

# エレベータの全自動群管理

——日立全自動群管理方式の実態調査結果——

## Full Automatic Group Supervisory Control of Elevators

—— Practical Running Results of Hitachi Computomatic Traffic Programing System ——

犬塚 績\* 及川 仟\* 渡部 喜久雄\*

Isao Inuzuka

Tukasa Oikawa

Kikuo Watanabe

### 内 容 梗 概

大事務所ビルではビル内施設の効率的運営がビル管理上非常に重要である。特に、昇降機設備に関しては、従来、大事務所ビル内の交通需要を統計的に調査して発表した文献が非常に少ないうえに、一時的な運転状況から管理上の判断を行なう例も散見されるが、実際に調査すると、事務所ビルの規模は違って交通需要の変化は定性的にはほぼ同様な傾向を示すものであって、統計的な調査結果に基づいて判断することが肝要である。換言すれば、事務所ビル内の乗用エレベータ群を全自動群管理化すると、運転上の合理化を図り、さらに運転能率を向上させる効果を上げることができる。日立製作所では数年前から独特の調査とその分析結果から一般的な群管理要素やそのビルの特殊事情を自動的な管理方法で解決させる方式を開発してきた。今回、各種のビルで行なった実態調査に対し総合的に検討した中から代表的なビルの運転実績の一部を発表し、今後の計画に関して簡単に私見を述べてみた。要約すると下記のとおりである。

- (1) 建築計画に応じた適切な群管理計画を行なうと、ビルの規模は違ってほぼ同等の管理効果が得られる。
- (2) 群管理計画は統計的な調査結果に基づいて行なうことが有効である。
- (3) 乗客の出入り状態もそのビルに応じて割合に安定した統計的な調査結果が得られるから、エレクトロニクスを応用した独特の群管理機能によって能率化や信頼度向上を推進させた。
- (4) 建築計画上の具体的な内容や変則的な手動管理の影響も定性的な傾向として運転実績に現われるので、近代ビルでは能率的なサービスを主眼にして建築計画ならびに運転上の管理を行なう必要がある。

### 1. 緒 言

わが国でも、現在、すでに20階以上の超高層ビルが実現しつつあるが、この超高層化計画に当って、昇降機設備の重要性に対する認識が深まり、一般ビルでも合理的な計画と運営上の能率化を図るため、特に乗用エレベータ群の自動化や近代化などを積極的に推進する気運が高まっている。

昇降機設備の能率化を図るには、ビル内の交通需要の変化を統計的に理解する必要があるが、ビルの規模や使用目的、立地条件などの諸要素が複雑に関連するので実際の調査には種々の工夫が必要である。日立製作所では、この見地から、調査人員、条件、時間などをできるだけ多く投入して正しい評価ができるように努力し、また調査方法を具体的に立案して、その同じ方法を各種のビルの調査に適用してみた。その結果、従来、計画中の収容人口を基礎にして輸送能力を算出し、台数ならびに運転内容の検討を行なってきたが、さらに既設ビルにおける実態調査結果を参考にすることが計画上有効であることもわかった。特に、規模が違う事務所ビルでも昇降機設備の交通需要は適切な群管理を行なえば定性的にはほぼ同様な傾向を示すものであり、またサービス階、配置や管理上の特殊事情などもその影響と考えられる運転実績が実態調査結果にデータとして直接あらわれる。したがって、今後の計画はこれらの実績を参考に計画する必要があるが、最近運転開始した朝日生命本社ビルの乗用エレベータ群はこれらの諸点を十分満足した高性能機である。第1図は朝日生命本社ビルに納入した全自動群管理エレベータ群を示したものである。

### 2. 全自動群管理方式の実施例

日立製作所では、すでに各種のビルに全自動群管理エレベータを

\* 日立製作所水戸工場



第1図 朝日生命本社ビル納入全自動群管理エレベータ群

納入しているが、これらのビルはそのビルの規模、収容人口、使用目的のほか、建築計画、運転上の管理条件、乗客の利用方法などそれぞれ種々の特殊事情を有するものである。したがって、そのビルの特殊事情を十分織り込んで設計することが重要なことであるが、一方、これらの実施例に対してできるだけ多くの観点から実態調査を行ない、定性的に等価性の高い交通需要や管理効果を分析して、帰納的に自動管理要素を求めてそれを応用し、その再現性を確認することも非常に重要である。しかも、これらの結果はさきに発表<sup>(1)</sup>した関電本社ビル納入全自動群管理エレベータの実態調査結果とほぼ同等の結果を示している。これらの中から特に代表的なビルの例を紹介しよう。

#### 2.1 代表的な例

第1表に代表的なビルの例としてA～Cビルの規模とエレベータの運転条件に関係のある諸元を示した。Cビルの括弧内の数字は将来の増員計画を示している。第2a～c図、第3図、第2表にA～Cビルの1階平面図、かご寸法とエレベータの概略仕様、第3表に

第1表 乗用エレベーター群の建築計画例

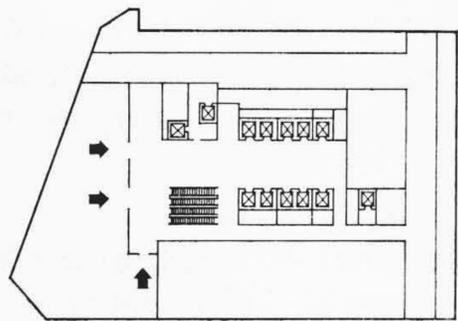
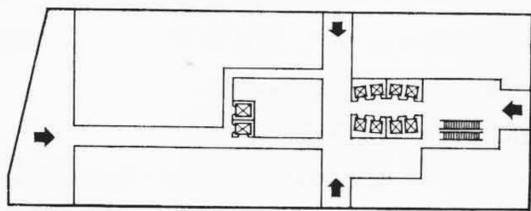
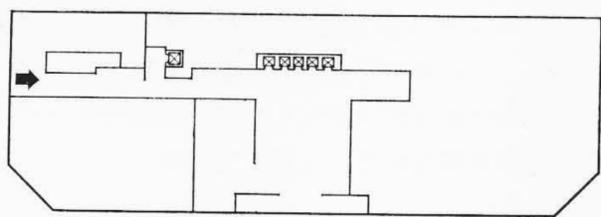
ビル名称	延面積 a (m <sup>2</sup> )	収容人員 b (人)	エレベーター 台数 c (台)	定員 d (人)	速度 e (m/min)	地階上 床数 f (階)	2階以上 の出動者 g (人)	輸送能力		a/b (m <sup>2</sup> /人)	b/c (人/台)	h/g×100 (%)
								h (人/5分)	出動完了 時間 (分)			
A	28,364	1,980	5	11	150	10	1,780	188	39.8	14.3	396	13.1
B	48,975	2,730	8	17	150	10	2,460	397	28.8	18.3	341	19.2
C	59,890	1,892 (2,412)	8	16	150	10	1,560 (2,170)	415	18.1 (26.3)	34.6 (24.8)	236 (302)	26.6 (19.1)

第2表 代表的なビルのエレベーター仕様

ビル名称	サービス階床	配置	基準階	食堂	パターン数	急行運転時の サービス階床	インジケータ
A	No. 1.5 11 (B <sub>2</sub> .B <sub>1</sub> .1~9) No. 2~4 13 (B <sub>3</sub> .B <sub>2</sub> .B <sub>1</sub> .1~9.R)	5 台 直線形	1 階	9 階	6	No. 1~3 (上層階) No. 5.6 (下層階) 分割 5. 6. 7 階 切替	全階到着予報灯 1階は集合インジケータと 急行表示灯
B	No. 1~8 12 (MB <sub>2</sub> .B <sub>1</sub> .1~10)	8 台 対面アーチ形	出退勤時1階 平常時MB <sub>2</sub> 階 (自動切替)	MB <sub>2</sub> 階	7	No. 1~4 (上層階) No. 5~8 (下層階) 分割 5. 6. 7 階 切替	全階到着予報灯 1階は集合インジケータと 急行表示灯
C	No. 2 14 (B <sub>5</sub> .B <sub>3</sub> ~B <sub>1</sub> .1~9.R) No. 3~8 11 (B <sub>2</sub> .B <sub>1</sub> .1~9) No. 9 13 (B <sub>3</sub> ~B <sub>1</sub> .1~9.R)	8 台 対面形	B <sub>2</sub> と 1 階 (手動切替)	8 階	7	No. 2~5 (下層階) No. 6~9 (上層階) 分割 5. 6. 7 階 切替	全階到着予報灯 1階とB <sub>2</sub> 階は集合インジケータと 急行表示灯

第3表 意匠の実例

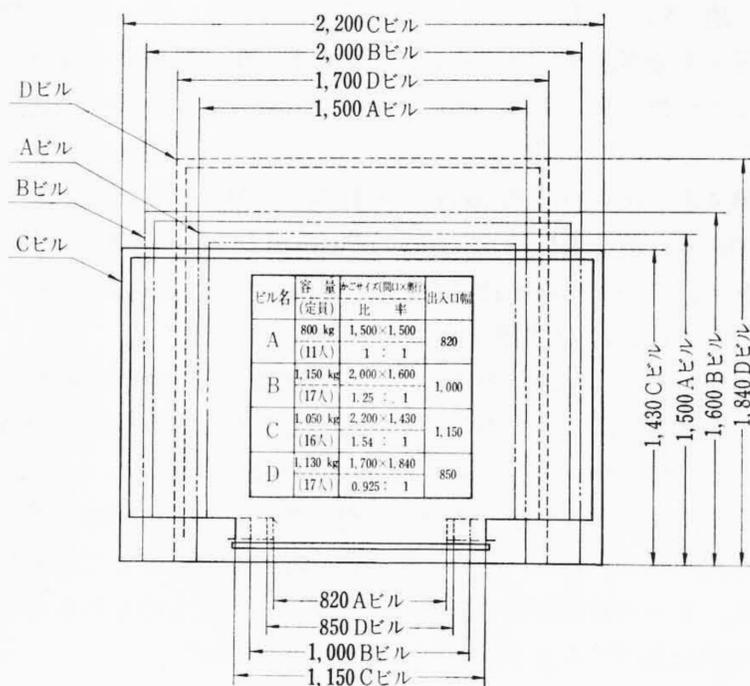
ビル名		A ビル	B ビル	C ビル	D ビル
乗場側	三方わく	ステンレスヘヤライン	1. 2. 9 階ステンレスヘヤライン 他階ラッカー焼付	ステンレスヘヤライン	内わくステンレスヘヤライン 外わくラッカー焼付
	ドア	1~3階ステンレスヘヤライン 一部磨仕上げ 他階ラッカー焼付	1. 2. 9 階ステンレスヘヤライン 他階ラッカー焼付	B <sub>5</sub> B <sub>3</sub> 階ラッカー焼付 他階ステンレスヘヤライン	ラッカー焼付 ステンレス縁付
かご側	天井	光半間天接照井明	光半間天接照井明	光半間天接照井明	アクリルルーバ形 間接照明
	側板	ラッカー焼付	ステンレス目地付 高圧メラミン化粧板張	ステンレスヘヤライン 奥正面エッチング	ラッカー焼付
	ドア	ラッカー焼付	ステンレス縁付 高圧メラミン化粧板張	ステンレスヘヤライン	ステンレスヘヤライン
	前柱	ラッカー焼付	ステンレスヘヤライン	ステンレスヘヤライン	ステンレスヘヤライン



注: a: Aビル b: Bビル c: Cビル

第2図 代表的なビルの1階平面図

最近の自動エレベーターの意匠関係を参考までに示してみた。乗用エレベーター群の配置ならびにサービス階は特に重要な問題であって、



注: Dビルのかごは最も古い群管理用のもので参考のために図示した。

第3図 かごの実例

最近の代表的なビルの計画では、第2図の例に示すようにビルの中核部に集中して配置するものが多くなっている。太い矢印はエレベーター乗客群の出入り状況を示したもので、第2b, c図の例は全台のエレベーターを1階でも特に利用しやすくなるよう考慮されている。また、サービス階は第2表に示すBビルの例が最も望ましい。特に、Bビルでは地下階のビル内施設の利用率が予想以上に高く、その解決に設計上種々の工夫を要したが、全台で全階のサービスを行なっ

第4表 代表的な Pattern

Pattern	運 転 上 の 特 長
出 勤 時 (Up Peak)	出勤時近くなり、基準階からあいついで1~2台が満員で出発し、2階以上の呼びが少ないことが検出されると、1バンクのエレベータを上、下層に分割して急行運転を行ない輸送能力を強化する。
退 勤 時 (Down Peak)	退勤時近くなり、基準階にあいついで1~2台が満員で到着し、2階以上の上昇呼びが少なく下降呼び全階に連続して生ずると上下層に分かれてサービスするがこのときは互いに他層を監視しながらほぼ同時にサービスが完了するように管理される。
平 常 時 (Balanced)	上昇呼びと下降呼びが平均して生ずるようになると、基準階から次々に出発指令をうけ、各エレベータの運転状態や乗客数を絶えず監視しながら全階の待時間がほぼ等しくなるように管理される。
昼 食 時 (Lunch Time)	食堂階が混雑しあいついで2台以上が満員で到着すると、全エレベータは自動的に基準階を食堂のある階に変更して出発指令をうけ混雑を積極的に解決する。
偏 昇 時 (Heavy Up)	上昇呼びまたは下降呼びが一時的に多くなり一定時間に達すると、基準階の出発指令を短縮して上昇方向または下降方向にエレベータを集中させ、さらに最高呼び反転指令によって全階の呼びのかたよりを迅速に解消させる。
偏 降 時 (Heavy Down)	
閑 散 時 (Intermittent)	呼びが間欠的に生ずるようになると、全エレベータは基準階に待機して必要最少限の台数でサービスするが、さらに呼びが無くなると先発エレベータもドアをしめてMGを停止し休止する。

第5表 Pattern 選択例

ビル名称	月日	測定時刻	調査時間	Pattern						
				項目	閑散	出勤	偏昇	平常	偏降	退勤
A	S37 8/29	8.20~18.30	10時間10分 (610分)	選択回数(回)	3	1	5	15	10	0
				延選択時間(分)	30	32	44	434	70	0
B	S38 9/27	8.00~18.00	10時間 (600分)	選択回数(回)	1	1	0	19	17	1
				延選択時間(分)	15	31	0	452	66	36
C	S39 3/10	8.30~18.00	9時間30分 (570分)	選択回数(回)	10	1	9	16	3	1
				延選択時間(分)	360	22	37	121	13	17

ているため、基準階を地下階に変更し、エレベータ群を全階にバラまくことによって長待呼びを減少させることができた。このように、地下階や屋上階など一般に収容人口の少ない階は開館後の利用状況を十分考慮すべきであって、乗客群の集中度合いを軽視してサービス台数を減らすと、それらの階の混雑時に他の階での長待呼びが生じやすいので運転能率上好ましい計画とはいえない。

第4表に代表的な Pattern の運転内容、第5表に実際の選択状況を調査した例を示した。昼食時の Pattern は偏昇、偏降時の Pattern に含め、そのビルの実状に合わせて表示するようにしている。

### 2.2 計画上の問題

エレベータの交通需要はそのビルの使用目的や各階の使用条件などの特殊事情によって異なってくる。したがって、建築計画当初からこれらの条件を十分考慮して計画せねばならないが、一方、大事務所ビルの運営は建築計画中的の方針を尊重して具体的な管理を行なう必要がある。特に、そのビルの特異な交通需要として対策した中には、ビルの管理方法を変更して効果を上げたものもあるので、三の例をあげてみよう。

#### (1) 基準階

基準階は一般に最も交通需要の多い1階を基準階として選ぶべきである。地下鉄などの交通の便によって地下階の交通量が多い場合には、朝夕のラッシュを検出して自動的に1バンク全台の基準階を地下階に変更するようにしている。特に、一般通用口を地下階に選んだり、地下福利施設の利用度が非常に多い場合などは終日地下階の利用率が高いので、当然基準階を地下階に選定すべきである。

#### (2) 急行分割階

朝のラッシュ時に自動的に切り替える上、下層間の分割階は開

館後の状況変更を考慮して、設計指定階に対し上、下各1階ずつ任意に切り替えられるようにしているが、いままで納入した実績全部に関して実際の運営上不具合を生じて変更した例はない。また、すでに発表<sup>(2)</sup>したとおり電子計算機により解析した結果から考えて、今後もよほど大きな計画変更がないかぎり、計画当初の交通計算に基づいて決定すれば十分である。特に、分割階を検討する際に、1階ホールの一時的な混雑状態から上、下層行の負荷配分を考えると、とかく管理上の判断を誤りやすい。これは、外部の交通事情によって片寄った混み方が一時的に継続しても、間もなく全く逆の状態が生ずるからであって、上、下層行の乗客の1階ホールに対する到着分布も必ず調べたうえで判断する必要がある。次に、上、下層行の分割階を共通にすると、その階へ行く乗客はほとんど上層行に乗り上層行が混雑するという意見もあるが、Bビルで実測した結果、ほぼ均等に全台のエレベータを利用していることがわかった。これは、秩序正しく群管理運転すれば、分割階へ行く乗客が機会均等に全台のエレベータを利用することになることを立証している。

#### (3) ビル内の管理

全自動群管理化することによって輸送能力を強化するといっても、おのずから限度があるから、朝夕のラッシュや昼食時のピーク時には交通需要が極端に片寄ると、長待呼びの生ずる確率が高くなる。したがって、たとえば朝のラッシュ時に出勤前の準備業務を果すため多くの人が何回もエレベータを利用しなければならない例や昼食時に食堂のある階のエレベータホールが食堂の混雑に影響されて乗客の出入時間が非常に長くなっている例がある。これらの例は、いたずらにラッシュの継続時間を長くして種々の悪循環を生ずるので、ビル内の管理方式を変更して解決することが望ましい。そのほか、専用運転を長時間継続し数台のエレベータを待機させている例もあるが、1バンク全台で正常な群管理を行なうように計画しているため、全台の正常な群管理によって長待呼びを無くすように管理すべきである。もちろん、ビル内の特殊事情も十分考慮する必要はあるが、専用運転時間をできるだけ少なくして、全台でサービスするように管理の方が大局的に考えて得策である。

### 3. 実際の交通需要とその分析

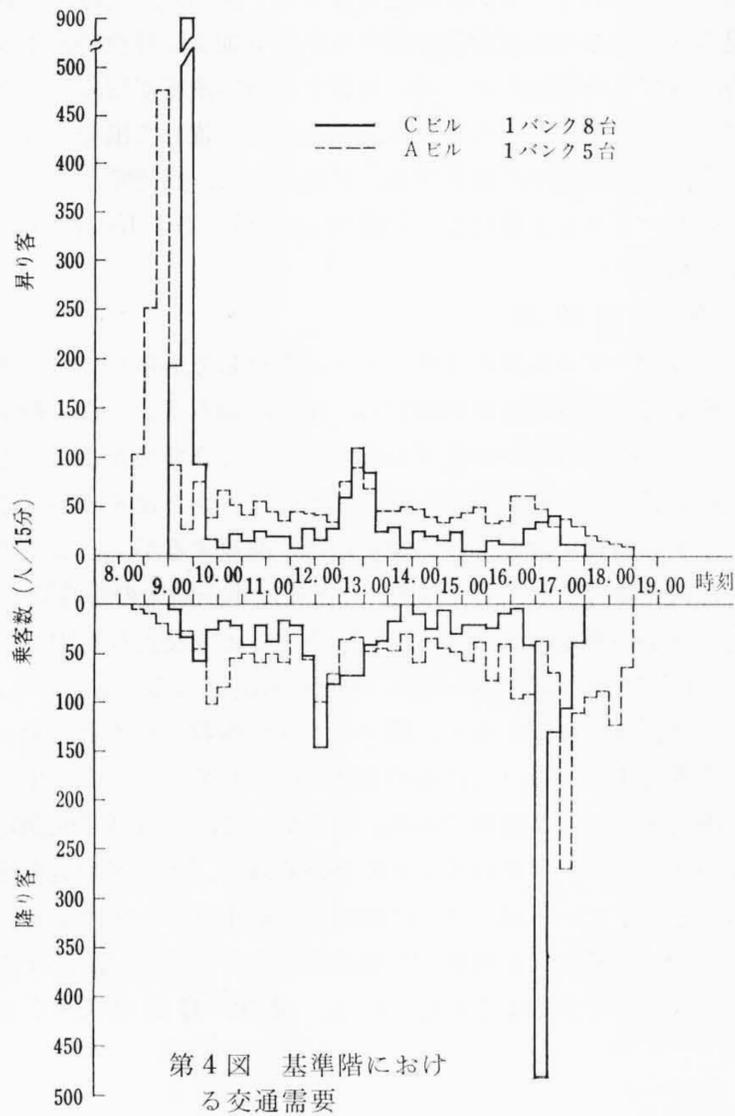
従来は主として単一ビルの調査結果を発表してきたが、さらに群管理化した効果を確認するため、A~Cビルについて調査し、ビルの性質や規模の違うものを選んでみた。

#### 3.1 基準階における利用状況

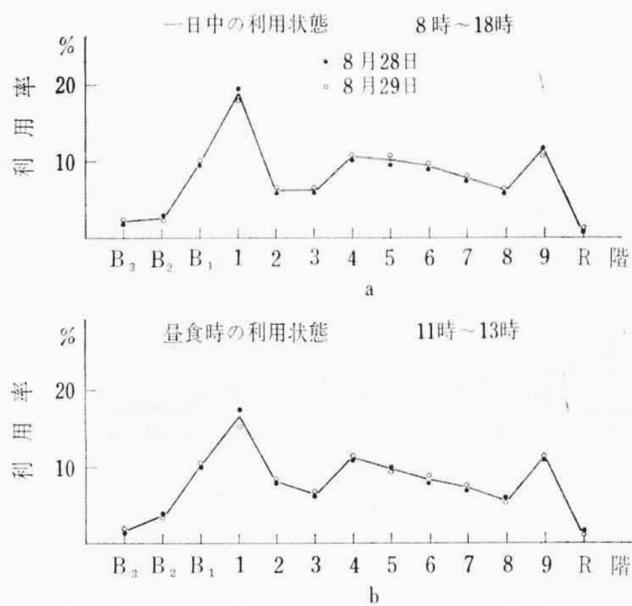
第4表に1バンク5、8台の基準階における交通需要を示した。ビルの規模は違っても、大事務所ビルの交通需要の変化は定性的にほとんど同様の傾向を示すことがわかる。したがって、基準階におけるこれらの情報が自動的に運転管理を図ろうとする全自動群管理要素として非常に重要な因子となるわけであって、最も利用率の高い階を選んで基準階に選定しなければ適切な管理効果も期待しがたい。

#### 3.2 利用率

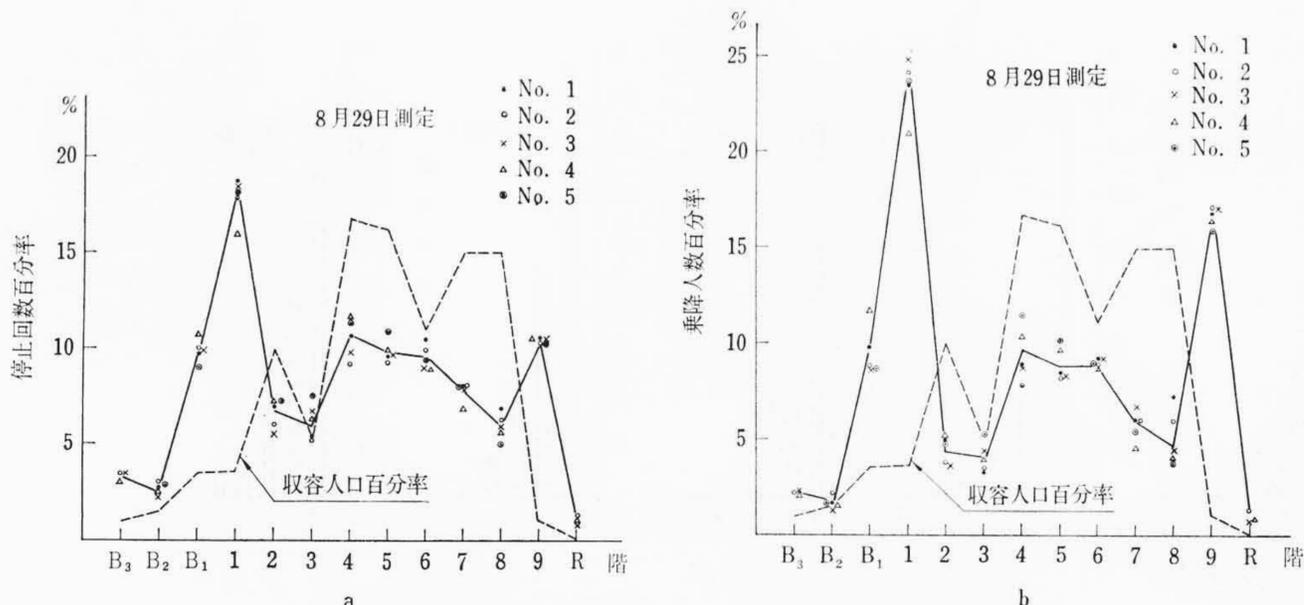
エレベータの利用状態を1バンク全台に対しほぼ均等に負荷配分するように自動的に管理することは多くの面で合理的である。したがって、まず、各階のエレベータ停止回数で総括的な運転状況を第5図に示してみた。これは、Aビルの例で、a図は1日中の場合、b図は昼食時と見られる2時間の利用状態である。2日間の差は非常に僅少であって、特に昼食時のような混雑時にも大きな違いのないことを示している。



第4図 基準階における交通需要

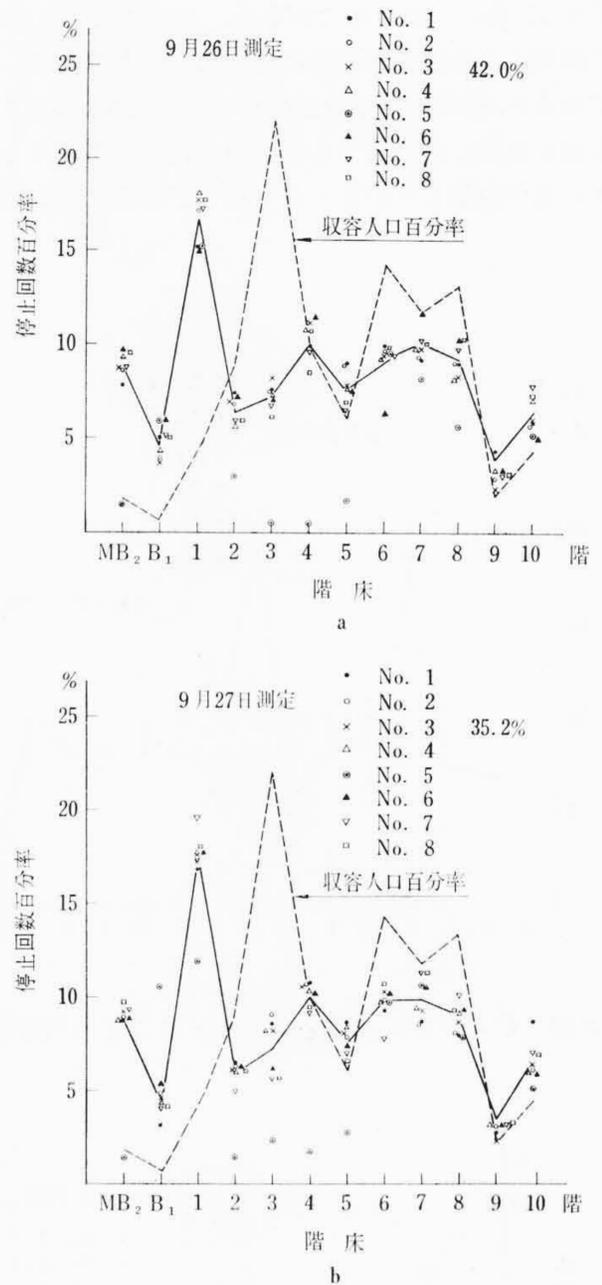


第5図 Aビルにおける1バンク5台の利用率



注： a 停止回数から見た全階の利用率 b 乗客数から見た全階の利用率

第6図 各エレベータごとの利用率



第7図 Bビルにおける各エレベータごとの利用率

さらに、これらのデータを分析するため、エレベータ各1台ごとの利用率とエレベータが停止するごとに入出入りする乗客数を指標にした場合の利用率を第6図に示した。これは、第5図aに示した運転状況における各エレベータごとの利用率と各階の1日中の出入乗客数を全出入乗客数に対する百分率を利用率として両者の比較を行なったものである。両図の傾向はほぼ同様であって、停止回数から見た利用率が出入乗客数の利用状態の定性的な傾向をも同時に示すと考えてよいことを示している。次に、1バンク8台の例を第7a, b図、第8図に示した。大形ビルにおける各エレベータごとの利用状態は割合にバラつきが多くなるから今後さらに工夫を要する。特に、No. 5は長時間専用運転しているため他のエレベータと違った値を示しているが、その他のものは第8図のCビルの例と同様に全台のエレベータがほぼ同じ傾向を示すことや利用率が各階の収容人口に必ずしも比例しないことなどを明示している。

さらに、これらのデータを分析するため、エレベータ各1台ごとの利用率とエレベータが停止するごとに入出入りする乗客数を指標にした場合の利用率を第6図に示した。これは、第5図aに示した運転状況における各エレベータごとの利用率と各階の1日中の出入乗客数を全出入乗客数に対する百分率を利用率として両者の比較を行なったものである。両図の傾向はほぼ同様であって、停止回数から見た利用率が出入乗客数の利用状態の定性的な傾向をも同時に示すと考えてよいことを示している。次に、1バンク8台の例を第7a, b図、第8図に示した。大形ビルにおける各エレベータごとの利用状態は割合にバラつきが多くなるから今後さらに工夫を要する。特に、No. 5は長時間専用運転しているため他のエレベータと違った値を示しているが、その他のものは第8図のCビルの例と同様に全台のエレベータがほぼ同じ傾向を示すことや利用率が各階の収容人口に必ずしも比例しないことなどを明示している。

### 3.3 かご内乗客数

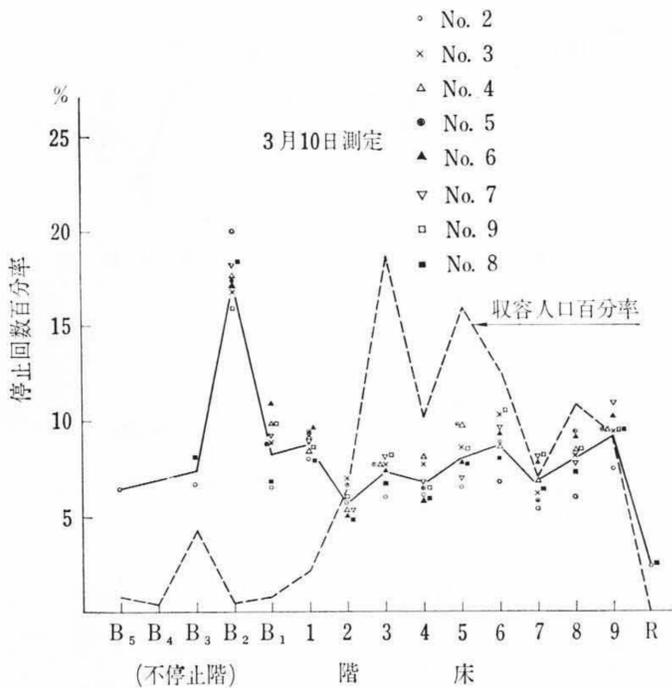
エレベータは一般に満員で運転していることが非常に多いように思われているが、実際に調査してみると、大事務所ビルの乗用エレベータでは全運転回数の数%が満員運転しているにすぎない。第9a, b図は建築上の制限からやむ

をえず定員を11名にしたものであるが、かごが小さいため他のビルに比べて満員になる確率が非常に高くなった例である。その内容を分析してみると、満員になる度数の60%が昼食時に起こることや1バンク5台を並設した場合でも両端の2台が他の3台とほぼ同程度の混み合い方で運転していることも示している。しかし、建築上

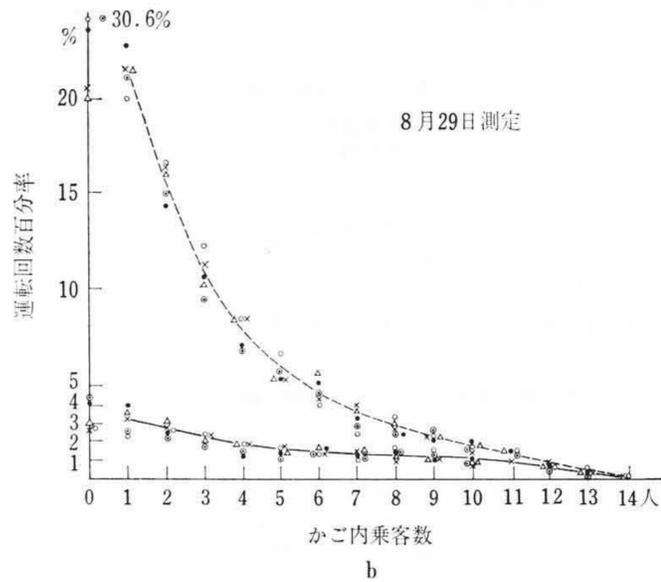
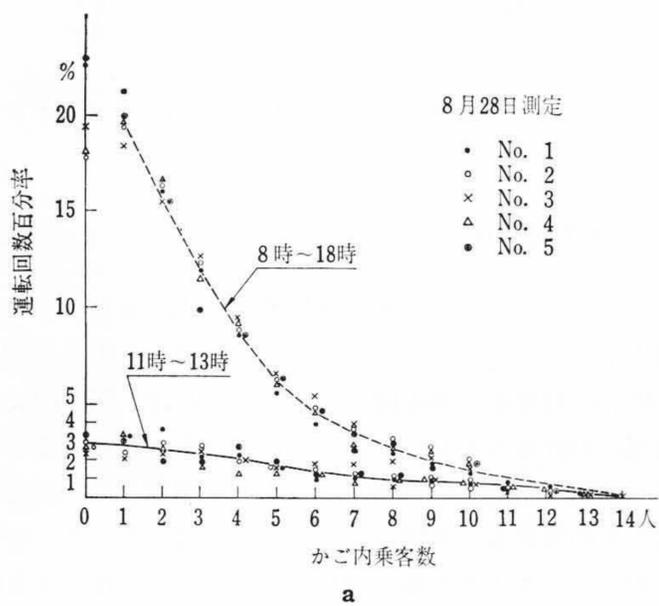
の制限にとらわれすぎてかごの定員を少なく選ぶと、実際の交通需要に見合った余裕のある台数を設けない限り朝夕や昼食時のような混雑時に外でも一時的にホールに到着する乗客密度が密になると積み残される確率が高くなるうえに、出入りに混雑して出発が遅れがちになるから運転能力が低下する。したがって、長待呼びの少ない能力よいサービスを主眼にした計画では定員を必ず15名以上に選ぶ必要がある。

3.4 平均待時間

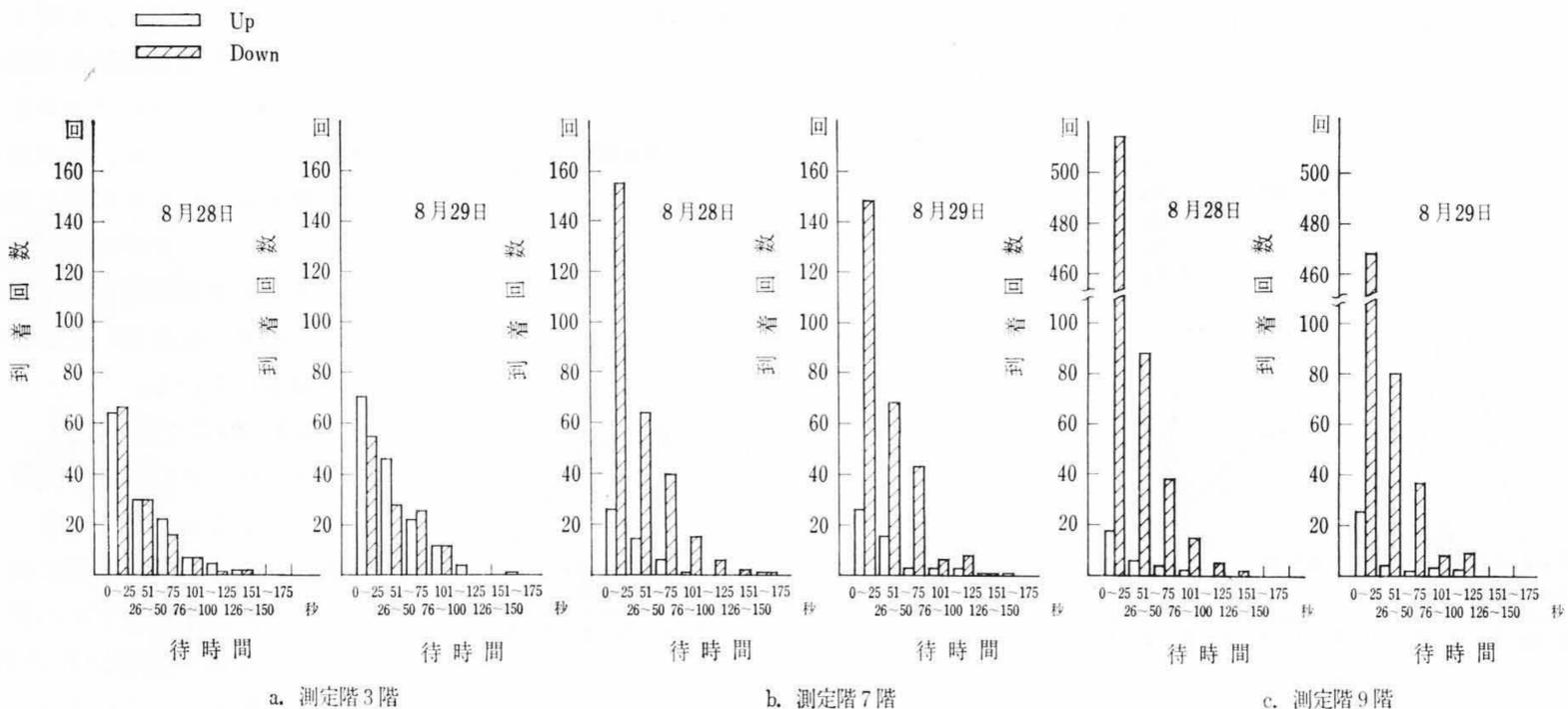
運転上のサービスの良否は呼びボタンを押してからエレベータが到着するまでの待時間を毎回測定し、測定時間内におけるその平均待時間の長短や長待呼びの生ずる確率によって判断できる。一方、これらの批判には心理的な面も割合に重要な要素となるほか、建築計画上や実際のビル管理上の問題も複雑に関連するが、いままでに調査した例を参考にして考えると、たとえば単一階床の待時間や30分程度の短い測定時間内だけから判断するような誤りを犯さない限り、統計的な割合に信頼性の高い評価が可能である。もちろん、ビル内の交通需要を観察すると、種々の条件が複雑な組み合わせとして絶えず変化するから、これらの全変化に対して群管理の効果を理論的に解明することは困難である。したがって、連続2日間測定して諸種の交通条件が含まれるように努めるほか、データの再現性も調べることにしているが、さらに問題を一般化したうえで統計的手法を応用した解析結果と対照して実測値の分析を行ない、できるだけ正しい評価ができるようにしている。第10~12図はA~Cビル



第8図 Cビルにおける各エレベータごとの利用率



第9図 Aビルにおけるかご内乗客数

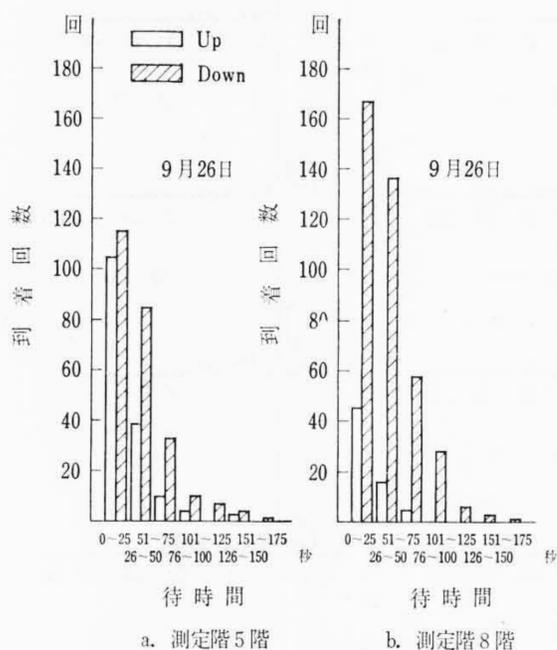


第10図 Aビルの待時間度数分布

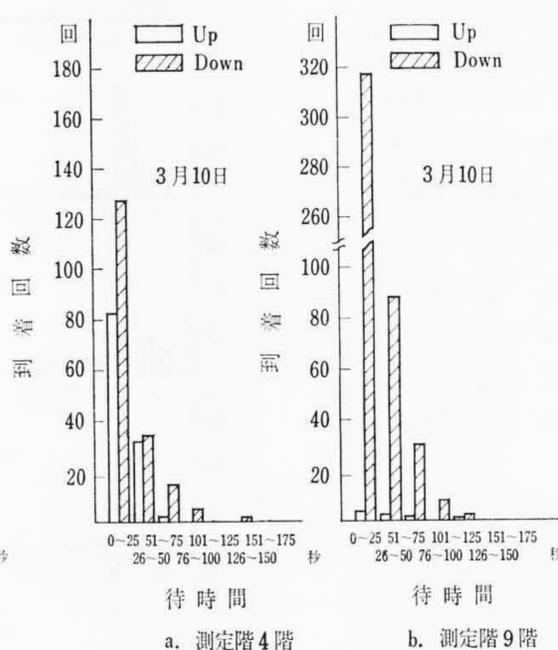
第6表 平均待時間と単純平均待時間

	A ビル							B ビル					C ビル				
	3 階		7 階		9 階		全階平均	5 階		8 階		全階平均	4 階		9 階		全階平均
	Up	Down	Up	Down	Up	Down		Up	Down	Up	Down		Up	Down	Up	Down	
平均待時間 a/b (秒)	45.5	36.4	27.2	37.2	28.4	19.9	26.5	26.8	37.1	18.6	34.2	33.9	20.8	24.2	50.0	21.6	22.2
待客数 (人)	21,904	11,654	3,428	41,046	4,956	75,357	158,345	6,581	24,572	1,639	41,551	74,343	4,987	8,595	550	23,999	38,131
単純平均待時間 c/d (秒)	37.5	33.2	32.6	33.7	43.3	30.8	33.4	24.2	34.4	18.3	35.8	32.0	19.4	22.1	41.5	18.2	19.8
到着回数 (回)	10,740	7,670	2,448	17,286	1,303	18,374	57,821	3,818	8,605	1,211	14,317	27,951	2,400	4,010	374	8,257	15,041
	287	231	75	513	30	596	1,732	158	251	66	400	875	122	181	9	453	765

(注) a: 便乗者を考慮した待時間の総和 c: 各到着回数に対する待時間の総和



第11図 Bビルの待時間度数分布



第12図 Cビルの待時間度数分布

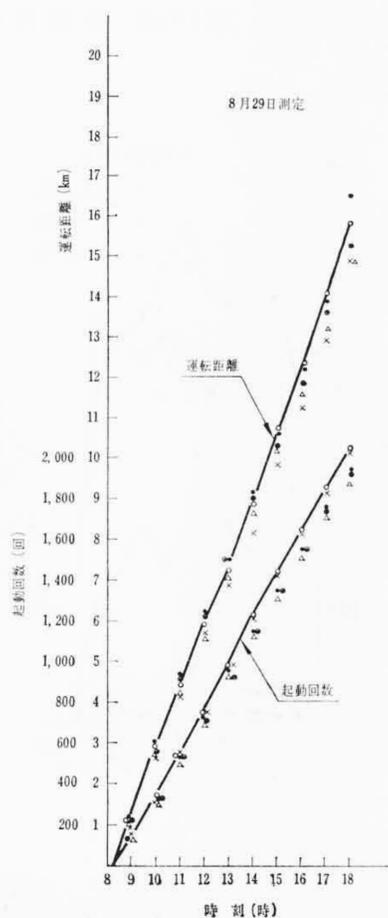
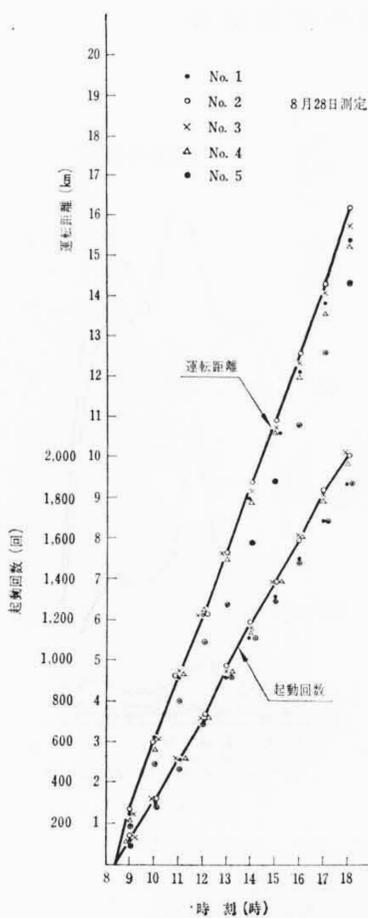
者の平均待時間を待客の到着状況を加味して算出し、長待呼びが生じた場合には一般に待客数が増えることを考慮に入れて評価するようにしたものである。その結果は第6表に示すとおりであって、ビル内の交通需要によって実際には種々の差が生ずるが、単純平均待時間の方が平均待時間より短いビルが多いので、待客の到着状況を考慮に入れた平均待時間を指標とし、この平均待時間が35秒以内になるように考えている。

3.5 起動回数と運転距離

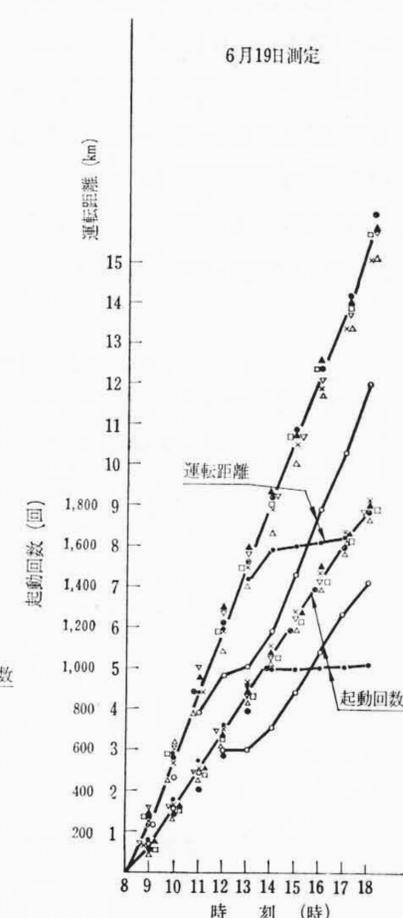
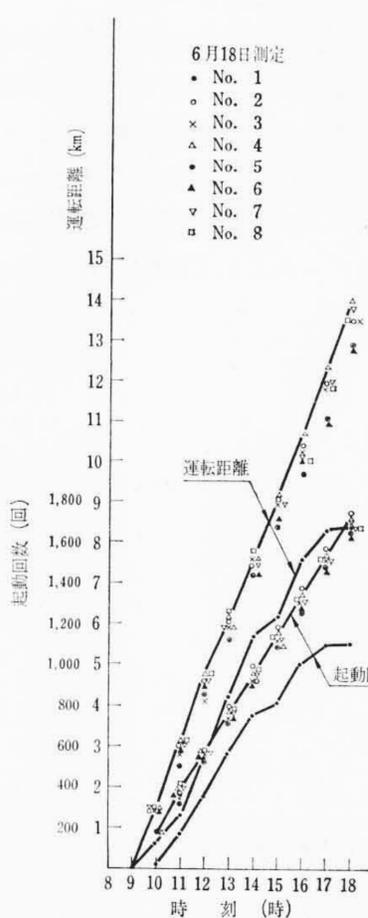
第13a, b図に1バンク5台の実績をあげたが、専用運転などの人為的な管理を行わないAビルでは2日ともほぼ均等にサービスしていることを示している。第14a, b図は1バンク8台のBビルの例であるが、専用運転を行なうものだけが非常に少なくなっている。特に、6

月19日にはNo.2も来賓サービスのため12時から13時半まで専用運転したので起動回数ならびに運転距離が他のエレベータより少なくなっているが、平常どおり群管理運転に復帰した14時以降は他のエレベータとほぼ同等の運転実績を示している。しかも、No.3~8は1台だけ専用運転を行なった6月18日に比べて6月19日

における実測結果を示したものであるが、ビルの規模よりもその階の使用目的によって交通需要が大きく違うことを表わしている。また、以上の結果を平均待時間として評価する方法として、エレベータの全到着回数で平均する方法、すなわち単純平均待時間とさきに実測方法を発表した平均待時間の両者を算出し第6表に示した。後



第13図 1バンク5台の運転距離と起動回数



第14図 1バンク8台の運転距離と起動回数

は2台の専用運転を行なっているため、1台当り15%程度の運転増強を行なったことも明示している。このような片寄った運転を行なうよりも専用運転時間はできるだけ必要最少限に制限し、全台のエレベータで計画どおりの群管理運転を行なって、昇降機設備の効率的な運営を図り、均等な負荷配分と全階の待客に対し短い待時間でサービスするように管理することが望ましい。

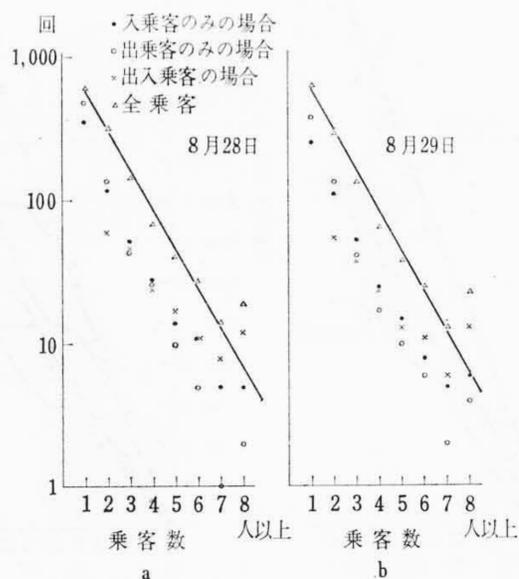
#### 4. 全自動群管理機能のエレクトロニクス化

全自動群管理方式の機能を高性能化するためには、乗客の操作、安全性、管理要素などのエレクトロニクス化を推進し、信頼度の向上と機器の小形化を図ることが必要である。特に、超高層ビルや大形ビルでは数バンク数十台のエレベータ群が1日1台当り2,000回程の高ひん度で運転し続けるため、限られた機械室内にコンパクトに設置し、しかも保守に手を要しない機器であることが重要な条件となる。さらに、操作上は乗客にわかりやすく、しかも操作しやすい機能を有することや乗客の出入りに信頼感を深める独特の安全性を備えるほか、絶えず変化する交通需要を分析し続ける群管理要素などをエレクトロニクス化することによって1回当りの運転では秒単位のわずかな時間の短縮を行なうように思われても、1日中を通じてその集積が平均待時間の短縮や長待呼びが生ずる確率を小さくすることになる。われわれは、これらの事項に最も関係の深い乗客の出入りを長時間にわたり調査したもので、その一部を発表しよう。

##### 4.1 乗客の出入り

エレベータの出入客に関して統計的に調査して発表した文献はない。これは、この調査とその分析を行なうために非常に多くの労力と時間を要するからであるが、全自動群管理方式の本質的な効果をあげるためには、その基礎資料としてこれらを分析検討する必要がある。第15a, b図はAビルで連続2日間調査した結果である。これは基準階以外の階における乗客の出入り状況を調べたもので、1日中の1台平均度数分布である。図に示すとおり、2日の違いは非常に小さく、出入全乗客数の和は人数が多くなるに従って度数分布が指数関数的に減少している。もちろん、他のビルでも全く同じとはいえないが、いままでに調査した他のビルの資料から考えて、事務所ビルではほぼ同様の傾向を示すことが推定できる。

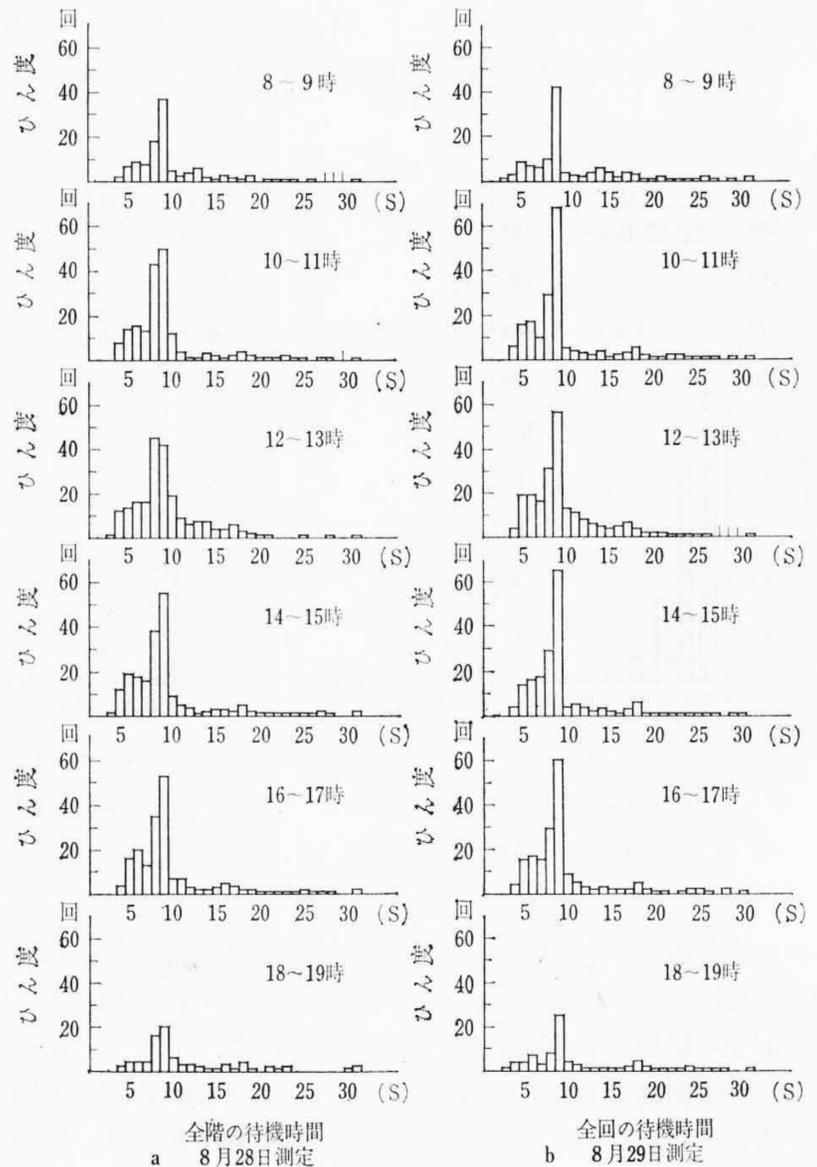
次に、第16a, b図は全階における1台当りの待機時間を代表的な6通りの交通需要に分けて時刻別に示したものである。待機時間とはドアが開き終ってから閉じて出発するまでの時間であって、ドアの反転時の開閉時間および出発時の閉時間を含むものである。これは、実際の出入状況を調べるためにドアの反転を同時に調査したので、単なる開扉(ひ)待機時間よりもデータとして時間が長く示さ



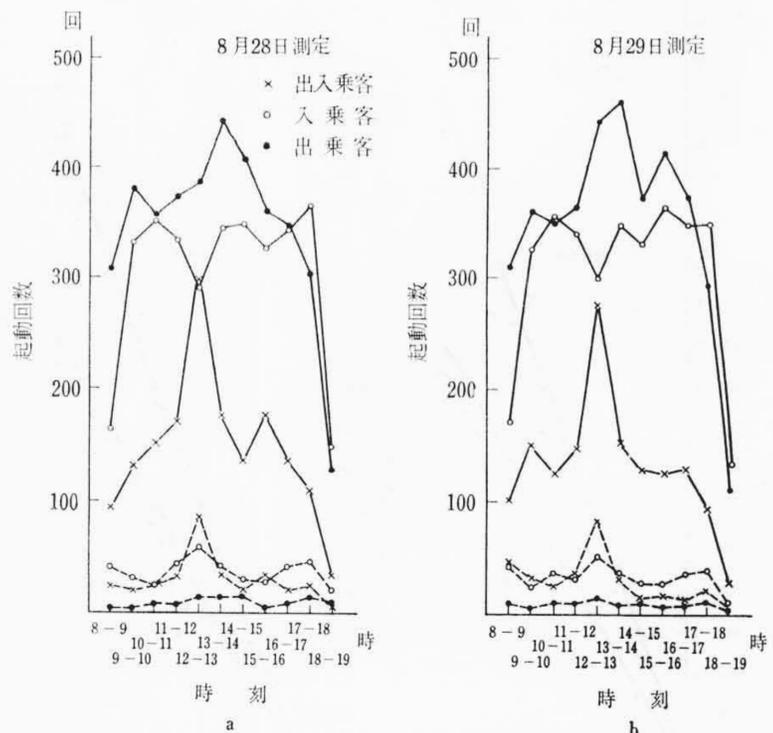
第15図 出入乗客数の度数分布

れている。また、出発指令はエレベータ相互の関係や乗客の乗り込み方などで絶えず変化しているが、総合的に見て、一般階では8~9秒、1階では15~20秒に集中していることや交通需要の変化に応じて管理要素が自動的に指令した状況を待機時間の度数分布として現われてくることなどを示している。

第17a, b図、第18a, b図は時刻ごとのドア反転回数と起動回数を主にした調査内容の分析結果である。乗客の乗り込み方について

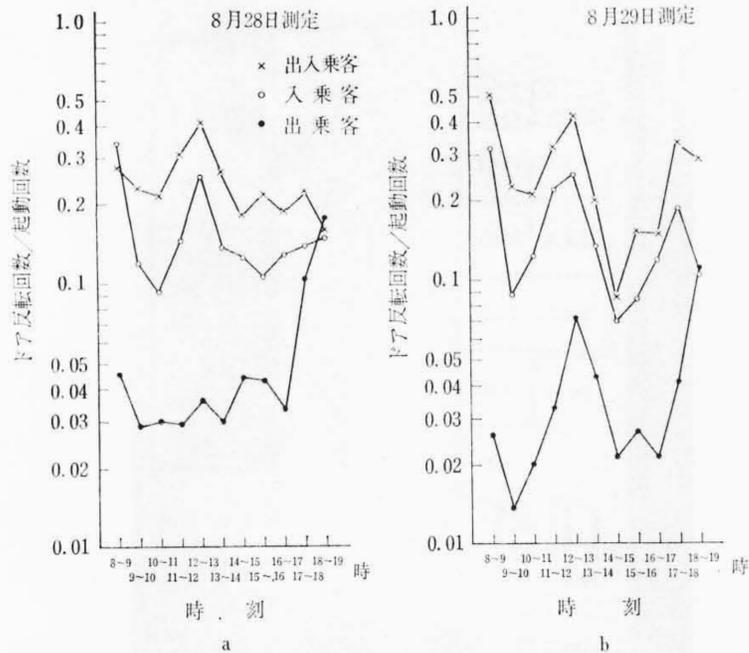


第16図 待機時間の度数分布

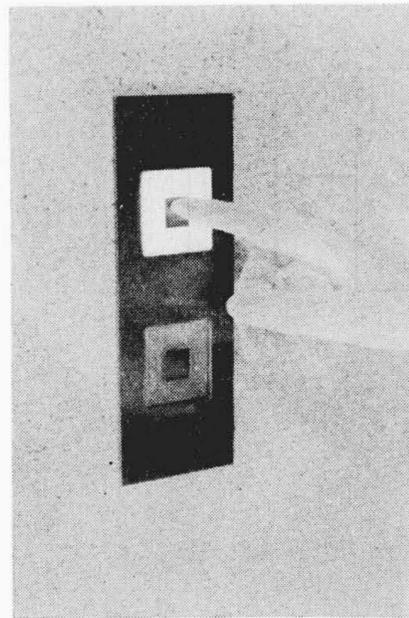


注： 実線 1バンク5台の全起動回数  
点線 ドア反転した1バンク5台の起動回数

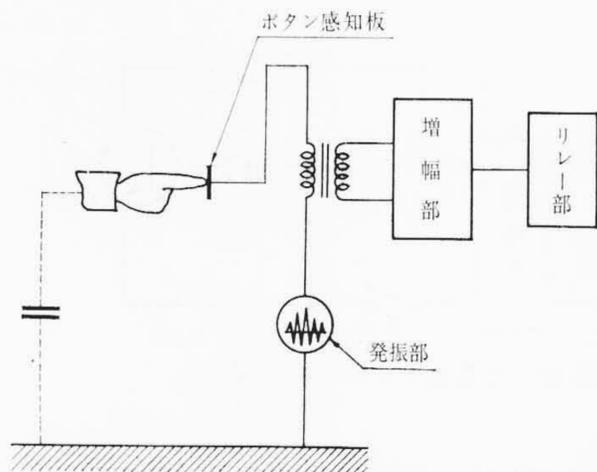
第17図 乗客の乗り込み方と起動回数



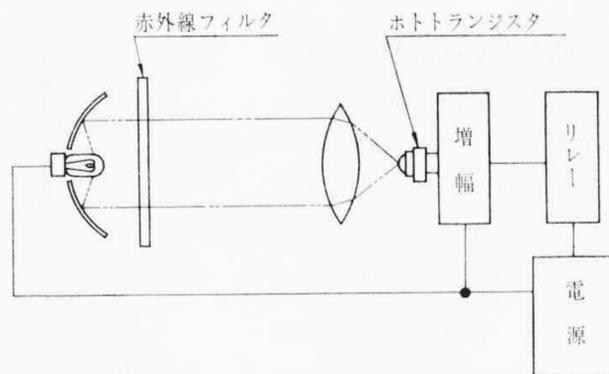
第18図 起動回数1回当たりの  
ドア反転回数時刻別分布



第19図 エレクトロボタン



第20図 EB形エレクトロボタン  
動作原理図



第21図 PH形光電装置動作原理図

は、従来、具体的に論じられた例が少ないが、両図から反転の生ずる原因が乗客の乗込み方に関係していることがわかる。すなわち、2日間の運転状況を分析すると、両日とも出乗客のみの場合が最も多く、出入りに混雑する場合は昼食時に集中しているだけでその他の時刻は予想するほど多くない。しかも、両図のドア反転した起動回数はほぼ同様な傾向を示しているが、起動回数1回当たりのドア反転回数は割合にバラツキが多い。しかし、乗込み方による反転の傾向は出入りに混雑する場合と入乗客のみの場合が出乗客のみの場合よりも非常に多いことや閑散時にも混雑時とほぼ同程度の割合でドア反転を生じていることなどが実際の調査で判明した。

#### 4.2 能率化と安全性

わが国においても自動エレベータが急激に増加していることはすでに発表<sup>(3)</sup>したが、事務所ビルに対して全自動群管理方式を積極的に適用するには、統計的な調査結果に基づいて適切な管理要素を検討し、運転上の能率化と安全性を運転手付き運転に比べて同等以上に向上させる必要がある。

待機時間内における乗客の出入り状況はその一例として第15図に示されているが、たとえ同じ出入り客数でもその乗り込み方はかごに到着した時点によって異なってくる。特に、電動ドアに対する乗客の信頼感を高めることは乗客の出入りを円滑にし、手動操作で必要以上に反転開扉させる弊害を減少させることになる。したがって、出発指令が出た後から制限時間までに入出入りする客に対しては光電装置、閉じ始めた後はエレクトロ・ドア・セーフティがそれぞれ主となって乗り込み客を検出し、運転上の能率化と安全性の両面からあらかじめ設定された管理要素に基づいて積み残される確率を適当に選ぶことができるわけである。

#### 4.3 応用例

##### 4.3.1 エレクトロ ボタン

エレベータのサービス時間は他の乗物に比べて非常に短いので、絶えず運転している最も早いエレベータに乘れるようにしなければならない。したがって、遠くからでも一目でわかる大きな表示と触れるだけで登録できる機能がエレベータの操作に特効である。この見地から、日立製作所では斬新な意匠と明瞭な表示のほか、ボタンの中央にある感知部に触れるだけで応ずるエレクトロ ボタンを全自動群管理エレベータ用として開発した。このボタンは完全密閉形でしかも可動部分がなく、手袋をはめたままでも十分動作するという高感度で、第19図はその外観図を、第20図はその動作原理を示したものである。

##### 4.3.2 光電装置

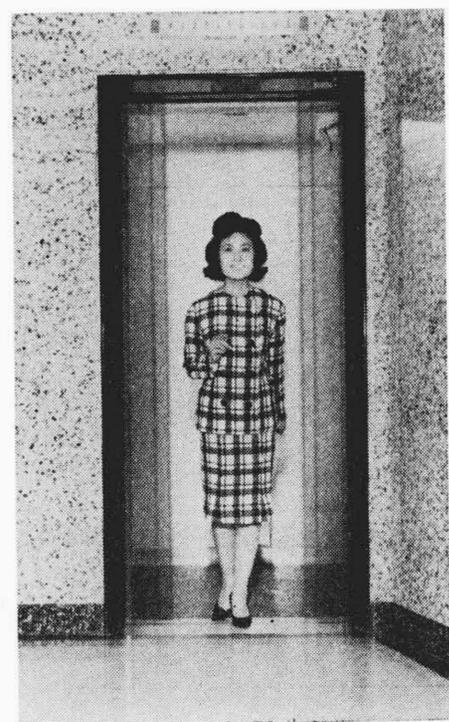
乗客の乗り込み方を監視する検出装置で、かご内外の乗客の出入りが連続すると、自動的に開扉待機時間を延長し、出入りが終わると同時にドアをしめて出発するよう指令する。このようにして、乗客の乗り込み方に応じた管理を行なうことで、運転能率を高める機能を果たす管理要素である。第21図はPH形光電装置の動作原理を示したものである。

動作原理を示したものである。

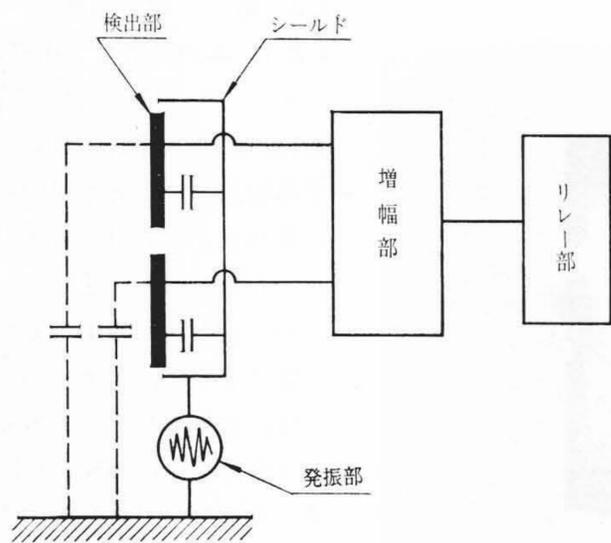
##### 4.3.3 エレクトロ ドア セーフティ

開扉待機中における出入り客数は少なくとも、乗客の到着間隔が大きい場合には出発間際に乗客が現われる機会が割合に多い。したがって、乗客が故意に手動操作で出発を遅らせて便乗者に便宜を図ろうとすることになり、かえって能率を悪くする。

エレクトロ ドア セーフティは電動ドアに対する乗客の信頼感を高めるため、ドアの先端に感知板を設け約100mm程度の感知帯域に乗客がいれば、すぐ反転して体に触れないうちに全開する



第22図 エレクトロドアセーフティの応用例



第23図 エレクトロドアセーフティの動作原理図

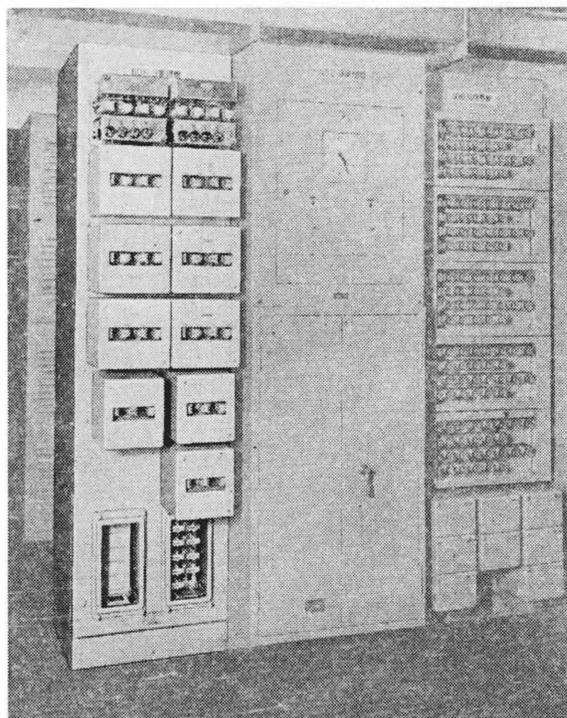
ようにしてある。このようにして、手動操作による出発遅れを少なくして運転能率を向上させ、さらに電動ドアの安全性を高めようとするものである。第22図にエレクトロドアセーフティの応用例、第23図にその動作原理図を示す。

4.3.4 タイマー

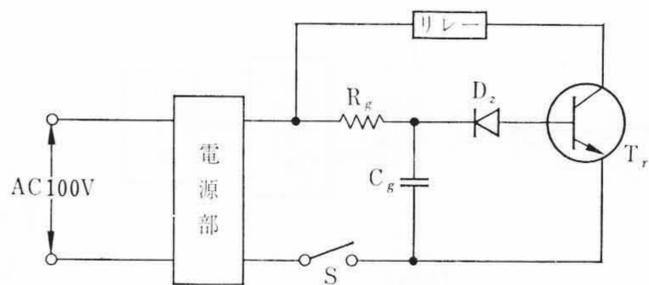
全自動群管理要素の中核機能として、絶えず交通需要の変化に関する情報を各種のサンプリング・タイム内で分析、統合して、あらかじめ設定された群管理指令を選択するが、これらのタイマー群は1バンク用または各エレベータ用など種々の用途に使用されて、たとえばパターン選択、出発間隔、援助運転などを管理する。したがって、サンプリング要素ごとの相関関係から誤差の少ないしかも信頼度の高い性能が必要となるが、200万回の動作試験や-10~+50°Cの温度試験後でも誤差はわずかに5%以下という高性能を備えている。第24図はTZ形タイマーの応用例、第25図はその回路図である。

5. 結 言

わが国でも超高層ビルや大形ビルが増加するに伴って、近い将来ほとんど全部の事務所ビルの乗用エレベータが全自動群管理化するようになると思う。これは、全自動群管理化の最大の目的は運転手をなくして、しかも運転手付き運転よりも運転能率を上げるとともに運転上の合理化を図ることにある。もちろん、全自動群管理化するためには相応の設備費は増加するが、運転手に要する人件費、設備費や維持費に対して個々のビルの特殊事情や将来に対する変動因



第24図 タイマー盤



第25図 TZ形タイマーの基本回路

子を建築計画当初十分検討し、積極的に群管理化する必要がある。

一方、運転能率を上げる点については具体的に評価するうえで種々の問題はあるが、群管理化したエレベータ群の運転内容を実際に調査してみると、統計的にはほぼ安定した結果が得られるから、このように交通需要の変化に十分即応できる管理機能を備えれば、少なくとも限られた管理条件内で指令する管理者の判断よりもすぐれた管理ができるようになる。

参 考 文 献

- (1) 犬塚：日立評論 43, 1204 (昭36-10)
- (2) 越智ほか：日立評論 45, 1448 (昭38-9)
- (3) 犬塚ほか：日立評論 45, 943 (昭38-6)