

首都高速道路の合流部における交通容量の分析*

Analysis on Traffic Volume Capacity

with regards to Merging Areas of Metropolitan Expressway*

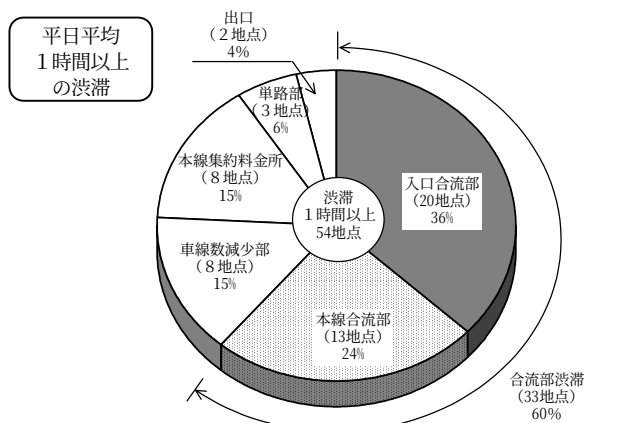
割田博**・植田和彦***・森田緯之****・野間哲也*****

By Hiroshi WARITA **・Kazuhiko UEDA ***・Hiroyuki MORITA ****・Tetsuya NOMA *****

1. はじめに

首都高速道路は、現在約270kmのネットワークを形成し、1日の利用台数が約115万台という状況であり、首都圏の基幹的な交通施設として重要な役割を担っている。しかし、一方では交通渋滞が恒常化し、首都高速道路上において交通集中による渋滞（以下「渋滞」という）が、平日平均1時間以上発生する地点は54地点存在している。そのうち、合流部（入口合流部と本線合流部）に起因する渋滞は、約6割と大きな割合を占めている（図－1）。このため、首都高速道路公団では、渋滞軽減対策の一環として入口閉鎖等の流入調整を実施している。

一方、交通集中渋滞地点の交通容量の研究は、都市間高速道路の単路部を主体に多くなされている¹⁾²⁾。しかし、首都高速道路では、部分的な調査は実施されてきた³⁾ものの、交通状況が異なるにもかかわらず、近年、あまり研究がなされていないのが実状である。



図－1 首都高速道路の交通集中渋滞発生地点数⁴⁾

分析期間：平成10年9月～11月（3ヶ月間平日）
注）渋滞は先詰まりのない交通状況を対象とした。

*キーワード：交通容量，交通流

** 正会員、首都高速道路公団交通管理部管制技術課
(東京都千代田区霞が関1-4-1,
TEL:03-3539-9359, E-mail:warita@mex.go.jp)

*** 正会員、首都高速道路公団交通管理部管制技術課長

**** フェロー会員、工博、日本大学総合科学研究所教授

***** 正会員、(株)道路計画技術部技術第一課長

本研究では、流入調整に当たっての管理目標水準を設定するために、入口合流部の交通容量に対象を絞り、車両感知器データを用いて、渋滞が発生する直前の交通量（以下「渋滞発生時交通量」という）の分析を行った。

2. 入口合流部での渋滞発生時交通量の分析方法

渋滞発生時交通量の分析にあたっては、まず対象となる調査地点や分析データの抽出条件及び分析期間などの分析対象データの条件設定を行った。

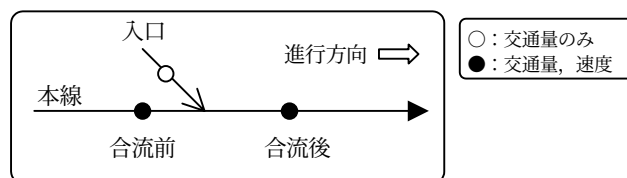
次に渋滞発生時交通量の定義を行い、分析対象地点を抽出し、渋滞発生時交通量の分析を行った。

(1) 分析対象データの条件

入口合流部の分析は、首都高速道路上に設置された車両感知器を使用して、以下の条件に基づいて行った。

(a) 分析車両感知器

分析対象とする車両感知器は、車両感知器データの異常値及び下流側の先詰まりデータを除去し、渋滞発生データを抽出するために、図－2に示す本線合流前・本線合流後・入口の3車両感知器（5分間のデータを集積）とした。



図－2 調査地点の概念図

(b) 分析データの抽出と分析期間

分析データは、下流側の先詰まりの影響を受けたデータを除去するために、合流後の交通状況が自由流と想定される速度40km/h超のデータを分析対象とした。

分析期間は、平成12年4月1日～平成13年3月31日の1年間とした。

(2) 渋滞発生時交通量分析地点の抽出

(a) 渋滞発生時交通量の定義

渋滞発生時交通量を算出するために、渋滞発生という実現象と自由流から渋滞流に至る推移時間に着目した⁴⁾。渋滞発生前後の交通量速度変動図の例を図-3に示す。この図より、渋滞流速度が20~40km/hであることと、自由流から渋滞流に至る推移時間が渋滞発生直前の15分間前後であることから、本研究では渋滞発生時交通量を「本線合流前の車両感知器データの5分間平均速度が40km/h以下に低下した最初の5分を除く、直前15分間¹⁾²⁾の本線合流前と入口の合計交通量(15分間フローレート)」と定義した。

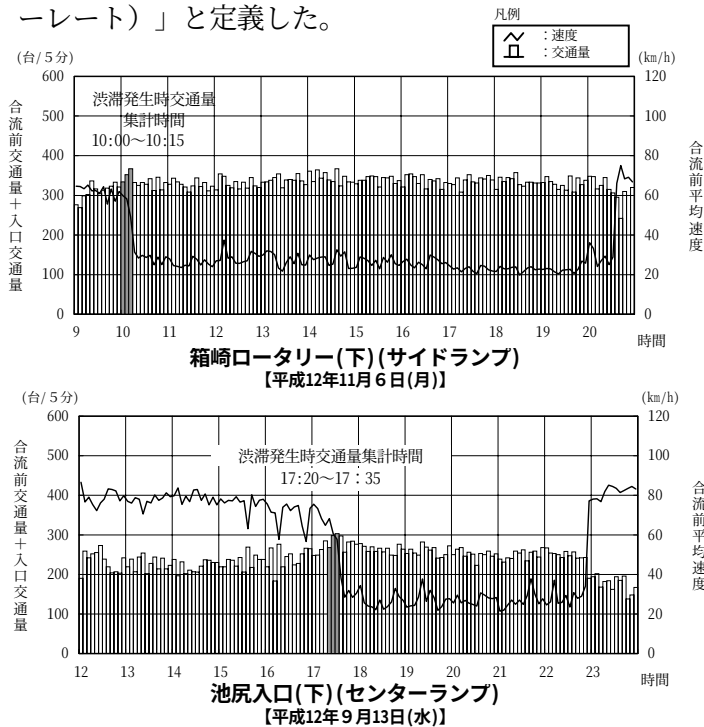


図-3 渋滞発生時交通量集計例⁴⁾

注) 渋滞発生時交通量=入口交通量+本線合流前交通量

さらに、安定した合流部渋滞を捉えるために、渋滞発生前に速度が40km/hを超える(ここでは自由流と定義)時間が60分以上継続し、かつ、渋滞発生後に速度が40km/h以下(ここでは渋滞流と定義)の時間が30分以上継続するデータを抽出した。

(b) 渋滞発生時交通量分析対象地点の抽出

分析対象地点は、月に1回以上渋滞する地点を目安に、渋滞回数10回/年以上の入口合流部32地点を抽出した。これは本線2車線に合流する全入口の約3割に当たる。

分析対象地点の合流形式別内訳は、サイドランプが23地点、センターランプが9地点であった。

(c) 渋滞発生時交通量等の算出結果

抽出された32地点の渋滞発生時交通量の最大値と実現最大交通量及び合流部付近の道路構造等を表-1に示す。この表で、入口合流部の渋滞発生時交通量は、3,400~4,400台/時(15分間フローレート)の範囲にあり、ばらつきがみられた。このばらつきについては、「3. 渋滞発生時交通量の要因分析」で分析を行う。

都市間高速道路の単路部(片側2車線)サグボトルネックの渋滞発生後捌け交通量(渋滞が発生した後、解消するまでの全時間の平均フローレート)は、渋滞発生時交通量に対し約2割¹⁾の減少傾向がある。しかし、図-3に示す6号向島線(下)箱崎ロータリーと3号渋谷線(下)池尻入口の渋滞発生後捌け交通量は、渋滞発生時交通量に対し約1割⁴⁾の減少で、都市間高速道路単路部ほどの減少傾向はみられない。この相違に関しては、今後、入口合流部の調査地点を増やし、分析していく必要がある。

表-1 分析対象地点一覧

№	路線名	入口名	渋滞発生時交通量(15分間フローレート)				最大値	渋滞発生回数(回/年)	実現最大交通量15分間フローレート(台/時)b	比率b/a	入口形式1:サイド・2:センター	本線			加 速 車 線 長 (m)	連絡施設との 離隔距離	
			交通量(台/時) a	曜日	時間帯	合流比率(%)						平面(m)	縦断(%)	縦断(%)		上流側(m)	下流側(m)
1	3号狩場(上)	花之木橋	4,448	月	6	23	200	4,476	1.01	1	R=∞	0.3	7.0	213	1,480	540	
2	5号池袋(下)	飯田橋	4,440	木	17	10	122	4,440	1.00	1	R=∞	1.4	2.3	100	1,830	1,040	
3	3号狩場(下)	飯田橋	4,376	金	17	13	89	4,608	1.05	2	R=608	-0.4	6.0	188	1,880	560	
4	都心環状(内)	神田橋	4,352	水	9	4	24	4,708	1.08	1	A=81	0.0	8.0	80	310	330	
5	6号向島(下)	箱崎ロータリー	4,336	土	14	10	199	4,448	1.03	1	R=∞	0.6	3.7	85	310	770	
6	都心環状(外)	神田橋	4,280	祝	6	6	15	4,468	1.04	1	R=∞	0.0	10.0	70	290	100	
7	1号羽田(上)	空港西側	4,276	金	7	4	21	4,276	1.00	1	R=∞	-3.9	-3.7	130	1,050	1,480	
8	都心環状(内)	芝公園	4,256	木	8	6	199	4,312	1.01	1	A=91	0.0	4.0	70	520	590	
9	4号新宿(下)	外苑	4,140	木	17	8	167	4,140	1.00	1	R=∞	0.1	9.8	65	920	1,490	
10	6号向島(上)	箱崎ロータリー	4,124	金	6	6	105	4,124	1.00	1	R=∞	-1.0	6.5	125	170	170	
11	4号新宿(上)	箱崎ロータリー	4,124	月	7	23	24	4,124	1.00	1	A=160	-0.8	7.0	140	270	2,890	
12	中央環状(外)	飯田橋	4,072	土	7	18	77	4,072	1.00	1	R=2601	-1.5	8.6	180	3,810	4,220	
13	5号池袋(上)	護国寺袋	4,064	金	6	4	42	4,076	1.00	1	A=90	-0.4	7.2	110	1,560	2,410	
14	5号池袋(下)	北池袋	4,036	水	6	11	26	4,036	1.00	2	R=6310	3.0	8.7	140	300	1,380	
15	4号新宿(下)	池袋	3,996	火	11	14	37	4,060	1.02	1	A=160	1.3	8.5	140	230	2,480	
16	3号渋谷(下)	渋谷	3,996	月	8	8	11	4,116	1.03	1	A=122	-3.1	8.0	140	1,750	940	
17	都心環状(外)	霞が関	3,992	水	14	17	48	4,348	1.09	2	R=∞	0.2	-9.3	160	460	340	
18	3号狩場(下)	新山下	3,988	木	17	20	13	4,108	1.03	1	R=∞	-2.4	-2.4	160	1,210	630	
19	1号羽田(上)	汐入	3,972	月	7	11	91	4,080	1.03	2	R=20000	0.7	7.7	100	1,960	700	
20	都心環状(外)	芝公園	3,960	木	16	9	28	4,316	1.09	1	A=120	2.0	8.8	95	640	350	
21	1号羽田(上)	羽田	3,960	水	7	15	16	4,176	1.05	2	R=∞	-0.3	7.9	85	390	1,050	
22	都心環状(内)	代官町	3,912	水	9	20	263	4,100	1.05	1	A=130	0.0	9.0	90	420	1,010	
23	中央環状(外)	四つ木	3,876	土	17	6	10	4,064	1.05	1	R=3472	0.5	9.0	200	1,080	1,850	
24	3号渋谷(下)	池尻	3,840	金	19	18	134	3,944	1.03	2	R=∞	-1.8	7.4	120	1,570	850	
25	都心環状(内)	霞が関	3,768	火	17	28	72	3,848	1.02	2	A=113	1.7	-8.9	115	460	870	
26	5号池袋(下)	高松	3,712	水	19	10	50	4,012	1.08	1	A=160	-0.3	-0.3	180	320	1,660	
27	6号三郷(上)	加平南	3,656	金	6	5	67	3,776	1.03	1	R=∞	-0.3	7.7	160	190	2,030	
28	5号池袋(上)	西神田	3,636	木	6	2	69	3,928	1.08	1	R=∞	1.1	8.0	65	1,470	200	
29	中央環状(外)	飯田橋	3,564	金	18	10	19	3,796	1.07	1	R=3250	0.8	6.8	180	1,000	1,970	
30	5号池袋(下)	東池袋	3,560	水	19	8	19	3,868	1.09	1	R=∞	0.5	9.0	45	320	1,280	
31	1号羽田(下)	羽田	3,432	水	17	21	10	3,724	1.09	2	R=∞	0.1	7.8	95	400	1,080	
32	6号三郷(上)	加平北	3,388	火	5	4	14	3,656	1.08	2	R=3492	-0.3	6.5	250	640	190	

注) 入口の縦断線形は入口料金所から合流ノーズまでの主な勾配とした。

3. 渋滞発生時交通量の要因分析

渋滞発生時交通量は、以下に示す道路構造・交通特性等の種々の影響を受けて発生している⁴⁾と考えられる。

I. 道路構造要因

- 1) 車線数、車線幅等の幅員構成
- 2) 見通し等の本線及び入口の平面、縦断線形
- 3) 合流形式（サイドランプ、センターランプ）
- 4) 加速車線長
- 5) 合流部上・下流の連絡施設との離隔距離

II. 交通要因

- 1) 合流比率
- 2) 大型車混入率
- 3) 本線合流前の車群状況
- 4) 合流位置分布
- 5) 本線合流前の車線変更状況と車線利用率
- 6) 合流部渋滞の速度回復状況

本研究では、予備的分析として上記影響要因の中から下記2項目に着目し分析した。なお、分析項目の①は、抽出した32地点の渋滞発生時交通量最大値による分析、分析項目の②は、渋滞発生回数の多い4地点（合流形式別に2地点ずつ）について発生した全渋滞の渋滞発生時交通量より分析したものである。

- ①合流形式別の出現状況
- ②渋滞発生時交通量と合流比率の関係

(1) 渋滞発生時交通量最大値の合流形式別出現状況

渋滞発生時交通量最大値の50%タイル値を合流形式別に比較すると、センターランプが3,800～3,899台/時に対し、サイドランプが3,900～3,999台/時とサイドランプがセンターランプに比べ、約100台/時高い値を示している（図-4）。これは、サイドランプが合流する走行車線の速度や密度、そして車線利用率が追越車線に比べて低いことが原因と考えられる。

渋滞発生時交通量最大値の出現範囲は、サイドランプが3,500～4,400台/時、センターランプが3,300～4,300台/時と、両形式共約1,000台/時のばらつきがあり、地点によって渋滞発生時交通量は相違している（図-5）。これについては、道路構造要因と交通要因の両者が原因と考えられる。

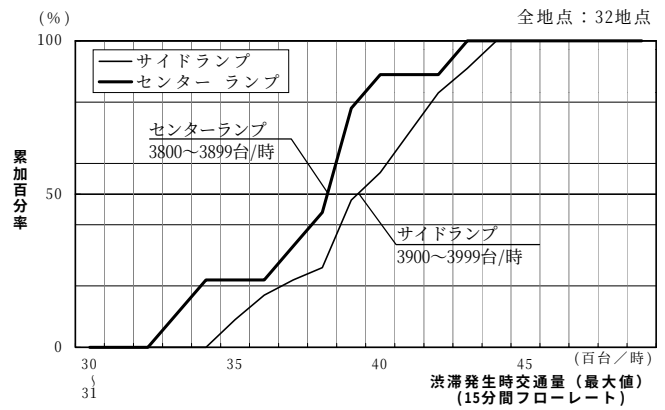


図-4 渋滞発生時交通量最大値の合流形式別累加百分率

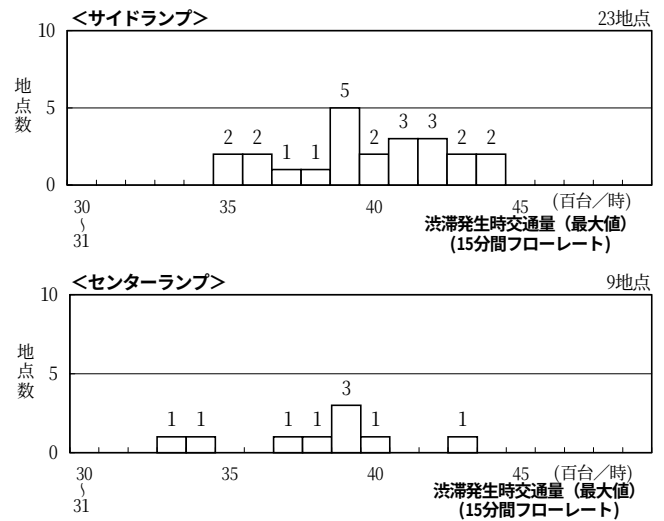


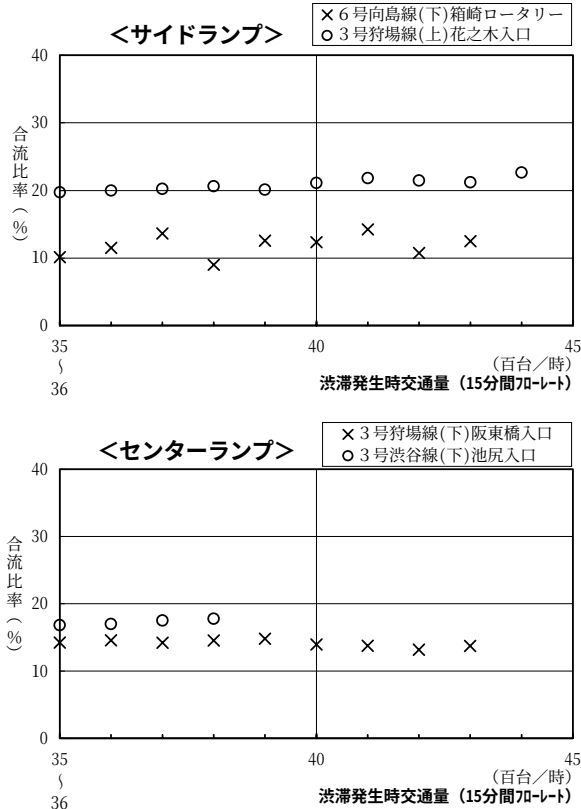
図-5 渋滞発生時交通量最大値の合流形式別出現状況

(2) 4地点の渋滞発生時交通量と合流比率の関係

サイドランプとセンターランプからそれぞれ渋滞発生回数の多い2地点を抽出し、渋滞発生時交通量と合流比率（入口交通量／（入口交通量＋本線合流前交通量））について合流形式別に整理し図-6に示す。

センターランプの合流比率は、サイドランプに比べ低い傾向がみられた。これは、センターランプでは、速度も密度も高く、車線利用率も高い追越車線に入口交通が合流するため、入口交通量が少なくても渋滞しやすいことが原因と考えられる。また、僅かではあるが、サイドランプの合流比率は渋滞発生時交通量の増加に伴い増加し、センターランプ（阪東橋入口）の合流比率は渋滞発生時交通量の増加に伴って低下する傾向もみられた。しかし、全体としては合流比率と渋滞発生時交通量に明確な関係はみられなかった。

渋滞発生時交通量は、同一地点でもばらつきがあった。これは、大型車混入率等の交通要因や先詰まり除去の設定速度等によるものと考えられる。



図－6 渋滞発生時交通量階層別の平均合流比率

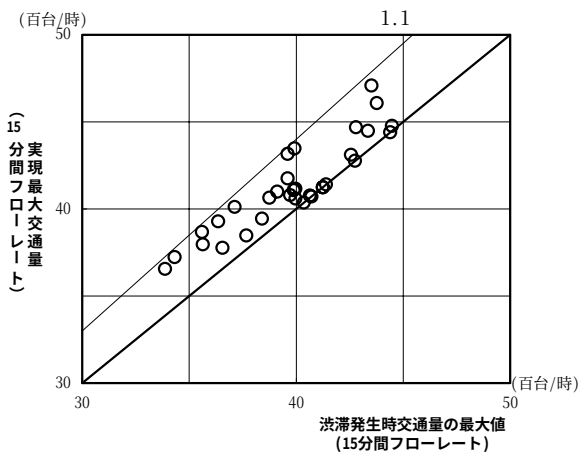
注) 合流比率は渋滞発生時交通量の百台単位階層別における平均値である。

渋滞発生時交通量は、最大値だけでなく、平均値や標準偏差などにも着目した分析が必要と考えられる。

4. 渋滞発生時交通量と実現最大交通量の比較

同一地点における渋滞発生時交通量の最大値と実現最大交通量を地点別に比較し、入口合流部別の渋滞発生時交通量の傾向を整理した。実現最大交通量は、入口合流部の通過しうる年間最大交通量である。

同一入口における渋滞発生時交通量の最大値と実現最大交通量を比較した結果を図－7に示す。



図－7 渋滞発生時交通量の最大値と実現最大交通量の比較

実現最大交通量は、同一地点の渋滞発生時交通量の最大値に対し、最大で約1割高い値を示した。これは両者の差が大きい入口で、何らかの対策（例えば、最適な流入調整等の実施）を行えば、入口合流部の容量が増加する可能性があることを期待させる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、入口合流部の交通容量について渋滞発生時交通量に着目し、合流形式と合流比率の影響及び実現最大交通量との比較を行い、以下の結果を得た。

- ① 渋滞発生時交通量は、地点間の差異だけでなく、同一地点においてもばらつきがあった。
- ② 首都高速道路の入口合流部における渋滞発生後捌け交通量は、都市間高速道路の単路部ほど減少傾向がみられなかった。
- ③ 渋滞発生時交通量の最大値は、サイドランプがセンターランプに比べ約100台/時高い値を示した。
- ④ 合流比率と渋滞発生時交通量に明確な関係はみられなかった。
- ⑤ 実現最大交通量は、渋滞発生時交通量に対し、最大で約1割高い値を示した。

今回得られた結果は、特定の要因に着目したものであり、渋滞発生時交通量を把握するためには、更に以下のような課題への取り組みが必要と考えられる。

- ① 合流部の渋滞発生に影響が考えられる道路構造要因と交通要因に着目した分析
- ② 本線交通量階層と合流比率別階層による渋滞発生割合に関する分析²⁾
- ③ 渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量の関係分析
- ④ 下流側区間の先詰まり設定速度と渋滞発生時交通量に関する分析

今後は、これらについて引続き検討を行い、入口合流部における渋滞発生時交通量の影響要因を把握し、具体的な渋滞対策に向けた検討を行う所存である。

参考文献

- 1) 岡村秀樹他：「高速道路単路部の交通容量に関する調査研究（上）」、「高速道路と自動車」Vol.44, No2, pp.31-38, 2001/2.
- 2) 岡村秀樹他：「高速道路単路部の交通容量に関する調査研究（下）」、「高速道路と自動車」Vol.44, No3, pp.30-40, 2001/3.
- 3) 社団法人 日本道路協会：「道路の交通容量」, 1984/9.
- 4) 首都高速道路公団：合流部における交通容量分析手法の検討, 2001/3.