V－11　バスターミナルの到着ホーム容量について

名古屋工業大学　正員　渡辺　新三
岐阜大学工学部　准員　○加藤　晃

最近のバス交通の発達はまことに目ざましいものがあり、市内交通のみに限らず郊外交通にも著しい発展を示している。しかしこれらバス交通の基本施設であるバスターミナルバス駐車場の整備はまだ殆んどなされておらず、之等の基本容量についても経験則によることが多い。しかし最近に至り交通の輻輳現象に確率論的な方法を用いてかなり合理的な解決が見られる様になって来た。特に駐車場の容量算定については車の出入現象に確率的平衡條件を応用して駐車場に駐車を希望する車の数と駐車場の容量が等しくなるように理論的な研究が示されている。バスターミナルの基本的な容量を算定するに当っても駐車時間がホーム占用時間となり、単位時間あたりの入車数は変化するが車の出入現象という点に於ては全く同一の現象であり、その解析に当っても駐車場の容量算定と同じ原理に基いて解析を進めて行くことができる。ただ駐車場の場合は駐車が出来ないとそこで駐車区画が空くまで待つ場合と他の駐車場に行く場合が考えられ、実際問題としては他の空いた駐車位置に車を駐めることが多いのであるがバスターミナルの場合はホームが全部塞がれている場合は空くまで待って入車する方式のみに限定される。従って待ち時間のFactorが大きく影響するからこの点を考慮に入れなければならない。本研究に於ては確率論的な駐車場の容量算定方式に待ち時間の條件を導入して到着ホームの基本容量を理論的に追反した。

一般にバスターミナルに入って来るバスの分布は、バスが個々に独立した運行をする限り離散性、独立性からポアソン分布に従う。又ターミナルでバスが客扱い等のためホームを占用する時間の分布はそのターミナルの性格により異るが、計算の便宜上指数分布として考えることにすると、ホーム占用時間がある時間 t を越える確率は $\exp(-t/b)$ となる。ここで b は平均ホーム占用時間である。この場合実際のホーム占用時間の分布函数を $g(x)$ とすれば

$$\int_0^{t_0} g(x)\,dx > \int_0^{t_0} b e^{-bx}\,dx \qquad (1)$$

式(1)が成立する様な t の範囲では指数分布で代用しても後述の計算値は安全側となり

$$\int_0^{t_0} g(x)\,dx < \int_0^{t_0} b e^{-bx}\,dx \qquad (2)$$

式(2)が成立するときは危険側となることに注意すべきである。しかるとき単位時間に入車するバスの平均台数を a とし、ある時刻 t の瞬間にホームに全く車の存在しない状態を $P(0)$ と示すことにすれば式(3)のように $P(0)$ が求められる。

$$\frac{1}{P(0)} = e^{ab} + \frac{(ab)^N}{(N-1)!}\frac{1}{(N-ab)} - \sum_{r=N}^{\infty}\frac{(ab)^r}{r!} \qquad (3)$$

ただし、ここで r はホームに入ることを希望する車数である。従って $r \leqq N$ のときはホームの運営はうまく行くが $r > N$ のときは $(r-N)$ 台が待合せをする。従って単位時間当りの待合せ時間の総和は $\sum_{r=N+1}^{\infty}(r-N)P(r)$ となる。これを平均着車台数で除せば平均待合せ時間 $\bar{t}$ が求められる。

$$\bar{t}=\frac{1}{a}\sum_{r=N+1}^{\infty}(r-N)P(r) \tag{4}$$

式(4)は $ab<N$ の條件のもとで式(5)のようになる。

$$\bar{t}=\frac{b}{(N-ab)^2}\frac{(ab)^N}{(N-1)!}P(0) \tag{5}$$

ここでプラットホームが全部塞っている場合 Δt 時間内に1台分のホームが空く確率は $N\Delta t/b$ となるから t 時間内に n 台分が空く確率は

$$e^{-Nt/b}\left(\frac{Nt}{b}\right)^n\Big/n!$$

となる。従って到着順にホームに着車できるものとすれば、輻湊状態が $r>N$ のときに到着した車が t 時間以上待たなければならない確率は式(6)のようになる。

$$P_{<t}(r)=\sum_{n=0}^{r-N}e^{-Nt/b}\cdot\frac{(Nt/b)^n}{n!} \tag{6}$$

式(6)では輻湊状態が r であることが判っているときの確率であるが、輻湊状態が r である確率は $P(r)$ で、毎単位時間に a だけ到着する車があるので t 時間をこえる待合せの確率 $P_{<t}$ は式(7)のようになる。

$$P_{<t}=\sum_{r=N}^{\infty}a\cdot P(r)\cdot P_{<t}(r) \tag{7}$$

之を計算すれば

$$P_{<t}=P(0)\frac{(ab)^N}{(N-ab)(N-1)!}e^{-(N-ab)t/b} \tag{8}$$

式(8)は待合せをする車、しない車全部を含めての平均待合せ時間 t を与えて、t 時間以上待つ車の確率を示すことになる。又 a, b が判っているとき t 時間以上待つ車の確率 $P_{<t}$ をあたえて N を決定する事もできる。即ち式(8)のうち a, b は調査によって判る値であり、N は計画容量となる値であるから、N, ab, t/b を変数として式(8)を計算し作表しておけば、バスターミナル計画に際して容量算定に非常に好都合である。そこで筆者等は作表因子として N, $P(0)$, ab, t/b をとり、ab は 0.2 から 10.0 までの 50 段階に、t/b は 0, 0.25, 0.5, 1.0 の4段階に分けて計算し、作表した。

従って実際のバスターミナルの到着ホームの基本容量を算定するときは a, b を観測又は推定して、t/b をあたえその時の N を取ればよいわけである。

尚、本研究は建設省建設技術研究補助金による研究の一部である。