

私設通信網用市外自動中継交換機の標準化

Standardization of Automatic Toll Transit Exchange Equipment for Private Telephone Network

大野 徹* 横田 修* 中川 裕陽*
Tōru Ōno Osamu Yokota Hiroharu Nakagawa

要 旨

私設通信網用の市外自動中継交換機として新たに開発された AX6 形クロスバ交換機は、2線4線混合方式および一次、二次兼用クロスバスイッチ方式などを採り入れたフレーム構成、レジスタセンダリンクの3線化、各種装置の小形化、経済化などにより従来の市外中継交換機に比べて大幅な小形化が達成された。

1. 緒 言

クロスバ交換機は約10年前よりわが国に導入され、私設交換機分野においても一般PBX用はもとより市外中継交換機用としても共通制御方式の特長である各種機能の豊富さとクロスバスイッチを使用することによる伝送特性の優秀性により、電力会社、電鉄会社などの業務用私設電話交換網に広く採用されてきた。交換網の自動化が進展するにつれ、当初は大規模回線網の比較的回線数の多い局にのみ採用されていた市外交換機も、広く回線網の各所に採用されるようになり、また比較的小規模の回線網においても自動化をしようとする動きが現われるようになってきた。これらの比較的小規模の、多数の交換局に市外交換機を採り入れるためには、顧客により異なった各種の要求仕様を満足するための標準化と、少回線数でも有利な経済化とが特に必要となる。

日立製作所においては上記の要求に沿った私設用市外中継交換機として新たに AX6 形クロスバ交換機を開発したので、その内容を紹介する。

AX6 形クロスバ交換機は電力会社、電鉄会社などはもとより一般の回線網にも適用可能なよう機能上の問題をはじめ、既設ステップバイステップ式あるいはクロスバ式の各種PBXに容易に接続するように融通性と設置面積の大幅な低減とに配慮して設計されている。本交換機はすでに東京急行電鉄株式会社、中部電力株式会社長野支店などに納入され、いずれも好評を得ている。

2. 概 要

AX6 形クロスバ交換機は30~200回線程度の局に用いられる全共通制御式2段接続私設線用中継交換機であり、クロスバ式あるいはステップバイステップ式の構内交換機のいずれにも接続でき、中継線は2線式あるいは4線式を自由に収容することができる。本交換機的设计方針を示すと次のとおりである。

- (1) 各種装置の小形化をはかり経済性を高める。
- (2) 収容回線数は一般私設線中継交換機として需要の多いものが100回線前後であることから最大回線数を200回線程度とする。
- (3) ルート数は一般に要求されるものが10ルート程度のものが最も多いことから、初期実装20ルートとし、なお必要に応じて増設しうようにする。
- (4) 架の実装は、通常のビルなどでは天井高の制限から一般に低架高のものが用いられるが、電力会社などにおいて専用の交換機室を有するような場合、あるいは搬送装置と共存するような場合には架高を高くして床面積を縮小しうよう、CF8(高さ2,327mm×幅956mm)とCD8(高さ2,735

* 日立製作所戸塚工場

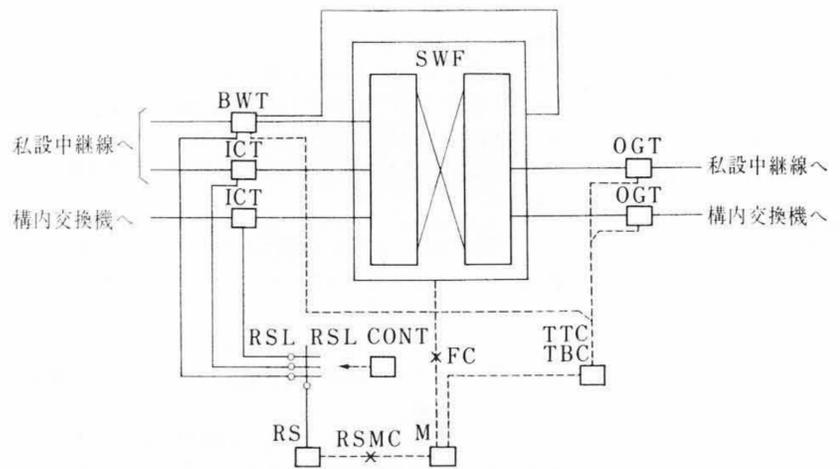


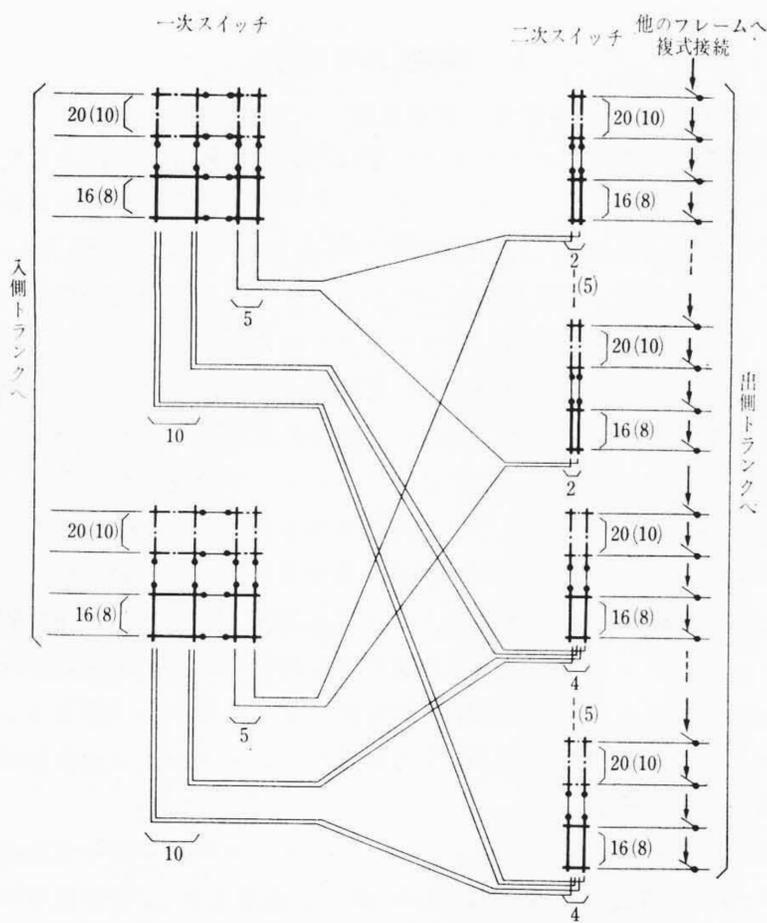
図1 AX6形クロスバ交換機標準中継方式図

- (5) レジスタセンダ方式を採用し、番号計画に対する融通性を持たせる。
- (6) 種々の回線網計画に対して適応性を持たせるため迂回機能を持たせる。迂回回数は実用上不便にならない範囲内で経済性とかね合わせ、最大3回までとする。
- (7) ステップバイステップ式の局を含む回線網などにおいて、中継する経路によって受信した番号を他の番号に変換して送出する必要がある場合のために変換番号の送出機能をもたせる。
- (8) 番号計画は種々の番号方式に適用しうるものとし、また私設電話回線網においては、局の新設、増設などに伴って設置後に番号計画の変更が行なわれることがしばしばあるため、これらに容易に順応できるようにする。このため、出方路識別のための番号の展開は市外識別番号をのぞき局番として最大4けたまでの識別を可能とし、また番号計画上のけた数の制限はないものとする。
- (9) 障害記録装置および集中試験装置などを設置することにより、障害発見および保守の容易性をはかる。

3. 中継方式およびフレーム構成

標準中継方式図を図1に、フレーム構成(2段接続方式である)を図2に示す。

基本フレームは20V×10H×6Wのクロスバスイッチ3個で構成され、一次スイッチに1個半、二次スイッチに1個半を使用する一



実線部分は基本スイッチを示し、1点鎖線部分は増設スイッチを示す。端子数は()を付さないものが2線中継線のみの場合、()を付したものが4線中継線のみの場合を示す。

図2 フレーム構成図

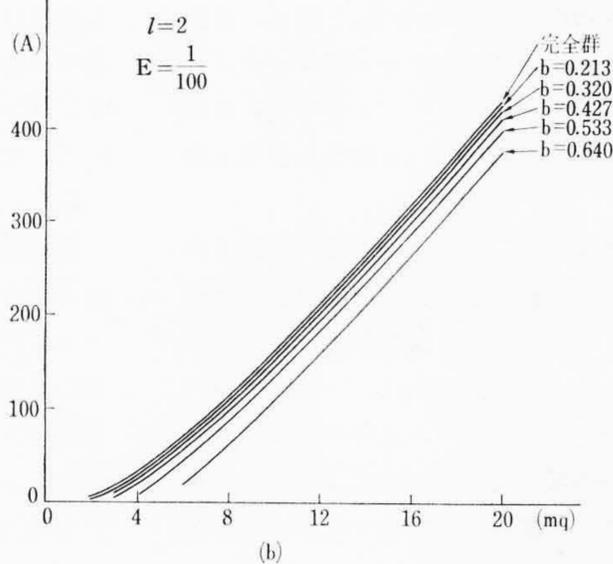
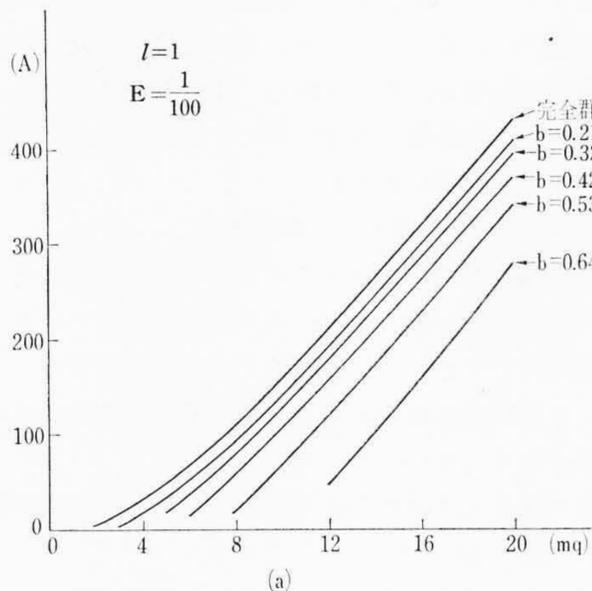
次二次兼用クロスバススイッチ方式を採用しているため、経済的である。

フレームの一次スイッチ水平路側には入側トランクを収容し、二次スイッチ水平路側には出側トランクを収容する。中継線は2線中継線のみ、4線中継線のみ、および2線中継線と4線中継線とを混合して収容することが可能である。2線中継線を収容する場合はバースイッチによって、6線を3線ずつに2分割して使用する。

入側端子数を増やす場合には、このフレームを1単位として最大15フレームまで設置でき、二次スイッチ出側端子はすべてのフレームを複式接続し、出側トランクを収容する。

4線中継線を収容する場合はクロスバススイッチを6線を使用するため1フレームの収容回線数が少なくなる。したがって増設スイッチを付加することにより収容回線数を増す。増設スイッチは一次側および二次側とも基本スイッチと同様に20V×10H×6Wのクロスバススイッチを1個半ずつ使用する。

一次スイッチと二次スイッチ間を接続するリンクを、単リンクの部分と2重リンクの部分とで構成しスイッチの経済化をはかっている。



E: 出線話中とリンクブロックによる呼損率
mq: 1回線束の回線数
A: 出線に加わる呼量(HCS)
I: リンクの重なり数
b: リンク能率
図3 出線数と運びうる呼量との関係

表1 収容回線数

		基本スイッチのみ		増設スイッチ付加	
		2線中継線	4線中継線	2線中継線	4線中継線
一次側	1フレーム当り収容可能回線数	32	16	72	36
	15フレーム(最大)時における収容可能回線数	480	240	1,080	540
二次側	収容可能回線数	160	80	360	180

単リンクによって接続される部分と2重リンクによって接続される部分の出線数と運びうる呼量との関係を、リンクの使用能率をパラメータとし出線とリンクを含めた呼損率1/100の場合について、ヤコビウスの損失式により求めると、それぞれ図3(a), (b)のようになる。

二次スイッチにおけるトランクの収容についてはリンクブロックを考慮し、同一方路の中継線数の比較的多いものを単リンクの部分に収容し、少ないものを2重リンクの部分に収容する。

本交換機に収容可能な回線数を表1に示す。2線中継線と4線中継線とを混合収容する場合には4線中継線は2線中継線2回線分として換算する。

4. 接続概要

2線トランク相互間の接続は次のようにして行なわれる。

入トランクが入中継線を経て相手局より捕そくされるとレジスタセンダリンクコントローラを起動する。レジスタセンダリンクコントローラは空レジスタセンダを捕そくし、入トランクの収容されているフレームのフレームナンバー、入トランクの入クラスおよびダイヤルクラスの情報を送り、同時にレジスタセンダリンクのクロスバススイッチの交差点を閉じてレジスタセンダリンクの水平路側に収容されている入トランクと垂直路側に収容されているレジスタセンダをレジスタセンダリンクを経て接続する。接続終了後レジスタセンダリンクコントローラは復旧する。レジスタセンダリンクの保持はレジスタセンダより行なわれる。

入トランクがレジスタセンダと接続されると、必要のある場合は、入トランクより相手局へ第2ダイヤル音または起動完了信号を送出する。

レジスタセンダは相手局より送出されるダイヤルパルスを入トランクおよびレジスタセンダリンクを経て受信し、計数、蓄積する。第1数字、または第1数字と第2数字を展開してマーカ起動けた数を決定し、そのけた数だけダイヤルパルスを受信したとき空マーカを起動して情報を転送する。

マーカは入トランクの収容されているフレームを捕そくし、マー

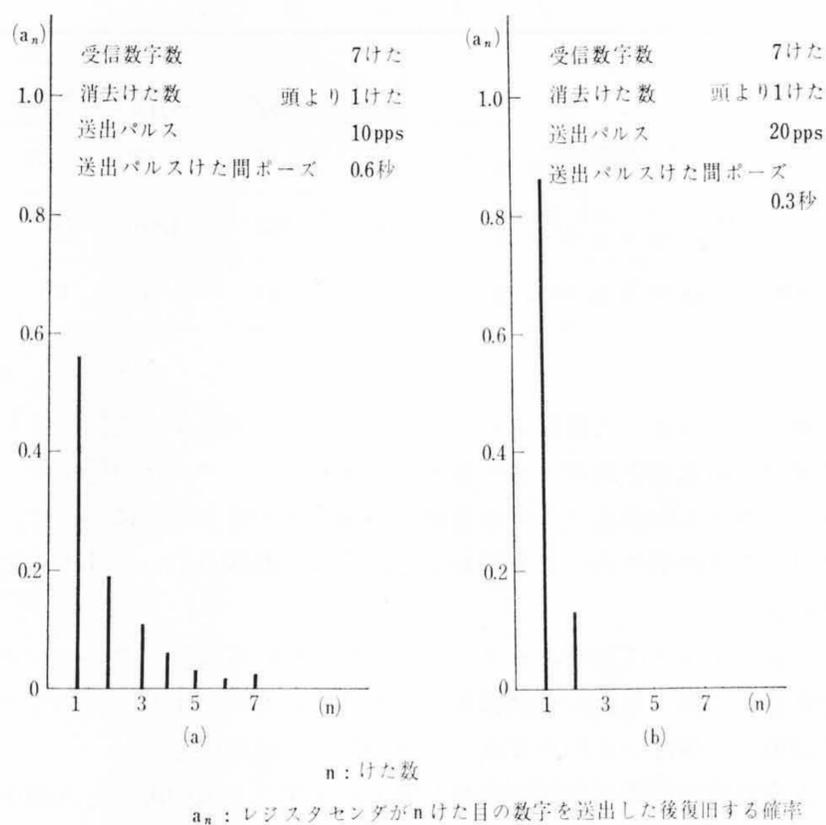


図4 レジスタセンダ復旧けた数

カ・レジスタセンダ・レジスタセンダリンク・入トランク・フレームの経路で入トランクの収容されている位置の一次スイッチのセレクトマグネットおよび切換用セレクトマグネットを動作させると同時にフレームより入トランクが2線トランクであるとの情報を受ける。一方受信した被呼番号によって出方路を決定し、リンクの試中試験を行ない、トランクテストコネクタを起動し、空出トランクのあるトランクブロックコネクタを捕そくする。ほかのマークが一つのトランクブロックコネクタを捕そくしているときは、空出トランクのあるほかのトランクブロックコネクタを優先捕そくし、空出トランクブロック内に空出トランクがなく、ほかのマークによって捕そくされているトランクブロックコネクタのみに空出トランクがある場合にはそのトランクブロックコネクタが開放されるまで待合わせる。またフレームおよびトランクテストコネクタがほかのマークによって捕そくされている場合にも待合せをする。

トランクブロックコネクタを捕そくと空出トランクを捕そくして入トランクと出トランク間のクロスバスイッチのクロスポイントを閉じ、入トランクと出トランクをフレームを経て3線にて接続し、同時にレジスタセンダにて受信した数字の何けた目から被呼局へ送るか、送出インパルス速度が10 ppsであるかあるいは20 ppsであるかの情報をレジスタセンダへ送出する。接続終了によりマークはフレームおよびトランクブロックコネクタを開放し復旧する。クロスバスイッチの保持は出トランクより行なわれる。

レジスタセンダはインパルスを送出しない場合には直ちに復旧し、またインパルスを送出する場合にはレジスタセンダ・レジスタセンダリンク・入トランク・フレーム・出トランク・被呼局の経路で送出する。レジスタセンダは受信、蓄積している数字を全部送出し終われば復旧する。

4線トランク相互間の接続の場合には、リンクは6線で接続されるが、その識別は次のようにして行なわれる。まず出中継線が2線であるか4線であるかの識別は、マークが出方路を決定したときに行なわれ、入中継線が2線であるか4線であるかは、一次スイッチのセレクトマグネットが動作したとき、フレームよりの情報により識別される。マークではこれらの情報の組み合わせにより、出中継線、入中継線とも4線の場合には、切換用セレクトマグネットを動作させないようにし、6線にて接続する。

5. 機能上の特長

5.1 併合式レジスタセンダの採用

一般にレジスタとセンダはそれぞれの装置を独立の装置として構成する分離方式とレジスタセンダとして一つの装置にまとめる併合方式がある。それぞれの方式において、インパルスの送受信方法に、レジスタで全数字受信し終わってからセンダで送出を開始する方式と、受けながら順次送出していく方式がある。

まずインパルス送出方法について比較すれば、受けながら送出する方式を採った場合には、出線への接続に必要なけた数のパルスのみ受ければただちに接続し、以後のパルスを受けながら送出し、送出数字が受信数字に追いつくと復旧するような方式を採用することができる。この方法による利点は、発呼者がダイヤル終了後、目的局までの接続時間が短縮され、サービスの向上となる。共通装置よりセンダへインパルス送出後の復旧けた数の情報を送る必要がなくなる。レジスタセンダの保留時間短縮による経済化ができるなどである。ここで受けながら送出する形式のレジスタセンダの保留時間短縮について検討する。

相手局より到来するダイヤルパルスのダイヤルポーズを実測値⁽¹⁾より、平均値1.2秒、標準偏差0.32秒の正規分布とし、受信数字けた数を7けたとし、レベル転送を行わず第2数字目より送出するものとした場合に、レジスタセンダの送出数字が受信数字に追いついて途中復旧する確率を正規分布の確率式を用いて計算し⁽²⁾、途中復旧するけた数と確率との関係を図示すると図4のようになる。この結果から平均保留けた数を求めると図4(a)の送出パルスが10 pps、けた間ポーズ0.6秒のときは2.0けたとなり、(b)の20 pps、けた間ポーズ0.3秒のときは1.2けたとなる。したがって平均保留時間が短縮され、装置数が少なくなる。

一方装置の構成をレジスタとセンダに分離する方式の利点はレジスタ呼量に比べセンダ呼量が少ないときにセンダの数をへらし経済化しうることにあるが、反面レジスタとセンダに分割したことにより、コネクタ部分が増し制御もやや複雑になる。

本交換機は中継交換機であることからセンダが使用される場合が多いため、分離方式を採用してもレジスタ呼量に対してセンダ呼量が特に少なくなることはなく、装置数減少は期待できない。むしろコネクタ部分が増加する分だけ不利になる。したがって本交換機においてはそれぞれの利点を採り入れ、装置の構成に併合形式を採用し、インパルス送出方法については受けながら順次送り出す方式としている。

この方式においては、送出数字が受信数字に追いついて復旧した後、発呼局より到来するダイヤルパルスは入側トランクよりフレームを経て直接出側トランクへ送出される。したがってレジスタセンダより送出するインパルスは被呼局へ送出されるインパルス列の最初の数けたであるため、本レジスタセンダの蓄積けた数は市外識別番号以外に6けたであるが、番号計画、けた数の制限はほとんど受けず、最大けた数が市外識別番号以外に7けた以上となる回線網に対しても適用することが可能である。

5.2 3線式レジスタセンダリンクの実用化

従来種々の交換機において入レジスタリンクおよびセンダリンクは3線のものがあるが、レジスタセンダリンクはトランクとレジスタセンダ間の接続リードとして一般にインパルスの受信に2本、送出に2本、さらに制御線を必要とするため3線化することは非常に困難で、実用化されていなかった。

本レジスタセンダリンクは次のような方法により3線化に成功したものである。

(1) インパルスの送出と受信にそれぞれ1本ずつのリードを使

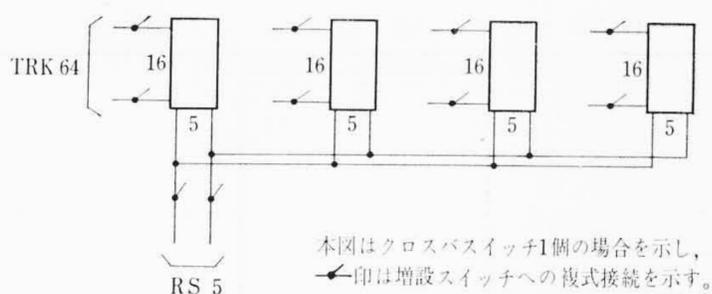


図5 レジスタセンダリンク構成図

用し、受信および送出を片線方式にて行なう。

- (2) 1本の制御リードでトランクとレジスタセンダ間の接続確認情報および話中音送出識別情報などの数種の情報を伝達し、リードを有効に使用した。

中継交換機においては装置全体に対するレジスタセンダリンクの占める割合はかなり大きく、3線化によって同一クロスバスイッチに収容できるトランク数が約2倍になり、非常に経済化されている。

レジスタセンダリンクの構成は図5に示すように、1段接続で、クロスバスイッチ1個にトランクを64回路、レジスタセンダを5回路収容したものを基本としている。これを単位として増設を行ない、原則としては完全群を構成するが、局情により不完全群にて構成することも可能である。

また、本レジスタセンダリンクは接続時間などの検討の結果、バイリンクにて接続する必要はないという結論を得たので、バイリンクを設けず、レジスタセンダリンクコントローラの経済化を図った。すなわち、レジスタセンダリンクへの着信時における時間関係を検討すると、着信時において最も条件が悪くなると考えられるのはA形局から着信した場合に、A形局においてワイパの回転数が多くなり、本交換機側への起動がおくれたときのミニマムポーズ間接続である。表2は検討を行なうにあたっての仮定とその具体的数値および計算結果である。加入者のダイヤルポーズを平均値1.2秒、標準偏差0.32秒の正規分布⁽¹⁾とする。ただしダイヤルの構造上0.6秒以下のものはないとする⁽²⁾。表2の仮定よりA形局内において消費される時間を求める。一方レジスタセンダリンク側では一つのレジスタセンダリンクコントローラに収容される中継線数を最大時の64回路、中継線能率を発着信合計60%とし、レジスタセンダリンクコントローラの平均待ち時間をアーランC式によって求める。さらに着信してからレジスタセンダリンク閉成までの時間を機器の動作時間から0.09秒とし、これらの値よりダイヤルポーズ開始後レジスタセンダリンク閉成までの時間を求めると、0.6秒以上になるのはワイパが10歩回転するときのみである。したがってミニマムポーズ間接続の問題もワイパが10歩回転するときを考えればよい。

現在電力会社および電鉄会社などで用いている回線網においては1方路10回線程度の局が多いことから、各A形局と接続されている中継線数を10回線とし、A形局においてはグレーディングをとりえず完全群で構成するとして考える。中継線能率を発着信合計60%とし、10番目のワイパで運ばれる呼量をアーランあふれ呼量表により求め、これよりワイパが10歩回転する確率を求めると 2×10^{-3} となる。

一方10番目のワイパによって接続された着信呼がプレダイヤルとなる確率をミニマムポーズの開始よりレジスタセンダリンクの閉成までに要する時間と表2の数値に基づいた正規分布の確率式によって求めると 9×10^{-3} となる。したがって着信呼が10番目のワイパによって接続され、かつプレダイヤルとなる確率は 2×10^{-5} 程度となり、一般のレジスタセンダ算出呼損率 $1/500 \sim 1/1,000$ よりも2けた程度小さくなるため、バイリンクを設けなくても問題はない。

表2 レジスタセンダリンク接続検討における仮定と計算結果

仮定	ダイヤルポーズの習性	正規分布とする。ただし 平均値 標準偏差 最小値	1.2 s 0.32 s 0.6 s
	中継線	中継線能率(発着信合計) 平均通話時間	60% 150 s
A形局	セレクトAリレー復旧	150 s	
	ワイパ1歩回転 Dリレー動作 レピータ捕そく(1号Cレピータ) AX6への中継線数	34 ms 10 ms 25 ms 10	
AX6	中継線数 着信よりレジスタセンダリンク閉成まで	64 90 ms	
計算結果 (ワイパ 10歩 回転)	A形局消費時間	525 ms	
	レジスタセンダリンクコントローラ平均 待ち時間	19 ms	
	ダイヤルポーズ開始後レジスタセンダ リンク閉成まで	634 ms	
	A形局にてワイパが10回転する確率	2×10^{-3}	
	ワイパが10回転したときのプレダイヤ ル確率 プレダイヤル確率	9×10^{-3} 約 2×10^{-5}	

なおプレダイヤルとなった場合にはトランクより話中音を送出する。

プレダイヤルに関し、より完全を期す場合は第2ダイヤル音あるいは起動完了信号を送出するなどの運用方式を採用することが可能である。

5.3 2線、4線混合収容方式

2線中継線と4線中継線を収容するフレームを分離せず、同一フレームに自由に混合して収容する方式を採用した。このため、小規模の4線交換を行なう場合にも端子をむだなく使用することが可能であり、不経済とならないようにされている。

5.4 トランクにおける2線、4線切換方式

4線トランクはハイブリッドコイルを有し、フレームを経て接続される相手側トランクが2線トランクのときのみ通話線を4線から2線へ切り換えるが、その切換情報はほかの装置からはもらわず、F線を使用して相手側が4線トランクであるか2線トランクであるかを識別する方式をとることにより、共通装置よりトランクへの情報転送を簡略化している。

5.5 警報、試験機能

本交換機は障害の発見と原因追求の容易性を期し、保守上の便利さを考慮し、マーカの障害時には障害記録機により、自動的に障害内容を記録し、各種装置の障害およびヒューズ断などのときは機械室および保守員室へ可聴、可視警報を行ない、また集中試験装置より接続試験(入側トランク、レジスタセンダ、マーカ、リンク、出側トランク指定)、通話試験およびインパルス試験(スピード、レソオ)を行なうことが可能である。

5.6 変換番号方式

2節で述べたように、中継する経路によって受信した番号をほかの番号に変換して送出する必要があることがある。たとえば、ステップバイステップ式局においてセレクトレベルの不足などにより図6に示すような局間中継方式とせざるをえない場合、C局よりA局への接続にあたって、同じ加入者ダイヤル“A₀XXX”でB₀局経由の場合は“A₀XXX”を、またB₁局経由の場合は“A₁XXX”を中継線に送出しなければならない。このような場合でも変換番号送出機能により既設局の収容レベルの変更などを伴わずに中継交換機の導入が可能となる。

5.7 接続路切換方式

フレームに加わる呼量の軽減と構内交換機に接続する出トランク

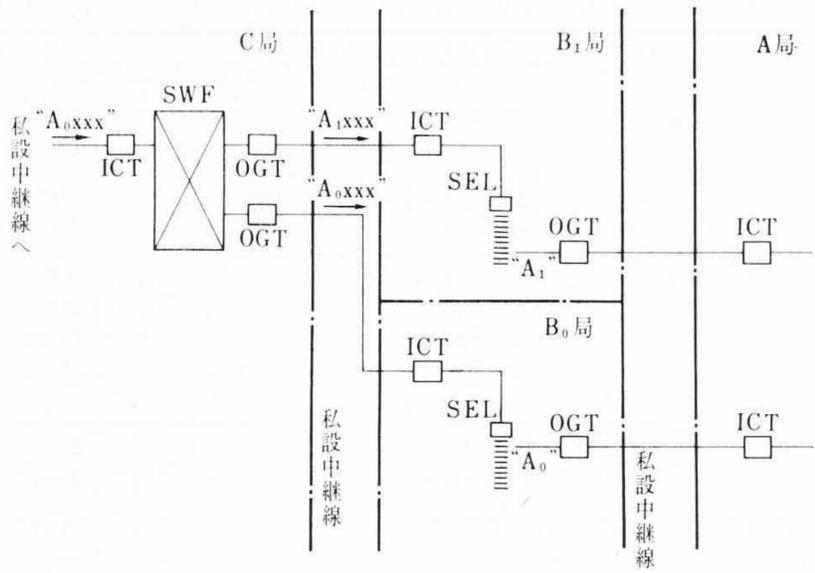


図6 変換番号回線網

表3 主要構成装置

架種	搭載装置内容
共通装置架	マーカ2個, レジスタセンダ11個(CD架の場合): トランク64回路とレジスタセンダ10回路を収容可能なレジスタセンダリンク一式, トラブルレコーダおよびJKL盤を搭載する。
スイッチ架	フレーム用クロスバスイッチ, 基本用3個, 増設用3個およびトランクブロックコネクタ類を搭載する。このほかに指定によりトランク類および試験装置を搭載する。本架1架にて1フレームを構成する。
トランク架	指定によりトランク類および試験装置などを搭載する。

を削除してフレームの必要出端子数を減らすため, 中継線トランクより直接構内交換機へ接続するリードを設けておき, 中継線側より構内交換機への着信接続のさい, 中継線トランクにおいて接続路をフレーム側より構内交換機側へ切り換えて接続するように中継方式をとることも可能である。これはタンデム中継呼量が少なく構内交換機への着信呼量が多い場合に特に有利となる。

6. 構成装置の概要

AX6形クロスバ交換機の主要構成装置は表3に示すように標準化されており, 顧客の要求に応じてこれらを適当に組合わせて使用する。これら主要装置各架の概略実装を図7に示す。

実際の局に適用された一例として, 東京急行電鉄株式会社自由ヶ丘駅に設置されたものの機器搭載図を図8に示す。同局の収容回線は局間中継線4方向, 計50回線(すべて両方向回線)構内交換機からの上り回線14回線, 下り回線14回線である。

これらの図より明らかのようにAX6形クロスバ交換機は現在わが国で使用されている市外中継交換機としては構内交換機との兼用機種をも含めて他に例のないほど著しく経済化されている。

7. 結 言

AX6形クロスバ交換機の開発により従来より広範囲の顧客層に対して市外自動中継による回線網運営の合理化を提供しうることとなったが, 今後いっそうの検討を重ね, より豊富な機能を持ち, より合理的, より経済的な機種を開発を進めていく所存である。

最後に種々ご指導ご助言をいただいた顧客のかたがたに深く謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) 長田, 鈴木: 加入者のダイヤルインパルスポーズの実状 施設 Vol. 2, No. 12, 41 (1950-2)
- (2) 大塚, 白須, 秋山: 日立評論 46, 1018 (昭37-7)

共通装置架	スイッチ架	トランク架
(レジスタセンダ)	トランクブロックコネクタ付加装置	注1
(レジスタセンダ)	(トランクブロックコネクタ)	
(レジスタセンダ)		
(レジスタセンダ)	(クロスバスイッチ)	
(レジスタセンダ)	(クロスバスイッチ)	
(レジスタセンダリンクコントローラ)	(クロスバスイッチ)	
(レジスタセンダリンク)	JKL	
	フレームR/G	
(レジスタセンダリンク)	(クロスバスイッチ)	
(さん孔機)	クロスバスイッチ	
マーカ	クロスバスイッチ	
マーカ	クロスバスイッチ	
ヒューズ	雑パネル	ヒューズ
		ヒューズ

注1. 本図に示したのはCD8架の場合であり, CF8架の場合は各架とも点線で示した位置よりも下の部分とする。
注2. ()で示した装置は指定によって搭載する。

図7 各架概略実装図

共通装置架	スイッチ架	スイッチ架
レジスタセンダ	トランクブロックコネクタ	
レジスタセンダ	LD出入トランク	
レジスタセンダリンクコントローラ	LD出入トランク	
レジスタセンダリンク	JKL	
	フレーム R/G	
レジスタセンダリンク	LD入トランク	
	LD出トランク	
	LD入トランク	
	LD出トランク	
	LD入トランク	
	LD出トランク	
	LD入トランク	
	LD出トランク	
	クロスバスイッチ	
	クロスバスイッチ	
マーカ	クロスバスイッチ	
マーカ	クロスバスイッチ	
ヒューズ	雑パネル	ヒューズ
		ヒューズ

図8 東京急行電鉄株式会社自由ヶ丘駅納 機器搭載図