

都市間高速道路における QV 関連の経年変化分析



AH17029 小川 泰斗
指導教員 岩倉 成志
指導教員 楽 奕平

1. 目的

道路の交通性能の評価において、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、これらの性能指標がどのように変動しているのかを見ることができる。

過去の分析では、都市間高速道路の単路部において、自由流時速度（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（現実の道路で実現される最大の交通量）などが経年的に低下していることが明らかとなっている¹⁾。

これらの性能指標について、実現最大交通量の分析が多く行われている一方、速度分析は研究数が少ない。

そこで、本研究では都市間高速道路における自由流時速度の経年変化に着目し、交通量や速度の変動分析と変動要因に関する一考察を行う。

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、1996（平成 8）年から 2019（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）、平均速度が記録されている。速度や交通量の欠測データは結果に偏りが生じるため、データクレンジングを行った。

2.2 自由流時速度 V_f 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 0 台/時、1000 台/時、2000 台/時付近のランクを対象に、平均値、85%タイル値、15%タイル値の速度を算出し、クラスター分析と多重比較検定（Steel-Dwass 漸近検定）から走行速度変化の特異年次を分析する。

2.3 交通容量 Q_c の分析

QV をモデル化し、可能交通容量の分析を試みる。QV のモデル式は次に示す 2 つを用い、適合度の良い

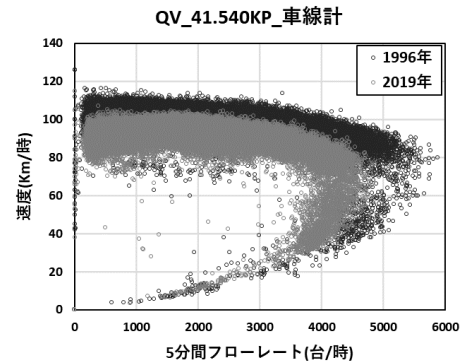


図 1 関越自動車道における QV 比較

方のモデル式から臨界密度を得る。その臨界密度から交通容量を算出し、統計的推定に用いる。

$$Q_c = k_c v \quad (1)$$

ここに、 Q_c ：交通容量（台/h）、 k_c ：臨界密度（台/km）、 v ：速度（km/h）とする。

(1) Drake の式

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

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）とする。

(2) Brillion の式

$$v = \frac{2v_f}{\left\{ 1 + \exp \left(\frac{k}{b} \right) \right\}^a} \quad (3)$$

ここに、 v ：空間平均速度（km/h）、 k ：交通密度（台/km）、 v_f ：交通量 0 台付近（自由流）時の空間平均速度（km/h）、 a （無次元）と b （台/km）は、回帰的手法によって経験的なデータから推定されるパラメータとする。

3. 自由流時速度 V_f の変動分析結果

(1) クラスタ分析の結果

図 2 は、車線計におけるクラスター分析の結果の一例である。交通量階層が 0 台/時、1000 台/時、2000 台/時付近のランクの速度について、車線計、車線別のクラスター分析を行った結果を表 1 に示す。これより、平成 19 年と平成 20 年、平成 24 年と平成 25 年に速度変化の分岐点があることがわかる。

(2) 多重比較検定の結果

表2は車線計における多重比較検定の結果である。

表1のクラスター分析の結果と同様、平成19年と平成20年の速度の差異が有意となったほか、表2に示すその他の年次間においても差異が有意となった。

4. 交通容量 Q_0 の分析結果

図3は、QV形状、QK形状をモデル化した一例である。交通量のRMSEを算出した表3より車線計、車線別のいずれも、Drakeの式の方が適合することがわかる。したがって、統計的推定ではDrakeの式から得られるモデルを採用することが適当であるとの示唆を得た。

(1) クラスター分析の結果

QV形状、QK形状をモデル化にあたって、パラメータ推定結果が明らかに異常な年次も散見されたため、これらの年次を除いてクラスター分析を行った結果を表4に示す。主に平成12年と平成13年、平成17年と平成18年、平成25年と平成26年に交通容量変化の分岐点を確認された。

(2) 多重比較検定の結果

クラスター分析と同様に異常年次を除いて多重比較検定を行ったところ、表4で示した年次間の差異は、多重比較検定においても有意な結果が得られた。

5. 交通性能指標の変動要因に関する推察

大型車混入率の変化に着目すると、平成15年9月に大型トラックのスピードリミッター装着が義務化され、平成19年には装着率が推定67%に達している。

また、近年では運転支援技術の新車装着率が上昇している。図4に示す一例では、ACCは前方車両と一定の車間距離を保つ機能を持つため、この機能を有する車両が増加することで、速度低下や交通容量減少につながると考えられるが、その立証はできなかった。

6. まとめと今後の課題

車両感知器データを用い、対象地点の自由流時速度、交通容量の経年変化を調べると、ほとんどの年度で双方の減少が見られた。また、双方の経年変化の中で特異年次も確認された。予想される変動要因を複数挙げて考察を行ったが、これらは性能指標の低下を示唆する程度の内容であり、要因の解明には至らなかった。

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

謝辞 多大なるご指導をいただいた株式会社道路計画の野中康弘局員教授に厚くお礼申し上げます

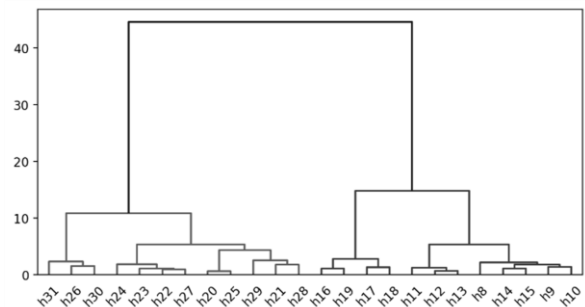


図2 交通量0台付近時における V_f のクラスター

表1 自由流時速度のクラスター分析の結果

| V_f | 車線計 | 第一車線 | 第二車線 | 第三車線 |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| V_0 | H19-H20 | H19-H20 | H19-H20 | H24-H25 |
| V_{1000} | H19-H20 | H13-H14 | H19-H20 | H24-H25 |
| V_{2000} | H24-H25 | | | H24-H25 |

表2 交通量0台付近時における V_f の多重比較検定

| 年次間 | t値 | 調整済みP値 | 判定 |
|---------|------|----------|------|
| H13-H14 | 4.24 | 5.04E-03 | 1%有意 |
| H15-H16 | 7.39 | 3.92E-11 | 1%有意 |
| H19-H20 | 6.58 | 1.26E-08 | 1%有意 |
| H25-H26 | 3.68 | 4.27E-02 | 5%有意 |

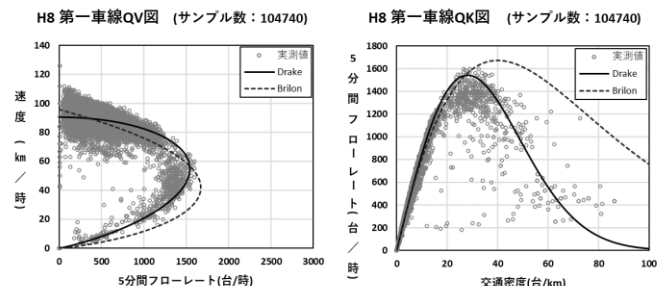


図3 モデル式を当てはめたQV図とQK図

表3 平均平方二乗誤差によるモデル式の適合

| | 車線計 | | 第一車線 | | 第二車線 | | 第三車線 | |
|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | Drake | Brilon | Drake | Brilon | Drake | Brilon | Drake | Brilon |
| 平均RMSE | 5.07 | 6.30 | 3.91 | 4.05 | 5.15 | 5.94 | 7.03 | 7.65 |

表4 交通容量のクラスター分析の結果

| 車線計 | 第一車線 | 第二車線 | 第三車線 |
|---------|---------|---------|---------|
| H12-H13 | H16-H17 | H12-H13 | H17-H18 |
| H17-H18 | H19-H20 | H17-H18 | H24-H25 |
| H25-H26 | H27-H28 | H27-H28 | H25-H26 |

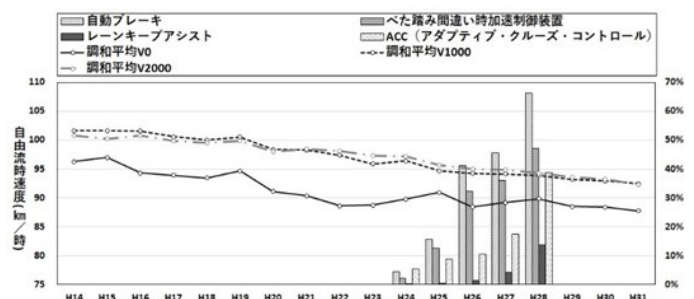


図4 運転支援技術の新車搭載率と速度の関係

参考文献

- 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
- 国土交通省 HP 運転支援技術・自動運転技術の進化と普及
<https://www.mlit.go.jp/common/001213451.pdf>