

防 衛 庁 市 ケ 谷 納 AX8 形 ク ロ ス バ 自 動 交 換 機

Type AX8 Automatic Telephone Exchange
for Ichigaya Camp of Defense Agency

木 下 光 一* 安 藤 仁 一*
Kōichi Kinoshita Jin'ichi Andō
大 野 徹** 井 上 博 史**
Tōru Ōno Hirofumi Inoue

要 旨

防衛庁電話回線網の自動即時化実現のために開発された AX8 形クロスバ自動交換機は、発信、着信および中継交換機能を有し、総括局階梯(かいてい)に設置される 4 段接続の完全共通制御方式の 4 線交換機である。1 ユニットは最大 10 フレームより成り 833 アーランの呼量処理し、2,000 入回線および 2,000 出回線を収容できる。現在の OD 回線から将来の OM 回線への切換えに経済的に対処できるよう OD-OM 兼用トランクおよび DP-MF 兼用レジスタセンダが採用された。また運用上の特殊性から緊急事態発生時に予測される通話の輻輳(ふくそう)を防止するため真に通話に必要な対地間のみ接続し、ほかは規制する回線統制機能を備えるとともに、局地的なトラヒックの異常状態が全体に波及するのを未然に防止するため回線網管理装置を設備し、網管理の一元化を図っている。

1. 緒 言

防衛庁は第三次防衛力整備計画の一環として、3 自衛隊の全国駐とん地、基地間を結ぶ指揮管理用電話網の自動即時計画を現在推し進めている。従来、全国各地に散在する駐とん地および基地相互間の通話は中継台経由で扱者介在のもとに行なわれていた。しかし増大するトラヒックを迅速に処理し通話者に対するサービスの向上を図るために、従来の扱者の手動交換による市外通話を内線ダイヤルによる自即通話に置き換える必要が生じてきた。

そこで防衛庁自動即時計画が立案され、全国各地の駐とん地および基地に総括局、中心局、集中局および端局の局階位を与え、それらの局に設置すべき交換機種が決定された。これら交換機種の一覧を表 1 に示す。GSB-1 形中継交換機は日立品名では AX8 形クロスバ自動交換機と呼ばれ自動即時計画の第 1 号機として設計され市ヶ谷駐とん地に昭和 42 年 11 月納入された。本交換機は昭和 43 年 5 月開局し、現在順調に稼働を続けている。

市ヶ谷駐とん地は総括局に位置付けられ、そこに設置される交換機は 4 線交換が必要であり、トラヒック予測から 4 段フレーム構成が適当とされた。一方、日本電信電話公社の全国自動即時通話に活躍している市外交換機として C63 および C82 形自動交換機があり、安定した使用実績を持っている。C82 形自動交換機は 4 線交換、4 段フレーム構成で防衛庁電話回線網において細部を除いて、その基本方式はよく適合するので、この C82 形自動交換機を範にとり、AX8 形クロスバ自動交換機が設計された。

また電話回線網が広域化し、かつ複雑化してくると伝送路の障害あるいは一交換局の局地的な異常状態でも全体に波及するおそれがあるので、これを未然に防止するため全体的な状況をとらえなければならぬ。このため全国の主要回線網の管理の一元化を図るべく回線網管理装置が本交換機と併置された。

2. 自動即時計画

防衛庁の実情に適した経済的かつ合理的な自即交換網を作るに当たり、電話回線網計画の基礎となる帯域、局階位、番号付与、伝送損失配分、接続制御方式および信号方式が次のように定められた。

* 防衛庁

** 日立製作所戸塚工場

表 1 自動即時用交換機

形 式	通 話 線	接 続 段 数	収 容 回 線	回 線 数	用 途
GSB-1	4 線	4 段	中継線	2,000*	中継交換
GSB-2	4 線	4 段	中継線	中	中継交換
GSB-3	4 線	2 段	中継線	小	中継交換
GSB-4	2 線 4 線	3 段	内 線 中継線	中	内 線 兼 中継交換
GSB-5	2 線 4 線	2 段	内 線 中継線	小	内 線 兼 中継交換

* は入回線数を示す。

2.1 帯域計画と局階位

自衛隊における帯域の設定は業務組織とトラヒックの流れの面から指揮系統順(幕僚監部一方面総監部一師団一隷下各部隊)に区分するのが適当である。しかし、自衛隊の編制を重視し過ぎると、同一地区と考えられるような隣接地区に他自衛隊の集中局を設けたり、あるいは地理的に遠距離にある自衛隊の集中局に端局を収容したりする場合が生ずる。自衛隊の場合、国鉄、警察庁などのような単一指揮系統ではなく、3 自衛隊それぞれの指揮系統を持つため回線網構成の事情は異なってくるが、前記のような不合理は避け、システム全体で最も経済的となるよう陸海空 3 自衛隊を統合した交換網計画を樹立した。

局階位は次の 4 ランクに区分される。

- (1) 総 括 局
- (2) 中 心 局
- (3) 集 中 局
- (4) 端 局 (必要により端局の下に従局を設置する)

2.2 番号計画

番号付与方式には周知のとおり閉鎖番号方式、開放番号方式および重合番号方式の 3 種類がある。番号計画上、考慮すべき事項は、ダイヤル数、数字けた数の統一性、番号の普遍性、既設局との適合性、創設費および永続性であり、これらについていくつかの試案を比較検討の結果、一部近距離直通区間を除き普遍番号による開放番号方式とした。全国番号は 7 数字に統一され、その構成は次のとおりである。

(自即識別番号) + (基地番号) + (内線番号)

$$8 + \begin{cases} AB \\ ABC \\ ABCD \end{cases} + \begin{cases} \times \times \times \times \\ \times \times \times \\ \times \times \end{cases}$$

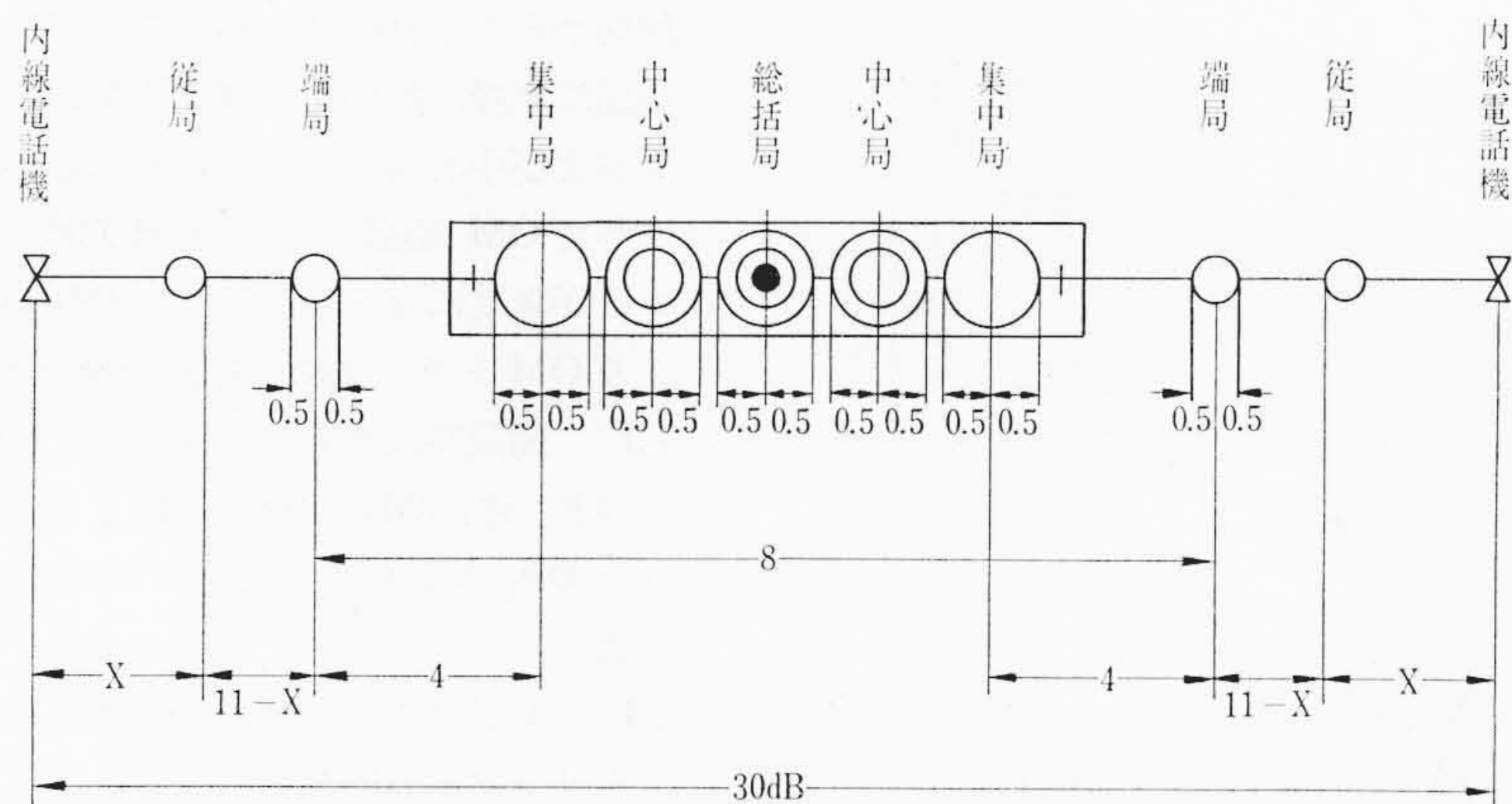


図1 伝送損失の配分

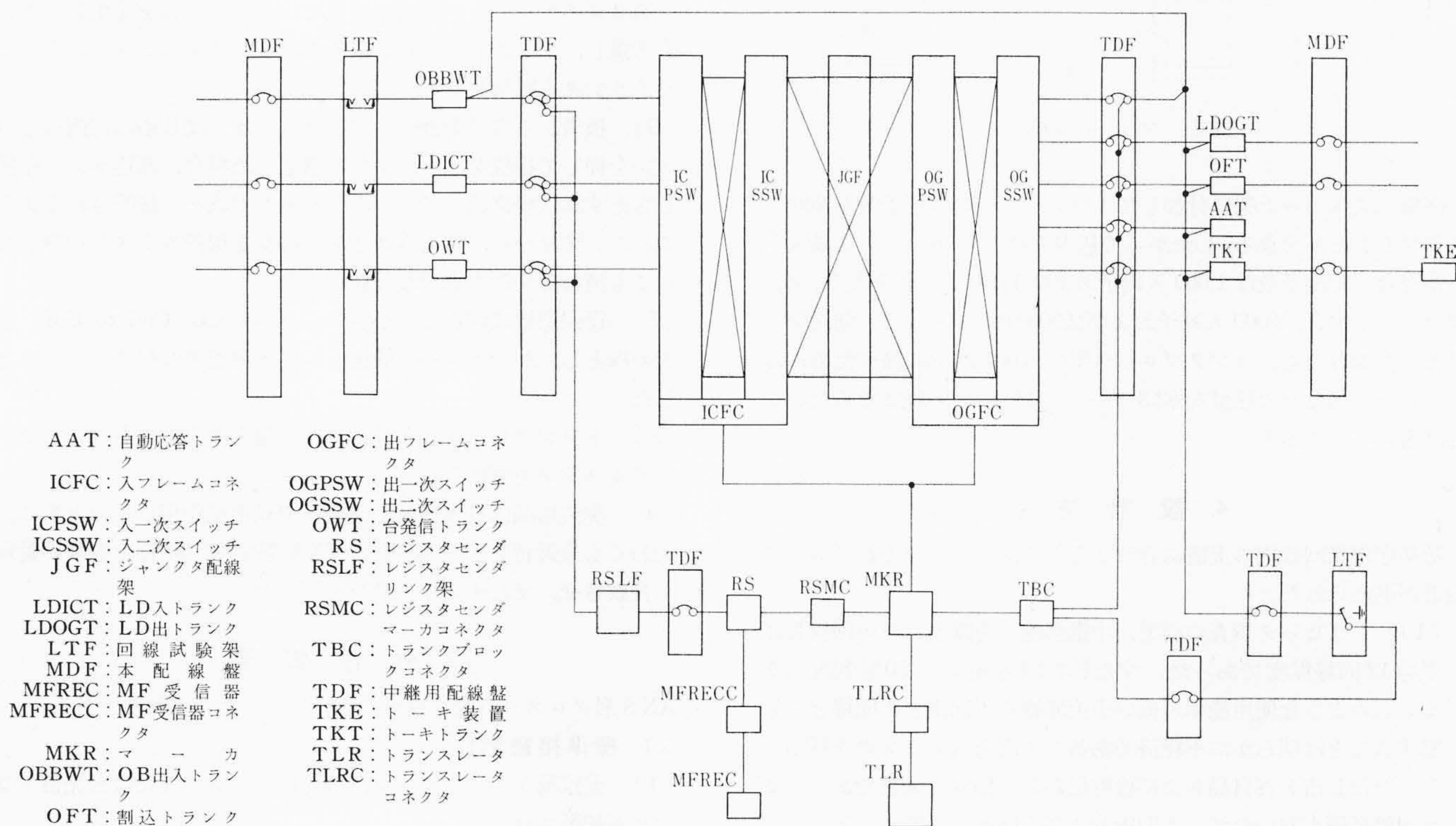


図2 中継方式

基地番号の第1数字目すなわちAコードは、全国を七つの区域に分割し、次のとおり付与した。

北海道地域	1	近畿地域	7
東北地域	2	中国四国地域	8
関東地域	3,4	九州地域	9
中部地域	5		

2.3 伝送損失配分

回線の伝送損失は警察庁や公社と同様に 1.5 kHz において 30 dB とし、その配分は図1における値を標準とする。

2.4 接続制御方式

接続制御方式には着局符号方式と経路符号方式の2方式がある。これら両者には一長一短があるが、まず経路符号方式では経路番号の積み重ねであるから多段中継を行なう場合、選択数字が多くなること、また番号が経路によって異なるので選択番号の普遍性はもたせにくいという欠点がある。反面、この方式では交換機が簡単になり狭い交換網では有利となる。

着局符号方式では交換機を複雑にするが、迂回(うかい)中継を容易に行なうことができ、番号付与も回線網と直接の関係なしに行な

えるので普遍番号方式がとれる。わが国全土を対象とする広い交換網においては着局符号方式が適しており、本方式を採用した。

2.5 信号方式

信号方式は局間距離、中継線の種類、中継回数、交換機などの要素を考慮して、LDおよびOD方式を採用した。自動即時計画の進展に応じて集中局以上の局階梯ではOM方式とする。

3. 中継方式およびフレーム構成

AX8形クロスバ交換機の基本中継方式を図2に、フレーム構成を図3に示す。入フレームは入一次スイッチ架と入二次スイッチ架より成り、出フレームは出一次スイッチ架と出二次スイッチ架より構成される。各スイッチ架には5線式クロスバスイッチを使用し、5線のうち4線は上がりと下りの通話路に使用され、残りの1線はスイッチの保持に使用される。

1フレームの呼量容量は83.3アーラン(3,000 HCS)であるので最終形態の10フレームでは833アーラン(30,000 HCS)の呼量を扱うことができる。基本架で構成した1フレームの収容端子数は100端子であるが、回線能率の低い場合には増設架を入一次スイッチ架お

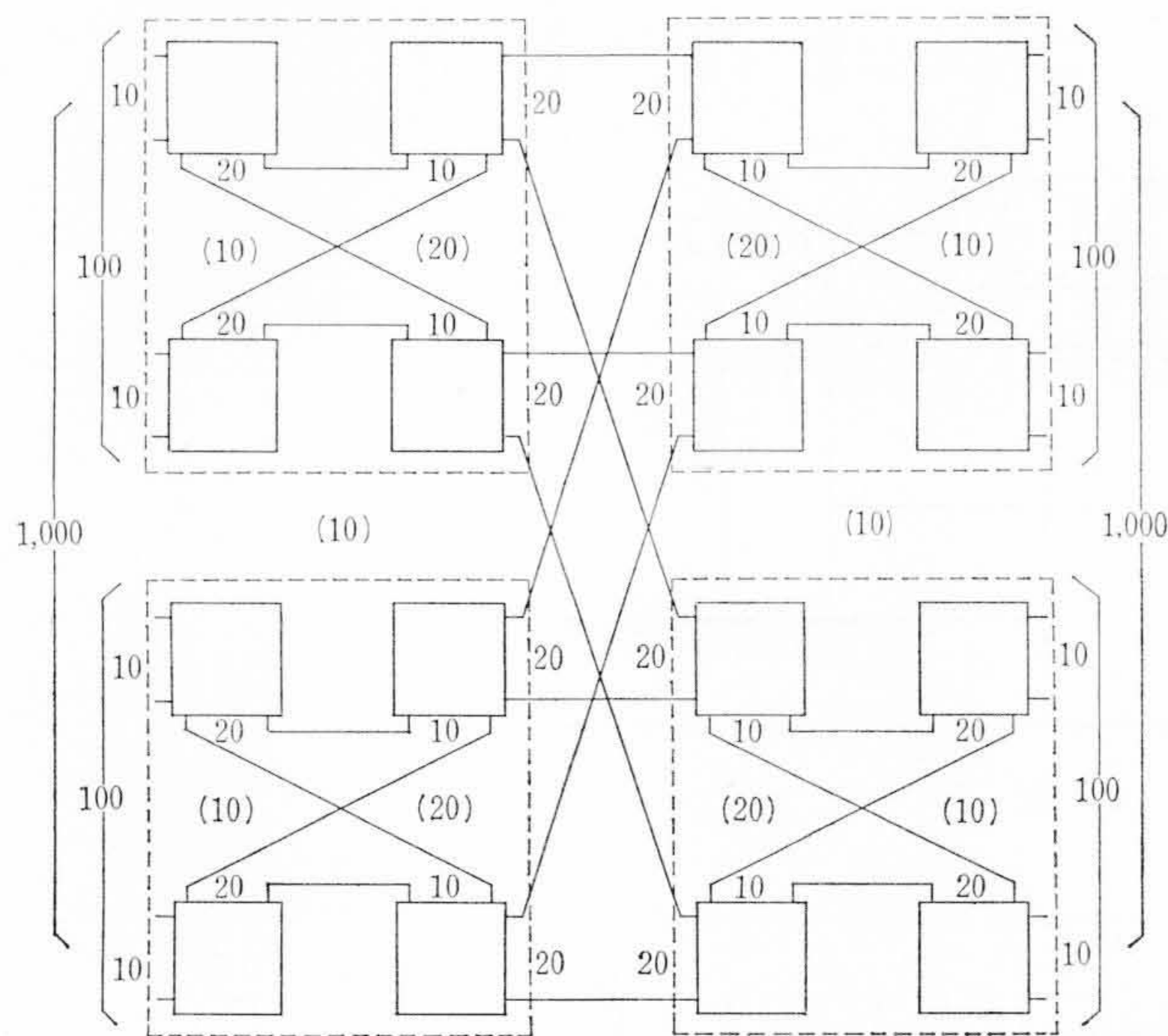


図3 フレーム構成

よび出二次スイッチ架に付加して1フレームの収容端子数を200に増加することができる。したがって基本架のみで10フレーム構成とした場合、総端子数は1,000入端子および1,000出端子となり、増設架を設けた場合、2,000入端子および2,000出端子となる。増設架を付加した場合でも、リンクブロック率を0.001以下に保つためには1フレーム当たりの呼量を83.3アーラン以下にせねばならないことはもちろんである。

4. 設計方針

防衛庁電話回線網の実情に合致するよう次のような方針のもとに設計が進められた。

- (1) トラヒック調査の結果、中継回線の方路当たりの回線数は平均12回線程度であった。すなわち回線能率は50%程度である。このような使用能率の低い小束回線を入回線と出回線とに分割することは明らかに不経済であるので両方向トランクを採用した。ただし市ヶ谷自局および桜町局からの回線は大束であり、また回線単価も安いので、入回線および出回線に分割し、入トランクおよび出トランクを採用した。
- (2) 市ヶ谷自局および桜町局からの回線はLD回線であるが、

他局からの中継線はすべて搬送回線である。開局当初は市ヶ谷総括局に直接、端局を収容するため、OD回線であるが漸次、集中局および中心局が設置されるに従い、OM回線に切換えられ将来すべてOM回線になる。OM回線に切換えられたとき、既設トランクが無駄にならないようにOD-OM兼用トランクとし、工注によりOMトランクにも転換可能な形式とした。

(3) 開局時は扱者以外すべてDP回線であるが、中継局の導入につれ、漸次MF回線に切換えられる。その過程でレジスタセンダのDP、MF分割損を避けるため、DP-MF兼用レジスタセンダとした。

(4) レジスタセンダをDP-MF兼用とするに伴い、レジスタセンダリンクもDP-MF兼用とし、レジスタセンダリンクからDP呼びかMF呼びかの情報をレジスタセンダに転送するようにした。

(5) DP呼びの場合、レジスタセンダへの接続は運用上、当面は第2ダイヤルトーン形式を考えているが、それを廃止した場合も考慮し、プレボーズ不足を補うためレジスタセンダリンクにはバイリンクも採用した。

(6) 扱者から自局中継線への割り込みは、はじめに選択符号ボタンを押して接続を試み、話中に遭遇した場合、割込ボタンを押しさえすれば後位話中でない限り所望の内線まで接続されるようにした。すなわち、割込み通話後、再度選択符号ボタンを押さなくても済むよう極力簡単な操作とした。

(7) 迂回選択は回線束が小さいことからCC (Coil to Coil) 選択のみとし、かつデコーダ機能とマーカ機能併合形式のマーカとした。

(8) トランスレータは多数の翻訳情報を得るのに有利なリングコイルタイプを採用した。

(9) 実装用品は日本電信電話公社の標準品を用いるとともに、架わくも最近新しく開発されたCXA架を用い将来の需要の動向に合致させ、また床面積の減少を図った。

5. 動作概要

AX8形クロスバ自動交換機の動作概要は次のとおりである。

5.1 標準接続動作

- (1) 前位局から入トランク、両方向トランクまたは台発信トランクが起動される。
- (2) 起動されたトランクはレジスタセンダリンクを起動し、空レジスタセンダを捕そくし、トランクとレジスタセンダを接続

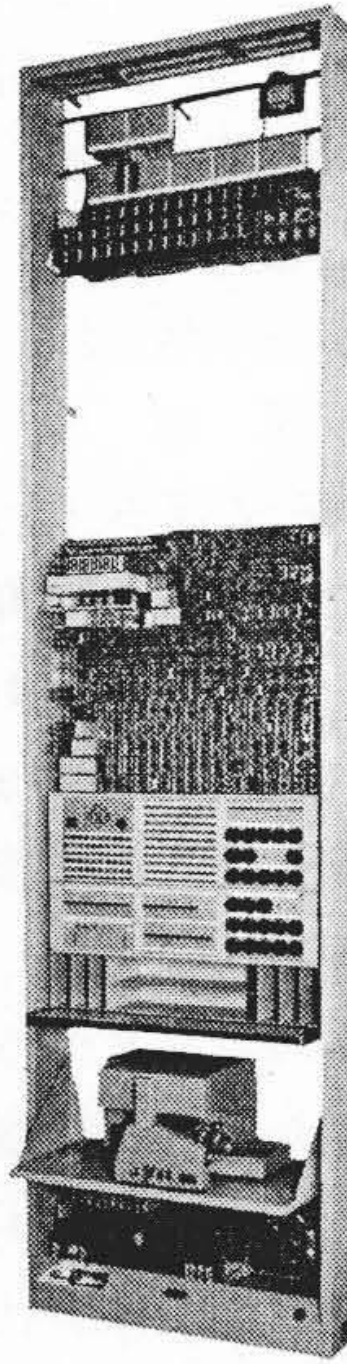
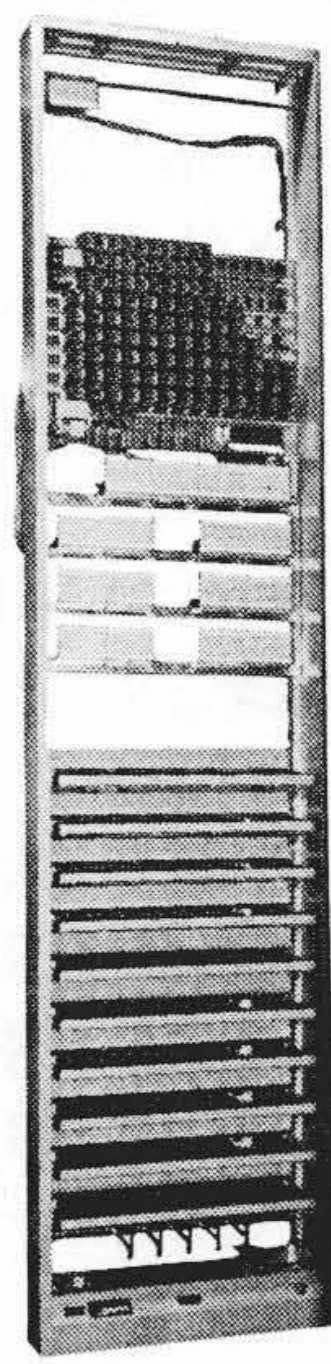
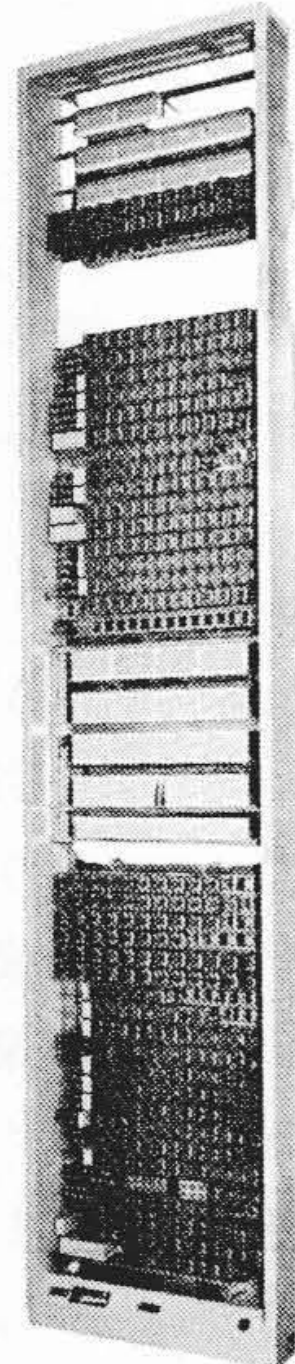
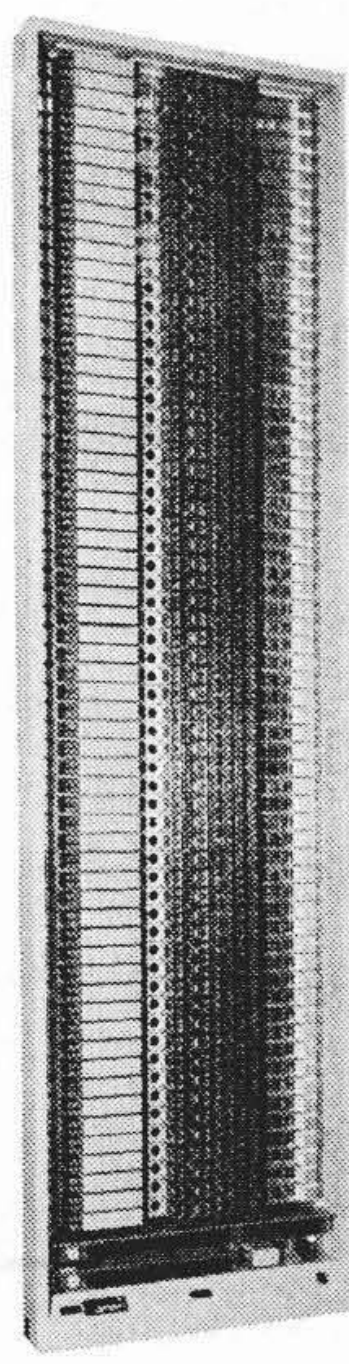
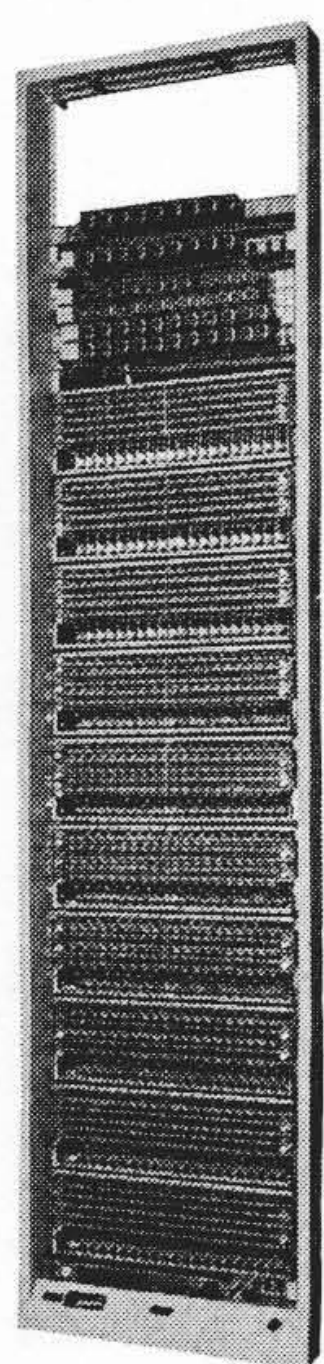


図4 AX8入一次スイッチ架 図5 AX8 LD入トランクおよびトランク架 図6 AX8マーカ架 図7 AX8トランスレータ架 図8 AX8集中試験架

する。

(3) 選択符号がダイヤルパルスかMF符号かの情報をレジスタセンダリンクよりレジスタセンダに送る。MF符号の場合、レジスタセンダはMF受信器コネクタを起動しMF受信器を捕そくする。

(4) レジスタセンダはダイヤルパルスまたはMF符号のいずれかを受信蓄積し、後位局を選ぶに必要十分なけた数を受信すると、レジスタセンダマーカコネクタを起動し、マーカを起動する。

(5) マーカはトランスレータを起動しレジスタセンダで受信蓄積した選択数字情報をトランスレータに送る。

(6) トランスレータは選択数字情報を出トランク収容位置、受信数字けた数、信号送出形式、送出数字消去、プレポーズ情報、マーカ動作形式、迂回ルート番号および通話路導通試験形式の情報を翻訳しマーカに送る。

(7) 一方、マーカが起動されたときトランスレータでの翻訳と並行して入クラス識別と入フレーム識別が行なわれる。入フレーム識別は全マーカをチェインにとり他のマーカをロックアウトして同時には1個のマーカのみ入フレーム識別ができる。

(8) 入クラス識別はマーカから強正電池、弱正電池、強負電池および弱負電池の4種類の電位を出し、そのうち2種類を入トランクごとに選ぶことにより合計16種類の入クラスを作り、マーカ入トランク—レジスタセンダリンク—レジスタセンダ—マーカの経路で行なっている。入クラスの一つを抜者に割り当て割込接続に用い、ほかの入クラスは出クラスと照合して接続制限に用いる。

(9) 入クラスと出クラスとを照合して接続制限されていないとマーカは出トランク収容位置情報にもとづきトランクブロックコネクタを起動し、空トランク群のうちから一つを選択する。

(10) トランクブロックコネクタ経由で捕そくトランクの収容出フレーム番号を識別する。入フレーム識別の場合と同様、マーカ間でロックアウトを行ない、同時に1個のマーカのみ出フレーム識別ができる。

(11) 入フレーム、出フレームが決定すると対応した入フレームコネクタ、出フレームコネクタを起動する。同一フレームにはホーム接続およびメート接続で2個のマーカがはいることができる。入トランクおよび出トランクにそれぞれ対応した入一次スイッチおよび出二次スイッチのセレクトマグネットを動作させる。また出フレームが起動されたとき、出トランクの保持をトランクブロックコネクタから出フレームに切換え、トランクブロックコネクタを開放し、保留時間の短縮を図っている。

(12) 入トランクと出トランク間の空チャネルを一つ選び、入二次スイッチおよび出一次スイッチのセレクトマグネットを動作させ次に入二次、出一次および出二次各スイッチのホールドマグネットを動作させる。

(13) 通話路が完成すると通話路導通試験を行ない正常ならば、ホールドマグネットが入トランクの地気で保持したことを確認しフレームを復旧させる。レジスタセンダはマーカを復旧させる。

(14) レジスタセンダはマーカから指示された送出信号形式に従い後位へ選択信号を送出し復旧する。レジスタセンダリンクも復旧し入トランク、スイッチフレームおよび出トランク経由でトレーンが後位へのびる。

5.2 話中接続動作

(1) 入トランクがレジスタセンダリンクおよびレジスタセンダを捕そくしようとする場合、話中ならば第1ダイヤルパルスが来るまでは待ち合わせるが、レジスタセンダ捕そく前に第1ダイヤルパルスが来ると呼損とし前位へ話中音を出す。選択符号が

表2(a) 接続制限パターン0(例)

入 ク ラ ス	出 ク ラ ス 入 対 地 出 対 地	0	1	2	.....	19
		市ヶ谷、 松 町	札 幌	三 沢、 仙 台	.....	健 軍
0	市ヶ谷抜者	○	○	○	.....	○
1	札幌、三沢	○	○	○	.....	×
2	仙 台	○	×	○	.....	×
3	入 間	○	○	×	.....	○
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15	春日、健軍	○	×	×	.....	○

○は接続可を示し
×は接続不可を示す

(b) 接続制限パターン1(例)

入 ク ラ ス	出 ク ラ ス 入 対 地 出 対 地	0	1	2	.....	19
		市ヶ谷、 松 町	札 幌	三 沢、 仙 台	.....	健 軍
0	市ヶ谷抜者	○	○	○	.....	○
1	札幌、三沢	○	○	○	.....	○
2	仙 台	○	×	○	.....	×
3	入 間	○	×	○	.....	×
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15	春日、健軍	○	×	○	.....	○

○は接続可を示し
×は接続不可を示す

MF符号の場合はMF受信器に接続されるまで待ち合わせる。

(2) すべてのコネクタ、マーカおよびトランスレータが話中の場合は待ち合わせる。

(3) 出トランク全話中の場合、迂回ルートがなくなると一般的には話中音を送出するが、本システムではトーキトランクに接続され通知サービスを行なう。トーキトランクも話中の場合、入トランクより話中音を出す。

(4) チャネル全話中の場合、出トランクを取り換えて再びチャネル整合を行なうが、それでも空チャネルがない場合は、出トランク全話中の動作を行なう。

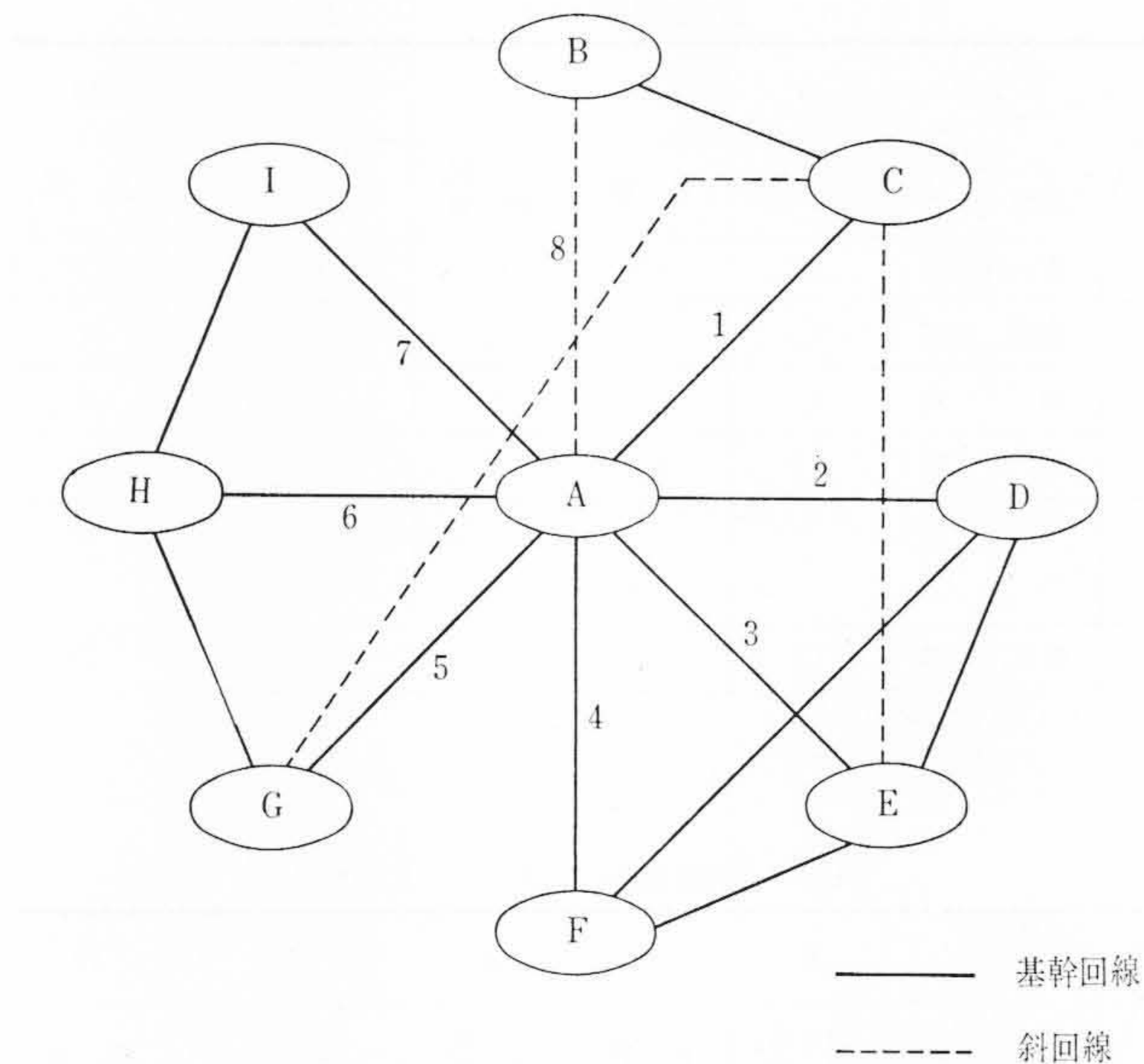
6. トラヒック異常対策

保守運用上の特殊性からトラヒックの異常状態に早急に対処するため、回線統制、基幹回線障害対策および総合的な網管理を行なう。

6.1 回線統制

救難などの緊急事態発生時にその対地へのトラヒックが集中し、予想される通話の輻輳を防止するため必要度の高い対地間の通話は許可し、他対地からの通話は接続制限することができる。接続制限された入対地からの呼びに対しては“緊急事態発生につき接続制限する”意味のトーキサービスを行なう。このような回線統制は迅速性が要求されるので予測される異常状態に備えあらかじめ回線統制のパターンを10種類設け、そのうちの1種類を電鍵(けん)操作で設定する。

回線統制の原理は入クラスと出クラスとを照合してマーカで処理中の呼びを接続制限するかしないかを定めるもので、入クラスは入トランクでのジャンパにより16とおりとれる。また出ルートを適当数まとめて一つの出クラスとし、最大20出クラスとれるようにしている。これらの入クラスおよび出クラスのいずれかにそれぞれ入対地および出対地を所属させ、接続制限パターンを一つ作る。表2に



迂回パターン	迂回順序
0	2→4→3→1
1	3→2→4→1
2	4→2→3→1
3	5→6→7→1
4	6→5→7→1
5	7→6→5→1
6	1→8→3→5
7~9	予 備

図 9 基幹回線障害時の迂回パターン

示すような接続制限パターンを 10 種類設け、各パターンに電鍵を対応させる。したがって異常状態が発生したとき、10 種類のうちから最も適切な接続制限パターンを指定すればよい。また、これらのパターンの作成はジャンパにより容易に変更可能である。

6.2 基幹回線障害などの対策

平常時は基幹回線がファイナル・ルートであるから、あるファイナル・ルートの呼びが輻輳し、全回線が使用状態になった場合でも、その基幹回線からほかのルートへ迂回させることはないが、基幹回線が障害になった場合などで、なおかつその呼びを接続させる必要があるとき、ほかの基幹回線へ迂回させる。A局を中心とする基幹回線 7 ルートに対する迂回パターンは図 9 に示すとおりである。たとえば A 局—C 局間の基幹回線が障害になった場合、まず F 局経由で D 局へ接続することを試み、次に E 局経由、さらに C 局経由と迂回させる。このような基幹回線の迂回は回線障害時にトランスレータのジャンパの張り換えにより行なうこともできるが、緊急時には何よりも迅速性ならびに簡単な操作が要求されるので、これら 10 種類の迂回パターン（うち 3 種類は予備）が直ちに電鍵操作できる。すなわち電鍵操作をしていない場合は、何回かの迂回選択を繰り返したのち、ファイナル・ルート番号をトランスレータより抽出すると FRO (Follow Reorder) となり、トランク全話中に遭遇すればトーキサービスまたは話中音を前位へ返し不完了接続とする。しかし電鍵操作をしていればトランスレータよりファイナル・ルート番号を抽出しても FRO 情報を取り消すので、図 9 に示すような基幹回線障害時の迂回パターンに従った翻訳をトランスレータに行なわせることができる。翻訳にもとづく迂回を繰り返したのち、最終ルート（上記の例では C 局）選択時に FRO 情報を出す。

6.3 回線網管理

全国の主要集中局階梯以上の局間中継線および総括局階梯の共通

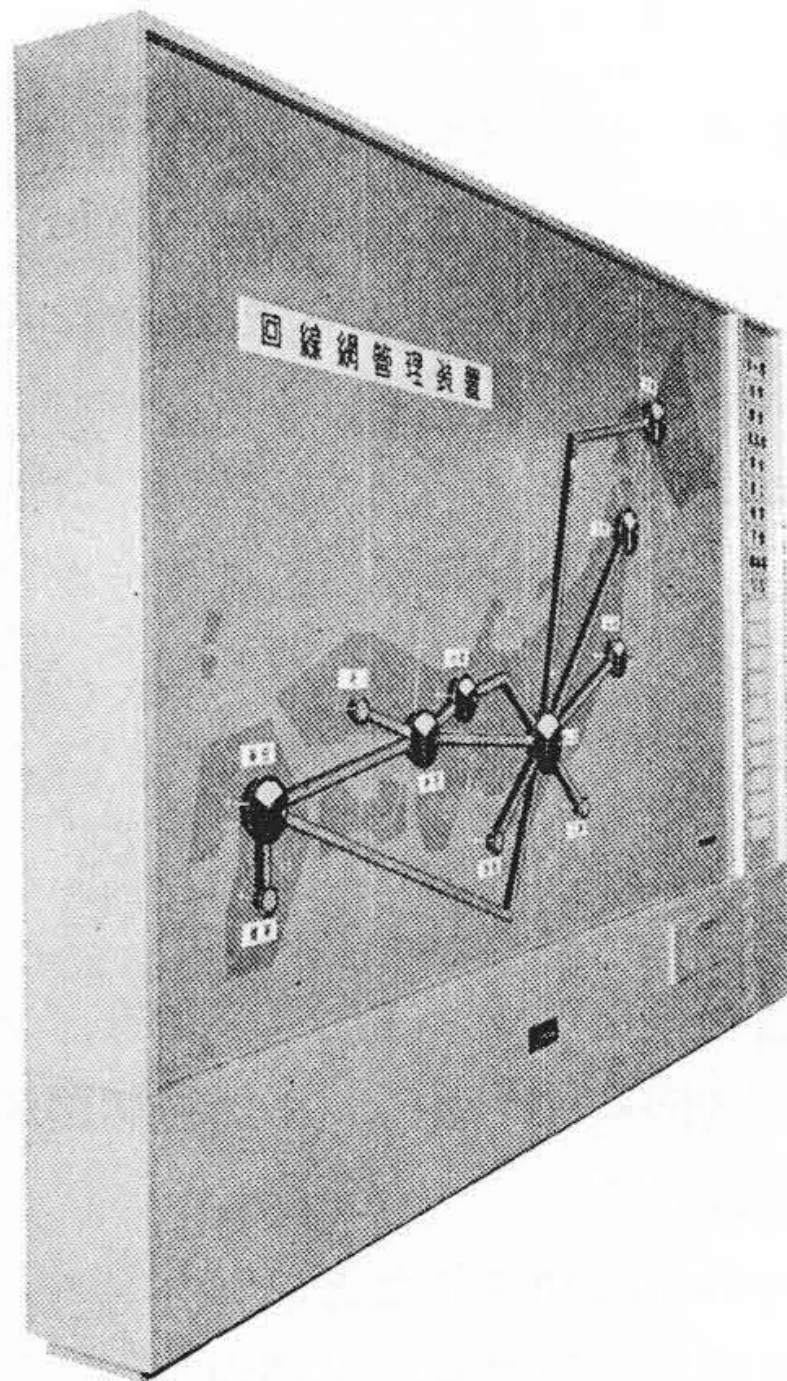


図 10 回線網管理装置

制御機器の使用状況を一元的に掌握し、トラヒックの異常状態に迅速に対処できるよう回線網管理装置を AX 8 形クロスバ自動交換機と併置した。共通制御機器としてレジスタセンダを選び、その使用能率をもって着目している交換局へのトラヒック負荷のかかり具合を判定する。また局間中継線の使用能率もレジスタセンダの使用能率測定と同様の手段で測定できるよう考慮を払っているが、開局当初は全話中のみ検出し表示している。レジスタセンダの使用能率は 10% から 100% の範囲で適当なステップで測定できる。たとえば 40% 未満、40% 以上 70% 未満および 70% 以上のように 3 段階にランプ表示する。これら使用能率の測定は一定時間ごと（たとえば 10 秒、20 秒、30 秒、3 分、6 分および 9 分のいずれかに設定可能）にレジスタセンダまたは局間中継線すなわちトランクを走査し、得られた同時動作数を設備数で除算して使用能率を算出する。使用能率の測定結果はあらかじめ設定した値と比較して高中低のいずれかに分類し高ならば赤ランプ、中ならば黄ランプ、低ならば緑ランプを表示盤上に点灯する。

また市ヶ谷総括局管内の下位局との局間中継線の使用能率表示装置も設けられている。図 10 に回線網管理装置の表示盤を示す。

7. 結 言

以上、AX 8 形クロスバ自動交換機の概要について述べたが、日本電信電話公社の C 82 形自動交換機を基調として防衛庁電話回線網に適合した中継交換機を設計する当初の目標は達成できたと思われる。本交換機は防衛庁自動即時計画に策定された中継交換機の機種のうちで最大規模のものであり、第 1 号機として導入された。今後、自動即時計画の進展とともに設備される中継交換機 GSB-2 および GSB-3 は本交換機と接続され、自動即時通話に大きな役割を果たすものと思われる。本交換機は自動即時計画の第 1 号機のため、その設計条件は当初の予測と実情とで相違する点もあると思われるが、今後の運用実績から得られる実際に即した資料を以後の設計に活用していきたい。

終わりにご指導を賜った防衛庁の関係各位に厚く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 加藤：信学誌 51, 1140 (昭 43-9)
- (2) 福富、石井、上田、千葉：施設 16, 60 (昭 39-7~9)
- (3) 鈴木、池沢ほか：日立評論 48, 714 (昭 41-6)