

3. 制御装置

本変電所の制御方式は保守上最も簡潔なものが採用された。まず主配電盤室には操作と監視が容易にできるベンチボード形計器操作盤のみを配置し、かつ配電盤室は間接照明によって適度の照度が与えられるようにし保守員の能率向上をはかっている。

第3図は配電盤室の平面図を示す。

3.1 主配電盤

主配電盤の外観を第4図に示す。

本配電盤は超高圧2回線、主変圧器2バンク、および140kV 4回線を主体とし増設用を含めて合計15面よりなっている。

3.1.1 監視

配電盤上部に設けた各回線ごとの照明銘板は遮断器の開閉に応じて点灯または消灯し、回線の活殺状態を一目りょうぜんに行っている。ランプ式故障表示器は、故障発生によりフリッカするが同時に自動遮断した該当遮断器用信号灯も点滅し監視を確実にしている。警報表示用小形電話リレーは主盤の裏面に単位ごとに設置して配線を簡略にし点検を容易にした。なお250kVおよび140kV各送電線の総合ならびに各バンクの電力および母線の電圧、周波数を中央給電指令所に遠隔指示するためテレメータ送量器も設置されている。

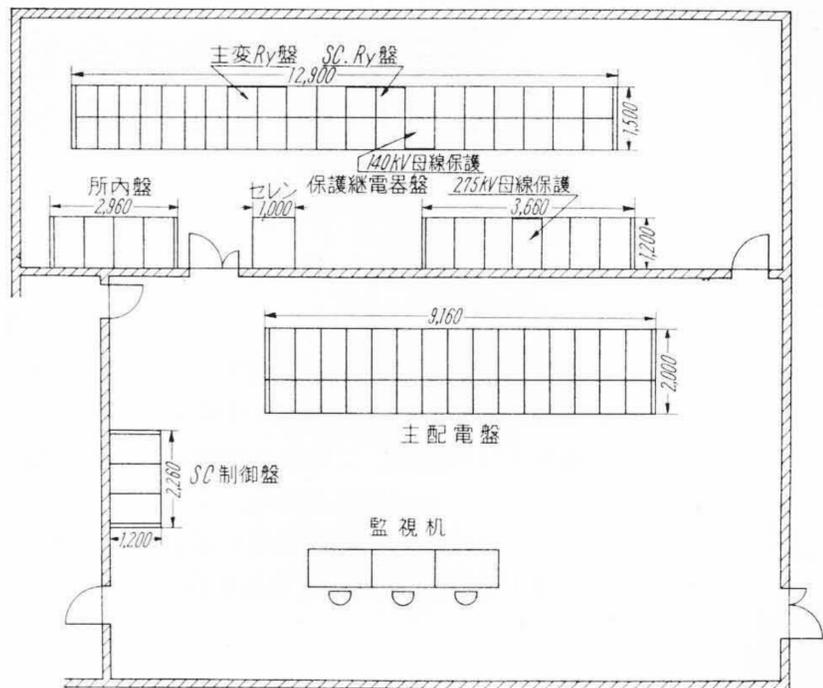
3.1.2 操作

操作盤上の遮断器および断路器用操作開閉器は誤操作防止を目的としてすべて2段操作のものを使用している。すなわち、遮断器用は引いて右または左へまわすことにより所望の入、切操作ができる。また断路器用は引いた位置でハンドルが停止する手動復帰形で、この位置で断路器の命令灯が点灯し、ついで右または左へまわして入、切操作を行う確認制御方式をとっている。

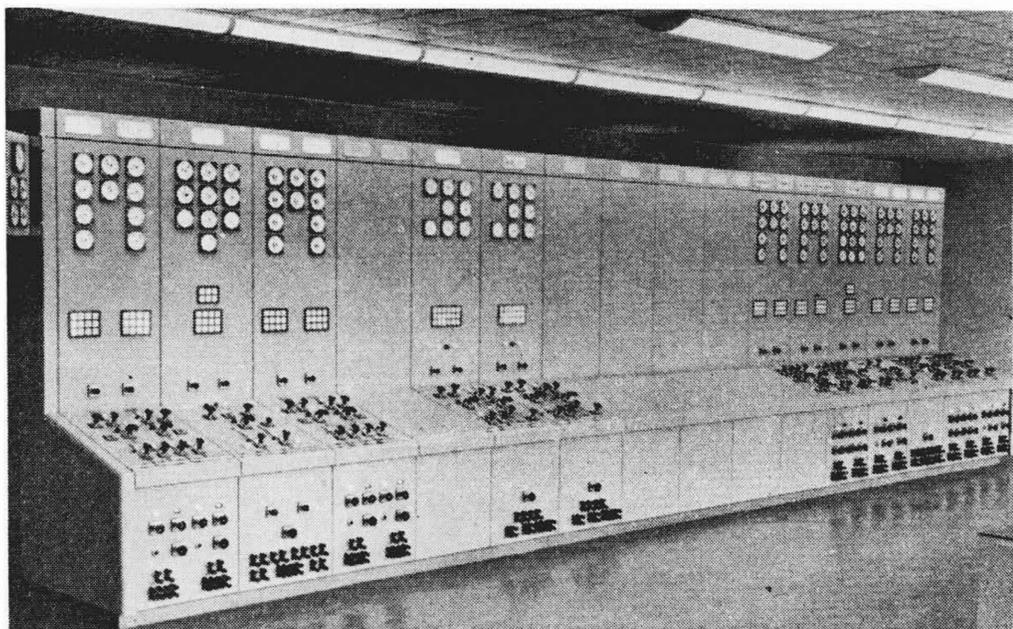
3.2 保護リレー盤

保護リレーはすべて1アンペア形でありリレー盤室に設置されている。そのおもなものは変圧器保護リレー、母線保護リレーである。このほか電力用コンデンサ保護用などがあり将来設置予定の変圧器および同期調相機用などリレー盤は総計14面より構成されている。

なお保守点検の便を考慮して計器用変成器回路、直流制御回路は

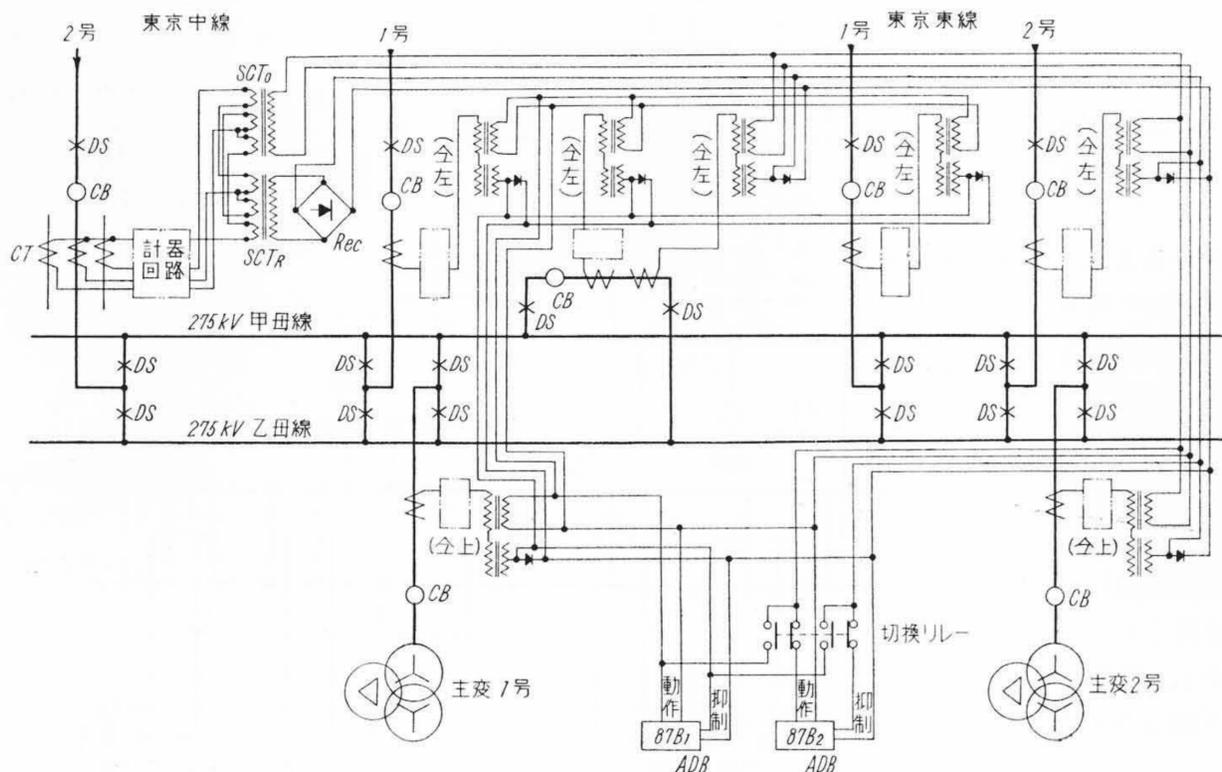


第3図 配電盤室機器配置図

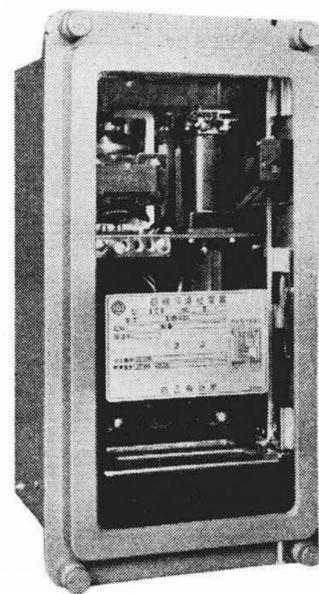


第4図 主配電盤

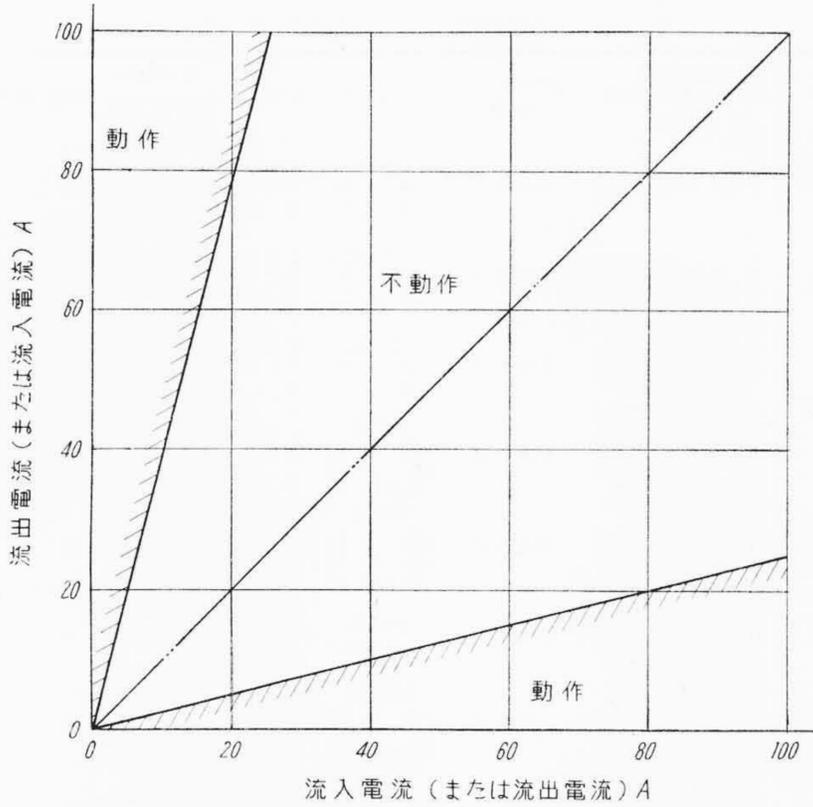
すべて縦割り方式とし、屋外機器は関連する盤上の電源開閉器または試験端子の開閉によりいっせいに活殺できるようになっている。



第5図 母線保護方式主回路略図



第6図 ADB形母線保護リレー



第7図 比率特性

4. 保護装置

最近、超高圧変電所においてバンク容量の増大と背後電力の増加に伴い、保護上最も重要視されてきたのは変圧器用保護リレーと、母線保護リレーである。

日立製作所ではこれらリレーの新形を開発して本変電所に適用した。下記にその特長をのべる。

4.1 母線保護装置

本変電所の母線の運用は、甲母線に各送電線の1号線および奇数バンクを接続し、乙母線に各送電線の2号線および偶数バンクを接続する固定方式とし、母線保護回路の簡素化を図った。

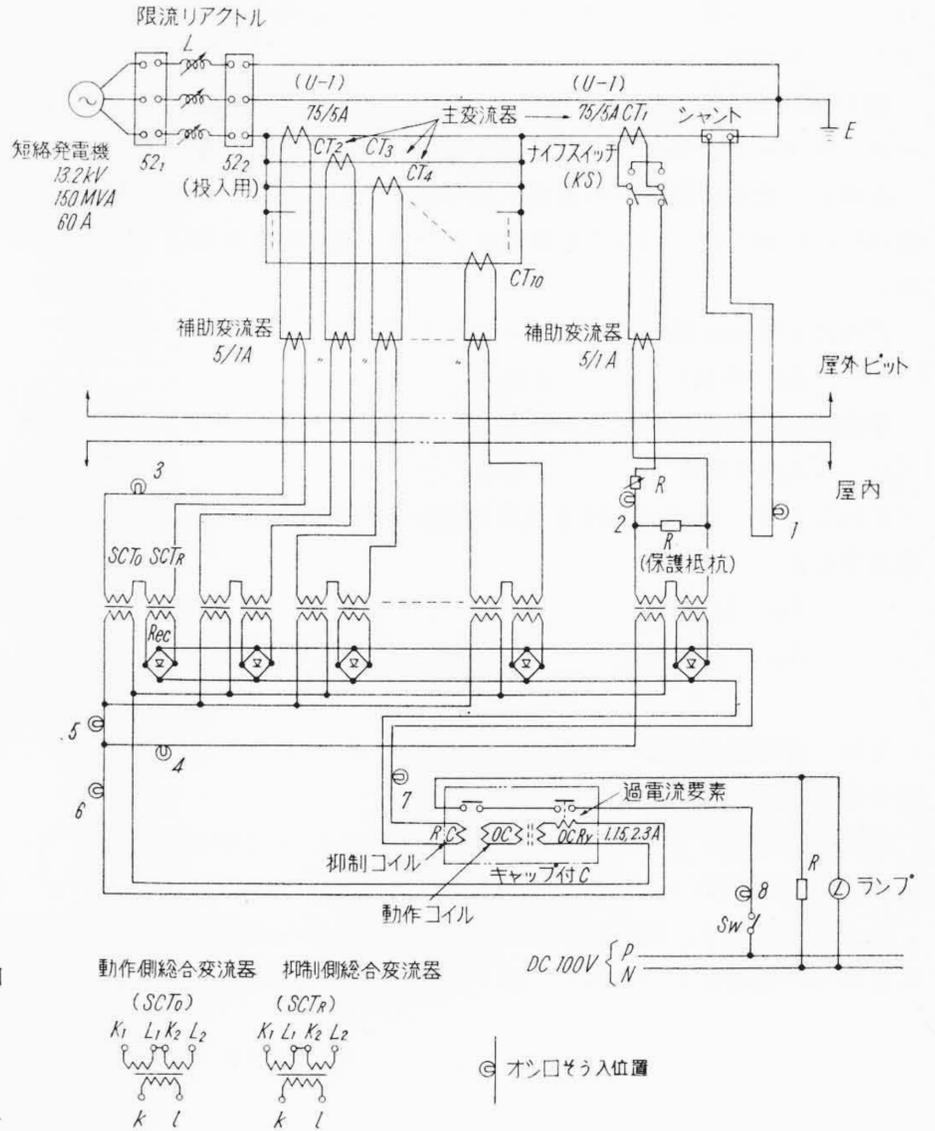
第5図は母線保護方式の主回路図である。図より明らかなように被保護母線に接続される各回線の二次側に、それぞれ動作回路用、抑制回路用の総合変流器を接続する。これによって三相入力を単相出力に変換し、各動作用総合変流器を並列にしてリレーの動作コイルに接続し、一方抑制用総合変流器二次電流は整流器によって全波整流したあと極性を合わせて並列にしリレーの抑制コイルに電流を流す。主リレー(第6図)は平衡桿形となっており、上記電流による動作トルクと抑制トルクを比較して動作力が抑制力に打ちかかったときその接点が閉路する。すなわちこの方式の原理は、母線につながる各回線電流のベクトル和を動作電流とし、スカラー和を抑制電流としている。

本リレーをCTの二次電流で考えた場合、流入側電流(I₁)と流出側電流(I₂)の関係が下記のような特性になるようリレーは整定されており、したがって外部故障では実用上誤動作しないようになっている。

$$(I_1 - I_2) / I_2 \times 100 = 300(\%)$$

これらは工場の150 MVA 短絡発電機を使用して実回路で考えられる最も過酷な条件で確認試験を行い性能が確かめられた。

第7図は本リレーの比率特性を示す。



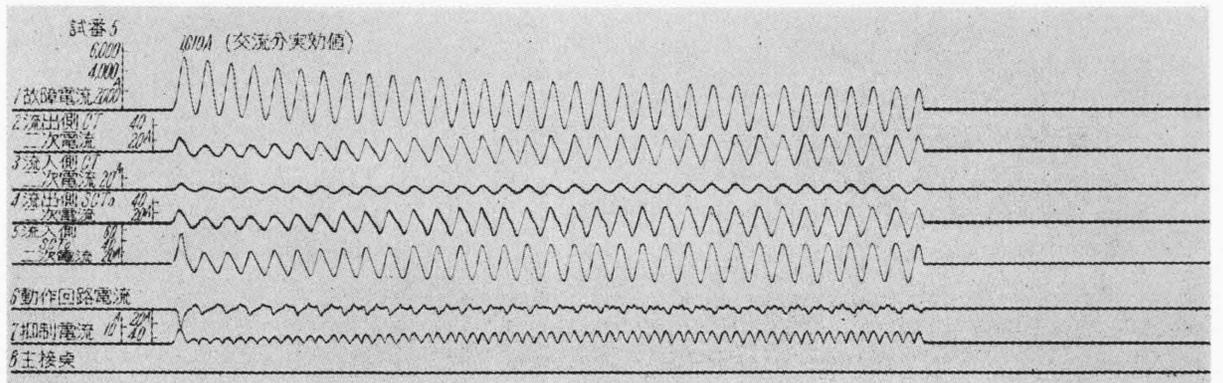
第8図 母線保護リレー試験回路

比率要素は小電流より大電流の範囲まで安定した比率特性をもたせており、かつリレーの最小動作電流の整定には1ないし3アンペアの過電流要素を設け広範囲の故障電流に対応できるようにしている。

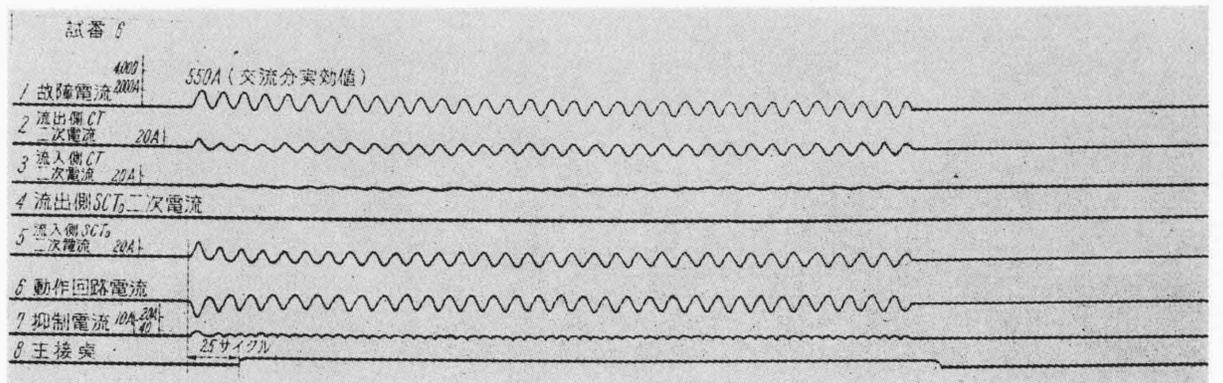
第8図は東京電力株式会社の立合試験における試験回路であり、第9,10図に動作オシログラムの一例を示す。

第1表は試験結果一覧表である。

試験の結果、等価的に外部故障電流が変流器定格値の40倍以上と



内部三相短絡
第9図 母線保護リレーオシログラフ(その一)



外部三相短絡
第10図 母線保護リレーオシログラフ(その二)

なり、かつ故障発生時の過渡時100%直流分を含む場合にも正規動作することを確認した。

第11図は北東京変電所を中心とする超高圧連けい系統のインピーダンスマップである。(ただし各変電所ごとの系統は集約した。) 本図より北東京変電所の超高圧側母線(P点)および140kV側母線(Q点)における三相短絡故障電流を計算した結果は次のようになる。

P点における全系の%インピーダンス(Z_P)は

$$Z_P = 0.141 \quad \text{となり}$$

Q点における全系の%インピーダンス(Z_Q)は

$$Z_Q = 0.216 \quad \text{となる。}$$

これよりP、Q点における故障電流をそれぞれ I_{SP} 、 I_{SQ} として算出すると、

$$I_{SP} = 14,900 \text{ A}$$

$$I_{SQ} = 9,750 \text{ A}$$

となる。

なお、主回路変流器の変流比は2,000A/1Aであるから、故障電流の定格電流に対する倍数は、

超高圧側母線で $14,900 \text{ A} / 2,000 \text{ A} \div 7.5$ (倍)となり、140kV側母線で $9,750 \text{ A} / 2,000 \text{ A} \div 5.0$ (倍)となる。

以上の結果より、実負荷等価試験の条件はこれらの倍数をはるかに上回った過酷なものであり、第1表に示す試験結果からみても十

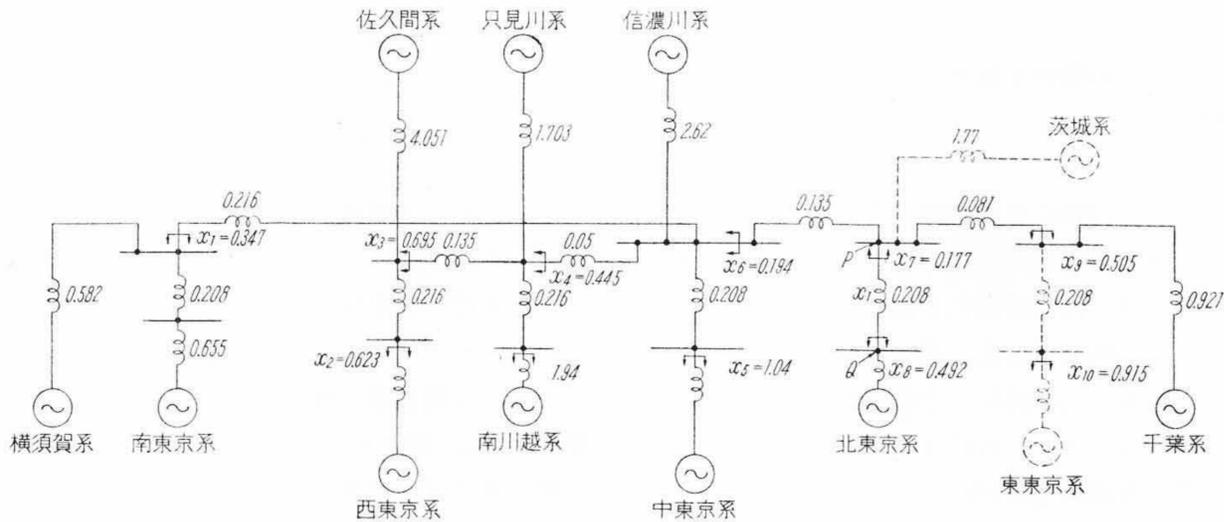
第1表 母線保護リレー試験結果一覧表

試#	故障電流 (交流分実効値)	故障点	流出側CT 二次負担	回線数	投入位相	Ry動作		判定	備考
						OC要素	Df要素		
本 試 験	1	1,040A	外部故障	約40VA	10回線 {流入9 流出1}	0°目標 (DC分最大)	動作	不動作	良
	2	1,570A	外部故障	約40VA	10回線 {流入9 流出1}	0°目標 (DC分最大)	動作	不動作	良
	3	1,530A	外部故障	約40VA	10回線 {流入9 流出1}	0°目標 (DC分最大)	動作	不動作	良
	4	1,070A	外部故障	約40VA	10回線 {流入4 流出1 休止端5}	0°目標 (DC分最大)	動作	不動作	良
	5	1,610A	外部故障	約40VA	10回線 {流入4 流出1 休止端5}	0°目標 (DC分最大)	動作	不動作	良
	6	550A	内部故障	約40VA	9回線 (流入のみ)	0°目標 (DC分最大)	動作	動作	良
参 考 試 験	1'	1,510A	外部故障	約80VA	10回線 {流入4 流出1 休止端5}	0°目標 (DC分最大)	動作	不動作	良
	2'	2,050A	外部故障	約80VA	10回線 {流入4 流出1 休止端5}	0°目標 (DC分最大)	動作	不動作	良

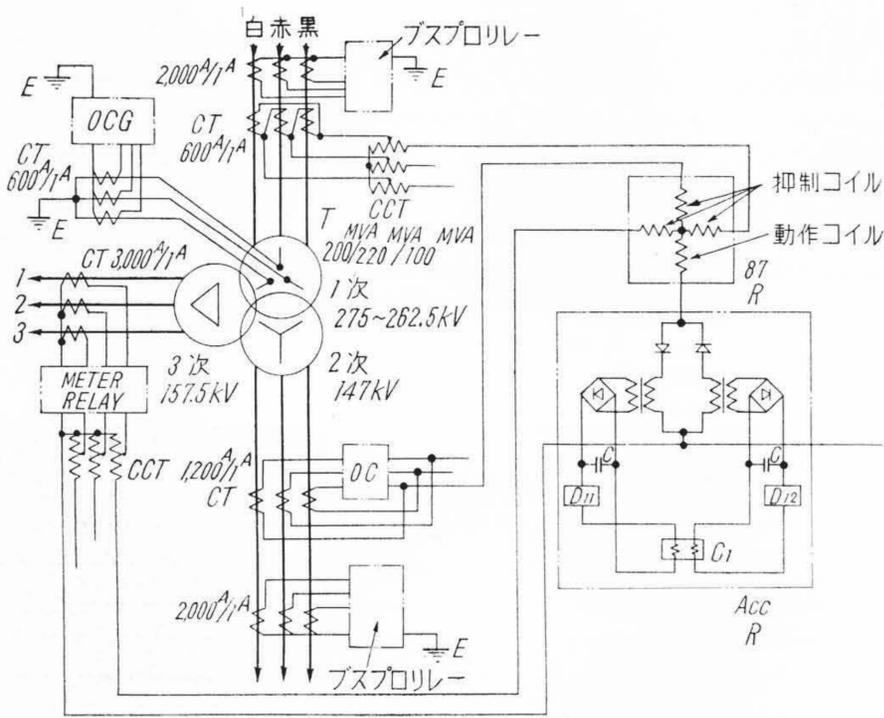
分の裕度と信頼性が期待できる。

4.2 変圧器保護装置

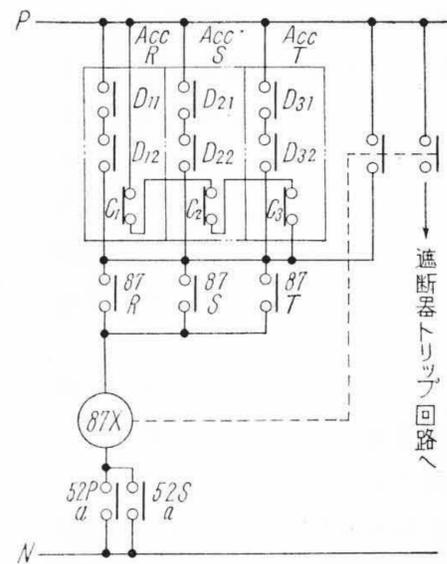
主変圧器の差動保護リレーには突入電流による誤動作防止装置



インピーダンスマップ
第11図 東京電力超高圧系統



第12図 変圧器保護回路



記号	形式	名称
87R	IY ₃ ⓐ	比率差動継電器 (R相)
87S	IY ₃ ⓐ	比率差動継電器 (S相)
87T	IY ₃ ⓐ	比率差動継電器 (T相)
ACC	X-KYT	同上用補助関
87X	CA ₁₁ -T ₄ ⓐ	補助継電器
D ₁₁	X-KYT	過電流要素
D ₁₂	X-KYT	同上
C ₁	X-KYT	差動要素

X-KYY 形を用いた。一般に変圧器回路の遮断器を投入すると励磁突入電流が変圧器励磁側巻線のみ流れ、差動リレーに対しあたかも故障電流と同様の結果を与え誤動作の原因となる。これを防止するため新しく開発された励磁突入電流の誤動作防止装置が今回超高压変電所としてはじめて採用された。

第12図は変圧器保護回路を示す。

本リレー装置については変電所の運転にはいる前に現地において、220MVA 主変圧器を用い動作確認試験を行った。試験は第13図に示すように無負荷の状態の主変圧器の一次側遮断器を投入する場合と、同様に二次側より投入する場合について行ったがすべて正規動作し満足な結果を示した。

第2表は主変一次側より投入したときの各部電流および比率差動リレーの動作状況である。

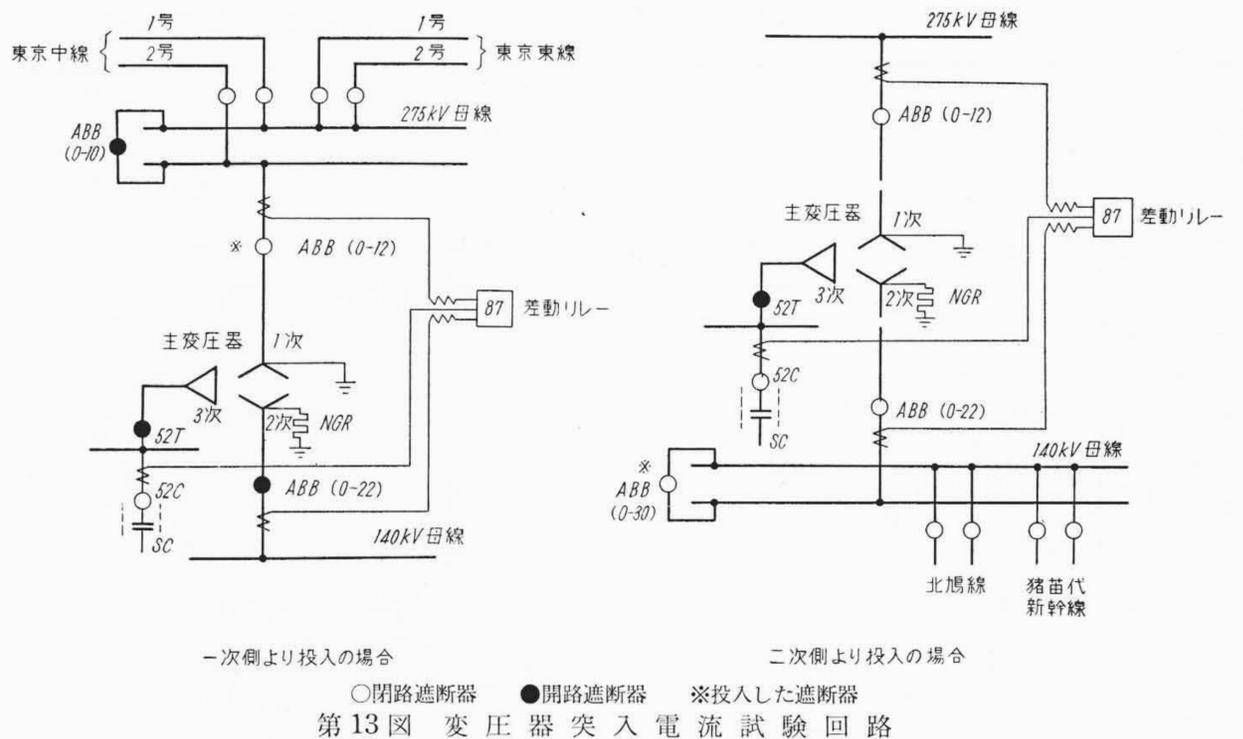
また第3表は主変二次側より投入した場合の試験結果を示す。

これらの試験結果より励磁突入電流の最大値は一次側より投入時 1,470A (定格電流波高値の2.46倍) 二次側より投入時 2,970A (定格電流波高値の2.47倍) となっているがロックリレーは全回を通じて1.6 サイクル以内に確実に正規動作した。

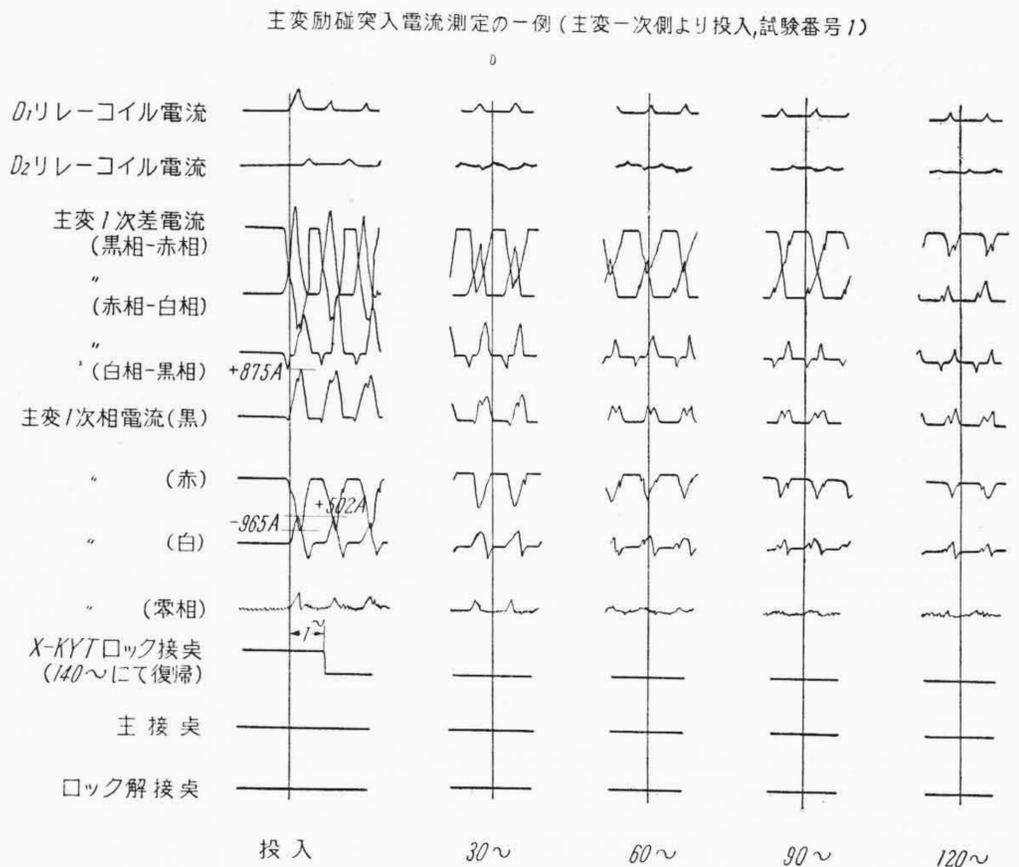
第14図は一次側より投入時のオシログラムの一例(試番1)であり第15図は二次側より投入時の一例(試番17)を示す。

励磁突入電流の値は最大波高値(一次側投入時)で定格電流波高値に対し直流分90%, 基本波11.9%, 第2高調波46%で他はいずれも20%以下となっている。ついで将来、主変圧器二次中性点には別置形負荷時電圧調整器が設置される予定であるが、現在は零相電流検出のため主変圧器一次の中性点側の各相にそれぞれ套管形変流器を設けこれらを並列に接続している。

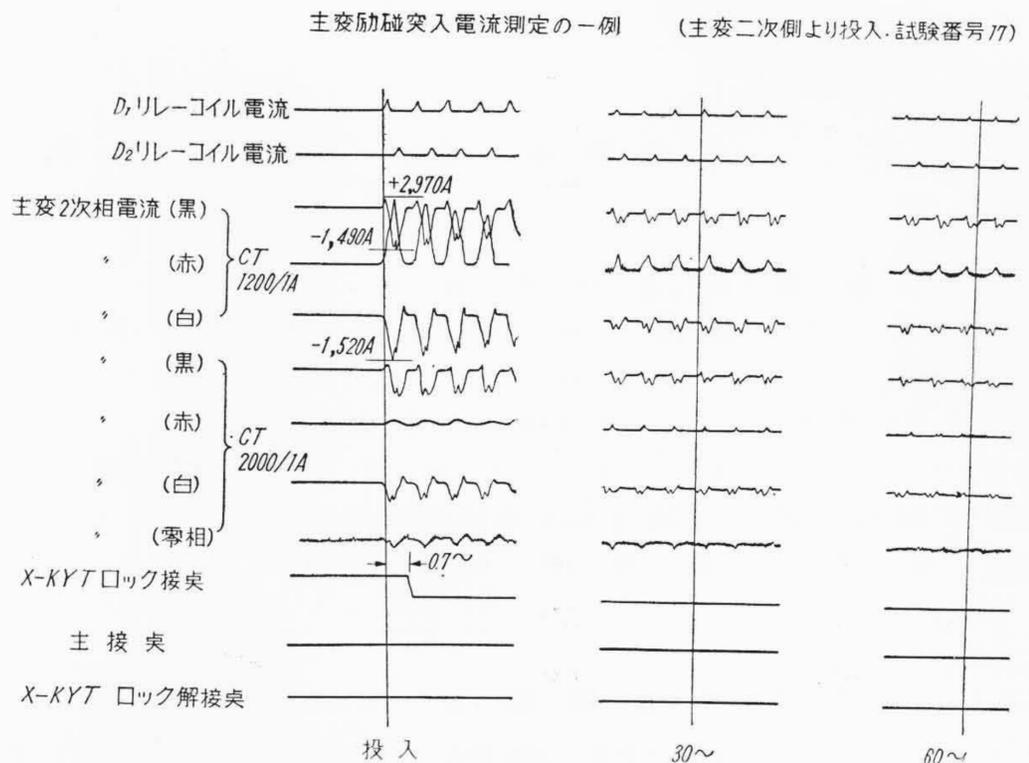
変圧器投入時の励磁突入電流によってこの変流器が飽和し、さらに各相変流器の誤差が重畳して、二次回路にみかけ上の零相電流が生じ故障検出リレーが誤動作するおそれがあるので、この点につい



第13図 変圧器突入電流試験回路



第14図 オシログラムの一例



第15図 オシログラムの一例

第 2 表 変圧器保護リレー試験結果
(一次側より投入の場合)

試験番号	主変一次突入電流値 (A) と倍率				KYT 比率差動リレー			備 考
	黒相 (電流値/ 倍率)	赤相 (電流値/ 倍率)	白相 (電流値/ 倍率)	零相 (電流値/ 倍率)	ロック リレー	主 リレー	過電流 接点	
1	+875/ 1.46	-965/ 1.61	±502/ 0.84	115/ 76/	○ (動作時間 1.0~)	×	×	ロックリレー は14~にて復帰
2	-1,000/ 1.67	+890/ 1.48	±510/ 0.85	76/ 76/	○ (1.0~)	×	×	
3	+1,050/ 1.75	-1,075/ 1.79	±580/ 0.97	76/ 76/	○ (1.5~)	×	×	
4	-840/ 1.4	+715/ 1.19	±460/ 0.765	58/ 58/	○ (1.2~)	×	×	
5	+370/ 0.615	+475/ 0.79	-835/ 1.39	23/ 23/	○ (1.6~)	×	×	
6	+840/ 1.4	-1,130/ 1.89	+510/ 0.85	76/ 76/	○ (1.2~)	×	×	
7	-735/ 1.23	±355/ 0.56	+710/ 1.18	58/ 58/	○ (1.0~)	×	×	
8	-1,470/ 2.46	+1,070/ 1.78	+900/ 1.5	75/ 75/	○ (1.1~)	×	×	
9	+1,100/ 1.83	-595/ 0.99	-710/ 1.18	38/ 38/	○ (0.9~)	×	×	
10	+1,100/ 1.83	-595/ 0.99	-1,025/ 1.71	58/ 58/	○ (0.8~)	×	×	
11	-370/ 0.615	-540/ 0.91	+770/ 1.3	7/ 7/	○ (1.3~)	×	×	
12	-950/ 1.58	±540/ 0.9	+835/ 1.4	58/ 58/	○ (0.8~)	×	×	ロックリレー は86~にて復帰

(注) ○: リレー動作
×: リレー不動作
+とあるはオンロの上側 -とあるはオンロの下側のふれを意味する
CT一次定格電流は 600A
倍率=突入電流(波高値)/CT一次定格電流(600A)

第 3 表 変圧器保護リレー試験結果
(二次側より投入の場合)

試験番号	主変二次突入電流値 (A) と倍率				KYT 比率差動リレー			備 考
	黒相 (電流値/ 倍率)	赤相 (電流値/ 倍率)	白相 (電流値/ 倍率)	零相 (電流値/ 倍率)	ロック リレー	主 リレー	過電流 接点	
13	+850/ 0.71	+920/ 0.77	-1,520/ 1.28	27/ 27/	○ (動作時間 1.0~)	×	×	ロックリレー は34~にて復帰
14	-1,050/ 0.875	+2,060/ 1.71	-905/ 0.755	28/ 28/	○ (1.0~)	×	×	
15	-1,270/ 1.74	-1,150/ 0.96	+1,520/ 1.27	38/ 38/	○ (1.0~)	×	×	
16	-1,270/ 1.06	-1,730/ 1.44	+2,590/ 2.16	4/ 4/	○ (0.8~)	×	×	
17	-1,490/ 1.24	+2,970/ 2.47	-1,520/ 1.27	33/ 33/	○ (0.7~)	×	×	
18	-1,380/ 1.15	+2,760/ 2.3	-2,980/ 2.07	/	○ (0.8~)	×	×	

注: ○: リレー動作
×: リレー不動作
CT一次定格電流は 1,200A
倍率=突入電流(波高値)/CT一次定格電流(1,200A)

するおそれはまったくないことがわかった。なおこれら継電器の整定は変流器一次換算値で 300 アンペアとなっている。

5. 結 言

東京電力株式会社北東京変電所は、わが国屈指の規模を有する超高压変電所である。同変電所用配電盤はその制御、保護方式などすべてに入念な検討が加えられ、保守の簡易、保護装置の完ぺきを期して製作され、たものである。母線保護装置および変圧器の突入電流誤動作防止付リレーなどについては納入前に実故障等価試験および現地試験を実施してその性能が十分検討された。

現在、相ついで各電力会社に超高压変電所が建設されているが、今回納入された配電盤はその代表的なものとして注目される。

おわりに臨み本配電盤完成にあたって終始ご指導とご尽力を賜った東京電力株式会社の関係各位に対し深く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 吉田: 電力 Vol. 44 No. 1
- (2) 石田ほか: 日立評論 41 No. 5

でもあわせて試験した。

その結果、変圧器投入時の中性点変流器二次には若干の零相電流が記録されたが、この最大波高値は一次側より投入時 115 アンペア、二次側より投入時 38 アンペア程度に過ぎず当初懸念されたオンログラフ起動用および母線保護検出用高速度接地過電流リレーが誤動作

日 立 評 論 ビ ル 設 備 特 集 号 別 冊 第 38 号

目 次

- ◎建築設備の近代化の傾向
- ◎エレベータの高速プログラム制御
- ◎自動車用エレベータ
- ◎日立 VM-C 形エレベータドア開閉装置
- ◎日立 エスカレータとその標準
- ◎空気調和装置に使用される冷凍機の選定
- ◎空気調和装置用配電盤

- ◎最近の照明施設
- ◎PBX クロスバ交換機
- ◎ビル用受電設備および予備電源設備
- ◎ビル ジボン プ
- 技術者ノート
- ◎エレベータの建家設備基準

発行所 日立評論社 東京都千代田区丸の内1丁目4番地 振替口座東京 71824 番
取次店 株式会社オーム社書店 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 振替口座東京 20018 番