
超高層ビル用エレベータ特集

超高層ビル用高速エレベータ群の計画 ——霞が関ビルにおけるエレベータリング——	49
霞が関ビル納 300 m/min ギヤレスエレベータの制御	58
高速エレベータ縦振動系の解析	62
高速エレベータにおける信頼性	66
霞が関ビル納 新 C-NN 形 (全透明式) エスカレータ	72

超高層ビル用高速エレベータ群の計画

——霞が関ビルにおけるエレベータリング——

Planning of High Speed Elevators for Multistoried Buildings

——Elevator-Planning for Kasumigaseki Building——

犬塚 績* 弓 仲 武 雄*

Isao Inuzuka

Takeo Yuminaka

要 旨

超高層ビル用高速エレベータ群の計画に対しては、従来の十階床程度のビル以上に基本的な解析と検討を加えるとともに、効率的な全自動群管理化を図る必要がある。今回、霞が関ビルの完成に当たって、数年前から検討してきた計画上の諸問題に関する検討結果を取りまとめ、将来の超高層ビル用高速エレベータに対する計画上の展望を行なってみた。

1. 緒 言

昭和43年4月、世界の注目を浴びつつオープンした霞が関ビルはまさにわが国最初の本格的な超高層事務所ビルである。わが国の超高層化計画をはばむ技術的な諸条件を完全に解決し、国産技術の粋を凝らして完成したこの霞が関ビルは、世界的傾向といわれている都市再開発問題の中の超高層ビル計画に対して新紀元を画したものであり、かつ今後の進展にさらに拍車をかけたことになると思う。

日立製作所では数年前から超高層ビル計画の一環としてビル内交通需要消化の効率化を図るため、エレベータの高速化に対する技術革新を組織的に推進し、全静止形帰還制御の開発、柔構造建築に対する振動・騒音対策、高速用安全装置の開発、全機器の高信頼性化、全自動群管理の統計的研究などわが国の国情を考慮した独自の研究・開発を推進してきた。これらの結果は、今回、しゅん工した霞が関ビル内の300 m/min高速ギヤレスエレベータなど17台の高速エレベータ群に応用され、期待どおりの成果を発揮して好評裏に運転を開始した。

超高層ビルは従来の十数階程度のビルに比べて収容人口、行程、階床数などが飛躍的に増加するので、ビル内の効率的なエレベータリングが非常に重要な問題となる。しかも、わが国ではビル自体の運営や管理上の問題が外国のビルとは本質的に相異なるので、外国技術に依存するよりも国情にマッチした抜本的なくふうを図るべきである。特にエレベータのサービス向上は超高層化とともに種々の経済的な問題がクローズアップしており、これらの諸問題を積極的に克服して際限なく前進させる必要がある。日立製作所では世界一を誇る研究塔や他社に例のないエレベータ専用シミュレータ、信頼度試験室などを駆使してすでに540 m/minの高速化に対する研究を推進しているが、本稿では霞が関ビルに納入した高速エレベータ群の実績を主体にして高速エレベータ計画に対する将来への展望を行なってみよう。図1は世界最高の英姿を誇るエレベータ研究塔の全景である。

2. 超高層ビル用エレベータ計画

欧米の超高層ビルは一般に純然たる事務所ビルが多いが、わが国では事務所ビルといっても社員食堂、集会用ホール、レストラン、展望台、名店街など超高層化を利用して多角経営的な運営を行なっているビルが多い。しかも、ビル外の外部交通機関すなわち地下鉄、バスターミナルなどの連絡も外国に比べて非常に便利な高層ビルが多いので、必然的にビル内交通量が多くなり、かつ特定階に対して

* 日立製作所水戸工場

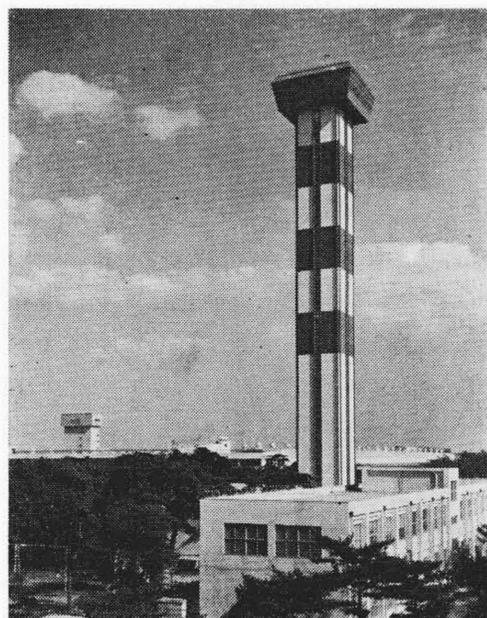


図1 エレベータ研究塔全景

集中的に集団到着する機会が多くなっている。この点がほぼ同規模のビルに比べて本質的に相異なる点であるが、今後の超高層ビル用昇降機設備を計画するに当たって、これらの特殊事情を十分考慮した全自動群管理、非常運転時の自動管理などに対する新たなくふうが必要である。したがって、最近急激に発達したエレクトロニクス技術を積極的に応用して高度の交通情報管理を行なうため、全自動群管理要素の高信頼性化、情報処理システムの能力強化、有機的な管理指令など、わが国独自の新技术開発を図るべきである。

2.1 基本計画

エレベータ計画とは対象とするビルの使用目的に対し将来のビル内交通需要予測を行ない、これに対する望ましいエレベータ群の仕様、台数、配置などを公正な立場で検討することである。特に、超高層ビルではエレベータ群の運転効率がビル内の中枢的機能となることは当然であるが、さらに建築設計上や経済性との関連上限られた設備台数で最大限にサービスの質を向上させることも必要になる。そのためには、ビル内のテナント配置や全階の使用目的に対し総合的なエレベータ計画が行なわれなければならない。たとえば、高速エレベータの運転効率をあげるため、割合に利用率の低い最端階にも必ず1グループ全台のエレベータでサービスするように計画し、かつ出発基準階に近い階のサービスにはエスカレータを配置するほか、集中的に集団到着する集会場、レストランなどにはその運営上の目的によって特に一般事務所用とは別グループのエレベータでサービスするなど、従来のビル以上に綿密な検討が必要である。このようにして、一般事務所用のエレベータ群は与えられたサービ

表1 都内における代表的オフィスビルの例

ビル名	所在地	面積 (m ²)		テナント比 B/A	収容人口 P	1人当たり床面積 (m ² /人) B/P	階数 地上/ 地下	エレベータ設備	
		総面積 A	有効貸床面積 B					台数* N	P/N (人)
MEビル	港	4,245	2,975	0.70	544	5.5	7/1	2	272
GIビル	中央	4,495	2,581	0.58	510	5.1	10/2	2	255
H6ビル	千代田	5,349	3,371	0.63	405	8.3	9/3	2	202
TOビル	港	7,569	4,286	0.57	471	9.2	9/3	2	235
YAビル	中央	8,264	5,133	0.62	676	7.6	9/3	2	338
IDビル	中央	9,234	5,261	0.57	736	7.2	9/3	2	368
DAビル	港	9,888	6,119	0.62	849	7.2	10/2	3	283
NIビル	中央	10,552	5,735	0.55	961	6.0	7/3	2	480
HOビル	中央	11,313	7,317	0.65	846	8.7	8/3	3	282
RIビル	中央	12,300	7,179	0.58	1,068	6.7	9/3	4	267
KAビル	新宿	12,710	8,239	0.65	757	11.1		3	252
SIビル	中央	13,589	9,364	0.69	1,491	6.3	9/2	7	213
FUビル	中央	18,153	11,285	0.62	1,614	7.0	8/2	4	403
NCビル	港	13,329	10,731	0.80	926	11.6	8/4	2	463
ASビル	中央	18,667	7,663	0.41	940	8.2	9/3	4	235
HAビル	港	19,226	11,330	0.59	1,435	7.9	9/3	3	478
ETビル	中央	21,018	1,1405	0.54	1,296	8.8	9/3	4	324
平均				0.61		7.8			316

* 荷物用エレベータは除く

ス階層の交通需要に対して全階床の待客に機会均等なサービスを行なうように計画すべきである。

2.1.1 建築計画

表1は都内における十階床程度の既設ビルを事務所ビルの代表例としてあげたものである⁽¹⁾。これらのビルはすべて効率的な運営を主眼にして計画されたものと思われるが、実際にオープンしたあとは表1に示すようにかなり大幅な差が生じている。これは従来のビルが小規模なるがゆえに運営上の諸条件が直接反映してひとり当たりの有効貸床面積やエレベータ1台当たりの収容人口などに大幅な差が生ずることを示している。しかし、超高層ビルではたとえビルの運営上種々の特殊事情があるといっても、昇降機設備に小規模のビルのような過酷な負荷条件を与えて一時的な建築上の経済化を図っても、かえってビル完成後の効率的な運営をそこなうことになる。したがって、今後の建築計画ではわが国の国情を織り込んだ新たな設計基準について再検討しなければならない。一方、超高層化計画推進上最大の問題は経済的問題であるから、できるだけ昇降機設備の経済性を図り、かつ限られた設備台数で高度の運転効率を発揮するように、エレベータ群の仕様、台数、配置、ロビー面積、サービス階層配分、機械室内の空調などに対し、効率的な運転条件にふさわしい総合的な検討が行なわれなければならない。

2.1.2 設備計画

ビル内の交通需要はビルの使用目的、収容人口、階床数などによって大きく変動するが、そのほかテナントの種類、配置なども交通量を左右する諸因子を含んでいる。したがって、超高層ビルの建築計画にはできるだけこれらの諸条件を考慮してエレベータ群の運転仕様、台数、配置、全自動群管理方式の内容などを検討すべきである。

図2は超高層ビルの昇降機設備を計画するに当たって考慮すべき計画上の基本パターンを示したものである。従来のビルでは交通量が割合に少ないので、たとえ実際の交通需要が計画当初に予測した値より多くなってもあまり問題にならなかったとしても、今後の超高層ビルでは母集団が大きいだけに変動因子が複雑に関連してオープン後は抜本的な解決が困難になる。したがって、基本パターンに基づいて、まずエレベータ群の基本的な設計仕様すなわち定格速度、定員、台数、配置などに関して入念に検討する必要がある。

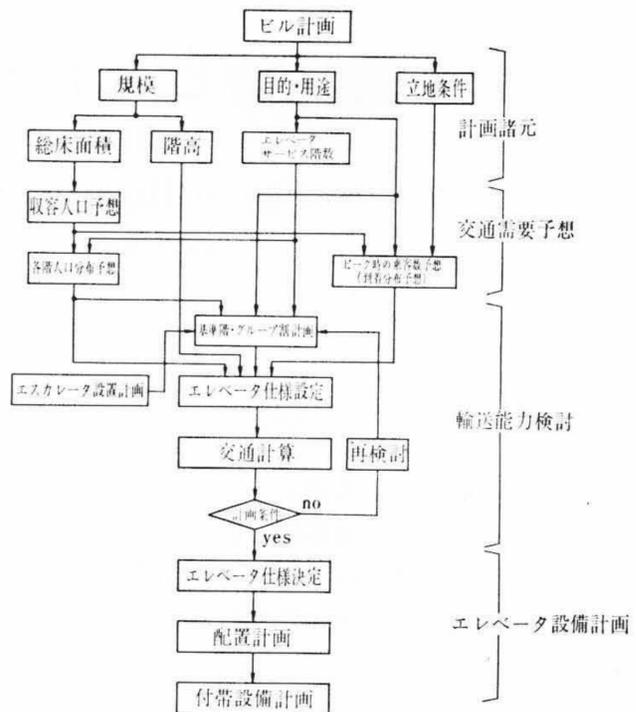


図2 超高層ビル用エレベータ計画基本パターン

設備台数の算出は古くから行なわれているとおり、かご内定員とサービス階床数から予想停止数を求め、出勤時における5分間の輸送能力が全収容人口のほぼ15%以上になるようにすればよい。この値を10%以下に計画したビルでは出勤時のピーク時にあいついで満員出発する確率が高くなり、積み残された待客でロビーの混雑が予想以上に激しくなる。また、平常時の交通需要は外来客の出入りによる変動がテナントの種類によって非常に多い場合があるので、ビル内の交通需要に与えるテナントの業務上の影響も十分調査して設備台数を決定すべきである。

2.2 エレベータリング検討

従来のビルでも設備能力以上に過密到着が生ずることは多数のデータで実証できる。したがって、あらかじめ計画したエレベータ群の仕様ならびに台数に対して適切な負荷配分と全自動群管理要素によって最大限の輸送能力と高度の運転効率を発揮するように検討する必要がある。

超高層ビルでは規模の増大とともに交通量としての母集団も増加するから、ビル内交通需要の変動に対して、次のような検討が必要である。

- (1) グループ割に対する負荷配分
- (2) 出勤時(退勤時)のピーク対策
- (3) 平常時における交通需要変動に対する全自動群管理
- (4) 昼食時、偏域時対策
- (5) 閑散時の経済的運転

これらの交通需要の変動に対して、実際に調査した乗客群の到着分布を与えて統計的に解析する必要がある。特に出勤時のピークはビル外の交通機関や立地条件によって到着分布に差が生ずるが、一方、出勤時以外のビル内交通量もビルの使用目的や全階のレイアウトなどから当然差が生ずるから、これらの諸条件に対し各グループごとのエレベータ群の輸送能力や平均一周時間、平均待時間などを統計的手法により解析し、望ましい全自動群管理要素の設定と変動要因に対する設計上の自由度を検討する必要がある。日立製作所ではこれらに対し独自の研究を行なっている。図3は霞ヶ関地区における乗客集団の到着分布、表2は解析上の計算諸元を示したものである。本稿では前述の(1)~(3)についての解析結果を述べてみよう。

2.3 シミュレーションによる統計的検討⁽²⁾⁽³⁾

2.3.1 出勤時

図4(a)は霞ヶ関ビルのグループ割を示した例である。A~D

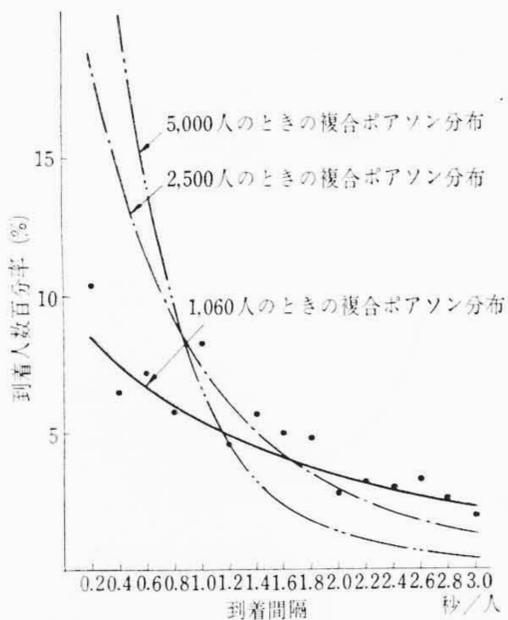
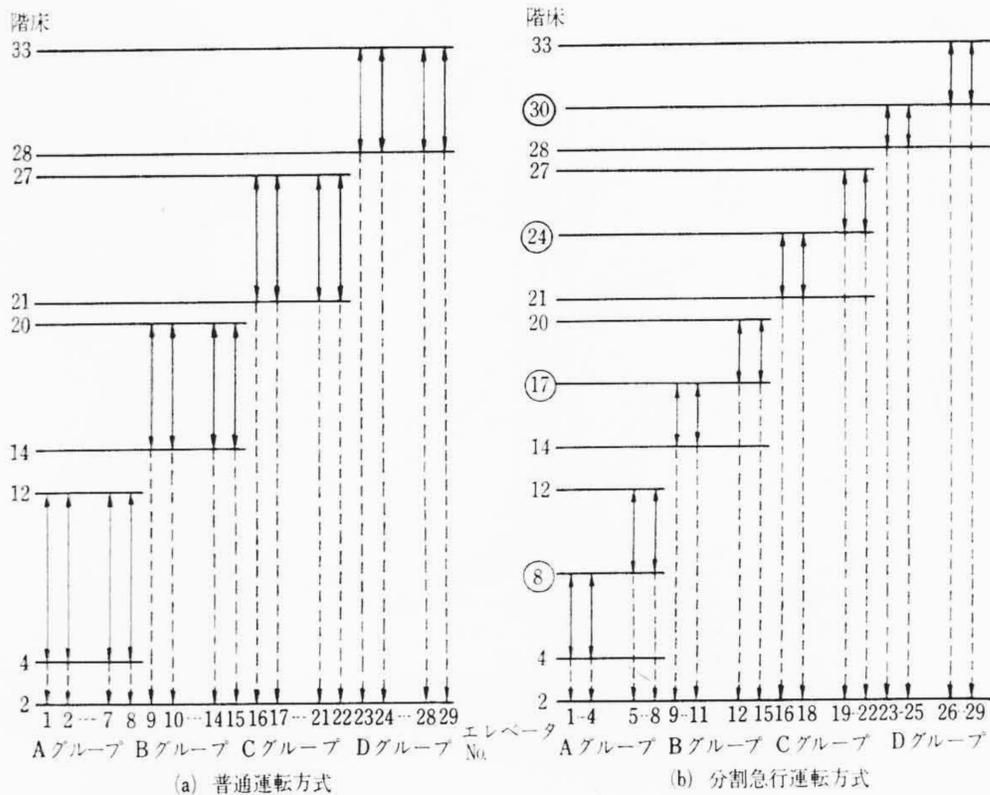


図3 震ヶ関地区の乗客集団の到着分布



注 (1) 丸わく内の数字は分割階を示す。
(2) 実線はサービス階床, 点線はサービスしない不停止階を示す。

図4 出勤時におけるグループ割説明図

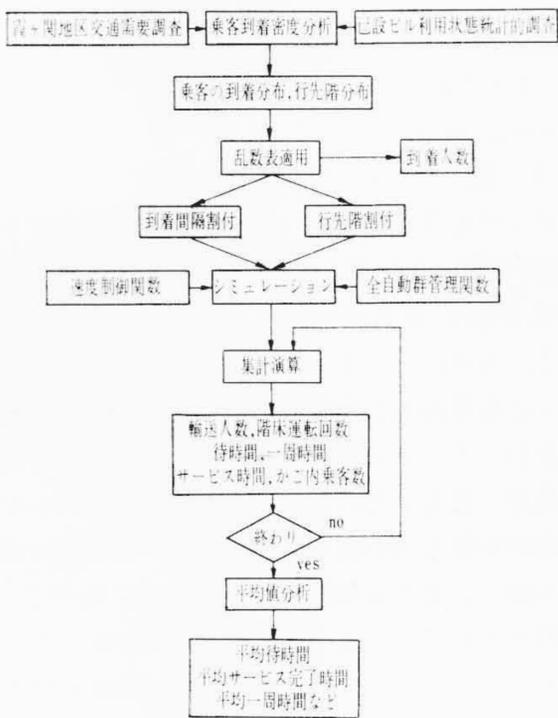
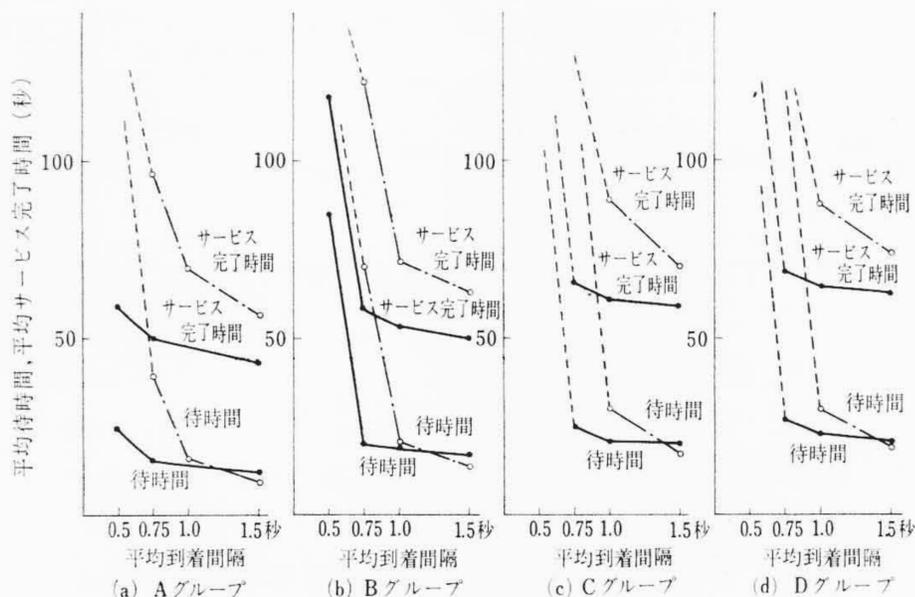


図5 シミュレーション・フローチャート



注 (1) 実線 分割急行運転
(2) 一点鎖線 普通運転
(3) 点線 母集団を増加するにつれて平均値が発散して取れんしないことを示す。

図6 グループ別の平均待時間と平均サービス完了時間

表2 日立エレベータ交通計算諸元

エレベータ速度 V (m/rpm)	(m/s)	加速時間 t _a (s)	ドア開き時間 t _{do} (s)	ドア閉め時間 t _{dc} (s)	乗客出入時間 t _s (s)	走行距離 S (m)
90	1.5	2.2	1	2	2	3.3 以上
120	2.0	2.7	1	2	2	5.4 以上
150	2.5	3.2	1	2	2	8.0 以上
210	3.5	4.2	1	2	2	14.7 以上
240	4.0	4.7	1	2	2	18.8 以上
300	5.0	5.7	1	2	2	28.5 以上
360	6.0	6.0	1	2	2	40.2 以上
420	7.0	7.7	1	2	2	53.9 以上
480	8.0	8.7	1	2	2	69.6 以上
510	8.5	9.2	1	2	2	78.2 以上

ドア開き時間は早開きを考慮した時間である

グループは前述した予想停止数から算定してほぼ均等に負荷配分を行なったサービス階層であり、図4(b)はピーク時に輸送能力強化策として自動的に移行する分割急行運転時のサービス階床を示している。分割急行運転は乗客の到着間隔が1~1.3秒以上に過密化すると、自動的に出勤時のピークを検出して、1グループのエレベータを上, 下層行の2群に分けてそれぞれ独立した急行運転を行なうものである。この状態はピークが過ぎるまで自動的

に継続し、ピークが過ぎると(a)に示すような普通運転すなわち平常時のサービス階層に再び自動復帰する方式である。

図5は震ヶ関ビルの計画に採用したフローチャートを、図6(a)~(d), 図7(a)~(d)はエレベータ群のサービス状態をシミュレーション解析したものを、それぞれ乗客の平均到着間隔ごとに平均値で示したものである。待時間は乗客がホールに到着してからエレベータに乗るまでの時間、サービス完了時間は乗客がエレベータに乗ってから目的階に着くまでの運転時間に待時間を加えた時間、平均乗客数および平均一周時間はそれぞれの総和を全起動回数または全一周回数で除した算術平均値である。前述したように単純な算定方式ではほぼ均等にサービス階層をグループ割しても、高階層、過密到着間隔になるほどグループごとのバランスがくずれることがわかる。この差はコンピュータ解析によるシミュレーション結果には積み残しによる因果関係の悪循環も含めて総合評価されているので図示のような差が生ずるわけである。

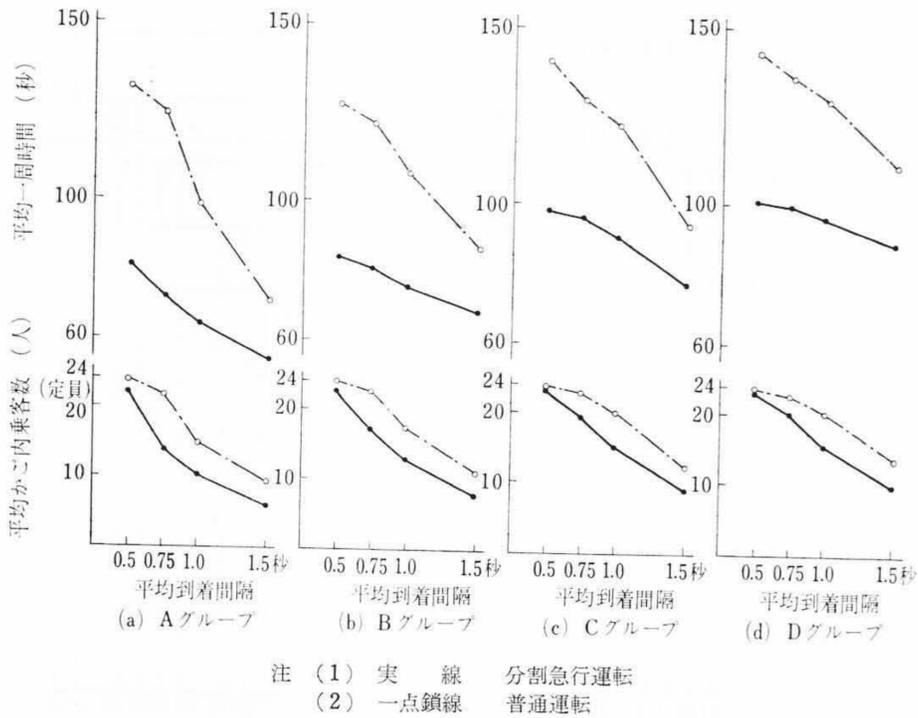


図7 グループ別の平均乗客数と平均一周時間

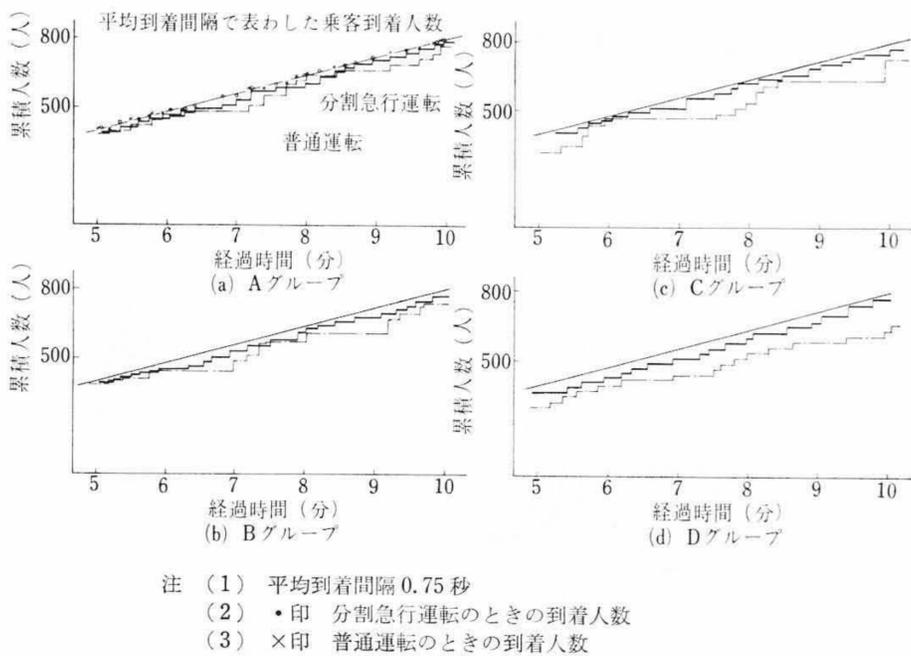


図8 過密到着による積み残し人数

しかも、ピーク時には分割急行運転に自動的に移行することによって、グループごとの差も実線で示すとおり大幅に減少し、サービス状態が均等化されることを明示している。これは、図7(a)~(d)に示すように、分割急行運転では平均一周時間が短縮されて満員で出発する確率が低くなるためである。図8(a)~(d)は定常的な過密状態の一例として平均到着間隔0.75秒のときのサービス状態をグループ別に示したものである。到着累積人数と輸送人数との差が積み残し人数を表わすが、(a)~(d)から高階層になるほど普通運転の場合の積み残し累積人数が波状的に増加するのに対し、分割急行運転ではその傾向が本質的に違っている。しかも、さらに交通量の多いビルではピーク時に0.6秒まで過密化している例がある。したがって、かようなビルでは輸送能力が不足すると悪質なダンゴ運転が継続してロビーの混雑を激化するので、分割急行運転による輸送能力強化が必要である。

2.3.2 平常時

次に平常時の運転状態について、交通需要と定格速度の関係を解析してみよう。筆者らはさきに理論停止数を導入して平常時における平均一周時間も算出できることを発表⁽⁴⁾した。これは出発階を除く任意の階においてエレベータが何回に1回の割合で停止するかをパラメータとして確率論から求めた平均一周時間を算出する方法である。したがって、一般に各階停止率 $1/m$ の場合の

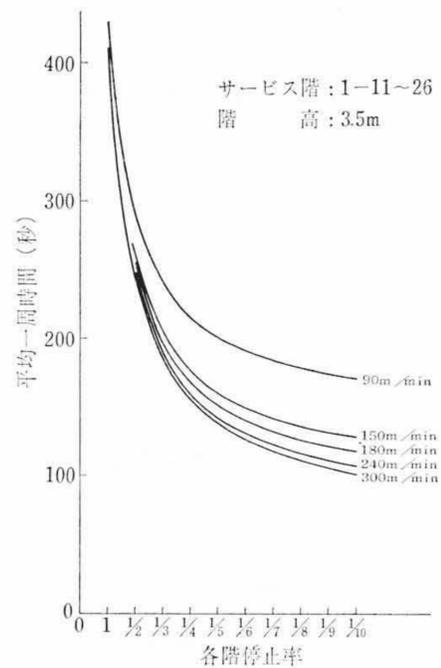


図9 各階停止率と平均一周時間

理論停止数は次式で表わすことができる。

$$[F_x]_m = (m-1)^{x-1} (n-2+2m-x) m^{n-x-3}$$

ここに $1 \leq x \leq n-3, m > 1$

n : 階床数 x : 階床間隔

いま、全階の階床ピッチを3.5m、サービス階床を10階まで不停止階とし11~26階間をサービスするものと仮定し、定格速度を90~300 m/min 変化させた場合の平均一周時間をシミュレートしたのが図9である。各階停止率 $1/m=1$ の場合、すなわち出動時の上昇運転のように各階運転が非常に多い場合には不停止階と下降時の直通運転を行なうときの運転時間の差だけになるから、定格速度を上げた効果は最も少ないが、各階停止率が $1/2 \rightarrow 1/10$ になるに従って実効的な階床運転数も増大し平均一周時間は短縮される。一方、わが国の従来の事務所ビルでは外国に比べて一般に収容人口が多いので各階停止率は $1/2 \sim 1/3$ 程度である。したがって図9に示すとおり、上述の例では240, 300 m/min の定格速度の違いには平均一周時間の点でほとんど有意差は認められない。霞が関ビルCグループのサービス階床数は上述の例より少ないのでこの差はさらに少なくなる。同様にして、本解析を霞が関ビルの他のグループの設計仕様にあてはめた結果、A~Dグループで選定した定格速度は平常時運転のサービス状態から検討してもほぼ適切であることを定量的に実証している。

3. 霞が関ビルの実際例

3.1 昇降機設備

霞が関ビルは地上36階(147m)、地下3階、延面積157,000 m²、収容人口約10,000人のわが国随一の超高層事務所ビルである。したがって、昇降機設備に負荷される輸送人員も最高50,000人におよぶといわれているが、これらの膨大な交通量をいかにスムーズに輸送するかが大きな命題になっている。表3に全昇降機設備の設計仕様の概要を示した。

A~Dグループは一般乗用エレベータ群で収容人口10,000人に対し、それぞれ各階層ごとにサービスするようになっている。これらのエレベータ群は高階層用Dグループの定格速度を300 m/minまで高速化し、各グループのサービス状態をほぼ均等にバランスするよう計画されている。一方、テナントの種類やその具体的な配置の都合によって、グループごとの負荷条件に大幅な変動が生じた場合に対処するため、図10に示すとおり各階層ごとに若干のラップ階を設け、グループごとのサービス階床数を再配分することによ

表3 霞が関ビルエレベータ仕様一覧

仕 様	グループ	A	B	C	D	F	O
用 途		乗 用	乗 用	乗 用	乗 用	サービス用	展望台用
定 格 速 度 (m/min)		150	210	240	300	150	300
定 員 (人)		24	24	24	24	(F-1) 22 (F-2) 13 157.2	22 (O-1) 157.2 (O-2) 142.2
ス ト ロ ーク (m)		41.6	73.9	100.8	123.8		
停 止 階*		LB-4~12	LB-14~20	LB-31~27	LB-28~33		(O-1) 40 (O-2) 36
サ ー ビ ス 階 床 数*		10	8	8	7	40	2
台 数		8	7	7	7	2	
ラ ッ プ 階**		12	20, 21	27			
一 周 時 間 (秒)		144	145	154	149	—	—
平 均 出 発 間 隔 (秒)		18	21	22	25	—	—
5 分 間 輸 送 能 力 (%)		14.4	14.7	14.6	12.6	—	—
輸 送 完 了 時 間 (分)		34.7	34.0	34.2	39.8	—	—

注 * 印は出勤時のサービス階床
 ** 印は平常時、乗り次ぎ可能階
 C, D, Fグループは他社製
 上記のほかにGグループのローカルエレベータ2台ある

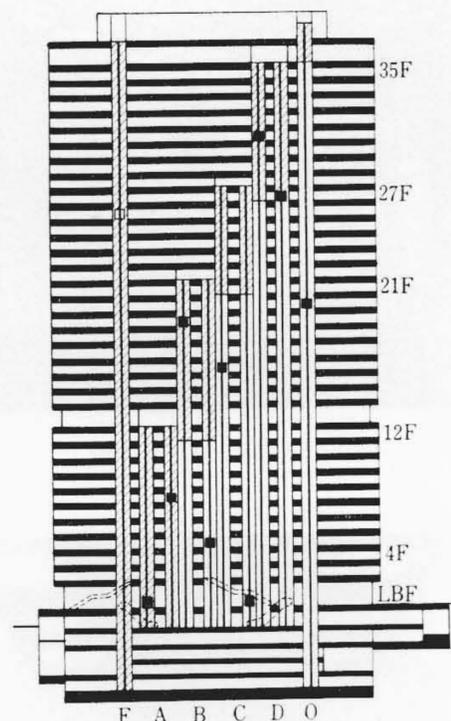


図10 霞が関ビルエレベータサービス階層

て負荷条件の均衡を調整できるような計画上の自由度も織り込んである。

Oグループは36階展望台、35階レストラン用として直通運転する展望用エレベータであるが、一方、非常運転の場合の消防用、など多目的な利用も考慮されている。そのほか人荷用のFグループ3台、Gグループ2台、総計35台のエレベータ群のほか、1, 3階の商店街向けとして8台のエスカレータも完備されている。

3.2 ロビー混雑状態に関する検討

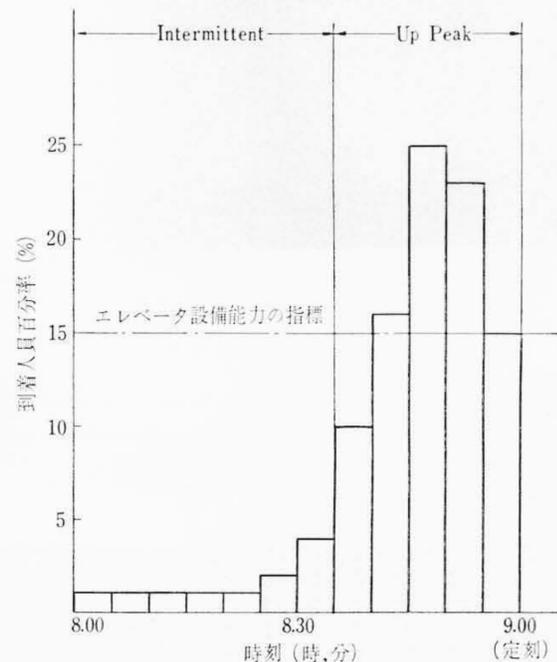
わが国の事務所ビルでは一般に出勤時のピークが外国に比べて20~40%高いビルが多く、ピーク時の平均到着間隔は混雑するビルで0.6~1.0秒、割合に混雑が少ないビルで1.0~1.5秒程度である。一方、霞が関ビルの収容人口の20%が5分間に集中すると仮定すると、その平均到着間隔は0.6秒となり、従来の高層ビルの中で最も過密到着しているビルに相当することになる。しかも、これはピーク時に任意に抽出した乗客集団に対してA~Dグループの乗客群が絶えず均等に混入していると仮定したときの値であって、外部の交通事情の変化によって乗客群の過密到着の可能性がさらに高まることも予想される。

図11はDグループのエレベータを例にとり、5分間のピークをDグループ収容人口2,000人の25% (平均到着間隔0.6秒)と仮定した乗客到着分布のモデルを示したものである。この到着分布に対してエレベータ群が次々に輸送する運転状況をコンピュータ解析した結果を図12(a)(b)に示した。すなわち、ピーク時にもサービス階層の全階をサービスする普通運転は過密化するに従って満員出発する確率が高くなり、各階停止が増加して一周時間が長くなるため、これらの因果関係が悪循環していわゆるダンゴ運転が長時間継続するようになる。その結果、ロビーには最高300人の積み残し客が累積し、ロビーからオーバーフローするうえに、定刻になっても200人程度の待客群がエレベータに乗れないことを示している。

一方、分割急行運転ではピーク時にも予測混雑限界以下の積み残しですむほか、定刻5分前にはほぼ平常どおりの待客数に復しうることなど、分割急行運転の効果を定量的に示している。

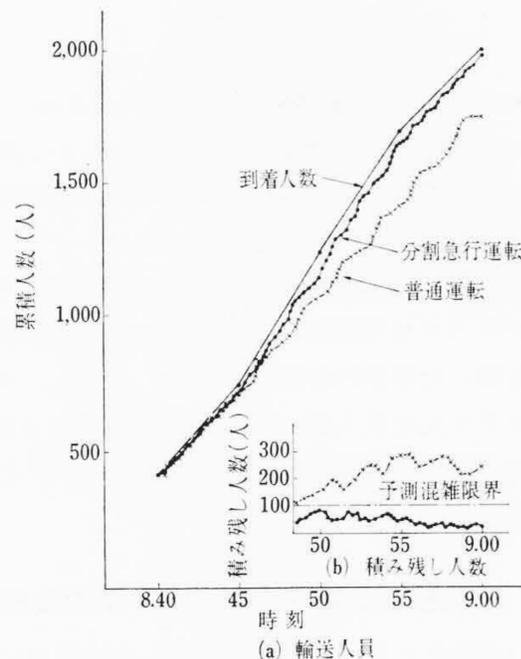
3.3 意匠と配置

霞が関ビルの内装の色彩は深いアイボリーが基調となり、それに焦げ茶とブルーでアクセントがつけられている。特に、1階が焦げ茶色を主体に統一されて重厚な感じをかもし出しているのに対して、エレベータのドアはブルーがアクセントとなり、さらにジャムやドアエッジのステンレスヘアライン仕上の地色でコントラストを調和させている。これは、近代感覚を強調しながら日本情緒を生かした落ち着いた色調と造形美にビルの意匠上の特性を打ち出したも



(注) 本図に添記した Pattern は計算上自動的に管理指令されたものである。

図11 霞が関ビルにおける乗客到着分布のモデル



(シミュレーション解析結果)

図12 ロビーにおける輸送人数と積み残し累積人数

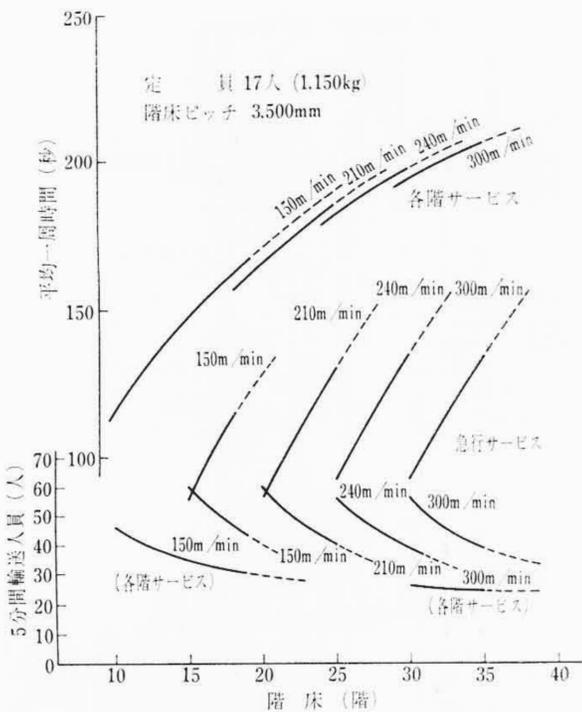


図 18(a) エレベータ平均一周時間と輸送能力 (定員 17 名)

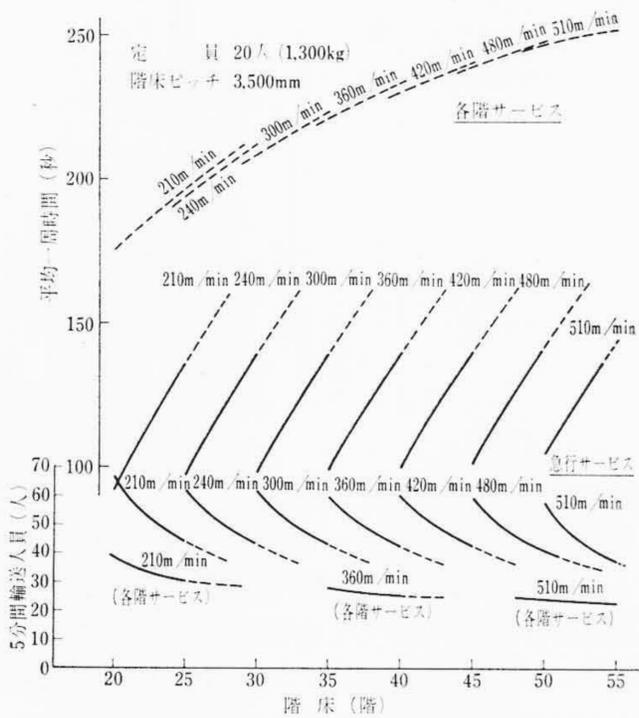


図 18(b) エレベータ平均一周時間と輸送能力 (定員 20 名)

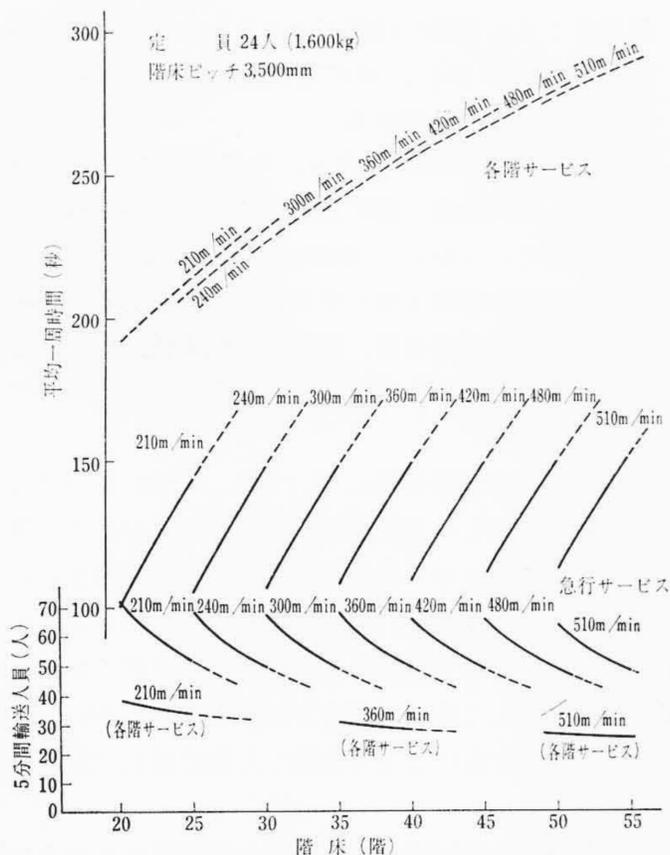


図 18(c) エレベータ平均一周時間と輸送能力 (定員 24 名)

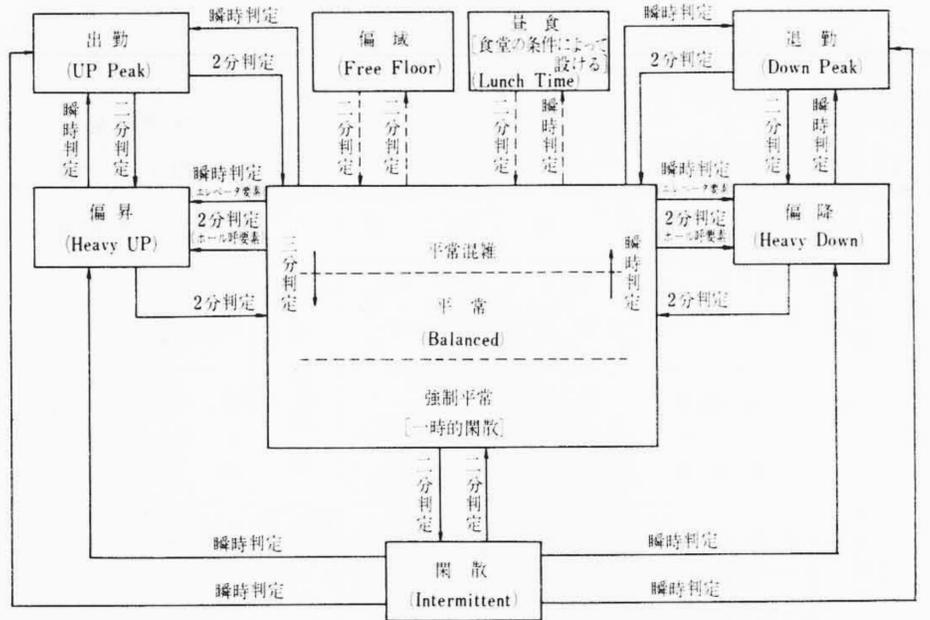


図 19 サンプルシステム・ブロックダイヤグラム

理システムを有する全自動群管理方式が必要である。特に超高層ビル用エレベータ群は全階の待客に機会均等なサービスを行なうために全台のエレベータを有機的な管理指令によって、できるだけ全階にばらまかななければならない。したがって、日立自動群管理方式 (Computomatic Traffic Programing)⁽⁵⁾は超高層ビル用として新たに偏域時のパターンを追加し、一時的に集中した特定階の交通需要に対して迅速に交通需要の平準化を促進するよう考慮されている。図 19 は全自動群管理の内容を示すサンプル・システムをブロック図で示したものであるが、これは刻々に変化する交通情報をエレクトロニクス化した管理システムで迅速に判断し、グループごとに全台のエレベータに対して間断なく管理指令を与えるものである。

超高層ビルの交通需要の中で特に問題となるものは大口テナントの占有階床、外来客による集団到着、昼食時の輸送能力などで、建築計画上あらかじめ考慮した諸条件の中で特に、エレベータのサービス状態に対して大きく影響するものである。しかも、これらの運転状態を出勤時と同様の解析方法では定量的な評価に限度があるので、新たに動線的な解析方法によって解明しつつある。また、経済性が超高層ビル計画の基本的な問題である以上、必要最小限の設備台数、仕様で高度の効率的な運転を図るには交通需要の変化を検出する適切な情報網とそれに対する情報管理システムの導入や、処理装置のエレクトロニクス化などによって最適運転パターンの迅速適確な自動管理が特に重要な要素となる。

4.3 非常運転と電源設備

超高層ビルにおけるエレベータ電源設備としては、電源容量の増加、長行程による引込電線サイズの増加、中央監視室でのエレベータ集中管理などの問題があり、さらにビル内停電時の処理と自家発電の問題がある。前者の電源容量、引込線サイズなどはメーカーの資料により算定されるが、後者の自家発電設備については、ビル全体の電源設備計画に積極的に参画し、自家発電電源による非常時運転方法の慎重な検討により設備容量の決定を行なう必要がある。

また、超高層ビル計画で特に重要視されている防災と火災時の対策に関連して、エレベータ非常運転、火災時消防隊専用運転なども重要な問題であり、ユーザー、監督官庁などの関係部署と、メーカーとの密接な打ち合わせが必要である。霞が関ビルにおける防災計画は、ビル建築計画時点から組織的に検討され⁽⁶⁾、防災センターからの遠隔指令による防災システムを採用しているが、さらに全階サービス用エレベータ (O, F グループ) による火災時消防専用運転方式には新しい試みも導入して万全を期している。そのほか霞が関ビル、エレベータ群の非常運転方式なども表 4 に示したとおり綿

表4 非常時運転と火災時専用運転方式
(震が関ビル)

条件 運転方式	電源条件	運転スイッチの種類		設置場所	エレベータ動作		
		運転スイッチ	基準階帰着後の 継続運転可否		基準階帰着後		帰着応答 中の
					M-G動作	ドアの開閉	
非常 運転 方式	買電 通電中 (N)	自動帰着	平常運転	中央 監視 室 (MB ₂ F)	平常運転	平常運転	平常 運転
		自動帰着	(帰着スイッチ on) 可 (帰着スイッチ off) 可 平常運転		運 転	開ドア待機	せ ず
		いっせい帰着	な し		停 止	開ドア待機	せ ず
	自家 発電中 (M)	自動帰着	(継続スイッチ on) 専用・自動・手動で継続運転		停 止	開ドア待機	せ ず
		手動帰着	(継続スイッチ on) 専用・自動・手動で継続運転		停 止	開ドア待機	せ ず
		いっせい帰着	な し		停 止	開ドア待機	せ ず
消防隊 専用 運転方式	買電・自家 発電通電中 (N・M)	消防運転	(消防スイッチ on)	保安室 (正)	運 転	開ドア待機	せ ず
		消防専用運転	(消防スイッチ on) (消防専用スイッチ on) 専 用 運 転		運 転	開ドア待機	せ ず
		消防非常運転	(消防スイッチ on) (消防専用スイッチ on) (消防非常スイッチ on)		運 転	開ドア待機	せ ず

表5 高速エレベータ標準仕様

エレベータ速度 (m/min)	定格積載量 (kg)	定員 (人)	電動機容量 (kW)	電動発電機容量 (kW)		
				発電機	誘導電動機*	励磁機*
150	1,000	15	20	23	22	4
	1,150	17	20	23	22	4
	1,300	20	25	29	26	4.5
	1,600	24	30	35	33	4.5
210	1,000	15	30	35	33	4.5
	1,150	17	30	35	33	4.5
	1,300	20	35	40	36	5
	1,600	24	40	45	40	6
240	1,300	20	40	45	40	6
	1,600	24	50	56	50	6
300	1,300	20	50	56	50	6
	1,600	24	60	67	60	7
360	1,300	20	60	67	60	6.5
	1,600	24	70	78	70	7
420	1,300	20	70	78	70	6.5
	1,600	24	80	89	79	7
480	1,300	20	80	89	70	7
	1,600	24	90	100	88	7.5
510	1,300	20	80	89	79	7
	1,600	24	95	103	93	7.5

* 連続定格, ほかに1時間定格

密な計画のうえ種々の新方式が採用されている。なお、非常運転に際して、たとえば中央監視室、保守室とエレベータ間との、いっせい指令用信号装置や、万一、エレベータ不停止区間に不時停止した場合、かご内乗客の救出用として隣接エレベータへ乗り移れるようにかご側板に非常救出口を設けることも必要である。

4.4 建築上の諸問題

超高層ビル用高速エレベータ群の計画には、建築計画上、次の諸点を特に考慮する必要がある。

- (1) 高速エレベータを単独昇降路内に設置することは、騒音・風圧・ダクトスペースなどの点から無理が生ずるので2台以上を並設しシャフトを共用昇降路として計画する。
- (2) エレベータを設置する昇降路および機械室は建築構造上の制約もあるが、効率的な運転を必要とする超高層ビルでは、ロビーにおける乗客群の便宜も考慮して最終的な柱ス

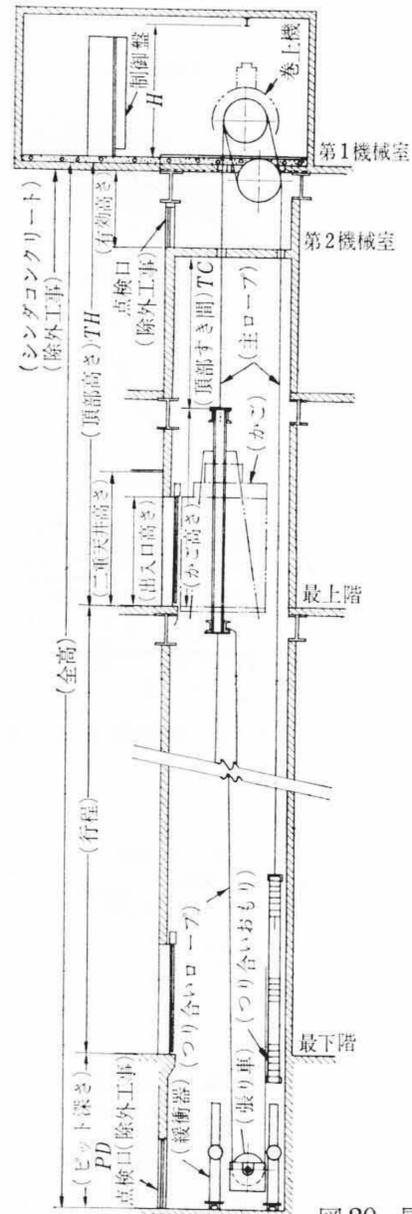


図20 昇降路断面図

- ン、はりの位置を決定する。
- (3) 昇降路の頂部およびピット寸法は高速エレベータになるほど重要であり、規定寸法以上を確保する。特に240 m/minを越えるものについては端階強制減速装置によって頂部およびピット深さの最小値を4 m (JIS A4301-1964)にすることが必要である。360 m/min 越える場合についてはさらに検討を必要とする。
- (4) 柔構造建築ではレール支持間隔が従来の鉄筋コンクリート建築のように任意の位置にとれないため、階床間隔ピッチとなることが多い。特に支持間距離が4 mを越える場合は、中間はりを計画する。
- (5) エレベータ機械室は政令上、昇降路の2倍以上とされているが、並列台数と運転責務の増加に伴い機械室内の温度上昇も高くなるため、適切な換気設備か、空調設備を計画し、その室温管理も集中管理する必要がある。今後、さらにエレベータ制御装置、機器の高精密化、エレクトロニクス化が進むために、機械室内の防塵(じん)についても建築上考慮する。

次に、エレベータの意匠効果については、すでに述べたとおり、近代ビルに調和した新しい意匠、豪華な意匠などを次々に開発してきた。一方、エレベータホールとの調和に重要な役割をしめているエレベータドア、ジャム(三方わく)、ホール呼びボタン、インジケータ、着床予報灯などの意匠関係もビルの内装デザインとともに、建築工程がかなり進んだ時点で決定されるケースが多いが、できるだけ早期の意匠仕様決定によって意図した意匠効果の実現に万全を期すべきである。

最後に、日立製作所における超高層ビル用高速ギャレスエレベータの標準仕様を表5に、昇降路断面図を図20に、頂部およびピッ

表6 頂部およびピット寸法表

速度	頂部高さ	頂部すき間	ピット深さ	機械室有効高さ
	TH (mm)	TC (mm)	PD (mm)	H (mm)
150	7,600	2,000	2,400	2,600
210	8,300	2,700	3,400	3,000
240	9,000	3,400	4,000	3,000
300	9,700	4,000	4,000*	3,000
360	9,700	4,000	4,000*	3,000
420	10,900	5,000	6,000*	3,500
480	10,900	5,000	6,000*	3,500
510	11,900	6,000	8,000*	3,500

* 端階強制減速装置 (ETSD) 付

表7 昇降路および機械室標準寸法表

仕様		標準寸法 (mm)										機械室にかかる荷重 (kg)	
容 量 定員	積載荷重	ドア開閉方式	かご		出入口間口	昇降路内法		間機械室内法		第2機械室内法		R ₁	R ₂
			間口	奥行		間口	奥行	間口	奥行	間口	奥行		
(人)	(kg)	電動式	a; 外法 A; (内法)	b; 外法 B; (内法)	OP	X+F	Y	S+F (U)	T (V)	S'+F (U)'	T'		
15	1,000	2パネル中央開き	1,800 (1,700)	1,651 (1,400)	950	9,240+F	2,270	10,350+F (450)	6,370 (200)	9,440+F	2,270	18,200	12,700
17	1,150	2パネル中央開き	2,000 (1,900)	1,651 (1,400)	1,050	10,040+F	2,270	10,860+F (450)	6,370 (200)	10,240+F	2,270	18,400	13,300
20	1,300	2パネル中央開き	2,100 (2,000)	1,751 (1,500)	1,100	10,440+F	2,370	11,260+F (450)	6,770 (400)	10,640+F	2,370	20,200	14,200
24	1,600	2パネル中央開き	2,250 (2,150)	1,851 (1,600)	1,150	11,040+F	2,470	11,860+F (450)	6,770 (400)	11,240+F	2,470	22,000	15,900

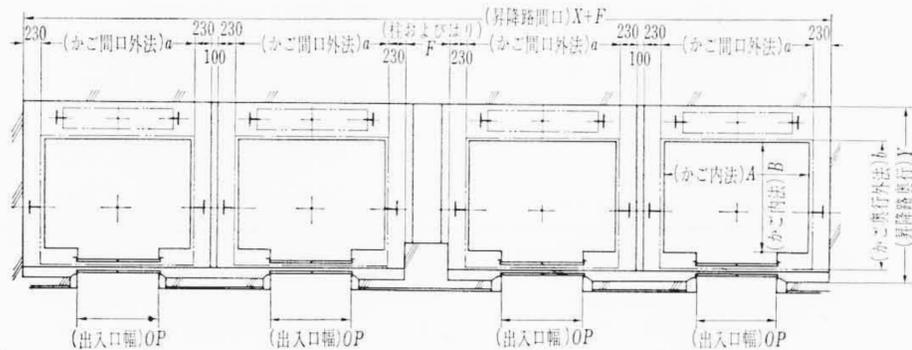


図21 昇降路平面図

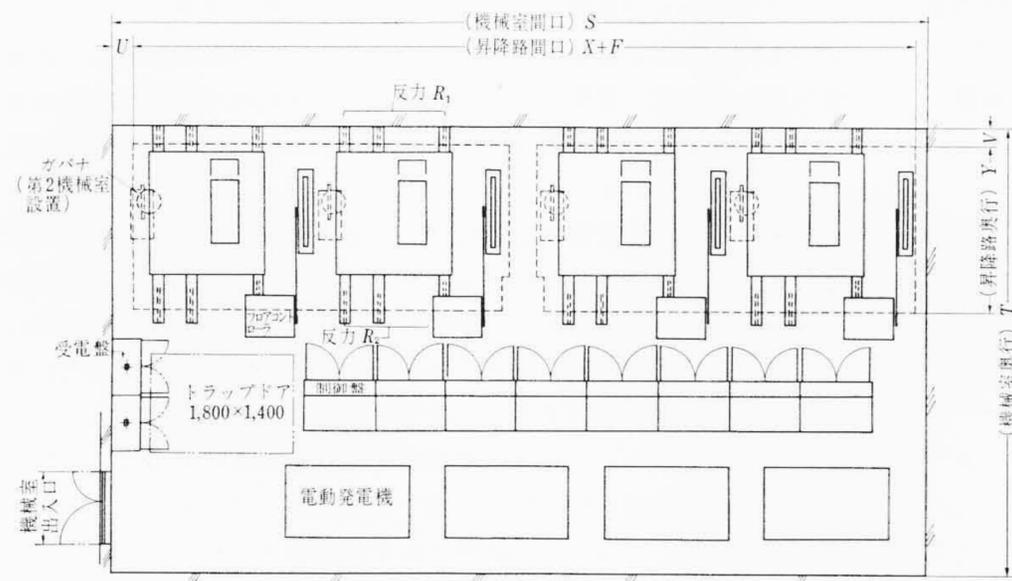


図22 機械室平面図

寸法表を表6に、昇降路ならびに機械室平面図を図21, 22に、またこれらの標準寸法表を表7に示す。

5. 結 言

都市再開発の進展に伴って、大都市圏のスカイラインは超高層ビ

ル群の英姿で間もなく一変することになる。これらの超高層ビルの中核的機能を果たす昇降機設備に対してわが国の国情を織り込んだ技術革新を図るため、日立製作所は独自の技術によって高速エレベータ群の計画上必要な諸問題の抜本的な解決を促進中である。霞が関ビルに納入した300 m/min高速ギャレスエレベータは日本最高速のエレベータであるうえに展望用、消防用のほか一般乗用としてもサービスできる多目的な利用を考慮した新製品である。今回開発したこの新技術と経験を発展させて、今後の超高層ビル用高速エレベータ計画にふさわしい効率的な運転と計画上の経済性を図るため、さらに高速化、高信頼性化などに関する新技術の開発を行なう予定である。最後に霞が関ビルの高層エレベータ計画に関して三井不動産株式会社霞が関ビル企画室、山下寿郎設計事務所、鹿島建設株式会社の関係各位から貴重な資料やご助言をいただいた。また、日立製作所日立研究所菅川主管研究員、越智研究員からは本解析に関して絶大なご協力とご援助をいただいた。ここに記して深甚な謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 長倉, ほか2名: 日本建築学会論文報告集, No. 121 (昭41-1)
- (2) 犬塚, 越智ほか: 日立評論 45, 1447 (昭38-9)
- (3) 犬塚, ほか3名: 日立評論 49, 1014 (昭42-10)
- (4) 犬塚, 宮尾: 日立評論 48, 1060 (昭41-9)
- (5) たとえば, 犬塚: 日立評論 45, 1272 (昭38-8)
- (6) 石田: 中央公論新書 155 (昭43-3)
- (7) 犬塚, 弓仲ほか: 昭和43年電気四学会連合大会 No. 821 (昭43-3)
- (8) 渡辺, 関田: 日立評論 47, 392 (昭40-2)