

日本国有鉄道名古屋局納

RX-38 形 クロスバ自動電話交換装置

Type RX-38 Crossbar Automatic Telephone Exchange for Nagoya Office,
The Japan National Railways松下 純二郎*
Junjirō Matsushita大塚 英次郎**
Eijirō Ōtsuka白須 宏俊**
Hirotoshi Shirasu秋山 忠彦**
Tadahiko Akiyama土屋 好郎**
Yoshirō Tsuchiya宝川 卓也**
Takuya Hōkawa横田 修**
Osamu Yokota

内 容 梗 概

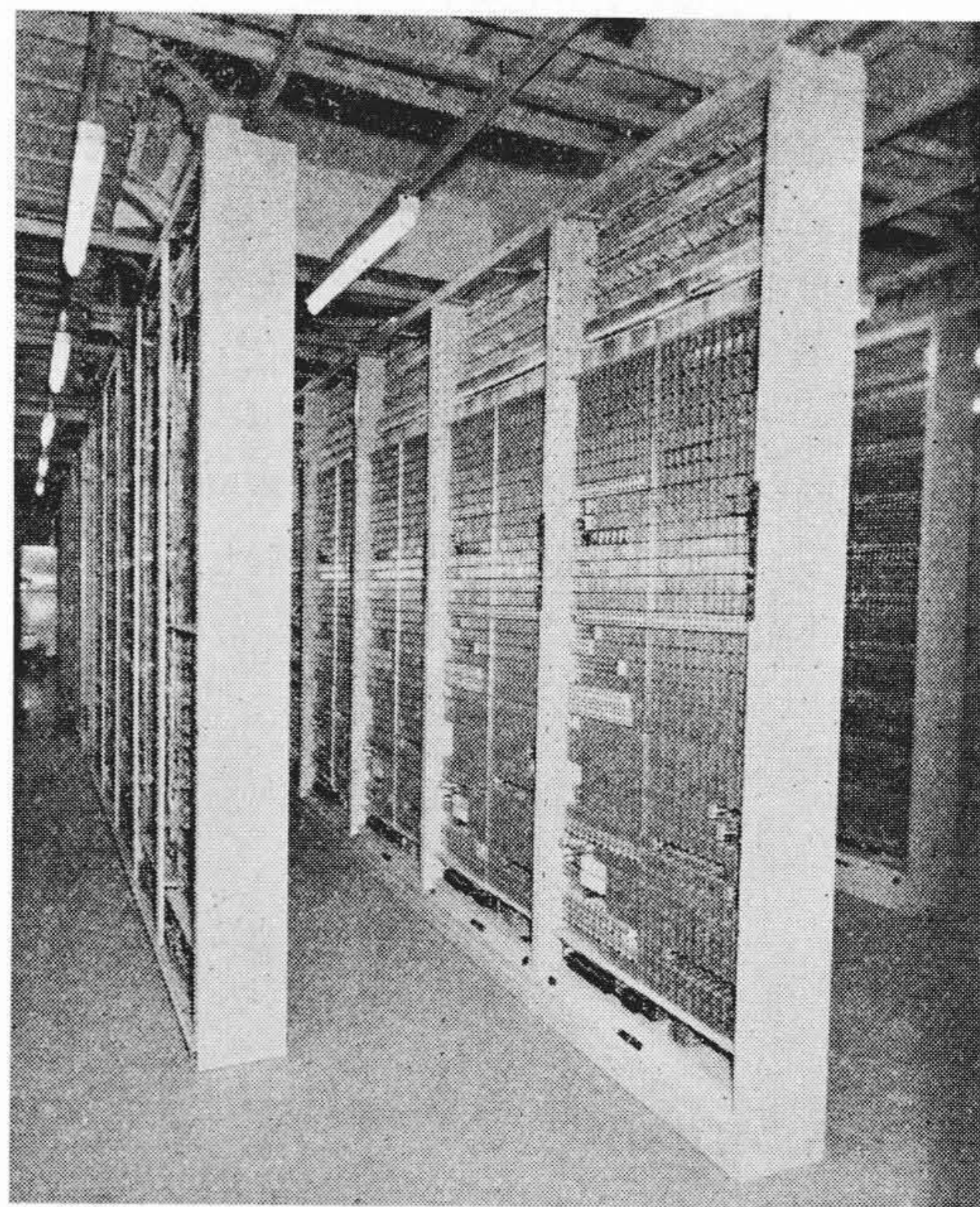
国鉄名古屋総括局に設置された RX-38 形クロスバ電話交換装置は、最終容量として、ライン端子 3600、ローカルトランク端子 1200、トールトランク端子は 2 線換算で入側 1440、出側 1120 を有し、国鉄のクロスバ電話局としては最大規模を誇るもので、種々の新しい技術が取り入れられている。本装置は、名古屋局内の自局内接続、地区内 2 線タンデム交換のほかすでに自動化されている東京、大阪総括局をはじめ、名古屋地域の統制局との間で 4 線タンデム交換を行ない、中部地域の鉄道通信網の強化に貢献することが期待される。

本文では、RX-38 形電話交換装置の構成、動作概要、中継線計画、番号計画などについて説明し、さらに本装置において新しく開発された、フレーム構成およびチャンネル選択などにおける新技術について述べる。

1. 緒 言

今回、国鉄電話回線網のトールダイヤル化計画の一環として、名古屋総括局に RX-38 形クロスバ電話交換装置が設置されることになり日立製作所が製作納入した。本装置は、2 段接続のトールステージと、4 段接続のローカルステージとを、インタマーカ形式によって結合したもので、接続時間の短縮、機器の経済化など、共通制御方式の特長を十分発揮するよう設計されている。とくに、ローカルフレームのフレーム構成は、従来の 4 段接続フレーム構成に種々の検討を加え、新しいフレーム構成を採用した結果、呼量的ならびにスペース的に著しく改善され、将来の回線容量の増大に対しても、経済性を失なうことなく増設ができるように考慮されている。また、トールステージは、さきに札幌総括局として開発された 2 線 4 線混合方式を採用することにより、大規模な 4 線中継局のみならず小規模の 4 線中継局にも経済的に適用することができるようになっている。さらに将来の選択信号の多周波信号化に備え、多周波信号受信装置および発信装置を付加するだけで、簡単に切り替えができるように考慮されている。第 1 図に本装置の機械室の一部を示す。

き、利用し得る直通ルートおよび回ルートのすべてを、優先順位に従って選択し接続を行なう。国鉄における中継線の種別には、2



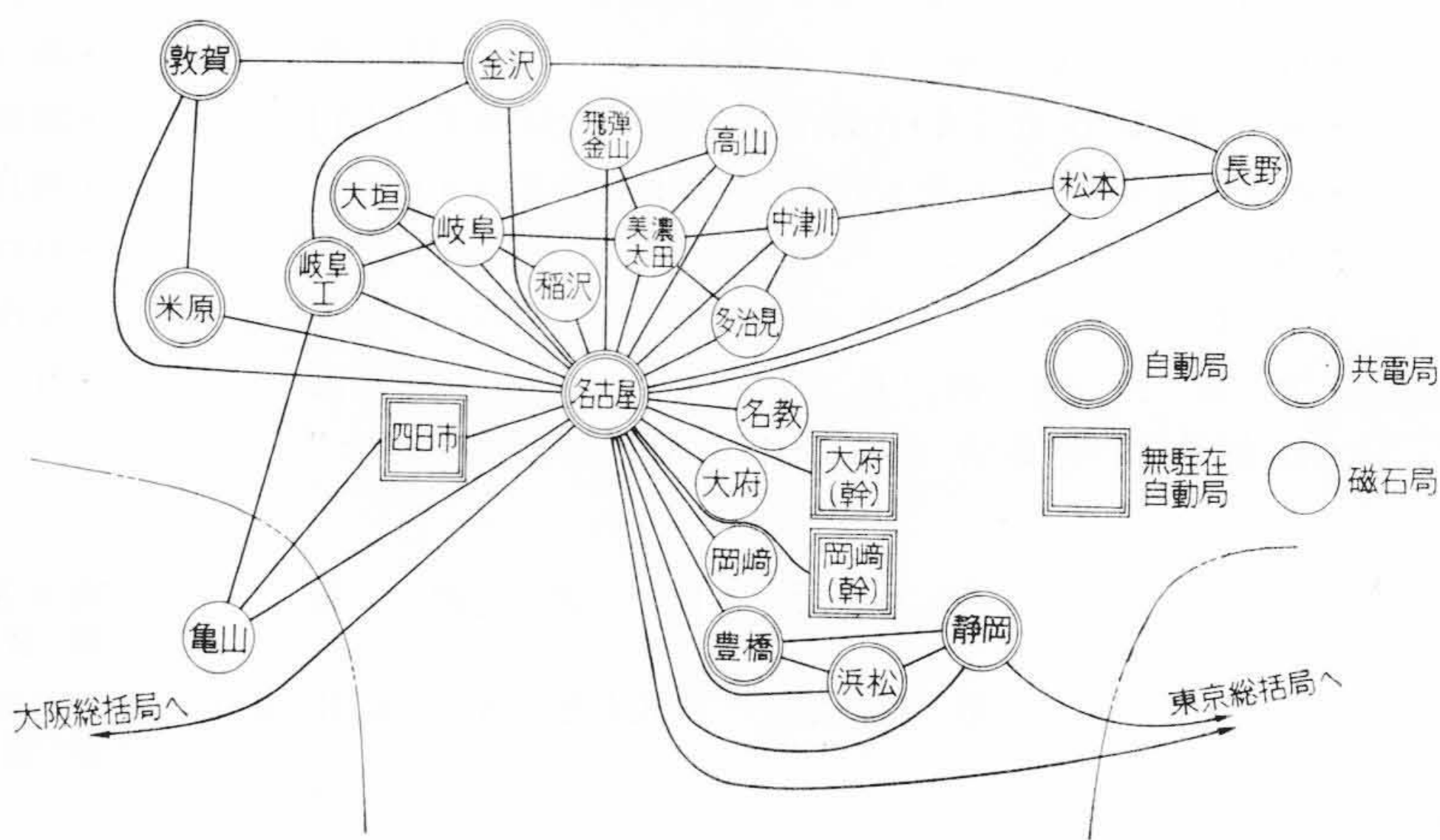
第 1 図 機械室の一部(ローカルマーカ架)

2. 中継方式および番号計画

2.1 中継方式および回

名古屋総括局における中継線系統を第 2 図に、中継方式を第 3 図に示す。本装置のトールステージは、4 線式中継線と、2 線式インタマーカトランクを混在して収容する、2 線 4 線混合方式であり、4 線中継線の発着信、および無損失タンデム中継交換を行なう。また、ローカルステージは加入者の発着信、2 線中継線の発着信、および 2 線タンデム中継接続を行なうほか、一般中継台、列車中継台、案内台が収容され、中継線、磁石連接回線、列車無線回線、加入者の間の相互接続を行なう。第 4 図に本装置の中継台を示す。

中継線を選択にあたっては、国鉄の番号計画に基づ



第 2 図 名古屋総括局回線系統図

* 日本国有鉄道公社

** 日立製作所戸塚工場

よび ORS 各種コネクタは復旧し、IOT より呼出信号が送出される。

3.3 ローカルステージ出中継接続

ORS に所定の数字が蓄積されると、ORS は LM を起動する。LM は ORS からの表示によりトランスレータ (TLR) を起動し、受信数字を転送し、TLR から選択すべき出方路、受信数字数と送出数字数を受け取り、TLR を開放する。LM は TLR よりの情報により、出トランクを捕捉し発呼加入者との接続を行なうとともに、TRK と ORS の間をセンダリンク (SL) で結び、インパルス送受の側路を作る。SL の完結により、発呼加入者と ORS との間の接続路は開放さ

れる。ORS は LM より転送された情報によりインパルスを全数字送出したことを確認し復旧する。なおリングダウン回線などインパルス送出を行なわない場合は SL を使用しない。

3.4 ローカルステージ入中継接続

入トランクに着信があると、ただちに入レジスタセンダリンク (IRSL) を通して入レジスタセンダ (IRS) が捕捉される。IRS はローカルステージへの着信であることを識別すると LM を起動し被呼加入者番号を送る。接続動作は 3.2 項の被呼加入者側の接続とほとんど同じであるが、この場合には TRK のトランクリンクフレーム (TLF) 上の収容位置の検出が、IRS、IRSL を通して行なわれる。

3.5 トールステージ出中継接続

LM では 3.3 と全く同様の接続を行なうが、このときのトランクはトール入トランク (TICT) が用いられる。LM は復旧の際に ORS にただちにトールマーカ (TM) を起動するよう指示する。ORS は LM の復旧を確認して TM を起動する。TM は ORS より数字を受信すると、TLR を起動して出方路番号に翻訳し、出トランクを選択して TICT に接続する。加入者ダイヤルは LLF-TLF-TICT-SL-ORS の径路で受信され中継線には、ORS-SL-TICT-PSW-SSW-OGT の径路でインパルスが送出される。

3.6 トールステージ入中継接続

トールステージに着信すると、ただちに IRS を起動し、IRS にインパルスが蓄積される。IRS はトールステージへの着信という表示を受信しており、所定のインパルスを受信すると TM を起動する。TM は加入者着信表示によりトール出トランク B (TOGTB) に接続し、IRS に LM を起動するよう指示する。IRS は TM の復旧を確認の後全数字受信して LM を起動し、LM に被呼者番号を送る。TOGTB と被呼加入者の接続は 3.4 項と全く同じである。

3.7 タンデム接続

タンデム接続にはローカルステージ内、ローカルステージ→トールステージ、トールステージ→ローカルステージおよびトールステージ内の四種類がある。タンデム接続動作は、LLF に収容されているローカルステージ入トランクおよび TOGTA の接続動作が異なるのみで、そのほかは前述の各種組み合わせと考えてよい。すなわち、LLF に収容されている ICT および TOGTA の収容位置は加入

第 1 表 名古屋総括局中継線一覧表

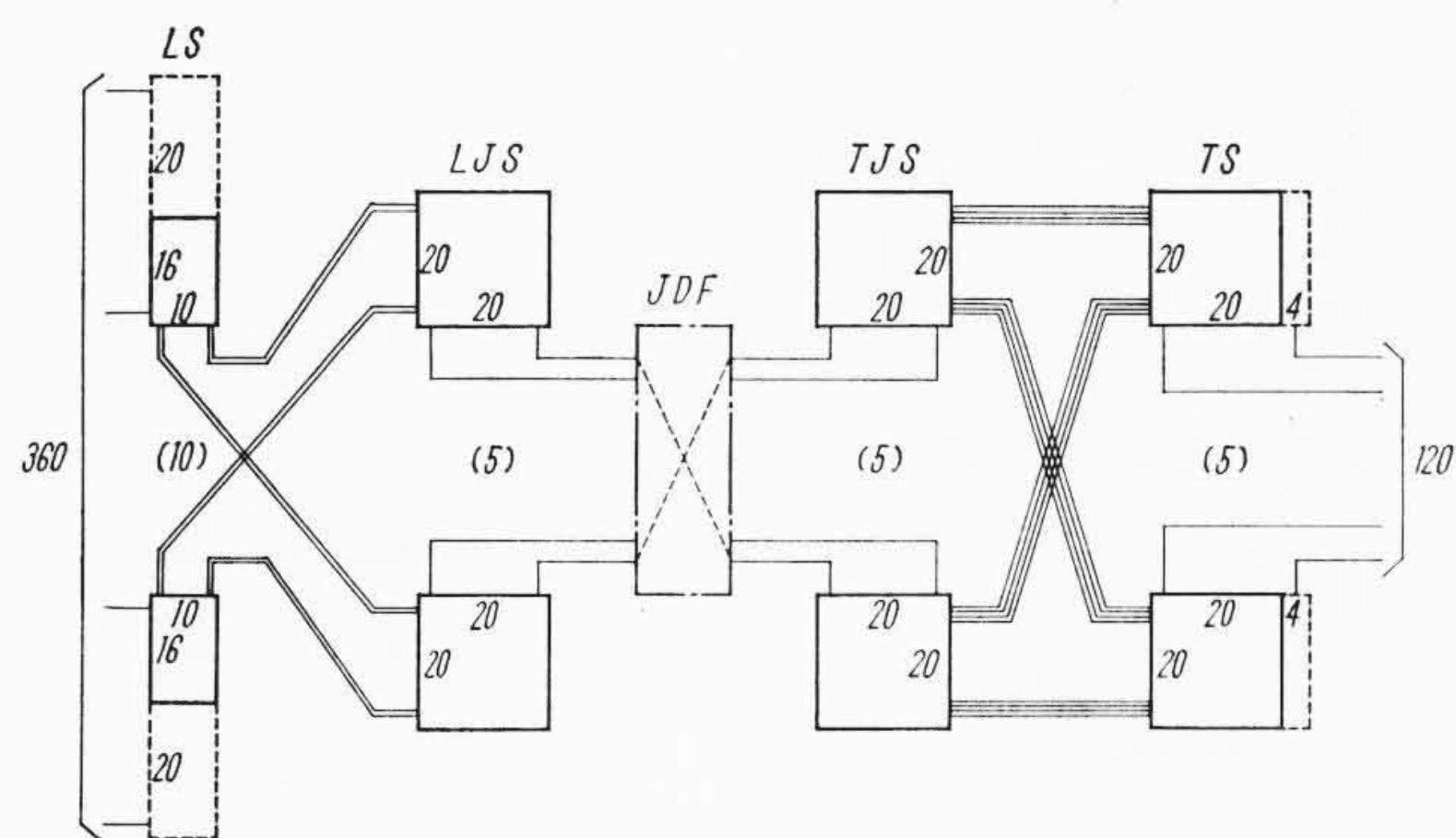
相手局	信号方式	中 継 線 数		
		O/G	I/C	B/W
大 府	RD	2	2	2
大 府 (幹)	OD	0	0	3
岡 崎	RD	3	3	2
岡 崎 (幹)	OD	0	0	3
稲 沢	LD(RD)	6	6	3
多 治 見	RD	2	2	2
中 津 川	RD	2	2	2
四 日 市	OD & CXD	3	3	3
名 古 屋 (教)	LD(RD)	4	4	3
岐 阜	RD	2	2	4
岐 阜 (工)	OD(RD)	3	3	3
大 垣	RD	4	4	3
米 原	RD	4	4	3
美濃太田	RD	2	2	2
飛 騨 金 山	RD	0	0	2
高 山	RD	0	0	4
静 岡	OD(RD)	5	5(4W)	9(4W)
浜 松	RD	2	2	2
豊 橋	RD	2	2	2
金 沢	OD	7	7	13(4W)
敦 賀	OD(RD)	2	2(4W)	3(4W)
長 野	OD	3	3	5
松 本	RD	1	1	3
大 阪	OD	9	9	9(4W)
亀 山	RD	2	2	2
東 京	OD	13	13	16(4W)

注：(1) 信号方式のうち、RDはリングダウン、ODは搬送ダイヤル、LDは直流ダイヤル、CXDはCXダイヤル、(RD)は相手局が手動局であることを示す。
(2) 中継線数のうち(4W)は4線中継線であることを示す。

第 2 表 名古屋総括局う回接続一覧表

着信側 発信側	名古屋地区 061XXXX	岐 阜 062X	静 岡 063X	豊 橋 0640	金 沢 065XXXX	敦 賀 0660	長 野 067XXXX	松 本 0680	亀 山 0750	東 京 (含東京以北)	大 阪 (含大阪以西)
名 古 屋 地 区		D	D 東 京 大 阪—東 京	D	D	D	D	D	D 大 阪	D 大 阪	D 東 京
岐 阜	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A
岐阜(工)	D	名 古 屋	名 古 屋 名古屋—東 京	名 古 屋	D	D	名 古 屋	名 古 屋	名 古 屋	名 古 屋 名古屋—大 阪	名 古 屋 名古屋—東 京
静 岡	D	名 古 屋		[D]	名 古 屋	名 古 屋		名 古 屋	名 古 屋	D	名 古 屋
豊 橋	A	A	D		A	A	A	A	A	A	A
金 沢	D	名 古 屋	名 古 屋 名古屋—東 京	名 古 屋		D	[D]		名古屋, 名古屋 —大 阪, 名古屋 —東京—大 阪	名 古 屋 名古屋—大 阪	D 名 古 屋 名古屋—東 京
敦 賀	D	名 古 屋	名 古 屋 名古屋—東 京	名 古 屋	D			名 古 屋	名古屋, 名古屋 —大 阪, 名古屋 —東京—大 阪	名 古 屋 名古屋—大 阪	名 古 屋 名古屋—東 京
長 野	D	A	A	A	[D]	A		D	A	[D]	A
松 本	A	A	A	A	A	A	D		A	A	A
東 京	D 大 阪	名 古 屋 大 阪—名古屋	D 名古屋 大 阪—名古屋	名 古 屋 大 阪—名古屋	名 古 屋 大 阪—名古屋	名 古 屋 大 阪—名古屋	[D]	[D]	大 阪 名古屋—大 阪		D 名 古 屋
大 阪	D 東 京	名 古 屋 東 京—名古屋	名 古 屋 名古屋—東 京	名 古 屋 東 京—名古屋	D 名古屋 東 京—名古屋	名 古 屋 東 京—名古屋	A	A		D 名 古 屋	

注：(1) 欄内の文字中、Dは直通中継線、[D]は発信局中継台扱い、Aは名古屋中継台扱いを示し、その他は中継局名を示す。
(2) 本表は名古屋に関係するう回のみについて示す。空欄は名古屋を中継して接続される場合がないことを示す。
(3) 国鉄のう回規準によれば原理的には可能であるが、中継線その他の関係で現在行なわれていないものは除外した。
(4) 東京、大阪間は本表以外に、広島、門司中継のう回も行なわれるがここでは省略してある。



第5図 ローカルフレーム構成

者番号の形で受けているため、LMは必ずNGにより翻訳して接続を行なう。インパルス送出はSLあるいはIRSLを通して行なわれる。

4. 本電話交換装置の特長および新技術

4.1 フレーム構成

本電話交換装置のローカルフレーム構成を、第5図に示す。本フレーム構成においては、一部に3線式クロスバスイッチを使用した、従来のフレーム構成に検討を加え、経済化とスペースの節約をはかるために、ラインスイッチ、トランクスイッチおよびジャンクタスイッチのすべてに、6線式クロスバスイッチを採用した。

フレーム数は、最大10フレームまで拡大が可能であるが、とくにライン端子数1,000~3,600の範囲において、経済的となるように考慮されている。

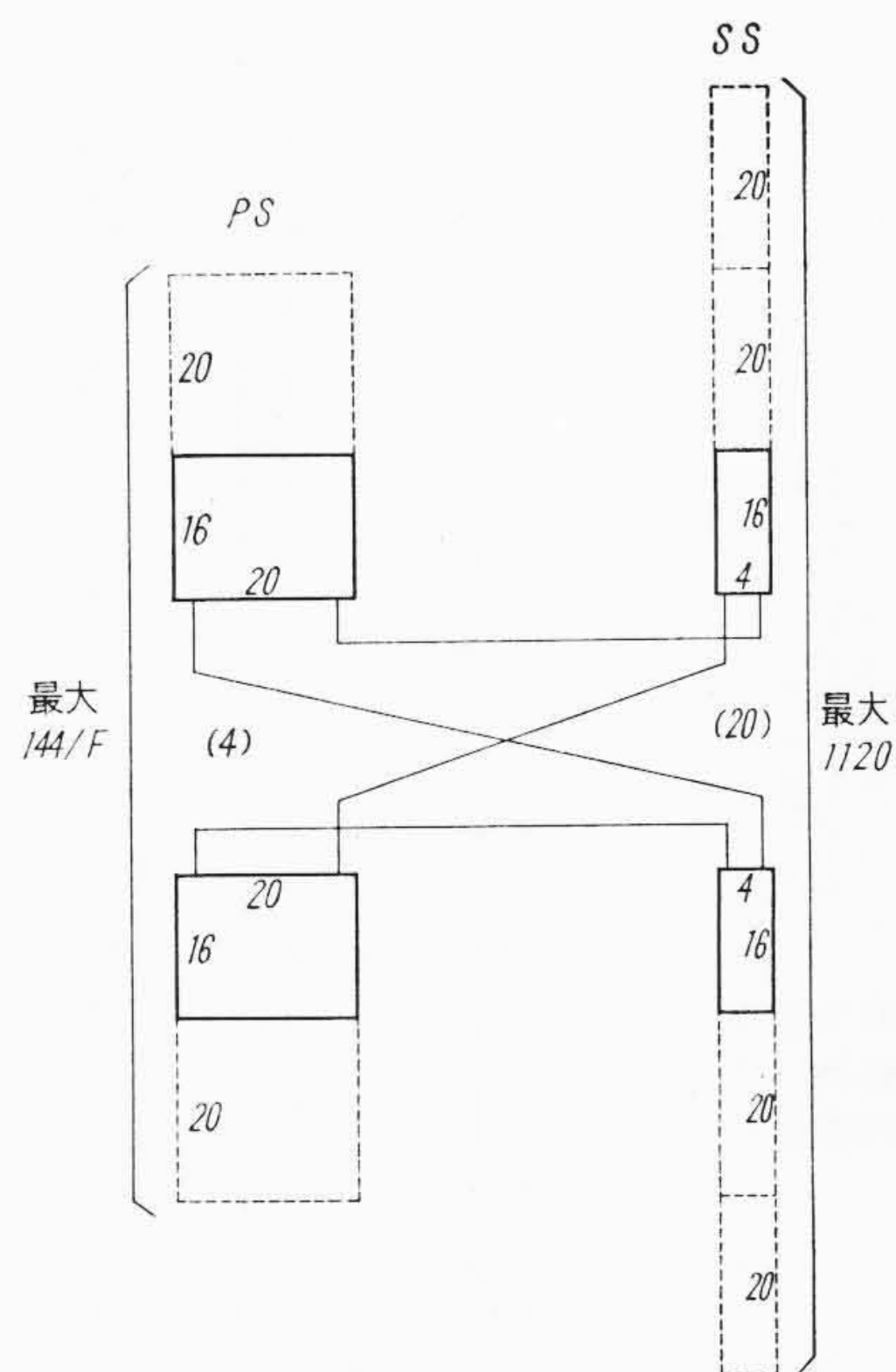
また、本装置のトールフレーム構成は、第6図に示すとおりである。フレーム数は、フレーム間複式により最大10フレームまで考慮されており、出側端子は、二次スイッチの増設により1120端子まで拡大が可能である。トランクの収容にあたっては、リングブロック率を考慮して、ルートによっては、1トランクあたり複数の出側端子を複式にして、収容する方法が採られている。

4.2 チャンネル選択方式

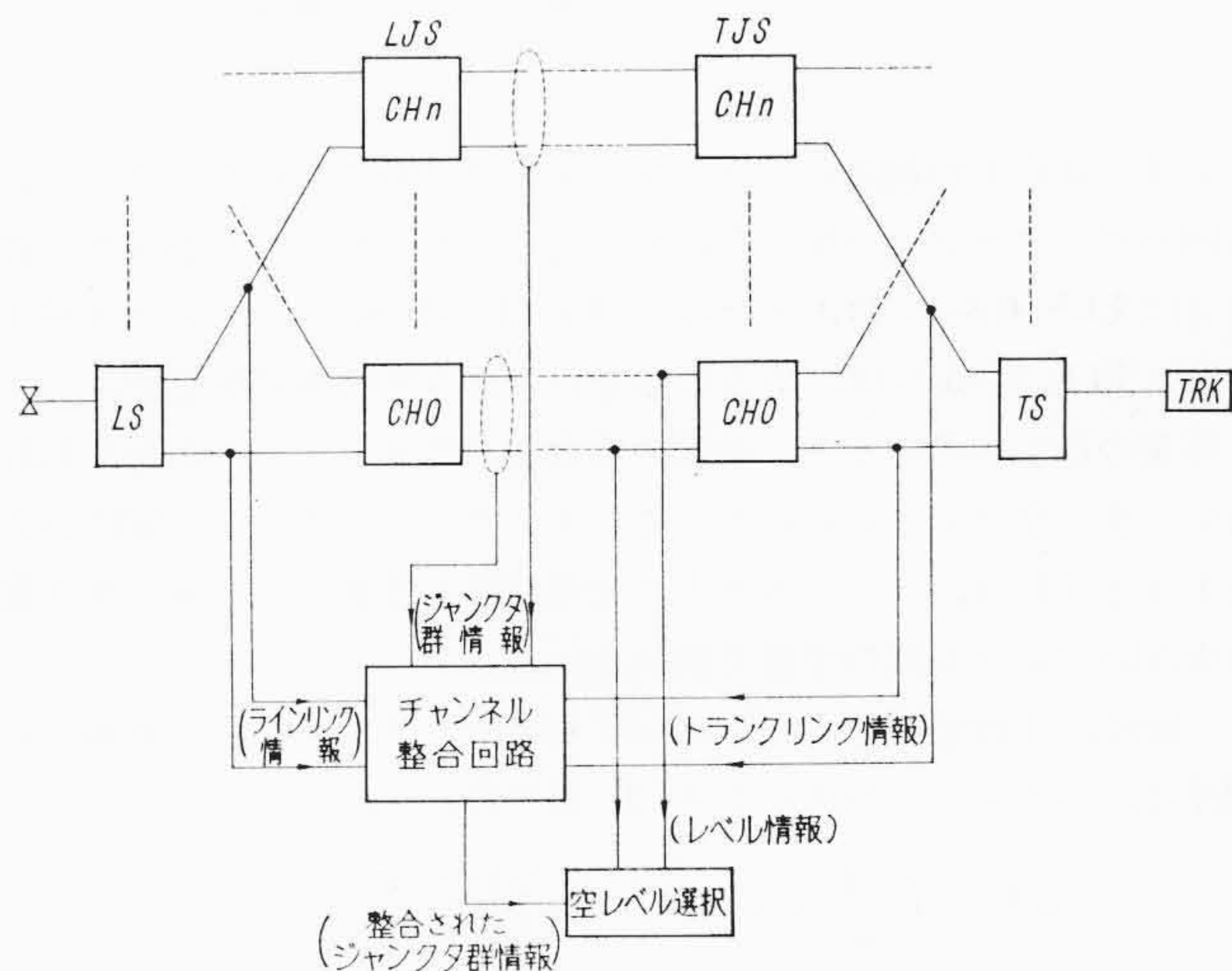
第5図に示すような、4段接続フレーム構成においては、一般に出線と入線をあらかじめ決定し、この間を接続可能なラインリンク、ジャンクタ、トランクリンクの組み合わせで、接続経路（チャンネル）が決定される。チャンネル選択にあたって、従来、わが国で最も一般的に行なわれている方法は、二次格子（LJS）または三次格子（TJS）の垂直路または水平路（レベル）*に、トランクリンクフレーム（TLF）番号、またはラインリンクフレーム（LLF）番号を対応させ、TLF番号またはLLF番号に応じて、あるレベルのジャンクタを、全LJSまたはTJSにわたって、マークに引き込んで空試験を行ない、同時にラインリンク、トランクリンクの空試験を行なって、これらの中でマッチングを取ることににより、チャンネルを決定する方法である。この方法によると、ジャンクタの分配にあたって、あるレベルのジャンクタを、すべてのLJSまたはTJSにわたって、同一番号のTLFおよびLLF間に接続しなければならないという制限が生じ、自由なジャンクタ分配が不可能であった。

本装置におけるチャンネル選択方式は、このような欠点を除き、ジャンクタ分配上の制限を全くなくしたものである。第7図に本方式の概略図を示す。本方式においてはLLFおよびTLFが決まると、ラインリンクおよびトランクリンクの空試験を行なうと同時に、ジャンクタ格子ごとに利用し得るジャンクタ群話中試験を行ない、チャンネル整合回路において少なくとも1本の空ジャンクタを

* ジャンクタ格子内の垂直路あるいは水平路に対応したジャンクタ収容位置をレベルと称する。



第6図 トールフレーム構成



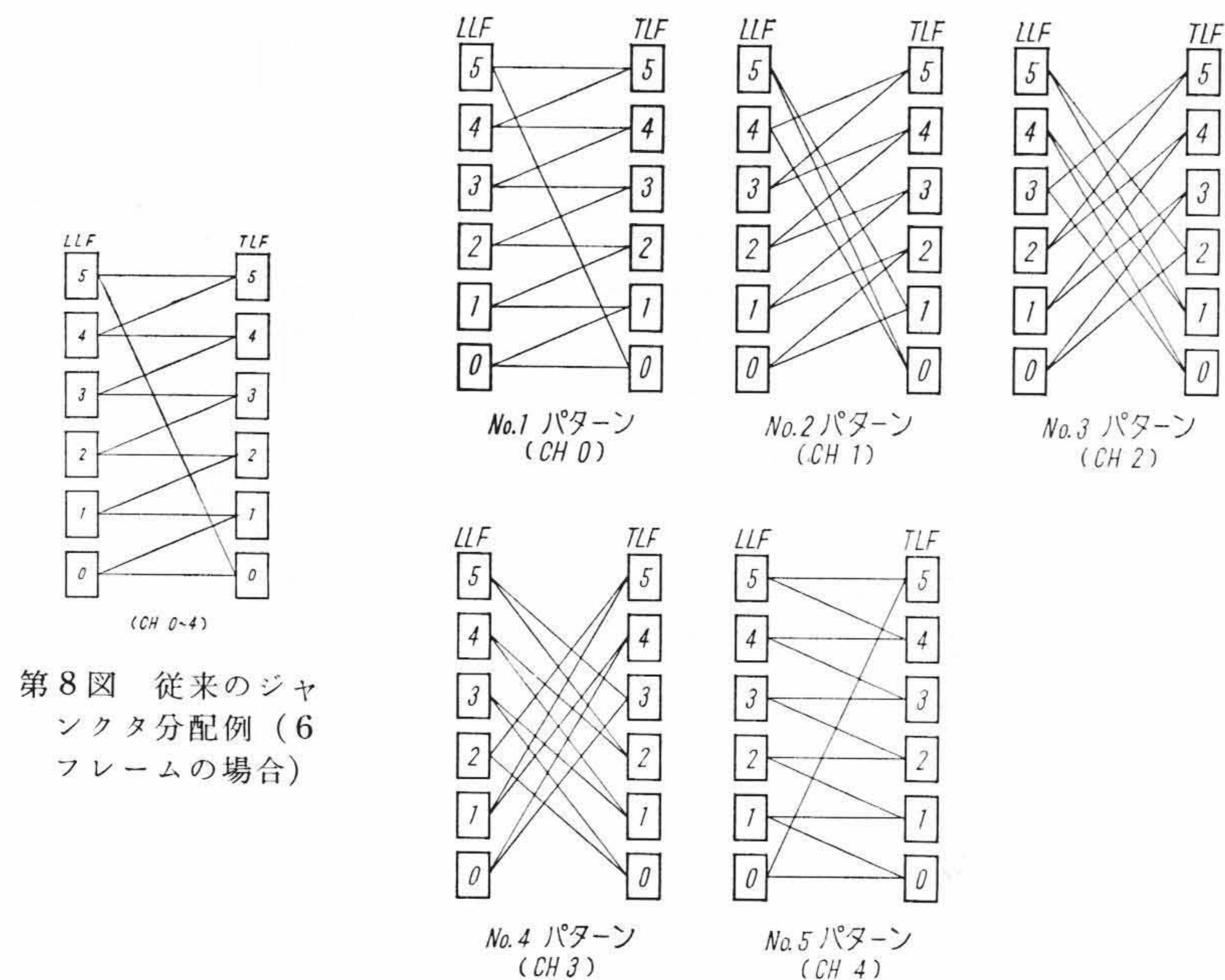
第7図 チャンネル選択方式

持つジャンクタ群と、空リンクとの整合を取ってジャンクタ群が決定される。次いで、決定されたジャンクタ群に属するジャンクタのうち、該当するLLFとTLFに接続されているものについて空試験を行ない、この中からただ一本のジャンクタが決定される。ジャンクタ群話中試験およびジャンクタ空試験における、ジャンクタレベルとLLF番号およびジャンクタ群番号との対応は、ジャンクタごとに各TLFにおけるジャンパによって全く任意に取ることができる。したがって、ジャンクタレベル*を全ジャンクタ格子にわたって同一のLLFおよびTLFに対応させるという制限はなくなり、まったく自由なジャンクタ分配が可能となる。

4.3 ジャンクタ分配法

第5図に示すフレーム構成において、フレーム数が増加した場合、従来わが国で最も一般的に行なわれているジャンクタ分配方式によれば、前項で述べたマークにおけるチャンネル選択上の制限により、あるフレーム数の場合に、LLFとTLF間のジャンクタ数に不均衡が生じる欠点があった。

一例として6フレームの場合について、従来の方式によるジャンクタの分配例を示したのが第8図である。図は、1LLF、1チャンネルあたり20本のジャンクタを、各TLFへ3本ずつ均等に分配した残りの2本についての分配パターン例を示す。従来、マークのチ



第 8 図 従来のジャンクタ分配例 (6 フレームの場合)

第 9 図 RX-38 形におけるジャンクタ分配例 (6 フレームの場合)

チャンネル選択上の制限により、全ジャンクタ格子にわたって、これと同一のパターンで分配しなければならなかった。したがって、たとえば LLF 0 から TLF 0 および 1 には、20 本のジャンクタがあるが、TLF 2～5 へは、15 本しかないという不均衡が生じた。

呼量の面から考えると、着信の場合などでリサイクルが行なわれないとき、全フレームにわたって、リングブロック率を一定におさえようとすれば、フレーム当たりで運び得る呼量は、ジャンクタ数の少ないフレーム間の呼量で制限される。

一般に、4 段接続フレームにおける呼量とリングブロック率との関係は、ベルヌーイの式により (1) 式で表わされる。

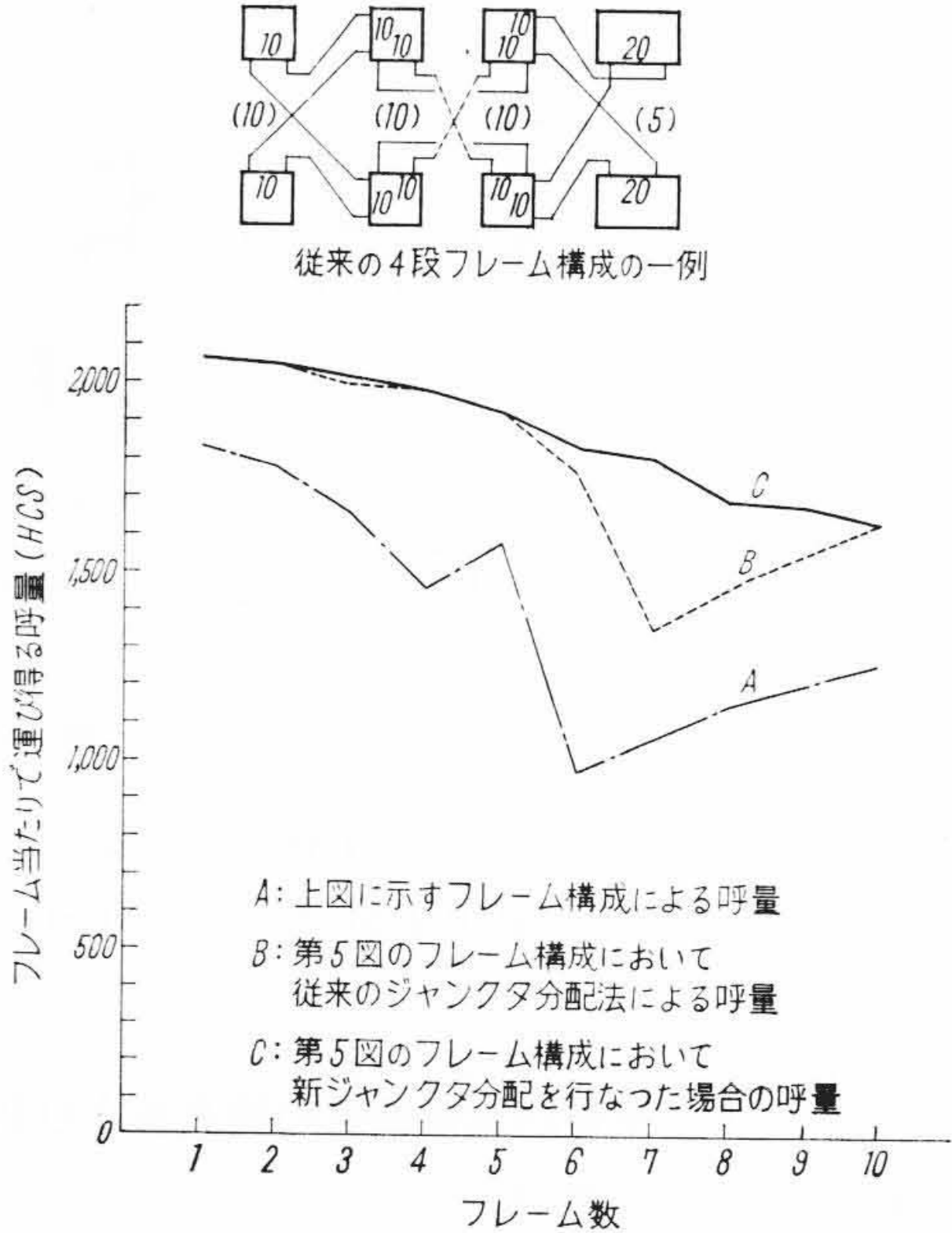
$$\sqrt[2]{E_L} = \left(\frac{A}{n_l} \right)^l + \left\{ 1 - \left(\frac{A}{n_l} \right)^l \right\} \left[\left(\frac{A}{n_j} \right)^j + \left\{ 1 - \left(\frac{A}{n_j} \right)^j \right\} \left(\frac{A}{n_t} \right)^t \right] \dots\dots\dots (1)$$

- ここで E_L : リングブロック率
 A : フレーム当たりの呼量 (erl)
 n_l : フレーム当たりラインリンク数
 n_j : フレーム当たりジャンクタ数
 n_t : フレーム当たりトランクリンク数
 l : ラインリンク多重数
 j : ジャンクタ多重数
 t : トランクリンク多重数
 p : ジャンクタスイッチ格子数

第 5 図に示すフレーム構成においては、 $n_l=100$, $n_t=100$, $l=2$, $t=4$, $p=5$ となる。

また、6 フレームの場合、第 8 図に示すジャンクタ分配を行なうと、ジャンクタ数の少ないフレーム間について、 $n_j=90$, $p=3$ となり、リングブロック率 1/100 としたとき、(1) 式より $A=48.9(\text{erl})=1760(\text{HCS})$ となる。

一方、本装置に採用したジャンクタ分配法は、6 フレームの場合、たとえば第 9 図に示すような 5 種類の分配パターンを作り、各チャンネルごとに、異なったパターンを適用することによって、フレーム間のジャンクタ数の不均衡をなくするものである。従来もアメリカ No. 5 のクロスバでは、ジャンクタ格子によってジャンクタ



第 10 図 フレーム数の変化に対する呼量の変化

の分配を変えてフレーム間のジャンクタ数の均等化をはかっているが、フレーム数によって分配の仕方は固定され、分配上の制限が大きく、開局後しばしばフレームの増設が行なわれるような場合には適当でない。本方式は、前項で述べた新しいチャンネル選択方式の採用により、いかなるフレーム数の場合にも自由に、数種類の分配パターンを取ることができ、フレーム数の変化に対しても融通性が大きい。

第 9 図はいずれも、1 LLF, 1 ジャンクタ格子あたり 20 本のジャンクタを各 TLF へ 3 本ずつ均等に分配した残りの 2 本についての分配パターンを示すものである。これによれば、LLF 当たり 100 本のジャンクタは 4 TLF へ 17 本ずつ、2 TLF へは 16 本ずつ分配され、従来の方法に比べて、同一リングブロック率において運び得る呼量が増大する。

この場合、フレーム当たりのジャンクタ数は 16 (本) $\times$ 6 (フレーム) = 96 (本) となり、ジャンクタ能率一定とすると、ジャンクタ多重数は近似的に 16 (本) $\div$ 5 (ジャンクタ格子数) = 3.2 (重) と考えられる。これを (1) 式に代入すれば、リングブロック率 1/100 において、フレーム当たりの呼量は、 $50.8(\text{erl})=1,830(\text{HCS})$ となり、従来の方式に比べて、フレーム当たりで運び得る呼量が増加する。

以上は、一例として 6 フレームの場合について述べたが、本方式は、従来の方法によって均等なジャンクタ分配ができないような、いかなるフレーム数についても適用することができる。

第 10 図は、フレーム数が変化した場合のフレーム当たり運び得る呼量の変化を、従来の方式と新しい方式とについて比較したものである。ここに示す従来の方式の呼量は前にも述べたとおり、リサイクルを考えない場合あるいは着信の場合のリングブロック率を、全フレーム間にわたって 1/100 におさえた場合の呼量である。これによると新方式のジャンクタ分配法では、従来の方式のように、あるフレーム数の場合に特定フレーム間で運び得る呼量が、特に減少するということとはなくなり、最悪条件のフレーム間での呼量が 6 フレームの場合には 100 HCS, 7 フレームの場合には 450 HCS 増加し、呼量的に著しく改善されていることがわかる。

4.4 トランスレータにおけるう回機能

本交換装置では TLR で各ルートごとのトランクの空テストを行ない、あるルートのトランクが全話中の場合には空トランクのある

う回ルートを選択する。空テストは直通ルート(O/G), 直通ルート(B/W), 第一う回ルート(B/W) および第二う回ルート(B/W) について行ない, 上記の優先順位で空トランクのあるルートを決する。TLR はルート番号をマークに転送し, これを受信したマークが空トランクを選択して接続を行なう。また, う回ルートのトランクまで全話中の場合にはマスタビジー情報(MSB) をマークに転送する。このように TLR にう回機能をもたせトールステージ, ローカルステージを含めてルートを識別せしめることにより, マークは空トランクをもつルートのトランクを選択するだけでよく, マークの機能が簡単ですむとともにローカルステージ, トールステージ間の無効呼が減る。たとえば, TLR が LM より起動されローカル OGT, BWT とともに全話中の場合, TLR ではトール BWT のう回ルートを選択し, LM にトール出中継であることを示す TDR 情報を転送して復旧する。LM は TDR 情報により TICT を選択し接続を行なう。う回ルートも全話中の場合には TLR より LM に対し MSB 情報が転送され, トールステージの接続を行わず LM, ORS とともに復旧し発呼加入者に話中音が出送される。

4.5 そ の ほ か

(1) 本交換装置では MF 受信機を IRS ごとにおかず, IRS よりコネクタにより捕捉する形式とした。したがって MF 受信機の数が少なくすみ経済的である。

(2) トール, ローカルともリンクのホールドマグネットに $200 + 2,950\Omega$ の 2 巻線ホールドマグネットを使用し, 200Ω で動作し $200 + 2,950\Omega$ で保持するため動作時間が短く, 消費電流が少ない。

(3) 入レジスタセンダリンク(IRSL)を2線および4線トランクに共通とすることにより, 4線トランクの場合にはクロスバスイッチを並列に接続するだけでよい形式とし, 回路を簡略化するとともに回路に融通性をもたせた。

5. 各種付帯装置

本交換装置には加入者サービスの向上をはじめ, 運用, 保守に便利ように各種付帯装置が併設されている。これらの写真を第11図に示し, 以下概要について述べる。

5.1 線路試験架

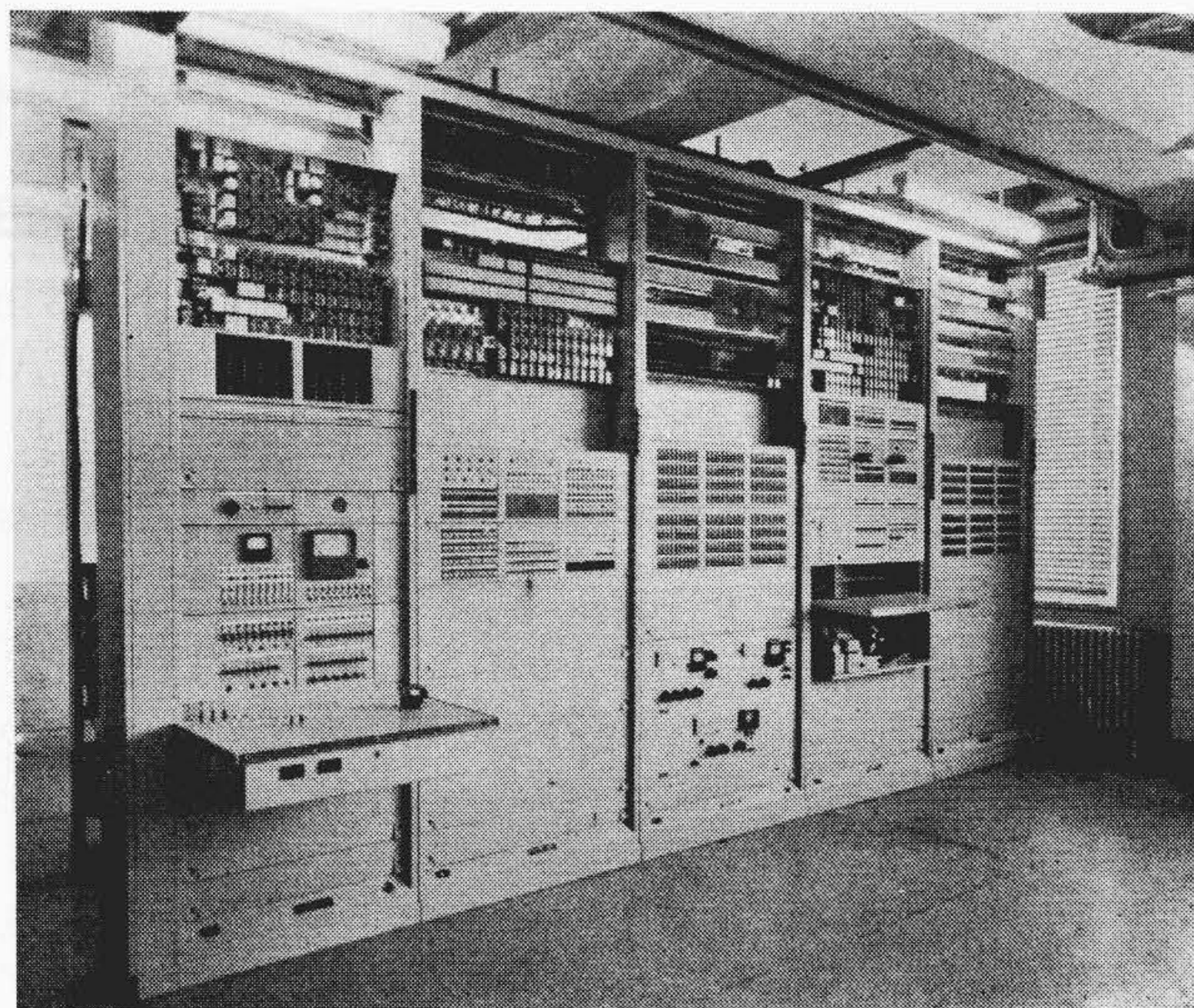
線路試験架では加入者および中継線について, 断線, 混線, 地気試験および線路抵抗, 絶縁抵抗, 線路抵抗測定などを行なう。また本架では加入者ダイヤルの試験, 加入者への割込接続, ハウラ音送出および接続線加入者への発着信試験などの機能を有している。

5.2 集中試験架

集中試験架では電けん操作により各種接続試験を行なうことができる。試験接続は必要に応じて, 各種装置, リンクを指定して任意に行なうことができる。また, 本架では電けん操作により, 指定した装置を監視しながら遠隔操作で試験接続を行なうことができる。上述の線路試験架とともに障害記録機の読みと照合して試験を行なうことにより非常に能率のよい保守が可能である。なお, 本架には各種共通制御回路の状態監視用ランプおよびメークビジー電けんを備えている。

5.3 集中監視警報架

集中監視警報架は各種電源, 各種信号の監視を行ない異常のある場合には警報を発するとともに障害となった電源または信号の種類および原因をランプ表示する。また本架では各種装置の障害をランプ表示すると同時に機械室, 試験室および控室に障害発生場所および障害の重要度に応じて, ランプおよびベル警報を発する機能を有している。したがって保守者は障害の発生を知ると同時に障害発生場所に直行し迅速な処置を行なうことができる。



第11図 試験室の一部(左より線路試験架, 集中監視警報架A, B, 集中試験架)

5.4 トラヒック観測架

トラヒック観測架では, 各種レジスタセンダおよび各種トランクの呼量測定および各種装置の呼数測定を行なう。本装置ではレジスタセンダおよびトランクの呼量をパッチすることにより任意の組み合わせで測定でき, 各種装置の呼数を任意に測定できる。この測定結果に基づいて, トラヒックが平均化しようジャンパ変更を行ない, また加入者線路, 各種装置, 中継線などの増減を適確に行ない, 加入者サービスの向上, 交換機使用能率の高度化をはかることができる。

6. 電 気 的 性 能

本交換機の電气的性能を次に示す。

(i) 使 用 電 源

標準直流電源	$-48V \pm 5V$
直流ブースタ電源	$51V \pm 3V$

(ii) 線 路 条 件

線 路 抵 抗	最大 $1,200\Omega$
漏 え い 抵 抗	最低 $20k\Omega$

(iii) 伝 送 諸 量

通 話 減 衰 量	1 dB 以下 (1,000 c/s)
漏 話 減 衰 量	70 dB 以上 (1,000 c/s)
インピーダンス不平衡量	-30 dB 以下

7. 結 言

以上日本国有鉄道名古屋局納 RX-38 形クロスバ自動電話交換装置の概要について述べたが, 本装置は, 国鉄として最大規模を誇るものであり, 開局後の運用成績について関係方面の注目を集めている現状であるが, 昭和37年7月開局以来好調に運転を続けている。今後本交換機に採り入れられた新回路方式についてさらに検討を加えていく所存である。

終わりにのぞみ, 設計および工事に絶大なご援助をいただいた日本国有鉄道関係各位ならびに日立製作所関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 鉄道通信協会長距離通話自動中継方式委員会: 長距離通話自動中継方式の基礎研究報告書(昭35-3)
- (2) 尾関, 寺井, 野上, 大塚, 白須: 日立評論, 別-39, 43(昭36-3)