

遅れと交錯挙動に着目した平面交差方式の性能評価手法

名古屋大学大学院 学生会員 ○馬淵 太樹
 名古屋大学大学院 正会員 中村 英樹
 名古屋工業大学 正会員 鈴木 弘司

1. はじめに

交通量の極めて少ないような交差点においても、特に安全上の理由から信号機を設置することがある。これは、利用者に遅れを強いるだけでなく、信号無視等の危険な行為を誘発する可能性がある。

遅れの削減が期待できる平面交差点の制御方法としてラウンドアバウト(roundabout)が挙げられる。筆者らは日本の交通量の少ない交差点において、ラウンドアバウトの設置可能性について検討を進めているが、現段階ではラウンドアバウト型交差点の容量・遅れの観点からの評価にとどまっている¹⁾。

本稿では、日本でのラウンドアバウトの導入条件を明らかにするアプローチとして、交差点における遅れと交錯挙動に着目し、これら両者をドライバーの不効用と据えて定量評価する手法を提示する。

2. 平面交差点の性能評価手法

(1) リスク評価値の推計方法

本稿では、平面交差点での性能比較を遅れと交錯の観点から行うが、その際、対象とする交差点にお

ける不効用の程度を定量化し、これをリスクとして評価する。信号交差点でのリスク評価に関する考え方は、鈴木ら²⁾によって提案されており、本研究では、この概念をラウンドアバウトにも拡張して適用する。その検討アプローチを図1に示す。

今回、平面交差点におけるリスク事象として、利用者のリスクテイク行動の結果生じる他車との交錯を「交錯リスク」、交錯を回避することにより遅れを被ることを「遅れリスク」と定義する。

交錯リスクとして、ラウンドアバウトでは、最も交錯が起こりやすい部分と考えられる流入部に着目し、流入車両が環道走行車に対してのギャップアクセプタンス行為の分析を行う。一方、信号交差点では、右折車が対向直進車に対してギャップアクセプタンスする行為を扱う。

また、遅れリスクは、ラウンドアバウトでは、流入車が待ち行列に並び始めてから、ゆずれ線に到達し、環道に流入するまでの時間とする。一方、信号交差点では、右折車が右折待ち行列に並び始めてから交差点に進入し、対向直進交通流に通過可能な

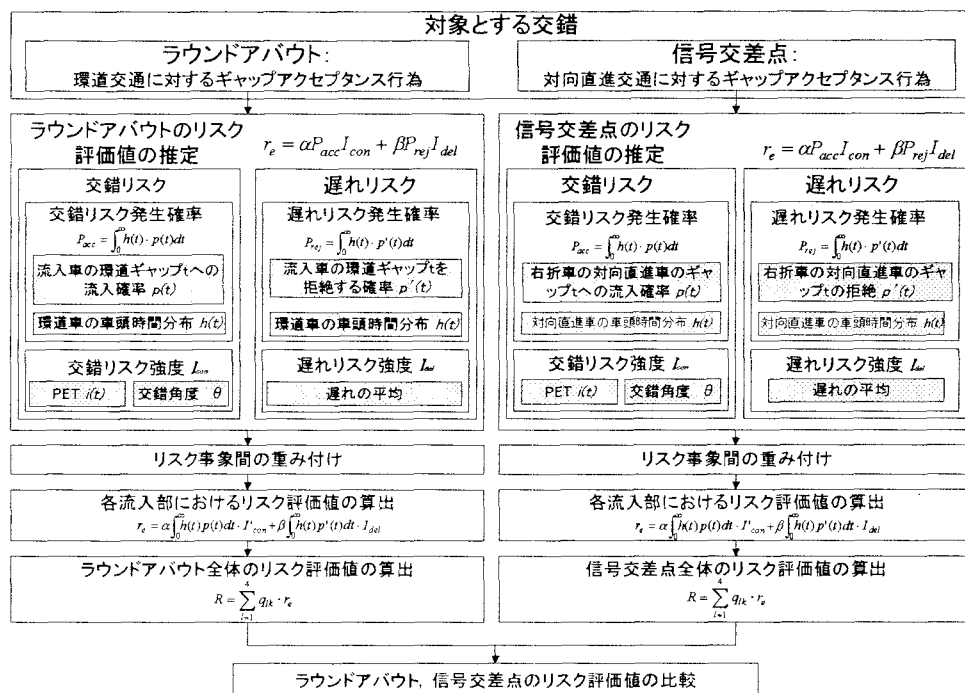


図1 リスク評価値導出の検討アプローチ

ヤップを見つけ、通過するまでの時間とする。

各リスク事象の発生確率と強度の積との加重和をリスク評価値 r_e として式(1)のよう表す。

$$r_e = \alpha P_{acc} I_{con} + \beta P_{rej} I_{del} \quad (1)$$

ここで、*del*:遅れ、*con*:交錯、*rej*:ギャップ t を拒絶する事象、*acc*:ギャップ t を受け入れる事象、 P :リスク発生確率、 I :リスク強度、 α 、 β :パラメータ

リスク事象間の重み付けは、流入車両、右折車両が環道車両、対向直進車のギャップを受け入れるか否かの判断を行う際、遅れリスクと交錯リスクの大きさによって影響を受けるとの仮説に基づき、非集計2項選択ロジットモデルを構築する。ここで得られたモデルのパラメータをリスク事象間の重みとする。

(2) リスク発生確率 P

交錯リスク発生確率は、ラウンドアバウトにおいては、環道走行車両にギャップアクセプタンスを行う際、そのギャップを受け入れる場合をリスク行動とする。 P_{acc} は、環道走行車の車頭時間分布の確率(環道にギャップ t が出現する確率) $h(t)$ と、環道ギャップ t のときに流入車が流入する確率(流入確率) $p(t)$ の積、すなわち期待値で表される。

$$P_{acc} = \int_0^{\infty} h(t) \cdot p(t) dt \quad (2)$$

信号交差点も同様に、対向直進車の車頭時間分布の確率密度 $h(t)$ と、対向直進車のギャップ t に流入する確率 $p(t)$ の積より、流入確率の期待値を求める。

なお、遅れリスク発生確率 P_{rej} は、 P_{acc} の排反事象をとることで求める。

(3) 交錯リスク強度 I_{con}

交錯リスク強度 I_{con} を表す指標として、PETを用いる。PETはAllen et al.(1978)によって提唱された交通コンフリクト指標で、交錯を起こす2車が交錯ポイントを通過する時間差として定義される。

PETは、流入車、右折車からみて、前方、後方の環道車両、対向直進車とのPETを考えることができるが、今回は後方PETを用いる。なお、リスク評価値を算出する際、PETが小さいほどリスク強度が大きくなるように、PETの逆数を交錯強度として採用する。

$$I_{con} = 1/PET \quad (3)$$

ここに、 PET :後方PETである。

(4) 交錯角度 θ

分析の対象とした各平面交差点では、2車両が交錯する角度が異なり、生じうる事故の程度が異なると

考えられる。そこで、交錯強度を求める際、2車が交錯する角度を考慮する必要がある。交錯角 θ が 180° のとき、つまり正面衝突するときの事故の程度が最大、2車の進行方向が平行に近づくほど小さくなると仮定する。交錯強度リスク強度は I_{con} に $\sin(\theta/2)$ を乗じて求め、式(4)のように表す。

$$I'_{con} = I_{con} \cdot \sin(\theta/2) \quad (4)$$

(5) 遅れリスク強度 I_{del}

遅れリスク強度は、ラウンドアバウト、信号交差点とも、前述した定義の基に各流入部での遅れを実測し、その平均を遅れリスク強度とする。

3. リスク評価値の集計方法

以上で求められた P 、 I を基に、1台の車両の持つ平均交錯リスク r_e は式(5)のように表すことができる。

$$r_e = \alpha P_{acc} I_{con} + \beta P_{rej} I_{del} \\ = \alpha \int_0^{\infty} h(t) p(t) dt \cdot I'_{con} + \beta \int_0^{\infty} h(t) p'(t) dt \cdot I_{del} \quad (5)$$

交差点全体の単位時間当たりの総交錯リスク R は、ある流入部のリスク評価値にその流入部の交通量 q_e を乗じ、さらに全ての流入部で同様に求め、その和をとることで求められる。

$$R = \sum_{i=1}^m q_e \cdot r_e \quad (6)$$

4. まとめ

本稿では、ラウンドアバウト導入に必要な条件を明らかにする方法論として、遅れのみならず安全性にも着目し、自動車相互の交錯の分析方法をリスクの概念を用いて評価する方法を提案した。今後は、現地調査で撮影したビデオより、本稿で述べたモデルを実証するために必要なデータを収集する。また、幾何構造の違いによる挙動特性にも着目し分析する。

本稿で述べたモデルを実際に適用し、ラウンドアバウト、信号交差点のリスク評価値を推計し、どのような条件であればラウンドアバウトを導入することが妥当であるか明らかにしていく方針である。

<参考文献>

- 1) Shyamalee MANAGE, Hideki NAKAMURA, Koji SUZUKI: Performance analysis of roundabouts as an alternative for intersection control in Japan, Journal of EASTS'03, pp.871-883, 2003. 10.
- 2) 鈴木弘司, 中村英樹, 山口 哲: リスク概念を用いた信号交差点のサイクル長評価フレームワーク, 土木計画学講演集vol.28, 2003.