

9 . 横断歩道における歩車間のコンフリクトに関する分析

～ 分離式信号制御化に向けて～

Analysis of Conflict between Pedestrian and Car at Zebra Crossing

東京大学工学部都市工学科 10122 谷川 拓

This study is one of the researches toward making an index of hazard at zebra crossing. In the first place, I defined the hazard between pedestrian and car at zebra crossing as 'Conflict'. Then I studied the relation between 'Conflict' and 'The number of pedestrian and Left-turn car, The density of pedestrian'. In consequence, I recognized that 'The density of pedestrian' has a strong effect on the probability of occurrence of 'Conflict', in other words, 'The density of pedestrian' influences the hazard at zebra crossing. The other hand, I recognized the rough tendency between 'Conflict' and 'The number of pedestrian and Left-turn car'.

1 . 研究の背景と目的

毎年日本で起こる交通事故死亡者のうち、約8%は横断歩道にて起きている。しかも概ね歩行者用信号が青の時である。この事故を防ぐ一番有効な手段は分離信号である。歩行者と自動車を時間的に分離して交差点を通過させる手法である。この分離信号は歩行者の安全が守られるといったメリットを持っている反面、デメリットも持つ。分離信号を導入すると信号の現示回数が増えるためサイクル時間が長くなり、また損失時間が増加する。これによって交通渋滞が発生することが一番大きなデメリットなる。交通安全は守りたいが、このデメリットが強烈なために非分離式信号から分離信号へと移行させにくい。

が分かったならばその交差点への分離信号導入は容易になる。調べた結果、現在の所その危険度を判定する基準は見あたらない。そこで本研究は「危険度の高い横断歩道を数量的に判断できる指標の一部となりうる分析結果を得る」ことを目的とした。

2 . 論文の流れ

上記の目的を念頭に置き、第1章では信号交差点問題に対して既存の論文等をレビューして把握し、その上で本研究の位置づけを明確にする。第2章では孤立交差点の現状を把握、整理し、非分離式信号と分離式信号のメリット・デメリットをまとめる。そして第3章において現在主流となっている非分離式信号の危険性を評価すべく、「コンフリクト」の概念を定義し、分析を行った。第4章はまとめである。

3 . コンフリクトの定義と種類

本研究の中心概念であるコンフリクトとは、「『衝突』とまではいかないが、歩行者・自転車と自動車があつかる可能性が高い状況を記述する概念」

と定義した。その種類は、「前面コンフリクト」、「側面コンフリクト(対停止車側面コンフリクトと対動作車側面コンフリクト)」という3種類が

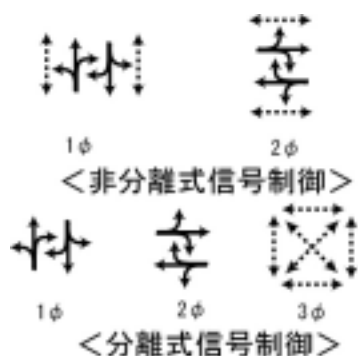


図1 非分離式と分離式の違い

しかし、とある交差点が非常に危険であること

ある。まず前面コンフリクトであるが、自動車前面にある

「車幅」 × 「300cm」

の空間をコンフリクトレンジと定義し、自動車が動いている時にこの中にいる歩行者はコンフリクト対象とした。

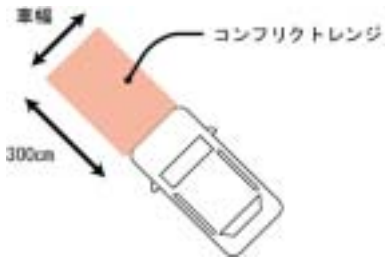


図2 前面コンフリクト

300cm という数字は私自身が行った急ブレーキ実験から来ている。自動車が横断歩道を通る速度は概ね 5km/h ~ 20km/h であることを考え、停止距離を測定した。その結果から概ね 300cm 以内であると、何かの拍子に歩行者と自動車がぶつかりかねない、と判断した。

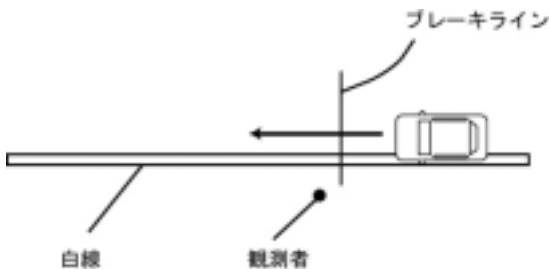


図3 ブレーキ測定実験概要図

以下は、ブレーキ実験結果の表である。

表1 急ブレーキ実験結果

| 回 \ 時速 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|--------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 33 | 54 | 129 | 217 | 302 | 464 |
| 2 | 56 | 74 | 115 | 183 | 285 | 370 |
| 3 | 37 | 81 | 160 | 229 | 295 | 342 |
| 4 | 39 | 77 | 114 | 207 | 307 | 391 |
| 5 | 59 | 85 | 132 | 199 | 299 | 449 |
| 6 | 39 | 71 | 149 | 241 | 281 | 339 |
| 7 | 23 | 67 | 162 | 211 | 313 | 408 |
| 8 | 72 | 86 | 134 | 237 | 297 | 437 |
| 9 | 52 | 74 | 139 | 194 | 309 | 419 |
| 10 | 42 | 79 | 158 | 208 | 298 | 367 |

一方で側面コンフリクトは2つある。対停止車側面コンフリクトは横断歩道内で停止した自動車に対して歩行者・自転車が回避行動を行った場合である。対動作車側面コンフリクトは横断歩道を通りかけている自動車に対して歩行者・自転車が回避行動を行った場合である。

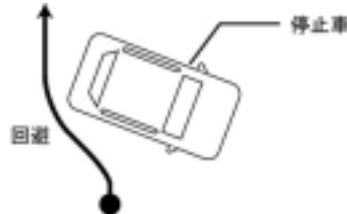


図4 対停止車側面コンフリクト

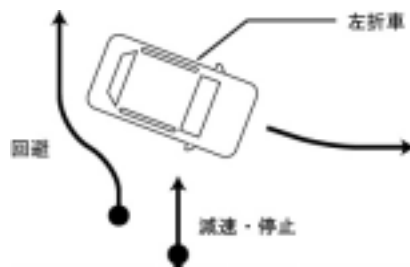


図5 対動作車側面コンフリクト

4. 調査概要

調査の対象とした交差点は浦安市入船交差点であり、その横断歩道2本についてデータを採取した。取ったデータは横断歩道 A・B 両者共にビデオ 480 分である。

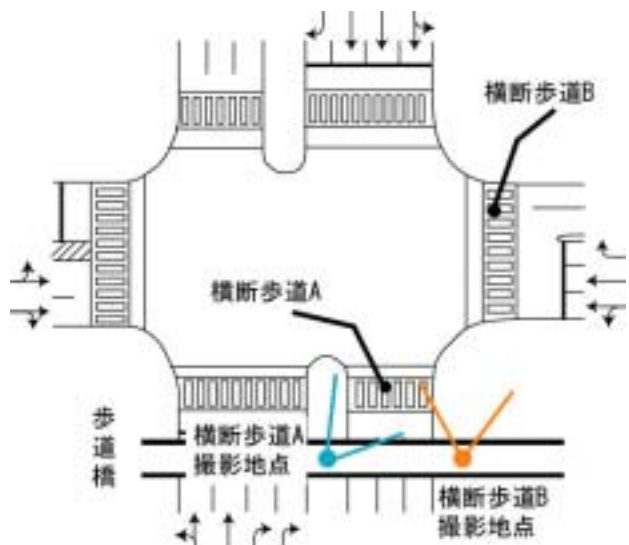


図6 浦安市入船交差点 撮影地点

5. 分析

(1) 分析1 コンフリクト数と歩行者数・左折車数の関連分析

撮影したビデオから、「歩行者用青時間（点滅時間含む）」、「歩行者数（自転車含む）」、「左折車数」、「コンフリクト数（前面・側面両方）」の4つのデータを取った。歩行者数、左折車数、コンフリクト数の3つは歩行者青時間の始まりから終わりまでを1回としてデータを取り、青時間を用いて1分あたりのデータに標準化した。

取ったデータを横断歩道A・Bごとに、y軸にはコンフリクト数、x軸には歩行者数・左折車数が $a < x < b$ であるときに起きたコンフリクトを全てaの時に起きたと近似して平均値を取ったものでグラフを書いた。

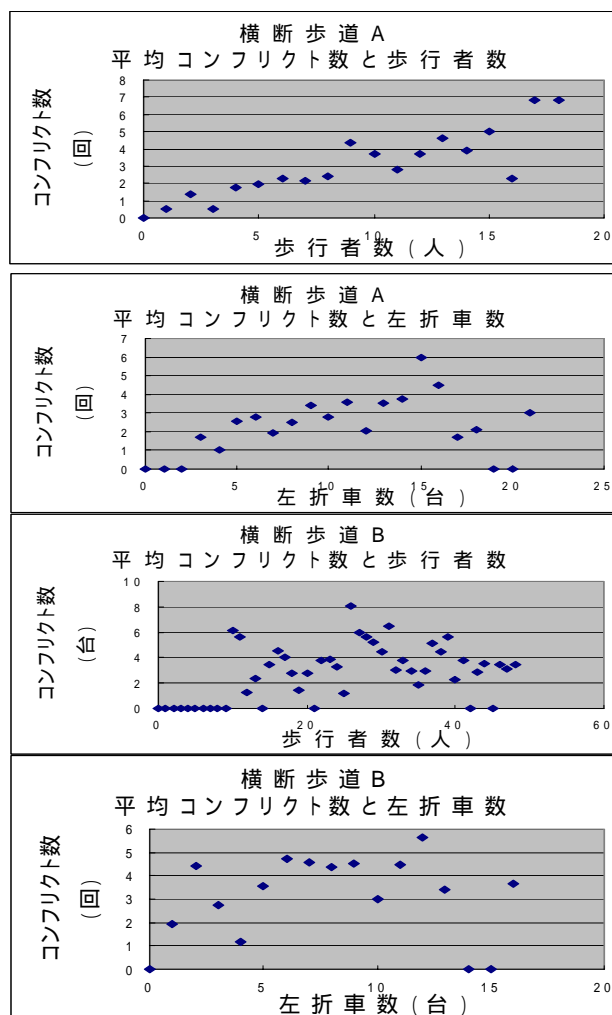


図7 横断歩道別平均コンフリクトの状況

これを見ると横断歩道Aなどは強い関係を持っていて、相関係数などは0.8に近い。しかし横断歩道Bに関しては増えている傾向が見える程度であった。このことから、コンフリクト数を歩行者数と左折車数だけで説明するのは不可能であることがわかり、他の説明変数を入れるか、説明変数をさらに細かく分けるなどしなければならないと思われる。

(2) 分析2の概要



図8 コンフリクトゾーン

分析2では図8のコンフリクトゾーンにおける歩行者密度とコンフリクト発生確率について分析する。青時間開始から3秒ごとに歩行者密度とコンフリクト数を採取した。

(3) 分析2-1 歩行者密度と前面コンフリクト発生確率

得たデータを横断歩道A・B合わせて1つのグラフに表した。

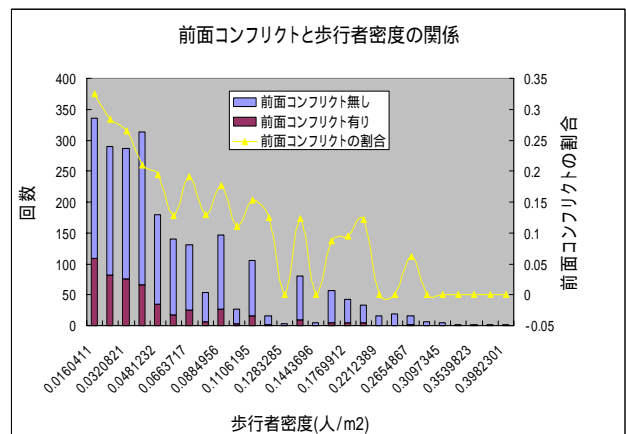


図9 前面コンフリクトと歩行者密度の関係

このグラフから前面コンフリクトの発生確率は歩行者密度に対して指数分布の形をとっているように見える。そこで $y = A \exp(-\lambda x)$ 型のモデル式を仮定し、データを対数化して回帰分析を行ってみた。その結果、決定係数 0.79 で、 $y = 0.27 \exp(-5.74x)$ となる式ができた。

(4) 分析 2 - 2 歩行者密度と側面コンフリクト発生確率

歩行者密度と対停止車側面コンフリクト数・対動作車側面コンフリクト数をグラフ化してみる。

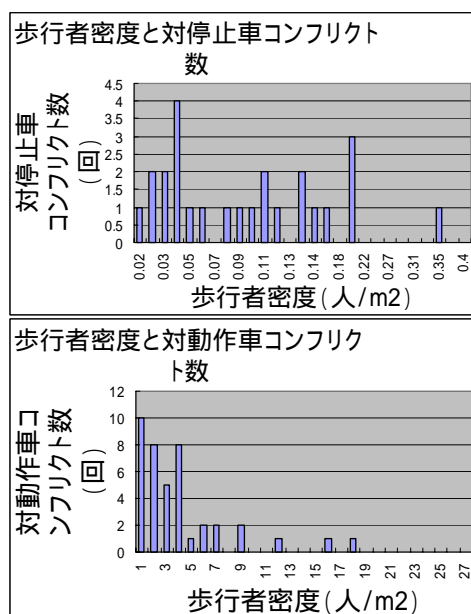


図 10 各歩行者密度における側面コンフリクト数

対動作車の方は一見関係がありそうにも見えるが、分析をしてみるとモデル式として妥当なものができるほどではない。そこで起こった側面コンフリクト全ての場合の状況をビデオから見てみる。結果、対停止車側面コンフリクトは全く偶発的におこるものだとわかった。一方で対動作車側面コンフリクトに関しては、起こる直前の歩行者密度が低いとき、データにあてはめて言うならば、前後 3 秒間に歩行者密度が低い時に起こりやすかった。その時の歩行者密度は概ね 0 ~ 0.03 (人/m²) である。

6 . 結論と残された課題

得られた分析結果をまとめると、分析 1 ではコンフリクト数が歩行者数と左折車数に起因している傾向はつかめるものの、さらに状況を細かく分けるなどの工夫をしなければ分析は難しいことがわかった。分析 2 - 1 では前面コンフリクト発生確率は歩行者密度に関して概ね指数分布に従うこと、つまり歩行者密度が小さいときにコンフリクト発生確率が高くなることが分かった。 $y = 0.27 \exp(-5.74x)$ となるモデル式の妥当性も高い。分析 2 - 2 からは、対停止車側面コンフリクトは偶発的に発生するもので、予測が難しいことと、対動作車側面コンフリクトは直前の歩行者密度が 0 ~ 0.03 (人/m²) となっている状況の時に起こりやすいことが確認された。以上の結果を鑑みると、歩行者密度が少なくなる状況が多い交差点に、そこが左折車が多い交差点ならなおさら分離信号を導入すべきである。しかしながら都市部においては交通渋滞は無視できない問題であり、この点からも交差点問題を考えていかなければ分離信号の普及は難しい。今後の課題としては、同じ前面コンフリクトとして数えていたものでもその危険具合が違うものが存在することを考慮に入れた指標をつくること、またさらに細かい挙動を分析して有効な横断歩道危険度評価に寄与すべきことが挙げられる。最後に本研究をご指導して頂いた東京大学工学部都市交通研究室の太田勝敏・原田昇両教官、大森宣暁・古谷知之両助手に厚く感謝の意を記す。

< 参考文献 >

- 長谷智喜：こどもの命を守る 分離信号 ~ 信号はなぜあるの ~、生活思想社、[1997]
- 櫻田洋一：孤立交差点の最適サイクル長に関する研究、[2002]
- 米谷栄二、渡辺新三、毛利正光、佐佐木綱、加藤晃：交通工学、国民科学社、[1977]
- 巻上安爾、井上矩之、三星昭宏：交通工学、理工図書株式会社、[1990]
- 佐佐木綱、飯田恭敬：交通工学、国民科学社、[1992]
- 境克郎：交通工学シリーズ 27 交通信号、技術書院、[1966]
- 社団法人 交通工学研究会編：交通信号の制御技術、社団法人交通工学研究会、[1983]