

三菱電機

昭和十三年 第十四卷 第十號 十月

搬送電流による
送電線保護繼電裝置……………151
送油自冷式變壓器……………160
鐵道省神足變電所に就て……………161

三菱電機

第十四卷

昭和十三年十月

第十號

搬送電流による送電線保護繼電裝置

神戸製作所 門 頼 雄
本店研究課 林 千 博

緒 言

送電線の故障箇所を迅速に選擇して之を他の健全な回路から迅速に遮斷することは單に電力系統の安定度を増大するのみならず、故障の擴大を防止し、且故障の程度を輕減する上に極めて有効適切であります。搬送電流による送電線保護繼電裝置は此の目的に適するもので、送電線に數萬 サイクル の高周波電流を重疊し、送電線の兩端の高速度繼電器によつて此の高周波電流の斷續を制御し、兩端の電力の方向が不平衡となれば直ちに兩端の油入遮斷器を開放するものであります。本裝置の特徴とする所は保護區間の何れの部分の故障でも一様に迅速に之を選擇し得る事であります。

搬送電流による繼電裝置には常時搬送電流を送信及受信して居り、故障の場合搬送電流の送信を停止して信號する連續搬送式と常時は搬送電流の送信を停止して居るが故障の場合搬送電流を送信して信號する間歇搬送式との二種があります。最近當社で製作した搬送電流繼電裝置は單に一個の切替開閉器を切替ふることによつて上記何れの方式にでも使ひ分け出来る様になつて居ります。

搬送電流繼電裝置の一例

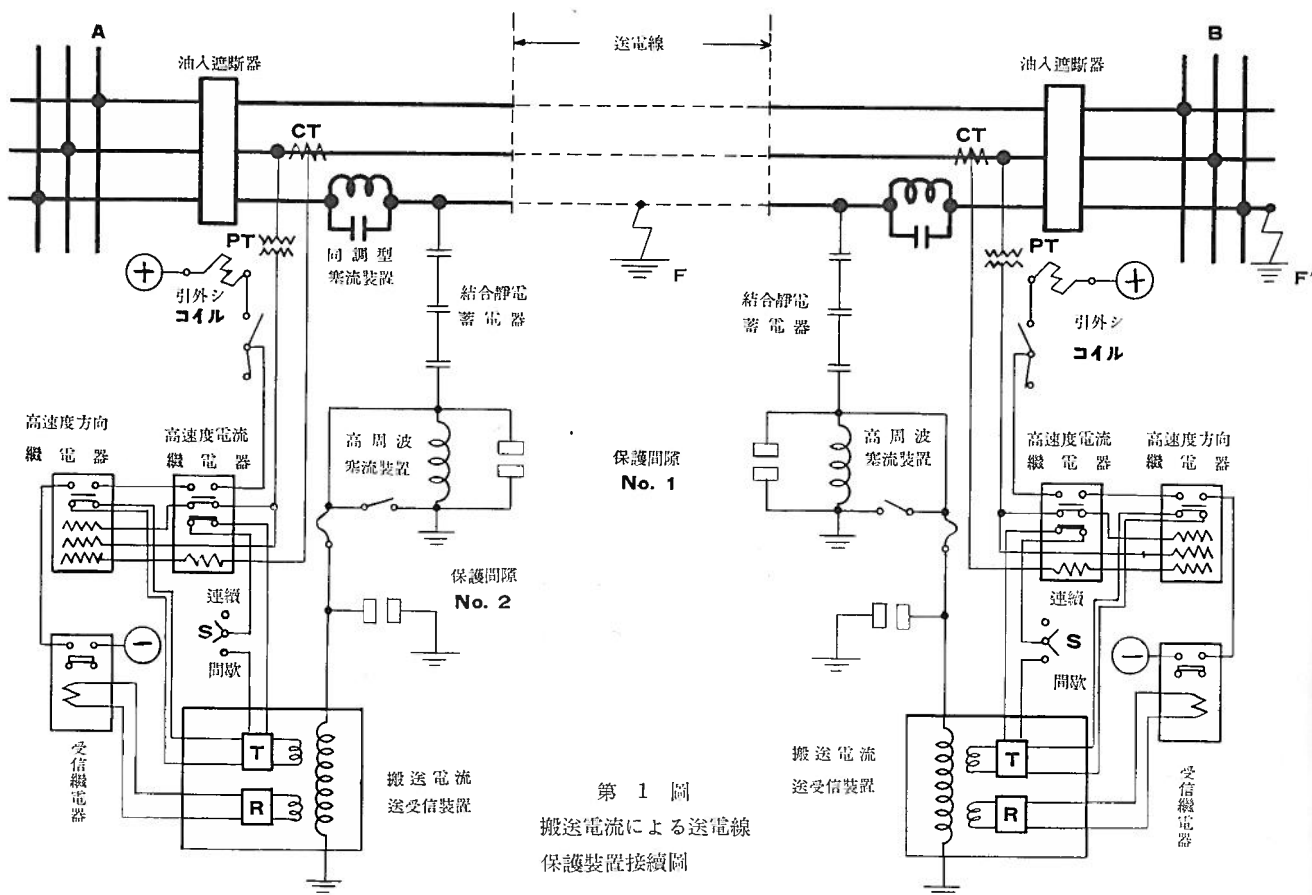
第1圖は當社が製作した搬送電流繼電裝置の概略の接続を示すもので送電線の一區間の兩端に設置する繼電器及器具の略圖を示して居ります。圖に於てA、Bは送電線の途中の變電所、開閉所等を示し、搬送電流繼電裝置は此の間を連絡する送電線を保護するに適するものであります。本裝置に於てA及Bに設置する繼電器及器具類

の主なものは次の通りであります。

- イ、高速度保護繼電器及補助繼電器
 - ロ、搬送電流送受信裝置
 - ハ、結合靜電蓄電器
 - ニ、同調型塞流裝置
 - ホ、搬送電流裝置用保護裝置
- 次に之等裝置の概略の説明を述べることに致します。

高速度保護繼電器

高速度保護繼電器としてはSC-3型電流繼電器とCHV型三相方向繼電器を備へて居ります。SC-3型電流繼電器は故障檢出用繼電器とも稱せられるもので、送電線に挿入せられた變流器の二次回路に接続せられ、送電線の電流が豫定値以上に増大すれば、迅速に動作して搬送電流裝置と高速度方向繼電器とを制御するものであります。本繼電器の主要部分は第2圖に示す様に呷子型の電磁要素と呷子の移動によつて開閉せられる四組の接觸子とから成つて居ります。動作電流の調整は呷子に附加する重錘の重さの變更と電流タップの變更とによつて得られ之等の關係は第3圖Aに其の詳細を示して居ります。同圖Bは本繼電器の動作時間と電流との關係を示し300%以上の電流では0.5サイクル以内で動作することを示して居ります。CHV型高速度方向繼電器は搬送電流の停止と油入遮斷器の引外し回路の開閉とを制御するもので三個の方向繼電器の要素を一つの函に納め、各繼電器の要素の回轉力を相加へて同一の可動接觸子軸を回轉する様に仕組まれて居ります。之等三個の方向繼電器の要素

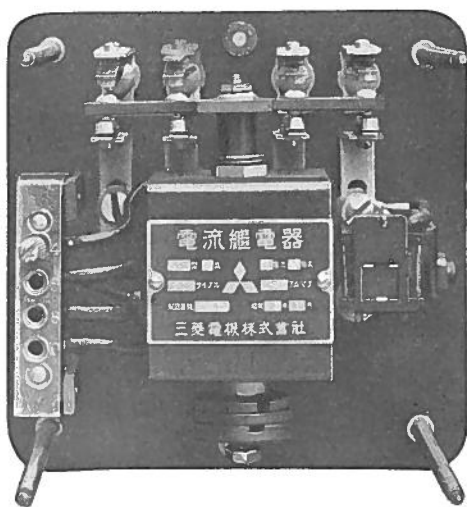


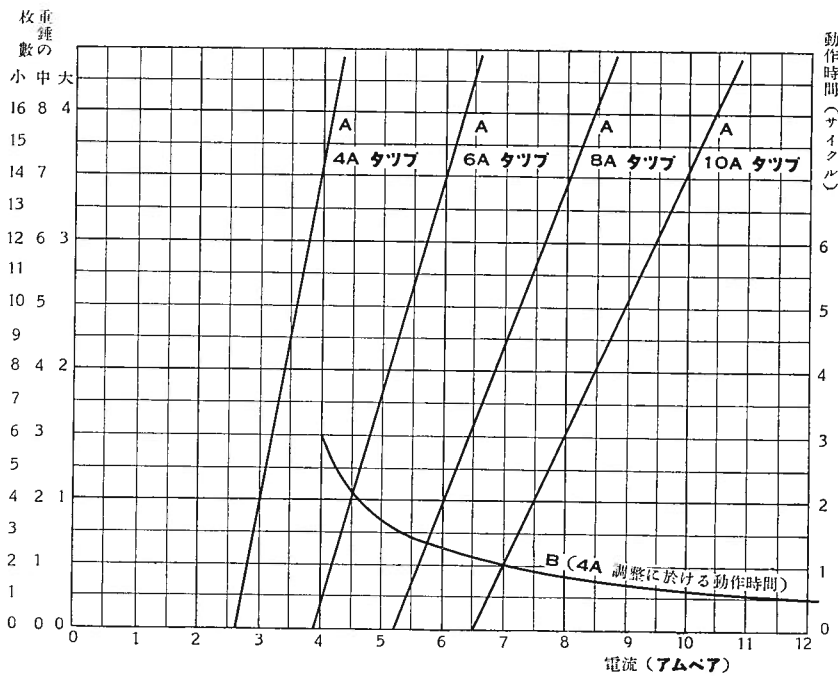
には夫々三相回路の電圧、電流を供給せられるから、結局本継電器は三相回路の電力の流れの方向に應じて接觸子を開閉するものであります。本継電器には上記三個の継電要素の外に回路の三相電圧によつて附勢せられる電圧偏向要素を備へ、其の回轉力は上記方向要素の回轉力に反抗する様に組合せてあります。従て本継電器は回路

の電圧が正規の値にあれば強い電圧偏向作用を受けて継電器の誤動作を防止するものであります。而して電圧偏向線輪による回轉力は三相回路の何れか一相の電圧が零となるか或は線輪の何れか一つの回路を開放すれば零となつて、継電器は迅速に電力の方向を選択することが出来るものであります。

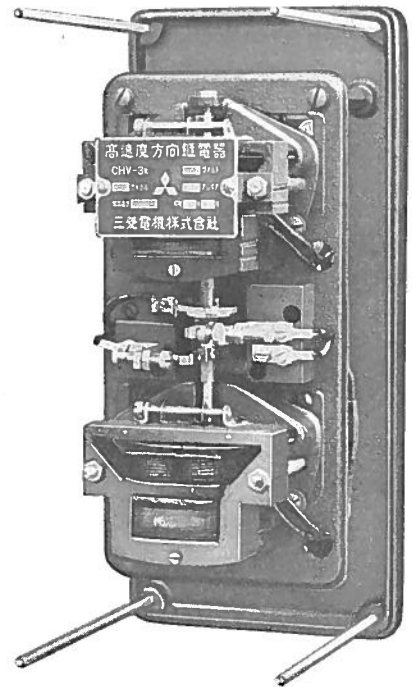
送電線の送電側に使用する本継電器は特に電圧偏向要素の回轉力を強くして居り、例へば電圧偏向要素に 110V を加へた場合の回轉力は他の三個の方向要素に 110V 4A を夫々加へた場合の回轉力と平衡する様になつて居り、受電側に使用する継電器は電圧偏向要素の回轉力を稍々弱くして居り、上記と同一状態に於ける電圧偏向要素の回轉力は各方向要素に 110V、2A を夫々加へた場合の回轉力と平衡する様になつて居ります。第 4 圖は本継電器の外観を示し、第 5 圖は之が動作特性の一例を示すものであります。

本継電器は常規使用状態に於て送電線の途中に短絡故障が起つた場合は 2-3 サイクル で故障の方向を選択する様に調整してあります。



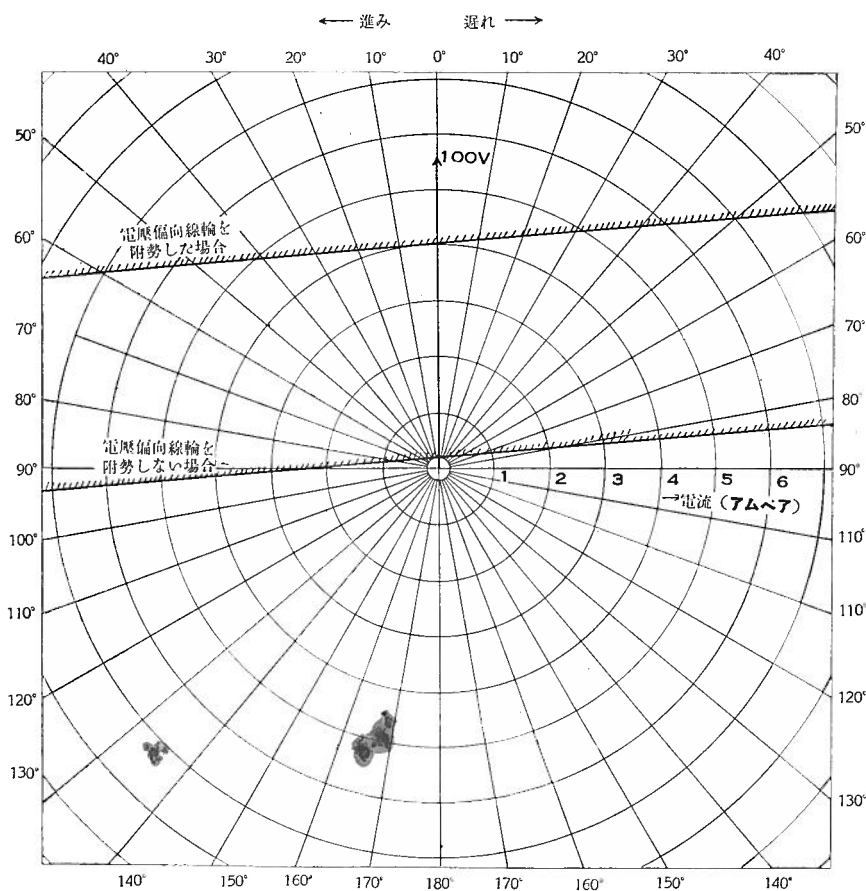


第3図 SC-3型過電流継電器動作特性
(A 重錘の数と動作電流との関係)
(B 動作時間と動作電流との関係)



第4図 CHV型高速度三相方向継電器

第5図 CHV-3型送電側方向継電器の動作特性曲線

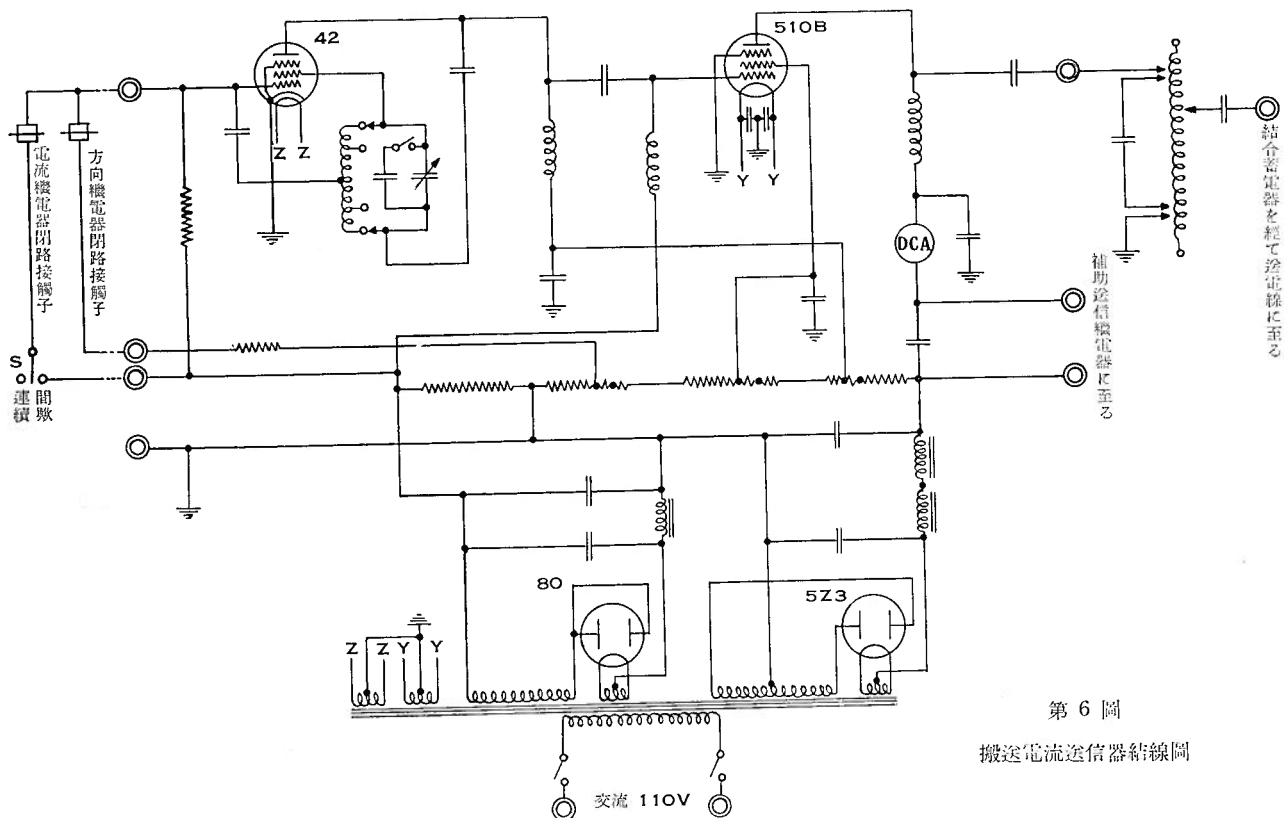


搬送電流送受信装置

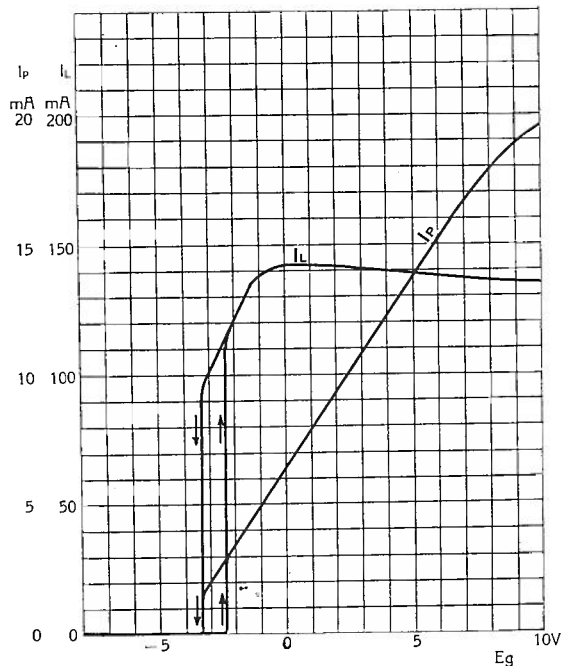
本装置は搬送電流送信器、受信器及び結合同調線輪より成つて居ります。

搬送電流送信器 (第6図)

本送信器は前記の電流継電器及び方向継電器の動作に應じて送電線に搬送電流を送出或は停止するものであります。その結線は第6図に示す様に五極管 UZ-42 を發信管とし、同じく五極管 UY-510 Bにより電力増幅を行つて居ります。即ち真空管 UZ-42 の陽極、陰極及び遮蔽格子はハートレー發振回路を作り、そのタンク回路のインダクタンス及び容量を變化せしめて發信周波数を 50 乃至 150 キロサイクルの間に連續的に變化せしめられます。實際に使用する周波数は送電線の搬送電流に對する減衰特性を調べて適當なものを選定すべきものであります。



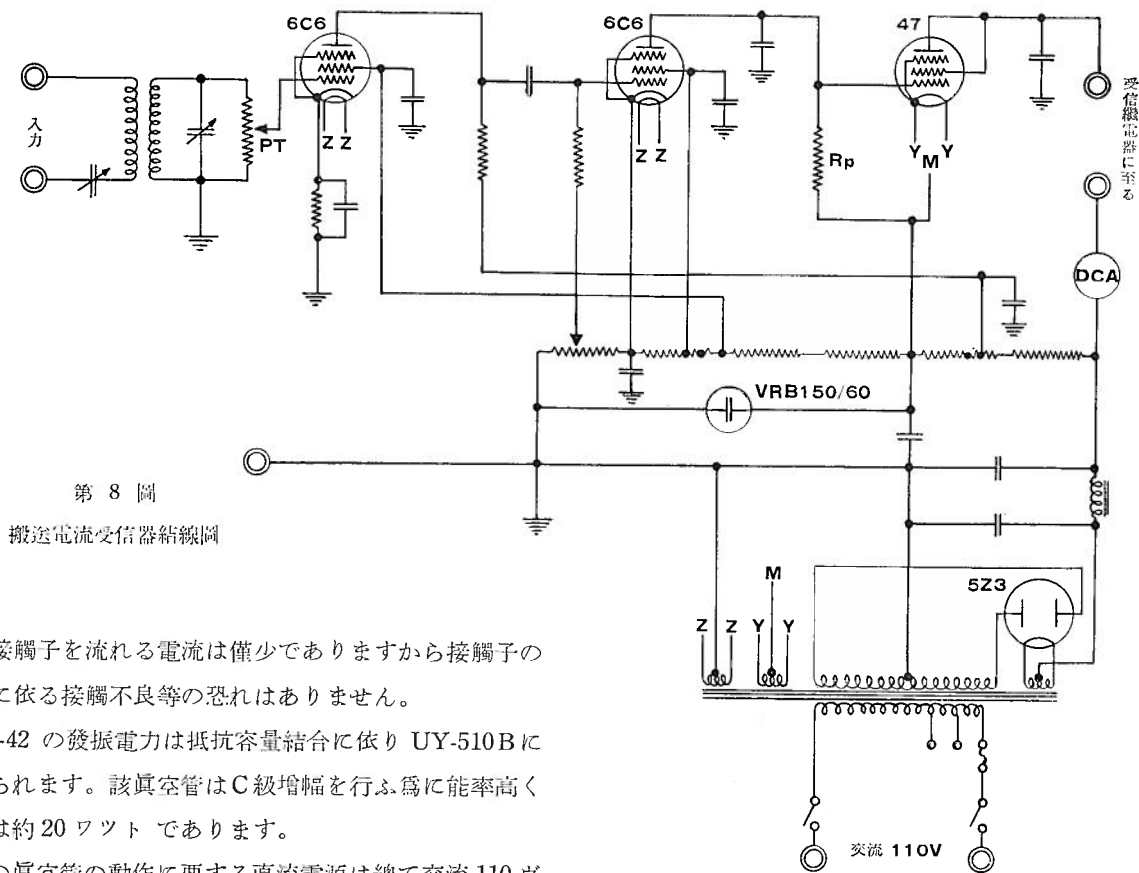
第 6 圖
搬送電流送信器結線圖



第 7 圖 搬送電流送信器發振特性

す。真空管 UZ-42 の抑制格子は一般五極管の如く陰極に結ばれ、制御格子の電位の變化に依つて搬送電流の發振及び停止を行つて居ります。本回路は極めて小電力に依つて搬送電流の送出及び停止を確實に行ふ特徴を有し該制御格子電壓 E_g と發振管 UZ-42 の陽極電流 I_p 及

び出力搬送電流 I_L との関係は第 7 圖に示す如く制御格子電壓 E_g を約 4 ヴォルト 變化せしめると送搬出力は零より最大値に達します。此の制御格子に結ばれた電流繼電器及び方向繼電器の閉路接觸子は搬送電流の送出及び停止を行ふもので、先づ間歇搬送式の場合には電流繼電器閉路接觸子に直列に挿入せられた開閉器 S を閉じます。常時無故障の場合、兩閉路接觸子は閉ちて居り制御格子には負荷電壓が加へられ發振を停止して居りますが故障發生と共に電流繼電器が動作すればその閉路接觸子を開く事に依り制御格子には正電壓が加へられて UZ-42 は發振し、送電線に搬送電流を送出します。而して故障箇所が方向繼電器の動作側にあればその閉路接觸子は開き、UZ-42 の制御格子は再び負電位となり發振は停止します。以上は間歇搬送式の場合であります。連續搬送式の場合には電流繼電器閉路接觸子に直列に挿入せられた開閉器 S が開かれ、電流繼電器の動作の如何に係らず常時送電線に搬送電流を送出して居り、方向繼電器が動作すれば搬送電流を停止します。上記何れの場合にも閉路接觸子の開放に依つて動作しますから搬送電流の送出及び停止は短時間に行はれ、且この送出及び停止は UZ-42 の格子制御に依る爲に制御電力は極めて少く、繼



第 8 圖

搬送電流受信器結線図

電器接觸子を流れる電流は僅少でありますから接觸子の劣化に依る接觸不良等の恐れはありません。

UZ-42 の發振電力は抵抗容量結合に依り UY-510B に加へられます。該真空管はC級増幅を行ふ爲に能率高く出力は約 20 ワットであります。

以上の真空管の動作に要する直流電源は總て交流 110 ヴォルトより昇壓、整流せられ、陽極電源には 500 ヴォルト、格子偏倚電源としては 100 ヴォルトを供給します。尚整流管としては夫々 KX-5 Z3 及び KX-80 を使用して居ります。

搬送電流受信器 (第 8 圖)

本受信器は送電線の保護区間の兩端より送られる搬送電流を受信して受信繼電器を動作せしめるものであります。受信繼電器の開路接觸子は油入遮斷器引外し線輪の回路に挿入せられ、送電線に搬送電流が流れて居る場合には開かれて居りますが保護区間に故障が起りその兩端の方向繼電器が動作すれば搬送電流の送出を停止し受信繼電器は動作してその接觸子を閉じ遮斷器引外し回路の一部を閉じる事となります。(第 1 圖参照)

受信回路は第 8 圖に示す様に先づ搬送入力真空管 UZ-6C6 により高周波一段増幅を行ひ次に之を UZ-6C6 により檢波して直流とし更に UY-47 により一段の直流増幅を行つて居ます。入力結合回路は二個の同調回路よりなり該搬送周波數に同調して選擇性を與へて居ります尚この選擇度は同調線輪の結合度を變化せしめて調整す

る事が出来ます。二次側に挿入せられたポテンシオメータ PT は受信感度の調整をするもので最良感度の位置では送電線の減衰 60 デシベルに於て受信繼電器を動作させる事が出来ます。この選擇度及び受信感度は送電線の他の保護区間に於ける搬送電流その他の搬送設備との混信を避ける様に適當に選定する必要があります。檢波管 UZ-6C6 はその制御格子に負電位の偏倚電壓を加へ搬送入力の無い時には陽極電流が零となり搬送電流を受信した時その陽極負荷抵抗 R_p に電流を流す様に調整してあります。この陽極抵抗 R_p の兩端に生ずる電壓降下は増幅管 UY-47 の格子偏倚電壓として用ひられます。従つて搬送入力の無い時には檢波管 UZ-6C6 の陽極電流は零となり、UY-47 の格子偏倚電壓も消失しその陽極回路に電流を流し受信繼電器を勵磁します。反對に搬送電流を受信して居る時は UY-47 の制御格子には偏倚電壓を生じますから陽極電流は零となり、受信繼電器は無勵磁の状態となります。

定電壓放電管 VRB 150/60 は増幅管 UY-47 の陽極電流の變化に依つて各真空管に加へられる直流電壓の變動

するのを防ぎ、直流増幅に有害な反結合を除く爲のものです。

上記の直流電源は交流 110 ヴォルト から昇壓、整流せられたもので、直流 400 ヴォルト を供給して居ります。尚整流管としては KX-5Z3 を使用します。

結合同調線輪

送信器電力増幅管の出力を能率よく送電線に送出するには適当な結合回路が必要であります。本装置に於いては結合同調線輪と補助同調容量を備へて居ります。同調線輪には多数のタップを備へ、上記の同調容量及び送電線結合蓄電器と同調して送電線に搬送電流を送出します。補助同調容量は使用する搬送周波数及び送電線の波動抵抗の値に應じて同調線輪と並列或は直列に結ばれます。

搬送電流結合回路

搬送電流を送電線に送出し、又送電線より之を受信する爲めに結合静電蓄電器を使用します。又搬送電流が送電線の保護區間以外に漏洩するのを防ぐ爲めに同調型塞流装置を用ひます。その他送電線の異常電圧上昇に対する保護装置が必要であります。

結合静電蓄電器

之は 0.001 乃至 0.002 マイクロファラッド 静電容量を有する高圧蓄電器であります。此の静電容量は搬送周波数に對しては極めて低い インピーダンス でありますが普通の商用周波数に對しては著しく高い インピーダンス となります。即ち、

$$X(100,000\sim) = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{10^9}{2\pi \times 100,000 \times 0.002} \\ \approx 800 \text{ オーム}$$

$$X(50\sim) = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{10^9}{2\pi \times 50 \times 0.002} \\ \approx 1,600,000 \text{ オーム}$$

となり、従つて此の蓄電器を通じて大地に漏洩する商用周波数の電流は數 ミリアンペア 程度で殆んど之を無視することが出来、搬送周波数の電流のみを通ずるものと考へることが出来ます。結合静電蓄電器と大地間には高周波塞流線輪と搬送電流送受信装置が並列に接続せられます。この塞流線輪は搬送電流に對しては數千 オームの インピーダンス を有するが商用周波数に對しては其の インピーダンス は非常に低く、従つて萬一結合静電蓄電器の閃絡その他誘導等に原因して搬送電流装置に高

電圧が襲來するも、速かに之を大地に逃して塞流線輪の端子電圧は常に 100V 以内に保つことが出来るものであります。結合静電蓄電器の静電容量は搬送電流送受信装置内の結合同調線輪の自己誘導と同調して電路と大地間の搬送電流に對する インピーダンス を極めて少なくするものであります。

高電圧に対する保護装置

搬送電流装置に對する高電圧保護装置は第 1 圖に示す様に高圧可熔器、#1 及び #2 保護間隙等から成つて居ります。高圧可熔器としては第 9 圖に示す様な當社 B A 型高圧可熔器 7500V 5A 容量のものを使用して居ります。

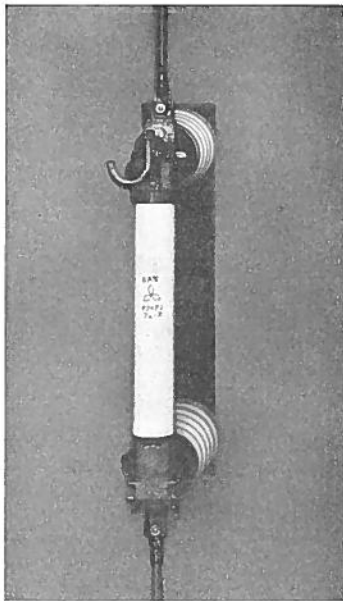
保護間隙は結合蓄電器の閃絡或は雷による振動、誘導等によつて搬送電流装置が高電圧に曝されるのを防止するためのもので #1、#2 共同一の構造から成り、第 10 圖に其の外観を示してあります。#1 間隙は 3000-4000 V で放電する様に調整せられ、#2 間隙は 2000-3000 V で放電する様に調整せられて居ります。而して #1 間隙に對する リード 線並に之から大地に至る リード 線は出来るだけ短くする必要があり、#2 間隙は出来るだけ搬送電流装置に近く設置し接地も同じ場所であるのが望ましいのであります。リード 線其の他の器具を手入する場合は先づ接地用斷路器型 スキツチ を投入して之等器具を短絡して置き高電圧に觸れる危険を避けることにしてあります。

同調型塞流装置

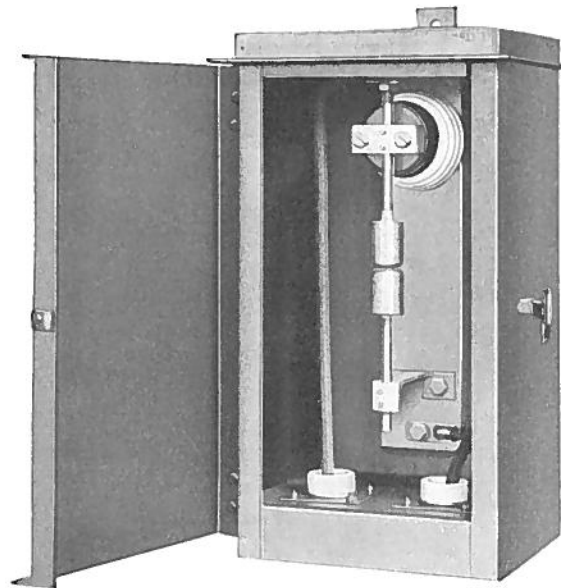
搬送電流を送電線の保護區間のみに流し、之を他の區間に漏洩するを防止するため送電線に同調型塞流装置を取付けます。本装置は塞流線輪と静電蓄電器とを並列に接続したもので静電蓄電器には同調周波数を變更するため、多数の タップ が出してあつて搬送周波数に應じて任意に之を切替へることが出来る様になつて居ります。

動作説明

本装置を連続搬送式に使用する場合は切替開閉器 S を連続搬送側に閉じます。(第 1 圖及第 6 圖参照) 然る時は常時搬送電流装置の送信器を作動して搬送電流を發生し之を送電線の保護區間に送信し A 及 B の受信機電器を落下の状態に保ち、油入遮斷器の引外し回路を開いて居ります。送電線に故障が起り SC-3 型 過電流繼電器が



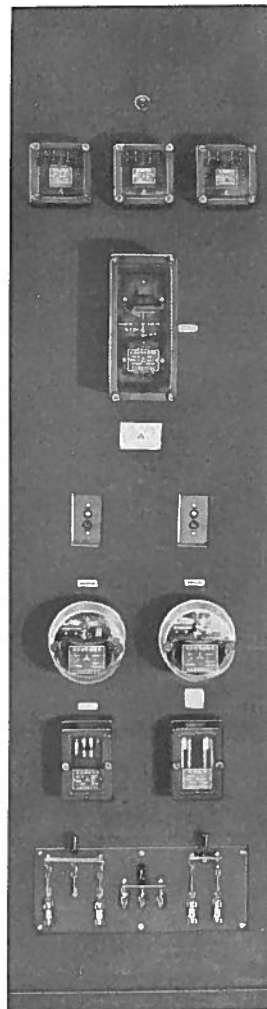
第 9 圖 BA 型高圧可熔器



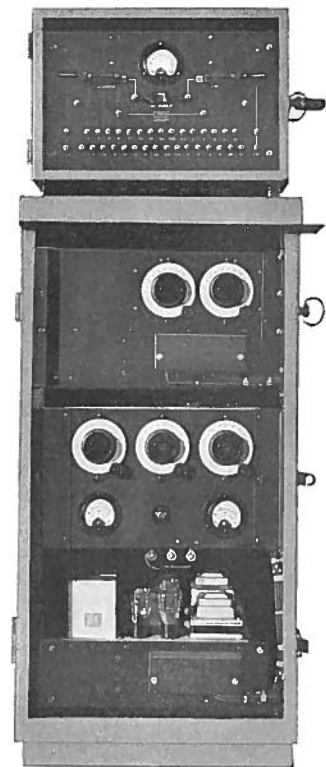
第 10 圖 保護間隙

動作すれば先づ其の閉路接觸子によつて方向繼電器の電壓抑制線輪の回路を開放し、其の開路接觸子によつて油入遮斷器の引外し線輪の回路の一部を閉合します。此の場合方向繼電器は其の電壓抑制作用が除かれることによつて迅速に故障電流の方向を選択し、若し故障電流が保護區間に向つて流れる場合は其の閉路接觸子を開いて搬送電流を停止し、開路接觸子を閉じて油入遮斷器の引外し線輪の回路を一部閉合します。送電線の兩端では搬送電流の受信繼電器が動作状態にあり、且方向繼電器及電流繼電器も共に動作状態にあれば油入遮斷器の引外し回路を閉じて之を開放します。故に故障が保護區間内例へば第 1 圖 F にあれば兩端の電流繼電器及び方向繼電器が動作して搬送電流の送出を停止し受信繼電器を動作せしめて、兩端の油入遮斷器は略々同時に開放せられます。

若し故障が保護區間外例へば第 1 圖 F' にあれば A 端の電流繼電器と方向繼電器は相次いで動作し、A 端からの搬送電流は停止されますが、B 端では電流繼電器のみが動作し方向繼電器は故障電流の方向が反對な



第 11 圖 搬送電流繼電裝置繼電器盤



第 12 圖 搬送電流繼電裝置送受信器

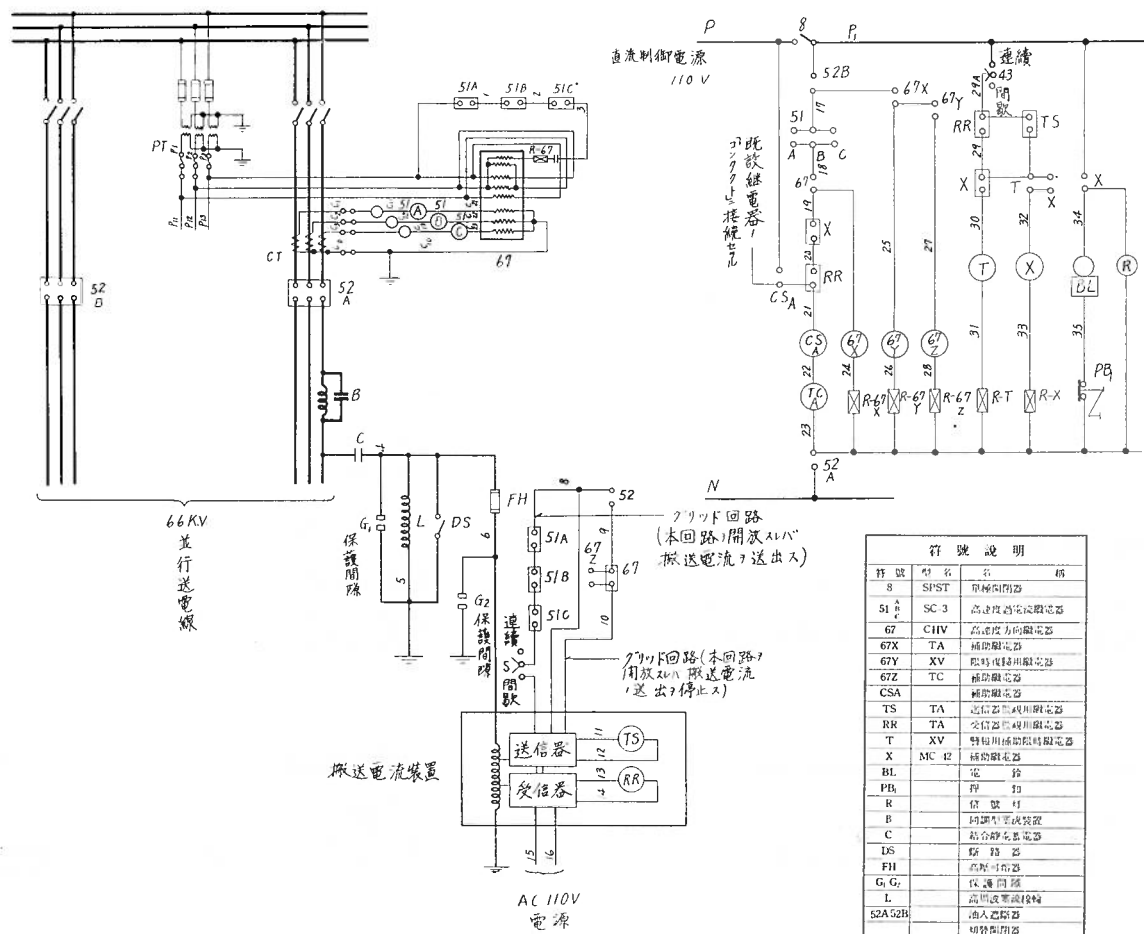
る故動作せずして送電線に搬送電流を送り続けます。従つて此の場合は両端の受信継電器はB端からの搬送電流を受けて動作せず油入遮断器の引外し回路は開かれた儘の状態を続け遮断器の開放を阻止します。即ち本装置によれば送電線の保護区間内の故障の場合にのみ迅速に遮断器の開放を行ひ、故障個所の選擇に要する時間は2-3サイクル程度であります。

第13圖は送電線の一端に設置する本装置の繼電器及器具の接續略圖を示し、#51 A, #51 B, #51 C は前述の過電流繼電器、#67 は方向繼電器を示して居ります。又#67 X, #67 Y, #67 Z は保護区間外の故障の場合電氣的聯動をなすための聯動用繼電器類を示し、#T, #X は搬送電流裝置の監視用繼電器類を示すものであります。即ち故障が保護区間外にあつて前述の通り電流繼電器並に方向繼電器のみが動作し送電線他端からの搬送電流

は続けられた様な場合は補助繼電器#67 X 限時繼電器#67 Y 限時復歸用繼電器#67 Z を動作し、一定時限後送信器の發信管「グリッド」回路を再閉合し搬送電流を再び送出します。斯くして他區間の油入遮断器が開放して故障を除去するまで#67 Z は動作状態を保ち、他區間の故障が除去せられた場合一時的に電力が健全線に逆流することによつて健全線の油入遮断器が誤つて動作するのを防止するものであります。

搬送電流裝置の故障によつて常時動作状態にある送信繼電器#S T 或は受信繼電器#R R が落ちると一定時間の後限時繼電器#T 及補助繼電器#X を動作し電鈴B L を鳴し信號燈R を點火します。電鈴B L は押釦P B₁を押して停止する事が出來ます。又裝置使用中切替開閉器Sを閉ち送信器の發信管「グリッド」回路を閉ぢれば一時搬送電流の送信を中止して繼電器其の他の

第13圖 繼電器及器具接續略圖



装置が確實に動作するや否や點検することが出来ます。

本装置を間歇式搬送電流繼電装置として使用する場合は切替開閉器 S を間歇搬送の側に閉じます。この場合には常時送電線に搬送電流は送信して居らず、故障が起れば SC-3 型電流繼電器が迅速に動作してその閉路接觸子を開く事により搬送電流を發生し、方向繼電器が動作すれば一度發生した搬送電流を停止して兩端の油入遮斷器を制御するもので故障個所の選擇に要する時間は 2-3 サイクルであります。第 12 圖及第 13 圖には夫々本装置の繼電器盤及送受信器の外観を示して居ります。

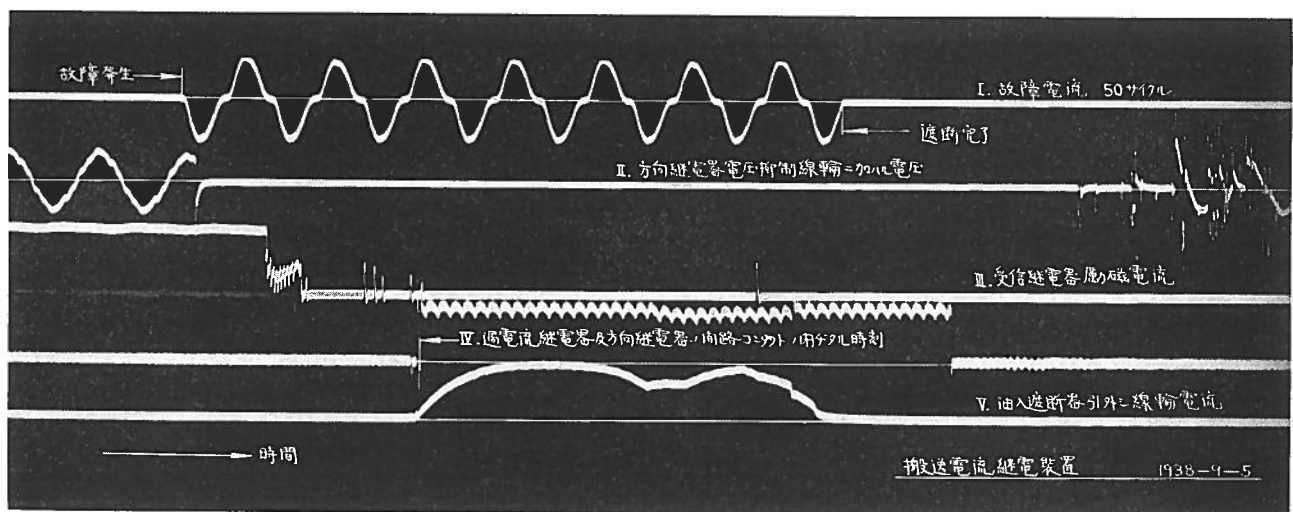
第 14 圖は本装置を使用した擬似送電線に於て故障を選擇遮斷した場合のオシログラムであります。これは連續搬送式の場合であつて I は三相送電線の二線が短絡した場合の故障電流を示し故障發生後 7.5 サイクルを経て故障回路を完全に遮斷したことを示して居ります。故障發生と共に電流繼電器が動作しその閉路接觸子を開く事により方向繼電器の電壓抑制回路を開放します。II はこの模様を示し開放に至る迄の時間は約 $\frac{1}{4}$ サイクルであります。その後方向繼電器は直に動作を始め、その閉路接觸子を開く事によつて搬送電流の送出を停止します。保護區間の兩端に於ける搬送電流が停止すれば、受信繼電器が動作し III に示す様に、故障發生後約 1.5 サイクルを経て受信繼電器が勵磁されて居ます。又一方に於て方向繼電器は動作を續けその閉路接觸子を閉ぢれ

ば油入遮斷器引外し線輪の回路を完成し遮斷器を動作せしめます。オツシログラムの IV 及び V はその状態を示し故障發生より遮斷器引外し線輪に電流が流れ始める迄の時間即ち故障個所を選擇するに要する繼電装置の動作時間は約 2.5 サイクルであり、残りの 5 サイクルは油入遮斷器の動作に要する時間であります。

結 言

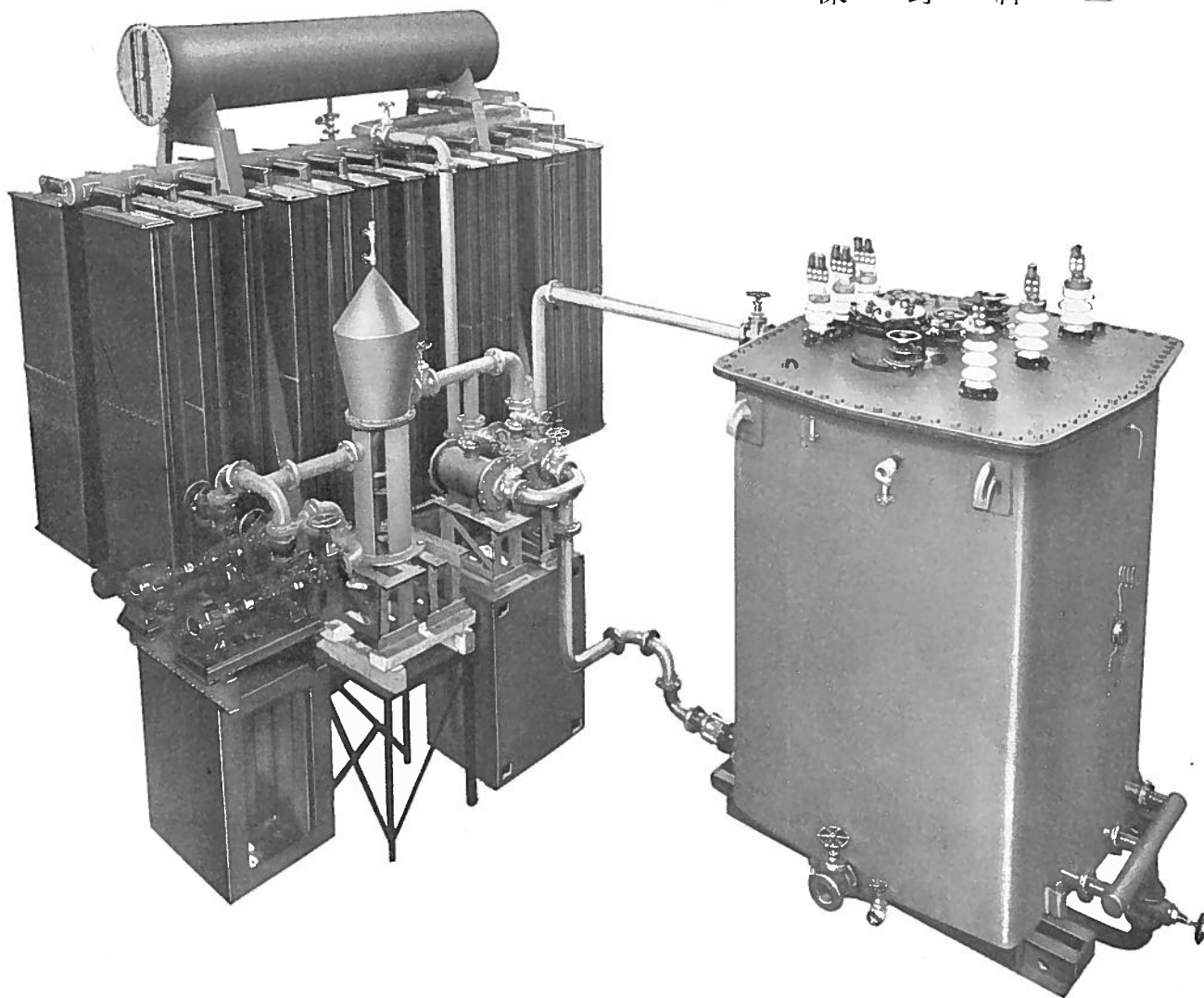
以上は最近当社で製作した搬送電流繼電装置の概略を述べたのでありますが本装置の故障選擇時間は 2 乃至 3 サイクルを目標として製作したものであります。故障の選擇時間は保護繼電器の動作時間と搬送電流装置の動作時間との和であります但後者の動作時間は極めて短く選擇時間の大部分は前記方向繼電器の動作に要する時間でありますから故障選擇時間の特に短かいことを必要とする場合には上記の CHV 型方向繼電器の代りに当社 HR 型高速度方向繼電器或は HZ 型高速度インピーダンス繼電器を使用すれば故障の發生後 1 サイクル以内で確實に之を選擇する事が出来ます。又故障發生よりその回路を遮斷する迄に要する時間を短くするには油入遮斷器の動作時間も出來得る限り短い事が望ましく、本装置と当社で製作する超高速度型油入遮斷器を組合すと故障發生後、5 サイクル内外で故障部分を完全に切り離すことも困難ではありません。

第 14 圖 搬送電流繼電装置によつて故障を遮斷した場合のオシログラムの一例



送油自冷式變壓器

神戸製作所 深野 神 三



海岸地方に建設せられる火力発電所の主要變壓器には送油冷却方式が相當に採用せられて居ります。其の主なる理由は下記の通りであります。

- (1) 煤煙、潮風等の影響を避くるため屋内設置が望まるゝ事、
- (2) 屋内設置の場合は通風及床面積等のため建築物費用が自冷式よりも人工冷却方式の方が經濟的なる事、
- (3) 普通冷却水として海水を使用するため、冷却管を變壓器油槽内に置き之に水を通す方式のものは冷却管腐蝕により重大なる故障の原因となる故に普通の水冷式變壓器は望まじからざる事。

送油式變壓器に於ける從來の方式は、變壓器内の油をポンプを用ひて油冷却器を通して循環し、油冷却器に於ては海水を用ひて油を冷却するものが多いのであります。此の方式に於ては油冷却器の材質は海水に冒かされ難い特殊合金を使用する事を要し、又萬一の場合油冷却器に漏洩を生じた時にも海水が油中に混入せざる様に油の壓力を水の壓力より高く保つ必要があり、之がためには油ポンプの壓力を増大し所要電動機馬力も大となる事を免れないのであります。更に此の方式に於ける缺點は保守上相當の注意を必要とする事で、折角靜止器である所の變壓器の補助機器として油循環及水循環の二組の電動ポンプを必要とし、然も其の何れも之が運轉を停

止せる場合には變壓器の溫度上昇に對して直ちに悪影響を及ぼすのであります。(本誌第 14 卷 3 號、45900 kVA 三相變壓器記事参照)

大阪市電氣局安治川發電所に於ては上記の如き送油水冷式と、保守上最も優れて居る所の自冷式との折衷案とも云ふ可き速油自冷式變壓器を設置せられました。

第 1 圖に示す様に水冷油冷却器の代りに普通の自冷式變壓器に用ひらるゝ放熱器の一群を採用し、變壓器は屋内に、放熱器は屋外に設置せられ兩者の距離は約 13 米あるため、油循環用の ポンプ を設備してあります。本變壓器の特長は下記の通りであります。

(1) 變壓器主體は屋内にあるため煤煙、潮風等の影響を受くる事なく、然も變壓室の建築費は充分減少し得。

(2) 油冷却器は特殊合金材料を必要とせず又冷却水循環 ポンプ は不要である。

(3) 油循環 ポンプ は特に壓力を昇げる必要なく循環

回路の摩擦損失支拂の壓力で充分であり従而所要馬力は小なるものでよい。

(4) 海水を用ふるものに比較して運轉上の危険が少く保守が簡易である。

(5) 必要に應じて變壓器室を密閉し、騒音防止或は水害防止の目的を達する事が出来る。

本變壓器の定格及特性は次の通りであります。

出力 18,750 kVA、3 相、60 $\sim$ 、外鐵型

一次 10500 V

二次 23000-22000-21000 V

能率(油 ポンプ 電動機の損失を含む)

125% 負荷 99.22%

全 負 荷 99.25 "

75% 負荷 99.25 "

50% 負荷 99.15 "

電壓變動率 0.627%

(以 上)

鐵 道 省 神 足 變 電 所 に 就 て

神 戸 製 作 所 井 上 八 郎

設 備 概 要

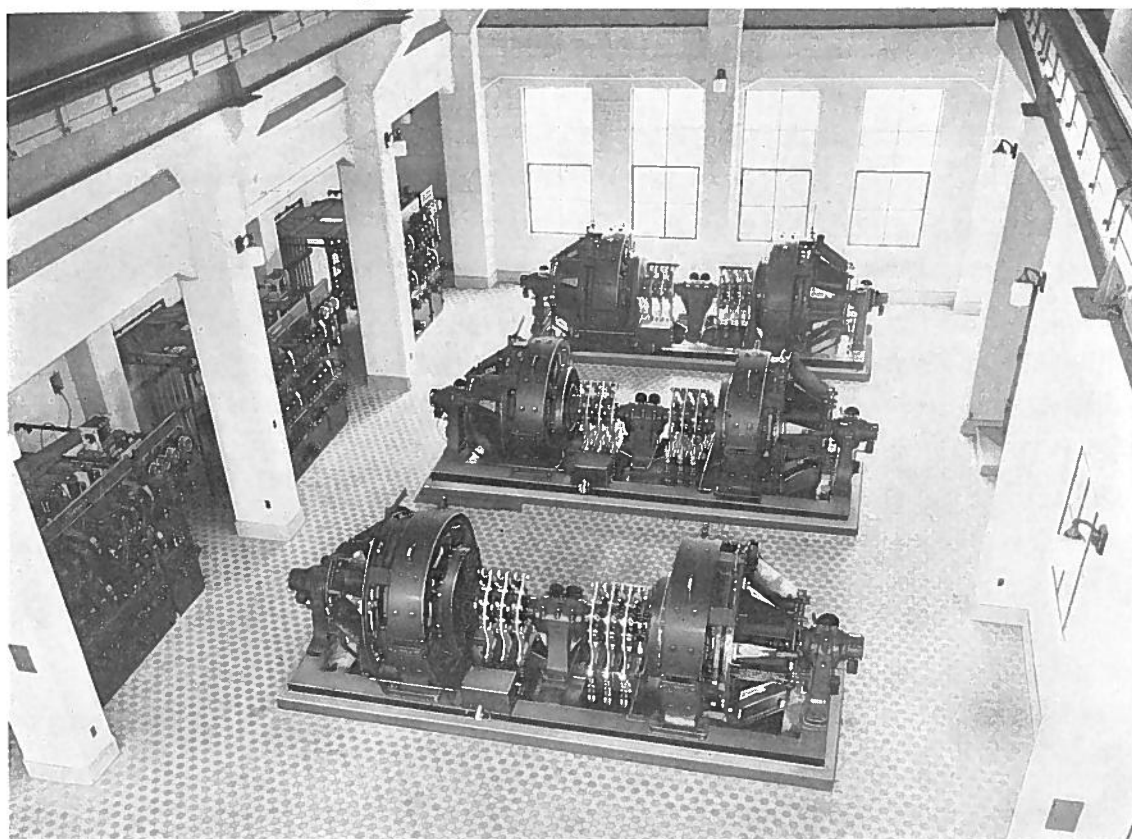
神足變電所の設備を略述致しますと、大同電力淀變電所より架空送電線に依り 3 相・60 $\sim$ ・22,000 V の電力を受電設備二回線に導き二重母線に入れ、22,000 V 二重母線より油入遮斷器を経て變流機用變壓器 (3 台) の各器一次側に供給致します。以上迄は屋外設備でありまして、これ以後は屋内に設備致して居ります。

變流機用變壓器 2,100 kVA により 6 相交流 570 V に變成して $2 \times 750 \text{ V} \cdot 2 \times 1,000 \text{ kW}$ の回轉變流機に接続され、變流機は 2 台を直列にして DC 1,500 V を得ます。直流に變成された電力は一階の直流正極二重母線と負極單一式母線に入り、更に直流饋電設備 (4 回線) によつて外部電車線路に饋電され、列車運轉電力として供給されます。

此の外、電力の一部は 22,000 V 母線より別れて單相變壓器 400 kVA 3 台により 3,300 V に遞降されて、自動信號用・驛・機關庫等の省用電燈電力線に配電される設備も併置して居ります。所内用の電燈電力及び蓄電池充電其の他の動力用として單相 10 kVA 6 台變壓器 2 組を設置し、3,300 V から 210 V 又は 105 V に遞降します。各機器の操作用直流電源として 5 kW、電動發電機により浮動充電せる 180 AH 蓄電池 50 個を設備して居ります。

回 轉 變 流 機

本機は鐵道省標準型で、直流 750 V 1,000 kW の全く同じ定格のもの 2 台を共通の台枠上に据付け此れを直列に接続して 1,500 V 2,000 kW を得て居ります。中間の軸受は兩機共用で兩軸は互に反對に回轉して居り本



第1図 神足発電所内部

機には速度制限装置 #12・閃絡繼電器 #64・軸受温度繼電器 #38・及び刷子昇降装置が取付けられ、引鉤に依り自動起動が行われます。

形 式	開放型
出 力	2,000 kW (1,000 kW×2)
定 格 電 圧	1,500 V (750 V×2)
定 格 力 率	100 %
定 格 周 波 数	60 〴
定 格 速 度	900 r.p.m.
相 数	6 相
勵 磁 方 式	分 巻 式

變流機用變壓器

本器は前項の回轉變流機に組合せ使用するもので、屋内用油入自冷式であります。

定 格 出 力	2,100 kVA (1,050 kVA×2)
電 壓	

一次定格電壓

22,000 V・21,000 V・20,000 V

二次定格電壓 560 V

相 数 一次 3 相 二次 6 相

結 線 一次 三角形 二次 對角形

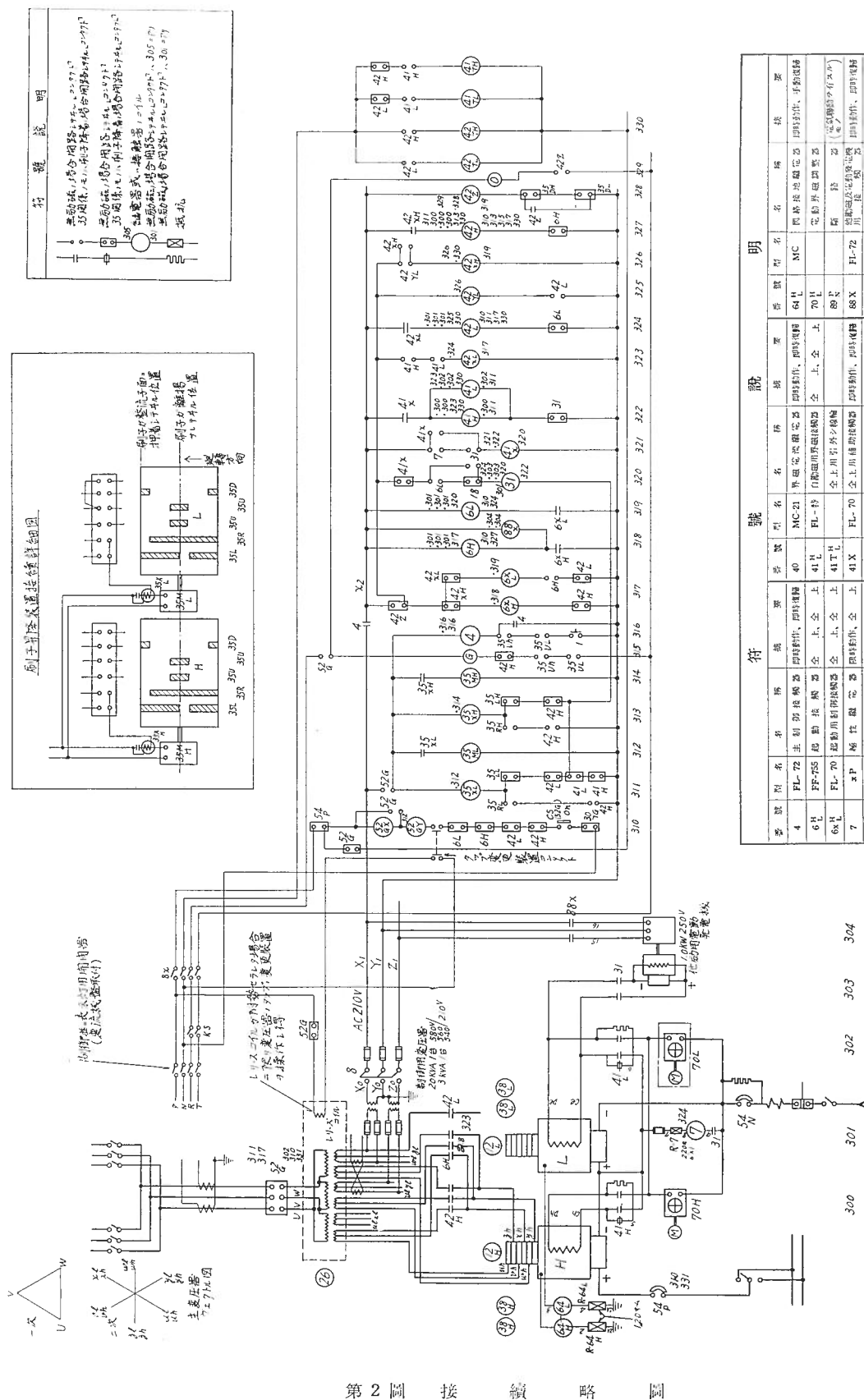
定 格 周 波 数 60 〴

極 性 減極性

タップ 切換装置は油入遮斷器 #52 G が開路して居なければ操作出来ない様聯動されて居り、尙本器にはダイヤル 形温度繼電器 #26 で變壓器油の温度が上昇せる場合警報を發し、且つ油の最高温度を指示します。

自動起動の順序

1. 變壓器一次側油入遮斷器 #52 G を制御開閉器に依り閉合すると、先づ高壓機及低壓機の刷子昇降用電動機 35 M を回轉して刷子を上昇せしめ、上昇すれば盤上の青色灯 G が點火して、起動準備の整つた事を指示する。



符			號			說			明		
要 號	別 名	備 註	要 號	別 名	備 註	要 號	別 名	備 註	要 號	別 名	備 註
4	FL-72	主制防接機器	即時動作、即時復歸	MC-21	緊急電流遮断器	即時動作、即時復歸	64	MC	異常接地遮断器	即時動作、手動復歸	要
6 ^上	FF-75	起動制接機器	全上、全上	FL-1	自動回送用遮断器	全上、全上	70 ^上		電鈴并用遮断器		
6 ^中	FL-70	速度制接機器	全上、全上	FL-1 ^上	全上引用外付機		89 ^上		緊急遮断器	(急電遮断器有スルモノ)	
7	x ^上	極性遮断器	即時動作、全上	FL-70	全上引用用遮断器	即時動作、即時復歸	88 ^上	FL-72	後継電流遮断器	即時動作、即時復歸	
8	TTST	制動電源閉鎖器	42 ^上	FF-1005	運轉接機器	全上、全上	CS		制動閉鎖器		
12 ^上		復送閉鎖器	42 ^上		全上引用外付機		GO		緊急電停、折		
26		異常過電壓遮断器	42 ^上	FL-70	全上引用外付機	即時動作	42 ^上	JD	緊急動作、即時復歸		
31	FL-1 ^上	緊急回送用遮断器	52 ^上		油入遮断器		42 ^上	FL-70	42 ^上 補助接機器	即時動作、全上	
35 ^上		制動停電電鈴	52 ^上		全上引用外付機		1		主起動操作閉鎖器		
35 ^中	4-35M	油流遮断器	即時動作、即時復歸	52 ^上	緊急復送遮断器	即時動作、即時復歸					
35 ^下	HM	緊急遮断器	全上、手動復歸	54 ^上							

2. 起動用引鉤開閉器 #1 を閉路すると主幹接觸器 #4 が作動する。
3. 次に補助接觸器 #6 XH が作動し、起動接觸器 #6 H を閉合し、次に #6 XL が作動し #6 L を閉合する、即ち起動 タップ で先づ高壓機が起動し次いで低壓機を起動する。同時に接觸器 #88 X を作動して他勵磁用電動發電機を運轉する。
4. 變流機が起動して漸次速度を上昇し同期速度に近付くと加速繼電器 #18 が作動し、他勵磁用直流接觸器 #31 を閉合して低壓機を他勵磁する。
5. 低壓機の極性が正しくなると極性繼電器 #7 を作動して補助接觸器 #41 X を働かし、#31 を開き界磁接觸器 #41 H 及 #41 L を閉合して自勵磁に切換へる。
6. 次に補助接觸器 #42 XL を作動して #6 XL #6 L を開き低壓機を運轉接觸器 #42 L に切換へる。42 L が閉合すれば限時繼電器 #42 XL に依り約 2 秒後 補助接觸器 #42 XH を作動する。
7. #42 XH が作動すると #6 XH・#6 H を開き運轉接觸器 42 H を閉合、即ち高壓機を全電壓に切換へ #42 H が閉合すると高壓機及低壓機の刷子昇降用電動機を作動して刷子を降下する。
8. 刷子が降下すると橙色 燈 O が點火し、補助接觸器 #42 XL 及 #42 XH を開放し #42 L 及 #42 H の回路を開く。然し #42 L 及 #42 H は鉤に依り閉合状態を保つ。
9. 上記で起動動作を完了する。

交流側停電保護装置

回轉變流機が交流側から電力を受け直流電力を供給しつつ運轉して居る場合に、交流電源の故障により其の電源電圧が消失するか、或は急に異常の電壓降下を生じた場合は其の時の状態により種々な現象を呈するものがありますが多くの場合變流機は速度及電壓を漸次低下しつつ運轉を續けるものであります。この際に急に交流電源が復活した場合は回轉變流機の交流側で短絡或は之に類似の現象を生ずる事となり變流機は閃絡を起したり或は激しい電磁力により機械的損傷を起す事があります。

本變電所に於ては斯かる危険を防止するため交流電源の消失の場合は速かに停電保護繼電器を作動して交流側

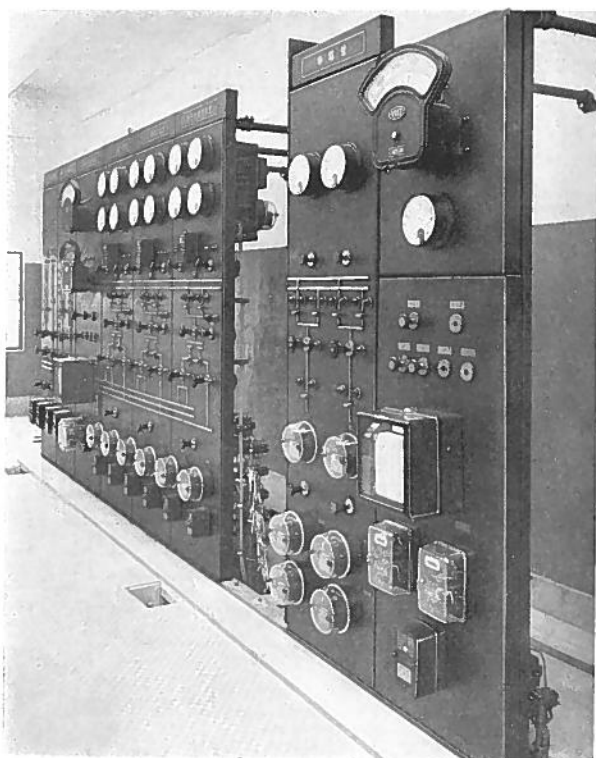
油入遮斷器を開放し、交流電源の復活による災害を防止する装置を備へて居ります。

第4圖は本装置の接續を示し交流電源が停電するか或は停電類似の現象が起れば主回路變壓器の勵磁電流方向繼電器 #76 を作動し、その a 及 b 接觸子を閉ちます。然る時は補助繼電器 #67 A, #67 AX 補助限時繼電器 #67 C を作動します。限時繼電器 #67 C が作動すれば #67 X 1, #67 Z を作動し次の操作をします。

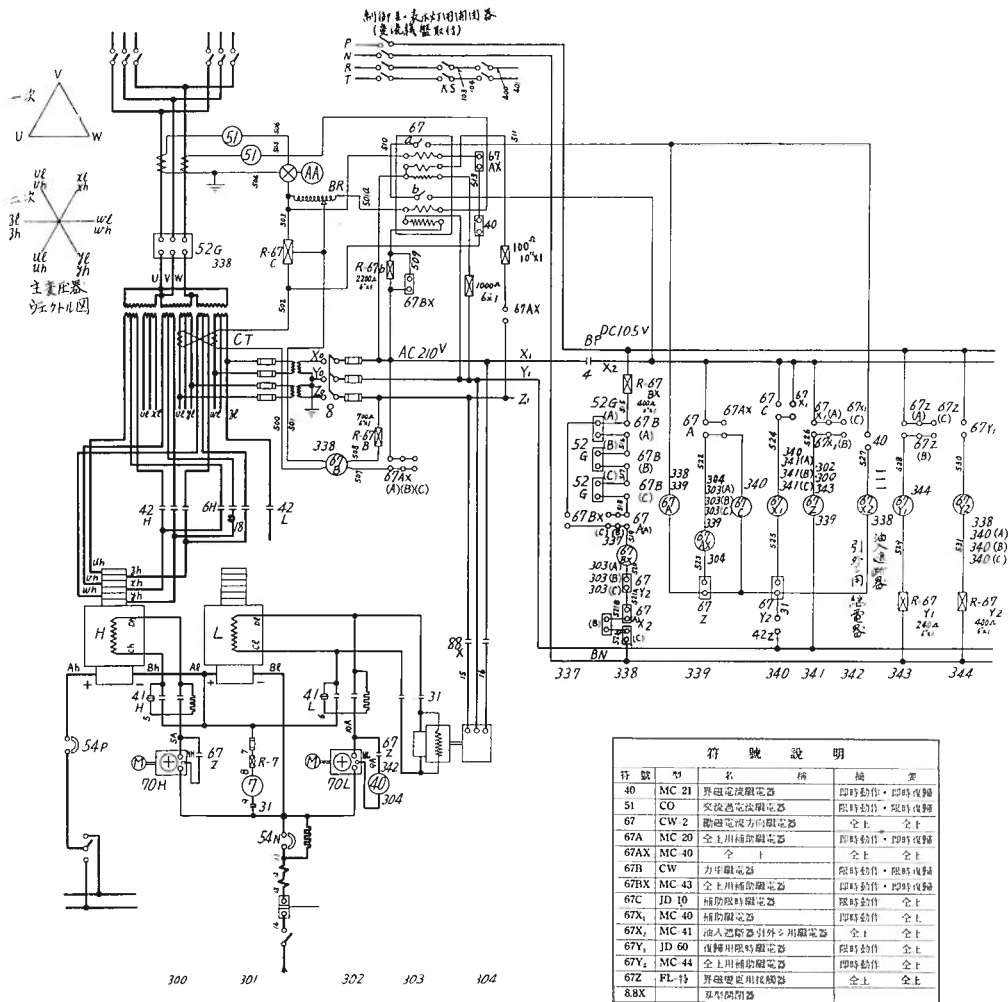
- (1) 各回轉變流機の界磁抵抗の一部を短絡する。
- (2) 限時繼電器 #67 Y 1 を始動する。
- (3) #67 C の接觸子と並列の接觸子を閉ち #67 X 1 を動作状態に保持する。

上記操作により界磁抵抗の一部を短絡した場合交流電流が停電状態にあれば勵磁電流方向繼電器 #67 は依然動作状態を續け、補助繼電器 #67 X 2 を作動し油入遮斷器 #52 G の引外し線輪を附勢して #52 G を開放します。

此の場合若し交流側が電源に連絡して居れば勵磁電流方向繼電器 #67 の接觸子は開放する故一定時間の後限時繼電器 #67 Y 1 を動作し續いて補助繼電器 #67 Y 2 を作動し總ての繼電器及接觸子を原状に復歸するのであります。



第3圖 配電盤



第4図 交流側停電保護装置接続略図

配電盤

第3図の如く受電盤・変流機盤・總括盤・直流盤計8面であり、全部並立して配電盤室に据付けられ、盤材料は鋼鐵盤であります。省に於て盤材料として鋼鐵板の使用されて居るのは富士電機製作の千葉線稻毛變電所及び當社の金町及神足兩變電所であります。

受電盤及變流盤・直流饋電盤には交流・直流共模擬母線を附して機械器具の運轉狀態を指示し、特に回轉變流機はH・Lの文字入り信號灯を附し變流器の運轉・停止を明瞭に指示して居ります。各變流機盤には集合表示器を附して繼電器の動作を一目瞭然ならしめ、電壓計は省の御要求により交流直流共大きな扇形の裏面照明式のものに附してあり、配電盤裏面電線は低壓及高壓共省制定耐燃性ゴム線を使用しました。自動起動盤は機械室に据付けられ第8圖の如く高壓機用接觸器盤・低壓機用接觸器盤及繼電器盤の三面より成り、盤材料は大理石で接

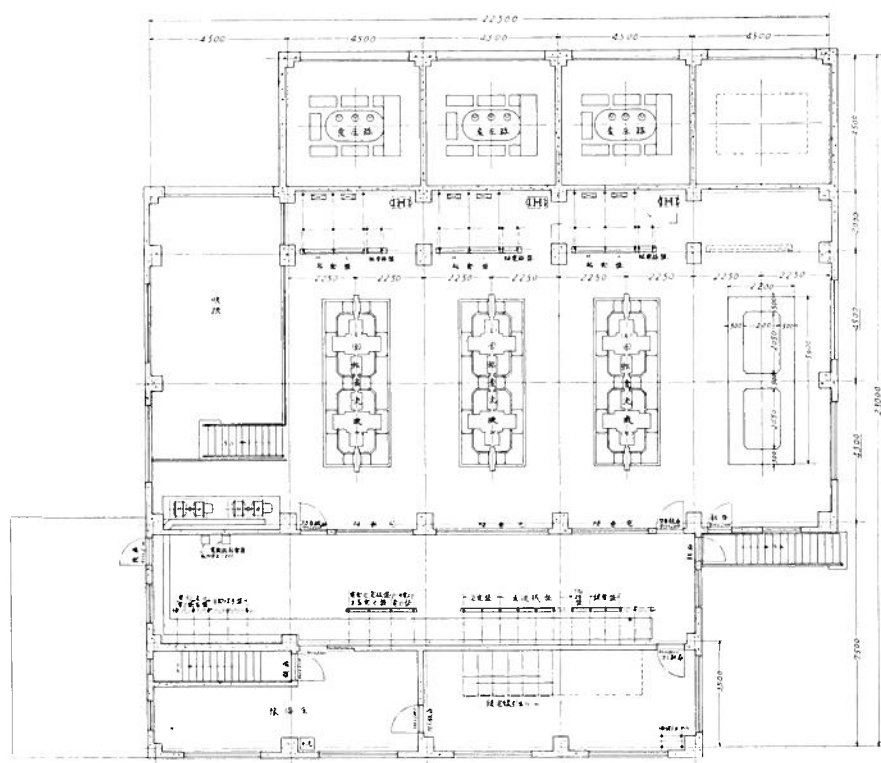
觸器盤の下方に高壓回路の接觸器を取付け、低壓回路の接觸器は繼電器盤の下方に設置し、異つた電壓の電線の錯綜接近するのを避けて居ります。

直流側配電器具

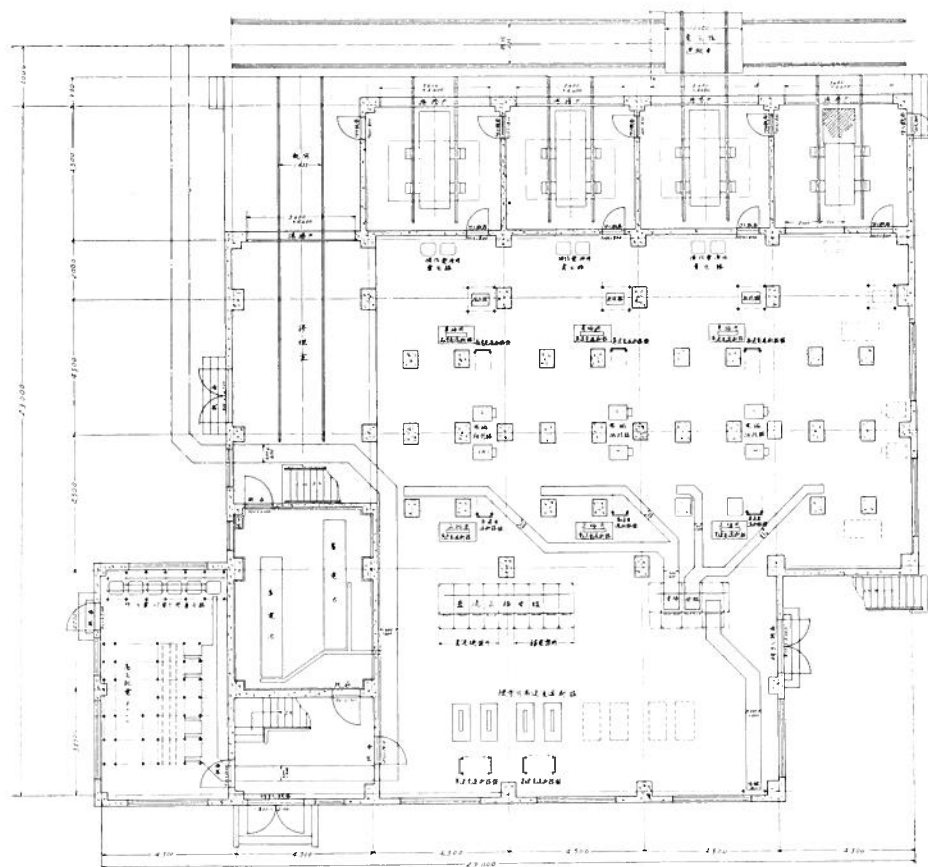
直流側配電器具は三部分に分け、(即ち正極母線枠組・負極母線枠組及直流饋電線引出線枠組)正極及負極母線枠組は何れも角鐵枠組に依り構成され第10圖の如く正極母線は二重母線にて、其の切換斷路器間には白色アスベストラムバーにて隔壁を作つて弧光短絡の生ぜざる様注意して居ります。

直流饋電線引出線枠組には2,000Aの塞流線輪・直流1,500V避雷器・電動機操作早切斷路器及直列抵抗を有する1,500V標示灯を取付け二階の配電盤室の裏側に据付け直ちに電車線に引出されて居ります。

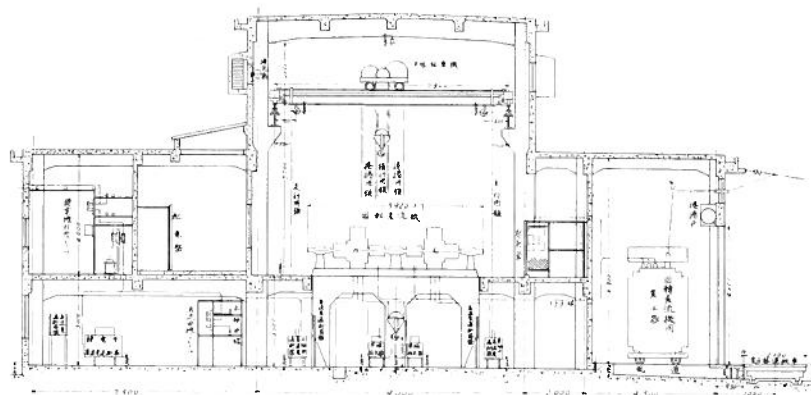
直流遮斷器は變流機の前極側・負極側及各饋電線共高速度遮斷器を使用し、饋電線の斷路器は電動機操作と成



第5圖 機械器具配置圖(二階平面)



第6圖 機械器具配置圖(一階平面)



第 7 図 機 械 器 具 配 置 図 (断面)

し配電盤には低圧回路のみを導き、従来危険且つ故障発生の原因であつた直流 1,500 V 回路は全部一階又は別室に据付けたのであります。設計上已むを得ず配電盤裏面に來る接続電線は直流電圧計・直流電流計及積算電力計記録計であります、然し積算電力計・變流機用直流電流計及記録電流計用分流器は負極側に接続し、高壓の盤裏面に導くのを防いで居ります。

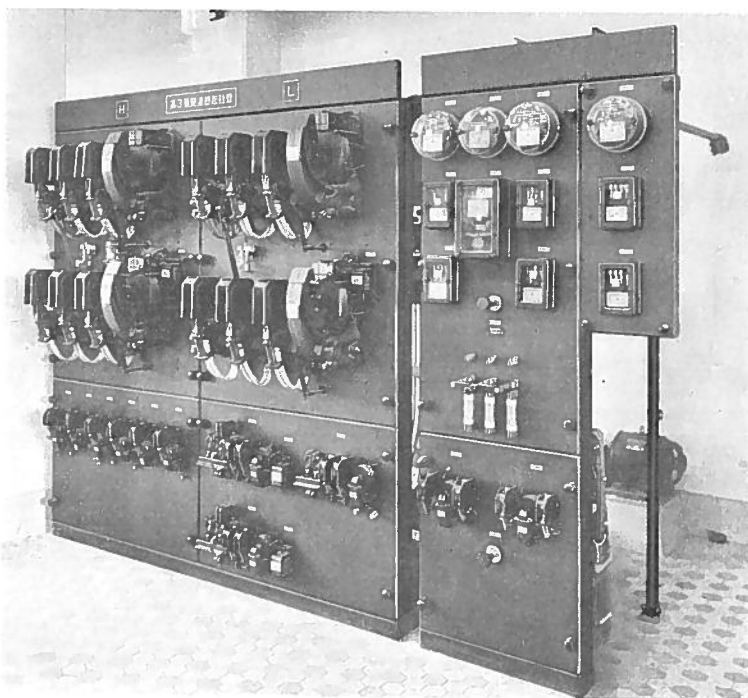
一階に設備せる器具は直流＋母線・各種高速度遮斷器・界磁抵抗器・操作電源用變壓器等であります。

神足變電所の配電盤製作に先立ち、省の當局者と懇談致しました結果下記の如き點を改良致しました。

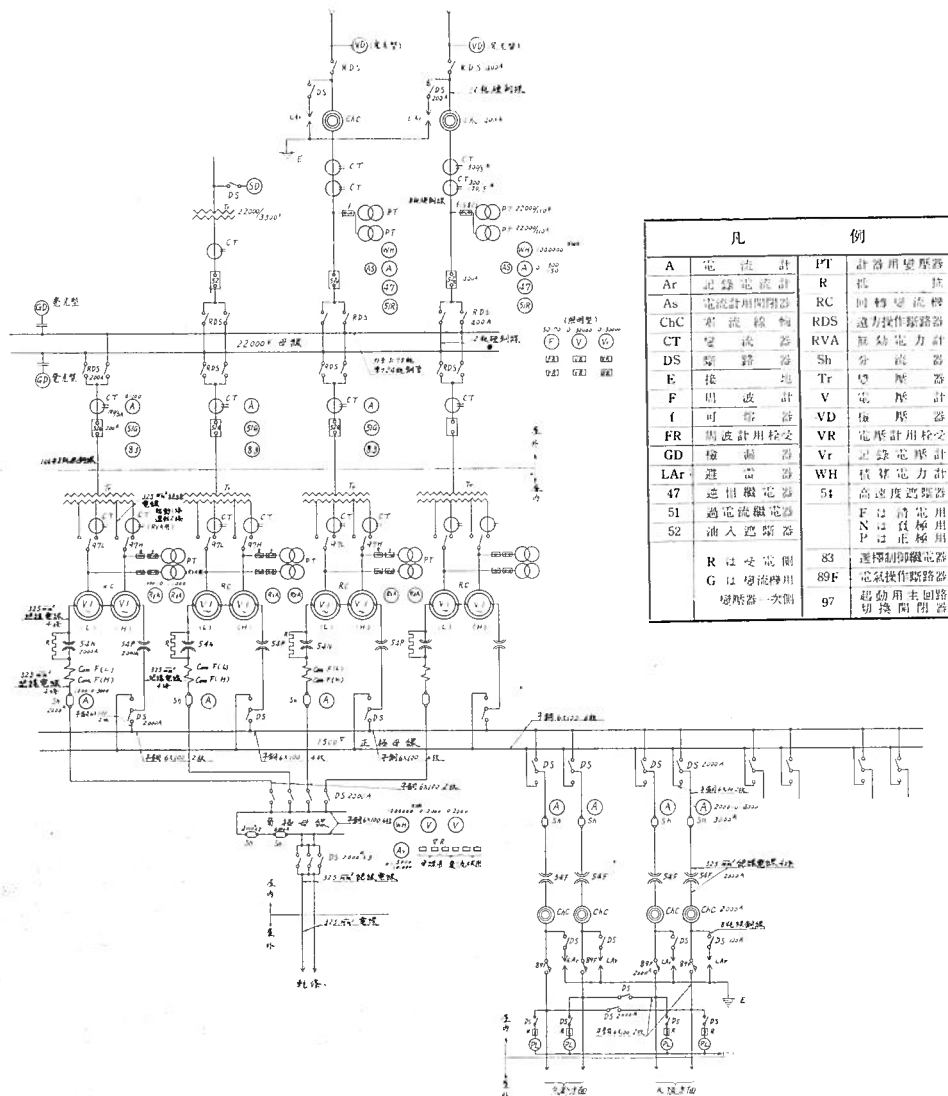
1. 従来弊社の回轉變流機の自動起動方式は W 社式の“GP”型極性電動機繼電器を使用した自勵式でありましたが省の御希望に依り容量 1 kW の Flash generator を設備致しました。先に述べた如く此の Flash generator により初め他勵磁し極性を定め且つ同期速度に近付いてから自勵磁に切換へる方式に変更しました。起動の時間は約 25～30 秒であります。
2. 運轉接觸器の線輪は従来常に電流が流れ電力を消費して居りましたが此れを閉合後は鉤に依り閉合を續け線輪の回路は遮斷する型式に改良し、此れにより電力の徒費を無くしましたが、此の改良は電力經濟上非常な好評を受け既設の京橋及吹田變電所のものも此の型

式に改造致しました。

3. 配電盤毎に制御開閉器を附し、制御母線は廢止しましたから本開閉器の開放に依り本盤は操作電源より全く開放されます。
4. 盤の裏面に附する 1,500 V 可熔器は電弧の飛散せざる様 バリヤ をつけました。
5. 直流電圧計 (0-2,000 V) の直列抵抗は盤の裏面に取付けず一階の 1,500 V 母線枠組に設けましたが此れが爲直列抵抗は切換栓と全數取付けました。
6. 1,500 V リード線は端子ブロックにて接続せず



第 8 図 押 釦 式 自 動 起 動 盤



第 9 圖
電 路 接 續 圖

破線部分は納入を要せず
機器には人々使用電線に應じ下記
ターミナルを附すべし

使用電線	ターミナル番號
325平方尺電線	No. 3
100平方尺電線	No. 6
直径12号電線	No. 8

適當なる支持具にて直接計器及器具直接續しました。

7. 配電盤の裏面配線に際しては低壓線・直流 1,500 V の線間距離に就ては相當注意致しました。
8. 配電盤裏面接續の 8 點 ターミナル ブロック は前面及側面にも カバー を附し密閉式としました
9. 直流盤の裏面は盤間並に一面に二回線を取付け、饋電盤は中央に白色 アスベスト ラムバー の バリヤ を附しました。

10. #26 變壓器の溫度上昇は二重操作表示聯動としました。即ち動作すると同時に電鈴を鳴らし、且つ乳白色の ランプ を點燈し電鈴は直ちに止め得ますが Tr の 溫度の高い間 ランプ は點じて居ります。
11. 操作把手の表面に器號番號を刻り込みました。

電 氣 聯 動

各種の故障に對する保護の大要、即ち電氣聯動につき説明しますと

1. 交流電源電壓降下（# 47）及停電
約 75% で動作し 52 R が閉路状態ならば 52 R
を遮断表示及警報
2. 単相及び逆相（# 47）
52 S を遮断、表示及警報
3. 交流側の過電流
51 R・51 G・52 R・52 G 遮断 表示及警報
4. 52 G の閉路条件
6 H・# 6 L・# 42 H・# 42 L・# 54 P 開放状態
5. 変圧器の温度上昇（# 26）
表示及警報（二重動作式）
6. 軸受の温度上昇（# 38）75°C
52 G を遮断し表示及警報
7. 変流機の閉路（# 64）
全 上 表示及警報
8. 変流機の過速度（# 12）
10-15% の過速度で動作 # 54 P 遮断表
示及警報
9. 変流機の逆流（# 54 P）
54 P 自動遮断し次いで 52 G を遮断
表示及警報
10. 直流側の過電流（# 54 N）
54 N 自動遮断し次いで 54 P を遮断
表示及警報

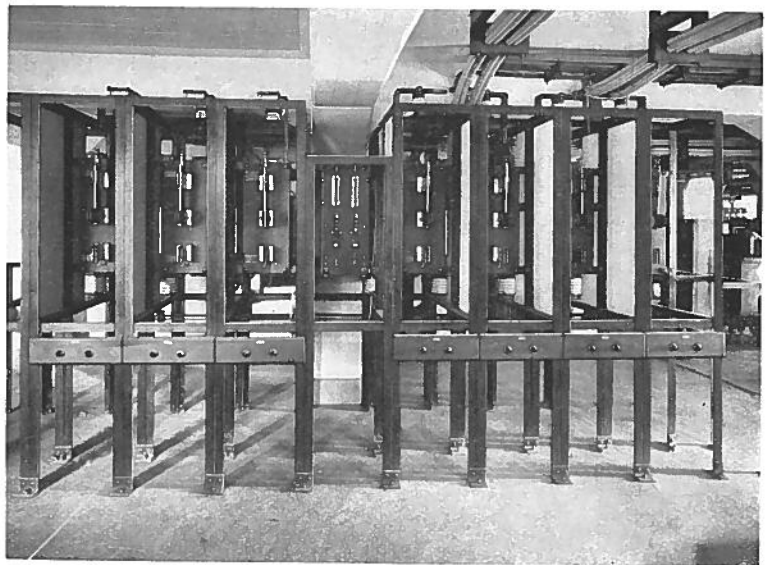
結 論

大阪鐵道局酒井技師の御話に依りますと、
省の電鐵用變電所は東京方面に舊き歴史を有
し而かも長年に亘り漸次増加し幾多の變遷を
辿つて發達して來たものであります。

が、關西のものは近年の施設に屬する故比較的新式であ
り尙明石變電所以後のものは 22 kV の特高設備を屋外
型に採用して建家を節約されたものであります。

變電所設備は機器の進歩發達と共に各方面に涉り電化
の延長毎に幾分宛の改良はありましたが、回轉變流機設
備に就ては昭和 9 年頃本省及現場で協力研究の結果時代
に最も適應し且つ融通性のある設備方式の基本的標準案
を作られました。明石變電所は其の案の研究中の建設で
あり略同案に準じて作られ、神足變電所は全く其の成案
の適用の一つであると述べられました。

即ち全變電所は省の多年の研究と經驗の結果立案され
たる最新式の鐵道省型變電所であります。此の變電所が
回轉變流機・變壓器並びに配電盤共に當社製品よりなる
所謂 オール 三菱製品である事は最も欣快とする次第で
あります。



第 10 圖 直流 1,500 V 主回路枠組

昭和十三年十月廿九日 印 刷
昭和十三年十月卅一日 内務省納本
昭和十三年十一月七日 發 行

〔本誌代價〕 壹部ニ付 金 貳 拾 錢
(郵 税 不 要)

編 輯 兼
發 行 者

印 刷 者

印 刷 所

發 行 所

神戸市兵庫區和田崎町 三菱電機株式會社神戸製作所内
稻 垣 健 三

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