

関西電力株式会社伊丹変電所納新形配電盤

New Type Switchboard for Itami Substation,
Kansai Electric Power Co, Inc.

落 清* 滝 田 武 夫*
Kiyoshi Ochi Takeo Takita

内 容 梗 概

関西電力株式会社伊丹変電所は、容量 200 MVA 主変圧器ほか 5 バンクおよび 30 MVA 同期調相機 1 台からなる超高圧変電所であって、この配電盤制御装置一式は日立製作所で製作、納入した。

この配電盤は従来の監視計器盤をやめ計器類はいっさい照光式系統盤に組込み、制御盤上のボタン操作と関連させて監視制御を行うものであり、画期的な盤面の縮小と制御の簡易化をはかっている。

また、超高圧三巻線変圧器に対しては新しく開発された KYT 13 形高速度比率差動リレーを X-KYT 形励磁突入電流誤動作防止装置と組合わせ適用し保護に万全を期している。

1. 緒 言

超高圧系統による電力需給が活発になり、したがって変圧器容量も大きくなり、かつ連けいする系統も複雑な超高圧変電所では監視制御を合理化し、系統運営を円滑に行うことがますます必要となってきた。

関西電力株式会社伊丹変電所は、枚方変電所を介して北陸、黒部系の電力を超高圧で受け、これを阪神工業地帯に供給する超高圧変電所で、容量 200 MVA 主変圧器ほか 5 バンクおよび 30 MVA 同期調相機 1 台が設備されている。当変電所は昭和 35 年 11 月超高圧系に連けいされることになりその監視制御装置を全面的に新設したもので配電盤は従来の計器盤をやめ、計器類はすべて壁埋込みの照光式モギ系統盤中に組込み、モギ系統盤中の系統および機器は制御盤上のボタンスイッチの操作と関連させ運転状況を一目りょう然とした。また電力量などの記録は別に設けたデータロガーにより定時あるいは随時自動的にタイプアウトするなど監視および制御の従来の考え方を画期的に改善し、配電盤室の模様も一新したものである。

以下その概要と特長をのべる。

2. 変 電 設 備

第 1 図は関西電力株式会社の超高圧系統を示し、第 2 図は同社伊丹変電所の単線接続図である。

超高圧系は北大阪線と姫路線の並行 2 回線 2 系統よりなり、それぞれ枚方変電所および姫路変電所に連けいしている。これらは二重母線を介して主要変圧器 2 バンク (200 MVA および 150 MVA) に接続され、二次側はおのおの 140 kV、70 kV 母線につながっている。

140 kV 側は神戸線、北陸幹線、小曾根線合計 6 回線のほか、147 kV/77 kV 主要変圧器 4 バンクにより 70 kV 系 12 回線に電力を供給し、三次側は 22 kV 送電線と 30 MVA 同期調相機に接続されている。

3. 制 御 装 置

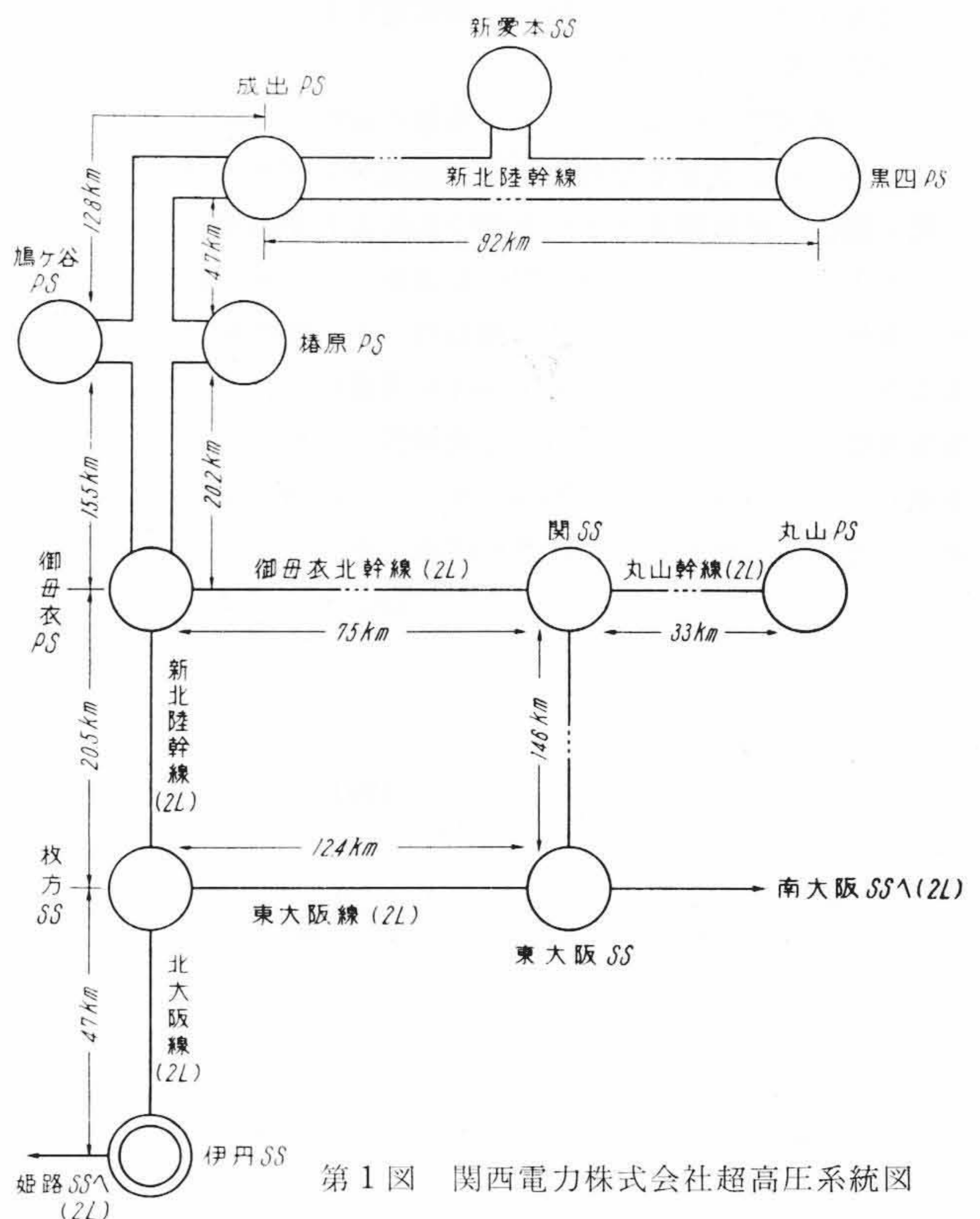
3.1 監視制御の合理化

変電所用配電盤は変電所全体の運転状態を監視制御するもので、監視が容易であること、機器の制御が確実で能率的であること、保守が簡単であることなどの諸条件が要求され、制御と監視の面から次のように大別して考えられる。

(1) 監視上

- (i) 正確かつ迅速に計器類の変化量がはあくできること。
- (ii) 必要とする制御に対し、監視計器の位置が直観的に弁別で

* 日立製作所国分工場



第 1 図 関西電力株式会社超高圧系統図

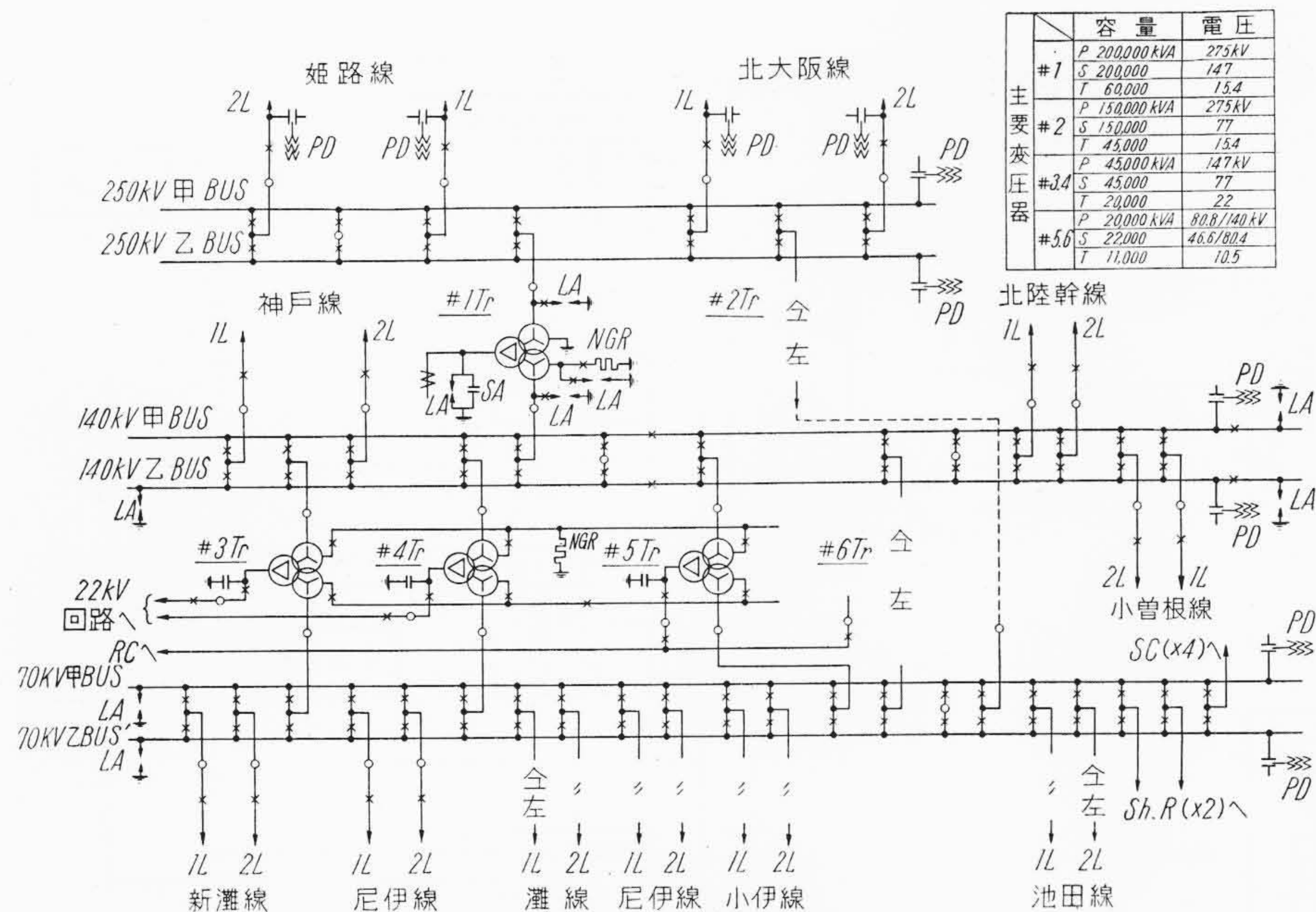
きるようになっていること。

- (iii) 故障などの状態変化が起きた場合ただちに判定し次の動作に移りうること、このため監視文字の大きさ、位置、明るさが適切であること。

(2) 制御上

- (i) 保守員が能率的な制御を行へること。
- (ii) 制御装置の動き(状態)が制御対象の動き(状態)と常に一致していること。

以上の条件を満足してしかも誤操作のないことが配電盤に対する必須の要件である。このような考え方から従来種々の形式のものが考えられ、そのうちで最も新しいものとして計器盤を縮小形とし、かつ監視を容易適確にするために壁埋込みの照光式系統盤を併用するものが開発採用された。これは従来の直立盤の配電盤に比較するとあらゆる点で大幅に改善されているが、超高圧一次変電所などのように大容量で、機器配置が複雑、膨大となってくると、この方式でも計器盤、制御盤など長大で配電盤室自体も大きなものとなりか



第2図 伊丹変電所主電線接続図

	容量	電圧
#1	P 200,000 kVA	275 kV
	S 200,000	147
	T 60,000	15.4
#2	P 150,000 kVA	275 kV
	S 150,000	77
	T 45,000	15.4
#3	P 45,000 kVA	147 kV
	S 45,000	77
	T 20,000	22
#5	P 20,000 kVA	80.8/140 kV
	S 22,000	46.8/80.4
	T 11,000	10.5

関係を比較すれば第3図のとおり配電盤の高さにおいて約 $\frac{1}{3}$ 、幅において約 $\frac{1}{3}$ に縮小される。このようにして大規模な超高圧一次変電所も一人制御が可能となる。第1表は新方式を従来のものと比較したものである。

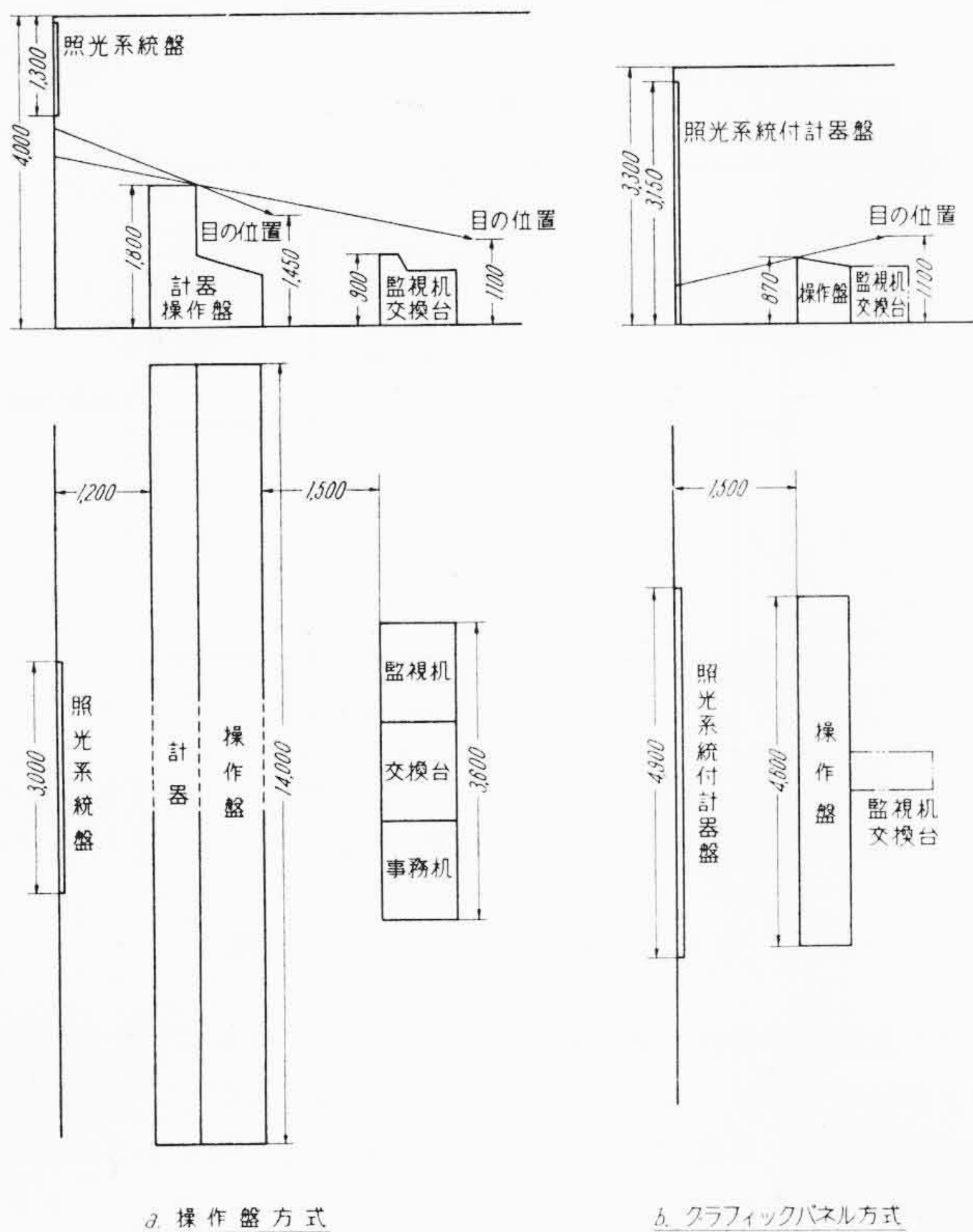
3.2 照光式グラフィックパネル

伊丹変電所の主配電盤は前述の理由から、従来の縮小形配電盤をやめ壁埋込の照光式グラフィックパネル方式を採用した。このような系統盤とする場合、照光系統盤中に従来のように各回線ごとにそれぞれ3個の電流計および各回線に電力計を設けることはいたずらに計器の個数を増すことになり、監視上不都合である。また、3相間の電流の不均衡はほとんどないので、電流計は1個、電力計は2回線共通に1個にするなど系統盤上の体裁、監視の容易さを十分考慮して、照光盤全体のバランスを保つことに注意を払

った。

第4図は本パネルを示したもので最上部には故障表示器を、中央部に系統部分を、下段に切換スイッチ類を配置し上、中、下に3分割し系統の部分的変更に対しては系統盤のその部分のみの入れ換えで済むように考慮した。

また照光系統盤中の模擬母線、遮断器、断路器のシンボルなどは



a. 操作盤方式

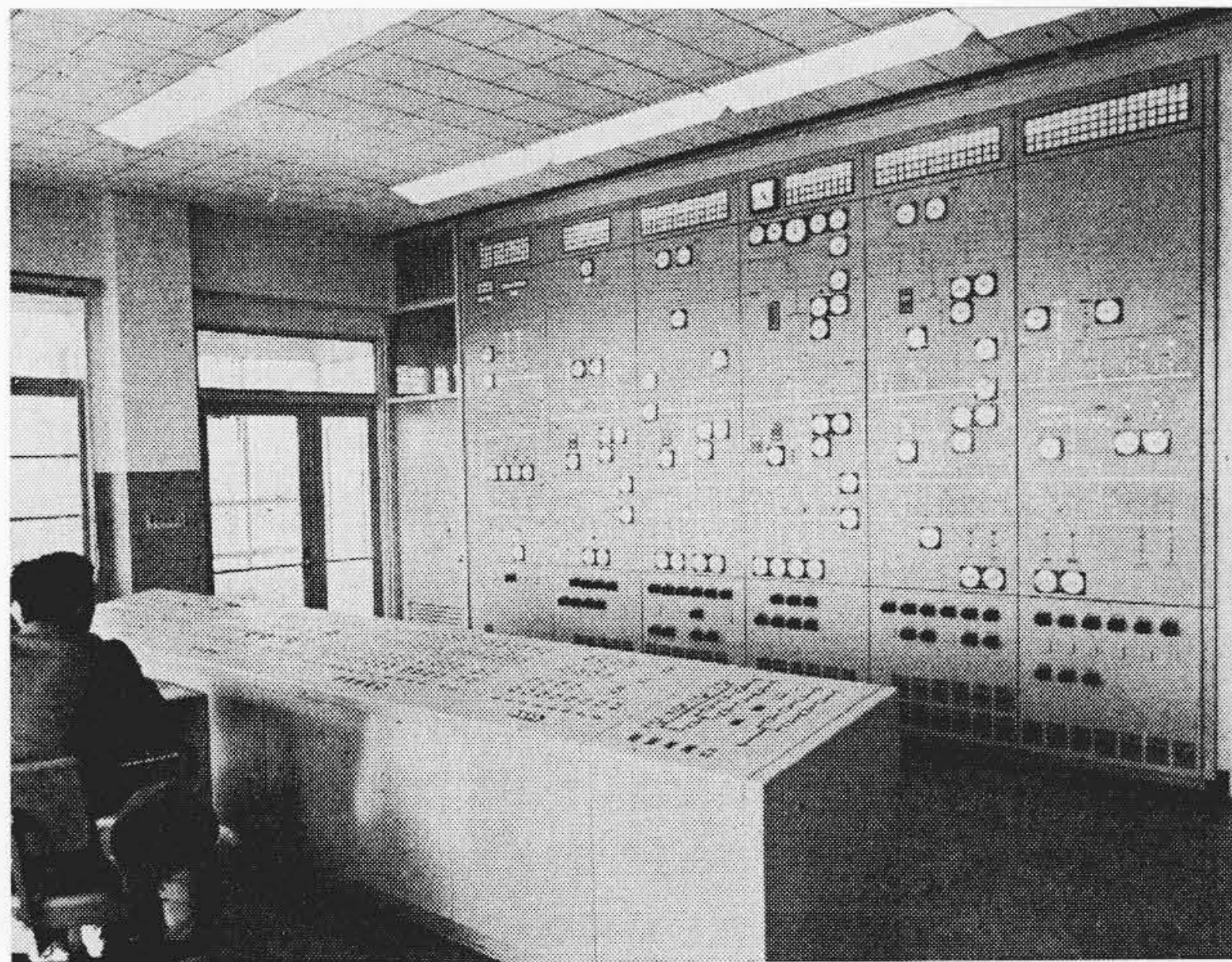
b. グラフィックパネル方式

第3図 操作盤方式とグラフィックパネル方式

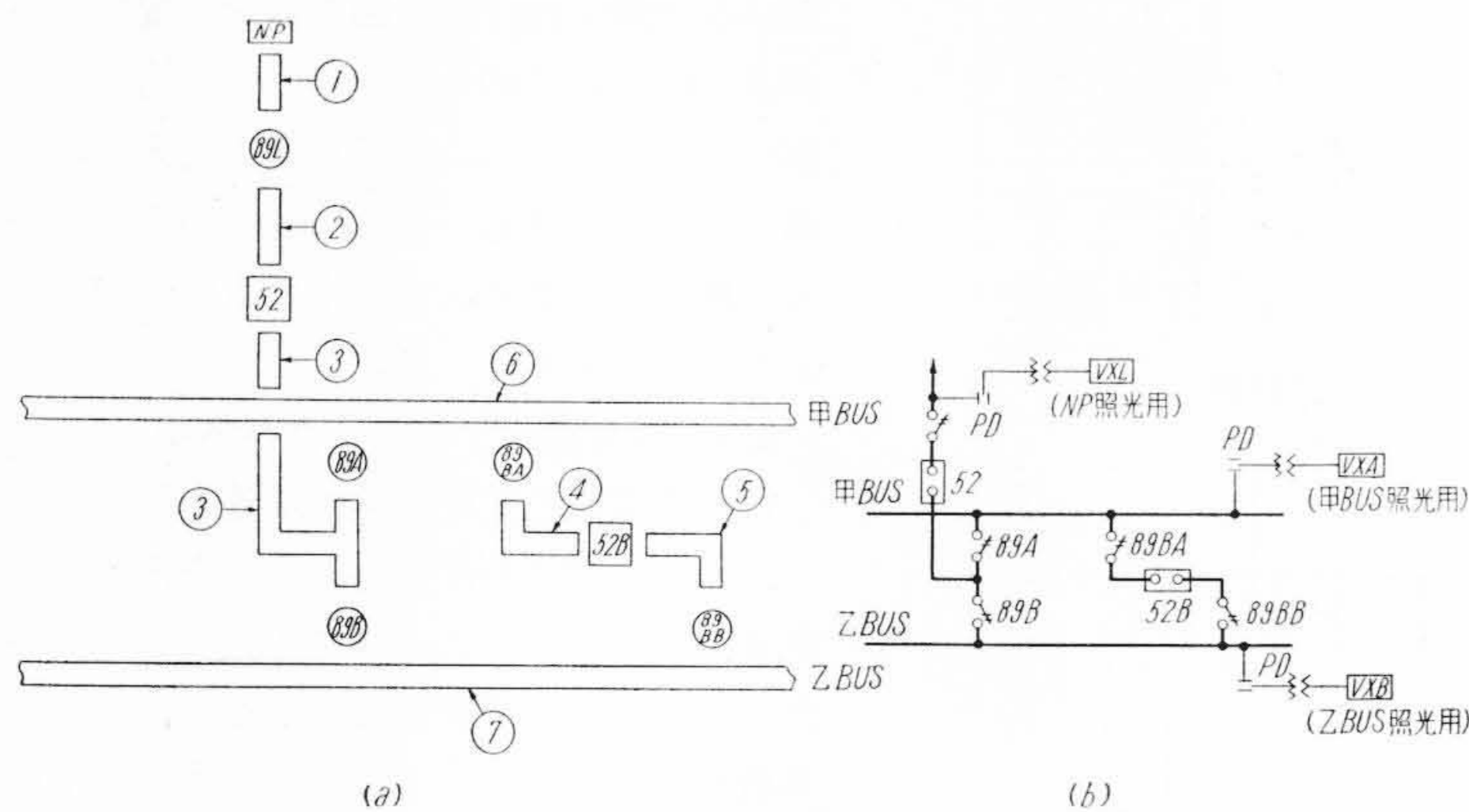
つ制御上も不便なものとなる。したがってさらに従来の計器盤をやめて計器類は照光式系統盤中に組込み、かつこれを壁埋込みとし、また電力量などの記録は別に設けたデータロガーにより定時あるいは随時に自動的にタイプアウトするようにする。一方制御盤は従来のコントロールスイッチ方式であると、スイッチ類の占有面積などに制約され、従来と変らぬ膨大なものとなる。そこでこれを選択制御方式とし、制御盤上には従来のコントロールスイッチの代りに小形ボタンスイッチを設け、補助リレー(リレー盤室に設置)を介して機器を選択、制御するようにすれば制御盤の幅も従来のものより著しく縮小できる。これを照光系統盤前面の適当な位置に設置するならば主配電盤室の建屋面積も大幅に縮小され、監視制御は従来の方式に比べて容易となり保守員の能率も格段と向上される。これらの

第1表 監視制御盤の比較

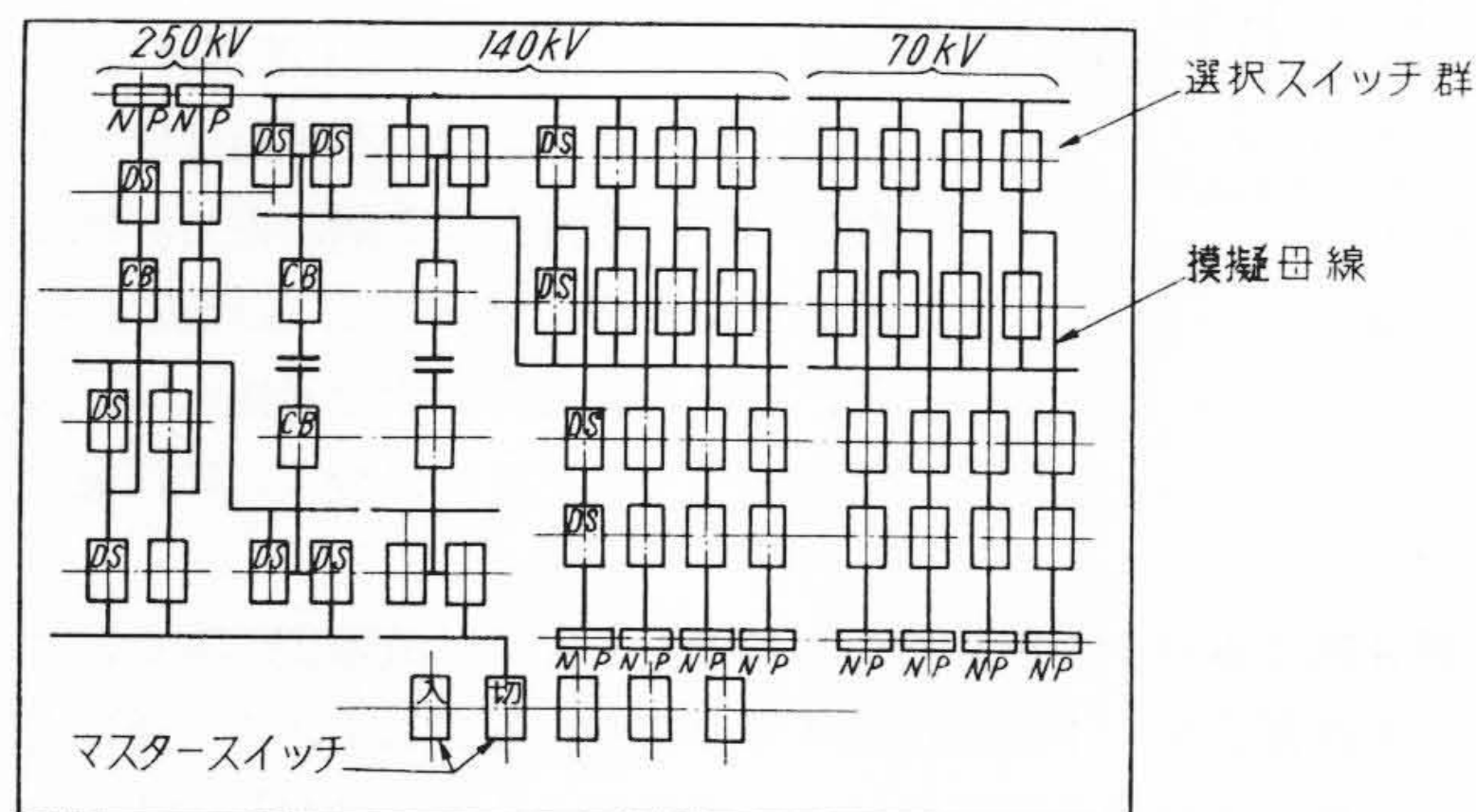
番号	項目	従来方式	新方式
1	盤構成	縮小形監視制御盤と壁埋込照光モギ母線盤	制御盤と壁埋込みグラフィックパネル
2	盤幅	(イ) 盤幅、制御盤幅が大きい (ロ) 主配電盤室は縮小形配電盤が設置されるので広い	(イ) 盤幅、制御盤幅が小さい(従来の $\frac{1}{3}$) (ロ) 主配電盤室は制御盤のみ設置されるのでスッキリし、従来より狭くても広く使用できる
3	保守員の制御姿勢	制御スイッチは立って操作しなければならぬ	座った姿勢で制御できる
4	監視と視角	計器盤と照光盤の二重確認を必要とする(視角約70°以上)	照光モギ系統の点滅状態と該当計器が関連して1目瞭然である(視角約45°以下)
5	機器の操作方法	操作スイッチで行う	ボタンスイッチで行う
6	制御方式	1対1制御	ボタンスイッチによる選択制御



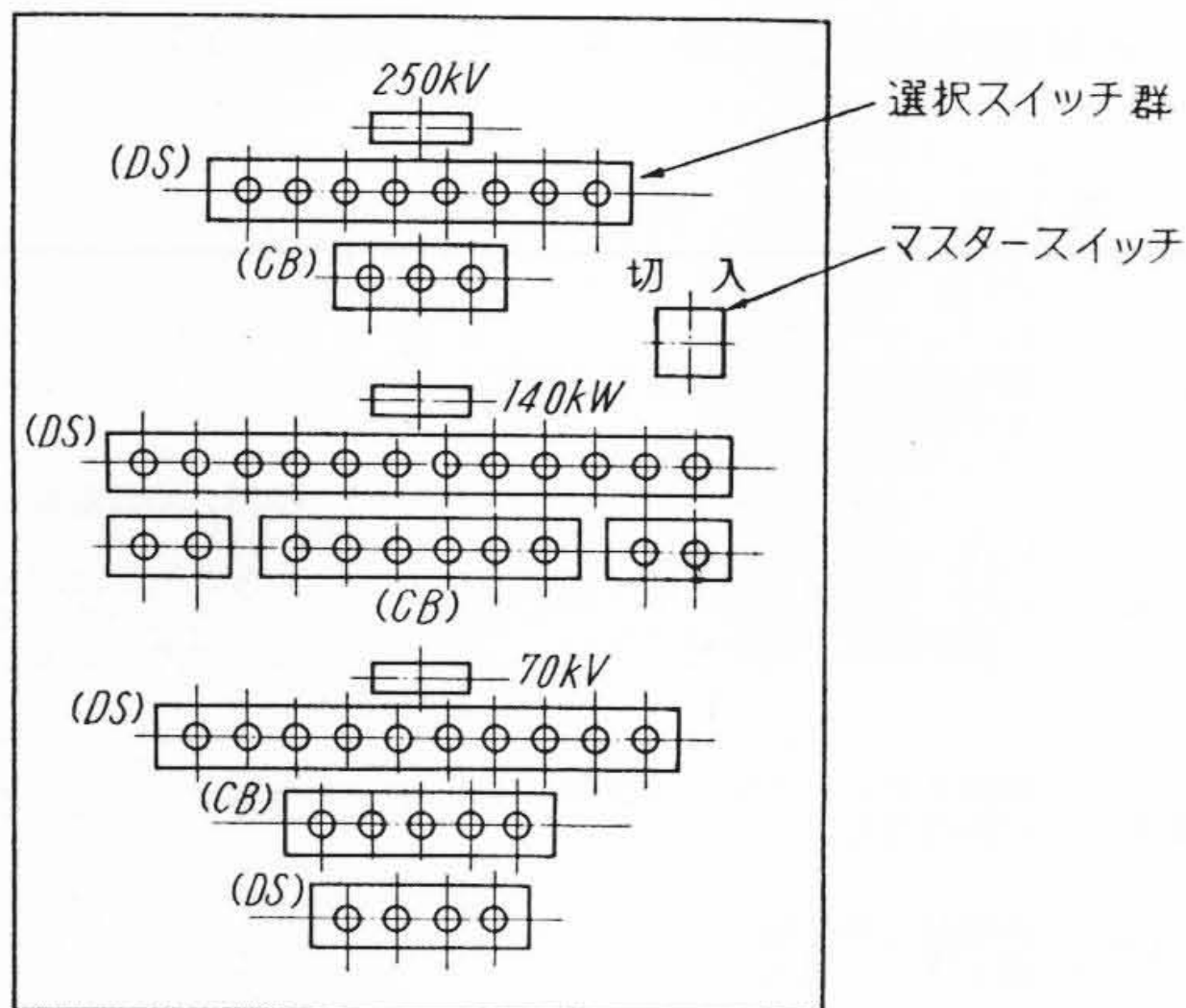
第4図 伊丹変電所の新形照光式配電盤



第5図 照光模擬系統の一部分



a. 選択式操作盤 (模擬母線有り)



b. 選択式操作盤 (模擬母線無し)

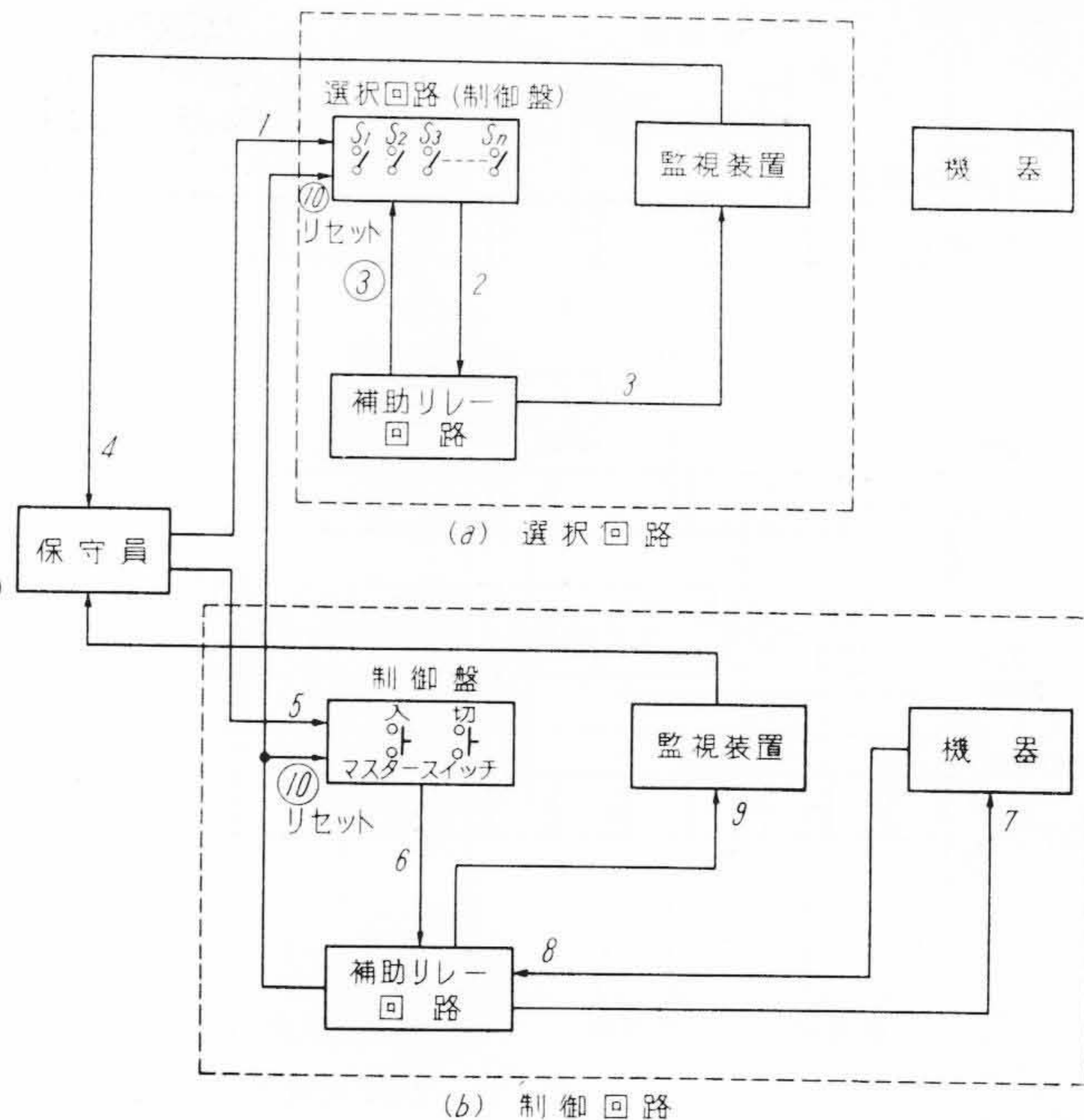
第6図 選択式操作盤

黄色アクリル製としこれの照光用ランプの電源には変動の少ないAC 18Vを用いランプ用抵抗器類はいっさい使用しないようにした。

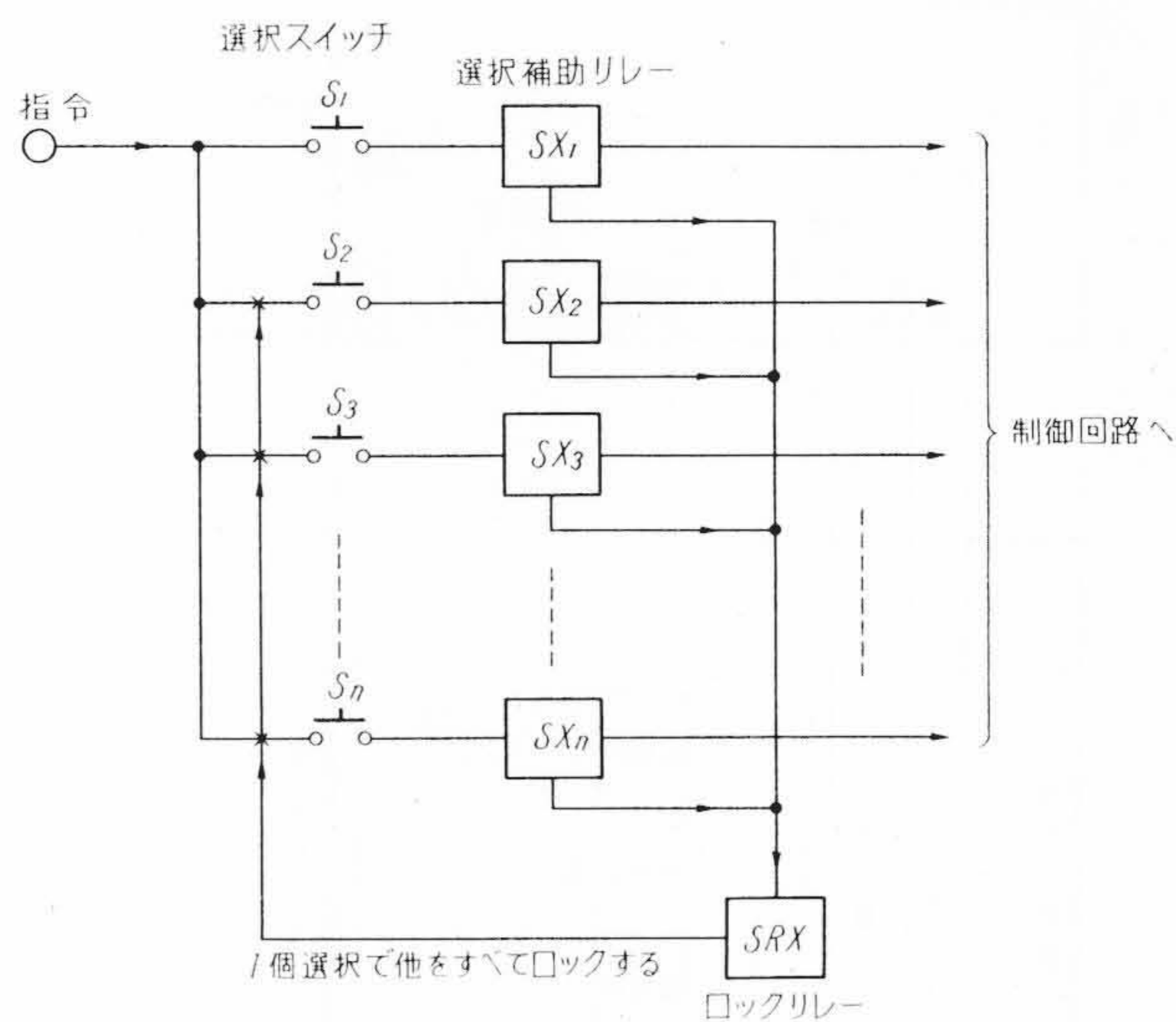
第5図は照光模擬系統の一部分を示したもので、(b)のスケルトンを照光模擬母線で表わせれば(a)のとおりになる。模擬系統およびシンボルの点滅の様子は次のように行われる。すなわち図中系統銘板(NP)は線路側のPD二次電圧により照光され同時に①の部分も照光されている。

断路器89L選択によりシンボル「89L」がフリッカーし共通の入用ボタンスイッチの入操作により「89L」および②が点灯する。

同様に52選択によりシンボル「52」がフリッカーし入操作で「52」と③が同時に点灯する。以上は線路側より充電の場合であるが、母線側から線路を充電するときもまったく同様である。すなわち所望機器を選択するとそのシンボルが点滅し、入操作完了後点灯するようになっている。遮断器が自動遮断した場合は、そのシンボルおよび系統銘板が点滅する。



第7図 選択制御ブロックダイアグラム

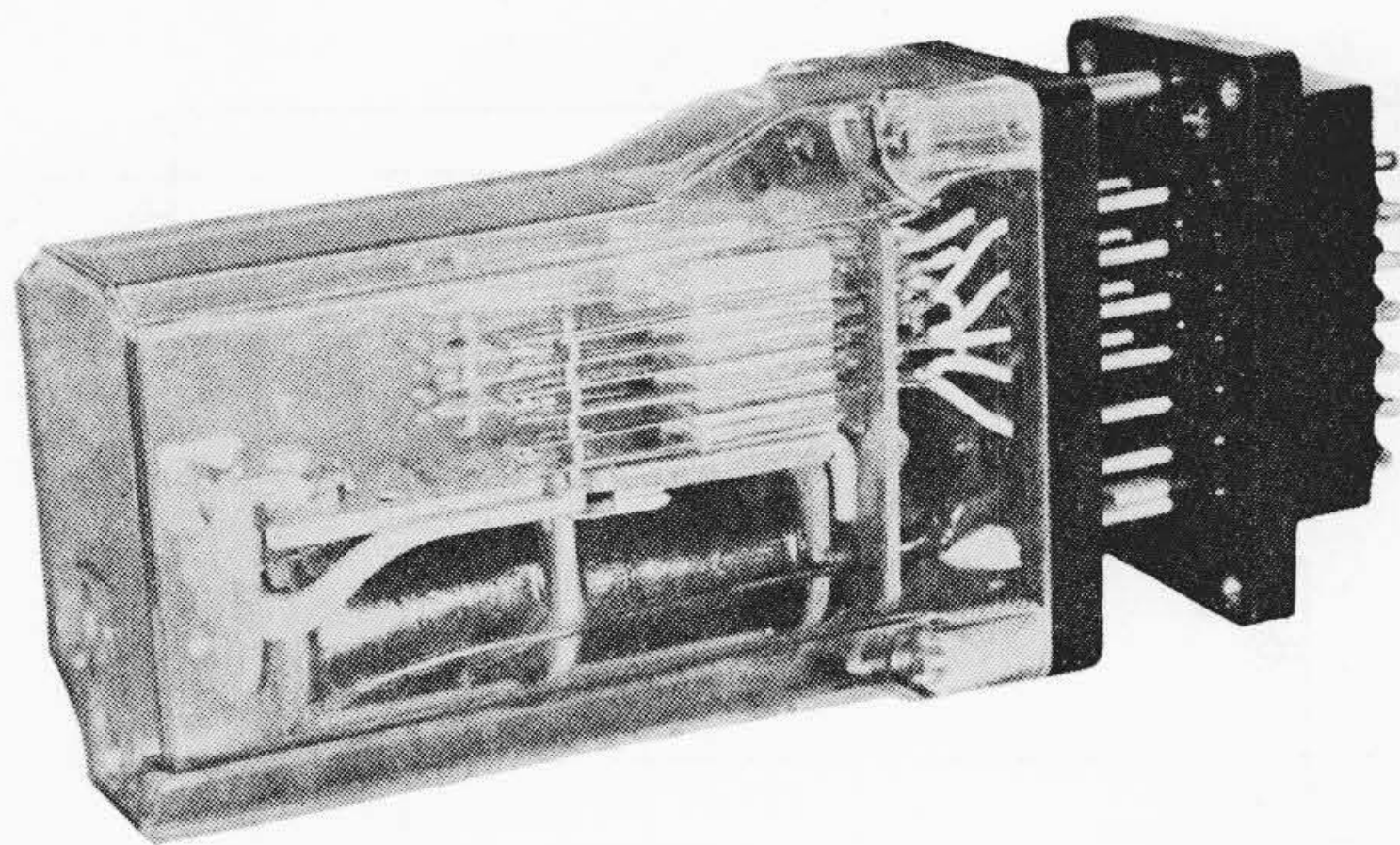


第8図 選択ロック回路

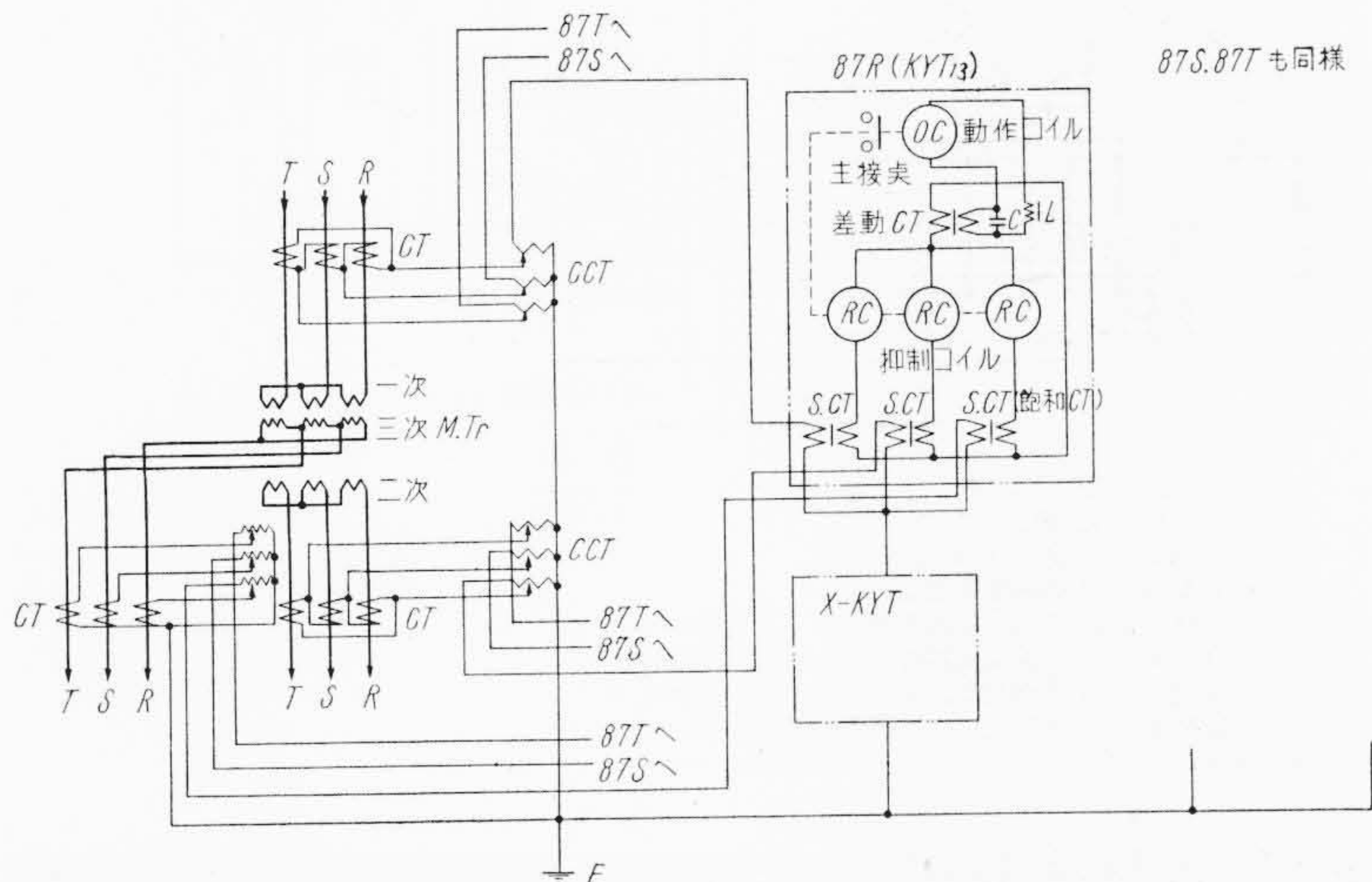
また故障表示器は、各回線、各バンクごとにグループ化して照光盤上部に取り付け、故障発生時は該当表示器が点灯し(軽故障回復時は点滅させ)模擬母線のフリッカーと相まって明りょうに故障種別を表示するようにした。

3.3 制御盤

照光式グラフィックパネルに関連させて制御盤もボタン式とした。すなわち従来は操作スイッチで直接機器の選択操作を行ったのに対して、補助リレーを介し操作するボタンスイッチ方式を採用し盤面の縮小と操作の簡易化をはかった。この方式には第6図のように制御盤上に模擬母線を設けるもの(a)と、電圧別に機器に対応したボタンスイッチをまとめて配列し、判別は機器番号によるようにし、母線を設けないもの(b)が考えられるが、今回の伊丹変電所の場合は250, 140, 70, 20 kVの電圧階級およびバンク数がきわめて多いため、5 mm幅のはりつけ模擬母線方式を採用した。またボタンスイッチの頭は誤操作防止と盤面の体裁を考えて机面と同一平面になるようにした。また250, 140, 70 kV, 主変圧器, 主変圧器三次, 電力用コンデンサおよび分路リアクトルの各回路ごとに制御機を分割し、各機ごとに機器用選択ボタンスイッチのほか主開閉



第9図 プラグインリレー



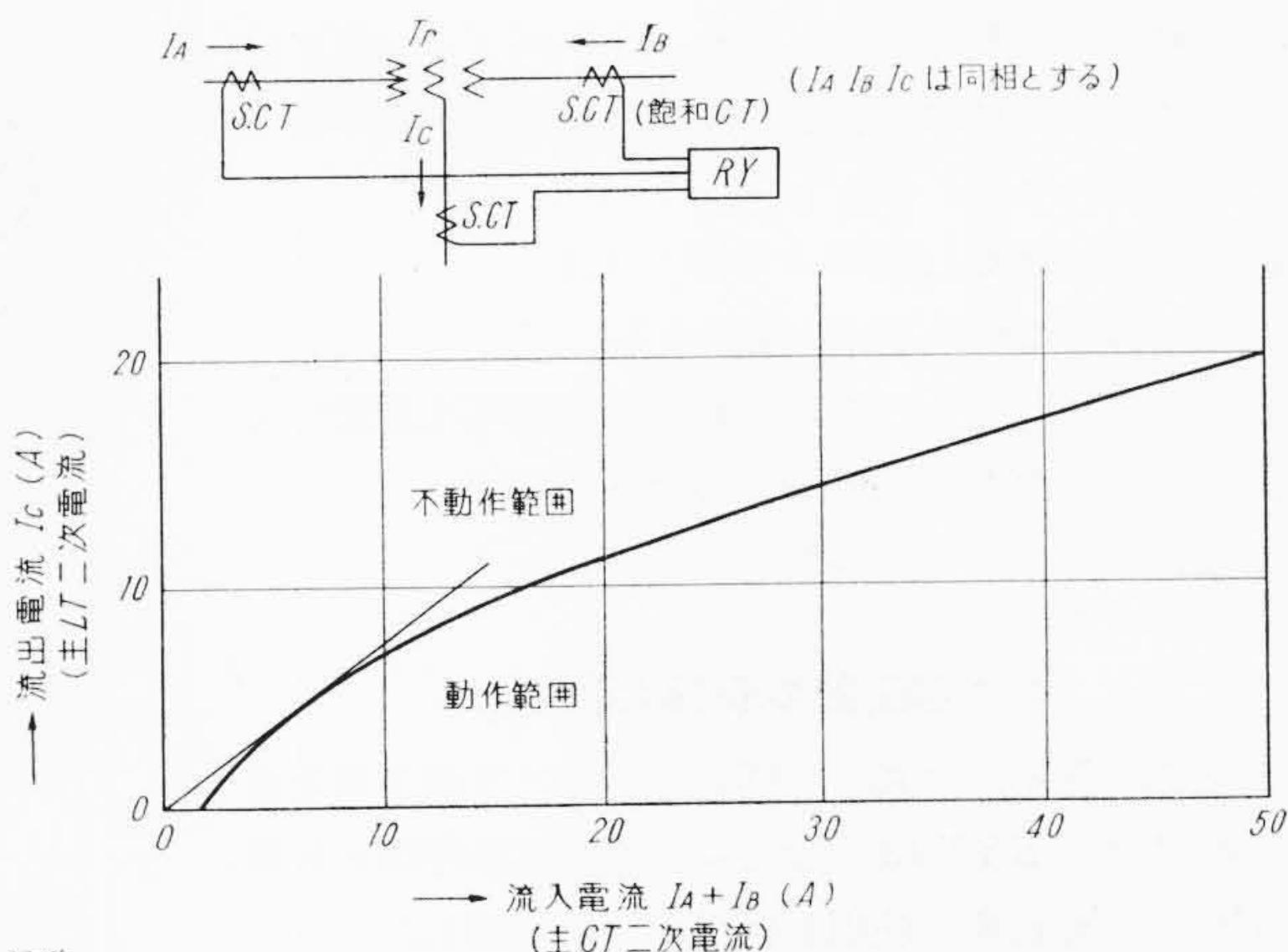
第10図 三巻線変圧器保護用 KYT₁₃ ① リレー説明図

第2表 三巻線変圧器保護リレーの試験結果

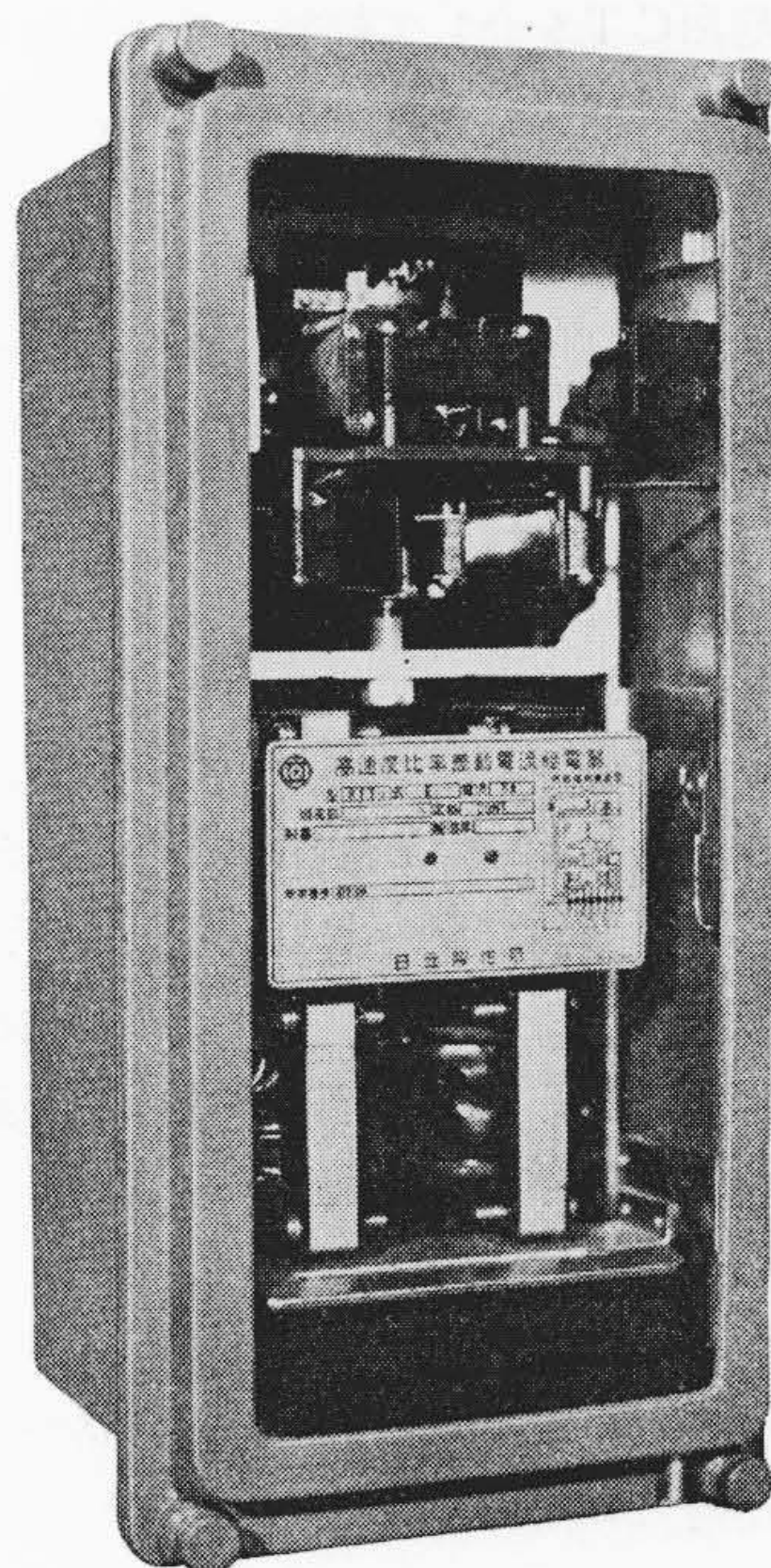
試験 #	試 験 種 別						Ry 動作観測結果						備 考
	故 障 電 流 (A)			端 子 数	DC分 (%)	内外 の別	KYT ¹³	X-KYT					
	第1波	第2波	第3波					D ₁	D ₂	C			
1	432	370	370	3	100	外	×	×	×	○	○	CT ₁ とC端子間にIO-Lを入れる	
2	410	470	560	3	100	外	×	×	×	○	○		
3	1,400	1,400	1,300	3	0	外	×	○	×	○	○		
4	1,400	1,400	1,460	3	100	外	×	×	×	○	○		
5	1,330	1,310	1,310	3	100	外	×	△	○	○	○		
5 a	1,330	1,330	1,310	3	100	外	×	○	×	○	○		CT ₁ とC端子間にIO-Lを入れる
5 b	1,350	1,400	1,330	3	100	外	×	○	×	○	○		
6	1,310	1,400	1,310	3	100	外	×	×	○	○	○		
7	2,020	1,880	1,760	3	100	外	×	×	○	○	○		CT ₁ とC ₁ 端子間にIO-Lを入れる
8	1,810	1,810	1,880	3	100	外	×	×	○	○	○		
9	470	470	470	2	100	外	×	×	×	×	×	以下同じ	
10	410	410	410	2	100	外	×	×	×	×	×		
11	1,420	1,410	1,330	2	0	外	×	×	×	△	×		
12	1,400	1,400	1,350	2	0	外	×	×	×	×	×		
13	1,370	1,370	1,300	2	100	外	×	×	×	○	×		
14	1,350	1,350	1,300	2	100	外	×	×	×	○	×		
15	1,880	1,880	1,800	2	100	外	×	×	×	○	○		
16	1,800	1,855	1,720	2	100	外	×	×	×	○	○		
17	416	479	394	2	100	内	○	○	○	○	○		
18	1,350	1,350	1,350	2	100	内	○	○	○	○	○		
19	487	487	487	3	100	内	○	○	○	○	○		
20	469	469	469	1	100	内	○	○	○	○	○		
21	1,400	1,400	1,300	1	100	内	○	○	○	○	○		

ただし、主CTは75/5Aを使用した
 ×: Ry 不動作
 ○: Ry 動作
 △: Ry 動作不明確
 を示す

用ボタンスイッチ、警報、表示復帰用ボタンスイッチを設けて将来の増設その他の改造にも容易に適応できるものとした。なおボタンスイッチは遮断器用は頭を角形、断路器用は丸形とし、また主開閉器の「閉路」用は赤色「開路」用は緑色とし制御上の判別を容易にした。



第11図 高速度比率差動リレー KYT₁₃ 動作特性
(2端子流入, 1端子流出の場合)



第12図 KYT₁₃ 形高速度比率差動リレー

第7図は選択制御方式のブロックダイアグラムである。所望の機器に対するボタンスイッチを押せば、照光系統盤上の機器シンボルがフリッカーすると同時にボタンスイッチ内蔵のランプが点灯して選択完了し引続き主開閉用ボタンスイッチの「入」または「切」のいずれかを押せば機器は応動してシンボルの点滅は止み「入」で点灯「切」で消灯し、ボタンスイッチ内蔵ランプは消える。

この方式で問題となるのは誤って二重選択して誤操作しないことである。このためのインターロックには種々の方式が考えられるがこれには第8図のとおりロック用リレー(SRX)を設け、これを最初選択したときの補助リレー(SX)動作により付勢してほかの選択制御回路を全部ロックし、引続き他の選択が行えないようにした。

また、このような方式を採用するに当り最も重要なのは補助リレーの信頼性である。このため小形で取扱いの容易なプラグインリレーをすべて使用した。

その特長は次のとおりである。

- (a) プラグイン構造のため取扱いが容易で、端子は、はんだあげをしなくてよい。
- (b) 透明カバーにより外部よりしゃへいしているため、ダストによる接点障害のおそれがない。

- (c) 接点バネ枚数を増して6トランスファ（従来は4トランスファ）とし，かつ外部抵抗器不要のダブルコイル形とした。
- (d) 耐圧はAC1,500V 1分間である。
- (e) 寿命は2,000万回を保証する。

なおプラグインリレーの動作時間は電源電圧変動が定格値の±20%の範囲で19ms±5msである。

第9図に本リレーの外観を示す。

4. 変圧器の保護装置

主変圧器の保護には新しく開発された三巻線用高速度比率差動リレー KYT 13 と励磁突入電流誤動作防止装置 X-KYT の組合わせを使用し保護に万全を期した。

KYT 13 形リレーの動作原理は第10図に示すとおり誘導環形の3個の抑制要素と動作要素とよりなり主CTの2次電流は飽和CTを介して抑制コイルに加えられ動作コイルはその差動回路に接続されている。かつ，これらの可動部は同一回転軸に取付けられている。

第11図はこのリレーの動作特性で2端子流入，一端子流出の場合を示す。この動作比率 (R) は流入電流の総和を $I_A+I_B=\Sigma I$ ，流出電流を I_C とすれば

$$R = \frac{\Sigma I + I_C}{I_C} \times 100\%$$

であらわされる。

この比率は定格電流付近（零点から特性曲線にひいた接線）で約35%，定格値の200%（10A）で約45%，400%（20A）ではさらに飽和してほぼ120%となり，外部故障では過電流域における主CTの特性差を補償し誤動作のないようにしている。一方内部故障では最小動作電流1.5Aで動作する。

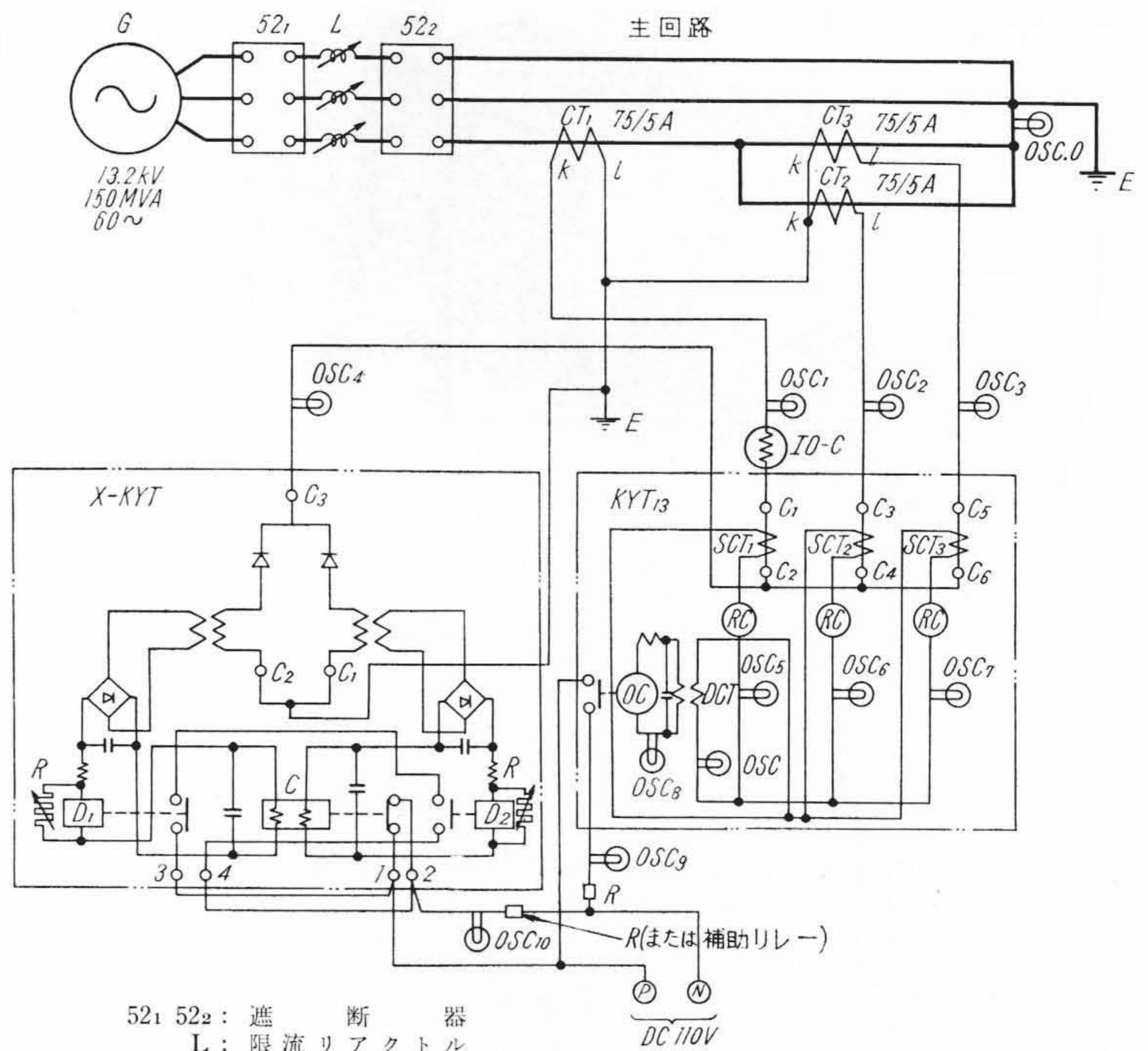
第12図はKYT 13形リレーの外観を示す。

第13図は150 MVA 短絡発電機を使用して，二巻線および三巻線変圧器を模擬して行った試験回路で，試験電流としては短絡時100%の直流分を含むように位相調整して系統で起りうる最も過酷な条件で外部故障16回，内部故障5回の試験を行った。外部故障ではCT定格電流の約30倍でも誤動作せず，これは伊丹変電所の実際の故障電流がCT定格電流の約10倍であるから，十分余裕があることを示している。また内部故障では500Aのとき約5サイクルで動作している。第2表にその試験結果を示す。

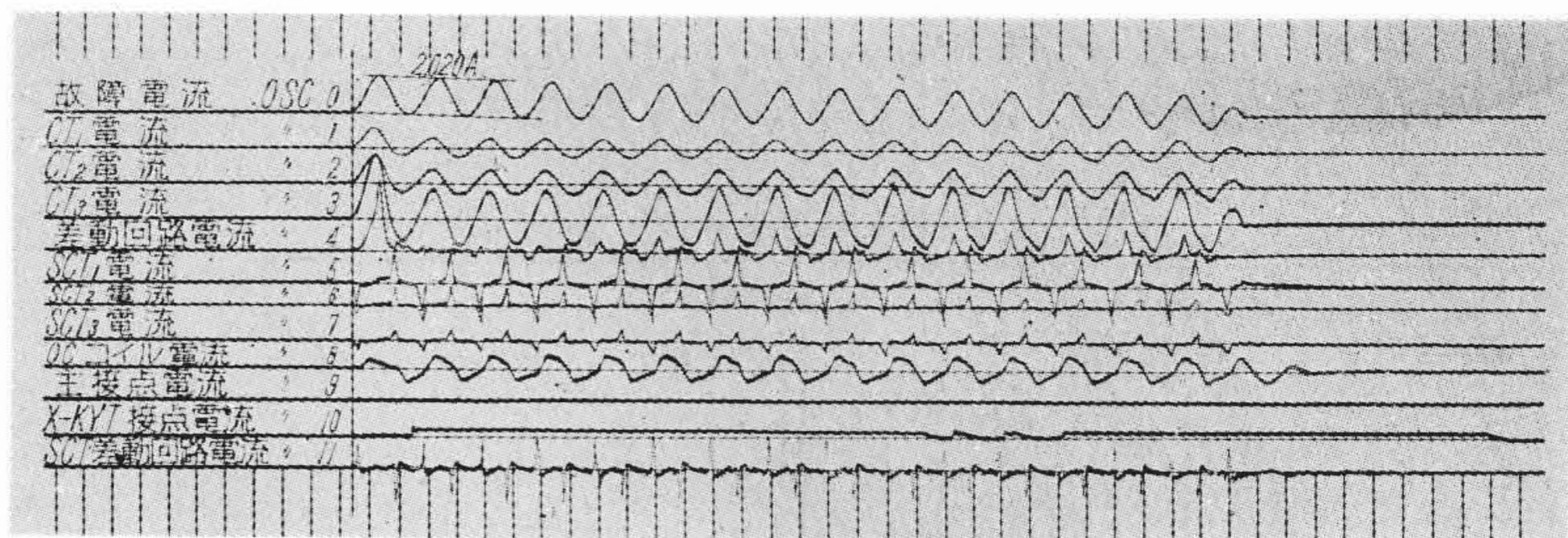
第14図は外部故障，第15図は内部故障のオシログラフの一例である。

5. 結 言

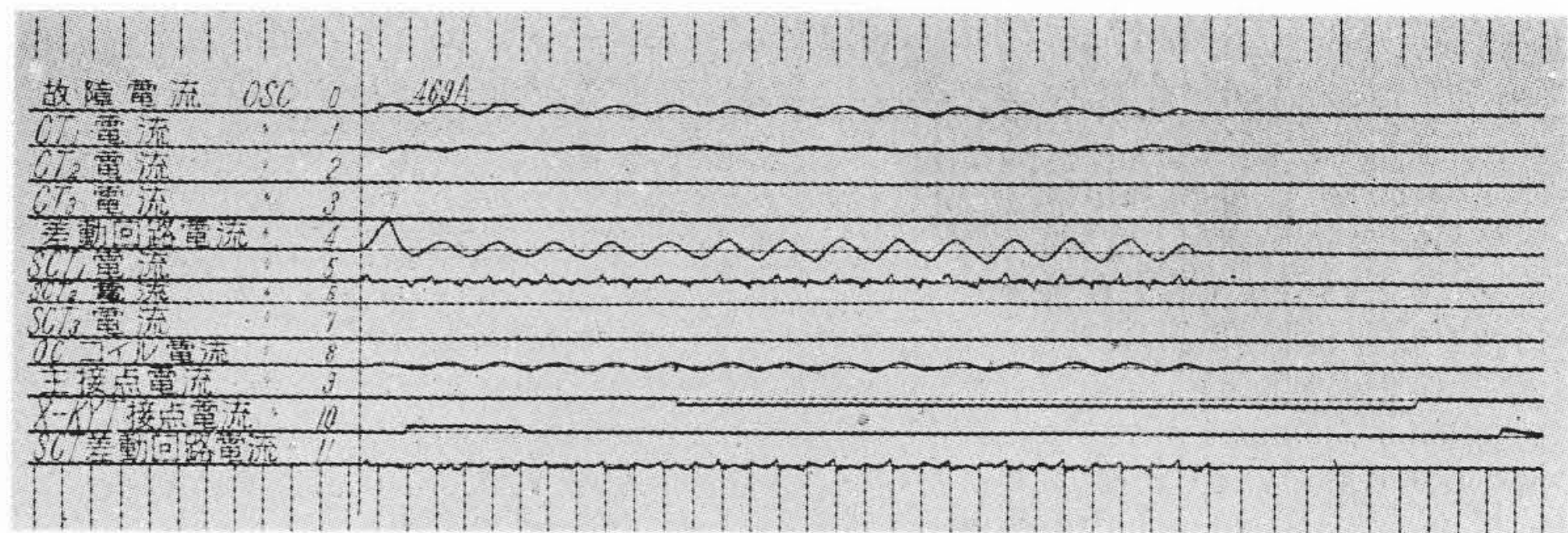
関西電力株式会社伊丹変電所はわが国屈指の規模をもつ超高压変電所であるが，この配電盤には画期的な新形照光式配電盤が適用され，引続き同社東大阪変電所にも同形式の配電盤が納入された。本方式の採用により今後の超高压変電所をはじめとする主要変電所の運転制御方式に新しい進路が開かれたものである。



第13図
三巻線変圧器保護
リレー試験回路



外部故障 (3端子)
第14図 試 #7, 三巻線変圧器保護リレー試験オシログラフ



内部故障 (3端子)
第15図 試 #20, 三巻線変圧器保護リレー試験オシログラフ

なお先んじてこの新方式を採用され，かつ本装置の製作に種々ご尽力を賜った関西電力株式会社関係各位のご英断とご好意に対し深い敬意と謝意を表する次第である。