

居住と通路の配分を考慮した最適なビルの規模

01303730 中央大学 田口 東 TAGUCHI AZUMA

1. はじめに

限られた領域を居住する部分と交通に使う部分とに配分し、住んでいる人の交通需要と釣り合うように交通路を確保するという問題を、超々高層ビルのエレベータによる移動[5]、平面上の円形領域における直線移動[6]について論じた。いずれの場合も領域内に住む人が相互に移動する内々交通を対象とし、2点間に発生する交通は一方の居住部分に住む人と他方に住む人の対の数に比例するとした。そして、領域の各断面を通過するそのような交通量の和が交通容量に等しくなるように居住部分と交通部分の割合を定めた。

高層ビルの場合を例に取ると、ビルを高くしても、交通に必要な割合がそれにつれて大きくなり、居住に使える部分はほとんど増えないという結果が得られた。

このモデルに対して、次のような改善すべき点が指摘された。

- (1) 1人の人が単位時間に会う人の数には上限がある。このモデルでは領域に住む人の総数に比例する。
- (2) 用途別の土地利用や常識的な行動様式を考えると、始終点の位置に無関係に交通が行われることはない。
- (3) 対象とする領域の“最適な規模”を導く機構がない。

そこで、以上のような点を考慮に入れてモデルを拡張し、計算結果のまとめ方を再構成した結果を報告する。まず、2点間に発生する交通量が距離が大きくなるにつれて減衰するように、距離の抵抗を表す項を導入する。また、計算を行うにあたって、収容可能な人口を実現すべき条件とし、ビルの規模をコスト、距離の抵抗を技術レベルを表すパラメータとする。さらに、行き来する対の総数、または1人あたりの対の数を活動量とよんで、肯定的な目標値とする。

2. モデル

底面積 S 、高さ h の直方体のビルを考え、ビルの中に人が連続的に密度 ρ で分布しているものとする。また、エレベータ通路の単位面積あたりの交通容量をビルの高さによらず c とする。ビル内の点の地上からはかった高さを x とし、高さ x の面において、居住に使われる面積を $L(x)$ 、エレベータ通路の面積を $S-L(x)$ とする。

高さ方向の距離が r 離れた2点にいる人が行き来する割合を $b \exp(-\gamma r)$ とおく。 γ は距離の抵抗を表すパラメータであり、値が大きいほど移動は局所的になる。また、 b は1人あたりの活動量の大きさを表す。

以上の準備のもとで $L(x)$ を定める方程式を導く。高さ x の面を通過する交通量は、 x よりも上にいる人と、下にいる人との行き来であり、それが面 x における交通容量と等しいとおくことにより次式を得る。

$$c(S-L(x)) = b\rho^2 \int_x^h \int_0^x L(\tau_1)L(\tau_2) \exp(-\gamma|\tau_1-\tau_2|) d\tau_2 d\tau_1$$

また、ビルの両端には交通路は不要であることから境界条件が導かれる。

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

3. 最適なビルの高さ

距離抵抗の項があるために解析解を導くのが難しいので、 $L(x)$ を折れ線で近似して数値的近似解を求める。モデルのパラメータは次のように選んだ

S : 200m x 200m, c : 35人/m²/時, ρ : 0.03人/m³, γ : 1/100~1/10000, h : 200m, 400m, 600m, 800, 1000m.
そして、 γ , h を定めたとき収容人口が2万, 5万, 10万, 15万, 20万人となるように b の値をそれぞれ試行錯誤によって求め、それぞれのケースとした。

図1は収容人口を2万人としたとき、1人あたりの活動量をビルの高さごとに示したグラフである。横軸は γ の逆数(単位はm)である。 $1/\gamma$ が大きい場合には、 h を大きくしても1人当たりの活動量は増えず、得るものはない。これはビルの両端に居住部分が集中し、中間の部分が交通のためだけに使われていること

を意味している。 $1/\gamma$ を小さくするにつれて移動が局所的になり、ビルを高くすると大きな活動量が確保できるというメリットが得られる。図2は収容人口を20万人としたグラフである。図1と同じ傾向を示しているが、高さ200mのビルは飽和状態にあることがわかる。これらの図から、収容すべき人口、実現可能な γ 、および活動量の目安が与えられると、最もコスト（高さ）の低いビルを決定することが出来る。

それでは1人あたりの活動量も自由を選べるとしたときの効率よいビルの高さはどうなるであろうか。図3は距離の抵抗が大きい場合について、ビルの高さあたりの総活動量を、ビルの高さごとに示したグラフである。横軸は収容人口である。必要な収容人口に対して、高さあたりの活動量が最も大きく取れる h を選ぶことが出来る。収容人口が大きくなるにつれて高いビルが有利になることが読みとれる。

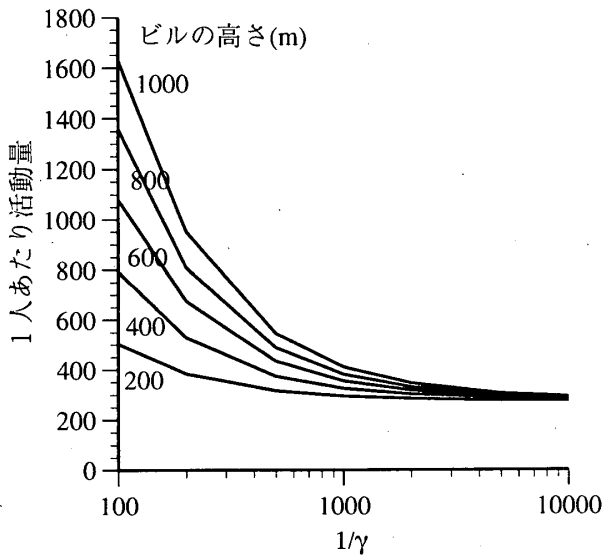


図1 1人あたりの活動量，収容人口2万人

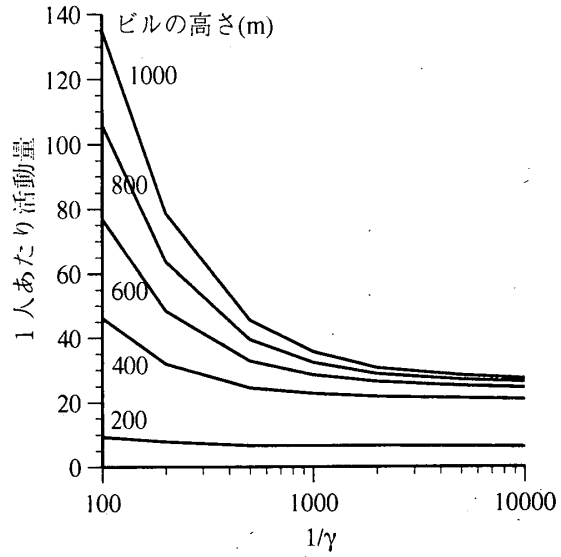


図2 1人あたりの活動量，収容人口20万人

参考文献

- [1] 奥平耕造：都市工学読本。彰国社，1976。
- [2] 腰塚武志：都市域の流動に関する理論的考察。日本都市計画学会学術研究論文集，27，343-348，1992。
- [3] 秋澤 淳：混雑度一定の都市モデルによる運輸エネルギー消費を抑制する都市構造。日本OR学会秋季大会アブストラクト集，64-65，1995。
- [4] 李明哲，伏見正則：錐台型ビルにおける通勤用通路面積。日本OR学会秋季大会アブストラクト集，64-65，1995。
- [5] 田口 東：超々高層ビルにおける内々交通とエレベータ面積。 *Journal of the Operations Research Society of Japan*，37，232-242，1994。
- [6] 田口 東，都市空間の道路と住居への配分。 *Journal of the Operations Research Society of Japan*，38，398-408，1995。

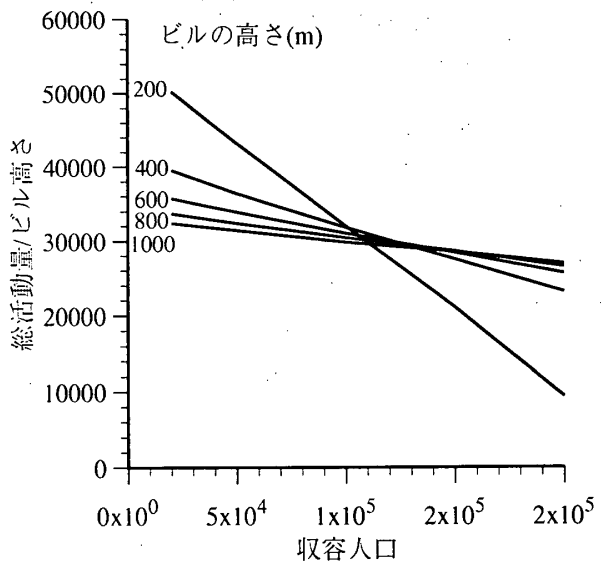


図3 ビルの高さあたりの総活動量， $1/\gamma = 100$