

土地利用と道路網の整合性に関する研究

正会員 清田 勝

正会員 高田 弘

正会員 〇田 上 博

1. まえがき

最近、地方都市においても都市の発展に伴って、交通問題が重要な課題となっており、これを無視して将来の都市の在り方と考えることは難しくなりつつある。しかし、財源の乏しい地方都市においては、増大する交通需要に対して十分な容量をもつ道路網の整備はとうてい望めそうもない。そこで、既存道路網とどのようにしたら最も効率よく利用できるか、どのような道路投資と行うことが最も効果的かということと定量的に把握することが必要になってくると思われる。

本研究は土地利用の変化に伴って発生交通量がさらに増加すると期待される幾つかの候補地(ゾーン)と道路整備が必要であると思われる幾つかの道路区間(検討リンク)が考えられる場合に、道路網と最大限に活用するためには、どのような比率で土地利用の変化を許容すべきか、投資効果を最大にするためには、どのような道路区間から優先的に整備すべきかという点と明らかにする手法と提案したものである。また、これを実際に佐賀市に適用することによって、この手法の有用性と問題点と検討したものである。

2. 増加発生交通量と検討リンク

土地利用の変化によって発生交通量の増加が見込まれるゾーンを発生可能ゾーン、それらの発生交通量の増加量と増加発生交通量(ΔU_i)と呼ぶことにする。この増加発生交通量はその地区の土地利用の変化によって直接的に生じた発生量であり、他ゾーンの影響によって間接的に発生した交通量は含まれていない。また、現在のOD表に基づき、あるゾーン*i*から他のすべてのゾーンへの分布交通量の比率(行先先別比率)を求め、これを p_{ij} とする。 $\sum_j p_{ij} = 1$ ($i=1, \dots, n$) この p_{ij} が増加発生交通量についても変わらないものと仮定すれば、 $\Delta U_i p_{ij}$ が*i*ゾーンから*j*ゾーンへ分布することになる。

このとき、道路網に影響を与える一方方向りの分布交通量の増加分 ΔX_{ij} は次式で表わされる。ただし、発生可能ゾーンを1〜*m*、その他のゾーンを*m*+1〜*n*とする。

$$\Delta X_{ij} = \Delta U_i p_{ij} + \Delta U_j p_{ji}$$

また、道路混雑が激しく道路整備(幅員の拡張)が必要であると考えられる道路区間(リンク)を検討リンクと呼ぶことにする。

いま、道路網にはすでに現在のOD交通量が最短経路に従って流れていると仮定すると、土地利用の変化等によって新たに発生した交通量が使用できる容量はリンク容量と配分交通量の差、つまり残余容量に等しくなる。

まず初めに、各ゾーンの増加発生交通量 ΔU_i のトータル $\sum \Delta U_i$ を最大にするような、つまり道路網容量を最大にするような増加発生パターンを求め、次に、少ないコストで $\sum \Delta U_i$ をなるべく大きくするような、つまり投資効果が大きくなるような道路区間と抽出することが本研究の主要な目標である。

3. 問題の定式化

(1) 目標関数

(i) maximize $Z_1 = \sum_{i=1}^m \Delta U_i$ つまり、発生可能ゾーンの増加発生交通量の合計を最大にすることを目標とする。

(ii) minimize $Z_2 = \sum_{k=1}^K C_k l_k \Delta X_k$ つまり、道路整備に必要なコストを最小にすることを目標とする。

ここで、 C_k :リンク*k*と拡張するのに必要な単位長さ当りのコスト l_k :リンク*k*の長さ

$$\Delta x_k = \begin{cases} 1 & \text{リンク長が拡張される時} \\ 0 & \text{リンク長が拡張されない時} \end{cases}$$

(2) 制約条件式

(i) リンク容量に関する制約条件式 リンク長に新しく配分される配分交通量と f_k , リンク容量(残余容量)と g_k , 検討リンクにおける容量の増加量と Δg_k とすると,

$$\begin{aligned} f_k &\leq g_k + \Delta g_k & (1 \leq k \leq K) & \quad K: \text{検討リンクの数} \\ f_k &\leq g_k & (K+1 \leq k \leq L) & \quad L: \text{リンクの総数} \end{aligned}$$

が道路網を構成するすべてのリンクについて満足されなければならない。ここで, $f_k = \sum_{i=1}^{m_2} \sum_{j=1}^{n_2} p_{ij} \Delta u_i \delta_{kj}(k)$ と表わされるので, これを上記の制約条件式に代入すると次式のようにになる。

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{m_2} \left(\sum_{j=1}^{n_2} p_{ij} \delta_{kj}(k) \right) \Delta u_i - \alpha_k \Delta x_k &\leq g_k & (1 \leq k \leq K) \\ \sum_{i=1}^{m_2} \left(\sum_{j=1}^{n_2} p_{ij} \delta_{kj}(k) \right) \Delta u_i &\leq g_k & (K+1 \leq k \leq L) \end{aligned}$$

ここで, $\delta_{kj}(k)$: リンク長が k , j ゾーン間の最短パス上にあるば 1, そうでないとき 0 を採る。

α_k : リンク長の拡張による増加量

(ii) Δx_k ($k=1, 2, \dots, K$) の整数条件(0-1変数)

$$\Delta x_k = (0, 1) \quad (1 \leq k \leq K)$$

(3) 多目標計画問題

図-1 に示すように, 増加発生交通量の総和(Z_1)を増加させようとすると, 道路整備コスト(Z_2)も増加してしまい, Z_1 と Z_2 の同時最適化を達成することはできない。しかし, 比較的少ない費用で, Z_1 のかなり大きな増加が見込まれるので, Z_1 と Z_2 のトレードオフの関係を示す非劣解の集合(noninferior 曲線)を求めておくことが有用になってくる。そこで, 本研究では Z_2 の目標関数を次式のような制約条件式に置き換えることによって, 非劣解の近似解を求めたものの手法である拘束条件法を用いることにした。

$$Z_2 \leq l_i \quad \text{ここで, } l_i \text{ は } Z_2 \text{ の最小値と最大値の間の}$$

任意の値と採る。

4. 佐賀市への適用

本研究では上記の考え方を実際に佐賀市に適用してみた。

まず, 道路網を図-2 に示すようなネットワークに組み上げ, さらに, 全国街路交通情勢調査報告書に基づき市内を30ゾーンに分割した。つづいて佐賀市周辺部と10個の発着ノード(ゾーン番号31~40)にまとめ, 合計40個のノードと発着ノードと見なした。次に, 土地利用の変化等によって発生交通量が増加すると期待されるゾーンを6個, 道路整備が必要であると思われるリンク(検討リンク)を33本抽出した。

まず, リンクの集合を大きく3つに分類し, 道路構造令で使用されている可能交通容量等と参考にして, 表-1 に示すようなリンク容量を仮定し, 計算を行った。これらの計算結果は当日発表する。

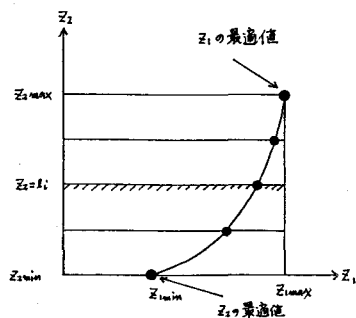


図-1 非劣解

道路区分	4車線道路	広幅員2車線道路	狭幅員2車線道路
リンク容量 日/台	62000	31000	24800

表-1 リンク容量(両方向)

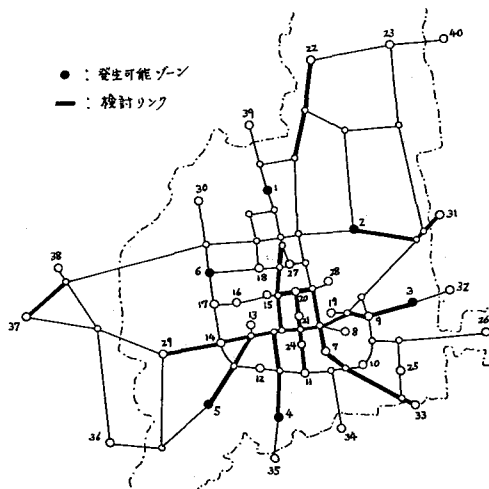


図-2 佐賀市のネットワーク図