

高速道路単路部における 連続的な交通容量推定手法とその有効性

小谷益男¹・古市朋輝²・児島正之³・岩崎征人⁴

¹正会員 千代田コンサルタント 総合計画部 (〒102-0072 東京都千代田区飯田橋3-3-7)
E-mail: m-kotani@chiyoda-cc.co.jp

²学生会員 工修 武蔵工業大学 工学研究科 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1)
E-mail: g0075001@eng.musashi-tech.ac.jp

³正会員 千代田コンサルタント 総合計画部 (〒102-0072 東京都千代田区飯田橋3-3-7)
E-mail: m-kojima@chiyoda-cc.co.jp

⁴正会員 工博 武蔵工業大学教授 都市基盤工学科 (〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1)
E-mail: miwasaki@eng.musashi-tech.ac.jp

この論文は、従来高速道路の交通容量の推定が定点における映像観測や車両感知器による収集データに依存していた手法を改良した試みについての報告である。とくに、映像観測では、交通容量状態が出現する日時や地点を予測して観測に臨む必要があった。このため、多くの労力とコストをかけたにもかかわらず目的とする交通状態を観測できないといった不都合が発生することもあった。また、車両感知器は対象道路区間の多地点で大量のデータを一時に収集できる利点を有しているものの、反面、設置地点が限られており、その地点が必ずしも交通容量上の隘路となっているわけではない。本研究では、従来の方法におけるこのような短所を補完する手法を提案し、実在道路上で実車走行実験を行って推定した交通容量の有効性を検討した。

Key Words : estimation of capacity, motorway, bottlenecks, running car test

1. はじめに

従来、高速道路の隘路の交通容量を把握するにあたっては、渋滞が発生し易い日時・地点を予め調査したうえで、ビデオカメラを用いた交通流の観測や車両感知器の交通流データなどを用いて行う必要があった。とくにビデオによる観測では、多くの労力や費用がかかるにもかかわらず、観測実施時に交通需要が少なく、渋滞が発生しないことや、突発的に発生する交通事故などによって、目的とする交通現象を観測できない場合もある。

車両感知器は、都市間高速道路の大都市周辺部においては、比較的密に設置されてきている。このため、交通流現象を把握する場合、多地点の車両感知器から交通流データを一時に大量に入手できるようになった。しかし、車両感知器は等間隔で設置されているため、設置地点と隘路とが必ずしも一致しているわけではなく、車両感知器のない隘路で交通流現象を把握するためには、先に示したような観測が必要となる。

道路の交通容量を知ることは、計画・設計および運用上基本的な事柄である。ことに、交通渋滞対策案を実施する上で、隘路の交通容量を知ることは重要である。交

通容量は地点によって異なることが知られている。このため、現在顕在化している隘路の直近下流に、この隘路よりやや交通容量の大きな地点が存在する可能性がある。このような地点は直近上流にある隘路の交通容量よりやや大きいことから交通渋滞は発生しにくい。このような地点をここでは潜在隘路と呼ぶこととする。潜在隘路を知ることまた、渋滞対策を実施する上で重要な意味を持っている。なぜなら渋滞対策を実施するにあたっては、当該隘路だけでなく、この隘路を含む直近上・下流道路区間の交通容量を把握しておくことが不可欠となるからである。

しかし上述したような従来の交通流観測では、潜在隘路の交通容量を観測し、推定することはできないし、また推定するための手法はほとんど提案されてこなかった。

本論文は高速道路単路部の交通容量に関して、実車走行実験を行って得られる追従車頭時間を用いて、対象となる道路区間の交通容量を連続的に推定する新たな手法を提案したものである。さらに、この手法を実際の高速道路に適用し、推定した交通容量の妥当性について検討し、その有効性を示した。

なお本論文で推定対象としたのは、分離4車線高速道路の片側2車線の交通容量である。

2. 2車線交通容量の推定方法

この論文で推定の対象とした交通容量は、渋滞発生直前に出現する最大交通流率（越らの示した Level A の状態¹⁾）である。渋滞発生直前には、大部分の車両が追従走行する交通状態が発生する。著者の一人は過去において試験走路上で実施した追従実験²⁾で、追従車両の平均車頭時間から推定した交通流率が、首都高速道路の隘路の交通容量と近似した値をとると報告した。ここで提案する実験方法は、この追従実験を踏襲したものである。また本手法は、越らが渋滞するサグと、しないサグを分類するために行った交通流率変動の分析³⁾を、より長い道路区間に拡張したものである。すなわち、観測の対象となる道路区間において実車による追従実験を行って推定された交通流率が、区間内にある任意地点の交通容量にほぼ一致、あるいは高い相関を持つという仮説に基づいている^{4), 5), 6), 7)}。

交通流率の算定式を式(1)と(2)に、交通容量推定のアルゴリズムを図-1に示した。

$$h_i = (Sp_i + L_{i+1}) / V_i \quad (1)$$

$$q = 3,600 / h_i \quad (2)$$

ここに、

- h_i : 追従車両の車頭時間 (sec)
- Sp_i : 追従車両の車間距離 (m)
- L_{i+1} : 先行車両の車長 (m)
- V_i : 追従車両の速度 (m/sec)
- q : 交通流率 (pcu/h/lane)

である。

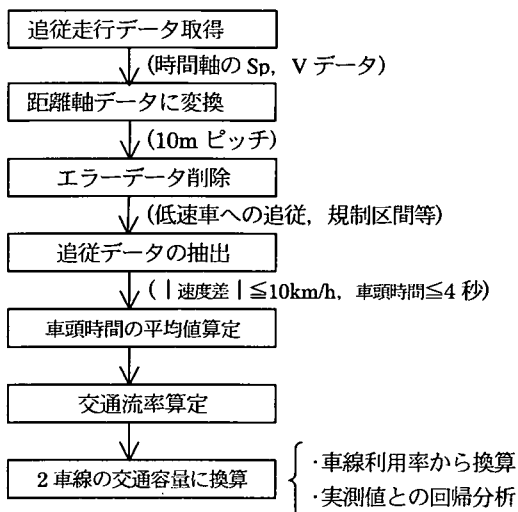


図-1 交通容量推定アルゴリズム

追従実験の結果から得られる交通流率を、2車線の片側断面交通容量に変換する方法として、次に示す二つの方法を採用した。

(1) 車線利用率の経験値から推定する方法

ここで提案する2車線の交通容量推定法の一つは、これまでの多量のデータ蓄積から経験的に知られている2車線道路の車線利用率を用いるものである。自由流領域の交通容量状態における2車線の車線利用率は、これまでの多くの経験⁸⁾から、走行車線と追い越し車線との比が概ね40:60であるとされている。この車線利用率の経験値から2車線の交通容量推定式として次の式(3)を得る。

$$Qc = 100/60 \cdot q \\ \approx 1.667 \cdot q \quad (3)$$

ここに、

Qc : 片側交通容量 (pcu/h/2lane)

q : 交通容量状態における追い越し車線の交通流率 (pcu/h/lane)

である。

(2) 車両感知器設置地点の実測値との関係から推定する方法

上述したように、都市間高速道路の隘路近傍に車両感知器が設置されている箇所は必ずしも多くない。しかし、この短所を補うために交通容量観測のための道路区間を長く取るならば、当該道路区間の中に含まれる車両感知器設置地点数は増える。その結果、当該道路区間に複数の隘路と隘路近傍に設置されている車両感知器の数を増やすことができる。この種の実験が可能であるならば、複数の車両感知器によって既に得られている隘路の交通容量の値と走行実験から推定される交通流率との関係から、実験式を導くことができるはずである。

このような前提から、次の式(4)を得ることができる。

$$Qc = f(q) \quad (4)$$

ここに、

$f(q)$: 回帰によって得られる実験式

である。

3. 走行実験の概要とデータの集計

(1) 実験概要

実車走行実験は、比較的短い道路区間に複数の隘路が集中している中央自動車道八王子IC~大月IC間約

45kmの道路区間で実施した。なおこの走行実験は日本大学（前越研究室）、武蔵工業大学（計画・交通研究室）および（株）千代田コンサルタント三者が共同で実施したものである。

走行実験には2台の乗用車を用い、自由流状態での追従走行を行ったものである。実験では、道路交通法を遵守する意味で、主として走行車線を走行する様に先行車両の被験者に指示を与えたが、低速車がいた場合には追越車線を走るように指示した。結果的に得られたデータは走行車線と追越車線のデータが含まれているが、渋滞発生直前の交通状態における追い越し車線の走行状況は、高速での追従走行である。このことから走行車線で高速追従を行うことで、同一の交通状況下での追従状態を再現できると考えた。

表-1 調査概要

| | | |
|------|--|---|
| 調査日時 | 平成11年8月2日(月)～8月6日(金) | |
| 時刻 | 8:30～17:30 | |
| 調査地点 | 中央自動車道(八王子IC～大月IC:45km) | |
| 調査方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・被験者は2人1組で、先行車と追従車それぞれ一往復走行 ・調査車両には被験者1名と指示員1名、計測員1人の合計3名が乗車 ・指示員がトランシーバーを用いて走行をコントロール | |
| 走行条件 | 基本的に走行車線とし、低速車がいた場合は追い越し車線を走行 | |
| 被験者 | 運転経験が比較的長い20代の男子学生、1日6名×5日間=30名 | |
| 調査車両 | 先行車 | 追従車 |
| | 日産プリメーラ | 日産ローレル |
| 調査項目 | 速度 アクセル開度 | 速度、アクセル開度、車間距離(三菱ダイヤモンドACC用レーザー車間距離計使用:サンプリング2Hz) |
| | (サンプリング5Hz) | |



図-2 実験車両(追従車)とレーザー車間距離計

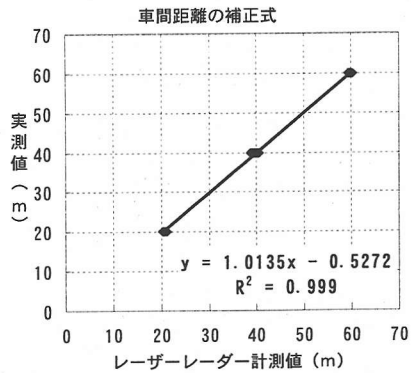


図-3 車間距離の補正式

追従車両の被験者には可能な限り前車に追従して走行することだけを指示した。先行車両の被験者に対しては普段どおりの運転を行うように指示した。なお取得される実験データへの影響を考慮して、先行車および追従車の被験者には実験目的そのものは伝達していない。

表-1には実験実施日時、実験車両および被験者属性などを示した。

(2) データ集計

走行実験では、0.5秒ごとの追従車間距離(S_{p_i})および追従速度(V_i)を計測した。速度はタイヤの回転数から速度に変換する方法を用いた。追従車両の車間距離は、追従車のフロントグリルに取り付けたレーザー式車間距離計を用いて計測した。図-2は日本大学所有の実験車両(追従車)とレーザー車間距離計の設置状況を示している。

レーザー車間距離計は三菱ダイヤモンド用のアダプティブクルーズコントローラーのものを流用した。追従車両のフロントグリルに取付けられたレーザーレーダーヘッドからは、0.5秒毎に80本のレーザーが水平方向12度の角度(0.15度間隔)で発信される。分析に用いた車間距離は、レーザー距離計から得られた実測値と追従車に搭載したビデオカメラから得られた映像に写っている先行実験車の位置を目視によって確認した上で、データを選択・抽出した。

レーザー式車間距離計の計測値は、予備実験で車両静止時のレーザー車間距離計表示値と、巻尺によって計測した値との回帰式によって補正した。図-3は予備実験で得られたこれら2つの計測値の関係を示したものである。レーザーは、指向性が高く、風などの外乱の影響を受けにくいので、著者らはここに示された関係からみて、レーザー車間距離計の精度は、実験で得られる速度の精度

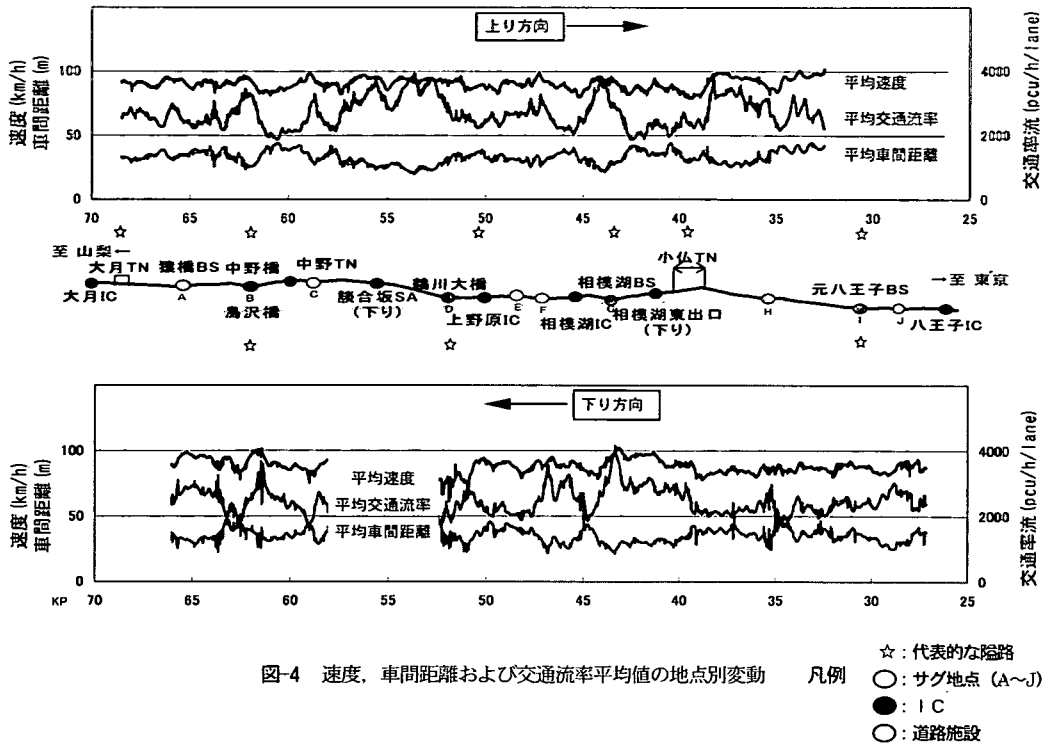


図-4 速度、車間距離および交通流率平均値の地点別変動 凡例 ☆: 代表的な隘路 ○: サグ地点 (A~J) ●: IC ○: 道路施設

を勘案した時、実験目的に即して十分なものであると判断した。

実験で取得された0.5秒ごとの2つの状態量(車間距離と速度)を距離軸上にプロットした上で、2つの状態量を以下に示す式(5)を用いて平滑化した⁹⁾。

$$D_{p_i} = \alpha \cdot D_{p_{i-1}} + (1 - \alpha) \cdot d_{p_i} \quad (5)$$

ここに、

- D_{p_i} : 平滑後の車間距離あるいは速度
- α : 平滑化係数 (0.6)
- $D_{p_{i-1}}$: 0.5秒前の平滑後の車間距離あるいは速度
- d_{p_i} : 現在の実測車間距離あるいは速度

このようにして距離軸上にプロットされた追従車速度と車間距離を10m毎に読み取り前出の式(1)に代入することで、10m毎の追従車頭時間(h_i)を算出した。この追従車頭時間を式(2)に代入して、10mごとに交通流率を算出する。

なお、試験走行1回ごとの速度と車間距離は、前車だけでなく、同時に周囲を走行している一般車両にも影響を受けるために、10mごとの各状態量(速度、車間距離、交通流率)には全被験者の平均値を用いることとした。

なお、平均交通流率算出に用いたデータは、図-1に示すように道路および走行中の条件によって生じたエラーデータを除いた。本実験でエラーデータと見なしたものは、低速車への追従や工事などによる規制区間走行時に得られたものである。このため、10m毎の平均値はすべて同一の有効サンプル数で算出されたものではない。30回の走行データ中、上述したエラーデータを差し引いた有効サンプル数は地点によって異なるが最小5、最大7であった。

有効サンプル数が非常に少なくなった理由は、運転経験の比較的に長い被験者を選定したものの、20代の学生の中には安定した追従走行ができなくて、追従車間距離が大きく変化してしまうものや、欠測のためデータが連続的に取れていないものを削除したためである。

図-4はこのようにして得られた有効サンプルから得られた、上下各線の10m毎の車間距離、速度および交通流率の平均値の空間的な変化である。

(3) 演算結果

この実験では、下り線談合坂サービスエリア(SA)を基地とした。このため、実験車両が基地への出入走行を行った52kp~57kp間のデータは分析対象から除外している。図-4の下り線にある空白域がこの区間である。同時にこの図には実験区間全体の縦断線形形状の概略と、平

成 11 (1999) 年に 5 回以上の交通渋滞が発生した地点¹⁰⁾も付記している。図中に示した星印は、この代表的な隘路である。

図-4 の車間距離と速度の空間的な変動を見ると、既知の隘路区間では速度の低下と車間距離の増大が見られており、結果として交通流率が低下していることがわかる。

4. 交通容量の推定結果と妥当性

(1) 車両感知器設置地点の交通容量と推定値との関係

2 章では、実験で得られる追従車頭時間から交通流率を推定する 2 つの方法について述べた。このうち、第 1 の方法である 2 車線道路区間の経験的な車線利用率からの推定式は既に示した (式 (3))。

第 2 の方法では、実在道路の隘路近傍に設置されている車両感知器による実測値を入手する必要がある。本実験で対象とした中央自動車道の区間(八王子 IC~大月 IC)の代表的な隘路は上・下線に 9 ヶ所存在している(図-4 参照)。このうち、小仏トンネル(上り線)、中野橋サグ(上・下線)および元八王子バス停留所(BS)付近のサグ(下り線)の 4 ヶ所には車両感知器が設置されている。これら 4 箇所の隘路の交通容量は、すでに日本道路公団が推定している¹¹⁾。

図-5 は、日本道路公団が推定した隘路 4 ヶ所の交通容量と本実験から得られた同一ヶ所の平均交通流率の推定値との関係を示したものである。交通容量の推定値は追従実験で得られた平均交通流率について、サグの場合、縦断曲線区間、トンネルの場合、トンネル区間内のそれぞれの最小値を抽出した。式 (6) は既知交通容量値と実験結果から推定した回帰式である。なお既知の交通容量の実測値は道路公団の推定値に大型車の乗用車換算係数

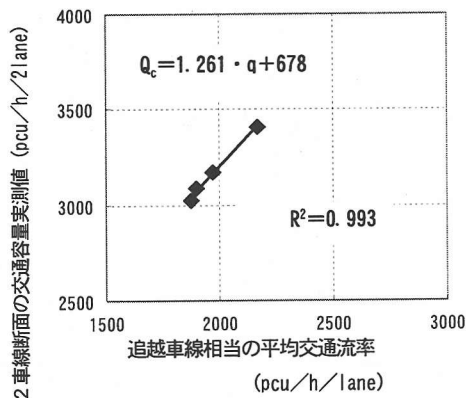


図-5 交通流率と交通容量の回帰

表-2 交通容量の推定値 (中央自動車道)

| 地点名 | 交通容量(pcu/h/2lane) | | | |
|-----------------|-------------------|-----------|--------------------|------|
| | 車線利用率による推定値 | 回帰式による推定値 | 実測値 ¹¹⁾ | |
| A(猿橋 BS) | 上 | 3700 | 3500 | |
| | 下 | 3950 | 3650 | |
| B(中野橋) (鳥沢橋) | 上 | 3100 | 3050 | 3022 |
| | 下 | 3150 | 3050 | 3087 |
| C | 上 | 4200 | 3850 | |
| | 下 | — | — | |
| D(鶴川大橋) | 上 | 4100 | 3800 | |
| | 下 | — | — | |
| E | 上 | 4300 | 3900 | |
| | 下 | 3350 | 3250 | |
| F | 上 | 3700 | 3500 | |
| | 下 | 4750 | 4250 | |
| G(相模湖 BS) | 上 | 3150 | 3050 | |
| | 下 | 4900 | 4350 | |
| H | 上 | 4350 | 3950 | |
| | 下 | 3550 | 3350 | |
| I(元八王子 BS) | 上 | — | — | |
| | 下 | 3650 | 3400 | 3407 |
| J | 上 | — | — | |
| | 下 | 4150 | 3850 | |
| 小仏トンネル | 上 | 3300 | 3150 | 3173 |
| | 下 | 3350 | 3200 | |

※ : 代表的な隘路

($E_T=1.7$) を用いて乗用車換算交通量(pcu)に換算した値である。

$$Q_c = 1.261 \cdot q + 678 \quad (6)$$

ここに、

Q_c : 車両感知器による交通容量実測値 (pcu/h/2lane)

q : 本実験で推定した交通流率 (pcu/h/lane)

である。

(2) 推定した交通容量の妥当性の検討

表-2 には、2 章で示した車線利用率を用いた推定式 (式 (3)) と、上述した実験式 (式 (6)) とによって推定した本実験区間のサグ部およびトンネル部の推定結果と、日本道路公団の推定した 4 ヶ所の交通容量実測値とを示している。なお、本実験で得られた推定値は、50 (pcu/h/2lane) 単位に丸めている。

車線利用率から推定した値は、実験式から求めた値に比べて平均的に 4% 程度大きくなる傾向が認められる。このような結果は、ここで用いた車線利用率が概略的な値であることに原因があるのかもしれない。

表-2 からわかるように、結果として全ての地点の車線利用率からの推定値が実測値および実験式による推定値よりも大きな値をとっていることを考えると、車線利用率を精度よく把握しておく必要性がありそうである。

このように多少の問題点は内在しているものの、ここに示した結果はいずれの推定方法で得られた値も、道路公団の推定値とほぼ一致していると判断できる。

5. まとめと今後の課題

(1) まとめ

本論文は、追従走行する2台の車両の追従車頭時間(車間距離と追従車速度から算出)から交通流率を推定する方法を提案した。同時に、実際の高速道路において実車による走行実験を行った。ついで、この実験で収集したデータを用いて対象道路区間に存在する主要な隘路の交通容量を推定し、その妥当性を検討した。

本論文で提案した2車線の交通容量を推定する手法は、(1) 経験的な車線利用率を用いる手法、(2) 既知の交通容量実測値を用いて推定する手法、の2つである。

推定の対象となる道路区間に交通容量既知の隘路が存在する場合には、著者らは(2)の手法の方がより精度の高い推定値を得ることができると判断している。既知の交通容量がない場合には(1)の手法を取るようになるが、今回の知見では道路公団の実測値に比べ数%高めの推定値になる。しかしながら著者らは、(1)の手法による推定値であっても道路公団の把握している実測値と比べ、実用的には問題ないものと考えている。

本手法が画期的であるところは、交通渋滞が発生するような交通状況でなくても交通容量を推定できる点にある。その結果、交通容量推定のための調査時間帯に対する選択の自由度を飛躍的に上げることができる。同時に、従来観測ができなかった潜在隘路の交通容量をも推定することが可能になったことも、特記できる点である。このことは、渋滞対策案の実施前検討において、強力な分析ツールとなりうるものである。

(2) 推定手法の適用範囲と適用限界

今回の実験結果から、本手法の適用可能性のある道路区間や実験の実施方法として次のような点を考えることができる。なお本手法は、既供用の道路において実験を行うため、実験車両以外の一般走行車両の影響を受け易い手法であるため、できるだけ交通量が少ない時間帯に調査を行う必要がある点に留意する必要がある。

- ・ 本手法は出入制限された自動車専用道路の単路区間の隘路(例えば、サグ部、トンネル部、橋梁部など)などが対象となる。それ以外の、合流部や織り込み区間などについては、現段階では本手法の適用は困難である。
- ・ 都市内の自動車専用道路での単路部への適用も可能であるが、交通量の少ない日時を選択する必要がある。

る。なお本論文では、合分流部が短い区間にある単路部について本手法の適用性を検討していないため、今後の検討課題として残されている。

- ・ 一般街路については、信号間隔の長い地方部の道路や山間部の単路部への適用可能性は高いと考えている。
- ・ 実験対象区間での走行回数については、被験者個人の走行特性に影響されない程度の多数回実施が望ましい。今回の経験からすると、同一路線における有効サンプル数は最低5程度が必要と考えている。

(3) 今後の課題

今後の検討および研究課題には、次のような諸点を挙げることができる。

- ・ 実車による追従車頭時間は、同区間を走行する他の車によって影響を受けやすい。このようなデータが混在することによって交通容量の推定値は変動する。このため、実験時には実験車に搭載したVTRなどを利用して実験時の道路交通状況を把握しておき、データ集計時に参照する必要がある。
- ・ 同一被験者であっても、追従車間距離と速度は大きく変動すること。この影響を薄めるためには、できる限り多数回の実験が望ましい。
- ・ 交通容量推定アルゴリズムについては、平均値の取り方、容量状態時の車線利用率および結果の解釈に改善の余地があり、今後の研究の中で推定値の精緻化を図って行く必要がある。
- ・ この種の実験での問題は、結果の客観性である。道路交通は不特定多数の運転者を母集団としているために交通流から得られる各種状態量は本来的にばらつく性質を持っており、分析結果がこの影響を受けることは避けられない。著者らは、客観性を示す指標の一つとして追従車頭時間を用いることが妥当であると考えている。追従状態の車頭時間については、必ずしも確定した値は提案されておらず¹²⁾、得られた結果から追従状態の妥当性を帰納的に検証せざるを得ない面をもっている。この実験では、追従状態を車頭時間で4秒以下、かつ、速度差10km/h以下と定義してデータ集計を行った。今後の課題としては、いくつかの車頭時間について検討してみる必要があるかもしれない。
- ・ 今回の分析で用いたデータは限定されたものであり、一般性を持つためにはさらに多くの地点で検証を行い、手法の確立を行う必要がある。

謝辞: 前日本大学理工学部の越教授には、実験計画、サグ渋滞の発生メカニズムなどに対して有用なご助言を頂いた。日本道路公団前第三管理局の関係各位には、中央

自動車道の渋滞統計に関し有用な資料をお借りした。またデータの分析にあたっては、武蔵工業大学前修士課程学生の本木氏および当時(株)千代田コンサルタントで実務訓練中であった長岡技術科学大学の高橋氏の協力を得た。記して謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 越正毅, 桑原雅夫, 赤羽弘和: 高速道路のトンネル, サグにおける渋滞現象に関する研究, 土木学会論文集, No.458/IV-18, pp.65-71, 1993.
- 2) 岩崎征人: 車両の追従挙動と巨視的交通現象に関する研究, 東京大学学位論文, pp.143-145, 1981.
- 3) 越正毅, 藤原寛司: 首都高速道路のサグ部および曲線部におけるドライバーの運転挙動に関する研究, 第17回交通工学研究発表会論文報告集, pp.85-88, 1997.
- 4) Kotani,M.,Iwasaki,M., Kojima,M.and Furuichi,T.: Fundamental Considerations on Drivers' Cognitive Characteristics at Motorway Sag Sections, Proceedings of the 19th ARRB Conference, pp.292-305, 1998.
- 5) 小谷益男, 岩崎征人: 都市間高速道路における連続的な交通容量推定手法, 第19回交通工学研究発表会論文報告集, pp.25-28, 1999.
- 6) 松浦克之, 竹内勝行, 小谷益男: 高速道路における連続的な交通容量の推定手法, 第23回日本道路会議一般論文集(A), pp.126-127, 1999.
- 7) 小谷益男, 古市朋輝, 児島正之, 岩崎征人: 高速道路の陥路部における簡易的な交通容量推定手法の提案, 土木計画学研究・講演集 23(2), pp.825-828, 2000.
- 8) 例えば, 日本道路公団: 平成7年~10年度高速道路の交通容量に関する調査検討総括報告書, 交通工学研究会, p.10, 1999.
- 9) 庄司知, 中島弘喜: 高速道路サグ部におけるドライバーの運転挙動に関する研究, 日本大学卒業論文, p.23, 2000.
- 10) 日本道路公団東京第三管理局: 東京第三管理局内交通統計, 2000.
- 11) 小谷充宏, 渡部修治, 羽山章: 高速道路の交通容量に関する調査分析(中間報告), ハイウェイ技術 No.11, pp.143-153, 1998.
- 12) 例えば, 大口敬, 片倉正彦, 鹿田成則: 高速道路単路部をボトルネックとする渋滞発生特性に関する実証的研究, 高速道路と自動車, Vol.44, No.12, pp.27-34, 2001.

(2002.5.15 受付)

A PROPOSAL OF CONTINUOUS CAPACITY ESTIMATION METHOD ON A BASIC MOTORWAY SECTION AND ITS VALIDITY

Masuo KOTANI, Tomoki FURUICHI, Masayuki KOJIMA and Masato IWASAKI

This paper describes a continuous estimation method of capacity on a basic motorway section, which authors developed, and examination of the validity of the estimate. Until now, capacity observations were mainly carried out using video cameras at the fixed points and vehicle detectors installed in lanes of a motorway section. In this paper, a new observation method, which complemented the demerit of these conventional observation methods, was developed. Then, the capacity was estimated from the data that obtained the running car experiment on an actual motorway, and the validity of the estimate by this technique was examined. The estimates have enough accuracy in practical use of motorway management and constructing countermeasure plans for traffic congestion.