

街路交通の時空間変動と乱横断発生に関する 実証的研究

竹平 誠治¹・大口 敬²

¹正会員 東京大学 大学院 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail:takehira@iis.u-tokyo.ac.jp

²正会員 東京大学 生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail:takog@iis.u-tokyo.ac.jp

歩行者の死亡事故の多くは、横断歩道外の横断中に発生しており、乱横断による事故が多いことが想定される。乱横断の対策としては、中央分離帯の設置が有効である。しかしながら、設置の指針となる基準等はなく、その必要性、設置方法、設置による影響等が現場に任されている状況となっている。

このような中、本調査では、中央分離帯など交通安全施設の設置および撤去の指針に関する基礎検討の一環として、実施したものである。

最初に歩行中事故の形態の一つの特徴である乱横断を対象として、乱横断発生時の交通状況を整理した。次に、乱横断が発生しやすい交通状況と乱横断しにくい交通状況が存在することを単純化したモデルにより、理論的に説明することを試みた。その結果、一定の条件下において、乱横断しやすい交通状況（隙間）の発生状況を表現できる可能性があることを確認できた。

Key Words : *undisciplined crossing pedestrians, crosswalk safety, urban streets, field study*

1. はじめに

歩行者の死亡事故は減少傾向であるものの、自動車乗車中死者数の減少割合より歩行中死者数の減少割合が少なく、近年の歩行中死者数は自動車乗車中より多い。平成24年における歩行中死者数のうち約3割は横断違反であり、これはほとんどが乱横断によるものと考えられる。

このような中、一般社団法人交通工学研究会 地域交通安全委員会(委員長・久保田尚埼玉大学教授)大都市型検討部会（以下 大都市型検討部会という）において、乱横断に関する実態調査を実施し、中央分離帯など交通安全施設の設置および撤去の指針に関する基礎検討を実施された。本研究は、この実態調査結果を参考として、街路交通の時空間変動と乱横断発生に関する分析を実施したものである。

本稿では、最初に歩行中事故の形態の一つの特徴である乱横断を対象として、乱横断発生時の交通状況を整理した。次に、乱横断が発生しやすい交通状況と乱横断しにくい交通状況が存在することを単純化したモデルにより、理論的に説明することを試みた。なお、本稿は、現在分析中の項目に関する経過報告を含むものである。

2. 乱横断発生時の交通状況

大都市型検討部会において、都市部の道路状況や沿道環境が異なる2か所を対象とした横断歩行者の実態把握を目的としたビデオ調査を実施している。調査の概要を図-2に示す。

図-3は、調査結果のうち、各箇所の乱横断が発生した断面における車両の存在と乱横断の発生状況を示したものである。両区間とも信号交差点が近接していることなどに起因して、街路交通に時空間変動が生じ、「脈流」が発生しており、道路上に車両が存在しない「隙間」が発生している。

例えば、乱横断の場合の横断歩行時間を参考にHeadwayが10秒以上の場合を「隙間」と仮定すると乱横断の発生タイミングと整合しており、乱横断はこの「隙間」を狙った行動である。

ここで、「隙間」の状態を把握できれば、乱横断の安全性やリスクを評価できる可能性がある。また、「隙間」をコントロールできれば、信号交差点以外の単路部において、乱横断の危険性を低減できる可能性がある。

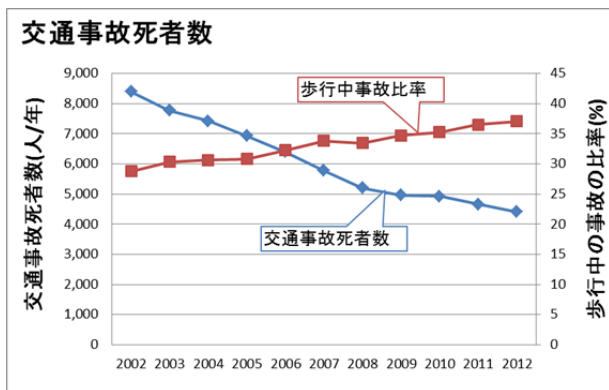
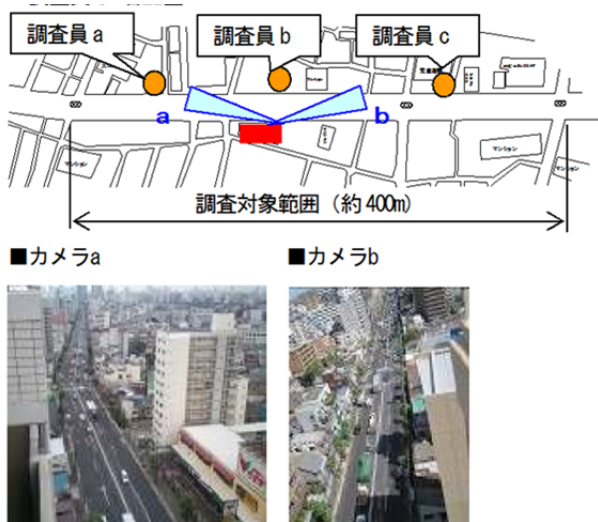


図-1 交通事故の発生状況

【区間a】
比較的下町の住宅街を通る往復4車線の幹線道路



【区間b】
比較的業務地区の中を通る往復6車線の幹線道路

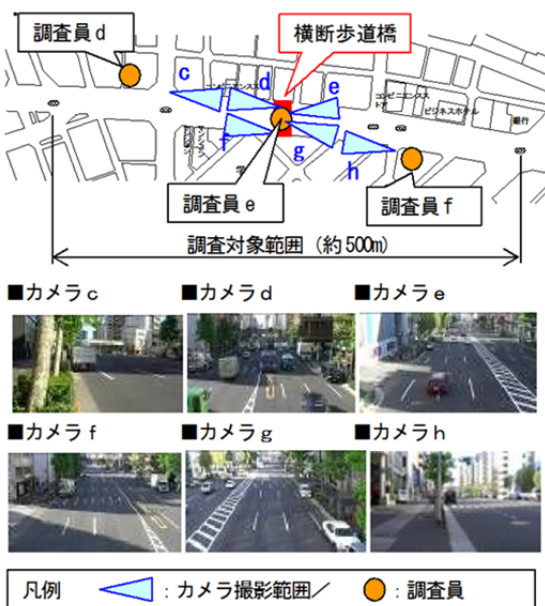
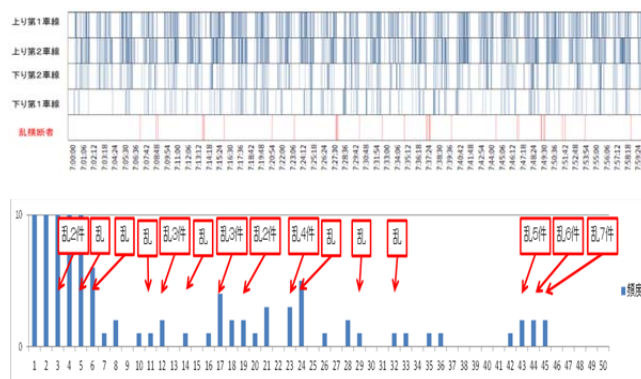


図-2 調査概要

区間a【7時台（乱横断朝ピーク時）】



区間b【8時台（乱横断朝ピーク時）】

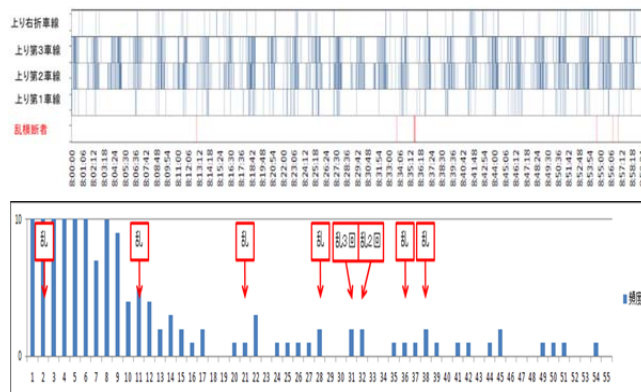


図-3 隙間の発生状況

3. 交通流のモデル化

(1)モデルの概要

乱横断が発生しやすい交通状況と乱横断しにくい交通状況が存在することを説明するため、「隙間」の発生状況を説明するモデルを構築する。道路交通状況（需要、交差点間隔、信号制御など）と「隙間」の関係を時間の関数で定式化し、定量化を図る。

(2)モデル化

交通流を単純化するため、Q-K関係を直線で設定し、Shockwave理論に基づき、車両軌跡を直線的にモデル化する。

ここで、1方向1車線とし、追い越し・追い抜きは考慮しない。また、主道路のみを対象とし、従道路からは、滞留した車両がランダム（ポアソン分布に従い）に流入してくると想定する。

図-4は、車両軌跡を簡略化して示したものであり、交通流は区間①～③に大別できる。図-5は、信号現示と累加交通量の関係を示したものであり、これを用いて、区間ごとに定式化を行う。

最初に区間①は、飽和交通流率が実現する時間であり、Headwayが短く隙間はほとんどない。信号1サイクルのうち、区間①が発現する比率 f は、以下のように定義できる。

$$\begin{aligned} \{C(1-g) + Cf\} \times q &= Cf \times s \\ qC(1-g) &= (s-q)Cf \\ Cf &= \frac{qC(1-g)}{s-q} \\ f &= \frac{q}{s-q} (1-g) \end{aligned} \quad (1)$$

次に区間②は、到着分布に従う時間であり、隙間が発生する可能性がある。信号1サイクルのうち、区間①が発現する比率 $g-f$ は、以下のように定義できる。

$$g - f = \frac{(sg - qg) - (q - qg)}{s - q} = \frac{sg - q}{s - q} \quad (2)$$

最後に区間③は、従道路からの流入に従う時間であり、隙間が発生する可能性がある。

$$1 - g \quad (3)$$

ここで、都市部の交差点近接区間において、いくつかの信号交差点の通過後には区間①と区間③のみとなるため、本稿では区間②は除外することとする。この場合、信号現示と累加交通量の関係は図-6のようになり、各区間の時間比率は以下のとおり、定義できる。

区間①

$$f = \frac{Cq}{s} \quad (4)$$

区間③

$$1 - g \quad (5)$$

また、図-7は、これらをフロー図としてとりまとめたものである。

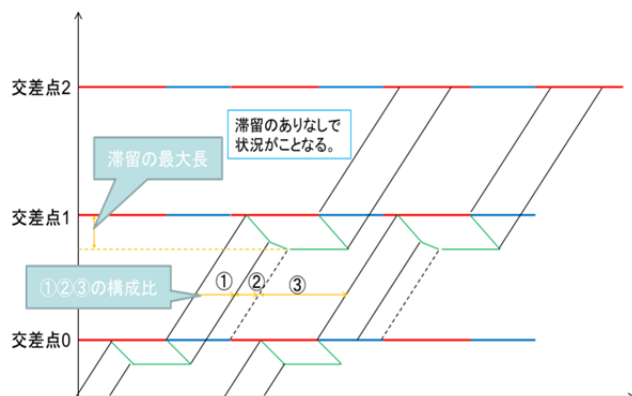


図-4 簡略化した車両軌跡図

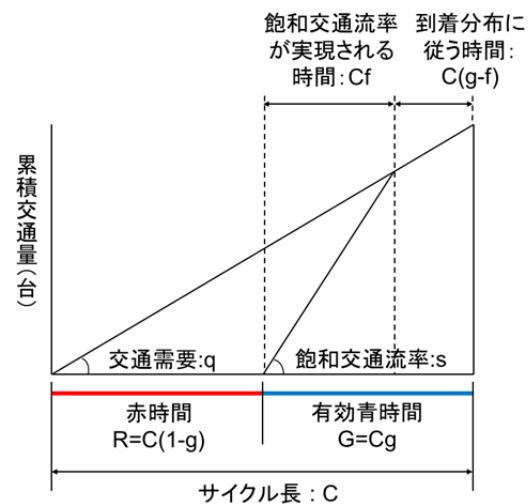


図-5 サイクル長と累加交通量の関係 (標準)

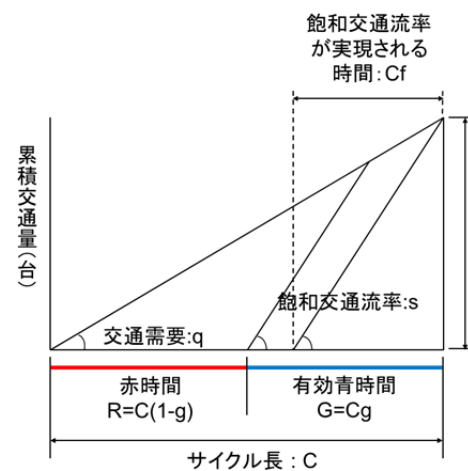


図-6 サイクル長と累加交通量の関係
(信号が連担する場合)

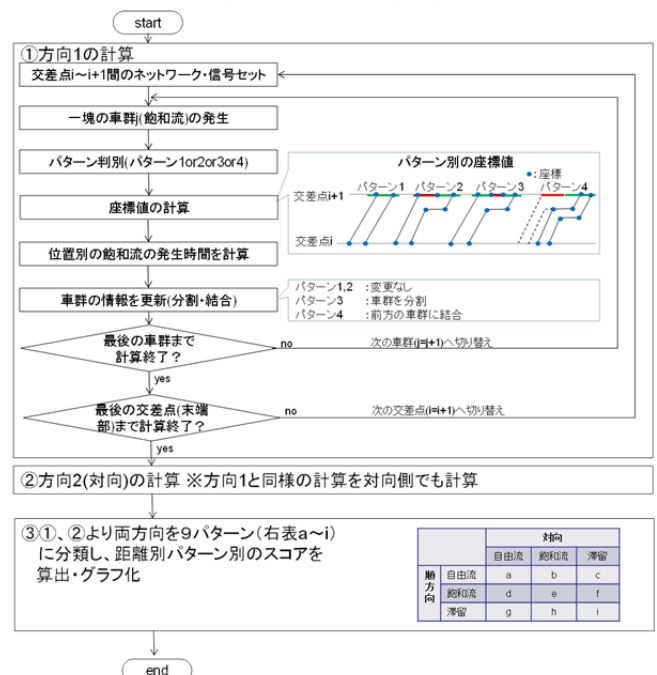


図-7 交通流モデル化の算定フロー

4. モデルの検証

(1)検証の概要

2信号交差点の場合を想定し、信号パラメータを変化させ、「隙間」の発生状況に関する感度分析を実施する。変化させる信号パラメータは、サイクル長、グリーンスプリットの比率、オフセット量とする。

(2)検証結果（経過報告）

検証は現在実施中であるため、その一部を紹介する。

サイクル長150秒、グリーンスプリット60%、オフセット0の場合を標準パターンとした場合の交通流の状態を図-8に示す。

図-9は、信号パラメータを変化させた場合の飽和流の比率を示したものである。

上段は、サイクル長を90s/120s/150/180sと変化させた場合の「隙間」の発生状況を示したものである。

下段は、オフセット量を0/30s/60s/90s変化させた場合の「隙間」の発生状況を示したものである。

このように信号パラメータにより、「隙間」のでき方が異なることを表現できる可能性を確認できた。

5. 乱横断が可能となる隙間の考え方（経過報告）

乱横断は、「隙間」が時間的空間的にある程度以上の大きさの場合に発生するものと考えられる。

このため、「隙間」の発生状況と乱横断発生の関係を分析するためには、乱横断が可能となる隙間の条件を設定することが重要となる。ここで、隙間の条件は、時間的な発生確率と空間的な連続性の2つに着目することとする。現在、検討中であり、現段階の検討過程を以下に示す。

(1)時間的な発生確率

例えば、乱横断した場合と比べて迂回し横断歩道を渡ることにより増加する所要時間と期待される乱横断の待ち時間を比較し、乱横断が発生する際に必要となる時間的な発生確率を設定する。

(2)空間的な連続性

例えば、乱横断しようと立ち止まった際に見える範囲にある程度以上の確率で車両が存在しない空間が連続することを想定する。

一般に人間の視野角は135度といわれていることから、道路幅員 $\times \tan(135/2)$ 以上の空間的な連続性が必要と考えられる。

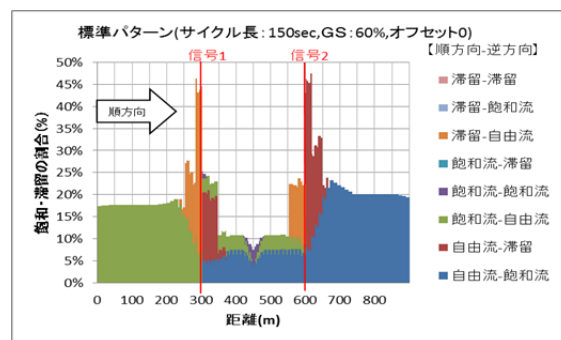


図-8 交通状態の構成状況

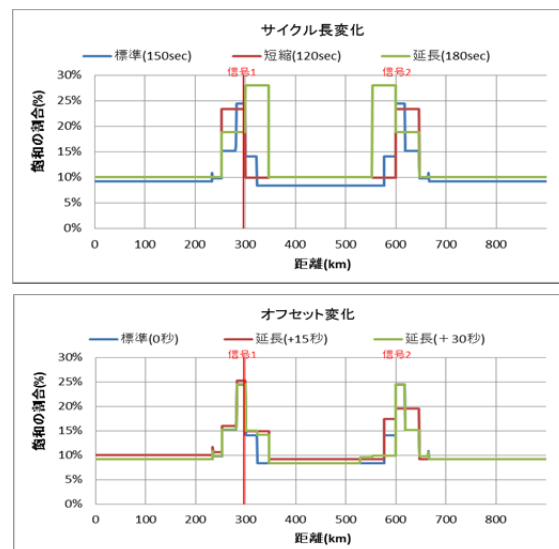


図-9 信号パラメータの感度分析結果例

6. おわりに

本稿では、乱横断が交通流の隙間を狙った行動であることに着目し、街路交通の時空間変動と乱横断発生を説明するため、交通流の隙間の発生状況のモデル化を試みた。その結果、一定の条件下において、隙間の発生状況を表現できる可能性があることを確認できた。

今後は、乱横断が可能となる隙間の考え方を精査し、街路交通の時空間変動と乱横断発生の分析を進めていきたい。

謝辞：本稿は、一般社団法人交通工学研究会 地域交通安全委員会(委員長・久保田尚埼玉大学教授)大都市型検討部会において実施した調査結果の一部を活用したものである。本調査にあたっては、本委員会および大都市検討会の関係者をはじめとする多くの皆様より多大なご協力をいただいた。ここに厚く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 竹平誠治・大口敬・泉典宏・田中淳・松沼毅・佐藤貴行：都市における歩行者の幹線道路横断特性に関する実態調査，土木計画学研究・講演集，Vol46，CD-ROM，2011.

(2013. 8. 2 受付)