

# ETC-ODデータを用いた都市内高速道路の 織込み交通流に関する分析

遠藤 学史<sup>1</sup>・大近 翔二<sup>2</sup>・梅田 祥吾<sup>3</sup>・田中 淳<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 首都高速道路(株) 東京西局 (〒102-0093 東京都千代田区平河町二丁目16-3)  
E-mail: s.endo5944@shutoko.jp

<sup>2</sup>非会員 (株)オリエンタルコンサルタンツ 交通技術部 (〒151-0071 東京都渋谷区本町三丁目12-1)  
E-mail: ohchika@oriconsul.com

<sup>3</sup>非会員 (株)オリエンタルコンサルタンツ 交通技術部 (〒151-0071 東京都渋谷区本町三丁目12-1)  
E-mail: umeda-su@oriconsul.com

<sup>4</sup>正会員 (株)オリエンタルコンサルタンツ 交通技術部 (〒151-0071 東京都渋谷区本町三丁目12-1)  
E-mail: tanaka-at@oriconsul.com

首都高速道路の5号池袋線上り板橋JCT～熊野町JCT間は、5号池袋線上りと中央環状線内回りが交錯する織込み区間となっており、主要なボトルネックポイントになっている。同区間を対象として、ETC-ODデータ等により算出した織込み区間の方向別交通量から、織込み比率と交通容量の関係を分析するとともに、HCM1965及びHCM2010で算出される交通容量の推定値と実測値との比較・分析を行った。その結果、実測値と推定値の相関は低い結果となった。また、同織込み区間における交通容量状態における交通現象の分析を行ったところ、特定の車線への交通の集中が渋滞発生要因の一つであることが明らかとなった。これらの結果をもとに、織込み区間の交通容量推定のために必要となる要素について考察した。

**Key Words :** urban expressways, weaving, capacity, traffic flow, ETC-OD data

## 1. はじめに

首都高速道路は平成27年3月に中央環状線大井JCT～大橋JCT間が開通し、中央環状線が全線開通となった(図-1)。これにより中央環状線西側の交通量が増加しており、なかでも5号池袋線上り板橋JCT～熊野町JCT間は、5号池袋線上り(以降、5号(上)という)と中央環状線内回り(以降、中環(内)という)が交錯する織込み区間となっており、主要なボトルネックポイントになっている。中央環状線の機能を向上させることは、首都高速道路並びに首都圏全体の交通の円滑性を向上させることにもつながり、そのためにはボトルネックとなっている織込み区間の交通流を適正に評価・改善することが必要である。

しかしながら、我が国の織込み区間における交通容量やサービス水準に関するデータの蓄積及び解析は遅れており、首都高速道路の幾何構造設計要領<sup>1)</sup>においても、1965年版のHIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM1965)<sup>2)</sup>を元に織込み区間の交通容量を算出することになっている。

織込み区間における交通現象や織込み交通等を把握するためには、これまではビデオ調査等を実施し、読み取り作業を行う必要があり、データ収集に多くの労力を要する状況であった。しかしながら、現在



図-1 中央環状線及び対象区間の位置図

はETCが普及したことにより、日々のOD等がより正確に計測できるようになり、織込み交通の計測も容易になってきている。

このようなことから、本稿では5号(上)・中環(内)板橋JCT～熊野町JCT間を対象に、中央環状線全線開通前後のETC-ODデータ等により算出した織込み区間の方向別交通量から、織込み比率と交通容量を分析するとともに、実測値とHCM1965及びHCM2010で算出される交通容量の推定値等との比

較・分析を行う。また、同織込み区間における交通容量状態における交通現象の分析を行い、渋滞発生要因を徹底的に分析する。さらに、これらの結果をもとに、織込み区間の交通容量推定のために必要となる要素について考察する。

## 2. 織込み交通流等に関する研究のレビュー

織込み区間の交通容量の解析方法は、HCM1965<sup>2)</sup>「道路の交通容量<sup>3)</sup>」や首都高速道路の幾何構造に関する要領<sup>1)</sup>にも記載されており、これが利用される場合が多い。

HCMは、HCM1985<sup>4)</sup>、HCM2000<sup>5)</sup>、HCM2010<sup>6)</sup>に改定されており、織込み区間の交通容量の解析手法やサービス水準(速度又は密度)の解析手法は、各版で改定されている。

首都高速道路の織込み区間の交通容量に関する研究では、桑原ら<sup>7),8)</sup>は首都高速道路13箇所の織込み区間の調査が実施し、織込み区間の交通流の実態を把握するとともに、HCM1965による交通容量の推計値やHCM1985による速度の推計値と、観測値との比較検証を行っている。また、阪神高速道路では、巻上ら<sup>9)</sup>は、阪神高速道路6箇所の織込み区間の調査を実施し、織込み区間の車線別の交通量や速度等の詳細な交通現象を把握するとともに、HCM1985の速度の推計値と観測値の比較検証を行っている。これらによると、首都高速道路・阪神高速道路ともに、我が国の織込み区間にHCMの手法をそのまま適用するのは困難なことを示している。

織込み区間の交通流をシミュレーションにより分析する手法として、中村ら<sup>10)</sup>は、主に首都高速道路の織込み区間の実測値を元に、織込み区間の交通容量算出シミュレーションモデルを開発し、その適用性を確認している。また、松本ら<sup>11)</sup>は、主に都市間高速道路の織込み区間の実測値を元に、織込み区間長評価のためのシミュレーションモデルを開発し、その適用性を確認している。

片倉<sup>12)</sup>は、1992年時点における織込み区間に関する研究の現状をレビューし今後の研究開発の課題を展望している。

首都高速道路の中央環状線の織込み区間の交通現象分析として、竹鼻ら<sup>3)</sup>や山田ら<sup>14)</sup>は、中央環状線

内回り四つ木入口～小菅JCT間の交通挙動調査を実施し、織込み区間の対策を検討するとともに、対策実施後の効果を詳細に分析している。

また、HCMによる織込み区間の交通容量やサービス水準の解析手法は、出版毎に更新されている状況にあるのに対して、我が国における織込み区間の交通容量等の解析手法は未だ確立されていない状況である。

このような状況のなか本稿は、ETC-ODデータを用いて、5号池袋線上り板橋JCT～熊野町JCT間における織込み区間の交通流の実態を把握するとともに、最新のHCM2010による交通容量等の解析手法の適用性を検証することや、織込み区間の交通現象を分析することで、織込み区間の交通容量推定解析手法を検討する上での基礎データについて考察したものである。

## 3. 対象区間の概要

対象区間は、図-2に示す5号池袋線上り板橋JCT～熊野町JCTの織込み区間であり、ハードノーゾ間が約800m、ソフトノーゾ間が約650mの織込み区間長となっている。車線は5号(上)が2車線、中環(内)が1車線で合流し、織込み区間が3車線で5号(上)が2車線、中環(内)が2車線で分岐している。織込み区間の第2車線は5号(上)、中環(内)の両方に分岐できるような区画線と案内標識が工夫されている。

図-3は中環全線開通前後の速度コンター図を示したものであり、図-4は対象区間のQV図を示したものである。これらの図によると、対象区間において中環全線開通前は5:00～12:00、中環全線開通後は5:00～16:00で速度低下が発生していることがわかる。なお、板橋JCT付近からの渋滞は渡り線を1車線に絞っていることによる渋滞であり、これについてはここでは論じない。

また、織込み区間ソフトノーゾから200m地点のQV図を確認すると臨界流の状態が多く発生しており、中環全線開通前後で当該箇所がボトルネックとなっている時間帯があることがわかる。なお、中環全線開通後は中環(内)中野長者橋出口手前付近から速度低下が発生しており、織込み区間内に先詰まりが生じている時間帯もある。

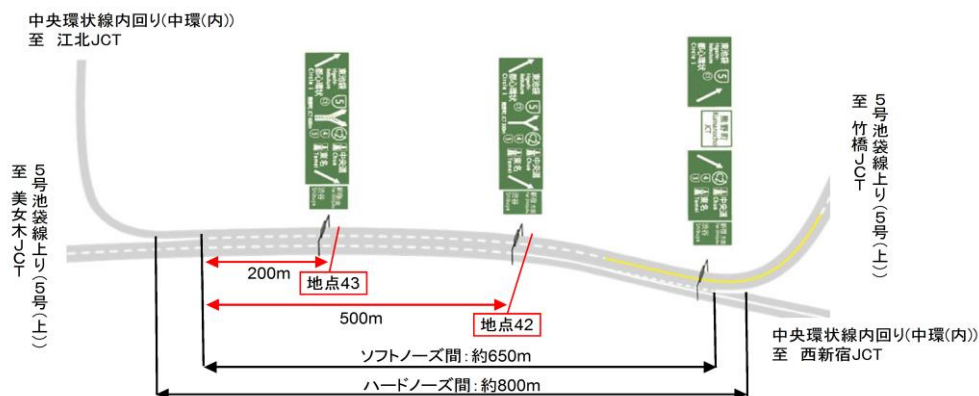
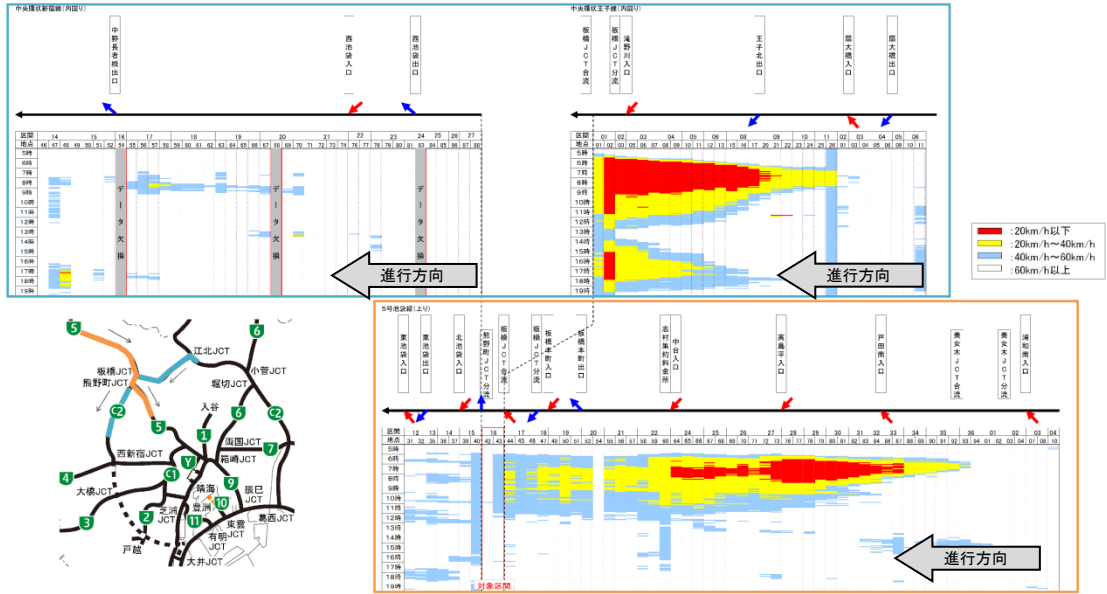


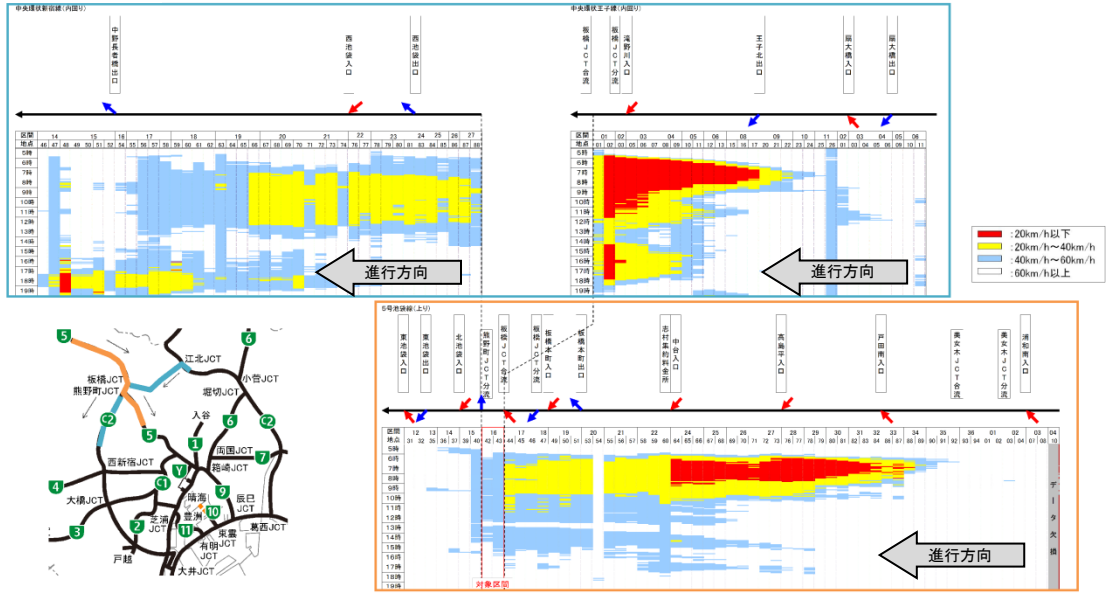
図-2 対象区間の区画線及び案内標識

■中環全線開通前



データ: 平成26年6月1日~30日の平日平均

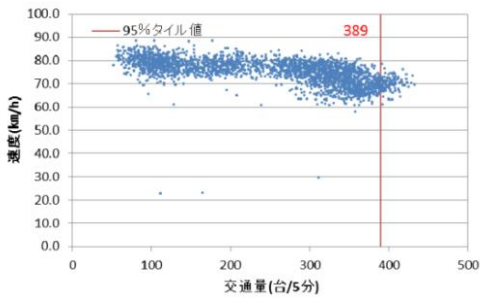
■中環全線開通後



データ: 平成27年6月1日~30日の平日平均

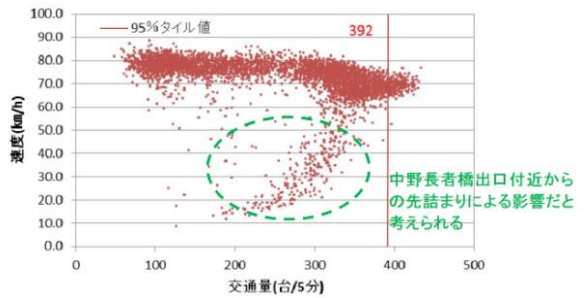
図-3 対象区間の渋滞発生状況(上: 中環全線開通前, 下: 中環全線開通後)

■中環全線開通前



データ: 平成 26 年 9 月 1 日~9 月 11 日の平日(地点 43)

■中環全線開通後



データ: 平成 27 年 6 月 1 日~30 の平日(地点 43)

図-4 対象区間の QV 図(ソフトノーズから 200m 地点)



## 4. 織込み区間の交通流の分析

### (1) 織込み区間の方向別交通量の算出方法

織込み区間の方向別交通量の算出には、本線上に設置されたETCアンテナ(チェックバリア)を通過したETCデータ及び車両感知器データを使用した。利用したデータは、中環全線開通前は平成26年9月1日~12日、中環全線開通後は平成27年6月1日~30日のそれぞれ平日のデータを使用した。

ETCデータと車両感知器データの組み合わせによる方向別の交通量の算出方法を以下に示す。

- 1) 図-5のとおり、①⇒③ : A, ①⇒④ : B, ②⇒③ : C, ②⇒④ : D, ③' : 高松チェックバリア(高松CB)とする。
- 2) ①+②=③+④となるように車両感知器データを補正する。
- 3) ③'高松CBを通過したETC車両の入口情報を用いて①方面と②方面に分離する。総量を③に一律拡大し、AおよびCとする。ここで、ETC非搭載車の交通量の分はETC搭載車の交通量を一律で拡大することにより補正したが、首都高利用車のETC搭載率は9割以上であるためデータの信頼性は高いと言える。
- 4) ①-A=B, ④-B=D, ②-C=Dとなる。

### (2) 織込み交通の特性

織込み区間に設置されている車両感知器のデータを用いて、織込み区間の交通特性に関して分析した。なお、分析期間は(1)と同様である。

図-6は中環全線開通前後の織込み区間の交通量及び大型車混入率の時間変動を示したものである。

交通量は、4時頃から急激に増加し、6時頃にピークとなり、最大で4,600台/h程度が織込み区間に流入している。その後緩やかに減少するが、夕方に再び増加し、4,000台/h程度が流入している。

大型車混入率は3時頃がピークとなり、50%程度が大型車となっている。その後、交通量の増加に伴い、大型車混入率は減少し、昼間は10%~30%の間で推移している。中環全線開通前後で交通量と大型車混入率の時間変動に大きな違いは見られない。なお、大型車台数は車両感知器データを利用した。

図-7は、中環全線開通前後の織込み区間(ソフトノーズから200m地点)の平均速度の時間変動を示したものである。夜間は80km/h程度で走行しているが、交通量が増加する6時頃から若干速度が低下し、70km程度で走行している。中環全線開通後は、9時頃から15時頃に下流側の中環(内)中野長者橋出口手前付近を先頭とする渋滞の影響を受けているため、中環全線開通前よりは10km/hから20km/h程度平均速度が低くなっている。

図-8~11は、中環全線開通前後の方向別交通量及び織込み区間交通量に対する方向別交通量の割合の時間変動を示したものである。

中環全線開通前後を比較すると5号(上)から中環(内)方面の交通量は増加し、5号(上)から5号(上)の交

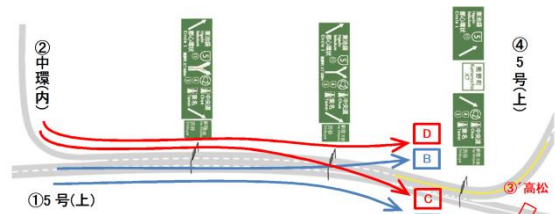


図-5 織込み区間の方向別交通量の算出方法

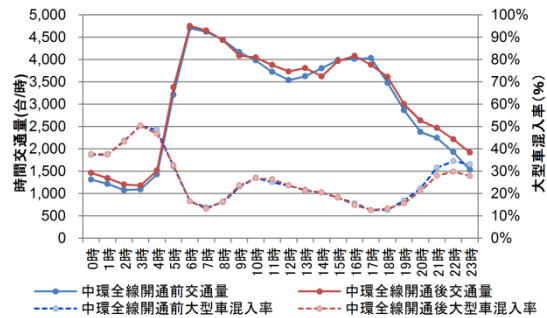


図-6 交通量・大型車混入率時間変動図

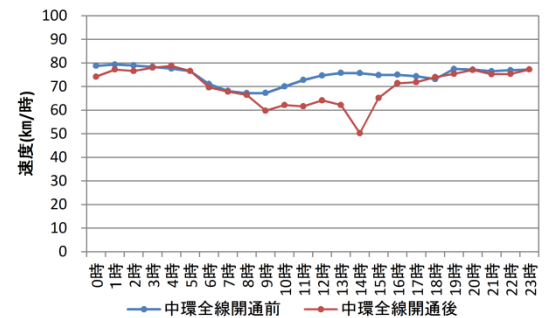


図-7 平均速度時間変動図

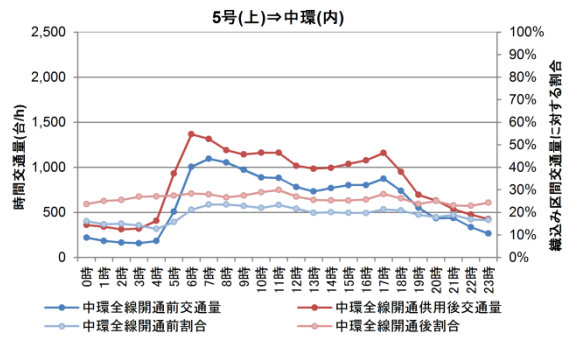


図-8 5号(上)⇒中環(内)の交通量時間変動図

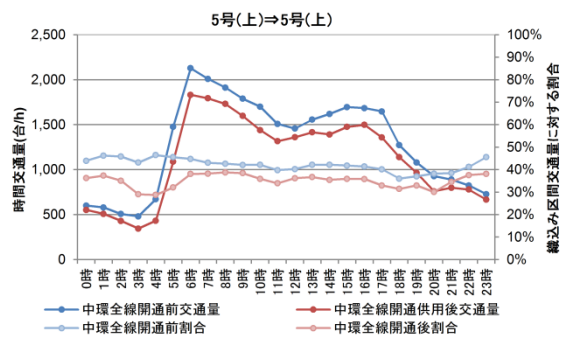


図-9 5号(上)⇒5号(上)の交通量時間変動図

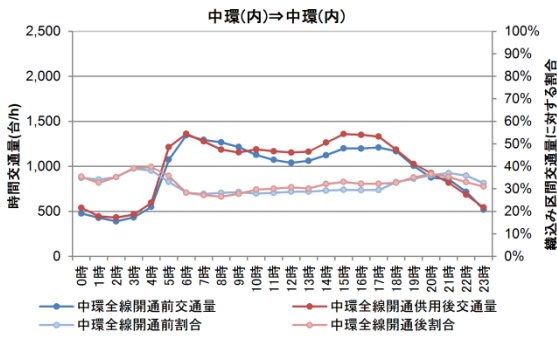


図-10 中環(内)⇒中環(内)の交通量時間変動図

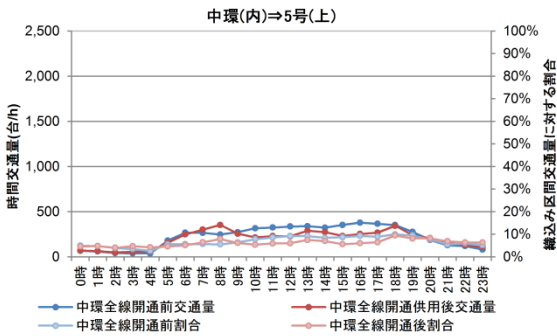


図-11 中環(内)⇒5号(上)の時間変動図

通量は減少した。また、中環(内)から中環(内)方面の交通量及び中環(内)から5号(上)方面の交通量はほぼ変化がなかった。

(3) 織込み区間の交通容量の分析

本稿における織込み区間の交通容量は、当該区間を先頭に渋滞が発生しており、先詰まりしていない時間帯における捌け交通量の1時間合計値と定義した。本来であれば15分合計値を利用するのが望ましいが、作業量が膨大となること、入口通過からチェックバリア通過までの時差があることを考慮して1時間合計値を利用した。

1時間の合計値では、渋滞発生前後の交通容量の違いが大きくは現れないため、交通容量が本来渋滞発生時と渋滞発生後で異なることは考慮しなかった。乗用車換算係数は桑原ら<sup>7)</sup>の研究から1.5と設定した。

a) 織込み比率と交通容量の関係

織込み区間の交通容量に影響を与える因子を確認するため、HCMで関係性があるとされている織込み交通(中環(内)⇒中環(内)+5号(上)⇒5号(上)(図-5のD))と断面の交通量との比率(織込み比率)と、少ない方の織込み交通(中環(内)⇒中環(内)(図-5のC))と断面の交通量との比率(少ない方の織込み交通比率)を算出し、これらと交通容量の関係进行分析し、図-12及び図-13に示した。これらの図によると、それぞれの織込み比率の変化による交通容量の変化は見られない状況であった。但し、本分析では、同一区間における評価であり、織込み比率の範囲が少ないことも影響している可能性がある。また、図-12において中環全線開通前後でプロットの範囲が異な

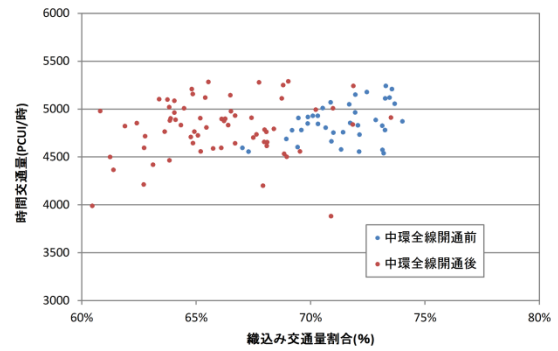


図-12 織込み比率と交通容量の関係

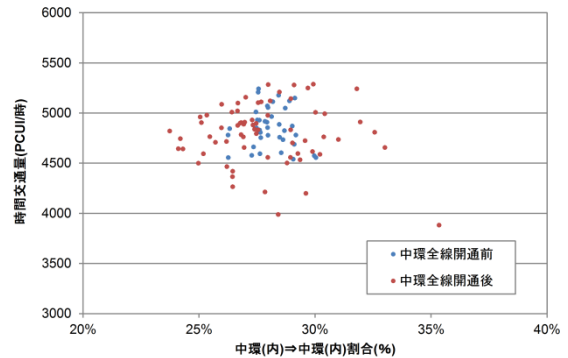


図-13 少ない方の織込み交通比率と交通容量の関係

るのは、前述のとおり5号(上)⇒5号(上)の交通が中環全線開通後に減少したためである。

b) HCM1965の交通容量の推定値との関係

HCM1965による織込み区間の交通容量用の推計値と交通容量の実測値を比較することで、HCMの解析手法の検証を行った。

HCM1965では織込み交通量と織込み区間長から織込み影響係数を与えるグラフを用意している。織込み影響係数とは2つの織込み交通量のうち少ない方の織込み交通流内の織込み1台がその他の交通流内の乗用車何台分に相当するかを表した値で、織込み影響係数で割増した交通量との間に次のような関係を持つこととしている。

$$Q = C + (k - 1)Q_{WS} \quad \dots\dots\dots(1)$$

Q : 割増交通量(pcu/h)

C : 交通容量(pcu/h)

Q<sub>WS</sub> : 少ない方の織込み交通(pcu/h)

k : 織込み影響係数  
(1.0 ≤ k ≤ 3.0)

容量状態の流れを考えた場合、式(1)は織込み区間の交通容量に相当するCをk値で割増して、単路区間の交通容量に相当するQを変換する式と考えることができる。したがって式(1)を用いて織込み区間の交通容量を推定することができる。

ここで、割増し交通量としては、多車線の基本交通容量<sup>3)</sup>として一般に利用される2,200PCU/時に車線数3を乗じた値を用い、HCM1965で求めたk値(3.0)

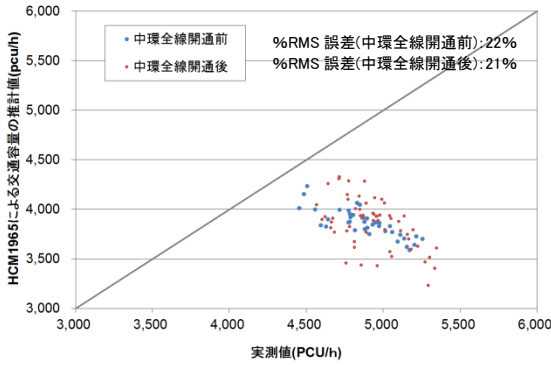


図-14 実測値とHCM1965推定値の関係

と観測された $Q_{ws}$ の値を代入して、交通容量 $C$ を逆算することとした。

図-14は上記の手法による交通容量の推定値と実測値とを比較したものである。同図によると、HCM1965の推計値は、実測値よりも大幅に低くなる傾向となっていることがわかる。

これは当該区間の場合、HCM1965で提案されており、織込み交通量と織込み区間長と速度から決まる $k$ 値(=3)を用いて推計した結果、交通容量が過少推計となる傾向があった。すなわち、HCM1965で推定される $k$ 値は過大に推計されてしまう傾向にあった。この傾向は既往の研究でも示されている<sup>7)</sup>。特に当該区間の場合、少ない方の織込み交通が全体の25~30%程度と高くなっており、この傾向を助長している。

c) HCM2010の交通容量の推定値との関係

HCM2010による織込み区間の交通容量の推定値と交通容量の実測値を比較することで、最新のHCMの解析手法の検証を行った。

HCM2010では、織込み区間のサービス水準を推定する過程で、織込み区間の交通量や交通特性から織込み区間における交通容量を推定し、織込み区間の需要交通量が交通容量を上回る場合は、サービス水準が $F$ (過飽和)となる。ここではこの交通容量の計算式を用いる。

HCM2010では、織込み形状とランプの位置等によりOne-Side Weaving SegmentsとTwo-Side Weaving Segmentsがあり、それぞれ計算方法が若干異なる。今回はその適用性に配慮し、One-Side Weaving Segmentsの手法を採用した。この手法の場合、交通容量は交通密度から求める手法と、交通需要から求める手法の2通りあり、両手法で交通容量を算出し、小さい方を利用することとなっている。今回は前者の手法について検証することとした。式(2)は同手法における1車線当たりの織込み交通容量の算定式を示したものである。

$$C_{IWL} = C_{IFL} - [438.2(1+VR)^{1.6}] + [0.0765L_S] + [119.8N_{WL}] \dots \dots \dots (2)$$

- $C_{IWL}$  : 織込み区間における交通容量 (pcu/h/ln)
- $C_{IFL}$  : 単路部における交通容量 (pcu/h/ln)

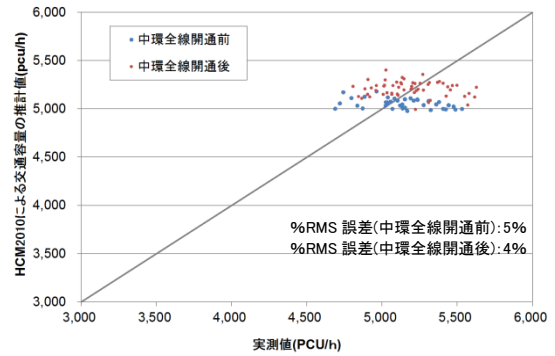


図-15 実測値とHCM2010推定値の関係

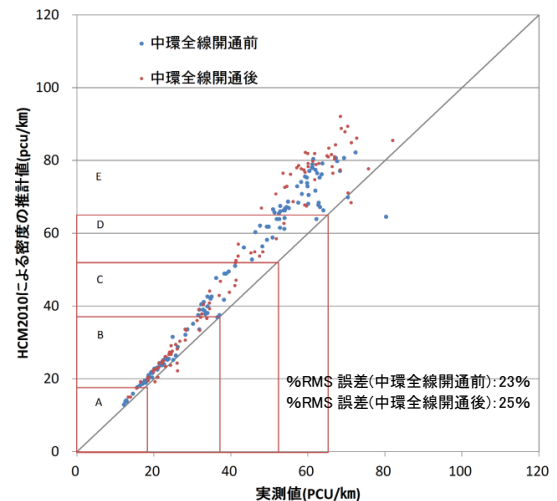


図-16 実測値とHCM2010推定値の関係

- $VR$  : 織込み比率 (pcu/h)
- $L_S$  : 織込み区間長 (ft)
- $N_{WL}$  : 織込みが発生する車線数(3)

単路部の交通容量は、前述の2,200PCU/時を用い、織込み比率 $VR$ は、観測された断面の交通量に対する織込み交通量(中環(内)から中環(内)と5号(上)から5号(上)の織込み交通を足したものの)比率である。織込みが発生する車線数は3とした。これらにより算出した $C_{IWL}$ に車線数3を乗じたものを交通容量の推定値とした。なお、算出方法の詳細はHCM2010を参照されたい。

図-15は、上記の手法による算出した交通容量の推定値と実測値とを比較したものである。ここでHCMは15分間値のフローレート値のため、実測値(1時間値)をピーク時係数(0.95)で割り戻した数値とした。

同図によると、HCM2010の推計値は、HCM1965と比較してRMS誤差率も小さく実測値と類似しているが、実測値の大小にかかわらず推計値が一定となっている。これは式(2)のパラメータが $VR$ (織込み交通比)となっており、これは前述の図-13のとおり交通容量との関係が見いだせなかったことに関係している。また、中環全線開通前に比べ開通後が大き



くなっているのは開通後に5号(上)から5号(上)の織込み交通が少なくなり、結果VRが小さくなったためである。

**(4) 織込み区間の交通密度の分析**

HCM2010による織込み区間の交通密度(サービス水準)の推計値と実測値を比較することで、最新のHCMの解析手法の検証を行った。交通密度の算出方法についてはここでは割愛する。詳細はHCM2010を参照されたい。

図-16は、交通密度の推定値と実測値とを比較したものである。ここで交通密度は非飽和状態におけるサービス水準を示すことから、(1)に示した対象日から、交通渋滞が発生していない時間帯を選定して対象時間帯を設定した。

同図によると、HCM2010の推計値は実測値と比較して関係性はあるものの、全体的に高めの数となっている。

**5.織込み区間の交通現象の分析**

当該区間の交通容量状態における交通現象を把握するため、車両センサーデータとCCTV映像を用いて分析を行った。

図-17は、渋滞発生時の6時台と渋滞中の7時台の車線別交通量と車線利用率を示したものである。同図によると、渋滞発生時(6時台)において合流直後の05-01-43では中車線の交通量が1,920台/時と集中度が高いことがわかる。それが下流の05-01-42地点では1,826台/時と100台程度減少している。また、上流、下流ともに左車線の利用は少ない。この傾向は、渋滞中(7時台)についても変化していない。

図-18は、CCTV映像から目視により読み取った7:00~7:15における織込み区間の車線別方向別交通量を示したものである。

中環(内)から中環(内)への車両は、合流後120mで中車線、右車線へ車線変更している車両が94.2%存在している。また、5号(上)から5号(上)への車両は合流後120mで中車線、左車線へ車線変更している車両が82.7%存在している。このように合流後すぐに目的とする車線に車線変更している車両が多く、特に中車線に集中することにより、中車線の容量を超過していることが考えられる。

また、5号(上)から中環(内)に向かう車両は合流後120mで中車線、左車線に車線変更している車両が8.9%存在している。本来、右車線を直進することで車線変更することなく向かうことができるがこのような車線変更が生じている。これは当該区間に不案内な利用者である可能性があり、このような交通を減少させることで交通容量が増加する可能性もある。

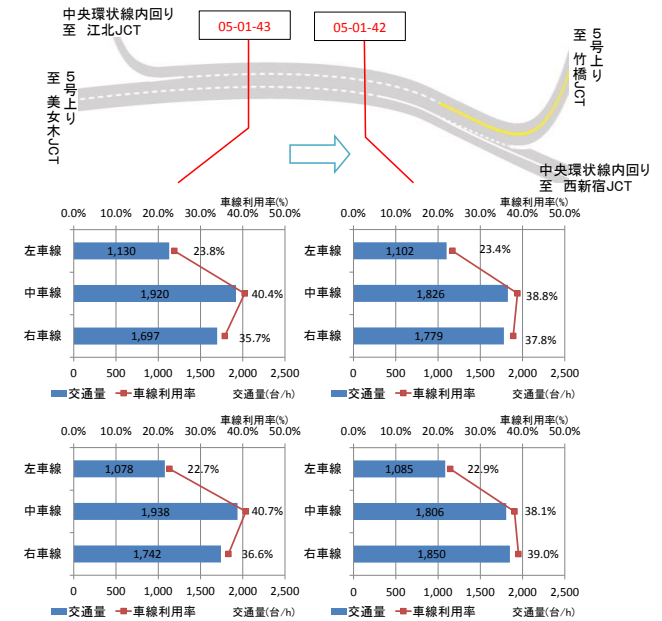
前章までの結果も踏まえると、当該区間の織込み区間の交通容量については以下のような考察ができる。

- ・ 織込み比率の大小の影響を受けていない。

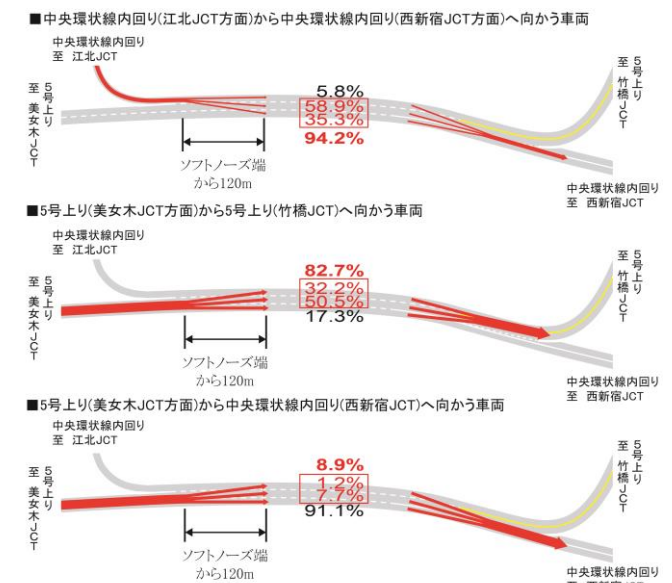
- ・ 織込み区間内で織込み交通が集中する車線の交通容量が超過し、渋滞が発生している可能性がある。

これを踏まえると、HCMの過飽和・非飽和の判定においては、織込み区間の各方向別の車線利用又は車線変更をモデル化することにより、車線の需要を予測し、最も集中する車線に対して車線の交通容量と比較することで、容量の超過の有無を判定するような手法も考えられる。

但し、これらの考察は当該区間に限るものであり、他の箇所は異なる可能性もある。



(平成26年9月5日上：6時台 下：7時台)  
図-17 車線別交通量



(平成27年1月16日7:00~7:15)  
図-18 車線利用状況

## 6. おわりに

首都高速道路の5号池袋線上り板橋JCT～熊野町JCT間の織込み区間を対象として、ETC-ODデータ等により算出した織込み交通の方向別交通量から、織込み比率と交通容量を分析するとともに、実測値とHCM1965及びHCM2010で算出される交通容量の推定値等との比較・分析を行った。その結果、実測値と推定値の相関は低い結果となった。

また、同織込み区間における交通容量状態における交通現象の分析を行ったところ、特定の車線への交通の集中が渋滞発生要因の一つであることが明らかとなった。これらの結果をもとに、織込み区間の交通容量推定のために必要となる要素について考察した。

織込み区間の交通容量推定にあたっての今後の検討課題を以下に示した。

- ・本分析はある1箇所での分析であるため、他の織込み交通について同様の分析をすることで、更なるデータの蓄積が必要である。
- ・本分析における交通容量の定義はETC-ODのデータ制約から1時間交通量を用い、当該区間から渋滞が発生している時間帯を抽出することにより設定した。交通量の集計単位を15分間にすることや、渋滞発生時交通量や渋滞中捌け交通量の仕分けを行い、その違いの有無を把握することも必要である。
- ・本分析では、織込み区間の交通容量に関して、影響の大きい因子を導き出せなかったため、多角的に影響因子を抽出、分析することが必要である。影響因子には平日休日などのドライバー特性等がある。
- ・本分析では乗用車換算係数を過去の文献から1.5と設定し、交通容量の分析を行ったが、箇所別に違ふと考えられ、箇所別に設定する必要がある。
- ・単路区間に対する織込み区間の交通容量の低減度合を把握するため、単路の交通容量の基本値について分析することが必要である。
- ・以上の分析結果を踏まえ、交通容量算出モデルについて定式化を図ることが必要である。

また、当該区間においては4車線化の事業中であるものの、完成までには時間がかかるため、今回の分析結果を踏まえ、極力中央車線に集中させないような案内・誘導など短期的な対策についても検討していきたい。

## 参考文献

- 1) 首都高速道路株式会社：首都高速道路幾何構造設計要領，2010
- 2) Transportation Research Board：Highway Capacity Manual，1965
- 3) 社団法人日本道路協会：道路の交通容量，1984
- 4) Transportation Research Board：Highway Capacity Manual，1985
- 5) Transportation Research Board：Highway Capacity Manual，2000
- 6) Transportation Research Board：Highway Capacity Manual，2010
- 7) 桑原雅夫，越正毅，鈴木隆：首都高速道路の織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.26.NO.2，1991
- 8) 桑原雅夫，西川功，鈴木隆：都市内高速道路の織込み交通流に関する実証的研究，交通工学，VOL.28.NO.5，1993
- 9) 卷上安爾，豊田建，松尾武：阪神高速道路における織込み区間の交通実態と交通流解析，土木学会論文集，No.440/IV-16，1992
- 10) 中村英樹，桑原雅夫，越正毅：織込み区間の交通容量算出シミュレーション・モデル，土木学会論文集，No.440/IV-16，1992
- 11) 松本健二郎，高橋秀喜，井上淳一，辻光弘：織込み区間長評価のための交通シミュレーションモデルの開発，土木学会論文集，No.440/IV-16，1992
- 12) 片倉雅彦：織込み区間に関する研究の現状と課題，土木学会論文集，No.440/IV-16，1992
- 13) 竹鼻淳志，割田博，竹平誠治，山田純司：ウィーピング区間における交通挙動調査と対策効果の分析，第24回交通工学研究発表会論文報告集，2004
- 14) 山田純司，大西康弘，割田博，内海和仁：都市高速道路の織込み区間における区画線・標識変更の効果分析，第25回交通工学研究発表会論文報告集，2005

(2015. 7. 31受付)

Analysis about weaving traffic flow on the urban expressways using ETC-OD data

Satoshi ENDO, Shoji OCHIKA, Shogo UMEDA, and Atsushi TANAKA