

目標計画法による広域的な幹線道路網整備計画問題 に関するシステム分析

京都大学工学部 正 員 吉川和広
京都大学工学部 正 員 小林潔司
京都大学大学院 学生員 〇川合紀章

1. はじめに

近年、大都市地域においては社会・経済の発展に伴って道路交通需要は著しく増加し、交通渋滞などの交通問題や、騒音や大気汚染といった環境問題が生じてきた。また、こうした諸問題を解決するために幹線道路の整備やバイパスの建設などの種々の道路施設の建設整備が行われてきた。このような状況に対して、地域における交通機能の向上とか、環境の改善を図っていくためには道路交通による都市群間の有機的関連関係に着目し、各都市群内の幹線道路網の整備や都市群間を結ぶ幹線道路の建設整備を同時に考えた広域的な立場から幹線道路網計画を策定していく必要があると考える。

そこで、本研究では広域的な幹線道路施設の整備問題を取りあげるとともに、交通機能の向上、環境の改善という複数の目標の均衡よい達成を目指した多目標の交通量配分モデルについて考察する。さらに、京阪神都市圏における広域的な幹線道路網計画を対象とした実証分析を行うこととする。

2. モデルの内容

①対象とする地域をそれを構成しているいくつかの都市群に分割する。それに対応して配分の対象とする道路網を都市内における幹線道路網と都市群間を結ぶ幹線道路に計画道路を加えて構成する。②各都市群では道路機能の向上という立場より「総走行時間への減」、「総走行費用への減」を、環境の改善という立場より「騒音への減」を計画目標として取り上げ、これらの複数目標を可能な限り

同時に望ましい状態に近づけるような交通配分モデルを定式化する。(部分問題) ③地域全体としては、それら各都市群の目標達成水準の最低のものを引きあげていき、結果的に地域全体の目標達成水準を上昇させる計画問題を考えることとする。(全体問題)

3. 定式化

(1)部分問題の定式化——ここでは前にも述べたように、分割された都市群($l=1, \dots, L$)ごとに、「総走行費用への減」、「総走行時間への減」、「騒音への減」という複数の計画目標を可能な限り望ましい状態に近づけるような交通量配分状態を求めるための配分モデルをL享型効用関数を用いた目標計画法により定式化する。

(a)物理的制約条件式

$$\sum_{k=1}^m x_k^l = R^l \quad (l=1, \dots, L) \quad \dots (1)$$

$$f_j = \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^m \delta(j, l, k) x_k^l \quad \dots (2)$$

ここで、 x_k^l はOD l ($l=1, \dots, L$)の経路 k ($k=1, \dots, m_l$)の経路交通量、 R^l はOD l のOD交通量、 f_j はリンク j のリンク交通量、 $\delta(j, l, k)$ はOD l の経路 k がリンク j を通過するとき1、それ以外は0の値をとる定数。

(b)目標制約条件式

$$(\text{総走行費用への減}) \sum_{j \in Q_0} C_j \cdot f_j - y_l^c + z_l^c = G_l^c \quad (l=1, \dots, L) \quad \dots (3)$$

$$\sum_{j \in Q_0} C_j \cdot f_j \leq g_l^c \quad (l=1, \dots, L) \quad \dots (4)$$

$$(\text{総走行時間への減}) \sum_{j \in Q_1} T_j(f_j) \cdot f_j - y_l^t + z_l^t = G_l^t \quad (l=1, \dots, L) \quad \dots (5)$$

$$\sum_{j \in Q_1} T_j(f_j) \cdot f_j \leq g_l^t \quad (l=1, \dots, L) \quad \dots (6)$$

$$(\text{騒音への減}) \quad (q=1, \dots, Q_s, \quad l=1, \dots, L)$$

$$10 \log_{10}(f_q) + 30 \log_{10}\{V_q^s(f_q)\} + N_q^s - y_l^s + z_l^s = G_l^s \quad \dots (7)$$

$$10 \log_{10}(f_q) + 30 \log_{10}\{V_q^s(f_q)\} + N_q^s \leq g_l^s \quad \dots (8)$$

(各目標の達成度の均衡をはかる制約式)

$$y_l^c / y_l^t = y_l^s / y_l^c = y_{l_1}^s / y_{l_1}^c = \dots = y_{l_{Q_s}}^s / y_{l_{Q_s}}^c \quad (l=1, \dots, L) \quad \dots (9)$$

ここで、 Q_L は都群 L ($L=1, \dots, L$)に属するリンクの集合、 $T_L(g)$ 、 G_L はそれぞれリンク g の走行時間関数、単位交通量当りの走行費用を表する。また、 $V_L(g)$ は都群 L 内の騒音チェックポイント g ($g=1, \dots, Q_L$)があるリンク g の走行速度、 N_L は騒音チェックポイント g に於ける定数、 G_L 、 g はそれぞれ各目標に関する満足水準、許容水準であり、 $\lambda = g - G_L$ である。また、 g 、 z は満足水準からの乖離を示す補助変数である。

(C) 目的関数

以上の制約条件のもとで補助変数 g 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の最小化を図る。

$$g_L \longrightarrow \min \quad (L=1, \dots, L) \quad \dots (10)$$

(2) 全体問題の定式化——全体問題では各都市群の目標達成度(z_L)のうち最小のものを引き上げることににより結果的に地域全体の目標達成度の改善を図ることとする。つまり、

$$z \leq z_L = \frac{g_L - g_L^0}{g_L^0 - G_L^0 (= \lambda_L)} \quad (L=1, \dots, L) \quad \dots (11)$$

$$z \longrightarrow \max \quad \dots (12)$$

(3) 解法——以上で定式化した問題は、非線形の制約条件式を含む非線形計画問題となり、この計画問題を切除平面法やMAP等の手法を用いて直接解くことはできる。しかし、本研究所でとりあげるような広域幹線道路計画問題の場合、配分の対象とする道路網は大規模となり、これを直接解くことは計算機の容量の問題から事実上不可能となる。そこで

本研究所でロネットワークディコンポジションの考え方にもとづいた効率的なアルゴリズムを開発した。紙面の都合上その詳細は講演時に発表することとする。

4. 実証的分析

本モデルを具体的に京阪神都市圏の広域的な幹線道路網計画に適用し実証分析を行った。その際に用いた入力情報を表-1に示す。さらにモデルの計算結果の一部を図-1に示す。これらの結果より明らかとなる主な点は①湾岸道路や近畿自動車道を建設整備することは大阪都心部に流入通過する交通を減少させることに有効であり、それにより大阪地域の総走行費用、総走行時間が減少し、大阪都心部の騒音の状態も改善できる。②山陽自動車道の整備は、播磨、神戸、大阪の各地域の総走行時間や総走行費用の面でいかに有効である。③京滋バイパスや京都第二外環状道路は京都市内へ流入する交通量の面でいかに減や京都地域の総走行時間の面でいかに減に極めて有効である。また京滋バイパスは滋賀地域の総走行時間の面でいかに減や大津市内の騒音の面でいかに減に有効であることがわかった。

図-1 交通量配分結果と目標の達成値 (●は騒音チェックポイント、○は騒音の達成値(db))

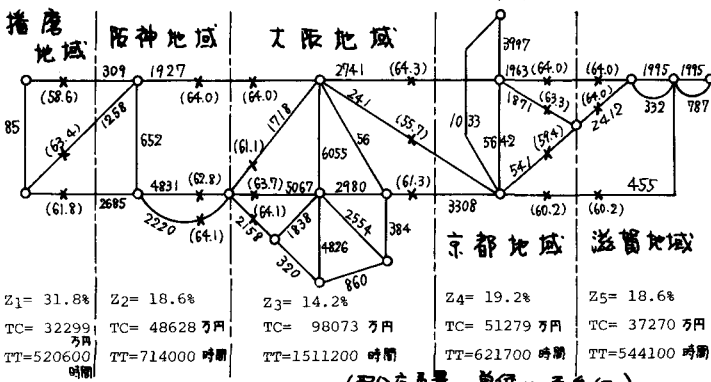


表-1 各目標・満足水準と許容水準

計画目標	満足水準	許容水準
TC (播磨)	32065	34000
(阪神)	39045	67000
(大阪)	90338	142000
(単位: 万円) (京都)	40793	56000
(滋賀)	35492	39000
TT (播磨)	483000	612200
(阪神)	757200	1056700
(大阪)	1426900	2502500
(単位: 時間) (京都)	462600	659300
(滋賀)	528100	1384500
騒音 (db)	60.0	65.0