

道路の追越禁止区間における交通流の速度について

田 村 洋 一*

On the Speed Characteristics of Traffic Flow in No-passing Zone

Youichi TAMURA

Abstract

In this paper, some speed characteristics of road traffic flow in no-passing zone are reported. The speed distribution of leader cars and that of following cars were approximately to the normal distribution. The mean of speeds of leader cars were higher than that of following cars, and the variance of speeds of leader cars were slightly smaller than that of followers. Most of both drivers exceeded the limit speed, and this tendency became stronger when geometric condition of road became more satisfactory. And leader speeds became slower, number of following cars increased, and bunch size became larger, speed of bunching cars became slower.

In this study, distinction of leader cars and following cars based upon the critical time headway $h_c=3.0$ sec. . More details were discussed in the following articles.

1. 緒 言

近年交通安全の観点より2方向2車線道路での追越禁止規制が強化され、その結果として主要幹線国道における追越禁止区間が著しく増加する傾向にある。このような追越が禁止された道路区間においては、道路上に存在する車の絶対数が少なく、全体としては、空いた状態にある場合でさえも少数の低速車の存在により、大きな車群が発生し、そのため交通能率の著しい低下を生ずる場合がしばしばある。この問題は交通流を構成する各車輛のトリップ長が短い場合、追越禁止区間長が短い場合には、それほど大きな損失は生じないが、トリップ長、追越禁止区間長が大きくなるほど損失は大きくなり、深刻となってくる。またこのような状態は視距の不足、あるいは対向交通量の増加により実質的に追越が不可能となるような場合には、追越が許された道路区間においても同様に生ずるものである。

道路交通流の混雑と遅れとの関係を取り扱う問題は交通工学分野における最も基本的な研究課題の1つであり、これまでも多くの研究者により、さまざまな

アプローチからの研究がなされてきている。これらの研究において交通状態を表現するための指標として最も一般的に用いられているものは交通密度であるが、交通密度が交通状態を表現する良好な指標となり得るのは、車輛が道路上に均等に分布しているときに見なされる場合に対してであり、追越に強い制限を受ける、あるいは完全に追越が禁止された場合に生ずる局所的な混雑を含むような場合には必ずしも良好な指標であるとは言えない。このような場合には、局所的混雑そのものに注目し、道路上の車輛の分布をより正確に表現する車群の概念を導入することにより、車群台数分布、車群密度、平均車群台数などを交通状態を表現する指標として導入することが有効であると考えられる。

また追越禁止区間に続く自由追越区間設置の効果の評価、あるいは登坂部における登坂車線設置の効果の評価を行なうには、車群の解消という観点からの研究が合理的であり、この場合には、これらの区間への流入点における車群台数の分布、速度などが重要なものになる。

道路交通流における車群を取り扱った研究としては、これまでに Miller, Taylor, Drew, 高田, 田村らの研究があるが、これらは主として道路上の車群台数分布に関するものである。Miller は初期の研究において、

* 建設工学科

待ち行列理論により導かれた車群台数分布に速度分布を導入し、この速度分布としてベータ分布を仮定して得られる、1-パラメータと2-パラメータの Miller 分布を提案し、このうち1-パラメータの Miller 分布を実際の交通データに当てはめることを提唱した。¹⁾ しかし Taylor らとの最近の研究においては2-パラメータの Miller 分布の方が適用範囲の広いことを報告している。²⁾ Drew は連続する車輛の車頭間隔が独立であると仮定し車頭間隔の分布としてアーラン分布を用いたモデルを提案し、実測値と計算結果とを比較している。³⁾ また車群台数分布を良く表わすことが経験的に知られている分布として Borel-Tanner 分布⁴⁾⁵⁾⁶⁾ があるが、高田らは車群比、車群車輛の平均車頭時間など車群に関する諸量の解析結果と Borel-Tanner 分布を用いた車群台数分布の計算結果と実測値との比較について報告している。⁷⁾ 以上の研究はいずれも追越の許された道路区間に対するものであるが、著者らは、これまで追越禁止区間に対して、Drew のモデルと Borel-Tanner 分布を適用した結果について報告している。⁸⁾

以上のような道路上にどのように車輛が分布しているかを知ることと同時に、車群の形成が交通流に対してどのように影響を及ぼすかを知ることが必要である。そこで本研究においては、道路交通流を構成する車輛を自由走行車と追従車とに分け、それぞれの速度分布と車群台数と速度との関係について国道2号線、190号線で観測されたデータにより、解析を行なったものである。自由車と車群車(追従車)との判断基準としては、それ以下の車頭時間では、追従車が先行車に完全に拘束されて走行している状態にあると考えられる⁹⁾ $h_c=3.0 \text{ sec.}$ を用い、これ以上の車頭時間を持つものを自由車、これ以下の車頭時間を持つものを追従車として解析を行なった。

2. 自由車と追従車の速度分布

2.1. 交通観測の概要

交通流の観測は1977年、秋、国道2号線防府市牟礼江泊、小郡町小郡バイパス、国道9号線宇部市柳ヶ瀬、恩田の4地点で実施された。観測回数は柳ヶ瀬の3回を除いて他の3地点では各々2回ずつ、計9回である。これらの地点はいずれも追越が禁止された地点であり、恩田、牟礼江泊は市街地に隣接しており、道路幅員、路肩とも他の2地点に比して狭小であり、歩行者、自転車との分離も完全ではない。一方小郡バイパス、柳ヶ瀬は効外部に位置しており、道路幅員、路肩も広く、

線型、視距とも良好であり、歩行者、自転車交通などからは完全に分離されている。制限速度はいずれの地点とも 50 km/hr、である。観測方法はすでに文献9、10、で報告しているが、測定区間長は、柳ヶ瀬が 40.8 m(No. 1, 2) と 50.0 m(No. 3) であり、小郡バイパスが 60.2 m(No. 4, 5)、牟礼江泊が 50.0 m(No. 6, 7)、恩田が 51.0 m(No. 8, 9) であった。

2.2 自由車と追従車の速度分布

各観測地点における自由車(先行車)と追従車との測定区間の走行所要時間の分布を正規確率紙上にプロットしたものを Fig. 1~Fig. 9 に示す。ここで速度でなく所要時間をプロットしたのは、得られたデータを直接用いることと、遅れの誓価のためには所要時間を用いた方が便利であることによるものである。

Fig. 1~Fig. 3 は柳ヶ瀬におけるデータを示しており、Fig. 1 は午後の比較的交通量の少ない時間に取りられたものであり、Fig. 3 に示すものは夕方方のピーク時、Fig. 3 に示すものは朝方のピーク時に取られたものである。これらの図において特徴的なことは、ドライ

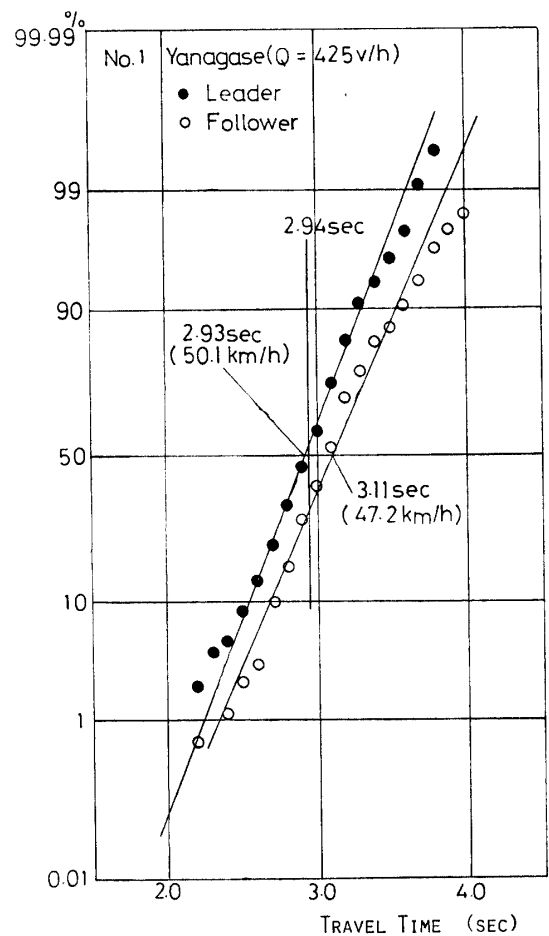


Fig. 1 Travel time distribution.

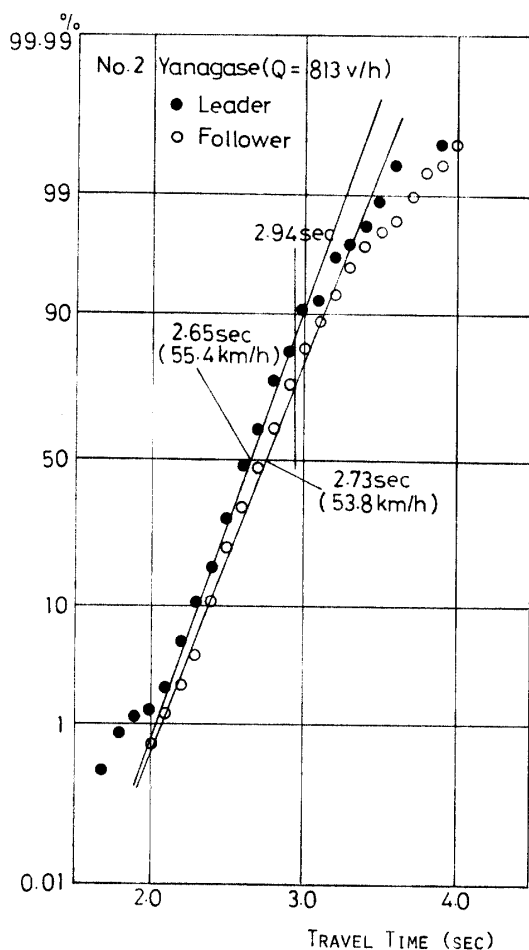


Fig. 2 Travel time distribution.

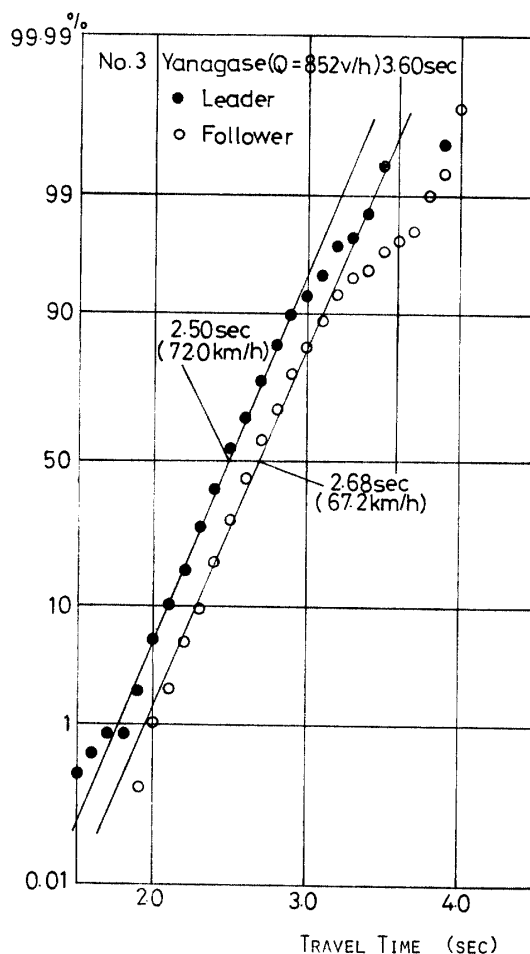


Fig. 3 Travel time distribution.

パーのトリップ目的により速度に大きな変化の生じていることである。日中の交通は比較的ゆったりと流れているが、朝夕のピーク時、特に朝の通勤ラッシュ時に極端に高速な流れが生じていることがわかる。制限速度に対応する所要時間が各図中に示されているが、これが守られているのは、日中の50%程度で朝夕のピーク時には90%以上の車がこれ以上の速度で走行しており、特に朝のピーク時には、制限速度を守っているものはほとんどいないことがわかる。これはこの地点の道路条件が良好であることと、朝の交通を構成しているドライバーが出勤時間という目的地への到着時間に強く拘束されていることによるものと考えられる。また、朝夕において、ドライバーのトリップ目的が通勤、帰宅によって占められており、トリップ目的が均一化されていることもその理由の1つである。一般に交通流の速度は混雑が増すと低下するが、この地点においては、むしろその逆の現象が表われており、交通流の速度は道路条件などの物理的条件のみ

でなく、トリップ目的により大きく変動することがわかる。

Fig. 4, Fig. 5 は小郡バイパスにおけるデータを示している。この地点は道路条件も良く、交通を構成するのは比較的長いトリップを持つ車輛であり、大型トラックの混入率が高い。全体として、速度は高く、この地点でも制限速度を守って走行している車輛の割合は低く80%以上がそれ以上の速度で走行している。Fig. 4 が昼間の交通、Fig. 5 が夕方のピーク時に相当しているが、速度分布はほとんど変化しておらず、交通量もそれほど大きくなってはいない。

Fig. 6, Fig. 7 は牟礼江泊におけるデータを示している。この地点は市街地への流入部分であるが、交通の内容は、小郡バイパス同様大型トラックの混入率が高く、長いトリップを持つ車輛と市内交通とが混合したものである。市街地付近にもかかわらず速度は高く、この地点でもやはり制限速度が十分守られているとは言えない。各図とも4.0 sec. 以上で分布の傾向に変化

が生じているのは、局所的な乱れが生じていることを示している。とくに Fig. 6 の変化は、交通量が容量近くに達していることを示している。

Fig. 8, Fig. 9 は恩田におけるデータを示している。この地点は幅員、路肩も十分ではなく、また自転車、歩行者交通とも完全に分離されていない。このため速度は観測された4地点中最も低くなっている。また制限速度も最も良く守られている。これは、道路条件の影響が大きいものと考えられる。牟礼江泊におけると同様交通量が700台を超過すると (Fig. 9) 局所的な乱れの影響が強く表われていることがわかる。

以上各観測地点における速度分布について考察を行ったが、ここで全体的な傾向について考察を行なうことにする。

各データとも正規確率紙上でほぼ直線となっており、これらの分布が正規分布により近似されることがわかる。自由車と追従車ともこの正規分布の傾向には差がないが、平均速度は追従車の方が約 3~4 km/h 低くなっている。分布の分散は、追従車の方がやや大きく

なる傾向にあり、これは、追従車が先行車の速度変化による乱れを受けていることを示している。しかし、分散の差はそう大きなものではなく、この点についてはさらに研究が必要である。

制限速度は恩田を除いて守られているとは言えず、特に道路条件の良い地点 (小郡バイパス, 柳ヶ瀬) ほどこれを越す速度で走行する車輛の割合が大きい。これはドライバーが制限速度を超えてはならない速度としてではなく、維持すべき目標速度として誤った解釈をしていること、設定されている制限速度がその地点に対して適切でないこと、の2点に起因するものと考えられる。制限速度は85パーセンタイル速度を取ることが望ましいとされているが、現実には安全面からの制約が強く政策的に決定されている。しかしドライバーの自由速度と制限速度の間の差が大きすぎる場合には制限速度が有名無実化し、また交通流の乱れの発生、ドライバーに対するストレスの増加などという負の効果が生ずる恐れがあり、この点今後制限速度の導入方法の改善が必要である。

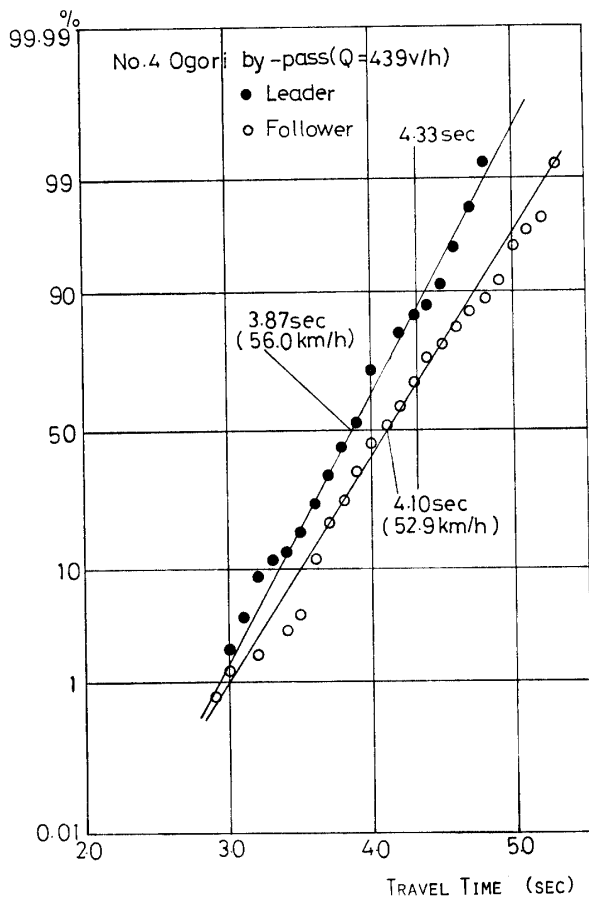


Fig. 4 Travel time distribution.

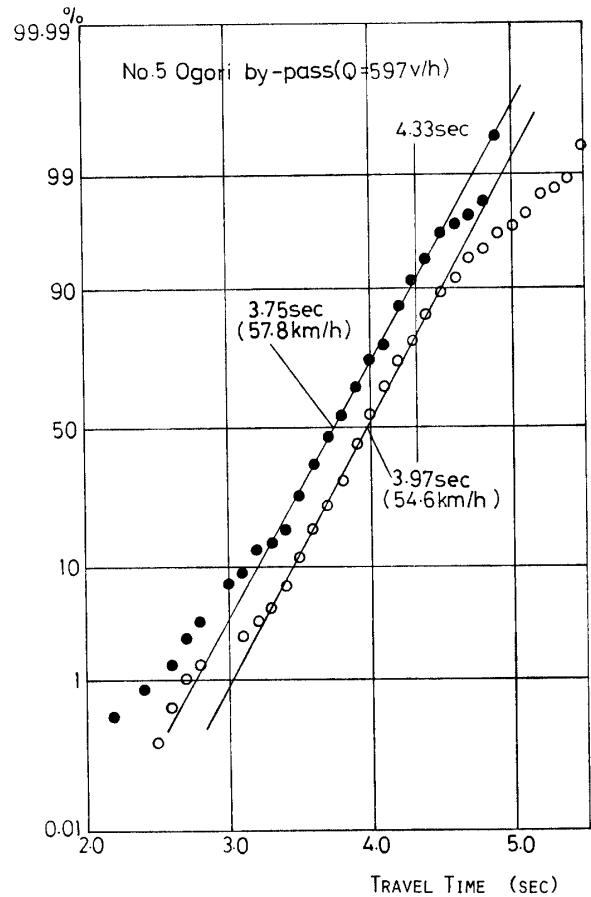


Fig. 5 Travel time distribution.

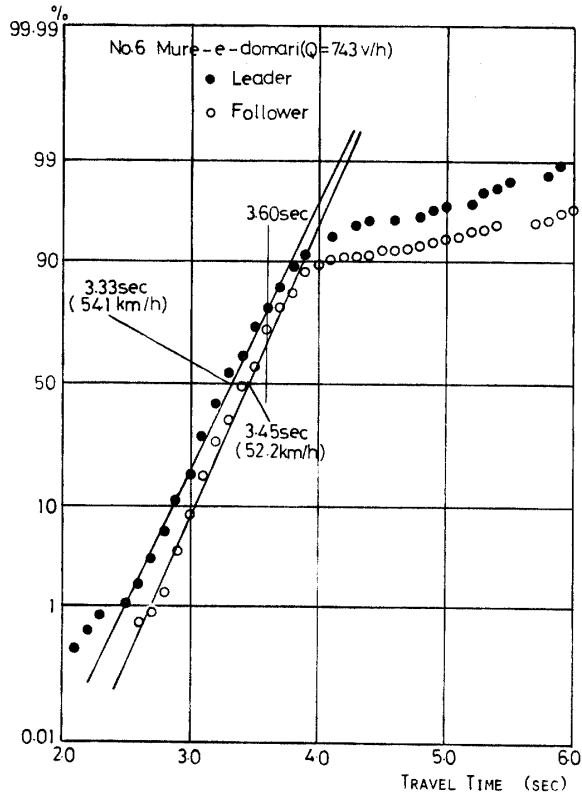


Fig. 6 Travel time distribution.

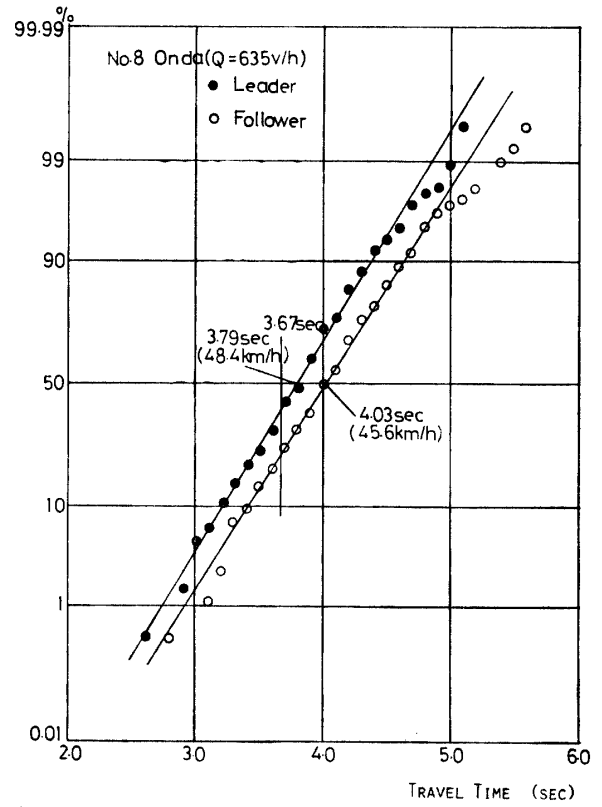


Fig. 8 Travel time distribution.

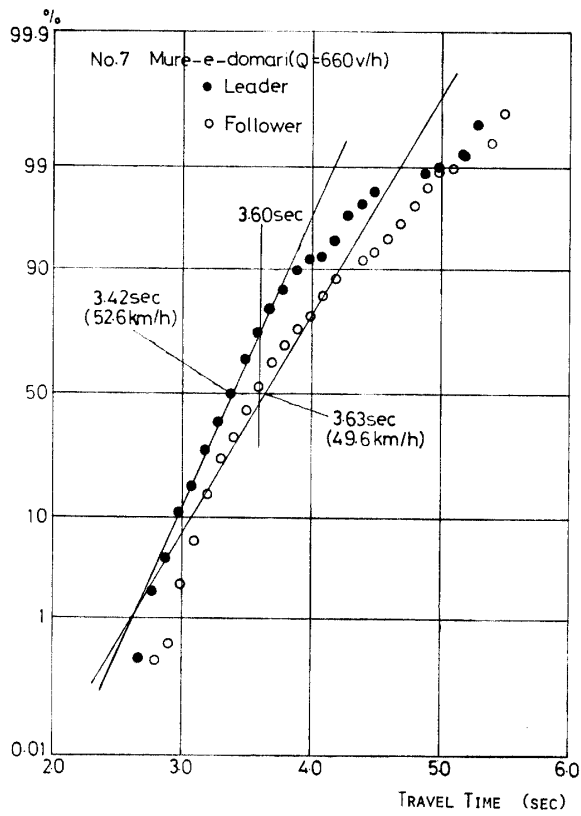


Fig. 7 Travel time distribution.

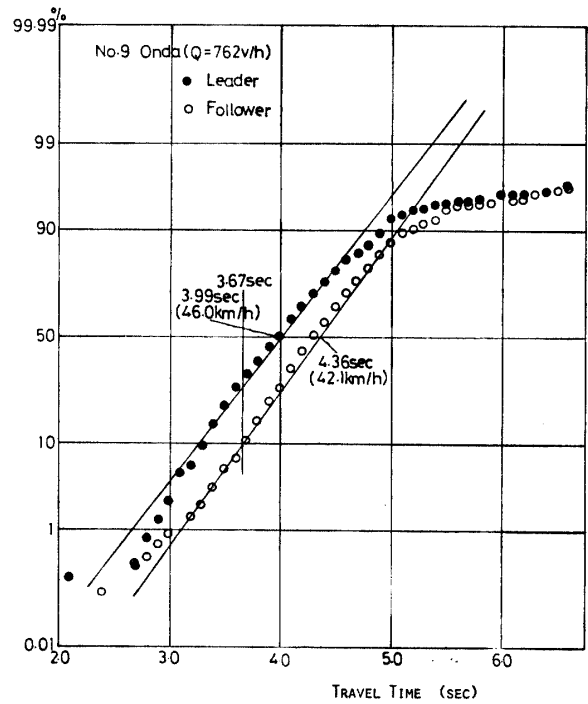


Fig. 9 Travel time distribution.

3. 車群台数と速度の関係

各観測地点における車群台数と速度との関係を車群先頭車と追従車とに分けてプロットしたものを Fig. 10~Fig. 18 に示す. ここで単独車も1台の車輛からなる車群とみなしている. このため車群台数1に対する速度は単独自由走行車の値を示している. また図中の直線は傾向を示すために描かれたものであり, 回帰直線ではない.

各データとも車群台数が増加するにつれて速度が低

下する傾向を示している. また各データとも車群台数が5台を越えたあたりからばらつきが大きくなっているが, これはデータ数が少ないことによる変動と, 追従理論から導かれるような, 先行車の速度変動が車列の5台目付近より後方で増幅伝達されるという現象が表われているものと思われる. またこれらの図より, 先行車の速度が低いほど大きな車群が形成されることがわかるが, これは一般的な常識とも一致することである. 現在得られているデータのみから車群台数と速

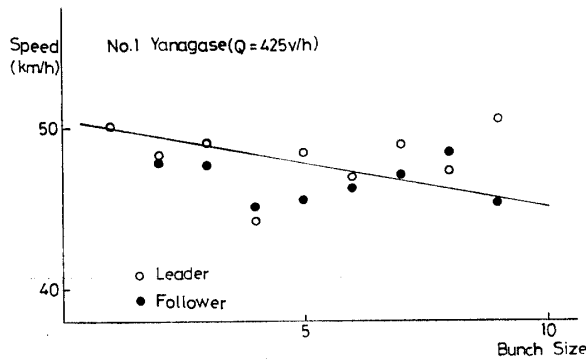


Fig. 10 Relationship between speed and bunch size.

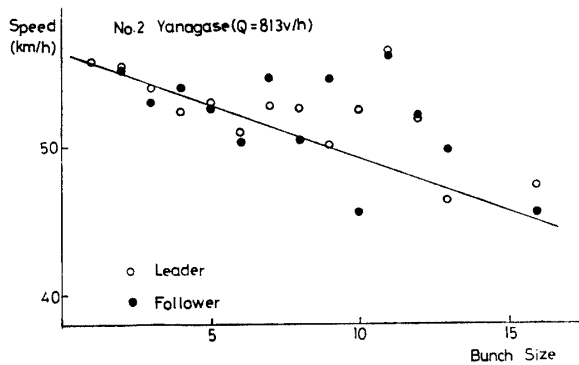


Fig. 11 Relationship between speed and bunch size.

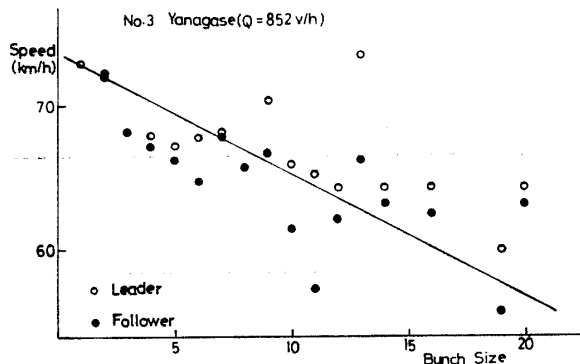


Fig. 12 Relationship between speed and bunch size.

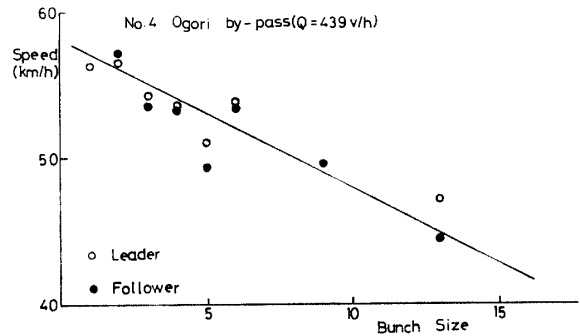


Fig. 13 Relationship between speed and bunch size.

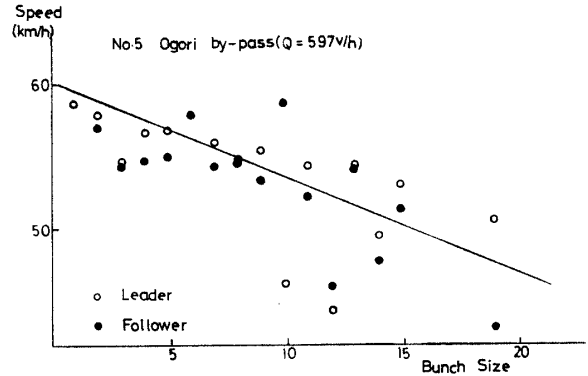


Fig. 14 Relationship between speed and bunch size.

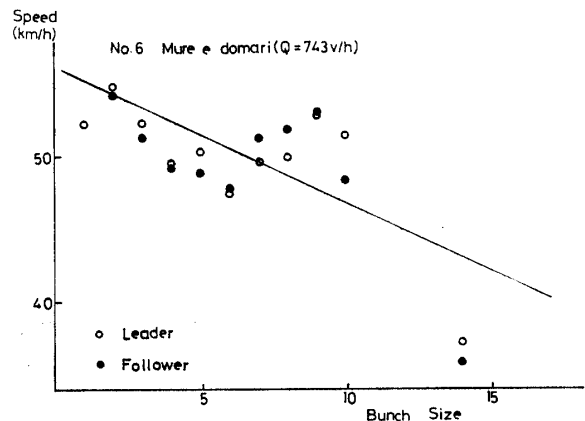


Fig. 15 Relationship between speed and bunch size.

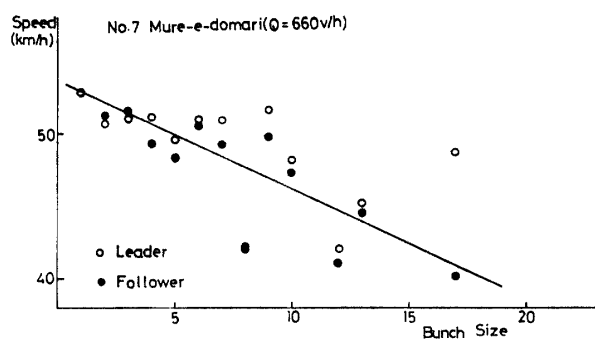


Fig. 16 Relationship between speed and bunch size.

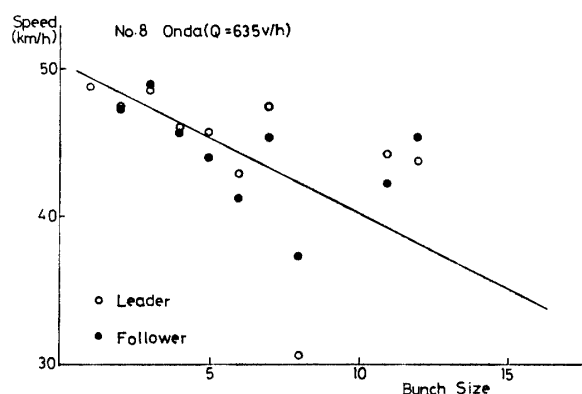


Fig. 17 Relationship between speed and bunch size.

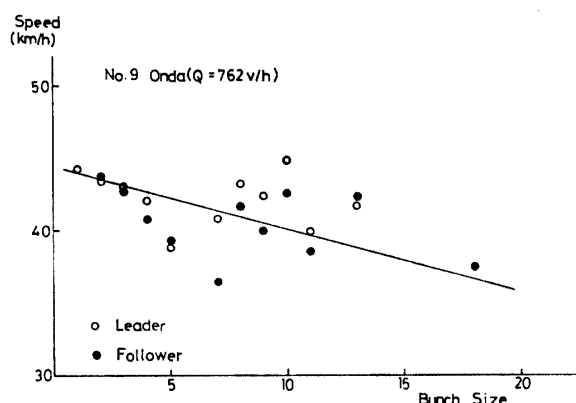


Fig. 18 Relationship between speed and bunch size.

度との関係を定量的に評価することは難しいが、少なくとも、速度が車群台数の減少関数であり、同じ交通量であっても、低速車の速度が低く、しかもその割合が小さい程大きな車群が形成され易いことがわかる。これらのことから、車群台数の分布と速度分布とを関係付けることも可能であると考えられるが、これらについては低速車と高速車（車群先頭車と追従車）とを区別するための判定基準、車群台数分布モデルの定式化など多くの問題が残されている。

4. 結 言

本研究は交通流を構成する車輛を自由車と追従車とに分け、その速度分布、および車群台数と速度との関係について調べたものである。

その結果得られた結果を要約すると次のとおりである。

- 1). 自由車、追従車とも走行所要時間の分布は正規分布で近似でき、その分布は追従車の方がやや大きくなる傾向にある。
- 2). 自由車と追従車の平均速度の差は約 3~4 km/hr である。
- 3). 車群台数が増加するにつれて速度は減少する。そして車群台数が5台を越えるあたりから速度変動が大となる。
- 4). 先行車の速度が低いほど大きな車群が形成される傾向にある。

以上の結果の他に各観測地点とも制限速度が守られておらず、とくに道路条件の良好な道路区間ほどこの傾向が著しいことがわかった。このことはドライバーのモラルの問題としてのみ考えるべき問題ではなく、制限速度の設定方法自体について再考すべき問題であると考えられる。

また本研究においては自由車と追従車の判断基準として $h_c=3.0$ sec. を用いたが、これは主として完全に拘束された追従車を抽出するための基準であり、これ以上の車が完全な自由車であるとするには若干問題がある。今後この点に留意して、交通流を構成する車を完全な自由車、自由車を被拘束車との中間状態にある車輛、完全な被拘束車（追従車）との3種類に分けてさらに詳細に研究を進めてゆく必要がある。

おわりに本報告にあたり、データ整理に多大な助力をいただいた平井清治氏（昭和53年度卒業生、津山市役所）に謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) Miller, A. J.: A queueing model for road traffic flow, J. Roy. Statist. Soc. Ser. B, **23**, 64-75 (1961)
- 2) Taylor, M. P. A., Miller, A. J., Ogden, K. W.: A comparison of some bunching models for rural traffic flow, Transpn. Res., **8**, 1-9 (1974)
- 3) Drew, D. R.: Traffic flow theory and control, McGRAW-HILL, (1968) p. 236-240
- 4) Haight, F. A., Breuer, M. A.: The Borel-Tanner

- distribution, *Biometrika*, **47**, 143-150 (1960)
- 5) Haight, F. A.: A distribution analogous to the Borel-Tanner, *Biometrika*, **43**, 167-173 (1961)
- 6) Tanner, J. C.: A derivation of Borel-Tanner distribution, *Biometrika*, **48**, 222-224 (1961)
- 7) 高田 弘, 栗本 謙: 道路交通流の車群の走行特性について, 防衛大学校理工学研究報告, **2**, 175-189, (1964)
- 8) 田村洋一: 連路交通流における車群に関する研究 (第2報), 山口大学工学部研究報告, **30**, 199, (1980)
- 9) 田村洋一・最上幸夫: 連路交通流における車群に関する研究 (第1報), 山口大学工学部研究報告, **29**, 211, (1979)
- 10) 田村洋一, 最上幸夫: 連路交通流における密度・速度・交通量相関について, 山口大学工学部研究報告, **29**, 55, (1978)

(昭和55年4月15日 受理)