

駐車場出入り口周辺の障害物を考慮した歩行者と車両の事故分析

九州工業大学大学院 学生会員 川村 宏範

九州工業大学大学院 正会員 寺町 賢一

九州工業大学 正会員 浦 英樹

1. 背景

中国やインド等の発展途上国の発展により、ガソリンの需要が増加することで、石油をほとんど産出することができない日本では使用できるガソリンの量が限られ、自動車がいづらくなることが考えられる。また、日本の人口は自然減少に転じており、人口密度が低い地域が広範囲に広がることを懸念される。人口密度が低くなると、道路整備や上下水道の整備にかかるコストにより、個人の負担増加や、公共サービスの質の低下につながる。このような状況に陥る前に、なるべく早い段階から都市の整備を行っていく必要がある。そこで、コンパクトシティの導入が効果的であると考えられる。コンパクトシティを具現化する施策の1つとして、トランジットモールと呼ばれる一般自動車封鎖対策がある。トランジットモールを導入すると市街地への自動車の進入を規制するため、市街地周辺に駐車場が必要になり、駐車場出入り口付近で歩行者と自動車の交錯事故が増加する懸念がある。本研究では、駐車場出入り口における歩行者と自動車の交錯事故を分析することで、コンパクトシティを導入することにより、増加すると考えられる事故に対して危険性を定量的に評価し、歩行者や自転車に安全に安心して生活、移動できる歩行空間・環境の構築に向け、最適な提案をしていくことを目的とする。

2. 駐車場出入り口での歩行者と車両の交錯確率

トランジットモールを導入すると、市街地に乗入れる自動車を規制するため、中心市街地にアクセスする自動車の駐車場を中心市街地の外周に設置しなければならない。北九州市の中心市街地では駐車場出入り口が事故発生地点となる現状にあり、今後無計画に駐車場が整備され、歩行者の動線が無視した位置に平面駐車場が設置されると、駐車場出入り口での事故が増加することが予想される。そのため、駐車場出入り口での歩行者と車両の交錯危険性を評価し分析を行う。調査地点は歩行者と車両の交錯事

故が発生していた黒崎商店街周辺の街路5地点、魚町・京町銀天街周辺の街路18地点の計23地点である。調査項目は歩行速度(m/s)、5分間の歩行者数(人)、駐車場出入り口幅(m)、歩道幅(m)、駐車場収容台数(台)、障害物の位置(m)、横幅(m)、円周(m)、高さ(m)である。

1) 歩行者が駐車場出入り口を通行している確率

歩行者通行頻度はポアソン分布で表されると仮定する。一定の時間間隔(t)の間に一人の歩行者が通行する確率は式(1)で表される。この式中の m を式(2)で示す。ここで、 $Pa'(x)$: 一定間隔 $t(s)$ の間に x 人の歩行者が通行する確率、 e : 自然対数の底、 m : 一定の時間間隔の間に通行する歩行者の平均数(人)、 Q : 調査より得た5分間歩行者交通量を1時間当たりに換算した歩行者の交通量(人/時)である。歩行者1人が通行する確率なので、式(1)において $x=1$ となる。式(1)、式(2)より歩行者1人が通行する確率 $Pa'(x)$ は時間 t が変数の式となる。歩行者が駐車場出入り口を通行している確率 $Pa(t)$ は、歩行者通行頻度 $Pa'(t)$ と歩行速度 $v(m/s)$ 、駐車場出入り口幅 $l(m)$ 、歩行者交通量による重み α より式(3)で表す。またその式を展開することで式(4)を得る。

$$Pa'(x) = \frac{e^{-m} m^x}{x!} \quad \dots(1) \quad m = \frac{Q}{3600} \times t \quad \dots(2)$$

$$Pa(t) = \alpha \int_t^{t+l/v} Pa'(t) dt \quad \dots(3)$$

$$Pa(t) = \alpha \left[\left\{ \exp \left(-\frac{Qt}{3600} \right) \right\} \left(t + \frac{3600}{Q} \right) - \left\{ \exp \left(-\frac{Qt+Q \frac{l}{v}}{3600} \right) \right\} \left(t + \frac{1}{v} + \frac{3600}{Q} \right) \right] \quad \dots(4)$$

2) 自動車1台が歩道を通るのに要する時間の確率密度関数

自動車1台が歩道を通る時間が正規分布で表されると仮定すると、自動車1台が歩道を通るのに要する時間の確率密度関数 $Pb(t)$ は式(5)で表す

ことができる．ここで、 μ ：歩道を自動車封鎖している時間(s)、 σ ：標準偏差、 β ：駐車場収容台数(台)、 γ ：障害物の重みである．障害物の重みは式(6)、式中の Y は式(7)で定義する．ここで、 X_i ：障害物(電柱以外)の横幅(m)、 D_i ：電柱の直径(m)、 Z_i ：駐車場出入り口の端から障害物の先端までの距離(m)、 Y_i ：換算した高さ、 y ：障害物の測定した高さ(m)である．式(7)の 1.72 は成人男性の平均身長 1.72m をもとにした数値であり、これよりも高い障害物が交錯危険性の指標に与える影響はすべて同じであると仮定した．また 0.6 は歩き始める年齢の平均身長が約 0.70m ということをもとに安全面を考慮して 0.6 と定義し、これよりも低い障害物が交錯危険性に与える影響はないとする．

$$Pb(t)=\beta\times\gamma\times\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \cdots(5)$$

$$\gamma=1+\sum_i^n\left\{\frac{(X_i,D_i)}{Z_i}\times Y_i\right\} \quad \cdots(6)$$

$$\begin{cases} Y=0 & (y<0.60) \\ Y=y/1.72 & (0.60\leq y<1.72) \\ Y=1 & (y\geq 1.72) \end{cases} \quad \cdots(7)$$

3)歩行者と駐車場出庫車の交錯確率の予測モデル

歩行者が駐車場出入り口を通行している確率 $Pa(t)$ と、自動車 1 台が歩道を通過するのに要する時間の確率密度関数 $Pb(t)$ の同時確率を式(8)の予測モデル $Pc(t)$ で示す．式(4)、式(5)に示す α 、 σ と実測値の誤差が最小になるように推定し、各地点において再び式(4)と式(5)に代入し式(8)から算出された値を歩行者と自動車の交錯危険性の指標と定義する．

$$Pc(t)=\int_0^\infty \{Pa(t)\cdot Pb(t)\}dt \quad \cdots(8)$$

調査より得られた歩行者と自動車の交錯危険性と歩道幅に対する実際の歩行者と自動車の交錯危険性との差を用いて、有意水準 5%の t 検定を行った．得られた検定推定量 t と棄却域をそれぞれ表 1 に示す．

表 1 t 値と棄却域

t 値	棄却域
0.3916	$ t >2.120$

これより、実際の歩行者と自動車の交錯危険性と調査により得られた交錯危険性との差は有意であるとは言えず、今回用いたモデルは採用できる精度を

持っていると考えられる．

3.各要素と歩行者と車両の交錯危険性の相関

各地点における歩行者と自動車の交錯危険性を算出し、障害物の重み、駐車場収容台数と危険率の関係をそれぞれプロットしたものを図 1 に示す．

障害物の重みまたは駐車場収容台数のどちらかが著しく大きい地点、どちらも大きい地点では危険率も大きい結果を得た．この 2 つの要素と歩行者と自動車の交錯危険性との相関係数は表 2 になり、障害物と駐車場収容台数と歩行者と自動車の交錯危険性に相関が見られた．

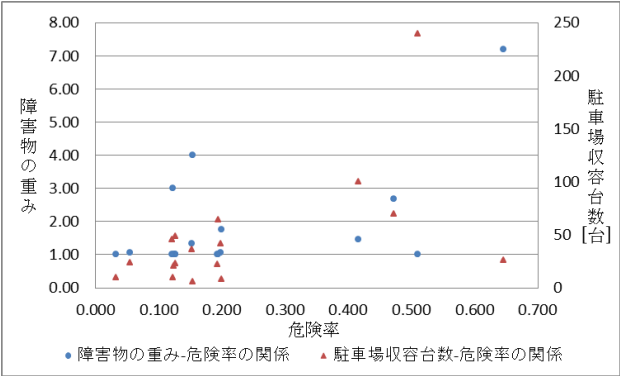


図 1 障害物の重み・駐車場収容台数と危険率の関係

表 2 各要素と指標の相関係数

障害物の重み	駐車場収容台数
0.5742	0.5582

4. 結論

- ・駐車場出入り口での歩行者と車両の交錯危険性の予測モデルを構築したことによって、各地点における危険率を算出することができた．この予測モデルを有意水準 5%で t 検定を行ったところ、有意の差があるとは言えず、今回用いたモデルは採用できる精度を持っていることが確認された．
- ・障害物と駐車場収容台数が歩行者と車両の交錯危険性に影響を与えることを明らかにした．
- ・障害物がある地点とない地点での危険率の平均を比較すると、障害物がある地点の平均の方が約 1.5 倍大きい値になった．また、駐車場収容台数が 40 台以上の地点と 40 台未満の地点の危険率の平均を比較すると、40 台以上の地点の平均の方が約 1.6 倍大きな値になった．
- ・現在、中心市街地の空き地が無計画に駐車場となっているが、駐車場の設置場所や障害物、駐車場収容台数に規制を行うことで歩行者と車両の交錯危険性は小さくなると考えられる．