

路側駐車車輛の回避行動時に生じる 危険度に関する基礎的研究

田村 洋一*・藤木 慶博**・石光 毅***

Study on the Risk of Swerving Maneuver Caused by Roadside Parking Vehicles

Youichi TAMURA, Yoshihiro FUJIKI and Tsuyoshi ISHIMITSU

Abstract

The purpose of this paper is to investigate the risk caused by roadside parking vehicles. The data used in this study were observed by VTR camera at a four-lane arterial street. At the observed section, roadside parking is prohibited, but some vehicles usually park at the roadside in front of a shopping store because of the insufficient parking capacity of the store.

Swerving and lane-changing pattern of straight through vehicles caused by roadside parking vehicles are classified and the accepted gaps of swerving and lane-changing vehicles are analyzed by use of observed data. A probabilistic model is built to estimate the risk of accident based on the headway distribution and the result of the gap acceptance analysis.

1. はじめに

近年、大都市部を中心として路側への違法駐車に起因する交通渋滞の発生が深刻化しつつあり、また、大都市部に限らず、路側駐車に起因する交通事故の危険度も増加している。したがって、都市の主たる交通機関として自動車の利用を認める以上、駐車容量の増加と適正な配置が急務の課題であるが、路外駐車場の建設は用地の確保などの点で困難になっているのが現状である。

一方、これまでの駐車場整備は、路外駐車場の建設を中心とし、路側駐車は交通量の少ない街路を除いて原則として認めないのが基本的な方向であった。これは、当初において車道幅員を確保するのが精一杯だった日本の道路事情を振り返れば、やむを得なかった面

もある。しかし、都市活動の円滑化を図るという観点からすれば、今後は路外駐車場の整備に加えて、都市街路の路側を適正に活用して効率的で利便性の高い駐車空間を生み出すことが必要であろう。

現在すでに、このような方向で道路法の改正が検討され始めているが、路側駐車帯の設置によって歩行者空間が縮小されたり、交通危険度の上昇や交通容量の低下といった問題を生じない施設の計画・設計・管理が要求されることはいうまでもない。このためには、路側駐車車輛が交通流や道路の危険度に及ぼす影響の十分な把握にもとづいて路側駐車帯の導入と設計が行われなければならない。

路側駐車車輛が交通流に及ぼす影響について、霜上ら²⁾は、路側駐車車輛を回避する車の挙動を調査・分析し、安全性に対する影響を検討している。また、これと一連する研究において、濱田³⁾は、2車線道路を対象に、路側駐車車輛を回避する通過車輛の横方向通過位置を調査し、駐車車輛が存在する場合の必要最小車道幅員の検討を行っている。これらの調査結果は、駐車車輛が交通流に及ぼす影響について示唆に富んだ情報

*社会建設工学科

**オリエンタル建設

***大学院建設工学専攻

を与えるものである。しかし、駐車車輛の存在に起因する交通現象や交通事故危険度の理論的説明はまだ十分であるとはいえない。

本研究は、著者らの道路交通の危険度評価に関する研究の一部として、路側駐車に起因する通過車輛の走行経路変更時の挙動を交通流の観測にもとづいて分析し、その際生じる危険度を推定する初期的なモデルの構築を試みたものである。

2. 交通流観測の概要

交通流観測は、宇部市参宮通り（4車線道路）の片側2車線区間で実施した。観測地点の概要をFig. 1の写真に示す。この地点は駐車禁止区域であるが、路側に立地したスーパー・マーケットの営業時間中、常時買い物客と荷下ろしによる路側駐車が発生している。このため、外側車線の直進車は隣接車線への車線変更やはみ出しなど、走行経路の変更を余儀なくされている。また、交通量の多い時間帯には停止する車も生じ

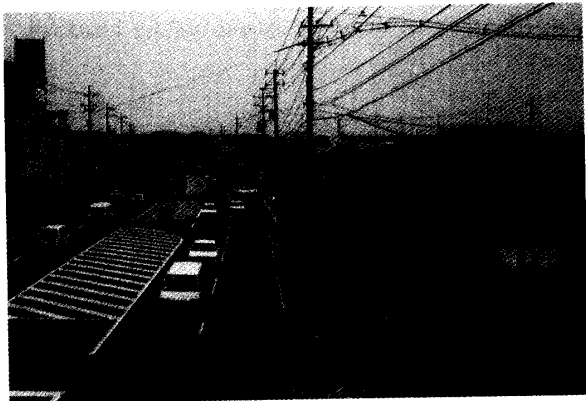


Fig. 1 Photograph of the observation road point

Table 1 Summary of observation

Inner-lane Traffic Volume q		9.5 vpm
Time-headway	Mean	6.4 sec
	S.D.	10.1 sec
Percentage of vehicle type	Small car	29.9 %
	Compact car	59.7 %
	Intermediate car	6.3 %
	Large car	4.1 %

ている。なお、観測地点の下流約300mに信号交差点が存在し、この交差点で右左折する車も多いところから、ウィーピング現象も発生しやすい状況にある。

ところで、交通流中の車の挙動を観測するにあたっては、道路に直交する角度で高い位置から交通流を撮影、記録することが望ましい。本研究の観測対象区間においても、この条件を満たすべくいくつかの準備観測を実施したが、道路と直角方向に観測場所を確保することができず、観測地点下流の歩道橋上にVTRカメラを設置し正面から交通流を撮影した。このような撮影角度の画面からは、車の横方向位置の測定に比べて、縦方向位置の測定に誤差を生じやすい。そのため、車の各計測地点への到着時刻の読み取りには細心の注意を払った。

具体的な計測は次のようにして行った。路側駐車車輛を回避するために走行経路を変更した車の隣接車線への割り込み位置は一定でないので、個々の経路変更車の車体一部がレーン・マークを越えた地点を割り込み地点とし、この地点における経路変更車ならびに隣接車線の先行車と後続車の到着時刻を読み取った。こうして得られた到着時刻より、経路変更時の隣接車線の車頭時間、経路変更車と内側車線の先行車ならびに後続車との車頭時間を算出した。なお、本研究では、約10時間の観測データ中、隣接車線交通量がほぼ等しい状況にあった、1990年11月22日（木曜日）11:40~12:40および同年12月21日（金曜日）16:30~17:30に観測されたデータを集計して用いている。

3. 車線変更時の危険度評価モデル

3.1 モデルの定式化

車が駐車車輛を回避するために走行経路を変更するとき、隣接車線に十分な車頭時間が確保されていればスムーズかつ安全な経路変更が可能であり、交通流に乱れは生じない。しかし、短い車頭時間に対して割り込みが行われる場合には、経路変更車の先行車への追突、あるいは、後続車の経路変更車への追突といった危険性が生じる。また、割り込みに起因する不意の速度低下による交通流の乱れが、後続車の事故を誘発する危険性もある。これらの危険性は、割り込みが生じる隣接車線の車頭時間分布（以下、被割込車線車頭時間分布とよぶ）と車線変更車が割り込みに選択する車頭時間（以下、割込車頭時間とよぶ）とに密接な関わりをもつと考えられる。

そこで、これら被割込車線車頭時間分布と割込車頭時間にもとづいて、割り込みによって隣接車線で生じ

る危険度を評価するモデルを定式化してみよう。

駐車車輛を回避するために走行経路を変更しようとするドライバーは、隣接車線上の車頭時間が安全に割り込み可能であると判断すればこれを利用し、危険と判断すれば割り込みを断念するであろう。この判断は人により、また、その時の交通状況などによって変化するであろうが、どのようなドライバーであっても、それ以下の車頭時間は利用しない限界な車頭時間が存在するものと考えられる。そこで、このような車頭時間を割込限界車頭時間とよぶことにすれば、走行経路変更車が隣接車線に割り込む確率（以下、割込確率とよぶ）は、次式で与えられる。

$$P_c = \int_{t_c}^{\infty} H(t) dt \quad (1)$$

ただし、式中の P_c は割込確率、 t は車頭時間、 $H(t)$ は隣接（内側）車線の車頭時間分布、 t_c は割込限界車頭時間である。

ところで、式(1)における割込限界車頭時間 t_c は、ドライバーの主観的な判断により選択されるものである。したがって、誤った判断が生じたり危険性を無視した強引な割り込みが行われる際には、危険な値が選択されることになる。そこで、それ以上の長さであれば十分安全な走行経路の変更が保証されるような車頭時間（以下、安全割込車頭時間とよぶ）を $t_s (> t_c)$ とすれば、安全に経路変更ができる確率 P_s が、次式により計算できる。

$$P_s = \int_{t_s}^{\infty} H(t) dt \quad (2)$$

このとき、次の式(3)により定義される確率 P_r を考えれば、これは、割り込み行動を起こした車の中で事故を起こす危険性をもつ車の割合を与えるものである。この意味で、以下 P_r を割込危険率と呼ぶことにする

$$P_r = \frac{P_c - P_s}{P_c} = \frac{\int_{t_c}^{t_s} H(t) dt}{\int_{t_c}^{\infty} H(t) dt} \quad (3)$$

3.2 車頭時間分布

上記の各式を具体的に計算するには、 $H(t)$ 、 t_c 、 t_s を

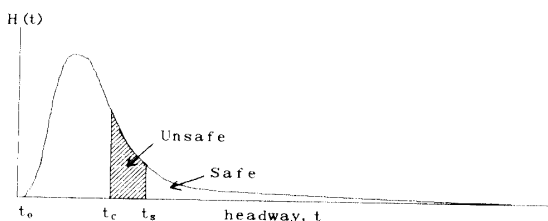


Fig. 2 Rate of safe and unsafe vehicles

知る必要がある。

車頭時間分布 $H(t)$ に関しては、著者らのこれまでの研究により次の複合対数正規分布モデル^{4),5)}が実際の車頭時間分布を良好に表現していることが確認されており、本研究で用いるものである。

$$H(t) = \frac{W_l}{\sqrt{2\pi}} \xi_l'(t-t_0) \exp\left\{\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(t-t_0) - \xi_l}{\xi_l}\right)^2\right\} + \frac{W_f}{\sqrt{2\pi}} \xi_f'(t-t_0) \exp\left\{\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(t-t_0) - \xi_f}{\xi_f}\right)^2\right\} \quad (4)$$

ここで、 t_0 最小車頭時間 (=0.35s) であり、上式中の各パラメータ値は、1 分間交通量 q の関数あるいは定数として以下の各式で与えられる^{4),5)}。

$$\left. \begin{aligned} W_l &= A_w \exp(-B_w q), & W_l &= 1 - W_l \\ \xi_l &= a_l q + b_l, & \xi_f &= a_f q + b_f \\ \xi_l &= c_l, & \xi_f &= c_f \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

なお、具体的な計算に用いた式(5)中の各定数値は、

Table 2 Constants in headway distribution model

ξ_l	a_l	-0.07496	ξ_f	a_f	-0.01033
	b_l	2.8770		b_f	0.5827
ξ_l	c_l	0.8917	ξ_f	c_f	0.5691
W_l, W_f	A_w	0.6850			
	B_w	0.0605			

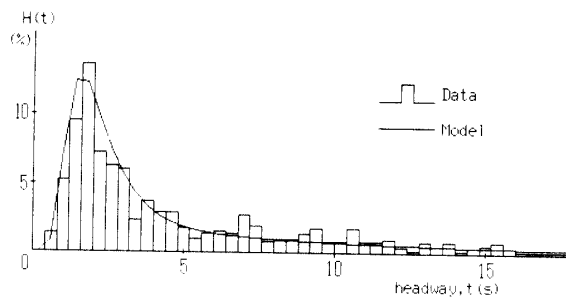


Fig. 3 Comparison of observed headway distribution and model

Table 2 に示すとおりである^{4),5)}。

今回得られた観測値とモデル計算値とを比較すれば Fig. 3 に示すように、モデルが実際の車頭時間分布を十分良好に表現していることがわかる。

3.3 割込限界車頭時間(t_c)

車線変更車の挙動を分析した結果、Fig. 4 に示すような3種類のパターンに分類できることが明らかになった。パターンAは、経路変更車が完全に隣接車線の交通流中に入り込むもので最も発生頻度が高く、今回観測された車線変更中64.9%がこのタイプのものであった。パターンBは、経路変更車の車体の一部が隣接車線の交通流の中に入り込むが、駐車車両を回避した後には再び元の車線に復帰するもので、28.0%がこのタイプであった。パターンCは、車線変更車の車体がわずかに隣接車線にはみ出すが、隣接車線の交通流中にはまったく入り込まないもので、その発生割合は7.1%

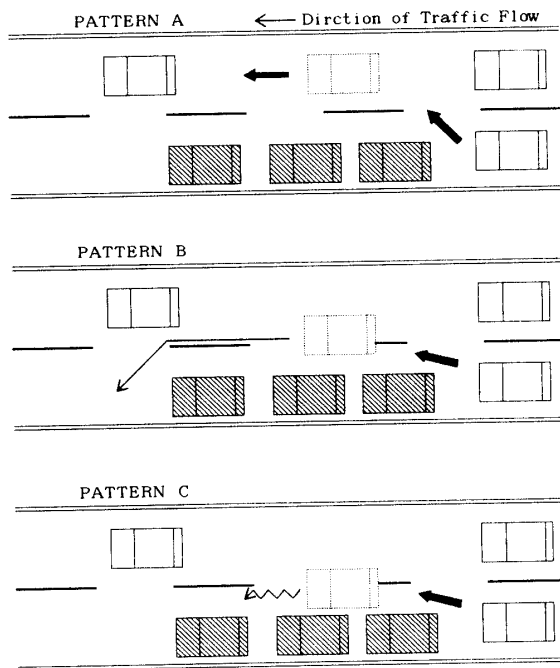


Fig. 4 Lane-changing pattern

Table 3 t_c for each lane-changing pattern

	Lane change pattern		
	A	B	C
t_c (sec)	1.9	1.3	1.4

であった。

これらの各走行経路変更パターンごとに割り込み限界車頭時間 t_c を求めたところ、Table 3 に示す結果を得た。これより、パターンAと比べてパターンB、Cにおける t_c の値がかなり小さいことがわかる。これは、パターンB、Cのタイプの車線変更あるいは駐車車両の回避行動がかなり無理な形で行われていることを示していると理解できる。

3.4 安全割込車頭時間(t_s)

安全割込車頭時間 t_s については、今回行った観測のみからその値を決定することは困難で、一般に用いられてきている知覚反応時間などを参考にしながら、2.5秒の値を仮定し計算に用いた。ただし、パターンCの駐車車両回避型の場合については、その発生確率は先に示したモデルによって計算できるが、危険度の評価については、このパターンが隣接車線の交通流に直接影響しないものであることから、提案モデルは適用できない。

3.5 計算結果および考察

モデルの計算に必要な諸数値が定められたので、交通量レベルごとに各車線変更パターンに対する P_c 、 P_s および P_r の計算結果を示せば、Table 4 に示すとおりである。なお、パターンCに対しては、先に述べた理由により P_c のみを示している。

この計算結果から、交通量が増加するにつれ車線変更確率が低下するとともに、車線変更時の危険度が上昇することがわかる。また、パターンA、Bにおける割込確率と割込危険率を比較してみれば、交通量が低いレベルにおいては、短い車頭時間を利用するパターンBの割込確率がパターンAの1.17倍であるのに対して、危険率は1.80倍となり、危険率の増加が大きい。しかし、交通量の増加に伴いパターンA、B間の割込確率および危険度の比の差は減少し、交通量が極めて多い状況 ($q = 25 \text{vpm}$) になると、それぞれ1.52と1.59になり低交通量時における場合とは両者の大小関係が逆転する。これを、無理な走行経路の変更により生じる危険度の増加と遅れを生じないこととのトレードオフの観点からみれば、交通混雑が激しくなるほど、危険度の増加というマイナス面より車線変更ができる(遅れを生じない確率が高くなる)というプラス面の方が過度に評価される危険性があり、このような場合は少数であっても危険な行動を選択するドライバーの出現が懸念される。

ところで、上記のモデル計算では、隣接車線の車頭

時間が2.5秒以上であれば安全に割り込みが可能であると仮定しているが、実際にはこの条件のみでは不十分であるといわざるをえない。なぜならば、隣接車線の車頭時間がこれ以上であっても、割り込み位置が先行車あるいは後続車に極端に近すぎる場合には、事故発生の危険が生じるからである。

そこで、次に、観測時の交通状態における危険度について詳細に考察してみよう。走行経路変更車と先行車、後続車との車頭時間がそれぞれ1.0秒以下、1.5秒以下の場合も危険であると仮定して、先行車、後続車の両方に対して安全である場合、先行車あるいは後続車のいずれか一方のみに対して危険である場合、先行車、後続車の両方に対して危険である場合の4通りの場合に

ついて観測データを整理したところ、Table 5 に示す結果を得た。なお、2.5秒の安全割り込み車頭時間をこのように割り振ったのは、割り込み時においては一般に、割り込み車と先行車の間よりも割り込み車と後続車との間の方に、より危険な状況が発生しやすいことを考慮したためである。

この結果とモデルによる計算値と比較してみよう。先行車、後続車のいずれに対しても安全な走行経路の変更が行われる確率は、経路変更車の割り込み位置を考慮してデータを分析した場合、パターンAが69.0%、パターンBが43.3%となったのに対し、モデル計算値はそれぞれ、78.2%、62.4%で、いずれの場合もモデル計算値が実際の値をかなり大きく上回っており、モ

Table 4 Results of calculation of P_c , P_s and P_r (%)

Lane-change pattern		Inner-lane Traffic Volume q (vpm)				
		5	10	15	20	25
A	$P_{c,A}$	78.5	70.0	62.1	54.6	47.7
	$P_{s,A}$	66.1	54.3	43.9	35.1	27.7
	$P_{r,A}$	15.7	22.5	29.2	35.8	41.8
B	$P_{c,B}$	92.1	88.4	84.5	80.4	76.1
	$P_{s,B}$	66.1	54.3	43.9	35.1	27.7
	$P_{r,B}$	28.2	38.6	48.0	56.4	63.5
A v.s. B	$P_{c,s}/P_{c,A}$	1.17	1.26	1.36	1.47	1.59
	$P_{r,B}/P_{r,A}$	1.80	1.72	1.64	1.58	1.52
C	$P_{c,c}$	90.5	87.2	81.8	77.1	72.3
	$P_{s,c}$	—	—	—	—	—
	$P_{r,c}$	—	—	—	—	—

Table 5 Percentage of safety and unsafety lane-change vehicles

lane-change pattern		Safe	Unsafe		
		Both-side	Leader-side	Follower-side	Both-side
Observed	A	69.0	7.7	19.4	3.9
	B	43.3	16.4	26.9	13.4
Model	A	78.2	21.8		
	B	62.4	37.6		

デルが、実際以上に危険率を低く与えるものであることがわかる。これは、提案モデルが、走行経路変更車の隣接車線の先行車と後続車に対する割り込み位置を考慮していないために生じた誤差であるといえ、今後モデルの改良を必要とする点である。

4. おわりに

本研究では、路側駐車車両を直進車が回避する際に生じる危険度を評価するモデルを提案し、観測データにもとづいて検討を行った。

提案モデルは、計算の簡便さ、交通量の変化に対して自由に対応できる点に特長を持つもので、初期的な目的は果たした。しかしながら、車線変更車の被割り込み車線の先行車、後続車との割り込み位置を考慮すること、さらに、速度の条件のモデルへの組み込みなどの点で改良すべき点が残されている。また、割り込み車頭時間と安全車頭時間の決定についても、さら

に実証的な研究が必要である。今後は、これらの諸点を解決すべく研究を進めてゆきたい。

参 考 文 献

- 1) 森岡稔：大阪における駐車対策, 交通工学, 25, 5, 37-45, 1990
- 2) 霜上民生・河島正治・濱田俊一：駐車車両が交通流の安全性に与える影響, 交通工学, 22, 2, 17-25, 1987
- 3) 濱田俊一：駐車車両が2車線道路の交通流に与える影響, 交通工学, 23, 4, 68-74, 1988
- 4) 田村洋一・樗木武：自由車・追従車構成に着目した車頭時間分布モデルに関する研究, 土木学会論文報告集, 336, 159-168, 1983
- 5) 樗木武・田村洋一：道路交通量の変動を考慮した実際車頭時間分布モデルに関する研究, 土木学会論文報告集, 343, 141-149, 1984

(平成3年4月12日受理)