U.D.C. 654.93:621.398:681.323
725.23.011.27:〔621.316.176+697.9+614.84〕

国際通信センタービル納め

超高層ビル向け電子計算機制御による中央監視制御装置

Central Supervisory Equipment with Computer for Skyscraper KDD Building

豊田武二* *Takeji Toyoda*
松本善信* *Yoshinobu Matsumoto*
斉藤　博** *Hiroshi Saitô*

新宿副都心に建設された国際通信センタービルは，超高層ビルであり国際通信の中枢として高い公共性をもっている。

このたび日立製作所は，このビル用における各種施設の中央監視制御装置を製作，納入した。

本装置の特長は，HIDIC 350制御用電子計算機システムを用いて多数の被制御機器の監視制御を行なうもので，中央処理装置には二重系を採用し，バックアップ システムの完備などにより制御システムの信頼性を高めている。受変電，空調衛生及び防災設備に対しCathode Ray Tube(以下，ＣＲＴと略す)の採用，各種プログラムの実行により非常時における自動的な処置，省力及び省エネルギー制御による経済運転，監視効率の向上並びに工事の容易化を図るとともに，システムに対する最適制御，公共性の維持及び安全の確保をも図った。

1 緒　　言

新宿副都心に建設された国際通信センタービル(以下，KDDビルと略す)は，地上32階，延床面積123,803m²の超高層ビルで，一般の超高層ビルとは内部構成が異なり，多数の人間が居住する事務階(高層部)及び厳しい周囲環境条件が要求される通信設備や大形電子計算機が設置される機械階(低層部)により構成され，また，熱源としては地域集中冷暖房システムが利用されている。

このような特質を有する超高層ビルにおいては，特に安定した電源を負荷側に供給し，ビルの運営，機能維持に必要な最適周囲環境を継続し，且つ非常事態の場合は迅速確実な処理を行なって居住者と財産の保全を図ると同時に，国際通信の中枢的役割を担うものとして高い公共性を損うことのないようにしなければならない。また，最近の社会的趨勢である省エネルギー，省力化を考慮し，経済的な効率化を図らねばならない。

これらのニーズを高い精度で満足させるためには，情報を中央に集約し，システム的に管理制御することが最も効果的である。今回，これらのニーズを具体化する装置として，制御用電子計算機(HIDIC 350)による中央監視制御システムが採用され，ＫＤＤビルに納入し営業運転に入ったので，その内容について次に述べる。

2 電子計算機システム

2.1 システムの概要

受変電自家発電，空調衛生，及び防災関係設備の監視制御を行なおうとするものであり，これらは，それぞれ個別性をもつと同時に相互に有機的関連性をもっている。そのため，監視制御の形態としては，各用途ごとの多数の被制御機器に対し，個別性をもたせるとともに，全体の有機的統合制御の実現を図るため，制御用電子計算機を用いたシステム構成とし，最適性及び経済性を追求した。

ＫＤＤビルは我が国における国際通信の中枢であるために，中央監視システムに高い信頼性が要求された。そのためにビルの中央監視制御システムとして，我が国初の中央処理装置(以下，ＣＰＵと略す)の二重系構成(Dual System)を採用し，信頼性の一つの指標であるＭＴＢＦ(平均故障間隔)を８～９倍に向上させた。

ソフトウェア面では，電子計算機システムとオペレータ(運転管理者)との有機的な協調性を主眼にＣＲＴによる監視を主体とした。またＣＰＵの信頼性向上とその使いやすさのためにマン マシン コミュニケーション(電子計算機との対話)の充実を図り，電子計算機制御に対するオペレータの意志介在を容易にした。**図１**に電子計算機システムの構成図を示す。

2.2 マン マシン コミュニケーション

マン マシン コミュニケーション システム(以下，ＭＣＳと略す)の充実は，システムの使いやすさを促進するばかりでなく，更に種々の装置障害時にもその波及度を最小限にくい止めることも可能で，オペレータまで含めた広義の冗長性向上につながる。本システムでは，標準的なＭＣＳのほかに，ビル制御特有のＭＣＳを付加し，その充実を図った。すなわち，標準的なメモリ内容の読出し・書込み及びタスク(ソフトウェアの一つで仕事の単位)の起動・停止のほかに次の機能を装備している。

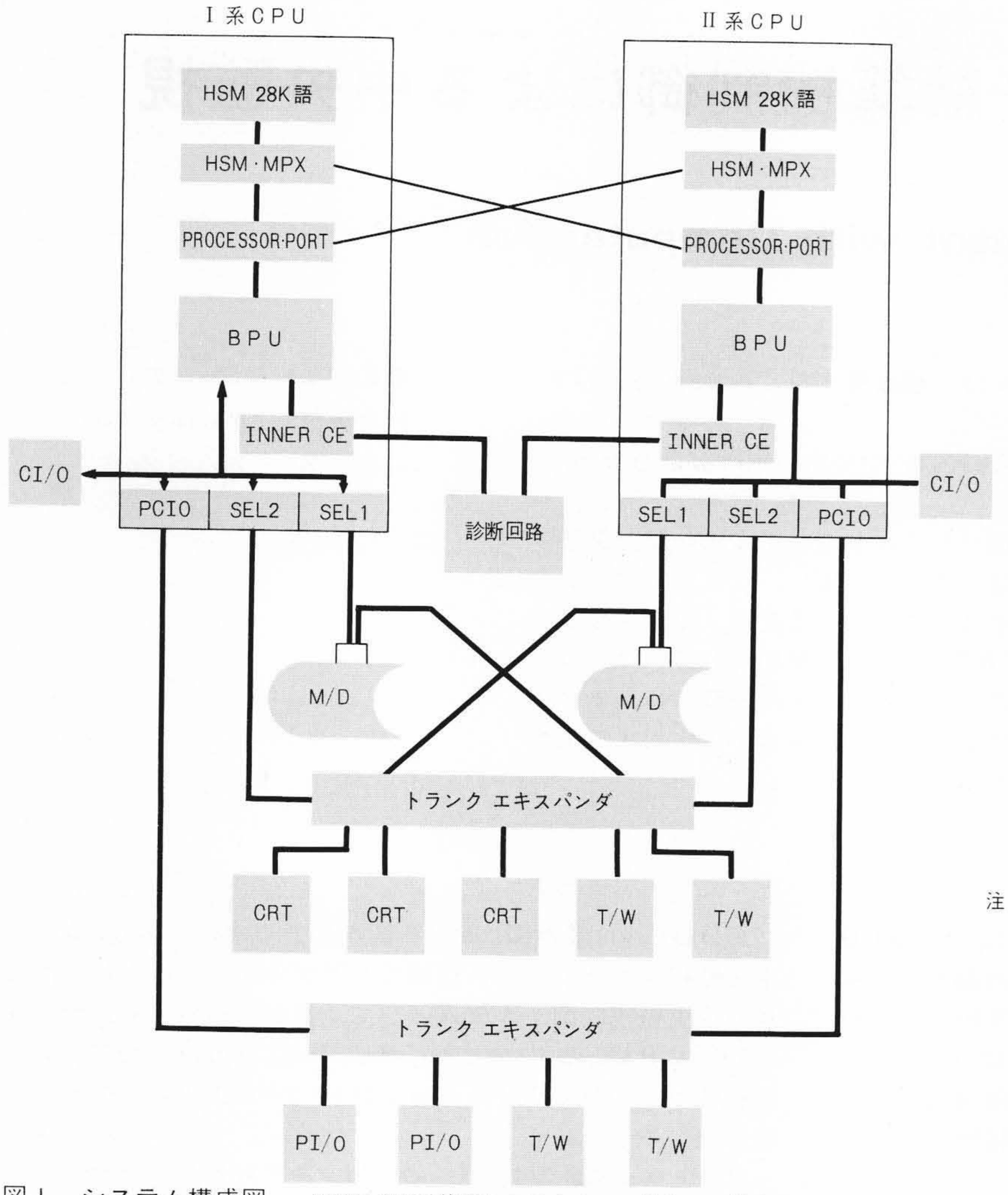
(1) ＣＲＴによりビル設備の現状，制御の状態，及び異常状態を容易に把握できるようにした。

(2) オペレータ コンソールによる異常機器(又はメインテナンス中の機器)のＣＰＵよりの切離し

(3) コンソール インプット/アウトプット(以下，ＣＩ/Ｏと略す)による対話方式のタイム スケジュール制御の発・停時間の変更

(4) 紙テープリーダ(以下，ＰＴＲと略す)によるタイム スケジュール制御の根本的組替え

* 日立製作所大みか工場　** 日立製作所機電事業本部



注：HSM＝ハイ スピード メモリ
HSM·MPX ＝ハイスピード メモリ マルチプレクサ
BPU＝ベーシック プロセシング ユニット
CE＝コントロール エレクトロニクス
PCIO＝プログラム コントロール インプット アウトプット トランク
SEL＝セレクタ チャネル
T/W＝タイプライタ
M/D＝磁気ドラム
INNER CE＝内部制御回路

図1 システム構成図 HIDIC 350計算機システムのハードウェア構成を示す。二重系構成により信頼性を高めている。

以上により，ビルの運用計画によるレイアウト変更などビル特有の事態にも十分対応できる，フレキシブルなシステムにしている。

3 制御内容

3.1 監　視

カラーＣＲＴによる監視を全面的に採用し，多数の監視項目を少ない人員で監視できるよう，次の配慮がなされている。

(1) 受変電，空調及び防災用として3台のＣＲＴを設置し，各業務別に同時監視が可能となっている。

(2) 各画面をすべてシンボリック パターンとし，関連系統の状況が一目で分かる人間工学的作画を行なっている。

(3) 総画面数270画面で，末端設備まできめ細かな監視を可能にしている。

(4) 常時ブラインド方式とし，障害発生時に警報と同時に障害種別ランプを点燈させ，オペレータのリクエストによりCRT表示を行ない，常時監視からオペレータを開放している。

(5) オペレータとの協調性向上，及び予防保全の面から，画面ごと，機器及び計測点ごとに操作盤から個別にＣＲＴ表示呼出しを可能にしている。

図2にＣＲＴの表示例を示す。

3.2 選択操作

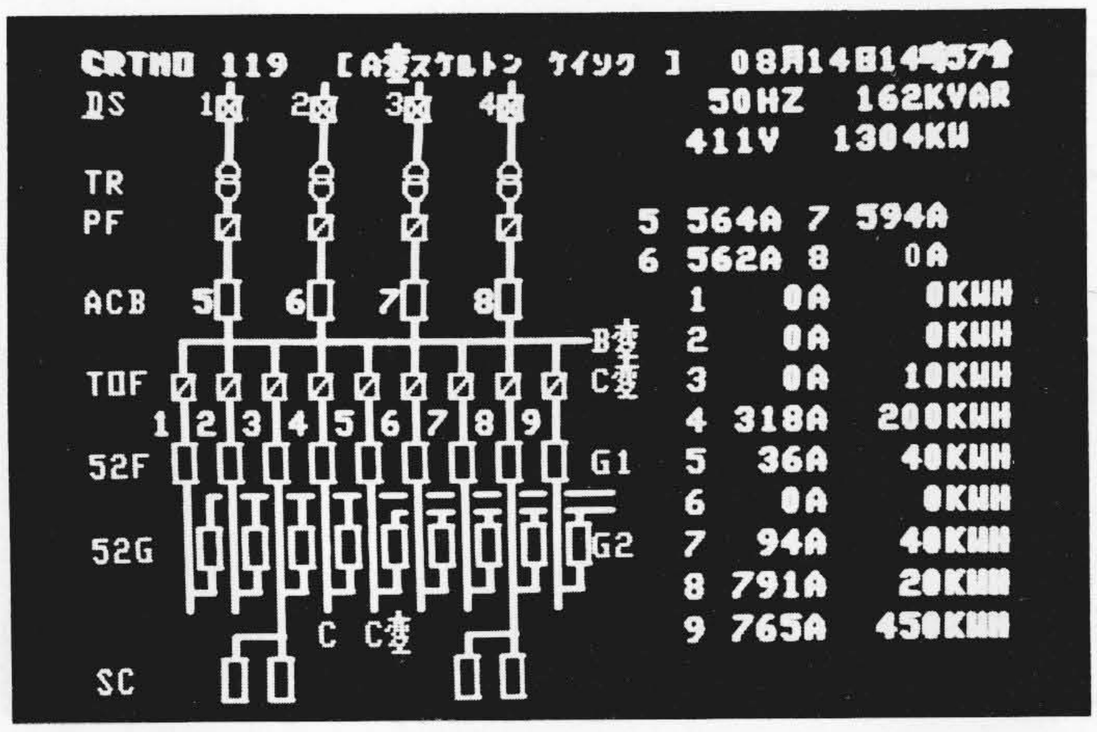
受変電，空調衛生，及び防災の各用途ごとに操作盤を設け，それぞれから選択制御方式により，しゃ断器や空調動力などの被制御機器の制御を行なう。選択制御コードには，Z，X，Yの3次元マトリックス方式を用い，Z，X，Yの割付けは次のとおりとした。

Z：系統区分
X：階数(防災の場合は場所の区分)
Y：機器番号

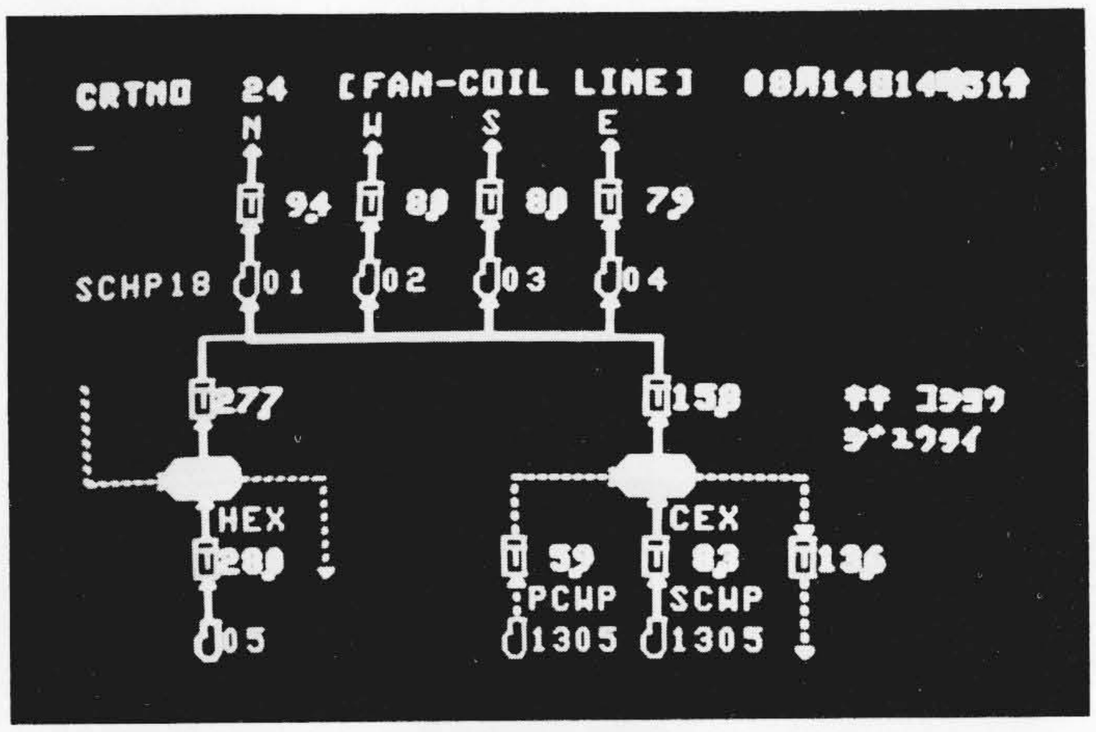
表1に各用途ごとの系統区分を示す。また，機器番号を一定のルールで付し，機器選択コードは，そのルールを記憶するだけで全体の機器(コード)の操作が容易となり，選択コー

表1 Zコードの割付け 受変電，空調及び衛生におけるZコードの内容を示す。

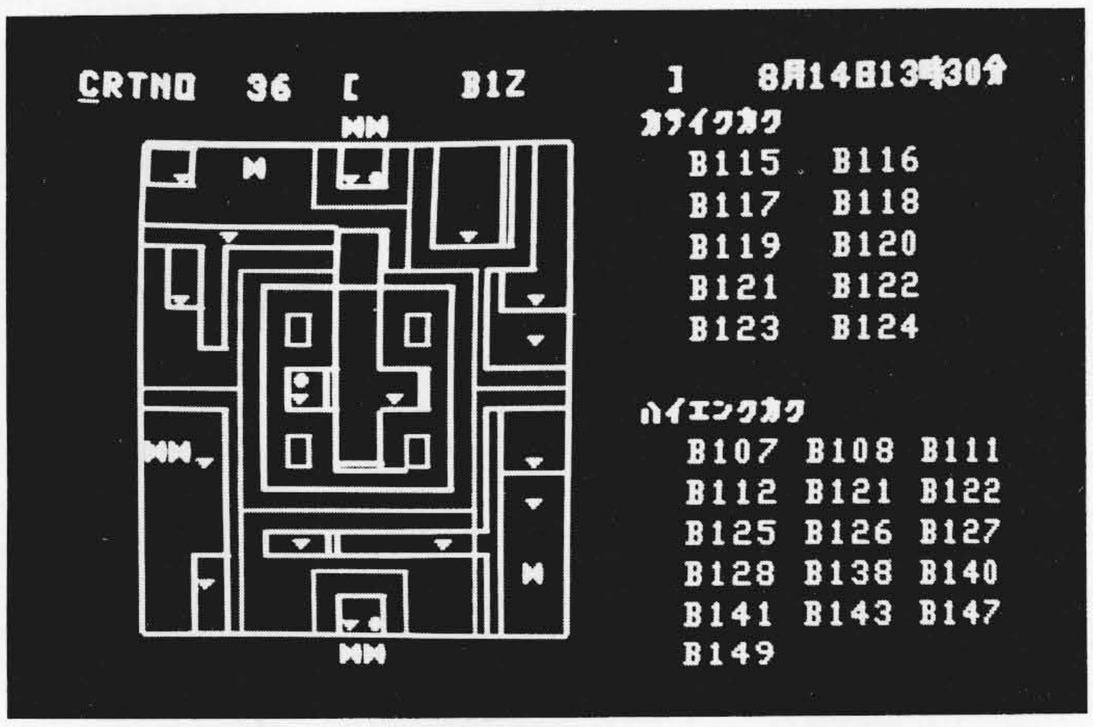
Zコード	受変電	空調，衛生	防災
0	受電	冷凍機	火災報知
1	自家発電	熱交換器	排煙
2	ＣＶＣＦ	二次ポンプ	ハロン ガス
3	直流電源	プラント	非常コンセント
4	Ａ変電所	調和器	外燈
5	Ｂ変電所	給気ファン	ＮＳコア扉
6	Ｃ変電所	排気ファン	航空障害燈
7	直流配電	空気源	直流分電盤
8	Ａ系照明	雑	泡消火
9	Ｂ系照明	衛生	火災割込



(a) 受変電A変計測CRT画面



(b) 空調ファンコイル運転状態表示CRT画面



(c) 防災火災区画及び排煙状態表示CRT画面

図2　CRT画面例　受変電，空調及び防災のCRT画面によりマン マシン コミュニケーションを可能としている。

ドをすべて記憶したり，コード表を操作ごとに見る必要がなくなった。更に，選択状況は選択中の機器をＣＲＴにフリッカ表示し，誤選択でないことを確認後マスタ スイッチ(入・切)により操作を行なう。操作確認は，ＣＲＴ又はバックアップ グラフィック盤により行なわれる。

なお，ＣＰＵの自動操作も，この選択コードにより手動とのインターロックを取りながら行なわれる。

計測についてもすべて選択計測により行なわれ，ＣＲＴにディジタル表示される。選択方式は，既に述べたＺ，Ｘ，Ｙマトリックス式により行なっている。

3.3　記　　録

記録業務は，各種の報告やビルの合理的運用のための統計データの提供，及び事故解析などに必要な業務であり，多数の人手を必要とする。しかし，本システムでは一般記録用として13inタイプライタ２台，日報用として27inタイプライタ２台を設置し，すべての記録業務を自動化し省力化を図っている。

また，オペレータとの協調性向上の基本思想を記録業務にも適用し，次の配慮を行なっている。

(1)　故障記録は，一般に出力時間の短縮や物理的制約から略号で印字するが，緊急解読を助けるために索引番号を同時に印字している。

(2)　日報を記録するデータは全計測点のごく一部であり，全計測点の印字は物理的に不可能である。そこで，任意エリアを用意し，オペレータの指定した計測点を指定された期間だけ日報処理に組み込むことを可能にしている。

表２に記録業務の処理内容を示す。

3.4　非常時の制御

ビルにおいては電気設備，空調設備，及び防災設備の各系統が有機的に関連し合って，一つの大きな系統を形成している。従って，火災，空調熱源ダウン，停電などの非常時は，直接的，又は間接的に別系統に対し大きな影響を与える。これら相互の関連を無視しては，ビルの総合的な制御による安全且つ最適な運用は考えられない。

そのため，本システムでは次に述べる基本思想のもとに非常時の過渡制御を行なっている。

(1)　障害の優先度を，火災→停電→熱源ダウンと定める。

(2)　自系統より下位系統の障害は，過渡期においては下位系統の制御のみとし，自系統は単独のフィードバック制御のみを行なう。

(3)　自系統より上位系統での障害は，その影響を直接受けるので，その障害に応じた最適状態にするため，自系統の過渡期制御を実行し，その後は障害系統(上位)の異常時フィードバック制御に移行させる。

(4)　以上述べた原則により，火災時には空調設備を緊急停止するとともに，電力・空調のプログラム制御は緊急休止させるが，火災中に停電が発生した場合だけは電源の確保が急務のため，この原則に反して自家発電の起動から各スポット ネットワーク変電所の自家発電側への切換制御は最優先して行なう。

表２　記録業務内容　ロギングプリンタ，アラームプリンタによる記録の内容を示す。

No.	記	録
1.	日　　報	(1) 電　力　日　報 (2) 空　調　日　報
2.	故　障　記　録	(1) 受変電機器故障記録 (2) 空調動力機器故障記録 (3) 防災機器故障記録
3.	異　状　記　録	(1) 計測点上下限記録 (2) クリティカル異常記録 (3) 防災感知機動作記録
4.	操　作　記　録	(1) 自動操作記録 (2) 手動操作記録

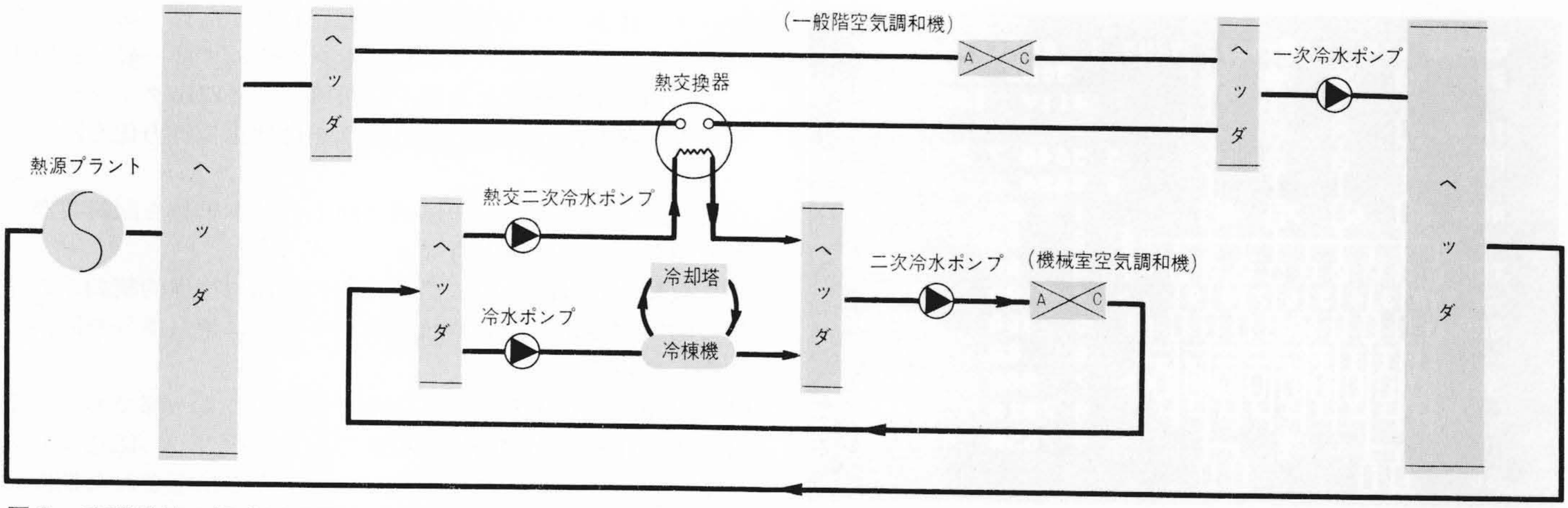


図3 空調系統の概略説明図 空調系統のプラント異常時のバックアップ系統の内容が分かる。

3.5 省エネルギー・省力制御

本システムでは，次に述べる自動制御を行ない，省エネルギー，省力化を図っている。

(1) 無効電力制御
(2) 自家発電負荷制限制御
(3) 一次冷水返送ポンプ台数制御
(4) 熱交換器二次冷水ポンプ最適制御
(5) 冷凍機台数制御
(6) タイム スケジュール制御
(7) フィルタ清掃制御
(8) 停電・復電処理(発電機制御)
(9) 熱源プラント ダウン回復処理
(10) 復電時間帯のスケジュール機器復元制御

このうち，本稿では(5)の冷凍機の台数制御について処理内容を述べる。

KDDビルの熱源としては，地域集中冷暖房システムを利用しているが，この熱源プラント ダウン時にも通信設備の設置される機械階の空調ダウンは許されず，そのため，機械階の空気調和機の系統は，**図3**に示す系統により常時熱源プラントの一次冷水を熱交換して二次冷水として供給し，熱源プラント ダウン時には冷凍機によりバックアップするようになっている。

図4にプラント ダウンと停電が重なった複合障害まで考慮した，冷凍機台数制御の概略フローを示す。

このフロー中，建物の熱負荷容量，必要台数の算出は次式により行なわれる。

$$Q=\sum_{n=1}^{6}(t\mathrm{in}-t\mathrm{on})\,Fn\cdot K \quad \cdots\cdots(1)$$

$$N=Q/Q_K \quad \cdots\cdots(2)$$

ここに，$t\mathrm{in}$ ：二次冷水ポンプ入口温度
$t\mathrm{on}$ ：二次冷水ポンプ出口温度
Fn ：二次冷水ポンプ流量
K ：定 数
Q ：建物熱負荷(kcal)
Q_K ：冷凍機1台当たりの能力(kcal)
N ：必要運転台数

3.6 オペレータとの協調制御

ビルの制御対象機器は多数にのぼり，個別に自動→手動の切換スイッチを設けることは，経済性，操作性及び拡張性の面から得策ではない。しかし，プログラム制御に組み込まれている機器のうち，ある特定の機器を手動制御にするために計算機制御をロックすることは他の多くの機器が無制御状態となり，オペレータに大きな負担となってはね返ってくる。この相反するデメリットにかんがみ，計算機制御とオペレータの意志が競合することなく協調できるシステムを目指し，

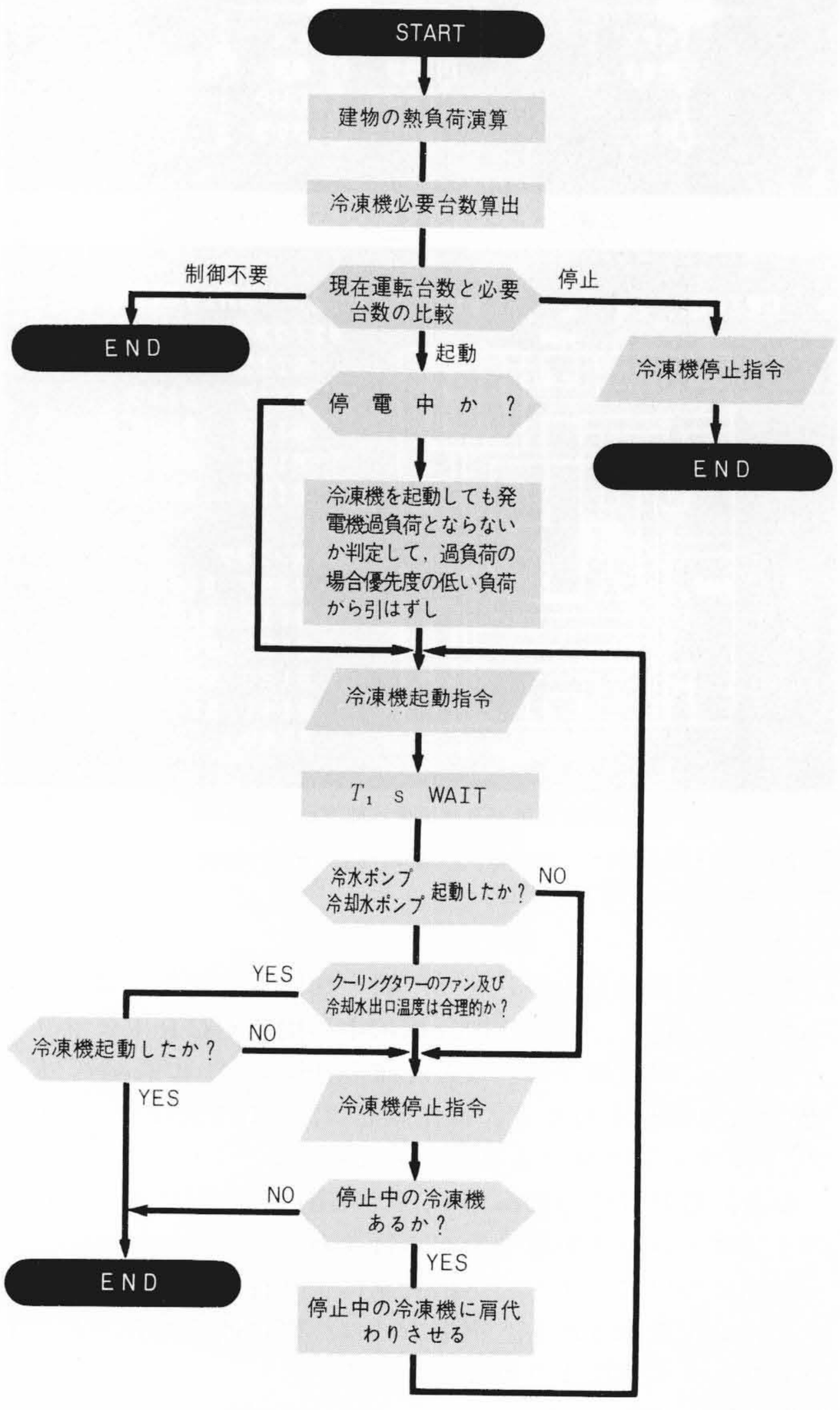


図4 冷凍機台数制御概略フロー 複合障害まで考慮した冷凍機の台数制御の処理内容を示す。

次の配慮を行なっている。

(1)　ＭＣＳによるパラメータ変更

次に述べる制御プログラムのパラメータを，ＭＣＳにて修正することにより，オペレータの意志を計算機制御に反映させる。

(a)　スケジュール対象系統の当日・翌日のタイム テーブル
(b)　スケジュール対象系統の対象機器の組合せテーブル
(c)　スケジュール対象機器の指令スキップ定義パラメータ
(d)　季節定義パラメータ
(e)　機器個別のマニュアル優先権パラメータ

(2)　制御モード選択

操作卓の各制御モード指定スイッチにより，各モードごとの計算機制御への接続，切離しを指定する。

(3)　一括除外

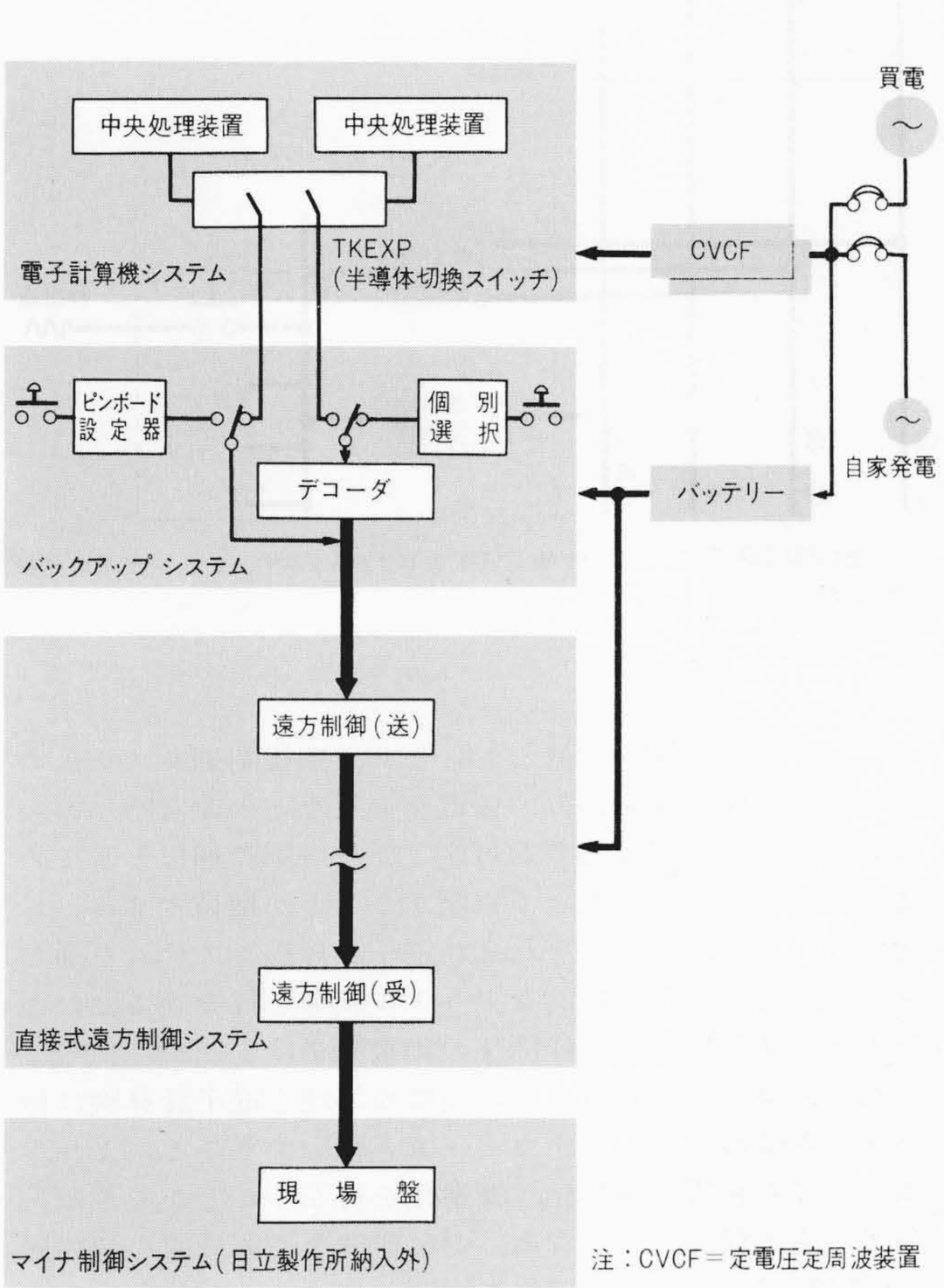
操作卓のスイッチにより計算機制御の一括切離しを行なう。

4　信頼性の向上

4.1　信頼性向上の方法

ビルに限らず中央にて集中監視制御を行なうことは，総合的な処理ができるため，効率化，省力化が図れる反面，中央システムの障害によるダウン，又はメインテナンスなどによる人為的ダウンの場合，その波及度が大きなものとなる。このため，中央の処理装置には，高信頼性が要求されているが，ＫＤＤビルにおいては公共性の確保のため，特にこれを強く要求されていた。

本システムでは次に示すシステム構成を行なって，より高度な信頼性の向上を図った。**図5**にそのシステム構成を示す。



注：CVCF＝定電圧定周波装置

図5　バックアップ システム ブロック図　信頼性の面からの全体システムブロック図である。

(1)　供給電源に対する配慮

供給電源のダウンは致命的な機能ダウンにつながる。従って，二重化されたＣＶＣＦ(定電圧・定周波数電源装置)，バッテリーから全システムに安定した電源の供給を行なっている。

(2)　中央処理装置の二重化による信頼性の向上

中央処理装置はすべての機能をつかさどる中枢であり，そのダウンは全機能の停止を余儀なくされる。従って，中央処理装置を二重化し，同期をとりながら並列処理し出力信号の両系の比較照合により，出力信号の信頼性を高めるとともに片系ダウン時には瞬時に異常系を切り離し，処理の連続性を確保しながら単独運転に入るシステムとし，信頼性の向上を図っている。

(3)　バックアップ システムによる信頼性の向上

障害又は人為的な計算機ダウンによる制御不能を防止するため，マニュアル バックアップ システムを設け，信頼性の向上を図っている。

(4)　デバッギング(ソフトウェアの調整)ツール(道具)による稼動率の向上

増設時の現地デバッグ中の計算機停止時間を最小限にするために，デバッグ用のツールを用意した。

4.2　バックアップ システム

前記したように，中央処理装置ダウン時のマニュアルによる制御機能の維持により信頼性の向上を図るため，次のバックアップ機能を装備した。

(1)　**図6**に示すバックアップ グラフィック盤，集約表示盤により重要機器状態及び故障種別と発生階のマトリックス表示による概略判別
(2)　ピンボード設定器によるグループ別一括発・停
(3)　Ｚ，Ｘ，Ｙ選択コードによる個別選択発・停操作
(4)　故障検索ディジタル スイッチとコード表による故障点判別
(5)　集約メータによる選択計測

4.3　デバッギング ツール

ビル設備の増設に伴うプログラムの修正が発生する場合がある。特にＫＤＤビルは，通信設備の導入に合わせて各種ビル設備が増設される。この場合，当然現地における増設プログラムのデバッグが生じてくるが，この際，オンライン運転停止時間を極力少なくし，アベイラビリティ(稼動率)の向上

表3　伝送方式に求められる機能と特長　ビル内部の制御信号の伝送に求められるニーズと特長を示す。

伝送内容	機能及び特長
制御	1.制御点数が多いので，各点当たりの処理時間を最小にする必要がある。 2.中央から平常時は選択制御，異常時はその緊急性のため同時制御可能な方式にすること。 3.ケーブル本数を少なくするよう考慮すること。
表示	1.現場側の接点信号を確実に高速に中央に伝える。 2.この信号は同時性，連続性が確保されねばならない。(接続される機器数が多いので，信号の数が非常に多い) 3.ケーブル本数は制御と同じ。
計測	1.計測信号の伝送は，その精度を確保することが重要である。 2.選択方式による取込みでよい。 3.中央においてインタフェースが同じになるような信号変換器を考慮しなければならない。 4.ケーブルについては制御と同じ。

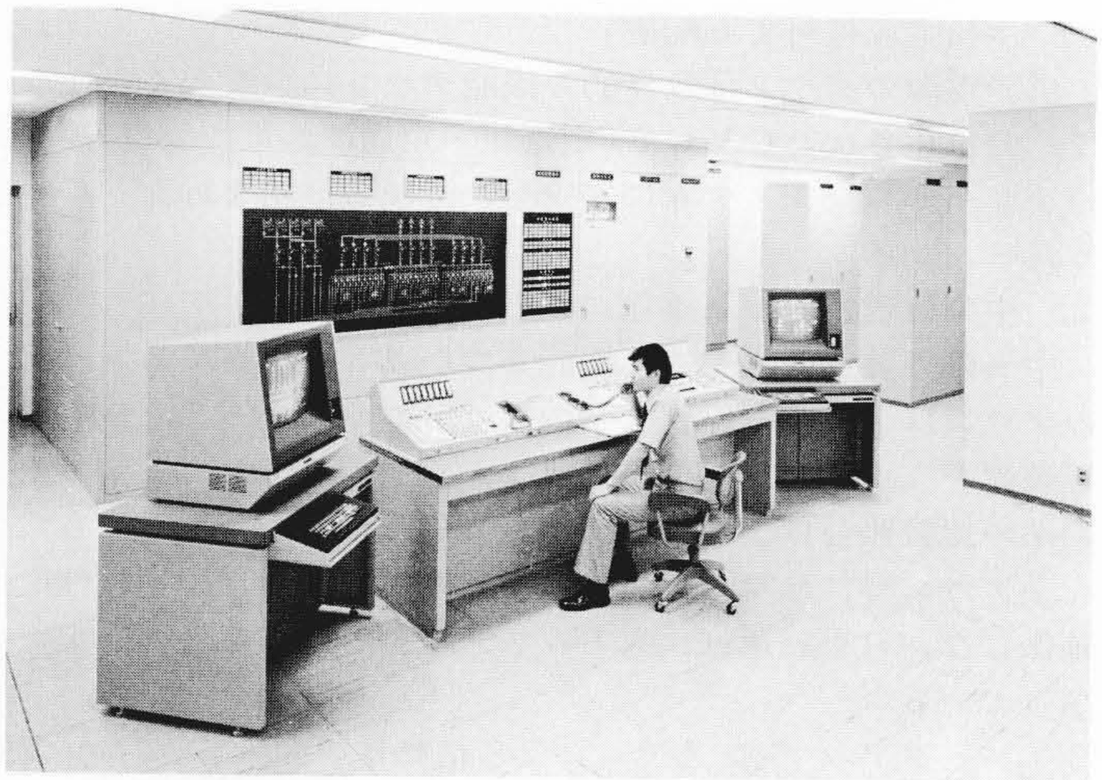


図6 バックアップ表示盤 写真製版式エッチング パネルによるバックアップ グラフィック表示盤を示す。

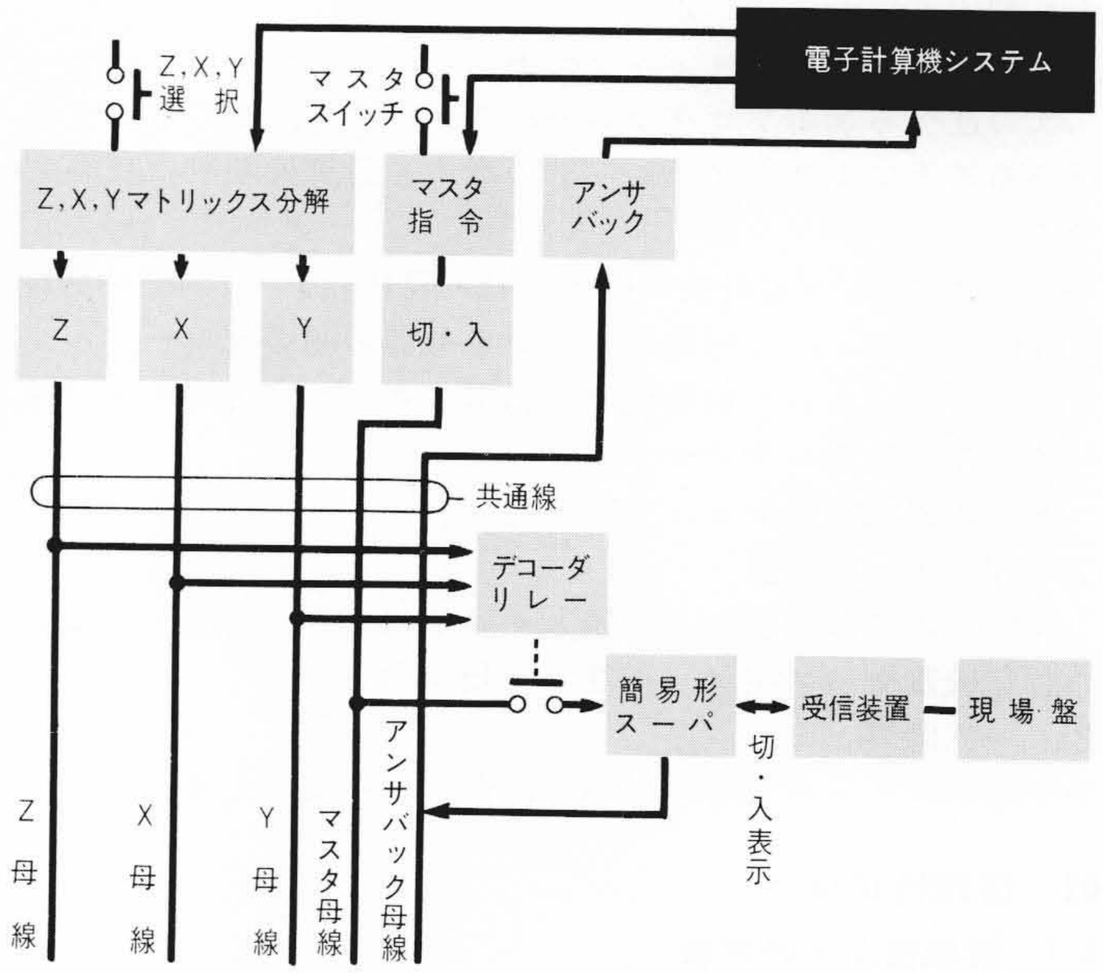


図7 制御伝送方式 直接式遠方制御装置(簡易形スーパ)を用いたマトリックス選択制御方式を示す。

を図る必要がある。このニーズから主系で単独オンライン運転し，従系の入・出力をオンラインから切り離し，入力をMCSにより書込み可能なドラムの特定のエリアとし，出力はCI/Oによって行ない，従系電子計算機システム内でクローズさせてデバッグ可能なツールを装備し，オンライン運転休止時間を短縮している。

5 遠方制御とリモート ステーション

5.1 遠方制御の特長

多数の分散された被制御点を対象とするため，遠方制御方式として求められる機能，特長を**表3**に示す。これにより，今回の最適信号伝送方式として次を用いた。

(1) 制御関係には，**図7**に示すマトリックス選択直接式遠方制御方式を用いた。

(2) 表示関係には，個別少勢力直送方式を用いた。

(3) 計測関係には，**図8**に示すリモート ステーションによるマトリックス選択計測伝送方式を用いた。

5.2 リモート ステーション

ビルにおける制御ケーブルは，ビル内の垂直方向に立ち上がっている4個所のケーブル シャフトへの布設が基本となる。このシャフトに沿って，合計36個所にリモート ステーションを配置し，マトリックス受信リレー，集約変換器を内蔵させケーブル本数及び総延長・変換器数の低減，増設変更工事の容易性の確保を図った。

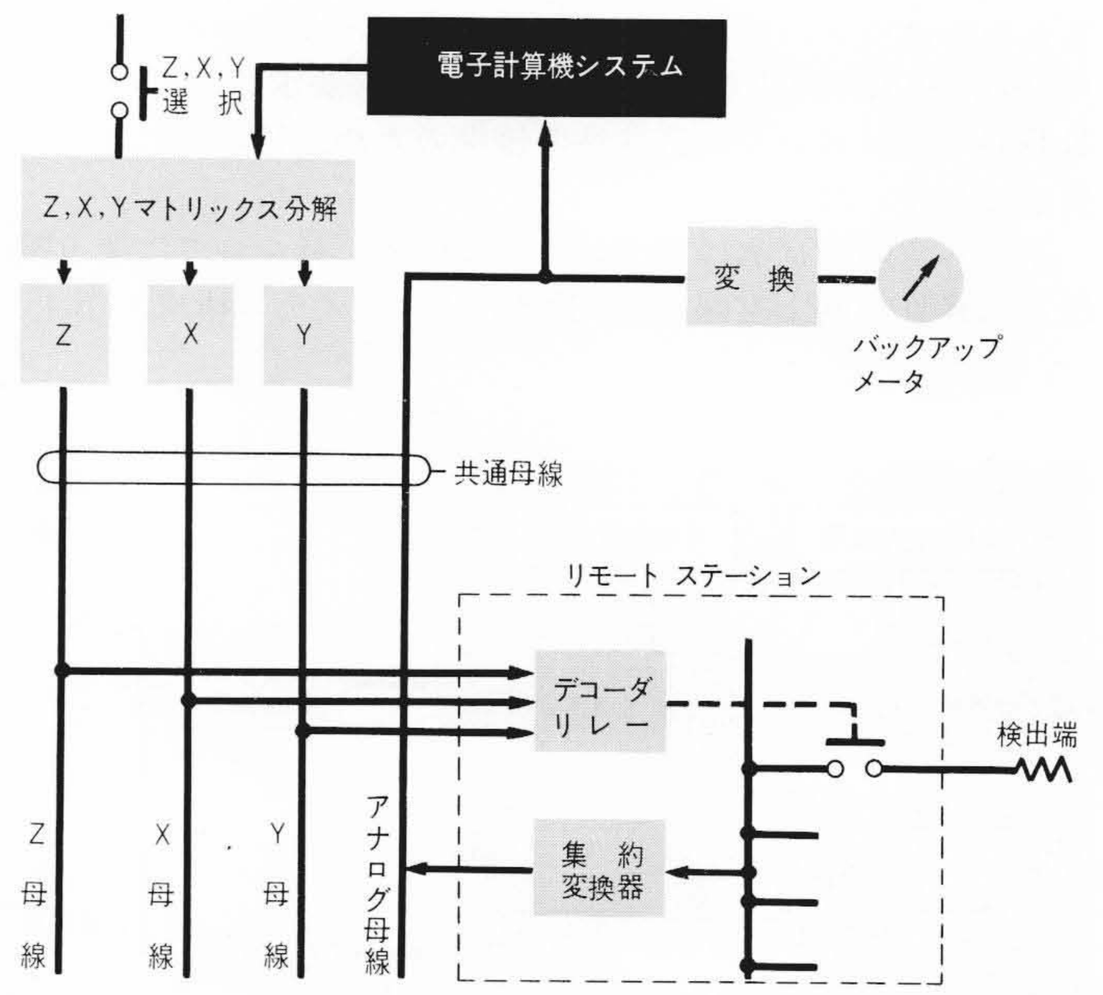


図8 計測伝送方式 計測値を伝送するリモートステーションとその選択方式を示す。

6 効果・特長

(1) 省力化によるワンマン コントロールが可能

(2) 非常時における迅速，正確な処理の確保

(3) 経済運転による省エネルギー化

(4) 電子計算機の二重化及びバックアップ制御による高い信頼性の確保

(5) CRTによる監視効率の向上

(6) 計算機制御化による盤ハードの単純化，標準化による面数の低減

(7) 工事の容易性及び将来の拡張性の確保

7 結 言

以上，KDDビルの中央監視制御システムについて概略的に述べたが，今回のシステムは二重系電子計算機システム及びバックアップ制御の完備などにより，監視制御システムの高信頼度化が図られており，停電や火災などの非常時においては迅速，且つ適切な処置が可能となり，国際通信としての高度の公共性の維持に大きく貢献することが期待できる。

受変電，空調，防災をそれぞれ電子計算機システムを通して互いに関連づけ，有機的なトータル制御を行なうことにより全体としての信頼性，経済性の効果を挙げることができる。

また，演算，論理判断などの高度な処理を電子計算機に行なわせ，各種盤とのインタフェースと統一することにより，全体としての装置の小形化，標準化を行なうことができた。

今後は遠方制御方式も含め，更に研究を進め最適な超高層ビル監視制御システムの確立を図りたい。

最後に，今回のシステムの開発，製作に御指導並びに御協力をいただいた関係各位に対し，厚く謝意を表わす次第である。