

ビル間高架連絡通路の最適配置

02003560 西日本旅客鉄道
01107680 慶應義塾大学*井関 一隆 ISEKI Kazutaka
栗田 治 KURITA Osamu

1. はじめに

都心地区における、歩行者の安全性と自動車交通の円滑性を確保するための手段として、駅とビルあるいはビル同士を結ぶ連絡通路の建設がある。しかし現実には、その建設効果が理論的に解明されていないため、未だ有効に活用されているとは言い難い。そこで本研究では最適な高架連絡通路の高さを議論するための数値モデルを作成する。

後述するように、これら高架連絡通路による総所要時間の短縮効果は非常に大きいのである。

議論はまず、基本となるビル間の高架連絡通路の配置を対象とし、次に駅とビルがペデストリアンデッキによって結ばれる場合を対象として進められる。

2.1 ビル間の高架連絡通路の配置

2つのビルが互いに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。このとき、ビルA内の高さ x の地点から出発し、ビルB内の高さ y の目的地に到達するトリップを考える。連絡通路 i 本のときの総所要時間を T^i とし、移動速度を v 、連絡通路の高さの差を $h_1, h_2, \dots$ とおく。例として高さ h_1 の連絡通路が1本ある場合のトリップを分類したものが次の図1である。

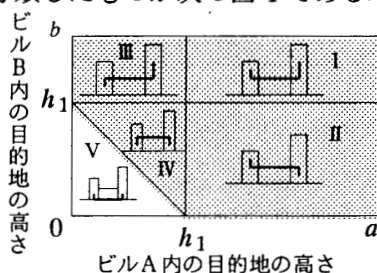


図1. 連絡通路1本の時のトリップの分類

このときの垂直方向の総所要時間を T_{AB}^1 と表すと、

$$T_{AB}^1 = \frac{1}{v} \left\{ \frac{ab}{2} (a+b-4h) + h^2 (a+b - \frac{h}{3}) \right\}$$

と算出され、これを最小にする h の値を求めると、

$$h_1 = a+b - \sqrt{a^2 + b^2}$$

と与えられた。

同様にして連絡通路の本数を2, 3, 4...と増やした場合における、総所要時間を最小にする最適な連絡通路の高さを求めた。その結果、連絡通路を n 本建設する場合における最適な連絡通路の高さは、

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

と与えられた。

連絡通路の建設効果を見るために、<ビル間>型トリップの総所要時間を比較する。連絡通路を建設しない場合における総所要時間を1とし、最適な

高さに連絡通路を建設した場合の総所要時間を表すと、以下の図2のような結果が得られた。

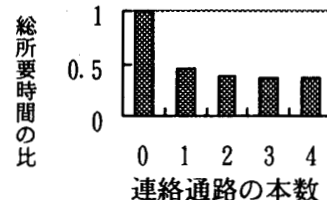


図2. 連絡通路の本数と総所要時間の関係

連絡通路の建設効果は連絡通路を最初に1本建設する場合が最も大きいことがわかる。また、連絡通路を建設する効果は確かにあるものの、やみくもに増やすことは、建設コストを考えるのならば、あまり効率的とはいえないことがわかる。

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、連絡通路と地面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1だけ余分に時間がかかるとする。これまでの議論同様に、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る。

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 ($l < 0$)

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

これより、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. ペデストリアンデッキの最適配置

続いて駅と2つのビルを結ぶペデストリアンデッキを建設する場合を考える。駅の高さを d とし、次の図3のようなモデルを考える。

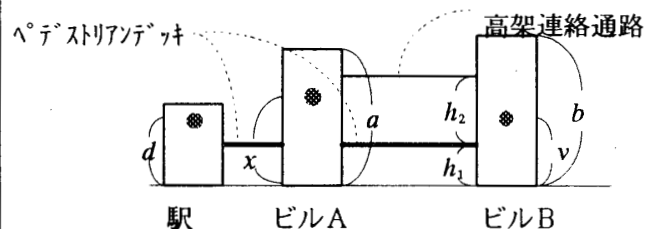


図3. モデルの概要

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う

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つが様々な比率で存在する場合を対象とした。この場合、これまでのビル間の連絡通路の議論と異なり、＜単独＞型、＜巡回＞型、＜ビル間＞型のそれぞれのトリップ形態ごとに、最適な高架連絡通路の高さが異なることになる。

1) ペDESTリアンデッキのみを建設する場合

まず、＜単独＞型、＜巡回＞型のみを考えた場合の最適なペDESTリアンデッキの高さを求めると以下のように与えられた。

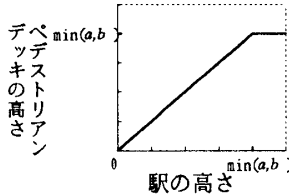


図4. ＜単独＞型のみを考えた場合の最適なペDESTリアンデッキの高さ

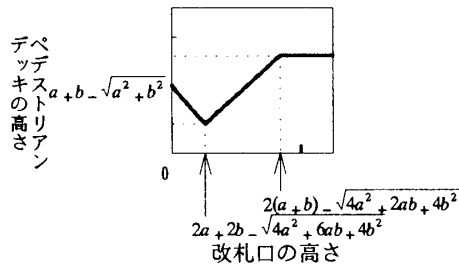


図5. ＜巡回＞型のみを考えた場合の最適なペDESTリアンデッキの高さ

これらをもとに、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。特に、2つのビルの高さが等しい場合について例示したものが、次の図6である。

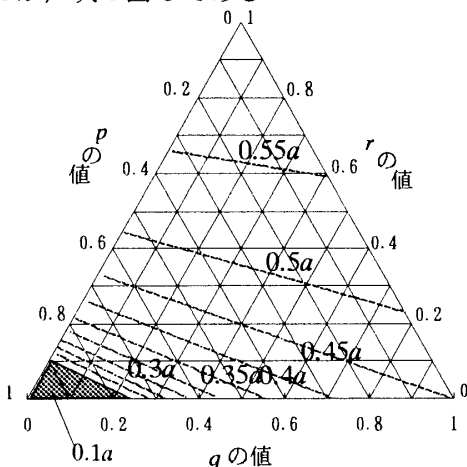


図6. トリップ比による最適な連絡通路の高さの変化
(駅の高さがビルの高さの0.1倍である場合)
これより、現状では画一的にビルの2階の高さに

ペDESTリアンデッキが建設されている場合が多いが、ビルが高く、かつ歩行者のトリップの形態が＜単独＞型だけでなく、さまざまな型のものが行われるのならば、巷の現状よりも高い位置にペDESTリアンデッキを建設した方が良いことがわかる。

2) ペDESTリアンデッキと連絡通路を併設する場合

続いて駅とビルを結ぶペDESTリアンデッキと、ビル間を結ぶ連絡通路が併設される場合を考えた。先ほど同様、三角図表上に表したものが次の図7である。

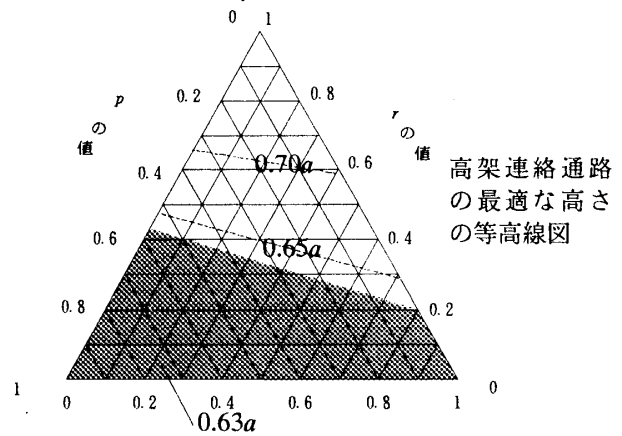
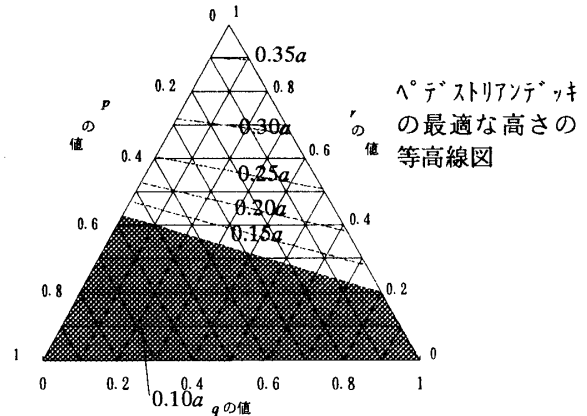


図7. ペDESTリアンデッキと1本の連絡通路があるときの最適な高さの等高線図
(駅の高さがビルの高さの0.1倍である場合)

これより、現実によく見られる、駅が2階、ビルの高さが10階程度の場合に、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、最適な配置となることがわかった。

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: The optimum location of transverse transport links, Transportation Research, Vol7, pp.107-123
- [2] 大沢義明: 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