

三菱電機

昭和十二年 第十三卷 第六號 六月

下圖は臺灣電力株式會社へ納入した
三相三巻線變壓器で

高壓 43,750 kVA 38100 V/66000 V

中壓 43,750 kVA 11000 V

低壓 4,300 kVA 3450 V

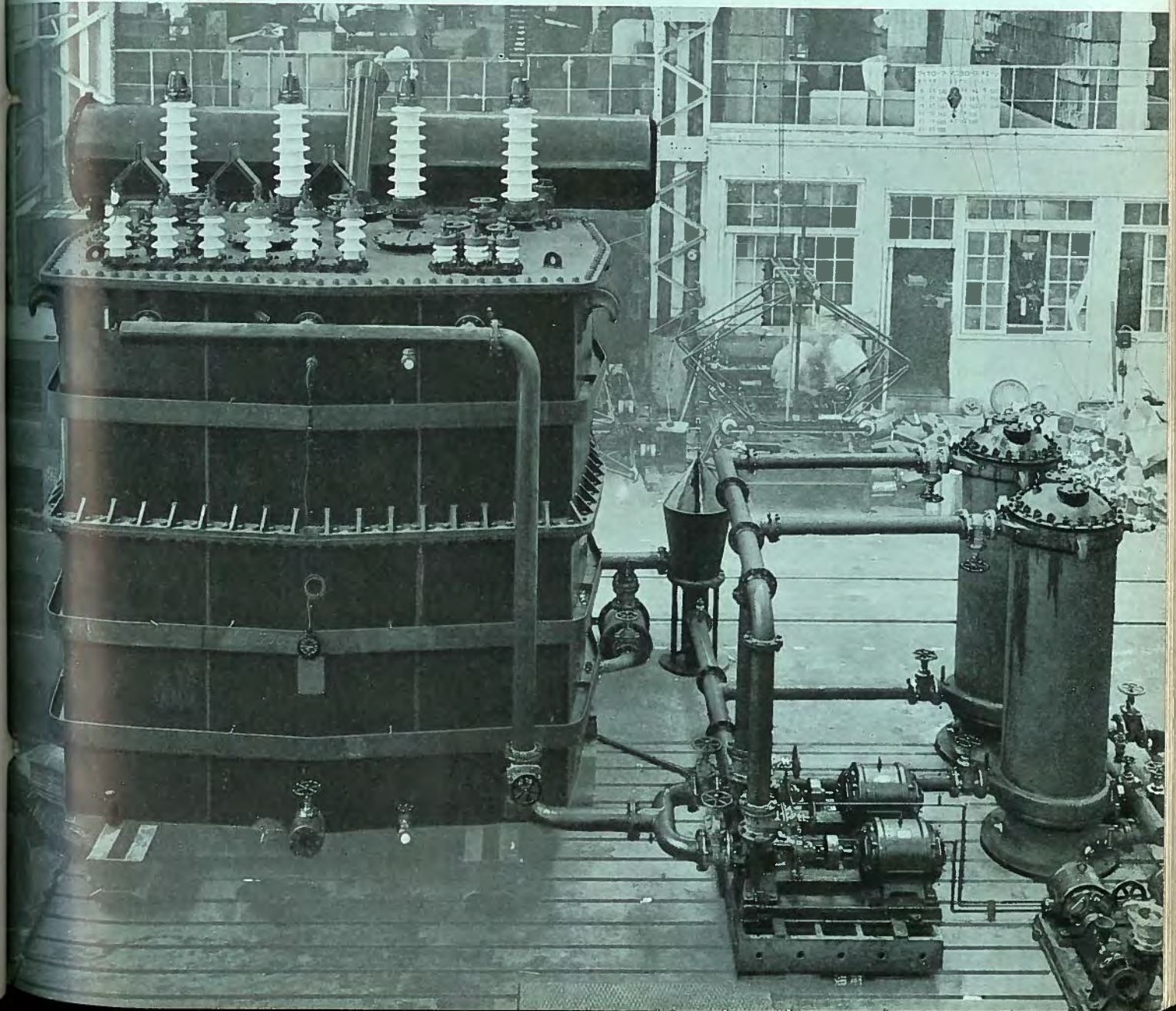
のものであります。從來のものさ異
りその冷却方式は送油冷却式になつ
て居ります。

カム型制御器に就て 101

發電所機器保護繼電方式の合理化 109

九州水力電氣會社御註文 5,000 kVA

カプラン水車發電機に就て 111



三菱電機

第十三卷

昭和十二年六月

第六號

カム型制御器に就て

長崎製作所 大神朝喜

緒言

電動機の起動、停止、逆轉及び速度制御等を掌る起動機、制御器は技術の進歩と共に其の構造に於て、其の機能に於て日進月歩の状態であり、現在内外メーカーに於て多種多様のものが製作せられて居りますが、之等の中、稍原始的ではありますが、安價であつて構造が頑丈であり、信頼度も高く、最も廣く用ひられて居るものはドラム型制御器であります。

ドラム型制御器とは周知の様に、絶縁板に指型接觸片を取付け配列し、別に1本の回轉軸に絶縁して取付けられた接觸胴体を設け、此の軸を回轉する事によつて前記指型接觸片との間に所謂滑り接觸を行ふ方式のものであつて機械的に構造が頑丈であり、取扱や修理が容易で、其上電氣的に色々な接續方法を行ひ得る等、在來の表面板型起動器に比べて幾多の特徴を有して居ります。

然るに一方、需要方面に於ける之等制御器の性能上及び取扱上の要求は益々過酷となり、例へばクレーン、スチール・ミル、油田等に於ける様に取扱ひの頻繁なものでは、接觸片及び接觸胴の電氣的及び機械的摩擦度が激しく従て之等の取換、修理に少なからぬ勞力

と費用とを要します。又火力發電所補助電動機用の様に、長時日の間連續使用するものでは、接觸面に酸化物其他不導体が附着し易く、接觸部の過熱を來することがあります。之等の要求に對してはドラム型制御器では満足な結果を期待することが出來なくなり、電磁接觸器の採用を餘儀なくせられることとなるのでありますが、電磁接觸器は構造が複雑で、且つ高價なるを免れることが出來ませんので茲に本題のカム型制御器の出現を見たのであります。

カム型制御器は電磁接觸器と全様の構造、性能を有する所謂回轉接觸を行ふ接觸部を絶縁棒に取付け、配列し、別に回轉軸に取付けた布製マイカルタ又は金屬製のカムを回轉することによつて、上記接觸部を開閉せしめる方式のものであつて、電磁接觸器の電磁コイルの代りに手動式カムを利用したのに過ぎません。即ちドラム型制御器と電磁接觸器の兩者の特徴を選択具備したものと云ふべきであります。弊社は數年來此のカム型制御器の改良進歩に非常な努力を拂ひ、現今に於ては各種用途に適する色々な型式の制御器を製作して居ります。以下カム型制御器の本質的作用及び特徴を記述し、尙現在弊社に於て製作して居る所の各種制御機に就て一通り説明を試みることにし

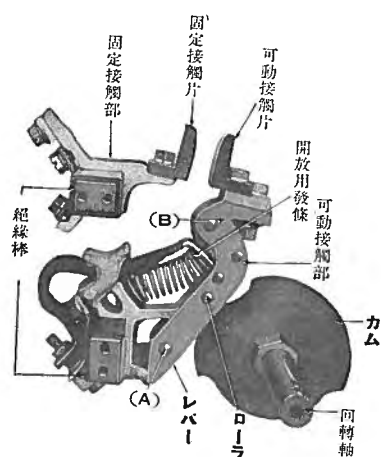
ます。

カム型制御器の作動

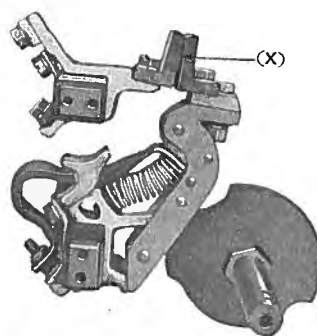
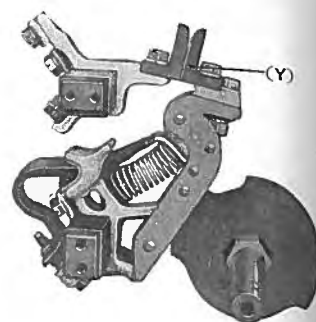
第1圖(イ)に示す様にカムを回轉して可動接觸部のローラーを押上げると、レバーは發條を押へつゝ軸(A)を中心として反時計式に回轉し、可動接觸片は遂に固定接觸片に接觸しはじめます。此の當に接觸せんとする瞬間の状態は第1圖(ロ)に示す様に兩接觸片は(X)部に於て先づ接觸しはじめます。カムを更に回轉すればレバーは之以上回轉する事が不可能であります。可動接觸片は軸(B)を中心として更に發條を壓縮しつゝ時計式に回轉し、遂に第1圖(ハ)の状態になつて停止し、兩接觸器は(Y)部に於て完全に接觸します。此の場合發條の壓縮力は最大となります即ち第1圖(ロ)から(ハ)に移る間に兩接觸器は回轉接觸を行ひます。

開路の場合にはカムを回轉してその各部がローラーの位置に來れば、發條の力によつて可動接觸部は閉路の場合と全く反對の運動を爲し、急速に開路して第1圖(イ)の状態に戻ります。

以上の説明によつて接觸始め又は開放の終り、即ち開閉時の火花發生は(X)部に於て行はれ、連續通電状態は(Y)部に於て保たれることが分るので



第1圖 (イ) 接觸器開路状態を示す

第1圖 (ロ)
接觸器が當に閉路せんとする時
(又は當に開路せんとする時)を
示す第1圖 (ハ)
接觸器閉路状態を示す

あります。

カム型制御器の特徴

1. 接觸部が回轉接觸を爲し、火花発生部分と常時通電部分とが異なりますから、接觸片が火花で傷められることが少く、従て寿命が長く又、過熱することがありません。
2. ドラム型制御器の様に滑り接觸ではありませんから機械的に摩擦することが殆んどありません。従てカム式では接觸壓力を大きくすることが出来、通電容量を増大することが出来ます。
3. 接觸が回轉接觸であるため閉路の瞬間に於ける可動接觸片の反撥を少くし、又反撥作用に伴つて起り勝ちの接觸片の熔接を防ぐことが出来ます。今少し此の現象に就いて述べますと、

接觸片が閉合し始めた瞬間を考へると、兩接觸片は衝突し可動接觸片は多少反撥されます。可動接觸片が反撥された瞬間には僅かの電弧を生じ、此の電弧熱のために接觸點の表面が少々柔かになります。若し此時反撥された可動接觸片が再閉合する場合、前と同一點

- で閉路するとすれば、其部分で熔接せんとする傾向は必ず現はれます。然るにカム型接觸器では、回轉接觸のために、反撥されつゝある瞬間に於てもレバーはカムの回轉の爲に依然として運動を續けますから、次に接觸片が再閉合せんとする瞬間には、可動接觸片の回轉軸Bは、前の反撥された瞬間に於ける點よりも少々變位した點にあります。従て此の場合には兩接觸片は前とは異つた新しい點で接觸する事となり、上述の熔接作用を完全に防止するのであります。
4. 兩接觸片は開閉に際して完全な回轉接觸をすると同時に、實際には極く僅かの滑り接觸を伴ひ、此の作用によつて兩接觸面上の酸化物、塵埃等を除去して清潔、且つ平滑ならしめ、従つて不完全接觸による過熱を來すことがありません。
 5. 接觸部の開放は強力な發條で行はれますから開放動作が敏速で、火花の發生が少く、又回轉部分の重力によつて閉路される心配がありませんから、制御器は如何なる方向にも取付け可能であります。

6. ドラム型制御器と異り、可動及び固定、各1組の接觸器を多數配列した型でありますから、色々な接續方式のものが自由に出来ます。
7. 接觸片は固定及び可動共全く同一のものであつて、且つ弊社電磁接觸器と同一寸法でありますから之等と互換性を有して居ります。
8. カムは硬質の布製マイカルタ又は金屬製でありますから殆んど摩擦することがありません。
9. 必要に應じては手動式の代りに容易に電動操作式にすることが出来ます。又アーク・シールド及び吹消線輪をも容易に取付けることが出来ます。

接觸片の標準定格電流

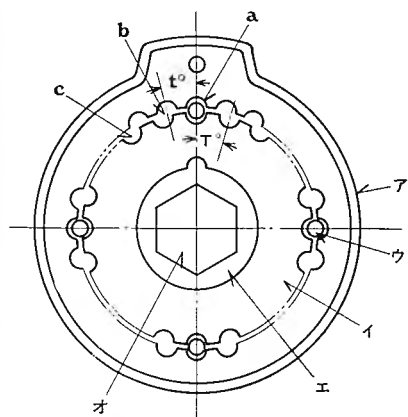
弊社に於けるカム型制御器接觸片の定格電流の標準としては50A、125A、250A、500A、800Aの五種類があります。

一般に此種の接觸片の定格電流は使用状態によつて決定さるべきもので、其の決定の要素として二つの場合が考へられます。即ち

1. 連続通電の場合
2. 開閉動作を繰返へす場合

(1)は接觸部分に連続に通電して其の温度上昇を一定値以下に制限し、其の場合の通電最大電流を以て定格電流とするもので、上述の弊社の定格値は此の方法により連続最大 12 時間として決定したものであります。處が火力発電所補助電動機用の様に數十時間連続使用するものでは此の定格値は引下げられなければなりません。普通上記の値の約 80 % を以て此の場合の定格として居ります。

(2)の場合は使用状態が多種多様で一率に定格を定める事は出来ません。要は接觸片の損耗の程度によつて決定すべきものであつて、接觸片の温度上昇は第二義的のものとなります。例へばスチール・ミルのテーブル揚卸等の様に非常に頻繁な開閉動作を繰返すものは接觸片の損耗が甚だしく、従て定格電流は可成りの程度迄減少せねばなりません。之に反して例へば発電所内天井起重機の様に極く稀に使用するものでは、上表の値よりも寧ろ定格を引上げ得るのが通例であります。要するに使用状態に應じて適當な容量の制御器を選択すべきであつて、一率に電動機の全負荷電流のみを目標にとるのは危険であります。



第2圖 カムの構造説明圖

カムの構造

カムは一般にマイカルタ製を標準として居りますが、特別な場合には金属製を用ひます。マイカルタは硬質の布入製で、特殊の工作方法により所要の格好に打抜いたもので、磨耗が非常に少く、殆んど點檢、修理を要しません。金属製のものは鑄鐵で作られ、マイカルタ製に劣らぬ性能を有して居りますが、此の場合には回轉軸を絶縁する必要がありま。

金属製カムは第2圖に示す様な構造であつて、(ア)なるカム部分と(イ)なるカム支持板とから成り、此の兩者を(ウ)なる4本のボルトで締付ける様になつて居ります。カム支持板は(エ)なる絶縁物を介して(オ)なる回轉軸に取付られます。カムの内周及びカム支持板の外周には圖に示す様に多數の同じ大きさ、同じ間隔の半圓形の孔が設けられて居ります。今 n_1 をカム(ア)に設けた孔の數とし、 n_2 をカム支持板(イ)に設けた孔の數とします。而して n_1 は制御器のノッチ數より大きくて且つ最もノッチ數に近い4の倍數とします。(ボルトの數が三本であれば3の倍數でよろしい)又 $n_2 = n_1 - 4$ とします。而して(ア)なる多數の同一形状のカムを製作し、之をカム支持板に對して $2\pi/n_1$ だけ變位した位置に順次取付けば、一ノッチ毎の回轉角度は $2\pi/n_1$ となります。

此の様にすると回轉軸(オ)に對して一々異形のカムを作る必要がなく、同一のカムで何れのノッチにも使用が可能であり、又カムを取替へることなしに任意のノッチに移動せしめることが容易であります。此點が金属製カムの特徴の第一であります。

今一つの特徴はカム位置の微細な調整が出来る事でありま。即ちカム(ア)を稍移動してボルト(ウ)をして a より b に移したとすれば、カムは

$$\frac{2\pi}{n_2} - \frac{2\pi}{n_1} = \frac{8\pi}{n_1 n_2} \quad (n_2 = n_1 - 4)$$

即ち $8\pi/n_1 n_2$ 角度だけ移動します。更に c に移せば $2 \times 8\pi/n_1 n_2$ 角度だけ移動します。一般に調整範囲は

$$\frac{8\pi}{n_1 n_2} \times a$$

$$a = \frac{n_2}{4} \text{ で正又は負の整数}$$

今實際の例をとれば、30ノッチの制御器で、 $n_1 = 32$ 、 $n_2 = 28$ とすれば、ノッチの角度は $360/32 = 11.25^\circ$ となり可調整の最小角度は

$$\frac{8 \times 180}{32 \times 28} = 1.6^\circ$$

となります。此の様にして微細なカムの作動位置の調整を容易に行ふことが出来るのであります。

點檢及び調整

カム型制御器は上述の様に頑丈な構造で、信頼度の高いものでありますから、他の制御器に比べて點檢も少くて済みます。但し時々凡ての部分に正しく取付けてあるかどうかを、又磨耗部分が取換時期に達して居ないかどうかを點檢し、殊に接觸器部分の取付が緩んで居ないか、接觸作用が正しく行はれて居るか、又接觸片の取付が正當かどうかを注意せねばなりません。

接觸片が磨耗して來れば、其の特徴たる回轉接觸作用は漸次減退し、遂には全く回轉接觸を失ふ様になります。こう云ふ程度迄接觸片を使用すると過電流の場合に接觸部が熔接する恐れがありますから、接觸片は回轉作用が失はれない程度で取替へることが必要であります。新しい接觸片と取替へた

C型カム型制御器一覽表

型 名	定格電流	定格電壓	操 作	可 逆	接 觸 器 數	ノツチ數	構 造	參 照 圖	用 途
C-2	250	1000	手動式	非可逆	12	13	豎型乾式	第 3・4 圖	起 動、制 御
C-102	250	1000	同 上	同 上	12	13	横置油入式	第 5・6・7・8 圖	同 上
C-104	500	1000	同 上	同 上	12	13	同 上	同 上	同 上
C-112	250	600(一次) 1000(二次)	同 上	可 逆	13	10	同 上	第 9 圖	制 御
C-201-10	125	1000	電動式	非可逆	10	10	豎型乾式	第 10 圖	遠 方 起 動
C-201-13	125	1000	同 上	同 上	14	13	同 上		遠方起動及制御
C-201-23	125	1000	同 上	同 上	24	23	同 上		同 上
C-202-13	250	1000	同 上	同 上	14	13	同 上	第 11・12 圖	同 上
C-202-23	250	1000	同 上	同 上	24	23	同 上	第 13 圖	同 上
C-202-30	250	1000	同 上	同 上	31	30	同 上		同 上
C-204-13	500	1000	同 上	同 上	14	13	同 上		同 上
C-204-23	500	1000	同 上	同 上	24	23	同 上		同 上
C-204-30	500	1000	同 上	同 上	31	30	同 上		同 上
C-304	500	1000	同 上	同 上	14	13	横置油入式	第 14・15 圖	同 上
C-312	250	600(一次) 1000(二次)	同 上	可 逆	13	10	同 上	第 16 圖	遠 方 制 御

場合には第 1 圖に示した様な回轉作用を行ふ様に取付、調整せねばなりません。又接觸片は其の幅の全長に亘つて正しく線接觸になる様に調整することが必要であつて、若し點接觸のまゝに放任すれば著しくその壽命を縮めます。

可動接觸片は第 1 圖に示す様に取付部分を波形として調整に便ならしめて居ります。之は一度調整して置けば其後は新品と取替へる場合でも調整する必要が先づありません。

C型カム型制御器

上表は C 型カム型制御器の標準表であつて、何れも前述の標準カム接觸器數組を配列、組立てたものであります。以下各種につき説明することゝ致します。

C-2 型制御器

最も多く製作されて居る代表的カム型制御器であつて、既に數百台の製作経験を有し、用途も廣く、一般工場に使用されて居ります。捲線型誘導電動

機の二次側に挿入し起動及び速度制御に用ひられます。但し一次側接觸部はありませんから、別に一次閉路用油入遮斷器を要する事は勿論であります。

C-102 型制御器

此型は C-2 型を油入横置としたものであつて、製鐵、紡績等の様に塵埃の多い所、油田用の様に火花の發生を防ぎ耐爆型とする必要のある處等に使用せられます。圖に明かな様に、胴体自身がヒンヂ式になつて居て油タンクから引揚げることが出来る様な構造でありますから、點檢及修理に便利であります。

C-104 型制御器

C-102 型と同様の構造で、而も 500A 連續のものであり、此種制御器としては現在最大容量のものであります。

C-112 型制御器

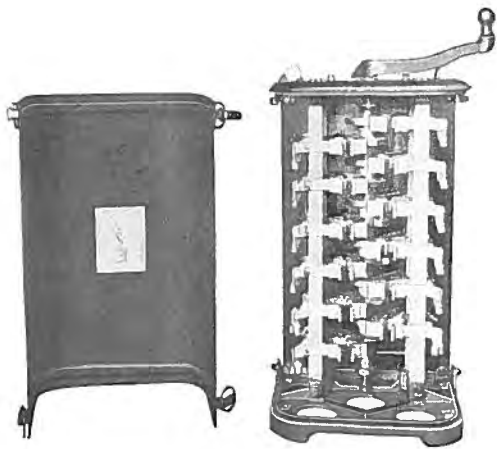
C-102 型制御器に吹消線輪を取付け可逆式としたもので、誘導電動機的一次側切換が可能であります。但し構造上高壓には不向きであつて、600 V 以上の低壓電動機にのみ使用されます。

此型の制御器は主として油田掘鑿及び採油用として最適のもので、既に日本石油會社、北樺太等の油田に盛んに活躍して居ります。

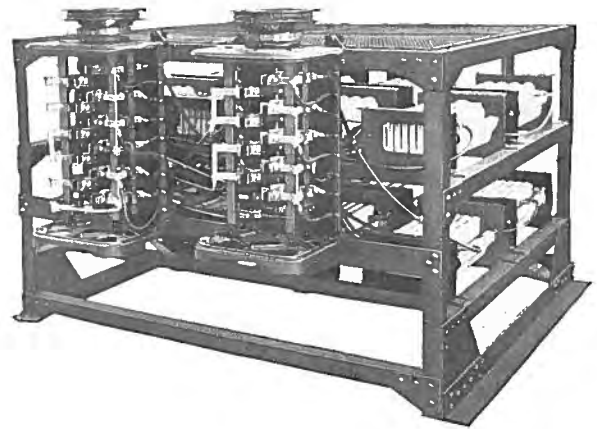
C-201 型乃至 C-204 型制御器

弊社獨得のものであつて、何れも電動操作式、遠方制御可能のものであります。操作電動機及び電磁制御器を自藏して居ります。尙制御器の上部には各ノツチで正確な位置に止めるためのノツチング・ドラム、操作電動機用制限開閉器、補助開閉器、手動用把手、手動電動切換用クラッチ等一切が具備されて居ります。之等の内 C-201-10 型のみは電磁制動機を有せず起動専用のもので別に特筆すべきものではありませんが、C-201-13 型乃至 C-204-30 型までは速度制御器として最適のものであつて、其の用途の殆んど全部が火力發電所補機用であり、誘引及強壓通風機、一次空氣送風機、微粉送風機、微粉機、給水ポンプ等の速度制御用として缺く可らざるものであります。

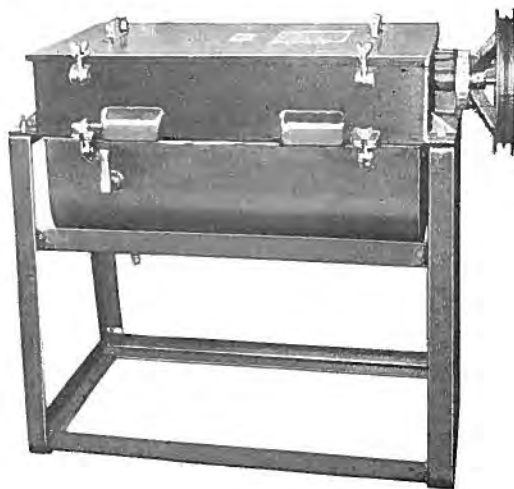
速度制御段數は標準として 13 及び 23



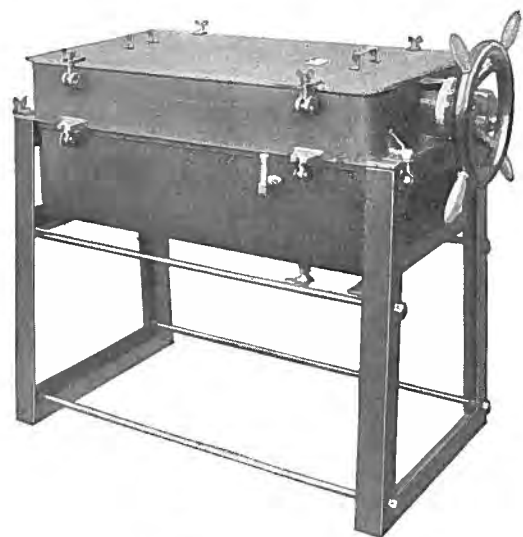
第3圖 C-2型制御器



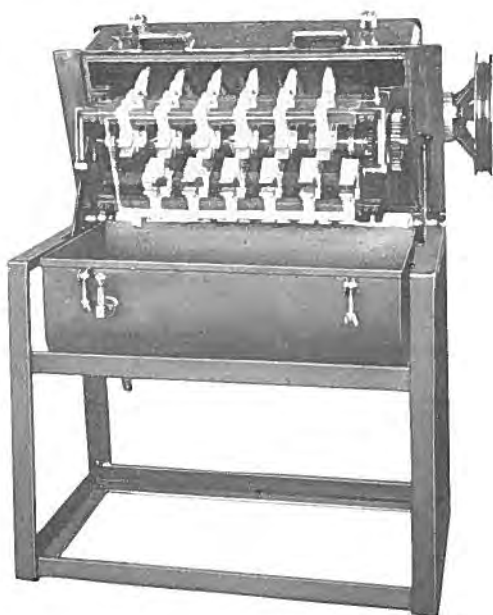
第4圖 油田に使用したC-2型制御器



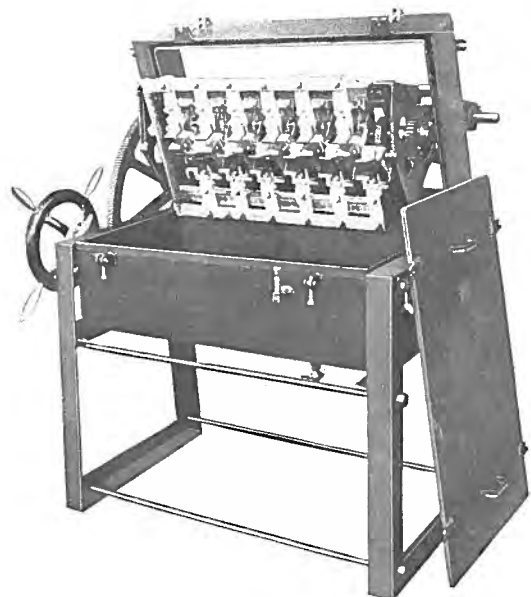
第5圖 C-102型制御器



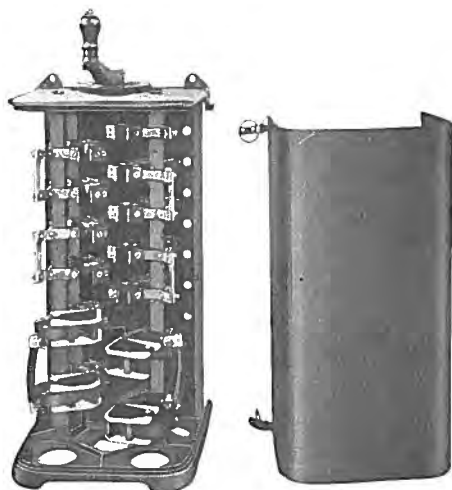
第6圖 C-102, 104型制御器



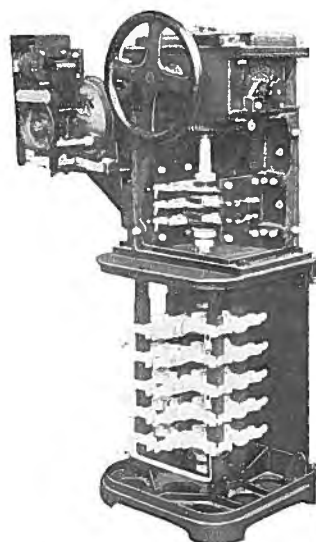
第7圖 C-102型制御器



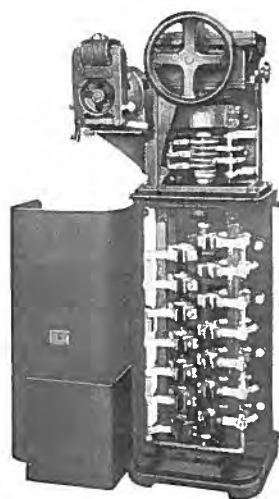
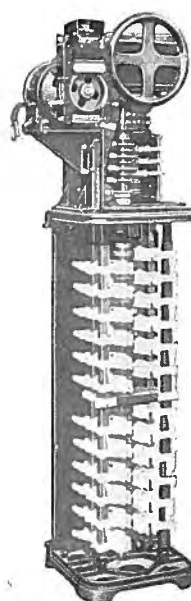
第8圖 C-102, 104型制御器



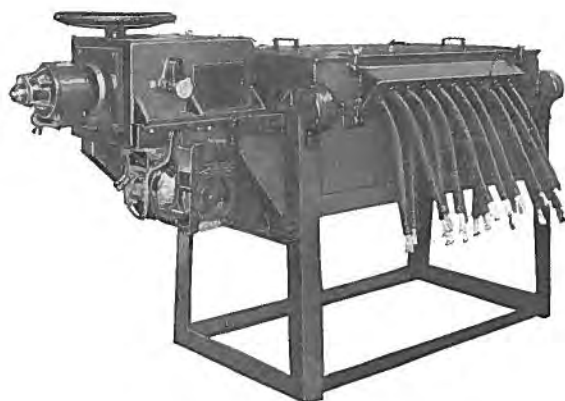
第9圖 C-112型制御器



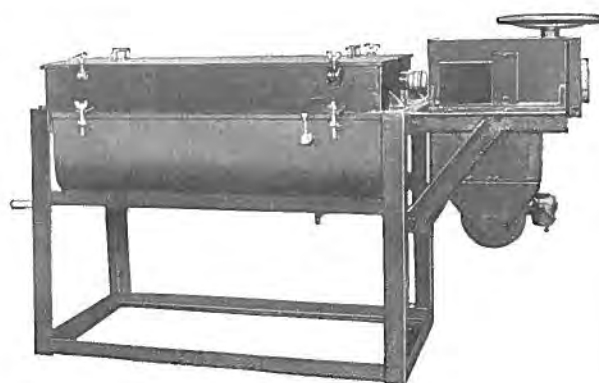
第10圖 C-201-10型起動器

第11圖
C-202-13型制御器第12圖
C-202-13型制御器

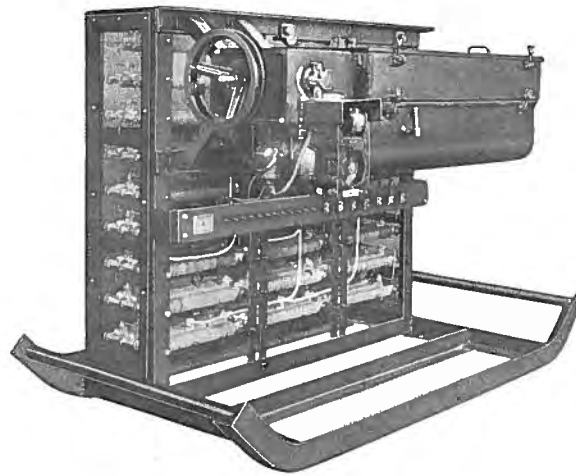
第13圖 C-202-23型制御器



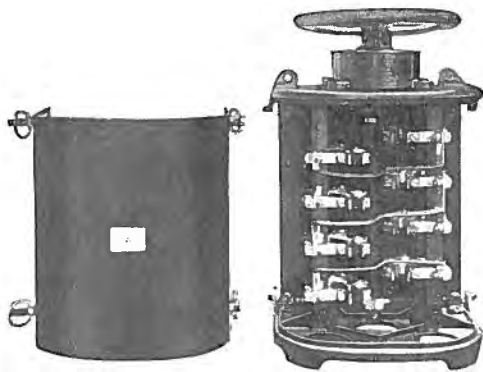
第14圖 C-304型制御器



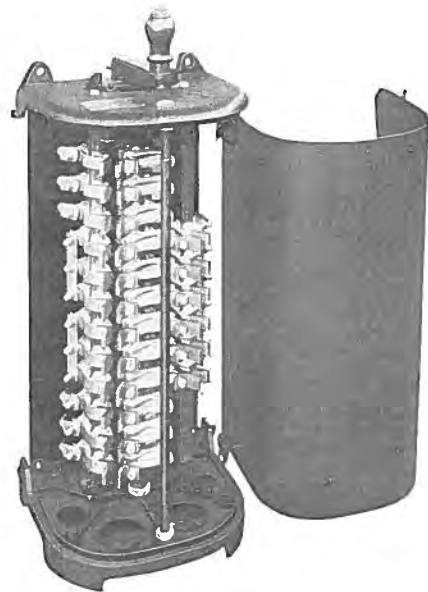
第15圖 C-304型制御器



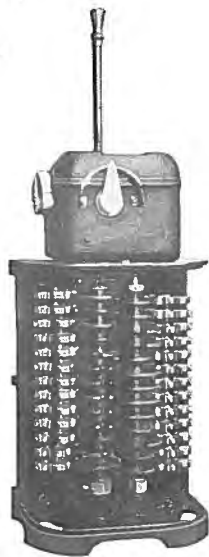
第 16 圖 C-312型制御器



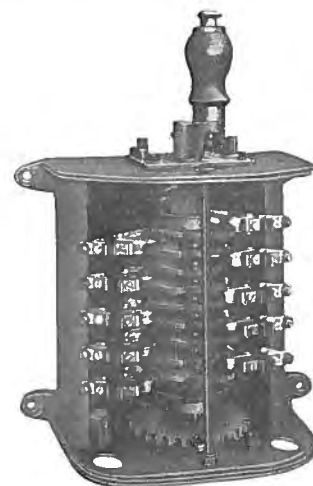
第 17 圖 CP型極數變換開閉器



第 18 圖 CP型極數變換開閉器



第 19 圖 CH型主幹制御器



第 20 圖 CH型主幹制御器

段の両様があり、速度制御範囲が少く（大体30%以下）微細な調整が不要のものは13段を、制御範囲が廣く（50%程度）細かい調整を要するものは23段を推奨します。C-202-30型及びC-204-30型は制御段数が30段であつて特に顧客の御要求によつて製作したものであります。自動燃焼装置とインターロックする場合好適のものであります。此型は圖に示す様に外形寸法も膨大なものであり、従て中央回轉軸及び前面カバー等は特にその機械的強度に就いて考慮を拂つて居ります。第13圖は最近西部共同火力の御註文によつて製作したもので、ベーレー式自動燃焼装置とインターロックするため特に考慮したものであります。差動齒車装置の原理を應用し、自動燃焼装置から時々刻々要求されるインパルス的大小に應じ、正確且つ敏活に速度制御の使命を果すものであつて、從來各社で試みられたドラム型の不安を一掃したものであります。

尙上記火力發電所用制御器は自動燃焼装置と關聯して使用する特殊型の外に、特に御要求により次の様な變つた型のものも製作します。即ち

- 1 操作電動機運轉用押釦を押し續けて居ても、別に設置してある限

時繼電器及び補助繼電器を利用し尙ノツチング・ドラムを一部變更することによつて各ノツチ毎に一定の時間を有せしめることが出来ます。此の方法は速度制御の亂調を防止するもので、自動燃焼装置に關聯して有効適切なものであります。

2. 弊社セルシン型發電機を制御器軸に取付け、操作盤上にセルシン型指示機を設置し、此處で制御器のノツチを正確に讀むことの出来るものであります。

C-304-13型制御器

前記C-104型に操作電動機を取付け遠方操作式としたもので、大容量の誘導電動機、例へば同期調相機起動用電動機の起動器として使用せられます。ノツチ数は必ずしも13を固執せず之を8ノツチに減少して、二次抵抗の平衡短絡方式を採用することがあります。此の場合は別に電流繼電器を併用して、起動過程中的電流が或る程度以下でなければ次のノツチに進むことが出来ない様な構造になつて居ります。

C-312型制御器

前記のC-112型に操作電動機を取付け遠方制御式としたもので、専ら油

田掘鑿モートル用として使用せられます。

以上でC型制御器標準型の大体の説明を述べたのでありますが、其他各種用途に應じ、變形型も多數製作して居りますが、之等に就ては茲には説明を省略します。

次にカム型接觸器を使用した弊社標準器具としては以上述べたC型制御器の外に次の二種類のものがあります。

CP型極數變換開閉器

CP型極數變換開閉器は誘導電動機の手動式極數變換器として使用するもので、容量は50、125、250及び500Aの4種類があり、速度段數及び電動機捲線方式によつて色々の型のものがあります。

CH型主幹制御器

クレーン、ホイスト等に於て電磁制御方式を採用した場合の主幹制御器となるもので、操作の結線方式によつて多種多様にあります。換言すればカムの變更のみによつて多種多様の結線方式のものが製作されて居り、茲にカム型の特徴を遺憾なく發揮して居る譯であります。容量は50A一種類であります。尙上記二種のものについては後日詳細に説明を試みることに致します。

発電所機器保護継電方式の合理化 (二)

配電盤設計係

小川 信一

概 説

母線式接続をなす発電所機器に対する保護継電方式に就ては本誌第十二巻第二號に於て詳述しましたから、本章に於てはユ=ツト式接続の発電所機器に対する地絡故障保護方式に關して考究することと致します。

ユ=ツト式系統の場合には地絡故障電流は第 11 圖 A. B. C に示す様に發電機中性點から變壓器一次側捲線に到る範圍に制限せられて、並列機器又は二次側系統には電磁的には何等の影響を及ぼしません。而して此の場合の地絡故障電流は、故障點電壓 E_g と故障點から見た各相インピーダンス Z_1, Z_2, Z_0 の和によつて決定せられ

$$I_g = \frac{3E_g}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

の關係をもつのでありますが、普通數十オーム程度以上の接地抵抗の場合は $Z_1 + Z_2 + Z_0 = 3R_g$ として大差ないので

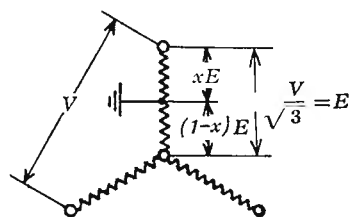
あります。又故障點電壓 E_g の値は發電機内部故障の場合は第 12 圖に示す様に發電機一相の電壓を E とし、一相の捲線全長を 1.00、線絡側端子から故障點迄の捲線長を x (小數) とすれば $E_g = (1-x)E$ であります。

變壓器の場合の故障電壓は其の接続が星形の場合は發電機と同様であります、三角接続の場合には第 13 圖に示す様に

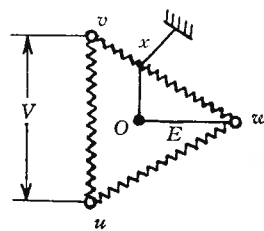
$$E_g = \frac{0x}{\pi w} V = \frac{0x}{0\pi w} E$$

であつて、其の最大値は E であり、最小値は $E/2$ であります。

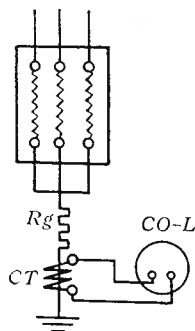
以上の結果からして地絡故障電流 I_g は一定の R_g に對して E_g に比例するのであつて、而も此の電流は全部中性點接地回路を通過するのでありますから、第 14 圖に示す様に此の回路に變流器を挿入して、此の二次回路に地絡検出繼電器 CO-L 型を接続して置けば、發電機端子電壓で直接充電せら



第 12 圖



第 13 圖

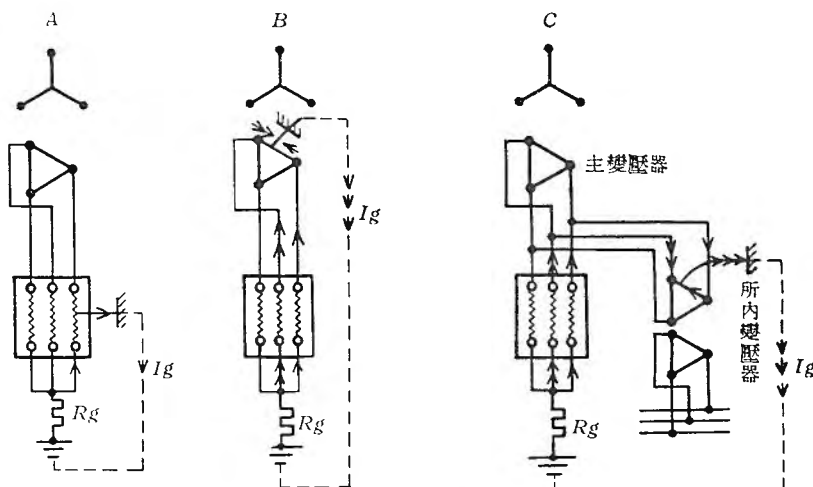


第 14 圖

れるあらゆる點の地絡故障を検出することが出来ます。

中性點接地抵抗

上述の様に地絡故障電流は一定の故障電壓 E_g に對して R_g に反比例するのでありますから、故障點の焼損程度が I_g^2 に比例すると假定すれば、 R_g^2 に反比例して損害が増大すると云ふ事が出来ますから、中性點接地抵抗値は故障検出に差支へない限り大きいことが望ましいのであります。所が故障検



第 11 圖

出に必要な地絡電流の最小限度は結局
繼電器 $CO-L$ の感度によつて決定せら
れるのであつて、標準型小勢力繼電器
 $CO-L$ の最小動作電流は $0.5A$ であり
ますから、變流比 5 對 5 の變流器と組
合せますと、地絡故障検出に必要な最
小地絡電流は $0.5A$ となります。

然るに發電機内部地絡故障の場合に
は、故障點が中性點に接近するに従つて
 $E_g = (1-x)E$ の値は限りなく零に接
近しますから、此の様な場合には故障
検出が困難になりますが、弊社從來の
経験から、中性點非接地式發電機の場合
であつても、 $x=0.8$ 以上の故障例
は皆無であります。それは捲線故障の
原因が

1. 製作上の缺點、運搬中の損傷、
組立中の損傷
2. 運轉中の絶縁劣化、運轉中の電
氣的歪力
3. 異常電壓の侵入

等に基因するものとして、(1) は全捲
線に對し機會均等であるとしても、
(2) (3) が中性點に近接する 20 % 程
度の範圍に於て輕微であるためである
と考へられます。(3) の原因に對して
は近時種々なる研究が加へられて居り
未だ定説がありませんが、事實は上述
の様に中性點近接範圍の地絡故障例が
ないのであります。

以上の理由により、弊社は $x < 0.9$ の
範圍の地絡故障を検出すれば實際上充
分であると考へ、之を 90% 保護率と稱
して居ります。かく考へますと

$$I_g = \frac{0.1E}{R_g} \quad \text{又は} \quad R_g = \frac{0.1E}{I_g}$$

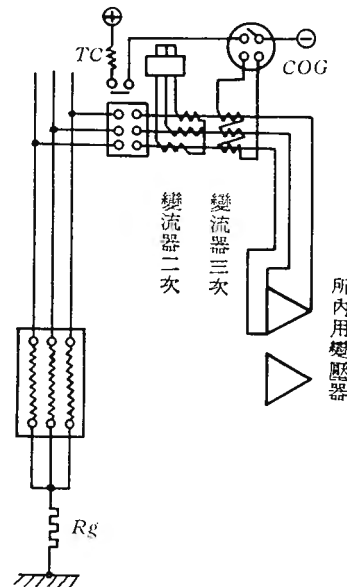
となり、 R_g の値は $I_g = 0.5A$ に對し
て第 4 表の様になります。

弊社は本表をユニツト式接續發電所
中性點接地抵抗値第一種標準として居
ります。

發電端子電壓系統から所内動力を供
給する方式が採用せられる發電所に於
ては、所内變壓器一次側の故障に於て
は主回路を遮斷する必要なく、單に所
内變壓器回路のみを遮斷すれば差支へ
ないのでありますから第 15 圖に示す
様に此の回路に地絡故障検出用繼電器
を設けて選出遮斷を行はしめ主機の停
電を防止する様にします。所内變壓器
は其の一次側は一般に三角形に接續せ
られるのが普通でありますから、地絡
故障電壓の最小値は $E/2$ であります。

超小勢力電流繼電器 $CO-G$ 型の最
小動作電流は $0.5A$ であつて、第 15 圖
に示す様に變流器第三次捲線に接續し
て使用すると、普通の場合繼電器動作
に要する最低一次電流は $10A$ 内外で
あつて、0.5 秒以内に繼電器を確實に
動作せしめるのに必要な最低一次電流
は $50A$ 程度であります。此の見地か
ら中性點接地抵抗値を決定すると第 5
表の通りになります。弊社は本表の抵
抗値をユニツト式發電所中性點接地抵
抗値第二種標準として居ります。

此の第二種標準による場合は $CO-L$
繼電器の時限調整を 1 秒程度とし、誤
動作を防止するか若くは $CO-G$ 繼電



第 15 圖

器と $CO-L$ 繼電器を相互にインター
ロックして所内變壓器の故障の際、主
回路遮斷器の開放を防止します。

靜電誘導

既に述べた様に、故障損害制限の見
地からすれば、中性點接地抵抗の値は
成るべく大きいことが望ましいのであ
りますが、此の抵抗値が餘りに大に過
ぎる時は、變壓器二次側（送電線側）
の地絡故障に際して一次側系統に高い
誘導電壓を發生して各部の絶縁を害す
る事ともなり、又夫程でなくても、中
性點接地回路の繼電器を誤動作せしめ
る懸念があります。

變壓器二次側に地絡故障を生じた場
合、一次系統に誘導電壓を生ずる電氣
回路は第 16 圖の通りであつて

$$E = \text{變壓器一次側零相電壓}$$

端子電壓	第一種標準		E
	R_g 最大標準	R_g 標準	
3300	380	300	1900
6600	760	600	3800
11000	1250	1000	6300

第 4 表

端子電壓	第二種標準		E
	抵抗 最大標準	抵抗 標準	
11000	38	30	1900
6500	76	60	3800
3300	125	100	6300

第 5 表

$C_{T(12)}$ = 變壓器一次二次間靜電容量

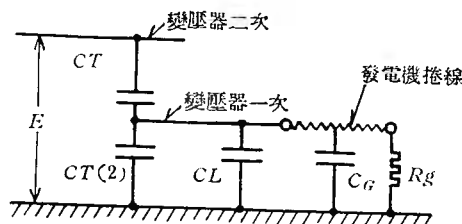
$C_{T(2)}$ = 變壓器一次對地間靜電容量

C_L = 導線靜電容量

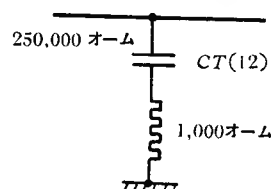
C_G = 發電機靜電容量

R_g の各種の値に對して中性點電位は計算によつても容易に求められるのでありますが、實測の結果からしても1000オーム程度の抵抗値では何等懸念の必要はありません。假令 $C_{T(2)}$, C_L 及び C_G を零と見れば第16圖は第17圖の様になります。從て之より誘導電壓の程度を簡単に豫定する事が出来ます。

變壓器の二次捲線と一次捲線間の靜



第16圖



第17圖

電容量 $C_{T(12)}$ は、變壓器の設計容量により廣範圍に變化しますが、先づ $0.01\mu F$ を超過する事はありません。 $0.01\mu F$ は60サイクルに於て約250,000オームでありますから、中性點電位及び中性點の誘導電流は第6表の様になり、絶縁を害する懸念のないことは勿

論、繼電器が誤動作する心配は全然ありません。

中性點誘導電壓及電流		
二次電壓kV	誘導電壓	誘導電流
33	77	0.677
66	154	0.154
154	360	0.36

第6表

九州水力電氣會社御注文 5,000 kVA カプラン水車發電機に就て

交流機設計係

楠 瀬 康 雄

近時盛んに計畫されるカプラン型水車發電機の一機として弊社が製作した頭書發電機は、大型カプラン水車發電機としては本邦に初めてデビューしたもので、一般の注視の的となつて居るものであります。

元來、カプラン水車發電機の最も特異とする點は主として水車であつて、所謂プロペラ型の水車を改良し、且つ其の羽根の角度を變化し得る様にしたもので、カプラン博士の特許なるものはその羽根の長さやピッチの關係及び羽根の面積とガイドベーンの導入面積との間に一定關係をつけたものであつて、其後種々の實驗及經驗によつて附け加へられた種々の工夫により今日の

成果を來したものであります。乃ち

1. 負荷の變化によつて水車能率の餘り低下せぬこと。即ち輕負荷で他の水車より逆に能率のよいこと。
2. 落差の變化によつて能率の餘り變らぬこと。即ち出力の變化の少いこと。
3. 從來のプロペラ型水車に比較してキャビテーションの少いこと。相當高いスパン・スピードを採用し、落差も現在では30米位まで利用することが出来ること。
4. 第2項と關連して、低落差に於ても高落差の場合と同様の水量を

とり得ること。即ち水路の中途に設置して上水位の變化に拘らず一定の水を流し得ること。

5. 第1項と關聯して、高能率運轉を行ふ場合に水車發電機の台數を増加する必要がなく、從て運轉費を節減することが出来ること。
6. 大型水車では、ランナーを輸送する場合に、普通のフランス型では之を二つ割とすることは不便であります。カプラン型では羽根とボスを分解して小さい寸法及び重量として送ることが出来ること。

等の重要な特徴をもつて居ります。從て本水車に直結される發電機も普通



第 1 圖 九州水力電気株式会社三芳発電所全景

のものとは異り、

1. 発電機の外径は（詳しく云へば固定子鉄心の内径は）一般に大であります。換言すれば直径の大きな、鉄心長の短い設計であります。之は組立てたカプラン水車ランナー及び水車部分の直径の大きなも

のを、必ず発電機を通して上部に引上げ又は下げる関係、及び他の水車に比べてフライ・ホキール・エフエクトの要求が大きいことによります。

2. 軸は全長中空であつて、此中にランナー・ベーンを動かすための

圧油を通する同心の 2 本の管を設置します。

3. 上部軸端には上記の圧油導入用弁装置を設置します。
4. 発電機軸の直下に水車ランナーのサーボ・モートルを置くため、発電機軸のフランジが著しく大きくなる場合が多いのであります。
5. 水車のハイドロリック・スラスト並に無拘束速度が著しく高く、何れも 100% 以上の過速度である関係上、発電機の設計、特に回転子の設計が著しく變つて居ります。

等の特異點を有して居ります。

以上を九州水力電気株式会社御注文 5,000 kVA 水車発電機に就て數字的に示して見ると大体次の通りであります

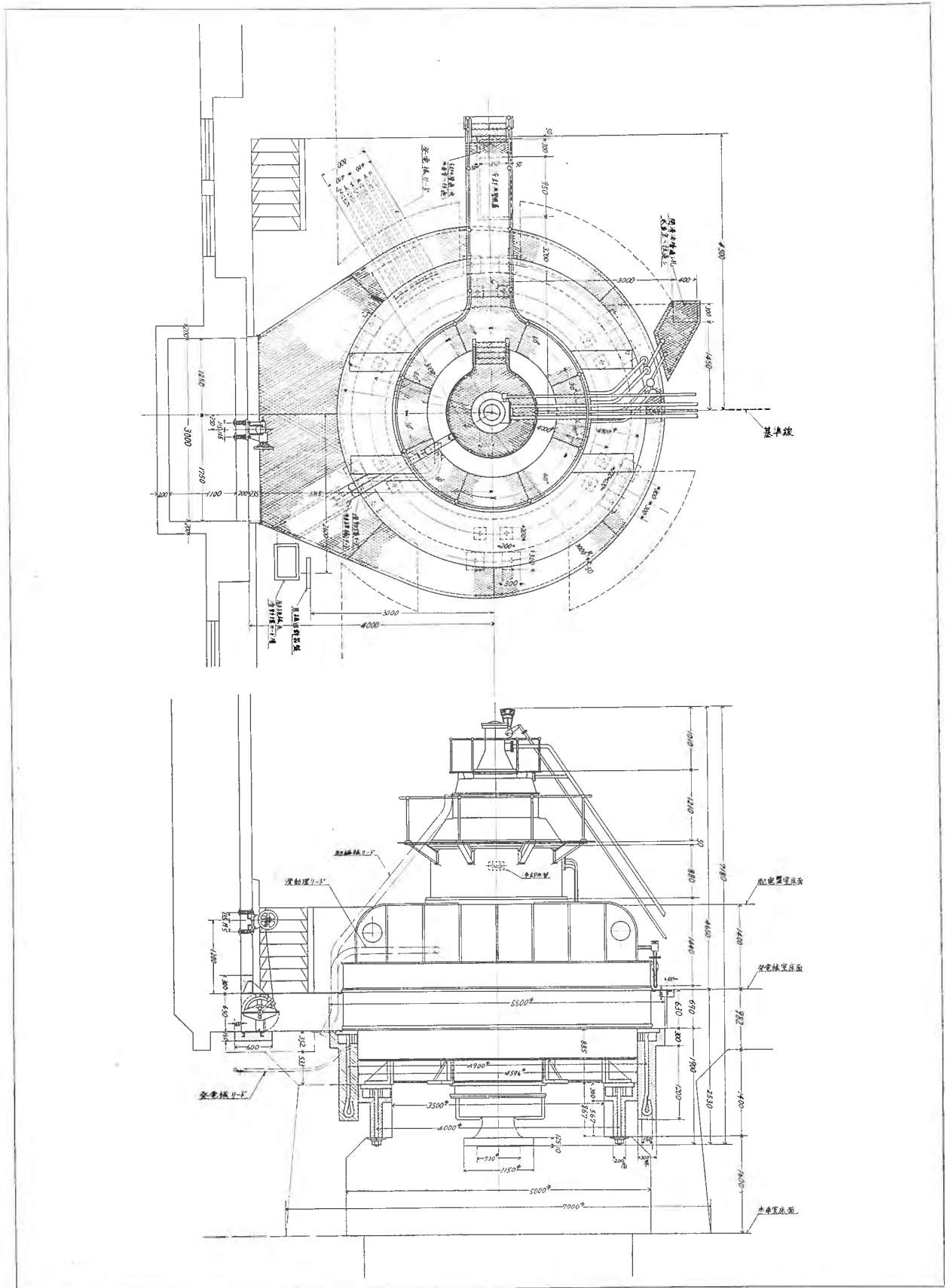
発電所名	三芳発電所
水車発電機台數	1 台
運轉方式	自動式



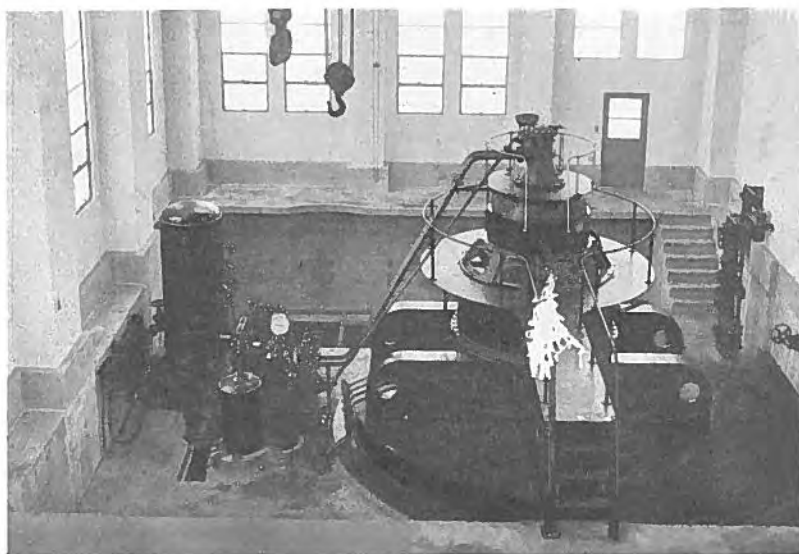
第 2 圖 発電機回転子及び上部ブラケットを示す



第 3 圖 カプラン水車ランナー



第4圖 發電機外形寸法圖



第5圖 発電機の上、特に壓油導入装置を示す

水車型式 堅軸カプラン型
 落差 12.5米
 (本発電所は落差の變化なく唯輕負荷に於ける高能率を目標としたものであります)

水量(最大) 47.3 立方米毎秒
 水車出力 7,020馬力(50~)
 6,940馬力(60~)

(本機は50-60サイクルの兩様の運轉を行ひます)

回轉數 166.7 r.p.m.(50~)
 200 r.p.m.(60~)

無拘束速度 447 r.p.m.

ハイドロリック スラスト 84噸

能率	最大	全	3/4	1/2
50~	90%	89%	90%	89.3%
60~	90%	88%	90%	88.3%

發電機 堅軸、カプラン水車直結
 出力 5,000 kVA(50-60~)
 電壓 11,500 V
 電流 252 A
 相 3 相
 周波數 50-60 サイクル
 速度 166.7/200 r.p.m.
 極 36 極

50-60 兩サイクル運轉

發電機接續を變更せずに星形三回路並列結線を兩サイクルに用ひます

勵磁機 75kW、220V

發電機フライホイール・エフェクト

GD²..... 292,000 珎每平方米

發電機通風方式 閉鎖通風式

軸受給油方式 直結ギヤー・ポンプによるセルフ・コンテンド式

發電機概要

固定子

枠は二つ割になつて居て、之を現場へ輸送した上で組立て頑丈なベースの上に据付ける様になつて居ります。

鐵心は高硅素鋼であつて、之を焼鈍して枯れを出来るだけ少くして居ります。

捲線は特にB種を選定して親發電所たる女子畑までの直接送電に對する萬全を期して居ります。

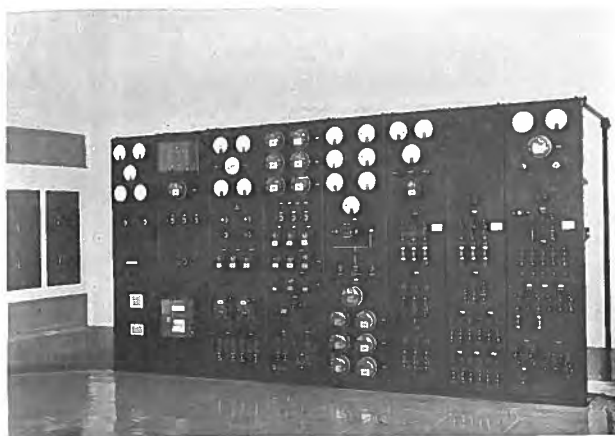
回轉子

鑄鋼製でリムとスポークは各々別個に設計され、リムは現場でスポークに焼嵌せられ、キー及びボルトで一体にされて居ります。

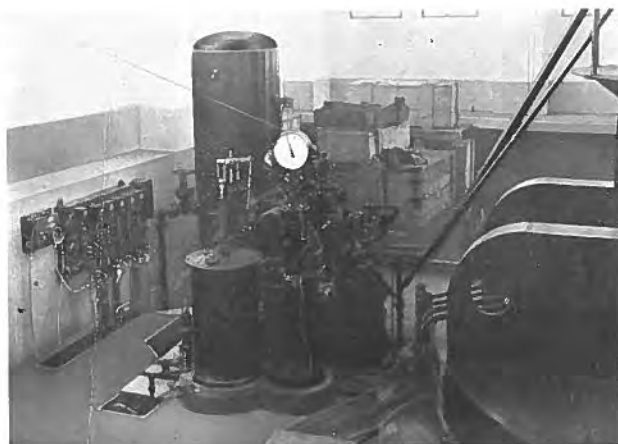
前述の様にカプラン水車發電機として無拘束速度が大なるため、磁極はリム上に作られたダブテール溝に適合するダブテール及びコッターを以て取付けられて居ることは高速度機の場合と同一であります。又磁極には弊社獨得の高速度型マンガンニースブロンズの制動捲線を裝備して居ります。



第6圖 水車コンクリート・ケーシング及ガイド・ベーンの一部を示す



第7圖 配電盤



第8圖 水車ガバナー、壓油槽及び壓油導入装置の一部を示す

軸は中空であつてその中に同心的に二つの壓油管を装置して居て、水車ランナーのサーボ・モートルを作動せしめる様になつて居ります。特に軸のフランジはサーボ・モートル圓筒に直接合せるため非常に大きなものであつて油管の取付フランジ、壓油のパッキング等を藏して居ります。

上部及び下部ブラケット

本機は特に組立、分解を容易にするため、上部ブラケットは起重機で吊り上げの際一種のトランオンとなり、ロートル、下部ブラケット及び水車部分

全部を同時に吊り上げて發電機の固定子を通して外部に出すことが出来る様になつて居ります。

壓油導入装置

發電機の頂部即ち勵磁機の直上にはランナー・サーボ・モートル用の壓油導入装置を裝備して居り、主軸の中心を通る2個の同心管は勵磁機の軸中を通つて此の壓油導入装置中に這入つて居ります。此の部分には管のベアリング、壓油のパッキング及び漏油の排出装置を裝備して居ります。導入装置からは2本の油管と1本の制御桿を出して

居り、いづれもガバナーのアクチュエーターへ導かれて居ります。導入装置の周圍には特に點檢用のプラットフォーム及び手摺を附して居ります。

基礎

發電機の全重量（但し下部ブラケットを除く）及び水車回轉部分並に不平衝水壓等は全部固定子枠の下面に埋設してある8個のベース・ブロックを通して基礎のアーチへかゝる様な設計であります。従て本設計ではアーチの厚さを殆んど床面からの厚さに等しくとり得ることとなるものであります。

昭和十二年六月卅日
昭和十二年七月一日
昭和十二年七月四日

印刷
内務省納本
發行

編輯兼
發行者
印刷者

明石市太寺三丁目三三四〇
鈴木 貢 一
大阪市東區北久太郎町一丁目一六
久 保 專 治

大阪市東區北久太郎町一丁目一六
サン製版印刷所

神戸市兵庫區和田崎町三丁目
三菱電機株式會社 神戸製作所

本誌	壹部=付 金貳拾錢
代價	郵 税 不 要

印刷所
發行所