

低層建物による分散と高層建物による集合

01303730 中央大学 田口 東 TAGUCHI AZUMA

1. はじめに

建物が高層となると、建物内の移動にはほとんどの場合エレベータが利用される。したがって、建物内部および外部との交通量が大きい場合には、エレベータ輸送の負荷が大きく、円滑な交通を実現するために大きなエレベータ通路容量が必要である。田口[1]では、建物の規模が大きくなるにつれてこの負荷が急速に大きくなり、建物を高層にしてもその分のほとんどの容積が通路にとられてしまうことを簡単なモデルによって示した。さらに、田口[3]では、単一の高層建物に全人口を収容する場合と、複数の低層建物に分散する場合とで、有効に使える容積がどのように異なるかについて考察し、建物間で行なわれる地上交通が無視できるものと仮定すると、分散した低層建物が格段に有利であることを示した。

本報告では、複数の建物へ分散するという問題に関して、次のふたつの状況を想定して考察する。

- (1) 建物間の交通に必要な通路を考え、すべての建物を建てるのに必要な平面領域の大きさを計算する。
- (2) 異なる組織を同一の建物に入れる場合と、独立した建物に入れる場合に必要な建物の高さを比較する。

2. 分散した建物の立地

n 個の同一の建物を建設して全部で 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 人の任意の対が単位時間あたり確率 b で行き来すると仮定する。建物は床面積 S 、高さ h_n の長方形であり、居住部分と通路部分からなり、人は居住部分に一定の密度 ρ で連続的に分布していると仮定する。建物内の点の高さを 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。そうすると、ひとつの建物には N/n 人住んでおり、その1人は平均 bN 人と行き来し、そのうち bN/n が同じ建物にいて、残りの $a = bN(n-1)/n$ が別の建物にいる。建物の高さ h_n と各階の面積配分は次の方程式を解くことによって導かれる。

$$c(S - L_n(x)) = \frac{bN(n-1)\rho}{n} \int_x^{h_n} L_n(\tau) d\tau + b\rho^2 \int_x^{h_n} L_n(\tau) d\tau \int_0^x L_n(\tau) d\tau \text{ for } x \in (0, h_n), L_n(h_n) = S, N/n = \int_0^{h_n} L_n(\tau) d\tau$$

この n 個の建物を建てるのに、建物間に発生する地上交通を円滑に通過できるように交通路を確保するとすると、どれだけの領域を用意すればよいであろうか。領域は円形であると仮定する。建物内の交通は現れないのでひとつの建物の人口をまとめてそれぞれ交通の主体と考え、 n 個の主体の任意の対が確率 $b(N/n)^2$ で行き来するものとすればよい。建物の床面積が S であるから、居住領域の人口密度は $\bar{\rho} = 1/S$ である。円の半径 R と居住面積の割合 $f(r)$ は次の方程式を解くことによって導かれる（詳しくは[2]参照）。

$$2\pi r(1 - f(r)) = b\left(\frac{N}{n}\right)^2 \frac{4\pi\bar{\rho}^2}{c} \left\{ \int_0^r f(r_1)r_1 \int_r^R f(r_2)r_2 \int_0^{2\pi} l(r, r_1, r_2, \theta) d\theta dr_2 dr_1 + \int_r^R f(r_1)r_1 \int_r^R f(r_2)r_2 \int_{-\beta}^{\beta} l(r, r_1, r_2, \theta) d\theta dr_2 dr_1 \right\}, 0 \leq r \leq R$$

3. 合同庁舎か独立庁舎か

ふたつの組織 M_1 , M_2 と外部とからなるシステムを考える。 M_1 の人数を N_1 , M_2 の人数を N_2 , 単位時間に M_1 の対が行き来する確率を b_{11} , M_1 の1人が外部と行き来する確率を a , M_1 と M_2 の間の対が行き来する確率を b_{12} とする。このとき、 M_1 と M_2 を同じ建物に入れる場合（合同庁舎）と別々の建物に入れる場合を比較しよう。簡単のために、 M_2 と外部との交通はないものとし、合同庁舎では M_1 の占める階の上に M_2 をのせる。このとき、 M_1 の専有する建物の高さ h は次の方程式によって定められる。

$$\text{独立庁舎 } c(S - L(x)) = (a + b_{12}N_2)\rho \int_x^h L(\tau) d\tau + b_{11}\rho^2 \int_x^h L(\tau) d\tau \int_0^x L(\tau) d\tau, x \in (0, h), N_1 = \int_0^h L(\tau) d\tau$$

$$\text{合同庁舎 } c(S - L(x)) = a\rho \int_x^h L(\tau) d\tau + b_{12}N_2\rho \int_0^x L(\tau) d\tau + b_{11}\rho^2 \int_x^h L(\tau) d\tau \int_0^x L(\tau) d\tau, x \in (0, h), N_1 = \int_0^h L(\tau) d\tau$$

4. 計算例

分散建物の立地

人口が300000人と500000人の2通りを考える。単一の高層建物に収容した場合に両方とも高さが2000mとなるように、前者の方が交通発生率が高くなっている。図1に建物の数に対する平面領域の面積を示す。

合同庁舎と独立庁舎

M1の内々交通発生率 b を3通り考え、それぞれについて、M1とM2間の交通発生率 b_{12} を4通りとし、M1と外部との交通発生率 a を変化させたときのM1が占有するビルの高さを図2に示す。図の $b_{12} \neq 0$ のそれぞれの場合の2本のグラフのうち、点線（上）が独立庁舎、実線（下）が合同庁舎である。外部との交通とM2との交通が上下に分かれる合同庁舎の方が有利となるような計算結果が得られた。

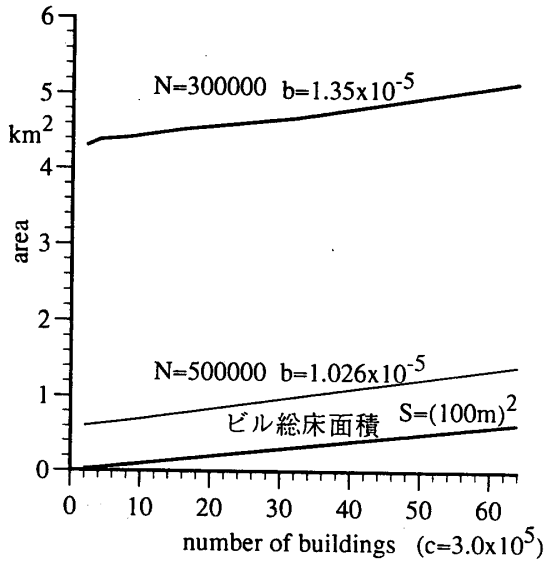


図1 分散建物立地の平面領域の面積

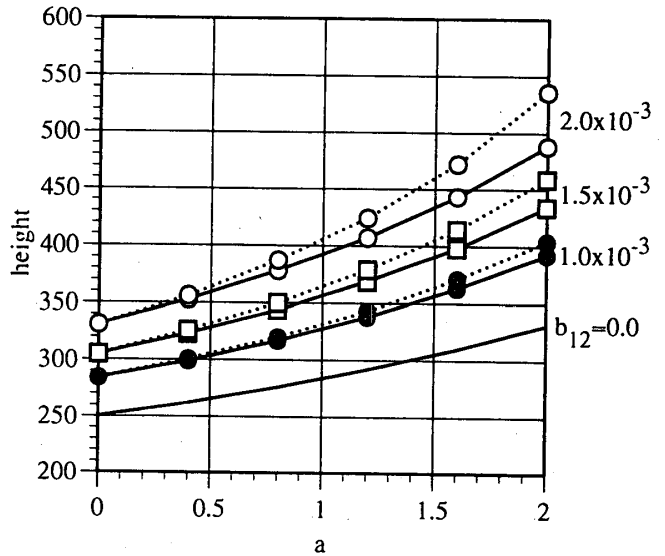
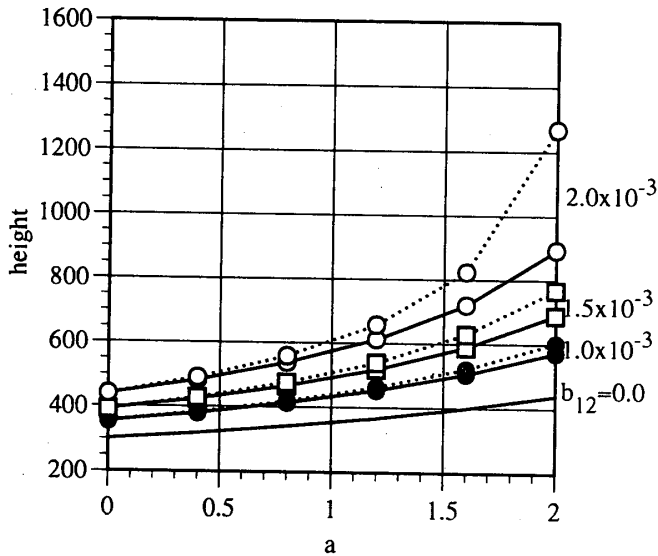
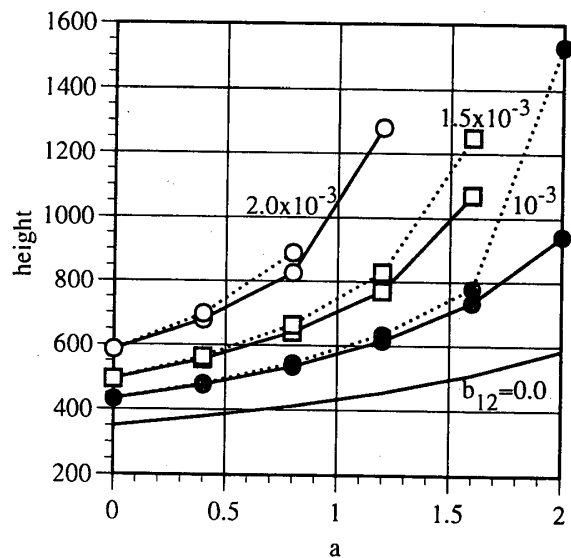


図2 (a) $b_{12} = 0.00218$



(b) $b_{12} = 0.00252$



(c) $b_{12} = 0.00274$

図2 合同庁舎(実線)と独立庁舎(点線)のビル高さ ($c = 35$ (人/m²/時), $\rho = 0.03$ (人/m³))

参考文献

- [1] 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).
- [2] 田口 東:都市空間の道路と住居への配分, JORSJ, Vol.38, No.4, pp.398-408(1995).
- [3] 田口 東:建物内の通路面積からみた低層建物と高層建物の比較, OR学会アブストラクト集1-A-4(1997).