

大阪市立大学工学部 正員 三瀬 貞
 大阪市立大学工学部 正員 西村 昂
 大阪市立大学大学院 学生員 高内悦次

1. はじめに

高層ビル化にともなうエレベータの垂直交通機関としての重要性がますます大きくなるようになってきた。すなわちビルが十分にかつ有効にその機能を果しうるには、エレベータのサービスがいかに行なわれるかにかかってくる。本研究の目的は限られた台数で客をできるだけ早く目的階へ運ぶ方法を採るとともに、エレベータ計画に南する一指針を求めらるものである。

客が目的階へ到着するのを遅らせる要因は、(1)待ち時間、(2)運行時間(扉開閉時間+走行時間)、(3)途中階停止時間、が考えられる。(1)はエレベータの台数に大きく左右される。これは経済性の面からの検討が必要である。(2)は機械操作上の問題と乗り心ちの問題によって制約をうける。そこで、途中階停止をいかにするかが問題になる。本研究は、客の目的階を考慮し、エレベータの運行モードを考え、それにより、客の待ち時間およびサービス完了時間(待ち時間+乗車時間)等がどのように変化するかをシミュレーションにより調べ考察を行なった。

2. シミュレーションの方法および計算の前提

(1) 客の到着モデル

(i) 到着時刻決定; アーラン分布より求める。

$$a(t) = \frac{(\lambda t)^k}{(k-1)!} T^{k-1} e^{-\lambda t}$$

$a(t)$: 到着間隔分布の確率密度
 T : 到着間隔時間 [sec]
 k : フェイズ

(ii) 目的階決定; 階別収容人口より求める。

(2) 一停止間の走行時間: t_{ij} [sec] (i 階から j 階まで)

加速減速の変化を円滑にするような理想運動曲線を考え、それによって走行すると考える。

$$S < 2\Delta \text{ のとき, } t_{ij} = 2\sqrt{\frac{2S}{p}} \text{ ----- (1)}$$

$$S \geq 2\Delta \text{ のとき, } t_{ij} = 2t_a + \frac{S - 2\Delta}{V} \text{ ----- (2)}$$

S : エレベータの昇降行程 [m],
 Δ : 加速非加速距離 [m],
 V : 定格速度 [m/sec],
 t_a : 加速非加速時間 [sec],
 p : 加速度変化率 [m/sec²]

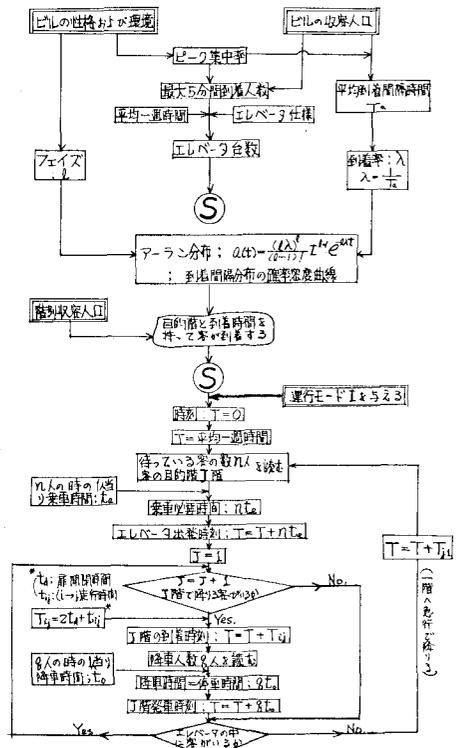
(3) 一周時間: $ART = \sum t_{ij} + 2ft_a + nT$ ----- (3)

f : 停止階数, T : 乗降時間, n : 乗車人数

表1. インプットおよびアウトプット

インプットデータ	アウトプットデータ
① ビルの仕様	① 待ち時間の分布と平均値
② ヒーク集中率	② サービス完了時間の分布と平均値
③ フェイズ: k	③ 台数を削減した時の①②の変化
④ エレベータの仕様	④ 待ち行列の最大長さ
⑤ n 人の時の1人当り乗車時間	⑤ 運行モード全体としての効率

図1. 運行モードシミュレーションのフロー



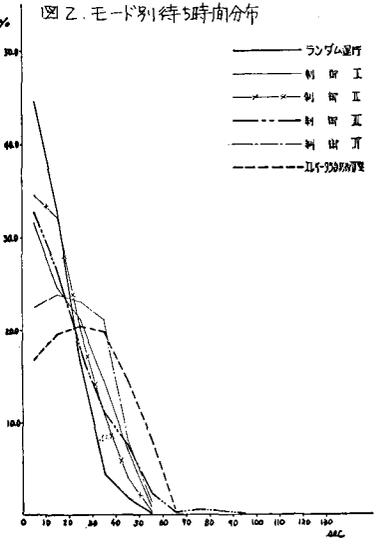
フローは、図1のようになる。また、インプットおよびアウトプットは、表1である。

3 計算の概要

10階建ちの貸事務所ビルを想定する。客の到着時間間隔分布の確率密度曲線をアーラン分布より求め、モンテカルロ法により到着させる。また同時に客に目的階を与え、次に、従来のエレベータ計画の方法により台数を決定する。そして、運行モードを想定する。待っていた客を乗せて、エレベータを出発させ一周時間を求める。一周時間後に同じエレベータが到着したと考える。同様に20分間のシミュレーションを行なった。ただし、ここでは一階における客の到着のみを考えた。そして、その到着を固定させ、運行モードを変え、朝のラッシュ時を対象とし、上方向の輸送だけを考察した。すなわち、途中階からの乗車は少ないと考え、上方向輸送による停止により代表されるものと考えたからである。シミュレーションを行なった運行モードは、表2に示した。

表2. 運行モード

- (i) ランダム運行
停止階を定めない運行(四回四回)
- (ii) 制御I (奇数階階行式)
図: ①-②-③-④-⑤-⑥
図: ①-③-⑤-⑦-⑨
図: ①-④-⑥-⑧-⑩
図: ①-②-④-⑥-⑧-⑩
- (iii) 制御II (2層分群型)
図: ①-②-③-④-⑤-⑥
図: ①-②-③-④-⑤-⑥
図: ①②③④⑤⑥
図: ①②③④⑤⑥
- (iv) 制御III
図: ①-②-③-④
図: ①-③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
図: ①-⑤⑥⑦⑧⑨⑩
図: ①②③④⑤
- (v) 制御IV (専用型)
図: ①
図: ①-②-③
図: ①-⑤
図: ①②③④
- (vi) 3合制御IV型
図: ①-②-③
図: ①-⑤⑥⑦
図: ①②③④⑤



4. 結果の考察

図2より、待ち時間については、制御しない場合の方が少ないが、図3よりサービス完了時間については、各階に対してエレベータを専用化する方が少なくなる。一台減らして制御した場合、制御しない場合と同じぐらいのサービスが得られた。エレベータが最大にそのサービスが要求されるのは朝のラッシュ時である。また、それによりエレベータの台数と容量が決める。ビル設計段階において、運行モードを考慮したエレベータ計画が行なわれればもっと経済的になるだろう。また、朝のラッシュ時には、制御IVのようなモードを、平常時には、制御しない運行方法を行なうというように時間帯別に運行方法を変えることによって、サービスの向上と同時に、もっと経済的になると思われる。

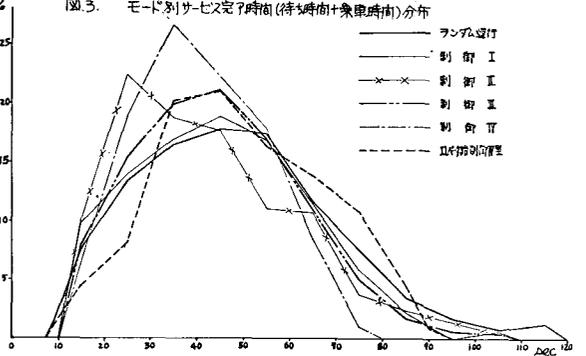


表3. 計算結果

モード	平均サービス完了時間	平均待ち時間	10分間輸送人数(人)	効率(%)	最大乗車人数	エレベータ選休率(%)	最大待ち時間
ランダム運行	49.6	13.0	1307	0.174	20	2.3	22
制御I	44.5	19.4	1332	0.177	17	9.0	23
制御II	42.0	16.4	1323	0.176	15	24.3	18
制御III	43.3	18.3	1328	0.177	16	30.0	22
制御IV	40.0	21.6	1353	0.180	11	2.0	21
3合制御IV型	50.2	27.5	1292	0.227	14	0.0	24

5. おわりに

ここでは、台数および容量を固定して考えたが、台数も容量も変数としてシミュレーションを行なえば、より適したエレベータ計画が可能になるだろう。また、到着分布、ピーク集中度、ODパターンより、運行モードが理論的に台数・容量と関係づけ決定されることは、今後の課題になるだろう。