

自動車専用道路における車頭間隔分布の観測*

An Observation of Headway Distribution on Highway

By Hideki OHSHIMA, Naoyuki TSUKAMOTO, Masatoshi HATOKO

大島秀樹** 塚本直幸*** 波床正敏***

1. はじめに

臨界的な交通流においては、微小な攪乱要因によって交通流全体が影響を受けやすく、速度低下等の大きな現象変化となって現れ、結果としてマクロ的に同一の道路条件・交通条件の下でも、断面の車両通過台数が大きく異なることはよく知られた事実である。このような現象が発生する大きな要因として以下のことが考えられる。

i) 交通流は定常的な流れではないため、ある攪乱要因による流れの乱れの大きさが異なる。

ii) 交通流を構成する個々の車両特性により、外的刺激に対する反応状況が異なる。

このような現象の解析のためには、微視的・動的に交通流をとらえる必要がある。筆者らは、微視的・動的な交通流を表現するためにシミュレーション・モデルの構築を行っているところであるが¹⁾、モデルパラメータの設定、シミュレーションの初期条件の設定、交通流を構成する車両特性の設定の3点について、実際のデータ収集が必要と考える。

そこで、断面の車両通過台数を決定する大きな要因である車頭間隔分布の実状を調査し、それに基づいてシミュレーション実施のための必要条件設定に関する知見を得ることを目的として、交差点や信号等の外部からの交通流の攪乱を受けにくい自動車専用道路における交通流の観測を行った。本論文はその結果について報告するものである。

2. 観測方法

観測日時・箇所・内容を表-1に示す。

* キーワーズ：交通流、交通量計測
 ** 正会員、工学士、大阪産業大学工学部土木工学科
 *** 正会員、博士（工学）、大阪産業大学工学部土木工学科
 （大阪府大東市中垣内3-1-1、TEL 0720-75-3001、
 FAX0720-75-5044）

表-1 観測方法

観測日時	平成9年7月15日（火）06:00~09:00
観測箇所	阪神高速道路池田線4.1kmポスト
観測内容	5分間交通量 5分間平均速度 5分間占有率 (いずれも阪神高速道路公団車両感知器データによる)
	車頭間隔分布 (ビデオ画像による)

観測箇所である阪神高速道路池田線4.1km上り（大阪市内向）4.1kmポストは、塚本ランプの約1km上流側にあり、同ランプがボトルネックとなって通常午前7時頃から渋滞する所である。ここでの観測により、早朝時間帯の自由流、渋滞直前の自由流から渋滞流への遷移的な交通流、および渋滞流の3つの状態の流れのデータが収集可能である。なお、観測箇所は2車線道路である。

5分間交通量・地点平均速度・占有率は、阪神高速道路公団による車両感知器データを用いている。

交通流ビデオ画像は、同公団大阪管理部管制室の監視カメラからのものを録画し、それを3次元画像解析処理装置を用いてデータ処理を行い、各時刻・各車両の位置データを得ている。

ビデオ画像より各車両のフロントバンパー中央を計測点として、毎秒時における計測点の道路延長方向の位置座標を画像処理により求め、各車両の走行速度および前後車両間の車頭間隔を求めた。画像処理の精度上、車両と車両の間隔が約100mを越えると正確な距離計測ができないので、その場合の車頭間隔は求めていない。なお、各車両は乗用車、ワゴン車、トラックの3車種に分類している。

3. 観測箇所の交通流特性

図-1は、走行車線、追越し車線に分けて5分間交

通量の時間推移を示したものである。午前7時前後に交通量は最大となり、以降渋滞となり交通量はほぼ一定の値を示す。いずれの時間帯においても追越し車線の方が走行車線よりも交通量は大きい。

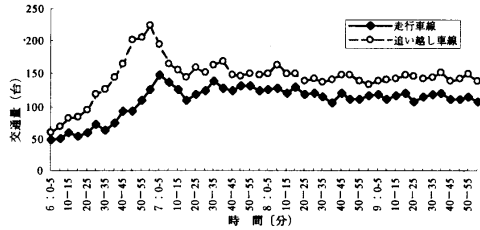


図-1 交通量

図-2は、地点平均速度の推移を示したものである。自由流においては、追越し車線側の速度が走行車線よりも約20～30km/h高いが、渋滞が始まるといずれの側もほぼ20～30km/hの速度となる。なお、同箇所の法的な制限速度は60km/hであり、非渋滞時の走行車線では、おおむねこの制限速度が守られている。

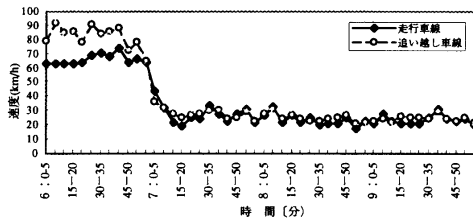


図-2 平均速度

図-1と図-2より容易にわかることであるが、渋滞時には追越し車線側の平均車頭間隔は走行車線側のそれよりも狭い。すなわち、同一速度で走行していても、追越し車線の方には車頭間隔を詰めるアグレッシブなドライバーが多いことになる。

図-3は、占有率の推移を示したものである。追越し車線がやや高い。

図-4は、交通量-占有率の散布図であり、Q-K曲線に相当するものが描かれている。曲線ピークは走行車線と追越し車線とでかなり異なる。すなわち、各車線での平均車頭間隔の違いが曲線の差異を生み出しており、同一道路構造であってもそこを走行する

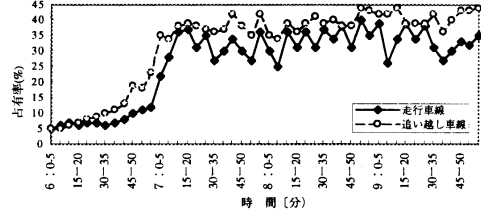


図-3 占有率

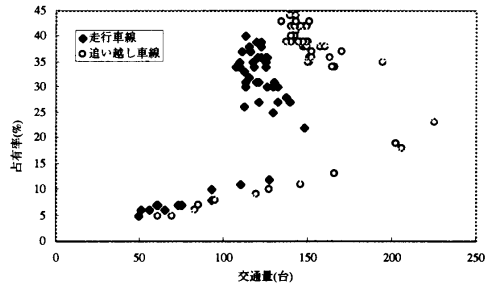


図-4 交通量-占有率

ドライバー特性が交通容量に大きな影響を与えることがわかる。

4. 車頭間隔分布

車頭間隔は速度と関連があり、車頭間隔分布も車群全体の平均速度に左右される。そこで、観測時間帯を5分単位に分割して分布を求めた。渋滞していない時間帯の代表として06:00～06:05、非渋滞から渋滞への遷移的な時間帯として07:00～07:05、渋滞時間帯として07:20～07:25を選び、走行車線、追越し車線、両車線平均の各々の平均速度、平均車頭間隔、平均車頭時間を表-2に示す。なお、この表の平均車頭時間は個々の車両間の車頭時間の平均値ではな

表-2 平均速度・車頭間隔・車頭時間

時間帯	車線	平均速度 (km/h)	平均車頭間隔 (m)	平均車頭時間 (sec)
06:00 ┆ 06:05	走行	77.9	40.9	1.9
	追越し	88.4	34.7	1.4
	計	83.1	37.8	1.6
07:00 ┆ 07:05	走行	44.6	23.6	1.9
	追越し	43.9	19.1	1.6
	計	44.3	21.4	1.7
07:20 ┆ 07:25	走行	26.7	18.5	2.5
	追越し	24.4	14.6	2.2
	計	25.5	16.6	2.3

く、平均車頭間隔を平均速度で除して求めている。

いずれの時間帯においても、追越し車線の車頭間隔・車頭時間は走行車線のものよりもおおむね20%短い。特に、比較的走行速度の高い非渋滞時・遷移時の車頭時間はどの車線においても2秒を切っておりきわめて短いものとなっている。さらに、表-2の車頭間隔・車頭時間とは自動車の長さを含んだものであり、車間距離という視点から見ればこれらの値よりも車長にして約5m~10m分を差し引かねばならず、さらに小さな値となる。

図-5、6、7は各々06時、07時、07時20分から5分間の車線別車頭距離分布を示したものである。

自由流である06時のものは全体的に一樣な分布をしており、比較的ランダムな車頭間隔分布を有しているとみなせる。

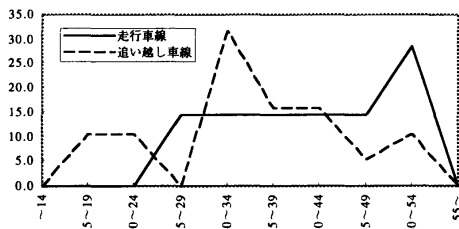


図-5 車頭距離分布 (06時より5分間)

これに対して、図-6、7では、拘束流となりピークが車頭間隔の低い方に偏った山型の分布をなして

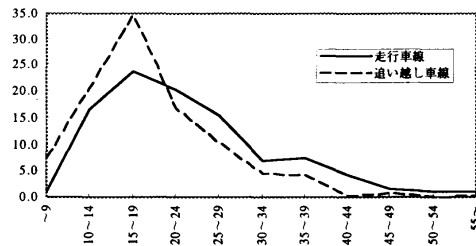


図-6 車頭距離分布 (07時より5分間)

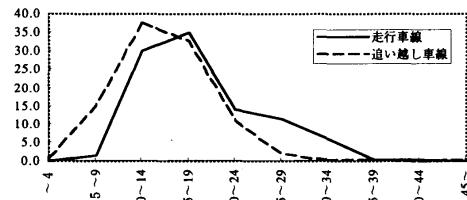


図-7 車頭距離分布 (07時20分より5分間)

いる。いずれにしても、追越し車線側の方が車頭間隔の短い方に偏っている。

車頭間隔の平均値は表-2に示されているが、モードはさらに小さな値であることがこれらの図より明らかである。

5. 車種別車頭間隔

先行車と追従車の組合せによって、車頭間隔に差

普通-普通 の速度-車頭距離 (追越し車線)

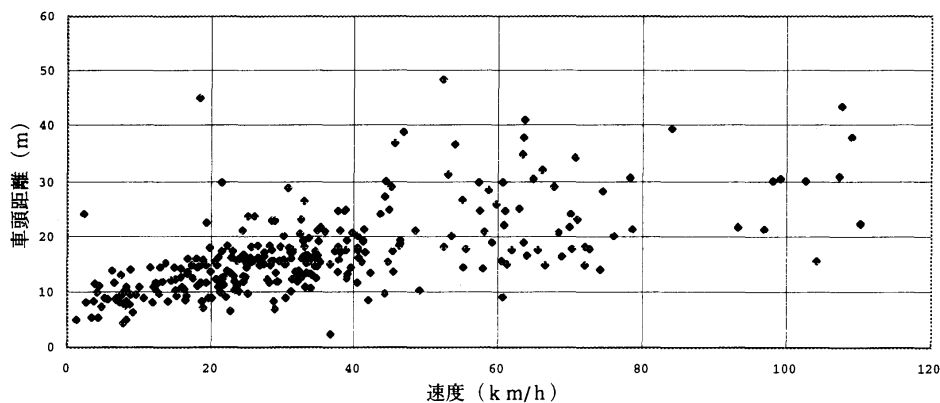


図-8 速度-車頭間隔散布図 (例)

異が生じているかについて分析する。車種区分は、乗用車、ワゴン車、トラックの3車種に分類しているので、計9個の組合せがある。

データの散布図の一例を図-9に示すが、車頭間隔分布は当然各車両の速度と相関がある。そこで、対象サンプルの速度値によって、20km/h(10~30km/h)、40km(30~50km/h)、60km/h(50~70km/h)の3種類に区分し、各速度区分毎の平均車頭間隔を比較することで、先行車と追従車の組合せによる車頭間隔の値に差があるかどうかを分析した。これ以外の速度の車両についてはサンプル数より、分析精度が低下すると判断して除外した。

表-3は、各速度帯の先行車と追従車の組合せ毎の平均車頭間隔・車頭時間を示したものである。

表-3 車種の組合せによる
平均車頭間隔・時間

(20Km/h) 単位:m (秒)

先行車線 追従車種	車種	乗用車	ワゴン車	トラック
乗用車	走行	15(2.7)	14(2.5)	16(2.9)
	追い越し	14(2.5)	14(2.5)	15(2.7)
ワゴン	走行	16(2.9)	17(3.1)	16(2.9)
	追い越し	13(2.3)	14(2.5)	—
トラック	走行	24(4.3)	27(4.9)	18(3.2)
	追い越し	13(2.3)	14(2.5)	—

(40Km/h) 単位:m (秒)

先行車線 追従車種	車種	乗用車	ワゴン車	トラック
乗用車	走行	18(1.6)	20(1.8)	22(2.0)
	追い越し	18(1.6)	19(1.7)	18(1.6)
ワゴン	走行	20(1.8)	20(1.8)	20(1.8)
	追い越し	17(1.5)	17(1.5)	—
トラック	走行	29(2.6)	27(2.4)	26(2.3)
	追い越し	26(2.3)	25(2.3)	21(1.9)

(60Km/h) 単位:m (秒)

先行車線 追従車種	車種	乗用車	ワゴン車	トラック
乗用車	走行	22(1.3)	27(1.6)	27(1.6)
	追い越し	23(1.4)	24(1.4)	20(1.2)
ワゴン	走行	24(1.4)	22(1.2)	25(1.5)
	追い越し	20(1.2)	20(1.2)	—
トラック	走行	33(2.0)	27(1.6)	32(1.9)
	追い越し	29(1.7)	32(1.9)	27(1.6)

乗用車の先行車がワゴン車やトラックである場合、やや車頭間隔が大きい傾向が若干見える。ただし、先行車の車長を考慮すると、先行車がトラックである

ことを理由に車間距離の余裕を取っているとは判断できない。すなわち、全般的に都市部の自動車専用道路において、乗用車は先行車の車種による車間距離の選択は行っていないものと思われる。

ワゴン車についても同様である。

トラックは、低速走行時、先行車が乗用車やワゴン車の場合には先行車がトラックである時よりも車頭間隔は相対的に大きい。これは、加減速をひんぱんに行わねばならない渋滞流において、トラックの加速度性能が乗用車やワゴン車よりも劣るためと思われる。

以上のことより、車種の組合せによる車頭間隔の差異は、追従車の加速性能には関連するが、それ以外特徴的なものは観測されないことが明らかとなった。

6. 考察

筆者らのマイクロシミュレーションモデルにおいては、GMタイプの追従式を採用している。周知のように、このモデル式は式-1の形式で表現できる。

$$a(t+T) = f(\lambda, \Delta x(t), \Delta v(t)) \quad (\text{式-1})$$

ここに、 $a(t+T)$ は時刻 $t+T$ における加減速度である。 T は反応遅れ時間である。 λ は反応強度を示すパラメータであり、 $\Delta x(t), \Delta v(t)$ は各々車頭間隔、相対速度差である。

今回得られたデータより、 $\Delta x(t), \Delta v(t)$ の分布はシミュレーションを実行する際の初期値および再現性検証に用いることができる。 T および λ は直接得られるものではないが、種々の値を設定して適合度の高いケースから推定できる。ただし、今回の観測で明らかになったように、都市部自動車専用道路における T の値はかなり小さい。このことに留意してモデル構築を進める必要がある。また、車種区分は特に重要な因子ではないことも明らかとなった。

最後に、データ収集にご協力頂いた阪神高速道路公団大阪管理部の方々に謝意を表します。

参考文献

- 1)塚本、早坂：「交通流動アニメーションモデルの開発」、第14回交通工学研究発表会論文集、pp.53-56、1994
- 2)N.Tsukamoto, K.Sakakibara :Animated Computer Graphics for Microscopic Traffic Flow、Proceedings of the 4th International Conference on Computers in Urban Planning & Urban Management、Melbourne、pp.633-644、1995