

日本電信電話公社新宿局，第二藤沢局納

C63 形 自 動 交 換 機Type C63 Automatic Telephone Exchanges for Shinjuku, and Fujisawa No. 2
Toll Offices of Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation鈴木 立之*
Tatsuyuki Suzuki池 沢 英 夫*
Hideo Ikezawa上 田 裕*
Yutaka Ueda若 林 和 彦**
Kazuhiko Wakabayashi吉 川 信 一**
Shin'ichi Yoshikawa山 下 英 隆**
Hidetaka Yamashita堀 芳 顕**
Yoshiaki Hori井 上 博 史**
Hirofumi Inoue**要 旨**

日本電信電話公社新宿局，および第二藤沢局の C63 形自動交換機は C8 形，C6 形自動交換機の機種統一および C62 形自動交換機の経済化を主目的として開発された。

本報では新宿局，第二藤沢局の概要および経済化のための新技術とその成果について述べる。またこの経済化にもっとも効果のあった DP 用 2 段レジスタセンダリンクは電子計算機によるシミュレーションによりその性能を確認し，採用したがそのシミュレーションの結果についても述べる。

1. 緒 言

日本電信電話公社の市外専用クロスバ交換機には 2 線交換専用の C6 形自動交換機と 4 線交換専用の C8 形自動交換機とがある。

C6 形自動交換機は，昭和 36 年 3 月京都市外局においてはじめて実用に供された，これが C61 形自動交換機である。C61 形自動交換機はその一部に修正を加えながら京都市外局に続いて，東京，大阪に次々に導入された。しかし昭和 36 年 11 月の番号計画の改訂，昭和 37 年 9 月の料金制度の改訂で，C61 形自動交換機に大幅な機能変更が必要となった。

そこで新条件に合わせて C62 形自動交換機が設計され，東京，大阪の大都市をはじめ中都市にも導入され順調に稼動を続けている。

また C8 形自動交換機においては，昭和 34 年仙台局において C80 形自動交換機が稼動にはいり，続いて設計された C81 形自動交換機が，総括局および一部の中心局に続々と導入された。一方自動即時網が地方都市に拡大されるにつれて C6 形および C8 形自動交換機も小規模で使用される機会が多くなるが，この両者は本来大局用として設計されたもので，小規模で使用することは必ずしも経済的ではない。

一般の中心局では，中継交換だけでなく発信呼も扱う必要がある。そこでそれぞれの機能をもつ交換機を別々に設置した場合の経済的損失をなくすことを目的として，この両機能を併合し C82 形自動交換機が設計された。

このようにして C82 形自動交換機の共通制御装置は発信呼を扱うようになったため，課金制御なども行なうことになり発信交換機能を持った 2 線式のスイッチフレームを制御することが可能となった。そこで共通制御装置(デコーダ，マーカ，トランスレータ，コネクタ)は C82 形自動交換機のものを使い，スイッチフレーム，レジスタセンダ，トランクについては C62 形自動交換機を共通制御装置に合うように修正するとともに，大幅な経済化を行ない，C63 形自動交換機が設計された。

日立製作所においては C63 形自動交換機を新宿局，第二藤沢局に納入し，両局とも順調に稼動している。

C62 形と C63 形とを比較するために，仮に第二藤沢局に C62 形

自動交換機を設置したとして比較を行なうと，架数において約 32%，架列長でも約 32% の経済化が行なわれている。

2. 中継方式と動作概要

C63 形自動交換機は 20 フレーム 1 トレーン形式を基本形式としているが，大局では 20 フレーム 2 トレーン形式とすることができる。さらに発信交換機と中継交換機の両方を必要とする比較的大きな局に対しては，一方を C63 形自動交換機(2 線式)で構成し発信専用とし，他方を C82 形自動交換機(4 線式)で構成し中継専用とする 2 トレーン形式とすることもできる。なお，20 フレーム 1 トレーン形式では，60,000 HCS の呼量を扱うことができ，出入基本端子数は C63 形自動交換機の場合各 3,200 端子，C82 形自動交換機の場合各 2,000 端子である。

C63 形自動交換機の中継方式の一例(第二藤沢局)を図 1 に示す。また C63 形自動交換機の動作概要は次のとおりである。

2.1 標準接続動作

- (1) 前位局から LD 入トランク(LDICT-K)または LM 入トランク(LMICT-K)が起動される。
- (2) LDICT-K はレジスタセンダリンク(A-RSL)を起動し，A-RSL は DP レジスタセンダ(DPRS)を捕捉し，LDICT-K と DPRS の間を接続する。DPRS は選択符号受信の準備をし，LDICT-K から送られてくるダイヤルパルスを待つ。
- (3) LMICT-K はレジスタセンダリンク(B-RSL)を起動する。B-RSL は MF レジスタセンダ(MFRS)を捕捉し，LMICT-K と MFRS の間を接続する。MFRS は MF 受信器コネクタ(MFRECC)を起動し，MF 受信器を捕捉する。MF 受信器を捕捉したのち，前位局に A，B 線の極性反転によって接続準備完了信号を送る。
- (4) レジスタセンダは前位から送られてくる選択信号を受信蓄積する。
- (5) レジスタセンダは定められた数字数だけ受信するとデコーダコネクタ(DC)を起動し，デコーダ(DCR)を捕捉する。DCR は接続を要求している入トランクのクラスを識別し，またこの交換点に必要な選択数字の一部が前位局で消費されている場合はそれを再生する。
- (6) DCR はトランスレータ(TLR)を起動し，A コードおよび

* 日本電信電話公社

** 日立製作所戸塚工場

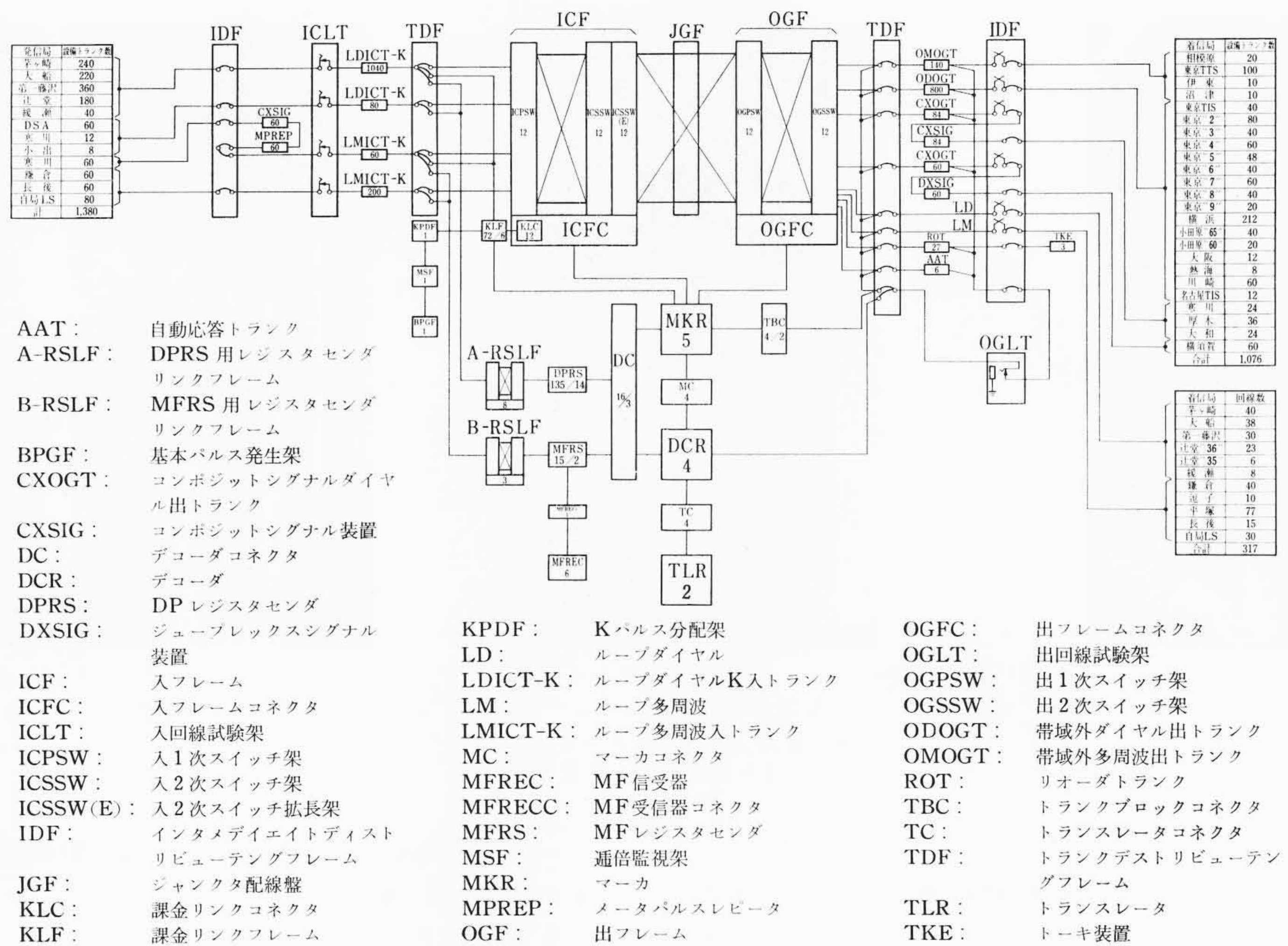


図1 第二藤沢局中継方式図

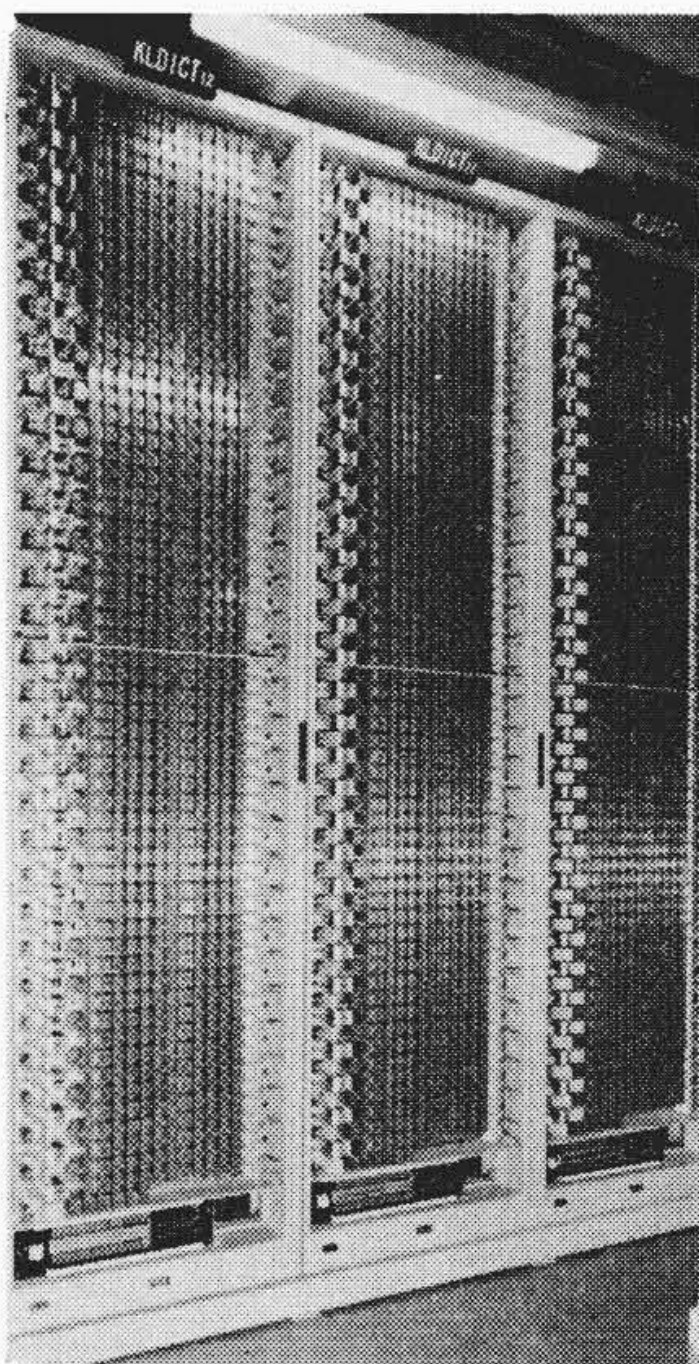


図2 CA63号Aトランク用架

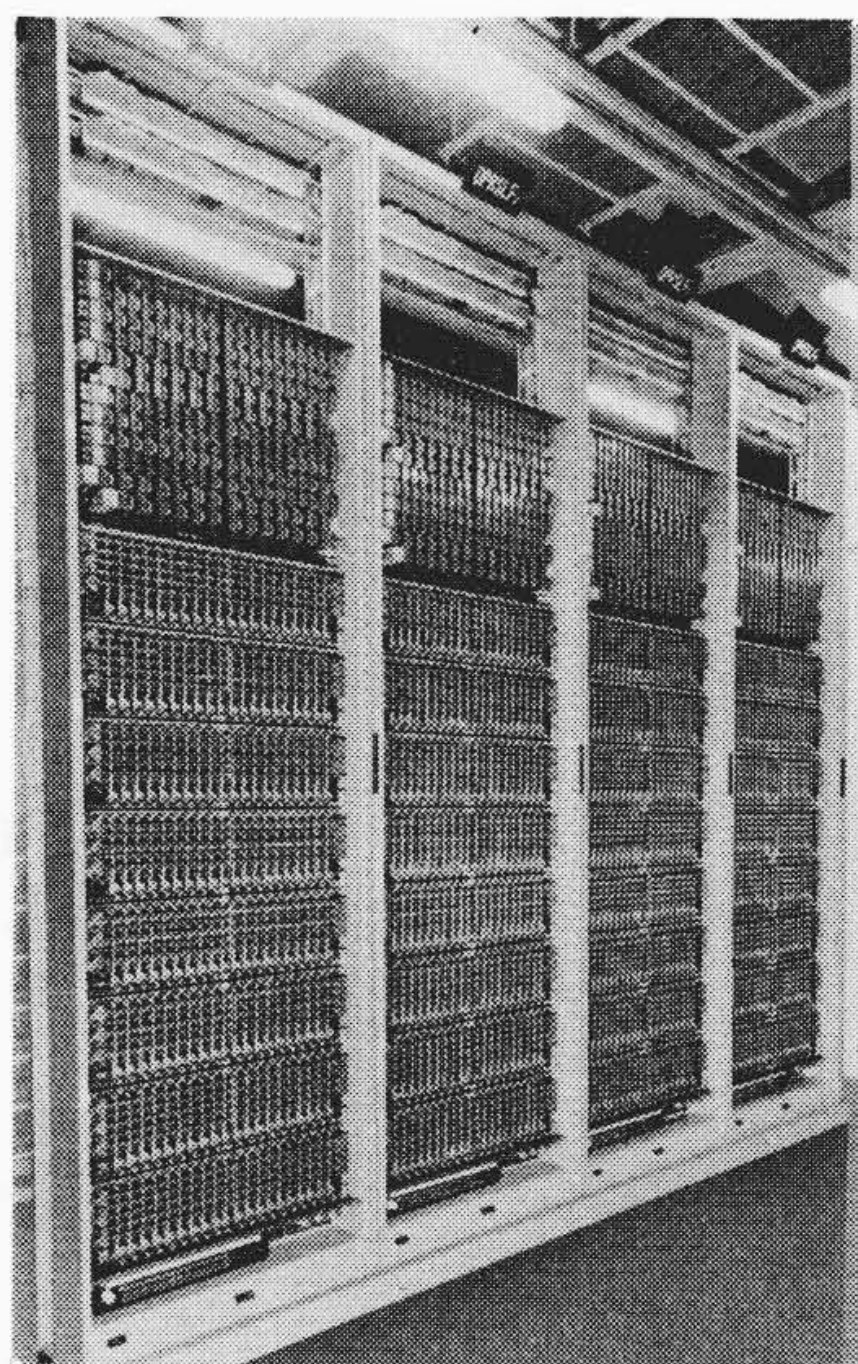


図3 CA63号Aセンダリンク用架

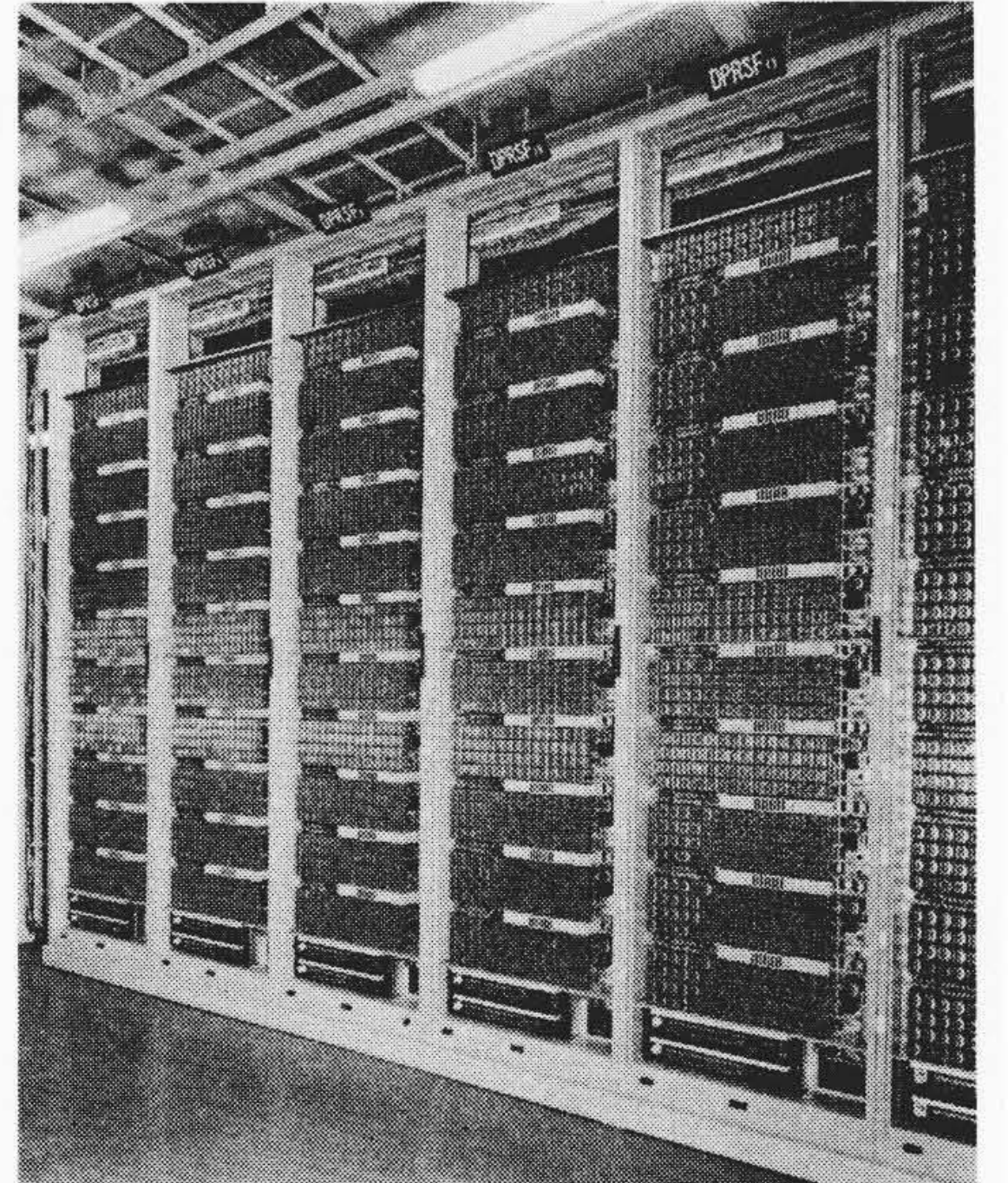


図4 CA63号A-DP レジスタセンダ用架

入トランククラスにより TLR のトリーを指定し、レジスタセンダからの数字を TLR に送る。

(7) TLR は DCR からの情報を課金情報、前位局から送られてくる数字数、出トランクに関する情報、DCR の動作種別に翻訳し DCR に送り返す。

(8) RR 動作を指定されたら、出トランクの群話中を調べあっている出トランク群に関する情報を作り (TLR からの情報がそのまま使えることもある)、マーカコネクタ (MC) を起動してマーカ (MKR) を捕捉する。

(9) DCR は MKR に必要な情報を送り、MKR が受信したことを確認してレジスタセンダに出トランク起動、後位に送出する数字、信号方式および前位から何数字送られてくるかに関する情報を送る。

(10) MKR は起動されるとただちに入トランクの收容されているスイッチフレーム番号を識別する。

(11) MKR は DCR から出トランク選択に必要な情報をもらい、ただちにトランクブロックコネクタ (TBC) を起動しトランク選択を行なう。

(12) 出トランクを選択したら、その出トランクの收容されているスイッチフレーム番号を識別する。

(13) MKR は入フレーム、出フレームを起動し、入トランク、出トランク間のあいているチャンネルを選び入トランク、出トランク間を接続する。

(14) 入トランクが課金を要するトランクであれば入フレームを起動したのち、MKR は課金リンクフレーム (KLF) を起動し、これを DCR から受信した課金情報により制御し、入トランクへ送

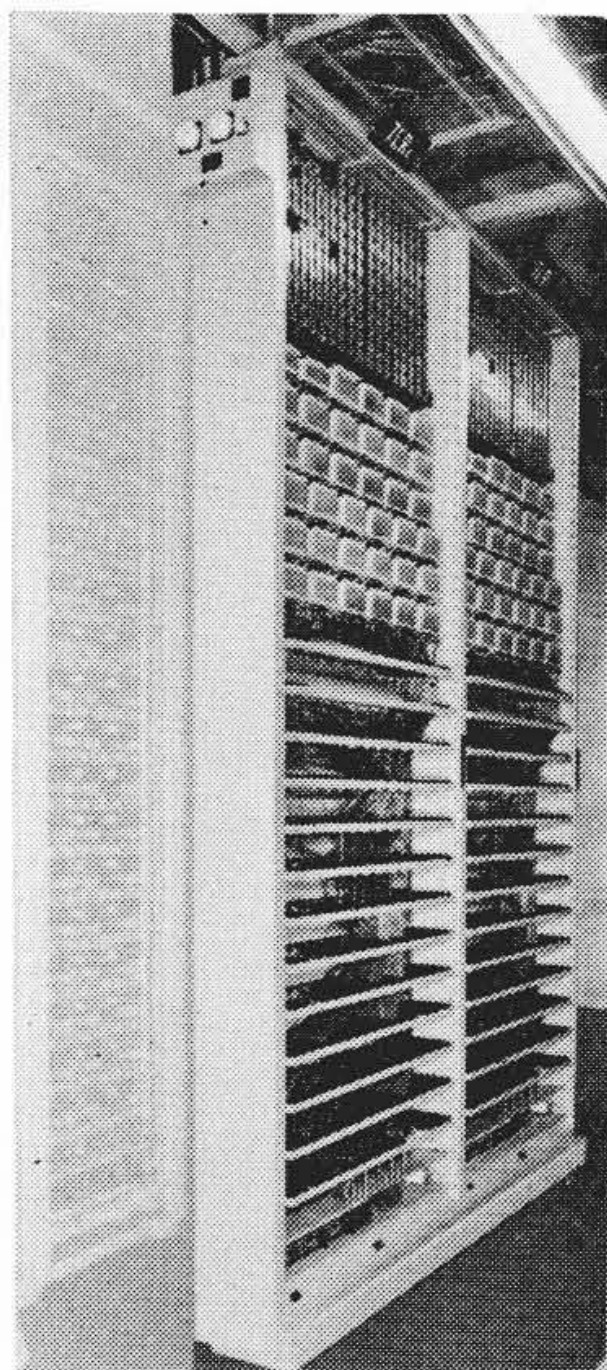


図5 CA82号Aトランスレータ架

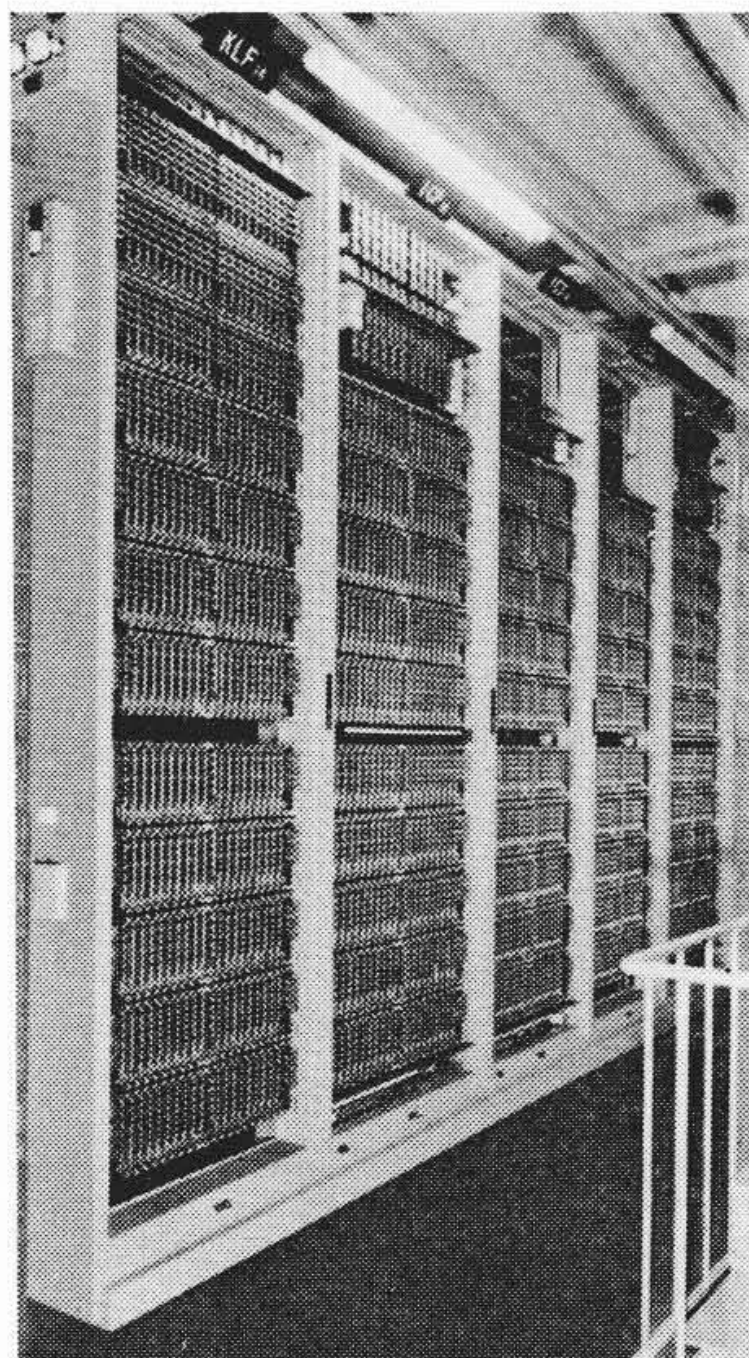


図6 左からCA63号A課金リンク架, CA63号A入1次スイッチ架, CA63号A入2次スイッチ架, CA63号B入2次スイッチ架

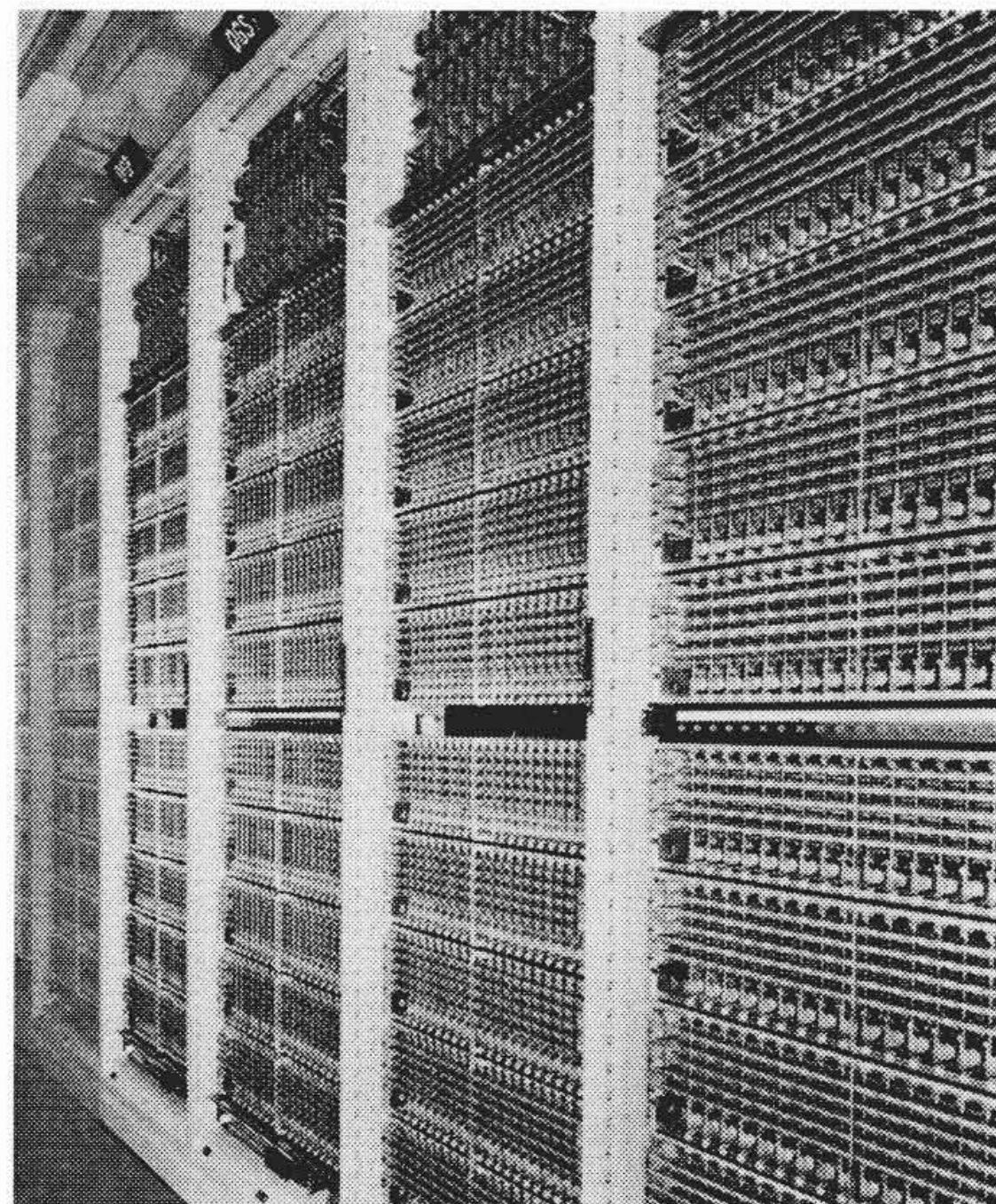


図7 左からCA63号A出1次スイッチ架, CA63号A出2次スイッチ架

る課金パルスを抽出する。

(15) MKRは出トランクのA, B線の状態をレジスタセンダ、レジスタセンダリンク、入トランク、入フレーム、出フレームを通して調べる。(通話路導通試験)

(16) 通話路導通試験の結果出トランクが正常であることがわかれば、MKRはスイッチフレームの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、またKLFの動作終了を確認してレジスタセンダに接続が終了したことを知らせる。レジスタセンダはMKRを復旧させる。

(17) レジスタセンダはA線に地気、または+50Vを付加して出トランクの起動を行ない、片線起動の場合には後位装置が起動されるとB線に地気(または+50V)を付加するので、レジスタセンダでこの地気(または+50V)を検出し起動確認をとる。

(18) レジスタセンダはDCRから指示された信号形式により、後位に選択信号を送出し復旧する。

(19) 入トランクは後位局からの応答信号が帰ってきたら、課金トランクであれば課金を行なう。

(20) 前位局から切断してきたら、入トランクはスイッチフレームおよび後位を開放し自らも復旧する。

(21) 被呼者がさきに送受器をおくと入トランクは10~20秒後にスイッチフレームおよび後位を開放し、前位に話中音を送り発呼者が送受器を下したとき復旧する。

2.2 特殊接続動作

2.2.1 話中接続動作

(1) レジスタセンダリンク、レジスタセンダの捕捉

入トランクがA-RSL, DPRSを捕捉しようとする場合は第1パルスが到着するまで待合わせ、DPRSを捕捉する前に第1パルスが到着すれば入トランクから前位へ話中音を送る。

入トランクがB-RSL, MFRSを捕捉しようとする場合、それが話中であれば待ち合わせる。

(2) DC, DCR, TC, TLR, MC, MKR, TBC, スイッチフレーム, KLFが話中の場合は待合わせる。

(3) 出トランクが全話中の場合はオーバフロートランク、マスタビジートランク、またはリオーダトランクに接続する。

これらも全話中の場合は入トランクから話中音を送出する。

(4) チャネル全話中の場合はトランクを替えて、再びチャネ

ル整合を行ないそれでも全話中のときは(3)の動作を行なう。

2.2.2 事故動作

2, 3の例をあげるにとどめる。

(1) 障害探索を容易にするためレジスタセンダをスタックする(入トランク、通話路、出トランクを保持したままセンダの動作をとめ、障害の状態を保持する)ことがある。

それはたとえば次の場合である。

(a) 入フレーム識別を失敗した場合。

(b) 時限にかかった場合(たとえば、接符号の送出、復旧時)

(2) レジスタセンダで(1)以外の障害を検出した場合、またはDCR, MKRがレジスタセンダにリオーダを指示した場合は、DPRSは入トランクより話中音を送出し、MFRSではリオーダトランクに接続する。

(3) DCR, MKの障害

(a) DCRがMKR起動前に障害になった場合、障害状況の記録を行ない、その後センダにリオーダ指示を行なうかまたはリオーダトランクに接続する。

(b) DCR, MKR結合中またはMKRのみが動作していて、スイッチフレームのホールドマグネット動作以前に障害が生じた場合は障害記録を行ない、リオーダトランクに接続する。またホールドマグネットが動作した後であればレジスタセンダにリオーダを指示する。

(4) TLRに送った選択数字のうち2 out of 5のコードがくずれているものがあれば、入トランクの番号、センダ番号を記録する。

2.2.3 その他

(1) 回線障害の場合の動作

市外線の大量の事故の場合はなんらかの処置をしないと再呼により共通制御装置に異常な負荷がかかり、正常な回線への呼にも影響を及ぼし、また迂回を増加させ回線網の輻輳(ふくそう)をきたす。

C63形自動交換機においては、市外線の事故の場合はTLRまたは付帯装置架においてジャンパし、迂回の制限を行ない、かつ一般加入者からの呼にはその旨トーカーサービスを行ない再呼を防いでいる。

表1 新宿局および第2 藤沢局納C63形自動交換機の概要

項 目	新 宿 局	第 2 藤 沢 局
前 位 局	東京“3”区画所属の市内分局	藤沢集中局区域の端局，分局
入回線設備数	570 回 線	1,380 回 線
出回線設備数	1,407 回 線（このうち 1,067回線はAユニットと複式）	1,393 回 線
規 模	4 フレーム	12 フレーム
最終フレーム形式	20フレーム形式	20 フレーム形式

表2 ジャンパと動作するリレー

ジ ャ ン バ	デコーダで動作するリレー
CLA と LNB	CLA
CLA と HNB	CLA, CLB
CLA と HPB	CLB, CLC
CLA と LPB	CLC
CLB と LNB	CLD
CLB と HNB	CLD, CLE
CLB と HPB	CLE, CLF
CLB と LPB	CLF

(2) C線誤地気の場合

スイッチフレームのチャンネルの制御線であるクロスバスイッチのC線に誤地気があると、すべてのチャンネルがその誤地気のために復旧不良になるおそれがある。そこでC63形自動交換機では、C線に誤地気がある場合はDCRで入トランククラスが受信できないようにし、入トランクの番号を記録するようにして誤地気のある個所の発見を容易にしている。

(3) 空番接統

加入者が空番号をダイヤルした場合は、トーキーランクに接続する。

3. 新宿局，第二藤沢局の概要

新宿局は東京3区画の発信タンデム局である。従来 C61 形自動交換機でこの3区画の市外発信呼を扱っていたが、呼量が増加し容量が不足してきたため別ユニットとして C63 形自動交換機が設置された。日立製作所で納入した C63 形自動交換機は“B”ユニットと呼ばれ淀橋、中野、四谷、烏山の各分局からの市外発信呼を扱う。出トランクは一部 C61 形自動交換機と複式がとられている。

第二藤沢局 TOS の中継方式は図 1 に示すとおりである。藤沢集中局区域は閉番号化されていないため、第二藤沢局 TOS はその集中局区域に属する端局間の交換および集中局区域からの市外発信交換を行なう。新宿局 TOS “B” ユニットと第二藤沢局 TOS の概要を表 1 に示す。

4. 経済化のための新技術とその成果

C63 形自動交換機の経済化にあたっては種々の新技術が導入されたが、ここではその 2, 3 の例をあげ、また C62 形自動交換機に比べてどれくらい経済化されたかを述べる。

4.1 レジスタセンダリンクの6線化

C62 形自動交換機では入トランクとセンダ間は12本のリンクで接続し入トランクとセンダ間または入トランクとマーカ間の制御を行っていた。C63 形自動交換機においては新しい課金指数の蓄積法(課金リンクの採用)の開発、入トランクからデューダへの入クラス送受用リードの減少などにより、入トランクとレジスタセンダ間のリンクを6本にし、レジスタセンダリンク架の経済化が行われた。

(1) 課金リンク

市外発信交換機においては接続時にいかなる時間間隔で料金登

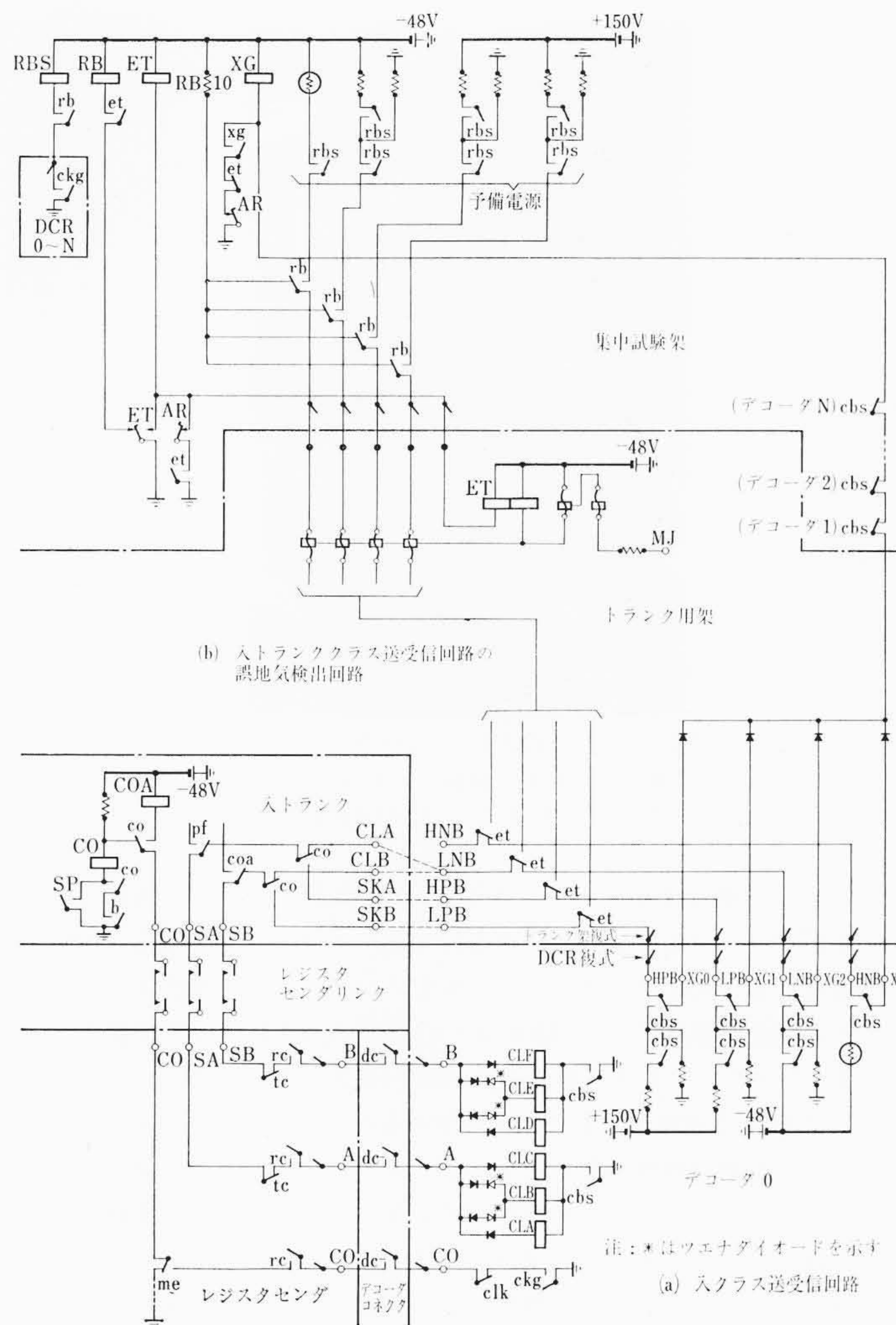


図8 入クラス送受信回路

算を行なうべきかを決定しなければならない。従来は入トランクに用意されている課金指数リレーを料金登算を行なうべき時間間隔に応じてマーカまたはデコーダから動作させこれによってKパルス分配装置から所要のKパルスを取り出し、これによって料金登算を行なっていた。この方法では課金指数リレーは15種類のKパルスを得るために少なくとも4個必要であり、したがって一般に入トランク、マーカ間のリードも4本必要である。課金リンクはクロスバススイッチのバーチカルを各課金トランクに割り当てておき、これをマーカから直接制御するので入トランク、マーカ間のリードが不用になる点に着目したものである。クロスバススイッチは3線式クロスバススイッチでセレクトマグネット0,1で切替えを行ないホリゾンタル側を16としこれにKパルス分配架からのKパルスを接続する。

マークはこの水平線を課金情報により動作させ、その後
トランク対応のホールドマグネットを動作させ、所要のKパルス
を入トランクに送る。

(2) 入トランククラスの識別と消去数字の再生

入トランククラスおよび消去数字の送受信回路を図 8 (a) に示す。

図8(a)の入トランクはLD入トランクで消去数字再生の必要な場合を示す。デコーダは入トランククラス識別および消去数字の再生時に4種類の電圧LNB(−48V弱), HNB(−48V強), LPB(+150V弱), HPB(+150V強)を送り出す。入トランクでは入トランククラスに応じてLNB, HNB, LPB, HPB端子とCLA, CLB端子とがジャンパされているので、デコーダのCBS

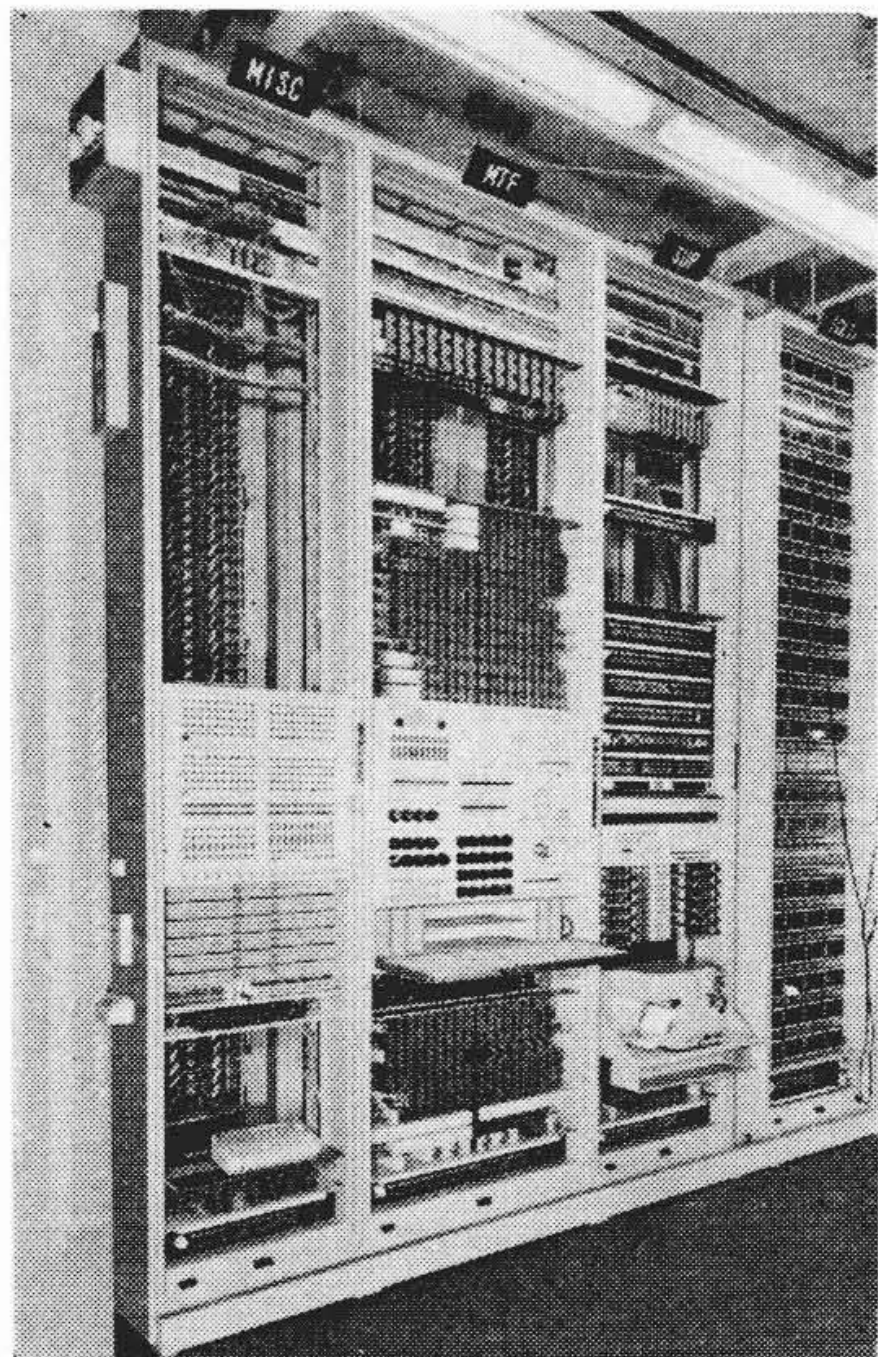


図9 左からCA82号A付帯装置架，
CA82号A集中試験架，CA82号A監
視信号架，CA82号L入回線試験用架

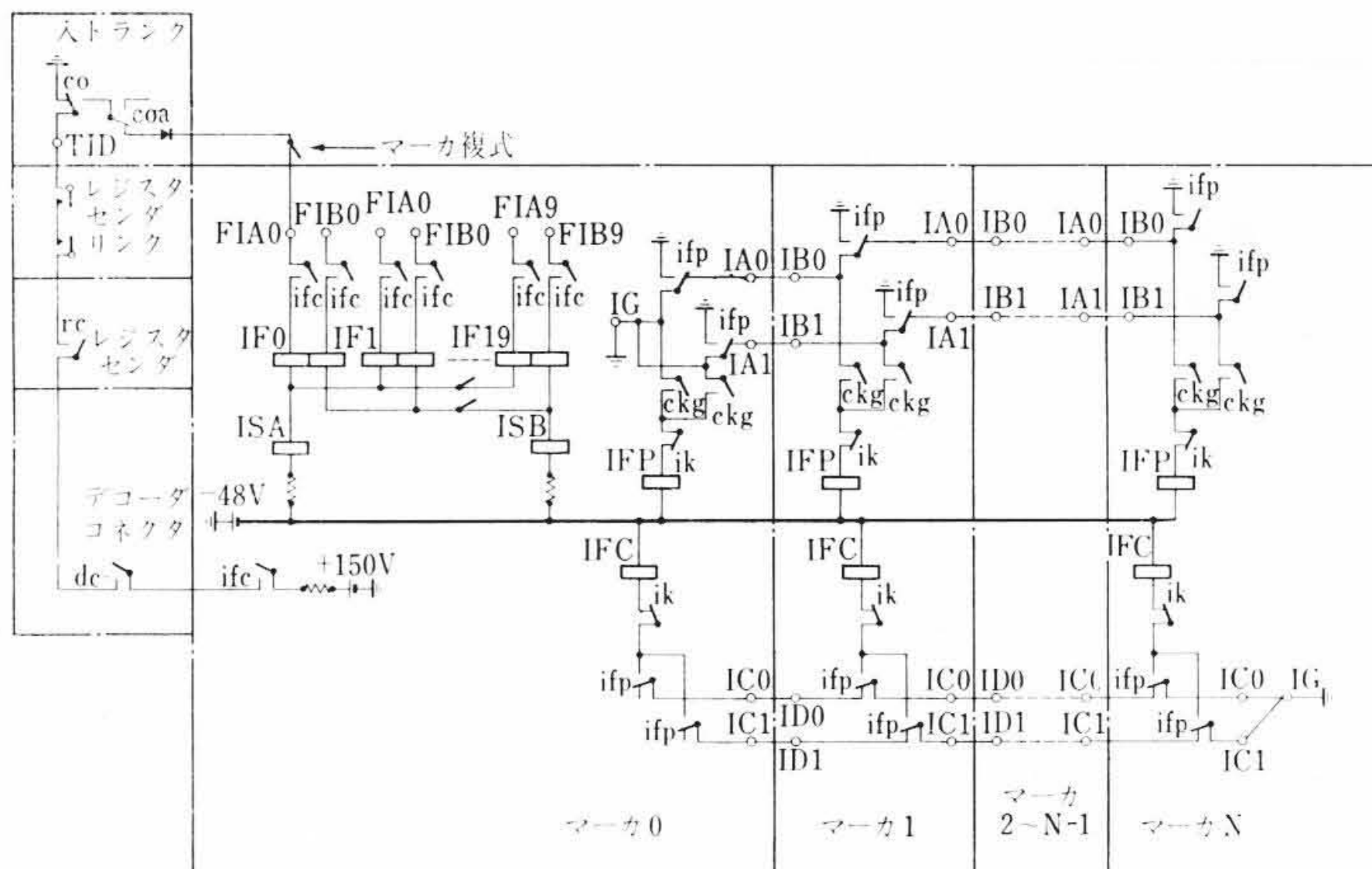


図10 入フレーム番号識別原理図

表3 C63形自動交換機とC62形自動交換機の比較

	C63形自動交換機				C62形自動交換機			
	LD	1,120	回線		LD	1,120	回線	
線数	LM	260	回線		LM	260	回線	
架数	151架				221架			
架列長	128 m				188 m			
継電器数	WA, WJ, WG	30,234	個		WA, WJ, WG	57,409	個	
	WK	12,184	個		WK	11,241	個	
	WM	0	個		WM	5,965	個	
	有極	60	個		有極	465	個	
	リード	1,248	個		リード	2,155	個	
	クロスバスイッチ(6W)	312	個		クロスバスイッチ(6W)	384	個	
	クロスバスイッチ(3W)	432	個		クロスバスイッチ(3W)	360	個	

4.4 フレーム識別の直流化

C6形自動交換機のマークは通話路をつくるために接続を要求した入トランクの収容されている入フレーム番号と捕捉した出トランクが収容されている出フレーム番号を知る必要がある。C62形自動交換機ではこの入フレーム番号，出フレーム番号の識別に多周波信号を使っていた。多周波信号を用いたフレーム識別法は識別リードが1本で足りるという利点があるが，多周波信号の発生装置，受信器などを必要とする欠点をもつ。

そこでC63形自動交換機では，1本のリードで直流により一度に1個ずつ (one at a time) にフレーム識別を行なうようにした。

入フレーム識別の概略を図10に示す。

マーク0のIFCリレーが動作すると，マーク0の+150Vがデコーダコネクタのdc-接点，レジスタセンダのrc接点，レジスタセンダリンク，入トランクのco接点，coa接点を通してマーク0のifc接点を通りIF0，ISAリレーを動作させる。IF0は入フレーム番号が0番であることを，ISAリレーは入トランクがクロスバスイッチのAサイド（入一次スイッチには6線式クロスバスイッチをバッチ切り換えして用いているから，入トランクがAサイド，Bサイドのどちらに収容されているかも識別しなければならない）に収容されていることを示す。

このIFCリレーがほかのマークでも動作すると，IF0～19リレーのどれかが誤動作するので，IFPリレーをおいて一般に使用されている二重閉塞回路を構成している。

4.5 C62形自動交換機との経済比較

4.1～4.4において述べたように，新技術の採用によりC63形自動交換機は，C62形自動交換機に比べて大幅に経済化されたが，一例として第二藤沢局にC62形自動交換機を設置するものと仮定して比較を行なうと表3のようになる。これにより架数で約32%，架列長でも約32%節減されていることがわかる。

リレーが動作するとデコーダのCLA～CLFリレーのうちいくつかジャンパに応じて動作する。デコーダは動作したリレーの組合せにより入トランクのクラスを知る。ジャンパと動作するリレーの関係を表2に示す。図8(a)ではCLA，CLDリレーが動作する。入トランククラス識別が終わるとデコーダのCLKリレー(図では巻線は省略してある)が動作するので入トランクのCOリレーの電池側の地気がなくなり，COリレーが動作する。選択数字の一部が前位局で消去されているときは，入トランクのCOリレーはリードを切換える。デコーダは図に示されていないが，入トランクのCOリレーが動作したことを確認して，その後入トランククラスと同様に消去数字を再生する。この入トランククラス識別，消去数字再生回路は図8(a)からわかるように電圧供給線が共通になっているので，この共通の線に誤地気があればほかの全デコーダのクラス識別に支障をきたす。これを避けるため誤地気検出回路が設けられている。図8(b)はその略図である。図8(b)のHNB端子に誤地気がある場合，HNBを使う入トランククラスは識別できなくなる。しかし全デコーダが入トランククラス，消去数字の再生を行なっていないときに，この誤地気により全デコーダのCBSリレーのブレーク接点を通して集中試験架のXGリレーが動作し，MJ警報を出す。保守者はキーETを押してトランク用架のETリレーを動作させ，リードを集中試験架側に切り換える。ETリレーの接点よりトランク側に誤地気があれば集中試験架の低抵抗RBを通した電池でトランク用架のヒューズが溶断し，トランク用架からMJ警報が出るので誤地気のある架がわかる。また必要のある場合は集中試験架の予備電源を使用することもできる。

4.2 2段構成レジスタセンダリンクの採用

C63形自動交換機ではDPレジスタセンダ用のレジスタセンダリンクも2段構成にしている。C62形自動交換機では1段構成にしているので，グレーディングを行なってもレジスタセンダ能率は50%程度であったが，2段構成の採用により能率を約70%まで高めることができ，装置数は約38%減少した。

4.3 MF受信器の共通化

MFレジスタセンダのMF受信器が使用されるのはMFレジスタセンダの保留時間の一部に過ぎない。それでMF受信器をMFレジスタセンダ1個につき1個としないで共通化し受信器の使用能率の向上をはかった。

5. 2 段接続センダリンクフレームの検討

C62 形自動交換機においては，MF 用トランクと MF センダとの間のセンダリンクは 2 段構成であったが，DP 用トランクと DP センダとの間のセンダリンクは一段構成であった。それは MF 用トランクには待合せができるが，DP 用トランクはダイヤルポーズ間接続が必要であるからである。

DP 用トランクの場合，ダイヤルポーズ間にセンダまで接続されなければ損失呼となるが，このダイヤルポーズは加入者のダイヤル習性，前位のセレクトで消費される時間によって左右される。

従来はこれらの点の解析が困難であったため，安全を考えて一段構成が使われていたが，この点を電子計算機によるシミュレーションにより解析した。

コントローラはレジスタセンダリンク 1 個につき 1 個で，その保留時間を 100 ms，そのほかの条件を下記のとおりとした。

レジスタセンダリンクフレーム数	4 (レジスタセンダ側端子全複式)
レジスタセンダ数	50
トランク数	100×4
呼数	2.8 呼/秒
ダイヤルポーズ	加入者習性分布
	セレクトポイント使用度数分布
呼の生起確率	アーラン分布
呼相互の優先順位	ランダムハンティング
トランク，レジスタセンダ間の	
バインリンクができるまでの時間	60 ms
リンク数	5 本(格子当たり)
この条件により，シミュレーションを行なった結果次のようにな	

った。

待合せなしでもポーズ不足となる確率	4/1,000
コントローラ待合せでポーズ不足となる確率	2/1,000
レジスタセンダ待合せでポーズ不足となる確率	5/1,000
レジスタセンダリンクの呼損率	10/1,000

この結果より，DP トランク用のレジスタセンダリンクの 2 段構成はできるものとして，C63 形自動交換機では 2 段構成にした。この効果は 4.2 ですでに述べたとおりである。

6. 結 言

C63 形自動交換機は，C62 形自動交換機に比べて大幅に経済化されたのでその適用範囲が拡大され，地方の中小都市にも導入されることになった。

従来 C61 および C62 形自動交換機により大都市の市外発信の自動即時化が強力に進められてきたが，今後は C63 形自動交換機の採用により大都市と並んで地方都市の自動即時化も大幅に推進されることが期待される。

通信事業に関係するわれわれとしては，今後は市外通話サービス向上をはかるために，新規サービスの導入，回線網の有効な使用方法の開発などにも努力を続ける必要があると考える。

終わりに，ご指導を賜った日本電信電話公社ならびに日立製作所の各位に厚く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 福富，石井，上田：施設 Vol. 16, No. 7 (1964)
- (2) 福富，千葉：施設 Vol. 16, No. 8, 9 (1964)
- (3) 福富，丹野，高瀬，石井，山下，堀，近藤：日立評論 45, 1695, (昭 38-10)



特許 第 454164 号 (特公昭 40-2958)

特 許 の 紹 介



菊 地 和 平・渡 部 正 敏

熱 交 換 器 の 製 作 法

この発明は，ガス分離装置などに使用されているハンプソン形熱交換器を小形かつ安価に製作できるようにした製作法に関するものである。

ハンプソン形熱交換器は伝熱管を心金に 20~50 段も巻き付けて構成するものであるから，巻付時の自重によるたわみを一定値内にするために，従来心金を相当に太くするかまたは 2 基に分離せねばならず，大形かつ高価なものとなっていた。

この発明は，心金を両端部以外のたとえば中央にて支持して伝熱管巻付作業ができるようにしたもので，具体的には，伝熱管 4 の通り得る切欠き 7 を適当数有し，かつ心金 1 を全端部以外の少なくとも 1 個所で支承する受リング 6 と，この受リング 6 を回転自在に支

持するローラ 9, 10 を有する受台 8 とを設け，伝熱管巻付時には心金 1 を受リング 6 を介してローラ受台 8 に支承させつつ適当な動力式の回転装置により心金 1 および受リング 6 を回転させ，伝熱管 4 をたとえば右端から心金 1 に幾段にも巻き付けていき，そして伝熱管 4 が心金 1 の中央部に至れば受リング 6 の切欠き 7 を通して伝熱管 4 を右方から左方へ移し，前と同じ要領にて心金 1 に巻き付けていくのである。なお，図中 2 および 3 は管板である。

このように，心金を両端部以外のたとえば中央にて支持して伝熱管の巻付作業ができるから，心金を著しく細くでき，小形で安価に熱交換器を製作することができる。(山元)

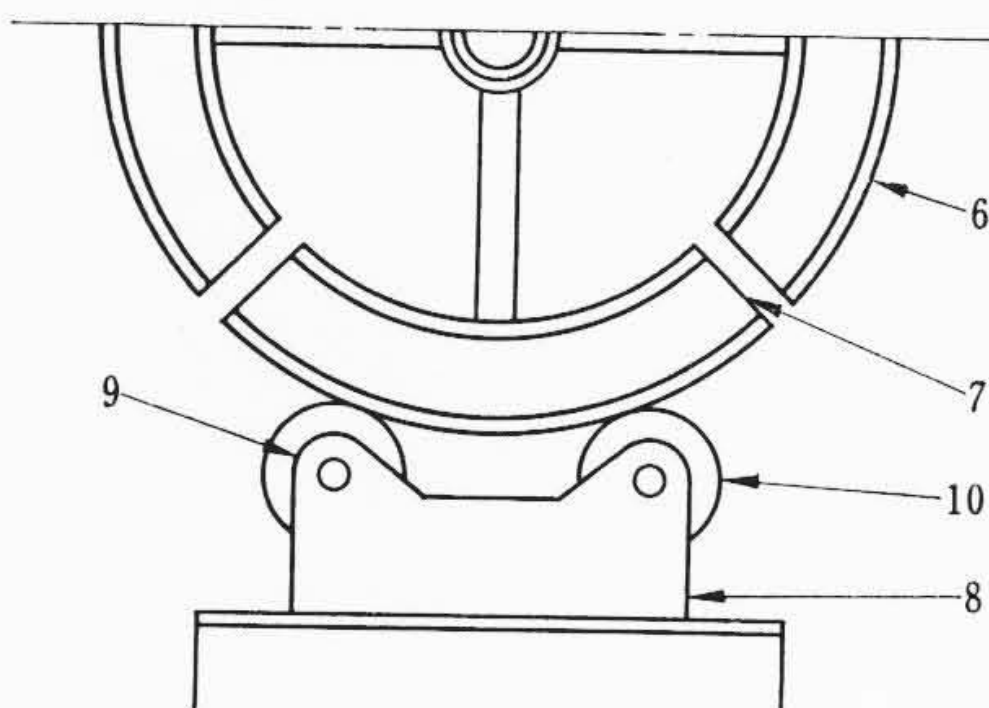


図 1

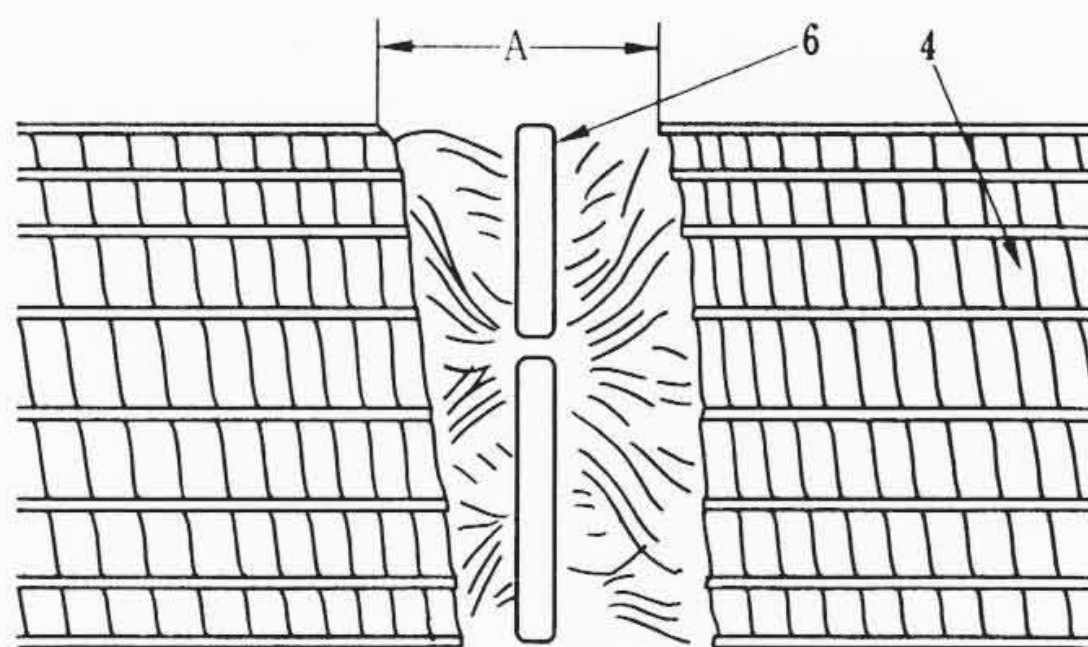


図 2

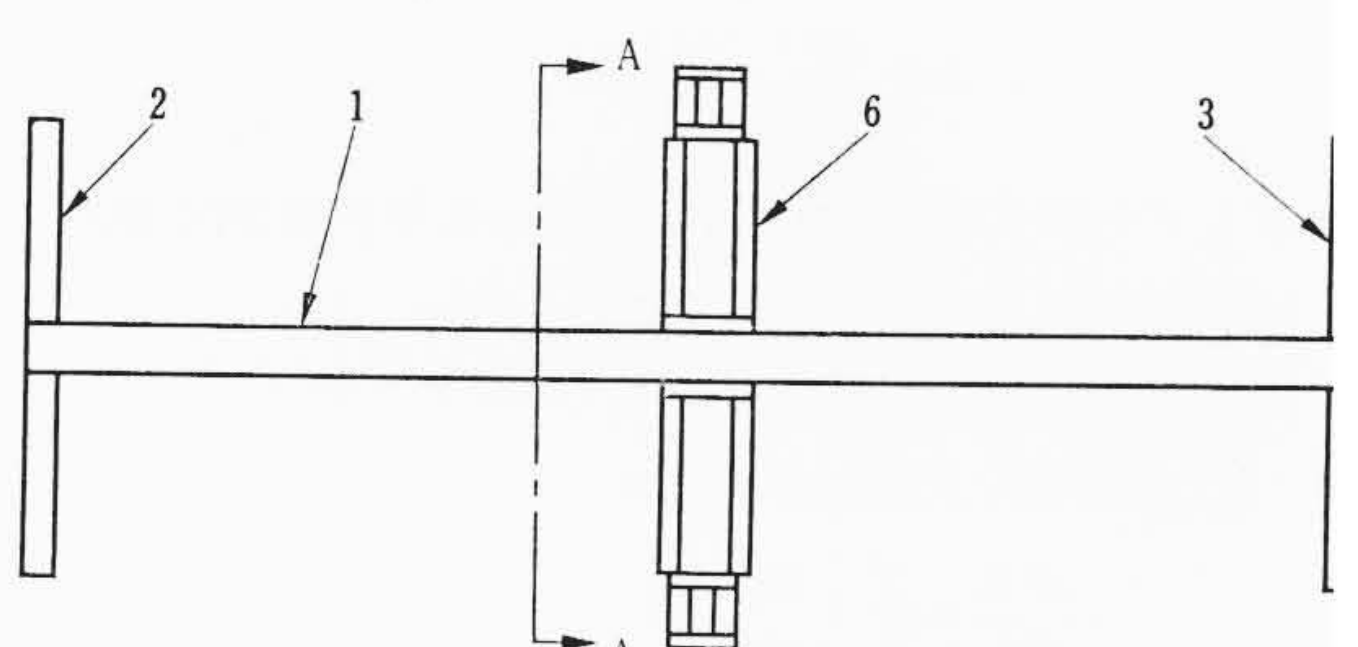


図 3