

都市高速道路における交通流特性の分析と交通流シミュレーションへの適用

岐阜大学 正会員 奥嶋政嗣
 阪神高速道路公団 正会員 大窪剛文
 交通システム研究所 正会員 大藤武彦
 日本総合研究所 正会員 土田貴義

1. はじめに

都市高速道路において、時々刻々と変化する交通状況に対して、より適切な情報提供・交通制御を行なうためには、提供効果・制御効果が想定される短期的な未来に至る交通状況の推移を、よりの確に把握する必要がある。このような動的な交通状況の変化を、短時間で予測するための手法の1つとして、マクロ交通流シミュレーションによるアプローチが考えられる。

これまで阪神高速道路公団では、交通管制システムにおける、交通流シミュレーションによる交通状況の予測モデルについて検討をおこなってきている。そのなかで交通流フローモデルについても検討もなされているが、渋滞長の再現について過小評価傾向があること、渋滞解消速度がいくぶん遅いことが指摘されている。

本研究では、交通流シミュレーションによる都市高速道路本線上における交通状況の再現性向上を目指して、車両検知器データを用いた K-V(速度-密度)関係式の分析を行い、交通流特性を把握する。その結果に基づいて交通流フローモデルの改良を行って、現況再現性について検証する。

2. 交通流フローモデルの概要

交通流フローモデルは、高速道路区間を約250m単位ブロックに分割し、各車両を10秒毎に上流側ブロックから下流側のブロックに交通状態に応じて移動させることによって、交通流を表現するマクロモデルを基礎としており、各区間の交通状態(存在台数、通過交通量、速度、占有率、密度、渋滞判別結果など)の指標を得ることができる。

図-1に示すように、K-V 関係式に基づいて設定される交通量-密度関係式により、各区間の密度より流出需要量、受入可能量を求め、上流側流入需要量と下流側受入可能量の小さい値を上流側流出量(=下流側流入量)とする。

3. 交通流特性の分析

(1) 分析対象データ

阪神高速道路本線上の交通流特性を把握するため、平成13年9月における平日(19日間)の車両検知器(区間検知器)データより交通量、速度、占有率を用いることとした。ただし、交通障害による渋滞発生時および通行止時間帯のデータを除くこととした。ここで、密度については観測データを得られないものの、交通流フローモデルではブロック内の交通状況を一様であると仮定することから、占有率より一意に換算することとした。

(2) 対象路線区間

対象路線区間については、分析の単位を原則、路線ごととし、道路構造が変化する地点で区間を分割した。ただし、K-V 関係式で説明が困難な本線料金所などや、渋滞発生のない区間については分析の対象外とし、最終的に24路線区間を分析対象とした。

(3) 速度-密度関係式の型

K-V 関係式については、これまで数多くの研究がなされてきた。ここでは図-2に示す実際のデータ分布などから判断して、式-1に示すドレイクの式を採用することとした。

$$(式-1) \quad V = V_f \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{K}{K_0} \right)^2} \quad \begin{array}{l} V_f : \text{自由流速度} \\ K_0 : \text{臨界密度} \end{array}$$

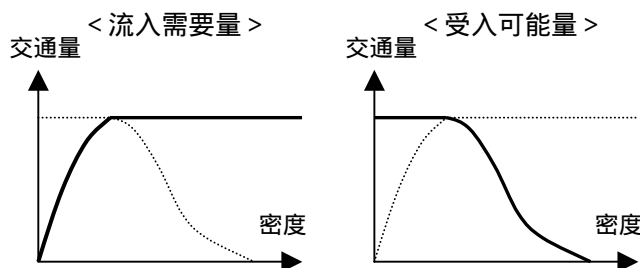


図-1 流入需要量・受入可能量とQ-K 曲線

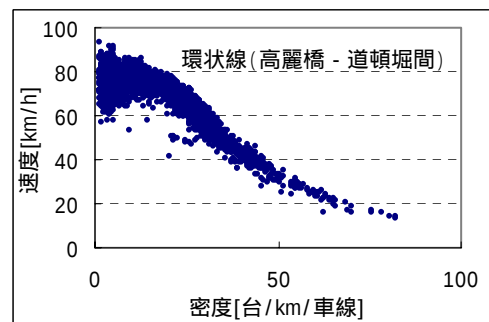


図-2 速度-密度関係におけるデータ分布の一例

キーワード: K-V(速度-密度)関係式, 交通流シミュレータ, 車両検知器

連絡先(〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科都市デザイン講座, tel: 058-293-2446 fax: 058-230-1528)

(4) K-V 関係式パラメータ推定

パラメータ推定については、式-1に基づいて、対数をとって線形回帰を行った。ここで、観測データには相当程度の偏りがあると考えられることから、密度に対して密度平均値をあらかじめ求めておき、この速度平均値から $\pm 2\sigma$ の範囲を超えるデータを対象外とした。

推計パラメーター一覧を表-1に、実績値との比較結果の一例を図-3に示す。密度が高い領域では、推計式のほうが実績平均値よりも速度が高めになる傾向が見られるものの、少なくとも自由流領域および自由流から渋滞流へ遷移する領域などでは、ほぼ表現できていることが見受けられる。

表-1 推計パラメーター一覧

路線	上下	区間	自由速度 V_f [km/h]	臨界密度 K_0 [台/km/車線]
環状線	-	湊町～北浜	79.8	40.5
		高麗橋～道頓堀	75.5	41.9
		夕陽丘	77.0	48.2
		えびす町～湊町	78.3	39.6
		千日前	73.6	33.2
池田線	上り	豊中北～福島	81.5	40.8
	下り	梅田～塚本	81.6	41.0
守口線	上り	守口～環状合流	76.1	40.7
東大阪線	上り	長田～森之宮	76.2	40.6
		法円坂～西横堀	82.3	38.1
	下り	西横堀～法円坂	72.5	40.6
		森之宮～長田	77.2	40.6
		長田～水走	88.5	29.6
松原線	上り	喜連瓜破～阿倍野	79.5	39.4
堺線	上り	堺～湊町	81.9	38.2
	下り	湊町～堺	87.6	35.9
大阪港線	上り	天保山～西横堀	69.8	37.7
神戸線	上り	海老江～中ノ島西	74.6	41.0
		月見山～京橋	72.0	39.5
		京橋～摩耶	71.8	38.1
		摩耶～芦屋	77.9	41.9
	下り	芦屋～摩耶	83.3	36.6
		摩耶～湊川	74.3	39.9
湾岸線	上り	高石～三宝	84.3	38.6

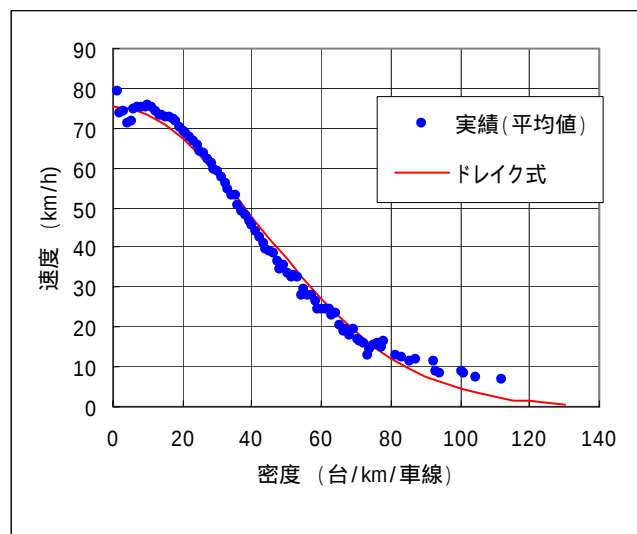


図-3 速度-密度関係推計式と実績値の比較例
環状線（高麗橋～道頓堀区間）

4. 現況再現性の検証

交通流特性の分析結果を検証するために、交通流フローシミュレーションによる現況再現を行った。現況再現に使用する入力交通量データは、平成11年10月21日(木)7時～21時の車両検知器データに基づく毎5分の入路流入交通量と阪神高速道路第21回起終点調査結果に基づく時間帯別ランプ間 OD 交通量とした。また車両検知器データに基づく毎5分の渋滞状況を検証のための実績値とした。

検証の結果、渋滞量は実績値406km時に対して、予測値383km時（実績比94%）となった。予測が困難な出口渋滞や他路線からの延伸による渋滞を考慮すると、全体的な渋滞量は概ね再現できているといえる。

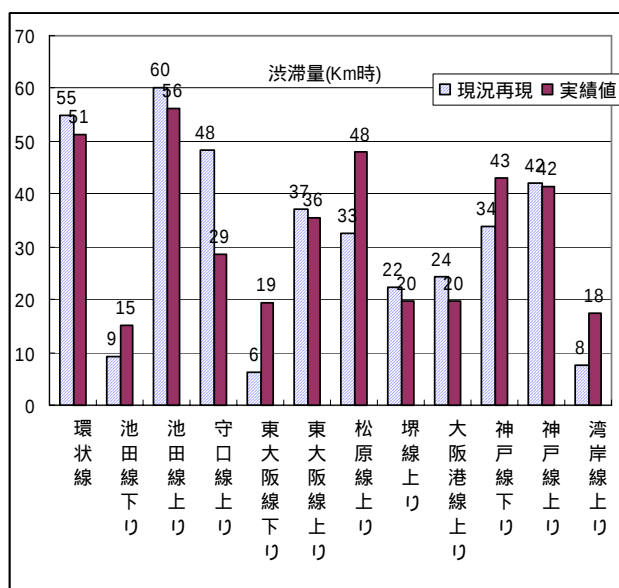


図-4 路線別渋滞状況の比較

5. おわりに

本研究では、車両検知器データを用いて阪神高速道路本線上の交通流特性の分析を行い、24路線区間について K-V 関係式のパラメータを推定し、実績データ分布との比較を行った。また、その結果に基づいて交通流フローモデルの改良を行い、シミュレーションによる現況再現性について検証し、概ね再現ができていることを確認した。

今後の課題としては、まず、より詳細に現況再現性の検証を行い、再現性が十分でない路線区間について、個別に検討し、キャリブレーションによって対応する必要がある。また様々な交通状況での再現性を確認するため、より多くの再現検証と改良を積み上げ、交通管制システムにおいてシミュレーション機能が運用される段階では、予測/実績値の常時的な比較検証についても検討が必要である。

最後に本研究を遂行する上でご指導とご援助をいただいた京都大学大学院工学研究科 宇野伸宏助教授、倉内文孝助手に深く感謝いたします。