

超音波式車両感知器データから大型車を検出する方法に関する研究*

A method to detect heavy vehicle using ultrasonic vehicle detector*

萩田 賢司**、蛭坂 隆***

By Kenji Hagita**・Takashi Hirusaka***

1. はじめに

交通管理者(警察)は、道路交通管理器材として一般道に超音波式車両感知器を多数設置し、交通状態を計測している。これらの車両感知器はパルスが1点からしか発信されておらず、感知する地点が1ヶ所であるため、この車両感知器から得られた情報のみでは通過車両の車長や速度を計測できない。

車長や速度を計測するには、数多く設置されていないが速度を算出できるドップラーレーダー式感知器を利用する方法がある。また、当該路線の大型車混入率等の情報を他の方法で推定、又は計測して、平均車長を定義して、平均速度を求めることができる。しかし、前者の方法は一般的でなく、後者の方法は車種別の速度等の交通状態量を算出し、各車種の走行特性を把握することはできない。

そのため、大型車に対する各種交通管理対策の参考資料を策定するために、車両感知器を用いて実際の道路における大型車の走行方法を分析し、その特徴をまとめることは、既存の方法では不可能であると言わざるを得ない。例えば、道路交通騒音が沿道住民に与える不快感は、大型車の交通量や走行方法の影響が大きいことが想定される。沿道住民に多大な不快感を与える大型車の影響に関する研究を実施する場合にも、一般道に設置されている車両感知器により得られたデータから大型車の走行特性を計測することは、現状では不可能である。

2. 先行研究について

車両感知器は一般的に、交通量計測や渋滞判別に用いられているので、大型車の車種判別に利用された事例は非常に少ない。高橋ら¹⁾は、車両感知器デ

ータから車種を推定し、区間所要時間を推計するモデルを開発した。この研究では、車種の判別率は非常に高いが次のような問題点が挙げられる。

1)交通状態量がはっきり定義されておらず、1路線でしか分析されていないこと。

2)車両感知器は直下の地点を中心に円錐形の空間領域を感知しており、車高が高い大型車ほど感知時間が短く検出される。このような特性を考慮しないで、交通状況の画像解析によりパルスデータを作成していること。

そのため、本研究では、車両感知器のパルスデータを利用して、大型車が検出可能な交通状態量や地点を判別し、大型車の判別方法を導き出すことを目的とした。

3. 大型車(類)の定義について²⁾

交通調査をする際に用いられている大型車(類)の定義は、代表的なものとして以下のようなものが存在する。

- 1)道路交通センサスの分類による大型車類
- 2)道路交通法の分類による大型車
- 3)自動車走行騒音のパワーレベルを算出するための分類による大型車類³⁾(2車種分類)

表1 大型車(類)の定義

車種(道路運送車両法による)	ナンバー	道路交通センサス	道路交通法	自動車走行騒音(2分)	本調査
バス	2	○	○	○	○
大型特殊車	9, 0	○	○	○	○
普通貨物車	1	○	△	○	△
特殊用途車	8	○	△	△	△
乗用車	3, 5, 7	×	×	×	×
小型貨物車	4, 6	×	×	×	×

○: 全て大型車 △: 一部大型車 ×: 大型車ではない

これらの概要を示したものが表1である。最も大きく異なる定義となっている車種としては普通貨物車が挙げられ、1)道路交通センサス(自動車走行騒音のパワーレベルも同様)による分類では、普通貨物車のなかで大型車(類)としての定義されているものは、

*キーワード: 交通流、交通制御、交通管理

**正員、科学警察研究所交通部(千葉県柏市柏の葉 6-3-1、TEL0471-35-8001、FAX0471-33-9187、hagita@nrips.go.jp)

***非会員、警視庁交通部都市交通対策課(東京都千代田区霞が関 2-1-1、TEL03-3581-4321、FAX03-3591-2090)

長さ 4.7m 以上、幅 1.7m 以上、高さ 2.0m 以上のいずれかを満たす車両である。道路交通法による大型車としての貨物車は、これらのうち車両総重量が 8 t 以上又は最大積載量が 5 t 以上のものであり、これよりは小さいが、比較的大きな貨物車が大型車に分類されていない。

本研究では、本研究における大型車の定義は、普通貨物車の中で大型車(類)の定義(長さ 4.7m 以上、幅 1.7m 以上、高さ 2.0m 以上のいずれか)に準ずるものとし、1、8 ナンバーの車両をこの定義により分類した。この結果、本研究における大型車の定義は、自動車走行騒音のパワーレベルによる大型車類に最も類似したものになる。

4. 調査方法

調査対象地点は、千葉県警交通管制センターの柏サブセンター管内(柏市、流山市、我孫子市、野田市、沼南町)で、交通量が比較的多く道路交通センサスの調査対象となっている道路のうち、超音波式車両感知器が設置されている地点とした。

調査対象地点を通過する車両は、直下の信号制御に大きな影響を受ける。その結果、対象地点の交通状態量に影響があることが明らかであるので、下流側の信号機から概ね 200m 以上離れている車両感知器を対象とし、信号機の直近に設置されている車両感知器は対象外とした。また、交通が混雑し、又は渋滞している状態では、非渋滞の時と比較して感知時間に大きな相違があると考えられたので、交通渋滞が発生する地点としない地点を選択した。交通量も様々な影響を与える可能性があると考えられたので、交通量の変化が大きい時間帯を対象とした。このような方法で調査対象場所とその時間帯の条件を設定し、絞り込んだ結果、表 2 のような 3 地点を選択し、車線数、下流側信号機までの距離、調査日時、渋滞状況を示した。

表2 調査対象地点の調査日時、渋滞状況

路線、地点	片側車線数	下流側信号機までの距離	日時	渋滞状況
国道16号 (千葉市方向) 柏市田中農協病院前	2	約200m	平成13年3月5日 午前9時～正午 平成13年5月18日 午前5時～7時	非渋滞 →渋滞 非渋滞
国道16号 (千葉市方向) 沼南町大島田	2	約500m	平成13年5月25日 午前6時30分～8時30分	非渋滞
県道守谷流山線(流山市方向) 柏市柏ウエレッジ前	1	約500m	平成13年6月4日 午前5時～8時	非渋滞

これらの調査対象となる車両感知器の直下を通過する車両をビデオで撮影し、車種を画像から読み取り、このデータを車両感知器から得られる感知時間のパルスデータとマッチングした。そして、車両感知器から得られるパルスデータを利用して、車両感知器が設置されている地点の交通状態量の特性を分析し、大型車の判別可能性について検討した。

5. 結果

(1) 調査対象地点の交通量と大型車混入率

表3 調査地点の時間帯別交通状態量

地点	年月日	時間帯	交通量 (台/0.5時)	大型車混入率(%)	占有率 (%)
田中農協病院前	2001/3/5	9:00～9:30	330	37.3	12.1
		9:30～10:00	378	35.4	22.0
		10:00～10:30	376	39.4	17.4
		10:30～11:00	365	36.4	23.0
		11:00～11:30	393	39.2	35.6
	2001/5/18	11:30～12:00	337	39.2	42.0
		5:00～5:30	218	67.9	8.3
		5:30～6:00	281	63.7	13.7
		6:00～6:30	296	51.7	11.9
		6:30～7:00	344	41.6	14.9
大島田	2001/5/25	6:30～7:00	349	35.8	11.9
		7:00～7:30	393	24.9	12.1
		7:30～8:00	401	25.4	12.2
		8:00～8:30	392	22.2	11.3
		5:00～5:30	87	28.7	2.7
柏ウエレッジ前	2001/6/4	5:30～6:00	93	19.4	2.7
		6:00～6:30	82	14.6	2.3
		6:30～7:00	150	15.3	4.3
		7:00～7:30	169	8.9	4.8
		7:30～8:00	203	6.4	5.6

渋滞発生区間として田中農協病院前を選定し、非渋滞区間として大島田、柏ヴェレッジ前を選定した。これら地点では、交通量が急激に変化する時間が早朝であり、そして、田中農協病院前では午前中に渋滞が発生する。交通量、大型車混入率はビデオ画像を読み取って算出し、占有率は感知器データを集計した結果を表 3 に示す。車線交通量(台/0.5 時)は概ね 80 台～400 台、大型車混入率は概ね 6～70%、占有率は概ね 2～42%の範囲内となり、様々な交通状態量のデータを取得することができたといえる。

(2) 車種の判別方法

車種の判別率とは、ビデオ画像の読取による判別を正確なものとし、車両感知器データの判別によって得られた車種の正答率を算出したものであり、次のようにして行った。なお、車両感知器の感知時間の最小単位は 0.05 秒である。

1) ビデオ画像から、各車両の実際の車種を読み取った。

2) このデータを 30 分単位に分割し、車種別に分類したうえで、正確な大型車混入率を算出した。

3) 感知器データの車種判別は、感知時間が大きいものから順に大型車とし、小さいものから順に小型車とした。そして、ビデオ画像読取によって算出された大型車混入率に最も近づくような車種判別の感知時間の閾値を決定した。この車種判別の閾値は、単位時間(30 分)毎に算出した。

(3) 車種判別と誤判別率

このように、感知時間の大小のみの情報によって車種を判別し、できる限り実際の大型車混入率に近づけるような方法によって車種判別の閾値(実測)を算出した。しかし、これらは大型車混入率が判別しているという前提に基づいた時に可能な判別方法である。よって、車両感知器データから大型車が検出可能であるかを検出することを目的としているため、各車両の車種が判明していないという条件で、車種判別の閾値(計算値)を算出することとした。

この車種判別の閾値(計算値)を算出するために、

表4 閾値(実測)との相関関係

占有率	0.93
平均感知時間	0.98

車両感知器から収集可能なデータの中で、閾値(実測)との相関関係が高いと想定された、占有率、平均感

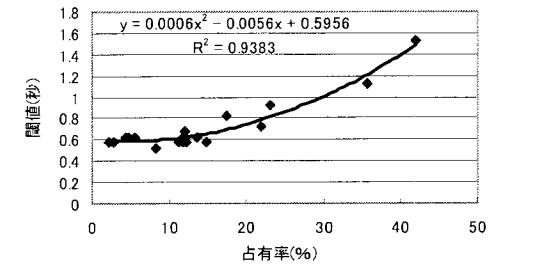


図1 車種判別の閾値と占有率

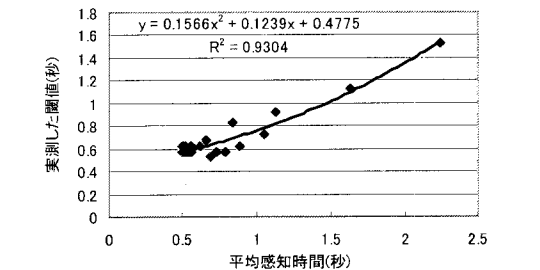


図2 車種判別の閾値と平均感知時間

知時間との相関関係を表 4 に示す。占有率、平均感知時間と閾値(実測)の相関関係は非常に高く、共に 0.9 を越えており、両者から閾値を算出した。この 2 つのデータと閾値(実測)との関係をグラフに示したものが図 1、2 であり、近似式との相関係数は非常に高く、占有率、平均感知時間が上昇するにつれて閾値(計算値)も上昇する。これらのことから、占有率、平均感知時間から閾値が推測可能であることが判明した。

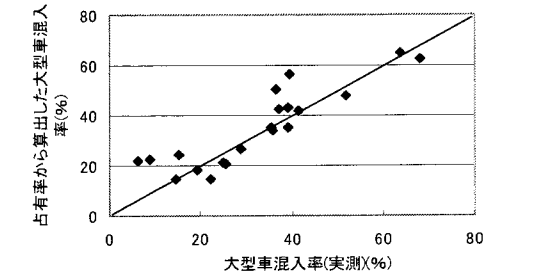


図3 大型車混入率(実測)との比較(占有率から算出)

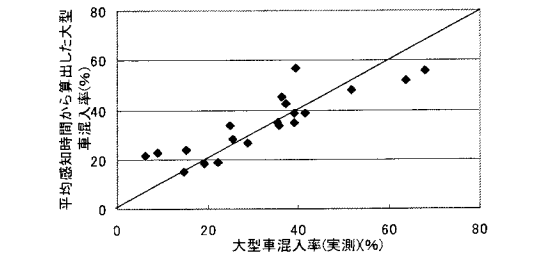


図4 大型車混入率(実測)との比較(平均感知時間から算出)

次に、この近似式に従って閾値(計算値)を計算し、大型車混入率を算出して、実測値と比較した結果を図 3、4 に示す。これらの相関係数、平均誤差、誤差の標準偏差は表 5 の通りである。これらの結果から判断すると、平均誤差は両方とも 6 % 程度であり、占有率、平均感知時間から大型車混入率を推計することは可能であると考えられる。しかし、大型車の混入率が低い領域で誤差が大きくなっている。これらの原因として、大型車混入率が低く、大半が小型

表5 大型車混入率(実測)との比較	占有率から算出	平均感知時間の算出	車となっている状態では、車両感知器の最小単位時間が 0.05 秒であることもあ
相関係数	0.889	0.873	
平均誤差 (%)	5.7	6.2	
誤差の標準偏差 (%)	5.3	5.4	

り、小型車が閾値付近の1単位時間(0.05秒間)に占める割合が大きくなり、わずかに閾値がすれるだけで、誤差が非常に大きくなることが挙げられる。

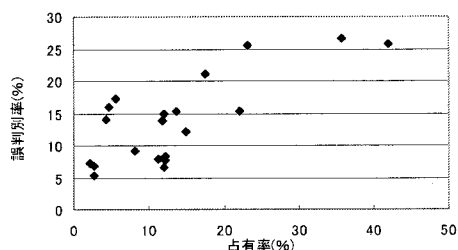


図5 占有率を利用して車種を判別したときの誤判別率

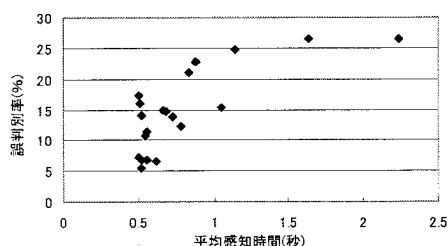


図6 平均感知時間を利用して車種を判別したときの誤判別率

また、各車両1台1台の判別状況の精度について示したものが図5、6である。占有率、平均感知時間から閾値を算出して車種を判別したときの誤判別率(誤判別車両/全車両×100)と占有率、平均感知時間との関係を示している。これによると、占有率や平均感知時間が上昇する、すなわち交通が混雑してくると誤判別率が上昇しており、概ね占有率が15%、平均感知時間が0.8秒程度までは誤差が15%に収まっていることが分かる。このように、誤判別率は占有率、平均感知時間に大きな影響を受け、通過車両が渋滞の待ち行列の影響を受けると誤判別率が上昇する。

このように、本研究で提案した2つの方法では結果に大きな違いがなく、両者とも大型車混入率を算出する際の有効な方法であることが示された。ただし、大型車混入率を計測する場合には、大型車混入率が低い地点では、混入率そのものの誤差が大きくなった。また、交通混雑が発生している地点においては、大型車混入率としては大きな誤差が発生しないことが伺えるが、各車両1台1台の誤判別率は高くなり、車種別に分類して、各車種の走行状態を分析することは不可能であることが伺える。

6. まとめと今後の課題

本調査では、車両感知器によって得られた交通状態量のデータから車種判別を行った。占有率、平均感知時間と車種判別の閾値の相関係数は非常に大きく、占有率、平均感知時間から大型車混入率を算出した結果、大型車混入率は平均6%程度の誤差で計測可能であることが示された。これらは、大型車混入率の大小によってはあまり影響されないようである。また、この場合に、誤判別率は占有率が15%以下、平均感知時間が0.8秒以下であるならば概ね15%以下であり、この誤判別率は、占有率が大きくなり、交通量が増加するほど高くなることが示された。

これらの結果、車両感知器から計測された大型車混入率は概ね有用なデータとして位置づけることができ、大型車混入率を計測する交通調査手法として利用可能であることが示された。ただし、大型車混入率が低い場合には注意が必要であること、各車両1台1台の車種については誤判別率が、若干が大きいこと示された。

誤判別が発生する要因としては、各車両の速度がばらつくため、低速の小型車を大型車と判別し、高速の大型車を小型車と判別することが挙げられる。また、超音波式車両感知器の特性として、感知領域は直下の一点のみではなく、直下の地点を中心に円錐形の空間領域を感知しており、車高が高い大型車ほど感知時間が短く検出されることも影響している。

今後の研究課題として、車高の影響についても調査研究を進める必要があるのではないと思われる。また、地点、時間帯によって通過する大型車の種類が異なり、大型車の平均車長に差が出ることも伺え、これについても検討する必要がある。また、車種の誤判別がより少なく、各車両の車種を正確に判別できるような地点が判別できるような調査を実施すべきであると考えられる。

謝辞：この論文を作成する上で、科学警察研究所の村田副所長に多大なるご示唆を頂いた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 高橋 一哉, 井上 健士, 横田 孝義, 小林 芳樹: 車群間パターンマッチングによる旅行時間計測の検討, 第14回交通工学研究発表会論文集, pp29~32, 1994年
- 2) 本間 正勝: 大型車の乗用車換算係数について, 月刊交通, 3月号, pp71~80, 1996年
- 3) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会: 自動車走行騒音のパワーレベル, 日本音響学会誌, 55巻4号, p289, 1999年