

都市街路網におけるバス系統計画モデル

京都大学工学部 正 員 銭谷善信
近畿日本鉄道(株) 正 員 ○西野泰生
京都大学大学院 学生員 近東信明

I. はじめに

面的な輸送サービスを提供するバスは、都市における必要不可欠な輸送機関である。本研究では、利用者の便利さと経営者のバス運行効率を考慮する、バス系統計画モデルを提案する。このモデルにより、バス系統網を設定するための有効な情報が得られる。

II. モデルの構成

本モデルは、都市街路網に関する情報とバス利用者OD表を与件として、逐次的にバス系統網を求めようとするものである。モデルの出力は、各バス系統の運行経路と運行本数、乗り換え回数別の乗り換え人数、バスの総走行距離など、バス系統網に関する種々の指標である。本モデルは、図-1に示す3つのサブモデルから構成される。

(1) 設置候補系統探索サブモデル

このサブモデルでは、都市街路網において、バス利用者OD表から設置すべきであると考えられるバス系統(これを設置候補系統と呼ぶ)を探索する。この場合、あらかじめ利用のしやすさや運行のしやすさを考え、系統資格条件として、系統の形や系統長に制約を設けることにする。

(2) 系統除去サブモデル

このサブモデルでは、(1)で探索された各設置候補系統の重要度を指標化し、次に示す乗り換え許容制約のもとで、指標の値が小さいものから逐次設置候補系統の除去を行なう。この結果、最終的には1つのバス系統網が得られる。

乗り換え許容制約

(乗り換え回数が1回以上のバス利用者数 $\leq \alpha \times$ (バス利用者の総数))
(乗り換え回数が2回以上のバス利用者数 $\leq \beta \times$ (バス利用者の総数))
(乗り換え回数が3回以上のバス利用者数 = 0)

(ここに、 $\alpha (0 \leq \alpha \leq 1)$, $\beta (0 \leq \beta \leq 1)$ の値は外生的に与えられる)

(3) バス運行本数決定サブモデル

このサブモデルでは、(2)で得られるバス系統網において、全ての利用者を輸送するために必要な運行本数を、バス系統別に決定する。運行本数が求まると、バスの総走行距離や利用者の総待時間など、バス系統網に関する種々の指標の値が算定できる。

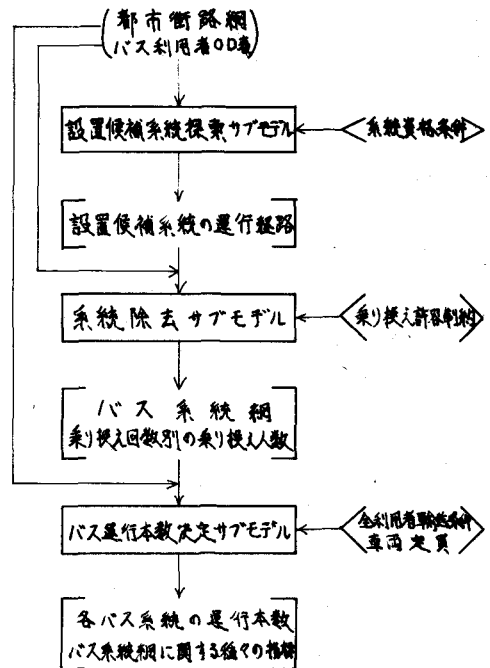


図-1 バス系統計画モデルの構成

以下に、系統除去サブモデルとバス運行本数決定サブモデルについて述べる。

これらのサブモデルでは、利用者のバス系統選択行動を、次のように仮定する。

(a) 利用者は、最短経路で目的地へ行くバス系統を選ぶ。

(b) 直通系統がある場合、必ず直通系統を利用する。直通系統がない場合、乗り換え回数が少なくてすむバス系統の組合を利用する。

Ⅲ. 系統除去サブモデルの概要

各設置候補系統の重要度を表わす指標として、ここでは以下に示す仮想系統密度を提案する。いま、バス停 i からバス停 j まで、系統 k を含む n 本の直通系統があるとする。これらのバス系統を利用できるバス利用者の $1/n$ が系統 k に乗り換える仮想の状態を考える。このとき、系統 k の仮想系統密度 KDB_k を、その輸送距離 TDS_k と系統長 DKL_k を用いて、次式で定義する。

$$KDB_k = TDS_k / DKL_k$$

この指標 KDB_k の値が小さい設置候補系統から逐次除去していく。ある設置候補系統を除去すると、バス利用者の中で新たに乗り換えを必要とするものがでてくる。乗り換え回数別の乗り換え人数は、グラフ理論における次の定理を応用して計算できる。

「節点接続行列を M 、 M の累乗を M^p と表わす。このとき、 M^p の要素 $m_{ij}^{(p)}$ の値は、ノード i からノード j へ、 p 本のアークを通して到達する経路の数を示す。」

バス停 i とバス停 j を結ぶ直通系統の数を i 行 j 列要素とする行列を KTS とする。 KTS を定理における M と置き換えることにより、乗り換え回数別に全ての乗り換え人数が算定される。乗り換え許容制約を満たさなくなるまで、系統除去の計算手順を繰り返す。最後

に、除去されずに残った設置候補系統からなる1つのバス系統網が得られる。

Ⅳ. バス運行本数決定サブモデルの概要

このサブモデルは、前記Ⅲで得られるバス系統網を前提として、バスの運行本数を決定する。バス利用者がバス系統を選ぶ割合は、バスの運行本数に比例すると考えられるので、この点を考慮して、全てのバス利用者を輸送するために必要なバス系統別運行本数を、収束計算によって決定する。サブモデルにおける計算手順を以下に述べる。

- 1) 都市街路網に関する情報、バス利用者の D 表、バス系統網ならびに各バス系統の運行本数の初期値をモデルに入力する。
- 2) 乗り換えを必要とするバス利用者が乗車するバス系統を探索し、乗り換えを行なうバス停を求める。
- 3) バス系統別利用乗客数は、バス利用者が乗車できるバス系統の運行本数にたじて、比例配分する。
- 4) バス利用者の乗車区間と3)で算出される乗客数から、各バス系統の区間別乗客数を計算する。
- 5) バス系統別に、乗客数が最大となる区間を探索し、この区間での需要量と輸送力が一致するように、各バス系統の運行本数を決定する。
- 6) 5)の運行本数の値が、元の値と異なれば、その値を新しい運行本数として2)に戻り、上記の計算手順を繰り返す。全てのバス系統の値が等しければ、バス系統網に関する種々の指標を算定し、これらを出力して計算を終わる。

Ⅴ. おわりに

以上では、バス系統計画モデルの構成とその中での2つのサブモデルについて述べた。本モデルによる試算結果は、講演時に発表する。