

信号交差点の飽和交通流率に及ぼす路上駐車の影響分析*

Effects of On-street Parking on Saturation Flow Rate at Signalized Intersections*

鹿田 成則**, 片倉 正彦***, 大口 敬****, 河合 芳之*****

Shigenori SHIKATA**, Masahiko KATAKURA***, Takashi OGUCHI****, Yoshiyuki KAWAI*****

1. はじめに

都市内街路における慢性的な交通渋滞は、街路の有する交通容量(交通処理能力)と交通需用の不均衡によって生じ、都市内街路で交通容量上の隘路になるのはほとんどの場合信号交差点である。都市内街路では路上駐車はほとんど恒常的に存在しており、交差点部において交通容量を大きく低下させている。路上駐車に対する具体的な対応策が必要不可欠であり、交通取締り、路上駐車施設などの路上駐車対策の一層の充実が望まれるが、それらが有効に機能するためにはこれらの対策が交通工学上の合理的な検討に基づいた対策となっていなければならない。

信号交差点の交通容量は交差点流入部の飽和交通流率と信号制御方式によって定まることから、実際の信号制御条件のもとでは飽和交通流率が交差点の交通容量を決定する。飽和交通流率に影響を及ぼす様々な要因の中で路上駐車は、駐車車両が車道上を占有することで車道幅員を大きく減少させ、その状態が継続することにより強い影響を飽和交通流率に及ぼす。

本研究は、合理的な路上駐車対策を立案するための技術的知見を得ることを目的に、交差点の交通容量(飽和交通流率)の視点から路上駐車の影響をとらえ、飽和交通流率に対する影響特性を明らかにすることを目的としている。

2. 飽和交通流率と路上駐車の影響分析

*キーワード：交通容量，交通制御，交通流

**正員，工修，東京都立大学大学院工学研究科土木工学専攻
(東京都八王子市南大沢 1-1)

TEL 0426-77-1111, FAX 0426-77-2772)

***正員，工博，同上

***正員，博(工)，同上

***正員 同上

(1) データの収集と飽和交通流率の算出

分析に用いたデータは、既存研究^{1)~3)}で収集されたデータと新規観測によって収集したデータである。新規に観測した交差点は以下に示す東京都内の4車線幹線道路の3交差点である(すべて右折車線が設置されている)。

- ・清水橋(流入部幅員 8.55m, リンク長 330m)
- ・西巢鴨(流入部幅員 9.0m, リンク長 207m)
- ・大久保二丁目(流入部幅員 8.55m, リンク長 310m)

車両データは、観測対象流入部をビデオカメラで撮影し、路上駐車データは、対象リンク内の停止線から各駐車車両までの距離、停止線から下流リンク最上流の駐車車両までの距離、駐車車両の占有幅、駐車車両の車種を調査員によって直接計測し、信号サイクル毎に集計した。ただし、分析対象とした清水橋交差点と西巢鴨交差点では下流リンクに駐車車両がなく、また、大久保二丁目交差点は観測中に先詰まりの状態が多く発生したため分析から除外した。

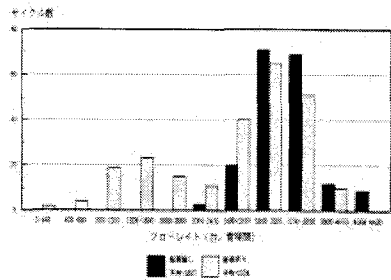
飽和交通流率は過飽和サイクルのみを対象に以下の方法で信号サイクルごとに算出した。

a) 先頭から3台目までの車両を発進遅れの車両とみなして除外し、4台目の車両から青時間終了までの停止線通過台数(N_i)とそれに要した時間(t_i)とから次式によって車線別に算出した。

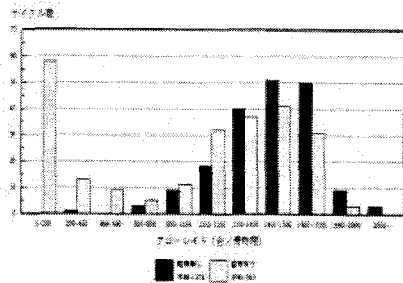
$$S_i = (N_i - 1) / t_i \quad (1)$$

第1車線(路側車線)では、過飽和状態であっても駐車車両のために待ち行列車両が長く延伸しない場合があるため、第1車線の飽和交通流率は第2車線で得られた t_i の間で通過した台数を用いて式(1)によって算出した。

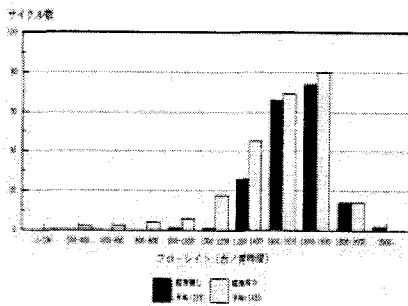
b) 大型車と左折車の影響は、大型車を小型車に、左折車を直進車に換算して表した⁴⁾。以降の分析(新規観測データ)で用いる飽和交通流率の単位は直進pcu/青1時間である。換算に用いた大型車換算係数



(a) 流入部全体の飽和交通流率



(b) 第1車線の飽和交通流率



(c) 第2車線の飽和交通流率

図-1 路上駐車の有無別飽和交通流率の比較 (往復4車線道路)

E_T は1.70 (清水橋交差点) と1.77 (西巣鴨交差点), 左折車の直進車換算係数 E_L は, 1.48 (清水橋交差点) と1.35 (西巣鴨交差点) である。

(2) 分析結果

a) 路上駐車の有無による飽和交通流率の比較

路上駐車の影響をマクロにとらえるために, 片側2車線道路を対象に駐車がある場合とない場合とで飽和交通流率の値を比較した (この分析に既存研究のデータを用いた)。その結果を図-1に示す。図-1(a)は, 流入部全体の飽和交通流率を示したものであり, 駐車のある場合の飽和交通流率は無い場合と比較し平均値で23%減少している。飽和交通流率の平均値および分布の状況は路上駐車の有無によって明らかな相違を示している。図-1(b), (c)は車線別に示したものである。第2車線の飽和交通流率は駐車の有無によってあまり

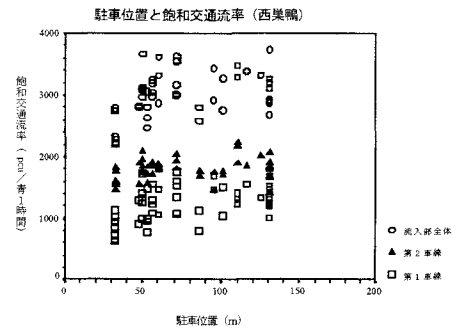
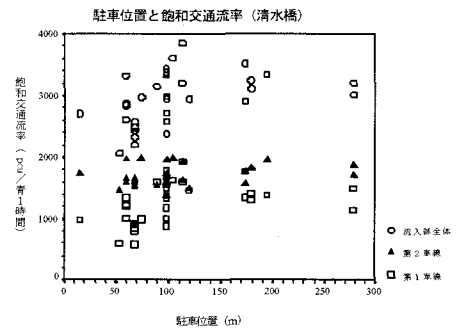


図-2 駐車位置と飽和交通流率

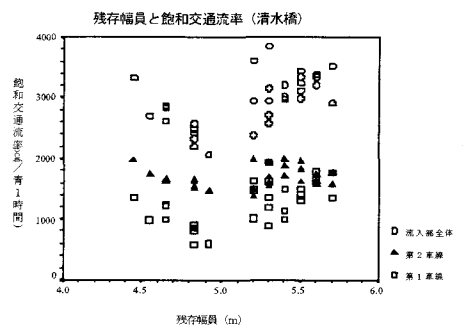
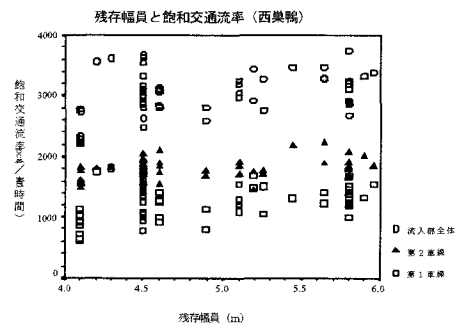


図-3 残存幅員と飽和交通流率

差はみられないが(平均値で8%減少), 第1車線において顕著な差が現われている(平均値で36%減少)。

b) 駐車位置および残存幅員と飽和交通流率

路上駐車の影響を分析した例として、駐車位置および残存幅員それぞれと飽和交通流率との関係を示したのが図-2、3である。駐車位置は停止線から先頭駐車車両までの距離、残存幅員は片側車道幅員から駐車車両の占有幅（路側端から駐車車両の右端までの長さ）を差し引いた残りの車道幅員を表す。

図-2（駐車位置）から、流入部全体の飽和交通流率は駐車位置が停止線に近づくほど低下していく傾向がみられ、この傾向は第1車線の傾向と近似しているのがわかる。第2車線の飽和交通流率は駐車位置が変化してもほとんど変わらず、1,800~2,000pcu/青1時間の範囲ではほぼ一定している。

図-3（残存幅員）は、残存幅員がほぼ5mを超えると、第1車線の飽和交通流率の値が第2車線の値に近づいていく傾向を示している。残存幅員が5mより大きくなるにしたがい、駐車位置の側方を通過する車両が1列走行から千鳥走行、2列走行へと走行できるようになり、駐車車両の影響が減少していくものと考えられる。

残存幅員は駐車位置において車両が走行できる幅員であり、駐車位置と残存幅員はそれぞれ独立して影響を及ぼすのではなく、互いに密接に関連し合って飽和交通流率に影響を及ぼす。それゆえに路上駐車の影響はこれらを複合させた形で表現する必要がある。

3. 路上駐車の影響の定式化

図-4は、路上駐車があるときに待ち行列車両が停止線を通過するときの状態を累加台数と信号時間の関係で模式的に示したものである。図-4で、青時間 G （有効青時間）の間に N 台通過したとき、飽和交通流率は図中の実線の傾き（ $S_p = N/G$ ）として得られる。通過台数 N 台を、停止線から先頭駐車車両までの間に存在していた待ち行列車両 n_f 台と先頭駐車車両より上流側に存在していた待ち行列車両 n_p 台に分ければ、 n_f 台は駐車車両の影響を受けずに流出する車両、 n_p 台は駐車車両の影響を受けて流出する車両である。それぞれの車両が利用する青時間を G_f 、 G_p とすると、交通流率は $q_f = n_f/G_f$ 、 $q_p = n_p/G_p$ である。飽和交通流率 S_p はこれら2つの状態を合計した交通流率として次式で表される。

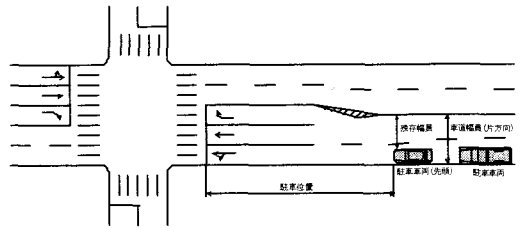
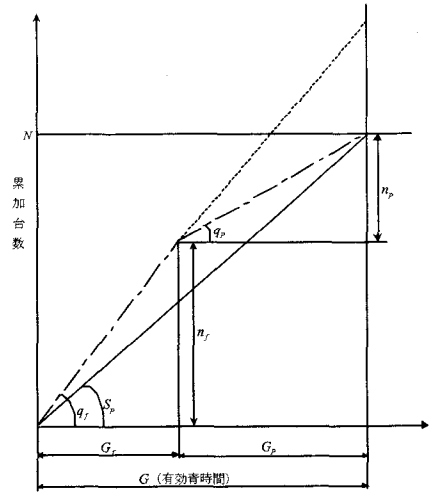


図-4 飽和交通流率と路上駐車の影響

$$S_p = \frac{N}{G} = \frac{n_f + n_p}{G} = \frac{q_f \cdot G_f + q_p \cdot G_p}{G} \quad (2)$$

信号の青時間長の影響は、式(2)において G_p/G （ $0 \leq G_p/G \leq 1$ ）の比で表せる。この値が小になるほど駐車の影響は小さくなり、大になるほど影響は大きくなる。 $G_p/G = 0$ のときは駐車のない状態、または待ち行列車両の中で青時間の間でさばける台数分の車両より上流に先頭駐車車両がある状態を示し、 $G_p/G = 1$ は停止線に先頭駐車車両がある状態を示している（青時間の間中駐車の影響が持続する状態）。

交通流率 q_p と q_f の関係を次式で表せば、 E_p は駐車の影響を表す係数とみなすことができ、この影響係数は残存幅員（ w_p ）の関数とみることができる。

$$q_f = E_p \cdot q_p \quad (3)$$

（ $q_f > q_p$ の条件のもとで $E_p > 1$ ）

式(3)を式(2)に代入すれば次式が得られる。

$$\begin{aligned} S_p &= \frac{1}{G} \left\{ q_f \cdot G_f + \frac{q_f}{E_p} (G - G_f) \right\} \\ &= q_f \left\{ \frac{G_f}{G} + \frac{1}{E_p} \left(1 - \frac{G_f}{G} \right) \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

上式には駐車位置 d が明示的に含まれていない。式

(4)と駐車位置 d との関係は次のようになる。駐車位置 d は次式で示すことができる。

$$d = (q_f \cdot G_f \cdot l) / NL \quad (5)$$

ここで、 l は停止待ち行列内での1台あたりの占有長(車頭距離)、 NL は車線数(右折車線を除く)である。また待ち行列車両の中で青時間の間でさばける台数分の車両より上流に先頭駐車車両があるときの駐車位置 D は

$$D \geq (q_f \cdot G \cdot l) / NL \quad (6)$$

で表せる。駐車の影響のない状態として D の最小値を考えればよく、このときの D と式(5)とから青時間長と駐車位置の関係は

$$\frac{G_f}{G} = \frac{d}{D} \quad (7)$$

である。式(7)を式(4)に代入すれば

$$S_p = q_f \left\{ \frac{d}{D} + \frac{1}{E_p} \left(1 - \frac{d}{D} \right) \right\} \quad (8)$$

が得られる。この式は、駐車位置と残存幅員(影響係数 E_p)の複合した影響を表現したものである。

式(8)が駐車の影響をどの程度説明できるかについて検証を行うために、式(8)から得られる次式によって E_p の値を求め、残存幅員 W_p との関係を調べた。

$$E_p = \frac{1 - d/D}{S_p/q_f - d/D} \quad (9)$$

残存幅員→大のとき $E_p \rightarrow 1$ になる傾向が見出されれば、式(8)の論理上の整合性がとれていると解釈できる。図-5は算出した E_p と残存幅員との関係を示したものである。 E_p の値は2つの交差点ともほぼ $1 < E_p < 2$ の範囲にあり、ばらつきがあり傾向は明確ではないが、残存幅員が大きくなると E_p は1に近づく傾向がみられる。この結果から式(8)は、駐車車両の影響を表現し得る可能性があることを示しているといえる。

4. おわりに

本研究で得られた結果をまとめると次の通りである。

- 1) 飽和交通流率に対して路上駐車は明確に影響を及ぼし、路上駐車がある場合平均的に約20%の減少が認められた(片側2車線道路の場合)。
- 2) 駐車位置は第1車線の飽和交通流率に影響を及ぼすが、第2車線に対しては影響がみられなかった。
- 3) 残存幅員がほぼ5mより大きくなると、第1車線の

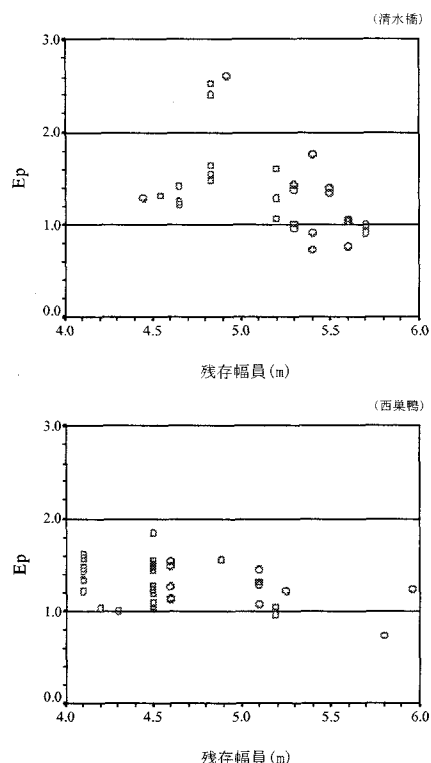


図-5 駐車影響係数 E_p と残存幅員の関係

飽和交通流率の値が第2車線の値に近づき残存幅員の影響が小さくなる傾向があった。

4) 駐車位置と残存幅員の複合した影響を説明するモデルを作成し、影響係数 E_p による検証結果は本モデルが駐車車両の影響を表現し得る可能性を示した。

今後の課題として、幅員の異なる交差点を対象に本モデルを適用し影響係数 E_p の説明力を検証し、 E_p の決定方法について検討する必要がある。

参考文献

- 1) (社)交通工学研究会：交通管制システムの高度化方策—路上駐車の特性と制御方策に関する基礎的研究，平成2年7月
- 2) 鹿田成則，片倉正彦，堀雄一郎：交差点交通容量に及ぼす路上駐車車両の影響，土木学会年次学術講演会概要集，Vol.46-4，pp.228-229，1991年9月
- 3) 鹿田成則，片倉正彦，石原見一：交差点交通容量に対する路上駐車の影響分析，土木学会年次学術講演会概要集，Vol.48-4，pp.672-673，1993年9月
- 4) 鹿田成則，片倉正彦，大口敬：信号交差点における車頭時間を用いた大型車の乗用車換算係数の推定方法，土木計画学研究・論文集，No.17，pp.927-932，2000年9月