

Tanner型最適道路網に関する考察

京都大学 正 員 米谷栄二

" 学生員 ○福岡三郎

1. 街路網パターンの仮定

都市を円形と考え、これを同心円的に都心部と周辺部に分ける。そしてこの周辺部にはTanner型道路網を、都心部には放射環状型の街路網を適用し、下図に示すような3つのパターンを仮定して最適街路網を考察してみた。

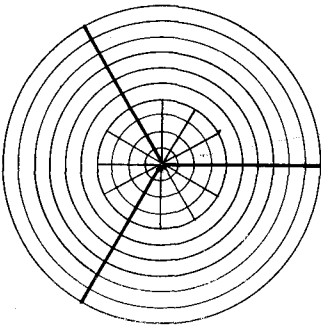


図-1 パターン1

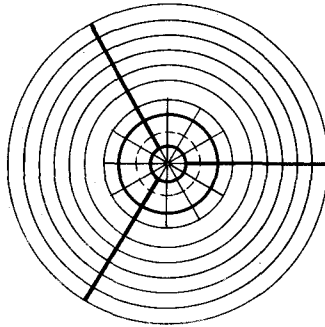


図-2 パターン2

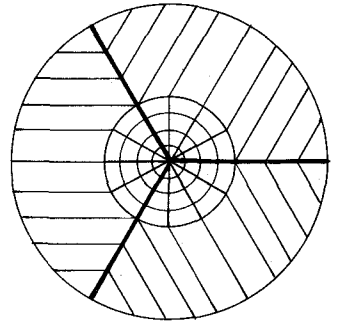


図-3 パターン3

2. 評価方法

本文でいう最適街路網の探索とは1トリップあたりの総費用(建設費用+走行費用)が最小となる放射幹線街路の本数 P を求めることである。しかしこの最適街路網は絶対的なものではなく、仮定されたパターンの中で最適ということである。そこで最適評価の計算を単純化するためにつぎのような仮定を設けた。

- i) ODパターンは都心集中型とし、トリップは周辺部で発生し、都心部で吸収されるものとする。発生密度関数は発生地点と都市の中心との距離 r をパラメーターとする指数分布($\mu e^{-\lambda r}$ トリップ/ Km^2/hour ; λ, μ は定数)とし、吸収密度関数は一様分布とする。通過、流出入交通は考えないものとする。
- ii) これらの密度関数は街路網の形態および時間の推移とは無関係で独立であるとする。
- iii) 各トリップは最短ルートで目的地に到達するものとする。
- iv) 街路は空間的広がりをもたないものとし、直線・曲線として扱う。

図-1では、都心周辺部にある幹線街路上の交通量 g は次式で与えられる。

$$g = 2 \int_0^R \mu e^{-\lambda r} \cdot \alpha \cdot R \cdot R dr = 2\alpha \frac{\mu}{\lambda^2} \left\{ (\lambda R^2 + 1) e^{-\lambda R} - (\lambda R + 1) e^{-\lambda R} \right\}$$

R : 都市の半径(Km) α : π/P

$r, R, \xi R$ ($0 \leq \xi \leq 1$): 放射幹線街路上の任意の点と都市中心との距離(Km)

都心周辺部にある放射幹線街路に対する総費用/トリップ A_1 を求めて次式をえる。

$$A_i = \frac{P \cdot R a}{T} \int_i^1 \frac{1 + b/a \cdot d\theta}{1 + d\theta} \theta d\theta, \quad (0 < i < 1)$$

T : 発生総トリップ数 (トリップ/hour) R : 都市部の半径 (Km)

$(a + b d\theta)/(1 + d\theta)$: 費用関数* (ペンス/台・Km)

一方、補助街路について θ は前述のようにして求めることができないが、密に配置されているから $\theta \approx 0$ とみなして、結局周辺部にある補助街路に対する総費用/トリップ B_i は

$$B_i = \frac{2P}{T} a \int_i^1 \int_0^{\alpha} 1 R \theta \cdot \mu e^{-\lambda R \theta} \cdot 1 R d\theta \cdot R d\eta$$

$$= \frac{P \cdot R a}{T} a^2 \frac{\mu}{\lambda^2} \frac{1}{\lambda R} \left[\left\{ (\lambda R i)^2 + 2(\lambda R i) \right\} e^{-\lambda R i} - \left\{ (\lambda R)^2 + 2(\lambda R + 1) \right\} e^{-\lambda R} \right]$$

となる。したがって周辺部における評価関数である総費用/トリップ C_i は次式で与えられる。

$$C_i = A_i + B_i$$

都市部に対する評価関数 C_2 も同様にして求めることができる。

このようにして、あるパターンについて評価関数 ($C_1 + C_2$) を最小にすることで最適な放射幹線街路の本数 P を求めることができる。

3. 計算例

都市の半径を 10 Km, 都市部の半径を 2.5 Km とし、総トリップ数 T を段階的に変化させたときの計算結果を表に示す。ただし S の値は環状幹線街路の最適本数をあらわす。

	パターン1 (図-1)						パターン2 (図-2)						パターン3 (図-3)					
λ	0.1			1			0.1			1			0.1			1		
総トリップ数	1	10	100	1	10	100	1	10	100	1	10	100	1	10	100	1	10	100
最適本数 P	50	8	50	50	8	30	50 S=2	15 S=2	25 S=4	50 S=2	15 S=2	30 S=5	7 8	4	7 8	35 50	15	10
総費用/トリップ ペンス ($\times 2 \times 10^4$)	0.722	0.564	0.416	0.442	0.383	0.294	0.745	0.510	0.321	0.465	0.327	0.209	0.727	0.657	0.608	0.695	0.690	0.671
平均トリップ長 Km ($\times 10^{-2}$)	0.739	0.847	0.739	0.450	0.523	0.458	0.717	0.765	0.722	0.428	0.455	0.417	0.746	0.770	0.746	0.697	0.699	0.701

上表よりわかるように、 $\lambda=0.1$ 、総トリップ数=314 (トリップ/hour) の場合、総費用/トリップについてはパターン1が最小値をとり、3つのパターンのなかでは最適となる。 $\lambda=1$ 、総トリップ数=314の場合と同様なことがいえる。 $\lambda=0.1$ および 1、総トリップ数=3140、および 31400 の場合には、パターン2が最適であることは容易にわかる。パターン3は全く最適とはならない。つぎに平均トリップ長を3つのパターンについて比較すると、パターン2は常に最小値をとるが、パターン3はほとんどの場合最大値をとることがわかる。したがって、総トリップ数が大きい場合に、3つのパターンのなかでは最も効率的であるといえる。

<参考文献>

*) J.C. Tanner "The Comparative Evaluation Of Idealised Road Networks" Road Systems Section, Road Research Laboratory (1968)