

無人直流変電所の制御装置

(京王帝都電鉄株式会社北野変電所)

Controlling Devices of Non-Attendant Mercury Arc Rectifier Substation in the Kitano Substation of the Keiō-Teito Electric Railway Co., Ltd.

池田正一郎* 渡辺 富雄*

内 容 梗 概

今回完成運転に入った京王帝都電鉄株式会社北野変電所は、封じ切り風冷エクサイトロン整流器 1,000 kW 600 V (2,000 kW 1,500 V) 1組、新高幡変電所は2組が設置されている。新高幡変電所を親変電所とし、北野変電所は無人変電所として設計された。

水銀整流器の起動停止は時間開閉器によつて行われる。逆弧、饋電線事故、直流過電流に対しては、格子および高速度遮断器による自動再閉合を1回行つてゐる。

水銀整流器の温度調整はブルドン管型温度継電器によつて、自動的に行われる。事故の場合は近接の監視所に故障内容の細別を表示警報する。さらに誘導無線通信装置によつて親変電所に、〔重故障〕〔軽故障〕の別が警報表示される。監視所と親変電所間は電話連絡されるようになってゐる。そのほか多くの新方式を採用した画期的な無人変電所である。

〔I〕 緒 言

交流無人ユニットサブステーションの普及はすでに一般化されているが、これに反し直流変電所の無人化は、水銀整流器自体の保守上の問題が主因となつて甚だしく遅れている実状にあつた。

しかるに水銀整流器の発達は最近著るしいものがあり、旧来の多極型から単極型に、水冷式から風冷式に、排気装置付からいわゆる「封じ切り」型に移行していつた。特に排気装置の省略と、それに関連した自動化に最も難点とされた真空度検出装置の不要は、直流変電所無人化への実質的な一転機を与えたといふことができる。

日立製作所においてはすでに150台におよぶ封じ切り風冷式単極水銀整流器を製作し、好調な運転を続けている。

直流変電所の無人化は単に水銀整流器の封じ切りで終るものでなく、自動温度調整の問題、各機器の信頼性向上の問題があり、さらに制御ならびに監視方式については、実績を基礎として、より確実に簡単な方式の確立に進まねばならぬ段階にあるといふ。

今回完成された京王帝都電鉄北野変電所の全自動無人変電所としていつさいの設備は、親変電所である新高幡変電所の水銀整流器2台の設備とともに日立製作所で製作されたものですでに運転に入り好調である。本稿においては北野変電所の制御方式を中心として、その概要を紹介し御参考に供したいと思ふ。

〔II〕 設 備 概 要

第1図(次頁参照)は北野変電所の単線接続図である。

* 日立製作所日立国分分工場

20 kV 1回線で新高幡変電所より受電し、1,000 kW 600 V (2,000 kW 1,500 V) 水銀整流器1組により直流 600 V (1,500V) の饋電(1回線)を行うものである。

受電線

20 kV 50 \sim 3- ϕ 3線式 1回線

整流器用変圧器(1台) SOCR-3YC 型

2,220/3,140 kVAD.C. 1,500 V

1,120/1,590 kVAD.C. 600 V

F22-F21-F20-R20-19 kV/D.C. 600 V-1,500 V

人/人-Y 相間リアクトル内蔵油入自冷式屋外型

水銀整流器(1台) ISFO-6GT 型

1,000 kW/2,000 kW D.C. 600 V/1,500 V

封じ切り風冷式単極水銀整流器

饋電線

D.C. 600 V/1,500 V 1回線

本変電所の特長は操作用蓄電池を設けず全交流操作方式としたこと、受電用交流遮断器を省略したこと、高速度遮断器は整流器用と饋電用を共用としたこと、20 kV 停電中も温度調整、照明などのため自動的に3 kVの予備電源に切換えるようにしたこと、20 kV回路の計器を省略したこと、建屋を極力小さくするよう考慮されたことなどである。第2図は北野変電所の全景第3図(次頁参照)は屋外機器を示す。

〔III〕 配 電 盤

第4図(次頁参照)は親変電所である新高幡変電行に設けられた縮小型制御盤である。新高幡と北野間には遠方制御用の連絡線は設けず、送電線の活殺と時間開閉器の併用で北野変電所の起動停止を行つてゐる。したがつて制御盤には遮断器の操作開閉器と積算電力計、記録電流

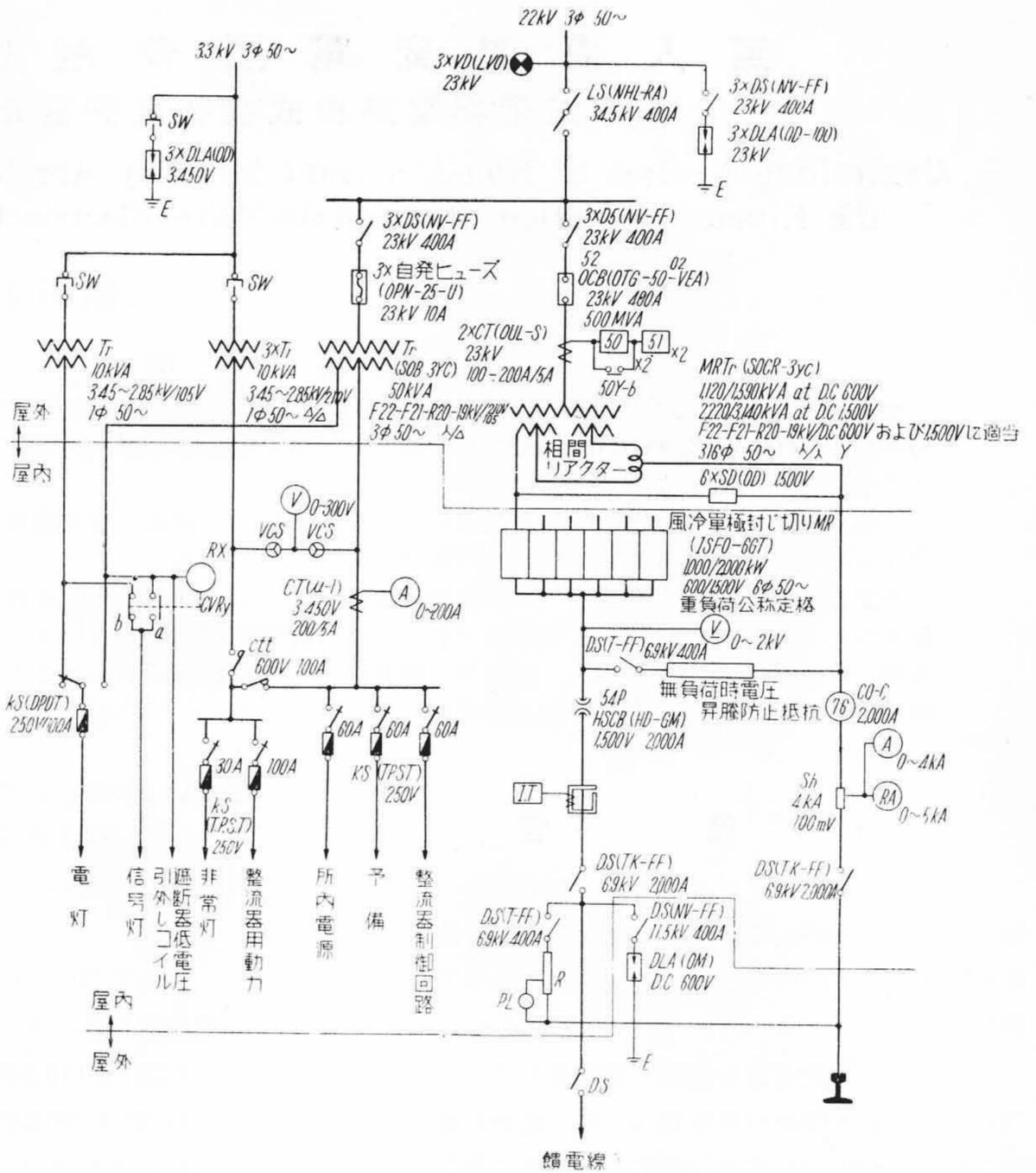
計（制御盤裏面取付）のみである。なお本縮小型制御盤の斜面部は上方へ開くことが可能であり前面直立部も扉式になっているので、内部点検は容易になっており、さらに常時監視を要する主要計器は広角度計器とし、その他の計器は小型とする重点的の考え方とした。故障表示はすべてランプ式としている。

第5図は北野変電所の制御盤である。自立型側面扉付で裏面は継電器盤になっている。

第6図は点励弧格子制御装置である。キュービクル型で全周扉式で体裁点検に十分な考慮を払って設計されている。

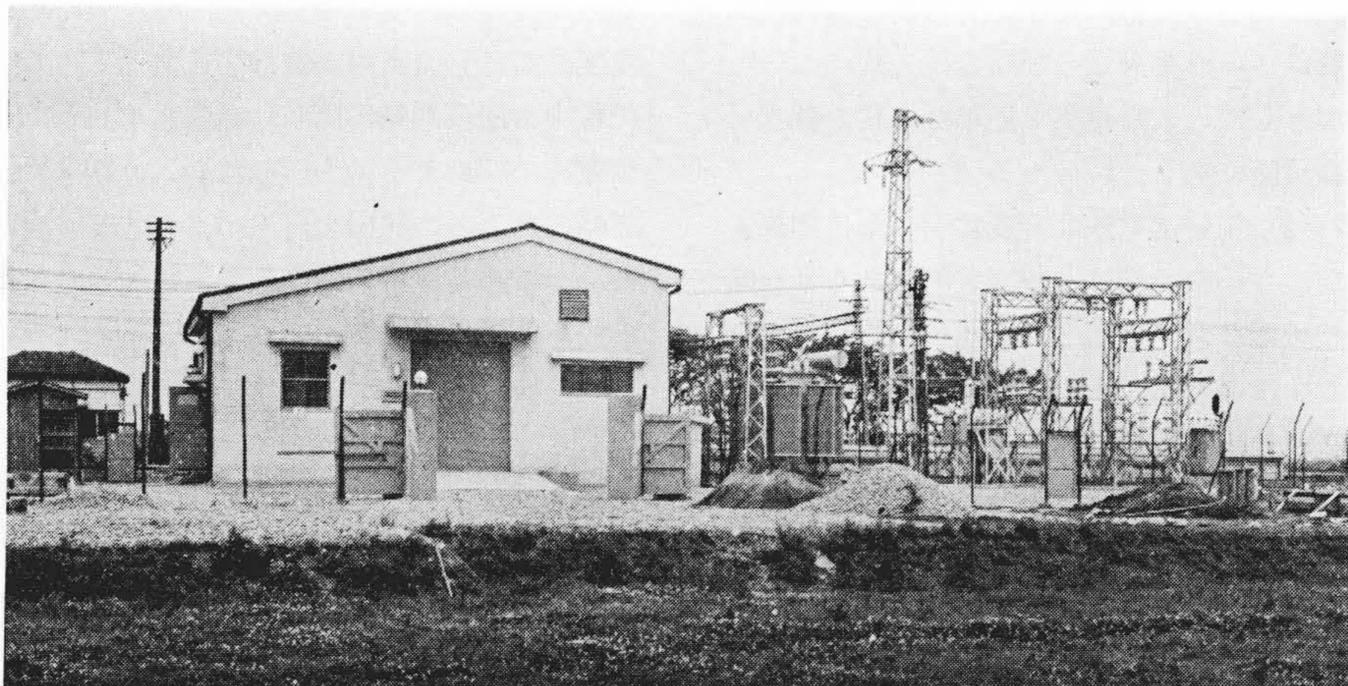
〔IV〕 制御方式

北野変電所は前述せるごとく20 kV 受電線が生きているときのみ時間開閉器で起動停止を行っている。したがって20 kVを常時生かしておけば、時間開閉器のみで起動停止を行う。また運転時間中であつても新高幡の親変電所で、20 kV 送電側遮断器を開路すれば停止することは勿論である。故障は北野変電所の最寄の北野駅を監視所としてここに故障原因を細別して表示する。一方北野変電所と新高幡変電所間には誘導無線通信装置によつて、〔運転〕〔軽故障〕〔重故障〕の3表示と警報を自動的に親変電所へ送るようにな

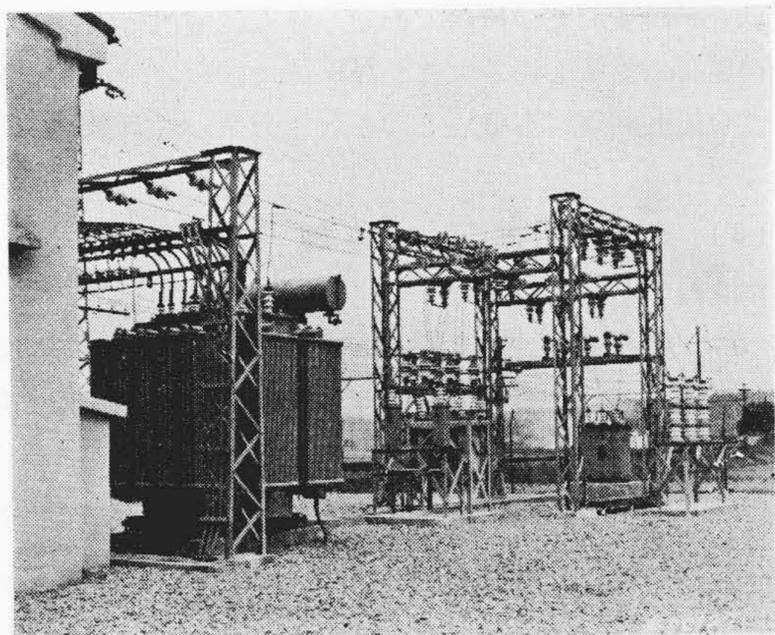


第1図 北野変電所単線接続図
Fig.1. Skeleton Diagram of Kitano Substation

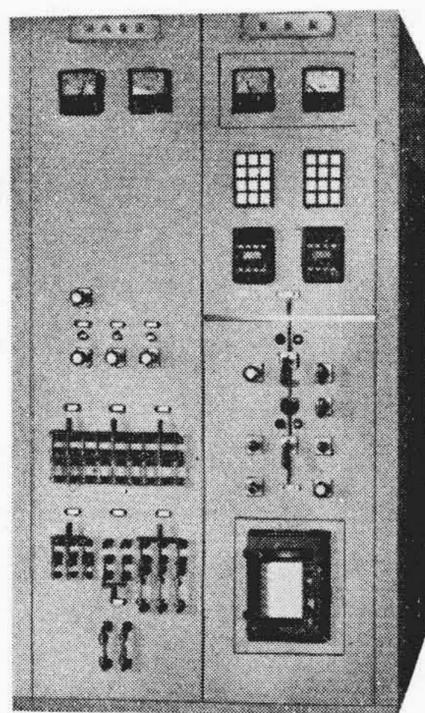
つている。故障内容は監視所と親変電所間で電話連絡するようにしている。以上の関係を第7図に示す。20 kV回路の計測は北野変電所はいつさい省略し、新高幡の親変電所に記録電流計と積算電力計および電流計を設けているのみである。



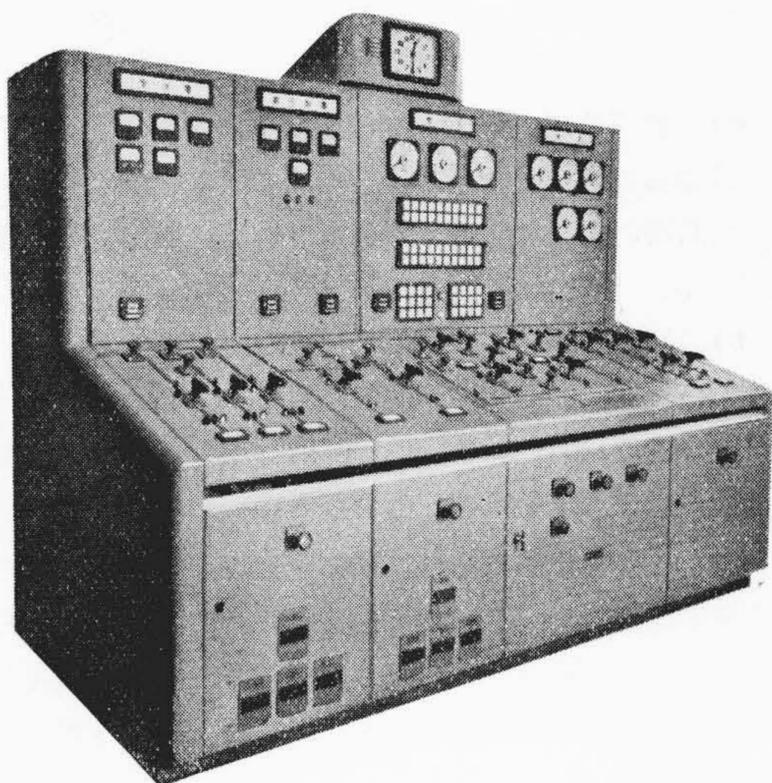
第2図 北野変電所の外観
Fig.2. General View of Kitano Substation



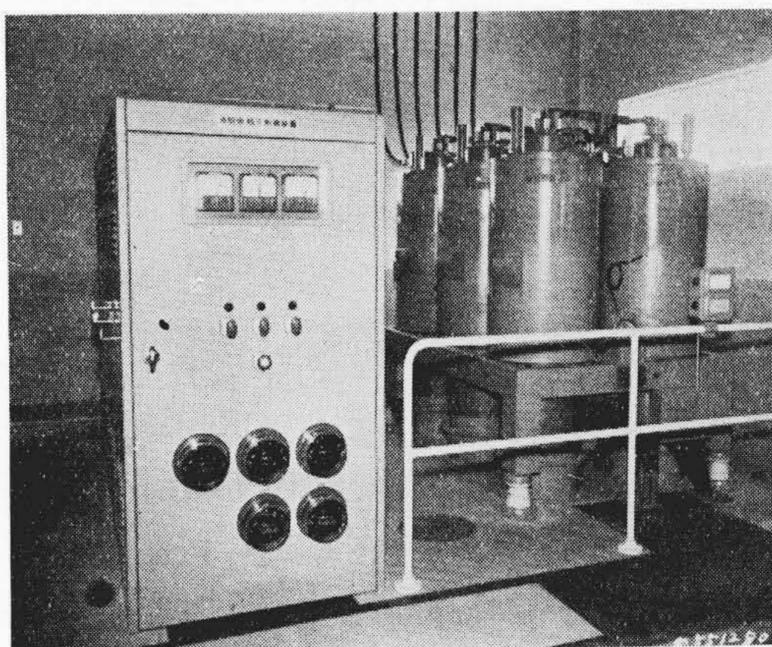
第3図 屋外器具の外観
Fig.3. General View of Outdoor Equipment



第5図 北野変電所制御盤
Fig.5. Control Board of Kitano Substation



第4図 新高幡変電所縮小型制御盤
Fig.4. Miniature Type Control Boards of Shintakahata Substation



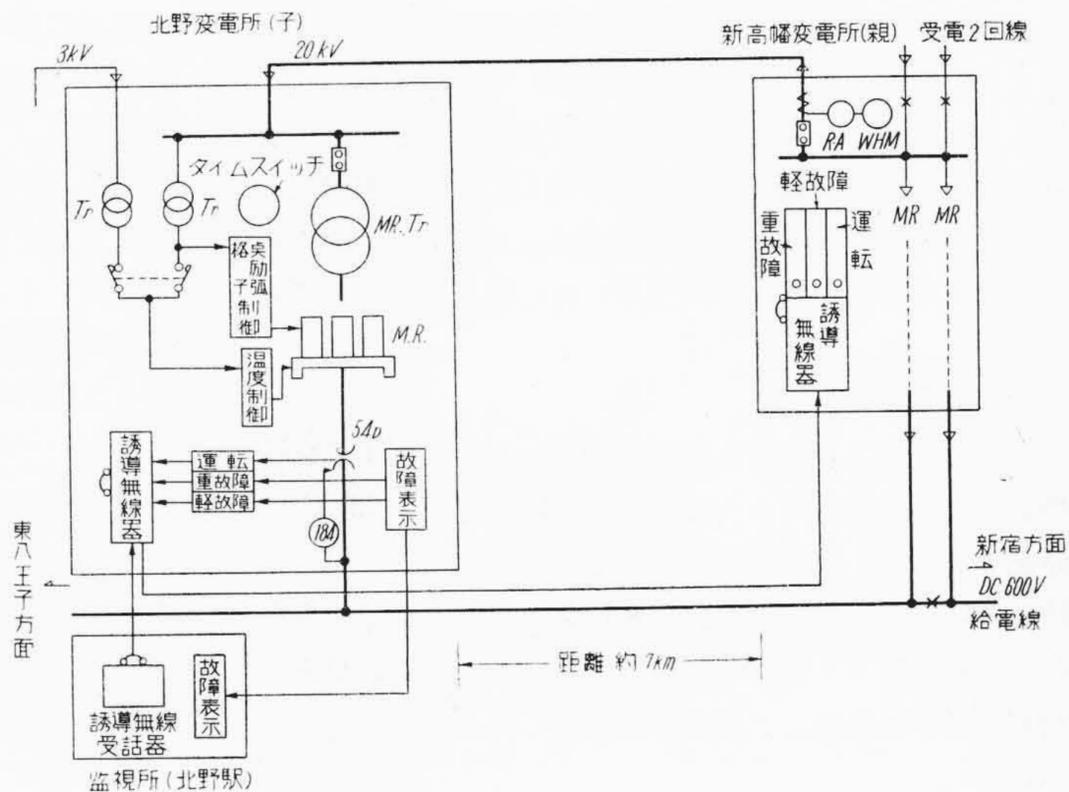
第6図 点励弧格子制御装置
Fig.6. Ignition Exciting and Grid Control Cubicle

(1) 制御電源

蓄電池を設備していないため制御電源はいつさい交流を使用している。遮断器の遮断は変流器二次電流による電流引外し線輪と、低電圧引外し線輪の両者によつている。温度調整その他所内用電源は常時 20kV 側よりとつてゐるが、20kV 側停電のときは自動的に 3kV 信号高圧線に切換え停電回復す

第7図 新高幡変電所と北野変電所間の運転関係説明図

Fig.7. Operating Relation between Shintakahata and Kitano Substation



れば自動的に復帰する。この切換は低圧側で行っている。

(2) 自動温度調整

水銀整流器の安定なる運転のためには、器槽の過熱、過冷を避け適当な温度を維持する必要がある。特に無人の場合は温度調整継電器によつてこれを行うことになる。この場合温度調整継電器はかなりの頻度で動作する。したがつてその継電器は感度のバラッキが少く、周囲温度の影響のない耐久性のある確実なものでなければならない。日立製作所はこの目的のために特に開発されたブルドン管型温度継電器を使用し、満足すべき結果をえている。北野変電所においてもブルドン管型温度継電器を使用して、次の操作を行つている。

(a) 器槽用冷却扇

器槽温度 40°C になると冷却扇を運転し 30°C に低下すると停止せしめる。なお冷却扇は 2 段速度とし、常時は低速で運転し夏季周囲温度の高い場合には極数切換器によつて高速運転が可能となつている。

(b) 器槽用加熱器

器槽温度が 20°C に低下すると加熱器が生かされ、 30°C に上昇すると切り離されるようにしている。

(c) 過冷防止継電器

器槽温度が 15°C に低下すると動作し 17°C に上昇すると復帰する。これは無人変電所であるため特に設けたもので 15°C になると、水銀整流器の起動を阻止している。

(d) 陽極加熱器

水銀整流器停止中投入し運転に入れば切り離すようにしている。

(e) 水銀整流器運転停止後一定時間冷却扇の運転

水銀整流器の運転を停止した場合器槽温度のいかんにかかわらず冷却扇を運転し、約 30 分後に自動停止せしめている。たゞし 15°C になると 30 分以内でも停止するようにしている。これは運転中に生じた水銀蒸気や器壁に附着した水銀滴を、急速に冷却して陰極に復帰せしめ、再起動時の逆弧などを未然に防止せしめるためである。これも無人変電所という点で特に取上げたものである。

(f) 換気扇

室内換気扇は 3 台を有しているが、これもブルドン管型温度調整継電器によつて室温 35°C で運転し 30°C で停止せしめている。測温部は天井の近くを取つたが、実績から見ると床上に比し約 $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ の温度差が認められた。なお室外よりの風の取入口は調整可能とし、夏季は開放し冬季は閉鎖して室内を循環せしめるようになっている。

以上が温度調整の概要である。無人変電所という点から神経質に対策し過ぎた感がない訳ではないが、保守の重点を温度調整におき以上のごとき万全の対策を取つたものである。

(3) 水銀整流器の制御

整流器の運転は次の順序で自動的に行われる。

(a) 前述せるごとく 20 kV が健全であつて時間開閉器が動作し、かつ整流器温度が過冷状態になれば点弧および励弧操作を行う。

(b) 点弧開始と同時に格子に負偏倚電圧を印加する。

(c) 点弧の完了と格子負偏倚電圧の印加を確認して油入遮断器を投入する。

(d) 油入遮断器が閉路すれば格子負偏倚電圧に重畳して短形波電圧を印加する。こゝにおいて整流器は直流電圧を発生する。

(e) 整流器出力電圧と外線電圧をおのおの電圧継電器で確認して、高速度遮断器を投入し饋電を始める。高速度遮断器の投入ならびに保持電源は整流器出力電圧を使用する。

(f) 停止は時間開閉器の動作または親変電所において 20 kV 送電用油入遮断器の遮断によつて行われる。

以上が常態における整流器の運転停止である。勿論操作切換器によつて手動運転も可能となつている。

(4) 自動再閉路ならびに遠方閉鎖復帰

高速度遮断器は逆流による自動遮断を行うものである。順方向の故障電流すなわち饋電線の短絡事故に対しては、日立 IT 型直流饋電線保護継電装置によつて検出する。

これは故障電流の上昇率 di/dt を利用する検出方式のもので、高感度の選択特性を有している。これに加えて饋電線の過負荷電流に対して CO-C 型直流過電流継電器 (76) を併用している。

上記の IT 型継電装置と CO-C 型継電器が動作した場合および逆弧継電器 AOH (50) が動作した場合は、格子によつて整流器を停止せしめると同時に高速度遮断器を遮断する。同時に再閉路用限時継電器を附勢して、約 30 秒後に格子、高速度遮断器の順に再投入を行う。この場合勿論外線電圧が健全であることを条件にしている。したがつて外線電圧が回復していない場合は、高速度遮断器は再閉路待機の状態としておく。自動再閉路に成功すればすべて正常状態に復帰するが失敗すれば閉鎖する。整流器の停止は誘導無線で自動的に親変電所に報知される。一方監視所よりの電話連絡で「再閉路失敗」ということが確認できる。

親変電所で再確認のため再閉路を行わんとするとき

は、つぎの方法で親変電所より閉鎖を解除することが可能である。すなわち親変電所で 20 kV 送電線を遮断し遮断してから 5 秒以上 15 秒以内に再び投入すれば、北野変電所の再閉路閉鎖継電器は復帰される。この時間は停電時に自然に閉鎖復帰しないように選定されたもので、連絡線省略のための新しい試みである。

(5) 状態表示と故障表示

親変電所に対しては前述のごとく誘導無線通信装置によつて、運転、軽故障、重故障の 3 表示を行つている。軽故障のときはブザー、重故障のときはベル警報を併用している。監視所である近接の北野駅に対しては 19 芯電話ケーブルを設けて、(1) 冷却扇事故 (2) 点弧および起動渋滞 (3) 交流側過電流継電器動作 (4) 高速度遮断器自動遮断 (5) 格子負偏倚電圧喪失 (6) ブッフホルツ重故障 (7) 再閉路失敗 (8) 整流器過熱 (9) 変圧器温度上昇 (10) 陽極および陰極加熱器断線 (11) 整流器過冷 (12) 操作電源異常の表示を行つている。(1)～(8)までは整流器停止ベル警報 (9)～(12)まではブザー警報のみである。停電の場合は乾電池を使用してベル警報を行つている。表示

器は集合式ランプ表示器を使用し、監視盤は小型壁掛型になつている。なお北野変電所自身にも故障内容をターゲット式集合故障表示器で表示している。

故障発生の場合は北野変電所に調査員を派遣し、点検または補修後釦開閉器を引いて閉鎖継電器を復帰し再起動に備える。

〔V〕 結 言

最近新設される直流変電所は勿論既設直流変電所に対しても、無人化の要望はすでに一般化した傾向にある。水銀整流器の改良進歩と、各機器の信頼度の向上はいつそうこの傾向を増大せしめており、さらに制御方式も確実、簡単、経済的を目標として日進月歩の段階にある。

北野変電所における制御方式の構想は、京王帝都電鉄株式会社江柄部長の御指導に基くものであるが、実績に基きさらに検討を加え御使用者各位の御協力をえて、より優秀な無人変電所制御方式の確立に邁進したい念願である。

高層建築の設備に



日立エレベータ



各種エレベータ
エスカレータ
ダムウエータ

日立製作所

最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その2)

(第20頁から続く)

区 別	登録番号	名 称	工場別	氏 名	登録年月日
実用新案	439427	カーブドジブを有するコールカタチエン用ピックボックス	亀有工場	盛 武 賢	30. 1. 30
"	439392	圧 縮 機 の 制 御 装 置	川崎工場	船 山 朝 義	"
"	439426	ポ ル ト	川崎工場	鮎 沢 弘	"
"	439373	発 電 機 の 過 電 圧 抑 制 装 置	多賀工場	坂 本 虎 雄 清 水 勝 良	"
"	439379	耐 久 磁 石 を 用 い た 電 子 レ ン ズ	多賀工場	森 戸 望	"
"	439380	渦 動 油 ポ ン プ 空 気 吸 入 防 止 装 置	多賀工場	安 島 忠 義 萩 野 谷 忠 昭	"
"	439385	切 換 ス イ ッ チ	多賀工場	大 須 賀 久 雄	"
"	439387	複 式 歯 車 ポ ン プ	多賀工場	河 村 三 郎	"
"	439389	直 流 電 動 機 起 動 装 置	多賀工場	河 村 三 郎	"
"	439394	ホ イ ス ト の リ ミ ッ ト ス イ ッ チ	多賀工場	後 藤 繁	"
"	439395	継 電 器 動 作 表 示 器	多賀工場	黒 沢 正 次	"
"	439400	熱 電 対 式 温 度 計	多賀工場	山 下 史 郎	"
"	439403	電 気 抵 抗 式 温 度 計	多賀工場	山 下 史 郎 河 井 史 陽 一	"
"	439408	回 転 体 駆 動 装 置	多賀工場	川 崎 光 彦	"
"	439413	ベ ル ト 伝 達 装 置 の 安 全 装 置	多賀工場	横 河 江 村 邦 治 三 郎	"
"	439414	ベ ル ト 伝 達 装 置 の 保 安 装 置	多賀工場	横 河 江 村 邦 治 三 郎	"
"	439418	回 転 機 巻 線 接 地 故 障 保 護 装 置	多賀工場	猿 渡 房 吉	"
"	439419	遊 星 歯 車 装 置	多賀工場	横 内 直 中	"
"	439421	堆 積 型 避 雷 器 特 性 要 素	多賀工場	杉 山 金 太 郎	"
"	439375	操 作 用 電 動 機 の 可 逆 回 転 制 御 装 置	亀戸工場	和 田 正 脩 小 市 林 川 長 義 三	"
"	439383	ロ ー ラ ー 型 接 触 子	亀戸工場	山 崎 栄 次 郎 鈴 木 幸 治	"
"	439396	蛍 光 灯 点 灯 装 置	亀戸工場	森 泉 袞 彌 鈴 木 繁 好 博 西 岡	"
"	439415	カ ム 型 ス イ ッ チ	亀戸工場	渡 辺 新 太 郎	"
"	439416	変 圧 器	亀戸工場	鬼 頭 国 忠	"
"	439434	冷 蔵 庫 の 化 粧 板 取 付 装 置	栃木工場	楠 本 陽 一 郎	"
"	439435	冷 蔵 庫 の 化 粧 板 取 付 装 置	栃木工場	楠 本 陽 一 郎	"
"	439437	冷 蔵 庫	栃木工場	細 田 泰 生	"
"	439372	自 動 レ ベ ル 調 整 装 置	戸塚工場	内 藤 大 三	"
"	439377	受 信 信 号 装 置	戸塚工場	野 江 上 邦 五 郎 森 茂 郎	"
"	439378	受 信 信 号 装 置	戸塚工場	野 江 上 邦 五 郎 森 茂 郎	"
"	439388	極 超 短 波 同 時 送 受 話 装 置	戸塚工場	関 口 存 哉	"
"	439397	赤 外 線 加 熱 炉 用 電 球 ユ ニ ッ ト	茂原工場	山 本 徳 太 郎	"
"	439398	傍 熱 型 サ ー ミ ス タ	中央研究所	二 木 久 夫	"
実用新案	439399	棒 状 サ ー ミ ス タ	中央研究所	二 木 久 夫	30. 1. 30