

都市間高速道路における 交通性能の経年変化と変化要因の考察

後藤 誠¹・石田 貴志²・野中 康弘³

¹ 非会員 東日本高速道路(株) (〒339-8502 さいたま市岩槻区加倉 260)

E-mail: m.goto.ac@e-nexco.co.jp

² 正会員 (株)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

³ 正会員 (株)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際、現状ネットワークの交通性能を照査する必要がある。高速道路の交通性能は、道路条件や交通条件によって変化することが知られており、そのうち交通条件はドライバーの属性に依存し、経年的に変化している可能性があったことから、QV の経年変化を分析した。

平成 15 年から平成 28 年の QV 図を比較した結果、複数の地点で自由流時速度や実現最大交通量、渋滞発生後捌け交通量が経年的に低下していること、車線別でも同様の傾向であることを確認した。また、いずれの交通量ランクにおいても、速度分布が形状を保持しながら全体的に低い方へ変遷していることを明らかにした。これら結果より、交通性能が経年的に低下している理由は地点の特性ではなく、社会全体の状況の変化が要因であると考え、その要因を考察した。

Key Words: traffic performance, secular change, traffic volume, velocity

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際、現状ネットワークの交通性能を照査する必要がある。高速道路の交通性能として速度や交通容量が挙げられるが、これらは道路条件や交通条件によって変化することが知られている。道路条件としては、車線数や道路幾何構造があり、交通性能に対する影響度合いは経年的に不変であると考えられる。一方、交通条件はドライバーの属性や自動車の性能に依存し、経年的に変化している可能性がある。そこで、本研究では交通性能の経年変化を交通量と速度 (QV) より分析し、その変化要因を考察する。

2. 既往文献にみる交通性能の影響要因

(1) QV特性

越ら¹⁾はボトルネック近傍の車両感知器データより、渋滞が発生する過程の交通量と速度の変化を分析した(図-1)。交通量が図に示す level A に示されるような値に達すると速度と交通量が急激に低下し、渋滞が発生す

る。この level A の交通量を「渋滞前の容量 (渋滞発生時交通量)」とした。この瞬間以降はボトルネックの上流で渋滞列が形成されるので、交通量はボトルネック容量を示していることになる。渋滞発生後は遷移期間 T_t を経て比較的安定した渋滞速度になり、交通量も level B を経て level C に低下する。この level B~C の値を「渋滞中の容量 (渋滞発生後捌け交通量)」とした。初めて渋滞発生瞬間と、渋滞発生後で交通容量が異なることを示したものである。

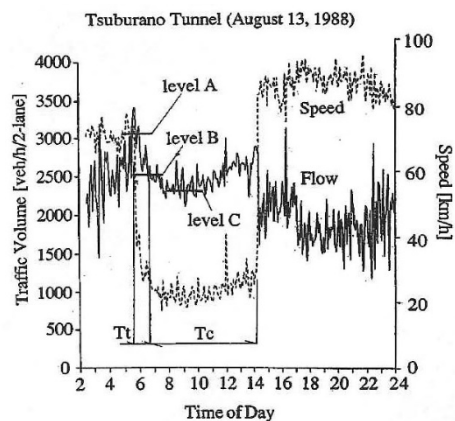


図-1 都夫良野トンネルの交通量速度変動図 (5分データ)³⁾

図-2 は東名（上）の綾瀬 BS 付近のボトルネックを対象に車両感知器データより描いた 1 年間分の QV 図である⁴⁾。QV 図の上側が非渋滞時、下側が渋滞時を表現しており、非渋滞時には交通量が多くなるほど速度が低下していることがわかる。越らが示したとおり、渋滞中の容量が渋滞前の容量より低いことも確認できる。ちなみに、高い交通量が到達しても渋滞が発生しないこともあるため、図-2 に示す QV 図の赤丸の領域全てが渋滞前の容量とならない。実現最大交通量と区分する必要がある。また、岡村ら⁵⁾は複数地点の単路部ボトルネック付近を対象に車線別 QV 図を描画し、車線毎の QV 形状が異なることや、実現最大交通量が異なることを示している。

(2) 交通性能の影響要因

洪⁶⁾は、交通性能のうち非渋滞時の速度に影響を与える要因について分析した。具体的には、道路条件として道路線形が、走行環境条件として降雨、交通条件として大型車混入率が影響していることを明らかにした。また、内海ら⁷⁾は路面状態の影響を示している。

交通容量については、筆者ら⁸⁾が既往文献を整理するとともに、都市間高速道路の 52 箇所を対象に分析している。道路条件としては、車線数、道路線形、道路構造（トンネル）、気象条件として降雨や明暗、交通条件としては大型車混入率や曜日（平日/休日）が影響しているとしている。

(3) 本研究の位置付け

これまでの研究において、交通性能に影響を与える要因は、道路条件、走行環境条件（気象条件）、交通条件であることが知られている。ここで、同一地点に着目した場合、道路条件や走行環境条件は経年的に大きく変化しておらず、交通条件が変化している可能性がある。

本研究は、都市間高速道路における交通性能の経年変化を QV より確認し、その変化と交通条件の関係を考察する。

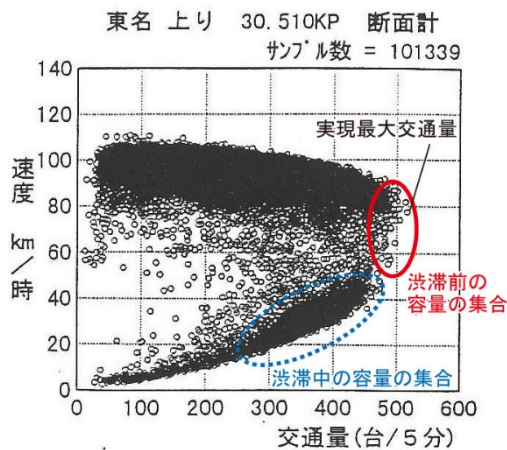


図-2 綾瀬BS付近（上）のQV図（平成8年）⁴⁾

3. QV 図の経年変化分析

(1) 車線計

東日本高速道路（株）関東支社管内において、平成

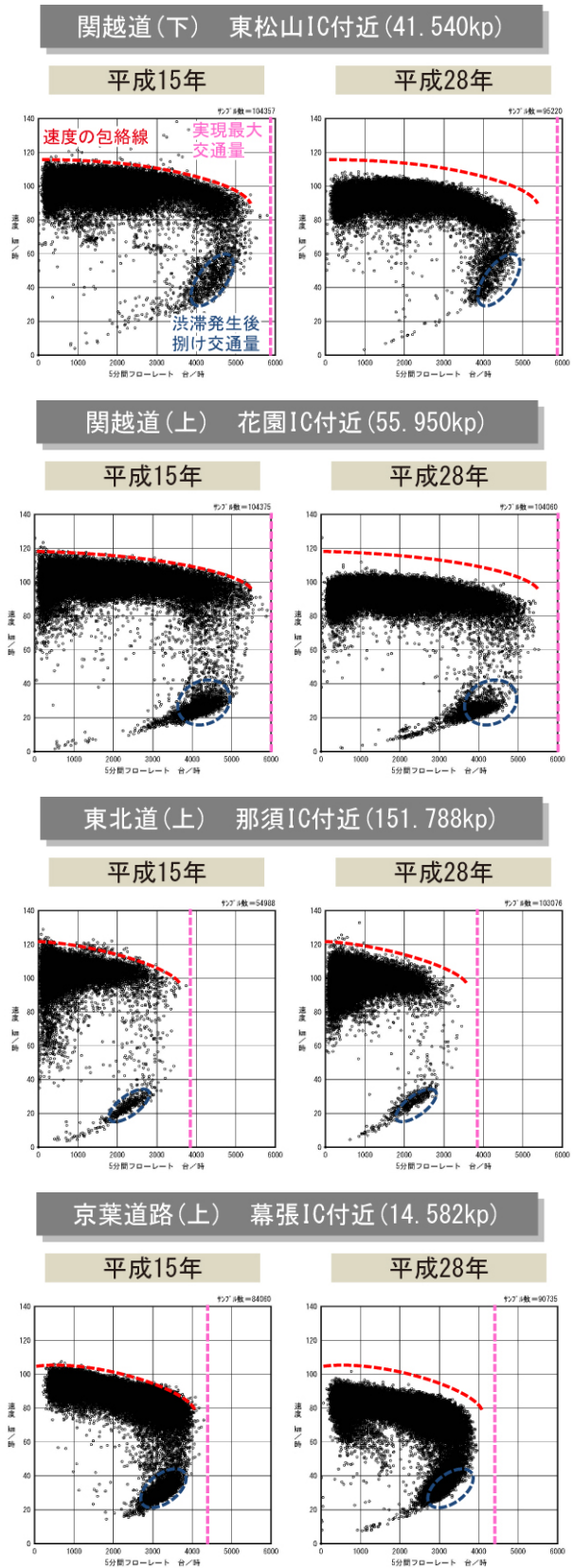


図-3 QV図の経年変化（代表4箇所）

15年から28年（14年間）に継続して渋滞が発生している主要ボトルネック45箇所を対象に、車両感知器の5分間データよりQV図を描画する。QV図によって当該地点における交通性能の経年変化を評価したいことから、下流側の渋滞の影響を排除するため、直近下流側の車両感知器が渋滞を検知した場合（40km/h以下の場合）は、打点しないこととし、先詰まりの影響を除去する。対象箇所のうち、4箇所を、また対象期間のうち両端の平成15年と平成28年を代表としてQV図を並べて図-3（前頁）に示す。

関越道（下）東松山IC付近と関越道（上）花園IC付近は片側3車線の都市間高速道路で休日にも渋滞が発生、東北道（上）那須IC付近は片側2車線の都市間高速道路で休日にも渋滞が発生、京葉道路（上）幕張IC付近は都市部近郊に位置し平日に渋滞が発生するボトルネックである。

関越道（下）東松山IC付近をみると、速度の包絡線が平成15年から平成28年にかけて低下している。また、実現最大交通量や渋滞発生後捌け交通量も低下しており、QV図が全体的に圧縮されていることがわかる。これは、関越道（上）花園IC付近、東北道（上）那須IC付近、京葉道路（上）幕張IC付近も同様であり、対象の45箇所全てにおいて同じ傾向であることを確認している。

(2) 車線別

関越道（下）東松山IC付近を例に車線別QV図を描画した結果を図-4に示す。車線別QV図をみると、第1走行車線、第2走行車線、追越車線のいずれも速度の包絡線が平成15年から平成28年にかけて低下し、実現最大交通量や渋滞発生後捌け交通量も低下していることがわかる。速度の包絡線の低下量は追越車線がやや大きいものの、ある特定の属性のドライバーの速度が低下したというより、全体的に交通性能が低下していることを示している。

4. 実現最大交通量の経年変化分析

実現最大交通量が経年的に低下していることはQV図からみてとれるものの、ある瞬間的な事象であるか、全体的な事象であるか把握するため、交通量順位図を確認する。図-5は先ほどと同様、関越道（下）東松山IC付近の交通量順位図（上位100位）である。非渋滞時を対象とするため、前掲のQV図を参考に5分データの車線計が70km/h以上のみを対象とする。

平成15年に出現した交通量の最大値は5,796台/時であり、上位100位は5,100台/時以上が占める。一方、平成28年は最大が5,016台/時であり、5,100台/時以上は存在

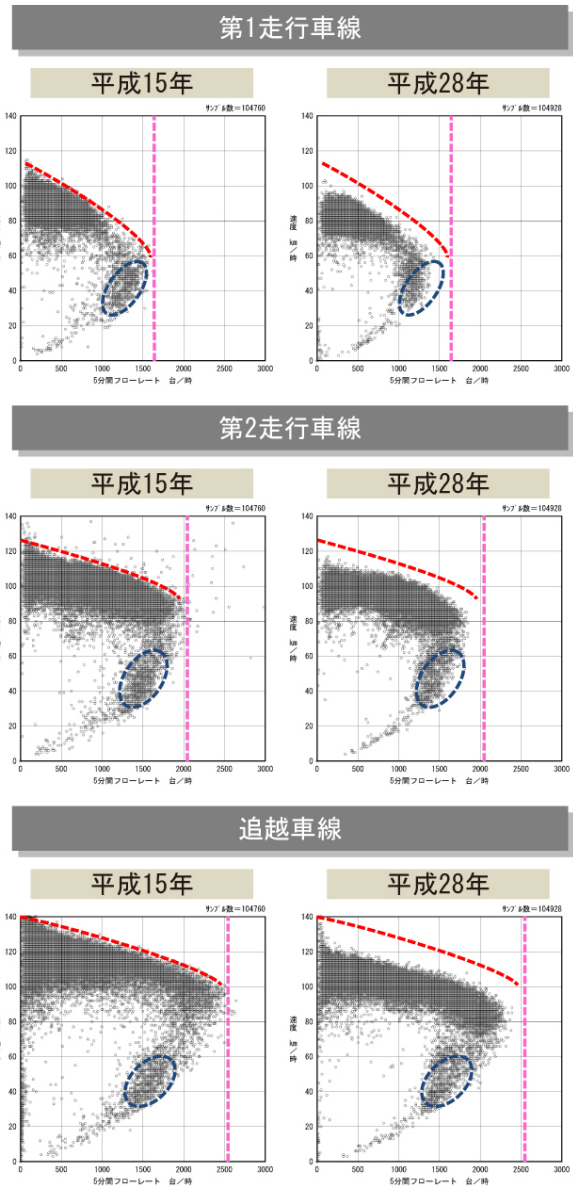


図-4 車線別QV図の経年変化（関越道（下）東松山IC付近）

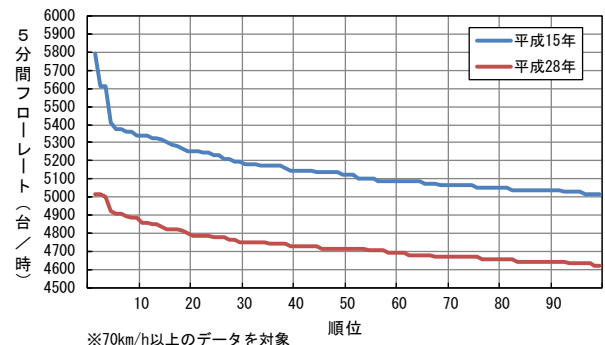


図-5 交通量順位図の経年変化（関越道（下）東松山IC付近）

しない。ある5分間の1点のみ交通量が低下しているのではなく、全体的に高い交通量レベルが出現しなくなっている。交通需要の問題ではなく、交通容量が経年的に低下している可能性があることが確認できる。

なお、対象とした45箇所の実現最大交通量は平均で7%低下し、99%タイル交通量は4%低下している。

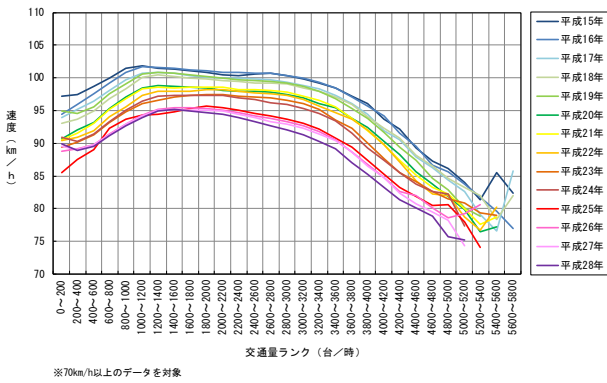


図-6 交通量ランク別平均速度の経年変化
(関越道(下)東松山IC付近)

5. 交通量ランク別速度の経年変化分析

(1) 平均速度

これまで、QV 図の経年変化を分析したところ、速度の包絡線が低下していることを確認した。ここでは、平均速度の経年変化を確認する。図-6は関越道(下)東松山 IC 付近の交通量ランク別平均速度の経年変化を示したものである。非渋滞時を対象とするため 70km/h 以上のデータのみで集計する。

いずれの年次も交通量ランクが高くなるほど平均速度が低下しており一般的な QV 関係で、どの交通量ランクをみても経年的に平均速度が低下している。

(2) 速度分布

QV 図における速度の包絡線や、交通量ランク別平均速度が低下している時、高い速度域の車両が減少している可能性があったため、交通量ランク別の速度分布を確認する。代表として、関越道(下)東松山 IC 付近の交通量ランク 800~1,000 台/時、2,800~3,000 台/時、4,400~4,600 台/時を対象に、平成 15 年と平成 21 年、平成 28 年の 3 時点と比較する。

交通量ランク 800~1,000 台/時をみると、速度分布の形状はいずれも左右対称で歪度が 0 に近く、経年的に変化がない。また、尖度も経年的に大きな変化がない。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。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がわかる。交通量ランク 2,800~3,000 台/時も同様の傾向である。交通量ランク 4,400~4,600 台/時はサンプル数が少ないこと、70km/h未滿を除外としていることから、平成 15 年の歪度が負であるものの、概ね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ように見える。なお、参考としてその他の年次も含めた箱ひげ図を図-8に示す。これを見ても速度分布が全体的に低い領域にシフトしていることがわかる。

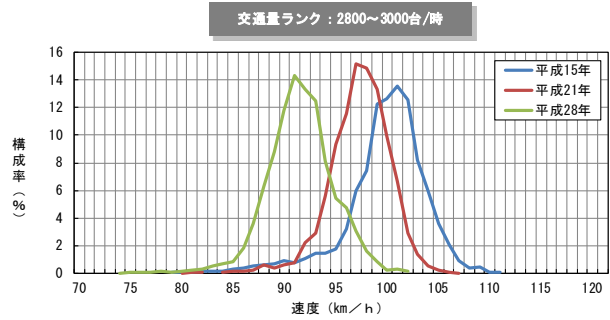
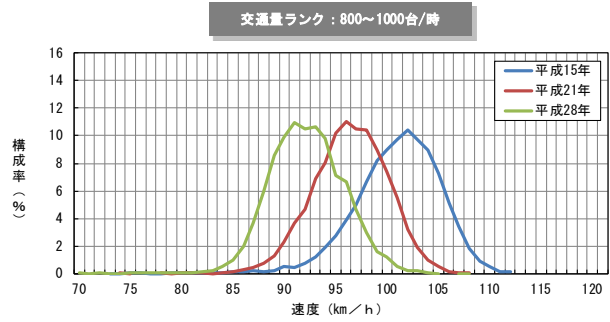


図-7 交通量ランク別速度分布の経年変化
(関越道(下)東松山 IC 付近)

6. まとめと今後の課題

(1) 分析結果もまとめ

本研究では、都市間高速道路の交通性能として QV の経年変化を分析した。平成 15 年~平成 28 年の QV 図を比較したところ、対象としたほとんどの地点で速度の包絡線、実現最大交通量、渋滞発生後捌け交通量が経年的に低下し、45 箇所全てで QV 図が全体的に圧縮されていることを確認した。また、車線別について、いずれの車線でも同様の低下傾向を示しており、特定の車線のみ現象でないことを確認した。

次に、実現最大交通量に着目し、その出現傾向をみたところ、QV 図が全体的に圧縮されている様子は、ある特定の瞬間を記述したものでないことを確認した。交通量ランク別の速度分布も同様で、高い速度域がなくなったというわけではなく、全体的に速度分布が形状を変えないで、低い領域にシフトしている。

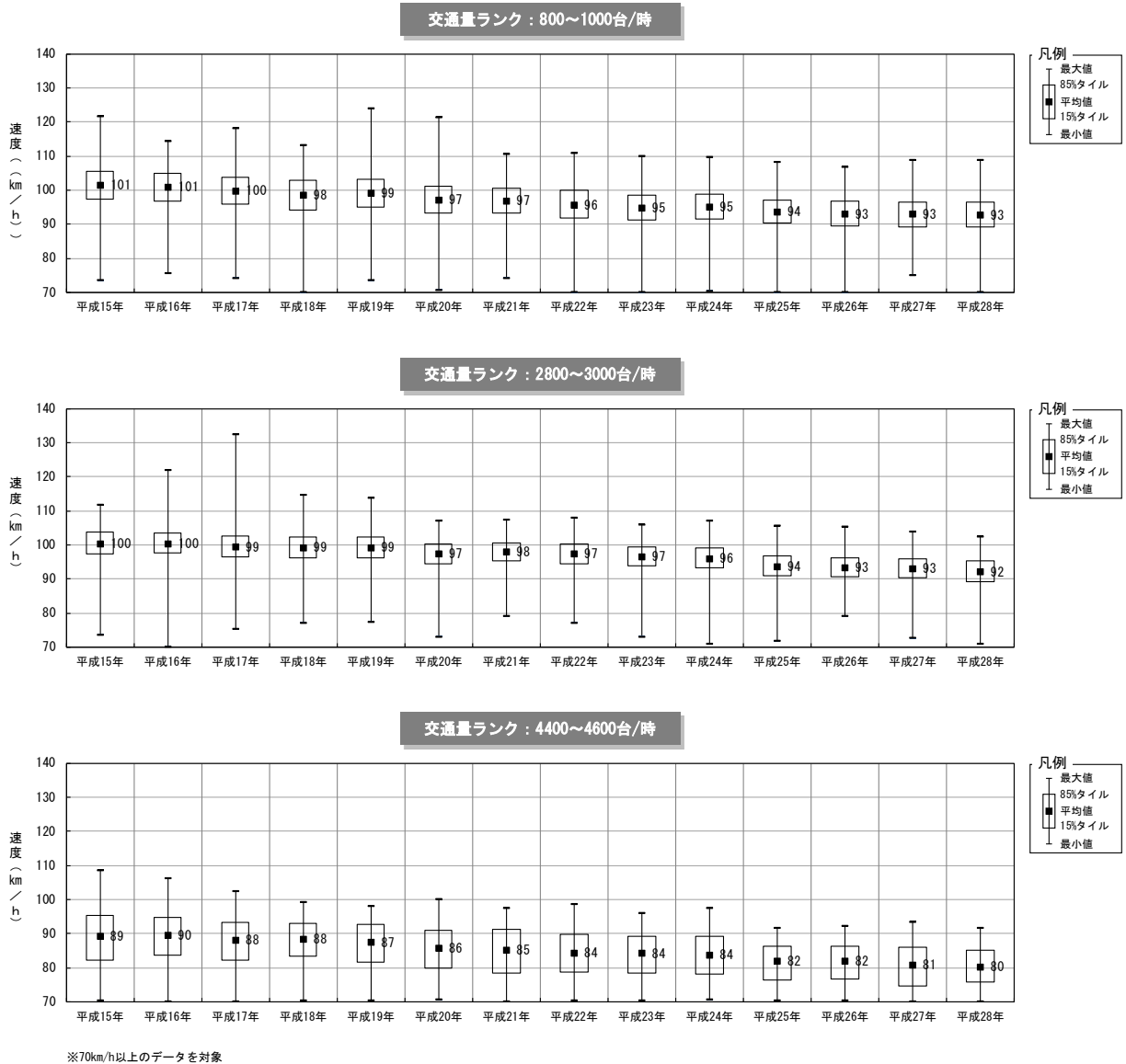


図-8 交通量ランク別速度の箱ひげ図の経年変化 (関越道 (下) 東松山IC付近)

(2) 交通性能の低下要因の考察と今後の課題

交通性能が低下する要因としては、道路条件、走行環境条件 (気象条件)、交通条件があることは、述べたとおりである。ただし、同一地点でみた場合、道路条件 (車線数、道路線形、道路構造 (トンネル)) は経年的に変化がなく、これを低下要因とすることは考えにくい。また、走行環境条件 (気象条件) も経年的に大きな変化があったとは考えにくい。そのため、交通条件に経年変化があったと考えられるわけである。

交通条件のうち、これまで交通性能に影響があることがわかっている大型車混入率をみたところ、大きな変化がないことを確認した。また曜日 (平日/休日) の影響もあるが、どの交通量ランクでみても速度が低下していることから、これも考えにくく、ドライバーの属性や自動車の属性・性能等が低下要因と考えられる。つまり、地点の特性ではなく、社会全体の状況の変化が要因であ

ると考えられる。

いくつか、低下要因を考察してみると、車種構成や年齢構成、運転者の質、自動運転 (ACC) の普及、スマートフォンの普及が挙げられる。車種構成としては、軽自動車やワンボックス車、エコカーの増加が考えられる。軽自動車は排気量が小さいことによる走行性能の影響、ワンボックス車は車高が高いため追従車両が前方を視認しにくいという問題、エコカーは速度変化を望まないといった理由である。また、年齢構成としては若者減少と高齢者増加、運転者の質としては自家用車を保持しないといった不慣れたドライバーの増加が要因として考えられる。ACC の普及は設定できる車間距離が定まっていることや、エンジンプレーキを使用しないケースがあればブレーキランプの点灯に伴うショックウェーブが伝搬するといったこと、スマホの普及は車間距離を広くとることや散漫運転が増えるといったことである。

交通性能が低下する要因は、社会全体の状況の変化が

要因であると考えられるが、恐らく何か1つの要因ではなく、複数の要因が影響し合っていると考えられ、その要因を特定することは容易ではない。今後は、その足掛かりとなるよう、マクロデータを用いた仮説の検証や、パルスデータや VTR 調査データを用いたミクロな挙動の経年変化が必要と考える。

参考文献

- 1) 越正毅: 高速道路トンネルの交通現象, 国際交通安全学会誌, Vol.10, No.1, pp.32-38, 1984.
- 2) 越正毅: 高速道路のボトルネック容量, 土木学会論文集, Vol.371/IV-5, pp.1-7, 1986.
- 3) 越正毅, 桑原雅夫, 赤羽弘和: 高速道路のトンネル, サグにおける渋滞現象に関する研究, 土木学会論文集, Vol.458/IV-18, pp.65-71, 1993.
- 4) 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.
- 5) 岡村秀樹, 渡辺修治, 泉正之: 車両感知器システムデータから得られた都市間高速道路の交通現象, 交通工学, Vol.36, No.1, pp.70-79, 2001.
- 6) 洪: 高速道路における交通性能評価手法の開発, 首都大学東京博士論文, 2008.
- 7) 内海泰輔, 浜岡秀勝, 中村英樹: 往復分離 2 車線自専道の速度性能曲線の定式化, 土木学会論文集 D3, Vol.67, No.3, pp.261-269, 2011.
- 8) 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.

(2018. 4. 27 受付)