

路面電車の信號と保安 (三)

金子 禎 秀

五、制御器

交通整理信號機の制御器は信號燈の現示率、タイム・サイクル及各種の燈光現示等を制御する装置である。其の機構は單獨整理及系統的整理の何れか、其の使用目的に依り多少異つてゐるが、現今の制御器は何れの制御をも爲し得る構造を有し、又單獨制御用のものであつても簡單なる改造又は變更に依り系統的制御用と爲し得るものが多い。

單獨整理制御器 此の制御器は各交叉點の整理を單獨に行ふのであるから各交叉點の制御器間に相互の連絡を必要としない機構が簡單であつて連絡に要する設備は施してない。主に手動制御、自動制御、閃光信號及全停止信號等

の各制御を爲し得る構造を有つてゐる。而して此等の制御を行ふ爲切換開閉器、手動制御器、自動制御器及閃光裝置等を備へてゐる。

切換開閉器は主線、電燈及電鈴等の開閉器の切換、手動自動、閃光及非常等の信號の切換をなし、手動制御器は手動用開閉器に依つて東西進、注意及南北進等を制御し、自動制御器は電動機に依りカム接點を移動して信號灯回路を開閉し、其の信號現示時間は之に裝置されたるタイマー即タイサ・サイクル調整裝置に依り、各交叉點の交通量に應じて任意に調整し、閃光裝置は橙黄色閃光燈を現示せしめる装置である。第十二圖は日本信號A型整理機、第十三圖は東京電氣SI型整理機の自動制御器内部を示すものであ

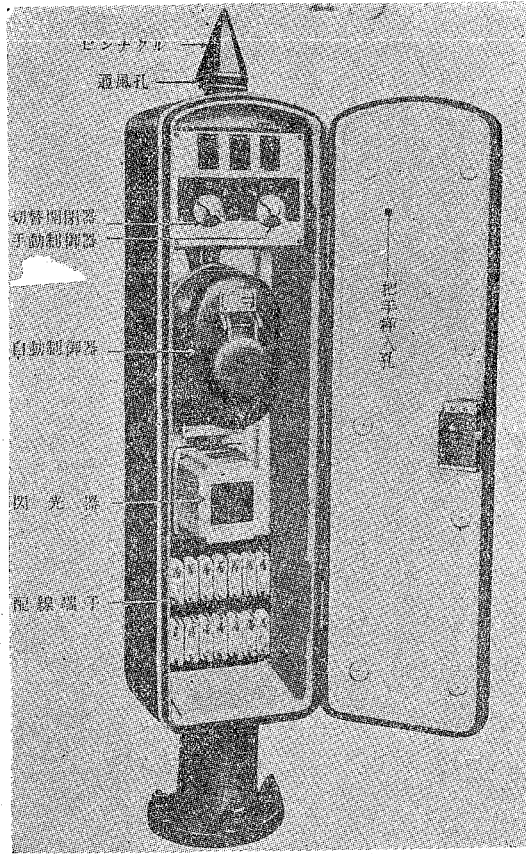
る。制御器を構成する各部分の大體が推知せらるゝであらう。

自動制御器の

主要部はカム軸廻轉用電動機であつて、此に次の二種が使用せられてゐる。同期電動機及圓板型誘導電動機が其である。同期電動機に依り自動制御を行ふ爲にはカム軸の廻轉速度を自由に

加減する爲、電動機速度は其の儘同期速度とし、齒車比を變へて行ふ構造となつてゐる。圓板型誘導電動機に依るも

用せるものは日本信號式及京三式等である。然し日本信號式及京三式に於ては使用電動機の種類は同じであるが何れ



第十二圖 A型整理機内部(日本電氣)

へて、圓板に生ずる移動磁界の方向を變へる。斯くして圓板の廻轉力を加減し、電動機速度を變へて以て信號現示時間を調整する構造となつてゐる。

同期電動機を使用せる制御器は米國のG・E・式、我が國に於ては東京電氣式であり、圓板型誘導電動機を使

も信號現示の制御機構を異にしてゐる。其の概要を述べれば前者は東西線、南北線及橙黄の三つの驅動線輪を備へ、

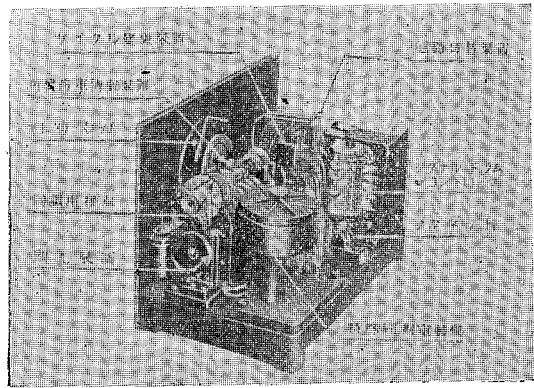
と、廻轉は同一方向として單に電氣的切換に依つて閃光制御をなすものと二種がある。日本信號式は前者に、京三式は後者に依つてゐる。第十七圖結

各現示に於ける圓板の驅動廻轉力（即廻轉速度）を別々に調整し、タイム・サイクルは各線輪の驅動廻轉力に相當した信號現示時間の總和になる如き機構であるが、後者は廻轉力を調整する爲唯一箇の驅動線輪を装置しブレーキ・コイルに依り速度を加減しタイム・サイクルを調整せしめる機構の如くである。

又閃光装置も電動機に依つて自動的に閃光接點を開閉せしめなければならぬから、之が爲には特に電動機式閃光装置を設けてゐるものと、自動制御器の電動機を兼用してゐるものとがある。後者には又電動機の廻轉を逆方向として閃光用接點を開閉せしめるもの

加へて置く。

自動制御器の原理



第十三圖 51型自動制御器内部 (東京電氣)

線圖に於ける廻轉矢印は一般信號と閃光信號の電動機の廻轉が逆方向なることを示す。

尙單獨整理制御器に就ては機構及操作方法等に就き詳述すべきであるが、各式は何れも系統的整理、就中進行式を爲し御る機構として設計されて居り、隨時單獨整理に切換へ得る構造となつてゐるから、詳細は各式の系統的整理制御器の項に譲るとし、茲には自動制御の原理とも稱すべきものに就て簡單なる説明を

各式の自動制御器の原理は大體類似

のものであつて、前述の如く其の主要部はカム軸廻轉用電動機であるが、唯其の速度の調整方法と、信號現示率調整方法とを異にしてゐる丈である。

一、日本信號式自動制御

器の原理 第十四圖は本式

の自動制御器結線圖である。

圖中Eは東西進行及南北停止燈、Sは南北進行及東西停止燈、Cは注意信號

燈を示す。E'、S'及C'は夫々アルミニウム圓板の周圍に裝置された夫々E、S及Cの制御線輪で制御線輪と圓板とは所謂圓板型誘導電

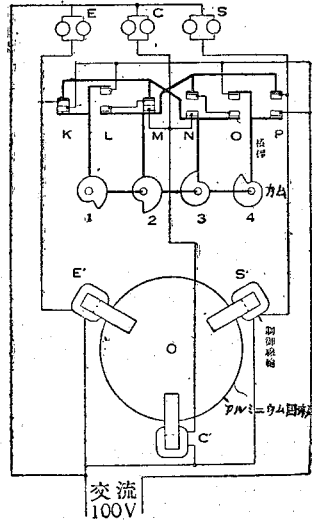
動機を形成してゐる。此の圓板の廻轉に依り圓板軸に裝置された齒車裝置を経てカムの軸を廻轉し、之に取付けたカム1、2、3、4等を反時計式方向に廻轉する。カム上に

は横杆があつて接點を閉閉し、信號燈回路及制御線輪回路を開閉する。

第十四圖では東西進行—南北停止の信號燈Eを點じ、線輪E'に電流を通じて圓板を廻轉する。カムが圓板の廻轉に従つて第十五圖(B)の位置に至れば第十四圖に示す接點Kは開いてE燈は消え、同時にLが閉合する。接點L及Mが直列に接續されてゐるからC燈即注意信號が現示した時に制御線輪Cに電流が通ずる。(C)圖に

於ては接點L及Mは開き、N及Pが閉合してPに依りS燈即南北進行—東西停止燈が點じ、同時に制御線輪S'に電流が通じアルミニウム圓板は廻轉を繼續する。カムが更に廻

(A) 東西進行



第十四圖 自動制御器結線圖

が通じアルミニウム圓板は廻轉を繼續する。カムが更に廻

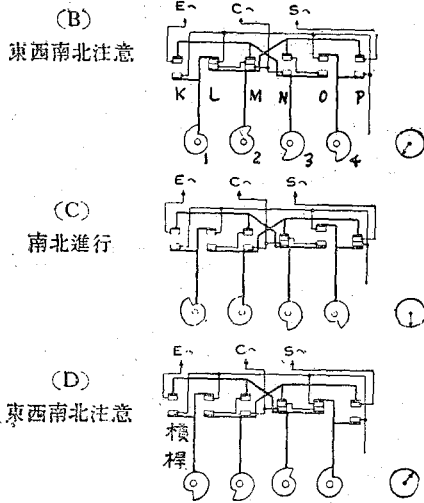
轉して(D)圖の位置に至る時は接點Pは開いて信號燈Sが
消え、S'線輪の電流を遮斷し、同時に接點Oを閉合してN
及O接點に依つて注意信號燈を點じ、又制御線輪C'に電流
を通ずる。即各制御線輪は

の方向を變へて圓板の速度を調整すれば其の信號現示時間
を任意に調整することが出来る。
速度調整はタイマーのダイヤル・スキツチに依り各々單

夫々其の信號燈と並列に接
續されてゐて、例へばE'に
電流が流れてゐる間は信號
燈Eが點燈してゐるが圓板
の廻轉が進行してカムに依
つて接點が切換へられる時
はE'の替りにC'線輪に電流
が流れると共に信號燈Cが
點燈し、次にS'及Sに切換
へられる様になる。

以上の様に四段の信號の變化に於て綠又は橙黃の信號が
現示すると同時に夫々相當の制御線輪に電流を通ずるか
ら、タイマーのダイヤル・スキツチに依り制御線輪の磁極

動する故に移動磁束は接線方向と半徑方向とに分力を生じ
て圓板の廻轉力が變り速度が調整されるのである。此の調
整装置は第十四圖E、S'及C'の各線輪に設けられてゐるか

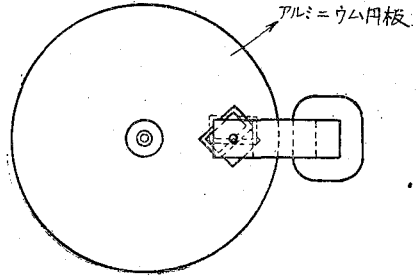
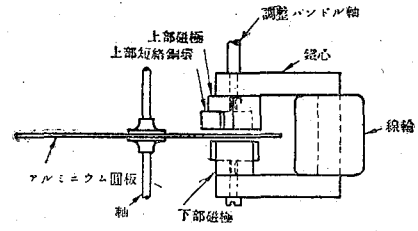


第十五圖 カムの運轉と接點開閉の關係

獨に其の現示時間を調整
する電線接續となつて居
り、電磁石の磁極及短絡
銅環は調整ハンドル軸の
廻轉に従ひ第十八圖の機
構に依り其の角度を變ず
る様になつてゐる。即其
の角度を調整する時は圓
板に生ずる移動磁界は圓
板の中心軸に對して接線
の方向から其の角度を移

ら東西進、南北進及注意等の現示時間は他に無關係に單獨に加減し得られるのである。此の調整方法は其の範圍が極めて廣く又東西南北の各信號現示時間は直に秒の目盛をダイヤルに刻み得る故に調整が極めて簡單であつて交通信號機の時間調整方法としては先づ理想的のものであらう。

茲に述べた信號燈の信號色組合は標準と合致したものではないが唯原理の説明を簡にする爲述べたもので實用に供せられてゐるものは勿論標準の組合をなすものである。而して閃光制御は例へば第十二圖に示せる如く單獨の閃光器を裝置した制御器に就て述べたのであるから第十四圖は圓板に對し閃光線輪を取付けてないが最近の設



第十六圖 速度調整裝置

計は電動機一個に東西進線輪、南北進線輪、注意線輪及閃光線輪の四を裝置し、閃光の場合は電動機の廻轉を他の場合と逆方向になす如き接続となつてゐること前述の通りである。

二、東京電氣式自動制御の原理 第十三圖は本式自動制御器51型の内部を示す。同期電動機、可變齒車傳動裝置、ロータリースケッチ、ドラムコントローラー、サイクル變更裝置及閃光裝置等のユニットが一つの臺の上に載つてゐる。臺の前面にはパネルが附いてゐて、此のパネルには二つの調整板とツمامミが附いてゐる(第十八圖参照)。左側のツمامミはタイムサイクル調整用で、右側の調整板は現示率調整用であ

る。其の右のツマミは單獨整理の場合にサイクル調整板を廻轉させる爲に用ひるもので、サイクル調整板を動かす時は必ず此のツマミを右に廻轉させるのである。

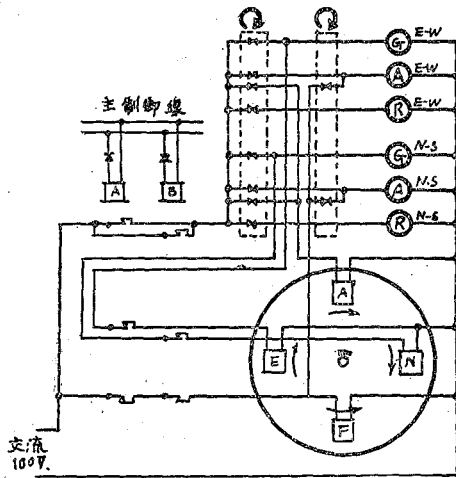
即自動操作を行ふには先づタ

イムサイクル及現示率の調整を行ふのであるが其の方法を述べらば（第十八圖参照）タイム・サイクルを調整するには右側のツマミを右の方に捻り、然る後左側のダイヤルを廻して、ダイヤル上部の指針に所要のタイムサイクルの秒数を合はせる。サイクル調整板には非常、閃光、減、40、55、60、70、

80、90、100の文字が記入してあるから所要の秒数と同じ數字を指針に合はせると一サイクルの時間が調整される。此の場合所要の秒数を指針に合はせたならばツマミは

必ず元の位置に戻して置く。

現示率を調整するには次の如くする。現示率調整板には其の周圍には一〇〇ヶの孔が開けてあつて其の孔には五本のキーが挿してある。其の位置

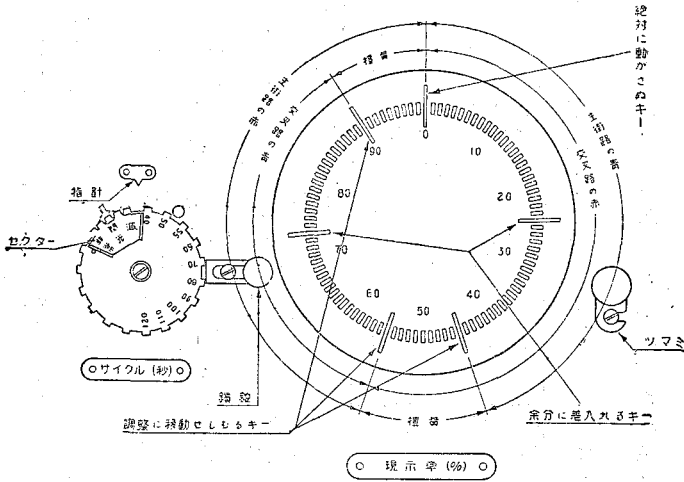


第十七圖 二次制御器結線圖

と赤の現示率は残りの四五%（一七秒）となる（一〇〇%から四五%と一〇%との和を引いた残り）。次に主衝路に交叉する交叉點の現示率は先づ其の赤は主衝路の線と橙黄との

のキーが挿してある。其の位置を變へることに依つて信號燈各色の現示率を調整するものである。尙此の外に絶體に動かさぬキーが0の位置にある。先づタイム・サイクルを六〇秒として第十八圖に就き實際の場合を例示し、キーの挿込位置を説明しよう。今主要衝路の線の現示を全體の四五%（一七秒）に橙黄を一〇%（六秒）とする。そうする

和であるから五五% (三三秒) 然して橙黄を八% (五秒) とすると緑は残りの三七% (二二秒) となる。先づ主街路の緑の終りに一本即四五%の所へ一本挿す。次に主街路の橙黄の終り即四五%から更に一〇%の所五五%の所へ一本挿す。次に交叉點に於ては先づ赤の終り五五%の所へ一本挿すのであるがこゝは既に主街路の橙黄の終りでキーが挿してあるから別に挿す必要はない。次に交叉路の緑の終り五五%に三七%加へた所九二%の所へ一本挿す。是で都合三本のキーが挿されたことにな



第十八圖 現示率調整の一例

る。キーは全部で五本であるから後二本餘分が出る。此の二本は主街路の緑及赤の現示時間の中程に一本宛挿して置けばよい。以上で現示率の調整を終つた。乃で主閉閉器を「點」とし、切換閉閉器を自動に切換へれば電動機は運轉を開始し、此の廻轉はカツプリングとギヤートレインとを通じて調整板のすぐ裏 (第十三圖参照) にあるロータリー・スキャッチを廻轉させる。そして現示率調整板に挿してあるキーの爪に此のロータリー・スキャッチの爪が廻つて行つて當る様になつてゐる。そしてキ

一の爪とロータリー・スイッチの爪が當ると、此のロータリー・スイッチの根本にある接點が接觸してマグネットに電流を送り、シグナル・ドラム・コントローラーを働かせる。シグナル・ドラムコントローラーはロータリー・スイッチが廻轉して、接點が接觸する度毎にマグネットを働かすのであるがキーの爪は總計六であるからロータリー・スイッチは一廻轉即一サイクルの間に六回のイムパルスを與へる。而してドラムを六分の一廻轉宛廻轉させるのである。ドラムには豫め信號色の組合せ方に従つて整備されたカムが付いてゐる。カムは信號色の組合に應じて其の位置を變へ得る様になつてゐる。此のカムが七ツの接點を動かして信號燈又は電鈴回路に電流を送り信號の自動制御を行ふのである。カム接點には特殊合金の大きな斷面を有するものが用ひられてゐる。

系統的整理制御器 前號系統的整理法に於て既に述べたる如く同時式及交互式は特殊な箇所に限られ、一般街路交又點には實施し得ぬ場合が多い。又進行式整理に於ては制

御器其の他の配線設備に相當複雑を伴ふけれども、其の機構は非常に隔通性に富み、如何なる街路にも適用し得るから従つて系統的整理は進行式に限られてゐるかの感がある。又進行式とすることが吾人一般の要望でもある。

乃で茲には進行式に就て述べることにするが、進行式とした場合でも時間的に交通流の激變した場合とか、非常の場合とか、深夜整理不要等の場合があり、各場合に即した信號制御をなす必要がある。之が爲には各交又街路に制御器を設けることは言ふ迄もないが之等を中央に於て制御すべき主制御器を設ける必要がある。主制御器に對し各交又點の制御器を二次制御器と謂ふ。而して主制御器と二次制御器とは相互間を連絡する爲に主制御線と稱する連絡電線を要するのである。

然し特殊な場合として二次制御器の機構に依つては主要制御器及主制御線を省略して進行式を行ひ得る場合がないでもない。即同期電動機に依り自動制御を行ふG・E・式又は東京電氣式が其であるが之は極く限られた範圍の同時式

交互式及進行式に實施し得るのみであつて、此の方法に依り進行式を行ひ得る場合は、其の街路の一日の交通量が全體同じ様な場合とか、進行式は行ひ度いが各交叉點を結ぶ

主制御線を準備し得ない様な場合とか、又は中央主制御器より制御する進行式を實施する迄の前提として行ふ場合である。此の方法は各交叉點の制御器が單獨に動作し進行式を行ふものであるから之を單獨制御進行式と稱し、之に對し主制御器に依り中央より制御し進行式を行ふものを中央

制御進行式と稱することもある。此の整理法は勿論交通量の變化に應じて各交叉點のタイム・サイクルを同時に變へることの出來ぬ憾がある。又此の整理を行つてゐる間は單獨に自動、手動及閃光等に切換へることは實用上出來ないから、どの制御器も電源用主閉閉器を切らないこと及タイム・サイクルを變化する裝置に手を觸れて之を亂す様なことがあつてはならない。之が爲にはタイム・サイクル調整

裝置は鎖錠して置く必要があり、信號燈を消燈する場合にも主閉閉器を切らず、タイム・サイクル調整裝置のセクタ

1を廻して「滅」を指針の位置に合せて信號燈を消す必要がある。

従つてかゝる不便を伴はない安全なる進行式を實施するには中央制御進行式に依らなければならない。而して満足なる運轉の成果と時機に順應した制御とを遂行せしむる爲には制御器の備ふべき必要條件は可成多い。之等の條件を擧げるならば先づ

主制御器の機能は

(一) 全部の二次制御器のタイム・サイクルを同時に調整し得ること

(二) 全交叉點の信號燈を一齊に閃光燈黃となし得ること

(三) 全交叉點に於て全停止信號を現示し得ること

(四) 全交叉點の信號を滅となし得ること

(五) 進行式整理の開始及停止を爲し得ること

二次制御器の機能は

(六) 原則としてタイム・サイクルが同一であること

(七) 各交叉點の信號現示は互に時間的に或る關係を保たせて調整し得ること

(八) 東西道路及南北道路の信號現示時間の割合即現示率を調整し得ること

(九) 必要に應じ單獨整理を爲し得ること、同時に又手動制御を爲し得ること

(一〇) 此の場合進行式に復せんとする時、再び交叉點の信號現示は互に時間的に或る關係を保つて復歸し、他の交叉點の信號に影響を及ぼさぬことの如くである。

之等の條件の中で(七)又は(一〇)の各交叉點の信號現示を互に時間的に或る關係に保たせることは進行式を實施計畫する上に最も大切な要素である。即進行現示の開始時間が隣接交叉點の進行現示開始時間に對する位相差が進行式を執行せしめる上に考慮せらるべき第一要件である。(此の位相差を特に時相と稱することもある)。

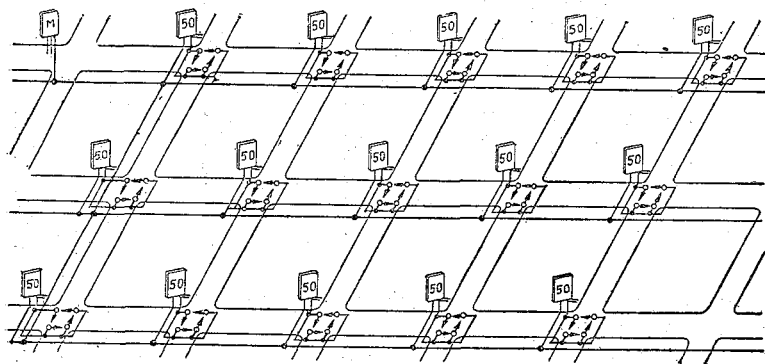
主制御線の條數は出来る丈少くして設備費を低廉ならし

むることが肝要である。座標式と稱するものゝ如きは全系統の中央に設けたる主制御器内に一箇の電動機に依つて各交叉點の二次制御器を制御せしめる爲多數の接點を有する回路制御器を備へ、各交叉點制御器には各一回線宛制御線を設けるのであるから、此の方式では各接點は位相差を保持して開閉する如く一箇所に於て調整し得る利便があり、その他タイム・サイクル及現示率も然りであるが、制御回線が多くなつて設備費を多額に要し、又施設後の擴張に不便であり且困難を伴ふことを免れない。故に之等の缺點を除く方式の出現が望ましいのである。乃で研究の結果二本乃至數本の主制御線にて足る主制御線式と稱するものが實用せらるゝに至つた。

之は主制御線を各交叉點の二次制御器の繼電器を通して接続するのであつて制御回線は座標式の如く多くを要しない。各二次制御器の繼電器は主制御線に直列又は並列に接続され主制御器より交流又は直流の周期的電流を送ることゝ依つて同期を保つのである。主制御線は直流式の場合に

は二線でよいが交流式の場合には三線、四線及五線等を必要とする。第十九圖は中央制御進行式に於ける制御器と各交叉點の二次制御器とが制御回線に依り接続せられてゐる状態を示すものである。次に東京電氣式 (G・E式)、日本信號式及京三式各社の進行式制御器に就て述べることゝしよう。

a、G・E式及東京電氣式
此の式の制御器は同系統の會社に依つて製作せらるゝのであるから其の機構及作用は殆ど同一である。此の方式では一方街路の進行制御に止まら



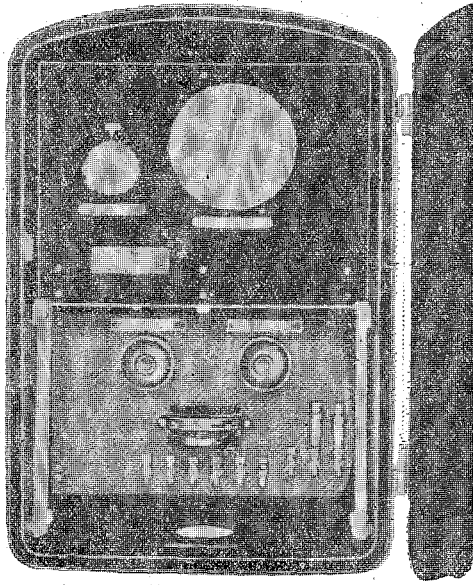
中央制御進行式に於ける制御機の配置

- 主制御機
- 51型~52型制御機
- || 制御電源
- = 電源 100 volts A—C
- ⇒ 信號燈

五〇

す第十九圖に示せる如き之に交叉せる街路の進行式制御を行ひ得るのである。我が國に於ては未だ此の實例を見ないが此の場合の主制御線は交流式で六條である。然し一方街路のみの進行式を行ふ場合ならば交叉する街路の制御は必要ないから二次制御器には其の爲の電磁線輪を設くる必要も無く、従つて主制御線も四條でよいことになる。然し主制御線を直流式とする場合は二條で足ること既に述べの如くである。

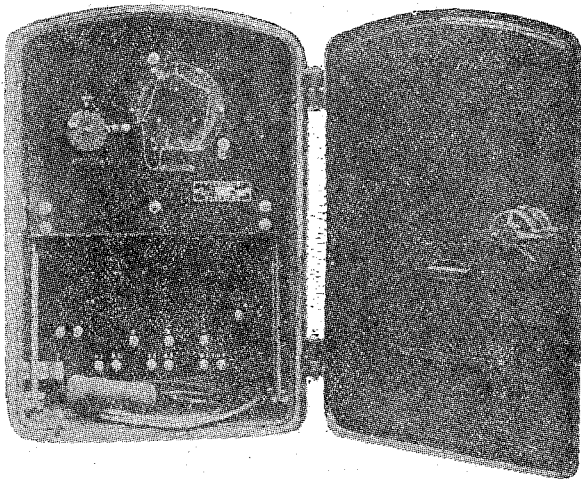
第二十二及二十三圖は此の式の主制御器と二次制御器の配線を示すものである。前者は交流式、後者は直流式の場合



第二十圖 主 制 御 器 (東京電氣)

合の配線である。自動制御に就ては既に述べた様に本式は同期電動機を用ひ、齒車比を變へてタイム・サイクルを調

整するのであるが之を配線圖(第二十二圖参照)に就て述べて見よう。



第二十一圖 50型二次制御器 (東京電氣)

1 及2はタイム・サイクル調整用押釦であつて、二次制御器のタイム・サイクルを調整する爲に用ひ、其の一はタイ

ム・サイクルを大きくする場合他の一は小さくする場合に用ひるのである。A及Bはサイクル離隔操縦リレーで交流用マグネツトとローカーレント・リレーとから成つてゐる。

従つて主制御器の押釦を押すとサイクル離隔操縦リレーA及Bの何れかを働かしタイム・サイクル調整板を廻轉する。此の働作は主制御線に依つて二次制御器のサイクル離隔操縦リレーA又はBの孰れかに電流を送るのである。而してマグネツトが働くとギヤーシフトメカニズムを動かして齒車比を變へると同様にタイム・サイクル調整板を廻轉せしめる。

サイクル調整板は釦を押すことに依つてマグネツトに電流を送りローカーレント・リレーを動作し、釦を押す毎に廻轉するのであつて之には秒數が刻んであるから、調整板が廻轉して指針の位置に所要の秒數が來た時押すのを止めればよい。その他現示率調整方法等は單獨整理法に於ける自動制御の原理の項に於て既に述べた様に主制御器に於て此の方法を行へばよいのである。

以上述べた様な方法に依つて進行式制御を行ふのであるが然らば各二次制御器相互間の時間的關係は如何にして保たせるか。其に就て述べて見よう。

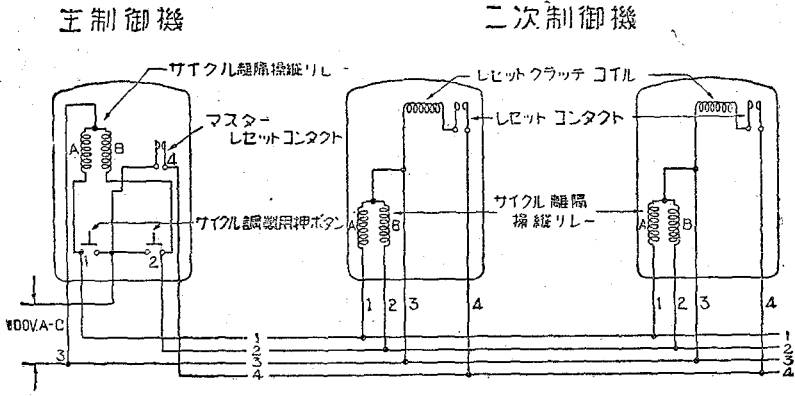
二次制御器の時間調整裝置 之は自動制御器内部に取付けられ目盛板(リセット・ダイヤル)及爪から成つてゐる。此の目盛板は全周を○から一〇〇まで五パーセント置きに目盛つてあつて、其の上に一個の爪がローレツトをかけた袋ナツトで取付けてある。ダイヤルを片手に持ち片手でナツトを僅かゆるめると、爪が自由に動く様になつて居り、所要の位置に動かして再びナツトを締めて置かねばならない。實際の場合一系統の各制御器間の時間的關係を調整するには本誌前號に述べた如き運行圖表を作らなければならない。之の運行圖表を實際のタイマーの時間調整裝置に移すには、第一の交叉點の緑の始め(以後單に綠又は赤と云へば主街路の綠又は赤を示す)を○として、且つ之の第一の交叉點のタイマーの時間調整裝置の爪も○に置く。次に此の時から第二の交叉點の緑の始めの時迄の秒數を運行圖

表から読み取り、之を此の系統に實施されてゐるタイム・サイクルの時間で割つて一〇〇倍したものが第二のタイムの時間調整装置の爪の位置である(例へばタイム・サイクル六〇秒の時第二の交叉點の緑の信號が第一より四〇秒遅れてゐる場合は第二のタイムの時間調整装置の爪を六七パーセントの位置にセットする)。同様にして第三、第四の次々のタイムの爪の位置を百分率で出す。之の様にして各タイムの爪の位置を決めて置けば、前に述べた方法でスキツチを入れると同時に最初の一サイクルの間に自動的に正確に運行圖表に計畫されたと同様に各制御器を調整する。實際には前述の様に運行圖表から直接タイムの爪を調整するよりも上の方法で計算して得た結果を表にして、其の表に依つて各タイムの爪の位置を調整した方が便利である。

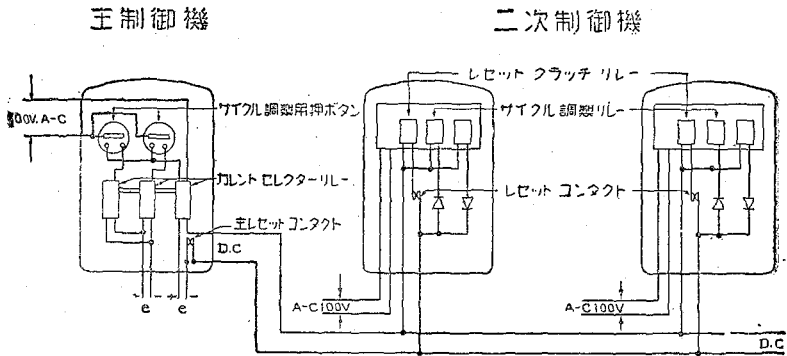
上述の如く時間調整装置に依つて二次制御器は主制御器と歩調を合はせ、或る時間關係を保つて系統的整理を行ふのであるが、多くの二次制御器を同時に運轉開始しても、

各機構の關係上或は外部よりなされる其他の事由に依つて時間關係を亂されることがないとは言へない。又中央制御進行式より切離して交叉點單獨に運轉を行ひ、再び中央制御進行式に入る様な場合もあらう。此の場合わざ／＼調整する必要なく自動的に調整することが出来る。即第二十二圖に見る如く主制御器には同調接點(マスター・リセット・コンタクト)4があり、常時閉ぢてゐるが一サイクルに一回宛時的に開いて同線の電流を遮斷する。又二次制御器には同調線輪(リセット・クラツチ・コイル)及同調接點(リセット・コンタクト)があり、接點は常時開いてゐるが一サイクルに一回宛時的に閉する。同調線輪は常時無勵磁状態にあるが、之に電流が通ずる時は電動機と齒車の連繫を斷つてカムの廻轉を一時停止せしむ。即同調線輪はクラツチ・マグネットを動作して電動機軸と齒車との噛み合を解くのである。第二十四圖甲は同調線輪に電流の通じた場合即クラツチ・マグネット動作中を示す今主制御器と二次制御器とが完全に同期を保つてゐる時は、二次制御器

のリセット・コンタクトを開く様になつてゐて、同調線輪には電流の流れることなく、カムは運轉を繼續するが、若し何等かの原因で一つの二次制御器の隣接二次制御器に對する時間的關係が亂されるときは、其のリセット・コ



第二十二圖

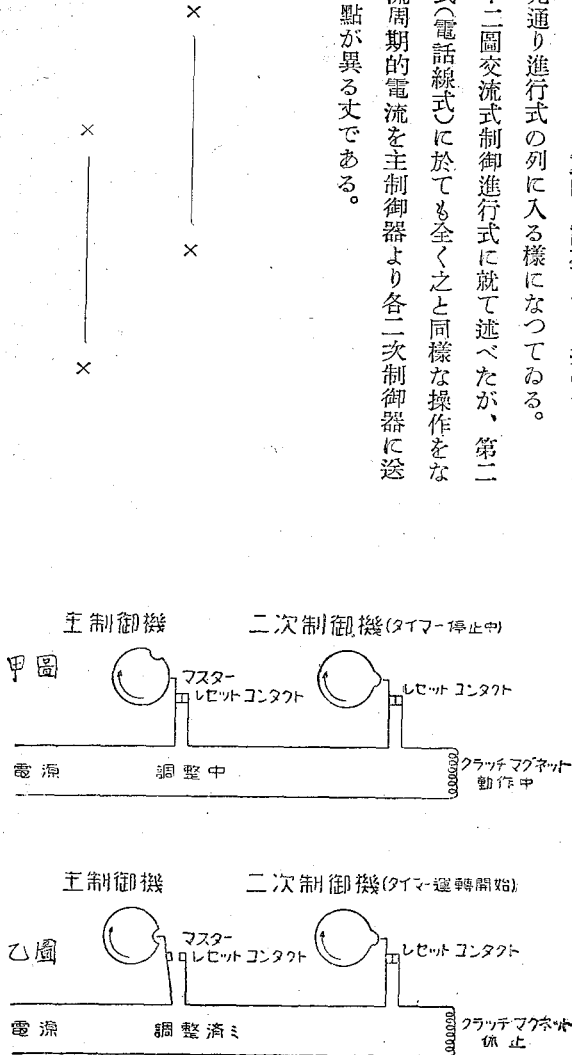


第二十三圖

ンタクトが丁度閉ぢた時線輪は電流を通じて齒車は電動機と連繫を斷つて、カムは廻轉を停止する。次に主制御器のリセット・コンタクトが遮斷する瞬間に至れば、同調線輪は電流を失ふこ

となり、二次制御器は同調状態に復し廻轉を繼續することとなる。即時間關係（時相）の亂されたときには常に一サイクル毎にタイマーを自動的に調整して、次のサイクルでは完全に元通り進行式の列に入る様になつてゐる。

以上第二十二圖交流式制御進行式に就て述べたが、第二十三圖直流式（電話線式）に於ても全く之と同様な操作をなすもので直流周期的電流を主制御器より各二次制御器に送り同期を保つ點が異なる丈である。



第二十四圖