

名古屋大学工学部 正員 河上省吾
 名古屋大学工学部 学生員 O渡辺千賀恵

1. まえがき

都市における交通機関の配置方法の一つとして、放射環状型の配置が考えられる。この放射環状型交通網では、実際の計画時において、放射線の本数と環状線の本数および環状線の半径が問題となる。従来、こうした問題の解決に関しては計画者の経験に依存する傾向があり、路線の決定にあたってはときとして政治的な配慮に強く左右されることもあった。これは従来の交通網計画に客観的な基準が明示されていないからである。本研究では、交通網計画より合理的に決定されることを目的として、計画者が、放射環状型における環状線の半径と通勤所要時間などについて比較検討しようとする際の、判断の基準を二、三提示した。ただし、ここでは便宜上、都市および鉄道網を単純化し、鉄道輸送の場合について検討しているが、道路網の場合についても同様の方法が適用できるであろう。

2. 都市モデル(図-1)

本研究では、通勤・通学交通を対象を限定して考察した。その方法としては、モンテカルロ・シミュレーション法を利用している。都市のモデルとしては、図-1のように単純化された円形都市を採用し、次のような仮定を導入した。

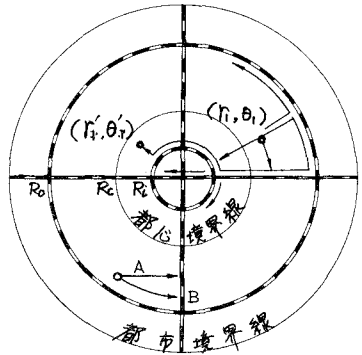


図-1

仮定(1) 通勤者(通学者を含む)は都市内のあらゆる箇所からある分布法則に従って発生する。

仮定(2) 都市は都心部と周辺部とによって構成され、職場は都心部のみにある。つまり、通勤者は都心部のみに集中して周辺部には集中しない。しかも、通勤先はある分布法則に従って分散している。

仮定(3) 通勤者の歩行速度および鉄道の走行速度はそれぞれ一定である。

仮定(4) 通勤者は鉄道網の任意の地点から乗降できる。

仮定(5) 通勤者は放射線に到達するためには経路Aをとらず経路Bをとる。

3. 通勤に要する平均所要時間 T_m

通勤者は通勤経路を選定する場合、所要時間を最小にするような経路をえらぶものとする。経路のとり方についてはその一例を図-1に記入した。通勤者 i の発生地点および目的地点を、極座標 (r_i, θ_i) で表現すると、通勤者 i についての最小通勤時間 T_{min} は、次式(1)のようになる。ここに、 T_j ($j=1, 2, \dots$) は通勤経路 j での所要時間である。

$$T_{min} = \text{Min} (T_1, T_2, \dots, T_i, \dots) \quad \text{-----} \quad (1)$$

式(1)による計算を3000人について、つまり3000回おこなない、それらの平均値をもって通勤に要する平均所要時間 T_m とする。すなわち、

$$T_m = \sum_{i=1}^{3000} (T_{min})_i / 3000$$

また、 T_i の算出にあたっては、放射線と環状線との交叉部での乗換え時間および最初の乗車地点での列車待ち時間を考慮した。

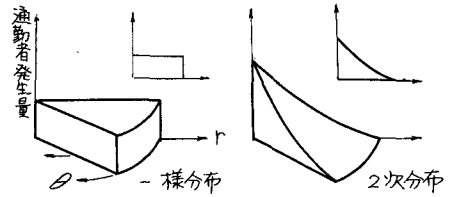


図-2

平均所要時間 T_m はいろいろの要因により影響

をうけて複雑な変動をなすと思われるが、ここでは次に記した5つの要因を考えた。

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| (a) 通勤者の発生分布 | ----- 一様分布・2次関数分布 |
| (b) 放射線本数 m | ----- $m=4, 8$ |
| (c) 速度比 (= 鉄道走行速度 / 歩行速度) k | ----- $k=3, 6, 9, 12$ |
| (d) 乗換え時間 (または列車待ち時間) t | ----- $t=0, 0.025, 0.05$ |
| (e) 都心部の半径 R_c | ----- $R_c=0.2, 0.5$ |

ただし、都心部半径 R_c は、都市半径を1.0としたときの相対的な値とした。一様分布と2次関数分布については、図-2に示した。

乗換え時間 t は次のような単位の変換をおこなない無名数にしてある。通勤者が時間 t の間に速度 v で歩く距離 Δl_0 は、 $\Delta l_0 = v \cdot t$ と表される。したがって、通勤者が乗換えに要する時間 t を歩行に換えれば、その時間内に距離 Δl_0 だけ進む。これより、通勤所要時間に乗換え時間 t を加算するかわりに、歩行距離を Δl_0 だけ増加しておけばよいことがわかる。たとえば乗換え時間10分、歩行速度6 km/時であれば、 $\Delta l_0 = 1 \text{ km}$ となる。ところで、いま半径はすべて都市半径を1としたときの相対距離であらわされているので、都市半径40 kmとして Δl_0 を換算すると0.025となる。ここでは、この値をもって t の値としている。

4. 計算結果および考察

計算の結果を、図-3、4、5、6、7に各要因別に示した。以下では、各要因が平均所要時間 T_m あるいは内、外側環状線の半径 R_i, R_o に対してどのような影響を与えるかを考察した。

(a) 通勤者の発生分布による影響

所要時間 T_m は、一様分布の場合に比較して2次関数分布の場合の方が減少し、もっとも減少率の低いときでも一様分布時の T_m の35.0%だけの時間短縮がされている。(図-3) 他の要因の影響に比較してこの35.0%の短縮はきわめて大きい効果であり、このことから、時間短縮の点では発生分布の影響が他の要因よりかなり強いことがわかる。

図-4によれば R_c の最適値は分布状態の影響をほとんど受けず、また、パラメータ R_c が変化しても T_m の最小値を与える R_c の値はほぼ一定となっている。このことは、将来において発生分布に変

化が生じたとしても R_0 の最適性はくずれないことを意味し、かつ、内側環状線の半径は外側環状線の半径とは独立に決定できることを意味する。これは環状線の配置計画においてきわめて有利な性質と思われる。

R_0 については、2次関数分布の場合の方が、一樣分布の場合に於いてかなり内側に寄っている

が(図-3)、これは分布の状態からみて当然である。

(b) 放射線本数 m による影響

放射線本数 m が、4本から8本になると、時間短縮は4本の場合の T_m の約15%前後の値になっている(図-5)。一人あたりについて15%の短縮がされるのであるから、通勤者全体ではかなりの短縮が可能となる。分布別では、一樣分布の方が2次関数分布よりも放射線の増設の効果は大きい。 R_0 は、2次関数分布の場合には影響を受けず(図-5)、 $m > 4$ では R_0 の最適値は m の変化にあまり左右されないと推測される。また、 m の値が R_0 にも影響しないことな図-4からわかる。

(c) 速度比 k による影響

T_m は速度比 k の値が増大するにつれて減少するが、その減少の割合は k の値が小さい場合に著しく、 k の値が大きくなると効果は加速度的に小さくなる(図-3)。すなわち、鉄道走行速度がある一定値以上になると、速度増加による時間短縮効果は小さくなる。

k の R_0 に対する影響については図-3からでは明確に判断できないが、あまり強い影響を与えてはいないことが推測される。 R_0 については図に示していないが、計算結果によると k による影響をほとんどうけていない。

(d) 乗換え時間 t による影響

T_m については、 $m=4$ のときよりも $m=8$ のときの方が、 $t=0$ から $t=0.025$ としたときの T_m の増加率は大きい(図-5)。つまり、輸送網密度にすると T_m 自体は減少するが、反面 T_m に対して t が相対的に大きくなり無視できなくなる。したがって、今後の交通計画として

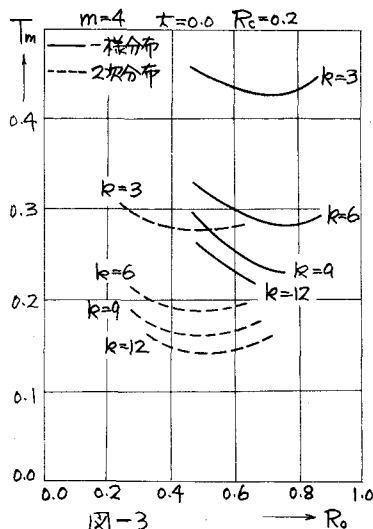


図-3

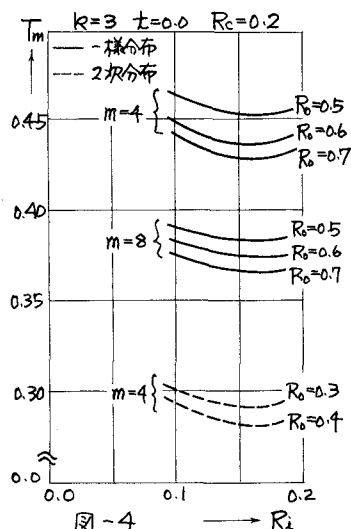


図-4

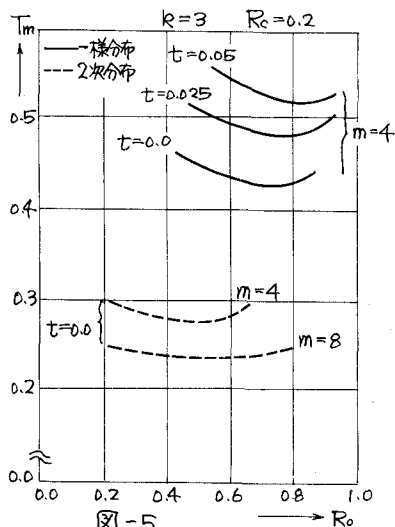


図-5

輸送網を密にすると同時に乗換え時間も極力減らす努力が必要とされよう。

大の R_0 および R_i に対する影響はみられない。

(e) 都心半径 R_0 による影響

都心の半径 R_0 の影響を検討するために2次関数分布について計算した結果を図-6、7に示した。平均所要時間 T_m は、 R_0 の0.2から0.5への増加につれて増大しており、また、 R_0 の最適値も増しているが、都心部がなくなれば外側環状線は当然外方に移動し、所要時間も増すであろう。内側環状線の半径 R_i の最適値は R_0 と同様に外方へ移動するが、 R_0 の値と無関係に一定の値になることは既述のとおりである。しかし、より明確に傾向をとらえるためには図-6、7では不十分であり、今後この他の R_0 の値についても計算を行ない、 R_0 と T_m あるいは R_0 との相関を調べる予定である。

5. 今後解決すべき問題点

本研究は前述したように多くの仮定のうえに成り立っている。そのために、ここで扱った都市モデルは現実の都市を十分に的確に反映していない。たとえば、都市はかならずしも円形ではなく、職場はかならずしも都心部のみにあるわけではない。したがって、今後は仮定の数を減らすと同時に、現実の都市との相似性をより厳密に検討する必要がある。次に、本プログラムの改善すべき主な点を列挙しておこう。① 通勤者の通勤先を都心部に限定せず、都市全体に拡張する。② 路線により鉄道の走行速度を変える。とくに、外側環状線の速度を内側のそれよりも大きくしてみる。③ 格子状の交通網の場合について計算し、円形の場合と比較する。④ 通勤者の発生分布が1次関数分布の場合を調べる。

また、環状線な都心部のみにある場合(2車)と、本研究のように都心部と周辺部とに各1車ずつある場合との相違を検討するのも意義あると思われる。

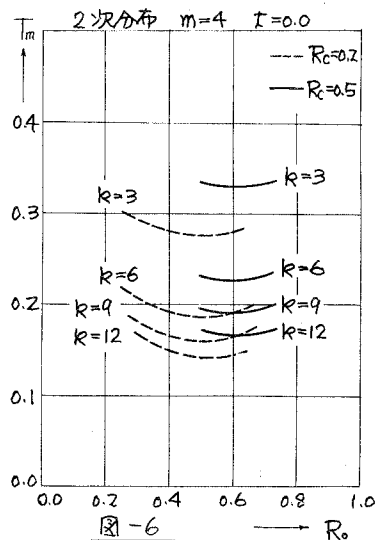


図-6

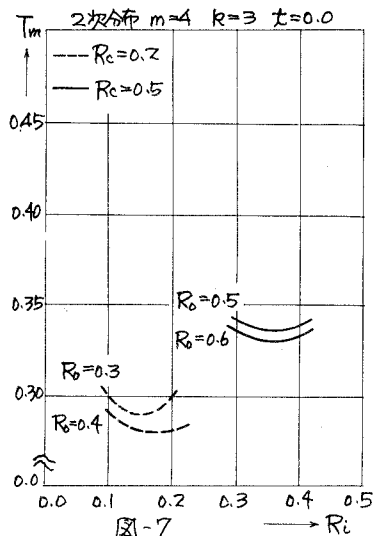


図-7