

都市間高速道路における QV 相関の経年変化分析

芝浦工業大学 学生会員 ○小川泰斗
株式会社道路計画 正会員 石田貴志
株式会社道路計画 正会員 野中康弘

1. 目的

高速道路の交通性能の評価において、走行速度や交通容量は、高速移動の担保や渋滞の抑制、渋滞対策の検討といった観点から重要な性能指標である。車両感知器により長期的に蓄積された高速道路の交通流データを分析することで、これらの性能指標の経年変化を観察することができる。

後藤ら¹⁾は、都市間高速道路の単路部において、非渋滞時速度（本研究では、図1における包絡部における速度と定義する）や実現最大交通量などが経年的に低下し、QV図がいわば委縮してきていることを指摘している。一方で、これらの性能指標について、この変化の時期や、影響要因はわかっていない。

本研究では、非渋滞時速度 V_u と可能交通容量 Q_c の両面から QV 相関の経年変化の傾向を分析し、変化の顕著な時期（変化年次）を明らかにするとともに、QV 相関に影響を及ぼす要因について考察する。

2. 分析手法

2.1 分析データ

関越自動車道下り線 41.540kp（東松山 IC 付近）を対象とし、平成8年から平成31年の24年間の車両感知器データを扱う。なお、対象地点は片側3車線の都市間高速道路であり、データは車線別に5分間集計の交通量（全車種、大型車の2種）、車線計の平均速度が記録されている。

2.2 非渋滞時速度 V_u の分析

QV 図の包絡部における交通量階層が1時間換算値で1~200台/時、1001~1200台/時、2001~2200台/時かつ速度70km/h以上のランクを対象に、平均値、85%タイル値、15%タイル値の速度を算出し、クラスター分析から走行速度変化が大きく2区分される境界となる年次（以下、「変化年次」と称す）を明らかにする。なお、クラスター分析の距離測定法には Ward 法を用いる。

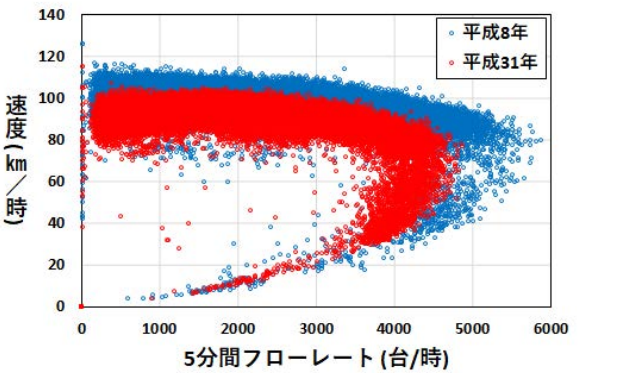


図1 QV 図の時点比較例 関越道（上）東松山 IC 付近

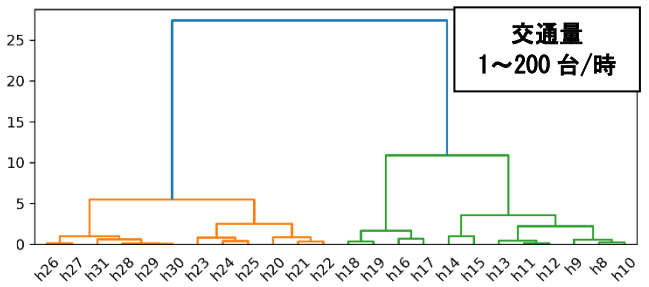


図2 平均 V_u のデンドログラム

表1 非渋滞時速度のクラスター分析結果

	車線計の変化年次			第一走行車線の変化年次		
	平均値	85%タイル値	15%タイル値	平均値	85%タイル値	15%タイル値
V_u						
$V_{1\sim200}$	H19-H20	H19-H20	H20-H21	H19-H20	H19-H20	H15-H16
$V_{1001\sim1200}$	H19-H20	H19-H20	H19-H20	H13-H14	H18-H19	H12-H13
$V_{2001\sim2200}$	H24-H25	H24-H25	H24-H25			
	第二走行車線の変化年次			追越車線の変化年次		
	平均値	85%タイル値	15%タイル値	平均値	85%タイル値	15%タイル値
V_u						
$V_{1\sim200}$	H19-H20	H19-H20	H19-H20	H24-H25	H24-H25	H24-H25
$V_{1001\sim1200}$	H24-H25	H19-H20	H19-H20	H24-H25	H24-H25	H24-H25
$V_{2001\sim2200}$				H24-H25	H24-H25	H19-H20

※上表は変化年次（速度変化が大きく2区分される境界となる年次）を示す

2.3 交通容量 Q_c の分析

実現最大交通量は変動が大きく、特異値の影響を受けやすいことから QV 形状をモデル化し、可能交通容量の推定値を得ることで、分析を試みる。

3. QV 形状変化の変化年次に関する分析結果

(1) 非渋滞時速度 V_u からみた変化年次

非渋滞時速度 V_u に関するクラスター分析によるデンドログラムの一例として、車線計の1~200台/時の

ケースを図2に示す。また、その他車線、交通量階層の速度に関するクラスター分析結果を表1に示す。

全体的には、主に平成19年と平成20年、平成24年と平成25年に速度の変化年次があることがわかる。平均値と85%タイル値、15%タイル値の比較では、変化年次に大きな違いがない一方で、車線別にみると追越車線の変化年次の多くが第1・2走行車線と異なり、平成24年と平成25年が変化年次となっている。

(2) 交通容量Q₀からみた変化年次

QV形状のモデル化は、式(1)に示すDrakeの式とBrilonの式²⁾を用いて行い、臨界密度から交通容量を算出した。図3はその一例である。

$$v = v_f \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{k}{k_c} \right)^2 \right\}$$

(1)

ここに、v：速度(km/h)、k：交通密度(台/km)、
v_f：自由走行速度(km/h)、k_c：臨界密度(台/km)

交通量のRMSEを算出した結果、Drakeの式の適合度が高いことから、クラスター分析ではDrakeの式から得られるモデルの採用した。

QV形状のモデル化した交通容量の比較において、パラメータ推定結果が明らかに異常な年次を除いてクラスター分析を行ったところ、平成22年と平成24年に交通容量の変化年次が確認された。

4. QV形状変化の影響要因に関する考察

非渋滞時の走行速度や交通容量の変動に影響を及ぼす可能性のある要因には、社会構造変化や交通技術変化など様々なものがある。本研究では、軽自動車と大型車の混入率、女性と高齢ドライバーの割合、交通違反取締件数に着目する。これらの指標の経年変化について、上記の分析と同様にクラスター分析を行い、変化年次について比較考察する。

図4に示す軽自動車混入率の分析結果の一例をみると、非渋滞時速度と同じ平成19と平成20年に変化年次が確認された。近年では、エコドライブ増加の一要因である軽自動車の混入率上昇から、速度変化にも影響していると考えられる。

表2に示す大型車混入率では、平成22年と平成23年に変化年次が確認された。速度や交通容量の変化年次とは完全な一致はしなかったものの、近い変化年次が確認された。平成15年9月には大型トラックのスピードリミッター装着の義務化等により、速度抑制装置の普及が進み、近年では運転支援技術やデ

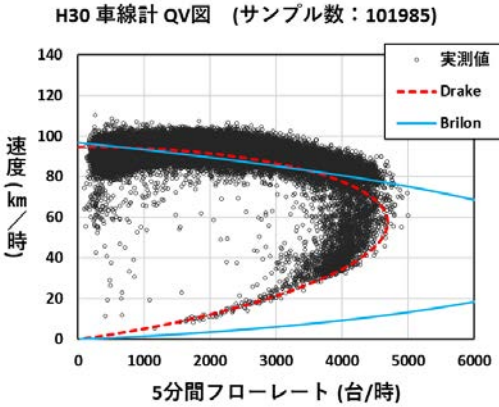


図3 モデル式を当てはめたQV図

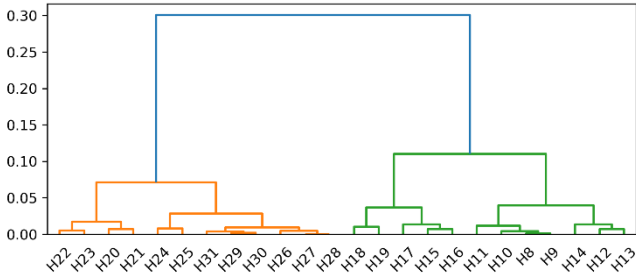


図4 軽自動車混入率のデンドログラム

表2 各影響要因のクラスター分析結果

想定される影響要因	変化年次	想定される影響要因	変化年次
大型車混入率	H22-H23	女性ドライバー割合	H17-H18
軽自動車混入率	H19-H20	高齢ドライバー割合	H24-H25
		交通違反取締件数	H25-H26

※変化年次（変化が大きく2区分される境界となる年次）を示す
ジタコ等のテレマティクス端末の普及してきていることが、速度変化や交通容量変化に影響を及ぼしていると考えられる。

6. まとめと今後の課題

車両感知器データを用い、対象地点のQV相関の経年変化を分析した結果、QV図の経年的な縮小と変化年次が確認された。非渋滞時速度や交通容量の変化年次に影響を及ぼすと考えられる幾つかの要因と照らし合わせて比較考察を行ったが、これらは交通性能指標の低下をもたらす可能性が高いものの、要因の特定までには至らなかった。

今後は、交通性能指標と変動要因との関係性を分析し、各変動要因の影響強度を考察していきたい。

謝辞

本研究の実施にあたり、データをご提供いただいた東日本高速道路株式会社に厚くお礼申し上げます。

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, pp.A_90-A_98, 2019.
2) Werner BRILON, Jan LOHOFF：Speed-flow Models for Freeways, Procedia Social and Behavioral Sciences 16 (2011) 26–36