

車両感知器パルスデータによる渋滞検出方法に関する研究

山岡努*, 片倉正彦**, 大口敬***, 鹿田成則****

Tsutomu Yamaoka, Masahiko Katakura, Takashi Oguchi, Shigenori Sikata

1. はじめに

現在、都市間高速道路には交通状態をオンラインで計測するための有力な手段の1つとして数多くの車両感知器が約2kmごとに設置されている。一方、都市間高速道路においては慢性的な渋滞が大きな問題となっており、車両感知器の情報は主に設置地点が渋滞しているか否かを判定することに用いられている。

本研究で対象とする東名高速道路の車両感知器は速度を直接検出できる2ループ式が採用されており、5分間ごとに集計された平均速度からその地点を渋滞・非渋滞と判定し、その判定結果をつなげて渋滞の長さを推定している。この方法により渋滞検出などの交通状態の変化についてはある程度正確に把握できるが、反面、集計単位が5分間であるため渋滞情報の提供時間や突発事象の発見などに遅れが生じてしまう。そこで本研究では、交通集中による渋滞を対象として、現在高速道路で行われている渋滞長自動判定システムについて検討した上で、リアルタイムで渋滞検出できるよう、渋滞発生時の交通現象を明らかにすることを目的とする。

ONまでの経過時間4) 第2ループOFFまでの経過時間が記録されたものである。

本研究では各車両に対して、第1ループ感知領域のON時刻と第2ループ感知領域のON時刻との時刻差から求められる速度(図1の①)と第1ループ感知領域のON時刻と前車のOFF時刻との時刻差から求められるパルスギャップ長(PG)(図1の②)を用いて渋滞発生現象について解析を行った。なお、PG長は車頭時間とは違って、車長の影響を排除した車間時間を意味する。表1に本研究で使用したデータを示す。なお、地点数とは各断面の車線数を合計したものである。

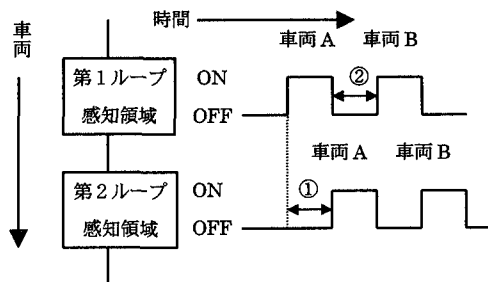


図1 パルスデータ

2. 車両感知器データについて

本研究で対象とする東名高速道路では各車線毎に2ループ式車両感知器が採用されている。このデータは一台の車両に対して1) 第1ループON時刻 2) それから第1ループOFFまでの経過時間 3) 第2ループ

データ	日時/時間帯	kp	※()内は車線数	断面数	地点数
上り	a	H.5.11.7	51.69kp(2) 60.91kp(3)	10	26
		13:00~23:00	52.69kp(2)* 63.10kp(3)		
			54.58kp(2) 65.46kp(3)		
			56.30kp(2) 67.24kp(3)		
			59.65kp(3) 69.59kp(3)		
下り	b	H.6.11.5	38.75kp(2)*	1	2
		5:00~12:00			
	c	H.5.11.13	38.75kp(2)* 33.76kp(3)	3	7
		6:00~16:00	36.75kp(2)		
d	H.6.12.23	46.94kp(2)*	1	2	
	5:00~12:00				

表1 使用データ

キーワード：交通流、交通渋滞

* 学生員 東京都立大学大学院工学研究科

〒192-0397 八王子市南大沢1-1, TEL:0426-77-1111 (内線 4546)

** フェロー 工学博士 東京都立大学大学院工学研究科 教授

*** 正会員 博士(工学) 東京都立大学大学院工学研究科 助教授

**** 正会員 工学修士 東京都立大学大学院工学研究科 助手

3. 渋滞発生時の交通現象について

高速道路の渋滞長自動判定システムにおいては、車両感知器情報を5分間単位で集計し、その平均速度が40km/h以下になった時点でその地点を渋滞と判定し、又60km/h以上になった時点でその地点を渋滞解消と判定している。そこで表1中のaのデータについて、この渋滞長自動判定システムの方法を用いて実際に渋滞判定を行った結果を1分間平均速度の時系列変動と共に図2・図3に示す。図中の○で囲ってある時間帯が現行システムを用いた結果、渋滞と判定した時間帯である。図2の52.69kpはボトルネック直近上流側地点、即ち渋滞の先頭に最も近い感知器である。渋滞の先頭では容量状態で交通が別けているため、渋滞中も比較的速度が速く、そのため渋滞検出が遅れる可能性があると考えられる。実際、14:32頃以降40km/h前後と速度変動が不安定であり、現行システムによる渋滞検出時刻は14:53頃であるが、図から判断すると

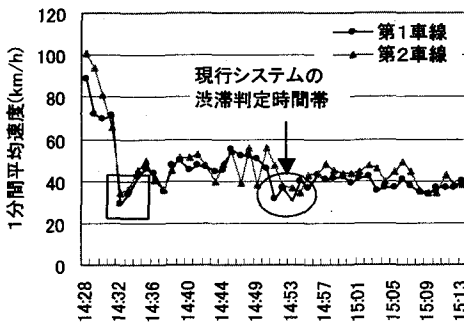


図2 52.69kpの速度変動

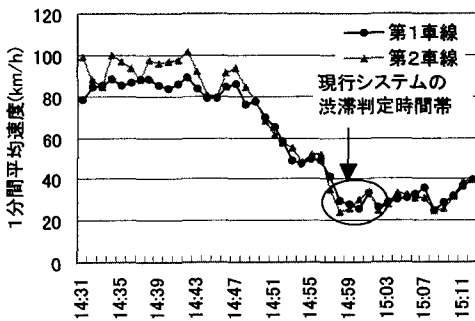


図3 54.58kpの速度変動

渋滞の始まりは□で囲ってある14:32頃であると考えられる。一方、図3の54.58kpは52.69kp(図2)の1つ上流側の感知器であり、52.69kpで14:32頃発生した渋滞が延伸してきて、14:59頃渋滞が発生している。このような地点では渋滞発生時の速度が40km/h以下で比較的安定しているため、渋滞検出が遅れる可能性は低く、5分も集計しなくても渋滞検出ができると考えられる。このように地点によって渋滞発生時の速度変動には違いがあることが確認された。

そこでこれらの違いを見るために、1分間平均速度が40km/h以下になった時刻からその後20分間に通過した個々の車両の速度の分布の様子を、各感知器の位置で並べたものを図4に示す。図4は第2車線について、51.69kp~65.46kpまで地点順に並べたものである。なお51.69kpについては40km/h以下にならなかったため、52.69kpと同じ時間帯の速度分布である。この図より、51.69kpと52.69kpの間にボトルネックがあり、ボトルネック直近上流の52.69kpは比較的速度が高いことがわかる。一方、これより上流の54.58kp~65.46kpは52.69kpと比べて全体的に速度が低く75%以上が40km/h以下である。

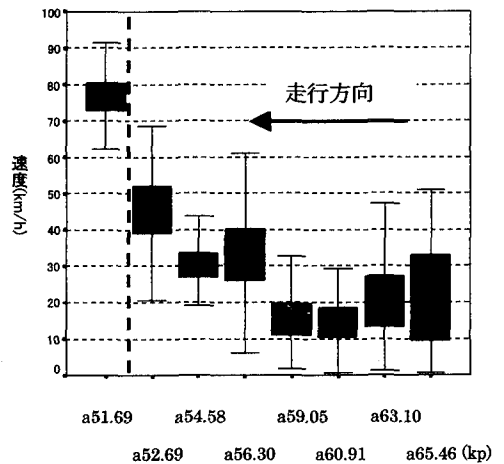


図4 地点別の20分間の個々の車両速度分布

そこで速度の時系列変動を元に、各感知器データを以下の2種類に分類して解析を行うことにする。

1) ボトルネック直近地点

・ ボトルネックに最も近い断面であり、表1中のkpに*印を付してある。解析地点数は8地点。

2) バックアップ地点

・ ボトルネックで発生した渋滞が延伸してきて渋滞した断面であり、表1中の51.69kpと*印を付してある以外の断面である。解析地点数は27地点。

なお、以降の解析では、車線番号を第1車線は①、第2車線は②、第3車線は③と表記する。

4. ボトルネック直近地点について

渋滞の発生を40km/h以下の車両が2台連続して検出された時刻と捉えることにする。これは1台だけでは異常データの可能性があるためである。そこで2台連続して検出した以降20台(約1分間の交通量)の速度とPG長の出現状況を調べてみると図5・図6のようになった。速度の出現状況(図5)は全てにおいて85%以上が40km/h以下である。又、PG長の出現状況(図6)も全てにおいて85%以上が5秒以下である。ボトルネック直近地点では渋滞中の速度は比較的高いが、渋滞発生時には40km/h以下の車両が短い車間で連続して出現することがわかる。

そこでボトルネック直近地点について

- I. 40km/h以下の車両が2台連続して検出
- II. それ以降の20台が

速度40km/h以下が85%以上 かつ

PG長5秒以下が85%以上

という2つの判定条件で渋滞の発生時刻を判定してみると、実際に渋滞が発生した時刻を確実に検出できるのみならず、それ以外の時刻を渋滞発生として誤検出することは生じなかった。aのデータの判定結果は第1・第2車線とも14:31となり、図2の□で囲ってあ

データ	現行システム	本研究	データ	現行システム	本研究
a52.69①	14:50~55	14:31	c38.75①	7:45~50	7:42
a52.69②	14:50~55	14:31	c38.75②	7:45~50	7:42
b38.75①	6:45~50	6:40	d46.94①	6:35~40	6:34
b38.75②	7:00~05	6:53	d46.94②	6:35~40	6:33

表2 渋滞発生時刻の判定結果

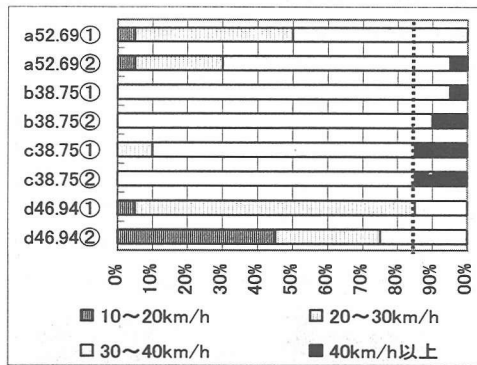


図6 ボトルネック直近地点の速度分布(20台)

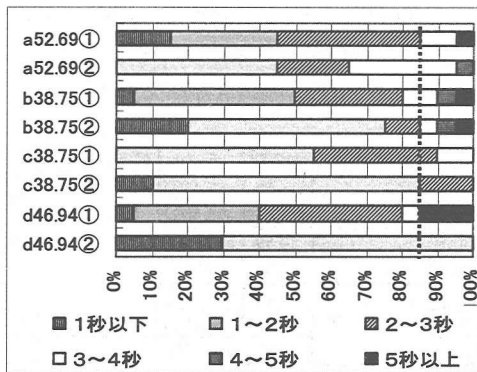


図6 ボトルネック直近地点のPG長分布(20台)

る時間帯で判定していることが分かる。なお表2に現行システムと本研究の渋滞発生時刻の判定結果を示す。

5. バックアップ地点について

1分間平均速度が40km/h以下になった以降20分間の個々の車両の速度分布について図7に示す。バックアップ地点は75%以上が40km/h以下である。そこでバックアップ地点では前節のように20台の集計はせずに、40km/h以下の車両が2台連続して検出された段階でそこまで渋滞が延伸したものと判定し、現行システムの判定時刻と比較した結果を図8・表3に示す。27地点の内、6地点が現行システムと同じ時間帯で検出され、残り21地点が現行システムの5~8分前に検出された。早く検出された場合は誤検出ではなく、現行システムが遅れていることが時系列変動からわか

るので、バックアップ地点では前節の I の判定基準だけでも十分検出可能であるといえる。

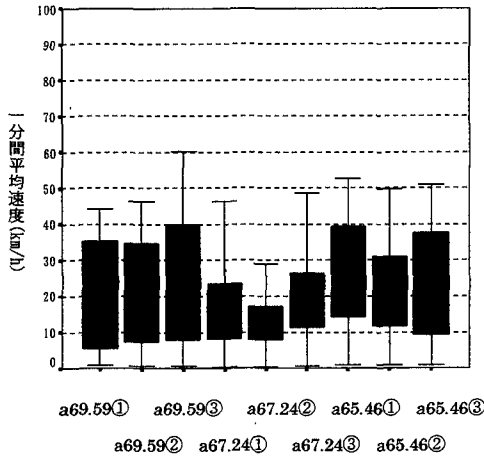


図7 バックアップ地点の速度分布

データ	現行システム	本研究	データ	現行システム	本研究
a54.58①	14:55~15:00	14:53	a65.46①	16:35~40	16:34
a54.58②		14:56	a65.46②		16:34
a56.30①	15:00~05	14:59	a65.46③		16:33
a56.30②		14:59	a67.24①		16:54
a59.05①	15:25~30	15:24	a67.24②	16:55~17:00	16:53
a59.05②		15:24	a67.24③		16:53
a59.05③		15:24	a69.59①		17:12
a60.91①	15:45~50	15:43	a69.59②	17:10~15	17:11
a60.91②		15:43	a69.59③		17:11
a60.91③		15:43	c36.75①	7:55~8:00	7:56
a63.10①	16:03	c36.75②	7:56		
a63.10②	16:05~10	16:03	c33.76①	6:40~45	6:39
a63.10③		16:02	c33.76②		6:38
			c33.76③		

表3 渋滞検出結果

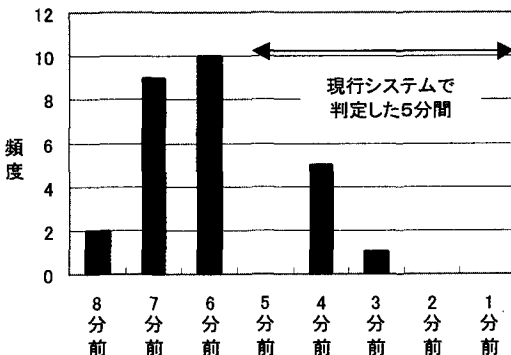


図8 渋滞検出結果

6. まとめ

本研究で得られた結果をまとめると以下の通りである。

- ① ボトルネック直近地点と渋滞が延伸してくる地点とでは渋滞発生時の速度分布に違いが見られた。特に、ボトルネック直近地点ではある程度交通量を捌くことができるので渋滞中も速度 40km/h 前後と比較的高い。
- ② 現行システムについて、ボトルネック直近地点では渋滞中の速度が高いため、5分間平均速度で検出すると渋滞検出に遅れが生じることがある。一方、渋滞が延伸してくる地点は渋滞検出に大きな遅れが生じる可能性は低い、5分間集計しなくても渋滞検出は十分可能である。
- ③ 渋滞検出方法の1つとして以下のような手法を提案することができた。

I. 40km/h 以下の車両が 2 台連続検出

II. 以降 20 台の車両について

速度 40km/h 以下が 85%以上 かつ

PG 長 5 秒以下が 85%以上

ボトルネック直近地点の場合、基準 I・II の両方を満たす時、渋滞が延伸してくる地点の場合、I のみの基準を満たす時、その地点を渋滞と判定する。

<参考文献>

- 1) 東名高速道路渋滞長自動判定システム検証報告書、東京第一管理局、平成元年 1 月
- 2) 東名高速道路渋滞長自動判定システム改良検討報告書、東京第一管理局、平成 6 年 2 月
- 3) 車両センサーパルスデータを用いた高速道路における交通渋滞の発生・解消時刻の早期検出、堀哲、土木計画学研究講演集、No.18(2)