

都市内高速道路の織り込み交通容量に関する実証的研究

An Empirical Study on Weaving Capacity of Urban Expressways

西 川 功*・桑 原 雅 夫*
Isao NISHIKAWA and Masao KUWAHARA

1. は じ め に

織り込み区間では、互いに異なる方向に進む交通流が交錯するために容量上のボトルネックになりやすい。このような織り込み区間は今後高速道路のネットワーク化が進むにつれ都市部のインターチェンジやジャンクションにおいて増加するものと思われる。以上のようなことから今後、自動車道を整備してゆくに当たっては、ボトルネックとなりやすい織り込み区間の交通容量を道路幾何構造から推定することが必要である。

本報告は、先に発表した織り込み交通容量の分析¹⁾に、さらにいくつかの観測データを追加して整理したものである。本稿では、ビデオ撮影による交通観測調査、および車両感知器データから作成した 8 セットの首都高速道

路の織り込み区間データを基に、織り込み交通容量を分析した結果を報告する。

2. 調 査 概 要

分析の対象とした織り込み区間の道路交通条件を表-1 に示す。分析時間帯は上流側に織り込み区間を先頭とした渋滞が発生しており、下流側には先詰まりのない時間帯をとった。ただし堀切区間では 6 号線からの流入部において速度は 30-40 [km/時] に低下しているものの、常に渋滞列が存在していたわけではなく、完全な容量状態ではなかった。

なお、車両感知器を解析に用いた区間では大型車混入率および織り込み交通量が車両感知器からは求められないため、池尻、新木場においては感知器データ収集日と

表-1 織り込み区間道路交通条件

区 間	観測日時	車線数	区間長 (m)	V (pcu/h)	VR	R	大型車混入率 (%)	影響係数観測値	影響係数HCM推定値	区間概略図
堀切I.C.-小菅I.C. (中環下り)	1989 8/23 15:00-15:50(VTR)	3	800	5203	0.418	0.318	14.9	3.53	2.76	
池尻ON-三軒茶屋OFF (3号下り)	1988 2/8,9,10,12 (Detector)	2	830	4110	0.304	0.374	30.0	2.08	1.45	
池尻ON-三軒茶屋OFF (3号下り)	1989 5/28-6/3 (Detector)	2	830	4055	0.309	0.315	30.0	2.54	1.51	
江戸橋I.C.-箱崎I.C. (下り)	1990 10/11 6:30-7:30(VTR)	3	430	5907	0.418	0.324	15.9	2.29	2.97	
新木場ON-葛西I.C. (湾岸下り)	1988 2/8,9,10,12 (Detector)	3	1045	6406	0.245	0.328	23.0	2.00	1.51	
小菅I.C.-堀切I.C. (中環上り)	1991 1/24 6:15-7:15(VTR)	4	840	6207	0.586	0.475	9.20	2.73	3.0	
竹橋-神田橋 (環状外回り)	1991 5/21-24 7:00-8:00(Det)	2	295	4324	0.35	0.247	6.30	1.74	3.0	
谷町-霞ヶ関 (環状外回り)	1988 2/8,9,10 8:40-9:40(Det)	2	865	4297	0.479	0.133	3.87	2.11	2.73	

注) 1. 区間長はHCMで定義されている長さをとった。
2. 大型車当量=1.5 [pcu/大型車]
3. 小菅I.C.-堀切I.C.区間の車線数は、4車線として織り込み影響係数を算出した。

*東京大学生産技術研究所 第5部

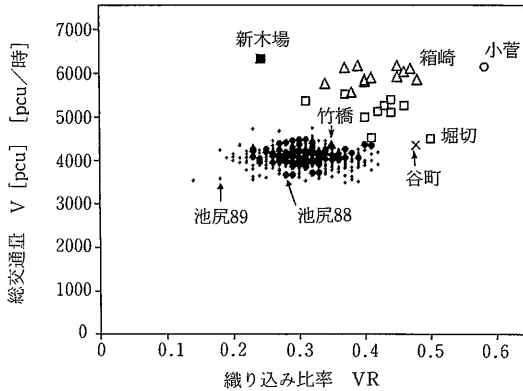


図-1 織り込み比率 (VR) と総交通量 (V) の関係

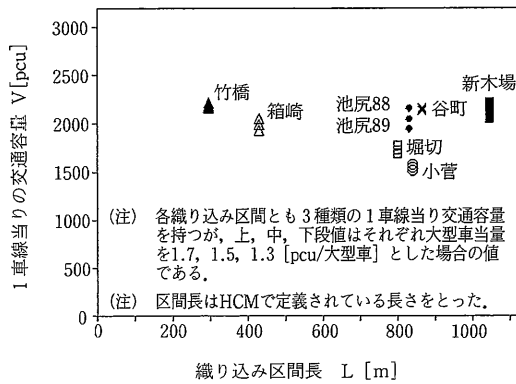


図-2 1車線当りの交通容量と織り込み区間長との関係

は異なる日に別途現地調査を行い、竹橋、谷町区間については第19回首都高速道路O-D調査報告書²⁾を使用して、大型車混入率と織り込み交通量を推定した。

3. 交通容量と区間長・織り込み比率の関係

図-1は、各5分間単位の総交通量(容量)と織り込み比率(VR)との関係を表したものである。図中の交通量は、観測された5分間交通量を単純に12倍して時間換算した後大型車当量を1.5[pcu/大型車]として大型車混入率で補正したものである。新木場、小菅、竹橋、谷町区間については、観測時間帯の平均の織り込み比率しかわかっていないので、総交通量と織り込み比率の平均値を1点のみプロットしてある。

図-2は、1車線当りの交通容量の平均値と織り込み区間長との関係を見たものである。堀切区間では6号線からの流入部において常に渋滞列が存在していたわけではないので、この区間の容量は多少観測交通量よりも大きいものと思われる。また小菅区間では車線数を4車線としているが、この区間は多重織り込み区間であり、小菅I.C→小菅オンランプ間の車線数は実際に3車線である。

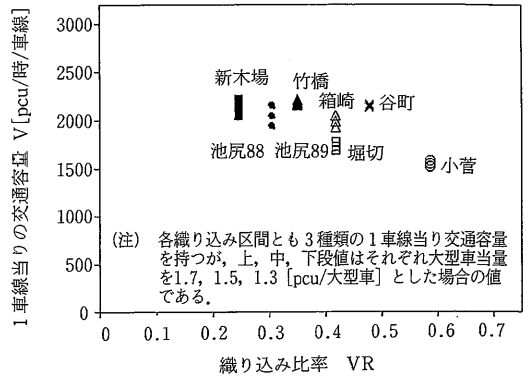


図-3 1車線当りの交通容量と織り込み比率の関係
織り込み比率(VR)=織り込み交通量/交通容量

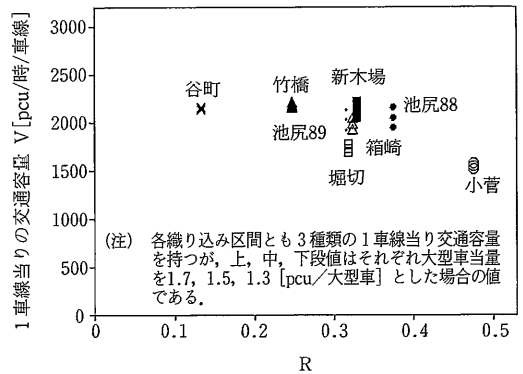


図-4 1車線当りの交通容量とRの関係
R=2つの織り込み交通量のうち小さい方の織り込み交通量の織り込み交通量全体に対する比率

したがって、織り込み区間全体にわたって4車線区間ではなく、1車線当りの交通容量は総交通量の1/4よりも若干多いものと考えられる。以上を考慮すれば、竹橋区間を除いては区間長が長くなるほど、1車線当りの交通容量が、多少増加する傾向がありそうだ。

図-3は、1車線当り交通容量と織り込み比率の関係を見たものであるが、堀切と小菅区間の1車線当り交通容量が若干大きくなるであろうことを考慮すると、織り込み比率に対する感度は余り高くはないようである。図-4は、1車線当り交通容量とRの関係を見たものであるが、同様に容量のRに対する感度も高くはないといえる。(R=2つの織り込み交通量のうち小さい方の織り込み交通の全織り込み交通量に対する比率)

4. 単路容量との比較

これらの織り込み区間における交通容量を首都高速道路の単路部の容量と比較するために、上流側に十分な交通需要があり下流側に合分流がないという単路部の条件

研究速報

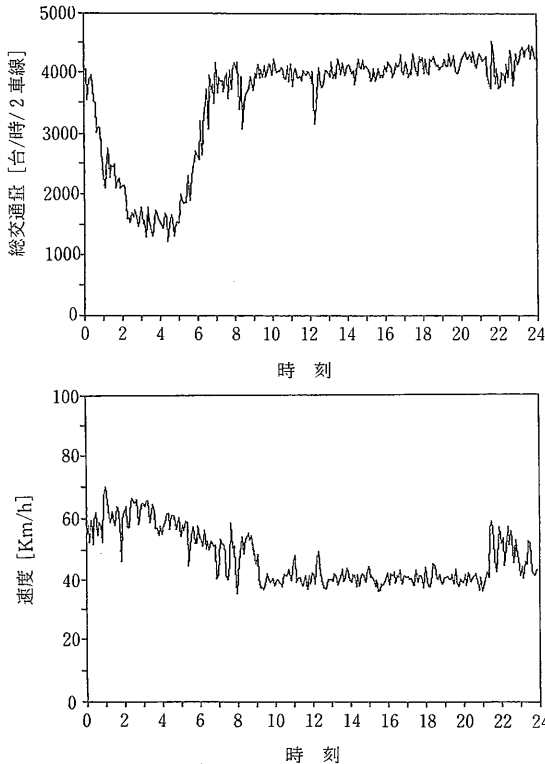


図-5 箱崎-両国区間における総交通量と速度の時間変化

を満たす2区間(箱崎IC→両国IC, 昭島IC→空港OFF)において容量を観測した。データとしては1988年2月8日から10日までの3日間の車両感知器データを用いた。

図-5に、箱崎-両国区間における総交通量と速度の時間変化を示す。ボトルネックである箱崎ICからの発進流率は、午後は安定して約4200-4300[台/時/2車線]であった。両区間において、大型車当量を1.5[pcu/大型車]と仮定すると、2車線単路部の交通容量は約4600[pcu/時/2車線]程度であると推定される。仮に1車線当りの単路容量が、2300[pcu/時/車線]であるとして、織り込み区間の交通容量を単路部と比較すると、織り込み容量は表-2のようにおおむね10~20%低い値であった。(小菅区間がきわめて低いのは第3節で述べた多重織り込み区間のためと思われる。)

5. 織り込み影響係数の分析

図-6は、織り込み区間において各5分間の交通量を用いて、織り込み影響係数(k)の観測値とHCM-65による推定値の平均値を比較した図である。

織り込み影響係数(k)とは、2つの織り込み交通量のうち小さい方の織り込み交通流内の織り込み乗用車1台

表-2 織り込み区間と単路区間の交通容量の比較

区間名	織り込み区間容量 [pcu/時]	単路容量に対する比率 (%)
堀切	5203	75.4
池尻88	4110	89.3
池尻89	4055	88.2
箱崎	5907	85.6
新木場	6406	92.8
小菅	6207	67.5
竹橋	4324	94.0
谷町	4297	93.4

注) 単路区間の容量は、2300[pcu/時/車線]・車線数から求めた。

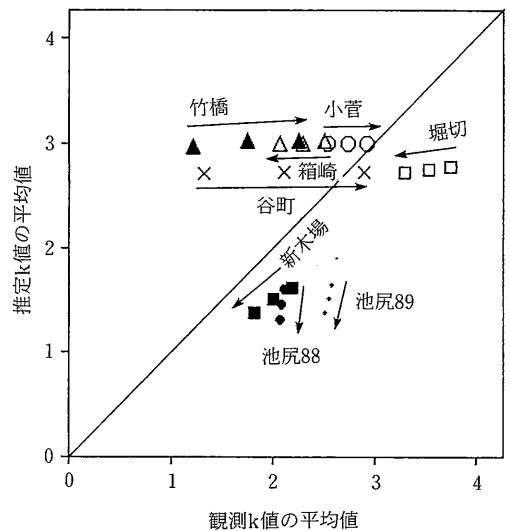


図-6 織り込み影響係数(k)の観測平均値と推定平均値の比較 (矢印は大型車当量を1.7, 1.5, 1.3[pcu/大型車]と変化させた場合の平均値の移動を表す)

がその他の交通流中の乗用車何台分に相当するかを表した値⁴⁾で、織り込み影響係数で割増した割増し交通量(V')との間に次のような関係を持つ。

$$V' = V + (k-1) \cdot V \cdot VR \cdot R \tag{1}$$

V' = 割増し交通量 [pcu/時]

V = 総交通量 [pcu/時]

k = 織り込み影響係数

VR = 織り込み比率

R = Weaving Ratio

= 2つの織り込み交通量の内小さい方の織り込み交通量の織り込み交通量全体に対する比率

式(1)よりk値を計算するためには、V', V, VR, Rの値が必要となる。V, VR, Rは、観測された方向別交通量を大型車当量で補正して求め、割増し交通量(V')の

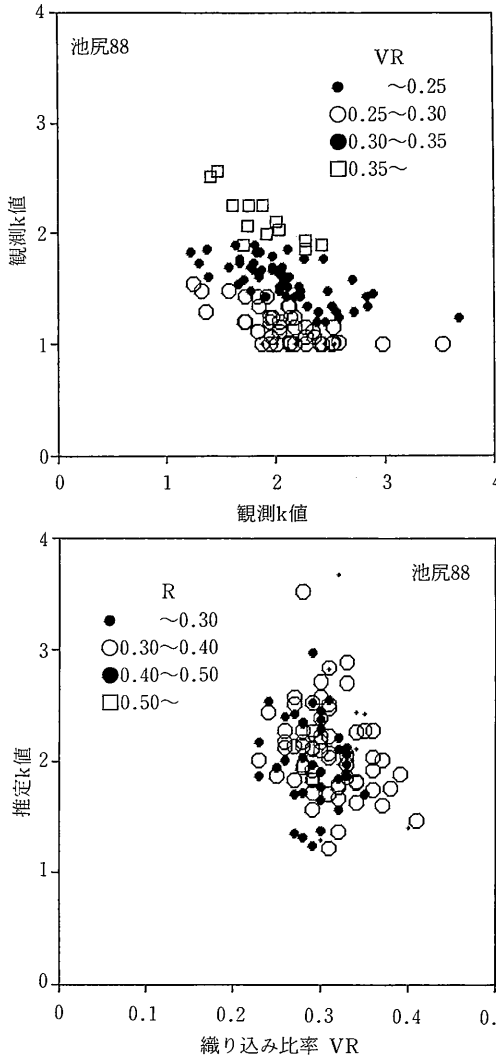


図-7 池尻区間における織り込み影響係数のVRとRに対する感度

値は、k値の推定を織り込み区間が容量状態になっている時間帯に行うので、単路部の容量を用いた。式(1)より求められた影響係数をk値の観測値と呼ぶことにする。

図-6の矢印は、大型車当量を1.7, 1.5, 1.3 [pcu/大型車]と変化した場合に織り込み影響係数がどのように変化するかを表している。HCM-65の推定値の平均は、その推定グラフの性質から大型車当量が小さくなると織り込み交通量も小さくなるので、どの区間においても、推定k値は、大型車当量が小さくなるにつれ小さくなる。一方、観測値の動きは、観測した単路区間と織り込み区間の大型車混入率の大小によって割増し交通量(V')と総交通量(V)が異なった変化をするため、区間

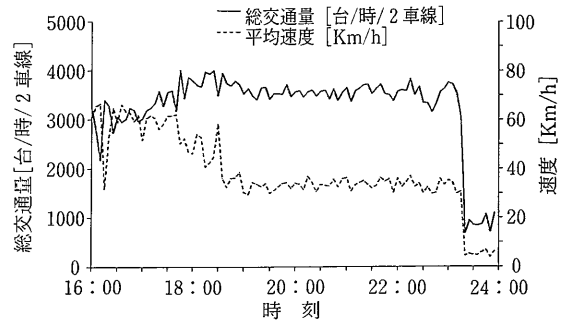


図-8 池尻-三軒茶屋区間の総交通量と速度の時間変動

によってさまざまである。図-6より影響係数の観測値と推定値との差は、1.5 [pcu/大型車]を用いた場合、約0.5-1.0の範囲内であることがわかる。

表-1にあるように竹橋、谷町区間では、Rがほかの区間に比べて小さく、2つの織り込み交通量がどちらかに大きく偏っている。したがって少ない方の織り込み交通量の当量であるk値も、大型車当量に対して非常に敏感である。

図-7は、池尻区間(1988年)において、各5分間交通量から求められた影響係数の観測値と織り込み比率(VR)、Rとの関係を表した図である。

観測k値とVR、Rの顕著な関連性は見られない。池尻区間(1989年)のデータからは、織り込み比率(VR)が同じ値であれば、Rが小さいほど影響係数が大きくなる傾向が、一方Rが同じくらいの値であれば、織り込み比率(VR)が大きいほど、影響係数は小さくなる傾向が見られたが¹⁾、1988年のデータからは明らかな関係はみられない。

6. 交通容量の変化

図-8は、3号線下り池尻-三軒茶屋区間の総交通量の時間変動を表している。この織り込み区間を先頭とする渋滞が午後6時少し前から始まり、速度が60 [km/時]程度から30-35 [km/時]に徐々に低下している。渋滞の開始前には交通量が約4000 [台/時]程であったが、渋滞の開始とともに、多少低下する傾向が読み取れ、渋滞後の容量は約3700-3800 [台/時]となって安定している。同様の現象は、車両センサーデータを収集した4日間とも観測された。

都市間高速道路のトンネル入口やサグを頭とする自然渋滞においても、ボトルネック容量が渋滞開始とともに低下することが報告されており²⁾、興味深い類似現象である。

研究速報

7. ま と め

首都高速道路上の8セットの織り込み区間データを、車両感知器データの収集およびビデオ撮影から作成し、織り込み区間の交通容量について分析を行った。以下に、主な結果をまとめる。

- (1) 織り込み区間の1車線当りの交通容量は、竹橋区間を除いては区間長が長くなるほど、多少増加する傾向があった。
- (2) 1車線当り交通容量の織り込み比率(VR), Rに対する感度は余り高くはないようであった。
- (3) 織り込み区間の交通容量は単路部と比較した場合、約10~20%低い値であると思われる。
- (4) 織り込み影響係数の観測値と1965年版HCMの推定値との差は、1.5 [pcu/大型車] を用いた場合、約0.5-1.0の範囲内であった。
- (5) 池尻-三軒茶屋区間においては、交通容量が渋滞開始と共に多少減少する傾向があった。これは都市間高

速道路の自然渋滞において観測されている現象と類似した現象である。

最後に、本研究をまとめるにあたって、多くの助言を頂いた東京大学工学部の越正毅教授と、データを提供して下さいた首都高速道路公団計画部調査課の皆様へ深い謝意を表します。(1991年9月25日受理)

参 考 文 献

- 1) 桑原雅夫, 越 正毅, 鈴木 隆: 首都高速道路の織り込み区間の交通容量と走行速度に関する実証的研究, 交通工学, Vol. 6, No. 2, pp. 39-50, 1991.
- 2) 首都高速道路公団: 第19回首都高速道路交通起終点調査報告書, 平成元年3月.
- 3) Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Special Report 87, 1965.
- 4) 交通工学研究会: 織り込み区間の設計に関する調査研究報告書 (日本道路公団委託), 平成2年3月.
- 5) Koshi, M., Kuwahara, M., Akahane, H.: Traffic flow on Motorways, 4th Germany-Japan Seminar, 1990. 5. 7.