

## 建物内の通路面積からみた低層建物と高層建物の比較

01303730 中央大学 田口 東 TAGUCHI AZUMA

### 1. はじめに

建物内の縦方向の移動は、ほんの数階ならば徒歩によるが、ほとんどの場合にはエレベータが利用される。したがって、建物が高層になるにつれエレベータ輸送に対する負荷が大きくなる。奥平[1]では、オフィスビルの通勤時を想定して、建物の外から内（内から外）の交通に対して、建物の規模が大きくなるにつれてどのようにエレベータ通路面積が必要となるかを論じている。また、田口[3]では、建物の中の人々が互いに行き来する交通に対して同様の議論を行っている。いずれの場合も、建物が高層になると、通路として必要な面積が増加し、建物を大きくしても通路以外に使える部分はわずかしか増さないことが導かれている。

さて、腰塚[2]では、建物内の2点間の距離（移動時間）の分布を計算することによって、同じ床面積を持つ低層な建物と高層な建物の優劣を移動コストの面から考察している。そこでは、建物内の移動は、縦方向はエレベータにより、水平方向は徒歩によるとしている。本報告では、建物内の通路面積の面から同様の考察を行う。

### 2. 建物内の交通量とエレベータ通路面積

ある地域にひとつまたは複数の建物を建設し、 $N$ 人を収容するものとする。そして、その地域の中で閉じた交通を考える。すなわち、 $N$ 人の任意の対がそれぞれ居住している場所にかかわらず、単位時間あたりに均等な確率 $b$ で行き来するものとする。

まず、床面積 $S$ 、高さ $h$ の長方形のひとつの建物に $N$ 人全部を収容する場合から考えよう（図1）。建物は居住部分と通路部分だけからなり、人口は居住部分に一定の密度 $\rho$ で連続的に分布していると仮定する。建物内の点の地上からの高さを $x$ 、高さ $x$ の面における居住部分の面積を $L(x)$ 、エレベータ通路単位面積あたり単位時間に輸送できる人数（交通容量）を一定値 $c$ であると仮定する。すると、各面 $x$ において輸送能力と通過交通量が等しいという関係を表わす式が

$$(1) \quad c(S - L(x)) = b\rho^2 \int_x^h L(\tau) d\tau \int_0^x L(\tau) d\tau, \quad x \in (0, h)$$

$$L(0) = L(h) = S$$

のように導かれる。ここで、収容すべき人口が $N$ 人であるから、

$$N = \rho V_h = \rho \int_0^h L(\tau) d\tau$$

を満たすように $S$ と $h$ を決めなければならない。

以下の計算例では $S$ は所与の値とし、 $h$ を変化させて、 $V_h$ と $h$ の関係を表すグラフを作成し、 $N$ に対する $h$ を求める。

次に低層の建物を考えよう。腰塚[2]のように同じ屋根の下で床面積を拡大する場合と、複数の小規模建物に分ける場合が考えられる。前者は実質的には[3]で計算しているので、ここでは、後者について考える。そこで、 $n$ 個の同一の建物を建設して $N$ 人を収容する。そして同じ建物に住む人も異なる建物に住む人も同様に、 $N$ 人の任意の対が確率 $b$ で行き来すると仮定する。この仮定は、もっとも混雑（混雑）している状態を想定しており、単一の大規模建物が不利にならないように状況を設定している。

そうすると、ひとつの建物には $N/n$ 人の人が住んでおり、その中の1人は平均 $bN/n$ 人と行き来し、そのう

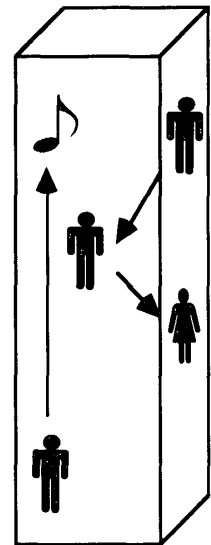


図1 単一の建物内の移動

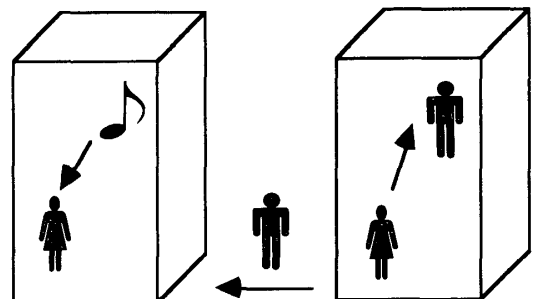


図2 分割された建物における移動

ち  $bN/n$  人が同じ建物にいて、残りの

$$a = \frac{bN(n-1)}{n}$$

が別の建物にいて、したがって、この建物では、内々交通だけではなく、外との交通も発生していることになる。式(1)と同様に、面  $x$  におけるエレベータの輸送能力と、内々交通と外との交通の和の関係から、

$$(2) \quad c(S - L(x)) = a\rho \int_x^h L(\tau) d\tau + b\rho^2 \int_x^h L(\tau) d\tau \int_0^x L(\tau) d\tau$$

$$L(h) = S$$

の式が得られる。ここで、 $S$  と  $h$  は建物の人口が  $N/n$  となるように定めなくてはならない。

### 3. 計算例

パラメータを  $c = 35$  (人/ $m^2$ /時),  $\rho = 0.03$  (人/ $m^3$ ) (専有床面積  $8m^2$ /人, 階高  $4m$ ),  $b = 10^{-5}$ ,  $S = 200^2 m^2$  とし,  $N$  を  $2 \times 10^5 \sim 7 \times 10^5$ ,  $n$  を 16 まで変化させて, 建設すべき建物の高さを計算した。図3は単一の建物に対して, 高さを変化させたときの収容人口を表したグラフである。高層になるほど居住部分の割合が大幅に減少していることがわかる。図4は各収容人口について, 建物の数に対する建物の高さを表したグラフである。ただし, 横軸は  $1/n$  であり, また,  $n=2$  の場合の地上部をつなげると,  $n=1$  の場合と本質的に同一となるので  $n=2$  から描いてある。  $N$  が小さいときのように直線上にのっている場合には, 建物を単一にすることと分割することとの間に差異はない。しかし,  $N$  が大きいときのように右上がりになっている場合には, 建物を分割する方が有利であることがわかる。収容人口  $N$ , 活動量  $b$  によって, どのように建物を分割すると最適となるかについては, 建物内の内々交通の量と分割されたために発生する外部との交通量との関係, およびそのために必要となるエレベータ通路に関してさらに考察をすすめる必要があると考えている。

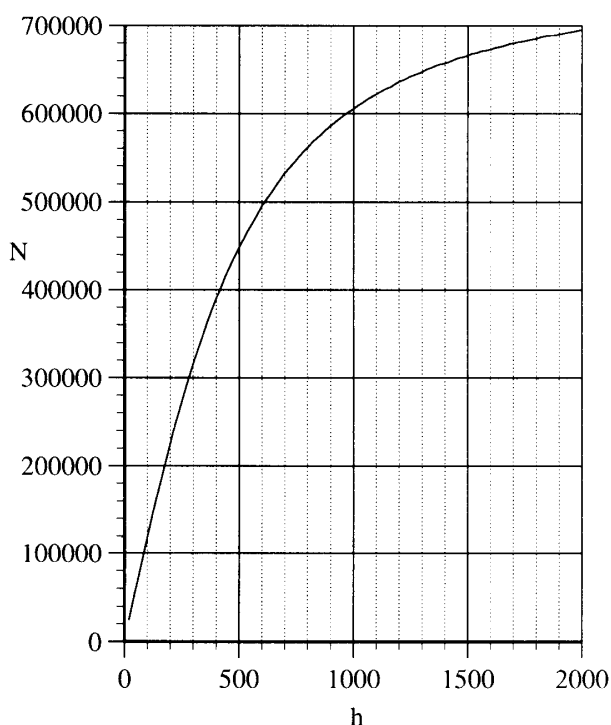


図3 建物の高さ  $h$  と収容人口  $N$  ( $S = 200^2 m^2$ )

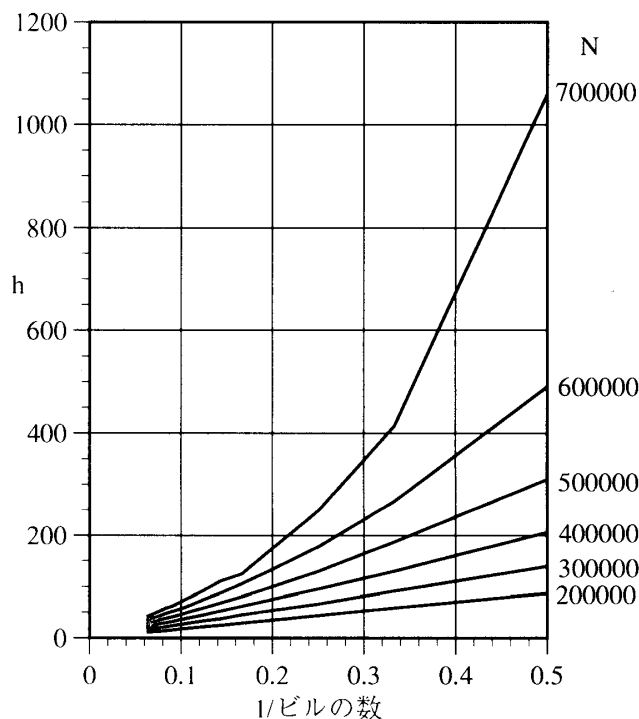


図4 分割された建物の数と高さ

### 参考文献

- [1] 奥平耕造：都市工学読本。彰国社，1976。
- [2] 腰塚武志：建物内の移動距離からみた低層建物と高層建物との比較，1996年度第31回日本都市計画学会学術研究論文集，pp.31-36。
- [3] 田口 東：大規模超高層ビルにおける内々交通とエレベータ通路，JORSJ, Vol.37, No.3, pp.232-242(1994)。