

第IV部門

車両軌跡データを用いた都市高速道路サグ部におけるマイクロ交通流モデルの検討

大阪市立大学工学部都市学科 学生員 ○衣川 晃平
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 内田 敬

1. 研究背景

阪神高速道路は、交通渋滞をはじめとする道路で多発する交通事故のメカニズムの解明のために、車両軌跡データ「Zen Traffic Data¹⁾ (ZTD)」を無償提供している。2022年2月現在、阪神高速11号池田線(大阪方面)塚本合流付近の約2km、阪神高速4号湾岸線(大阪方面)大浜～三宝付近の約1.7kmの2区間のデータが公開されている。

ZTDは、表-1²⁾が示すように車両軌跡・車両属性・路面線形の各情報が共通情報(車両ID・時刻)で紐づけられる構造となっている。

ZTDを用いた既往研究として、井垣ら³⁾は、交通流を車両一台単位に注目するマイクロな考え方で交通流シミュレーションを行っている。そこでは、サグ部の影響を考慮したモデル式を使用しているが、1台前の車両の影響しか考慮できないという課題がある。

また、瀬尾ら⁴⁾は、交通流全体を流れとしてマクロにとらえ、それを流体のように扱う交通流理論を用いて交通状態を推定している。この考え方を用いることで、周囲の車両の影響を考慮できる。

2. 研究目的

本研究では、井垣の研究を軸とし、ZTDを用いたサグ部での交通流シミュレーションの精度向上を目指す。その際、マイクロでは扱いきれないその車の周囲の道路状況を現行のモデル式に組み込むことで、周囲の車両の影響を考慮したマイクロ交通流モデルの作成を目的とする。

3. 研究方法

研究フローを図-1に示す。まずZTDの再現アニメーションから、サグ部における代表的な現象であるショックウェーブ(SW)が起こっている時刻を探し、その時刻にその位置を通過した車両を含む対象車両群を決定する。

次に、重回帰分析に必要なパラメータをZTDの項目から計算する。重回帰分析は、井垣が提案したサグの影響を考慮

した車両追従モデル式(1)を基本に用いる。この式に、重回帰分析の変数として新たに交通状態量を導入し、その決定係数やt値の比較を通してモデル式に組み込む要素の検討を行う。

最後に、完成したモデル式を用いてマイクロ交通流シミュレーションを行い、モデル式の再現性を確認する。シミュレーションは、対象車両群の後方にモデル式の挙動で6台を追従させるように行った。

$$a(t+T) = \alpha\{v_0(t) - v_1(t)\} + \beta\{(x_0(t) - x_1(t) - L_1) - s_1^*\} + \gamma$$

$$= \alpha X1(t) + \beta X2(t) + \gamma \quad (1)$$

ここに、

T: 反応遅れ時間(今回は0.1秒に固定)

a(t): 時刻tにおける追従車の加速度

(v₀(t) - v₁(t)): 相対速度 (= X1(t))

{(x₀(t) - x₁(t) - L₁) - s₁^{*}} : 車間距離 - 希望車間距離 (= X2(t))

α, β, γ : パラメータ

表-1 ZTDのデータ項目⁴⁾

	車両軌跡	車両属性情報	路面線形情報
共通情報	車両ID 時刻	車両ID 時刻	車両ID 時刻
本体情報	速度 車線番号 緯度 経度 キロポスト	車種 車長	縦断勾配 横断勾配 曲率

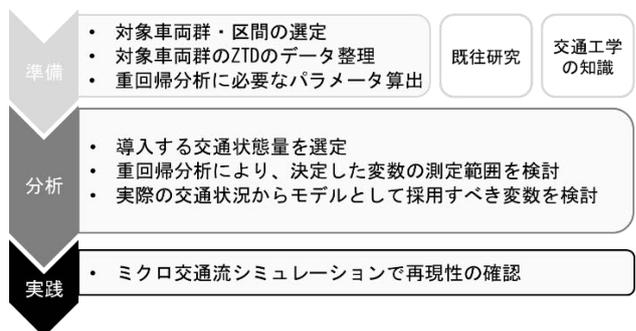


図-2 研究フロー

表-2 対象車両群・区間の特徴

車群・区間	① ID2075 kp3700-4200	② ID2075 kp4200-4700	③ ID2104 kp3700-4200	④ ID2104 kp4200-4700
特徴	サグ底から車間が開き始めている SWはない 速度変化が少ない	左カーブの出口でSW 車間距離変化は大きい 速度変化は多い	サグ底でSW 速度変化が少ない 車間距離の変化が少ない	左カーブの出口でSW 車間距離変化はやや大きい 速度変化は多い

表-3 密度・空間平均速度の測定範囲の分析結果 (*:有意水準5%・**:有意水準1%)

	ID2075 kp3700-4200			ID2075 kp4200-4700			ID2104 kp3700-4200			ID2104 kp4200-4700		
	50m	100m	150m	50m	100m	150m	50m	100m	150m	50m	100m	150m
X1(相対速度)	3.09**	3.08**	3.08**	4.23**	4.15**	4.14**	2.91**	2.92**	2.93**	4.20**	4.22**	4.19**
X2(車間距離)	-0.18**	-0.15**	-0.13**	0.02	0.13	0.08	0.16*	0.15*	0.14*	0.17**	0.16**	0.18**
X3(密度)	-86.98*	-90.96*	-123.20*	-119.33**	-110.46**	-123.98**	-36.24	-54.07	-108.45**	-37.56**	-49.78**	-28.55**
X4(平均速度)	-0.29	-0.21	-0.20	-0.40**	-0.56**	-0.49**	-0.02	-0.02	-0.27	-0.47**	-0.61**	-0.42**
切片(勾配)	6.70**	5.86**	7.31**	11.82**	11.96**	11.86**	2.64	3.40	8.53**	7.75**	9.62**	6.03**
補正決定係数	0.16	0.16	0.16	0.21	0.21	0.21	0.15	0.15	0.15	0.21	0.21	0.21
レコード数	3440			4660			6139			8063		
採用	X1,※X2,X3			X1,X3,X4			X1,X2,X3			X1,X2,X3,X4		

4. 結果

4.1 対象車両群・区間

今回は、データセット1の7:44頃に追越車線で発生したSWに着目し、車両No.2075と2104の2台を中心とした2車両群を抽出した。また、対象区間としてSWが象徴的に確認された3700-4200kp, 4200-4700kpの2つの対象区間を定めた。なお、kp(キロポスト)とは道路起点からの距離である。それぞれの特徴は表-2に示す。

4.2 重回帰分析の結果

今回は交通状態量として密度と空間平均速度を導入した。また、それらの対象領域について、密度は対象車両の前、空間平均速度は対象車両の前後の時の良い結果となった。これら2変数はモデル式に組み込んだ。

次に、測定範囲の距離については50m・100m・150mで検討を行った。結果は表-3に示す。この時の自由度修正済み決定係数が最も高いものをその区間・交通状況のモデル式として採用した。(表の塗部) この時、有意水準5%を満たさないものについては式から除外した。

4.3 ミクロ交通シミュレーションの結果

ミクロ交通シミュレーションの結果の例を図-2(a)、実際に対象車両群の後方に追従していた車両の軌跡を図-2(b)に示す。両図から、再現性が高いことがわかる。

5. 結論

従来の車両追従モデル式に新たな変数として対象車両の前の密度および対象車両の前後の空間平均速度を導入することで、周囲の車両の影響を考慮したミクロ交通モデルを作ることが出来た。今後は、サグ部での有

効な渋滞対策の検討に利用できるよう、モデル式の改善とシミュレーションを継続する予定である。

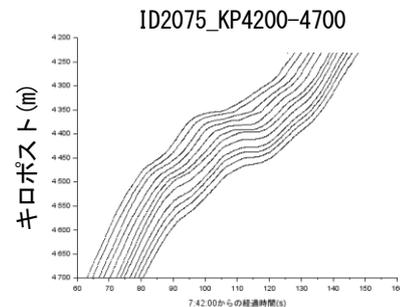


図-3(a) シミュレーション結果の例

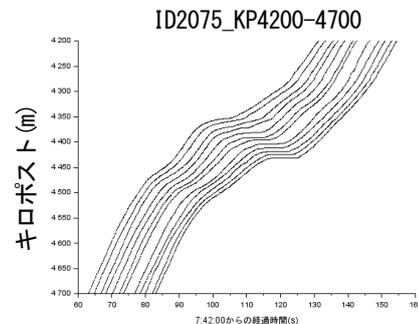


図-3(b) 実際の車両の軌跡

参考文献

- 1) 阪神高速道路株式会社: ZTD/車両軌跡データ活用サイト, <https://zen-traffic-data.net/>, 2022年2月18日閲覧
- 2) 井垣 貴弘, 内田 敬: 画像センシングにより生成された車両軌跡データの適用可能性に関する検討, 第40回交通工学研究発表会論文集, pp.229-234, 2020.
- 3) 瀬尾 亨, 杉本 佳昭: プローブカーと感知器のデータに基づくキャリブレーション不要な交通状態推定手法, 土木計画学研究・講演集, Vol. 62, (CD-ROM), 2020.
- 4) 阪神高速道路株式会社: データベース構成 | データ概要 | ZTD/車両軌跡データ活用サイト, <https://zentraffic-data.net/outline/database.html>, 2022年2月18日閲覧