

エレベータの運行計画に関する一考察

大阪市立大学工学部	正 員	三 頼 貞
大阪市立大学工学部	正 員	西 村 昂
大阪市立大学大学院	学主員	高 内 俊次

1. はじめに

高層ビルが、その機能を有効に果しうるには、垂直交通機関としてのエレベータのサービスがいかに行なわれるのかにかかってくる。本研究の目的は、限られた台数で客をできるだけ早く客の目的階へ運ぶエレベータの運行方法を求めるとともに、エレベータ計画に関する一指標を求めるものである。エレベータが最大にその輸送力を発揮しなければならないのは、朝の通勤時である。先の研究⁽¹⁾により、朝の通勤においては、エレベータを各階に對して、できるだけ専用化して運行する方が客のサービス完了時間(待ち時間+乗車時間)が少なくなることを得ている。それによりエレベータの容量を小さくすることが可能になった。今回の研究は、朝の通勤時に対するエレベータ台数が限られた場合の客のサービス完了時間を最小にする最適運行パターンを近似的に求める方法について述べ、例示する。

2. モデルにおける計算の前提

エレベータ利用者数の一日の中で時刻別変化を調べるとピークは昼間にあるが、上り下りに分けて考えると、朝の通勤時のピークが最も鋭く大きい。そこで朝の一階からの上り方向の輸送を対象とし、エレベータが各階に對してサービスを終わると、一階へ途中停止しないで戻ってくると考える。

(1) 客の到着モデルについて、客の到着間隔分布は、アーラン分布に近似できると考えられるが、エレベータの到着間隔時間は、客のそれに比べ非常に大きい。そこで、最適運行パターンを求める場合において、客の到着率(入)は一定と考える。

(2) 目的階の決定について、階別収容人口より確率的に与える。

(3) 客の乗降時間について、客の乗降時間は、種々の条件により異なるが、ここでは、同時に乗車あるいは降車する人数により異なるを考える。

(4) 一停止間の走行時間; $t_{ij}(\Delta c)$ (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転曲線を考え、それに従って走行するものとする。

$$S < 2\Delta \text{ のとき } t_{ij} = 2\sqrt[3]{\frac{2S}{p}}, \quad S \geq 2\Delta \text{ のとき } t_{ij} = 2t_a + \frac{S - 2\Delta}{V}, \quad \text{-----(1)}$$

S ; エレベータの昇降行程(m), Δ ; 加速または減速距離(m), V ; 定格速度(Δc)
 t_a ; 加速または減速時間(Δc), p ; 加速度変化率($\% \Delta c^2$)

(5) エレベータ一周時間の計算

$$\text{一周時間 [R.T.T.]} = \sum t_{ij} + f \cdot t_a + n \cdot t \quad \text{----- (2)}$$

f ; 停止階数, t_a ; 扉開閉時間(=3.0 Δc), t ; 乗降時間(Δc)

(6) エレベータの容量と台数について、最適運行パターンを求める場合において、エレベータの容量は十分大きいと考え、台数を与える。その台数における最大乗車人数をエレベータの容量(定員)と考える。容量が与えられると、必要台数が求まるだろう。

3. 最適運行パターンの近似解法

(1). 近似解法の概略

各階に対して容量が十分大きいエレベータを一台ずつ与える。
図1のように運行パターンmatrix表示する。次に一回の乗客数
が一番少ない、あるいは一番エレベータの遊休時間の大きいエ
レベータ運行モード P_i を見つける。この P_i を取り除いて他の運行
モードと合成して、最も効率的な合成モードを作り与えられた
台数まで減らす。その台数での最適運行パターンを求める。

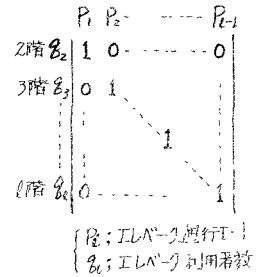


図-1 運行パターン

(2). 取り除くモードの決め方

図2より運行モード P_i の平均一周時間
[ARTT]を求め、その運行モードを利用す
る人の平均待ち行列(L)は

$$L = \lambda \cdot Y_i \cdot [ARTT] \quad (3)$$

$$\text{ただし, } Y_i = \frac{P_i \text{の利用者数}}{\text{全利用者数}}$$

待ち行列の一番小さいエレベータ運行モ
ードを取り除く、すなわち、一回の乗車
人数が一番少ないエレベータである。

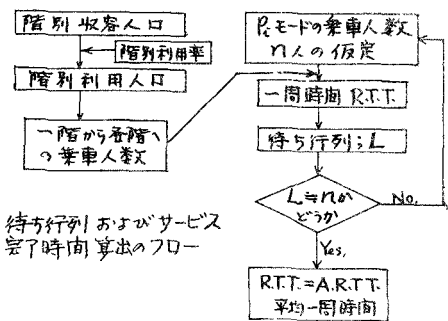


図-2 待ち行列およびサービス完了時間算出のフロー

(3). 近似解法のアルゴリズムと例

図3のような簡単な例により説明をする。

Step 1 エレベータ運行モード a, b, c, d,
の中で a が取り除く運行モードであるこ
とを見つける。

	a	b	c	d
1	1	0	0	0
3	0	1	0	0
4	0	0	1	0
5	0	0	0	1

図-3

Step 2. a を他のすべての運行モードと合成してサービス完了時間の総和への影響を計
算する。次のような記号を用いて合成を表わす。

$$T \xrightarrow{\quad X_i \quad} T_{a+b} \quad (a \text{ と } b \text{ を合成したときの総和時間})$$

(最初の総和時間) X_i ; $(T_{a+b} - T)$ すなわち総和時間の増加分。

同様のステップをくり返して与えられた台数まで運行モードを合成して少なくし、サー
ビス完了時間の総和の増加分の和が最小、すなわち $\min(\sum X_i)$ となるように
ものを見つける。

例

表1のような収容人口に対して計算を行なうと図4になる

$$\min(X_1 + X_2) = 4405.2 + 8556.2 = 12961.4$$

ゆえに、この場合の最適運行パターン
は1台を2階、3階、他の1台を4階
5階の専用運行である。

参考文献 1). 三瀬 西村 高内「エレベータ
の運行に関する考察」オプティミゼーション学会全国大会初稿

表 1.

階	収容人口	利用率	利用人口	Y.
2	240人	20%	48人	0.075
3	260	60	156	0.242
4	240	100	240	0.373
5	200	100	200	0.310

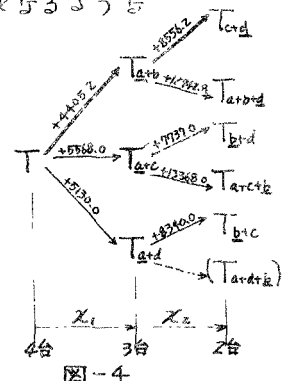


図-4