

高速道路無料化にともなう交通量変化

2002MM050 黒田 智章

指導教員 伏見 正則

1 はじめに

現在、静岡県では朝、夕の通勤、帰宅時に国道一号線が非常に混雑し利用者に不利益をあたえてしまっている。しかしその反面、渋滞のすぐ横を通っている高速道路にはまだ余裕がある。このような状況になるのは日本の高速道路料金が高額なためであり、この問題を解決するために高速道路の一律無料化を提案する。そこで本研究では静岡県内の道路データをもとに高速道路を無料化した際、本道路及びその周辺道路の交通状況の変化をシミュレーションし、高速道路無料化の有効性を検討する。

2 OD データと各点データ

本研究では無料化後の道路状況を予測するために OD データ (日単位) と道路上の点のデータ (時間単位) を組み合わせさせて予測をおこなう。

線形計画問題を解いて経路に流す最適な流量を求めるだけならば、OD データのみで解くことができる。しかし OD データは日単位、月単位で集計されているため、このデータを用いて求まる結果も日、月の平均になってしまう、しかし利用者にとって重要なことは一日の最も混雑する時間での道路状況であり、それを求めるために時間単位のデータが必要不可欠になる。

そこで本研究では高速道路とその付近を通る道路の交通量の合計は常に一定であると仮定し、OD データから日単位の最適な交通量配分を求める。第一段階では高速道路と周辺道路の流量比だけを求め、その後各点のデータから高速道路の任意の一点とそのすぐ横の道路の交通量の合計を調査し、第一段階で求めた流量比になるよう合計量を配分する。それにより朝の最も混雑する時間帯の道路状況の変化を調査する。

3 前提条件と仮定

- A すべての利用者が各道路に関する完全な情報を所持し、それぞれが最も早く目的地に到着できる経路を選択すると仮定する。
- B 神奈川県 静岡など他の県から静岡県に流れて来る量は静岡県からその県に出ていく量と同じと仮定する (県外から入って来る量のデータが入手できなかったため)。
- C 愛知県 ~ 神奈川県など静岡県を通り抜ける車は全て高速道路を利用するとする。
- D 本論文の研究対象となる高速道路、国道一号線、国道 362 号線、国道 246 号線、で交通量は無料化後も補完され、合計交通量は常に一定とする。

4 研究の流れ

手順 1 各都市内に設置した交通量の起終点となるノードから、隣のノードまでの距離を計る。

* ノード間距離の計算は株式会社アルプス社のプロアトラスを使用した。

手順 2 OD データをもとに高速道路周辺都市間の往来数を入力。

手順 3 全てのリンクの車線数を調査しそれぞれの交通容量 (次の節で説明) を求める。

手順 4 1,2,3 のデータをもとに全ての人の移動にかかる合計時間に関する線形最小費用流問題として定式化し、解を求める。それにより各道路の流量が求まる。さらに各リンクで高速道路とそのすぐ横を通る周辺道路の比率を求める。

手順 5 各点のデータからピーク時の高速道路とその横を通る道路の合計交通量を調査し、手順 4 で求めた比率になるように交通量を配分する。それにより無料化後のピーク時の各道路の交通量が求まる。

手順 : 6 手順 5 で求めたピーク時の交通時間から各々のリンクの平均速度を求め、無料化前のデータとくらべどのように変化したかを考察する。

* 交通量のデータは愛知県庁図書館、静岡県庁図書館、静岡県庁土木部から提供していただいた。

5 OD データを利用した均衡配分

5.1 記号の意味と定義

$OD(r,s)$: 出発点 r , 到着点 s

Ω : ネットワーク上の起終点ペアの集合

x_a : リンク a を通る交通量

X : x_a の集合

A : リンクの集合、各リンクは a で表す。

K^{rs} : 起点 r , 終点 s とし $OD(r,s)$ 間の経路集合を

K^{rs} , 添字 k で K^{rs} の k 番目の経路を示す。

f_k^{rs} : $OD(r,s)$ 間第 k 経路の経路交通量

Q^{rs} : $OD(r,s)$ 間交通量

C_a : リンク a の交通量がどの程度走行速度に影響を与えるかの関数。 C_a は車線数に比例し、本稿では高速道路を一律二車線とし以下のように設定する。

$$C_a = \begin{cases} 753 \times \text{車線数} : \text{高速道路} \\ 918 \times \text{車線数} : \text{国道一号線} \\ 1133 \times \text{車線数} : \text{一般道路} \end{cases}$$

とする。ただし、1つのリンク内で一部のみに車線数が異なる場合はその距離の割合 \times 車線数倍する [1]

$$\delta_{ak}^{rs} = \begin{cases} 1: \text{起点 } r, \text{ 終点 } s \text{ の第 } k \text{ 経路がリンク } a \text{ を含む場合} \\ 0: \text{ それ以外} \end{cases}$$

交通量が0の時リンク a を通るのに必要とする時間

$$t_a^0 = \left\{ \frac{\text{リンク距離}}{\text{設計速度}} \right\}$$

交通量 x_a のリンク a を通るのに必要とする時間

$$t_a^0(x_a) = t_a^0 \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{x_a}{C_a} \right)^\beta \right\}$$

α, β はパラメータであり, ここでは $\alpha = 0.96$, $\beta = 1.20$ として計算する.[2]

5.2 計算式

[目的関数]

$$\min Z(y) = \sum_{a \in A} y_a t_a(x_a)$$

[制約条件]

$$\sum_{k \in K^{rs}} f_k^{rs} - Q^{rs} = 0 \quad \forall (r, s) \in \Omega \quad (1)$$

$$y_a = \sum_{k \in K^{rs}} \sum_{rs \in \Omega} \delta_a^{rs} f_k^{rs} \quad \forall a \in A \quad (2)$$

$$f_k^{rs} \geq 0 \quad \forall k, \forall (r, s) \quad (3)$$

5.3 計算結果

表1 高速道路比率

	上り	下り
愛知以降～三ヶ日	0.673	0.676
三ヶ日～細江	0.906	0.770
細江～浜松	0.687	0.695
浜松～磐田	0.734	0.729
磐田～袋井	0.697	0.667
袋井～掛川	0.730	0.740
掛川～菊川	0.676	0.698
菊川～金谷	0.744	0.686
金谷～島田	0.677	0.625
島田～藤枝	0.539	0.669
藤枝～焼津	0.424	0.474
岡部～静岡	0.712	0.721
静岡～清水	0.516	0.521
清水～由比	0.543	0.630
由比～浦原	0.486	0.556
浦原～富士市	0.509	0.579
富士市～沼津	0.728	0.730
沼津～三島	0.547	0.600
三島～裾野	0.680	0.693
裾野～御殿場	0.730	0.737
焼津～岡部	0.669	0.611

一部例外はあるがインターチェンジがある都市ではおよそ7割, 無い都市ではおよそ5割の交通量が高速道路側に流れている。都市の規模が小さい程, 高速道路の比率は高く(三ヶ日, 細江間など), 規模が大きく一号線のみでしか行くことができない都市ではその比率は大きく下がる(藤枝, 焼津間など)。

5.4 各点データを利用した比例配分

各点データから周辺道路と高速道路の合計交通量を調査し, 表1の結果になるように比例配分すると, 各々の道路のピーク時の交通量と走行時間が求まる。更に各リンク

の移動時間を, そのリンクの距離で割ることにより平均速度(km/h)が算出される。算出された平均速度から無料化前の平均速度の差をとり, 平均, 標準誤差を計算すると以下のようなになる

表2 基本統計量

	高速上り	高速下り	周辺道路上り	周辺道路下り
平均	-5.29	-5.20	6.23	5.16
標準誤差	5.20	4.66	5.89	3.52

上の表より一号線の平均速度を上げると, 同程度高速道路の平均速度が下がっていることが分かる。これは高速道路を移動する方が一号線にくらべ移動距離が短くて済むため, 比率が高速道路の方が多くにもかかわらずこのような結果になることが予測される。更に標準誤差が大きいため無料化が影響する地域とそうでない地域の差が大きいために分かる。これにより高速道路側では速度が出せる区間とそうでない区間の差がひろがり安定した速度を維持することができなくなっていることが分かる。

6 研究方法の考察

本研究ではODデータと各点データを使用してシミュレーションを行った。時間単位の予測ができるという点でこの方法は有用であるが, いくつかの問題が発見された。始めにODデータと各点データのずれの問題がある。本研究でも, ODデータの交通量は多いが, 各点データを見るとそれらの都市を結ぶ道路の交通量は少ないことがあり, それが原因で正しい予測ができなくなることがあった。次に, 高速道路とその周辺道路の合計交通量は無料化後も補充される, という仮定についてである。これは本研究のように大きな道路が少ない地域で使用の上では, それほど問題にはならないが, 経路選択の対象となる大きな道路が何本もある地域では, 正確な予測を立てるためにそれら全てを周辺道路とせざるをえなく, 平行する周辺道路の数が増えることで飛躍的に経路が増え, 計算を困難にさせることがある。本手法を用いる上で以上のことに注意して使用しなくてはならない

7 まとめ

高速道路の平均速度をすこし落すことにより, 国道一号線の渋滞をおおきく緩和できることを期待して高速道路無料化後の道路状況をシミュレーションしてみたが, 多くの箇所では一号線の渋滞を緩和できた, かわりに高速道路の一部区間で渋滞がおこった。その結果速度を出せる区間と出せない区間の差が拡がり, 長距離を移動する人が安定して走行することができなくなることが分かった。よって一律の無料化は有効な策ではなく, 無料化前に渋滞する区間を調査しなんらかの対策を立て, 交通量を制限させる必要がある

参考文献

- [1] 鳥川陽一, 林美沙, 田口東: 首都高速道路の環状線建設による混雑の緩和予測, オペレーションズ・リサーチ, 2001年3月号, pp.27-36.
- [2] 溝上章志, 松井寛, 可知隆: 日交通量配分に用いるリンクコスト関数の開発. 土木学会論文集, No.401, pp.99-107, 1989.