

ビル間高架連絡通路の最適配置

井関 一隆

(慶應義塾大学大学院理工学研究科管理工学専攻 現所属：西日本旅客鉄道㈱)

指導教員 栗田治助教授

1. はじめに

駅とビルあるいはビル同士を結ぶ連絡通路は、歩行者の移動時間を大幅に短縮させる効果を持つ。しかしその効果が理論的に解明されていないため、実社会において連絡通路の建設はほとんど進んでいない。そこで本研究では、歩行者の移動時間に着目した数理モデルを作成することにより、高架連絡通路の配置、及びその建設効果を議論する。本研究の成果を活かせば、今後駅やビル間に連絡通路を建設する際、その効果にらみながら、建設本数と高さを決定することが可能になる。

2.1 ビル間の高架連絡通路の配置

はじめに2つのビルが高架連絡通路によって結ばれている状況をモデル化する。2つのビルA、Bを考え、その高さを a ならびに b とする。また、ビルA、ビルB間に連絡通路を n 本建設する際の、連絡通路の間隔を h_1, h_2, \dots, h_n とする。ビルA内の高さ x の地点を始点とし、ビルB内の高さ y の地点を終点とするトリップが等密度で行われる場合を想定しよう。なお、トリップは常に所要時間が最小となるような経路で行われるものとする。このとき、歩行者の総所要時間を最小にする連絡通路の間隔は等間隔となり、

$$h_1 = h_2 = h_3 = \dots = \frac{n(a+b) - \sqrt{n^2(a^2+b^2) - (2n^2-2)ab}}{2n^2-1}$$

と与えられた。なお、計算の便のためトリップの始・終点はビル上で連続的に分布しているものとしたが、このように、本来は離散的に行われるトリップを連続的なものとしてとらえて計算を行っても、あまり的外れな結果にはならないことを確認している。

続いて連絡通路の建設効果を見るために、歩行者のトリップ総所要時間の比較を試みた。最適な高さに連絡通路を建設した場合の総所要時間を、連絡通路を建設しない場合を1として示したものが、次の図1である。

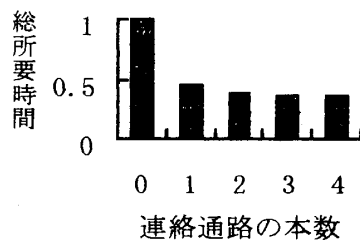


図1 連絡通路の本数と総所要時間の関係

これより(1)ビル間に、まずは1本でも連絡通路を建設することによって歩行者の移動時間を大きく減少させることができること、また(2)連絡通路を多く建設するほど歩行者の移動時間は減少するものの、その減少効果は急激に小さくなることが分かる。

2.2 連絡通路と地面とで所要時間に差がある場合

次に、ビル間移動の所要時間が、連絡通路を利用するときと、地面を通るときとで異なる場合を想定する。歩行者は所要時間が最小となるようにトリップを行うため、積極的に連絡通路を利用する場合とその逆の場合の2パターンが考えられる。連絡通路を利用する場合、地面を水平移動するよりも、距離に換算して l だけ余分に時間がかかると仮定する。これまで同様にトリップが等密度で行われる場合の歩行者の総所要時間を求め、それを最小とするような連絡通路の高さを求めると、次のように場合分けして示された。

1) 連絡通路の方が時間がかかる場合 ($l > 0$)

$$h_1 = a + b - \frac{l}{2} - \sqrt{a^2 + b^2 - (a+b)l + \frac{l^2}{2}}$$

2) 連絡通路の方が時間がかからない場合 ($l < 0$)

$$h_1 = a + b - \frac{l}{2} - \sqrt{a^2 + b^2 - 2al - bl}$$

以上の結果から、連絡通路を用いたビル間移動の所要時間が、地面を用いる場合より大きいほど、最適な連絡通路の高さは高く、その逆ならば、最適な連絡通路の高さは低くなることがわかる。

3. ペDESTリアンデッキの最適配置

続いて駅と2つのビルを結ぶペDESTリアンデッキを建設する場合を考える。駅の高さを d とする。

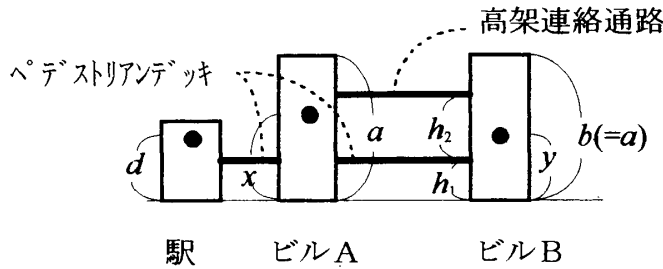


図2 モデルの概要

歩行者のトリップ形態としては、

- ① 駅から出発し、1つのビルの目的地へ向かった後、また駅へもどる。〈単独〉型
 - ② 駅から出発し、複数のビルの目的地を巡回し、また駅へもどる。〈巡回〉型
 - ③ ビル内から出発し、他のビル内の目的地へ向かい、また元の地点にもどる。〈ビル間〉型
- の3つを対象とし、そのトリップの比率が、

単独：巡回：ビル間 = $p : q : r$ ($p + q + r = 1$)
 で与えられる場合を考え、最適なペDESTリアンデッキの高さを三角グラフ上に示すことを試みた。ここでは2つのビルの高さが等しく、駅とビルを結ぶペDESTリアンデッキと、ビル間を結ぶ連絡通路を併設する場合についての結果を示す。現実によく見られるような、駅が2階の高さにあり、ビルが10階程度の場合にモデルを適用した結果が以下の図3-1、3-2である。

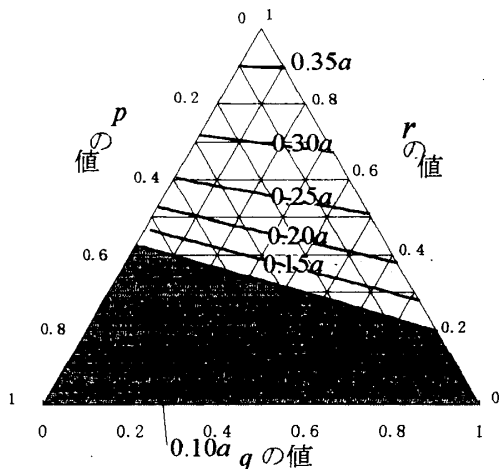


図3-1 ペDESTリアンデッキの最適な高さの等高線図

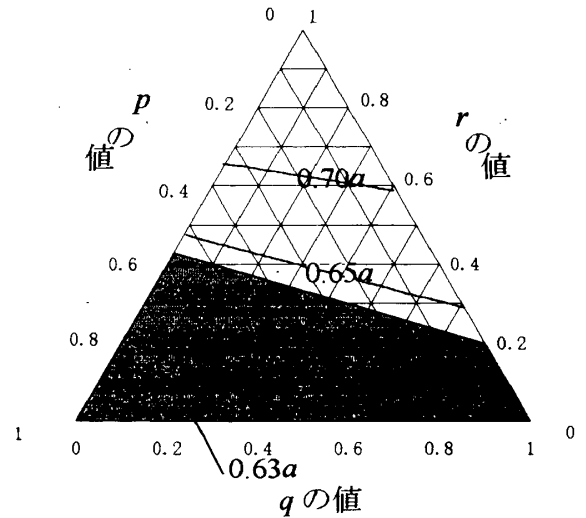


図3-2 高架連絡通路の最適な高さの等高線図

以上の結果より、ペDESTリアンデッキと連絡通路を併設するならば、ペDESTリアンデッキの高さは駅の高さと等しくし、かつビル間の連絡通路はビルの高さの0.65倍程度に建設すれば、最適な配置となる場合が多いことがわかる。なお、ビルの高さが駅の高さと比較して、高くなればなるほど、ペDESTリアンデッキの高さは、駅の高さよりも若干高く建設した方が望ましいが、その場合でも連絡通路の高さはビルの高さの0.65倍程度が望ましい場合が多いことが分かっている。

現実の p , q , r の値は、駅周辺の都市活動に依存する。ペDESTリアンデッキや高架連絡通路を持つような駅前空間の設計を行うに当たっては、 p , q , r を適当な幅の中で予測または想定しておくべきである。それに基づいて本モデルを適用すれば、設計の指針を得ることが可能であろう。

4. おわりに

今後はトリップ密度が一定でない問題や、出発地を複数考えた問題への発展が考えられる。

参考文献

- [1] Jonathan Rosenhead (1973) : The optimum location of transverse transport links, Transportation Research. Vol 7, pp.107-123.
- [2] 大沢義明 (1986) : 橋の本数と迂回の関係について, 昭和61年度第21回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.241-246.