

大阪市立大学工学部都市学科 学生員○山本将大
大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 日野泰雄

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 内田 敬
大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 吉田長裕

1. 研究背景・目的

高速道路における渋滞原因を推定する研究が行われている¹⁾。しかし、常設の車両検知器のみを用いている例は少ない。本研究では、常設の車両検知器のパルスデータのみを用いて交通状況を推定し、そこから渋滞原因を推定する手法を構築することを目的とする。

2. 研究方法

研究の流れを図-1に示す。本研究では、車両検知器パルスデータから作成する擬似タイムスペースダイアグラム（擬似 TSD; Time Space Diagram）と追従走行モデルを用いた擬似パルスデータから作成する擬似 TSD を比較することで、交通状況と渋滞原因を推定する。

3. 擬似 TSD の作成

本研究では、阪神高速3号神戸線の深江サグの車両検知器 sec1732を利用する。選定理由は、サグ近傍のため、渋滞の様子を観測が予測されるためである。

観測データは2013/12/15(日)16:30～20:00のもので、渋滞状況の観測が予想されるデータを抽出する。対象検知器のパルスデータ（車間時間、占有時間）から擬似 TSD を作成する。擬似 TSD は、時刻 t に検知器を通過した車両の前後5台の車両の隔たりを、時間で表現している。グラフは、前後のデータが積み重なるように作成する。また、分析の指標として、交通密度と占有率を用いる。2つの指標の定義は、式(1)、(2)に示す。

$$k(t) = \frac{N}{Q(t) + H(t)} \tag{1}$$

ここに、
 $k(t)$: 交通密度[台/s] N : 車両数[台](=11 台)
 $Q(t)$: 時刻 t の占有時間合計[s]
 $H(t)$: 時刻 t の車間時間合計[s]

$$q(t) = \frac{Q(t)}{Q(t) + H(t)} \tag{2}$$

ここに、
 $q(t)$: 占有率[%]

4. 追従走行理論を用いた擬似 TSD の作成

渋滞の原因になりえる交通状況を仮定し、追従走行理論²⁾を用いて車両軌跡を追従走行グラフとして表す。

追従走行モデル式を式(3)に示す。この式は、追従車の加速度を表している。各項の意味を表-1に示す。

$$a(t) = f_1(t) + f_2(t) + f_3(t) - \alpha_4 \sin(\theta(t)) \tag{3}$$

ここでは、追従走行について4パターンを設定し（表-3参照）、追従走行グラフを作成する。そして、1000m 地点に検知器があると仮定し、追従走行グラフから同地点を車両が通過する時間を算出することで、擬似パルスデータを作成する。さらに、研究フロー（図-1）の①～③と同様に⑥～⑦を行って、擬似 TSD を得る。

以上より、4 パターンの交通状況ごとの指標の特徴が得られる。得られた擬似 TSD の指標値の特徴を表-2にまとめる。

5. 実現象と渋滞原因の推定

追従走行グラフから得られた擬似 TSD の指標値の特徴と実現象のパルスデータから得られた擬似 TSD の指標の特徴を比較することにより、実現象の交通状況と渋滞原因を推定する。

以上の比較を行った結果の一例（2013/12/15(日)19:14:02～19:16:04 における擬似 TSD）を図-2に示す。

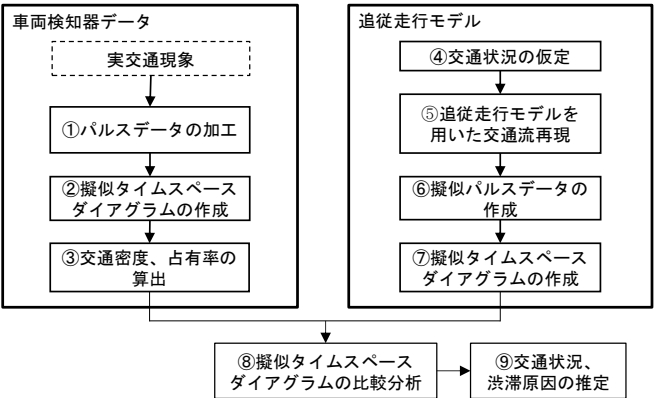
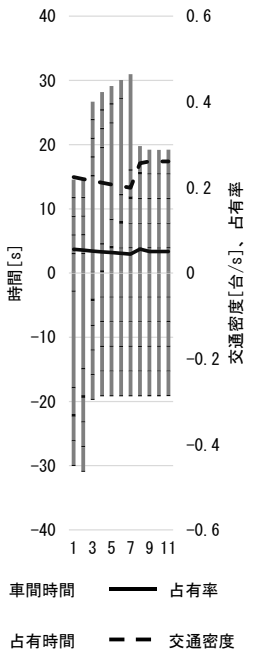
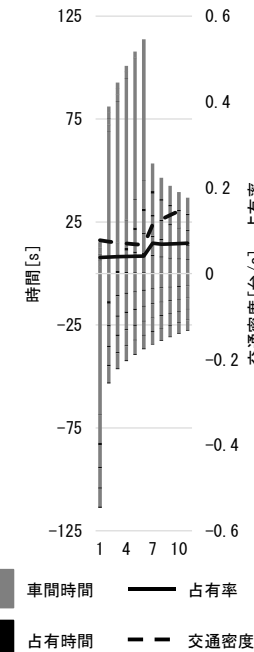
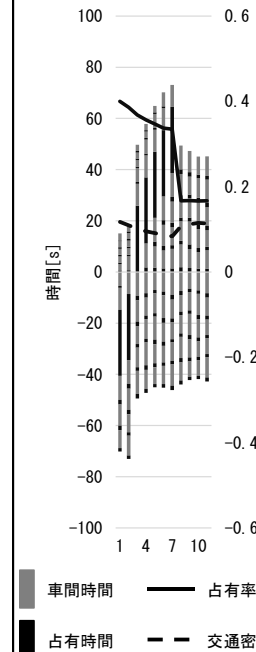
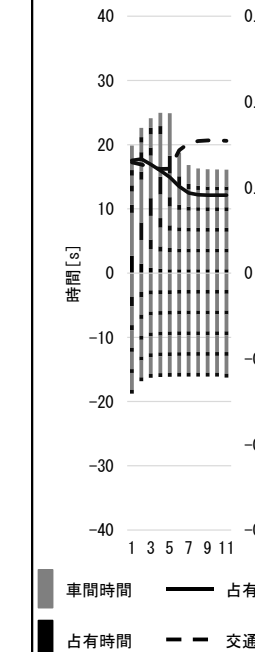


図-1 研究の流れ

表-1 式(3)の各項の意味

式	式の意味
$f_1(t + T_1) = \frac{\alpha_1}{[x_1(t) - x(t)]^2} (v_1(t) - v(t))$	相対速度の影響
$f_2(t + T_2) = \frac{\alpha_2}{[x_1(t) - x(t)]^4} \{ [x_1(t) - x(t)] - [\beta_0 + \beta_1 v(t) + \beta_2 (v(t))^2 + \beta_3 (v(t))^3] \}$	車間距離の影響
$f_3(t + T_3) = \alpha_3 [v(t) - v_f]$	希望速度との差の影響
$\alpha_4 \sin(\theta(t))$	縦断勾配の影響

表-2 追従走行から得られた擬似 TSD の特徴

追従走行パターン	①前方車が一時停止する	②前方車が不規則に加減速する	③前方車が低速走行する	④前方車との車間が大きい
仮定した交通状況	車両の割り込みが1回発生。	車両の割り込みが複数回発生し、加減速を繰り返す。	サグ等の上り坂により、前方車が低速で走行。	追従車が車間を詰めるために速度を上げる。
パラメータ条件	$\alpha_1 = 0.1, \alpha_2 = 0.75, \alpha_3 = 0.1, \alpha_4 = 0$ $\beta_0 = 45, \beta_1 = 0.01, \beta_2 = 0.001, \beta_3 = 0.0001$ $l = 0.1, m = 0.1$	$\alpha_1 = 0.75, \alpha_2 = 0.1, \alpha_3 = 0.1, \alpha_4 = 0$ $\beta_0 = 45, \beta_1 = 0.01, \beta_2 = 0.001, \beta_3 = 0.0001$ $l = 0.1, m = 0.1$	$\alpha_1 = 0.75, \alpha_2 = 0.1, \alpha_3 = 0.1, \alpha_4 = 0$ $\beta_0 = 45, \beta_1 = 0.01, \beta_2 = 0.001, \beta_3 = 0.0001$ $l = 0.1, m = 0.1$	$\alpha_1 = 0.75, \alpha_2 = 0.1, \alpha_3 = 0.1, \alpha_4 = 0$ $\beta_0 = 45, \beta_1 = 0.01, \beta_2 = 0.001, \beta_3 = 0.0001$ $l = 0.1, m = 0.1$
擬似TSD				
特徴	・交通密度は増加するが、占有率は変化が小さい。 ・指標値の差が大きい。	・交通密度、占有率はともに増加し、変化するタイミングは一致する。 ・指標値の差が小さい。	交通密度は増加、占有率は減少し、変化するタイミングは一致する。変化後も占有率が上回る。	交通密度は増加、占有率は減少し、変化するタイミングは一致する。変化後は交通密度が上回る。

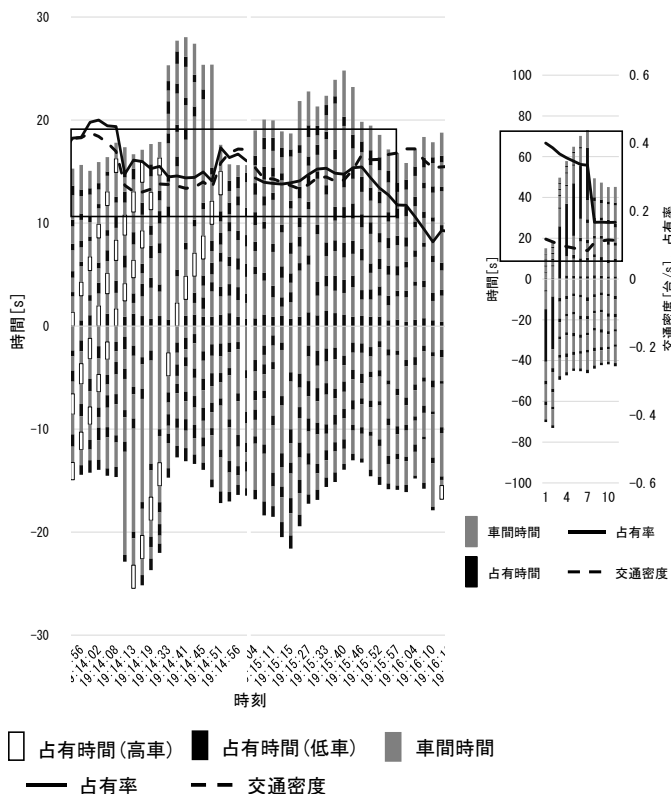


図-2 渋滞が推定される擬似 TSD との比較

図-2 の四角で囲われた部分では、占有率が交通密度を上回っている。これは、③前方車が低速走行した場合の擬似 TSD の特徴と類似している。

このことから、当該検知器において観測された交通状況は、車両が低速で走行している状態であり、渋滞原因は速度低下によるものと推定できる。

6. 結論と課題

本研究では、2指標を用いて常設の車両検知器のパルスデータを利用した交通状況・渋滞原因推定手法を提案した。推定の正確さを確かめるために、サンプル数を拡大することや渋滞の発生地点及び定着地点³⁾を明確にすることが課題である。

参考文献

- 1) 木村真也, 矢田浩規, 近田博之, 米川英雄: ITS スポットプローブによる上社地区ボトルネック分析, 第 50 回土木計画学研究発表会・講演集, No.275, 2014.
- 2) 交通工学研究会: 交通工学ハンドブック 2008, 丸善出版, pp.5-3-1~5-3-13, 2008.
- 3) 石田貴志, 野中康弘, 米川英雄: 高速道路単路部における渋滞定着現象の実証的研究, 第34回交通工学研究発表会論文集, pp.241-246, 2014.