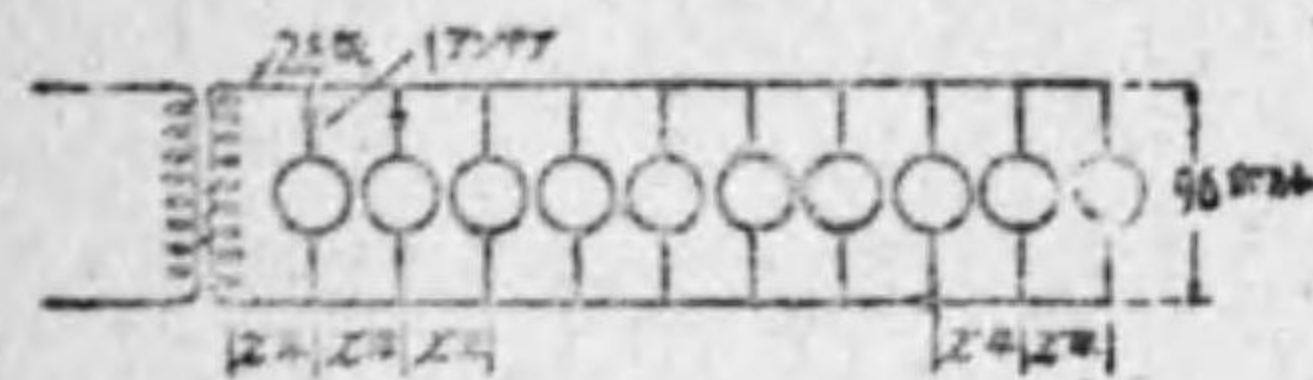
$$S = \frac{1}{55} \times \frac{2 \times 15 \times 500}{5} = 54.5 \text{ 平方耗}$$

$$\text{但し } e = 100 \times \frac{5}{100} = 5\text{V} \quad I = \frac{1.5 \times 1000}{100} = 15\text{A}$$

$$\text{電線太さ } d = \sqrt{\frac{4 \times 54.5}{3.14}} = 8.35 \text{ 耗}$$

即ち 8.35 耗線又は公稱 500 平方耗を撰定す。

(5) 変圧器の二次側電圧 104V より引出されたる単相二線式配電線に第 2.7.1



第 2.7.1 圖

圖の如く等間隔に 100 W の電燈 10 箇を点燈したる場合、最終端の電圧を 96 V とするには電球間の間隔を何米とすべきや但し、電線には 2.6 耗線を使用す。

$$\text{【解】 } r = \frac{1}{55} \times \frac{4}{\pi d^2} \text{ 及 (2.2.9) 式より求める。 } d = 2.1 \text{ m}$$

(6) 一端に饋電線を有する互長 l なる直流二線式配電線に単位長當り i アンペアの平等分布負荷あり、最大電圧降下を e としたる場合と全電力損失を w としたる時の電線の所要断面積を比較せよ。

【解】 (2.2.10) 式の下 e_{max} の式より

$$e = rIl = 2 \times \frac{lr}{2} \times I = \rho \times \frac{l}{S_1} Il = \rho \times \frac{l}{S_1} i l^2 \quad \therefore S_1 = \frac{\rho l^2}{e}$$

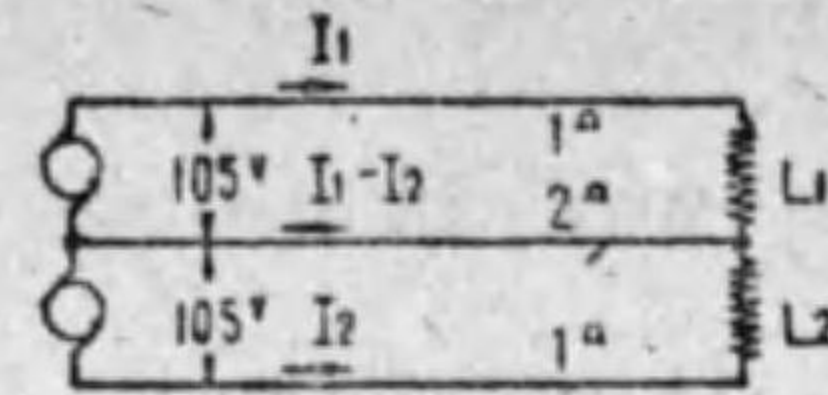
$$w = 2 \int_0^l i^2 r dx = 2 \int_0^l \left\{ \frac{I(l-x)}{l} \right\}^2 r dx = 2 \frac{I^2 r}{l^2} \int_0^l (l^2 - 2lx + x^2) dx$$

$$= \frac{2}{3} I^2 r \times \frac{l^2}{l^2} = \frac{2}{3} I^2 r = 2 \times \frac{lr}{3} \times (il)^2 = \rho \frac{1}{S_2} \times \frac{2}{3} l^3 i^2$$

$$S_2 = \frac{2 \rho l^3 i^2}{3w} \quad \frac{S_1}{S_2} = \frac{3w}{2li^2} = \frac{3w}{2el}$$

但し ρ は電線の固有抵抗にして、前の場合は全電流が線路の中央点 $l/2$ に、後の場合は $l/3$ なる点に集中したものと等價なる事が上式より解る。

(7) 圖に示す如き直流三線式配電線あり、外線と中性線との間の電圧は電源に



第 2.7.2 圖

於て常に 105 ボルトに保たるゝものとす。今兩外線の抵抗を 1 オーム、中性線の抵抗を 2 オームとし、接続せる負荷 L_1, L_2 の抵抗を各 15 オーム及 5 オームとすれば各負荷の端子電圧並に各線の電流如何。(昭 3)

【解】 2.2 (B) 項参照 $I_1 = 7.5\text{A} \quad I_1 - I_2 = -7.5\text{A} \quad I_2 = 15\text{A} \quad E_1 = 112.5\text{V} \quad E_2 = 75\text{V}$

(8) 單相動力負荷 1kW (力率 0.8), 又電燈負荷は 30W の電燈 25 箇、10 W の電燈 10 箇なる需用者に 110m 隔りたる柱上變壓器より供給せんとす。變壓器二次端子電圧及需用者引込口の電圧を夫々 105 V 及 100 V に保つための低電線電線の太さを求めよ。但し、電線には硬銅線を用ふるものとす、其の太さ 1 平方耗、長さ 1 米の抵抗は 1/55 オームとす。(昭 10 配)

【解】 (2.2.13) (2.2.17) 或は (2.2.14) 式に依つて解く。但し、各負荷の有効電流の和を $I \cos \phi = 18.5\text{A}$ とし、無効電流の和を $I \sin \phi = 7.5\text{A}$ と置く。答 14.8 平方耗

(9) 單相配電線路あり、其の終端に於て電燈負荷 12 A を供給せる時、發電所の電圧は配電線路終端の電圧より 4% 高しと云ふ。今線路の中央点に於て電流 60A, 力率 0.6 の負荷を更に接続したるとき、終端に於ける電燈の光度を前と變化なからしむるには發電所の電圧を配電線路終端の電圧より何% 高からしむべきや。但し線路のリアクタンスは之を無視するものとす。(昭 9)

【解】 終端に於ける電圧を E とせば、發電端の電圧 E_s は

$$E_s = (1 + 0.04)E = 1.04E$$

往復二線の全抵抗を $2r$ とすれば

$$E_s - E = 12 \times 2r \quad 24r = 0.04E \dots \dots \dots \text{①}$$

今中央に 60A $\cos \phi = 0.6$ を負荷し、終端に於ける電圧を前と同一の E に保つものとせば其の時の中央点の電圧 E_m 及發電端の電圧 E_s' は、①式参照—

$$E_m = E + 12r = 1.02E \dots \dots \dots \text{②}$$

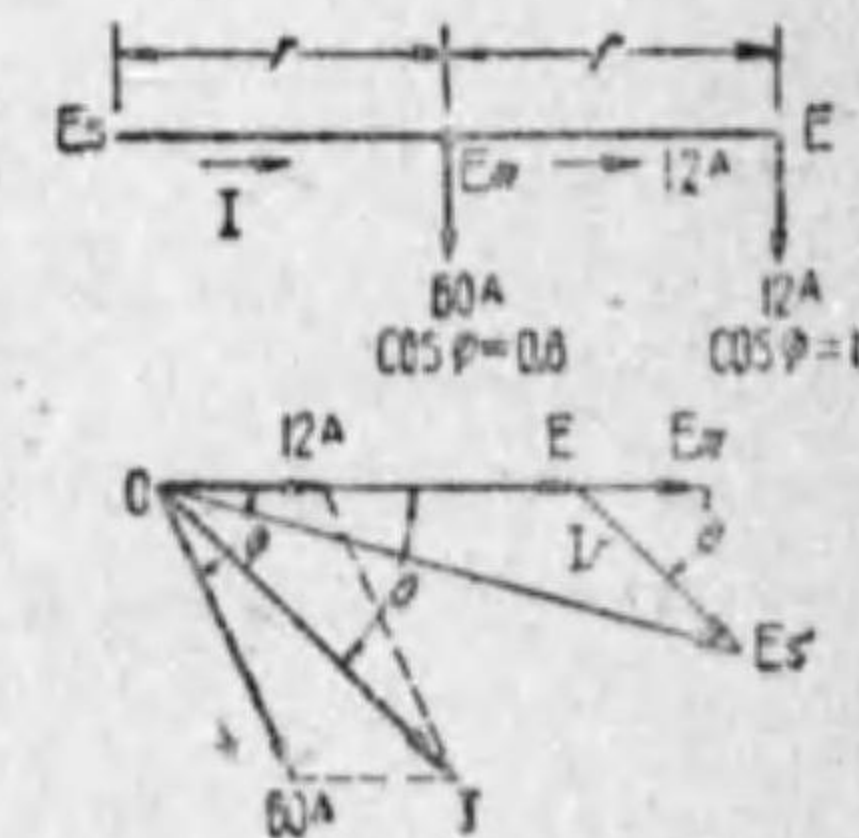
發電端より中央点に向つて流れる電流 I は

$$I = \sqrt{(12 + 60 \times \cos \phi)^2 + (60 \times \sin \phi)^2} \\ = \sqrt{(12 + 60 \times 0.6)^2 + (60 \times 0.8)^2} \\ = \sqrt{48^2 + 48^2} = 48\sqrt{2} \text{ アンペア}$$

従つて I と E の爲す角 $\theta = 45^\circ$ にして

$$\cos \theta = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \sin \theta = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \text{なり故に } E_s' \text{ は}$$

$$E_s' = \sqrt{(E_m + Ir \cos \theta)^2 + (Ir \sin \theta)^2} \\ = \sqrt{\left(E_m + 48 \times \sqrt{2} \times r \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(48 \times \sqrt{2} \times r \times \frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2}$$



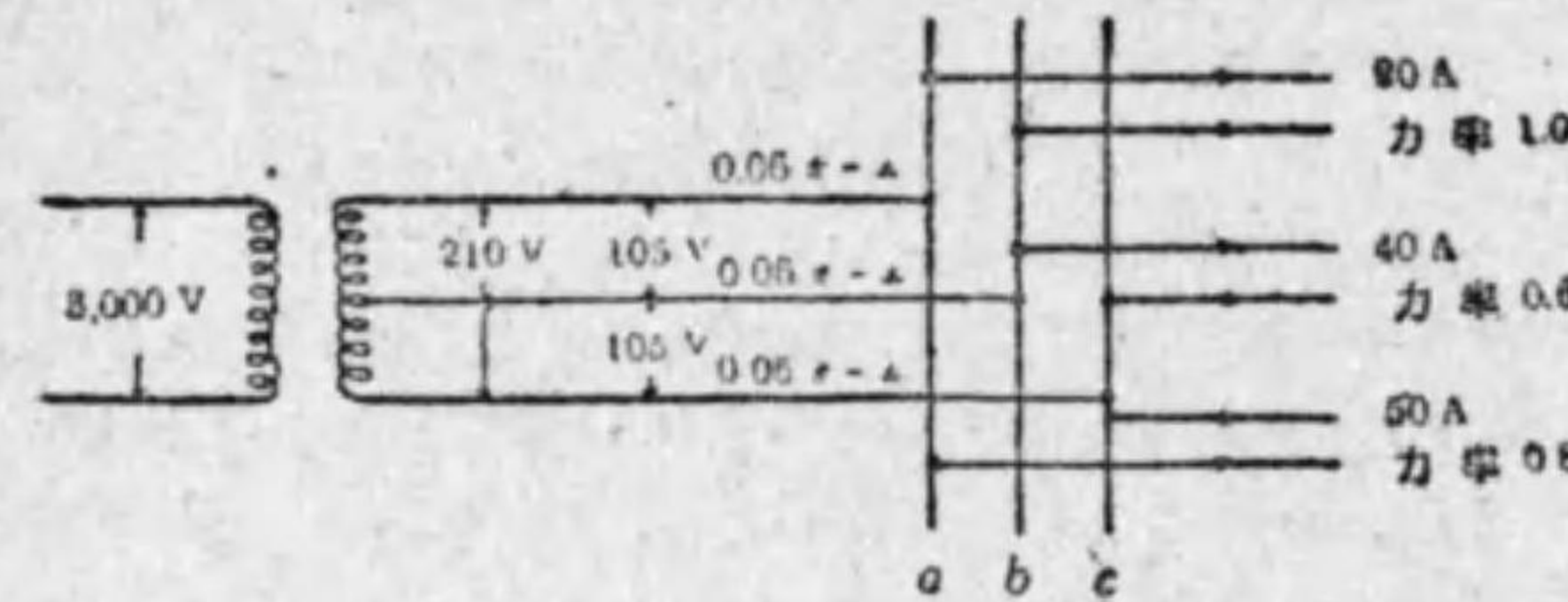
第 2.7.3 圖

之に ① 及 ② 式の関係を代入すれば

$$E_s' = \sqrt{(1.1E)^2 + (0.08E)^2} \approx 1.1E$$

即ち、終端に於ける電燈の光度を減退せしめざる爲には、發電端の電圧を終端の電圧より 10% 高からしむるを要す。

(10) 圖の如き単相三線式配電線あり、a, b, c の各線間に夫々圖の如く負荷が接続せらる。電線の抵抗三線共相等しくして各 0.06 オームなりと云ふ。a b, b c, c a 間の電圧を求めよ。但し負荷の力率は變壓器の二次電壓に對するものとし、又線路のリアクタンスは之を無視するものとす。(昭10)



第 2.7.4 圖

【解】 (2.2.20) 式の下で説明した如くに有効電流のみに就て計算して實用上支障はない。

$$\text{上外線の有効電流} = 20 + 50 \times 0.8 = 60 \text{ A}$$

$$\text{下外線の有効電流} = 40 \times 0.6 + 50 \times 0.8 = 64 \text{ A}$$

$$\text{中性線の有効電流} = 40 \times 0.6 - 20 = 4 \text{ A}$$

$$E_{ab} = 105 - 60 \times 0.06 + 0.06 \times 4 = 101.64 \text{ V}$$

$$E_{bc} = 105 - 0.06 \times 4 - 64 \times 0.06 = 100.92 \text{ V}$$

$$E_{ac} = E_{ab} + E_{bc} = 101.64 + 100.92 = 202.56 \text{ V}$$

(11) 三相三線式配電線あり、線路一條の抵抗は 0.1 オームなり、今受電端の電圧を 200 ボルト一定に保てば、下記の各場合に於ける受電端に負荷し得る平衡三相電力を比較せよ。

(イ) 電壓變動率 2.5 パーセントとする場合

(ロ) 線路損失を負荷電力の 4 パーセントとする場合

但し負荷は無誘導性とし線路のリアクタンスは考へざるものとす。

【解】 (イ) (2.2.23) 式以下を参照

$$E_s = 200 \left(1 + \frac{2.5}{100}\right) = 205 \text{ V}$$

$$\text{然るに負荷電流を } I \text{ とせば } \sqrt{3} \times 0.1 \times I = 205 - 200 = 5$$

$$\text{従つて } I = \frac{5}{0.1 \times \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} \times 5}{0.1 \times 3} = \frac{1.732 \times 5}{0.3} = 28.8 \text{ A}$$

$$\text{負荷し得る平衡三相電力は } P_1 = \sqrt{3} EI \cos \phi = \sqrt{3} \times 200 \times \frac{\sqrt{3} \times 5}{0.1 \times 3} = 10 \text{ kW}$$

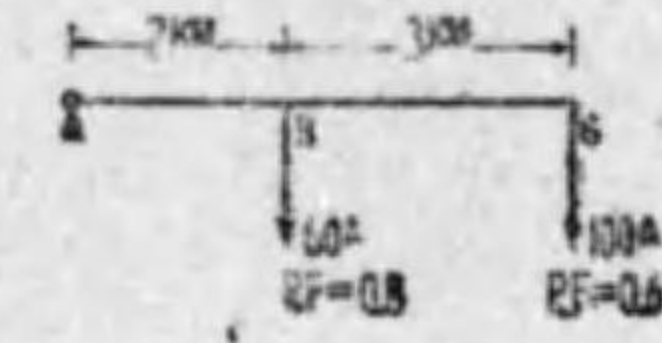
(ロ) 配電線の線電力損失 w は負荷電流を I とせば $w = 3 \times (I^2 \times 0.1)$

$$\text{然るに負荷電力 } P_2 \text{ は } P_2 = \sqrt{3} \times 200 \times I$$

$$\text{題意に依り } \frac{w}{P_2} \times 100 = 4\% \quad \frac{3 \times I^2 \times 0.1}{\sqrt{3} \times 200 \times I} \times 100 = 4 \quad I = \frac{4 \times \sqrt{3} \times 200}{100 \times 3 \times 0.1} = 46 \text{ A}$$

$$\text{故に負荷し得る平衡三相電力は } P_2 = \sqrt{3} \times 200 \times \frac{4 \times \sqrt{3} \times 200}{100 \times 3 \times 0.1} \times 10^{-3} = 16 \text{ kW}$$

(12) 三相三線式配電線あり、配電端より 2 杆の点に力率 0.8 にして 60 A の負荷あり、更に 3 杆隔りたる点に力率 0.6 にして 100 A の負荷あるとき、負荷端 C の電圧を計算せよ。但し電線は直徑 8 耗のものを使用し、配電端電圧は 3300 V なりと仮定す。



第 2.7.5 圖

【解】 前問と同様に略算式に依り有効電流のみに就て取扱ふ。

$$1 \text{ 杆の抵抗 } r = \frac{1}{55} \times \frac{1000}{\pi \times 4^2} = 0.36 \Omega$$

$$E_C = 3300 - \sqrt{3} \{100 \times 0.6 \times 3 \times 0.36 + (100 \times 0.6 + 60 \times 0.8) \times 2 \times 0.36\} = 3040 \text{ V}$$

(13) A, B 兩端を同一電壓及同一位相に

保持する圖の如き單相二線式配電線あり、C

点及 D 点の負荷電流を夫々 I_1 及 I_2 とし、

其の電源電壓に對する相差角を夫々 ϕ_1 及 ϕ_2

(共に遅れ) とす。AC, CD, DB の各區間

を通する電流を算出する式を示せ。但し電線

は材料及太さ一定とし、線路のリアクタンスは之を無視するものとす。(昭 9)

【解】 (2.2.27) 式以下で少し説明したが、此處でもう一應詳説して置く。電線の太さを S 、固有抵抗を ρ とせば

$$\text{AC 間の全抵抗 } r_1 = \rho \times \frac{2l_1}{S} \quad \text{CD 間の全抵抗 } r_2 = \rho \times \frac{2l_2}{S}$$

$$\text{DB 間の全抵抗 } r_3 = \rho \times \frac{2l_3}{S}$$

ϕ_1 及 ϕ_2 が電源電壓よりの相差角なる故に I_1 及 I_2 の各有効分及無効分は同相にあり、

従つて電流分布を有効分無効分に就て求め之を重疊す。負荷電流の各有効分は $i_1' = I_1 \cos \phi_1$

$i_2' = I_2 \cos \phi_2$ とし、A より C に向ふ有効電流を I_A' とせば D より C に向ふものは $(i_1' - I_A')$

$-I_A'$ B より D に向ふものは $(i_1' + i_2' - I_A')$ なり。併而 C 点に對して

$$I_A' r_1 = (i_1' - I_A') r_2 + (i_1' + i_2' - I_A') r_3$$

$$\text{之より } I_A' \text{ を求めれば } I_A' = \frac{i_1'(r_2 + r_3) + i_2' r_3}{r_1 + r_2 + r_3} \dots\dots\dots \text{①}$$



第 2.7.5 圖

DよりCの有効電流 $I_{DC}' = i_1' - I_A' = \frac{i_1'r_1 - i_2'r_3}{r_1 + r_2 + r_3}$ ②'

Bよりの有効電流 $I_B' = i_2' + I_{DC}' = \frac{i_2'(r_1 + r_2) + i_1'r_1}{r_1 + r_2 + r_3}$ ③'

次に無効電流の分布を求むるに、各負荷電流の無効分は $i_1'' = I_1 \sin \phi_1$ $i_2'' = I_2 \sin \phi_2$ AよりCに向ふ無効電流を I_A'' とせばDよりCに向ふものは $(i_1'' - I_A'')$ 、BよりDに向ふものは $(i_1'' + i_2'' - I_A'')$ なり。併而C点に対して

$$I_A'' r_1 = (i_1'' - I_A'') r_2 + (i_1'' + i_2'' - I_A'') r_3$$

故に $I_A'' = \frac{i_1''(r_2 + r_3) + i_2''r_3}{r_1 + r_2 + r_3}$ ①''

DよりCへの無効電流 $I_{DC}'' = \frac{i_1''r_1 - i_2''r_3}{r_1 + r_2 + r_3}$ ②''

Bよりの無効電流 $I_B'' = \frac{i_2''(r_1 + r_2) + i_1''r_1}{r_1 + r_2 + r_3}$ ③''

故に各區間の合成電流は前六式より

$$I_A = I_A' + jI_A'' = \frac{1}{r_1 + r_2 + r_3} [(i_1'(r_2 + r_3) + i_2'r_3) + j(i_1''(r_2 + r_3) + i_2''r_3)]$$

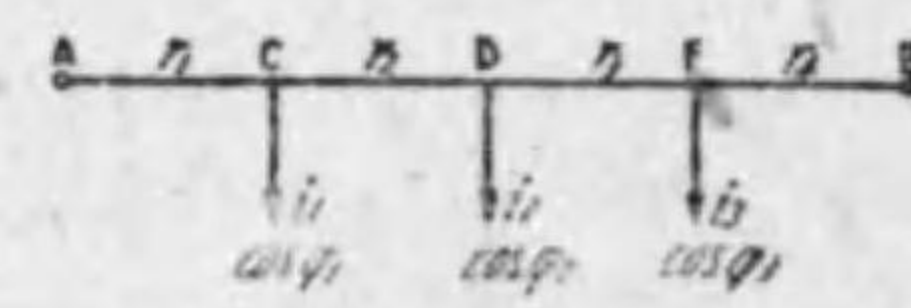
$$|I_A| = \frac{1}{r_1 + r_2 + r_3} \sqrt{(i_1'(r_2 + r_3) + i_2'r_3)^2 + (i_1''(r_2 + r_3) + i_2''r_3)^2}$$

同様にして $I_{DC} = I_{DC}' + jI_{DC}'' = \frac{1}{r_1 + r_2 + r_3} \sqrt{(i_1'r_1 - i_2'r_3)^2 + (i_1''r_1 - i_2''r_3)^2}$

$$I_B = I_B' + jI_B'' = \frac{1}{r_1 + r_2 + r_3} \sqrt{(i_2'(r_1 + r_2) + i_1'r_1)^2 + (i_2''(r_1 + r_2) + i_1''r_1)^2}$$

但し r 及 i は先に示せるが如く算出さる。

(14) 圖の如き单相二線式配電線あり、A、B 兩端を同一電壓、同一位相の電壓にて饋電する場合の最低電壓点迄の電壓降下を求めよ但し各區間の抵抗 $r_1 = 0.03 \Omega$ 、 $r_2 = 0.02 \Omega$ 、 $r_3 = 0.025 \Omega$ 、 $r_4 = 0.025 \Omega$ 、負荷 $i_1 = 100A$ 、 $\cos \phi_1 = 0.8$ 、 $i_2 = 80A$ 、 $\cos \phi_2 = 1$ 、 $i_3 = 150A$ 、 $\cos \phi_3 = 0.8$



第 27.7 圖

【解】 AよりCに向ふ電流の有効分及無効分を I' 及 I'' とすれば (2.2.27) 式と同一の考へて

$$0.03I' + 0.02(I' - 80) + 0.025(I' - 160) + 0.25(I' - 280) = 0$$

$$0.03I'' + 0.02(I'' - 80) + 0.025(I'' - 60) + 0.025(I'' - 150) = 0$$

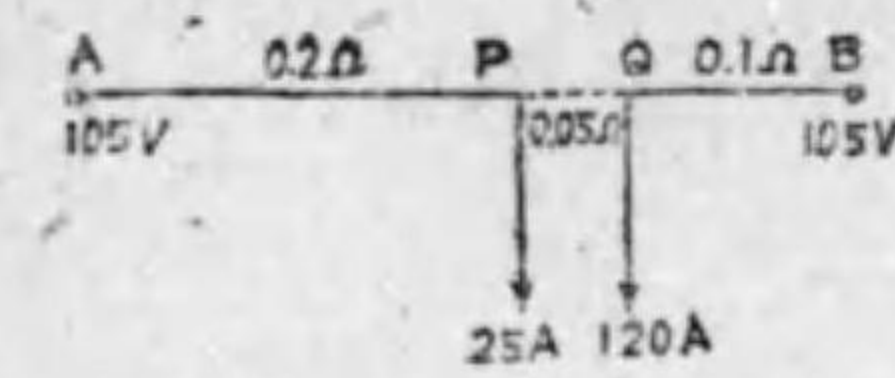
上 2 式を解いて $I' = 126A$ $I'' = 64.5A$

故に有効分の終端は D、無効分の終端は F であるから最大電壓降下点は D 点に生じ

$$\text{最大電壓降下} = \sqrt{[0.03 \times 126 + 0.02(126 - 80)]^2 + [0.03 \times 64.5 + 0.02 \times (64.5 - 60)]^2}$$

$$= 5.1 \text{ V}$$

(15) 圖の如き单相二線式配電線に於て、A 及 B より饋電せらるゝ P 及 Q なる各負荷あり、今 P、Q 間を往復二線の



第 27.8 圖

なる各負荷あり、今 P、Q 間を往復二線の抵抗 0.05Ω なる連絡線にて結べば各負荷電圧及び配電線の全損失電力は如何に變化するや。但、饋電電壓は A、B 等しく $105V$ 負荷は共に力率 1 にして、P に $25A$ 、Q に $120A$ あり、線路常数はリアクタンスを無視

し往復二線の抵抗を A、P 間は 0.2Ω 、B、Q 間は 0.1Ω とす。

【解】 P、Q 間を連絡せざるとき

$$E_P = 105 - 25 \times 0.2 = 100V \quad E_Q = 105 - 120 \times 0.1 = 93V$$

$$\text{電力損失 } w = 25^2 \times 0.2 + 120^2 \times 0.1 = 1565W$$

連絡後 P より Q に向ふ電流を i とせば

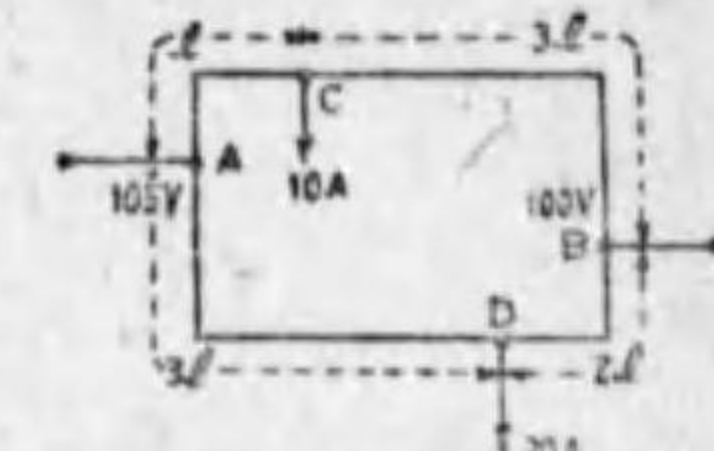
$$(25 + i) \times 0.2 + i \times 0.05 = (120 - i) \times 0.1 \quad i = 20A$$

$$E_P' = 105 - (25 + 20) \times 0.2 = 96V \quad E_Q' = 105 - (120 - 20) \times 0.1 = 95V$$

$$\text{電力損失 } w' = 45^2 \times 0.2 + 20^2 \times 0.05 + 100^2 \times 0.1 = 1425 \text{ W}$$

P 点電壓は $4V$ 降下し、Q 点は $2V$ 上昇し、電力損失 $140W$ に減少する。

(16) 長さ 1 米の抵抗 0.005 オームなる電線より成る交流单相二線式環状配電線あり、A、B は饋電点にして其の電壓 105 及 100 ボルト、C、D は負荷点にして負荷電流 10 及 30 アンペア (力率 1) なりと云ふ。A、B 饋電線より流入する電流、及 C、D 点の電壓を算出せよ。



第 27.9 圖

但し C、D 点の位置を示す $l = 100$ 米にして配電線のリアクタンスは之れを無視するものとし、A、B 点の電壓は同相にあるものとする。

【解】 第 2.2.11 圖参照、A より C に向ふ電流を i_1 とすれば、B より C に向ふべき電流は $(10 - i_1)$ となる。

$$\text{併而 } 105 - 2r i_1 = 100 - 2 \times 3l(10 - i_1)$$

$$\text{A より C への電流 } i_1 = \frac{5 + 60lr}{8/r} = \frac{35}{4} = 8.75A$$

$$\text{B より C への電流 } 10 - i_1 = 10 - 8.75 = 1.25A$$

A より D に向ふ電流を i_2 とすれば B より D に向ふ電流は $(30 - i_2)$ となる。

$$105 - 2 \times 3l i_2 = 100 - 2 \times 2l(30 - i_2)$$

$$\text{A より D への電流 } i_2 = \frac{5 + 120lr}{10/r} = \frac{65}{5} = 13A$$

$$\text{B より D への電流 } 30 - i_2 = 30 - 13 = 17A$$

$$\text{A 饋電線より流入する電流 } i_1 + i_2 = 8.75 + 13 = 21.75A$$

$$\text{B 饋電線より流入する電流 } 1.25 + 17 = 18.25A \quad \text{或は } (10 + 30) - 21.75 = 18.25A$$

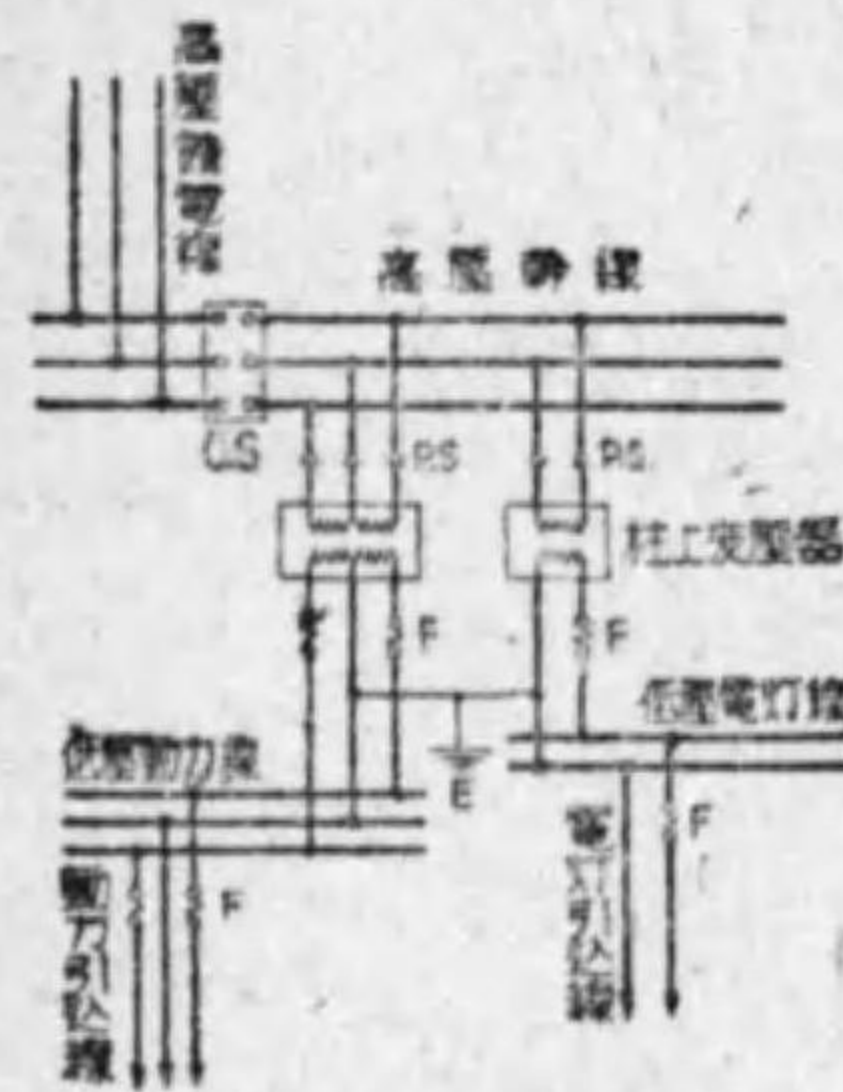
$$\text{C 点の電圧 } E_C = 105 - 8.75 \times 2 \times 0.5 = 96.25V$$

$$D \text{ 点の電圧 } E_D = 105 - 13 \times 2 \times 1.5 = 66V$$

第3章 配電線の施設

3.1 配電線の施設一般

最も一般的な配電系統の一例を示せば第 3.1.1 圖の如くであつて、配電用變電所から第 1.3.4 圖の如くにして引出された高壓饋電線は、適宜な位置で高壓幹線に接続せらるゝ。此の高壓饋電線は架空線の事もあり地中線の事もある。通信線等が輻射して架設せられる繁華な市中にあつては多くは地中線とせられるのが例である。此の場合地中線である高壓饋電線と架空高壓幹線との接続には電纜頭を設けねばならない。其の施設は後述する如くに特に入念なるを要する。是等の高壓線には互長 1 軒以下毎に圖の如くに區分油入開閉器 O.S (工規 53 條) を設置して線路の手入、故障或は火災の際に其の局部のみ切り離して其の災害の影響する處を局限する。此の高壓幹線に碍子型開閉器 (俗稱



第 3.1.1 圖

ダルマスイッチ、可熔片附) P.S を通じて柱上變壓器が結ばれ、低壓に降壓する (工規 21 條) P.S の目的は申す迄もなく變壓器及電燈の過負荷、短絡焼損を防止するにある。柱上變壓器の低壓側は、工規 26 條に依つて其の一端を接地 (圖の E) するを要する。之れを高低壓混觸危険豫防装置と稱し、柱上變壓器の絶縁が不良となつて一次線輪と二次線輪が接觸して低壓二次側に高電圧が漏電したとき、其の電壓を上昇せしめない目的のものである。又此の二次側のケツチホルダー上及引込線には夫々可熔片が挿入せられ、變壓器及電路の過負荷を保護する。但し此の場合、圖示した如くに接地をされた線には可熔片を挿入し得ない。(工規 11 及 12 條)

柱上變壓器は又配電用變壓器とも云はれ、架空線の場合には柱上に装置され、地中配電線の場合には地上に變壓器を入れるための變壓塔を或は地中に變壓室を設ける。配電用變壓器の容量は配電區域の負荷密度に依つて相違し、大都市の商店街等では 20 kVA 程度が普通とされるが、郊外の農村では 1kVA から 3kVA が普通である。一般の小口需用家に対しては 1 箇の配電用變壓器の受持つ配電區域は相當に廣いので、低壓配電線 (低壓幹線とも云ふ) を架線して柱上變壓器を中心として或る區域を配電する。此の場合、低壓幹線から需用家へ引込む線を引

込線と云ひ、架空線の場合を架空引込線、地中線から分岐するものを地中引込線と稱する。

然し、相當に電力を使用する大工場或は大ビルディングにあつては、高壓幹線より、或は變電所から直接の高壓饋電線にて受電して、其の構内で低壓に降壓する變電設備を設ける。此の場合、高壓幹線より需用家に至る引込線を高壓引込線と云ふ。

(註) 50 kVA 前後は對しては高壓引込線に依つて給電し、500 kVA 以上ともなれば配電用變電所より直接給電し、5000 kVA 以上ともなれば 1 萬ボルト以上の特別高壓で給電するのが普通である。

尚、配電線の保護装置として適宜の電柱に直徑 4 軒程度の亜鉛鍍鐵線を柱頭より約 20~30 軒突出せしめて避雷針とし、之れを電柱に添つて引下して接地する申す迄もなく電路を落雷から防護するものであつて、主に農村地方の配電線に施設される。或は又工規細 47 條に定められてゐる如く、保護網及保護線を、高壓架空線が配電線と交叉又は接近し混觸の危険のある處に施設し、其の危険を防止する。

3.2 配電線の電壓調整

(A) 電壓調整の一般

配電線に於て需用家電壓を能ふ限り一定に保つことの必要は既に述べた通りである。然るに實際の既設配電線に就て見るに、制限値の $\pm 4\%$ を遙かに越して、96V 以下のものが隨所にある。其の原因は大体、次の各項に存する。

① 供給電力の不足 發電所からの供給電力の不足は周波数の低下となり、電壓の降下となる。又配電設備、配電用變電所、主變壓器、電壓調整器、配電用變壓器の容量不足に依り電壓低下を來して居る場合もある。

② 送電線高壓線の電壓低下 甚しいものになると 4 割以上の電壓降下を來した實例さへある。

③ 低壓配電線の電壓降下 市内の如くに負荷密度が大であつて、其の互長の短いものゝ電壓降下は左程大とはならないが、郊外或は農漁村等で低壓線の互長の大きなものは電壓降下が 10V 以上にも及ぶものがある。

④ 配電用變壓器のタップの不適當 高壓側を高いタップに取ると低壓側電壓が低下する。此のことに就ては後で詳述する。

電壓降下が定值的のものであれば、變壓器のタップの撰定等に依つて補ひ得るのであるが、此の電壓降下は負荷の増減に比例して變化するので、負荷の變動に對して常に電壓を一定に保たんとすれば、特別の電壓調整器を用ひねばならない

又單に變電所より引出される高壓饋電線の電壓を一定にすればよいと云ふのではなく、地域的に散在する各需用家の端子電壓を能ふ限り一定としなければならない従つて配電線の電壓調整は次の二段に分れる。

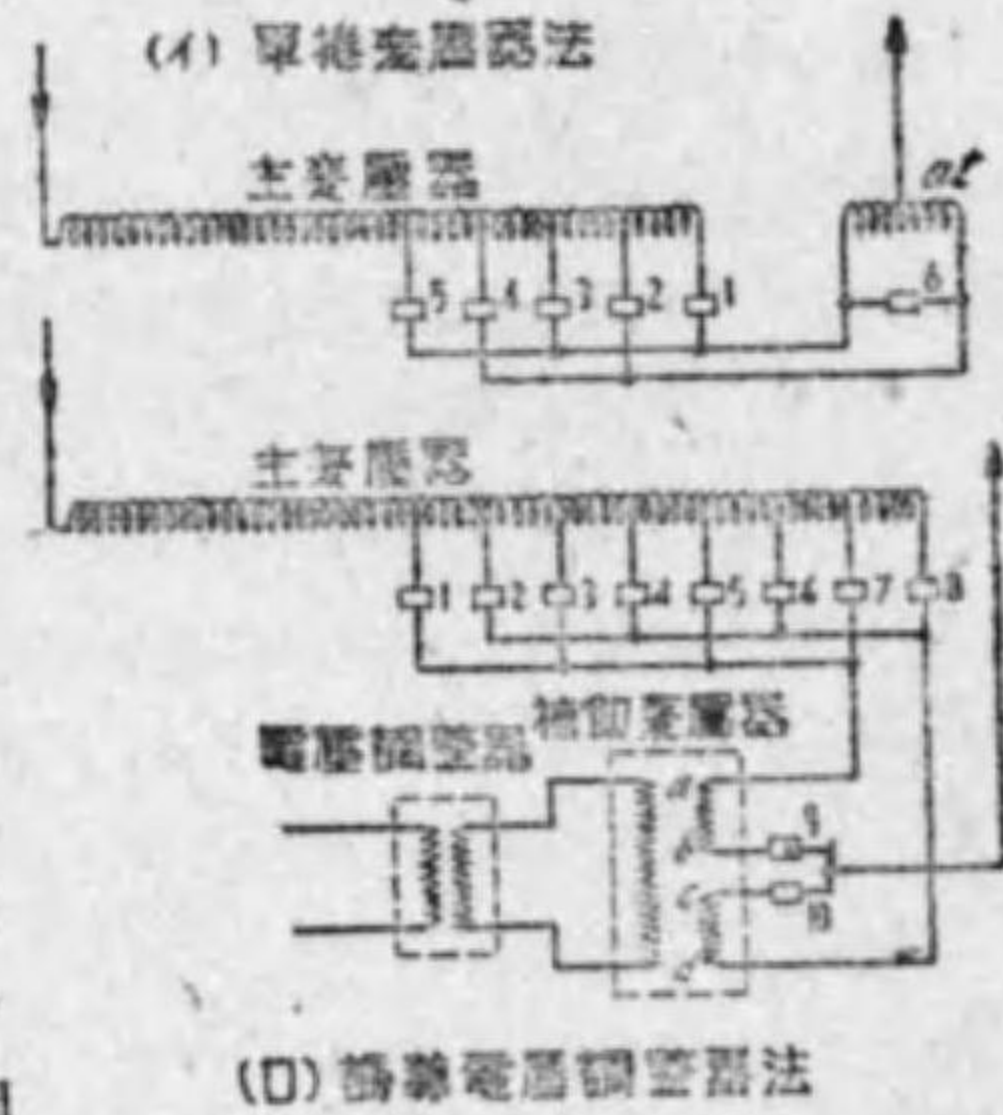
- ① 高壓幹線の饋電線（高壓饋電線の終端）の電壓を負荷の変動に不拘、一定とする。
 - ② 高壓幹線及低壓配電線各部の電壓を一定とする。
- 今假に ① の目的に對する装置と饋電線電壓調整装置 ② の目的に對する方法を線路電壓均一法と稱し、項を分つて説明することとする。

(B) 饋電線電壓調整装置

變電所より引出される各饋電線の互長が大でない場合には、配電用變電所の母線電壓を一定値に保持することに依つて其の目的を達し得る場合がある。斯様な時には次の方法が一般に考へられる。

- ① 主變壓器に負荷時電壓調整方式を採用する。
 - ② 主變壓器の二次側母線に入る迄に誘導電壓調整器を挿入する。
 - ③ 高電所母線に可變容量の靜電蓄電器群を設置して無効電流を調整する。
- 何れにせよ、是等の装置に依つて電源電壓の変動と負荷變動にかゝらず母線電壓を一定に保持する。

① 第 3.2.1 圖は負荷時調整變壓器 (load ratio control transformer) として最も普通に使はれる方法を示したものである。(イ) の單巻變壓器法に於て 1 のタップを用ひて居る時は 6 の開閉器は入れられてゐる。従つて單巻變壓器 aT には 1 より電流が左右から流れ込んで互に磁束は打ち消し合ひ、僅少の抵抗と漏洩リアクタンスが残るだけである。今タップを 1 より 2 に變更するには、先づ 6 を開き、2 を入れ、次で 1 を開き 6 を閉するのである。1 と 2 が入れられ 6 の開かれた時は、1、2 間の巻線は單巻變壓器で短絡せられるから、單巻變壓器の容量は之に對して十分なやうに設計する。此の方法では電壓の變化が階段的となるから、各タップ間の電壓を小容量の誘導電壓調整器で平滑に調整する。之れが (ロ) の誘導電壓調整器法である。此の方法に於ては主變壓器のタップ間に補助變壓器と誘導電壓調整器 (Step Induction regulator) を用ふる。之は上述のやうに變壓器のタップからタップへ切換へる際、階段的に電壓の變化するのを防ぐ爲めにそのタップ間の電壓の半分に相當する二次



第 3.2.1 圖

電壓を有する單相誘導電壓調整器を入れる。タップの切換へは複雑となるが、全タップ間を誘導電壓調整器を入れたのと同様に電壓を直線的に調整し得る。接続圖に於て 1 のタップ及 9 の油入開閉器が入れられ、電壓調整器の二次側の電壓を零とすれば回路は 1 のタップの電壓である。次に電壓調整器の回轉子を動かして a, b 間の電壓を漸次増加して行くと、回路の電壓は 1 より次第に 2 の方に移動して行く。電壓調整器の二次電壓が最高となると a, b 間の電壓はタップ 1, 2 間の電壓の半分に等しく、回路の電壓は (b 点の電壓) 1, 2 タップ間の中点にある。此の時 2 を入れると、c 点の電壓は 2 点の電壓から c, d 間の電壓 (之は a, b 間の電壓即ちタップ間電壓の半分) を引いたものとなり、矢張り 1, 2 タップ間中点の電壓である。故に電壓の等しい b, c を結んでも何の支障もないから 10 を入れる。次で 1 と 9 を開放して回轉子を廻すと c, d 間の電壓は次第に減少し、回路の電壓はタップ 2 の電壓に近迫して行く。斯くて全タップ間の電壓を平滑に調整するのである。

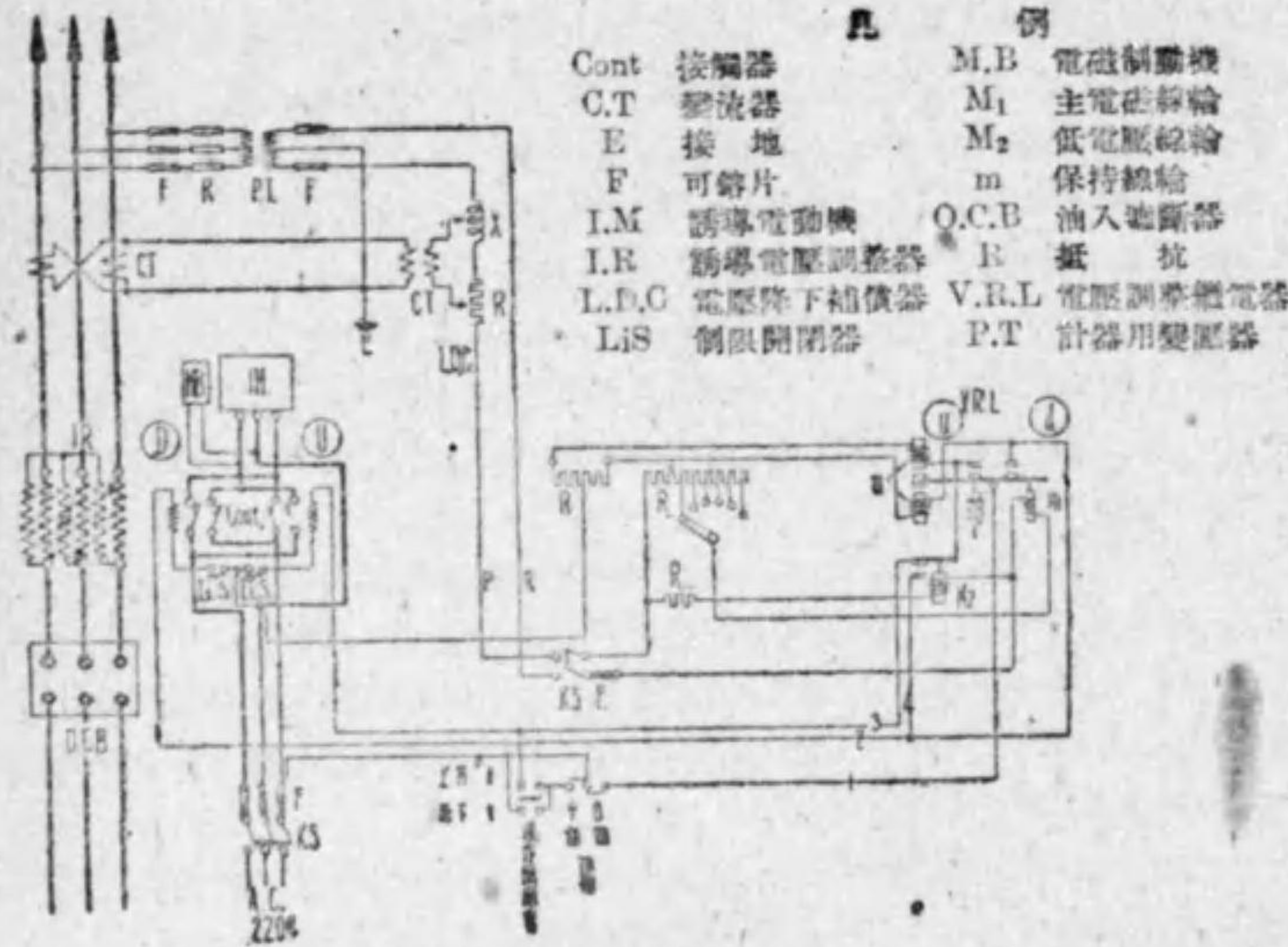
以上何れの方法に於てもタップの變更に手動式と自動式がある。手動式では制御開閉器を閉ち、自動式では繼電器電圧計を用ひ、附屬の電動機を操作して順序よく行ふ。普通タップの操作には 2~3 秒を要し、全部で 20~30% の電壓調整を行ひ得るやうになつて居る。尙此の外に回路に直列變壓器を挿入して回路電壓を調整する負荷時電壓調整器がある。

② の方法は、大容量誘導電壓調整器が割合と故障が多く、且つ主變壓器間の並列運轉を困難とするので、一般的に推奨し得ない。③ の方法は力率調整と同時に電壓調整をも行ひ得るのでよいが、電壓調整を効果的ならしむる爲めには相當大容量のものを要し、経済的でないので廣く採用されてゐない。尤も ① の方法にしても一時は盛んに提唱せられたが、今日では重要物資節約の意味より簡単な無負荷タップ切換装置を附したものが用ひられてゐる。事實、負荷時調整變壓器は相當に故障が多く、必しも信頼の境には達してゐない。斯くの如くにして母線電壓を一定に保持する位なら、更らに進んで母線電壓を負荷の重心点の電壓に保持し、之れを合成負荷の大小變動に應じて調整し、一定とする如くにするのが賢明であらう。勿論、變電所の位置が負荷重心点に位置すれば此の考慮は無用である。

然し、實際の高壓饋電線は其の長短が著しく、且つ負荷狀況が夫々異なるから、單に母線電壓の調整のみにては需用家の電壓變動を満足に軽減し得ない。従つて普通、第 1.3.4 圖に示した如く變電所に於て高壓饋電線に誘導電壓調整器を挿入し其の電壓を調整する。然而此の電壓調整を自動的に行ひ、電源電壓並負荷の變動に不拘、線路末端の電壓を一定値に保持するのが自動電壓調整器であつて、今日では廣く用ひられて居るから其の代表的の一例に就て説明して置く。其の一般は第 3.2.2 圖の如く、次の諸器具から成つて居る。

① 電位変成器 (P.T) ② 電圧調整繼電器 (V.R.L) ③ 接觸器及リミットスイッチ (Cont 及 Li.S) ④ 操作電動機及電磁制動機 (I.M 及 M.B) ⑤ 電壓降下補償器及變流器 (L.D.C 及 C.T)

等であつて夫等の動作は次の如くである。



第 3.2.2 圖

① 電圧調整繼電器は主磁 M₁、保持線輪 m、及び低電壓線輪 M₂ の諸部分から出来て居る。M₁ には横桿を振着し之に二つの可動接觸右 d 及左 u が取付けてある。誘導電圧調整器の二次側の電圧が変動すると P.T を通じて M₁ の電磁線輪に流れる電流が変化して横桿が時計式又は反時計式方向に動いて可動接觸 d 或は u が接觸する。此の接觸が出来ると同時に保持線輪 m の回路が出来て上下何れかの m は横桿を吸引して接觸を確實にする補助動作を爲す。低電壓線輪 M₂ は電圧の異常降下のない限り其の可動線心を押上げて上方の接觸を爲して居る。

② 接觸器は電磁石 D 及 U にて働く二對の繼電スイッチとなり、D 及 U の回路は電圧調整繼電器の d 及 u なる接觸で制御せらるゝ。今 d が接觸すれば D の回路が出来、電壓降下せしめる方向に誘導電動機の右側の接觸器を閉ずる。之に反し、u の接觸がなれば U の回路が成り誘導電動機の左側の接觸器を閉じ電壓を上昇せしむる方向に誘導電動機を回轉せしむ。

茲に電圧調整繼電器は電圧が 110V より ±1.5V 以上の變化を來したる時に働き、保持線輪 m は其 0.5V だけを補助動作するものとして調整せし動作は次の如くなる。

電圧一定：電圧が規定値の 110V ならば、電圧調整繼電器に於て主電磁石のブランジャーを引き上げる力と調整發條の張力との和がブランジャーの重さに平

衡して横桿が水平状態を取り、其可動接觸 d 及 u の何れも接觸を爲さず中間位置に靜止する。

電壓上昇：電圧が 111.5V 以上に上昇すれば電圧調整繼電器に於て M₁ に流れる電流が大となり、ブランジャーを平衡状態よりも押し上げるから、横桿の右端が上つて d 接觸が出来る。此の時下側の m の回路が出来から直ちに横桿を吸引して d 接觸を確實とする。併而之れと同時に接觸器の 1, 2 なる回路が形成され D が働いて繼電スイッチを閉じ操作誘導電動機の回路を作つて誘導電圧調整器の電壓の下る方向に回轉さす。斯くて電圧が低下され 111.5V に至つても保持線輪 m の補助動作に依り電圧調整繼電器の横桿が尙靜止して d なる接觸が離れると 111V に達して初めて開放する。然る時 m の動作も消失する故横桿が急に動き接觸を確實に開放し其燒損するを防ぐ。d が開放せば D の回路が開き電磁制動機に依り操作電動機が急に止り誘導電圧調整器は靜止する。實際には電圧調整繼電器の接觸が開いてより誘導電圧調整器が靜止する迄には多少の時間があるから電圧が 111V より尙僅少降下する。斯くて電圧調整繼電器主磁石 M₁ の横桿が水平状態に戻り可動接觸は中間位置を取る。

電壓降下：電圧が 108.5V 以下に降下すれば前と逆に電圧調整繼電器の u 接觸が出来、接觸器 U を 1, 3 なる回路に依り働し、操作誘導電動機が前と逆方向に廻り、從而誘導電圧調整器の二次電圧が上昇する。斯くて 108.5V に回復するも上側保持線 m の吸引力に依り電圧調整繼電器の u 接觸は離れず 109V に成つて初めて開放する。實際には調整器が靜止する迄に之より尙多少高い値となる事の場合と同様である。斯くて電圧調整繼電器主電磁石 M₁ の横桿が水平状態に復して靜止する。

【補助裝置説明】 制限開閉器 (L.S) 若し電圧の變化が誘導電圧調整器の定格以上にて回轉子が最高又は最低電壓位置を廻り越す場合、尙回轉を讀める事は不可であるから接觸器の電磁回路に制限開閉器を設け調整器の回轉子が此の極限値に來ると自動的に制限開閉器を閉じて靜止せしむる。

低電壓線輪 (M₂) 配電線の短絡等で電圧が急激に降下した時、尙電壓を上げて呉れては短絡電流が大となる。故に斯様に電圧が定格電壓より著しく降下した時は M₂ の保持力が減じ下側に接觸する。此の時 M₁ は保持力も減じブランジャーは下つて u が接觸して居るから 1, 4, 2 なる回路を作つて電壓を下げる方向の D を働す。

抵抗 (R) 主電磁線輪の回路には可變抵抗 R があつて、此のタップを變化すると 95V, 100V, 105V, 110V, 115V, 120V 等と種々の調整電壓が得られる。

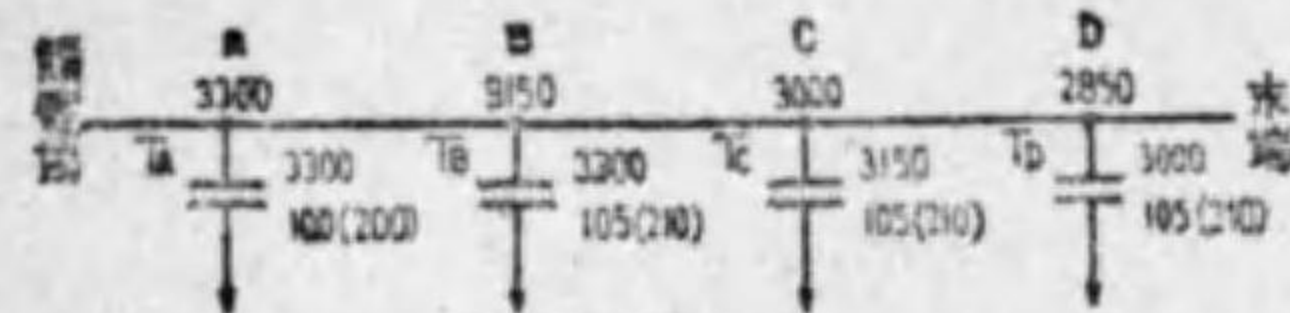
自動手動切換 以上は自動側に置いた時の事で、之を手動で動作せしめんとすれば手動側を入れ、操作開閉器を上下する事に依つて直接 D, U を働かして電壓を上下する。

電壓降下補償器 (L.D.C) (受電点電壓 = 誘導電圧調整器二次電壓 - 線路電壓降下) である。故に負荷電流が増すと線路電壓降下は増すから之に相當して誘導電圧調整器の二次電壓を上げてやらねば受電点の電壓を一定に保ち難い。本裝置に於ては配電線と等しい抵

抗及リアクタンスを持つた R 及 X に線路電流に比例した電圧を變流器に依り導く。斯くすると R 及 X 内の電圧降下は配電線路の電圧降下に比例し（之は負荷電流に比例する）之を電位變成器と直列に結ぶと P, q の電圧は受電点の電圧となり、之に依つて電圧調整繼電器を働かすと誘導電圧調整器は受電点の電圧を一定に保持する様に働く事となる。

(C) 線路電壓均一法

高壓幹線に於て線路の末端となる程電圧が降下する。従つて、二次電圧を能ふ限り一樣とする爲めには、線路の昇壓器（單巻變壓器）を挿入するか、或は柱上變壓器のタップを適當に撰定する。一般には特別に昇壓器を用ひずに後者のタップ撰定の方法に依つて居る。普通柱上變壓器のタップは一次側 3300, 3150, 3000 の三種で（尙 3450, 2850 のタップのあるものも多い）二次側は 105, 100 (210, 200) の二種となつて居る。従つて高壓幹線に結ばれる柱上變壓器のタップを例



第 3.2.3 圖

へば第 3.2.3 圖の如くに撰定すれば、二次側電圧を大体 100 V (200 V) とすることが出来る。但し A, B, C, D と線路の末端に行く程、電圧は 3300, 3150, 3000, 2850V と降下するものとした。B 点に於ては一次側を 3150, 二次側を 100 (200), C 点では一次側を 3000, 二次側を 100 (200) としても同様である。二次電圧を 105 とするには、T_A の二次側を 105 に、T_B の一次側を 3150 に、T_C の一次側を 3000 とすればよい。之れを要するに、線路の末端となる程、一次側のタップは低い電圧のものを、二次側のタップは高い電圧のものを撰定すれば、線路二次電圧は各部に於て均一化せられる。然し、配電線電圧が著しく降下すると二次電圧をタップの撰定のみでは 105V 以上に保ち得ない。此の場合は配電線を太い線に張り換へたり又は新しい饋電点を設けたり、或は異なる系統の配電線を連絡する。又は静電蓄電器を設置する等も其の對策であるが、何れも相當の費用を要するし、悉くの場合に應用されるとは限らない。斯様な場合に用ひられるのが單巻變壓器である昇壓器であつて、其の接続の主なるものを示すと次の第 3.2.4 圖の如くである。

次に是等の接続に於ける一次二次電圧關係の線路容量と變壓器容量の關係を求めて見やう。今高壓側電圧を E_h, 低壓側電圧を E_l, 變壓器の所要容量を w, 線路容量を P とすれば同圖のベクトル圖より

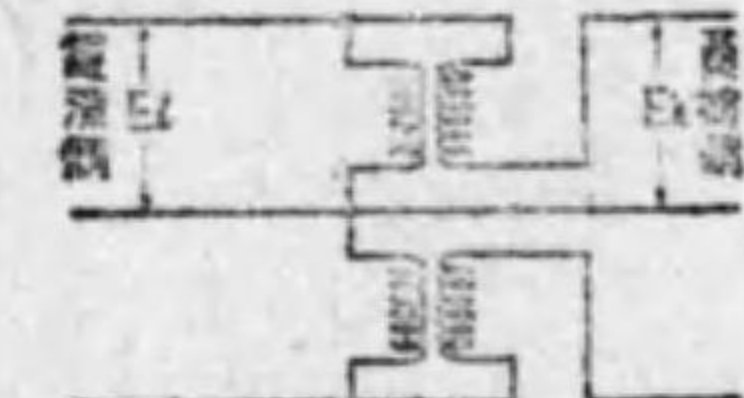
(イ) 單相回路 $n = \frac{E_h}{E_l}$ とすると $E_h = nE_l$

線路容量 $P = E_h I$ $I =$ 二次線路電流

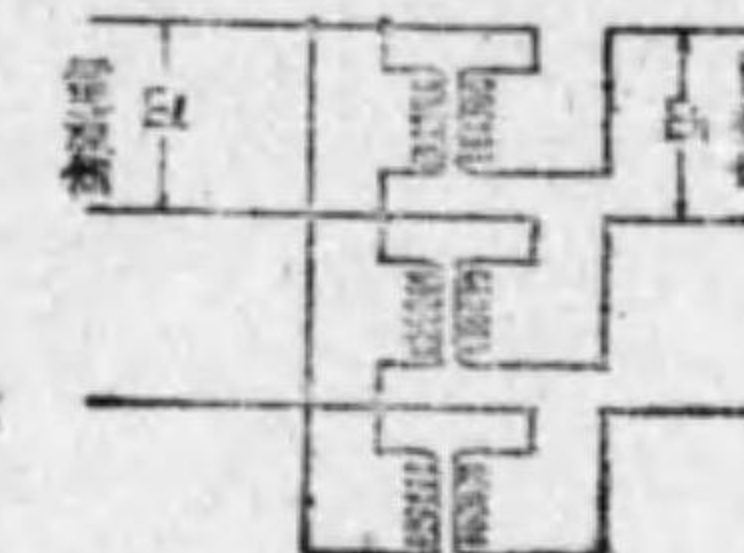
昇壓器容量 $w = (E_h - E_l) I = P \left(1 - \frac{1}{n}\right)$



(イ) 單相回路



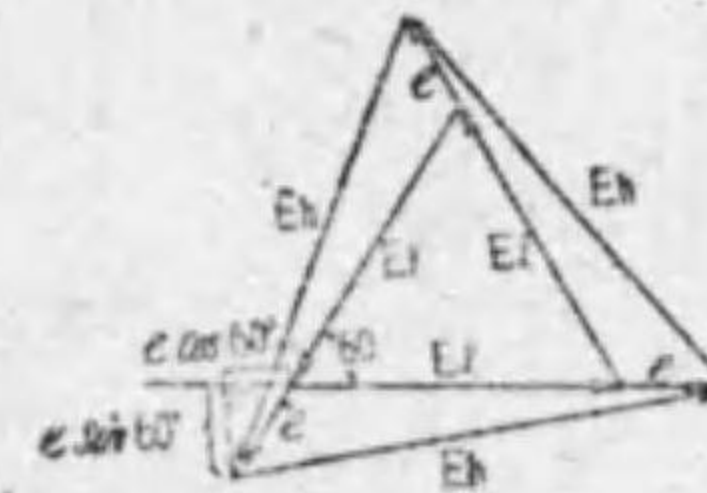
(ロ) V 接続



(ハ) 邊延三角形接続



(ロ) のベクトル



(ハ) のベクトル

第 3.2.4 圖

(ロ) V 接続 (三相回路) $n = \frac{E_h}{E_l}$ $E_h = nE_l$

$P = \sqrt{3} E_h I$ $w = (E_h - E_l) I = \frac{P}{\sqrt{3}} \left(1 - \frac{1}{n}\right)$

(ハ) 邊延三角形接続 (三相回路)

$\frac{e}{E_l} = n$ とすれば $e = nE_l$ となり

$E_h = \sqrt{(E_l + e + e \cos 60^\circ)^2 + (e \sin 60^\circ)^2}$

$= E_l \sqrt{\left(1 + n + \frac{n}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{2}n\right)^2}$

$= E_l \sqrt{\left(1 + \frac{3}{2}n\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{2}n\right)^2}$

n が 1 に比し甚だ小なるときは根號内の第二項を省略して

$E_h \approx E_l \left(1 + \frac{3}{2}n\right)$

(註) n が 0.2 であれば誤差は 2.3% 位で大抵の場合略算式で十分である。

$P = \sqrt{3} E_h I$ $w = eI = nE_l I = \frac{nE_h}{1 + \frac{3}{2}n} I = \frac{nP}{\sqrt{3} \left(1 + \frac{3}{2}n\right)}$

(註) ① 但し (ロ) 及 (ハ) の w は單巻變壓器 1 台の容量であつて、全体としては (ロ) は 2 倍 (ハ) は 3 倍するを要する。

② (ロ) の方法は二次側三相に不平衡を生ずるので面白くなく、又此の他に星形結線も考へられるが、線間電壓の $\frac{1}{\sqrt{3}}$ と云ふ特殊な電壓關係を要し、二次側に高調波電壓が出て近接弱電線に誘導障害を及ぼすので用ひられない。従つて三相回路には (ハ) の方法が最も實用的である。

3.3 配電用柱上變壓器

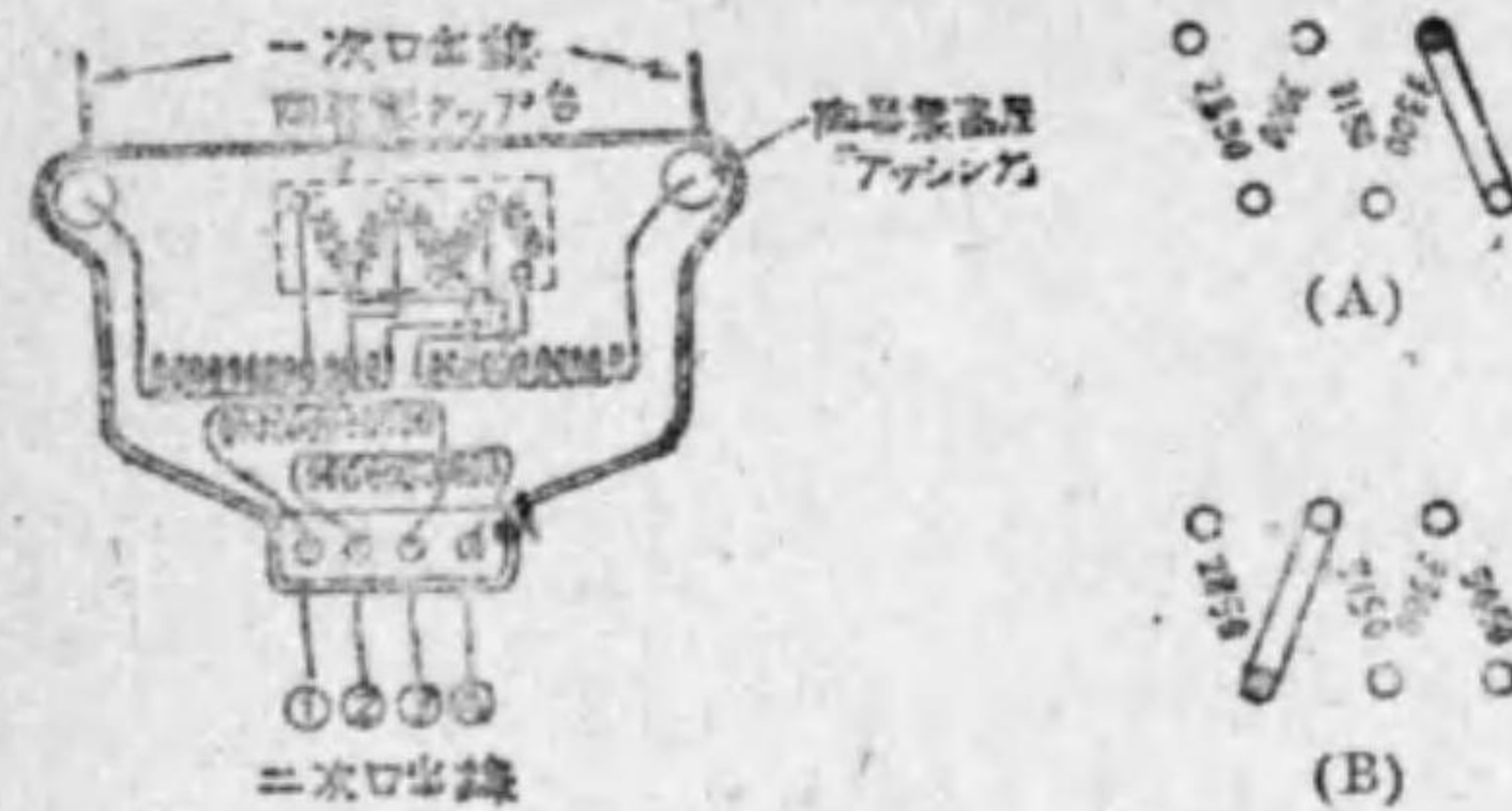
(A) 標準容量、端子接続及性特一般

柱上變壓器の標準容量は大体次の如き數値である。(kVA にて)

- 1, 2, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30

然而、其の端子接続は第 3.3.1 圖の如くであつて、高壓側には 3450, 3300,

3150, 3000, 2850 の 4 タップを有する。これを (A) の如く 3450 タップに接続



第 3.3.1 図

して 3450 V の回路に結ぶと二次側は規定電圧を得る。次に (B) の如くに 3000 タップに接続すると 3000 V に相当するものとなる又、二次側は圖の如く 105 V 線輪が二つあるから ① と ② 及 ③ と ④ を結び、夫々より引出すと 105V を得る (並列接続) ② ③ を結び ① と ④ より引出すと 210 V を得る (直列接続) 尚 105 V の三線式配線を行ふには、② と ③ を結び、之れより中性線を出せばよい。次に柱上変圧器の能率、電圧変動率、重量、価格の一般を表示すれば、第 3.3.1 表の如くである。

第 3.3.1 表 柱上変圧器一覽表

出力 (kVA)	能率 (%)		変動率 (%)		無負荷電流 (%)		重量 (kg)	油量 (立)	定価 (圓) 概略	ハンガー (吊金具を含む) (圓)
	50~	60~	50~	60~	50~	60~				
1	93.7	94.2	4.0	3.8	15	12	42	5.4	60	3.5
2	94.7	95.2	3.5	3.2	12	10	50	6.5	70	4.5
3	95.3	95.7	3.1	2.9	11	9	58	7.9	80	4.5
5	95.9	96.2	2.7	2.5	9	8	80	10.8	95	6
7.5	96.4	96.6	2.5	2.3	8	7	110	19.8	100	6.5
10	96.6	96.9	2.3	2.1	7	6	125	26.1	140	8
15	96.8	97.1	2.1	1.9	6	5	170	45.0	180	8
20	97.0	97.2	1.9	1.8	5.5	4.5	235	48.6	240	10
25	97.1	97.3	1.8	1.7	5.5	4.5	270	59.4	280	10
30	97.2	97.4	1.7	1.6	5.5	4.5	310	66.6	300	10

(註) 本表に記した能率は負荷能率とも云ふべきもので、申す迄もなく

$$\text{負荷能率}(\%) = \frac{\text{出力}}{\text{入力}} \times 100 = \frac{\text{出力}}{\text{出力} + \text{損失}} \times 100 \text{ である。}$$

(負荷能率の最大なるは 鐵損=銅損 となるやうな負荷の時で、一般に 3/4 負荷附近と云れる)

之れに對して全日能率と云ふものがあつて

全日能率(%) = $\frac{\text{1日中の出力(電力量)}}{\text{1日中の出力(電力量)} + \text{1日中の鐵損の和} + \text{1日中の銅損の和}}$ なる式で示される。此の全日能率を最大とするやうに變壓器の鐵損と銅損の割合を定むるのが理想的である。

今假に $P_1\%$ 負荷にて t_1 時、 $P_2\%$ 負荷にて t_2 時……使用さるゝとすれば

$$\text{全日能率} = \frac{W(P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots)}{W(P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots) + w_1(t_1 + t_2 + \dots) + w_0(P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots)}$$

但し W は變壓器容量、 w_1 鐵損、 w_0 全負荷時の銅損とした。従而、全日能率を最大とするには

$$\frac{W_1}{W_0} = \frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots}{t_1 + t_2 + \dots} \text{ とする。}$$

(證明は電檢受檢テキスト計算篇第二種用參照)

又電壓変動率の式は

$$A = \text{抵抗に依る電壓降下}(\%) = \frac{IR}{E} \times 100$$

$$B = \text{リアクタンスに依る電壓降下}(\%) = \frac{IX}{E} \times 100$$

E = 一次定格電壓 I = 一次定格電流 R = 一次側より見た全抵抗 X = 一次側より見た全リアクタンスとせば

$$\text{電壓變動率}(\%) = A \cos \phi + B \sin \phi \quad \text{但し } \cos \phi = \text{負荷の力率}$$

(證明は上記の書參照)

(B) 柱上變壓器の三相接続其の他

配電用單相柱上變壓器を高壓幹線に結び低壓三相を得る方法として一般に採用せられてゐるのは

- ① V-V 接続
- ② Δ - Δ 接続
- ③ Δ -Y 接続

の三種である。柱上變壓器は其の名の如く一般に柱上に裝置するのであるから箇數の小なることが望しく、大抵の負荷に對しては V 接続が用ひられる。(柱上に 3 箇は裝置し難い) 即ち單相變壓器 2 箇にて足りる。但し、變壓器の利用率が 86.6% となることが缺點である。

(註) 尚平衡負荷に於ても電壓に不平衡を生ずる。其の程度は變壓器のインピーダンスと負荷の力率に依る。又高い電壓の回路に用ふると靜電的不平衡を來す。然し其の何れも配電線用としては大なる問題でない。

Δ - Δ は大きな負荷容量の場合に適し、1 台の故障時には V として應急の配電を行ひ得る。勿論變壓器の利用率は 100% である。缺點としては中性点を引出し得ないこと、各變壓器の變壓比、インピーダンスが異ると循環橫流を生ずることである。

(註) Y-Y は一相の電壓が線間電壓の $\frac{1}{\sqrt{3}}$ となり、單相變壓器として此の回路に用

ひ得ない。又第三高調波を発生するし、中性点電位が不安定となる。

△-Y 接続の用ひられるのは極く稀であつて、負荷密度の緻密なる大都市の主要橋路（例へば大阪市御堂筋）とか高層ビル内の配線に電線量を節約する爲めに三相四線式配線が行はるゝとき採用される。此の接続に依れば中性点を引出し得るし、一次 Δ の作用で中性点電位は安定であるし、第三高調波の生ずる心配もない。

尙其の他、三相回路より二相を得る接続は、「電気機器工学」参照）配電線に单相電気爐を接続する場合等に用ひられ、電源に餘り不平衡を與へない利点を有する。

（註） 三相回路に對し三相變壓器 1 箇を用ふることがあるが、其の標準容量 (kVA) は 1.5, 3, 5, 7.5, 10 であつて、主として Δ 接続とされ、200V 動力用に採用される。變壓器が 1 箇で柱上に装置し得る利点があるが、斯様に三相變壓器を動力用に用ふると設備費として動力用三相と電燈用单相の二通りを要し不利益であるから、何れにも共用し得る单相變壓器が三相回路にも上記の如くに接続して用ひられるのである。

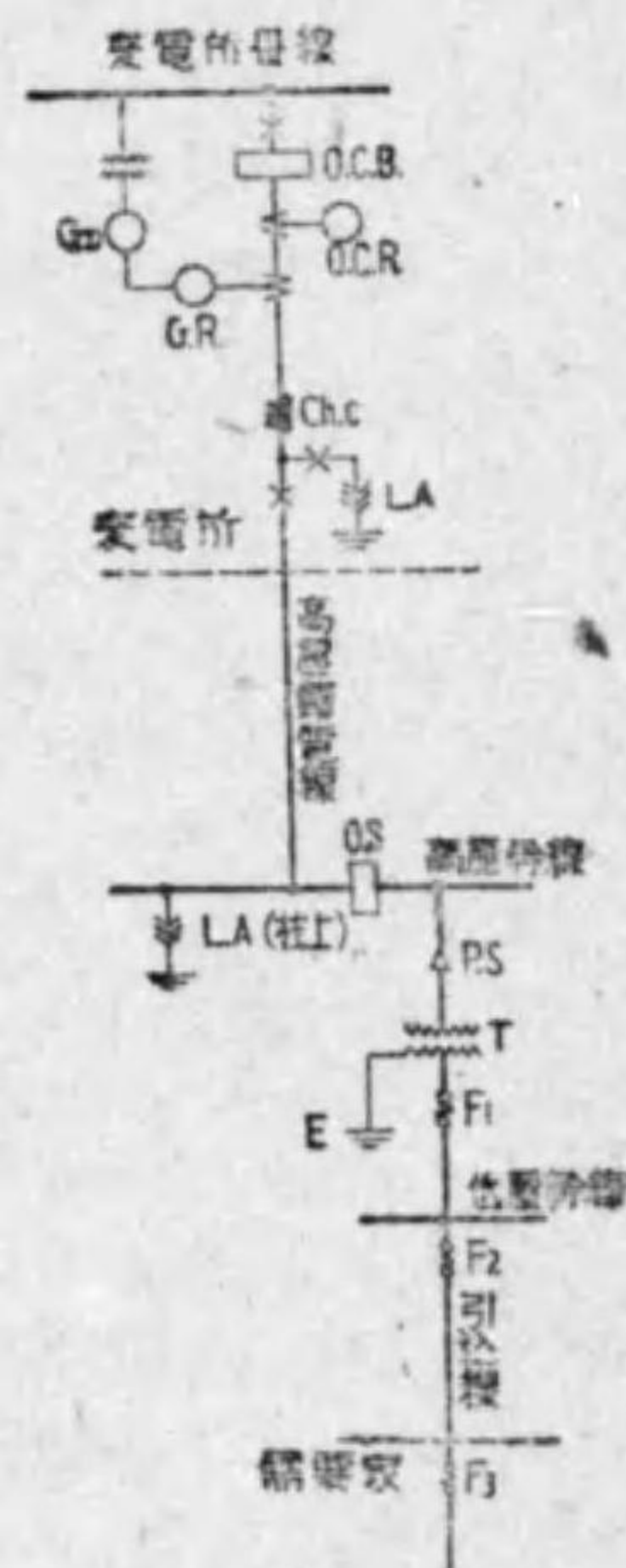
尙、數多くの變壓器を並列に使用する場合、負荷し得る電力が各器の容量の和となる爲めには（換言すれば、各器が正しく其の容量の比に負荷を分擔する爲めには）① 各變壓器の變壓比が相等しく、② 抵抗とリアクタンスの比が同一で③ インピーダンスが容量の逆比とならねばならない。

3.4 配電線の保安施設

[A] 保安施設の一般

配電線一般の保安施設に就ては既に第 3.1.1 圖に於て示したが、今一應、保安装置のみを主体として圖示すれば第 3.4.1 圖の如くである。以下本圖に就て其の概略を説明しよう。

① 高壓配電線の保安施設 其の主なる項目は過負荷に對する保護地絡に對する保安、雷害に對する保安である。即ち配電線には安全に通し得る電流の限度があつて、之れ以上の電流を流すと線路の機器を破壊する虞がある。故に配電用變電所に過負荷繼電器 O.C.R.（「電力傳送工学」参照）を設け、線路に過負荷又は短絡電流が流るれば自動的に油入遮斷器 (O.C.B.) を開き電氣の供給を絶つ。又配電線に地絡を生ずれば電氣の供給を絶ち、危険を除去しなけれ



第 3.4.1 圖

ばならない。此の目的に使用せらるゝのが檢漏器 (G.D) であつて、最近では電壓計型の檢漏器を多く用ふる。「電気測定工学」参照）又此の地絡配電線を選択して遮斷する接地繼電器 (G.R) を採用する。「電力傳送工学」を参照）又配電線を雷害より守る爲めに配電線中の適當なる處に避雷器 (LA) を設けて、雷の爲めに配電線電壓が異状に上昇すれば、此の電壓を大地に安全に放電させて線路機器の絶縁を破つて大地に放電することを防ぐ。配電線に採用せられて居る避雷器にはベレット型、オキサイドフィルム型及オートヴァルブ型等であつて、工規にも示されて居る通り、架空電線と地下線の接続箇所又は高壓以上を以て供給する 100 kW 以上の需用家引込口、其の他雷害の虞ある場所に設置する。圖では申す迄もなく塞流線論 (C.h.C) と併用して動作の確實を期して居る。

又工規に依れば、高壓配電線の分岐点及市街地の架空電線路には 1 軒毎に區分閉閉器として油入閉閉器 (O.S) を取付けねばならない。之れは配電線に故障を生じた時、故障探索を便ならしめ、此の部分を切り離して他の部分への送電を早からしむる。

② 柱上變壓器 (T) の保安施設 柱上變壓器に短絡電流が流れ、又は線論の 1 部焼損等で電流の増大した時、其の儘に放置して置くと變壓器は甚しく焼損せられる。之れを防止する爲めに變壓器の一次側に碍子型閉閉器 (ダumasスイッチ P.S) を装置して之れに可熔片を挿入する。又柱上變壓器は一次側の高壓と二次側の低壓が 1 箇の鐵函内に納められて居るから、時として線論の損傷に依り高壓と低壓とが混觸を來す虞がある。従つて變壓器の二次側の一線を接地して高壓が漏洩して來ても安全なやうにする。其の方法は變壓器の二次引出線の一線に 5 耗乃至 2.6 耗 (變壓器が 20 kVA 以下の時) の第一種絶縁電線を接続し、此の電線を電柱に沿つて引下ぐる。斯くて地下 1.5 米迄引下げ、地中に埋設してある接地管或は地板に接続する。此の接地方式を第二種地線工事と云ひ、接地板の接地抵抗は之れに碍子型閉閉器の可熔片の電流容量の 2 倍を乗じたものが 150 以下となるやうにする。市街地のやうに、變壓器が密接して設備されて居る線路では變壓器個々に接地を設けることは繁雜であるから、數箇の變壓器に對し共同地線工事を設けることがある。(工規細 27 條参照) 又變壓器の外函も二次側と共に接地して高壓が漏電して居つても取扱者に危険を與へないやうにする。尙高壓側巻線の端子に簡單なる避雷器を施設して雷電壓の巻線内に浸入して損傷を與へるのを防止する。

③ 低壓配電線の保安施設 過負荷及短絡に對する保安装置として、柱上變壓器の低壓二次側に遮斷子 (F1) を設置し、之れに可熔片を挿入する。其の電流容量は變壓器の容量に應じて適當なものとする。

（註） 例へば 3kVA の单相變壓器 (二次 100V) に對しては、一次側碍子型のヒューズ

1A, 二次側遮断子のヒューズ 50A, 30kVA に対しては一次側 10A, 二次側 200A 2本、V 接線 (二次 200V) の時は 3kVA 2台に対し一次側 1A, 二次側 30A, 30kVA 2台に対しては一次側 15A, 二次側 200A, 3kVA 三相変圧器に対し一次側 1A, 二次側 30A とすればよい。

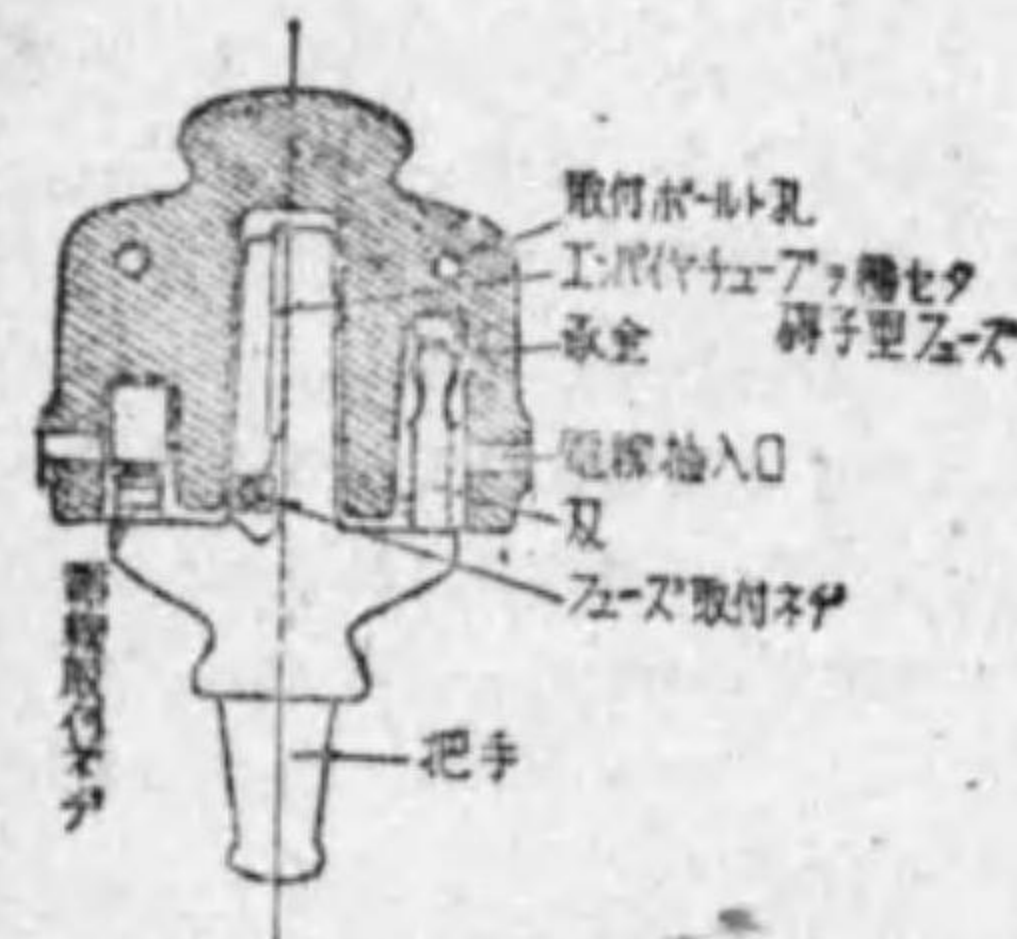
次に引込線に対して、矢張り需用家の過負荷混濁に依る短絡に対して引込線を保護する目的で、低圧配電線よりの分岐点に遮断子 (ケツチホルダー) を設け、之れに可熔片を挿入する。遮断子及可熔片の大きさは引込線の太さ及一つの遮断子から分岐せられる引込線の数に依つて異なる。

(註) 例へば次の如き値とする。

引込線の太さ	キヤツチの種類	ヒューズの容量	分岐引込線数
2~2.6 耗	30A	30A	3
3.2 〃	30A	50A	1
4 〃	75A	75A	1
5 〃	75A	100A	1

(B) 開閉器類

高圧配電線の區分用に用ひられる油入開閉器には 2 極 (單相用) と 3 極 (三相用) とがある。此の開閉は電柱に上つて其の把手に取付けた引綱を引く。普通右を引くと閉路し左を引くと開路するやうになつて居る。然而、開閉を誤つたり錯覚すると不測の事故を生ずるから、赤白の切入票を附して、開閉が明示される一般に用ひられてゐる油入開閉器の容量は 75, 100, 150, 200 アンペアである。

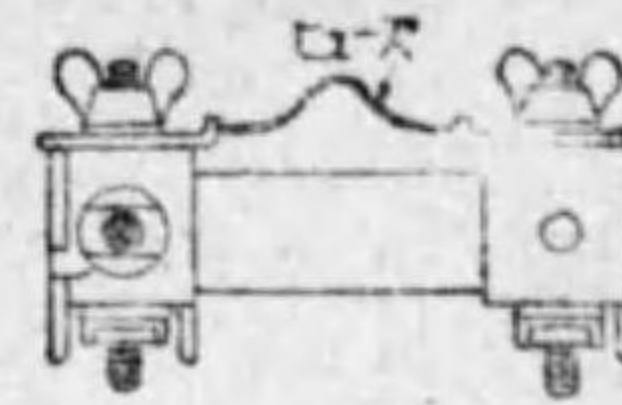


第 3.4.2 圖

(註) 把手に第四種絶縁電線の紐をつけて操作の際に誤つて落すのを防ぐ。

又遮断子 (ケツチホルダー) にも種々なる形のものがあるが、30A 程度の一例を示すと第 3.4.3 圖の如くである。

尚、保護網、保護線に就ては既に第五卷の 8.6 に於て述べたから同書を参照せ



第 3.4.3 圖

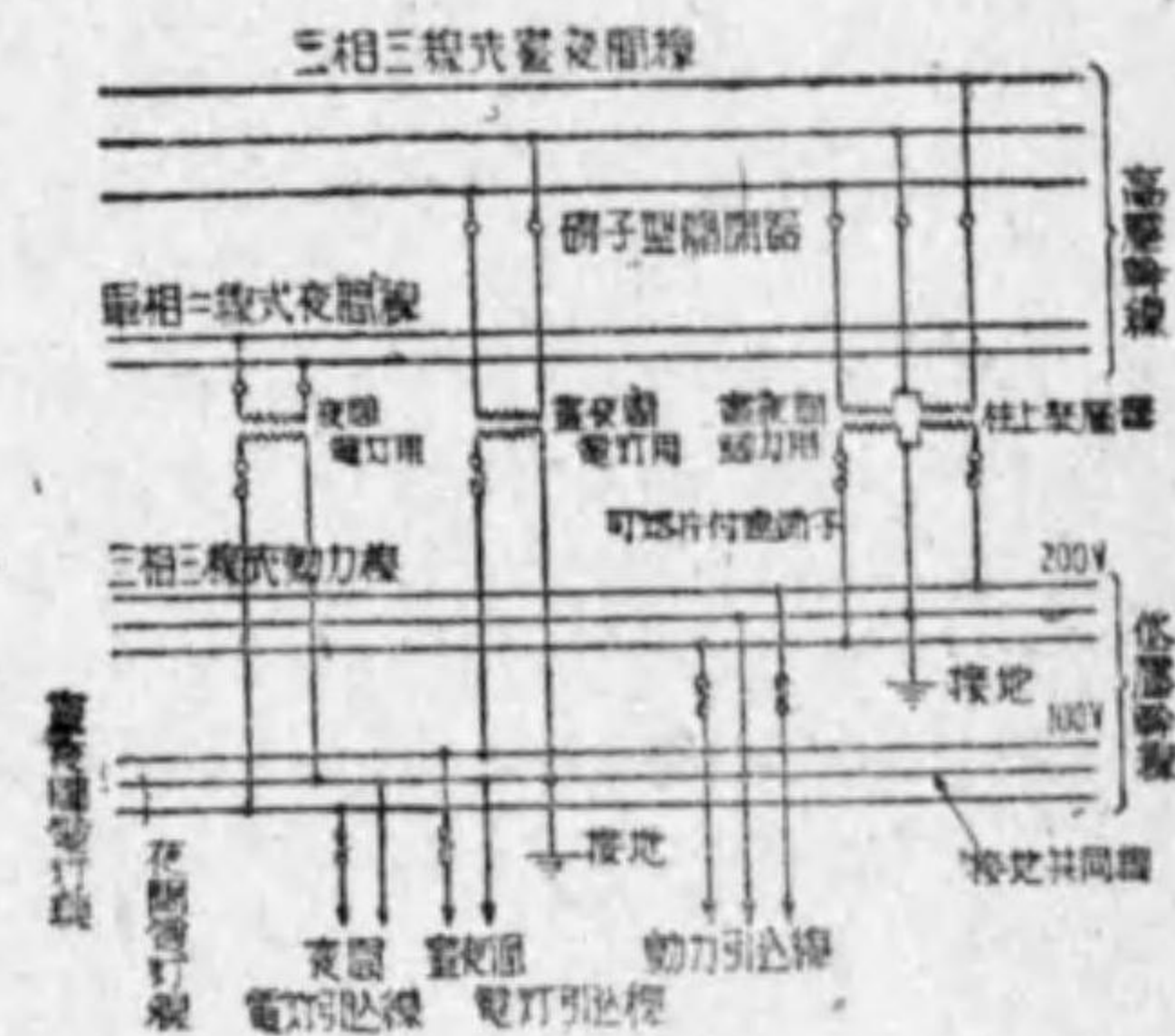
られたく、他物との接近距離、其の他に就ては工規を一讀せられたい。尙次章に於ても其等に觸れる機会がある。

3.5 晝夜間線の操作施設

各種の配電方式に就ては既に 1.4 に於て詳述したが、實際の配電線は負荷の要求に應じて晝夜間線、晝間線、及夜間線に別れて居つて夫々之れに應ずる配電方式がある。其の方式は地方的負荷状況に依つて相違するので、悉くに就て説明することは出来ないが、極く簡単な二三の實例に就て説明して置こう。

第 3.5.1 圖は最も簡単な一例であつて、高壓幹線は三相三線式の晝夜間線と單相二線式の夜間線に分れて居る。但し、夜間専用の負荷の大きい、例へば定額電

燈の多い處では夜間線を三相三線式として電源に與ふる相不平衡を少くする。然し都市の中心部では街路燈、門燈位であるから、單相二線式でよい。此の高壓幹線に柱上變壓器が結ばれ、夫々晝夜間三相三線式 200V の動力線及 100V の單相晝夜間電燈線、同夜間電燈線を得て居る電燈線は一見單相三線式のやうであるが、之れは二次側の第二種接地線を共用して居るのである。此の配電系統の操作は極めて簡単で、單相二線式高壓幹線を夜間にのみ投入すればよい。架空線に於ては高

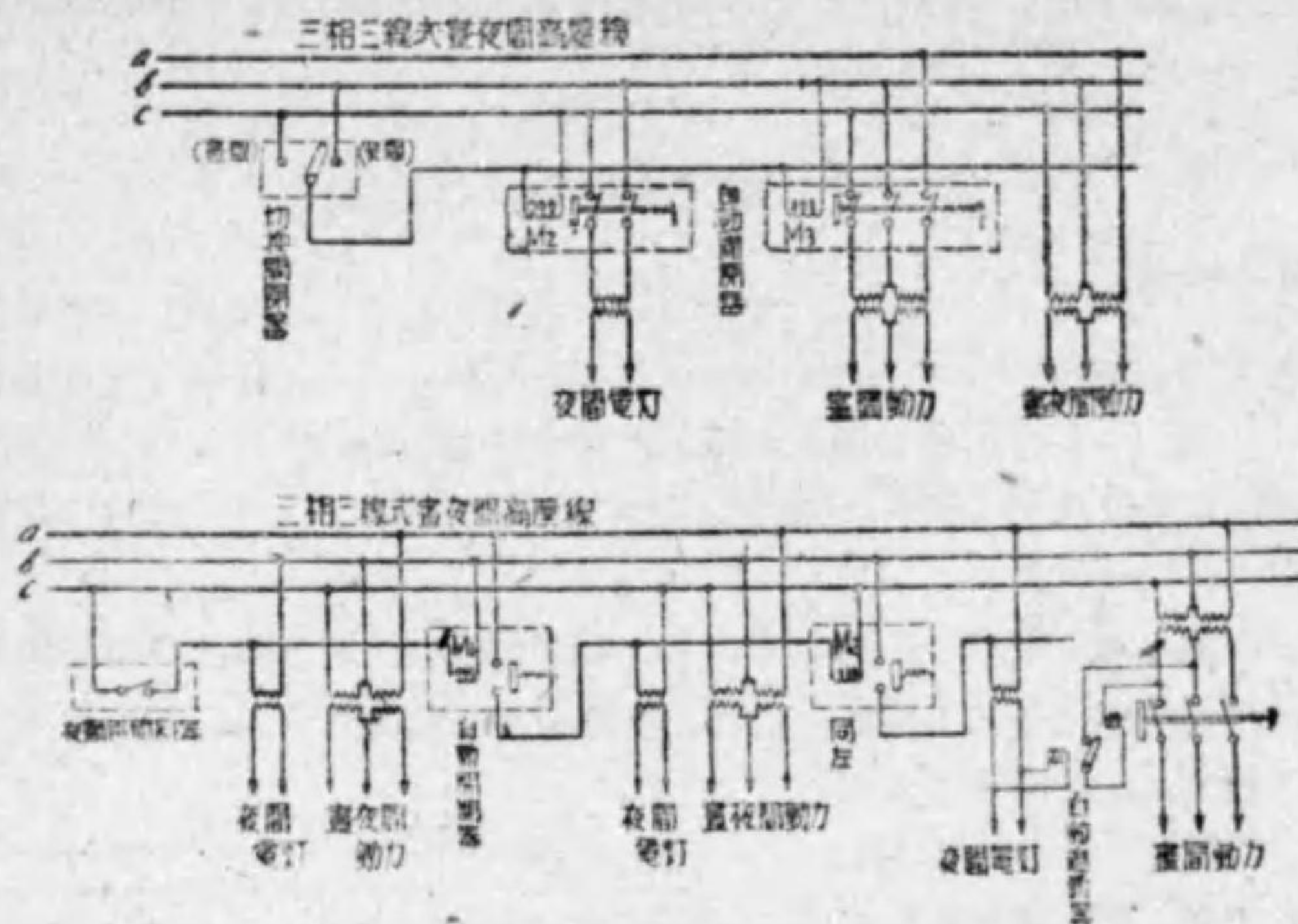


第 3.5.1 圖

壓線、低壓線共に同一の電柱に架設せられる。地中線の場合は、變壓器塔内から直接需用家に引込まれてゐる。

次に自動開閉器を用ひた簡単な例を示すと第 3.5.2 圖の如くである。同圖の上側は 1 回線の三相三線式晝夜間高壓線から晝夜間動力、晝間動力、夜間電燈を得る操作方式である。切換開閉器は變電所、派出所又は散宿所等に設置せられる。今此の開閉器の把手を夜間側に入れると M_2 の電磁線輪は b, c 間に結ばれ、此の自動開閉器を閉ぢ夜間電燈に電力を供給する。然るに M_3 は b, b と同一線に結ばれ開路して居る。次に把手を晝間側に入れると M_3 が b, c 間に結ばれ M_2 を閉ぢて晝間動力に電力を供給し、 M_1 は開路されて居る。同圖の下側も同様に

三相三線式晝夜間高圧線から晝夜間動力、夜間電燈及晝間動力を得る操作方式で



第 3.5.2 圖

ある。今夜間用開閉器を入れると、左端の夜間電燈は b, c 間にて電力が供給され M₁ を b, c 間に結び之れを閉じて次の夜間電燈を a, c 間にて供給し、M₂ を a, c 間に結び之れを閉じて次の夜間電燈を a, b 間より供給する。右端に示した晝間動力は夜間電燈の二次側が充電されると自動遮断器で開かれ、夜間電燈が絶れると閉ぢられて給電を受くる。此の方式は順送配電方式の一種である。以上、よく圖面を参照されて研究するべしなら、大抵の場合は自分で操作方式を考案されることが出来る。

3.6 配電線の力率向上に對する施設

近時電力需用の急激なる増加に對して電力制限の目的で配電線の力率を向上せしむる方策が種々と考究せられて居る。其の最も手近かな一例は、靜電蓄電器の採用である。之れは既に述べた如く、配電用變電所の母線、或は配電線の適當なる箇所、又は直接需用家に取付くる。斯く力率を改善すれば電力損失を減少し、設備に餘裕を與へ、負荷の増設を可能ならしむると同時に、電壓調整にも良結果を來す。

- (註) ① 誘導電動機、電氣爐、交流熔接機、アーク燈、放電燈、扇風機、電氣時計、レントゲン装置等の低力率負荷に對し、大容量なれば夫々の端子に、小容量のものであれば一處とした處に設くる。
- ② 配電線に於ては分岐点等に設置して力率改善と同時に電壓降下を減少する。但し電路

降下補償の效果は著しくない。
尚、餘談であるが、配電線に對する電力制限には、輕負荷變電器の入れ換へ、標示燈の節約、街路燈の点燈時間の節約、異なる配電系統間の連絡、電熱需用家に對する手動又は自動復歸電流制限器及定額電燈需用家に對するタンダステンヒューズ（硝子管の中に細いタンダステン線條を封入し、其の兩端から細銅線の引出しを附したもので、取付位置、氣温其の他に不拘割合に正確に一定過電流で熔断する）の取付け、從量制需用家に對しては積算電力計に硝子製カバーの採用、逆轉しても普通に計量する型の使用及封印開閉器の採用等に依り濫用を防止する等の方法が取られてゐる。

斯様な目的に用ひられる靜電蓄電器は主として油入紙絶縁蓄電器であつて、良質の絶縁紙を絶縁油で處理した、所謂油含浸紙を誘電体とし、アルミニウム箔を電極として居る。其の構造は數枚の絶縁紙とアルミニウムの箔を重ねて長い帶狀のものとして、之れを巻線のやうに巻いて一單位とし、使用電壓及所要容量に應じて之れが適當數を直並列に結んで套管を有する氣密な鐵函内に絶縁油と共に封入する。配電線用としては 3300 V にて 5 kVA から 200 kVA 位迄が一般に製作されて居る。

今蓄電器の靜電容量を C マイクロファラド、電壓を E、周波數を f とすれば
 充電電流 $I_c = 2\pi f C E \times 10^{-6}$
 蓄電器の容量（進相 kVA） $Q = E I_c \times 10^{-3} = 2\pi f C E^2 \times 10^{-9}$

從つて、同一の進相容量を得るのに電壓が大きい程、靜電容量の値を小さくし得、製作が容易であるから、三相回路に接続する場合には大抵三角形接続とせらる（星形の $\frac{1}{3}$ の靜電容量でよい）

- (註) ① 靜電蓄電器を同期調相機と比較すると、銅、鐵の所要量が少く、價格が低廉で据付が容易、場所を取らない。又電力損失も小さく、噪音が少い利点がある。然し送電線等で進相容量を要するやうな場合には不都合である。
- ② 蓄電器を回路から單獨に切り離す場合には殘留電荷が残つて危險であるから放電リアクトル又は抵抗を通じて放電をさす必要がある。
- ③ 線路電壓に高調波を含んで居ると蓄電器に依り増幅される懸念があるから、リアクトルを直列として高調波に共振せしむる。

尙力率を改善せしむる間接的方法として力率を加味した料金制を採用して居る其の方法として

- 定額制……標準力率以上のものは割引し、以下のものは割増しをする。
- 從量制……積算電力計の他に無効電力計を併置して兩者の料金を別々に定め、和を支拂はす。

我が國では、大口需用家に對しては責任負荷率と同時に力率の條件を契約に入れることがあるが、小口需用家に對しては其處迄進んでゐない。

(註) 靜電蓄電器に依る力率改善が促進せられたので、極く一部であるが、小口需用家に對しても力率を加味した料金制が採用されて來た。其の方式は平均力率が 90% 以上の集合

は料金を 3~5% 減するもの、電動機其他電気機械自体の力率を所定値以上の高率として設備する場合には平均力率の如何を問はず 5% の割引を行ふもの、又は平均力率が 85%, 90%, 95% の各値を超過する場合夫々規定料金より 3%, 5%, 8% の割引を行ふもの等である。

3.7 第 3 章 問題並解答

(1) 下記の事項につき簡単に説明せよ。

- (イ) 負荷時電圧調整器 (ロ) 誘導電圧調整器 (ハ) 自動電圧調整器
 (ニ) 単巻昇変器 (ホ) 放電器 (ヘ) 塞流線輪
 (ト) 配電線用避雷器 (チ) タングステンヒューズ

【解】 3.1 より 3.5 問を参照

(2) 配電線に結れたる需用家端子電圧の降下する原因を挙げ其の制限値を示せ

【解】 3.2 (A) を参照

(3) 配電線の電圧を調整する下記の各方式を比較論ぜよ。

- (イ) 母線電圧を調整する方式 (ロ) 饋電線電圧を調整する方式
 (ハ) 線路電圧の均一方式

【解】 3.2 を参照

(4) 容量 3kVA, 巻線比 3300/210 なる単相變壓器 2 個を第 3.2.4 圖 (ロ) に示す如く線間電圧 3000V なる三相配電線に接続して電圧を上昇せしめたる時、上昇後の線間電圧及び該配電線の最大負荷容量幾何キロワットなるか。

但し負荷の力率は 1 とし、變壓器のインピーダンスは之を無視するものとす。
 (昭 10, 2 種)

【解】 問題は V 接続の昇變器であつて、3.2 の (C) 項の (ロ) より

$$E_h = 3000 + 3000 \times \frac{210}{3300} = 3191V$$

$$\text{二次許容電流 } I = \frac{3 \times 1000}{210} = 14.3A$$

$$\text{最大負荷容量 } W = \sqrt{3} \times 3191 \times 14.3 \times 10^{-3} = 79kW$$

(註) 3300/210 の昇變器を 3000V の回路に用ふるのだから、本文の公式の通りにはならない。此の点をよく注意されたい。

(5) 三相三線式 3000V, 200kVA 配電線の電圧を 3100V に上昇せしむる爲め單相變壓器 3 箇を用ひ、第 3.2.4 圖 (ハ) に示す如き接続法を使用せんとす。該變壓器の一次二次兩電圧及容量を示せ。但し變壓器の損失は無視す。

【解】 問題は星形三角形接続の昇變器であつて 3.2 の (C) 項の (ハ) より $n = \frac{E_h}{E_t}$ とせば

$$E_h = E_t \left(1 + \frac{3}{2}n\right) \text{ より } \left(1 + \frac{3}{2}n\right) = \frac{E_h}{E_t} = \frac{3100}{3000} = \frac{31}{30} \text{ 及 } n = \frac{1}{45}$$

$$w = \frac{nP}{\sqrt{3} \left(1 + \frac{3}{2}n\right)} = \frac{\frac{1}{45} \times 200}{\sqrt{3} \times \frac{31}{30}} = 2.48 \text{ kVA}$$

之れは 1 台の容量で、實際は 3kVA を採用すべく、三相全体として 3kVA 3 台又は三相變壓器 7.5kVA 或は 10kVA を採用すべきである。勿論公式に依らなくとも

$$I = \frac{200 \times 1000}{\sqrt{3} \times 3100} \text{ と求め } eI \text{ を計算すればよい。}$$

(6) 柱上變壓器の電圧變動率、能率の概数を示し、全日能率を最大とする條件を示せ。

【解】 3.3 の (A) を参照

(7) 負荷率 100% にて最大能率 98% なる變壓器甲と、負荷率 75% にて最大能率 98% なる同一容量變壓器乙あり、之れを下記の負荷率にて使用する場合の各全日能率を求めよ。

- 100% 負荷にて 2 時間 75% 負荷にて 8 時間
 50% 負荷にて 12 時間 20% 負荷にて 2 時間

【解】 甲變壓器は 100% 負荷にて 銅損=鐵損=w, 變壓器容量を P とせば

$$0.98 = \frac{P}{P+w} \left(1 + \frac{w}{P}\right) = \frac{1}{0.98} = 1.02$$

$$\frac{w}{P} = 1.02 - 1 = 0.02 \quad w = 0.02P$$

$$\text{一日中の出力} = P(2 + 0.75 \times 8 + 0.5 \times 12 + 0.2 \times 2) = 14.4P$$

$$\text{一日中の鐵損} = 24 \times w = 24 \times 0.02P = 0.48P$$

$$\text{一日中の銅損} = 0.02P(1 \times 2 + 0.75^2 \times 8 + 0.5^2 \times 12 + 0.2^2 \times 2) = 0.19P$$

$$\text{全日能率} = \frac{14.4P}{14.4P + 0.48P + 0.19P} \times 100 = 95.5\%$$

乙變壓器は 75% 負荷にて 鐵損=銅損 にして

$$0.98 = \frac{0.75P}{0.75P+w'} \quad 1 + \frac{w'}{0.75P} = \frac{1}{0.98} = 1.02$$

$w' = 0.02 \times 0.75P = 0.015P$ となり前と異なるに注意されよ。

$$\text{一日中の出力} = \text{同前} = 14.4P \quad \text{一日中の鐵損} = 24w' = 0.36P$$

$$\text{一日中の銅損} = 0.015P \left\{ \left(\frac{100}{0.75}\right)^2 \times 2 + 1 \times 8 + \left(\frac{0.5}{0.75}\right)^2 \times 12 + \left(\frac{0.2}{0.75}\right)^2 \times 2 \right\} = 0.255P$$

$$\text{全日能率} = \frac{14.4P}{14.4P + 0.36P + 0.255P} \times 100 = 96.5\%$$

即ち乙變壓器の方が全日能率がよく利益である。

(8) 配電線に用ひらるゝ變壓器の三相變成接続を挙げ其の得失を述べよ。

【解】 3.3 の (B) を参照

(9) 配電用變電所の高壓母線以下、引出口迄に設置せらるゝ保安装置を挙げ、其の目的を述べよ。

【解】 3.4 の (A) を参照

(10) 配電線路に於て、變電所の高壓線引出口より電燈需用家の引込口に至る間に設備すべき保安装置の種類を列挙し且其の目的を略述せよ。(昭9)

【解】 避雷針、區分油入開閉器、保護網及保護線、柱上變壓器の保安装置(避雷器、端子型開閉器、遮断子、第二種地線工事) 保護線、引込線の遮断子、3.1 及 3.4 を参照

(11) 電氣工作物規程に於て規定せられたる地線工事の種類を挙げ適用例各1種につき説明せよ。(昭13)

【解】 第一種地線工事 接地線には直径 2.6 耗以上の鋼線を用ひ、之と大地との間の抵抗を 10 オーム以下に保持するもの。適用例、避雷器

第二種地線工事 3.4 の [A] を参照

第三種地線工事 接地線には 2.6 耗以上の鋼線を用ひ、之と大地との間の電氣抵抗を、100Ω 以下とするもの。適用例、低壓機器の綜合又は外筒

(12) 单相三線式及三相四線式等の中性線、或は接地せられたる一線に可熔片を入れ得ざる理由を問ふ。

【解】 例へば单相三線式の中性線に可熔片を入れ、之れが熔斷したとすれば、兩側の負荷は直列となり、電壓分佈は其の合成抵抗の比となるから負荷が不平衡であると著しく兩側の電壓が異なり、例へば電燈負荷では一個の電燈は切れる。又第二種地線工事等で接地された線に可熔片を入れると、之れが遮断された時保安接地の効果が全線に及ばないから不可である

(13) 容量 20 kVA、一次電壓 3000V の三相柱上變壓器の二次側に第二種地線工事を施設せんとす。地板抵抗は何オームとすべきや。

【解】 一次電流 = $\frac{20 \times 1000}{\sqrt{3} \times 3000} = 3.85$ 三相變壓器だから $\sqrt{3}$ で除す。

故に 5A のヒューズを採用する。

地板抵抗 $R \leq \frac{150}{2 \times 5} = 15$ オーム 以下

(註) 變壓器一次側に用ふるヒューズは大抵 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20 等である。

(14) 容量 7.5 kVA の单相變壓器及 15 kVA 2 台を V 接続としたる變壓器に夫々第二種地線工事を施設する場合の地板抵抗を求めよ。但し一次電壓は共に 3000 V とす。

【解】 7.5 kVA 单相の場合 一次電流 = $\frac{7.5 \times 1000}{3000} = 2.5$ A

故に 3A のヒューズを用ひ 地板抵抗 = $\frac{150}{2 \times 3} = 25 \Omega$ 以下

15 kVA × 2, V の場合 一次電流 = $\frac{15 \times 1000}{3000} = 5$ A

ヒューズとしては 10A を用ふ 地板抵抗 = $\frac{150}{2 \times 10} = 7.5 \Omega$ 以下

(15) 3300 V 单相二線式配電線路に接続せられたる 15 kVA 2 箇及 10 kVA 1 箇の柱上變壓器あり、其の低壓側に於て架空共同地線を施設し、其の各接地線と大地との間の電氣抵抗を測定せるに、30 オーム、40 オーム及 50 オームなりし

と云ふ。本共同地線工事の接地抵抗は電氣工作物規程に適合せるや否やを説明せよ。(昭9)

【解】 工規細 27 條に依れば

① 共同地線を行ふ變壓器の總容量の 4 割に相當する一次電流

② 變壓器中で最大容量の變壓器一次側可熔片の定格電流の 2 倍
其の何れか大なるものと共同合成接地抵抗の積が 150 以下なること

$$\text{地板合成抵抗 } R = \frac{1}{\frac{1}{30} + \frac{1}{40} + \frac{1}{50}} = \frac{600}{47} = 12.8 \Omega$$

$$\text{①の電流} = \frac{(15 \times 2 + 10) \times 0.4 \times 10^3}{3300} = 4.85 \text{ A}$$

$$\text{最大容量變壓器の一次電流} = \frac{15 \times 10^3}{3300} = 4.54 \text{ A} \quad \text{可熔片として 5A を採用}$$

$$\text{②の電流} = 5 \times 2 = 10 \text{ A}$$

故に ② と R の積を見るに $10 \times 12.8 = 128 \text{ V}$ 即ち 150V 以内なるを以て規定に適合する

(16) 配電線に於て力率を向上せしむる利益並力率を向上せしむる方法を述べよ。

【解】 設備の利用率を増し、電壓調整によい。力率を加味せる料金、静電蓄電器の採用、3.6 を参照

(17) 配電線力率改善用の静電蓄電器の構造、採用上の考慮及び使用上の注意を述べよ。

【解】 3.5 を参照

(18) 既設配電線の電力制限(節約)に對し採用されつゝある方法を記せ。

【解】 3.6 を参照

(19) 配電線路に 10 kVA、力率 0.6 (遅れ) の三相負荷あり、蓄電器を併用して力率を 0.8 に改善せんとす。必要なる蓄電器の容量 (kVA) を求めよ。(昭5)

【解】 所謂 kW 電力一定(力率改善前後に於ける kW 電力が一定)の場合であつて此の kW

電力を元として解く。即ち、第 3.7.1 圖のベクトル圖に於て、 $\overline{OP}_1 = 10 \text{ kVA}$ と 90° 進相の蓄電器の kVA $\overline{P_1P_2}$ をベクトル的に加へた \overline{OP}_2 が力率 0.8 であればよい。従つて

$$\overline{OW} = \overline{OP}_1 \times \cos \theta_1 = 10 \times 0.6 = 6 \text{ kVA}$$

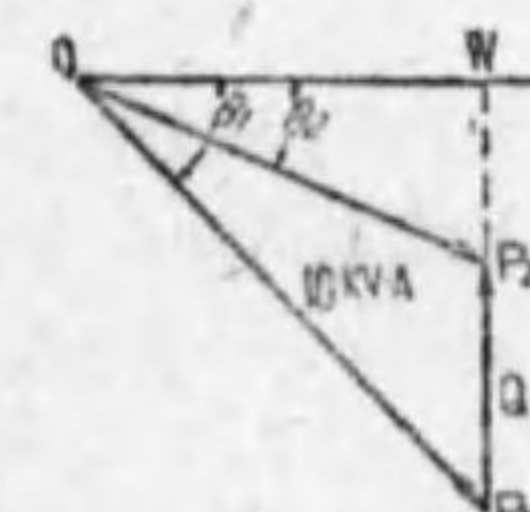
$$\overline{WP}_2 = \overline{OW} \times \frac{\overline{WP}_2}{\overline{OW}} = \overline{OW} \times \tan \theta_2 = 6 \times \frac{\sin \theta_2}{\cos \theta_2}$$

$$= 6 \times \frac{\sqrt{1-0.8^2}}{0.8} = 6 \times \frac{0.6}{0.8} = 4.5$$

第 3.7.1 圖

$$\text{故に 蓄電器容量 } Q = \overline{P_1P_2} = \overline{WP}_1 + \overline{WP}_2 = 10 \times \sin \theta_1 - 4.5 \\ = 10 \times \sqrt{1-0.6^2} - 4.5 = 8 - 4.5 = 3.5 \text{ kVA}$$

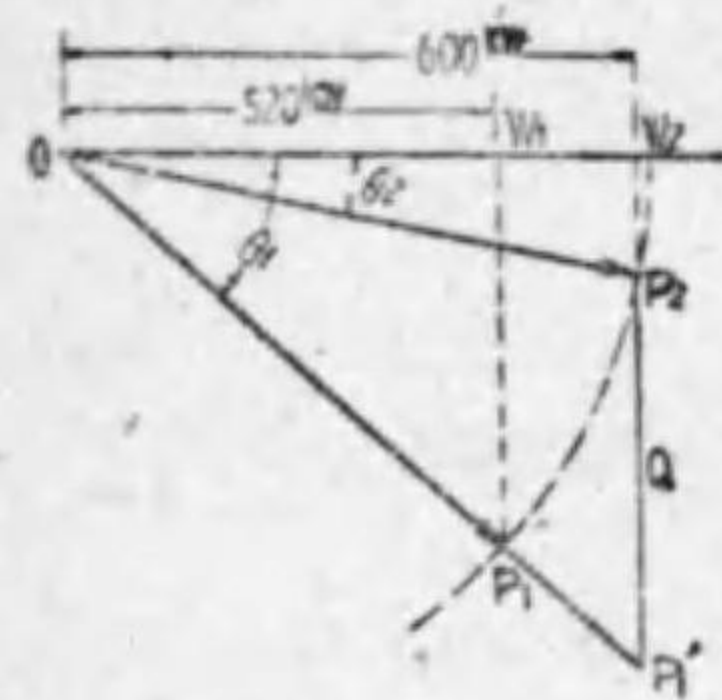
(註) 静電蓄電器を設置して何程力率を改善すべきかの限界は、電力損失及電壓降下の軽減程度或は機器電線の容量の節限程度、料金の減額程度等と蓄電器設置に對する評價とを比



較して定むべきである。一般に力率を1にすると蓄電器の所要容量が急激に増し、経費が大となるので力率改善の程度を90~95%位に止めてある。

(20) 三相三線式配電線路の受電端に電圧3000V、力率0.8(遅れ)なる520kWの負荷あり、此の負荷が同一力率にて600kWに増加したるを以て、受電端に於て蓄電器を負荷と並列に接続し、受電電圧及線路電流を不変に保たんとす。此の際、設備すべき蓄電器のkVA容量及負荷増加前後の送電端電圧を求む。但し電線一線の抵抗を1オーム、リアクタンスを2.7オームとす。(昭11, 2種)

【解】 之れは前問に對してkVA電力一定の場合であつて、此のkVA電力を元として解く。即ちベクトル圖より



第 3.7.2 圖

$$\overline{OP}_1 = \frac{520}{\cos \theta_1} = \frac{520}{0.8} = 650 \text{ kVA} = \overline{OP}_2$$

$$\cos \theta_2 = \frac{\overline{OW}_2}{\overline{OP}_2} = \frac{600}{650} = 0.923$$

$$\sin \theta_2 = \sqrt{1 - \cos^2 \theta_2} = \sqrt{1 - 0.923^2} = 0.384$$

$$\overline{WP}_2 = 650 \times \sin \theta_2 = 650 \times 0.384 = 249.6$$

又、増設負荷は同一力率 ($\cos \theta_1$) なる故に \overline{OP}_1 の延長上 \overline{OP}_1' となり

$$\overline{W}_2 \overline{P}_1' = \overline{OW} \times \tan \theta_1 = 600 \times \frac{\sqrt{1 - 0.8^2}}{0.8} = 450$$

蓄電器の所要容量 $Q = \overline{P}_1' \overline{P}_2 = \overline{W}_2 \overline{P}_1' - \overline{WP}_2 = 450 - 249.6 = 200 \text{ kVA}$

送電端電圧は $E_s = E_R + \sqrt{3}I(R \cos \theta + X \sin \theta)$ より

$$\text{負荷増加前 } E_s = 3000 + \sqrt{3} \times \frac{520 \times 1000}{\sqrt{3} \times 3000 \times 0.8} (1 \times 0.8 + 2.7 \times 0.6)$$

$$= 3000 + \frac{520}{3} \left(1 + 2.7 \times \frac{0.6}{0.8} \right) = 3525 \text{ V}$$

$$\text{負荷増加後 } E_s = 3000 + \frac{600}{3} \left(1 + 2.7 \times \frac{0.384}{0.923} \right) = 3424 \text{ V}$$

(21) 高圧配電線路あり、其の終端に40kVA、力率(遅れ)0.6の負荷ありとす。今終端に16kVAの蓄電器を負荷と並列に接続したるとき線路の損失は幾何パーセント減少するや。但し、負荷の電圧は蓄電器を接続するも變らざるものとす。(昭12)

【解】 線路損失 $I^2 r$ は負荷電流の自乗に比例し、負荷電圧が一定であれば負荷のkVA電力の自乗に比例する。

$$\text{蓄電器設置後の kVA 容量 } P_2 = \sqrt{(40 \times 0.6)^2 + (40 \times 0.8 - 16)^2} = 28.75$$

$$\text{線路損失の減少} = \frac{P_1^2 - P_2^2}{P_1^2} \times 100 = \frac{40^2 - 28.75^2}{40^2} \times 100 = 43 \%$$

第 4 章 配電線の設計と建設

4.1 負荷容量の算定

(A) 負荷曲線と負荷率

電力の需用が1日中、1月中或は1年を通じ一定のものでないことは既に第一巻 P 5 以下で詳述された通りであつて、時間を横軸に、負荷電力を縦軸に取つた曲線が負荷曲線である。又同處に於て

$$\text{負荷率} \% = \frac{\text{其の期間の平均需用電力}}{\text{其の期間に生ずる最大需用電力}} \times 100$$

の意義が説明されて居る。此の期間を1日に取れば、日々負荷率(daily load factor)となり、期間を1月に取れば月負荷率(monthly load factor)となり、1年に取れば年負荷率(yearly load factor)となる。

如何なる形の負荷曲線を有する負荷にせよ、配電用變電所の諸設備、配電線の諸施設は最大需用電力に對して設計しなければならない。然るに、収入料金は、kWHに相應するものとなるから、平均電力に比例する。従つて負荷率の低い負荷程、設備に對する投下資本の大きい割合に収入が少い。換言すれば、電力供給事業の利益は負荷率に比例するものと云ひ得る。故に能ふ限り負荷率を向上せしめねばならない。其の方法として、負荷率を加味した料金制を取ることも間接的に効果があるが、小口需用家には未だ我が國では行はれてゐない。大口需用家には責任負荷率を以て律することが多い。或は深夜電力の割引も負荷率を加味した料金制の一種と云へやう。然し負荷率をよくする根本は電氣を貯蔵することにある。斯くすれば常に一定の發生電力で負荷の軽い時は蓄電し、負荷の重い時は放電し得て負荷率を改善し得る。然し電氣の貯蔵に困難なるは既に御承知の通りであつて、他の形のエネルギーとして一般に貯蔵される。例へば、揚水發電、蓄電池、蒸氣貯蔵器等が之れである。

配電關係のみに就て云へば、變電所に大容量の蓄電池群を設けることも一法であるが、経費と維持に費用を要するので、電鐵用の如き尖頭負荷の激しいもの以外には實用的でない(實例、京阪電鐵の正雀蓄電所)従つて、行ひ得る方法としては、なるべく負荷率の相違する負荷を綜合することである。云ふ迄もなく、同一の負荷率でも、最大負荷の起る時間は負荷の種類に依つて異なるから、其等を綜合して供給すれば負荷率はよくなる。

次に観点を變へて負荷率の大小に應じて電氣設備を如何に設計すべきかを考へて見やう。一体電氣事業の經營に對し年経費はどう云ふ風に分れるかと云ふに、次の2項目となる。

- ① 電気設備に要した投下資本に対する利子、配当金、減損償却金、税金、保険金等で、之れは運轉状況に不拘、一定額を要する。(固定費と假に稱する)
- ② 運轉に要する諸消耗品費(電力損失費も含む)人件費等で、之れを假に運轉費と稱して置く。

然而、負荷率が大きいと②の割合が大きく、負荷率が小さいと①の割合が大きい。故に負荷率の低い負荷に対しては、多少は運轉費が増加しても投下資本即ち建設費の安いやうに設計し、負荷率の高い負荷に対しては建設費が多少は高くなつても運轉費の少い即ち能率のよい設計としなければならない。此の事は配電線のやうな比較的融通性があり、運轉費の割合と小なるものには餘り大きな問題でないが、汽力発電所等の設計では最大の眼目となる。発電所のことはともかくとして、配電線に於て、負荷率の低い場合には電線を比較的細くしたり、柱上變壓器の設置間隔を大としたり、なるべく簡單で小経費の設計とする。負荷率の高い時には之れに反した設計とする。此の氣持ちで設計すれば大過のない設計が得られやう。然而、此の際注意しなければならないのは、將來の需用豫想であつて、將來大いに負荷が増加し得る豫想があれば少々経費が大に失してもよから充分な設計として置く。斯様に負荷が増加すれば必ず負荷率も向上するのであつて、現在の負荷率のみを目安として設計することは策を得たものでない。

〔B〕 需用率と不等率

此處に 5kW 電動機 1 台、1kW の電熱器を 4 台、100W の電燈を 10 箇、50W の電燈を 100 箇を有する需用家があつたとすれば

$$\text{其の取付電力} = 5 + 1 \times 4 + 0.1 \times 10 + 0.05 \times 100 = 15 \text{ kW}$$

であるが、是等の負荷が同時に一勢に負荷せらるゝものでない。即ち電動機も電熱器も電燈も同時に全負荷となるものでない。従つて取付電力と實際に起り得る需用最大電力とは一致しない。此の比を需用率 (demand factor) と云ひ 1 より小さい。

$$\text{需用率} = \frac{\text{需用家の實際の需用最大電力}}{\text{需用家の取付全電力}} < 1$$

例へば上例で實際として 10kW の最大需用電力であれば需用率は $\frac{10}{15} = 0.67$

となる。此の値は負荷の種類、使用機器容量の大小、料金制の別に依つて異なる。其の概略の値を示せば次表の如くである。

尙電燈負荷のみに對しては、住宅用で 20~50%、商店用で 40~100%、工場用で 40~60%、學校用で 40~50%、事務所用で 60~90%、劇場用で 50~90% 等である。又電動機のみ需用率は容量の大きいもの程小さく、台数の多いもの程小さく、例へば 1~2 台では 60~70%、3~5 台では 65%、6~10 台では 50% と云ふやうになつて居る。

第 4.1.1 表 負荷率と需用率の實例

負荷の種類	需用率 %	負荷率 %	負荷の種類	需用率 %	負荷率 %	負荷の種類	需用率 %	負荷率 %
商業地域	98	27	病院	51	32	銀行	31	21
工業地域	73	25	大邸宅	33	16	旅館	65	30
住宅地域	57	32	料理店	85	51	旋盤工場	32	33
學校	69	14	會館	70	29	製材工場	75	20
兵營	29	24	アパート	60	13	印刷工場	65	22

此の需用率を實測するには其の回路に最大負荷表示器、例へばライト最大電流表示器 (『電氣測定工学 参照) 等を設置して測定する。

以上に依つて各需用家の實際に要求する最大需用は需用家に取付けられた電氣設備の總容量に需用率を乗じたものであることが解る。

次に、斯くて求めた各需用家の電力の和が、其の饋電線の最大電力となるかと云ふに、實際ははるかに之れより小さい。これは各需用家の最大電力が同時に起らないからである。又是等の饋電線の幾つかに電力を供給する場合、合成としての最大電力は各饋電線最大電力の和とならない。之れも各饋電線の最大電力が同時に起らないからである。是等の比を不等率 (diversity factor) と云ひ、1 より大きい。

$$\text{不等率} = \frac{\text{系統に接続せられた負荷各箇の最大電力の和}}{\text{系統全体として實際に起る最大電力}} > 1$$

此の不等率は上記の説明よりも明かに、第 4.1.1 圖の如くに各區間に就て考へることが出来る。

$P_0, P_1, P_2, P_3, \dots, P_{11}$ の負荷電力を有する各需用家に饋電線 A, B, C 及變壓器 T_1, T_2, \dots, T_5 を通じ電力を供給する場合、各區間の不等率は次の如くなる

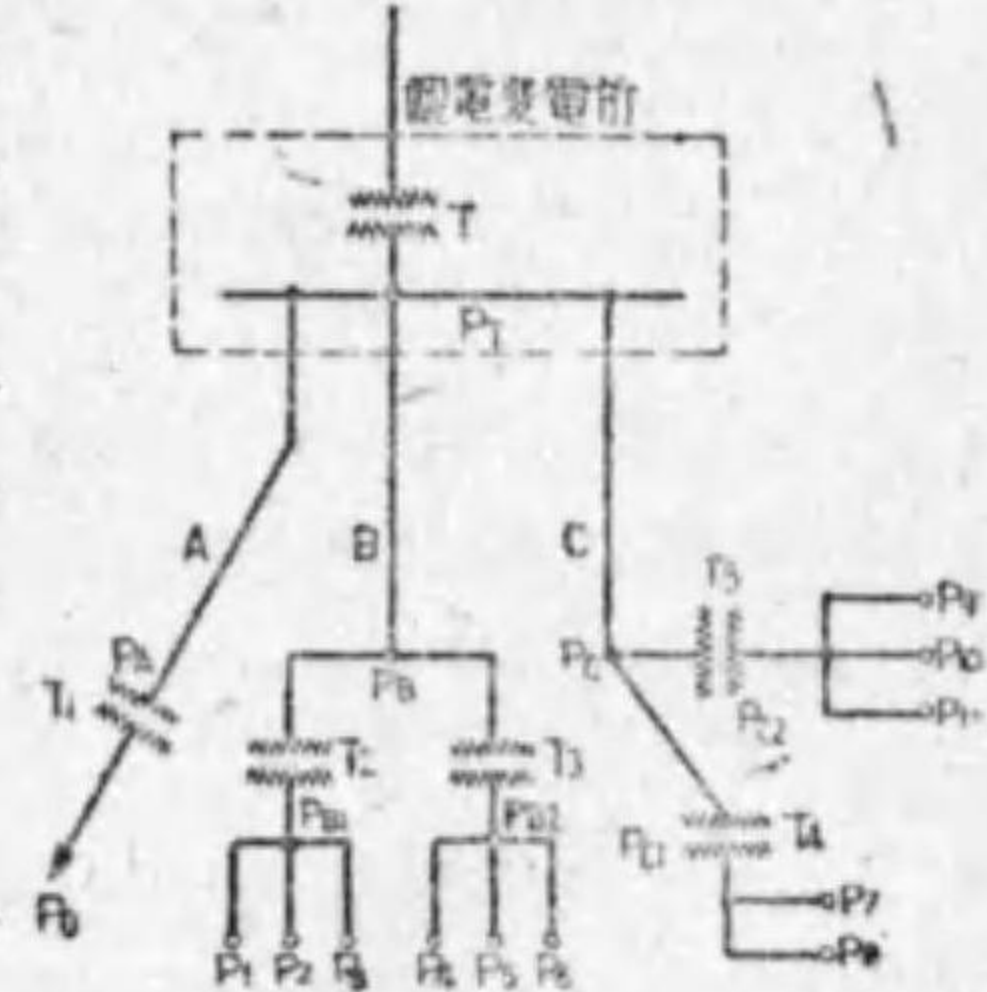
① 需用家と柱上變壓器間の不等率、例へば T_2 變壓器の最大電力を P_{B1} 、各需用家の最大電力を P_1, P_2, P_3 とせば

$$\text{不等率} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{P_{B1}}$$

同様に T_3 に於て $\frac{(P_4 + P_5 + P_6)}{P_{B2}}$ T_4 に於て $\frac{(P_7 + P_8)}{P_{C1}}$ T_5 に於て $\frac{(P_9 + P_{10} + P_{11})}{P_{C2}}$

となる。

② 變壓器と饋電線間の不等率、例へば、B 饋電線の最大電力を P_B 、C 饋電線の最大電力を P_C とせば



第 4.1.1 圖

$$B \text{ に於ける不等率} = \frac{P_{B1} + P_{B2}}{P_B} \quad C \text{ に於ける不等率} = \frac{P_{C1} + P_{C2}}{P_C}$$

④ 饋電線と變電所間の不等率、本圖で配電用變電所の全体としての最大電力を P_T とせば

$$\text{變電所に於ける不等率} = \frac{P_A + P_B + P_C}{P_T}$$

同様にして、配電用變電所より受電端變電所、發電所に至る間の不等率を定め得る。

此の不等率の値は負荷の種類並其の使用状態に依つて異なるのであつて、其の一例を示せば第 4.1.2 表の如くである。此の不等率が大きいと云ふことは、同一の

第 4.1.2 表 不等率の實例

區別	住宅電燈	商業地電燈	一般動力	大口電力
需用者相互間	3.35	1.46	1.44	—
變壓器相互間	1.30	1.30	1.35	1.15
ファイダー相互間	1.15	1.15	1.15	1.15
變電所相互間	1.10	1.10	1.10	1.10
需用者と變壓器間	3.35	1.46	1.44	—
同ファイダー間	4.36	1.90	1.95	1.15
同變電所間	5.02	2.19	2.24	1.32
同發電機間	5.52	2.41	2.46	1.45

(註) 需用者と變壓器間 = 需用者相互間 = 3.35
 需用者とファイダー間 = 3.35 × 1.30 = 4.36
 需用者と變電所間 = 3.35 × 1.3 × 1.15 = 5.02
 の如くに計算した。

- ① 各需用家に於ける設備容量の總和に需用率を乗じて、夫々の最大需用電力を求める。
- ② 之れに應ずる引込線の太さを適當に撰定する。
- ③ 是等 1 群の需用家に供給する柱上變壓器の容量は各需用家の最大需用電力の和を需用者相互間の不等率で除して求める。斯くて低壓幹線の太さを定める。
- ④ 次に各柱上變壓器の容量の總和を柱上變壓器の不等率で除し、是等 1 群の變壓器に供給する高壓幹線並饋電線の容量を定むる。
- ⑤ 次に各饋電線の容量の總和を饋電線間の不等率で除して配電用變電所の容量とする。

但し、前にも云つたやうに、負荷の現在並將來を考へて充分に餘裕ある設計としなければならない。

設備で多くの負荷に供給し得ることを示してゐる。一般に負荷率のよいもの程、同様に重なるから不等率が小さい。従つて定額制のもののは従量制のものより不等率は小さい。

〔C〕 配電線施設の負荷容量の算定

其の一般的な手続きを示すと次の如くなる。

例へば第 4.1.1 圖に於て、各需用家の設備容量の和に需用率を乗じた P_1, P_2 の値が kVA にて $P_1=50, P_2=40, P_3=30, P_4=10, P_5=120, P_6=20$ とし、需用者間の不等率を 2 とせば

$$T_1 \text{ の容量 } P_{B1} = \frac{50+40+30}{2} = 60 \text{ kVA}$$

$$T_2 \text{ の容量 } P_{B2} = \frac{10+120+20}{2} = 75 \text{ kVA}$$

次に變壓器間の不等率を 1.35 とすれば

$$B \text{ 饋電線の容量 } P_B = \frac{60+75}{1.35} = 100 \text{ kVA}$$

斯様に求めた、他の饋電線の容量が $A=1000\text{kVA}, C=550\text{kVA}$ とし、饋電線間の不等率を 1.1 とせば

$$\text{配電用變電所の容量} = \frac{1000+100+550}{1.1} = 1500\text{kVA}$$

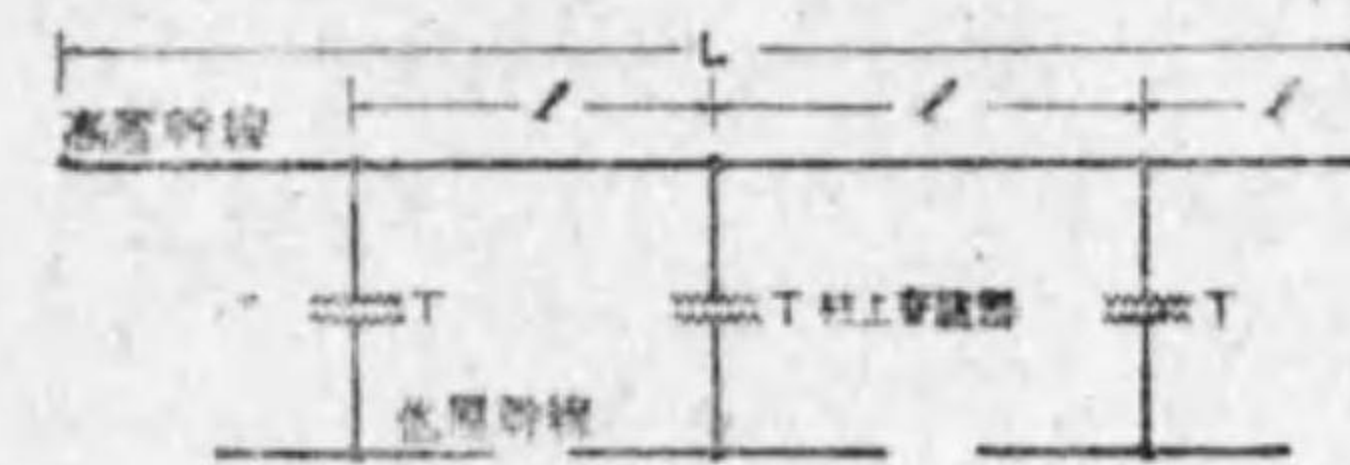
斯様にして配電線施設の各部に於ける負荷容量を定むる。

(註) 上記の如くに、不等率には横斷的な需用者相互間、又は變壓器間のものと同斷的な變壓器と需用者間、又は變電所と需用者間のものがある。其の用法は、例へば變電所と需用者間の不等率が 5 であれば各需用家の綜合電力 5000kVA に對し、變電所は $5000/5=1000$ kVA の設備でよいと直ちに求められる。

要するに負荷率、需用率、不等率は共に各負荷が夫々の種類に依り他と異つた時間的特性を有する結果生じたものである。従つて克く其の間の關係を研究して電線の太さ、柱上變壓器及配電用變電所の容量を無駄なく定めねばならない。但し前にも云つたやうに將來の需用増加に應じ得る若干の餘裕は考慮されねばならぬ。

〔D〕 柱上變壓器の經濟的分布

茲に一つの高壓幹線があつて、其の延長方向に負荷が分布せられて居るとき、柱上變壓器の箇数を少くすれば變壓器費は減少するが、二次低壓線は長くなり、一定の電壓降下に對して太さを大とするを要し、此の電線費を増加する。之れに反して柱上變壓器間の距離を小、即ち箇数を増せば變壓器費は増加するが低壓配電線費は減少する。從而、兩者の和を最小とする、即ち最經濟的な柱上變壓器の間隔が存在する。之れは柱上變壓器の容量を定める基本ともなることであるから、最も簡單な原則の場合に就て經濟的關係を求めて置く。



第 4.1.2 圖の如く、全長 L の高壓幹線に於て單位距離毎の負荷密度 P 、此の負荷に對して l 米毎に柱上變壓器 T を設置したとすれば、其の容量は $l \times P$ なるを要する。今變壓器の價格及

第 4.1.2 圖

設置費を容量に比例する部分と容量に関せず一定なる部分に分つて $(a_1/P + b_1)$ を以て表はす。又低圧電線及此の施設費用を其の太さ S に比例する部分と太さに無関係の部分に分ち l 米で $(a_2S + b_2)l$ とすれば、単位長毎の低圧線の全費用は

$$M = (a_1/P + b_1) \frac{1}{l} + (a_2S + b_2)$$

此の高圧幹線の全負荷電力を P とし、変圧器箇数を n とすれば $lP = \frac{P}{n}$

$$l = \frac{P}{n} \text{ となり}$$

$$M = \left(a_1 \frac{P}{n} + b_1 \right) \frac{n}{L} + (a_2S + b_2) \text{ となる。}$$

次に低圧幹線内の許容電圧降下を e とすると

$$e = \rho \times \frac{l}{S} \times i = \rho \times \frac{l}{S} \times \frac{Pl}{E} \quad \begin{matrix} \text{但し } \rho \text{ は固有抵抗} \\ E \text{ は低圧線の電壓} \end{matrix}$$

$$S = \frac{\rho Pl^2}{Ee} = \frac{\rho PL}{Ee} \times \frac{l^2}{n^2} = K \frac{1}{n^2} \quad K \text{ は常數}$$

之れを上式に代入すれば

$$M = a_1 \frac{P}{L} + b_1 \frac{n}{L} + \frac{a_2K}{n^2} + b_2$$

如何なる n の値にて M が最小なるかを求むるに

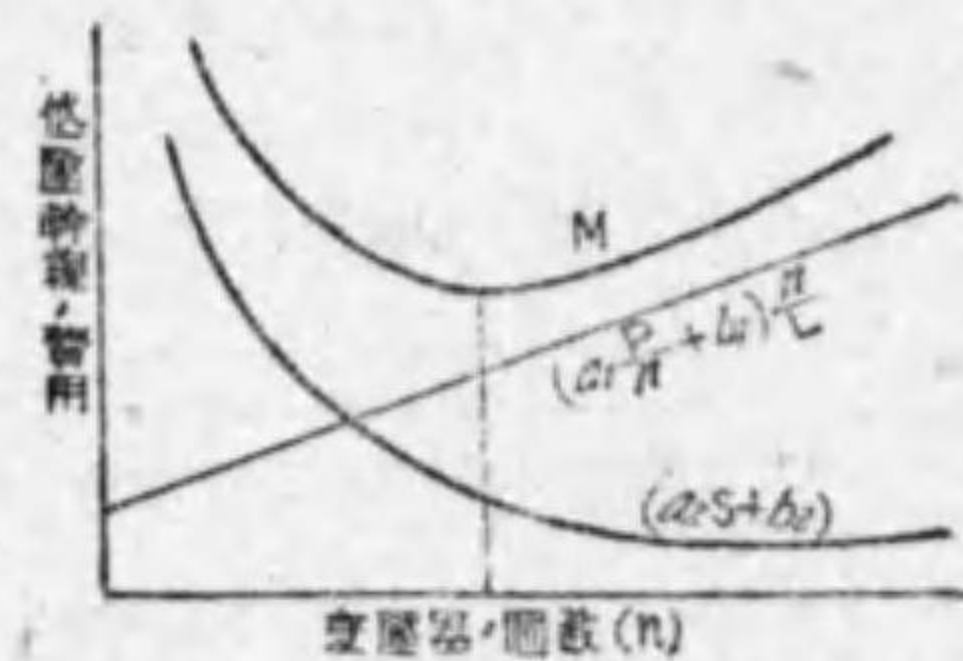
$$\frac{dM}{dn} = \frac{b_1}{L} - \frac{2a_2K}{n^3} = 0 \quad n = \sqrt[3]{\frac{2a_2LK}{b_1}}$$

故に最經濟的なる變壓器間の距離 $l = \frac{L}{n} = \frac{L}{\sqrt[3]{\frac{2a_2LK}{b_1}}}$

即ち、變壓器の箇数 n を増すと低圧幹線の費用は略々其の自乗に比例して減少し、 n が上式の値となるとき最經濟的となる。之れを圖式的に求むるには第 4.1.3 圖の如くに、變壓器の箇数を横軸に、之れに應ずる變壓器費及び低圧配電線費の和を縦軸に取つて曲線を畫き最小値を定むる。

上述した方法は他の同様な問題にも屢々應用されるものであるからよく理解して置かれたい。

4.2 電線の撰定



第 4.1.3 圖

(A) 配電線の設計と電線方針の撰定

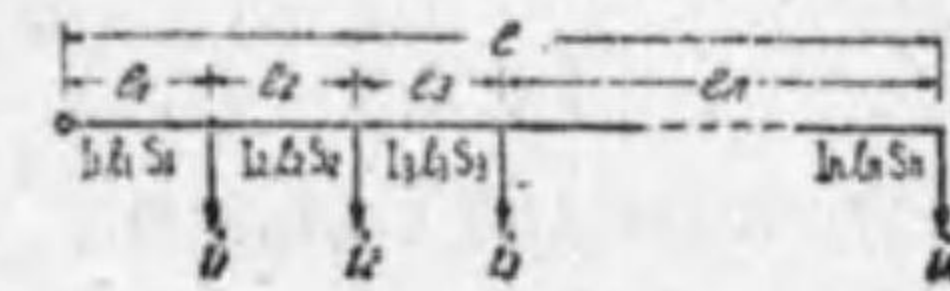
既に述べたやうに、配電線の設計の基本的要件は確實なる送電(無停電)と電壓並周波數變動の小なること、漏電等に依る災害の防止を主眼とし、之れが經濟的に實施さるゝにある。故に電線の撰定に當つても是等の條件を満足し得るやうに

- ① 電線内の電壓降下を一定値以下とすること。
- ② 電線の絶縁よく機械的強度を十分とすること。
- ③ 電線の溫度上昇を限定して火災の危險、絶縁物の劣化を防止する。
- ④ ケルビンの法則 (kelvin law) に依り最も經濟的な太さを撰ぶこと。

以上の諸項目をよく考慮して定むる。此の内ケルビンの法則に就ては第五卷 5.3 に詳述されてゐるから今一應研究されよ。

(B) 電線の經濟的太さ

電壓降下其の他の制限が少しもない場合に最も經濟的な電線の太さは既に述べたケルビンの法則に依つて決定せられるのであるが、低圧配電線に於ては此の法則に依る迄もない。又、配電線に於ては多くの場合電壓降下が制限せらるゝから一定の電壓降下に對して如何なる電線の太さを撰定すれば最經濟的であるかを研究する方が意義がある。其の一例として第 4.2.1 圖の如き二線式配電線に於て各点の負荷電流を $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$ 、各區間の電線の太さ及長さを $S_1 l_1, S_2 l_2, \dots, S_n l_n$ とし末端迄の電壓降下が e と制限され



第 4.2.1 圖

たとき各部の電線の太さ $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ を如何に撰定すれば最經濟的となるかを求めて見やう。

今各區間の電壓降下を e_1, e_2, \dots, e_n と假定すれば、各部電線の太さは

$$S_1 = \frac{2I_1 l_1}{k e_1} \quad S_2 = \frac{2I_2 l_2}{k e_2} \quad \dots \quad S_n = \frac{2I_n l_n}{k(e - e_1 - e_2 - \dots - e_{n-1})}$$

但し $I_1 = i_1 + i_2 + \dots + i_n \quad I_2 = i_2 + i_3 + \dots + i_n \quad \dots \quad I_n = i_n$

故に銅の全所要量 $V = 2(l_1 S_1 + l_2 S_2 + \dots + l_n S_n)$

$$V = 4 \left\{ \frac{I_1 l_1^2}{k e_1} + \frac{I_2 l_2^2}{k e_2} + \dots + \frac{I_n l_n^2}{k(e - e_1 - e_2 - \dots - e_{n-1})} \right\}$$

V が最小なる爲めには $\frac{\partial V}{\partial e_1} = 0 \quad \frac{\partial V}{\partial e_2} = 0 \quad \dots \quad \frac{\partial V}{\partial e_{n-1}} = 0$

が同時に成立するを要する

$$\begin{aligned} \text{従つて } \frac{I_1 l_1^2}{k e_1^2} - \frac{I_n l_n^2}{k(e-e_1-e_2-\dots-e_{n-1})^2} &= 0 \\ \frac{I_2 l_2^2}{k e_2^2} - \frac{I_n l_n^2}{k(e-e_1-e_2-\dots-e_{n-1})^2} &= 0 \\ \frac{I_{n-1} l_{n-1}^2}{k e_{n-1}^2} - \frac{I_n l_n^2}{k(e-e_1-e_2-\dots-e_{n-1})^2} &= 0 \end{aligned}$$

然而 $e-e_1-e_2-\dots-e_{n-1}=e_n$ であり $e_n^2 = \frac{4I_n^2 l_n^2}{k^2 c_n^2}$

故に上式の各項は次の如くに書き換へ得る。

$$\begin{aligned} \frac{S_1^2}{I_1} - \frac{S_n^2}{I_n} &= 0 \quad \frac{S_2^2}{I_2} - \frac{S_n^2}{I_n} = 0 \dots \frac{S_{n-1}^2}{I_{n-1}} - \frac{S_n^2}{I_n} = 0 \\ \text{従つて } \frac{S_1^2}{I_1} &= \frac{S_2^2}{I_2} = \dots = \frac{S_{n-1}^2}{I_{n-1}} = \frac{S_n^2}{I_n} = a^2 \end{aligned}$$

即ち各區分の太さを $S_1:S_2:S_3:\dots = \sqrt{I_1}:\sqrt{I_2}:\sqrt{I_3}:\dots$ となるやうに撰定する。或は又、電流密度 (S_1/I_1) を d とすれば

$$\frac{S_1}{d_1} = \frac{S_2}{d_2} = \dots = \frac{S_{n-1}}{d_{n-1}} = \frac{S_n}{d_n} = a^2$$

電流密度を太さの比とする。

扱、此の場合の最小電線量 V_{min} は

$$V_{min} = 2a \sum_1^n \sqrt{I_n} l_n = \frac{4}{k e} \left(\sum_1^n \sqrt{I_n} l_n \right)^2$$

然し實際の場合は電線の太さを斯様に各區間に依つて變更し得るものでなく、全長に亘り同一太さの電線が使用されるのが普通であつて

$$r = \frac{1}{k} \frac{l}{S} \quad e = 2 \sum I r = \frac{2}{k S} \sum I l = \frac{2}{k S} \sum I L$$

但し l は各區間の互長、 L は饋電点よりの距離

$$\text{所要電線量 } V = 2SL = \frac{4I_n}{k e} \sum I L$$

即ち電壓降下 e が與へらるれば一義的に定つて仕舞ふ。

(註) 以上の k は固有抵抗の逆數で、 S を平方耗、 l を米とすれば硬鋼線に於て $k=55$ となる。

〔C〕 配電線の太さ及絶縁種別

實際、架空配電線として一般に使用せらるゝ電線の太さは、單線では 2, 2.6, 3.2, 4 及 5 耗の 5 種であつて、撚線としては 22, 30, 38, 50, 60 及 100 平方耗の 7 種である。是等の撰定は電壓の種類、市街地及市街地外に依つて異り、

大体第 4.2.1 表の如くである。

第 4.2.1 表 配電線に於ける使用電線一覽

電壓別	地方別	絶縁程度	太さ	備考
高壓線	市街地	裸硬鋼線 第一種絶縁硬鋼線 第三種絶縁硬鋼線	22平方耗以上 5耗以上 4耗以上	5米以上の道路 普通使用せず
	市街地外	裸硬鋼線 裸硬鋼線 第一種絶縁硬鋼線	4耗 22平方耗以上 5耗以上	田畑山林等に限る
低壓線	市街地	第一種絶縁硬鋼線	2.6耗以上	
	市街地外	裸硬鋼線 第一種絶縁硬鋼線	2.6耗以上 2.6耗以上	人家に接近せぬ場合に限る

既に第五卷 P18 以下で述べたやうに、電線の被覆絶縁物は通過電流が大となると其の温度上昇に依つて過熱せられて損傷される。又遂には心線を熔断するに至るから適當なる安全電流を定めねばならない。其の値は絶縁物の種類、施設場所、氣温等に依つて異なるが、碍子にて架設せられた場合の屋内外に於ける大体の値を示せば第 4.2.2 表の如くである。

第 4.2.2 表 安全電流の表

	太さ	木綿絶縁鋼線		ゴム絶縁電線	
		屋内(A)	屋外(A)	屋内(A)	屋外(A)
單線	2耗	25	23	22	22
	2.6耗	35	30	30	30
	3.2耗	50	45	45	40
	4耗	60	55	55	45
	5耗	85	75	75	60
撚線	22平方耗	95	85	85	75
	30耗	120	110	95	88
	38耗	155	130	130	105
	50耗	160	150	150	125
	60耗	190	175	175	145
	100耗	280	260	230	210

4.3 支持物の撰定

架空電線を地表上適當な高さに支持するものが電柱であつて、配電線用(最高 50 kV 迄)の電柱として廣く用ひられるのは木柱である。之れに次で鐵筋コンク

リート柱及鐵柱が稀に使用されて居る。

〔A〕 木 柱

木柱としては檜が最も適當（強度が大で耐久力があり、節が少く、眞直ぐで長い）であるが、豊富低廉に得られないので杉が最も普通に使用せられ、その他、銀夷松や赤松も採用されてゐる。是等の木柱には素材のまゝのもの、防腐劑を注入したものがある。素材のまゝでは其の壽命が8~10年であつて、腐蝕の原因は菌類だのバクテリアが發生して木質を侵蝕するので、特に地際、腕木、柱頭の部分が腐蝕し易い。故に柱頭に塗金を附し、地際にはコールタールを塗つて腐蝕を防ぐのであるが、これのみでは充分でない。其處で木柱にクレオソート、マレニツト、硫酸銅（丹礬）等の防腐劑を注入する。斯くすると價格は高くなるが、注入が完全なら壽命は約2倍（15~20年）となる。

〔註〕 注入柱として多く用ひられるのはクレオソート又はマレニツト注入のものであつて普通柱に比し前者は黒色を、後者は黄色を呈して居るから一見して判別せられる。次に是等の注入作業を簡単に記して置く。

クレオソート注入作業 素材を伐採後3ヶ月乃至1年放置して充分に乾燥（重量540kg/m³）し、密閉罐に入れ、壓力約1kg/cm²位の蒸氣を數時間通じて加熱し、次に罐内を眞空として1~2時間放置する。斯くすると樹液が全く出て仕舞ふ（或は又、蒸氣の代りに60°C位に加熱した空氣を24時間以上罐内に通じてから、通風の不良な處で48時間以上放置する）上記のやうな處理が終れば60°C~100°Cに熱したクレオソートを3~4kg/cm²の壓力で2時間以上、注入材1立方メートルに付約160立以上を注入する。

元來、此のクレオソート液はコールタールから精製したもので、等量のアルコールと混和して注入される。殺菌及防水の兩作用がある。

マレニツト注入 マレニツトは非化曹連を主とした防腐材で、之れを100倍の水で溶解し前同様、罐内で50°C以下で約230kg/m³位を加壓注入する。

丹礬注入（純度98.5%以上の硫酸銅1kgを水90立に溶解したもの）も同様であつて本注入柱は白色を呈し、木質は美しいが壽命は劣る。又本注入柱は腕木取付用のボルトを腐蝕せしむるから、ボルト等には亜鉛鍍を施す。

配電線に使用せられる木柱は長さ7~18m、末口14~24cm、年輪木心共25~30以上であつて、末口（上部切口）から本口（根元切口）の方に太くなつて行く直徑の増加率は1/100（松材は0.8%以上）が標準とされて居る。（又、末口と本口の中心を結ぶ直線外に柱身が出てはならぬ）彎曲に對する破壊強度は、杉400kg/cm²、檜500kg/cm²（工規細57條）が標準である。

〔B〕 コンクリート柱

コンクリート柱には現場打ちのもの、工場作りのものがある。前者は建柱すべき現場に鐵筋を組立て、コンクリート（セメント1、砂2、砂利4）を打つて電

柱として居る。工場製の鐵筋コンクリート柱は螺旋狀の鐵筋を圓筒内におさめ、此の圓筒を高速度に回轉させ乍らコンクリートを打つたもので、柱の内部は中空であり、現場打ちのものに比し遙かに輕量である。従つて、現場打ちのものは建設後其の位置を変更することは殆んど不可能であるが、工場製のものは木柱と同様に取扱ひ得る。何れにせよ高價ではあるが壽命が半永久的であるから、大都會の配電線用の電柱とか、或は建替への困難な場所に適して居る。今日、時局柄、コンクリート柱を以て鐵塔、鐵柱に代用しつゝある。此の際、工作上、架線の取付が相當に困難となる。

〔註〕 木柱に比し利益とする處は

① 形狀、寸法、張度が任意に設計せられ、太い電線を數多く架渉する市街地の支持物として適當である。但し製作に當つては充分に注意しないと鐵筋周圍のコンクリート内の厚さに不同を生じ設計通りに行かない。

② 耐久力が大で半永久的である。（腐蝕、焼損の心配なし）

③ 現場打ちの便宜がある。

缺點としては、先きにも述べたやうに、高價なこと、水の少い處では現場打ちに困難、又運搬費が大、地震等に際し傾斜し易く、復舊作業に困難、建替への困難等が擧げられる。

〔C〕 鐵 柱

配電線として鐵柱の用ひられることは極めて少く、他の電柱では間に合はない例へば河川を横斷する場合等で大なる強度を必要とするとき、鐵材を組合せて鐵柱を用ふる。此の場合の設計は第五卷で述べられた鐵塔の組合に準じて行へばよい。今日では重要物資の節約上、從來、鐵柱を用ひて居つたやうな處もコンクリート柱が使用せられてゐる。

4.4 罫子類の選定

罫子に就ては既に第五卷に述べられた通りであつて、此處では配電線に用ひられる代表的の數例を記するに止むる。夫等の構造は第4.4.1圖に示す通りであつて、ピン罫子（Pin type insulator）は腕木に植込むピン（捻子切りされた鐵製心棒でナツト締付）を有し、之れがセメントで磁器製罫子に取付けられて居る。茶台罫子（Shackle insulator）は圓筒形で、中央に孔を有し、中空部分にボルトを挿入して固定する。主に電線路の引留、分岐等の耐張箇所に採用され、中央の線溝に電線を捲きバインド線をかける。

此の外に、造管材外面にピンを木捻子止めとするやうに罫子のピンを曲げた曲心罫子、或は直接捻込むやうにされた曲捻込罫子等がある。

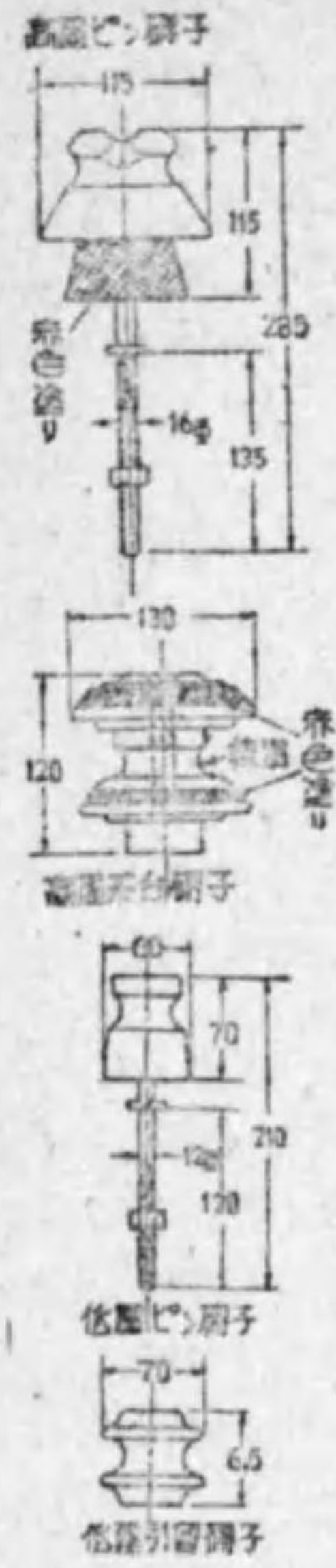
一般に高壓用罫子には圓の如くに表面の一定部分を赤色に着色する。尤も低壓線でも晝夜間、夜間、接地の各線の判別を明瞭ならしむる爲めに、茶色、白色、

水色等に着色されることもある。

4.5 線路の實測と工事設計明細書

配電線路の建設に當つて、工事施行に就き申請すべき事項は電氣事業法施行規則に示されて居る。其の重要なものは配電線路實測圖と工事設計明細書である。

實測圖は配電線路の設計、施設、建設に缺き得ないもので、申請書に添附すべきものには市街地及其の附近部分は縮尺二千分の一以上（其の他の部分は縮尺五千分の一以上）とし、變電所、配電區域、經路及附近町村の境界及名稱、地形、電線路の位置より約 100m 以内にある弱電流電線路、電線地表上の高さの 1 倍以内にある他の電線路及鐵道、軌道、道路、要塞地との關係等を記載する。建設上の實測としては柱間距離、線路の互長、配電線路と需用家、其の他工作物との關係を調査し、電柱建設敷地を選定する。一方線路の直線及曲線等の測定をし是等を元として先づ配電線路實測平面圖及縱斷面圖を作製する。（但し、配電線路は平坦なる地に建設せられることが多いから縱斷面圖は特殊の箇所の他は必要でない）平面圖を作製するには陸地測量部の五万分の一の地形圖を用ひ得れば電線路の左右 100m 宛位を 5 倍大に引き伸ばし實測の下圖とすれば便利である



第 4.4.1 圖

工事設計明細書に記載すべき事項も亦、配電線路設計の順序を示すものとも解く得べく、心得へて置く必要がある（電氣事業法施行規則第十四條七項参照）次に其の一例に就き示そう。

工事設計明細書

配電設備

送電關係一覽圖（電氣事業法施行規則、七條様式参照）

別紙添附圖第何號参照

發電所名……供給別（供給用、電鐵用）出力、發電機變壓器定格……送電線（開閉所）……最大電壓、相、線式、線の太さ、線路互長……變電所名……供給別、出力機器定格、配電線、連絡線……送電線に準ず、等を記する。

(イ) 電氣方式（交直の別、相、線の數、配電電壓、需用者端子電壓等を記する）

交流何相何線式 周波數何サイクル
配電電壓 高壓何 V 低壓何 V 及何 V
需用家端子電壓 電動機何 V 電燈何 V

(ロ) 架空電線路の構造（電線、支持物、架線の詳細を記する）

電線及被覆絶縁の種類

高壓 何相何線第何種絶縁電線

低壓 何相何線第何種絶縁電線

（特別高壓では線條數太さ、電線相互間の間隔及搭架の方法も記載する）

電柱構造圖

第何號 高壓低壓及電話線添架柱設計圖

第何號 弱電流電線鐵道及道路横斷柱設計圖

第何號 河川横斷 H 字形柱設計圖

支持物 最大柱間距離何米、平均柱間距離何米

（註）上記の各種圖面の特殊箇所、架空弱電流線、道路鐵道と交叉する處、河川横斷箇所、曲線線路、道路屈曲箇所其の他に就き支持物の構造（末口、高さ、形狀等）建柱の詳細（根入、支線、支柱、根柢、交叉角度、電線の地表上の高さ等）或架線に就ては搭架、碍子の着色、電柱番號札等に就き詳細を記する。

地中電線路では電線に對し心線及被覆絶縁物の種類、電壓の區別（特高線は線條數、心線の數と太さ）布設方法（暗渠、線渠、直接埋設等の別に依る布設方法の概要）地中函、接続函等の構造其の他の工作物との關係、施設すべき工事の構造等を詳細に記する。

(ハ) 變壓器（一次、二次電壓、相、特高のものは其の位置）

相 何相 一次電壓 何—何—何 V 二次電壓 何—何 V

(ホ) 保安裝置（種類及構造の概要、保安電話設備に就き）

電柱の避雷裝置並線路の避雷及絶縁區分施設

電柱には總て何相（普通 4mm）の亞鉛鍍裸鐵線を電柱頂部より何種（約 30cm）突出せしめ、之を電柱にステーブルを以て添設して其の一端を電柱の本口に止め、完全に接地する地線を設くる。電線路の何箇所何地点に何型の避雷器を設置し、何地点何箇所に區分油入遮斷器を設置する（第何號圖）

變壓器二次側の接地（工規本 26 條細 27, 28 條）に依り完全に接地す

保安電話施設（回線關係）何號参照

回線の方式	何線式
設置場所	何縣何郡何町何番地
電線の種類太さ	何耗何線
保安装置	電話線の避雷、過電流保護装置

以上に依つて配電線建設工事に對し一通りの輪廓を看取されたことと思ふ。次に配電線路の建設工事の概要を記することとしよう。

4.6 支持物工事

(A) 裝柱施設

支持物工事を分つと、架線に必要な裝備を電柱に施す裝柱施設と、電柱を建設又は建替へする建柱及撤去工事、支持物を補強する支線並支柱工事の三つに分類することが出来る。先づ裝柱施設から説明することとしよう。

① 笠金、腕木、腕金の取付 柱頭から濕氣或は雨水が浸入して電柱の腐蝕することを防止する爲めに柱頭を圓錐形又は楔形に削つて防腐劑を塗布したり、又は笠金をつける腕木は電柱に取付けて、碍子を植込み電線を支持し、又は變壓器を電柱に裝置するのに使用せられる。材料は楡、又は樺で、時としてクレオソート注入のものが使用せられて居る。其の長さは一般に、高壓で 150cm、低壓で 75~120cm とされる。腕木を電柱に取付くるには、電柱に腕木の入るだけの切込みをつける場合もあるが、此の方法では此の切込みから電柱が腐蝕し易いので切込みをつけずに取付くことが多い。之れが補強材としてブレース、アームタイ等を使用する。腕木の取付位置は概ね柱頭から 30cm 以下とし、多數の腕木を取付くる場合には、特殊の場合の外は（工規細 44 條）高壓線を低壓線の上部として別箇の腕木に架設し、相互間を 50cm 以上離隔する。（工規本 44 條）尙碍子型開閉器の腕木は高壓腕木の下に、添架電話線用の腕木は最下部にする。

1 本の腕木を 2 本の電柱で支持する方法に A 柱と H 柱がある。A 柱は電柱 2 本を上部で重り合せ下部は三角形に根開きを持たせて居る。H 柱は電柱 2 本を並行に立てたもので、是等に對して 1 本の電柱のものを單柱と稱する。單柱、A 柱、H 柱の強度の計算は工規細 38 條を参照せられたい。

② 足場釘、番號札等の取付 高壓配電線路は保守上屢々電柱に昇降しなければならぬから、之れが足場とする釘を裝柱時に腕木取付位置以下地上 1.8m 以上數段に植込んで置く。此の際、電柱に裂目を與へないやうに千鳥型に打付くる。足場釘のない電柱に登るには昇降器（足に沓く、内側に圓形に曲つたもの）に依る。又工規本 36 條に依れば、電柱には事業者名、電柱番號、建設年月日を記入した札、又は高壓、特高線には適當な感電防止標を道路より見易い處に取付

けねばならない。（工規細 39 條）

裝柱を建柱前に行ふのなら、なるべく交通に支障のない處で行ひ、建柱後に諸材料を綱（箆）に入れて引揚げ、不用品も同様にして引下げ、傷害防止に注意する。

③ コンクリート柱の裝柱 コンクリート柱に腕木其の他を取付くることは甚だ困難であり、強度も充分でない。現場打ちのものは、コンクリート打ちの際取付ボルトを埋込み、足場釘其の他の必要材料で、柱身に打ち込む必要のあるものは總て假構時に所要位置に取付け、施行の際に狂はないやうにする。

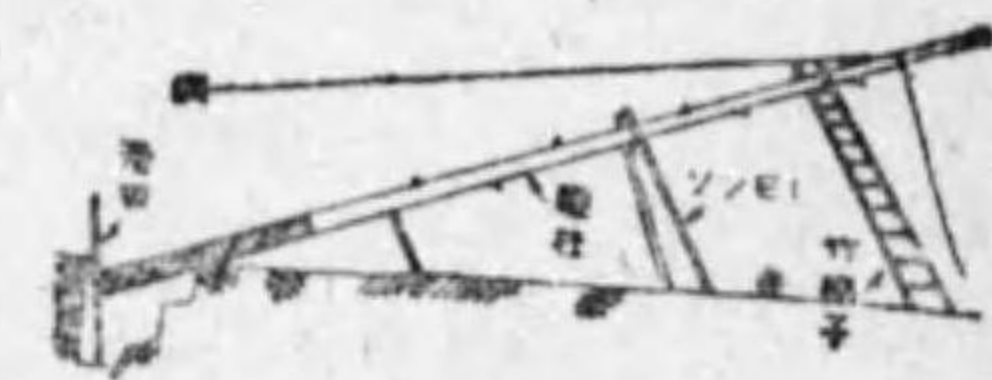
鐵柱に對する裝柱法は鐵塔に準ずるから、第五卷で記述された處を参照せられたい。

(B) 建柱及撤去工事

電線路に於ける支持物の施設に就ては工作物規程第二章第 31 條以下に詳しく規定されて居るから、電線路經過地豫定圖に依り測量杭を打ち、之れに支持物の名稱、番號等を記入した赤色標識をする。斯く其の位置が揆定さるれば掘鑿作業になるが、其の要領は建柱すべき地点の地形及狀況に依つて異なる。

其の最も多いのは道路上の建柱であつて、此の場合には道路管理者に其の旨を届出ねばならない。先づ砂利道路を掘鑿するには路面の砂利を取り、次に衣土厚さ 15 ㎝位を掘起し、割栗石等を除き、下層土と混合せぬ様に別々に積んで置く。道路以外の場所でも土地所有者とよく協定して農作物等には被害を與へないやうに着意する。此の掘孔は木柱の建起しに都合のよい形とし、其の深さは根入れの長さで異り、柱長 12m 以下のものは 2 段掘り、以上のものは 3 段掘りとされる。第 4.6.1 圖は 3 段掘りの場合を示して居る。

同圖に就て建柱作業を説明すると、穴の底部に滑板を設け（建起しの際、穴の崩壊するのを防ぎ、電柱根元の滑りをよくする）電柱の根元を滑板に持つて來て、之れをソーンモー又は竹梯子等で支へながら根元を穴の下部に滑り込ませる（車の動く所なら電柱を車上にのせて持ち入れてから車を取り去る）又柱頭には綱を結び、之れを索



第 4.6.1 圖

いて建起するのであるが、此の際、動搖せぬ様に左右に控綱を取る。斯様にして電柱が 8 分通り立つたなら、滑板を除き反對側より梯子等で支へ倒壊を防ぐ。電柱が直立すれば腕木が線路と直角になる迄、彎曲線路では腕木が線路と爲す角度を 2 等分し得る迄、木廻し横杆で電柱を廻して方向を定める（此の木廻しと云ふのは電柱の辭、腕木等の方向を線路に對し適當な向きとすること、電柱の末口より見て反時計式に廻すことを左引き、其の反對を右引きと云ふ）次に、穴の約

1/2 を埋戻した上、地面より根入りの約 1/2 の所で張力の側に張力と直角の方向の根柢を取付ける。斯くして埋戻しを續行する。

(註) 根柢はブロックとも云ひ、木柱の倒壊と沈下を防ぐ補強材であつて、一般に、杉、生松材、古電柱で末口 15cm 以上、長さ 1~2m の丸太を使用する。極く稀にコンクリートが使用せられることもある。地盤が軟弱であつたり電柱の受くる張力が大きい場合には根入の 1/2 及 2/3 の箇所一方は張力の側に他方は其の反対側に張力と直角方向に設けることもある。A 柱又は H 柱で大きな張力を受けるものは長大な根柢を共通に取付ける。

既設電柱の建替へ又は特に長尺物の電柱は直接に立起しが出来ないから吊込建柱を行ふ。其の方法は既設柱を利用するか又は穴の側に台柱を設け之れに滑車を適當に取付け、建設柱の牽綱を之れに通して建起す。或は又、エンヂン動力を使用する場合もある。

(註) 電柱の補強材としての支線支柱に就ては項を改めて述べるが、次に根柢と車除けを説明して置く。元來電柱の腐朽は地際が最も激しい。又、車馬の往來の爲めに損傷される虞があるから地際に丸太の添木又は鐵線、平線等を巻付ける。既設柱が地際から腐朽した時は其の部分を取り取り防腐劑を塗布して末口を稍斜めに削つた丸太を電柱に添つて立て、其の上を亜鉛鍍鐵線で縛縛する。

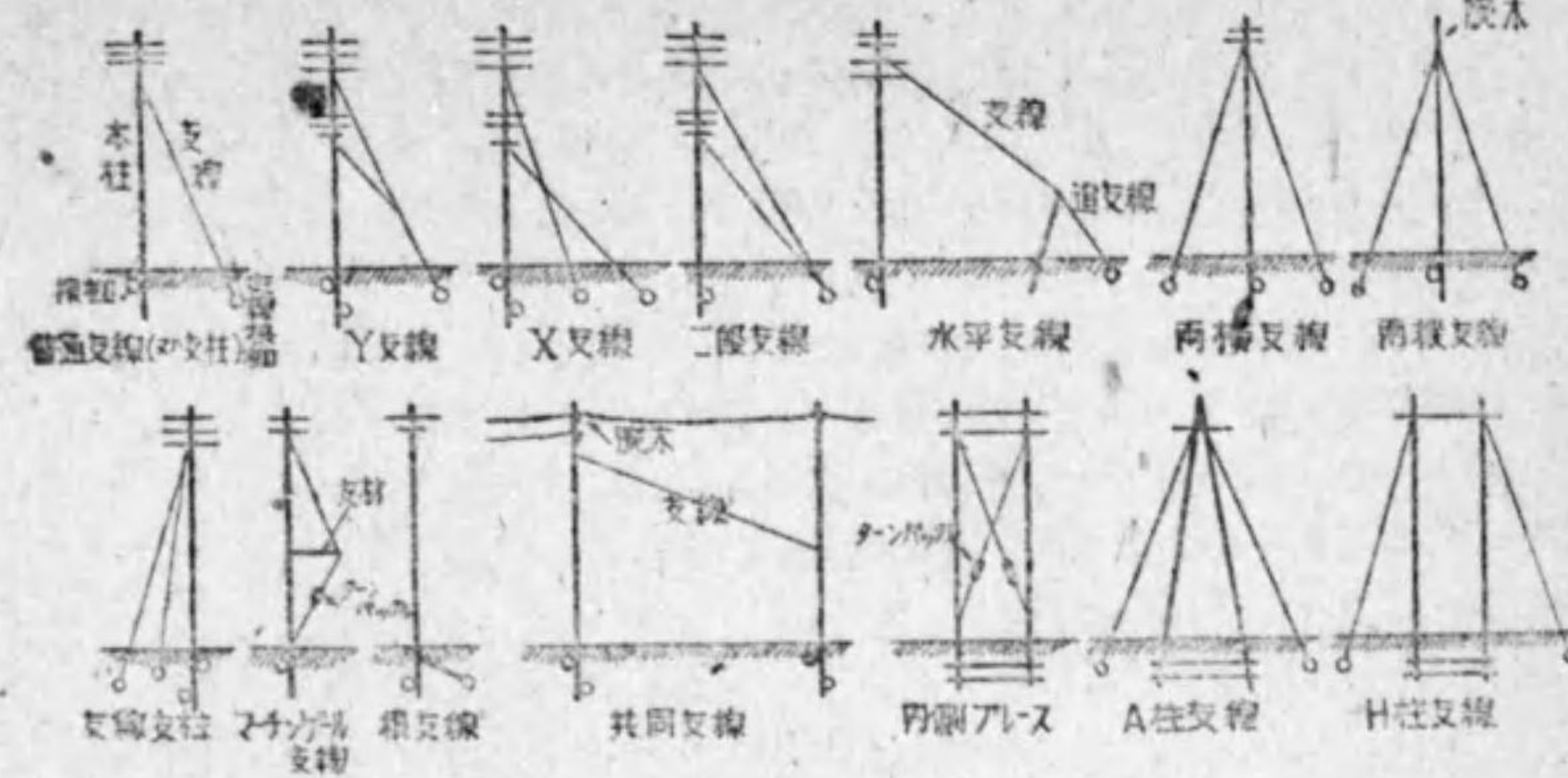
次に建替へを行ふには、古柱の側に之れを台柱として新柱を建て、兩者を綱で結びつけ、古柱の根入の 2/3 位を掘り起して根柢を取り去り、次に新柱を台柱として古柱を倒しにかゝる。全く撤去する際は、根柢を掘り出して除き、頂部に綱をつけ左右に揺り動かして引倒す。斯様なことの出来ない處では電柱頂部より何回にも鋸引きをする。之れをつまみ取りと云つて居る。此のつまみ取る長さを根柢丸太の長さに一致させると好都合である。

4.7 支線及支柱工事と其の計算

(A) 支線及支柱の種類と工事方法

工規第 35 條に於ては鐵塔以外の支持物には支線を用ひて受くる張力の一部を分擔せしめ得るとあり、支線は 4 種以上の亜鉛鍍鐵線 5 條以上にて形成し、安全係数を 3 以上として計算せよと定められて居る。従つて引留柱、曲柱、角柱の如くに大きな不平均張力を受くるもの、又は河川、鐵道の横斷箇所の電柱、大きな風壓を受くるもの、地盤の軟弱な所では電線路と直角方向に支線を取る(支線は張力で支柱は押壓力で本柱を補強する)支線、支柱の種類を一括表示すると、第 4.7.1 圖の如くである。

上記の内、特殊なものに就て簡単に説明して置こう。Y 支線、X 支線、二段支線は長尺物電柱又は多數の腕木を有し、支線一本にては不足する場合、受くる張力の合成点の上下 2 箇所で二本の支線を取る。水平支線は道路を横斷して支線を取る場合、又は屋上を横斷するか其他地形に依つて支線の根開きが甚しく長



第 4.7.1 圖

くなる時は圖の如くに本柱からの支線を支線柱で受け、此の支線柱に地支線(追支線とも云ふ)を設くる。(支線柱は張力と反対側に約 80~85° 傾斜し、本柱、支線柱、追支線が 1 平面内にあるを要する) 兩横、縦支線及支線支柱は地盤の軟弱な處、又は風壓に依る不平均水平張力を受くる箇所に採用する。マーチンゲール支線は電柱の彎曲を豫防する目的に用ひ、腕金又は古腕木的一端を矢羽根型として電柱の身に密着せしめ、彎曲する反対側に水平に取付け、他端の孔に支線を通す。根支線は支線を取り得ない時に用ひ、共同支線は直線狀電線路で線路方向に對し不平均張力を受ける場合、地支線を取り得ない時に採用する。又内側ブレース支線は主に H 柱で支柱の取る餘裕のない場合に用ひられる方法である。支線は適當の太さの鐵線を幾本か束ねて一條とする(又は熱線を用ふる)其の要領は鐵線を樹間又は電柱間に張り、張線器で一度充分に引張り、良く伸したものを所要の長さに切つて必要條數だけ束ねて少しく捻り合せて揃へ、1~2m 毎に亜鉛鍍鐵線で 4 回宛纏捲し、兩端を堅く捻結びとする。支線を構成する素線數が 15 條以下は一束に、夫れ以上は二束に分けて使用する。此の支線を取付けるには爪捲法を用ふる。尙支線の下部は支線用根柢の中央に取付ける。

(註) 支線の捲尻を約 1m 残して折曲げ、元の線に添つて重ね合せ、先づ素線 1 本を取り、此の重り合せた部分を約 10 回捲きつけ、充分に締付けてから残りを切り捨てる。次に他の一方で前記の捲き終りから前と同様に 9 回捲きつける。以下同様に捲回数を 1 回宛減じて捲回数を 5 回になる迄行ふ。尙線が餘れば折り曲げて切り取る。

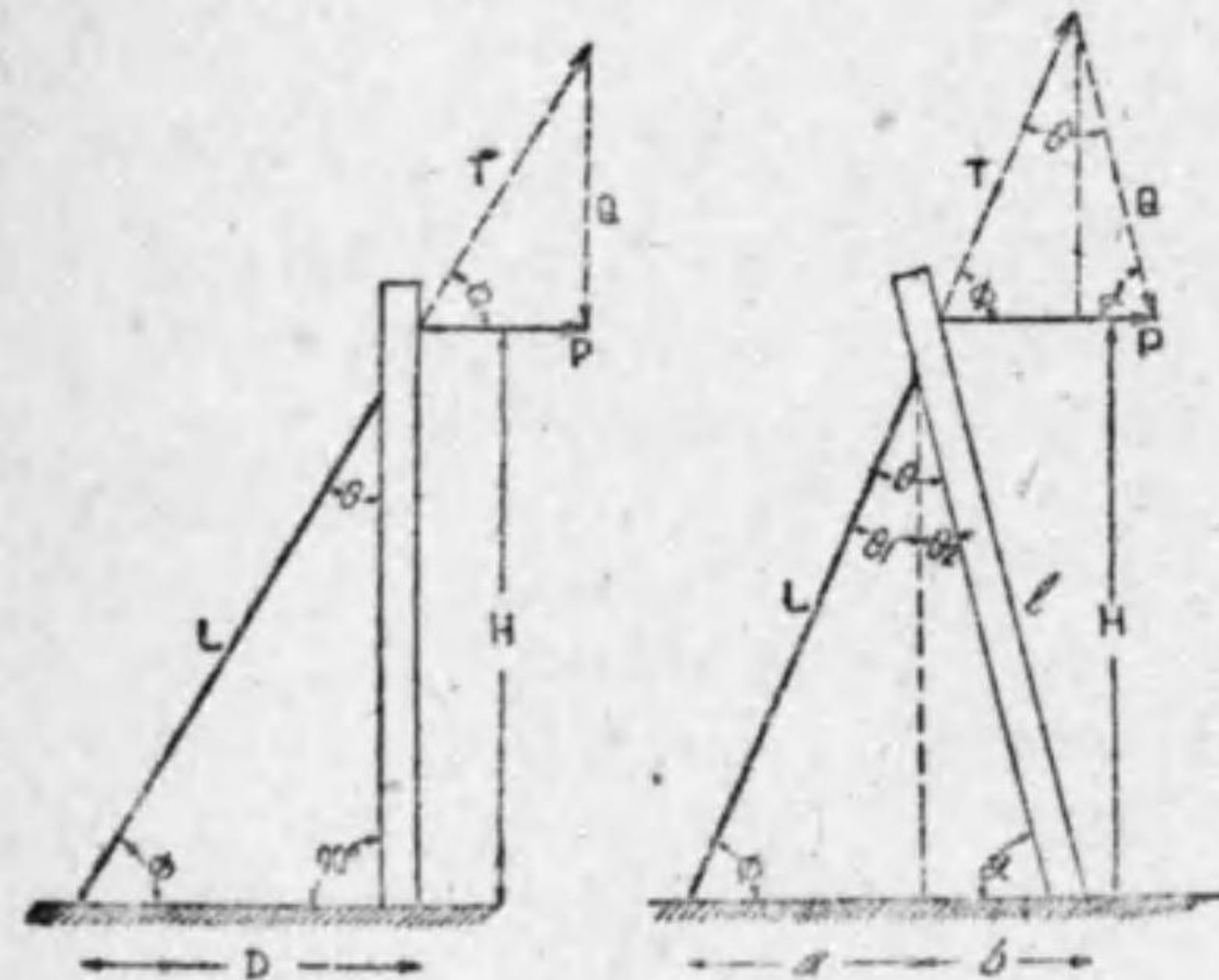
尙支線取付工事に就き注意すべき事項を述べやう。

支線を絶縁する必要がある場合(鐵道、軌道の横斷箇所及高壓線と混濁の處ある場所等)には耐張碍子を挿入する。支線を電柱に取付けるには取付箇所の喰込みを防止する爲めに豫じめ二穴ストラップ座金を縦に電柱の周圍に適當な間隔毎

に取付けるか、又は支線當座金を用ふる。支線が地際で屈曲しないやうに、地際の約 30cm 位を防腐テープで捲くことがある。支線根柢は太さ 15cm 位、長さ約 1.5m の丸太を 1 本乃至 2 本用ひて居る。尙支線は建遺物又は樹木に取付けてはならない。

支柱の取付は本柱との間隔を本柱高さの約 1/3 位とし、其の末口を斜に削りとり、防腐剤を塗布し、建柱の場合と同一要領で植込み、木柱に向つて傾斜させて本柱にボルトで接着する。尙地盤の軟弱な場合には支線根柢を用ふる。支柱は支線よりも工費が高くなる割に効果が少い。

(B) 支線及支柱の計算



第 4.7.2 圖

最も簡単な普通支線の計算から初める。

擬第 4.7.2 圖に於て、電柱が地面と直角 ($\alpha = 90^\circ$) に建設せられた場合、地面に對し μ なる角度を以て傾立した場合共に之れに P なる張力が作用したとせば、各支線の受くる張力は如何と云ふに、此の P を支線と平行な分力 T と本柱に平行な分力 Q に分解すれば、T 支線の受くる張力であり Q は電柱

を地面に沈下せしむる力である。

($\alpha = 90^\circ$ の場合)

$$T = P \times \frac{T}{P} = P \times \frac{L}{D} = P \times \frac{\sqrt{L^2 + H^2}}{D} = P \times \frac{1}{\sin \theta} = P \operatorname{cosec} \theta = P \sec \phi$$

又 $Q = P \sec \theta = P \operatorname{cosec} \phi$

($\alpha = \alpha^\circ$ の場合) 正弦比例の法則に依れば (第一巻 P175 参照)

$$\frac{P}{\sin \theta} = \frac{T}{\sin \alpha} = \frac{Q}{\sin \phi} \quad T = P \times \frac{\sin \alpha}{\sin \theta}$$

$$\sin \theta = \sin(\theta_1 + \theta_2) = \sin \theta_1 \cos \theta_2 + \cos \theta_1 \sin \theta_2$$

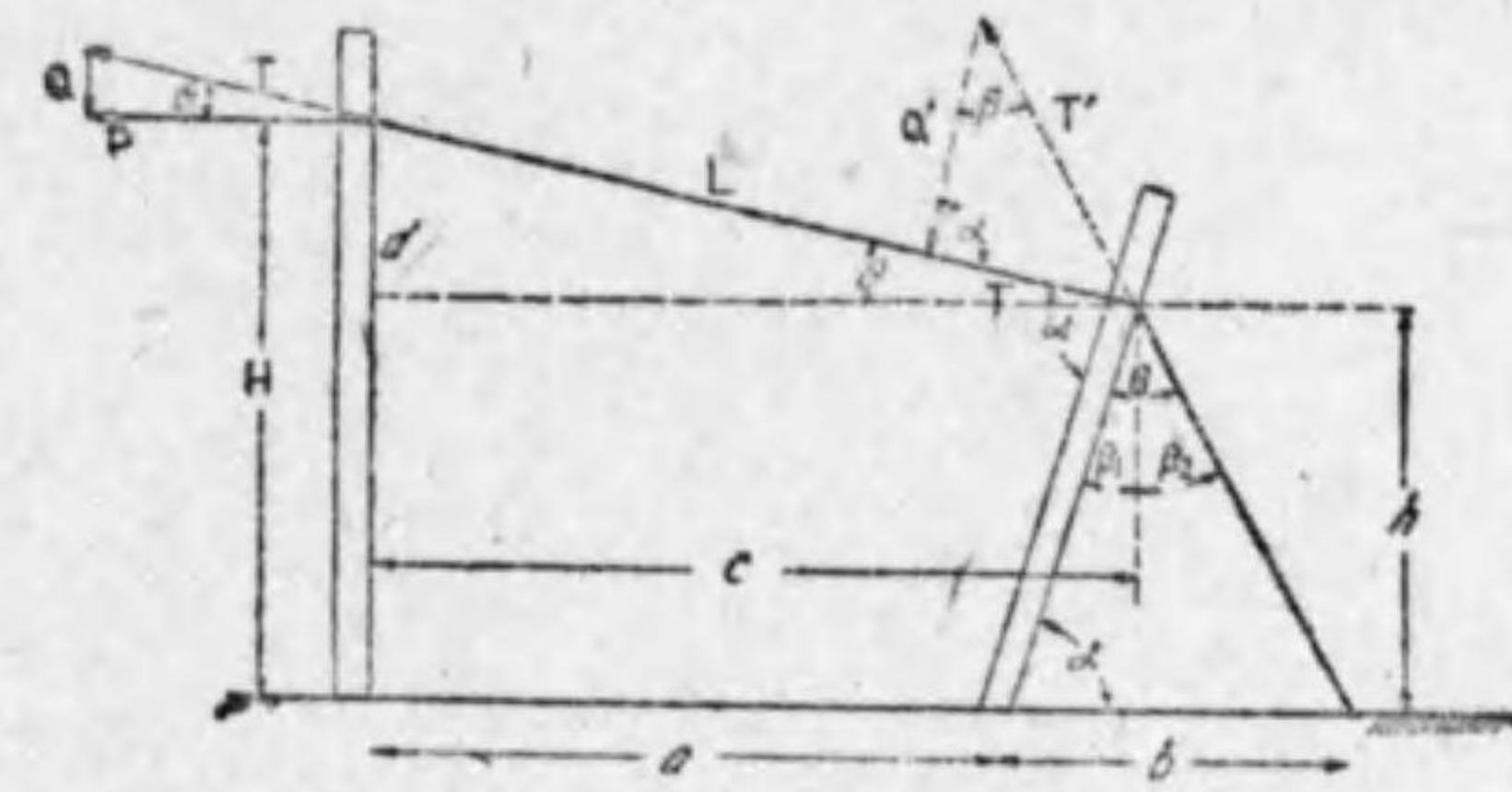
$$= \frac{a}{L} \times \frac{H}{l} + \frac{H}{L} \times \frac{b}{l} = \frac{H}{Ll} (a+b) = \frac{H(a+b)}{\sqrt{a^2 + H^2} \sqrt{b^2 + H^2}}$$

$$\sin \alpha = \frac{H}{l} = \frac{H}{\sqrt{b^2 + H^2}} \quad \text{故に} \quad T = P \times \frac{\sqrt{a^2 + H^2}}{a+b}$$

(註) 如何なる場合でも張力は之れを支へるものに対して分解しなければ意義がない。前圖で支線がないとすると $\alpha = 90^\circ$ の時の P は其の僅電柱を轉倒する分力となり、 $\alpha = \alpha^\circ$ の時は P を電柱と平行な分力 $P \sin \theta_2$ と電柱と直角な分力 $P \cos \theta_2$ に分解すれば、前者は電柱を沈下する如く働き、後者は電柱を轉倒する分力となる。

又是等の計算には種々の方法があるが、如何なる場合にも適用し得るものとして正弦比例の法則を用ひた。他の方法で行ふ方が便利な場合もあるが、一貫して此の方法に依ることとする。

二段支線等にあつては、各支線の受くる張力は支線を 1 本とした場合の約 1/2 と概算して實用的には支障ない。その他、第 4.7.1 圖の各種支線に對し、水平支線とマーチンゲール支線の場合を説明すれば、他は同様に類推し得やうから、次に此の二つに就て説明する



第 4.7.3 圖

第 4.7.3 圖の水平支線に於て、前例の場合と同様に張力 P を L と平行の T 及電柱と平行なる Q に分つと、T は支線にかゝる張力であり、Q は電柱を埋込む如くに働く。

此の T を追支線に平行の T' と支線柱に平行の Q' に分けると、T' は追支線とかゝる張力であり、Q' は支線柱にかゝる張力となる。

$$T = P \cos \theta = P \times \frac{T}{P} = P \times \frac{L}{c} = P \times \frac{\sqrt{c^2 + d^2}}{c} = P \times \frac{\sqrt{c^2 + (H-h)^2}}{c}$$

$$\frac{T}{\sin \beta} = \frac{T'}{\sin \alpha} \quad T' = T \times \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$\sin \alpha = \sin(\gamma + \theta) = \sin \gamma \cos \theta + \cos \gamma \sin \theta$$

$$= \frac{h}{\sqrt{h^2 + (c-a)^2}} \times \frac{c}{L} + \frac{c-a}{\sqrt{h^2 + (c-a)^2}} \frac{d}{L}$$

$$= \frac{1}{L \sqrt{h^2 + (c-a)^2}} \{hc + d(c-a)\}$$

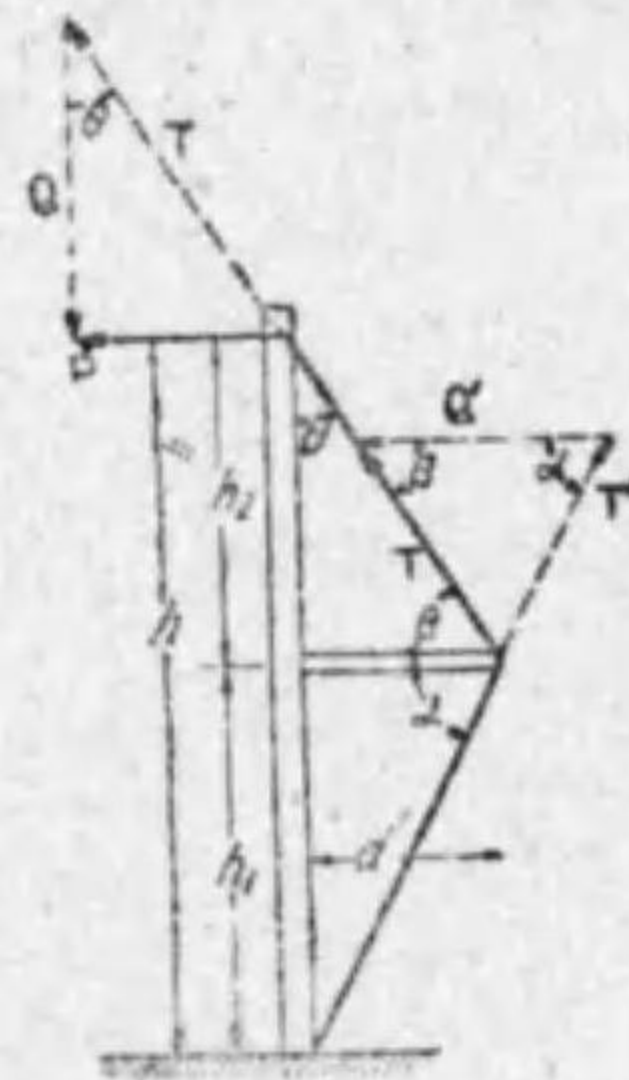
$$\sin \beta = \sin(\beta_1 + \beta_2) = \sin \beta_1 \cos \beta_2 + \cos \beta_1 \sin \beta_2$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{c-a}{\sqrt{h^2+(c-a)^2}} \frac{h}{\sqrt{h^2+(a+b-c)^2}} \\
 &+ \frac{h}{\sqrt{h^2+(c-a)^2}} \frac{a+b-c}{\sqrt{h^2+(a+b-c)^2}} \\
 &= \frac{hb}{\sqrt{h^2+(c-a)^2} \sqrt{h^2+(a+b-c)^2}} \\
 T' &= P \times \frac{L}{c} \times \frac{c(h+c)-ad}{Lhb} \sqrt{h^2+(a+b-c)^2} \\
 &= P \times \frac{H(c-a)-ah}{bch} \times \sqrt{h^2+(a+b-c)^2} \quad (\text{大15年2種})
 \end{aligned}$$

(註) 角の關係を得心の行く迄考へて見られよ。

次に第 4.7.4 圖のマーチンゲール支線に於て、プーロスの位置を l_1, l_2 , 其の長さを d とせば、上下の支線にかかる張力は

$$\begin{aligned}
 T &= P \times \frac{T'}{P} = P \times \frac{1}{\sin \theta} = P \times \frac{\sqrt{h_2^2+d^2}}{d} \\
 \frac{T}{\sin \alpha} &= \frac{T'}{\sin \beta} \quad T' = T \times \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \quad \text{より} \\
 T' &= P \times \frac{\sqrt{h_2^2+d^2}}{d} \times \frac{h_2}{\sqrt{h_2^2+d^2}} \times \frac{\sqrt{h_1^2+d^2}}{h_1} \\
 &= P \times \frac{h_2 \sqrt{h_1^2+d^2}}{dh_1}
 \end{aligned}$$



第 4.7.4 圖

(註) 電柱に二つ以上の張力がかかる場合には、其のベクトル合成和である一つの力がかかるものとし、之れと反対方向に支線を取り、上記に従つて計算する。

次に第 4.7.2 圖に於て、支線費用を最小ならしむる ϕ の値を求めて見やう。

支線 1 平方耗の抗張力を δ とすれば、安全率を F として

$$\text{支線の所要断面積} \quad S = \delta FT = \delta FP \sin \alpha \times \frac{1}{\sin \theta} = k \frac{\sin \alpha}{\sin \theta}$$

$$\text{支線の長さ} \quad L = l \frac{\sin \alpha}{\sin \phi} \quad k \dots \dots \text{常數} \quad l \dots \dots \text{電柱支点迄の長さ}$$

$$\text{所要支線容量} \quad V = SL = kl \sin^2 \alpha \frac{1}{\sin \theta \sin \phi} = K \frac{1}{\sin \theta \sin \phi}$$

$$\text{茲に} \quad \sin \theta \sin \phi = \frac{1}{2} \{ \cos(\theta - \phi) - \cos(\theta + \phi) \}$$

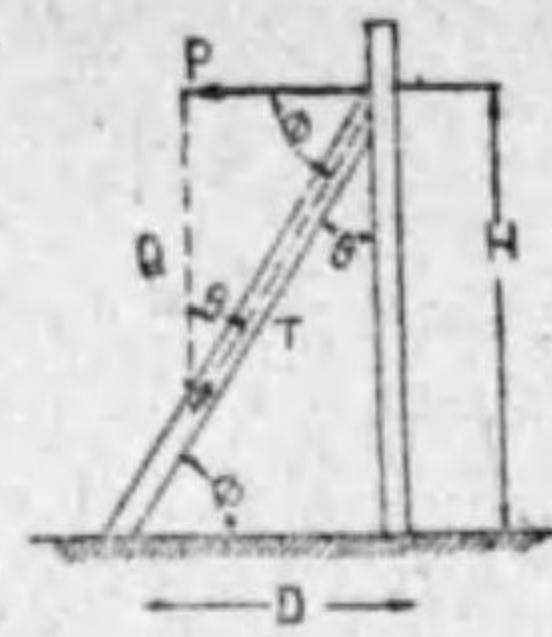
$\theta + \phi = 180 - \alpha$ で一定であるから第一項 $\cos(\theta - \phi)$ が最大の時に V は最小となる。

$$V \text{ の最小} \quad \theta - \phi = 0 \quad \therefore \theta = \phi$$

故に $\alpha = 90^\circ$ の時であると $\theta = \phi = 45^\circ$ で支線は最經濟となる。

支柱の一例を計算するに、第 4.7.5 圖の如くに定めると、受くる張力 P に對し、支柱の受くる押壓力 T は

$$T = P \times \frac{T'}{P} = P \frac{1}{\cos \phi} = P \frac{1}{\sin \theta} = P \times \frac{\sqrt{D^2+H^2}}{D}$$



第 4.7.5 圖

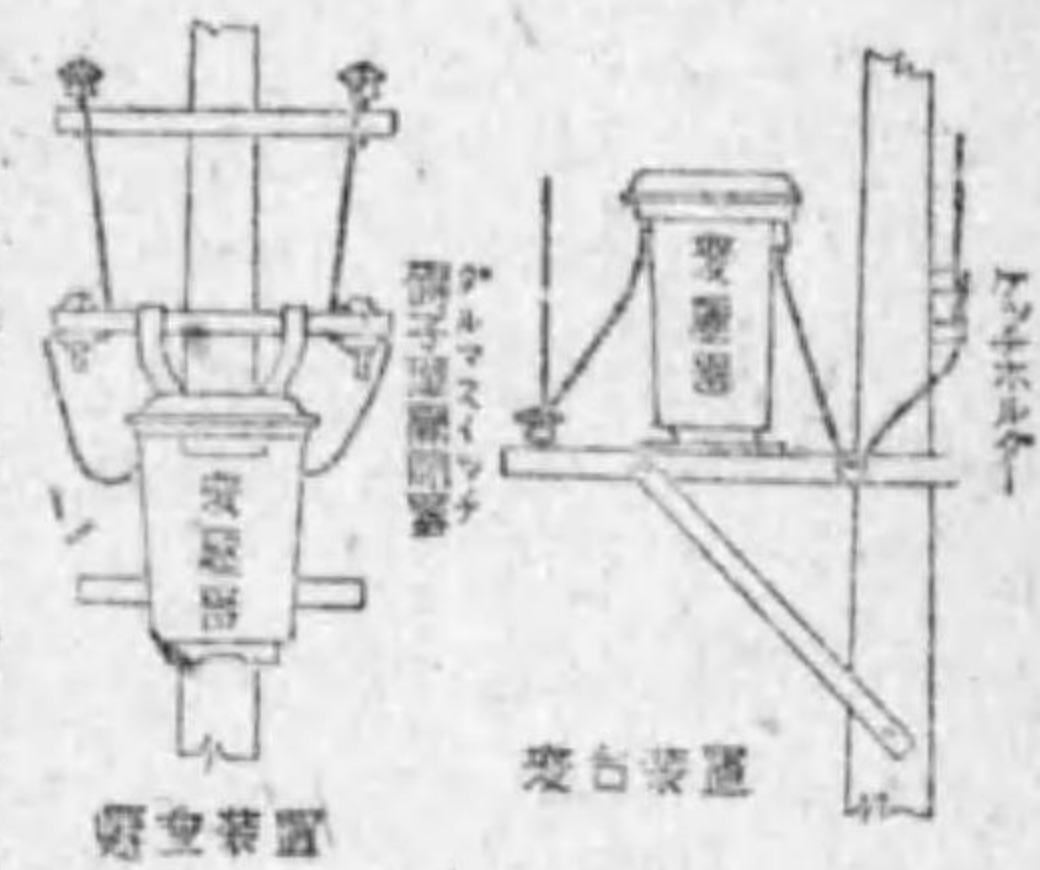
4.8 架線其の他の工事

架線工事は第五卷 6.5 P 151 以下で述べられた處に準ずるから、此處では配電線に於ける其の他の施設工事に就て記する。

配電線支持物には頂上の腕木に三相三線式高壓線中段の腕木には三相三線式低壓動力線を下段の腕木には低壓晝夜間電燈線が設置されることが多い。

高壓線より低壓線に電力を供給するには、柱上變壓器を用ふる。高壓用變壓器を柱上に取付けるのに第 4.8.1 圖に示す如く懸垂装置と變台装置がある。

前者は變壓器の背面にある吊金具で電柱腕木に吊り下げる方法で、高壓線と低壓線の中間に置かれる。變台装置は電線の下部で地表上 4.5 m 以上の場所に台を設け、此の上に變壓器を装置する前者は費用が安いが變壓器の揚換へに不便である。何れにせよ直接電柱に載せるのであるから 10m 以下電柱及電車線支持柱を避ける何れにせよ 30 kVA 以上の變壓器を 2 台以上装置することは困難である。斯様な場合には更に一本の補助電柱を設け、H 柱として此の上に棒を組む。斯くすれば 50kVA x 3 台を設備し得る。



第 4.8.1 圖

(註) 變壓器を施設する前には絶縁抵抗、タップ位置、パツキング(ガスケット)を検し締付を充分にして運搬中は傾斜又は激動を與へないやうにする。2 台以上の變壓器を並列又は Δ 結線とする場合には定格、型式の似たものを撰ぶ(インピーダンスの差は許中最大のもの、5% 以内に限定する)

變壓器を吊上げるには電柱の頂上と地際一つ車(又は二つ車)滑車を取付け、直徑 3cm 位の麻繩を是等に通し、其の一端を變壓器外面に捲付け(尙、吊上げ變壓器に動搖を與へない爲に索繩を附する)地際で人手又はウイッチにて麻繩の一端を徐々に引く。特に口出線等に損傷を與へないやうに注意する。柱上設置後油を標準線迄補給し、蓋を締附ける。變壓器の引揚げに變壓器運搬用のトラックを改造し、自動車エンジンをクラッチに依り切換へて運轉するウイッチを使用すると、時間は $\frac{1}{2}$ に、人員は $\frac{1}{2}$ に減少される。

高壓配電線と變壓器の一次引出線とは碍子型開閉器を通して接続される。此の

線を高圧引下線と云ふ。此の引下線は高圧線又は低圧線の間を引下げられるのであるから、他の線と混觸する危険がある。之れを防止する爲めに第四種線を使用し時には其の上を碍管等に依つて更に絶縁する。電線には變壓器出力 20 kVA 以下には 3.6mm, 30 kVA 以下には 3.2mm を使用することが多い。又低圧引出線には第一種絶縁電線が使用され(動力線には第三種絶縁電線を用ふることあり)其の太さは一般に 20kVA 以下には 8mm, 30kVA 以下には 10mm が使用され

る。低圧引出線の一線に遮断子を挿入すべき要は既に述べた處である。屢々之れが不正當に熔断して不点事故の原因となるから、遮断子用ヒューズは必ず爪付きのものとし、取付ネチ座金の下に毀損せぬ程度に締付ける。取付位置は前圖で示したやうに、接地器具、接地線、他の電線と充分に離隔し、風雪で動搖せぬ様に碍子支持点寄りに取付くる。

次に開閉器の施設であるが、既述の如くに區分開閉器は架空電線路の分岐点又は故障捜査上必要な点に設け、市街地では火災等の際に故障を局限化する爲に、互長 1km 以下毎に施設する。100A~500A 迄は柱上腕木に吊金具を以て施設する。なるべく見易い箇所の電柱を撰び、夜間用赤色標示燈を設ける。開閉器として 20 A 以下は碍子型スイッチを、開閉の頻繁でないものは断路器を、開閉の頻繁なものは油入開閉器を用ふ。柱上避雷器を本線の腕木に取付くるには、相互の間隔を 10cm 以上とし、避雷器の保守に便するやう本線との間に碍子型開閉器を挿入する(但しヒューズの代りに 2.6mm の銅線を入れる)此の接続線には 3.2mm の第四種絶縁電線が用ひられてゐる。

地下線で來た高圧ケーブル線を、架空線の高圧線に結ぶには、ケーブルを電柱に沿つて引上げ、其のケーブル頭は架空線の位置より高く、リード線(第四種絶縁電線)は下向きに架空線に接続される。此の電柱の足場釘は昇降の際にケーブルを損傷しないやうに施設する。

4.9 弛度張力の計算

本項に就ては既に第五卷 4.4 P125 以下で詳述せられたから、此處では其の結果としての公式を再録し、實例の一つ二つを解くに止むる。

$$\textcircled{1} \text{ 弛度と張力 } d = \frac{wS^2}{8T}$$

但し d = 弛度(米) w = 電線 1 米の重量(斤)
 S = 柱間距離(米) T = 電線の張力(斤)

$$\textcircled{2} \text{ 電線の長さ } L = S + \frac{8d^2}{3S}$$

但し L = 電線の長さ(米)

$$\textcircled{3} \text{ 弛度と温度 } d_2 = \sqrt{d_1^2 \pm \frac{3}{8} \alpha t S^2}$$

\pm の $+$ は温度上昇 $-$ は温度降下
 但し d_1 = 電線最初の弛度(米) d_2 = $t^\circ\text{C}$ の温度變化後の弛度(米)
 α = 電線の膨脹係數

$$\textcircled{4} \text{ 温度と電線の長さ } L_2 = L_1 (1 \pm \alpha t)$$

\pm は $\textcircled{3}$ と同意義である。
 但し L_1 = 電線最初の長さ L_2 = $t^\circ\text{C}$ の温度變化後の電線の長さ
 α = 電線の膨脹係數

α の値: 銅線 0.0000172 鐵線 0.0000067 鋼線 0.0000060

【例題】 徑間 120m, 直徑 8mm の電線を用ひたる電線路あり、電線の抗張力 35 kg/mm とせば、弛度を何程とすべきや。但し電線の自重は 0.3 kg/m とす

$$\text{【解】 電線の全抗張力 } 35 \times \frac{\pi}{4} \times 8^2 = 1760 \text{ kg}$$

安全係数を假に 3 と取れば(工規第 64 條参照)

$$T = \frac{1760}{3} = 587 \text{ kg} \quad d = \frac{0.3 \times 120 \times 120}{8 \times 587} = 0.92 \text{ m}$$

【例題】 徑間 100m, 1 米の重量 0.3kg なる電線を弛度 1m に架設す。今温度が 40°C 上昇すれば張力は何%に減するや。但し電線の膨脹係數を 0.000017 とす。

【解】 温度上昇後の弛度は

$$d_2 = \sqrt{1 + \frac{3}{8} \times 0.000017 \times 40 \times 100 \times 100} = 1.89 \text{ m}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{wS^2}{8T_1} \div \frac{wS^2}{8T_2} = \frac{T_2}{T_1} \quad T_2 = T_1 \times \frac{d_1}{d_2} = T_1 \times \frac{1}{1.89} = 0.53T_1$$

即ち 53% に減する。

$\textcircled{3}$ 式を用ひずに解くには、先づ $\textcircled{2}$ 式にて L_1 を求め $t = +40^\circ\text{C}$ の時の L_2 を $\textcircled{1}$ 式より求め、 $\textcircled{2}$ 式より此の時の弛度 d_2 を求めて上記の如くに比較する。

4.10 第 4 章 問題並解答

(1) 負荷率の意義を説明し、電氣設備の設計上負荷率の大小を如何に考慮すべきやを求めよ。

【解】 4.1 の [A] を参照

(2) 需用率及不等率の意義を説明せよ。

【解】 4.1 の [B] を参照

(3) 引込線、低圧線及高圧幹線の太さ、柱上變壓器及配電用變電所の容量は如

何に定むべきかを説明せよ。

【解】 4.1 の (C) を参照

(4) 略々平等負荷分布を有する高圧幹線の全長に亘り施設せらるゝ柱上変圧器の装置間隔は如何に定むべきやを述べよ。

【解】 4.1 の (D) を参照

(5) 配電線電線の太さ及絶縁程度を定むるに當り考慮すべき事項を列挙し、一定電圧降下に對する電線太さを經濟的に決定する方法を述べよ。

【解】 4.2 の (A) (B) 及 (C) を参照

(6) 配電線の安全電流の大きさに影響を與ふる諸点を挙げ、直徑 2.6 耗、3.2 耗及 5 耗電線の安全電流値を記せ。

【解】 4.2 の (C) を参照

(7) 配電線用支持物の種類を挙げ、其の得失を述べよ。

【解】 4.3 (A) 以下を参照

(8) 注入柱を説明し不注入柱と經濟的に比較せよ。

【解】 4.3 の (A) を参照

(9) コンクリート柱と木柱を比較しコンクリート柱の現場打ちと工場作りの得失を比較せよ。

【解】 4.3 の (B) を参照

(10) 配電線に使用せらるゝ碍子の種類を挙げ其の用途を説明せよ。

【解】 4.4 を参照

(11) 配電線工事設計明細書に記入すべき事項を挙げよ。

【解】 4.5 を参照

(12) 下記を説明せよ。

(イ) 笠金 (ロ) 腕木及腕金 (ハ) 足場釘 (ニ) A 柱、H 柱

(ホ) 根物 (ヘ) ソンモー (ト) 電柱用避雷針

【解】 4.6 を参照

(13) 次の支線支柱の取り方を圖示し適用すべき場合を示せ。

(イ) 普通支線 (ロ) Y 支線 (ハ) X 支線 (ニ) 二段支線 (ホ) 水平支線 (追支線) (ヘ) 兩横支線 (ト) 兩縦支線 (チ) 支線支柱 (リ) マーチンゲール支線 (ヌ) 根支線 (ル) 共同支線 (ヲ) 内側ブレース (ワ) A 柱支線 (カ) H 柱支線

【解】 4.7 の (A) を参照

(14) 柱上變壓器の施設方法 2 種を挙げて説明せよ。

【解】 4.8 を参照

(15) 或る區域に三相配電線路に依り電燈及動力を供給する變電所あり、其の區域内の電燈取付キロワット數 150、動力取付キロワット數 200 とし、需用率を

孰れも 1 とす今變電所に於ける不等率を電燈に在りては 3、動力にありては 2 とせば此の變電所より供給する最大キロボルトアンペア數如何。但し、配電線路(柱上變壓器を含む)の電力損失を電燈線、動力線孰れも 10% とし、負荷の力率は變電所に於て電燈線 95%、動力線 80% とし、電燈線及動力負荷間の不等率は 1 とす。(昭 5、二種)

【解】 4.1 の (B) 及 (C) を参照

變電所に於ける電力は線路損失 10% なる故に

$$\text{電燈 } L = 150 \times 1.1 = 165 \text{ kW} \quad \text{動力 } M = 200 \times 1.1 = 220 \text{ kW}$$

電燈及動力の各 1 團としての最大需用は

$$W_L = \frac{165}{3} = 55 \text{ kW} \quad W_M = \frac{220}{2} = 110 \text{ kW}$$

$$\text{各無効電力 } P_L = 55 \times \frac{\sqrt{1-0.95^2}}{0.95} = 17.1 \text{ kVA} \quad P_M = 110 \times \frac{\sqrt{1-0.8^2}}{0.8} = 82.6 \text{ kVA}$$

電燈及動力負荷間の不等率は 1 であるから、兩負荷の最大需用は同時に起り、求むる變電所より供給する最大 kVA 容量は

$$\sqrt{(55+110)^2 + (17.1+82.6)^2} = 193 \text{ kVA}$$

(16) 低壓の配電線路及屋内配線に使用する碍子類各 3 種を挙げ其の用途を説明せよ。(昭 14)

【解】 4.4 に述べたから次に要点のみを記する。

配電線用ピン型二重碍子……架空電線を支持する。

茶合碍子……架空電線末端の引留用

曲心曲柄碍子……柱上等で上方から垂下する電線を支持

其の他引留用碍子、耐張碍子(支線用)が用ひられる。

屋内配線用 ノツブ……露出工事、隠蔽工事等に用ふ。

クリート……露出工事専用(一線用、二線用、三線用、交叉、角クリート等あり)

顛倒碍子……塵埃、濕氣の多い所、軒下配線用

(註) 其の他のものとして

特カッパ碍子……濕氣の多い所、雨露に曝露する所に用ふ。

枝碍子……屋外配線の立上り、立下り、引込線の引下げ、造營物の側面に使用

尚ピン型二重碍子は引込線、雨露に曝露する所、工場内長徑間の配線に、茶合碍子は引込線の引留箇所の如く張力のかゝる所に用ひられる。

(17) 高低壓架空配電線に就き下記事項に關して電氣工作物規程には如何に定められて居るや。

(イ) 地表上の最低の高さ

(ロ) 電線と造營物の上部及側面との間隔

(ハ) 電壓別及絶縁の種類に依り使用し得べき電線の太さの限度 (昭 5)

【解】 (イ) 5 米(鐵道、道路を横斷するとき 6 米) 工規 43 條

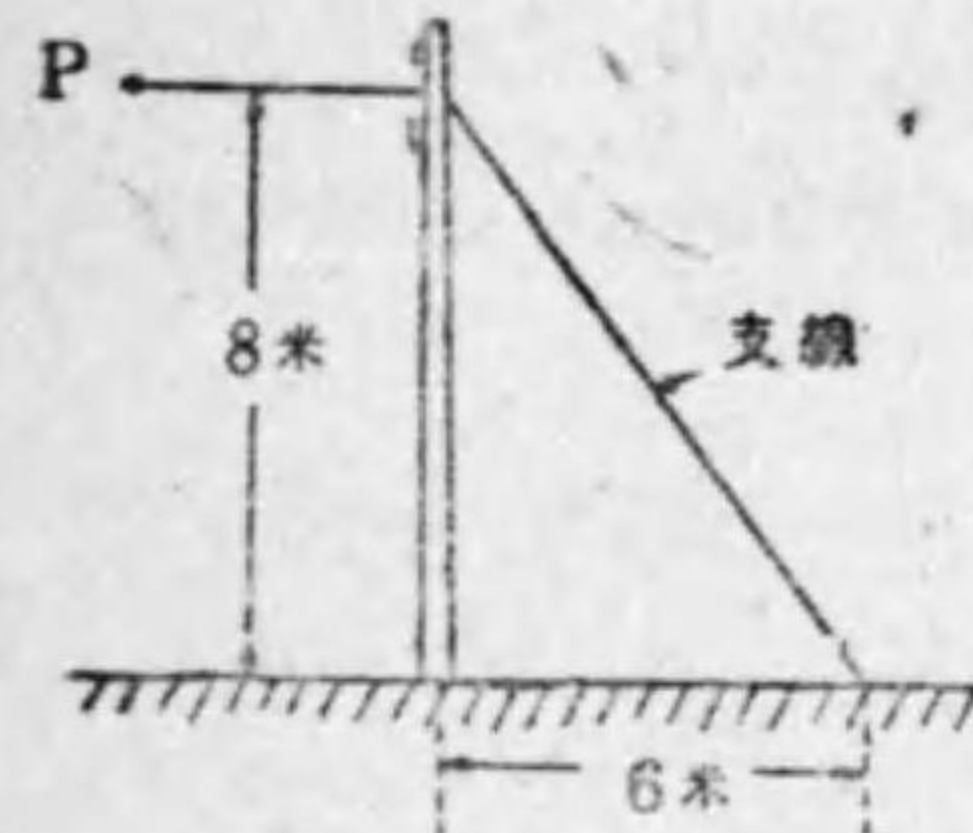
(ロ) 上部にて 2 米以上、側面にて 1.2 米以上 工規 43 條

但し低圧架空線が架空引込線に隣接する部分は径間 20 米以下の時 (イ) は 4 米、(ロ) の間隔 60 釐造

(ハ) 電 圧	絶 縁	太 さ
300V 以下 (交直共)	第一種絶縁電線	2.6 釐
300V 以上の直流低圧	第二種	〃
高 圧	第三種	4 釐

但し、前項の但書の場合、2 釐の硬鋼線 (工規 42 條) 尙臨時特例に依れば、5 釐の硬鋼鋼線を使用し得る場合あり (特例 11 條参照) 又低圧線にも裸電線を使用し得る場合 (特例 12 條参照) あり、但書の径間 20 米を 25 米迄と云ふやうになつてゐる。

(注意) 此の際、工作物規程第二章を一讀し要点を採擷されよ。



第 4.10.1 圖

(18) 第 4.10.1 圖の如く支線を施設して電柱に加はる水平張力 P を支へんとす。支線として 4 釐の鐵線 7 條を用ふるとき、之れに依り支へ得る水平張力 P は何疋なるか。但し 4 釐の鐵線一條の破壊張力は 440 疋とし支線強度の安全率は 3 とす。(昭 8)

【解】 4.7 の (B) 第 4.7.2 圖と $T = P \times \frac{1}{\sin \theta}$ を参照

$$P = \frac{440 \times 7}{3} \times \sin \theta = \frac{440 \times 7}{3} \times \frac{6}{\sqrt{8^2 + 6^2}} = \frac{440 \times 14}{10} = 616 \text{ 疋}$$

(19) 前問に於て $P = 600 \text{ kg}$ とせば、1 本の抗張力 440 疋なる 4 釐の鐵線何條を支線として用ふべきや。但し安全率を 3 とす。(昭 14)

【解】 全張力 $T = P \times \frac{1}{\sin \theta} = 600 \times \frac{\sqrt{8^2 + 6^2}}{6} = 1000 \text{ 疋}$

支線數 $N = 1000 \div \left(\frac{440}{3}\right) = 6.8$ 即ち 7 條を用ふ。

(20) 柱間距離 100 米なる架空電線路あり、電線 1 米の重量 0.2 疋なり、風壓等の荷重なきものとし、最低溫度攝氏零下 5 度に於て電線の水平張力 250 疋なるを要するものとす。今攝氏 19 度に於て架線するものとすれば幾何の弛度を與ふべきや。但し電線の溫度に依る膨張係数は攝氏 1 度に付き 0.000017 とし、張力に依る電線の伸長は無視するものとす。(昭 2)

【解】 4.9 の公式を ① ③ ④ ② の順に利用して解く。

-5°C に於ける弛度 $d_1 = \frac{0.2 \times 100^2}{8 \times 250} = 1 \text{ m}$

電線の長さ $L_1 = 100 + \frac{8 \times 1^2}{3 \times 100} = 100.0267 \text{ m}$

19°C の長さ $L_2 = 100.0267 (1 + 0.000017 \times 24) = 100.0675 \text{ m}$

19°C に於て與ふべき弛度 d_2 とせば

$100.0267 = 100 + \frac{8d_2^2}{3 \times 100}$ より $d_2 = 1.59 \text{ m}$

第 5 章 配電線の試験と保守

5.1 配電用變電所の試験

配電用變電所の竣工試験は大體次の項目に就て行はれる。

- ① 所内機器並電路の絶縁耐力試験
- ② 繼電器、自動遮斷器試験並計器更正
- ③ 檢漏器の試験と放電間隙の調整、其の他
- ④ 絶縁耐力試験を行ふべきものは
 - (イ) 交直變成器、變壓器、誘導電壓調整器
 - (ロ) 所内配線 (油入遮斷器、斷路器、電位變成器、變流器)
 - (ハ) 避雷器

試験電壓に就ては工規第 9 條、第 14 條に規定されてゐるから参照せられよ。

試験の實際は現場の状況に依つて異なるも、如何にして試験電壓を得るか、如何にして試験電壓を調整するかを工夫しなければならない。尙檢漏器、避雷器、放電間隙等は試験の際に故障を生じないやうに、回路から接続を外すなり或は地線を外して置く。

(註) 試験電壓のやうな高い電壓を機器に加へることは、併に云ふひびが入ることになるのだから、重複して試験をせぬやうに注意する。又加壓をする前にメガーで絶縁抵抗を測定することは常識とされたい。電位變成器のヒューズの不良とか、不用意に接地物の接近して居ること等が割合と故障の原因になり易い。

線路の各部分が試験電壓を受けて居るかどうかを知るには、①電位變成器を用ひて測定する。②静電檢壓器、ネオンランプ檢壓器、錫筒檢電器、放電間隙、或は次に述べる絶縁線を燃合せた簡易放電器を用ふる等、③電線設置表面の纖維が振動する。特に接地物を近づけると纖維がそり立つ、又は碍子部分の光芒放電より現認する。④充電電流の大きさ又は回路を短絡して知る等の諸々の方法がある。

⑤ 繼電器の試験は、定格電流の何 % の電流にて何秒で働くか (接点を閉するか) を試験する。系統各部の過負荷繼電器の時限 (動作時間) が整定せられて居る時には特に必要であつて、其の方法はサイクルカウンター (第二卷 P218 を参照) を用ひて簡単に行ひ得る。勿論、自動遮斷器の動作時間 (トリップコイルに電流が流れ回路を開く迄……一般に 0.15 秒位) をも併せて測定しなければ

ならない。

(注) 何れも電気計算 Vol. 5, No. 1 より連載の「試験と試験の頁」に詳述されてゐるから参照されよ。變電所内に設置される繼電器の主なるものは既に第1章で述べた如く、送電力繼電器(引込口)差動繼電器(變壓器)過負荷繼電器、接地繼電器(饋電線挿入)等である。

計器更正と云つても核算電力計は既に検定済であるから、其の接続の正否を点検する位でよい。電圧計は標準電圧計と並列に、電流計は標準電流計と直列にして水抵抗器で電圧と電流を變へて各電圧及電流値に對し、兩者の讀みの差より誤差を知る。標準計器のない場合には同様なもの2箇を上記の如くに試験して大体指示が合致すればよいとする。電力計の場合も同様に、電圧と電流を別々に供給して試験する。次に電位變成器、變流器と計器を組合す場合にはよく注意する。例へば50倍目盛の電流計を變流比100の變流器に結ぶと電流計が50Aを指したとき、回路には100Aが流れて居ることになる。此の事は負荷試験等の場合に特に注意しなければならない。

④ 檢漏器には、電燈式のものと同型のものと同接地變壓器を用いた電圧計式のものがある(何れも「電気測定工学」参照)一線を接地して徐々に電圧を上げて指示を点検するか、又は規定電圧を加へて置いて逐次に檢漏器又は接地變壓器の接地線を各線に接觸させて試験する。三相水抵抗を用ひ、三相配置の各線極間を移動させると不平衡地氣の種々の場合の状態を試験し得る。

特別高壓より高壓に遞降する變壓器の二次側には混濁に依る危険を防止する爲めに高壓側電壓の2倍の電圧が働く放電間隙が用ひられる。之れに普通の避雷器を用ひた場合には試験は省略せらるゝが、單なる放電間隙は試験を行ふ。夫れには柱上變壓器2台の低壓側を並列とし、高壓側を直列として放電間隙に結ぶ。此の低壓側に水抵抗を入れて加電圧を徐々に上昇するのであるが、餘り水抵抗で電壓降下をさせると波形が歪む。さりとて水抵抗を小さくすると放電の際の電流が過大となり、放電間隙其の他を損傷する。主變壓器の試験と同時に行ふには、ゴム線を1米乃至2米撚り合せて此の兩線間の靜電容量を利用し、放電間隙と直列とする。斯くすると短絡を起さず間隙を損傷さす心配がない。

(注) 此の絶縁線の一方を接地し他方を充電線に近づけるとスパークを生ずる(約1.5m間隔にて3000V)ので之れを檢電器として用ひ得る。

其の他、計器回路の接地、避雷器の接地等の地盤抵抗の測定試験がある。其の方法としてコーラウシュブリツチを用ふるか、接地抵抗直讀計を用ふる(何れも「電気測定工学」を参照)試験の際だけ補助地盤を設けることは、其の接地抵抗が高いので誤差を生じ易い。故に豫じめ變電所の接地板を正三角形的配置に近く三つのグループに分けて置くと便利である。

5.2 配電線の試験

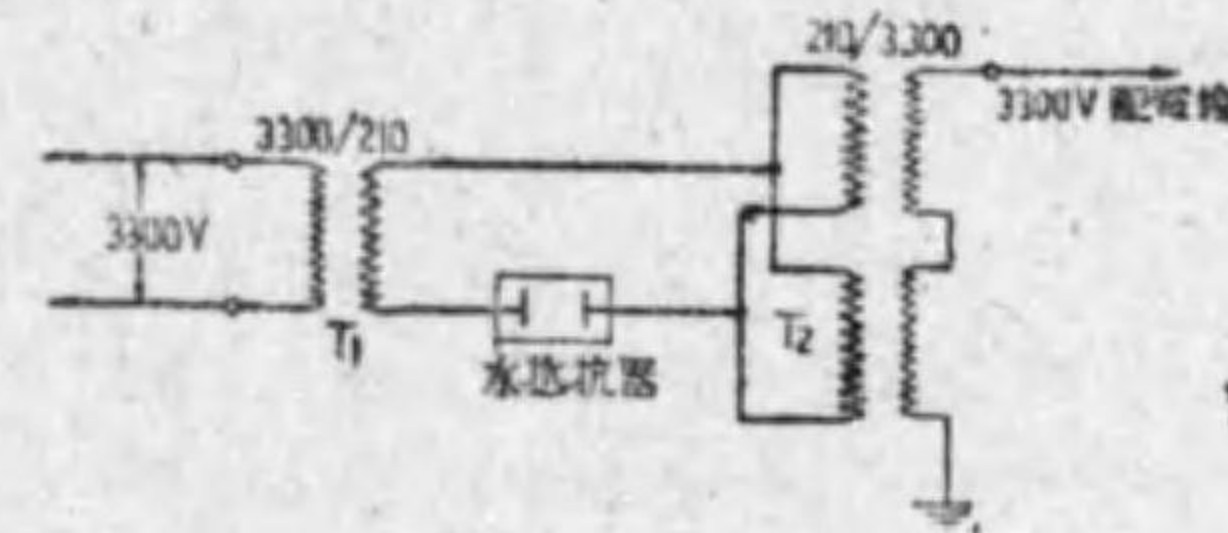
(A) 絶縁耐力試験

架空配電線の試験とし特に規定されて居るのは工規 59 條であつて

- ① 高壓電線路では線路と大地との間に最大使用電壓の1.5倍を加へ10分間以上之れに耐ふる絶縁耐力を有すること。
- ② 低壓電線路では線路(接地部分を除く)の絶縁抵抗は回路の全電線を一括したるものと大地との間に於て使用電壓に對する漏洩電流を最大供給電流の1000分の1以下とすること。

何れも引込線を含む。

此の絶縁耐力試験に於て3300V電源より試験電圧を發生すべき接続の一例を示せば第5.2.1圖の如くである



第 5.2.1 圖

低壓側は100Vよりも200Vの方が電圧調整に便利である

3300V配電線に對する試験電壓 $3300 \times 1.5 = 4950V$ はであつて、此の接続で水抵抗器を短絡すると6600Vを發生するから相當容量の水抵抗器を採用する其の大きさは配電線の充電電流及漏洩電流の多少に依るが、大抵總長10km以下ではバケツ

程度でよく、20km以上となれば4斗樽程度のものを必要としやう。此のことは同時に試験用變壓器の容量に就ても云へるのであつて、柱上變壓器を用ふる場合には特に充電電流が大でない限り容量は十分であるが、電位變成器等を利用する場合には所謂線路充電容量を一考して置く。

配電線の試験は柱上變壓器を配電線に結んだ儘行ふことが多いから、一線宛試験をせずに3線を一括して試験をする。かくすれば時間の点からも便利である。但し線路充電容量を増すことは申す迄もあるまい。

配電線の靜電容量は3線を1括したものと大地間にて1軒に就き大略0.01 μF としてよい。今假に總長(分岐点其の他一切の配電線の長さを含む)10kmの配電線では

$$\text{試験充電容量} = (2\pi/CE) \times E \times 10^{-3} = 2 \times 3.14 \times 50 \times 0.01 \times 10^{-6} \times 4950^2 = 77VA$$

但し電源周波数を50とした。此の場合 T_2 は電位變成器でも大体十分であるが(T_2 1器の容量は39VA) T_1 は柱上變壓器であることが望しい。 $(T_1$ の電流は線路の充電電流と T_2 の勵磁電流の和となり容量も77VA位では濟まない。又電圧調整がP.Tでは不安定である)但し高壓配電線路の碍子は形が小さく、雨天等で表面が濕潤すると著しく漏洩電流を増し、上記の計算よりも遙かに大きな充電容量を要するに至る。

試験の実施に當り注意すべき事項は

① 試験線路の附近にある通信線路の管理者、特に郵便局、警察署等に対し誘導作用に依る通信障害の虞あることを豫告する。誘導作用が著しいか又は障害を極端に忌む場合には深夜に試験をする。

② 試験線路の絶縁抵抗を豫じめ測定し、天候、温度、測定方法、測定器の種類、電壓、測定成績を記録する。

(註) 電壓は高壓側に 2 台の P.T. を直列に、二次側を並列とし、之れに電壓計を入れて読み、又低壓側(抵抗器を出た處)にも電壓計を入れて読み取る。

高壓線路用碍子の絶縁耐力は電壓に對し十分の安全率があるから雨天でも行ふ。

③ 避雷器、検漏器等、試験電壓に對し放電の虞のあるものは線路から除き、電話線は兩線を短絡して接地して置く。

④ 水抵抗器に依る電壓上昇は速かにし、容量不足で 10 分間に水が沸き立ち電壓が不安定となるやうなことをないうやうにして置く。

⑤ 線路の充電電流の進相分が大きく、變壓器のリアクタンスが大きいとベクトル關係からも明かなやうに(「電力傳送工学」及「電氣機器工学」P243, Fig 214 参照) 端子試験電壓を高めるから此の場合は T_1 の一次側に $(4950 + 2) \times \frac{1}{30} = 82.5V$ 以下の電壓を加へねばならない。

(註) T_2 器のインピーダンス電壓を e とし、 I を其の定格電流とすると此の電壓上昇は大體次式で求め得る。

$$\text{リアクタンスに依る電壓上昇 } v = e \times \frac{I_0}{I} \times 2$$

⑥ 試験に際し線路の充電電流を低壓側電流計の読みより求むる場合には變壓器の勵磁電流を除去せねばならない。

⑦ 線路のインピーダンスを求むるには、線路の終端を短絡し、低壓を加へ電壓降下法で測定する。此の際、線路の柱上變壓器は接続を外して置く。

⑧ 絶縁耐力試験で故障のあつた時は直ちに線路開閉器を開き、絶縁抵抗を測定し、或は第五卷 7.9 地中線の故障検出法で述べられたブリッチ法等で故障箇所を豫想し、線路巡視に依つて故障原因を除去する。

(B) 柱上變壓器の絶縁耐力試験並地板抵抗試験

柱上變壓器の絶縁耐力試験は、高壓側では之れと低壓側鐵心及外函間を使用電壓の 2 倍を以て試験し、低壓側では線輪と鐵心及外函間を 1000 V で試験しなければならない。

配電線路にある柱上變壓器を下して試験場に集めて全部を纏めて同時に試験することもあるが、配電線に接続した儘で行ふこともある。斯くすれば、負荷送電を早めて有利であるが、線路に 50% もの過試験電壓が加へられ、又變壓器の低

壓側の試験も其の儘では行ひ得ない不便がある。尙一次側の碍子型開閉器のヒューズが切れて居ると、試験の出来ない變壓器も生ずるので、試験後、直ちに通常送電を 1 回行つて規定の負荷が掛るかどうかを見る。或は又、試験前に低電壓を加へて其の時の電流の大きさで脱漏變壓器の有無を知ることもある。

配電線に於て特に地板抵抗を測定しなければならないのは、柱上變壓器の二次側に施さるゝ第二種地線工事の接地抵抗である。

測定の方法として最も一般的に用ひられるのは、コールラウシュブリッチ法であつて、最近では直讀アーステスターも用ひられてゐる。其の他交流ドロップ法其の他のブリッチ法等がある。方法としては交流ドロップ法が適當であるが、交流電源と種々の目盛を有する電壓計、電流計を要する不便がある。上記の各種の測定器に就ては既に第二卷で述べられてゐるが 6.7 にも詳述するから此處では省略する。

(C) 需用家電壓及電流の測定

此の測定は配電線が運轉後に於て定期的に行はれる。一般に柱上變壓器設備場所を單位區域として、配電線路末端の需用家電壓と變壓器電壓を、低壓配電線別又は低壓母線毎に電流を測定する。元來電壓の變動は $\pm 4\%$ 以内に止むべきであつて、主に夜間需用家に至り電球を抜き取り、電壓計(目盛 120~125V を適當とする)に接続するプラグを挿入する。携行すべき器具は電壓計と之に附屬したコード及プラグ、測定記録用紙である。

(註) 測定記録は場所名(需用家名、電柱番號)變壓器の使用タップ、測定電壓等であつて、1 名でも行ひ得ないことはないが、電壓計接続係、電壓測定係(記録兼任)照明係(電壓計を照す)外線係員の 4 名乃至 5 名を 1 班とし、自転車又は自動車を利用し、3~6 ヶ月毎に巡回出来れば理想的である。

又は記録電壓計、電流計を各所に配置することもある。

配電線路の電流を測定するには、線路中で開閉器、變壓器等の設置柱を利用し各相につき尖頭負荷時に變流器又は計器用變成器を取付けて測定するが、電線を挟むやうに出來た特殊の變流器を用ひて測定することもある。(之れをラインアンメーターと云つて居る)。

5.3 配電線路の巡視

配電線に於ける巡視の目的は申す迄もなく、線路を巡視し工作物の状況を視察して障害を未然に防止する處置を講じ電線路を常に安全の状況に保持するにある巡視を分つと、常時巡視と不時巡視になる。次に各項に分つて説明する。

(A) 常時巡視

常時巡視に當り心得ふべき点を簡條書に示すと下記の如くなる。

- ① 巡視者は應急修理に必要な材料及工具（バインド線、テープ、ゴム手袋、ナイフペンチ）及手帳、鉛筆等を携行し、徒歩にて巡視する。
- ② 巡視中発見した下記の事項は能ふ限り其の場にて修理する。
 - (イ) バインド線の腐朽、離脱、切斷
 - (ロ) 碍子破損、電線にかゝつた紙風、繩切れ
 - (ハ) 其の他簡単に修理し得るもの。
- ③ 巡視中発見した下記の事項は改修の緩急を明瞭に記して上司に報告する。
 - (イ) 電線の弛度、被覆の不良
 - (ロ) 腕木、金具類の彎曲腐朽
 - (ハ) 木柱、支柱の腐朽、傾斜、支線の腐朽、切斷、地線用モールディング損傷の程度、根物の露出
 - (ニ) 電線と樹木の接近
 - (ホ) 番號札の離脱、文字不明瞭
 - (ヘ) 保護線、保護網の取付状態及腐朽の程度

(註) 引込線に就ては下記事項を特に注意すること。

 - (イ) 電線の被覆損傷の程度
 - (ロ) 電線の混線、接觸等の不良箇所
 - (ハ) 引込線取付点に於ける引込腕木、碍子碍管等の破損又は腐朽
 - (ニ) 引込ケツナホルダの有無又は不良
 - (ホ) 家屋改築、撤去等の爲め引込線の改修の要不要
- ④ 尚巡視者は下記の事項に注意し、違反事項あるときは報告すること。
 - (イ) 電線と人家、金屬製煙突及アンテナ線との接近せる時、適當距離にあるや否や。
 - (ロ) 弱電通信線との交叉又は接近距離の適否
 - (ハ) 其の他人畜に危害を與ふる虞なきや
 - (ニ) 家屋の改築、道路新設等に依り配電線路施設に悪影響を受ける虞なきや

〔B〕 不時巡視と非常時の處置

此の巡視は、出火、暴風雨、其の他非常の場合に行はれるものであつて、目的は事故の波及を未然に防止する方法を講ずるにあり、上司の指揮に依ることが多い。此の場合の心得は

- ① 巡視者は應急處置に必要な器具材料及晝間は標旗、夜間は標燈を携行する。然而、危険の程度が甚しく防止が困難な時は危険と認むる區域内の送電を遮斷し各要所に標旗又は標燈を掲ぐる。
- ② 非常處置に遺憾なきを期する爲めには適當組數の工具及材料を適當の箇所に常備せねばならない。

又、保線係員の住所簿を整へ、非常召集を迅速ならしむる着意を必要とする。

③ 復舊工事の順位は、通信機關（電信、電話局）交通機關、水源池、瓦斯會社、軍需工場、食料品工場等とする。

④ 復舊工事の爲めの土地立入を拒むものあるときは駐在警察官、村區長に電氣事業法第六條第二項に依り土地立入を爲し得ることを説明し、了解を求めて工事を續行する。

(註) 暴風雨、雷雨等の豫想される場合には外線及保線の人員數を増し、保線係員の足留めをすること。尙、火災の時は危険區域の送電を遮斷し、火事が衰へ、線路が安全になつたと認むる外、退場してはならない。但し退場の際は出張の警察官に連絡すること。

5.4 配電線路の保守

〔A〕 保守用の必要圖面

保守を常に完全ならしめ、事故を防止し、配電の安固と經濟を計る爲めには、調査を常時、強行しなければならない。

之れに對して豫じめ配電線路の一般平面圖、幹線別圖面、區域一覽圖等を備へる必要がある。是等の圖面に記入すべき事項の概略を記する。

① 平面圖（縮尺二千分の一位）參謀本部陸地測量部圖面に準じて作製し、次の諸事項を記入して置く。

- (イ) 發變電所、開閉所の位置
- (ロ) 電柱（共用、専用の別）支柱、支線の位置及電柱番號
- (ハ) 高低壓の別、回線數及電線太さ並被覆絶縁物の種類

② 配電幹線別圖面（縮尺一万分の一位）本圖面は配電幹線の別に作製し、次の諸項を記する。

- (イ) 高低壓の別、電線の太さ、被覆絶縁物の種類、經過地
- (ロ) 變壓器、開閉器の位置並容量
- (ハ) 高壓需用家の位置、名稱及契約容量
- (ニ) 隣接配電幹線との連絡關係

③ 配電區域一覽圖（縮尺一万分の一位）本圖面には發變電所、開閉所等の位置及幹線別に色別せる線路及開閉器の位置、電線の太さを圖示する。

④ 電柱圖、電柱、支柱、支線の位置を記入し置き、巡視の際に使用するものとす。

⑤ 電柱カード、電柱カードには次の事項を記入して置く。

- (イ) 電柱番號、同所在地、電柱の種類、長さ、共用、専用の別
- (ロ) 電柱、支線、支柱の敷地別（道路、官公有地、民有地等）管理者名又は地主名及敷地料の有無

- (ハ) 装柱略圖、架線の種類及太さ、幹線名、隣柱との徑間、装柱材料調査
 (ニ) 建設年月日、電柱建替、電線張替、支線支柱の入替月日

⑤ 柱上變壓器、油入開閉器カード

- (イ) 取付電柱番號並幹線名、關係幹線名、型式、製造者名、製作番號、容量
 (ロ) 取付、取外年月日
 (ハ) 修理手入作業年月日

〔B〕 保守上調査すべき事項

保安上、第一に調査すべきは配電用變壓器、二次側接地線の地板抵抗であつて毎年1回以上(工規本第26條)測定し記録する。若し規定値以上になつて居れば直ちに改修する。其の他の保安接地……變壓器外函(第二種地線工事に共用すること多し)避雷器の接地、保護線、保護網の接地等……の地板抵抗を測定する必要がある。

又、各變電所に於て配電幹線別に1ヶ月中の最大電流を調査し一覧表とする。其の他、配電線路は電柱圖に依り1年に1回の割合を以て全線に亘り巡回し下記事項を調査し改修する。

① 支持物 電柱及支柱腐朽の程度を調査し、調査に際しては單に外面を觀察するに止まらず、之れを敲いて内部の音響を検する。外地線より約50cm以下の處迄金物を突き通し、十分に調査すること。

然而、腐朽した部分は之れを削取り防腐塗料を十分に塗布すること。腐朽建替を要するものは之れを報告し、速かに處置する。尙支線は地際の上約50cm宛にコールタールを十分に塗布すること。

② 腕木、其の他金具類 腕木の腐朽、亀裂、彎曲アームタイ、ストラップの腐蝕、ボルト、ナットの弛緩、脱落、碍子及縛縛線の不良を充分に調査し處置する。縛縛線の取替へは總て活線作業とする。

③ 柱上油入開閉器 開閉器は、引出線用碍管の掃除、油槽を取外し内部の点検等をする外、3年に1回位の割合で定期揚替をなし、内部の掃除、油の置過、引出線の取替をする。

④ 避雷器 冬季のやうな無雷期に取替掃除をし、試験をする。

⑤ 電線其の他 電線の弛度不良、被覆の腐朽、保護網の腐蝕、電柱番號札の不良等を調査改修する。

〔C〕 電壓及負荷の調整

先きにも述べたやうに、配電線電壓は變壓器の低壓側及低壓幹線の終端に於て毎年2回以上測定し、百分の四以上の變動を起さないやうにする。測定の結果、

不良なものは變壓器一次のタップを利用調整し、タップの切換に依り恢復しないものは電壓降下の原因が高壓側にあるか又は低壓側にあるかを充分に調査した上負荷の切換、電線の取替に依り適當に處置するものとする。

又、幹線の最大電流、並需用家の増加状態を常に調査し、幹線の電壓降下、開閉器容量、電線の安全電流等を顧慮し、幹線相互間の負荷の切替再分配をなす。此の際、相並相回轉を一致せしむる着意が肝要である。

〔D〕 保守工事

(一) 停電工事 高壓架空線路を改修の爲めに停電し、工事を爲す場合には次の如く心得ふる。

① 停電の手續 停電せんとする部分の線路圖並其の所屬變電所及幹線名、停送電豫定日時、工事要項を記載して營業課の了解を求め。なるべくは定期休電日を撰ぶ。

② 高壓線路の局部を停電して作業をする時は、先づ作業場所前後の開閉器を遮断し、作業者以外の者が觸れぬやうに作業者の名札を開閉器の把手に掲ぐる。

尙、開閉器の故障、他線路との混觸等の爲に開閉器を開いても充電されてゐることがある。故に作業場所附近の變壓器二次線各相に標示燈を挿入し点燈しないことを確かめ、高壓各線に檢電器を接觸させて充電の有無を検すること。

③ 停電作業中は作業すべき電線は一括して接地して置き、接地線の取外しは作業責任者が行ふこと。

④ 作業が終了したならば充分に点検し、従業員の人員点呼を行ひ、然る後に送電し、需用家電動機の回轉方向を点検し、送電状態に異状のないことを確認してから引揚ぐること。

(註) 復舊工事後の送電に際しては、メガーにて測定し、絶縁良好なる場合の外は送電してはならない。

(二) 活線作業 活線作業は入念に入念を期し、慎重に行ふこと。此の際注意すべき事項は

① 活線作業には必ず熟練したものを撰び、傍にて監督せしむること。

② 作業中は服裝を整へ、必要な器具のみを所持せしむ。

③ ゴム手袋は定期に取替へ、絶縁試験に合格したものを使用すること。

④ 高壓活線はラインマンブロッケター及チューブにて被ひ、身体の接觸に依る危険を豫防すること。

⑤ 従來から感電死亡の原因として感電後の墜落に依るものが多いから柱上作業では必ず胴網をかけ作業をする。

- ① 接線又は締結等は小さく束ね作業中他の電線に接触せしめない。
- ② 作業中は沈着に全注意力を作業に集中する。作業終了際に感電事故が多いから気を弛めてはならない。
- ③ 之れは直接作業に関係のないことであるが、工具類は常に整頓し、充分に点検手入をして直ちに修理又は取替へを行ひ、不良なる工具を使用しないこと。

5.5 第5章 問題並解答

- (1) 配電用変電所の竣工試験項目を挙げ之れを略述せよ。

【解】 5.1 を参照

- (2) 電線路が充電せられて居るや否やを検する方法を述べよ。

【解】 5.1 を参照

- (3) 配電線の絶縁耐力及絶縁抵抗試験を説明せよ。(特に、1000V 高圧配電線の絶縁耐力試験の接続図を示し、試験施行上の諸注意を述べよ)

【解】 5.2 の [A] を参照

- (4) 柱上変電器の試験項目の二つを挙げて之れを説明せよ。

【解】 5.2 の [B] を参照

- (5) 需用家電圧及電流を測定する必要を述べ、測定方法を記せ。

【解】 5.2 の [C] を参照

- (6) 機器及線路の絶縁耐力試験に就き特に考慮すべき事項を述べよ。

【解】 最も注意すべきは如何に試験電圧を測定するかであつて、一般に行はれてゐるのは放電間隙に依る電圧測定である。次に之れが実施に當り注意すべき事項を述べよう。

㉑ 放電間隙に依る電圧測定上の注意事項

試験電圧発生用変電器の二次側電圧は流るゝ充電電流、自身の漏洩コンダクタンス及静電容量分布状態等に依り歪形波となり、一次電圧に巻数比を乗じたものが試験電圧とはならない。故に二次側に放電間隙を入れて二次側電圧と一次側電圧の関係を調べて置く。静電容量の大きくない機器線路に対しては、試験電圧に相當するだけの間隙を調整して置いて、一次側電圧を調整して火花を飛ばす。次に機器線路を結んで前の一次電圧を加へて試験する。但し此の時の放電間隙は先きよりも2割程大きく開いて置く。充電電流の大きい場合には之れを結んだ儘で間隙を2割程小さくして置いて一次電圧と二次電圧の関係を求め、放電間隙の開きを大とし、先きの關係より試験電圧を発生すべき一次電圧を加ふるやうにする。

次に水抵抗器に於ける電圧波形の歪みの問題がある。

㉒ 水抵抗器に依る試験電圧の歪み

變電器の励磁電流はヒステリシス曲線からも明かなやうに、第三高調波を含むに至る……斯くて二次電圧は正弦波である……(「電機機器工学」Fig 107 参照) 従つて水抵抗器での電圧降下は第三高調波を含んだものとなり、供給電圧が正弦波であれば之れから水抵抗での電圧降下を引くと正弦波でなくなり、従つて二次側電圧も正弦波でなくなる。其の程度は水

抵抗器での電圧降下が大きい程大きくなる。故に此の電圧降下は或る程度に止むべきである

㉓ 電圧上昇の速さ

なるべく被試験物に長く定格電圧を加へないことが原則であつて、電圧上昇は出来る限り速かに行ふ。但し、異状を認めた時は直ちに電圧を降下させ得るやうにする(故障と同時に回路を急断すると異状高電圧を発生し易いから電圧を下げてから遮断する)電圧上昇の速さは、抵抗の調整と電圧計指示の上昇が一致的に休みなく上昇して行く程度が理想である。

㉔ 電流を拡大又は縮小して讀むこと

絶縁耐力試験に於て、電圧電流を讀む必要がある場合に電圧計及電流計の都合で之れを拡大又は縮小して讀まねばならない場合がある。此の場合は變流器を逆に用ひたり、2 箇以上の變流器、電位變成器を適當に組合せたり種々の工夫をする。尙配電盤用の計器も取り外して使用すれば 5A の電流計なり 150V 又は 110V の電圧計となる。唯、高圧用の變流器と電流計を特高回路に用ふるには絶縁が十分でないから碍子の上に取付け又は吊下げて使用せねばならない。

㉕ 遊び線輪の短絡接地

此處で云ふ遊び線輪とは發電機發電子の絶縁耐力試験に於ける界遊線輪、變電器高壓端線輪の試験に於ける真遊線輪を指す。是等の試験に於て絶縁が破れて大きな短絡電流が流れたとすると、遊び線輪に異状高電圧を誘發する虞がある。故に豫じめ之れを短絡し接地して置く必要がある。

㉖ 變電器に於ける突入電流

變電器(特に高磁束密度設計のもの)の絶縁耐力試験に於て、スイッチを入れるとヒューズが飛んだり遮断器がトリップする。之れを絶縁耐力の不足と誤認して点検に無駄な苦折りをする。變電器に残留磁束がなく、電圧が零の瞬間に加電されるなら問題でないが、變電器に残留磁束があり、電圧最大の瞬間に加電されたとすると變電器の磁束は其の瞬時

$$(\text{残留磁束}) + (\text{最大電圧を誘起するに相當する磁束})$$

となり、之れを作るには大なるアンペアターン即ち大きな勵磁電流の流入を要する。之れが變電器に於ける突入電流(Current rush カレント・ラッシュ)と稱せられるものである。此の場合、何度も入れて見る必要がある。

- (7) 配電線の常時巡視に當り着目すべき点、報告すべき事項を記せ。

【解】 5.3 の [A] を参照

- (8) 配電線の不時巡視に當り心得ふべき点及非常時の處置を述べよ。

【解】 5.3 の [B] を参照

- (9) 配電線の保守用圖面を説明し、記入すべき事項を挙げよ。

【解】 5.4 の [A] を参照

- (10) 配電線の保守上調査すべき事項を記せ。

【解】 5.4 の [B] を参照

- (11) 配電線の需用家電圧が低下せる場合、負荷電流の増大せる場合、取るべき處置を説明せよ。

【解】 5.4 の [C] を参照

(12) 配電線の停電工事並活線工事に對する心得を述べよ。

【解】 5.4 の [D] を参照

(13) 柱上變壓器に施されたる地線工事の保守上注意すべき主要なる点を挙げ之れを説明せよ。(昭 7)

【解】 5.4 を参照、次に補足的説明を加へる。

地線台板を作製して次の諸事項を記入すれば完全である。

施設場所、施設年月日、地線の太さ及種類、地板の大きさ及種類、地板の深さ及土質、接地抵抗及測定年月日、其の他参考となる事項

地板の接地抵抗は毎年 1 回以上測定する。此の測定値が規定以上であれば塩水注入或は補助接地の増設等の手段を講ずる。又人の觸る、虞のある場所に設置されたものは、他動的損傷を防止する爲めに竹又は木柱で之れを保護する。之れが保守状態も見て置く。

第 6 章 屋 内 工 事

6.1 屋内施設の一般

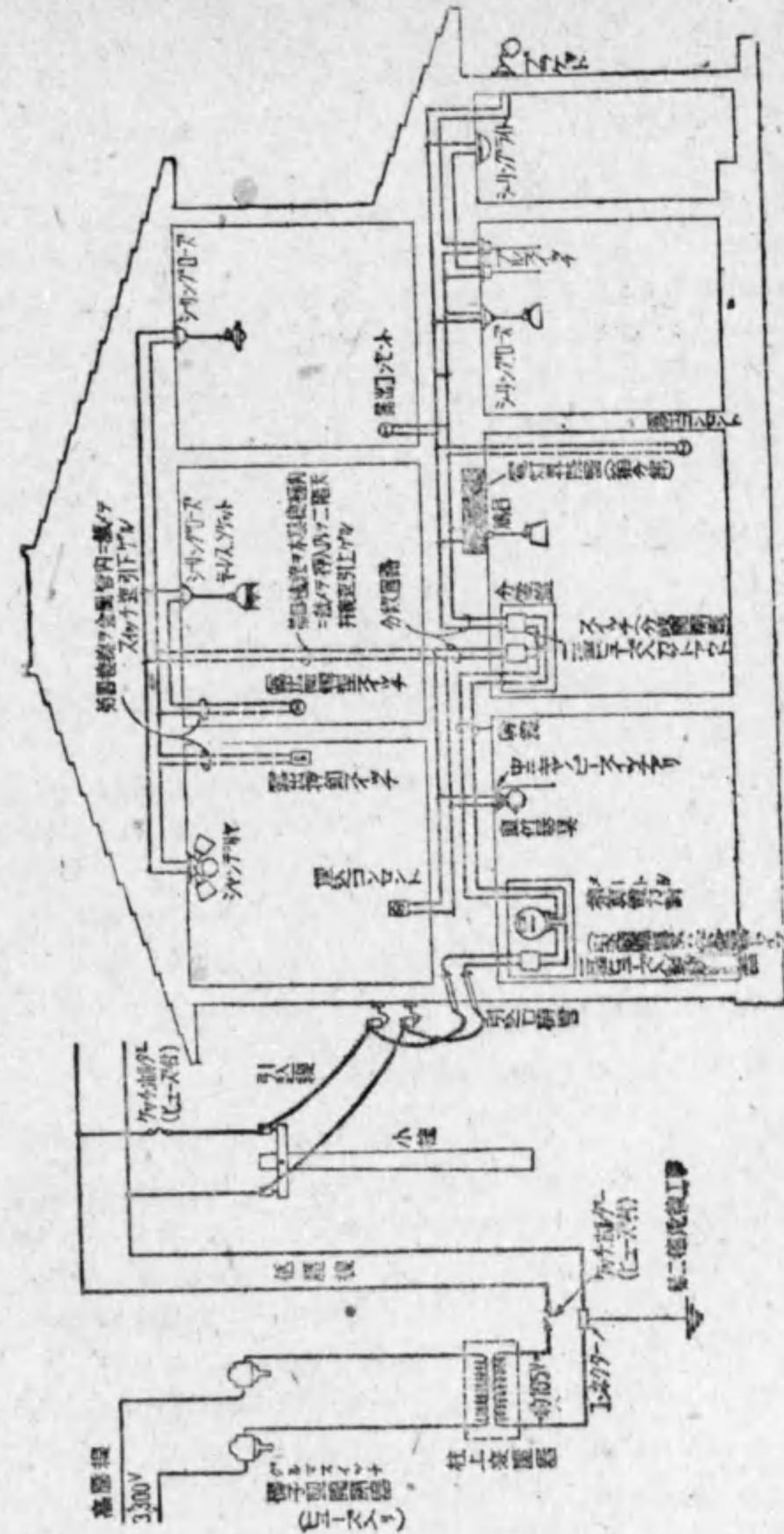
屋内工事に就ては既に電燈電熱工学 (100 頁より 114 頁間) で詳述されて居るから本章と併せて研究せられたい。

屋内工事の一例を普通需用家に就て示すと第 6.1.1 圖の如くである。即ち引込線が屋内に引込まれる箇所、即ち引込口に近く配電盤を設け、引込開閉器、積算電力計、分岐開閉器、或は電流制限器を取付くる。此の分岐開閉器は圖の如くに取扱ひ易い處に別箇の分電盤を設けて之れに施設することもある。此の場合引込開閉器より分電盤迄の配線を屋内幹線と云ひ、分電盤よりの各配線を分岐線と稱する。

(註) ① 第 6.1.1 圖に用ひた各器具の一通りを簡単に説明して置こう。

引込開閉器 は普通ベビー・スイッチとかカットアウト・スイッチと言はれる陶器製の開閉器である。ボディと蓋から成り、蝶番で結ばれ、電路の開閉は蓋の裏面に取付けたヒューズで行ふ。充電部が掩蔽され、且ヒューズの取換にも蓋部を開いて電路を遮断して行ふから安全である。爲に安全器とも云はれ、三極用のものもある。需用電力が大きくなれば双形開閉器を用ふることもあり、又極小容量の需用家にはカットアウト (小角安全器) が使はれる此の開閉器が需用家全体の主開閉器となり定期検査の際の絶縁抵抗の測定も此處で行はれる
積算電力計 引込開閉器の次に取付けられ、需用家の使用電力量 (kWh) を計量し、電熱と電燈が別引込の場合には二箇取付けられる譯で、一般に現字盤のものが用ひられる。現今計器外函は合成樹脂又は硝子等で作られたものを多く見受ける。

照明器具 は最も一般的なローゼット (レーリング・ローズ) が用ひられ、体裁を重んずる和室では扇目工事を行ひ、電燈昇降器 (カウンター) を用ふる。直付器具、ブラケット、シャンデリヤ等、使用場所、使用目的等で裝飾的なもの、實用的なものを適當に選ぶ。



第 6.1.1 圖 屋 内 配 線 工 事 の 一 例

点滅器は普通壁に埋込んで用ふる埋込型が多く、押針型、起倒型が用ひられる。其の取付高さは床上 1~1.3 米を標準とし、寢室、化粧室、浴室、私室では室内にするが、他は室外の壁又は柱に取付くるを原則とする。露出型では回轉型、引紐型があつて、引紐型は電燈器具の中に取付けられるカノピースイッチがある。

コンセント 挿込検査のことで、露出型と埋込型とあつて、圖にもある如く、床上 10 程位に取付ける。

点滅器は配線が露出であれば露出型を選び、埋込工事であれば埋込型を選ぶのが原則である。埋込型の方が体裁がよいが取付費用が 2 倍以上になる。又点滅器を取付ける壁がないとか、配線費用を安くしようとする場合にプルスイッチを施設する。階段燈のやうに 1 箇の電燈を 2 箇所から点滅する場合には三路スイッチを、3 箇所より点滅する時は四路スイッチを用ふる。但し側壁の薄い時は埋込型の小型スイッチを使用する。

6.2 引込線工事

(A) 引込線の種類

引込線とは、配電線路より分岐して需用場所の引込口に至る部分の電線を云ふ(工規本 2 條)即ち引込線は配電線の最末端部分となる。

配電線路の支持物より他の支持物を経ずに需用場所の取付点に至る架空電線のことを架空引込線と云ふ。

支持物とは電線路に使用する木柱、鐵柱、鐵塔及コンクリート柱を指す。尙配電線から分岐して需用家に至るまでの電線を支持する腕木、小柱等を施設する工事を架空引込線工事と稱する。

然して、此の引込線を電気方式、用途、構造上から種々と分類し得る。

電壓に依る區別 特別高壓引込線、高壓引込線、低壓引込線

用途による區別 電燈引込線、動力引込線、電熱引込線

構造による區別 單獨引込線、連接引込線

工事方法に依る區別 架空引込線(本柱引込、引込柱引込) 地中引込線

(註) 電燈及電熱の引込線は单相二線式又は单相三線式で、動力引込線は三相三線式である。單獨引込線は各需用家への引込線を配電線から獨立して分岐したもので、連接引込線は數軒の需用家への引込線を一括して一つの引込線とし、配電線から分岐したものである。そして架空引込線では配電線路の電柱から直接引込む本柱引込と、引込線を取付ける爲特に引込柱を建て之から引込む引込柱引込とに大別することが出来る。

街路照明用線路 街路照明用の街燈へ架空線で引込む場合、此の架空線を街路照明用線路と云ひ、引込線と見做すことがある。

(B) 引込線に関する規程

引込線は直接需用家に引込まれるものであるから、最も安全に然も堅固に施設

して危険の虞のない所にする必要がある。このため工作物規程に種々の規定を與へてゐる。

(1) 家屋外面の配線 引込線を需用家へ引込む場合、電柱から直接引込むことが出来れば好都合であるが、大抵の場合、一先づ家屋に取付け、引込口まで軒下等、家屋の外面に沿つて配線することが多い。此の配線を家屋外面に沿ふ電線…一般に屋外配線と云ふ…には第 6.2.1 表の如く使用電線の種類及太さ、工事方法が規定されて居る。

第 6.2.1 表 家屋外面に沿ふ配線工事

施設場所	使用電線		電線支持点間の距離 m	電線相互間の距離 cm	電線と造管との距離 cm	備 考 母子の種類
	種 類	太 さ mm				
雨露に曝露せざる場所	第二種 絶縁軟銅線	1.6 以上	1 以下	6 以上	3 以上	ノック 起倒母子 曲心曲心引込母子 二重母子又は クリート
	第三種	〃	〃	3 以上	0.6 以上	
	第四種	〃	〃	〃	〃	
雨露に曝露する場所	第二種	〃	〃	15 以上	10 以上	曲心 曲心引込 二重母子
	第三種	〃	〃	10 以上	6 以上	
	第四種	〃	〃	6 以上	3 以上	

(註) 使用電壓 250V 以下の電線には太さ 2 純以上の硬銅線を使用して曲心棒母子を用ふるか、突出腕木を取付けて電線と造管材間を充分離隔すれば第一種絶縁電線を使用して支持点間を 2 米以上とし得る。

● 曲心棒母子のみを使用する場合 2 米以下 突出腕木を使用する場合 5 米以下

(工規本 103 條、細 67 條)

(2) 引込線に用ふる電線 として工規本第 100 條に次の如く規定して居る。

① 使用電壓 150 V 以下の電燈引込線には第一種絶縁電線
吊架屋外電燈用の引込線として金屬線に吊架される場合は第四種絶縁電線とする。

② 使用電壓 250 V 以下の動力引込線、一般には第一種絶縁電線を使用し得る。

高さ 3.5m 以下の点に取付けられた引込点に引込む場合、(第三種又は第四種電線電線と交叉する場合、若くは 1 m 以内に接近する場合) 絶縁電線を用ふる

③ 引込径間が 20m 以下の場合には 2mm の硬銅線を使用し得る(軟銅線ならば 2.6 純以上)

引込径間 20m 以上では 2.6mm 以上であるが、20m 以下では電壓降下及安全電流を考慮して支障なき場合 2mm の硬銅線でよい。

臨時持例に於ては径間 20m 以下を 25m 以下に擴大されて居る(特別第 10 條)

(3) 引込線の互長 は 60m 以内とするが、引込柱を構内に建設して之から引込む場合には互長に制限がない。直接引込線では、初めて分岐される支持点より

60m の範囲に止めねばならぬ。(本第 100 條及細 42 條)

(4) 引込線と造營物との離隔距離 は造營物の側面に於て 1.2m 以上、同上部に於て 2m 以上とする。引込線と造營物間は事情の許す限り大きくとる方がよい。之れは引込線による電氣事故の多くが引込線と造營物の接觸に依つて起るからである。

但し工事上止むを得ない場合、危険の虞なく、人が容易に觸れる虞のない様に施設するときは、電線を直接引込む造營物ではその上部側面共規定の 2m 及 1.2m より接近させてもよい。又他の造營物ではその側面のみ 1.2m 以内に接近せしめ得る。(本 100 條)

(5) 引込線の地表上の高さ は工規本第 100 條に依つて次の如く制限される。

① 道路を横斷する場合 6m 以上

市街地外の如き交通頻繁でない道路では支障のない限り 5m 以上でも差支ない。

② 鐵道、軌道を横斷する場合 軌條面上 6m 米以上

③ その他の場合 5m 以上、徑間 20m 以下では 4m 以上

(6) 引込線取付点の高さ は交通に支障のない限り、工事上已むを得ない場合需用家の取付点に於ける高さを第 6.2.2 表の如く許容される。

第 6.2.2 表 引込線取付点の高さ

使用電壓	絶縁電線の種類	取付点の高さ
交流 150V 以下 直流 300V 以下 中性点接地した場合 250V 以下	第一種	2.5m 以上
150V 超過(動力線 200V)	第一種又は第二種 第三種又は第四種	3.5m 以上 2.5m 以上

電話線に第四種絶縁電線を使用する場合、電話線路の管理者の承諾を得た場合 60cm まで縮め得る。

(注) 引込線は専用の鐵道、軌道を横斷せず、高壓線の上部を横斷しないこと、連接引込線は道路の横斷、屋内の貫通は許されない。又他の架空配電線路、弱電流電線を挟んで架線してはならぬ。

(8) 荷路照明用電線 は工規本 104 條に明示されて居る如く、細 69 條に従つて施設する。

① 他、引込線を分岐しない、即ち屋外照明専用であること。

② 市街地の道路上では幅員 20m 以下の道路であること。20m 以上では施設出来ない。道路中央に施設する場合は幅員 10m 以下であること。

③ 1 引込線の供給容量は 30 アンペア以下とする。

④ 電線は 2.0mm 以下の硬銅線を使用する。但し道路外で人が容易に立入ら

(7) 引込線と他物との離隔距離

① 樹木とは 30cm 以上
(本 51 條) *

② 他の電線路とは 1m 以上
(本 48 條)

③ 電話線とは 1m 以上
(本 100 條)

ぬ場所では徑間 30m 以下であれば 2mm でもよい。

⑤ 電線は第一種絶縁電線を用ふる。道路上に施設し、地表上 5m 以下の高さに施設したときは第三種絶縁電線を使用する。

⑥ 電線地表上の高さは 5m 以上とする。但し道路の片側又は両側に於て道路を横斷せず、交通に支障のなき場合、及び道路外であつて容易に人の立入らぬ所に施設した場合には高さを 3m 以上とし得る。

(9) 屋外燈の引下げ線 地表上 2.5m 以下の部分は第四種絶縁電線又は電纜を使用する。人の觸れる虞ある場合には金屬管を取付けて他動的損傷を防止する(本 101 條)

(10) 高壓架空引込線 には 4 耗の第三種絶縁硬銅線又は 5 耗の第一種絶縁硬銅線を用ふる。

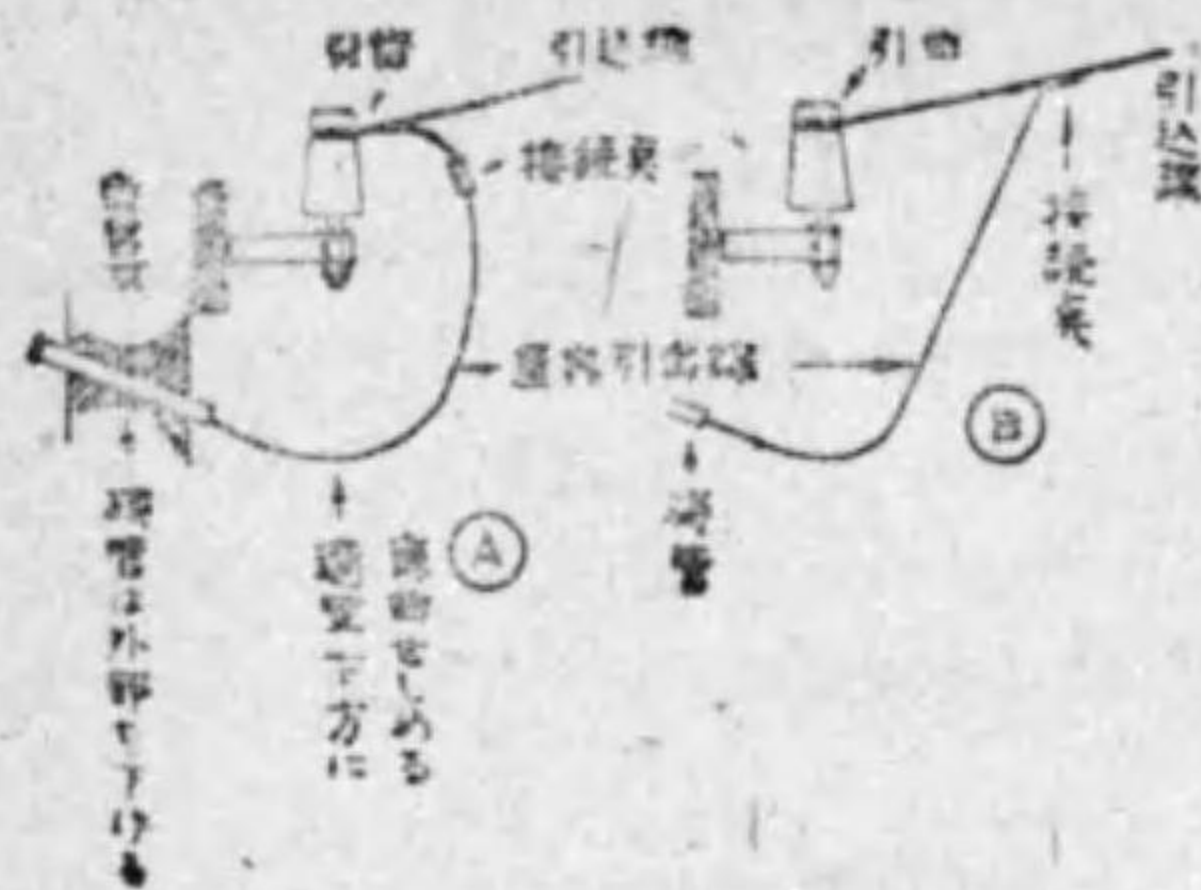
(C) 引込線工事の實際

引込線工事を低壓架空引込、高壓架空引込及び地中引込に分つて述べることにする。

(1) 低壓架空引込線工事 配電線路より分岐する引込線は、兩線共に遮斷子(ケツチ)を取付けるが、接地側電線にはヒューズを取付けず裸線で短絡しておく。此のために接地側電線にはケツチを取付けないこともある。此のケツチは電柱廣告燈、電柱外燈にも取付けるが、此の場合は電燈に近く取付け、張力のかゝらぬ様にする。此の引込線を需用家へ取付ける(之を家側取付工事と云ふ)には引込線の張力に充分耐へる場所を選び——工事及保守に便であること——碍子を取付け、引込線を支持する。此の場合、碍子の取付点が堅固でなければ補強工事をして取付ける。又建物の構造上、造營材と電線が充分離隔出来ない場合は特殊な金物を使用して距離を取る様にする。建物がコンクリート建、金屬張りの場合とか特に引込線の張力が大きい場合に腕木を直接建物に取付ける(腕木直付工事)又角材、金具を建物から水平に突出して引込線を支持する槍出工事を行ふ。此の方法は堅固でないから已むを得ぬ場合の外は採用しない。

尙、引込線の途中に小柱を建て、之に引込線を支持させたり、工事上建物に小柱を取付けて引込む場合もある(地建小柱、家付小柱と云ひ、之等をすべて小柱工事と稱して居る)

引込線が需用家の引込口まで來ると、屋内線を引込碍管を通して引出し、之と第 6.2.1 圖の如く接続する。此の場合、雨水が電線を傳つて居内に侵入しない様下方に彎曲させておく。その接続は引込線の近くで行ひ、張力のかゝらぬ様にする。尙屋内からの引出線は碍子の支持金物、造營物の金屬体より充分離しておく云ひ遅れたが、家側に取付けられた引込線は碍子——茶台碍子又は曲心曲捻込、二重碍子等を用ふる——に引留バインドを施し、充分に引込線の張力に耐へ得る



第 6.2.1 図 引込口工事

(3) 地中引込線工事 低圧架空配電線路から分岐して電線で引込む場合、電線は電柱又は造管材に沿って施設する。配電線より分岐する点に近くケツチを装置し、非接地側電線にヒューズを挿入する。之を終端函で接続して需用家に至る。需用家では圖の如く地下 30cm より地上 2.5m までを金属管におさめる。

地中配電線路から分岐する場合は、配電函で分岐し、引込線毎に配電函内に開閉器を装置しておく。此の場合も架空引込線と同様に非接地側にヒューズを取付ける。

(引込口数が 3 箇以下の場合、開閉器及ヒューズを共用出来る)

次に高圧引込線を地中線で行ふ場合であるが、大体低圧の場合と差異がない。唯架空配電線路と電線の接続箇所には避雷器を設け、引込線の保安装置として、ケツチの代りに碍子型開閉器を装置する。

6.3 屋内工事の一般

(1) 電圧 屋内に供給する電圧は、高圧工事、ネオン管燈工事、X 線装置等の特殊の工事方法に依る以外は

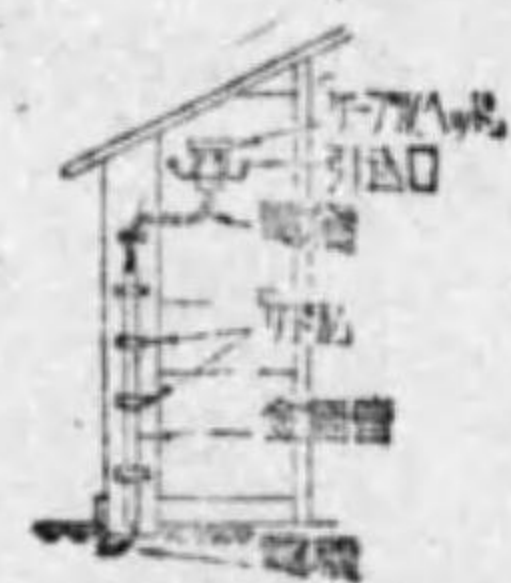
直流 500 V 以下 交流 250 V 以下 (大地に対する電圧 150 V 以下)

とせられてゐる。但し乾燥した場所、特殊なる箇所は此の制限外である (工規 106 條及細 71 條を参照)

(2) 電線 電気爐用電線とか接觸電線或は蓄電池室等の如く電線の絶縁被覆物を腐蝕する虞のある所では裸電線の使用が許されるが、一般に絶縁電線を用ひねばならない。其の太さは 1.6 耗以上の軟銅線 (暫定規程では 1.2 耗以上の銅線 1.6 耗以上の鐵線) を使用せねばならぬ。元來、電線の太さは安全電流より定め

様に施設する。

(2) 高圧架空引込線工事は大体前項の方法に準じて行ひ碍子、碍管類に高圧用のものを用ふる。引込電柱に於て、本線より分岐する点に近く碍子型開閉器又は油入開閉器を装置して容易に引込線以下を切離すことの出来る様にする。引込線は電線相互間を 30 cm 以上離隔して施設する。

電線引込工事
第 6.2.2 図

らるべきであるが、配線が餘り長くなるやうなら電圧降下の点から定められる。屋内線に於ける許容電圧降下は電燈回路で約 2%、電熱回路で約 3% 以下とせられる。

(註) 安全電流とは許し得る最大の電流を云ふのであつて、此の値以上の電流が流れると電線の絶縁物、熱の爲めに損傷せられ、遂には燃へ出すやうなことになる。従つて絶縁程度の高い熱放散の悪いもの程安全電流が小であり、又同一金属管等では藏める電線の數が多くなる程小となる。安全電流の値に就ては工規細 23 條を見られよ。

電球線の使用區別は「電線工学第 9 章」表に示された通りである。

何電線の接続に當つては次の注意を守ること。

- ① 接続部分の電気抵抗を増加せしめず、其の強さを 2 割以上減少せしめないこと。
- ② コンネクツス、或はスリーブの類を使用する外は該部分を完全に鑲着すること。
- ③ 電球線 (コード) と屋内配線の接続点に於ては電球及附屬器具の重量を屋内配線に支持させない。
- ④ 電球線と屋内配線との接続には鑲着又は他の方法で完全にする場合の外はローゼット、コンセント、其の他の配線器具で行ふこと。
- ⑤ 電球線相互の接続には適當なコードコンネクターを使用すること。
- ⑥ 電球線と家庭器具との接続には人の容易に觸れないやうに施設した端子金物にコードを完全にネジ止めするか、又はコンセント、其の他之に類するものを用ふること。

(3) 工事方法 一般の屋内工事としては、ノツプ・クリート、或は二重碍子等を用ひ、容易に人の觸れないやうに工事する。其の他特殊なる場合として鐵裝電線、鉛被電線、金属管、金属線樋、木製線樋内に電線を藏めて配線することがある。

(註) 人の觸れないやうにと云ふのは、床上 2 米以上に配線すると云ふことであるから、点滅器等のコンセントを取付ける時にはノツプ工事やクリート工事は許されないで上記の特殊工事の何れかに依らねばならない。

(4) 施設器具 引込口開閉器として 20 A 迄は安全開閉器 (ベビ・スイッチ) を用ひ、夫れ以上の容量には双型開閉器を使用する。此の兩極にヒューズを装置しなければならない。

配電盤としては、普通需用家に対しては板割に安全開閉器、積算電力計、電流制限器等を装置し、床上 1.5 米以上の乾燥した、取扱ひに便利な處に設くる。又大邸宅だのアパートでは、鐵製のキャビネットを使用して、其の中に装置する。

申す迄もなく、開閉器は回路の故障又は改修の際に電流を切るものであり、自動遮断器は使用機器及回路が過電流の爲めに過熱することを防止するものである (註) 開閉器及自動遮断器は次の心得で施設すること。

- ① 電路の各極に装置すること、但し引込用、分岐用の開閉器及自動遮断器を除き、容量 1kW 以下又は特別に許された電路に限り單極に装置することを得る。
- ② 自動遮断器は多相式電路の中性線又は變壓器の低壓側の一端子を接地した場合の接地端の低壓架空電線に挿入し得ない。

- ④ 開閉器は回路を遮断したまま放置しても自然と投入の位置に戻らないこと。
- ⑤ 開閉器及自動遮断器は耐火、耐水的の函内に蔵め、充電部を露出せず、乾燥した、取扱容易な箇所に堅固に取付くこと。

第 6.1.1 圖に示した如く、絶縁電線が造管材を貫通する場合、又は之に接近する場所では電線を碍管内に蔵める。但し乾燥した場所を貫通するとか、接地する場合で、工事に已むを得ない場合にはゴム管又はゴムテープを以て代用する。

(註) 碍管端は造管材から約 3 程程出して置き、一方が雨露に曝露するか又は湿気の多い場所では一方を上向きとして水滴の侵入を防止する。又碍管施設後では移動しないやうに綿テープ又はバンド線で電線に固着し、折損の虞のある所では木管等で保護する。但し電線が木台又は開閉器函を貫通する所では釘付碍管を用ひてゐる。

電燈器具、紐線吊、コンセント、レセプタクル等は特殊の場合を除き木台を使用して造管材に堅固に取付く。

(5) 分岐と絶縁抵抗 屋内配線の分岐は各配電會社に依つて異なるが、工規に定められてゐるのは(工規 113 條)次の如くであつて、各分岐点に近い箇所で各分岐路の各極に開閉器及自動遮断器を装置することになつてゐる。

(イ) 白熱電燈専用の電線 1 kW 以下毎に分岐、但し 1 回路の受口数 15 箇を超過しない場合に限り此の制限を 3 kW 迄増加し得る。

(ロ) 白熱電燈と家庭用電氣器具併用の電線 3 kW 以下毎に分岐、但し 1 回路の受口数 15 箇を超過する場合は白熱電燈の總ワット数を 1 kW 以下とすること。

(ハ) 家庭用電氣器具其他屋内電氣機械器具用電線 3 kW 以下毎に分岐、但し 1 回路の受口数 3 箇を超過しない場合に限り此の制限を 5 kW 迄増し得る。

(ニ) 1 箇の容量 5 kW を超過する家庭用電氣器具其他屋内電氣機械用の電線 各器具毎に分岐すること。但し此の場合、2 箇以上の分岐回路の總ワット数が(イ)乃至(ハ)の制限を超過しない時は之等各回路に共同の開閉器及自動遮断器を使用することが出来る。

又中性線を接地した多線式屋内配線の配電盤内に於て、電源側各極に開閉器を装置し、之より二線式電路ばかりを分岐する場合、其の分岐回路が 3 kW 以下であれば此の中性線に接続する電線の開閉器及自動遮断器は省略し得る。

次に、屋内に施設する低壓電線の絶縁抵抗は主回路及分岐回路に付き次の各項に適合せねばならぬ。

(イ) 白熱電燈のみの場合 電線相互間及全電線を一括したものと大地との間の絶縁抵抗は電球及附屬器具を含み、電球受口一箇に付き 2 メグオーム以上なること。

(ロ) 白熱電燈と家庭用電氣器具を併用する場合

① 電線相互及全電線を一括したものと大地間の絶縁抵抗は電氣器具を除いたとき、電球及附屬物を含み電球及電氣器具受口 1 箇に付き 2 メグオーム以上なること。

② 電線に電氣器具(臨時温水器の如く大地から絶縁しないで使用するものを除く)をも接続したとき、其の絶縁抵抗は全電線を一括したものと大地との間に於て、電球及電氣器具受口 1 箇に付き 1 メグオーム以上なること。

(ハ) 家庭用電氣器具其他の屋内電氣機械器具のみに供給する場合

① 絶縁抵抗は電線相互間及び全電線を一括したものと大地間に於て、使用電壓に對する漏洩電流が機械器具を除いたとき最大供給電流の 2 万分の 1 を超過しないこと。

② 電線に家庭用電氣器具、其他の屋内電氣機械器具を接続したとき、其の絶縁抵抗は全電線を一括したものと大地との間に於て使用電壓に對する漏洩電流が、最大供給電流の 1 万分の 1 を超過しないこと。

興行場の舞台、奈落、音楽室及映寫室に施設した低壓電線の絶縁抵抗は前述各項の数値の 2 倍以上なること。

6.4 屋内工事の設計

(A) 設計の一般的心得

屋内工事を施すべき建物の種類、電氣使用の目的並様式に依り設計方法は異なるが、何れにせよ、安全確實で便利なること、然も經濟的であらねばならぬことに變りはない。殊に現在の如き物資節約時代にあつては特別の注意が必要である。例へば引下げ点滅器の装置の代りにブルスイッチを用ふる等のやうな細かい点にも節約の要がある。然し將來の増設豫想は合理的に定めて置く。

尙、工事施設に當つては工作物規程及供給會社の工事規程をよく研究し、誤りなきを期する。

(註) 高層ビルディングの設計に當つては、建築業者とよく連絡する。即ち建物の設計略圖に依り變電室、蓄電池室、電話交換室、エレベーター室、其他の電氣工事に就き打ち合せをよくする。斯くて可急の速かに引込方法、電壓、電氣容量、電氣方式、電話回線数、主要なる電氣機械器具の撰定、配電盤、分電盤の設置箇所と配置、並配管、配線の方法、照明方式と照明器具の種類、瓦斯、水道、排水、暖房装置の位置等を豫定し、建築工事の進行と關聯して電氣工事の進度表を作る。

(B) 電氣設備の容量決定

一般の需用家に對しては電氣普及會制定の“住みよい家の電氣設備”(工人受驗「指導テキスト」第五篇 P2 参照)に準據するのが無難であらう。尙其の施行上の注意事項を列擧すると次の如くである。

① 電燈 室の明きは畳一畳當り 10W に取り、眩しさを防止し、光を有効に使用する爲めに、適當の深さのシェード又はグローブを用ふる。十畳以上の室の天井燈は、2 燈以上とし、其の高さは床上 2 米内外（鴨居の高さ以上）とする。又壁燈の高さは床上 1.8 米内外がよく、鏡側の壁燈は顔の高さにする。尚ビルディングでは一坪當り 50W（百貨店では 75W）と概算して大過はない。

② 挿入口（之れはスタンド、アイロン、ラヂオ、ミシン等の小型電氣器具を隨意の箇所で使用し得るやうにした受口である）挿入口はなるべく床面近く壁廻りに設け、箆筒、茶棚の置場を考慮して定める。調理室、煖房用等の大型器具を使用する爲めには大型挿入口を設備する。又茶の間、居間、食堂等ではラヂオを聴き得るやうに、高聲器用挿入口を設くるか、アース配線の挿入口を設くる。

③ 電熱 炊事用電熱は家族 1 人當り 500W を標準とし、最低 1.5 kW を設備し、煖房は坪當り 500W を標準とする。（ビルディングも同様）ビルディングの冷房用としては一坪當り 0.2 馬力、劇場では 1 座席當り 0.15 馬力と概算する。

(C) 引込口及電氣室

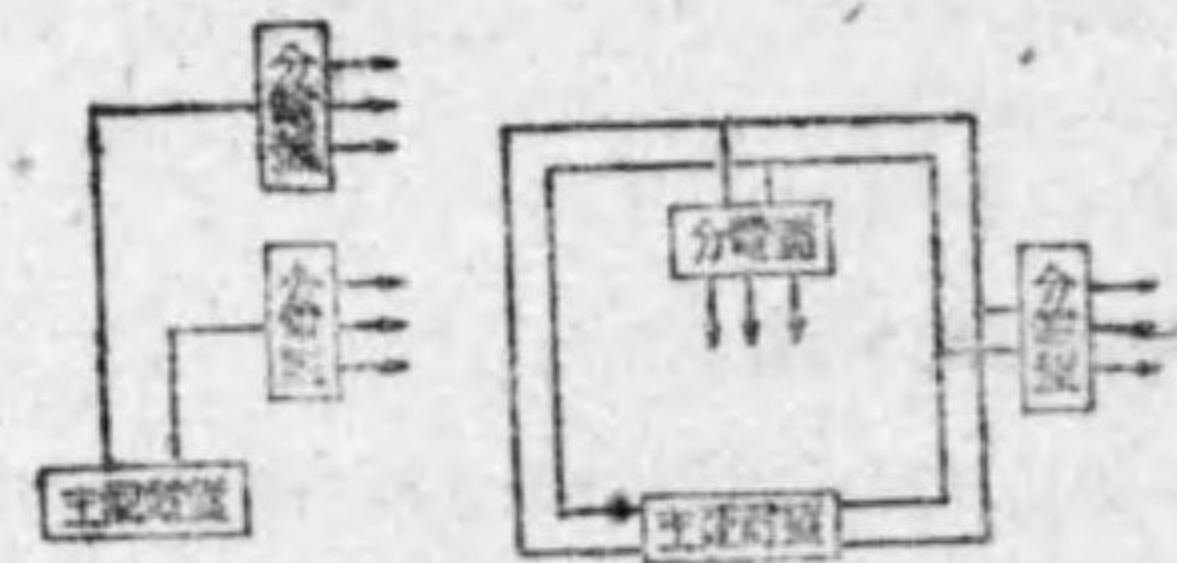
大体 500 kW 以下は低壓で受電し、500kW より 1000kW 迄は高壓、1000kW 以上は特別高壓で受電する。ビルディング等にあつては、なるべく一階又は地階で配電線に近い側を選び、且引込には他物の妨げにならぬ箇所から引入れた方がよい。

電氣室の位置も引込口と關聯して電力の供給を受くるのに都合のよい場所を撰定すべきであつて、都市に於ては地下配電を受くることが多いので、主に地階に設けられて居る。高層ビルのやうに電氣の使用量の大きい場合には地階と屋上の 2 箇所に電氣室を分置することがある。電氣室の廣さは大体 1 kVA 當り 0.5~0.7 坪位に取り、風通しのよい、濕氣の少い、修理を要する機器の搬出入に便利な所を撰ぶ。尙照明設備を十分に点検、修理に便する。

(註) 電氣室の高さは、梁下が變壓器又は配電盤より高壓にて 1 米、特高にて 1.5 米以上になるやうにし、機器の重量に耐へるやうに床の強度を充分に安全として置く。

(D) 配線方式

屋内配線方式としては一般に樹枝式を採用するが、高層ビルディングでは、第 6.4.1 圖に示した如くに分電盤式、又は環狀式を用ふることもある。分電盤式では一般に各階に分電盤を 1



第 6.4.1 圖 屋内配線方式

箇宛設け、之より各室に分岐せられる。廣い建物では各階に 2 箇乃至 3 箇設けることもある。本方式では各分電盤に於て分岐回路用開閉器に可熔片を入れるから、一區分の負荷回路の短絡故障が他に波及せず、分岐線の長さも短くて済み、従つて電壓降下も少く配線費も低廉となる利益がある。環狀式では配電線の環狀方式と同様な特長を有する（電壓降下及電力損失共に小）然し幹線の亘長が長くなるので建設費は前者より餘計に要する。

電氣方式としては、電燈に對しては 100V 單相二線式、三相電動機に對しては 200V 三相三線式（單相電動機に對しては 100V~200V 單相二線式）電熱器に對しては 100V 單相二線式、容量の大なるものは 200V 三相三線式を一般的標準として居るが、需用密度の大きい高層ビルディングでは單相三線式、更らに大なる時は三相四線式が配線設備費の点より有利であるとされてゐる。

(註) 負荷の想定が定り、配線経路が決定したなら、以上の各方式に依る配線費を算出し經濟的な方法を撰定すべきである。

6.5 屋内工事の實際

施設場所に應ずる工事方法の一般は既に「電燈電熱工学」第 65 表に示されて居るから此處では夫れを補足するに止むる。

(A) 施設場所に依る工事方法

屋内配線はその施設場所及工事の種類に依つて適當なる絶緣電線を用ひねばならない。之を一括して示せば第 6.5.1 表の如くである。

屋内配線には電氣工作物規程によつて、一般に裸電線及び第一種絶緣電線は使用出来ない。その太さも 1.6 耗以上とされて居た（本 100 條）が臨時特例に依り 1.2 耗以上の銅線、又は 1.6 耗以上の鐵線を使用し得るやう制限が緩和された。（特例 13 條）

第 6.5.1 表 (A) 屋内工事と使用電線

施設場所	工事方法			
	露出工事	隠蔽工事	線挿工事	金屬管工事
乾燥せる	人の觸るゝ處ない	W ₂ W ₂ '	W ₄ W ₄ '	W ₄ W ₄ '
	人の觸るゝ處ある	W ₃ W ₃ '	〃	〃
濕氣ある	人の觸れる處ない	W ₄ W ₄ '	〃	〃
	人の觸れる處ある	金屬管工事による	〃	〃
乾燥せる	点検出来る	W ₂ W ₂ '	〃	〃
	点検出来ない	W ₃ W ₃ '	〃	〃
濕氣ある	点検出来る	W ₄ W ₄ '	〃	〃
	点検出来ない	〃	〃	〃

表中に於ける絶緣電線の種類は
 W₂...第二種絶緣電線
 W₂'...暫定第二種
 W₃...第三種
 W₄...第四種
 W₄'...暫定第四種
 を示す。表中記載の種類より上級種別のものを用ひることは差支ないが之より下級のものを用ひて絶緣程度を低下せしめてはならぬ。

金属管工事に於て 2.0mm 以上は漆線を用ふること。

点検し得る掩蔽場所とは、点検口を有する小屋裏、戸棚、押入等の如き容易に工作物に接近し得るとか、又は工作物全部を檢視し得る場所を謂ふのである(細 67 條)従つて点検出来なない掩蔽場所とは、破壊しなければ配線その他の工作物に接近することも又檢視することも出来ない天井裏、壁内、コンクリート床内の如き場所である。

第 6.5.1 表 (B) 屋内工事方法

電圧	工事の種類	電線の種類	電線取付位置	支持点間距離	線間距離	造営材との距離	使用碍子	弱電線、水管、瓦斯管等の金属体との距離	異なる電線間の距離
低	露出工事	W ₂ 又W ₃ はW ₄	特に制限なし	1m以下	3cm以上	6mm以上	クリート	15cm以上	30cm以上
	隠蔽工事	W ₂ 又はW ₂ '	側面又は下部	〃	12cm以上	3cm以上	ノツブ	隔壁又は碍管を用ふれば15cm以内に接近し得る	1.2m以上露出工事とは15cm以上
			上部	〃	12cm以上	10cm以上	二重碍子		
	木製線樋工事	W ₃ 又はW ₃ '	側面又は下部	〃	6cm以上	3cm以上	3cm以上	ノツブ	15cm以上
制限なし			制限なし	12mm以上	6mm以上	〃			
電纜工事	600V 系統ケーブル	W ₄ 又はW ₄ '	〃	〃	〃	〃	〃	15cm以上	第三種地線工事により接地した場合は直接に接触せざる事
高	碍子引工事	W ₄ 又はW ₄ '	〃	600V 以下	1m以下	10cm以上	3cm以上	ノツブ	30cm以上
				5m以下	5m以下	20cm以上	6cm以上	カツブ	
				600V 以上	1m以下	15cm以上	10cm以上	高圧ビン型二重碍子	
高	金属管工事	600V 以下の交流に限る。低圧の場合に同じ				〃	〃	〃	〃
	電纜工事	高圧電纜を使用して施設する				〃	〃	〃	〃

(1) 展開場所 露出工事(上表参照)で行ふ外、体裁を重んじて木製及金属線樋工事、金属管工事、電纜工事等で行ふこともある。

露出工事には前表の如く、第二種又は第三種絶縁電線を用ふる。最近では暫定第二種又は暫定第四種絶縁電線を用ひ得る。之等電線を線間 3cm 以上、電線と造営材間を 6mm 以上離隔して施設する。

(2) 掩蔽場所 隠蔽工事、金属管工事、電纜工事等で行ふが、一般的に行ふ隠蔽工事では使用絶縁電線に第二種又は第三種(暫定第二種又は暫定第四種)を用ふる。工事に已むを得ない外電線は造営材の側面又は下面に取付ける。造営材の面に沿つて電線を取付ける時は電線支持点間を 1m 以下に取り、線間 6 cm、電線と造営材間を 3cm、以上にする。展開場所、掩蔽場所に於ては第 6.5.1 表から露出工事又は隠蔽工事で施設する外、木製線樋、金属線樋、金属管、電纜工事等で行ふ

(3) 湿気ある場所 工規細 83 條に示された如く、風呂場、床下、魚屋、八百屋等の水を取扱ふ土間、洗場、そばや、うどん屋等の釜場のやうに水蒸氣を發散する等湿氣のある場所では第四種又は暫定第四種絶縁電線を用ひて碍子引工事を行ふ。使用器具には防水装置を施す。その他金属管、電纜工事等でも施設する

(4) 塵埃ある場所 精米、紡績、撚糸、製糸、製粉、碎礦等の工場、織糸、綿糸、綿ネル、モスリン、セメント、コークス等の製造場等の如く塵埃の多い(細 84 條)場所には碍子引工事、金属管工事又は電纜工事を行ふ。(本 126 條)

5 腐蝕性のあるガス若くは液溶を發散する場所 酸類アルカリ、鹽素加里、晒粉、染料、人造肥料の製造工場、銅、亜鉛等の製錬所、電気分銅所、鍍金工場、蓄電池室の様な腐蝕性のガス又は溶液を生ずる場所では(細 86 條)ガス又は溶液によつて侵されない様適當な塗料を施すか、その他適當な豫防法を講ずる。又絶縁物が害される場所では裸線を使用し得るが、展開場所で操業者の外、人が容易に觸れる虞のない様に施設せねばならない。(本 127 條)

(6) 爆發又は燃焼し易い危険な物質のある場所 火薬類、セルロイド、マツチ、石油、アルコール、エーテル、焼酎類等を製造する場所、又は貯蔵する場所引火点 40°C 以下の物質を發生、製造又は貯蔵する場所、又は爆發性のガス、微粉が發生又は充満する虞ある場所(細 87 條)等では金属管工事又は鍍装電纜による電纜工事に依つて施設する。此の場合に使用する金属管の厚さは 1mm 以上たること、その他器具類はすべて火花を發したり、高温となる部分は場外に設けるか、氣密函又は油中に藏める等の保安装置を施す。(本 128 條、細 88 條)

(7) 興行場 劇場、映畫館、寄席、その他常設の興行場では(本 130 條)碍子引工事に依る場合には第四種絶縁電線を使用して外物との接觸によつて損傷を受けないやう防護装置を施すこと。その他、火災の虞のない様、細 89 條に依つて適當に施設する。

(B) 工事の種類と施工法

屋内に施設される種々なる工事方法の中で最も多く採用されるのは碍子引工事である。

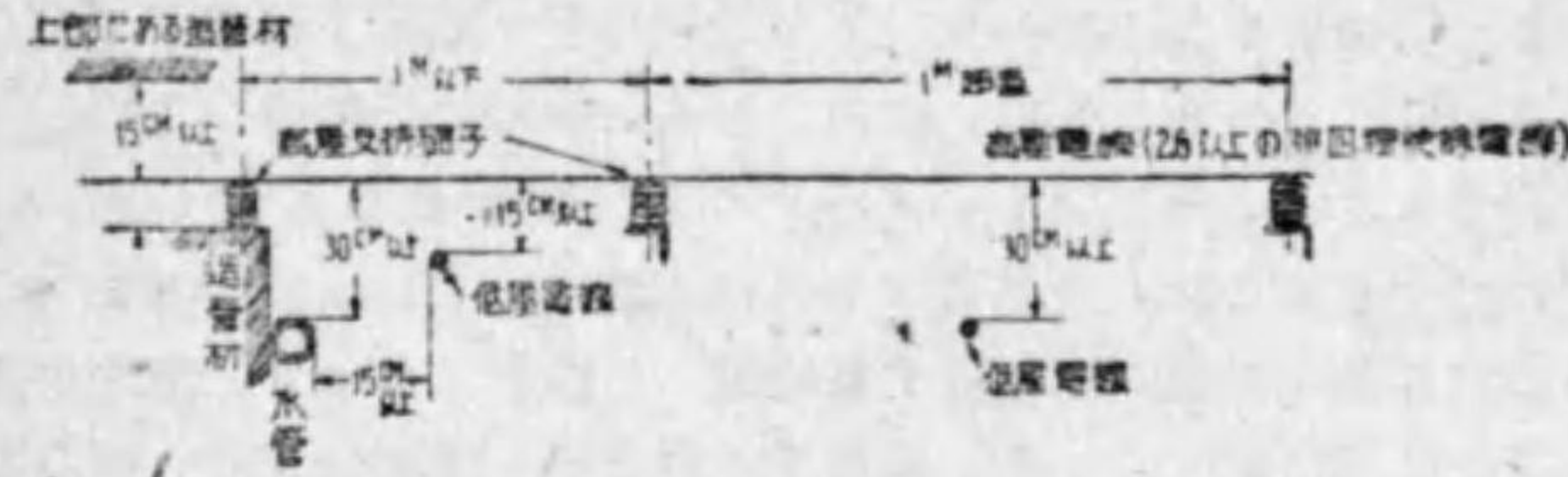
(1) 碍子引工事に於ては電線は已むを得ない場合を除いて造営材の下面又は側面に緩みなき様取付くる。

●屋内高圧碍子引工事 本工事は人の觸れる虞のない乾燥した展開場所に施設する(細 70 條)

第 6.5.2 表 高圧碍子引工事

最大使用電圧 V	電線支持点間の距離 m	電線相互間の距離 cm	電線と造営材間の距離 cm	使用碍子の種類
600 以下	1 以下	10 以上	3 以上	ノツブ 二重碍子
	1 以上	20 〃	6 〃	
600 以上	1 以下	15 〃	10 〃	高圧用茶台碍子 ビン型二重碍子
	1 以上	20 〃	10 〃	

600ボルト以上の電線は上部にある造管材と15cm以上を離す。本工事に使用する電線は2.6耗以上の第四種(又は暫定第四種)絶縁電線であること。本工事を一括して第6.5.1圖に示す。



第6.5.1圖 屋内高圧碍子引工事

㊦ 露出工事(本117條)

第6.5.3表 碍子引露出工事

電線の取付位置	造管材に沿ふ場合		造管材に沿はない場合			
	造管材の下面又は側面	造管材の上部	造管材の下面又は側面	造管材の上部		造管材の上部
碍子の種類	クリート ノツブ	クリート 二重碍子	クリート	ノツブ 1ヶ止 2ヶ止	ノツブ	二重碍子
支持点間の距離	1m以下	1m以下	1m以下	3m以下	5m以下	2m以下 5m以下
線間距離	3cm以上	3cm以上	3cm以上	6cm以上	3cm以上	6cm以上 9cm以上
電線と造管材との距離	0.6cm以上	3cm以上	3cm以上	8.5cm以上	0.6cm以上	3cm以上 3cm以上 3cm以上 8.5cm以上

造管材に沿はない場合でも支持点間の距離を1m以下毎にとり得る時は造管材に沿ふ場合と同様に見做す。本工事に用ふる電線は、従来1.6mm以上の第二種又は第三種絶縁軟銅線であつたが、臨時特例によつて太さは1.2mm絶縁も暫定第二種又は暫定第四種絶縁電線と認められ、鉛線の使用も(1.6mm以上)認められた。

㊧ 隠蔽工事(本118條)

第6.5.4表 隠蔽工事

使用電線	電線取付位置	電線支持点間距離	電線相互間の距離	電線と造管材間の距離	碍子の種類
第二種又は暫定第二種絶縁電線	造管材の下面又は側面に取付る場合	1m以下	12cm以上	3cm以上	ノツブ
	造管材の上部に取付る場合	1m以下	12cm以上	10cm以上	曲心碍子 二重碍子
第三種又は第四種若しくは暫定第四種絶縁電線		1m以上	6cm以上	3cm以上	ノツブ

㊨ 湿気ある場所の碍子引工事(本126條)

㊩ 塵埃ある場所の碍子引工事(本125條)

第6.5.5表 湿気又は塵埃ある場所の碍子引工事

	使用電線	電線相互間の距離	電線と造管材間の距離	碍子の種類
㊦の場合	第三種絶縁	6cm以上	3cm以上	ノツブ、顔倒、二重碍子、カッパ
㊧の場合	第三種又は暫定第四種絶縁電線	〃	〃	ノツブ、顔倒、カッパ

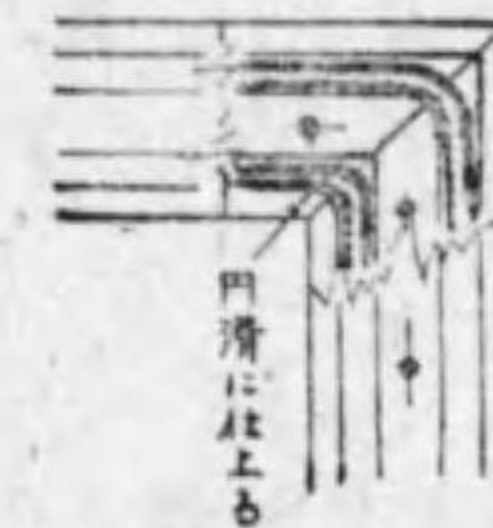
㊪ 蝕食性の瓦斯若しくは溶液の發散する場所の工事(工規本127條) 電線には太さ2.6耗以上のものを使用して電線の間隔は次表による。

第6.5.6表 腐蝕ガス溶液ある場所の碍子引工事

電線の間隔	造管材に沿ふ場合	造管材に沿はぬ場合
支持点間	2m以下	4m以下
電線相互間	10cm以上	12cm以上
電線と造管材間	6 〃	10 〃

(2) 木製線樋工事 第四種絶縁電線(又は暫定第四種)絶縁電線を木製の線樋内に藏めて施設する工事であつて、乾燥した展開場所又は戸棚、押入内に限り施設し得る。

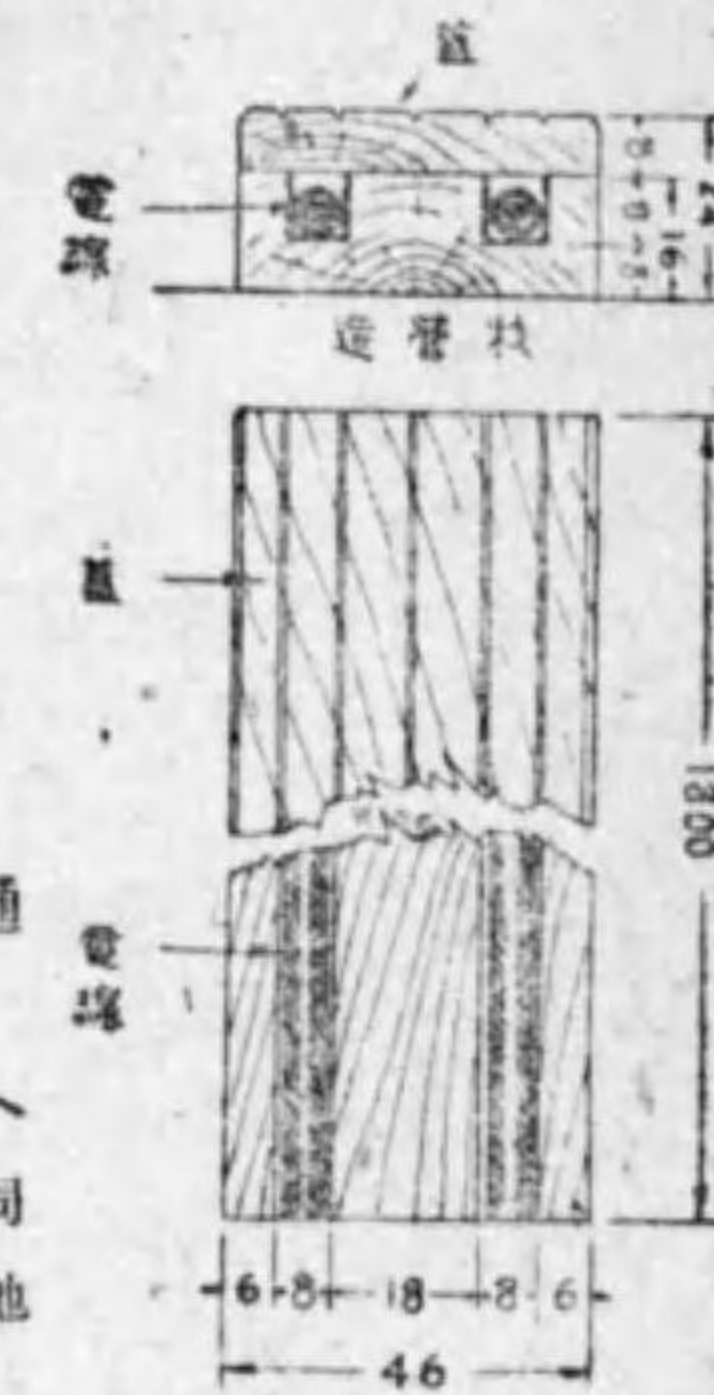
施設方法の詳細は、電気書院發行「屋内工事施行法」53頁以下を参照され度く、茲ではその大要を圖示して置くに止める。



第6.5.3圖 木製線樋の屈曲

(3) 金屬線樋工事 第四種(又は暫定第四種)絶縁電線を金屬製の線樋内に藏めて施設する工事であつて、木製線樋と同じ場所に施設する。

金屬線樋は或る太さの電線が一定の條数しか入らない、(例へば1.6mm 4本とか2mm 3本と云つた具合に)本工事では、同一回路の電線は同一線樋内に藏め、線樋及附屬器具は第三種地線工事で接地する。(本120條)



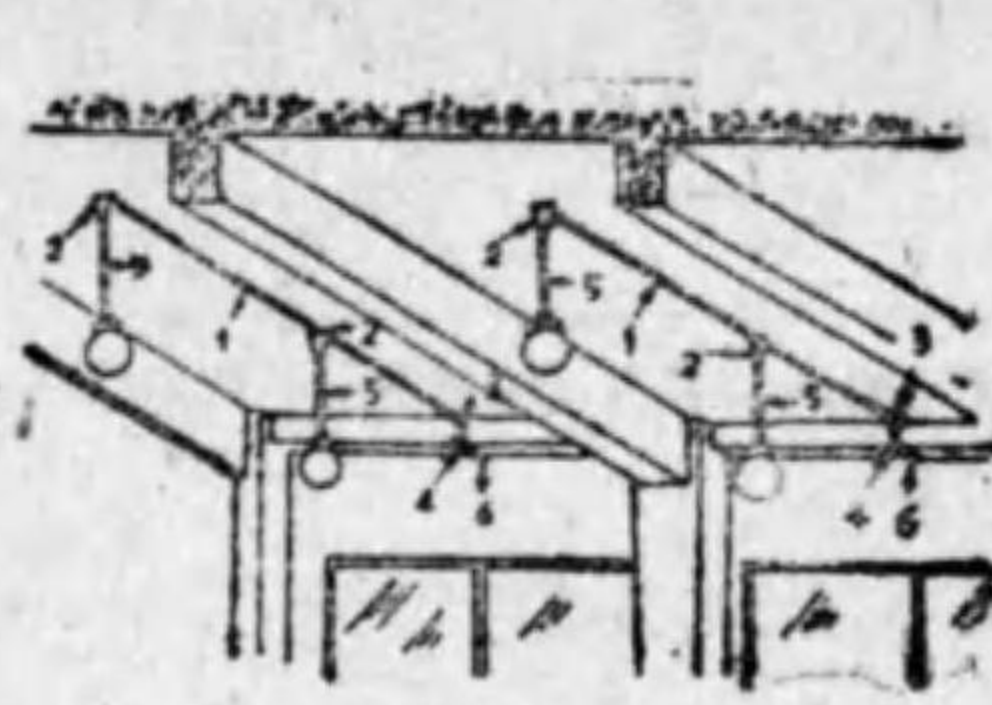
第6.5.2圖 木製線樋工事の要領

第6.5.5圖は天井の電燈配線をメタル・モールディングで施設したものを示す。本工事では梁巻きの部分を管配せず、各アウトレットへは廊下より分岐して壁を貫通して布設されて居る。本工事に使用された附屬品は、①メタルモールド、②アウトレットボックス、③インターナルエルボー、④エキスターナルエルボー、⑤パイプベンド、⑥コーナーボックス等である。第6.5.6圖に示すのは天井よりスイッチへの配管圖である。此の部分を擴大して示すと第6.5.7圖の如くである。使用する附屬品は、①メタルモールド、②コーナーボックス、③

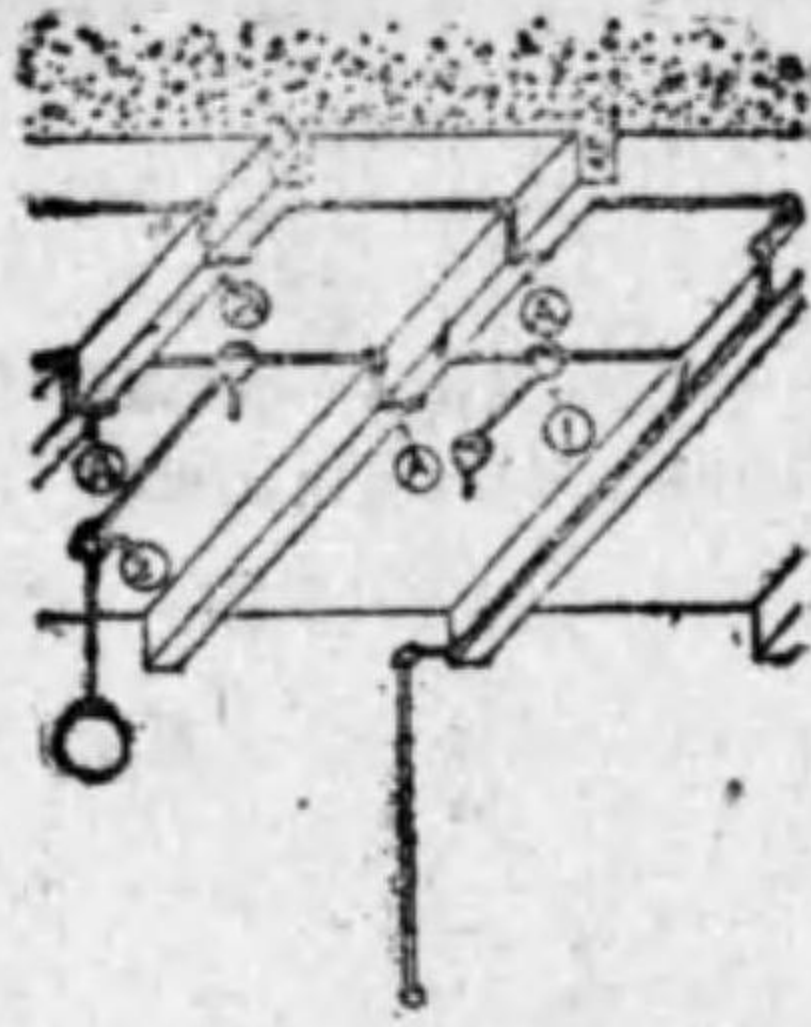
エキスターナルエルボー、④インターナルエルボー、⑤スイッチボックス、⑥コンビネーションコネクタ、⑦金属管



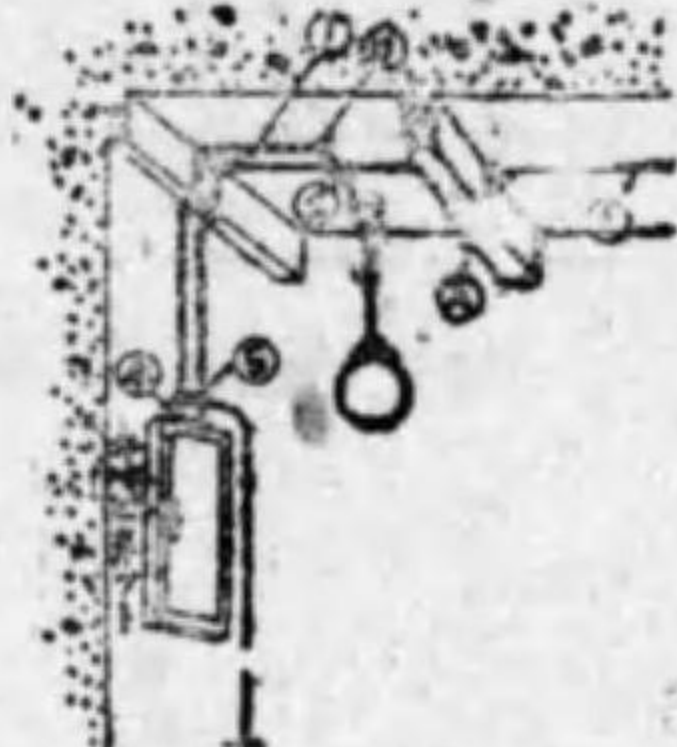
第 6.5.4 図
金属線管



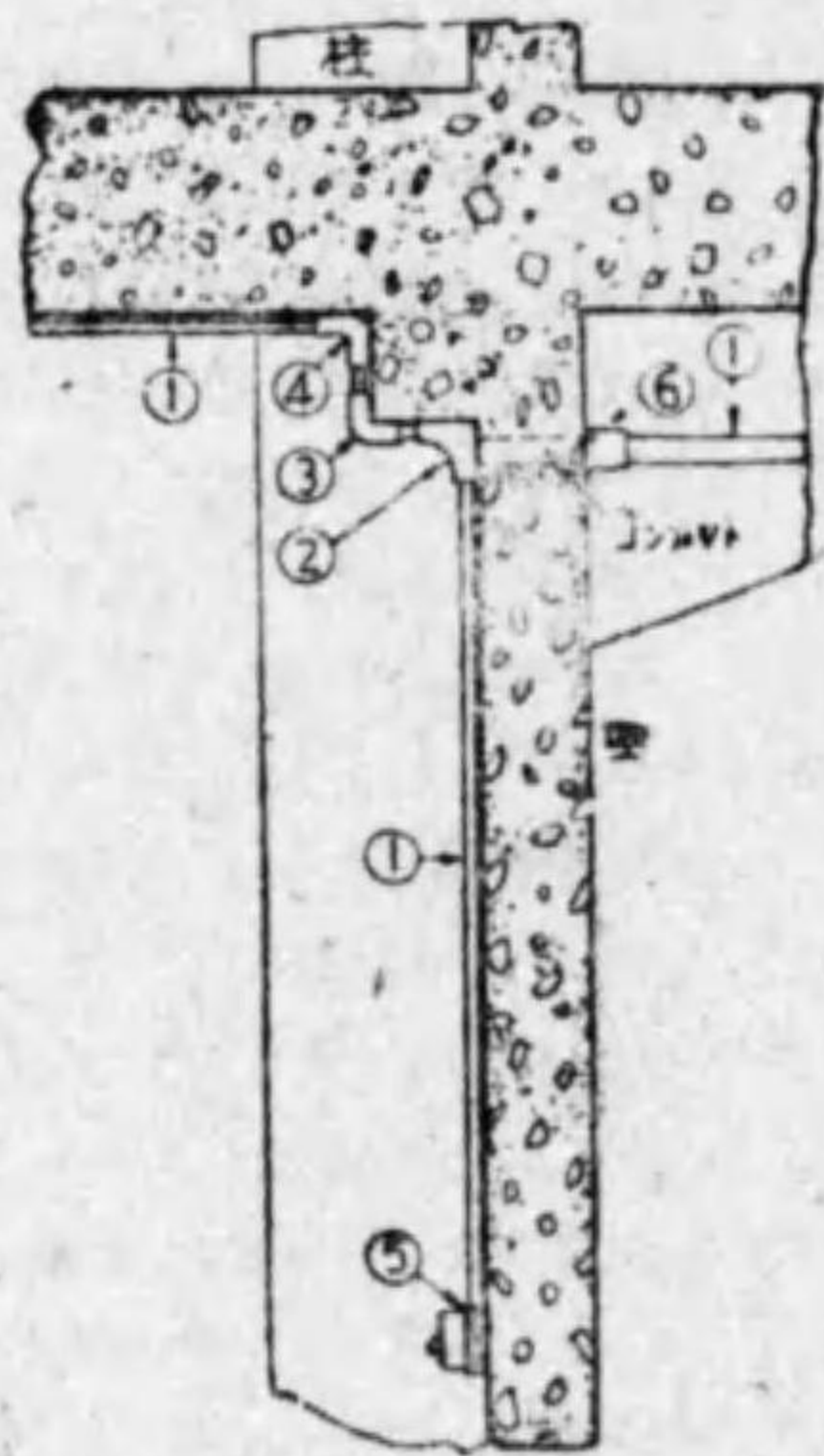
第 6.5.5 図



第 6.5.6 図



第 6.5.8 図



第 6.5.7 図

第 6.5.8 図はキャビネット型配電盤部分の配管図である。①メタルモールド、②クロス、③フック、④エルボー、⑤ボックスコネクタ、⑥アースクリップ

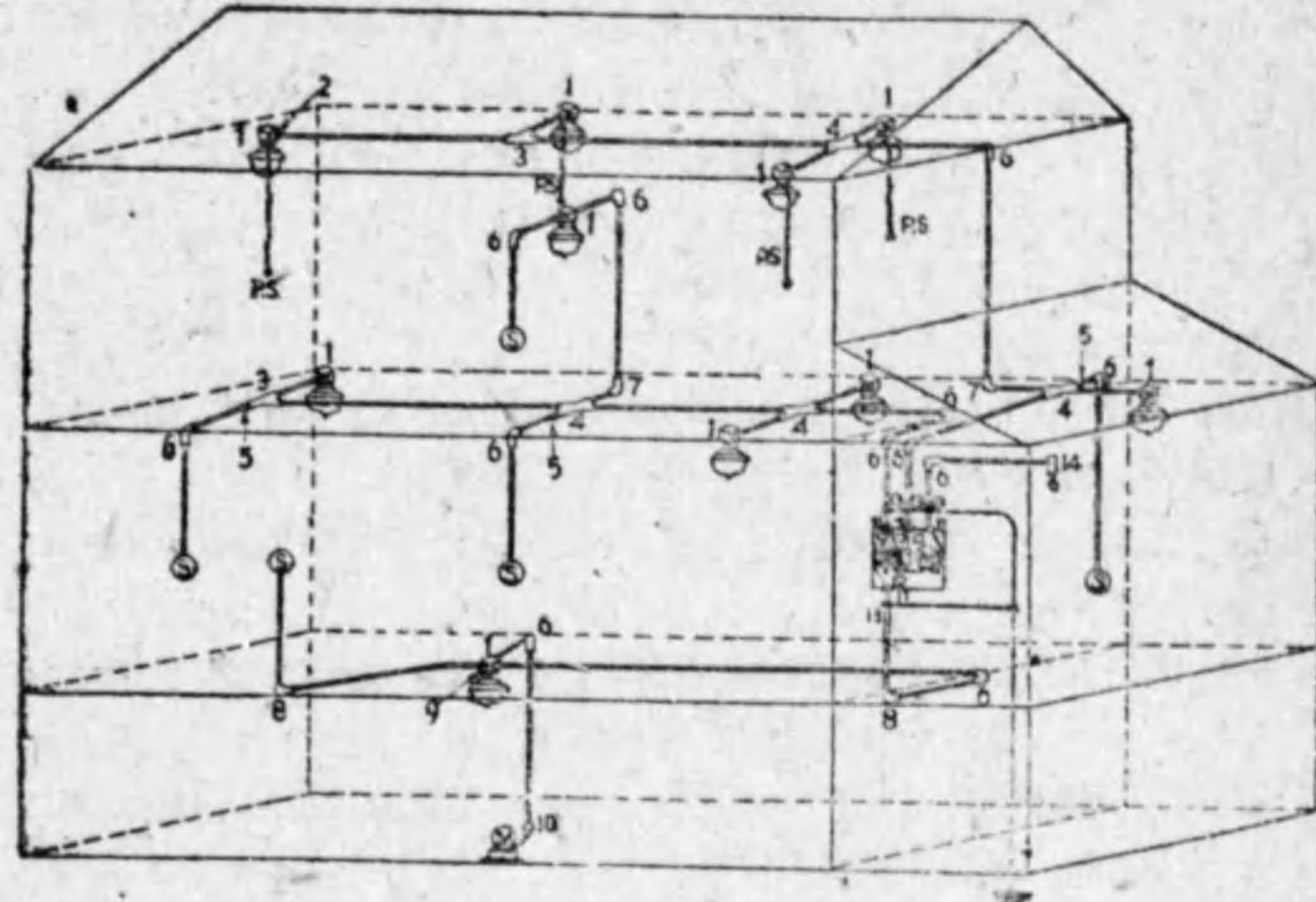
(4) 金属管工事 第四種 (又は暫定第四種) 絶縁電線を金属管内に蔵めて施設する工事で、之には金属管を露出して配管する場合と、コンクリートの壁中に埋込む場合とがある。

金属管工事は耐火構造の建物から、木造住宅、商店等利用所に広く採用される。本工事は工事費が高くつき、増設及変更等に不便ではあるが体裁よく、且耐久力が強い。その施工法は第 6.5.9 及 10 図に示した通りで、両図によつてその大要を知り得よう。施設方法は本 120 條及細 76 條に従ふ外、同一回路の電線は同一管内に蔵め、弱電線とは同じ管内に入れない。同一管に電線 4 本以上を入れる場合に安全電流値を適當に減ずる。尚電線を施設するには全配管が終つてから管の内部を清掃し、然る後引入れる。管は第三種地線工事に依つて接地しておく。

管の太さは電線の太さと條數に従つて適當に撰定するのであるが、電線の仕上り断面積の

断面積が管の切口内面積の 40% 以下にとる。

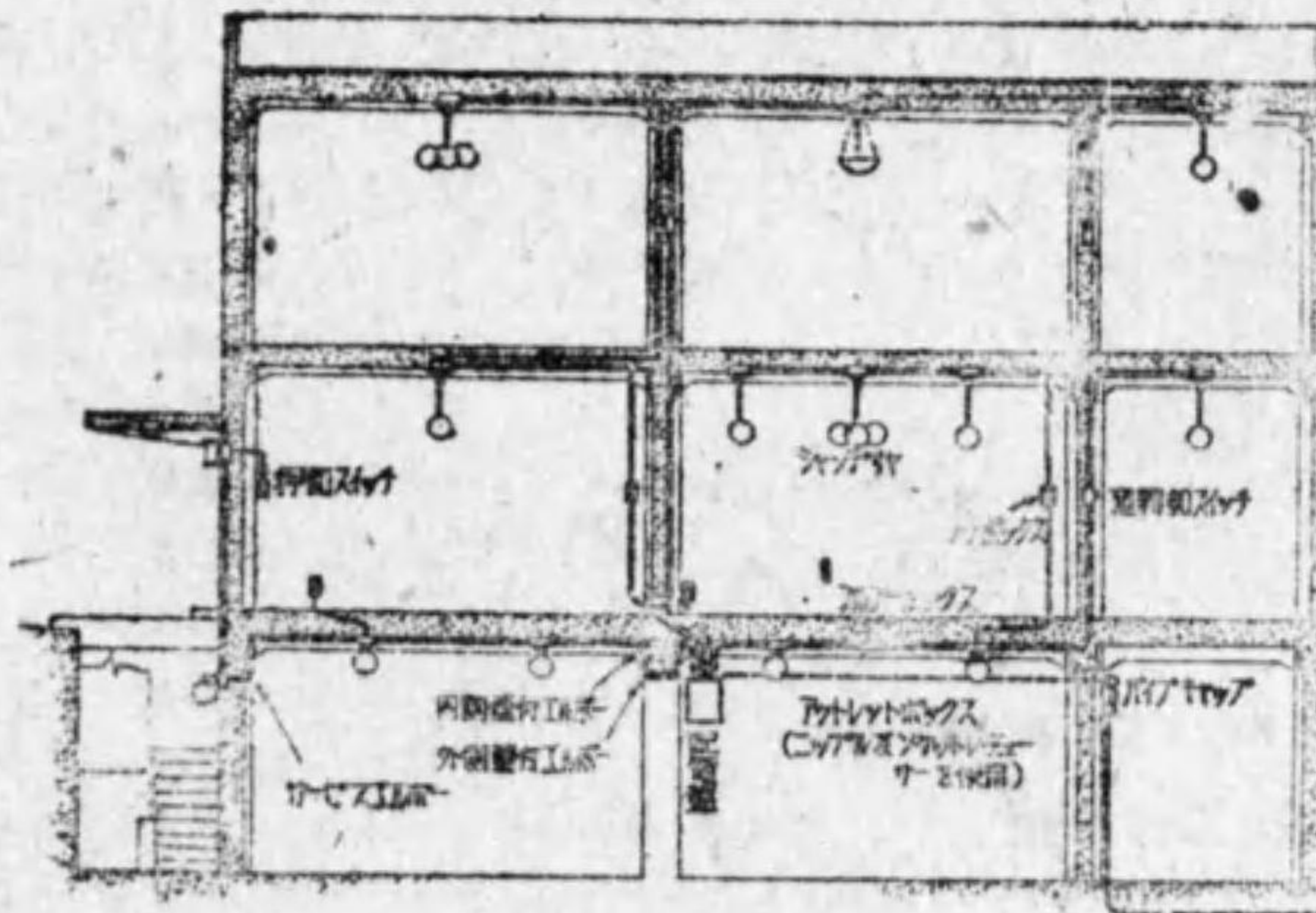
金属管工事に於ては、太さ 2mm 以上の電線は絶縁を用ひねばならない。その施設上の詳細については電気審院発行「屋内工事施行法」5-64 頁間及 109-113 頁間を参照され度い



使用器具の名稱

- | | | |
|------------|----------------------------|-------------|
| 1 四方出ボックス | 2 ニツプル | 3 ティー |
| 4 クロス | 5 アダプター | 6 内側蓋付エルボー |
| 7 外側蓋付エルボー | 8 サービスエルボー | 9 リングレヂューサー |
| 10 エンドー | 11 ロックナット | 12 プッシング |
| 13 アースクリップ | 14 バイメッキヤップ(サービスヤップとしても使用) | |
| Ⓜ 小容量電動機 | PS 引紐スイッチ | Ⓢ スイッチボックス |
| Ⓝ 開閉器 | ⓂH 積算電力計 | |

第 6.5.9 図 露出配管工事



第 6.5.10 図 埋込配管工事

(5) 電線工事 電線を屋内に引込む場合はなるべく接続点を設けず一條で施設し、且人が容易に觸れない様にする。

地中に埋設する場合は電線を丸土管に入れ、土冠を 60 cm 以上にとる。半土管を用ふときは電線の上部及側面を葺ひ、他物による損傷を防止する。地中に埋込む電線は鉛装電線を使用するか太さ 15mm² 以下のものはジュット巻鉛装電線を用ひ得る。電線の立上りは地上 2.5m まで之を金属管内に藏める。壁又は床内に埋設する場合には金属管内に藏め、露出して施設する場合でも外物による損傷を受ける虞ある場合には同じく管内に藏める。露出した電線の施設はサドルを以て適當間隔に固定する。

電線の接続は、接続箇内に於て、電線接続の要領で心線接続を行ひ、鍍着後リノテープを 3 回以上巻き、鉛工を施し箇内に絶縁性泥和物を充填する。

乾燥した場所ではリノテープ巻を一重に、ゴムテープを 2 回、綿テープを 2 回以上巻き接続箇所は略してよい。

湿気ある場所では必ず鉛被を鉛工接続すること。電線工事に於て、電線の金属体、接続箇、その他の金属体は完全に接続し、之を第三種地線工事で接地すること、可撓鉛装電線は仕上り外径が小さく、可撓性に富むから屈曲の多い所に使用して便利である。施設は電線の場合と大差ない。

鉛被電線は湿気、酸類に對して耐久力を持つが、外物による損傷を受け易いため斯る虞のない場所に露出して使用されるが、一般には金属管内に之を藏めて施設する。

(6) 床下線槽工事 ビルディング等の如き大建築物——貸事務所、百貨店、博物館、美術館等——に於ては卓上に種々な電気器具が装置される事が多く、亦その位置も變更することが多い。斯様な處に床下線槽工事を施設すると便利である各階又は各室毎に適當間隔に床下線槽を布設すれば、任意の点から電線を引出し得る。尙不要となつた所はインサートを以て蓋しておけばよい。線槽は大體數種の深さに埋込み、之に藏める電線は第四種(又は暫定第四種)絶縁電線である。

線槽相互の接続には適當な接続器(カップリング)を用ひ、その接続点及ボックスと線槽との接続法等は耐水的にする。電線引出口(インサートボックス)等には湿気の入らぬ様施設する。線槽の立上り即ち配電盤へは金属管を以て行ふ。線槽及器具類は第三種地線工事に依つて接地を施すこと。



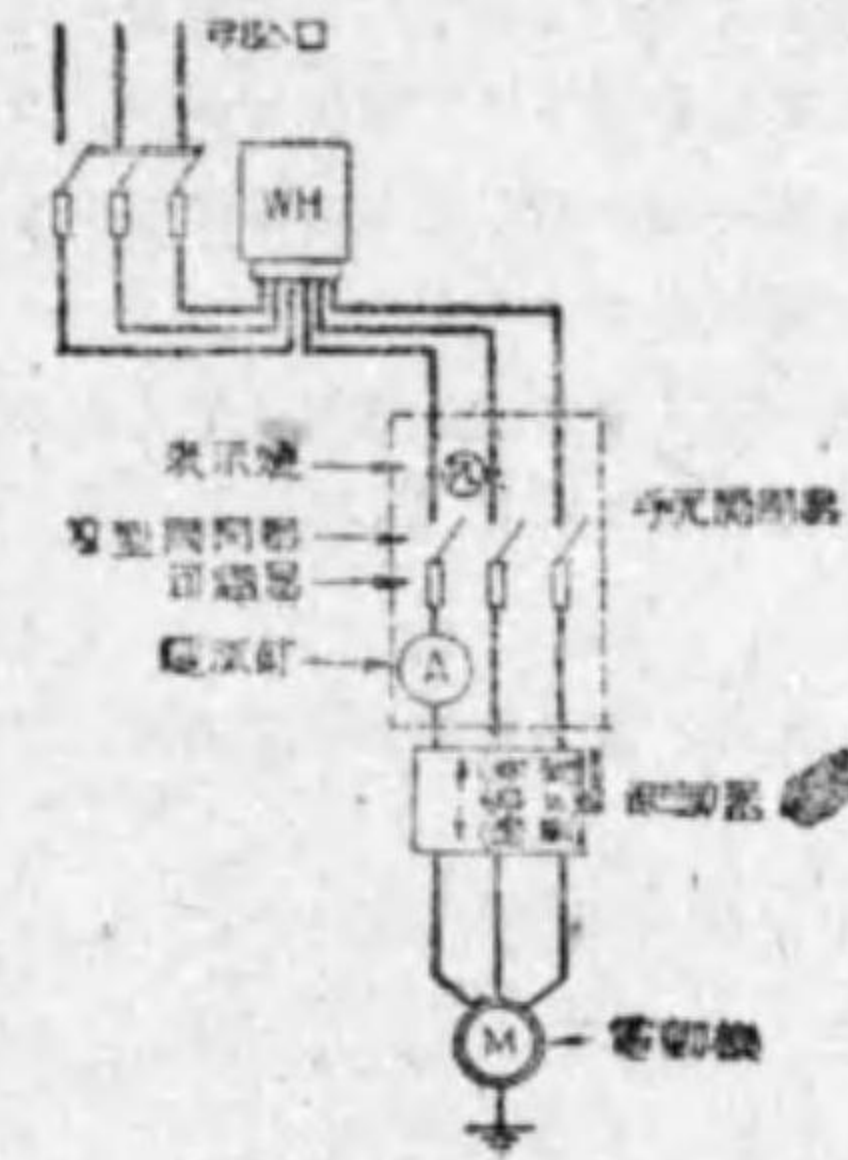
第 6.5.11 圖 床下線槽工事

床下線槽工事は第 6.5.11 圖に示す如く施設するが、線槽の配置方法は、斜配管、格子型配管等種々工夫される。床下線槽にも金属製のものとファイバー製のものがある。ファイバーダクトは軽く取扱よく、運賃が安く

電磁誘導の虞がない。従つてその悪影響がない上に腐蝕が少く寿命が長い。ファイバーであるから絶縁がよい上に軟質なために電線、電線の被覆を損傷しない。酸類にも強く、且加工が自由と云ふ利点がある。資材節約の今日、ファイバーダクト及びファイバーコンデットがスチールダクト、スチースコンダクトに代らんとして居る。

(C) 電動機及その他の工事

(1) 低壓電動機の施設 電動機の取付及其配線工事を動力工事と云ひ、屋内工事に於ては交流電動機がそのすべてと云つてよい。電動機は 400W (1/2 H.P.) 以下单相 100V、400W—37kW (50 H.P.) が三相 200V、それ以上は三相 3000 又は 3300 V と規定してよい。電動機には近く配電盤又は配電函を装置する。配電盤には各機毎に操作開閉器、自動遮断器、電流計、電圧計(又は表示燈)を取付ける。(0.75 kW—1 H.P. 以下の三相電動機及单相電動機では電流計を省略してもよい)



第 6.5.12 圖 低壓電動機標準配線圖

その標準接続圖を示すと第 6.5.12 圖の如くである。電動機は点検出来る様に施設し、塵埃ある所その他特殊場所には、それに應じた特殊電動機を設置する。鐵台は第三種地線工事で接地せねばならぬ。

(2) 高壓電動機の施設 高壓電動機もその施設方法は大体低壓電動機の場合と同様である。工事方法は高壓で引込む關係上種々な保安施設を要し、本章高壓配線に準據して施設する。

(3) 電熱工事 電熱器への引込は電燈と同一引込なれば引込口に於て電燈、電熱の別に主幹開閉器を装置し、別引込であれば兩引込口をなるべく近づける。1kW 以上の電熱器には電熱器自身又はそれに近く開閉器を設ける。但し、3 kW 以下の電熱器をコンセントとプラグにより接続する場合は省略してもよい。500W 程度のはソケットからも使用出来る。

電熱器は周囲の可燃質物とは充分に離隔するか、又は耐熱装置を施し、電熱器導線用コードは耐熱構造のものとする。(細 90 條)

150V 以上及風呂場等の電熱器の外函(250V 以下で中性点接地の電路に結ぶものは除いてもよい)は第三種地線工事で接地し、此の接地線をコード内に編込む場合には 0.9mm² の軟銅導線を使用し、コンセントには接地用の極を有するものを使用する。

(4) 電力装置の工事 屋内に於ける電力装置には、電気爐、電気熔接機、弧光燈、試験装置、醫療用機器及充電装置等がある。配線は電熱工事に準じて施設し、各装置の近くに配電盤、配電函を設け、之に開閉器、自動遮断器を装置する

電圧計、電流計、表示燈等、之等各種機器の金屬製外函は第三種地線工事で接地する。弧光燈及これに附屬する抵抗器等、過熱する虞あるものは周囲の可燃質物から充分に離隔して取付け、必要に応じて耐熱装置を施し、通風をよくする。弧光燈に附屬する電動機、表示燈には専用の開閉器と自動遮断器を取付ける。之等の導線には耐熱構造の石棉線を使用する。

(5) X線(レントゲン)装置(改正電氣工作物規程本 13 條の一、細 5 條、細 30 條の一、細 90 條の二三) X線發生装置は醫療用、診斷用並治療用として普く利用せられつつあるが、最近工業用としても亦利用の範圍を増し、その使用電壓も漸次高まつて来た。故に本装置に依る不慮の災害を防止する爲め此の施設要領が電氣工作物規程に追補された。

本装置は單に X 線管のみならず、X 線を發生するに必要な器具及配線を含む全電氣設備を云ふが、同變壓器の一次側及之に配線される低壓の専用分岐回路は本装置の制限を受けない。(屋内工事に準じ之の制限を受ける)

① X線發生装置の種別 構造上之を次の四種に分つ

第一種 X線發生装置 は完全防電擊型で、外部から其の装置の何れの部分に觸れても危険のないもの、即ち「X線管に絶縁性の被覆を施し之を金屬体にて包むだもの」である

第二種 X線發生装置 は X線管及その導線が第一種と同じ完全防電擊型のもので高電壓を發生する電氣裝置室を取扱者の外出入出来ない様にしたもの。

第三種 X線發生装置 は X線管及導線には第一種と同じ完全防電擊型を用ひるが一般人の出入する室にも露出した充電部分を有するもので、之は床上 2.2 米以上の高さに施設する。

第四種 X線發生装置 は上記何れにも屬さないもの、即ち管球及導線及電氣設備も露出されたもの。

② X線管用變壓器 はネオン管燈用變壓器と同様に特殊變壓器とされ、その絶縁耐力も本装置を使用の状態として、X線管の兩端子に其の最大使用電壓の 1.05 倍の電壓を發生させ 1 分間以上之に耐へること、とされて居る。

本變壓器は價格を低廉ならしめるため、二次中性点を接地し、段絶縁(中性点に近づく程絶縁を低くする)ものを施して居るものが多く、普通の變壓器に比して絶縁が低いから夫等と同様な試験電壓で試験することが出来ず、ネオン管燈用變壓器と同様に特殊の取扱をされる。ネオン管燈用變壓器では特に絶縁耐力試験に就いては規定されては居ないが、X線管用變壓器ではネオン管燈用變壓器に比し高電壓であり、使用に際してもその安全性を考慮して絶縁耐力を大ならしむ必要がある。その試験電壓も一見低い様ではあるが、本装置の使用電壓、使用時間並に外線との關係がないこと等から此の程度が適當と認められたからで、同様に試験時間も實際から一分間と定められたのである。本装置の試験方法が他の電氣諸機器の絶縁耐力試験に比して異なる点は、裝置全体を使用状態のままで行ふことで、之は電氣的特性から、回路全体を試験することになる。實際本装置の特別高電壓回路には整流された脈動電壓を平滑な波形とする外、瞬時値の零位を偏寄せ電壓の實効値を上昇させるものもある。従つて變壓器のみを切替して使用電壓附近の電壓で試験しても最も嚴重な條件とはならない。尙本装

置を使用状態で試験するのは、回路に電氣振動の發生する虞があるのと、使用状態で無暗に高い電壓で絶縁耐力試験すると X線管その他の機器を損傷するので 1.05 倍と云ふ電壓と、1 分間と云ふ時間が規定されたのである。

③ X線發生装置の中性点接地 は保守上よりすれば寧ろ無接地の方が宜いが、接地しないと施設費が著しく高價となるため本装置の普及促進のため之が接地が認められた。

④ 二次側配線 (線管用導線は含まず) 第 6.5.7 表を参照

第 6.5.7 表

	床上高さ	電線と造管材間	電線と造管材間	電線と他の金屬体
10 kV 以下	2.2m 以上	30 cm	45 cm	45 cm
100 kV 以上 (10 kV 毎に)	+ 0.02m	+ 2cm	+ 3cm	+ 3cm

但し上記の制限は相互間に絶縁性の隔壁を設けるか又は電線を適當な導管内に藏めた場合は差支ない。

⑤ X線管用導線 第一種、第二種、第三種 X線發生装置では導線として防電擊構造のケーブルで然も第三種地線工事で接地した金屬被覆を施したものを使用する。

第四種 X線發生装置では金屬被覆を施したケーブルか又は充分な可燃性のある 1.2 耗以上の軟鋼線が使用される。

⑥ X線發生装置の一次側開閉器 即ち低電壓側の回路には専用のものを設けその分岐回路には開閉器と自動遮断器を装置する。此の開閉器は容易に電路を遮断し得る様に施設されねばならぬ。

⑦ 分岐点の開閉器 一箇の發生装置を以て 2 箇以上の線管に使用する場合にはその分岐点に近く分岐開閉器(又は切替開閉器)を各極に装置する。

⑧ 残留電荷の放電装置 X線管回路に蓄電器を使用する場合には、使用後蓄電器を大地に接いで放電する装置をして、残留電荷による電擊を防止する。

⑨ 接地工事 本装置に於ては下記のものは第三種地線工事を施すこと。變壓器、蓄電器の金屬製外函、X線管用導線の電纜被覆金屬体、配線及 X線管を支持する金屬体、及び露出せる線管用導線に 1 米以内に接近する虞ある金屬体(臺台の柱、脚等)

⑩ 第四種 X線發生装置に對する施設制限 本装置に於ては充電せる露出部分が高い故、線管、導線、變壓器及其他高電壓の器具は容易に近づき得る様に柵を設ける等して防護装置をする。

導線及線管等は人体が動き得る範圍を局限する様な絶縁性の離隔物を設ける。已むを得ず金屬製の離隔物を用ふる場合は接地しておくこと。

但し、工業用、研究用の如く取扱者以外の外、出入しない様な處は此の制限から除外される。

向、導線の露出部分と造管材、導体を支持する金属体及び台の枠、脚等とは如何に移動しても十分に(100kV以下15cm以上、それ以上10kV又は端数毎に2cmを加ふ)離隔し得る様に施設する。此の距離以内に接近する場合は堅固な然も十分な耐力を有する絶縁隔壁を取付けること。又人体に20cm以内に接近して使用する場合は第一種乃至第三種の装置に準じ防電型とする。

(5) X線管の表示事項 見易い場所に最大使用電圧(波高値)及その他必要事項を表示せねばならない。

(6) ネオン管燈工事 (工規本 103 條 細 68 條)

ネオン、アルゴン、炭酸ガス、水銀蒸氣等の如き空気中に存在する不活性瓦斯を封入した管内に電極を設け、之れに管燈用變壓器を通じて高い電圧を加へて放電發光させる放電燈に対する施設工事をネオン管燈工事と總稱する。

ネオン管燈用變壓器の一次側は100Vであつて、二次側無負荷電圧は15,000V以下、二次短絡電流は50mA以下である。高電圧であるから人の觸れる虞なき様目危険のなき様に施設する。

雨露に曝露する場合は變壓器をキャビネット内に藏めるか、屋外用のものを用ふ。本工事に使用する電線はネオン管燈用電線と呼ぶ特殊絶縁電線で、750V用と15,000V用の二種がある。

電線の施設 展開した場所に施設するときは工事に已むを得ない場合の外、造管材の下面又は側面に取付け電線の支線点同距離を1m以下、電線相互間6cm以上、電線と造管材間を3cm以上離隔して施設する。之を金属管工事にて行ふ場合は6.5(B)(4)に依つて施工し、雨露に曝露される場所に施設する時には雨水の侵入を防止する様に行ふ。電線が造管材又は函壁等を貫通する場合は金属管に藏めるか導管を挿入する。尙管壁間の短絡線には裸電線を用ひ得るが、此の場合には造管材と充分なる距離を設け、支持物で堅固に取付ける。

管燈の施設 ネオン管燈は人から容易に觸れ得ない様施設し、造管材とは直接々觸せず、且可燃物とは3cm以上離隔する。

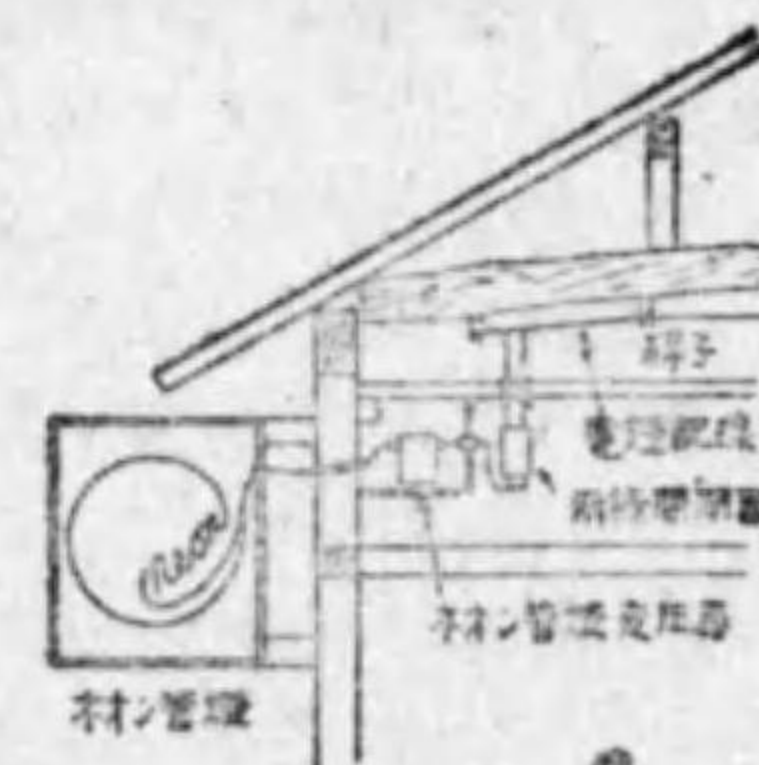
他の電線との離隔 電線及管燈は他の電線、弱電線、水道管、瓦斯管等とは15cm以上離す。但し相互間に絶縁性隔壁を堅固に取付ける場合は此の距離以内に施設し得る。

管燈の一次側配線 管燈用變壓器の一次側配線は普通の電燈工事と同様に行ふが、本回路専用の開閉器又はコンセントを各種に設ける。(第5.6.13圖参照)

接地 管燈用變壓器の外函、變壓器を藏める金属函、キャビネットの金属部及金属管は第三種地線工事で接地する。

キャビネットは堅牢な不可燃物で製作、又は不可燃物を内面全部に張つたもので、且防水構造のものであること。キャビネットには見易い所に装置の名稱、製造者名、製造番號、周波數、容量(入力VA)一次二次電壓電流を表はした銘板を附する。尙型式承認を受けたものはその標識(▽)と番號を記する。

(D) 高壓配線

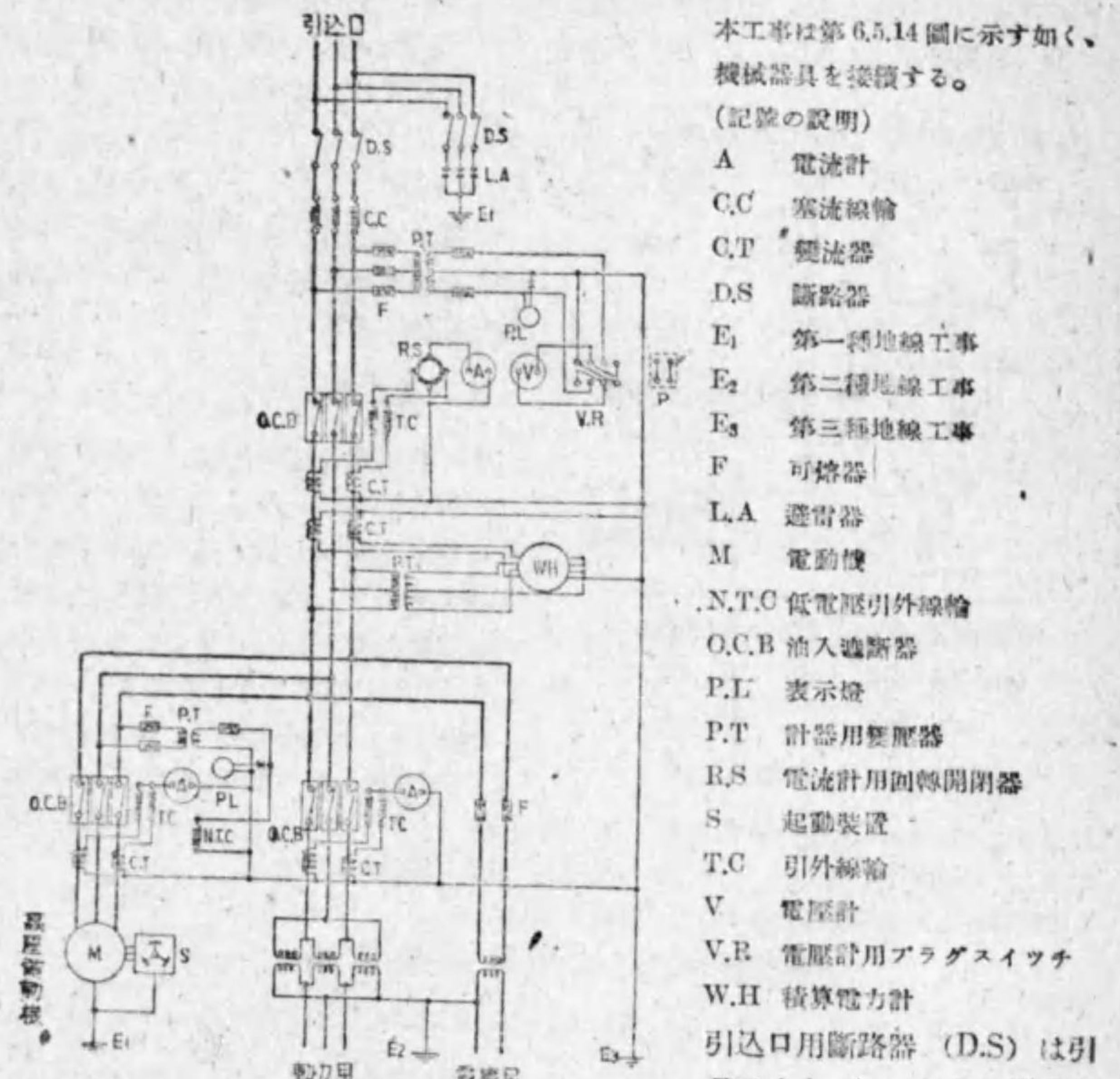


第 6.5.13 圖

高壓引込線に就いては6.2に述べたから之を略し、引込口以下に就いて述べる
(1) 引込口 高壓線の引込口には近く、斷路器、避雷器、塞流線輪、檢漏器受電盤を設ける。(本 23, 24 及細 25 條)

但し、地中線引込の場合、及設備容量100kW以下の架空引込の場合は避雷器及塞流線輪を略し得る。(細 26 條)

又受電点が之に電氣を供給する發變電所に近いとき、受電した電氣を受電点に近接した所で使ふとき、受電した電氣を受電点に隣接する場所の變壓器又は電動發電機に依り變成するときは檢漏器を省略出来る。



第 6.5.14 圖 100kV以上の高壓配線標準接続圖

引込口用斷路器(D.S.)は引込口より4m以内に避雷器、塞流線輪及引込線油入遮斷器等は引込口から10m以内の箇所に設置する。避雷器は各極相互間を15cm以上離隔して取付け、これに至る電線には各極に専用の斷路器を裝置すること。避雷器にはベレット、オートバルブ、ドライバルブ、又は壓室型等を用ひ、間

本工事は第6.5.14圖に示す如く、機械器具を接続する。

(記號の説明)

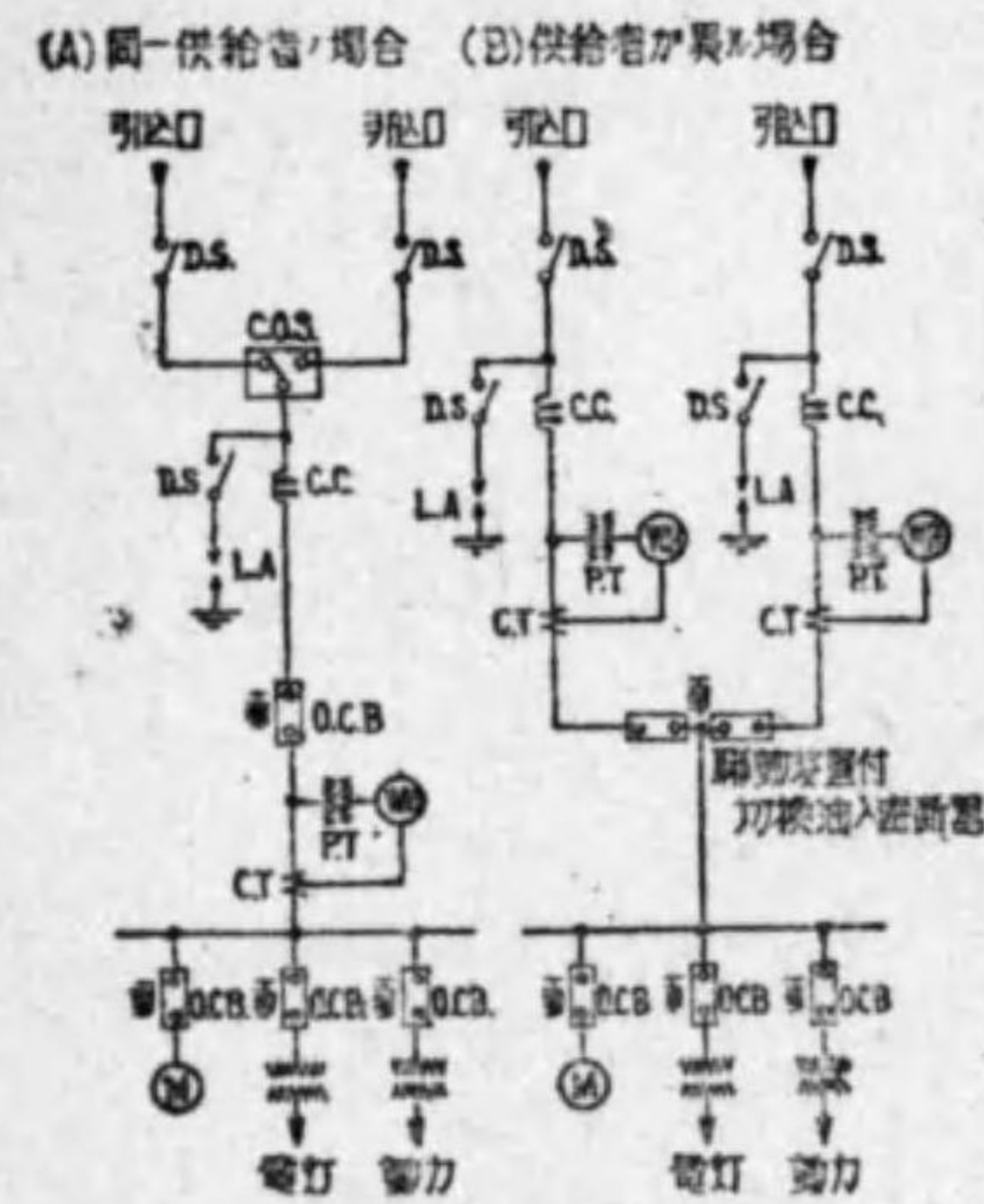
- A 電流計
- C.C 塞流線輪
- C.T 變流器
- D.S 斷路器
- E₁ 第一種地線工事
- E₂ 第二種地線工事
- E₃ 第三種地線工事
- F 可熔器
- L.A 避雷器
- M 電動機
- N.T.C 低電壓引外線輪
- O.C.B 油入遮斷器
- P.L 表示燈
- P.T 計器用變壓器
- R.S 電流計用回轉開閉器
- S 起動裝置
- T.C 引外線輪
- V 電壓計
- V.R 電壓計用プラグスイッチ
- W.H 積算電力計

誘雷器及角型避雷器は使用しない。塞流線輪は各種充電部相互間及造管材間を15cm以上離隔し、人の容易に觸れ得ない様に取付ける。

(2) 受電盤 には表示燈、電圧計、電流計及油入遮断器等を装置し、設備容量100kVA以下には油入遮断器の代りに油入開閉器、エキスパルジョンヒューズを使用し得る。高圧用電動機は低圧の場合と同じく各機毎に操作用の配電盤を接近して設け、之に電流計、油入遮断器等を装置すること。

受電用變壓器には一組毎に操作用配電盤を設け、電流計、油入遮断器を装置する。1組の設備容量100kVA以下の場合には油入開閉器、エキスパルジョンヒューズを以て代用し得、50kVA未滿の場合には碍子型開閉器のみでもよい。

(3) 二系統以上の引込 は各系統を同時に受電し得ない様に第6.5.15圖の



第6.5.15圖 二系統の引込

如く施設する。即ち同一系統から受電する場合は(A)の如く切替油入開閉器(C.O.S.)を装置し、異なる供給者より受電する場合には聯動装置附の切替油入遮断器を装置し(B)の如く各機器を接続する。

(E) 雜工事

(1) 豆電燈及信號配線 裝飾用又は神佛の燈明等に用ふる豆電球及電鈴表示器、火災報知機、盜難警報器等の信號装置には一般に電池豆變壓器又はベル變壓器等を電源とすることが多い(100Vで配線することもある)

豆變壓器とは一次100V、二次10V以下二次短絡電流3A以下のもので、ベル變壓器

とは一次100V、二次25V以下、二次短絡電流3A以下のもので、之等の變壓器は配電盤、分電盤に近く取付け、一次側には開閉器、自動遮断器を装置する。

變壓器の二次側配線は下表に依つて施設する。

第6.5.9表 低電壓配線工事

施設場所	使用電線	配線方法(支持点間は1m以下にとる)
乾燥した場所	パラフィン線 裸ゴム線又は編組ゴム線	電線と造管材とを6mm以上に保つ 造管材に直接工事を取付ける
床下、軒下、家屋外面、その他濕氣のある所	裸線 パラフィン線 裸ゴム線又は編組ゴム線	電線相互間30mm、電線と造管材間15mm 電線相互間及電線と造管材間、15mm以上 電線と造管材間を6mm以上に離す

移動して用ふる電線には押留用コードを使用する。

電線が造管材を貫通する場合、碍管を挿入し、他の電線金属体等とは15cm以上離隔すること低電壓配線と同様である。變壓器を使用せず150V以下の電鈴、表示器、火災報知機等は普通の電燈工事に準じて行へばよい。金属線輪、金属管又は電線工事にて施設する場合には太さ1.2mm以上でよい。尙本工事に於ては器具類は成るべく乾燥した場所を取付け、濕氣ある所に施設するものは防濕構造のもの又は防濕装置とすること。

豆電燈、信號配線の絶縁抵抗は器具を一括して0.05メガオーム以上とする。

(2) 地線工事 保安の目的を以て、配線、機械器具等の電氣工作物を大地に接続する接地工事を地線工事と云ふ。地線工事は接地抵抗に依つて次の3種に區別されて居る。

- 第一種地線工事 接地抵抗10オーム以下に保持するもの
- 第二種地線工事 接地抵抗150/2iオーム以下に保持するもの
但しiは變壓器一次側の可熔片の定格電流値であり又5オーム以下とする必要はない
- 第三種地線工事 接地抵抗100オーム以下に保持するもの

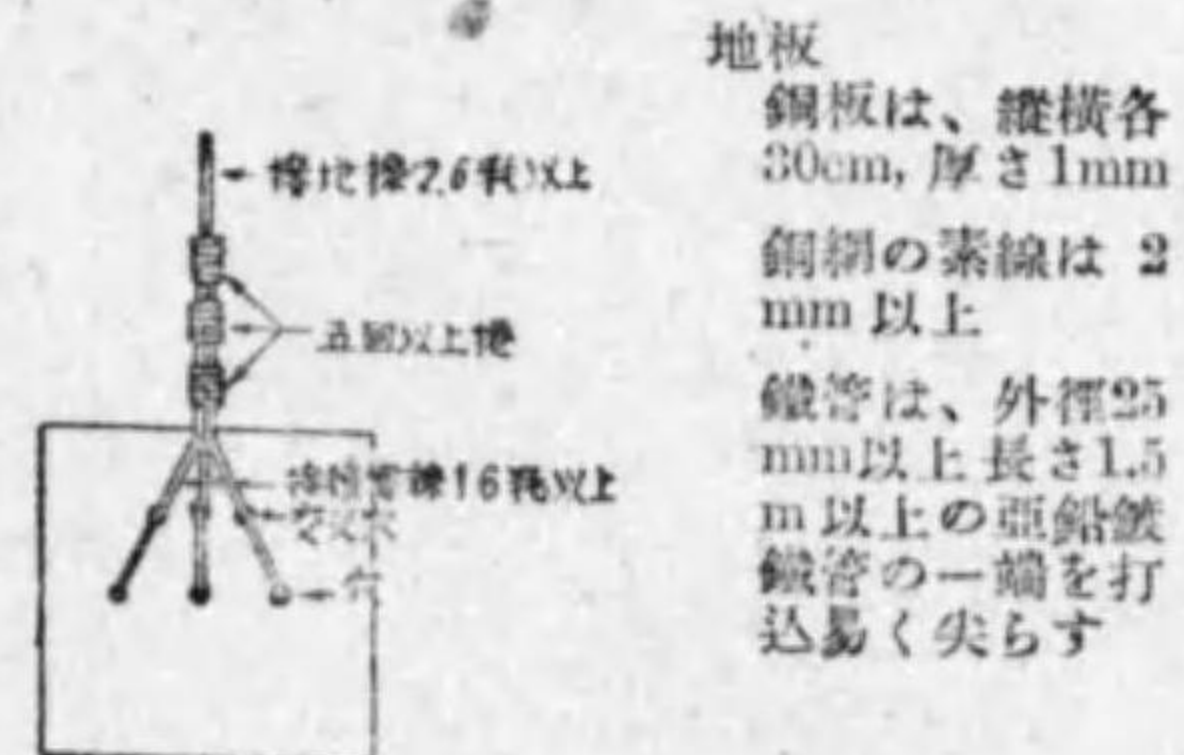
接地線には第一種、第三種地線工事では2.6mm以上の銅線(細31條)とされて居たが、臨時特例によつて、第三種地線工事には1.6mm以上の銅線、又は2.6mm以上の鐵線を使用し得る様に制限が緩和された。(特例9條)

第二種地線工事は變壓器容量に従ひ次の如く接地線の太さが規定されて居た。(細31條)

- 20kVA未滿 特高4mm以上の摺線、高壓2.6mm以上
- 20kVA以上 特高5mm " 高壓5mm "

然るに臨時特例は之を特高4mm以上の銅線、高電圧用2.6mm以上の銅線と容量による制限が撤廢された。

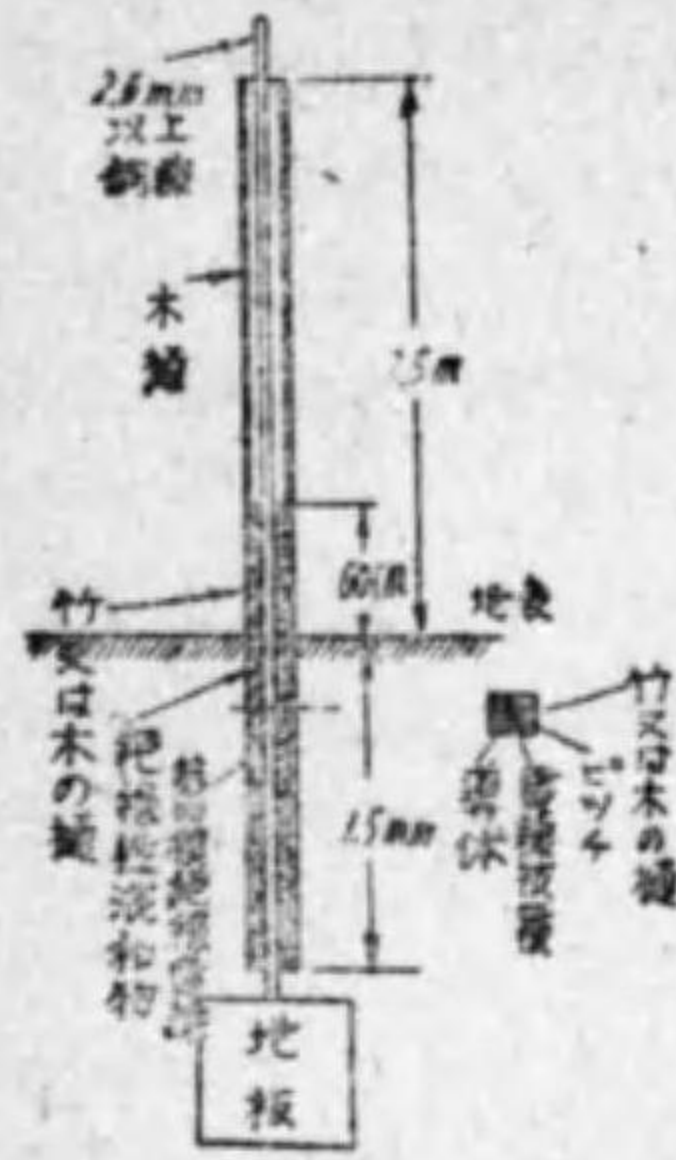
地板には品質の優良な銅板、銅網、鐵管類を使用し、接地線とは完全に接続する。その要領は第6.5.16圖に示す如くである。



第6.5.16圖

地板の埋設は地下1.5m以上の深さに垂直に濕氣ある所に施設する。埋設地板の接地抵抗が高い場合には埋設位置を更に深くするとか、地板の数を2箇所3箇所と増し之を並列に使用するとか、或は地板の周圍に木炭を埋め水分を吸収せしむる等の方法をとる。

接地線の施設は碍子引工事の場合はクリート工事(低電)又はノツプ(高電)で行ふ。第四種絶縁電線を使用した場合は造管材に直接留革の類で取付けてもよい。金属管工事の場合は本則120條細79條に準據して施



第 6.5.17 図

接地を必要とする各種屋内電気工作物を地線工事の種類に應じて之を表示すると第 6.5.9 表の如くである。

第 6.5.9 表 地線工事の種類による接地すべきものゝ種類

第一種地線工事	高圧及特別高圧の発電機、電動機、回轉變流機、調相機等の鐵台 (本 14 條) 特別高圧及高圧の變壓器の外函又は鐵心 (本 14 條) 高壓電路の避雷器 (本 24 條) 特別高圧計器用變成器の二次側電路 (本 27 條)
第二種地線工事	變壓器に依り高壓電路に接続さるゝ低壓電路の中性点 (變壓器の構造又は配電方法に依りその中性点を接地し難きときは低壓側の電壓 250V 以下のものに限り一端子を接地する。(本 26 條))
第三種地線工事	低壓の発電機、電動機、回轉變流機の鐵台 (本 14 條) 低壓の變壓器の外函又は鐵心 (本 14 條) 高壓計器用變成器の二次側の電路 (本 26 條) 屋内に施設する電機の被覆に用ふる金屬体 (本 111 條) 金屬管工事及金屬線槽工事に於ける管又は樋 (本 120 條) ネオン管燈用變壓器の外函、變壓器を藏めた金屬函、キヤピネットの金屬部分及金屬管 (細 63 條) 150V 以上の電熱器の金屬製外函 (細 90 條) 油入遮断器、油入開閉器、計器用變成器の外函又は鐵心 配電盤、組棒等の金屬棒、X線装置の各種金屬体

尚、接地を省略し得る場合を列挙すれば

- ① 乾燥した場所に施設する交流 150V、直流 300V 以下のもの。(本 14 條)

設する。

第一種、第二種地線工事でその接地線を人が觸れる虞ある場所に施設する場合は、第 6.5.17 圖に示す如く保護装置を施す。

尙鐵柱の如き金屬体に沿つて施設する場合には接地線全部に第四種絶縁電線を使用し、該金屬体より 1 米以上地板を離隔する。

第三種地線工事は腐蝕の危険ない場合に限り裸線をコンクリート内に埋込み得る。

本工事に於ては、瓦斯管、水道管、弱電流電線とは充分に離隔し、且之に接続せざること。尙高低壓兩回路の地線工事、避雷器と他の地線工事、使用者又は使用場所を異にする地線工事は共用してはならない。

- ② 機器の鐵合又は外函の周圍に作業用の絶縁台を設けた場合 (細 9 條)
 - ③ 高圧用柱上變壓器を人の觸れる虞のない様に施設した場合 (細 9 條)
 - ④ 低圧用の機械器具を絶縁性のもの (乾燥せる木製の床の如きもの) の上に置く場合 (細 9 條)
 - ⑤ 第三種地線工事に依り接地すべき金屬体と大地との接続良好にて接地抵抗 100 オーム以下なるとき (細 31 條)
 - ⑥ 150V 以上の電熱器にして、250V 以下の中性点接地の回路に結ぶ場合、外函の接地を略し得る。(細 90 條)
- (3) コード引工事は飾窓、飾函内に限りコードを以て配線し得る工事で、之は他の屋内配線には認められない。(細 82 條)

配線には 0.9mm² 以上の第二種コード (又は暫定普通コード) を使用し、外觀を害さない様挿接等を選んで留草類で直接造管材に取付ける。コード相互の接続はコードコネクタを用ひ、分岐は分岐ソケット等で行ふ。コードが造管物を貫通するときは鳩目、碍管を使用する。屋内配線と是等のコード引工事とはコンセント等で接続し、飾窓又は飾函の相互間はコードコネクタ又はコンセント等で容易に分離し得る様施設する。電球その他の發熱体と燃え易いものとは危険のない様充分に離隔すること。

(4) 臨時工事 (本 142—145 條) 電燈、電熱、その他の電力装置を短期間使用するために臨時に施設する低壓配線工事のことで、普通一ヶ月を限り使用出来る屋内の乾燥した展開場所に電壓 250V 以下の電線を施設する場合、第三種絶縁電線を用ふれば電線相互間及電線と造管材との間を離隔せずに施設し得る。但し電球と造花等の燃え易いものとは接觸せしめざる様充分に離隔する。

軒下及屋外工事では、使用電壓 150V 以下の電線は 1.2mm 以上の軟鋼線 (又は 1.6mm の鐵線) を用ひ下表の如く施設する。

第 6.5.10 表 臨時工事

絶縁電線の種類	電線相互間	電線と造管材間	使用期間
第二種(第三種)	6cm 以上	3cm 以上	1ヶ月 (4ヶ月)
第三種(第四種)	3cm 以上	6mm 以上	◇ (4ヶ月)
第四種	電線を雨露に曝露せず、外物のため損傷する虞のない様に施設する場合は線間及電線と造管材間を離隔せずに施設し得る		

電線は工事に上己むを得ない場合の外造管材の側面又は下面に取付け、支持点間を 1m 以下とする。電線に 2.0mm の硬鋼線を使用し、電線と造管材が接觸しない様離隔すれば支持点間距離 1m 以上とし得る。

樹木、裝飾塔、絛門、その他之に類するものに、使用電壓 150V 以下の電線を施設する場合には第四種絶縁電線を用ひ、電線相互間及電線と造管材との間を離隔せずに施設し得る。樹木等で動搖のため電線を損傷する虞ある場合には之を防止する様に適當に保護する。

開閉器、自動遮断器は専用のものを屋内に装置し、屋外に設けるときは適當な防濕装置を施す。

本工事に於ても、屋内配線と同様に 1 kW 以下毎に分岐し、ソケット類は磁製又は絶縁性耐火質の防水型を使用する。

6.6 配線圖の書き方

本章に述べて来た結果を綜合して、建物の平面圖に配線圖を記入する。従つて配線圖の作製に必要な事は建物の平面圖で、建物には和風、洋風支那風等と構造上より或は住宅、商店、アパート、工場、事務所等、使用目的より種々なものがある。然し如何なる建物に於ても大體同様式に設計圖が作られる。

配線圖に必要な各階平面圖(間取圖)が入手すれば、之に依つて建物の構造を知り配線の方針を立てる。配線圖は縮尺 1/100 に書くのが普通ではあるが、場合に依つては 1/50 又は 1/200 に書くこともある。

同一屋内に、電燈、電熱及電力装置等への配線が錯綜する場合には、負荷の種類別に配線圖を作製する。

普通は平面圖のみでよく、特殊器具、看板燈等は側面圖も書いておく、増設、模様替等の場合はこれに關係のある配線の配線及器具類も記入する。

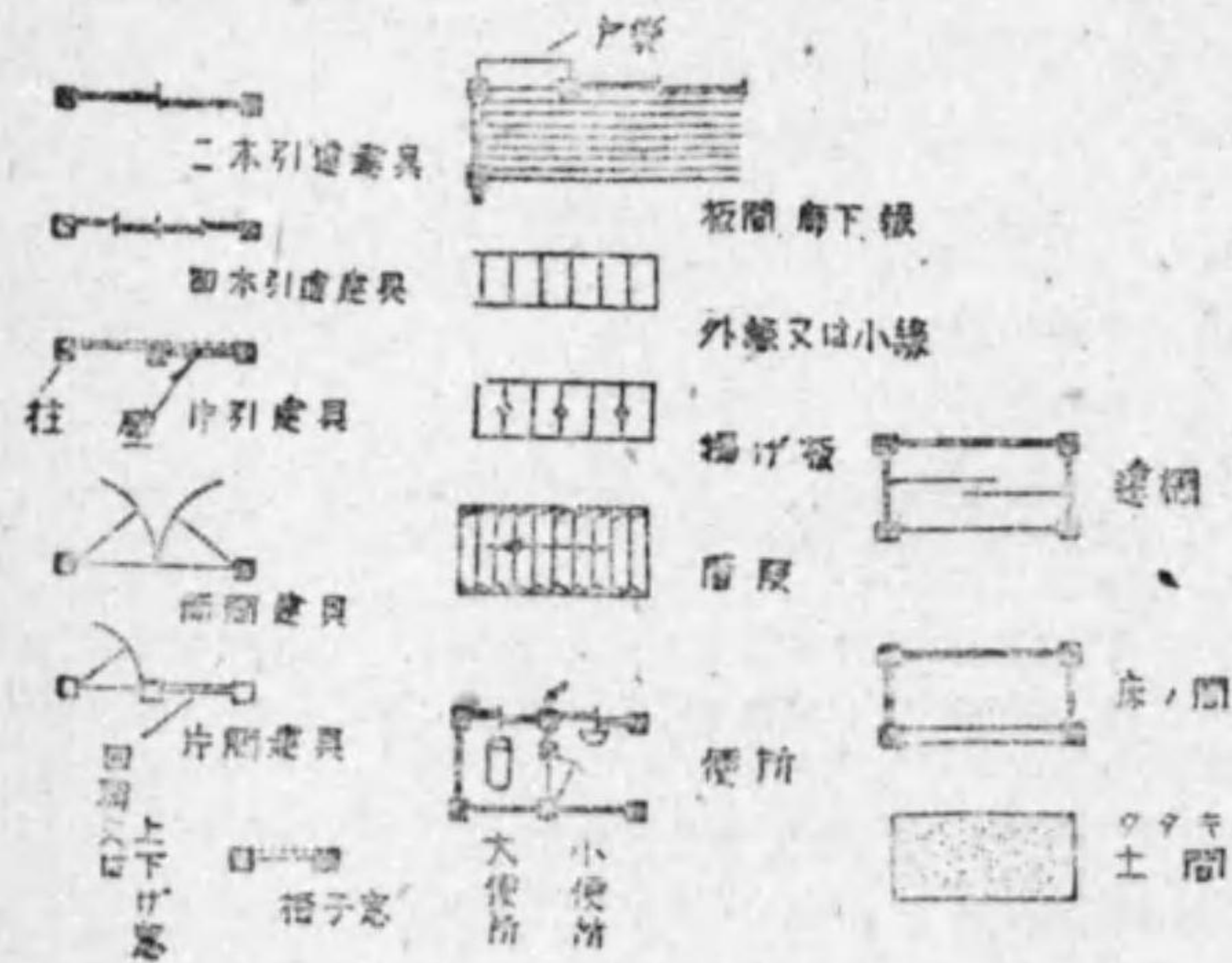
(1) 配線圖に記入すべき事項 配線圖には詳細明確に次の諸事項を記載する。負荷の受口(アウトレット)の位置容量、機械、器具の位置と容量

引込口 配電盤、分電盤、主開閉器と分岐開閉器の仕様、分岐開閉器の受持燈數等を記入する

(明瞭に記入するため大圖を別添に作ること)

配線の位置はなるべく實際施設される現場位置に一致させる。

その他、点檢口、工事竣工年月日、需用者、電気工事請負者、電気工事人住所



第 6.6.1 圖 建築圖面の記號

屋内配線用シムボル

(日本電機工業會制定)

Table of electrical symbols for indoor wiring, organized into sections (1) through (4). It lists symbols for outlets, switches, and various electrical equipment with their corresponding symbols and notes.

表 6.6.2 表

屋内配線用シムボル			
記号	種別		説明
	電線	器具	
○	○	○	立上り(一般)
○	○	○	金属管立上り
○	○	○	金属管横立上り
○	○	○	不燃管横立上り
○	○	○	引下し(一般)
○	○	○	金属管引下し
○	○	○	金属管横引下し
○	○	○	不燃管横引下し
○	○	○	普通し(一般)
○	○	○	金属管を通し
○	○	○	金属管を通し
○	○	○	木製管を通し
○	○	○	引込口
○	○	○	配線口
○	○	○	接続品
○	○	○	プルボックス
○	○	○	配線用符号
○	○	○	接地

(5) 配線用記号	
記号	説明
○	第一種電線
○	第二種電線
○	第三種電線
○	第四種電線
○	第五種電線
○	第六種電線
○	第七種電線
○	第八種電線
○	第九種電線
○	第十種電線
○	第十一種電線
○	第十二種電線
○	第十三種電線
○	第十四種電線
○	第十五種電線
○	第十六種電線
○	第十七種電線
○	第十八種電線
○	第十九種電線
○	第二十種電線

(6) 通電系統	
記号	説明
○	普通電線
○	管内電線
○	電線管
○	電線
○	水素管
○	接地

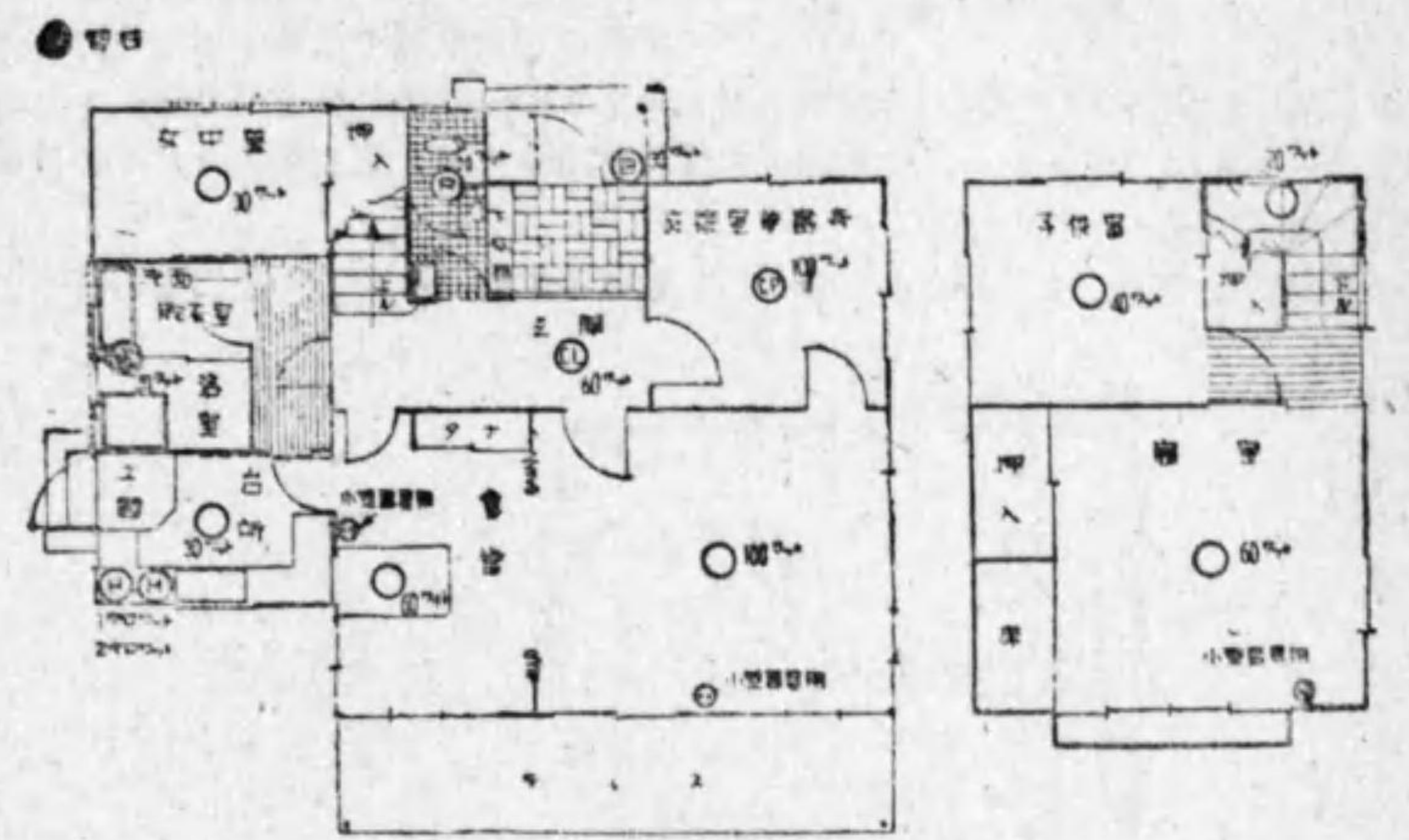
1) 金属管出配線の場合には特にその旨を以てして配線図の記号を補ふることとする
 2) 導引工事に於ては一般に以て一線と表示するものとす
 3) 一般の場合に於て電線の径、径及び大きさを表示する場合には次の例に依る
 例 (a) 露出二線二線引 $\frac{2}{2}$
 (b) 露出天井二線二線引 $\frac{2}{2}$
 4) 金属管工事に於ては管の太さ(寸法)電線の径及び電線の太さを表示するには次の例に依る
 例 (a) 二分の一寸金属管露出二線二線引 $\frac{1}{2}$ (2)
 例 (b) 四分三寸金属管天井二線二線引 $\frac{3}{4}$ (2)
 5) 露出に於て電線と電線との区別を為す必要がある場合は電線には半、露出には短又は長を用いるものとす。但し有線配線図に於ける露出の場合には必ずしも用いることとす。
 6) 露出に於て電線と電線との区別を為す必要がある場合はT.E.と表示することとす。
 7) 水素管を以てして配線図の区別を為す時は電線の例に倣ふものとす。

氏名等必要な事項

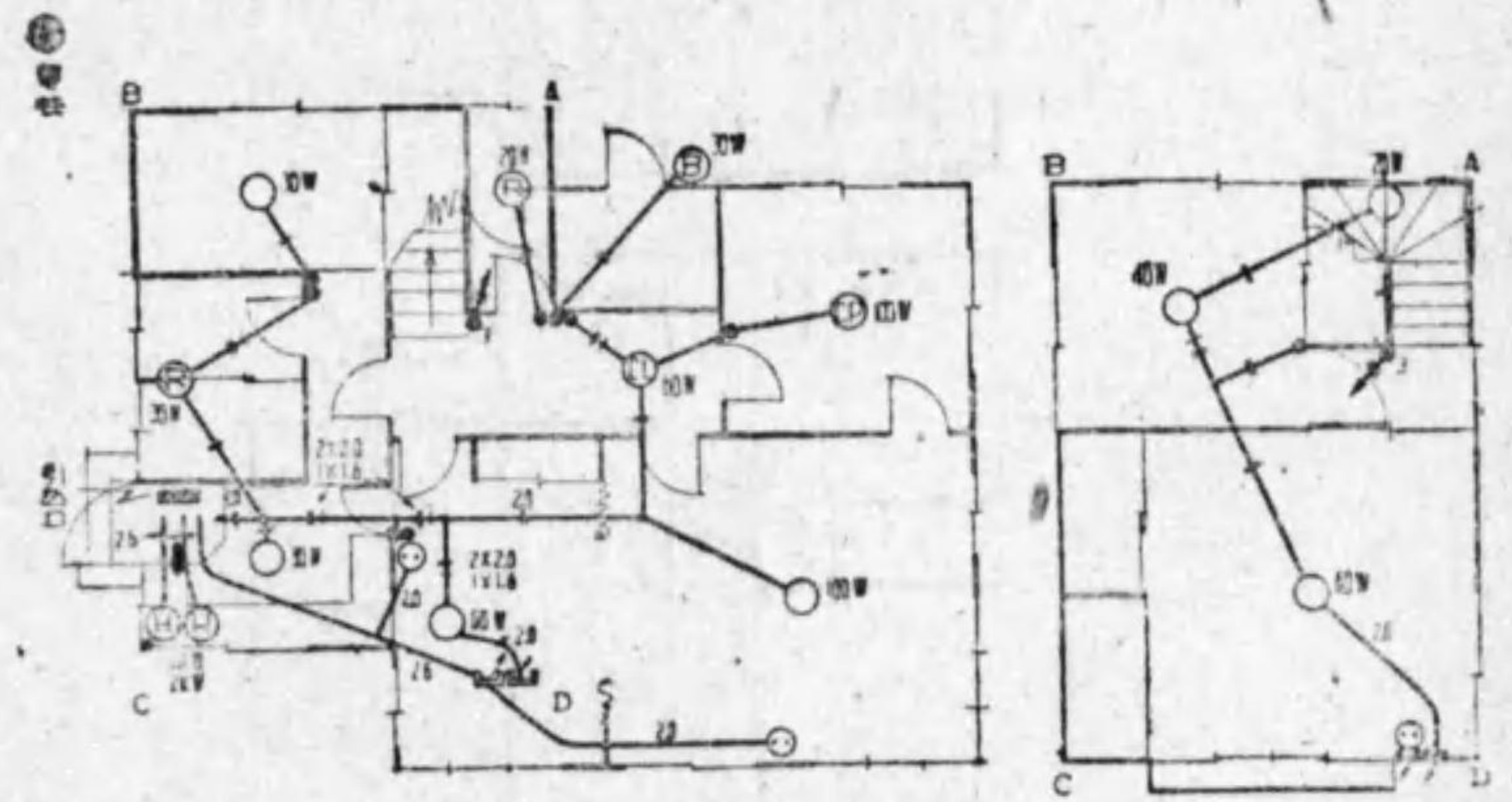
(2) 配線用標準記号 配線図はその作製に當り建築圖面の記号を知つておく必要がある。之を第 6.6.1 圖に示す。
 配線図には第 6.6.1 表及第 6.6.2 表に示す如き標準シンボルを用ひ、明瞭に然も町時に記入すること。
 之によつて實際に工事を行ふのであるから、精確に記す。尙配線図のみで不

充分な場合には仕様書を附ける。次に是等の記号を用ひて配線圖を畫く場合の實例を示そう。

(3) 配線圖の實例(その1) 第 6.6.2 圖の如き間取を有する二階建住宅の場合(便宜上各室には使用器具及其の容量を記して置いた)は和洋折衷の建築であるから導引工事で行ふものとして第 6.6.3 圖の如く配線圖を畫く。

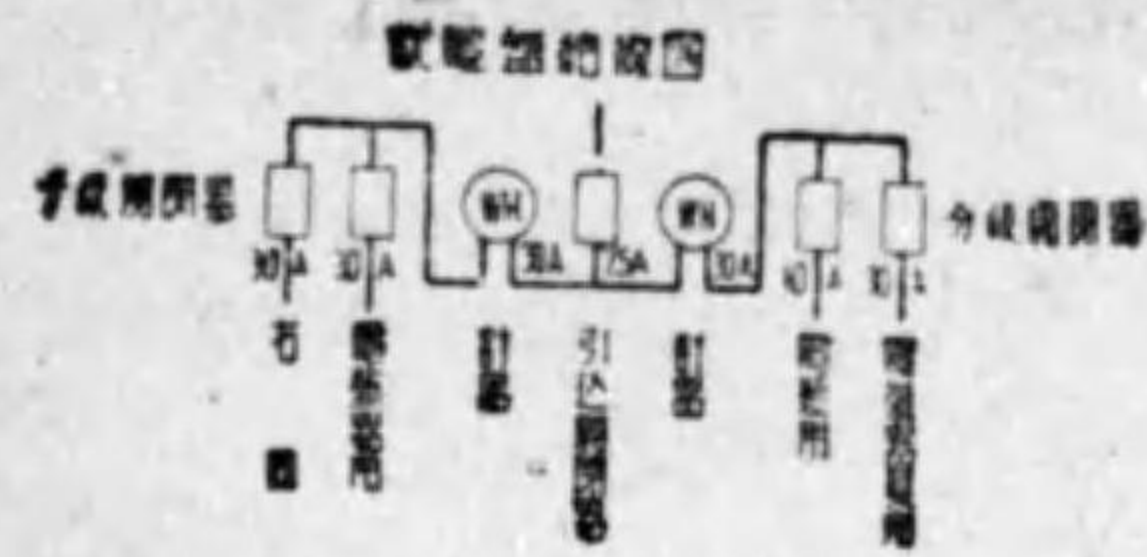


第 6.6.2 圖 二階建洋風住宅の間取圖



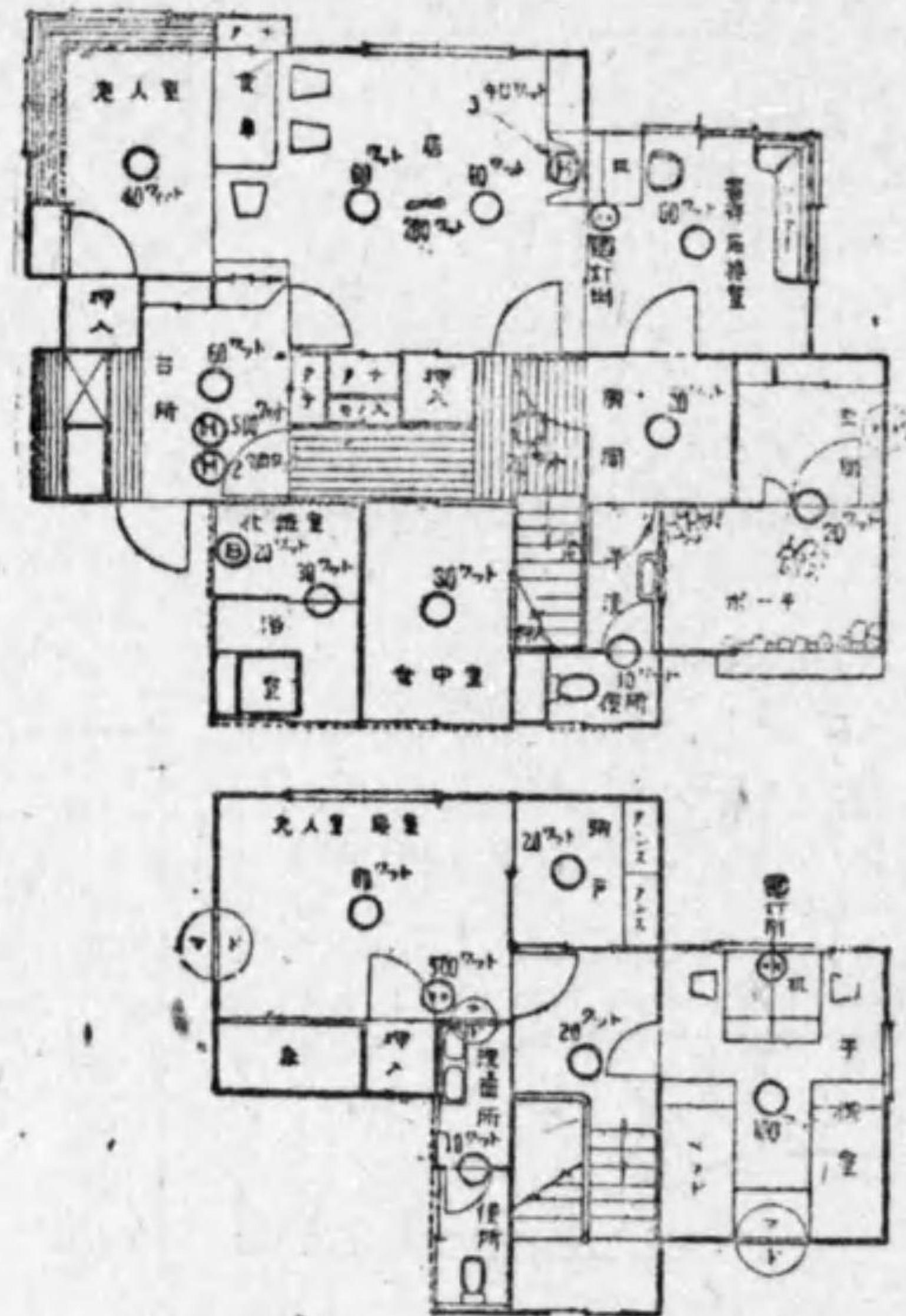
第 6.6.3 圖 同上配線圖

使用電線の太さは夫々圖に記入した數字で之を示す(例へば 2.6 は 2.6mm である)特に記入してない部分は 1.6mm とする。電線の種類は特別の場合(金属



管工事、線通工事の部分及浴室配線)を除いて二階は第二種、下は第三種絶縁電線を用ふる。栓受は電熱用に30A、器具用に10Aのものを用ひ、電燈は總てコード吊(台所は第三種乙、その他には第二種コード使用)とする。本工事に暫定電線を使用するならば、階上暫定第二種、階下暫定第四種絶縁電線とし、1.6mmの部分に1.2mmとし得る。コードも第二種コードの代りに暫定袋打普通コード、第三種乙コードの代りに暫定丸打防濕コードを用ふる。

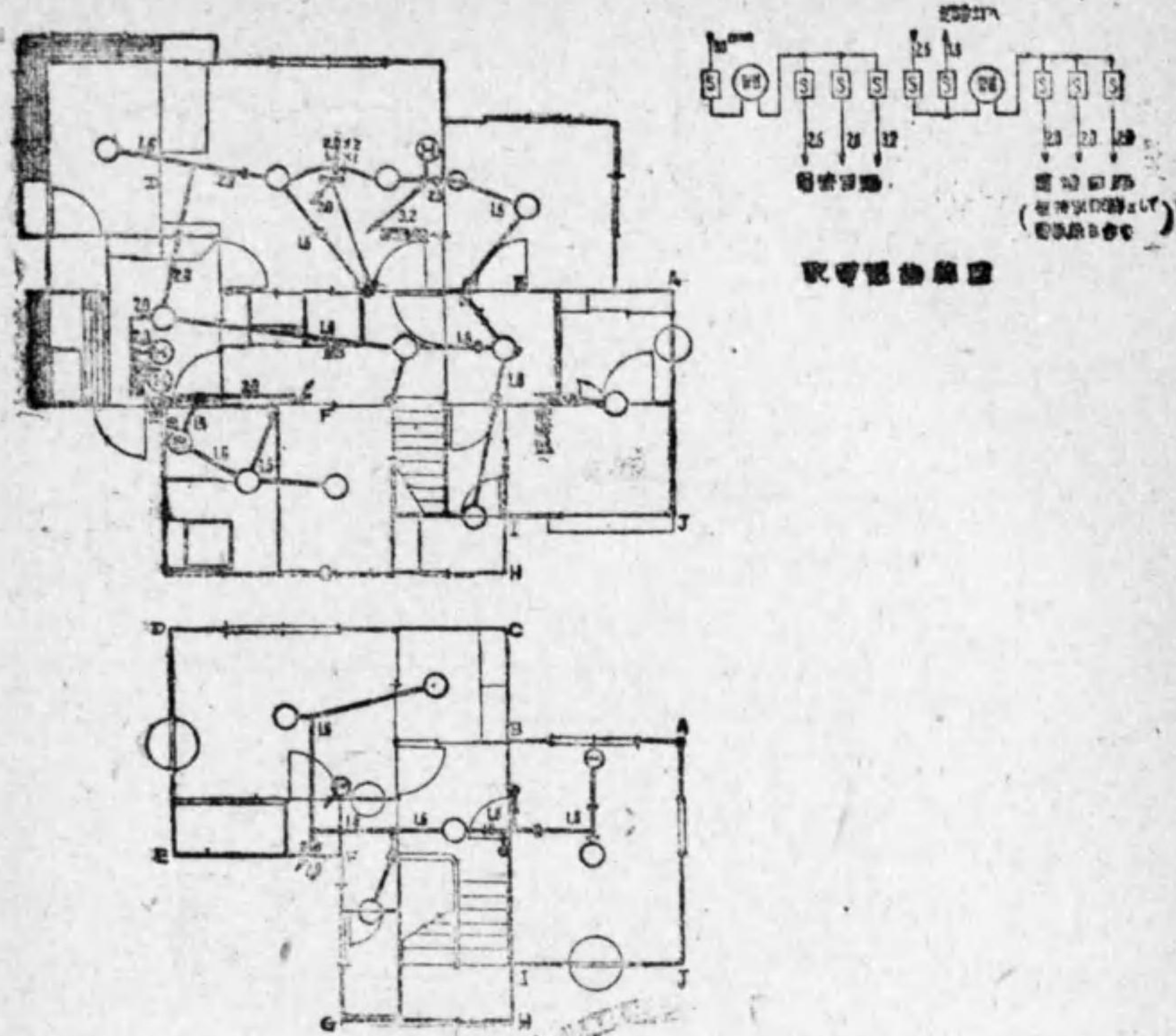
(4) 配線圖の實例(その2) 第6.6.4圖に示す如き和風二階建住宅の場合の



第6.6.4圖 二階建和風住宅の間取圖

配線圖を畫いて見る。配線は碍子引工事とし、使用電線は暫定第二種及第四種絶

縁電線とし、太さは最小1.6mmを撰定する。電燈と電熱は別引込(配電盤結線



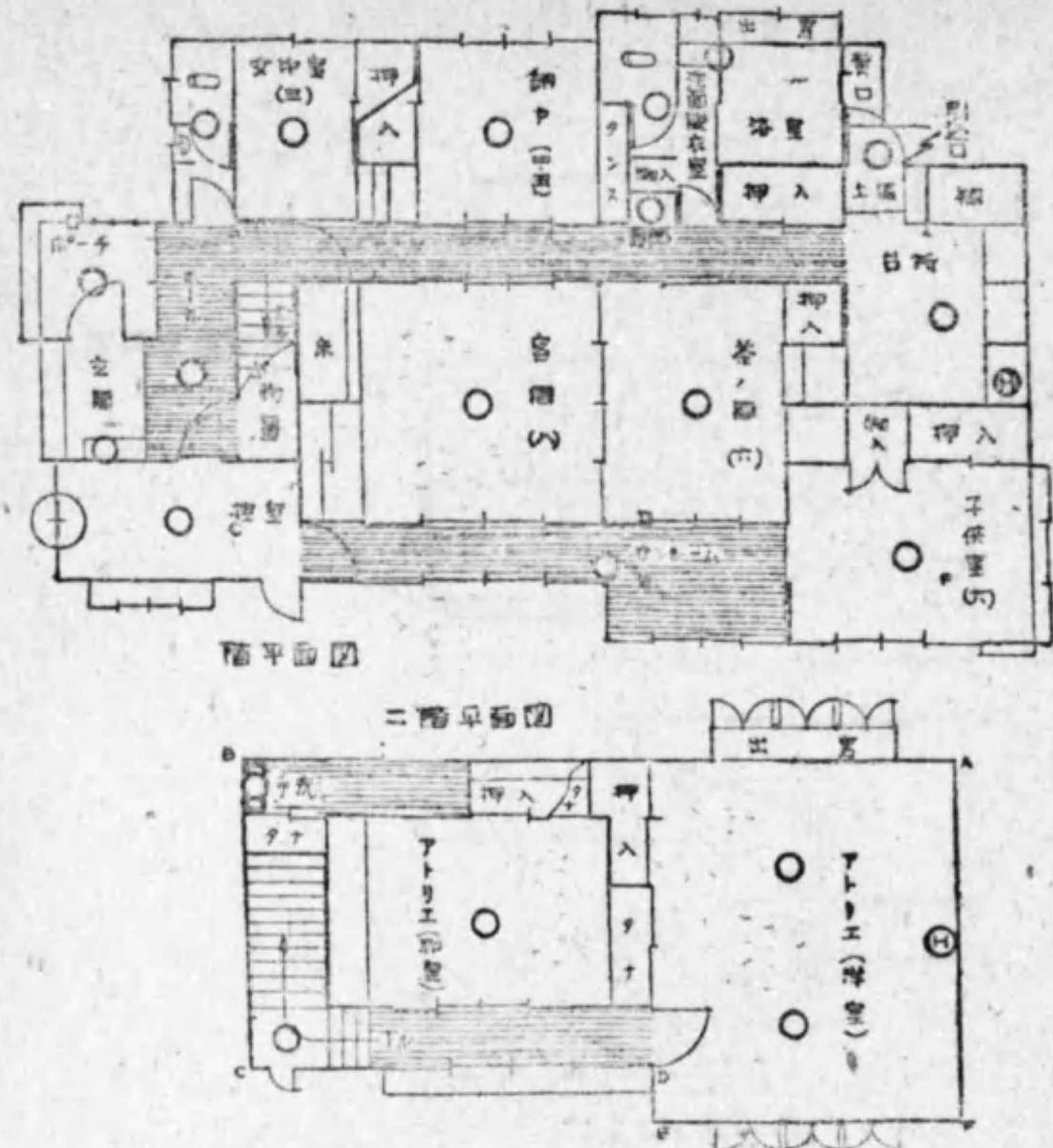
第6.6.5圖 同上配線圖

圖参照)としたが、小型器具(電氣扇、栓受等)へは電燈と器具を併用回路とする特別配線をする。

斯うした考慮の下に畫いた配線圖が第6.6.5圖である。配線法、立上り、引下げ箇所、引込口、配電盤位置及点滅器の位置等圖に就いて研究せられ度い。

(5) 配線圖の實例(その3) 第6.6.6圖に示す建物は二階建和風住宅で、便宜上各室の名稱を附し、負荷の位置を夫々示し、引込口の位置をも記して置いた此の配線圖を作製するに當り、先づ各電燈、電熱器の容量を記入し、工事方法を明示し、使用電線の種類及太さを記入せねばならない。又点滅器は使用上の便を考へ適當な所に取付ける。

上記の間取を有する建物の配線圖を今迄に述べた諸注意に従つて第6.6.7圖の如く作製する。圖には配電盤の結線圖を略したが、必ず記入すること。

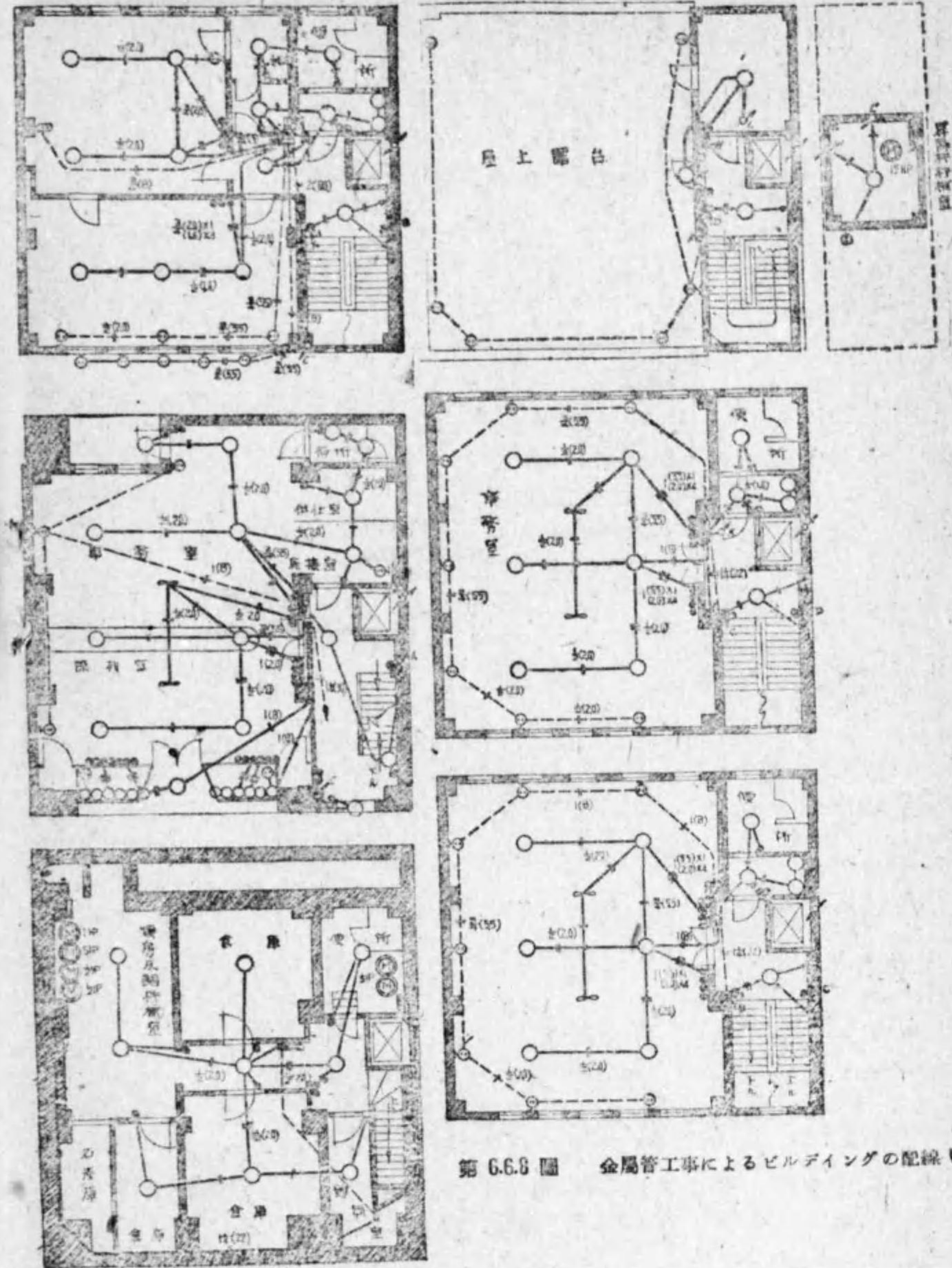


第 6.6.6 図 二階建和風住宅の配線図

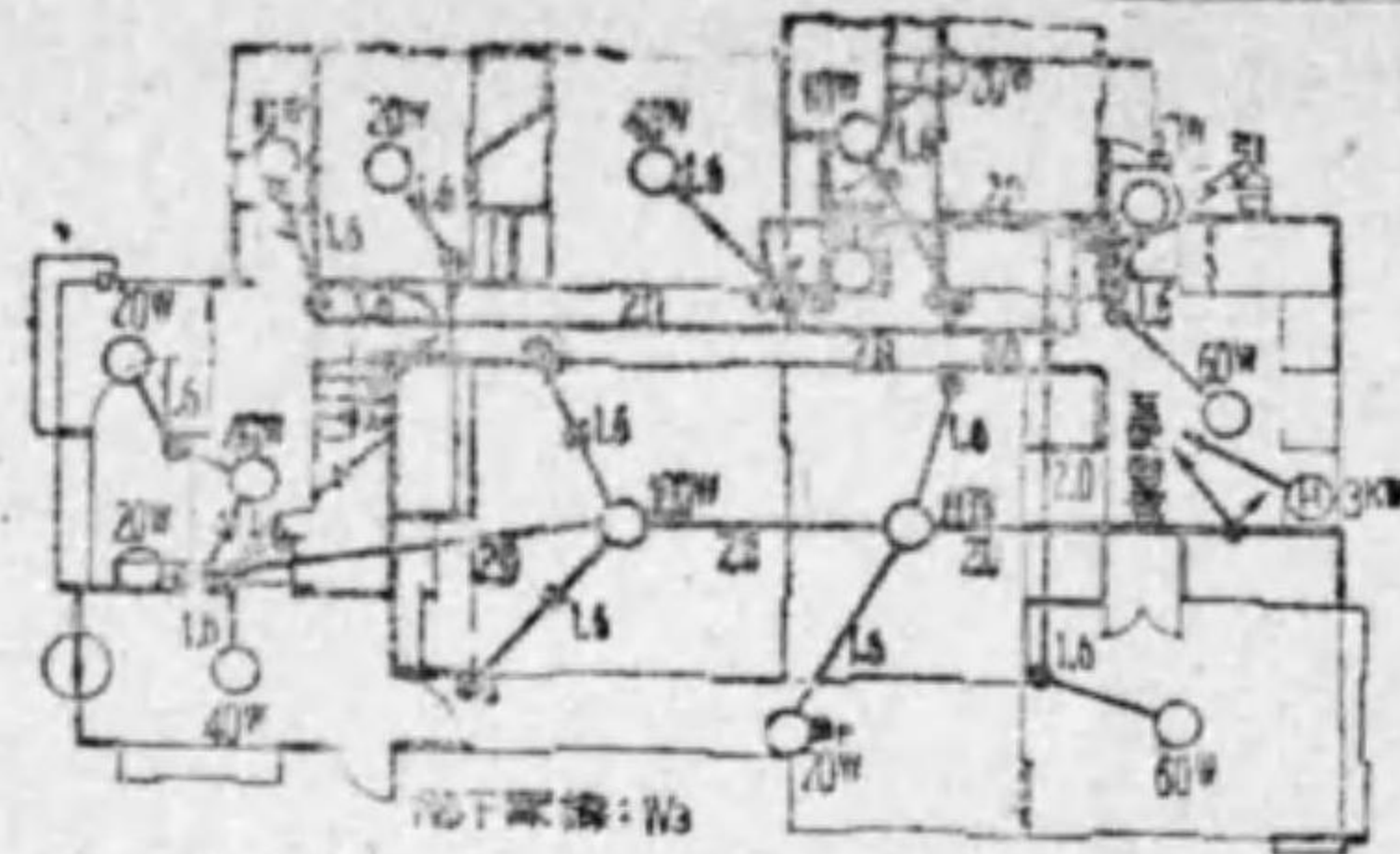
配線は階下及二階和室を隠蔽工事とし、二階洋室、立上り、点滅器への引下げを金属管工事とする。引込口より配電盤に至る間は電熱回路 14mm²、電燈回路 2mm² とし、何れも第四種線を用ひ、分岐回路は電燈 3、電熱 2 とする。暫定絶縁電線を用ふる場合には第二種の代りに暫定第二種、第三種第四種の代りに暫定第四種を用ふる。

(6) 配線図の事例(その 4) 次に金属管工事を以て施工するビルディングの配線図を紹介する。建家の間取圖は之を省略したが、第 6.6.8 圖にも記入して置いたから各室の使用目的に應ずる各器具の位置、配線等を参照せられたい。

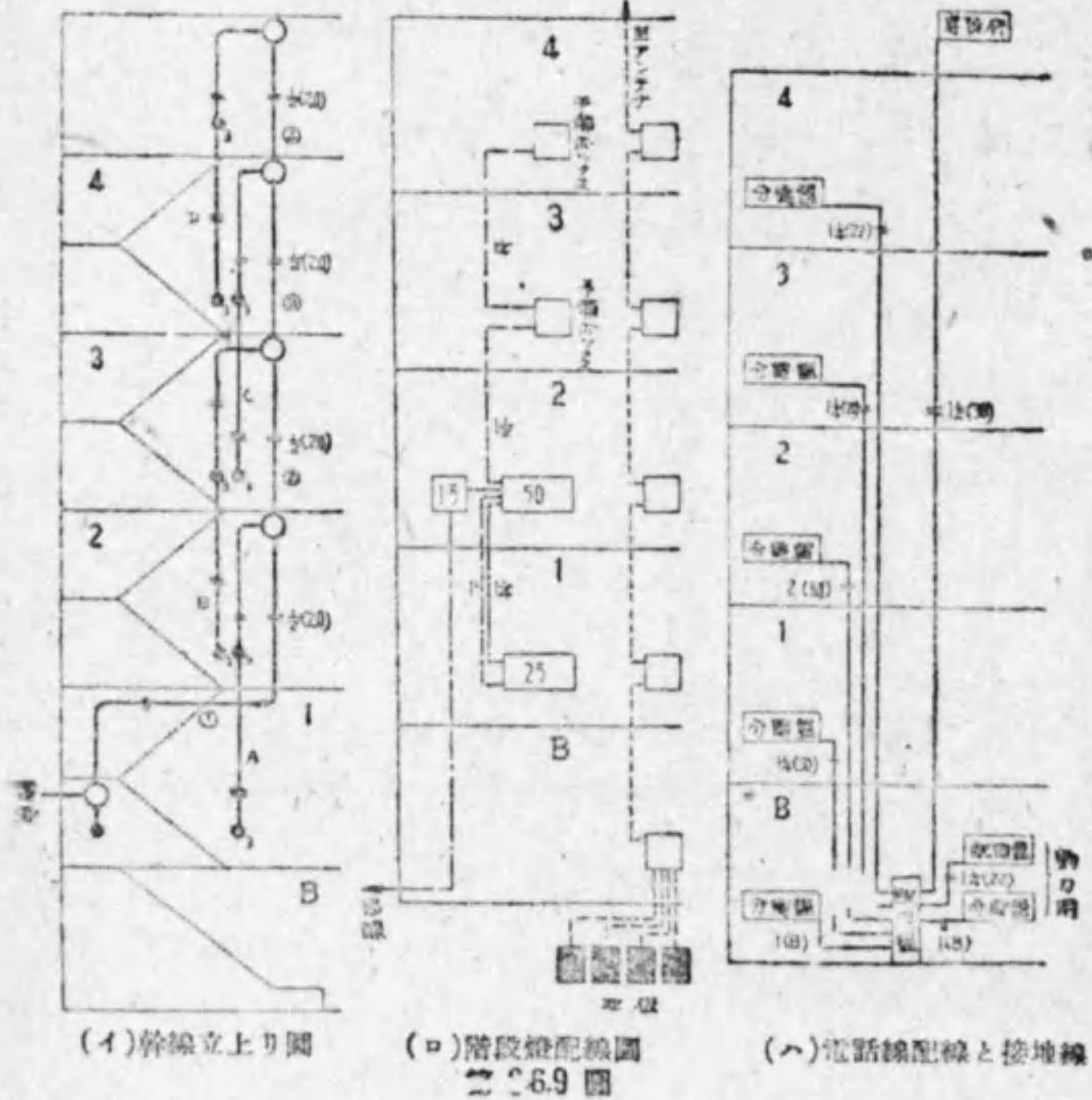
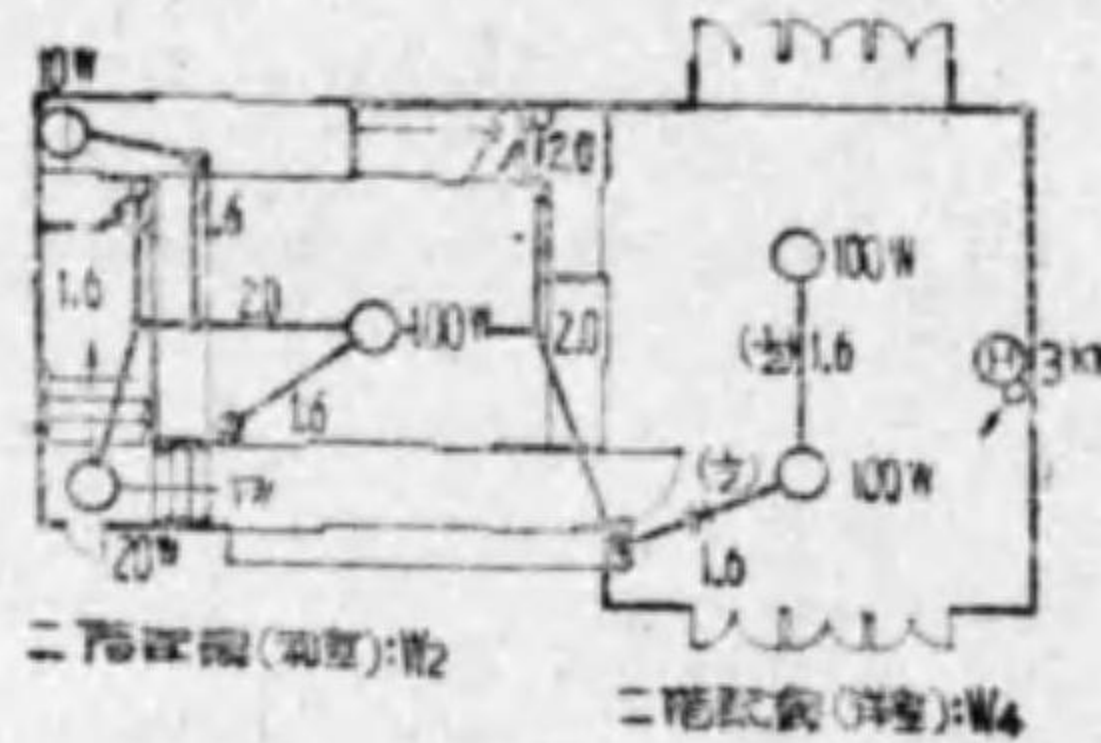
各階毎に配線圖を畫き、分電盤と配電盤との關係圖〔第 6.6.9 圖(イ)〕を示しておく。又、各階と連絡のある階段燈、接地線等の配管も第 6.6.9 圖に示した如く、その關係を明瞭に示して置けばその他は今迄の配線圖と變りがない。



第 6.6.8 圖 金属管工事によるビルディングの配線圖



第 6.6.7 圖
同上階線圖



第 6.6.9 圖

6.7 屋内電気工作物の検査と試験

屋内に施設する電気工作物の検査には、竣工検査と定期検査がある。竣工検査とは電気工作物が新設又は増設（改修、変更等も含む）等の際に行はれる検査を謂ひ、定期検査は既設の電気工作物に就いて保守上定期的に之を行ふ検査である

(A) 竣工検査

屋内工事に於ける検査及試験の主なものは点検と絶縁抵抗の測定である。此の外施設する工作物の種類に依つて絶縁耐力試験と接地抵抗の測定を行ふ。

(1) 点検 電気工作物の点検は之を分つて使用器材の良否の鑑別と施工法の適否の判別とする。

① 使用器材の良否鑑別 は電気用品取締規則の適用を受けるもの、又は電気供給事業者の試験若くは認定を必要とするものは型式承認済標識と番號(ワ-00)又は試験證票類の有無を調べる。

② 施工法の適否の判別 電気工作物の位置、工事方法の適否に就いて電気工作物規程及電気供給事業者の工事規程等に抵触の有無を調べる。

その他 保安装置及び計器類の取付の適否、自動遮断器の容量の適否、工事設計書、仕様書等のある場合之と相違した箇所の有無等

電気使用上支障なきや否やを現場に就いて細心の注意を以て充分綿密なる点検を行ふ。尙コンクリート埋込の如く点検し難はざる場所の工作物は、工事中適當な時期に下検査を行ふ

(2) 導通試験 配線が簡単な場合には之を省略することもあるが、点検のみにては配線中に於ける電線の挫折、接続の不完全、或は誤接続等を發見する事が困難である。之がため各分岐回路共安全に通電し得るか否かを試験するのが導通試験である。之にはマグネットベル又はメガーを以て行ふ。又負荷をかける實際負荷法も行はれることがある。

① マグネットベルで行ふ方法 引込開閉器なり分岐回路なりのスイッチを開き、負荷を除いて開路状態とする。マグネットベルの兩端子から夫々開閉器の兩端子に接いでマグネットベルの把手を廻はす。斯くてベルが鳴れば配線に短絡がある譯であり、鳴らなければ短絡がない譯である。次に分岐開閉器の負荷端子を短絡して各受口よりあたればよい。此の場合ベルが鳴れば導通し、ベルが鳴らなければ導通せず何處かで誤接続があるか、断線して居るのである。

② メガーで行ふ方法 はマグネットベルの代りにメガーを使用するだけでメガーの指示が零の場合はベルの鳴るときであり、絶縁抵抗値を示すときはベルの鳴らない時である。メガーを用ふる場合には把手を徐々に廻はして指針の誤れに注意する。

③ 実測負荷法 は電源が必要なため、竣工検査の場合には行ひ得ないから何處でも行ふ譯にはゆかず、餘り多く行はれる方法ではない。

(3) 絶縁抵抗試験 配線、機器のすべてを含む屋内電気工作物の漏電の程度を検査するため、メガーを以て絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗は工規本 113 條の各分岐回路に行ひ、本 132 條の規定値以上あることが必要である。即ち

① 電燈回路では $2/n M\Omega$ 以上 看板燈回路では $1/n M\Omega$ 以上

② 電燈と器具の併用回路では

器具を除外して $2/n M\Omega$ 以上 器具を接続して $1/n M\Omega$ 以上

但し n =受口数

③ 機器専用回路では漏洩電流で示さる。

機器を除外して $\frac{\text{最大供給電流}}{20,000} A$ 機器を接続して $\frac{\text{最大供給電流}}{10,000} A$

屋外電燈と併用回路も含み $\frac{\text{最大供給電流}}{5,000} A$

興行場(舞台、奈落、音楽室、映寫室)等に於ては上記規程の 2 倍の数値をとる。又新設竣工の場合には上記の数値の 2 倍(興行場では 4 倍)以上の値を必要とする。

(注) 絶縁抵抗の規程に於て、機器専用回路では漏洩電流で示されて居るが、之を $M\Omega$ で表はすと

$$R_1 = \frac{E}{I/10000} \times 10^{-6} \quad R_2 = \frac{E}{I/10000} \times 10^{-4}$$

となる。今供給電圧が 100V 及 200V の場合を考へると

$$E=100 \text{ の場合} \quad R_1 = \frac{E}{I/20,000} \times 10^{-6} = \frac{100 \times 20,000}{I \times 10^6} = \frac{2}{I} \quad R_2 = \frac{1}{I}$$

$$E=200 \text{ の場合} \quad R_1 = \frac{4}{I} \quad R_2 = \frac{2}{I}$$

同様に屋外配線も $R_{100} = \frac{1}{2I}$ $R_{200} = \frac{1}{I}$ が成立しよう。

茲に定格電圧 100V の家庭用電気器具 4kW を使用する屋内分岐回路がある。此の回路の全電流を一括したものと大地間の絶縁抵抗を測定するに $1M\Omega$ にて、使用器具を絶縁に接続したときは $20,000 \Omega$ であれば本回路の配線及器具の絶縁状態は電気工作物規程に適合するか。之を前式に依つて計算して見る。

$$\text{最大供給電流} = \frac{4 \times 1000}{100} = 40A$$

$$\text{器具を除いて} \quad R_1 = \frac{2}{I} = \frac{2}{40} = 0.05M\Omega$$

$$\text{器具を接続して} \quad R_2 = \frac{1}{I} = \frac{1}{40} = 0.025M\Omega$$

従つて此の場合配線の絶縁状態は規定に適合するが器具は規定に適合しない。

然して此の絶縁抵抗の測定は、電線相互間及電線と器具を一括したものと大地間に就いて行ふ。測定に使用するメガーは配線機器の使用電圧に従つて、150V 以下の場合には 100V、250V 以下の場合には 250V 又は 500V のメガーを用ふ。高圧の場合は 500V 又は 1000V メガーを使用する。

① 電線相互間の絶縁抵抗の測定 引込開閉器又は分岐開閉器を開いて電源を遮断する。配線に接続されて居る負荷を除いて回路を開路状態にする、即ち電燈回路では、電球を弛めるか外す。電熱回路ではコンセントからプラグを抜き、電動機回路では手元開閉器を開く。但し電燈点滅器は使用状態にしておくこと。斯くしてメガーの端子を分岐開閉器又は引込開閉器の負荷側の兩極に導線で結び、メガーの把手を規定速度で廻はして指針の振れの止つた点の読みを取る。単相二線式では此の場合 1 回の測定でよいが、三相三線式又は四線式の如く多線式回路では、それに相當回数だけ測定するを要する。

② 電線を一括したものと大地間の絶縁抵抗の測定 此の場合は負荷を全部使用状態にして、一つの負荷も除外せぬ様にする。即ち分岐開閉器又は引込開閉器の負荷端子を短絡し、之にメガーの一端子(LINE)を結び他の端子(EARTH)を大地に接続してメガーを回轉し指針の振れが止つた点の読みが此の場合の絶縁抵抗である。但し積算電力計が接続されて居る回路では假短絡の必要がない。又大地に結ぶ場合に水道管、瓦斯管、接地された鐵構、接地線等があれば之を利用し手近に之等のものがないときは接地棒を大地に突挿して行へばよい。

機器専用回路及電燈と器具の併用回路では、全電線を一括したものと大地間の絶縁抵抗は、配線のみ(機器を除外した)場合及び機器を接続した場合の兩場合に就いて測定する。(本 132 條)

機器の絶縁抵抗を測定する場合、電動機類は鐵鐵(塗料の施されてない銘板止ネジ、ブリー等を利用する)と、引出線の各端子に就いても行ふ。起動器の附屬して居るものでは各相の線輪が別れて居るから、各相毎に(線輪相互間も)測定する。變壓器類は一次巻線と外函、二次巻線と外函及一次二次兩巻線間に就いて測定する。

(4) 接地抵抗試験 屋内に施設する電気工作物は保安の目的を以て夫々規程に定められた所に依つて地線工事が行はれる。是等地線工事の接地状態の良否を試験するため、接地抵抗を測定し、規程値以下にあるか否か試験を行ふのである。接地抵抗は第一種地線工事が 10 オーム以下、第三種地線工事が 100 オーム以下である。然して第二種地線工事の接地抵抗は變壓器の一次側自動遮断器の動作電流(非包装可熔片ではその定格値の 2 倍)のアンペア數で 150 を除した値以下、即ち $R \leq 150/2i$ である。

但し、 R は接地抵抗、 i は一次側可熔片の容量で、最小 5 オーム以下に保持する必要

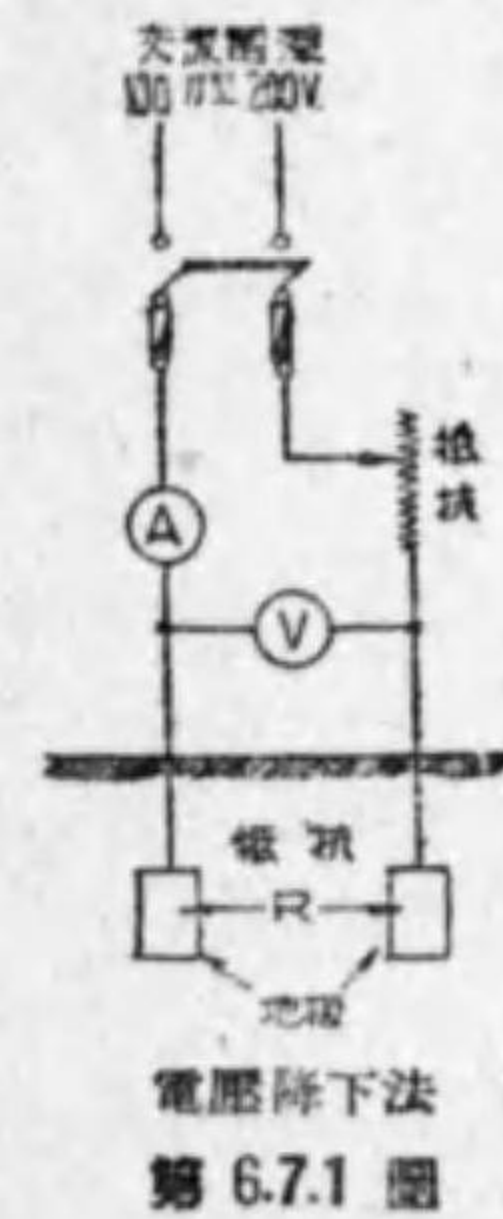
ない。

第二種地線工事の接地抵抗は変圧器の容量に依つて異なるもので、今高圧側の碍子型開閉器に、非包装可熔片を挿入して使用する場合は第 6.7.1 表の通りである。

第 6.7.1 表 変圧器一次側可熔片容量と接地抵抗値の関係

配電方式	変圧器容量 (kVA)	可熔片容量 (A)	許容接地抵抗 (Ω)
単相二線式	3 以下	1	75
	7.5 "	3	25
	15 "	5	15
	30 "	10	7.5
	30 超過	—	5
三相三線式	5 以下	1	75
	15 "	3	25
	25 "	5	15
	50 "	10	7.5
	50 超過	—	5

接地抵抗の測定には次の三方法があるが、何れも測定せんとする地板の外に補助接地 2 箇を設くる三接地板法で行ふ。



① 電圧降下法は第 6.7.1 圖の如き接続に於て、電圧計 V の読みと電流計 A の読みから

$$R = \frac{V}{A}$$

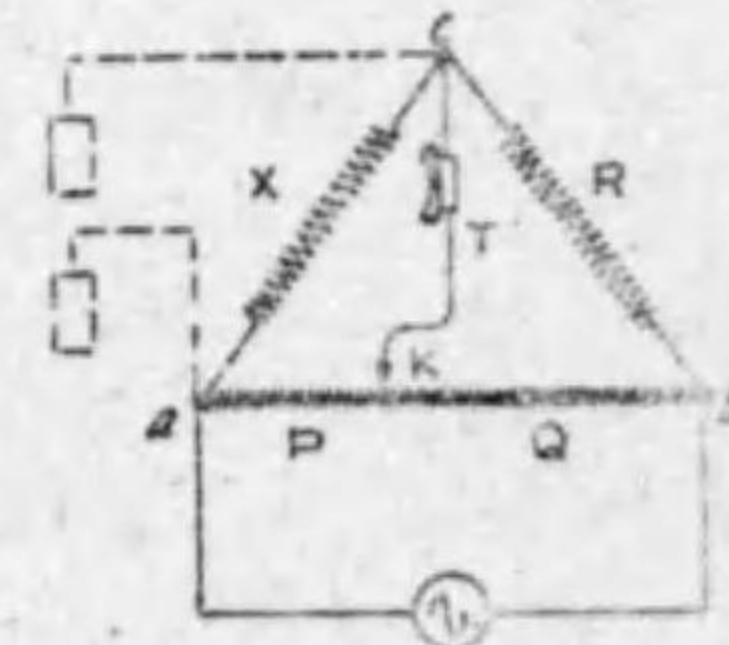
として二接地板間の抵抗を求める。

此の場合電源に接地があれば、一時之を取外しておく尙電圧計には 3000 オーム以上のものを使用する。

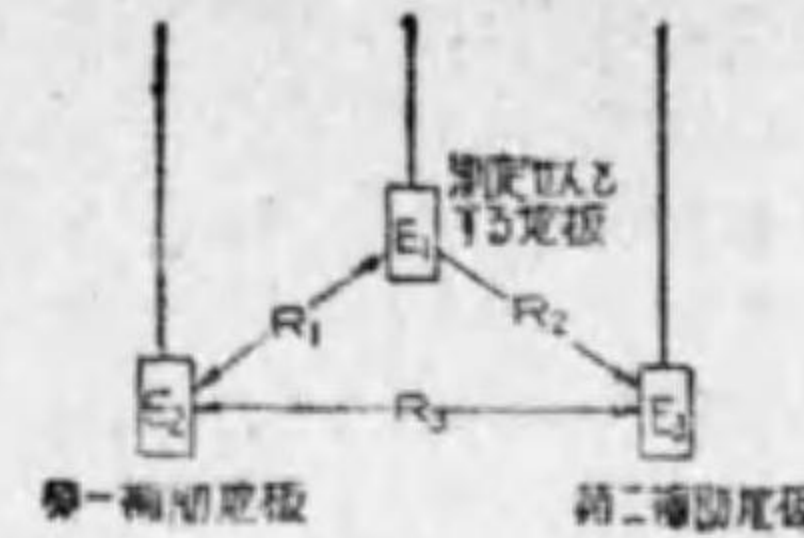
② コールラウシュブリツヂ法 第 6.7.2 圖の如くコールラウシュブリツヂの a, c 間に二地板を接続して、摺動線 a, b 上を移動してレシーバー T が無音となる点を探ふ。斯くすればホイートストンブリツヂと同様に R が一定値を持った抵抗であり、摺動線上 K の両端が P, Q とすれば

$$X = \frac{P}{Q} R \text{ より二つの接地板間の抵抗を知ることが出来る。}$$

① ② 兩場合とも此の測定を第 6.7.3 圖に示す如く



コールラウシュブリツヂ法 第 6.7.2 圖



第 6.7.3 圖

三回行つて

本接地と第一補助接地間...R₁ オーム

本接地と第二補助接地間...R₂ オーム

第一第二補助接地間.....R₃ オーム

の如き結果を得れば、測定せんとする接地板の接地抵抗は

$$R = \frac{1}{2} (R_1 + R_2 - R_3) \text{ オーム}$$

と算出する。

測定の實例 茲に第三種地線工事を施せる 200 V 三相三線式の電熱器があつた場合、此の外筒の接地抵抗を測定する。測定すべき地板は一箇であるから補助接地 2 箇を設けてコールラウシュブリツヂで測定する。

先づ本接地と第一補助接地間を測る。ブリツヂの端子に導線で兩接地を接続し、標準抵抗 R の値を 10 の位置に挿し、電鍵を入れてレシーバー T を耳にあて乍ら摺動線上を移動する。音が感じなくなつた点が 17 であつたとすると此の場合の抵抗 R₁ = 10 × 17 = 170 オームである。次いで第二補助接地間を測定して摺動線上の目盛が 19 であつたとすれば R₂ = 10 × 19 = 190 オームである。最後に兩補助接地間を測つて、摺動線上 20 の目盛であれば、R₃ = 10 × 20 = 200 オームである。従つて本接地の接地抵抗は

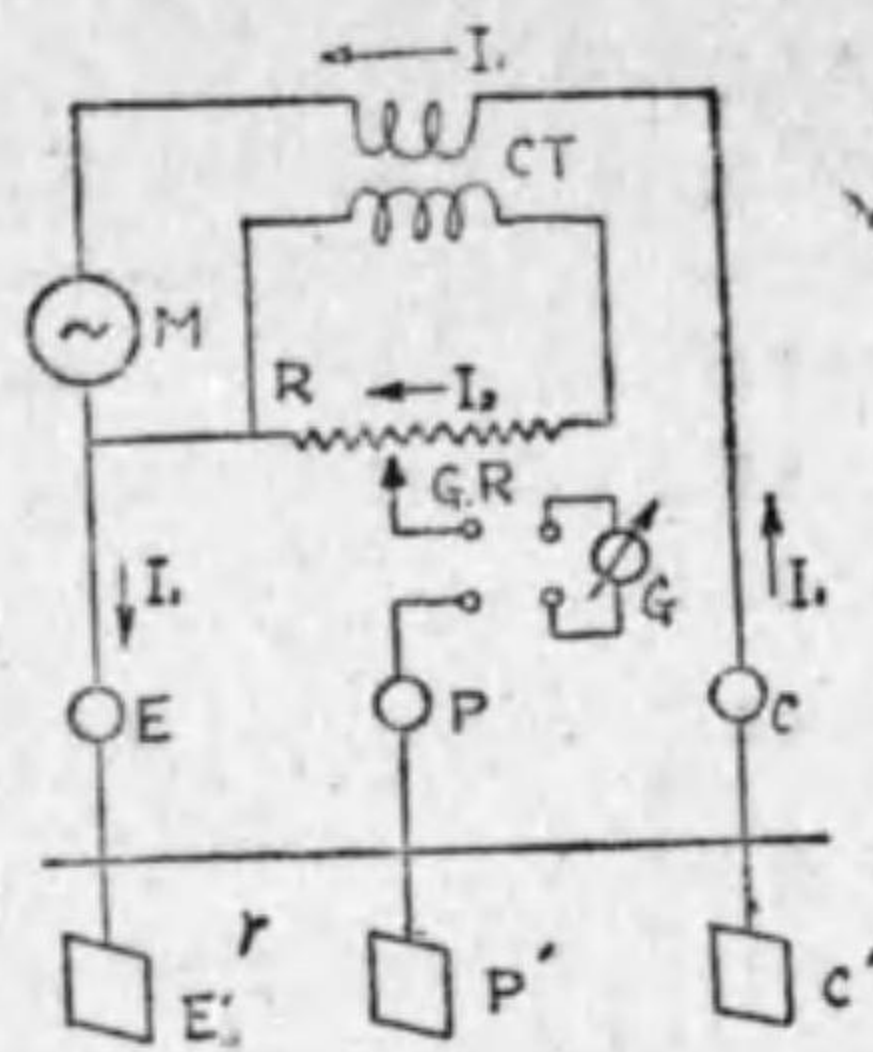
$$R = \frac{1}{2} (R_1 + R_2 - R_3) = \frac{1}{2} (170 + 190 - 200) = 80 \text{ オーム}$$

本地線工事は第三種地線工事であるから、接地抵抗は 100 オーム以下なればよく、80 オームであればよいことを知る。

③ 直讀式接地抵抗測定器には種々なる型のものがあるが、何れも前記コールラウシュブリツヂを用ふる場合の如く、測定と計算の手数を省き、只一回で接地抵抗を読み取り得る。又周囲が騒々しい場合、人に依つては、検流計の場合の如く精確に行ひ得ない惧があつた。斯様な場合、此の直讀式を用ふれば甚だ便利である。

メガー式接地抵抗測定器 は絶縁抵抗を測定する様に測定器の三端子を夫々接地線に結んで行ふ。

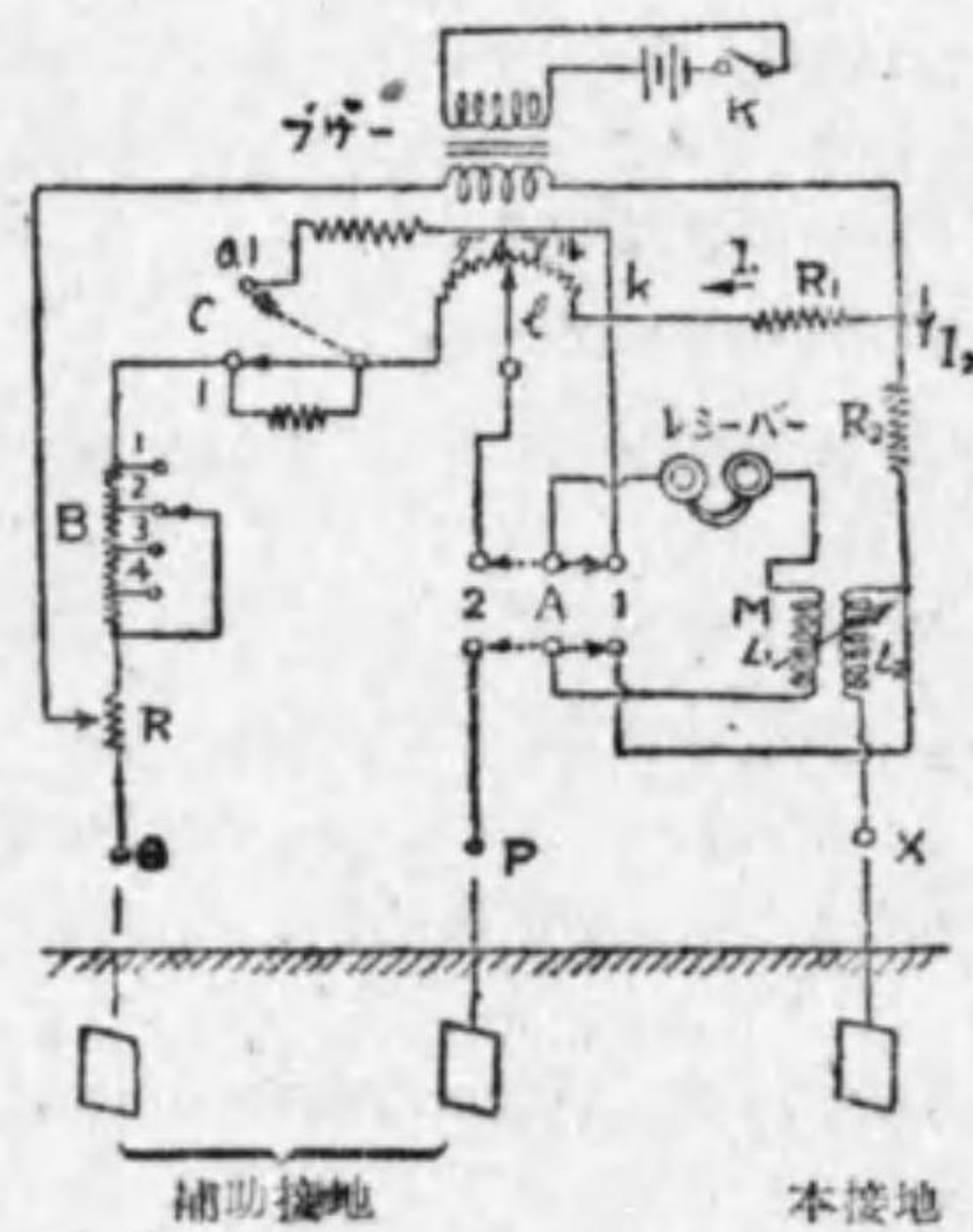
その一例として横河製 (L-9 型) 接地抵抗測定器を示す。第 6.7.4 圖の如き接続で發電機 M を回轉して電流 I₁ を M → E' → C' → C → M と一次回路に流し、I₂ を二次回路に流す。R を調整して検流計回路に流れる電流を零とすると I₁r = I₂R で I₁ と I₂ の比が知れて居ると R の読みから E' の接地抵抗 r を知り得る。検流計としては直流検流計又はダイナモメーター型計器を使用する。交流検流計では直流量に比し感度が劣るため、整流した直流で直流検流計を動作させる様になつて居る。本器は 1000 オーム以下であれば充分な感度を得られる。地板は一直線上に (10m 間隔) 施設するのが理想で、多少の曲りは誤差に影響しない。尙指示が大又は小に過ぎる場合に倍率の切替を行ふ。倍率の切替は 0-10, 0-100, 0-1000 の三種で、最低目盛 0.2 オームである。



- M..... 炭石発電機
- C.T..... 変流器
- R..... 損動抵抗
- G..... 直流検流計
- G.R..... 発電機に直結された巻流子
- E..... 測定すべき地板 E を結ぶ端子
- P..... 補助接地
- P'..... (電圧端子)
- C..... (電流端子)
- C'..... (電流端子)

第 6.7.4 図 メガー式測定器

次に第 6.7.5 図の如き横河製 (E-1 型) 接地抵抗測定器を説明する。X, P, Q を互に 5m 以上の間隔で一直線上に設ける。



- M..... 可変相互誘導
- L2..... 自己誘導
- R, B..... 可変抵抗
- R1, R2..... 固定抵抗
- K..... 電 鍵

第 6.7.5 図

測定せんとする地板を X に、補助接地 P, Q に接続する。先づスイッチ A を 1 に置き可変抵抗 R, ダイヤル B 及びダイヤル M を適宜に調整して平衡を求め、次にスイッチ A を 2 に切替へ、M ダイヤル及測定ダイヤルの接觸子 I を調整して平衡を求めると、測定ダイヤル上の読みが直ちに本接地板 X の接地抵抗の値を示す。此の測定器では C の接点を 0.1 にすれば測定ダイヤルの目盛は 1/10 となる。接地板 X の接地抵抗 χ を示す證明は、A を 1 に投じ B, R, M を調整してレシーバーの電流を零にしたときの電圧平衡式は

$$R_1 \dot{I}_1 = j\omega M \dot{I}_2 + R_2 \dot{I}_2 \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

但し $\omega = 2\pi f$

次に 2 に投じ (R 及 B を調整せず) M と測定ダイヤルのみを調整して平衡を求めると、電圧平衡式は次の如くである。此の時は K と l の間の抵抗を K とすれ

$$(R_1 + K) \dot{I}_1 = j\omega M' \dot{I}_2 + R_2 \dot{I}_2 + X \dot{I}_2 + \frac{\dot{I}_2}{j\omega C} \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

但し此の場合 M' は接地板と大地間に生ずる静電容量を補償する。

$$\textcircled{1} \text{ 及 } \textcircled{2} \text{ 式より } (R_1 + K) \left\{ \frac{R_2}{R_1} \dot{I}_2 + j\omega \frac{M}{R_1} \dot{I}_2 \right\} = j\omega M' \dot{I}_2 + (R_2 + X) \dot{I}_2 + \frac{\dot{I}_2}{j\omega C}$$

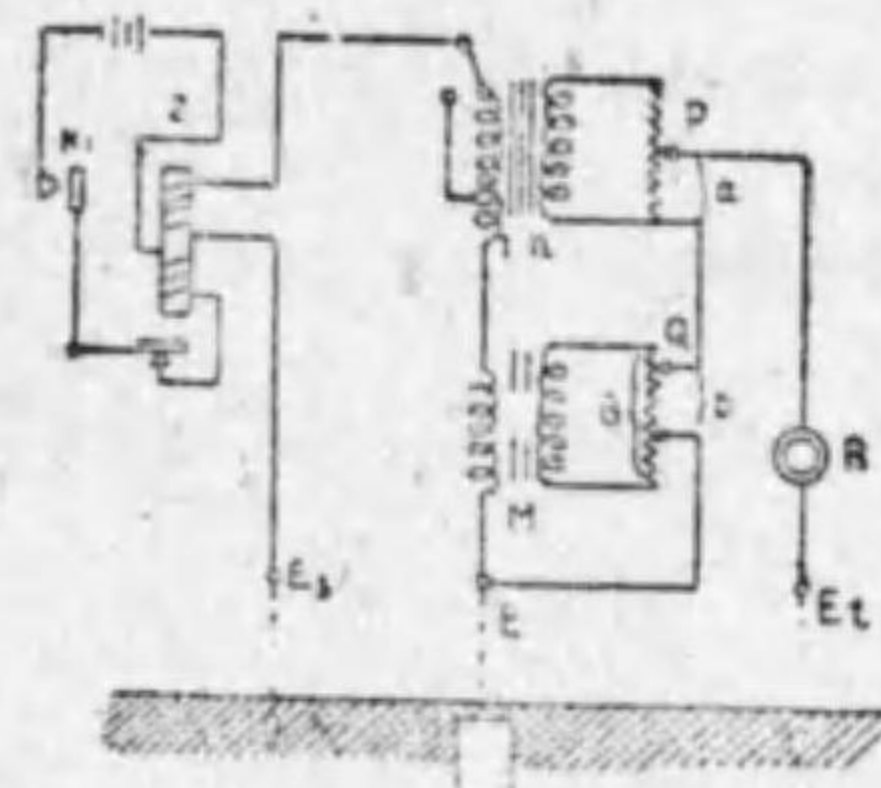
上式が成立するためには

$$(R_1 + K) \frac{R_2}{R_1} = (R_2 + X) \quad (R_1 + K) \omega \frac{M}{R_1} = \omega M' - \frac{1}{\omega C}$$

となつて實數部は $\omega = 2\pi f$ に無関係で、虚數部は ω に依つて變化することを知る。然し此處では實數部 (X を含む項) のみを考へればよいのであるから

$$\frac{R_2}{R_1} K = X \text{ を測定ダイヤルに目盛すれば } X \text{ の値を知り得ることゝなる。}$$

第 6.7.6 図に示す如き直讀式接地抵抗測定器もレシーバー R の無音の点を求めて測定するのである。



第 6.7.6 図

先づ K1 の電鍵を押せばアザー Z は共振して地板を通じて交流電流が流れる。接觸子 P 及 Q の位置を適宜に調整してレシーバー R が無音となつた場合を見出せば之が地板インピーダンスと測定器内のインピーダンスが全く平衡した場合であるから a の値に對してダイヤル上に適宜に目盛れば P の位置から地板の抵抗値 r を直讀し得る。

即ち地板を通じて電源回路に電流 I を通ずると、抵抗 P の接点間の電圧は變流器の巻數比 1 : n であるから $\frac{I}{n} a$ である。次に相互誘導 M により

抵抗 B の接点間にはあらはれる電圧は $\omega M I \frac{b}{B}$ である。従つて地板のインピーダンスを $r + jX$ とすれば

$$\dot{I}(r + jX) = \dot{I} \left(\frac{a}{n} + j\omega M \frac{b}{B} \right)$$

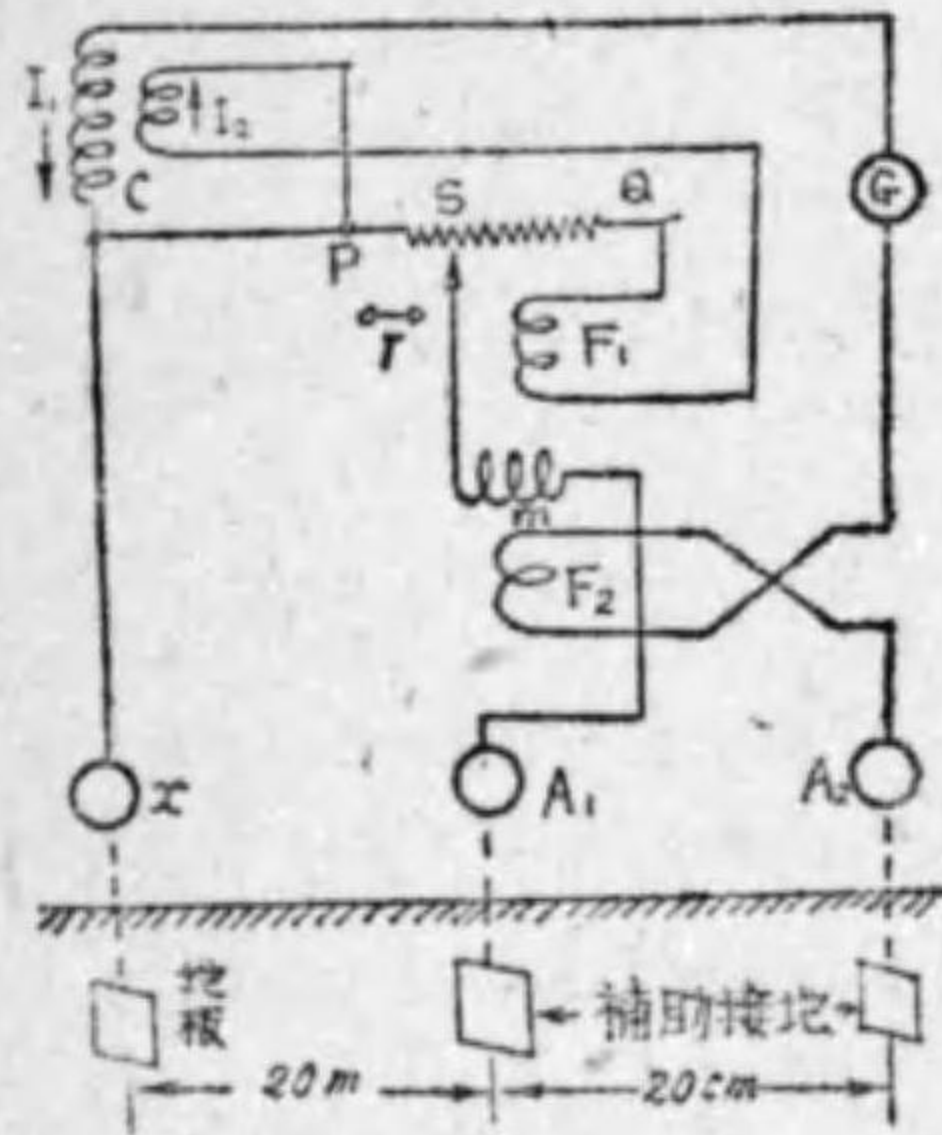
なる電圧平衡式が得られるから、實數部のみの値をとれば

$$r \dot{I} = \frac{a}{n} \dot{I} \quad \therefore r = \frac{a}{n}$$

となり、n は常數であるから a の値に就いてダイヤル上に目盛をすれば (n を一定にして P に a/n を目盛する) 抵抗 r は P の位置より直讀出来る。

此の原理に依れば、補助接地 E2 及 E1 の接地抵抗の大小はレシーバー回路の電流を零と

する平衡条件には全く無関係となるから、簡単な補助接地を使用しても充分測定が出来る。
 本器の測定範囲は 0-30 オームと 0-300 オームの二種に切替へて使用が出来、最小目盛は 1 オーム以下は 0.1 オームで、1-30 オーム間は 0.5 オーム、又 10 倍に切替へた場合には 10 オーム以下は 1 オーム、10-300 オーム間は 5 オームで容易に測定し得る。



第 6.7.7 図

本測定器の検流計には 2 箇の固定線輪 F1, F2 及 1 箇の可動線輪 m より成る電流計型検流計である。U は変流比 1 の変流器が使用してある。従つて $I_1 = I_2$ となるやうにしてあるから r の値は直接 χ の値を指示する。然し此の種の測定器は一次及二次電流の相差による誤差及接地板の静電容量による誤差を含むことは免れ得ない。

電源の周波数は規定回転数 (120r.p.m) で 35 サイクルで、測定範囲は 0-25, 0-250 オームの二通りである。

(5) 絶縁耐力試験 屋内に高圧電気工作物を施設した場合には、その使用に先立つて、配線、機器の絶縁耐力を試験せねばならない。本試験の施行は必ず絶縁抵抗を測定し、絶縁状態の良好なることを確かめ、然る後試験電圧を加へる様にする。

本試験に於ける加圧箇所、試験電圧、及び試験時間を一括して表示すれば、第 6.7.2 表の如くである。

第 6.7.2 表 耐 壓 試 験 表

加 圧 箇 所		試 験 電 圧	試 験 時 間
配線、電動機、開閉器、引込線計器用変成器等	電氣を通ずる部分と大地間	最大使用電圧×1.5	10分間
	一次二次線輪間	最大使用電圧×2	
変 壓 器	一次線輪と鐵心及外函間	1000V	
	二次線輪と鐵心及外函間		

試験に用ふる電源は交流とし、500 V 以下の高圧では 1000 V とする。地中引

最後にシーメンス接地抵抗測定器の原理を第 6.7.7 圖に示す。 χ には測定すべき地板を接続し A_1 及 A_2 には夫々補助接地を結ぶ。補助接地は夫々地板より 20m 及 40m 離隔し、一直線上になる如く施設する。

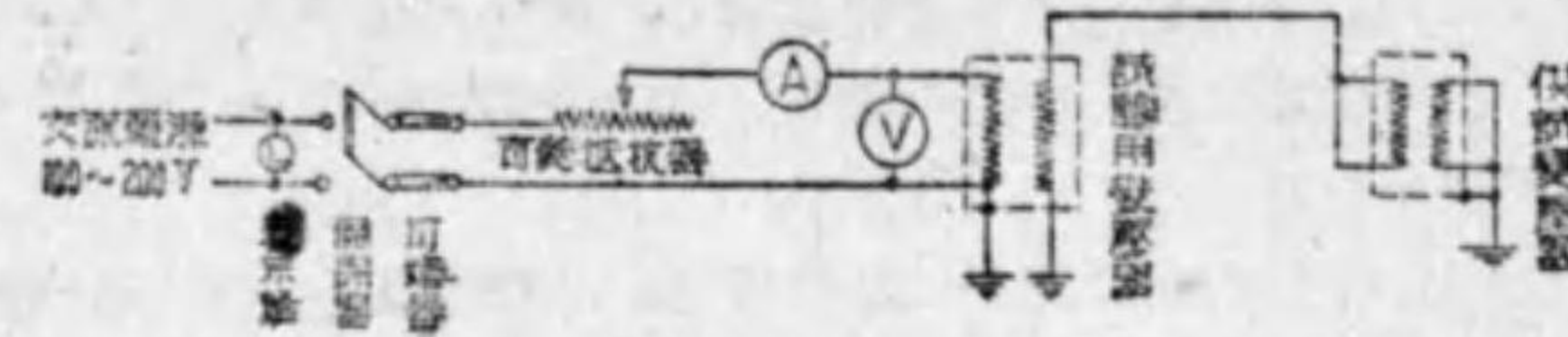
電源 G は磁石式発電機で、ハンドルを廻して地板に電流を通じ、抵抗 P, 間の地点 S を摺動して検流計の零点を求めれば

$$I_1 x = I_2 r \quad \therefore x = \frac{I_2}{I_1} r$$

の関係より接地抵抗 χ を直讀し得る。

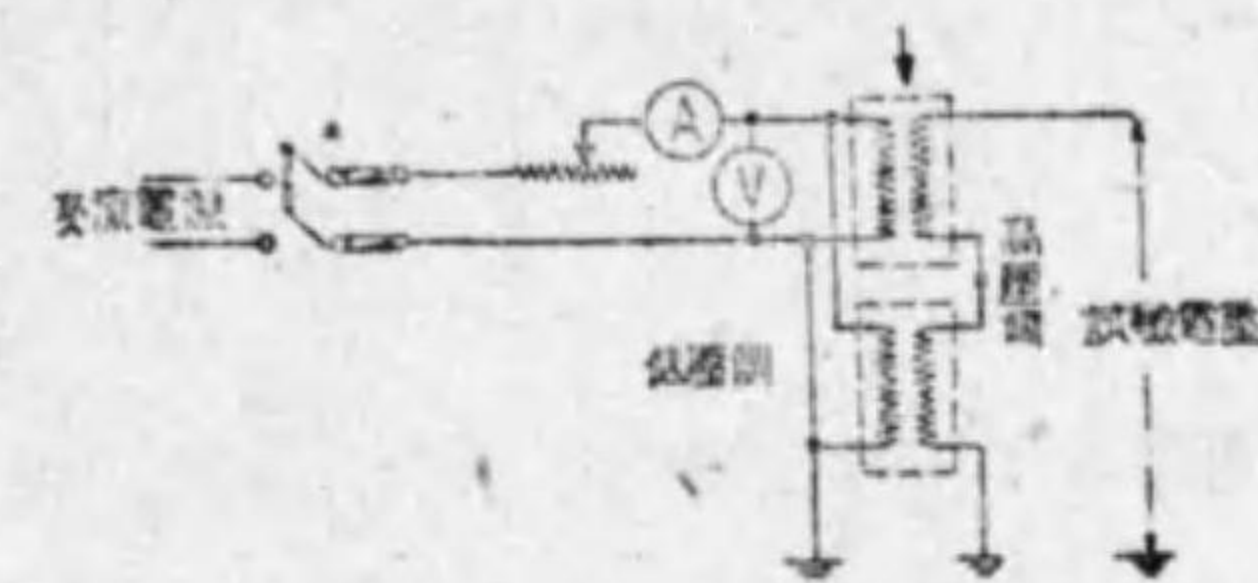
但し I_1 は一次電流、 I_2 は二次電流、 χ は被測定地板の接地抵抗、r は P より接点までの抵抗である。

込線、電線工事では心線相互間に就いても行ふ。試験に必要な電圧は試験用変壓器を用ひ、第 6.7.8 圖の如き接続にて施行する。所要電圧は一次側タップの接続と直列抵抗を加減して得るのである。



第 6.7.8 圖 試験用變壓器による耐壓試験の接続圖

配電用變壓器を試験用變壓器として二箇用ふる場合には第 6.7.9 圖の如き接続にて低壓側タップに(並列接続)



第 6.7.9 圖 配電用變壓器による耐壓試験の接続圖

電源電圧を加へ、高壓側(直列接続)に所要試験電圧を得る。

試験電圧を加へる場合、抵抗器(又は電圧調整器)は最小電圧を得る如くして電源電圧を與へ、徐々に電圧を上げ、規定電圧となつたときこれを規定時間保持する。

配電用柱上變壓器を用ふる場合、2 箇の變壓器は成るべく容量、特性の等しいものを採用する。

長い電線の如き相當大なる充電電流を必要とする場合には、試験用變壓器がこの充電電流に耐へるものであることが必要である。尙對地絶縁耐力を試験する場合には危険の虞のない様適當な補助接地を設けること。本試験を行ふ際には人畜に危害を及ぼさざる様、繩張り、張札、立番等、周到な注意を要する。

(B) 定期検査

定期検査に當つては、屋内配線と引込線に分つて次の如く行ふ。

(1) 屋内配線 電気工作物の損傷又は異状の有無、使用状況の變更による工作物の適否、工事規定に抵觸する箇所の有無、電氣使用状態の過誤、造作の變更による電氣工作物の危険な状態の有無、受電装置の容量、保安装置の適否等、新增設検査或は前期定期検査後の異状の有無に就いて綿密且周到なる点検を行ふ。

次いで絶縁抵抗を測定し、規定値以上に保持されて居るか否かを試験する。尙地線工事の施されてあるものは依然規定値以下に接地抵抗が保持されて居るか、接地抵抗を測定する。

定期検査は毎年 1 回以上、興行場では 2 回以上施行してその記録をとつておく興行場、病院又は漏氣、塵埃等の充ち易い場所の外は線間の絶縁抵抗試験を省略

してもよい。

尙引込線を除く家屋外面の看板燈、廣告燈、街路燈等の施設に就いても、又地中配電に就いても定期検査を行ふ。

(2) 引込線 一定期間を定めて之を巡視し、保守に努める。

(3) 變壓器 變壓器及接地線を点檢し、二次側第二種地線工事の接地抵抗を測定してその成績を記録する。

定期検査の結果、不良箇所は速かに改修するか、應急措置を施し、關係者に通知して危険のない様に保守につとめること。

検査に従事するものは、現場に於て火氣を慎み、家具調度を傷けぬ様注意し、検査後はすべて正しくもとの状態に復すること。尙検査に用ふる測定器類はその取扱に可重なるは勿論、時々更正を行ひ、指示の正確と保有に注意することが必要である。

6.8 第6章 問題並解答

(1) 高壓配電線より需用家の電燈、電熱動力設備に至る迄の電路に施設せらるゝ器具の名稱を挙げ其の用途を記せ。

【解】 6.1 の第 6.1.1 圖を参照

(2) 次の器具を説明せよ。

(イ) 碍子型開閉器 (ロ) コネクター及ケツチホルダ (ハ) 引込線及引込口碍管
(ニ) 引込開閉器(安全器) (ホ) 積算電力計 (ヘ) キャノピースイッチ (ト) 直付器具 (チ) 分電盤 (リ) 分岐開閉器 (ヌ) 埋込及露出コンセント (ル) シーリングローズ及ライト (ヲ) キーレスソケット (ワ) 電燈昇降器 (カ) プルススイッチ

【解】 6.1 を参照

(3) 屋内工事に於て下記の撰定に當り考慮すべき事項を述べよ。

(イ) 電壓 (ロ) 電線 (ハ) 工事方法 (ニ) 施設器具

【解】 6.3 を参照

(4) 配電線用開閉器及自動遮断器の採用に當り注意すべき点を記せ(分岐線も含む)

【解】 6.3 を参照

(5) 屋内配線に於ける各分岐線の所要絶縁抵抗を記せ。

【解】 6.3 を参照

(6) 屋内工事の設計要領を下記に就て示せ。

(イ) 容量決定 (ロ) 引込口(電氣室)の位置 (ハ) 配線方式

【解】 6.4 を参照

(7) 屋内に於て通常使用せらるゝ絶縁電線及可燃紐線の種類を挙げ之が用途を

記せ。(昭12)

【解】 6.5 を参照

(8) 屋内に施設すべき各種工事方法を施設場所に應じて之を表示せよ。

【解】 第 6.5.1 表を参照

(9) 臨時特例によつて屋内に使用する暫定絶縁電線の種類とその最小太さを書け。

【解】 6.5 参照

(10) 下記の場所に施設し得る工事に就いて述べよ。

(イ) 爆発生物質のある場所 (ロ) 腐蝕性瓦斯のある場所

【解】 6.5 を参照

(11) 下記に示す各種工事方法を詳細に記せ。

(イ) 屋内高壓碍子引工事 (ロ) 金屬管工事

【解】 6.5 を参照

(12) 電氣工作物規程に依る需用者屋内配線工事の種類を挙げ其の各の施設場所につき簡単に記せよ。(昭10)

【解】 6.5 を参照されよ。要点を記すると

(一) 展開せる場所 (1) 碍子引露出工事 (2) 木製線種及金屬線種工事
(3) 金屬管及電燈工事

(二) 点檢し得る掩蔽場所

(1) 碍子引隠蔽工事 (2) 木製線種及金屬線種工事 (3) 金屬管及電燈工事

(三) 点檢し能はざる掩蔽場所 (1) 隠蔽工事 (2) 金屬管及電燈工事

(13) 電壓 100 ボルトの單相二線式を以て屋外照明用電線を施設せんとす、電氣工作物規程上考慮すべき事項を述べよ。

【解】 工規本 32, 49, 51, 104 條及細 69 條、本書 6.2 参照

(14) 次の屋内配線工事方法に於ける施設場所、使用電線、電線支持法並に得失を述べよ。

(イ) 露出工事 (ロ) 隠蔽工事 (ハ) 木製線種工事

(ニ) 金屬線種工事 (ホ) 金屬管工事 (ヘ) 床下線種工事

【解】 6.5 を参照

(15) ネオン管燈を施設する工事に就いて知る所を記せ。

【解】 6.5 (C) (6) 参照

(16) 一工場あり、材質検査に X 線装置を施設する場合、その種類を撰定し工事方法を略述せよ。

【解】 6.5 (C) を参照

(17) 高壓電動機 1 台、低壓電動機數台を施設する工場あり、高壓にて受電する場合は電線接続を書け。

【解】 6.5 (D) を参照

(18) 地線工事の種類を挙げ、各種屋内電気工作物をその種別に従つて記せ。尚地線工事の許容値をも併記せよ。

【解】 6.5 (D) (2) を参照

(19) 出力 7.5 kW の三相巻線型誘導電動機の絶縁抵抗を測定したる所、電線相互間は各々 0.8 メグオームにして電動機を接続して全電線と大地間 0.2 メグオームなりしと云ふ。絶縁抵抗の適否を判定せよ。

【解】 6.7 (A) (5) より兩場合共絶縁抵抗は良好である。

(20) 下記の電気機器及電線の絶縁耐力試験を行はんとす、工作物規程に従つて試験電圧、加圧箇所及試験電圧を記せ。何れも中性点を接地せざるものとす。

(イ) 一次 3000 V 二次 200 V の變壓器

(ロ) 線間 6600 V 三相交流發電機

(ハ) 交流 3000 V の碍子引工事

(ニ) 直流 600 V の回轉變流機

【解】 6.7 (A) (5) により

(イ) 交流 6000 V (一次巻線二次巻線、鐵心、外函間)

(ロ) 交流 9900 V (巻線と鐵心大地間)

(ハ) 交流 4500 V (電線と大地間) (ニ) 交流 600 V (巻線と鐵心大地間)

(21) 屋内配線の定期検査に於て点検すべき事項を述べよ。

【解】 6.7 (B) を参照

第 7 章 最近に於ける配電工学上の諸問題

本章は最近配電工学上に於て取扱はれたる諸問題を内外諸雑誌より抜萃し、若干の補説を加へたものである。

7.1 配電線電壓上昇の問題

本項に就ては 1.4 (B) に於て述べたが、現在の處、次のやうな結論が與へられてゐる。

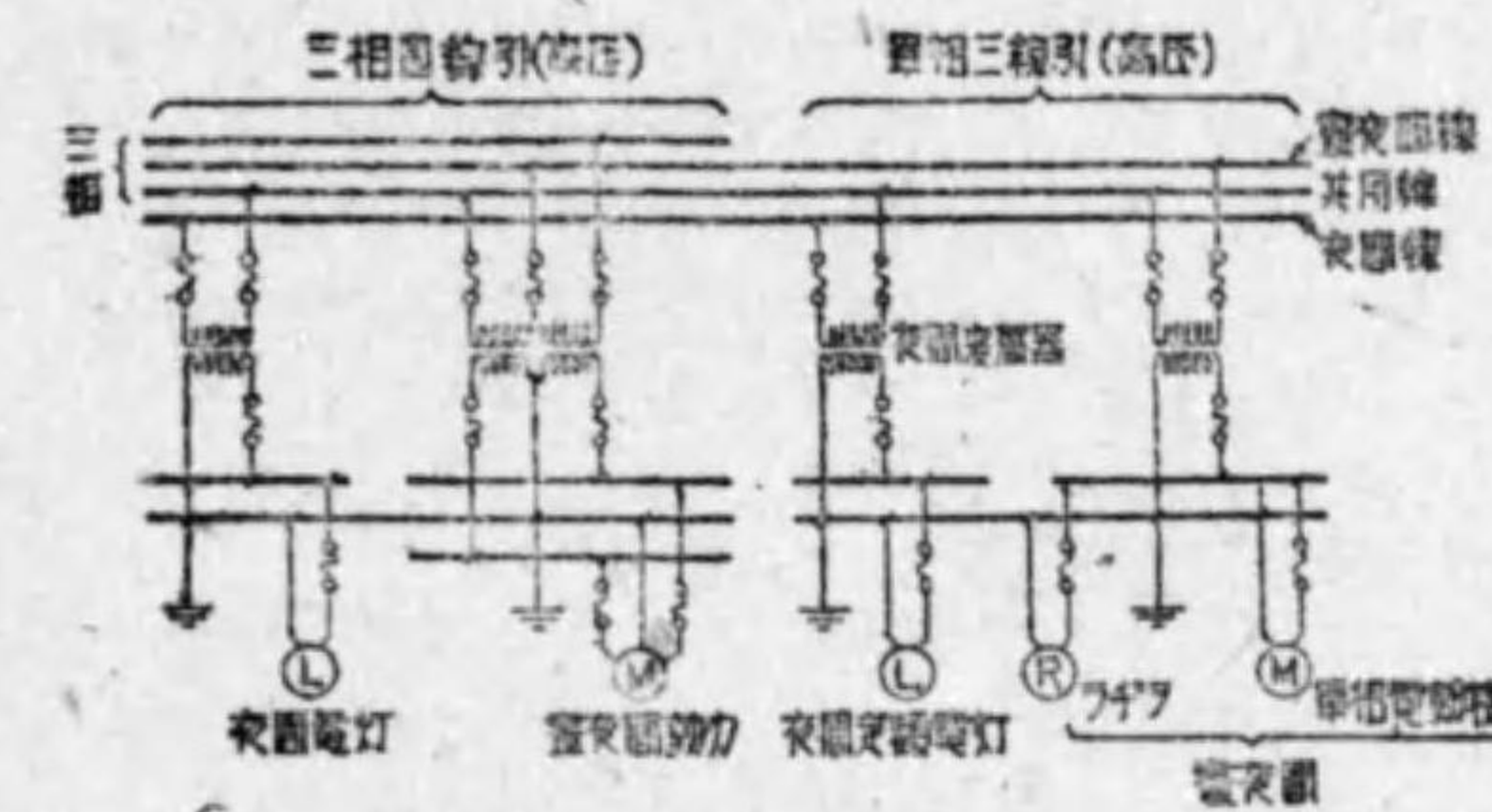
- ① 電壓の上昇を行ふ場合は、現行の 3300 V を倍加して 6600 V とするのが妥當である。現行電気工作物規程並に從來の經驗及實情を參照して 6600 V に對する工事基準を制定する必要がある。
- ② 電壓變更工事は先づ都會地以外の配電線に實施するのが妥當且有利である
- ③ 通信線に對する誘導障害に就ては研究の餘地があるが、大休、離隔距離を適當にすれば先づ問題はない。
- ④ 將來廣く電壓上昇を實施する爲には活線作業の問題、裝柱方法の問題、及 6600 V 用機器の標準等に就て研究の要がある。

尙電壓上昇の過渡的措置として特別の事情ある場合は現在の配電線を中性点接地の星型結線として 5700 V 配電を行ふことも考慮され、實行計畫が練られつゝある。

低電線の電壓上昇は電球能率低下に依る損失があり、又事業者のみならず一般需用家に及ぼす影響も極めて大きいので之れが實施は高壓の場合よりも一層に困難である。

7.2 晝夜間一夜间共用線配電方式

此の事に就ては既に 3.5 で述べたが、近來、夜間のみの需用家が著しく減少したので、變電所よりは晝間線、夜间線を別々に引出さず、晝夜間高壓配電線のみにて供給し、街路燈等にはタイムスイッチ、光電管、自動開閉器、重疊法等に依つて供給する傾向がある。或は又、第 7.2.1 圖の如くに、單相三線式又は三相四線式として變電所より引出し、其の中の一線を晝夜間回路及夜间回路に共用し、夜间線のみを變電所又は適當な箇所



第 7.2.1 圖

3.5 で述べたやうな自動開閉器を用ふる。

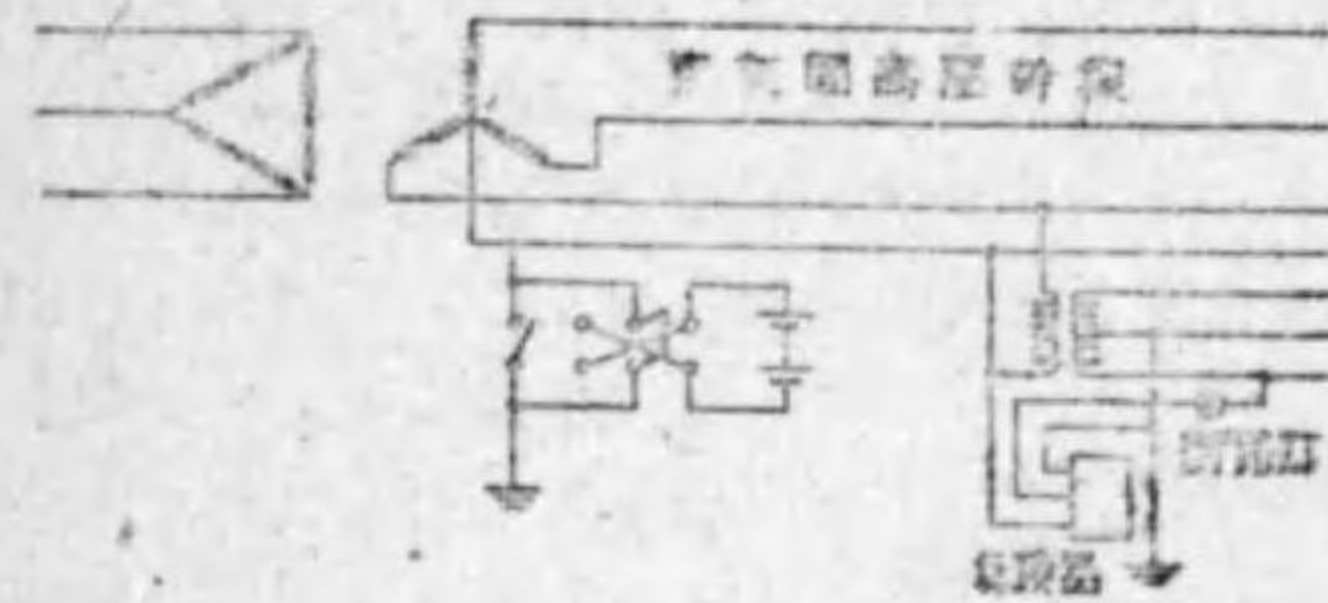
話は變るが、米國に於ける農村配電線には高壓側中性線と低壓側接地線を共用する方式が採用せられてゐるが、我が國に於ては低壓側接地線のみに就き之れを共用する方式が追々と廣く採用されるに至つた。即ち低壓回路に於ては、其中性点又は其の一端を第二種地線工事に依つて接地することに定められてゐるので 200 V 又は 100 V の低電線に於て、其の接地線を兩回路に於て、又は 100 V の晝夜間線と夜间線との回路に於て共用するのである。斯くすれば例へば夜间電燈と晝夜間定額ラヂオを供給する場合、電線條数が 3 條にて足り、電線費に於て大いに節約となる。接地側電線共用の場合には引込線等の接続の誤りのないやうにする。電線排列は一般に接地側共用線を晝間線と晝夜間線の中央にし、尙必要に應じて碍子の色別を行ふ。

(注) ① タイムスイッチを使用するもの 夜间用變壓器の一次側或は二次側に使用する。此の方法に於ては各スイッチの時計の調整を同一にすることが困難である。

② 光電管を使用するもの 光電管を使用して太陽の光線の強弱に依り自動的に電気回路を開閉させ、之と組合せた油入開閉器で街路燈を点滅させる。此の方式には以上の装置を各夜間用柱上変圧器の一次側或は二次側に設置するものと、次の③④の方法と組合せて使用するものがある。各夜間用変圧器を設置する場合には、各の光電管を同時に動作させることが困難であると云ふ缺點がある。

③ 自動開閉器を使用するもの 夜間線用の自動開閉器を夜間用変圧器の一次側或は二次側に設置するものであるが、此の方式に於ては自動開閉器を操作するためのリレー線を架線することが必要である。

④ 重畳法に依るもの 之れは一次線に他の異なる周波数を重畳して夜間線への供給を行



第 7.2.2 圖

ふのであつて、直流を重畳せしむるものは三相四線式配電線に利用して便利である。第 7.2.2 圖は其の實施要領であつて、中性線、大地を通じて直流を点換器に流す。其の直流の極性に依つて（流れる電流の方向に依つて）街路燈が点滅せらるゝ。之れを三相三線式配電線に採用しやうとすれば補助線 1 本を要する。又大

地に直流を流すことが缺點である。高周波を重畳せしむるものは次項で説明する。

7.3 搬送電流に依る配電線の自動制御

配電線に搬送波を重畳して遠方の開閉器を制御することは既に歐米にて實施せられてゐる。（搬送波に就ては「電気通信工学」参照）例へば其の一例として變電所に送信装置を設備し、高壓配電線と大地間に数十キロサイクルの搬送波を重畳して自動開閉器を制御せんとするものがあり、開路又は閉路の選別には周波数の異なる搬送波を使用してゐる。

送信装置は真空管發振器と増幅器より成り、出力約 20W, 10~50 kc の範囲内で或る間隔を置いて異なる周波数を出すことが出来る。此の送信機の出力は出力變壓器を経て取出され、其の一端が接地され、他端が結合用蓄電器を経て高壓配電線に結ばれる。受信装置も真空管が利用され、送信周波数と同調させて繼電器を働かせ、油入遮断器を動作せしむる。

7.4 特殊負荷に對する配電方式

① 大口需用家に對する配電方式

近來、大都市に於ける工業用工場動力は遠郊外に移りつゝあるが、一方、上下水壓出又は吸出用の動力、大規模の事業的冷蔵、冷房、製氷用の動力が増加し

つゝあり、1 箇の容量は 500~1000 kW 以上となつて居る。之れに對する配電電壓は従來の 3.3kV では不經濟で、11 kV 又は 22 kV で配電せねばならぬ。従つて、従來、送電電壓と考へられた 11 kV 及 22 kV も近い將來に於ては配電電壓と考へられるやうにならう。

② 需用密度の大なる負荷地域への配電方式

一地域の負荷需用密度が増加して來れば、低電壓配電網式配電を行ふのが有利とされて居るが、又高壓一次配電網方式も負荷密度の大なる場合には有利であつて、大阪市の心齋橋筋に於て小規模ながら一次配電網を實用する運びとなつてゐる。

③ 燈数の大なる負荷に對する配電方式

1 箇所の燈数の比較的多い需用家、例へば學校、試験所、研究所のやうな需用家に對して其の供給容量は配電電壓を高壓にするに至らなくとも、電燈承口数が多く、且つ面積も廣いので配線の節約上、低電壓配電線を特に單相 200V 三線式として供給して居る。又高層ビル内の配線、都市繁華街路等の配線には同様の意味から三相四線式が一部分であるが採用されつゝある。

7.5 配電線に於ける停電防止の諸施設

良質電氣の第一條件が無停電であるは云ふ迄もないが、事故其の他の天災の爲めに己むなく一時需用家への給電を止めねばならない場合が生ずる。然るに都市にあつては特に停電防止の考慮が拂はねばならぬ。何となれば、高層建築物ではエレベーター、冷房装置のやうに絶対に停電を忌む需用があり、又家庭に於ける電氣機器利用の發達、ラヂオの普及等も停電を忌む。従つて電力會社は之れに對し種々の考案を行つて居る。今其の二三のものに就き説明じやう。

① 電源故障に依る停電に對する考慮

此のことの多くは配電の部門外であるが、配電と關聯する處を舉ぐると、電源を一事業者、或は一發電所のみならず、出来るだけ多くの事業者、或は發電所との連絡を持たせる。大都市に於ては皆此のやうに施設してゐる。例へば東京市電に於ては 50,000 kW の受電に對し、小口の分を除き 5 箇所の受電点を設けて居り、東京電燈では市の外輪に 66,000 V の輪環送電線を設け、何れの發電系統よりも市内と連絡し得るやうに裝置して居る。

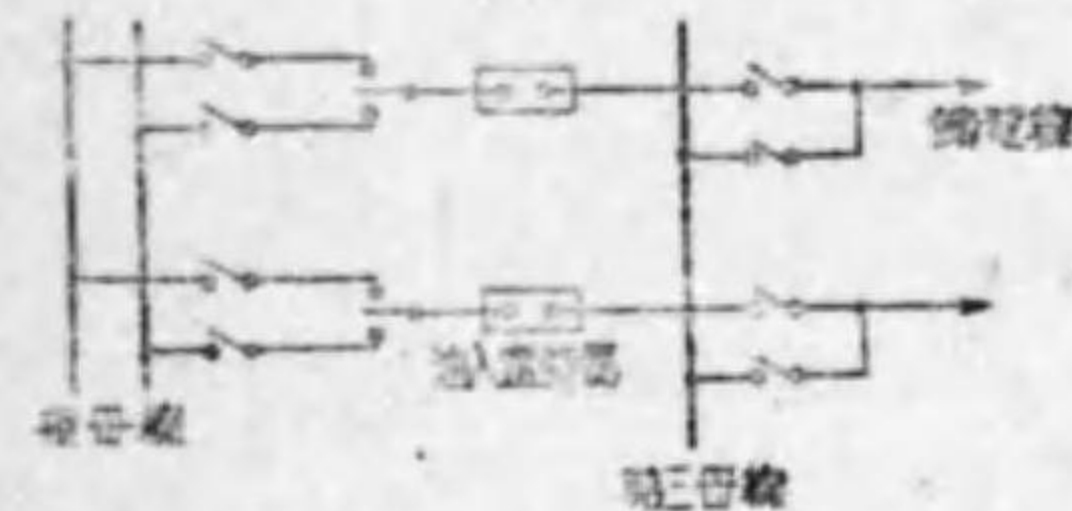
② 配電用變電所の設備を 2 バンクにする。

重要な配電用變電所に於ては、單相變壓器 Δ 又は單相變壓器 V 接続のものを 2 組設け、夫れに伴つて母線、油入遮断器を 2 組設けてゐる。設備費は勿論高

くなる譯であるが、常時二系統の電源を別々に受け萬一の場合の切換を便にする

③ 配電用變電所より饋電線に第三母線を設ける

第 7.5.1 圖の如くに配電用變電所より出て行く饋電線の引出口近くで是等を連絡する第三母線を設け、油入遮斷器の故障の場合、他より臨時的に送電し、停電時間を短縮する。



第 7.5.1 圖

故障の場合、他より臨時的に送電し、停電時間を短縮する。

④ 高壓幹線の環狀式

故障を小範圍に區劃すること、配電系統を敏捷に変更する爲、負荷の平衡を容易にする等の目的で、高壓幹線を環狀式とする。

⑤ 配電線の二重施設

重要な需用家に対しては配電用變電所を異にする二つの供給配電線を施設することがある。例へば京都市にあつては、ホテル、病院、新聞社、劇場等に対し二系統配電線に依つて供給してゐる。大阪市電は市中央部の重要な需用區域に対しては架空一次配電線と地中一次配電線の二重施設とする方法を採用してゐる

7.6 配電線中に於ける電壓變動率の改善

配電線、特に負荷密度の餘り大でない都市郊外配電線に於ては、供給電壓を或る許容電壓變動率の範圍内に収めることは可なり困難である許りでなく、此の電壓變動率の制限がある爲めに電線の安全電流から見れば充分餘裕があるにかゝわらず、供給電力量に制限を受けることとなり、配電線の利用率が低下し、不經濟になると云ふことを免れない。配電線の經濟的能率を低下せしめる。此の電壓變動率を改善し、其の經濟化を図ることは極めて重要なことであつて、之れが爲めに次の諸方法が考へられてゐる。

① 配電線路の便宜的改造

負荷の増加等に依り配電線の電壓變動率が許容範圍外に出た時、便宜的の方法に依つて配電線を改造する。其の方法としては電壓の変更、電線の張替、單相配電線の三相化、饋電点の変更等がある。

② 電壓降下を改善する機器の使用

自動昇壓器、並列又は直列靜電蓄電器等を使用して配電線中の電壓降下を小さくする。

上述の方法の中、配電線の便宜的改造は從來専ら行はれた方法であるが、多額の費用を要し、且つ單に負荷による電壓降下を少からしめるのみで經濟的能率を増進せしめると云ふことは困難である。自動昇壓器又は靜電蓄電器を使用する方法は近年大いに發達したものであつて、單に配電線中の電壓變動率を改善する許りでなく、配電線の經濟的能率を増進せしめることが出来る。是等に就ては今迄に再々述べた處であるが改めて此處に再述した。

(注) 配電線に自動昇壓器を取付けるに際し、其の方針の一例を示そう。

① 分散負荷に供給し、而も負荷密度の小なる地域への配電線に設置する。値し、二次變電所に於ける電壓は誘導電壓調整器等に依り十分に調整し得るものなること。

② 負荷が増加して、配電線の末端の電壓が最低制限電壓以下となつた時、初めて設置することとし、此の場合、全線の電壓降下の半分の電壓降下を生ずる箇所に小容量の昇壓器を設置する。

③ 更に負荷が増加し、小容量の昇壓器を以つてしては末端の電壓降下が制限値以下に保つことが出来なかつた場合、配電線全線の電壓降下値の $\frac{1}{4}$ の降下を生ずる点に前の場合より大容量の昇壓器を新設し、既設の小容量の昇壓器を同じく電壓降下が $\frac{1}{4}$ の点に位置替する。

④ 更に負荷が増加して二群の昇壓器でも末端の電壓降下が制限値以上になる場合は、更に大容量の昇壓器を電壓降下が全線の電壓降下の $\frac{1}{4}$ の点に新設し、既設の二群の昇壓器は適當の箇所に位置替する。

⑤ 更に負荷が増大した場合は配電線を改造し、昇壓器は撤去して他の場所に使用する。

7.7 配電線に於ける靜電蓄電器の適用

本項に就ては既に 3.6 で説明した如く、力率改善、電壓補償、線路損失の軽減等の爲めに低壓、高壓、特高壓、何れの配電線にも用ひられる。

設置場所は誘導電動機等負荷の端子、需用家變電室、配電線の分岐点、饋電分岐点、電力賣買上力率改善を要する地点等に並列に設置される。價格が安く、取扱簡易にて油の劣化等なく、騒音なく、金属材料の使用の少き点より今後共大いに採用せられやう。

普通油入紙絶縁蓄電器の數マイクロファラドのものを直並列に接続し、絶縁油と共に鐵製の氣密容器に納めてゐる。膨脹收縮に對しては壓力調節裝置が設けられる。棒等によつて、或は柱上に取り付けられる。一般に電壓計等を見て手動にて調整する方法が普通行はれ、場合に依つては無効電力、負荷電力或は電壓繼電器等で自動的に調整する。

蓄電器の損失は定格容量の 2~0.5%、溫度上昇は周圍溫度 40°C 以内で、容器壁にて 15~20°C、短時間 120% の電壓に耐ふる。蓄電器は單位容量のものを作り、之を棒又はタンク中に納めて任意の容量に作る。

保安装置には残留電荷を放電する放電コイルが用ひられ、低圧の場合には抵抗器が用ひられる。時としては電圧変成器或は 1 kVA 程の油入柱上変成器が放電コイルの代りに用ひられる。其の一次側には可熔片を挿入しない。

蓄電器の充電電流を制動する爲、2000 kVA 以上には抵抗器を附屬せる開閉器が用ひられる。其の他、避雷器、過電流繼電器或は安全可熔器が用ひられ、場合に依つては低電圧繼電器も使用される。

尚、第 5.7.11 高調波が蓄電器に依り増幅することを防ぐ爲にリアクトルを直列に挿入する、リアクトル付蓄電器も作られてゐる。最も影響大ない第 5 高調波に對しては蓄電器容量の 4~5% の直列リアクトルが挿入される。

蓄電器の保守は套管の掃除、漏油の有無、点検、年約 2 回の温度上昇の測定位で、場合に依つては損失角の測定を行ふことがある。最近絶縁物の破損は殆んどない境に達してゐる。能ふ限り電壓變動を小ならしむる爲めに負荷に對し設備容量の大きい場合には分割用開閉器を置く。

7.8 活線作業に對する施設上の考慮

電氣の供給は一刻も停止出来ないので、工事の爲めに送電を中止することは極力避けねばならない。之れが爲めには送電をしたまゝで作業を行ふ必要があり、活線作業が盛んに行はれてゐる。現在では高電圧配電線路に於ける殆んど總ての作業は活線中に之れを行ふことが出来るやうになつて居る。但し之れが爲には充分な訓練も必要であるが、下記条件を具備することが肝要である。

① 装柱及活線作業を容易ならしむるやうにすること、即ち線條數をなるべく減少し、且つ水平並に上下の線間距離を大とし、充分の作業用、昇降用の空間を設けること。

(註) 其の標準間隔の一例を挙げると

	高電圧の場合	低電圧の場合
各導子の水平間隔の標準	600mm	300mm

但し腕木には昇降用空間として已むを得ない場合の外電柱の中心より左右各 300mm の範圍内には架設しないこと。

② 完全なるゴム工具を備へること、ゴム工具としては現在ゴム手袋、同上保護用革手袋、ゴム板、ゴム管、ゴム絶縁用フツド、絶縁パイプ等が用ひられてゐる。之等は定期的に試験を行ひ常に完全なる状態に保持するを要する。

7.9 配電線に於ける雷害防止

配電線に於て雷に依つて發生する異常電壓は峻度も割合に低く、波高値も 100 kV 以上に及ぶものもあるが、多くは 20~10kV の程度であり、低周波の異常電

壓は 10~13 kV 内外である。且つ一つの雷雲が線路を覆つて危険なる異常電壓を發生する範圍は比較的狭く 1~2km の程度で、大なる電壓が遠く迄波及することは尠いものと考へられる。

雷害防止策として配電線に用ひられる各種の機器の絶縁耐力の向上を計ることは必要であるが、一方適當な避雷装置を設置することを要するので、現在次のやうな方針が取られてゐる。

- ① 各柱上變壓器及油入開閉器等に裝置する方法
- ② 或る容量以上の重要なもの又は危険な場所を選択して裝置する方法
- ③ 或る間隔毎に分布して裝置する方法
- ④ 必要に應じ以上 3 種の方法を適當に組合す。

此の多數の避雷装置を比較的廉價に取付くる爲め簡易放電器が考案され、又耐雷的設計を行つた共振型變壓器 (電力傳送工学 8.2 を参照) が用ひられるやうになつた。尙變壓器の高電壓側避雷器の接地抵抗が大きい場合、避雷の作用が減殺されるのを防ぐため、避雷器の接地線と低電壓側接地線との聯接々地が行はれつゝある。

(註) 面白いことは柱上變壓器で雷の被害を多く受くるのは小容量のもので、單相變壓器では單相使用のもの、被害率が最大で、V 結線のもの之に次ぎ、三角結線の場合は最小である。又其の外函を接地したものが多い (外函の接地を取外して實驗して居るものがある) 尙充電中の場合は停電中のものに比べて著しく被害が大きい。これは被害が異常電壓閃絡に依る換流放電に基因することの多いのを物語つてゐる。變壓器の絶縁箇所は高電壓側が大部分で高電壓線輪、引出線、高電壓導管等であつて、油入開閉器は導管、引出線及動作線輪等に損傷を受ける。

7.10 地中配電線の故障豫知と故障箇所の測定

本項に於ては電力傳送工学で詳述した、配電線に對して主として用ひられて居る故障豫知の方法は

- ① 直流高電壓を加へる方法
- ② 表示線を内部に裝備する方法
- ③ の方法でケーブル心線に直流高電壓を加へると、ケーブルが不良であると
 - (イ) 電壓を加へた後、漏洩電流が初めは減少するが其の後遂次に増加する。
 - (ロ) 電流の變化も之れと同様であるが、其の増加が急激で時々キツクする。
 - (ハ) 電流は常に不安定で細かい變動を伴ふ。

従つて定期試験の際、上記の如き現象を呈するケーブルがあれば、之れは早晚故障を起すものと見てよい。

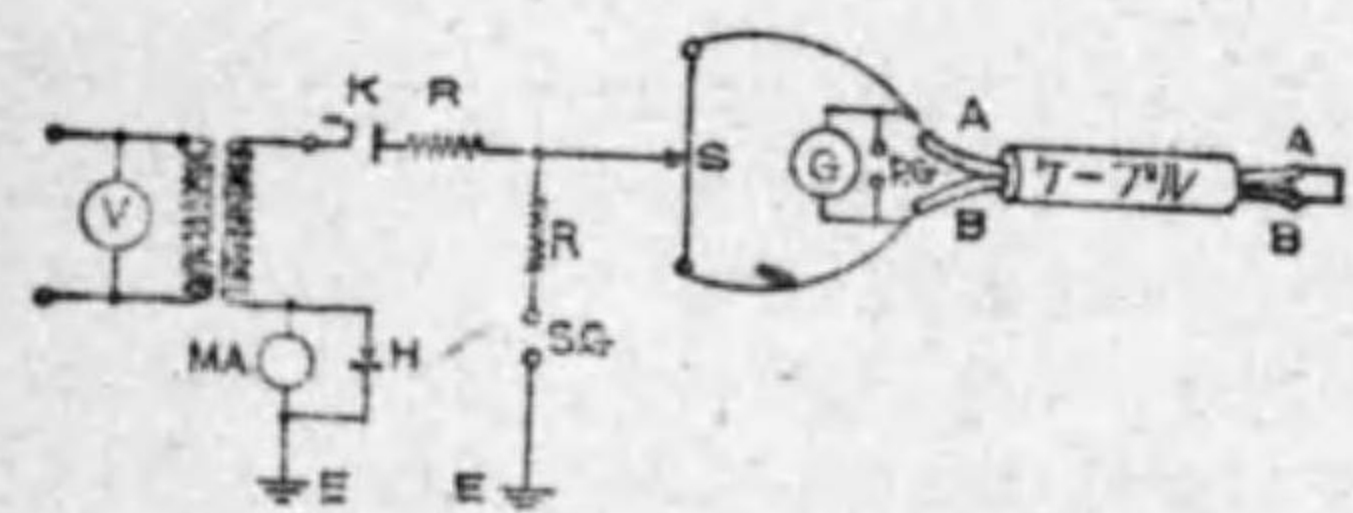
(註) ケーブルの常規電壓と加ふべき直流電壓の値は次の如くであつて、加電時間は 5 分間位である。

ケーブル常規電圧(kV)	直流印加電圧(kV)
11	30~40
22	50~60
33	60~80

②の方法はケーブル鉛被内に軽度の紙絶縁を施した表示線を挿込み、外傷又は鉛被の腐蝕のある場合には湿気の浸入で表示線の対地絶縁が低下するから、之れに依つて自動警報器を動作させる。表示線はベルト、ケーブルでは鉛被の直下に一二枚の絶縁紙を隔て、金属テープを巻き、H又はS.Lケーブルでは介在ジェットの内に挿込む。

ケーブルの故障箇所を電氣的に検出する方法として電力工事で述べたやうなブリッチ式のループテストが用ひられてゐるが、故障点の焼絡に交流を用ひては不便な場合があるので、ブリッチの電源に高圧直流を用ふる便利な方法が行はれてゐる。

此の場合先づ故障箇所を高圧直流で數回閃絡(flush)させてからブリッチの調整にかゝるのであつて、高電圧



K 整流電球
M.A ミリアンペア計
R 無誘導抵抗
S.G 球間隙
P.G 保護用間隙
H フィルム保安器
S 振動機
G 検流計

第 7.10.1 圖

であるから器具類の絶縁、取扱者の保護等に充分な注意を拂ひ且つ電流制限用抵抗、検流計保護間隙等を設ける必要がある。其の1例を圖示すれば第 7.10.1 圖の如くである。

(註) 別の實驗(東電の行へる實驗)に依ると不良ケーブルの異常特性は次の如くである。

- ① 直流電壓に依る漏洩電流が時間に對し増加する。而も其の増加率は印加電圧が大きくケーブル温度が高い程顯著である。
 - ② 絶縁抵抗が印加電圧の増加に對し減少する。
 - ③ 交流電壓に依り誘電体損をシェーリングブリッチで測定する場合平衡が得難く、又直流電壓に依る漏洩電流が不安定である。而も此の不安定は劣化度の進行に伴つて著しくなる。
 - ④ 絶縁体の局部に放電が起つてゐる場合には回路に高周波電壓を發生して居り、従つてケーブルの導体と鉛被間に放電間隙を挿入して置けばサージ發生に依り之が放電する。
 - ⑤ 上述の如く絶縁体内に局部的放電を生じて居る場合には極めて微小ながら音を發生してゐるから之れを鉛被表面から聴取することに依り故障豫知の目的が達せられる。
 - ⑥ 前述のサージを増幅器を使用して検出し、故障豫知に利用し得る。
- 以上は實驗室内での現象であるが、之れを施設した時次のやうな異常性を示した。
- ⑦ 漏洩電流が過大(概略 22kV, 3×150mm² ケーブルにて夏季で1導体一鉛被間1軒に流す 50mA 以上)

- ⑧ 漏洩電流が時間に對して漸増する。
- ⑨ 電壓を印加し放電するもの。
- ⑩ 漏洩電流が不安定なるもの。
- ⑪ 三線心漏洩電流の不均衡大なるもの。

尙東電では試験の基準を次の如く定めてゐる。

- ⑫ 試験電壓の大き及印加時間 22kV ケーブルに對し 50kV 10 分間、11kV 及 3.3kV のものに對しては絶縁体の厚さを比較して 40~30kV 10 分間
- ⑬ 電壓の印加法 直流電源の正極を鉛被に、負極を導体に接続することとし、三心ケーブルでは1導体一鉛被間の絶縁を試験し異常性を示さねば導体相互間に就ても試験する。
- ⑭ 試験の期間 現在異常特性のあるものはなるべく機會ある毎に試験することとし、異常特性を示さないケーブルに對しては約 6 ヶ月間を保證期間と考へる。
- ⑮ 電源 電源電壓は變動の少きものを選ぶこと。

7.11 配電線に對する電氣工作物臨時特例

戦時下に於ける物資節約の目的を以て、昭和 14 年 1 月 19 日附逓信省令第 1 號にて電氣工作物臨時特例が公布せられ、従來の規程に依る内外線工事の施設制限が一部緩和せられた。其の内、高低壓配電線路に關するものを擧ぐると次の如くである。

- ① 市街地に於て低壓架空電線に裸線を使用し得ることとなつた。
- ② 低壓架空電線に裸線を使用する場合、弱電流電線と交叉、接近する箇所では裸電線に 5mm の單線を、市街地に施設するもの及び市街地外に於て弱電流電線以外の他の工作物、道路等と交叉接近する箇所では 4mm の單線を使用すればよい。
- ③ 高壓架空電線に裸線を使用する場合、市街地及市街地外の特種箇所では、5mm 以上の撚線(7/2.0mm 以上)を使用する必要があつたのを 5mm 單線にて可なることとなつたこと。又道路の柵員、支持物の強度等の制限がなくなつたこと。
- ④ 低壓架空裸電線が架空弱電流とその上部に於て交叉する場合、又、低壓線(裸線を含む)を添架した高壓架空裸電線が弱電流電線と交叉する場合、保護線の施設を要しないこととなつた。
- ⑤ 低壓架空電線の架空引込線に隣接する部分の電線及低壓架空引込線に、2mm の硬鋼線を使用し得る徑間を従來の 20m から 25m 迄擴大せられたこと。
- ⑥ 第二種地線工事の接地線の太さを變壓器の容量に關係なく特別高壓變壓器は 4mm、高壓變壓器は 2.6mm とせられたこと。

尚、逕信省に於て時局対策として今年度より配電線利用搬送電話を施設することになったので、必要に依り第二種地線工事の接地線に差流線輪を装置し得ることになつてゐる。之れに関する規定が特に本臨時特例中に明記せられてゐる。

尚、屋内配線に対する臨時特例の要旨は

- ① 暫定絶縁電線や暫定コードを使用し得るやうになつたこと。
- ② 第三種地線工事の接地線に 1.6mm の銅線又は 2.6mm の鉄線を使用し得るやうになつたこと。
- ③ 低圧屋内配線に 1.2mm の軟銅線又は 1.6mm の鉄線を使用し得るやうになつたこと。

上記の電気工作物臨時特例の外、各電気事業者は物資の節約を圖る爲夫々自己の工事規定の緩和に努めて居る。屋内配線の許容電壓降下は歐米各國に於ては一般に電燈回路 4%、電動機回路 6% 程度に定められて居るのに對し、現在我が國の各電気事業者は概ね此の 1/2 程度以下に制限して居るのが多い。我が國だけ特に電壓降下を嚴重にしなければならないやうな特殊事情は見當らないのであつて、殊に銅節約の見地より此の電壓降下の制限を適當に緩和することも考へられる。

(註) 電燈では屋内配線の許容電壓降下が 3% であつたのを 6% 迄増加すれば、年消費 500kWh の銅を約 40% (200kWh) 節約し得ると稱して居る。

7.12 工場配線の要領

工場配線の要領は

- ① 安全度及び信頼度
- ② 過大電壓降下の除去
- ③ 過大銅損の除去
- ④ 設置位置變更に對する融通性
- ⑤ 負荷増加に對する設備

等である。安全度及び信頼度に對し電動機分岐回路電線の太さを全負荷電流の 125% 以上にする。引込線等は最大電動機の全負荷電流の 125% に他の電動機の全負荷電流の總和を加へたもの以上とする。引込口から電動機迄の全電壓降下は 5% 以下とする。工業電熱の場合は 2% 以下とする。大容量電熱器に就いては製作者と使用者にて許容電壓降下を協議すべきである。小容量の電熱應用器具では配電中心から引出口迄の電壓降下を 2% 以下とする。

設備位置の變更に對しては、プラグ用母線路、饋電線用の配線路、小型電動機用床下線路、電動機の容量變更に對する餘裕ある線路を用ふる。

負荷の増加に對しては、電線、線路を可なり太くして需用率は 100% 以上にする。分電盤は區分型とし、配電中心の器具は大型に取換へ得るやうにし、附加回路に對する準備をする。

7.13 高層ビルディングに於ける屋内配線

高層ビルディングとして官廳、銀行、事務所、病院、百貨店、劇場等があり、屋内に於ける電氣の消費は照明設備、電熱又は小動力利用装置、通信、信號及び時報装置、昇降機、エスカレーター、コンベヤー、換氣装置、給水、排水設備、冷房及暖房設備、衛生及給水設備、消火設備、火災報知機等實に多種多様である。従つて一ビルディングに對する電力供給は數百數千キロワットに達する。

是等のビルディングは一般に鐵骨、鐵筋、或は鐵筋コンクリート造であるから屋内配線は主として金屬線管隠蔽工事を以て施設せられてゐる。従つて工事後の配線模様替や増設は甚だ困難であるから其の用途及將來の負荷増設を豫想し、且つ瞬時の停電も許さぬやうに内部の電氣設備、配電方式及配線等に十分の注意を拂つて設計施設されて居る。次に最近に於ける其の概略を記することとする。

① 電氣設備

受電は一系統の配電線より受電するより異なる二系統より受電し、常備線が停電の際には自動的に補助線に切り換へ得るやうにされ、停電を防止して居る。尚其の目的を完遂する爲めに設備の全部或は一部に對して豫備自動發電装置又は蓄電池、或は兩者を設備して瞬時も停電せぬやうにせられたものもある。

變電室(電氣室)は引込口に近く地階で利用價値の少く目立たぬ場所に設けられることが多く、高層建築になると上層階にも設けて能ふ限り經濟的配電を行ふやうにされて居る。受電設備の骨幹を爲すものは斷路器、避雷器、差流線輪、自動切換装置、油入遮斷器及計器類であつて、受電方式は 3.3 kV 三相三線式が多い。(尤も小さい建築物では電燈 100V 單相二線式、動力 200V 三相三線式が専ら用ひられて居る)是等の受電設備、變電設備、配電設備は夫々の配電盤を有して、設備された機械類の操作監視を行ふ。最近の建築物にあつては、中央監視盤(中には配電系統を示すのに照光式とし、各遮斷器、開閉器、幹線等の動作其の儘を盤面に照光式に表示する照光配電盤も出來てゐる)を設備し、あらゆる設備の動作を一目で監視し得るやうにしたものもある。

② 變電及配電設備

(イ) 變電及び配電設備 受電設備以降各階主分電盤に至る幹線引出口間の設備であつて、斷路器、油入遮斷器、變壓器、二次側主開閉器、計器類を装置する。

(ロ) 電氣方式 高壓側は大部分三相三線式であつて、低壓側は動力は 200V 三相三線式、電燈は 100V 單相二線式、200V 單相三線式、100V 三相三線式が最も普通であるが、三相四線式、三相六線式が採用されてゐる處もある。電熱は上記方式に於て 100V 用、200V 用孰れも採用されてゐる。變壓器結線は△△が普通であるが、VV 結線或は△Y 結線を採用してゐる處も多い。而して之等の決定は消費キロワット數、配電線の銅量、電氣負荷の種類密度、配電線の負荷

の平衡が得られるか否か等の条件を顧慮して選擇される。

(ハ) 屋内設備容量 電燈及び小型電氣器具設備に就ては、官廳及び病院は坪當り 30~40W、事務所及び銀行は 30~60W、百貨店等は 50~80W、劇場等は 50~90W 程度であつて、中には坪當り 190W の處もある。

動力設備に就ては官廳及病院は坪當り 20W 前後、事務所、及び百貨店等は 25~45W、冷房装置のある事務所、百貨店、劇場、銀行等には 90~145W であつて、中には 175W の處もある。要するに最大の電動機負荷は冷房用動力で、之に次ぐものは昇降機であるが建築物の使用目的に依つて著しく異つてゐる。其の他の動力負荷は揚水、排水、給水、換氣等に使用されるポンプ或は送風機用動力或は野房其の他用動力である。

(ニ) 高壓配電盤及び低壓配電盤 本配電盤は従來は自立型或はベンチ型大理石配電盤が多かつたが、近來は多く鐵板製配電盤が使用され、更に近頃は所要床面積を狭める爲とビルディング等にては専門外の者の出入する機会も多いから危険防止、密閉型配電盤、絶縁混和物充填型配電盤が使用されて來た。

⑥ 配電幹線

配電幹線方式は許容電壓降下の範圍にて、配線費の少く、且つ各分電盤に於ける電壓の不同のないやう考慮し決定せられてゐるが、普通配電幹線を 1 箇或は數箇の主要分電盤に導き、該分電盤より各階の分電盤に配線するか或は直接各階の分電盤に配線してゐる。尙配線容量は將來の増設及容量の變化を見越し、電線或は配管の太さに相當の餘裕を見てゐる。

配電幹線種別としては、電燈及電熱幹線に於ては、普通燈用、終夜燈用、非常燈用及び電熱用幹線に分れ、動力に於ては普通動力用と特殊動力用幹線とに分れ更に大容量の動力としては 3000V 三相三線式が直接配電されてゐる。尙非常燈としては、往時、屋々ガス燈が使用せられたが、現今は殆ど其の影を絶ち、蓄電池或は自動發電装置により特殊動力と共に給電せられてゐる。

幹線配管布設方法としては、地階は主に露出金屬管工事をなし、適當箇所にプルボックスを設ける。立上り部に於て相當多數の幹線の立上るやうな場合にはワイヤーシャフトを作り、それに幹線を立上げ主要分電盤に配管する。尙各階の主要分電盤は普通階段の近所、適當な壁に取付けられてゐるが、相當多數の分電盤或は通信用、信號用分電盤が集まる時は分電盤操作室を設けてゐる處もある。

⑦ 分岐配線

(イ) 分岐配線とは分電盤以降各使用箇所に至る配線であつて、電氣方式は主に電燈は 100V 单相二線式、電熱は 100V 单相二線式、或は 200V 单相又は三相三線式、動力は 200V 三相三線式とせられることが多い。

(ロ) 其の配線方法は建物の使用目的によつて著しく狀況が異つてゐるが、分岐配線にあつては電氣應用の日進月歩に即應するやう將來の増設及び容量の變化を見越し、充分なる餘裕を存すべきであつて、豫め電線或は金屬線管の太さに相當の餘裕を存せしめ、引出口等も豫定以上に空引出口を設けたり、或は特殊の引出口を裝置し、金屬線管又は可撓金屬線管の引出に便なるやう考慮してゐる。又銀行、事務所或は百貨店の賣場等の如く、常に机、商品箱、飾棚等の位置が變更せられる率の多い處には豫め床下線管を格子型或は平行型に配線し、引出口にも相當の餘裕を取り、自由に引出口を取り得るやう施工してゐる。尙電燈用回路とコンセント回路とは普通別配線をなし、一回路容量 1kW、承口 10 箇以内程度に取つてゐるのが普通である。貸事務所、アパートメント・ハウス等に於ては計器を取付けるに各室に計器を設備してゐるのが普通であるが、最近では分電盤の傍に計器を纏めて設備し、檢針其の他の手数を節約するやう考慮されたものもある。

⑧ 配線工事

最近の大建築物は殆ど大部分鐵骨鐵筋コンクリート造であつて、電氣配線も殆ど總てスラブ或はシンダーコンクリート内に埋設してある。其の主なるものは金屬線管工事及び床下線管工事である。此の外、部分的には金屬線管或は金屬線管露出工事等も施工されてゐる。

(イ) 金屬線管工事 現今コンクリート埋設工事に使用せられてゐる金屬線管は全部俗稱一分厚金屬線管であつて、露出工事の際は俗稱五厘厚のものも使用されてゐる。併し大正 12、3 年頃にはコンクリート埋設工事に五厘厚のものも使用された處もある。金屬線管には熔接、鍛接及び引拔金屬管の三種があるが、熔接管は五厘厚のもの、鍛接管は一分厚 1 $\frac{1}{4}$ 吋以下、それ以上は引拔管が製作使用せられてゐる。

金屬線管の防錆方法としては、亜鉛鍍金及び黑色エナメル塗料が用ひられ、亜鉛鍍金方法として電氣鍍金、濕式鍍金及び乾式鍍金との 3 種類がある。昭和 4、5 年頃迄は外國製の品が輸入され國産品にては電氣鍍金管及び乾式鍍金管が製作使用されてゐたが、昭和 5、6 年頃から殆ど外國品の使用は絶え、尙鍍金の優良な点より乾式亜鉛鍍金管が主に製作使用されるやうになつた。

埋込用アウトレットボックスは丸型、四角型、八角型の打抜鐵板製のものとコンクリートボックスの淺型及び深型のものとなり、當初はスラブ内配管の時は前者、シンダーコンクリート内配管の時は後者の深型のものが使用されてゐたが、コンクリートボックスの配管に際しての金屬線管との接続の完全、堰棒との完全取付及び工事の簡單等よりスラブ内配管の場合にもコンクリートボックスの淺型或は深型のものが多く使用されるやうになつた。

配管方法としてはスラブ内配管の際は配筋終了と共に配管し、金屬線管を鐵筋

に緊縛する配管は出来る限り屈曲或は U 字型配管を避け、已むを得ざる時は必要に應じプルボックスを設ける。其の他分電箱はコンクリート打が終了してから取付ける關係上、管との接続に際し多少融通性を取るため決定位置の約 20cm 邊に接手を設けてある。其の他函との接続にはワッシャーとブッシング、或は鈎付ニツプル等が使用され、更らに該箇所にはボンド工事と防錆劑塗布とを施行してゐる。

(ロ) 床下配線工事 一般に屋内配線は前述の如く殆ど總て金屬線管に依つて施設せられてゐる。而して従來は卓上燈、卓上電話、卓上呼鈴等のための承口は總て壁廻りの高さ 20cm 程度の處に設備し、必要に應じ部屋の中央迄金屬線管或は眞鍮バンド等によつて露出配線して居たが、事務の輻輳と共に通信、信號等の非常な利用と局部照明等の利用等より銀行、事務所、百貨店賣場等の机或は商品箱或は飾棚等の位置の変更起り易き處には特に床下線槽工事の必要が叫ばれるに至つた。此の床下配線工事にも、引出口には耐水型フローアボックスを使用し金屬線管にて配管してゐるものもあるが、之にては到底受口の選擇自由と簡單なる配線変更といふ點に對して不十分なるため、特に床下配線用のために製作されたスチールダクト及びファイバダクトを使用するやうになつた。國産スチールダクトには其の斷面が正方形 (1½吋×1½吋) 又は矩形 (1½吋×3吋) のものがある。インサートは 60cm 間隔に装置せられ、所々に配線の數に應じ 1 ダクト用ジャンクションボックス或は 2 ダクト・クロスオーバーボックス等を使用し配線するものである。ファイバダクトには半圓形で底のあるもの、底の無いもの或は圓形のもの (夫々内徑は 4, 3, 2½ 吋のもの) 等あり、附屬品はジャンクションボックス、クロスアンダー等がある。配線に際しインサートを取付け施行してゐるが、完成後も引出口は必要に應じ簡単にインサートを取付け引出す事が出来る。之等の線槽も當初は總て外國品を使用してゐたが最近では優良なる國産品が出来るやうになつた。

之等の配線方式は電燈用、動力用、電話用、信號用等として單式或は複式、三列式、四列式等の格子型或は平行型に布設され、卓子の位置移動に對し簡單容易に電線引出口の増設又は位置変更をなし得るやう施設してゐる。配管布設方法はシンダーコンクリート内に埋設するものであつて、大体ダクトの配列は 1.2~1.5 m の距離に壁に平行に配列し、これと直角にジャンクションボックスを貫通して、格子型にダクトを配列する。尙ジャンクションボックスの位置は室内の器具利用率に伴ひ決定するが、普通、9~15m 位の間隔に施工されてゐる。弱電用配線はウォールエルボーを使用し、側壁又は柱に装置した分線盤に導かれ、強電用配線は直接ジャンクションボックスより金屬管或はウォールエルボーを以て分電盤に導かれてゐる。而して此の床下線槽工事も線槽のみでなく金屬線管を組合せて施設する場が多い。

(ハ) 電線 屋内配線に於ける電線としては強電用として金屬線管收容電線は第四種絶緣電線が使用せられ、其の他絶緣鉛被紙ケーブル或は絨斗捲鉛被紙ケーブルが使用せられる。弱電用としては電話用鉛被乾心紙ケーブル或は局内ケーブル、電話屋内或は屋外ゴム線等が主に使用せられてゐる。第四種配線の接続は總て管路内にて行はず接続函又はアウトレットボックス内で行ひ、電線の接続は半田揚げをなし、ゴムテープ及び綿テープ等にて捲き、ボックス内に押込んで置く。其の爲に函蓋等により押壓され勝てて絶緣低下の原因となる。之等を避ける目的でコネクタと稱する接続器が出来、狭小な接続函等の接続に使用されるやうになりつゝある。

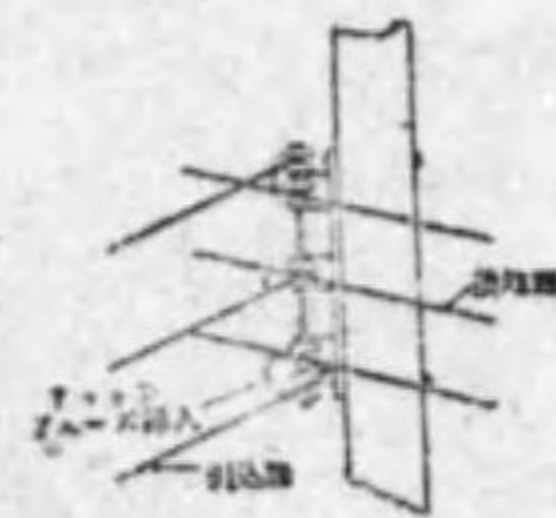
7.14 配電線に於ける新施設並器具

① 區分配電装置 互長の大なる村落配電線其の他に於て、一區間に事故發生の場合、其の區間を變電所より撰擇遮斷し、健全なる區間のみを送電するやうに區分配電装置が用ひられる。

② ラインスペーサー 配電線に於て線間距離の小さい舊裝柱のものでは短絡事故の場合、過大電流に依つて二次的短絡事故を起したり、又地震、暴風雨に際しては電線の混觸短絡を生ずることがある。之れが防止を最も經濟的に行ふ爲め混觸防止装置としてラインスペーサーが使用されるに至つた。之れは磁器製の中空の絶緣棒であつて、徑間の中央部に於て水平に電線間に取付くる。

③ 碍子型開閉器用の可熔片 柱上變壓器の保安用として高壓側に使用される碍子型開閉器用ヒューズは裸のものが用ひられて來たが、其の遮斷容量を大ならしめる爲めエンパイヤー・クロスチューブにて被包することが考へられ、此の種のもので大いに採用されつゝある。其の結果、碍子型開閉器の遮斷容量を増大すると共に熔斷の際の電氣に依る開閉器の破損を小ならしめ得る。

④ セコンダリーラック 我が國に於ては一般に腕木を使用する架線方法が採用されてゐるが、米國に於ては第 7.14.1 圖の如きセコンダリーラック式の架設方法も採用されてゐる。此の方式の特長は垂直排列であるから建造物、樹木等と充分なる側面間隔を取ることが容易であり、又引込線の分岐も便利に行ひ得、且つその交叉がなくなり混觸を防止することが出来るし、又一方材料費に於ても節約を計り得る尙本線は水平配線とし之より引込線を取る處の引込線に此の方式を用ひたものもある。



第 7.14.1 圖

⑤ 腕木取付の改良 本柱に腕木を取付くるに、本柱に切込部を作ると此の部分から腐朽し易いので之れを廢止し、腕木の傾斜を防ぎ、之れを堅く固定する

爲めに普通のアームタイを用いたり、或は特殊な金具を使用する。

⑥ 共架電柱(共架電柱) 電話線、火災報知器信號線と配電線を同一電柱に架設する共同電柱は米國等で用ひられて居る。我が國では配電柱に電車の饋電線又は架線を架設することは既に行はれて來たが、一部試験的に電話線との共架が行はれてゐる。之れに依つて都市の美觀を保存し防空上有利となるのみならず、電柱数を減じ物資の節約が計られる。

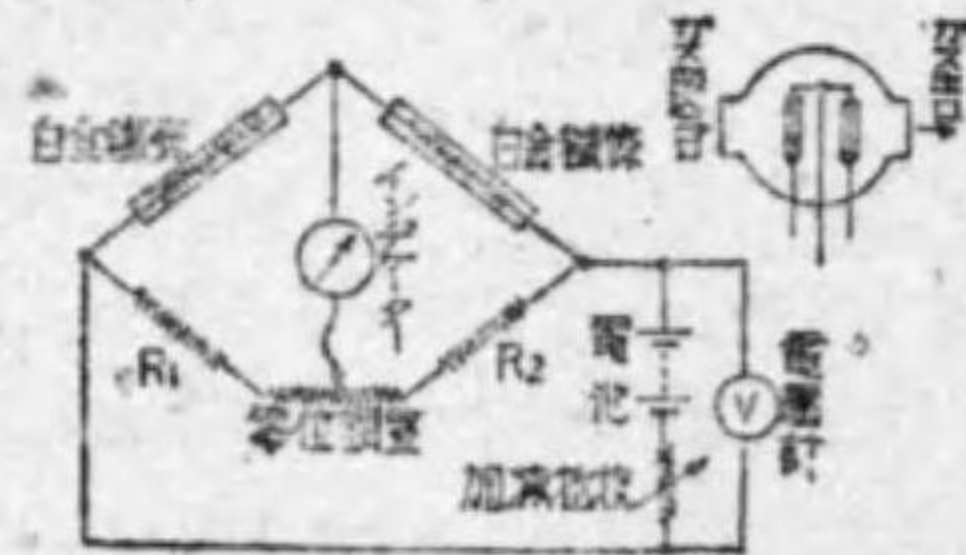
⑦ 引込用ゴムケーブル 配電線の事故件数中、最も多い引込線の事故を減少すること、美觀上の点も考慮して引込線にゴムケーブルが用ひられてゐる。之れは二線を内外に置いた、或は二線と接地線を一つに包んだ簡單なるケーブルである。之れに依れば混觸に依る事故や斷線事故は防止され、且建物間の狹隘な場所の引込線工事も完全になる。

⑧ 磁器製終端函 高壓及低壓ケーブルの終端函は J.C.M.S 型式(日本電機製作者協會式)のもの其の他が使用されてゐるが、最近鑄鐵材の入手難に鑑み、磁管のみならず函部をも磁器製としたものが考案せられて居る。之れは鐵材節約の上からも接地事故の防止上からも適當と考へられる。

⑨ ファイバー管 之れも鐵鋼節約の爲、屋内配線工事に用金屬管の代用としてファイバ管及ファイバダクトを使用することが推奨せらるゝに至り、昭和 14 年 3 月逓信省に於て、之を使用する場合の工事方法に就き内規が制定せられた其の要領は次の通りである。

- (イ) 管又はダクトが外傷を受ける虞のない乾燥場所に於ける 600V 以下の工事に限り認められる。
 - (ロ) 使用電線の種類及施設並管又はダクトの施設等は金屬管工事の場合に準ずること。
 - (ハ) 電線の安全電流は金屬管工事の場合に比し適當に減少すること。尙管又はダクトの温度は 50°C を超えないこと。
- (ニ) 管又はダクトは良質の絶縁性耐水質混和物を充分に滲透せしめた厚さ約 6mm 以上を有する堅牢なもので、内外面間に於て交流 1500V 1 分間の絶縁耐力試験に合格し、且内面、屈曲箇所及端口は平滑なること。

人穴内ガス表示器 地中電線路や人穴内には往々爆發性ガスが蓄積して居る事が、其の有無調査も種々考案されて居る。此處に記するものも其の一種である。第 7.14.2 圖に於てブリツヂの二つの邊は白金織條を硝子管に入れたもので、右上圖の如く一方は硝子管の上下が閉ちて居り、他方は其の儘開いてゐてガスが自由に出入出来るやうになつてゐる。電池電壓を 2.3V 加へて白金



第 7.14.2 圖

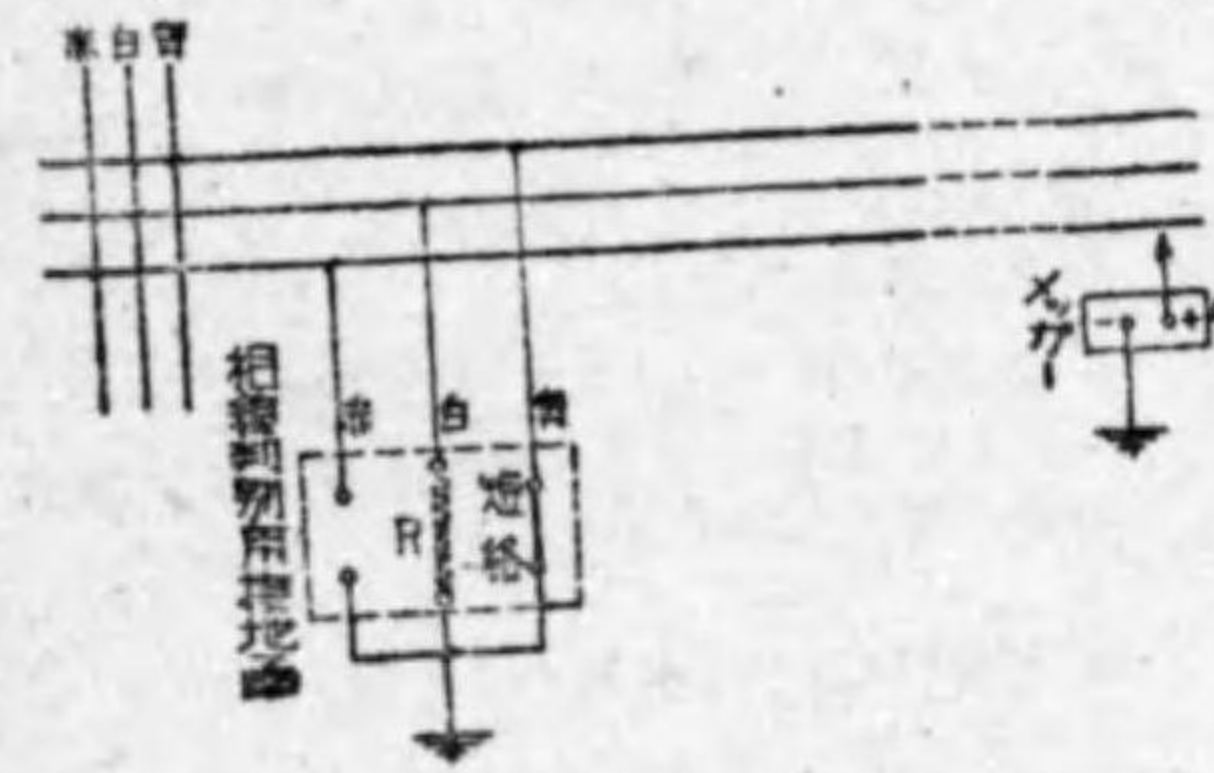
電圧を 2.3V 加へて白金

織條を白熱状態とし、空氣中で加減抵抗で平衡をとつた後、測らうとするガスを送り込む。可燃ガスを含んでゐる場合は一方の硝子管内の白熱織條に依つて引火し、温度を上昇し織條の抵抗を増加する。可燃性ガスの含有量は抵抗増加に依つて決定されるから、ミリアンペア計の指示に依つて知ることが出来る。純粹の空氣の場合の指示を 0 とし、最小爆發含有量の場合の指示を 1.0 として目盛してある。ガスの種類に依つて最小爆發含有量は異なるが、(揮發油で 1.5%、メタンガスで 5%) 其の状態に於ける指示は大體同一である。従つて測定の結果が 0.3 を示せば揮發油なら 0.45%、メタンガスならば 1.5% 含有するものなることが解る。目盛には安全圏 (0~0.2) 危險圏 (0.2~1.0) 及爆發圏 (1.0以上) に色分けをしてゐる。ガスの含有量が著しく大なる時はミリアンペア計は偏れ切つて又 0 の位置へ戻る。之れは含有ガスを焼き盡すだけの酸素が含有されてゐないのに依る

此の方法では不可燃性の有害ガスの検出は出来ない(第五卷 P176 以下参照) 人穴ガスを藥品に作用させて化學的反應に依る變色を利用して含有度を知る化學的方法、或はガスを採り、之れを光線にて照射し、其の屈折率に依つて判斷する理研瓦斯検出器の如き光學的方法が採用される。

⑩ 相線判別用接地函

地中電線の新增設又は改修工事後、兩端の相線(青



第 7.14.3 圖

白、赤) を合せるには一端にメツガーを當て、他端を 1 線宛接地して調べるのであるが、之れに對して第 7.14.3 圖の如き相線判別用接地函を用ふれば他端をメツガーで當ると直ちに各線の相別が分る。圖の R は約 20,000 Ω のラチオ用高抵抗である。従つて他端でメツガーが ∞ を示す線は赤相、20,000 Ω を示す線は白相、0 を示す線は青相である

(註) 相回轉表示器と混同してはならない。

⑪ 封印開閉器 撞用防止の目的で引込開閉器に封印を施すことは餘程以前から用ひられてゐる。最近では有効で廉價なベークライト混和物製のカットアウトスイッチ型が用ひられた。其の一種に蓋を台に取付ける蝶番軸に鉛封印を施す構造となつてゐるものがある。之れは封印を切らなくとも開閉は出来るが、ヒューズの取換は封印を切り、蝶番軸を引抜き、蓋を取外してからでなくては行へない。台の電線孔は段付と爲し、其の間隙から内部に針金等の挿入される虞のない形状となつてゐる。

⑫ 配電用埋設變壓器

繁華都市の地中配電に於ては變電所又は地下變壓器

空の位置の選定は益々困難となるので、米國の一部では變壓器を直接地中に可設する事に依り此の問題を緩和し、任意に且つ自由に負荷中心点附近に變壓器を設置してゐる。

其の方法は人穴内に於て變壓器を直接地中に埋置するもので、變壓器は勿論水密になつて居り、場合に依つては外函を二重にしてゐる。此の方式に依る利点は敷地料の經濟、負荷密度の大なる任意の位置に設置し得るから經濟的であり、且つ電壓變動率良好で安全性がある。維持が簡單であつて故障時の可熔片熔斷の場合の他は手がかゝらない。

⑤ ノフューズ分電盤 本分電盤は分岐回路用として双金屬片に直接回路電流を通じて過負荷電流引外を行はしめる遮斷器を用ひ、主回路用としては双金屬片の他電磁引外装置をも併用する遮斷器を用ひ、可熔片を省略して居る。即ち可熔片取換への費用と手数を省減し得る。

7.15 配電器材の代用品

重要物資節約の爲、各種電氣用品に對し種々の代用品が考案せられ使用せらるゝに至つた。其の内屋内配線關係としては次の如きものがある。

名 稱	舊 材 料	代 用 材 料
絶縁電線	第二種及第四種	暫定第二種及び暫定第四種
コード	第一種乃至第四種	暫定普通及暫定防濕化
封印線(計器用)	銅線	1. 造引麻紐 2. セラチン引紐
ノツブ	普通ノツブ(バインド線として被覆銅線又は被覆鐵線を用ふ)	バインドレスノツブ(形狀上バインド線が不要の如くにされる)
クリート	二ツ穴クリート	一ツ穴クリート(木ネチ1本節約)
電線管	銅管	ファイバ管
電球口金	眞鍮	鐵(亜鉛又はカドミウムメッキ)
ソケット螺蓋	銅又は丹銅	{ 1. 鐵(メッキせるもの) 2. アルミニウム 3. シェルレスソケットの場合は螺蓋不要 (但し鑄青銅の小接觸片を使用)
笠留	眞鍮	1. 鐵 2. ファイバ
SIソケット	眞鍮	鐵(亜鉛メッキ)
工場照明用笠	珪砂引鐵板	硬質磁器
監視スタンド	眞鍮、鐵等	木 材
街路燈裝飾器具	銅 鐵	ス ト ニ
積算電力計カバー	アルミニウム	ガ ラ ス

此の中には嚴密には代用品と稱し難いものもあるが、重要物資節約に有効の爲其の使用が奨励されてゐる。

尙銅鐵の使用量を節減した機器として次の如きものがある。

(イ) ラヂオセット 電源變壓器として單巻變壓器を用ひた放送局型受信機又は全然電源變壓器を用ひないトランスレス・セットが採用されつゝある。

(ロ) 配線器具 スナツプスイッチ、ソケット、コンセント、プラグのやうな配線器具で餘り電流容量の多くないものには端子螺子にメッキを施して鐵螺子(従來は眞鍮螺子)を使用したもの或は導電部の一部にメッキを施した鐵やアルミニウムやジュラルミンを使用したものが使用せらるゝやうになり、其の他、銅又は銅合金の代りに極力鐵を使用したもの或は金屬の使用量を極度に節約したものが現はれるに至つた。

(ハ) 分電盤 分電盤の母線其の他導電部の電流密度は、従來、 1cm^2 當り 150A 以下であつたのが 200A 迄緩和せられた。

(註) 端子カバーの積算電力計、従來、端子カバー付積算電力計は配電盤等に少數用ひられて居るのみであつたが、之が大量生産に成功を見るに至つたので、一般に家用として廣く普及しつゝある。其の特長は、カバーに穿孔するやうな増用を困難とする、銘板がカバー内にあるから腐蝕されない。カバーが腐蝕する虞がない。計量盤が明るい爲に檢針が樂である。体積がよい。5桁の指針型計量盤を用ふる事が容易である。取扱を大切にする習慣を養ひ不正積算を防止し得る等の諸点である。

4015

不許



複製

學 工 電 配

定價 59 圓

昭和 23 年 5 月 20 日 印刷

昭和 22 年 5 月 30 日 發行

著 者 電 氣 技 術 研 究 會
發 行 人 田 中 增 吉
印 刷 人 丸 山 武
印 刷 所 電 氣 書 院 印 刷 所
製 本 所 電 氣 書 院 製 本 所

會員番號 A104015

發 行 所 電 氣 書 院

京 都 市 東 山 區 今 熊 野 御 宮 町 三 三

振 替 大 阪 四 六 一 五 七 番

電 話 紙 國 〇 八 二 七 番

配 給 元 日 本 出 版 配 給 株 式 會 社

東 京 都 神 田 區 澁 路 町 二 丁 目 九 番 地

544. 4-D58-3ウ



1200500746187

544.4
58
3

終