

交差点下流の路上駐車が及ぼす交通への影響分析

*東京大学 正会員 田中伸治
東京大学 非会員 新井寿和
東京大学 非会員 川口高志
東京大学 正会員 桑原雅夫

1. はじめに

都市部における違法駐車問題は深刻で、一般街路の渋滞原因の7割以上が交差点近傍の路上駐車という指摘があるほどである。違法駐車問題は渋滞の要因となるだけでなく、緊急車両の通行の妨げにもなり、違法駐車問題の解決は防災上、交通安全上の見地からも重要なことである。このような駐車問題に対して、警察庁では道路交通法を一部改正するのに伴い、本年より違法駐車に関しては使用者責任が導入されることになった。使用者責任導入等の取り締まりの強化は必要なことであるが、規制の柔軟性と併用しなければ利用者には受け入れられず、駐車問題の本質的な解決とはならない。そこで我々が考えたのが交差点間の単路部での駐車スペースの確保である。交差点部は信号の青時間分だけしか交通を処理する時間が与えられないので、車線数をできるだけ確保して交通容量を最大にすべき所であるが、交差点間の単路部は、100%の時間交通処理が可能なので、理論的には交差点部よりも少ない車線数でも交通処理は可能である。このような理由から交差点間の単路部では路肩側の車線を一部駐停車用に解放することが可能であると考えられる。

そこで、本研究では交差点間の単路部の、路肩側の車線を駐停車用に解放したときに、交差点部における交通容量を極力低下させないような駐停車可能な区間の設定について検討する。その際、交差点の上流、下流部の両面について検討すべきであるが、上流区間については信号制御との関係から駐車車両を排除すべき区間の長さを算出できることが既にわかっている¹⁾ので、今回は下流部についてのみ検討する。

2. 渋滞延伸の定式化

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。すなわち、矢印の方向の信号が青のときに、駐車車両のために2断面から発生する渋滞が1断面まで延伸して、交差点の飽和交通流率に影響を及ぼしてしまわないために必要な距離 L を理論的に導出する。

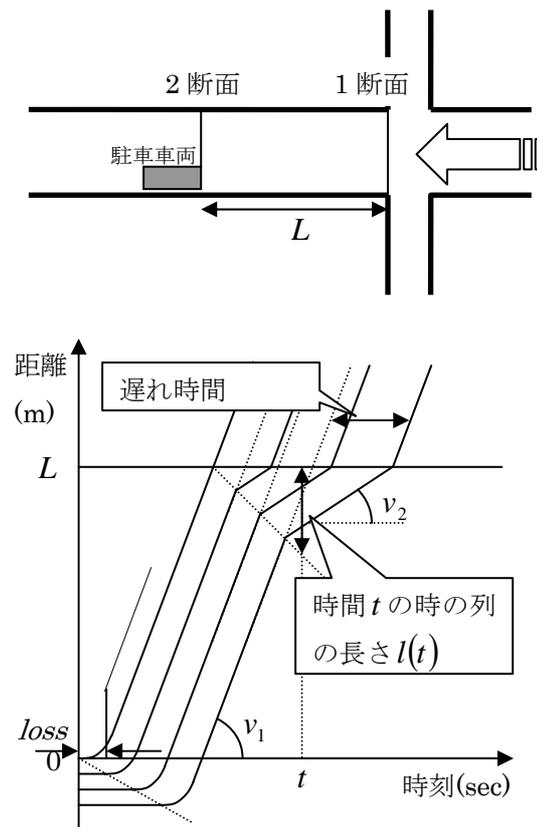


図1 路上駐車のイメージ図と累加曲線

まず、簡単のため1断面、2断面における交通容量の差によって2断面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1断面から列の最後尾に到達するまでは一定

キーワード：交通容量，路上駐車，交差点

*連絡先: stanaka@iis.u-tokyo.ac.jp, 03-5452-6098

の速度 v_1 で走行するものと仮定する。また、速度 v_1 の時の密度 k_1 を、交差点から列の最後尾に到着するまでの有効車線数（例えば、2車線の道路でも、実際に使用している車線が1車線のときは1となり、残りの1車線を利用する車が少ないときは1.5といった値にもなりうる。）を m_1 、交通容量を μ_1 とする。時刻 t は最初に1断面にやってきた車が1断面を通過したときを0とする。一方、速度 v_2 の列中の密度を k_2 、列中の実質の車線数を m_2 、列中の交通容量を μ_2 とする。

もしも、 $\mu_2 \geq \mu_1$ であれば、駐車位置からの渋滞は発生しないので、交差点の飽和交通流率を阻害させる心配はないので、全く問題は生じない。しかし、一般にはこの条件は満たさないことが多いので、本稿では、

$$\mu_2 < \mu_1 \quad (1)$$

の場合を考える。さらに、サイクル長を C 、当該方向の青時間を T_G とした場合に、駐車位置がボトルネックにならない条件として、

$$\mu_2 \cdot C \geq \mu_1 \cdot T_G \quad (2)$$

の条件が必要である。この2つの条件を満たすことを前提として、以下では渋滞列の延伸による飽和交通流率の阻害について考察する。

まず、交通容量と密度と速度には以下の関係が成り立つ。

$$\mu_1 = k_1 \cdot m_1 \cdot v_1$$

$$\mu_2 = k_2 \cdot m_2 \cdot v_2$$

続いて時刻 t の時の列の長さを $l(t)$ とすると t 秒後に断面1-2間にいる車の台数は以下ようになる。

$$k_2 \cdot m_2 \cdot l(t) + k_1 \cdot m_1 \cdot (L - l(t))$$

Δt 秒間に当該区間の流出交通量の差は $\{\mu_1 - \mu_2\} \cdot \Delta t$ となる。これより交通量保存則は次のように書ける。

$$\frac{l(t + \Delta t) - l(t)}{\Delta t} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{k_2 \cdot m_2 - k_1 \cdot m_1} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_2 / v_2 - \mu_1 / v_1}$$

上式の第3項は、駐車位置からの渋滞列の延伸速度を表しており、簡単のためにこれを X とおく。

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、

$$loss + L/v_1$$

だけ後になる。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。

今、青現示の長さを T_G とおくと、次の条件を満たせば、渋滞列は1断面まで到達しないことになる。

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

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。

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

これを整理すると、最終的に L の満たすべき条件を次のように書くことができる。

$$L > (T_G - loss) \cdot \left(\frac{\mu_1}{\mu_2} - 1 \right) / \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right) \quad (3)$$

式(3)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。したがって、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の交通容量が大きいので L は比較的小さい長さですむことになる。

3. 現地調査

3.1 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25m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25mまたは50m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た。そして、その調査時間の信号のサイクル長も併せて記録した。

観測した交差点は以下の通りである。

- ・本郷通り、「本郷弥生」交差点、南行の交通流

交差点：直進2車線、うち1車線は直進左折共用
下流：2車線

青時間/サイクル長 = 80/140 or 68/140 [秒]

当該交差点は歩行者が多く、左折車がスムーズに流れず交差点上流部の流れが悪い。下流には、しばら

く信号交差点がなく，下流の流れはスムーズ。

・内堀通り，和田倉門付近，南行の交通流

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先に赤信号があり，信号待ちの列が生じ，先詰まりが起きる．

3. 2 調査結果

以下の図2は内堀通りで交差点下流50mに駐車車両があるときの累積図である．このグラフにあるように，初めの数台と，最後の数台では交通容量が減るとい結果が多く見られた．また，この例ではそれほど見られないが，途中で車の流れが止まる，または緩やかになるということもしばしば見られた．

そこで，まず，得られたデータをもとに前車との通過時間の差を算出する．その中で，間隔が離れすぎているものと，発進直後と最後尾のデータを除き，各サイクルについて平均をとる．その逆数をとって，それを元に各サイクル，各ケースの交通容量が得られる．以下に示す図3は各サイクルの交通容量を，図4，表1は各ケースの交通容量を表している．

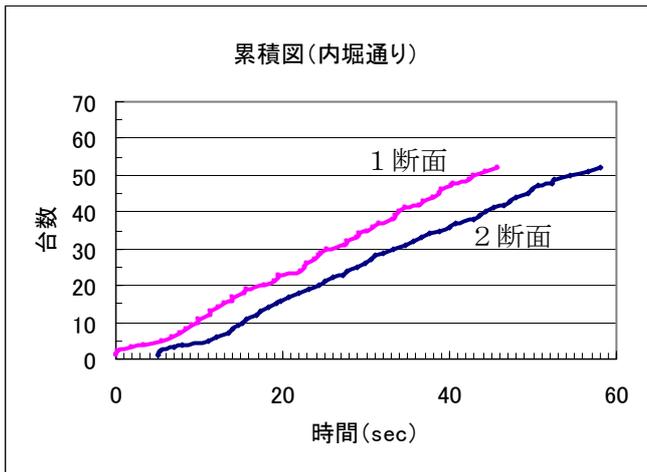


図2 内堀通りでの累積図 (50mに駐車車両)

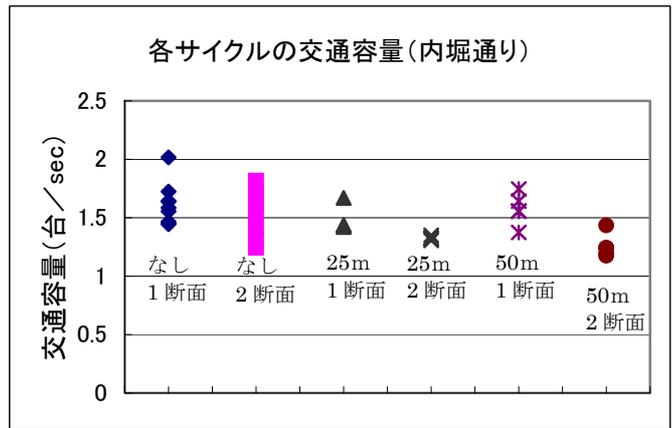
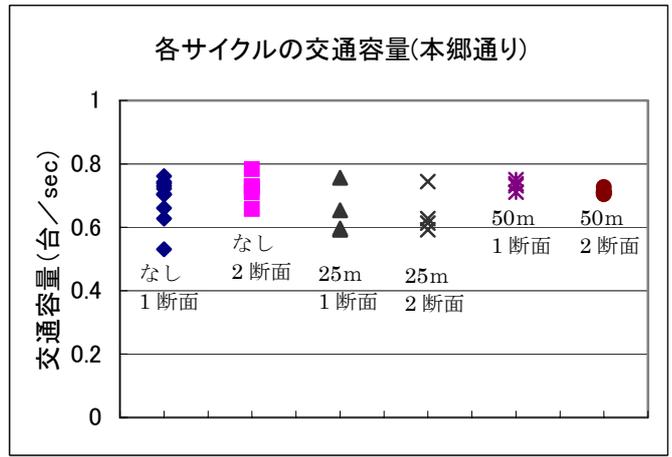


図3 各サイクルの交通容量の関係

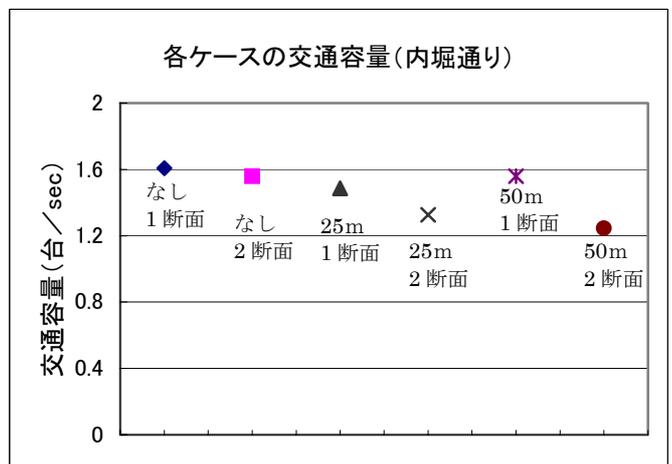
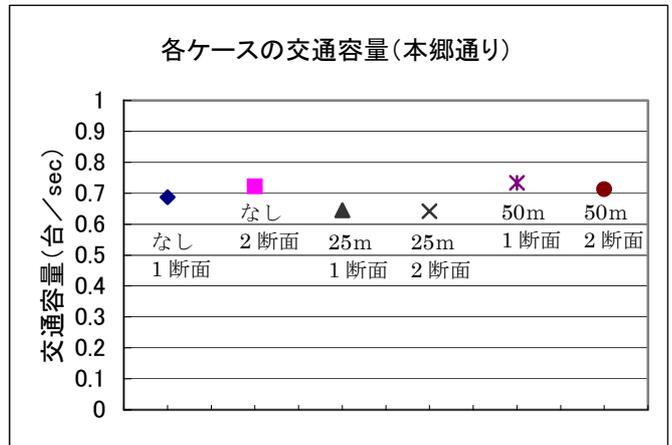


図4 各ケースの交通容量 (台/sec)

表1 各ケースの交通容量 (台/sec)

	本郷通り		内堀通り	
	1断面	2断面	1断面	2断面
なし	0.69	0.72	1.61	1.56
25m	0.65	0.64	1.49	1.33
50m	0.73	0.71	1.56	1.25

図4の2つの「交通容量変化」のグラフを比較してみる。共通点は2つある。1つ目に、駐車がある状態において1断面に比べ2断面の方が交通容量が落ちている。2つ目に、1断面に着目すると、駐車なしと50mでは交通容量低下が見られないが、25mでは交通容量が下がっている。相違点は、2断面に着目すると、内堀通りでは、25mに比べ50mでは交通容量が下降しているが、本郷通りでは逆に上昇している。このように変化は単純ではない。ここで、交通容量低下には2段階のプロセスがあると考えられる。

1段階目は、駐車車両の存在のほかに、交差点の特性、行動の特性によるものである。2断面について言うと、駐車車両の存在により、使える車線が減少しているのはもちろんだが、本郷通りでは、左折車による影響が大きく、内堀通りでは、より下流の信号が赤なので速度を落としている影響が大きい。さらに、50mに比べ、25mでは駐車車両が近いので、その存在を運転者が認識してなかなか加速しない傾向があるため、1断面についても交通容量がやや低下しているものと考えられる。

2段階目は、駐車車両を先頭とした渋滞が1断面まで伸びることによって飽和交通流率が下がることである。見かけ上50mより25mの方が2断面との交通容量の差が小さく、渋滞は長くなってないだろうと思われたが、実際は25mでは渋滞が1断面まで伸びていた。

我々の目的は2段階目のメカニズムでの交通容量低下を防ぐことにある。そのために、渋滞が伸びても交差点までこないための駐車位置Lについて考察する。先に紹介した、表1の観測容量を用いてさきほど導出した(3)式から渋滞長を計算してみた。理論的には、渋滞長は表2のようになる。

表2 各ケースの理論上の渋滞長 (m)

	本郷通り	内堀通り
なし	(-42.6)	15.1
25m	5.3	60.1
50m	25.0	126.1

本郷通りでは、いずれも渋滞が1断面までできていない。それは、左折車により1断面で交通容量が低下し、駐車位置での交通容量の差が小さくなるからである。

内堀通りでは、いずれも渋滞が1断面までできている。それは、左折車が少なく、交差点での交通容量の低下が少なく、駐車位置での交通容量の差が大きくなるからである。

このように、交差点によって状況が異なり、その状況によって必要なLが変わることがわかる。また、実際には、車の速度は急に変わるものではなく、速度を変える距離の余裕が必要である。したがって、実際のLは、周囲の状況を踏まえつつ、理論で導かれたLよりいくらか長くする方が安全であろう。

4. おわりに

今回調査した交差点は、駐車車両もなく、飽和交通容量に達する理想の条件を備えているかに見えた。しかし実際には、本郷通りでは、左折車による障害、内堀通りでは、下流の信号による障害があり、我々の提案したモデルでは現象をうまく説明できなかった。まして他の交差点では、路上駐車も多く、障害要因も多い。したがって、こうした障害要因を表現できるモデルが必要である。それにはまず、左折、車線数だけでなく幅員、下流の信号制御、本研究では取り上げなかったが、大型車と小型車の区別などの影響を考慮しなくてはならない。そして、さまざまな交差点で調査を行い、モデルを検証することが今後の課題といえよう。

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