

交差点下流の路上駐車が交通流に与える影響の分析*

Impact Analysis on Traffic Flow by On-Street Parking Vehicles around Intersection *

田中伸治**・新井寿和***・川口高志***・桑原雅夫****

By Shinji TANAKA**・Toshikazu ARAI***・Takashi KAWAGUCHI***・Masao KUWAHARA****

1. はじめに

都市部における交通渋滞は依然として大きな問題であり、そのうち最も大きな原因となっているのは路上駐車である。路上駐車は車線を閉塞することにより道路容量の削減を削減しており、これは通常の渋滞の需要超過分である十数%よりもはるかに大きい。交通が交錯する交差点周辺にこれが存在する場合影響はさらに大きく、こうした路上駐車を適切に管理することは都市部の交通渋滞に対する根本的な対策になり得る。

違法駐車取締りに関しては、本年道路交通法が改正され、使用者責任の導入や取締り事務の一部外部委託が実施されることになった。しかし取締りと同時に駐車場所の確保も行われなければ、道路利用者の理解を得ることは難しい。すなわち、交通への影響が大きい箇所の路上駐車は厳しく取締り、逆に少ない箇所では許容するといったメリハリのある駐車管理が必要である。

そこで本研究では、メリハリのある駐車管理を実施する上での根拠とするため、特に交通への影響が大きい交差点周辺の路上駐車が交通流に与える影響について分析する。ここで、交差点上流側の駐車については、既往の研究¹⁾により分析が行われているので、本稿ではまだ知見の少ない交差点下流部における路上駐車が通過交通流に与える影響の分析を行う。

2. 定式化

(1) 遅れ時間

図1のように交差点下流において、交差点から L (m)離れた位置に駐車している車両により、それより上流部の交通がどのような影響を受けるかについて考える。

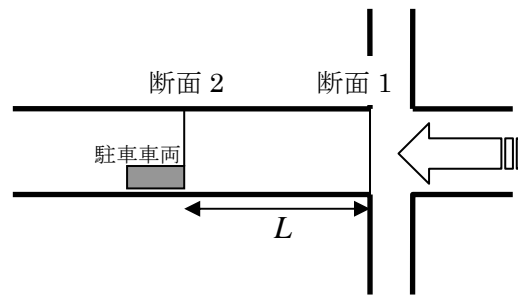


図1 駐車イメージ図

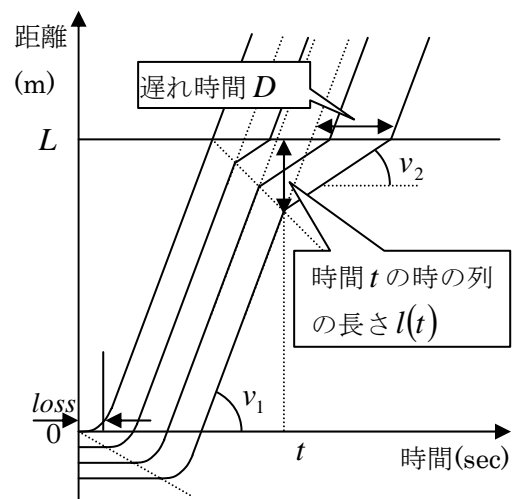


図2 累加曲線

*キーワード：交通容量、路上駐車、交差点

**正員、工修、東京大学生産技術研究所

(東京都目黒区駒場4-6-1、TEL03-5452-6419、FAX03-5452-6420)

***学生員、東京大学工学部社会基盤学科

****正員、Ph. D、東京大学国際・産学共同研究センター

まず、青信号開始により最初の車が1断面を通過した時刻を $t=0$ とする。簡単のため、断面1、断面2における交通容量の差によって断面2から車の渋滞の列が生じ、列の中では車は一定の速度 v_2 で走行し、それ以外の部分、つまり断面1から列の最後尾

に到達するまでは一定の速度 v_1 で走行するものと仮定する。速度 v_1 の時の密度を k_1 、交通容量を μ_1 とし、同様に、速度 v_2 の列中の密度を k_2 、列中の交通容量を μ_2 とする。容量と密度と速度の間には、

$$\mu_1 = k_1 \cdot v_1, \quad \mu_2 = k_2 \cdot v_2$$

の関係が成り立つ。また、駐車車両がある断面2の方が交通容量は小さいので、

$$\mu_2 < \mu_1$$

が成り立つ。

続いて、時刻 t の時の列の長さを $l(t)$ とすると、このとき断面 1-2 間にいる車の台数は以下のようになる。

$$k_2 \cdot l(t) + k_1 \cdot (L - l(t))$$

Δt 秒間の断面 1-2 間の流入流出交通量の差は $\{\mu_1 - \mu_2\} \cdot \Delta t$ であり、これが渋滞列の流さに加わるので、交通量の保存則から次のように書ける。

$$\frac{l(t + \Delta t) - l(t)}{\Delta t} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{k_2 - k_1} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_2/v_2 - \mu_1/v_1} \quad (1)$$

これを X とおくと、 X は渋滞列の延伸速度を表しており、 $t = L/v_1$ のとき $l(t) = 0$ であるので、

$$l(t) = X \cdot \left(t - \frac{L}{v_1} \right) \quad (2)$$

となる。駐車車両による遅れ時間とは、この渋滞列の分を速度 v_1 ではなく v_2 で進むことによる所要時間の増大であるので、時刻 t に渋滞列の最後尾についてた車両の遅れ時間 D は次のように表せる。

$$D = \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right) \cdot l(t) \quad (3)$$

(2) 渋滞列長と駐車位置

次に、駐車車両を先頭とする渋滞列が、交差点まで達しないための駐車位置 L が満たすべき条件を求める。交差点の青時間開始後、1 台目の車両が駐車位置 L に到達する時間は、発進損失時間を $loss$ を書くと、

$$loss + L/v_1$$

となる。その後、渋滞列の延伸が速度 X で始まり、渋滞列が 1 断面に到達するのは、青時間開始後

$$loss + L/v_1 + L/X(t)$$

となる。ここで青時間の長さを T_G とおくと、渋滞

列が断面 1 まで到達しないためには、次の条件が必要である。

$$T_G < loss + \frac{L}{v_1} + \frac{L}{X}$$

これより、駐車位置 L が満たすべき条件を次のように求めることができる。

$$L > \frac{T_G - loss}{1/v_1 + 1/X}$$

これを(1)を用いて整理すると、最終的に L の満たすべき条件を次のように表すことができる。

$$L > (T_G - loss) \cdot \left(\frac{\mu_1}{\mu_2} - 1 \right) / \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right) \quad (4)$$

式(4)から、交差点から駐車車両までに必要な距離 L は、 v_1, v_2 を一定とすれば青時間に比例し、また μ_1/μ_2 に比例することがわかる。すなわち、車線数が多い街路と車線数が少ない街路を比べると、同じだけ交通容量が低下しても車線数が多い街路ではもともとの交通容量が大きいため L は比較的小さい長さですむことになる。

3. 観測調査

(1) 調査概要

以上の理論的な考察を確認するため、現地観測調査を実施した。調査する交差点は以下の条件から選んだ。

- ・路上駐車が少ないこと
 - ・複数の車線が存在し、見通しがよいこと
- 調査する交差点について、交差点直下に調査員を配した。また、駐車なしの場合は、下流 25 m 地点に調査員を配し、駐車ありの場合は、駐車車両のある下流 25 m または 50 m 地点に調査員を配した。調査員はそれぞれの地点で車が通った時間を記録し、その調査時間の信号のサイクル長も併せて記録した。
- 調査した交差点の概要は以下の通りである。
- ・内堀通り (和田倉門付近) 交差点南行
- 交差点：直進 3 車線(うち 1 車線は直進左折共用)
下流：3 車線
- 青時間/サイクル長 = 45/120 [秒]
- 当該交差点は歩行者、左折車ともに少なく、交差点上流部の流れがよい。見通しの道路で数百 m

下流に信号があり、信号待ちの行列が生じることがある。

(2) 調査結果

a) 遅れ時間

図3～図5に、①駐車車両なし、②駐車車両あり(下流25m)、③駐車あり(下流50m)の3ケースについて、1サイクルの累積図を示す。これを見ると、1サイクルあたりの通過台数にはそれほど大きな違いはないが、②と③では駐車なしと比較して累積曲線の傾きが小さく、全車が通過し終わるまでより長く時間がかかっている。また、①では2つの曲線がほぼ平行しているのに対し、②と③では時間が経つにつれ曲線の間隔が開いており、下流側では駐車車両による遅れが生じていることが分かる。ただし、②では途中から断面1の曲線の傾きも小さくなっており、交通流率の低下が交差点にまで達していることが伺われる。

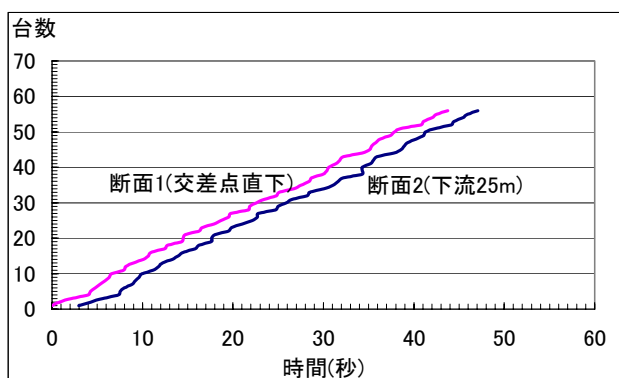


図 3 累積図(駐車なし)

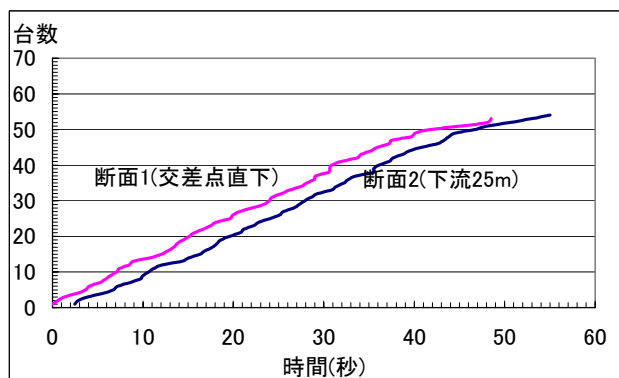


図 4 累積図(駐車あり-25m)

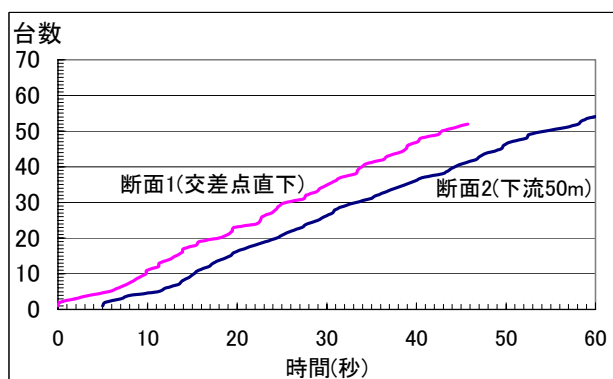


図 5 累積図(駐車あり-50m)

以上の3ケースについて、駐車による累積遅れ時間の変化を示したのが図6である。①と比較して②③の遅れ増加が大きい。ただ、本来遅れ時間は同じ区間長で比較すべきであるが、ここでは③のみ50m区間での遅れを表している。そのため、②では途中で渋滞列が断面1に達し、それ以降は遅れの伸びが緩くなりこの図の遅れとしては現れていない。このことは通過する1台ごとの遅れ時間を表した図7にも現れている。

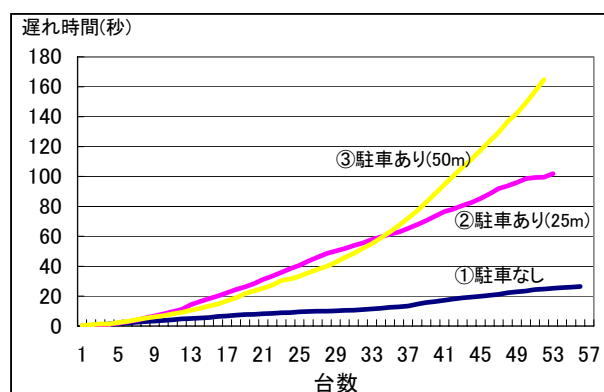


図 6 累積遅れ時間

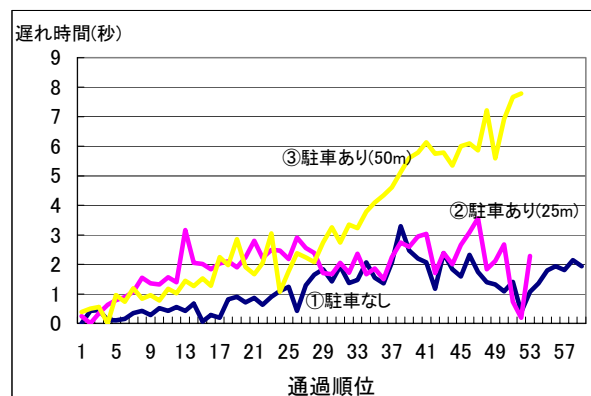


図 7 各車両の遅れ時間

b) 各断面交通容量

観測により得られた車頭間隔を元に、各ケースの各断面の交通容量を求めた。前述のように②では途中から断面1の交通流率が低下していると考えられるが、ここでは1サイクルを通した平均の交通容量として求めた。求められた交通容量を表1に示す。

表 1 各断面の交通容量 (台/sec)

	断面 1	断面 2
① 駐車なし	1.61	1.56
② 駐車あり(25 m)	1.49	1.33
③ 駐車あり(50 m)	1.56	1.25

当然ながら、②と③では断面1よりも断面2で交通容量が小さくなっている。また、②では先の理由により断面1で小さい値となっているが、③はそれほど低下していない。図8は②と③の断面1での車頭間隔を示したものであるが、移動平均をとると②は45台目付近から車頭間隔の伸びが大きく、渋滞列を交差点まで延伸させないことが重要であるといえる。なお、③の断面2の値は②よりも小さいが、これは③は下流50m地点での値であるため、その下流の交差点の赤信号による停止車両列が伸びてきた影響の可能性がある。

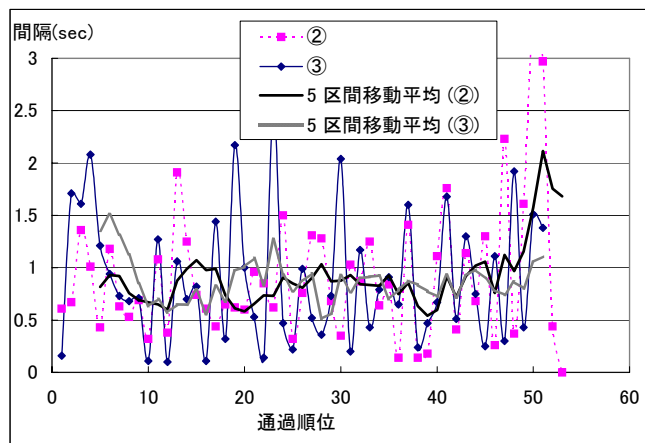


図 8 断面 1 の車頭間隔の比較

c) 渋滞列長と駐車位置

②のように渋滞列が断面1まで達してしまうと、交差点の容量低下につながり青時間を有効に利用できなくなる。そこで、これを防ぐために駐車車両が交差点からどの程度離れていけばよいか、すなわち交差点下流の必要クリアランスを、今回の観測結果

から求める。ここでは仮に表1の③の結果を μ_1 、 μ_2 とおき、 $v_1=40\text{km/h}$ 、 $v_2=20\text{km/h}$ と仮定すると、(4)式より

$$L = 115.7(m)$$

となる。交差点からこの範囲内に駐車車両が存在すると、1サイクルの間に渋滞列が交差点まで達してしまうことになる。これは交差点容量の低下を引き起こすため、この範囲内での駐車は厳しく取り締まる必要があるといえる。

もちろん、実際には容量は渋滞列が断面1まで達する前にドライバーが前方を見て速度を緩めた時点で低下してしまうので、実際のクリアランスはこの値よりも大きい距離が必要である。また、この値は各断面で求められた交通容量によって大きく左右されるので、適用にあたっては慎重に交通容量を観測して求める必要がある。

4. まとめ

本稿では、交差点下流における路上駐車が通過交通流に与える影響を、遅れ時間を指標として分析し、交差点の容量低下を起こさないために必要な理論上のクリアランスの長さについて試算した。もちろん交通状況は刻一刻と変化するものであるため、ここで示した結果が全ての場合に当てはまるものではない。今後より普遍的な解を求めるためには、幅員・右左折車・車種区分等様々な条件を考慮した調査を実施するとともに、ドライビングシミュレータ等を活用して路上駐車が存在するときのドライバーの運転行動を分析することもあわせて必要である。その上で駐車車両と通過車両が混在する状況下の車両挙動のモデル化を行い、路上駐車による影響の分析のみならず効果的な駐車管理のための道路幾何構造、管理方策の提示を行っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 鹿田、片倉、大口、河合：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、第24回土木計画学研究発表会講演集、2001.11