

目標計画法による大都市周辺の環状道路計画の方法

京都大学 正員 吉川和広
京都大学 正員 春名 攻
京都大学 学生員 〇小林梨司
京都大学 学生員 松元利徳

1)はじめに

本研究では道路交通を複数の計画目標にそって積極的に計画的に配分をするという立場から、道路機能の維持向上および沿道の環境保全という結果的に相反する2種の要求を可能な限り均衡のとれた形で満すような道路計画のための配分モデルについて考察を行なうことにする。すなわち、道路計画のプラスの機能を表わす尺度として、総走行時間・総走行費用をとりあげ、一方マイナスの機能を表わす尺度として「大気汚染」・騒音をとりあげ、これらすべての尺度を全体的にバランスよく望ましい状態に近づけるような配分状態を求めるためのモデルを目標計画法を適用して定式化する。

さらに具体的にK市の第二外環状道路計画を対象事例としてとりあげ計画情報を求めるといふ目的のもとに種々の実証的な考察を加える。さらにこのような計画的配分とは立場が異なる機能的配分法としての等時間原則による配分を行ない、これらの結果と本モデルで求めた結果とを比較検討し計画的配分の必要性と意義を示すことにする。

2)モデル化

①主要な前提条件

①本研究では都市周辺環状道路計画の中で特に市街地道路に流入している通過交通による状況の悪化を改善することが問題となっている場合をとりあげる。したがって配分計算の対象としては計画道路に關係する通過交通をとりあげることとする。②幹線道路により道路ネットワークを構成する。③既存道路リンクにおいて現在交通量から検討対象とする通過

交通と差し引いた残りの交通量を部分交通量とし、配分計算においては与件とする。④道路構造令に基づき各リンクの設計交通容量と設計速度を設ける。一般には設計交通容量内では設計速度以上でも走行する車も見うけられるが、ここでは物理的に設計速度は制限速度とされているとする。なお部分交通量のみで設計交通容量を越えているリンクでは設計交通容量を可能交通容量まで増加させると同時にそれに対応する走行速度を設計速度とする。

②目標の制約化

本研究では計画目標として総走行時間の減少・総走行費用の減少・大気汚染の減少・騒音の減少をとりあげる。その際当該目標間のトレードオフの關係をL字型効用関数の形でモデル化しさらに目標全体の改善の方向をGバクトルで示すことによりモデルの目的を定式化する。

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j \in L_i} T_{ij}^0 x_{ij}^0 - y_T + z_T = G_T \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j \in L_i} T_{ij}^0 x_{ij}^0 \leq g_T \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j \in L_i} C_{ij}^0 x_{ij}^0 - y_C + z_C = G_C \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j \in L_i} C_{ij}^0 x_{ij}^0 \leq g_C \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j \in L_i} a_{ij} x_{ij}^0 + b_P - y_{AP} + z_{AP} = G_{AP} \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j \in L_i} a_{ij} x_{ij}^0 + b_P \leq g_P \quad (p=1, \dots, n) \quad (6)$$

$$10 \log \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j \in L_i} x_{ij}^0 \right) + N_q - y_{Nq} + z_{Nq} = G_{Nq} \quad (7)$$

$$10 \log \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j \in L_i} x_{ij}^0 \right) + N_q \leq g_{Nq} \quad (q=1, \dots, m) \quad (8)$$

$$y_{\lambda T} = y_C / \lambda_C = \dots = y_{Nq} / \lambda_{Nq} \quad (9)$$

ただし T_{ij}^0 リンク (i, j) の方向に車1台あたりの平均走行時間, C_{ij}^0 リンク (i, j) の方向に車1台あたりの平均走行費用, x_{ij}^0 リンク (i, j) の方向の交通量, J_p 大気汚染のチェックを行なうリンクの集合, I_p リンクの集合, J_q 騒音チェックポイント q に關係のあるリンクの集合, N_b 定数 G が充分小, g : 許容水準, $\lambda = G - g$, y, z 満足水準からの

カイ離を示す補助変数

①物理的な制約条件

$$(連続条件) \sum_{i \in J(p)} x_{ij} - \sum_{j \in J(q)} x_{ij} = \begin{cases} -S_j & j \text{ が Source かつ } (10) \\ t_j & j \text{ が Sink かつ } \\ 0 & \text{その他} \end{cases}$$

$$(容量制約) x_{ij} + t_{ij} \leq Q_{ij} \quad (i, j) \in I \quad (11)$$

ただし t_{ij} : リンク (i, j) の方向 i の部分交通量, Q_{ij} : リンク (i, j) の交通容量, $J(p)$: ノード p を終点にもつリンクの集合, $J(q)$: ノード q を始点にもつリンクの集合

②目的関数

各目標の満足水準からのカイ離を示すものうち任意の1つを最小化することにより目標全体の不達成度をGベクトルにそって可能な限り小さくすることが出来る。ここでは便宜上 y_t を目的関数としてとりあげる。

$$Z = y_t \rightarrow \min$$

③解法

上記の目標制約条件のうち騒音に関する定式化が非線形式となっており、上記問題は非線形計画問題となっている。そこでこの問題を解くために Kelley の切除平面法を援用した手法を開発し用いた。Kelley の切除平面法が直接適用できないのは制約条件の凸性が必ずしも保証されていないためであるが、最適解が得られる保証はある。

④実証例

さらに具体例としてK市の第二外環状道路計画をとりあげ、その交通量配分問題に本モデルを適用し必要な計画情報を求めていくことにする。同時に等時間配分モデルを用いて配分計算を行ない本モデルの計算結果との比較検討を行なった。その計算結果の一部を図1, 2, 3に示すようにとりまとめることができる。なお計算にあたっては表1に示すような計画パラメータを用いてモデル計算を行なった。以上の結果より一般的にいえることは次のとおりである。①現在のネットワークに第

二外環状道路を建設することは市街地部および外環状線に流入している通過交通の軽減さらに総走行時間の減少にきわめて有効であるといえる。しかしながら第二外環状道路沿道では騒音が発生増大するため、これを環境基準以下におさえるための防音壁の設置が前提となる。

②いたずらに高規格(設計速度が80km/h)の道路を建設することは騒音を環境基準ぎりぎりまで高めるばかりか総走行時間を逆に増大させる結果となってしまう。したがって第二外環状道路の設計にあたっては騒音のための防音壁を設置して望ましい設計速度の60km/hを確保していく基本方針が必要であると考えられる。

③交通流モードライターの選好にまかせていくという方法をとれば当該道路で騒音が基準値を越した場合防音壁を設置し騒音をある程度低減することはできるが、それでもまだ環境基準を越してはっている。またときには経済性を犠牲にしなくてはならなくなる場合も全起している。この結果から通過交通の配分を行なうにあたっては積極的な姿勢から各目標にそった望ましい計画的な配分を行ない道路建設の目的を達成することの意味と重要性がわかる。

表1 各目標値

	満足水準	許容水準
総走行時間	328186	532515
総走行費用	3709637	5055579
騒音		
防音壁なし1	54	55
防音壁なし2	54	55
防音壁なし3	50	55
大気汚染		
防音壁なし1	10	12.9
防音壁なし2	2	10
防音壁なし3	2	10

図2 大気汚染と総走行費用の関係

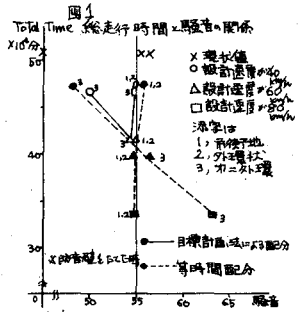
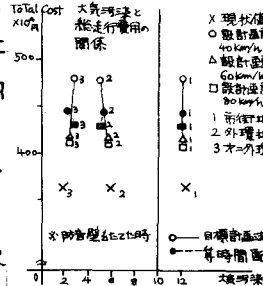


図3 道路の利用状況(防音壁あり・なし時)

