

IV-397

ロジスティクスセンターの最適バース数に関する研究

京都大学工学部 学生員 石井 克尚
京都大学工学部 正員 谷口 栄一

関西大学工学部 正員 山田 忠史
関西大学工学部 正員 則武 通彦

1.はじめに

近年の消費生活の多様化に伴い、物流の小口化、多頻度化が進んできた。その結果、貨物自動車の積載率が低下し、交通量が增大したため、都市周辺では慢性的な交通渋滞や排気ガス・騒音などの環境問題が深刻になっている。その解決策として、高規格幹線道路と物流施設とが一体となった、広域物流ネットワークの形成が考えられる。本研究では、ネットワークの結節点となるロジスティクスセンターに注目し、その最適な規模を決定することを目的とする。

2.最適バース数決定モデル

ロジスティクスセンターの最適規模として、センター内に配置される最適なバース数を考える。最適なバース数とは、センター内で消費される総費用を最小にするバース数である。総費用は、次式で表される。

$$C_s = c_b TS + c_t T \bar{n}_s \quad (1)$$

C_s : バース数 S のとき、期間 T におけるセンター内の総費用 (円)

c_b : 1バースの1時間当たりの費用 (円/h)

c_t : トラック1台の1時間当たりの費用 (円/h)

T : 考察の対象とされる期間。T=24時間とする。

$\bar{n}_s$: バース数 S のとき、期間 T の間にセンター内に滞在するトラックの平均台数(台)

式(1)の $c_b TS$ はバース費用を表し、バースの建設費、維持・修理費、人件費等から成る。 $c_t T \bar{n}_s$ はトラック費用を表し、トラックの車輛費、維持・修理費、人件費等から構成されている。式(1)の両辺を $c_t T$ で割ると、

$$r_s = \frac{C_s}{c_t T} = \frac{c_b}{c_t} S + \bar{n}_s = r_{bt} S + \bar{n}_s \quad (2)$$

r_s : バース数が S の時、トラック1台あたりの日費用に対する、センター内で消費される日総費用の比率 ($=C_s/c_t T$)

r_{bt} : バース・トラック費用比率 ($=c_b/c_t$)

トラック費用は既知であるので C_s を最小化するバース数と、 r_s を最小化するバース数とは等しくなる。よって、最適バース数の評価基準として r_s を用いれば

よい。式(2)より r_s はターミナル内に滞在するトラックの平均台数 $\bar{n}_s$ の関数である。そこで、 $\bar{n}_s$ とトラフィック密度 a との関係を求める。

北大阪トラックターミナル内のある1社の荷扱場の調査より、到着分布はポアソン分布、またサービス時間分布については、路線車が2次アーラン分布に、集配車が指数分布に適合したり。一般的に待ち行列理論では、システムが $M/E_k/S(\infty)$ で記述される場合、 $\bar{n}_s$ に近似式を用いる。Cosmetatos による近似式を用いると総費用比率 r_s は次式のようになる。

$$r_s = r_{bt} S + \frac{a^{S+1}}{(S-1)!(S-a)^2} \left\{ \sum_{n=1}^{S-1} \frac{a^n}{n!} + \frac{a^S}{(S-1)!(S-a)} \right\}^{-1} \\ \times \left\{ \frac{1+(1/k)}{2} + \left(1 - \frac{1}{k}\right) \left(1 - \frac{a}{S}\right) (S-1) \frac{\sqrt{4+5S}-2}{32a} \right\} + a$$

(a : トラフィック密度)

(3)

式(3)に、トラフィック密度 a とバース・トラック費用比率 r_{bt} の値を代入し、総費用比率 r_s が最小となる S の値が最適バース数である。 a と r_s の関係を図1に示す。

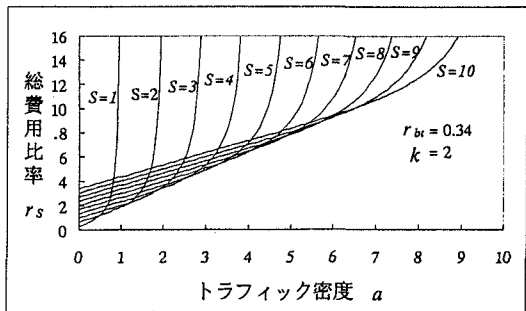


図1 トラフィック密度による総費用比率の変動(路線車)

将来的にバース設計を行う場合には、土地利用計画等から推定できる取扱貨物量 Q を用いてトラフィック密度 a を記述する必要がある。 Q と a の間には、次式の関係が成り立つ。

$$a = \lambda / \mu = Q / (RT) \quad (4)$$

λ : トラックの平均到着率 (台/h)

μ : トラックの平均サービス率 (台/h)

Q : 期間 T の間のセンター取扱貨物量 (t)

R : 1 バス当たりの平均荷役率 (t/h)

式(4)よりトラフィック密度 a が定まれば、式(3)を用いて総費用比率 r_s を最小とする S が決まる。路線車の場合、 $a=2.46$ なので調査を実施したターミナルの最適バス数は図1より4であることが分かる。同様に集配車の場合は $a=9.94$ で、最適バス数は12であった。さらに、ピーク時間近辺のデータのみを用いて最適バス数を算定したところ、路線側は11バス、集配側は23バスとなった。この数字は、実際にピーク時間に稼働していたバス数にほぼ一致している。

3. ロジスティクスセンターの最適バス数に関する分析

3.1 バス・トラック費用の変動

新規にロジスティクスセンターを整備する際には、バス費用が変化するものと考えられるので、前章で構築したモデルを用いて、バス・トラック費用が変動した場合の最適バス数の変化について分析を行う。路線車の、バス・トラック費用比率 r_{bt} と最適バス数との関係を図2に示す。

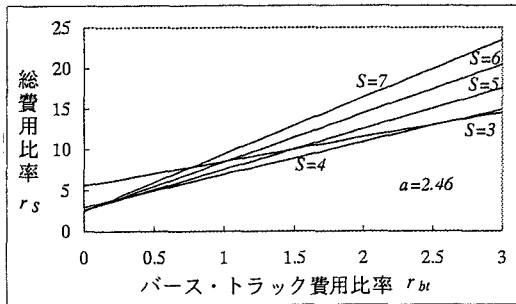


図2 バス・トラック費用比率と最適バス数との関係（路線車）

路線車の場合、前章で r_{bt} は0.34であったが、仮にバス費用が高くなって r_{bt} が10倍になったとしても最適バス数は1つ減るだけである。逆に r_{bt} が小さくなると、最適バス数の変化が大きくなる。バス費用が安価、もしくはトラック費用が高価になった場合、現状で最適なバス数よりもかなり多いバス数が必要となる。

3.2 荷役サービスの向上による効果

現在稼働中のトラックターミナルにおける荷役サービスは、必ずしも効率の良いものとは言えない。将来的には、荷役作業の機械化、荷姿の規格化が導入されることによって、荷役サービスが向上、つまりサービス時間が短縮されること及びサービス時間の規則性が向上することが考えられる。前者はサービス率の増加で、後者はサービス分布のアーラン次数を上げることで表現できる。図3に集配車の場合のトラフィック密度と最適バス数の関係を示す。

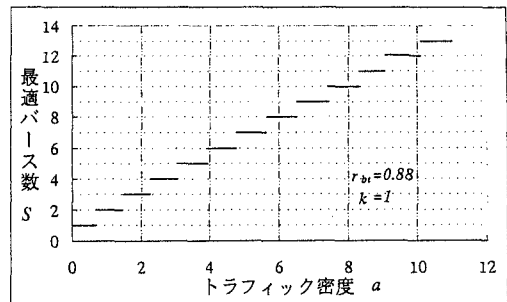


図3 トラフィック密度と最適バス数の関係（集配車）

平均サービス時間が現状の1/2になると、最適バス数は12から7に減少する。また、アーラン次数に関しては、3次以上になるとバス数が1つ減るということが分かった。現実にはどちらの効果も同時に現れることを考えると、荷役サービスの向上による効果はかなり大きいものと考えられる。

4. 結語

本研究では、ロジスティクスセンターにおける最適バス数決定モデルを構築し、実際に稼働しているトラックターミナルの現状における最適バス数を算定した。さらに、モデルのパラメータの値を変動させることにより、新規にロジスティクスセンターを整備する場合の最適バス数に関する知見を得た。その結果、荷役サービスの向上による最適バス数の削減効果が大きいことが分かった。

最後に、本研究を遂行するにあたって、建設省近畿地方建設局浪速国道工事事務所より、多大なるご協力を賜りましたことを、ここに記して謝意を表します。

1) 則武通彦、谷口栄一、山田忠史、井上健一：ロジスティクスセンターにおける最適バス数の決定、平成7年度関西支部年次学術講演概要