

# 都市間高速道路における速度の 経年変化に関する研究

石田 貴志<sup>1</sup>・大口 敬<sup>2</sup>・邢 健<sup>3</sup>・後藤 誠<sup>4</sup>

<sup>1</sup>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 5F）  
E-mail:t\_ishida@doro.co.jp

<sup>2</sup>フェロー会員 東京大学生産技術研究所（〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1）  
E-mail:takog@iis.u-tokyo.ac.jp

<sup>3</sup>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

<sup>4</sup>非会員 東日本高速道路株式会社（〒100-8979 東京都千代田区霞が関 3-3-2）  
E-mail:m.goto.ac@e-nexco.co.jp

先行研究では、平成 15～28 年の 14 年間に於いて、都市間高速道路の交通性能が低下していることが示されている。ただし、同期間でどのように低下したかは明らかになっていない。また、観測される非渋滞時速度として、交通量ランク別の経年変化を示した研究はほとんどなく、速度分布の変化も不明である。

本研究では、平成 8 年から平成 31 年の 24 年を対象に、都市間高速道路における非渋滞時の交通量ランク別速度を分析した結果、平成 15 年前後から低下し始めていることを明らかにした。また、大半が希望速度で走行できる交通量ランクであっても全体的に速度分布が低い領域にシフトし、高い交通量ランクでは拘束速度であることから速度低下の影響が大きいことを明らかにするとともに、特に大型車の経年的な速度低下があることも考察した。

**Key Words:** traffic performance, non-congested speed, speed distribution, secular change

## 1. はじめに

先行研究<sup>1)</sup>では、平成 15 年から平成 28 年の 14 年間に於いて、都市間高速道路の QV の形状が縮小し、実現最大交通量や自由流時速度が低下していることを示している。ただし、同期間でどのように交通性能が低下したかは明らかになっていない。また、観測される非渋滞時速度として、交通量ランク別の経年変化を示した研究はほとんどなく、速度分布の変化も不明である。さらに、車線別や大型車混入率別に分析した事例はない。

本研究は、都市間高速道路の交通性能のうち非渋滞時速度に着目し、いつから低下しているかを明らかにするとともに、経年変化の要因を考察することを目的とする。車両感知器データが得られる平成 8 年から平成 31 年の 24 年を対象に、非渋滞時の交通量ランク別速度を集計することで、速度分布も含めた経年変化を分析する。また、分析にあたっては、車線別や大型車混入率別の速度にも着目し、その変化の傾向から経年変化の要因を考察する。

## 2. 既往文献の整理と本研究の位置付け

### (1) 速度の経年変化

これまで高速道路を対象に速度の経年変化を分析した事例は限られる。都市間高速道路を対象にしたものとしては、筆者らの先行研究<sup>1)</sup>があり、39 箇所のボトルネック、平成 15～28 年の 14 年を対象に、非渋滞時における交通量ランク別速度の経年変化を分析している。この中では、全 39 地点を対象に平成 15 年と平成 28 年の 2 時点比較を行い、全ての地点で速度が低下したことを示している。

松ヶ谷ら<sup>2)</sup>は、都市間高速道路の片側 3 車線区間の 3 箇所、それぞれ経年変化前：平成 22～27 年、経年変化後：平成 30～31 年を対象に、パルスデータより車頭時間 4 秒以上の車両を自由走行車両と定義して経年変化を分析した。ここでは、第 1 走行車線と大型車を除いて平均速度が低下傾向にあることを示している。また、希望速度分布を推定した結果、経年変化前後で平均や標準偏差が減少傾向にあることも示している。

## (2) 本研究の位置付け

これら既往文献は、都市間高速道路を対象としたもので、非渋滞時速度が経年的に低下していることを示しているものの、いつから低下し始めたかを考察したものはない。最も古い年次が平成 14 年であることに因ると考えられる。さらに、前述の松ヶ谷ら<sup>2)</sup>は、大型車の影響を指摘しているが、大型車混入率別の速度には着目していない。筆者らの交通容量の経年変化を分析した既往研究<sup>3)</sup>でも大型車の影響を考察しており、大型車混入率に着目する意義がある。

本研究では、車両感知器の 5 分間データを用いて、都市間高速道路における非渋滞時の交通量ランク別速度の経年変化を分析する。分析期間は、平成 8～31 年の 24 年間とする。これまでの最長 15 年間より 9 年長い期間が対象となる。また、経年変化の分析にあたっては、車線別や大型車混入率別にも着目する。

## 3. 分析概要

### (1) 分析対象期間と対象地点

本研究では、平成 8～31 年の 24 年を対象とする。また、対象地点は、先行研究<sup>1)</sup>で対象とした東日本高速道路(株) 関東支社管内の 39 地点のうち、地方部の片側 3 車線区間として関越道(下) 東松山 IC 付近、都市近郊の片側 2 車線区間として東京外環道(内) 戸田西 IC 付近の 2 地点とする(図-1)。この 2 地点は、前述の 39 地点の中から、経年的に渋滞が発生しており高い交通量が観測できていることと、車両感知器データが安定的に取得できていることを条件に、長期間に渡って速度を集計できる地点として選定している。

具体的に、関越道(下) 東松山 IC 付近は東松山 IC 下流に位置する 41.540kp、東京外環道(内) 戸田西 IC 付近は戸田西 IC 下流に位置する 7.100kp の車両感知器を対象とする。以降では、便宜上それぞれの地点を「東松山 IC 付近(下)」, 「戸田西 IC 付近(内)」と称す。

### (2) 分析方法

本研究では、車両感知器の 5 分間データを用いて、非渋滞時の交通量ランク別速度を集計し、これらの経年変化を分析する。交通量ランク別や車線別、大型車混入率別の平均速度を算出するにあたっては、空間平均速度とする。また、渋滞判定速度は、稲野ら<sup>4)</sup>に倣い各年次の QV 図より臨界速度を確認したうえで一律で定義する。図-2 は、例として対象期間のうち平成 8 年の車両感知器データを用いて、QV 図を描画したものである。プロットは、本研究で対象とする 5 分間値である。これを見ると、東松山 IC 付近(下)、戸田西 IC 付近(内)のい



図-1 分析対象地点位置図

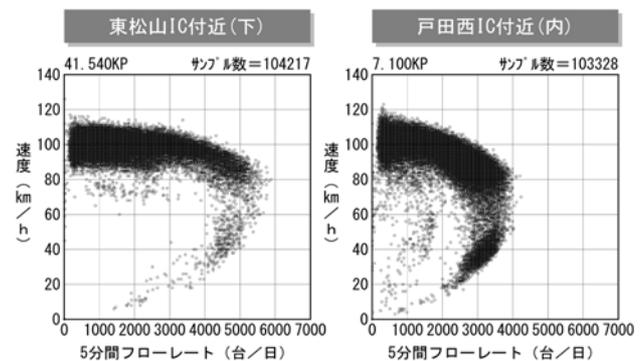


図-2 対象地点における QV 図 (平成 8 年)

れも、臨界速度がほぼ 60km/h であることがわかる。よって、本研究では 60km/h 以下を渋滞としたうえで 60km/h 超の非渋滞時速度を集計する。

なお、対象とする車両感知器データは、車線別に 5 分間の全車交通量、大型車交通量、全車速度、時間占有率が集計されたものである。本研究で着目する速度としては、全車速度のみが使用可能で、車種別速度はデータとして存在しない。また、この車両感知器の 5 分間データをもとに交通量ランク別速度を分析するわけであるが、交通量ランクは全車線合計の 5 分間フローレートとして 200 台/時ごとの集計値とする。

### (3) 対象サンプル数

車両感知器の 5 分間データを用いるため、1 時間あたり 12 データ、1 日あたり 288 データ、1 年 365 日あたり 105,120 データが最大のデータ数になる(閏年は 105,408 データ)。このうち、速度が 60km/h 以下のデータ、交通量が 0 台/5 分のデータ、その他欠測や異常データを除去したものが対象データになる。例えば、ある 5 分間について、走行車線が交通量 0 台/5 分で速度のデータがなく、追越車線で交通量と速度のデータがある場合、走行車線は対象外、追越車線と車線計は対象になるため、車線別と車線計の分析対象サンプル数は一致しない。

表-1 に示す東松山 IC 付近（下）の分析対象サンプル数をみると、平成 14 年と平成 25 年を除いて車線別、車線計でも 94,550~104,420 データ（90~99%）が対象となっている。平成 14 年は 38,771~40,648 データ（37~39%）、平成 25 年は 69,708~69,783（66%）であり、分析対象となるデータの割合が低い。

表-2 に示す戸田西 IC 付近（内）の分析対象サンプル数は、平成 12 年と平成 30~31 年を除いて車線別、車線計でも 82,219~102,363（78~97%）が対象となっている。平成 12 年と平成 30~31 年は、車両感知器データに欠測が多いため、対象外とする。

表-1 東松山 IC 付近（下）における分析対象サンプル数

和暦	西暦	第1走行車線	第2走行車線	追越車線	車線計
平成8年	1996	103,915	103,905	101,457	103,926
平成9年	1997	103,237	103,297	101,083	103,302
平成10年	1998	103,869	104,240	100,770	104,176
平成11年	1999	103,942	103,967	100,114	104,002
平成12年	2000	103,960	104,165	100,386	104,166
平成13年	2001	98,000	98,072	94,550	98,294
平成14年	2002	40,476	40,481	38,771	40,648
平成15年	2003	103,302	103,563	94,928	103,642
平成16年	2004	104,419	104,370	100,250	104,420
平成17年	2005	101,433	103,660	100,439	103,702
平成18年	2006	101,182	101,207	99,305	101,353
平成19年	2007	97,675	97,639	97,693	97,649
平成20年	2008	99,058	99,021	99,016	99,010
平成21年	2009	100,148	100,065	100,065	100,053
平成22年	2010	98,602	98,663	98,716	98,630
平成23年	2011	100,271	100,340	100,333	100,339
平成24年	2012	101,655	101,212	101,661	101,383
平成25年	2013	69,783	69,749	69,708	69,734
平成26年	2014	100,244	100,215	100,131	100,175
平成27年	2015	101,611	101,578	101,527	101,547
平成28年	2016	101,249	101,257	101,175	101,204
平成29年	2017	101,494	101,458	101,391	101,425
平成30年	2018	100,467	100,420	100,284	100,350
平成31年	2019	101,615	101,468	101,356	101,416

※関越道(下)41.540kp

表-2 戸田西 IC 付近（内）における分析対象サンプル数

和暦	西暦	走行車線	追越車線	車線計
平成8年	1996	99,319	99,960	99,625
平成9年	1997	97,386	97,871	97,667
平成10年	1998	100,934	101,316	101,171
平成11年	1999	102,226	102,363	102,329
平成12年	2000	-	-	-
平成13年	2001	101,469	101,716	101,600
平成14年	2002	101,239	101,394	101,320
平成15年	2003	98,959	99,145	99,058
平成16年	2004	98,944	99,179	99,062
平成17年	2005	97,379	97,570	97,491
平成18年	2006	94,027	94,380	94,234
平成19年	2007	91,748	92,019	91,867
平成20年	2008	97,658	97,941	97,823
平成21年	2009	98,116	98,561	98,397
平成22年	2010	90,867	91,817	91,419
平成23年	2011	91,422	93,522	93,018
平成24年	2012	86,657	90,159	89,461
平成25年	2013	82,219	86,346	85,506
平成26年	2014	83,781	87,468	86,731
平成27年	2015	85,720	88,589	87,953
平成28年	2016	89,375	91,874	91,372
平成29年	2017	89,937	92,404	91,886
平成30年	2018	-	-	-
平成31年	2019	-	-	-

※東京外環道(内)7.100kp(平成12、30~31年は車両感知器の欠測多)

#### 4. 交通量ランク別平均速度の変化

##### (1) 年別にみた交通量ランク別平均速度

年別にみた交通量ランク別平均速度の変化のうち東松山 IC 付近（下）を図-3 に、戸田西 IC 付近（内）を図-4 に示す。図中の横軸は車線計の 5 分間フローレートランクで、200 台/時ごとである。折れ線グラフは平成 8 年から平成 31 年までの 24 年間における 1 年ごとを示しており、寒色系の色（青色）から暖色系の色（赤色）に向けて、平成 8 年から平成 31 年まで年次が進むにつれ変化するように示している。また、以降も含めて、5 分間フローレートランクは、工事渋滞等の影響で低速車両が多く含まれる 0~200 台/時を対象外にするるとともに、全ての年次で 10 サンプル以上が確保できるように、東松山 IC 付近（下）は 4,600~4,800 台/時、戸田西 IC 付近（内）は 3,200~3,400 台/時の交通量ランクまでを対象としている。

東松山 IC 付近（下）、戸田西 IC 付近（内）のいずれも、交通量ランクが大きくなるほど平均速度が低下する傾向にある。渋滞が示した大型車混入率と速度低下の関係と同様の傾向である。また、東松山 IC 付近（下）は低い交通量ランクにおいて平成 8 年から平成 31 年にかけて 10km/h 程度の低下であるが、高い交通量ランクでは 20km/h 程度の低下であり、低下量が多い。一方、戸田西 IC 付近（内）では低い交通量ランクも高い交通量ランクも平成 8 年から平成 31 年にかけて 20km/h 程度の低下量である。

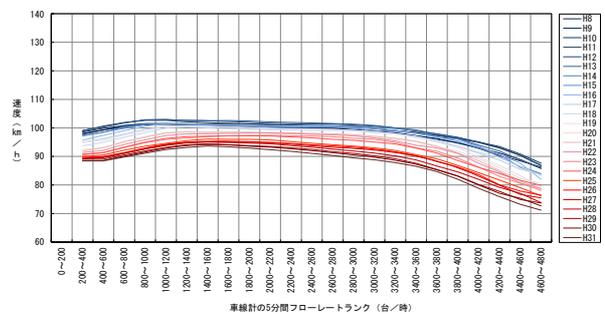


図-3 年別にみた交通量ランク別平均速度の変化  
(東松山 IC 付近（下）)

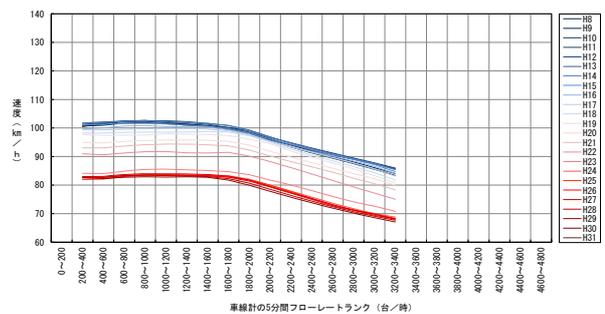


図-4 年別にみた交通量ランク別平均速度の変化  
(戸田西 IC 付近（内）)

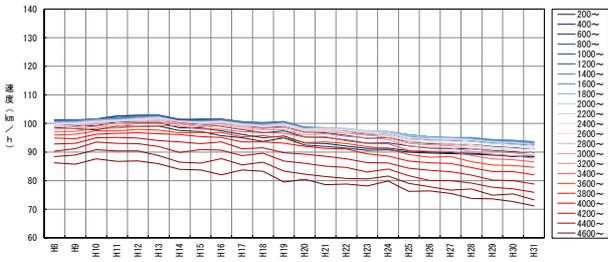


図-5 交通量ランク別に見た平均速度の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・車線計)

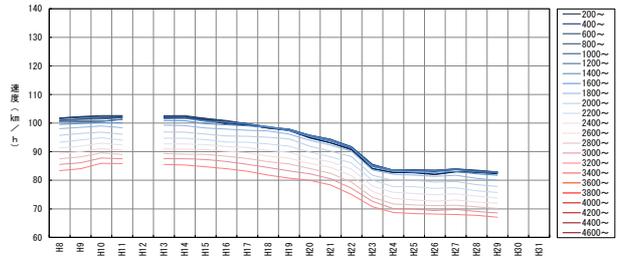


図-9 交通量ランク別に見た平均速度の経年変化  
(戸田西 IC 付近 (内) ・車線計)

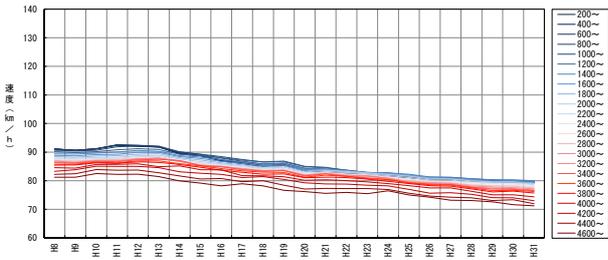


図-6 交通量ランク別に見た平均速度の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・第 1 走行車線)

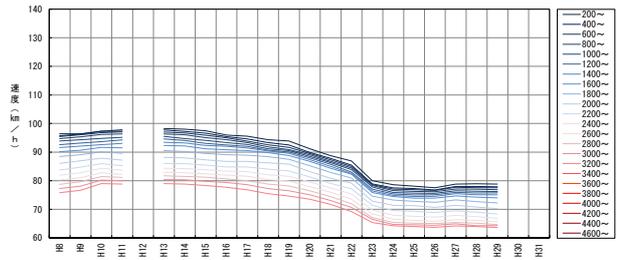


図-10 交通量ランク別に見た平均速度の経年変化  
(戸田西 IC 付近 (内) ・走行車線)

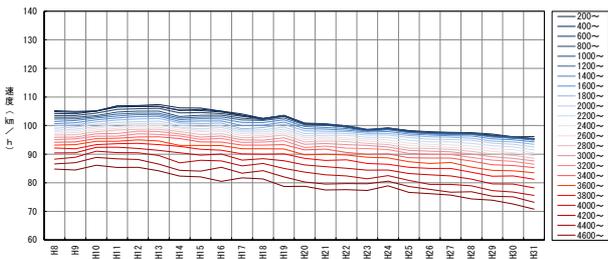


図-7 交通量ランク別に見た平均速度の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・第 2 走行車線)

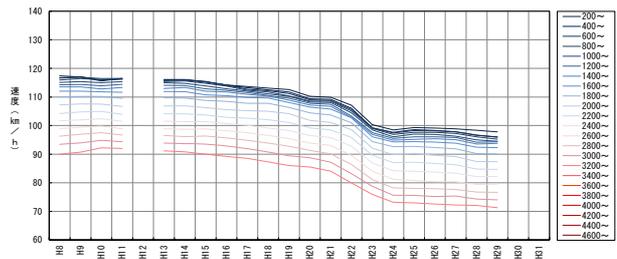


図-11 交通量ランク別に見た平均速度の経年変化  
(戸田西 IC 付近 (内) ・追越車線)

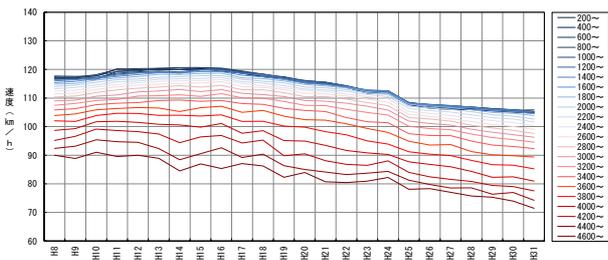


図-8 交通量ランク別に見た平均速度の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・追越車線)

(2) 交通量ランク別に見た平均速度の経年変化

交通量ランク別に見た平均速度の経年変化のうち東松山 IC 付近 (下) の車線計を図-5 に、車線別を図-6~図-8 に示す。また、戸田西 IC 付近 (内) の車線計を図-9 に、車線別を図-10~図-11 に示す。図中の横軸は平成 8 年から平成 31 年までの 24 年間の年次である。また、折れ線グラフは 200 台/時ごとの 5 分間フローレートランクを示しており、寒色系の色 (青色) から暖色系の色 (赤色)

に向けて、200~400 台/時から交通量ランクが大きくなるように示している。

車線計に着目すると、東松山 IC 付近 (下)、戸田西 IC 付近 (内) とともに、どの交通量ランクでも経年的に平均速度が低下していることが改めて確認できる。両地点とも平成 15 年前後から交通量ランク別平均速度が低下し始めている。さらに、戸田西 IC 付近 (内) では、平成 23 年にも大きな低下がみられる。東松山 IC 付近 (下) の平成 8 年に対する平成 31 年の比率は、交通量ランクによるものの 0.82~0.93、戸田西 IC 付近 (内) の平成 8 年に対する平成 29 年の比率は 0.80~0.82 である。平均速度が 7~20%低下している。また、東松山 IC 付近 (下) は低い交通量ランクで低下量が小さく、高い交通量ランクで大きい。戸田西 IC 付近 (内) は東松山 IC 付近 (下) と異なり、どの交通量ランクも低下量は同程度である。

次に車線別に着目する。東松山 IC 付近 (下) の第 1 走行車線では、いずれの交通量ランクも 24 年間の平均速度の低下量が 9~12km/h であるが、第 2 走行車線や追越

車線では交通量ランクが大きくなると、低下量も大きくなる。高い交通量ランクでは、低下量が13~19km/hと大きい。低い交通量ランクをみると、平成8年は第1走行車線と第2走行車線、追越車線の平均速度が91km/h, 105km/h, 117km/h, 平成31年は80km/h, 96km/h, 106km/hであり、車線間の平均速度差に大きな変化はない。一方、高い交通量ランクにおいては、平成8年の平均速度が81km/h, 85km/h, 90km/hで多少の車線間速度差があるものの、平成31年はどの車線も71km/hである。先行研究<sup>3)</sup>では、平成8年の平均渋滞発生時交通量が5,200~5,400台/時、平成31年が4,200~4,400台/時である。全ての年次で10サンプル以上が確保できていないことから、本稿では図に示していないものの、平成8年の交通量ランク5,200~5,400台/時では各車線の平均速度が76km/h, 77km/h, 79km/hであり、平成31年の交通量ランク4,200~4,400台/時では各車線の平均速度が73km/h, 76km/h, 78km/hである。交通容量(渋滞発生時交通量)に近い交通量ランクでは車線間速度差が小さく、値も80km/h弱

で同程度である。交通容量が経年的に低下しているの、これまで出現していたような交通量ランクが出現しなくなり、交通容量付近の平均速度が経年的に同じであることから、これまで5,200~5,400台/時で観測していたような80km/h弱の速度が、4,200~4,400台/時で観測されるようになる。このような変化があつて、交通量ランクが大きくなるほど平均速度が経年的に低下している。また、交通量ランクが大きくなるほど、大型車の影響が小さくなる状況にあるが、拘束疏として速度に制約を受けるため、経年的な低下が大きくなる。

同様に戸田西 IC 付近(内)の車線別平均速度をみると、走行車線は平成29年までの22年間の低下量が交通量ランク別に12~18km/hで、追越車線は19~21km/hである。高い交通量ランクでは低下量大きい。低い交通量ランクをみると、平成8年は走行車線と追越車線の平均速度が96km/hと117km/h、平成29年は79km/hと98km/hであり、車線間速度差に変化はない。一方、高い交通量ランクにおいては、平成8年の平均速度が76km/hと90

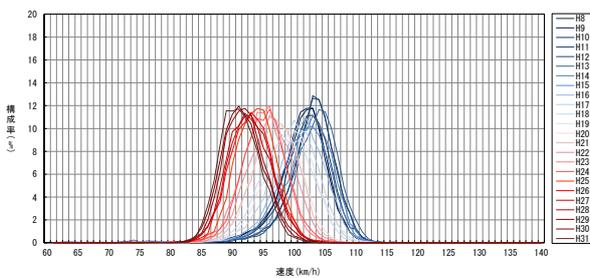


図-12 交通量ランク 800~1000台時の速度分布の経年変化  
(東松山 IC 付近(下)・車線計)

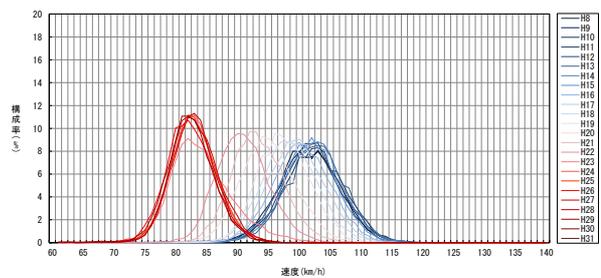


図-15 交通量ランク 400~600台時の速度分布の経年変化  
(戸田西 IC 付近(内)・車線計)

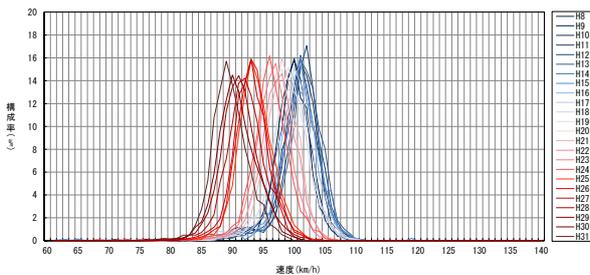


図-13 交通量ランク 2800~3000台時の速度分布の経年変化  
(東松山 IC 付近(下)・車線計)

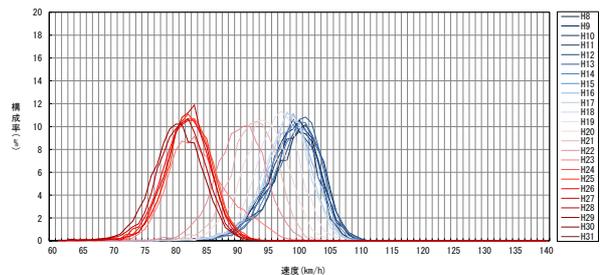


図-16 交通量ランク 1800~2000台時の速度分布の経年変化  
(戸田西 IC 付近(内)・車線計)

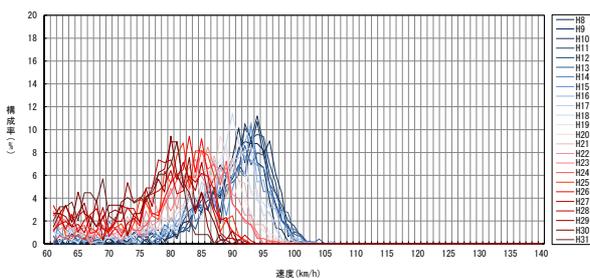


図-14 交通量ランク 4400~4600台時の速度分布の経年変化  
(東松山 IC 付近(下)・車線計)

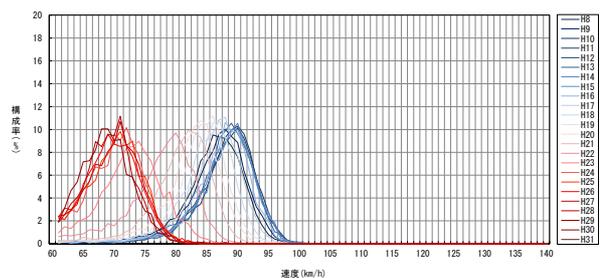


図-17 交通量ランク 3000~3200台時の速度分布の経年変化  
(戸田西 IC 付近(内)・車線計)

km/h, 平成 31 年は 64km/h と 71km/h で, 速度差が小さく  
なっている. 東松山 IC 付近 (下) と同様の傾向である.

## 5. 交通量ランク別速度分布の変化

### (1) 車線計

以降では, 交通量ランクの代表について, 東松山 IC 付近 (下) のランク少を 800~1,000 台/時, ランク中を 2,800~3,000 台/時, ランク高を 4,400~4,600 台/時, 戸田西 IC 付近 (内) のランク少を 400~6000 台/時, ランク中を 1,800~2,000 台/時, ランク高を 3,000~3,200 台/時として, 速度分布の経年変化を分析する. また, 速度分布は, 1km/h ごとに集計して構成率で表現する.

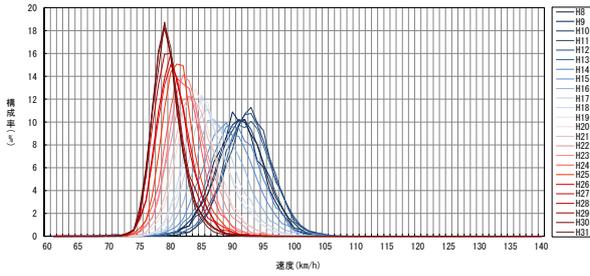


図-18 交通量ランク 800~1000 台時の速度分布の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・第 1 走行車線)

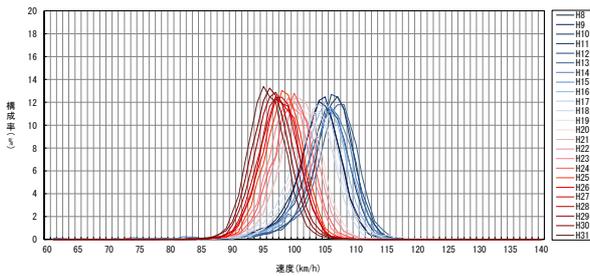


図-19 交通量ランク 800~1000 台時の速度分布の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・第 2 走行車線)

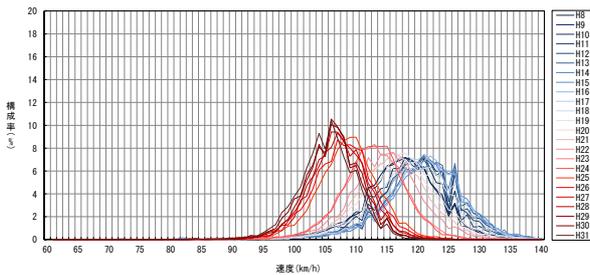


図-20 交通量ランク 800~1000 台時の速度分布の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・追越車線)

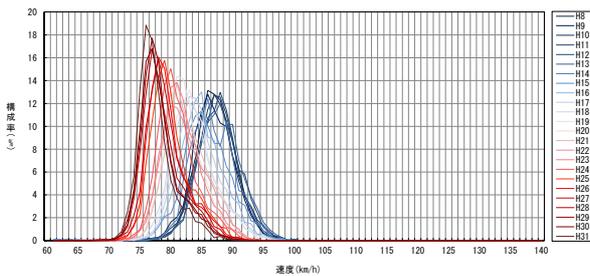


図-21 交通量ランク 2800~3000 台時の速度分布の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・第 1 走行車線)

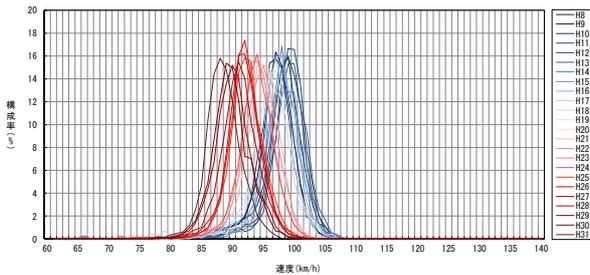


図-22 交通量ランク 2800~3000 台時の速度分布の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・第 2 走行車線)

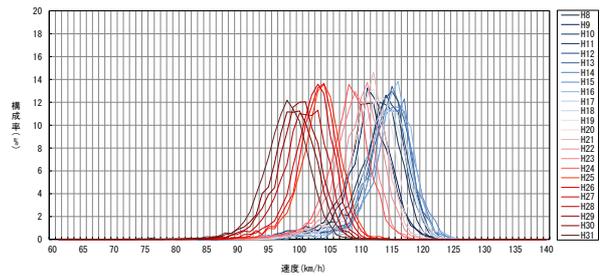


図-23 交通量ランク 2800~3000 台時の速度分布の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・追越車線)

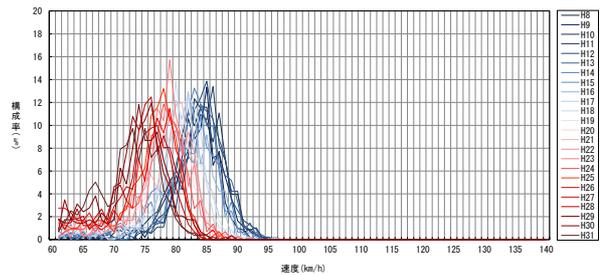


図-24 交通量ランク 4400~4600 台時の速度分布の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・第 1 走行車線)

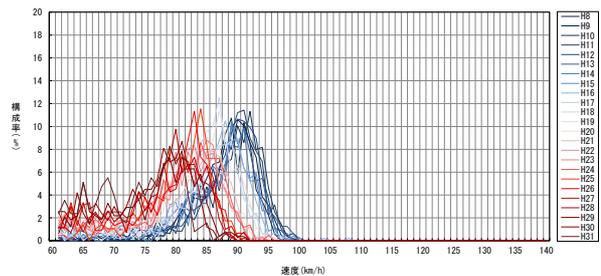


図-25 交通量ランク 4400~4600 台時の速度分布の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・第 2 走行車線)

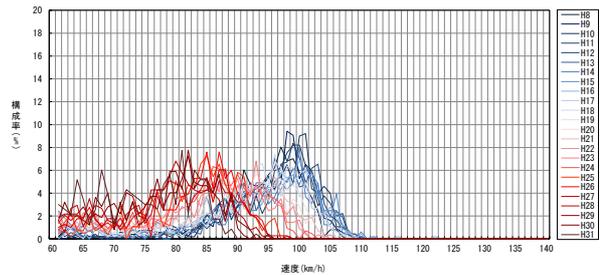


図-26 交通量ランク 4400~4600 台時の速度分布の経年変化  
(東松山 IC 付近 (下) ・追越車線)

図-12～図-14に示す東松山IC付近（下）の車線計をみると、交通量ランク高を除いて各年の速度分布の形状はいずれも左右対称で歪度が0に近く変化がない。また、尖度も大きな変化がない。車線計の速度分布は経年的に形状を変えないで、速度が低い領域にシフトしている。車線全体としては高い速度で走行する車両が減少したということではなく、全体的に速度が低下している様子である。概ね速度分布は形状を変えないで、速度が低い領域にシフトしている。また、図-15～図-17に示す戸田西IC付近（内）の車線計も同様の傾向である。

## (2) 車線別

東松山 IC 付近（下）をみると、交通量ランク低：800～1,000 台/時では、第 1 走行車線において速度分布が低い方へシフトしていることに加え、最頻値付近の構成率が高くなり、尖度が大きくなっている。一方、第 2 走行車線と追越車線では、速度分布が低い方へシフトしているのみで、分布形状に大きな変化はない。交通量ランク中：2,800～3,000 台/時も同様の傾向であるが、交通量ランク高：4,400～4,600 台/時は第 1 走行車線で尖度が大きくなっているという傾向はない。

また、戸田西 IC 付近（内）をみると、交通量ランク低：400～600 台/時では、走行車線において速度分布が低い方へシフトし、尖度がやや大きくなっている。一方、追越車線では速度分布が低い方へシフトしているのみで、分布形状に大きな変化はない。交通量ランク中：1,800～2,000 台/時は両車線とも速度分布が低い方へシフトしているのみで、分布形状に大きな変化はない。交通量ランク高：3,000～3,200 台/時は、60km/h 以下を対象外にしたため、分布形状を評価できない。

交通量ランク低は、大半が希望速度で走行できる交通量ランクであり、交通条件の制約が小さい。そのような交通量ランクにあつて、もともと速度の低い最外側車線（東松山 IC 付近（下）の第 1 走行車線と戸田西 IC 付近（内）の走行車線）では、全体的に低速で走行するようになった。ただし、70km/h 以下で走行するような車両はほとんど存在せず、尖度が大きくなったと考えられる。これより内側車線では、全体的に低速で走行するようになったことや、本来であれば最外側車線を利用するよう

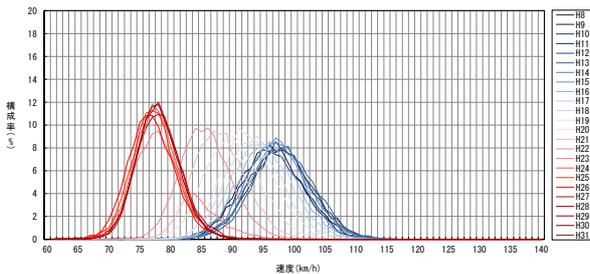


図-27 交通量ランク 400～600 台/時の速度分布の経年変化  
(戸田西 IC 付近 (内) ・走行車線)

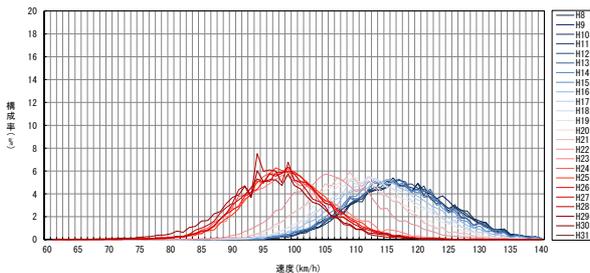


図-28 交通量ランク 400～600 台/時の速度分布の経年変化  
(戸田西 IC 付近 (内) ・追越車線)

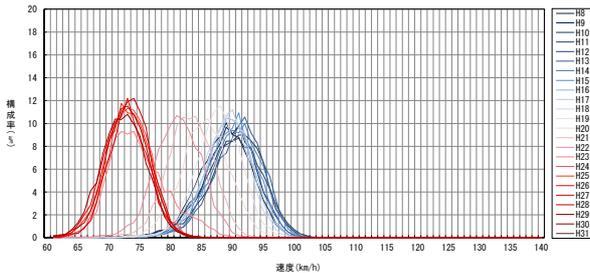


図-29 交通量ランク 1800～2000 台/時の速度分布の経年変化  
(戸田西 IC 付近 (内) ・走行車線)

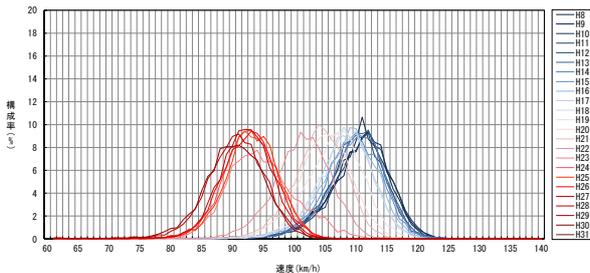


図-30 交通量ランク 1800～2000 台/時の速度分布の経年変化  
(戸田西 IC 付近 (内) ・追越車線)

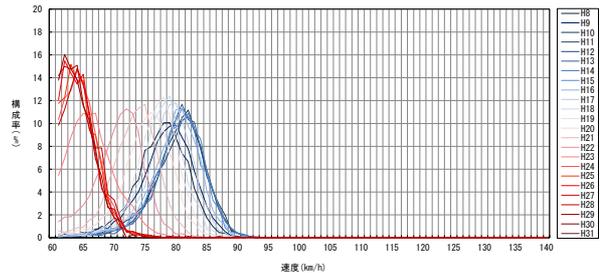


図-31 交通量ランク 3000～3200 台/時の速度分布の経年変化  
(戸田西 IC 付近 (内) ・走行車線)

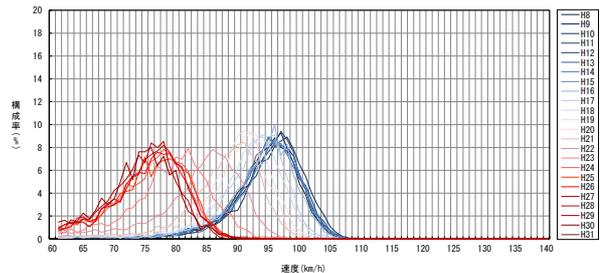


図-32 交通量ランク 3000～3200 台/時の速度分布の経年変化  
(戸田西 IC 付近 (内) ・追越車線)

な車両が、最外側車線の速度が低いという理由で内側車線を利用するようになったことが考えられる。このような車両は最外側車線では相対的に高い速度であっても、内側車線では低い車両ということになる。拘束流として

速度に制約を受ける交通量ランク中や高でも、低速で走行するような車両が多くなり、速度分布が低い領域にシフトしたと考えられる。

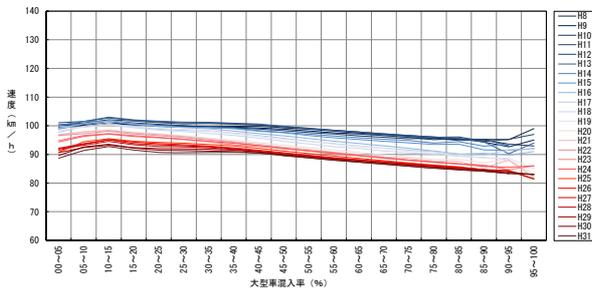


図-33 全交通量ランクの年別にみた大型車混入率別平均速度の変化（東松山 IC 付近（下）・車線計）

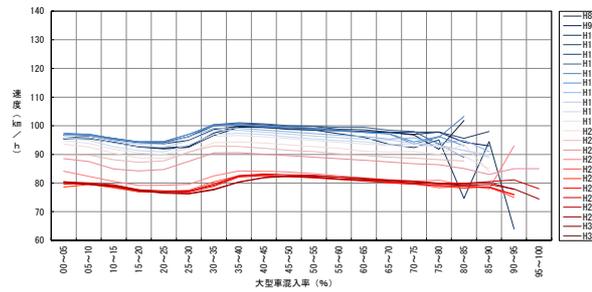


図-37 全交通量ランクの年別にみた大型車混入率別平均速度の変化（戸田西 IC 付近（内）・車線計）

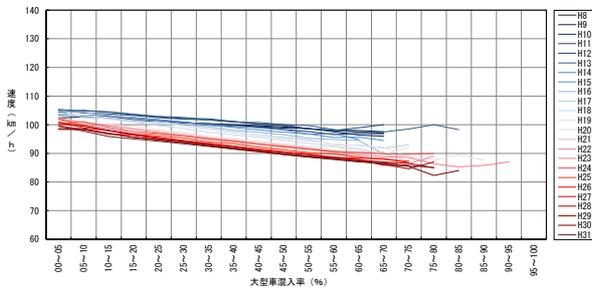


図-34 交通量ランク 800~1000 台/時の年別にみた大型車混入率別平均速度の変化（東松山 IC 付近（下）・車線計）

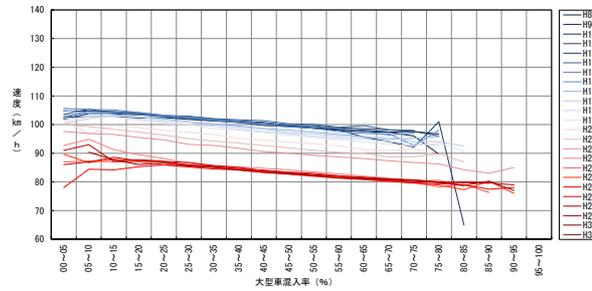


図-38 交通量ランク 400~600 台/時の年別にみた大型車混入率別平均速度の変化（戸田西 IC 付近（内）・車線計）

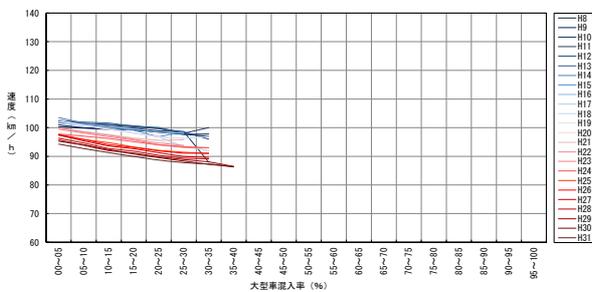


図-35 交通量ランク 2800~3000 台/時の年別にみた大型車混入率別平均速度の変化（東松山 IC 付近（下）・車線計）

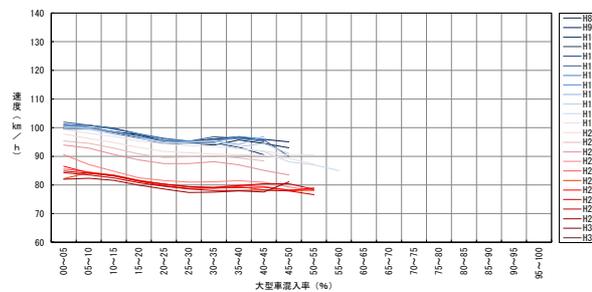


図-39 交通量ランク 1800~2000 台/時の年別にみた大型車混入率別平均速度の変化（戸田西 IC 付近（内）・車線計）

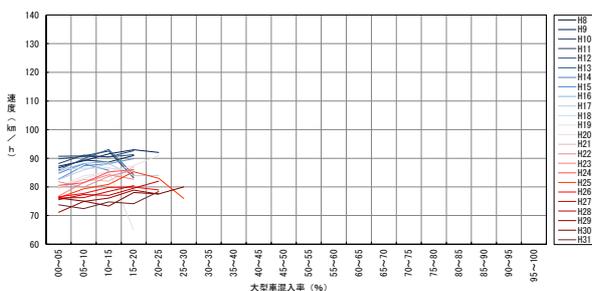


図-36 交通量ランク 4400~4600 台/時の年別にみた大型車混入率別平均速度の変化（東松山 IC 付近（下）・車線計）

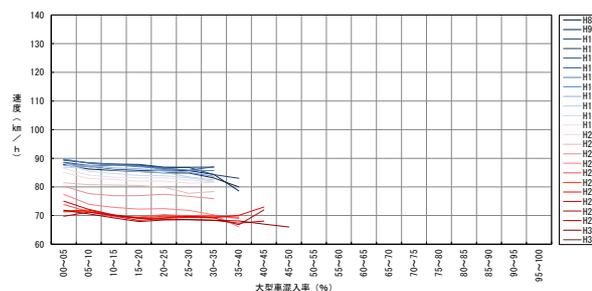


図-40 交通量ランク 3000~3200 台/時の年別にみた大型車混入率別平均速度の変化（戸田西 IC 付近（内）・車線計）

## 5. 大型車混入率別平均速度の変化

東松山 IC 付近（下）の全交通量ランクの年別にみた大型車混入率別平均速度の変化を図-33 に、交通量ランク別を図-34～図-36 に示す。また、戸田西 IC 付近（内）の全交通量ランクの年別にみた大型車混入率別平均速度の変化を図-37 に、交通量ランク別を図-38～図-40 に示す。なお、ここで示す平均速度は全車の速度である。

東松山 IC 付近（下）の全交通量ランクをみると、大型車混入率が高くなるほど平均速度が低下していることが確認できる。また、いずれの大型車混入率も経年的に平均速度が低下している。一方、戸田西 IC 付近（内）は大型車混入率が高くなるほど平均速度が低下している傾向にあるものの、一部増加傾向に転じる大型車混入率ランクがある。交通量ランクの影響と考えられるため、交通量ランクごとに確認する。

交通量ランクが高くなるほど出現する大型車混入率のランクがなくなるものの、概ね大型車混入率が高くなるほど平均速度が低下している。特に、交通量ランク低の東松山 IC 付近（下）800～1,000 台/時と、戸田西 IC 付近（内）400～600 台/時において、その傾向を確認できる。このうち東松山 IC 付近（下）では大型車混入率が高いほど経年的な速度低下量が大きい。特に大型車の経年的な速度低下があることが考えられる。

## 6. おわりに

本研究では、都市間高速道路の交通性能のうち非渋滞時の速度に着目し、平成 8 年から平成 31 年の 24 年間に於ける経年変化を分析した。地方部の片側 3 車線区間として関越道（下）東松山 IC 付近、都市近郊の片側 2 車線区間として東京外環道（内）戸田西 IC 付近の 2 地点を対象に、車両感知器の 5 分間データを用いた交通量ランク別速度の経年変化を分析した。また、経年変化の分析にあたっては、車線別や大型車混入率別にも着目した。

交通量ランク別平均速度は、どの交通量ランクでも経年的に低下していること、平成 15 年前後から低下し始めていることを確認した。戸田西 IC 付近（内）では、平成 23 年にも大きな低下がみられる。平成 8 年に対する最新年の低下率は 7～20%であった。低い交通量ランクで低下量が小さく、高い交通量ランクで大きいという地点もあり、拘束疏ほどその影響を受けて速度低下が大きくなると可能性があると考えられる。

車線別では、最外側車線の経年低下量がどの交通量ランクも同程度であるものの、内側車線では交通量ランクが大きくなると、低下量も大きくなる。交通容量（渋滞発生時交通量）に近い交通量ランクでは車線間速度差が

小さく、値も 80km/h 弱で同程度である。交通容量が経年的に低下していることで、これまで出現していたような交通量ランクが出現しなくなり、交通容量付近の平均速度が経年的に同じであることから、これまで 5,200～5,400 台/時で観測していたような 80km/h 弱の速度が、4,200～4,400 台/時で観測されるようになる。このような変化があつて、交通量ランクが大きくなるほど速度が経年的に低下している。また、交通量ランクが大きくなるほど、大型車の影響が小さくなる状況にあるが、拘束疏として速度に制約を受けるため、経年的な低下が大きくなる。

車線計の速度分布は、各年の速度分布の形状がいずれも左右対称で歪度が 0 に近く変化がない。また、尖度も大きな変化がない。交通量ランク別車線別でみた時、交通量ランク低は、大半が希望速度で走行できる交通量ランクであり、交通条件の制約が小さい。そのような交通量ランクにあつて、もともと速度の低い最外側車線では、全体的に低速で走行するようになった。ただし、70km/h 以下で走行するような車両はほとんど存在せず、尖度が大きくなったと考えられる。これより内側車線では、全体的に低速で走行するようになったことや、本来であれば最外側車線を利用するような車両が、最外側車線の速度が低いという理由で内側車線を利用するようになったことが考えられる。このような車両は最外側車線では相対的に高い速度であっても、内側車線では低い車両ということになる。拘束疏になる交通量ランク中や高でも、低速で走行するような車両が多くなり、速度分布が低い領域にシフトしたと考えられる。

大型車混入率別にみると、概ね大型車混入率が高くなるほど平均速度が低下している。特に、交通量ランク低において、その傾向を確認できた。このうち東松山 IC 付近（下）では大型車混入率が高いほど経年的な速度低下量が大きい。特に大型車の経年的な速度低下があることが考えられる。

本研究では、非渋滞時速度が経年的に低下していること、平成 15 年前後から低下し始めていることを明らかにした。また、大半が希望速度で走行できる交通量ランクであっても全体的に速度分布が低い領域にシフトし、高い交通量ランクでは拘束疏であることから速度低下の影響が大きいことも確認した。さらに、特に大型車の経年的な速度低下があることも考察した。ただし、これら分析や考察は限られたデータや仮説に過ぎず、十分な統計的検討は実施できていない。また他にも要因が存在する可能性もある。例えば、スマートフォンの浸透や、ACC (Adaptive Cruise Control) の普及が挙げられる。今後は、更なる統計的検討を行い速度の経年低下傾向をより明確するとともに、要因分析を行うことで、道路の運用方法や性能照査方法を検討していきたい。

## 参考文献

- 1) 後藤誠, 石田貴志, 野中康弘: 都市間高速道路における交通性能の経年変化に関する研究, 交通工学論文集, Vol.5, No.2(特集号 A), pp.A90-A98, 2019.
- 2) 松ヶ谷玲弥, 塩見康博, 邢健, 糸島史浩, 甲斐穂高: 個別車両データを用いた都市間高速道路における交通流特性の経年変化に関する研究, 交通工学論文集, Vol.6, No.2(特集号 A), pp.A121-A130, 2020.
- 3) 石田貴志, 大口敬, 邢健, 後藤誠: 都市間高速道路における交通容量の経年変化に関する研究, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.62, 2020.
- 4) 稲野晃, 中村英樹, 内海泰輔: 複数ボトルネックを含む高速道路区間における渋滞現象の確率的解析, 高速道路と自動車, Vol.52, No.1, pp.19-29, 2009.
- 5) 洪性俊, 大口敬: 多車線高速道路における統合型速度推定モデル, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.67, No.3, pp.244-260, 2011.

(2021. 10. 1 受付)

## A STUDY ON SECULAR CHANGE OF NON-CONGESTED SPEED OF INTERURBAN EXPRESSWAYS

Takashi ISHIDA, Takashi OGUCHI, Jian XING and Makato GOTO

Previous studies have shown that the traffic performance of intercity expressways declined during the past 14 years from 2003 to 2016. However, it is not clear how it decreased during the same period. In addition, there are few studies showing the secular change of the observed non-congested speed by traffic volume, and the change in speed distribution is unknown.

In this study, after analyzing the non-congested speed by traffic volume on intercity expressways for 24 years from 1996 to 2019, it was clarified that it started to decrease from around 2003, and the free flow speed distribution shifted to a lower region. In addition, the speed reduction is large for constrained flow at high flow condition, and the speed decreased more over time especially for large vehicles.