

都市幹線街路網の交通流動変化に基づく最適地区流入交通対策検討システムの構築

An optimal countermeasures system of automobiles passing through a residential district
corresponding to trunk roads congestion

鈴木崇児* 田口博司** 宮城俊彦***

Takaji SUZUKI Hiroshi TAGUCHI Toshihiko MIYAGI

1.はじめに

住居地区への通過交通の流入は、幹線道路網の混雑が激しい区間の周辺で発生することが多く、地区交通計画と広域的街路網計画に跨る共通の課題となっている。もちろん都市交通計画においては、都市全体の幹線道路網計画と地区交通計画は相互関係を考慮して進められている。しかしながら、交通分野の研究としては、ネットワーク分析と地区交通分析は個別のテーマとして研究がなされてきた感がある。そこで、本研究は既存の交通量配分と地区交通計画に関係する諸研究の成果を生かし、相互の分析をシステムティックに結びつけることにより、住区への通過交通の流入対策を広域的な街路網計画と地区交通対策の両面から同時に視覚的に把握できるコンピュータシステムを構築することを目的とする。

2.住区内への通過交通の流入対策検討モデル

住区内への通過交通の流入に対しては、地区交通計画において居住環境を阻害する最も大きな要因として位置づけられ、道路網の段階構成を基本とした通過交通のサーキュレーション等によって対応策が練られてきた。しかしながら、図1に示すように、道路網の段階構成がある程度実現されている交通条件の下でも、幹線街路網の交通容量を交通需要量が上回り混雑が存在するときには、相対的に地区内を通過する経路の方が早い状況が生じて、通過交通が

住区内へ流入する場合がある。このような現象住区への通過交通の流入は、交通混雑が生じている幹線街路と住区内の区画道路の相対的な利便性を判断の材料としたドライバーの経路選択行動に基づく、ネットワーク均衡分析の枠組みでモデル化することができる。

一方、都市交通計画者の計画目標は、都市交通の円滑化と交通が住区の居住環境へ及ぼす悪影響を回避することである。それぞれの目的は、都市全体でみると、最適ネットワーク設計問題と最適整備地区割り当て問題として捉えることができる。概略的に言えば、これら2つの交通施策は、共通の予算をどのような配分で割り当てるかという、予算最適配分問題として統一的に捉えることができる。

さらに、地区交通対策や幹線街路整備を行うと、交通流動パターンが変化し、現状とは異なった箇所や規模で、住区への通過交通の流入が起こるいわゆるもぐらたたき現象が起きる可能性があるため、全体としてバランスのとれた交通整備を行うためには、ドライバーの住区への流入行動を含めたネットワー

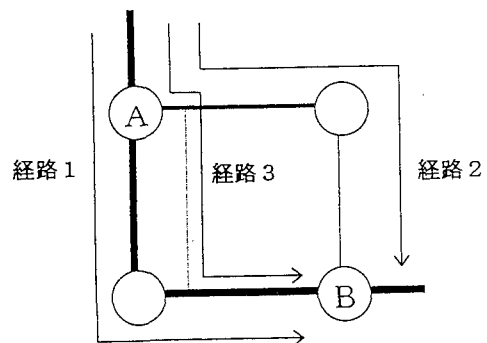


図1 住区通過交通の流入現象の概念図

* キーワーズ:

* 正員 中京大学経済学部

(〒466-8666 名古屋市中昭和区八事本町 101-2 T052-832-2151
F052-8357198)

** 非会員 (財) 岐阜県総合研究所

(〒500-8367 岐阜市宇佐南 4-8-16 T058-274-9555)

*** 正員 岐阜大学地域科学部

(〒501-1117 岐阜市柳戸 1-1 T058-293-2442)

ク均衡分析と最適道路整備計画を同時に分析する必要がある。

そこで、本研究では通過交通の住区への流入を考慮した最適街路網計画の枠組みを2段階最適化問題として定式化する。上位問題は、道路計画主体の政策問題であり、街路の容量と地区交通対策の組み合わせを政策変数として計画上の制約の下で総走行時間を最小化する。ここでのリンク交通量は、ドライバーの自由な経路選択の結果として得られる。また、計画に関して、住区内の通過交通に対する交通抵抗を一定以上に保って必要とされる居住環境を保証するという計画上の制約と決められた予算内で道路交通整備を行うという2つの制約が存在する。下位問題は、上位問題の制約となっており、計画主体の政策決定に対するドライバーの反応を交通量配分モデルとして定式化している。

$$U) \min \sum_{a \in A} t_a(\mathbf{Q}, \mathbf{a}, \mathbf{x}) \quad (1)$$

$$s.t. \sum_{a \in A, A} \sum_{s \in S} X_{as} c_{as} \leq C \quad (2)$$

$$X_a = 1, 0 \quad Y_a = 1, 0 \quad Z_a = 1, 0 \quad (3)$$

$$\bar{u}_{kj} - u_{kj} \geq \gamma \quad (4)$$

$$t_a = t_{a0} \left\{ 1 + \alpha_1 (x_a / Q_a)^{\alpha_2} \right\}, \quad a \in A \quad (5)$$

$$t_a = 60L(1 + \alpha_3 Y_a) / V + \alpha_4 Z_a, \quad a \in \bar{A} \quad (6)$$

$$Q_a = Q_{a0} + b_1 X_a c_a \quad (7)$$

$$L) \min \sum_{a \in A, \bar{A}} \int_0^{x_a} t_a(p) dp \quad (8)$$

$$s.t. \sum_{k \in K_{ij}} h_k = T_{ij} \quad (k \in K_{ij}, i \in I, j \in J) \quad (9)$$

$$x_a = \sum_{k \in K_{ij}} \delta_a^k h_k \quad (a \in A, \bar{A}, k \in K_{ij}, i \in I, j \in J) \quad (10)$$

$$h_k \geq 0 \quad (k \in K_{ij}, i \in I, j \in J) \quad (11)$$

A : 幹線街路のリンク集合

$\bar{A}$: 住区内街路のリンク集合

$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4)$: リンクパフォーマンス関数のパラメータ

$\mathbf{x} = (x_a)$: リンク交通量

$\mathbf{Q} = (Q_a)$: リンク交通容量

$t_a(\mathbf{Q}, \mathbf{a}, \mathbf{x})$: リンク a の所要時間

X_{as} : 幹線街路のリンク a を対策 s で整備するとき
1、そうでなければ0

c_a : リンク a に整備 s を行うための費用

C : 整備予算の上限

δ_a^k : リンク a が経路 k に含まれるとき1、それ以外は0

h_k : k 番目経路交通量

u_{ij} : ODペア i, j 間の最小所要費用

$\bar{u}_{ij}$: ODペア i, j 間の住区内街路のリンクを含む
経路の最小所要費用

γ : 住区内の交通抵抗の下限

T_{ij} : ODペア i, j 間の交通量

本モデルより、各交通需要の水準と限られた予算の中で行われる道路網計画に対してそれぞれの住区について通過交通流入に対する危険性を把握し、地区交通対策の優先順位が検討できる。

なお、住区内通過交通対策としては、速度を抑制させるため、シケイン、クランクのような車線形態の変更やランプや凹凸舗装のような舗装の変更から、完全に流れをコントロールする交差点の遮断、一方通行規制等の交通規制等がある。本モデルは、これらの各種対策について、対策地点毎に費用と効果を個別に定義した場合の定式化となっている。

3. 遺伝的アルゴリズムを用いた解法

最適配置問題の計算は、ネットワーク均衡問題を下位問題とする複雑な組み合わせ問題となるため、効率的な解法が望まれる。そこで、本研究では解法として遺伝的アルゴリズム(GA:Genetic Algorithm)を用いる。GAは、生物の進化の過程にヒントを得た比較的単純な基本原理を基にしており、ほとんどの最適化探索の問題に応用可能な枠組みであるといわれている。

ここでは、交通整備を実施する場所と対策の組み合わせを0と1からなる遺伝子列として表現し、より総走行時間が少ない遺伝子列の評価が高くなり、

次世代に残りやすくなるアルゴリズムによって計算する。初期配置としてランダムに数組の遺伝子列を発生させる。次に制約条件を考慮し交差、突然変異の操作を行う。ここで、各々の遺伝子列に対応する総走行時間をネットワーク均衡問題を解くことで計算し、総走行時間の小さい整備の組み合わせに高い評価を与える。評価の高い遺伝子列ほど増殖する可能性が高く、評価の低い遺伝子列ほど淘汰される可能性が高くなるように世代交代を行う。世代が更新されると、最初に戻り交差、突然変異の操作からの一連の操作を繰り返し、結果的に最も評価が高いものが最適な交通整備として採用される。

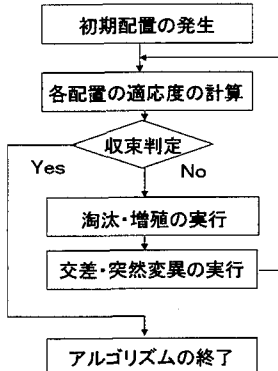


図2 GAの計算手順

4. 住区内通過認知所要時間のモデル化

住区内街路の走行については、幅員が細いことや見通しが悪いなどの理由から、実際の走行時間以上に、住区の通過には心理的な抵抗があるものと考ええる。そこで、ドライバーの経路選択要因となる住区内の街路の走行時間として、実所用時間に安全性や快適性を加味した式(6)の認知所要時間を用いる。この式の a_3, a_4 は、表1に示すように、右左折数、幅員など心理的な抵抗をあらわすパラメータであり、 a_3 はリンク全体の認知所要時間を増加させる要因に関係し、 a_4 は経路上の特定の地点において、所用時間を増加させる要因である。また、結果的に通過交通の流入対策は、物理的に速度を抑制したり、ドライバーに対して心理的な抵抗を与えることによって、通過交通に対する認知所用時間を大きくするものである。よって、対策を行った場合には、これらのパラメータが大きくなるように影響を及ぼすものとして表2のように設定した。

表1 住区内街路要素の認知所要時間への影響

住区内街路の要素	a_3	a_4 (min)
信号		0.4
幹線街路からの右折		0.5
補助幹線街路からの右折		0.3
:	:	:
右折		0.2
左折		0.15
一時停止		0.3
狭幅員かつ沿道が建物	0.2	
街路が見通しの悪いカーブ	0.25	
スクールゾーン	0.15	

表2 通過交通流入対策の認知所要時間への影響

通過交通流入対策	a_3	a_4 (min)
クランク	1.2	
スラローム	1.0	
ハンブ		0.5
:	:	:
イメージハンブ		0.3
交差点の舗装改良		0.3
狭窄	0.3	

5. 住区内流入交通危険地区検討システム

本研究では、住区への通過交通の流入対策を広域的な街路網計画と地区交通対策の両面から同時に視覚的に把握できるコンピュータシステムを構築することを目指している。このシステムは交通量配分により、道路網上の交通流動に対応した各道路区間の所要時間を算出するプロセスと、各道路区間の所要時間をもとに住区の通過交通に対する抵抗を計算し、通過交通が発生し易い危険地区を視覚的に把握できるように表示する2つのプロセスから構成される。

各住区の通過抵抗は、交通量配分の結果から各リンクの所要時間を取り出し、図3に示すように住区を挟むノード間について、住区の外周を走る幹線街路を走行した場合にかかる所要時間と、住区内街路を通過するための認知所要時間との差を計算することによって求められる。この値を高さとして各住区に割り当て立体図を作成することにより、各住区の交通抵抗を視覚的に把握できる。通過交通が流入しやすい住区は、通過交通抵抗の高さが低い住区であり、さらに同じ高さならば住区の面積が広い住区ほ

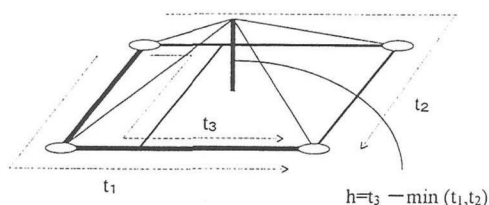


図3 住区内通過抵抗の概念

ど、通過交通が流入しやすくなっている。さらに、都市交通計画に必要な地理情報データ例えば、用途地域図、住宅地図、交通量配分図等をネットワーク上に作成した立体図にオーバーレイし、複数の計画情報を組み合わせることで、各地区の状況を考慮した広域的な視野を持った通過交通対策の検討が効率的に行えるようになる。

6. 岐阜市での通過交通流入危険性の検討

実際に岐阜市の長良地区にシステムを適用した結果を図4に示す。今後この地区は東海環状自動車道、岐阜環状線の開通に伴い、交通量の増加が予想されるため、交通量が現在の1.2倍になった時を想定し、各住区の通過交通流入危険性がどのように変化するかを検討してみた。

図4によると、交通量の増加によって、環状線の手前での交通渋滞が深刻化し、第1種低層住居専用地域である上土居地区にまで、通過交通が発生していることが読み取れる。これは金華橋通りを通じて市街へ向かう交通が、環状線手前の信号渋滞、また

環状線の混雑を避けようとして、住区内街路を利用したためである。また、長良橋通り以西の住区では、全体的に山が低く、通過交通に対する抵抗が少ないことが読み取れる。今回の分析では、各住区に対して地区交通計画を実施した場合の交通流動の変化と各住区の流入危険性の変化についても検討しており、ある地区への交通対策が、幹線街路網の混雑を介して別の住区への流入交通を誘発する結果も得られた。

7. おわりに

現段階では、地区交通対策の検討システムの概略はできあがったものの、分析の中心となる幹線街路交通流動を考慮した最適化問題については、定式化しただけに留まっている。よって、本校の後半で報告した事例は、対策の有無比較を行ったに過ぎず、今回の分析は、まだ不完全なものであるが、コンピュータの立体図を用いた分析が、地区交通対策の広域的な検討に役立つことは確認できたと考えている。

今後、最適化問題を解くことによって、最適な対策案が、幹線街路網の混雑や各地区の相対的な危険性のバランスについて、どのような状況のもとで生じるのかが明らかになるものと考えている。

参考文献

- 1) 天野、山中：住宅地の交通抑制のための道路網構成に関する研究、土木計画学研究6、1984。
- 2) 田口、鈴木、宮城：流入交通危険地区の視覚的検討ためのシステム、平成9年度土木学会中部支部講演概要集、pp627～628

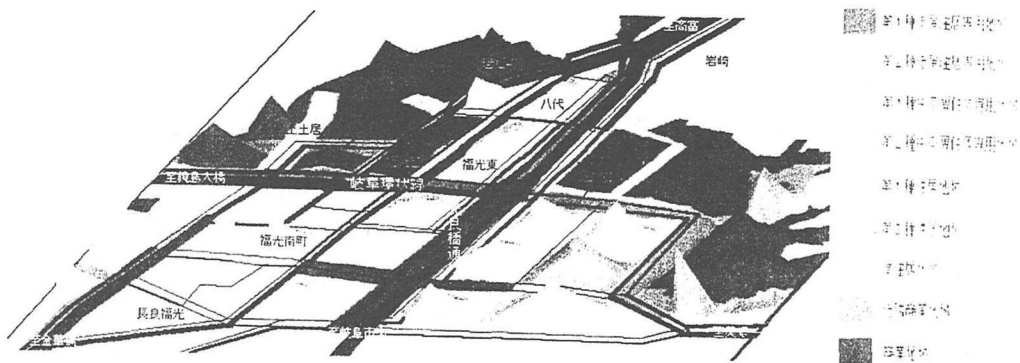


図3 岐阜市長良地区の周辺住区の流入交通抵抗