

高速道路の隘路部における簡易的な交通容量推定手法の提案

A Simple Method of Highway Capacity Estimation

— A New Approach —

小谷益男*1), 古市朋輝*2), 児島正之*3), 岩崎征人*4)
 M. Kotani, T. Furuichi, M. Kojima and M. Iwasaki

1. はじめに

従来の高速道路における交通容量の推定手法は、渋滞が発生する時刻、地点を予測し、ビデオカメラ等を用いて観測し、交通量を把握する必要があった。このため非常に多くの労力を必要とし、コストがかかるにもかかわらず、観測時に交通需要が小さく、容量に達しない場合や、事故等の影響で本来の交通容量が観測できないといった不都合が発生することがあった。

近年は車両感知器が密に配置され、膨大なデータが入手できる様になったが、すべてのボトルネックに車両感知器が設置されている訳ではなく、また感知器間にあるボトルネックの観測はできない。

道路の交通容量を知ることは、交通運用上最も基本的な事項である。また交通渋滞の対策を行う上でも、交通容量は非常に重要な意味を持つ。特に顕在化したボトルネックの近傍に潜在するボトルネックの容量を知ることが重要になっている。これは渋滞対策を行った場合に、ボトルネックが直近の潜在したボトルネックに移動するのを防ぐためである。しかし従来この潜在したボトルネック容量を推定する手法はなかった。

本論文は莫大な労力を必要とする交通容量の計測について、追従車頭時間を用いて簡易に推定する手法の提案と、実際に適用した事例の検証を行うものである。

キーワード: 交通流, 交通容量, 交通量計測

- *1): 正会員, 千代田コンサルタント, 千代田区飯田橋 3-3-7
 電話: 03-5214-1041, Fax: 03-5214-1053
- *2): 学正会員, 武蔵工業大学大学院, 土木工学専攻
 電話: 03-3703-3111, Fax: 03-5707-1156
- *3): 正会員, 千代田コンサルタント, 千代田区飯田橋 3-3-7
 電話: 03-5214-1041, Fax: 03-5214-1053
- *4): 正会員, 工博, 武蔵工業大学 工学部土木工学科
 電話: 03-3703-3111, Fax: 03-5707-1156

2. データの収集

調査は中央自動車道(八王子IC~大月IC)において、平成11年8月2日~6日、日本大学(越研究室)、武蔵工業大学(土木計画研究室)、(株)千代田コンサルタント3者の共同実験により行った。実験の概要は表1に示すとおりであり、自由流状態における2台の調査車両を用いた追従実験を行った。

表1 調査概要

調査日時	平成11年8月2日(月)~8月6日(金) 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	被験者は2人1組となり、先行車と追従車それぞれ一往復の走行を行う。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名が乗車し、指示員がトランシーバーを用いて走行をコントロールした。 走行条件は基本的に走行車線とし、低速車がいた場合は追越車線を走行した。	
被験者	全員20代の男子学生であり、運転経験が比較的長い人を、1日6名×5日間=30名とした。	
調査車両	先行車 日産プリメーラ	追従車 日産ローレル
調査項目	速度 アクセル開度 (サンプリング5Hz)	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)

本論文はサグにおける渋滞発生メカニズムの解明を目的とした実験から得られたデータのうち、追従車両の速度と車間距離から算定される車頭時間を分析対象としている。この車頭時間から交通容量を推定するものである。

3. 交通容量の推定手法

ここでは交通容量を渋滞発生前の最大交通流率と仮定している。渋滞発生直前には追越車線において、大部分の車両が追従走行するという交通状況が出現するものと考えられる。本手法は著者のうちの一人が試走路で行った追従実験³⁾において、追従車両の車頭時間から算定した交通流率が、首都高速道路における交通容量とほぼ一致したという結果に基づいている。すなわち対象となる路線で追従実験を行うことで、その交通流率がその路線の交通容量にほぼ一致するという仮定の下に交通容量を推定するものとした²⁾。

また本手法は越らが⁴⁾、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を、全道路区間に拡張したものである。

交通流率算定式を①、②式に、交通容量推定アルゴリズムを図1に示す。

$$hi = (Spi + Li - 1) / Vi \quad \text{①}$$

$$q = 3,600 / hi \quad \text{②}$$

ここで hi : 追従車の車頭時間 (sec)

Spi : 追従車の車間距離 (m)

Vi : 追従車の速度 (m/sec)

Li-1 : 先行車の車長 (m)

q : 交通流率 (pcu/h/lane)

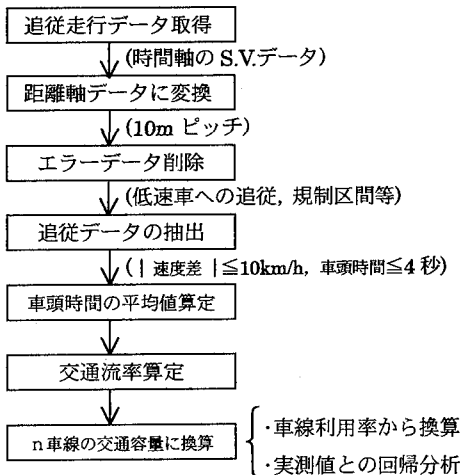


図1 交通容量推定アルゴリズム

追従実験から得られる交通流率を、2車線の片側断面交通容量に換算する手法は2種類考えられる。

A 手法：車線利用率から換算

追従実験では基本的に走行車線を走行し、低速車がいた場合に追越車線を走行している。しかし常時追従走行する状況は追越車線相当の交通流率に相当すると考えられる。飽和状態での車線利用率は概ね走行40：追越60といわれている。よって2車線の交通容量を推定する式として③式を用いることとする。

$$Qc = 1.667q \quad \text{③}$$

ここで Qc : 片側交通容量 (pcu/h/2lane)

q : 交通流率 (pcu/h/lane)

B 手法：実測値との回帰分析

ボトルネック地点における交通容量の実測値と、追従実験から得られるその地点の交通流率とを一回帰し、換算式を求める。

中央自動車における交通容量の実測値は、小仏TN(上り)、中野橋のサグ(上下線)、元八王子BSのサグ(下り)4地点で観測されている⁵⁾。図2に交通容量の実測値(小型車換算係数Et:1.7を用いて換算)と同一地点の追従実験から得られた平均交通流率の回帰結果を示す。よって交通容量推定式として④式を得る。

$$Qc = 1.598q \quad \text{④}$$

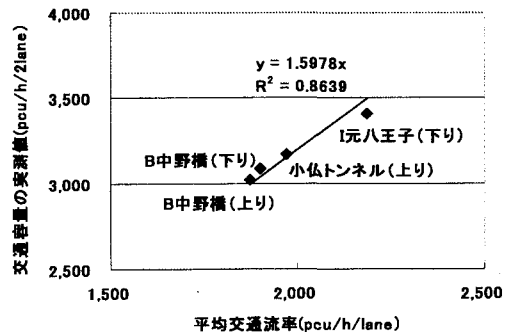


図2 交通流率と交通容量の回帰

4. 交通容量の推定結果と検証

速度、車間距離、交通流率の変動を図3に示す。下り線の52k p～57k pは談合坂SAを基地としたため欠測となっている。同図に縦断線形のプロファイルと、平成11年に5回以上渋滞が発生したボトルネック地点 θ を示す。ボトルネック地点では速度の低下と、車間距離の増加が発生し、結果として交通流率が低下しており、その整合性は非常に高いものになっている。

表2にA、B手法による交通容量の推定値と実測値を示す。A手法はB手法よりも約4%大きな値となるが、交通容量の実測値が得られていない場合にはこの手法を適用することになる。いずれの手法でも概ね実測値との整合性は高いものと考えられる。

交通容量の推定値は50 (pcu/h/2lane) 単位で丸めて示している。D地点(鶴川大橋)では、下りの容量が2,750と低いが、これは基地である談合坂SAに流出するため、走行車線を走らせた影響を受けている可能性がある。

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)			
	A(車線利用率)	B(回帰式)	実測値	
A(猿橋 BS)	上	3700	3550	
	下	3950	3800	
B(中野橋) (鳥沢橋)	上	3100	3000	3022
	下	3150	3050	3087
C	上	4200	4050	
	下	—	—	
D(鶴川大橋)	上	4100	3950	
	下	2900	2750	
E	上	4300	4100	
	下	3350	3250	
F	上	3700	3550	
	下	4750	4550	
G(相模湖 BS)	上	3150	3000	
	下	4900	4700	
H	上	4350	4150	
	下	3550	3400	
I(元八王子 BS)	上	—	—	
	下	3650	3500	3407
J	上	—	—	
	下	4150	4000	
小仏トンネル	上	3300	3150	3173
	下	3350	3200	

※ : 代表的なボトルネック

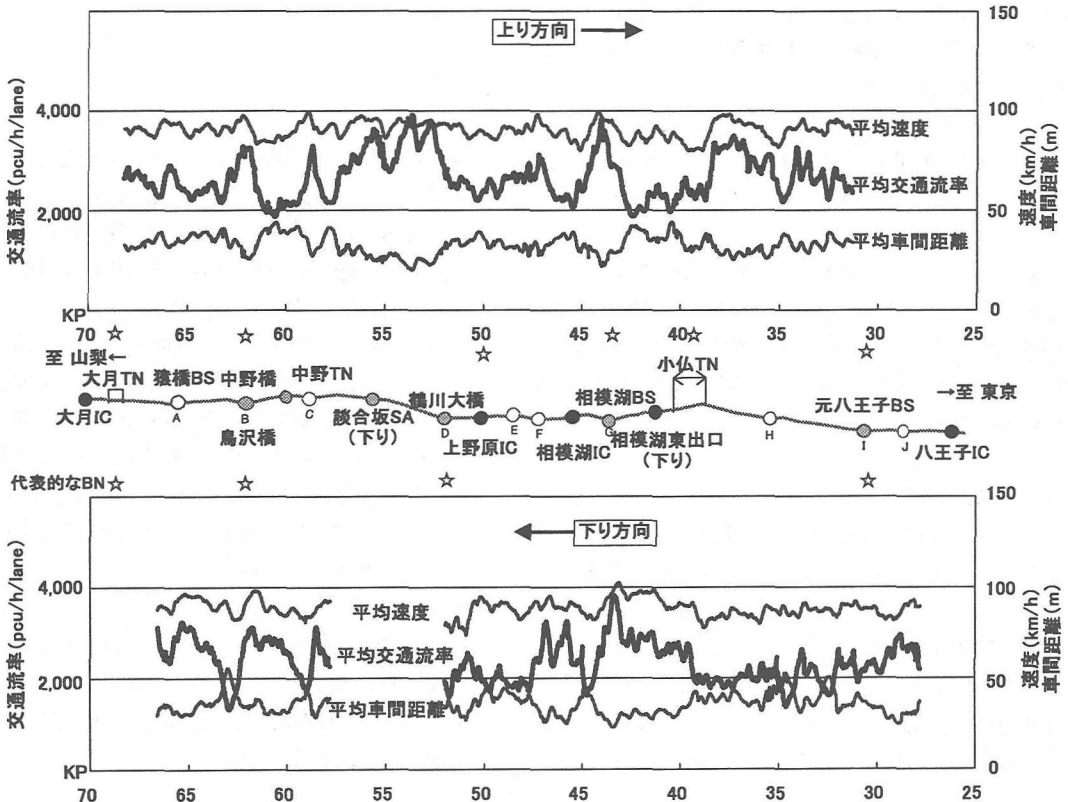


図3 速度・車間距離・交通流率の地点別変動 (中央自動車道: 追従車)

5. まとめ

追従走行する2台の車両の車頭時間から交通容量を推定する手法を提案し、ボトルネック地点における交通容量の実測値と比較して、その整合性が高いことを示した。

本手法が画期的であるところは、交通渋滞が発生しなくても交通容量が推定できる点であり、測定の効率を飛躍的に高めると同時に、従来の手法では計測することが不可能であった、潜在するボトルネックの交通容量を推定することが可能となった。

また本手法を応用すればボトルネック地点の特定や、渋滞発生メカニズムの分析が可能となり、渋滞対策検討時の強力なツールとなる。

5.1 交通容量推定手法の適用

本手法は供用中の道路において追従実験を行うことから、合流車や他の低速車の影響を受けやすい手法である。このため出入制限された都市間高速道路の分合流部を除いた単路部（サグ部、トンネル部、橋梁部、道路線形が厳しい区間等）が、本手法の適用区間と考えられる。

都市内高速道路に適用する場合は、交通量が相当少ない日時の選定が必要である。また一般街路でも、信号間隔の長い、山間部の道路であれば適用できるものと考えられる。

走行回数は、被験者の走行特性の影響を受けないために多い方が望ましい。また低速車に追従すると交通流率が大きくなりデータが無効になることから、同一路線に対して最低でも5回程度の追従走行が必要と考えている。

5.2 今後の課題

追従車頭時間は運転手の走行特性に大きく依存する。また同一人物でも非常に大きく変動する。しかし、この車頭時間の集合として交通容量が出現することは間違いがなく、このことがまさに交通容量を大きく変動させる要因となっている。この変動の影響を防ぐためにデータの数を増やすことも大切であるが、安定した追従走行を長時間続けることが

可能な実験チームを編成することも重要である。

また現況の交通容量推定アルゴリズムは、平均値の取り方や、結果の解釈に改善の余地があり、今後の研究の中で推定手法の確立を行っていく必要がある。

さらに、いかなる道路構造や道路の視環境及び運転特性が、ボトルネックの交通容量を規定するかという大きな課題が残っており、今後の研究テーマとしたい。

謝辞

日本大学の越教授から追従実験の計画、サグ渋滞のメカニズムに対するアドバイスをいただきました。日本道路公団 東京第三管理局からは、中央自動車道の渋滞実績に関する資料を借用させていただきました。またデータ分析には、武蔵工業大学の山本氏と実務訓練中であつた長岡技術科学大学の高橋氏の協力を得ました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 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
- 2) 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書，pp.25-28，1999
- 3) 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
- 4) 越 正毅，藤原寛史：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
- 5) 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
- 6) 東京第三管理局管内 交通統計，日本道路公団 東京第三管理局，2000