U.D.C. 621.395.344.6

RX-1形クロスバ交換機

Type RX-1 Crossbar Telephone Exchange

大塚英次郎* 白須宏俊* 秋山忠彦*
Eijirō Ōtsuka Hirotoshi Shirasu Tadahiko Akiyama

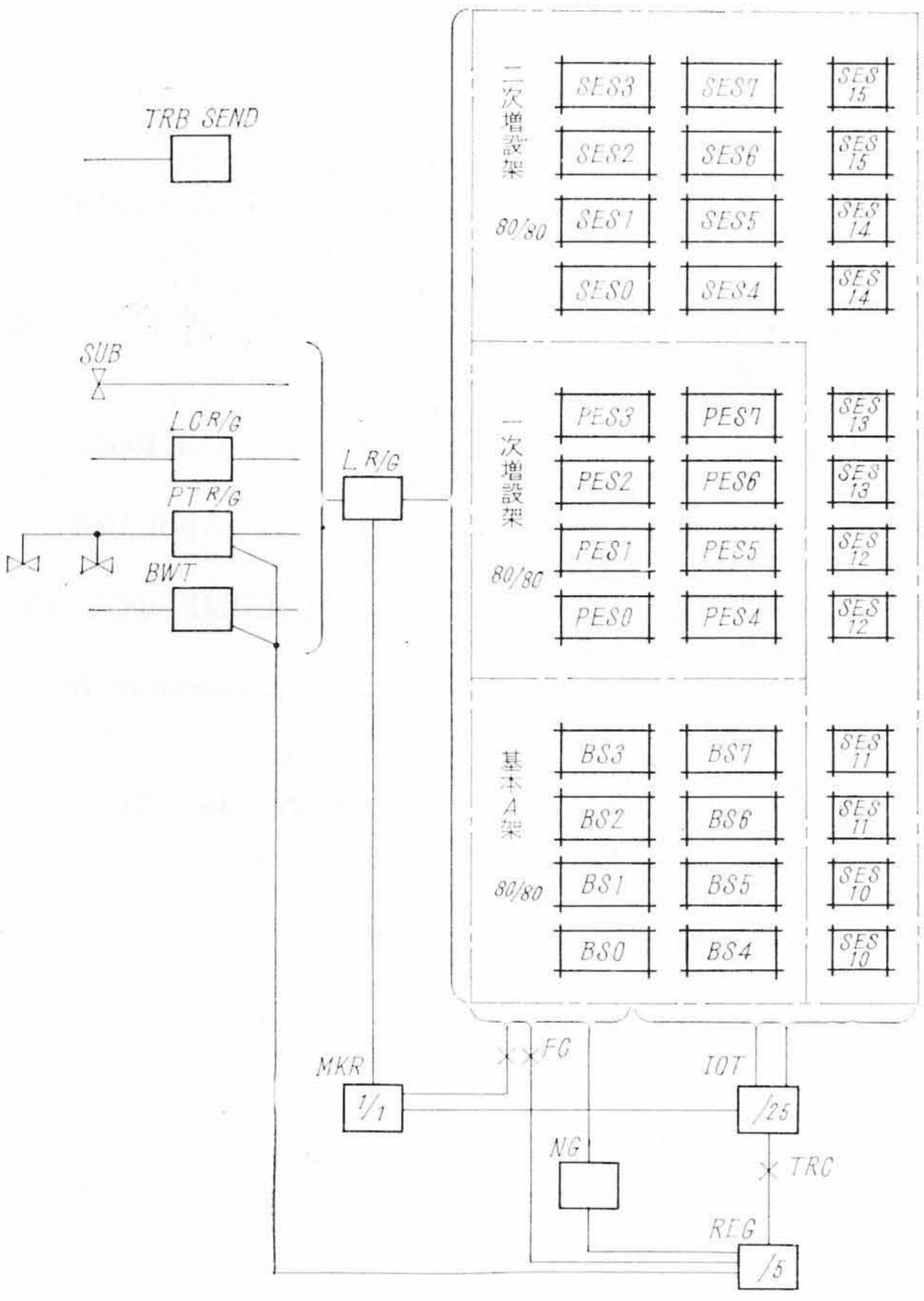
内　容　梗　概

RX-1 形クロスバ交換機は，80～240 回線の適用範囲をもつ1段接続，全共通制御方式のクロスバ交換機で，国鉄トールダイヤル回線網における従端局用として開発されたものである。日立製作所においては，国鉄電気局通信課のご指導のもとに数々の新しい回路技術を採り入れて設計を進め，昭和35年10月，国鉄における RX-1形クロスバ交換機として第1号機を来宮局に納入した。ここでは，日立製作所における RX-1形の概要と本交換機に導入された新技術およびトラフィック上の検討結果などについて述べる。

1. 緒　　言

国鉄電話回線網のトールダイヤル化に伴い，従端局用の小容量交換機の標準化が急務となった。RX-1形はこの目的で標準化された交換機で，トールダイヤル機能はもちろん，2共同，連接線，連接集線などの回線が収容でき，また無人局用として障害転送も可能である。

RX-1形の設計は，国鉄から示された仕様の範囲内で各社が独自の回路技術を駆使して行なったものであるが，日立製作所においては循環式レジスタセンダと称する新方式をはじめとし，数多くの新技術を採り入れた結果，たとえば番号計画をみると，国鉄の番号計画を完全に満足するのみならず，自動化への過渡期における変則的な番号計画にも耐えうるなど，融通性のある標準交換機を完成した。



TRB SEND	障害転送装置	NG	ナンバグループ
SUB	加入者	IOT	局内接続トランク
LC R/G	連接集線装置	TRC	トランクレジスタコネクタ
PT R/G	自動連接装置	REG	レジスタ
BWT	両方向中継線トランク	BS0～7	基本スイッチ
L R/G	ライン回路	PES0～7	一次増設スイッチ
MKR	マーカ	SES0～7 / SES10～15	二次増設スイッチ
FC	フレームコネクタ		

第1図　RX-1 形 中 継 方 式

2. 中継方式および構成

2.1 中 継 方 式

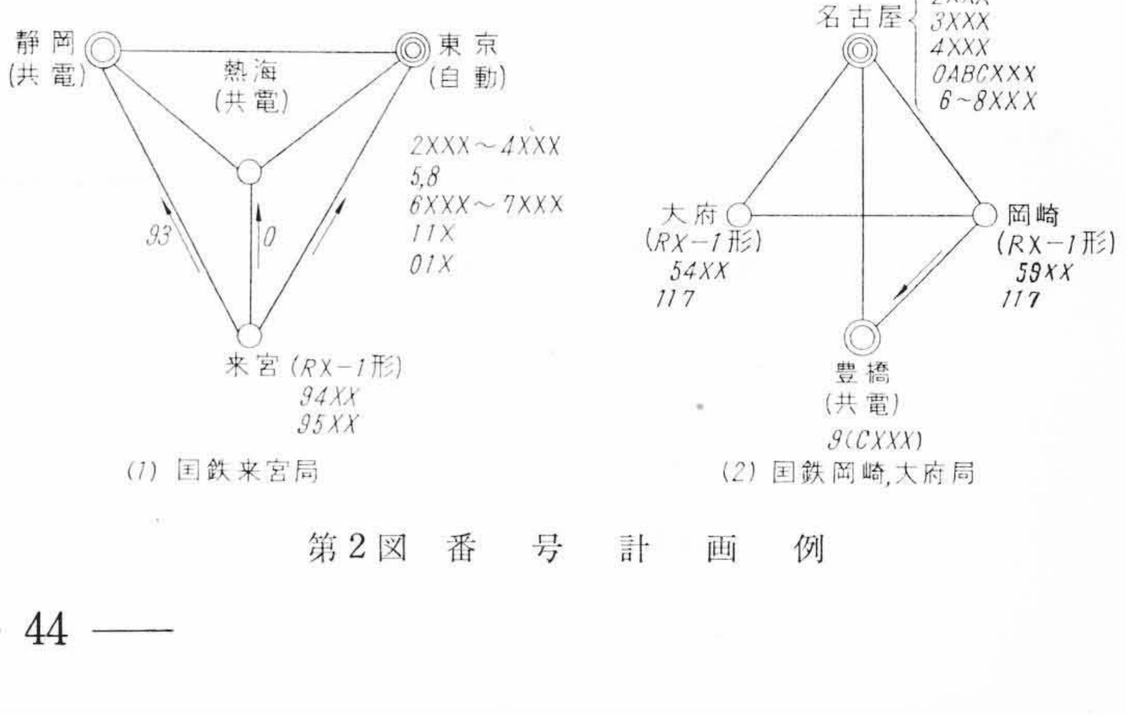
第1図に中継方式を示す。第1図に示したようにフレーム構成は1段接続で，クロスバスィッチ8個をリレー切り替えで80H×40Vとしたものを基本にしている。クロスバスィッチの水平側には単独および共同加入者，連接線加入者，連接集線加入者，中継線トランクが収容され，垂直側には局内接続トランクが収容される。レジスタは局内接続トランク経由で接続されるため，フレームに直接収容する必要がない。また中継線トランクを加入者側に収容したことにより加入者数と中継線数の間に融通性ができ，タンデム中継接続も局内接続トランクを通して行なわれる。そのほか1マーカ方式を採用して経済化を図っていること，無人局であるため親局への障害転送機能をもっていることなどの特長がある。

日立製作所においては設計にあたり国鉄から提示された仕様の範囲内において，創意工夫を加え，4で述べるように循環式レジスタセンダの採用により，番号計画に大きな融通性を与えた。第2図に実施局の番号計画例を示す。

2.2 構　　成

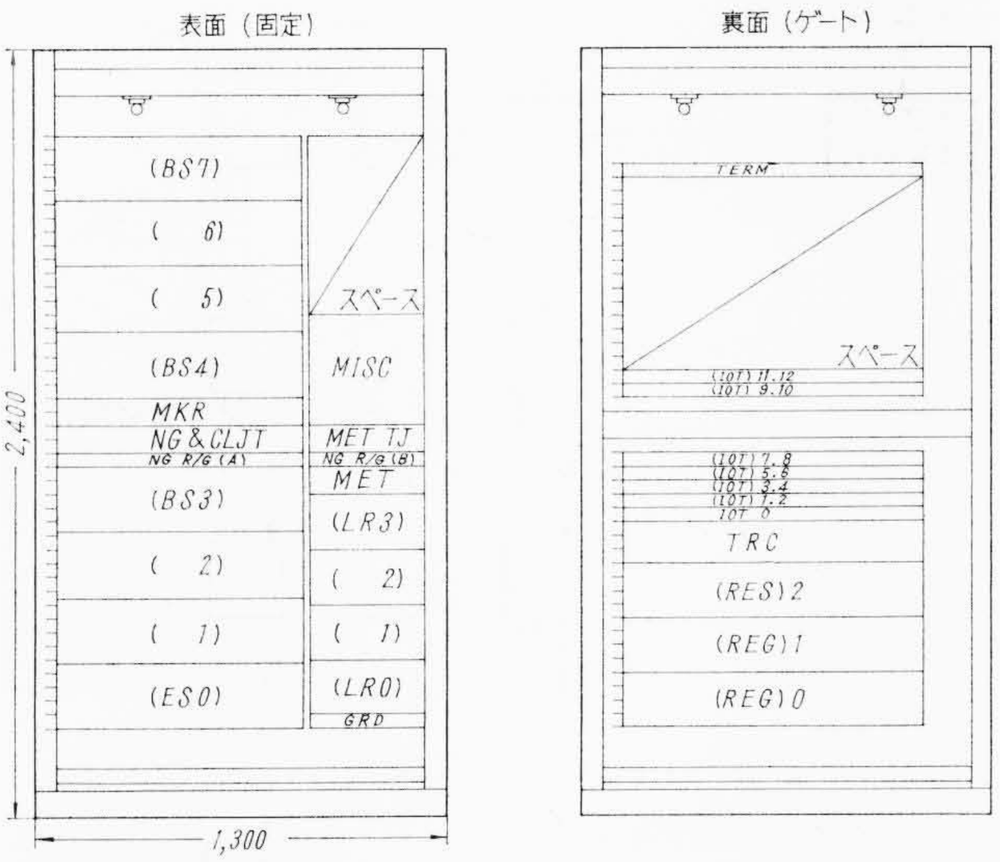
装置の構成は第1表に示すとおりで，架は自立密閉形で表裏両面実装になっている。架数は基本80回線で2架，160回線で3架，240回線で4架になる。架の大きさは第1表に示す構成において第2表記載の寸法となり，かなり小形化されている。

基本A架，基本B架，一次増設架の実装を第3～5図に示す。中継線，連接線，連接集線などの各トランクは裏面ゲート側のスペー



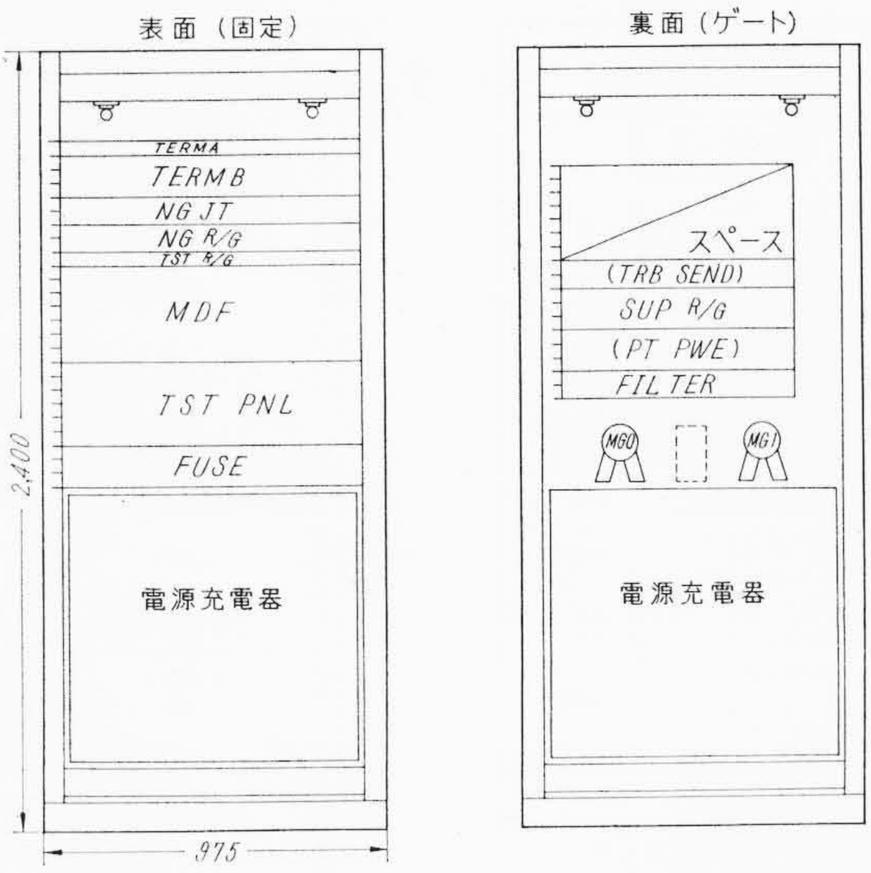
第2図　番　号　計　画　例

* 日立製作所戸塚工場



BS0~7	クロスバスイッチ
NG R/G(A)	ナンバグループ R/G(A)
NG&CLJT	ナンバグループ入線クラス用ジャンパ端子板
MKR	マーカ
GRD	グランドバー
LR0~3	ライン回路
MET	度数計盤
NG R/G(B)	ナンバグループ R/G(B)
MET TJ	度数計用パッチング端子
MISC	雑パネル
REG0~2	レジスタ
TRC	トランクレジスタコネクタ
IOT0	割込局内接続トランク
IOT1~12	局内接続トランク
TERM	架間端子板

第3図 基本A架実装図



FUSE	ヒューズ盤
TST PNL	試験盤（含主監視信号装置）
MDF	試験弾器
TST R/G	試験装置 R/G
NG R/G	ナンバグループ R/G
NG JT	ナンバグループジャンパ端子板
TERMB	架間端子板 (B)
TERMA	〃 (A)
MG0, MG1	電話信号起電機（AD-10A 小形信号機）
FILTER	フィルタボックス
PT PWE	自動連接電源装置
SUP R/G	信号起電機自動切換装置
TRB SEND	障害転送装置

第4図 基本B架実装図

第1表 RX-1 形の架構成

架名		構成部品 品名	数量
基本架	A架	ライン回路	80回線
		クロスバスイッチ	8 個
		局内接続トランク	13
		トランクレジスタコネクタ	3 式
		レジスタ	3
		マーカ	1 組
		両方向中継線トランク	
		連接線中央装置	
		度数計	20 個
		ナンバグループ	
	B架	試験弾器	12
		試験装置	1 組
		主監視信号装置	1 組
		障害転送装置	1 組
		電話信号起電機	2 台
		信号起電機自動切換装置	1 組
		電源装置	1 組
		ナンバグループ	
一次増設架		ライン回路	80回線
		クロスバスイッチ	8 個
		局内接続トランク	12
		トランクレジスタコネクタ	2 式
		レジスタ	2
		両方向中継線トランク	
		連接線中央装置	
		ナンバグループ	
二次増設架		ライン回路	80回線
		クロスバスイッチ	14 個
		両方向中継線トランク	
		連接線中央装置	
		ナンバグループ	

第2表 架寸法

	基本A架および一次，二次増設架		基本B架	
	国鉄仕様	日立製作所	国鉄仕様	日立製作所
縦	600 mm 以下	600 mm	600 mm 以下	600 mm
横	1,800 mm 以下	1,300 mm	1,000 mm 以下	975 mm
高	2,400 mm 以下	2,400 mm	2,400 mm 以下	2,400 mm

第6図は来宮局に納入された第1号機の現地における据付後の状態である。

3. 設計方針

日立製作所においては次のような方針のもとに設計が進められた。

（1） 番号計画上の融通性を増し，切替方式による中継線の無効補そくをやめ，またレベル再生を必要とする連接集線装置を経済的に付加できるようにするため，レジスタセンダ方式を採用した。

（2） 加入者番号と収容位置の制限をできるだけ少なくするため簡単なナンバグループを付けた。

（3） レジスタに一部の接続機能を持たせたレジスタマーカ方式を採用し，1マーカによる危険性を軽減するとともに，マーカ回路自身も2重回路を採用することによって接続の安全性を高めた。

（4） 2共同，自動連接線，連接集線装置などの回線が簡単に収容でき，また代表番号機能も持たせた。

（5） 局内接続トランクに機能集中，すなわちインパルス中継機能と極性反転による応答監視回路を設けることにより，中継線トランクを簡略化した。

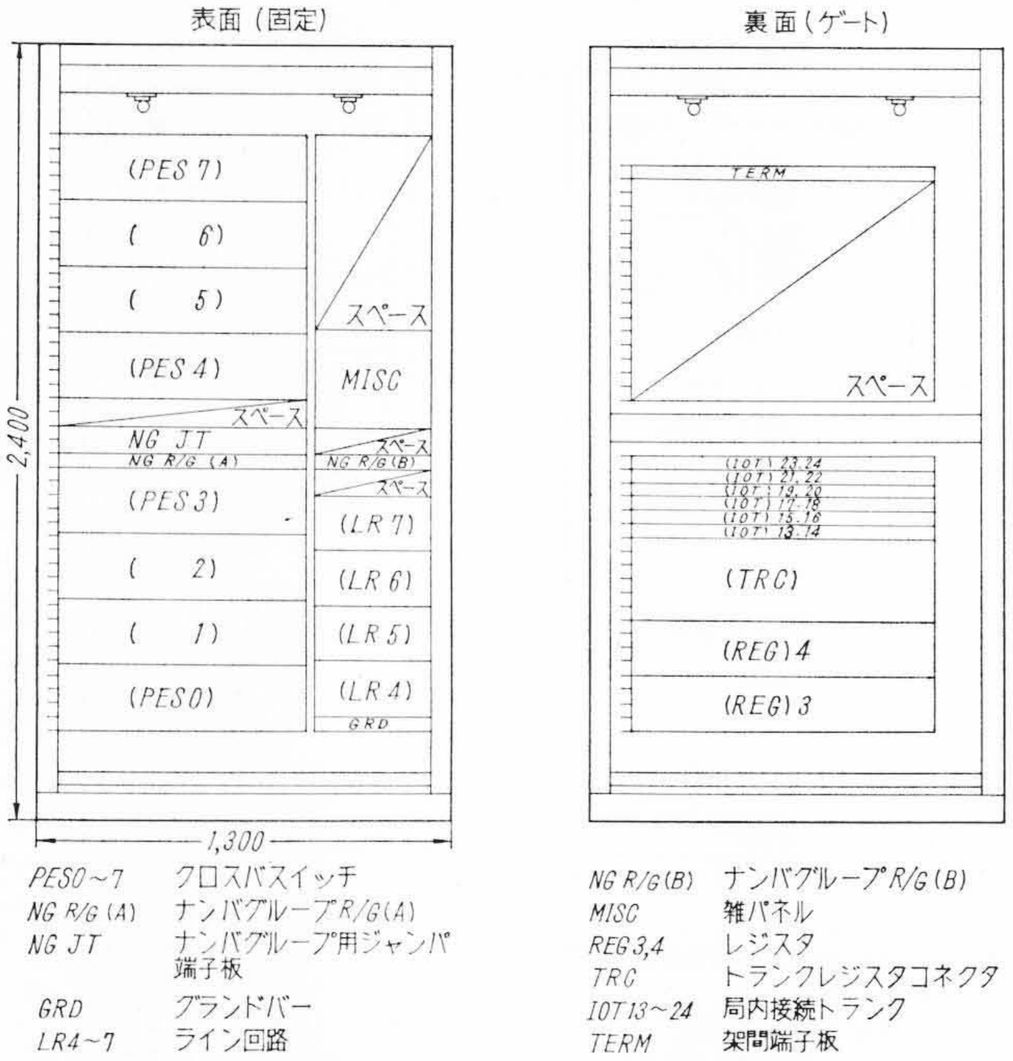
4. 回路方式上の新技術

RX-1形においては，数々の新技術が開発導入された。本章においては，そのうちのおもなもの三つを採り上げて説明を加える。

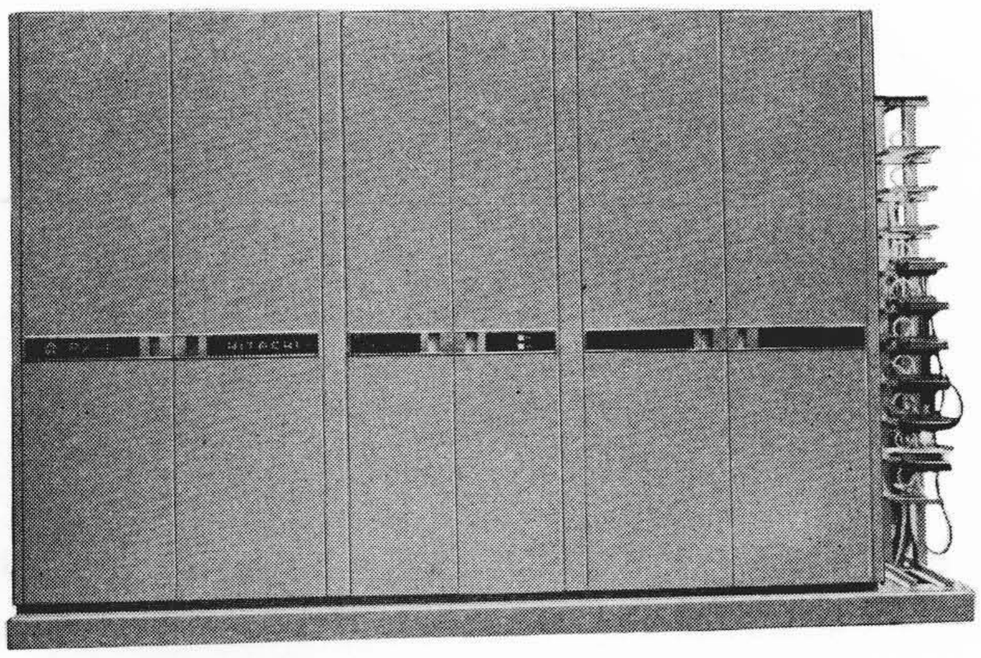
4.1 循環式レジスタセンダ

循環式レジスタセンダとは少数の蓄積回路，たとえば3けたの蓄積回路を環状に接続し，循環して用いることにより，レジスタセンダを小形簡略化しようとするものである。**第7図**は3けたの循環式レジスタセンダの原理図で，蓄積回路Aに第1数字が蓄積されるとただちにマーカを起動し，出トランクに接続される。これはほぼミニマムポーズ中に行なわれ，その後ただちにプレポーズをとりインパルス送出が行なわれるが，第1数字送出完了時は，だいたい第2数字受信中あるいは第2数字受信後のミニマムポーズ中と考えられる。センダがインパルスの送出を終われば蓄積回路Aは復旧し，第4数字の蓄積に備える。

このように，計数，蓄積，送出，復旧を繰り返し，蓄積回路をABCABC……と循環して用いることにより，転送可能なダイヤルけた数は蓄積回路とは無関係になる。3けたの循環式レジスタセンダで，レジスタはミニマムポーズ 600 ms で受信し，センダがミニ



第5図　一次増設架実装図



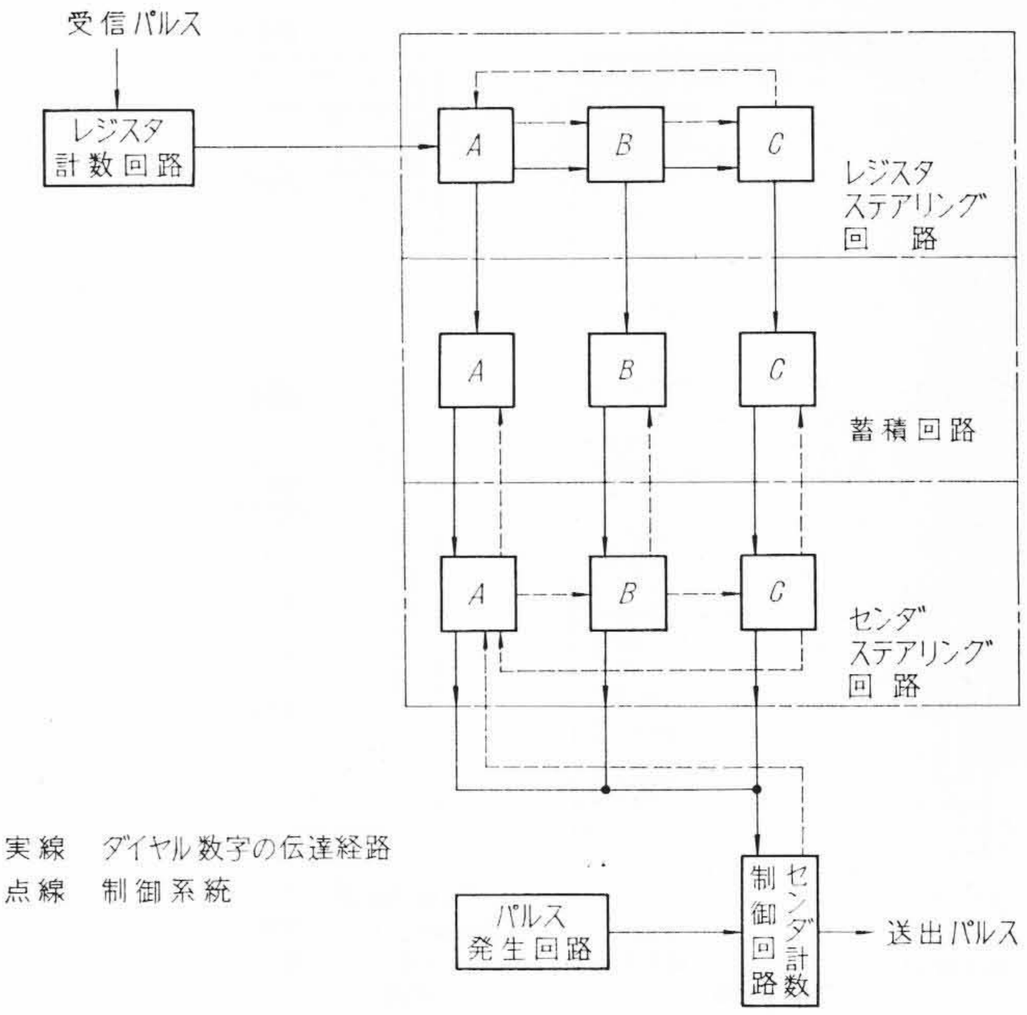
（左から基本A架，基本B架，一次増設架）

第6図　国鉄米宮局納RX-1形クロスバ交換機外観

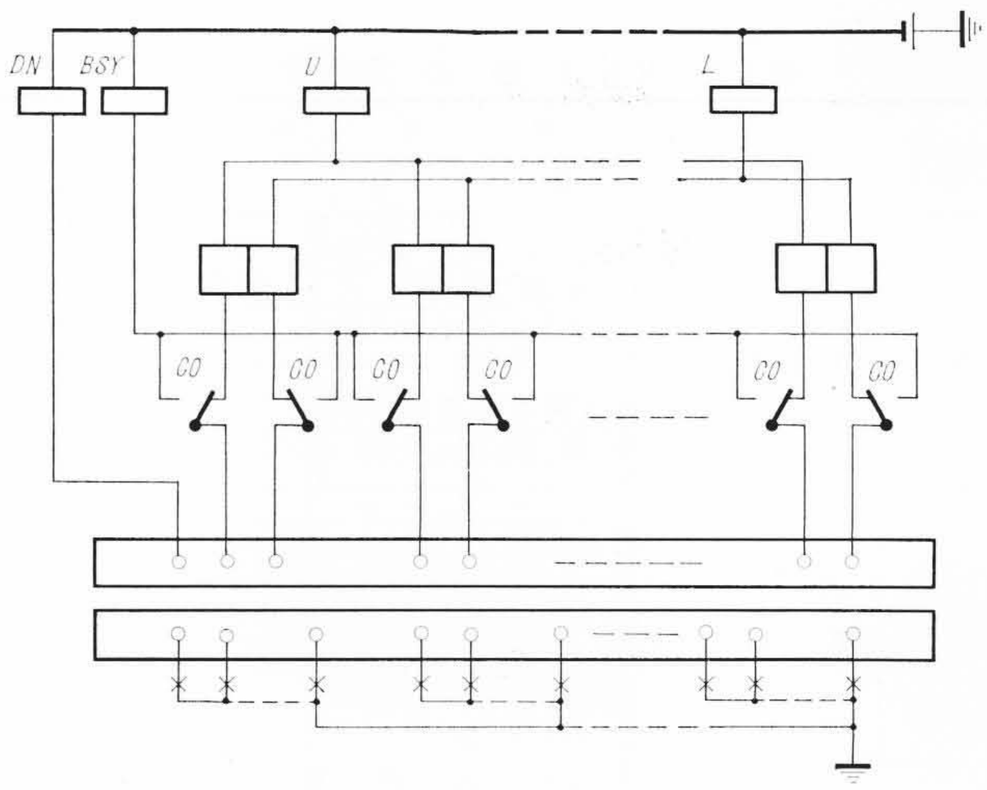
マムポーズ 650 ms で送出した場合でも，7けた以内で蓄積回路が復旧しないうちに次のインパルスを受信することはない。このようにレジスタセンダを循環式にした場合，復旧の時期，すなわち全数字を転送し終わった時期を識別しようとすれば，回路が相当複雑になるうえに何数字受信，送出すればよいかを識別するためにトランスレータが必要になる。そこで，レジスタが受信した全数字をセンダが送出し終わった瞬間からミニマムポーズを数え，ミニマムポーズが終わったときにレジスタが次のダイヤルを受信していなければレジスタセンダは復旧し，それ以後ダイヤルがあればトランクで直接インパルス中継する新しい復旧形式を採った。これにより，5で述べるようにレベル転送のときのレジスタセンダの保留時間が短縮された。

4.2　ナンバグループ

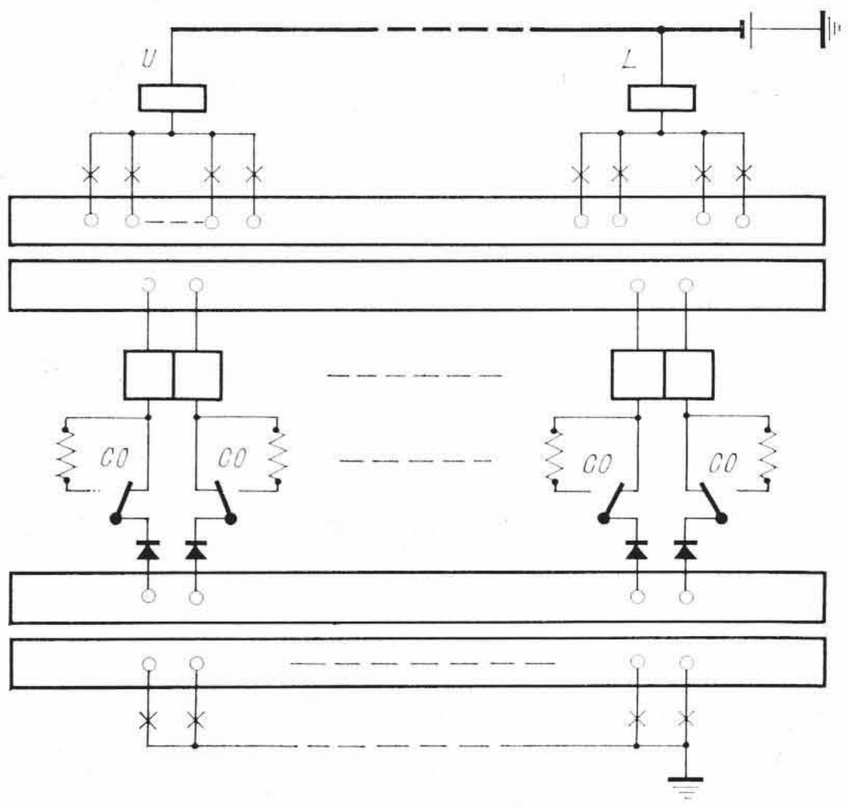
6線式クロスバスィッチを上下切り替えによって2倍に使う方式においては，同一水平路に収容される2加入者のいずれか，いい換えればupper側加入者かlower側加入者かの区別が必要になる。この区別を番号に制限を設けずしかもごく簡単に行なうために，**第8図**に示す選択電磁石を2巻線にしたクロスバスィッチを用いた新しいナンバグループを開発した。この方法は，選択電磁石のおのおのの巻線を加入者ごとに割り当て，選択電磁石と直列に働くUおよびLリレーにより上下識別を行なう非常に簡単なものである。



第7図　循環式レジスタセンダ原理図



(A)　選択電磁石の片側で展開する場合



注：話中はCO（ラインリレー）のメーク側の高抵抗で空番号は抵抗∞で識別する

(B)　選択電磁石の両側で展開する場合

第8図　ナンバグループの原理図

4.3 連接集線装置

連接集線装置とは，鉄道における電話交換局間に連接する中間駅などの加入者線路を集線し，かつ連接して使用するための装置である。各中間駅には局外装置が設けられ，1局外装置には最大10加入者まで収容できる。局外装置は親局からの複数回線の中継線に完全群または不完全群の形で連接して接続されるが，同一回線に収容しうる局外装置は最大10である。したがって完全群選択の場合は同一系統内局外装置数は最大10となる。連接集線加入者番号は親局加入者と同一で，十位番号で局外装置を決め，単位番号で局外装置内の加入者を決める。親局では十位番号で局外装置を識別すると，系統を決め空中継線を捕そくする。捕そくした中継線には10以下の局外装置が連接しているから，その中の所望の局外装置を捕そくするために十位番号，捕そくした局外装置内の加入者を決めるために単位番号を中継線に送出する。連接集線装置はこのようにレベル再生機能を必要とするので，レジスタセンダを持つクロスバ交換機に付加する場合，あらかじめその機能を交換機に持たせておけば簡単に付加できる。すなわちレジスタセンダに加入者番号の下2けたを転送する機能と，代表加入者選択と同じ方法で所定の中継線を捕そくする機能を持たせることによって，連接集線装置の局内装置を簡単な中継線トランクだけにした。またこれに用いる中継線選択機能は，そのまま代表加入者の選択にも用いることができるので非常に融通性がある。

5. トラフィック上の検討

本章ではトラフィック上の問題として，本交換機の必要とするプレポーズ，循環式レジスタセンダの平均保留時間，ステップバイステップ局からの着信に対する問題に対する検討結果について述べる。

5.1 本交換機が必要とするプレポーズ

第1図に示すとおり，クロスバスイッチの水平側に中継線トランク，垂直側に局内接続トランクを介してレジスタが収容されているため，トランクに起動がかかってからレジスタへ接続されるまでにクロスバスイッチの動作時間と共通装置の待合わせ時間がはいる。したがってある時間以上のプレポーズがないとレジスタへの接続がまにあわないための呼損が増大する。これを救うためには，入トランクとレジスタ間に正規の接続が完了するまでの間，速動リレーを用いて入トランクとレジスタ間に着信後短時間に仮のリンク，いわゆるバイリンクを設けてやる必要が生ずる。この検討のために次の仮定のもとにまず所要プレポーズを求めることにする。

（1）　レジスタセンダの待ち合わせはないものとする。

（2）　プレポーズによる呼損率を 10^{-4} 以下にする。

（3）　マーカ動作時間が100，150 msの場合を計算する。

保留時間が一定の場合，呼が時間 t 以上待たされない確率は，呼の発生がポアソン過程に従い，ランダム待ち合わせをする装置数が1の系において，途中放棄がなく統計的平衡が保たれた状態であれば P. J. Burke の論文によると次式で与えられる[3]。

$$F(t)=\sum_{n=1}^{\infty} P_r\left\{\frac{n}{\lambda}\right\} G\left(\frac{t}{n}\right) \quad \cdots\cdots(1)$$

ここで　$P_r\left\{\frac{n}{\lambda}\right\}$：呼が発生後，最初に装置があいたとき，その呼がそのとき系に残っている n 個の呼のうちの1個である条件付確率で，(2)，(3)式で与えられる。

$G\left(\frac{t}{n}\right)$：ある待ち合わせ呼が，次に初めて装置があいた瞬間に待ち合わせている n 個の呼の1個である場合，時間 t 以上待たされない条件付確率で(4)式で与えられる。

$$P_r\left\{\frac{n}{\lambda}\right\}=[P_0(\lambda)+P_1(\lambda)]P(n-1,\lambda)+\cdots\cdots+P_n(\lambda)P(0,\lambda) \quad \cdots\cdots(2)$$

(2)式の右辺は Crommelin の式によれば $P_{n-1}(\lambda)$ に等しいから

$$P_r\left\{\frac{n}{\lambda}\right\}=P_{n-1}(\lambda) \quad \cdots\cdots(3)$$

ここで　$P_n(\lambda)$：系に n 個の呼が存在する無条件確率

λ：呼の生起する割合

$P(k,\lambda)$：ポアソンの確率で，平均保留時間内に k 個の呼が発生する確率

$$G\left(\frac{t}{n}\right)=\sum_{i=0}^{t'-1} P_r\left\{T'=\frac{i}{n}\right\}+t''\,P_r\left\{T'=\frac{t'}{n}\right\} \quad \cdots\cdots(4)$$

ここで　T'：平均保留時間を単位に表わした待ち合わせ時間の整数部

t'：平均保留時間を単位に表わした t の整数部

t''：平均保留時間を単位に表わした t の小数部

$P_r\{T'=i/n\}$：$G(t/n)$ と同一条件下で待合わせ時間 T が $i-1<T\leq i$ となる確率で $P_r\{T'=i/n\}=Q_i(n)$ とおけば(5)式で与えられる。

$$P_r\left\{T'=\frac{i}{n}\right\}=Q_i(n)=[1-Q_0(n)]\sum_{j=0}^{\infty} P(j)\,Q_{i-1}(n+j-1) \quad \cdots\cdots(5)$$

ただし　$Q_0(n)=n^{-1}$

以上の各式を用い $\lambda\{1-F(t)\}$ を求めて図示したのが**第9図**である。

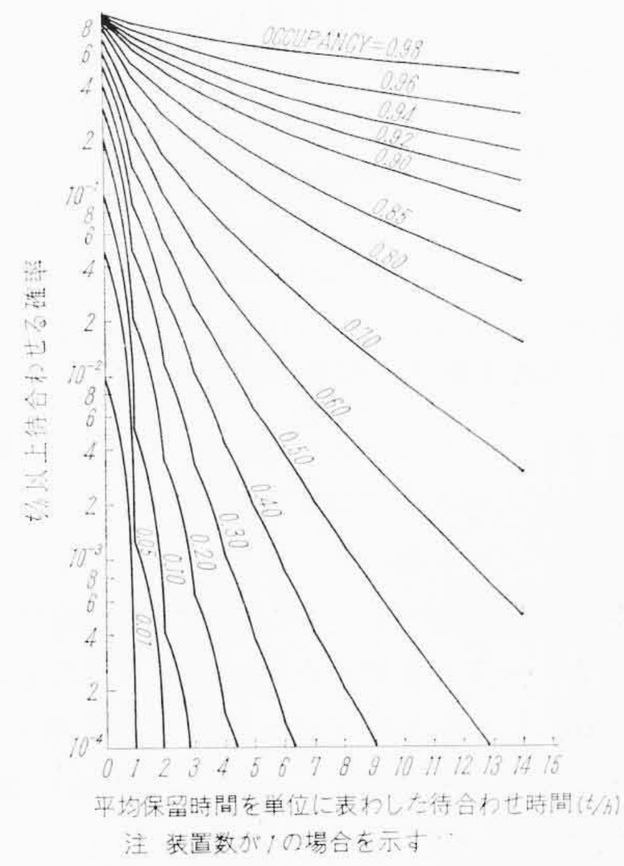
第9図より加入者当り発着信呼量を5 HCSとし，80，160，240回線について呼損率を 10^{-4} とした場合に許される待合時間を求めると**第3表**のようになる（ただし平均通話保留時間を150秒とした）。

5.2 循環式レジスタセンダの平均保留時間

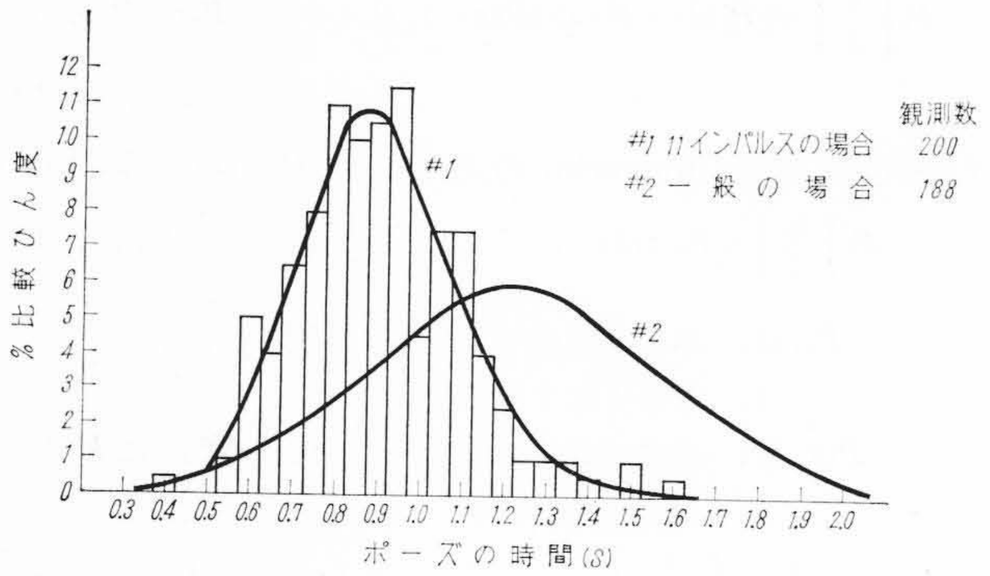
次の仮定のもとに循環式レジスタセンダの平均保留時間を計算する。

第3表　許容待合わせ時間およびプレポーズ

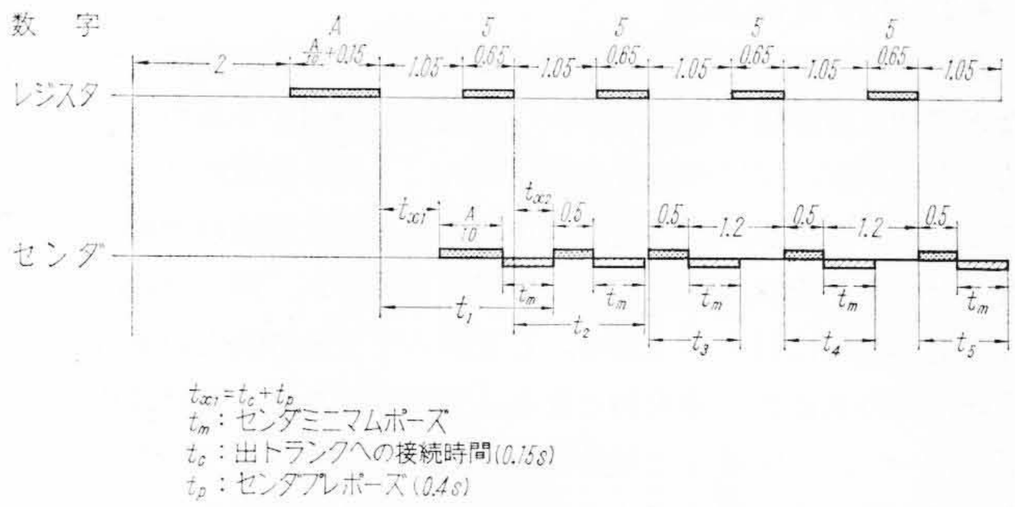
h（マーカ保留時間）(ms)	100			150		
回線数	80	160	240	80	160	240
t/h	1.0	1.3	1.7	1.0	1.7	2.0
t（待ち合わせ）(ms)	100	130	170	150	255	300
$t+h$（プレポーズ）(ms)	200	230	270	300	405	450



第9図　保留時間一定の装置の待合せ時間算出表
（参考文献(3)による）

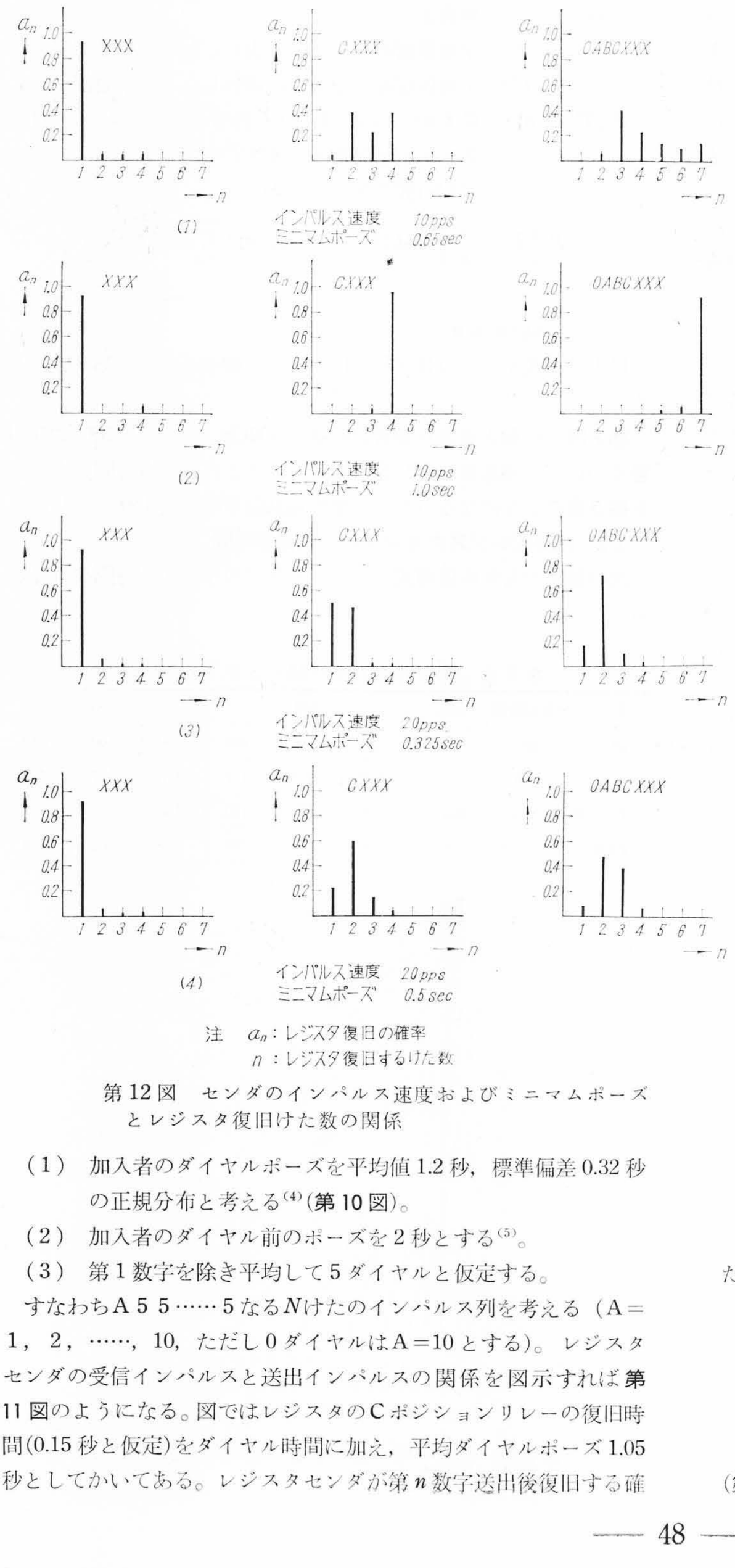


第10図　加入者ダイヤルポーズの分布
（参考文献(4)による）



$t_{xc1}=t_c+t_p$
t_m：センダミニマムポーズ
t_c：出トランクへの接続時間(0.15s)
t_p：センダプレポーズ(0.4s)

第11図　受信インパルスと送出インパルスの時間関係



注　a_n：レジスタ復旧の確率
　　n：レジスタ復旧するけた数

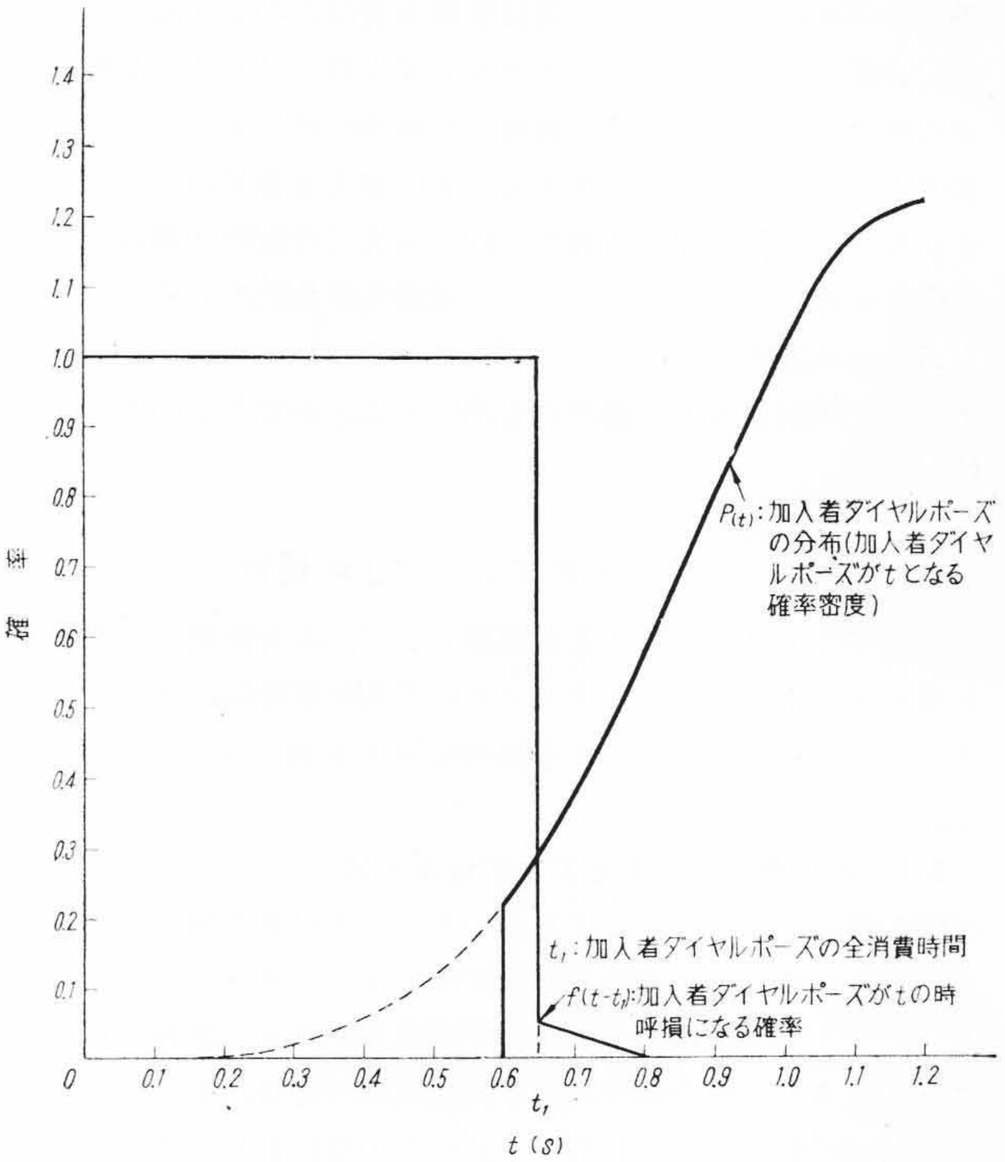
第12図　センダのインパルス速度およびミニマムポーズとレジスタ復旧けた数の関係

（1）　加入者のダイヤルポーズを平均値1.2秒，標準偏差0.32秒の正規分布と考える(4)(第10図)。

（2）　加入者のダイヤル前のポーズを2秒とする(5)。

（3）　第1数字を除き平均して5ダイヤルと仮定する。

すなわちA 5 5……5なるNけたのインパルス列を考える（A＝1，2，……，10，ただし0ダイヤルはA＝10とする)。レジスタセンダの受信インパルスと送出インパルスの関係を図示すれば第11図のようになる。図ではレジスタのCポジションリレーの復旧時間(0.15秒と仮定)をダイヤル時間に加え，平均ダイヤルポーズ1.05秒としてかいてある。レジスタセンダが第n数字送出後復旧する確率をa_n，第n数字目まで受信したレジスタセンダが第n数字送出後復旧する条件付確率をb_nとする。a_nとb_nの間には次の関係がある。



第13図　ダイヤルポーズの分布と損失の確率

$$\left.\begin{aligned} a_1&=b_1 \\ a_n&=(1-\sum_{i=1}^{n-1} ai)\,b_n \\ a_N&=1-\sum_{i=1}^{N-1} ai \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(6)$$

ただし　$2 \leq n \leq N-1$

（1）の仮定を用いればb_nは(7)式によって与えられる。

$$b_n=\int_{t_n}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}\, e^{-\frac{(t-m+0.15)^2}{2\sigma^2}}\, dt \quad \cdots\cdots(7)$$

ただし　t_n：加入者の第n数字目のダイヤル終了より，センダが第n数字送出後のミニマムポーズ終了までの時間

m：加入者ダイヤルポーズの平均値（1.2秒）

σ：加入者ダイヤルポーズのばらつきの標準偏差（0.32秒）

(第11図参照)

第4表　平均保留時間

送出インパルス速度	ミニマムポーズ	送出インパルス	平均保留けた数	平均保留時間	循環式でない場合の平均保留時間
10	0.65	XXX	1.1	3.88	8.25
		CXXX	3.0	7.20	8.25
		0ABCXXX	4.3	9.84	13.85
	10	XXX	1.2	4.13	8.25
		CXXX	4.0	9.25	8.25
		0ABCXXX	7.0	14.85	13.85
20	0.325	XXX	1.1	3.82	8.00
		CXXX	1.6	4.44	8.00
		0ABCXXX	2.0	5.43	13.60
	0.5	XXX	1.1	3.84	8.00
		CXXX	2.0	5.10	8.00
		0ABCXXX	2.5	6.60	13.60

(6)式および(7)式を用い，センダのプレポーズを0.4秒として次の三つの場合について a_n を求めた。

受信インパルス　　送出インパルス

0 5 5 5 5 5 5 ⟶ 0 5 5 5 5 5 5

5 5 5 5　　⟶ 5 5 5 5

5 5 5 5　　⟶ 5 5 5

この結果を図示したのが**第12図**，平均保留時間に換算したのが**第4表**で，センダ，ミニマムポーズが短い場合は平均保留時間が相当短縮されることがわかる。

5.3　ステップバイステップ局からの着信に対する検討

ステップバイステップ局からの着信に対しては，レジスタセンダへのミニマムポーズ間接続が問題になる。ステップバイステップ局でミニマムポーズが消費されてきた場合，レジスタセンダへの接続がまにあわなくて呼損になる確率を求める。

(1)　ステップバイステップ局における時間消費を次のように仮定する。

セレクタCリレー復旧	約 200 ms
セレクタワイパ1歩回転につき	約　32 ms
セレクタDリレー動作	約　50 ms
レピータ（1号Cレピータ）捕そく	約　30 ms

したがって

ワイパ1歩回転のとき	312 ms
ワイパ10歩回転のとき	600 ms

(2)　加入者ダイヤルポーズは正規分布と仮定するが，ポーズ0.6秒以下はダイヤル構造上存在しないはずであるから呼損の対象とはしない。

(3)　レジスタセンダの待合わせはないものとし，マーカの待合わせは(1)式によるものとする。

いまミニマムポーズの消費を t_1，マーカの接続時間を h とすれば，このときの損失の確率は $t_1+h=t_1$ とおけば

$$\left.\begin{aligned} f(t-t_1)&=1 \quad (t<t_1)\\ f(t-t_1)&=\lambda\left\{1-F\left(\frac{t-t_1}{h}\right)\right\} \quad (t\geq t_1)\end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(8)$$

$f(t)$ は(1)式および(4)式から考えて t に関する1次式と考えられる。マーカの能率0.05，$h=0.15$ として**第9図**から近似的に $f(t)$ を求めると

$$f_1(t)=-0.325\,t+0.05 \qquad (0\leq t\leq 0.15)$$

$$f_2(t)=-0.008\,t+0.0024 \quad (0.15\leq t\leq 0.3)$$

となる。ただし $f_3(t)$ 以下は $f_1(t)$，$f_2(t)$ に比較して微小であるから無視する。0.6秒以下のポーズは呼損率の対象に考えないことに注意して，$t\leq 0.6$ および $t>0.6$ の二つの場合について呼損率 P を求めると次のようになる。

第5表　ミニマムポーズの消費と呼損率

t_1（消費時間）（s）	0.55	0.60	0.65	0.75
P（呼損率）	0.0008	0.0012	0.013	0.053

注：t_1 は自局内でレジスタセンダ捕そくまでに消費した時間を含む。

$0.45\leq t_1\leq 0.6$ の場合

$$P\int_{0.6}^{\infty}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,0.32}\,e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}dt$$

$$=\int_{0.6}^{t_1+0.15}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,0.32}\,e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}\{-0.325(t-t_1)+0.05\}dt+\int_{t_1+0.15}^{t_1+0.3}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,0.32}\,e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}\times\{-0.0081\,(t-t_1)+0.0024\}dt$$

この式から P を求めると

$$P=0.0432\left(e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}\right)_{0.6}^{t_1+0.15}+\frac{0.325t_1-0.34}{0.97}\times\int_{0.6}^{t_1+0.15}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,0.32}\,e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}dt+0.00106\left(e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}\right)_{t_1+0.15}^{t_1+0.3}+\frac{0.008t_1-0.0072}{0.97}\times\int_{t_1+0.15}^{t_1+0.3}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,0.32}\,e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}dt \cdots\cdots(9)$$

となる。

$t_1>0.6$ の場合

$$P\int_{0.6}^{\infty}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,0.32}\,e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}dt=\int_{0.6}^{t_1}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,0.32}\,e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}dt+\int_{t_1}^{t_1+0.15}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,0.32}\times e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}\{-0.325(t-t_1)+0.05\}dt+\int_{t_1+0.15}^{t_1+0.3}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,0.32}\,e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}\times\{-0.008(t-t_1)+0.0024\}dt$$

この式から P を求めると

$$P=\frac{1}{0.97}\int_{0.6}^{t_1}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,0.32}\,e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}dt+0.0432\left[e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}\right]_{t_1}^{t_1+0.15}+\frac{0.325t_1-0.34}{0.97}\times\int_{t_1}^{t_1+0.15}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,0.32}\,e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32}}dt+0.00106\left[e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32}}\right]_{t_1+0.15}^{t_1+0.3}+\frac{0.008t_1-0.0072}{0.97}\times\int_{t_1+0.15}^{t_1+0.3}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,0.32}\,e^{-\frac{(t-1.2)^2}{2\times 0.32^2}}dt \cdots\cdots(10)$$

となる。

計算結果の一例を**第5表**に示す。これによるとステップバイステップ局で0.6秒消費された場合，すなわち $t_1=0.75$ の場合は5.3%が損失になる。これを救うためには，入レジスタリンクにおけるバイリンクと同様マーカ内を通して入トランクとレジスタセンダ間にバイリンクを作り，入トランクに着信後レジスタセンダに接続する時

間を短縮しなければならない。

現在までに納入されたRX-1形実施局は相手局が手動局，クロスバ局，クロスバ局を通ったステップバイステップ局などで，しかも回線数が少ないのでバイリンクを持たない本交換機でも問題はない。また実際の総合呼損率は，ダイヤルポーズの消費の確率も考慮する必要があり，上述の計算結果より小さくなる。しかしさらに機能を向上し，適用範囲を拡大するためにはバイリンクを設けることが必要となろう。

6. 結　　言

以上RX-1形について簡単に説明したが，機能上は融通性を持たせ，しかも小形化するという設計当初の目的は一応達成できたと思われる。しかしながらいまいっそうの小形化，原価低減，または中継線からの着信呼に対して，マーカ経由でレジスタへのバイリンクを作って呼損率をさらに小さくするなど，改良すべき点が残されている。これらの問題に対しては今後も改良，改善への努力を続け，より完全な交換機を完成させたいと思っている。

終わりに，RX-1形の設計にあたり終始ご指導いただいた国鉄電気局通信課関係各位，および日立製作所関係各位に厚くお礼申しあげます。

参　考　文　献

(1) 尾関，寺井，野上，大塚，白須：日立評論 別冊第39号 43 (昭36-3)
(2) 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)
(3) Paul J. Burke: Equilibrium Delay Distribution for One Channel with Constant Holding Time, Poisson Input and Random Service, BSTJ, Vol. 38, No. 4, 1021 (July 1959)
(4) 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 (1950-12)
(5) Charles Clos, Roger I. Wilkinson: Dialing Habits of Telephone Customers, BSTJ Vol. 31, No. 1, 32 (Jan. 1952)

特　許　と　新　案

特許 第293359号

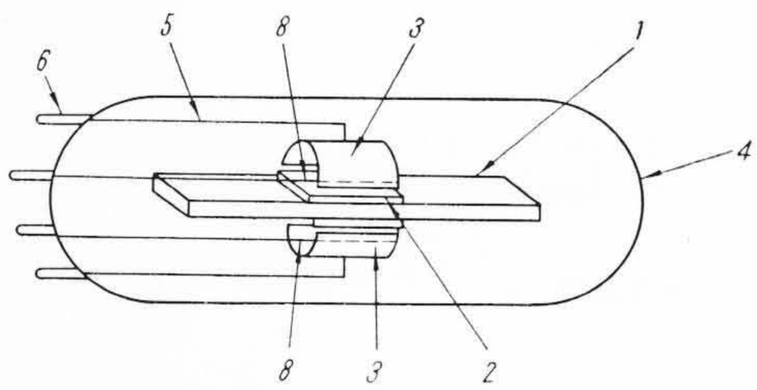
橘　篤志

圧電効果を用いたリレー

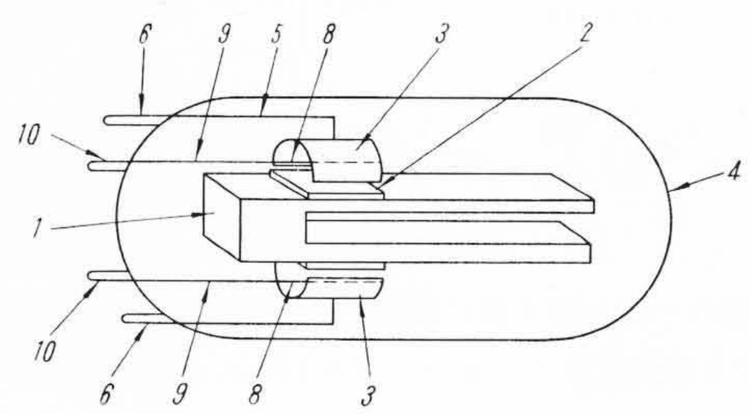
従来の圧電効果を用いたリレーは，振動体に水晶振動子を用いているため，水晶の単結晶から切り出さねばならないので，周波数の低いものを得るには，大きな水晶を必要とし，高価なものとなる。また，結晶体であるため，周波数安定度の高いものと，圧電効果の大きいものとを得ることには，大きな制限がはいってくる。

この発明は，このような欠点をなくしたもので，圧電物質の表面における電荷密度分布を応用した高周波放電を用い，ある特定の周波数のパルス電圧がきたときだけ出力側に電流が得られ，この特定以外の周波数のパルスがきても動作しないようにしたものである。

図面について説明すると，圧電物質(2)をはりつけた弾性振動体(1)を，補助電極(3)，(8)とともに，ネオンまたはアルゴンガスのような放電ガスを封入したガラス容器(4)内に設け，弾性振動体(1)からは駆動端子(7)を引出しておく。この駆動端子(7)に弾性振動体(1)と圧電物質(2)の複合体としての個有振動数に等しい信号電流を入れると，振動体(1)は，同じ振動数でその振動数によって定まる振動姿態で振動する。圧電物質(2)は，この振動によって生ずるひずみの大きい所にはりつけておくことにより大きなひずみを受け，その表面に，ある電荷分布を生ずる。振動振幅が適当な大きさに達すると，表面電荷密度の大きなところにおいて，ガス分子は励起電圧に達する電界を受けて放電する。補助電極(3)はこのような放電箇所を内に含むように配置してあるため，この補助電極(3)と他の補助電極(8)との電極間抵抗は急激に低下し，それらの端子(6)，(10)間に接続した，直流電源を含む回路に直流が流れる。したがって，この電流を用いて継電器(11)を動作させることができる。このようにある特定の周波数のパルス電圧がきたときのみ，出力側に電流が得られ，この特定以外の周波数のパルスがきても電流が得られないから，継電器(11)は動作しない。



第 1 図



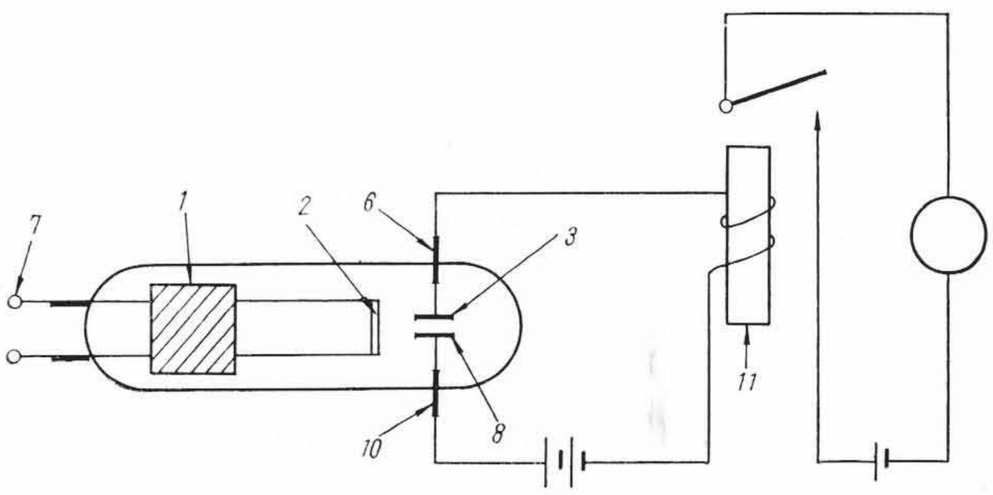
第 2 図

この特性としては

(A)　選択周波数の温度特性がよいこと，
(B)　低い入力レベル信号に対し，できるだけ大きい出力が得られること，
(C)　選択特性がすぐれていること，

である。

以上のものがよい特性をもつものであるが，この(A)の条件に対しては，特に振動体のヤング率の温度係数および線膨張係数が影響を与える。(B)に対しては圧電効果の大きいこと，(C)は振動体のQが高いことを必要とするが，圧電物質である単一結晶体から振動体を構成しようとすると，(A)と(B)との条件を同時に満たすことに大きな制限が加わる。しかしながら上述のこの発明では，振動体(1)と圧電物質(2)とを分離したため，振動体(1)としては(A)の条件を満たすものを選べること，圧電物質(2)としては，(B)の条件を満足するものを選べるという長所がある。　　(藤　原)



第 3 図