

最近のビル電気設備

Recent Control Equipment for Building

滝田 武夫* 豊田 武二*
Takeo Takita Takeji Toyoda

要 旨

最近のビル電気設備はビルの高層化、大容量化により、負荷容量および受電容量が増大している。したがってこれに対処できる新しい技術を導入した電気設備が必要になった。本稿ではおもに最近のビル電気設備の受配電方式および制御装置、配電盤について説明する。

1. 緒 言

最近のビルは高層化、大形化し、これに伴ってビル電気設備も従来の方式とは異なり、ビル内の生活環境向上のための、照明、空気調和、保安、通信、エレベータおよび駐車場などの諸設備が完備されている。負荷の増大によりビルの受変電設備も大容量化、高電圧化の傾向にあり、最近のビルにおいては20 kV または30 kV の特別高圧にて受電し、10 MVA 以上の受電設備容量をもつものも少なくない。

一方、ビル内部の空気調和やエレベータの全自動化が進むにつれて、電気設備の故障により停電すれば、ビルの機能を麻痺（まひ）させることになる。このため高信頼度の設備が必要であり、万一故障が発生したときは、故障範囲を最小に押えなければならない。また人件費の高騰や人手不足の観点から、高度の技術を必要とすることなく最小の人員で運転、保守できることが必要である。さらに電気設備そのものの形態がビル制御の中核として、建築的にも十分に調和することが必要であり、かつ、経済的な設計が望まれる。

本文ではこれらの要求に則した最近のビルにおける受配電方式および制御保護方式について述べる。

2. 受 配 電 系 統

2.1 受 電 方 式

ビルの受電方式としては図1に示す4方式がある。このうち(d)に示す異系統2回線受電の予備回線方式は電源故障時の受電確保の点ですぐれているが、都心部などの市街地においては近距離に集中したビル4～5箇所を1ユニットとしてループ回線を形成して給電する(c)の方式が多く用いられる。この方式では、ループ中の1回線が故障遮断により停電しても無停電のまま他の回線から受電できる。

次にビル内受電回路と機器接続の代表例を図2に示す。この場合は変圧器励磁電流を十分に開閉できる断路器を一次側に設け、変圧器一次側の遮断器を省略して簡素化している。

2.2 ビル内配電系統と配電電圧

配電電圧は負荷の種類、容量および配電距離などにより決定される。ビル内の配電系統を受電電圧および配電電圧より大別すれば図3に示す7種に分けることができる。従来は高圧動力には3 kV 三相3線式、低圧動力、電灯回路には3 kV/200/100 V変圧器を介して、電源を供給していたが、最近は400 V 三相4線式配電が広く採用されるようになった。

図4は22 kV 受電で、22 kV/3.3 kV および22 kV/420 V 三相4線式変圧器を各1バンクに設置したビル受配電系統の単線接続図を示したものである。

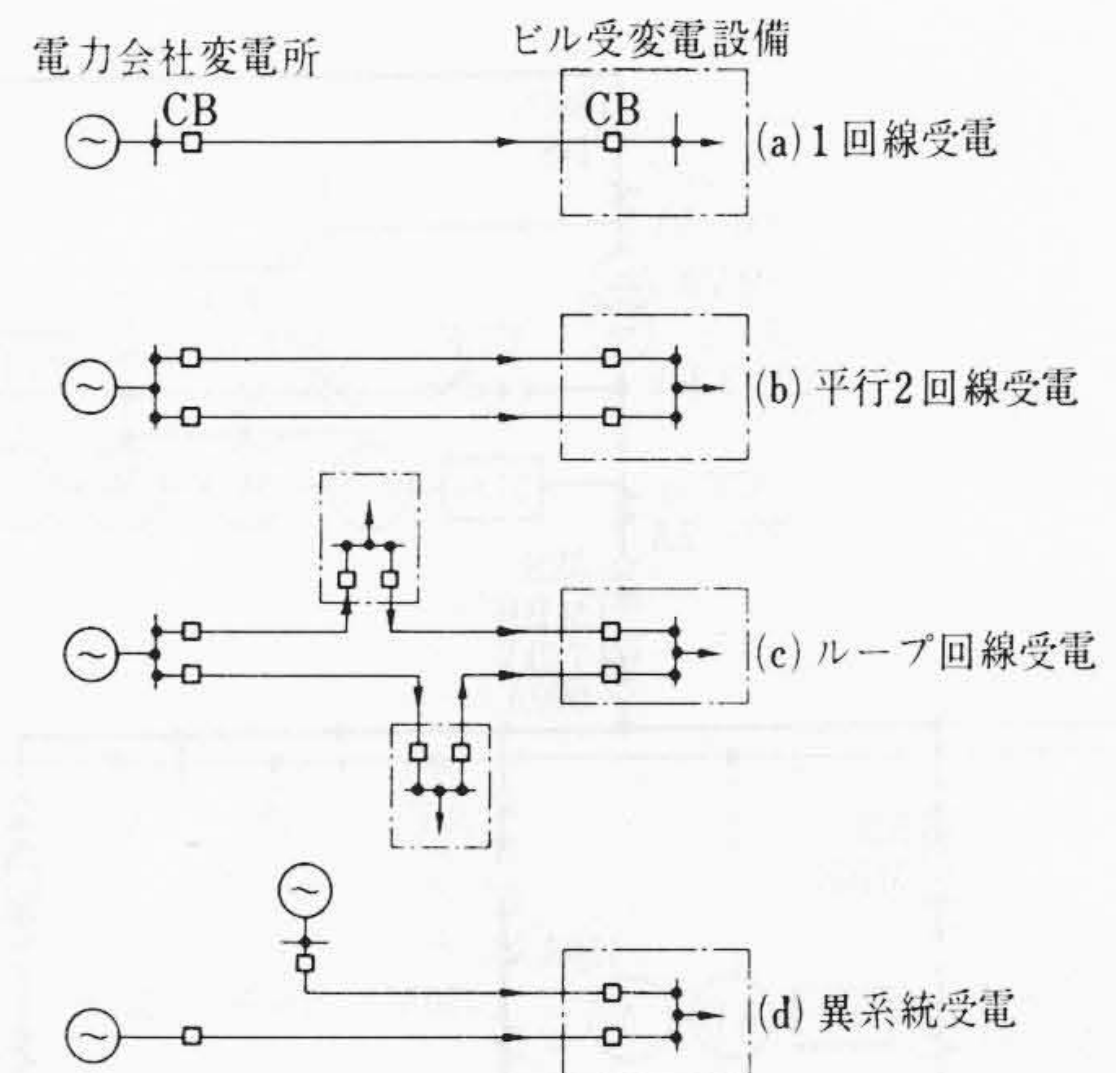


図1 受電方式

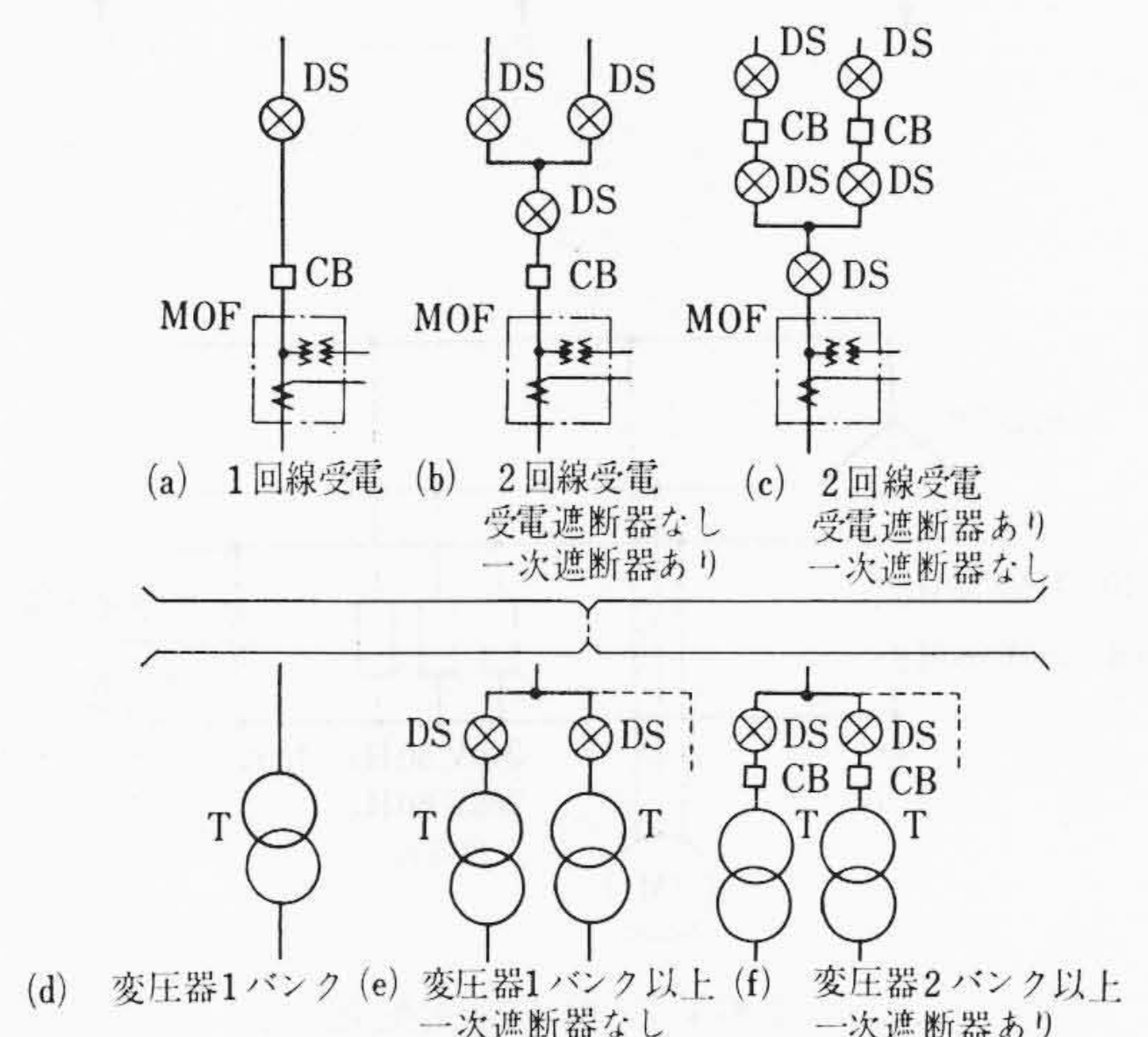


図2 受電回路と機器配置

① 20(60) kV 3kV 3kV 100V 200V (2,000~10,000kW)	② 20kV 3kV 400V 100V 200V (2,000~10,000kW)	③ 20kV 400V 100V 200V (1,000~5,000kW)	④ 6(3) kV 6(3kV) 100V 200V (500~2,000kW)
⑤ 6(3) kV 400V 100V (500~1,000kW)	⑥ 6(3) kV 400V 100V 200V (500~2,000kW)	⑦ 6(3) kV 100V 200V (50~1,000kW)	注: ()内は受電電力を示し設備容量とは異なる。

図3 ビル配電系統の基本回路

2.3 400 V 三相4線式配電方式の特長

中性点直接接地式三相4線式配電方式と負荷の関係を図5に示す。この方式は次のような特長を持っている。

* 日立製作所国分工場

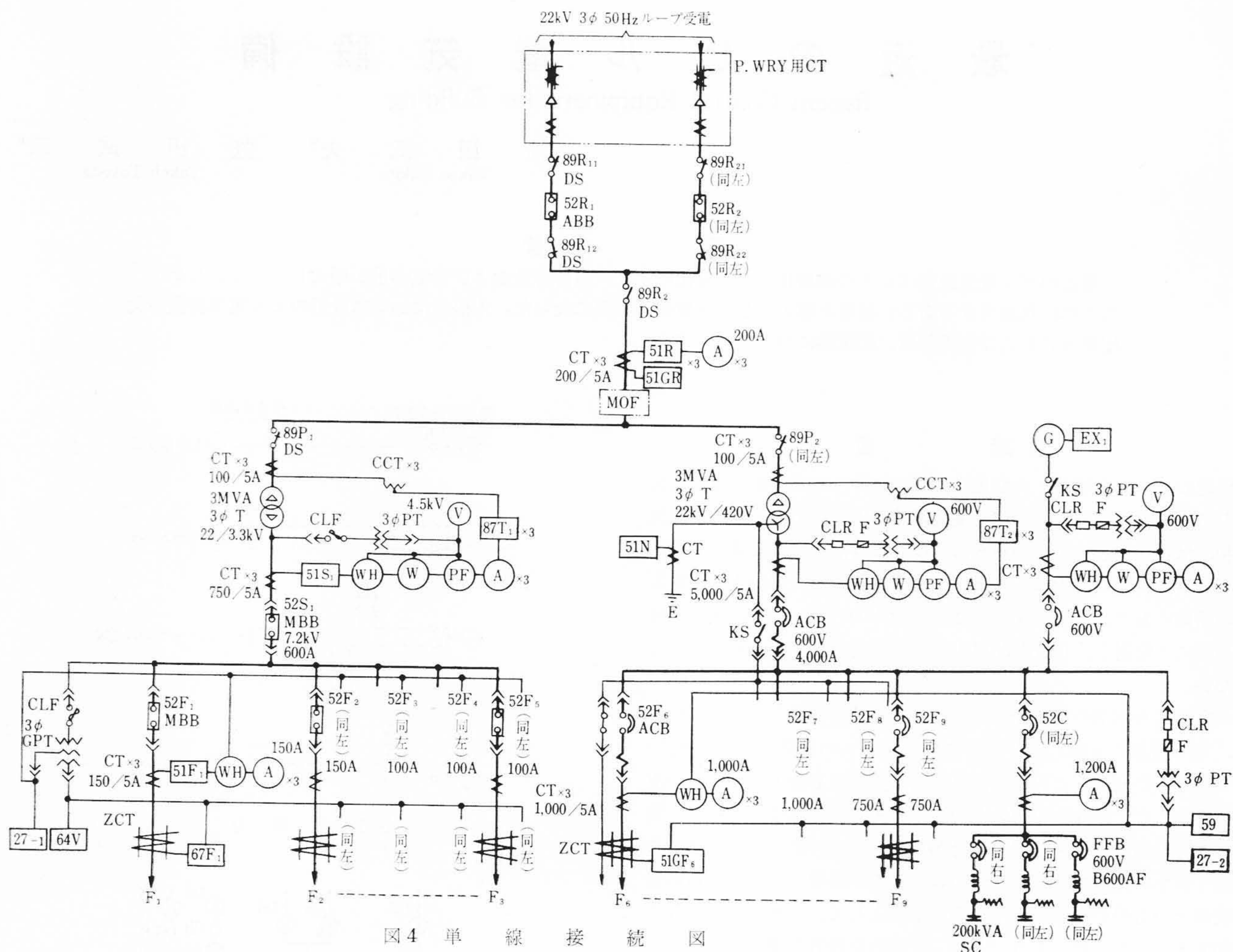


図4 単線接続図

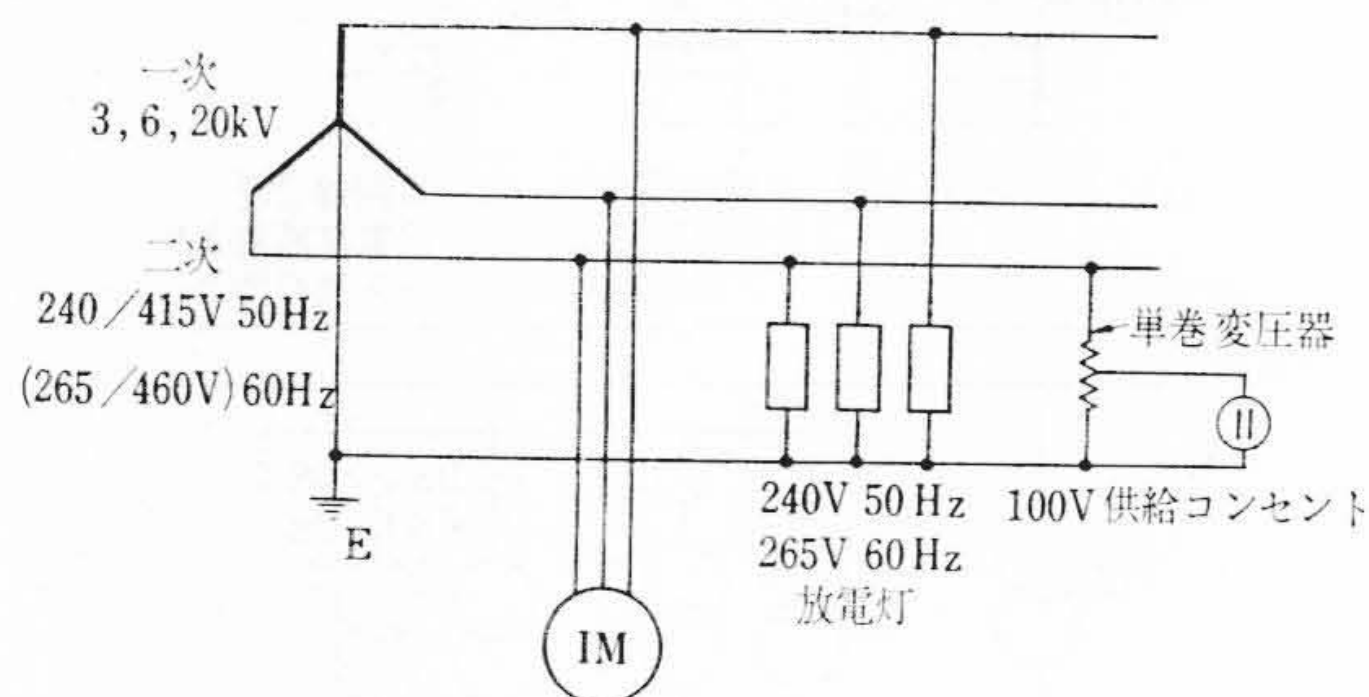


図5 400V 三相4線式配電方式

3. ビルの短絡電流⁽¹⁾

ビルの設備の大容量化に伴い、受電容量は8,000 kVA以上のものも出現している。このため回路電圧が600V以下の低圧回路においては、短絡電流は非常に大きくなる。たとえば変圧器%インピーダンス7.5%, 2,000 kVA 4バンク並列運転の場合は148 kAとなり、保護機器には150 kA以上の値を考慮しなければならない。しかし設備の経済性からみれば、短絡電流の値は100 kAが限度と考えられる。

ビル電気設備を経済的に設計するためには、短絡電流を正確に計算し、必要最小限容量の機器を選定しなければならない。

短絡電流は受電点の短絡容量と、受電点から短絡点までのインピーダンスにより決まり次式で表わせる。

$$\text{対称短絡電流} \quad I = \frac{\text{基準 kVA}}{\sqrt{3} \cdot E \cdot Z} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{非対称短絡電流} \quad I_s = KI \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$K = A_0 \sqrt{K_a^2 + (\sqrt{2} K_d)^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ただし、Z: 短絡インピーダンス (パーユニット)

E: 変圧器二次電圧 (kV)

K: 非対称係数

A₀: 短絡電流における負荷の影響を示す係数

K_a: 交流分減衰係数

K_d: 直流分減衰係数

一般に3 kV以上の高圧回路では短絡発生から遮断完了までの時間は、保護リレーの動作時間と遮断器の開極時間が加算され、5ないし8サイクルである。この間に誘導電動機による発電作用および故障電流の非対称分は減衰するので(2)式における非対称係数

(1) 配電設備の節減

従来の200V級配電方式に比べて、電線や導体を細くすることができ、開閉器やヒューズの電流容量を小さくすることができる。

(2) 400V級電動機の使用

525 kWまでは高価な3 kV(または6 kV)電動機の代わりに安価な400V級電動機が使用できる。20 kVまたは6 kV受電の場合でも、400Vに降圧する変圧器を含めても400V級電動機を使用したほうが経済的である。

(3) 中間電圧の変圧器が不要

20 kV(または30 kV)以上の特別高圧受電の場合、いったん中間電圧(3 kVまたは6 kV)に降圧することなく直接20 kV(30 kV)より降圧することができる。

(4) ケーブル本数の節減

400 V, 200 Vの同時供給により同一のケーブルにて配電できる。

は1と考えてよい。

600 V 以下の低圧回路では遮断器として低圧気中遮断器、配線用遮断器あるいは電力ヒューズを使用し、短絡発生後 $\frac{1}{2}$ ~2 サイクルの間に内蔵の過電流引きはずし機構により自動遮断するかあるいは電力ヒューズが溶断する。この場合は故障電流の非対線分および電動機の発電作用は無視できないので、非対称係数は1.1~1.25として計算する。電動機の発電作用を求める場合、電動機総容量に需要率を乗じた値を発電作用出力として計算する。

4. 超高層ビルとスポットネットワーク方式

4.1 超高層ビル電気設備の特質

ビルの超高層化により、負荷分布が垂直方向に増加する。受変電設備も従来のように地下に設け、400 V、200 V の低圧幹線で供給する方式では地下変電設備および幹線容量の増加、低圧側短絡容量の増大、負荷端の電圧降下などの面で不利となるので、受変電設備を地下室のほか、中間階、最上階に設けるのが有利である。代表的な主変圧器の設置個所には図6の(a)、(b)、(c)の3種の方式がある。

4.2 スポットネットワーク方式

超高層ビルでは負荷容量が大きく、公共的な重要負荷が少なくないため、電源の信頼性、安定性が強く要求される。さらに設置場所

が都市の密集地域にあるために据付面積の極力小さいことが望まれる。この点から超高層ビルの配電方式としては低圧スポットネットワーク方式の適用が望ましい。

(1) スポットネットワーク方式の特長

スポットネットワーク方式は図7に示す配電方式で、三相500 kVA、1,000 kVA、1,500 kVA あるいは2,000 kVA の変圧器数台をネットワークプロテクタおよびプロテクタヒューズを介して二次側を並列接続し電力を供給する方式で、おもな特長は次のとおりである。

(a) 供給信頼度が高い

一次側の事故だけではなく、変圧器の事故および変圧器、ネットワークプロテクタ間の事故に対して無停電供給でき電圧変動も小さい。

(b) 設備が簡素化される

一次側の遮断器が不要となり、設備の簡素化だけではなく据付面積が縮小される。また変圧器二次電圧は400 V 三相4線式であるので400 V 配電方式の特長がそのまま生かされる。

(c) 保守が容易

変圧器二次側のネットワークプロテクタは完全自動運転であるので保守取扱が容易である。

(2) ネットワークプロテクタの構成

ネットワークプロテクタはスポットネットワーク方式の中核となるもので気中遮断器、プロテクタヒューズ、ネットワークリレー（マスターリレー、フェージングリレーより構成される）より構成され次の特性をもっている。

(a) 逆電力遮断特性

低圧ネットワーク側から高圧フィーダ側に逆流する変圧器励磁電流、一次側ケーブル充電電流および短絡電流を検出してネットワークプロテクタを遮断させる。

(b) 差電圧投入特性

低圧ネットワークに電圧が印加されていて、あるネットワークプロテクタが開のとき、高圧フィーダに電圧が印加された場合、逆電力とならないアンチポンピング領域を検出してネットワークプロテクタを投入して、変圧器を応援投入する。

(c) 無電圧投入特性

低圧ネットワーク側が無電圧時、高圧フィーダに電圧が印加されたときネットワークプロテクタを投入する。

図8、9にそれぞれ日立ネットワークプロテクタ用マスターリレー（形式UWN-W-D₂）およびフェージングリレー（形式UHN-D₁）の特性を示す。図10はネットワークリレー構成ブロック図である。

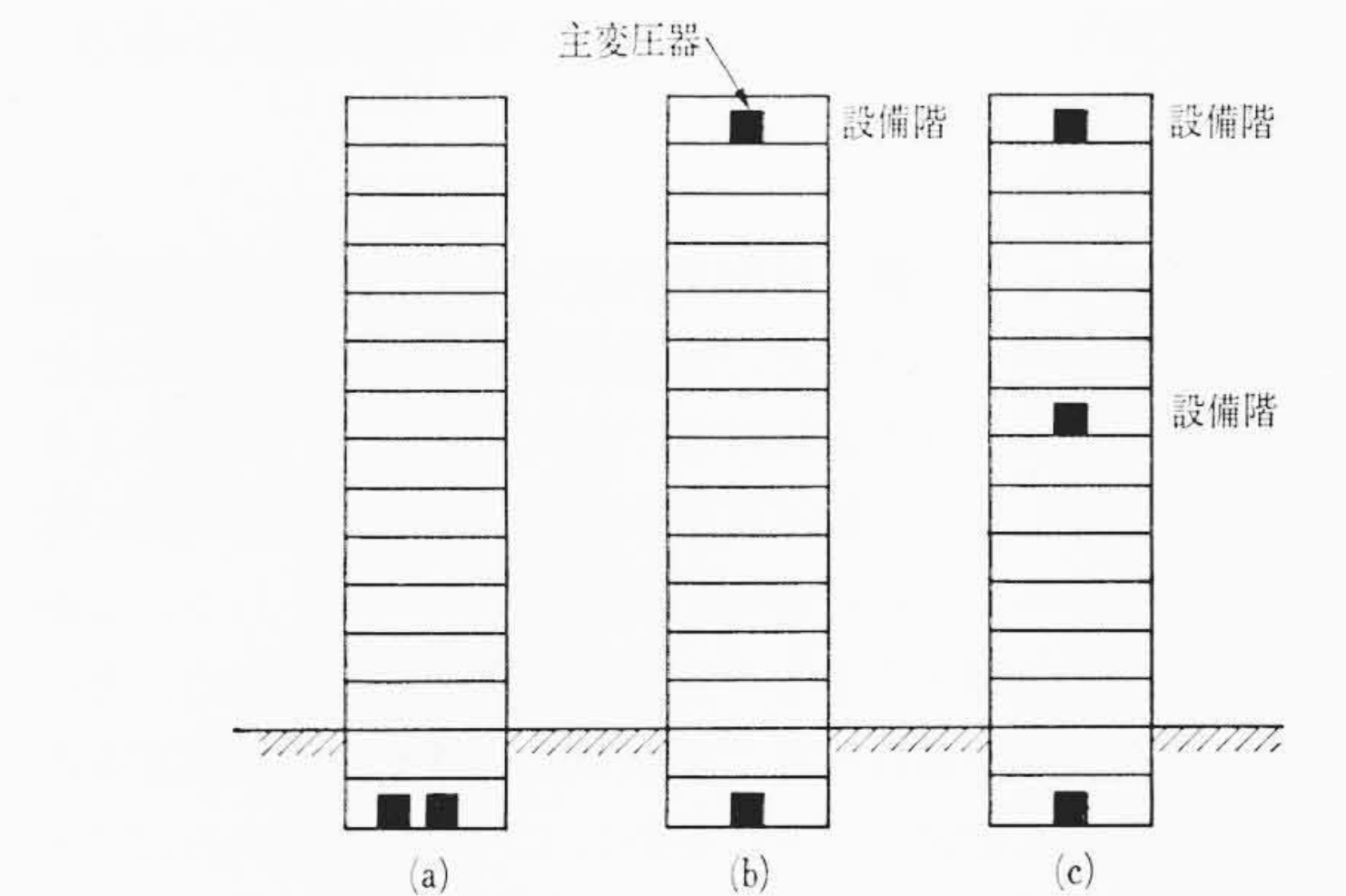


図6 超高層ビルの変圧器設置個所

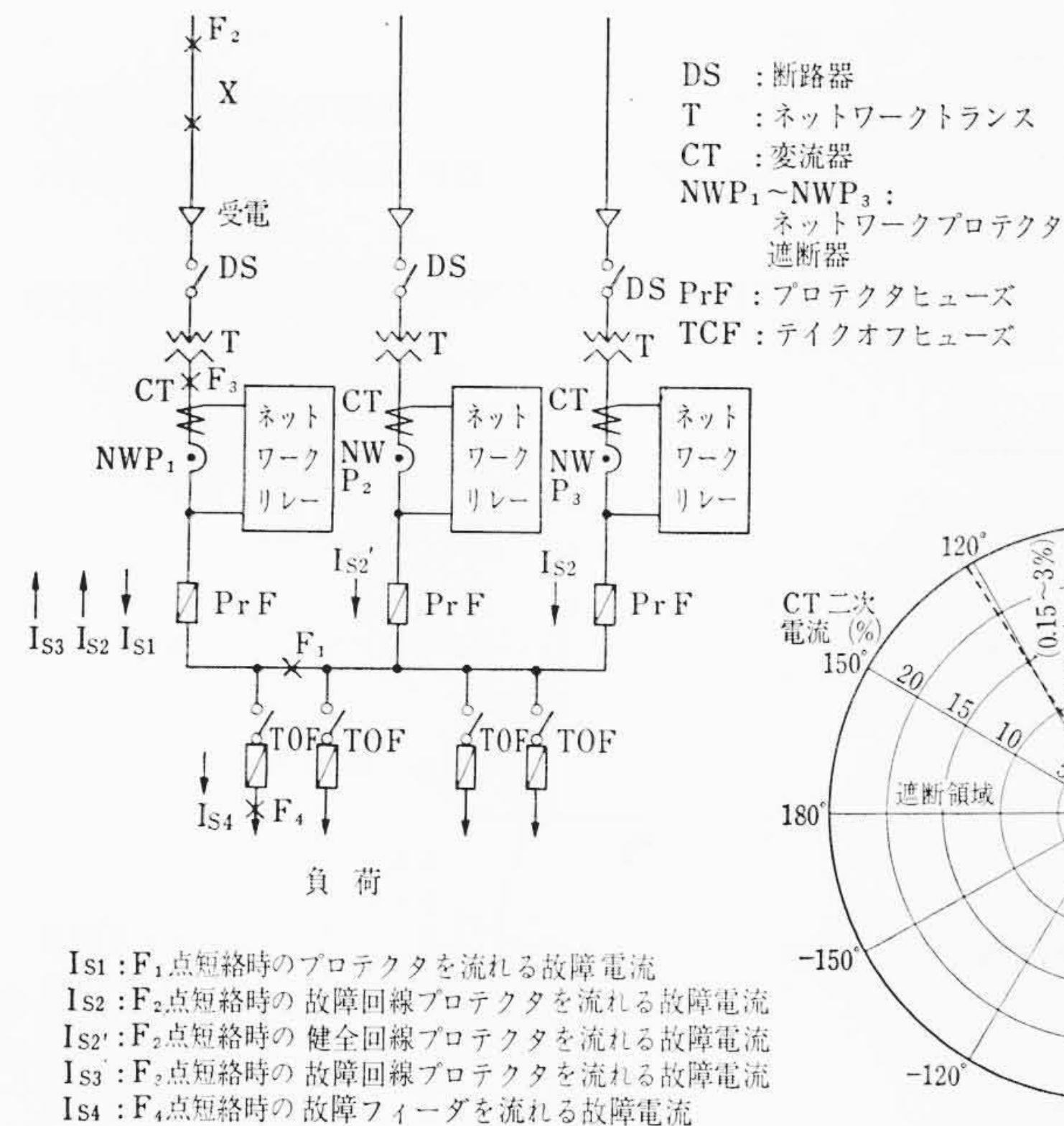


図7 スポットネットワーク方式

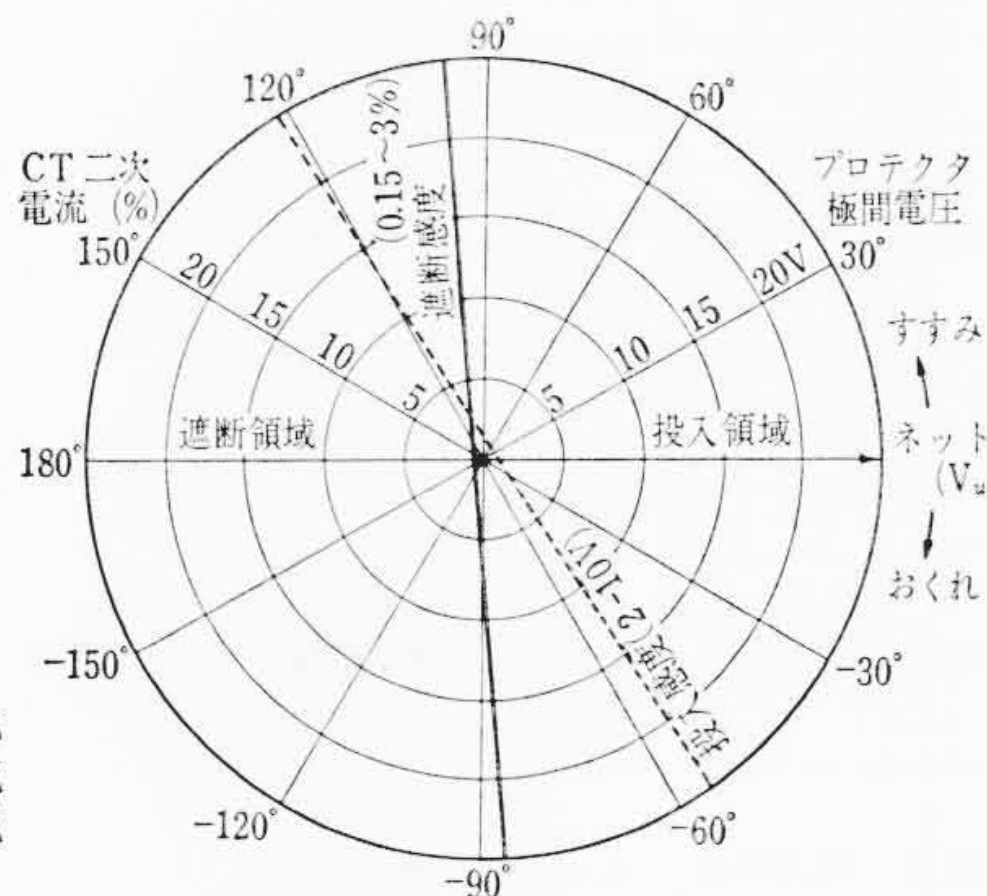


図8 UWN-W-D₂ ネットワーク主継電器位相特性

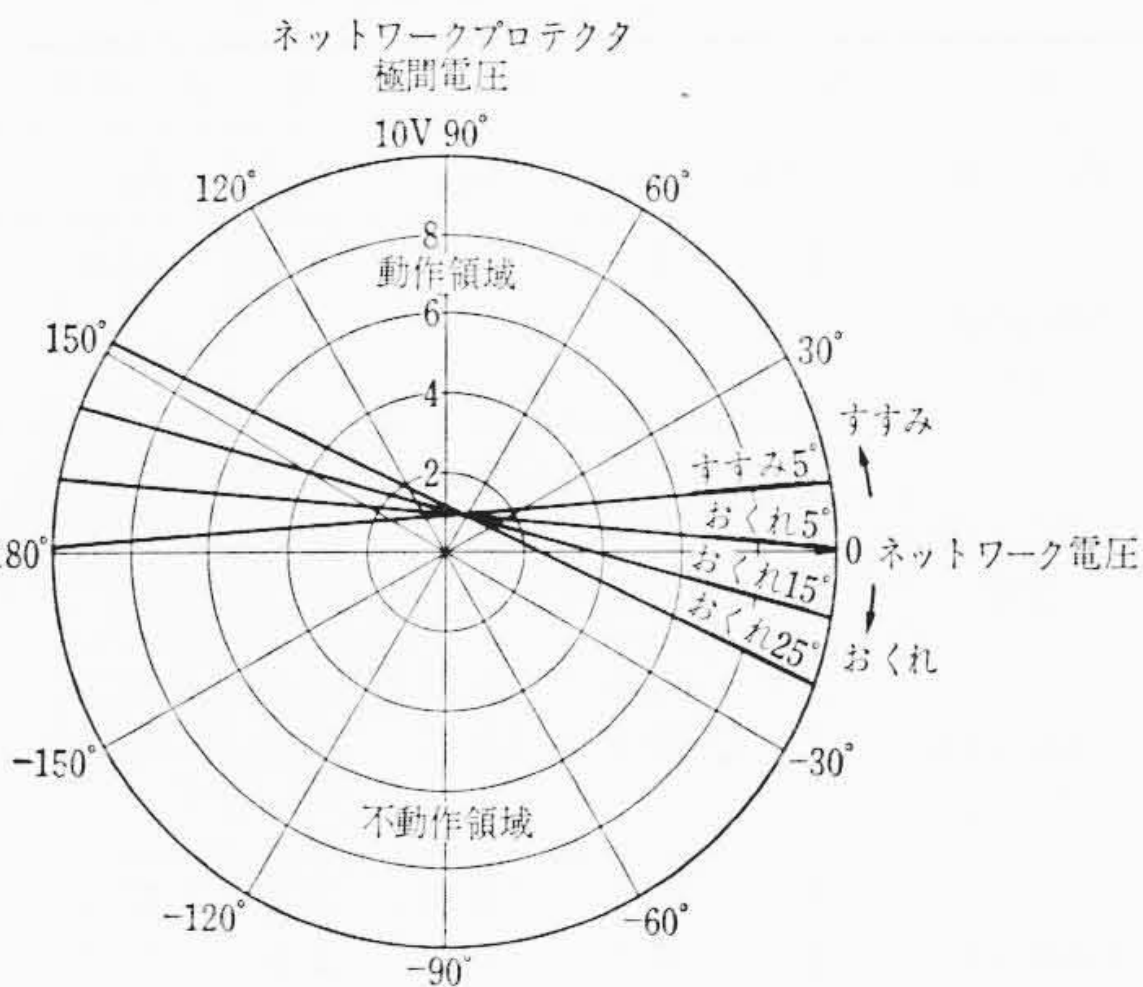


図9 UHN-D₁ ネットワーク位相継電器位相特性

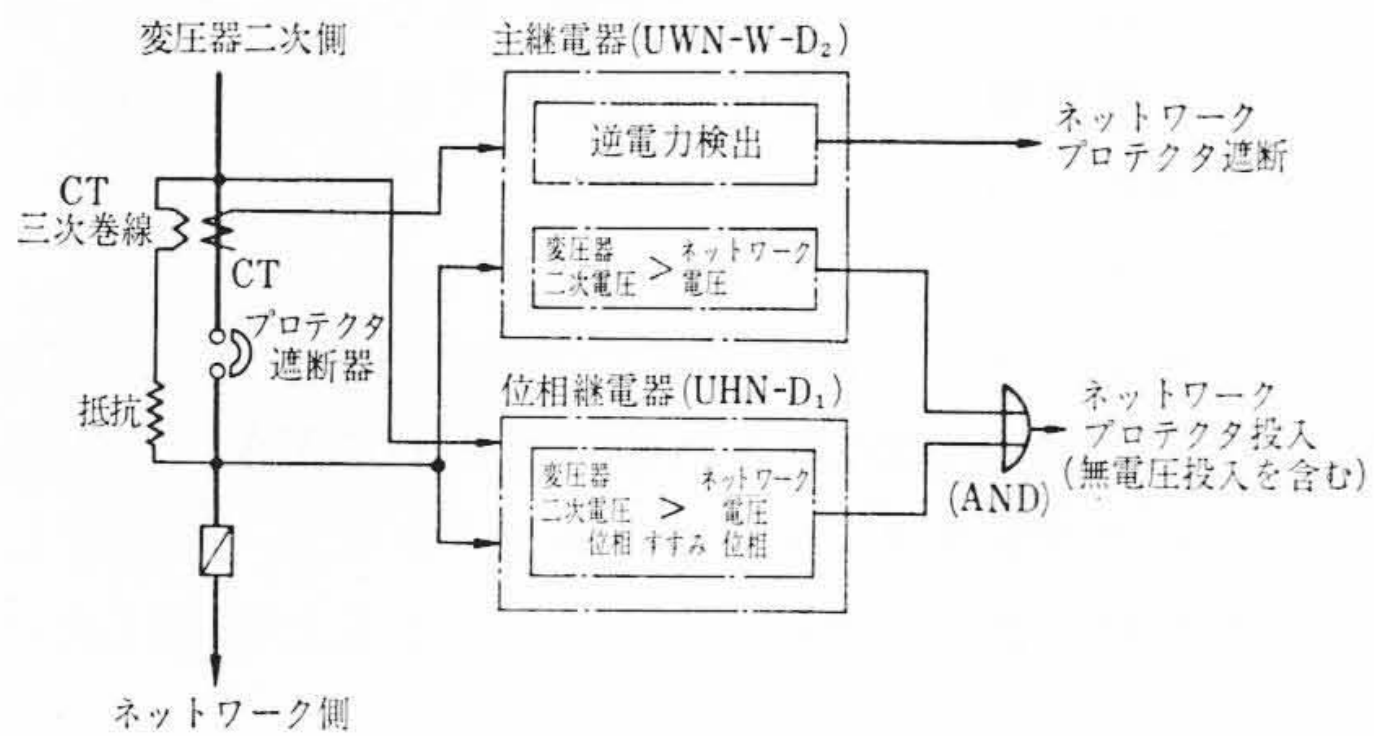


図 10 ネットワークリレー構成ブロック図

いま、図 7 の X 点に短絡事故が発生すれば電源供給側の遮断器がトリップすると同時に、ネットワークプロテクタ NWP₁ が逆電力を検出して遮断し、他の健全回線より電力を無停電供給する。故障が回復して、故障回線に電圧が印加されればネットワークリレーの差電圧投入特性により自動的に NWP₁ は投入する。同様にして X 点に地絡が発生した場合は、地絡電流で電源供給側の遮断器をトリップし、故障回線にはネットワーク側より変圧器励磁電流および一次側ケーブル充電電流が逆流して、NWP₁ は逆電力遮断する。また単に電源側の遮断器がトリップされたときも、地絡の場合と同様に、変圧器励磁電流と一次側ケーブル充電電流が逆流して NWP₁ を逆電力遮断させる。

このようにネットワークリレーは逆電力として変圧器励磁電流を検出することが必要であり、この値は変流器二次側に換算して 10 mA 程度の高感度である。日立ネットワークリレーには 8 極誘導円筒形を使用しこの特性を十分満足している。

(3) 変圧器単位容量の決め方

スポットネットワーク方式における変圧器の単位容量は次式により表わされる。

$$\text{変圧器単位容量} = \frac{\text{最大負荷kVA}}{\text{バンク数}-1} \times \frac{1}{\text{過負荷許容倍数}} \quad \cdots \cdots (4)$$

通常スポットネットワーク方式においては 130% 過負荷運転まで考慮し、変圧器も 130% の過負荷 8 時間まで耐えるように設計する。したがって過負荷許容倍数は 1.3 になる。たとえば、最大負荷 1,300 kVA にたいしては、変圧器 3 バンクの場合、その単位容量は

$$\frac{1,300\text{kVA}}{3-1} \times \frac{1}{1.3} = 500\text{kVA}$$

となる。

(4) スポットネットワークの定格

スポットネットワークの定格および計算短絡電流値をまとめると表 1 のようになる。短絡電流の値は変圧器が並列運転されるた

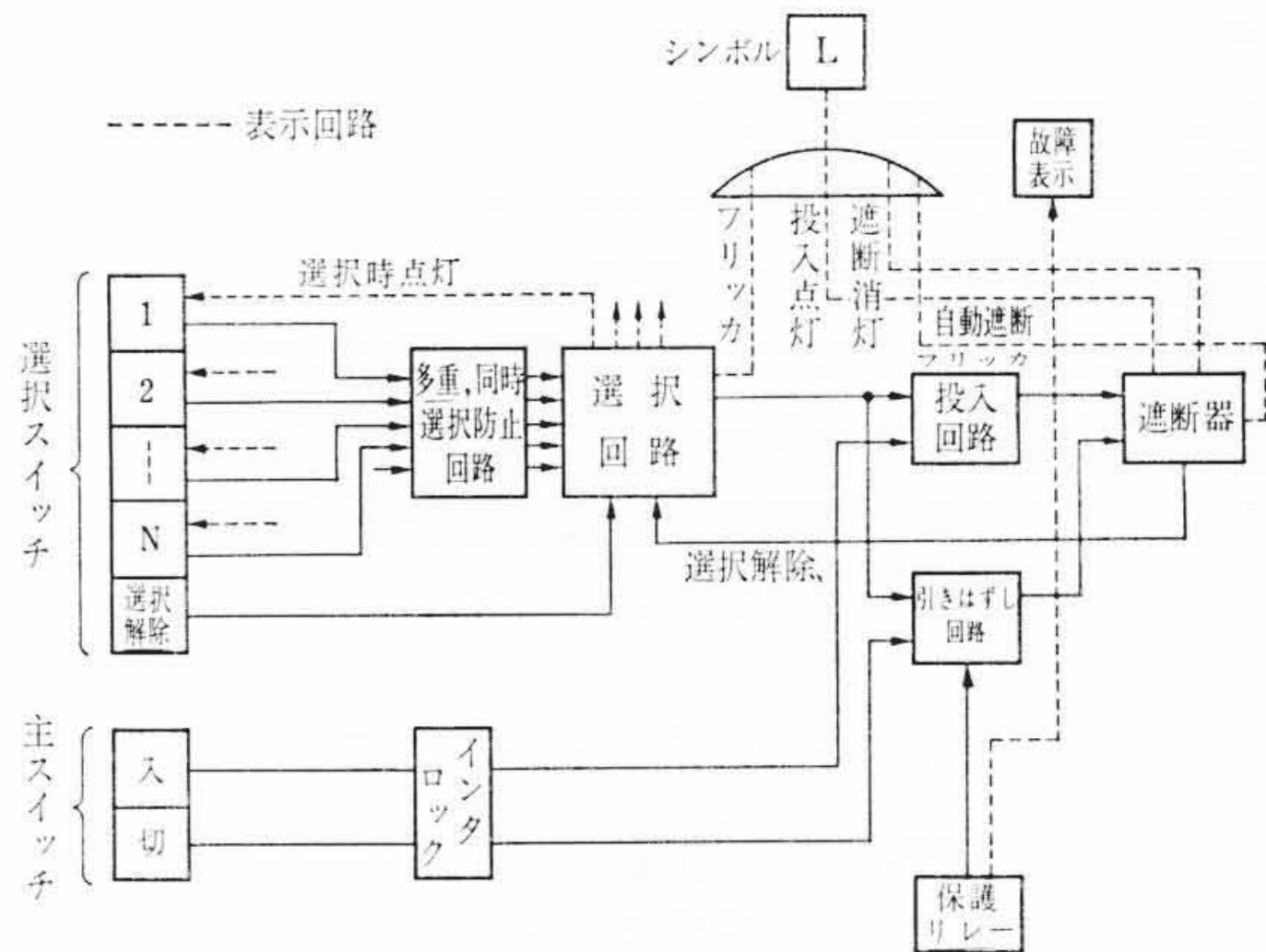


図 11 選択制御ブロック図

めに非常に大きく、このために主回路機器はこの短絡電流に十分に耐えることが必要である。プロテクタヒューズおよび低圧幹線のティクオフヒューズには表 1 の最大短絡電流と協調を取り 200 kA の遮断容量のものが用いられる。

5. 監視制御

ビルの規模が大きくなるにつれて、被制御機器の数が増加し、それぞれが分散設置される場合が多い。これらの被制御機器を能率よく確実に監視制御するためには、次に述べる監視制御方式が適切である。

5.1 集中監視制御

中央監視にグラフィック盤、模擬系統盤を用いて遮断器、断路器の遠方操作、状態監視および系統の運転状態の監視を行なう。また照光式の故障表示器を用いて故障状態の監視を行ない、事故により自動遮断した遮断器を判別し故障区域を明確にする。系統各部の電流、電圧、電力、力率などの計測は中央にて集中計測される。しかし計器は常時監視を必要とするもののみを中央監視盤に設け、その数を最小として監視員の負担を軽くすることが望ましい。重要負荷の電流、電圧、電力は変成比ごとに集約して、選択計測すれば計器の数は大幅に減る。データロガーを用いて計測、記録を行ない、重要系統の計測値をデジタル表示または自動的に印字記録し、日報を作成すれば、監視員の負担は著しく軽減される。

5.2 選択制御

中央操作盤を小さくするとともに、ビルの制御方式に選択制御方式を採用すれば、据付面積は縮小し、誤動作を防ぎ、操作を確実にすることができる。

日立ビル選択制御方式は図 11 に示す方式であって次のような特

表 1 スポットネットワークの定格と短絡電流

変 圧 器	容 量	バンク数	故 障 電 流 (kA)					プロテクタ定格		プロテクタヒューズ	
			I_{s1}	I_{s2}	I_{s2}'	I_{s3}	I_{s4}	電 流	遮断容量	電流(A) (遮断容量)	NWPとの 協調点
500 kVA (5%)	2	2	13.9	6.95	6.95	13.9	27.8	1,000A	10,000A	1,000A (200 kA)	7~10 kA
			27.8	13.9	13.9	27.8	55.6				
1,000 kVA (5%)	3	3	27.8	18.6	9.3	55.6	83.4	2,000A	20,000A	2,000A (200 kA)	1.5~20kA
			27.8	18.6	9.3	55.6	83.4				
1,500 kVA (7.5%)	3	3	27.9	13.95	13.95	27.9	55.8	3,000A	30,000A	3,000A (200 kA)	20~30kA
			27.9	18.6	9.3	55.8	83.7				
2,000 kVA (7.5%)	4	3	37.1	18.55	18.55	37.1	74.2	4,000A	40,000A	4,000A (200 kA)	30~40kA
		3	37.1	24.8	12.4	74.2	111.3				
		4	37.1	27.9	13.95	111.3	148.4				

- 短絡電流値はいずれも対称値を示す。
- プロテクタヒューズと NWP との協調点は右記の図面に示す。

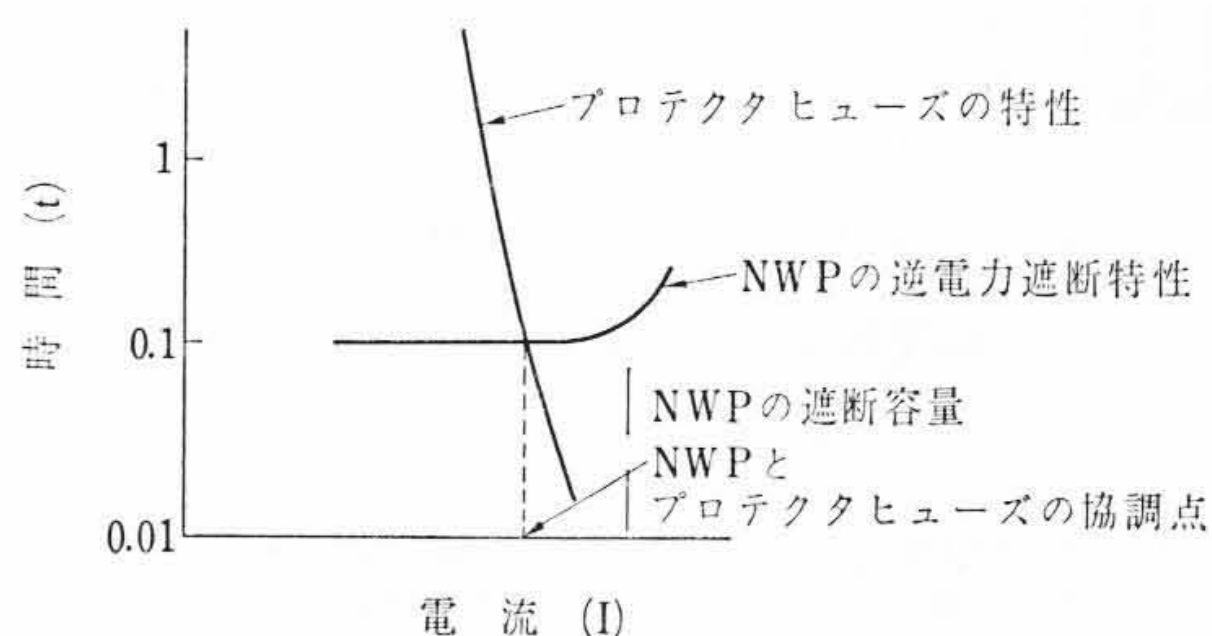


表2 トランジスタ論理回路とリレー回路

	シンボル	機能	トランジスタ回路	ダイオードトランジスタ	リレー回路
AND		$\begin{matrix} A & B & Z \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$			
OR		$\begin{matrix} A & B & Z \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$			
NOT		$\begin{matrix} A & Z \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{matrix}$			
NAND		$\begin{matrix} A & B & Z \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{matrix}$			
NOR		$\begin{matrix} A & B & Z \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{matrix}$			

長をもっている。

- (1) 操作が確実で誤操作がない。
- (2) 操作部の面積が縮小化する。
- (3) 機器シンボルが一灯式であるので、グラフィック盤上機器が少なくなり監視が容易となる。

図11により選択制御方式を説明すれば、まず投入または引きはずそうとする該当機器の選択ボタンスイッチを操作するとグラフィック盤上の該当の機器シンボルがフリッカーし、選択ボタンスイッチ内蔵ランプが照光し選択操作完了を確認する。このときにマスタースイッチ内蔵ランプが機器の状態に応じて点灯し、現在の機器の状態を示す。次いでマスタースイッチを操作すると被制御機器が応動し、同時にグラフィック盤上の機器シンボルはフリッカ状態から、投入の場合には点灯、引きはずしの場合には消灯する。被制御器の入または切の信号により選択状態は解除され、選択前の状態に戻る。選択操作中に誤って2個以上の機器を選択した場合は制御回路がロックされ警報を発する。

以上のように選択制御方式は選択ボタンと、マスタースイッチによる二段操作式であり、誤動作を完全に防止することができる。

5.3 制御電流の小勢力化

微小電流で駆動する通信用リレー、ミニアチュアリレーなどを用いて制御回路電流を少勢力化することにより、制御機器を小形化して、広汎な制御が可能となった。なおトランジスタ論理回路などを用いて無接点すればさらに小形化するし、プリント配線を使用すれば盤内配線の故障を無くして信頼性を向上することができる。表2はトランジスタ論理回路とリレー回路の比較を示したものである。トランジスタ式リレー、電磁式リレーのいずれを用いるかを一律に決めることはできないが、一般に言えば、論理回路を多数組合せ用いる回路ではトランジスタ式が、接点増幅を主とする回路では電磁式のほうがすぐれている。

5.4 遠方制御方式

大規模なビルでは制御所と被制御所の距離が数百mとなり、配線

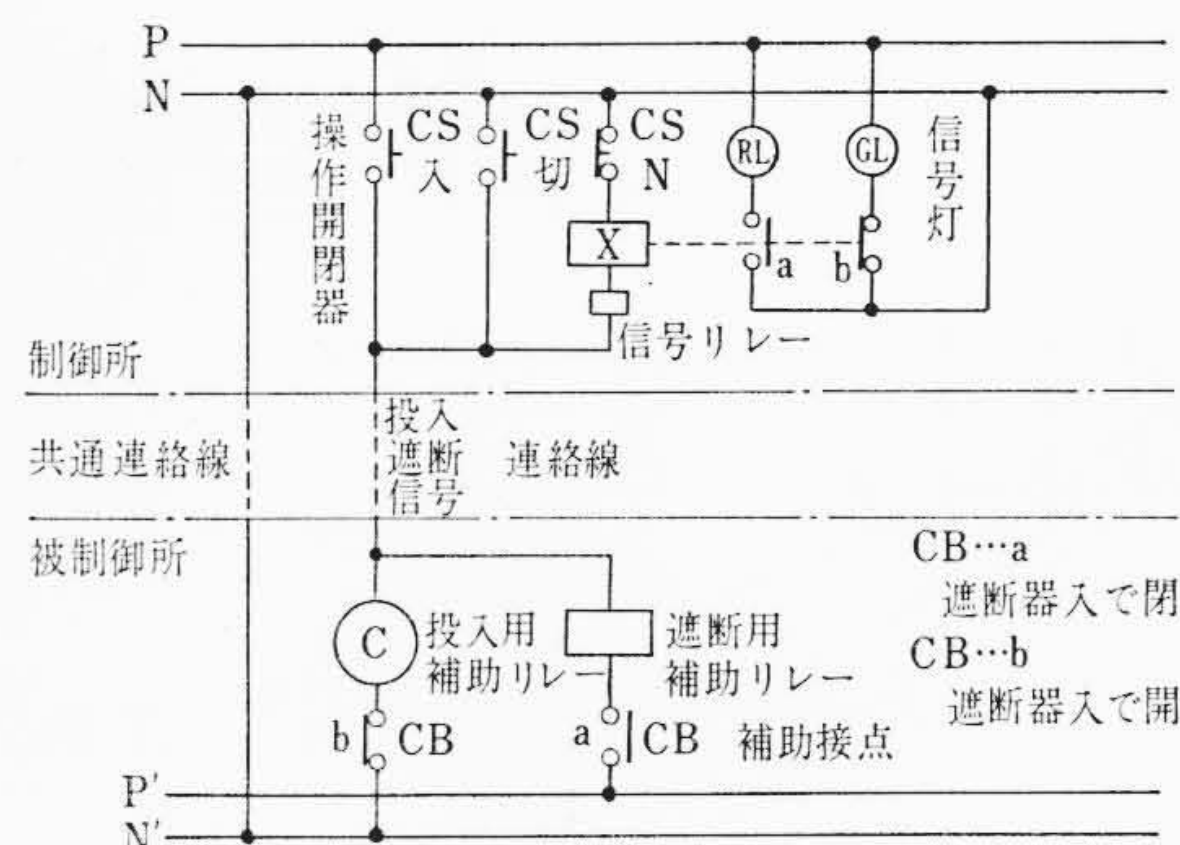


図12 直接式遠方制御

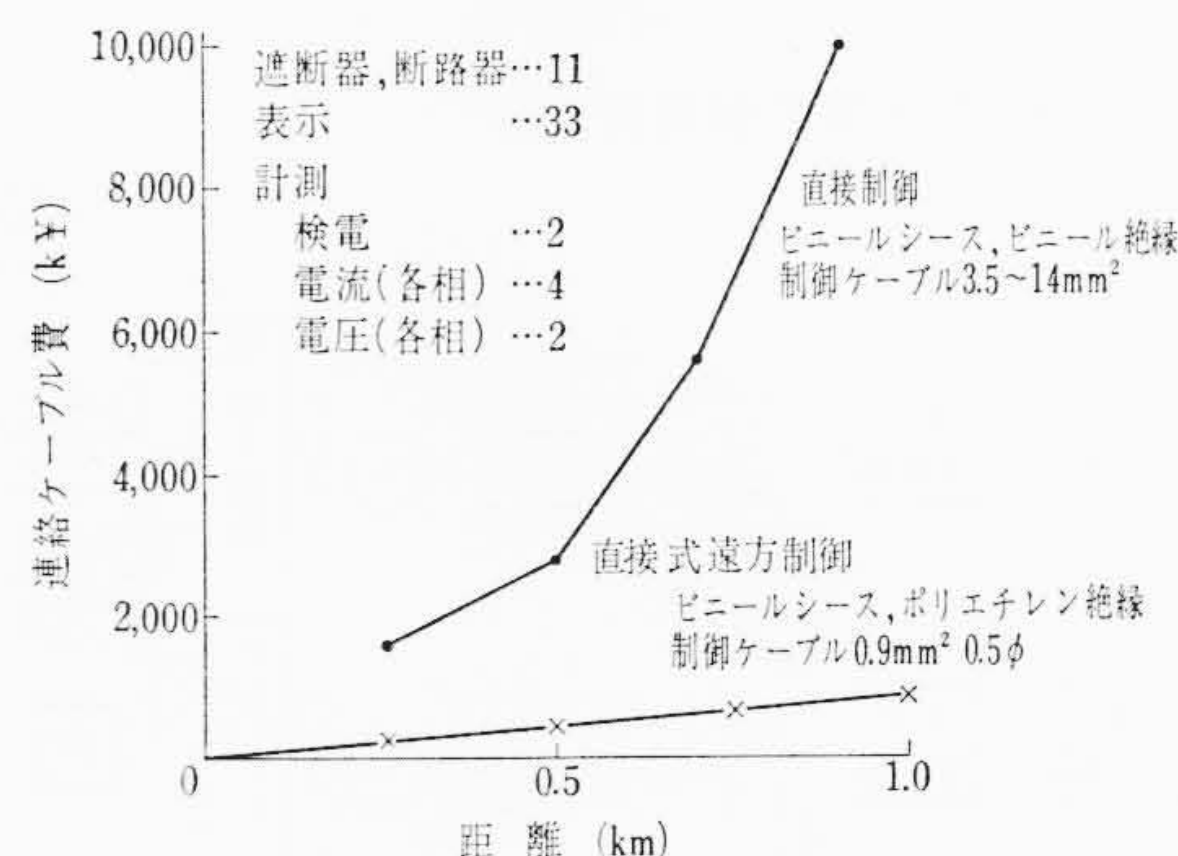


図13 ケーブル費の比較

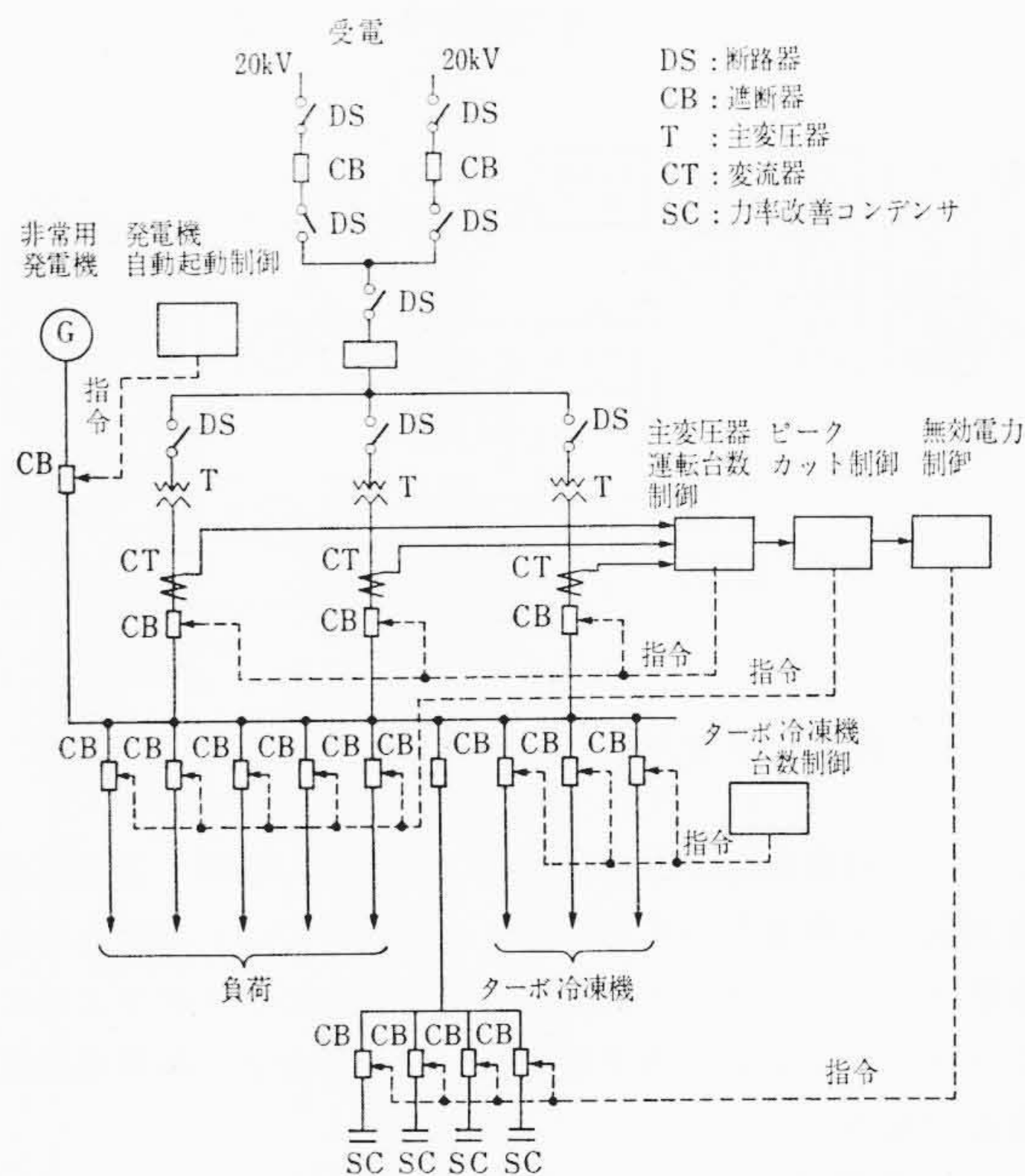


図14 ビル受電回路自動制御系統図

工事を容易にするため、制御ケーブルの本数を減らし、ケーブルサイズを細くすることは必要不可欠である。この場合図12に示す直接式遠方制御方式を用いる。この方式は遮断器1台にたいして、1本のケーブルにより遮断器の開閉操作、開閉表示を行なうことができる。連絡ケーブルサイズは0.9mmφ(実用上、標準のビニールシース制御ケーブルを使用する)でよく、連絡ケーブルの費用は大幅に低減できる。図13は従来方式と直接式遠方制御方式のケーブル費の比較を示したものである。

5.5 ビルの自動化

大容量ビルでは、ビルを一つのプラントとみなし、負荷設備を自動化し、これらを総合的に運転することが効率的で、電力費および運転費を軽減するうえで必要である。

ビルの受変電設備の自動運転系統の代表例を図14に示す。図に

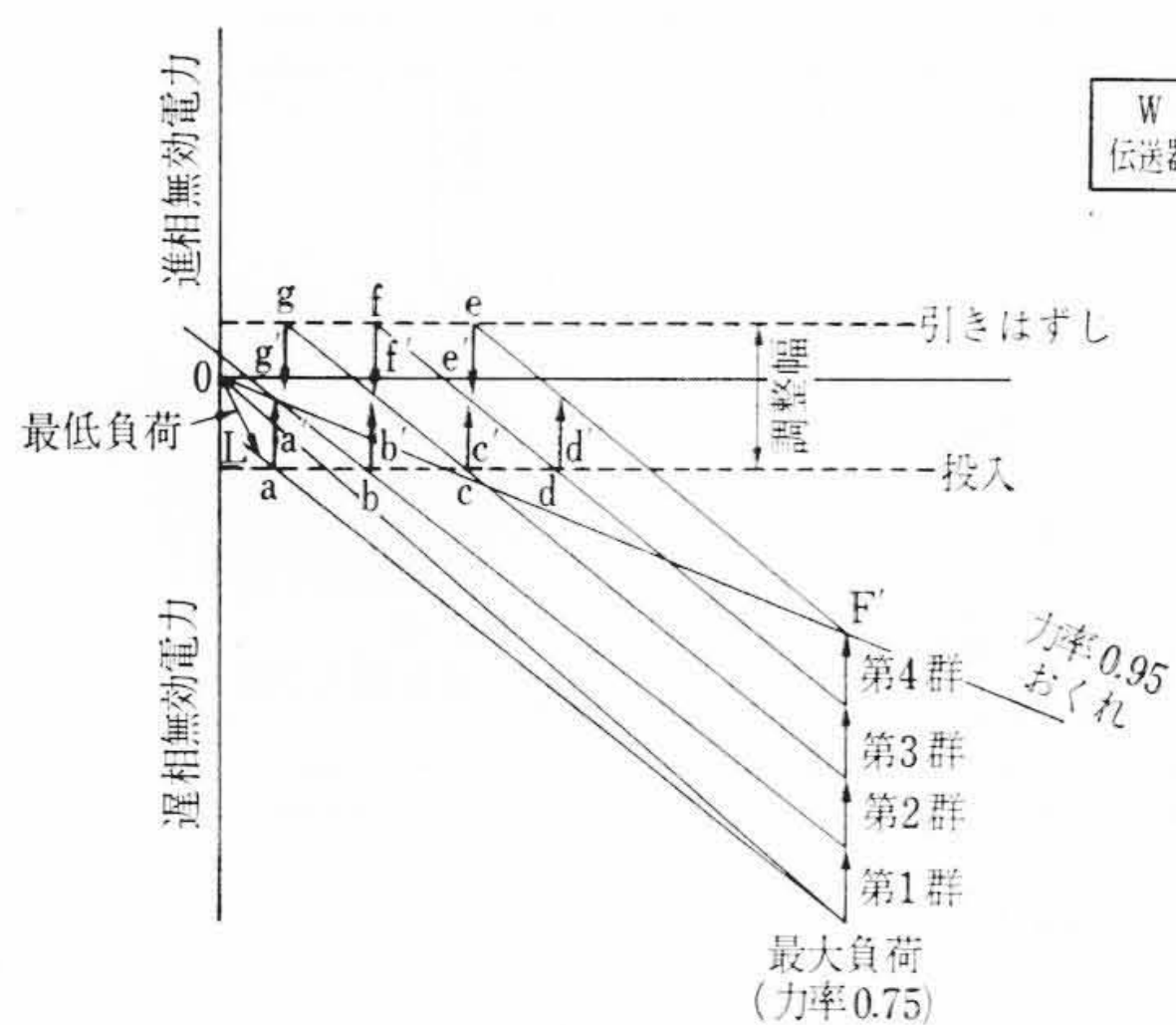


図 15 無効電力制御説明図

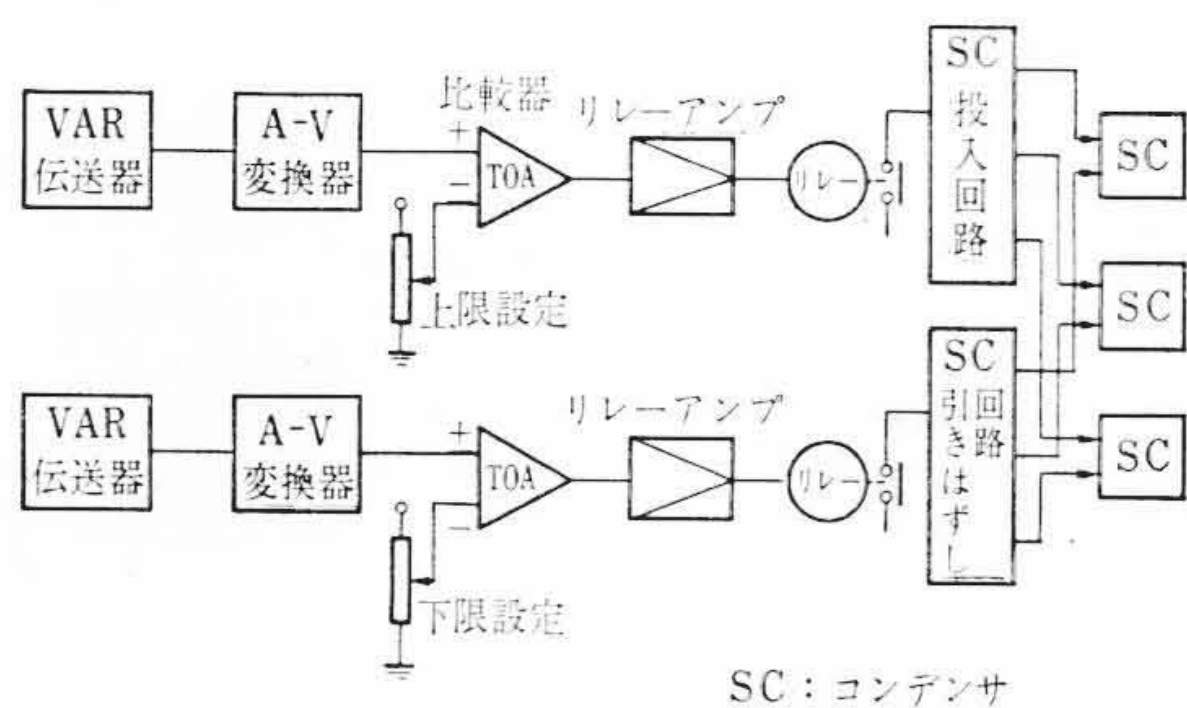


図 16 無効電力制御ブロック図

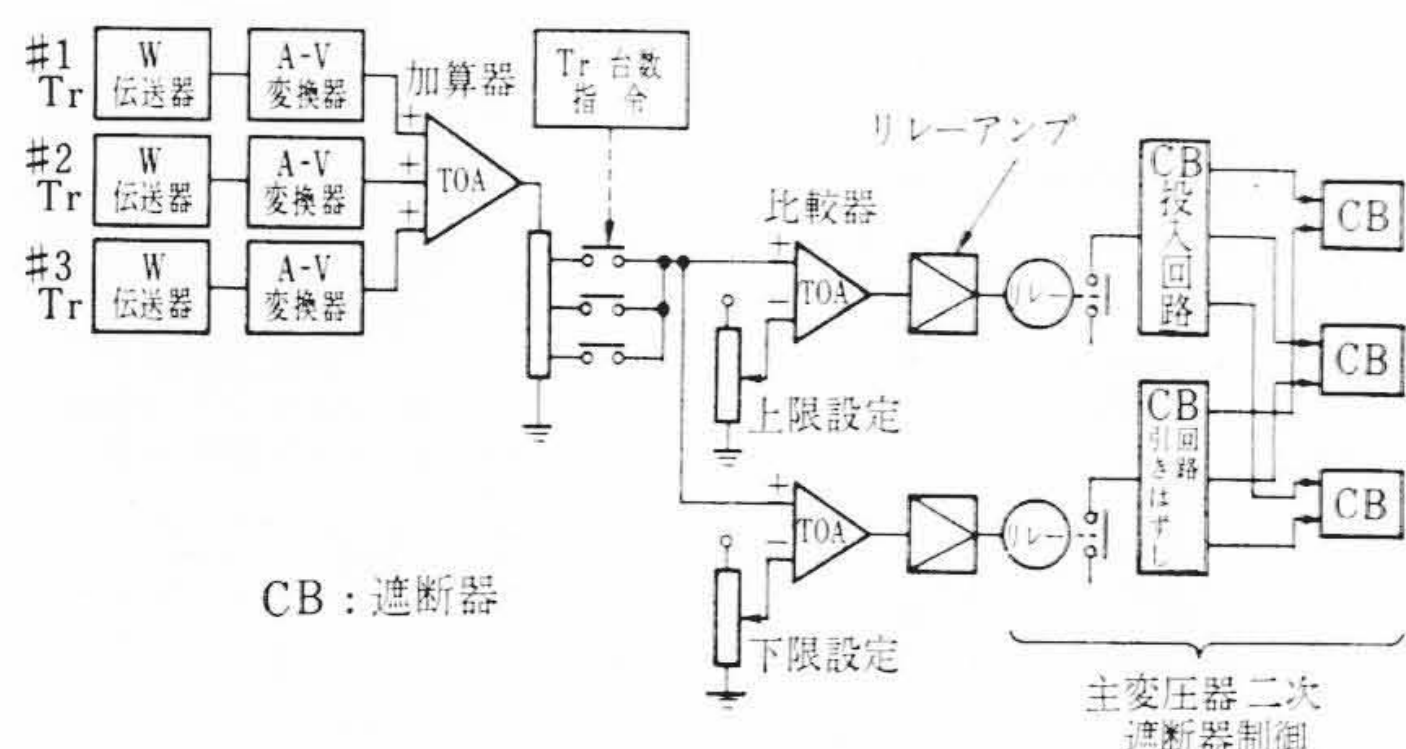


図 17 主変圧器運転台数制御ブロック図

示すように、自動制御のおもなものは無効電力制御、主変圧器の運転台数制御、使用電力が電力会社との契約電力以上にならぬよう負荷を制限するピークカット制御、負荷を一定のプログラムにより運転するプログラム制御、冷凍機運転台数制御および非常用発電機の自動運転である。

(1) 無効電力制御

制御は無効電力に応じて自動的に進相用コンデンサを投入または引きはずし、常に受電端の力率を 0.95～0.98 に保ち電気料金の低減を図るもので、その制御方式を示したのが図 15 である。図においては負荷変動をしたとすれば系統の遅相無効電力が整定値より大きい a, b, c, d の点で順次コンデンサを投入して力率を改善し、進相無効電力が整定値より大きい a', b', c', d' の点では順次コンデンサを引きはずして最大負荷の力率が 0.95 になるようにする。無効電力の検出には従来電磁形の無効電力リレーを用いているが、最近はより精度の高い図 16 に示す無接点制御も行なわれている。

(2) 主変圧器の運転台数制御 (図 17)

主変圧器の運転台数制御は並列する主変圧器の運転台数を需要電力に応じて増減して変圧器の使用効率を高め電力の節減を図る方式である。

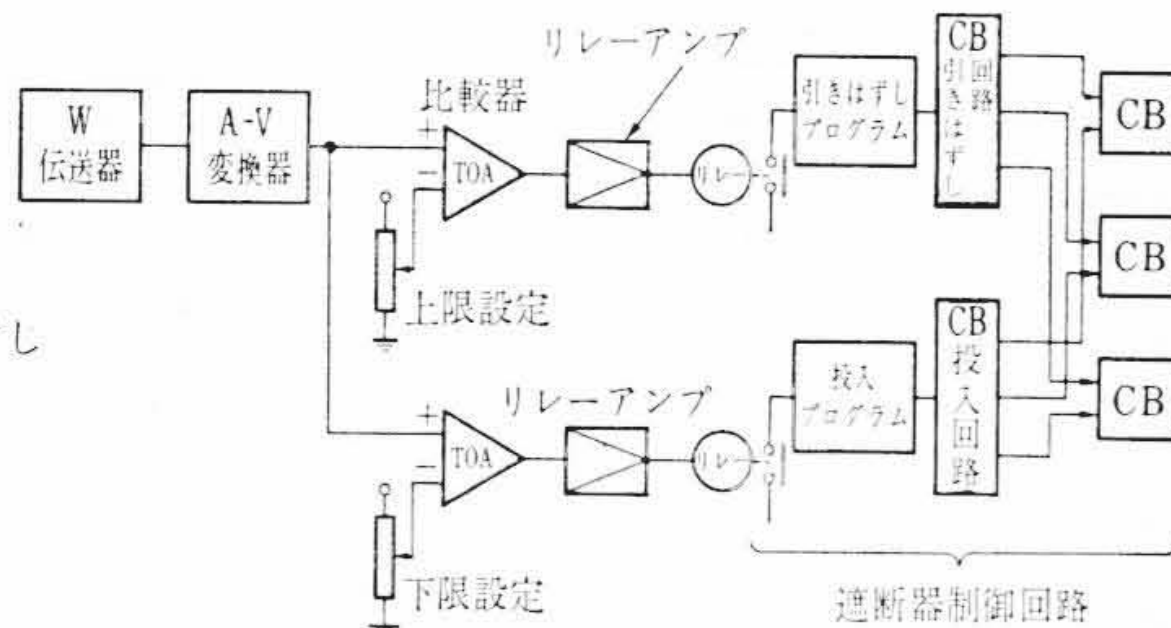


図 18 ピークカット制御ブロック図

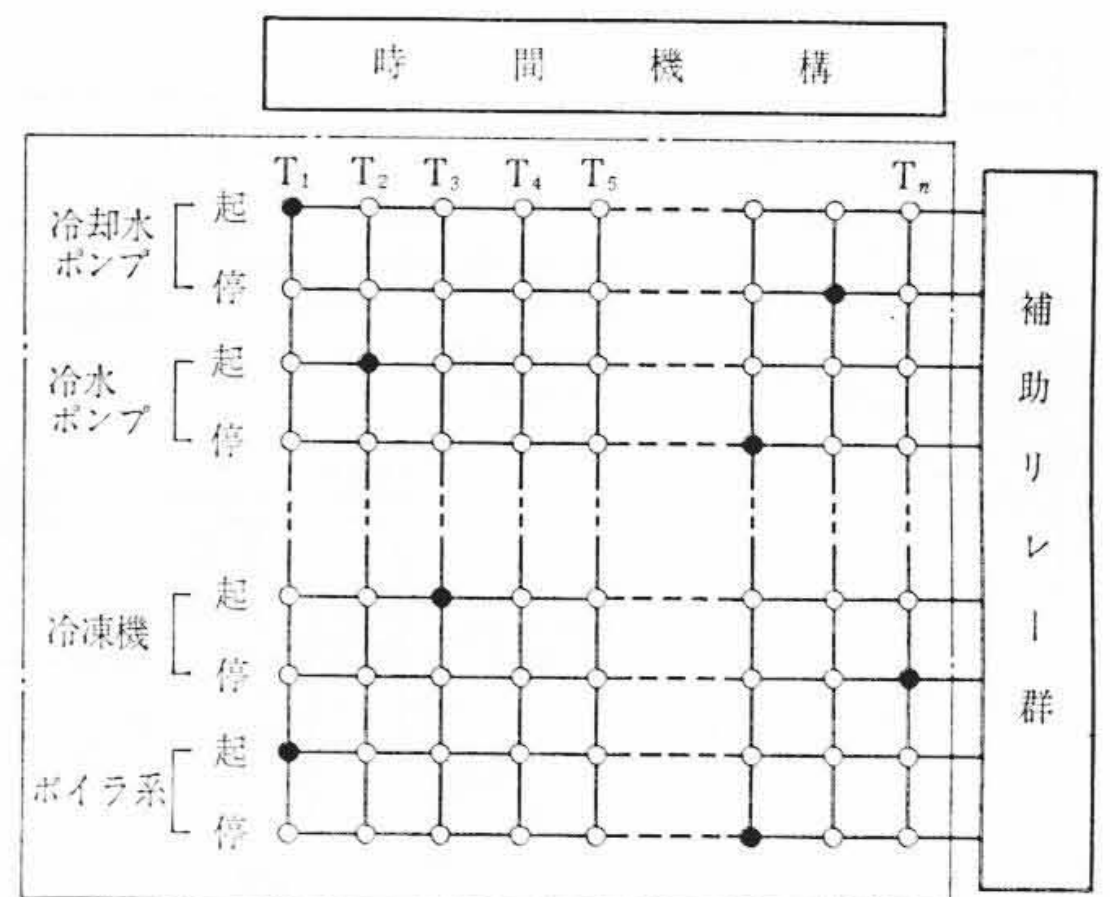


図 19 ピンボード

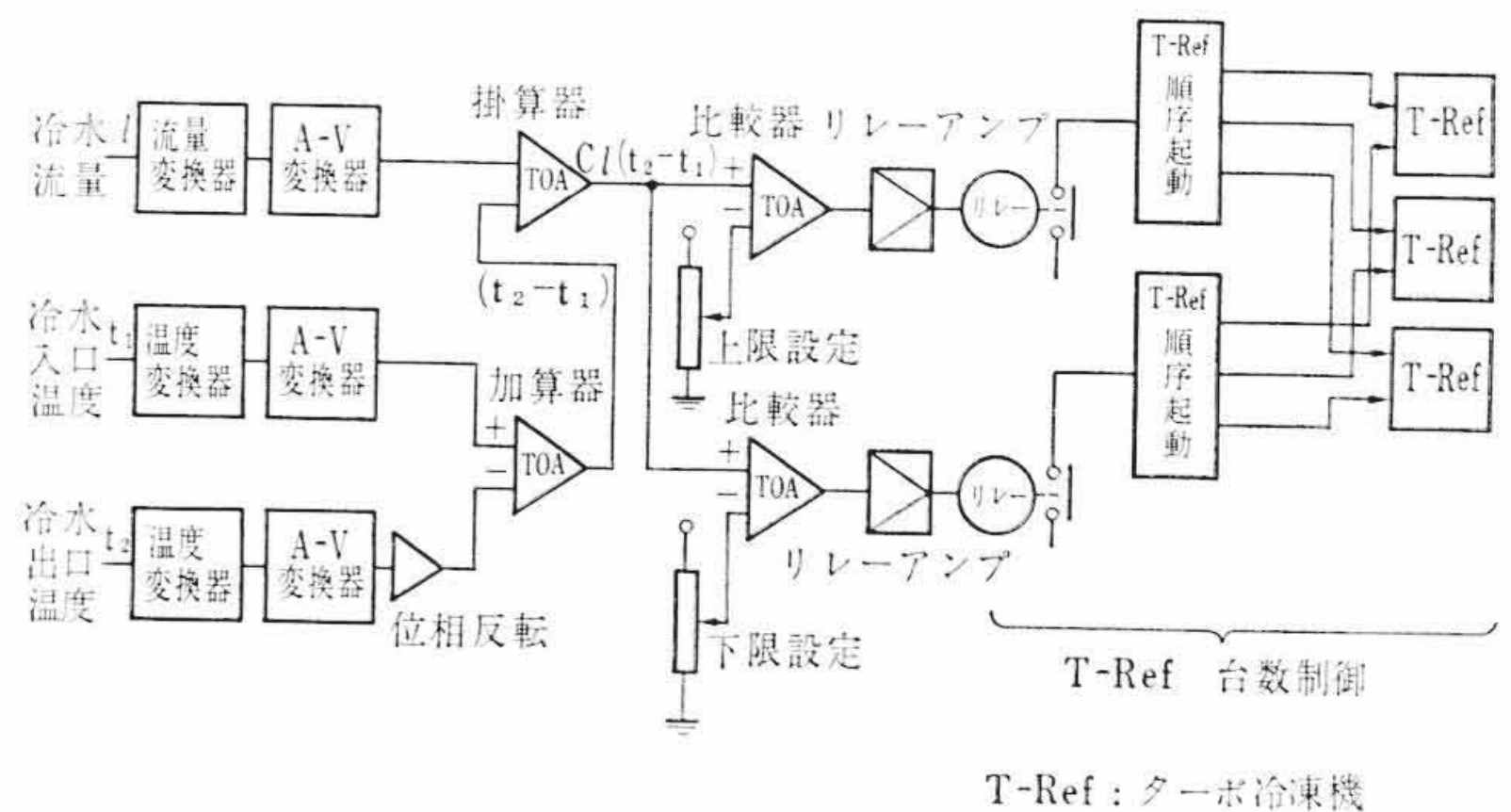


図 20 冷凍機運転台数制御ブロック図

(3) ピークカット制御 (図 18)

ピークカット制御は使用電力を常に電力会社との契約電力以下に制限するもので、契約電力を超過した場合、自動的に重要度の少ない負荷から順次引きはずして負荷制限を行ない、契約電力以下に回復したときは逆に重要度の高い負荷より順次投入する方式である。

(4) プログラム運転

ビルでは機器運転順序と時刻は季節、曜日により定まっているので 1 日の運転プログラムをあらかじめ設定し、そのプログラムにより負荷の自動運転を行なうようにしてある。プログラム制御方式はピンボードによるものが広く採用される。図 19 はこの方式を示したものである。横軸に時刻、縦軸に運転する負荷および系統をとり、それぞれ負荷および系統の起動および停止時刻に設定ピンをさして起動停止時刻を設定し、時間機構のクロックパルスと補助リレーによりプログラム運転を行なうものである。プログラム運転する負荷、系統の数が非常に多い場合はピンボードの大きさに限度があるのでプログラムを磁気ドラムに記憶させてプログラム制御を行なう方式が開発されている。この方式ではソフトウェアにてプログラムを決めることができるので制御および設定範囲が拡大される。

(5) 冷凍機の運転台数制御

大きなビルでは 2 台以上の冷凍機を用いることが多く、大きな電力を消費する。このため冷凍機の効率向上と電力の節減を図る目的で冷凍負荷に応じた運転台数制御が行なわれる。冷水の必要カロリーすなわち必要運転台数を冷水流量と、冷水出口、入口の温度差より演算して決定するもので、図 20 はこの方式を示したものである。

冷水の必要カロリーは次式により求められる。

$$Q = 1,000 Cl (t_1 - t_2) \dots \dots \dots (5)$$

ただし、C : 冷水の比熱

l : 冷水流量 (m³)

t₁ : 冷水入口温度 (°C)

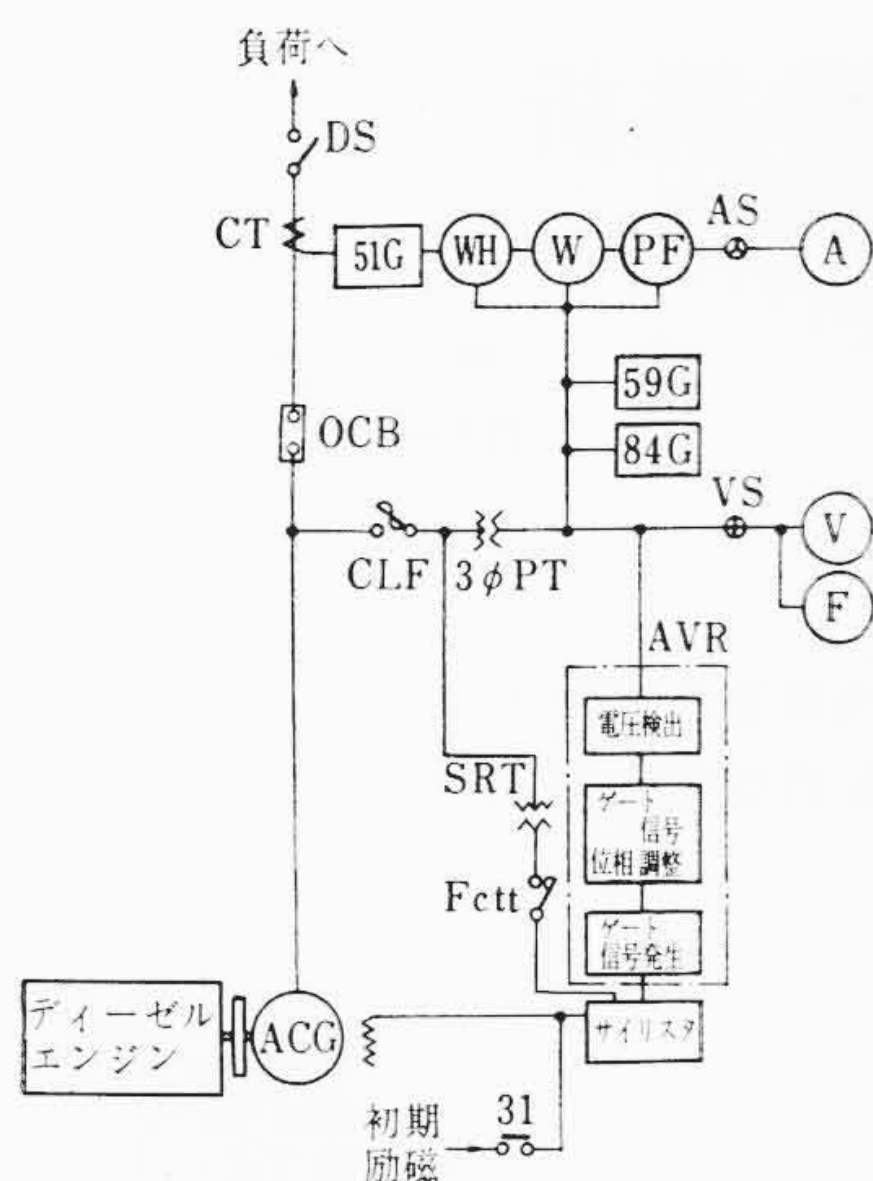
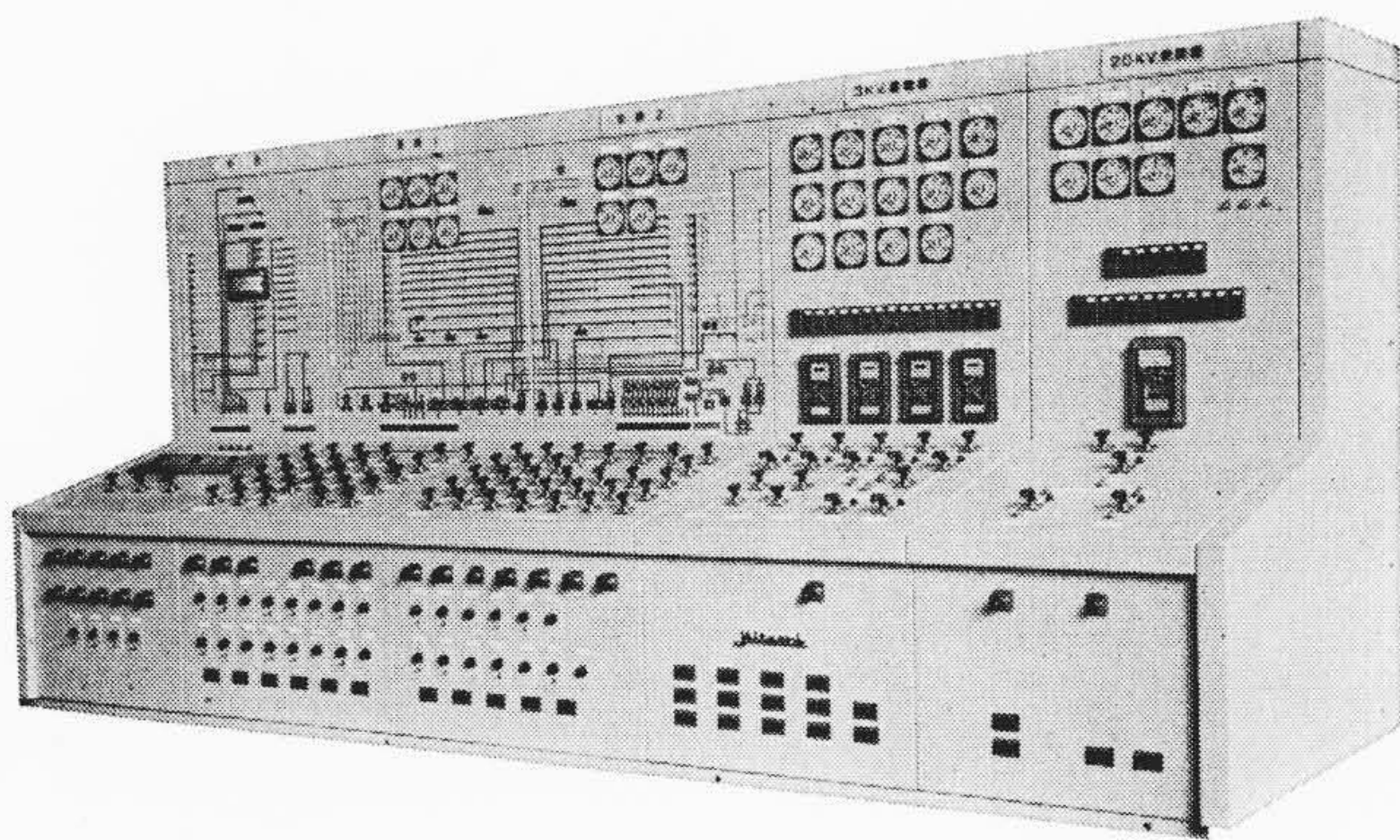
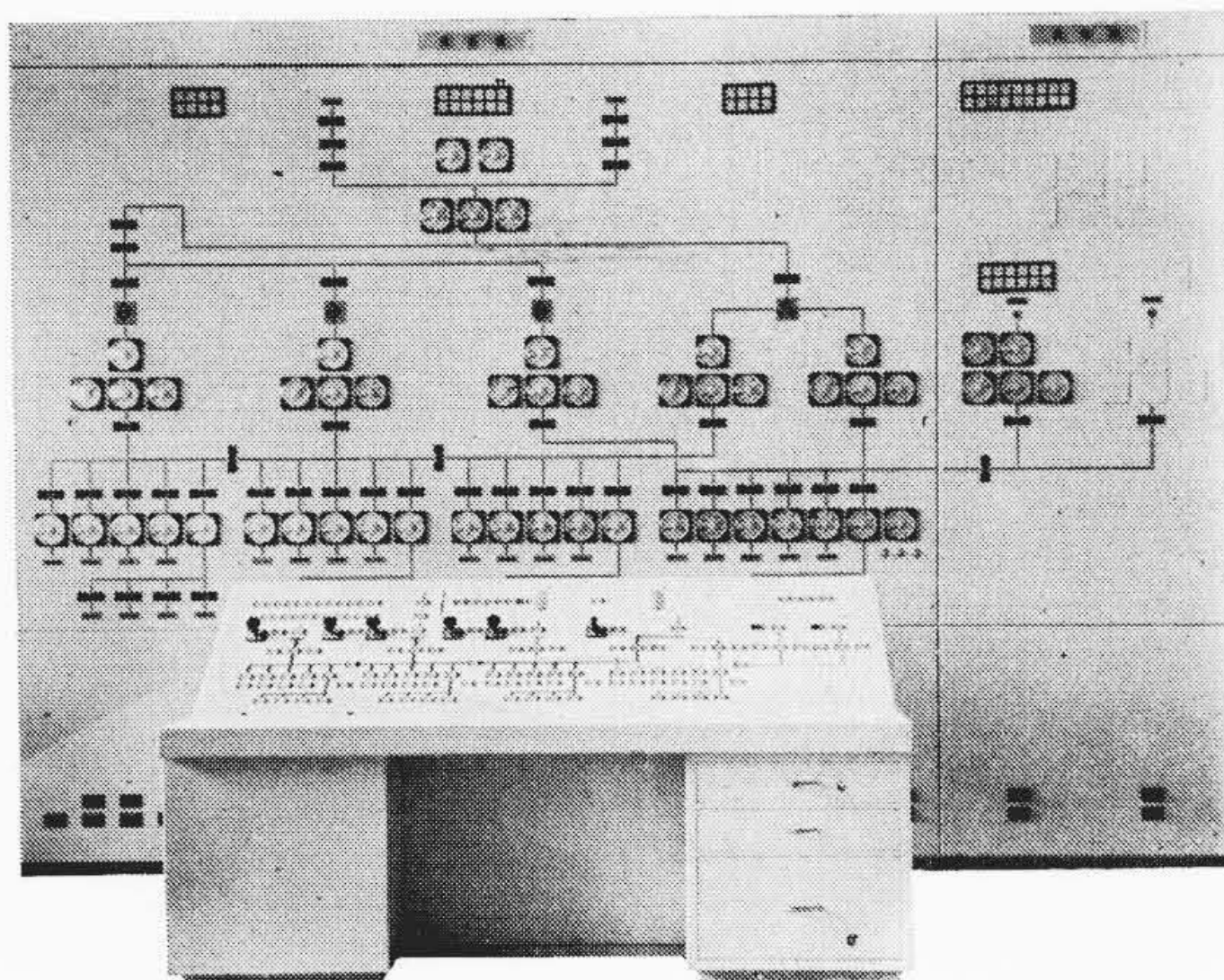


図21 サイリスタ式 AVR を用いた
ディーゼル発電機回路



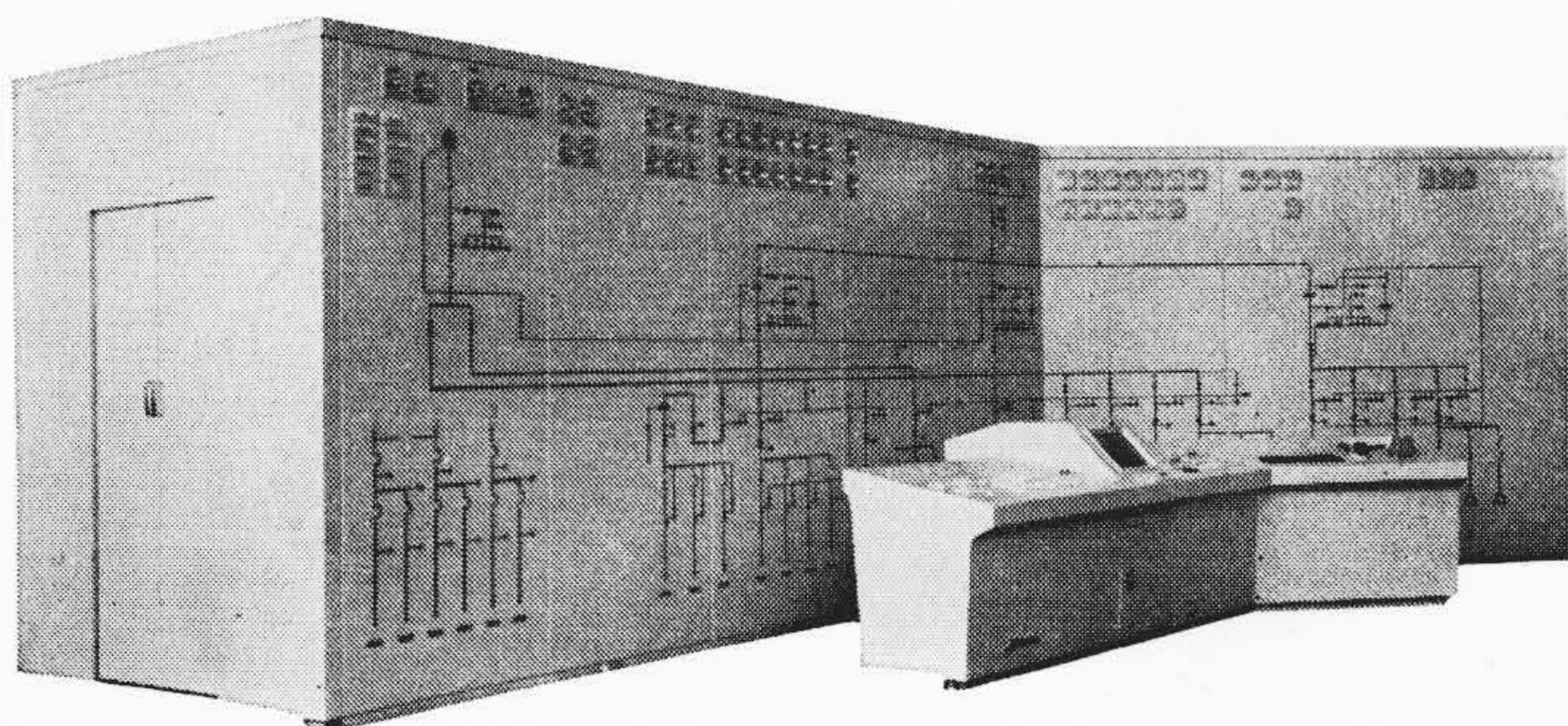
(縮小ペンチボード形)

図22 中央監視制御盤



(垂直盤とデスク形操作盤)

図23 中央監視制御盤



(照光選択制御方式)

図24 中央監視制御盤

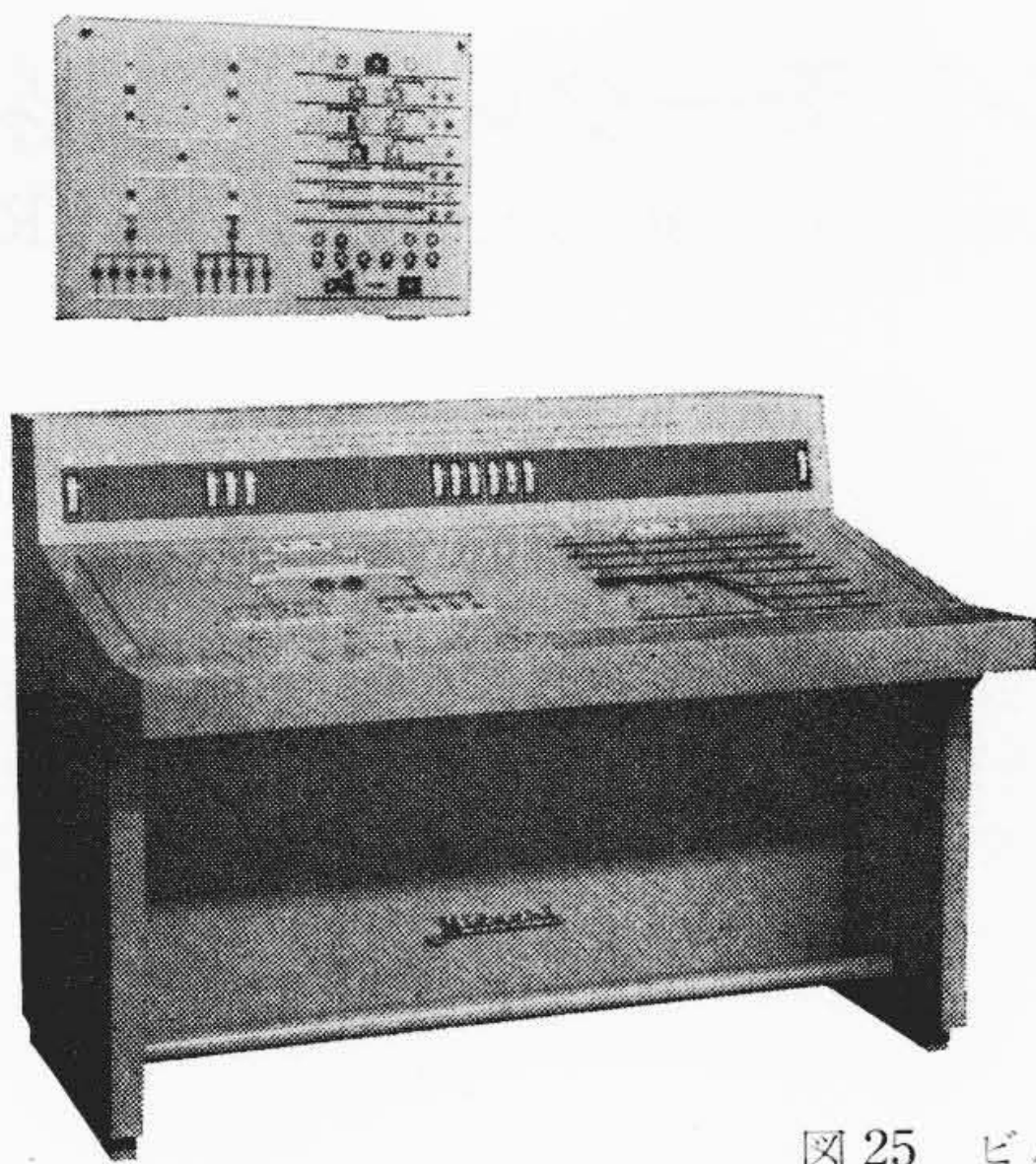


図25 ビル用コンパクト盤

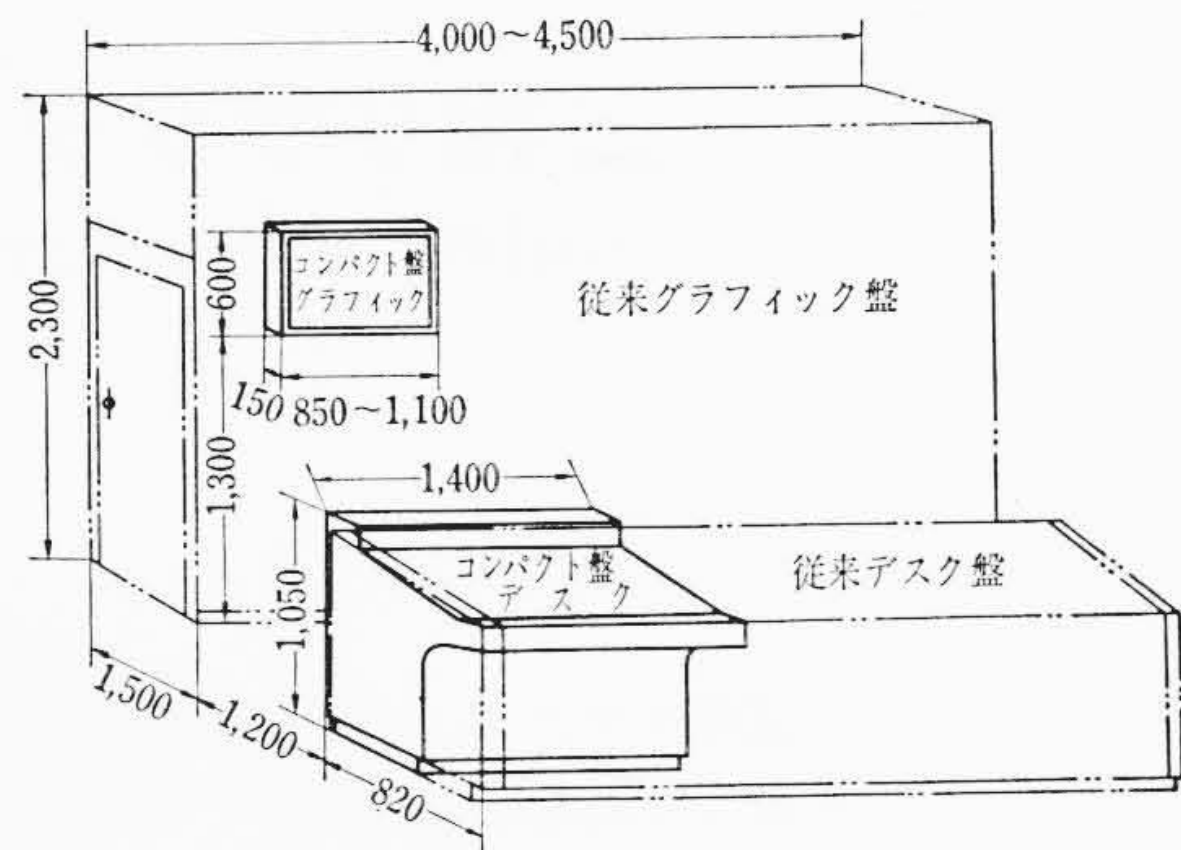


図26 コンパクト盤と従来盤の寸法比較

t_2 : 冷水出口温度 ($^{\circ}\text{C}$)

(6) 非常用発電機の自動運転⁽²⁾

停電事故は短時間であっても、その影響が非常に大きいため、非常電源としてディーゼル発電設備が設置される。非常用発電機の自動運転はディーゼル機関の自動起動、発電機の自動電圧調整および停電回復時の発電設備の自動停止の三つである。

発電機の自動起動および停止は低電圧リレーにより、自動電圧調整はサイリスタ式自励装置により行なわれる。この装置は電圧変動率1%以内、電圧整定範囲 $\pm 10\%$ 、周波数 $\pm 10\%$ の変化に対し、電圧変化を0.1%に制御する。図21はこの装置の単線接続図を示したものである。

6. 中央監視盤

中央監視盤は、監視効率の向上と、据付面積の縮小のため、必要最小限度の機器を盤上に取り付け、保護リレーや常時監視の必要の無い計器や記録計などは中央監視盤より分離して、別盤に取り付ける。また監視盤自体のデザインが、近代建築と十分調和のとれることが必要である。

中央監視盤は、図22に示す縮小ペンチボード形と、図23に示す垂直形+デスク形的方式がある。前者は後者に比べて据付面積の小さいこと、監視制御に必要な機能を一体化できる利点がある。後者は監視と操作の二種の機能を分離したもので、監視および操作がそれぞれ容易になる。最近の大きなビルでは後者の方式が多く用いられ、制御方式には選択制御方式を用いて操作盤を小形化し、監視盤には系統を模擬的に表わした照光式グラフィックパネルを用いることが多い。図24は照光式模擬母線を用いた監視制御盤である。また中小ビルにおいては制御対象が比較的小さいため図25に示すようなコンパクト監視制御盤が要望されている。図26はコンパクト操作盤と従来盤の比較を示したものである。

7. 結 言

以上、最近のビル受配電方式、超高層ビルの電気設備、スポットネットワーク方式および中央監視盤について述べた。今後ビルはますます高層化、大容量化する勢にある。これに対しより確実で信頼性のある制御保護装置が次々と開発され適用されつつあるが、特に最近の進歩した各種無接点制御装置、自動制御装置が今後の制御の中樞を占めるであろう。したがってこの面での新製品の適用が広く期待される。

参 考 文 献

- (1) 電設工業会 400V 屋内電路における短絡保護方式の研究
- (2) 磯野, 滝田, 橋本: 日立評論 48, 235 (昭 41-2)