

都市間高速道路と都市高速道路の 交通容量に関する比較考察

石田 貴志¹・松下雅行²・割田博³・Jian XING⁴・野中康弘⁵

¹正会員 株式会社 道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤス機械ビル)

E-mail: t_ishida@doro.co.jp

²非会員 首都高速道路 株式会社 (〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1 日土地ビル)

E-mail: m.matsushita1313@shutoko.jp

³正会員 首都高速道路 株式会社 (〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1 日土地ビル)

E-mail: h.warita1116@shutoko.jp

⁴正会員 株式会社 高速道路総合技術研究所 (〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1)

E-mail: xing@ri-nexco.co.jp

⁵正会員 株式会社 道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤス機械ビル)

E-mail: y_nonaka@doro.co.jp

階層区分に応じた道路交通サービスを提供するにあたっては、道路の持つ機能を明確にすることが必須である。とりわけ、トラフィック機能が卓越した高速道路においては、渋滞を抑制し高速移動を担保することが求められることから、計画・設計時に交通容量を把握していることが重要である。しかし、道路構造が大きく異なる都市間高速道路と都市高速道路において、統一的な交通容量判読方法を基にした比較はなく、これらの差異は不明である。また、従来都市高速道路では合流を原因とした渋滞が多かったが、近年では放射道路の下り線や中央環状線において、サグ渋滞もみられるようになった。本稿では、サグ部の渋滞を対象として、統一的な交通容量判読手法に基づき、都市間高速道路と都市高速道路の交通容量を渋滞発生時交通量/渋滞発生後捌け交通量に区分して比較するとともに、交通容量の変動要因について考察する。

Key Words : *highway capacity, traffic congestion, interurban expressways, urban expressways*

1. はじめに

階層区分に応じた道路交通サービスを提供するにあたっては、道路の持つ機能を明確にすることが必須である。とりわけ、トラフィック機能が卓越した高速道路においては、渋滞を抑制し高速移動を担保することが求められることから、計画・設計時に交通容量を把握していることが重要である。しかし、道路構造が大きく異なる都市間高速道路と都市高速道路において、統一的な交通容量判読方法を基にした比較はなく、これらの差異は不明である。また、従来都市高速道路では合流を原因とした渋滞が多かったが、近年では放射道路の下り線や中央環状線において、サグ渋滞もみられるようになった。

本稿では、サグ部の渋滞を対象として、統一的な交通容量判読手法に基づき、都市間高速道路と都市高速道路

の交通容量を渋滞発生時交通量/渋滞発生後捌け交通量に区分して比較するとともに、交通容量の変動要因について考察する。

2. 分析方法

(1) 交通容量の判読方法

都市間高速道路における交通容量の判読方法を明確に示したのは、平成7年度～10年度に(社)交通工学研究会内に設けられた「高速道路の交通容量に関する調査検討委員会(委員長:越正毅 日本大学理工学部教授)」である。それらをまとめた報告書¹⁾や岡村ら²⁾によると、渋滞発生時交通量は渋滞発生直前の15分間フローレート、渋滞発生後捌け交通量は渋滞流中のフローレートと定義

し、観測値として議論することとなった(図-1)。

当委員会で渋滞発生時交通量を15分間フローレートとしたのは、複数ボトルネックを対象に図-2に示す5種類のフローレートを判読した結果、最も主観の値に近いのは15分間フローレートであること、主観の最頻値は15分間であったためとしている^{2,3)}。

本研究では、この方法に従い判読した交通容量をもとに、都市間高速道路と都市高速道路を比較考察する。

(2) 交通容量の比較分析方法

都市間高速道路の交通容量は、筆者らが実施した既往研究の結果を使用する⁴⁾。一方、都市高速道路については、首都高速道路のボトルネックを対象に、交通量速度変動図より日々の交通容量を判読する。これらの交通容量は渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量に区分した上で、影響要因別の比較分析を行う。

なお、交通容量に与える影響要因として、降雨の有無や明暗があることが知られている^{4,5)}。本研究においても、影響有無や影響度合いを分析するため、以下にこれら影響要因の区分方法を示す。

降雨のデータは、気象庁のホームページに掲載されている1時間毎の降雨量とする。具体的には、分析対象地

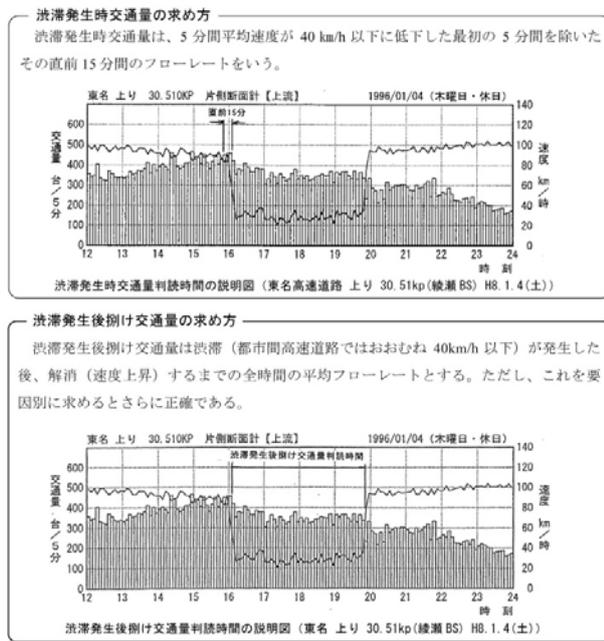


図-1 渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量の判読方法¹⁾

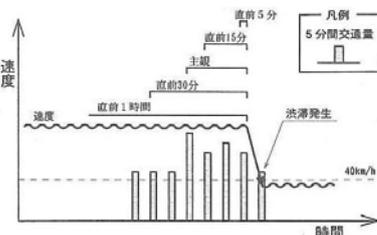


図-2 渋滞発生時交通量算出にあたっての比較対象²⁾

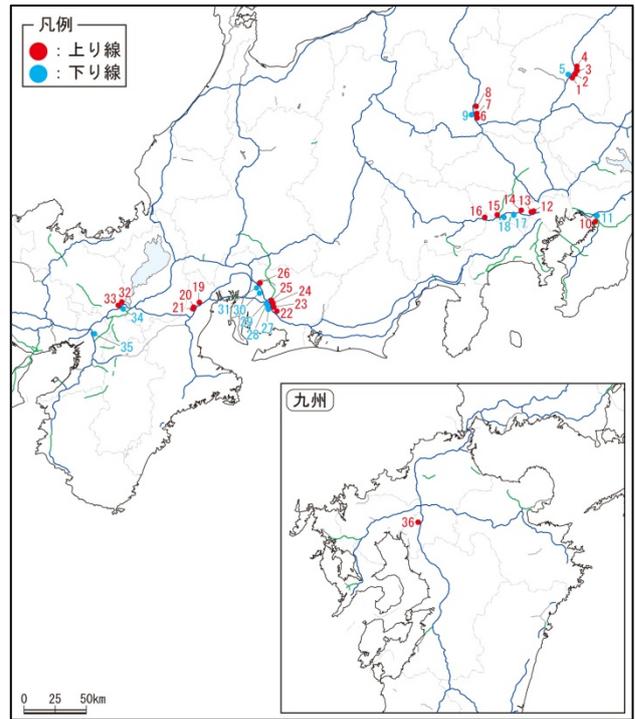


図-3 都市間高速道路の対象箇所

表-1 都市間高速道路の対象箇所

No.	路線	上下	ボトルネック名称		対象車両感知器(kp)	対象期間
			名称	k p		
1	東北道	上	上河内SA付近	109.100	110.075	H21.7.17~H22.7.15
2			塩谷BS付近	114.700	115.682	H11.7.15~H18.3.31
3			荒川橋付近	116.700	117.610	H11.7.15~H18.3.31
4			矢板IC付近	118.600	119.672	H11.7.15~H18.3.31
5		下	上河内SA付近	110.900	110.071	H18
6	関越道	上	前橋IC付近	92.100	92.990	H19~H23
7			群馬BS付近	95.700	96.700	H19~H23
8		下	渋川伊香保IC付近	101.900	102.850	H19~H23.3.16
9			群馬BS付近	95.700	94.800	H19~H22
10	京葉道路	上	貝塚IC付近	27.000	26.340	H15-H18
11		下	穴川中IC付近	24.700	26.340	H18
12	中央道	上	深大寺BS	4.700	5.110	H17
13			調布IC合流	6.700	6.310	H17
14			国立府中IC	15.100	16.160	H17
15			小仏TN	37.900	40.430	H17
16			上野原IC	49.300	48.090	H17
17		下	日野BS	20.710	19.700	H17
18			元八王子BS	32.810	30.700	H17
19	東名阪道	上	四日市IC付近	60.500	58.540	H21.3~H22.2
20			67kp付近	66.000	67.170	H21.3~H22.2
21			68kp付近	68.200	69.200	H21.3~H22.2
22	東名	上	岡崎IC付近	291.400	292.340	H18
23			295kp付近	295.400	296.430	H18
24			岩津BS付近	299.400	300.420	H18
25			豊田JCT付近	303.200	302.150	H18
26			日進地区	319.400	320.370	H18
27		下	295kp付近	295.400	294.430	H18
28			297kp付近	297.400	296.440	H18
29			豊田JCT付近	304.000	302.150	H18
30			312kp付近	313.100	312.010	H18
31			東郷PA付近	319.400	318.350	H18
32	名神	上	蟬丸TN	476.560	476.220	H23
33		下	ケンカ山	485.320	486.250	H23
34			旧山科BS	483.420	480.500	H23
35	近畿道	下	新幹線交差	5.750	5.060	H20.1~3
36	九州道	上	広川IC先	110.000	111.520	H23

※ は都市近郊部(平日型)のボトルネック

点に最も近い気象観測所を選定した上で、交通容量を算出した対象時間のうち1時間でも0.5mm以上の降雨があった場合を降雨時とする。

明暗については、昼・薄暮・夜に区分することで分析する。理科年表の日出・日入時刻より季節別に日出・日入時刻を30分単位で丸めた上で前後30分を薄暮とする（例えば冬の日出が6:00～7:00の場合、5:30～7:30を薄暮とする）。

3. 対象箇所の概要

(1) 都市間高速道路

都市間高速道路の分析対象箇所は、前述の先行研究⁴⁾で対象とした55箇所のうち、片側車線数が2車線の36箇所とする（前頁図-3および表-1）。なお、これらボトルネックの渋滞原因はサグやトンネルである。

(2) 都市高速道路

都市高速道路の分析対象箇所は、図-4および表-2に示す5箇所とする。これらは、いずれも片側車線数が2車線である。

No.1の池尻付近（下）は、池尻入口～三軒茶屋出口間にボトルネックがあり、サグが原因と考えられている。午前と午後に渋滞が発生する。



図-4 都市高速道路の対象箇所（首都高速道路）

表-2 都市高速道路の対象箇所（首都高速道路）

No.	路線	上下	ボトルネック名称	対象車両感知器(kp)	対象期間
1	3号渋谷線	下	池尻付近	5.830	H26.9～H26.10
2	4号新宿線	下	高井戸付近	11.760	H26.9～H26.10
3	川口線	上	鹿浜橋付近	2.870	H26.9～H26.10
4	中央環状線	内	千住新橋付近	33.940	H26.9～H26.10
5	中央環状線	外	扇大橋付近	33.050	H26.9～H26.10

No.2の高井戸付近（下）は、永福入口～高井戸出口のサグが原因と考えられており、夕方から夜間にかけて渋滞が発生する。

No.3の鹿浜橋付近（上）は、東領家出口～鹿浜橋入口のサグが原因と考えられている。朝に渋滞が発生するが、下流側の江北JCTの渋滞が延伸することも多く、鹿浜橋付近の渋滞発生後捌け交通量が判読可能な時間帯は短い。

No.4の千住新橋付近（内）は、千住新橋入口～扇大橋出口のサグが原因と考えられており、午後に渋滞が発生することが多い。

No.5の扇大橋付近（外）は、扇大橋入口～千住新橋出口のサグが原因と考えられており、午後に渋滞が発生することが多い。

4. 交通容量の比較分析

(1) 全体傾向

図-5は、都市間高速道路と都市高速道路の交通容量について、無降雨時の全時間帯を対象に、渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量に区分して整理した結果である。図中のサンプル数は分析対象としたボトルネック数と一致し、1サンプルを構成する値は各ボトルネックで日々観測された交通容量の平均値である。

渋滞発生時交通量についてみると、都市間高速道路（計）における36ボトルネックの平均値は3,334台である。都市高速道路の平均値は3,137台/時であり、都市間高速道路（計）より197台/時（6%）低い。

都市間高速道路は、都市近郊で平日に渋滞が発生するボトルネックの交通容量が高いことから、「都市近郊」と「地方部」に区分する。なお、都市近郊のボトルネックは前頁の表-1を参照されたい。都市近郊は3,574台/時、地方部は3,142台/時であった。都市高速道路の渋滞発生時交通量は、都市間高速道路（都市近郊）より437台/時（12%）低く、都市間高速道路（地方部）と同様である。

渋滞発生後捌け交通量は、都市間高速道路（都市近郊）が3,217台/時で最も高く、次いで都市高速道路の2,915台/時（▲302台/時、▲9%）、都市間高速道路（地方部）の2,731台/時（▲486台/時、▲15%）である。

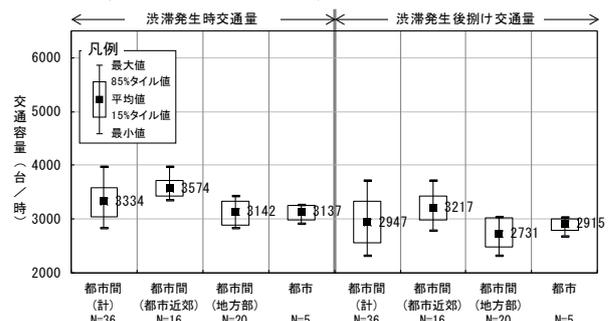


図-5 交通容量（無降雨・全時間帯）

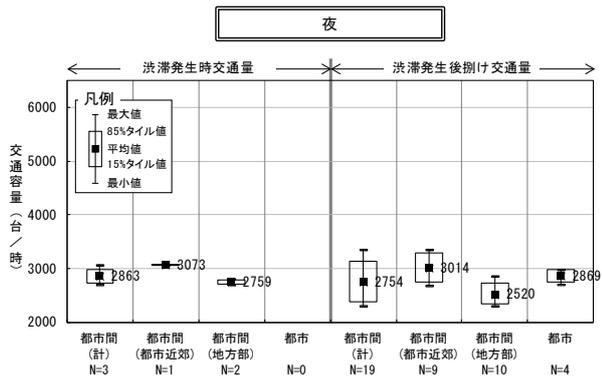
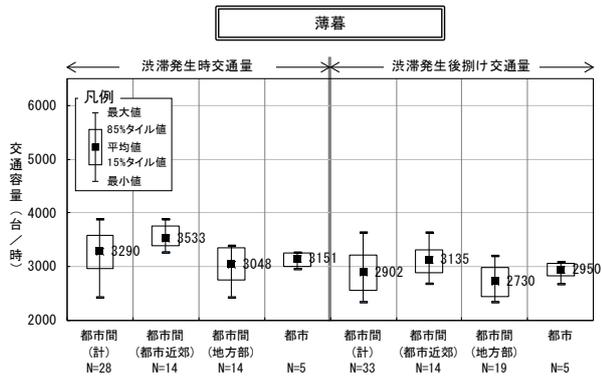
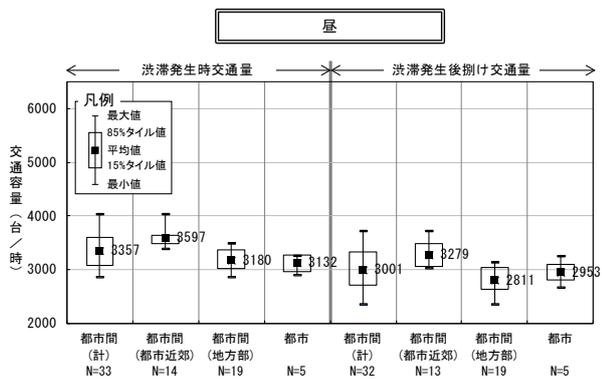


図-6 明暗別交通容量 (無降雨)

(2) 明暗別

前述の分析結果は、明暗を考慮していない。都市間高速道路と都市高速道路における交通容量の大小関係について考察するため、図-6に昼・薄暮・夜別の交通容量を示す。夜の都市高速道路において、渋滞発生時交通が観測されていないものの、全ての区分において渋滞発生時交通量は、都市間高速道路 (都市近郊) > 都市間高速道路 (地方部) ≒ 都市高速道路であり、渋滞発生後捌け交通量は、都市間高速道路 (都市近郊) > 都市高速道路 > 都市間高速道路 (地方部) という大小関係になっている。

5. 交通容量の影響要因分析

(1) 渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量

図-7は渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量を比

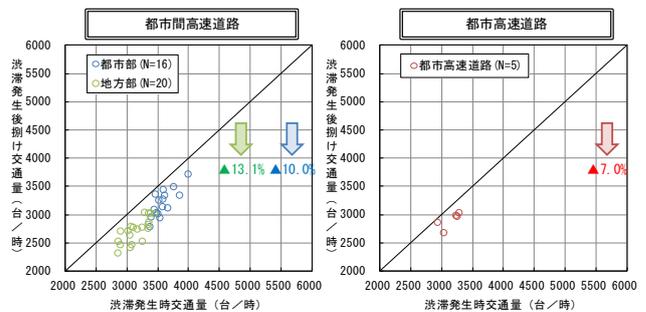
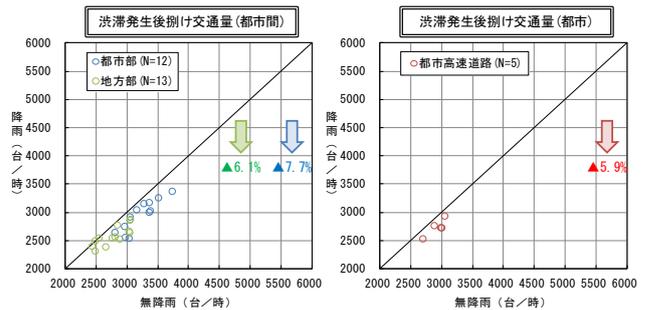
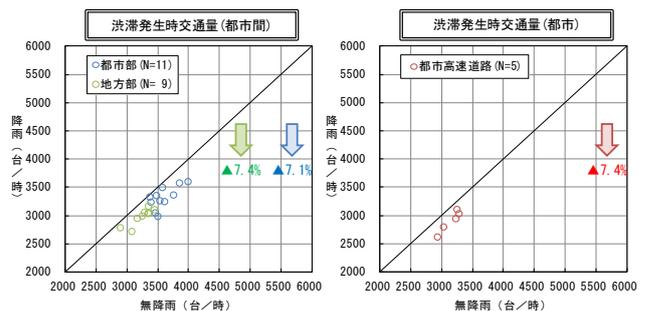


図-7 渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量の関係 (無降雨・全時間帯)



※分析サンプル数が3サンプル以上の地点を対象

図-8 無降雨・降雨別の交通容量比較結果 (全時間帯)

較したものである。プロットは、1つのボトルネックにおける当該区分の平均交通容量である。また、図中に記載した数値は、各ボトルネックの渋滞発生時交通量に対する渋滞発生後捌け交通量の低下率について平均したものである。渋滞発生後捌け交通量は渋滞発生時交通量より低く、その減少率をみると、都市間高速道路は10~13%であるのに対し、都市高速道路は7%である。都市高速道路は、渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量の差が小さいと考えられる。

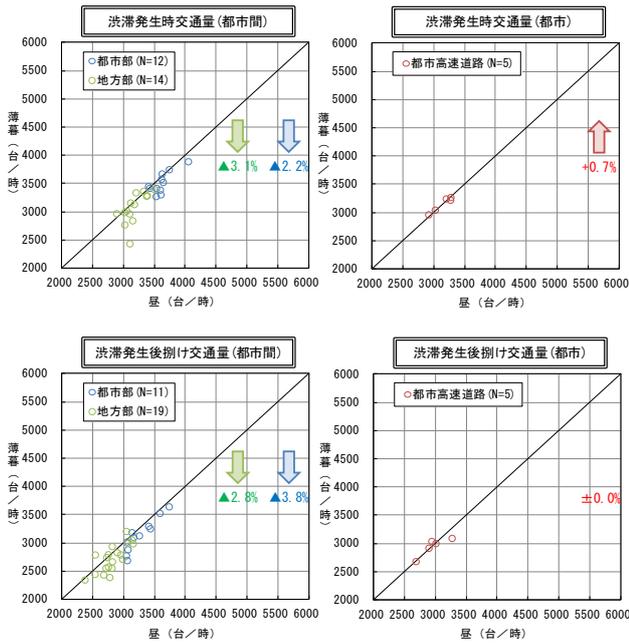
(2) 降雨

無降雨・降雨別の交通容量比較結果を図-8に示す。渋滞発生時交通量は、都市間・都市高速道路にかかわらず無降雨時に比べて降雨時の方が7%低い。また、渋滞発生後捌け交通量は6~8%低い。都市間高速道路と都市高速道路の減少率に大きな差はなく、降雨による影響は同程度と考えられる。

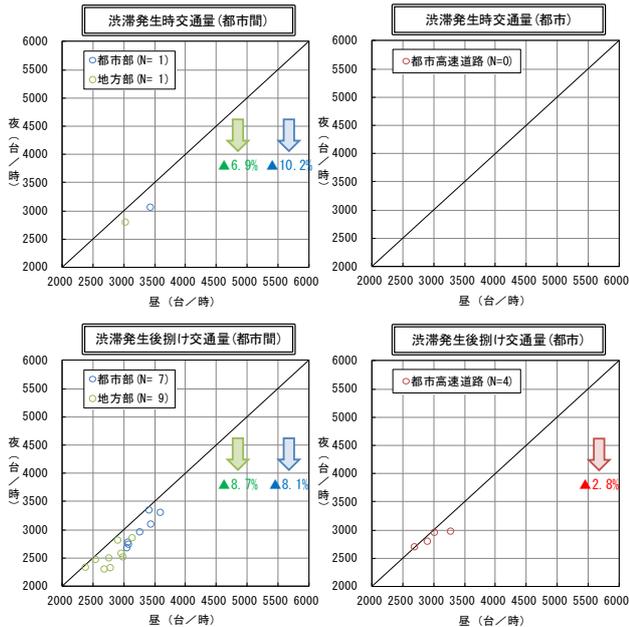
(3) 明暗

図-9は、昼と薄暮、昼と夜の交通容量を比較した結果である。昼と薄暮をみると、都市間高速道路は渋滞発生時交通量、渋滞発生後捌け交通量ともに薄暮が2~4%低下しているのに対し、都市高速道路は1%未満であり、影響は小さい。また、昼と夜をみると、都市間高速道路は7~10%低下しているが、都市高速道路は3%にとどまる。総じて、都市高速道路は、明暗の影響が小さいといえる。

《昼と薄暮の比較》



《昼と夜の比較》



※分析サンプル数が3サンプル以上の地点を対象

図-9 明暗別の交通容量比較結果 (無降雨)

6. 個別ボトルネックに着目した交通容量分析

これまで、1つのボトルネックに対して平均交通容量を与えることで、マクロ的に交通容量を分析した。ここでは、都市間高速道路(都市近郊)、都市間高速道路(地方部)、都市高速道路の3区分に対し、代表的かつ交通容量が平均的なボトルネックを各1つ選定し、日々の交通容量に基づく分析を行うことで、更なる考察を加える。なお、選定したボトルネックは表-3のとおりであり、無降雨・昼を対象とする。

(1) ばらつき

図-10は各ボトルネックの交通容量分布である。渋滞発生時交通量、渋滞発生後捌け交通量とも、都市間高速道路に比べて、都市高速道路のばらつき(標準偏差)が小さい。都市高速道路の交通容量は、都市間高速道路に比べて安定している。

表-3 個別ボトルネックに着目した交通容量分析の対象箇所

区分	路線	上下	ボトルネック名称	渋滞発生時交通量 (台/時)		渋滞発生後捌け交通量 (台/時)	
				当該BN平均	当該区分	当該BN平均	当該区分
都市間高速道路(都市近郊)	京葉道路	上	貝塚IC付近	3,612	3,597	3,427	3,279
都市間高速道路(地方部)	東北道	上	塩谷BS付近	3,234	3,180	2,812	2,811
都市高速道路	中央環状線	外	扇大橋付近	3,195	3,132	3,001	2,953

※交通容量は無降雨・昼を対象

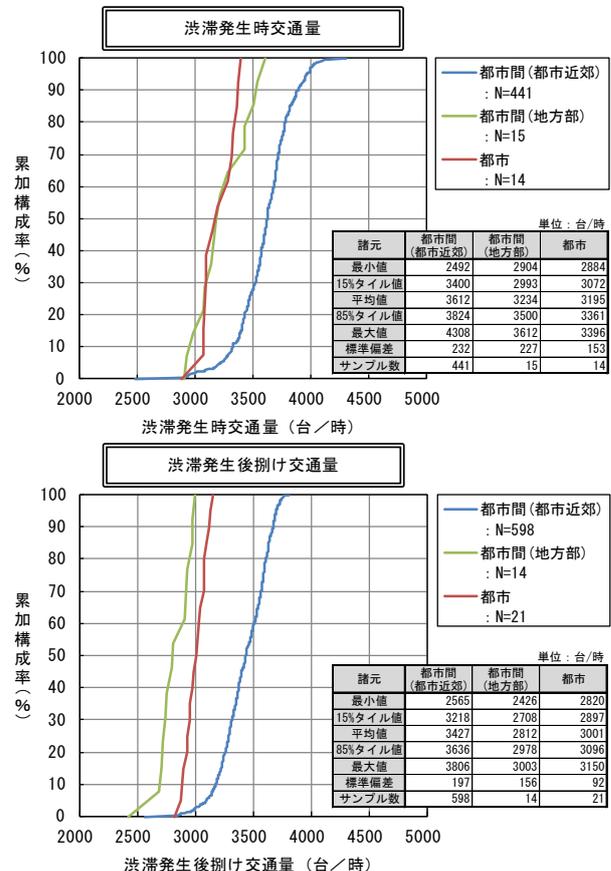


図-10 交通容量分布 (無降雨・昼)

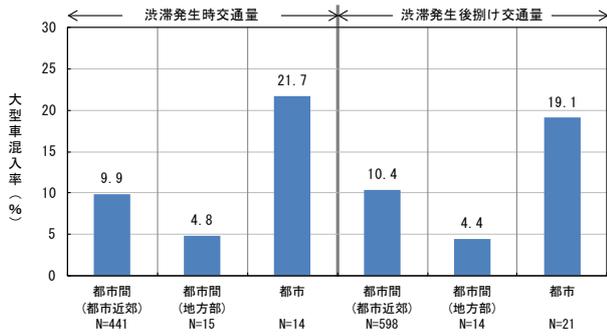
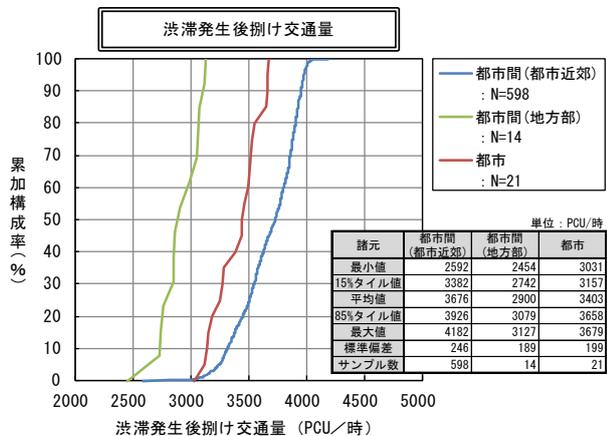
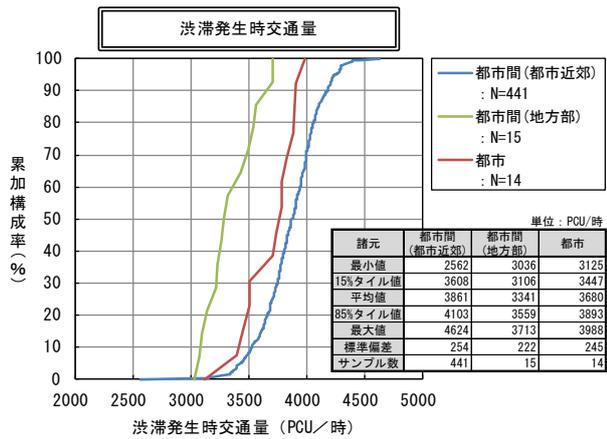


図-11 交通容量集計時の平均大型車混入率（無降雨・昼）



※小型車換算係数は1.7

図-12 PCUにみる交通容量分布（無降雨・昼）

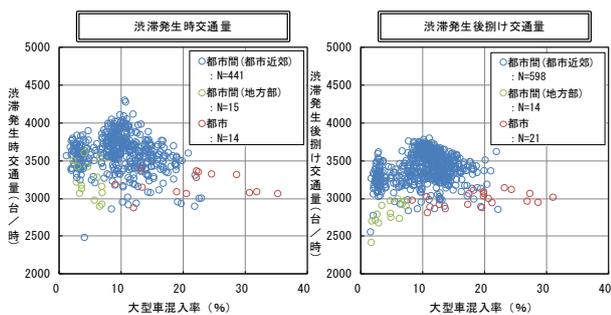


図-13 大型車混入率と交通容量の関係（無降雨・昼）

(2) 大型車混入率

対象とした3ボトルネックの交通容量を集計した際の平均大型車混入率を図-11に示す。なお、車両感知器で検知する大型車は、都市間高速道路で車長5.5m、都市高速道路で6.0mである。都市間高速道路（都市近郊）は10%、都市間高速道路（地方部）は4~5%、都市高速道路は19~22%であった。都市高速道路は平均的に大型車が多い。

大型車の影響をみるため、日々の交通容量について大型車を小型車換算する。図-12に示すPCUでみると、洪滞発生時交通量、洪滞発生後捌げ交通量ともに、大小関係は、都市間高速道路（都市近郊）>都市高速道路>都市間高速道路（地方部）であり、実台数と概ね同様の傾向である。

なお、図-13の大型車混入率と交通容量の関係では負の相関があり、大型車混入率が高いほど交通容量が低くなる傾向にあるものの、それ以上に同一混入率の中での交通容量の分散の大きさが目立つ。

7. まとめと今後の課題

本研究では、交通量速度変動図より判読した日々の交通容量（洪滞発生時交通量と洪滞発生後捌げ交通量）について、都市間高速道路と都市高速道路の片側2車線道路を比較分析した。その結果、洪滞発生時交通量の大小関係は、都市間高速道路（都市近郊）>都市間高速道路（地方部）≒都市高速道路であり、洪滞発生後捌げ交通量は、都市間高速道路（都市近郊）>都市高速道路>都市間高速道路（地方部）であることを確認した。都市高速道路は、大型車混入率が高いものの、PCUで比較しても同様の傾向であり、交通容量の差は大型車混入率以外の道路構造や車群形成状況が影響していると考えられる。

また、都市高速道路の交通容量について、都市間高速道路との比較から整理すると、洪滞発生時交通量に対する洪滞発生後捌げ交通量の低下量は、都市間高速道路に比べて都市高速道路の方が低い。降雨の影響は同程度であるが、明暗（昼・薄暮・夜）の影響は都市高速道路は小さい。そもそも、都市高速道路は日々の交通容量の分散が小さく、安定的であることを確認した。

今後は、更なる都市高速道路の交通容量分析を行い、比較サンプル数を増やすことで、都市間高速道路と都市高速道路の道路幾何構造（幅員や路肩等の横断方向、サグを構成する勾配等の縦断方向）の影響を比較考察する必要がある。また、都市高速道路については、片側3車線道路の分析も必要である。これらをもとに、性能照査型道路設計を行う際の基礎的な知見を蓄積することが望まれる。

参考文献

- 1) 日本道路公団: 都市間高速道路の交通容量マニュアル (平成 11 年版) 作成業務報告書, 日本道路公団技術部, 2000.
- 2) 岡村秀樹, 渡辺修治, 泉正之: 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, No.2, pp.31-38, 2001.
- 3) (社)交通工学研究会: 平成 7 年度～平成 10 年度 高速道路の交通容量に関する調査検討報告書(日本道路公団委託), (社)交通工学研究会, 1999.
- 4) 石田貴志, Jian XING: 都市間高速道路における交通容量の現状と課題, 土木計画学研究・講演集, Vol.47, 2013.
- 5) 割田博, 赤羽弘和, 船岡直樹, 岡村寛明, 森田緯之: 首都高速道路におけるキャパシティボールの抽出とその特性分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.29, 2004.

(2015. 4. 24 受付)

A STUDY ON THE COMPARISON OF TRAFFIC CAPACITY OF URBAN AND INTERURBAN EXPRESSWAYS

Takashi ISHIDA, Masayuki MATSUSHITA, Hiroshi WARITA,
Jian XING and Yasuhiro NONAKA