

AX-2 形 ク ロ ス バ 交 換 機

Type AX-2 Crossbar Telephone Exchange

大 野 徹*
Tōru Ōno

内 容 梗 概

PBX用のクロスバ交換機は近來その優秀性がますます認められるようになり、特に回線容量が100回線程度および以下の小容量のものは一般民需用として大きな需要が期待されている。

日立製作所ではこれに対処するためAX-2形クロスバ交換機の標準化を行ったのでその設計方針、概要、特長などを紹介する。

1. 緒 言

昭和30年9月日立製作所の製作による国産最初のクロスバ自動交換機が運転を開始して以来5年の年月が経過し、その間、方式設計および回路設計の進歩改良、部品の新規開発、装機形式の改善などに伴い数多くの種類のクロスバ交換機が世に送られてきた。

一方ここ数年間における日本経済の発展、とりわけ日本電信電話公社の第1次および第2次5箇年計画の進展に伴う市内電話網の拡充整備に応じて私設構内交換設備に対する需要も増加の一途をたどって、特に最近クロスバ自動交換機の長寿命、保守の容易さなど、その性能の優秀さに対する認識が一般に深まるにつれ、PBXクロスバ自動交換機に対する需要はわが国において過去30年の歴史をもつステップバイステップ式自動交換機をしのぐに至っている。

日立製作所においてはこのような情勢に対処し、従来の私設構内交換機の標準化をさらに推進し、小形化経済化をはかるためAX-2形クロスバ交換機を実用化し東武宇都宮百貨店、報知新聞社平河町工場、八幡製鉄株式会社八幡製鉄所、三菱銀行名古屋支店などに納入し引続き一般標準形として製作中であるので以下にその概要を紹介する⁽¹⁾。

2. 設 計 方 針

従来クロスバ交換機は本質的にはその優秀性が認められていながら、わが国における初期のクロスバ技術の発展が数百回線以上のものをその対象として発展してきたため、私設構内交換装置として最も需要件数の多い100回線以下の小容量のものに対しては、経済性、所要床面積および増設の容易性などの点で長年月にわたり改良を重ねられてきたストロージャ式交換機に一步譲らざるを得なかった。

しかし、ストロージャ式交換機はしゅう動部分を有しているためワイパーの取替などの保守の手間を要し、騒音を発するなどの欠点をもっているため、クロスバ交換機の本質的利点を生かし、かつ経済性および所要床面積の点でストロージャ式に比肩しうるクロスバ交換機の出現が期待されている。

本交換機は以上のような要求に答えるため次の諸点を目標として設計を行った。

(1) クロスバ交換機が量産化されクロスバ用部品の単価が安定期に達したときには交換機の価格がストロージャ式と同程度もしくはそれ以下となること。

(2) 回線容量は構内専用の場合100は回線まで、局線に接続する場合は80回線までとし、呼量により所要数変動する機器はその搭載可能数なるべく多くとり回線当りの許容呼量を大とする。

(3) 前記回線数をこえる増設の要求があった場合においても

200回線程度までは簡単に増設可能とする。

(4) 構造は設置工事が簡単に行えるよう自立キャビネット形とし全体を1ユニットに組み込む。なお近年ますます有効階高の低くなってきた新築ビルにも設置できるよう架高はできるだけ低くする。

(5) 上記のような小形化、経済化を達成するためその機能は特殊なものを省略し、本交換機に付加可能な付帯サービスは次のようなものとする。

(a) 局線の市外発信制御

内線電話機からの近郊市外即時発信を直接行うことを制限するものである。

(b) 甲、乙差別接続

乙内線電話機と局線との接続を制限する機能である。

(c) 特殊共電

一部の内線電話機に対してはボタン付電話機を使用し、特殊共電リレーグループを介して自動交換機と接続することにより、単に送受器を上げた場合は中継台に接続され交換手を介して接続がなされるが、電話機に付属のボタンを押しながら送受器を上げた場合には一般の内線電話機と同様に自動式接続を行う機能である。

(d) コールバック

ボタン付電話機を使用し、コールバックリレーグループを介して自動交換機と接続することにより内線電話機に対して与えられる機能であって、局線および内線との発着信いずれの場合であってもボタンを瞬時押下することによって通話中の相手側を保留したままほかの内線または局線に自由に発信でき、主として通話中他へ問合せを行う目的に使用される。問合せ通話をもとへもどすのはボタンをふたたび瞬時押すことにより行われる。

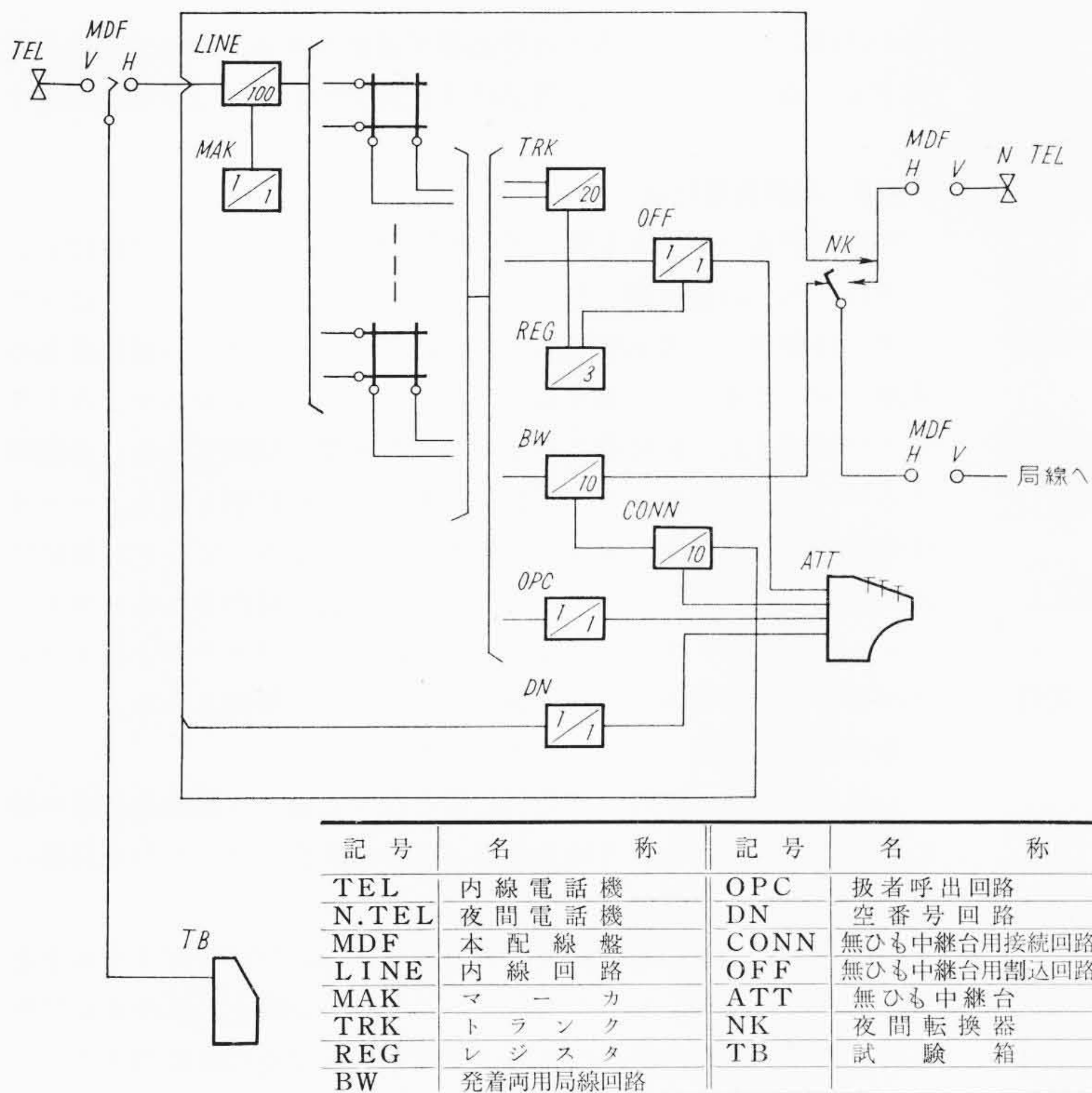
(6) 局線中継台としては有ひも式、無ひも式のいずれでも使用可能とし、特に無ひも式中継台は卓上形とする。

3. 中継方式および主要回路の機能

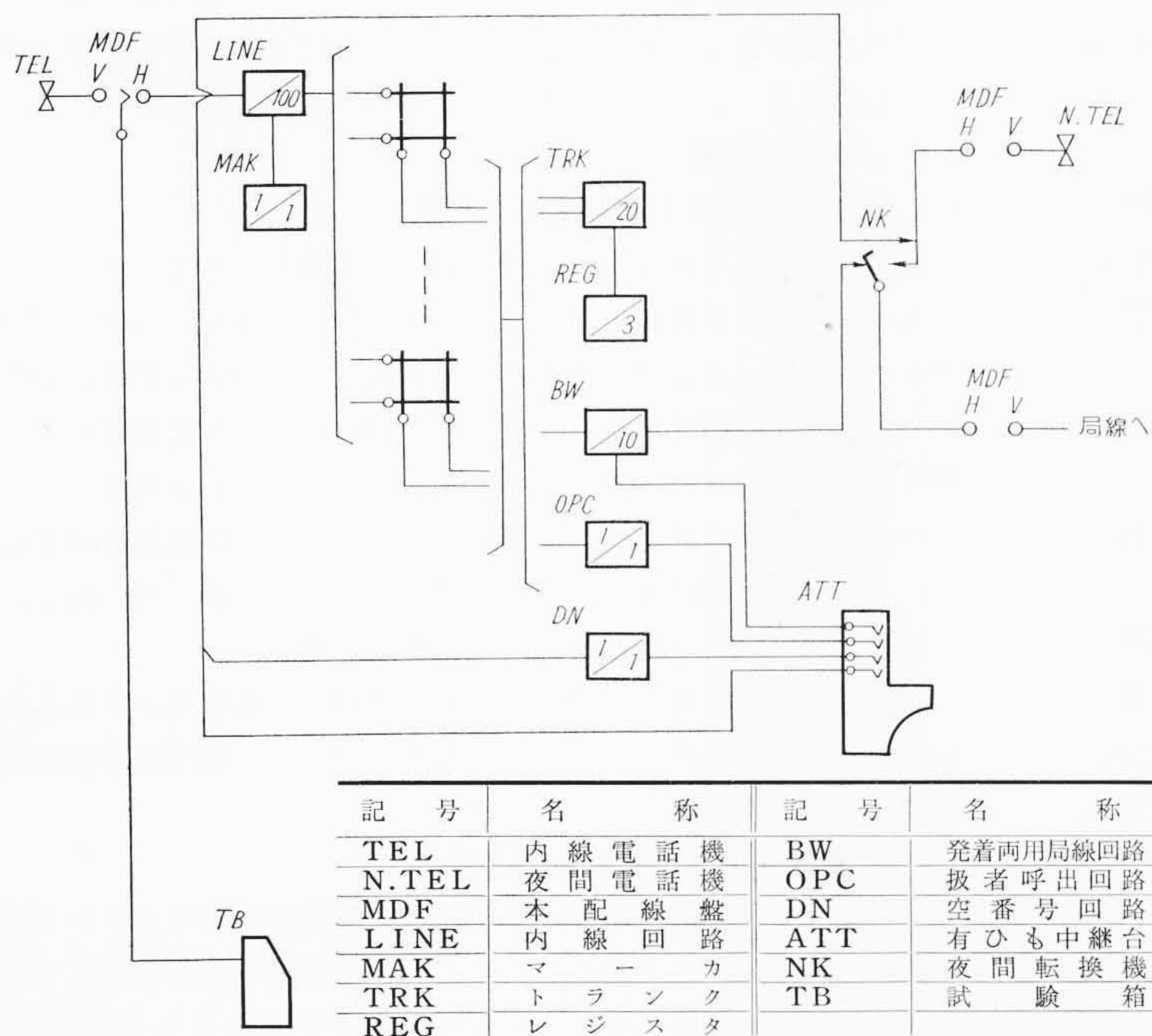
3.1 中 継 方 式

本交換機は1段接続のフレーム形式をとり通話路にはクロスバスイッチを用いている。クロスバスイッチは、12水平路×10垂直路×6交差点のものの2水平路を切替用として20水平路×10垂直路×3交差点のスイッチとして使用している。フレーム構成はこのスイッチを縦横に積重ねて、最大100水平路×40垂直路×3交差点の格子を形成し、この場合のスイッチ数は $5 \times 4 = 20$ 個である。中継方式は上記格子の水平路にライン回路を、垂直路にトランク、局線レピータ、扱者呼出回路を収容している。なお無ひも中継台用接続回路の内線側端子および空番号回路はライン回路に収容される。

* 日立製作所戸塚工場



第1図 AX-2形クロスバ交換機中継方式図
(無呼も式局線中継台を使用する場合)



第2図 AX-2形クロスバ交換機中継方式図
(有呼も式局線中継台を使用する場合)

第1図に局線中継台に無呼も式中継台を使用した場合の中継方式図を、第2図に局線中継台に有呼も式中継台を使用した場合の中継方式図を示す。

3.2 主要回路の機能

本交換機はラインリレーグループ、マーカ、レジスタ、トランク、レピータおよびそのほかの付帯装置より構成されるがそれらは大略下記の機能を有している。

(1) ラインリレーグループ

1内線回路当り平形リレー1個を使用したライン回路とし1グ

ループは20回線分を収容し、グループ識別リレーとともに、取付板1枚幅に搭載して増設単位を構成しており、回線数に応じて5枚幅100回線まで搭載できる。

ラインリレーは共通制御回路であるマーカに対して発信、話中などの表示を行う。

(2) マーカ

交換機全体に対して1回路設備され、すべての呼を処理する共通制御回路である。したがって回路は、特に安定で保留時間が短く、単一の障害に対してはその影響は一部分にとどまりすべての交換機能が停止することのないように継電器巻線の二巻線化、接点チェーン回路の二重化などの考慮が払われており、おもな機能は内線発信者の識別、空トランクの選択捕そく、通話路の作成、接続動作時間の監視などである。

(3) トランク

トランクは内線電話機からの発信で必ず接続され発信音の送出、話中音の送出、レジスタの仮捕そく、本捕そく、レジスタへのインパルス中継、被呼内線回路への呼出信号送出および通話電流の供給などの機能を有し、取付板1枚幅2回路を増設単位として20回路まで実装できる。

(4) レジスタ

トランクより捕そくされダイヤルインパルスの計数および蓄積を行う。またマーカとの共同動作により内線相互通話接続であれば、トランクの被呼内線側と被呼内線電話機とをつなぐ通話路を作成し、局線発信接続の場合は、トランクとレピータとの接続替えを行う機能を有しておりそのほかダイヤル途中放きの監視も行う。

回線数および呼量に応じて3回路まで実装できる。

(5) 発着両用局線レピータ

局線発信接続の場合は発信者ライン回路はレジスタの制御によりトランクより本レピータへ接続替えが行われ、内線電話機からのダイヤルにより局線へのインパルス中継を行う。この場合市外自動発信阻止を行うことができる。

局線より着信した場合は局線の中継台へ接続する。

1枚幅2回路を増設単位として10回路まで実装できる。

(6) 接続回路

本回路は局線中継台が無呼も式の場合に使用され直結式無呼も中継台の場合はレピータに対応して接続され、また索線式無呼も中継台の場合はリンクを通してレピータへ接続される。中継台扱者の電けん操作により局線への応答、発信、内線の呼出などを行うが、その場合内線の接続替え、扱者の再呼出などの機能も有している。1枚幅2回路を増設単位として10回路まで実装できる。

(7) 監視信号回路

本回路は交換機の障害監視および信号音の断続などを行う。監視信号リレーグループは障害監視用のリレーおよび信号音断続用リレーを搭載し、フレームアプライトに実装された電けんおよびランプとともに下記の障害表示を行うほか内線の送受器はずしの監視、共通制御回路の使用回数の調査などの機能を有している。

(a) 共通制御回路障害表示

マーカおよびレジスタの障害はマーカおよびレジスタ内のタイミングリレーの動作によりランプが点火し同時に可聴信号板

のベルを鳴動して警報を発する。

(b) ヒューズ断表示

ヒューズが熔断するとランプが点灯し同時に可聴信号板のベルを鳴動して、警報を発する。

(c) 信号機の障害表示

信号機の出力電圧の低下または停止の場合ランプが点灯し可聴信号板のベルを鳴動、警報を発すると同時に自動的に予備信号機に切替わる。

予備信号機の出力電圧の低下または停止の場合も同様にランプが点灯し同時に可聴信号板のベルを鳴動し警報を発する。

(8) 信 号 機

直流48V専用の5W小形信号機2台を備え常用機、予備機として、自動切替えおよび手動切替えが可能である。

信号機は交換機内に実装し監視信号リレーグループを通して信号音を供給する。

4. 接続動作の概要

4.1 発 信 音 接 続

内線電話機の送受器を上げれば電話機内を通るループ回路でラインリレーが動作し、“x”接点のみが閉じてマークが起動される。

本交換機のラインリレーは2段動作の平行リレーを用いており、“x”接点動作でラインリレーとしての動作をし、全接点動作でカットオフリレーとしての機能を果たす。

マークは内線発信者の位置を識別しクロスバスイッチのセレクトマグネットを動作させると同時にそのときあいているトランクのうち最優先順位にあるものを選択し、そのトランクに対応するホールドマグネットを動作させる。

ホールドマグネットが動作しクロスバスイッチの交差点が閉じれば、内線発信者とトランクとが接続され、接続されたトランクからC線に地気が出されラインリレーの全接点が動作することによりマークは復旧する。

内線発信者とトランクは下記の経路で接続される。

発信内線電話機—クロスバスイッチ—トランク

トランクは内線発信者に接続されるとただちに空レジスタを仮捕そくし、内線発信者に発信音を送出する。

もしレジスタが全部使用中であればトランクより発信音が出送されないの内線発信者はトランクに接続されたまま待合せとなる。

またトランク全話中の場合はマークが起動されず内線発信者は待合せとなる。

またマークは内線発信者のサービスクラスを識別しそれをトランクに記憶させる。

本交換機のライン回路は一般内線電話機、局線非接続内線電話機および無ひも中継台接続回路の3種類のサービスクラスにわかれる。

4.2 内線相互接続

内線発信者が発信音を聞いて内線被呼者番号をダイヤルすればトランクは、第1数字目の第1インパルスによりレジスタを本捕そくし、そのレジスタをほかのトランクに対して閉塞すると同時にレジスタへインパルス进行中継する。

レジスタは第1数字、第2数字を計数蓄積したのちマークを起動しほかの内線またはレジスタよりの起動を一時閉塞する。

レジスタは内線被呼者の空塞試験ののちクロスバスイッチのセレクトマグネットを動作させる。セレクトマグネットの動作ですでに内線発信者と接続されているトランクの被呼者側を通してホールドマグネットが動作する。レジスタはホールドマグネットの動作を確認してマークとともに復旧し、内線被呼者にはトランクより呼出信

号が出送され内線発信者には呼出音が出送される。内線被呼者が応答すると通話状態となる。通話終了し送受器を下せば全回路復旧する。

4.3 局線発信接続

内線発信者が発信音を聞いて“0”1数字をダイヤルすればレジスタはこれを計数蓄積したのちマークを起動する。レジスタはトランクへ接続替えの表示を送ると同時にトランクを経て内線発信者のA線に対して地気を出送する。ラインリレーは、レジスタよりトランクへ転送された接続替え表示でC線の地気が切断されるため復旧するがA線の地気により“x”接点が動作し発信状態となる。マークは発信音接続の場合と同様に最優先順位にある空レピータに対応する交差点を閉じる。レピータよりC線に地気が出送されるとラインリレーは全動作しマークは復旧する。続いてレジスタおよびトランクが復旧し内線発信者は次の経路でレピータに接続される。

発信内線電話機—クロスバスイッチ—レピータ

レピータは局線に対して発信状態となり局線より内線発信者へ局の発信音を送られる。内線発信者は局の発信音を聞いてのち局線へダイヤルを行い目的の回線へ接続される。

内線発信者が局の発信音を聞いてのちさらに“0”をダイヤルすると、市外自動発信となるのでレピータはこれを阻止し話中音を送出する。通話終了し内線発信者が送受器を下せば全回路復旧する。

もしレピータ全話中の場合は、マークおよびレジスタの復旧によりトランクより話中音が出送される。

また局線非接続内線よりの発信の場合はトランクよりレジスタへサービスクラス表示が転送されているので“0”ダイヤルでレジスタはただちに復旧し、内線発信者には話中音が出送される。

4.4 局線着信接続

4.4.1 局線中継台が有ひも式の場合

局線より着信すればレピータを通して中継台のラインランプが点灯し、扱者は局線より着信したことを知り局線ジャックにプラグをそう入し、通話電けんを倒して応答する。扱者は局線の発信加入者より内線被呼者番号を聴取し内線被呼者の空塞試験ののち被呼内線ジャックに、対のプラグをそう入し呼出しを行う。

内線被呼者が応答すれば通話状態となり、扱者は局線より着信したことを告げ電けんをもどす。通話は下記の経路で行われる。

局線—レピーター—接続紐回路—内線電話機

通話終了し内線側が送受器を下せば中継台の監視ランプが点灯し、扱者は通話が終了したことを知り、プラグを抜けば全回路復旧する。

4.4.2 局線中継台が無ひも式の場合

局線より着信すればレピータを通して中継台のラインランプが点灯し扱者は局線より着信したことを知り通話電けんを倒して応答する。扱者は局線発信加入者より内線被呼者番号を聴取すると、内線発信側の電けんを倒し発信音接続を行う。発信音を聞いてダイヤルすることにより内線相互接続を行う。

内線被呼者が空であれば、トランクより呼出信号が送られ扱者には呼出音を送られる。内線被呼者が応答すれば通話状態となり扱者は局線より着信したことを告げ電鍵をもどす。通話は下記の経路で行われる。

局線—レピーター—接続回路—クロスバスイッチ—トランク—クロスバスイッチ—内線電話機

通話終了し内線側が復旧すればトランクおよび接続回路が復旧し、中継台の話中ランプが滅火することにより通話が終了したことを表示する。

局線と内線との通話状態で内線が扱者を再呼出したい場合は“1”をダイヤルするかまたはフッキングを行う。

接続回路のAリレーが瞬時復旧し、Cリレーが動作保持する。

中継台では監視ランプが点滅し再呼出であることを表示する。扱者の応答で監視ランプは滅火し、扱者は内線の要求を聴取する。続接替えの要求があれば扱者は電けん操作により接続されていた内線を開放してふたたび発信状態となりトランクより発信音が出されそこではほかの内線を出し、接続替えが完了する。

内線被呼者が話中の場合は話中音が扱者へ送られるので扱者は割込接続を行い、送受器を降してもらいそこで本接続を行う。

扱者の発信の場合トランクよりレジスタへはサービスクラス表示が転送されるので扱者のダイヤルが内線“乙”，中継台呼出，局線発信の場合はすべてレジスタが復旧し，トランクより話中音が出される。

4.5 割込接続

扱者が内線を出呼する場合内線被呼者が話中であると割込み回路を用いて割込接続を行うことができる。

扱者の電けん操作により割込回路を起動すると割込み回路はレジスタを仮捕そくすると同時に扱者へ発信音を送出する。

扱者が内線被呼者番号をダイヤルするとレジスタはこれを計数蓄積したのち内線相互接続の被呼者側接続を行い，現在話中の内線被呼者へ着信する。中継台では監視ランプが点滅する。

もし接続中に割込みたい被呼者が復旧し，空になっていれば監視ランプは点滅するので内線被呼者が空になっていることを知る。

扱者は話中の内線被呼者に送受器を下すよう依頼し，内線被呼者が送受器を下し使用していたトランクが復旧すると点滅していた監視ランプが滅火するので内線被呼者が空になったことを知り電けんをもどす。続いて4.4.2局線着信接続のように接続回路を用いて内線を出し，通話を行う。

また割込接続中障害に出合い接続が完了しなかった場合は扱者に話中音が出される。

4.6 扱者呼出接続

内線発信者が中継台扱者を呼出の場合は発信音接続ののち“9”1数字をダイヤルすればレジスタはこれを計数蓄積したのちマークを起動し，続いて局線発信接続動作とまったく同様にトランクと特殊番号回路との接続替えが行われ内線発信者は下記の経路で特殊番号回路に接続される。

内線電話機—クロスバスイッチ—特殊番号回路

内線発信者が特殊番号回路に接続されると中継台のラインランプが点滅し扱者呼出であることを知らせる。扱者が応答すれば通話状態となり扱者は内線発信者の要求を聴取する。通話が終了し送受器を下せば全回路復旧する。

4.7 空番号接続

内線発信者のダイヤルした番号が空番号であればダイヤルした内線発信者は空番号回路に接続され中継台扱者が呼出される。空番号回路は内線電話機位置に收容されており，その位置はレジスタ内の交差接続によって適当に変えることができる。

空番号がダイヤルされると，レジスタはこれを計数蓄積するが計数蓄積または内線被呼者話中試験の際に空番号であることを知り，空番号回路の收容位置を識別する。レジスタはトランクの被呼者側と空番号回路とを接続したのち，ホールダマグネットの動作を確認して復旧する。内線発信者が空番号回路に接続されると中継台のラインランプが点滅し扱者は空番号回路に対して応答する。

扱者は空番号であることを内線発信者に知らせ，内線発信者が送受器を下せば全回路が復旧する。

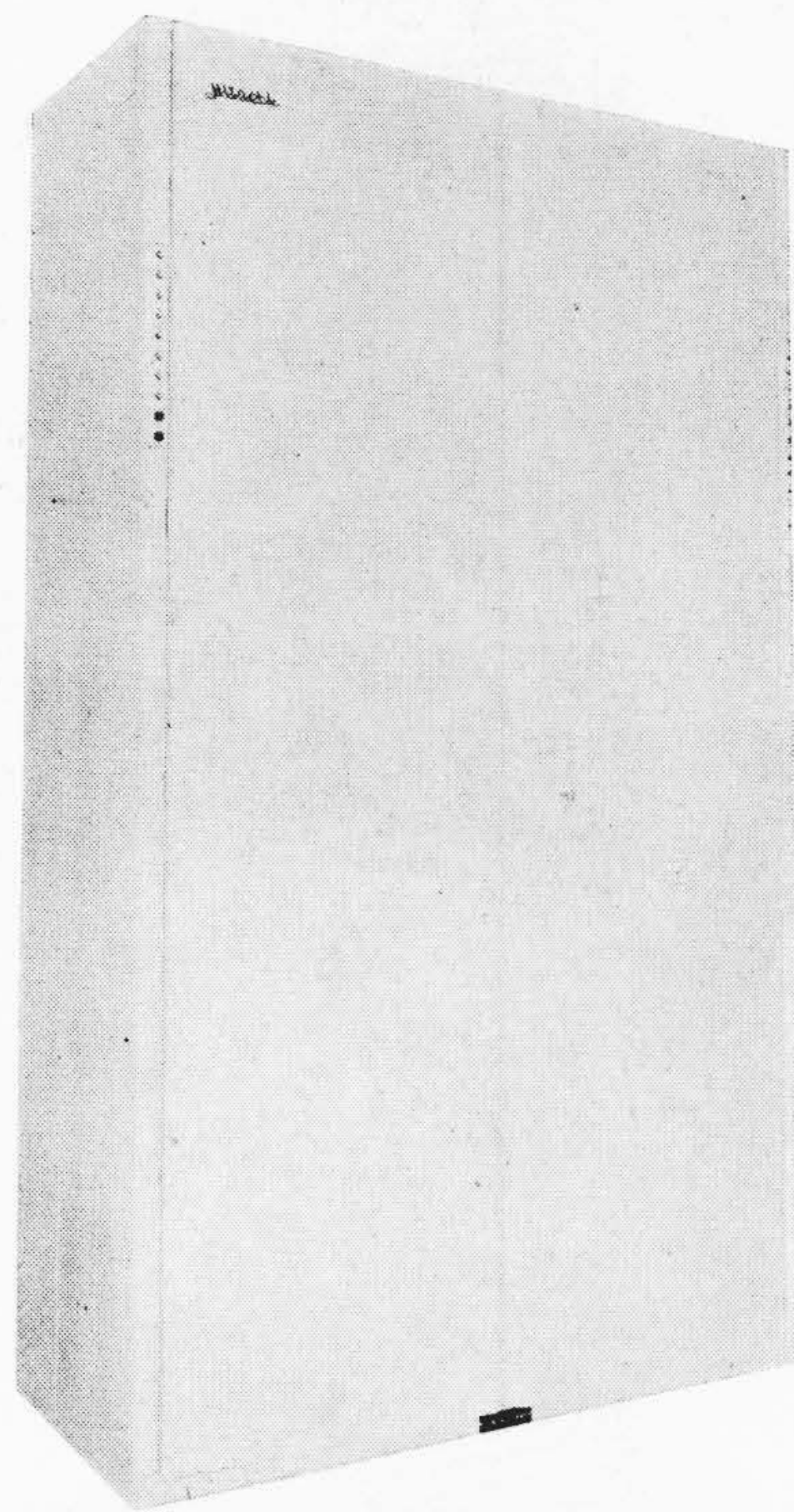
もし空番号回路が使用中の場合はレジスタは復旧し内線発信者へはトランクより話中音が出される。

5. 実装および使用機器

5.1 実装

本交換機はさきに述べたように特に小形化，経済化，工事の容易性などをその設計目標の一つとしたので装機形式は従来のクロスバ標準装置架の形式によらず，ストロージャ式の小容量私設構内交換機としてすでに各方面より好評を得ているAF-2形およびAF-3形の装機形式を踏襲して自立キャビネット形鉄架とした⁽²⁾⁽³⁾。

装機の方法はキャビネット形鉄架の前面を観音開きのとびらとし裏面はけんどん式の戸としてあり，内部前面にはクロスバスイッチを最大20個まで搭載し，上部には工事用架上端子板を配列した。内部裏面は上下2段に分けそれぞれゲート式構造としゲート鉄枠にリレーグループ類を取付け，また裏面左側は上部よりヒューズ盤，試験盤，常用および予備信号機が取付けられる構造とした。



第3図 AX-2形クロスバ交換機外観

第3図に本自動交換機の外観を，第4図に表面側実装を，第5図に裏面側実装を，第6図に裏面ゲートを開いた状態をそれぞれ示す。

本自動交換機に付属する局線中継台としては有ひも式の場合には標準のAS形中継台形式のものを使用し，無ひも式の場合には第7図に示すような小形卓上形の中継台を使用する。

5.2 使用機器

個々の使用部品の性能，大きさ，価格がそれによって構成される装置全体の機能，小形化，経済化にとって最も大きな影響を及ぼすのは論をまたないところであり，本交換機の設計にあたって一般用リレーとして用いられるワイヤスプリングリレー以外の機器については多くの考慮が払われた結果，主要な機器に次のようなものが使用されている。

(1) EK形クロスバスイッチ

EK形クロスバスイッチは日立製作所において開発されたクロスバスイッチであって現在標準として使用されているウェスタン形クロスバスイッチに比べ取付面積約1/2.5，重量約1/2と小形化，軽量化されている。その第8図は外観を示す⁽⁴⁾。

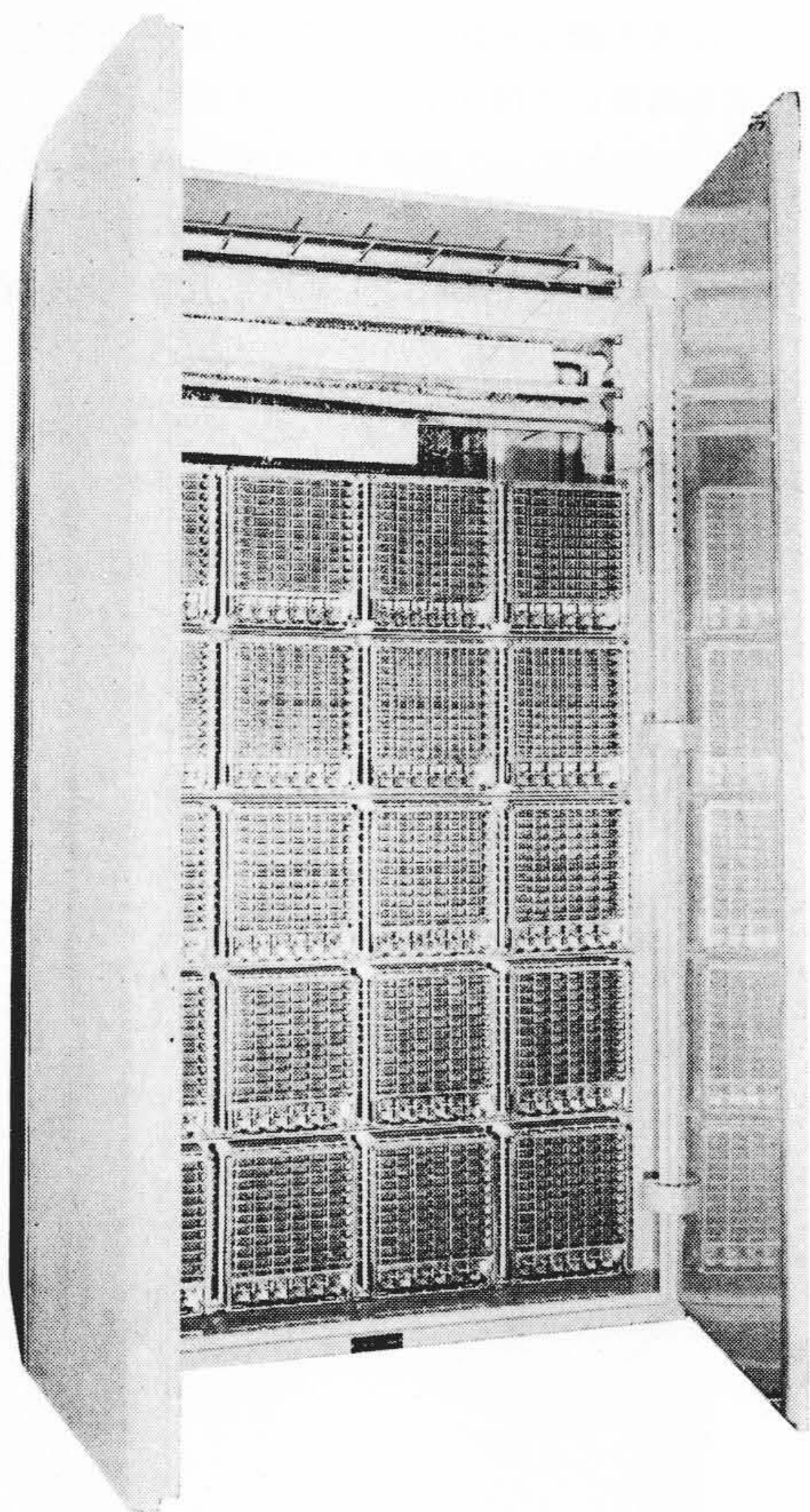
(2) FAP形リレースイッチ

FAP形リレースイッチも日立製作所において開発された小形の回転スイッチであって16ポイントの回転運動を行い、ワイパーおよびバンク1組のほかカム接点2組を有しており、主として局

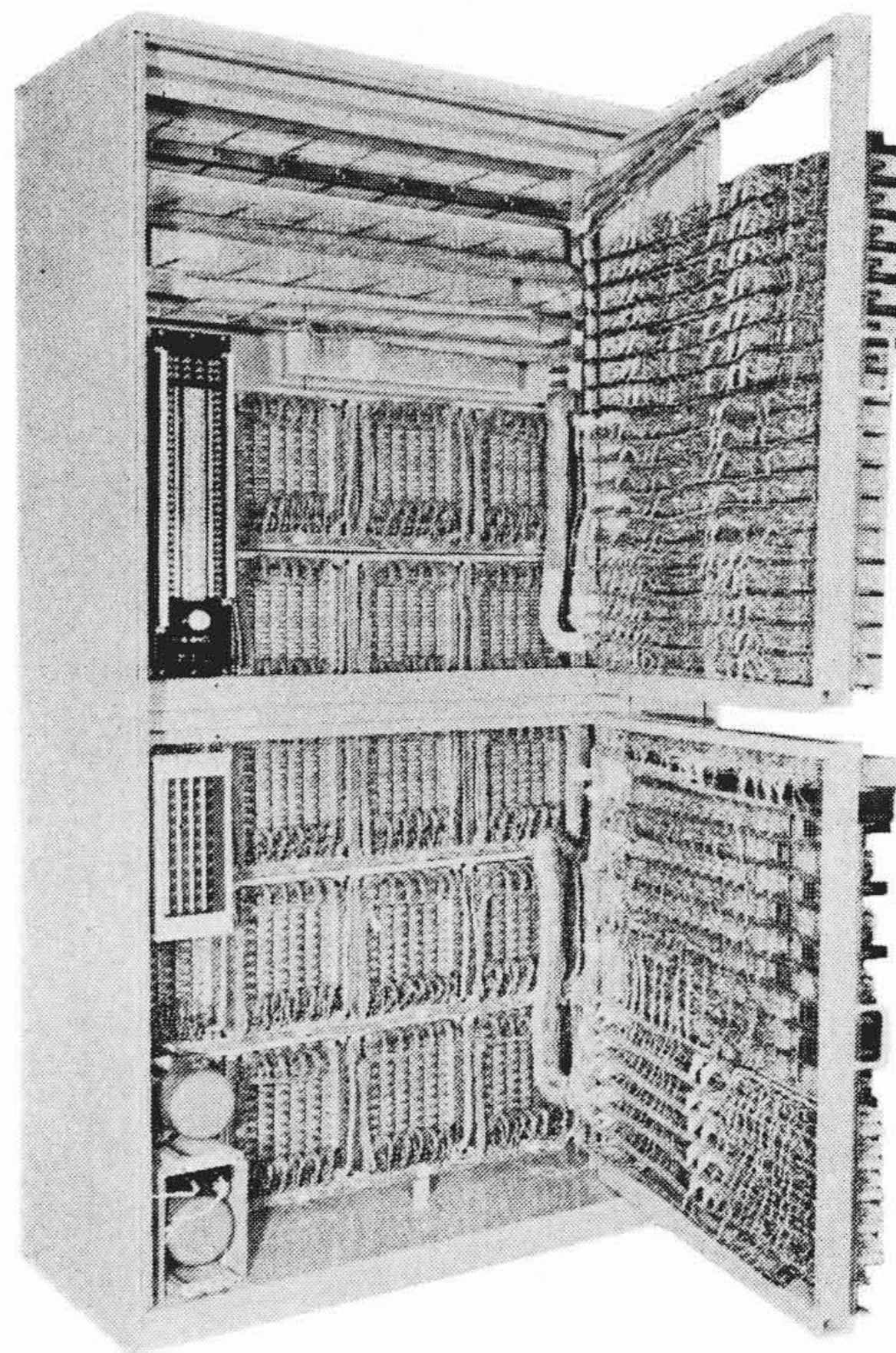
線レピータの“00”ストップ用として使用される。第9図はその外観を示す。

(3) ラインリレー

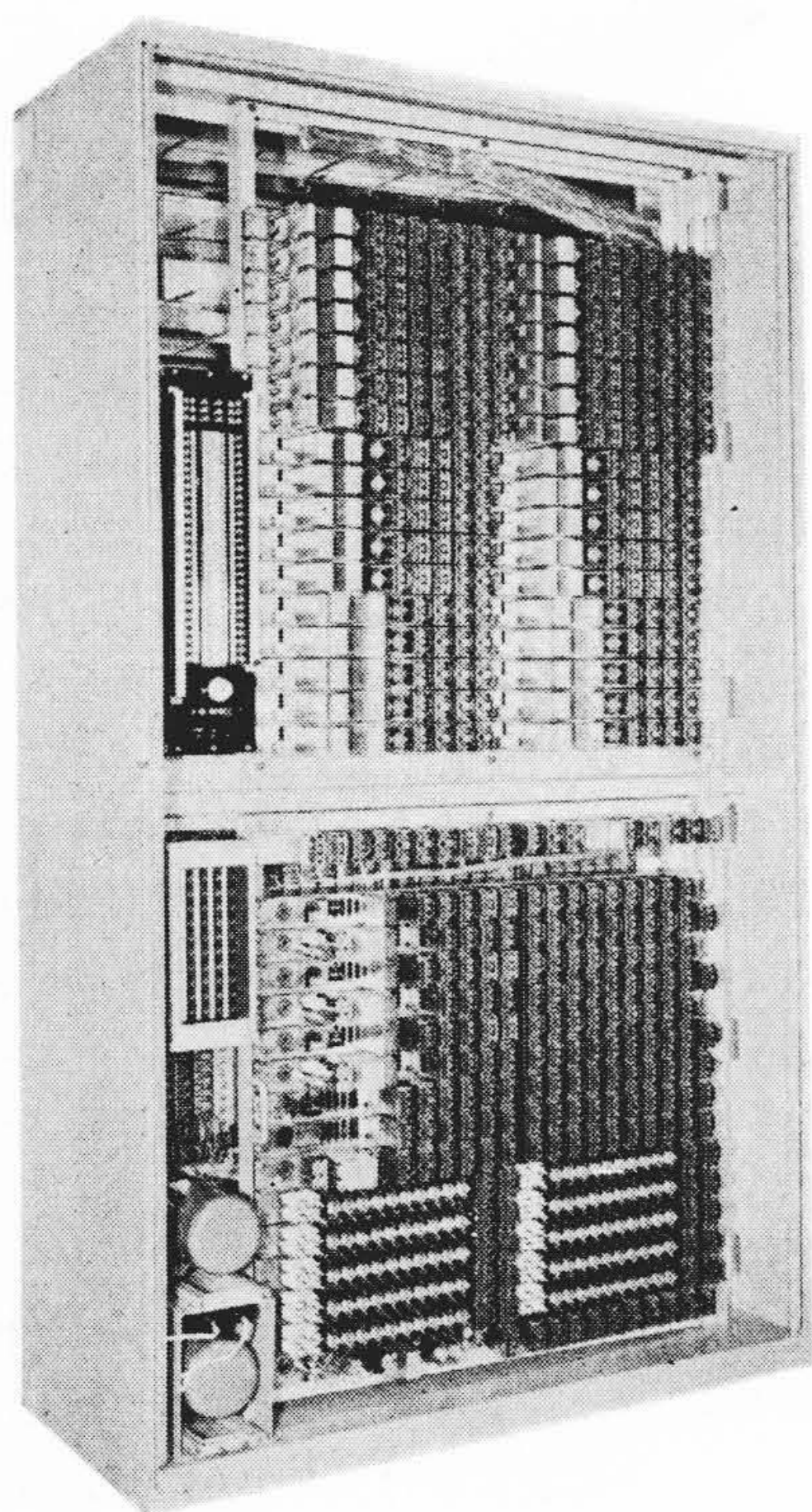
従来ライン回路には1回路ごとに平行リレー2個を用いて1個



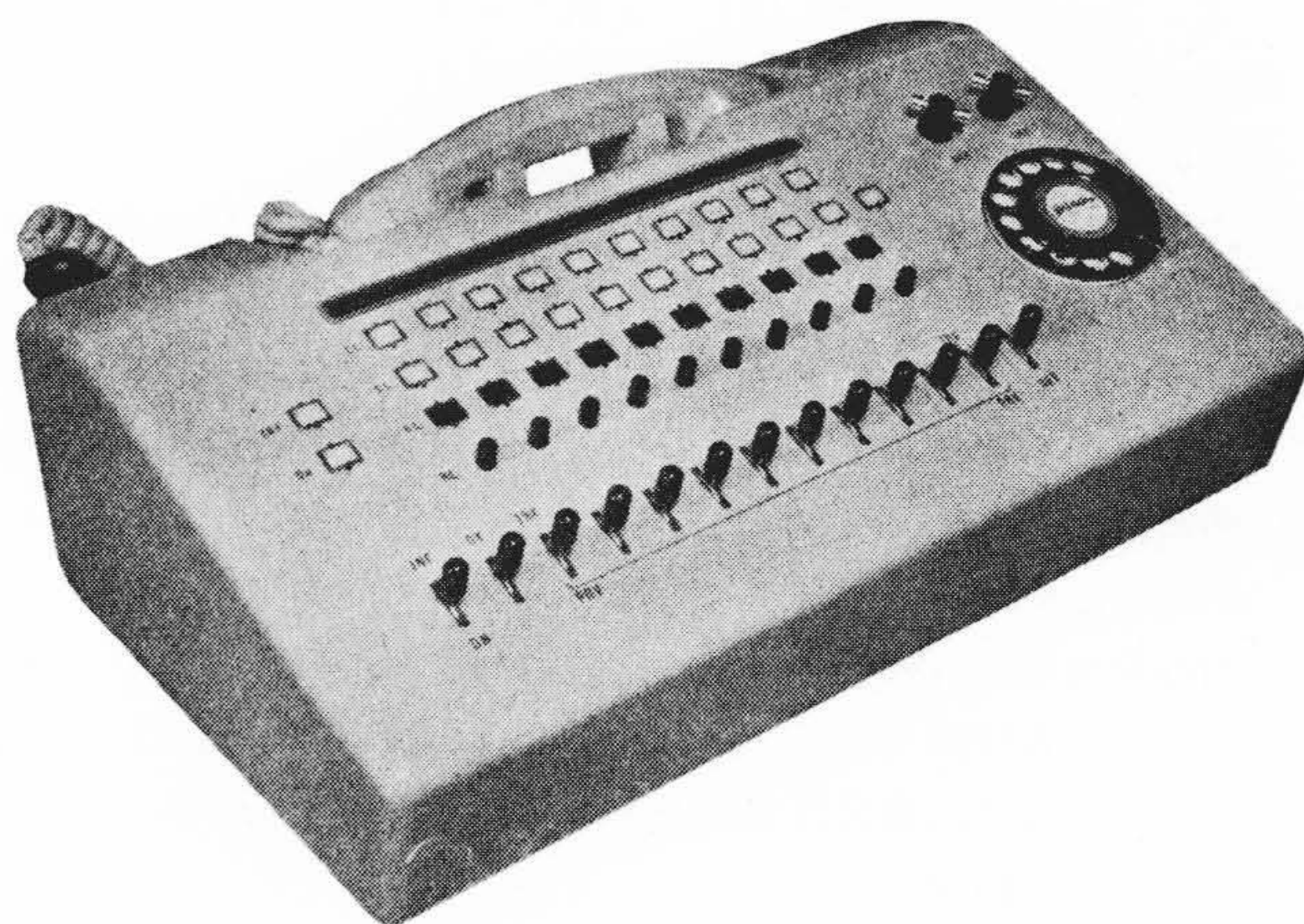
第4図 AX-2形クロスバ交換機表面側実装



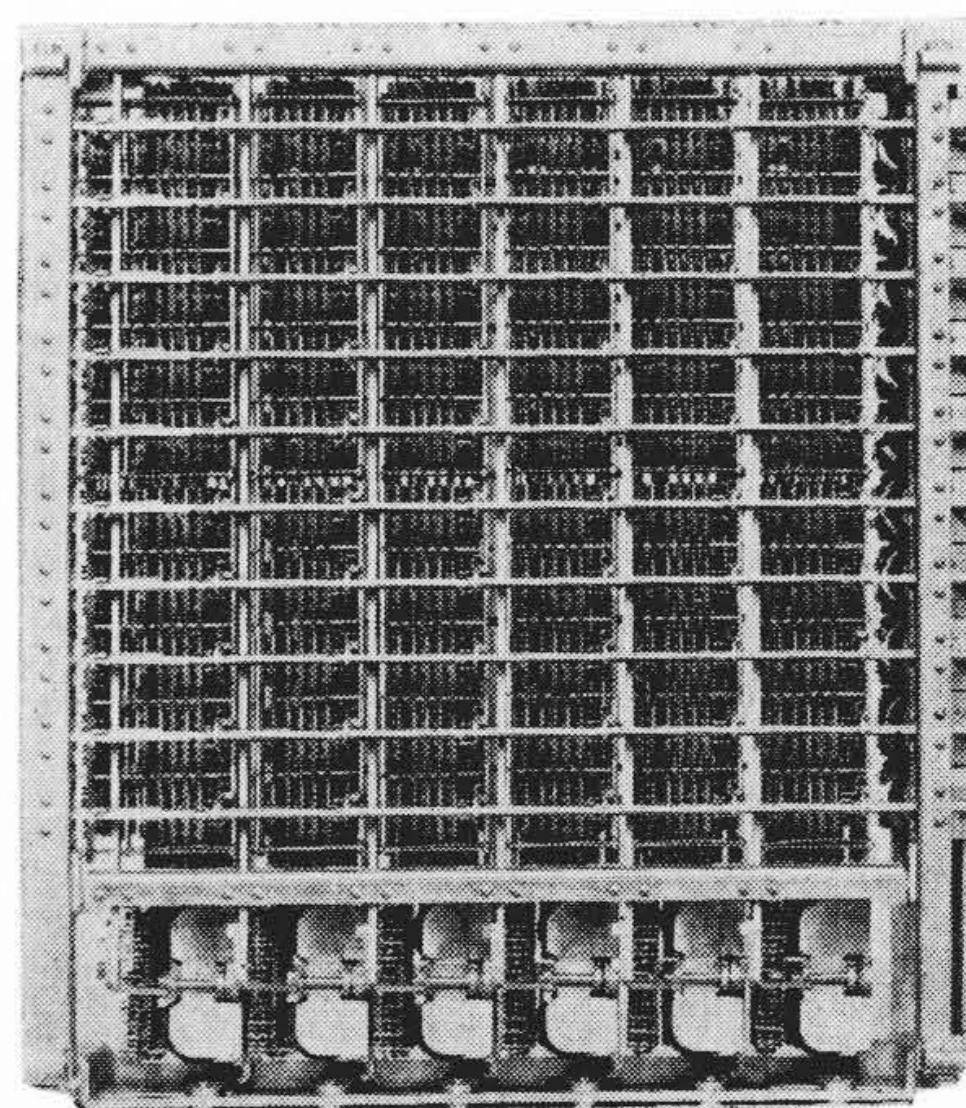
第6図 AX-2形クロスバ交換機裏面ゲート構造



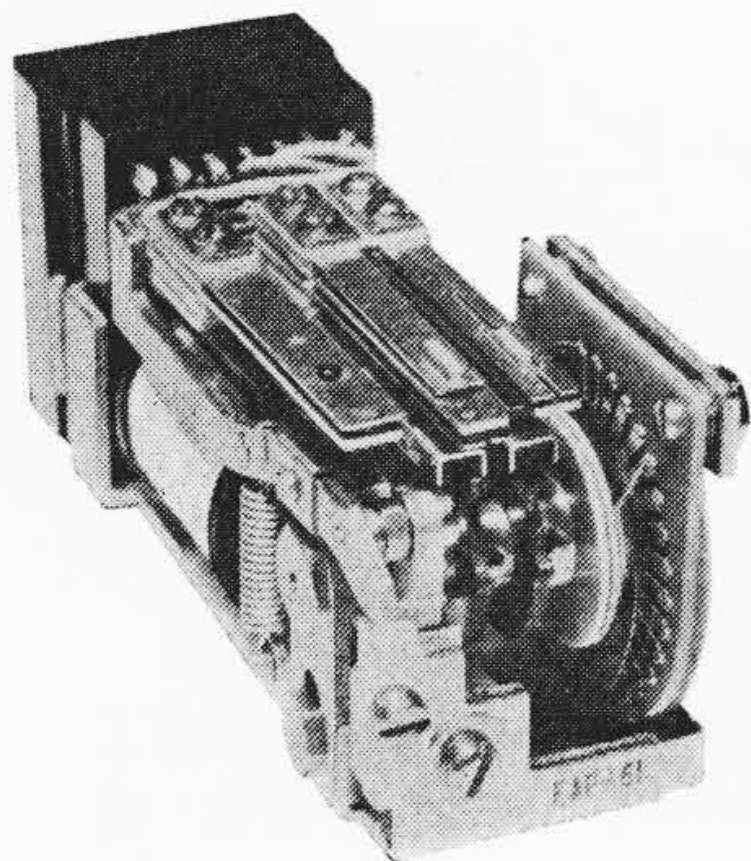
第5図 AX-2形クロスバ交換機裏面側実装



第7図 AX-2形無ひも中継台



第8図 EK形クロスバスイッチ



第9図 FAP形リレースイッチ

をラインリレー、ほかの1個をカットオフリレーとして使用していたが、本交換機においては最近ストロージャ交換機のラインファインダユニット用として開発された1回路ごとに2段動作のT系列平形リレーを1個使用し、“x”接点動作によりラインリレーとしての機能を果し、全接点動作によりカットオフリレーとして機能を果す方式を採用することによりライン回路の小形化、経済化をはかった⁽⁵⁾。

6. 本交換機の特長

本交換機を従来のストロージャ式およびクロスバ式交換機と比較した場合の特長をあげれば次のとおりである。

(1) 小形であること。したがって所要床面積が小さいこと。

参考までに本交換機とストロージャ式交換機の所要床面積を比較すれば第10図のとおりであり増設時を除いてはストロージャ式と同等あるいはそれ以下である。第10図はPBXとして代表的な回線数およびトラフィック量の3例について比較してあるが各例の内容は第1表のとおりである。

(2) ストロージャ式交換機と比較した場合にクロスバ交換機のもつ特長はすべて備えているが特に次の点で一般民需用のPBXとしてすぐれている。

(a) 上昇回転機構を有せず大部分の機器は最新のクロスバ用部品を使用しているので保守調整の要が少なく、長寿命である。

(b) 防じん構造となっており、しかも上昇回転機構を有せず騒音が少ないので一般事務室にも設置して使用できる。

(c) 電源電圧の変動許容範囲が大である。

(3) トラフィック容量が大であり内線当り発信呼量約4HCS以上を収容可能である。

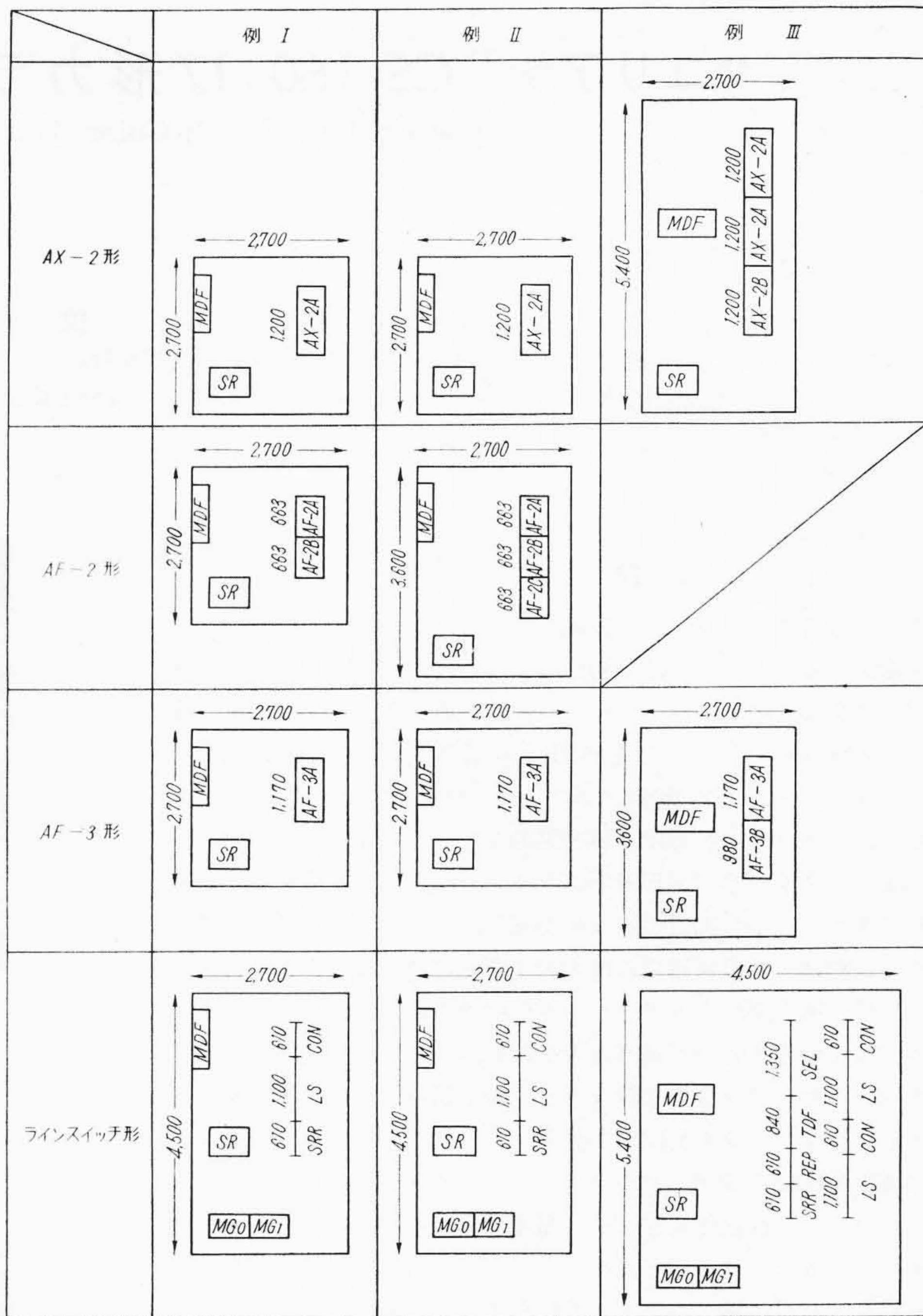
(4) セレクタユニットの付加により増設が容易に行える。

(5) 無ひも中継台は小形の卓上形となっているので呼量の少ない場合には事務机の一隅におくことも可能である。

また本交換機は単一のマーカにより全交換接続が制御されているのでマーカは1箇所の障害によりその機能がすべて停止しないように継電器の巻線は2巻線とし、また接点のチェーン回路は二重に設けそれぞれ交互に切替えて使用することにより動作の安全を期している⁽⁶⁾⁽⁷⁾。

7. 結 言

小容量私設構内交換機の標準化も過去何回かの経験を重ねることにより漸時軌道に乗ってきた感があるが、今回の標準化によってもなお特殊機能の付加、よりいっそうの小形化、経済化などがさらに



第10図 所要床面積の比較

第1表

		例 I	例 II	例 III
内 線 数	OG	50	80	180
	BW	0	0	6
	IC	8	10	6
内線当り発信呼量		2HCS	2.4HCS	2.5HCS
局 線 中 継 台		無 紐 式		

要望されてきつつある。これに応じてゆくためには回路設計技術の向上と同時に使用部品の小形化、経済化が非常に重要な意義をもってくる。今後はさらに増設時における経済性の検討、適用範囲の拡大などに特に重点をおいて改良を重ねてゆきたい。

終りに、本交換機の設計に際して種々ご指導をいただいた日立製作所戸塚工場野上課長に謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) 大野：日立評論 40, 256 (昭 33-2)
- (2) 野上, 水野：日立評論 41, 1613 (昭 34-12)
- (3) 石田, 秋庭：施設 Vol.11, No.11, 160 (昭 34-11)
- (4) 田島, 菊地, 海野：日立評論 40, 1444 (昭 33-12)
- (5) 木村, 西牧：日立評論 41, 1326 (昭 34-10)
- (6) O. H. Williford: BLR 35, 485 (Dec. 1957)
- (7) R. D. Williams: BLR 37, 23 (Jan. 1959)