

車速計測システムを用いた走行車両データの解析*

Analysis of Traffic Data Collection Using the Vehicle Velocity Measurement System

岡本 篤樹** 田名部 淳** 羽藤 英二*** 朝倉 康夫***

by Atsuki OKAMOTO, Jun TANABE, Eiji HATO and Yasuo ASAKURA

1.はじめに

高速道路における交通データの収集系デバイスは、道路側に設置した検知器等が主であった。定点において交通流を計測し、データを収集する手法(オイラー的収集手法)により多量のデータが収集され、様々な情報提供がなされている。しかし、所要時間情報や渋滞情報の精度向上に対する道路利用者のニーズは高く、新たな交通流計測の枠組みが求められている。

本研究においては、従来のオイラー的な収集手法に対して、車側に車速計測システムを搭載し、連続的な速度変動を計測するラグランジュ的な収集手法に着目する。阪神高速道路における走行実験結果に基づき、従来の検知器データとの比較を通じて、交通分野におけるラグランジュ的な収集手法の有用性について検討を行う。

2.車速計測システムの概要

車速計測システムは、最近の自動車に搭載されている電子式エンジン集中制御システム(ECCS: Electronic Concentrated engine Control System)を利用して車速等のデータを記録するためのものである。ECCS は電子制御により、運転状態に応じて燃料噴射や点火時期等を最適なレベルにコントロールするシステムである。このシステムから、燃料噴射パルス巾とエンジン回転数を測定することによって燃費についても計算が可能になる。ECCS 搭載車にはエンジンやミッションの情報を取り出すために、自己診断装置端子が設置されている。車速・燃費計測シ

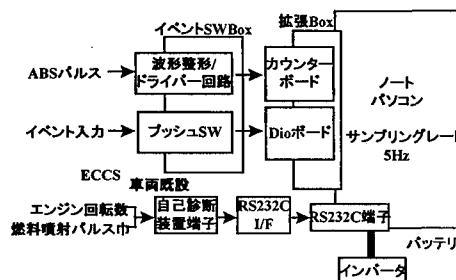


図-1 車速計測システムの構成

ステムは、RS232C I/F を介して自己診断装置端子とノートパソコンを接続して、燃料噴射パルス巾やエンジン回転数、高い精度の車速信号を得るためのABS パルスを記録するものである。サンプリングレートは 10Hz (0.1 秒毎) であり、非常に詳細なデータ収集が可能である。概略的なシステム構成は図-1 に示すとおりである。

また、車速・燃費計測システムのプロトタイプとなった車速計測システムもある。これは、基本的なシステム構成は車速・燃費計測システムと同じであるが、収集できるデータが車速と累積走行距離に限定されている(表-1 参照)。また、サンプリングレートも 5Hz であり、同じ距離を走行した場合のデータ数は約半分になる。なお、収集したデータは CSV 形式のテキストファイルとして保存される。本検討では、取り扱いの容易な車速計測システムを用いて各種の検討を行うこととする。

3.走行実験の枠組み

車速計測システムの有用性に関する検討のため、同システムを搭載した車両を用いて阪神高速道路を

*キーワード: 交通流 交通情報 ITS

**正会員 (株)都市交通計画研究所

〒540-0035 大阪市中央区釣鐘町 1-1-11

Tel: 06-6945-0144 / Fax: 06-6946-1069

***正会員 工博 愛媛大学工学部環境建設工学科

〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3

Tel: 089-927-9830 / Fax: 089-927-9843

対象とした走行実験を行った。

表-1 車速計測システム収集データ特性

システム収集データ		備考
収集データ	Sequential ID	
	車速	2km/hピッチ
	累積距離	m単位
サンプリングレート	約5Hz	

走行実験の枠組みは表-2 に示すとおりである。実験は 1998 年 12 月 16 日および 17 日の両日にわたって行い、16 日には神戸線⇄東大阪線経路を、17 日には 4 号湾岸線⇄堺線経路を走行した。実験には、2つの車種（中型車 2000cc、小型車 1500cc）で合計 4 台を用意した。また、ドライバーもプロドライバー（タクシー運転手）2 名、および一般ドライバー 2 名の合計 4 名とした。

走行実験で計測したデータは車速（サンプリングレート：5Hz）、累積走行距離、および主要ポイント通過時刻である。車速と累積走行距離については車速計測システムで、主要ポイント通過時刻に関しては調査員がマニュアルで記録した。なお、今回の実験で走行した経路は図-2 に示すとおりである。

表-2 走行実験の枠組み

項目	内容	備考
日程	1998年12月16日、17日	
走行区間	①東大阪線⇄環状線⇄神戸線 ②4号湾岸線⇄環状線⇄堺線	16日に走行 17日に走行
車種区分	①中型車(2000ccクラス) ②小型車(1500ccクラス)	
ドライバー	①プロドライバー(タクシー運転手) ②一般ドライバー	
計測項目	①車速(5Hz毎) ②累積走行距離 ③主要ポイント通過時間	①、②は車速計測システムで記録 ③pおよび堺線

4.実験結果解析

解析対象区間は渋滞の最も激しかった東大阪線上りの 6.5kp～0.5kp とし、プロドライバーの小型車から得られた実験結果を基に解析を行った。解析対象データの概要は表-3 に示した。検知器のデータと車速計測システムにより得られたデータの例をグラフ化したのが図-3 である。従来の検知器データは設置地点毎の 5 分間平均速度が得られるが、設置地点間のデータは収集できない。車速計測システムによるデータ収集では、検知器のデータと比較して詳細なデータを得られることが分かる。

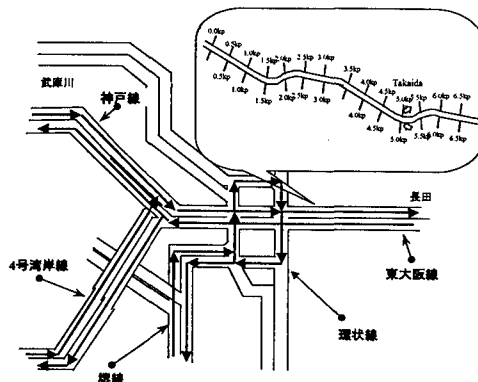


図-2 走行実験経路

表-3 解析データの概要

日付	車種	ドライバー	実験開始時間	実験終了時間	データ数(個)	データ収集率(Hz)
12月16日	小型	プロ	1	7:24:38	7:48:51	7119
			2	8:48:36	10:16:20	8157
			3	11:12:15	11:32:11	5862
			4	13:49:38	14:08:42	5608
			5	16:22:19	16:41:52	5748
			6	18:17:05	18:34:33	5138
			7	20:34:24	20:49:21	4397

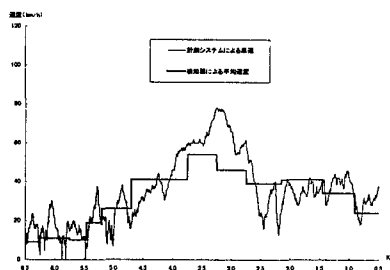


図-3 検知器速度と車速計測システム速度
（最大渋滞時）

①旅行時間比較

図-3から明らかなように、検知器の速度データが区間ごとに一定の速度であるのに対して、実際に走行している車両の速度変動は激しく変動していることがわかる。そこで、車速計測システムから得られた対象区間の旅行時間と、同じ時間帯における検知器速度から算出した旅行時間とを比較した結果を表-4に示す。

この結果をみると、東大阪線上りでは高井田入路(kp5.5付近)を先頭とする激しい渋滞が発生している時間帯で最大5分程度、予測値が過剰となっていることがわかる。

表-4 旅行時間比較

Trial	A:検知器による 旅行時間	B:計測による 旅行時間	誤差 (A-B)
1	663	668	-5
2	1221	937	284
3	504	504	0
4	495	486	9
5	506	531	-25
6	313	371	-58
7	242	269	-27

単位: sec

② 検知器区間の旅行時間比較

検知器から得られる速度で旅行時間を算出する区間を一つの区間と考え、その区間を実際に計測した時間と比較したものが表-5である。表-4で誤差が最大であった Trial 2 の区間旅行時間を見ると、最も渋滞の激しい 5.5 kp 付近で 1 分以上の誤差が生じていることから、低速状態において、実際の走行速度と検知器による速度には誤差が生じていることがわかる。

③ 検知器区間ごとの旅行時間誤差分布

検知器設置区間ごとに実際の旅行速度と検知器速度を比較した場合、検知器速度が 20km/h 以下になると検知器速度が旅行速度を大幅に下回る傾向が見られる(図-4 参照) また、検知器区間毎の旅行時間誤差の分布が検知器の速度によってどのぐらいのばらつきがあるかを表-6 にまとめた。検知器の速度が 20km/h~80km/h の範囲では、旅行時間の誤差がおおむね 30 秒分以内に収まっているのに対して、20km/h 以下の時には約 500m の区間においても、2 分以上の誤差が生じている事が確認できた。

④ 走行軌跡と速度の関係

短い時間間隔で同一区間を走行している 2 台の車両を抽出して、その走行軌跡と速度の関係を整理す

ることで、非定常流区間内の交通状況に関する分析を行う。走行軌跡および速度を整理した結果を図-4 に示す。この結果をみると、渋滞が激しい区間では走行時間帯が近い車両同士はほぼ似通った速度変動パターンを示していることが確認できる。

また、詳細な分析を行うため、顕著なショックウェーブが発生している区間を抽出・拡大したのが図-5 である。この図では、ほぼ同じ時間帯に走行している 2 つの車両において、速度変動が類似していて互いに同一のショックウェーブを受けていると思われるのと同じ番号を付けている。これより、速度低下の地点が後続車に伝搬していることがわかる。

表-5 区間旅行時間比較 (Trial 2:最大誤差)

設置場所 (kp)	検知器による 区間時間(sec):A	計測による 区間時間(sec):B	誤差(sec) A-B
東上6.5	100	75	25
東上6.0	150	186	-36
東上5.5	248	174	73
東上4.9	150	95	55
東上4.5	80	50	30
東上4.0	94	49	45
東上3.5	55	24	32
東上3.0	55	34	22
東上2.5	36	50	-14
東上1.8	49	52	-3
東上1.1	45	36	9
東上0.7	112	50	62
	1221	937	284

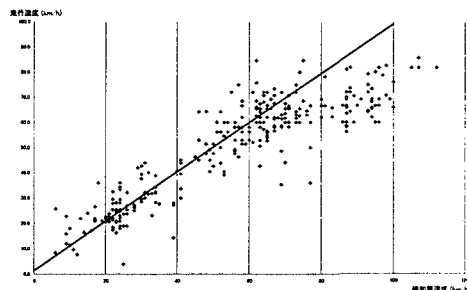


図-4 走行速度と検知器速度の比較

表-6 検知器区間毎の旅行時間誤差分布

旅行時間誤差	-120 ~ (sec)	-120 ~ -60 (sec)	-60 ~ -30 (sec)	-30 ~ 0 (sec)	0 ~ 30 (sec)	30 ~ 60 (sec)	60 ~ 120 (sec)	120 ~ (sec)
検知器速度								
~ 20 (km/h)	0 (0%)	1 (5%)	1 (5%)	1 (5%)	6 (32%)	5 (26%)	3 (16%)	2 (11%)
20 ~ 40 (km/h)	0 (0%)	1 (2%)	2 (4%)	31 (54%)	23 (40%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
40 ~ 60 (km/h)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	24 (46%)	28 (54%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
60 ~ 80 (km/h)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	30 (88%)	4 (12%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

上段:該当する時間帯数
下段:構成比

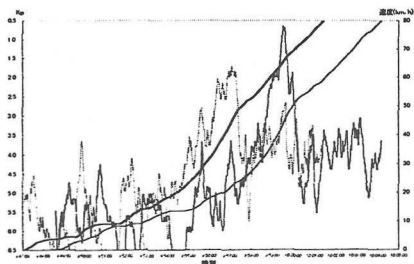


図-4 走行軌跡と速度の関係

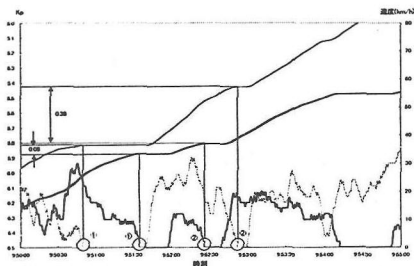


図-5 ショックウェーブ拡大

④ 走行軌跡・速度・オキュパンシー

東大阪線の速度とオキュパンシーの相関図より、東大阪線の交通状況をオキュパンシーのパーセントごとに停滞・渋滞・渋滞前・非渋滞の4つに分類した。この4つに分類されたオキュパンシーを時間帯別で区間ごとに色分けしたものに走行軌跡と速度の関係を重ね合わせたものが図-6である。停滞区間(6.5kp~4.5kp)では低速度で走行しており、連続的に顕著なショックウェーブが発生していることがわかる。また、オキュパンシーの分類が変化するポイントで速度変動が現れることも確認することができた。

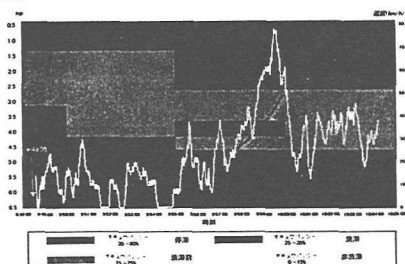


図-6 走行軌跡・速度・オキュパンシー(Trail_2)

5. 結論

本研究では、車速計測システムを用いたラグランジュ

的交通流計測方法と従来の検知器を用いたオイラー的交通流計測方法から得られるデータに基づいて比較・分析を行った。本研究で得られた知見を整理すると以下のとおりである。

- ・車速計測システムを用いることで、従来の検知器データに較べ時間的・空間的に連続かつ大量の交通データが収集可能である。
- ・検知器のデータから得られる5分間の平均速度の精度は全般的に高く、自由走行および渋滞時の旅行時間提供を行う際のデータとして十分利用可能である。しかし、5分間平均速度が20km/h程度以下となる低速度渋滞時には誤差がかなり大きくなることが確認できた。
- ・車速計測システムから得られた連続的な速度データの解析を通じて、低速度渋滞時の誤差は区間の交通状態を一定とする(区間速度を地点速度で代表する)仮定が、渋滞区間内に発生する激しいショックウェーブにより成立しないことに起因すると考えられる。
- ・車速計測システムを搭載した車両を連続走行させることで、ショックウェーブの伝搬状況を明示的に捉えられることを確認した。
- ・検知器データであるオキュパンシーと車速計測システムから得られるデータとを組み合わせることで、様々な交通状態における車両の走行行動を確認することができた。

6. おわりに

車速計測システムは連続的で詳細な速度と距離のデータが得られることから、従来からの検知器データを組み合わせることで、より正確なデータ収集と情報提供の枠組みを考える必要がある。また、低速度で生じるショックウェーブの原因・移動あるいは車両の速度変動と道路線形との関係を分析するのに適しているため、今後は新たな走行実験を含めて分析を進めていきたい。

(参考文献)

- 永関久信、米川英雄；渋滞疎密波現象に関する調査報告、交通工学・Vol. 31 No. 2 1996
- 竹内宏文、清水敬司、巻上安爾；高速道路の渋滞区間における旅行時間変動に関する基礎的研究、土木学会第50回年次学術講演会(平成7年9月)
- 貴志泰久、谷口正明；実交通流における燃費測定技術、自動車交通98・pp14-15