

## IV-25 渋滞検出閾値のオンライン設定法

千葉工業大学 正員 赤羽弘和  
 東京大学 正員 越 正毅

## 1. はじめに

都市高速道路管制システムにおいては、車両感知器により収集された情報から交通状態量（交通量、速度など）が算出される。さらに、それらに基づく交通渋滞検出などにより交通状況が把握され、交通流の制御（流入制御や交通情報の提供など）が実施されている。

渋滞検出法のひとつとして、自由流と渋滞流の境界領域における交通状況の発生頻度が、そのほかの領域における発生頻度に比べてかなり小さいという特性<sup>1)</sup>を応用する方法がある。すなわち、交通データを蓄積し、自由流と渋滞流の境界領域における速度の中央値を閾値として用いることにより、渋滞を検出する方法である<sup>2)</sup>。

この渋滞検出のための閾値は、主に車両感知器の特性のばらつきのために、各車両感知器ごとに設定される必要がある。しかし、たとえば首都高速道路に設置されている車両感知器数は現在でも3,000以上にものぼっており、閾値を人手によりオフラインで設定することは困難である。そこで本稿では、渋滞検出のための閾値をオンラインで自動的に設定するためのアルゴリズムを提案する。

## 2. 渋滞検出閾値の設定方法

車両感知器は、交通量と速度を測定するタイプ（速度型）と、交通量と時間オキュパンシーを測定するタイプ（オキュパンシー型）とに大別できる。

**速度型車両感知器** 図-1に首都高速道路における5分間交通量と同平均速度との関係の例を示した。自由流と渋滞流との境界領域において出現頻度が最小である速度を、渋滞検出閾値として設定する手順は以下の通りである。

- [ 1 ] 35～65km/時の範囲内で1km/時刻みの速度別出現頻度を集計する。
- [ 2 ] 出現頻度を移動平均により平滑化する。
- [ 3 ] 最小出現頻度の速度区分を探索する。

出現頻度を平滑化するのは、局部的に頻度が低い速度が選択されないようにするためである。図-1には、

このアルゴリズムで設定した閾値を縦線で示した。

交通量[台/5分/車線]

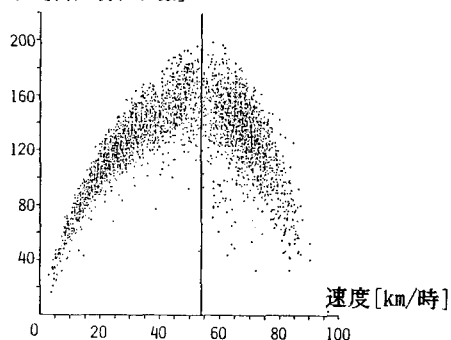


図-1 Q-V図

図-2は、首都高速道路のあるボトルネックにおける交通量-速度のプロットである。自由流と渋滞流との境界領域は図-1よりもかなり狭い。また、境界領域よりも探索範囲の両端における出現頻度の方が小さい。このため、[ 1]～[ 3]の手順では、両端いずれかの速度が閾値として選択されてしまう。

交通量[台/5分/車線]

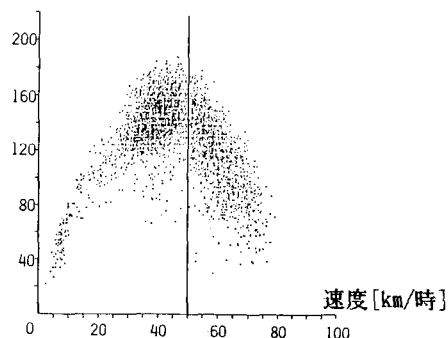


図-2 Q-V図(ボトルネック部)

図-2を見ると、境界領域およびその近傍において、交通量は最大となっている。したがって、[ 1]～[ 3]の手順を実行する前に、次のような手順で交通量が最大の速度区分を中心に探索範囲をより狭く限定してやれば、適切な閾値を設定することができる。

- [ -3 ] 各速度区分(1km/時刻み)において平均交通量を計算する。

[-2] 各速度区分の平均交通量を移動平均により平滑化する。

[-1] 平滑化平均交通量が最大の速度区分を探索する。

[0] 平滑化平均交通量が最大の速度区分を中心として、幅5km/時の探索範囲を設定する。

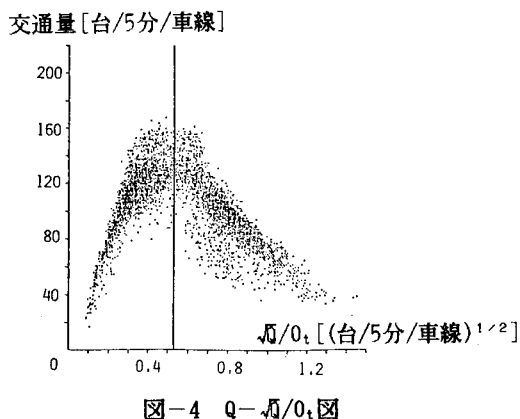
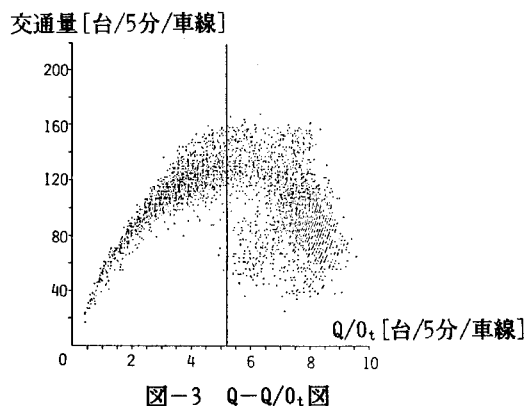
平均交通量を平滑化するのは、局部的に平均交通量が多い速度区分が中心区分として選択されないようするためである。図-2には、[-3]～[3]の手順により設定した閾値速度を縦線で示した。

**オキュパンシー型車両感知器** 時間オキュパンシーと空間平均速度との間には、次式のような関係がある。

$$V_s = \frac{Q(1+d)}{O_t T} \quad (1)$$

ここに、 $V_s$ は空間平均速度、 $O_t$ は時間オキュパンシー、 $Q$ は交通量、 $l$ は平均車長、 $d$ は車両感知器の感知範囲長、そして $T$ は測定時間である。式(1)から、空間平均速度 $V_s$ は、概ね $Q/O_t$ に比例すると仮定できる。

図-3には、 $Q-Q/O_t$ のプロットを示した。 $Q-V$ に類似した分布が見られるが、特に $Q/O_t$ の値が大きい領域において、渋滞流と自由流との判別が難しい。図-4は、図-3と同じデータについて $Q$ と $\sqrt{Q}/O_t$ の関係を示したものである。図-4は、速度のかわりに $\sqrt{Q}/O_t$ を用いれば、オキュパンシー型の車両感知器に対しても、速度型車両感知器と同様な手順により、閾値を設定することができることを示している。ただし、速度と $\sqrt{Q}/O_t$ とは絶対値が異なるので、閾値設定アルゴリズムで用いる各定数値として、速度型車両感知器用の定数値の1/10の値を与える。図-4には、このアルゴリズムで設定した閾値を縦線で示した。



### 3. 適用

前項で述べた閾値設定アルゴリズムを、首都高速道路3号上り線上の24個の車両感知器により収集された、約4週間分の交通データに適用した。表-1に閾値の一覧を示す。このアルゴリズムが与えた閾値は、人間のパターン認識に基づく閾値とほぼ一致した。

表-1 渋滞検出閾値一覧(首都高速3号線上り)

| 番号  | 型 | 閾値 | 番号  | 型  | 閾値   | 番号  | 型  | 閾値   |
|-----|---|----|-----|----|------|-----|----|------|
| 649 | v | 38 | 623 | 0c | 0.49 | 594 | v  | 50   |
| 650 | v | 37 | 624 | 0c | 0.40 | 596 | v  | 51   |
| 643 | v | 45 | 613 | v  | 56   | 589 | 0c | 0.53 |
| 644 | v | 43 | 614 | v  | 50   | 590 | 0c | 0.46 |
| 633 | v | 49 | 607 | v  | 53   | 124 | 0c | 0.45 |
| 634 | v | 51 | 608 | v  | 54   | 125 | 0c | 0.51 |
| 625 | v | 57 | 603 | 0c | 0.43 | 133 | v  | 52   |
| 626 | v | 56 | 604 | 0c | 0.42 | 134 | v  | 50   |

### 4. おわりに

本稿で提案した方法を、実用化するにあたっては、経験的に決定している定数値の見直しなどが必要となるであろう。最後に、ここで使用したデータはすべて首都高速道路公団から提供されたものであることを記し、謝意を表す。

### <参考文献>

- 1) 越, 他: 渋滞時の交通流現象に関する研究, 土木学会論文報告集, No. 306, pp. 59-70, 1981.
- 2) 岩崎, 他: 高速道路における渋滞検出精度の改善に関する研究, 土木学会論文報告集, No. 330, pp. 121-127, 1983.