

名古屋大学 正員 羽上省吾
名古屋大学 学生員 堀田信寿

1. はじめに 都市における交通は、ほとんどそれ自体が目的ではないが、単に移動ということだけでなく、都市施設の分布や、都市自体の形態と相互に影響を及ぼしあっている。それゆえ、交通施設の配置計画は種々の都市問題を解消し、住みよい都市を創るうえで重要な位置を占めるものである。本研究では都市内の各地点間の旅客輸送需要が与えられたとき、それをさばくために、いかなる輸送機関を採用し、輸送需要に対してどのような輸送網を構成するのが最も合理的であるかを検討する。

2. 方法の概説 本研究においては、合理的な輸送体系とは、各種施設の建設費、全旅客の輸送費、輸送所要時間および公害等交通に伴うマイナス費用を金額に換算したものの総和が最小になるものであると考え、輸送網各部分に採用する最適輸送機関を決定する。図-1に示したように輸送需要が与えられたとき、都市施設の面より輸送網構成を決め、つぎに旅客を配分し、幹線・補助幹線の別にあらかじめ設定した鉄道および高速道路利用率、バス利用率を用いて各区間の交通量を求める。与えられた交通量に最も適した輸送機関の決定を行った後、それぞれの輸送機関における所要時間を求め、分担率曲線から決められる鉄道および高速道路、バス利用率を再び設定し、上記作業を繰返し、仮定した鉄道および高速道路、バス利用率と分担率曲線から得られるそれらの利用率が一致するまで計算を行って、最終的に、最適な輸送機関構成を決定するわけである。

なお、本研究では、輸送網をその通過人員の多少によって幹線と補助幹線に区分し、旅客輸送機関としては、幹線には乗用車と高速鉄道、補助幹線においては乗用車と乗合バスを考える。

3. 輸送網への旅客の配分 都市内各地点間の旅客輸送需要が与えられたとき、まずいかなる輸送網を構成するかを決める。既存の都市に新しい輸送網を構成する場合は、輸送施設の建設費や用地取得の制限を受け、一般には既設の道路またはその他輸送施設に利用しやすい地帯を輸送機関の路線に利用せざるを得ないから、まず都市施設の面から網構成を決める。輸送網への旅客の配分は、本研究では便宜的に与えられた地点間OD旅客を輸送網に最短経路で配分し、輸送網上各区間の通過人員を求める。

4. 輸送網上の最適輸送機関の決定 都市における輸送機関の構成として、幹線街路においては、一般街路のみの場合、

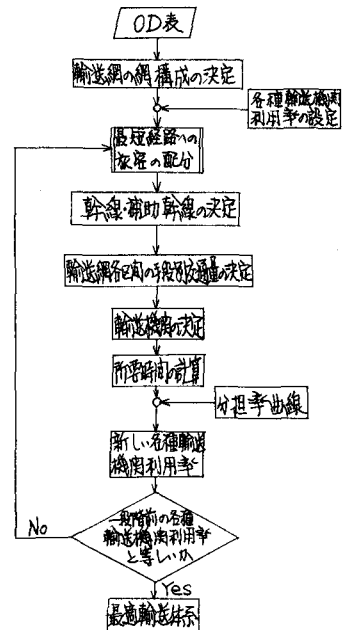


図-1

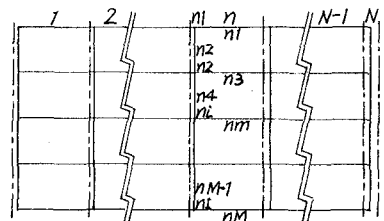


図-2

一般街路と都市高速道路が併設される場合、一般街路と高速鉄道が併設される場合の3通り、補助幹線街路においては一般街路のみで、バス路線が設置される場合とそうでない場合を考へ、輸送網の各区间における通過人員から、その区間で採用すべき最適輸送機関を決める方法について述べる。上記の輸送機関構成を、それぞれの建設費、走行費用、時間費用、交通に伴うマイナスの費用および相互の乗換えの不便さも考慮して、どの区間に採用するかを決定する。一般的な輸送網として図-2で与えられるものを考へ、最短経路配分により、通過人員の多いものから何本かの区間を幹線とする。初めに以上のような方法で幹線の輸送機関構成を決定し、次に幹線に囲まれた小輸送網の機関構成を決定した後2. に示した繰返しを行う。図に鎖線で示したような境界線を設けて輸送網を分割する。この分割でできた小部分を区域と呼び、区域の境界線または路線の交点で区切られた線分を区間と呼ぶ。区域を $1, 2, \dots, n, \dots, N$ で表わし、区域 n の区間を $n1, n2, \dots, nm, \dots, nM$ で表わす。また、路線相互または路線と区域境界線の交点は $n1, n2, \dots, nL, \dots, nI$ で表わす。区域 n の区間 $(n, 2i-1)$ $(n, 2i+1)$ の間を結ぶ路線は 2 本以下であるようにする。区間 nm の輸送機関構成は k_{nm} とすると、区域 n での総交通費用 Y_n は、

$$Y_n(k_{n1}, k_{n2}, \dots, k_{nm}, \dots, k_{nM}) = \sum \sum (\text{建設費} + \text{走行費用} + \text{時間費用} + \text{マイナス費用} + \text{乗換抵抗費用}) \quad (1)$$

と表わされる ($\sum \sum$ は、区域内各路線および各種輸送機関についての和を表わす)。

与えられた輸送網の各区間で種々の輸送機関を採用するとき、この輸送体系での総輸送費 Y は次のようになる。

$$Y = \sum_{n=1}^N Y_n(k_{n1}, k_{n2}, \dots, k_{nm}, \dots, k_{nM}) \quad (2)$$

この Y を最小にする $(k_{n1}, k_{n2}, \dots, k_{nm}, \dots, k_{nM})$ が最適輸送機関構成を与えることになる。

次に Dynamic Programming の手法を応用して Y を最小にする $\{k_{nm}\}$, $n=1, 2, \dots, n, \dots, N$, $m=1, 2, \dots, m, \dots, M$ を求める方法を示す。

$$f_n(k_{n+1}, k_{n+2}, \dots, k_{n+M}) = \min_{\{k_{n1}, k_{n2}, \dots, k_{nm}, \dots, k_{nM}\}} \sum_{m=1}^M Y_n(k_{n1}, k_{n2}, \dots, k_{nm}, \dots, k_{nM}), \quad k_{0m} = 0 \quad (3)$$

$$\text{なる関数を定義すると } f_1(0, 0, \dots, 0) = \min_{\{k_{n1}, k_{n2}, \dots, k_{nm}, \dots, k_{nM}\}} \sum_{m=1}^M Y_1(k_{n1}, k_{n2}, \dots, k_{nm}, \dots, k_{nM}) \quad (4)$$

が輸送網全体の最適計画における総輸送費を表わしており、このときの $\{k_{n1}, k_{n2}, \dots, k_{nm}, \dots, k_{nM}\}$ を求めれば輸送網各区间における最適輸送機関構成を決定することができる。いま式(3)を用いると、

$$f_n(k_{n+1}, k_{n+2}, \dots, k_{n+M}) = \min_{\{k_{n+1}, k_{n+2}, \dots, k_{n+M}\}} \{Y_n(k_{n+1}, k_{n+2}, \dots, k_{n+M}) + f_{n+1}(k_{n+1}, k_{n+2}, \dots, k_{n+M})\} \quad (5)$$

という $n=1, 2, \dots, N$ に対する繰返しの関係を得る。また $f_{N+1}(0, 0, \dots, 0) = 0$ である。これにより $(k_{n+1}, k_{n+2}, \dots, k_{n+M})$ の各組合せに対する $f_n(k_{n+1}, k_{n+2}, \dots, k_{n+M})$ を求めると、式(5)の繰返し関係を用いて $f_n(k_{n+1}, k_{n+2}, \dots, k_{n+M})$ を順次求めることができる。 $f_1(0, 0, \dots, 0)$ は、

$$f_1(0, 0, \dots, 0) = \min_{\{k_{11}, k_{12}, \dots, k_{1M}\}} \{Y_1(k_{11}, k_{12}, \dots, k_{1M}) + f_2(k_{11}, k_{12}, \dots, k_{1M})\} \quad (6)$$

これによって順次各区域の最適輸送機関構成 $(k_{n1}, k_{n2}, \dots, k_{nm}, \dots, k_{nM})$ を決定することができる。この方法で幹線、補助幹線と交互に行い、通過人員の再配分を繰返せば輸送網各部分での最適輸送機関構成が得られる。

なお、計算結果については講演当日発表する。

参考文献：河上省吾「旅客輸送網計画に関する一考察」土木学会関西支部年次学術講演会講演概要、1964。

坂田信邦「Dynamic Programming を用いた最適交通体系の決定に関する研究」名古屋大学工学部報告書、1964。