

都市高速道路の設置に関わる二、三の考察

京都大学工学部 正員 飯田 恭敬
横浜市役所 正員 平野 俊雄

1. はじめに

近年、わが国の大都市においては道路交通需要の増大にともなう、道路施設の増強が必要となり、それに対する手段として都市高速道路の建設が進められてきている。本報告では、都市高速道路の建設にあたって決定されるその配置について、まず最適な配置をもとめる場合の評価方法をのべる。この場合、最適とは都市高速道路の配置により得られる都市内自動車交通の総走行節約時間(台・時)の量が最大となる場合の配置を示す。また都市をモデル化し、その都市に都市高速道路を配置する場合の転換交通量を建設位置、設置されるランプ数、有料料金との関係において解析的にもとの、簡単な例によって計算を行い、上述の評価方法により、より最適に近い配置を求め、その結果について述べる。

2. 評価方法

ここでは一点核中心都市について都市部を中心として半径 r_c の位置に環状の都市高速道路を建設する場合について考える。その場合、都市高速道路への転換交通量は一般に、

$$g_c = f_n(r_c, n, E) \quad \text{----- (a)}$$

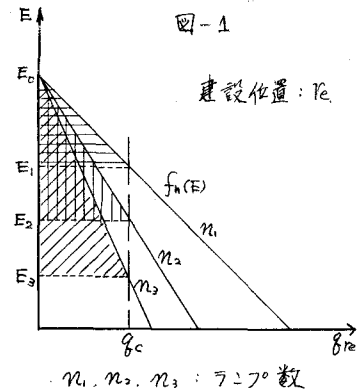
で表わされる。ここに r_c は建設位置、 n は設置されるランプ数、 E は有料料金とあらわす。つまり、縦軸に有料料金 E 、横軸に転換交通量 g_c の座標系で式(a)の関係式を表わくと一般に図-1のように各ランプ数に対して建設位置 r_c の曲線が描けるであろう。ここで建設位置 r_c にかける都市高速道路の交通容量 g_c が与えられ、またすべての転換対象交通に対して一定の時間価値をもつとすれば、この場合の各ランプ数に対して得られる総走行節約時間は、

$$\frac{1}{\delta} \cdot \int_{E_1}^{E_0} f_n(r_c, n, E) E dE \quad \text{----- (b)}$$

と求められる。同様にして建設位置 r_c をいろいろかえて総走行節約時間を求め、その中で最大となる場合の建設位置、ランプ数、有料料金と求める最適な都市高速道路の配置となる(式(b))は図から横軸に対する各斜線部分の面積のモーメントを示している)。他の都市形態、都市高速道路の配置形態についても同様にして評価することができるであろう。

3. 解析および計算例

ここで対象とする都市は一点核中心都市を考え、都市高速道路は環状1本の場合ととりあげ、都市高速道路への転換対象交通はそのトリップエンドが両端共に都市域内に存在する交通を考える。この場合、トリップエンドの存在確率の分布は都市部を中心として円座



部へ一様に指数分布($\frac{1}{2\pi} \cdot e^{-\lambda r}$) してゐるものと考え。また交通発生吸収ノードは都市域内に連続に分布してゐる考え、街路網は放射環状型道路が無限に存在すると考える。そして分布交通量は交通の発生地と目的地の交通発生吸収力によつてのみ決定されるとし、その交通は最短経路にすべて流れると考える。このようにモデル化された都市に1本の環状都市高速道路が配置された場合について、その転換交通量を解析的に求める。この場合、一般街路と都市高速道路の走行速度は交通量に関係せずそれぞれ一定とし、また都市高速道路へ転換する場合の条件は、転換することにより少しでも交通所要時間が節約できればすべて転換すると考える。また時間価値は転換対象交通すべてに対して一定とする。このようにして転換交通量を建設位置、ランプ数、有料料金との関係において解析的に求めると表-1のようになる(表-1は近似化して解析的にもとめてゐる)。この場合、都市域内の交通を図-2のように6種類の交通形態に分類してそれぞれについて求めた。そして表-2の場合について実際に計算を行ない、上述の評価方法を用いて評価すると、最適に近いと考えられる解は表-3の*印となる。但し本報告では建設量を考慮してゐない。

表-1 ランプ数 n 個、建設位置 r_c (r_c : 転換範囲の境界半径, λ, λ_0 : 発生・吸収係数に比例した値)

交通形態	転換範囲	転換交通量
N01	$2\pi r_c r_c^{-1/2}$	$n \cdot 2T \cdot \frac{2\pi}{n} \cdot \frac{1}{2} \int_{r_c}^R \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda x} \left\{ \int_{r_c}^x \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda y} dy dx + \int_{r_c}^x \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda y} dy dx \right\} dx$
N02	$2\pi r_c r_c^{-1/2}$	$n \cdot 2T \cdot \frac{2\pi}{n} \cdot \frac{1}{2} \int_{r_c}^R \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda x} \left\{ \int_{r_c}^x \int_{r_c}^y \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda y} dy dx + \int_{r_c}^x \int_{r_c}^y \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda y} dy dx \right\} dx$
N03	$2\pi r_c r_c^{-1/2}$	$n \cdot 2T \cdot \frac{2\pi}{n} \cdot \frac{1}{2} \int_{r_c}^R \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda x} \left\{ \int_{r_c}^x \int_{r_c}^y \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda y} dy dx + \int_{r_c}^x \int_{r_c}^y \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda y} dy dx \right\} dx$
N04	$2\pi r_c \pm 0.22$	$n \cdot 2T \cdot \frac{2\pi}{n} \cdot \frac{1}{2} \int_{r_c}^R \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda x} \left\{ 2 \int_{r_c}^x \int_{r_c}^y \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda y} dy dx + 2 \int_{r_c}^x \int_{r_c}^y \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda y} dy dx \right\} dx$
N05	$2\pi r_c \pm 0.22$	$n \cdot 2T \cdot \frac{2\pi}{n} \cdot \frac{1}{2} \int_{r_c}^R \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda x} \left\{ 2 \int_{r_c}^x \int_{r_c}^y \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda y} dy dx + 2 \int_{r_c}^x \int_{r_c}^y \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda y} dy dx \right\} dx$
N06	$2\pi r_c \pm 0.22$	$n \cdot 2T \cdot \frac{2\pi}{n} \cdot \frac{1}{2} \int_{r_c}^R \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda x} \left\{ 2 \int_{r_c}^x \int_{r_c}^y \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda y} dy dx + 2 \int_{r_c}^x \int_{r_c}^y \frac{\lambda}{2\pi} e^{-\lambda y} dy dx \right\} dx$

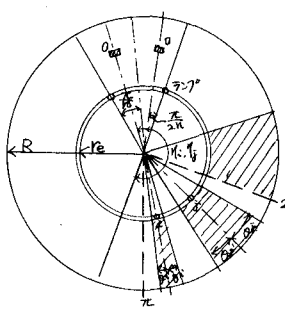
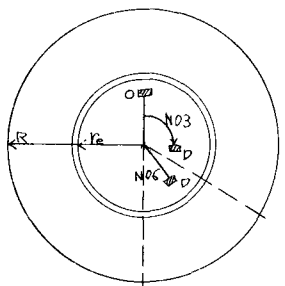
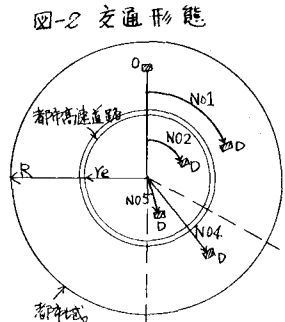


表-2 $T=200$ 万 $H=170$ 万: 昭和40年大坂市 $T=50$ 万 $H=170$ 万: 昭和40年の京都市

総 $H=170$ 万 T ($H=170$ 万)	λ	R (km)	r_c (km)	T_a (万/km)	T_c (万/km)	S (円/km)
200万	0.136	14	3.6, 9	20	60	600
50万	0.164					

表-3 $H=170$ 万の高速道路 $H=170$ 万の高速道路

$T=200$ 万 $H=170$ 万				$T=50$ 万 $H=170$ 万				$T=200$ 万 $H=170$ 万			
r_c	n	ΔT (分/時)		r_c	n	ΔT		r_c	n	ΔT	
9	無数	94万		6	無数	38万		9	無数	* 54万	
	12	* 110万			12	44万			12	42万	
	6	104万			6	45万			6	136万	