

## 阪神高速道路における異常交通状況検出に関する基礎的検討

大阪管理部 管制管理課 福井 長  
大阪管理部 管制管理課 吉村 敏志

### 要 旨

阪神高速道路公団では、頻繁に事故が発生する地点に突発事象検出システムを導入することにより、事故等の異常交通状況の早期発見や二次的な事故の防止に努めているところである。しかしながら、設置箇所が極めて限定されているため、本システムが設置されていない箇所については事故等の突発事象が発生した場合、利用者あるいは公団巡回車からの通報や交通管制員の ITV カメラを利用した交通流監視によってその認知を行っている。この過程では、突発事象すなわち異常交通状況の発生から認知・事案処理までに時間を要する場合もあり、道路交通サービス上好ましくないため、より迅速な発見が望まれる。

そこで、阪神高速道路ネットワーク上に 500m 間隔で設置している超音波車両検知器から得られる交通データを利用することに着目し、交通状況（交通データ）の変化から間接的に異常交通状況の発生を推定するための検討を行った。まず、交通量・時間占有率・平均速度・車線利用率の 4 つの交通パラメータを用いて本線の交通状況を 4 種類に分類し、各々の特性を整理した。次に、様々な交通状況の変化のうち特徴的な 3 パターンを選定し、これらのパターンに該当した場合異常交通状況として検出するアルゴリズムを考案した。最後に、本アルゴリズムを交通管制システムに導入し運用を行った。その結果、本アルゴリズムを用いることにより、異常交通状況の検出をある程度実現できることがわかった。

キーワード: 異常交通状況, 超音波車両検知器, 交通データ, 交通状況特性

### はじめに

阪神高速道路における交通管制は、昭和 44 年に初期システムが導入され、その後拡大する道路網への対応や様々な機能の拡張・高度化を図りつつ、平成 15 年 5 月から新たな交通管制システムの運用を開始した<sup>1)</sup>。この新システムは、交通管制データを蓄積するデータウェアハウス、交通管理業務の支援として他機関道路を含めた広域道路網の渋滞情報の表示など様々な新規機能を実装しており、情報更新周期の短縮や渋滞通過所要時間の提供など情報提供の拡充も図っている。

また、安全走行の支援の一つとして突発渋滞判定機能を実装している。本機能は突発事象すなわち異常交通状況の発生を、車両検知器から得られる交通データを用いて検出し交通管制員に認知させるものである。本手法の最大の利点は既存の設備を利用するところにある。ITV カメラ等を全線に備え付けて画像監視を行うことが理想的であるが、設備投資やランニングコストに莫大な費用がかかる可能性があり現実的ではない。そこで、阪神高速道路ネットワーク全体に設置されている車両検知器（データ）の利用を検討した。

本手法により従来の認知形態と比べて時間短縮

が図れ、快適な道路交通サービス復旧への迅速な対応という視点からも本格的な運用が望まれるものの、その評価等の現状把握がなされていない。

本稿ではこの突発渋滞判定機能（以下「異常交通状況検出機能」という。）に関する検討について述べるものであり、運用評価や今後の課題等について報告するものである。

## 1. 交通状況の分類

### 1-1 交通状況の分類

本検討では、異常交通状況の検出を交通状況の変化により推定することから、まず、交通状況を分類し定量化する必要がある。今回は、交通量と時間占有率の関係に着目し<sup>2)3)</sup>、さらに車線利用率および平均速度を用いた合計4つの交通パラメータで分類を行った結果、図-1のように4種類の交通状況に分類できた。具体的に述べると以下のとおりである。まず、阪神高速道路公団では従来から交通量-時間占有率の関係を用いて渋滞判定を行っていることから、図-1に示すように『渋滞領域』と『非渋滞領域』に分類できる。次に、非渋滞領域は『円滑流（すなわち自由流または安定流）の状態』と『渋滞発生直前の臨界状態』とに分類でき、渋滞領域は日常的な渋滞と考えられる『自然渋滞』と非日常的な渋滞と考えられる『極低速度状態の渋滞』に分類できる。それぞれの交通状況の特徴を表-1に示す。それぞれの値については、過去の交通管制データ結果を参考に車両検知器毎に設定した。

以上により交通状況を4種類に分類し検討をすすめることとした。

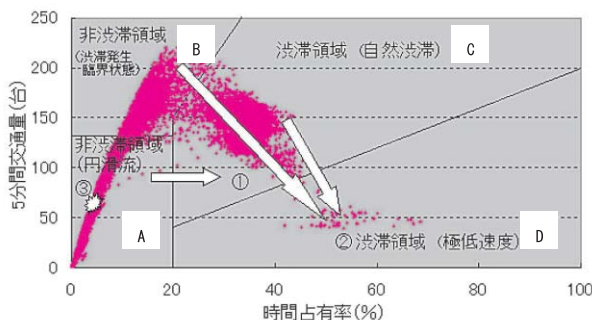


図-1 交通状況の分類

表-1 交通状況の特徴

交通状況	A	B	C	D
概要	円滑流の状態 (非渋滞領域)	渋滞発生直前の臨 界状態(非渋滞領 域)	自然渋滞(渋滞領 域)	極低速度状態の 渋滞(渋滞領域)
交通量/地点交 通容量:Q	$Q < 65\%$	$Q \geq 65\%$	$45\% \leq Q \leq 81\%$	$Q \leq 30\%$
時間占有率:K	$K < 15\%$	$15\% \leq K < 25\%$	$25\% \leq K < 45\%$	$K \geq 45\%$
車線利用率:S	$S < 55\%$	$55\% \leq S < 75\%$	$50\% \leq S < 60\%$	$50\% \leq S < 60\%$
平均速度:V	$V \geq 60\text{km/h}$	$V \geq 60\text{km/h}$	$10\text{km/h} \leq V \leq 35\text{km/h}$	$V \leq 10\text{km/h}$

### 1-2 検出対象とする交通状況の変化

次に、検出対象とする交通状況の変化については過去の検討結果<sup>3)</sup>を参考に図-1に示すとおり3パターンとした。これらのパターンに該当する交通状況の変化が確認されれば異常交通状況として検出する。概要は表-2に示すとおりであり、それぞれアルゴリズム1,2,3とした。アルゴリズム1およびアルゴリズム2については交通量と時間占有率の関係から、アルゴリズム3については車線利用率を用いて検出の判定を行う。詳細を次章で述べる。

表-2 異常交通状況検出アルゴリズム

	①アルゴリズム1	②アルゴリズム2	③アルゴリズム3
交通状況 の変化	円滑な交通流から突然に「渋滞」となった場合	非渋滞領域ではあるが渋滞発生直前の臨界状態にあるとき、または自然渋滞の領域から突然極低速度状態になった場合	2車線以上ある区間で利用する車線に極端な偏りが生じた場合
	【交通状況A→Cに変化】	【交通状況B→C(→D)またはC→Dに変化】	【交通状況Aは不変 車線利用率が変化】
交通状況 のシナリオ	下流で事故等が発生し渋滞が発生する。	渋滞の中で事故等が発生し、さらに交通状況が悪化する。	事故等が発生し交通量が少ないため渋滞は発生しない、車線利用率のみが極端に変化する。

## 2. 異常交通状況検出アルゴリズム概要

### 2-1 アルゴリズム1

アルゴリズム1は『円滑な交通流から突然に「渋滞」となった場合』であり『交通状況A→C』の変

化を検出するものである。検出方法は次のとおりである。

- ① 5分間交通量を用いて車両検知器毎に次の条件を満たした場合「渋滞」と判定する。

$$\frac{5分間交通量}{5分間時間占有率} < \beta 1 \quad (式①)$$

$$5分間時間占有率 > \gamma \quad (式②)$$

ここに、 $\beta 1, \gamma$ :渋滞判定基準値

ただし、車両検知器が故障している場合やデータが欠測している場合は「非渋滞」として処理する。

- ②車両検知器毎に30秒前に計測された5分間交通量と飽和交通量の比率を算出し、この値が対飽和交通量比率 $\alpha$ を下回った車両検知器について、異常交通状況発生監視検知器とする。

$$\frac{5分間交通量}{飽和交通量} < \alpha \quad (式③)$$

ここに、 $\alpha$ :対飽和交通量比率(=円滑交通流が確保される交通量の飽和交通量に対する比率)

- ③②の監視状態が一定時間(N2周期=90秒)継続した場合、異常交通状況発生として検出する。  
④①の渋滞判定結果が非渋滞になった場合、異常交通状況解消とする。

## 2-2 アルゴリズム 2

アルゴリズム 2 は『非渋滞領域ではあるが渋滞発生直前の臨界状態にあるとき、または自然渋滞の領域から突然極低速度状態になった場合』であり『交通状況 B→C(→D)または C→D』の変化を検出するものである。検出方法は次のとおりである。

- ①車両検知器毎に以下に示す判定を行い、条件が満たされた場合異常交通状況発生監視検知器とする。

$$\frac{5分間交通量}{5分間時間占有率} < \beta 2 \quad (式④)$$

ここに、 $\beta 2$ :異常交通状況検出判定基準値

- ②①の監視状態が一定時間(N4周期=90秒)継続した場合、異常交通状況発生として検出する。  
③以下の条件が満たされた場合、異常交通状況解

消とする。

$$\frac{5分間交通量}{5分間時間占有率} < \beta 3 \quad (式⑤)$$

ここに、 $\beta 3$ :異常交通状況解消判定基準値

## 2-3 アルゴリズム 3

アルゴリズム 3 は『2車線以上ある区間で利用する車線に極端な偏りが生じた場合』であり、交通状況は不変であり、渋滞も発生しないため『車線利用率』の変化を利用して検出するものである。検出方法は次のとおりである。

- ①車線毎に車線利用率を下式により算出する。

$$\text{特定車線利用率} = \frac{\text{特定車線の30秒間交通量}}{30秒間区間交通量} \quad (式⑥)$$

- ②①で算出した車線利用率と車線利用率の上下限值と比較し、上限値 $\delta 1$ より大きい場合あるいは下限値 $\delta 2$ より小さい場合、異常交通状況発生監視検知器とする。

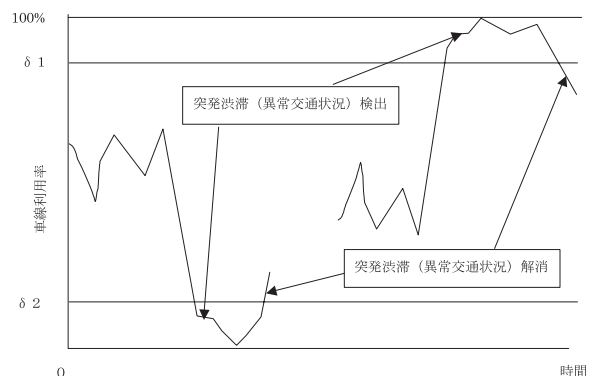


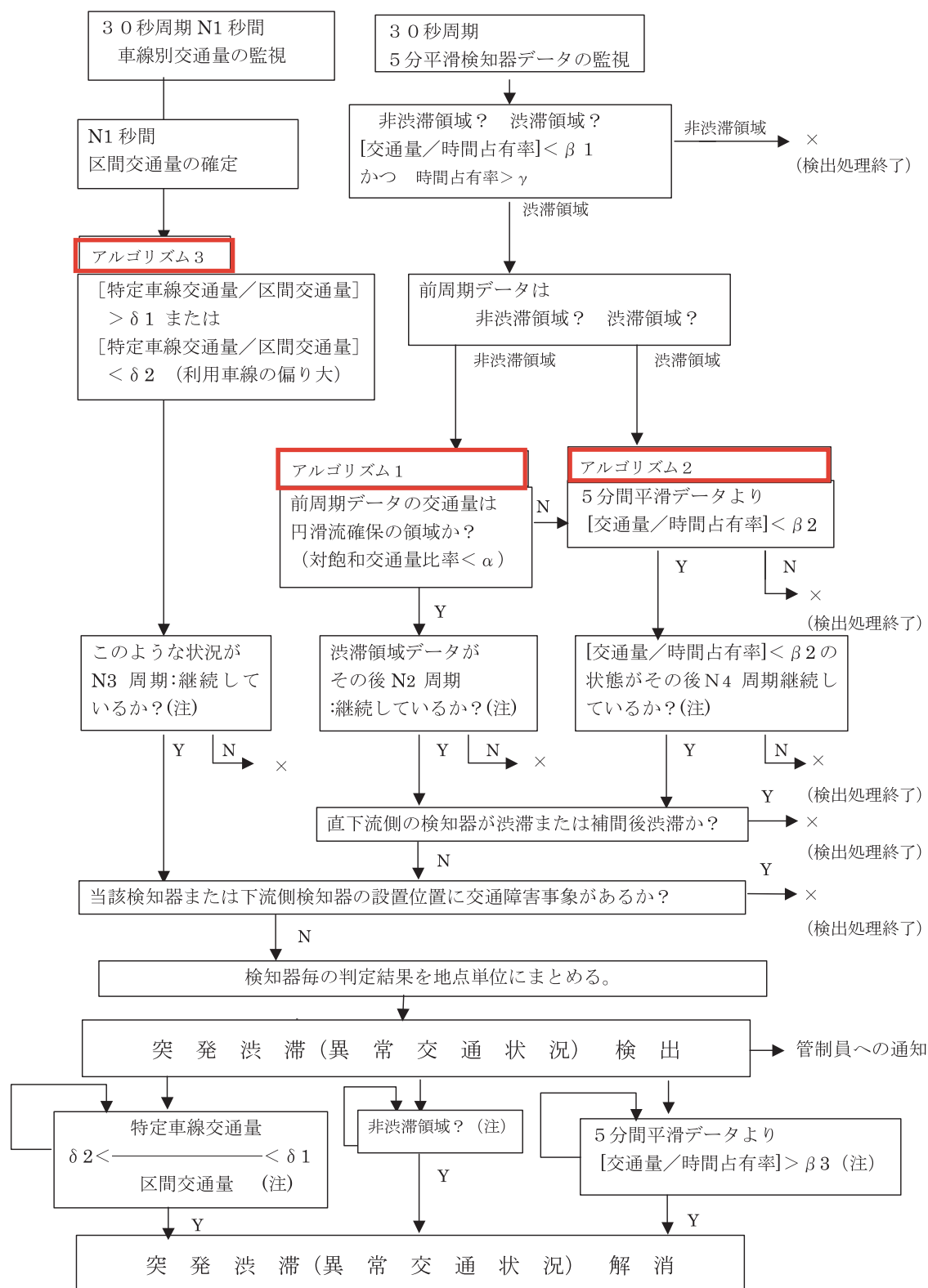
図-2 車線利用率を用いた検出

$$\delta 2 < \text{特定車線利用率} < \delta 1 \quad (式⑦)$$

- ③②の監視状態が一定時間(N3周期=90秒)継続した場合、異常交通状況発生として検出する。  
③車線利用率が上下限値の範囲内に一定時間(N3周期)継続して含まれた場合、異常交通状況解消とする。

以上、異常交通状況検出フローを表-3にまとめる。

表-3 異常交通状況検出・解消フロー



(注) 検知器が故障した場合は処理を中断し、「異常なし」とする。

### 3. 交通管制システムへの導入および運用結果

#### 3-1 交通管制システムへの導入

朝潮橋にある交通管制システムの改修にあわせて本機能を導入した。異常交通状況検出の対象範囲については、今回、大阪管理部交通管制員が対象となるため、大阪管理部の管理区域（に設置されている本線車両検知器）とする。ただし、以下の地点については対象外とする。

- ①交通障害事象が入力され、管制員が既に事案を認知している地点
- ②同一キロポストに設置されている車両検知器が全て故障している地点
- ③放射路線下り端末、または集約料金所の直上流地点
- ④下流側車両検知器が大阪管理部管理区域外にある地点

次に、判定処理周期について、現在の交通管制システムでは渋滞判定等は5分間交通量を用いて行っている。この5分間交通量は30秒周期で収集されることから、異常交通状況検出判定も30秒周期で行うこととした。

また、インターフェースにおいては、異常交通状況を検出すると管制卓の画面上に『突発渋滞』と表示されたタグが点滅し、交通管制員がこのタグを押下すると検出地点に最も近いITVカメラの位置が画面上に表示されるような機能とした。これによりITVカメラ選択の操作性の向上や操作時間の短縮が可能となった<sup>4)</sup>。

#### 3-2 運用結果と考察

交通管制システムにて運用開始後調査を行い、得られた結果を以下に示す。

##### (1) 検出状況調査および結果

2003年5月および2005年1月のうち合計9日間（10～19時）、交通管制員とともに管制室に待機し、検出状況・検出タイミング・検出位置での実際の状況確認等を行った。結果を表-4に示す。表-4より以下のことがいえる。

- ・調査期間中の管制卓への検出通知件数は24

件であった。そのうちITVカメラで原因を確認できたのは17件あり、約70%の検出精度があることがわかり、異常交通状況検出の信頼性は高いといえる。

- ・検出件数24件のうち通報等により交通管制員が認知する前に検出した件数は10件（約40%）であった。

表-4 異常交通検出状況確認結果

		検出件数に対する比率
異常交通状況検出件数	24	—
原因発見件数	17	71%
交通管制員認知前検出件数(事前検出)	10	42%

##### (2) 運用者の評価に関するアンケート調査

大阪管理部交通管制員全員を対象として運用開始1ヶ月後にアンケート調査を実施した。質問および回答結果を表-5に示す。約80%の交通管制員が本機能で異常交通状況を発見した経験がある。一方、管制卓への通知のおよそ50%は異常交通状況を発見できなかったため、過敏に検出し交通管制員に通知している場合があることがわかった。

表-5 運用評価結果（アンケート調査結果）

アンケート質問内容	回答要約
①管制卓のタグが点滅した場合、すぐにITVカメラで状況確認を行っていますか？	全員が確認している
②事故や故障車、落下物をドライバー等からの通報前に発見したことがありますか？	約80%(13名)の交通管制員が『有り』と回答 ----- ・ふだん渋滞しない所で発見した ・渋滞発生中で車の流れが変わった時、停止車を発見した ・事故と落下物を発見した など
③ITVカメラを操作して状況確認しても異常交通流等が何もありませんか？	平均して50%程度あり
④機能に対するの評価	・使いやすい／機能的に良い:32% ・使いやすいがさらなる機能拡張要望:25% ・意見なし:38%

#### 4. 結論・今後の課題

本アルゴリズムを適用することで、異常交通状況の検出がある程度可能であることがわかった。しかしながら交通管制員より事前に検出し通知できたのは全体の約 40%にとどまっており、アンケート調査結果からも機能面等でもう少し改良の余地があると思われる。以上のことから、運用に際して当面は補助的な機能として交通管制業務支援に活用していくことが望ましいといえる。

最後に今後の課題として以下のことがあげられる。

- ・検出実績件数（データ）が 24 件と少なく、蓄積していく必要がある。
- ・今回用いた各種パラメータは、経験や過去の検討結果から設定しているため、もう少し詳細に分析し設定する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 大窪, 斉田: 新交通管制システムについて, 技報第 21 号, 阪神高速道路公団, 2003.
- 2) Nishibe Y. and Abe A.: Accident Detection Algorithm Using Volume and Time Occupancy by the Hanshin Expressway Public Corporation, Proceedings of 7<sup>th</sup> World Congress on ITS, 2000.
- 3) 阪神高速道路の交通管制に関する調査研究報告書, 阪神高速道路公団, 2000. 2001.
- 4) Yoshimura S. and Abe A.: Development and Implementation of an Algorithm to Detection Unusual Traffic Conditions on the Hanshin Expressway, Proceedings of 11<sup>th</sup> World Congress on ITS, 2004.

## INVESTIGATION TO DETECT UNUSUAL TRAFFIC CONDITIONS ON THE HANSHIN EXPRESSWAY PUBLIC CORPORATION

Hisashi Fukui and Satoshi Yoshimura

The Hanshin Expressway Public Corporation is investigating and developing the earlier detectable method of accidents or incidents to prevent from secondary accidents. We suggested using traffic data obtained by the ultrasonic vehicle detectors installed Hanshin highway every 500 m. We categorized four traffic conditions and suggested 3 algorithms to detect unusual traffic conditions. Then we installed this software to the traffic control system, and managed by the traffic control operators. As the result of this study, this system was effective to detect unusual traffic conditions earlier.