

AF形自動式構内交換機の改良

Improvement of Type AF Private Automatic Branch Exchange

大 和 信 夫*
Nobuo Yamato

小 林 好 次**
Yoshiji Kobayashi

古 屋 雅 男**
Masao Furuya

要 旨

AF形自動式構内交換機は、A形ライン・ファインダ式50～190回線の日本電信電話公社直営PAXとして(自営の場合は数200回線まで)すでに数多く設置され好評を博しているキャビネット形の交換機であるが、このたび使用する機器の改良により製作を容易にし、一部機能を統合して使用機器数を減らし信号装置の出力容量を適正な値にして小形低廉化を図った。また、きょう体構造を2重ゲート方式に改めて壁面設置を可能にし、AF-3形はさらに上下2段に分解可能にし輸送および交換室への搬入が容易となるようにしたので、その概要を述べる。

1. 緒 言

AF形自動式構内交換機は、A形ライン・ファインダ方式を採用し、防じん形のキャビネットに収容した自動式構内交換機である。

本機には内線を90回線まで収容できるAF-2形、内線を190回線まで収容できるAF-3形とがあり、いずれも建設、保守、増設が非常に容易に行なわれるよう設計されたもので、昭和31年に、日本電信電話公社の仕様書が制定されて以来、幾多の改良が加えられ多数の顧客に使用されてきた。

このたび使用条件および製造が容易なように総合的に再検討して、次のように改良を行なった。

AF-2形自動式構内交換機

- (1) 内線リレーの製作仕様を単純化して製作の容易、価格の低減を図った。
- (2) セレクタ・コネクタの機能を一部統合、回路を単純化して価格の低減を行なった。
- (3) 共通装置には特殊部品を除き、ワイヤ・スプリング・リレーなどのクロスバ交換機用部品を採用して、交換機の長寿命化を図るとともに、トランジスタ信号装置の出力を適正化して小形化を図った。
- (4) きょう体構造として、壁面に密着して設置できる壁面設置形構造を採用し、交換室の占有床面積の縮小を図った。

AF-3形自動式構内交換機

- (1) セレクタ・コネクタの機能を一部統合、回路を単純化して価格の低減を図った。
- (2) 共通装置には特殊部品を除き、ワイヤ・スプリング・リレーなどのクロスバ交換機用部品を採用して、交換機の長寿命化を図るとともに、トランジスタ信号装置の出力を適正化して小形化を図った。
- (3) きょう体構造として、壁面に密着して設置できる壁面設置形構造を採用し、交換室の占有床面積の縮小を図った。

またきょう体を上下2段に分解し、一般の乗用エレベータでの運搬を可能にし、交換室への搬入作業が容易になるよう考慮した。

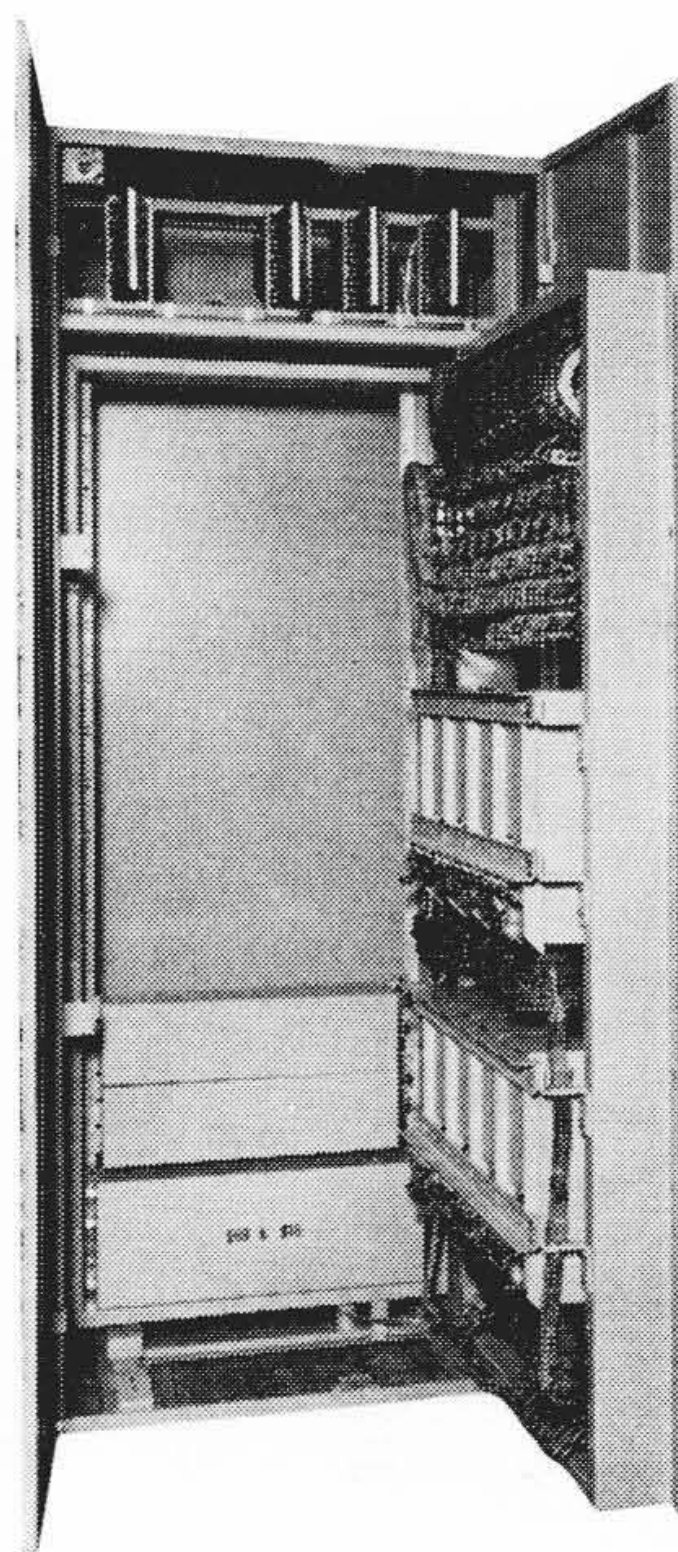
以上の改良の結果、従来品と区別するため名称を、AF-2およびAF-3形からそれぞれAF-21およびAF-31形に変更した。以下これらの概要を述べる。

2. 機能の改良

AF-2形自動式構内交換機用内線回路のライン・アンド・カット

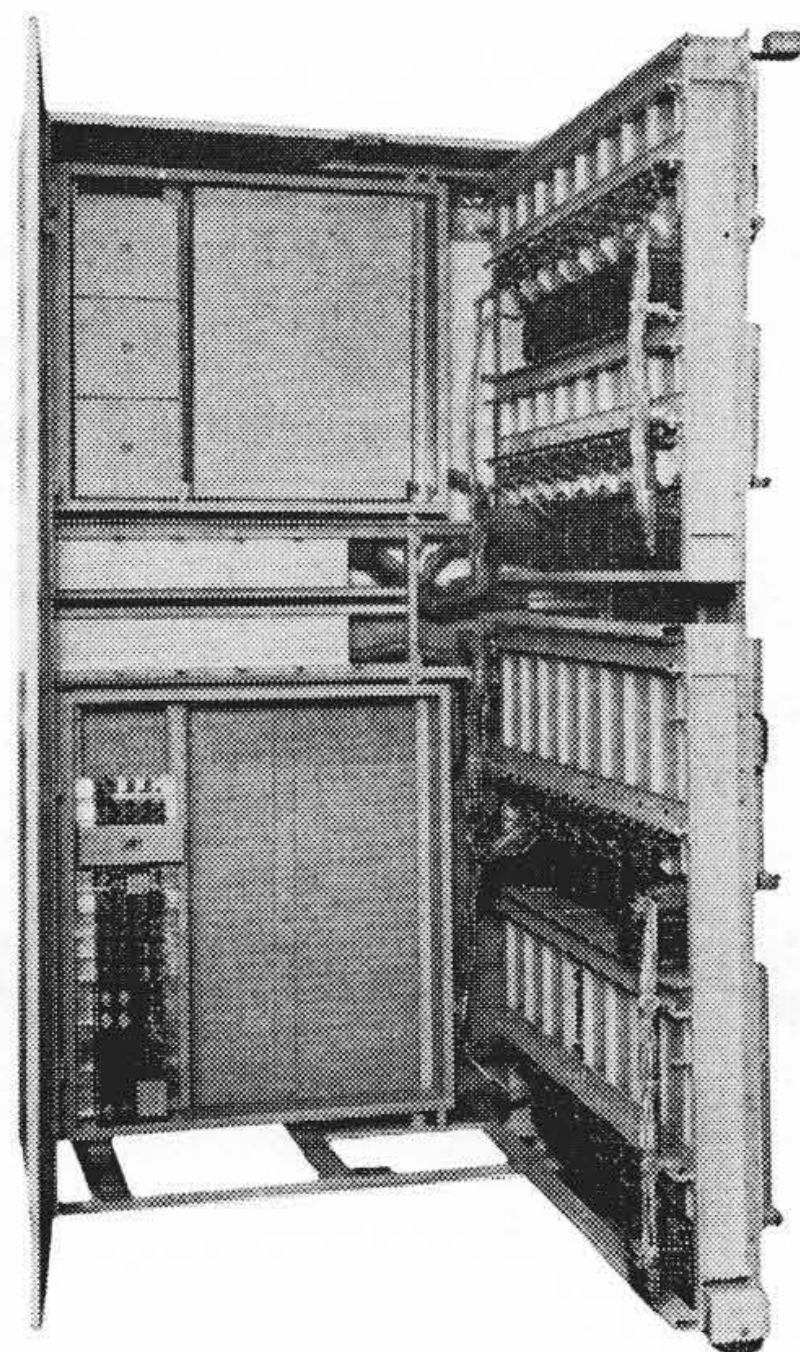
* 日本電信電話公社技術局調査部門

** 日立製作所戸塚工場



(第1ゲートを開いたところ)

図1 AF-21形自動式
構内交換機



(第1ゲートを開いたところ)

図2 AF-31形自動式
構内交換機

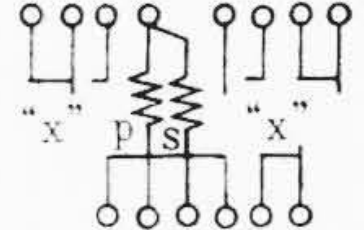
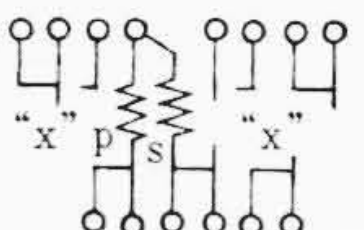
オフ・リレーは、1個のリレーで2種の機能を果たす2段動作リレーのため製作、調整が困難であったが、使用条件、動作安全率など仕様を総合的に再検討し、製作、調整が容易に行なえるよう改良した。

AF-2形およびAF-3形自動式構内交換機用のセレクタ・コネクタでは、一部機能を統合して、回路を簡略化し、価格の低減を行なった。また信号断続装置には従来、水平形リレーを使用していたが、寿命に難点があったので、全面的にワイヤ・スプリング・リレーを採用した。主監視信号装置など共通装置には平行リレーを使用していたが、特殊機能のものを除きワイヤ・スプリング・リレーを採用して使用リレーを統合し、あわせて交換機全体の寿命とバランスがとれるようにし、トランジスタ信号装置に対しては使用条件を再検討し、出力容量を適正化して小形化を図った。

2.1 AF-2形自動式構内交換機用内線回路のライン・アンド・カットオフ・リレーの改良

内線回路用ライン・アンド・カットオフ・リレーの新旧製作仕様を表1(a)および(b)に示す。このリレーは1個のリレーにより2種の機能を果たすため“x”接点動作、全接点動作という2段動作リレーで、“x”接点動作(ライン・リレーとしての機能)のときトランスファ接点を使用するので、その動作アンペアターンは非常

表1 TW形リレー製作仕様の比較

(a) TW-12 リレー仕様 (改良後のもの)											
巻線	線種	巻数	抵抗 (Ω)	電流値				レシジュ ア	アーマチュ アトラベル	接点組合	記事
				"x" 感動	全感動	全不感動	開放				
一次(P)	0.10E2	15,000	1,300	(P)8.7	(P)27	(P)18	(P)3.1	0.08	1.4		
二次(S)	0.09ECN	210	2,100								
(注) 調整を容易にするため、すべて一次巻線にて電流値を指定した。											
(b) TW-H103 リレー仕様 (改良前のもの)											
巻線	線種	巻数	抵抗 (Ω)	電流値				レシジュ ア	アーマチュ アトラベル	接点組合	記事
				"x" 感動	全感動	全不感動	開放				
一次(P)	0.11E2	14,000	1,100	(P+S)	(P)26	(P)17	(P+S)	0.08	1.5		
二次(S)	0.06E2	7,000	3,000	(6)			1.98				
	0.06ECN	200	1,300								

(注) 調整を容易にするため、すべて一次巻線にて電流値を指定した。

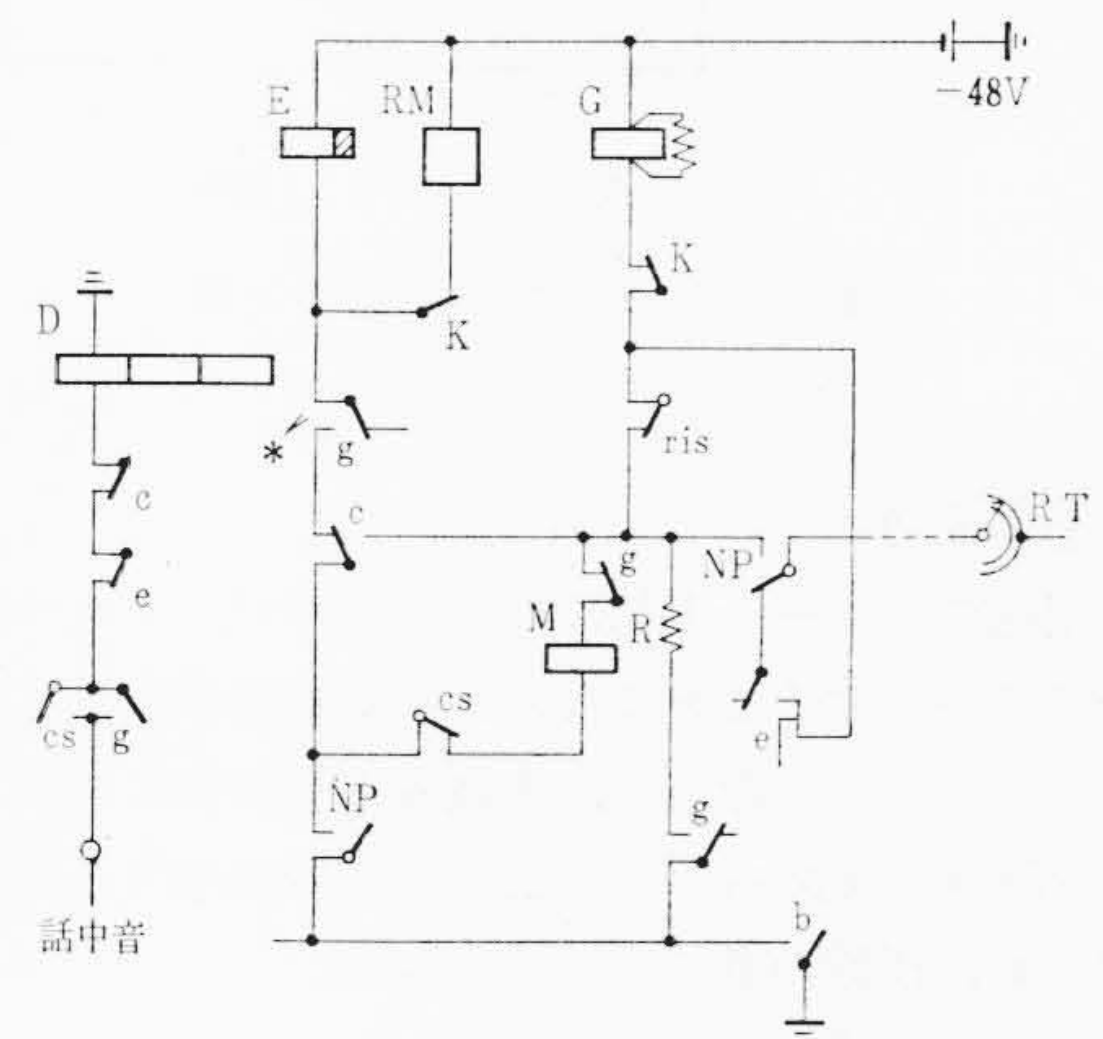
表2 回路上の安全率計算

項 目	計 算 式	計 算 値
"x" 接点 感 動 値	線路に流れる最少電流 = 電源電圧 線路抵抗 + 電話機内部 + 内線リレー抵抗 抵抗 (一次 + 二次巻線)	$\frac{48}{1,200 + 100 + 1,300 + 2,100} \text{mA}$ $\approx 10.2 \text{mA}$
	安全率 = 線路に流れる最少電流 内線リレー感動電流	$\frac{10.2}{8.55*} \approx 1.19$
全 接 点 不 感 動 値	線路に流れる最大電流 = 電源電圧 内線リレー抵抗 (一次 + 二次巻線)	$\frac{48}{1,300 + 2,100} \text{mA}$ $\approx 14.1 \text{mA}$
	安全率 = 線路に流れる最大電流 内線リレー不感動電流	$\frac{17.7*}{14.1} \approx 1.25$
全 接 点 感 動 値	コネクタから着信時の電流 = 電源電圧 コネクタKリレー抵抗 + 内線リレー抵抗 (一次)	$\frac{48}{125 + 1,300} \text{mA}$ $\approx 33.6 \text{mA}$
	安全率 = コネクタから着信時の電流 内線リレー感動電流	$\frac{33.6}{27} \approx 1.25$

(注) 調整を容易にするため、一次巻線側にて電流値を規定しているため、一次および二次巻線が直列となって動作する部分は、電流値を*印のように変換して計算した。

表3 TW-3リレーおよび従来使用していたリレーと改良リレーとの比較

項 目	一般品(TW-3)	従 来 品 (TW-H103)	改良品(TW-12)
"X" 接点感動値	1.2 倍	1.19 倍	1.19 倍
全接点不感動値	1.3 倍	1.26 倍	1.25 倍
全接点感動値	1.39 倍	1.5 倍	1.25 倍



(a) 改良後の中継線および被呼者話中監視回路

に大きい。しかし感動電流値を低く押さえられているため、大きな巻数が必要である。そのため従来品の TW-H103 には特殊な線材を用い、なおかつ所要の巻線わくに約 105% と 5% もオーバーする巻線作業を行っていたのに対し、一般的な線材を用い、コイルを巻く内におさめ、かつ電氣的必要規格を満足する条件を検討の結果、製作可能であることが明らかとなった。この結果、設計した TW-12 のコイルは巻くわくの 90% 程度となり、調整時間も従来品に比べて減少し、所期の目的を十分達成した。

(1) 各電流値の安全率

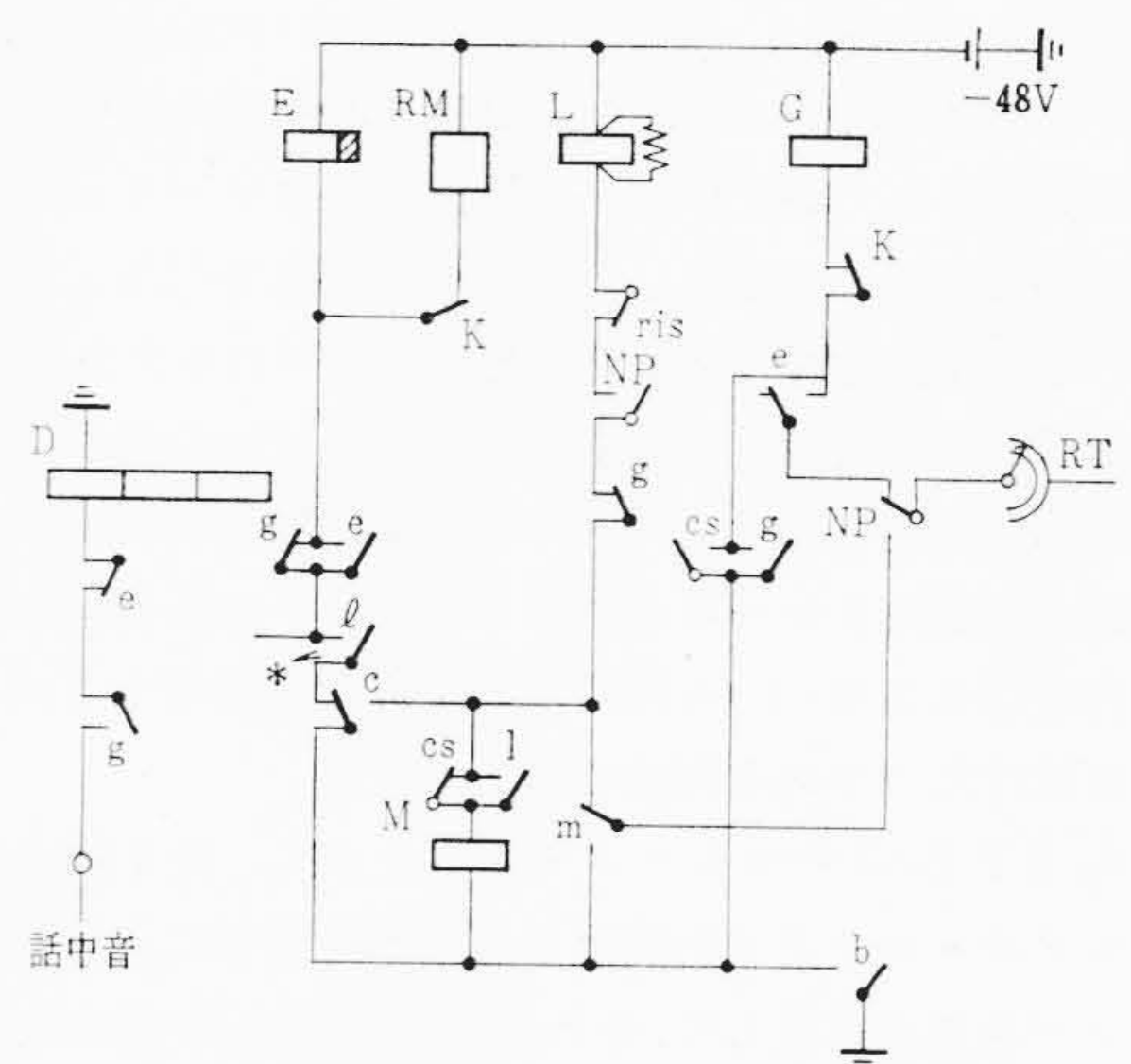
新仕様リレーの各電流値の安全率は表 2 のとおりである。これを従来使用していた TW-H103 あるいは、一般の局設備に使用している TW-3 リレーと比較すると表 3 に示すようになり、実用上十分な安全率を有している。

なお安全率の計算の条件として、電源電圧は直流 48V、内線線路抵抗は 0~1,200 Ω 、電話機内の内部抵抗は 0~100 Ω と仮定した。

2.2 AF-2 形自動式構内交換機用セクタ・コネクタの改良

(1) 中継線話中監視と被呼者話中監視リレーの共用

従来は日本電信電話公社仕様書で規定されている AP 2 号 B セクタ・コネクタを使用していたが、これは図 3 (b) に示すよう



(b) 従来の中継線および被呼者話中監視回路

図3 話中監視回路比較

に中継線の話中監視用としてリレー L、被呼者の話中監視用としてリレー G をそれぞれ使用していた。そこで前記 2 種のリレーを共用することを検討して、図 3 (a) に示すように使用リレーを 1 個

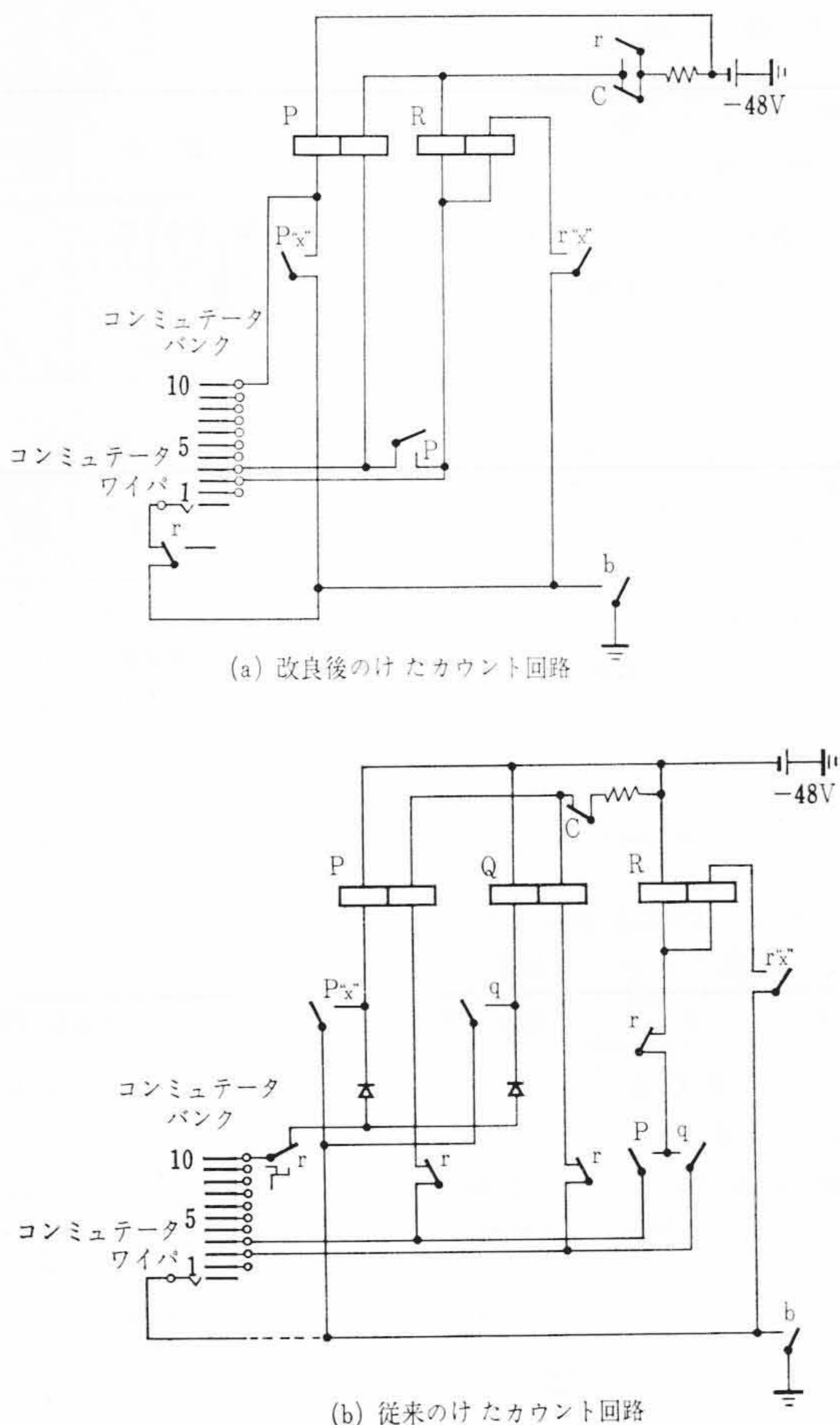


図 4 けたカウント回路の比較

減らすことに成功した。

2種の用途のリレーを1個に統合したので、リレーとしては接点パネを多く搭載することになり、中継線話中監視リレーとしては動作時間が多少遅くなるが、中継線選択動作における回転速度規格値の27~40 step/sに対して、平均28 step/sとほぼ安定した結果が得られ、所期の目的が達成された。

(2) 差別接続機能の削除

A P 2号Bセクタ・コネクタは、差別接続機能すなわち、局線に接続できる内線と、局線に接続できない内線との識別を行なう機能が付加されているが、AF-2形自動式構内交換機には前記の機能が付加されていないため、機能上のアンバランスがあったので、差別接続機能を削除し、回路の簡略化を行なった。

2.3 AF-3形自動式構内交換機用セクタ・コネクタの改良

(1) 中継線話中監視と被呼者話中監視リレーの共用

2.2項(1)で述べたように、中継線話中監視用のリレーLと、被呼者話中監視用リレーGを共用してリレーを1個減らした。具体的な内容は2.2項(1)と同様なので詳細は省略する。

(2) 百位けたカウント回路の改良

従来のAFB-3号セクタ・コネクタは、図4(b)に示すようにセクタ・コネクタが捕捉されてから最初に送られてくる百位のインパルスを計数して、それが若番側の内線呼出であるのか、老番側の内線呼出であるのかを識別後、一たん上昇したスイッチ・シャフトを元の状態に戻し、拾位のインパルスで再度上昇するための準備をする。

若番号呼出の識別用としてリレーQ、老番号識別用としてリレーP、一たんスイッチ・シャフトを元に戻すためのけたカウント用としてリレーRを用いていたが検討の結果、若番号識別用のリ

表 4 AF形自動式構内交換機の外形寸法比較

	AF-2形			AF-3形		
	高 さ	横 幅	奥 行	高 さ	横 幅	奥 行
従 来 品	2,000	663	560	2,270	1,170	600
改 良 品	1,950	820	600	2,270	1,240	600

単 位 mm.

レーQとけたカウント用のリレーRを共用してリレーの使用数を1個減らした。改良後における各リレーの動作機能としては、図4(a)に示すように若番側の内線呼出のときはリレーRが動作し、若番側呼出であることを識別するとともに、一たんスイッチ・シャフトを復旧させてけたカウントを行なう。

老番側の内線呼出のときは、リレーPが動作して老番側内線呼出であることを識別するとともに、直ちにリレーRをも動作させ、スイッチ・シャフトを復旧させてけたカウントを行なうようにした。

以上述べたように、使用するリレーを1個減らしてもなおかつ所期の機能は十分満足できた。また2・3項(1)の話中監視回路の改良とあわせ、都合2個のリレーを減らしたことになる。

以上の改良により従来はセクタ・コネクタの重量が重く、装機工事が著しくやりにくかったが、セクタ・コネクタ当たり約0.6 kg (7.5%) 軽くなるので、装機工事がやや容易になるものと期待している。

2.4 共通装置の改良

(1) 信号断続装置および主監視信号装置の長寿命化

交換接続に必要な各種信号は、トランジスタ信号装置より発生した信号を、リレー式信号断続装置により所要の断続を行ない交換機に供給している。この断続装置に、従来は保守用品の調達あるいは使用する機器の統一を図るため、水平形リレーを用いていたが、動作回数が多いため寿命の点で難点があった。しかしワイヤ・スプリング・リレーなどのクロスバ交換機用部品を採用してから相当期間経過して一般化し、A形自動交換機にも近年、多数採用しているので断続装置の長寿命化を図り、ワイヤ・スプリング・リレーを全面的に採用し交換装置全体の寿命のバランスを保つようにした。また主監視信号装置などにも従来は平行リレーを使用していたが、信号断続装置のワイヤ・スプリング・リレー化により、使用機器を統合するため、特殊用途のものを除きワイヤ・スプリング・リレーなどのクロスバ交換機部品を採用して使用機器の統一を図った。

(2) トランジスタ信号装置の改良

トランジスタ信号装置の信号音出力(発信音、話中音および呼出音)は、従来より使用していた回転形信号機と同等としていたが、使用状態を調査した結果、信号音を同時に送出する回線は5回線以下であることが明らかになったので、従来300 mWであったものを32 mWとし、信号音出力の適正化を図り、また呼出音の変調度が従来は15%であったが発信音、話中音との区別を明瞭にするため40%とした。

以上の改良によりトランジスタ信号装置として約20%の小形化が可能となり、呼出音の音質も向上した。

3. 構造上の改良

AF-2形自動式構内交換機の構造的改良点は、壁面設置構造(交換機を部屋の壁に密着させて設置する構造)にしたことであり、AF-3形自動式構内交換機では、壁面設置構造にし、かつ分解搬入可能にしたことである。以下従来のものと改良後のものを比較しながら述べる。

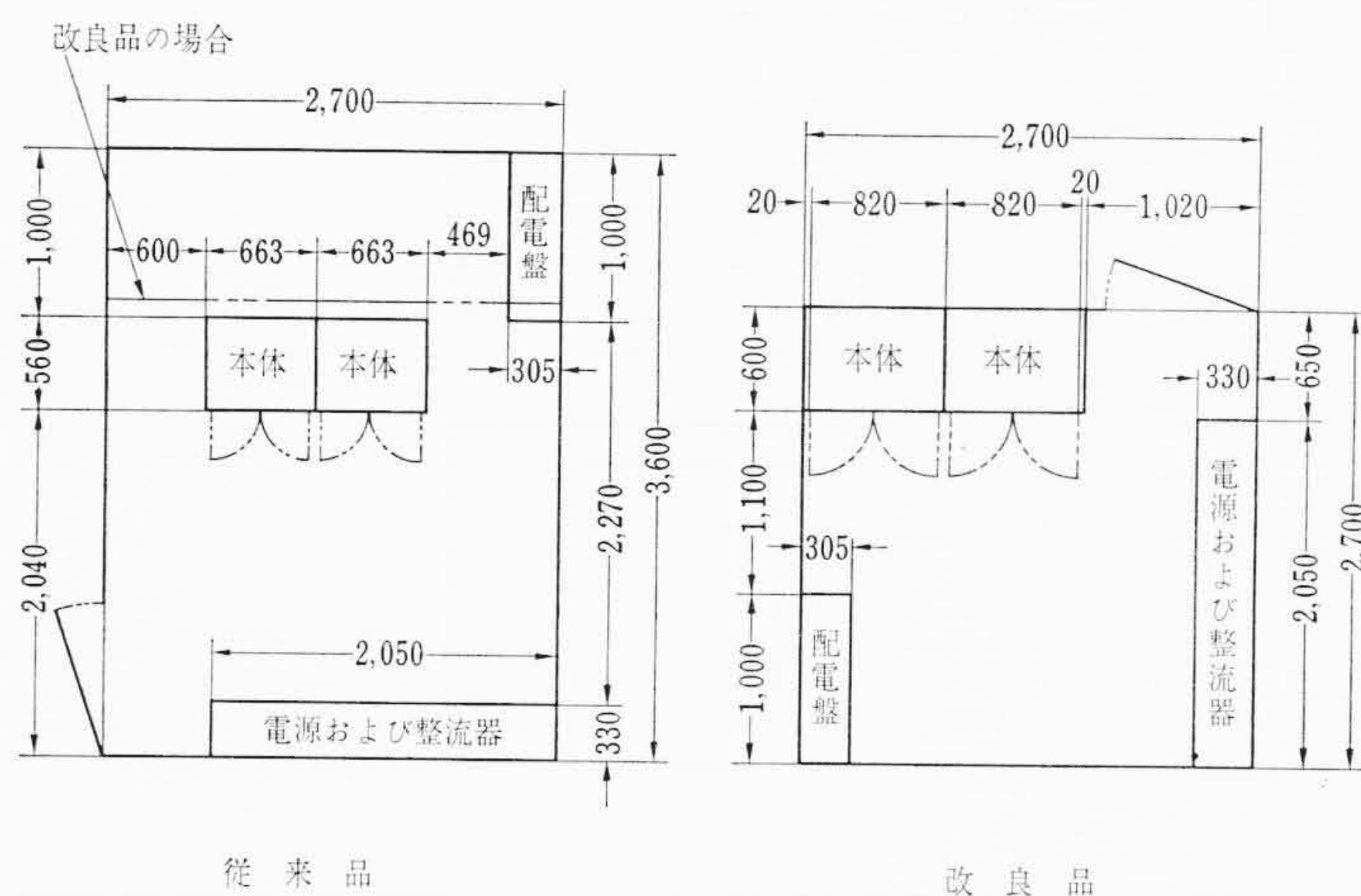


図5 AF-2形自動式構内交換機の設置図

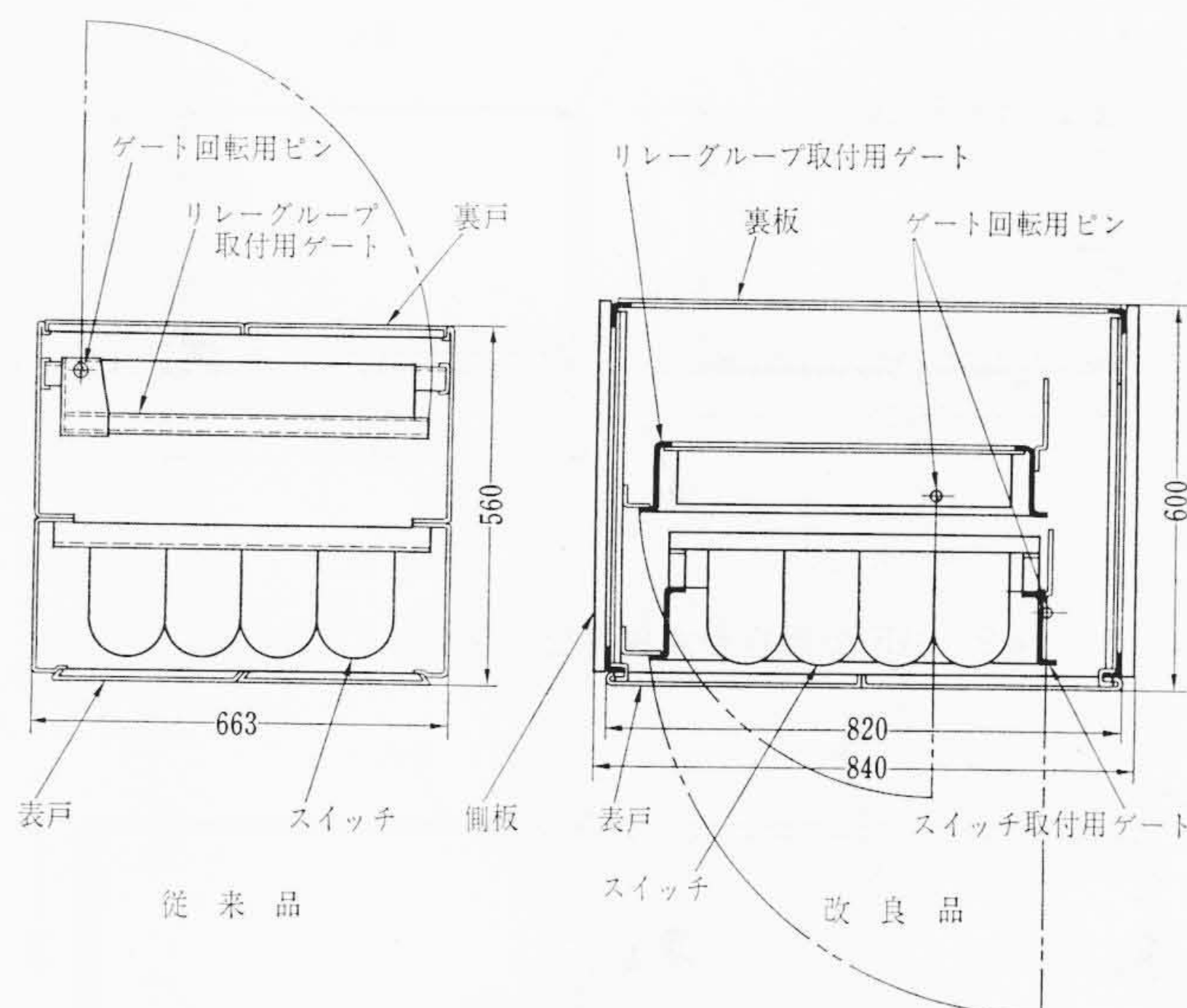


図7 AF-2形自動式構内交換機の機構図(断面図)

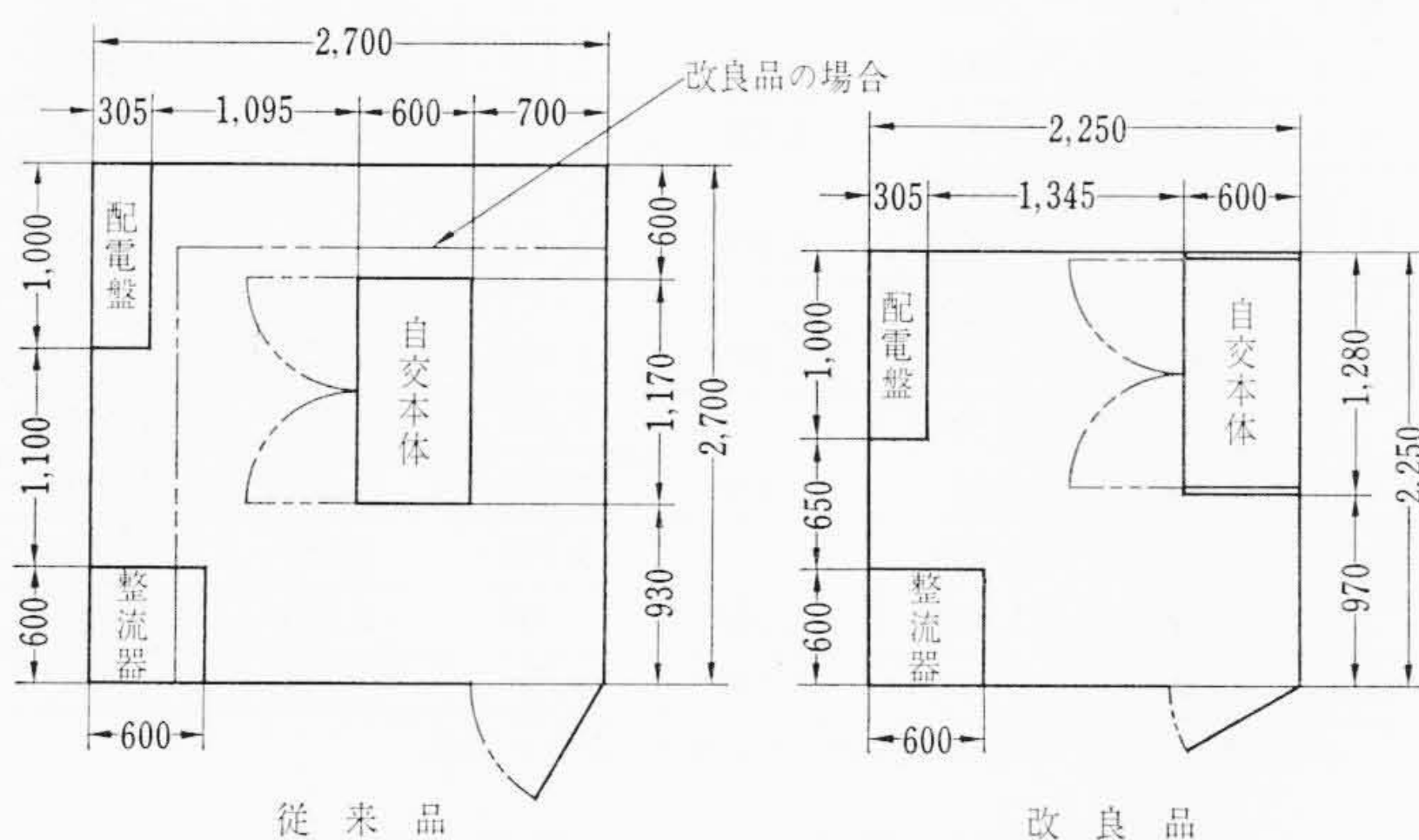


図6 AF-3形自動式構内交換機の設置図

3.1 壁面設置への改良

AF-2形およびAF-3形自動式交換機の新旧外形寸法の比較を示したのが表4である。AF-2形、AF-3形についてそれぞれ従来品と改良品を比較すると、改良品の横幅寸法が大きくなっている。

これはAF-2形、AF-3形とも従来は表面および裏面から保守点検を行なう構造であったのを、壁面設置構造に改良したためである。横幅を大きくしたため、交換機単体の占有床面積は増加したが、交換室の占有床面積は、約20～30%減少した。

図5はAF-2形の従来品と改良品を設置した場合の比較で、2台を設置した例である。図6はAF-3形を1台設置した場合の比較である。これは壁面設置構造のきょう体の占有床面積が非常に小さいことを示すものである。

壁面設置形に改良した構造の詳細は図7および図8に示すとおりである。従来のAF-2形、AF-3形は

- (1) 表戸を開きスイッチの表面を点検する。
- (2) 裏戸を開きリレーグループの表面を点検する。
- (3) リレーグループ取付用ゲートを開きリレーグループの裏面、スイッチの裏面を点検する。

したがって裏面に人間が一人はいるスペースとリレーグループ取付ゲートの回転可能なスペースが必要である。

改良したAF-2形、AF-3形は

- (1) 表戸を開きスイッチの表面を点検する。
- (2) スwitch取付用ゲートを開き、スイッチの裏面およびリレーグループの表面を点検する。
- (3) さらにリレーグループ取付用ゲートを開き、リレーグループの裏面を点検する。

この場合保守点検者はすべての作業を交換機の表面から実施できるので壁面に密着して設置することが可能である。従来、表面と裏面から保守点検を行っていた交換機を表側だけで保守点検を行なうようにするには、図7、図8に示すように、機器取付ゲートを2枚とも回転可能にする必要がある。2枚のゲートを回転可能にしたため、改良品の横幅は従来品より大きくなった。

3.2 きょう体構造の改良

壁面設置構造に改良する際、交換機のきょう体構造についても改

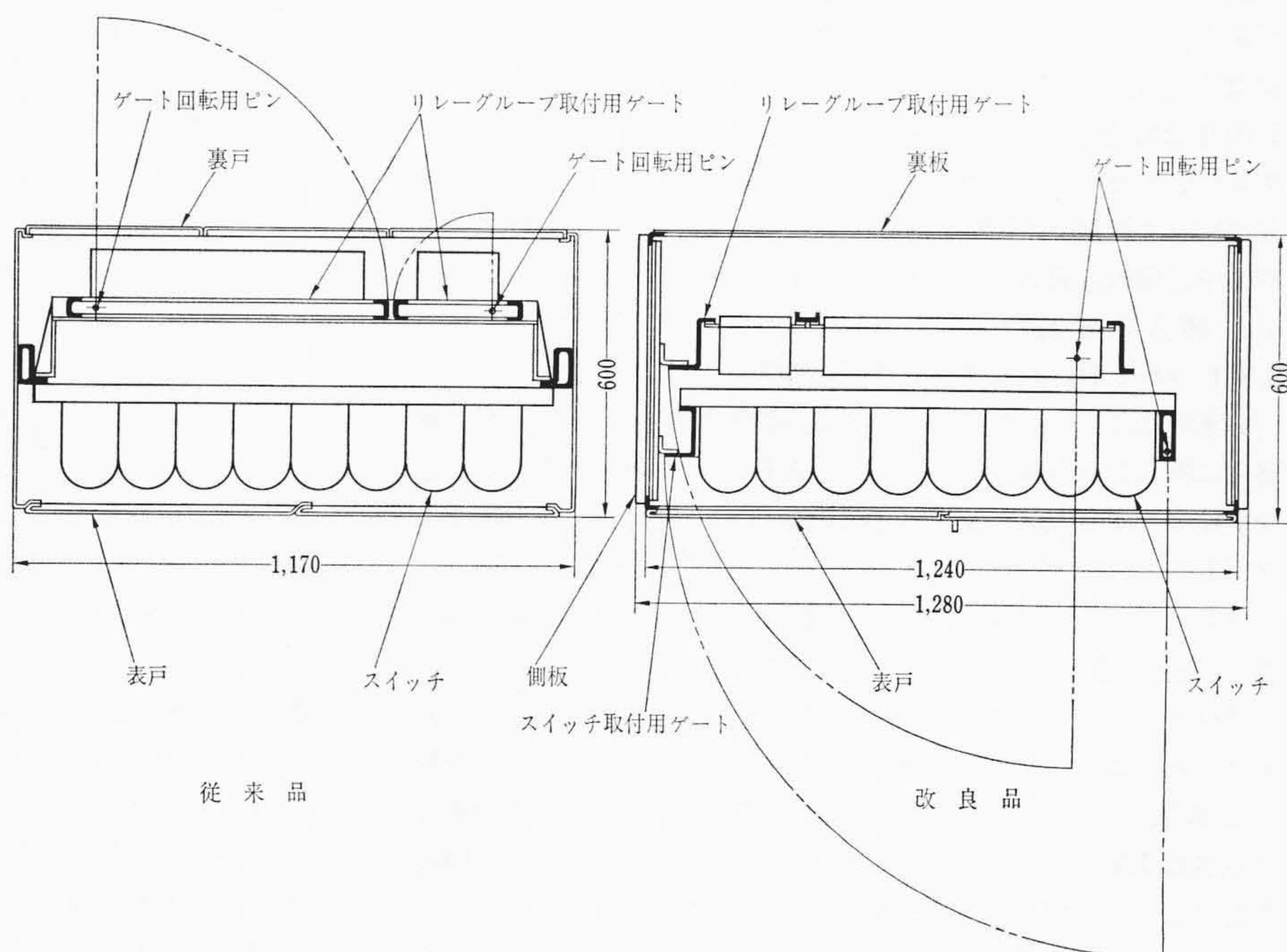


図8 AF-3形自動式構内交換機の機構図(断面図)

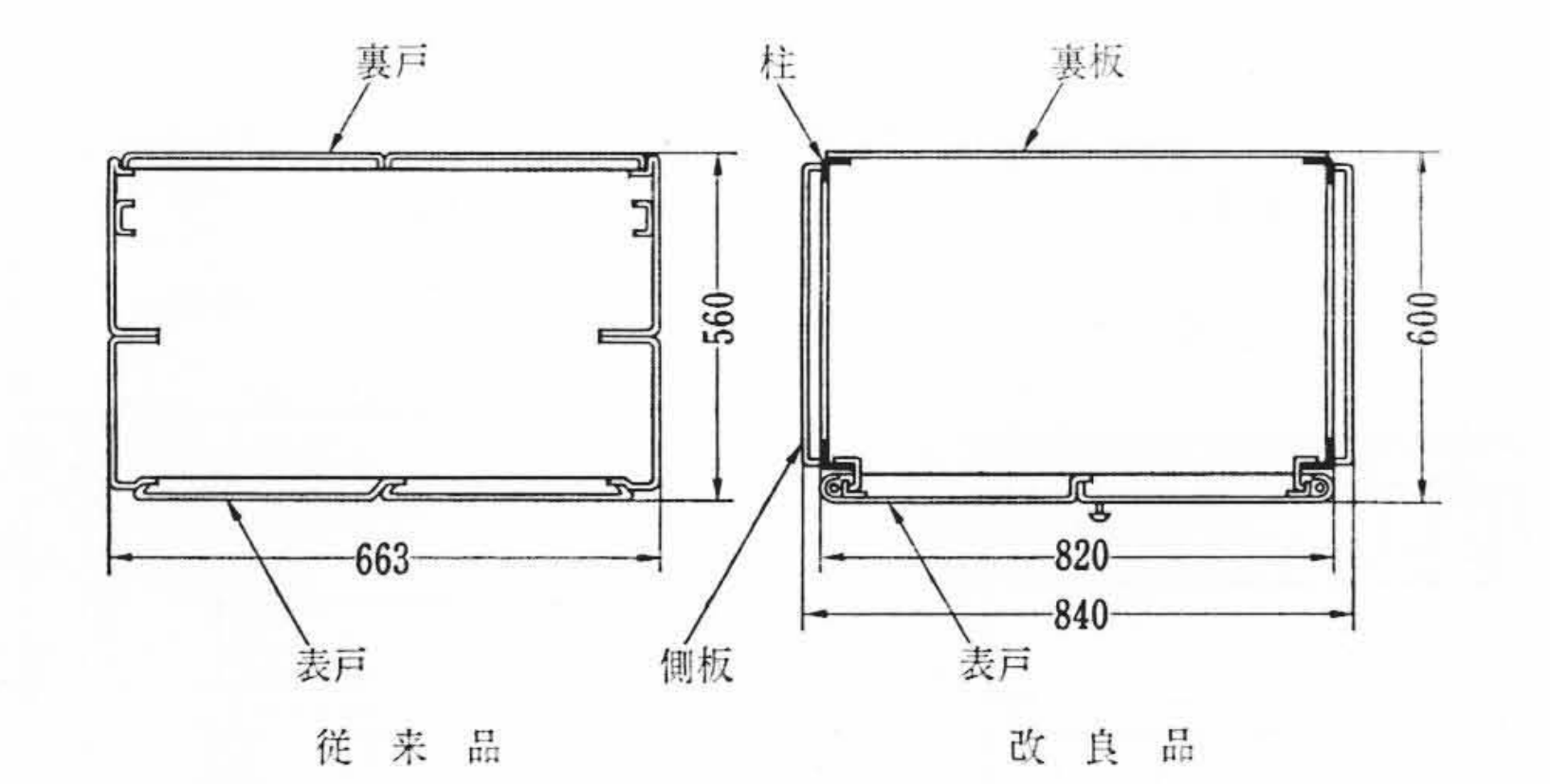


図 9 AF-2 形自動式構内交換機のきょう体断面図

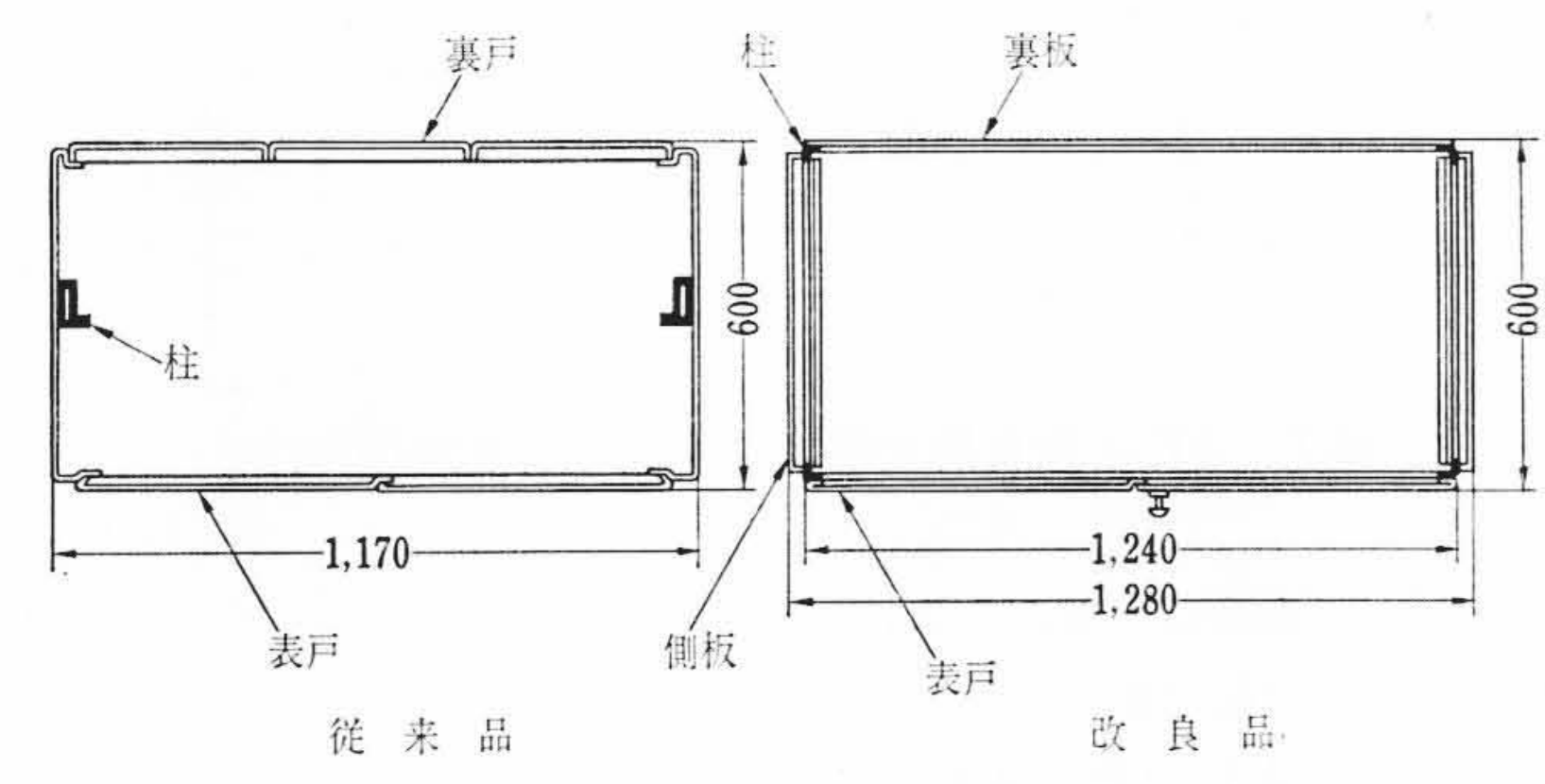


図 10 AF-3 形自動式構内交換機のきょう体断面図

良を加えた。図 9 は AF-2 形、図 10 は AF-3 形のきょう体水平断面図である。AF-2 形の従来品と改良品の大きな相違点は、従来品に柱がなく、改良品には四隅に柱があることである。従来品は柱の代わりに側板に強度を保持させるモノコック構造といわれるものである。この構造の特長は材料に薄板を使用するため、軽量にできること、プレスワークを多用するので多量生産に適していることなどである。これに比較し、改良品は 4 本の柱を含むフレーム構造である。これはモノコック構造に比較し、4 本の柱に比較的厚い材料を使用するので重くなる傾向があるが、複雑なプレスワークは少ないので中量生産に適した構造である。さらに側板を柱から容易に取りはずしのできるため、きょう体を複数個並べる場合、両端にのみ側板を設け、各きょう体間は柱と柱をボルト締めすれば連結できる利点がある。

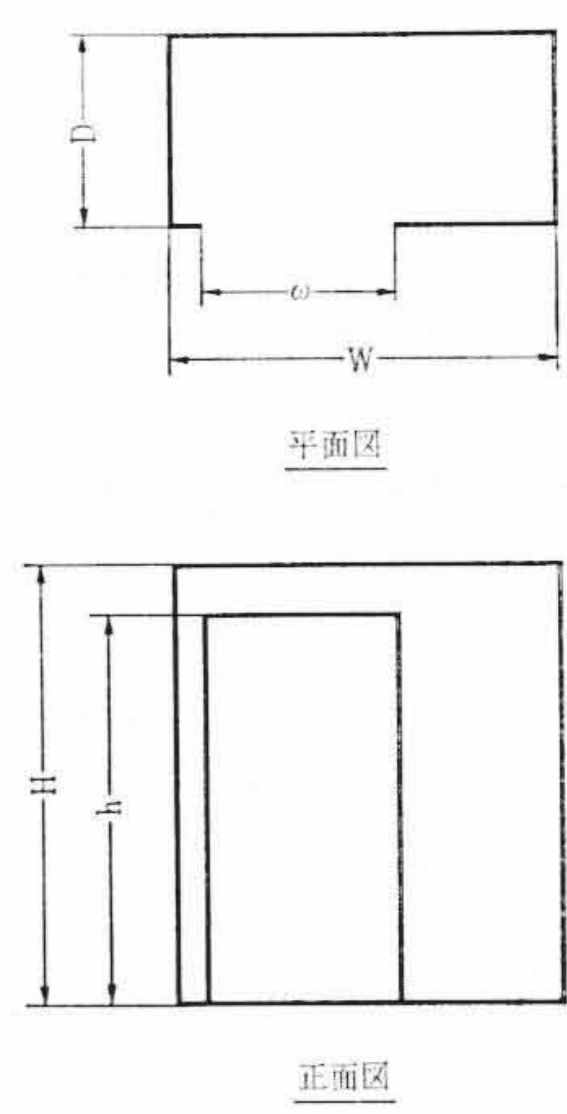
図 10 に示した AF-3 形のきょう体断面も基本的な考え方は AF-2 形の場合とまったく同様である。従来の AF-3 形は柱を 2 本使っているため、完全なモノコック構造ではなく、モノコック構造とフレーム構造の中間的なものであった。改良品は完全なフレーム構造で、側板も両端のみに取り付ければよい。

3.3 搬入の容易化

3.3.1 AF-2 形自動式構内交換機の搬入

従来の AF-2 形、AF-3 形自動式構内交換機を交換室または事務室に搬入した経験を検討すると、AF-2 形に搬入作業上の大きな支障はなかったが、AF-3 形には搬入する建物により困難なことがあった。AF-3 形の搬入についての問題は 3.3.2 で述べる。

AF-2 形は乗用のエレベータ（貨物用でない人間用のエレベータ）で運搬できるきょう体寸法を持っている。図 11 はエレベータの標準寸法であるがこの図からエレベータの入口の高さは 2,100 mm であることがわかる。交換機を荷造りし床面にコロなどを敷いた場合、エレベータの内部になんら支障なく運び込める交換機の高さは 1,950 mm が限界である。高さのみでなく交換機の横幅、奥行寸法もエレベータの標準寸法を考慮して決定されている。その結果荷造りしたままの交換機を定員 7 名以上のエレベータ、解荷した場合は、定員 6 名用のエレベータで輸送可能である。交換



定員 (人)	制限重量 (kg)	入口寸法 (mm)		内部寸法 (mm)		
		幅 (w)	高さ (h)	幅 (W)	高さ (H)	奥行 (D)
6	400	800	2,100	1,150	2,350	900
7	500	800	2,100	1,150	2,350	1,100
9	600	850	2,100	1,250	2,350	1,250
11	750	900 (800)	2,100	1,300	2,350	1,450
13	850	950 (850)	2,100	1,350	2,350	1,550
15	1,000	1,100	2,100	1,600	2,350	1,500
		(950)		1,700	2,350	1,400
17	1,150	1,150 (1,000)	2,100	1,700	2,350	1,550
				1,900	2,350	1,400
20	1,300		2,100	2,000	2,350	1,500

a 寸法欄 () は入口扉が両開き、その他は片開きを示す。

図 11 乗用エレベータ標準寸法

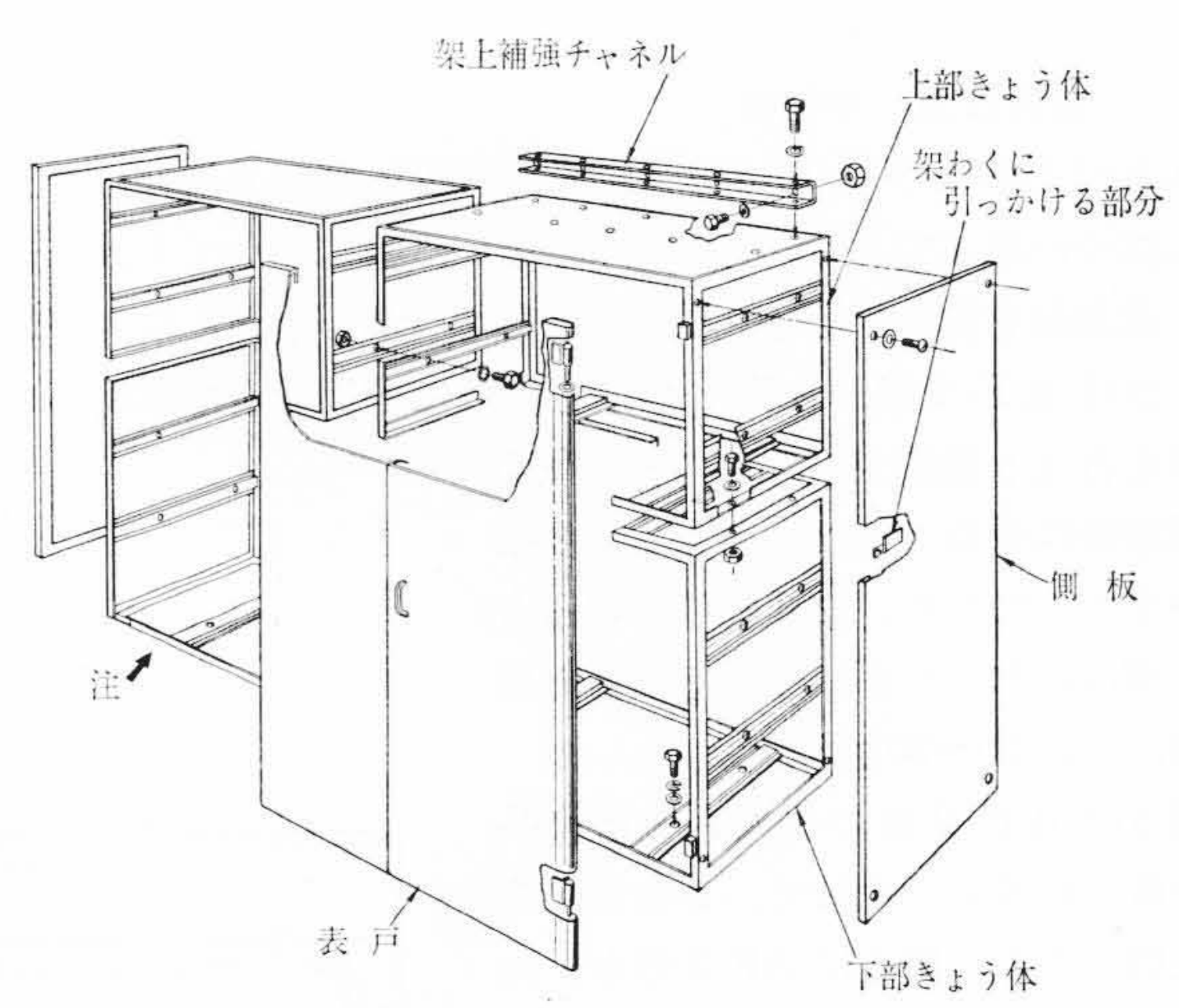


図 12 AF-3 形自動式構内交換機分解図

機（スイッチなどを搭載しない場合）の正味重量は 180 kg であり、最小エレベータの許容積載重量 400 kg に対し十分余裕をもっている。

3.3.2 AF-3 形自動式構内交換機の分解搬入

従来の AF-3 形は表 4 でわかるように高さ 2,270 mm でエレベータでの輸送は不可能であった。したがって階段をかつぎ上げる方法、もしくは窓からつり上げる方法を用いていたが、これらの方法も交換機の横幅、奥行寸法と階段の幅寸法、窓わくの寸法の関係上、階段を曲がれなかったり、階段の壁を傷つけたり、また窓わくを 1 部拡張して搬入したり、いろいろ搬入上の問題があ

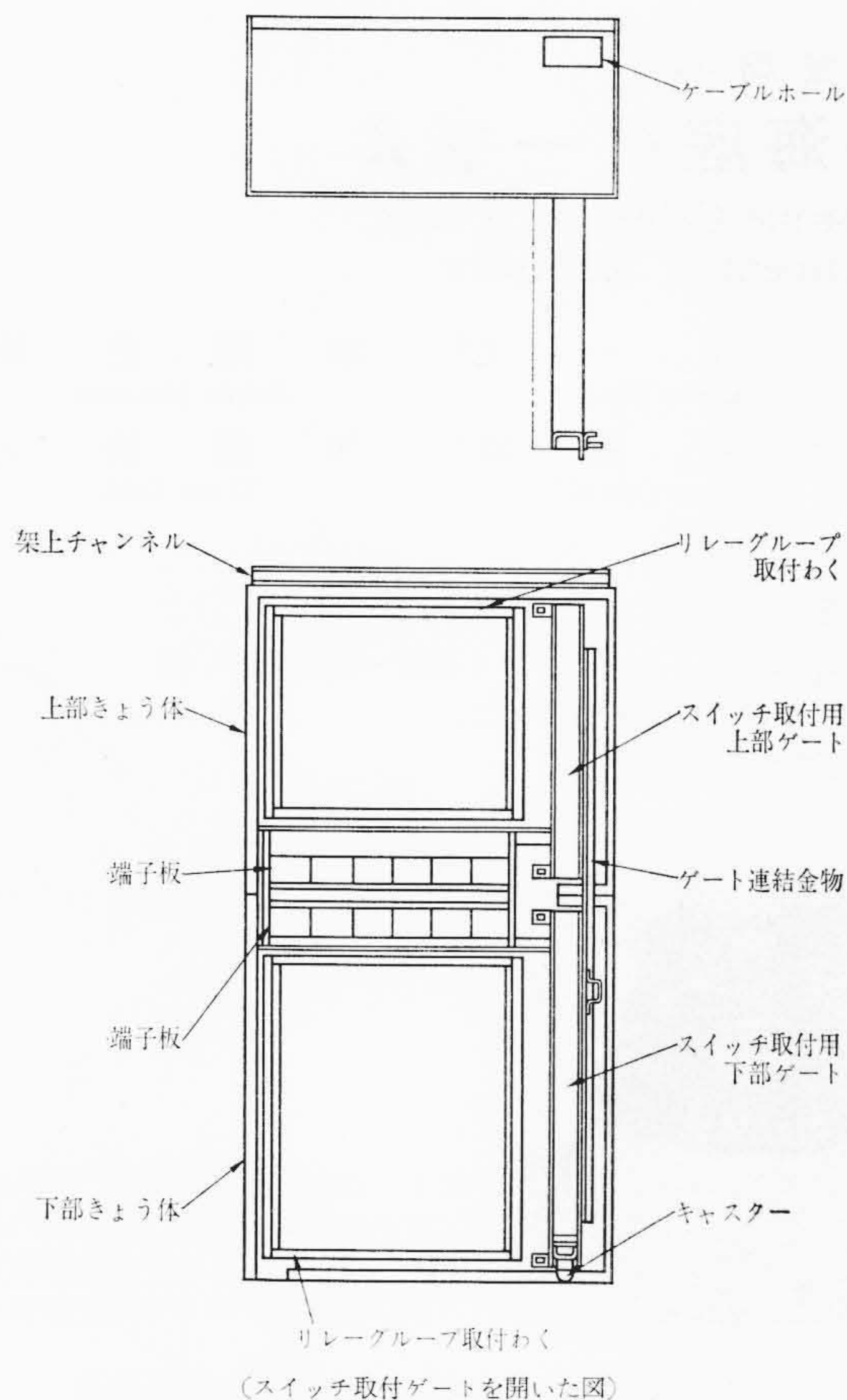


図13 AF-3形自動式構内交換機機構図

った。搬入上の問題を解決するため考慮したのが分解搬入形きょう体である。その構成は図12に示すとおりである。

AF-3形の分解搬入形きょう体は、(1)表戸、(2)左右側板、(3)上部きょう体、(4)下部きょう体、(5)架上補強アングルおよびその他の取付部品一式の5個にきょう体を分解して輸送し、搬入後現地で解荷、組立てて一体とする方式である。分解搬入形きょう体にした理由をまとめるとつぎのとおりである。

- (1) エレベータによる輸送を可能にしたこと。
- (2) 狭い階段でも楽にかつぎ上げできるようにしたこと。
- (3) 搬入による窓わくの破壊作業をなくしたこと。

分解搬入形は、解荷したままで定員11名以上のエレベータで輸送が可能であり、交換機単体では定員9名以上のエレベータで輸送可能である。

5個に分解したきょう体の各ユニットは下記の順序で組み込む。

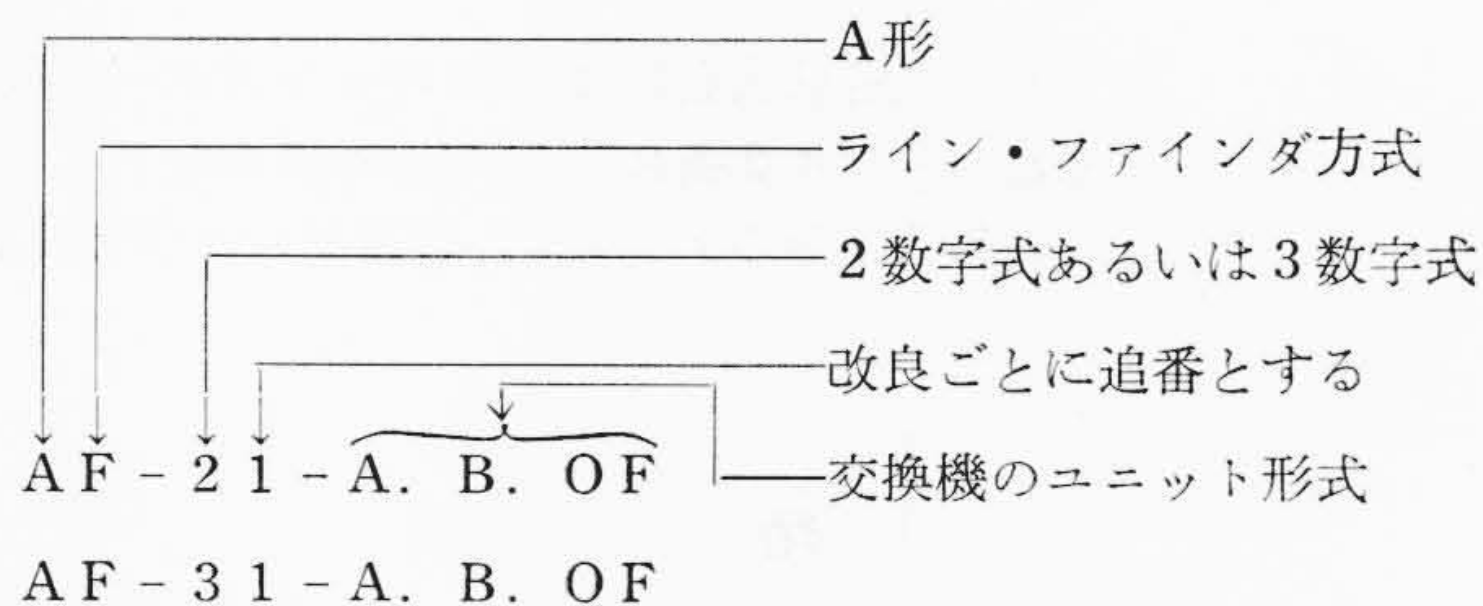
- (1) 下部きょう体を基礎ボルトで床に固定した後、上部きょう体を載せる。
- (2) 架上補強チャンネルを壁面に固定する。
- (3) スイッチ取付用上部ゲートと、スイッチ取付用下部ゲートをゲート連結金具で連結する。(図13参照)
- (4) 表戸を取り付ける。
- (5) 側板を取り付ける。

分解搬入したきょう体は上記の(1)～(5)の順序で一体とする

が回路的には図13に示す上部きょう体内の端子板と下部きょう体内の端子板とを結線して一体とする。またスイッチ取付用上部ゲートとスイッチ取付用下部ゲートを連結することによって生ずるスイッチの全荷重をささえるため、図13に示すキャスターを設けている。またこのためスイッチ取付用上部、下部両ゲートがきょう体にねじれ作用を与えないので、きょう体のゆがみを減少できる。

4. 品 名 の 変 更

以上の改良により、従来品と区別するため品名を下記のように改めた。



5. 結 言

性能の向上、占有床面積の縮小および搬入の容易さを目標に改良を行なったが、それぞれつぎのとおり初期の目的を達成することができた。

AF-2形自動式構内交換機

- (1) 内線回路のライン・アンド・カットオフ・リレーの改良により、回路動作の定安度が増加した。
- (2) セレクタ・コネクタの回路方式の変更により重量が軽くなり取り扱いが容易となった。
- (3) 一部共通回路にワイヤ・スプリング・リレーを採用して、長寿命化を行なったので交換機全体の寿命にバランスがとれた。また信号装置では小形化と、呼出音の音質が向上した。
- (4) 一般の乗用エレベータでの搬入が容易になった。
- (5) 壁面設置が可能になったので、占有床面積が縮小できた。

AF-3形自動式構内交換機

- (1) セレクタ・コネクタの回路方式の変更により、重量が軽くなり、取り扱いが容易となった。
- (2) 一部共通回路にワイヤ・スプリング・リレーを採用して長寿命化を行なったので、交換機全体の寿命にバランスがとれた。
- (3) 分解搬入形構造としたので、一般の乗用エレベータでの搬入が容易になった。
- (4) 壁面設置が可能になったので、占有床面積が縮小できた。

おわりにご指導いただいた日本電信電話公社関係各局のかたがたに厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 野上, 水野: 日立評論 41, 1613 (昭34-2)
- (2) 大和, 河崎: 施設 Vol 18, No. 4