

京都大学工学部 正員 佐佐木 綱
 京都大学大学院 学生員 ○金近 忠彦

1. はじめに

輻輳する都市交通に対する解決策の一つとして、現在、東京・阪神両地域に都市高速道路が建設されている。都市高速道路は大量の都市内交通を処理する関係上、その料金体系としては、都心を中心とする均一料金圏を設け、その外側を区間制ないし距離比例制にするのが一般的であると思われる。本報告は、われわれが均一料金圏について考察し、さらに都市高速道路網の道路密度について考察した結果を述べるものである。

2. モデルによる定式化

つぎの2つの仮定を設けることによって、均一料金圏の持つ性質の定式化を試みる。

○都市の密度(本報告ではトリップエンド密度を考えている。)は、都心を中心とする同一円周上では一定であり、都心から遠ざかるにつれ指数曲線的に減少する。

○都心を中心とする放射環状路線から成る都市高速道路網を考え、均一料金圏としては、都心を中心とした円の内部を考える。(図-1)

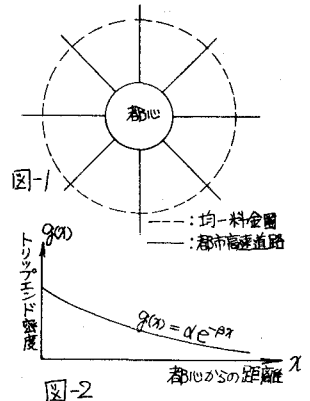
(1) 都市高速道路の利用対象トリップ数

都心より λ の距離にある地点のトリップエンド密度(単位面積当たりトリップエンド数) $g(\lambda)$ として、図-2の指数分布を仮定する。

$$g(\lambda) = \alpha e^{-\beta \lambda} \quad (1)$$

ここに α, β は定数である。

都市内交通の総トリップエンド数 $2T$ (総トリップ数 T)を用いると $2T = \int_0^{\infty} 2\pi\lambda g(\lambda) d\lambda = 2\pi\alpha/\beta^2$ であるから
 (1)式は、 $g(\lambda) = \frac{T\beta^2}{\pi} e^{-\beta\lambda} \quad (1')$
 と書ける。



トリップエンドが半径 λ の円内にある確率を M_1 とすると、これは、

総トリップエンド数に対する半径 λ の円内のトリップエンド数の比であると考えられるから

$$M_1 = \frac{1}{2T} \int_0^{\lambda} 2\pi\lambda g(\lambda) d\lambda = 1 - e^{-\beta\lambda} - \beta\lambda e^{-\beta\lambda} \quad (2)$$

したがって、トリップエンドが円外にある確率 M_2 は、

$$M_2 = 1 - M_1 = e^{-\beta\lambda} + \beta\lambda e^{-\beta\lambda} \quad (3)$$

都市高速道路の走行料金がゼロの場合、都心を中心とする半径 λ の円内の都市高速道路を利用するであろうトリップ数を利用対象トリップ数とよぶこととし、これは半径 λ の円内に少なくともODのいずれか一方を持つトリップ(図-3の T_1, T_2)に限られると仮定する。利用対象トリップ数 $X(\lambda)$ は、先の M_1, M_2 を用いて

$$X(\lambda) = T(M_1^2 + 2M_1M_2) = T\{1 - e^{-2\beta\lambda}(1 + \beta\lambda)^2\} \quad (4)$$

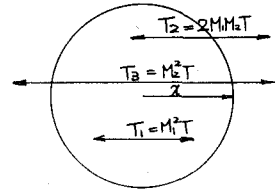
と表わされる。

(ii) 都市高速道路の利用率

実際には、走行料金 P が徴収されるため、利用対象トリップ数 $X(\lambda)$ のうち料金 P に見合う経済性を持たない車は、平面街路へ降りることになる。したがって利用率は $F(P)$ で示され、これは参考文献 (1) により

$$F(P) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} e^{-\lambda \left(\frac{P}{K\delta} + 2\ell' \right)} \quad (5)$$

図-3



である。ここに λ : 平均トリップ長の逆数 K : 高速道路利用による単位距離あたり短縮時間 δ : 車の時間価値 ℓ' : 高速道路へのアプローチ距離 μ : 定数

(iii) 都市高速道路の容量

以上 (i) (ii) で求めた利用対象トリップ数 $X(\lambda)$ に利用率 $F(P)$ をかけると半径 R の円内の高速道路利用車数が求まる。利用車数には当然交通容量の制限が加わるが、半径 R の円内の高速道路の容量を C の関数として表わすのが困難であるため、また、交通容量一杯になりやすいのは都心部の路線である事を考えて、つぎの都心部容量 C を仮定した。すなわち、都心を中心とする半径 R_c の円内を都心部として考え、この部分の高速道路を1日 C 台の車が走行すれば、どこかの路線が交通容量一杯となるような C を都心部容量として考えるのである。高速道路の放射路線本数を N 本とすれば、 C は

$$C = C_1 N + C_2 \quad (6)$$

ここに C_1, C_2 : R_c によって決まる係数

で表わされ、交通容量の制限条件は、

$$X(R_c) \cdot F(P) \leq C \quad (7)$$

で示される。すなわち均一料金 P は、(7) 式を満足する必要がある。

(iv) 均一料金圏の大きさや償還条件

現在の料金制度のもとでは、料金収入によって、建設費その他の道路サービス総費用を賄わなければならないため、均一料金圏(半径 R とする)の大きさはいくらでも大きくするというわけにはいかない。いま道路サービス総費用を

$$A = aNR + b \quad (8)$$

と仮定すると、償還条件は次式で示される。ここに a, b, k は定数である。

$$P X(R) F(P) = kA \quad (9)$$

以上、(i) ~ (iv) から均一料金圏(大きさ R 、料金 P) は、(7)(9) 式を満足する必要がある事がわかる。

3. (7)(9) 式の応用

都市高速道路を建設する場合、(7)(9) 式において未知数は N, P, R であり、他は都市固有の値であるから、何らかの方法で N を与えるならば、(7)(9) 式を等号の場合について解くことによって、高速道路の交通量が容量一杯となり、しかも償還可能な均一料金圏(P, R) を決定することができる。また都市高速道路の道路密度として、放射路線本数 N を考えるならば、均一料金圏半径 R が与えられている場合、(7)(9) 式を解くことによって適正と考えられる道路密度 N が求められる。

参考文献 (1) 佐佐木 綱 「阪神高速道路網における均一料金圏の決定」 高速道路と自動車