V—10　バスターミナルにおけるホームの利用効率に関する研究

大阪市大理工学部　正員　毛利 正光

最近の自動車交通の激増は世界共通のすう勢であつて，とくに大都市における人員輸送の面においてバスの占める比重は年々激増し，利用者の便宜安全を計るため鉄道における駅のごとき施設を必要とするようになつてきた。すなわちバスターミナル・バスセンターといわれるものであるが，これらの施設の計画については明解な方式は未だ示されていない このためこれらの施設を計画運営するために必要な基礎理論について考察してみた。

バスターミナルに必要な施設としては各種の附帯的設備まで考慮すればいろいろのものが考えられるが基本的なものは

(1) 乗車用プラットホーム　(2) 乗降用プラットホーム

(3) 降車用プラットホーム　(4) 取付道路その他配車に必要な空地及び施設

などである。これらの容量決定 配車計画に必要なもつとも一般的な理論として，いまホームの容量がA台分であるとき，これにkケの運転系統の車が配車され，個々の系統の配車台数をL_i ($i=1,2,\cdots\cdots k$) とし總数をL台とする．つぎにL_i系統の1台の車の運転強度(単位時間当りの運転回数)をm_iとすると，単位時間当りこのホームに入つてくる車の強度Mは

$$M=\sum_{i=1}^{k} L_i m_i \qquad (1)$$

いまMをLで割つた値を考えこれを等価運転強度$\bar{m}$とすると

$$\bar{m}=M/L \qquad (2)$$

すなわち全体としてL台の車が$\bar{m}$なる運転強度で操作されていると考えられる 従つて単位時間当り平均値をMとするポアッソン分布に従つて車が到着するものと考え，このホームにおける平均客扱時間を$1/l$とすると，いまn台の車がやつてきたとき$n>$ ならば$n-A$台は待機の状態となり，$n\leqq A$ならば待合せることなくホームに到着できる．この間の事情を規定する方程式は

$$\left.\begin{aligned} P_n'(t)&=-(m_n+l_n)P_n(t)+m_{n-1}\cdot P_{n-1}(t)+l_{n+1}\cdot P_{n+1}(t) && (n\geqq 1)\\ P_0'(t)&=-m_0P_0(t)+l_1\cdot P_1(t) && (n=0)\end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

で この方程式は次の係数をもつたものとなる

$$\left.\begin{aligned} m_0&=L\cdot\bar{m}=M & l_0&=0 & &(n=0)\\ m_n&=(L-n)\bar{m} & l_n&=nl & &(1\leqq n\leqq A)\\ m_n&=(L-n)\bar{m} & l_n&=Al & &(A\leqq n\leqq L)\end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

従つて

$$\left.\begin{aligned} P_0'(t)&=-L\bar{m}P_0(t)+lP_1(t)\\ P_n'(t)&=-\{(L-n)\bar{m}+nl\}P_n(t)+(L-\overline{n-1})\bar{m}\cdot P_{n-1}(t)+(n+1)l\cdot P_{n+1}(t) \quad (1\leqq n<A)\\ P_n'(t)&=-\{(L-n)\bar{m}+Al\}P_n(t)+(L-\overline{n-1})\bar{m}\cdot P_{n-1}(t)+Al\cdot P_{n+1}(t), \quad (A\leqq n<L)\end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

極限 $t\to\infty$ ならしめたときの $P_n(t)\to p_n$ は次の方程式を成立させる

$$\left.\begin{array}{ll} L\cdot\bar{m}\,p_0 = l\,p_1 & (n=0) \\ \{(L-n)\bar{m}+nl\}\,p_n = (L-n+1)\,\bar{m}\cdot p_{n-1} + (n+1)\,l\,p_{n+1} & (1\leqq n<A) \\ \{(L-n)\bar{m}+Al\}\,p_n = (L-n+1)\,\bar{m}\cdot p_{n-1} + A\,l\,p_{n+1} & (A\leqq n<L) \end{array}\right\} \quad \text{---------}\ (6)$$

上式から $p_1/p_0 = L\bar{m}/l$，および $(n+1)\,l\,p_{n+1} = (L-n)\,\bar{m}\,p_n\ (n<A)$，$Al\,p_{n+1} = (L-n)\,\bar{m}\,p_n\ (A\leqq n<L)$ が得られるから，これを解いて

$$p_n = \frac{(L)_n}{n!}\left(\frac{\bar{m}}{l}\right)^n p_0 \quad (n\leqq A) \qquad \text{-------------------}\ (7)$$

$$p_n = \frac{(L)_n}{A!\,A^{n-A}}\left(\frac{\bar{m}}{l}\right)^n p_0 \ (A\leqq n\leqq L) \qquad \text{ここに}\ (L)_n = L(L-1)\cdots\cdots(L-n+1) \qquad \text{----------}\ (8)$$

しかして $\sum p_n = 1$ なるように p_0 をきめれば p_n の値が求められる。

つぎに待機状態にある車の平均台数は

$$\omega = \sum_{n=A+1}^{L}(n-A)\,p_n \qquad \text{--------------------}\ (9)$$

空いているホームの平均数は

$$\rho = \sum_{n=0}^{A}(A-n)\,p_n \qquad \text{--------------------}\ (10)$$

にて計算することができるから

$$\frac{\omega}{L} = \text{車の損失率} \qquad \text{--------------------}\ (11)$$

$$\frac{\rho}{A} = \text{ホームの損失率} \qquad \text{--------------------}\ (12)$$

と定義することにする。つぎにホームにただちに到着できず待合せの生ずる確率は

$$\Phi' = \sum_{n=A}^{L} p_n = \sum_{n=A}^{L}\frac{A^A}{A!}(L)_n\left(\frac{\bar{m}}{Al}\right)^n p_0 \qquad \text{--------------------}\ (13)$$

上式を計算するに実用上

$$\frac{p_{n+1}}{p_n} = (L-n)\left(\frac{\bar{m}}{Al}\right) \fallingdotseq L\left(\frac{\bar{m}}{Al}\right) = \frac{M}{Al} \qquad \text{--------------------}\ (14)$$

と考えてよいから

$$\Phi' = \frac{(L)_A\left(\frac{\bar{m}}{Al}\right)^A\left\{1-\left(L\frac{\bar{m}}{Al}\right)^{L-A+1}\right\}}{1-L\frac{\bar{m}}{Al}}\,\frac{A^A}{A!}\,p_0 \quad \text{or} \fallingdotseq \frac{(L)_A\left(\frac{\bar{m}}{Al}\right)^A}{1-L\frac{\bar{m}}{Al}}\,\frac{A^A}{A!}\,p_0 \quad (L\gg A) \qquad \text{-------}\ (15)$$

上式は乗降用ホーム，降車ホーム等すべてに適用される式であるから A, l, $L=\sum L_i$, $\bar{m}$ について Φ' の値を計算しておけば，A, l および L がわかったときのホームにおける待合せの生ずる確率をある限度以下にするための運転強度のきめ方，あるいは降車ホームにおいてこれを共用する全系統について L_i, m_i 及び l がわかったとき必要な容量 A の決定，また利用効率を論ずる場合などに応用される。2，3 の計算例について説明することとする。