

移動からみた超高層ビルの分析

01102840 筑波大学 腰塚武志 KOSHIZUKA Takeshi

1. はじめに

近年、高さ1,000メートルを越す超高層建物をめぐる議論がなされるようになった。日本建築センターにはハイパービルディング研究会が設置され、多くのメンバーによって多角的に検討が進められている。これらの議論は様々な角度から行われているが、重要かつ基本的な点において十分議論されているとはいえない。高層化によって建物の総面積は増加するし、建物のある1地点から別な1地点までの距離や所要時間も変化する。しかしその変化が垂直方向の輸送機関（エレベーター等）の性能に依ってどのようなものになるかを、建物や建物群全体を視野に入れて統一的に議論できないからである。

大規模な建築や建築群は単なる建物ではなく都市であるという言い方がなされることが多い。都市とは単に人が多いことで都市といわれているわけではない。すなわち極端な話、牢獄が都市ではないことは明かなように単に量が多いだけではなく、ここでは自由な活動の出現が保証されること、すなわちある地点から別な地点までの移動が自由に行えることが重要である。そこで最低限この移動という目から建物群を見直すことにより、人工物を都市として利用（移動）する上での“空間の構造”のチェックが必要になってくる。

2. 移動時間分布

そこで、最初のチェックとして、与えられた空間における移動時間（距離）の分布を求める、ことにする。これを言葉で表現するのは難しいが、これは与えられたあらゆる2地点（床面の）の移動を前提とした時間（距離）の全体分布ということになる。数式で表現すれば与えられた建物群のすべての床平面の任意の2地点を P_1, P_2 (ともにベクトル) とし、その移動時間（移動距離）を $T(P_1, P_2)$ で表示すれば、移動時間 t 以下の2地点のペアの量 $F(t)$ は

$$F(t) = \iint_{T(P_1, P_2) < t} dP_1 dP_2 \quad (1)$$

と表現できる。ここでいう移動時間分布とは上記 $F(t)$ を t で微分したもの、すなわち丁度時間 t の地点ペアを密度で表現したものといえる。

そこでまず n 階建ての建物を考え、一つの階は簡単なために、長辺を a 、短辺を b の長方形から成るものとする。するとこの長方形内を rectilinear 距離（マンハッタンディスタンス）で移動する場合の距離分布は文献 [1] で示してあるので、距離を水平移動の速度（歩行では4km/時間）で割ることにより、時間分布を出すことができる。

一方異なる階の移動については、エレベーターの速度や待ち時間を考慮して、近似的に以下のように分布を求めることができた（文献 [2]）。ただし、この場合は時間を距離に換算しており、平均待ち時間に相当する距離の平均値を $c/2$ 、 h 離れた階のエレベーターによる移動時間（距離）を d_h 、分数を σ_h^2 とすると

$$\mu_3 = \frac{1}{2}(a + b + c) + d_h,$$

$$\sigma_3^2 = \frac{1}{24}(a^2 + b^2 + 2c^2) + \sigma_h^2$$

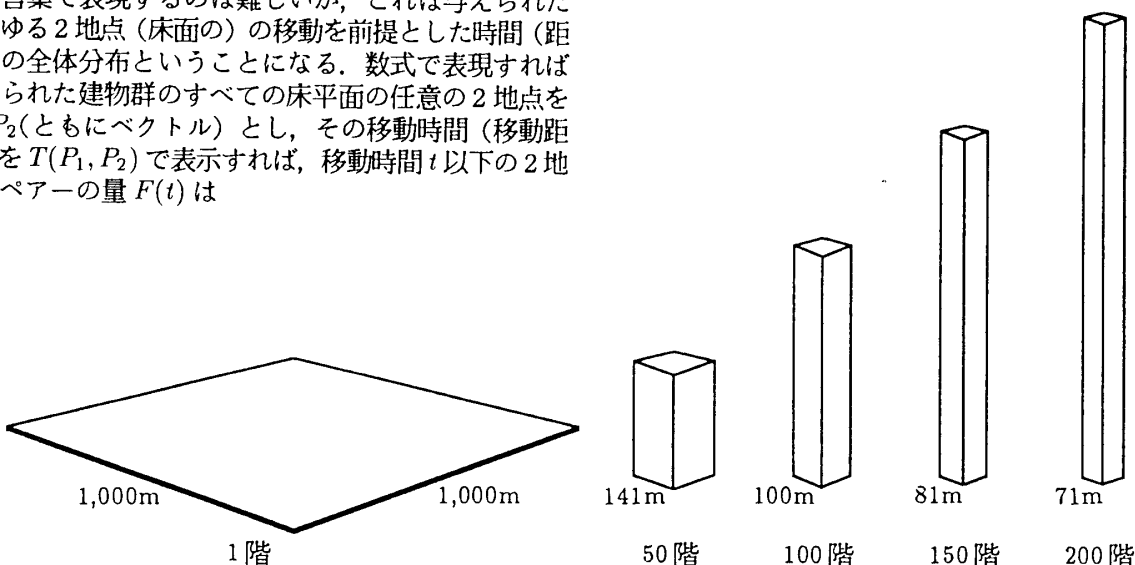


図1 総面積一定の建物の異なるプロポーシオン

とにおいて,

$$f_3^*(r) = \frac{a^2 b^2}{\sqrt{2\pi\sigma_3}} e^{-\frac{(r-\mu_3)^2}{2\sigma_3^2}} \quad (2)$$

となっている.

3. 実際の計算

ここで建物の階数を n とすると, 同一階での移動は n 通りあり, 異なる階の移動については, 階差が k のとき, $2(n-k)$ 通りである. そこで前章の時間分布にこれらの場合の数をかけて加えると, n 階建ての建物

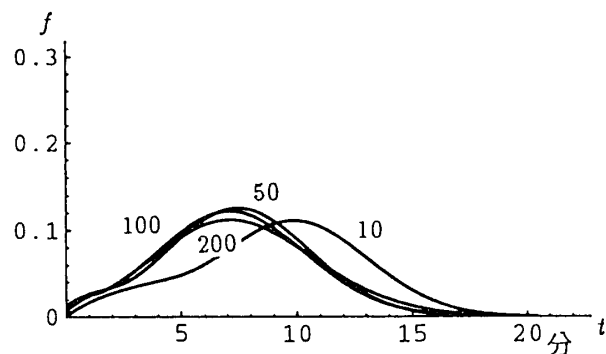


図2 平均待ち時間5分エレベーター速度200m/分の場合の移動時間分布 (図中の数字は階数)

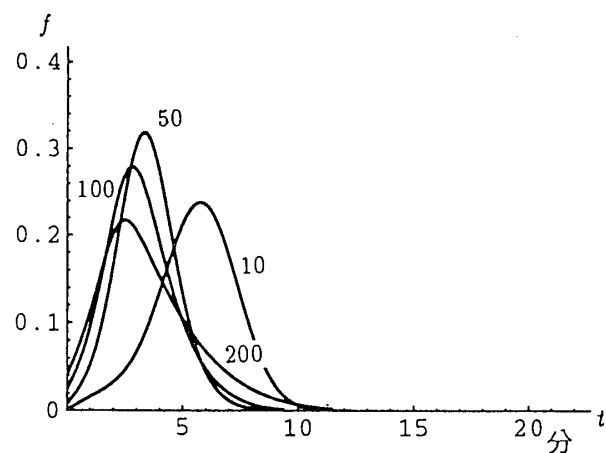


図3 平均待ち時間1分エレベーター速度200m/分の場合の移動時間分布 (図中の数字は階数)

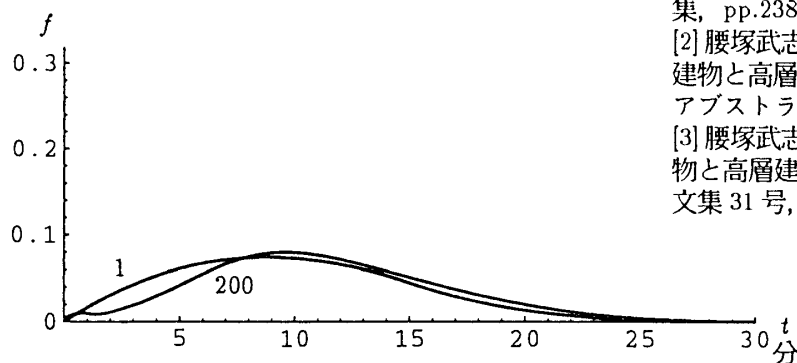


図4 エレベーターの性能が悪い場合の200階と1階との比較

全体の移動時間分布を計算することができる.

そこで総床面積 $1,000,000\text{m}^2$ の建物を考え, 図1のように階数を1から200まで変化させるものとする. 式(2)における待ち時間やエレベーターの速度は, 建物内をどの位の人が移動するかという需要に左右されるので, これを決めるのは実際の高層ビルでデータを得る必要がある.

今回はこの作業が十分でないので, 通常 of 建物のおよその数値として待ち時間の平均を1分, エレベーターの速度 50m/分 を1例にとり, つぎに極端な例として平均待ち時間を5分, エレベーターの速度を 200m/分 とし, 待ち時間2通り, エレベーターの速度2通りで, 4つの組合せにつき移動時間分布を求めた.

まず図2は平均待ち時間が5分, 速度が 200m/分 の場合だが, これは待ち時間が大きくて階数が50, 100, 200でほとんど差がない. エレベーターの速度を下げても全体が少し右へずれるもののほとんど違いがあらわれず, この程度の待ち時間の場合, 移動時間分布がほとんど階数にかかわらず同じものであることがわかる.

つぎに図3は平均待ち時間が1分, エレベーターの速度が 200m/分 と速い場合のものであるが, エレベーターの速度は100階200階の建物になってはじめてその効果があらわれることがわかる.

最も悪い例として, 平均待ち時間を5分, エレベーターの速度を 50m/分 とした時の200階の分布をエレベーターがない1階建てと比較すると図4のようになる. これをみると, 200階の建物は1階の建物よりも移動時間分布が長い方にシフトしている. この程度のエレベーターの性能では, とても200階を積む意味はないことがわかる.

4. おわりに

エレベーターの速度と待ち時間についていろいろ変化させて移動時間分布をみてみると, 図1で示したような規模の建物の場合, まず待ち時間が重要である. 特に階数が100階程度までは, エレベーターの速さよりも待ち時間で移動時間分布は決ってしまう. そしてエレベーターの速さがきいてくるのは100階以上のときであり, 200階ではエレベーターの速度が速くないと, せっかく積み上げた意味がなくなる.

参考文献

- [1] 腰塚武志, 岡崎正美 (1995): 低層建物と高層建物との比較. 日本 OR 学会春季研究発表会アブストラクト集, pp.238-239.
- [2] 腰塚武志 (1996): エレベーター移動を考慮した低層建物と高層建物の比較. 日本 OR 学会秋季研究発表会アブストラクト集, pp.192-193.
- [3] 腰塚武志 (1996): 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. 日本都市計画学会学術研究論文集 31号, pp.31-36.