

色彩調節を施した国有鉄道豊橋変電所 水銀整流器制御装置

池田正一郎* 原朋彌**

Some Noticeable Features of the Toyohashi Substation, National Railways

By Shoichiro Ikeda and Tomoya Hara
Kokubu Branch Works of Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Toyohashi substation located on the Tokaido line has been distinguished by the adoption of the colour conditioning for the building, both no its outside and inside, and all the electric equipment used there. This treatment has proved its conspicuous effectiveness in improving the business efficiency by according comfort of eye sight to substation workers and also in preventing mistaken operation of equipment. It is quite useful too in distinction of danger-zone for operators.

Controlling equipments are housed in self-standing cubicle to ensure entire safety of maintenance care.

The controlling of mercury rectifier is carried out by means of two-step operation type sequence controller which effects both sequent and adverse controlling. Group operation annunciator and group fault annunciator are employed to facilitate maintenance, and wave filter is equipped with a controlling device which responds automatically to the change of frequency.

Moreover, the temperature of cooling water for the rectifier is also conditioned automatically by combined use of Type DT temperature controller and a warmer, which operate to maintain the water temperature between 35°C and 20°C.

〔I〕 緒 言

最近発変電所に於て建造物の外部、内部及び機械器具の塗装に慎重に立案された色彩調節を施し、快適なる視覚環境をつくり業務能率の向上と操作の過誤を防止し、又危険物の認識を速かならしめる新しい方式が採用されつつある。

今回国有鉄道の東海道線浜松、名古屋間の電化が実施の運びとなり、日立製作所は豊橋並びに鷲津両変電所の電気機械設備の一切を製作納入し、豊橋変電所は既に据付を終つた。本変電所は前に述べた色彩調節を行つた外、配電盤としても新規の構想で設計され幾多の新しい

方式が盛られている。即ち

- a) 機器全般に色彩調節を行つた。
- b) 正極並びに負極母線、点励弧格子制御装置、冷却水制御装置、濾波装置等総てキュービクル型として保守の安全を計つた。
- c) 配電盤もねずみ、虫等による事故を完全に防止する構造とした。
- d) 水銀整流器の制御は二段操作式順序制御器を用い順逆制御を行い、操作を単一化して操作の過誤を防止すると共に、集合運転表示と故障表示を設け保守を容易にした。
- e) 濾波装置の性能を高めるため周波数の変動に応じ自動調整を行つた。

* ** 日立製作所日立国分分工場

f) 水銀整流器用冷却水温度の自動調整を行い保守を容易にした。
 以下豊橋変電所制御装置に就いてその大要と特長を述べる。

〔II〕設備の概要

本変電所の主要設備の概要は次の通りである。

受電線

70 kV 60~ 3φ 3線式 2回線 (将来4回線)

水銀整流器

3台 水冷式単極水銀整流器 2,000 kW 直流 1,500 V 冷却水は再冷却方式

整流器用変圧器

3台 2,220 kVA/3,140 kVA 3φ F 77-F 73.5-F 70-66.5 kV/直流 1,500 V 相当 人/人-Y 相間リアクトル内蔵 油入自冷式

高压用変圧器

3台 300 kVA 1φ F 77-F 73.5-F 70-66.5 kV/3,150 V Δ/Δ 油入自冷式

制御用変圧器

1台 200 kVA 3φ F 77-F 73.5-F 70-66.5 kV/210 V Δ/Δ 油入自冷式

饋電線

直流 1,500 V 5回線 予備1回線

配電線

3,000 V 3φ 3回線

3,000 V 1φ 2回線

濾波装置

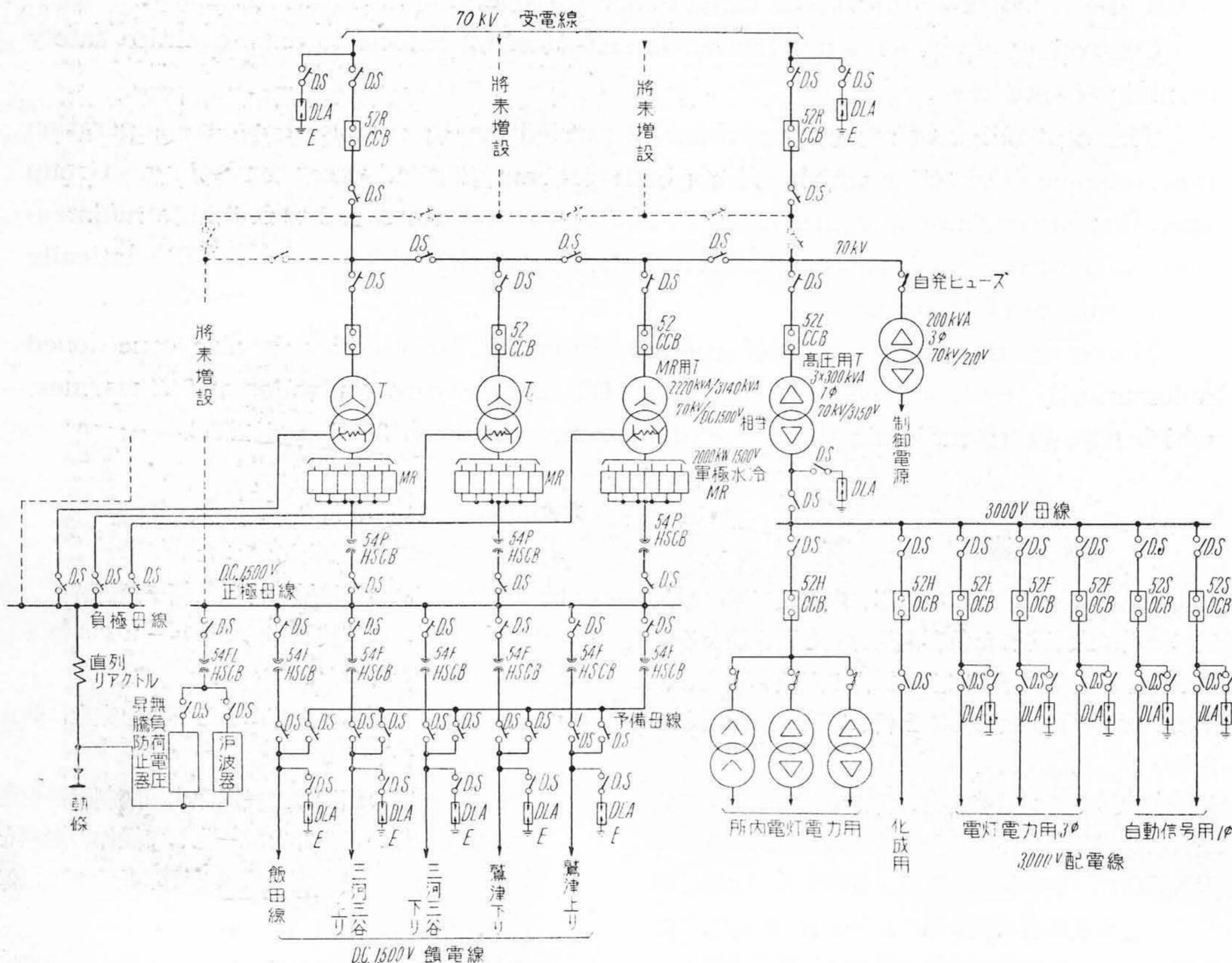
直流 1,500 V 3,000 A 基準周波数 60~ 第4調波迄の並列共振回路付、周波数変動に対する自動応動制御装置付

遠方監視制御装置

鷺津変電所 (2×2,000 kW 水冷式単極水銀整流器、将来3台) 用遠方監視制御装置1式

尚将来は受電線は4回線、70 kV母線はリング方式となり更に水銀整流器は1台増設され4台となる予定である。

第1図は本変電所の単線接続図である。70 kV 2回線で受電して、これを直接整流器用変圧器一次側に加圧す



第1図 単線接続図

Fig. 1. Skeleton Connection Diagram

る。所謂直落し方式を採用している。直流饋電線は鷺津方面上り、下り、三河三谷方面上り、下り、飯田線の5回線と外に予備饋電線を設けて切換可能となつている。

制御電源には高圧用変圧器と別箇の変圧器を設けており、化成用電源は高圧用変圧器の二次側より取つている、又交流 3,000 V の回路はすべて屋外とし、遮断器はスイッチハウス内に収納され高圧回路の屋内導入を極力さげている。

直流制御用電源は、100V 蓄電池で充電用として 75A の小型硝子水銀整流器を装置し、常時浮動充電せしめている。

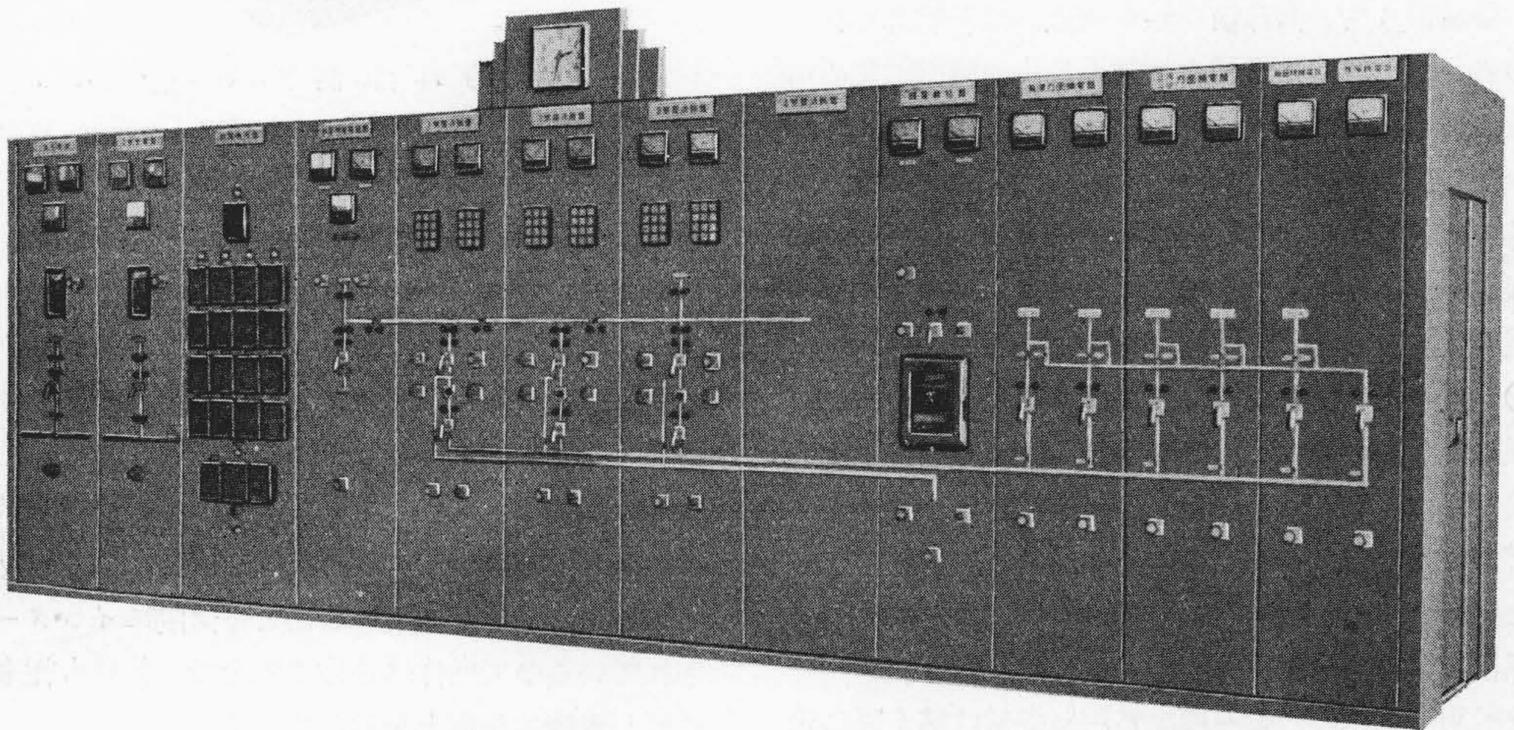
尚、本変電所は約 14.6 km 離れた鷺津変電所を制御する遠方監視制御装置を設け、二変電所を一体とした合理的な運転が出来る。

〔III〕 配 電 盤

配電盤は下記の如く分割設置されている。

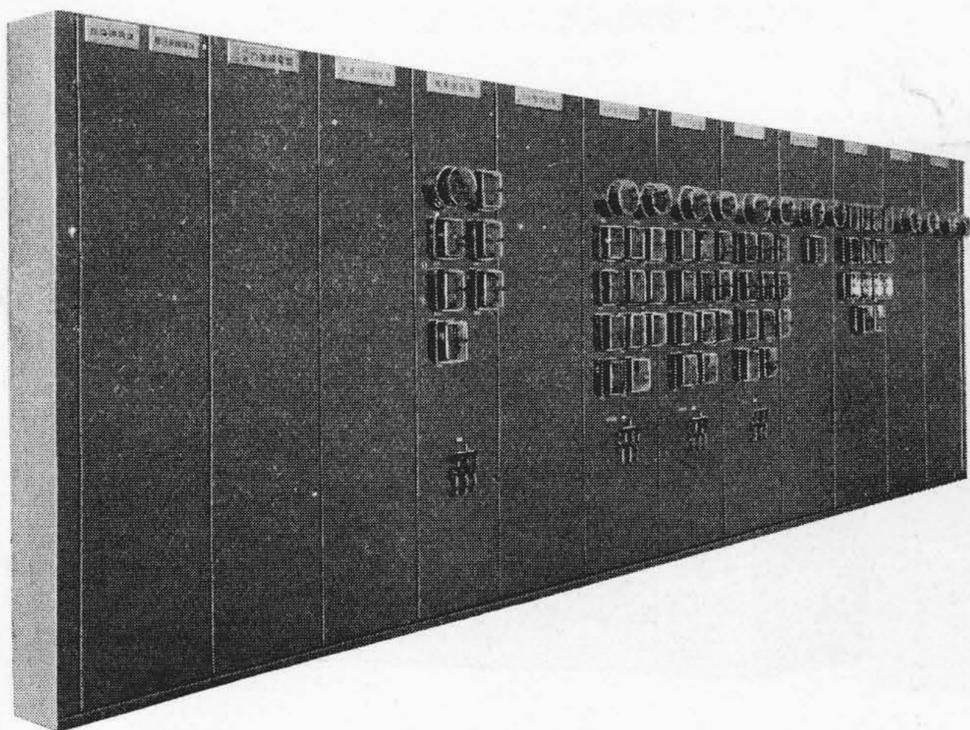
| | |
|---------------------|--------|
| 主配電盤.....12面 | } 配電盤室 |
| 所内用配電盤.....4面 | |
| 点励弧、格子制御装置.....3面 | } 整流器室 |
| 冷却水制御装置.....3面 | } 冷却水室 |
| 正極母線用キュービクル.....13面 | } 電気室 |
| 負極母線用キュービクル.....5面 | |
| 濾波装置用キュービクル.....3面 | } 濾波器室 |
| 電灯電力、自動信号盤.....3面 | } 配電盤室 |
| 遠方監視制御装置.....4面 | |

これらの配電盤は後述する色彩調節を施し、近代的な直流変電所の建設と構造及び塗装の点でよく調和するよ

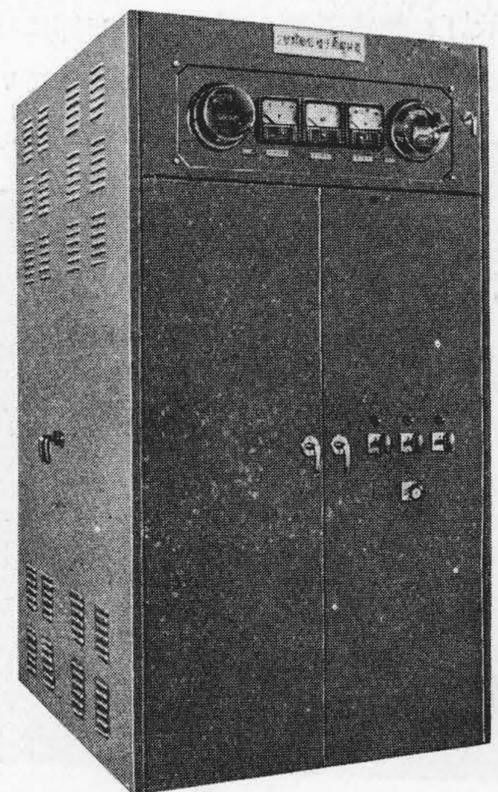


第2図 主配電盤

Fig. 2. Main Switchboards



第3図 主配電盤の背面継電器盤
Fig. 3. Rear Panel for Relay of Main Switchboards



第4図 点励弧、格子制御キュービクル
Fig. 4. Ignition, Exciting and Grid Control Cubicle

うに設計されて、すべて自立閉鎖型となつている。計器は角型半埋込式を採用し、積算電力計、記録電流計も埋込型として体裁を揃えている。操作開閉器類はドラム型として制御の目的、種類により把手の形状を変えて誤操作を防止している。

裏面配線の低圧回路は耐燃、耐湿及び耐油性等種々の特長を有する塩化ビニル線を使用し、PT回路は赤、CT回路は黒、交流200Vは黄、交流100Vは緑、直流100Vは青色に色別を行い、直流1,500V回路には耐燃性高圧用ゴム絶縁電線を絶縁板上に配線して二重絶縁を行い絶縁強化と安全を計つた。

(1) 主配電盤

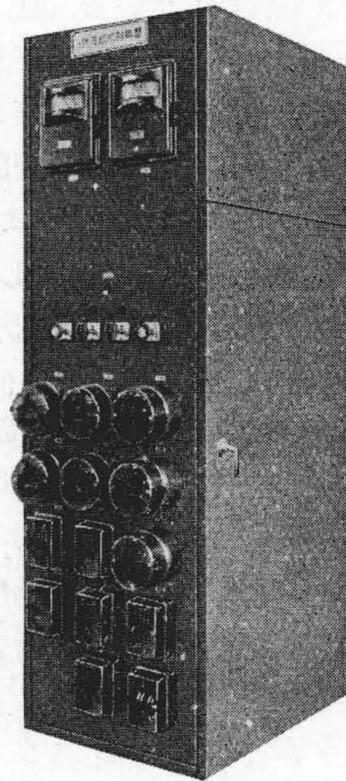
主配電盤はEF自立閉鎖型直立盤で第2図に示す正面制御盤と第3図に示す背面継電器盤とから成り、受電2回線、整流器4台、直流饋電線6回線が統轄制御され、又故障表示盤を設けて各種の故障表示を一箇所に集め迅速なる故障の発見に便利にしてある。

尙側面は引戸式エレベータドアを、天井には鼠、黄金虫等の侵入を防ぐための天井板を設けている。又正面盤と裏面盤を接続する制御線はすべて天井を通して配線し、現地に於ける据付配線作業を容易にした。

(2) 点励弧、格子制御装置及び冷却水制御装置

水銀整流器の点励弧、格子制御装置は第4図に示す通り優美な体裁を有し、且つ保守の安全と据付の容易なキュービクル型とし、特に周囲は全部扉として内部に納められた絶縁変圧器、接触器、蓄電器、抵抗器及び移相器等の点検が容易に行えるような構造とした。

整流器用冷却水の自動温度調整用制御盤は第5図に示す如く単一化したキュービクルで、正面盤には操作開閉器、表示灯、継電器類を取付け、内部には動力回路用接触器等を配置し、尙両側面は扉となつている。



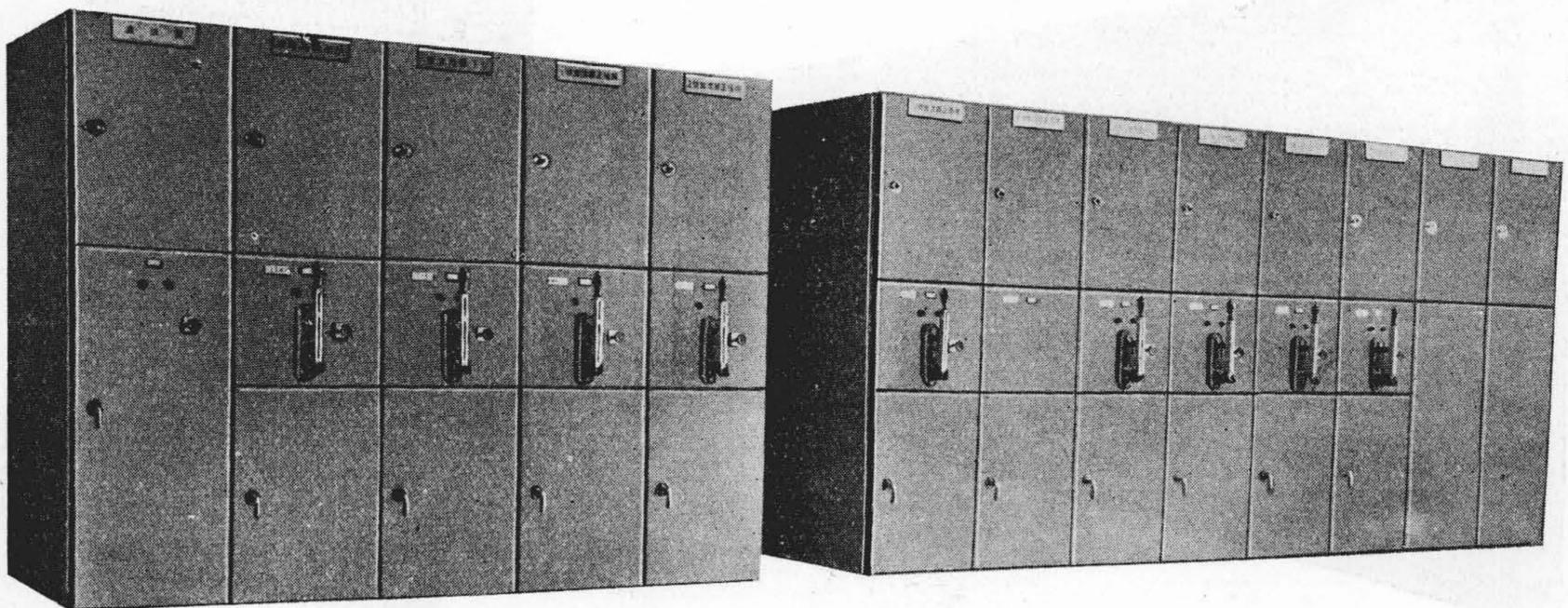
第5図 冷却水制御キュービクル
Fig. 5. Control Cubicle for Cooling Water

(3) 正極、負極母線用キュービクル

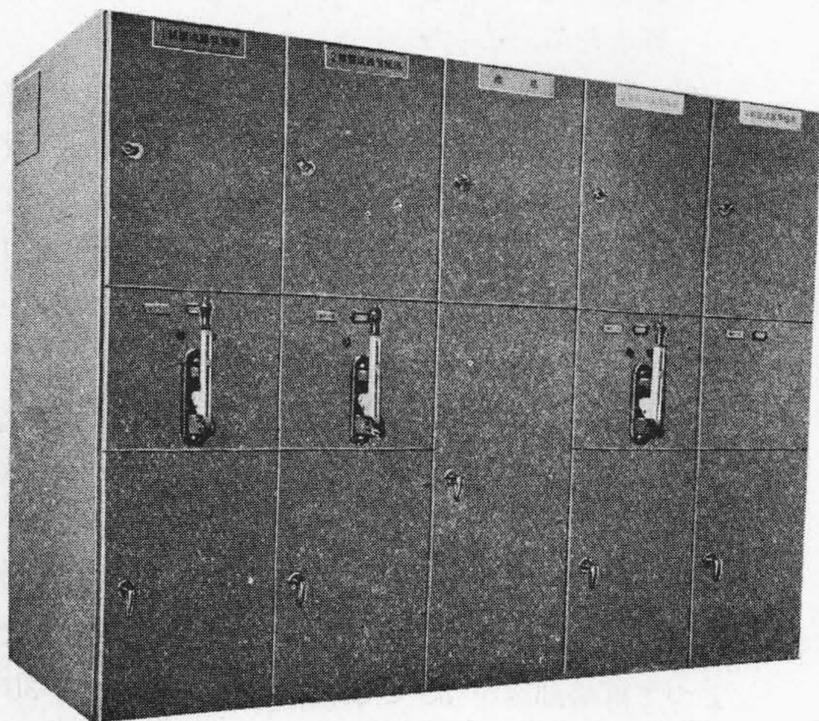
第6図は直流主回路の正極母線用キュービクル、第7図は負極母線用キュービクルである。直流主回路の断路器、直流変流器、直流計器用変圧器、高速度遮断器用操作盤等を収納し、各回線別に接地された鉄板にて区画を設けている。

断路器は盤面より把手によつて操作を行うデットフロント型で、特に高速度遮断器と電氣的にインターロックされているので操作は絶体に安全で、体裁も従来のものに比し飛躍的な向上を示している。

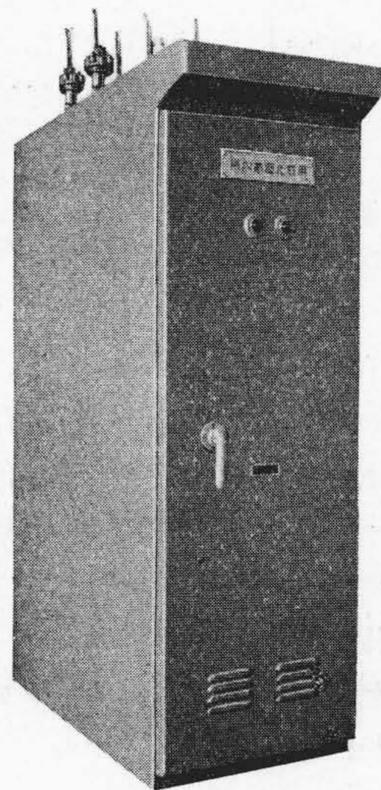
尙正極母線用キュービクルは絶縁木台上に設置し、且つキュービクル自体は接地継電器を通して接地され、母線回路の接地保護に万全を期している。



第6図 正極母線キュービクル
Fig. 6. Positive Bus Cubicle



第7図 負極母線キュービクル
Fig. 7. Negative Bus Cubicle



第8図 所内高圧用スイッチハウス
Fig. 8. Switch House for Station Service

(4) 屋外スイッチハウス

屋外 3,000 V 回路用遮断器は計器用変圧器、変流器等と共に第8図に示すスイッチハウス内に納められている。これらの操作は配電盤室から行われる。尙 3,000 V 回路を屋外に設置したことにより建屋の床面積の縮小と保守の安全を計つたものである。

[IV] 色彩調節

色彩調節は美のみに重点を置くものではなく、色の働きを発揮させる事によつて環境を調和し、注意の重点を明かにして物を見る眼の力を高め、業務の能率と判断の正確とを増すことである。従つて配電盤のみならず建屋の内外及び屋内、屋外の機器にも総て色彩調節を施し一層その効果をあげるように設計されるものである。

発変電所の建屋及び機器の色彩に就いては、電化協会主催の色彩調節委員会によつて種々専門的な立場から検討が加えられた結果、最も合理的な色彩調節が決定された⁽¹⁾。

本変電所の色彩調節もこの決定を基準として設計されたものである。

(1) 建屋の内部

建屋の内部は次のようになつている。

| | | | | |
|-----|------------|---------|------|---|
| 天井 |N | 9/0 | 白 | 色 |
| 壁 |7.5GY | 8/2 | 淡黄味緑 | 色 |
| 腰羽目 |7.5GY | 6/3 | 黄味緑 | 色 |
| 巾木 |7.5GY | 4/2 | 濃黄味緑 | 色 |
| 床 |7.5YR | 5~6/3~0 | 淡褐 | 色 |

(マンセル記号色相 明度/彩度)

(2) 配電盤

配電盤は次のようになつている。

| | | | | |
|---------|-----------|-------|-----------|---|
| 配電盤面 |7.5BG | 6/1.5 | 淡灰 | 色 |
| 計器、継電器枠 |7.5BG | 4/1.5 | 青灰 | 色 |
| 操作把手 |2.5YR | 4/5 | 茶 | 色 |
| 銘板 | | | 艶消銀色に黒色文字 | |
| 盤裏面 | | | 白 | 色 |

この外に正極、負極母線用キュービクルの断路器の操作把手は 2.5Y 8.5/3 クリーム色を施し、キュービクルの扉の内部は開放した時に注意を与えるために、その一部に、又高圧の加圧される継電器にもその一部に、それぞれ 1YR 5.5/1.3 オレンジ色の警戒色を彩色した。

(3) 屋内機器

屋内機器類は下記の如くなつている。

| | | | | |
|-----------|-------------|-------|------------------|----|
| 水銀整流器本体 | }7.5BG | 6/1.5 | 淡灰 | 色 |
| 真空ポンプ類 | | | | |
| 再冷却器、水槽 | | | | |
| 陽極配線 | | | 青 | 色 |
| 保護柵上部手摺 |2.5Y | 8.5/3 | クリーム | 色 |
| 保護柵入口 |2.5Y | 8.5/3 | } クリーム色 と黒色の縞 | |
| 高速度遮断器本体 | ..7.5BG | 6/1.5 | | 淡灰 |
| 高速度遮断器保護覆 | ..7.5BG | 6/1.5 | 淡灰 | 色 |

但し上部に 1YR 5.5/1.3 のオレンジ色を施す

(4) 屋外機器

屋外機器は下記の如く彩色されている。

| | | | | |
|---------|------------|-------|----|---|
| スイッチハウス |7.5BG | 6/1.5 | 淡灰 | 色 |
|---------|------------|-------|----|---|

| | | |
|-------------|---|------------------------|
| 変 圧 器 | } |シルバペイント |
| 制 弧 遮 断 器 | | |
| 空 気 圧 縮 器 | | |
| 断 路 器 | | |
| 油 試 験 器 | } |7.5BG 4/1.5 青 灰 色 |
| 油 濾 過 機 | | |
| 但し | | |
| 碍 子 部 分 | |白 色 |
| 断 路 器 の 把 手 | |4.5Y 7.7/8.7 黄 色 |

前述の如く配電盤室は全殺として落付いたやわらか味のある彩色を主眼とし、操作把手のみ茶系統を採用しているのが特色である。又配電盤裏面は白色となつているため明るく配線の点検は容易である。

警戒色、標識色には濃黄及びオレンジ色の彩色を施して注意を喚起せしめている。

〔V〕 制 御 方 式

制御方式は操作の簡易化と監視の容易を主眼とした順序制御器による一人制御方式を採用した。1箇の順序制御器で自動起動、自動操作の途中から手動への切換及び手動同様の段階制御、手動途中から自動への切換、更に起動と逆に順次停止せしめて行く逆制御も出来得るような設計とした。

順序制御器は回転と引きの二段操作となつているので操作は確実で過誤のおそれがない。操作の結果はランプ式集合表示器で次々と確認しながら進行する故、操作の利便と安心感は一段と増大した。

真空ポンプ類の操作は主器の制御とは切離し単独に制御が行えるようになつている。

冷却水の温度は循環水ポンプの運転中は常に一定の範囲内にあるように自動的に制御し、整流器の起動の迅速及び運転の安全を計つている。

(1) 補 機 の 制 御

水銀ポンプ及び回転真空ポンプは制御電源が正規の状態にあれば自動的に常時運転する。水銀ポンプは純風冷式で冷却水は使用しない。又回転真空ポンプの吸気管路はポンプの運転停止に応じて自動的に開閉する。

陽極加熱器は季節的に運転される。

(2) 整 流 器 の 制 御

整流器は次の順序により運転される。

- 冷却水用循環水ポンプを運転する。
- 順序制御器を高速度遮断器の位置に廻して引くと電動発電機起動し格子に負偏倚電圧を印加する。又一方自動的に点弧し励弧を確立する。
- 以上により器槽の真空が良好な状態にあり冷却水の温度が適当であれば交流遮断器は自動的に閉路する。

d) 交流遮断器の閉路により格子に正の矩形波電圧を負偏倚電圧に重畳して印加すれば整流器は運転の状態となる。

e) 整流器より正規の直流電圧の発生したことを確認の上、正極用高速度遮断器は自動的に閉路される。以上は正極用高速度遮断器迄を自動投入する場合の操作順序であるが、これは前に述べた如く必要に応じ任意の段階までの操作を行うことが可能となつている。

(3) 冷 却 水 の 温 度 制 御

水銀整流器の安定な運転のためには器槽の温度を常に一定の範囲内におくことが望ましい。従つて次に述べる如く新規の構想によつて冷却水の温度を常に監視しこれの自動調整を行い保守の簡易化を行つた。即ち優秀な性能を持つている DT 型温度調整器を使用し、これによつて再冷却扇を 35°C 以上で運転を開始し、30°C 以下になれば停止する。又温水器は 20°C 以下で運転し、25°C 以上になれば停止するようにした。これによつて保守員の温度に対する保守の負担を軽くするのみならず安定な運転を期することが出来る。

(4) 汙 波 装 置 の 制 御

濾波装置は系統周波数の変動によりその特性が変わるので、周波数の変動に応じて自動調整を行い各運転周波数に対し略々一定した調波低減率を保持するよう新しい試みを採用した。

(5) 保 護 装 置

過電流、変圧器故障（ブッフホルツ継電器重故障の動作）制御電源の異状、整流器過熱、起動渋滞、格子負偏倚電圧の低下、真空不良、冷却水の断水、逆弧、電動発電機の故障に対しては交流遮断器を遮断する。尚逆弧の際は格子制御により迅速なる消弧を行う。交流遮断器が遮断すれば正極用高速度遮断器も連動により遮断する。直流 1,500 V 回路の接地故障に対しては整流器用交流遮断器及び直流饋電用高速度遮断器を遮断する。又非常の際は非常用開閉器により瞬時に交流遮断器、高速度遮断器を遮断して変電所の機能を停止出来る。遮断器の自動遮断のときはベルにて警報を行う。

真空の低下、真空継電器ピラニーの断線、水銀ポンプ電熱器の断線、陽極電熱器の断線、温水器の断線、変圧器の過熱、ブッフホルツ継電器（軽故障）の動作、冷却水の過冷及び過熱、水銀ポンプ冷却扇の故障、冷却水再冷却扇の故障、蓄電池充電器の故障、交流 3,000 V 回路の接地故障、濾波装置の高速度遮断器と電流制限抵抗器短絡用接触器との連動の不良等の故障に対してはブザーにて警報する。

以上の故障表示には故障表示器盤の受電回路、各整流器回路、饋電回路の各群毎に配置された白色表示灯を点

減すると共に、同様に配置された集合故障表示器にて表示を行う。尚故障表示のみに使用される集合故障表示器は故障回復すれば自動的に復帰する二重表示式の GBR-8 型を採用している。

尚将来は直流饋電線の故障選択保護装置を設置するように考慮されている。

〔V〕 結 言

以上豊橋変電所の制御設備の概要を述べたが、我国の発変電所に於ても電気設備は勿論建物の内、外部も総合的に立案された色彩調節を施し、快適な雰囲気の中に監視並びに制御を行うことの重要性が認められつゝあるとき、国有鉄道当局の御英断により実施の第一歩を踏み出した事は誠に有意義なことゝいわねばならない。

配電盤としても新しい色彩感覚に適合するためには単に色彩のみならず構造、体裁、点検、保守の面にも新しい感覚をもつて改良と進歩を計らねばならぬ事が必要である。茲にも色彩調節の持つ大きな意義が見出されるのである。

尚以上述べた本変電所用制御装置の設計方針は国鉄の松重氏、三村氏、猪飼氏、齋藤氏の構想に基くもので、その製作に当つては製作監督員の野口氏、石塚氏、波川氏ならびに名古屋電気工事々務所天野氏及び豊橋変電工事区館氏を始めとし関係者各位によつて与えられた御指導と御援助に対し茲に深甚な謝意を表するものである。

参 考 文 献

- (1) 鉄道電化協会色彩調節委員会報告



実用新案 第 397883 号

首 藤 清

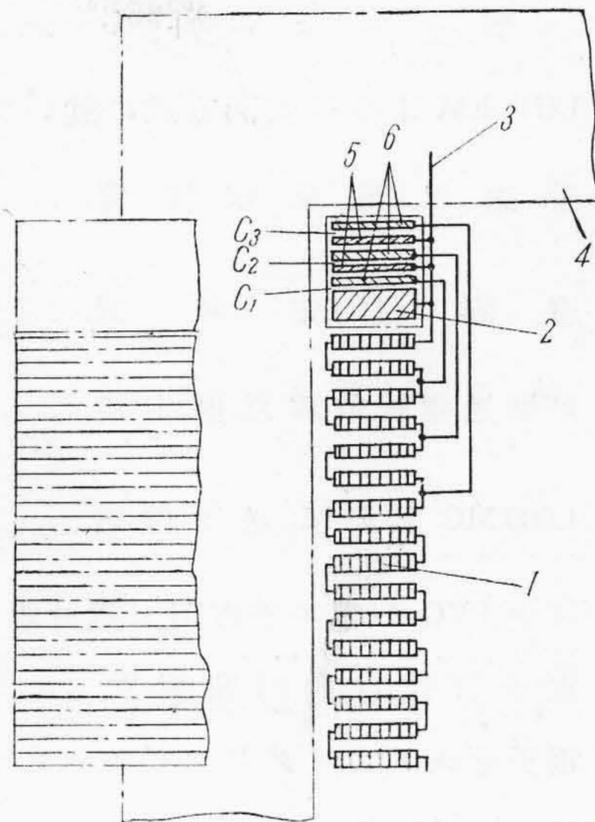
遮 蔽 変 圧 器

変圧器に於て、静電遮蔽効果を増大するためには、サージ電圧が集中的に印加される送電線側端子 3 に最も近い巻線区分に対する静電容量を大きくしなければならないが、静電板を従来のように巻線 1 の外側に巻いた構造では容量の増大は自ら制限があり、例えば 2,000 kVA 変圧器で C_1 の容量は 1,000~2,000 μF 位を必要とするにかゝらず 200~500 μF 位しか得られない。従つて遮蔽効果は不十分である。

本案はこの点に鑑み、図面に示すように巻線 1 を締付けるクランプリング 2 を利用し、このクランプリングの上部にクランプリング 2 と同電位の導板 5 と静電板 6 とを交互に絶縁重積して静電容量 $C_1 C_2 C_3$ を形成し、各静電板をクランプリング下部の送電線側端子に近い数段の巻線区分に順次接続してなるものである。

この構造によれば、静電板 6 の配置はクランプリング 2 と鉄心 4 との間隙を利用して設けることができ、これが絶縁及び取付けは容易である。なお静電板 6 の面積も十分に広く設計することが可能であるから、静電容量 $C_1 C_2 C_3$ 等を十分に増大し所期の遮蔽効果を収めることができる。

更に本案の静電板は、例えば 154 l:V/66 kV のような



変圧器に於て 66kV 側に遮蔽を施す必要ある場合、巻線の外側に静電板を巻いたものゝように高低両巻線間の間隙を増大することなく経済的に静電板配置を行い得るものである。
(滑 川)

最近に於ける電子管と電子管の応用は特に顕著な発達を遂げて、発送電用の各種保護、測定用に、又医療に、通信機に、テレビに、その他枚挙に遑のない程我々の日常生活のあらゆる方面に使用されております。

日立製作所に於てもこの研究、応用には従前より留意しておりその成果も大いに挙がつておりますが、今回本誌にその成果を発表して「日立評論」別冊 No. 3 として「電子管及び電子管応用特集号」を来る6月中旬発行致すことになりました。

内容は電子管の最近の発展詳報より、各種応用例に就いての異色ある論文を網羅したものでありまして、本文約150頁、写真図版約300版を収録したもので、一読して電子管及び電子管応用機器に就いての現況に精通出来るものであります。何卒本誌同様御愛読願上げます。

◇ 内 容 ◇

- ◎ 巻頭言 工業的に見た我国の電子工業.....日立製作所・取締役副社長 西 栄 介
- ◎ 電子管工業の最近の発達..... {日立製作所・茂原工場 久保俊彦
日立製作所・戸塚工場 渡辺孝正
- ◎ 最近の送信管の趨勢.....日立製作所・茂原工場 中原富士朗
- ◎ テレビジョン用電子管.....日立製作所・茂原工場 {武藤 寛雄
畑 武捨 三
- ◎ レフレックス・クライストロンに関する二三の考察.... {日立製作所・茂原工場 橋本一良
日立製作所・中央研究所 {沢田 喜久
鈴木 喜久
- ◎ 受信用真空管の寿命に就いて.....日立製作所・中央研究所 高田昇平
- ◎ 受信用真空管の微小雑音試験法.....日立製作所・茂原工場 {宮川 守雄
富永 幸雄
- ◎ 特殊化学処理による黒化純鉄陽極の研究.....日立製作所・茂原工場 伊地山 昇
- ◎ 小型ベータートロン.....日立製作所・中央研究所 {神原 豊三
今井 宗丸
木村 浩三
- ◎ VHF-FM 用位相変調方式に就いて.....日立製作所・戸塚工場 長 浜 良 三
- ◎ 搬送保護継電装置..... {日立製作所・日立国分分工場 川井晴雄
日立製作所・多賀工場 猿渡房吉夫
日立製作所・戸塚工場 中谷信夫
- ◎ 遠隔測定装置..... {日立製作所・日立国分分工場 滝田武夫
日立製作所・多賀工場 井沢尊生夫
日立製作所・戸塚工場 中谷信夫
- ◎ F型送電線故障点標定器..... {日立製作所・日立研究所 星平 武善一郎
日立製作所・日立国分分工場 井 善一郎
- ◎ 4,000 MC P. T. M. 送受信機.....日立製作所・中央研究所 {高田 昇平
安字 藤存文
佐美 襄
- ◎ 日立 PVQ 型電子管応用工業計器に就いて.....日立製作所・多賀工場 河井陽一
- ◎ 電子管式自動同期装置..... {日立製作所・多賀工場 比良清一
日立製作所・日立研究所 小林栄二
- ◎ 電子管式アナログコンピューター.....日立製作所・中央研究所 三浦武雄
- ◎ フォトタイマー..... {日立製作所・中央研究所 井上 実昭
日立製作所・亀戸工場 坂 部
- ◎ 電子管タイマー..... {日立製作所・中央研究所 井上 実昭
日立製作所・亀戸工場 坂 部

東京都千代田区丸の内1ノ4
(新丸ビル7階)

日立評論社

誌代特集号1冊 ¥100 円16
(振替口座東京 71824 番)